ENAA GEC2014-P1

（26-73）平成 26 年度

国土強靭化に資する地下空間利用の調査研究補助事業

報　告　書

平成 27 年 3 月

一般財団法人エンジニアリング協会

地下開発利用研究センター

RING!RING! プロジェクト 競輪の補助事業

この報告書は、競輪の補助金により作成しました。

http://ringring-keirin.jp

序

本報告書は、公益財団法人ＪＫＡより機械工業振興補助事業の補助金を受け、一般財団法人エンジニアリング協会地下開発利用研究センターが実施した平成 26 年度「国土強靭化に資する地下空間利用の調査研究」の成果を報告書として取りまとめたものです。

平成 25 年 12 月に「強くしなやかな国民生活の実現を図るための防災・減災等に資する国土強靭化基本法」が公布・施行となり、平成 26 年 6 月には「国土強靭化基本計画」が閣議決定され、我が国の国土防災の活動が本格的に始動しました。国土強靭化基本法では、発生が予想される南海トラフ地震、首都直下地震等の大規模自然災害が、想定される最大の規模で発生した場合、東日本大震災を超える甚大な被害が発生し、まさに国難ともいえる状況となるおそれがあることを指摘したうえで、大規模災害発生時においても、機能不全に陥らない政治・経済・社会活動等の経済社会システムを平時から確保し、国の経済成長の一翼を担うことが必要とされています。

また、平成 26 年 4 月には、エネルギー政策基本法に基づく、東日本大震災以降では最初となる第四次「エネルギー基本計画」が 4 年ぶりに閣議決定され、低炭素・水素社会の実現に向けた取組が加速しています。

このような国土の防災・減災や低炭素社会の実現を考えるとき、平時から大規模自然災害等に備えておくことが不可欠であり、大規模自然災害等に対して高い耐久性を有する地下空間の利用は、非常に有効な手段となります。

地下開発利用研究センターでは、社会的諸問題の解決、将来の望ましい社会システムの構築等に資することを目的として、先導的、基盤的な課題の解決にむけて幅広い産・学・官の英知を結集して地下空間の開発利用のための新技術・各種システムに関する調査研究を実施しています。平成 26 年度においては、これまでの成果の蓄積を踏まえながら、「国土強靭化に資する地下空間利用の調査研究」に取り組んでまいりました。

本調査研究は、地下開発利用研究センターの研究企画委員会の下で、「地下利用推進部会」の中に「情報通信基盤に関する調査研究専門部会」、「産業エネルギー基盤に関する調査研究専門部会」、「都市生活基盤に関する調査研究に関する専門部会」及び「交通網基盤に関する調査研究専門部会」の 4 つの専門部会を設け、平成 26・27 年度の 2 ヶ年計画で実施する予定です。平成 26 年度は各専門部会で調査研究の基礎となる情報収集と課題の抽出を中心に行い、その成果を報告書として取りまとめました。

最後に、本報告書の成果が、強くしなやかな国民生活の実現を図るための防災・減災と低炭素社会の実現のために有効に活用されることを切望するとともに、この事業にご協力いただいた関係各位に対して心から謝意を表します。

平成２７年３月

一般財団法人エンジニアリング協会
理事長　　高橋　誠

平成２６年度

地下利用推進部会　幹事会名簿

幹事長	吉富　幸雄	大成建設㈱　土木本部土木技術部トンネル技術室　参与 （第四部会　部会長）
副幹事長	西村　毅	㈱安藤・間　技術本部技術研究所　土木研究部　主席研究員 （第一部会　部会長）
幹　事	中森純一郎	三井住友建設㈱　技術研究開発本部技術企画部 技術管理・知財グループ長 （第一部会　副部会長）
幹　事	中山　洋	佐藤工業㈱　土木事業本部　営業部　部長 （第二部会　部会長）
幹　事	川端　康夫	飛島建設㈱　建設事業本部　エンジニアリング部 インフラ防災グループ　部長 （第二部会　副部会長）
幹　事	平野　孝行	西松建設㈱　土木事業本部　土木設計部　部長 （第三部会　部会長）
幹　事	藤川　富夫	㈱アサノ大成基礎エンジニアリング　技術研究所　所長 （第三部会　副部会長）
幹　事	谷利　信明	鹿島建設㈱　土木管理本部　土木技術部　部長 （第四部会　副部会長）
前幹事長	志波由紀夫	大成建設㈱　技術センター　土木技術研究所部長 （前第四部会　部会長）

事務局	百田　博宣	(一財)エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター 技術開発部長
事務局	竹束　正孝	(一財)エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター 技術開発部研究主幹
事務局	結城　則行	(一財)エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター 技術開発部研究主幹
事務局	白鳥　英二	(一財)エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター 技術開発部主任研究員
事務局	宮本　昌彦	(一財)エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター 技術開発部主任研究員
前事務局	髙鍋　公一	(一財)エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター 技術開発部主任研究員

国土強靭化に資する地下空間利用の調査研究

報　告　書

目　次

序

平成 26 年度地下利用推進部会･幹事会名簿

地下利用推進部会の活動と成果 …… i

第Ⅰ部　情報通信基盤に関する調査研究

平成 26 年度情報通信基盤に関する調査研究専門部会

（第一部会）委員名簿

第１章　調査経緯 …… Ⅰ－ 1

1.1　調査方針 …… Ⅰ－ 1

1.2　調査内容 …… Ⅰ－ 1

1.3　調査状況 …… Ⅰ－ 2

1.4　ヒアリング調査 …… Ⅰ－ 3

第２章　調査成果 …… Ⅰ－ 9

2.1　情報通信基盤の整理 …… Ⅰ－ 9

2.2　国土強靭化計画および各省庁の取組み …… Ⅰ－ 35

2.3　地下空間における情報通信基盤の災害事例 …… Ⅰ－ 47

2.4　地下を利用した情報通信基盤事例 …… Ⅰ－ 73

2.5　無電柱化プロジェクト …… Ⅰ－ 83

第３章　調査のまとめと今後の課題 …… Ⅰ－ 99

3.1　調査のまとめ …… Ⅰ－ 99

3.2　今後の課題 …… Ⅰ－102

第Ⅱ部　産業エネルギー基盤に関する調査研究

平成 26 年度産業エネルギー基盤に関する調査研究専門部会

（第二部会）委員名簿

第１章　調査経緯 …… Ⅱ－ 1

1.1　調査方針 …… Ⅱ－ 1

1.2　調査内容 …… Ⅱ－ 1

1.3　調査状況 …… Ⅱ－ 2

第２章　調査成果 …… Ⅱ－ 7

2.1　産業エネルギーに係る脆弱性評価 …… Ⅱ－ 7

2.2　産業エネルギーに係る国土強靭化施策 …… Ⅱ－ 13

2.3　日本における産業エネルギーの実態 …… Ⅱ－ 21

2.4　エネルギー施設の現状と課題 …… Ⅱ－ 63

2.5　国土強靭化に資するエネルギー関連施設の地下化への検討 ……Ⅱ－188
第３章　調査のまとめと今後の課題 ……Ⅱ－193
3.1　調査のまとめ……Ⅱ－193
3.2　今後の課題 ……Ⅱ－198

第Ⅲ部　都市生活基盤に関する調査研究
平成 26 年度都市生活基盤に関する調査研究専門部会
（第三部会）委員名簿
第１章　調査経緯 ……Ⅲ－　1
1.1　調査方針……Ⅲ－　1
1.2　調査内容……Ⅲ－　2
1.3　調査状況……Ⅲ－　3
1.4　視察・ヒアリング調査 ……Ⅲ－　5
第２章　調査成果 ……Ⅲ－ 19
2.1　都市生活と水に係わる法令 ……Ⅲ－ 19
2.2　都市生活基盤における水利用と水に係る災害の事例 ……Ⅲ－ 42
第３章　調査のまとめと今後の課題 ……Ⅲ－ 73
3.1　調査のまとめ……Ⅲ－ 73
3.2　今後の課題 ……Ⅲ－ 74

第Ⅳ部　交通網基盤に関する調査研究
平成 26 年度**交通網基盤に関する調査研究**専門部会
（第四部会）委員名簿
第１章　調査経緯 ……Ⅳ－　1
1.1　調査方針 ……Ⅳ－　1
1.2　調査内容 ……Ⅳ－　3
1.3　調査状況 ……Ⅳ－　4
1.4　ヒアリング調査……Ⅳ－　5
第２章　調査成果 ……Ⅳ－ 15
2.1　交通機能の整理……Ⅳ－ 15
2.2　交通手段の種類と特性整理 ……Ⅳ－ 52
2.3　交通結節の検討……Ⅳ－ 97
第３章　調査のまとめと今後の課題 ……Ⅳ－171
3.1　調査のまとめ……Ⅳ－171
3.2　今後の課題 ……Ⅳ－174

地下利用推進部会の活動と成果

1. 部会活動の基本目的

社会インフラの整備は長い歴史のなかで進められてきたが、人口減少社会への移行や経済のグローバル化の進展、厳しい財政状況、気候変動に伴って新たに生じてきた災害リスク等により、インフラ整備を取り巻く情勢は大きく変化してきている。特に東日本大震災が発生し、南海トラフ地震、首都圏直下型地震、火山噴火等の大規模自然災害の発生の恐れが指摘される中、防災・減災については、国民生活を守るための強くしなやかな国土強靭化の中枢を担うことが求められている。

政府より国土の防災や災害時の国全体の産業活動の継続性を目的とした国土強靭化の方針が示されているが､地下推進部会においても｢国土強靭化に資する地下空間利用の調査」を主題に、発生が予測される大規模地震や異常気象への備えと、国際競争力の持続的な確保・向上を実現する国土強靭化について、耐震性に優れ、火災等にも強い地下空間の有効活用に着目して検討を続けている。

地下利用推進部会は、一般財団法人エンジニアリング協会地下開発利用研究センターの事業の一環として、以下のことを目的として活動を行っている。

① 新しい地下利用の形態やニーズを探索する。
② 参加企業の技術ポテンシャルの向上を図る。
③ 調査研究活動のより一層の活性化を図る。
④ 地下開発利用の積極的な普及を図る。
⑤ 地下利用に関する技術開発テーマ、政策テーマの発掘と提案に努める。

２．部会の構成と調査研究内容

1)幹事会

部会の企画・運営と各専門部会間の計画・実施・進捗状況等の情報交換および専門部会共通の事項に係る連携・調整等を実施する。

2)情報通信基盤に関する調査研究

＜情報通信基盤に関する調査研究専門部会（第一部会）担当＞

国民生活と産業の防災と減災に資する情報の円滑化・保持のための情報通信基盤に関する調査を行い、地下空間を有効活用した情報通信基盤整備のあり方について提言することを目的に調査研究を行う。

3)産業エネルギー基盤に関する調査研究

＜産業エネルギー基盤に関する調査研究専門部会（第二部会）担当＞

産業エネルギーに係る脆弱性および国土強靭化施策とわが国の基本計画や消費実態を把握し、さらにエネルギー供給施設の現状と課題について調査したうえで国土強靭化に資する地下利用の可能性について提言することを目的に調査研究を行う。

4)都市生活基盤に関する調査研究

＜都市生活基盤に関する調査研究専門部会（第三部会）担当＞

災害要因にも資源にもなりうる水資源やそれらを取り巻く基盤施設を対象として、都市におけるリスクとの係わりを整理し、治水･利水の両面から平常時・災害時を問わない強靭化に向けた利用のあり方について提言することを目的に調査研究を行う。

5)交通網基盤に関する調査研究

＜交通網基盤に関する調査研究専門部会（第四部会）担当＞

交通網の調査として物の流れ（物流）と人の流れ（人流）に分けて、交通手段別、品目別等に実態を整理し、交通ネットワークの防災と事業継続性の確保のための交通基盤整備に関する提言を行うことを目的に調査研究を行う。

３．成果概要

本研究では、災害を回避するための事前の備えや発災後に配慮した柔軟でしなやかな冗長性を有するインフラ整備を実現するために、国民生活と各種産業のサプライチェーンの確保を目的に行った。このため、国民生活と産業に密接なかかわりのある①情報通信基盤、②産業エネルギー基盤、③都市生活基盤、④交通網基盤の基幹的インフラ４分野に分けて検討を行い、新規のインフラ整備においては、地上施設のうち地下化の適用性を有する施設を対象に、また既存地下施設については、戦略的な維持管理と機能強化を対象に調査検討を行った。

以下に各検討項目の成果概要をまとめる。なお、本調査検討は、２ヶ年計画の初年度に当たり、基礎的調査を行ったものである。

3.1 情報通信基盤に関する調査研究

＜情報通信基盤に関する調査研究専門部会（第一部会）担当＞

現代社会では、平常時はもとより災害時にも、情報通信が産業社会や国民生活に非常に重要な役割を果たしている。東日本大震災では、地震動や津波による通信設備の被災や停電による通信サービスの停止など多くの情報通信に関する被害が発生している。本部会では、国民生活と産業の防災と減災に資する情報の円滑化･保持のための情報通信基盤整備に関する提言を行うことを目的として活動する。本年度は2ヶ年活動の初年度であり、情報通信基盤に関する資料の収集、整理分析を行ったものである。

①情報通信基盤の整理

調査研究を始めるにあたり、情報通信基盤の定義･種類について調査した。情報通信基盤に関連する用語として情報通信産業、情報通信設備、通信土木設備などが用いられており、これらの用語の定義内容を調査するとともに、本部会で考える情報通信基盤の定義を述べた。また、過去の地下利用推進部会の調査研究の中から、国土強靭化に資する地下空間利用の調査（情報通信基盤整備）に役立つと思われる報告の抽出を試みた。

②国土強靭化計画および各省庁の取組み

国土強靭化基本計画は、国土強靭化推進本部が国土の健康診断にあたる脆弱性評価を踏まえて、強靭な国づくりのためのいわば処方箋を示したものである。ここでは、基本計画およびアクションプランの中で情報通信基盤に関連する事項を整理するとともに、各省庁における取り組みを紹介した。

③地下空間における情報通信基盤の災害事例

日本国内の地下空間において、情報通信基盤が被災した事例について調査を行った。

・世田谷電話局通信ケーブル火災(1984)

・阪神・淡路大震災(1995)

・東日本大震災(2011)

世田谷電話局通信ケーブル火災後の対応として、不燃材・難燃材の採用や情報通信ルートの複数化が進んでいる。2つの大震災では、地中化された設備においては、地上設備に比べて被災率が低く、比較的軽微な被害で済んだものが多いことが報告されている。

④地下を利用した情報通信基盤事例

近年では、地下空間においても携帯電話などが利用可能になり、緊急時や災害時においても、通信手段の確保ができるよう整備が進んでいる。また、既存の地下構造物の一部を利用し、情報通信基盤を整備する事例もある。ここでは、地下を利用した情報通信基盤の事例を 2 件調査した。

・地下空間において利用可能な移動通信サービス

・下水道光ファイバー計画

⑤無電柱化プロジェクト

国土強靭化アクションプラン 2014 には、各プログラムの推進計画およびプログラム推進の主要施策においても、「避難路の整備に合わせた無電柱化」「緊急輸送道路の無電柱化」というキーワードが多く記載されており、起きてはならない最悪の事態を引き起こさないために、重要な扱いとなっている。ここでは、無電柱化の必要性や国内外の無電柱化の実態を調査し、無電柱化プロジェクトの概要について調査した。

以上の調査結果より、情報通信基盤の整備においては、地上施設の被害を回避する抜本的な対策として地下化の重要性・有効性が認識された。次年度は、対象とする施設の絞込みを行い、地下化を実現する上での課題を整理した上で、国土強靭化に資する情報通信基盤整備に関する提言を行う予定である。

3.2 産業エネルギー基盤に関する調査研究

＜産業エネルギー基盤に関する調査研究専門部会（第二部会）担当＞

国土強靭化施策に対する産業エネルギー基盤の調査研究を行うにあたり、今年度はその実態を把握するための活動を行った。

第一に調査したのは産業エネルギー基盤の脆弱性と強靭化施策について平成 26 年 4 月に公表された「大規模自然災害に対する脆弱性の評価の結果」、平成 26 年 6 月に公表された「国土強靭化アクションプラン 2014」いずれも内閣官房国土強靭化推進室発行等を中心に調査した。

次にわが国の産業エネルギーの実態について政府によるエネルギー施策の内容と消費実態について各種計画書や統計資料により調査し、さらに海外の動向との比較を行った。

また、エネルギー供給施設の現状および課題について、石油、石炭、ガス、電力、水素エネルギー、共同溝に分類しそれぞれについて調査した。

これらの調査結果を踏まえ、次年度に行う予定のエネルギー関連施設を国土強靭化に資するための地下利用の可能性について考察した。

①産業エネルギーに関する脆弱性評価と国土強靭化施策

脆弱性についてはサプライチェーンの寸断によって経済活動の停滞がおこり、国民生活への悪影響と国際競争力の低下、サプライチェーンの維持に必要なエネルギー供給の停止、コンビナート等重要施設の損壊・火災・爆発等があげられる。

これらの脆弱性に対してハード面（施設の耐震化、供給力強化等）およびソフト面（BCP・BCM の整備、省エネ化の推進、スマートコミュニティの形成等）の適切な組み合わせにより国土強靭化を図ることとしている。

②わが国における産業エネルギーの実態

2010 年度の段階ではわが国のエネルギー自給率は 19.9%であったが、2011 年 3 月の原発事故の影響により大きく低下し、世界経済の影響や温室効果ガスの発生増加等の脆弱性が高まる結果となっている。

将来的なエネルギーバランスの構築に際しては 3 E+S+M を基本としつつ策定されることとなるが、当部会としては原子力 20%、再生可能エネルギー30%、火力 35%、コジェネ 15%と設定した。

しかしながら、現在も経済産業省の作業部会によりエネルギーバランスについての検討が進められており、平成 27 年度中にはまとまることが予想されることから、次年度の活動の中で消費動向および海外との比較とともに検討のための参考資料とする。

③エネルギー施設の現状と課題

石油・石炭・ガスに関しては備蓄量の確保と輸送力の強化が課題である。

一方電力は備蓄ができないことから適切なエネルギーバランスに基づいた供給体系の構築が重要であり、各発電方式の特性に応じた利用計画を立てる必要がある。

具体的には火力発電では原料の備蓄および環境への配慮が必要であり、原子力発電では安全性の確保と放射性廃棄物の適切な処理方法の確立が条件となる。また、再生可能エネルギーではコスト面や効率面における技術の進歩が不可欠である。

④国土強靭化に資するエネルギー関連施設の地下化への検討

耐震性向上、用地の有効利用、環境への配慮、景観等の観点から以下にあげる施設の地下化を検討候補とした。

・石油備蓄用中小タンクの地下化
・石炭火力発電所に併設される貯炭場の地下化
・ガス貯蔵施設の地下化
・電力送電網の地下化
・液体水素貯蔵施設の地下化

以上の調査結果を踏まえ国土強靭化に資する産業エネルギー関連施設の地下利用に関する検討候補をあげたが、次年度の調査研究においては、検討対象施設の再精査と施設毎に技術的課題、経済性、法的制約条件等と効果の度合いについて検討し、実現可能かつ効果的な提言につなげられればと考える。

3.3 都市生活基盤に関する調査研究

＜都市生活基盤に関する調査研究専門部会（第三部会）担当＞

国の進める防災･治水整備事業の着実な実施により我が国においては昭和 34 年の伊勢湾台風以降、経済的損失を除き多数の死者･行方不明者を出す水害は見られない。このため、社会には災害、特に水害等に対しては、危機的事態の経験のなさや危機感の希薄性が存在することを享受しなくてはいけない実態がある。その上で、昨今の降雨形態や降雨強度の変化を踏まえた「新たなステージ」において、国土強靭化に向け治水･利水の両面から平常時･災害時を問わない水や水関連施設の利用のあり方について調査研究を進めるためには、災害に対する脆弱性や想定外といわれる最悪の事態、命を守ることや社会経済の壊滅的な被害の回避策を再認識する必要がある。本年度の調査においては、法律の実態調査、災害･治水･利水の事例調査､国土強靭化地域計画モデル調査実施団体などへのヒアリングを実施することで、次年度の提言に向けた基礎的情報を整理した。

①法整備の背景と体系化

伊勢湾台風が、それまでの個別対策的に制定された災害対策関連法令を体系的に整備した総合防災対策の根幹となる災害対策基本法制定のきっかけとなり、その後阪神淡路大震災を契機に改正が行われてきたが、東日本大震災によりハード対策だけではなく、ソフト対策によって命を守り社会経済の壊滅的被害を回避することを理念とする国土強靭化法の制定へとつながった。

一方、利水と水循環系の保全に関しては、河川は公共物であるという前提に立ち、河川法の他、環境保全、公害対策の観点からの法整備が行われるとともに、利水の観点から水資源開発促進法や雨水利用促進法なども制定されてきた。その後、人の活動と環境保全に果たす水の機能が適切に保たれるよう総合的かつ一体的管理を基本理念とする水循環基本法の制定へとつながっている。また、平成 22 年にはこれまで事業別にバラバラであった個別補助金を原則廃止し、地方公共団体にとって自由度が高く、創意工夫を生かせる総合的な交付金として「社会資本整備総合交付金」と「防災・安全交付金」が制度化され、新たな展開が期待される。

国土強靭化基本法の施行は、国土強靭化地域計画モデル調査実施団体を指定し、具体の脆弱性評価とその結果に基づく国土強靭化基本計画の案を作成する段階にある。一方、水に関する施策を総合的かつ一体的に推進しようとする水循環基本法は、現段階では災害時、非常時の管理・取り扱いについては定められていない。

②災害･治水･利水の事例

「命を守る」､「社会経済の壊滅的な被害を回避する」ことの重要性を認識させられた災害や、社会の利益ひいては災害時の命をつなぐ事に役立った水利用の事例について最近の代表的な事例を抽出するとともに、水利用上課題として取り上げられる水源・施設保全の問題を整理した。

ハード的な災害対策が功を奏しているものがある一方、従来の想定を超える東日本大震災のような災害では、地下水の塩水化のように長期にわたる大きな被害のような新たな対応を迫られているケースがある。また、地下水の利用においては、環境改善や、公共用水、災害時の緊急的な水源など柔軟な活用方策が望まれている。都市生活基盤としての上下水道については、全国的に更新時期を迎えており他のインフラ基盤

との総合的な再構築を図ることが望まれている事が読み取れる。

③ヒアリング調査

国土強靭化地域計画モデル調査実施団体となった自治体のうち、南海・東南海地震時の津波対策に取り組む高知市や近隣の南国市、木造住宅密集地域（木密地域）の火災や荒川堤防決壊･豪雨氾濫対策に取り組む荒川区､上水道の配水に絡んで水の位置エネルギー有効利用としての小水力発電施設を運営する川崎市、地下水保全や合流式下水道の改善による水質保全や浸水被害対策を実施している富山市をヒアリング対象として強靭化にむけた取り組みと課題についてヒアリングを行った。

個々の地域による差はあるものの、総じて自助・共助・公助の重要性が叫ばれており､積極的な住民参加型の防災･減災活動を目指した啓発により具体の活動が芽生え始めている。民間や近隣自治体との間でも少しずつではあるが連携が進んできている。一方で、省庁間の横連携が円滑に進められなかったという課題も見受けられるが、2011 年 7 月 1 日の国土交通省組織令改正に伴い水関連行政部門を統合した水管理･国土保全局の誕生、さらには国土強靭化法や水循環基本法の制定による効果が期待される。特に財政的に余裕のない地方自治体や、少子高齢化社会、帰宅困難者対策などでの防災･減災対策の推進に当たっては､国の公的補助制度のこれまで以上の柔軟な運用が求められている。

平成 27 年 1 月には国土交通省から「新たなステージに対応した防災・減災のあり方」という指針が公表され、その中では近年の異常気象に伴う豪雨やスーパー台風などによる雨の降り方が変化していることを「新たなステージ」と捉えている。また災害に対する都市の脆弱性として、水害リスクの高い地域に都市機能が集中化していることや地下空間の高度利用化などが指摘されている。

以上の調査結果より、次年度の調査研究においては、災害要因にも資源にもなりうる水資源やそれらを取り巻く基盤施設を対象として､都市におけるリスクとの係わりを整理し、国土強靭化に大きく資する治水･利水の両面から見た平常時･災害時を問わない水害対策と利水のあり方について提言したいと考える。

3.4 交通網基盤に関する調査研究

＜交通網基盤に関する調査研究専門部会（第四部会）担当＞

今年度は「交通ネットワークの防災と事業継続性確保のための交通基盤整備に関する提言」を目的として、実態を把握するために物流と人流に分けて調査を行った。物流については、交通機能、交通手段の種類と特性およびそれらの交通結節点の状況を明らかにするため、全国における物資の流れを品目別および交通手段別に調査し、さらにそれらの特徴を踏まえて関東、特に東京圏（東京、埼玉、千葉、神奈川）に焦点を絞り調査、検討を進めた。一方､人流については､実態調査によりマクロ的に交通手段の特性や種類をまとめ、さらに首都圏を中心にその詳細を調査した。また、首都圏における大規模駅周辺の交通結節点としての現状を把握し、交通網の連携と代替性について調査検討を行った。

以下に今年度の調査、検討内容と考察を示す。

①物流の調査結果

(a)地域間の品目別流動調査結果では、多くの品目で同一経済圏内での流動が最も多く

なっている。また、経済圏間においては東京圏を発着とした流動が多い。

(b)品目の移動手段は移動距離、移動速度によって選定される。各交通手段の特徴を以下にまとめた。

・航空機は単位重量当たりの付加価値が高く速達性を要する品物に使用され、九州圏、北海道圏及び沖縄圏による物流が全体の７割を占めている。

・船舶は主に経済圏間の輸送に使用され、安価な品物を大量に輸送する用途に用いられている。経済圏間の流通は東京圏と北海道圏が最も多く、次いで東京圏と中部圏、近畿圏となっている。

・鉄道はコンテナが輸送の中心であり、大量な品物の経済圏間の長距離輸送に用いられている。一方、車扱いは内陸輸送や太平洋側と日本海側を結ぶ輸送を担っている。

・経済圏間の流通ではコンテナ輸送は北陸信越圏が多く、車扱いは関東圏が最も多い。

・自動車は輸送量の調整と最適化が容易であり、輸送量が多く物流の主力を担っている。経済圏間の流通では関東圏が４割を占めている。

(c)物流の交通結節点の調査において、物流施設・拠点の多くは東京湾臨海部と内陸部の高速道路インターチェンジ近傍等に立地しており、相互に連携し物資が流動している。

②人流の調査結果

(a)人流のマクロ的な実態調査結果では、日平均では約 8,000 万人が何らかの交通手段で移動していて、人口の約 63%程度が移動している。各交通機関の占める割合は、鉄道が約 78%、自動車が乗合、貸切バス・営業用合わせて約 21%、船舶 0.2%、航空機 0.3%程度となっている。

(b)人流の交通手段の種類と特性

交通手段の特性では、高速かつ大量輸送としては鉄道が主流であり、高速かつ遠距離では航空機となっている。安価でかつ大量輸送となると船舶があげられるが、大型航空機と船舶では輸送人員に大差は見られない。

(c)首都圏を中心とした人流の実態調査では、各交通機関に占める割合としては、鉄道が約 85%、自動車が自家用・営業合わせて約 14%、船舶約 0.05%、航空機約 0.002%程度となっている。

(d)人流の交通結節点として、横浜駅周辺、品川・田町・浜松町周辺、新宿・渋谷駅周辺について調査し、現状と課題についてまとめた。これらは大規模駅周辺ということもあり利便性向上のため、開発途中もしくは開発計画が策定されている。

(e)人流の連携性として、首都圏における各交通機関の交通結節点は東京駅、東京国際空港、新宿駅ターミナル、横浜港大さん橋が挙げられるが、各々の結節点の連携性については必ずしも良好とは言えない。

(f)交通結節点の連携性の向上施設として、東京シティエアターミナルがあるが、バス以外の公共交通機関とのアクセスが地下鉄１路線のみである。また、横浜シティエアターミナルについては、規模は小さいが横浜駅から地下街でつながっていることから利便性は高い。

(g)様々な交通機関が集結している交通結節点は、一つの交通機関が不能になっても他の交通機関に振替ができ、代替性を有している。ただし、機能が整備されても交通流動を 100%カバーできる代替機能が現状ではほとんど無い。

(h)鉄道の具体的事例としては国土交通省が進めている「都市鉄道利便増進事業」があり、数件の実績もある。また、鉄道と航空機の連携として品川アクセス計画や鉄道とバスでは新宿、渋谷などの駅で計画が進められている。また、新木場にもシティエアターミナルとしての機能を設ける計画もある。

以上調査結果を踏まえ次年度は物流の合理化、効率化および機能強化を目的に、交通手段の連携、代替性による交通手段の多様性、多重性を確保するための地下空間の利用について検討を進めて行く予定である。また、人流では、交通結節点において、地上スペースの確保が困難な個所や防災面から地下空間の活用について検討を行う予定である。

４．幹事会活動経過

回	開催日	主要議事事項
第 1 回	H.26.6.20	・幹事長、副幹事長の互選 ・各専門部会の今年度の計画について ・幹事会の進め方について
第 2 回	H.26.8.19	・地下利用推進部会　各専門部会活動報告 ・地下利用推進部会　幹事会の進め方について
第 3 回	H.26.10.21	・地下利用推進部会　各専門部会活動報告 ・平成 27 年度補助事業テーマについて ・報告書作成スケジュールについて
第 4 回	H.26.12.18	・地下利用推進部会　各専門部会活動報告 ・各専門部会報告書進捗状況について
第 5 回	H.27.2.12	・地下利用推進部会　各専門部会活動報告 ・各専門部会報告書進捗状況について ・幹事会報告書進捗状況について
第 6 回	H.27.3.6	・地下利用推進部会　各専門部会活動報告 ・幹事会報告書進捗状況について ・報告書発行スケジュールについて

第Ⅰ部　情報通信基盤に関する調査研究

平成２６年度
情報通信基盤に関する調査研究専門部会
（第一部会）委員名簿

部会長	西村　毅	(株)安藤・間　技術研究所　土木研究部　主席研究員
副部会長	中森　純一郎	三井住友建設(株) 技術研究開発本部　技術企画部 技術管理・知財グループ　グループ長
委員	大村　猛	川崎地質(株)　事業本部 北関東支店 技術グループ 課長
委員	木村　育正	(株)技研製作所 工法事業部 部門リーダー
委員	津中　重彦	大成建設(株) 土木本部　土木技術部 トンネル技術室　部長
委員	市川　晃央	(株)竹中土木　技術・生産本部　技術部　課長
委員	王寺　秀介	中央開発(株)　技術センター　技術開発部長
委員	小島　文寛	東急建設(株)　土木本部　土木技術設計部 課長代理
前委員	文村　賢一	大成建設(株) 土木本部　土木技術部 トンネル技術室　課長
事務局	結城　則行	(一財)エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター 技術開発部　研究主幹

第Ⅰ部　情報通信基盤に関する調査研究

目　次

第１章　調査経緯 ……Ⅰ－ 1

1.1 調査方針 ……Ⅰ－ 1

1.2 調査内容 ……Ⅰ－ 1

1.3 調査状況 ……Ⅰ－ 2

1.4 ヒアリング調査 ……Ⅰ－ 3

第２章　調査成果 ……Ⅰ－ 9

2.1 情報通信基盤の整理 ……Ⅰ－ 9

2.1.1 情報通信基盤の定義・種類 ……Ⅰ－ 9

2.1.2 地下利活用の可能性 ……Ⅰ－ 20

2.2 国土強靭化計画および各省庁の取組み ……Ⅰ－ 35

2.2.1 国土強靭化基本計画および国土強靭化アクションプラン ……Ⅰ－ 35

2.2.2 情報通信基盤関連の脆弱性に対する各省庁の取組み ……Ⅰ－ 40

2.3 地下空間における情報通信基盤の災害事例 ……Ⅰ－ 47

2.3.1 世田谷電話局通信ケーブル火災(1984) ……Ⅰ－ 47

2.3.2 阪神・淡路大震災(1995) ……Ⅰ－ 52

2.3.3 東日本大震災(2011) ……Ⅰ－ 59

2.3.4 海外の災害事例 ……Ⅰ－ 69

2.4 地下を利用した情報通信基盤事例 ……Ⅰ－ 73

2.4.1 地下空間において利用可能な移動通信サービス ……Ⅰ－ 73

2.4.2 下水道光ファイバー計画 ……Ⅰ－ 78

2.5 無電柱化プロジェクト ……Ⅰ－ 83

2.5.1 無電柱化とは ……Ⅰ－ 83

2.5.2 無電柱化の必要性 ……Ⅰ－ 83

2.5.3 無電柱化率 ……Ⅰ－ 85

2.5.4 無電柱化の方法 ……Ⅰ－ 86

2.5.5 無電柱化推進の変遷 ……Ⅰ－ 88

2.5.6 各所での無電柱化の動向 ……Ⅰ－ 89

2.5.7 海外の無電柱化の現状 ……Ⅰ－ 94

第３章　調査のまとめと今後の課題 ……Ⅰ－ 99
3.1 調査のまとめ ……Ⅰ－ 99
3.2 今後の課題 ……Ⅰ－102

第１章　調査経緯

1.1　調査方針

現代社会では、平常時はもとより災害時にも、情報通信が産業社会や国民生活に非常に重要な役割を果たしている。情報通信技術（ICT）は、社会全体に急速に浸透し、情報通信産業にとどまらず、他の産業や社会全体、企業のビジネスモデル、個人のライフスタイルなど様々な領域で大きな変化をもたらしている。また、平成 26 年に制定された国土強靭化基本計画では、東日本大震災等の災害の経験を踏まえ、「強さ」と「しなやかさ」を持った安全・安心な国土・地域・経済社会の構築に向けた「国土強靭化」を推進することとしている。本部会では、国民生活と産業の防災と減災に資する情報の円滑化・保持のための情報通信基盤整備に関する提言を行うことを目的として活動する。

1.2　調査内容

本年度の前半では、活動方針に対する共通認識を確立するとともに部会全体の進め方に関して議論し、並行して関係資料の情報収集を行った。本年度後半では、現地調査やヒアリングを実施するとともに、収集した情報の整理・分析を行って報告書に取りまとめた。

来年度は、追加の現地調査やヒアリングを行い、同時に情報収集の幅を広げ、その結果を取りまとめるとともに、国土強靭化に資する情報通信基盤整備に関する提言を行う予定である。

具体的な調査および分析検討の内容は以下の通りである。

① 情報通信基盤の種類・定義を調査し、地下利用の可能性について調査・整理した。
- 情報通信基盤の現状について、種類・定義を調査。
- 情報を「貯める」、「伝える」、「使う」の観点から調査。
- 過去の部会の資料をもとに地下化の適用性について調査。

② 国土強靭化基本計画およびアクションプランに基づく取組みの中で、情報通信基盤の脆弱性評価および対策について調査・整理した。

③ 地下空間における情報通信基盤の災害事例を調査した。
- 世田谷電話局ケーブル火災、阪神淡路大震災、東日本大震災。

④ 地下空間を利用した情報通信基盤の活用事例を調査した。
- 地下を利用した移動通信サービス、下水道光ファイバー計画

⑤ 無電柱化プロジェクトの内容・動向について調査した。
- 無電柱化の現状、方法、プロジェクトの動向等を調査。

⑥ 関連する機関・団体へのヒアリング調査を実施した。

1.3 調査状況

当専門部会の全体会議開催記録・主要議題を**表 1.3-1** に示す。

表1.3-1 東日本大震災における地下施設の被害と対策に関する調査研究専門部会 全体会議 記録

回	開催日	主要議事
第１回	H26.6.2	・H26 年度活動方針の確認と今後の予定計画を討議した。 ・国土強靭化に関する準備資料を説明後、部会のテーマについてフリーディスカッションを行った。 ・次回までの作業として、国土強靭化基本計画を含めた情報収集、および本計画の中で地下・情報通信基盤をどう捉えて入るかを調査する。
第２回	H26.8.1	・国土強靭化基本計画では、情報通信基盤の脆弱性評価と対策が課題となることを確認した。 ・専門部会の進め方については、1 年目で調査・分析を行い、2 年目で検討内容を絞り、地下利用に関する提言を行う。
第３回	H26.10.3	・主テーマに対する情報収集の中間報告と目次および執筆分担に関する討議を行った。 ・情報通信基盤の定義は存在せず通信土木設備や総合通信基盤など、類似の用語が定義されている。 ・目次に基づき、執筆分担を決定した。
第４回	H26.11.18	・各委員より原稿の作成状況について報告を行った。 ・次回は、完成原稿として討議を行う。
ヒアリング調査	H26.12.12	・NTT アクセスサービス(AS)研究所へのヒアリングを実施した。 ・情報通信基盤の施設の地下化、耐震化について AS 研究所より説明を伺うとともに、意見交換、施設見学を行った。
第５回	H27.1.23	・NTT アクセスサービス(AS)研究所へのヒアリング結果を説明した。 ・第一次原稿をもとに、読み合わせを行った。 ・無電柱化プロジェクトについては、複数の委員が取上げていることから、独立した章としてまとめることとした。
第６回	H27.2.17	・前回に引き続き、第一次原稿をもとに、読み合わせを行った。 ・無電中化について、各委員の執筆内容、目次構成の調整を行った。 ・今後の課題は、来年度の検討事項であるため、各委員の考えを盛り込んで最終原稿とする。

1.4　ヒアリング調査

1.4.1　NTT アクセスサービスシステム研究所

1)　調査概要

NTT アクセスサービスシステム研究所のつくば研究開発センタでは、ネットワークサービスを支える通信基盤施設に関する研究開発を行っている。そこで、現在実施している研究開発の状況や、防災を念頭においた情報通信基盤の地下利用の現状、地下利用のメリットに関するヒアリングを実施し、当部会の調査研究に役立てるものとした。

(1)　日　時　：　平成 26 年 12 月 12 日（金）　13:30~15:30
(2)　場　所　：　NTT アクセスサービスシステム研究所　つくば研究開発センタ
(3)　出席者　：　NTT アクセスサービスシステム研究所
シビルシステムプロジェクト

プロジェクトマネージャ	杉野　文秀　氏
主任研究員	吉田　安克　氏
主任研究員	田中　宏司　氏

（一財）エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター
地下利用推進第 1 部会
西村部会長、市川委員、小島委員
事務局　結城研究主幹

(4)　提出資料：事前質問事項
(5)　受領資料：特になし



写真　1.4.1-1　ヒアリング状況

2) ヒアリング内容

(1) NTT アクセスサービスシステム研究所の概要

NTT が平成 11 年に分離分割したあとは、各社で研究開発を行うのではなく、持ち株会社の下で研究開発は行われている。これらは、3 つのグループ、13 の研究所に分かれて研究開発を担当している。つくばのアクセスサービスシステム研究所は、情報ネットワークサービス総合研究所に属しており、土木（シビル）の通信基盤設備の研究開発を行っている。

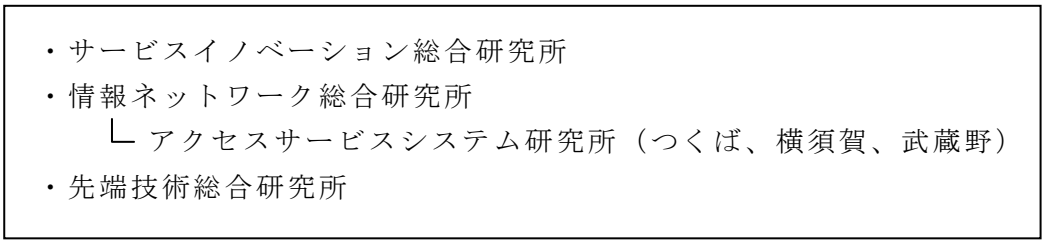


図　1.4.1-1　アクセスサービスシステム研究所の位置づけ

NTT の所有する土木基盤設備としては、管路、マンホール、とう道などがあり、管路が 62 万 km、とう道 650km などの施設を保有している。エリアとしては全国を網羅しており、現在は新規の建設量は少なくなって来ている。一方、他のインフラ設備と同様にこれらの設備は供用後長期間経過しているものが多く老朽化が進んでいる。したがって、現状の設備の効果的な維持管理方法が、NTT の重要課題となっている。そのため、コンクリートの点検にカメラ画像を用いる技術、腐食した管路の内面を補修するとともに耐震性能を高める技術開発、寿命の長い塗装材料の開発などメンテナンスフリー技術などに研究主体が移行しつつある。

(2) 災害対策

NTT グループ全体として、①地震発生時の対策、②地震発生後の早期復旧に関する対策、③日常の信頼性向上の 3 つを基本対策として取り組んでいる。

地震発生時の取組みとしては、有償の WiFi サービスの無料開放、災害伝言ダイヤル（171）あるいはインターネットでの災害伝言サービス等を行っている。これらは、災害発生地域への電話の集中を避け、重要通信を確保する上でも重要なことである。また、光電話では停電時には通信できないという欠点があるため、停電時のバッテリーを提供するサービスも行っている。

地震発生直後の取組みとしては、通信が不通となった地域で、衛星通信を行うための小型のアンテナの開発、アンテナ搭載型車両の開発を行い既に実用化している。次に切断された通信ネットワークの早期復旧に対する取組みとして、非常用電源車、発電機やアンテナを搭載した車両、コンテナ型の一時的な電話局を開発し、全国に配備することで、被災地を支援するシステムの構築に取り組んでいる。

日常の信頼性向上の取組みとしては、一つのルートが切断しても迂回して通信ができるようなバックアップルートを確保して、有線・無線通信ともに多重化の構築を進めている。

(3) 東日本大震災時における通信被害と対策

東日本大震災時における被害は、大きく２つに分けられる。一つは電話局や通信ケーブルが、地震や津波により直接損壊・流失してしまうことによるサービスの中断であり、もう一つは設備の被害はなかったものの、電源供給が絶たれたためのサービスの中断であった。NTT ビルは 385 棟であったが、その多くは電源供給の遮断によるものであった。そのために、被災当日よりも翌日、翌々日の方がサービスの減少が大きいという現象があった。対策としては、津波被害が予測される地域では防水扉の設置や浸水予想高さ以下の窓を除去する対策を行うとともに、NTT ビルの高台移転も積極的に推し進めている。

また、河口付近で橋梁にケーブルを添架していた地点では、津波により橋梁ごとケーブルが流出する被害や、橋梁の被災がない場合でもケーブルの流出や切断等の被害が多く生じた。このような地点ではケーブルを河川の地下に管路を設け敷設するという対策を実施している（**図 1.4.1-2**）。ここでは、当研究所で開発した小口径推進の機械であるエースモール工法を利用している。

ネットワークの構築では多重化を推し進めるために、第３ルートを構築してリスクを分散し、信頼性向上を図ることも取り組んでいる（**図 1.4.1-3**）。



図 1.4.1-2　河口付近でのケーブルの地下化による対策

出典：NTT 東日本ホームページ

http://www.ntt-east.co.jp/release/detail/pdf/20120301_02_01.pdf

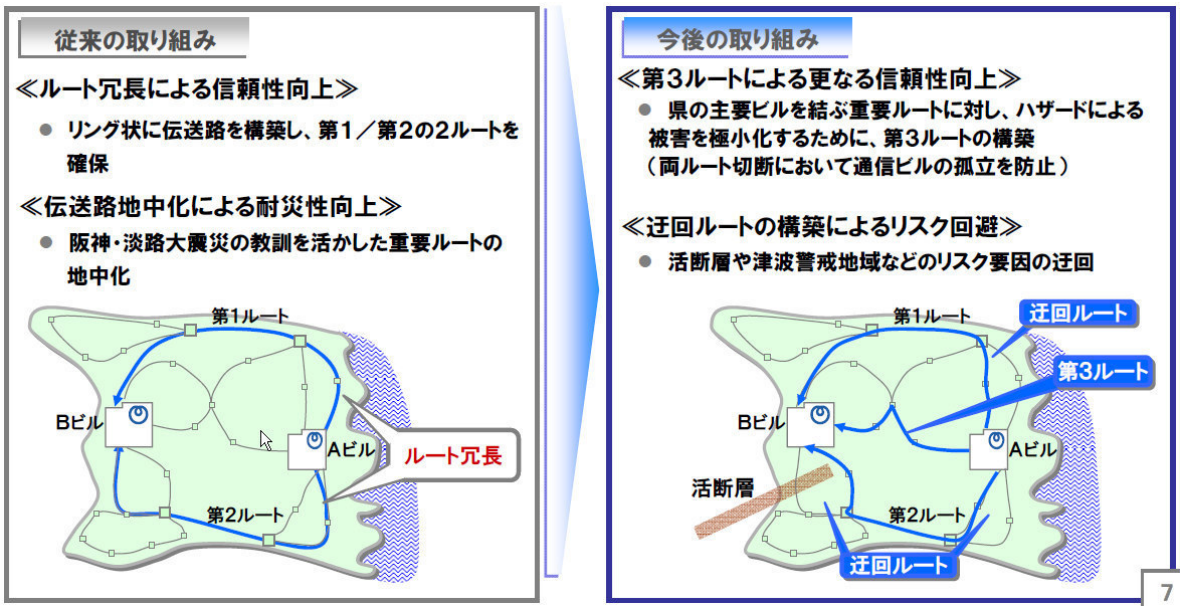


図 1.4.1-3　中継伝送路の災害耐力の向上

出典：NTT 東日本ホームページ
http://www.ntt-east.co.jp/release/detail/pdf/20120301_02_01.pdf

NTT ビルの停電対策として、非常用電源を設置して 1～2 日程度の電源を確保する対策を実施中であるが、非常用電源車や、主要な NTT ビルでは自家発電機の設置および燃料の備蓄を進めており、バックアップ体制の多重化を図っている。

政府の想定では、南海トラフ地震で発生する停電戸数は、東日本大震災時の 3 倍以上と想定されている。また、東日本大震災では停電の 9 割が回復するのに約 7 日間を要したが、首都圏直下型地震では 9 割が回復するのに 1 ヶ月を要すると見積もられている。従って、電源確保に関する取組みの強化が重要な課題となっている。

(4) 通信土木

1964 年の新潟地震以降、液状化による地盤変状に対する対策について取り組んできた。差込継手による可撓性・伸縮性の向上、マンホールと管路の接続部にダクトスリーブを採用することによる伸縮性の向上、橋台背面等の地盤変位が大きい個所では離脱防止継手採用などの対策を行っている。これらの対策はおおむね 1985 年頃までに実施されており、それ以降の地震では管路設備での大きな被害はない。

阪神淡路大震災以降の取り組みとしては、レベル 2 地震動の考え方が導入されたために、これに合わせたシミュレーション技術の向上と設備耐震性の向上を図っている。シールドとう道と立坑の接続部で漏水被害が発生したために、接続部に可撓性のゴムジョイントを設置する対策を行った。開削とう道においても段差部では回転にも対応できるフレキシブルジョイントを採用している。また、落橋防止対策にも取り組んでいる。

管路の耐震補強としてはピットライニング方式として、既設管路の内面に塩化ビニル製の管路を構築して補強対策を行い、耐震性を向上させている。

シミュレーション技術では、地震情報、液状化情報、地形情報などを考慮して、より効果の高いところから順次補修する方針であるが、今後の巨大地震に対してはより高精度の予測手法として、部材の劣化や周辺環境を考慮した手法を採用して検討を進めている。

現在の NTT 東日本の取り組みとしては、平成 24 年 3 月までに本格復旧が完了しており、さらなる信頼性向上のフェーズへと進んでいる。NTT 西日本では、平成 24 年～26 年において防災 3 ヵ年計画を作成して実行中であり、漏水予測個所や地下管路の被災予測個所の対策に取り組んでいる。

3) 質疑応答

Q1. 光ファイバーを含めた通信網は完備されたと思いますか。

A1. 光ファイバーのエリア普及率は NTT 東日本で 95%、NTT 西日本で 92%でありおおむね普及は完了している。

Q2. 世界的レベルから見て、日本の情報通信基盤はどの程度のレベルか。

A2. 建設から 40～50 年経過した設備が多く、新規設備の建設がほとんどない状況で、補修、補強による設備の長寿命化が重要な課題である。世界と比較すると電柱の地下化は遅れているが、日本の場合は地下化するためのコストがかかることも影響している。逆に光ファイバーの普及率は日本のほうが格段に高くヨーロッパでは世帯普及率は数%しかない。

Q3. 情報データのバックアップセンターはあるのか、無ければ計画されているか。

A3. バックアップセンターについては、全国に多極化して分散配置しており、データを消失することがないような対策を取っている。

Q4. 通信ケーブルおよび管路の老朽化に伴う維持管理のための点検診断・補修技術について。

A4. 以前は、地上から掘削して設備の補修・改修を実施していたが、現在はマンホールからカメラを入れて点検し、管路内部から補修する方法も併用している。また、下水道管の取替え技術として、推進工法で既存管路を破砕しながら後方に新規管路を敷設する技術もある。管路の補修技術としては内面に樹脂製の新しいチューブを形成することにより、防水性・強度を高める技術もある。

Q5. 光ファイバーケーブルを含め、ケーブル等の材質の改良・高耐震化について

A5. ケーブル自体の材料は変化していないし、耐震化も特には行っていない。ただし、地震時の管路の伸縮に追随できるように余長を持たせた配線などの工夫は実施している。

Q6. 情報基盤の防災・セキュリティ技術で最近注目してこと、その点での地下利用を考えているか。

A6.　火災防止のためにケーブル外被を難燃材料に変更する、既存のケーブルの束を難燃性の布で被覆するなどの対策を講じている。

Q7.　国交省の河川・道路管理用光ファイバーや地方自治体の下水道光ファイバー等は民間事業者への貸出しを進めているようですが，これらの設備も利用されているのでしょうか.

A7.　NTT 東西では光ファイバー設備には余裕があるため、むしろ貸出す立場にある。NTT コミュニケーションズやドコモでは、国交省のケーブルを利用することは実施している。

Q8.　第 3 の経路の設置することに関しては、国の施策としての指導はありますか。

A8.　NTT 独自の判断として、安定性向上のために実施している。東北の道路でも同様の状況であったが、南北ルートに対して東西ルートを追加することにより冗長性を持たせている。

Q9.　河川横断部で津波により流されたケーブルについては、地下化を実施した事例を紹介されましたが、電力ケーブルと共同で実施することは検討されましたか。

A9.　今回は早期復旧の目的もあり、単独で実施した。電力会社と共同で地下化を行うことはメリットがあるが、電線の場合、地下化に際しては発熱の問題や変圧器の設置などの制約があり、特に今回の推進工法のような狭い空間では利用が難しかった。共同溝化に関しては、電力、ガス、通信等が共同で実施するメリットがあるので、高速道路の横断部で地下共同溝を協力して施工する事例は多い。

Q10.　東日本大震災での河川横断部での地下化の実施個所数、および東南海地震に向けての取組みがあったら教えてください。

A10.　東日本大震災では 9 箇所程度に地下化を実施した。東南海地震に向けては、三重で 1 ヶ所地下化を実施したが、ケーブルルート自体を内陸部に迂回するなどの対応も含めて検討している。

参考文献

1）NTT 東日本 HP,東日本大震災からの本格復旧状況と今後に向けた取り組みについて
http://www.ntt-east.co.jp/release/detail/pdf/20120301_02_01.pdf

第 2 章　調査成果

2.1　情報通信基盤の整理

テーマ「国土強靭化に資する地下空間利用の調査」は平成 26～27 年度の 2 年間にわたって実施される調査研究である。第 1 部会の担当する情報通信基盤に関する調査も、本年度は 1 年目の活動であり、情報収集および調査分析が主な活動であり、この成果を元に 2 年目は地下化の適用性や既存地下施設の戦略的な維持管理や機能強化の提言を行う予定である。本節では、第一段階の調査として、情報通信基盤の定義や分類について調査した結果を述べるとともに、過去の地下情報化部会で検討した地下の特性分類や地下利用の優位性評価結果について、情報通信基盤に関連する項目の抽出を試みたものである。

2.1.1　情報通信基盤の定義・種類

第 1 部会では、情報通信基盤に関する調査を実施するが、そのためには初めに情報通信基盤の用語の定義を行う必要がある。国内の各種機関、事業者等により情報通信基盤に関連する用語として情報通信産業、情報通信設備、通信土木設備などが用いられており、これら関連する用語の定義内容を調査するとともに、本部会で考える情報通信基盤の定義を述べることとする。

また、国内での情報通信産業の現状、ケーブル敷設延長などの設備整備状況などの調査を行った。

1)　情報通信基盤に関連した用語

ここでは、情報通信基盤、通信土木設備、情報通信設備、情報通信産業の 4 つの用語について定義内容を調査した結果について述べる。

(1)　情報通信基盤

情報通信基盤（Information Infrastructure）は、情報通信システムが稼動するための基本となる物理的なインフラストラクチャーと考えられるが、その具体的な内容、範囲については、明確な定義は存在せず、機関、団体等により独自な定義がなされている。

たとえば、総務省における情報通信基盤の整備とは，光ファイバー網によるブロードバンド整備をさす．本事業は、超高速ブロードバンド未整備地域のうち、民間事業者による整備が見込まれない「条件不利地域」において、地方公共団体が光ファイバ等の超高速ブロードバンド基盤を整備する場合に、その事業費の一部を国が補助するものである。

同じく総務省の東日本大震災に対する情報通信基盤災害復旧事業は、東日本大震災により被災した地域の情報通信基盤の復旧事業を実施する地方公共団体に対し支援を行い、被災地域の早急な復旧を図る目的のものである。この事業では、大震災により被災した地域の地方公共団体が実施する情報通信基盤として、FTTH 等のブロードバンドサービス施設、ケーブルテレビ等の有線放送施設及び公共施設間を結ぶ地域公共ネットワーク施設等を挙げており、具体的には以下の施設を補助事業の対象として

いる。

アンテナ施設、ヘッドエンド設備(CATV 局における送信設備機器)、スタジオ施設、鉄塔、光電変換装置、無線アクセス装置、衛星地球局等の施設
及びこれに付帯する施設（伝送路、電源設備、センター施設等）

また、防衛情報通信基盤（Defense Information Infrastructure）は、防衛省における情報通信能力強化策による防衛省の基盤的共通通信ネットワークとされている。

情報通信技術の発達や利用方法の多様化により、情報通信基盤の定義は変化しているものと考えられ、通信のためのネットワークだけでなく、放送のためのネットワークも含んでおり、無線通信の技術もさらに重要なものとなっており、幅広い範囲を含むものとなっている。

(2)　通信土木設備

通信土木設備（Communicasions Civil Engineering Equipment）とは、NTT グループにおける用語であり、基地局のビルからユーザーまでの通信ケーブルの収納に利用される設備であり、ケーブルの配線形態に応じて、とう道、中口径管路、一般管路、地下配線管路、マンホール、ハンドホールなどから構成される。**図 2.1.1-1** に通信土木設備の概要を示す。とう道は、作業者が中に入ることができる口径 3～5m のトンネルである。中口径管路は、口径 250～500mm の推進管の中に 75mm 管を十数条収容している。管路は、主に口径 75mm 管に地下ケーブルを 1～3 条収容しており、その管路を複数束ねて地表面下 1～2m に埋設している。

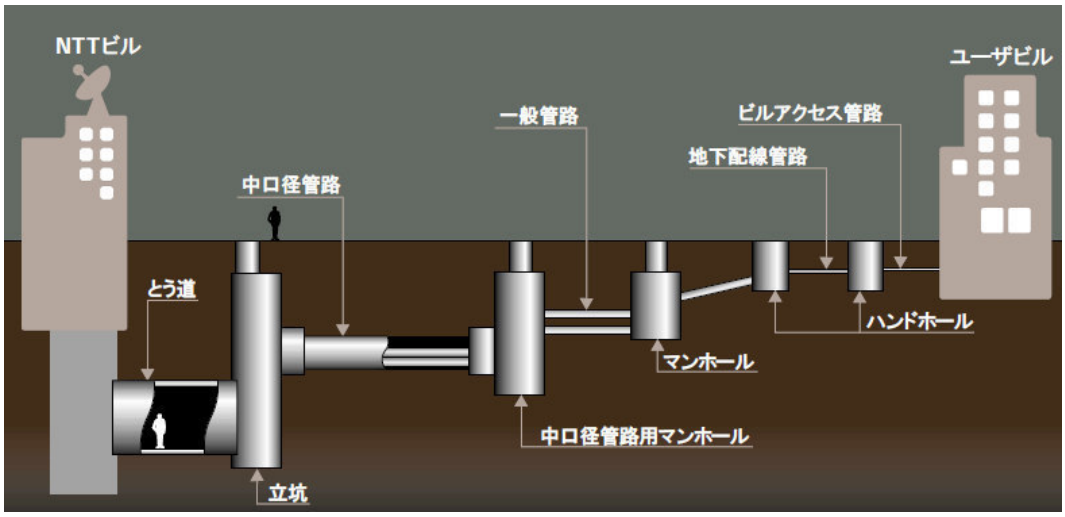


図 2.1.1-1　通信土木設備の概要

出典：NTT ホームページ,
http://www.hct.ecl.ntt.co.jp/exhibitions/panel/pdf/2_Eb_1_1.pdf

(3)　情報通信設備

情報通信設備とは、当初は電話通信に関わる設備を指すものであり、電気通信設備と呼んでいた。最近では情報社会の進展とあいまって、無線・光ケーブルなどの多様な通信形態に対応するため情報通信設備というようになった。一般社団法人情報通信設備協会があり、我が国における電気通信の健全な発達と利用者の利便性向上を図るため、電気通信設備に関する調査及び研究を行い、公正かつ自由な事業活動を促進し、情報通信設備の普及・拡大に貢献して、情報化社会の健全な発展に寄与することを目的として活動している。

(4)　情報通信産業

情報通信産業は、総務省における用語であり、内容および分類が明確に定義されている。情報通信産業の内容および現状については、情報通信白書において詳しく述べられており、他産業との比較や市場規模の推移、経済波及効果の分析など幅広い統計データ、分析内容が公開されている。

図 2.1.1-2 に情報通信産業の分類を示す。これによれは、情報通信産業は、情報通信部門、情報通信関連製造部門、情報通信関連サービス部門、情報通信関連建設部門、研究部門に分かれ、情報通信部門は、通信部門、放送部門、情報サービス部門、インタネット付随サービス部門、映像・音声・文字情報製作部門に分かれており、さらに下部の分類がなされており、産業として網羅的に分類・体系化されている。

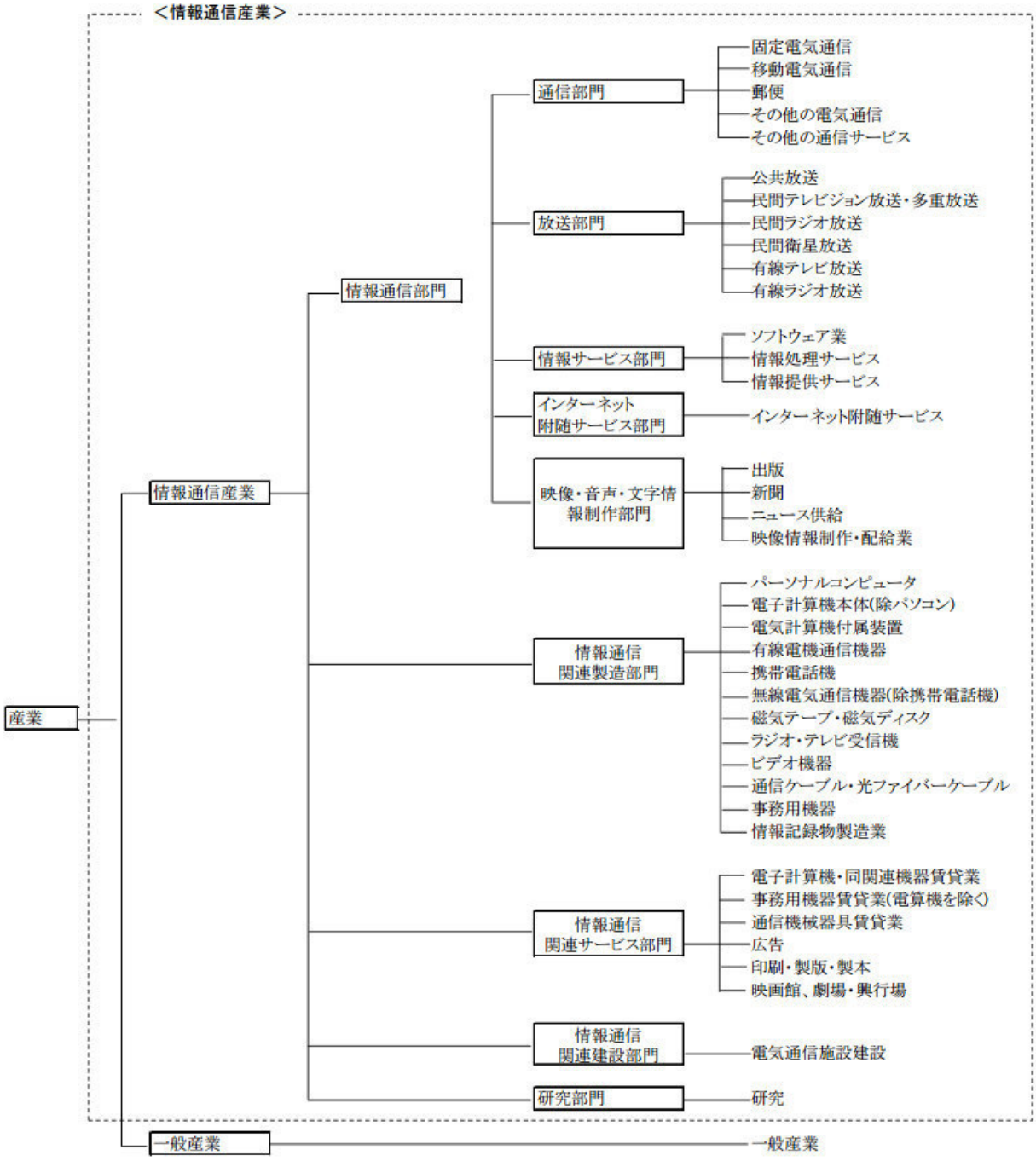


図 2.1.1-2　情報通信産業連関表の部門構成

出典：総務省，平成 24 年情報通信産業連関表報告書

2) 情報通信基盤の定義・分類

情報通信基盤とは、情報通信システムが稼動するための基本となる物理的なインフラストラクチャーと考えられる。しかし、その具体的な内容は前述の通り、さまざまな定義があり、また関連する用語も多い。ここでは、情報通信基盤を地下利用の観点から整理・分類する目的で**表 2.1.1-1** のように分類した。まず、直接、情報通信に関わる基盤を点と線に相当するものとして情報通信設備とネットワークに分けた。情報通信設備とは、情報通信システムを利用するために必要な端末、サーバ、送受信設備等である。ネットワークは、サーバーと端末間あるいは端末間同士の通信に必要な情報通信ネットワークである。さらに、これら情報通信設備およびネットワークを支持・収容する建設施設としてのインフラとして分類した。表中では、分類に該当する項目を挙げるとともにその形態および地下適用性について評価した。

情報通信基盤の機能としては、「貯める」、「伝える」、「使う」に分類した。

表 2.1.1-1　情報通信基盤の内容

分類	項目	機能			地下適用性
		貯める	伝える	使う	
情報通信設備	送信設備	○	○		
	受信設備	○	○	○	
	保存設備	○			△
	中継局		○		
	アンテナ設備		○		
	ソフトウェア	○	○	○	
ネットワーク	メタルケーブル		○		△
	光ファイバー		○		△
	無線通信		○		
	ソフトウェア	○	○	○	
建設施設（付随建設物？）	鉄塔		○		
	電柱		○		
	とう道		○		○
	共同溝		○		○
	マンホール		○		○
	電源	○	○	○	
	建築施設	○	○	○	△

3) 情報通信基盤の現状調査

ここでは、国内での情報通信基盤の現状調査の結果について述べる。

図 2.1.1-3 は、主な産業の市場規模を示したものである。平成 24 年の情報通信産業の市場規模（名目国内生産額）は 81.8 兆円で全産業の 8.9%を占めており、情報通信産業は、全産業の中で最大規模の産業である。

図 2.1.1-4 は、主な産業の市場規模の推移を示したものである。名目国内生産額で見ると、平成 7 年～平成 12 年までは増大を続け、建設産業にと入れ替わり最大規模の産業となった。その後、平成 12 年から平成 17 年まではほぼ横ばいであったが、平成 20 年以降は他の多くの産業と同様に減少してきた。特にリーマンショック時の平成 21 年に大きく落ち込み、平成 24 年も引き続き減少している。

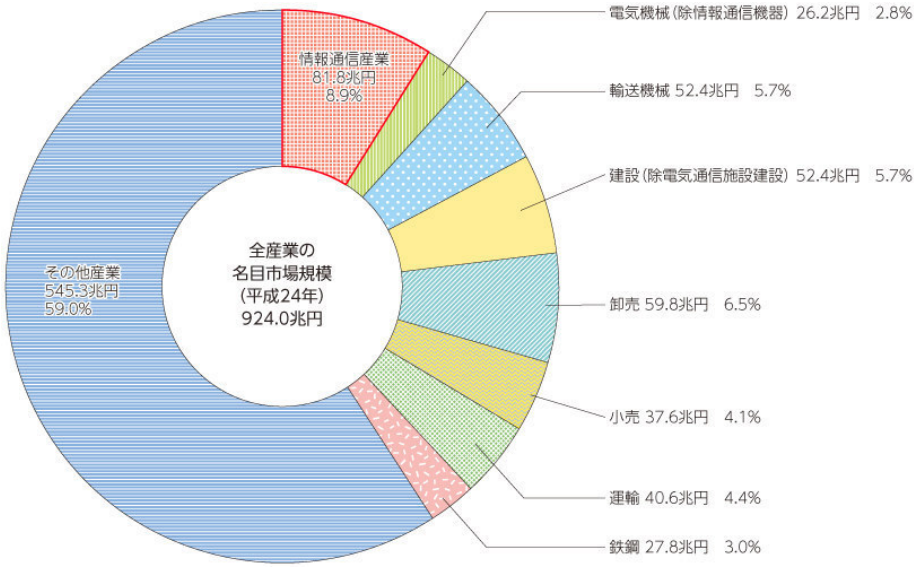


図 2.1.1-3　主な産業の市場規模（名目国内生産額，平成 24 年度）

出典：総務省，平成 26 年版情報通信白書

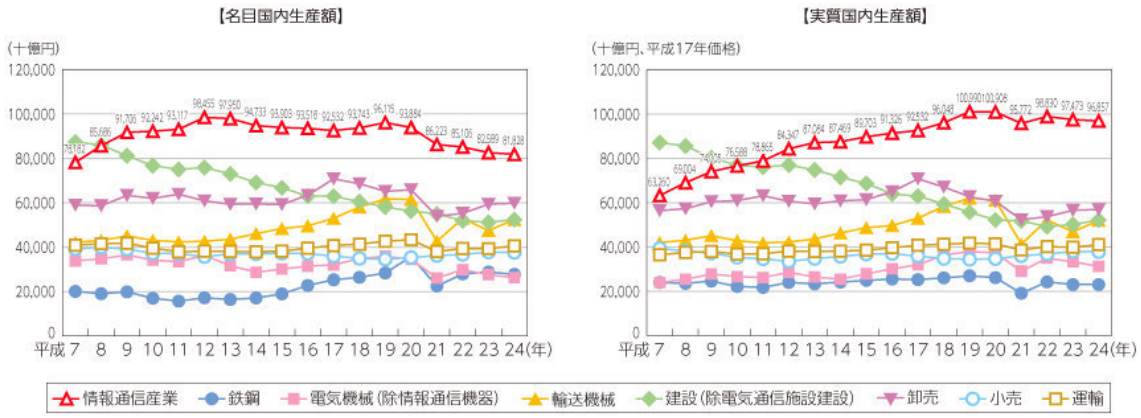


図 2.1.1-4　主な産業の市場規模の推移

出典：総務省，平成２６年版情報通信白書

図 2.1.1-5 は、情報通信産業の市場規模の推移を示したものである。平成 21 年度以降では、通信業および情報通信関連製造業の生産額が減少している。この原因は、通信業では、固定電話通信が平成 20 年以降、一貫して減少しているためである。また、情報通信関連製造業では、テレビ受信機の減少の影響が大きい。これは、海外メーカーとの厳しい価格競争で収益を減少させた家電大手が、国内テレビ生産から撤退したためである。

表 2.1.1-2 は、電気事業者における通信ケーブルの敷設延長を示す。平成 12 年以降、メタルケーブルはほぼ横ばいであるのに対して、光ケーブルは 40%程度増加しており、光ケーブルの利用が進んでいると言える。

表 2.1.1-3 は NTT 系列の電気通信設備の設置状況を示したものである。電柱に関しては、1,200 万本前後で一定である。最近、無電柱化が注目されているが、実態としては電柱の設置数量はほとんど減少していないことがわかる。管路およびとう道についても敷設延長はほとんど変化がない。これは、これらのインフラ設備の整備はほぼ終了しており、新規の設置がほとんどないことを示している。NTT アクセスサービスでのヒアリングによれば、これらの施設は、維持更新の時期を迎えるものが多く、今後は点検管理や補修・更新が課題となっている。

図 2.1.1-6 および**図 2.1.1-7** に、それぞれ東京都および国土交通省関東地方整備局における光ファイバー通信網を示す。東京都では、下水道管きょ・地下鉄施設内に敷設した光ファイバーの心線貸しや、空間貸しによる光ファイバーの敷設を実施している。また、国土交通省では、「世界最高水準の高度情報通信ネットワークの形成」を積極的に支援するため、公共施設管理用光ファイバ収容空間等の整備、開放を実施しており、平成 14 年度から国の管理する河川・道路管理用光ファイバについて、施設管理に支障のない範囲内で、電気通信事業者等に開放している。

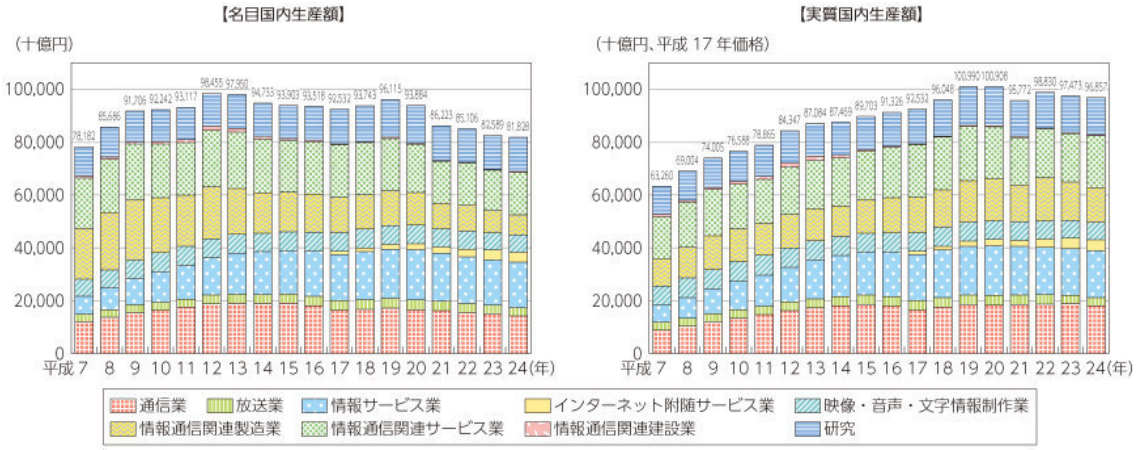


図 2.1.1-5　情報通信産業の市場規模の推移

出典：総務省，平成２６年版情報通信白書

表 2.1.1-2　電気事業者による通信ケーブル敷設延長

年度		ケーブル延長(km)	
		光	メタル
平成2年	1990	*129,965	*
7	1995	*191,885	*
12	2000	135,424	149,026
17	2005	154,009	136,260
21	2009	195,370	147,586
22	2010	189,786	147,788
23	2011	192,689	146,902

出典：一般社団法人日本電気協会「電気事業便覧」

表 2.1.1-3　NTT 系列の電気通信設備の設置状況

出典：データブック NTT 西日本，https://www.ntt-west.co.jp/info/databook/pdf/043.pdf

		再編成時	1999年度末	2000年度末	2001年度末	2002年度末	2003年度末	2004年度末	2005年度末	2006年度末	2007年度末	2008年度末	2009年度末	2010年度末	2011年度末	2012年度末	2013年度末
電柱	NTT西日本	630万本	627万本	623万本	621万本	620万本	619万本	618万本	618万本	618万本	618万本	618万本	618万本	618万本	618万本	618万本	618万本
	NTT東日本	580万本	579万本	577万本	575万本	574万本	572万本	570万本	569万本	568万本	568万本	567万本	567万本	567万本	565万本	566万本	566万本
	合　計	1,210万本	1,206万本	1,200万本	1,196万本	1,194万本	1,191万本	1,188万本	1,187万本	1,186万本	1,186万本	1,185万本	1,185万本	1,185万本	1,183万本	1,184万本	1,184万本
管路	NTT西日本	33万km	33万km	33万km	33万km	33万km	33万km	33万km	33万km	33万km	33万km	33万km	33万km	33万km	33万km	33万km	33万km
	NTT東日本	29万km	29万km	29万km	29万km	29万km	29万km	29万km	29万km	29万km	29万km	29万km	29万km	29万km	29万km	29万km	29万km
	合　計	62万km	62万km	62万km	62万km	62万km	62万km	62万km	62万km	62万km	62万km	62万km	62万km	62万km	62万km	62万km	62万km
とう道	NTT西日本	232km	232km	234km	235km	237km	239km	243km	243km	245km	245km	245km	245km	245km	245km	245km	245km
	NTT東日本	404km	404km	407km	406km	406km	405km	405km	405km	405km	405km	406km	406km	406km	406km	406km	406km
	合　計	636km	636km	641km	641km	643km	644km	648km	648km	650km	650km	651km	651km	651km	651km	651km	651km
ケーブル	NTT西日本	72万km	71万km	71万km	72万km	76万km	81万km	84万km	86万km	89万km	90万km	91万km	92万km	94万km	96万km	98万km	100万km
	NTT東日本	61万km	62万km	62万km	64万km	66万km	70万km	74万km	79万km	86万km	92万km	96万km	100万km	103万km	108万km	113万km	118万km
	合　計	133万km	133万km	133万km	136万km	142万km	151万km	158万km	165万km	175万km	182万km	187万km	192万km	197万km	204万km	211万km	218万km
基幹回線系光ケーブル(海底ケーブル含む)	NTT西日本	744百km	766百km	787百km	814百km	836百km	854百km	865百km	878百km	881百km	883百km	888百km	888百km	889百km	898百km	900百km	903百km
	NTT東日本	609百km	646百km	647百km	671百km	687百km	710百km	729百km	739百km	744百km	746百km	748百km	750百km	746百km	747百km	752百km	755百km
	合　計	1,353百km	1,412百km	1,434百km	1,485百km	1,523百km	1,564百km	1,594百km	1,617百km	1,625百km	1,629百km	1,636百km	1,638百km	1,635百km	1,645百km	1,652百km	1,658百km
加入者系光ケーブル(海底ケーブル含む)	NTT西日本	323百km	387百km	450百km	565百km	876百km	1,365百km	1,623百km	1,862百km	2,083百km	2,218百km	2,331百km	2,450百km	2,583百km	2,772百km	2,977百km	3,160百km
	NTT東日本	338百km	405百km	476百km	571百km	832百km	1,189百km	1,572百km	2,056百km	2,695百km	3,286百km	3,710百km	4,144百km	4,464百km	4,904百km	5,481百km	5,896百km
	合　計	661百km	792百km	926百km	1,136百km	1,708百km	2,554百km	3,195百km	3,918百km	4,778百km	5,504百km	6,041百km	6,594百km	7,047百km	7,676百km	8,458百km	9,056百km
海底ケーブル	NTT西日本	52百km	49百km	45百km	44百km	43百km	43百km	47百km	48百km	47百km	48百km	49百km	48百km	48百km	53百km	53百km	53百km
	NTT東日本	5百km	4百km	4百km	4百km	4百km	5百km	4百km	4百km	4百km	5百km	8百km	8百km	8百km	8百km	8百km	8百km
	合　計	57百km	53百km	49百km	48百km	47百km	48百km	51百km	52百km	51百km	53百km	57百km	56百km	56百km	61百km	61百km	61百km



図 2.1.1-6　東京都交通局、下水道局の光ファイバー網

出典：東京都ホームページ：

http://www.gesui.metro.tokyo.jp/osigoto/fiber-guide/img/f-map.gif

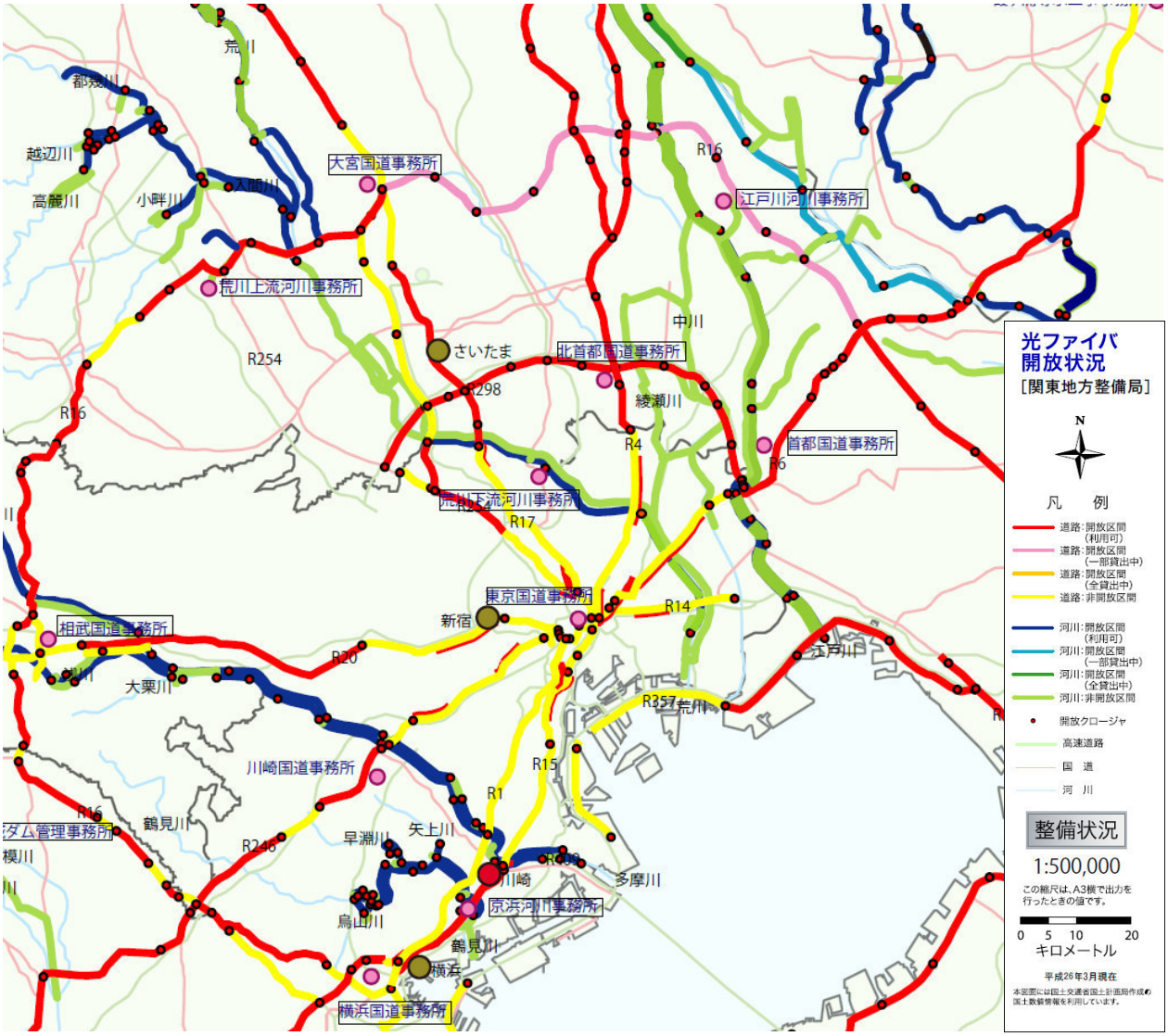


図 2.1.1-7　国土交通省関東地方整備局光ファイバー開放状況

出典：国土交通省ホームページ：

http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/jouhou/indexhk.html

2.1.2　地下利活用の可能性

エンジニアリング協会地下開発利用センターでは、新しい地下利用の形態ニーズの模索ならびに地下開発利用の普及を目的として、「地下利用推進部会」において多方面からの調査研究を行っている。

これらの調査研究の中から、平成 26 年度調査研究テーマである「国土強靭化に資する地下空間利用の調査（情報通信基盤整備）」に役立つと思われる報告の抽出を試みる。

抽出対象とする地下利用推進部会調査報告は、平成 14 年度～平成 25 年度に実施された 6 期 12 年の事業報告とする。調査研究テーマならびに専門部会を表 2.1.2-1 に示す。なお、本報告書では、平成 14-15 年度事業報告を第 1 期報告とし、以降、順次第 6 期報告（平成 24-25 年度事業報告）と称することとする。

1)　地下利用推進部会調査研究について

(1)　専門部会テーマ分類

平成 14 年度から平成 25 年度に実施された 6 つの事業報告には、各々4 つの専門部会が設置されており、延べ 24 のテーマについての調査研究が行われている。

これらの調査研究が行われたのは、いわゆる「公共投資」が削減され続けていた時期であった。第 1 期報告が開始された平成 14 年度において、公共事業関係費は対前年度比 10.7%減となり、以降、毎年おおむね 3%前後が継続的に削減された。さらに、平成 21 年度には、鳩山内閣において、「コンクリートから人へ」の理念に沿った形で公共事業関連政策の方針転換が表明された。

その後、平成 24 年に安倍政権が誕生し、震災復興とともに、経済財政政策の一つとして、「機動的な財政出動」が明示され、積極的に公共投資を増額するようになってはいるが、ピーク時の 1/2 程度にとどまっている。

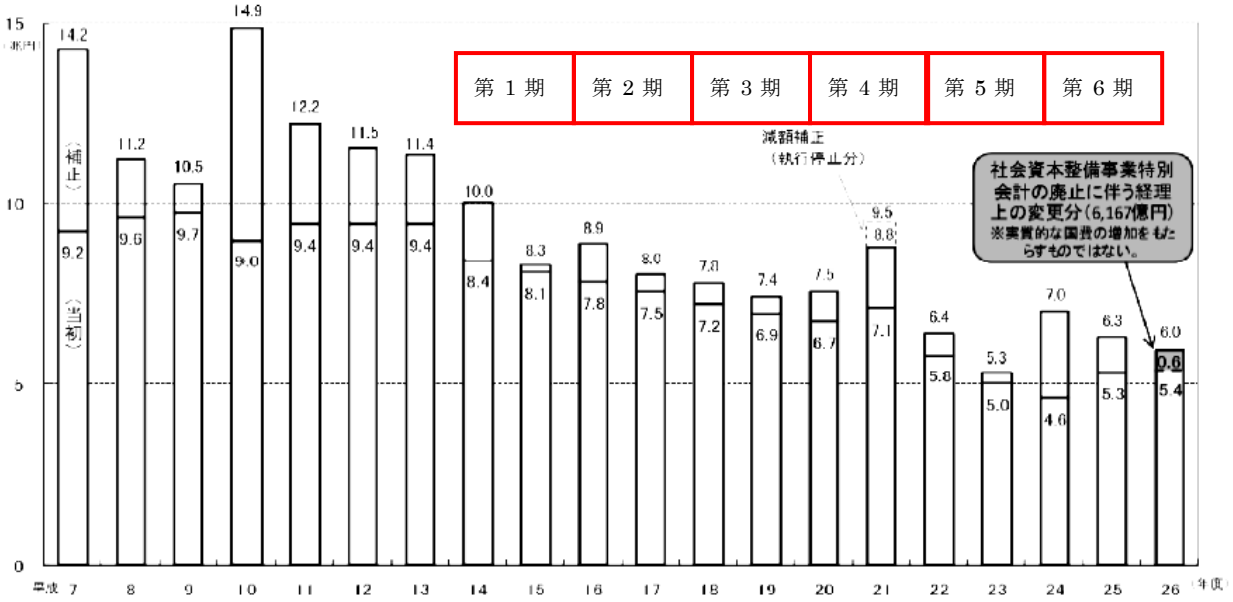


図 2.1.2-1　　公共事業関係費（政府全体）の推移（一部追記）

国土交通省ホームページ

http://www.mlit.go.jp/common/001024981.pdf

このような状況のもと、地下の利活用についても新たな構想やプロジェクト着手は停滞した状態が続いていたため、地下利用推進部会として、様々な「切り口」「着目点」から地下の利活用推進の動機付けや提案・提言が試みられた。

第1期報告では、平成3年度にエンジニアリング協会で取りまとめた「地下利用マスタープラン」のレビューを中心に、都市競争力強化や高齢化社会対応等の観点から地下の利活用のあり方を検討している。

第2、3期報告では、「都市再生・地域活性化・生活利便性向上」をキーワードに今後の地下利活用のあり方を模索している。

第4期では、民主党政権への移行を受け、「環境と人」の観点から、「エコ・ヒューマン・エンジニアリング」をキーワードとしている。

第5期では、前期の「環境」を将来軸へと展開し、「低炭素社会」を想定した地下利活用の調査研究を行っている。

直近の第6期では、2011年の東日本大震災を反映し、地下施設等の震災被害調査や災害時・防災・減災を見据えた地下利活用の調査研究を行っている。

(2) 専門部会テーマ分類

専門部会テーマにおいては、「地下の特性・優位性」「地上と地下の対比」「都市再生･活性化」「防災・減災」など、様々な視点で地下利活用推進の動機付けにつながる調査研究を行っている。

専門部会テーマ（24テーマ）の分類は以下のとおりである。

① 地下水関連テーマ6件：地下水等に与える影響や地下水の利活用等
② 大深度地下関連テーマ4件：モデル事業・施設を設定したケーススタディー
③ 地下利用のあり方関連テーマ5件：今後の地下利用のあり方、課題・利点抽出
④ 地下の優位性関連テーマ3件：力学的特性や地上との対比等による地下利用
⑤ 都市競争力強化関連テーマ3件：都市再生･競争力強化に資する地下利用
⑥ 防災・災害関連テーマ3件：災害時の地下利用、震災被害調査等

専門部会テーマでは、地下水への影響や利活用」を対象とした調査研究テーマが各期に1件ずつ設定されている。また、「大深度地下利活用」に関する調査研究テーマもモデル事業･施設を設定し、4件の調査研究が行われている。また、「地下利用のあり方」については、第1～3期に集中しており、最近3期では取り上げられていない。

表 2.1.2-1　地下利用推進部会調査研究概要（平成 14 年度～平成 25 年度）

年度	地下利用推進部会テーマ	専門部会テーマ	活動概要
平成 14-15 年度	無し	①地下利用推進のあり方	・空間構築技術、エネルギー関連施設、物流輸送施設、都市産業関連施設について、平成 3 年度にエンジ協会でまとめた地下利用マスタープランをレビューし、今後のあり方を検討、提案。
		②未来の地下利用	・地下を利用せざるを得ないケースと地上の有効利用のためのケースについて未来における地下利用方法･施設を想定。
		③都市競争力	・都市競争力強化方策として、環状大グリーンベルト構想、通勤の快速性、高齢社会における移動快適性の方策を提案。
		④地下及び地下水環境	・土壌汚染対策法、地下水利用の周辺環境への影響、地下水環境の現状把握について調査検討。環状 2 号線新橋周辺地域のケーススタディー調査を実施。
平成 16-17 年度	都市再生･地域活性化･生活利便性向上を目指した都市機能高度化･地下空間開発利用等関連エンジニアリングの動向と今後のあり方に関する調査研究	①地下利用推進のあり方	・先期（H14-15）に実施した地下利用マスタープランレビューを継続･発展させ、最新の情報を反映させた見直しならびに施設を特定した新たな切り口（実現方策・事業化手法・ニーズと規制等）から地下利用のあり方を検討、提案。
		②メンテナンスとコンバージョン	・今後の推進が予想されるメンテナンスとコンバージョンについて、都市施設の用途転換や再開発などの都市再生に関する現状と課題の把握ならびに地下利用のあり方を検討、提案。
		③環境とリスク問題	・環境及びリスクをキーワードに、地下空間を有効利用することによる人間社会の便益や課題について総合的に検討。
		④地盤及び地下水環境	・地下水汚染・地盤汚染に対する追跡調査および今後の動向調査。さらに汚染問題に対するリスクマネジメントの現状と課題等を調査。
平成 18-19 年度	都市再生･地域活性化･生活利便性向上を目指した都市機能高度化･地下空間開発利用等関連エンジニアリングの動向と今後のあり方に関する調査研究	①地下空間の利用方法	・地下鉄･上下水道･地下都市・エネルギー施設について、目的･背景･合意形成等の観点から検証。
		②防災と地下空間利用	・大災害発生時の地下空間活用のあり方について、ソフト・ハード両面から検討し、課題抽出ならびに方策提案を実施。
		③地下水の有効利用	・都市機能回復、水文環境保全のための地下水利用ならびに水資源としての地下水利用に着目し、課題抽出および活用促進のための方策提案を実施。
		④大深度地下利用の可能性	・大深度地下利用の可能性が高いプロジェクトとして、架空送電線地中化とインフラ共同化に着目し、試算ならびに課題抽出を実施。
平成 20-21 年度	エコ･ヒューマン･エンジニアリングに関する調査研究〈地下空間の開発利用分野〉	①地下の優位性を活かした新たな利用法の提案	・高齢社会、少子化社会の地下利用に着目し、コンパクトシティー構想、低炭素方都市モデルの各種概念図を作成、提案。
		②地上の景観を保全するための地下利用	・江戸城を観光の柱とする方策を地下空間利用の観点から指向。江戸城外濠の浄化や周辺道路の地下化を検討・提案。
		③都市域の地下水･再生水を活用する CO2 削減対策	・都市域の地下水･再生水･雨水活用施設として、6 つの水循環施設を抽出し、設置費、維持費、CO2 排出量、CO2 削減効果を定量評価。利用上の課題抽出とネットワーク化を提案。
		④大深度地下インフラ施設の可能性	・大深度地下空間へのインフラ施設共同化のモデル事業を設定。法制度、事業形態、配置、運営方法等を検討し、事業化の課題を提言。
平成 22-23 年度	低炭素社会に向けた地下利用方策に関する調査研究	①地下特性を活用した地下施設の技術基準等	・都市部立体活用に関わる 8 つの制度と関連する技術基準等を調査し、地下利用施設整備を推進するための課題を抽出。
		②都市再生のための地下利用	・集約型構造都市化の実現に向け、公共交通結節点機能の集約化および駅部周辺部の機能向上について調査し、大田区（蒲田・空港跡地）を整備モデル地区に設定し、調査研究を実施。
		③地下水・再生水を活用した地下利用	・内陸型、沿岸型のモデル地域を設定し、地下水を利用した地中熱利用と水循環を調査検討。課題ならびに対応策を抽出。
		④大深度地下道路の適用性	・大深度地下利用を含む地下道路の事業性、構築技術、防災対策、維持管理方法について調査研究。地下道路の可能性および適用性について、道路線形・地下道路モデル路線・適用性を検討。
平成 24-25 年度	防災･減災型インフラの調査	①東日本大震災における地下施設の被害と対策	・東日本大震災における地下構造物の被害を「浅い施設」「深い施設」ごとに調査。被害状況の特性を反映した被害軽減方策ならびに課題を抽出。
		②大災害に対する都市内地下空間の有効活用	・災害時における地下街の有効活用の可能性を調査。その結果を踏まえ、災害への備えと管理体制ならびに今後の課題を考察。災害時に一時避難場所としての活用可能性と二次被害の責任の所在を抽出
		③社会インフラ施設の防災･減災に向けた地下水利用	・防災･減災に向けた地下水利用方策について、井戸の活用を抽出。さらに地下水位の利用形態や環境所受けを整理。地域内連携貯留施設構想及び大深度地下貯留管構想を提案。
		④大深度地下道路網における災害時の機能･安全性	・地下道路の整備に関して、地下化の適用性、都市部危険性、ミッシングリンク等を検討し、南北軸、東西軸の地下道路路線モデルを設定し、検討。

2) 過年度報告にみる地下利活用の適用性

過年度の事業報告（調査研究報告）から、『地下利活用の適用性』に対して調査研究を行った成果を抽出する。

地下利活用の適用性について、様々なアプローチで検討されているが、多くは地下利活用のメリット･デメリットに着目して整理されている。また、当時の社会情勢を反映した提案も見受けられる。

①第 1 期報告書（平成 14-15 年度）

「地下利用マスタープラン」（平成 3 年作成）について、社会環境等の変化を踏まえたレビューにより、今後の地下利用推進のあり方を検討している。その中で、地下利活用において有望と思われる施設として燃料貯蔵施設（石油・天然ガス・メタンハイドレード）とそのネットワークを抽出している。さらに、原子力廃棄物や二酸化炭素の地下貯蔵にも言及している。

さらに、国際競争力や都市競争力の強化の観点から、大規模地下物流ネットワーク（地上混雑部の回避）や環状大グリーンベルト構想（主要施設を地下化し、首都圏地上部に 3,600ha の大規模環状緑地を整備）の提案ならびにケーススタディーを行っている。

②第 2 期報告書（平成 16-17 年度）

第 1 期の「地下利用マスタープラン」のレビューを継続･発展させ、「エネルギー」および「物流・流通」の 2 施設に絞って、より具体的に検討を行っている。また、地下利用に与える社会情勢の変化や都市地下空間に関連するコンバージョンなどの、新たな視点からの調査も行っている。

さらに、地下利用効果に関する環境影響評価を行い、様々な施設における地下化の効果・便益ならびに課題を整理している。

③第 3 期報告書（平成 18-19 年度）

地下利用構想に対して、その歴史的背景、事例、必然性などを整理し、どのような理由から地下利用が実現したかを分析している。その結果は、地下空間利用施設ごとに地下空間利用の必然性や期待効果を抽出・評価した「これまでの地下空間利用施設における分析表（表 2.1.2-2)」としてまとめている。また、実現に至らなかった構想を抽出し、その理由の検証を試みている。

さらに、地下空間利用の動機付けとして、大災害発生時を取り上げ、地下施設の防災機能の現状と課題ならびに新たな提案を行っている。

本期において、初めて大深度地下利用についての調査研究が行われた。その後、第 6 期（平成 24-25 年度）まで、切り口は替えながらも大深度地下利用に関する調査･研究が継続されている。本期の調査･研究は、大深度地下利用の可能性が高いプロジェクトとして、架空送電線地中化とインフラ共同化に着目し、試算ならびに課題抽出を実施している。

④第 4 期報告書（平成 20-21 年度）

地下利活用を必要とする背景（社会・経済環境）の変化として、「地球温暖化」「少子高齢化」「人口減少」に着目し、今後の地下利用の検討を行っている。この検討に先

立ち、地下の優位性と地下施設の関係を分析し、「施設と関連する地下の優位性（表2.1.2-3)」としてまとめている。そして、「少子高齢化」に対して、地下利活用を含む集約型都市構造を提案し、また、低炭素社会の実現に資する地下施設の概念図を作成している。さらに、景観保全の切り口で、江戸城外濠を対象に地下利用の提案を行っている。

大深度地下利用においては、前期に引き続き、インフラ施設の共同化に関する調査・研究を行っている。この中で、共同溝の現況調査、モデル事業の提案、実現に向けた課題抽出などを行っている。

⑤第5期報告書（平成22-23年度）

本期においては、都市部地下施設および地下貯蔵施設を建設・運用する場合に適用される法令･技術基準等を整理し､地下特性を活用した地下利用を実現するための方策について検討している。また、都市再生のための地下利用として、集約型都市開発に着目し、地下空間ネットワーク・未利用エネルギーの活用・公共結節点のあり方などの現状を地下空間に特化し、調査･研究を行っている。

大深度地下利用については、都市部幹線道路の大規模更新・整備を踏まえ、地下道路の適用性の調査･研究を行い、地下道路モデルの検討（路線･構造･結節点･安全性等）ならびに課題抽出を行っている。

⑥第6期報告書（平成24-25年度）

本期では、「防災・減災型地下インフラの調査」として、東日本大震災における地下施設の被害状況、大災害の対する都市内空間の有効利用など調査を行っている。東日本大震災における被害状況では、様々な施設において、地下施設の被害が大幅に少ないとの報告が抽出されている。また、大災害に対する都市内空間として、地下街に着目し、現状ならびに課題について検討している。

大深度地下利用においては、災害時の機能・安全性についての調査を行い、現状・課題・対応策について検討している。

表 2.1.2-2 これまでの地下空間利用施設における分析表（平成 19 年度成果報告書より転載）

	ユーザーの視点						地下特性活用																		地下利用の優位性			普遍性	発展途上国等での問題解決手段							備考
地下空間利用施設名	安全	安心	利便性	快適	経済性	効率的	断熱性	恒温性	恒湿性	耐候性	防音性	不燃性	耐火性	防振性	低振動性	耐震安全性	機密性	隔離性	放射能遮断性	電波遮断性	遮光性	暗黒性	化学安定性	防爆性	地上の制約無く施工可能	連結性	地上スペース確保		地球温暖化対策	環境	景観	防災	人工増加	少子高齢化	エネルギー問題	
上水道	◎	◎	○	○		○	○	◎	△	◎							△										△	◎		○			◎			
下水道	◎	◎	○	◎		○				△						△	△								○	○	◎	◎		◎	○	△	◎			
道路トンネル	◎	○	◎	○	△	○				○	△					◎									◎		○	◎	○	○	○		○		△	
鉄道トンネル	◎	○	◎		△	○				○	△					◎									◎		○	◎	○	○	○		○		○	
地下貯蔵所（食料）	○	△			△	○	◎	◎	◎	◎							△				△					○	○		△			○	○		△	
地下街	△		◎	○		◎	○	○		○	△					○										◎	○	○			◎		○			
図書館								○	◎	○	△				△	○											○									
地下発電所	△	△	△		△	○								△	△	○									◎			○	○						○	
軍事用火薬庫	○	△					◎	○		○		○	◎			△	○	◎						◎												
軍事用地下貯油槽	○	△					◎	○		△		◎	◎		△	△	○	◎						○												
地下鉄	◎	○	◎	◎	△	○				◎	△				△	○									◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		○		○	
地下駐車場			◎			○				◎																○	◎	○		△	◎		○			
精密部品製造工場							○	◎	◎	△				○	○																					
地中送電線	◎	△		△				△					△													△		○	△		◎					
熱供給施設	△	△	△	○		◎	○	△								△													○				○		○	
地下変電所	△	△		△							○				△	○									○		○	○	△		◎					
地熱発電所	△	○		△	△	○	△									△	△											○	○	△					◎	
圧縮空気エネルギー貯蔵	△	△				△	△	△								○	△	○											○	△					◎	
LPG地下貯蔵施設	○	△		△		△	○	○		○		△	◎		△	◎	△	○						△				○						◎	
大学施設								○		○	△																○				△					
地下スタジオ								○		○	◎			△	△			△			△															
歩行者専用地下道	○	○	○			△				○															○	○	○				○		○			
原子燃料サイクル施設	◎	◎					○	△								◎	◎	◎	◎										○	◎			○		○	
リサイクルセンター	○	○								○								◎	△											○	△					
地下浄水場		○						○		○																	○									
地下調整池・放水路	○	◎																							◎	○	○	○	○	○	○	○	○			
石油地下備蓄	◎	△				△	○	○				○	◎		△	◎		○						◎	○			○		○	○	△			◎	
共同溝	○	○	◎	△												◎									△	△	○	○			○		○			
廃棄物輸送パイプライン	△	△	○	△		○										△									○	◎				○	○		○			
地下実験施設	○	△		△			○	◎	○	○	◎			◎	○	○	◎	○	○	◎	◎	△	△		○											
美術館							○	◎	◎	△	△																									
観光施設								△		△												△														
粒子加速器	△	△		△			△	△						○	○	△	◎	○	○	◎																
灌漑用地下水路			○							○																△			△			○				
住居	△	△		○			◎	◎	△	◎	△															△										
シェルター	◎	○					○	△	△	△			△	△	△		△	○	◎					△							○					
化学肥料・火薬製造	○	○		△			○	◎	△	○		△	△			△		○					△	○			△									
地下倉庫		○					○	◎	◎	◎						△	○										△									
地下・半地下式原子力発電所	◎	◎		△										△	△	○		△	△													△				
地下精油所	△	○		△			△	○								○		○						△								△		△		
地下オフィス								◎	△		△																									
下水処理場						△																					△	○		△	○		○			
放射性廃棄物処分施設	◎	◎		△			○					△	△			○	◎	◎	◎				○		○			◎		◎			○		○	
地下埋葬		△		△				△	△	△								○									△	△			△					
地下スポーツ施設								○		○																										
地下病院		△						△		△																										
コンサートホール								△	△	△	◎																									
評　価	◎	◎					◎	◎		◎						◎		◎									◎	◎			◎		◎			

期待効果：　◎大←○中→△小

注意：当表の判定に当たっては、少人数によることと特に分析目的を定めず各項目の重み付けを行っていないなど課題が含まれており、同表から何らかの結論を導く目的で作成したものではない。

表 2.1.2-3 施設と関連する地下の優位性（平成 21 年度成果報告書より転載）

施設区分	地下空間利用施設名	地下特性																			地下利用の優位性			
		安定				遮断・遮蔽									耐火災・爆発			安全						
		短期（日,季節）			長期																			
		温度	湿度	気候	化学物質	熱	音	内部振動	外部振動	地震	放射線	電磁波	光	粉塵	不燃	近隣火災	爆発・テロ	住居・水源等からの隔離	風水害	機密	地上からの非制約	施設の連結	地上スペース確保	環境保護
生活基盤施設	上水道	◎	△	◎		○														△			△	
	地下浄水場	○		○																			○	
	下水道			△						△										△	○	○	◎	
	リサイクルセンター			○							△							◎						
	下水処理場																						△	
	地下変電所						○		△	○											○		○	
	熱供給施設	△				○				△														
	地下スタジオ	○		○			◎	△	△				△					△						
	共同溝									◎											△	△	○	
	地中送電線	△														△						△		
交通・商業関連施設	地下街	○		○		○	△			○												◎	○	
	歩行者専用地下道			○																	○	○	○	
	地下駐車場・地下駐輪場			◎														○				○	◎	
	地下鉄			◎			△		△	○											◎	◎	◎	
	道路トンネル			○			△			◎											◎		○	
	鉄道トンネル			○			△			◎											◎		○	
エネルギー関連施設	地下発電所							△	△	○											◎			
	地熱発電所					△				△										△				
	地下・半地下式原子力発電所							△	△	○	△							△						
	LPG地下貯蔵施設	○		○		○			△	◎					△	◎	△	○		△				
	LNG地下貯蔵施設																							
	廃棄物輸送パイプライン									△											○	◎		
	石油地下備蓄	○				○			△	◎					○	◎	◎	○			○			
	Co2地下貯蔵																							
	圧縮空気エネルギー貯蔵	△				△				○								○		△				
	原子燃料サイクル施設	△				○				◎	◎							◎		◎				
	地下精油所	○				△				○							△	○						
	放射性廃棄物処理施設				○	○				○	◎				△	△		◎		◎	○			
治水関連施設	地下調整池・放水路																				◎	○	○	
その他の施設	図書館	○	◎	○			△		△	○													○	
	美術館	◎	◎	△		○	△																	
	観光施設	△		△																				
	大学施設	○		○			△																○	
	地下スポーツ施設	○		○																				
	コンサートホール	△	△	△			◎																	
	地下病院	△		△																				
	地下埋葬	△	△	△														○					△	
	地下オフィス	◎	△				△																	
	住居	◎	△	◎		◎	△															△		
	地下倉庫	◎	◎	◎		○				△										○			△	
	シェルター	△	△	△		○		△	△		◎					△	△	○		△				
	灌漑用地下水路			○																		△		
	化学肥料・火薬製造	◎	△	○	△	○				△					△	△	○	○					△	
	精密部品製造工場	◎	◎	△		○		○	○															
	地下実験施設	◎	○	○	△	○	◎	◎	○	○	○	◎	◎					○		◎	○			
	粒子加速器	△				△		○	○	△	○	◎						○		◎				
	軍事用火薬庫	○		○		◎				△					○	◎	◎	◎		○				
	軍事用地下貯油槽	○		△		◎			△	△					◎	◎	○	◎		○				
	地下貯蔵所（食糧）	◎	◎	◎		◎							△							△		○	○	
評価		◎		◎		◎				◎								◎						

3) 過年度報告にみる情報通信基盤関連調査研究の抽出

過年度の事業報告（調査研究報告）から、情報通信基盤関連の調査研究の抽出を試みる。

①第 1 期報告書（平成 14-15 年度）

調査研究の結果として、東京圏に大規模な帯状のオープンスペースを確保し、ここに道路をはじめとする公共・公益施設を重層化して配置し、あわせて豊富な緑を創造することで環境、安全性、都市の魅力の向上に寄与することを目指した「環状大グリーンベルト」の整備を提案している。この提案の実現により貢献が想定される項目として、『通信設備（IT インフラ）の整備による高速・大容量の通信網の構築』が挙げられている。具体的には、グリーンベルト地下に整備する共同溝に IT インフラを収納する例を示している。

②第 2 期報告書（平成 16-17 年度）

地下利用効果に関する環境影響評価一覧表を作成し、環境への影響を考慮した地下利用のあり方について検討を行っている。これは、本来地上にある施設を地下に設置することによって、地上環境がどの程度改善されるかをなるべく定量的に評価し、最終的にどのような施設を地下に設置することが効果的かを評価することを目的としている。この検討の中で、対象施設として『情報・通信施設（基幹通信局、通信ケーブル)』を抽出し、評価を行っている。

③第 3 期報告書（平成 18-19 年度）

これまでの地下空間利用施設を抽出し、分析を行っているが、対象とした地下空間利用施設 47 種に、情報通信施設は含まれていない。「地中送電線」が抽出されていることから、これに含まれていると思われる。また、地下利用構想においても「ライフライン」のくくりの範疇を脱していないようである。

ただし､大災害発生時を想定した調査研究では､｢情報｣に関しての記述が見られた。

これは、交通結節点に立地する地下街を効果的な受発信を行う空間として評価しようというものであった。

また、地震だけでなく人的災害における「送電塔（電柱）の倒壊、送電・通信線の破断」に対して、地下化によって､｢原因自体を排除」することが可能としている。これにより、情報提供の維持による避難支援やパニック・犯罪の防止への貢献が可能と評価している。

④第 4 期報告書（平成 20-21 年度）

地下の利活用推進の検討として､｢地下の優位性を活かした新たな利活用方法(第一部回)」ならびに「地上の景観を保全するための地下利用(第二部会)」について、調査研究を行ったが、いずれも情報通信施設への言及はなかった。また、第 1 期から継続している「地下水関連」の調査研究においても、情報通信施設への言及はない。今期の調査研究では､｢大深度地下インフラ施設の可能性に関する調査（第四部会)」にのみ、情報通信施設が含まれている。本調査においては、地下空間へのインフラ施設の共同化として共同溝の検討を行っており、その収容物件として､｢通信（NTT、パワードコム)」を挙げている。

また、大深度地下インフラ施設共同化のモデルとして、これまでの共同溝とは異な

る民間同士の共同活用を提案している。この組み合わせとして、以下を挙げている。

CASE-1　電力+電話・通信+ガス

CASE-2　鉄道（民間）+ 電力+電話・通信+ガス

CASE-3　上下水道+ 電力+電話・通信+ガス

CASE-4　河川+ 電力+電話・通信+ガス

⑤第 5 期報告書（平成 22-23 年度）

今期は、「地下施設の関わる法令・技術基準（第一部会）」「都市再生に資する集約型都市開発(第二部会)」「地下水・再生水利用(第三部会)」「大深度地下道路の適用性（第四部会)」について、調査研究を行っているが、情報通信施設については、第一部会の法令中の文言として現れるほかは、いずれのテーマにおいても言及されていない。

⑥第 6 期報告書（平成 24-25 年度）

東日本大震災による情報通信施設被害についての調査研究を行っている。対象とした設備・施設は、①固定通信（固定電話)、②移動通信（携帯電話)、③海底ケーブル、④河川･道路管理用電気通信施設、⑤放送（テレビ、ラジオ）である。調査結果として、阪神淡路大震災に比較して、広範囲な通信支障が顕著であり、その要因として、通信ビル・アンテナ・ケーブルなどの通信施設自体の損傷・切断ならびに停電に伴う機能停止が挙げられている。一方で、共同溝の被害は軽微であったことから、被害低減対策として、施設の耐震化とともに、共同溝の活用の提案を行っている。また、本震災被害の特徴でもある津波被害として、河口部付近の橋梁に添架していた通信線等が、橋梁もろとも流出してしまうというものがあった。これに対しては、地中管による河川横断の適用を提案している。さらに、施設だけでなく、通信の多重化･多ルート化なども提案している。

地下空間・地下施設（地下街・地下道路）における災害に対しては、地震・火災・浸水などを対象に調査を行っているが、この調査の中では、避難誘導等における情報通信機能の重要性について言及している。

4）地下利用の可能性

地下利用推進部会における 6 期 12 年の調査研究をレビューした結果､「情報通信基盤」に関するものは、それほど多くは無い。検討対象の施設として、エネルギーや人・モノの流れや貯蔵・使用に関するものが中心であり、情報通信は、エネルギー供給や物流・交通に付随するものとして､「ライフライン」としてまとめて捉えられていたためと想定される。

ただし、情報の重要性・多様化が進んだ近年において発生した東日本大震災による被害は衝撃的であり、情報通信機能の維持・確保の重要性が再認識された。地下施設･構造物の被害が少なかったことから、地下化の重要性も認識されたが、一方で津波被害・浸水被害が顕著であったこと、ならびに多重化の必要性が認識されたことから、情報通信基盤の地下利用を強力に推し進める結果には必ずしも結びついていない。

しかしながら、地上施設の損傷を回避する抜本的な対策として、地下化の重要性・有効性が認知されたことは間違いないところであり、電柱地中化推進などの形で具現化が

始まっている。また、第 6 期報告で提案した通信線の河口部地中横断の適用も実現している。さらに、地下街･地下鉄網の発展や外郭環状道路・リニア新幹線などの新たな地下施設の増加により、地下空間内における情報通信機能の確保についても技術革新が求められており、その結果として、情報通信基盤の地下利用の汎用化が進むことが期待される。

参考文献

1) 自治体 IT ガバナンス実践編　http://www2u.biglobe.ne.jp/~machi-IT/1syou.pdf
2) 総務省、地域情報通信基盤整備推進交付金実施マニュアル（改定版）
http://www.soumu.go.jp/soutsu/kinki/policy/sesaku/kouhukin_manual.pdf
3) 総務省、情報通信基盤災害復旧事業
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/top/local_support/ict/fukkyujigyo.html
4) NTT 技術資料館 HP
http://www.hct.ecl.ntt.co.jp/exhibitions/panel/pdf/2_Eb_1_1.pdf
5) 総務省，平成 24 年情報通信産業連関表報告書
http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/renkan/h24_data/h24_01.pdf
6) 出典：総務省，平成２６年版情報通信白書
http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/index.html
7) 一般社団法人日本電気協会「電気事業便覧」
8) NTT 西日本、データブック NTT 西日本，
https://www.ntt-west.co.jp/info/databook/pdf/043.pdf
9) 東京都下水道局、下水道局の光ファイバー網
http://www.gesui.metro.tokyo.jp/osigoto/fiber-guide/img/f-map.gif
10)国土交通省関東地方整備局光ファイバー開放状況
http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/jouhou/indexhk.html
11)国土交通省　公共事業関係費（政府全体）の推移
http://www.mlit.go.jp/common/001024981.pdf
12)財団法人　エンジニアリング振興協会　地下開発利用研究センター,地下利用推進部会報告書，平成 16 年 3 月
13)財団法人　エンジニアリング振興協会，平成 17 年度　都市再生・地域活性化・生活利便性向上を目指した都市機能高度化・地下空間開発利用等関連エンジニアリングの動向と今後のあり方に関する調査報告書，第 3 文冊〈地下空間の開発利用分野〉，平成 18 年 3 月
14)財団法人　エンジニアリング振興協会，平成 19 年度　都市再生・地域活性化・生活利便性向上を目指した都市機能高度化・地下空間開発利用等関連エンジニアリングの動向と今後のあり方に関する調査報告書，第 3 文冊〈地下空間の開発利用分野〉，平成 20 年 3 月
15)財団法人　エンジニアリング振興協会，平成 21 年度　エコ・ヒューマン・エンジ

ニアリングに関する調査報告書，第 5 文冊〈地下空間関連分野〉，平成 22 年 3 月
16) 一般財団法人　エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター，平成 23 年度　低炭素社会に向けた地下利用方策に関する調査研究報告書，平成 24 年 3 月
17) 一般財団法人　エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター，（24-62①）　平成 25 年度　安全・安心・減災等の確立に資するエンジニアリングの調査研究補助事業　防災・減災型地下インフラの調査　報告書，平成 26 年 3 月

2.2 国土強靭化計画および各省庁の取組み

本節では、国土強靭化基本計画および国土強靭化アクションプランの概要と情報通信基盤関連の脆弱性に対する各省庁の取組みについて、調査した結果を記載する。

2.2.1 国土強靭化基本計画および国土強靭化アクションプラン

1) 国土強靭化基本計画

国土強靭化基本計画は、国土強靭化推進本部が国土の健康診断にあたる脆弱性評価を踏まえて、強靭な国づくりのためのいわば処方箋を示したものである。国土強靭化に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るため、本計画以外の国土強靭化に関する国の計画等の指針となるべきものとして策定した。

また、①人命の保護が最大限図られること、②国家及び社会の重要な機能が致命的な障害を受けず維持されること、③国民の財産及び公共施設に係る被害の最小化、④迅速な復旧復興、を基本目標として、「強さ」と「しなやかさ」を持った安全・安心な国土・地域・経済社会の構築に向けた「国土強靭化」を推進することとしている。

進め方としては、

①強靭化が目指すべき目標を明確にした上で、主たるリスクを特定・分析

②リスクシナリオと影響を分析・評価した上で、目標に照らして脆弱性を特定

③脆弱性を分析・評価し、脆弱性を克服するための課題とリスクに対する対応方策を検討

④課題解決のために必要な政策の見直しを行うとともに、対応方策について、重点化、優先順位を付けて計画的に実施

⑤その結果を適正に評価し、全体の取組を見直し・改善

という PDCA サイクルを繰り返す。また不断の見直しとともに 5 年ごとに内容を見直す。

「脆弱性の分析・評価」及び「リスクに対する対応方策の策定」に当たっては、起きれば国家として致命的な影響が生じると考えられる「起きてはならない最悪の事態」を想定し、その事態を回避するために現状で何が不足し、これから何をすべきか、という視点から、府省庁横断的な「プログラム」（目標を達成するための施策群）を検討するアプローチを導入している。

なお、「起きてはならない最悪の事態」に関しては、8 つの「事前に備えるべき目標」と、その妨げとなるものとして 45 の「起きてはならない最悪の事態」を設定している。

国土強靭化基本計画とあわせて、都道府県や市町村が地域計画の策定する際に参考とするための地域計画の策定ガイドラインをまとめた。また地域計画を普及させるためには、参考となる事例が不可欠となるが、2014 年度内に地域計画を策定するモデル地区を選定した。

以下に平成 26 年 6 月 3 日に閣議決定された国土強靭化基本計画の概要と起きてはならない最悪の事態を示す。



図 2.2.1-1 国土強靭化基本計画の概要

出典：国土強靭化基本計画の概要（平成 26 年 6 月 3 日閣議決定）　国土強靭化 HP
http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/kk-gaiyou-h240603.pdf

起きてはならない最悪の事態

基本目標	事前に備えるべき目標			起きてはならない最悪の事態
Ⅰ．人命の保護が最大限図られる Ⅱ．国家及び社会の重要な機能が致命的な障害を受けず維持される Ⅲ．国民の財産及び公共施設に係る被害の最小化 Ⅳ．迅速な復旧復興	1	大規模自然災害が発生したときでも人命の保護が最大限図られる	1-1	大都市での建物・交通施設等の複合的・大規模倒壊や住宅密集地における火災による死傷者の発生
			1-2	不特定多数が集まる施設の倒壊・火災
			1-3	広域にわたる大規模津波等による多数の死者の発生
			1-4	異常気象等による広域かつ長期的な市街地等の浸水
			1-5	大規模な火山噴火・土砂災害（深層崩壊）等による多数の死傷者の発生のみならず、後年度にわたり国土の脆弱性が高まる事態
			1-6	情報伝達の不備等による避難行動の遅れ等で多数の死傷者の発生
	2	大規模自然災害発生直後から救助・救急、医療活動等が迅速に行われる（それがなされない場合の必要な対応を含む）	2-1	被災地での食料・飲料水等、生命に関わる物資供給の長期停止
			2-2	多数かつ長期にわたる孤立集落等の同時発生
			2-3	自衛隊、警察、消防、海保等の被災等による救助・救急活動等の絶対的不足
			2-4	救助・救急、医療活動のためのエネルギー供給の長期途絶
			2-5	想定を超える大量かつ長期の帰宅困難者への水・食糧等の供給不足
			2-6	医療施設及び関係者の絶対的不足・被災、支援ルートの途絶による医療機能の麻痺
			2-7	被災地における疫病・感染症等の大規模発生
	3	大規模自然災害発生直後から必要不可欠な行政機能は確保する	3-1	矯正施設からの被収容者の逃亡、被災による現地の警察機能の大幅な低下による治安の悪化
			3-2	信号機の全面停止等による重大交通事故の多発
			3-3	首都圏での中央官庁機能の機能不全
			3-4	地方行政機関の職員・施設等の被災による機能の大幅な低下
	4	大規模自然災害発生直後から必要不可欠な情報通信機能は確保する	4-1	電力供給停止等による情報通信の麻痺・長期停止
			4-2	郵便事業の長期停止による種々の重要な郵便物が送達できない事態
			4-3	テレビ・ラジオ放送の中断等により災害情報が必要な者に伝達できない事態
	5	大規模自然災害発生後であっても、経済活動（サプライチェーンを含む）を機能不全に陥らせない	5-1	サプライチェーンの寸断等による企業の生産力低下による国際競争力の低下
			5-2	社会経済活動、サプライチェーンの維持に必要なエネルギー供給の停止
			5-3	コンビナート・重要な産業施設の損壊、火災、爆発等
			5-4	海上輸送の機能の停止による海外貿易への甚大な影響
			5-5	太平洋ベルト地帯の幹線が分断する等、基幹的陸上海上交通ネットワークの機能停止
			5-6	複数空港の同時被災
			5-7	金融サービス等の機能停止により商取引に甚大な影響が発生する事態
			5-8	食料等の安定供給の停滞
	6	大規模自然災害発生後であっても、生活・経済活動に必要最低限の電気、ガス、上下水道、燃料、交通ネットワーク等を確保するとともに、これらの早期復旧を図る	6-1	電力供給ネットワーク（発変電所、送配電設備）や石油・LP ガスサプライチェーンの機能の停止
			6-2	上水道等の長期間にわたる供給停止
			6-3	汚水処理施設等の長期間にわたる機能停止
			6-4	地域交通ネットワークが分断する事態
			6-5	異常渇水等により用水の供給の途絶
	7	制御不能な二次災害を発生させない	7-1	市街地での大規模火災の発生
			7-2	海上・臨海部の広域複合災害の発生
			7-3	沿線・沿道の建物倒壊による直接的な被害及び交通麻痺
			7-4	ため池、ダム、防災施設、天然ダム等の損壊・機能不全による二次災害の発生
			7-5	有害物質の大規模拡散・流出
			7-6	農地・森林等の荒廃による被害の拡大
			7-7	風評被害等による国家経済等への甚大な影響
	8	大規模自然災害発生後であっても、地域社会・経済が迅速に再建・回復できる条件を整備する	8-1	大量に発生する災害廃棄物の処理の停滞により復旧・復興が大幅に遅れる事態
			8-2	道路啓開等の復旧・復興を担う人材等（専門家、コーディネーター、労働者、地域に精通した技術者等）の不足により復旧・復興が大幅に遅れる事態
			8-3	地域コミュニティの崩壊、治安の悪化等により復旧・復興が大幅に遅れる事態
			8-4	新幹線等の基幹インフラの損壊により復旧・復興が大幅に遅れる事態
			8-5	広域地盤沈下等による広域・長期にわたる浸水被害の発生により復旧・復興が大幅に遅れる事態

※網掛けは、重点化すべきプログラムに係る起きてはならない最悪の事態

図 2.2.1-2 起きてはならない最悪の事態

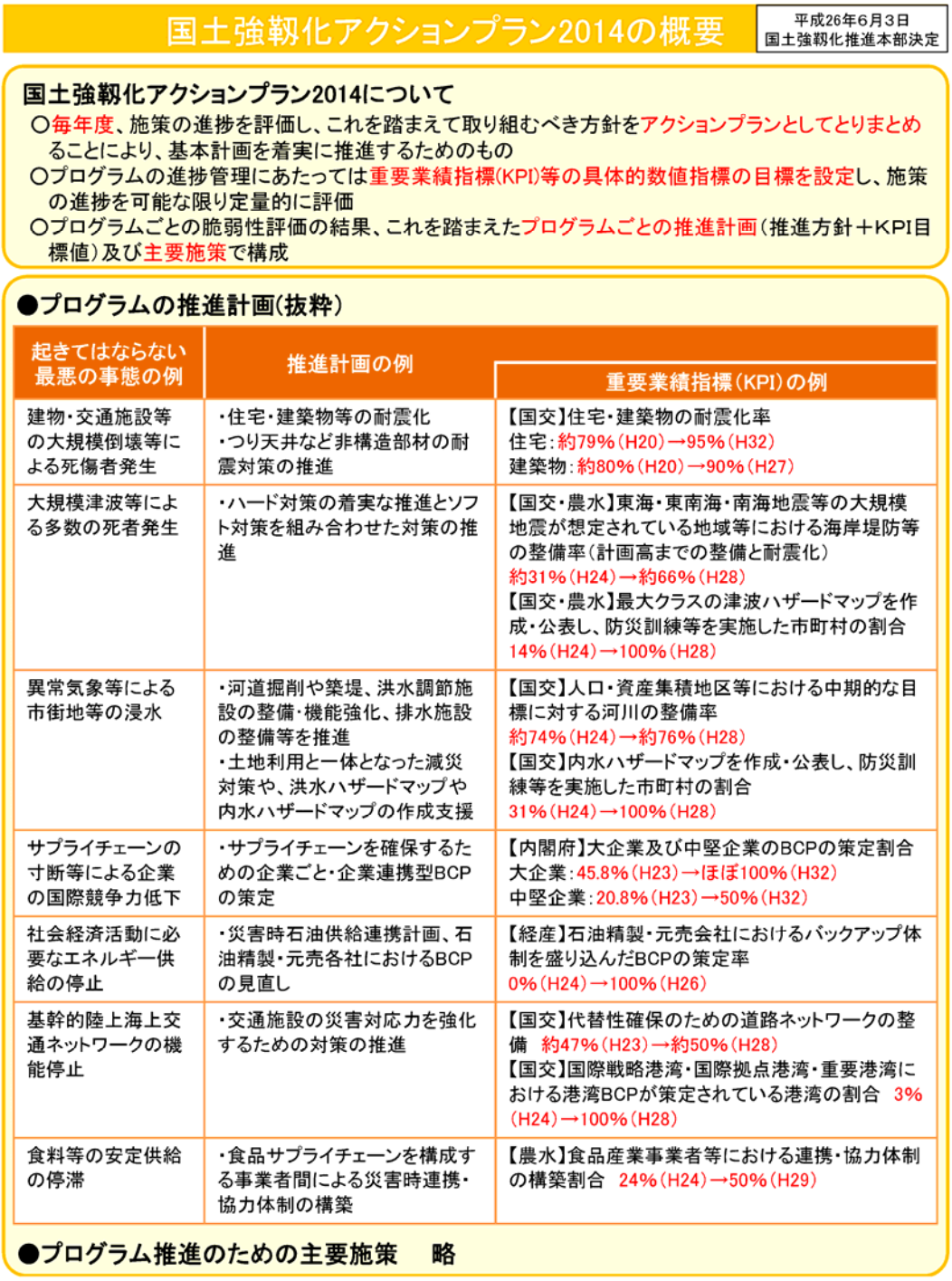
出典：国土強靱化アクションプラン 2014　国土強靱化 HP

http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/kkap-honbun-h240603.pdf

2) 国土強靱化アクションプラン 2014

プログラムごとの脆弱性評価、各プログラムの推進計画、プログラム推進のための主要施策の各事項を明らかにした「国土強靱化アクションプラン」を定めるとともに、毎年度、プログラムの進捗状況を府省庁横断的に評価することによって、アクションプランの見直しを行うものとしている。

また、個別施策の進捗を定量的に把握するため、重要業績指標（KPI）等の具体的数値指標を設定するとともに、情勢の変化に応じ不断の見直しを行うものとした。その際には、可能な限り直近の状況の把握に努めるとともに、目標年次を可能な限り揃えるように努めることとしている。



国土強靱化アクションプラン2014の概要

平成26年6月3日
国土強靱化推進本部決定

国土強靱化アクションプラン2014について

○毎年度、施策の進捗を評価し、これを踏まえて取り組むべき方針をアクションプランとしてとりまとめることにより、基本計画を着実に推進するためのもの
○プログラムの進捗管理にあたっては重要業績指標(KPI)等の具体的数値指標の目標を設定し、施策の進捗を可能な限り定量的に評価
○プログラムごとの脆弱性評価の結果、これを踏まえたプログラムごとの推進計画（推進方針＋KPI目標値）及び主要施策で構成

●プログラムの推進計画(抜粋)

起きてはならない最悪の事態の例	推進計画の例	重要業績指標（KPI）の例
建物・交通施設等の大規模倒壊等による死傷者発生	・住宅・建築物等の耐震化 ・つり天井など非構造部材の耐震対策の推進	【国交】住宅・建築物の耐震化率 住宅：約79%（H20）→95%（H32） 建築物：約80%（H20）→90%（H27）
大規模津波等による多数の死者発生	・ハード対策の着実な推進とソフト対策を組み合わせた対策の推進	【国交・農水】東海・東南海・南海地震等の大規模地震が想定されている地域等における海岸堤防等の整備率（計画高までの整備と耐震化） 約31%（H24）→約66%（H28） 【国交・農水】最大クラスの津波ハザードマップを作成・公表し、防災訓練等を実施した市町村の割合 14%（H24）→100%（H28）
異常気象等による市街地等の浸水	・河道掘削や築堤、洪水調節施設の整備・機能強化、排水施設の整備等を推進 ・土地利用と一体となった減災対策や、洪水ハザードマップや内水ハザードマップの作成支援	【国交】人口・資産集積地区等における中期的な目標に対する河川の整備率 約74%（H24）→約76%（H28） 【国交】内水ハザードマップを作成・公表し、防災訓練等を実施した市町村の割合 31%（H24）→100%（H28）
サプライチェーンの寸断等による企業の国際競争力低下	・サプライチェーンを確保するための企業ごと・企業連携型BCPの策定	【内閣府】大企業及び中堅企業のBCPの策定割合 大企業：45.8%（H23）→ほぼ100%（H32） 中堅企業：20.8%（H23）→50%（H32）
社会経済活動に必要なエネルギー供給の停止	・災害時石油供給連携計画、石油精製・元売各社におけるBCPの見直し	【経産】石油精製・元売会社におけるバックアップ体制を盛り込んだBCPの策定率 0%（H24）→100%（H26）
基幹的陸上海上交通ネットワークの機能停止	・交通施設の災害対応力を強化するための対策の推進	【国交】代替性確保のための道路ネットワークの整備　約47%（H23）→約50%（H28） 【国交】国際戦略港湾・国際拠点港湾・重要港湾における港湾BCPが策定されている港湾の割合　3%（H24）→100%（H28）
食料等の安定供給の停滞	・食品サプライチェーンを構成する事業者間による災害時連携・協力体制の構築	【農水】食品産業事業者等における連携・協力体制の構築割合　24%（H24）→50%（H29）

●プログラム推進のための主要施策　略

図 2.2.1-3：国土強靱化アクションプラン 2014 の概要

出典：国土強靱化アクションプラン 2014 の概要
（平成 26 年 6 月 3 日国土強靱化推進本部決定）　国土強靱化 HP
http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/kkap-gaiyou-h240603.pdf

2.2.2 情報通信基盤関連の脆弱性に対する各省庁の取組み

本稿では、情報通信基盤関連に関する各省庁の取り組みについて調査した結果を紹介する。

1) 国土強靭化基本計画　個別施策分野の推進方針

国土強靭化基本計画の対象となる施策の分野は、脆弱性評価を行うに当たり設定した以下の 12 の個別施策分野と 3 の横断的分野となっている。

【個別施策分野】

①行政機能／警察・消防等、②住宅・都市、③保健医療・福祉、④エネルギー、⑤金融、⑥情報通信、⑦産業構造、⑧交通・物流、⑨農林水産、⑩国土保全、⑪環境、⑫土地利用（国土利用）

【横断的分野】

①リスクコミュニケーション、②老朽化対策、③研究開発

国土強靭化基本計画の個別施策分野の推進方針の中で、情報通信基盤関連に関する項目を以下に記載する。

(1) 行政機能

実施省庁：内閣府(防災)、その他関係府省庁

大規模自然災害発生時においても政府中枢機能等を維持するため、官庁施設の耐震化、物資の備蓄、電力等の確保、代替機能の確保、通信経路やネットワーク拠点の二重化、各種データのバックアップ体制の整備等の対策を推進するとともに、必要に応じて更なる対策を各府省庁連携して実施する。

(2) 住宅・都市

実施省庁：内閣府（防災)、総務省、厚生労働省、農林水産省、経済産業省、国土交通省

ライフライン（電気、ガス、上下水道、通信）の管路や施設の耐震化、電気火災防止のために自動的に電力供給を停止する取組等による耐災害性の強化、各家庭・地方公共団体等における飲料水等の備蓄、代替機能の確保を図る。その際、まとまりのある区画単位を基本として実施することに留意する。また、事業者における BCP/BCM の構築を促進することにより、迅速な復旧に資する減災対策を進める。

(3) 情報通信その 1

実施省庁：内閣府(防災)、警察庁、金融庁、総務省、文部科学省、農林水産省、経済産業省、国土交通省、防衛省

情報通信分野に係る社会インフラの相互依存性を前提として、バランスの取れた「自律・分散・協調・統合運用」の仕組みを構築するため、情報通信に係る相互依存関係の見える化を図る。また、これまで想定されていなかった長期電力供給停止等に対する情報通信シ

ステムの脆弱性の評価とその結果に基づく対策を早期に実施する。
(4) 情報通信その 2
実施省庁：内閣府(防災)、警察庁、金融庁、総務省、文部科学省、農林水産省、経済産業省、国土交通省、防衛省
地域全体の災害対策を着実に推進するとともに、電力及び通信施設/ネットワークそのものの耐災害性を向上させる。また、予備電源装置・燃料備蓄設備等の整備により、情報通信施設・設備等の充実強化を図る。

2) 国土強靭化アクションプログラム　各プログラムの推進計画
国土強靭化アクションプランの各プログラムの推進計画の中で、情報通信基盤関連に関する項目を以下に記載する。

(1) 大規模自然災害発生直後から必要不可欠な行政機能は確保する
・首都圏での中央官庁機能の機能不全
首都直下地震等の大規模自然災害による影響が長期にわたり継続する場合でも、中央官庁の非常時優先業務の継続に支障をきたすことのないように、業務継続計画等を踏まえ、各府省庁において、庁舎の耐震化等、電力の確保、情報・通信システムの確保、物資の備蓄、代替庁舎の確保等を推進する。特に中央防災無線については、首都圏における非常用電源、ループ化及びバックアップを強化する。
【重要業績指標】
各府省庁：政府全体の業務継続計画に基づく各府省庁の業務継続計画の改定状況 0 府省庁（H25）→全府省庁（H26）
内閣府：各府省庁の業務継続計画の評価状況 0 府省庁（H25）→全府省庁（H27）

(2) 大規模自然災害発生直後から必要不可欠な情報通信機能は確保する
・電力供給停止等による情報通信の麻痺・長期停止
情報通信に係る相互依存関係の見える化を図るとともに、長期電源途絶等に対する情報通信システムの脆弱性評価を行い、必要に応じて対策を講じる。
電力等の長期供給停止を発生させないように、電力・ガス等の制御システムのセキュリティ確保のための評価認証基盤整備や道路の無電柱化、洪水・土砂災害・津波・高潮対策等の地域の防災対策を着実に進捗させる。
民間通信事業者の回線が停止した場合にも災害救助活動ができるよう、警察、自衛隊、海保等の情報通信システム基盤の耐災害性の向上等を図る。
【重要業績指標】
総務：事業用電気通信設備規則（総務省令）の適合 100％を維持
警察：無線中継所リンク回線の高度化の達成率 54％（H25）→100％（H30）
国交：デジタル無線機の整備進捗率 94％（H25）→100％（H27）

3) 総務省による地域情報通信振興関連施策集

出典：総務省 HP　http://www.soumu.go.jp/main_content/000281399.pdf

総務省による地域情報通信振興関連施策集の中で、情報通信基盤関連に関する項目を以下に記載する。

(1) 地域 ICT 強靭化事業

災害発生時に住民が災害関連情報を得るための公衆無線 LAN の整備や、地方自治体や第三セクター法人が所有するネットワークの強靭化及び災害放送実施体制の強化を推進する地方公共団体や第三セクター法人等に対して、国がその経費の一部を補助する事業である。

昨今、東日本大震災をはじめとした深刻な災害（地震、台風、豪雨、竜巻等）が頻発していることや、南海トラフ巨大地震・首都直下地震等の大規模災害発生の可能性が指摘されている。また、災害発生時には、地方公共団体等から住民に対する迅速・適格な災害情報の確実な提供が非常に重要であり、住民への情報伝達手段の多重化・多様化を図ることで災害情報が確実に届く環境を整備することが喫緊の課題である。

そこで、公衆無線 LAN の整備やネットワークの強靭化を推進し、住民が地方公共団体等から災害関連情報等を確実に入手できるような情報通信環境の構築を支援する。

・防災情報ステーション等整備事業

耐災害性の高い公衆無線 LAN 等の機能を有する防災情報ステーションの避難所への整備等を行う地方公共団体等に対し、その事業費の一部を補助する。

・地域公共ネットワーク等整備事業

災害時の通信・放送網遮断等を回避するため、ネットワークの強靭化や、災害放送実施体制の強化等を行う地方公共団体等に対し、整備費用の一部を補助する。

(2) データセンター地域分散化促進税制

東京圏（東京都、神奈川県、千葉県、埼玉県及び茨城県の一部）のデータセンターに預けられているデータをバックアップするために、地方のデータセンター内にサーバー等の対象設備を設置する事業者に対して、法人税の特例措置を適用する。

喫緊の課題である首都直下地震に備え、我が国の社会経済のインフラである情報通信基盤の耐災害性・信頼性を向上させるため、東京圏に集中する大量のデータをバックアップできる体制を強化し､あわせて地方における設備投資の機会を増やすこと等を目的とする。

4) ナショナル・レジリエンス(防災・減災)懇談会　WG1(情報通信)とりまとめ
出典：国土強靭化 HP http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/resilience/dai7/02siryo2-1.pdf

ナショナル・レジリエンス(防災・減災)懇談会とは、国民の生命と財産を守り抜くため、事前防災・減災の考え方に基づき「強くてしなやかな」国をつくるための「レジリエンス（強靭化)」に関する総合的な施策の推進のあり方について意見を聞くことを目的とした懇談会である。

ターゲットとするプログラムを、電力供給停止等による情報通信の麻痺・長期停止として、関係府省庁等における今後の取り組むべき施策を以下の 3 つの視点で取りまとめている。なお、以下に示す内容は、現在実施中、あるいは平成 26 年度より実施するものである。

①主要施設が致命傷を負わない
②電力供給停止等が起きても麻痺・長期停止させない(代替措置含む)
③適切な災害関連情報の収集・提供

(1) 主要施設が致命傷を負わない
○電力･通信施設/ネットワークの耐災害性の向上
・中央防災無線網の接続先機関の耐震性能及び非常用電源設備整備状況の把握とその改善状況のフォローアップ
・通信指令施設の更新整備
・金融機関における自家発電機の設置や主要施設の耐震化等に係る取り組みの促進
・情報通信ネットワークの強靭化に関する支援、通信混雑を緩和する技術の研究開発の推進及びその成果展開
・情報通信拠点(データセンター)の地域分散化促進税制の整備･周知啓発
・直営郵便局施設の耐震化の実施
○地域全体の耐災害性の向上
・ICT を活用した効果的･効率的な社会インフラの実現
・情報通信のための電力･燃料供給等を含むライフラインへの影響を最小限にするべく、災害対策を着実に推進
・緊急輸送道路の無電柱化や自転車通行空間の整備等による安全な道路空間の確保

(2) 電力供給停止等が起きても麻痺・長期停止させない(代替措置含む)
○国民･企業向け施設の強化･充実
・車両感知器や光ビーコン等への電源を供給する自起動式発動発電機の整備
・電力供給停止等に伴う情報通信システムの脆弱性評価の実施
・ラジオ放送事業者、テレビ放送事業者における予備電源設備や予備送信設備等のバックアップ設備の整備推進
・技術通信衛星Ⅷ型(ETS-Ⅷ）や超高速インターネット衛星(WINDS)を用いた技術課題

の検証
・クラウドサービス等の利用に向けた投資を促す制度的な支援
・金融機関における自家発電機用燃料の備蓄に係る取り組みの促進
○災害対応機関の施設･設備等の強化･充実
・中央防災無線網の多重化･多様化
・警察基幹通信網の堅牢化に資する各種警察通信施設の整備
・地方公共団体から住民等への情報伝達システム整備の支援、災害情報オープンデータ化に関する実証実験、公共情報コモンズの未導入自治体への働きかけ
・消防救急無線のデジタル化、ヘリサットシステムの整備
・防災行政無線のデジタル化とそれに伴う電力供給停止等への対応力の強化
・画像伝送装置及び情報通信機器の予備発電機への非常時の燃料供給方策の検討
・TEC-FORCE(緊急災害対策派遣隊)に必要な可搬型通信資機材等の確保、電源車及び燃料運搬車の導入、省電力通信機器等の開発等の検討
・野外通信システムの着実な整備及び自衛隊航空機と海上保安庁巡視艇・航空機との近距離通信用無線機の導入
・民間通信インフラに依存しない通信網(防衛情報通信基盤)の強化
○災害に備えた実践的な行動力の向上
・大規模災害を想定した機動警察通信隊の体制等の整備及び訓練の推進による対処能力の向上
・通信事業者と電力その他の主要インフラ事業者が連携した防災訓練の実施等により業務継続体制の確保の取り組みを強化
・災害対応機関間において防災訓練を含む各種訓練の企画段階から現場レベルの通信連携要領を検討
○ライフライン等の制御システムの安全性確保
・インフラ制御システムのセキュリティ検証施設を活用し、研究開発、国際標準化活動、評価･認証基盤整備、人材育成、普及啓発等の実施

(3) 適切な災害関連情報の収集・提供
○多様な情報収集手段の確保
・都道府県の防災情報システムとの連携、ソーシャルメディアや車両交通情報等のビッグデータの活用・分析手法の検討を行い、情報空白域の発生への対応を念頭においた総合防災情報システムの整備
・カーナビメーカーと連携し各社が保有する民間プローブ情報と交通情報収集装置で収集した情報とあわせて交通管制センターのデジタル地図に表示し、国民へ情報提供
・GPS 波浪計による長期的な災害関連情報の安定的な収集と港湾管理者や市町村への円滑な情報提供
・大規模災害時に、官民が保有する通行実績などの情報を、IT 技術を用いて基盤地図上に表示させ、迅速な被災状況把握により初動の強化
○多様な情報提供手段の確保
・ラジオ放送事業者における難聴対策や災害対策としての送信所(中継局等）の整備推進

・緊急地震速報等による災害放送の迅速･確実な伝達を推進
・コミュニティ放送の普及促進、臨時災害放送局の開設の円滑化、ラジオによる自治体情報提供等を推進
・公衆無線 LAN を整備する自治体への支援
・G 空間情報を活用した新たな防災システムの実証実験等、及び G 空間情報に基づく火災の延焼予測シミュレーション等の研究開発と地方公共団体への導入支援
・地方公共団体の実情に応じた災害情報伝達手段の多様化･多重化、J アラート自動起動機等の全市町村における整備
・洪水や土砂災害、ため池決壊等に関する災害情報の共有化
・農業水利施設の地震対策にあわせた情報伝達システム等の整備
・地下水等総合観測施設の整備による、南海トラフ巨大地震の短期予測システムの構築
・迅速な避難に資する防災情報提供の冗長化水準の再評価及び向上
・道路管理者間の情報共有などにより道路被災情報提供の迅速化

参考文献

1) 国土強靭化基本計画の概要(平成 26 年 6 月 3 日閣議決定) 国土強靭化 HP
http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/kk-gaiyou-h240603.pdf
2) 国土強靭化基本計画－強くて、しなやかなニッポンへ－ 平成 26 年 6 月 3 日 国土強靭化 HP
http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/kk-honbun-h240603.pdf
3) 国土強靭化アクションプラン 2014 の概要(平成 26 年 6 月 3 日国土強靭化推進本部決定) 国土強靭化 HP
http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/kkap-gaiyou-h240603.pdf
4) 国土強靭化アクションプラン 2014 平成 26 年 6 月 3 日国土強靭化推進本部 国土強靭化 HP
http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/kkap-honbun-h240603.pdf
5) 国土強靭化地域計画策定ガイドラインの概要 国土強靭化 HP
http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/tiiki-gl-gaiyou-h2606.pdf
6) 国土強靭化地域計画策定ガイドライン 「強靭な地域」をつくるために 2014 年 6 月 3 日 内閣官房国土強靭化推進室 国土強靭化 HP
http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/tiiki-gl-h2606.pdf
7) 大規模自然災害等に対する脆弱性の評価の結果 平成 26 年 4 月 国土強靭化推進本部 国土強靭化 HP
http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/hyouka-h2604.pdf
8) 大規模自然災害等に対する脆弱性の評価の指針の概要 国土強靭化 HP
http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/hyouka-gaiyou-h2512.pdf
9) 大規模自然災害等に対する脆弱性の評価の指針 平成 25 年 12 月 17 日 国土強靭化推進本部決定 国土強靭化 HP

http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/hyouka-honbun-h2512.pdf
10) 平成 26 年度　総務省による地域情報通信振興関連施策集　地域とともにあゆむ総合通信局・沖縄総合通信事務所　総務省 HP
http://www.soumu.go.jp/main_content/000281399.pdf
11) ナショナル・レジリエンス(防災・減災)懇談会　WG1(情報通信)とりまとめ
http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/resilience/dai7/02siryo2-1.pdf

2.3　地下空間における情報通信基盤の災害事例

情報通信基盤が被災する原因として、主なものは火災と地震に大別される。以下、火災を原因とする事例として、1984 年の「世田谷電話局通信ケーブル火災」、地震を原因とする事例として、1995 年の「阪神・淡路大震災」と 2011 年の「東日本大震災」について、現在までに発表されている文献および資料をもとに、取りまとめを行った。

また、米国ではハリケーンによる地下空間の災害事例が報告されており、最近の事例として 2011～2012 年に襲来した「サンディ」と「アイリーン」について述べる。

2.3.1　世田谷電話局通信ケーブル火災(1984)

1)　概要

1984 年 11 月 16 日（金）午前 11 時 47 分頃、東京都世田谷区太子堂 4-3-4 世田谷電話局（当時）前とう道内にて、電話通信ケーブル火災が発生した。とう道内の 200m 以上にわたって全ケーブルが損傷し、世田谷局引き込み全ケーブル（加入 61 条、中継 43 条）のほか、周辺 4 局の中継回線の約 60%に相当する 4 ケーブルを使用不能にした。火災の勢いは強く、マンホールからは黒煙が吹き上げ、一時は世田谷局一階の試験室にまで火の手が回ったものの、懸命の消防活動の結果、出火から約 17 時間後の翌 17 日午前 4 時 37 分頃鎮火した。



写真 2.3.1-1　世田谷電話局通信ケーブル火災の状況

出典：世田谷局ケーブル火災（昭和 59 年 11 月）　東日本電信電話㈱

世田谷電話局通信ケーブル火災設備被害の概要を以下に示す。

表 2.3.1-1　世田谷電話局通信ケーブル火災設備被害の概要

項目	設備	被害状況
ケーブル	加入 61 条中継 43 条 延長 14.6km	全数焼損
局内 建物等	交換機	なし（2F 交換室に煙が充満したが正常動作を確認）
	MDF（主配線盤）	10V（バーチカル）焼損　被災率 3%
	マンホール	モルタルはく離、コンクリート焼損
とう道	とう道本体および 付帯施設	壁面コンクリート はく離 225m、金物焼損 128m、電気設備 310m

出典：1984 年世田谷局洞道内通信ケーブル火災事故の社会的影響　中林一樹ほか
および　情報社会基盤としての地下空間の防災　下河内隆文ほか　をもとに加筆作成

2)　発生原因

東日本電信電話㈱の公表資料によると、世田谷局前のとう道内作業中に、バーナーの火がケーブルに引火し、火災が発生したとされている。

3)　影響

本災害により、世田谷局加入電話 88,817 回線（公共機関、病院、国会議員などの重要加入 355 回線を含む）、公衆電話 1,377 回線、銀行の計算センターを含む専用線・特定通信回線 2,756 回線、データ通信設備サービス用回線 74 回線、電報中継回線等 234 回線、および局間中継線世田谷局 10,000 回線、周辺 4 局 6,100 回線が途絶した。その結果、世田谷局内約 90,000 台の電話が全面不通になるとともに、中継回線の損傷により、周辺局管内の電話も部分的または一時的にかかりにくい状態になった。

また、世田谷区内の郵便局 48 局と一部銀行の全国 293 店などを中心にオンラインシステムが停止した。特に銀行 1 行については、オンラインシステムのデータを不通区域内に立地していた計算センターで集中処理していたため、全国 248 店に影響が及んだ。

また、本災害の間接的な損害額として、データ通信ユーザの損害額が約 45 億円、一般事業所の損害額が約 86 億円、総額約 131 億円と試算されているとの記述がある。

表 2.3.1-2　世田谷電話局通信ケーブル火災により生じた影響の概要

項目		故障数	影響
加入電話		88,817	通話不能
公衆電話		1,377	
専用線等	専用線・特定通信回線（銀行の計算センタ含む）	2,756	金融機関などを中心にオンラインシステム停止
	加入電信回線・電報中継回線	234	
	データ通信設備サービス用回線	74	
局間中継線	世田谷局	10,000	世田谷局は全面通話不能となるとともに、周辺 4 局も局間中継線の約 6 割が焼損したため電話がかかりにくい状態となった
	周辺 4 局	6,100	

出典：1984 年世田谷局洞道内通信ケーブル火災事故の社会的影響　中林一樹ほか（一部抜粋・加筆）

4)　復旧までの対応

日本電信電話公社(当時)は、本災害発生直後の 16 日午後 0 時 30 分過ぎに世田谷局、港地区管理部、東京通信局および本社に各々対策本部を設置し、応急措置を開始した。延焼中の 16 日午後 1 時頃には、とう道の使用不能、交換機の機能停止、MDF（主配線盤）や局内成端ケーブルの焼失などの最悪の事態が発生した場合を想定し、復旧は 1 か月後との予想を公表した。その後、被害の状況について、交換機や電力設備が正常に動作すること、とう道がそのまま使用できることなどが判明し、当初の復旧予定は大幅に短縮され、火災発生から 8 日後の 24 日に、全回線が復旧した。

本災害発生に伴う電話利用者への応急措置として、まず、一般加入電話に対して 16 日夕刻から特設災害用公衆電話（仮設電話）を 48 回線設置した。同日夜半までに 120 回線、翌 17 日中に 483 回線に増設し、22 日までに不通区域を中心に通話しにくくなった周辺地域を含めた 799 回線を供用した。

また、重要加入者には周辺局からのケーブル臨時仮設や、仮設電話、自動車電話、衛星電話などの設置により優先的に対応し、16 日夕刻には区役所や国立小児病院等への臨時回線敷設、同日夜には国会議員宅 15 回線の電話仮設、翌 17 日早朝には約 50%の 172 回線、同日午後には約 80%の 285 回線が回復し、21 日までに全 355 回線を応急復旧した。

金融機関のオンラインシステムなどの専用線についても、優先して復旧を図った。17 日中に 2 行 42 店復旧、18 日午後に 150 店復旧、19 日に 228 店復旧の後、24 日までに全店復旧した。郵便局は、17 日中に 28 局が復旧し、20 日には全 48 局が復旧した。

周辺局管内における電話のかかりにくい状態は、中継線の焼損によるものであり、中継線の迂回ルートへの切替や、可搬無線機での中継による応急措置を図り、23 日には平常状態に回復した。

焼失したケーブルの仮復旧工事は、まず地上ルートとして 17 日夕刻から 3 ルートの敷設に着手し、これと平行してとう道内における火災によって発生した残骸の撤去後の 19 日深夜より、2 ルートの敷設に着手した。一般加入電話および公衆電話は、20 日より回復をはじめ、最終的な全面復旧は 24 日となった。

以上の応急措置および仮復旧工事に携わった人員は、16 日から 24 日まで延べ 22,800 人に達した。

地下空間におけるケーブル火災の代表例としては、1975 年に発生したニューヨーク電話局地下溝火災があげられる。この火災では、地下溝からの出火がケーブルを伝わって局内に延焼し、最終的には局庁舎が全焼した。不通電話回線は 10 万回線を超え、仮復旧に 23 日、完全復旧には約 6 か月を要した。

本災害については、交換機や電力設備が正常に動作し、とう道自体は継続使用可能と判断されたため、ニューヨークの火災と比較して短い期間で復旧が完了した。

表 2.3.1-3　類似ケーブル火災による被害と復旧状況の比較

		ニューヨーク電話局地下溝火災	世田谷局とう道内火災
火災発生年月日		1975.2.27 深夜	1984.11.16 午前 11 時 47 分頃
仮復旧年月日		1975.3.21 深夜	1984.11.24 午前 4 時 37 分頃
仮復旧までの日数		23 日	9 日
加入者数		約 104,000	88,817
被害状況	局引込ケーブル	320 条中 210 条焼失	104 条完全焼失
	MDF	完全焼失	微小被害(被災率約 3%)
	交換機	約 1/3 焼失	被害なし
	電力設備	地下設備焼失,7 階設備被害なし	被害なし

出典：1984 年世田谷局洞道内通信ケーブル火災事故の社会的影響　中林一樹ほか（一部抜粋・加筆）

5)　対策

本災害を受けて、日本電信電話公社および事業を承継した日本電信電話㈱は、ケーブルの不燃化もしくは難燃化、ファイアタイトカバの取付、ケーブルの外被の接続部を火を使う鉛工法から、火を使わないメカニカルクロージャなどに変更するなどの出火防止対策、防火壁の設置など延焼防止対策、さらに、とう道管理システムの導入など、とう道内の作業管理の強化を行った。本災害発生前後を比較した、とう道内の原寸大再現模型は、NTT 技術史料館で見ることができる。

また、本災害を契機に、回線の 2 ルート化対策として「異経路による特定通信回線等の設置」に関して制度化が行われるとともに、とう道の管理・防火対策、予備設備の配備の重要さが更に認識され、1984 年に施行された電気通信事業法の関連規則においても、これらに関する規定が盛り込まれた。このほか、ケーブルの難燃化対策、災害発生時の損害賠償のあり方、保険制度の導入等が検討されたことが、昭和 60 年版通信白書に記載されている。



写真 2.3.1-2　世田谷電話局通信ケーブル火災前後のとう道内再現模型

出典：展示情報・史料　とう道－世田谷火災の前と後　NTT 技術史料館

6)　まとめ

本災害は､地下空間における火災発生に伴う代表的な事例である｡地下空間の火災は、懸命な消火活動にも関わらず鎮火に約 17 時間を要する結果となった。通話不能となった回線は 9 万回線近くに達し、仮復旧には約 9 日を要した。交換機や電力設備が正常に動作し、とう道が使用できたため、比較的早期に仮復旧が完了したが、仮にとう道が使用不能になるなど、火災による被害がより大きければ、復旧までの期間が長期化する可能性もあり、重要な教訓と課題をもたらした災害であるといえる。

今後の対策として、ケーブルなどの材料の不燃・難燃化や、火を使わない接続工事の工法、情報通信回線の複数化や、予備設備の設置を推進する必要があると考える。

2.3.2　阪神・淡路大震災(1995)

1)　概要

1995 年 1 月 17 日（火）午前 5 時 46 分、淡路島北部（北緯 34 度 36 分、東経 135 度 02 分）の深さ 16km を震源とするマグニチュード 7.3 の「平成 7 年（1995 年）兵庫県南部地震」が発生した。この地震の発生直後、気象庁が地震機動観測班を派遣して現地調査を実施した結果、兵庫県神戸市、芦屋市、西宮市、宝塚市、北淡町、一宮町および津名町の一部で震度 7 と判定された。

この地震により、死者・行方不明合計 6,437 人、負傷者 43,792 人に達する甚大な人的被害がもたらされた。また、建物損壊が約 68 万棟、火災による焼損は 7,574 棟、床面積約 83 万 m^2 に達した。このほか、道路、港湾、鉄道などの交通基盤施設や水道、下水、電気、ガスなどのライフライン施設、農業用施設、河川・海岸保全施設などに甚大な被害が発生した。

政府は、1 月 17 日午前 10 時過ぎに「平成 7 年（1995 年）兵庫県南部地震非常災害対策本部」を災害救助基本法に基づき設置し、この地震によって発生した「阪神・淡路大震災」を、同年 1 月 25 日に激甚災害に指定した。本災害による被害額の概算は、国土庁および兵庫県によって約 9 兆 6 千億円から約 9 兆 9 千億円と推計されている。





写真 2.3.2-1　阪神・淡路大震災の状況

出典：阪神・淡路大震災「1.17 の記録」　神戸市ウェブサイト　http://kobe117shinsai.jp/

表 2.3.2-1　阪神・淡路大震災における被害額の概算

項　目		被　害　額	
		国土庁（1995 年 2 月）	兵庫県（1995 年 4 月）
建築物等（住宅・宅地、店舗・事務所・工場、機械等）		約 6 兆 3 千億円	約 5 兆 8 千億円
交通基盤施設（道路、港湾、鉄道）		約 2 兆 2 千億円	約 2 兆 2 千億円
ライフライン施設（電気、ガス、水道、下水、通信・放送等）		約　　6 千億円	約　　6 千億円
その他	農林水産	約　　5 千億円	約　　1 千億円
	その他		約 1 兆 2 千億円
総　計		約 9 兆 6 千億円	約 9 兆 9 千億円

出典：阪神・淡路復興対策本部事務局：阪神・淡路大震災復興誌　総理府　および
阪神・淡路大震災の復旧・復興の状況について（平成 26 年 1 月版）　兵庫県　をもとに加筆作成

2)　地下空間における情報通信基盤の被災状況

(1)　日本電信電話㈱

日本電信電話㈱における地下情報通信基盤被害の概要を以下に示す。



写真 2.3.2-2　阪神・淡路大震災における地下情報通信基盤の被災状況

出典：【危機管理論】危機管理の実務を知る　東田光裕

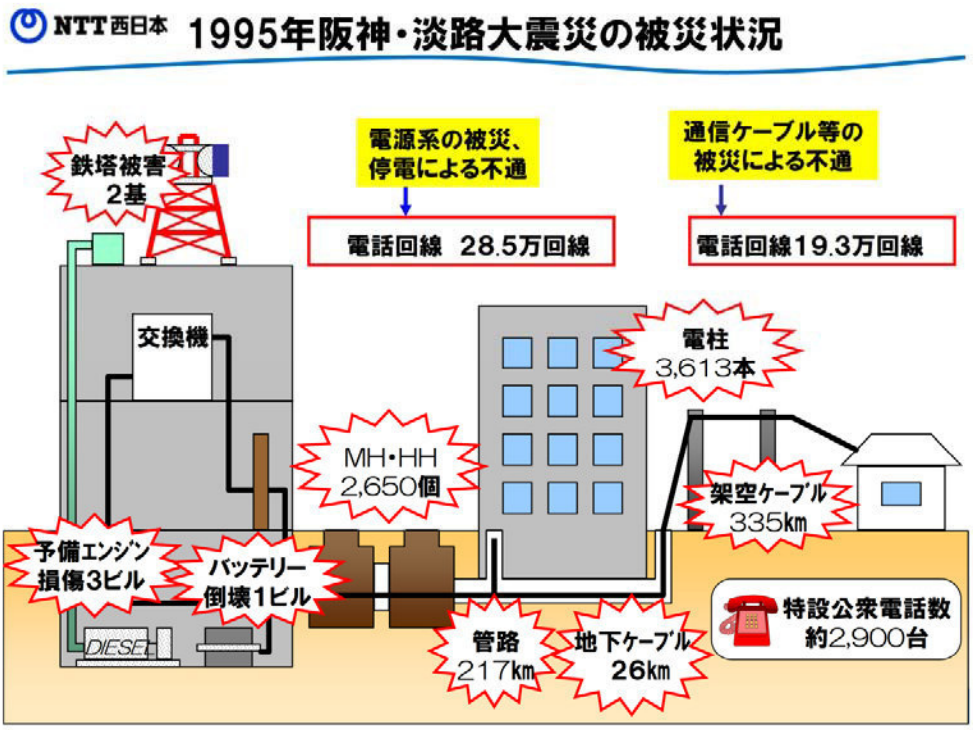


図 2.3.2-1　阪神・淡路大震災における情報通信基盤の被災状況

出典：【危機管理論】危機管理の実務を知る　東田光裕

表 2.3.2-2　阪神・淡路大震災における情報通信基盤被害の概要

設　備	被災状況 （箇所・被災率%）	備　考
とう道	7 箇所	本体クラック、目地ジョイントのずれなど
管　路	217km（5.9%）	ねずみ鋳鉄管、印ろう継手の被害が大きい
マンホール	約 2,650 個（10.0%）	
地下ケーブル	26km（0.23%）	被災率：張替えのケーブル率
予備エンジン損傷	3 ビル	地下室
バッテリ倒壊	1 ビル	
電柱	3613 本（1.5%）	
架空ケーブル	335km（1.7%）	被災率：張替えのケーブル率
損傷回線	約 19 万 3 千回線 （4.7%）	家屋の倒壊、ケーブルの焼失等によるもの
建物被害	3 ビル	
鉄塔被害	2 基	

（注）太線で囲まれた部分は、地下設備の被害である。

出典：上下水道・電気・ガス、情報通信基盤施設の整備に向けた取り組み　高田至郎
および　【危機管理論】危機管理の実務を知る　東田光裕　をもとに加筆作成

神戸市中央区から長田区にかけての各営業所間を接続するとう道は、開削工法によって作られた矩形とう道（平均土被り 3m）と、シールド工法で作られた円形とう道から構成されている。シールド工法のとう道には被害はなく、矩形とう道の特殊断面部およびその近辺のジョイント部あるいは側壁部などが被害を受けたが、とう道におけるケーブルへの被害はまったくなかった。

地下鉄大開駅の駅舎部分が破壊された近傍にある上沢通りのとう道では、エキスパンションジョイントが水平方向に 4cm、鉛直方向に 13cm ずれて、周辺の液状化砂が流入している。

被災地域に埋設されている約 3,700km の地中管では、5.9%に損傷が生じた。被害の主な内容は、管路のマンホール内への押出し、マンホール管の折損などである。管路、マンホールや地下ケーブルといった地下設備では、管路の折損・離脱、マンホールのダクトの損傷により、地下ケーブルに損傷が発生した。地下ケーブルは、架空ケーブルに比べ、サービス中断に至る被害は少ない。管路、マンホールの被害は液状化地域ほど大きく、管路については古い規格ほど被害が大きい。管種別では、ジュート巻き銅管、ねずみ鋳鉄管の被害率が高くなっている。

継手の種類については、1960～1970 年代に敷設された、印ろう継手やねじ継手での破損割合が高い。ダクトスリーブや離脱防止継手を適用した現行仕様設備の被災は少なく、その耐震性が証明された。マンホールの被災は、地表面にある蓋および首部の被災が多い。地中と地表面との変位量の違いに起因するとともに、首部は本体と剛結せず、リングブロックを積み重ねて、接着剤で接合していることによる。ケーブルの全断などの大きな被害は、地中部では生じていない。

(2) 共同溝

神戸第 1 共同溝（国道 2 号地下）では、躯体自体に大きな被害はなく、一部にクラック、欠損が生じた程度であった。クラックはハンチ部、勾配部等に比較的多く見られた、共同溝の出入口、換気口等の損傷はほとんどなかった。標準断面における被害は非常に小さかったが、ほかの地下埋設物件を避けるために平面・断面に形状変化がある部分にクラック等が発生した。新港第 4 突堤ポートターミナル共同溝・第 2 共同溝でも構造体に大きな被害はなかった。

また、(社) 建設コンサルタンツ協会が神戸市で行った現地調査によれば、共同溝の直上部の地表面は、出入口付近で若干沈下があるものの、大規模な変形は生じていない。また、出入口部の損傷もない。この共同溝は、2 種地盤の比較的良好な地盤に設置されているため、大規模な変形が生じなかったと考えられる。共同溝上面の沈下は、ブロック舗装であり十分な転圧がなされていないため、土砂が移動したものと思われる。

共同溝内部では、ハンチと側壁中央で縦断方向にせん断クラックが生じている箇所と、特殊部の立ち上がり壁で斜め方向にせん断クラックが生じている箇所が存在する。縦断方向にせん断クラックが生じている箇所は、断面方向に過大な水平力が作用したことを示している。また、特殊部の立ち上がり壁で斜め方向のせん断クラックは、鉛

直方向に大きな荷重が作用したものと推測できる。これは、共同溝が鉛直方向上下に振動したものと考えられる。全体的に共同溝の損傷程度は軽微であり、耐震性には優れているものと考えられる。



写真－6.10　神戸市海岸通り七丁目付近
共同溝出入口部構造物の損傷なし



写真－6.11　神戸市海岸通り
七丁目付近

共同溝側壁
水平方向にクラックが発生



写真－6.12　神戸市海岸通り
七丁目付近

共同溝特殊部立ち上り壁斜方向に
クラックが発生

写真 2.3.2-3　阪神・淡路大震災における共同溝の被災状況

出典：阪神・淡路大震災　被害調査報告書　（社）建設コンサルタンツ協会

3)　影響

日本電信電話㈱では、地震発生直後の電源障害など（自家発電エンジンの固定ボルトが緩んだことによる動力の発電機への伝達不能、排気管の継手が外れたことによる建屋内への排ガス蔓延、冷却水供給不能、燃料枯渇など）により、8 箇所の交換設備に障害が発生したため、約 28 万 5 千の加入電話が途絶した。また、家屋の倒壊、ケーブルの焼失等により、神戸市や西宮市などにおいて、約 19 万 3 千の加入電話が途絶した。これらの回線不通による被害額は、約 300 億円と推計されている。

地震発生当日は、全国から神戸方面に対して、通常ピーク時の 50 倍程度の通話が集中し、著しく電話がつながりにくい輻輳状況となり、その後も電話のかかりにくい状況が 21 日まで続いた。また、電報は配達ができないため、受付を規制した。

4)　復旧までの対応

日本電信電話㈱は、地震発生直後の 1 月 17 日午前 8 時 30 分に災害復旧本部員を召集、すぐに 150 名からなる応急処理班を編成した。まず通信ケーブルや電柱などの所外設備について、被災設備の状態の確認と、使用不可能となった電線の撤去作業を行った。続いてサービスの回復に焦点をあてた応急復旧作業に取り組んだ。道路の復旧作業や、倒壊した建物の撤去作業によって、ケーブル切断が増加したこともあったが、1 月 31 日には、家屋の倒壊などによって復旧不可能な約 3 万 8 千回線を除き、全域を復旧した。応急復旧のために、関西の約 3 千人に加え、全国から約 4 千人を 1 月末まで毎日平均的に投入した。

復旧資材の調達については、地震発生後 1 週間以内に、ケーブル 100km 以上、引込線 600km 以上、電柱 600 本以上を現地に輸送した。寸断された道路および渋滞のため、物資の輸送は困難をきたし、海底ケーブル敷設船およびヘリコプターを活用した。



写真 2.3.2-4　阪神・淡路大震災における日本電信電話㈱の復旧作業状況

出典：【危機管理論】危機管理の実務を知る　東田光裕

5) 対策

本災害を受けて、西日本電信電話㈱兵庫支店が 2003 年までに取り組んだ主な地下空間における耐震化対策は、次のとおりである。

・中口径管路：0.4km（1994）→36.7km（2003）

・電線共同溝：61km（1994）→270km（2003）

・フレキシブル配管・プラスチックドレン工法の液状化対策地域への採用

本災害では、耐震性に優れた新しい仕様の設備は、比較的被害が少なく済んだ。しかし、新たに取り組んでいかなければならない、いくつかの課題が明らかになった。

建物と周辺地盤の段差により、開削とう道、ビル引き込み管路設備は何らかの影響を受けており、特に影響の大きかった液状化地域においては、ビル引き込み部分へのフレキシブル配管、マンホールへのプラスチックドレン工法を採用するとともに、従来のモルタルに変えてスチールファイバコンクリートを用いた、マンホールダクト部のはく離防止などの液状化対策を実施している。

また、本災害を契機として、被災地エリアの基盤設備構成を全面的に見直し、重要な幹線ルートにおいては、信頼性の高い中口径管路方式を採用し、基盤設備の耐震性向上も合わせて行うとともに、電線類の地中化を推進した。

政府は、地中化された通信ケーブルは災害に強く、電気通信システムの信頼性向上のために極めて有効なことから､地中化を促進するため地中化設備(地中化したケーブル、管路等）について税制上の支援を講じた。また、電気、電話、ガス、水道等のライフラインの安全性･信頼性の向上を図るため､一般国道 2 号神戸共同溝(全体計画延長約 7km)等、ライフライン協同収容施設としての共同溝、電線共同溝の整備を実施した。

6) まとめ

日本国内は、歴史的にも度重なる地震災害を受けているが、阪神・淡路大震災は、都市直下型の地震として、極めて甚大な被害を及ぼしたものである。

地上部の情報通信基盤の被害は特に甚大であったが、比較的地下の設備の被害は軽微であり、共同溝にも機能を失うような被害は見られなかった。

この震災により、地中化された通信ケーブルは災害に強く、電気通信システムの信頼性向上に極めて有効であり、中口径管路や電線共同溝の設置など、更なる耐震化対策が推進され、後述する東日本大震災においても、上記の結果を裏付けるデータが得られていると考える。

2.3.3 東日本大震災(2011)

1) 概要

2011 年 3 月 11 日（金）午後 2 時 46 分、三陸沖（北緯 38.1 度、東経 142.9 度、牡鹿半島の東南東 130km 付近)の深さ 24km を震源とするモーメントマグニチュード Mw9.0 の「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」が発生した。この地震により、宮城県北部で震度 7、岩手県沿岸北部から千葉県北西部の広い範囲で、震度 6 弱以上の強い揺れが観測された。

この地震の発生直後の午後 2 時 49 分、気象庁は津波警報（大津波）を発表し、福島県相馬の波高 9.3m 以上を最高に、北海道から千葉県までの太平洋側の広い範囲で 3m 以上の津波が観測された。

この巨大地震と津波によって発生した「東日本大震災」により、死者・行方不明合計 18,490 人、負傷者 6,152 人に達する甚大な人的被害がもたらされたほか、震災発生から 3 年 6 ヶ月が経過した 2014 年 9 月現在も、約 24 万 5 千人が全国各地に避難中である。また、建物損壊は約 115 万棟に達した。このほか、道路、港湾、鉄道などの交通基盤施設や水道、下水、電気、ガスなどのライフライン施設、農業用施設、河川・海岸保全施設などに甚大な被害が発生した。

政府は、3 月 11 日午後 2 時 50 分に官邸対策室を設置、緊急参集チームを召集した。午後 3 時 14 分に「緊急災害対策本部」を設置し、翌 12 日に全国を対象とする激甚災害に指定した。本災害による被害額の概算は、内閣府によって約 16 兆 9 千億円と推計されている。

表 2.3.3-1 東日本大震災における被害額の推計（平成 23 年 6 月 24 日発表）

項　目	被害額
建築物等 （住宅・宅地、店舗・事務所、工場、機械等）	約 10 兆 4 千億円
ライフライン施設 （水道、ガス、電気、通信・放送施設）	約 1 兆 3 千億円
社会基盤施設 （河川、道路、港湾、下水道、空港等）	約 2 兆 2 千億円
農林水産関係 （農地・農業用施設、林野、水産関係施設等）	約 1 兆 9 千億円
その他（文教施設、保健医療・福祉関係施設、廃棄物処理施設、その他公共施設等）	約 1 兆 1 千億円
総　計	約 16 兆 9 千億円

（注）各県および関係府省からのストック（建築物、ライフライン施設、社会基盤施設等）の被害額に関する提供情報に基づき、内閣府(防災担当)において取りまとめたものである。今後、被害の詳細が判明するに伴い、変動があり得る。また、四捨五入のため合計が一致しないことがある。

出典：東日本大震災における被害額の推計について　内閣府

2) 地下空間における情報通信基盤の被災状況

(1)NTT グループ

NTT グループにおける東日本大震災の被災状況については、NTT アクセスサービスシステム研究所による詳細な分析と考察が含まれた報告がなされており、以下に引用する。

東日本大震災により、NTT グループの情報通信基盤が被災したエリアは、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、千葉県、東京都の 1 都 5 県と、広域に及んだ。特に、岩手県、宮城県、福島県、茨城県については、津波や地震動による被害が顕著であった。また、茨城県の利根川流域、千葉県および東京都の海岸埋立地などについては、液状化による被害が目立っている。

管路、マンホール、中口径管路など、目視点検できない地下設備の被災調査は、まず、踏査により路面の変状を確認し、変状が見られる箇所を対象に、導通性を確認する目的でマンドレル点検を実施し、異常が確認された場合は、TV カメラによる内部調査を行い、被災状況を確認する方法で行われた。とう道、橋梁添架管路については、作業員の目視点検により確認が行われた。その結果、中口径管路については、確認できる被害はなかった。また、とう道については、数カ所でコンクリートの一部はく離などが確認されたものの、構造物としての機能を失うような大きな被害はなかった。

なお、NTT グループにおける情報通信基盤の被災状況については、立ち入り禁止区域があるなどの理由により、一部地域を除くものの、点検可能な地域についての点検は実施済みであり、この点検結果に基づき、以下の分析が行われている。分析は、被災要因ごとに集計することとし、

① 津波エリアにおける被災
② 液状化エリアにおける被災
③ その他エリアにおける被災

の 3 分類とした。ここで、設備数とは、点検を実施した通信用ビルにおける全設備数とし、地下設備における点検数とは、路面変状が確認され実際に点検を行った設備数である。地上設備に関しては、全設備の点検を実施している。被災数とは、点検を行い、被災が確認された設備数である。また、管路の単位はマンホール間の亘長で示している。

津波エリアにおける被災については、国土地理院による「2 万 5 千分の 1 浸水範囲概況図」に示された浸水エリアに存在する設備を対象とし、液状化エリアにおける被災については、国土交通省関東地方整備局・公益財団法人地盤工学会による「東北地方太平洋沖地震による関東地方の地盤液状化現象の実態解明　報告書（平成 23 年 8 月）」に示された液状化エリアに存在する設備を対象とした。津波エリア、液状化エリアを除いた残りの全てのエリアを、その他エリアと定義している。

(a)津波エリアにおける被災

地下空間における津波による被災としては、洗掘によるマンホールや管路の流出、折損した事例が多く確認されている。洗掘の痕跡は見られないが、何らかの理由によりマンホール鉄蓋が外れ、マンホール内部に土砂や漂流物などが流入している事例も一部で確認されている。

また、津波が引いた後、地表面に変化が見られない箇所でも被災が確認されている。この要因は、地震動による被災と想定されることから、被災数については、津波によるものと地震動によるものとに分けて集計されている。なお、福島県の立ち入り禁止区域などについては、現時点では調査は行われていない。

表 2.3.3-2　東日本大震災における NTT グループの情報通信基盤被災状況（津波エリア）

対象設備		被災県	設備数	点検数	津波による被災数（被災率）	地震動による被災数（被災率）	被災率
地下設備	管路（km）	岩手	82	29	2.6(3.1%)	1.9(2.4%)	5.5%
		宮城	280	36	2.5(0.87%)	5.3(1.9%)	2.7%
		福島	33	3.5	0(0%)	0.61(1.9%)	1.9%
		茨城	37	2.4	0(0%)	0.79(2.1%)	2.1%
		計	430	70	5.0(1.2%)	8.6(2.0%)	3.1%
	マンホール（個）	岩手	560	220	4(0.72%)	24(4.3%)	5.0%
		宮城	1,800	230	10(0.55%)	31(1.7%)	2.3%
		福島	190	39	0(0%)	5(2.7%)	2.7%
		茨城	230	26	0(0%)	3(1.3%)	1.3%
		計	2,800	510	14(0.50%)	63(2.3%)	2.8%
地上設備	橋梁添架管路（箇所）	岩手	78	78	19(24%)	6(7.7%)	32%
		宮城	110	110	37(33%)	13(12%)	45%
		福島	21	21	8(38%)	0(0%)	38%
		茨城	15	15	0(0%)	2(13%)	13%
		計	230	230	64(28%)	21(9.3%)	38%
	電柱（本）	岩手	12,500	12,500	7,500(60%)	0(0%)	60%
		宮城	39,200	39,200	16,200(41%)	0(0%)	41%
		福島	11,300	11,300	4,300(38%)	0(0%)	38%
		計	63,000	63,000	28,000(44%)	0(0%)	44%

（注）太線で囲まれた部分は、地下設備の被害である。

出典：東日本大震災における電気通信土木設備の被害状況に関する考察　山崎泰司ほか



(a)洗掘された管路、マンホール

写真 2.3.3-1　津波による地下設備の代表的な被災事例

出典：東日本大震災における電気通信土木設備の被害状況に関する考察　山崎泰司ほか（一部抜粋）

津波による被災事象としては、地下設備である管路、マンホールでは、洗掘に伴う流出、露出、折損、離脱がほとんどであり、津波エリアにおける被災率としては3%程度であるが、地震動による被災を除けば、津波そのものによる被災率は 1%程度であった。一方、地上設備の橋梁添架管路では、津波による流出や折損のほかに、漂流物による損傷などの被災が確認され、電柱とともに被災率は 40%前後である。全体的な傾向として、津波エリアにおいては、地上設備に比べ地下設備の被災率が1桁以上低いことが確認された。

(b)液状化エリアにおける被災

茨城県、千葉県を対象に液状化現象が確認されている地下設備の被災状況を以下に示す。

表 2.3.3-3　東日本大震災における NTT グループの情報通信基盤被災状況（液状化エリア）

対象設備	被災県	設備数	点検数	被災数	被災率
管路 (km)	茨城	16	4.8	1.2	7.9%
	千葉	190	32	6.6	3.5%
	東京	20	4	0.3	1.4%
	計	230	41	8.1	3.6%
マンホール等 （個）	茨城	72	33	15	21%
	千葉	920	360	140	15%
	東京	390	250	110	28%
	計	1,400	640	260	19%

出典：東日本大震災における電気通信土木設備の被害状況に関する考察　山崎泰司ほか



(a)管路内へ土砂流入　(b)マンホールの首部ずれ　(c)マンホールのダクト部損傷

写真 2.3.3-2　液状化による地下設備の代表的な被災事例

出典：東日本大震災における電気通信土木設備の被害状況に関する考察　山崎泰司ほか

液状化による管路の被災事象としては、継手の折損、離脱、土砂流入がほとんどであり、被災率は 4%程度であった。マンホールの被災事象としては、首部ずれ、ダクトロはく離、管路突き出し、側壁ひび割れが確認されているが、本体強度を失うような被災は確認されていない。液状化エリアの計測震度は、東北に比べて低いものの、被災率は高くなっている。既往資料として、計測深度の大小よりも、液状化現象の有無が被災率に影響を与えることが報告されており、本震災の被災状況からも、同様の傾向が確認された。

(c)その他エリアにおける被災

津波エリアおよび液状化エリアを除くその他エリアにおいて、岩手県、宮城県、福島県、茨城県における地震動および路面変状による設備の被災状況は、以下のとおりである。ここで、路面変状とは、道路橋の橋台背面における盛土沈下による段差、地下構造物周辺地盤の不等沈下、また、盛土で構成された道路の崩壊による孕み出しや、土砂崩れに伴う道路の崩壊などを指す。



(a)管路の離脱

写真 2.3.3-3　地震動および地盤変状による地下設備の代表的な被災事例

出典：東日本大震災における電気通信土木設備の被害状況に関する考察　山崎泰司ほか（一部抜粋）

表 2.3.3-4　東日本大震災における NTT グループの情報通信基盤被災状況（その他エリア）

対象設備		被災県	設備数	点検数	被災数	被災率
地下設備	管路(km)	岩手	310	65	3.8	1.2%
		宮城	1,400	68	10	0.7%
		福島	1,300	68	8.5	0.7%
		茨城	2,100	77	19	0.9%
		計	5,100	280	41	0.8%
	マンホール（個）	岩手	1,800	430	24	1.3%
		宮城	8,800	490	77	0.9%
		福島	7,900	900	140	1.8%
		茨城	12,000	740	110	1.0%
		計	30,000	2,600	360	1.2%
地上設備	橋梁添架管路（箇所）	岩手	730	730	26	3.6%
		宮城	660	660	110	17%
		福島	800	800	76	9.5%
		茨城	660	660	180	27%
		計	2,800	2,800	390	14%

（注）太線で囲まれた部分は、地下設備の被害である。

出典：東日本大震災における電気通信土木設備の被害状況に関する考察　山崎泰司ほか

管路の被災事象としては、継手の離脱、折損がほとんどであり、被災率は 1%程度であった。マンホールの被災事象としては、ダクトロはく離、管路突き出し、側壁ひび割れが確認されているが、液状化エリアで多く見られた首部ずれは少なく、本体強度を失うような被災も確認されていない。被災率は 1%程度であった。一方、橋梁添架管路の被災事象としては、継手離脱、折損、管本体の座屈、橋台パラペット部の損傷がほとんどであり、被災率は 14%程度と地下設備に比べて高い。なお、地下設備に関して、津波エリアにおける地震動による被災率と比較すると、その他エリアの被災率のほうが低い傾向にある。これは津波エリアが震源に近いことや、沿岸部は比較的軟弱な地盤であったことが要因としてあげられている。一方、地上設備である橋梁添架管路に関しては、同様の傾向が見られていない（補足：茨城県では津波エリアに比べてその他エリアのほうが被災率が高い)。

(d)通信ケーブルの被害状況

津波エリアにおけるケーブル被害は､架空ケーブルと地下ケーブルに大別される。架空ケーブルは、電柱の折損・流出に伴い、ケーブルそのものが切断、流出している。また、地下ケーブルにおいては、地上の橋梁添架管路設備の折損、流出や、洗掘によるマンホールや管路の折損・流出に伴い、損傷・流出している。以下に、津波エリアにおける地下ケーブルと架空ケーブルの被災状況を示す。

表 2.3.3-5　津波エリアにおける架空ケーブルと地下ケーブルの被災状況

被災県	架空ケーブル(km)			地下ケーブル(km) ※橋梁添架区間を含む		
	設備数	被災数	被災率	設備数	被災数	被災率
岩手	1,300	800	63%	450	20	4.3%
宮城	3,700	1,600	42%	800	24	2.9%
福島	900	300	34%	100	13	14%
計	5,900	2,700	46%	1,350	57	4.2%

（注）太線で囲まれた部分は、地下設備の被害である。

出典:東日本大震災における電気通信土木設備の被害状況に関する考察　山崎泰司ほか(一部加筆)

管路および橋梁添架管路に収容されている地下ケーブルは、電柱に添架されている架空ケーブルと比較して、被災率が約 1/10 と低くなっている。

(e)阪神・淡路大震災との比較

直下型地震であった阪神・淡路大震災と比較して、東日本大震災では、震源が海洋であり、地震動として阪神・淡路大震災ほどではないが、広範囲で影響を受けた。このため、比較にあたっては、東日本大震災の調査データから震度 6 弱以上かつ計測震度増分が 0.8 以上の通信用ビルと液状化エリアを対象に調査データを抽出し、被災率が算出された。抽出された設備数は、管路設備 600km、マンホール設備 3,600 個程度となり、設備数全体の約 1 割前後が対象となる。一方、橋梁添架設備は 75 箇所程度で、設備数全体の 3%程度が対象となった。

表 2.3.3-6　東日本大震災と阪神・淡路大震災の被災率の比較

対象設備	東日本大震災		阪神・淡路大震災	
	被災数	被災率	被災数	被災率
管路(km)	12	2.0%	24	5.9%
マンホール(個)	176	4.9%	2,650	10%
橋梁添架管路(箇所)	21	28%	72	28%

（注）太線で囲まれた部分は、地下設備の被害である。

出典：東日本大震災における電気通信土木設備の被害状況に関する考察　山崎泰司ほか（一部加筆）

阪神・淡路大震災と比べ、地下設備である管路、マンホールについては、東日本大震災での被災数、被災率ともに低い値を示している。この原因として、地震特性の違いがあげられる。直下型地震であった阪神・淡路大震災では、影響を受けたエリアにおける速度振幅値が非常に大きい値であったことなどが、被災率の違いに現れたものと考えられる。また、東日本大震災では比較的大きな横揺れが長時間にわたって続いたことにより、震源から遠く離れた浦安市などにおいて液状化が発生したが、側方流動が多く見られた阪神・淡路大震災のポートアイランドなどと比較し、

マンホール間の相対的変位量が小さいことも被災率が低い値になった要因と考えられる。一方、地上設備である橋梁添架管路については、阪神・淡路大震災とほぼ同様の被災率となっている。

(2)共同溝

共同溝における被災事例としては、平成 24 年度防災・減災型インフラの調査報告書に記載されている川崎港東扇島地区と茨城県鰐川浄水場の被害があげられる。ほかには、電線共同溝における津波による浸水や地上機器の損壊があったものの、マンホール等の損傷が認められず、かつ回線障害が発生していないことが確認された電線共同溝や自治体管路もあり、全般的には、地震動による電線共同溝の被害は軽微なものであったといえる。





写真 2.3.3-4　東日本大震災における電線共同溝の主な被災事例

出典：国総研資料　第 789 号　無電柱化に関する事例集　国土技術政策総合研究所



図 2.3.3-1　通信インフラに支障がなかった自治体電線共同溝等の事例

出典：ＩＣＴ利活用　東北サミット in　気仙沼　実施報告　総務省説明２
「情報通信基盤の整備について」　松田和男

3)　影響

東日本大震災による通信サービスの被災状況は、設備被災や停電による通信サービスの停止、通話やメールの増加による通信規制の実施があげられる。

地震や津波による通信用ビル、通信設備の倒壊・水没・流出、伝送路の切断などの被害に加え、商用電源の途絶が長期化し、非常用電源の枯渇によりサービスが停止した。固定通信については、通信各社合計で約 190 万回線のサービスが影響を受けた。地震直後から、通信量の大幅な増加によりつながりにくい状況（輻輳）が発生したため、最大 80～90%の通信規制を実施している。

一方、移動通信については、通信各社合計で約 2 万 9 千局の基地局が停波した。地震発生直後から輻輳の発生を受け、音声通話について㈱NTT ドコモでは 90%、KDDI㈱では 95%、ソフトバンクテレコム㈱では 70%の通信規制を実施している。

東日本電信電話㈱における通信サービスの被災状況は、津波により 28 箇所の通信用ビルが全壊・浸水の被災を受けるとともに、約 2 万 8 千本の電柱が流出・折損し、架空ケーブルは約 2,700km の被災を受けた。また、大規模停電により自家用発電に切り替えサービスを提供していた通信用ビルも、燃料の枯渇とともに震災から 2 日後の 3 月 13 日に最大規模の約 150 万回線のサービスに影響が及んだ。

4)　復旧までの対応

通信設備の復旧とともに、電力の復旧、燃料の安定的確保等により、2011 年 4 月末までに、居住エリアへの通信サービスは、ほぼ復旧した。一方、㈱NTT ドコモにおける通

信サービスの被害状況としては、6,720 局が停波したが、移動基地局車、移動電源車、可搬型発電機を配備し、伝送路の復旧、電源の確保等により、4 月末までにほぼ復旧した。

5) 対策

今後想定される首都直下型地震や、東海・東南海・南海地震に備えた耐震対策を考える上で、津波被害以外の地震動および地盤変状、液状化については、おおむね阪神・淡路大震災以降に制定された現行規格の耐震対策が有効であると考えられる。しかし、現行規格の耐震対策は、管路やマンホールの新設時に行うものであり、NTT グループの保有する多くを占める、ケーブルを収容した既設設備には適用できていないという課題がある。このため、NTT グループでは既設管路に対して、道路を開削することなく通信ケーブル防護機能を具備させる管路再生方法(PIT-78)が開発されている。この方法は、230mm の短尺管を継手で接続し、連続した管路を形成するものである。一つの継手が 6mm の伸縮しろと約 7° の回転角を具備しているため、既設の管路設備が被災した場合でも、地震動および地盤変状に柔軟に対応することが期待できる。今後、旧規格設備などに対して、優先的に本対策が実施される予定である。

表 2.3.3-7　管路再生方法(PIT-78)の概要

概要	外観
光ケーブルが布設されている状態の管路に対し、マンホール内で光ケーブルを包み込みつつ工場成型部材を組み立て、管内に順次挿入して管路を更生する技術。 既設管路とは密着しない。	

出典：東日本大震災における電気通信土木設備の被害状況に関する考察　山崎泰司ほか

また、政府は「大規模災害等緊急事態における通信確保の在り方について」および「防災基本計画（修正：平成 26 年 11 月 28 日）」の中で、自治体電線共同溝等の導入および通信ケーブルなどの地中化が防災上有効であり、促進する必要があるとしている。

6) まとめ

東日本大震災は、マグニチュード 9.0 という気象庁観測開始以来最大の巨大地震が引き起こした未曾有の大災害であり、直下型地震によってもたらされた阪神・淡路大震災と比較して、特に津波襲来による被害が顕著であった。

しかしながら、阪神・淡路大震災と同様に、地中化された設備においては、地上設備に比べて被災率が低く、比較的軽微な被害で済んだものが多いことが報告されている。

液状化による被害についての課題は残るものの、情報通信基盤の地中化や共同溝の設置には、一定の効果があることが阪神・淡路大震災同様に示されており、今後においても積極的な推進が必要であると考える。

2.3.4　海外の災害事例

欧米の主要都市において、災害時に都市機能がどの様に被災したかを以下に示す。ここでは、米国のハリケーン被害（**表 2.3.4-1**）を取り上げ、主要都市であるニューヨークの被災事例（サンディ、アイリーン）を示すこととする。

表 2.3.4-1　米国の主なハリケーン（2012 年以前 10 年分）

発生年月	名前	カテゴリー		上陸地点	死者数（米国）	備考
		最大時	上陸時			
2012.10	サンディ	2	温帯低気圧	ニュージャージー州	100 人超	820 万世帯停電、高潮
2011.8	アイリーン	3	1	ノースカロライナ州	55 人	ニューヨーク市(NYC)直撃
2008.9	アイク	4	2	テキサス州	101 人	強風、高潮
2008.8	グスタフ	4	2	ルイジアナ州	16 人	ハイチで 77 名死亡
2005.10	ウィルマ	5	3	フロリダ州	0 人	北西大西洋海域としては観測史上最低の 882hPa を記録
2005.9	リタ	5	3	ルイジアナ州とテキサス州の州境	7人	100 万世帯を超える停電
2005.8	カトリーナ	5	3	ルイジアナ州	1,836 人	高潮被害甚大
2004.9	アイバン	5	3	アラバマ州	26 人	111 個の竜巻発生
2003.9	イザベル	5	2	ノースカロライナ州	16 人	強風域広大

出典：NKSJ-RM レポート

1)　ハリケーン「サンディ」

2012 年 10 月末、米国東海岸をハリケーン「サンディ」が直撃し多大な被害をもたらした。ニューヨークでは、地下鉄やトンネルが浸水し広い地域で停電が続くなど、都市機能が失われた。

米国東海岸を直撃した 2012 年 10 月 29 日、首都ワシントン D.C.のほかニューヨークなどでも大規模な停電が発生し、17 州 820 万世帯に及んだ。原因の一つは同日夜、地元の電力会社であるコンソリデーテッド・エジソンが地下設備に被害が及ぶのを避けるためにマンハッタンの南端部への電力供給を停止したことである。データセンター事業者のデータグラムのネットワークをはじめとして多くのネットワークが停止した。そのため一部メディアの Web サイトがシステム障害やアクセス不能に陥った。

停電や浸水の影響で、翌 30 日にかけて、携帯電話や固定電話、インターネット、ケーブルテレビなどで通信障害が発生した。米通信事業者 2 位のベライゾンでは、ニューヨーク市ロワー・マンハッタン、クィーンズ、ロングアイランドの通信網・機器を管理する複数のハブオフィスが浸水によって停電し、非常用電源も使用不能に陥った。テレビやインターネット、固定電話すべてのサービスが利用できない状態になった。ニューヨークにある自社ビルも 3 フィート（約 90cm）浸水し、社員の通常業務にも多大な影響を与えた。同社は今回のサンディで、2011 年のアイリーンの 1 億 8000 万ドルを大き

く上回る約 3 億 600 万ドルの損失を被った。通信事業者合計では 5 億 5000 万～6 億ドルの損失と推計されている。

同 3 位のスプリントも停電の影響を受けた。一部の携帯電話基地局で機能が停止し、通信障害が発生した。同 1 位の AT&T、同 4 位の T-モバイル USA でも一部の地域で通信障害が発生していた。

31 日には FCC（連邦通信委員会）が、東部 10 州で電波塔の 25%が倒壊したと発表。同日の東部 10 州 158 郡における無線基地局の停止状況は 22%で、こちらは前日の 25%からやや改善したという発表があった。

ケーブルテレビ最大手のコムキャストやケーブルビジョン・システムズのケーブル電話、インターネット、テレビサービスも停電の影響で利用できなかった。

2) ハリケーン「アイリーン」

2011 年 8 月末、ハリケーン「アイリーン」はニューヨーク市からマサチューセッツ州にかけて通過した影響で、400 万人が電力を失い、主要なインフラストラクチャが洪水の影響を受けた。

ニューヨークでは電話線や電気回線の機能が停止した。金融街の本拠地であるウォール街は予備発電機による対応がとられた。また、ニューヨーク証券取引所では、地下ケーブルの損傷によって取引への影響が懸念されたが、通常通り取引が行われた。

携帯電話網については、AT&T、Sprint、Verizon の各社が、携帯電話施設の近くに発電機を追加したり移動式の電波塔を展開したりしたため、ほとんどの地域で通信が維持された。ただし、停電のために固定回線が使用できなくなったものもあり、多くの地域で接続が低速になった。

参考文献

1) 中林一樹ほか：1984 年世田谷局洞道内通信ケーブル火災事故の社会的影響，総合都市研究，No.25(1985)，pp3-45，
http://www.ues.tmu.ac.jp/cus/archives/cn17/pdf/25-02.pdf
2) 東日本電信電話㈱：企業情報　過去の主な大規模災害等事例　世田谷局ケーブル火災（昭和 59 年 11 月），https://www.ntt-east.co.jp/saigai/taisaku/case_06.html
3) 下河内隆文ほか：情報社会基盤としての地下空間の防災，土木学会第 53 回年次学術講演会（平成 10 年 10 月），No.53(1998)，pp286-287，
http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00035/1998/53-cs/53-cs-0286.pdf
4) NTT 技術史料館：展示情報・史料　フロアガイド　II. アクセスとターミナルのひろば　とう道－世田谷火災の前と後，
http://www.hct.ecl.ntt.co.jp/exhibitions/floorguide/tech_02.html
5) 郵政省：昭和 60 年版通信白書，pp32-34，
http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/s60.html
http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/s60/html/s60a01020500.html

http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/s60/pdf/S60_05_C2E81BECF.pdf
6) 郵政省・総務省：情報通信ネットワーク安全・信頼性基準（昭和六十二年二月十四日郵政省告示第七十三号），pp1-4，
http://www.soumu.go.jp/main_content/000249421.pdf
7) 国土庁大都市圏整備局・建設省河川局監修，広井脩：ウォーターフロント　開発と防災，(1990)，pp119-130
http://cidir-db.iii.u-tokyo.ac.jp/hiroi/pdf/article/9003.pdf
8) 消防庁：阪神・淡路大震災について（確定報），平成 18 年 5 月 19 日，
http://www.fdma.go.jp/detail/672.html
http://www.fdma.go.jp/data/010604191452374961.pdf
9) 神戸市：阪神・淡路大震災「1.17 の記録」，http://kobe117shinsai.jp/
10) 総理府　阪神・淡路復興対策本部事務局：阪神・淡路大震災復興誌，(2000)，pp1-9，pp305，http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/hanshin_awaji.html
http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/pdf/101.pdf
http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/pdf/501.pdf
11) 兵庫県：阪神・淡路大震災の復旧・復興の状況について（平成 27 年 1 月版），pp1-2，
https://web.pref.hyogo.lg.jp/wd33/wd33_000000158.html
https://web.pref.hyogo.lg.jp/wd33/documents/hanshin_awaj_fukkyu_fokkou2701.pdf
12) 東田光裕：【危機管理論】危機管理の実務を知る，(2014)，pp10-12，
http://www.drs.dpri.kyoto-u.ac.jp/hayashi/lectures.html
http://www.drs.dpri.kyoto-u.ac.jp/hayashi/lecture/lecture2014/kikikan/kikikan_20141217_lecture.pdf
13) 高田至郎：検証テーマ『上下水道、電気、ガス、情報通信基盤の整備に向けた取り組み』，－阪神・淡路大震災－　復興 10 年総括検証・提言報告，(2005)，pp509-560，
http://web.pref.hyogo.jp/wd33/wd33_000000126.html
http://web.pref.hyogo.jp/wd33/documents/000039324.pdf
14) 桑田雄平ほか：地下空間の震災被害からみた今後の地下利用計画に関する一考察，土木計画学研究委員会　阪神・淡路大震災調査研究論文集，(1997)，pp155-162，
http://www.jsce.or.jp/library/eq10/proc/02009/0155.pdf
15) （社）建設コンサルタンツ協会：阪神・淡路大震災　被害調査報告書，(1995)，pp75-80，http://www.lib.kobe-u.ac.jp/directory/eqb/book/11-468/html/
http://www.lib.kobe-u.ac.jp/directory/eqb/book/11-468/pdf/88-93.pdf
16) 石川宏：情報通信ネットワークの危機管理，オペレーションズ・リサーチ，Vol.41-2，(1996)，pp90-99，http://www.orsj.or.jp/~archive/pdf/bul/Vol.41_02_090.pdf
17) 内閣府緊急災害対策本部：平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)について，平成 26 年 9 月 11 日，
http://www.bousai.go.jp/2011daishinsai/
http://www.bousai.go.jp/2011daishinsai/pdf/torimatome20140911.pdf

18) 内閣府（防災担当）：東日本大震災における被害額の推計について，平成 23 年 6 月 24 日，http://www.bousai.go.jp/2011daishinsai/pdf/110624-1kisya.pdf
19) 山崎泰司ほか：東日本大震災における電気通信土木設備の被害状況に関する考察，日本地震工学会論文集，Vol.12，No.5(2012)，pp55-68，
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jaee/12/5/12_5_55/_pdf
20) 一般財団法人　エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター，（24-65）平成 24 年度　防災・減災型インフラの調査　報告書，pp Ⅰ－97-Ⅰ－111(2013)
21) 国土技術政策総合研究所:国総研資料　第 789 号　無電柱化に関する事例集，pp14，
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0789.htm
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0789pdf/ks078904.pdf
22) 松田和男：ＩＣＴ利活用　東北サミット in　気仙沼　実施報告　総務省説明 2「情報通信基盤の整備について」，pp7，
http://www.applic.or.jp/2013/infra/H25summit/
http://www.applic.or.jp/2013/infra/H25summit/t-summit_07.pdf
23) 大規模災害等緊急事態における通信確保の在り方に関する検討会：大規模災害等緊急事態における通信確保の在り方－最終取りまとめの公表－，平成 23 年 12 月 28 日，http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban02_02000043.html
http://www.soumu.go.jp/main_content/000141084.pdf
24) 内閣府：防災基本計画［平成 26 年 11 月 28 日中央防災会議決定］，
http://www.bousai.go.jp/taisaku/keikaku/kihon.html
http://www.bousai.go.jp/taisaku/keikaku/pdf/kihon_basic_plan141128.pdf
25) NKSJ-RM レポート：ハリケーン「サンディ」の概要と大規模水害対策，No.77
26) 日経コミュニケーション：2013 年 1 月号，pp.84-85
27) CNET japan HP　　http://japan.cnet.com/news/society/35006578/

2.4　地下を利用した情報通信基盤事例

近年では、地下空間においても携帯電話などが利用可能になり、緊急時や災害時においても、通信手段の確保ができるよう整備が進んでいる。また、既存の地下構造物の一部を利用し、情報通信基盤を整備する事例もある。地下を利用した情報通信基盤の事例について、概要を以下に示す。

2.4.1 地下空間において利用可能な移動通信サービス

1）概要

一般的に、携帯電話をはじめ、スマートフォン･タブレット端末等の移動通信サービスは、トンネルや地下に入ると屋外および地上の基地局の電波が届かないため利用できない。

公益社団法人移動通信基盤整備協会は、道路トンネル・鉄道トンネル・地下駅・地下街等における移動通信サービスの不感対策を実施するために、移動通信用中継施設の整備・維持管理等を行っている。これら不感対策用の中継施設を通じて、移動通信サービスの充実が図られることにより、ビジネスや各種社会活動の活発化･効率化などの実現への寄与、安心･安全な国民生活に不可欠なライフラインとなった携帯電話等の通信の確保が図られている。事業の一部は、国が設備費用の一部を補助する「電波遮へい対策事業」により行われている。

「電波遮へい対策事業」とは、高速道路トンネル等の人工的な構築物により電波が遮蔽され、携帯電話等が使用できない地域において、電波中継施設を設置して携帯電話等を利用可能にするなど、電波の適正な利用を確保する事を目的とし、中継設備を設置する一般社団法人等に補助金を助成する事業である。負担割合は、道路トンネルの場合は、国が 1/2、一般社団法人等が 1/2 であり、鉄道トンネルの場合は、国が 1/3、鉄道事業者が 1/6、一般社団法人等が 1/2 である。

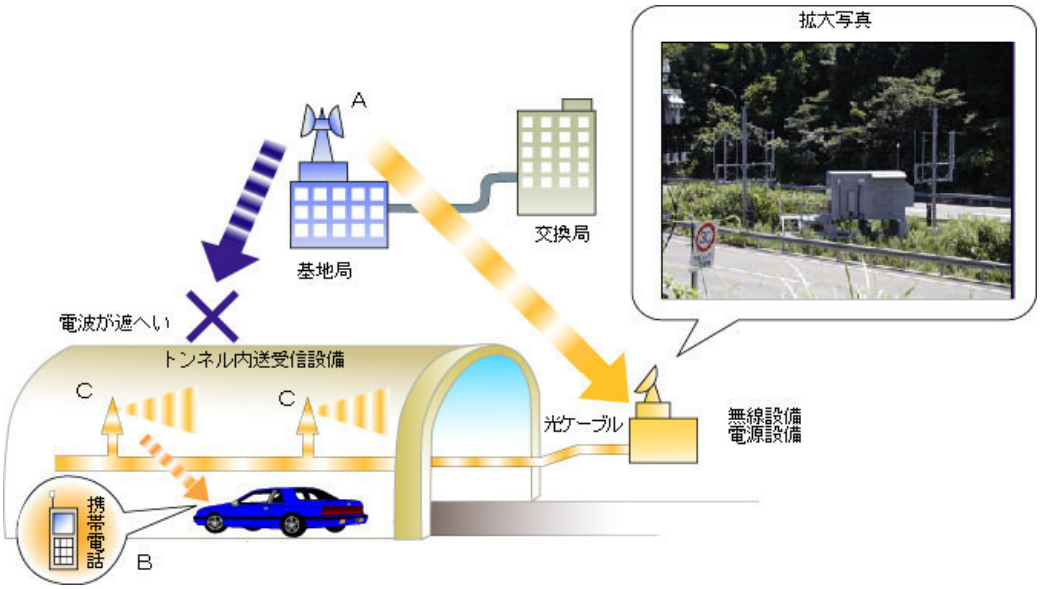


図 2.4.1-1 電波遮へい対策事業のイメージ図

出典：総務省 HP　電波遮へい対策事業（携帯電話の電波遮へい対策）

http://www.soumu.go.jp/soutsu/tokai/siensaku/tiiki/shahei-taisaku.html

2) 地下における通信技術の方法

地下空間において携帯電話等の情報通信基盤を確保するためには、大別して下記の３つの方式がある。

①トンネル外からの吹込み方式

ホームの端やトンネルの入り口に指向性が高いアンテナを設置して電波を「吹き込む」方法である。トンネル長は短い箇所が望ましいが、直線区間が長い場所の場合、電波を遠くまで飛ばすためアンテナのサイズが大きくなる。このため運行を妨げないようにアンテナを取り付けるための場所探しが困難となる。

②漏洩（ろうえい）同軸ケーブルを使う方法

漏洩同軸ケーブルとは、同軸ケーブルの皮膜に細かい切れ目を入れたもので、トンネル内に引いたケーブルから電波が漏れてアンテナの役割を果たすことができる。直径数センチのケーブルであるため狭いトンネルでも設置しやすい。車両近くで均一に電波を出すため通信の安定性が高いという利点もある。一方、地下鉄等の鉄道トンネルにおいては、電波を伝わりやすくするには乗客に近い車両の窓の高さにケーブルを取り付ける必要があり、工事に時間がかかるのが難点である。

③トンネル内に通常のアンテナを設置する方法

トンネルの内部にアンテナを設置し、屋外や地下鉄駅に置いた光伝送装置とは光ファイバーで結ぶ。一般に電波はカーブやアップダウンの先には届きにくいため、設置場所の選定が限られる。一方、電波を届けやすい場所であっても、スペースの関係で必ずしもアンテナが設置できるとは限らない。車両と壁面が近いトンネルは電波が伝わる空間が少ないため、アンテナ数を増設せざるを得ないという問題もある。

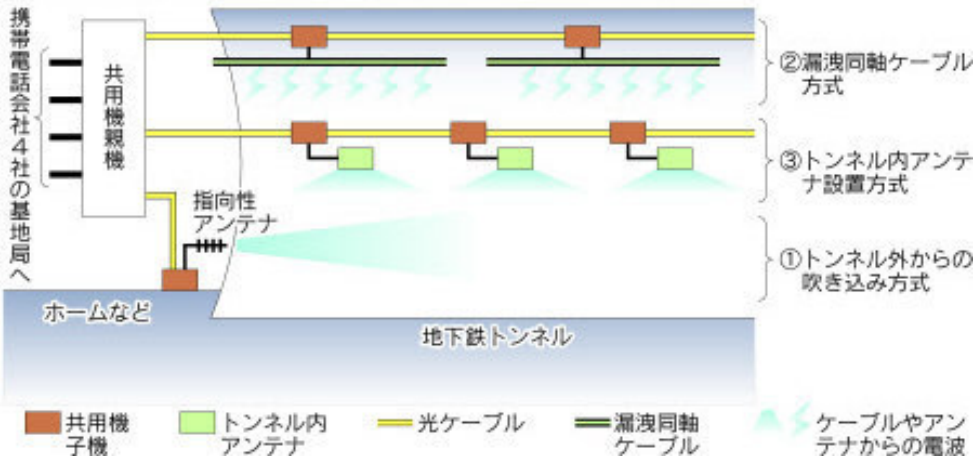


図 2.4.1-2　地下鉄トンネル内に携帯電話電波を行きわたらせるための 3 方式

出典：日本経済新聞 HP　電子版記事 2011 年 1 月 30 日

http://www.nikkei.com/article/DGXNASFK2702Q_X20C11A1000000/

3) 全国の道路トンネル・鉄道トンネルにおける通信基盤確保状況

前述の「電波遮へい対策事業」における国庫補助による支援は、平成５年から行われており事業開始時の補助対象地域は、地下鉄、地下街、公共地下駐車場およびトンネルであった。地下街や地下駅の整備は、事業者等の自主的な整備や本事業により順次進み、概ね終了した。平成 20 年度に、地下駅の整備率は 100%、地下街は 79.9%に達している。平成 17 年度からはトンネルのみとなり、現在は高速道路トンネルおよび直轄国道トンネルならびに新幹線トンネルについて重点的に支援が行われている。

①道路トンネルにおける整備状況

表 2.4.1-1 に道路トンネルにおける整備率を示す。ただし、電波の遮蔽空間は道路の建設等に応じて総数が増える傾向にあるため、その整備率の分母は時間と共に変化する。

表 2.4.1-1　道路トンネルにおける整備率

道路の種類	平成 20 年度末	平成 24 年度末
高速道路	93.2%（482/517）	99.4%（631/635）
直轄道路	87.9%（232/264）	91.1%（400/439）
（参考） 補助国道	《22 年度末》 約 74%　（約 540/730）	

注１　整備率は、全長 500m 以上のトンネルの周辺（両端）で携帯電話サービスを利用できるトンネルを対象に、トンネル内で携帯電話サービスの利用が可能なトンネル数の比率を算出したもの

注２　補助国道の分母のトンネル数は、トンネルの周辺（両端）で携帯電話サービスを利用できないトンネルを含む

出典：総務省　「携帯電話の基地局整備の在り方に関する研究会」報告書（案）平成 26 年 3 月
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/mobil_bs/index.html

②鉄道トンネルにおける整備状況

表 2.4.1-2 に鉄道トンネルにおける整備状況を示す。鉄道トンネルについては、大量輸送・長距離輸送における長距離トンネルを補助対象とすることを１つの基準としている。**図 2.4.1-3** に新幹線トンネルにおける整備状況を示す。

表 2.4.1-2 に鉄道トンネルにおける整備状況

	路線	対策済・対策中
新幹線	東北新幹線	東京～水沢江刺（うち仙台～水沢江刺 H25 年度対策中）
	東海道新幹線	東京～新大阪
	上越新幹線	大宮～高崎（トンネルなし）
	北陸新幹線	―
	山陽新幹線	新大阪～新山口（うち徳山～新山口 H25 年度対策中）
	九州新幹線	博多～新鳥栖
在来線	中央本線	新小仏トンネル、新与瀬トンネル、新笹子トンネル、塩嶺トンネル、小仏トンネル、笹子トンネル



図 2.4.1-3　新幹線トンネルの整備状況

出典：出典：総務省携帯電話の基地局整備の在り方に関する研究会報告書（案）平成 26 年 3 月

③地下鉄における整備状況

表 2.4.1-3 に全国主要都市における地下鉄駅・駅間の情報通信基盤の整備状況を示す。2014 年 8 月現在では、ほとんどの地下鉄で携帯電話等の移動通信サービスは利用可能となっている。

表 2.4.1-3　全国主要都市における地下鉄駅・駅間の情報通信基盤の整備状況

名称	形態	事業者	路線数	総延長(km)	駅数	情報通信基盤の整備状況		
						駅	駅間	備考
札幌市営地下鉄	公営	札幌市交通局	3	48	46	全駅	全駅間	
仙台市地下鉄	公営	仙台市交通局	1	14.8	17	全駅	全駅間	
埼玉高速鉄道線	三セ	埼玉高速鉄道	1	14.6	8	－	－	公表データなし
都営地下鉄	公営	東京都交通局	4	109	98	全駅	全駅間	有楽町線　・副都心線 小竹向原～千川駅間 平成28年度中完了予定
東京ﾒﾄﾛ	民営	東京地下鉄	9	195.1	141	全駅	全駅間	
横浜市営地下鉄	公営	横浜市交通局	3	53.5	40	全駅	全駅間	
みなとみらい線	三セ	横浜高速鉄道	1	4.1	6	全駅	全駅間	
名古屋市営地下鉄	公営	名古屋市交通局	6	93.2	87	全駅	全駅間	
京都市営地下鉄	公営	京都市交通局	2	31.2	31	全駅	14	東西線駅間は現在整備中
大阪市営地下鉄	公営	大阪市区交通局	8	129.9	100	全駅	全駅間	
神戸市営地下鉄	公営	神戸市交通局	2	30.6	25	全駅	0	
福岡市営地下鉄	公営	福岡市交通局	3	29.8	35	全駅	全駅間	

2014年8月現在

出典:携帯電話各社（NTTdocomo、au、softbank）HP のエリア公表データより作成

2.4.2 下水道光ファイバー計画

1）概要

下水道施設は、24 時間、365 日、安定して機能を発揮することが求められているが、少子・高齢化の進む中で職員、特に夜間勤務者の確保が困難な状況になりつつある。そこで、施設の統廃合や遠方監視制御の導入などにより、維持管理要員の削減を図ることが急務となってきている。しかしながら、電話線を使用した従来の通信システムでは伝送スピードや伝送量に制約が有り、豪雨時や故障時など急変する状況に対して迅速に対応することがきわめて困難な状況にあった。

そこで、下水管きょの上部にある未利用の空間に光ファイバーケーブルを布設し、高速通信網を構築することにより、処理場やポンプ場の遠方監視制御を行うシステムが考え出された。このシステムを採用することにより、施設管理の信頼性を損なうことなく集約化が進められ、維持管理の効率化を図ることが可能となった。また、構築された高速通信網を活用して膨大な下水道データの共有化、事業所の排水監視、検針システムなど下水道管理の高度化・効率化を目指したシステムの導入も進みつつある。

国は、高度情報通信社会の構築に向けて、光ファイバー網の整備を推進することとしている。下水管きょを使用した光ファイバー通信網も、高速・大容量通信が可能である特性を活かし、都市景観を損なうことなく、安価で信頼性の高い通信網が迅速に構築できることから、一般行政や通信事業者の利用について期待されている。

下水道光ファイバー計画に関しては、一般社団法人　日本下水道光ファイバー技術協会が、下水道光ファイバーに関する技術の向上と普及を図り、併せてその活用を有効かつ適切に行うことにより、下水道事業の発展に寄与するとともに、社会の高度情報化を促進することを目的に設置されている。

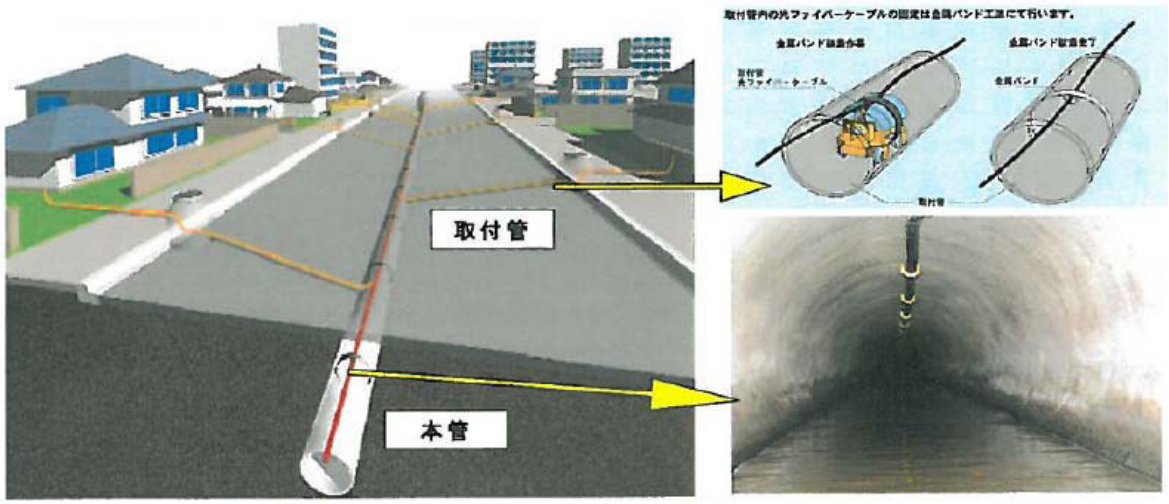


図 2.4.2-1　下水道光ファイバーの布設イメージ

出典:一般社団法人　日本下水道光ファイバー技術協会 HP

2) 活用方法

下水道光ファイバー網および光ファイバーセンサを活用すると、下記のようなことが可能となる。

① 多雨化傾向にともなう豪雨、洪水被害が増加している。そこで、雨水貯留施設、管渠内の水位／流量のリモートセンシングとして、運転状態の把握とポンプ施設運転の最適化、最大能力での運転が可能である。また、地域住民への避難情報の精度が向上する。

② 環境保護に対する社会的関心が高まっており、センサにより、越流／雨水吐口状態、汚濁量の監視が可能となり、実態の把握やポンプ施設運転との連携による越流削減が期待できる。

③ 少子高齢化に伴い維持管理人員が減少傾向にある。下水施設管理情報のリモート情報収集により、実データに基づく維持管理業務の更なる高度化・無人化と労力の削減が期待できる。

④ 施設の老朽化に伴う資産管理の高度化とライフサイクルコストの低減が望まれている。今後の課題としては、老朽化度合いの指標が必要である。指標が定まればセンサシステムによる老朽化度合いの遠隔状態監視が期待できる。また、施設毎の改修優先度の決定、的確な補修による寿命延長に寄与できる。

⑤ 震災時には、破壊、故障箇所の特定が可能であり、施設復旧の迅速化とコスト削減が期待できる。

なお、光ファイバーセンサによる下水施設の水位や温度等の遠隔管理、リモート情報収集等は実用化済みである。

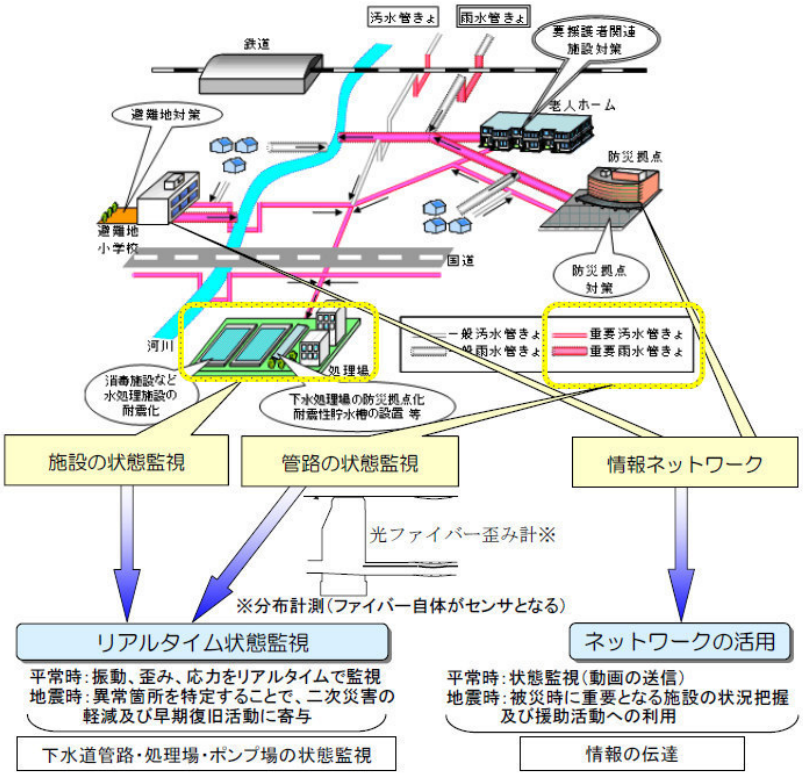


図 2.4.2-2　下水道光ファイバーによる下水道総合地震対策

出典:一般社団法人　日本下水道光ファイバー技術協会 HP

http://www.softa.or.jp/2012sensaNo1.pdf

3) 下水道管きょの開放

下水道は、そのスペースや光ファイバーを開放している。開放の種類には、自治体・下水道局等が下水道管きょの空間を通信事業者や国・地方公共団体に貸し出す「空間貸し」と、自治体・通信事業等が、既設光ファイバーの未使用心線を通信事業者や地方自治体に貸し出す「心線貸し」の 2 種類がある。**表 2.4.2-1** に下水道管きょ内光ファイバーの敷設状況を、**表 2.4.2-2** に下水道管きょ内光ファイバーの敷設状況の内訳を示す。平成 25 年度末現在で、全国に 2230km の光ファイバーが敷設されている。

表 2.4.2-1　下水道管きょ内光ファイバーの敷設状況

自治体	布設延長(km)
東京都区部および政令指定都市	1,447.0
市町村	545.7
都道府県	237.4
合　計	2,230.1

（平成 25 年度末現在）

表 2.4.2-2　下水道管きょ内光ファイバーの敷設状況の内訳

整備局	都道府県名	自治体	延長(km)
北海道	北海道	札幌市	82.9
		苫小牧市	1.6
		江別市	0.8
		泊村	66.3
関東	群馬県	太田市	1.3
	東京都	区部	828.9
		流域下水道	5.4
	神奈川県	横浜市	110.5
		川崎市	80
		横須賀市	9.4
	長野県	流域下水道	0.6
中部	岐阜県	流域下水道	71.2
		大垣市	23.4
	愛知県	名古屋市	109
北陸	富山県	入善町	22.5
近畿	京都府	流域下水道	8
		京都市	18.1
	大阪府	流域下水道	152.2
		大阪市	8.9
	兵庫県	神戸市	49.5
		姫路市	4.8
		尼崎市	3.7
		明石市	23.6
		芦屋市	1.8
中国	岡山県	岡山市	150.4
		新見市	380
	山口県	下松市	0.2
四国	徳島県	徳島市	3.5
	高知県	いの町	1.5
九州	福岡県	福岡市	2.7
		北九州市	6.1
	鹿児島県	日置市	1.3
合　計			2,230.10

出典:一般社団法人　日本下水道光ファイバー技術協会 HP

http://www.softa.or.jp/06C-11chousa-H25.htm

表 2.4.2-3 に下水道管きょの空間貸しの状況を示す。**表 2.4.2-4** に下水道管きょ空間貸し状況の内訳を示す。

表 2.4.2-3　管きょの空間貸しの状況（平成 25 年度末現在）

自治体	下水道管きょの空間貸しの状況			
	行政用	通信事業者用	CATV事業者用	総合計
	ケーブル延長（km）	ケーブル延長（km）	ケーブル延長（km）	ケーブル延長（km）
東京都区部及び政令指定都市	101.4			101.4
上記以外の自治体	68.9	24.7	0.9	94.5
合計				195.9

表 2.4.2-4　下水道管きょ空間貸し状況の内訳

都道府県、市町村等		下水道管きょの空間貸しの状況			
		行政用	通信事業者用	CATV事業者用	総合計
		光ファイバーケーブル敷設延長（km）			
東京都区部及び政令都市					
札幌市		4.6			4.6
東京都区部		16.8			16.8
		1.1	8.2		9.3
			0.6		0.6
川崎市		0.4			0.4
		11			11
横浜市		1.3	4.3	0.8	6.4
名古屋市		29.6	1.8	0.5	31.9
大阪市		0.3			0.3
神戸市		2.1			2.1
		3.3			3.3
岡山市		3.2			3.2
福岡市				0.8	0.8
北九州市		4.2	6.5		10.7
小計					101.4
上記以外の自治体					
千葉県	習志野市			0.9	0.9
東京都	多摩川流域	5	5.3		10.3
東京都	府中市		2.8		2.8
東京都	調布市		1.5		1.5
東京都	多摩市		4.1		4.1
東京都	稲城市		0.9		0.9
埼玉県	荒川流域		5.4		5.4
岐阜県	木曽川右岸流域		3.3		3.3
岐阜県	岐阜市		1.4		1.4
兵庫県	明石市	63.9			63.9
小計		68.9	24.7	0.9	94.5
合　　計					195.9

出典:一般社団法人　日本下水道光ファイバー技術協会 HP

http://www.softa.or.jp/06C-11chousa-H25.htm

表 2.4.2-5 に下水道管きょの心線貸しの状況を示す。

表 2.4.2-5　下水道光ファイバー心線貸しの状況

自治体	下水道光ファイバー心線貸しの状況（累積　km）			
	行政用	通信事業者用	CATV事業者用	合計
北海道・泊村	66.3			66.3
東京都区部		24.1		24.1
川崎市	80			80
神戸市	14.5			14.5
岡山市	136.9			136.9
合計	297.7	24.1		321.8

（平成 25 年度末現在）

出典:一般社団法人　日本下水道光ファイバー技術協会 HP

http://www.softa.or.jp/06C-11chousa-H25.htm

参考文献

1) 総務省東海総合通信局 HP　電波遮へい対策事業（携帯電話の電波遮へい対策）
http://www.soumu.go.jp/soutsu/tokai/siensaku/tiiki/shahei-taisaku.html

2) 公益社団法人移動通信基盤整備協会 HP
http://www.jmcia.or.jp/business/

3) 日本経済新聞 HP　電子版記事 2011 年 1 月 30 日
「地下鉄トンネル、携帯「圏内」化は意外に難工事」
http://www.nikkei.com/article/DGXNASFK2702Q_X20C11A1000000/

4) 総務省「携帯電話の基地局整備の在り方に関する研究会」報告書（案）平成 26 年 3 月
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/mobil_bs/index.html

5) 一般社団法人日本下水道光ファイバー技術協会 HP
http://www.softa.or.jp/06C-11chousa-H25.htm

2.5 無電柱化プロジェクト

国土強靭化アクションプラン 2014 には、各プログラムの推進計画およびプログラム推進の主要施策においても、「避難路の整備に合わせた無電柱化」「緊急輸送道路の無電柱化」というキーワードが多く記載されており、起きてはならない最悪の事態を引き起こさないために、重要な扱いとなっている。市街地等の幹線道路の無電柱化率が平成 24 年度時点で 15%と、脆弱性評価における重要業績指標となっている。本章では、過去にも無電柱化の取組みはあったものの推進がなされておらず、今後の国土強靭化に資すると考えられる無電柱化プロジェクトについてまとめる。

2.5.1 無電柱化とは

無電柱化とは、道路の地下空間を活用して、電力線や通信線などをまとめて収容する電線共同溝などの整備による電線類地中化や、表通りから見えないように配線する裏配線などにより道路から電柱をなくすことである。**図 2.5.1-1** に電線共同溝による無電柱化の事例を示す。



〈整備前〉　　〈整備後〉

図 2.5.1-1 電線共同溝による無電柱化の事例(大阪府)

出典:国土交通省 HP

http://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/chicyuka/

2.5.2 無電柱化の必要性

近年、電線や電柱についてはさまざまな問題がクローズアップされてきている。国土交通省では、①「安全で快適な通行空間の確保」、②「都市景観の向上」、③「都市災害の防止」、④「情報通信ネットワークの信頼性向上」などを目的として、無電柱化を推進している。

以下に、これらの目的と具体的効果について述べる。

①「安全で快適な通行空間の確保」

歩道上の電柱は道幅を狭め、通行の妨げになる。電線類の地中化を図ることで、歩道が広く使え、歩行者だけではなくベビーカーや車椅子の人にも安全で快適な通行（バリアフリー）が可能となる。

②「都市景観の向上」

電線類の地中化を図ることにより、地上にはりめぐらされた電線や林立する電柱がなくなり、美しい都市景観が形成される。

③「都市災害の防止」

電線類の地中化を図ることにより、地震や台風などの災害時に、電柱が倒れたり電線が切れたりするなどの「二次災害」の危険が軽減される。また、倒れた電柱に道をふさがれることもないため災害時における緊急車両の通行にも支障がなくなる。1995 年の阪神大震災では、神戸市長田区などの住宅密集地で倒れた電柱によって道路がふさがれ、消防車や救急車が現場に立ち入れず、救助に遅れが出た。電力用の電柱は、阪神大震災で約 4,500 基が倒壊。東日本大震災でも津波などによって約 2 万 8,000 基が倒れた。



図 2.5.2-1　災害で倒壊する電柱（左から阪神・淡路大震災、台風、東日本大震災）

出典：国交省 HP　無電柱化の推進

http://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/chicyuka/

④「情報通信ネットワークの信頼性向上」

電線類の地中化を図ることにより、情報通信ネットワークの基盤となるケーブルが地中に埋設され、地震等の災害時における被害を軽減し、ネットワークの安全性・信頼性を向上させる。

2.5.3 無電柱化率

国内の都道府県における整備状況を**表 2.5.3-1** に示す。東京、大阪、兵庫の大都市部では比較的整備が進んでいるが、最も無電柱化率が高い東京都でも、無電柱化されている道路は 5%弱である。国内主要都市部での無電柱化率の現状は、東京 23 区内においても 7%程度と極端に少ない。

表 2.5.3-1　国内の全道路の無電柱化率（平成 25 年度末 都道府県・政令指定都市別）

■全道路の無電柱化率(H25年度末)

都道府県	無電柱化率	都道府県	無電柱化率
北海道	1%	滋賀県	1%
青森県	0%	京都府	1%
岩手県	1%	大阪府	2%
宮城県	1%	兵庫県	3%
秋田県	1%	奈良県	2%
山形県	1%	和歌山県	1%
福島県	1%	鳥取県	1%
茨城県	0%	島根県	1%
栃木県	1%	岡山県	1%
群馬県	1%	広島県	1%
埼玉県	1%	山口県	1%
千葉県	1%	徳島県	1%
東京都	5%	香川県	0%
神奈川県	2%	愛媛県	1%
山梨県	2%	高知県	1%
長野県	1%	福岡県	1%
新潟県	2%	佐賀県	1%
富山県	1%	長崎県	1%
石川県	1%	熊本県	1%
静岡県	1%	大分県	1%
愛知県	1%	宮崎県	1%
三重県	1%	鹿児島県	1%
岐阜県	2%	沖縄県	2%
福井県	2%	計	1%

国土交通省調べ
道路延長(上下線別)ベース
各都道府県の値は政令市を含む

■全道路の無電柱化率(H25年度末)

政令指定都市等	無電柱化率
札幌市	2%
仙台市	2%
さいたま市	1%
千葉市	3%
東京23区	7%
横浜市	3%
川崎市	2%
相模原市	1%
新潟市	1%
静岡市	3%
浜松市	1%
名古屋市	5%
京都市	2%
大阪市	5%
堺市	1%
神戸市	2%
岡山市	1%
広島市	2%
北九州市	2%
福岡市	3%
熊本市	2%

国土交通省調べ
道路延長(上下線別)ベース
各都道府県の値は政令市を含む

出典：国土交通省 HP　国内の無電柱化率
http://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/chicyuka/pdf/PDF10.pdf

2.5.4 無電柱化の方法

無電柱化の整備手法には、「電線類地中化」と「電線類地中化以外の無電柱化」に大別される。国土交通省は、今後の無電柱化は、「電線類地中化」に分類される「電線共同溝方式」を基本として進めるものとしている。しかしながら、現場の状況により電線共同溝方式による無電柱化が困難な場合等には、「裏配線」や「軒下配線」といった電線類地中化以外の無電柱化手法を用いて無電柱化を推進していく予定となっている。

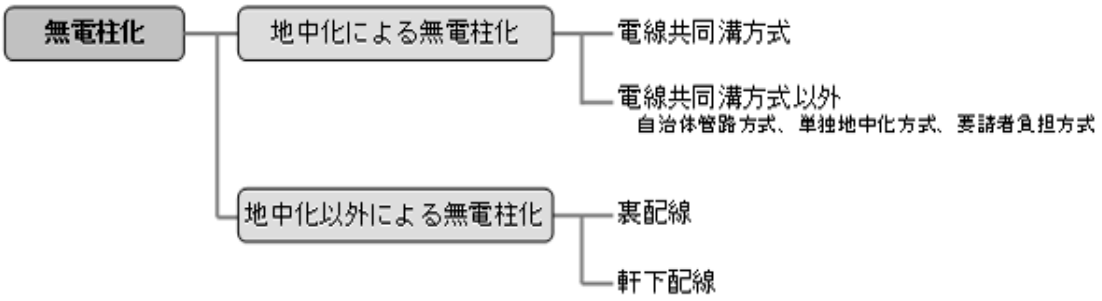


図 2.5.4-1　無電柱化の方式

出典：国土交通省 HP

http://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/chicyuka/

地中化による無電柱化の方法には、下記の代表的な方式がある。

① キャブシステム方式

昭和 61 年度から実施された当初の地中化方式で、すべての電線類を集約するため歩道部に蓋付溝型の大型トラフに統合した管路「CAB システム（キャブシステム=CAble Box の略）」として設置し、ケーブルを収納する方式。道路本体の位置づけとし、特に法的な整備はされていなかった。電線管の増管などの際掘削することなく作業ができるメリットがあるものの、平成 7 年に後述の CCB 方式ができてからは、工費が高いことや、電線管理者の負担が大きい事から実質的には採用がない。

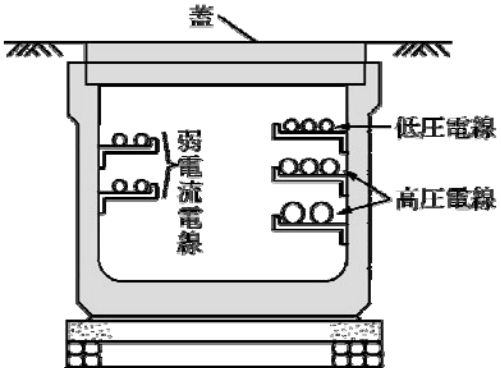


図 2.5.4-2　キャブシステム方式の概要

出典：公益社団法人　日本電気技術者協会 HP　地中電線路の敷設方式より

http://www.jeea.or.jp/course/contents/04208/

② 自治体管路方式

地方公共団体が管路設備を敷設する手法であり、平成 4 年度より自治省の起債事業（都市生活環境整備特別対策事業）として実施された。第二期電線類地中化計画（平成 3 年度～平成 6 年度）の頃には、計画全体延長の約 2 割を占めていた。構造は電線共同溝とほぼ同じ管路方式が中心であり、管路等は、道路占用物件として地方公共団体が管理する。形式は現在主に実施されているＣＣＢ（多条管方式）と同じ構造である。

位置づけとしては地方自治体の行政財産であり、道路占用物となる。このため国道での実施は不可能であり、地方自治体が道路管理者となる場合のみ可能な方法である。

③ 単独地中化方式

電線管理者が自らの費用で地中化を行う手法である。昭和 61 年以前より実施されており、第一期電線類地中化計画（昭和 61 年度～平成 2 年度）では、計画全体延長の約 8 割を占めていた。しかし、新電線類地中化計画（平成 11 年度～平成 15 年度）では、計画全体延長の約 3%であり、現在、実施されている例は極めて少ない。管路等は電線管理者が道路占用物件として管理する。

④ 電線共同溝（CCB）方式

現在、最も主流となっている方式。最も低コストで無電柱化が可能である。

上空の電線類を、地下空間に収容するための施設で、『電線共同溝の整備などに関する特別措置法』に基づき整備を行う無電柱化手法のひとつである。この法律によって、電線共同溝の整備道路に指定された道路での新たな電柱及び電線の占用を制限することが可能となる。本体を道路管理者が建設し、その中に電力会社、電信電話会社、有線放送会社などがケーブルを入れていく方式であり、管路はケーブル毎別々に埋設し、分岐引込のための接合部のみを統合する。

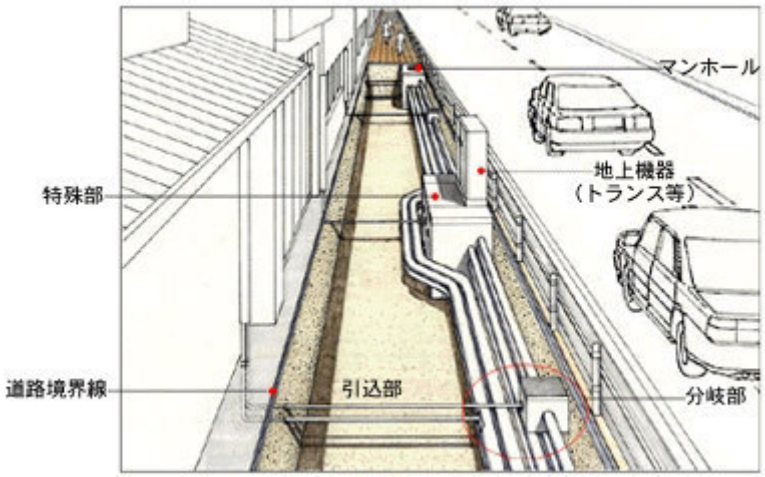


図 2.5.4-3　電線共同溝方式の概要

出典：国土交通省 HP

http://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/chicyuka/

電線共同溝は、CCB とも呼ばれている。最初の C には「Community（地域・共同）」「Communication（通信・伝達）」「Compact（コンパクト）」の意味。二つ目の C は、「cable(ケーブル)」、B は「box（箱）」の意味である。

この他に、各建物の軒下に直接電線を這わす軒下配線や表通りに電線・電柱を設置しない裏配線等の非地中化方式を採用することもある。

2.5.5 無電柱化推進の変遷

無電柱化については、昭和 61 年度から 4 期にわたる「電線類地中化計画」と「新電線類地中化計画」、さらに平成 16 年 4 月 14 日に策定された「無電柱化推進計画」（平成 16 年度～平成 20 年度）に基づき、関係事業者等の協力のもと、平成 20 年度までに全国で約 7,700km を整備（事業中含む）した。しかしながら、1 年あたりの整備延長は、第 5 期計画をピークに減少している。

表 2.5.5-1　無電柱化計画の実績及び計画

計画名	実施期間	実績延長
第 1 期電線類地中化計画	S61 年度～H2 年度	約 1,000km
第 2 期電線類地中化計画	H3 年度～H6 年度	約 1,000km
第 3 期電線類地中化計画	H7 年度～H10 年度	約 1,400km
新電線類地中化計画	H11 年度～H15 年度	約 2,100km
無電柱化計画（第 5 期）	H16 年度～H20 年度	約 2,200km
無電柱化に係わるガイドライン	H20 年度～	約 1,300km(H24 年度末時点)

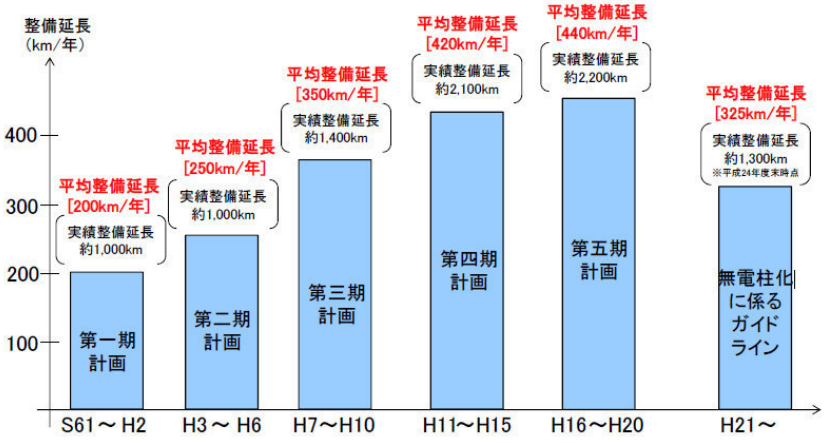


図 2.5.5-1　年度毎の無電柱化延長

出典：国土交通省 HP

http://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/chicyuka/chi_13_04.html

現在は、「無電柱化に係るガイドライン」に沿って、市街地の幹線道路や安全で快適な通行空間の確保、良好な景観・住環境の形成、災害の防止、情報通信ネットワークの信頼性の向上、歴史的街並みの保全、観光振興、地域文化の復興、地域活性化等に資する箇所において、無電柱化を進めている。

2.5.6 各所での無電柱化の動向

無電柱化については、前述の通り昭和 61 年度より進められているが、東日本大震災をうけて都市災害の防止の観点から、無電柱化が推進されている。また、東京オリンピック開催を契機に都市景観の向上の観点からも推進されている。下記に、各所で進められている無電柱化プロジェクトの概要をまとめる。

1) ～上を向いて歩こう～無電柱化民間プロジェクト

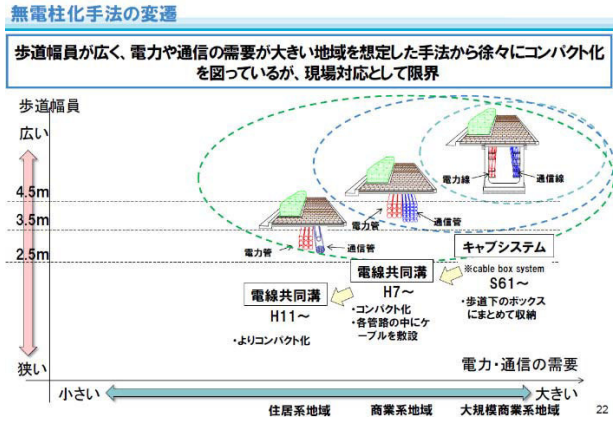
無電柱化民間プロジェクトでは、「景観・観光」、「安全・快適」、「防災」の観点から、全国的に無電柱化を促進しようとする政府・自民党の無電柱化推進の趣旨に賛同し、民間の立場から応援する同志を募っている。

我が国は、東京オリンピック・パラリンピックを 2020 年に控えるとともに、政府は訪日外国人 2000 万人を目標に掲げている。このように国際的に日本が注目されるときであり、同時に、南海トラフ巨大地震等の防災対策としても、大変重要である。無電柱化の推進は、地域住民、地方自治体、企業・団体など国民のあらゆる階層が参加する運動として取り組むべきプロジェクトとしている。

民間プロジェクトの今後の目標としては、①工事経費抑制のための直埋設の推進、②民地確保の手法確立、③新設の電柱は「原則禁止」とする法律の制定を掲げている。







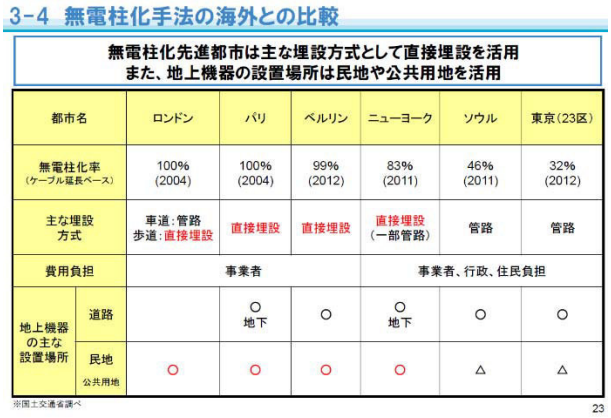


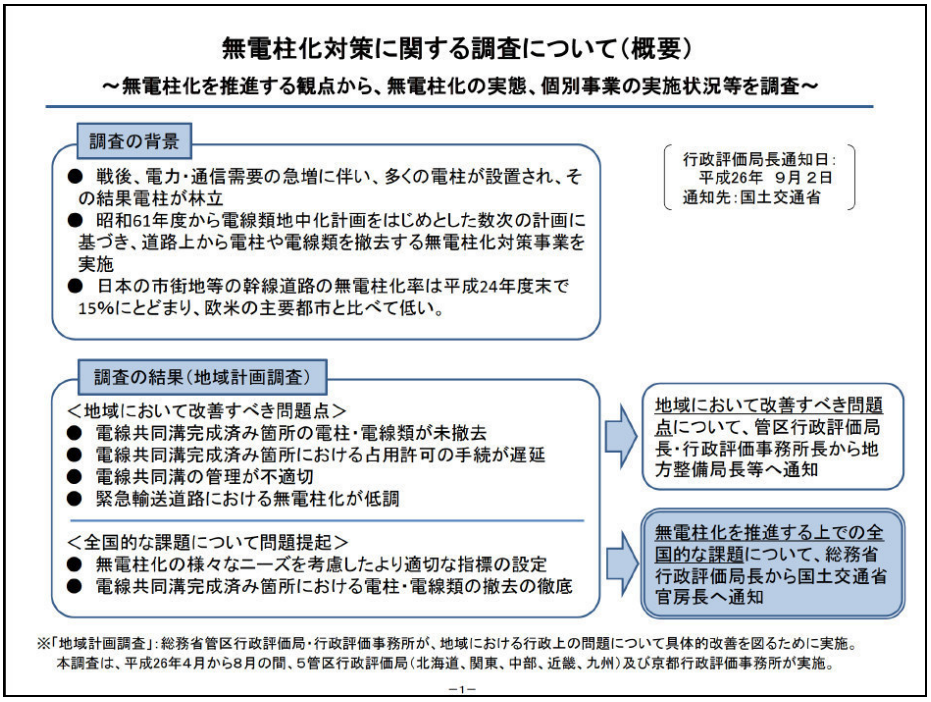
図 2.5.6-1　無電柱化民間プロジェクト概要

出典：無電柱化民間プロジェクト HP

http://mudenchuka.jp/wp-content/uploads/merit/229/mudenchuka20140710.pdf

2) 総務省の動向

総務省管区行政評価局及び行政評価事務所では、地域計画調査として、無電柱化を推進する観点から、無電柱化の実態、個別事業の実施状況等を調査し、その結果をとりまとめ平成 26 年 9 月 2 日に公表した。総務省行政評価局では、これらの調査の結果、無電柱化を推進する上での全国的・横断的な課題が認められたことから、国土交通省に対して通知した。



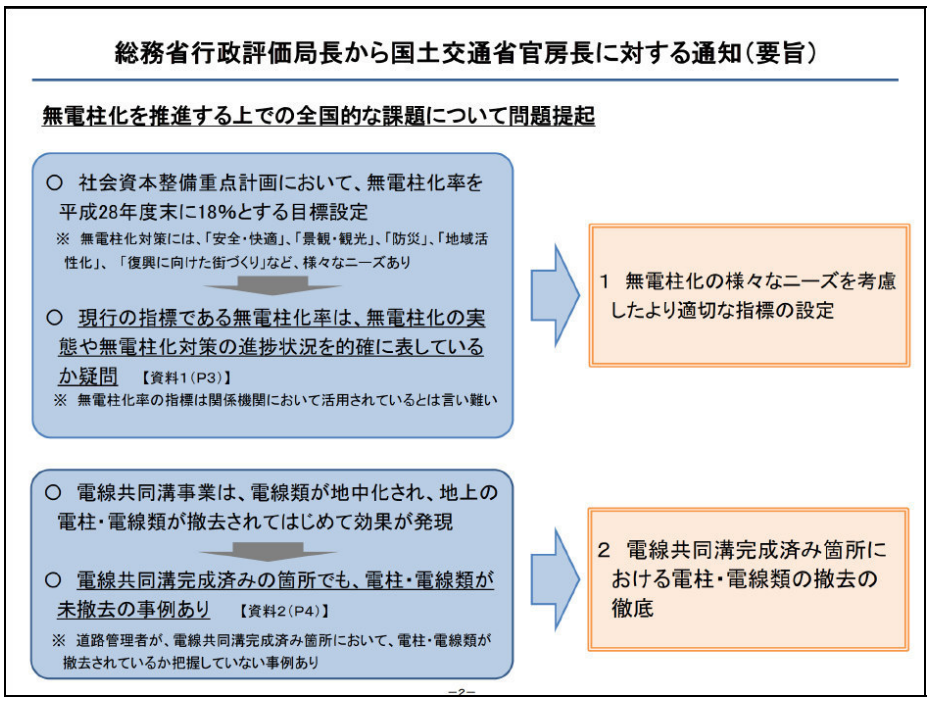


図 2.5.6-2　総務省における無電柱化対策に関する調査および結果

出典：総務省 HPhttp://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/88063.html

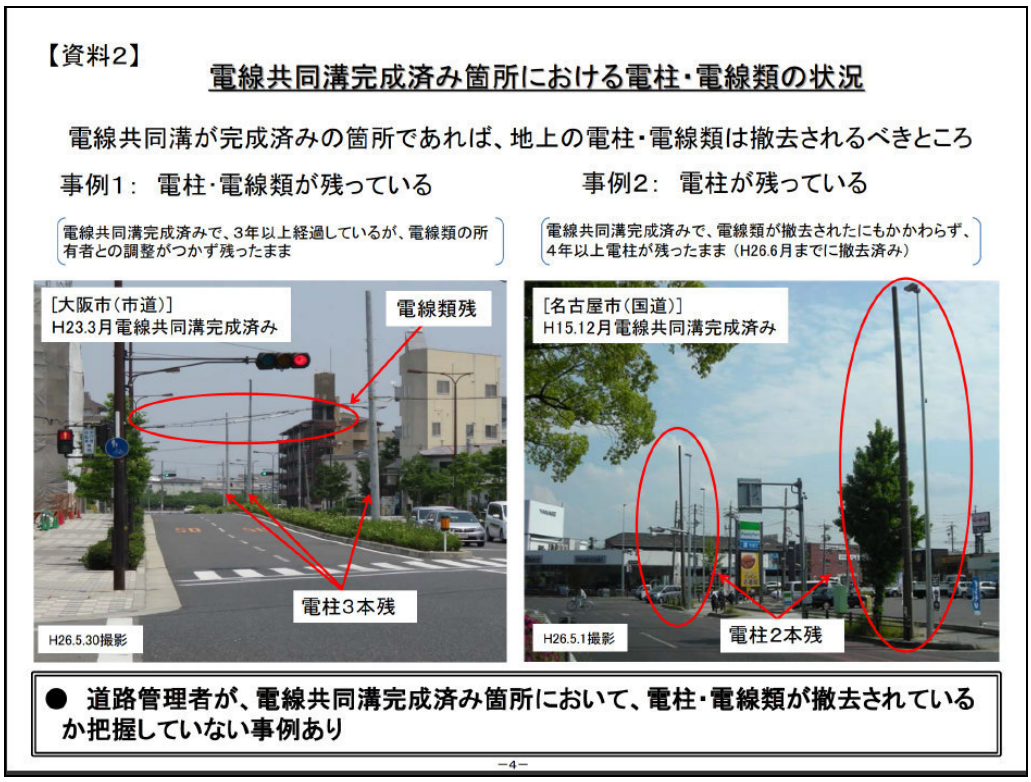


図 2.5.6-3　電柱化を推進する上での問題点

出典：国土交通省 HP

http://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/chicyuka/pdf/PDF09.pdf

3) 総務省の通知後の国土交通省の動向

前述のように平成 26 年 9 月 2 日に総務省から国交省への通知があった後、同年 9 月 8 日に国土交通省道路局において、「無電柱化推進検討会議」が開催された。

議事概要は、以下のとおりである。

①電線共同溝事業実施済箇所で残置されている電柱・電線への対応について

- 電線共同溝が整備済みの箇所で電柱・電線が残置されている箇所について、関係者間で協力し撤去に努める。
- １０月を目処に道路管理者が状況を把握し、年内までには対応の方向性を検討する予定。

②「無電柱化に係るガイドライン」による当面の対応について

- 計画を見直すまでの当面の対応として、これまで通り「無電柱化に係るガイドライン」による整備を進める。

③低コスト手法の検討について

- 無電柱化の低コスト手法の検討を行うため「低コスト手法技術検討委員会（仮称)」を設置し検討を進める。
- 自民党の無電柱化小委員会でも報告されたように、世界で標準的整備手法である直接埋設や小型ボックス活用について、海外先進国事例の手法や規格、過去の問題点などを参考に活用するべき。
- 直接埋設の適用の議論において、予定されている実験内容では、ケーブル類の経年変化に関する検証が欠けている。各種ケーブル類は、少なくとも 10 年～20 年と使用するものであり、地中に直接埋設することによる、雨水・四季の温度差・凍結・土中の科学的変化等を検証し、委員会でも十分に検討されたい。
- 夜間工事など工事の効率性が悪い個所もある。工事の効率を良くするための工事手法等の検討が必要。
- 低コスト手法の検討に際しガス、水道、下水道事業者の意見も参考にすべき。
- 低コスト手法における費用負担については、今後整理する必要があり、普及促進のための制度的な検討も必要。

④新たな計画策定に向けた取り組みについて

- 新たな計画策定には、事業者の視点だけでなく生活者の視点も必要。
- 先行的な取り組みをしている自治体の取り組みも参考にしながら、各主体の役割分担を踏まえつつ、検討を進める。

⑤今後のスケジュール

- 引き続き本会議で、残置されている電柱・電線についての対応のフォローアップ、低コスト手法の検討状況の確認、新たな計画策定に向けた方向性の検討等を実施していく予定となっている。

今後、無電柱化プロジェクトは、これまで以上に推進されていくものと考えられる。

2.5.7 海外の無電柱化の現状

1) 概要

欧米の主要都市では、道路上に林立する電柱や空を覆う電線の束を見かけることは殆ど無い。**図 2.5.7-1** 及び**図 2.5.7-2** に示す通り、ロンドンやパリ、ベルリンなどでは第 2 次世界大戦以前より地中化が標準とされており、また、台湾、インドネシア、中国等、アジア各国の都市においても、無電柱化が顕著に進展している。

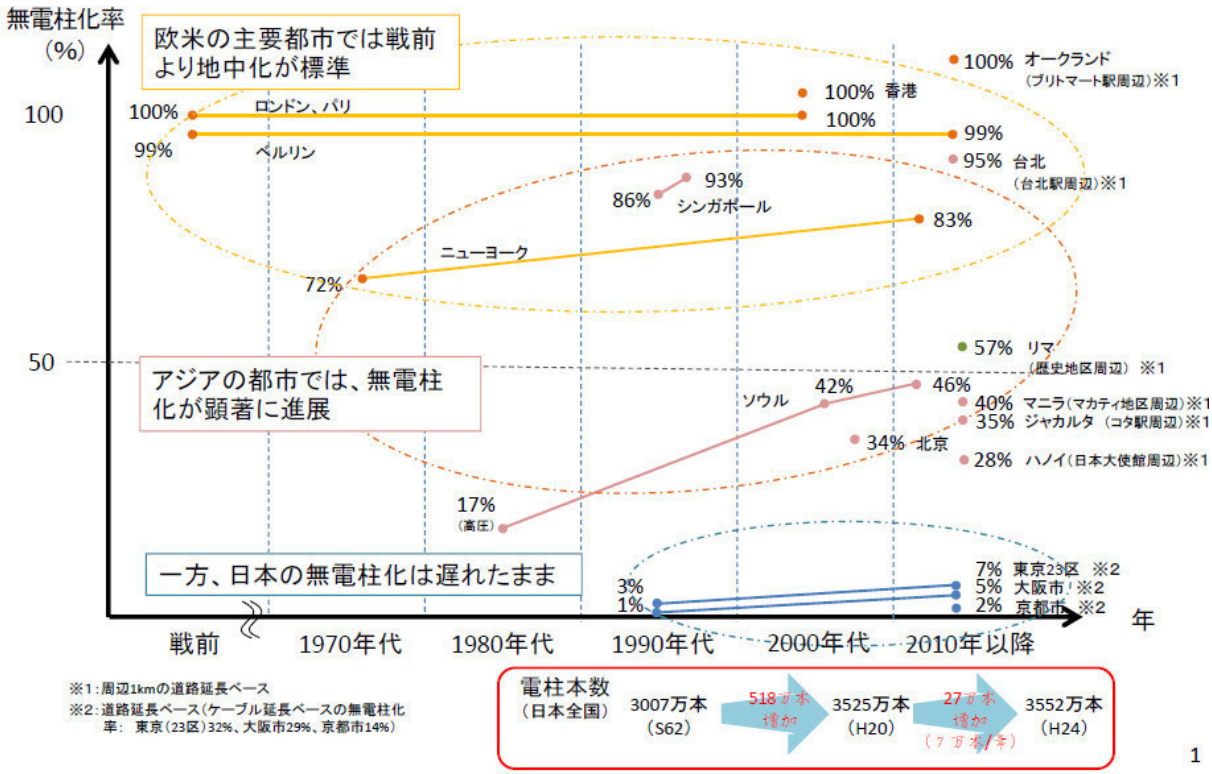
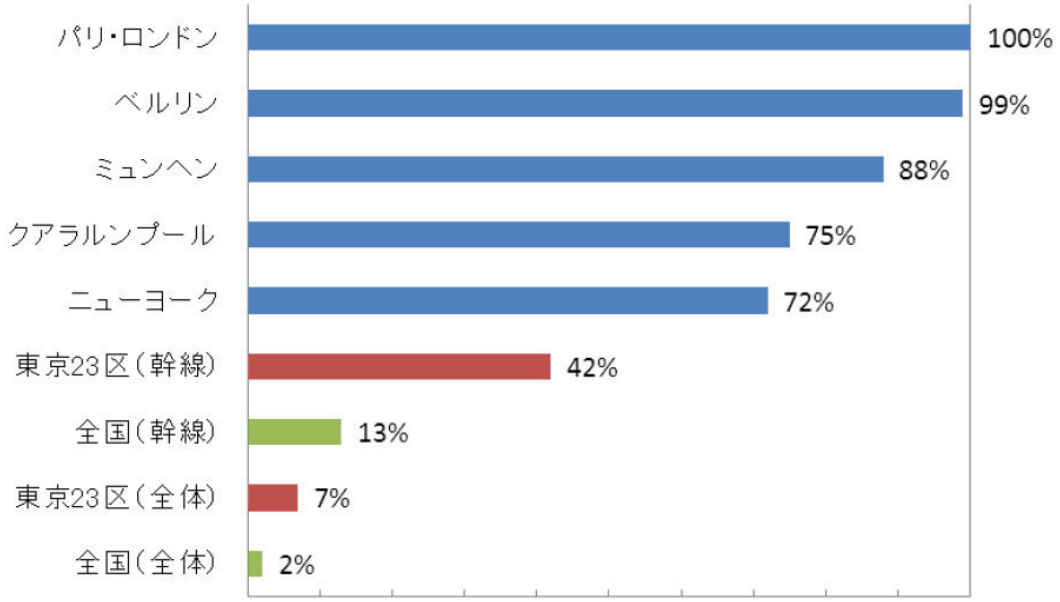


図 2.5.7-1　電線類の埋設状況

出典：自由民主党 ITS 推進・道路調査会無電柱化小委員会中間とりまとめ

https://www.jimin.jp/news/policy/125250.html



※1　海外の都市は電気事業連合会調べによる1977年の状況（ケーブル延長ベース）
※2　日本の状況は国土交通省調べによる2008年3月末速報値（道路延長ベース）

図 2.5.7-2　日本と世界主要都市の無電柱化率の比較

出典：堤盛人他（筑波大学 HP より）：新規住宅開発地における無電柱化の現状と課題
http://gis.sk.tsukuba.ac.jp/2009-12_GIS-SA/20110913/20110913_tsutsumi.pdf

2)　埋設の状況

海外の無電柱化（電線類地中化）の方式は、イギリス、フランスでは直接埋設方式、アメリカ、カナダでは直接埋設方式と管路方式を採用している。また、地上機器は民地を活用して設置することにより、都市内の面的な無電柱化を標準としている。



図 2.5.7-3　電線類の埋設状況

出典：株式会社ジオリゾーム HP　http://www.georhizome.com/jikamaisetu.html

電線類の地中化は、施工時のイニシャルコスト及び維持管理コストの増加が化課題となっている。海外と日本の電線地中化コストの比較を**表 2.5.7-1** に示す。欧米では地中化率が高い状況から、コスト差以上に地下化に対する重要性が高いことを伺うことができる。

表 2.5.7-1　海外と日本における電線地中化コストの比較

	アメリカ	イギリス	フランス	日本
コスト 地中化 /架空	■直埋方式 住宅地：1.5倍 商業地：2～3倍 ■管路方式 ：7～8倍	■低圧線 ：2倍 ■高圧線・11kv ：3倍 ■高圧線・33kv ：6～8.6倍	■低圧線 ：2.5倍 ■中圧線・20kv ：3.5倍	■低層住宅地 ：20倍 ■都市中心部 ：11倍

出典：寒地土木研究所月報

http://thesis.ceri.go.jp/db/files/00160990701.pdf

3)　海外における無電柱化の背景

図 2.5.7-1 に示した通り、欧米の大都市では電線が昔から多く地中化されている。また、見えないよう裏庭などの民地に埋設されている場合もある。これは景観上の配慮だけではない。当時、ニューヨークでは被覆技術が無く、切れた電線に感電する事故が多かったため、ロンドンでは街灯を設置する際、ガス灯は地中化せねばならず電灯と公平に競争させるため電灯でも地中化することを義務付けたためである。

近年、アメリカでは主要都市以外の地方自治体においても地中化の取り組みが行われている。これは西海岸地域や東海岸地域などであり、主な理由は以下に列記するとおりである。

・街の美観創出

観光都市としての集客力向上、固定資産価値の上昇寄与、都市再開発の促進、商業需要増など

・安全性の向上

電柱に関連した交通事故の抑制など

・緊急時の対応強化

電柱や電線などが倒壊した時の緊急車両の通行障害防止、ハリケーンや雪害・水害に対する被害軽減など

参考文献

1） 国土交通省 HP
http://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/chicyuka/
2） 大阪市 HP　無電柱化の推進
http://www.city.osaka.lg.jp/kensetsu/page/0000011019.html
3） 国土交通省 HP　国内の無電柱化率
http://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/chicyuka/pdf/PDF10.pdf
4） 札幌市 HP　道路の無電柱化事業
http://www.city.sapporo.jp/kensetsu/stn/mudenchuu.html
5） 民間無電柱化プロジェクト HP
http://mudenchuka.jp/
6） 民間無電柱化プロジェクト概要
http://mudenchuka.jp/wp-content/uploads/merit/229/mudenchuka20140710.pdf
7） 国土交通省道路局　「無電柱化推進検討会議」資料　平成 26 年 9 月 8 日
http://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/chicyuka/pdf/PDF09.pdf
8） 公益社団法人　日本電気技術者協会 HP
http://www.jeea.or.jp/
9） 自由民主党 ITS 推進・道路調査会無電柱化小委員会中間とりまとめ
https://www.jimin.jp/news/policy/125250.html
10) 筑波大学 HP 新規住宅開発地における無電柱化の現状と課題
http://gis.sk.tsukuba.ac.jp/2009-12_GIS-SA/20110913/20110913_tsutsumi.pdf
11）（社）国際建設技術協会、国土交通省：諸外国の無電柱化に関する調査業務報告書、平成 18 年
12) 株式会社ジオリゾーム HP
http://www.georhizome.com/jikamaisetu.html
13) 寒地土木研究所月報：郊外部の電線電柱類の景観対策における課題と効果的な対策手法に関する一考察、平成 25 年 12 月
http://thesis.ceri.go.jp/db/files/00160990701.pdf

第 3 章　調査のまとめと今後の課題

3.1　調査のまとめ

平成 26 年度国土強靭化に資する地下空間利用の調査研究のうち、第一部会は情報通信基盤に関する調査研究専門部会として活動した。本調査研究は 2 年間の活動期間において、国民生活と産業の防災と減災に資する情報の円滑化・保持のための情報通信基盤整備に関する提言を行うことを目的としたものである。本年度は初年度の調査研究として、情報通信基盤に関する情報収集行い、整理・分析を行うとともにヒアリングを実施した。以下に調査のまとめを記す。

1)　ヒアリング調査

NTT アクセスサービスシステム研究所のつくば研究開発センタにヒアリングを実施した。NTT アクセスサービスシステム研究所は NTT グループのネットワークサービスを支える通信基盤施設に関する研究開発を行っている。

NTT の所有する土木基盤設備の整備は終了しており、新規の建設量は少なくなってきている。これらの設備は、他のインフラ設備と同様に供用後長期間経過しているものが多く老朽化が進んでいる。したがって、現状の設備の効果的な維持管理方法の開発が重要課題となっている。

災害対策としては、非常用電源車、発電機やアンテナを搭載した車両、コンテナ型の一時的な電話局を開発し、全国に配備することで、被災地を支援するシステムの構築に取り組んでいる。また、信頼性向上の取組みとして、バックアップルートを確保して、有線・無線通信ともに多重化の構築を進めている。

東日本大震災時には地震や津波により多くの被害を受けたが、防水扉の設置や NTT ビルの高台移転などを積極的に推し進めている。また、河口部において津波によりケーブルの流出や切断被害が発生したが、河川部の地下に管路を設け敷設するという対策を実施している。

2)　情報通信基盤の定義・種類

国内の各種機関、事業者等により情報通信基盤に関連する用語として情報通信産業、情報通信設備、通信土木設備などが用いられており、これら関連する用語の定義内容を調査した。その結果、情報通信基盤の明確な定義・分類は存在しないため、地下利用推進の観点から当部会で整理・分類を試みた。

まず、直接、情報通信に関わる基盤を点と線に相当するものとして情報通信設備とネットワークに分けた。情報通信設備は、送受信設備、アンテナ設備等であり、ネットワークは、有線ケーブル、無線通信等である。また、これらを支持・収容する建設施設として鉄塔、電柱、共同溝、建築物等を分類した。

3)　情報通信基盤における地下利活用の可能性

エンジニアリング協会地下開発利用センターでは、新しい地下利用の形態ニーズの模

索ならびに地下開発利用の普及を目的として、「地下利用推進部会」において多方面からの調査研究を行っている。これらの調査研究の中から、平成 14 年度～平成 25 年度に実施された 6 期 12 年の調査内容について、「国土強靭化に資する地下空間利用の調査（情報通信基盤整備）」に役立つと思われる報告の抽出を試みた。

その結果、「情報通信基盤」に関するものは、それほど多くは無く、情報通信は、エネルギー供給や物流・交通に付随するものとして、「ライフライン」としてまとめて捉えられていると想定される。ただし、情報の重要性・多様化が進んだ近年において発生した東日本大震災による被害は衝撃的であり、情報通信機能の維持・確保の重要性が再認識された。今後は、地下街･地下鉄網の発展や外郭環状道路・リニア新幹線などの新たな地下施設の増加により、地下空間内における情報通信機能の確保についても技術革新が求められており、その結果として、情報通信基盤の地下利用の汎用化が進むことが期待される。

4)　国土強靭化計画および各省庁の取組み

国土強靭化基本計画は、国土強靭化推進本部が国土の健康診断にあたる脆弱性評価を踏まえて、強靭な国づくりのためのいわば処方箋を示したものである。国土強靭化に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るため、本計画以外の国土強靭化に関する国の計画等の指針となるべきものとして策定した。なお、「起きてはならない最悪の事態」に関しては、8 つの「事前に備えるべき目標」と、その妨げとなるものとして 45 の「起きてはならない最悪の事態」を設定している。

国土強靭化基本計画および関連する省庁の取組みについて情報通信に関連するものを以下に列挙する。

・大規模自然災害発生直後から必要不可欠な行政機能を確保するために、庁舎の耐震化等、電力の確保、情報・通信システムの確保、物資の備蓄、代替庁舎の確保等を推進する。
・大規模自然災害発生直後から必要不可欠な情報通信機能を確保するために、電力・ガス等の制御システムのセキュリティ確保のための評価認証基盤整備や道路の無電柱化、洪水・土砂災害・津波・高潮対策等の地域の防災対策を着実に進捗させる。
・地域 ICT を強靭化するために、災害発生時に住民が災害関連情報を得るための公衆無線 LAN の整備や、地方自治体等が所有するネットワークの強靭化及び災害放送実施体制の強化を推進する。

5)　地下空間における情報通信基盤の災害事例

世田谷電話局通信ケーブル火災(1984)は、地下空間における火災発生に伴う代表的な災害事例である。地下空間の火災は、懸命な消火活動にも関わらず鎮火に約 17 時間を要する結果となった。通話不能となった回線は 9 万回線近くに達し、仮復旧には約 9 日を要した。この災害を踏まえ、ケーブルなどの材料の不燃・難燃化や、火を使わない接続工事の工法、情報通信回線の複数化や、予備設備の設置等の対策が進んでいる。

阪神・淡路大震災(1995)は、都市直下型の地震として、極めて甚大な被害を及ぼしたものであり、地上部の情報通信基盤の被害は特に甚大であったが、比較的地下の設備の被害は軽微であり、共同溝にも機能を失うような被害は見られなかった。この震災によ

り、地中化された通信ケーブルは災害に強く、電気通信システムの信頼性向上に極めて有効であり、中口径管路や電線共同溝の設置など、更なる耐震化対策が推進されてきた。

東日本大震災（2011）は、マグニチュード 9.0 という巨大地震が引き起こした未曾有の大災害であり、直下型地震によってもたらされた阪神・淡路大震災と比較して、特に津波襲来による被害が顕著であった。しかしながら、阪神・淡路大震災と同様に、地中化された設備においては、地上設備に比べて被災率が低く、比較的軽微な被害で済んだものが多いことが報告されている。液状化による被害についての課題は残るものの、情報通信基盤の地中化や共同溝の設置には一定の効果があることが示されており、今後においても積極的な地下利用の推進が必要であると考える。

6) 地下を利用した情報通信基盤事例

地下空間における移動通信サービスおよび下水道光ファイバー計画について調査した。

近年では、地下空間においても携帯電話等の移動通信サービスが利用可能になり、緊急時や災害時においても、通信手段の確保ができるよう整備が進んでいる。携帯電話サービスの地下での整備率は、平成 20 年度現在、地下駅で 100%、地下街で 80%となっており、主要都市での地下鉄駅間での移動通信サービスもほぼ利用可能な状況にある。

下水道光ファイバー計画は、下水管きょの上部にある未利用の空間に光ファイバーケーブルを布設し、高速通信網を構築することにより、処理場やポンプ場の遠方監視制御を行うシステムのことである。また、構築された大容量・高速通信網を活用して下水道管理の高度化･効率化を目指すとともに、一般行政や通信事業者への貸出し事業も推進している。

7) 無電柱化プロジェクト

市街地等の幹線道路の無電柱化率は、最も無電柱化率が高い東京都 23 区においても 7%程度であり、ロンドン・パリの 100%と比較すると極端に低く、脆弱性評価における重要業績指標となっている。ここでは、今後の国土強靭化に資すると考えられる無電柱化プロジェクトについてまとめた。

無電柱化の目的としては、①安全で快適な通行空間の確保、②都市景観の向上、③都市災害の防止、④情報通信ネットワークの信頼性向上等が挙げられている。

一方、無電柱化推進の課題点としては、初期費用が電柱に比べて高いこと、地下設備が被災した場合に復旧に時間を要すること、ガス・上下水道等の既存埋設物との輻輳などが挙げられている。

3.2　今後の課題

被害を低減する方策について検討した結果､以下のようなことが課題として認識された。

1）共同溝の推進

阪神淡路大震災・東日本大震災の被災事例においても、共同溝の被災はクラックの発生等の軽微なものが多く、機能に支障をきたすような事例は報告されていない。共同溝は、通信、電気、水道、ガス等の複数のライフラインを収納することから、構造物としての重要性が高く、十分な耐震設計がなされているためと考えられる。情報通信基盤の重要度に応じて主要幹線や河川横断部などでは、共同溝化を推進することが望ましい。

2）無電柱化における課題解決策

前節の調査のまとめでも述べたが、無電柱化は最近注目され、いくつかのプロジェクトも進行している。最も大きな課題は低コスト化であり、このための技術開発を推進する必要がある。海外では標準的整備手法である直接埋設法について、海外事例の手法や問題点などを参考にし、活用すべきとされている。また、事業を推進してゆくための費用分担のあり方や、計画策定の検討等を推し進めるべきである。

3）地下における情報の利用方法

地下における情報通信基盤の整備は、急速に進んでおり、現在では地下街や地下鉄内においても地上と同様に携帯電話やスマートフォン等の移動通信体サービスを受けることができ、ビジネスや各種社会活動の活発化･効率化などの実現への寄与、安心･安全な国民生活の実現に寄与している。災害時においても、地下の情報通信基盤が遮断されることなく確保されるとともに、災害情報の提供や安否確認等への活用を検討することが重要である。

第Ⅱ部　産業エネルギー基盤に関する調査

平成２６年度
産業エネルギー基盤に関する調査専門部会（第二部会）委員名簿

部 会 長	中山　洋	佐藤工業㈱　土木事業本部　営業部 部長
副部会長	川端　康夫	飛島建設㈱　エンジニアリング部 インフラ防災グループ　部長
委　　員	秋田　宏行	㈱安藤･間　技術本部　環境開発部　担当課長
委　　員	松下　典史	応用地質㈱　エネルギー事業部　地盤物性部　部長
委　　員	武内　邦文	㈱大林組　土木本部営業推進第二部　部長
委　　員	丸山　裕司	川崎地質㈱　保全部保全グループ　主任
委　　員	米山　一幸	清水建設㈱　技術研究所　社会基盤技術センター 地下技術グループ　主任研究員
委　　員	大川　史郎	㈱地球科学総合研究所　技術企画部　部長付
委　　員	松枝　孝	千代田加工建設㈱　ガスエネルギープロジェクトユニット プロジェクトエンジニアリングセクション
委　　員	八代　浩二	鉄建建設㈱　鉄道統括室　鉄道企画部　営業部長
委　　員	尾留川　剛	電源開発㈱　土木建築部　土木技術室　課長
委　　員	箱田　利明	日揮㈱　第３事業本部　副本部長
事 務 局	宮本　昌彦	(一財)エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター 技術開発部 主任研究員
前事務局	高鍋　公一	(一財)エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター 技術開発部 主任研究員

第Ⅱ部　産業エネルギー基盤に関する調査

目　次

第１章　調査経緯 …… Ⅱ－　1

1.1 調査方針 ……Ⅱ－　1

1.2 調査内容 ……Ⅱ－　1

1.3 調査状況 ……Ⅱ－　2

第２章　調査成果 …… Ⅱ－　7

2.1 産業エネルギーに係る脆弱性評価 ……Ⅱ－　7

2.2 産業エネルギーに係る国土強靭化施策 ……Ⅱ－ 13

2.3 日本における産業エネルギーの実態 ……Ⅱ－ 21

2.3.1 エネルギーバランスの現状と将来予測 ……Ⅱ－ 21

2.3.2 エネルギー消費動向 ……Ⅱ－ 33

2.3.3 海外の産業エネルギー施策との比較 ……Ⅱ－ 49

2.4 エネルギー施設の現状と課題 ……Ⅱ－ 63

2.4.1 石油関連施設 ……Ⅱ－ 63

2.4.2 石炭関連施設 ……Ⅱ－ 84

2.4.3 ガス関連施設 ……Ⅱ－113

2.4.4 電力関連施設 ……Ⅱ－136

2.4.5 水素エネルギー関連施設 ……Ⅱ－163

2.4.6 共同溝 ……Ⅱ－179

2.5 国土強靭化に資するエネルギー関連施設の地下化への検討 ……Ⅱ－188

第３章　調査のまとめと今後の課題 …… Ⅱ－193

3.1 調査のまとめ ……Ⅱ－193

3.2 今後の課題 ……Ⅱ－198

第１章　調査経緯

1.1　調査方針

平成 25 年 12 月 11 日に制定､公布された｢強くしなやかな国民生活の実現のための防災･減災等に資する国土強靭化基本法」に基づき、平時においてもまた災害時においてもわが国の産業がその事業の継続性を維持し、国民生活に支障をきたすことのないことはもちろんのこと、国際的な競争力が低下することのないよう、産業用エネルギーの供給が確保されることが重要である。

当部会ではこの点を踏まえ、国土強靭化に資する産業エネルギーのあり方について、そのサプライチェーンの全てにおける現状について調査し、脆弱性の判断を行う。

その上で産業エネルギー関連施設の中で地下空間を利用することにより、脆弱性の改善が期待できるものがないか模索し、効果と技術的難易度および経済性などを考慮した上で実現可能な提案を行うことを調査の目的とした。

なお、活動は平成 26 年度および平成 27 年度の 2 ヵ年とし、初年度は主に現状調査を行い、翌年で地下化のための検討および提案を予定する。

1.2　調査内容

平成 26 年度の調査は国土強靭化基本法に基づく各種施策のうち､産業エネルギーに係る部分についてその内容を理解することからはじめ、それを阻害する脆弱性についても各種調査研究成果から把握し、そのうえで日本における産業エネルギーの実態をマクロ的に調査するとともに、エネルギー種類を**図 1-1.1** に示す供給から消費の流れに沿って分類し、各々について現状と課題について調査を行った。

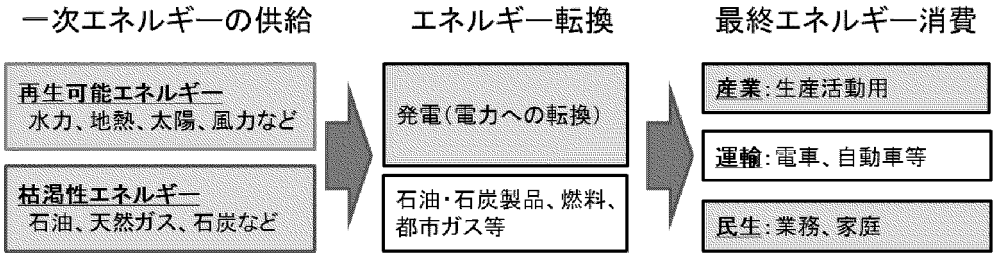


図 1.1-1　一次エネルギー供給から最終消費までの流れ

出典：独立行政法人国際協力機構「課題別指針　エネルギー」平成 25 年 5 月

調査するエネルギー施設は一次エネルギーである石油、石炭、ガスと二次エネルギーである電力とし、近年の低炭素化社会の実現に向け有効である水素エネルギーを加え、さらに各種エネルギーを効率的に移動させる共同溝についても調査をした。

これらの現状調査を踏まえ、国土強靭化に資するエネルギー関連施設の地下化についてその可能性を探った。

1.3 調査状況

1.3.1 活動記録

平成 26 年度の活動状況を**表 1.3.1-1** に示す。

表 1.3.1-1 産業エネルギー基盤に関する調査専門部会活動記録(1/5)

回	開催日	主要議事
第 1 回	平成 26 年 6 月 3 日	H26～H27 年度の地下利用推進部会主テーマと第二部会テーマを説明し、今後の部会の進め方や活動内容を固めるにあたって、関連する資料や部会長の準備した資料等を読み込んだ上で、次回の部会にて各委員の持ち寄る検討案をベースに、議論することとなった。
第 2 回	平成 26 年 7 月 8 日	H26 年度の調査方針について、下記の通り、議論を行い、アウトラインについて意思統一を図った。 1) 国土強靭化施策における産業エネルギー分野に関する事項の整理 ・内閣官房国土強靭化推進室や 2014 年 6 月 3 日国土強靭化推進本部閣議決定した報告書の内容を把握し、産業エネルギー分野に関してどのような脆弱性を有し、それに対してどのような姿を求めているのかを整理する。 2) 我が国における産業エネルギーの実態と国土強靭化施策との関連の整理 ・我が国のエネルギー供給体制の全体像を把握し、将来的にエネルギーバランスをどのように整えるべきか整理し、そのうえで各施設の現状（常時・非常時）と脆弱性、国土強靭化に資するためのあるべき姿を検討する。 3) エネルギー各施設の地下化の可能性の検討 ・施設毎に地下化の可能性を効果、経済性、技術的、法的制約条件等から判断する。

表 1.3.1-1　産業エネルギー基盤に関する調査専門部会活動記録(2/5)

第3回	平成26年 8月20日	H26年度の調査方針について、下記の課題を把握した上で、次回の部会で議論予定。 1) 関連資料を精読し、国土強靭化施策において産業エネルギーに関する現状の課題（脆弱性）と将来像について概略的に認識する。 2) エネルギー基本計画の中で将来的なエネルギーバランスをどのように考えているかを把握し、各委員の意見の集約を図る。 3) 施設別検討項目表として細別して具体的な施設名を列挙する。(例えば石油貯蔵施設であれば石油タンク、岩盤備蓄等）また、表中にない施設があれば追加する。 4) 目次（案）への落とし込み 5) 目次毎の担当者選定
第4回	平成26年 9月24日	H26年度の調査方針について、報告書の構成、目次を通じて、具体的に議論した。 1) 報告書にも活用可能である施設別検討項目表については、現在取纏め中である。各位の報告書を参照の上完成させることとしたい。 2) 報告書の構成及び目次につき素案を作成した。構成及び各担当につき当該案のとおり合意し、担当が決定した。 第Ⅰ章　調査経緯（中山部会長） 1.1　調査方針（中山部会長） 1.2　調査内容（中山部会長） 1.3　調査状況（中山部会長） 1.4　ヒアリング調査（中山部会長） 第Ⅱ章　調査成果（中山部会長） 2.1　産業エネルギーに係る国土強靭化施策（松下委員） 2.2　産業エネルギーに係る脆弱性評価（川端副部会長） 2.3　日本における産業エネルギーの実態（中山部会長） 2.3.1　エネルギーバランスの現状と将来予測（武内委員） 2.3.2　産業別エネルギー消費動向（丸山委員） 2.3.3　海外の産業エネルギー施策との比較（箱田委員） 2.4　エネルギー施設の現状と課題（中山部会長） 2.4.1　一次エネルギー施設 1）石油関連施設（西委員（後任　米山委員）） 2）石炭関連施設（尾留川委員） 3）ガス関連施設（大川委員） 2.4.2　二次エネルギー施設

表 1.3.1-1　産業エネルギー基盤に関する調査専門部会活動記録(3/5)

回	開催日	主要議事
第4回 （前頁の続き）	平成26年 12月4日	2.4.2　二次エネルギー施設 1）電力関連施設（秋田委員、八代委員） 2）水素エネルギー関連施設（松枝委員） 2.4.3　共同溝（川端副部会長） 2.5　国土強靭化に資するエネルギー関連施設の地下化への検討（全委員） 第Ⅲ章　調査のまとめと今後の課題 3.1　調査のまとめ（全委員） 3.2　今後の課題（全委員） 3) 各章の掘下げ方について各担当に一任する。最終的な取纏め作業、レベリング作業は各担当の報告書が纏まった時点で部会にて照査し完成させるものとする。 4) 報告書の体裁、作成上の決まりについて資料をメールにて事務局より配布する(配信済)。なお、DESTNETSに平成25年度の報告書電子ファイルがあり、報告書の体裁合わせにかかる手間が省くため、これを活用する。 5) 第Ⅱ章（2.5を除く）については平成26年12月に開催を予定するワーキングまでに各人にて取り纏め、その結果を踏まえて2.5の内容について協議し、方向性を定める。
第5回	平成26年 10月20日	H26年度の報告書について、各担当者の初稿の読み合わせを行い、進捗状況を確認した。その中で、報告書の目次構成について、以下の部分を修正した。 2.4　エネルギー施設の現状と課題　⇒現状、将来計画と課題 ***2.4.1　石油関連施設*** ***2.4.2　石炭関連施設*** ***2.4.3　ガス関連施設*** ***2.4.4　電力関連施設*** ***2.4.5　水素エネルギー関連施設*** ***2.4.6　共同溝***

表 1.3.1-1　産業エネルギー基盤に関する調査専門部会活動記録(4/5)

回	開催日	主要議事
第 6 回	平成 26 年 12 月 4 日	H26 年度の報告書について、幹事会で挙がった目次修正案を基づき、各担当者の原稿の読み合わせを行い、進捗状況を確認した。 第Ⅰ章　調査経緯（中山部会長） 1.1　調査方針（中山部会長） 1.2　調査内容（中山部会長） 1.3　調査状況（中山部会長） 1.4　ヒアリング調査（中山部会長） 第Ⅱ章　調査成果（中山部会長） 2.1　産業エネルギーに係る脆弱性評価（川端副部会長） 2.2　産業エネルギーに係る国土強靭施策（松下委員） 2.3　日本における産業エネルギーの実態（中山部会長） 2.3.1　エネルギーバランスの現状と将来予測（武内委員） 2.3.2　エネルギー消費動向（丸山委員） 2.3.3　海外の産業エネルギー施策との比較（箱田委員） 2.4　エネルギー施設の現状、将来計画と課題（中山部会長 2.4.1　石油関連施設（米山委員） 2.4.2　石炭関連施設（尾留川委員） 2.4.3　ガス関連施設（大川委員） 2.4.4　電力関連施設（秋田委員、八代委員） 2.4.5　水素エネルギー関連施設（松枝委員） 2.4.6　共同溝（川端副部会長） 2.5　国土強靭化に資するエネルギー関連施設の地下化への検討（全委員） 第Ⅲ章　調査のまとめと今後の課題（全委員） 3.1　調査のまとめ（全委員） 3.2　今後の課題（全委員） 1) 本部会での意見・コメントを反映して各担当でドラフトを修正し、年内を目処に修正版を再提出する。次回部会までは、情報共有システム（デスクネッツ）を使用した査読を行う。
第 7 回	平成 27 年 2 月 6 日	H26 年度の報告書について、引き続き各担当者の読み合わせを行い、予定原稿枚数の確定を行った。 ・A3 原稿はなく、カラー枚数を 7 枚とした。 ・図表のレイアウトは整えること。

表 1.3.1-1　産業エネルギー基盤に関する調査専門部会活動記録(5/5)

回	開催日	主要議事
第 8 回	平成 27 年 3 月 3 日	H26 年度の報告書について、各担当者の最終的な読み合わせを行い、原稿枚数の変更を要さない内容の確定を行った。 ・原稿枚数は 198 枚となった。

参考資料

1)　独立行政法人国際協力機構「課題別指針　エネルギー」平成 25 年 5 月

第２章　調査成果

2.1 産業エネルギーに係る分野の脆弱性評価

1)「国土強靭化」の取組み方針

平成 25 年 12 月 11 日に公布・施行された国土強靭化基本法では、国土強靭化に関する施策の推進は、東日本大震災から得られた教訓を踏まえて事前防災と減災、その他迅速な復旧復興に資する施策を総合的かつ計画的に実施することが必要であるとし、このための基本方針として以下の 4 項目を上げている。

① 人命の保護が最大限図られること
② 国家及び社会の重要な機能が致命的な障害を受けず維持されること
③ 国民の財産及び公共施設に係る被害の最小化
④ 迅速な復旧復興

そして、施策の策定方針として以下を上げ、国土強靭化の推進を図る上で必要な事項を明らかにするために脆弱性の評価を行い、その結果に基づいて国土強靭化基本計画の案を作成しなければならないとしている。

① 既存社会資本の有効活用等により、費用の縮減を図ること
② 施設又は設備の効率的かつ効果的な維持管理に資すること
③ 地域の特性に応じて自然との共生及び環境との調和に配慮すること
④ 基本理念及び基本方針を踏まえ、実施されるべき施策の重点化を図ること
⑤ 民間の資金の積極的な活用を図ること

2)大規模自然災害等に対する脆弱性評価指針策定について

国土強靭化基本法では、「国土強靭化の推進を図る上での必要な事項を明らかにするため、脆弱性評価の指針を定め、これに従って脆弱性評価を行い、その結果に基づき、国土強靭化基本計画の案を作成しなければならない。(同法 17 条 1 項)」としている。これを受け、内閣官房国土強靭化推進本部では、「大規模自然災害等に対する脆弱性の評価指針」を平成 25 年 12 月 17 日制定した。ここでは、脆弱性評価の意味を以下のように説明している。

脆弱性評価とは、我が国の大規模自然災害等に対する脆弱性を調査し、評価するいわば国土の健康診断であり、効率的・効果的な国土強靭化を進める上で必要不可欠なプロセス

3)脆弱性評価の方法

○国土強靭化に関する「施策分野」ごとに評価
○「起きてはならない最悪の事態」を設定し、これに対する施策について横断的な評価
○投入される人材その他の国土強靭化の推進に必要な資源についても評価
○施策の進捗を把握するため、出来る限り定量的に評価を実施

4)脆弱性評価の前提となる事項

表 2.1-1　脆弱性評価の前提となる事項

項　目	前提となる事項
①想定するリスク	大規模自然災害（地震や風水害など、広範囲に甚大な被害をもたらすため）
②施策分野	12 の個別分野と 3 の横断的分野 個別施策分野 行政機能／警察・消防等、住宅・都市、保健医療・福祉、エネルギー、金融、情報通信、産業構造、交通・物流、農林水産、国土保全、環境、土地利用（国土利用） 横断的分野 リスク・コミュニケーション、老朽化対策、研究開発
③国土強靭化推進の基本目標（事前防災の取組み方針）	・人命の保護が最大限に図られること ・国家及び社会の重要な機能が致命的な障害を受けず維持されるようにすること ・国民の財産及び公共施設に係る被害の最小化に資すること ・迅速な復旧復興に資すること
④我が国の経済社会システムが事前に備えるべき目標（代表的なプログラム）	1.大規模自然災害が発生したときでも人命の保護が最大限図られる 2.大規模自然災害発生直後から救助・救急、医療活動等が迅速に行われる（それがなされない場合の必要な対応を含む） 3.大規模自然災害発生直後から必要不可欠な行政機能は確保する 4.大規模自然災害発生直後から必要不可欠な情報通信機能は確保する 5.大規模自然災害発生後であっても、経済活動（サプライチェーンを含む）を機能不全に陥らせない 6.大規模自然災害発生後であっても、生活・経済活動に必要最低限の電気、ガス、上下水道、燃料、交通ネットワーク等を確保するとともに、これらの早期復旧を図る 7.制御不能な二次災害を発生させない 8.大規模自然災害発生後であっても、地域社会・経済が迅速に再建・回復できる条件を整備する

5)産業エネルギー分野の脆弱性の評価

内閣官房国土強靭化推進本部では、「大規模自然災害等に対する脆弱性評価指針」に基づく、「脆弱性の評価の結果」をまとめ上げ、平成 26 年 6 月に発表した。脆弱性の評価に当たっては、国土強靭化のための代表的プログラム（**表 2.1-1** 中、④我が国の経済社会システムが事前に備えるべき目標）ごとに、そのプログラムの代表する施策に関する指標を 1～7 項目選定し、達成度を数値化することでプログラムや各施策の進捗を管理できる、重要業績指標（KPI：Key Performance Indicator）を導入している。

代表的な 8 プログラムごとに「起きてはならない最悪の事態」を想定、全 45 の事態に対する施策と、その進捗を KPI で数値化した。ここでは、産業エネルギーに係る項目を抽出し、その進捗状況を示す。

表 2.1-2　産業エネルギーに係る代表的なプログラムの施策と重要業績指標（1/3）

プログラム	起きてはならない事態	施策＋重要業績指標（KPI）
5. 大規模自然災害発生後であっても、経済活動（サプライチェーンを含む）を機能不全に陥らせない	5-1）サプライチェーンの寸断等による企業の生産力低下による国際競争力の低下	【内閣府】大企業及び中堅企業のBCPの策定割合 大企業：45.8%（H23）／中堅企業：20.8%（H23） ○企業連携型のBCPが必要。石油化学業界における産業保安のための施策の実施計画の策定の開始など、その取り組みは緒に就いたばかりであるので、関係府省庁及び民間も含めて幅広く連携し、効率的に進める必要がある。
		【国交】特定流通業務施設における広域的な物資拠点の選定率 28%（H25） 【国交】航路啓開計画が策定されている緊急確保航路の割合 0%（H24） ○海上交通管制の一元化、航路啓開計画の策定、広域的な物資拠点の選定等の物流施設･ルートの耐災害性を高める取組みが始まっており、それらの取り組みを推進する必要がある。 ○道路の防災、震災対策や緊急輸送道路の無電柱化、港湾施設の耐震・耐波性能の強化、洪水･土砂災害・津波･高潮対策等を着実に推進する必要がある。
	5-2）社会経済活動、サプライチェーンの維持に必要なエネルギー供給の停止	【経産】石油精製・元売会社におけるバックアップ体制を盛り込んだBCPの策定率 0%(H24) ○訓練の実施等を通じて実効性を高めるとともに、体制の充実強化や計画、BCPの見直しを図る必要がある。 ○燃料供給ルートを確実にするため、輸送基盤の自然災害に対する対策を進める。さらに発災後の迅速な輸送経路啓開に向けて、関係機関の連携等により装備資機材の充実、情報共有など必要な体制整備を図るとともに、円滑な燃料輸送のための諸手続の改善等を検討する必要がある。 ○サービスステーション・LPガス充填所等の災害対応力を強化するとともに、工場・事業所等において自家発電設備の導入や燃料の備蓄量の確保等を促進する必要がある。

表 2.1-3　産業エネルギーに係る代表的なプログラムの施策と重要業績指標（2/3）

プログラム	起きてはならない事態	施策＋重要業績指標（KPI）
5. 大規模自然災害発生後であっても、経済活動（サプライチェーンを含む）を機能不全に陥らせない	5-2）社会経済活動、サプライチェーンの維持に必要なエネルギー供給の停止	【経産】全都道府県における防災訓練等の人材育成事業の実施 0%（H25） 【経産】災害時石油供給連携計画の訓練の実施率 100%（H25） 【防衛】訓練目的の達成率 100%（H25） ○エネルギーサプライチェーンの確保を念頭に置いた関係機関による合同訓練を実施する必要がある。 ○被災後は燃料供給量に限界が生じる一方、非常用発電や緊急物資輸送のための需要の増大が想定されるため、供給先の優先順位の考え方を事前に整理しておく必要がある。
	5-3）コンビナート・重要な産業施設の損壊、火災、爆発等	【総務】石油コンビナート等防災計画の見直しを行った防災本部の割合 0%（H25） ○防災計画の見直しの促進を図るとともに、特定事業所の自衛消防組織の活動について、関係機関の一層の連携、防災体制の充実強化を図る必要がある。
		【総務】石油タンクの耐震基準への適合率 98%（H24） ○コンビナートに係る設備の耐震化や護岸等の強化等の地震・津波対策及び関係する研究・技術開発を着実に推進する必要がある。 ○東日本大震災を踏まえ耐震基準を見直した高圧ガス設備について対策を促進するとともに、南海トラフ地震に対する耐震基準見直しの検討を進める必要がある。
		【総務】緊急消防援助隊の編成及び施設の整備等に係る基本的な事項に関する計画に定めるエネルギー・産業基盤災害即応部隊(ドラゴンハイパー・コマンドユニット)の登録目標の達成 0 部隊(H25) ○火災、煙、有害物質等の流出により、コンビナート周辺の生活、経済活動等に甚大な影響を及ぼす恐れがあるため、関係機関による対策を促進する必要がある。 ○コンビナートの災害に備え、ドラゴンハイパー・コマンドユニットが創設されたところであり、同部隊の体制強化を図るとともに、関係機関との合同訓練の実施、高度な消防ロボットの研究開発等を推進する必要がある。 ○コンビナートエリア内における企業連携型 BCP/BCM 構築の促進・持続的な推進など民間事業者における取組を強化する必要がある。
6．大規模自然災害発生後であっても、生活･経済活動に必要最低限の電気、ガス、上下水道、燃料、交通ネットワーク等を確保するとともに、これらの早期復旧を図る	6-1）電力供給ネットワーク(発変電所、送配電設備)や石油・LP ガスサプライチェーンの機能の停止	○電気設備の自然災害に対する耐性評価等を実施中であり、これに基づき必要に応じ発変電所・送電線網や電力システムの災害対応力強化及び復旧迅速化を図る必要がある。
		【経産】製油所の非常用 3 点セット（非常用発電機、非常用情報通信システム、ドラム缶石油充填出荷設備）導入割合 38%（H24）

表 2.1-3　産業エネルギーに係る代表的なプログラムの施策と重要業績指標（3/3）

プログラム	起きてはならない事態	施策＋重要業績指標（KPI）
6．大規模自然災害発生後であっても、生活･経済活動に必要最低限の電気、ガス、上下水道、燃料、交通ネットワーク等を確保するとともに、これらの早期復旧を図る	6-1）電力供給ネットワーク（発変電所、送配電設備）や石油・LP ガスサプライチェーンの機能の停止	【経産】石油タンクの耐震強化等の進捗状況 98%（H24） 【経産】製油所の耐震強化等の進捗状況 0%（H24） 【国交】製油所が存在する港湾における、関係者との連携による製油所を考慮した港湾の事業継続計画（港湾 BCP）策定率 0%（H24） 【経産】石油製品の備蓄目標達成率 95%（H25） 【経産】国家備蓄石油ガスの備蓄量 46%（H24） ○ドラゴンハイパー・コマンドユニットの創設 ○エネルギー供給源の多様化のため、再生可能エネルギー等の自立・分散型エネルギーの導入を促進する必要がある。
7．制御不能な二次災害を発生させない	7-2）海上・臨海部の広域複合災害の発生	【総務】石油コンビナート等防災計画の見直しを行った防災本部の割合 0%（H25） ○関係機関による合同訓練、情報共有や大規模・特殊災害対応体制、装備資機材等の機能向上を図る必要がある。
		【経産】製油所の耐震強化等の進捗状況 0%（H24） 【国交・農水】東海・東南海・南海地震等の大規模地震が想定されている地域等における海岸堤防等の整備率（計画高までの整備と耐震化） 約 31%（H24） ○危険物質を取り扱う施設の耐震化、防波堤や護岸等の整備・強化、海岸防災林の整備等の地震・津波対策及び関係する研究・技術開発を着実に推進する必要がある。 ○大規模津波による漂流物防止対策を推進する必要がある。 ○沿岸部の災害情報を周辺住民等に迅速かつ確実に伝達する体制を構築する必要がある。

6)脆弱性評価結果のポイント

国土強靭化推進本部では、プログラムごとの評価及びそれを踏まえた施策分野ごとの評価を踏まえ、脆弱性評価結果のポイントを以下のように示している。

①重点化を図りつつ、ハード整備とソフト対策の適切な組み合わせが必要

防災・減災等に資する国土強靭化施策については、いまだ道半ばの段階にあるものが多い。できるだけ早期に高水準なものとするためには、施策の重点化を図りつつ、ハード整備とソフト対策を適切に組み合わせる必要がある。

②代替性･冗長性等の確保が必要

行政、エネルギー、金融、情報通信、交通・物流等の分野においては、システム等が一旦途絶えると、その影響は甚大であり、バックアップ施設/システムの整備等により、代替性･冗長性等を確保する必要がある。

③地方公共団体・民間等との連携が必要

実施主体は、国だけでなく、地方公共団体、民間事業者、NPO、国民など多岐にわたる。実施主体が効率的、効果的に施策を実施するためには、強靭化を担う人材の育成など地方公共団体等における組織体制の強化及び市町村に対する適切な支援が必要不可欠であるとともに、各実施主体

との徹底した情報提供・共有や各主体間の連携が必要不可欠である。

さらに施策の拡張性への配慮が必要ではないだろうか。災害対策を目的としていても、通常の生活の中でも活用できる施設、施策が必要だと考えている。例えば、津波対策だけの構造物であると、周辺景観とのミスマッチや、将来、更新する予算の確保も難しくなることも考えられるため、多少コストがかかっても多目的なものを設置すべきではないかと考えている。また、具体的な施策を考える際に、防災だけではなく、その用途の拡張性に配慮し、民間，NPO などの活力を導入できる仕組み、体制、方法を前提とすべきだと考えている。

7)今後の脆弱性評価

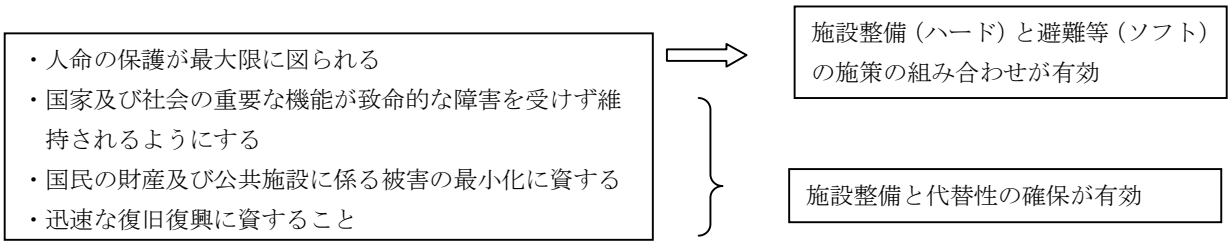
国土強靭化推進本部では、今後の脆弱性評価として以下を計画している。

○個別事象（大規模自然災害）をリスクとして具体化

○個別事象、施策等の特性に応じた国土強靭化としての目標レベル及びリスクシナリオを設定

○起こりやすさ、影響の大きさを踏まえた優先順位について今後検討

○基本目標によって、以下のように有効な施策が異なることに留意が必要



具体的な自然災害、その規模を想定した上で、脆弱性の評価や国土強靭化施策を立案する。自然災害は広域で発生するものであり、個々の地域において、施策の条件が変わる可能性もあるが、一方で最適な施策を広域で統一して実施して行く必要がある。政府や自治体が主導しつつも、対象となる広域の関係者が共通のテーブルで議論を尽くし、コンセンサスを得て行く必要があると考えている。また、地域社会全体で自然災害の被害規模、対策について、共通認識を得るための広報、教育が必要とされる。

＜参考文献＞

1）大規模自然災害等に関する脆弱性の評価の結果（内閣官房国土強靭化推進本部、平成 26 年 6 月 4 日）

2）大規模自然災害等に関する脆弱性の評価について（概要）、(内閣官房国土強靭化推進本部　第 2 回会合資料 2-2、平成 26 年 4 月 25 日）

3）大規模自然災害等に対する脆弱性の評価の指針（内閣官房国土強靭化推進本部、平成 25 年 12 月）

2.2 産業エネルギーに係る国土強靭化施策

1) 国土強靭化基本計画とアクションプラン

平成 26 年 4 月に「大規模自然災害等に対する脆弱性の評価の指針」に基づいて脆弱性の評価が行われ、これを受けて同年 6 月に国土強靭化基本計画とアクションプラン 2014 が策定された。国土強靭化基本計画では、脆弱性評価結果を踏まえて施策分野ごと及びプログラムごとにおおむね 5 年間を目途とした推進方針が定められており、国土強靭化に係る国の他の計画等の指針となるものとされる（アンブレラ計画）。アクションプランは、基本計画を着実に推進する目的で、毎年度、施策の進捗を評価し取り組むべき方針を取りまとめたもので、プログラムごとの推進計画（推進方針＋目標値）および主要施策から構成されている。進捗管理には、前項で上げた重要業績指数（KPI）等の具体的な数値指標を目標値として設定し定量的に評価されている。

2) 産業エネルギーに係る国土強靭化基本計画

国土強靭化の基本方針は、東京一極集中からの脱却を図り「自立・分散・協調」型の国土形成と、防災施設の整備、施設の耐震化等のハード面と、訓練、防災教育等のソフト面を適切に組み合わせて効果的に施策することとしている。また、社会資本の有効活用と PPP(Public Private partnership) / PFI(Private Finance Initiative)による民間資金の活用、地域のコミュニティ機能を向上させ、地域住民を考えながら強靭化を担う人間が適切に活動できる環境づくりを考えている。一方、災害時の迅速な復旧・復興のためには、個々の企業における事業活動の継続が必要であり、BCP(Business Continuity Plan) / BCM(Business Continuity Management)に取組むとともに企業間の連携を図ってサプライチェーン等を定着させることも推進するとしている。

基本計画は、**表 2.2-1** に示した 12 の個別分野、3 の横断分野の計 15 の各施策分野で、事前に備えるべき 8 の目標に照らして必要な推進方針をまとめている。そして、上に示した 15 の施策分野はそれぞれで相互依存関係があるため、主管する府省庁を明確にした上で、関係する府省庁や地方公共団体等における推進体制を構築し、施策の実効性・効率性を確保するように配慮するとしている。

主に産業エネルギーに係る施策分野は、エネルギー分野で 7、産業分野で 6 の推進方針が関係府省庁とともにあげられている。

表 2.2-1　国土強靭化基本計画に示される産業エネルギーに係る推進方針(1/3)

推進分野	推進方針
(4)エネルギー	○大規模エネルギー供給拠点は太平洋側に集中しており、南海トラフ地震や首都直下地震により供給能力が大きく損なわれるおそれがあるため、個々の設備等の災害対応力や地域内でのエネルギー自給力、地域間の相互融通能力を強化するとともに、エネルギーの供給側と需要側の双方において、その相互補完性・一体性を踏まえたハード対策とソフト対策の両面からの総合的な対策を講じることにより、エネルギーサプライチェーン全体の強靭化を図る。 【関係府省庁】

表 2.2-1　国土強靭化基本計画に示される産業エネルギーに係る推進方針(2/3)

(4)エネルギー	○製油所の緊急入出荷能力の強化や、石油製品、石油ガスの国家備蓄量の確保に向けた取組を推進するなど、大規模被災時にあっても必要なエネルギーの供給量を確保できるよう努めるとともに、被災後の供給量に限界が生じることを前提に供給先の優先順位の考え方を事前に整理する。また、減少している末端供給能力（サービスステーション等）の維持・強化、各家庭や公共施設、学校、医療施設等における自家発電導入、燃料の備蓄量の確保等を促進する。【経済産業省、国土交通省、その他関係府省庁】
	○石油コンビナート等のエネルギー供給施設、高圧ガス設備の損壊は、エネルギー供給途絶のみならず、大規模な火災や環境汚染等に拡大するおそれがあるため、その耐災害性の向上及び防災体制の強化を図る。 【総務省、経済産業省、国土交通省、その他の関係府省庁】
	○コージェネレーション、燃料電池、再生可能エネルギー、水素エネルギー等の地域における自立・分散型エネルギーの導入を促進するとともに、スマートコミュニティの形成を目指す。農山漁村にあるバイオマス、水、土地等の資源を活用した再生可能エネルギーの導入を推進する。【農林水産省、経済産業省、国土交通省、環境省】
	○エネルギー輸送に係る陸上・海上交通基盤、輸送体制の災害対応力を強化する。また、非常時の迅速な輸送経路啓開に向けて関係機関の連携等により必要な体制整備を図るとともに、円滑な燃料輸送のための情報共有や輸送協力、諸手続きの改善等を検討する。 【経済産業省、国土交通省、その他の関係府省庁】
	○供給側における企業連携型 BCP/BCM 構築の持続的な推進を図るとともに、サプライチェーンの確保も念頭においた関係機関による合同訓練を実施し、応急復旧に必要な資機材・燃料・人材等の迅速な確保など BCP/BCM の実効性を高める。また、PDCA サイクルにより機能強化と技術開発を推進する。 【警察庁、総務省、経済産業省、国土交通省、防衛省、その他の関係府省庁】
	○エネルギー全体としての需給構造の強靭化を目指し、中長期のエネルギー需給の動向や国内外の情勢、沿岸部災害リスクも踏まえ、電力・天然ガス等の地域間の相互融通を可能とする全国のエネルギーインフラや輸配送ネットワークの重点的対策や、電源の地域分散化の促進、メタンハイドレードの商業化の実現に向けた調査、研究開発の推進や熱活用等による国産エネルギーの確保を含む国内外の供給源の多角化・多様化に取り組む。【経済産業省】
(7)産業構造	○複雑化しているサプライチェーンについて、企業価値や取引関係に配慮しつつ、その見える化に努め、特定の工場・事業所等への中核部素材の生産の集中といった課題を踏まえた、製造ライン等の内部設備を含む産業設備の耐災害性向上のための取組を促進する。また、産業及びサプライチェーンを支えるエネルギー供給、工業用水道、物流基盤等の災害対応力を強化する。さらに、各企業等の事業継続の観点から、サプライチェーンの複線化、部品の代替性の確保、加えて工場・事業所等の分散・移転など代替性を確立する方策の検討を促進し、災害に強い産業構造を構築する。【経済産業省、国土交通省】

表 2.2-1　国土強靭化基本計画に示される産業エネルギーに係る推進方針(3/3)

(7)産業構造	○各企業に対し、産業活動の継続に必要となる災害時の非常用電源設備の確保に努めるよう促すとともに、大企業と中小企業が協調して、自家発電設備、燃料備蓄・調達等を関係企業や地域内で融通する仕組みの構築を促進する。その際、迅速な復旧・復興に向けて、常時通電が必要な業種・工程等に配慮する。【経済産業省】
	○国際的な分業が一層発達し、グローバル・サプライチェーンの動きが深化している状況を踏まえ、個別企業の BCP/BCM の構築に加え、民間企業や経済団体等が連携した、海外の生産拠点を含めたサプライチェーンや被災地外の活動も念頭に置いたグループ BCP/BCM の構築、災害に強いインフラ整備等に向けた調査・研究を促進する。 【内閣府（防災）、経済産業省、その他の関係府省庁】
	○各企業等における BCP/BCM の構築の促進に向けて、国際規格の動向も見据えつつ、共通ガイドラインの改定や、必要に応じて各業種・業態に合わせた策定マニュアル等の作成を推進するとともに、その普及啓発を行う。【内閣府（防災）、経済産業省、その他関係府省庁】
	○ハード対策と並行し、BCP/BCM の実効性の確保・定着に向け、事業継続の仕組み及び能力を評価する枠組み作りや、継続的な教育・訓練等を通じた企業内の人材確保・育成に努めるとともに、PDCA サイクル等により BCP/BCM の改善を図る。また、例えば復旧・復興を担う建設業等における技能労働者の高齢化の進展等の人材不足の課題を踏まえ、人材確保・育成に向けた取組、環境づくりを進める。【経済産業省、国土交通省、その他関係府省庁】
	○各企業の BCP/BCM の実効性の一層の向上等を図るため、地方ブロックごとに関係府省庁及びその地方支分部局、地方公共団体、経済団体等が連携して地方強靭化 BCP（仮称）を策定する。【内閣府（防災）、金融庁、農林水産庁、経済産業省、国土交通省、その他関係省庁】

3) 産業エネルギーに係る国土強靭化アクションプラン

基本計画の着実な推進を図るためには、個別施策の進捗を定量的に把握し、これを元に各プログラムの進捗状況を府省庁間で横断的に評価するとともに、プログラムごとに向こう１年間で取り組むべき具体的な個別施策を立案・実施することが重要とされる。アクションプランは、プログラムの進捗状況を評価して基本計画を着実に推進するために、毎年度見直され取りまとめられる。プログラムは、脆弱性評価の項で示した「起きてはならない最悪の事態」で示され、主要施策については施策分野ごとに整理されている。

アクションプラン 2014 に示されたプログラムの推進計画は、おおむね脆弱性評価で示された施策の評価に通じている。しかし、脆弱性評価において施策の必要性を述べている文体がアクションプランでは意思を示す文体となり、指標値となる重要業績指標（KPI）が脆弱性評価では現状値に留まるものの、アクションプランでは目標値とその目標年も記載されている。このため、ここでは重要業績指標（KPI）の目標値と目標年を示し、脆弱性評価から修正が加わった推進計画を抽出する。

―――＜アクションプラン 2014 に示される重要業績指標と施策の修正部分抜粋＞―――

５．大規模自然災害発生後であっても経済活動（サプライチェーンを含む）を機能不全に陥らせない

5-1)サプライチェーンの寸断等による企業の生産力低下による国際競争力の低下

【内閣府】大企業及び中堅企業のＢＣＰ策定割合

大企業：45.8%(H23) ⇒ ほぼ 100%(H32)／中小企業：20.8% ⇒ 50%(H32)

【国交】特定流通業務施設における広域的な物資拠点の選定率

28%(H25) ⇒ 100%(H28)

【国交】航路啓開計画が策定されている緊急確保航路の割合

0%（H24） ⇒ 100%(H28)

○海上交通管制の一元化、航路啓開計画の策定、広域的な物資拠点の選定、道路の防災、震災対策や緊急輸送道路の無電柱化、港湾施設の耐震・耐波性能の強化、洪水、土砂災害・津波・高潮対策棟の物流施設・ルート等の耐災害性を高める取組を推進する。その際、整備効果を最大化するため、各地方ブロックにおいて連絡調整を図りながら進める。また、それらの施策の進捗にあわせて、地方ブロックごとに関係府省庁及びその地方支分局、地方公共団体、経済団体等が連携して地方強靭化 BCP（仮称）の作成を行う。

5-2) 社会経済活動、サプライチェーンの維持に必要なエネルギー供給の停止

【経産】石油精製・元売り会社におけるバックアップ体制を盛り込んだ BCP の策定率

0%（H24） ⇒ 100%（H26）

○エネルギー末端供給拠点となるサービスステーション・LP ガス充填所やガス管等の供給能力を維持・強化するとともに、工場・事業所等において自家発電設備の導入や燃料の備蓄量の確保等を促進する。

【経産】全都道府県における防災訓練等の人材育成事業の実施

⇒ 毎年度 100%

【経産】災害時石油供給連携計画の訓練の実施率

⇒ 毎年度 100%

【防衛】訓練目的の達成率

⇒ 毎年度 100%

5-3) コンビナート・重要な産業施設の損壊、火災、爆発等

【総務】石油コンビナート等防災計画の見直しを行った防災本部の割合

0%（H25） ⇒ 100%（H30）

【総務】石油タンクの耐震基準への適合率

98%（H24） ⇒ 100%（H28）

○石油タンクの耐震改修を促進する。また、東日本大震災を踏まえて耐震基準を見直した高圧ガス設備や重要な既存の高圧ガス設備の耐震強化に向けた対策を促進するとともに、南海トラフ地震に対する耐震基準見直しの検討を進める必要がある。

【総務】緊急消防援助隊の編成及び施設の整備等に係る基本的な事項に関する計画に定めるエネルギー・産業基盤災害即応部隊(ドラゴンハイパー・コマンドユニット)の登録目標の達成

0 部隊(H25) ⇒ 12 部隊（H30）

６．大規模自然災害発生後であっても、生活･経済活動に必要最低限の電気、ガス、上下水道、燃料、交通ネットワーク等を確保するとともに、これらの早期復旧を図る

6-1）電力供給ネットワーク(発変電所、送配電設備)や石油・LP ガスサプライチェーンの機能の停止

【経産】製油所の非常用 3 点セット（非常用発電機、非常用情報通信システム、ドラム缶石油充填出荷設備）導入割合

38%（H24）　⇒　100%（H27）

【経産】製油所の耐震強化等の進捗状況

0%（H24）　⇒　100%（H27）

【国交】製油所が存在する港湾における、関係者との連携による製油所を考慮した港湾の事業継続計画（港湾BCP）策定率

0%（H24）　⇒　100%（H28）

【経産】石油製品の備蓄目標達成率

95%（H25）　⇒　100%（H28）

【経産】国家備蓄石油ガスの備蓄量

46%（H24）　⇒　100%（H28）

7．制御不能な二次災害を発生させない

7-2）海上・臨海部の広域複合災害の発生

【総務】石油コンビナート等防災計画の見直しを行った防災本部の割合

0%（H25）　⇒　100%（H32）

【経産】製油所の耐震強化等の進捗状況

0%（H24）　⇒　100%（H32）

【国交・農水】東海・東南海・南海地震等の大規模地震が想定されている地域等における海岸堤防等の整備率（計画高までの整備と耐震化）

約 31%（H24）　⇒　約 66%(H28)

※　アンダーラインは脆弱性評価からの追加部分。

※　なお、5-1、5-2、6-1 は「重点化すべきプログラムに係る起きてはならない最悪の事態」とされる。

――――――――――――――――＜抜粋部分終わり＞――――――――――――――――

アクションプラン 2014 は、最後にプログラムの推進計画に基づいて特に取り組むべき個別具体的施策を上げている。これは、複数の事態の回避に同一の施策が含まれており重複排除や実効性の観点から施策分野ごとに整理されている。そして、「起きてはならない最悪の事態」を回避する効果を早期に高めるために、ハード対策とソフト対策の適切な組み合わせ、国・地方公共団体・民間等の連携等に留意するものとしている。

以下に産業エネルギーに係る項目を抽出する。

表 2.2-2　産業エネルギーに係るプログラム推進のための主要施策(1/3)

推進分野	推進方針
(4)エネルギー	○サプライチェーンの確保による被害の拡大防止、速やかな復旧の実現のために関係機関の合同訓練を実施するとともに、協議会により合同訓練実施のための情報共有を図る。

表 2.2-2　産業エネルギーに係るプログラム推進のための主要施策(2/3)

(4)エネルギー	○災害時における迅速な石油供給を確保するために、関係機関が連携し災害時のロジスティクスに係る諸課題の解決と必要な協力の準備を事前に進める。さらに災害時石油供給連携計画の訓練を引き続き関係省庁等と連携して実施するとともに、必要に応じて計画の見直しを進める。
	○災害時においても必要最小限のエネルギー供給を確保するために、災害時の燃料供給円滑化などのための課題の事前検討を行う。
	○災害時にも地域の最低限の経済活動を維持するため、港湾の広域的な連携を通じ港湾の機能を維持するとともに、被災した施設の早期復旧を図るため、国・港湾管理者・港湾利用者が協同し、港湾機能の継続計画（港湾 BCP）の策定及び災害時の協力体制を推進する。
	○大規模地震が発生した際にも港湾機能を維持するため、関係機関が連携し、津波来襲時の大型船の退避場所の確保、重要な拠点に至る航路機能の確保などの事前防災・減災対策を推進する。
	○強靭なエネルギーサプライチェーンを構築するために、災害の切迫性や機能の重要度に応じて精油所等の設備、護岸、防波堤などの強化等を図るとともに、関連する研究・技術開発を推進する。
	○地域において石油製品供給の拠点となる SS・LP ガス充填所の供給能力を維持・強化する。また、地域の安定供給に支障が生じかねない「SS 過疎地」問題等については、地域の実情に応じ、総合的な地域施策として、地方公共団体などと一体となって検討する。
	○切迫する大規模地震に備え、製油所や輸送所を始め各地域の農業・漁業用タンクを含めた、石油コンビナート等の災害に対する防災体制の充実強化、消防設備等の耐災害性強化等の火災予防・危険物事故防止対策を推進する。
	○各企業における BCP/BCM の構築推進や BCP/BCM の実効性向上のため、関係府省庁を構成員とする連絡会議を設置し情報共有を図りながら、共通的にガイドラインの改訂、評価分析手法の開発、必要に応じて各業種・業態にあった策定マニュアルなどの作成、想定外に備えるための訓練を含めた事業継続能力の評価手法の開発などを進める。
(7)産業構造	○各企業における BCP/BCM の構築推進や BCP/BCM の実効性向上のため、関係府省庁を構成員とする連絡会議を設置し情報共有を図りながら、共通的にガイドラインの改訂、評価分析手法の開発、必要に応じて各業種・業態にあった策定マニュアルなどの作成、想定外に備えるための訓練を含めた事業継続能力の評価手法の開発などを進める。
	○グループ BCP や業界 BCP の策定のため、民間企業や経済団体等と連携して検討を進める。この際、企業連携型 BCP/BCM 構築のためのモデル事業の成果の普及を図る。また、事業者が人材育成やリスクアセスメント等に関する安産確保の具体的な実施計画を策定し。毎年の PDCA サイクルの実施により実効性を高めることを促進する。
	○BCP 策定時の施策の進捗にあわせて、地方ブロックごとに関係府省庁及びその地方支分局、地方公共団体、経済団体等が連携して地方強靭化 BCP（仮称）の策定を行うこととし、その策定に向けた枠組みや対象範囲を連絡会議で明確にする。
	○道路啓開等の復旧・復興を担う人材等（専門家、コーディネーター、労働者、地域に精通した技術者等）の育成の視点に基づく横断的な取り組みを着実に進める。

表 2.2-2　産業エネルギーに係るプログラム推進のための主要施策(3/3)

(7)産業構造	○災害時にも地域の最低限の経済活動を維持するため、港湾の広域的な連携を通じ港湾の機能を維持するとともに、被災した施設の早期復旧を図るため、国・港湾管理者・港湾利用者等が協同し、港湾機能の継続計画（港湾 BCP）の策定及び災害時の協力体制の構築等を推進する。
	○大規模地震が発生した際にも港湾機能を維持するため、関係機関が連携し、津波来襲時の大型船の退避場所の確保、重要な拠点に至る航路機能の確保などの事前防災・減災対策を推進する。（エネルギーで前出）
	○災害の切迫性や港湾機能の重要度に応じて国内外の広域ネットワークの拠点となる港湾施設の災害対応力の強化や関連する技術開発を推進する。
	○災害発生時における応急対策の拠点として、基幹的広域防災拠点の管理棟を推進する。
	○高圧ガス設備の耐震基準の見直しや、東日本大震災を踏まえ耐震基準を見直した高圧ガス設備や重要な既存高圧ガス設備の耐震強化に向けた対策を促進する等の耐震性確保に向けた適切な施策を実施するとともに、津波対策を検討する。また、強靭なサプライチェーンを構築するためにコンビナート港湾施設の耐震強化等を推進する。
	○南海トラフ地震や津波等を想定した電気設備の健全性を評価するとともに、自然災害等発生時の復旧迅速化や減災対応等の検討を行う。
	○東アジア及び我が国の知見を活用した災害に強いインフラ整備等に向けた調査・研究を実施する。

国土基本計画の着実な推進を図る目的で定められたアクションプラン 2014 は、個別施策の進捗を定量的に把握しながら進められている。これからも、必要に応じて継続的に見直す必要があり、PDCA サイクルに則って 2015 年も 6 月を目途にアクションプラン 2015 が策定される予定である。その策定方針として、2015 年 1 月に以下の 2 項目が示された。

① 進捗状況の把握等

国土強靭化アクションプラン 2014 の施策について、老朽化対策等のプログラム共通的事項も含めて進捗状況を把握・評価する。

また、重要業績指標については、進捗状況の的確な把握に向けて現状値の迅速な把握、目標値の平成 30 年度末への統一の検討等その充実を図るとともに、施策の実現に向けた取組内容や過程等の可視化のため、プログラムごとに工程表を作成する。

② プログラムの最適化

①による進捗状況の把握等を踏まえてプログラムの不断の見直しを行うこととし、ハード対策とソフト対策の適切な組み合わせ、国・地方公共団体・民間との連携等の観点から各プログラムの推進計画等を見直す。

その際、平成 26 年度に発生した災害や平成 27 年度政府予算案に盛り込まれている新しい施策等を踏まえるとともに、地域活性化と連携した国土強靭化の取組、民間の取組促進等にも留意しつつ、プログラムの最適化を図る。

＜参考文献＞

１）国土強靭化基本計画（閣議決定、平成 26 年 6 月 3 日）

２）国土強靭化アクションプラン 2014（国土強靭化推進本部、平成 26 年 6 月 3 日）

３）国土強靭化アクションプラン 2015 の策定方針（国土強靭化の推進に関する関係府省庁連絡会議、平成 27 年 1 月 23 日）

2.3　日本における産業エネルギーの実態

本節は、わが国の産業エネルギーの実態について調査・研究することにより、将来的なエネルギー動向を推測し、どのような分野のエネルギー関連施設を地下化すればより効果的に国土強靭化に資することが期待されるかについて検討するための準備とする。

調査の内容としては以下の3点を視点に行う。

1) エネルギー基本計画に関して様々な検討がなされている最中ではあるものの、現時点での内容を把握し、将来的なエネルギーのベストミックスを模索する。わが国の消費動向および諸外国の情勢を研究する。

2) わが国の消費動向についてエネルギー白書をもとに調査し、特に原発事故の前後での変化についても把握する。

3) 海外の産業エネルギー施策を調査し、その背景を踏まえたうえでわが国の将来的な動向を予測するうえでの参考とする。

2.3.1　エネルギーバランスの現状と将来予測

本款は、平成26年4月のエネルギー基本計画（第四次）の概要調査結果とその中におけるエネルギーバランスの現状説明内容、そして、平成26年9月18日にエンジニアリング協会で行われた豊田正和様（日本エネルギー経済研究所理事長）の「エネルギー基本計画」の方向性と課題の内容を調査し、その中で紹介されたエネルギーの将来予測について記載し、まとめることとする。

1)　エネルギー基本計画（第四次）の概要

平成 26 年 4 月に公表されたエネルギー基本計画（第四次）は、平成 22 年に策定された第三次計画の策定後、東日本大震災及び東京電力福島第一原子力発電事故を始めとして、エネルギーを巡る大きな環境の変化に対応すべく、新たなエネルギー政策の方向性を示すもので、その目次を以下に示す。

はじめに
第1章　我が国のエネルギー需給構造が抱える課題
　第1節 我が国が抱える構造的課題
　第2節 東京電力福島第一原子力発電所事故及びその前後から顕在化してきた課題
第2章　エネルギー需給に関する施策についての基本的な方針
　第1節 エネルギー政策の原則と改革の視点
　第2節 各エネルギー源の位置付けと政策の時間軸
第3章　エネルギーの需給に関する長期的、総合的かつ計画的に講ずべき施策
　第1節 安定的な資源確保のための総合的な政策の推進
　第2節 徹底した省エネルギー社会の実現と、スマートで柔軟な消費活動の実現

第3節 再生可能エネルギーの導入加速
第4節 原子力政策の再構築
第5節 化石燃料の効率的・安定的な利用のための環境の整備
第6節 市場の垣根を外していく供給構造改革等の推進
第7節 国内エネルギー供給網の強靭化
第8節 安定供給と地球温暖化対策に貢献する水素等の新たな二次エネルギー構造への変革
第9節 市場の統合を通じた総合エネルギー企業の創出と、エネルギーを軸とした成長戦略の実現
第10節総合的なエネルギー国際協力の展開
第4章 戦略的な技術開発の推進
第5章 国民各層とのコミュニケーションとエネルギーに関する理解の深化

第1章では、我が国のエネルギー需給構造が抱える課題として、まずは、第1節で、我が国が抱える構造的課題をまとめている。その内容としては、1.海外の資源に大きく依存することによるエネルギー供給体制の根本的な脆弱性であり、1973年の第一次石油ショック以降の対策により2010年の原子力を含むエネルギーの自給率は19.9%まで改善されたが、根本的な脆弱性は解消されていない。2.人口減少、技術革新等による中長期的なエネルギー需要構造の変化では、2050年には人口が約9,700万人に減少すると予測され、技術革新等による省エネルギー化も含めて、エネルギー需要が大きく減少していくことが予測される。そのような状況の中で、3.新興国のエネルギー需要拡大等による資源価格の不安定化では、世界的には新興国も含めた資源獲得競争の激化により資源価格が乱高下する状況を生み出している。さらに、4.世界の温室効果ガス排出量の増大では、新興国の旺盛なエネルギー需要により、2010年に約305億トンであったものが、国際エネルギー機関(IEA)の予測では、2035年にさらに20%増加すると予測されている。

第2節では、東京電力福島第一原子力発電所事故及びその前後から顕在化してきた課題として以下のような内容が詳細に記されており、このような我が国のエネルギー需給構造が抱える課題は非常に複雑かつリスクも多様で、どのような事故であれ社会に対する影響が大きく危険性をはらむものであることから、我が国のエネルギー需給構造を最適にする解決策は簡単でなく、詳細の状況把握と課題解決に向けた戦略的かつ現実的な取り組みにより初めて実現できるものである。

1. 東京電力福島第一原子力発電所事故による深刻な被害と原子力発電の安全性に対する懸念
2. 化石燃料への依存の増大とそれによる国富の流出、供給不安の拡大
3. 電源構成の変化による電気料金上昇とエネルギーコストの国際的地域間格差によるマクロ経済・産業・家計（国民生活）への影響
4. 我が国の温室効果ガス排出量の急増
5. 東西間の電力融通、緊急時供給など、供給体制に関する欠陥の露呈

6. エネルギーに関わる行政、事業者に対する信頼の低下
7. 需要動向の変化－コージェネレーションの導入増や節電行動の変化
8. 中東・北アフリカ地域の不安定化等資源供給地域の地政学的構造変化
9. 北米におけるシェール革命の進展による国際エネルギー需給構造の変化の兆し
10. 新興国を中心とした世界的な原子力の導入拡大

なお、第四次エネルギー基本計画のうち第2章以降の概要については、後述する「エネルギー基本計画」の方向性と課題（豊田正和）に詳しくかつ具体的に記載されているので、そこでまとめることとする。また、このエネルギー基本計画（第四次）の最後には、参考として、**図 2.3.1-1**に示す電力需要に対応した電源構成というタイトルで、年間発電電力量の比較で2010年と2012年の電力量が比べられており、原子力発電所が稼働していない影響を受けて主として天然ガスと石油により発電をカバーしているエネルギーバランスの現状が示されている。そして、電源構成についての考え方として以下に示す3項目がまとめられている。

① あらゆる面（安定供給、コスト、環境負荷、安全性）で優れたエネルギー源はない。
② 電源構成については、エネルギー源ごとの特性を踏まえ、現実的かつバランスの取れた需給構造を構築する。
③ そのためのベストミックスの目標を出来る限り早く決定する。

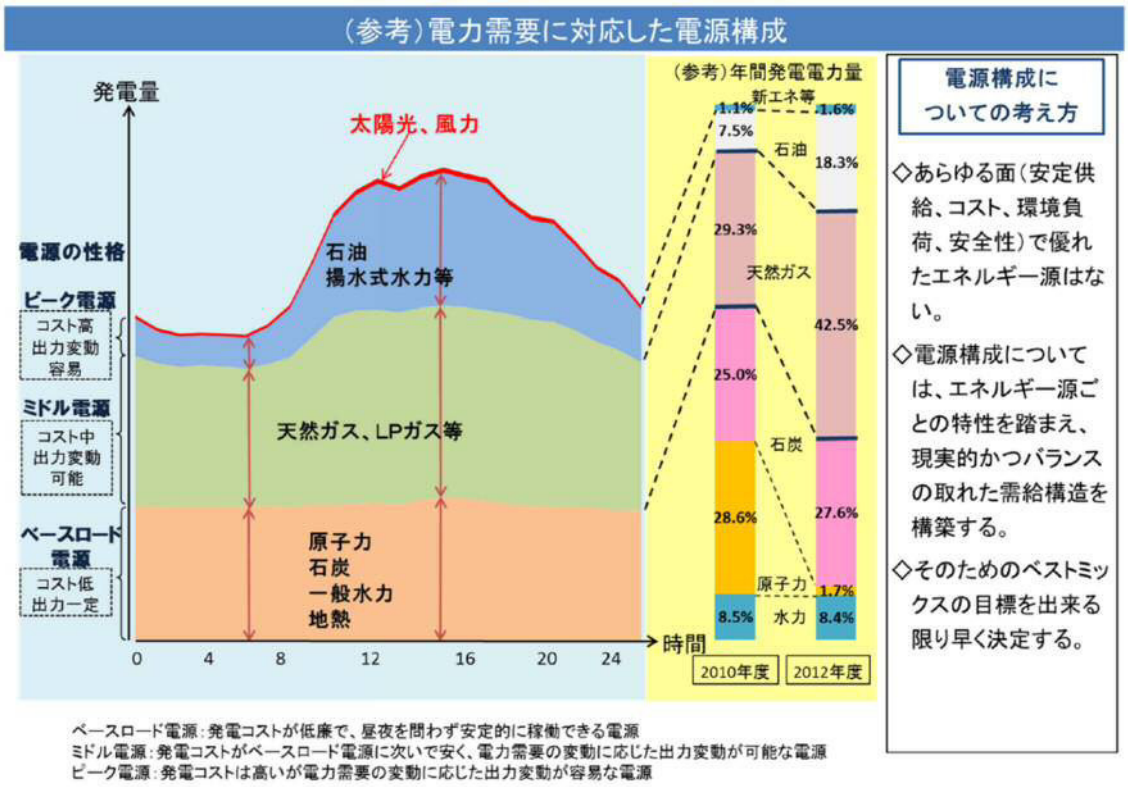


図　2.3.1-1　電力需要に対応した電源構成

出典：エネルギー基本計画（平成 26 年 4 月）

また、最近のエネルギートップの講演会では、**図 2.3.1.-2**に示すように、第四次エネルギー基本計画の基本的な考え方として、①基本的視点として「Ｓ＋３Ｅ」を図るため最大限の取組みを行うこと、国際的な動きや経済成長への貢献も重要、②多層化・多様化した柔軟なエネルギー需給構造の構築が重要とまとめられている。

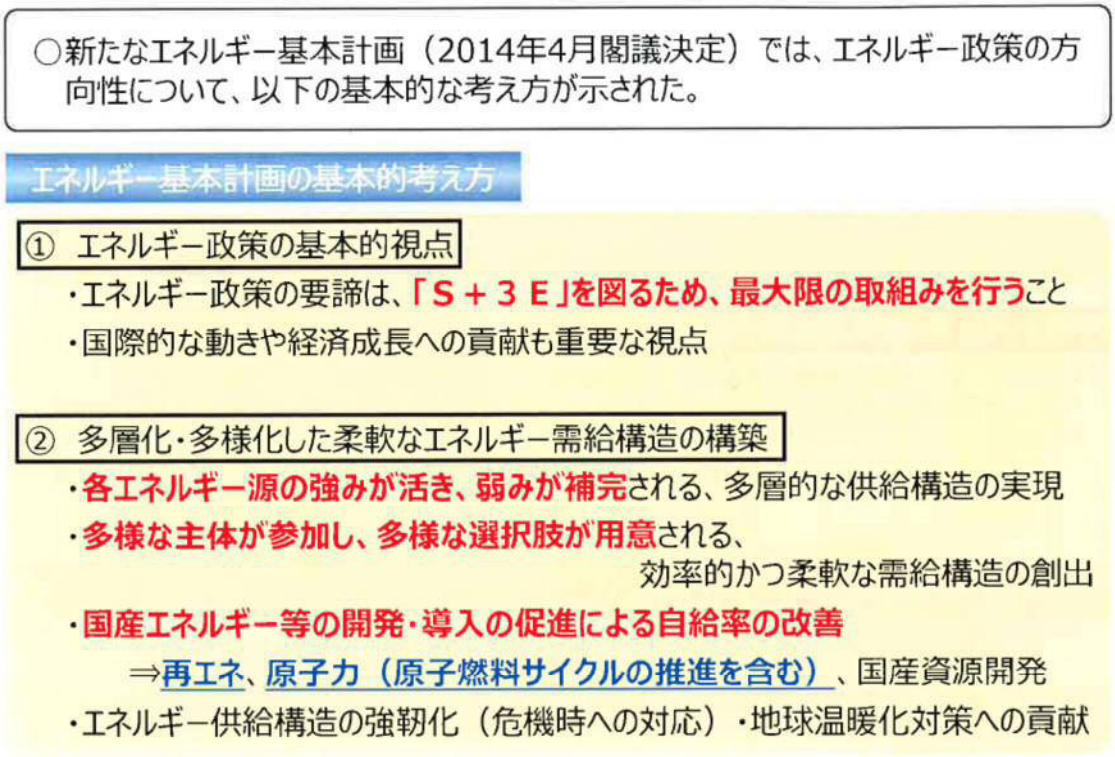


図　2.3.1-2　エネルギー基本計画（第四次）の基本的な考え方

出典：最近のエネルギー産業の課題とその対応
（エネルギートップ講演会、2014 年 12 月 5 日）
わが国の電気事業の課題とその対応（八木誠）

2)　「エネルギー基本計画」の方向性と課題（豊田正和講演会より）の概要

平成 26 年 9 月にエンジニアリング協会主催で行われた日本エネルギー経済研究所の豊田正和理事長の講演内容は、目次として以下のようなものであり、我が国が直面するエネルギーの国際情勢を踏まえて、第四次のエネルギー基本計画の概要や残された課題等を概括的に俯瞰した示唆に富むものであった。

目　次

１．　７つの課題に直面する国際エネルギー情勢
２．　「エネルギー基本計画（第四次）」のポイント
３．　「エネルギー基本計画（第三次）」(2010年)との相違と評価
４．　残された課題
５．　結論

国際エネルギー情勢を取り巻く環境のうち、課題①としては、イラク、ウクライナ、南シナ海等の

高まる地政学的不安定性である。中国等の新興国においてエネルギー輸入依存度が増大し、石油・天然ガス等の獲得競争の激化、資源囲い込み競争が国際市場の不安定化につながる懸念が高まっている。

課題②としては、世界の警察官の役割を担えなくなった米国であり、米国の世論調査でイラク進攻やアフガニスタン侵攻の賛否が巻き起こり、軍事も含めて相対的な中国の台頭により米国が世界に大きく影響するスーパーパワーとして存在しえなくなりつつある状況が生じている。

課題③としては、シェール革命の光と影であり、天然ガスの需給緩和は光であるが、LNG の地域価格差及び米国の中東離れは軍事的な不安定性も影響して影となる可能性がある。

課題④としては、CO_2 増大による気候変動：内なる忘却・外なる真剣であり、2012 年の我が国の化石燃料依存度は 94%となる状況で日本としてはこの課題を思い出したくない状況であるのに対し、シェール革命のお蔭で張り切る米国、逃げられない中国という状況であり、国際的には 2020 年以降にすべての締約国が参加する新しい枠組みを構築しようという動きがあるが、その地球温暖化交渉は低迷している状況である。

課題⑤としては、原子力発電に関する安全性の確保と国際標準であり、福島第一原子力発電所事故を踏まえて新規制基準が採用され、技術水準としては世界的に厳しいレベルが適用され、審査スピードに課題はあるものの審査機関の独立性は担保され、残る課題としては事業者による自主安全努力と国民が意識していた絶対安全からリスクの許容レベルの低減による冷静な判断の醸成である。

課題⑥としては、アジア・エネルギー・ネットワークからの疎外であり、大陸アジアで進展する中国・ロシア・韓国の北東アジアガスインフラ構想が進む中で、我が国の選択肢としては天然ガスパイプラインの国際接続も真剣に検討する必要がある。

課題⑦としては、課題山積の電力・ガス・システム改革で、大きな改革の 1 つとしては電力システム改革であり、基本的に自由化は世の中の流れであるが、エネルギー設備のように大規模な設備投資を必要とする事業においては、単なる市場メカニズムは十分な投資、望ましい投資を保障しないこと、それは電力自由化に続くガス小売全面自由化についても懸念されることである。

次に、エネルギー基本計画（第四次）のポイントについて抜粋しており、まず、第 1 章では、第 1 節　我が国が抱える構造的課題と、第 2 節　東京電力福島第一原子力発電所事故及びその前後からの顕在化してきた課題に分けて紹介しているが、これらについては前項で記載済みである。

次に、第 2 章ではエネルギーの需給に関する施策についての基本的な方針が記載されており、エネルギー政策の原則としては、**図 2.3.1-3** に示すように、「3E」から「3E＋S」への転換が確認され、これらの原則を踏まえた上での多層化・多様化した柔軟なエネルギー需給構造の構築、すなわち、各エネルギー源の多層的な供給体制実現、供給の強靭化、多様な供給主体、多様な選択肢提供、国産エネルギー等の促進、温室効果ガスの削減、へと政策転換を方向付けている。

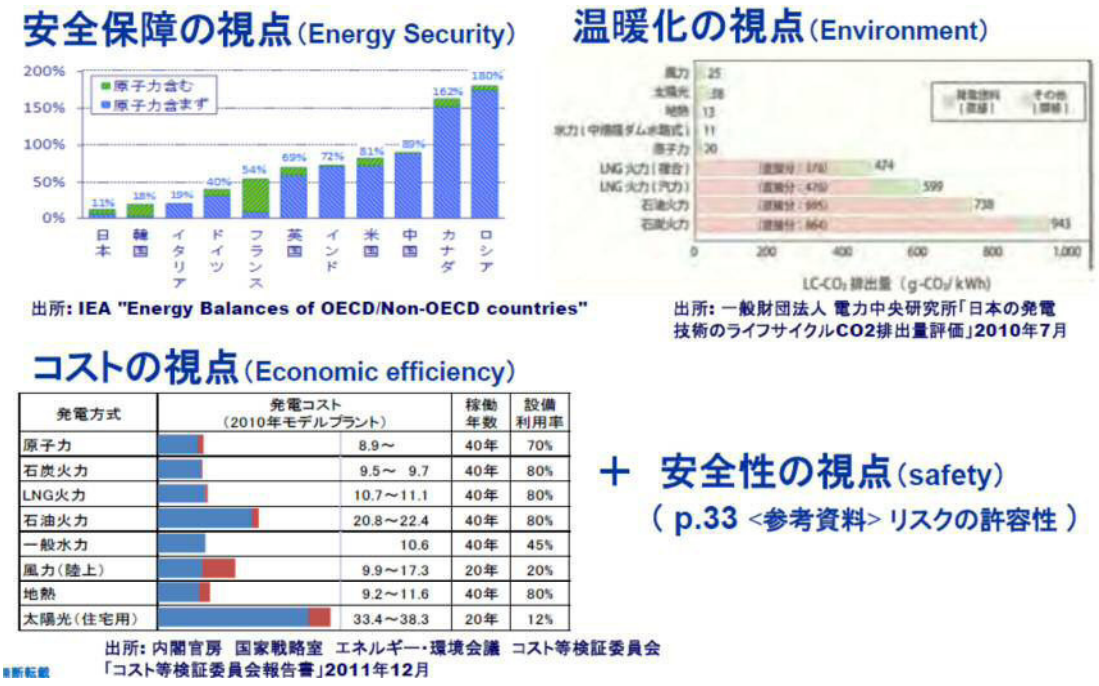


図 2.3.1-3　エネルギー政策の基本的視点

出典：「エネルギー基本計画」の方向性と課題（2014 年 9 月、豊田正和）

各エネルギー源については、一次エネルギーとして再生可能エネルギー、原子力、石炭、天然ガス、石油、LP ガスが、二次エネルギーとして電気、熱利用、水素が示されており、それぞれの位置付けを図 2.3.1-4 及び図 2.3.1-5 に抜粋している。そして、エネルギー・ミックスについては、各エネルギー源の位置付けを踏まえ、原子力発電の再稼働、固定価格買い取り制度による再生可能エネルギーの導入、地球温暖化問題に関する国際的な議論の状況を見極めて、速やかに示すこととし、政府がその体制を早急に整えて検討を開始するものとしている。

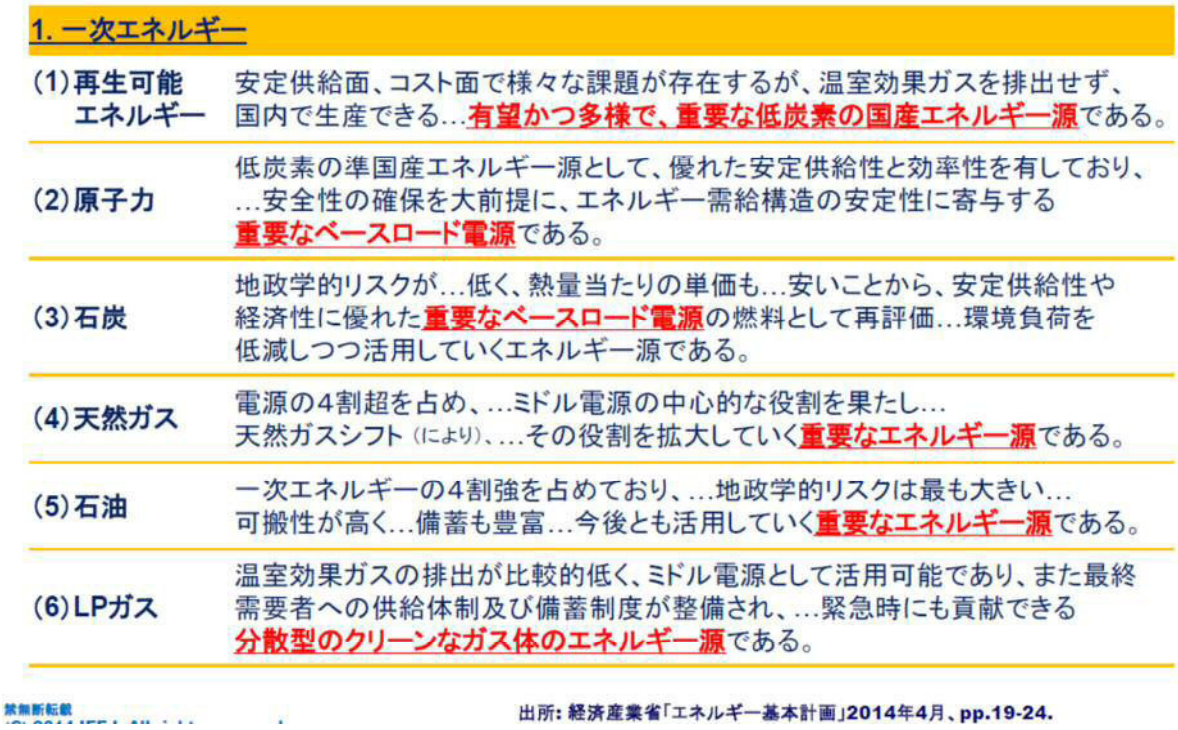


図　2.3.1-4　一次エネルギー源の位置付け

出典：「エネルギー基本計画」の方向性と課題（2014 年 9 月、豊田正和）

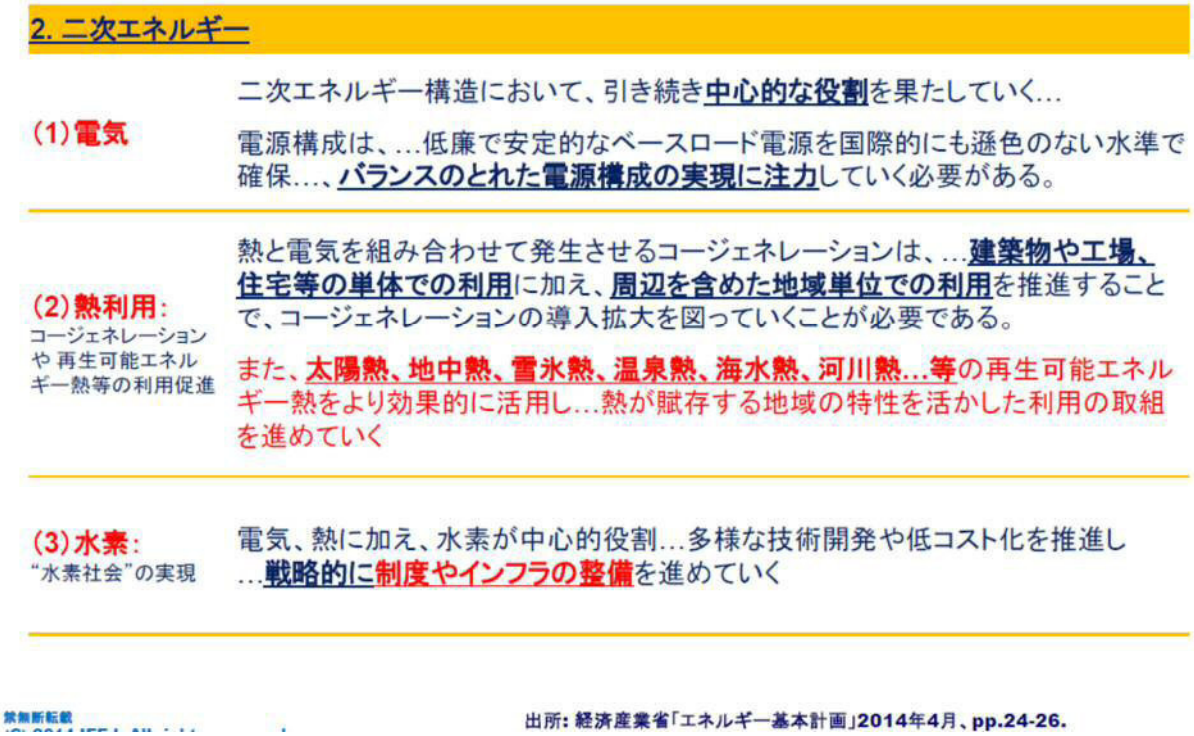


図　2.3.1-5　二次エネルギー源の位置付け

出典：「エネルギー基本計画」の方向性と課題（2014 年 9 月、豊田正和）

第 3 章では、エネルギーの需給に関する長期的、総合的かつ計画的に講ずべき施策として、1.安定

的な資源確保のための総合的な政策の推進、2.徹底した省エネルギー社会の実現と、スマートで柔軟な消費活動の実現、3.再生可能エネルギーの導入加速、4.原子力政策の再構築、5.化石燃料の効率的・安定的な利用のための環境の整備、6.市場の垣根を外していく供給構造改革等の推進、7.国内エネルギー供給網の強靭化、8.安定供給と地球温暖化対策に貢献する水素等の新たな二次エネルギー構造への変革、9.市場の統合を通じた総合エネルギー企業の創出と、エネルギーを軸とした成長戦略の実現、そして、10.総合的なエネルギー国際協力の展開、が示されている。

その中の一例として、2.徹底した省エネルギー社会の実現の参考として、**図 2.3.1-6** に示すネット・ゼロ・エネルギー・ビル／ハウスが紹介されている。また、3.再生可能エネルギーの導入加速については、具体的には、風力・地熱の取り組み強化、分散型エネルギーシステムにおける再生可能エネルギーの利用促進、固定価格買い取り制度の在り方の検討、そして、福島における再生可能エネルギー産業の拠点化の推進が記載されている。5.化石燃料の効率・安定利用の環境整備については、高効率石炭・LNG 火力発電の促進、石油・LP ガス産業の事業基盤の再構築が記載されている。具体的には、6.市場の垣根を外した供給構造改革として、電力システム、ガス及び熱供給システムの改革推進が、7.国内エネルギー供給の強靭化については、石油備蓄等による海外からの危機対応、災害リスク等に対する国内危機対応、そして、平時の安定供給確保が記載されている。そして、8.新たな二次エネルギー構造への変革では、コージェネレーション等による電気利用の効率化、自動車等のエネルギー利用における多様な選択肢の確保、水素社会の実現、さらに、9.総合エネルギー企業と成長戦略では、電力システム改革、総合エネルギー企業の創出、エネルギー分野における国際展開の強化が記載されている。

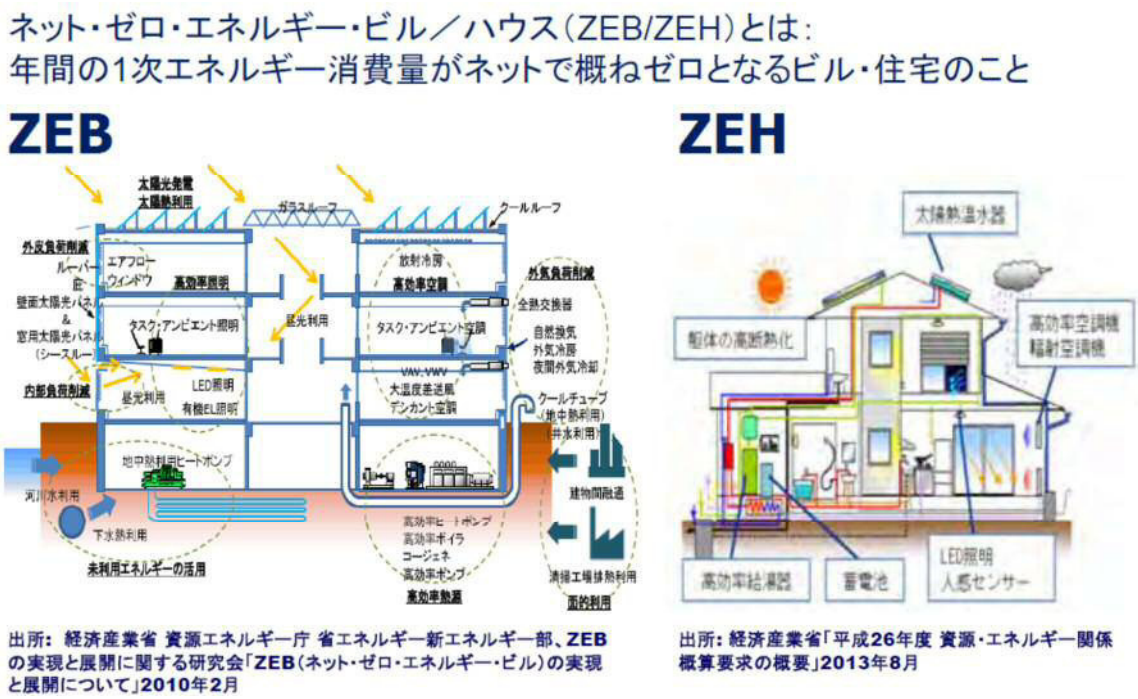


図 2.3.1-6　住宅・ビルの革新的省エネ技術について

出典：「エネルギー基本計画」の方向性と課題（2014 年 9 月、豊田正和）

4 章では、戦略的な技術開発の推進として、技術開発プロジェクトを全体として整合的に推進していくためのエネルギー関係ロードマップを今年の夏までに策定し、効果や進捗状況を評価できる指標を整備することとしている。そして、取り組むべき技術開発の具体的内容としては、再生可能エネルギーの高効率化、原子力の安全性向上、メタンハイドレート等の技術開発推進、水素エネルギー利用、系統運用や超電導技術などによる送配電網の高度化、高効率火力発電の実現と CCS に関する技術開発が列記されている。

最後に、5 章では、国民各層とのコミュニケーションとして、エネルギー問題に関する理解促進、及び、双方向的なコミュニケーションの推進が明記されている。

次に、2010 年の第三次エネルギー基本計画との相違と評価では、1 つは 3E から東日本大震災や福島原発事故を踏まえた 3E+S への転換、2 つ目は化石燃料利用の高効率化に加えた強靭化政策であり、これらは評価できる。課題としては、具体的なエネルギー・ミックスを先送りしたため、定量的目標から定性的な方針となり、自主開発目標や温暖化ガス削減目標等も盛り込んでいないことである。**図 2.3.1-7** では、定量的なエネルギー・ミックスが必要な理由がまとめられており、エネルギー関連投資は計画から実現まで 10 年前後要すること、エネルギー政策では市場メカニズムは完全ではないこと、我が国はエネルギー自給率が 4%程度に過ぎず、計画的にエネルギー確保を図ることが重要であると示されていることは示唆深い。



図 2.3.1-7　エネルギー・ミックスが必要な理由

出典：「エネルギー基本計画」の方向性と課題（2014 年 9 月、豊田正和）

次に、第四次エネルギー基本計画の残された課題として以下に示す 5 項目を挙げており、4 つ目のエネルギー・ミックス等の提示と「3E+S+M」では、**図 2.3.1-8** に示すように、化石燃料に対する依存度増加、火力燃料費の増加、電気料金の高騰、そして、CO_2 排出量増加の影響をとして、このよう

なマクロ経済の視点を考慮すべきという点は示唆に富む。

① 原子力の再稼働
② 再生エネルギーのパフォーマンスの確認
③ 温暖化ガス削減目標の提示
④ エネルギー・ミックス等の提示と[3E+S+M]
⑤ システム改革等の詳細設計

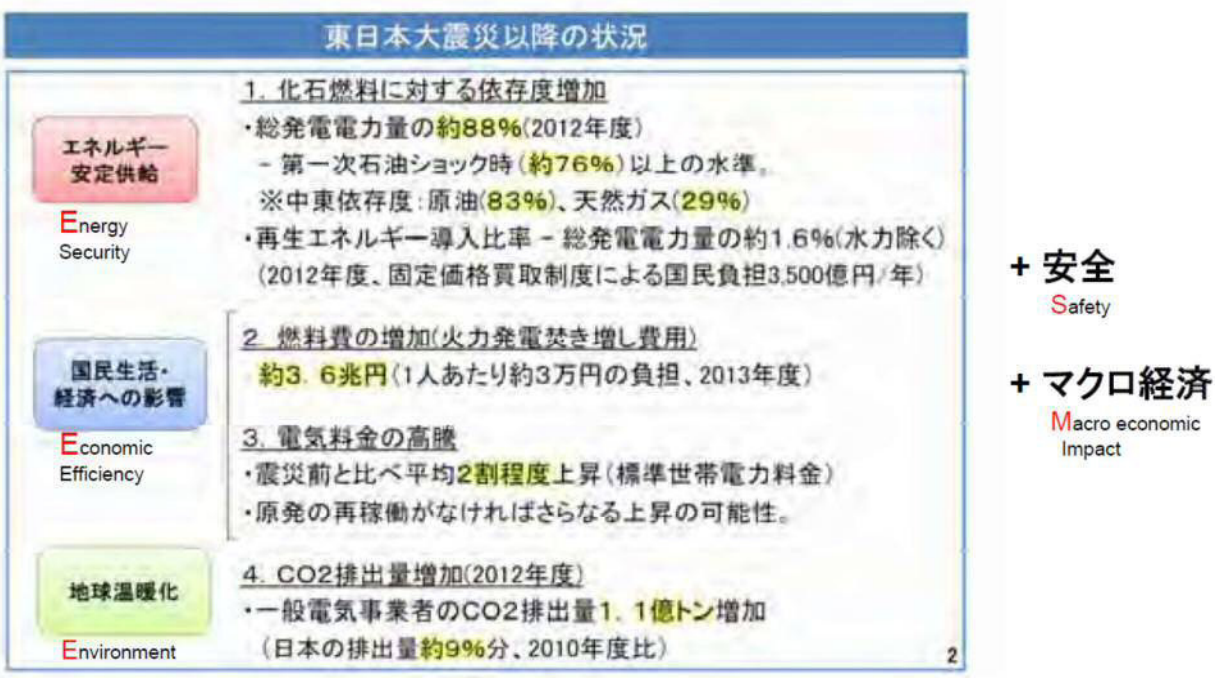


図 2.3.1-8 エネルギー・ミックスにおける「3E+S+M」
出典：「エネルギー基本計画」の方向性と課題（2014 年 9 月、豊田正和）

結論として、この第四次のエネルギー基本計画は、東日本大震災や福島事故、そして国際的視点を踏まえ、各エネルギーの再位置づけとエネルギー政策の方向性を打ち出したものとして評価できるが次のような課題が残されていることも否めない。すなわち、エネルギー・ミックスの提示は不可欠であり、その際に重要なのは「3E+S+M」で、電力・ガスのシステム改革も詳細設計が必要であり、国際的にも競争力のあるエネルギー企業の存在と市場メカニズムと適切な政府関与のバランスが重要となる。そして、原子力については感情論を排し、リスクも含めた定量的及び冷静な経済分析のもと、完璧なエネルギーは存在しないことを踏まえて、エネルギー源のバランス論・多様化論が重要と示唆している。

3) エネルギーバランスの将来予測

エネルギー関連投資は計画から実現まで長期間を要するため、また、日本のエネルギー自給率が 4%程度と極めて少ないことから、わが国の基本である自由経済／市場メカニズムの枠組みの中でも中

長期的には計画的にエネルギー確保を図る必要があることは言を待たない。このような論点を有するエネルギー政策では、市場メカニズムは完全なものではなく、往々にして不具合が生じる懸念があり、中長期的なエネルギー政策の指針となる基本法で考慮しなくてはならない方向性としては、3E（Energy Security:エネルギー安全保障、Environment:環境/気候変動、Economic Efficiency:経済性）をベースとして、S（Safety:安全性）およびM（Macro Economic Impact:マクロ経済）を慎重にかつ総合的に考慮する必要がある。ここでいうマクロ経済とは、化石燃料への依存度、火力燃料費の増大、電気料金の高騰、そしてCO_2排出量の増加の影響であり、このような課題等を総合的に考慮すれば、現時点で既に存在する原子力発電設備（既設原子力発電設備）については、その安全性確保を大前提として、それをクリアしかつ地元等のステークホルダーの合意を得たプラントについては速やかに再稼働すべきと考える。この当面の施策を実施したうえで、原子力発電はもともと過渡的なエネルギー源であることや、長期的には社会のエネルギー源確保に関する政策の方向性としては脱化石燃料を進めていくことが必須であることが明白であり、多くの課題等はあるものの来るべき水素社会への転換を推進していく政策を総動員して目指すべき社会の実現に寄与していく必要がある。

上記のような短期的なエネルギー政策と、長期的な目指すべき社会の実現へのロードマップの上に中期的なエネルギー政策の方針が設定されるべきであり、政策として具体的なエネルギー・ミックスを明確に提示する必要があることを考慮すると、再生可能エネルギーの導入推進を政策総動員したうえで省エネルギーをさらに推進し、そしてその上で、環境やマクロ経済の観点から、一定の原子力発電（安全性が確認された既設原子力発電設備とリプレースも考慮した上で）を確保すべきと考える。より具体的には、**図 2.3.1-9** および**図 2.3.1-10** に示された選択肢の中で、選択肢（2）および(3)の中間案である原子力発電を約20%程度確保する案が総合的には優れているのではと考えている。

（総合エネルギー調査会　基本問題委員会の報告）

	原子力発電	再生可能エネルギー	火力	コジェネ	省エネ(節電)	CO_2 排出量(1990年比)
選択肢(1)	0%	約35%	約50%	約15%	▲約20%(▲約10%)	▲16%
選択肢(2)	約15%	約30%	約40%	約15%	▲約20%(▲約10%)	▲20%
選択肢(3)	約20-25%	約25-30%	約35%	約15%	▲約20%(▲約10%)	▲23%
(参考)	約35%	約25%	約25%	約15%	▲約20%(▲約10%)	▲28%

選択肢(4)　社会的コストを事業者（さらには需要家）が負担する仕組みの下で、市場における需要家の選択により社会的に最適な電源構成を実現する。

図 2.3.1-9　エネルギー・ミックス選択肢の提示(1)

出典：「エネルギー基本計画」の方向性と課題（2014年9月、豊田正和）

4 研究所の分析のうち、コスト等検証委員会の試算を使用した 2研究所（RITE、慶応野村准教授）の分析を整理すると、

	実質GDP	家計消費支出（実質）	電力料金（名目） [2010年度約9,900円/月] （約118,800円/年）
選択肢 (1)	約▲5.0～▲2.0% [約▲31～▲12 兆円]	約▲6.0%～▲5.6% [約▲19～▲18 兆円]	約99%～102% [約19,700～20,000 円/月] (約236,400～240,000 円/年)]
選択肢 (2)	約▲4.1～▲1.5% [約▲25～▲9 兆円]	約▲4.6%～▲4.4% [約▲15～▲14 兆円]	約71% [約16,900 円/月] (約202,800 円/年)]
選択肢 (3)	約▲3.6～▲1.2% [約▲22～▲7 兆円]	約▲4.2%～▲3.8% [約▲14～▲12 兆円]	約54%～64% [約15,200～16,200 円/月] (約182,400～194,400 円/年)]
(参考)	約▲2.5～▲0.9% [約▲15～▲6 兆円]	約▲3.4%～▲2.9% [約▲11～▲9 兆円]	約38%～39% [約13,700～13,800 円/月] (約164,400～165,600 円/年)]

コスト等検証委員会の発電コストに関するデータを利用した研究機関
（公益財団法人地球環境産業技術研究機構（RITE）、慶應大学野村準教授）の試算結果

図 2.3.1-10　エネルギー・ミックス選択肢の提示(2)

出典：「エネルギー基本計画」の方向性と課題（2014 年 9 月、豊田正和）

2.3.2　エネルギー消費動向

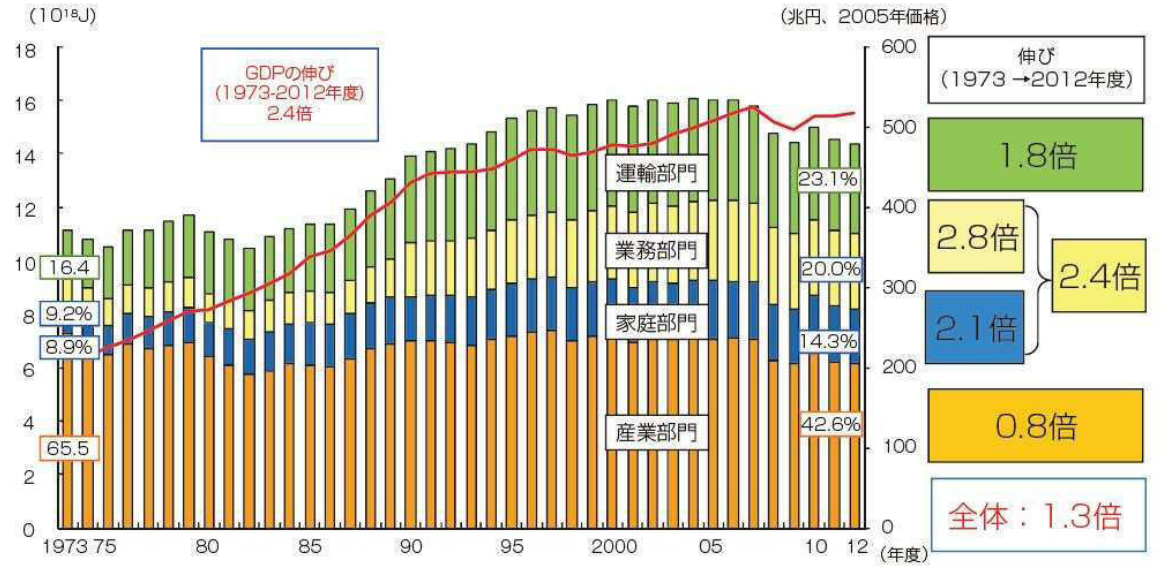
今後、産業エネルギー分野の強靭化を進め、その需給構造の安定化を図っていくにあたっては、より高い効果が得られる分野と施策を選択し、効率的に推進していくことが求められる。このため本款では、近年の国内エネルギー消費動向について、各種統計資料を基に、エネルギーの形態別、そして産業種別の観点から分析することとする。

1)近年のエネルギー消費動向

我が国のエネルギー消費は、1970年代までの高度経済成長期には、国内総生産(GDP)よりも高い伸び率で増加した。しかし、1970年代の二度にわたるオイルショックを契機に産業部門において省エネルギー化が進むとともに、省エネルギー型製品の開発も盛んになった。

資源エネルギー庁刊行の「平成25年度エネルギーに関する年次報告(以下、エネルギー白書2014)」によると、1973年から2012年の間には、GDPの伸びが2.4倍であるのに対し、エネルギー消費量の伸びは約1.3倍に収まっており、我が国はエネルギー消費をある程度抑制しつつ経済成長を果たすことができたことがわかる(**図2.3.2-1**)。

また、本データを詳しくみると、オイルショック以降、産業部門がほぼ横ばいで推移する一方で、家庭・業務・運輸部門はほぼ倍増しており、快適さや利便性を求めるライフスタイルの普及等を背景にエネルギー消費が増加したものと考えられる。



(注1) J (ジュール) =エネルギーの大きさを示す指標の一つで、1MJ＝0.0258 × 10^{-3} 原油換算kl。
(注2) 「総合エネルギー統計」は、1990年度以降の数値について算出方法が変更されている[1]。
(注3) 構成比は端数処理 (四捨五入) の関係で合計が100%とならないことがある。
出典： 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、内閣府「国民経済計算」、日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」を基に作成

図 2.3.2-1 最終エネルギー消費と実質 GDP の推移

出典：「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告」資源エネルギー庁

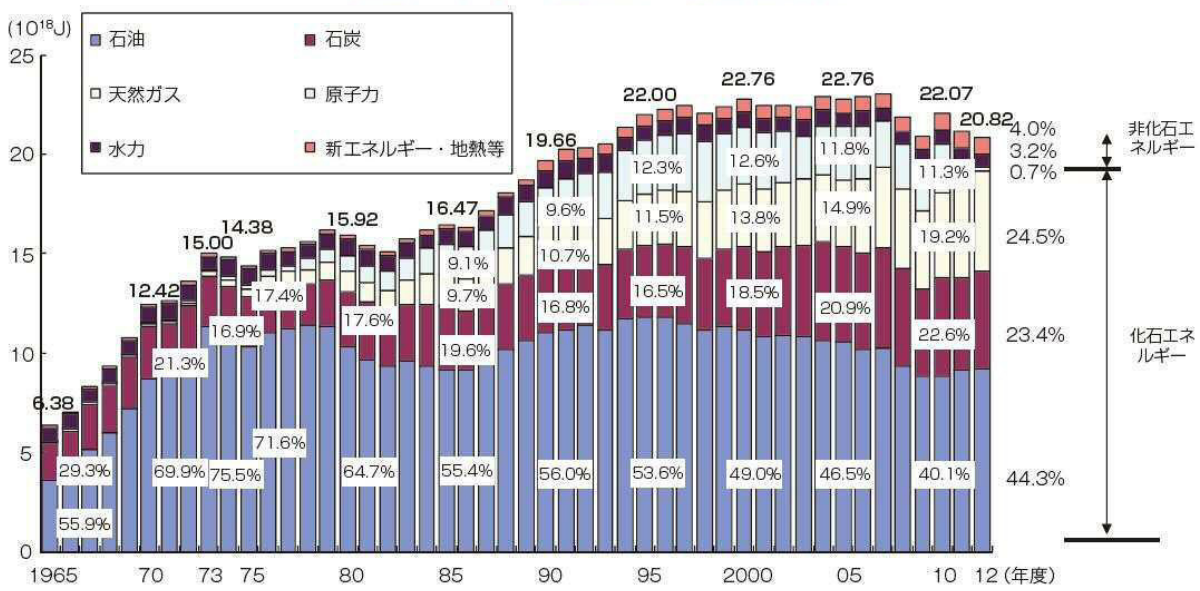
2)エネルギー供給の動向

エネルギーは、生産されたのち、様々な段階・経路を経て消費者に使用されることから、その動向を探るにあたっては、まず「一次エネルギー」と呼ばれる変換加工以前のエネルギー供給動向を把握する必要がある。本項では、高度経済成長期以降の一次エネルギー形態別供給動向について、「エネルギー白書 2014」を基に述べる。

(1)石油

石油は、我が国における一次エネルギーの主力であり、それまでの国産石炭に代わって、高度経済成長期以降の日本経済をエネルギー供給の面で支えてきた。一次エネルギーにおける石油の割合は、1970 年代では 70%を上回り、そのほとんどを中東地域からの輸入で賄っていたが、二度にわたるオイルショックによる原油輸入先の多様化や原子力・天然ガス・石炭・新エネルギー等への代替政策の推進によって、その比率は次第に低減化された。

その結果、石油の比率は 2010 年度には 40.1%まで低下したものの、東日本大震災による原子力発電所停止の影響等によって、石油がその代替発電燃料となったことから、2012 年度には 44.3%となり増加に転じている(**図 2.3.2-2**)。原子力発電所の本格的な再稼働にあたっては、安全性の確保や国民との信頼関係構築をはじめとする原子力政策の再構築が求められていることから、その見通しは不透明であり、今後当面は、石油の比率は増加していくものと考えられる。



(注 1)「総合エネルギー統計」では、1990 年度以降、数値について算出方法が変更されている。
(注 2)「新エネルギー・地熱」とは、太陽光、風力、バイオマス、地熱等のこと (以下同様)。
出典： 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

図 2.3.2-2 一次エネルギー国内供給の推移

出典：「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告」資源エネルギー庁

(2)石炭

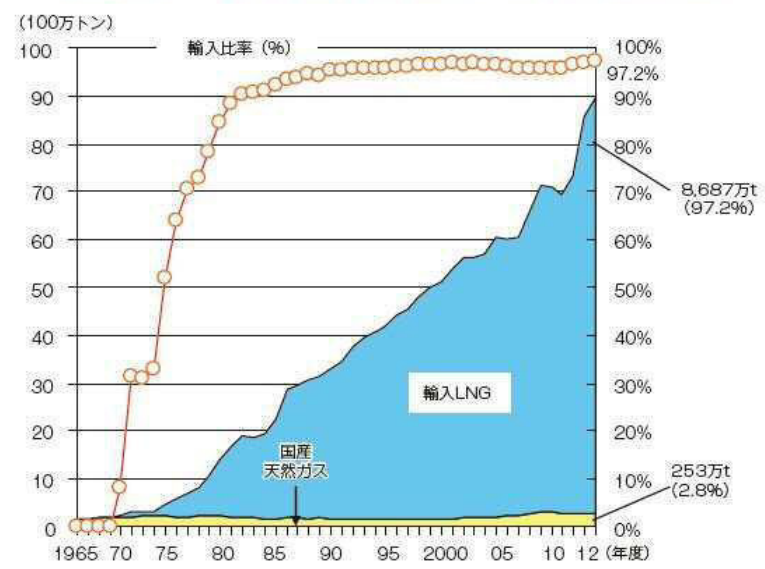
石炭は、1960 年代前半までは、我が国における最大の一次エネルギー源であったが、中東地域で大油田が発見されたことや、急速な工業化及び経済成長の過程で煤塵や

SOx 等の深刻な公害問題に直面したこと等から、その後は石油に取って代わられた。

しかし、二度のオイルショックによる石油価格高騰により、石炭が、埋蔵量が多く安定的な供給が可能であることや、価格が安定しており中長期的な経済性で有利であること等から見直され、発電燃料や産業燃料として、石油代替エネルギーの主力と位置づけられるようになった。石炭の国内需要は、1990 年代後半より増勢に転じており、2012 年度の比率は 23.4%であった(**図 2.3.2-2**)。

(3)天然ガス

我が国における天然ガスの利用は、1969 年の液化天然ガス（LNG）の導入以前は国産天然ガスに限られており、一次エネルギー国内供給に占める割合は 1%に過ぎなかった。しかし、1969 年のアメリカ（アラスカ）からの導入を皮切りに東南アジア、中東からの輸入が開始されて LNG の導入が進んだ。なお、石油や石炭といった他の化石燃料は、ほぼ 100%が輸入されているのに対し、天然ガスは、新潟・千葉・北海道・秋田でも産出されており、その自給率は 2012 年度で 2.8%であった(**図 2.3.2-3**)。天然ガスは、化石燃料の中では相対的にクリーンであるため供給量は年々増加しており、その比率は 2012 年度には 24.5%に達し、石油に次ぐ高さとなっている(**図 2.3.2-2**)。



出典： 経済産業省「資源・エネルギー統計年報」、「資源・エネルギー統計月報」、日本関税協会「日本貿易月表」を基に作成

図 2.3.2-3 天然ガスの国産・輸入別供給量

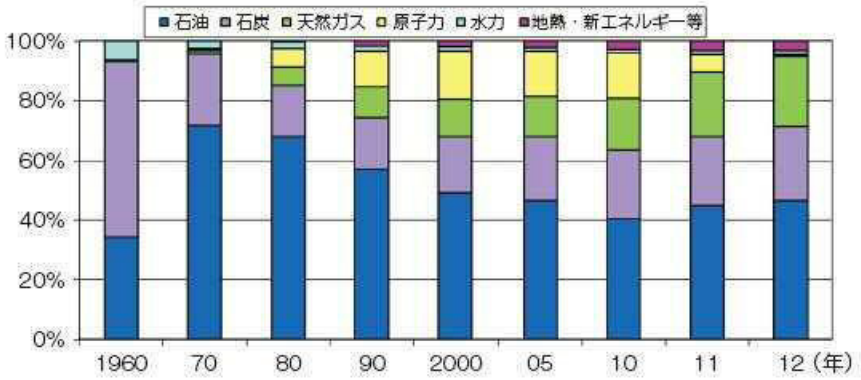
出典：「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告」資源エネルギー庁

(4)原子力

原子力は、エネルギー資源に乏しい我が国において、低炭素の準国産エネルギー源として位置づけられている。一次エネルギーとしての原子力は、全て発電事業に利用されており、1954 年以降、各電気事業者により原子力発電所が相次いで建設され、2011 年 2 月末時点で計 54 基の商用原子炉が運転されていた。供給量比率は、オイルショック以降の石油代替政策によって年々増加し、2010 年度には 11.3%に達していた

が、2011 年 3 月に発生した東日本大震災による、東京電力福島第一原子力発電所の事故を受け、原子力発電はほぼ停止状態となっており、2012 年度には 0.7%へと大幅に低下した(**図 2.3.2-2**)。

この影響により、一次エネルギーに占める 2012 年度の化石エネルギー比率は 2012 年度に 94.0%に達し、自給率は 6.0%に低下した(**図 2.3.2-4**)。現時点では、原子力発電所の再稼働に向けた先行きが不透明であることから、今後当面は同様の傾向が継続するものと考えられる。



	1960	1970	1980	1990	2000	2005	2010	2011	2012
エネルギー自給率	58.1%	15.3%	12.6%	17.1%	20.4%	19.3%	19.9%	11.2%	6.0%

(注 1) IEA は原子力を一次エネルギー自給率に含めている。
(注 2) エネルギー自給率 (%) =国内産出／一次エネルギー供給× 100
出典： IEA「Energy Balances of OECD Countries 2013 Edition」を基に作成

図 2.3.2-4 日本のエネルギー国内供給校正及び自給率の推移

出典：「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告」資源エネルギー庁

(5)再生可能エネルギー

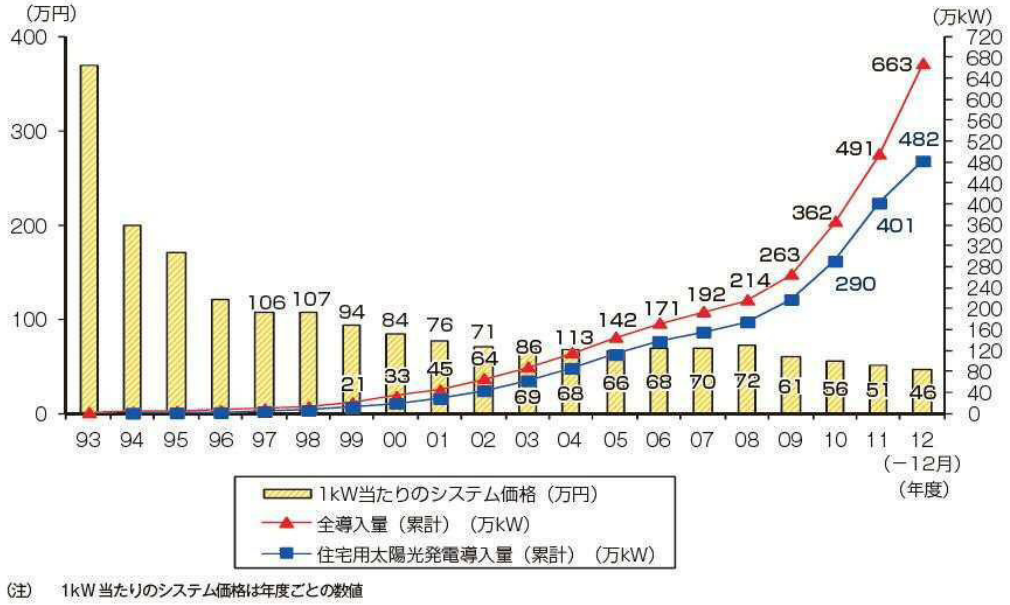
再生可能エネルギーは、化石燃料以外のエネルギー源のうち、永続的に利用することができるものを利用したエネルギーであり、太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス等が挙げられる。これら再生可能エネルギーの導入拡大に向けた取り組みは、二度のオイルショックを契機とし、「石油代替エネルギーの開発及び導入の促進に関する法律」(石油代替エネルギー法，1980 年）や「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」(新エネルギー法，1997 年）の制定、現在の(独)産業技術総合研究所主導による「サンシャイン計画」等により推進されてきた。

こうした取り組みや、東日本大震災を契機とした再生可能エネルギー市場の活性化等によって、一次エネルギーとしての供給量比率は年々増加しており、2012 年度には 4.0%に達している(**図 2.3.2-2**)。

(a)太陽光発電

日本における太陽光発電の導入量は年々増加しており、2012 年度末の発電設備容量は 663.2 万 kW に達している(**図 2.3.2-5**)。これは、世界第 5 位の累積導入量となっている。また、太陽電池の国内出荷量は、太陽光発電の余剰電力買取制度や住宅用太陽光発電設備に対する補助制度、固定価格買取制度等の導入により急拡大している。

一方で、太陽光発電には天候や日照条件等により出力が不安定であるという課題も残されており、今後、導入がさらに拡大していけば、蓄電池との組合せ等による出力安定化が求められるようになると考えられる。



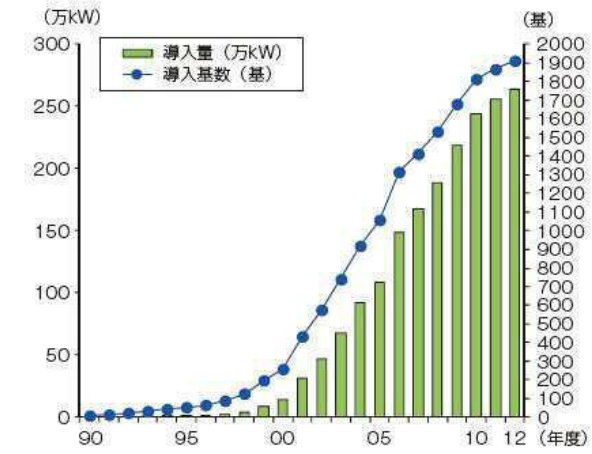
(注)　1kW当たりのシステム価格は年度ごとの数値

図 2.3.2-5 太陽光発電の国内導入量とシステム価格の推移

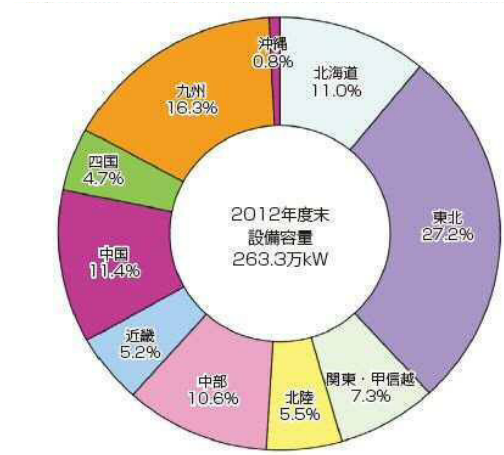
出典：「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告」資源エネルギー庁

(b)風力発電

日本における風力発電の導入は 2000 年代から進み、2012 年度末の発電設備容量は 264 万 kW に達し、特に東北地方や九州地方への設置割合が大きい(**図 2.3.2-6**)。これは、世界第 18 位の導入量であり、日本は平地が少なく地形が複雑なことや、電力会社の系統に余力が無いこと等の事情があると考えられる。しかし今後は、2012 年に開始した固定価格買取制度等の施策により、導入が拡大することが見込まれる。



出典：　新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）ホームページ



出典：　新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）ホームページ

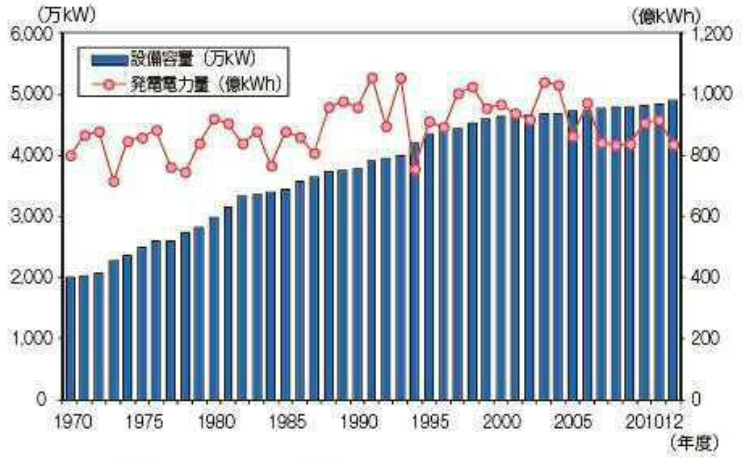
図 2.3.2-6 風力発電導入量の推移(左)と設備容量の地域別比較(右)

出典：「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告」資源エネルギー庁

(c)水力発電

我が国における全水力発電の設備容量は、2012 年度で 4,893 万 kW に達し、世界第 5 位であった。また、年間発電電力量は 836 億 kWh であった(**図 2.3.2-7**)。

国内の水力発電未開発地点は、2012 年度末の時点で 2,706 地点に上るものの、これら地点の平均発電能力（包蔵水力）は、既開発や工事中の発電所平均出力よりもかなり小さい。これは、開発地点の小規模化や奥地化が進行し、発電原価が割高となったことが考えられており、今後は小水力発電の開発が進むことが見込まれる。



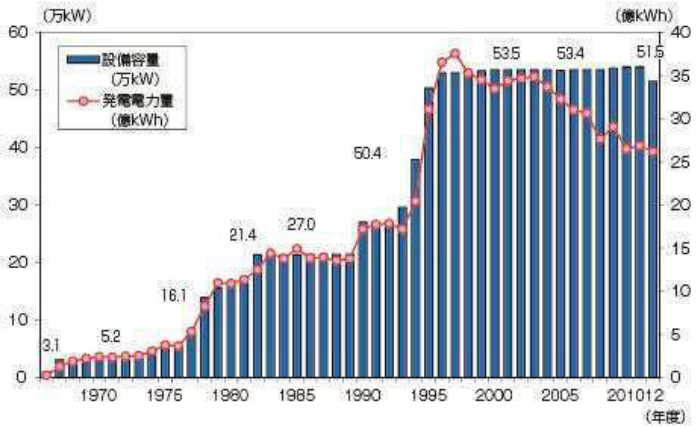
出典： 電気事業連合会「電気事業便覧（平成 25 年版）」を基に作成

図 2.3.2-7 日本の水力発電設備容量及び発電電力量導入量の推移

出典：「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告」資源エネルギー庁

(d)地熱発電

我が国における地熱発電は、オイルショックを契機に増加したが、リードタイムが長いことや開発コストが高いこと等から長年設置が停滞しており、2012 年度時点の設備容量は、17 地点・約 51 万 kW であった(**図 2.3.2-8**)。今後は、2012 年に開始した固定価格買取制度により、開発機運が高まることが望まれている。



出典： 火力原子力発電技術協会「地熱発電の現状と動向 2013 年」を基に作成

図 2.3.2-8 日本の地熱発電設備容量及び発電電力量の推移

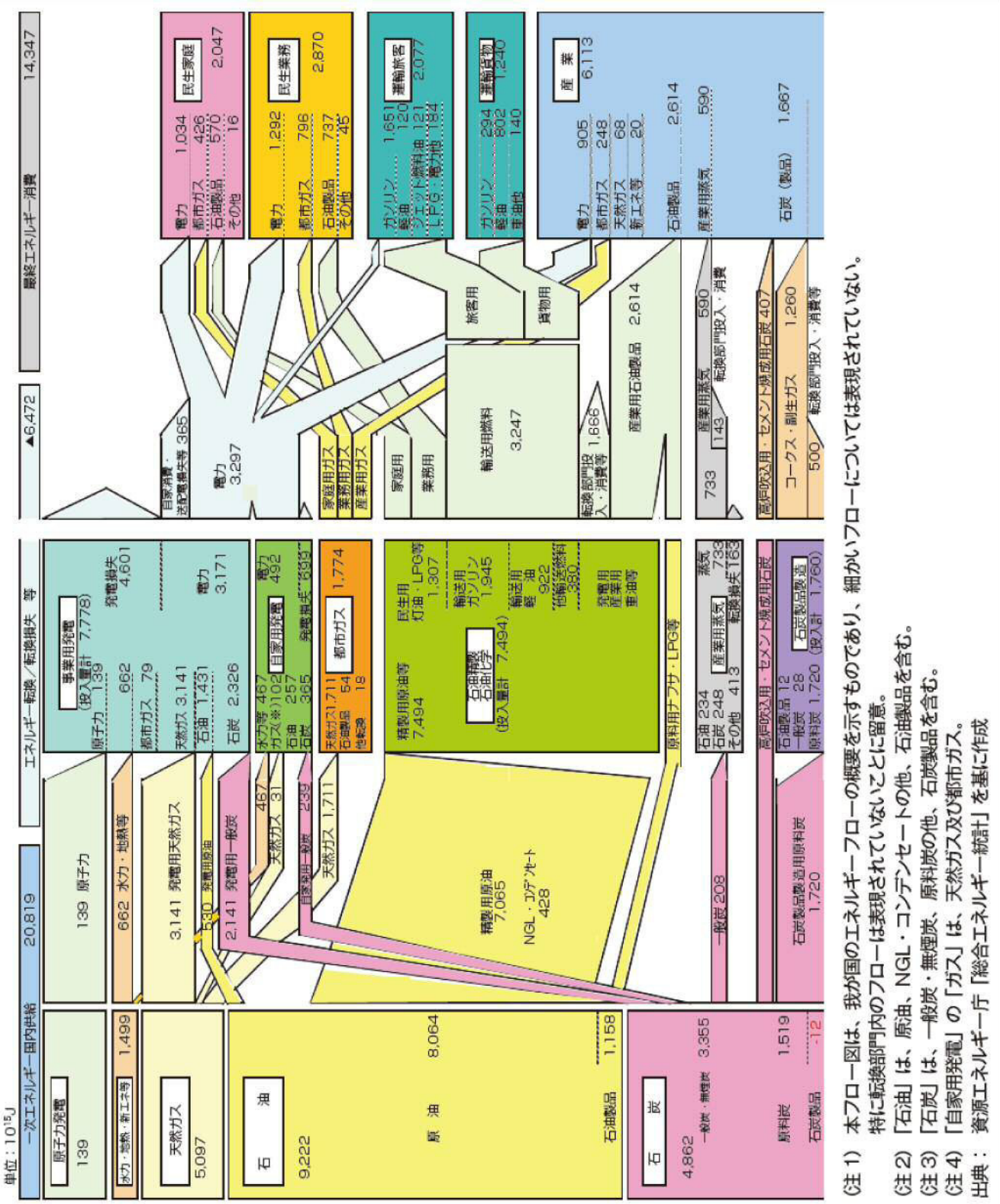
出典：「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告」資源エネルギー庁

3)我が国におけるエネルギー消費フロー

本項では、資源エネルギー庁の「総合エネルギー統計」を基に作成された、我が国における 2012 年度のエネルギー消費フローを次頁の**図 2.3.2-9** に示し、前項で述べた各一次エネルギーの供給から、最終エネルギー消費形態までの大まかな流れを説明する。

これによると、一次エネルギーとしての原子力や再生可能エネルギーは、ほぼ全てが電力に転換され、消費されていることがわかる。また天然ガスも、大半が電力へ転換されているが、約 30%は都市ガスへも転換され、大きな割合を占めていることがわかる。

一方、石油については、電力への転換割合は非常に小さく、その大半が石油精製の過程を経て、ガソリン・軽油等の輸送用燃料、灯油や重油等の石油製品、石油化学原料用のナフサ等として消費されている。石炭は、約半数が電力へ転換されているほか、製鉄に必要なコークス用原料炭への使用も大きな割合を占めていることがわかる。



(注 1) 本フロー図は、我が国のエネルギーフローの概要を示すものであり、細かいフローについては表現されていない。
特に転換部門内のフローは表現されていないことに留意。
(注 2) 「石油」は、原油、NGL・コンデンセートの他、石油製品を含む。
(注 3) 「石炭」は、一般炭・無煙炭、原料炭の他、石炭製品を含む。
(注 4) 「自家用発電」の「ガス」は、天然ガス及び都市ガス。
出典： 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

図 2.3.2-9 我が国のエネルギーバランス・フロー概要

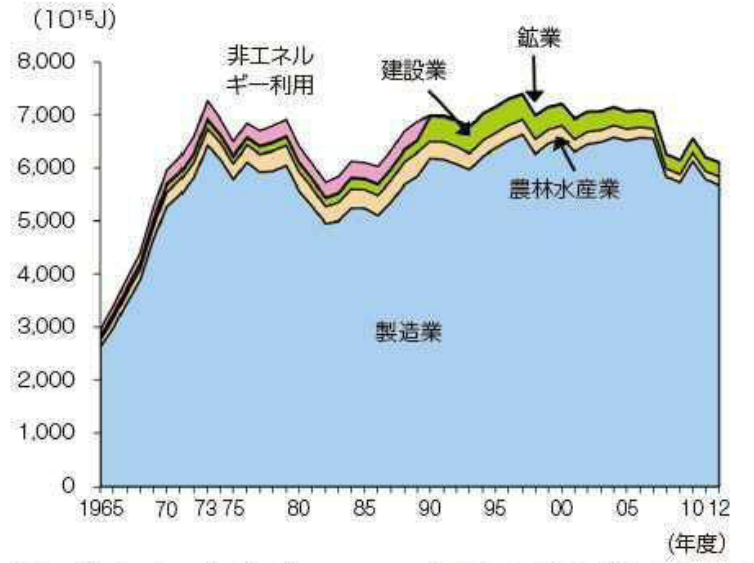
出典：「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告」資源エネルギー庁

4)産業別エネルギー消費の動向

本項では、産業別のエネルギー消費動向について、エネルギー白書に基づき、各種製造部門、民生部門(家庭・業務)鉱業、建設業)、運輸部門に大別し、分析する。

(1)産業部門のエネルギー消費動向

2012年度における、部門別のエネルギー消費動向を下図(**図2.3.2-10**)に示す。これによると、エネルギー消費全体の42.6%を占める産業部門の中でも、特に「製造業」が占める割合は非常に高く、その比率は9割以上にのぼっていることがわかる。



(注) 「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。非エネルギー利用分については、1990年度以降は各業種の消費量の内数となっている。

出典： 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

図 2.3.2-10 産業部門のエネルギー消費の推移

出典：「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告」資源エネルギー庁

(2)部門別のエネルギー消費動向

(a)製造業

製造業におけるエネルギー消費の推移を、**図 2.3.2-11** に示す。これによると、1973 年の第一次オイルショック以降のエネルギー消費量は、減少傾向を示すか、1973 年度を若干上回る水準で推移していることがわかる。また、1973 年度と 2012 年度を比較すると、製造業の生産は 1.6 倍に増加しているにも関わらず、エネルギー消費は 0.8 倍へ低下しており、省エネルギー化が大きく進展していることもわかる。

次に、製造業で消費されたエネルギーを種別毎に分析すると、石油及び石油製品の比率がオイルショックまでは約 80%を占めていたが、その後は石炭や再生可能エネルギー等への転換が進み、2012 年時点では約 60%まで低下していることがわかる(**図 2.3.2-12**)。

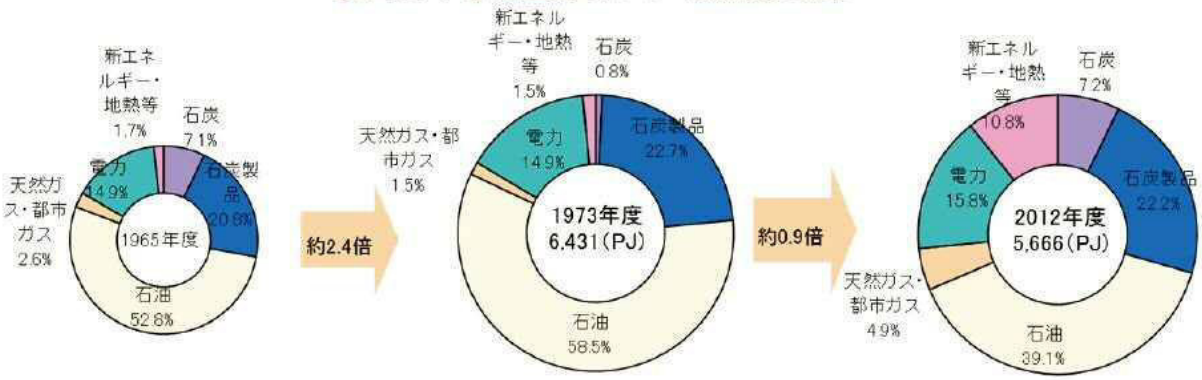
また、**図 2.3.2-13** に示す業種別のエネルギー消費状況によると、約 80%は素材系産業(鉄鋼、化学、窯業土石(セメント)、紙パルプ等)で消費されており、その中でも特に、鉄鋼・化学が大半を占めて続けていることがわかる。



(注1) 「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。
(注2) 1979年度以前のGDPは日本エネルギー経済研究所推計。
出典： 日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」経済産業省「鉱工業指数」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

図 2.3.2-11 製造業のエネルギー消費と経済活動

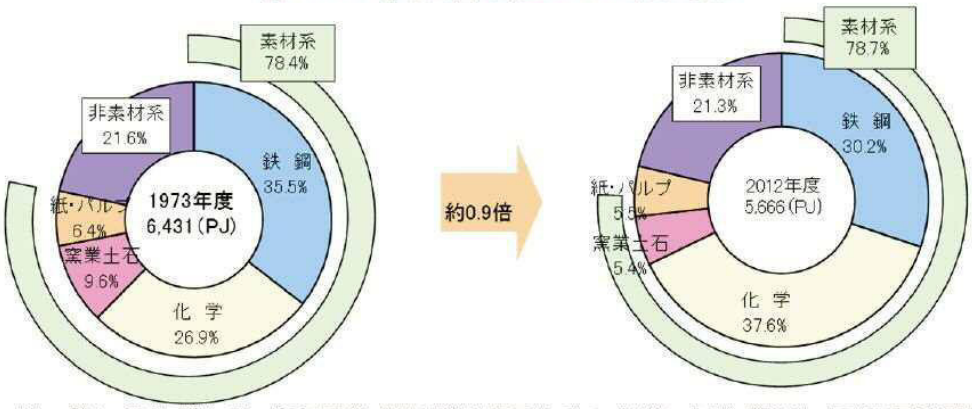
出典：「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告」資源エネルギー庁



(注) 「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。石油は原油と石油製品の合計を表す。
出典： 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

図 2.3.2-12 製造業のエネルギー源別消費の推移

出典：「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告」資源エネルギー庁



(注) 「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。化学業のエネルギー消費には、ナフサ等の石油化学製品製造用原料を含む。
出典： 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

図 2.3.2-13 製造業業種別エネルギー消費の推移

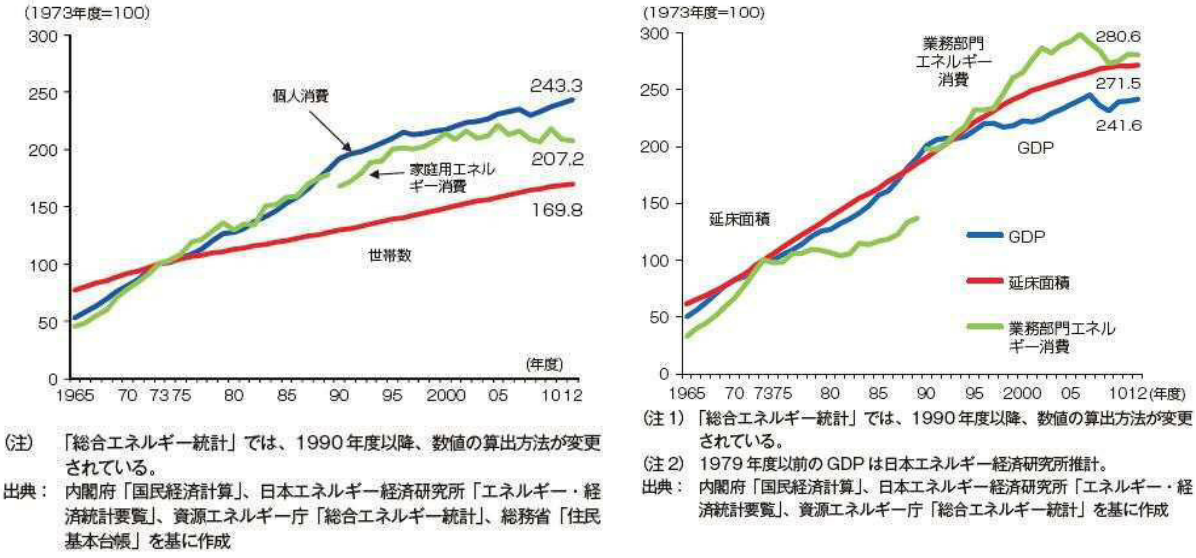
出典：「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告」資源エネルギー庁

(b)民生部門

民生部門は、家庭部門と業務部門の2部門から構成され、2012年度の最終エネルギー消費全体の34.3%を占めた。

このうち、家庭部門のエネルギー消費は、生活の利便性を追求する国民のライフスタイルの変化や世帯数の増加等の社会構造変化の影響を受け、個人消費の伸びとともに著しく増加し続け、オイルショックの1973年度と比較し、2012年度は2倍以上に増加した(**図2.3.2-14**)。

一方、業務部門のエネルギー消費についても、GDPの伸びとともに増加傾向が認められ、1973年度と比較して2012年度は2.8倍の増加となっており、GDPの伸び(2.4倍)を上回っていることがわかる(**図2.3.2-14**)。また業種別にみると、事務所・ビルや卸・小売業の伸びが大きく、大きなシェアを占めていることがわかる(**図2.3.2-15**)。

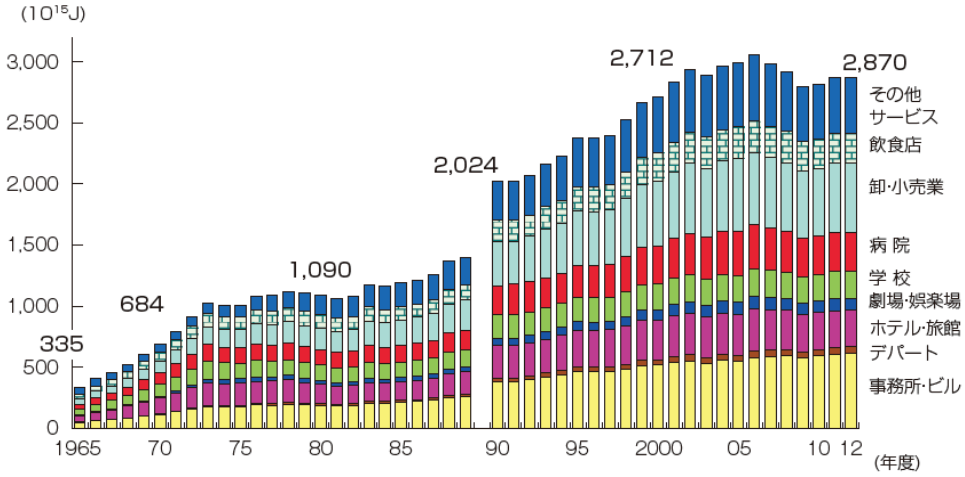


(注) 「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。
出典： 内閣府「国民経済計算」、日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、総務省「住民基本台帳」を基に作成

(注1) 「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。
(注2) 1979年度以前のGDPは日本エネルギー経済研究所推計。
出典： 内閣府「国民経済計算」、日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

図 2.3.2-14 家庭部門(左)および業務部門(右)におけるエネルギー消費の推移

出典：「平成25年度エネルギーに関する年次報告」資源エネルギー庁



(注) 「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。
出典： 日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

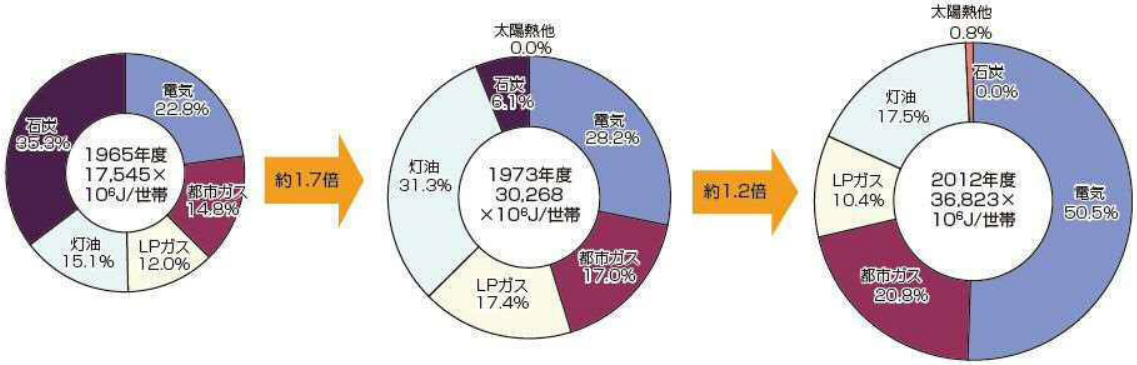
図 2.3.2-15 業務部門業種別エネルギー消費量の推移

出典：「平成25年度エネルギーに関する年次報告」資源エネルギー庁

次に、民生部門におけるエネルギー源の推移について述べる。

家庭部門のエネルギー源は、高度経済成長が始まったとされる1965年度頃までは消費の3分の1以上が石炭であったが、その後主に灯油に代替され、残りは灯油・電力・ガス（都市ガス及びLPガス）がそれぞれ約3分の1を占めた。その後、家電製品の普及・大型化やオール電化住宅の普及拡大等により、電気のシェアは大幅に増加し、2012年度には50.5%に達した(**図2.3.2-16**)。

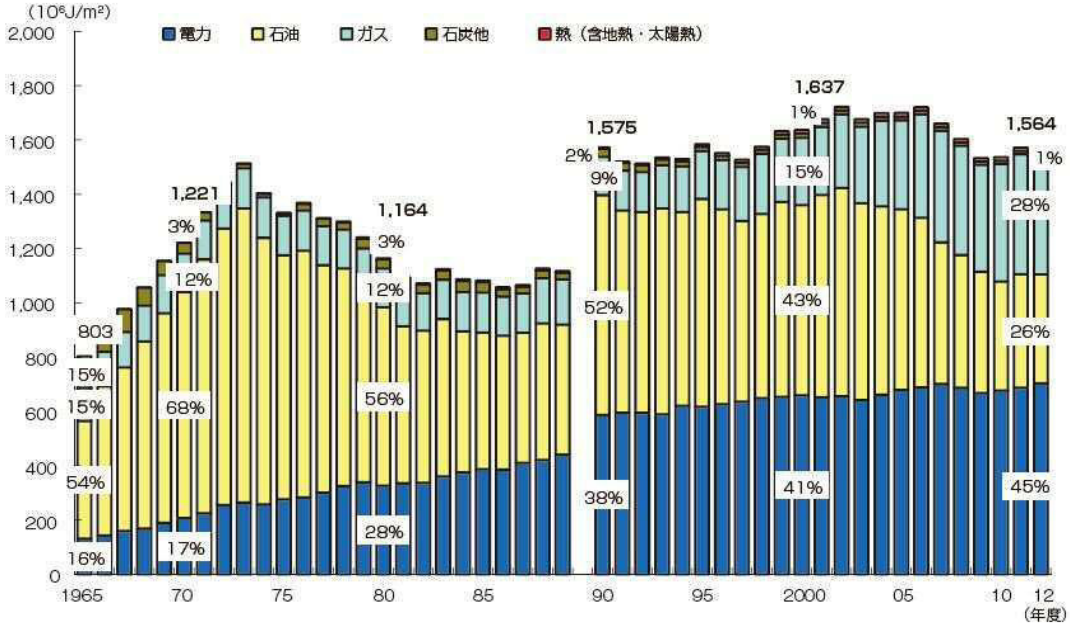
一方、業務部門のエネルギー源は、電力の割合が年々増加傾向を示しており、2012年現在で全体の45%に達し、石油を代替している。また、ガスを使って発電すると同時に、排熱を給湯や空調に利用するガスコージェネレーションシステム等の普及拡大に伴い、ガスも増加傾向となっている(**図2.3.2-17**)。



(注)　構成比は端数処理（四捨五入）の関係で合計が100%とならないことがある。
出典：　日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、総務省「住民基本台帳」を基に作成

図 2.3.2-16 家庭部門におけるエネルギー源の推移

出典：「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告」資源エネルギー庁



(注)　「総合エネルギー統計」では、1990 年度以降、数値の算出方法が変更されている。ガスは天然ガス、都市ガス、LPG の合計である。
出典：　日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

図 2.3.2-17 業務部門におけるエネルギー源の推移

出典：「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告」資源エネルギー庁

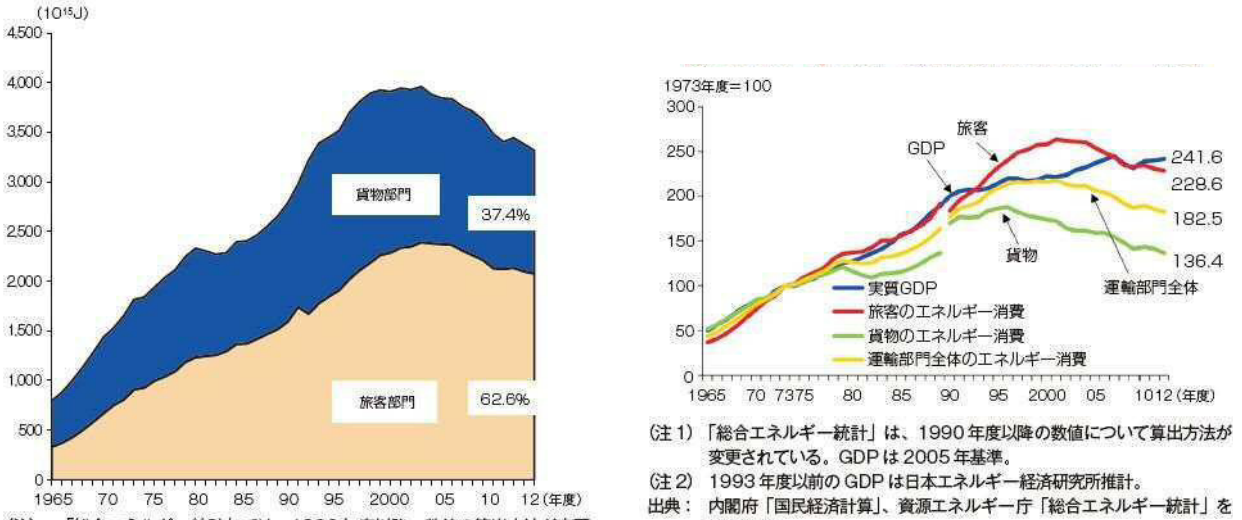
(c)運輸部門

運輸部門は、乗用車やバス等の旅客部門と、陸運や海運・航空貨物等の貨物部門に大別され、2012年度におけるエネルギー最終消費比率は、全体の23.1%を占めていた(**図2.3.2-1**)。

このうち、旅客部門は部門全体の62.6%、貨物部門は37.4%であった(**図2.3.2-18**)。

運輸部門におけるエネルギー消費は、高度経済成長とともに年々増加していたが、オイルショックにより伸びが鈍化したのち、2001 年をピークに下降傾向に転じており、2012 年度の消費量は、1973 年度と比較し約 1.8 倍となっている(**図 2.3.2-18**)。

また、エネルギー資源別の構成比では、ガソリン・軽油・LP ガス等の石油系エネルギーが長年にわたり 90%以上を占め続け、電力は 2～3%程度である(**図 2.3.2-19**)。

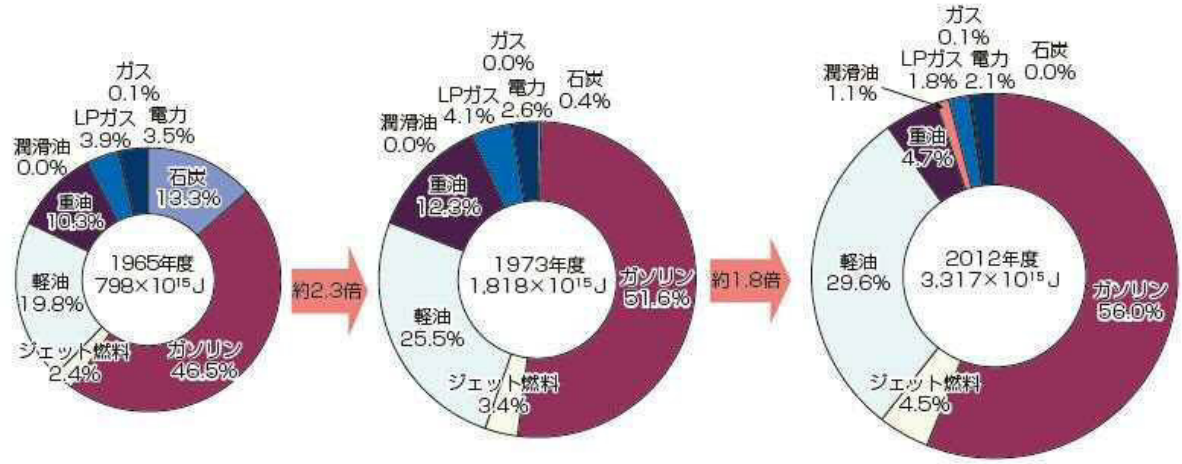


(注) 「総合エネルギー統計」では、1990 年度以降、数値の算出方法が変更されている。
出典： 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

(注 1) 「総合エネルギー統計」は、1990 年度以降の数値について算出方法が変更されている。GDP は 2005 年基準。
(注 2) 1993 年度以前の GDP は日本エネルギー経済研究所推計。
出典： 内閣府「国民経済計算」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

図 2.3.2-18 運輸部門のエネルギー消費構成(左)および推移(右)

出典：「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告」資源エネルギー庁



(注) 「総合エネルギー統計」では、1990 年度以降、数値の算出方法が変更されている。
(出所) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

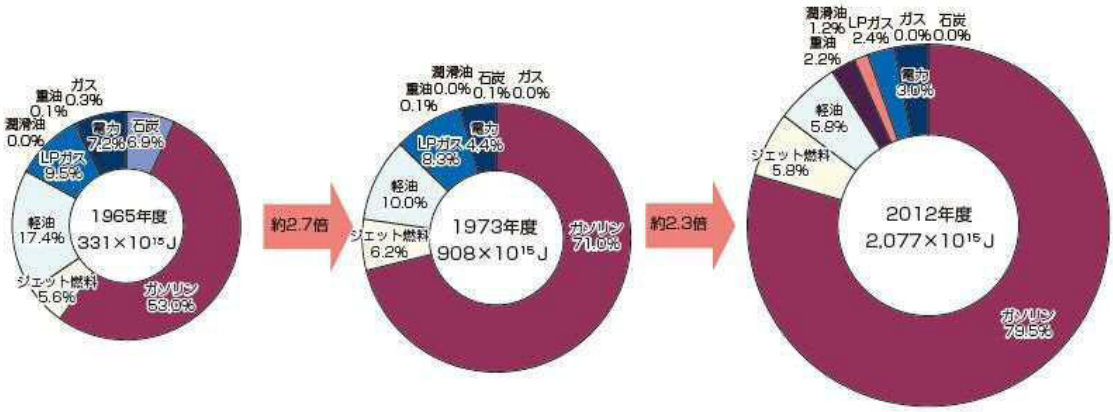
図 2.3.2-19 運輸部門のエネルギー源別消費量の割合

出典：「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告」資源エネルギー庁

次に、運輸部門で消費されたエネルギーを旅客・貨物別に分析する。

このうち旅客部門のエネルギー消費量は、1973 年度と比較して 2012 年度は 2.3 倍の増加となっており、資源別にみると、石油系エネルギーが圧倒的な割合を占め、その中でも特にガソリンの比率が一層高くなっている一方で、電力は減少し続けている(**図 2.3.2-20**)。

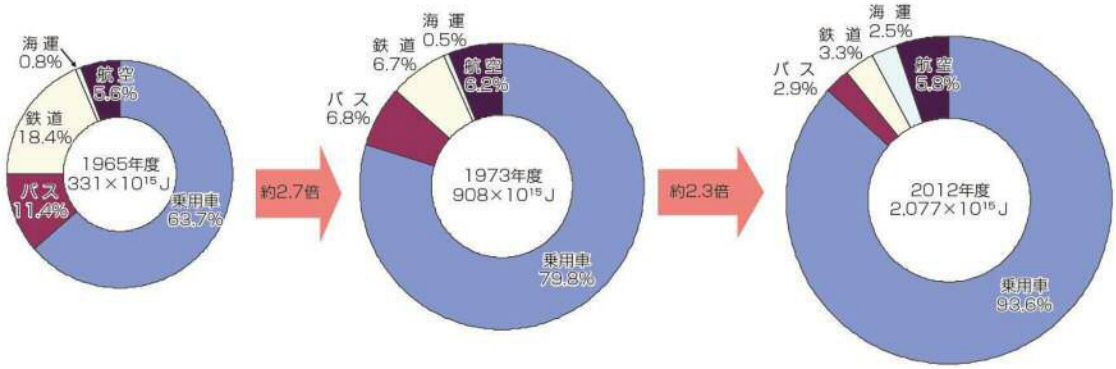
これは、乗用車の保有台数が増加したことが大きく、輸送機関別のエネルギー消費量で比較すると、乗用車の割合は 1965 年度と比較して 2012 年度は 1.5 倍となっている一方で、一人当たりのエネルギー消費量が少ない鉄道やバス等の公共交通機関の比率は大幅に低下していることからも認識できる(**図 2.3.2-21**)。



(注)　「総合エネルギー統計」では、1990 年度以降、数値の算出方法が変更されている。
出典：　資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

図 2.3.2-20 旅客輸送のエネルギー源別消費量の割合

出典：「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告」資源エネルギー庁



(注 1)　2012 年度は、グラフに示していない輸送機関内訳誤差が存在するため、構成比の合計は 100%にならない。
(注 2)　「総合エネルギー統計」では、1990 年度以降、数値の算出方法が変更されている。
出典：　資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」を基に作成

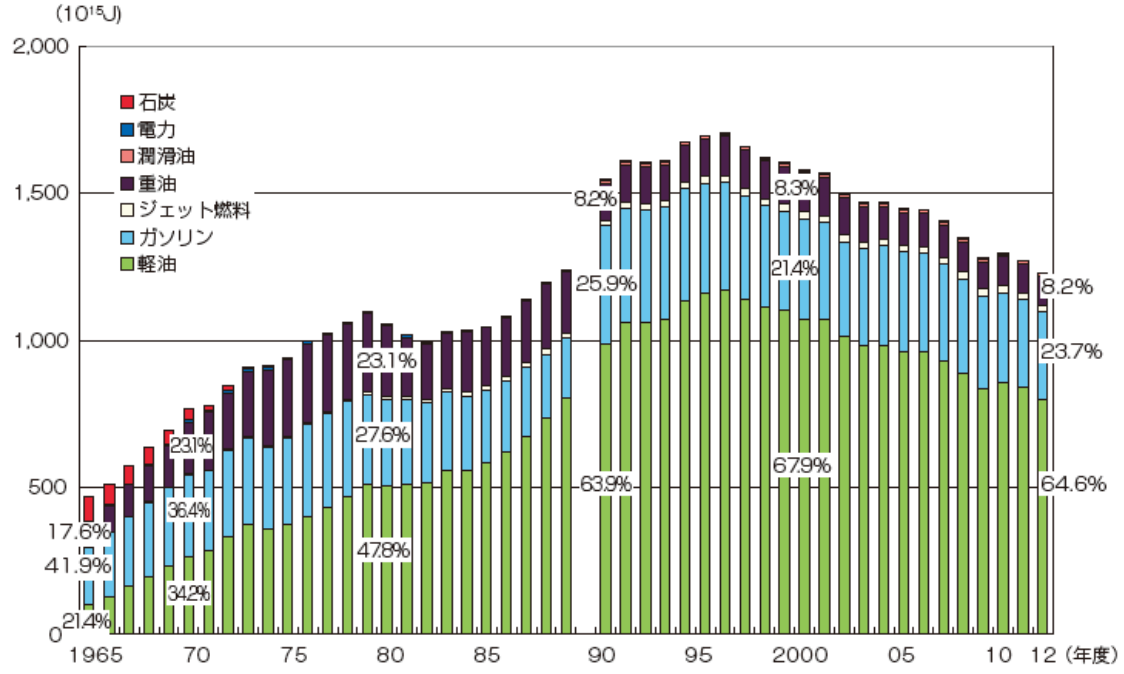
図 2.3.2-21 旅客部門のエネルギー消費量の推移

出典：「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告」資源エネルギー庁

貨物部門のエネルギー消費量は、オイルショックやバブル崩壊を経ても基本的に伸び続け、1996 年度にピークを迎えたが、その後減少に転じており、2012 年度は 1973 年度と比較して 1.4 倍多くなっている。これを資源別にみると、旅客部門と同様に石油系エネルギーが圧倒的な割合を占めているが、その大半がガソリンではなく、軽油であることが特徴であり、電力の比率は非常に小さい(**図 2.3.2-22**)。

これは、貨物部門のエネルギー消費のほとんどが自動車で占められ、その主力である大型トラックの燃料が軽油であることが大きい。しかし、トラックの台数は 2000 年代に入って減少に転じており、これに合わせて軽油の消費量も低下している。

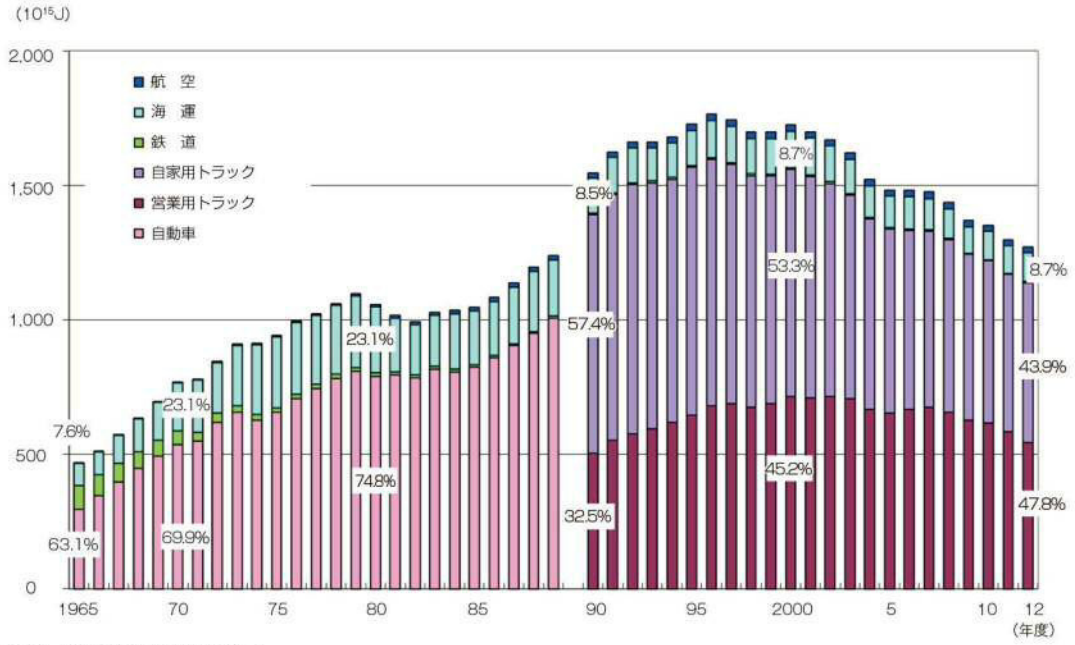
一方で、重油が使われる船舶やジェット燃料が使われる航空、電力が使われる鉄道は、バブル期以降から減少傾向に転じていたが、直近 20 年間は微増微減を繰り返しており、概ね横ばいで推移している(**図 2.3.2-23**)。



(注)　「総合エネルギー統計」では、1990 年度以降、数値の算出方法が変更されている。
出典：　資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

図 2.3.2-22 貨物輸送のエネルギー源別消費量の割合

出典：「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告」資源エネルギー庁



(注 1) 輸送機関内訳推計誤差を除く。
(注 2) 「総合エネルギー統計」では、1990 年度以降、数値の算出方法が変更されている。また、それまで 1 つであった自動車によるエネルギー消費量は 1990 年度以降、自家用トラックによるものと営業用トラックによるものの 2 つに区分されている。
(注 3) 自家用トラックとは事業者が自社の貨物を輸送する目的で保有するもの、営業用トラックとは事業者等から依頼された貨物を輸送する目的で保有するものをいう。
出典： 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

図 2.3.2-23 貨物部門のエネルギー消費量の推移

出典：「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告」資源エネルギー庁

参考文献

1) 平成 25 年度エネルギーに関する年次報告 2014 資源エネルギー庁
2) 総合エネルギー統計 平成 25 年度 資源エネルギー庁
3) 第六十四回 日本統計年鑑 平成 27 年 総務省統計局 2015

2.3.3　海外の産業エネルギー施策との比較

本項では、世界のエネルギー統計から、主要国のエネルギー消費動向から、各国が一次エネルギー生産及び消費に対して、どのようなエネルギーミックスを指向しているかを概観し、日本の産業エネルギー施策との比較データを整理する。

1) 主要国のエネルギー消費動向

世界石油会議モスクワ大会で発表された「BP 世界エネルギー統計 2014」（2014 年 6 月 16 日付）に掲載された統計データ及び分析結果を参考に、石油、天然ガス、石炭の消費量、原子力、水力、風力、太陽光・熱、地熱・バイオマス他の消費電力量に関して、消費の多い順に並べ替え、各国のエネルギー動向を推察した。

表 2.3.3-1～8 は下記サイトの全世界データより主要国の最近のデータを抜粋して編集した。

http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/statistical-review-downloads.html

(1)全体概要

石油は、世界全体のエネルギー消費量の 32.9%を占め、世界の主要な燃料であることに変わりはないが、14 年連続で市場シェアは減少しており、1965 年の BP 統計開始以来、最低となった。また、世界全体では、天然ガスの一次エネルギー消費に占める割合は、23.7%となった。

国別では、米国のエネルギー消費量の伸びが大きく、欧州連合（EU）と日本のエネルギー消費量が減少した。

出典：「エネルギー統計の主要ポイント：エネルギーの動向」

http://www.bp.com/ja_jp/japan/report/press-release/140616-BPstatistics.html

(2)石油

2013 年の石油の消費量は、2012 年に比較すると、世界全体では、1.4%増加した。地域別の増減を見ると、北米 1.3%、中南米 4.4%、中近東 2.2%、アフリカ 3.2%、アジア 1.5%増加したが、欧州は、0.4%減少した。また、国別には、米国及び中国の消費量の増加が著しい。

表 2.3.3-1 主要国の石油消費量の増減一覧表に示すように、消費量のシェアが全世界の 3%を超える国としては、米国、中国、日本、インド、ロシア、サウジアラビア、ブラジルがあるが、米国、中国のシェアが突出している。

2013 年のブレント原油スポット平均価格は 2012 年から 1 バレル当たり 3.01 ドル低下し、1 バレル当たり 108.66 ドルとなったが高値を維持した.

2013 年末の時点では、上記のような報告となっていたが、その後、2014 年に入り、下落傾向が続き、2014 年 11 月 27 日にウィーンで開かれた石油輸出国機構（OPEC）の総会において、原油生産量を据え置くことを決定したため、投機家や各国の思惑が複雑に絡み合い、原油価格を大きく下げることとなり、2015 年 1 月の時点では、40 ドル代まで下落して、今後どの程度まで回復するのかが、大きな焦点となっている。原油価格の下落は、原油の輸入国にとってはメリットとなっているが、原油輸出に財政を依存する国にとっては、原油安により経済的に不安定になる懸念が大きくなっている。）

表 2.3.3-1 主要国の石油消費量の増減一覧表

Oil: Consumption 石油消費量 Million tonnes 百万トン	2012	2013	増減量	2012 から 2013 への増 減量	2013 シェア
US 米国	817.0	831.0	**14.0**	2.0%	**19.9%**
China 中国	490.1	507.4	**17.3**	3.8%	**12.1%**
Japan 日本	**217.8**	**208.9**	**-8.9**	**-3.8%**	**5.0%**
India インド	173.6	175.2	1.7	1.2%	4.2%
Russian ロシア	148.9	153.1	4.2	3.1%	3.7%
Saudi Arabia サウジアラビア	131.3	135.0	3.7	3.1%	3.2%
Brazil ブラジル	125.8	132.7	6.9	5.8%	3.2%
Germany ドイツ	111.4	112.1	0.6	0.9%	2.7%
South Korea 韓国	108.8	108.4	-0.3	0.4%	2.6%
Canada カナダ	104.3	103.5	-0.8	-0.5%	2.5%
Iran イラン	89.5	92.9	3.3	4.0%	2.2%
Mexico メキシコ	92.3	89.7	-2.6	-2.6%	2.1%
France フランス	81.0	80.3	-0.7	-0.6%	1.9%
Indonesia インドネシア	73.2	73.8	0.6	1.1%	1.8%
United Kingdom 英国	71.0	69.8	-1.2	-1.4%	1.7%
Singapore シンガポール	65.4	65.9	0.5	1.1%	1.6%
Italy イタリア	64.2	61.8	-2.5	-3.6%	1.5%
Spain スペイン	64.2	59.3	-4.9	-7.3%	1.4%
Thailand タイ	49.6	50.4	0.9	2.0%	1.2%
Australia オーストラリア	47.3	47.0	-0.3	-0.4%	1.1%
Taiwan 台湾	41.9	43.4	1.5	3.9%	1.0%
Netherlands オランダ	43.7	41.4	-2.3	-4.9%	1.0%
Venezuela ベネズエラ	33.0	36.2	3.3	10.2%	0.9%
Egypt エジプト	35.2	35.7	0.4	1.5%	0.9%
UAE アラブ首長国連邦	34.3	35.6	1.3	4.2%	0.9%
Turkey トルコ	31.4	33.1	1.7	5.7%	0.8%
Malaysia マレーシア	30.7	31.2	0.5	2.0%	0.7%
世界合計	4138.9	4185.1	46.1	1.4%	100.0%

(3)天然ガス

世界の天然ガス消費量は、過去の平均伸び率 2.6%を下回る、1.4%の伸びとなった。一次エネルギーと同様に、天然ガスの消費量の伸びは、OECD 諸国では過去の平均水準を上回る伸び（+1.8%）となり、非 OECD 諸国では過去の平均水準を下回る伸び（+1.1%）となった。

特に、中国（+10.8%）および米国（+2.4%）が世界で最大の消費量の伸びを記

録し、米中を合わせて世界全体の消費の伸びの 81%を占めている。消費量のシェアとしては、米国、ロシアが突出している。それに続くのが、イラン、中国、日本である。

インド（-12.2%）は世界最大の消費量の減少を記録した。一方、EU の天然ガス消費量は 1999 年以降最低のレベルに落ち込んだ。

世界全体では､天然ガスが一次エネルギー消費に占める割合は23.7%となった。世界の天然ガス生産量は 1.1%増加したが、これは過去 10 年間の平均伸び率 2.6%を大きく下回った。

生産量の伸びは、ヨーロッパおよびユーラシアを除くすべての地域で、過去の平均水準を下回った。ロシア（+2.4%）と中国（+9.5%）は、2013 年に米国を上回る生産量の伸びを記録した。

世界の天然ガス取引量は 2013 年に 1.8%増加したが、これは過去の平均伸び率 5.2%を大きく下回っている。パイプライン経由の出荷量は 2.3%伸びた。

世界のガス取引量に占める液化天然ガス(LNG)の割合はわずかに減少し､31.4%となった。天然ガスの国際取引が世界全体の消費に占める割合は 30.9%となった。

世界の天然ガスの確認埋蔵量は 185.7 兆立法メートルにまで増加し、これは世界全体の生産量の 54.8 年分を優に上回る。

表 2.3.3-2 主要国の天然ガス消費量の増減一覧表(次ページへ続く)

Natural Gas: Consumption 天然ガス:消費量 Million tonnes oil equivalent 百万トン(石油換算)	2012	2013	増減量	2012 から 2013 への増 減比	2013 シェア
US 米国	657.3	671.0	**13.7**	2.4%	**22.2%**
Russian Federation ロシア	374.6	372.1	-2.5	-0.4%	**12.3%**
Iran イラン	145.4	146.0	0.6	0.7%	4.8%
China 中国	131.7	145.5	**13.8**	10.8%	4.8%
Japan 日本	105.3	105.2	-0.1	0.2%	3.5%
Canada カナダ	90.2	93.1	2.9	3.5%	3.1%
Saudi Arabia サウジアラビア	89.4	92.7	3.3	4.0%	3.1%
Germany ドイツ	70.5	75.3	4.8	7.0%	2.5%
Mexico メキシコ	71.6	74.5	2.8	4.2%	2.5%
United Kingdom 英国	66.3	65.8	-0.5	-0.6%	2.2%
UAE アラブ首長国連邦	59.0	61.5	2.5	4.5%	2.0%
Italy イタリア	61.8	57.8	-4.0	-6.2%	1.9%
South Korea 韓国	45.2	47.3	2.1	4.9%	1.6%
Thailand タイ	46.1	47.0	0.9	2.2%	1.6%
India インド	52.9	46.3	-6.6	-12.2%	1.5%
Egypt エジプト	47.3	46.3	-1.1	-2.0%	1.5%

Argentina アルゼンチン	42.6	43.2		1.7%	1.4%
Turkey トルコ	40.7	41.1	0.3	1.1%	1.4%
Uzbekistan ウズベキスタン	42.2	40.7		-3.3%	1.3%
Ukraine ウクライナ	44.6	40.5	-4.1	-8.9%	1.3%
France フランス	38.0	38.6		1.7%	1.3%
Pakistan パキスタン	37.1	34.7	-2.4	-6.2%	1.1%
世界合計	2986.3	3020.4	34.1	1.4%	100.0%

(4) その他の燃料

(a) 石炭

2013 年の石炭消費量の伸びは、過去 10 年の平均伸び率 3.9%を大きく下回る 3%の伸びとなったが、化石燃料の中で最も急速に消費量が伸びている。世界全体の一次エネルギー消費に石炭が占める割合は、1970 年以来最高の 30.1%に達した。

非 OECD 諸国の消費量は過去の平均水準を下回る 3.7%増であったが、世界全体の消費の伸びの 89%を占めている。

国別では、消費量のシェアは中国が圧倒していて、全世界の半分以上を占めている。続いて、米国、インドが 1 割ほどであり、それ以下の日本、ロシアは、2-3%程度である。

表 2.3.3-3 主要国の石炭消費量の増減一覧表

Coal: Consumption 石炭:消費量 Million tonnes oil equivalent 百万トン石油相当	2012	2013	増減量	2012 から 2013 への 増減比率	2013 シェア
China 中国	1856.4	1925.3	**68.9**	4.0%	**50.3%**
US 米国	436.7	455.7	19.0	4.6%	**11.9%**
India インド	302.3	324.3	**22.0**	7.6%	8.5%
Japan 日本	124.4	128.6	4.2	3.6%	3.4%
Russian ロシア	98.1	93.5	-4.6	-4.4%	2.4%
South Africa 南アフリカ	88.5	88.2	-0.3	0.0%	2.3%
South Korea 韓国	81.0	81.9	0.9	1.4%	2.1%
Germany ドイツ	80.1	81.3	1.2	1.8%	2.1%
Poland ポーランド	54.3	56.1	1.8	3.6%	1.5%
Indonesia インドネシア	50.4	54.4	4.0	8.2%	1.4%
Australia オーストラリア	47.3	45.0	-2.3	-4.7%	1.2%
Ukraine ウクライナ	42.7	42.6	-0.1	0.0%	1.1%
Taiwan 台湾	41.1	41.0	-0.1	0.0%	1.1%
United Kingdom 英国	39.1	36.5	-2.5	-6.2%	1.0%
世界合計	3723.7	3826.7	103.0	3.0%	100.0%

(b) 原子力

世界全体の原子力発電量は 0.9%の増加となったが、これは 2010 年以来初めてのことである。原子力エネルギーが世界全体のエネルギー消費に占める割合は、1984 年以来最低の 4.4%となった。

表 2.3.3-4 主要国の原子力発電量増減一覧表に示した各国の発電量推移を見ると、2010 年には、米国、仏、ロシア、日本、韓国、ドイツの順に多かったが、2013 年では、日本での発電量がほとんど無くなったことと、ドイツでの減少比率が際立っている。その代わりに、中国、インド、メキシコ、パキスタンなどの増加率が目立つ。

表 2.3.3-4 主要国の原子力発電量増減一覧表

Nuclear: Consumption 原子力：消費量（発電量）（テラワット時）	2010	2010 シェア	2011	2012	**2013**	2010 から 2013 への増減比率	2013 シェア
US 米国	849.4	30.7%	831.8	809.8	**830.5**	**-2.3%**	33.4%
France フランス	428.3	15.5%	442.1	425.4	**423.7**	**-1.1%**	17.0%
Russia ロシア	170.4	6.2%	172.9	177.5	**173.0**	**1.5%**	6.9%
South Korea 韓国	148.6	5.4%	154.7	150.3	**138.8**	**-7.1%**	5.6%
China 中国	73.9	2.7%	86.3	97.4	**110.6**	**33.2%**	4.4%
Canada カナダ	89.7	3.2%	94.8	95.8	**102.1**	**12.1%**	4.1%
Germany ドイツ	140.6	5.1%	108.0	99.5	**97.3**	**-44.5%**	3.9%
Ukraine ウクライナ	89.2	3.2%	90.2	90.1	**83.2**	**-7.1%**	3.3%
UK 英国	62.1	2.2%	69.0	70.4	**70.6**	**12.0%**	2.8%
Swed.スウェーデン	58.6	2.1%	61.1	64.6	**66.9**	**12.5%**	2.7%
Spain スペイン	62.0	2.2%	57.7	61.5	**56.7**	**-9.3%**	2.3%
Belgium ベルギー	47.9	1.7%	48.2	40.3	**42.6**	**-12.4%**	1.7%
Taiwan 台湾	41.6	1.5%	42.1	40.4	**41.6**	**0.0%**	1.7%
India インド	23.1	0.8%	32.2	33.1	**33.3**	**30.7%**	1.3%
Czech チェコ	28.0	1.0%	28.3	30.3	**30.7**	**8.9%**	1.2%
Switzerland スイス	26.5	1.0%	26.9	25.6	**26.2**	**-1.3%**	1.1%
Finland フィンランド	23.0	0.8%	23.4	23.2	**23.9**	**3.6%**	1.0%
Slovak.スロバキア	14.6	0.5%	15.4	15.5	**15.7**	**7.3%**	0.6%
Hungary ハンガリー	15.8	0.6%	15.7	15.8	**15.4**	**-2.5%**	0.6%
Brazil ブラジル	14.5	0.5%	15.7	16.0	**14.6**	**0.8%**	0.6%
Japan 日本	292.4	10.6%	162.9	18.0	**14.6**	**-1902.0%**	0.6%
Bulgaria ブルガリア	15.2	0.6%	16.3	15.8	**14.2**	**-7.6%**	0.6%
南フリカ	12.7	0.5%	14.2	12.6	**13.9**	**8.0%**	0.6%
世界合計	**2767.4**	100.0%	**2654.7**	**2474.4**	**2489.0**	**-11.2%**	**100.0%**

(c) 水力

水力発電量の伸びは過去の平均水準を下回る 2.9%増となり、世界全体のエネルギー消費に占める割合は 6.7%となった。水力発電量の多い主な国としては、中国、カナダ、ブラジル、米国、ロシア、インド、ノルウェーが挙げられる。消費の増加量とシェアは、中国が突出している。

表 2.3.3-5 主要国の水力発電量の増減一覧表

Hydroelectricity: Consumption 水力発電量 Terawatt-hours テラワット時間	2012	2013	増減量	2012 から 2013 への 増減比	2013 シェア
China 中国	872.1	911.6	**39.5**	4.8%	**24.1%**
Canada カナダ	380.2	391.6	11.4	3.3%	**10.4%**
Brazil ブラジル	415.3	385.4	-30.0	-7.0%	**10.2%**
US 米国	279.0	271.9	-7.2	-2.3%	7.2%
Russian ロシア	164.9	181.2	**16.3**	10.2%	4.8%
India インド	115.7	131.9	**16.2**	14.3%	3.5%
Norway	142.9	129.0	-13.9	-9.5%	3.4%
Venezuela	81.7	83.8	2.1	2.8%	2.2%
Japan 日本	81.0	82.2	1.2	1.8%	2.2%
France フランス	57.8	68.4	10.6	18.6%	1.8%
Sweden スウェーデン	78.8	61.4	-17.4	-21.8%	1.6%
Turkey トルコ	57.9	59.3	1.4	2.7%	1.6%
Vietnam ベトナム	52.8	54.1	1.3	2.7%	1.4%
Italy イタリア	41.9	51.5	9.6	23.3%	1.4%
Colombia コロンビア	47.6	44.4	-3.3	-6.6%	1.2%
Argentina アルゼンチン	37.0	40.7	3.7	10.3%	1.1%
Switzerland スイス	37.9	37.8	-0.1	0.1%	1.0%
Austria オーストリア	43.7	37.1	-6.6	-14.9%	1.0%
Spain スペイン	20.5	36.8	**16.2**	79.5%	1.0%
Pakistan パキスタン	28.4	32.8		15.6%	0.9%
Mexico メキシコ	31.2	27.4	-3.8	-11.9%	0.7%
Peru ペルー	22.0	21.1	-0.9	-4.0%	0.6%
Germany ドイツ	21.8	20.5	-1.3	-5.7%	0.5%
Australia オーストラリア	17.1	20.1		18.1%	0.5%
Chile チリ	20.2	19.5		-2.8%	0.5%
Indonesia インドネシア	12.7	15.7	3.0	23.9%	0.4%
世界合計	**3684.1**	**3782.0**	**97.9**	**2.9%**	**100.0%**

(d) 再生可能エネルギー（風力、太陽光・熱、バイオ燃料、地熱）

再生可能エネルギーは発電において、2013 年も引き続き増加し、世界のエネルギー消費に占める割合は 10 年前の 0.8%から増え、過去最高の 2.7%となった。

世界全体では、風力エネルギーの伸び（+20.7%）が再び、再生可能エネルギー発電の伸びの半分以上を占めた。

太陽光による発電量は風力発電量の伸びを上回り急速に増加した（+33%）が、全体として再生可能エネルギーの生産量は少なかった。

風力発電量の多い国としては、米国、中国、スペイン、ドイツ、インド、英国などに加えて、デンマークやスウェーデンなどの北欧諸国が上位にあるのが特徴的である。

表 2.3.3-6 主要国の風力発電量の増減一覧表

Renewables: Consumption - Wind 再生可能(風力)発電量 Terawatt-hours テラワット時間	2012	2013	増減量	2012 から 2013 への 増減比	2013 シェア
US 米国	142.2	169.4	**27.1**	19.4%	**27.0%**
China 中国	96.0	131.9	**35.9**	37.8%	**21.0%**
Spain スペイン	49.5	55.8	6.3	13.0%	8.9%
Germany ドイツ	50.7	53.4	2.7	5.7%	8.5%
India インド	31.2	34.8	3.6	12.0%	5.5%
United Kingdom 英国	19.6	27.4	7.8	40.4%	4.4%
France フランス	14.3	15.2	0.9	6.6%	2.4%
Italy イタリア	13.4	15.0	1.6	11.9%	2.4%
Portugal ポルトガル	10.0	11.8	1.7	17.7%	1.9%
Canada カナダ	11.2	11.5	0.3	3.3%	1.8%
Denmark デンマーク	10.4	11.2	0.9	8.6%	1.8%
Sweden スウェーデン	7.2	9.9	2.7	38.5%	1.6%
Australia オーストラリア	7.7	9.2	1.5	19.4%	1.5%
Turkey トルコ	5.9	7.5	1.6	28.2%	1.2%
Brazil ブラジル	4.9	6.5	1.5	31.8%	1.0%
Poland ポーランド	4.7	6.0	1.3	27.3%	1.0%
Netherlands オランダ	4.9	5.6	0.6	13.3%	0.9%
Japan 日本	4.7	5.1	0.4	8.2%	0.8%
Romania ルーマニア	2.6	4.7		78.3%	0.7%
Ireland アイルランド	4.0	4.5	0.5	13.6%	0.7%
Greece ギリシャ	3.8	4.1	0.3	8.0%	0.7%
世界合計	**522.1**	**628.2**		**20.7%**	**100.0%**

太陽光、太陽熱発電量については、ドイツ、イタリア、スペインの欧州連合国に続いて、中国、日本、米国、フランス、オーストラリアが多い。増加率としては、米国、中国、日本が大きい。

表 2.3.3-7 主要国の太陽光・熱発電量の増減一覧表(次ページへ続く)

Renewables: Consumption - Solar 太陽光・熱発電量 Terawatt-hours テラワット時間	2012	2013	増減量	2012 から 2013 への増減比	2013 シェア
Germany ドイツ	26.4	30.0	**3.6**	14.0%	**24.0%**
Italy イタリア	18.9	22.4	**3.5**	19.1%	**18.0%**
Spain スペイン	12.0	13.1	1.1	9.9%	**10.5%**
China 中国	6.2	11.9	**5.7**	91.3%	**9.5%**
Japan 日本	6.1	10.7	**4.6**	75.4%	**8.6%**
US 米国	4.4	9.3	**5.0**	114.4%	**7.5%**
France	4.0	4.6	0.6	16.5%	3.7%
Australia オーストラリア	2.4	3.6	1.2	50.1%	2.9%
Czech Republic	2.2	2.1	-0.1	-4.5%	1.7%
United Kingdom	1.2	2.0	0.8	70.1%	1.6%
Belgium	1.7	2.0	0.3	19.5%	1.6%
Greece	1.7	1.9	0.2	10.7%	1.5%
South Korea	1.2	1.7	0.5	42.4%	1.3%
Bulgaria	0.8	1.4	0.6	74.5%	1.1%
Thailand	0.5	0.9		87.0%	0.7%
Canada	0.5	0.8	0.3	49.6%	0.6%
世界合計	**94.1**	**124.8**		**33.0%**	**100.0%**

世界全体のバイオ燃料生産量は、ブラジルと米国という最大生産国 2 ヵ国における生産増に牽引されたものの、過去の平均水準を下回る 6.1%増（日量 8 万バレル原油相当量）となった。

地熱及びバイオマス他の発電量が多い国は、米国、ブラジル、ドイツ、中国、日本、イタリア、英国、インドなどがある。増加量は、ブラジルが最も多く、英国、米国、ドイツが続く。**表 2.3.3-8** 参照。

表 2.3.3-8 主要国の地熱・バイオマス・他　発電量の増減一覧表

Renewables: Consumption - Geothermal, Biomass and Other					
地熱、バイオマス他発電量 Terawatt-hours テラワット時間	2012	2013	増減量	2012 から 2013 への増減比	2013 シェア
US 米国	77.0	80.4	**3.4**	4.7%	**16.7%**
Brazil ブラジル	39.5	52.1	**12.6**	32.3%	**10.8%**
Germany ドイツ	44.7	47.8	**3.2**	7.4%	**9.9%**
China 中国	46.0	45.9	-0.1	-	**9.5%**
Japan 日本	25.3	25.9	0.7	2.9%	**5.4%**
Italy イタリア	18.1	20.0	1.9	11.0%	**4.2%**
United Kingdom 英国	15.2	18.7	**3.5**	23.1%	**3.9%**
India インド	16.5	16.5	0.0	-	3.4%
Poland ポーランド	10.1	12.5	2.4	24.6%	2.6%
Sweden スウェーデン	12.2	12.2	0.0	-	2.5%
Finland フィンランド	11.1	11.0	0.0	-	2.3%
Philippines フィリピン	10.4	10.3	-0.1	-0.7%	2.1%
Indonesia インドネシア	9.8	10.3	0.5	5.3%	2.1%
Mexico メキシコ	8.7	9.6	0.9	11.0%	2.0%
Netherlands オランダ	7.2	7.4	0.1	1.9%	1.5%
Belgium ベルギー	6.6	7.0	0.4	6.2%	1.5%
New Zealand ニュージーランド	6.8	7.0	0.2	3.6%	1.5%
Canada カナダ	6.7	6.7	0.0	-	1.4%
France フランス	5.8	6.2	0.4	7.3%	1.3%
Chile チリ	4.7	5.6	0.9	19.0%	1.2%
Spain スペイン	5.0	5.3	0.3	6.6%	1.1%
Austria オーストリア	4.6	4.7	0.1	2.3%	1.0%
Denmark デンマーク	4.4	4.4	-	-	0.9%
世界合計	**448.0**	**481.3**	**33.3**	**7.7%**	**100.0%**

2) 主要国のエネルギー政策

以下に、世界のエネルギー政策に影響を及ぼす可能性のある主要国（ドイツ、フランス、英国、米国、中国、インド、ロシア）の消費電力全体に占める発電方式の違いによる割合を、各種報告書から抜粋して、各国のエネルギー政策動向を概観する。

なお、産業エネルギーという意味では、全消費電力に占める工業用電力の割合が、それに該当すると思われるが、2011 年の統計が、一般社団法人海外電力調査委会

（JEPIC）によって報告されており、その内訳は**表 2.3.3-9** の通りである。各国の気候や施設の断熱グレードや冷暖房の設定温度による、家庭用、商業用エネルギーの違いが影響していると思われるが、国に拠って大きな違いが見られる。その中で中国の工業用電力が全体の約 7 割を占めているのが突出している。対照的に米国の工業用電力の割合は、1/4 以下と最も小さい。因みに日本は約 3 割である。

表 2.3.3-9　主要国の消費電力量に占める工業用電力などの割合

（各々%）	工業用	家庭用	その他
ドイツ	44.2	26.2	29.6
フランス	28.1	35.4	36.5
英国	32.2	35.1	32.7
米国	**23.7**	37.5	38.7
中国	**68.7**	14.6	16.7
インド	44.8	22.0	33.2
ロシア	45.7	18.0	36.4
参考（日本）	**29.7**	**30.9**	**39.4**

出典：一般社団法人海外電力調査委会（JEPIC）
http://www.jepic.or.jp/data/gl_date/gl_date06.html

(1) ドイツ

昨年 7 月に実施された欧州の調査報告書「新エネルギー小委員会欧州調査報告（平成 26 年 8 月 8 日付）新エネルギー小委員会事務局」に拠れば、ドイツの状況は下記の通りである。

(a) 現状とその課題

再生可能エネルギーは順調に拡大しており、2020 年までに電気供給の 35%を再生可能エネルギーにするという目標に対して、2013 年の時点で既に、最終電力消費量の 25.4%を達成している。

課題としては、2009 年から 2012 年までの大幅な太陽光発電の伸びに応じて、電力需要家への賦課金額が、1kWh 当たり、1.31 ユーロセントから 5.28 ユーロセントまで値上がりしていることがある。さらには電力多消費産業に対する賦課金減免制度があり、その減免分が他の需要家に転嫁されることが議論の焦点となっている。また、電源地域が北部にあり、需要地域が南部に多くあるため、送電のためのインフラ整備も課題となっている。

再生可能エネルギー以外の発電も含めた、発電量の割合は、2013 年時点で**表 2.3.3-10** の通りである。

表 2.3.3-10 ドイツの発電設備内訳（%）

水力	4.1
火力小計	56.5
石炭・褐炭	45.0
石油	1.0
ガス	10.5
原子力	15.3
風力	8.4
太陽光	4.7
バイオマス	6.7
その他	3.9

出典：総合資源エネルギー調査会、省エネルギー・新エネルギー分科会
http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shoene_shinene/shin_ene/pdf/002_01_00.pdf

(b)今後の方針

2014 年 7 月に FIT 制度の根拠法を見直して、電力消費に占める再生可能エネルギーの割合を 2025 年までに 40～45%にする等の目標を新規設定した。また、陸上風力、バイオマスの買取価格の四半期毎の見直し、太陽光発電を、毎年 2.5GW 程度整備、洋上風力を 2020 年までに 6.5GW 整備する目標を立てた。問題となっている賦課金額の設定については、さまざまな仕組みを導入し、破綻が起きないような制度を整備することとした。

(2)フランス

2012 年末時点のフランスの総発電設備容量は、1.2868 億 kW であり、その内訳は、**表 2.3.3-11** の通りで、原子力が半分を占めているのが大きな特徴であるが、火力が 20%、水力と再生可能エネルギーの合計が 30%となっていて、今後も、再生可能エネルギーを、2020 年までに、発電量の 27%まで引き上げる計画である。

表 2.3.3-11 フランスの発電設備内訳（%）

水力	19.7
火力小計	21.6
石炭	6.1
石油	7.3
ガス	8.2
原子力	49.0
風力	5.8
太陽光	2.7
その他再生可能エネルギー	1.1

出典：一般社団法人海外電力調査委会（JEPIC）

(3)英国

2012 年時点では、かつて 70%以上あった石炭火力が、39%まで減少し、代わってガス火力が 28%にまで増大した。原子力は 19%、水力・再生可能エネルギー他で 14%となっている。**表 2.3.3-12** 参照。

今後の電源開発動向としては、低炭素電源である原子力や再生エネルギーにシフトする予定であるが、再生エネルギーの増大に伴い、需要に合わせて柔軟な運転ができるガス火力などのプラントも必要となるものの、稼働率は必然的に低くなりプラントへの投資が出来るかが焦点である。

表 2.3.3-12 英国の発電設備内訳（%）

火力小計	67.0
石炭	39.0
ガス	28.0
原子力	19.0
水力・再生可能エネルギー	14.0

出典：一般社団法人海外電力調査委会（JEPIC）

(4)米国

2011 年の時点で、再生可能エネルギーによる発電が 4.7%を占めたが、そのうちの 75%が風力である点が特徴的である。風力発電の開発が進んでいる地域としては、テキサス州、イリノイ州、カルフォルニア州などがある。太陽光は 0.9%と比較的小さい。その他の電源としては、石炭 30%、石油 5%、天然ガス 40%、原子力 10%、水力 10%となっている。**表 2.3.3-13** 参照。

表 2.3.3-13 米国の発電設備内訳（%）

水力	10.0
火力小計	75.0
石炭	30.0
石油	5.0
ガス	40.0
原子力	10.0
風力	3.5
太陽光	0.9
その他再生可能エネルギー	0.6

出典：一般社団法人海外電力調査委会（JEPIC）

(5)中国

2015 年までの「エネルギー発展第 12 次 5 カ年計画」では、石炭火力 64.4%、水力 19.5%、原子力 2.7%、ガス火力 3.8%、風力 6.7%、太陽光 1.4%、その他 1.5%という構成になっている。

再生可能エネルギーの比率が小さいように見えるが、今や世界一となった総発電設備容量の絶対量が圧倒的に大きいためであり、風力開発は、2012年の時点で、7,500万kW で世界一、太陽光も、同様に830万kWで世界第3位、原子力も、15基1,300万kWで、世界第9位となっている。また、原子力の発電設備容量を2020年までに5,800万kW稼働中、3,000万kW建設中にまで引き上げる計画もあると報道されている。**表 2.3.3-14** 参照。

表 2.3.3-14 中国の発電設備内訳（%）

水力	19.5
火力小計	68.2
石炭	64.4
ガス	3.8
原子力	2.7
風力	6.7
太陽光	1.4
その他再生可能エネルギー	1.5

出典：一般社団法人海外電力調査委会（JEPIC）

(6)インド

2013年3月末時点で、石炭火力58%、大水力18%、ガス火力9%、原子力2%、風力などの再生可能エネルギー12%、その他1%となっている。

中国と同じように、再生可能エネルギーの割合は小さいが、総発電容量の絶対値が大きいので、2012年4月時点でも、設備容量は2,491万kWあり、そのうち、風力が70%を占めており、続いて、小規模水力14%、バイオマス 13%、太陽光・熱 4%となっている。風力は、中国、米国、ドイツ、スペインに次ぐ、世界第5位である。太陽光も日照条件に恵まれているため、2020年までに、2,000万kWまで拡大する目標を設定している。

また、原子力は、2013年7月現在で20基478万kWが運転されている。今後の動向としては、2016年までに現在建設中の7基を稼働させ、1,008万kWまで拡大し、さらには、2021年までに、1,800万kWを新規開発して、2,800万kWにする計画となっている。**表 2.3.3-15** 参照。

表 2.3.3-15 インドの発電設備内訳（%）

水力	18.0
火力小計	67.0
石炭	58.0
ガス	9.0
原子力	2.0
風力・再生可能エネルギー	12.0
その他	1.0

出典：一般社団法人海外電力調査委会（JEPIC）

(7)ロシア

2011 年の実績で、火力 67.9%（内天然ガス 49.3%）、原子力 16.4%、大容量水力 15.7%となっている。再生可能エネルギーは、まだ非常に少ないが、2020 年までに 4.5%までに高めるという目標が開発の基本方向として 2008 年に示されている。**表 2.3.3-16** 参照。

表 2.3.3-16 ロシアの発電設備内訳（%）

水力	15.7
火力	67.9
原子力	16.4

出典：一般社団法人海外電力調査委会（JEPIC）

以上のように、主要国でも、それぞれの国の資源生産量や地政学的上の理由に拠り、電源構成は大きく異なっており、未だに石炭による火力発電が大きいことが分かる。

しかしながら、地球温暖化防止の観点から、CO2 排出削減の流れは各国とも無視することは出来ず、原子力及び再生可能エネルギーへのシフトに注力しており、エネルギー自給の面からも、ロシア、中国、米国などの自給率の高い国以外の自給率の低い国は、化石燃料依存からの脱却を図ろうとしていることが言える。

参考文献（URL は本文中に記載）

1) 「BP 世界エネルギー統計 2014」（2014 年 6 月 16 日付）
2) 一般社団法人海外電力調査委会（JEPIC）主要国の消費電力量の部門別構成（2009 年）、各国の電気事業
3) 総合資源エネルギー調査会、省エネルギー・新エネルギー分科会・新エネルギー小委員会 欧州調査報告（平成２６年８月８日）

2.4　エネルギー施設の現状と課題

2.4.1　石油関連施設

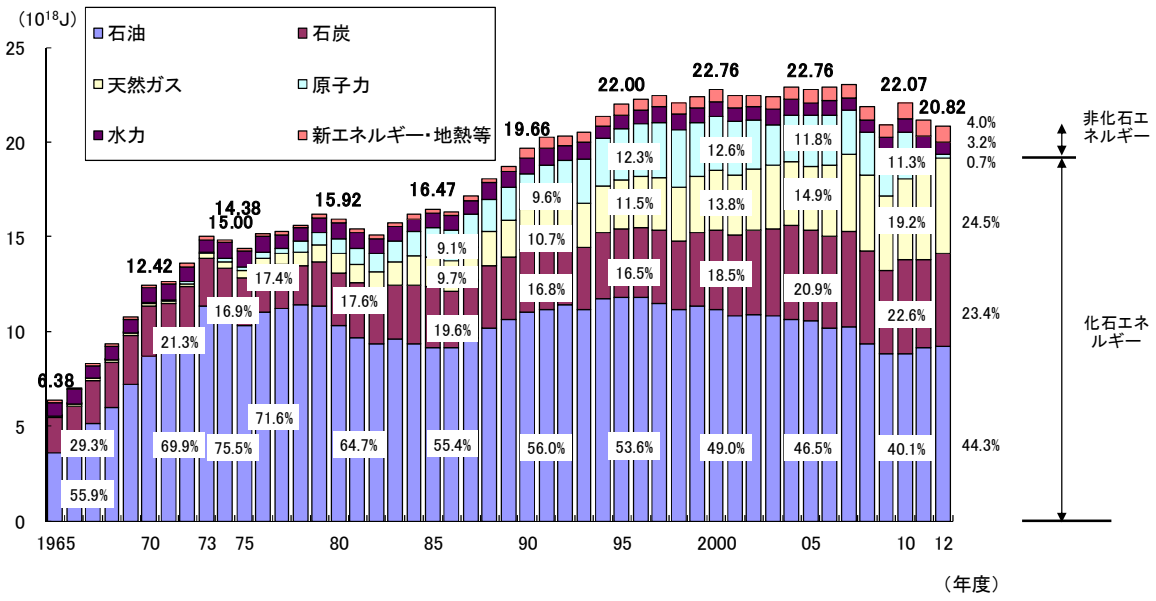
1)　石油関連施設の現状

国内の石油関連施設に関連して、石油需要の動向をまとめる。また、石油サプライチェーンの全体図を概観した後、産業エネルギー分野の強靭化の観点で特に重要と考えられる製油所および石油備蓄基地に関して、施設の現況などを整理する。

(1)　石油需要の動向

我が国の石油需要は、一次エネルギー供給の約 4 割強であり、一次エネルギーの中で最も大きな構成比を占める（**図 2.4.1-1**）。第一次オイルショック以降、脱石油政策がすすめられた結果、構成比は大幅に改善され 2010 年には 40.1%まで低減したが、東日本大震災の影響を受けて原子力の代替発電燃料としての需要が増加し、最近数年では再び上昇する傾向を示している。

2012 年における石油製品の用途別需要を**表 2.4.1-1**、製品別の需要の推移を**図 2.4.1-2** に示す。石油製品は産業、民生、運輸の各部門で利用されており、用途別では動力用（自動車、航空機、運輸・船舶、農林・水産）が 43%、熱源用（鉱工業、都市ガス、電力、家庭・業務）が 37%、原料用（化学用原料）が 20%となっている。製品別需要の推移では、主に発電や産業用熱源として利用される重油が第一次オイルショックの 1973 年以降大幅に減少している。一方、自動車用燃料のガソリン・軽油、



（注1）「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値について算出方法が変更されている。
（注2）「新エネルギー・地熱」とは、太陽光、風力、バイオマス、地熱等のこと（以下同様）。
出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

図 2.4.1-1　一次エネルギー国内供給の推移

出典：資源エネルギー庁「エネルギー白書 2014」

化学用原料のナフサなどについては 2005 年ごろまではほぼ一様に増加してきた。しかし、2005 年以降は減少に転向する傾向が示されており、前者は自動車の燃費向上・エコカーの普及や若年層の自動車離れ、後者はいわゆるシェール革命による石油化学原料の転換やこれにともなう製造拠点の国外シフトなどの影響が顕在化しつつあるものと考えられる。

表 2.4.1-1　石油製品の用途別国内需要

■石油製品の用途別国内需要(2012年度)　　単位:千kℓ

用途＼製品	ガソリン	ナフサ	ジェット燃料油	灯　油	軽　油	重　油	原　油	LPガス	潤滑油	合　計
自　動　車	56,379				32,265			2,029	583	91,257
航　空　機	4		3,965							3,969
運輸・船舶						3,986			97	4,083
農林・水産				1,599	531	2,909				5,038
鉱　工　業	64			3,807	24	10,140		6,025	847	20,908
都市ガス								1,884		1,884
電　　力					413	19,433	13,730	2,811		36,387
家庭・業務				13,586		5,033		12,384		31,002
化学用原料		43,172			210		505	4,578		48,465
合　　計	56,447	43,172	3,965	18,991	33,443	41,501	14,235	29,711	1,527	242,993

(注):1. 記入用途例は、産業活動および国民生活のうち「身近なもの」の一例
2. 四捨五入の関係により合計が一致しない場合がある

出所:石油連盟

出典：石油連盟「今日の石油産業 2014」



図 2.4.1-2　石油製品別（燃料油）需要の推移

出典：石油連盟「今日の石油産業 2014」

(2)　国内の石油サプライチェーンの概要

国内の石油製品の流通経路（サプライチェーン）を**図 2.4.1-3** に示す。石油会社（元売）は、海外から原油をタンカーなどで輸入し、製油所の原油貯蔵タンクに貯蔵した後、精製プロセスにおいてガソリン・灯油・軽油・重油・LP ガス・ナフサ等の石油製品を生産・供給する（**図 2.4.1-4**）。これらの製品は、製油所から出荷された後、内航タンカーやタンクローリーなどの運搬手段により、油槽所を経てサービスステーション（SS）や最終需要家に届けられるか、または、直接 SS・最終需要家まで届けられる。また、石油化学製品の原料となるナフサについては、製油所に隣接する石油化学工場（石油化学コンビナート）にパイプラインなどで直接供給される例もある。



図 2.4.1-3　石油のサプライチェーン

出典：石油連盟「今日の石油産業 2014」

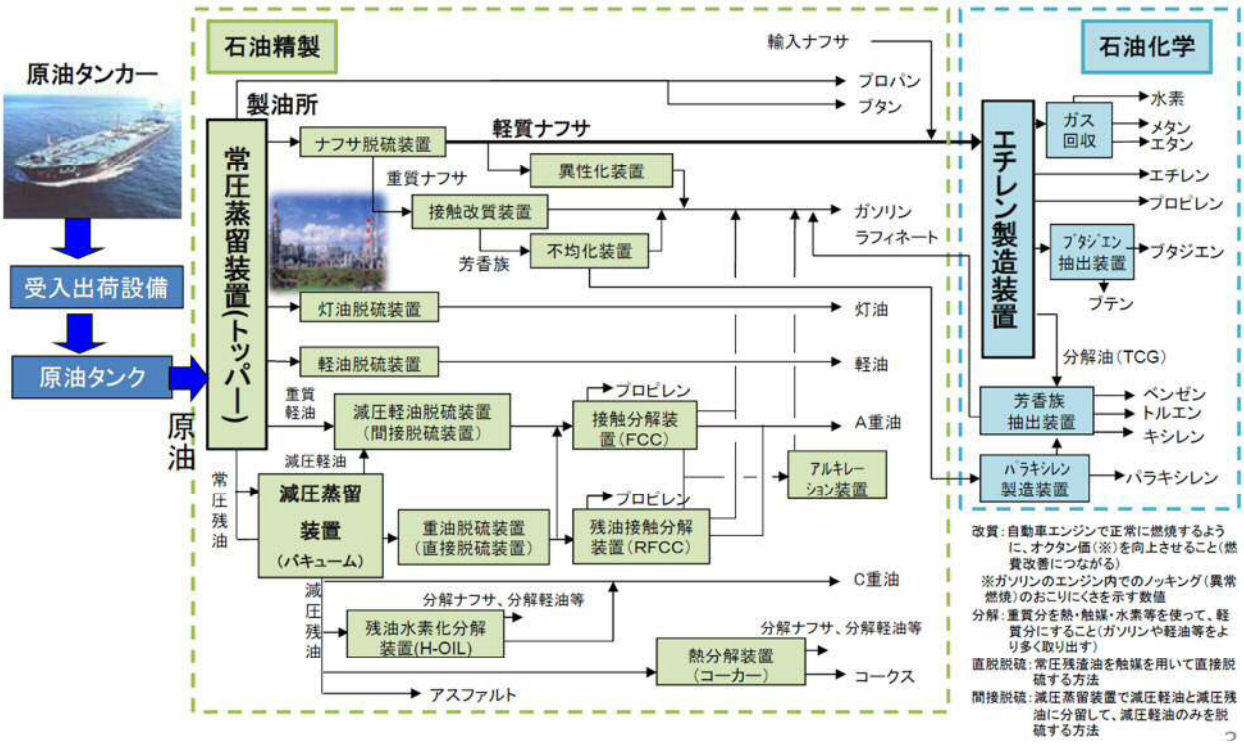


図 2.4.1-4　石油精製プロセスの例

出典：資源エネルギー庁「石油産業の現状と課題」
（総合資源エネルギー調査会資源・燃料分科会 第 1 回石油・天然ガス小委員会配布資料）

資源エネルギー庁は、これらの石油の供給設備のうち、各種の貯油タンク（原油、半製品、燃料油、LP ガス）、タンクローリー（白油、黒油、LPG）に関する統計情報を HP 上（http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum_and_lpgas/pl006/）で公開している。これによると、2014 年 3 月末時点で原油タンクは全国に 555 基あり総貯蔵容量は約 3,800 万キロリットル、石油製品タンク（半製品を含む）は 5,870 基で総貯蔵容量約 4,500 万キロリットルとなっている（**表 2.4.1-2**）。なお、以上の貯蔵容量には、後述する国家石油備蓄基地の容量は含まれていない。

表 2.4.1-2　国内の貯油タンクの統計情報（2014 年 3 月末）

局別貯油設備(集計表)

平成26年3月末

(単位:kl、液化石油ガス:t)

	全国		北海道		東北		関東		中部		近畿		中国		四国		九州		沖縄	
	基数	容量	基数	容量	基数	容量	基数	容量	基数	容量	基数	容量	基数	容量	基数	容量	基数	容量	基数	容量
原油	555	38,368,938	20	1,328,569	28	1,544,533	183	10,215,131	59	4,293,935	70	4,754,375	86	5,568,099	22	1,406,313	×	×	34	3,386,827
製油所	380	26,863,373	×	×	×	×	140	9,120,539	51	3,729,699	50	4,026,875	69	4,821,264	×	×	×	×	×	×
その他	175	11,505,565	×	×	19	887,943	43	1,094,592	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
半製品計	1,470	18,585,269	×	×	×	×	558	6,119,766	202	2,966,636	151	1,956,522	322	3,944,195	×	×	×	×	×	×
製油所	1,392	17,940,181	×	×	×	×	527	6,029,321	173	2,425,032	150	1,956,337	312	3,931,500	×	×	×	×	×	×
その他	78	645,088	—	—	×	×	31	90,445	×	×	×	×	×	×	—	—	—	—	—	—
粗ガソリン	560	5,855,547	×	×	×	×	203	1,606,983	79	1,144,723	65	735,743	112	1,187,058	×	×	×	×	×	×
製油所	524	5,407,805	×	×	×	×	190	1,597,088	63	707,141	64	735,558	112	1,187,058	×	×	×	×	×	×
その他	36	447,742	—	—	×	×	×	×	×	×	×	×	—	—	—	—	—	—	—	—
粗灯油	101	1,348,836	×	×	×	×	42	517,669	17	200,777	11	289,113	18	133,744	×	×	×	×	—	—
製油所	95	1,322,493	×	×	×	×	38	511,199	15	180,904	11	289,113	18	133,744	×	×	×	×	—	—
その他	×	×	—	—	—	—	×	×	×	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
粗軽油	194	2,760,534	×	×	×	×	76	864,725	24	513,284	18	224,916	35	437,414	×	×	×	×	×	×
製油所	190	2,740,565	×	×	×	×	74	864,635	22	493,405	18	224,916	35	437,414	×	×	×	×	×	×
その他	×	×	—	—	—	—	×	×	×	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
粗重油	615	8,620,352	×	×	×	×	237	3,130,389	82	1,107,852	57	706,750	157	2,185,979	×	×	×	×	—	—
製油所	583	8,469,318	×	×	×	×	225	3,056,399	73	1,043,582	57	706,750	147	2,173,284	×	×	×	×	—	—
その他	32	151,034	—	—	×	×	12	73,990	×	×	—	—	×	×	—	—	—	—	—	—
燃料油計	4,400	26,388,919	467	2,030,010	610	2,272,803	1,277	9,368,584	426	2,419,167	412	3,307,759	358	3,549,404	198	1,344,100	576	1,474,135	76	622,957
製油所	1,049	15,000,583	×	×	×	×	401	5,828,207	114	1,152,706	151	2,359,574	190	2,971,632	×	×	×	×	×	×
その他	3,351	11,388,336	400	1,332,302	581	1,506,805	876	3,540,377	312	1,266,461	261	948,185	168	577,772	149	769,622	546	1,218,365	58	228,447
ガソリン	881	3,981,954	89	228,596	110	471,471	241	1,330,493	87	476,720	82	374,665	73	508,273	49	239,326	134	267,227	16	85,183
製油所	214	2,386,832	×	×	×	×	84	939,062	19	231,331	28	262,047	34	428,230	×	×	×	×	×	×
その他	667	1,595,122	70	141,194	103	196,391	157	391,431	68	245,389	54	112,618	39	80,043	37	138,876	127	222,227	×	×
ナフサ	190	4,021,619	×	×	×	×	84	1,909,224	23	264,010	21	438,349	31	810,120	×	×	×	×	×	×
製油所	109	2,596,373	×	×	×	×	48	1,260,074	×	×	×	×	21	701,454	×	×	×	×	×	×
その他	81	1,425,246	—	—	—	—	36	649,150	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	—	—
ジェット燃料油	400	2,175,512	34	85,307	34	101,405	126	1,032,935	46	128,555	49	308,808	34	241,750	14	49,234	51	143,766	12	83,752
製油所	114	1,258,878	×	×	×	×	38	548,293	16	65,124	13	180,419	21	233,577	×	×	×	×	×	×
その他	286	916,634	23	35,504	32	45,095	88	484,642	30	63,431	36	128,389	13	8,173	9	22,282	45	64,526	10	64,592
灯油	1,038	5,815,066	193	1,111,088	217	608,930	296	1,801,285	79	581,093	64	561,895	54	611,298	33	286,666	95	227,277	7	25,534
製油所	153	2,989,993	×	×	×	×	57	996,938	19	238,434	20	429,519	28	517,227	×	×	×	×	×	×
その他	885	2,825,073	183	831,454	214	382,720	239	804,347	60	342,659	44	132,376	26	94,071	22	37,594	92	193,657	×	×
軽油	663	4,052,217	57	157,506	76	253,346	202	1,234,430	67	477,680	70	698,415	53	634,216	32	241,864	91	187,119	15	167,641
製油所	156	2,660,780	×	×	×	×	67	911,117	12	306,249	28	616,080	22	494,834	×	×	×	×	×	×
その他	507	1,391,437	50	125,053	73	216,635	135	323,313	55	171,431	42	82,335	31	139,382	24	147,708	86	150,619	×	×
重油計	1,228	6,342,551	93	437,752	170	799,330	328	2,060,217	124	491,109	126	925,627	113	743,747	55	272,453	195	384,798	24	227,518
製油所	303	3,107,727	×	×	×	×	107	1,172,723	35	127,488	45	568,160	64	596,310	×	×	×	×	×	×
その他	925	3,234,824	74	199,097	159	665,964	221	887,494	89	363,621	81	357,467	49	147,437	44	204,990	188	353,008	×	×
A重油	863	2,268,214	71	197,972	137	257,919	208	538,788	79	220,906	73	260,905	71	304,950	35	101,624	178	336,043	×	×
製油所	150	871,989	×	×	×	×	53	323,675	22	71,778	19	78,752	33	261,205	×	×	×	×	—	—
その他	713	1,396,225	65	173,252	133	218,163	155	215,113	57	149,128	54	182,153	38	43,745	28	60,311	172	305,253	×	×
B・C重油	365	4,074,337	22	239,780	33	541,411	120	1,521,429	45	270,203	53	664,722	42	438,797	20	170,829	17	48,755	×	×
製油所	153	2,235,738	×	×	×	×	54	849,048	13	55,710	26	489,408	31	335,105	×	×	×	×	×	×
その他	212	1,838,599	9	25,845	26	447,801	66	672,381	32	214,493	27	175,314	11	103,692	16	144,679	16	47,755	×	×
液化石油ガス計	937	4,947,550	45	38,797	81	256,292	327	2,048,743	100	632,095	110	674,332	84	208,987	61	505,054	99	568,491	30	14,759
製油所	397	1,686,058	×	×	×	×	144	924,137	48	248,586	61	178,902	70	206,862	×	×	×	×	×	×
その他	540	3,261,492	25	7,320	69	242,731	183	1,124,606	52	383,509	49	495,430	14	2,125	37	445,670	85	548,581	26	11,520
プロパン	592	2,926,909	32	20,447	67	170,353	186	1,177,298	59	379,437	60	378,996	54	101,012	42	384,401	69	306,787	23	8,178
製油所	196	868,268	×	×	×	×	59	492,355	24	129,949	29	86,741	41	98,892	×	×	×	×	×	×
その他	396	2,058,641	22	5,870	59	161,868	127	684,943	35	249,488	31	292,255	13	2,120	28	358,970	60	296,447	21	6,680
ブタン	345	2,020,641	13	18,350	14	85,939	141	871,445	41	252,658	50	295,336	30	107,975	19	120,653	30	261,704	7	6,581
製油所	201	817,790	×	×	×	×	85	431,782	24	118,637	32	92,161	29	107,970	×	×	×	×	×	×
その他	144	1,202,851	×	×	10	80,863	56	439,663	17	134,021	18	203,175	×	×	9	86,700	25	252,134	×	×

出典：資源エネルギー庁「各種統計情報（石油・LPG 関連）http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum_and_lpgas/pl006/

(3) 製油所

(a) 製油所の所在地と処理能力

国内の製油所の所在地と原油処理能力を**図 2.4.1-5** に、各製油所の主要な設備能力を**表 2.4.1-3** に示す。また、製油所施設の全景の一例を**図 2.4.1-6** に示す。2014 年 11 月時で製油所は国内 23 か所にあり、原油の常圧蒸留装置能力（コンデンセート精製装置を除く）は 3,828,200 バレル／日となっている。立地は三大工業地帯および瀬戸内海に集中しており、本州の日本海側には存在しない。

なお、製油所に関しては産業競争力強化法第 50 条の適用を受け、過剰生産能力の解消に向けた施設の合理化や事業の統合・再編が進められており、設備能力が今後縮小していくことが予想される。

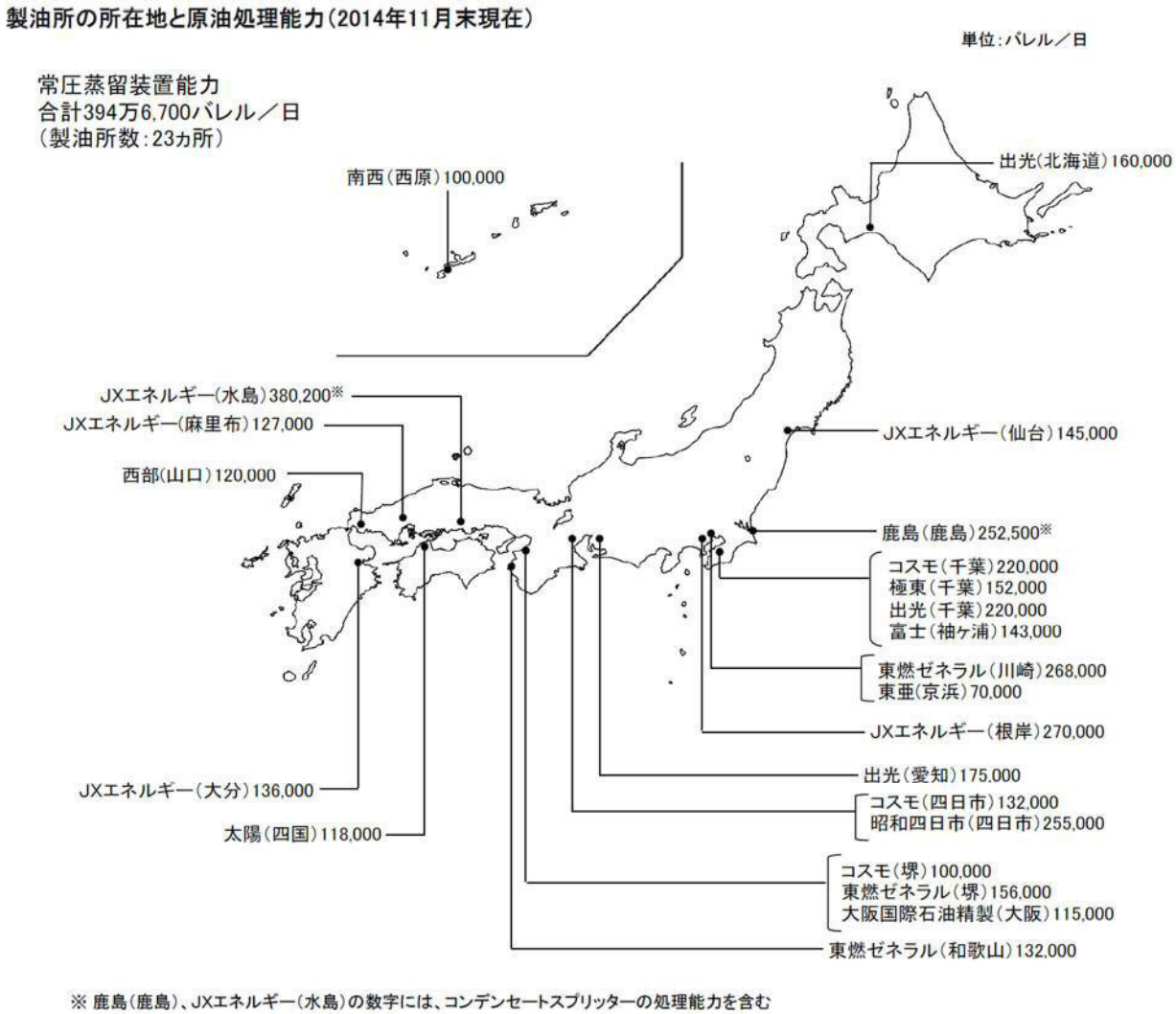


図 2.4.1-5　製油所の所在地と原油処理能力（2014 年 11 月末現在）

出典：石油連盟ホームページ（http://www.paj.gr.jp/statis/）

表 2.4.1-3　製油所の設備能力

会社名	製油所名	所在地	原油常圧蒸留装置		貯油設備				原油桟橋	
			基数	能力	原油タンク		製品・半製品タンク		バース数	着桟可能船舶の最大積載量
					基数	容量	基数	容量		
JX日鉱日石エネルギー	仙台製油所	宮城	1	145,000 bbl/日	9	656,590 kL	61	1,452,582 kL	1	314,000 DWT
	根岸製油所	神奈川	2	270,000 bbl/日	17	1,253,000 kL	318	2,760,000 kL	2	314,000 DWT
	水島製油所	岡山	3	345,200 bbl/日	21	2,320,000 kL	516	4,170,000 kL	N.A.	N.A.
	麻里布製油所	山口	1	127,000 bbl/日	7	380,643 kL	88	966,270 kL	1	150,000 DWT
	大分製油所	大分	1	136,000 bbl/日	12	950,000 kL	91	1,056,000 kL	1	300,155 DWT
出光興産	北海道製油所	北海道	1	160,000 bbl/日	12	790,000 kL	70	N.A.	2	290,000 DWT
	千葉製油所	千葉	1	220,000 bbl/日	27	N.A.	134	N.A.	5*)	314250 DWT*)
	愛知製油所	愛知	1	175,000 bbl/日	26	N.A.	71	N.A.	2	310,000 DWT
コスモ石油	千葉製油所	千葉	2	220,000 bbl/日	13	930,500 kL	110	1,312,000 kL	3*)	314250 DWT*)
	四日市製油所	三重	2	112,000 bbl/日	10	874,200 kL	124	1,009,990 kL	2	404,250 DWT
	堺製油所	大阪	1	100,000 bbl/日	8	737,730 kL	84	946,600 kL	1	259,999 DWT
東燃ゼネラル石油	川崎工場	神奈川	2	268,000 bbl/日	21	N.A.	N.A.	N.A.	1	315,000 DWT
	堺工場	大阪	1	156,000 bbl/日	9	N.A.	N.A.	N.A.	1	314,000 DWT
	和歌山工場	和歌山	1	132,000 bbl/日	30	N.A.	N.A.	N.A.	1	314,000 DWT
鹿島石油	鹿島製油所	茨城	1	189,000 bbl/日	33	3,300,000 kL	103	1,900,000 kL	N.A.	N.A.
極東石油工業	千葉製油所	千葉	1	152,000 bbl/日	11	755,000 kL	87	1,300,000 kL	3*)	314250 DWT*)
富士石油	袖ケ浦製油所	千葉	1	143,000 bbl/日	27	1,862,500 kL	121	1,410,160 kL	3*)	314250 DWT*)
東亜石油	京浜製油所	神奈川	1	70,000 bbl/日	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
昭和四日市石油	四日市製油所	三重	2	255,000 bbl/日	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
大阪国際石油精製	大阪製油所	大阪	1	115,000 bbl/日	9	570,000 kL	80	831,000 kL	2	150,000 DWT
太陽石油	四国事業所	愛媛	2	118,000 bbl/日	9	638,406 kL	68	528,630 kL	2	280,000 DWT
西部石油	山口製油所	山口	1	120,000 bbl/日	26	2,716,000 kL	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
南西石油	西原製油所	沖縄	1	100,000 bbl/日	11	1,069,000 kL	21	437,000 kL	1	280,000 DWT

*) 京葉シーバース（出光興産、コスモ石油、極東石油、富士石油の共同使用）を含む

出典：石油元売各社ホームページなど（N.A.：データなし）



図 2.4.1-6　製油所の全景の一例

出典：JX 日鉱日石エネルギーホームページ

http://www.noe.jx-group.co.jp/company/about/gaiyou/jigyousho/mizushima/refinery/tour_b01.html

(b) 製油所のおもな設備

イ　受入設備（原油桟橋）（**図 2.4.1-7**）

海外から原油タンカーで輸送される原油を製油所に受け入れる施設で、タンカーが着桟する桟橋（バース）、原油の荷揚げを行うローディングアームなどからなる。近年ではタンカーの大型化に伴い、沖合に係留設備を設け海底パイプラインを経由して荷揚げを行うシーバースが増えており、係留する方法によってドルフィン方式、一点係留方式、多点係留方式などに分かれる。現在、国内の製油所の多くは 300,000DWT 級の大型タンカーが着桟できる施設を有しており、バース水深は 20～30m となっている。



図 2.4.1-7　原油桟橋

出典：JX 日鉱日石エネルギーホームページ
http://www.noe.jx-group.co.jp/company/about/gaiyou/jigyousho/mizushima/refinery/tour_b07.html

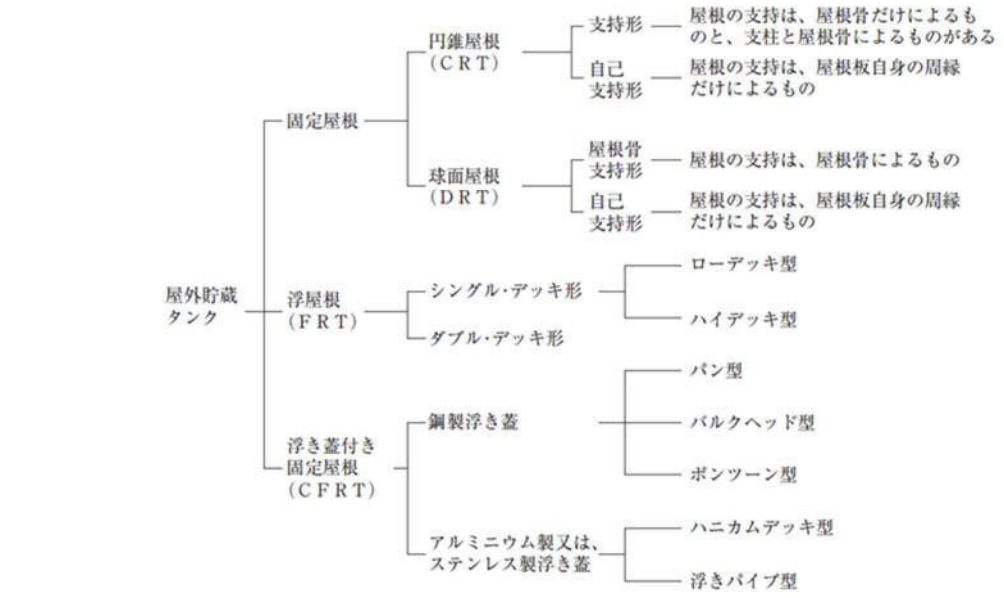
ロ　貯油設備（原油タンク，製品タンク）

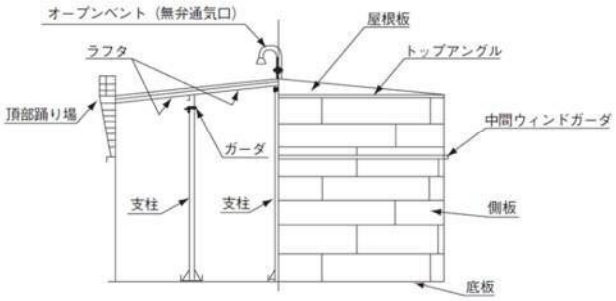
タンカーから荷揚げした原油や精製後の石油製品を貯蔵する施設で、一般には鋼製の円筒型タンクが用いられる。消防法により屋根つきであることが義務付けられており、屋根形式により固定屋根式、浮き屋根式、固定蓋付き浮き屋根式に大別される（**図 2.4.1-8**）。原油やガソリン・ナフサ等の揮発性の高い石油製品には浮き屋根式タンクが多く用いられており（**図 2.4.1-9**）、容量が大きくなると固定屋根式より建設費が安くなるとされる。一方で、地震時のスロッシングなどが原因で火災を発生した事例があり、近年、保安対策の徹底が求められている。

なお、事例は少ないが**図 2.4.1-10** に示すような地中式タンク（揚水式地下タンク）も建設されており、

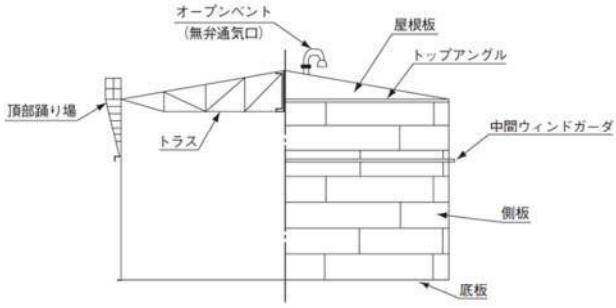
・液面が地表面より低いので油が流出しない
・地面の下にあるので地震の影響を受けにくい
・タンク間距離を短くすることができ、土地の有効利用が図れる
・地下の保温性により加温などに必要なエネルギー消費量を削減できる
・地盤面からの高さが低く景観に与える影響が少ない

ことなどが利点とされている。

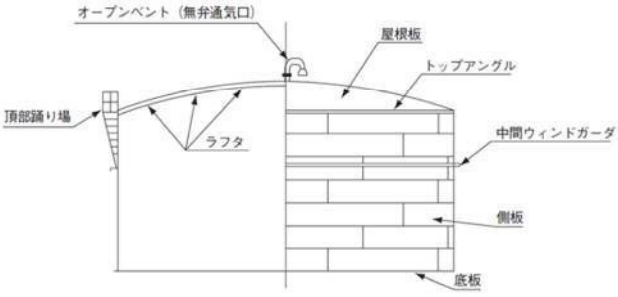




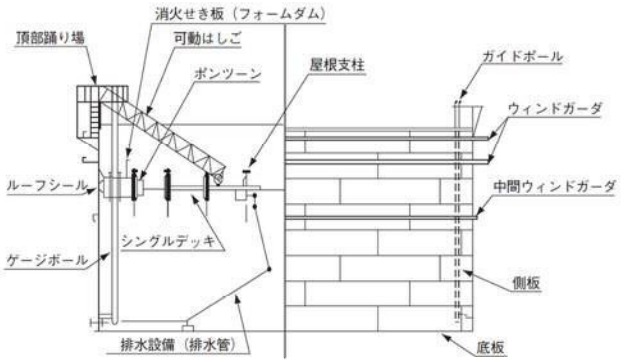
(1) 支柱支持型円錐屋根タンク



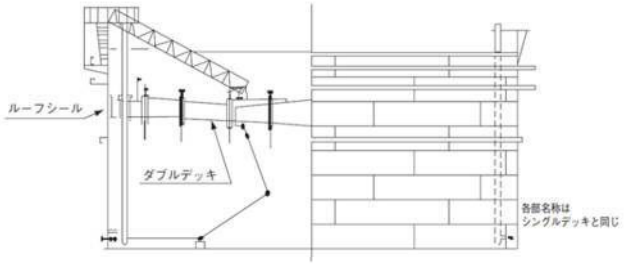
(2) トラス支持型円錐屋根タンク



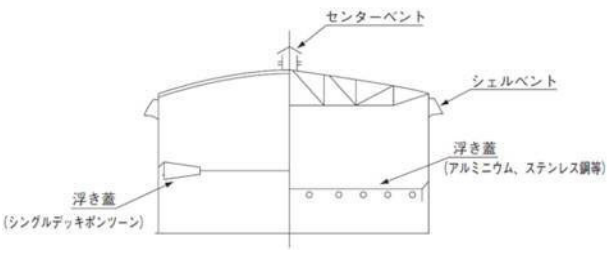
(3) 球面屋根タンク



(4) シングルデッキ型浮き屋根タンク



(5) ダブルデッキ型浮き屋根タンク



(6) 浮き蓋付き固定屋根タンク

図 2.4.1-8　原油・石油製品タンクの形式

出典：危険物保安技術協会「Safety & Tomorrow No.129」



図 2.4.1-9　浮き屋根式原油タンク

出典：JX 日鉱日石エネルギーホームページ
http://www.noe.jx-group.co.jp/company/about/gaiyou/jigyousho/negishi/refinery/e71_coabgajinere_tour02.html

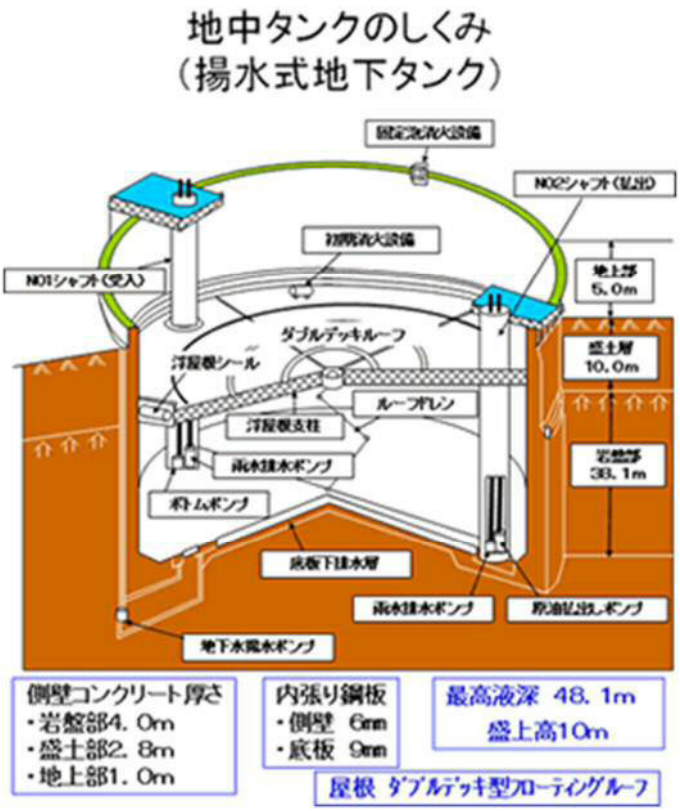


図 2.4.1-10　地中式タンク

出典：JX 日鉱日石エネルギーホームページ
http://www.noe.jx-group.co.jp/company/about/gaiyou/jigyousho/mizushima/refinery/tour_b13.html

ハ　常圧蒸留装置（**図 2.4.1-11**）

原油を最初に処理する設備で、原油を 300～360℃程度に加熱して蒸留塔内に送り、沸点の差を利用してガス留分、ナフサ留分、灯油留分、軽油留分、残油などに分別する。各留分はさらに脱硫装置や精製装置に送られ、石油製品に精製される（**図 2.4.1-4**）。石油精製プロセスの代表的な装置であり、その処理能力をもって製油所の処理規模を表わすことが多い。



図 2.4.1-11　常圧蒸留装置

出典：JX 日鉱日石エネルギーホームページ
http://www.noe.jx-group.co.jp/company/about/gaiyou/jigyousho/mizushima/refinery/popup_b01.html

ニ　出荷設備

製造された石油製品を出荷する設備で、タンクローリー充填所（**図 2.4.1-12**）、内航船用の出荷桟橋などがある。



図 2.4.1-12　タンクローリー充填所

出典：JX 日鉱日石エネルギーホームページ
http://www.noe.jx-group.co.jp/company/about/gaiyou/jigyousho/mizushima/refinery/tour_b04.html

(4)　石油備蓄基地

(a) 石油備蓄政策の経緯と現状

我が国の石油備蓄政策は、1960 年代に通商産業大臣の諮問機関である産業構造審議会総合エネルギー部会で議論が始まり、1975 年に石油備蓄法が公布され、国が定める備蓄目標に基づき、民間事業者（石油精製、販売、輸入業者など）に基準備蓄量以上の備蓄義務が課せられた。さらに、国自らが石油備蓄についてイニシアティブを取るべきとの認識から、1978 年には石油公団（現 JOGMEC）による国家備蓄が開始され、国内 10 か所に国家石油備蓄基地が建設された。

表 2.4.1-4 に、2013 年 12 月時における国内の石油備蓄の状況を示す。民間備蓄 70 日分、国家備蓄 5,000 万 kl の備蓄目標に対して、民間・国家合わせて約 190 日分の備蓄量が確保されている。

一方で、2006 年には総合資源エネルギー調査会石油政策小委員会において、原油による石油備蓄を補完する機動性の高い国家石油製品備蓄の導入が提言され、2009 年から灯油の備蓄が開始された。また、2011 年 3 月の東日本大震災を経て、国は 2012 年に石油の備蓄の確保等に関する法律を改正し、海外からの供給途絶だけではなく、災害により国内特定地域への石油供給が不足する時にも国家備蓄を放出できるようにするとともに、ガソリン、軽油、A 重油の国家製品備蓄を新たに開始している。

表 2.4.1-4　国内の石油備蓄の状況（2013 年 12 月時）

■わが国の民間備蓄・国家備蓄の現状（2013年12月現在）

	民間備蓄	国家備蓄
備蓄日数	82日分	108日分
備蓄量（製品換算）	3,635万kℓ	4,776万kℓ
備蓄目標	内需量の70日分	5,000万kℓ（原油ベース、98年2月達成）
保有形態	生産・流通過程で保有	封印方式（製品は生産・流通過程で保有）
保有場所	製油所・油槽所等の民間タンク	原油：①国家石油備蓄基地、②民間タンク（借上げ） 製品：製油所・油槽所等の民間タンク
保有構成	原油：約50%　製品：約50%	原油：97.3%　製品：2.7%
管理主体	精製業者、輸入業者等 ただし、共同備蓄会社による代行が可能	①国家備蓄会社（約2／3）（全国で8社・10基地） ②民間企業（約1／3）（管理委託）
備蓄石油放出（取り崩し）の特徴	①大部分が製油所や油槽所といった生産・流通過程に保有されており、速やかに供給できる。 ②原油の調達動向や石油製品の需要に応じて、弾力的に対応できる。	①国の判断で放出し、その分供給が確実に増すので、大きなアナウンスメント効果が期待できる。 ②原油の大部分は、石油備蓄基地からタンカーにより製油所へ輸送する必要がある。製品は製油所・油槽所等の民間タンクで備蓄しており、速やかに供給できる。
放出（取り崩し）事例	①第二次石油危機（79年3月～80年8月） ②湾岸危機（91年1月～3月） ③ハリケーン「カトリーナ」被害（05年9月～12月） ④東日本大震災対応（11年3月～5月） ⑤リビア情勢対応（11年6月～12月）	なし
財政支援措置	石油購入資金、タンク建設などを支援	国が負担（石油石炭税）
コスト負担	製品コストの一部を構成 （最終需要家への転嫁が期待）	財源となる石油石炭税は、製品コストの一部を構成 （最終需要家への転嫁が期待）

出典：石油連盟「今日の石油産業 2014」

(b) 国家石油備蓄基地の概要

国家石油備蓄基地の位置を**図 2.4.1-13** に、各基地の貯油設備の諸元を**表 2.4.1-5** に示す。国家石油備蓄基地は国内 10 箇所にあり、貯蔵方式別では地上・地中タンク方式が 5 基地、洋上タンク方式が 2 基地、水封式地下岩盤タンク方式が 3 基地となっている。合計の貯蔵容量は約 4,000 万 kl であり、この他に民間石油会社のタンク借り上げ分を含めて、国家備蓄目標量の 5,000 万 kl を確保している。

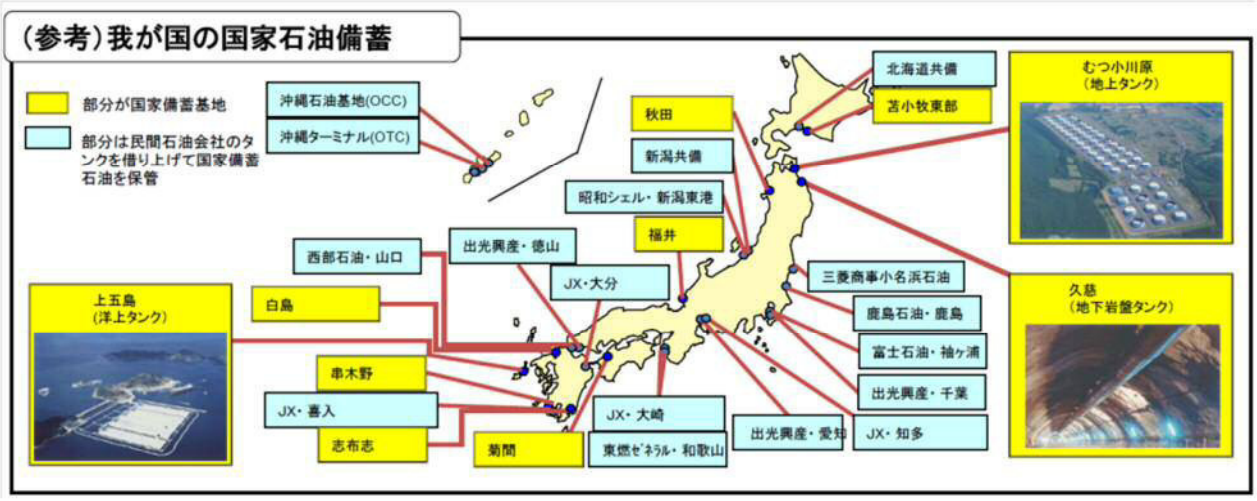


図 2.4.1-13　国家石油備蓄基地の位置

出典：資源エネルギー庁「国内の石油・石油ガスのサプライチェーンについて」
（総合資源エネルギー調査会総合部会 第 3 回会合資料）

表 2.4.1-5　国家石油備蓄基地の概要

貯蔵方式	基地名	所在地	タンク基数	貯蔵容量	貯油量(国家備蓄分)
地上・地中タンク方式	苫小牧東部基地	北海道	57	6,400,000 kL	5,430,000 kL
	むつ小川原基地	青森	51	5,700,000 kL	4,960,000 kL
	秋田基地	秋田	16*)	4,500,000 kL	3,720,000 kL
	福井基地	福井	30	3,400,000 kL	2,840,000 kL
	志布志基地	鹿児島	43	5,000,000 kL	4,380,000 kL
洋上タンク方式	白島基地	福岡	8	5,600,000 kL	4,840,000 kL
	上五島基地	長崎	5	4,400,000 kL	3,420,000 kL
水封式地下岩盤タンク方式	久慈基地	岩手	3	1,750,000 kL	1,670,000 kL
	菊間基地	愛媛	3	1,500,000 kL	1,330,000 kL
	串木野基地	鹿児島	3	1,750,000 kL	1,680,000 kL
			計	40,000,000 kL	34,270,000 kL

*) 地上式タンク4基, 地中式タンク12基

出典：JOGMEC ホームページより作成

(c) 各貯蔵方式の特徴

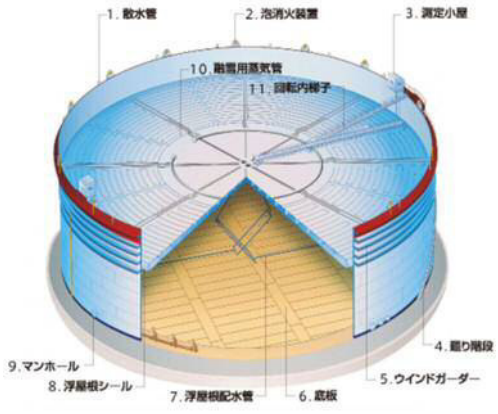
国家石油備蓄基地で採用されている各貯蔵方式の特色を、JOGMEC ホームページより引用して示す。

イ　地上タンク方式（浮き屋根式タンク）（図 2.4.1-14）

・建設コストが安い
・技術的には一般的
・操業実績が豊富



出典：六ヶ所村 HP



出典：むつ小川原石油備蓄株式会社 HP

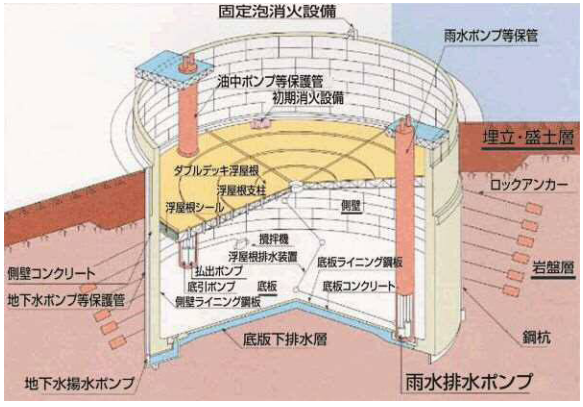
図 2.4.1-14　地上タンク方式（浮き屋根式タンク）

ロ　地中タンク方式（浮き屋根式タンク）（図 2.4.1-15）

・漏油、拡散の危険性が低い
・タンク間距離が小さく土地の有効利用が可能
・地上タンクの約 3 倍の容量
・耐震性に優れている
・景観への影響が少ない



出典：鹿島ホームページ



出典：JOGMEC ホームページ

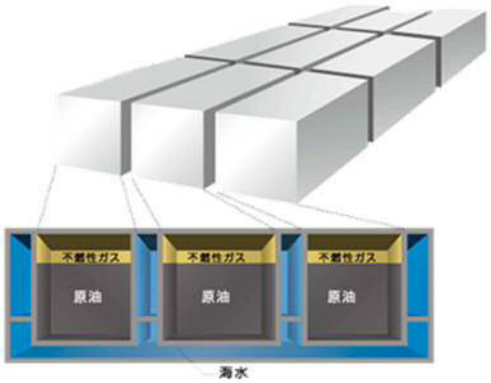
図 2.4.1-15　地中タンク方式（浮き屋根式タンク）

ハ　洋上タンク方式（図 2.4.1-16）

・海洋空間有効利用
・必要な土地面積が少ない
・漏油、拡散の危険性が低い



出典：鹿島ホームページ

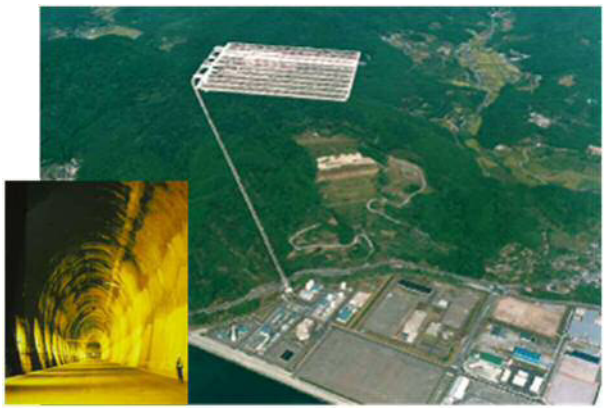


出典：上五島石油備蓄株式会社 HP

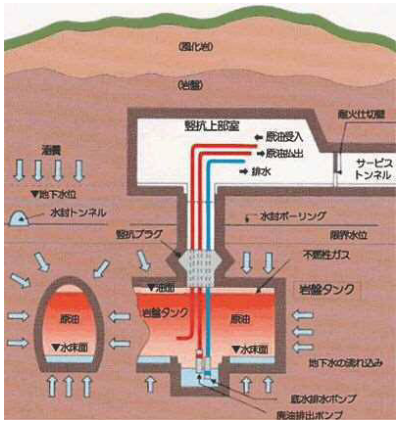
図 2.4.1-16　洋上タンク方式

ニ　水封式地下岩盤タンク方式（図 2.4.1-17）

・必要な土地面積が少ない
・地震、落雷など自然災害に強い
・漏油、拡散の危険性が低い
・景観への影響が少ない



出典：日本地下石油備蓄株式会社 HP



出典：JOGMEC ホームページ

図 2.4.1-17　水封式地下岩盤タンク方式

2) 石油関連施設の課題

(1) エネルギー基本計画における石油の位置づけ

2014 年 4 月に閣議決定された新たなエネルギー基本計画では、一次エネルギーとしての石油を以下のように位置づけている。

> ①位置付け
>
> 国内需要は減少傾向にあるものの、現在、一次エネルギーの 4 割強を占めており、運輸・民生・電源等の幅広い燃料用途や化学製品など素材用途があるという利点を持っている。特に運輸部門の依存は極めて大きく、製造業における材料としても重要な役割を果たしている。そうした利用用途に比べ、電源としての利用量はそれほど多くはないものの、ピーク電源及び調整電源として一定の機能を担っている。調達に係る地政学的リスクは最も大きいものの、可搬性が高く、全国供給網も整い、備蓄も豊富なことから、他の喪失電源を代替するなどの役割を果たすことができ、今後とも活用していく重要なエネルギー源である。
>
> ②政策の方向性
>
> 供給源多角化、産油国協力、備蓄等の危機管理の強化や、原油の有効利用、運輸用燃料の多様化、調整電源としての石油火力の活用等を進めることが不可欠である。
>
> また、災害時には、エネルギー供給の「最後の砦」になるため、供給網の一層の強靱化を推進することに加え、内需減少とアジア全域での供給増強が同時に進む中、平時を含めた全国供給網を維持するため、石油産業の経営基盤の強化に向けた取組などが必要である。　　（以上、平成 26 年 4 月エネルギー基本計画より抜粋）

また、具体的な施策については、「第 3 章 第 7 節 国内エネルギー供給網の強靱化」において、以下を提言している。

①石油備蓄等による海外からの供給危機への対応の強化

- 備蓄総量や国家備蓄における原油・製品比率の見直し
- 具体的緊急時を想定した対応訓練強化、産油国や東アジア消費国との協力強化
- 産油国の東アジア向け中継・在庫拠点として国内石油タンクの貸し出しの推進

②「国内危機」（災害リスク等）への対応強化

- 石油産業の供給網全体での系列 BCP・BCM（業務継続体制）の確立と定期的な格付けによる対応能力の向上
- 石油備蓄法「災害時石油供給連携計画」に基づく系列を超えた危機時供給協力の円滑化
- 石油コンビナート地区の強靱化（製油所における非常用電源増強や耐震・耐液状化、製油所間での供給バックアップ機能等の強化）の推進
- SS の災害対応能力の強化
- 「国土強靱化政策大綱」に基づく、危機時の石油供給の円滑化のための各省庁間の協力の枠組み確立
- 輸送経路となる道路の耐災害性の強化
- 重要インフラ（政府・自治体庁舎、通信、放送、金融、拠点病院、学校、避難所等）における石油・LP ガスの燃料備蓄

③平時における安定供給の確保

・過疎地域における石油製品を含めた必要物資・サービスの供給体制の維持

一方で、「第３章 第５節 化石燃料の効率的・安定的な利用のための環境の整備」では、「石油産業（精製・元売）の事業再編・構造改革」として、国内の石油需要の減少やアジアで新たに建設が進む大規模石油コンビナートに対する競争力の低下を指摘した上で、「石油コンビナートに立地する製油所・石油化学工場等について、「資本の壁」や「地理的な壁」を超えた統合運営・事業再編を通じ、燃料と石油化学製品等の柔軟な生産体制の構築等」を提言している。

資源エネルギー庁は 2014 年 1 月に施行された産業競争力強化法第 50 条に基づき、同年 6 月に公表した「石油精製業の市場構造に関する調査報告」の中で、「我が国の石油精製業は『概ね過剰供給構造にある』と認められる」として石油精製業者の事業再編等を促している。これを受けて経済産業省は同年 7 月に「エネルギー供給構造高度化法」の大臣告知を改正し、元売り各社に原油処理能力を現状の合計 395 万バレル（2014 年 9 月末時）から 40 万バレル程度削減することを求めている。

国内の製油所は石油需要の減少を受け、過去 10 年のピークであった 2008 年に比べて 2014 年 4 月には原油処理能力を約 2 割削減した（**図 2.4.1-18**）。この結果、かつて日本海側に位置した製油所はすべて生産を中止し、現状では太平洋岸と瀬戸内海のみに立地している。元売り各社は前述の告知を受け 2016 年度までに処理能力をさらに 1 割程度低減する計画であり、製油所のさらなる統合・廃止がすすむ可能性がある。

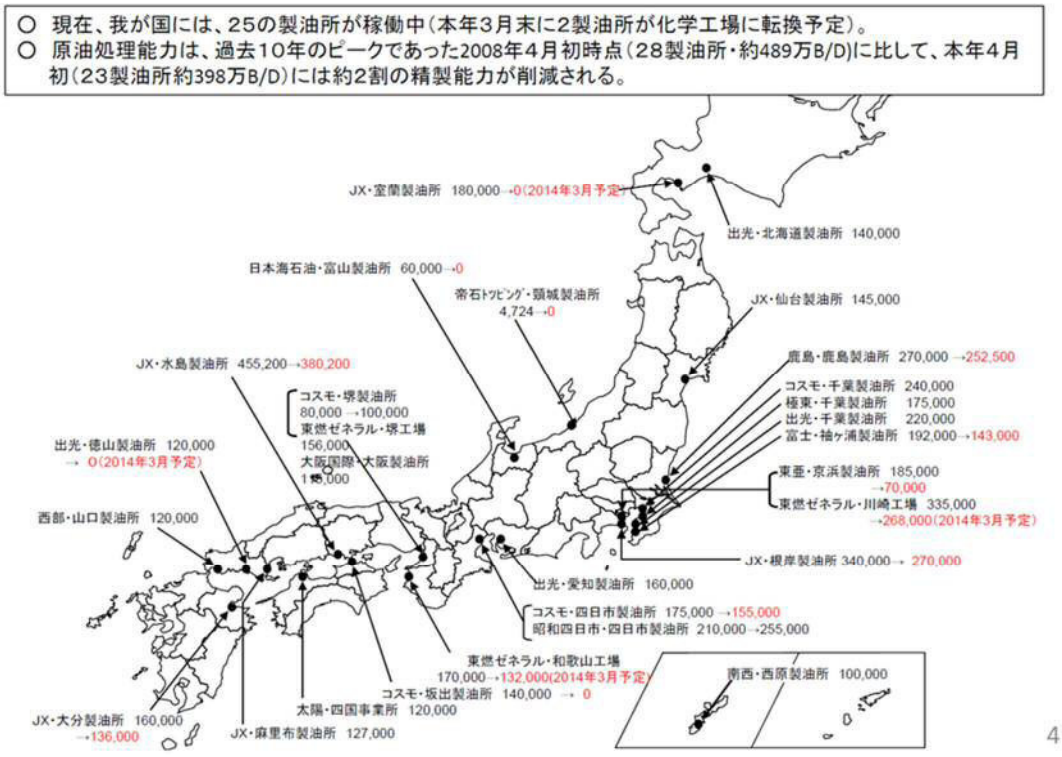


図 2.4.1-18　製油所における原油処理能力の動向

出典：資源エネルギー庁「石油産業の現状と課題」

(2)　国土強靭化アクションプランにおける石油関連施設の位置づけ

2014 年 6 月に公開された「国土強靭化アクションプラン」では、大規模自然災害を想定した事前に備えるべき 8 つの目標に対して、その妨げとなる 45 の「起きてはならない最悪の事態」と、その中から緊急度・影響度の大きさ等から重点的に対応すべきものとして選定した 15 の事態について、具体的な推進計画を定めている。このうち、石油施設に特に関連が深い「起きてはならない最悪の事態」とその対応策を以下に抜粋・要約して示す。

①社会経済活動、サプライチェーンの維持に必要なエネルギー供給の停止（重点）

・災害時石油供給連携計画、石油精製・元売各社 BCP 等の実効性向上と体制の充実強化
・燃料供給ルート確保のための輸送基盤の耐災害性対策（地震、津波、水害、土砂災害、雪害等）の推進。発災後の輸送経路啓開のための装備資機材の充実と体制整備
・エネルギー末端供給拠点（SS、LP ガス充填所、ガス管等）の供給能力の維持・強化。工場・事業所等への自家発電設備導入と燃料備蓄の促進
・エネルギーサプライチェーン確保を念頭に置いたコンビナート防災合同訓練の実施
・被災後の燃料供給先の優先順位の考え方の事前整理

②コンビナート・重要な産業施設の損壊、火災、爆発等

・石油コンビナート等防災計画の見直し促進、特定事業所の自衛消防組織の充実強化
・コンビナート設備の耐震化や護岸強化など、地震・津波対策に関連する研究・技術開発の推進
・石油タンクの耐震改修の促進。南海トラフ地震・首都直下地震等に対する耐震基準見直しの検討
・コンビナート周辺の生活・経済活動等に影響を及ぼす火災、煙、有害物質等の流出への対策の促進
・コンビナートエリア内における企業連携型 BCP/BCM 構築の促進と持続的な推進

③電力供給ネットワークや石油・LP ガスサプライチェーンの機能の停止（重点）

・製油所の非常用設備（発電機、情報通信システム、ドラム缶石油充填出荷設備）の導入促進
・石油タンクの耐震改修
・製油所設備の耐震化や護岸強化など、地震・津波対策に関連する研究・技術開発の推進
・石油・石油ガス国家備蓄基地の耐震工事の完了。石油製品・石油ガスの国家備蓄量の確保に向けた取組の推進

(3) 石油関連施設に関して今後取組むべき技術課題案

「エネルギー基本計画」にも記載される通り、石油は自動車用燃料、家庭・業務用熱源、発電用燃料など利用用途が多く、また、電力やガスなどと比較して貯蔵が容易であり、ローリーで運搬できるために専用の供給インフラが必要ないなど、災害時のエネルギー供給・代替電源としての利便性が高い。このため、東日本大震災においても救援・復旧・市民生活を支える「最後の砦」として重要な役割を果たしたが、一方で、発災直後は製油所・油槽所の損壊、輸送経路（道路・鉄道・港湾）の寸断、停電による出荷設備の稼働停止などの原因により一時的な供給能力の低下が発生しており、その対策が急務とされている。「国土強靭化アクションプラン」においても、国民生活、社会経済活動を維持するためのエネルギー供給の確保の観点から、石油サプライチェーン全体の耐災害性の向上が重点課題とされている。

ここでは主にハード面でのエンジニアリングの観点から、石油関連施設に関して今後、重点的に取り組むべきと考えられる技術課題案を以下に提案する。

・製油所・油槽所設備の耐災害性の向上

製油所・油槽所の施設の耐震化、防波堤・護岸等の強化、非常用電源の整備などにより耐災害性を向上し、災害発生時の供給停止・低下を予防する。特に、貯油設備（原油タンク、製品タンク）については、地震時のスロッシングが原因で火災が発生した例があり、耐震化が急務と考えられる。現在、国内で民間が保有する貯油設備のほとんどが地上式タンクであるが、地中式タンクも一部採用されており、耐震性が高く漏油の可能性が低いなど防災面で有利とされている。また、地上式と比較して貯蔵容量を大きくできることから、既存製油所における貯油設備のリニューアルや大規模消費地近傍での新設など、用地確保の面で制約がある場合には経済的にも有利になる可能性があり、今後の適用が期待される。

・供給ルートの耐災害性対策

災害時のローリーなどによる輸送ルートとなる道路などの耐震化や、洪水・土砂災害・津波などの対策を推進する。また、電柱の倒壊などによる通行遮断を防止するための無電柱化の推進や、共同溝によるライフライン（電力・ガス，上下水道，通信）の一体整備も防災・減災の面で有効と考えられ、自治体による緊急輸送道路の指定と併せて整備・推進していくことが望まれる。

・国家石油製品備蓄の拡充

我が国の石油備蓄制度については前記した通りであるが、東日本大震災発生当時の石油備蓄法では備蓄石油の放出は「海外からの石油供給途絶時」に限られていた上、当時の国家備蓄石油はほぼ全量が原油だったため、仮に放出が可能であったとしても製油所の精製機能が毀損している状況では石油製品の供給改善に結びつかなかった。この点を改善すべく 2012 年 11 月に改正石油備蓄法が施行され、災害により国内特定地域への石油供給が不足する時にも国家備蓄を放出できるようになるとともに、ガソリン、軽油、A 重油の国家製品備蓄が新たに開始された。

我が国の石油備蓄の現況は**表 2.4.1-4** に示した通りであるが、石油製品の備蓄量は民間備蓄によるものが大半で、国家備蓄に占める石油製品備蓄の割合は 2.7%（国内需要の約 3 日分）にとどまっている。これらは主に民間事業者が保有する石油製品タンクに流通在庫（ランニングストック）として確保されているが、設備の地下化を含む耐災害性の向上を図るとともに、災害発生時の速やかな放出を可能とするための供給手段の確保が重要である。

また、石油製品の国家備蓄については現況では民間事業者に寄託管理しているが、今後、備蓄量を上積みしていく必要が生じた場合には既存の国家備蓄基地の原油タンクを石油製品用に改修利用することも一案として考えられ、実現にむけた技術課題などを検討しておくことが望ましい。

・日本海沿岸での供給拠点の計画・整備

国内の石油需要の減少などを背景とした石油産業の事業再編が進む中、製油所の縮小・統合により、現在では本州の日本海側に製油所がひとつもない状況になっている（**図 2.4.1-18**）。一方で、いわゆる南海トラフ巨大地震が将来発生した場合には太平洋岸の製油所の同時被災の可能性も指摘されている。国土強靭化基本計画においても、国家・社会の諸機能維持を目的とした日本海国土軸・太平洋国土軸の相互連携が基本的施策のひとつに挙げられており、将来の大規模災害に備えて日本海側に石油の供給拠点を設置することは重要と考えられる。具体的対策としては廃止された民間の製油所を国家石油製品備蓄基地として活用することなどが考えられ、その実現性などをあらかじめ検討しておくことが望まれる。

参考文献

1) 資源エネルギー庁：平成 25 年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書 2014）HTML 版（2014）

2) 石油連盟：今日の石油産業 2014（2014）

3) 資源エネルギー庁：石油産業の現状と課題（総合資源エネルギー調査会資源・燃料分科会 第 1 回石油・天然ガス小委員会配布資料）（2014）
（http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shigen_nenryo/sekiyu_gas/pdf/001_03_00.pdf，2015.1.28 アクセス）

4) 資源エネルギー庁ホームページ：各種統計情報（石油・LPG 関連）
（http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum_and_lpgas/pl006/，2015.1.28 アクセス）

5) 石油連盟ホームページ：統計情報
（http://www.paj.gr.jp/statis/，2015.1.28 アクセス）

6) JX 日鉱日石エネルギーホームページ：会社情報
（http://www.noe.jx-group.co.jp/company/，2015.1.28 アクセス）

7) 危険物保安技術協会：Safety & Tomorrow No.129（2010）

8) 資源エネルギー庁：国内の石油・石油ガスのサプライチェーンについて（総合資源エネルギー調査会総合部会 第 3 回会合資料）
（ http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/past/003/pdf/003_005.pdf，2015.1.28 アクセス）

9) JOGMEC ホームページ：資源ライブラリ
（http://www.jogmec.go.jp/library/stockpiling_oil_001.html, 2015.1.28 アクセス）

10)六ヶ所村ホームページ：六ヶ所村次世代エネルギーパーク
（http://www.rokkasho.jp/6energypark/visit/mosb.html，2015.1.28 アクセス）

11)むつ小川原石油備蓄株式会社ホームページ：私たちの活動
（http://www.moos.co.jp/activity/equipment.html，2015.1.28 アクセス）

12)鹿島ホームページ：技術とサービス／土木技術／土木の歴史・エネルギー
（http://www.kajima.co.jp/tech/c_eng_history/energy/，2015.1.28 アクセス）

13)上五島石油備蓄株式会社ホームページ：石油備蓄施設
（http://www.kamigoto.co.jp/facility/index.html，2015.1.28 アクセス）

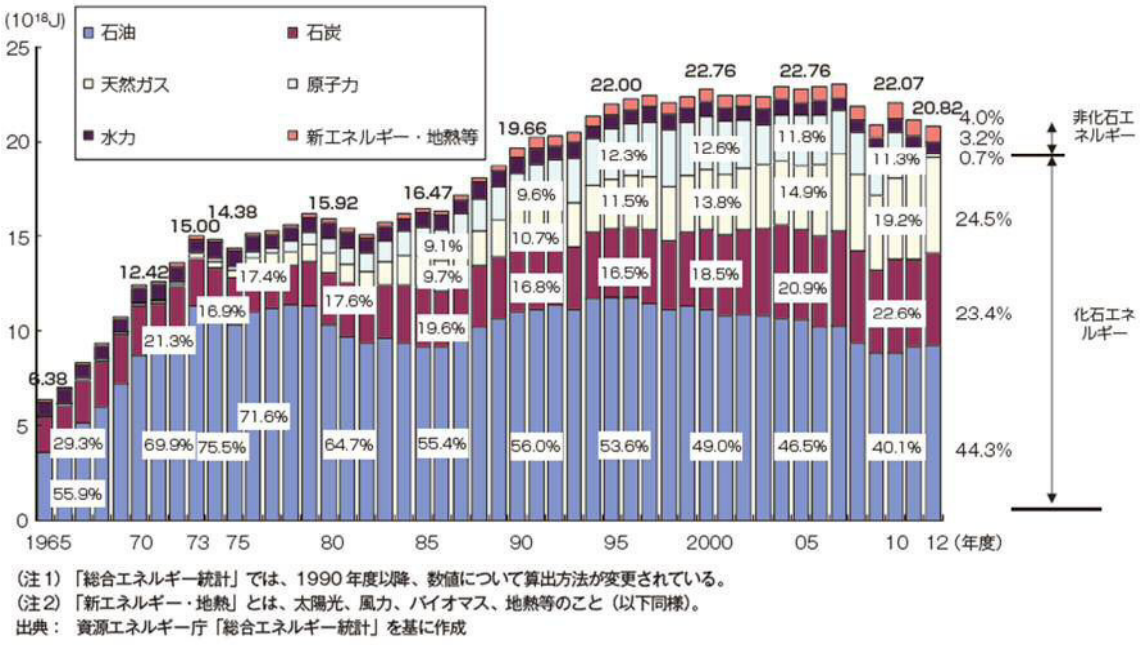
14)日本地下石油備蓄株式会社ホームページ：地下石油備蓄基地の特徴
（http://www.chikabi.co.jp/tokutyo.htm，2015.1.28 アクセス）

2.4.2　石炭関連施設

1)　石炭について

(1)　一次エネルギーとしての石炭の動向

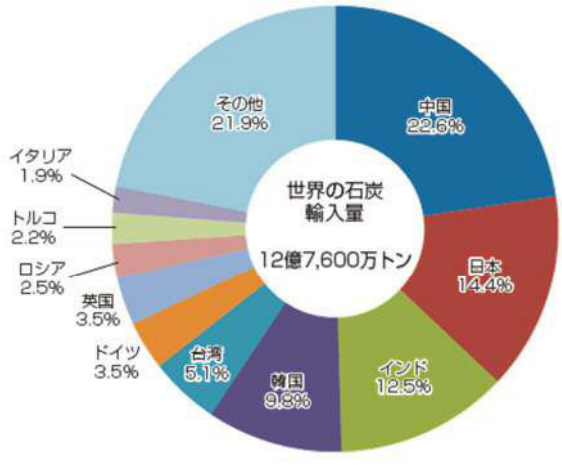
石炭は、世界各地で古くから使用されてきており、石炭は重要な一次エネルギーとして消費されてきている。これは、世界の一次エネルギー消費量の4分の1以上を占めており、石油に次いで2番目に重要な一次エネルギー源である。日本における石炭の一次エネルギー消費量に占める割合は、20%以上（**図2.4.2-1**）、アジアにおいては中国に次ぐ輸入国である（**図2.4.2-2**）。



(注1)「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値について算出方法が変更されている。
(注2)「新エネルギー・地熱」とは、太陽光、風力、バイオマス、地熱等のこと（以下同様）。
出典：　資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

図2.4.2-1　一次エネルギー国内供給の推移

出典：エネルギー白書2014[1)]

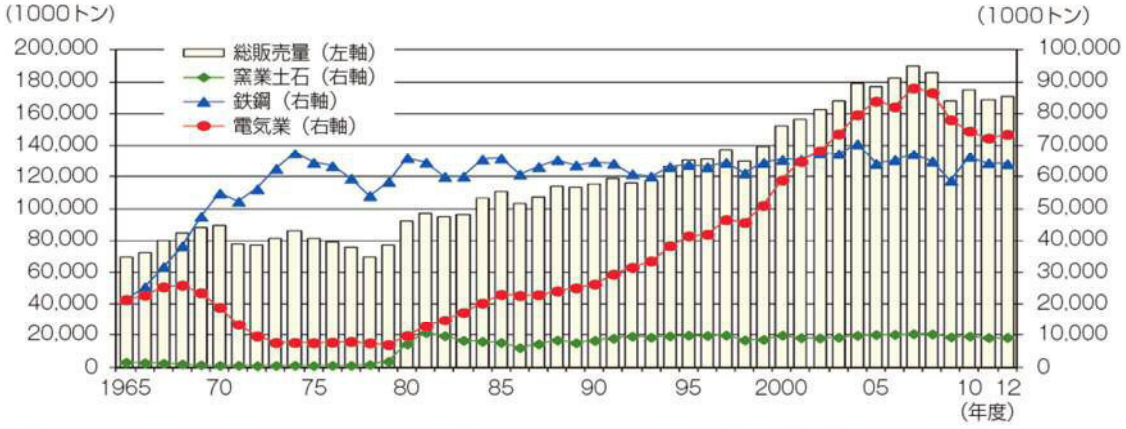


(注)　【第222-1-21】の輸出統計と本輸入統計では、出所データが異なるため合計値が一致しない。
出典：　OECD／IEA「Coal Information 2013」を基に作成

図2.4.2-2　主要輸入国における石炭輸入量（2012年見込み）

出典：エネルギー白書2014

石炭は、電気業、鉄鋼生産、窯業土石、一般産業等で使用されているが、これらのうち、電気業（発電用燃料）として最も多く使用されている（**図2.4.2-3**）。特にアジア地域では、石炭は発電用燃料として今後も多くの消費拡大が見込まれており、さらに、世界の石炭消費が増加すると予想されている。

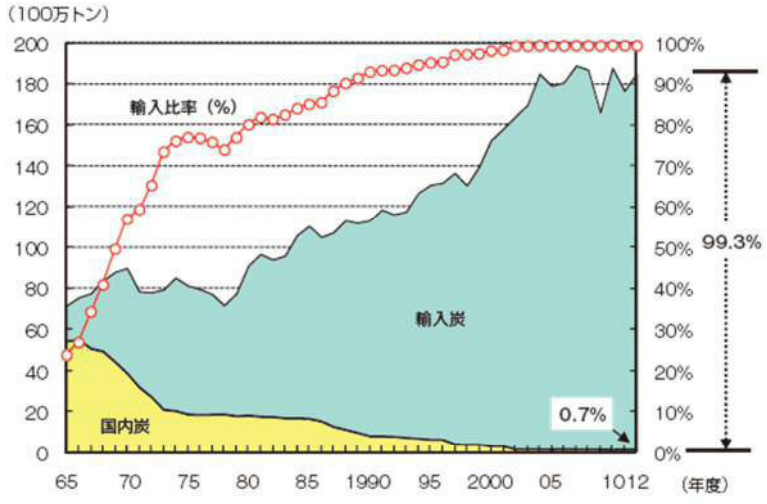


出典： 2000年度までは経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」、2001年度以降同「石油消費動態統計年報」、「電力調査統計年報」、日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧2014年版」を基に作成

図2.4.2-3　石炭の用途別消費量

出典：エネルギー白書2014

現在、わが国は石炭の国内供給のほぼ全量を海外からの輸入に依存している（**図2.4.2-4**）。海外炭の輸入量は、1970年度には国内炭の生産量を上回り、1988年度には1億トンを突破し、2012年度は1億8,377万トンに達した。同年度の石炭の輸入先は、オーストラリアが62.0%を占め、次いでインドネシア（20.0%）、ロシア（6.7%）、カナダ（5.3%）と続いている（**図2.4.2-5**）。また、世界の主な石炭貿易状況を図2.4.2-6に示す。



(注)　輸入炭には無煙炭[17]を含める。
出典：2000年度までは経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」、2001年度より財務省「日本貿易統計」、JCOAL「炭鉱別石炭生産月報」を基に作成

図2.4.2-4　国内炭・輸入炭供給量の推移

出典：エネルギー白書2014

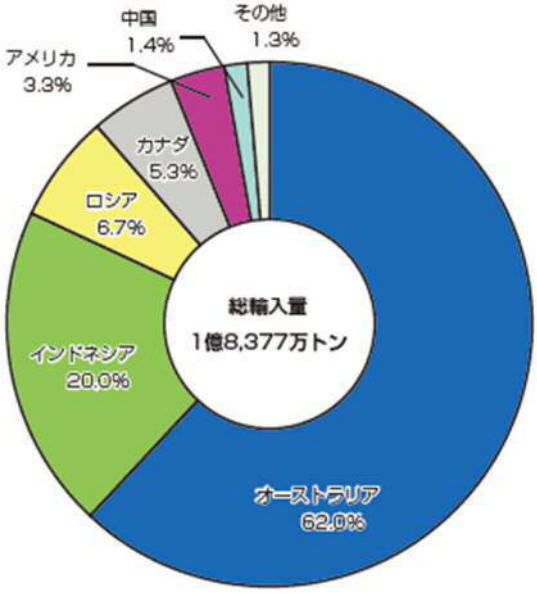
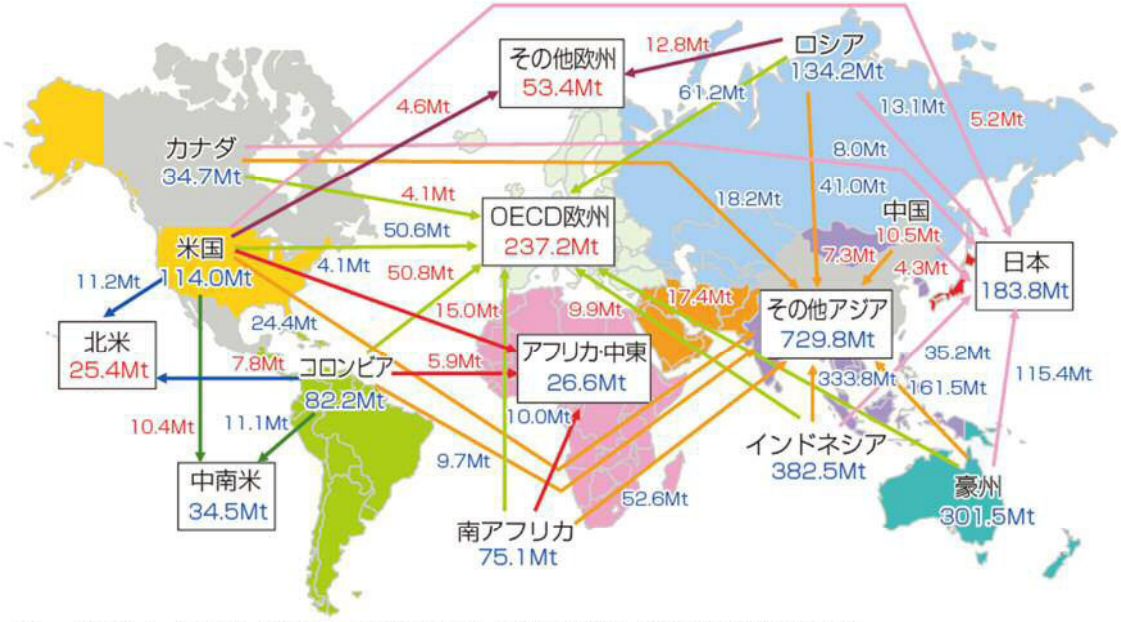


図2.4.2-5　石炭輸入先（2012年度）

出典：エネルギー白書2014



(注)　褐炭を除く。400万トン未満のフローは記載しておらず、青字は対前年比増、赤字は対前年比減を示している。
輸入側の「北米」には、メキシコを含める。中国の輸入量は「その他アジア」に含む。
出典：　OECD／IEA「Coal Information 2013」を基に作成

図2.4.2-6　石炭貿易状況（2012年度見込み）

出典：エネルギー白書2014

わが国では、2014年に閣議決定された新たなエネルギー基本計画において、石炭火力発電所を安定供給性や経済性に優れた重要なベースロード電源と位置付け、最新技術を導入したリプレイスや新増設、CO_2排出抑制に向けた更なる技術開発の推進や先端的な高効率石炭火力発電の海外展開などの政策が進められている。

しかし、一方で石炭を燃焼すると、他のエネルギー資源と比べてCO_2排出量が多く、また、大気汚染等の環境問題が生じることもあり、石炭利用に伴う環境負荷が大きいと言える。よって、この環境問題を解決するために、石炭を効率的に使用し、環境負荷を抑える技術であるクリーン・コール・テクノロジー（CCT）の開発と普及が進められてきている。

(2)　石炭の分類と用途

わが国では、JISにより**表2.4.2-1**に示すように分類されており、石炭化が進んだ無煙炭と瀝青炭の一部では、燃焼のしやすさを示す因子である燃料比（燃焼性の悪い固定炭素の、燃焼性の良い揮発分に対する重量比率）により分類され、石炭の進んでいない褐炭、亜瀝青炭と瀝青炭の一部では発熱量により分類されている。つまり、石炭化が進んだ石炭は、燃料比と発熱量が高くなり、石炭化が進んでいない石炭は、燃料比および発熱量ともに低くなる。

また、石炭の用途による分類も行われている。産業用としてとらえた場合、石炭はその用途によって一般炭、原料炭に分類され、統計資料などでは一般炭、原料炭、無煙炭の3つに区分される。

一般炭：火力発電用燃料、一般産業のボイラー用燃料、セメント製造用、化学工業用などに用いられる石炭

原料炭：鉄鋼をつくる際に用いられる石炭。コークスなどを製造するための石炭と、高炉吹込用石炭（PCI）が含まれる。

無煙炭：練炭・豆炭製造用、燃結用、コークス配合用などに用いられる石炭。

その他、粒度による分類や、産地（銘柄）による分類も行われる。

表2.4.2-1　石炭分類（JIS M 1002）

分類		発熱量（注） （補正無水無炭基） kJ/kg（kcal/kg）	燃料比	粘結性
炭質	区分			
無煙炭 (A)	A_1	—	4.0以上	非粘結
	A_1			
瀝青炭 (B、C)	B_1	35,160以上 (8,400以上)	1.5以上	強粘結
	B_2		1.5未満	
	C	33,910以上35,160未満 (8,100以上8,400未満)	—	粘結
亜瀝青炭 (D、E)	D	32,650以上33,910未満 (7,800以上8,100未満)	—	弱粘結
	E	30,560以上32,650未満 (7,300以上7,800未満)	—	非粘結
褐炭 (F)	F_1	29,470以上30,560未満 (6,800以上7,300未満)	—	非粘結
	F_2	24,280以上29,470未満 (5,800以上6,800未満)	—	

(3)　石炭埋蔵量

石炭の地域別賦存量（埋蔵量）は、**図2.4.2-7**に示すとおりであり、世界的にあまり遍在することなく算出される。アメリカ、アジア、ヨーロッパ、アフリカ、オーストラリアなど各大陸から幅広く算出されていることが明らかである。つまり、石炭の賦存量が多いことに加えて供給源が多いということであるため、安定供給が見込めることが示されている。また、一部の国に政情不安が生じて供給がストップしたとしても、他国からの供給が可能といえるため、わが国への影響は緩和できると言える。

また、石炭が世界的に広く分布しているということは、石炭の性状も千差万別であると言える。産地が異なれば、気候や土壌が異なるため、その石炭化過程や混在する土壌等も異なるためである。特に石炭は固体であることから、石油のように精製過程を経ることによって性状を調整できるわけではなく、基本的にはその性状に応じた最適な利用方法を採用することになる。

よって、石炭の性状を的確に把握し、体系的に分類した上で利用することが重要となる。

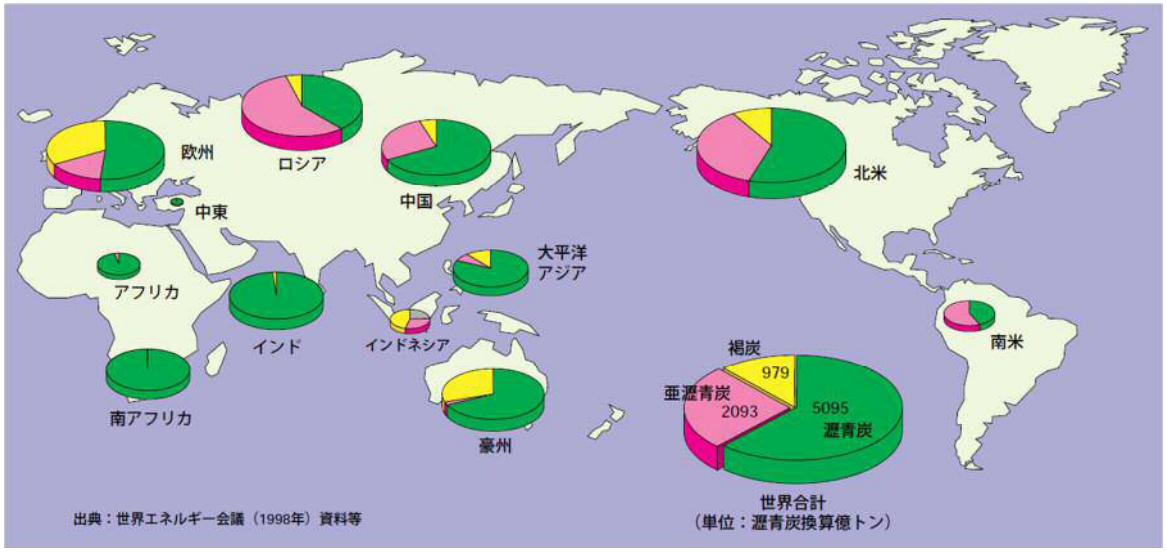


図2.4.2-7　石炭埋蔵量

出典：世界エネルギー会議（1998年）資料等

3)　石炭の利用技術

(1)　電力・発電技術

「1)　石炭について」で示したように、石炭は、電気業（発電用燃料）として最も多く使用されている。

現在主流の微粉炭を燃料とする石炭火力発電所では、石炭はミル（微粉炭機）で20～30μm程度に粉砕され、燃焼用空気と共にバーナーからボイラー内に噴射される。ボイラーで発生した蒸気は、発電機が直結しているタービンに送られ発電する。石炭をそのまま燃焼させると、窒素酸化物（NOx）、硫黄酸化物（SOx）、煤塵等の大気汚染物質が発生する。しかし、日本の排煙処理技術は世界でもトッ

プレベルにある。

火力発電では、蒸気の温度・圧力を上げると発電効率が向上する。日本の石炭火力では、1981年から超臨界圧発電が開始され、その後1993年には超々臨界圧発電が開始されて発電効率が上昇してきている（**図2.4.2-8**）。

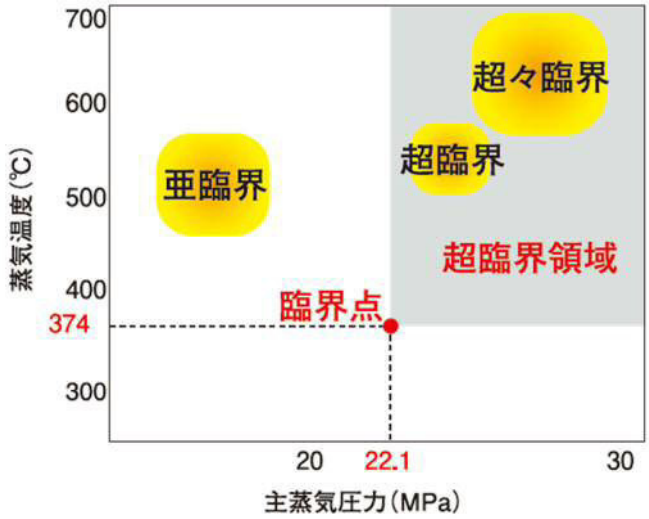


図2.4.2-8　ボイラー蒸気の温度と圧力の関係

出典：JCOALホームページ[2)]

火力発電の特徴として以下が挙げられる。

- 埋蔵量が豊富である
- 世界各地に分散して賦存している
- 初期投資額：原子力＞石炭＞天然ガス＞石油
- 燃料コスト：石油＞天然ガス＞石炭＞原子力
- 需要変動対応力：石油＞天然ガス＞石炭＞原子力
- CO_2排出量（g/kWh）：石炭(887)＞石油(704)＞天然ガス(478)＞原子力(0)

また、石炭火力発電は、他の火力発電に比べるとSOx、NOx、粉じんが多い。

日本における主な石炭火力発電所の位置図を**図2.4.2-9**に示す。



図2.4.2-9　日本における主な石炭火力発電所位置

出典：JCOALホームページ

(2)　鉄鋼業

製鉄する際の主な原料は、鉄鉱石、コークス、石灰石で、高炉に装入される。この製鉄工程で使用する石炭は、コークスにして使用される。コークスとは、石炭を乾留（蒸し焼き）した燃料である。燃焼時の発熱量が元の原料の石炭よりも高温になることから、鉄鋼業で活用されている。また、乾留することで鉄の品質を低下させる硫黄やコールタール等の成分が除去される。

製鉄時に使用するコークスは、鉄鉱石に含まれる不純物や酸化鉄から酸素を除去するための還元剤として使用される。

日本における主な高炉一貫製鉄所の位置図を**図2.4.2-10**に示す。



図2.4.2-10　日本における主な高炉一貫製鉄所位置

出典：JCOALホームページ

4)　コールチェーンおよび石炭バリューチェーン

(1)　コールチェーン概要

石炭が需要者の手元に届くまでの間に、採掘された原炭が選炭工程を経て製品炭となり、内陸輸送、外航輸送および内航・内陸輸送を経て消費者に輸送される。輸送方法が異なるごとに積み替え施設が必要となるが、その流れは一連している必要があり、いずれかの施設が機能を失うと石炭の流れは中断する。これを防止するには、各施設の機能を整備するとともに、各施設の積替え場所において、ある程度のバッファを確保するための貯炭場が必要となる。

このような流れをコールチェーンといい、石炭の需要拡大と共に各地で整備されてきている。コールチェーンの概要を**図2.4.2-11**および流通イメージを**図2.4.2-12**に示す。

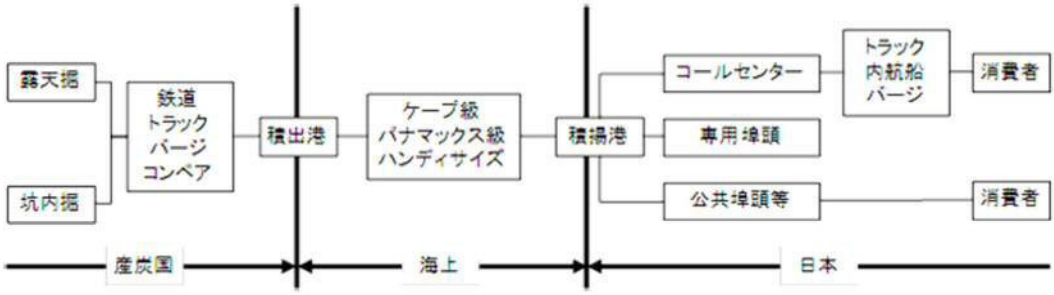


図2.4.2-11　コールチェーンの概要

出典：JCOAL ホームページ



図2.4.2-12　流通イメージ

出典：JCOAL ホームページ

(2)　コールセンター

コールチェーンの機能を健全に保つためには、港湾、外航輸送と内航輸送の接点である中継基地の整備が必要となる。海外炭の受け入れ拡大に伴い、石炭の流通合理化を図るため、海外一般炭の中継備蓄業務を行うコールセンターが設定されている。近年の国際エネルギー市場および石炭市場の変化を踏まえ、石炭安定供給を確保するために輸送問題がボトルネックとならない取組みが必要となる。

石炭火力発電所における海外から調達された石炭は、発電所に付設される揚炭桟橋が大型石炭運搬船に対応する設備であれば、コールセンターを介さず直接石炭火力発電所へ運搬することも可能となる。

主要なコールセンターの位置を**図2.4.2-13**に、石炭受入れ状況を**図2.4.2-14**に示す。



図2.4.2-13　主要コールセンター位置

出典：高度情報科学技術研究機構ホームページ [3)]



図2.4.2-14　コールセンターにおける石炭受入れ状況(出光バルクターミナル)

出典：JCOAL ホームページ

(3)　バリューチェーン

石炭が需要者の手元に届くまでの間に、採掘された原炭が選炭工程を経て製品炭となり、内陸輸送、外航輸送および内航・内陸輸送を経て消費者に輸送される。輸送方法が異なる毎に積み替え施設が必要となるが、その流れは一連している必要があり、いずれかの施設が機能を失うと石炭の流れは中断する。これを防止するには、各施設の機能を整備するとともに、各施設の積替え場所において、ある程度のバッファを確保するための貯炭場が必要となることが一般的である。

ここで一例として、J-POWERグループにおける石炭火力発電で使用する石炭をより安定的に調達するために構築されている調達・輸送・受入といったバリューチェーンを図2.4.2-15に示す。



図2.4.2-15　石炭バリューチェーンの一例

出典：J-POWER グループサスティナビリティレポート[4)]

5)　石炭火力発電

(1)　世界で利用される石炭火力発電所

石炭は、同じ化石燃料の石油や天然ガスと比べても、安価で経済性に優れ、埋蔵量が豊富で世界に広く分布し、エネルギーセキュリティにも優れているといえる。石炭の価格と他の化石エネルギーの価格を同一の発熱（1,000kcal）あたりのCIF価格（CIFは、Cost, Insurance and Freightの略で、石炭の積出し地での価格に運賃や船荷保険料を加えた価格。）で比較すると、石炭の価格が原油、LNG、LPガスの価格よりも低廉かつ安定的に推移していることが確認できる。燃料価格の推移を**図2.4.2-16**に示す。

このため、石炭は主要な発電燃料として各国の電力安定供給を支えており、世界全体の電力供給の4割以上を石炭火力発電が担っている（**図2.4.2-17**）。



図2.4.2-16　燃料単価の推移

出典：J-POWERグループサスティナビリティレポート

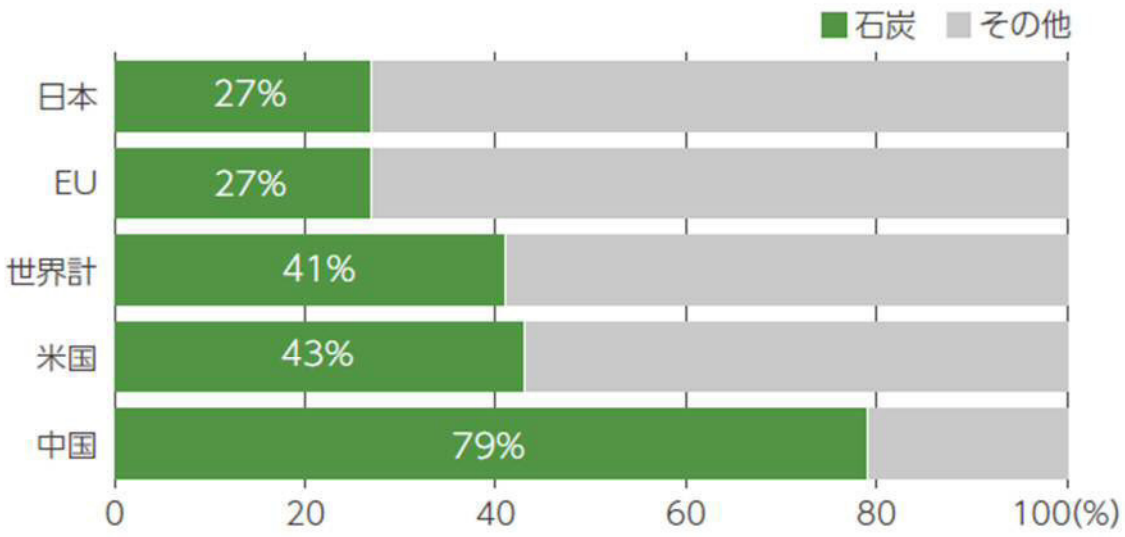


図2.4.2-17　発電電力量に占める石炭火力発電所の割合（2011年）

出典：IEA「World Energy Outlook 2013」[5)]

(2)　今後の石炭火力発電

石炭火力発電は、世界のエネルギー需要の中で最も大きいシェア（2012年、約41%）を有しており（**図2.4.2-18**および**図2.4.2-19**）、それは以降も継続する見通しであるが、2040年にはそれが31%程度になるとされている。一方で、2030～2040年にかけて再生可能エネルギーのシェアが伸びる見通しがある。なお、石炭の需要は、中国やインド等の新興国において急激な拡大が見込まれており、世界的に石炭資源獲得競争は激化するものと推測されている（**図2.4.2-20**）。

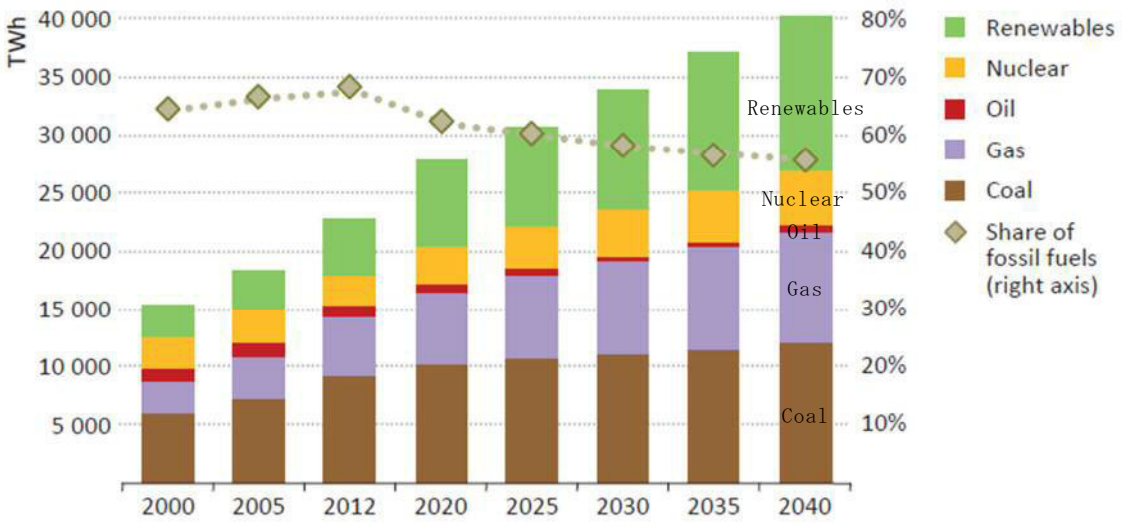


図2.4.2-18　世界の発電電力量の見通し（2012年）

出典：IEA「World Energy Outlook 2014」[6)]

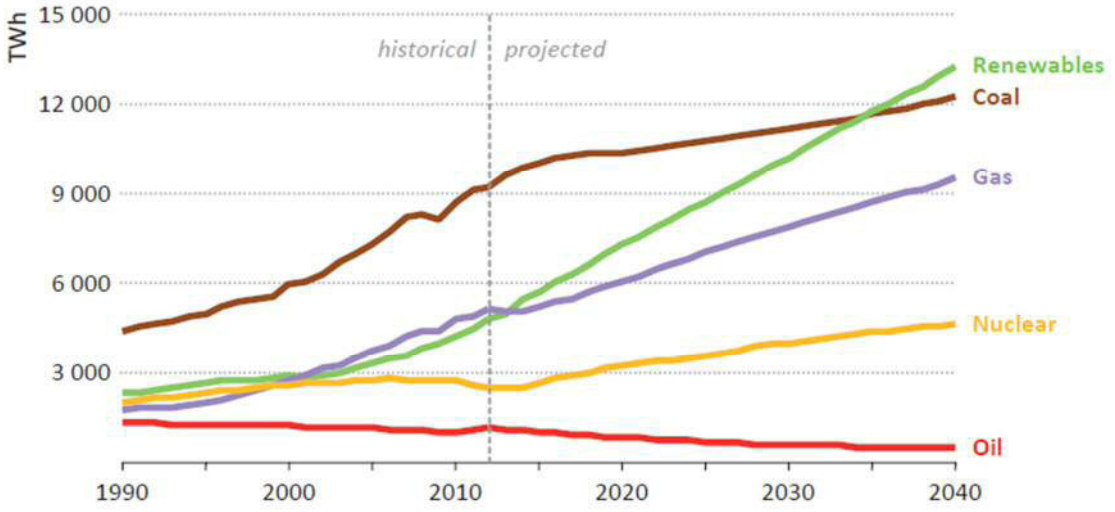


図2.4.2-19　世界の発電方法別発電電力量の見通し（2012年）

出典：IEA「World Energy Outlook 2014」

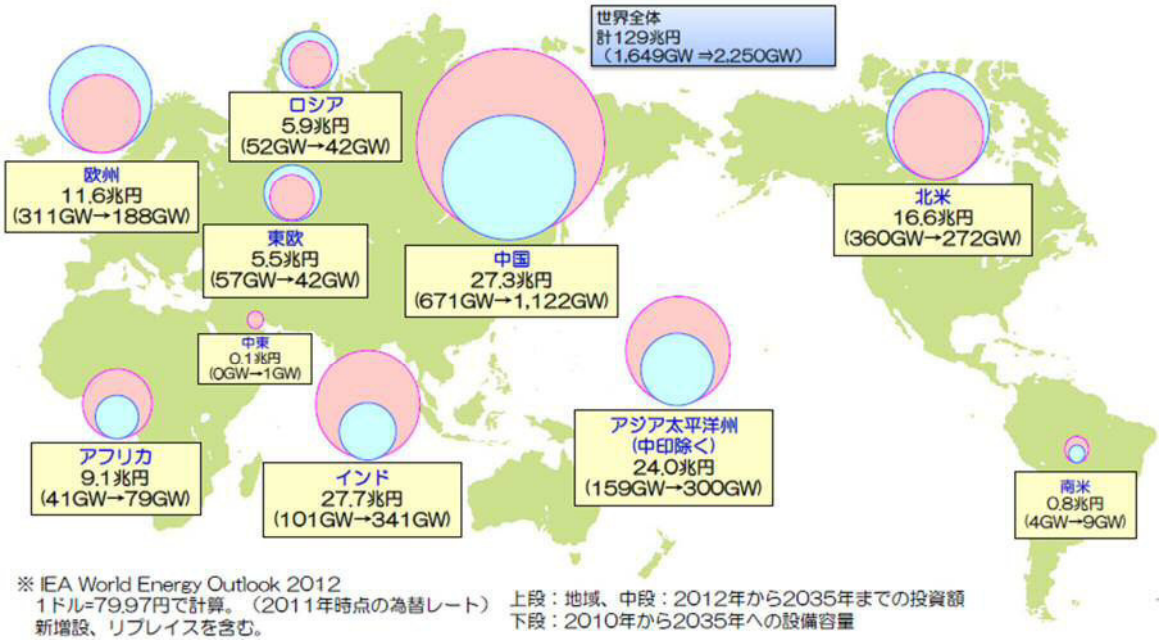


図2.4.2-20　世界の石炭火力導入見通し

出典：IEA「World Energy Outlook 2012」[7)]

ここで、わが国における発電電力量の見通しを**図2.4.2-21**に示す。石炭火力発電による発電量は若干低下傾向となるが、今後も継続した運転が見込まれている。

これは、火力発電所の経年状況にもよる。2030年には石炭火力発電所で約3割、LNG火力発電所で約5割、石油火力発電所で約9割の設備が運転開始40年を経過する（**図2.4.2-22**）。よって、効率化や設備信頼性の向上には、経年に応じた設備更新が必要となる。なお、1979年第3回IEA閣僚理コミュニケにおいて採択された

「石炭に関する行動原則」において、石油への依存度を上昇させないようにベースロード用の石油火力の新設やリプレイスが禁止されている。

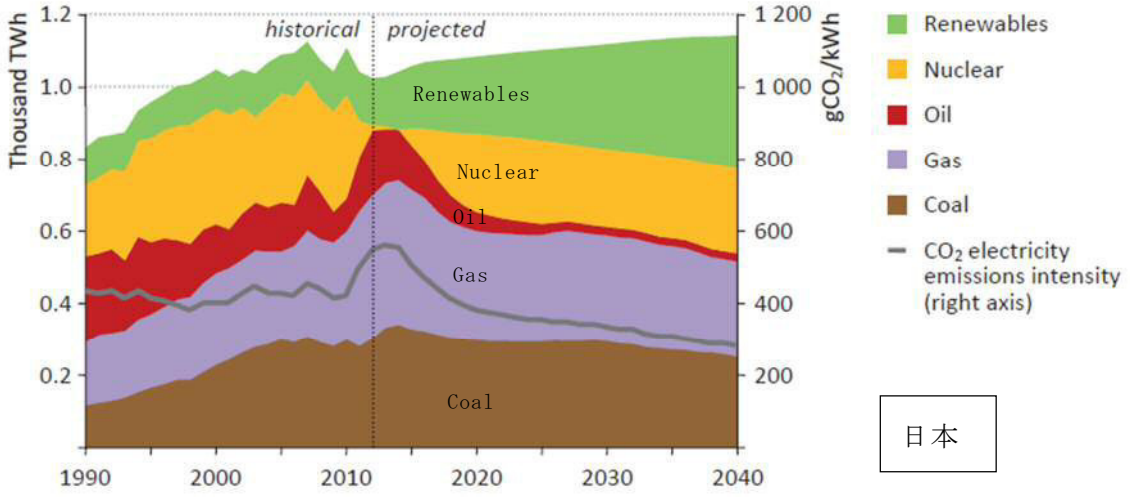


図2.4.2-21　日本の発電電力量の見通し（2012年）

出典：IEA「World Energy Outlook 2014」

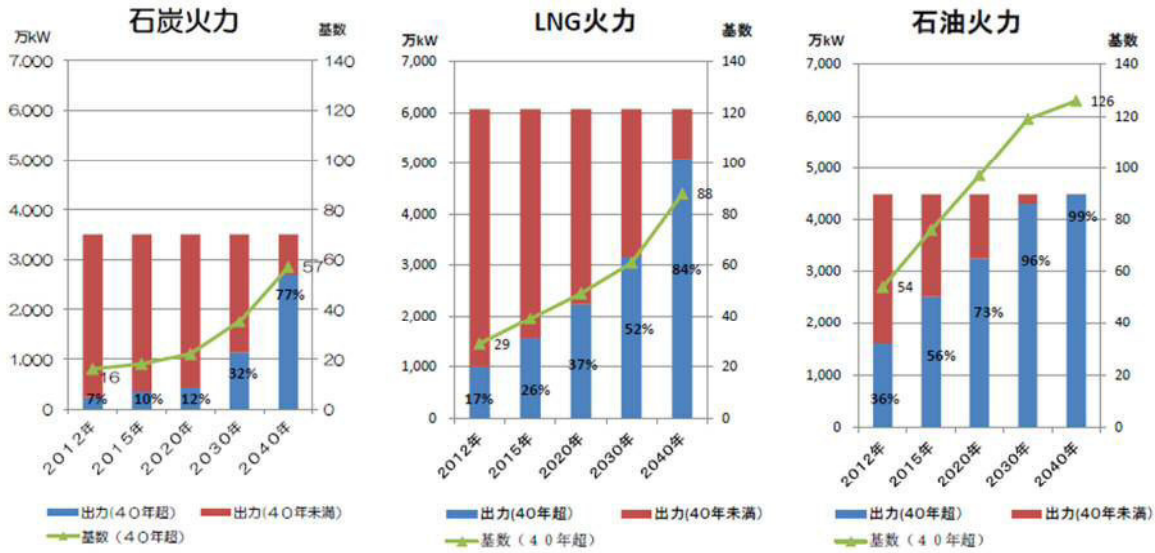


図2.4.2-22　火力発電の経年状況

出典：経済産業省資源エネルギー庁石炭課講演資料、CCTワークショップ2013[8)]

(3)　クリーン・コール・テクノロジー（CCT）

石炭やほかの化石燃料の燃焼に伴って発生するCO_2などの温室効果ガスによる地球温暖化問題に対し、世界的な取り組みが必要となっている。

とりわけ、今後も大きな電力需要が見込まれる中国、インド、インドネシアなどのアジア地域では、石炭火力発電が電力供給力の過半を示しており（**図2.4.2-23**、**図2.4.2-24**）、CO_2や石炭消費量の抑制が課題となっている。ただし、一方では、欧米諸国での石炭火力発電は減少傾向と見通されている（**図2.4.2-25**、**図2.4.2-26**）。

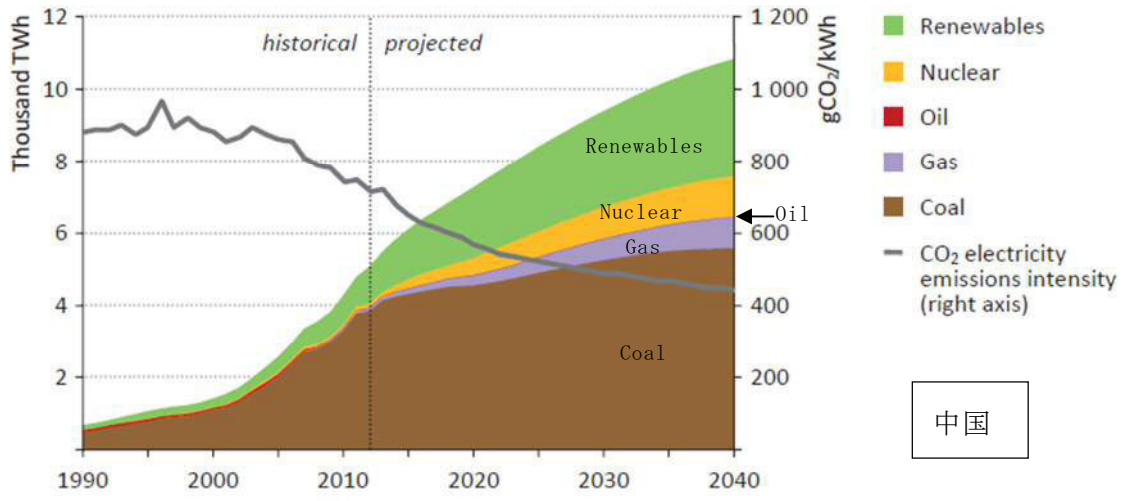


図2.4.2-23　中国の発電電力量の見通し（2012年）

出典：IEA「World Energy Outlook 2014」

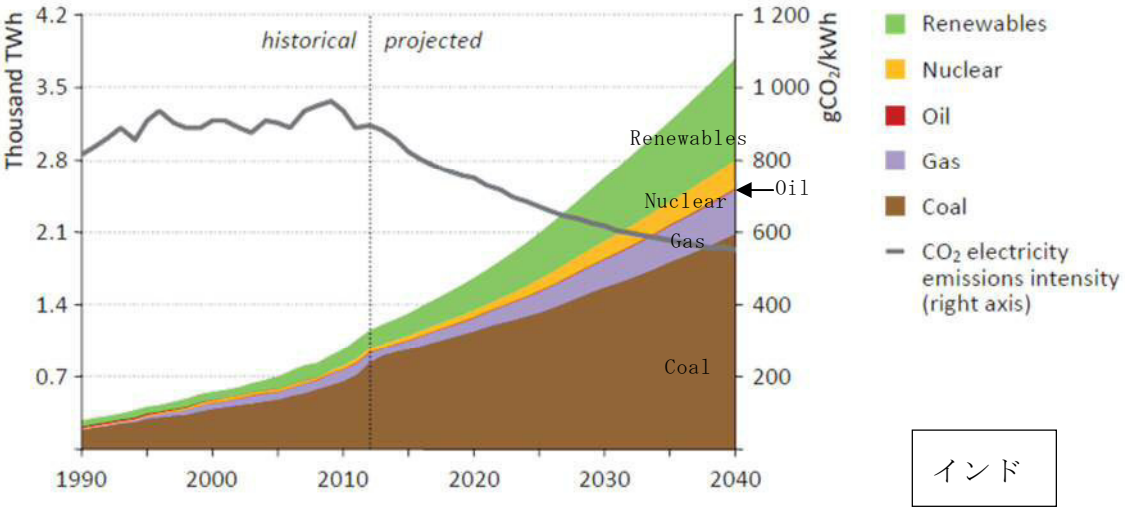


図2.4.2-24　インドの発電電力量の見通し（2012年）

出典：IEA「World Energy Outlook 2014」

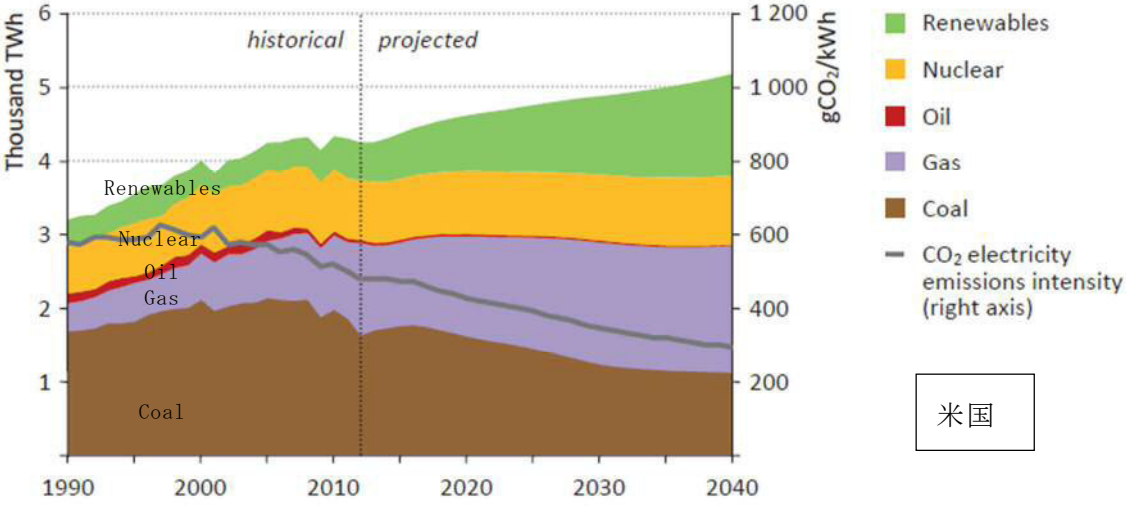


図2.4.2-25　米国の発電電力量の見通し（2012年）

出典：IEA「World Energy Outlook 2014」

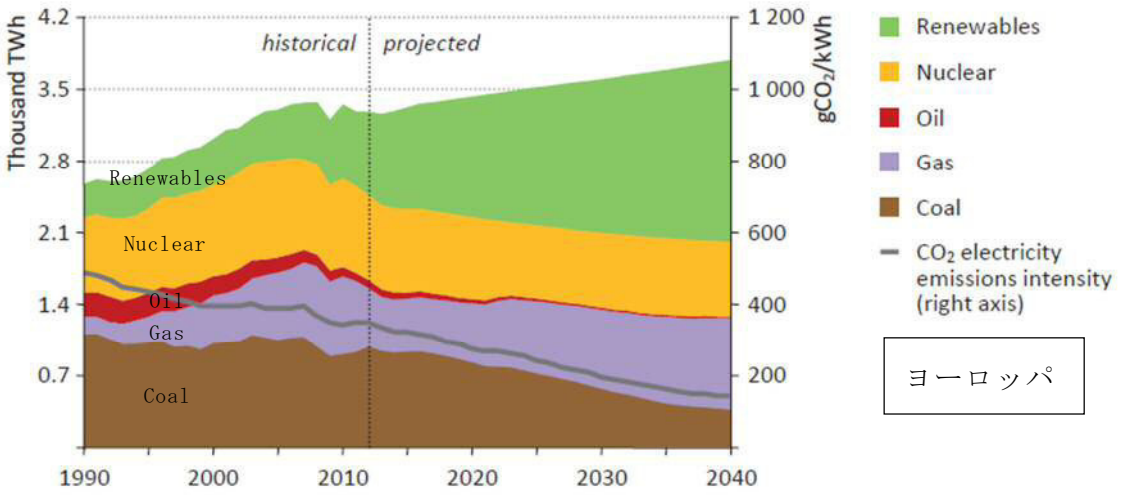


図2.4.2-26　ヨーロッパの発電電力量の見通し（2012年）

出典：IEA「World Energy Outlook 2014」

以上を考慮すると、現在の世界のCO_2排出量の約5割を占める中国、インド、米国の全石炭火力発電所に、世界最高水準の発電効率を有する技術を適用した場合（**図2.4.2-27**）、日本の年間総排出量以上約14.6億t-CO_2のCO_2削減効果があると試算されている（**図2.4.2-28**）。

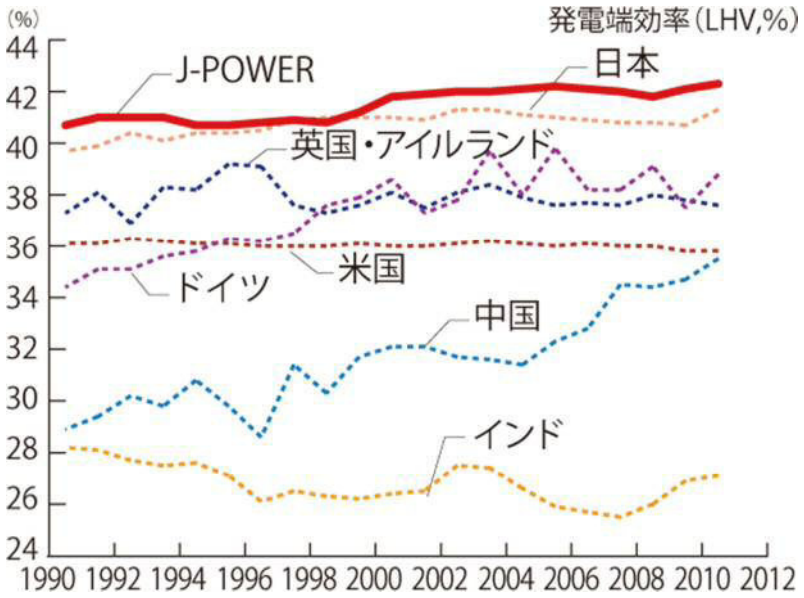


図2.4.2-27　世界各国の石炭火力発電の熱効率推移（発電端、LHV）

出典：J-POWER ホームページ[9)]

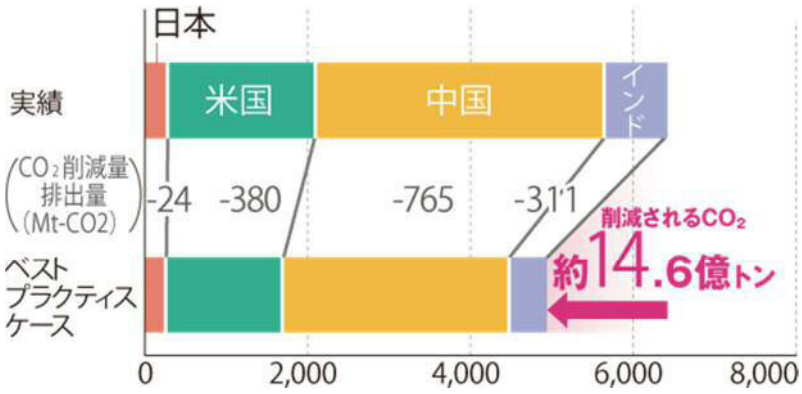


図2.4.2-28　石炭火力発電からのCO_2排出量と削減ポテンシャル

出典：J-POWER ホームページ

このように、石炭を効率的に使用し、環境負荷を抑える技術としてクリーン・コール・テクノロジー（CCT）の導入および普及拡大が課題とされている。CCTは、「高効率発電技術」、「低品位炭利用技術」、「二酸化炭素回収・貯留（CCS）技術」に大別することができる。

これまで、高効率発電技術の技術開発が各種おこなわれてきており、SC（超臨界圧）発電、USC（超々臨界圧）発電等が実用化されてきている。今後は、さらなる高効率を目指した研究開発が実施されているところであり、石炭を可燃性ガスに変換して燃焼するガスタービン発電と排熱を利用した蒸気タービン発電を組み合わせたコンバインドサイクル発電のIGCC（石炭ガス化複合発電）や、IGCCに燃料電池による発電を加えたトリプルコンバインドサイクル発電のIGFC（石炭ガス化燃料電池複合発電）、USCからさらに上記条件を向上させたA-USC（先進的超々臨界圧）発電がある。各種発電技術の熱効率を**図2.4.2-29**に示す。

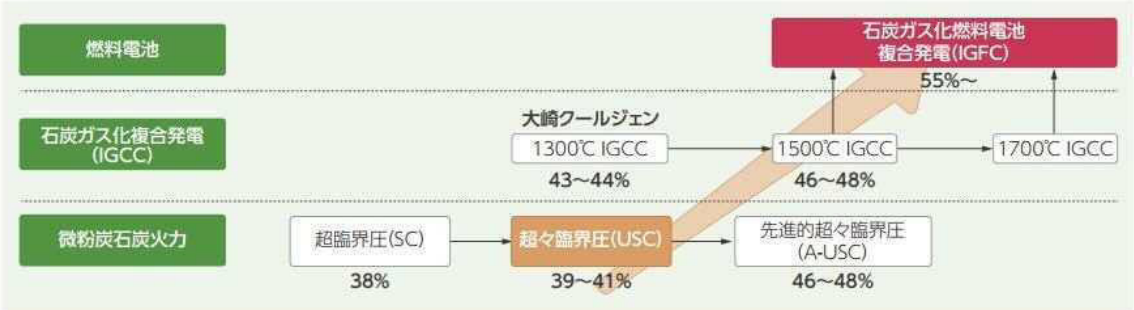


図2.4.2-29　各種石炭火力発電技術の熱効率

出典：J-POWER グループサスティナビリティレポート

これらのうち研究開発が最も進展しているIGCCについては、2002年から10年以上に亘りEAGLEプロジェクト（NEDOと電源開発（株）の共同研究事業）としてパイロットプラント設備での試験運転を実施したところである。そこで、培われた知見と成果を活かし、現在は大崎クールジェンプロジェクト（中国電力（株）

と電源開発（株）の共同事業、広島県）での実証試験が実施されようとしている。

日本で開発・商用化されたUSC（超々臨界圧）等のクリーン・コール・テクノロジーを世界各国に移転し、世界全体の温室効果ガス排出削減への貢献を推進することが基本方針であるとエネルギー基本方針で示されている。

6)　石炭火力発電所の設備概要

石炭火力発電所は、経済的かつ安定的なベース電源として高い利用率で運転され、今後もアジア諸国における石炭火力による発電量は増加が見込まれている。そのため、既存の発電設備においては、適切なメンテナンスを確実に実施し、経年による熱効率の低下や設備トラブルの発生を抑制し、設備の信頼性の維持向上に努める必要がある。また、新規の石炭火力発電所においては、高効率を有する技術を適用し、温室効果ガス排出削減に取り組む必要がある。

石炭火力発電所設備のイメージを**図2.4.2-30**に示す。また、主要設備の概要を以下に示す。

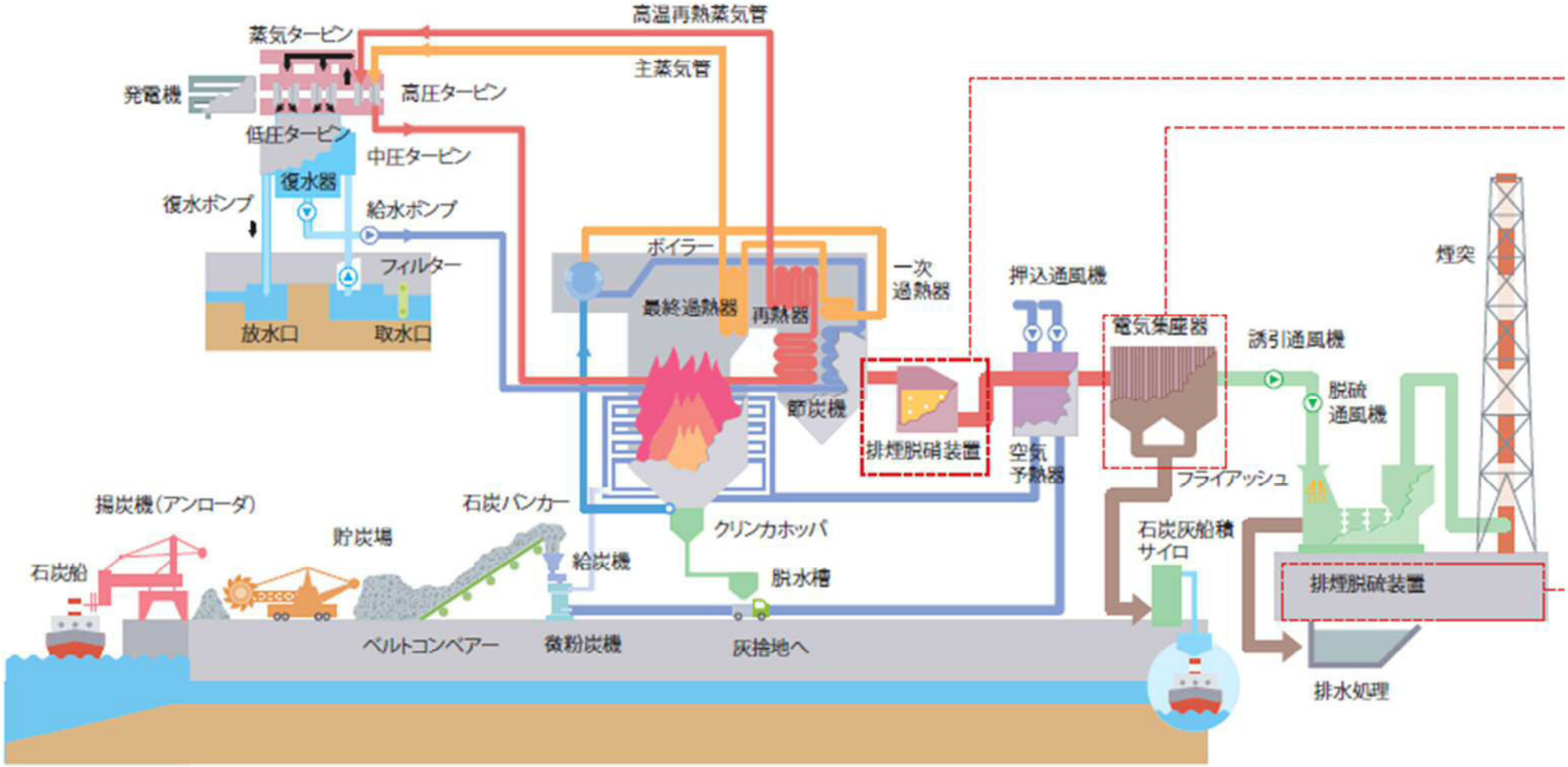


図2.4.2-30　石炭火力発電所設備イメージ

出典：JCOALホームページ

(1)　中央制御室

発電所の頭脳部で運転に必要な監視計器や操作装置が設置されている。自動制御装置により、ポンプやファンなどの機器を遠隔制御し、安全で効率の良い運転を行う。ここで働く運転員は、通常3交代制で勤務し、設備の状況監視や発電所のパトロールを行う（**図2.4.2-31**）。



図2.4.2-31　石炭火力発電所設備中央制御室の一例

出典：日本機械学会誌 2010.12 Vol. 113 No.105[10)]

(2)　ボイラー

燃料の石炭は高温のボイラーで燃焼され、これにより高温・高圧の蒸気が発生し、タービンに送られる（**図2.4.2-32**）。

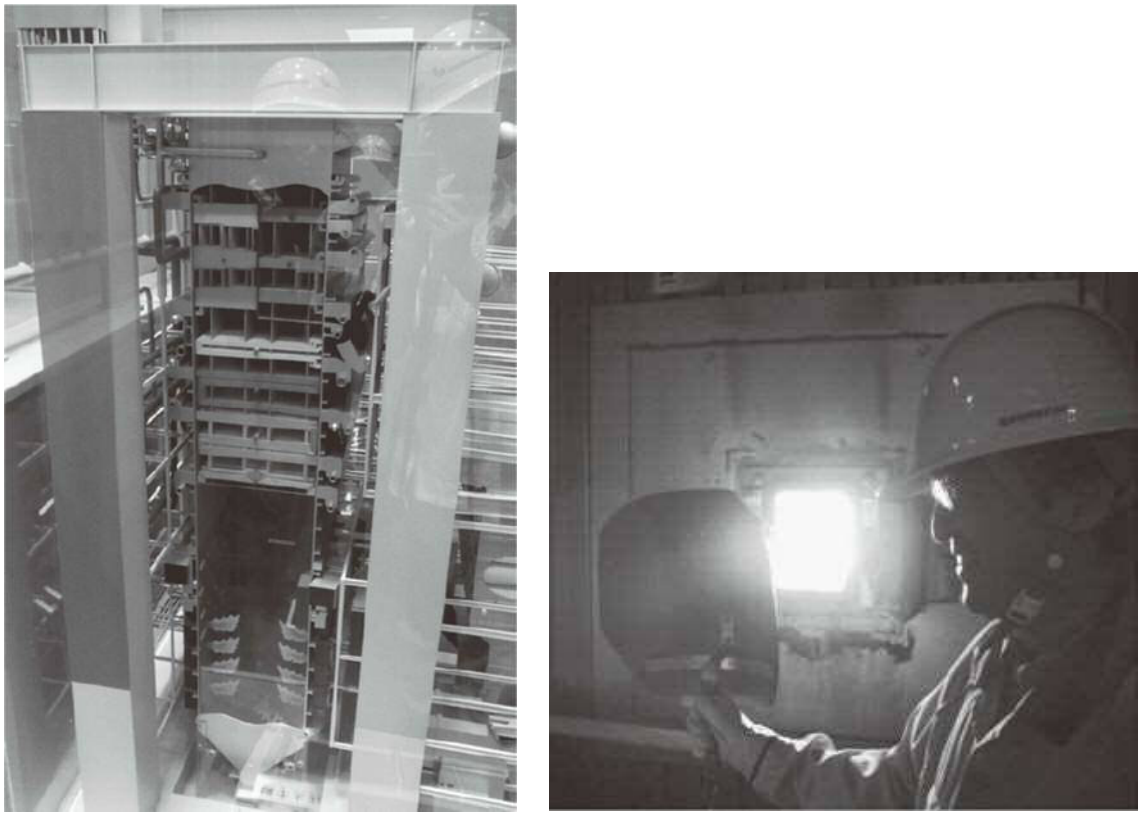


図2.4.2-32　ボイラー模型（左）およびボイラー内燃焼状況（右）

出典：日本機械学会誌 2010.12 Vol. 113 No.105

(3)　タービンと発電機

ボイラーから送られてきた蒸気は、タービンを回転させ、それに直結した発電機で電気がつくられる（**図2.4.2-33**）。



図2.4.2-33　タービンおよび発電機

(4)　排煙脱硝装置

排煙中の有害な窒素酸化物（NOx：ノックス）を取り除く装置をいう（**図2.4.2-34**）。ボイラーから発生する窒素酸化物を含む排ガスに350℃程度で触媒上に吹き込まれたアンモニアと反応させ、無害な窒素と水蒸気に分解する接触還元法が主に用いられる。



図2.4.2-34　排煙脱硝装置

出典：関西電力ホームページ[11)]

(5)　電気集塵機

石炭燃焼時に発生する微粒物質煤塵（フライアッシュ）を排ガスから取り除くために使用する装置である。放電極に数万ボルトの電圧をかけ放電させ、煤塵を含んだ排煙を通すと、煤塵はマイナスの電気を帯びてプラスの電極に引き寄せられる。

排煙中に含まれる煤塵のほとんどが除去される（**図2.4.2-35、図2.4.2-36**）。

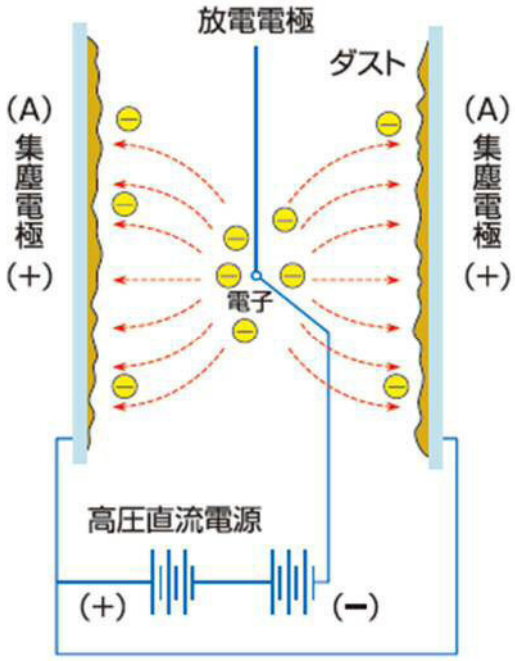


図2.4.2-35　電気集塵機の原理

出典：JCOALホームページ



図2.4.2-36　電気集塵機

出典：関西電力ホームページ

(6)　排煙脱硫装置

排煙中の脱硫装置で硫黄酸化物（SOx：ソックス）を取り除く装置をいう（**図2.4.2-37、図2.4.2-38**）。脱硫装置には、排煙中に石灰石のスラリーを散布してSOxを除去する湿式脱硫装置（脱硫率90～95%）と、活性炭に排煙中のSOxを吸着させる乾式脱硫装置（脱硫率95%以上）がある。



図2.4.2-37　排煙脱硫装置（湿式）

出典：関西電力ホームページ



図2.4.2-38　排煙脱硫装置（乾式）

出典：J-POWERホームページ

7)　石炭関連施設の課題

(1)　エネルギー基本計画

エネルギー基本計画において、石炭は、以下のように位置付けられている。

- 発電（運転）コストが、低廉で、安定的に発電することができ、昼夜を問わず継続的に稼働できる電源となる「ベースロード電源」として、地熱、一般水力（流れ込み式）、原子力、石炭（第２章 第２節 １．）。
- 温室効果ガスの排出量が大きいという問題があるが、地政学的リスクが化石燃料の中で最も低く、熱量当たりの単価化石燃料の中で最も安いことから、安定供給性や経済性に優れた重要なベースロード電源の燃料として再評価されており、高効率石炭火力発電の有効利用等により環境負荷を低減しつつ活用していくエネルギー源である（第２章 第２節 １．）。
- 老朽火力発電所のリプレイスや新増設による利用可能な最新技術の導入を促進することに加え、発電効率を大きく向上させることで発電量当たりの温室効果ガス排出量を抜本的に下げるための技術（IGCCなど）等の開発をさらに進める。こうした高効率化技術等を国内のみならず海外でも導入を推進していくことにより、地球全体で環境負荷の低減と両立した形で利用していく必要がある（第２章 第２節 １．（３））。
- 官民が連携し、LNG、石炭等の安定的かつ安価な調達を図るため、大型船の受け入れ機能の確保・強化を推進していく（第３章 第１節 ２．）。
- 石炭火力発電は、安定供給性と経済性に優れているが、温室効果ガスの排出量が多いという課題がある。環境負荷の低減という課題と両立した形で利用していくため、温室効果ガスの排出を抑制する利用可能な最新鋭の技術を活用するとともに、・・・（中略）・・・温室効果ガスの大気中への排出をさらに抑えるため、IGCC等の次世代高効率石炭火力発電技術等の開発・実用化を推進するとともに、2020年頃の二酸化炭素回収貯留（CCS）技術の実用化を目指した研究開発や、CCSの商用化の目途等も考慮しつつできるだけ早期のCCS Ready導入に向けた検討を行うなど、・・・（中略）・・・我が国の先端的な高効率石炭火力発電の輸出を促進する（第３章 第５節 １．）。
- （前略）経済産業省において、米国、中国、インドにある石炭火力発電所が、現在の日本で利用可能な最新技術に置き換わるだけで、日本一国分の二酸化炭素が削減されると試算されている（第３章 第１０節 ２．）。
- （前略）エネルギーのサプライチェーンにおけるすべての段階でエネルギー利用の効率化を進めることで、徹底的に効率化されたエネルギー・サプライチェーンを実現するため、石炭やLNGの高効率火力発電実現のための技術開発や、利用局面において効率的にエネルギーを利活用するための製品について、材料・デバイスまで遡って高効率化を支える技術の開発、エネルギー利用に関するプロセスを効率化するためのエネルギーマネジメントシステムの高度化や、製造プロセスの革新を支える技術開発に取り組む（第４章 ２.）。

以上のように、石炭はエネルギー燃料として安価であり安定的な供給が可能である一方で、環境への影響が比較的大きいとされている。よって、今後はクリーン・コール・テクノロジーを活用し、高効率石炭火力の技術やノウハウを統合化して国際展開を推進することが推奨されている。

(2)　国土強靭化基本計画

国土強靭化基本計画および国土強靭化アクションプランは、事前に実施された脆弱性評価に基づいている。この評価において、エネルギー供給という視点での起きてはならない最悪の事態として、電力供給が途絶し経済活動が機能不全に陥ることが挙げられている。しかし、この項目には、石油・LPガスのサプライチェーンの機能停止について記載があるのみで､石炭について特化された項目は示されていない。これは、石炭は石油、LPガス、および天然ガスと比べ国民への影響が直接的ではないためであると考えられる。

(3)　石炭関連施設の課題

石炭関連施設においてエネルギーを不断に供給するためには、石炭火力発電設備の各々の設備が各種災害に対して十分な耐力を有していると考えられ、現状、各種設備は十分な耐震設計がなされている状況であると考えられる。

しかしながら､石炭火力発電所では､脱硫･脱硝装置や電気集塵機にあるように､人体に有害な物質を扱っていることから、これらに対するリスク措置を十分に実施すべきであると考えられる。また、津波に対しては、その対応として敷地周囲への防波堤等の構築が進められており、冷却用に必要となるポンプ設備の強化も併せて実施されている。さらに、燃料となる石炭は通常貯炭場からベルトコンベアで運搬されることから､これらの設備についても十分な耐震性能を有している必要がある。

エネルギー基本計画にも示されているとおり、エネルギーの安定供給のためにその燃料となる石炭を十分かつ安定的に受け入れる必要があるため、コールセンターや各石炭火力発電所に敷設している港湾施設を対象に、大型船の着船が可能なようにしていく必要がある。

石炭火力発電所は、発電施設の他にも、石炭貯炭場所や煤塵処分のための灰捨場等、広大な用地を必要とする。特に貯炭場は、サイロ型とする石炭火力発電所も多く存在する。貯炭場が屋外設備である場合には、石炭の飛散（炭塵）防止を行うために、定期的な散水が必要とある。なお、これには炭塵による自然発火を防止する目的もある。今後は、特に老朽化した石炭火力発電所の高効率化に向けたリプレイスも考えられ、環境への影響も考慮し、敷地を極力小さくするための措置も必要になると考えられる。

参考文献

1) 資源エネルギー庁：平成25年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2014）PDF版（2014）

2) JCOALホームページ：http://www.jcoal.or.jp/

3) 高度情報科学技術研究機構ホームページ：http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=01-03-01-02

4) J-POWERグループ サスティナビリティレポート(2014)：http://www.jpower.co.jp/company_info/environment/pdf/index.html

5) IEA：World Energy Outlook（2013）

6) IEA：World Energy Outlook（2014）

7) IEA：World Energy Outlook（2012）

8) CCTワークショップ：経済産業省資源エネルギー庁石炭課　講演資料（2013）

9) J-POWERホームページ：http://www.jpower.co.jp/bs/karyoku/index.html

10) 日本機械学会誌：Vol. 113 No.105（2010.12）

11) 関西電力ホームページ：http://www.kepco.co.jp/corporate/energy/thermal_power/environment/index.html

2.4.3 ガス関連施設

一次エネルギーの「ガス」としては、①天然ガス、②天然ガスを液化した液化天然ガス（Liquefied Natural Gas：以下、LNG と略す）、および、③石油や天然ガス生産時に随伴するプロパンやブタンを液化した液化石油ガス（Liquefied Petroleum Gas：以下、LPG と略す）などがある。本節では、各ガスの生産から輸送、受入れ、貯蔵施設などの現況を紹介し、災害時のガス供給チェーン保全の観点から課題の抽出を行う。

先ずは、各ガスの概要について要約する。

① 天然ガス

天然ガスは、油田やガス田において地下の貯留層まで掘削した坑井から生産されるガスである。天然ガスは日本でも産出するが、日本で消費されるガス（2011 年で 1,055 億 m^3：日本ガス協会 [1]による）の 97%は海外で生産され、現地にて液化したのち日本へ輸送されている。天然ガスの主要成分は、メタン（CH_4）やエタン（C_2H_6）である。

② LNG（液化天然ガス）

海外の油田やガス田で生産される天然ガスは、生産地にて-162°C まで冷却して液化され、LNG 専用タンカーに積まれて日本まで輸送される。国内に入ってからは、パイプラインやタンクローリー、鉄道などによって輸送され利用者に供給される。LNG の主要成分は天然ガスと同じ、メタン（CH_4）やエタン（C_2H_6）である。

2012 年度の天然ガス輸入量は 1,187 億 m^3 となっている（東京ガス [2]による）。

③ LPG（液化石油ガス）

主要成分が、プロパン（C_3H_8）やブタン（C_4H_{10}）からなる LPG は、大きく分けて、油田やガス田に内在している随伴ガスから抽出される場合と、原油の精製過程や化学製品生産時に抽出される場合とがある。前者は主に現地にて生産され、後者は主に国内で生産されている。全生産量に対する割合は、それぞれ、約 3/4、約 1/4 となっている。前者は、LNG 同様、生産地にて液化され、LPG 専用タンカーに積載され日本まで輸送される。一方 LPG は、国内では通常ボンベに充填されて消費者まで輸送される。

LPG の需要は約 1,630 万トンである（2012 年度。日本 LP ガス協会 [3]による）。

以下に、各ガスについて、関連施設の現況を詳細に報告した後、将来を見据え、緊急時での安定的エネルギー供給に対する課題について記述する。

1) ガス関連施設の現況

以下に、LNG、LPG、および天然ガスの順にて、受入施設、貯蔵施設、輸送、供給施設などの現状の詳細について報告する。

(1)　LNG

以下に、産地での液化、産地から日本までの輸送、および国内での輸送、受入施設、貯蔵、などについて記す。

(a)　生産地での液化

海外の油田やガス田で生産される天然ガス（主成分はメタンやエタン）は、現地のプラントにて、水分、硫黄化合物、二酸化炭素などの不燃性不純物を除去した後、 -162℃まで冷却して液化される。液化することによって、体積は約 600 分の 1 になるので、輸送や貯蔵に好都合となる。

(b)　生産地～国内までの輸送

生産地から日本国内の受入基地までは、-162℃の超低温の LNG のまま、**図 2.4.3-1** に示す様な LNG 専用タンカーに積まれて輸送される。

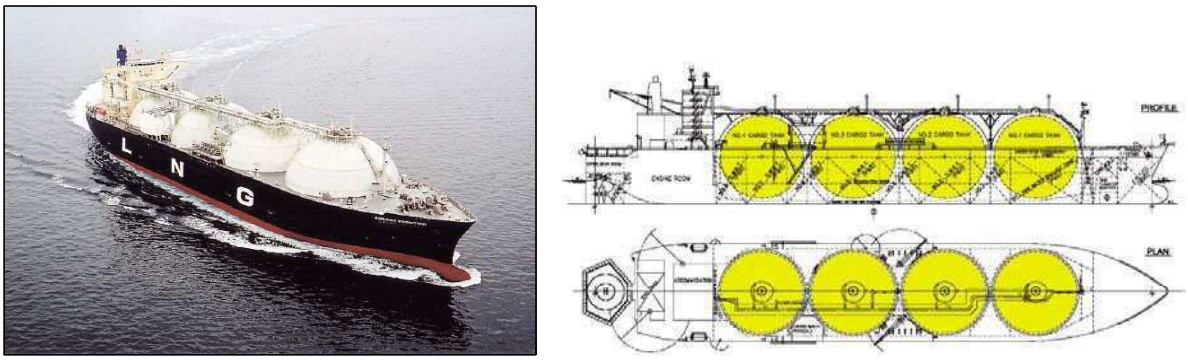


図 2.4.3-1　LNG 専用タンカー

出典：川崎重工(株) ホームページ [4)]

(c)　受入施設

LNG タンカーは、受入基地の岸壁や桟橋に接岸し、LNG はアンローディングアームを介して陸上に設置された LNG タンクに送られ貯蔵される。

図 2.4.3-2 に、LNG 受入から供給先までのフロー概念図を、また、**図 2.4.3-3** に、LNG 荷揚げ風景を示す。

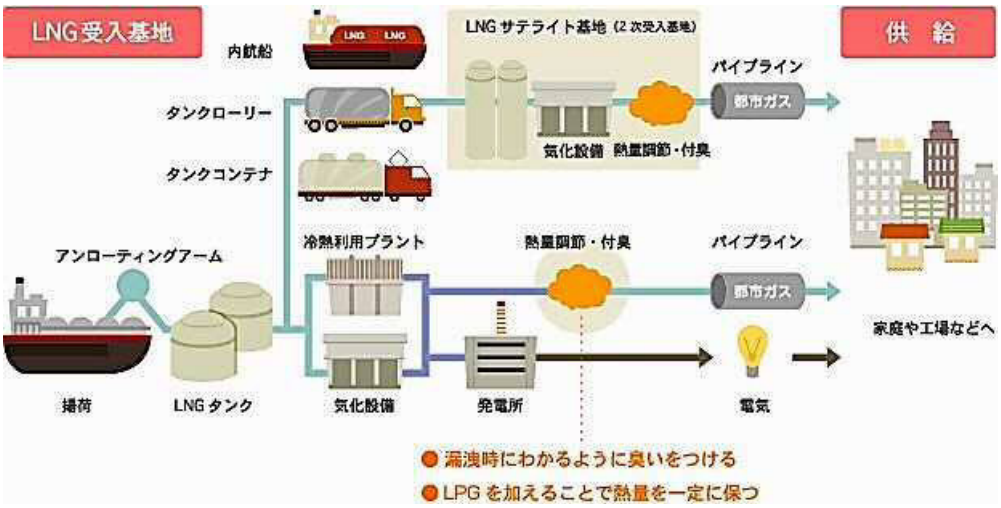


図 2.4.3-2　LNG 受入から供給先までのフロー概念図

出典：大阪ガス(株)ホームページ 5)



図 2.4.3-3　東京電力富津火力発電所における LNG 荷揚げ風景

（画面中央の円形ドームは、一時貯蔵用の地下式 LNG タンクの屋根部分）

出典：東京電力㈱ ホームページ 6)

表 2.4.3-1 は、日本国内の LNG 基地一覧表である。また、**図 2.4.3-4** は、LNG 受入基地およびパイプライン（導管）網の分布図である。

表 2.4.3-1　日本国内の LNG 基地一覧表

運転中

#	LNG基地名	場 所	所有者	タンク基数			貯蔵容量 (KL)			稼働開始年
				地上式	地下式	合計	地上式	地下式	合計	
1	港工場	宮城県	仙台市		1	1		80,000	80,000	1997
2	新潟基地	新潟県	日本海ｴﾙ･ｴﾇ･ｼﾞｰ(東北電力･政策投資銀行･新潟県･SK等)	8		8	720,000		720,000	1984
3	富津基地	千葉県	東京電力		10	10		1,110,000	1,110,000	1985
4	袖ヶ浦工場	千葉県	東京ガス東京電力	9	27	36	480,000	2,320,000	2,800,000	1973
5	東扇島基地	神奈川県	東京電力		9	9		540,000	540,000	1984
6	扇島工場	神奈川県	東京ガス		4	4		850,000	850,000	1998
7	根岸工場	神奈川県	東京ガス東京電力	6	10	16	230,000	1,020,000	1,250,000	1969
8	清水LNG袖師基地	静岡県	清水ｴﾙ･ｴﾇ･ｼﾞｰ(静岡ガス･東燃)		3	3		337,000	337,000	1996
9	知多LNG共同基地	愛知県	東邦ガス中部電力	4		4	300,000		300,000	1978
10	知多LNG事業所	愛知県	知多ｴﾙ･ｴﾇ･ｼﾞｰ(中部電力･東邦ｶﾞｽ)	6	1	7	480,000	160,000	640,000	1983
11	知多緑浜工場	愛知県	東邦ガス		2	2		400,000	400,000	2001
12	四日市工場	三重県	東邦ガス	2		2	160,000		160,000	1991
13	四日市LNGセンター	三重県	中部電力	4		4	320,000		320,000	1988
14	川越火力発電所LNG設備	三重県	中部電力	6		6	840,000		840,000	1997
15	泉北製造所第一工場	大阪府	大阪ガス	3	1	4	135,000	45,000	180,000	1972
16	泉北製造所第二工場	大阪府	大阪ガス	18		18	1,585,000		1,585,000	1977
17	堺LNGセンター	大阪府	堺ｴﾙ･ｴﾇ･ｼﾞｰ(関西電力･コスモ石油･岩谷産業･宇部興産)	3		3	420,000		420,000	2006
18	姫路製造所	兵庫県	大阪ガス	8		8	740,000		740,000	1984
19	姫路LNG基地	兵庫県	関西電力	7		7	520,000		520,000	1979
20	水島LNG基地	岡山県	水島ｴﾙｴﾇｼﾞｰ(JX日鉱日石ｴﾈﾙｷﾞｰ･中国電力)	2		2	320,000		320,000	2006
21	廿日市工場	広島県	広島ガス		3	3		170,000	170,000	1996
22	柳井基地	山口県	中国電力	6		6	480,000		480,000	1990
23	坂出LNG基地	香川県	坂出LNG(四国電力･コスモ石油･四国ガス)	1		1	180,000		180,000	2010
24	大分LNG基地	大分県	大分ｴﾙ･ｴﾇ･ｼﾞｰ(九州電力･大分ガス)	5		5	460,000		460,000	1990
25	戸畑基地	福岡県	北九州ｴﾙ･ｴﾇ･ｼﾞｰ(九州電力･新日本製鐵)	8		8	480,000		480,000	1977
26	福北工場	福岡県	西部ガス		2	2		70,000	70,000	1993
27	長崎工場	長崎県	西部ガス		1	1		35,000	35,000	2003
28	鹿児島工場	鹿児島県	日本ガス	2		2	86,000		86,000	1996
29	函館みなと工場	北海道	北海道ガス	1		1	5,000		5,000	2006
30	勇払LNG基地	北海道	石油資源開発	1		1	3,000		3,000	2011
31	八戸LNG基地	青森県	JX日鉱日石エネルギー	1		1	4,500		4,500	2007
32	築港工場	岡山県	岡山ガス	1		1	7,000		7,000	2003
33	高松工場	香川県	四国ガス	1		1	10,000		10,000	2003
34	松山工場	愛媛県	四国ガス	1		1	10,000		10,000	2008
35	石狩LNG基地	北海道	北海道ガス	1		1	180,000		180,000	2012
36	直江津LNG基地	新潟県	国際石油開発帝石	2		2	360,000		360,000	2014
37	上越火力発電所LNG設備	新潟県	中部電力	3		3	540,000		540,000	2012
38	ひびきLNG基地	福岡県	ひびきエル･エヌ･ジー	2		2	360,000		360,000	2014
39	吉の浦火力発電所	沖縄県	沖縄電力	2		2	280,000		280,000	2012
			合計（運転中）	124	74	198	10,695,500	7,137,000	17,832,500	

計画･建設中

#	LNG基地名	場 所	所有者	タンク基数			貯蔵容量 (KL)			稼働開始年
				地上式	地下式	合計	地上式	地下式	合計	
1	八戸LNG輸入基地	青森県	JX日鉱日石エネルギー	2		2	280,000		280,000	2015
2	新仙台火力発電所	宮城県	東北電力	2		2	320,000		320,000	2016
3	日立LNG基地	茨城県	東京ガス	1		1	230,000		230,000	2015
4	富山新港火力発電所	富山県	北陸電力	1		1	180,000		180,000	2018
5	和歌山発電所	和歌山県	関西電力		6	6		840,000	840,000	2021
6	石狩LNG基地	北海道	北海道ガス	2		2	430,000		430,000	2016
7	釧路LNG基地	北海道	JX日鉱日石エネルギー	1		1	10,000		10,000	2015
8	相馬LNG基地	福島県	石油資源開発	1		1	230,000		230,000	2015
			合計（計画･建設中）	10	6	16	1,680,000	840,000	2,520,000	
			総　計	**134**	**80**	**214**	**12,375,500**	**7,977,000**	**20,352,500**	

出展：総合資源エネルギー調査会総合部会 天然ガスシフト基盤整備専門委員会(第 1 回：H24.1.7) 資料-6 [7] をもとに、整理･加筆、最新情報(2014.11 現在)に更新

表 2.4.3-1 によれば、計画・建設中のものも含め、日本の LNG 基地におけるタンク総計 214 基（貯蔵容量総計約 2,035 万 KL）の内訳は、地上式が 134 基（63%、計約 1,238 万 KL）に対し、地下式は 80 基（37%、計約 798 万 KL）となっている。

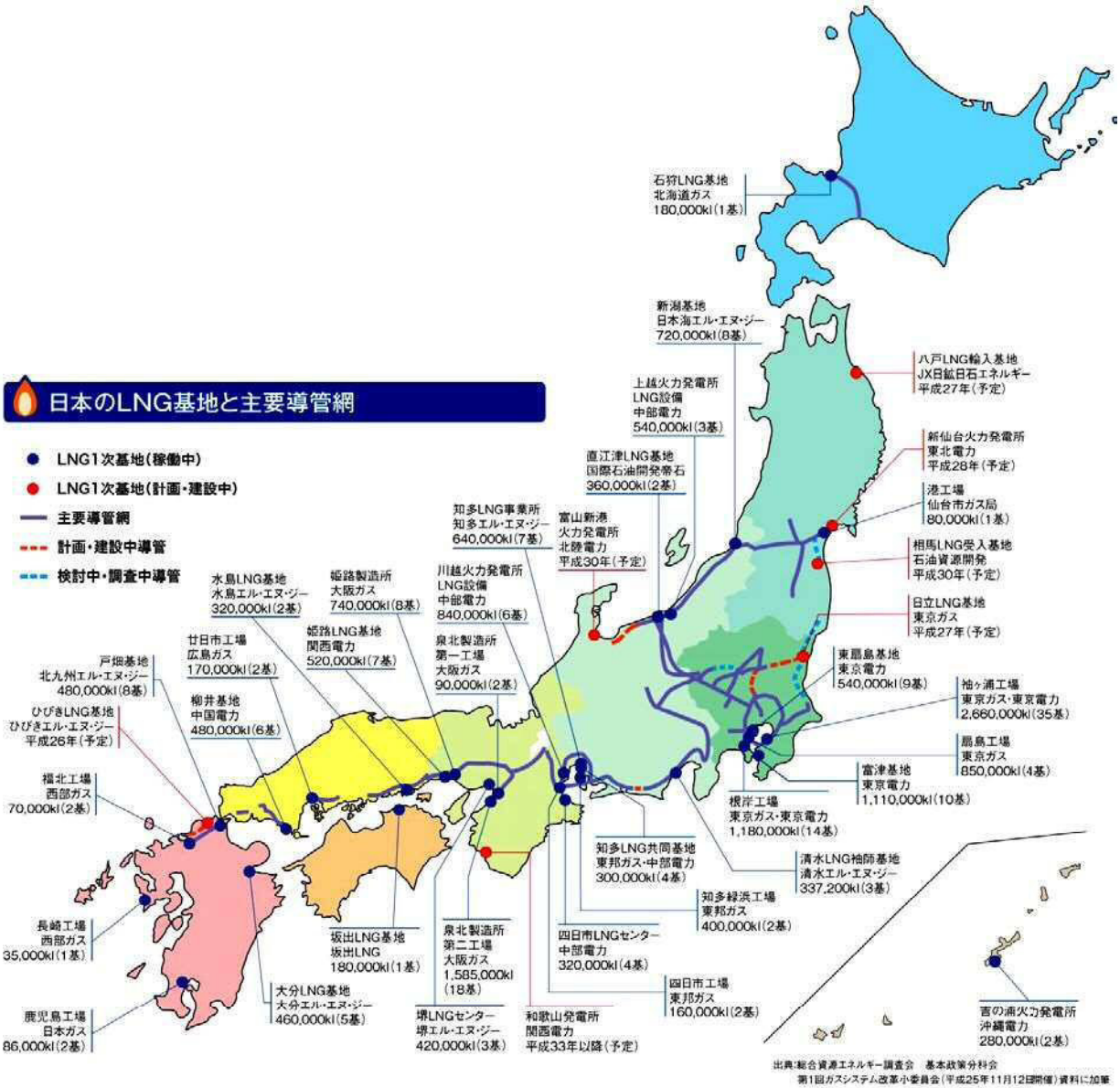
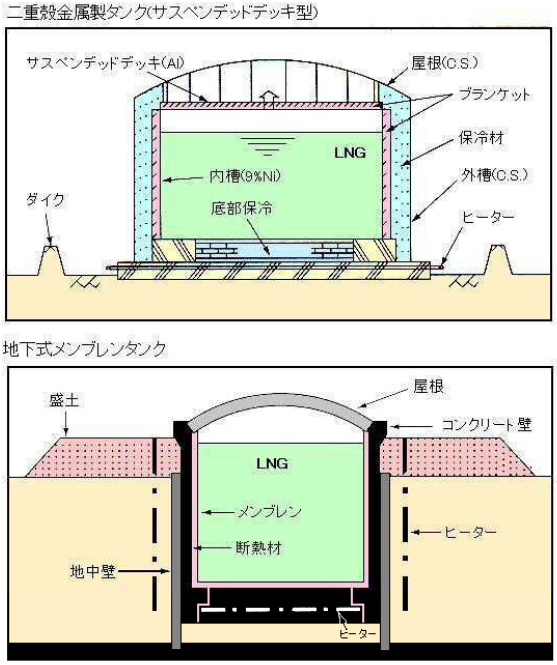


図 2.4.3-4　日本国内の LNG 基地および天然ガスパイプライン(導管)網

出展:(一般社団法人)日本ガス協会編　「都市ガス事業の現況-2014」[8)]

(d)　貯蔵施設

LNG タンカーから陸揚げされた LNG を貯蔵するタンクには、地上式と地下式がある（図 2.4.3-5）。





写真：トーヨーカネツ(株)HP より



写真：清水建設(株)HP より

図 2.4.3-5　地上式（上）および地下式（下）LNG タンク概念図および外観写真例

出展：JX 日鉱日石エネルギー社編　「石油便覧」第 6 編第 3 章 3 節 [9)]

地下式は、地面を深く掘削する必要があり、かつ高度な技術が必要なため建設費が高くなる欠点がある。しかし、屋上部を除きタンクは地下に設置するため地震動に強く、万一破損した場合でも LNG 液面は地表面下となっているので地上への漏洩の可能性はなく、地上式では必要な周囲の防液堤設置は不要となる。さらに、地上式に比べタンクの設置間隔も狭くできるので土地の有効利用の観点からも有利であり、また、地上部が小さいため周辺環境とも調和できるというメリットもある。全体を地中に設置する地中型タンクもある。

地上式と地下式の長所･短所をまとめれば表 2.4.3-2 のようになる。

表 2.4.3-2　LNG タンクの地上式と地下式の短所･長所

項　目	地上式	地下式
耐震性	弱い	強い
防液堤	必用	不要
タンク設置間隔	大	小
地上部	大	小
景　観	不良	良
建設費用	低	高

LNG を極低温で液体のまま貯蔵するには冷却コストがかかるため、タンクに LNG のまま貯蔵される期間は通常数週間から数ヶ月程度である。このため、LNG の形態での備蓄は実施されていない。

(e) 国内輸送

受入基地内のタンクに一時保管された LNG は、消費地が近い場合は、需要に応じて基地内で加熱・気化し、LPG 付加による熱量調整および付臭した後、都市ガスとして供給される。

一方、消費地が遠い場合は、LNG のまま、受入基地から LNG タンクローリーや鉄道専用コンテナ（**図 2.4.3-6** 参照）で二次基地（サテライト基地）に輸送してタンクに貯蔵したのち気化する。これを LNG サテライト基地方式とよぶ。





図 2.4.3-6 LNG タンクローリーと鉄道専用 LNG コンテナ

出展：エア・ウォーター(株) [10]および石油資源開発(株) [11]ホームページ

(2) LPG

主成分がプロパン（C_3H_8）およびブタン（C_4H_{10}）である LPG は、大きく分けて、油田やガス田に内在している随伴ガスから抽出されるものと、原油の精製過程や化学製品生産時に抽出されるものと 2 種類がある。

プロパンの場合は、常圧で-42℃に冷やすか、あるいは常温で 0.8～0.9MPa（7.9～8.9 気圧）の圧力を加えると液化する。また、ブタンの場合は、常圧で-2° C に冷却するか、常温で 0.2～0.3MPa（2.0～3.0 気圧）の圧力を加えると液化する。LNG の場合と比べると、容易に液化することが可能である。液化することによって、体積は約 250 分の 1 に減少する。

ここでは、海外で生産され、日本に搬入される LPG について、生産地での液化、生産地から日本まで、および国内での輸送、受入施設、貯蔵、などについて記す。

(a) 生産地での液化

油田や天然ガス田から産出する原油やガスに随伴してくるプロパンやブタンは、LNG の場合と同様、生産地にて、プロパンの沸点である -42℃以下に冷却・液化され LPG となる。

(b) 生産地～国内までの輸送

LPG は、専用タンカーにて日本の受け入れ基地まで輸送される。**図 2.4.3-7** に LPG 専用タンカーおよび LPG 受入基地の例を示す。



図 2.4.3-7　LPG 専用タンカーおよび LPG 受入基地の例

出展：日本 LP ガス団体協議会編 「LP ガス読本」[12)]

(c) 受入施設

LPG タンカーは、受入基地の岸壁や桟橋に接岸し、LPG はアンローディングアームを介して荷揚げされ、陸上に設置された LPG タンクに送られ貯蔵される。

図 2.4.3-8 に、LPG 受入から出荷までのフロー概念図を示す。

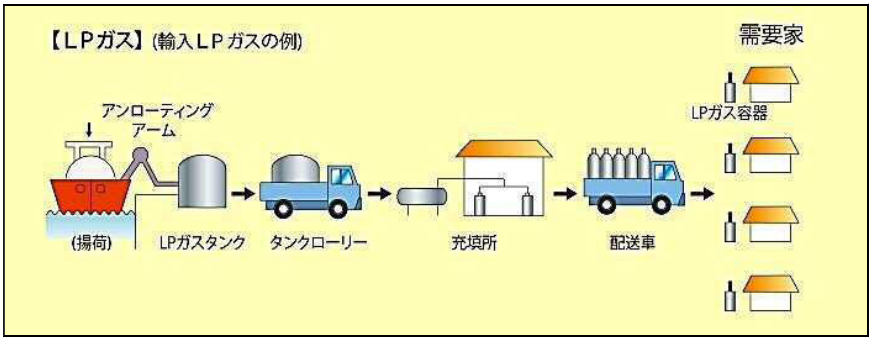


図 2.4.3-8　LPG 受入から供給先までのフロー概念図

出展：日本ガス協会ホームページ[13)]

(d) 貯蔵施設

容易に液化できるプロパンやメタンは LPG の形態で、通常は地上式のタンクに貯蔵される。

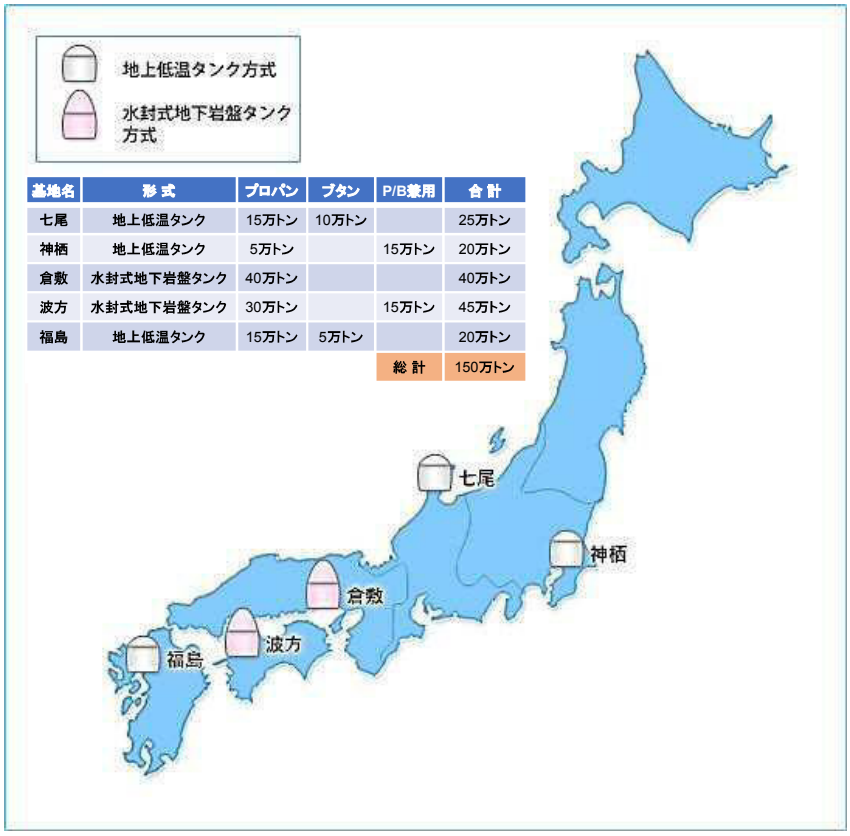
ここで、LPG の国家備蓄（国家石油ガス備蓄）をみてみる。

緊急時の石油確保ための石油の国家備蓄は、1978 年（昭和 43 年）から開始され、現在 12 箇所で実施されている。備蓄されている石油は原油である。

一方、LPG の国家蓄については、2005 年（平成 17 年）、「国家石油ガス備蓄基地」として開始されたが、現時点で実施されているのは 5 箇所（七尾･神栖･倉敷･波方･福島）だけで、現在一部の基地でガス注入中であるが、すべての備蓄が完了

すると、総計 150 万トンとなる。ガス形態はすべて LPG である。

図 2.4.3-9 に国家石油ガス備蓄基地の位置、および各基地の貯蔵形式および備蓄量を示す。



基地名	形 式	プロパン	ブタン	P/B兼用	合 計
七尾	地上低温タンク	15万トン	10万トン		25万トン
神栖	地上低温タンク	5万トン		15万トン	20万トン
倉敷	水封式地下岩盤タンク	40万トン			40万トン
波方	水封式地下岩盤タンク	30万トン		15万トン	45万トン
福島	地上低温タンク	15万トン	5万トン		20万トン
				総 計	150万トン

図 2.4.3-9　国家石油ガス備蓄基地の位置および備蓄量

出展:(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構ホームページ [14)]

5 つのガス備蓄基地の内、七尾、神栖、福島の 3 箇所は、地上低温式タンク式であり、残り 2 つの倉敷および波方は、地中式（水封式地下岩盤方式）となっている。倉敷国家石油ガス備蓄基地の地上施設と地下タンクの写真を**図 2.4.3-10** に示す。

LPG 備蓄量は、(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）によれば平成 26 年 3 月現在、国家備蓄で 84.2 万トン（27.9 日分）である。このほか民間 187.0 万トン（62 日分）が備蓄されている。



図 2.4.3-10　倉敷国家石油ガス備蓄基地

出展:(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構 JOGMEC News Vol.26(2011.9) [15)]

(e)　国内輸送

図 2.4.3-8 に示すように、受入基地の LPG タンクからは LPG タンクローリーにてボンベ充填所まで運び、充填所にて LP ガスボンベに充填した後、各消費者へと供給される。

(3)　天然ガス

ここでは、国内で産出される天然ガス、および輸入した LNG を気化した天然ガス、および天然ガスを輸送するパイプラインについて記述する。

(a)　国産天然ガス。

全国の天然ガス消費総量の僅か 3%ではあるが、国内でも、日本海側、北海道および関東を中心として天然ガスが生産されている。**図 2.4.3-11** に日本国内のガス田分布を示す。

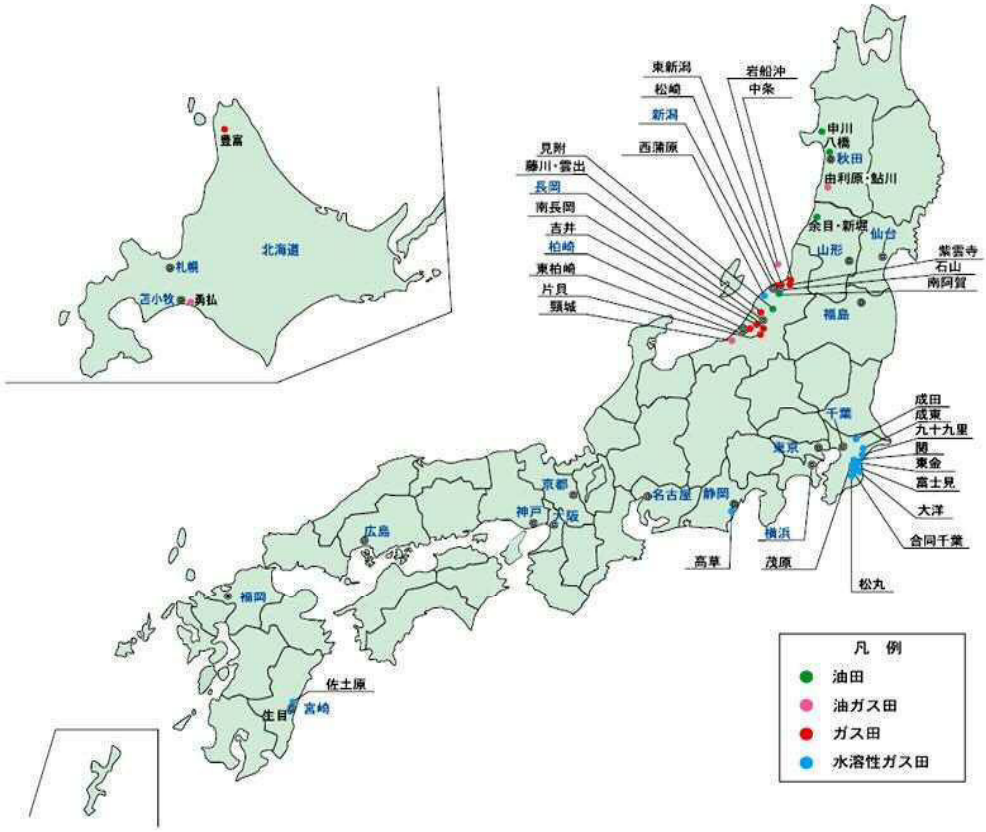


図 2.4.3-11　日本の天然ガス生産地分布

出展：天然ガス鉱業会 ホームページ [16)]

(b)　LNG を気化した天然ガス

上述の 1)-(1)-(e) 項で示したように、輸入された LNG は、受入基地内あるいはサテライト基地内で加熱・気化して、気体の天然ガスに戻される。

気化された天然ガスは、近傍のガス火力発電所や化学工場などの大口消費者や家庭用消費に供される。消費地が遠地にある場合は以下に示すようなパイプラインで輸送される。

(c)　天然ガスパイプライン

天然ガスを大量に長距離輸送する場合は、パイプラインを敷設して輸送することが一般的である。

我が国でも、諸外国に比べると小規模的ではあるが、**図 2.4.3-4** に示す様に、天然ガスパイプライン網が設置されている。主なパイプライン網は、天然ガス田がある新潟から発展してきた。たとえば、新潟から関東地方、および太平洋岸の仙台周辺へ延びるパイプライン網である。これにより、まだ不十分ではあるが、新潟~関東、新潟~東北間では、ガスのサプライチェーンが確立されている。

関東から東海道~山陽道~九州北部へ延びるパイプラインもあるが、まだ何カ所で分断されているため、サプライチェーンとして未完結である。また、北海道苫小牧市の勇払ガス田で産出されている天然ガスを札幌まで供給するためのパイプ

ラインも稼働している。近年、勇払ガス田の天然ガスに加え、石狩港や苫小牧港で陸揚げされた LNG も、気化してこのパイプラインを用いて供給するプランが実現されている。

天然ガスパイプラインは、埋設が困難な場合はトンネルを掘削して設置するが、大部分は地下 1～2m に埋設している。地下埋設工事例を**図 2.4.3-12** 示す。



図 2.4.3-12　ガスパイプライン地下埋設工事例

出展: ガスパイプラインの合理的建設システム-クイックパイプライン工法(QPL 工法)-の開発（苫米地正敏:2003）[17)]

また、大きな河川を通過する場合は専用の橋を架けてパイプラインを通している。

パイプライン沿いには、一定間隔（通常約 10km ごと）に流量・圧力・温度を常時モニターし、流量調整や緊急時のガス遮断をするための装置をそなえたバルブステーションが設置されている。通常、施設は地上に設置されている。

図 2.4.3-13 に、専用橋、トンネル、バルブステーションの例を示す



横川専用橋
（宮城県刈田郡七ヶ宿町）

二井宿トンネル
（山形県東置賜郡高畠町）

バルブステーション
（新潟県北蒲原郡聖籠町）

図 2.4.3-13　天然ガスパイプライン専用橋、トンネル、バルブステーションの例

出展:（株）ジャペックスパイプライン　ホームページ[18)]

(d) 天然ガスの貯蔵

天然ガスを安定的・経済的に貯蔵できれば、消費が少ない夏の間に、生産余剰分を需要がピークとなる冬季のために備蓄したり（"ピーク・シェービング(Peak Shaving)"と呼ぶ）、緊急時のための備蓄をしたりすることが可能となる。

イ　液化ガス（LNG、LNG）の貯蔵

天然ガスを地上で貯蔵する場合、体積がかさばる気体のままで大量に貯蔵することは非効率であり、体積が 600 分の 1 になる LNG として貯蔵することが理想である。

しかし、備蓄のように大量の LNG を長期間にわたって -162℃という極低温に保って貯蔵することは、コスト的に難しい。このため現時点では LNG の数ヶ月以上の長期間貯蔵は実施されていない。ちなみに、上記 1)-(2)-(d)項で記述したように、液化が容易な LPG の場合は貯蔵コストも低いため、すでに地上タンクおよび地下タンクに備蓄することが実施されている。

ロ　天然ガス（気体）の地下貯蔵

天然ガスを気体のままで大量に貯蔵することは地上では非現実的であるが、地下深部の地層に貯蔵する「地下貯蔵」は可能である。

地下貯蔵に関しては、経済産業省資源エネルギー庁の調査事業

平成 24 年度 産業・エネルギー基盤強靭性確保調査事業（ガス事業基盤の強靭性確保に関する調査）

において、東京ガス(株)に依託して調査を実施した「③地下貯蔵施設」に詳しく調査結果が報告されている。この報告書も参考に、以下に「地下貯蔵」について記述する。

地下貯蔵を行う貯留層としては：

- 枯渇した（生産が終了した）油･ガス田の貯留層
- 帯水層、
- 岩塩層
- その他（岩盤空洞、廃鉱利用）

などがある（**図 2.4.3-14 参照**）。

天然ガスの地下貯蔵は、欧米を中心に広く実施されており、2008 年時点で全世界で 630 箇所に及んでいる [19]。日本でも、欧米に比べ、貯留容量の規模は 1 桁～2 桁ほど小さいが、新潟の枯渇ガス田・枯渇ガス層において地下貯蔵が行われている。

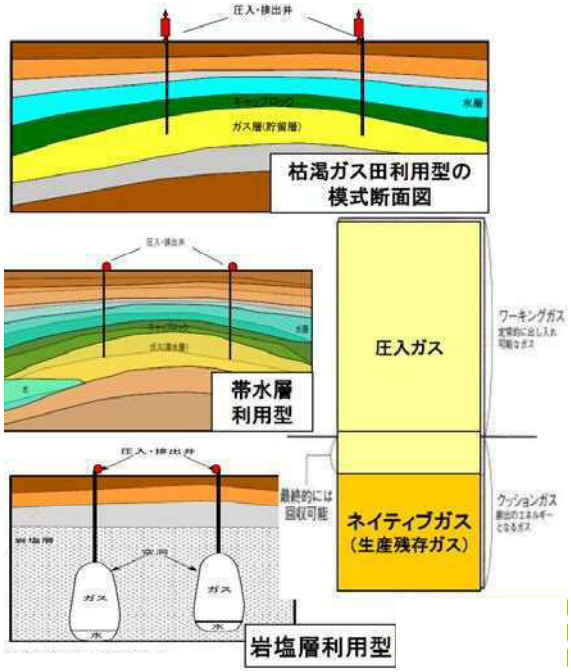


図 2.4.3-14　枯渇ガス田、帯水層、および岩塩層を利用した天然ガス貯蔵模式図

出展：総合資源エネルギー調査会総合部会 天然ガスシフト基盤整備専門委員会（第 2 回：H24.2.27）資料-9 [20]より抜粋

ここでは、上記 3 種の天然ガス地下貯蔵法について記述する。また、日本で研究されている岩盤層への貯留技術（ライニング式岩盤貯蔵法）に関しても紹介する。

なお、現時点では気体状態での天然ガスの国家備蓄は実施されていない。

① 枯渇油･ガス田への貯蔵

油や天然ガスが賦存している地層（砂岩層や石灰岩層）は、元来、空隙に富み浸透性が高い地層である。また、油･ガス層の上部には、何千万年もの間、油･ガスが上方へ漏洩するのを防いできたシール層（キャップロック）が存在していることは確実である。

すでに生産が終了した、あるいは生産終了に近い油層やガス層は、油･ガスを取り出してきたため貯留層内の圧力が低下していて、天然ガスを圧入する際の圧力も小さくて済む。さらに、確実なシール層の存在により漏洩のリスクも小さい、地下深部なので地震時の揺れも抑えられる、等々、天然ガスを安全・確実に貯留するのには都合がよい。しかもインフラがすでに備わっている場合も多く、貯蔵にあたって新たに投資する額も低く押さえることができる。

地下貯蔵は、ピーク･シェービングや、緊急時のための備蓄などを目的として世界各地の 467 箇所で実施されている(2008 年時点)[19]。日本でも小規模ながら 40 年以上も前から新潟県の 5 ガス田で地下貯蔵が実施されている（**表 2.4.3-3**）。

表 2.4.3-3 日本における天然ガス地下貯蔵

ガス田名	関原ガス田 (Ⅲa層・Ⅲb層)	片貝ガス田 (1000m層)	紫雲寺ガス田 (Ⅰ層)	紫雲寺ガス田 (Ⅱ層)	雲出ガス田 (Ⅴ層)	中条ガス田 (D-4層)
鉱区所有者	国際石油開発帝石(株)	石油資源開発(株)	石油資源開発(株)	石油資源開発(株)	石油資源開発(株)	JX 日鉱日石開発(株)
圧入目的	**冬季需要対応 (ピーク・シェービング)**	**冬季需要対応 (ピーク・シェービング)**	**冬季需要対応 (ピーク・シェービング)**	**冬季需要対応 (ピーク・シェービング)**	**冬季需要対応 (ピーク・シェービング)**	**冬季／夏季需要対応 (ピーク・シェービング)**
圧入開始年月	1969.04	1979.05	1989.01	1989.01	1989.01	1985.01
総貯蔵量 (億 m^3)	2.07	6.0	2.18		2.27	2.0
ワーキングガス量 (億m^3) (定常的に出し入れ)	0.57	6.0	2.06		1.98	0.8
クッションガス量 (億m^3) (排出エネルギー)	1.50	0	0.12		0.29	1.2
運用状況 (2011.12.1現在)	夏季不需要期に圧入 冬季需要期に排出	冬季ピーク時に排出 圧入停止中	夏季不需要期に圧入 冬季需要期に排出	夏季不需要期に圧入 冬季需要期に排出	冬季ピーク時に排出 圧入停止中	夏季・休日および夜間の需要が少ない時間帯に圧入、 冬季・平日および昼間の需要が多い時間帯に排出

注) クッションガス量 ： ガスを取り出すのに必要な圧力を維持するために残されるガスの量
ワーキングガス量 ： クッションガスの圧力を利用して定常的に出し入れが可能なガスの量
総貯蔵量 ： クッションガス量とワーキングガス量の総和

出展: 天然ガス地下貯蔵の現状と課題について総合資源エネルギー調査会
総合部会 天然ガスシフト基盤整備専門委員会
(第 2 回：H24.2.27) 資料-9 [20] より抜粋

日本国内では、法律上地下貯蔵できるのは現時点では国産天然ガスに限られていること(注 1)、また、初期の貯留層圧力を越えて圧入することは認められていないことなどから、より規模の大きな地下貯蔵の実施は困難となっている(注 2)。このため、現在の地下貯留の主な目的は、冬季と夏季の需要変動対応に限定されている。大規模な地下貯蔵を可能とするためには、国産ガスだけではなく輸入 LNG を気化したガスについても地下貯蔵が可能とし、また、安全性が確保されれば初期圧力を越えて圧入できるように法整備を進める必要がある。日本国内には、上記 5 ガス田の他にも、数は多くないが、生産終了した、あるいは近い将来生産終了となる油･ガス田がいくつか存在している。もしこれらの条件がクリアできれば、大規模な天然ガスの地下備蓄が可能となり、ピーク･シェービングの他、緊急時のための貯蔵ができるようになるものと期待される。

注 1：輸入 LNG 気化ガスは、鉱業法の「まだ採掘されない鉱物を掘採、取得する」事業に該当しないので、一旦採掘された天然ガスの貯留を目的とした地下構造への圧入は想定されていない。

注 2：圧入圧力に関しては、鉱業法その他に明確な法規制はない。

② 帯水層への貯蔵

一般的に、地下の地層の空隙は地層水で満たされている。油･ガス田の貯留層の砂岩や石灰岩などのように、空隙率が大きく、かつ浸透性が高い帯水層は、その上部に漏洩を防ぐ十分なシール層があれば、ガスを貯留する能力を有する可能性

がある。

天然ガスを帯水層へ圧入することは、圧入という点では枯渇ガス田に天然ガスを圧入する場合と同じ操作である。ただし、もともとガスがない地層に圧入する点が異なっており、この場合、圧入したガスは地層水を置換しながら貯留される。はじめからクッションガス（ガスを取り出すのに必要な圧力源となる残留ガス）がある枯渇油･ガス田と異なり、初めてガスを注入するので、クッションガスを大量に（貯留量の約半分）圧入する必要がある。またこのクッションガスは回収が難しく、コストの面でも不利である。

枯渇油･ガス田は、数百万年~数千万年以上の間、油･ガスが漏洩無く貯留されていた場所なので貯留能力は実証済みであり、しかも漏洩のリスクは小さい。

一方、帯水層は堆積層が存在する場所ではどこでも存在するが、ガスを貯留するのに適した地層は、孔隙率および浸透率が共に高く、かつ、漏洩を防ぐしっかりとしたシール層で覆われていることが最低条件となる。このような地層を見つけるためには、精度の高い物理探査や調査井掘削などが必須である。既存の油･ガス田近傍では地質データが豊富であるが、その他の地域では一般的に地質データが少なく、貯留候補地点選定のための綿密な事前調査を実施する必要がある。また、インフラを新しく作る必要もある。帯水層で二酸化炭素地中貯留（CCS）を行う場合も同様な問題を抱えている。

現状では、枯渇油･ガス田への貯留と比べハードルが高く、実施例は、全世界で86箇所[19]と、枯渇油･ガス田の場合と比べればまだ多くない。

それでも、帯水層が存在するエリアは油･ガス田の面積に比較すると膨大であるので、今後調査が進めば貯留可能地点が多数発見される可能性を秘めている。

③　岩塩層への貯蔵

中近東やメキシコ湾岸、ヨーロッパの一部では、地下に厚い岩塩層が発達していることがある。岩塩は、まわりの地層と比べ低密度(2.2gr/cm^3)で、かつ可塑性が大きいため、浮力で浮き上がりドーム状構造（岩塩ドーム）を形成しやすい。岩塩は浸透性がほとんどないため、シール層として有効で、ドーム状構造とあいまって、油･ガスをトラップし、大規模な油･ガス貯留層を形成することがある。

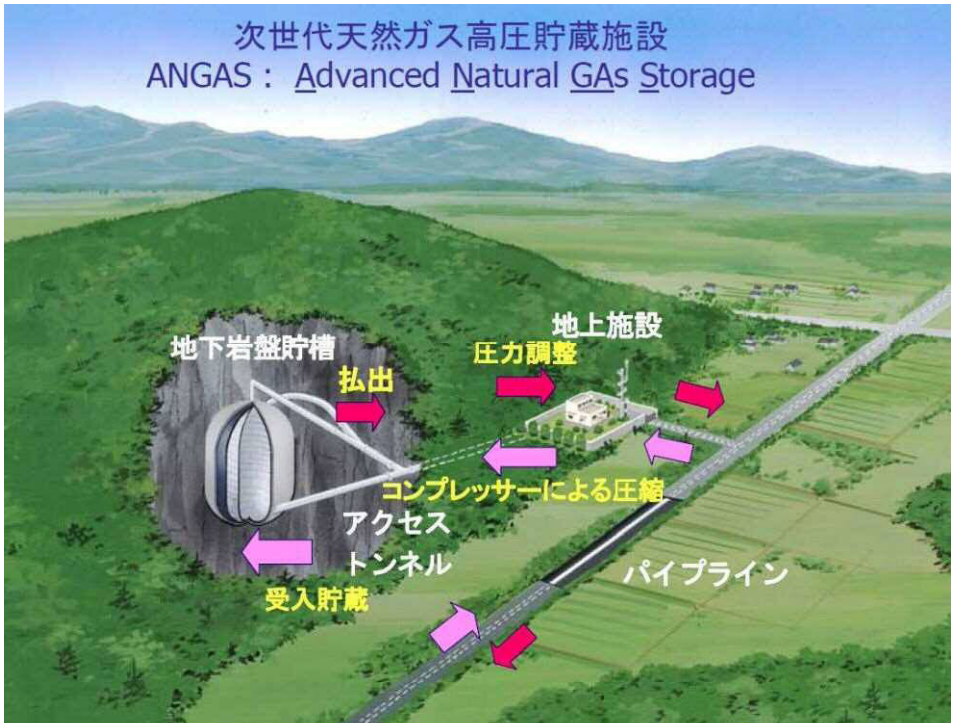
この岩塩ドームの中に空洞を人工的に作り、そこに天然ガスを気体のまま貯蔵することが74箇所で実施されている[19]。地下空洞は、岩塩層内に大量の水を注入し岩塩を溶解したのち、塩水をくみ出すことによって作成する。全面が岩塩でシールされているので、漏洩のリスクも小さく、空洞なので、地層中の狭い空隙を通過する必要がなく、注入・取り出しも容易である。岩塩層貯留でもクッションガスは必要であるが、帯水層貯留の場合と比べると約1/3である。ただし、地下空洞作成や地上設備のインフラ建設に費用がかかる。

④　岩盤層への貯蔵

ここでは、2004年度から4ヶ年間、経済産業省の補助事業として社団法人天然ガス協会が実施した「次世代天然ガス高圧貯蔵技術（ANGAS：Advanced Natural

Gas Storage）開発」において開発された「ライニング式岩盤貯蔵技術」[21]について紹介する。ANGAS は経済的に天然ガスを岩盤内に貯蔵することを目指した技術である。

ANGAS の概念図を**図 2.4.3-15 および図 2.4.3-16** に示す。



内貯蔵概念図（俯瞰図）図 2.4.3-15 「次世代天然ガス高圧貯蔵技術（ＡＮＧＡＳ）」による天然ガス岩盤

出展：第１回次世代天然ガス高圧貯蔵技術開発 プロジェクト評価（事後）検討会（H21.2.12）資料-5 [21]より抜粋

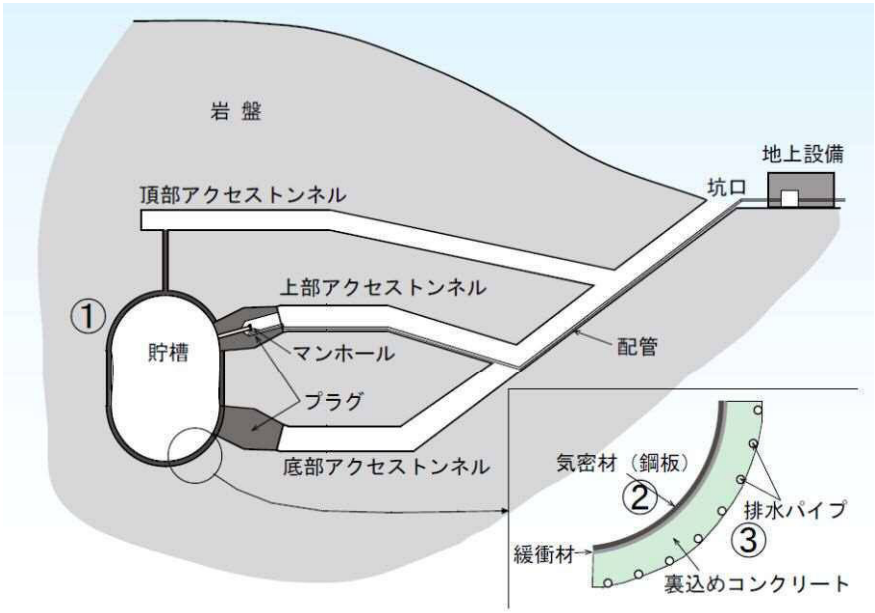


図 2.4.3-16 「次世代天然ガス高圧貯蔵技術（ANGAS）」による天然ガス岩盤内貯蔵概念図

出展：第１回次世代天然ガス高圧貯蔵技術開発　プロジェクト評価（事後）検討会（H21.2.12）資料-5 [21] より抜粋

ANGAS は、いわゆる「硬岩」とされる火成岩類、変成岩類、および白亜紀以前堆の積岩類内に空洞を作成して貯留タンクとするシステムであるが、技術的には以下の特徴がある：

- 貯槽内圧に対する耐圧性は岩盤で支持する（図 2.4.3-16 ①）
- 気密性は気密材（世界初の気密材塑性変形に基づく鋼製ライニング）により確保する（図 2.4.3-16 ②）
- 施工時・内圧解放時に気密材への過剰な外水圧作用を防止する（図 2.4.3-16 ③）

ANGAS の技術的評価を実施するため、岐阜県の神岡鉱山の廃坑道内に、内径 6m X 長さ 10.5m、容積 240m^3 の小規模な鋼製ライニング式岩盤貯槽を設置して実証試験が実施され、類似施設としては国内最高の 20MPa（約 200 気圧）での高圧貯蔵が安全にできることを確認している。

ANGAS は、実用化されれば、枯渇ガス田や帯水層が諸外国と比べ少ない日本国内で、地下の岩盤内に天然ガスを貯蔵できる可能性が増大すると期待される。また、他の貯蔵法と比較し経済的にも優れており、パイプライン網の充実を図ることにより、ガス供給インフラの整備が進むことが期待される。

2)　ガス関連施設の課題

以上、LNG、LPG、および天然ガスについて、受入施設、貯蔵施設、輸送、供給施設などの現況について報告してきた。

本項では、地震災害時などの緊急時での安定的エネルギー供給に対する課題について記述する。

課題抽出に先立って、「エネルギー基本計画」（2014 年 4 月に閣議決定）[22]、および「国土強靭化アクションプラン 2014」（2014 年 6 月に公開）[23]、において、天然ガスについての記述を見てみる。

「エネルギー基本計画」[22]では、第 2 章第 2 節において、一次エネルギー源としての天然ガスの特質について以下のように記述されている：

- 電源の 4 割超を占め、熱源としての効率性が高い。
- 石油と比べて地政学的リスクは相対的に低い。
- 化石燃料の中で温室効果ガスの排出も最も少ない。
- シェール革命により各分野における天然ガスシフトが進行する可能性がある。
- 将来、水素社会の基盤の一つとなってゆく可能性がある。

とあり、今後、ますます重要となってゆくエネルギー源である、としている。

さらに、第 3 章第 7 節では、国内エネルギー供給網の強靭化をめざして、石油・石油製品・LPG の備蓄とともに天然ガスパイプライン網の整備・拡充などが重要であると指摘している。

「国土強靭化アクションプラン 2014」[23]では、大規模自然災害発生後に確保すべきサプライチェーンの中に、電力、石油とともに LPG が挙がっている。石油とともに LPG の国家備蓄の強化や、ガス管の耐震化などがうたわれている。

以上をふまえ、LNG、LPG、および天然ガス（気体）について、それぞれの現況や課題について、サプライチェーン確保の観点から記述する。

(1)　LNG

LNG 受入基地の貯蔵タンクは、上記 1)-(1)-(c)項で示したように、現時点での基数は、地上式が 63%と優勢で、地下タンクの割合は 37%である。緊急時での安定的ガス供給確保のためには、建設コストは増えるが、今後は耐震性に優れる地下式が増えることが望ましい。

なお、1)-(3)-(d)項で示したように、極低温である LNG は経費的に長期間の備蓄には向いていない。

(2)　LPG

LPG は、直接利用できない原油と異なり、ガソリン、軽油、灯油などと同様、家庭用や産業分野において日常的に広く利用されている石油製品のひとつである。こ

のため、災害時に供給が絶たれると日常生活や業務に直ちに影響を及ぼす可能性が高い。緊急時の安定供給を確保するため LPG の国家備蓄および民間備蓄が実施されている。

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大地震の 4 週間後の 2011 年 4 月 4～7 日、神栖備蓄基地から初めて LPG 4 万トン（当時の東北地方の月間消費量の約 4 割に相当）が緊急放出され、緊急時のエネルギー確保として大きな貢献がなされた。

ここで LPG の備蓄についてみてみると、**図 2.4.3-9 に**示す国家備蓄は、現時点（2014 年 3 月末)では 5 基地での備蓄量は計 84 万トン（国内消費の約 28 日分）である。また、民間備蓄計 187 万トン（約 62 日分）であり、両者の総計で 271 万トン（約 90 日分）となる。これは、原油備蓄の 198 日分と比べてまだ半分以下である。LPG についてはさらなる備蓄増強が望ましい。

石油製品の備蓄増強に関しては、東日本大震災後の平成 24 年 2 月 10 日に閣議決定され、同年 9 月 5 日、「災害時における石油の供給不足への対処等のための石油の備蓄の確保等に関する法律等の一部を改正する法律」として公布されている。

ところで、国家備蓄の 5 基地の中で、2 基地が水封式地下岩盤式タンクである。水封式地下岩盤式タンクは、一部の石油備蓄基地でも採用されている方式で、地上式とくらべ、耐震性が高いものと期待されている。実際、地下岩盤式の久慈石油備蓄基地は、東日本大震災の際、地上施設は津波によって壊滅的な被害を被ったのにもかかわらず、地下タンクは無事で原油漏出もなく、安全性が確認されている。

今後、LPG の備蓄基地を増強する場合は、耐震性に優れる地下貯蔵方式の採用が望まれる。

(3) 天然ガス（気体）

天然ガス（気体）については,日本においては国家レベルでの備蓄は実施されていない。実施されているのは、新潟県内の枯渇ガス田で民間石油開発会社によって実施されている地下貯留である【1)-(3)-(d)項参照】。その目的は需要の季節変動に備えることであり、緊急時のガス供給確保ではない。

国内のガス田で生産された天然ガスは不純物を取り除いた後、LNG を気化したガスとともに、敷設されたガスパイプライン網によって、各消費地や工場、発電所などへと供給されている。

東日本大震災時に、日本海側のガス田と太平洋側の仙台市を結ぶ天然ガスパイプライン網が震災時のエネルギー復興に役立った顕著な例があるので紹介する。

(a) 東日本大震災時の新潟～仙台パイプラインによるガス供給[24) 25)]

2011 年 3 月 11 日、東日本大地震後に襲った津波によって宮城県仙台地区の 2 つのガス供給ラインは停止した。その一つは LNG 供給ラインで、仮復興までに 9 ヶ月を要した。もう一つは、新潟から仙台まで敷設されていた天然ガスパイプラインで、付帯設備の一部被害があったものの、地下に埋設されたパイプライン本体は損傷がなかった。このため、パイプラインによる供給ラインの復旧工事は迅速に行われ、地震発生後僅か 10 日後には全量供給が再開された。

このことから、地中に埋設したパイプラインの強靭性が確認されたと同時に、災害時のエネルギー供給確保におけるガスパイプライン網の重要性が確認された。

(b) 天然ガス地下貯蔵拡充の必要性

天然ガスの地下貯蔵は、1)-(3)-(d)項でも述べたように、現状では、法律上、国内で生産された天然ガスしか許可されていない。輸入 LNG を気化した天然ガスにも適応可能とするように法整備をすることが必要である。また、枯渇ガス田の貯留層に天然ガスを圧入するとき、初期圧力（天然ガスの生産を開始した時の貯留層圧力）を越えることは許されていない。地層を破壊する圧力は、坑井を掘削した際に、坑井内貯留層およびシール層での原位置でテスト（Leak-off Test）を実施することにより知ることができる。天然ガスの圧入圧力の上限を、地層を破壊する圧力の、たとえば 80%とか 90%までに制限することにより、圧入の安全性を確保できる。

以上のように地下貯留を輸入 LNG の気化ガスも可能とし、枯渇ガス田での貯留の場合、安全性が確保できる範囲で、圧入圧力を初期圧力より高めることで、貯留量を増やすことができることが期待される。さらに、帯水層での貯留が可能となれば、需要の季節変動用だけでなく、備蓄を目的とした天然ガスの地下貯留の可能性が高くなると期待される。

もし､備蓄可能となれば､パイプライン網の整備と組み合わせることによって、災害発生時のガスサプライチェーンの確保に役立てることができるものと期待される。

(c) 天然ガスパイプライン網の拡充の必要性

現時点での天然ガスパイプライン網（図 2.4.3-4 参照）は、整備されている日本海側のガス田と東北地域および首都圏のルートを除き、まだ不十分である。現状では、災害時、その地域のガス供給インフラが壊滅的な打撃を受けた場合、遠地からの供給ルートが確保できない可能性が大きい。

災害時のエネルギーサプライチェーン確保のためには、天然ガスの地中貯留の拡充とともに、パイプライン網の整備が強く望まれる。

参考文献

1) (一般社団法人)日本ガス協会ホームページ（ガスの生産・消費量）
http://www.gas.or.jp/user/market/production/index.html
2) 東京ガスホームページ（国別の液化天然ガス（LNG）輸入量）
http://www.tokyo-gas.co.jp/kids/popup/pop21.html
3) 日本 LP ガス協会ホームページ（需要の現状）
http://www.j-lpgas.gr.jp/genzai/needs.html
4) 川崎重工(株) ホームページ（川崎重工技報第 154 号 船舶特集号）

https://www.khi.co.jp/rd/tech/154/nj154ts00a.html
5) 大阪ガス(株)ホームページ（都市ガスとしてお届けするまで）
http://www.osakagas.co.jp/company/efforts/eco/clean
6) 東京電力㈱ ホームページ（富津火力発電所）
http://www.tepco.co.jp/cc/pressroom/futtsu-j.html
7) 総合資源エネルギー調査会総合部会 天然ガスシフト基盤整備専門委員会（第 1 回：H24.1.7）資料-6「我が国の天然ガス及びその供給基盤の現状と課題」 資源エネルギー庁
http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/sougou/kiban_seibi/001_06_00.pdf
8) (一般社団法人)日本ガス協会編 「都市ガス事業の現況-2014」
日本の LNG 基地と主要導管網
http://www.gas.or.jp/gasfacts_j/download.pdf
9) JX 日鉱日石エネルギー社編 「石油便覧」2011.12.22（第 6 編第 3 章 3 節）
http://www.noe.jx-group.co.jp/binran/part06/chapter03/section03.html
10) エア・ウォーター(株) ホームページ（LNG 輸送機器）
http://www.awi.co.jp/business/energy/equipment/
11) 石油資源開発(株) ホームページ（国内天然ガス輸送ネットワーク）
https://www.japex.co.jp/business/japan/
12) 日本 LP ガス団体協議会編 「LP ガス読本」2013.3（LP ガスの安定供給）
https://www.nichidankyo.gr.jp/toku/chapter7/7_05.html
13) (一般社団法人)日本ガス協会ホームページ（需要家までのガスの流れ）
http://www.gas.or.jp/user/difference
14) (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構ホームページ(国家石油ｶﾞｽ備蓄基地の場所・容量)
http://www.jogmec.go.jp/library/stockpiling_oil_078.html
15) (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構 JOGMEC News Vol.26 (2011.9)
http://www.jogmec.go.jp/content/300058486.pdf
16) 天然ガス鉱業会 ホームページ（1.国産天然ガス資源）
http://www.tengas.gr.jp/natural-gas_resources.html
17) ガスパイプラインの合理的建設システム-クイックパイプライン工法(QPL 工法)-の開発 苫米地正敏:2003
http://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/123457/1/D_Tomabechi_Masatoshi.pdf
18) (株)ジャペックスパイプライン ホームページ（白石・郡山ライン）
http://www.japex-jpl.co.jp/product/op.html
19) 平成 24 年度 産業・エネルギー基盤強靭性確保調査事業（ガス事業基盤の強靭性確保に関する調査）報告書 ③地下貯蔵施設報告書 資源エネルギー庁
http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2014fy/E003716.zip
20) 総合資源エネルギー調査会総合部会 天然ガスシフト基盤整備専門委員会（第 2 回：H24.2.27）資料-9
http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/sougou/kiban_seibi/002_09_00.pdf

21) 第１回次世代天然ガス高圧貯蔵技術開発　プロジェクト評価(事後) 検討会 (H21.2.12) 資料-5「次世代天然ガス高圧貯蔵技術開発プロジェクトの概要」資源エネルギー庁・他
http://www.meti.go.jp/policy/tech_evaluation/c00/C0000000H20/090212_gas/gas_5_.pdf
22) エネルギー基本計画（H26.4） 資源エネルギー庁
http://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/140411.pdf
23) 国土強靭化アクションプラン（H26.6.3） 国土強靭化推進本部
http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/kkap-honbun-h240603.pdf
24) 総合資源エネルギー調査会総合部会 天然ガスシフト基盤整備専門委員会（第２回：H24.2.27） 資料-6 「東日本大震災時におけるパイプラインの有効性について」 資源エネルギー庁
http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/sougou/kiban_seibi/002_06_00.pdf
25) 同上委員会 資料-9 「天然ガス地下貯蔵の現状と課題について」
http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/sougou/kiban_seibi/002_09_00.pdf

2.4.4 電力関連施設

発電にはいろいろな方法があり、それぞれに長所・短所がある。日本では主に「火力発電」「水力発電」「原子力発電」の長所と短所を上手に組み合わせた方法で電気を供給している。日本のエネルギー自給率はわずか 4%である。この脆弱なエネルギー構造のもと、国内の電気事業は伸び続ける需要や昼夜間における需要格差の拡大といった多くの課題に対応しながら発電が行われている。

このような背景の中で、将来にわたって安定して経済的に電気を供給するためには、ひとつの電源に頼るのではなく、火力、水力、原子力などの発電方式の特性を活かし、バランスよく組み合わせていくことが重要である。これが「電源のベストミックス」である。資源小国である日本で電気を安定して供給するための方法である。

1) 火力発電

(1) 火力発電の仕組み

日本で最も多くの電力を作り出しているのが火力発電で、日本の電力の約 70%を発電している。

火力発電所は石油や石炭、天然ガスなどの化石燃料を燃やし、ボイラーの水を温めて水蒸気を作り出し、蒸気の力でタービンを稼動させて発電する仕組みである。化石燃料を燃やす量で火力の調節がしやすいのが特徴で、エネルギー消費量の多い時間帯にあわせて発電量を変えることができるのが大きな利点である。

原料に化石燃料を利用しているため、資源の枯渇の問題や主な産出国が中東などの情勢不安定な地域であることから、安定した供給が続けられないことが課題である。また、温暖化を促進させる原因の一つにもなっている大量の CO_2 や NO_X などを排出するシステムであるため、環境面での付加が大きな問題になっている。

かつては石油による発電がほとんどであったが、古くはオイルショック、近年では中東の不安定な情勢などが原因で、石油価格が変動しやすいことから、現在は天然ガスと石炭の使用割合が増えてきている。

(2) 火力発電の長所

火力発電の最大の強みは扱いやすさである。電力需要量に応じて発電量を比較的簡単に調整することができるため、電力需要のピーク時には出力を高め、逆に需要が少ないときには出力を下げるというように利用することができる。

- 他の発電方法より発電効率が良い
- 建設費が安い
- 燃料を調整することで発電量を容易に調整できる
- 万が一事故が発生しても、局所的な被害に留まる

(3) 火力発電の短所

短所として地球温暖化の原因となる沢山の CO_2 を排出してしまうという問題点があ

る。近年では技術の進歩により改善されつつあるが、それでもかなりの量を排出していることは否定できない。

・大量の化石燃料を必要とする
・地球温暖化の原因である CO_2 を多量に排出する
・大気汚染の原因となる SO_X や NO_X を排出する
・燃料のほとんどが輸入にたよっている

(4) 火力発電の今後の展望

どのようなモノやサービスにも、長所・短所があり、賛否両論が存在するが、火力発電に関しては既に世界的に主力の発電方法として活用されていることもあり、新しく火力発電所を建設することに反対するというケースは少ない。

課題となるのは、やはり CO_2 を大量に排出することにある。地球温暖化に対する対策として「CO_2 の排出量削減」が謳われているが、火力発電はどうしても火を使うため、全くゼロにするということは不可能である。

それでも近年の技術の進歩の成果もあり、新しい天然ガス（LNG）などを燃料として使うことによって、以前より二酸化炭素の排出量が少なくなっている。これからもしばらくは火力発電が中心となっていく流れは変わらないと考えられるため、CO_2 排出量削減の技術に期待したい。

(5) 老朽化した火力発電

東日本大震災をきっかけに、現在すべての原子力発電所が停止している。この「原発ゼロ」を背景に夏の電力ピーク時には、電力供給を支える全国の火力発電所でトラブルが相次いでいる。

2014 年 6 月末から九州電力の相浦発電所のほか、中部電力の碧南火力発電所、関西電力の御坊発電所、北海道電力の奈井江戸発電所で不具合や温度上昇などのトラブルが発生した。

＜主な火力発電所のトラブル＞

2014 年 6 月 30 日　九州電力・相浦発電所／蒸気漏れで 1 号機が停止
2014 年 7 月 1 日　中部電力・碧南火力発電所／不具合で 2 号機が出力抑制
2014 年 7 月 3 日　関西電力・御坊発電所／トラブルで 1 号機の運転再開を延期
2014 年 7 月 8 日　電源開発・橘湾火力発電所／蒸気漏れで 1 号機が停止

これらはすべて 40 年以上運転している老朽化施設をフル稼働していることにトラブルの原因が考えられる。さらには供給力を確保するため、計画通りに定期検査ができていない現状も見逃せない。

2014 年 7 月、経済産業省は電力会社を通じて火力発電所の総点検を行った結果を公表した。老朽化した火力発電所の計画外停止件数が、電力需給上のリスクになっている状況をふまえ、各電力会社を通じて全 86 ヶ所を対象に点検を実施した。総点検では電力

の需給に影響を及ぼす異常は見つからなかったが、「原発ゼロ」でのピーク時の需給は非常に厳しく「予断を許さない状況であることには何ら変わりない」として、電力各社に老朽火力の巡視点検や事故防止などの対策を求めると同時に、個人や法人などへの節電への協力を呼びかけた。

(6)　高まる化石燃料への依存度と火力発電の負担増

火力発電を支える燃料は、石炭、石油、天然ガス（LNG）などの化石燃料だが、この化石燃料への依存度が震災後は約 6 割から 9 割まで高まっている。

化石燃料への依存度は、2010 年度に 62%まで下がっていたが、震災後の 2013 年度は 88%と石油ショックのときよりも高い依存度になっている。

老朽火力発電所は、震災前の 2010 年度は 53 基であった。これが 2013 年度には 95 基にまで増えた。老朽火力発電所のトラブルは震災前が 101 件だったのに対し、2013 年度には 169 件に増えた。

(7)　CO_2回収・貯留（CCS）

現在、CO_2の排出量削減に関してはさまざまな方法が提案されている。そのひとつであるCO_2回収・貯留（CCS）技術とは、火力発電所や工場などで燃料の燃焼によって排出されるCO_2を排出源から効率よく回収を行い、枯渇した油・ガス田や、地中深くにある石炭層、帯水層などに直接CO_2を圧入して貯留するもので、実用性が高く確実で安全な方法である。日本におけるCO_2貯留可能量は、最大で約 1,500 億 t と見積もられている。これは、日本の年間CO_2排出量の約 100 年分に相当する。

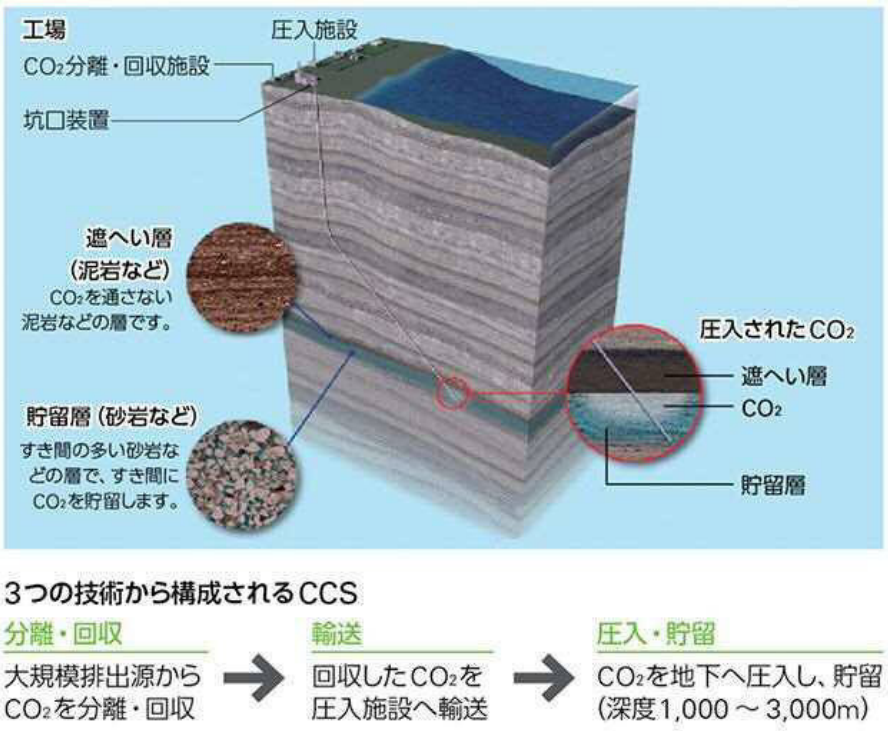


図 2.4.4-1 CCS の概念図

出典：日本 CCS 調査㈱、石油資源開発㈱

(8)　CO_2 分離回収・貯留技術の火力発電所への適用

火力発電では、シェールガスの革命を契機とした天然ガスの利用や、埋蔵量の豊富な低品位石炭の有効利用が注目されている。それに伴い国内でも石炭火力発電所の新規建設が検討されている。火力発電の短所である CO_2 の排出を解決するために、火力発電所に CO_2 分離回収と貯留設備を併設する取り組みが進められている。ここに用いられているのが CCS 技術である。

わが国では 2050 年の CO_2 排出量を 2009 年の約 50%に削減という目標を掲げているが、CCS がこの出削減量の 14%を担う予定である。

火力発電所へ適用する CCS 技術の大規模な実証実験は海外が先行している。カナダバウンダリダムでは年間 100 万 t、アメリカケンバ郡の石炭ガス化コンバインドサイクル発電では年間 350 万 t の回収計画となっている。いずれのプロジェクトでも回収した CO_2 は原油増進回収（Enhanced Oil Recovery）に利用され予定である。

国内では、石炭火力発電所新設の動きもあり、経済産業省と環境省の合意の下、石炭火力発電所新規建設に向けた方針の中に、2030 年までに石炭火力発電所に CCS を導入することを検討するという方針が示された。

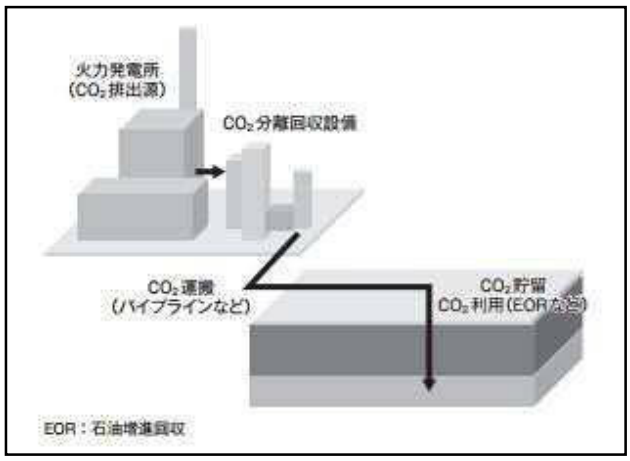


図 2.4.4-2　火力発電所での CCS の概念

出典：東芝レビューVol68 No.11

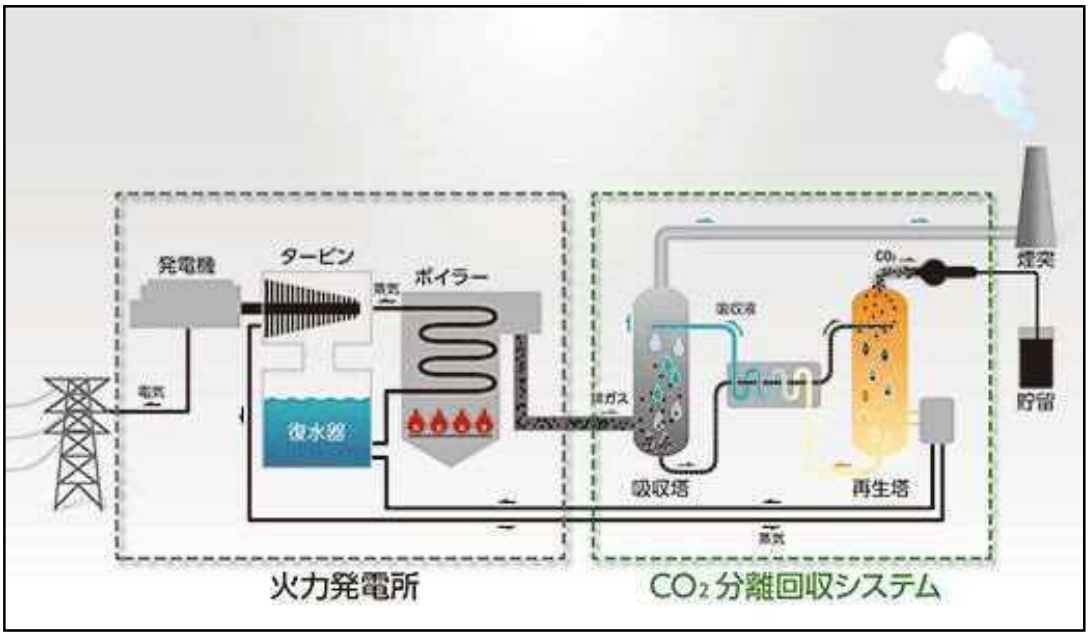


図 2.4.4-3　火力発電所から大気中に放出される CO_2 を分離回収するシステム

出典：㈱東芝「火力発電、CO_2 分離回収」

(9)　原油増進回収（Enhanced Oil Recovery）

CO_2の利用方法はさまざまあるが、その中でもCO_2貯留による地球温暖化対策と原油の増産を同時に可能にする技術として注目されているのが原油増進回収法（EOR）である。これは、発電所や工場から排出されたCO_2を回収してパイプラインなどで油田に送り、油田の油層にCO_2を送り込み、地下に残っている原油を回収するもので、従来は20～30%程度しか回収できなかった原油の回収率を飛躍的に高めることができるようになった。

さらに圧入したCO_2は、そのまま地中に貯留できるため、地球温暖化対策にも大きく貢献することができる。

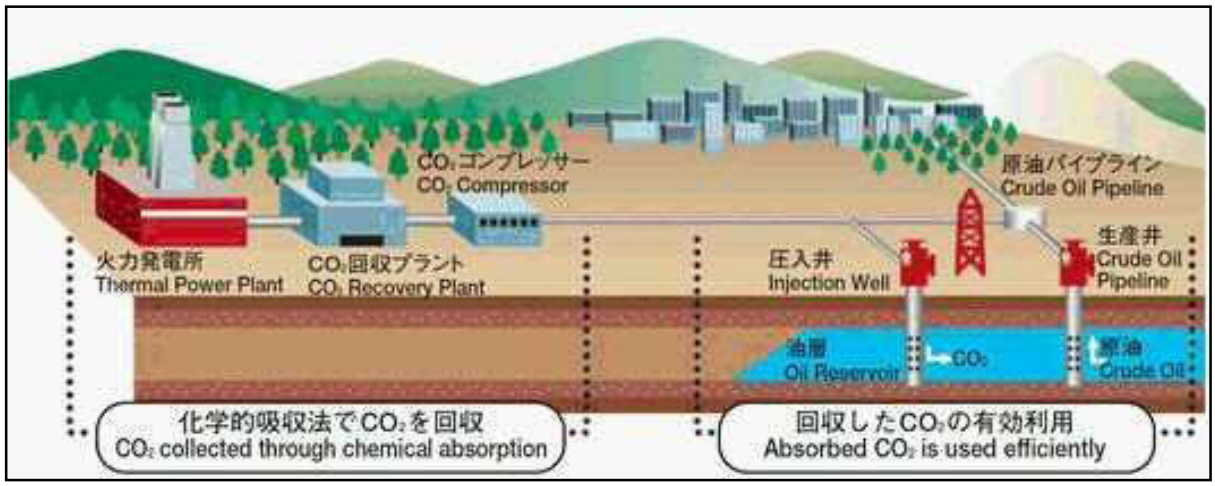


図 2.4.4-4　原油増進回収法（EOR＝Enhanced Oil Recovery）

出典：三菱重工㈱「石油増進回収設備」

2)　水力発電

(1)　水力発電の仕組み

ダムや水流の激しい河川に発電システムを設置して、水の流れるエネルギーを電力に変換する発電方法である。現在の発電供給率は国内生産量の10%程度である。

水力発電の基本的な仕組みは、水が高いところから低いところへと流れる勢いを利用してタービンを回し、発電機を稼動させるものである。河川の落差を利用する方法が一般的で、水路式、ダム式、ダム水路式などの方法がある。最近では海の潮の満ち引きを利用するケースもある。

その他、最近では海や川の波による小さな振動でも発電できる波力発電システムの研究もなされている。

水力発電は温室効果ガスや有害な排出物を発生すことのない環境に優しい発電システムで、無くなることのない純国産エネルギーを活用した発電である。

しかし、火力発電のように電気の需要に合わせて作り出す電力を変化させることができないため、一日の電力すべてを水力発電でまかなうのは難しい。また、一定の水流を保つためには、ある程度の落差が必要となるため、人工的に大規模なダムを建設することになるが、建設場所によっては周辺環境の生態系バランスを崩したり、水質に影響を

及ぼす懸念もある。

(2) 揚水発電

電気の需要に合わせて発電量を調整できる水力発電システムとして揚水発電が利用されている。揚水発電とは、夜間などの電力需要の少ない時間帯の余剰電力を使用して、下部貯水池（下池）から上部貯水池（上池ダム）へ水を汲み上げておき、電力需要が大きくなる時間帯に上池ダムから下池へ水を導き落とすことで発電する水力発電方式のことである。すなわち実質的には、発電だけを目的とする発電所というよりも、電力需要・供給の平準化を狙う蓄電を目的した、ダムを用いる巨大な蓄電池、あるいは蓄電所と言うべきものである。発電する電気量に対し、水を汲み上げるために消費される電気量はおよそ 30%割増ではある。

国内に 40 ヶ所以上、総出力 2,600 万 kw と世界最大規模の施設がありながら、2013 年度の揚水発電所設備利用率はわずかに 3%にしか達していない。

揚水発電の中でも海を下池として行う方法を海水揚水発電という。下池のためのダム建設が省略できるので、建設コストを大幅削減でき開発可能地点も広がるが、海水を利用するため水車や水圧管路にはすぐれた耐食性が要求される。また海生生物や海水を地上に上げることによる環境影響なども考慮しなければならない。現在、電源開発が建設した沖縄のやんばる海水揚水発電所で実証試験が行われている。島であるため水力発電所がほとんどゼロに近い上に他の電力会社との連係が不可能な沖縄電力では、貴重な調整力として活用されている。



図 2.4.4-5　電源開発沼原発電所

出典：ウィキペディア「揚水発電」

(3) 水力発電の長所

水力発電の最大の強みは水という再生可能なエネルギーを使っているという点である。エネルギー資源に恵まれない日本でも、水という資源にはとても恵まれている。二酸化炭素を排出しない環境に優しい発電方法である。

・再生可能エネルギーを利用しているので、外部の影響を受けにくい
・発電時に地球温暖化の原因となる温室効果ガスを排出しない
・酸性雨や光化学スモッグなどといった大気汚染の原因となる酸化物を排出しない
・山が多く（起伏が大）、河川が急勾配の日本に向いている

(4) 水力発電の短所

発電開始後は環境に優しいことがメリットとして挙げられるが、発電所を作る際には

森林など自然環境を破壊してしまう問題点がある。また、ダム建設にかかる費用なども問題視されることが多い。水力発電所は河川の上・中流域にあり、大消費地（都市）からの距離が大きいため､送電設備に多額の経費を要するとともに送電時のロスも大きい。

・多くの場合ダムを建設する必要があり、周辺地域の自然環境を破壊する
・経年とともにダムの湖底に土砂が溜まり発電量が減る
・送電設備に経費を要する
・降水量によって左右される

(5) 水力発電の今後の展望

水力発電は古くから日本でも行われている方式で、かつては火力発電よりも多くの電気を生み出していた。現在は再生可能エネルギーということで、再び脚光を浴びているが、日本ではダムを建設できる場所がもう限られているということもあり、これ以上、積極的にダムが造られる可能性は少ない。一方で、世界ではまだまだ水力発電に適した土地が残っており、今後も水力発電の活用が期待されている。

日本ではダム建設という語句にどうしても自然環境の破壊、莫大な税金のムダ使いといったイメージがあり、ダム建設反対の意見が挙がることも多いが、完成後は二酸化炭素も排出せず、地球環境に優しい発電施設であることだけでなく、同時に治水や用水の利用の面でも役割が大きいといったメリットがある。

(6) 地下調整池による水路式発電所

従来の水路式水力発電所は、河川水をそのまま取水して発電しているため、ピーク対応の電源とはなっておらずベース電源として位置付けられている。

地下調整池を用いた水路式発電所は、夜間（オフピーク時）の河川水を新たに設置する地下調整池に貯留し、昼間のピーク時間帯にピーク発電を行うことができるよう、流れ込み式水力発電所に調整能力を付加した構造である。

地下調整池の構造は、従来の水路式水力発電所の基本的な施設に地下調整池を付加するだけの単純な構造である。導水路の途中もしくは水槽部分に地下調整池を付加し、夜間のオフピーク時の水をこの地下調整池に貯水する。昼間の電力ピーク時にこの水を利用して発電を行い、ピーク時の有効出力の増加と効率向上に伴う発電電力量の増加を図る技術である。

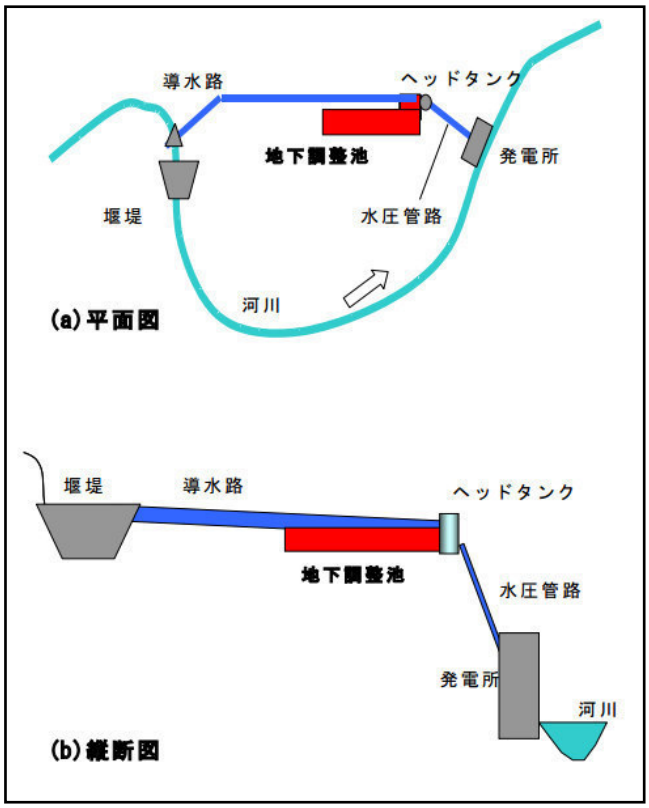


図 2.4.4-6　地下調整池による水路式発電所
出典：(財)新エネルギー財団

3) 原子力発電

(1) 原子力発電の仕組み

原子炉内において、核分裂反応で発生する熱を利用して水を熱し、そこで生まれる蒸気を利用してタービンを回転させるという仕組みの発電方法である。安定して大量の電気を作ることができるが、放射線の管理は厳重に行われなくてはならない。

基本的な仕組みは火力発電とあまり変わらないが、火力発電は化石燃料を使って水を熱して蒸気を発生させ、その蒸気でタービンを回して発電することに対し、原子力発電は化石燃料を使う代わりに、ウランを核分裂させて熱エネルギーを作る点で異なる。

世界各国でこの仕組みが使われており、全世界の電力の約 15%を原子力発電が生み出している。日本でも 2010 年の段階で国内発電の約 20%を担っていたが、東日本大震災による福島第一原子力発電所の事故の影響もあり、今後どう推移していくかは不透明と言える。

(2) 原子力発電の長所

現在、原子力パワープラントに使われているウランは天然ウランを濃縮したもので濃縮ウランと呼ばれ、これを核分裂させて水蒸気を作り、発電させている。濃縮ウランは 3 年ほど核分裂を続けることができるため、少量の資源で長期間エネルギーを生産することができるのが特徴である。

また、火力発電と同様に温室効果の高い水蒸気は生産しているが、CO_2 などの温室効果ガス排出量はほとんどない。そのため、温暖化防止に役立つクリーンエネルギーとして確立させるため、リサイクル方法の研究が進んでいる。

さらに、一定燃料で長期間動かすことができるため、安定したエネルギーの供給が行えることが大きな特徴である。オール電化など、電化製品の利用機会の増加に対応し、大量の電力の供給ができる。

・安定して大量の電力を供給できる
・発電量当たりの単価が安く経済的である（発電コストが最も安い）
・リサイクルにより燃料を繰り返し使うことができる
・発電時に地球温暖化の原因となる温室効果ガスを排出しない
・酸性雨や光化学スモッグなどといった大気汚染の原因となる酸化物を排出しない

(3) 原子力発電の短所

原子力発電の大きな問題点は、放射能を含んだウランを原料としていることである。放射能は土壌や大気をも汚染してしまう危険な物質で、パワープラントの建造物が地震で倒壊したり、老朽化などで漏れ出すとその周辺地域の土壌・大気を汚染して生物が住むことのできない場所に変えてしまうことである。

地震の多い日本における原子力パワープラントは、その対策が非常に重要である。また、放射能を多く含むウランの残りカス「プルトニウム」を地中に埋める以外に適切な処理法方がないことが大きな問題点となっている。

他の発電方法と大きく異なるのは、一旦、事故が発生すると広範囲に長期にわたって

人や動植物に悪影響を及ぼしてしまう点である。そのため厳重な管理が求められる。無事故で安全に運転していても発生する放射性廃棄物の取り扱いは大きな課題である。

・放射線の厳しい管理が必要である
・毒性のある放射性廃棄物を発生する
・核燃料の最後の廃棄物を処分する場所が決まっていない
・事故が起きると周辺地域に多大な被害を与える
・放射線が外部に流出する事態になると、人が発電所に近づくことが難しくなるため、故障箇所の修復が困難となる

(4) 原子力発電の今後の展望

あらゆる発電システムの中で最も「推進派と反対派の対立」が激しいのが原子力発電である。国内でも対立があるが、海外でも両派からの意見が挙がっている。

いわゆる推進派とされている筆頭はフランスである。電力の約 80%を原子力発電で生み出しており、他国への電力輸出や技術輸出も盛んに行われている。その他、アメリカや中国・ロシアなどといった大国も推進国とされている。

逆に反対派の筆頭はドイツである。2022 年までに国内にある全ての原子力発電所を閉鎖すると発表した。また、ベルギーは 2025 年までに、スイスも 2034 年までに、それぞれ脱原発を実現すると発表している。

ヨーロッパ諸国やアメリカ・日本など既に成熟した先進国で、今後急激に電力需要が高まるということは考えにくいが、アジアやアフリカ・中南米の国々では経済発展とともに電力需要が急増することが予測されており、各国で安定した電力供給を実現できる原子力発電の導入の可否が問われている。

(5) 放射性廃棄物の処理

放射性廃棄物の処分方法は、深さや放射性物質の漏出を抑制するためのバリアの違いにより、以下の 4 つに分類される。

① 浅地中トレンチ処分
　人工構築物を設けない浅地中に処分
② 浅地中ピット処分
　コンクリートピットを設けた浅地中に処分
③ 余裕深度処分
　一般的な地下利用に対し十分余裕を持った深度（地下 50～100m）に処分
④ 地層処分
　地下 300m より深い地層中に処分

(a) 余裕深度処分

原子炉内の構造物であるシュラウドやチャンネルボックス使用済制御棒などの低レベル放射性廃棄物のうち放射能レベルの比較的高い廃棄物は、一般的な地下利用に十

分余裕を持った深度への処分（余裕深度処分）が行われることになっている。これは、建造物の基礎や地下鉄、共同溝などの一般的な地下利用に対しても十分に余裕をもった深度に、コンクリートでトンネル型やサイロ型の建造物をつくり、廃棄物を埋設処分する方法である。

低レベル放射性廃棄物のうち放射能レベルの比較的高い廃棄物についても、放射性物質濃度の減衰に応じた段階的な管理が可能であり、数百年の管理期間を経た後には、一般的な土地の利用が可能と考えられている。

(b) 地層処分

地層処分とは、地下深部の地層が本来持っている「物質を閉じ込める力」を利用し、地下深部の地層に高レベル放射性廃棄物を埋設し、人間の生活環境に影響を及ぼさないように長期にわたって安全・確実に隔離する方法である。

地下深部は、地上に比べて、地震、津波、台風等の自然現象による影響がほとんどなく、戦争、テロなどの人的行為による影響も受けにくいという特長がある。

また、地下にある物質は主に地下水によって運ばれるが、地下深部では地下水の動きが極めて遅いため、物質の移動が非常に遅いという特長がある。さらに地下深部では酸素が極めて少ないため、錆びなどの化学反応が抑えられ、物質を変質させにくいという特長もある。

これらの特長により、地下深部は地上に比べ、物質を長期にわたり安定して閉じ込めるのに適した場所と言える。地層処分とは、このような「物質を閉じ込める力」を持っている地下深部の地層に、閉じ込め性をさらに確かなものとするため、以下の工学的対策を施し、高レベル放射性廃棄物を埋設し人間の生活環境から隔離する方法である。

① 再処理した後に残る放射能レベルの高い廃液をガラス固化し、放射性物質をガラスの中に閉じ込める。ガラスは水に溶けにくく、化学的に安定しているという特長を持っている。 また放射性物質はガラスと一体化しているので、ガラスが割れても放射性物質だけが流れ出すことはない。
② 放射性物質を閉じ込めているガラス固化体をさらにオーバパックという鉄製の円筒型容器に密封し、ガラス固化体と地下水が少なくとも 1,000 年間は接触しないようにする。
③ さらにオーバパックの周りを水の透りにくい粘土（緩衝材）で取り囲み、オーバパックが腐食してガラス固化体から放射性物質が地下水に溶け出ても、緩衝材が吸着し、その場所から放射性物質を移動しにくくする。

なお、工学的対策を「人工バリア」、地下深部が持つ物質を閉じ込める力を「天然バリア」と呼び、これらを組み合わせた物質の閉じ込め機能を「多重バリア」と呼んでいる。

廃棄物の種類				廃棄物の例	発生源	処分の方法（例）
高レベル放射性廃棄物				ガラス固化体	再処理施設	地層処分
低レベル放射性廃棄物	発電所廃棄物	高↑放射性レベル↓低	放射能レベルの比較的高い廃棄物	制御棒 炉内構造物	原子力発電所	余裕深度処分
			放射能レベルの比較的低い廃棄物	廃液、 フィルター 廃器材 消耗品等を固形化		浅地中ピット処分
			放射能レベルの極めて低い廃棄物	コンクリート 金属等		浅地中トレンチ処分
	超ウラン核種を含む放射性廃棄物（TRU廃棄物）			燃料棒の部品 廃液 フィルター	再処理施設 MOX燃料加工施設	地層処分 余裕深度処分 浅地中ピット処分
	ウラン廃棄物			消耗品 スラッシュ 廃器材	ウラン濃縮・燃料加工施設	余裕深度処分 浅地中ピット処分 浅地中トレンチ処分 場合によっては地層処分
クリアランスレベル以下の廃棄物				原子力発電所解体廃棄物の大部分	上に示した全ての発生源	再利用/一般の物品としての処分

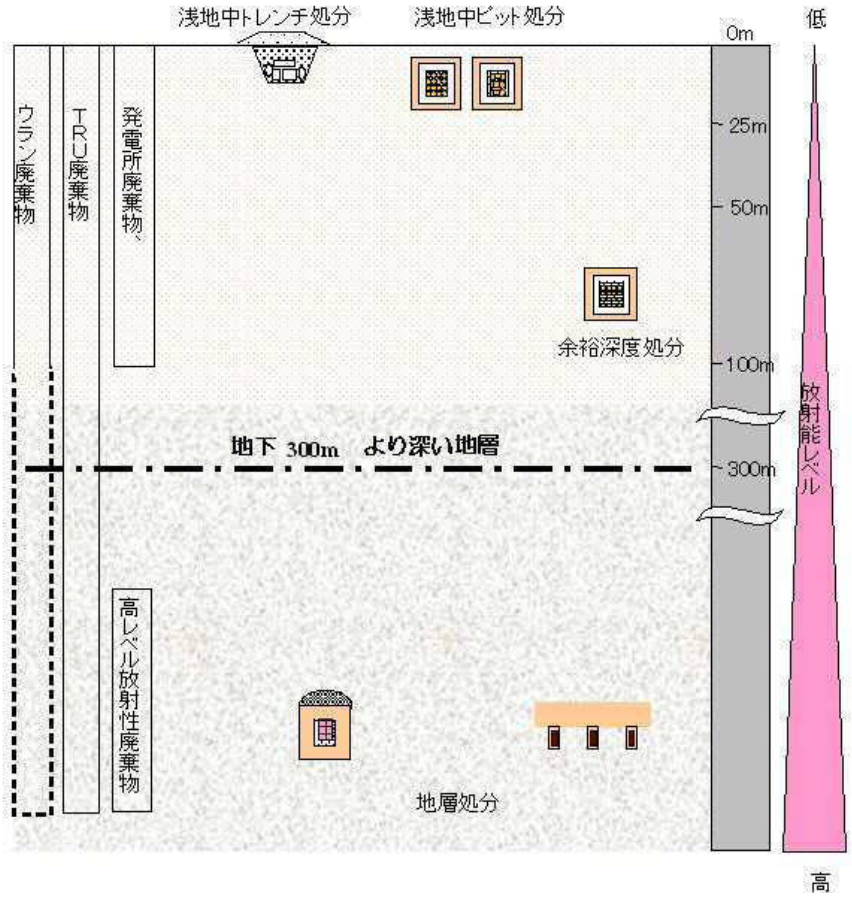


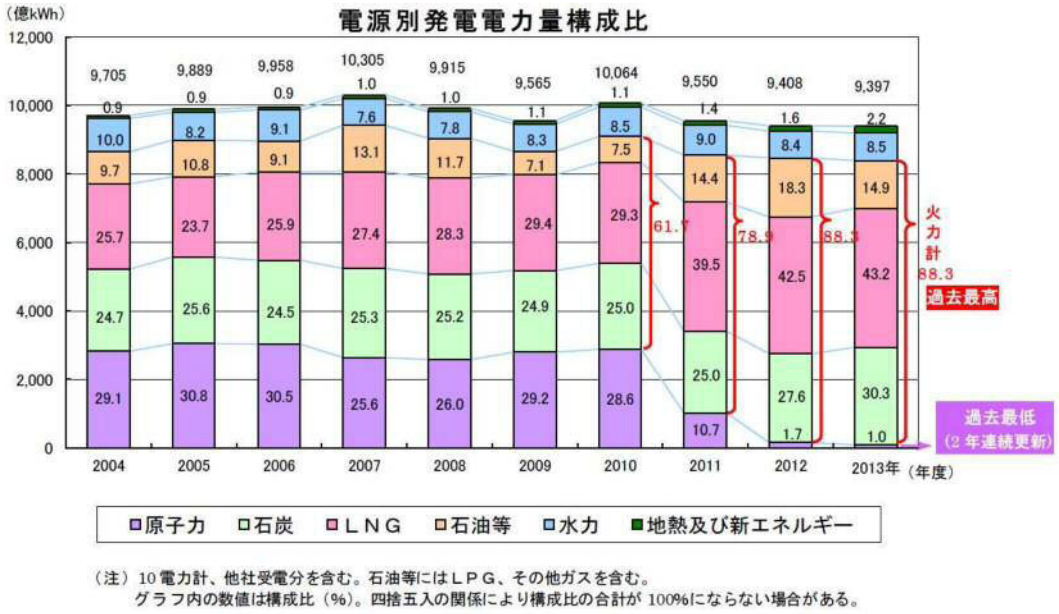
図 2.4.4-7　放射性廃棄物の処分の方法

出典:資源エネルギー庁 放射性廃棄物ホームページ

4)　再生可能エネルギー

日本は四方を海に囲まれ南北に約 3,000km 以上広がる国土を持ち、その約 7 割が森林であり、多数の火山を有するなど多様な自然に恵まれている。自然の有するエネルギーを生かした再生可能エネルギーのポテンシャルが高い国である。

再生可能エネルギーは、太陽光、風力、地熱、中小水力、バイオマスなど多様な形態のエネルギーを人為的に利用しやすいように電気や熱に変換するものであり、我が国の発電総量の約 10%を占めている。そのうち水力が大半を占めており、太陽光などによる発電量は全体の 2.2%程度である。（2013 年度実績）



（注）10 電力計、他社受電分を含む。石油等にはＬＰＧ、その他ガスを含む。
グラフ内の数値は構成比（%）。四捨五入の関係により構成比の合計が 100%にならない場合がある。

図 2.4.4-8　電源別発電電力量構成比(2004 年度-2013 年度)

出典：電気事業連合会ホームページ
http://www.fepc.or.jp/about_us/pr/pdf/kaiken_s1_20140523.pdf

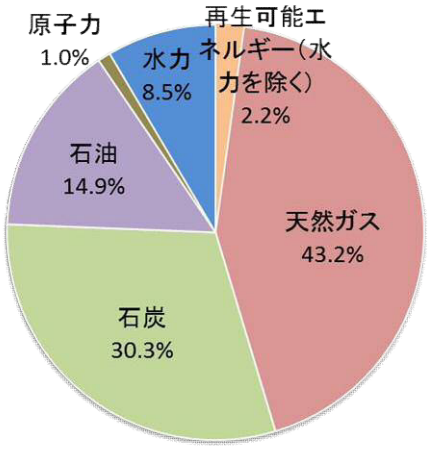


図 2.4.4-9　我が国の発電電力量の構成(2013 年度)

出典：再生可能エネルギーを巡る現状と課題（資源エネルギー庁）

以下に再生可能エネルギーの特色を記す。

・化石燃料に依存しない自然由来のエネルギー
・温室効果ガスを排出しない低炭素エネルギー
・海外からの資源に依存せず、国内で生産できるエネルギー
・低コスト化、高効率化に向けた技術開発が求められる
・太陽光、風力については、電力の安定供給能力に課題がある

国は再生可能エネルギーの普及を図る目的で 2003 年より RPS 制度（電力事業者への再生可能エネルギー導入量義務づけ制度）を運用、その後、再生可能エネルギーのさらなる普及を目的に 2012 年 7 月に全量固定買取制度（FIT（feed-in Tariff））を導入した。

FIT の対象は、太陽光、風力、水力、地熱、バイオマスの５つのエネルギーであり、RPS 制度と異なり、電力事業者以外の事業者や個人が発電した電力も買い取る制度である。FIT 制度開始当初より事業性が有利な太陽光発電の普及が加速的に進んでいる。

買い取り価格は毎年見直しが行われているが、太陽光発電については唯一買い取り価格が引き下げられている。

各再生可能エネルギーの特徴などについて表 2.4.4-3 に示す。

表 2.4.4-1　再生可能エネルギー技術の特徴

	概要	長所	短所
太陽光	・太陽の光のエネルギーを電気エネルギーに変換 ・日本での平均稼働率は12%	・日中電力需要の多いときに発電（ただし気温が高いと効率低下。真夏のピークカット効果は限定的） ・建物の屋根や壁面などに設置可能	・夜間や悪天候時には発電できない ・建物の耐震性能により設置不可の場合も ・広大な土地が必要 ・廃棄の際の循環負荷。特に住宅用は不法投棄の懸念も
風力	・風の力で風車を回して発電 ・平均稼働率は20%（陸上風力の場合。洋上は30%） ・世界で唯一の「浮体式洋上風力」が福島県沖で実証実験中	・時間帯・天候に関係なく風が吹けば発電できる	・日本で安定した風が吹く場所は北海道、東北の一部のみ ・鳥などが羽根にぶつかり死んでしまうことも ・回転する羽根の影による明暗や騒音・低周波音の被害（陸上）、漁業への影響（洋上） ・出力の振れ幅が大 ・送電網整備に莫大なコストが必要
地熱	・地中深く（地下数百mから3km程度）から取り出した蒸気で発電 ・平均稼働率は80%	・安定的に発電 ・地熱発電のタービン製造に関しては、日本メーカー3社で世界シェアの7割を占める ・日本は、アメリカ、インドネシアに次いで世界第3位の地熱資源量（2,347万kW）を保有	・資源量の約8割は自然公園の中。自然保護と開発のバランスが必要 ・送電網整備に莫大なコストが必要 ・開発に長いリードタイム（通常10年以上）と大きな初期投資が必要 ・温泉資源の枯渇を心配する温泉事業者との調整が必要

	概要	長所	短所
中小水力	・水の流れで発電 ・平均稼働率は60%	・ビル内の水循環や農業用水など、小さい流量や落差を有効活用	・水利権との調整が必要 ・細かいゴミを取り除くなど維持管理に手間
バイオマス	・動植物から生まれる生物資源を使って発電 ・平均稼働率は80%	・木質・建築廃材、食品廃棄物・生活廃棄物、農産物・農業廃棄物・家畜の排泄物など資源の有効活用が可能 ・燃料調達に手間がかかるため地域に雇用を生む ・人間がコントロール可能	・未利用材を使う場合には、既存用途との競合が懸念（食料・木材など）

出典：「誤解だらけの電力問題：竹内純子著(p27)」（㈱ウェッジ）

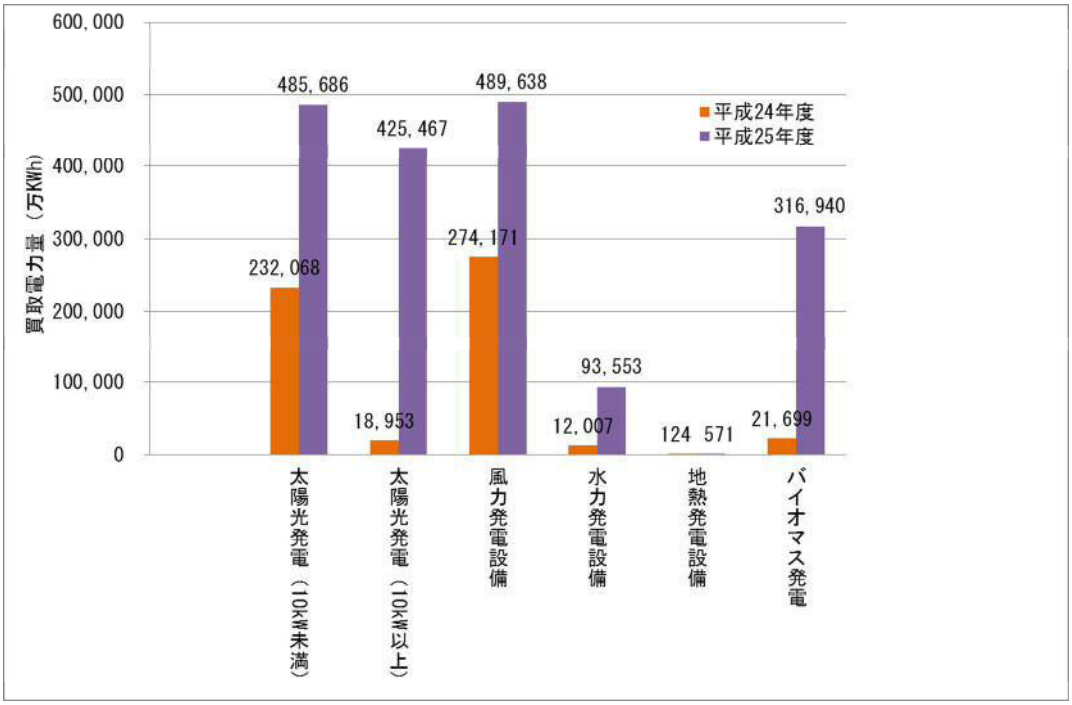


図 2.4.4-10　FIT における各再生可能エネルギーの発電電力量の買取実績

出典：なっとく！再生可能エネルギー各種データの公開のデータを元にグラフを作成
http://www.fit.go.jp/statistics/public_sp.html

表 2.4.4-2　再生エネルギーの調達価格（税抜き価格）（平成 24,25,26 年度）

再生可能エネルギー発電設備の区分等			平成24年度	平成25年度	平成26年度	調達期間（年）
			調達価格（円/kWh,税抜）			
太陽光	出力10kW未満	単独で設置する場合	40.00	38.00	37.00	10
		自家発電設備等を併設する場合 ※当該発電設備等により供給される電気が再生可能エネルギー電気の供給量に影響を与えるもの	34.00	31.00	30.00	10
	出力10kW以上		40.00	36.00	32.00	20
風　力	出力20kW未満		55.00	55.00	55.00	20
	出力20kW以上	洋上風力※1以外	22.00	22.00	22.00	20
		洋上風力	—	—	36.00	20
水　力	出力200kW未満	特定水力※2以外	34.00	34.00	34.00	20
		特定水力	—	—	25.00	20
	出力200kW以上1,000kW未満	特定水力以外	29.00	29.00	29.00	20
		特定水力	—	—	21.00	20
	出力1,000kW以上30,000kW未満	特定水力以外	24.00	24.00	24.00	20
		特定水力	—	—	14.00	20
地　熱	出力15,000kW未満		40.00	40.00	40.00	15
	出力15,000kW以上		26.00	26.00	26.00	15
バイオマス	1.バイオマスを発酵させることによって得られるメタンを電気に変換する設備		39.00	39.00	39.00	20
	2.森林における立木竹の伐採又は間伐材により発生する未利用の木質バイオマス（輸入されたものを除く。）を電気に変換する設備（１の設備及び一般廃棄物発電設備を除く。）		32.00	32.00	32.00	20
	3.木質バイオマス又は農産物の収穫に伴って生じるバイオマス（当該農産物に由来するものに限る。）を電気に変換する設備（１、２及び４の設備並びに一般廃棄物発電設備を除く。）		24.00	24.00	24.00	20
	4.建設資材廃棄物を電気に変換する設備（１の設備及び一般廃棄物発電設備を除く。）		13.00	13.00	13.00	20
	5.一般廃棄物発電設備又は一般廃棄物発電設備及び１から４の設備以外のバイオマス発電設備		17.00	17.00	17.00	20

出典：平成 24(25,26)年度再生可能エネルギー固定価格買取制度における調達価格・調達期間のお知らせ（東京電力資料）等をもとに作成

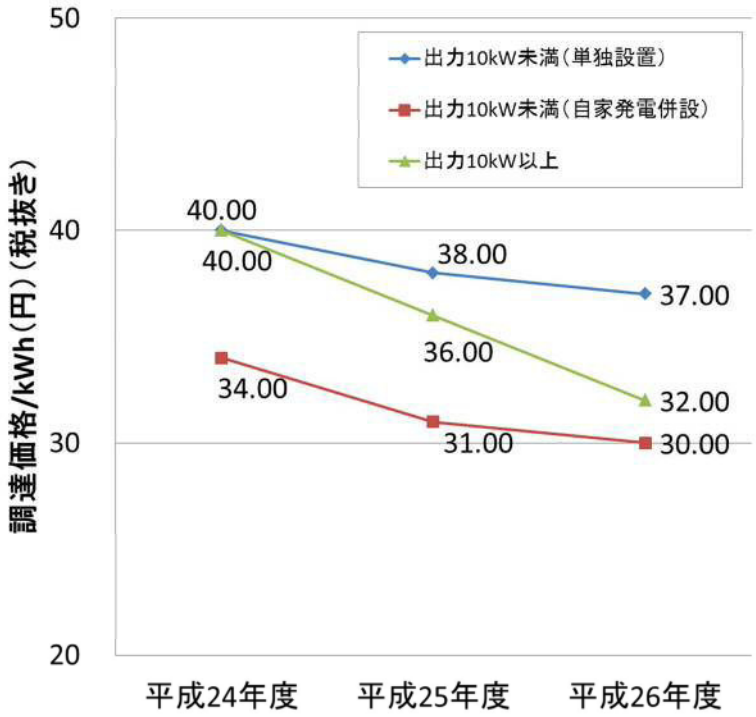


図 2.4.4-11　太陽光発電の調達価格推移

出典：平成 24(25,26)年度再生可能エネルギー固定価格買取制度における調達価格・調達期間のお知らせ（東京電力資料）をもとに作成

以下に、太陽光、風力、地熱、バイオマス、中小水力の概要などを示す。

(1) 太陽光発電

(a)概要

我が国では 1970 年代のオイルショック以降、国産エネルギーとして期待の高まる太陽光発電の技術開発が進み、国・地方自治体の助成により普及を進めてきた。しかし 2005 年に新エネルギー財団の補助事業終了とともに太陽光パネルの販売量は低下していった。2009 年には環境省が温暖化対策効果のある太陽光発電の経済効果の試算や余剰電力買取制度が開始され再び国内での太陽光発電が普及し始めた。2012 年 7 月の FIT 制度導入により、非住宅分野（いわゆるメガソーラーなど）の導入が加速し現在に至る。

表 2.4.4-3　再生可能エネルギー導入拡大施策の変遷

年	拡大施策	内容
1997 年～	補助金	新エネルギーの導入事業を行う民間事業者に対し、費用の一部を補助する等の制度。
2003 年～	RPS 制度	電気事業者に一定量の再生可能エネルギー電気の調達を義務づけ（価格は未固定）。2012 年まで実施

2009 年～	余剰電力買取制度	500kW 未満の太陽光について、電気事業者に国が定めた調達価格･調達期間での再生可能エネルギー電気の調達を義務づけ。
2012 年 7 月～	固定価格買取制度 (FIT)	太陽光・風力・水力・地熱・バイオマスについて、電気事業者に、国が定めた調達価格・調達期間での再生可能エネルギー電気の調達を義務づけ。

出典：再生可能エネルギーを巡る現状と課題（資源エネルギー庁）

(b)課題

・発電量の安定化問題

太陽光パネルは、国内どこでも自然エネルギーを利用することによりエネルギーを国産することができる。一方で、天候、日射条件により出力が左右される不安定電源でもある。

今後は、蓄電池や水素への変換などによる技術開発の進展により出力の安定化が求められる。

・機器類の廃棄・リユース問題

太陽光発電パネル、パネル架台、パワーコンディショナー（直流・交流変換装置)、蓄電池、送電設備など機器構成がシンプルである。一方、20 数年後の耐用年数経過後に一斉に廃棄されることとなり、素子など機器のリサイクル技術が求められる。また、特に海外製品を長期間使用した経験が少ないため今後想定外の故障などが生じることが懸念される。

・今後の普及拡大可能性について

FIT 価格は 40 円から 32 円へと見直された。立地、発電効率かなどからみて 32 円が事業性成立の限界とみられている。一方、立地適地として安定した発電の可能性が高い耕作放棄地や休耕田など農地への設置が期待されている。農地法との調整が今後の課題となる。

(2) 風力発電

(a)概要

環境省が 2011 年に公表した再生可能エネルギー潜在量調査では、国内における再生可能エネルギーの内、風力発電の可能性が圧倒的に高いことが明らかになった。

発電は、開発規模により火力発電並みの 10 円/kWh と低コストでの発電が見込まれる発電技術であり、国内では 1990 年代より設置箇所数が増加し、2014 年 3 月現在、陸上における風車基数は約 1900 本、発電所約 500 カ所存在する。

風力発電の適地は偏西風等を活かせる北海道、東北地方（北緯 40 度以北）が適地である。しかし、この地域では電力需要が少なく、送電網の発達も脆弱であるため、電力生産適地と消費条件が相反する結果となっている。

表 2.4.4-4　再生可能エネルギーの潜在的な導入可能量

	潜在的な導入可能量	現在の設備能力
風力	19 億 kW	270 万 kW
非住宅用の太陽光	1.5 億 kW	500 万 kW （住宅用含む）
住宅用の太陽光	2.07 億 kW※1	－
中小水力	0.14 億 kW	955 万 kW※2
地熱	0.14 億 kW	53 万 kW

※1　2004 年 NEDO 試算値

※2　出力 3 万 kW 以下の数値、出力 1000kW 以下は 20 万 kW

出典：再生可能エネルギーの真実（山家公雄　ｴﾈﾙｷﾞｰﾌｫｰﾗﾑ　p35）

洋上風力は、陸上風力と比較して、生活環境に大きな影響を与える騒音・景観などの問題が生じにくく、まだ工事用道路などによる森林破壊などが少ない。四方を海に囲まれた日本においては設置エリアも広大であり、今後の技術開発が期待されている。

構造形式としては、海底に固定する着床式と、海中に浮かべる浮体式の 2 種類がある。これまでの実績では世界的にみても着床式が大半である。

国内では、平成 25 年度に長崎県五島列島沖で浮体式の実験機(100kW)が、千葉県銚子沖で着床式の実証機(2,400kW)が稼働し始めた。その他、福島沖や北九州沖で実証事業が行われている。

また、平成 26 年度より洋上風力の FIT 調達価格が新設された。



図 2.4.4-12　洋上風力発電の実証事業実施状況

出典：再生可能エネルギーを巡る現状と課題（資源エネルギー庁）

(b)課題

風力発電の課題は、陸上式では、効率向上、低コスト化、メンテナンス手法、

環境アセスメントの迅速化、そして農地利用の促進などが上げられる。

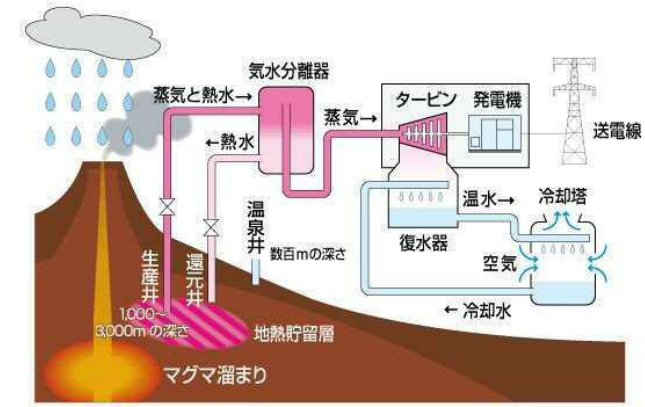
また、洋上風力発電の課題としては、洋上の利害関係（漁業者、航路）、環境アセスメント、施工問題（専用の作業船がほとんど存在しない。港湾に設置の場合の地耐力向上など）、事業性確保、オペレーション技術の向上、撤去時のルールなどが上げられる。

また、陸上、洋上ともに環境アセスメント（騒音、振動、景観、動物への影響、道路開発など）の対象になっており、計画地の立地によっては手続きに数年が必要となり、開発推進の逆風となっている。今後、環境アセスメントの手続き期間の短縮化（現行で 3-4 年程度）が求められる。なお、経産省と環境省は平成 26 年度に環境アセスメントの短縮化を目的とした前倒環境調査の実証事業を行っており、今後の風力発電事業実施の加速化が期待されている。

(3) 地熱発電

(a)概要

日本は、アメリカ、インドネシアに次ぐ世界第三位の地熱資源量（約 2,340 万 kW）保有国である。地熱発電は、発電コストも比較的低く、安定的に発電できることから、再生可能エネルギーの中でもベースロード電源を担うものとして期待されている。発電方式には、図 2.4.4-6 に示すように「蒸気発電方式（フラッシュ発電方式）」と「バイナリー発電方式」がある。



地熱発電は地中の地熱貯留層より井戸を通じて地熱流体を取り出し、その蒸気を利用してタービンを回し発電する。
天然蒸気で直接タービンを回す「蒸気発電方式」と地熱が低温時には水より沸点の低い媒体と熱交換し、その媒体の蒸気でタービンを回し発電する「バイナリー発電方式」の２つの方式がある。

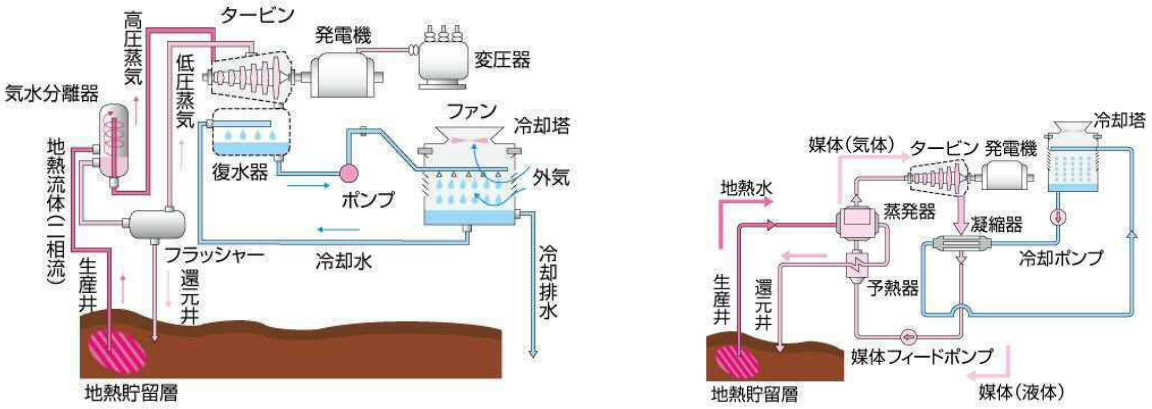


図 2.4.4-13　地熱発電の仕組み

出典：JOGMEC ホームページ http://geothermal.jogmec.go.jp/index.html

現在国内では1999年に東京電力が東京都八丈島町に設置した3,300kWの発電所など17カ所、52万kWの地熱発電所が稼働している。



図 2.4.4-14　日本の地熱発電所位置図

出典：JOGMEC ホームページ http://geothermal.jogmec.go.jp/geothermal/japan.html

表 2.4.4-5　日本の地熱発電所

発電所名		発電部門	蒸気供給部門	認可出力 (kW)	発電方式 (※)	運転開始 年月
電気事業用	森	北海道電力㈱	北海道電力㈱	25,000	DF	1982.11
	松川	東北水力地熱㈱	東北水力地熱㈱	23,500	DS	1966.10
	澄川	東北電力㈱	三菱マテリアル㈱	50,000	SF	1995.03
	葛根田	東北電力㈱	東北水力地熱㈱	50,000 (1号) 30,000 (2号)	SF SF	1978.05 1996.03
	上の岱	東北電力㈱	東北水力地熱㈱	28,800	SF	1994.03
	鬼首	電源開発㈱	電源開発㈱	15,000	SF	1975.03
	柳津西山	東北電力㈱	奥会津地熱㈱	65,000	SF	1995.05
	八丈島	東京電力㈱	東京電力㈱	3,300	SF	1999.03
	滝上	九州電力㈱	出光大分地熱㈱	27,500	SF	1996.11
	八丁原	九州電力㈱	九州電力㈱	55,000 (1号) 55,000 (2号) 2,000	DF DF B	1977.06 1990.06 2006.04
	大岳	九州電力㈱	九州電力㈱	12,500	SF	1967.08
	大霧	九州電力㈱	日鉄鹿児島地熱㈱	30,000	SF	1996.03
	山川	九州電力㈱	九州電力㈱	30,000	SF	1995.03
自家用	大沼	三菱マテリアル㈱	三菱マテリアル㈱	9,500	SF	1974.06
	杉乃井	㈱杉乃井ホテル	㈱杉乃井ホテル	1,900	SF	2006.04
	九重観光ホテル	(合)九重観光ホテル	(合)九重観光ホテル	990	SF	1998.04
	霧島国際ホテル	大和紡観光㈱	大和紡観光㈱	100	SF	2010.11
合計				515,090		

※発電方式　DS:ドライスチーム　SF:シングルフラッシュ　DF:ダブルフラッシュ　B:バイナリー

出典：JOGMEC ホームページ
http://geothermal.jogmec.go.jp/geothermal/japan.html

(b)課題

地熱発電の適地は、国立・国定公園内が多いため、公園内での開発と自然環境保全の調整が求められる。環境省は平成 24 年 3 月に国立・国定公園内における地熱開発の取り扱いについて、下記に示す基本的な考え方を発表した。

・特別地域等の国立・国定公園の自然環境保全上重要な地域などでの開発は原則認めない。

・温泉関係者や自然保護団体など地域の関係者との合意に基づく計画策定が必要

・周辺自然環境への影響が小さい小規模発電や既存温泉水を利用するバイナリー発電など、地産地消などについては積極的に進める。

さらには、発電後の熱水を有効にカスケード利用する技術、利用策が求められている

地熱発電の開発は調査から電力供給開始まで 10 年以上と長期間に及ぶため、事業者を支援する仕組みが必要となる。その一環で風力発電と同様に環境アセスメントの迅速化が求められる。



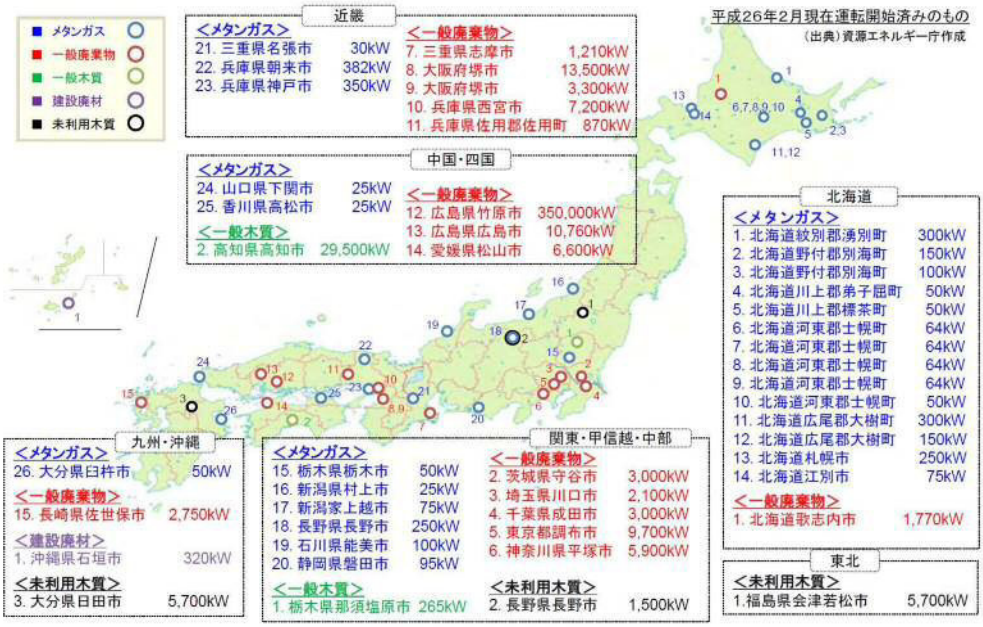
図 2.4.4-15　地熱発電の開発取り組み状況

出典：再生可能エネルギーを巡る現状と課題（資源エネルギー庁）

(4) バイオマスエネルギー

(a)概要

バイオマスエネルギーは、ゴミ処理、家畜由来の糞尿、林業で排出される間伐材などの未利用木材など、これまで廃棄されていたゴミを資源として有効に発電利用するものである。出力変動も少なく、設備の利用率も高い、比較的安定した電源である。現在、FIT 制度で認定されたバイオマス発電は 110 件、そのうち 47 施設が稼働している。



バイオマス種別	認定発電所数	発電量(kW)
メタンガス	26	3,188
一般廃棄物	15	421,660
一般木質	2	29,765
建設廃材	1	300
未利用木材	3	12,900
合 計	47	467,813

図 2.4.4-16 FIT 認定され稼働中のバイオマス発電施設（H26 年 2 月現在）

出典：再生可能エネルギーを巡る現状と課題（資源エネルギー庁）

(b)課題

バイオマス発電は、出力変動が少ない安定した電源であるが、一方で発電の燃料となる廃棄物などの材を安定的に調達する仕組みが不可欠である。

畜糞によるメタン発電は、燃料発生が安定している点、さらに燃料発生場と発電施設の場を近接することで効率的に発電することが可能である。今後の施設の低コスト化や維持管理費の低減が求められる。

未利用木質バイオマス発電は、マテリアル利用や製紙原料として使用可能な材を焼却利用することに対することについて資源の有効利用に反するとの見方もある。また国産チップ材の不足により、輸入外材チップ材に依存する発電設備などの事例も見られる。

安定的な事業性を確保するためには、熱の有効利用技術の開発、仕組みが求められる。

(5) 水力（中小水力）

(a)概要

水力発電施設の優である大規模ダムは、その立地的条件などにより国内での開発は終焉を迎えている。一方で中小規模の水力発電施設については、安定電源、分散型電源として地産地消型の電源として期待されている。

FIT 制度では 30,000kW 以下が「中小水力」と位置づけられた。これは、自然環境への負荷が比較的少ないことや、国内におけるポテンシャルの高さから設定されたと推測される。2014 年 2 月時点で 136 件が認定を受けており、そのうち 79 施設が運転を開始している。

表 2.4.4-6　出力別抱蔵水力

出力区分	既開発			工事中			未開発		
(kW)	地点	出力 (kW)	電力量 (MWh)	地点	出力 (kW)	電力量 (MWh)	地点	出力 (kW)	電力量 (MWh)
1,000未満	512	216,536	1,355,109	13	5,343	23,980	371	242,190	1,218,611
1,000～3,000	425	757,158	4,239,429	4	7,841	41,085	1,230	2,261,300	9,176,677
3,000～5,000	166	623,750	3,298,994				523	1,961,900	7,887,463
5,000～10,000	285	1,929,780	9,852,019	3(1)	20,820	102,111	337	2,265,700	9,079,050
10,000～30,000	366	6,109,300	28,175,560	2	40,800	152,425	207	3,280,900	12,195,326
30,000～50,000	90	3,411,600	15,168,749				21	801,900	2,610,500
50,000～100,000	66	4,312,690	16,672,892	2(2)	116,000	557,553	14	879,100	2,353,400
100,000以上	26	4,917,600	13,958,112	1	153,400	255,600	3	378,000	1,109,000
計	1,936	22,278,414	92,720,864	25(3)	344,204	1,132,754	2,706	12,070,990	45,630,027
平均		11,507	47,893		15,646	51,489		4,461	16,863

出典：資源エネルギー庁ホームページ

http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/electric/hydroelectric/database/energy_japan006/

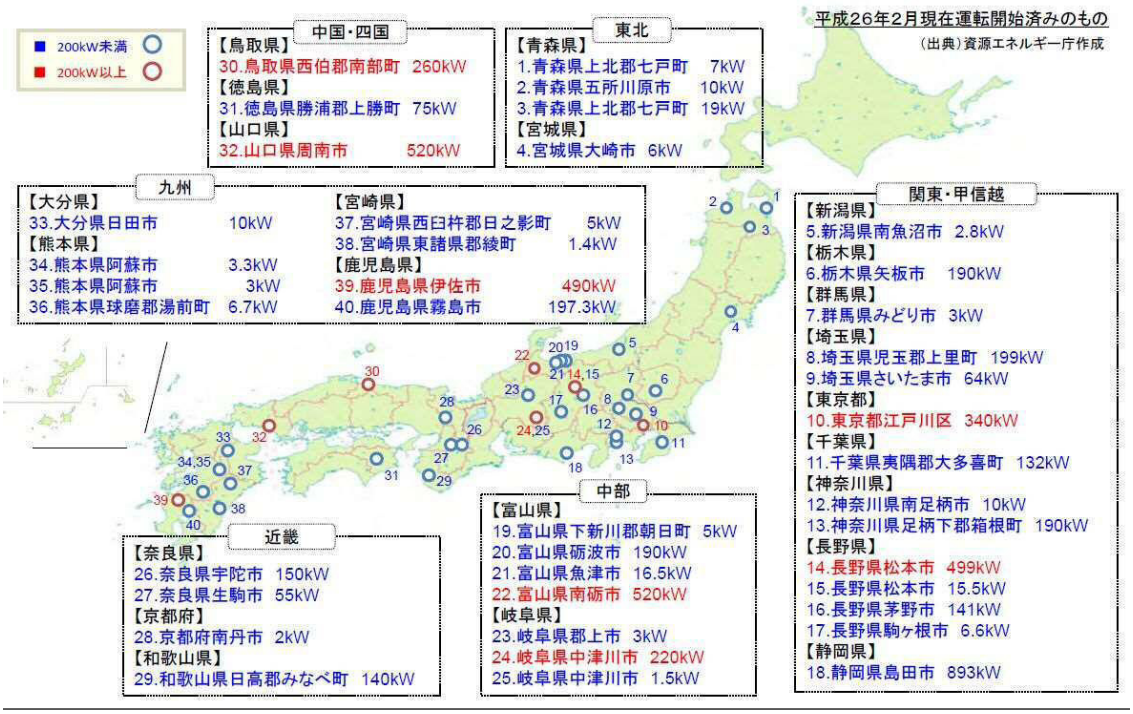


図 2.4.4-17　中小水力稼働状況（平成 26 年 2 月現在）

出典：再生可能エネルギーを巡る現状と課題（資源エネルギー庁）

(b)課題

小水力発電は、大規模ダム開発と異なり、既存水路を利用するなど自然環境への負荷が小さい開発で済む。そのため環境アセスメントなどの対象となるものが少ない。環境アセスメントの対象は、2.25 万 kW 以上。一方、水利権にかかわる規制緩和や、慣行水利権との調整方法に関する新たな仕組みが求められる。

また、発電設備について、高効率化、低コスト化のための技術開発や実証事業を進めることで、地産地消、地域で運営する発電事業の展開が期待される。

(6)再生可能エネルギー普及の課題

2012 年 7 月から FIT 制度が導入され、再生可能エネルギーの加速度的な普及が期待されたが、制度導入から 2 年が経過した 2014 年後半に大きな問題が生じた。

全国各地で導入のしやすさ等から、太陽光発電の申請が増加し、国が申請を認可した結果、電力事業者各社が太陽光発電による電力供給の不安定さを理由に受け入れを一時見合わせる事態となった。（北海道、東北、四国、九州、沖縄の電力 5 社が受け入れを見合わせた）

経済産業省では、この事態を受け、各事業者間での電力融通などで調整する仕組みも含め、FIT 制度を見直し始めている。

一方で、新たに電力事業に参入した新電力会社が発電能力不足（電力供給量の確保）を補うために、既存の電力事業者の買い取り価格よりも高値で買い取るサービスを始めつつある。例えば、ＮＴＴスマイルエナジー社が東京電力の買取価格よりも 1 円

/kwh 以上高値で買い取り、新電力会社エネットへ転売するなどの動きが出ている（参考：朝日新聞 2015 年 1 月 28 日）。このように電力自由化に伴い再生可能エネルギーでつくられた電力に新たな価格が形成されることにより、再生可能エネルギーの一定量の普及が期待される。

参考文献

1) CCS のしくみ（日本 CCS 調査㈱）
2) CCS（CO_2 回収・貯留）（石油資源開発㈱）
3) 火力発電 CO_2 分離回収（㈱東芝 電力システム社）
4) CO_2 分離回収技術の火力発電プラントへの適用：江上法秀、鈴木健介、岩浅清文（東芝レビューVol.68 No11（2013））
5) 石油増進回収設備（三菱重工㈱）
6) 水力資源有効活用技術開発調査（報告書）平成 17 年度「地下調整池の基本概念」（経済産業省 資源エネルギー庁、財団法人 新エネルギー財団）
7) 放射性廃棄物ホームページ（経済産業省 資源エネルギー庁）
8) エネルギー白書 2014（経済産業省編）
9) 再生可能エネルギーを巡る現状と課題（資源エネルギー庁）（平成 26 年 6 月 17 日）
10) 誤解だらけの電力問題：竹内純子著（㈱ウェッジ）
11) 再生可能エネルギーの真実：山家公雄（㈱エネルギーフォーラム）

2.4.5　水素エネルギー関連施設

2014年4月に閣議決定されたエネルギー基本計画(第4次)において水素社会にかかる言及があり、水素は一次エネルギー源から様々な方法で製造でき、気体、液体、固体というあらゆる形態で貯蔵・輸送が可能であり、利用方法次第では高いエネルギー効率、低い環境負荷、非常時対応等の効果が期待され、将来の二次エネルギーの中心的役割を担うことが期待されるとしている。

また、経済産業省では2014年6月に水素社会の実現に向けた取組の加速に向けた水素・燃料電池戦略ロードマップを策定し今後の取組の道筋を示しており、家庭用燃料電池(エネファーム)の普及拡大、燃料電池自動車市場の整備に加え、水素発電の本格導入といった水素需要の拡大やその需要に対応するための水素サプライチェーン構築の必要性を述べている。

このように政府が水素社会の実現に向けた取組を明確に示す中、水素に対する国民の関心も高まってきている。

水素の導入に向けて、様々な要素技術の研究開発や実証事業が多くの主体によって取り組まれてきているが、水素を日常の生活や産業活動で利活用する社会、すなわち水素社会を実現するためには、技術面、コスト面、制度面、インフラ面で未だ多くの課題が存在しており、現状と課題についてまとめた。

1)　水素とは

水素は、原子番号1、元素記号Hである。無色無味無臭の気体で地球上最も軽い気体であり、マイナス253℃以下で液化し、体積は800分の1になる性質を持っている。また、水素はガソリン、天然ガスと同様に可燃性ガスであり、高圧下において金属を脆化させる特徴を持つ。さらに、空気中の拡散が速く着火温度が高いことから自然発火し難い、熱放射による被害、類焼が少ない。水素、ガソリン、天然ガス、プロパンの物理的性質の比較を**表 2.4.5-1** に示す。

この水素が化石燃料に代わるクリーンエネルギーとして注目されている。その理由は以下のとおりである。

① 水や化合物として地球上に無尽蔵に存在していること(水素分子 H_2 としてはほぼ存在しない)

② 宇宙ロケットの燃料に使用されるほどエネルギーとしてのパワーが大きいこと(単位重量あたりの発熱量はガソリンの2.7倍)

③ 燃焼しても空気中の酸素と反応して水に戻るだけで、CO_2や大気汚染物質を排出しないクリーンエネルギーであること

④ 燃料電池の燃料や、大容量の電力を長期間貯蔵するための電力貯蔵媒体に適しており、二次エネルギーとしての多様な用途が期待できること

水素エネルギーは、資源エネルギー問題と地球環境問題の2つの課題を同時に解決できる媒体として脚光を浴びている。

表 2.4.5-1 水素・ガソリン・天然ガス・プロパンの物理的性質の比較

	水素	メタン	プロパン	ガソリン	水素の特性
拡散係数(空気中) [cm^2/s] (1atm, 20℃)	0.61	0.16	0.12	0.05 (ガス状)	拡散しやすい。小孔から透過しやすい。
金属材料を脆化	あり	なし	なし	なし	金属をもろく、割れやすくする。
最小着火エネルギー(mJ)	0.02	0.29	0.26	0.24	着火しやすい
燃焼範囲 (下限－上限)[vol%]	4.1－75	5.3－15	2.1－10	1.0－7.8	燃焼可能濃度範囲が広い
熱放射 (輻射率ε)	0.04 ～ 0.25	0.15 ～ 0.35	ｶﾞｿﾘﾝ並	0.3～0.4	熱放射による被害や類焼は少ない
最大燃焼速度[cm/s]	346	43.0	47.2	42.0	爆風圧が大きい。ジェット火炎が保炎しやすい
燃焼熱 [MJ／Nm^3] 真発熱量	10.77	35.9	93.6	－	熱量を確保するのに高圧を要す。

出典：一般財団法人エネルギー総合研究所「エネルギー総合研究所における水素拡散、燃焼基礎物性の研究について(2008 年 7 月 30 日)」

2) 水素の需給ポテンシャル

現在日本国内において年間約 150 億 Nm^3 以上の水素が消費されているが、その多くは石油精製や石油化学、半導体製造など製品の製造工程に必要な材料として自家消費されているものであり、エネルギーとしての水素の用途としてはわずか 200~300 万 Nm^3 程度に留まっている。

今後 2030 年までに 200 万台の普及を目指している燃料電池車(FCV)、530 万台の普及を目指すエネファーム、さらに水素発電が導入されて大量の水素需要が発生した場合 2030 年に最大 250 億 Nm^3 の水素が必要になると予想されている。

水素供給側においては、製油所の水素製造装置を用いた追加的製造や苛性ソーダ製造にともなって発生する副生水素の外販、他プロセスにより生産される水素製造等により追加分の供給ポテンシャルは 120~180 億 Nm^3 程度になると試算されている。さらに、これに海外で生産された CO_2 フリー水素を国内に大量輸送し供給する分として 90 億 Nm^3 を見込んでいる。

水素の需給ポテンシャル(試算の一例)を図 2.4.5-1 に示す。

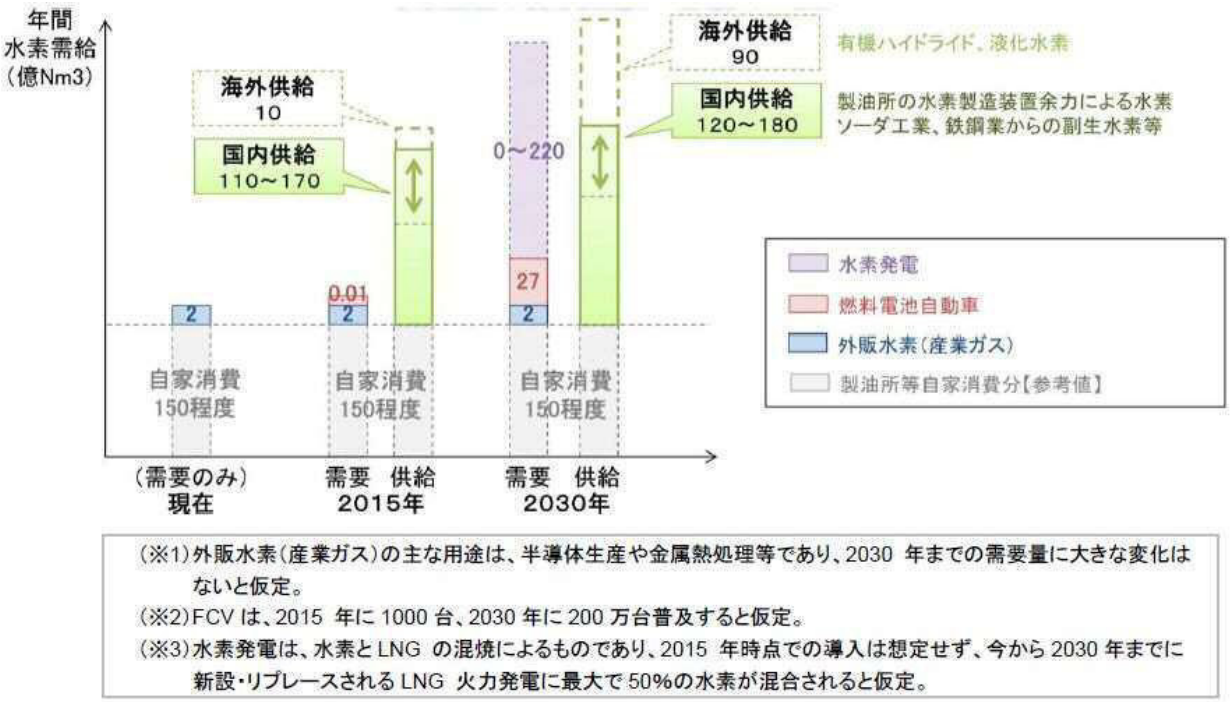


図 2.4.5-1　水素の需給ポテンシャル(試算の一例)

出典: 資源エネルギー庁　燃料電池推進室「水素の製造・輸送・貯蔵について」

3)　水素サプライチェーンロードマップ

政府は 2014 年 4 月に閣議決定した「エネルギー基本計画」において「水素社会の実現」を前面に打ち出した。そして、6 月 24 日に経済産業省が「水素・燃料電池戦略ロードマップ」を公表した。そのポイントは、水素利用における技術的課題や経済性の確保の観点から、それに要する期間によって、次の 3 つのフェーズに分けて取組みを進めるとしている。

第 1 フェーズ:「水素利用の飛躍的拡大」

家庭用・産業用燃料電池の導入支援や実用化に向けた実証、燃料電池自動車の導入促進、車両の低コスト化・高耐久化など、現下で実現しつつある燃料電池技術の活用を拡大し、大幅な省エネの実現や世界市場の獲得を目指す。(現在～2020 年代中頃)

第 2 フェーズ:「水素発電の本格導入／大規模な水素供給システムの確立」

供給側においては海外の未利用エネルギーを用いた水素供給システムを確立するとともに、水素発電ガスタービン等の開発・本格導入も視野に入れ、エネルギーセキュリティの向上を目指す。(2020 年代後半の実現を目指す)

第 3 フェーズ:「CO_2 フリー水素供給システムの確立」

再生可能エネルギー等を用いた CO_2 フリーの水素供給システムの確立を目指す。

(2040 年頃の実現を目指す)

これにともない、想定される 2030 年までの水素サプライチェーンのロードマップを**表 2.4.5-2** に示す。

表2.4.5-2 水素サプライチェーンのロードマップ

		2015		2020	2025	2030
つかう	FCV 700気圧 純度99.99%の 水素が必要	商用化 部品 ↑ ↑	トヨタ・日産・ホンダ・現代自動車・ダイムラー・フォード 旭化成(電解質膜)・新日鐵住金(セパレータ)・日清紡ケミカル(セパレータ)・ 田中貴金属(触媒)・東レ(ガス拡散層)・三菱レイヨン(ガス拡散器)		目標200万台 ハイブリッドと同価格 水素需要約27億Nm^3 供給コスト目標60円/Nm^3	次世代車(HV, EV, PHEV, FCV) グリーンディーゼル(NGV)の新車発売 比率を5～7割
	水素ステーション	↑ 商用化目標100ヶ所 商用化 製造 部品 ↑	 石油系：JXホールディングス・昭和シェル石油・出光興産・コスモ石油 都市ガス系：東京ガス・東邦ガス・大阪ガス・西部ガス 産業ガス系：岩谷産業・大陽日酸 豊田通商／三井住友ファイナンス＆リース 豊通エア・リキッド LINDE・岩谷産業・神戸製鋼・大陽日酸・エアリキッド サムテック(変圧器)・日東工器(カプラ・ノズル)・キッツ(バルブ)・ トキコテクノ(ディスペンサ)・前川製作所(プレクーラ)・オリオン機械(プレクーラ)	自立商用化(コスト半減)	目標1000ヶ所 (FCV2000台に1ヶ所)	
	水素発電	↑ エネファーム (家庭用燃料電池) 産業用燃料電池 ロケット燃料 ↑	 PEFC：パナソニック・東芝 SOFC：大阪ガス・京セラ・アイシン・JX ブルームエナジー・富士電機	自家発電本格導入 エネファーム140万台	発電所：川崎重工・GE・エネル・東芝 ↑ ↑ ↑ ↑	発電事業用本格導入 水素需要0～220億Nm^3 エネファーム530万台
はこぶ	流通 外販市場に回る 水素量2億Nm3	↑ 液化水素ローリー 水素トレーラ ↑ ↑	 岩谷産業		↑ 液化水素耐熱水素タンカー：川崎重工 有機ケミカルハイドライト法：千代田化工建設 ↑ ↑	
つくる	製造 日本の工場で製造され かつ自社で消費されて いる水素量 150億Nm3	↑ ↑ ↑ 副生水素 水素製造余力 合計110～170Nm^3	 コークス，エチレン，カセイソーダ 石油，アンモニア		↑ 海外生産水素	 海外生産水素90Nm^3 副生水素 水素製造余力 合計120～180Nm^3

4)　水素製造設備

水素の製造方法には現在、主に 4 つのパターンがある。①石油や石炭、天然ガス等の化石燃料から改質と呼ばれる製造方法により取り出す水素(化石燃料改質)、②製油所や化学プラント等の工業プロセスの副産物として発生する水素(副生水素)、③木材や汚泥等のバイオマス資源から発生する水素、④太陽光や風力等の自然エネルギーを使用して水の電気分解を行い発生させるリニューアブル水素がある。**図 2.4.5-2** に代表的な水素製造方法、**図 2.4.5-3** に、現時点における水素製造方法の特徴とその比較を示す。

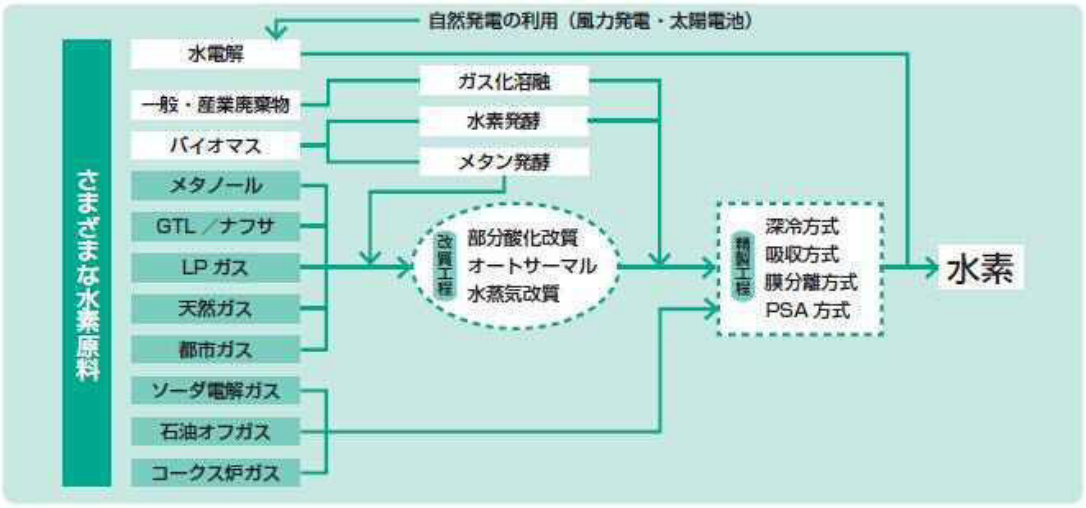


図 2.4.5-2　代表的な水素製造方法

出典：岩谷産業「水素エネルギーハンドブック　第 3 版」

	実用化段階	安定性	環境性（CO_2排出）	経済性
副生水素	種類によるが既に導入されているもの多い。	本来の目的となる製品の生産量に左右される。	CO_2は排出されるが追加的な環境負荷は無い。	副次的に生産されるものを活用するため経済的。
化石燃料改質	既に導入されており実用化段階	安定的かつ大規模に生産が可能。	CCS等を用いない限り、CO_2が排出される。	技術的に確立しており、比較的安価に製造が可能。
水電解（火力）	既に導入されており実用化段階	安定的かつ大規模に生産が可能。	CCS等を用いない限り、発電時にCO_2が排出される。	改質に比べると高コストだが比較的安価。
水電解（再エネ）	技術的には確立。再エネ発電の低コスト化が課題。	再エネの種類によっては出力変動が存在。	CO_2は排出されない。	再エネ電力を活用するため一般的にコストは高い。
バイオマス	技術的には確立しているが低コスト化が課題。	供給地が分散している。	CO_2排出量はゼロとみなすことができる。	現段階ではコストは高い。
熱分解	研究開発段階（一部実証研究も実施）	安定的な供給が可能。	利用する熱を何から取るかによって異なる。	N. A.
光触媒	基礎研究段階（現在の変換効率は0.5%程度）	気象条件に左右される。	CO_2は排出されない。	N. A.

図 2.4.5-3　水素製造方法の特徴と比較

出典：資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部
「水素社会の実現に向けた取組の現状について」

水素の製造設備における4つのパターンのうち、①化石燃料改質、②副生水素においては既存設備にて生産が実用化されている。各業界が保有するエネルギー・水素供給インフラについて**表2.4.5-3**にまとめた。生産から流通、小売販売に至るまで、大規模でかつ一貫したエネルギー供給インフラを保有している業界は石油業界になる。石油業界は、コンビナート内で最大の水素供給ポテンシャルを有し、かつ水素の流通・小売網の構築においても大きな役割を担うことが期待されている。さらに、各業界が連携して取り組むことにより、コストの安い副生水素が活用できること、安定供給が可能となること、水素流通にかかる設備のスケールメリットの発揮、水素取扱いノウハウが活用できること、石油業界が保有する既存燃料の流通・小売網の活用を促すことが可能になる。

表 2.4.5-3　各業界が保有するインフラ

業界	生産	流通	小売販売
1. 石油	・水素製造装置	・油槽所600ヶ所、タンク約4000ヶ所 ・内航タンカー約800隻、ローリー約53,000台、セミトレーラー約3,700台 ・全国規模の大規模配送システム ・LPG充填所約2,700ヶ所	・小売店約24,000店 ・サービスステーション約45,000ヶ所 ・LPGスタンド約1,900ヶ所 ・消費者ブランドイメージ
2. エチレン	・副生水素	・一部の副生水素を他社へ供給	
3. ソーダ	・副生水素	・一部の副生水素を他社へ供給	
4. アンモニア	・アンモニア合成用の水素製造装置	・一部の副生水素を他社へ供給	
5. 工業ガス	・高純度水素製造設備 ・高純度水素製造ノウハウ ・水素液化/圧縮技術	・規模は大きくないが既に高純度水素供給システムを構築済み。 ・ローリー拠点を全国に設置(トレーラー約1,000台、液水ローリー数十台)	
6. 鉄鋼	・副生水素	・一部の副生水素を他社へ供給	

出典: PEC 企画調査部 早内 義隆「水素社会における水素供給者のビジネスモデルと石油産業の位置付けに関する調査」

5)　水素流通設備

製造した水素を需要地まで輸送するには、物流網による方法と水素パイプラインによる直接輸送の 2 通りがある。

物流網による方法では、トレーラーやローリーによって水素を運搬する。水素の大量輸送においては、常温で気体であった嵩張る体積を小さくするために、液化水素、圧縮、有機ケミカルハイドライド法の 3 つの方法が主に考えられている。

このうち液化水素及び圧縮は、産業ガスとして水素を運搬するために既に実用化されている方法である。圧縮水素、液化水素による水素輸送設備を**図 2.4.5-4** に示す。液化水素による大量水素輸送システムを**図 2.4.5-5** に示す。液化水素は気体の 800 分の 1 の体積で需要地にてそのまま常温で気化させて使用可能であり、また純度が高く燃料電池との相性が良い。海外の未利用資源(褐炭)や安価な再生可能エネルギーにより水素を製造・液化し、液体水素船により水素需要地に輸送し利用することを想定している。



図 2.4.5-4　圧縮水素、液化水素による水素輸送設備

出典：岩谷産業「水素エネルギーハンドブック　第 3 版」

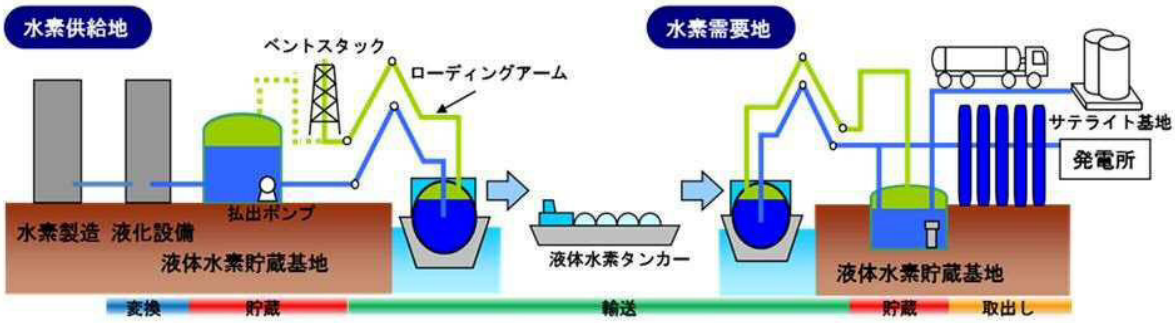


図 2.4.5-5　液化水素による大量水素輸送

出典：資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部
「水素社会の実現に向けた取組の現状について」

水素をトルエンに固定させて常温・常圧で液体のメチルシクロヘキサンとして貯蔵・

輸送を行い、利用場所にて脱水素反応を行い、水素を取り出してトルエンを回収・再利用する方法が有機ケミカルハイドライト法水素貯蔵輸送システム(**図 2.4.5-6** 参照)である。既存のインフラ(石油製品タンク、タンカー、ローリー等)を活用して水素輸送・貯蔵が行える長所を有している。

これらの手法は、CO_2フリーの水素サプライチェーンを構築し大量輸送による水素価格を低減できることに大きな可能性を秘めているが、その設備の低コスト化及び水素の製造地域と利用地域間のネットワーク構築に課題があり、その解決に向けた研究・実証化が現在行われている。

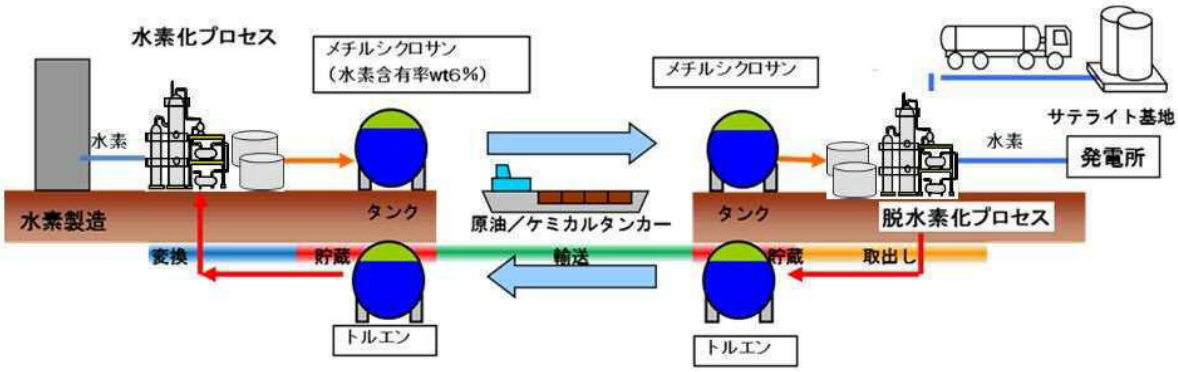


図 2.4.5-6　有機ケミカルハイドライド法水素貯蔵輸送システム

出典: 資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部
「水素社会の実現に向けた取組の現状について」

水素パイプラインによる方法は、北九州市において隣接する製油所から副生水素を活用する実用実験において採用されている(**図 2.4.5-7** 参照)。水素パイプラインを用いて製油所から水素ステーションまで直接水素を供給し、さらに水素ステーションから商業施設や実証住宅に水素パイプラインを延伸している。商業施設や実証住宅では、直接水素利用型のエネファームによって水素をエネルギーとして使用している。



図 2.4.5-7　製鉄所からの副生水素を利用した北九州水素タウン

出典：水素供給・利用技術研究組合

6)　水素発電設備

水素を燃料に用いた発電の方法としては、①ガスタービンの燃料として水素を用いるもの、②蒸気タービン用のボイラーの燃料として水素を用いるもの、③燃料電池を用いるもの、の 3 種類が考えられる。さらに、①ガスタービン発電と②汽力発電においては水素のみを燃焼させる専焼と、水素と他の燃料を混ぜて用いる混焼がある。**図 2.4.5-8** に、現時点における水素発電設備の種類を示す。

水素は天然ガス等の既存の燃料と比較して、発熱量が低い、燃焼速度が速い、火炎温度が高い等の燃焼特性を持つため、燃焼部材への影響を含め、耐熱性、NOx 低減技術など水素ガスの燃焼に向けてガスタービンの各種構造の最適化が必要となる。国内においては、2015年頃に水素発電ガスタービン用燃焼器(混焼)が市場投入される見込みとなっている(**図2.4.5-9**参照)。

川崎市は、2017年を目途に水素供給網を整備し、世界初の商用水素発電所(90MW)の建設を計画している。水素混焼データの収集と燃焼ノウハウを蓄積し、他地域のLNG火力発電所に水素混焼発電の展開を図る計画である。技術開発と実証データの蓄積により、課題解決が進むことが期待されている。

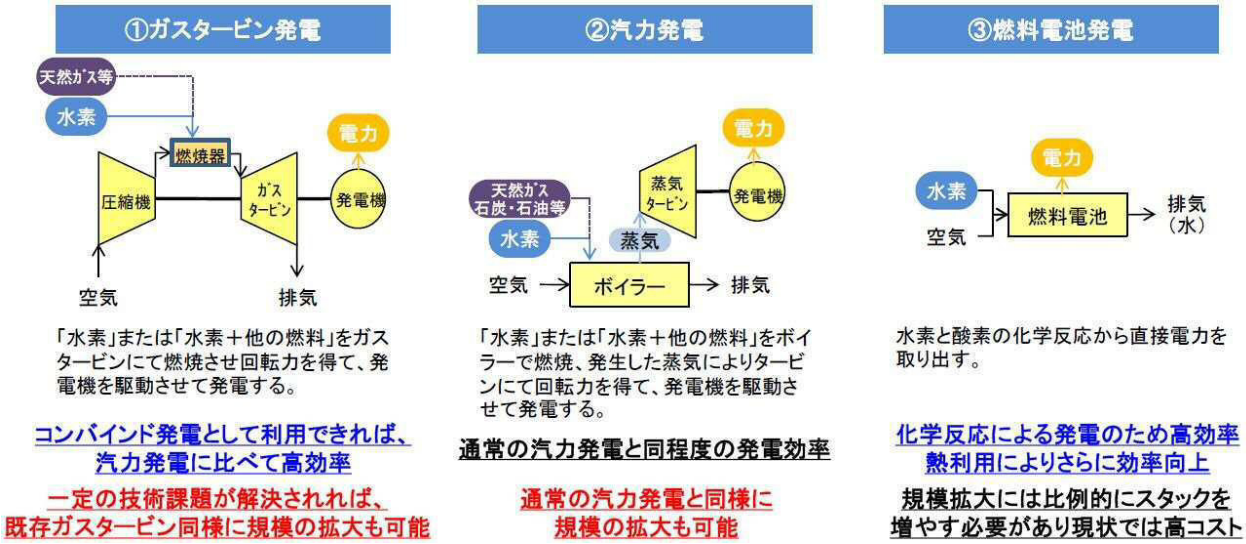


図 2.4.5-8　水素を燃料とした発電の種類

出典：資源エネルギー庁燃料電池推進室「水素発電について」

- ✓ 天然ガスに対して体積当たり60%の水素混焼に対応した水素ガスタービン用燃焼器を開発。
- ✓ 天然ガスとは別の箇所から水素と空気を投入する「追い焚き型」により、水噴射を行うことなくNOxを制御。
- ✓ この燃焼器を搭載した30MW級のガスタービンを2015年に市場投入する予定。

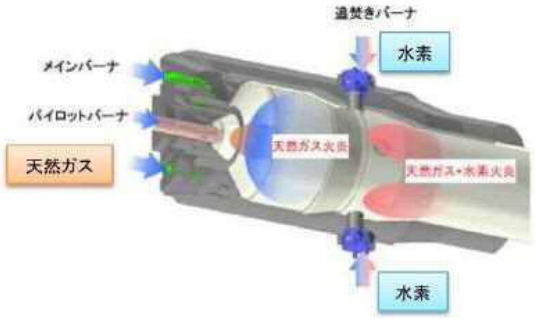


図 2.4.5-9　水素発電ガスタービン用燃焼器（混焼）

出典：資源エネルギー庁燃料電池推進室「水素発電について」

燃料電池を用いるものの代表例がエネファームである。その仕組みを**図 2.4.5-10** に示す。エネファームは、都市ガスや LPG から取り出した水素と空気中の酸素を化学反応させ発電し、その際に発生する熱を捨てずにお湯をつくり給湯に利用することによりエネルギーをフルに活用するシステムである。家庭など電気を使うところで発電するので送電ロスがなく、さらに排熱も利用するため、総合的なエネルギー効率は約 90%となる上、二酸化炭素(CO_2)排出量の削減など温暖化対策にも有効である。

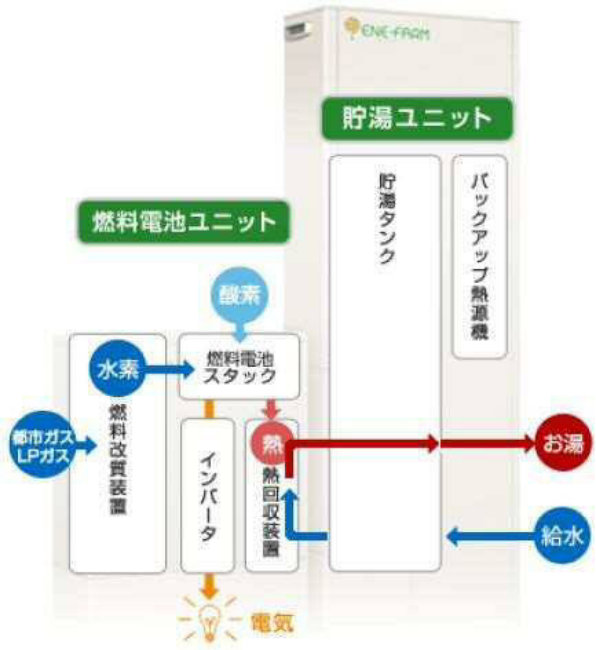


図 2.4.5-10　エネファームの仕組み

出典: 燃料電池普及促進協会(FCA)「エネファームについて」

燃料電池車(FCV)は、水素を燃料として車載し、空気を取り入れ、空気中の酸素と車載している水素により、燃料電池により発電を行い、それを動力源として走行する車である(**図2.4.5-11**参照)。走行時に排出されるのは水だけであるため、究極のエコカーとも呼ばれるが、実際に走行する地域における自動車排気ガス低減と大気質改善に貢献すると考えられるほか、CO_2フリーな水素で走行すれば、事実上、トータルでゼロエミッションな車両となる。

燃料電池自動車のシステムとしては、燃料電池スタック(出力75～100 kW 程度)、高圧水素貯蔵タンク、コントロールユニット、空気取り入れコンプレッサ等が組み合わされており、ブレーキ時のエネルギー回生および加速時のアシストなどの目的のために二次電池も併用したハイブリットシステムが一般的である。

エネファーム、燃料電池車とも燃料電池システムのコスト低減が大きな課題である。

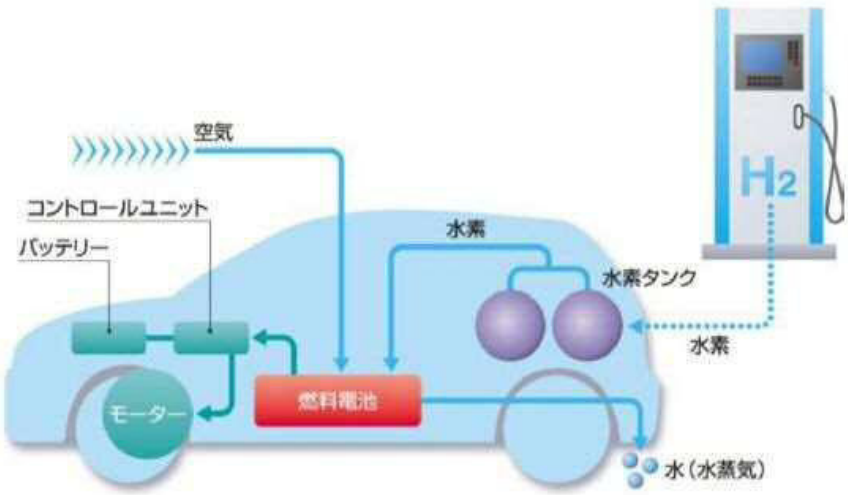


図 2.4.5-11　燃料電池車の仕組み

出典：水素供給・利用技術研究組合「燃料電池自動車」

7)　水素ステーション

燃料電池車(FCV)に水素を供給する水素ステーションは、2014 年現時点においてわずか全国 19 箇所(技術社会実証研究 14 箇所、地域実証研究 4 箇所、環境省委託実証実験 1 箇所)しか稼働していない(**表 2.4.5-4** 参照)。燃料自動車(FCV)普及のためには水素ステーションの整備が必須であり、2015 年までに全国 100 箇所、2025 年までに全国 1000 箇所の水素ステーション建設と水素インフラのネットワーク化を官民一体となって取り組むとしている。

水素ステーション自体もさまざまな方式が並列して設置されており、導管を利用するもの、タンクローリーを利用するものという輸送方法の違いによるもの、もう 1 つは、既存のガソリンスタンドに併設するもの、水素専用のステーションを設けるものがある。水素ステーションに関連する機器としては、水素製造装置、蓄圧器、水素コンプレッサ、水素ディスペンサ、付属冷凍装置、水素バルブ、水素センサなどがある(**図 2.4.5-12** 参照)。

水素ステーション建設における課題として、使用可能な鋼材や立地、設備間距離等の規制が多いことが挙げられる(**図 2.4.5-13** 参照)。経産省は、2014 年 11 月 20 日に圧縮水素スタンドの技術基準を高圧ガス保安法の省令(一般高圧ガス保安規則)などを対象に改正している。本改正は液化水素貯槽、付属冷凍設備、蓄圧器に適用され、安全基準を満たした場合に液体水素の状態での保管が可能になること、冷媒が不活性ガスであることを条件として付属冷凍設備の保安距離の規制の確保が不要になること、蓄圧器の使用材料に繊維強化プラスチックを適用可能とすること(輻射熱や紫外線、雨水などによる劣化を防止する措置の技術基準を規定)で、水素普及を目指す規制緩和の一環になるとしている。

表2.4.5-4 水素ステーションの分布

出典: 岩谷産業「水素エネルギーハンドブック」

ステーション名	プロジェクト	運用状況	受託者	建設場所	形式(出発原料)	完成時期
大阪水素ステーション	WE－NET	終了	岩谷産業	大阪市	都市ガス改質	2002年2月
高松水素ステーション	WE－NET	終了	日本酸素(現 大陽日酸)	香川県高松市	水電解	2002年2月
横浜・鶴見水素ステーション	JHFC	終了	岩谷産業	横浜市鶴見区	電解副生水素	2002年8月
川崎水素ステーション	JHFC	終了	ジャパン・エア・ガシズ (現 日本エア・リキード)	神奈川県川崎市	メタノール水分解	2003年9月
秦野水素ステーション	JHFC(終了)→NEDO 事業	終了	出光興産	神奈川県秦野市→千葉県市原市に移設 (JHFC協賛)	灯油改質	2004年4月
相模原水素ステーション	JHFC	終了	栗田工業、シナネン、伊藤忠エネクス	神奈川県相模原市	アルカリ水電解 (移動式)	2004年5月
船橋水素ステーション	JHFC	終了	ジャパンエナジー/パブコック日立/ 大陽日酸	東京都青梅市→千葉県船橋市に移設 →山梨に移設	(移動式)	2004年6月
横浜・大黒水素ステーション	JHFC→HySUT	終了	コスモ石油/岩谷産業	横浜市鶴見区	石油系副生水素	2003年3月
日光水素ステーション	JHFC(協賛)	終了	日光市/ 一般社団法人日光水素エネルギー社会促進協議会	栃木県日光市	(移動式)	2009年11月
霞ヶ関水素ステーション	JHFC→HySUT	運用中	大陽日酸	東京都千代田区	(移動式)	2002年12月
横浜・旭水素ステーション	JHFC→HySUT	運用中	JX日鉱日石エネルギー	横浜市旭区	ナフサ改質	2003年4月
千住水素ステーション	JHFC→HySUT	運用中	東京ガス/大陽日酸	東京都荒川区	都市ガス改質	2003年5月
有明水素ステーション	JHFC→HySUT	運用中	岩谷産業/昭和シェル石油	東京都江東区	液化水素	2003年6月 (2010年4月移設)
セントレア水素ステーション	JHFC→HySUT	運用中	東邦ガス/大陽日酸/新日本製鐵	愛知県常滑市(中部国際空港)	都市ガス改質	2006年7月
関西空港水素ステーション	JHFC→HySUT	運用中	岩谷産業	大阪府泉佐野市(関西国際空港)	液化水素 (移動式より補給)	2007年5月
大阪水素ステーション	JHFC→HySUT	運用中	大阪ガス	大阪市	都市ガス改質	2007年8月
北九州水素ステーション	NEDO地域実証研究	運用中	岩谷産業/JX日鉱日石エネルギー/ 新日本製鐵/福岡県	福岡県北九州市	コークス炉ガス精製	2009年9月
九州大学水素ステーション	NEDO地域実証研究	運用中	九州大学/九州電力/ キューキ/福岡県	福岡市	水電解	2009年9月
東京・杉並水素ステーション	HySUT	運用中	JX日鉱日石エネルギー	東京都杉並区	石油系副生水素	2010年12月
羽田水素ステーション	HySUT	運用中	東京ガス	東京都大田区	都市ガス改質	2010年12月
成田水素ステーション	HySUT	運用中	出光興産	千葉県成田市	石油系副生水素	2011年3月
東邦ガス技術研究所水素ステーション	NEDO「水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発」	運用中	東邦ガス	愛知県東海市	都市ガス改質	2010年3月
鳥栖水素ステーション	NEDO地域実証研究	運用中	(有)鳥栖環境開発総合センター/ 佐賀県	佐賀県鳥栖市	木質バイオマス	2011年3月
山梨水素ステーション	NEDO地域実証研究	運用中	山梨県/岩谷産業	山梨県昭和町	(移動式)	2011年8月
埼玉県庁ソーラー水素ステーション	環境省委託実証実験	運用中	本田技術研究所/岩谷産業	埼玉県さいたま市	水電解	2012年3月
海老名水素ステーション	NEDO地域実証研究/HySUT	運用中	JX日鉱日石エネルギー	神奈川県海老名市	石油系副生水素	2013年4月
神の倉水素ステーション	NEDO地域実証研究/HySUT	運用中	JX日鉱日石エネルギー	愛知県名古屋市	LPガス改質	2013年5月
とよたエコフルタウン水素ステーション	NEDO地域実証研究/HySUT	運用中	東邦ガス/岩谷産業	愛知県豊田市	都市ガス改質	2013年5月

WE－NET:World Energy Network　JHFC:水素・燃料電池実証プロジェクト　HySUT:水素供給・利用技術研究組合

※民間の水素供給事業会社10社による各社独自の水素ステーションは、2015年のFCV一般販売開始までに全国100カ所に建設される見込みです。



図 2.4.5-12　水素ステーションの構成の一例

出典：水素供給・利用技術研究組合ホームページ「羽田水素ステーション」



図 2.4.5-13　燃料電池自動車・水素ステーション普及開始に向けた規制の再点検等に盛り込まれた項目

出典：岩谷産業「水素エネルギーハンドブック」

8)　水素エネルギー関連施設の課題

水素社会を実現するための克服すべき技術的課題は、基礎から実用化段階、水素エネルギーの製造、輸送・貯蔵、利用と幅広く多岐に亘っているが、これら課題を明らかにするとともに、達成すべき時期といった時間軸や役割分担を明確にして取り組む必要がある。NEDOが技術領域と市場の状況によって求められる技術的課題を整理したものを**図2.4.5-14**に示す。NEDOでは今後「燃料電池・水素技術ロードマップ」の改定に取り組み、より詳細な課題の特定を行うとしている。

水素は、エネルギーセキュリティを高め、環境問題に貢献し、かつ日本の産業競争力を高める極めて重要な技術領域である。これまでに、家庭用燃料電池システムで市場を造り、燃料電池自動車と水素ステーションでインフラを整えることにより、水素社会の立ち上がりが実現してきている。今後ロードマップ上で、水素発電といった新たな用途の開拓やサプライチェーンの構築を一体的に進めることにより、水素をエネルギー・ミックスの一翼を担う存在に押し上げ、究極的には、カーボン・フリーの水素社会の実現を目指すとしており、このために技術開発課題について産学官の叡智を結集してその解決を図るとともに、規制や基準・標準といった、新技術の導入に不可欠な社会基盤の整備についても関係機関との密接な連携のもと、その整備が円滑に進むような取り組みを進めることが重要である。

一方で、水素エネルギー分野は短期的には経済性が成立しづらい領域である中で、民間企業を刺激し、積極的な参画やチャレンジを称揚するため、水素社会に対する社会の理解や期待の高まりが必要である。



図 2.4.5-14　水素社会実現に向けた技術的課題

出典：NEDO「水素エネルギー白書 2014」

参考文献

1) 経済産業省（2014） 「水素・燃料電池戦略ロードマップ」
2) 経済産業省（2014） 「エネルギー基本計画」
3) 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー対策課
燃料電池推進室（2014）
「第 4 回 水素・燃料電池戦略協議会ワーキンググループ 配布資料」
「第 5 回 水素・燃料電池戦略協議会ワーキンググループ 配布資料」
4) 岩谷産業「水素エネルギーハンドブック」
5) NEDO 水素エネルギー白書 2014
6) みずほ情報総研（2013） 「水素需給の現状と将来見通しに関する検討」
独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 平成 24 年度成果報告書
7) HySUT 水素供給・利用研究組合 ホームページ http://hysut.or.jp/
8) 燃料電池普及促進協会(FCA) ホームページ http://www.fca-enefarm.org/

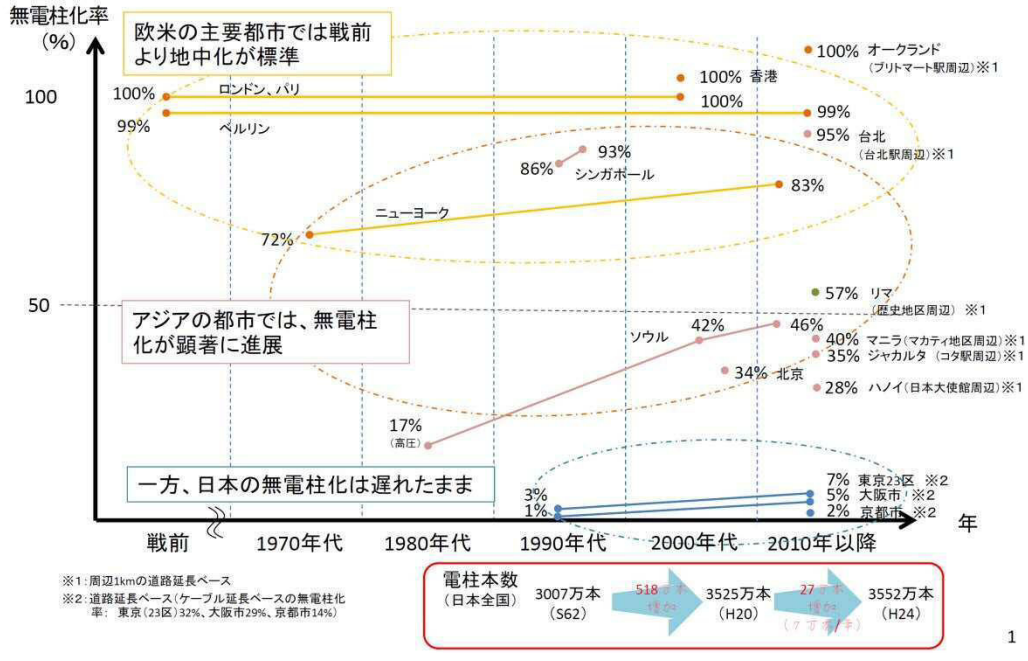
2.4.6 共同溝

毎日の生活に欠かせない電話、電気、ガス、上・下水道などのライフラインのうち、電話局間、変電所間、浄水場間等を結ぶ主要な幹線を収容する施設が共同溝である。主に車道の地下に設置され、内部にはライフラインの収容空間のほかに、人が入って維持点検などの管理作業を行うための空間や、換気設備、排水設備、照明設備などが確保されている。共同溝を整備することにより、道路の掘り返し工事の防止、地震災害に強い首都圏づくり、ライフラインの安全性の確保、工事渋滞の軽減、環境の保全が図られる。通常、共同溝は、国道や県道、市道などの道路管理者が設置し、利用者が使用料を支払う仕組みとなっている。建設にコストがかかることと、やはり長期の道路工事が交通障害となりうるところが課題である。

一方で、地震をはじめとする自然災害時のリスクが高く、景観を阻害する架空線を地中化する要求が高くなっている。使用空間の最小化、かつ短期間で施工できる電線共同溝の普及を目指し、官民を挙げて取り組まれている。また、熱と電気を地産地消するコージェネレーションシステムを核として、熱と電気のネットワーク化、再生可能・未利用エネルギーの最大活用、そして ICT によるエネルギーマネジメントにより、地域単位で最適なエネルギーシステムの構築を目指す取り組みが行われている。(スマートエネルギーネットワーク)。このためには、熱エネルギーを運搬する施設を共同溝の中で地中化することが念頭に置かれるが、これに関する障害もあり、課題解決に向けた取り組みが行われている。

1)電線共同溝

(1)電線共同溝の現状と課題 [1)]



※グラフ中の無電柱化率＝無電柱化された道路延長／高速道路を除く全道

図 2.4.6-1　欧米やアジアの主要都市と日本の無電柱化の現状

出典：ＩＴＳ推進・道路調査会無電柱化小委員会中間とりまとめ参考資料集
（無電柱化推進検討会議（2014 年 9 月 8 日）　配付資料）

日本の都市に比べ、欧米やアジアの主要都市の方が街並みが美しい。その要因のひとつに、立ち並ぶ電柱と空を横切る電線がないことが挙げられる。ロンドン・パリなどのヨーロッパの主要都市や香港・シンガポールなどのアジアの主要都市では無電柱化が概成しているのに対して、日本の無電柱化率は東京 23 区で 7%、大阪市で 5%と立ち遅れている。全国には依然として約 3,500 万本の電信柱や電力柱が存置され、現在でも毎年 7 万本づつ増え続けている。日本は終戦後の復興に伴い、急激な電力需要に対応するため、電柱による電力供給を行った。その風景になれてしまったこともあり、景観だけではなく、機能や防災面でも課題のある電柱方式がなかなか改善されない現状がある。



図 2.4.6-2　国内外の電柱の設置状況

出典：ＩＴＳ推進・道路調査会無電柱化小委員会中間とりまとめ参考資料集
（無電柱化推進検討会議（2014 年 9 月 8 日）　配付資料）

景観的には、2020 年に東京オリンピック・パラリンピックを控え、また訪日外国人旅行者数 2000 万人を目指している中で、外国人環境客を十分に「おもてなし」する環境が整っているとは到底言い難い状況である。一方でひとたび災害が生ずれば、真っ先に電柱が倒壊し、通信・電気・輸送・通行の復旧の障害となっている。

表 2.4.6-1　自然災害による倒壊状況

災害	年月	名称	電柱の倒壊状況	
地震	1995年1月	阪神淡路大震災 （兵庫県南部地震）	電力：**約4,500基**※1 通信：**約3,600基**※2 （供給支障に至ったもののみ） 一倒壊した電柱や電線が道路の通行を阻害。生活物資の輸送に影響を与えたほか、緊急車両の通行にも支障。 ※1「地震に強い電気設備のために」（資源エネルギー庁編） ※2 NTT調べ	
台風	2003年9月	台風14号	宮古島市全体 電柱**800本** 一倒壊した電柱により、通行不能箇所が多数発生。 ※沖縄電力調べ	 出典：NPO法人電線のない街づくり支援ネットワーク
津波	2011年3月	東日本大震災 （東北地方太平洋沖地震）	電力：**約28,000基**※1 通信：**約28,000基**※2 （供給支障に至ったもののみ） 一断線した電線が発災直後の道路の啓開作業を阻害。 ※1 経済産業省HP ※2 NTT調べ	
竜巻	2013年9月	—	埼玉県 越谷市**46本**※1 千葉県 野田市**5本**※2 ※1 越谷市HP ※2 内閣府HP	

出典：ＩＴＳ推進・道路調査会無電柱化小委員会中間とりまとめ参考資料集
（無電柱化推進検討会議（2014 年 9 月 8 日）　配付資料）

(2)電線共同溝の過去の計画と整備量 [1)]

年あたりの整備延長は、平成 10 年代鋼板をピークに減少している。

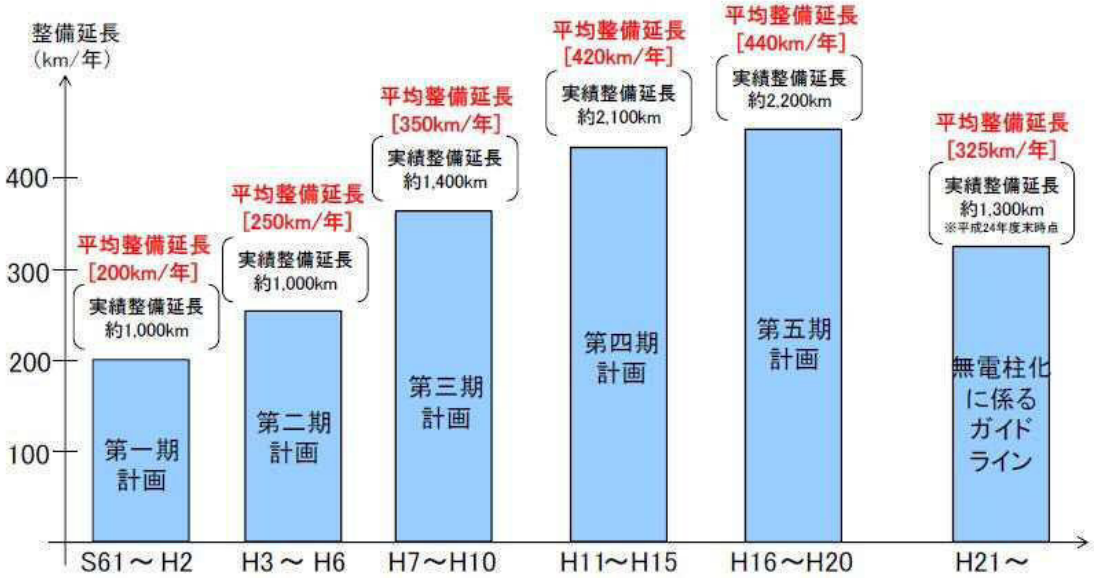


図 2.4.6-3　過去の計画と整備量

出典：ＩＴＳ推進・道路調査会無電柱化小委員会中間とりまとめ参考資料集
（無電柱化推進検討会議（2014 年 9 月 8 日）　配付資料）

電線の地中化に関しては、歩道幅員が広く、電力や通信の需要が大きい地域を想定した手法から徐々にコンパクト化し、占有率、工事費の低減を図っている。

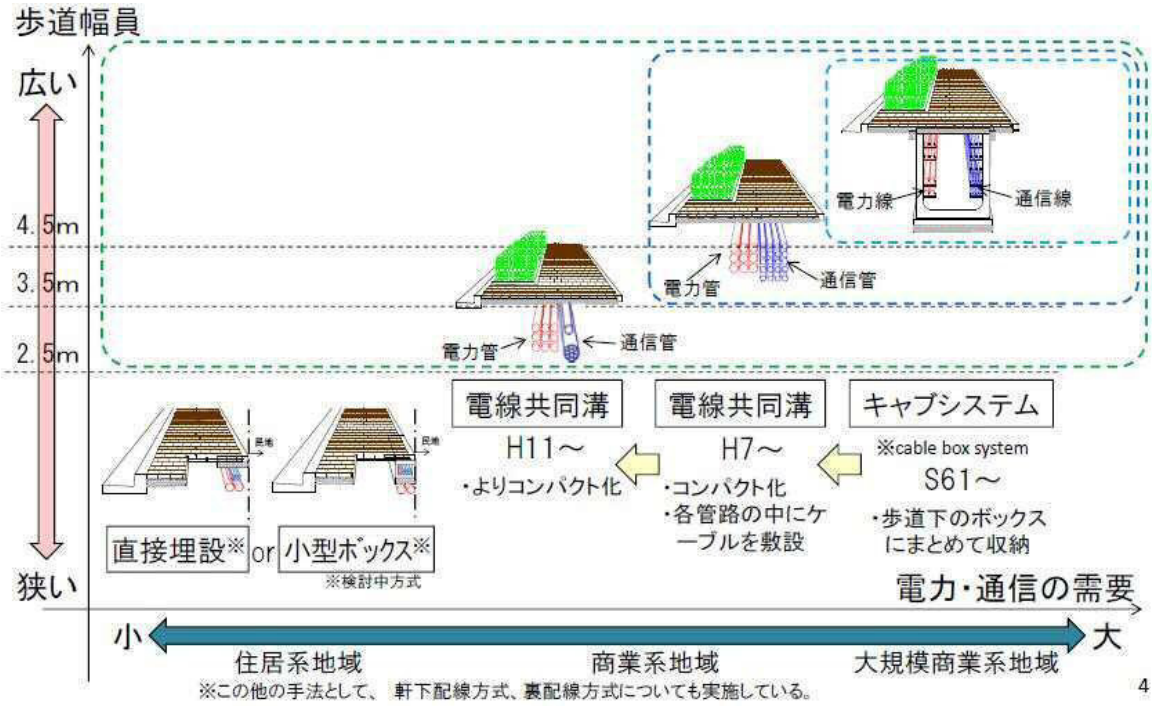


図 2.4.6-4　無電柱化手法の変遷

出典：ＩＴＳ推進・道路調査会無電柱化小委員会中間とりまとめ参考資料集
（無電柱化推進検討会議（2014 年 9 月 8 日）　配付資料）

(3)電線共同溝の普及に向けた取り組み [2)]

平成 21 年、総務省より「無電柱化に係るガイドライン」が制定され、取組みの推進を後押ししている。

表 2.4.6-1　無電柱化に係るガイドライン（1/2）

項　　目	ガイドライン
①無電柱化の対象	無電柱化の実施にあたり、各道路管理者は、市街地の幹線道路や安全で快適な通行空間の確保、良好な景観・住環境の形成、災害の防止、情報通信ネットワークの信頼性の向上、歴史的街並みの保全、観光振興、地域文化の復興、地域活性化等に資する箇所を選定しているところである。
②効率的な無電柱化の推進	➢同時施工 歩道整備等の道路事業等が電線共同溝と同時期に計画されている場合には、工期等を調整し、同時に施工するものとする。 ➢地中化方式以外の手法の活用 条件の整う箇所では、軒下・裏配線等の手法を地域の実情に応じて活用する。 ➢浅層埋設方式 従来よりもコンパクトな浅層埋設方式を活用するものとする。 ➢既存ストックの有効活用 既設の地中管路について、管路所有者と協議の上、可能であれば、電線共同溝等の一部として活用するものとする。

表 2.4.6-1　無電柱化に係るガイドライン（2/2）

項　　目	ガイドライン
③整備手法 （地中化方式の場合）	a)電線共同溝方式 電線共同溝の整備等に関する特別措置法（平成 7 年制定）に基づき、道路管理者が電線共同溝を整備する方式。 b)自治体管路方式 地方公共団体が管路設備を整備する方式 c)要請者負担方式 原則として要請者が整備する方式
④整備体制	全国 10 ブロック毎の道路管理者、電線管理者、地方公共団体等の関係者からなる地方ブロック無電柱化協議会において、構成員の意見を十分反映した協議により、実施予定箇所の計画をとりまとめ、円滑に進めるものとする。同協議会では、都道府県単位などの地方部会の意見を反映する。
⑤費用負担 （地中化方式の場合）	a)電線共同溝方式 電線共同溝の整備等に関する特別措置法に準拠、道路管理者及び電線管理者が負担 b)自治体管路方式 管路設備の材料費及び敷設費を地方公共団体が負担し、残りを電線管理者が負担 c)要請者負担方式 無電柱化整備費用の原則として全額を要請者が負担

また、取組み目標を明確化するため、以下が採用されている。

➢無電柱化の目標設定（総務省行政評価局長から国交省官房長に対する通知）と達成度の管理

※無電柱化率＝無電柱化された幹線道路延長／市街地の幹線道路全延長

平成 24 年度末で 15%　　⇒　平成 28 年度末で 18%

➢低コスト化に向けた仕様変更

・埋設深さの浅層化（現行／舗装厚＋30cm）

・離隔距離の縮小（現行／30cm⇒10cm）

・分岐部および配線などのコンパクト化／直接埋設、小型ボックス活用埋設

課題は明確だが、今までの国民的な認識からか、目標設定も低く、かつ投資額も少ない。長期的な目標を設定し、さらに先行適用地域を決め、事業の促進を図る。例えば、オリピックの会場周辺や京都などの歴史的な街並みなど、時期を決め、8 割近い地中化を目指すなど、思い切った施策と投資を行うことで、国内的なコンセンサスの助長を図るべきである。

2)熱エネルギーの共同溝への導入と活用の広がり

(1)基本的な考え方[3)]

我が国では、これまで工場・事業場、住宅・建築物などのエネルギー対策を個別に推進してきたが、エネルギー需要密度の高い地区においては、複数街区又は地区レベルにおける複数の建築物の間の熱エネルギーの融通や、都市廃熱、河川水・海水・地下水・下水熱・大気熱等の再生可能エネルギー熱や未利用熱などの熱エネルギーの有効活用を図ることによるエネルギー消費の削減の余地が大きいと考えられている。

「まちづくりと一体となった熱エネルギーの有効利用」とは、まちづくりと併せて熱エネルギーをいかに有効利用するかを計画段階・運用段階を通して検討することで、まちの省エネ・低炭素等を実現することであり、エネルギー政策や都市政策の観点からも様々な政策効果が期待できる。 例えば、省エネ・低炭素、防災性の向上などの観点から、省エネ性能等について客観的に評価し、地球温暖化対策に資する低炭素都市づくりの推進、ヒートアイランド対策の推進、エネルギー供給の多重化や蓄熱槽の活用等による災害に強いまちづくり、省エネルギーの推進、未利用・再生可能エネルギーの利用推進、スマートコミュニティ・分散型エネルギー源の活用の推進等、それぞれの街区や地区において、最適なかたちでの熱エネルギーの有効利用を実現していくことが重要となる。

特に次の点は今後の政策に反映させていくことが重要である。

・まちづくりの初期段階からエネルギー供給の在り方についても一体となって検討する
・地方公共団体による積極的な取組
・事業者がより柔軟で魅力的な熱の供給条件を実現すること
・エネルギーの供給サイドのみならず需要サイドも一体となってエリアマネジメントと連携したエネルギーマネジメントやデータの見える化を行うこと
・まちで活用されていない未利用・再生可能エネルギーの活用

(2)熱導管の道路占用、共同溝敷設の制約の解除

熱導管の公共性の判断に当たっては、電線やガス管等の他の占用物件との比較で厳しいとの指摘がある。国として都市政策・エネルギー政策等の観点から熱の有効利用の推進が政策的に必要であることを踏まえ、国が省エネルギー性能等の観点から政策的意義・効果が高いことを認めた熱供給に係る導管については、熱供給事業法の対象か否かにかかわらず、公益性を認定し、道路占用上、一定の配慮をする必要がある。

現行の共同溝法では、熱導管は公益物件として位置づけられておらず、共同溝法上の共同溝と一体的に整備することは可能であるが、入溝することはできない。また、一旦共同溝の整備が指定された道路の車道部分の地下においては、その後、他の物件に対する道路占用許可は原則として行えないこととされている。このため、熱導管による既存の共同溝利用や将来の共同溝整備のニーズも踏まえ、熱導管についても共同溝法上の共同溝に入溝できる物件として位置付けるようにするべきである。なお、共同溝法上の共同溝の整備に当たっては、一定の国の費用負担が必要となるところ、経済産業省においても、地球温暖化対策に資するエネルギー関連事業の推進の観点から、共同溝法上の共同溝に熱導管を入溝させる場合における国土交通省と連携した支援措置の在り方について、今後検討していくことが必要である。

(3)スマートエネルギーネットワーク [4)]

熱と電気を地産地消するコージェネレーションシステムを核として、熱と電気のネットワーク化、再生可能・未利用エネルギーの最大活用、そして ICT によるエネルギーマネジメントにより、地域単位で最適なエネルギーシステムの構築、スマートエネルギーネットワークが構想されている。これらにより、以下が期待される。

➢建物ごとに熱源を設けるのではなく、大型プラントを設置し、近隣の建物に主に熱（蒸気、温水、冷水等）を融通する。

➢熱需要の密度が高い区域では、大幅な省エネ・省 CO2 が実現可能（個々ではなく、エリア全体で複数のビルディングでエネルギーの最適化を図ることによる省エネ効果が期待できる。）

➢コージェネレーション（熱電併給）は、天然ガス、石油、LP ガス等を燃料として、エンジン、タービン、燃料電池等の方式により発電し、その際に生じる廃熱も同時に回収するシステムです。

回収した廃熱は、蒸気や温水として、工場の熱源、冷暖房・給湯などに利用でき、熱と電気を無駄なく利用できれば、燃料が本来持っているエネルギーの約 75～80％と、高い総合エネルギー効率が実現できる。平成 24 年度で約 8,500 件、940 万 kW の実績がある。

特に近年注目されるのが、一定のエリアをカバーするネットワークの導入や複数の事業者をカバーし、互いに融通する形態である。

［適用事例１：民生部門／東京イースト 21／東京都江東区／事業者：鹿島建設(株)、鹿島東京開発(株)、東京ガス(株)、(株)エネルギーアドバンス］

東陽町のオフィス棟、ホテル棟、ビジネスセンター棟、モールからなる大型複合施設、延べ床面積 14ha のエリアが対象。供給停止リスクの低い中圧ガス利用 BOS・高効率コージェネ 700kW×１台をビジネスセンター棟屋上に新規設置、既設の高効率コージェネ 350kW×2 台も含めたコージェネ 3 台で、施設間のエネルギー面的有効活用と、電源の自立性を高めている。

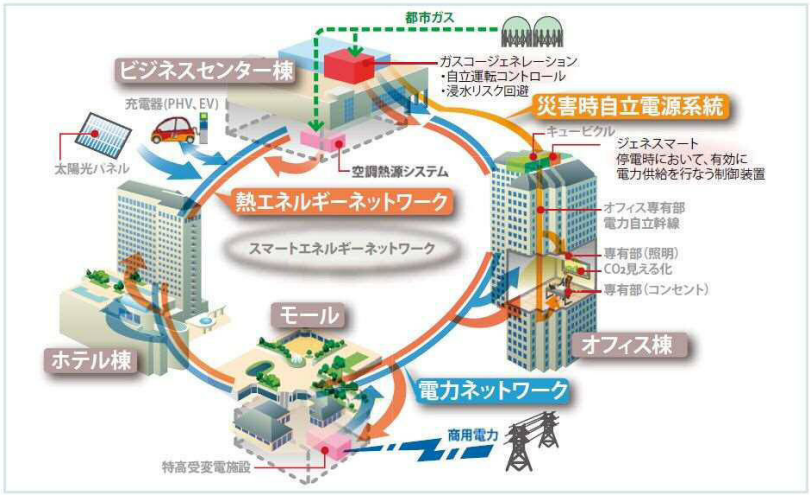


図 2.4.6-5　東京イースト 21／スマートエネルギーネットワーク概念図

出典：平成 25 年度コージェネ大賞優秀事例集

（一般財団法人 コージェネレーション・エネルギー高度利用センター）

［適用事例２：産業部門／F-グリッド宮城・大衡有限責任事業組合／宮城県大衡村］

トヨタ自動車とトヨタ自動車東日本をはじめ工業団地内企業が中心となって設立した「F-グリッド宮城・大衡有限責任事業組合（LLP／Limited Liability Partnership)」では、環境性の向上、経済性の確保、エネルギーの安定供給及び地域防災性の向上を目指し、組合で共同保有するガスエンジンコージェネ（7,800kW）と地域エネルギーマネジメントシステム（CEMS）を活用して、工業団地内企業が利用するエネルギーを安価・安定的に供給している。また、非常時には周辺地域のエネルギーバックアップとして貢献し、工業団地と周辺地域が一体となったスマートコミュニティの実現を目指している。

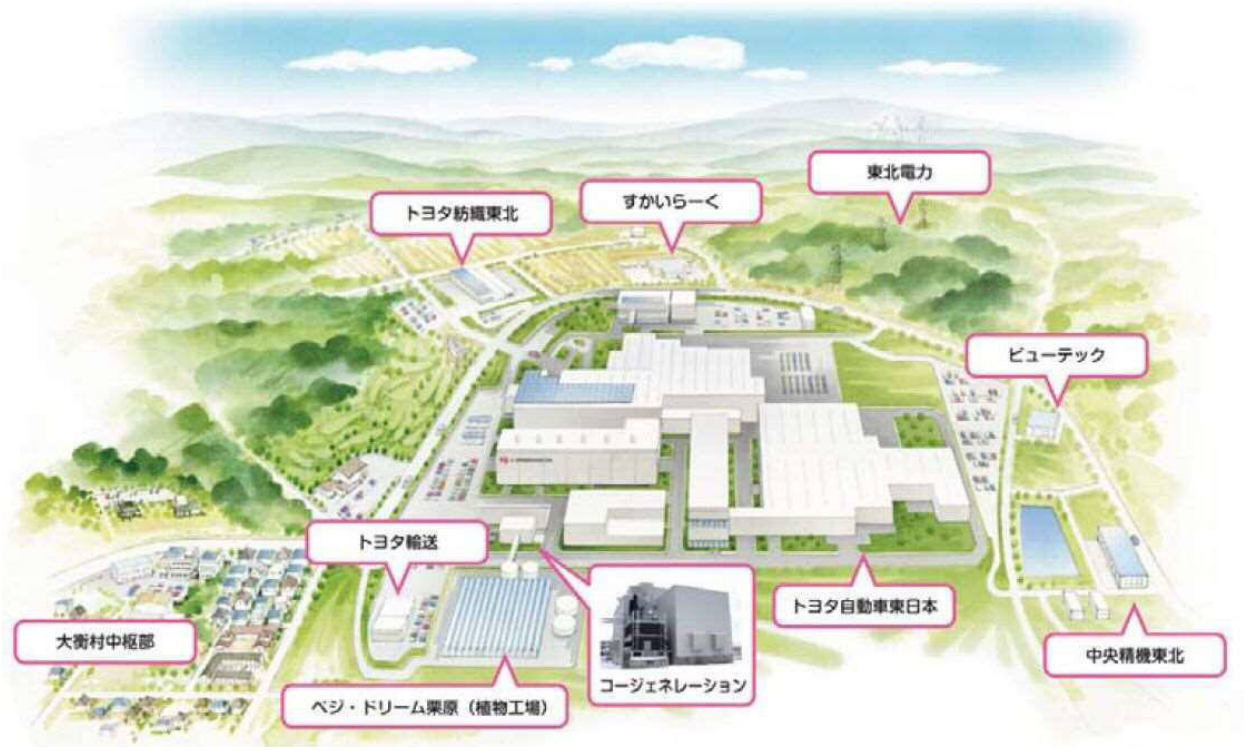


図 2.4.6-6　F-グリッド宮城・大衡有限責任事業組合／スマートエネルギーネットワーク活用企業

出典：平成 25 年度コージェネ大賞優秀事例集
（一般財団法人 コージェネレーション・エネルギー高度利用センター）

電気だけではなく、新たに熱エネルギーを活用できる仕組みを発展させることで、エネルギーの効率的な利用が推進でき、結果的に省エネに繋がってゆく。従来では、困難であった地域間、事業所間でエネルギーを融通することで、規模の最大化が図れ、結果的に利益を得ることで、企業の集積も促進できるものと考えられる。今後、これら事業への行政の関与、法整備などを図ってゆく必要がある。

参考文献

１）国交省ホームページ＞道路＞無電柱化の推進／ＩＴＳ推進・道路調査会無電柱化小委員会中間とりまとめ参考資料集（無電柱化推進検討会議（2014 年 9 月 8 日）　配付資料）参考資料 2-2：自由民主党ＩＴＳ推進・道路調査会無電柱化小委員会中間とりまとめ参考資料

2）国交省ホームページ＞道路＞無電柱化の推進／ＩＴＳ推進・道路調査会無電柱化小委員会中間とりまとめ参考資料集（無電柱化推進検討会議（2014 年 9 月 8 日）　配付資料）参考資料 1：無電柱化に係るガイドライン

3）まちづくりと一体となった熱エネルギーの有効利用に関する研究会中間とりまとめ（まちづくりと一体となった熱エネルギーの有効利用に関する研究会／経産省資源エネルギ庁／平成 23 年 8 月）

4）平成 25 年度コージェネ大賞優秀事例集（一般財団法人 コージェネレーション・エネルギー高度利用センター）

2.5　国土強靭化に資するエネルギー関連施設の地下化への検討

わが国のエネルギー動向は 2011 年 3 月に発生した東日本大震災に起因する原子力発電の安全性への不安から大きく変動がみられた。

このことにより再生可能エネルギーへの期待が大きくなり、主に太陽光発電を中心とする自然エネルギーの利用が促進されている。しかしながら政府主導による固定価格買取制度が電力会社の経営に圧迫を与えるなど将来的にどこまで普及するかについては疑問が残るところである。

原子力発電の停止に対して不足が生じた電力はとりあえず火力発電所の増強や、休止中の火力・水力発電所の再稼動等で補っているが、これも石炭・石油の燃料費の増大がやはり電力会社の経営を圧迫しているとともに CO_2 排出の抑制を阻害しているという事実を見逃すことはできない。

こうした電力会社の経営悪化は結局は電力料金の値上げとして消費者に帰すことになり、産業的にも競争力の低下をもたらすことは必然である。

以上のことから現実的には短中期的なエネルギーバランスは 2011 年以前のそれに近い状態が継続すると予想する。

これらのことを踏まえ各エネルギー施設の地下化について考察する。

1)　石油関連施設

石油関連施設の中で最も地下化が有効であろう施設は貯蔵タンクであろう。2.4.1 で紹介したようにタンクの形式には地上式、地中式、洋上式、岩盤式があげられるが、国家備蓄基地のような特殊な規模の施設以外ではほとんどが地上式タンク方式である。

地上式タンクは建設や維持運用に際して最も適しており有効であるが、大規模な地震の際には耐震強度上地下式に比べて劣るため、過去の地震発生の際にタンク施設の損傷が原因となる火災事故も起きている。



図 2.5-1　石油タンク火災例

出典：総合エネルギー調査会委員会資料 [1)]

また、石油貯蔵に関しては BCP の観点から非常時のための備蓄が重要であるが、現在は原油備蓄が主であり、将来的には製品備蓄についても考慮する必要であり、そのためには中小型タンクを地域毎に増加させることも有効であるため、経済性の検証は必要となるが、地下化できる施設として考慮する必要がある。

2) 石炭関連施設

石炭の需要は主に火力発電所であり、しかもその大部分は海外からの輸入に依存しているのが現状である。そのため石炭火力発電所においては大規模な貯炭場を所有しており、広大な用地が必要となっている。

貯炭においては石炭の性質上粉じんの飛散の抑制と火災爆発を防止することが必要となり、散水等により管理している。

このような点を考慮すると貯炭場を地下化することにより、粉じんの飛散を抑制するとともに、散水設備や運搬設備を躯体を利用して設置することができる。

また、貯炭場を発電所設備の直下に設置することにより用地を節約でき、さらに場内運搬距離の短縮化も図ることが期待される。

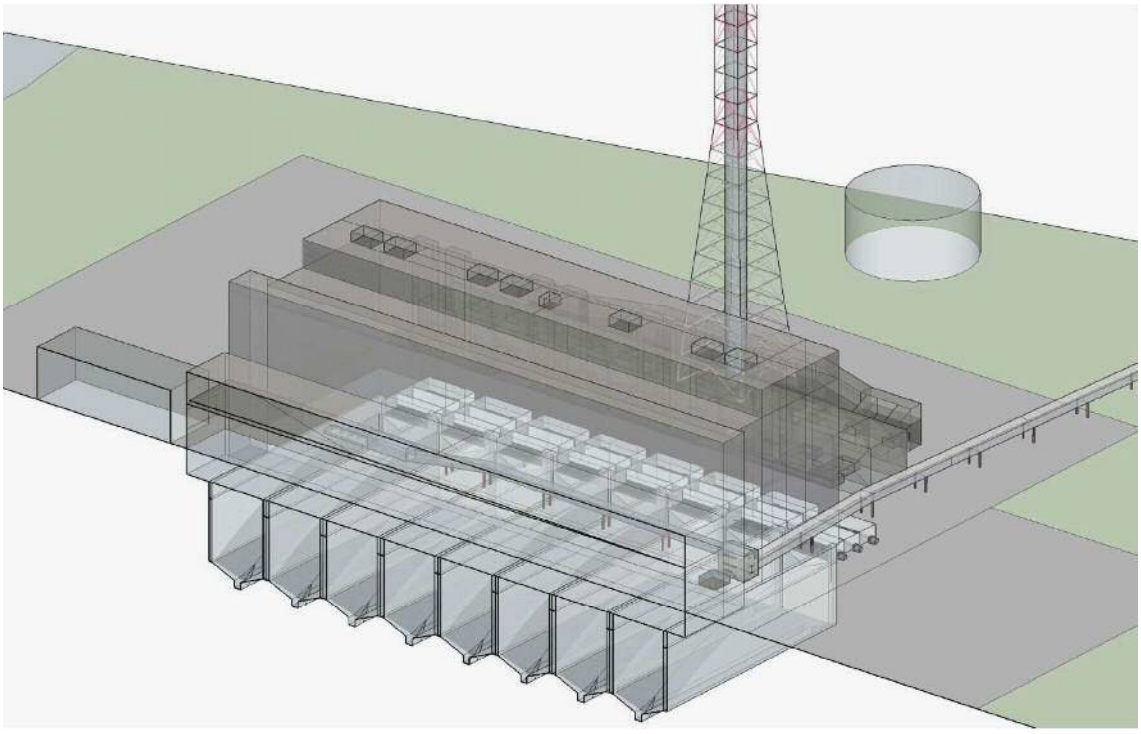


図 2.5-2　火力発電所における貯炭場の地下化のイメージ（1）

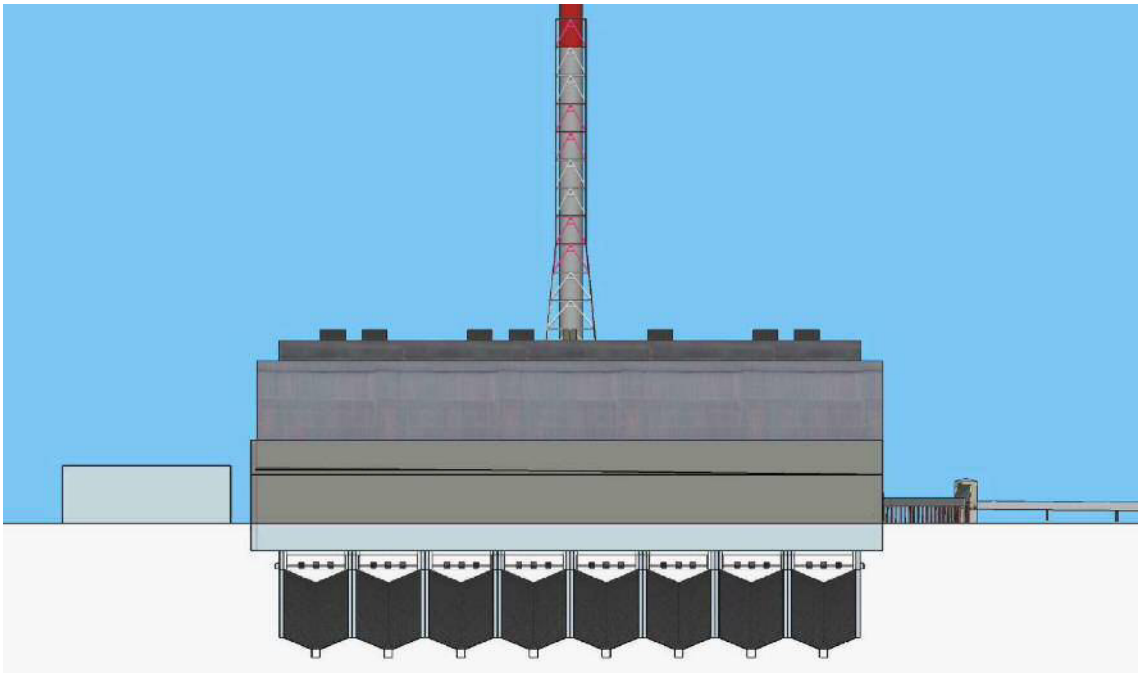


図 2.5-3　火力発電所における貯炭場の地下化のイメージ（2）

3)　ガス関連施設

主に天然ガス施設においては現在地下パイプラインの建設が鋭意進められており、今後も日本列島を網羅する形で整備されることが必要である。

貯蔵施設に関してはガス事業者が地域毎に主に民間業者が運営していることから、施設の老朽化等も一部見受けられることから、リプレースに際しては地下式タンクが採用されることが望ましい。

4）電力関連施設

電力関連施設のうち発電所施設については既に地下利用の有効化が図られており、新たな検討の余地は少ない。

しかしながら水路式水力発電所において既存施設に地下調整池を付加し、有効出力の増加と効率化を図る試みなどは地下利用の好例として注目する。

また、送電に関しては例えば原子力発電所が再稼動されることを前提とするならば、非常時における発電用電源の確保という観点から多用性、多重性が求められ、一部地下に送電系統を設けることも有効策である。

さらに都市部における無電柱化も図られるべきであるし、高圧送電においても地下化されるべき場面も考えられる。

都市部における送電線の地下化については平成 21 年度および平成 22 年度においてエンジニアリング協会の地下開発利用研究センターが行った「都市部における架空送電線の地下化に関する調査」の中で以下の提言がなされている。

1．大都市圏郊外部の架空送電線の地中化
2．地中線化の事業用地に対する経済性の調査
3．地中線化建設技術の高度化

4．地中化の推進、整備に向けた総合的な施策の仕組みの明確化
5．地中化の事業便益評価法の確立に向けた検討
6．超電導送電の経済性の検討

送電線の地中化にはこのようにクリアすべき課題は多いものの土地利用の有効化や住
宅用地における景観上のメリットも多大であることから検討すべきテーマである。

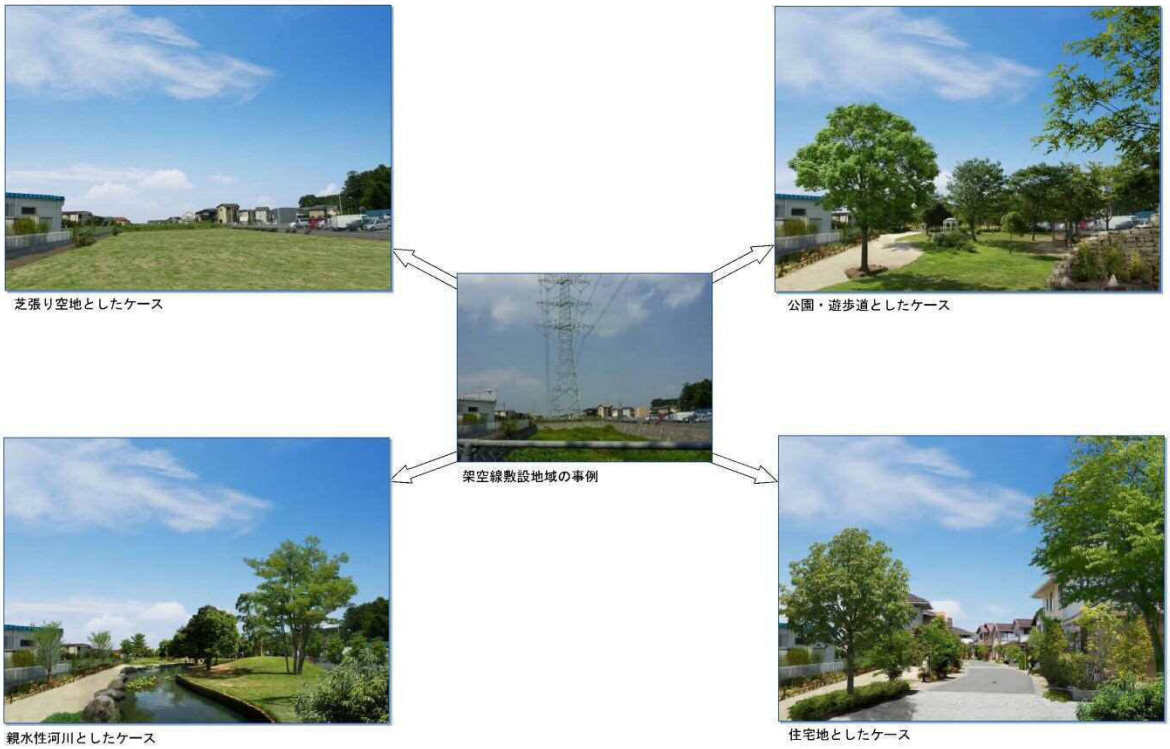


図 2.5-4　送電線の地中化のイメージ

出典：「都市部における架空送電線の地下化に関する調査」平成 23 年 3 月 [2)]
エンジニアリング協会

5) 水素エネルギー関連施設

水素エネルギーはこれから発展が予想されるエネルギーであり、施設建設もこれから始まることとなるため、土地有効利用や景観および安全性の観点からも積極的に地下利用を推進すべきである。

具体的には供給地、需要地を問わず液体水素貯蔵に関しては地下タンク方式を検討すべきかと考える。

参考資料

1) 「エネルギー基本計画の要点とエネルギーを巡る情勢について」平成 27 年 1 月
総合エネルギー調査会基本政策分科会（第 16 回会合）資料 3
2) 「都市部における架空送電線の地下化に関する調査」平成 23 年 3 月
一般財団法人エンジニアリング協会

第 3 章　調査のまとめと今後の課題

3.1　調査のまとめ

国土強靭化施策に対する産業エネルギー基盤の調査・研究を行うにあたり、今年度はその実態を把握するための活動を行った。

第一に調査したのは産業エネルギー基盤の脆弱性と強靭化施策について平成 26 年 4 月に公表された「大規模自然災害に対する脆弱性の評価の結果（抜粋)」、平成 26 年 6 月に公表された「国土強靭化アクションプラン 2014（案)」いずれも内閣官房国土強靭化推進室発行等を中心に調査した。

次にわが国の産業エネルギーの実態について政府によるエネルギー施策の内容と消費実態について各種計画書や統計資料により調査し、さらに海外の動向との比較を行った。

また、エネルギー供給施設の現状および課題について、石油、石炭、ガス、電力、水素エネルギー、共同溝に分類しそれぞれについて調査した。

これらの調査結果を踏まえ、次年度に行う予定のエネルギー関連施設を国土強靭化に資するための地下利用の可能性について考察した。

以下に項目毎の調査結果について概略を示す。

1）産業エネルギーに係る脆弱性評価

脆弱性は以下の 3 点に集約される。

・サプライチェーンの寸断による経済活動の停滞により国民生活への悪影響と国際競争力の低下。
・サプライチェーンの維持に必要なエネルギー供給の停止。
・コンビナート等重要な産業施設の損壊・火災・爆発等。

これらの脆弱性の解消に向けての方策として以下の点について示されている。

・重点化を図りつつ、ハード（耐震化等）とソフト（BCP、BCM 等）の適切な組み合わせ。
・代替性、冗長性の確保。
・官民連携の強化。

さらにこれらについて推進するために非常時のみならず、通常時においても活用できる施策の拡張性が必要であると結論つけている。

2）産業エネルギーに係る国土強靭化施策

基本計画の中で以下の点について述べている。

・大規模エネルギー供給拠点が太平洋側に集中している。
　→　個々の設備の災害対応力の強化
　→　地域内のエネルギー自給力の強化
　→　地域間の相互融通能力の強化
・供給力強化。

→　緊急入出荷能力の強化
→　石油製品、石油、ガスの備蓄量の確保
・供給施設の損壊
→　耐災害性の向上と防災体制の強化
・スマートコミュニティの形成
→　コジェネ、燃料電池、再生可能エネルギー等地域における自立・分散型エネルギーの導入
・BCP、BCM の構築

3）日本における産業エネルギーの実態

（1）エネルギーバランスの現状と将来予測

平成 26 年 4 月策定のエネルギー基本計画（第四次）によればわが国のエネルギー自給率は 2010 年の段階では 19.9%であったものの、原発事故による原子力発電の停止にともない大きく低下しており、このことが脆弱性につながっている。

一方で将来的な人口減少と省エネ技術の向上によりエネルギー需要の低下を予測している。

また一次エネルギー輸入元の情勢や世界経済の動向により資源価格の不安定化や化石燃料の使用増加による温室効果ガスの発生増加について危惧されている。

これらの点に留意し将来的なエネルギーバランスを構築する際には 3E＋S＋M を基本としなければならない。

当部会としての私的な意見ではあるが、当面目標とすべき電力エネルギーバランスは原子力 20%、再生可能エネルギー30%、火力 35%、コジェネ 15%とした。

この比率では CO_2 削減率は 23%程度と試算されるが、一方で電力料金は対 2010 年度比で約 60%上昇することが予想されるため、将来的にはさらなる省エネ化を図るとともに再生可能エネルギー技術の向上や自然由来エネルギーの活用技術の向上をもって火力発電の比率を最小化していくことが必要であると考える。

（2）エネルギー消費動向

「エネルギー白書 2014」によればオイルショック以降は GDP が 2.4 倍に伸びたのに対してエネルギー消費量の増加は 1.3 倍程度であり、抑制しながら成長している。

消費対象内訳は産業部門が横ばいであるのに対して家庭・業務・運輸部門では倍増しており、2012 年度における産業別消費比率は製造部門 42.6%、民生部門 34.3%、運輸部門 23.1%となっている。

一次エネルギー別の供給動向は以下のとおりである。

①　石油

一次エネルギー全体に占める石油の割合はオイルショック前では 70%、その後減少し 2010 年度では 40%となったが、原発事故後の 2012 年度で 44.3%に増加し、原子力発電の再稼動が成されない場合今後も増加傾向が続くものと思われる。

消費フローは精製され輸送用燃料（ガソリン、軽油等）、石油製品（灯油、重油等）及び石油化学原料（ナフサ等）に利用されている。

② 石炭

1960 年代前半までは比率は最大であったが、中東の大規模油田開発後には石油が主流となり、その後のオイルショックを経て 2012 年度では 23.4%となっており、半数は電力に残り半数は製鉄に必要なコークス用原料炭に消費される。

③ 天然ガス

1969 年の LNG 導入以前は国産のみで比率は 1%でしかなかったが、その後海外からの輸入が増進され、2012 年度では 24.5%まで上昇しており、大半が電力に転換されるほか 30%程度は都市ガスとして消費される。

④ 原子力

低炭素の純国産エネルギーとして 2010 年度では 11.3%であったが、原発事故後の 2012 年度では 0.7%となった。

⑤ 再生可能エネルギー

年々増加しており 2012 年度には 4.0%まで成長した。今後も固定価格買取制度を背景に増加傾向が続くものと思われる。

(3) 海外の産業エネルギー施策との比較

世界全体のエネルギーの中で石油が 32.9%、天然ガスが 23.7%であり、この 2 種類で半数以上となっている。

消費動向は米国の伸びが大きく日本と EU では減少傾向にある。

将来的には各国とも CO_2 排出削減の流れから原子力および再生可能エネルギーへのシフトに注力しており、特に自給率の低い国では化石燃料依存からの脱却を図ろうとしている。

次にエネルギー別の消費傾向について**表 3.1-1** にまとめる。

表 3.1-1 全世界におけるエネルギー別消費傾向

種別	傾向	世界シェア(2013 年度)					
		第 1 位		第 2 位		日本のシェア	
		国名	%	国名	%	順位	%
石油	・近年は米国と中国の伸びが大きい。 ・価格は大きく低下	米国	19.9	中国	12.1	3 位	5.0
天然ガス	・中国と米国で増加 ・全体では伸び率が減少傾向	米国	22.2	ロシア	12.3	5 位	3.5
石炭	・中国が全世界の半数を消費 ・伸び率は低下 ・化石燃料の中では急速に拡大	中国	50.3	米国	11.9	4 位	3.4
原子力	・全世界では増加傾向 ・中国・インド等で増加、日本・ドイツ等は減少 ・日本のシェアは 2010 年時点では 10.6%（3 位）	米国	33.4	フランス	17.0	21 位	0.6
水力	・エネルギー全体の 6.7%（伸び率 2.9%） ・シェアは中国 24.1%、カナダ・ブラジル各 10%	中国	24.1	カナダ	10.4	9 位	2.2
再生可能エネ	・エネルギー全体の 2.7% ・伸び率全体の半分は風力 ・シェアトップは風力が米国(27.0%)、太陽光がドイツ(24.0%)、地熱・バイオマス他は米国(16.7%)	米国	259.1 TW/h	中国	189.7 TW/h	—	41.7 TW/h

4) エネルギー施設の現状と課題

(1) 石油関連施設

輸送用燃料に代表されるように社会経済活動やサプライチェーンの維持に必要なエネルギー供給の停止に対する影響が多大であるため重要な産業施設の損壊・火災・爆発等が起こらないような備えと、電力供給ネットワークや石油・LP ガスサプライチェーンの機能停止をおこさないための BCP、BCM の構築および備蓄量の確保等が課題としてあげられる。

(2) 石炭関連施設

国土強靭化基本計画では石炭関連施設に特化した記述はない。ただし人体に有害な物質を扱っていることからそのリスクに対する措置を十分に行う必要がある。またリプレースに際しては環境面に対する配慮が必要である。

(3) ガス関連施設

LNG 貯蔵タンクは現状 63%が地上式であり、耐震性に優れた地下式に移行することが望ましい。

LPG に関しては東日本大震災の際にも緊急時のエネルギー確保に大きく貢献した。しかしながら備蓄量が官民合わせて約 90 日分であり、原油備蓄量の 198 日分と比較しても半分以下であり、増強が望ましい。

天然ガスに関してはパイプライン網のさらなる整備により強靭化につながる。

(4) 電力関連施設

(a) 火力発電

・燃料のほとんどが輸入に頼っている。
・発電コストが安い。
・発電量の調整が容易。
・事故による影響が局所的。
・原発事故以降の電力確保のために老朽化した設備を再利用したことによりトラブルが急増している。

(b) 水力発電

・化石燃料を一切使用しない。
・地下調整池を付加した水路式発電によりピーク時電源としても対応できる。

(c) 原子力発電

・放射性廃棄物の処理に関して地下を利用する必要がある。

(d) 再生可能エネルギー

・種類は太陽光、風力、地熱、中小水力、バイオマス等がある。
・発電用燃料が自然由来であり低炭素、純国産という特長がある。
・供給能力が不安定であることとコスト面や効率面における技術の進歩が必要である。
・電力料金の値上げにより消費者の負担が増大する。
・送電網の追加が必要である。
・自然環境保全に関する配慮が必要である。

(5) 水素関連施設

先端技術のため現在は技術的課題を明らかにする段階であり、燃料電池の実用化や経済性の向上、社会環境の整備等課題も多い。

(6) 共同溝

電線共同溝においては災害に強く環境・景観上優位であるが、全国 3,500 万本の電柱を地下化するためには膨大な予算が必要であり、またコジェネはまちづくりの初期段階からの行政の積極的参加により計画的に進める必要がある。

5) 国土強靭化に資するエネルギー関連施設の地下化への検討

(1) 石油関連施設

石油備蓄の増強の観点から今後増設が望まれる中小型タンクを地下化する。

(2) 石炭関連施設

石炭火力発電所に併設する貯炭場を発電設備本体の直下に設置することにより用地の有効利用を図る。

(3) ガス関連施設

貯蔵施設のリプレースに際しては耐震性の観点からも地下化についても検討する。

(4) 電力関連施設

送電網の整備に際して共同溝も含め極力地下化を図る。

(5) 水素エネルギー関連施設

液体水素貯蔵施設をはじめとする関連施設建設に際して地下を積極的に利用する。

3.2 今後の課題

今年度の調査・研究の中で当部会としては将来的なエネルギーバランスについて一定の見解を述べたところであるが、現在経済産業省の作業部会で行われている 2030 年をにらんだエネルギーミックスに関する議論の経過および結果に注目しなければならない。

また、次年度に行う予定の国土強靭化に資するエネルギー関連施設の地下化への検討においては、今年度の調査結果より想定した地下化の効果が期待できる施設について、それぞれの技術的課題、経済性、法的制約条件等と効果の度合いについて精査し、より実現可能な施設に絞り込むことも必要になろうかと考える。

さらに、前述した 2015 年の夏ころには発表されるであろう政府によるエネルギー基本計画の内容によっては、検討施設の種類についての再検討が必要になる場合も想定する。

いずれにしても今年度は基礎調査の段階であり、国土強靭化に資する産業エネルギーに関する地下空間利用に関する今後の課題については、次年度の調査・研究の結果を踏まえて言及することとする。

第Ⅲ部　都市生活基盤に関する調査

平成２６年度
都市生活基盤に関する調査専門部会（第三部会）委員名簿

部 会 長	平野　孝行	西松建設㈱　土木事業本部　土木設計部 部長
副部会長	藤川　富夫	㈱アサノ大成基礎エンジニアリング　技術研究所 所長
委　　員	笠　　博義	㈱安藤･間　技術本部　環境開発部　部長
委　　員	菱田　省一	応用地質㈱　エネルギー事業部　地盤物性部　専任職
委　　員	内田　秀樹	川崎地質㈱　技術本部 北関東支店　技術グループ　グループマネージャー
委　　員	吉川　　猛	基礎地盤コンサルタンツ㈱　技術本部　物理探査部　係長
委　　員	鍋谷　雅司	佐藤工業㈱　土木事業本部　設計部長
委　　員	中村　静也	サンコーコンサルタント㈱　名古屋支店 技術部 地質課 課長
委　　員	谷川　晋一	JX 日鉱日石探開㈱　開発事業部　主任技師
委　　員	下村　雅則	大成建設㈱　技術センター 土木技術研究所　地盤・岩盤研究室　土質チームリーダー
委　　員	稲葉　　薫	㈱竹中工務店　技術研究所　環境計画部　主任研究員
委　　員	柳　　博文	鉄建建設㈱　土木本部　エンジニアリング部 基礎・構造グループ　グループマネージャー
事 務 局	白鳥　英二	(一財)エンジニアリング協会 地下開発利用研究センター 技術開発部 主任研究員

第Ⅲ部　都市生活基盤に関する調査

目　次

第１章　調査経緯 ……Ⅲ－ 1

1.1 調査方針 ……Ⅲ－ 1

1.1.1 検討背景 ……Ⅲ－ 1

1.1.2 検討目的 ……Ⅲ－ 1

1.2 調査内容 ……Ⅲ－ 2

1.3 調査状況 ……Ⅲ－ 3

1.4 視察・ヒアリング調査 ……Ⅲ－ 5

1.4.1 荒川区防災課 ……Ⅲ－ 5

1.4.2 川崎市上下水道局水運用センター、鷺沼配水所内鷺沼発電所 …Ⅲ－ 8

1.4.3 富山県知事政策局防災・危機管理課 ……Ⅲ－10

1.4.4 富山市上下水道局、松川雨水貯留管建設現場 ……Ⅲ－12

1.4.5 南国市危機管理課 ……Ⅲ－14

1.4.6 高知市防災政策課 ……Ⅲ－16

第２章　調査成果 ……Ⅲ－19

2.1 都市生活と水に係わる法令 ……Ⅲ－19

2.1.1 防災・減災に関する法律 ……Ⅲ－19

2.1.2 利水・保全に関する法律 ……Ⅲ－25

2.1.3 国土強靭化計画推進に関する法律 ……Ⅲ－32

2.1.4 都市生活と水に関わるリスクについて ……Ⅲ－35

2.2 都市における水災害の事例 ……Ⅲ－42

2.2.1 災害の事例 ……Ⅲ－42

2.2.2 利水・保全における問題の事例 ……Ⅲ－46

2.2.3 今後の課題 ……Ⅲ－49

第３章　調査のまとめと今後の課題 ……Ⅲ－73

3.1 調査のまとめ ……Ⅲ－73

3.1.1 都市生活と水に係わる法令 ……Ⅲ－73

3.1.2 水災害と利水・保全の事例 ……Ⅲ－73

3.1.3 ヒアリング結果 ……Ⅲ－74

3.2 今後の課題 ……Ⅲ－74

第１章　調査経緯

1.1　調査方針

1.1.1　検討背景

2011 年 3 月 11 日の東日本大震災大震災の経験を契機に、いかなる事態であっても機能不全に陥ることなくいつまでも元気であり続けるために国土の防災や災害時の国全体の産業活動の継続性を目的とした国土強靭化の方針が示された。このため、これからの社会資本整備には、国民生活や多くの産業に横断的なサプライチェーンの連続性確保と多角的な防災対策が必要となり、そのために各種インフラの高いレベルでの整備･維持･管理の実現を目指すことが極めて重要な挑戦となる。

災害を回避し国民生活と各種産業のサプライチェーンを確保するために事前の備えや発災後の冗長性を有する柔軟でしなやかなインフラ整備が必要であり，そのためには以下の観点からの提言が求められている。

1)新規のインフラ整備については、地上施設の地下化の可能性と適用性

2)既存地下施設については、戦略的な維持管理と機能強化

地下利用推進部会では、情報基盤、エネルギー基盤、都市生活基盤、交通基盤を対象として国土強靭化につなげる調査研究を実施する。地下利用推進部会第Ⅲ専門部会は、都市生活基盤の強靭化を取り扱うが、国土交通省等が取りまとめている首都直下地震対策計画などにも示されているように、衛生環境の悪化、環 6～環 8 間の火災ベルト、ゼロメートル地帯の浸水、水供給不足の切迫性、郊外宅地の地すべり･液状化、地震後の豪雨災害など水に係わり想定される深刻な事態が強靭化を阻害する要因となっている。折しも国土交通省が平成 27 年 1 月に出した「新たなステージに対応した防災･減災のあり方」の中でも、平成 26 年広島豪雨や平成 25 年フィリピンスーパー台風の襲来などを例に挙げつつ、これまでの想定対象時間降雨量の増加､降雨形態の局地化･集中化･激甚化現象について言及し、災害に対する脆弱性や最悪の事態の想定を踏まえ、最悪の事態化においても「命を守る」、「社会経済の壊滅的な被害を回避する」事を目標とすべきである事を説いている。そして水害等の分野においては、近年最悪の事態はもとより危機的な状況に遭遇した経験がほとんどなく､地震･津波災害と比べても社会全体としての危機感が希薄であると警鐘を鳴らしている。

1.1.2　検討目的

東日本大震災は、人命保護、機能維持、被害最小化、迅速な復旧を基本目標とする国土強靭化策を総合的かつ計画的に推進させるきっかけとなった。

翻って近年の都市について情報、エネルギー、交通を除いた住民生活の観点から見てみると、大地震発生時の津波浸水、異常気象による高潮、ゲリラ豪雨からくる内水氾濫や長時間継続降雨による洪水・土砂災害、都市生活の食料にも影響を与える渇水、震災など災害時の水不足、地下水位の上昇に伴う地下構造物の不安定化、都市化に伴う涵養不足から来る水循環の不健全性やヒートアイランド化等々、自然環境の変化が都市での生活に大きな影響を与える事象が顕著に現れるようになっている。また、一度大災害が発生すると膨大な数の避難民の発生とそれに伴う避難所、応急物資、医療ケアなどが絶対的に不足し、

例えば首都直下地震時には飲料水の不足量は最大 1,700 万リットルに及ぶともいわれている。

このような現状を踏まえ、当第Ⅲ部会では住民生活に深く関係しつつも、近年最悪の事態はもとより危機的な状況に遭遇した経験がほとんどなく、地震･津波災害と比べても社会全体としての危機感が希薄である水害等を念頭に置き、国土強靭化基本目標の達成を困難にしかねない生活圏に係わる水について、治水・利水を通した観点からの検討が必要であると考えた。

昨年まで活動した地下利用推進部会第Ⅲ専門部会では、低炭素化に向けた「都市における地下水･雨水・再生水の有効利用」、東日本大震災を受けた「社会インフラ施設の防災･減災に資する地下水利用」といったように、主に都市部において身近にありながら利用を制限されることの多かった地下水や利用されること無く放流されていた雨水等の水に焦点を当てて調査研究を行ってきた。これらの調査研究では、水は災害要因であるものの、適切な水循環管理を行えば資源ともなることを踏まえ、産官学連係した利活用のあり方について提言を行った。

今回、近い将来想定される南海・東南海地震等の大地震や昨今の異常気象に向けた国土強靭化施策について、これら昨年度までの提言を踏まえつつ、災害要因にも資源にもなりうる水資源やそれらを取り巻く基盤施設を対象として、都市におけるリスクとの係わりを整理し、治水･利水の両面から平常時・災害時を問わない強靭化に向けた利用のあり方について提言する事を目的として調査研究を行うこととした。

1.2　調査内容

国の進める防災･治水整備事業の着実な実施により我が国においては昭和 34 年の伊勢湾台風以降、経済的損失を除き多数の死者･行方不明者を出す水害は見られない。このため、社会には災害、特に水害等に対しては、危機的事態の経験のなさや危機感の希薄性が存在することを享受しなくてはいけない実態がある。その上で、昨今の降雨形態や降雨強度の変化を踏まえた「新たなステージ」において、国土強靭化に向け治水･利水の両面から平常時･災害時を問わない水や水関連施設の利用のあり方について調査研究を進めるためには、災害に対する脆弱性とは何か？東日本大震災で想定外といわれた最悪の事態といわれる事象とは何か？命を守るとは？社会経済の壊滅的な被害の回避策とは何か？を再認識する必要がある。本年度の調査においては、法律の実態調査、災害･治水･利水の事例調査、国土強靭化地域計画モデル調査実施団体などへのヒアリングを実施することで、次年度の提言に向けた基礎的情報を整理した。

① 水利用のあり方を検討するために、現在治水･利水の観点からどのような背景で法整備が成され、それがどの様に補完･連携しあっているのかを調査した。
② 法整備の背景として「命を守る」、「社会経済の壊滅的な被害を回避する」ことの重要性を認識させられた災害や、社会の利益ひいては災害時の命をつなぐ事に役立った水利用の事例について最近の代表的な事例を抽出するとともに、水利用上課題として取り上げられる水源・施設保全の問題を整理した。
③ 平成 25 年 12 月に国土強靭化基本法が施行し、平成 26 年 6 月に国土強靭化基本計画、同アクションプラン 2014 が閣議決定されたことを踏まえ国土強靭化地域計画モデル

調査実施団体となった自治体のうち、南海・東南海地震時の津波対策に取り組む高知市や近隣の南国市、木質密集地域の火災や荒川堤防決壊･豪雨氾濫対策に取り組む荒川区、上水道の配水に絡んで水の位置エネルギー有効利用としての小水力発電施設を運営する川崎市、地下水保全や合流式下水道の改善による水質保全や浸水被害対策を実施している富山市をヒアリング対象として選定し、都市･地域の強靭化にむけた取り組みと課題についてヒアリングを行った。

1.3 調査状況

平成 26 年度は、平成 26 年 6 月 9 日の第 1 回専門部会を初めとして、計 7 回の部会活動を行った。本年度は 2 年度調査の初年度であるため、調査内容について議論し、国土強靭化と都市生活基盤の関わりを検討した結果、水に関わる問題に焦点を当てて資料収集整理やヒアリング調査を中心に現状調査の活動を進めた。

表 1.3-1 に都市基盤に関する調査専門部会（第三部会）の活動記録を、また**表 1.3-2** に 2 WG の編成表を示す。

表 1.3-1 都市基盤に関する調査専門部会（第三部会）活動記録

回	開催日	議　　題
第 1 回	平成 26 年 6 月 9 日	・委員の自己紹介 ・部会長、副部会長の選出 ・H26 年度活動の進め方について討議
第 2 回	平成 26 年 7 月 31 日	・第 1 回議事録確認 ・調査内容と進め方について討議 ・ヒアリング/視察先の候補検討
第 3 回	平成 26 年 9 月 25 日	・第 2 回議事録確認 ・H26 年度報告書目次案の検討 ・ヒアリング/視察先の決定
第 4 回	平成 26 年 11 月 19 日	・第 3 回議事録確認 ・各 WG の調査進捗状況確認 ・ヒアリング/視察の日時/内容の検討
第 5 回	平成 26 年 12 月 25 日	・第 4 回議事録確認 ・報告書構成と分担の調整 ・ヒアリング/視察の結果報告
第 6 回	平成 27 年 1 月 29 日	・第 5 回議事録確認 ・報告書原稿のレビューと討議

なお本年度は調査の進捗と内容に応じて下記の現地視察調査やヒアリングを実施した。

1）荒川区防災課

・調査日：平成 26 年 12 月 3 日（水）

2）川崎市上下水道局水運用センター、鷺沼配水所内鷺沼発電所

・調査日：平成 26 年 12 月 3 日（水）

3）富山県知事政策局防災・危機管理課

富山市上下水道局、松川雨水貯留管建設現場

・調査日：平成 26 年 12 月 9 日（火）

4）高知市防災推進課

南国市危機管理課

・調査日：平成 26 年 12 月 17 日（水）

表 1.3-2　都市基盤に関する調査専門部会調査専門部会（第三部会）
ＷＧ編成表
（◎：リーダー、敬称略、順不同）

WG 名称	メンバー氏名（所　　属）
第 1 WG （法令関連調査）	◎　下村 雅則（大成建設㈱） 稲葉 薫（㈱竹中工務店） 内田 秀樹（川崎地質㈱） 鍋谷 雅司（佐藤工業㈱） 菱田 省一（応用地質㈱）
第 2 WG （水関連災害事例調査）	◎　谷川 晋一（JX 日鉱日石探開㈱） 笠 博義（㈱安藤･間） 中村 静也（サンコーコンサルタント㈱） 柳 博文（鉄建建設㈱） 吉川 猛（基礎地盤コンサルタンツ㈱）

1.4　視察報告

1.4.1　荒川区防災課

1)日　時　：平成 26 年 12 月 3 日（水）　9：30～12：00

2)場　所　：荒川区立防災センター会議室

3)出席者：荒川区区民生活部　和田崇氏（防災管理係長）、榎本真一郎氏

第三部会：藤川副部会長、谷川委員、稲葉委員、柳委員、白鳥主任(GEC)

4)受領資料：

① 荒川区災害時協力井戸工事等助成金交付要領

② 荒川区地域防災計画

③ 荒川区防災地図

④ 防災まちづくり事業制度のご紹介

⑤ 災害協力井戸の指定に関する協定書



写真　1.4.1-1 荒川区区民生活部　ヒアリング状況

5)ヒアリング内容と質疑応答

Q1 国土強靭化モデル地区としての想定災害と対策について

昨年末に国から打診があり「防災まちづくり推進課」で計画書を作成し応募したところモデル地区として選定された。それほど分厚い資料は必要とされなかった。現在は「設定モデル」をつくる段階でこれから具体的に詰めていく予定である。また認定後に他の区から問い合わせもあった。また、今年 6 月に、舛添知事が木造住宅の密集地域（木密地域）解消に向けて訪問された。

強靭化に向けた地震時の想定災害リスクとしては以下の２つを考えている。なお地震時の津波は想定していない。

①地震時の火災に対する防災処置

荒川区では、「木造密集地域」が大きな問題であるため、火災が発生した際に消火活動が行ないにくく、また延焼しやすいことが重要な災害リスクであるとの認識している。木造住宅の立替えや道幅の確保も課題となっている。火災による消失は住宅地の半分程度を予想している。また 10 万世帯のうち 7～8 千戸が倒壊し、6～7 万人が避難することになると予想されている。被災者数は約 10 万人、避難者約 7 万人、帰宅困難者約 3 万人程度を想定している。

②地震による荒川堤防決壊/大量降雨による荒川氾濫による浸水

荒川堤防が決壊すると区の面積 10km² の大半が水に浸かる。水深は 5m に達すると予想されるので防災センターの屋上に発電機を置くなどの対策を検討している。

内水氾濫対策については 50mm/h 程度の降雨強度に対しては現在では大丈夫になっている。なお内水氾濫の対策として、東京都水道局が 50mm/h 程度の降水量に対応するために下水道のサイズアップを行なっている。昨年度は、都内何箇所かで大変な集中豪雨が起こって問題となったが、幸い荒川区内では異常な降水量は降らなかった。その他以下のようなことも検討している。

- 国で広域避難体制の構築を進めているが、もし今すぐに大規模な洪水被害が発生した場合には、23 区の相互応援協定により他区に、歩いて避難する区民の受入を依頼することとなる。
- 地域住民の緊急避難に協力できる建物を災害時地域貢献建築物として認定している。認定された建築物には補助金制度もある。現在８件が認定されている。

現在、メンテナンスの問題から高架水槽は減って来ている。地下貯水槽の設置については、中学校に近年設置されたものがある。トイレのそばに設置して、すぐに人力で取り出せるようにしてあるところもある。また、最新の建物では屋上のプールも、地震災害時に使えるよう対策がしてある。

区の防災センターの北隣に区の施設を建設予定で、壁面緑化、雨水貯留、ソーラー発電等を設置する予定である。また急傾斜箇所が区内にあり、土砂災害の危険を周知するチラシを配っている。都による急傾斜箇所の認定は多摩地区が専攻しており 23 区内はこれからである。レッドゾーンを公開すると「地価が下がる、居住が制限される」等の意見もあり、また自然斜面の箇所も都内では膨大な数となることから、これまでは作成に時間がかかっていたが、近年広島土砂災害など大きな斜面災害が続いたため、公表にむけて法律も改正されている。

Q2 国や都からの補助などについて

強靭化に向けた国や都からの支援についてはこれから相談や働きかけを行ってゆくことになる。木造住宅の建て替えについて、住民の方は自己資本の面で二の足を踏まれる状況で、また高齢の方の一人住まいが多く、「自分の後住む人が居ない」と言う理由で建て替えないという状況にある。現在、区でも無料の耐震診断や様々な建て替え助成事業を行っているが、一気に建て替えが進むような状況とはなっていない。建築相談ステーションを作ったが、自分から相談に来られる人は今のところ少ない。そのため土曜日等や個別に説明会を行うなど理解を深める活動をしている。

Q3 広報について

平成 26 年に荒川区防災地図を作成して各戸に配っている。これは区内の防災関連の施設や避難場所等を記載したもので、地震の危険度マップについては、東京都が作成・公表しているので、そちらを参照してほしいと説明している。西日暮里、三河島の再開発では、駅ビルの建て替えに何年もかかった。再開発は、民間主導のものが少なく地域で組合を作ってもらっている。「地域貢献建築物」と

して、一時的避難に使用する民間建物を指定し、プレートを設置や備蓄物資の購入支援を進めている。現在区内に８軒程度指定している。防災講習への参加者は高齢者が多い。また「食物アレルギー」対応の備蓄物資にして欲しいとの要望があり、対応した食料の備蓄にも取り組んでいる。また 2011 年の東北太平洋沖大地震の時の各学校の対応がまちまちだったので、対応の統一化やガイドライン作成もすすめている。

Q4 井戸についてはどうか

荒川区には井戸が多いが協定井戸は 3 箇所のみでハード整備の補助金はある。井戸はすべて生活用水で手押し式である。中には飲料水レベルの水質のものもあるかもしれないが、通常いわれる飲用に適した水とするには塩素消毒等の条件もあり、飲用とするには難しい課題が多い。木造密集地域で空き地が生じ、新たに荒川区が延焼防止のために公園を整備するときには周辺状況や広さに応じてマンホール、井戸、防火水槽を設置することにしている。あらかわ遊園の中に災害時の消防水利の確保のため、隅田川の水を導いて空になった水槽に入れる設備がある。今後も消防水利の確保のために、段階的に整備を進めていく予定であり、現在、荒川区役所の前に整備している深井戸等も活用し、水利の確保に取り組んでいく予定である。水質が良好であればろ過機等の資機材を追加して、飲用にも使えるように検討を行っている。

Q5 荒川区の近年の水害は

荒川（放水路）の能力が大きいので、今のところ被害はない。内水氾濫は 50mm/h までは対応出来るがこれを超えると溢れることになると思う。一方石神井川にも地下放水路が建設されて水害は少なくなったと言える。ただ今年の豪雨時は累積で 280mm 降っていたので他区では何か被害が起きていたかもしれない。京成線沿いの川も地下化した。

Q6 民間企業の協力状況は

連携は進んでいない。こちらからの状況説明のみである。荒川区は中小企業が多く大手企業はクリナップくらいである。荒川区の景気も必ずしも良いとは言えず、まだ防災に目を向けづらいのでは無いかと思われる。企業対象の防災講習では、一部の事業者団体に呼ばれたことがあるくらいである。マンション居住者からの問合せは近年増えてきた。特に、定年付近の高齢の方が居住するマンションからの相談が多く、新築のマンションからの相談は少ない状況にある。

Q7 国土強靭化モデルになると、何が変わりますか

木造密集地域の改良だけでなく、駅周辺の再開発で帰宅困難者対策を進めるなどソフト面の対策を行うことが出来るのではと考えている。ただ国が補助制度を構築する場合は補正予算で行うことが多く、区の予算編成時期とずれが生じることがあるため、この点を懸念している。

1.4.2　川崎市上下水道局水運用センター、鷺沼配水所内鷺沼発電所

1)調査日：平成 26 年 12 月 3 日（水）

2)場　所：川崎市上下水道局水運用センター、鷺沼配水所

3)出席者：川崎市上下水道局水運用センター　龍田智之氏（調整係長）、大塲裕之氏
東京発電株式式会社水力事業部　富澤晃氏（グループマネージャー）
第三部会：藤川副部会長、谷川委員、稲葉委員、柳委員、白鳥主任(GEC)

4)受領資料：

① 川崎水道の歩み

② 川崎市水道事業の概要/マイクロ水力発電の概要(パワーポイントハンドアウト)





写真 1.4.2-1 鷺沼発電所見学状況

5)ヒアリング内容

資料 2）に沿って説明を受けた。水運用センターでは、需要量予測に基づき、水道施設全体で水を効率的に運用し、24 時間監視体制で、需要者への安定給水に努めている。

EL 約 80m に長沢浄水場があり、そこから EL 約 60m の鷺沼配水池へ送水している。EL 約 45m に末吉配水池があり、そこから川崎区などに配水している。

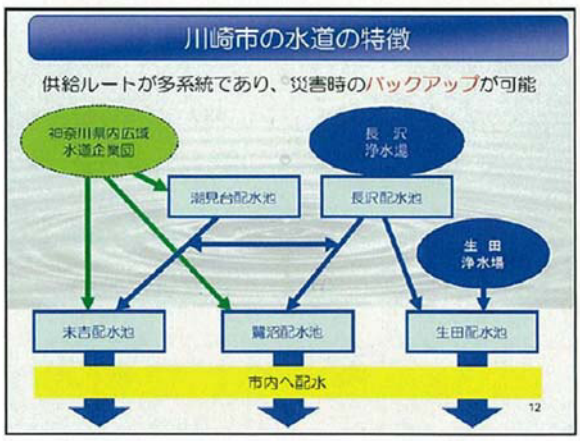


図 1.4.2-1 パワーポイント資料

① マイクロ水力発電事業

川崎市には 170kW の江ヶ崎発電所と 90kW の鷺沼発電所の 2 か所のマイクロ水力発電所がある。この事業は川崎市上下水道局と東京発電㈱との共同事業である。

鷺沼配水池は昭和 42 年に完成した川崎で最大の配水池であり、有効容量は約 11 万m^3あり、1 日の市の配水量約 50 万 m^3の約 5 分の 1 にあたる。配水池上部は現在小学校校庭、広場およびサッカーの川崎フロンターレが運営するフットサルコートとして利用されている。以前は市民プールとして利用されていたが、施設の老朽化、入場者数の減少により平成 14 年度をもって廃止している。このような配水池

上部利用は先駆的な存在だと考えている。

マイクロ水力発電については平成 16 年 4 月に江ヶ崎発電所が運転を開始した。平成 18 年 9 月より鷺沼発電所が運転を開始している。東京発電と東京電力の売電契約は 20 年間で今年は鷺沼発電所が 9 年目にあたる。平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災後に再生可能エネルギーへの関心が高まったことや、固定価格買い取り制度が始まったことにもより昨今施設の見学者も増えている。マイクロ水力発電は導送水設備の新規造作が少ないという利点があるが、設置作業時には断水による水運用への影響がでないように作業を短期かつ計画どおりに行う必要がある。現在、東京発電㈱が担当しているマイクロ水力発電所は、関東およびその近縁 16 箇所で総てを合わせると、発電量は 2,200kW 超である。

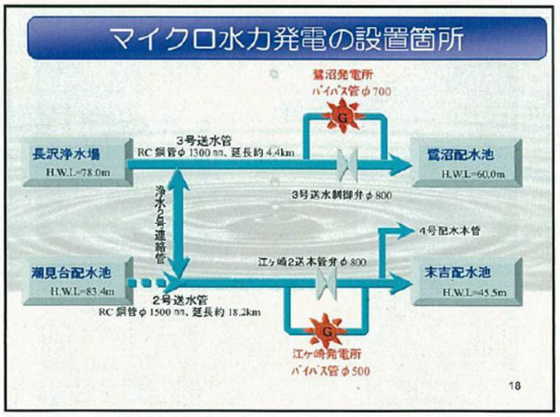


図 1.4.2-2 パワーポイント資料

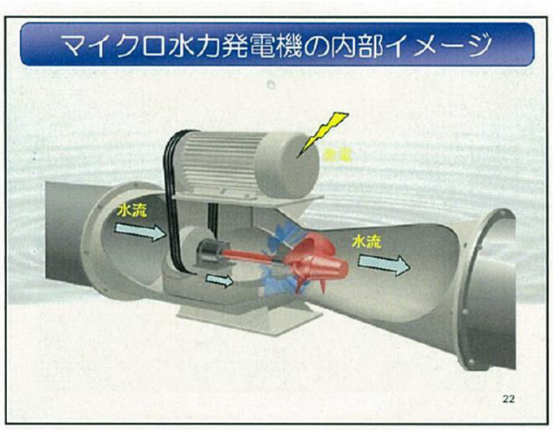


図 1.4.2-3 パワーポイント資料

Q1 20 年目以降の予定は

FIT が 20 年になったのはこのマイクロ水力発電の契約が 20 年だったことも起因している。20 年後の既存の水運用インフラがどうなっているかは現状では予測が難しいため、契約期限が迫ったら検討することにしている。

Q2 これまでトラブルは？

江ヶ崎発電所、鷺沼発電所ではトラブルは無いが、他の発電所でブレーカーが燃えた例や 3 時間でプロペラが壊れた事例が過去にあった。現在ではこれらの問題は解決済みである。

Q3 発電機の材質は

飲み水が流れるので水道用の塗覆装鋼管を使用し、プロペラはステンレス製である。

1.4.3　富山県知事政策局防災・危機管理課

1)日　時：平成 26 年 12 月 9 日（火）

2)場　所：富山県庁会議室（富山県）

3)出席者：富山県知事政策局防災・危機管理課　黒崎勇一氏（副主幹）、
富山県知事政策局　中川武志氏（主査）
富山県生活環境文化部県民生活課　　室 信博氏（主査）
富山県土木部建設技術企画課　　正保佳史氏(主任)
第三部会：藤川副部会長、内田委員、 稲葉委員、鍋谷委員、白鳥主任(GEC)

4)受領資料：

① とやま 21 世紀水ビジョン

② とやまの土木 2014

③ ロカルちゃ！富山〔土木構造物編〕（観光パンフレット）

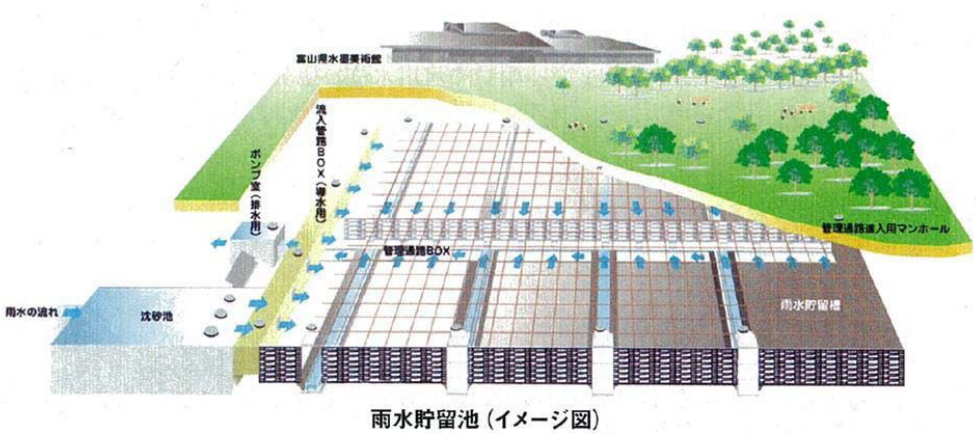
5)富山県ヒアリング内容

富山県の国土強靭化地域計画では、災害対象は特に特定せず起こりうる全てのリスクを想定し策定する方向で検討している。ハード対策からソフト対策や資機材（緊急用）充実への動きも行っている。富山県は過去には土砂災害や水害が多い土地柄であったが、ダムなど治水対策が相当に進んでおり、現在は地震や台風などの比較的大き





写真 1.4.3-1 富山県ヒアリング状況



雨水貯留池（イメージ図）

富山県水墨美術館隣接の公園地下に建設（洪水時に雨水を一時的に貯留）
貯留池の貯水能力4,250㎥（縦29m,横55m、高さ2.9m）

図 1.4.3-1 （出展：とやま 21 世紀水ビジョン）

な災害が少ない地域である。富山市の中心部では、内水氾濫が 10 年ほど前にあった。国土強靭化地域計画策定モデル調査を実施している団体の情報を参考に富山県の強靭化地域計画を検討して行く。県の国土強靭化地域計画の策定については庁内検討組織を９月に立ち上げた。

過去に起こった神通川イタイイタイ病については現在解消しているが、公害発生元であった三井金属鉱業には今も水質等の調査を続けている。富山県には急流河川が多くたびたび災害を被ってきたことから、河川整備やダム建設が進められてきたが、整備率がまだ低く着実な整備が求められている。また近年ゲリラ豪雨などの頻発や都市化の進行により市街地やその周辺地域で浸水災害が多発しており官民一体となった雨水流出抑制対策をより強化する必要がある。また、地震による津波の想定高さは富山県では最も高いところで約 7m であるが、津波が沿岸に到達するまでの時間が太平洋側に比べて短いという特徴がある。また、太平洋側はプレート起因による津波により大きな津波が想定されているが日本海側は断層による津波が主であり、太平洋側ほど大きい津波は想定されていない。

土砂災害対策として、県では市町村の避難勧告の発令や住民自主避難の判断材料となる土砂災害警戒情報を、平成19年9月から富山地方気象台と連携して発表している。この土砂災害警戒情報は市町村単位を基本に発表してきたが、新しい取組として、市町村の中でも土砂災害の危険性が特に高い地域名をファックスで知らせる取組を、7月に豪雨災害が発生した魚津市で施行している。今後、魚津市をはじめ市町の防災実務者から意見や要望を聞きながら、全市町への拡大について検討することとしている。

Q1 ハード整備上住民のコンセンサスを得る上での配慮事項について

住民説明会はもとより、土木のイメージアップが重要であることから、小学生向けイベントや事業紹介のパンフレットの作成等広報活動を行ってきました。今年度は新たに、観光部局と協力して、インフラツーリズムの創出という観点から、富山の土木構造物の魅力を紹介する観光パンフレット「ロカルちゃ！富山〔土木構造物編〕」を発行したり、土木部公式 Facebook「いいね！とやまの土木」（www.facebook.com/toyama.doboku）を開設して、広く土木を PR しています。

Q2 自助･共助･公助の捉え方と住民への広報について

富山県では水に対する意識は高く、「地下水の守り人」（現在約 117 人）を認定して地下水の保全等を進めている。地盤沈下及び地下水の塩水化は、一部の沿岸部で昭和の時代に起こったが、富山県地下水の採取に関する条例を制定し、規制地域において取水基準を設けたことなどにより、現在は大きな変化は生じていない。

1.4.4　富山市上下水道局、松川雨水貯留管建設現場

1)日　時：平成 26 年 12 月 9 日（火）

2)場　所：佐藤・前田特定建設共同企業体（松川シールド作業所）

3)出席者：富山市上下水道局下水道課　　高尾輝彦氏（主幹）
富山市上下水道局下水道課計画係　　江上晴久氏
佐藤・前田特定建設共同企業体　　宮崎康生氏（所長）
第三部会：藤川副部会長、内田委員、稲葉委員、鍋谷委員、白鳥主任(GEC)

4)受領資料：
① 富山市下水道事業の概要
② 富山市松川貯留管建設工事の概要




写真 1.4.4-1 松川雨水貯留管建設現場見学状況

5)松川雨水貯留管建設現場視察

富山市では、戦後復興都市計画事業に伴って、昭和 27 年から下水道の調査、計画に着手し、中心市街地である富山駅南側から城南公園付近までの約 277 ヘクタールを生活排水と雨水を 1 本の管に流す合流式下水道により整備を行って来た。この合流式下水道は大雨の時には、生活排水と雨水が混じり合った下水を全量流すことが出来ず、一部が松川などの公共水域に放流されたり、また近年の異常気象による集中豪雨による浸水被害が頻発している。松川貯留管施設は「松川の水質保全」と「浸水被害の軽減」を目的として建設されることになった。



写真 1.4.4-2
富山市内の浸水被害の状況
出展：富山市下水道事業の概要

(1)貯留管建設工事の概要

事業者：富山市下水道局
発注者：日本下水道事業団
施工者：佐藤・前田特定建設共同企業体

工　期：平成 24 年 10 月～平成 27 年 2 月 27 日
工事場所：富山市丸の内一丁目外地内
工事緒元：シールド工事、掘進延長 1069m、最小曲線半径 R=50m、泥土圧シールド機（φ6.16m）、セグメント（RC および鋼製）、セグメント緒元（外径φ6.0m、幅 1.2m0.5m、桁高 200mm、250mm、300mm）

Q1 災害に備えた平常時の対策について
小学校避難所、マンホールトイレ、井戸の利用などを考えている。

Q2 住民への周知方法について
出前講座、広報、防災訓練などを通して周知を計っている。

Q3 建設費と補助金について
総工費は約 50 億円で、社会資本整備総合交付金（50%）を受けている。

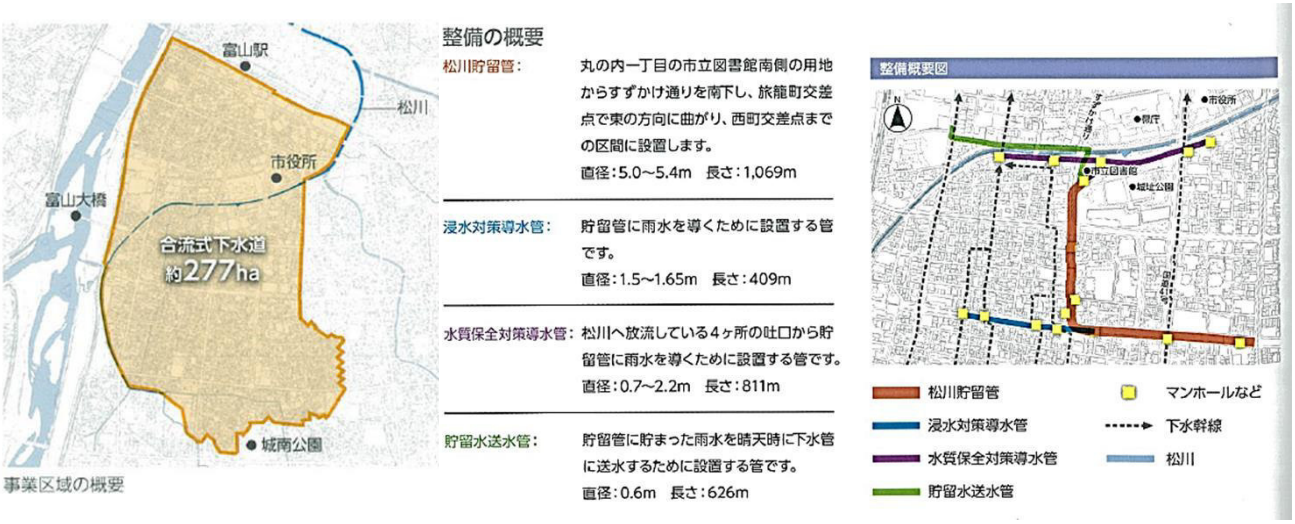


図 1.4.4-1 （出展：富山市下水道事業の概要）

1.4.5　南国市危機管理課

1)日　時：平成 26 年 12 月 17 日（水）

2)場　所：大湊小南タワー（南国市）

3)出席者：南国市　危機管理課　技師　西原三登氏

第三部会：平野部会長、笠委員、稲葉委員、鍋谷委員、谷川委員、

白鳥主任(GEC)

4)受領資料

① 南国市の南海地震津波対策について(パワーポイントハンドアウト)





写真 1.4.5-1 南国市大湊小南タワー見学状況

5)南国市視察・ヒアリング内容

南国市は沿岸域に小高い自然浜堤のある地形をもっており、従来の高知県の津波想定である安政南海地震規模の津波ではこの浜堤を超えないため、津波対策に積極的に取り組んでこなかった。しかし、平成 23 年 3 月の東日本大震災の津波被害状況や、姉妹都市である宮城県岩沼市の多重防御の復興計画の情報を共有して、津波避難空間づくりの計画を開始した。

その後平成 23 年 9 月 28 日に公表された、中央防災会議「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告」を受け、浜堤や高知龍馬空港周辺に津波避難タワーを配置する方針とした。その配置間隔に関しては、津波浸水予測時間図で南国市の海岸線に高さ 1m の津波が到達する時間は 17 分と予想されているが、高齢者、介助者の避難のことを考慮して 5 分で逃げ切れる範囲として 300m を決定している。

また、江戸時代に東海道沖から南海道沖を震源域として発生した宝永地震時の浸水履歴と、新想定による最大クラスの津波（L2 津波）の浸水域や津波高さはほぼ一致している事から、南国市は L2 津波の想定を基に津波避難タワーの津波避難場所の高さなどを計画している。

高知県全体では、平成 26 年 4 月 1 日現在で津波避難タワー115 基の新規建設を計画しているが、南国市は 2 年間のうちに 14 基を迅速に建設した。

避難タワー建設には平均 1 億円/基かかるが都市防災推進事業に係わる国の補助金と県の緊急防災・減災事業債による交付金を利用している。屋上には夜間照明用のソーラー（充電池はタワー内倉庫）とヘリサインがある。メンテナンス時ははしごをかけ

て登る。避難フロアーへは階段と斜路も整備されている。階段には蓄光式の案内誘導帯などが設置され、夜間の避難にも配慮されている。最低限の物資はタワーに設置しているが、避難中の仮設トイレの設置や風除け対策などは，自主防災組織（自主防）の活動の中で対応してもらう事にしている。タワーの利用や避難中の運用などは共助の考えに立って自主防に任せている。また、維持管理、平常時利用の観点からは岩沼市で整備が進む千年希望の丘のような盛土方式が望ましいと思われるが、農地転用、用地確保などの問題から難しいのが実情である。

物部川（一級河川）の堤防は、2011 年の東日本大震災後の予算拡大に伴い、河川国道事務所が物部川水系河川整備計画に基づいて洗掘・浸食・漏水への対策工事中である。海岸堤防は国交省管轄で TP+10m で整備されている。津波が引いた後いつ戻れるのかについては、地形的に長期浸水はないものの、速やかな道路啓開が必要と考えている。また高知市に比べて国からの支援は遅くなることが想定されるため住民には自助・共助に基づき行動するよう要望している。

また高知工業高等専門学校と連携して、安否確認映像や衛星画像を組み合わせる通信方法である「つながっタワー」を研究中である。

課題としては、過疎高齢化の状態にあるため避難行動要支援者の避難誘導などの問題のほかイベント施設への入れ込み人口対策などが残っている。

1.4.6　高知市防災政策課

1)日　時：平成 26 年 12 月 17 日（水）

2)場　所：総合あんしんセンター会議室（高知市）

3)出席者：高知市　防災対策部防災政策課　主査　吉永新司氏

都市建設部都市計画課　主任　長崎宏昭氏

第三部会：平野部会長、笠委員、稲葉委員、鍋谷委員、谷川委員、

白鳥主任(GEC)

4)受領資料

① 高知市地域防災計画(平成 26 年度修正)概要版　高知市防災会議



写真 1.4.6-1 高知市ヒアリング状況



写真 1.4.6-2 高知市種島公園津波タワー

5)高知市ヒアリング内容

国の国土強靭化基本計画では大規模自然災害を想定し、建物倒壊による死傷者の発生や大規模津波による多数の死者の発生の他に、サプライチェーンの寸断等による企業の生産力低下による国際競争力の低下や風評被害等による国家経済等への甚大な影響など経済活動への影響や二次被害を含めた 45 の「起きてはならない最悪の事態」を設定している。高知市の強靭化計画では、高知県と連携して計画策定を進めていることから、国の 45 の事態を参考に、県全域を対象に地域特性や被害想定を勘案し、28 の事態を設定している。

強靭化計画の策定にあたって、高知市が対象としている大規模自然災害は、今後 30 年以内の発生確率が 70%程度といわれる南海トラフ地震と、過去に幾多の被害を受けてきた風水害である。また、南海トラフ地震に伴う被害のうち、大規模津波や地盤沈降による長期浸水による被害も想定している。

高知市は年間を通じて降水量が多い気象条件であり、平成 10 年 9 月には秋雨前線の停滞による集中豪雨により、死傷者数 18 名、浸水 19,749 世帯という大規模な被害を受けている。また、今年の 8 月に連続して訪れた台風 11 号、12 号では、1 日から 10 日までの累積降雨量が 1,000mm 超に及び、866 件の床上・床下浸水による被害が発生している。

住宅地や市街地の浸水被害等の軽減を図るため、高知市では降雨強度 77mm/h に対応した下水道整備を進めてきており、現在、江ノ口地区において内径 3,500mm、延長 2.7km の雨水貯留管を整備中である。また、市が所管するポンプ場や排水機場などの

内水排除施設は 95 箇所あるが、東日本大震災の教訓を踏まえ、計画的に耐震化・防水化を進めている。

最大規模の地震が発生した場合に想定される 1 日後の避難者数は 248,000 人であり、津波避難路、避難タワーの整備や津波避難ビルの指定などによる津波避難空間の確保を進めている。津波避難タワーなどの緊急避難場所は 1m² に 1 人、長期に及ぶ避難生活が想定される指定避難所は 2m² に 1 人を想定して整備を進めており、津波避難路や避難タワーの整備は、来年度中に概ね計画数の整備が完了する予定である。避難タワーの設置は国のガイドラインに沿って行っており、自然地形の高台や津波避難ビルが確保できない「避難困難地域」を対象に、地域住民と協議しながら整備を進めている。平成 26 年 12 月 17 日現在の津波避難ビルの指定状況は 257 箇所であるが、避難時間を踏まえた立地条件を勘案すると、更なる指定の拡充が必要と考えている。当初は公的施設の指定が主であったが、自主防災組織を初めとする市民の協力もあり、最近は民間施設の指定も増えている。現在は公的施設が 81 箇所、民間施設が 176 箇所で収容人数は 22 万人である。津波避難ビルを指定する基準は、耐震性が確保され、高さが 4 階以上又は 3 階建てならば屋上があるものとしており、商業施設に附置された自走式の立体駐車場も含まれる。

自主防災組織の結成はかなり進んできており、現在は、組織間連携を図るための連合会の結成や、地域の防災力を向上するためのイベント開催なども取り組んでいる。

長期浸水発生時には、止水排水が完了するまでの想定期間が 44～67 日とされており、関係行政機関と連携して、河川・海岸堤防や水門、ポンプ場、排水機場などの地震・津波対策を推進している。一方で、要救助者の救助体制の検討や、津波避難ビルへの救命ボートや簡易トイレの配備も行っている。

災害発生後に食料や水などの生活必需品を確保するために、指定避難所への備蓄を進める予定であるが、それだけでは不足するため、家庭や民間事業所での備蓄も啓発していく。防災意識の啓発のために、県は「南海地震に備えちょき」という冊子を県内の全世帯に配布しており、家庭で必要な備えや自主防災組織の説明、自治体による各種支援制度の紹介などを行っている。

民間団体との連携は、地元建設業協会や民間企業と災害時応急対策活動の協力や物資供給に関する協定などの締結を進めている。

災害発生時に井戸を利用するため、防災井戸の登録も進めている。登録井戸は案内看板の設置や HP 掲載、自主防災組織を通じた周知活動などを行っている。また、今年度より指定避難所へ防災井戸の整備も始めている。

県内の石油系燃料の約 90%のシェアを占めるタナスカ石油基地が被災した場合、エネルギー供給に及ぼす影響が非常に大きいため、堤防の耐震化など地震・津波への対策が検討されている。また、津波火災に対しては、農業用、漁業用屋外燃油タンクの燃料流出防止対策を進めている。

土砂災害については、広島での災害を契機にハザードマップの見直しを検討しており、避難に必要な情報の周知を図る予定である。

高齢者などの避難行動要支援者の支援体制は、要支援者名簿の作成に着手しており、避難のための個別計画も策定する予定である。また、関連団体と連携した避難訓練や

防災意識の啓発を図るための講習会も実施している。

災害時に重要な役割を担う医療施設は、赤十字病院の浸水区域外移転が予定されている。

汚水処理施設は長期浸水区域内にあるため、防水化を進めている。また、下水道 BCP では、仮設ポンプを利用し、薬剤により最低限の消毒を行った後に河川等に緊急放流する緊急措置も検討している。

第 2 章　調査成果

2.1　都市生活と水に係わる法令

2.1.1　防災・減災に関する法律

日本における防災・減災に関する法律は、災害対策基本法(昭和 36 年法律第 223 号)を中心に、予防、応急、復旧・復興に対する法律が存在する（**表 2.1.1-1** 参照)。

表 2.1.1-1　主な災害関係法令の類型別整理表
（内閣府　災害対策法制のあり方に関する研究会資料[1)]より）



災害対策基本法は、1959 年（昭和 34 年）の伊勢湾台風を契機に 1961 年（昭和 36 年）に制定された。この法律以前は、災害のたびに関連法律が制定され、他法律との整合性について十分考慮されないで運用されたため、防災行政は十分な効果を挙げることができなかった。このため、上記の防災体制の不備を改め災害対策全体を体系化し、総合的、計画的な防災行政の整備および推進を図ることを目的として制定された。更に、阪神・淡路大震災後の 1995 年（平成 7 年）に、その教訓を踏まえ改正が行われている。また、2011 年(平成 23 年)に発生した東日本大震災を契機に、2012 年(平成 24 年)～2014 年(平成 26 年)に災害対策基本法の一部が改正された。

東日本大震災は、2011 年(平成 23 年)3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震により引き起こされた。この地震は日本の観測史上最大の M9.0 で、これにより生じた巨大な津波は防潮堤などでは完全に防ぐことができず大きな被害が発生した。こうしたことから、それまでの「防御」という考えに基づくインフラ整備中心の防災対策だけでは限界があることが認識された。このため、人命を守り、経済社会への被害が致命的なものにならず迅速に回復する、「強さとしなやかさ」を備えた国土、経済社会システムを平時から構築することを継続的に取り組むことが必要であると強く認識され、2013 年(平成 25 年)に、強くしなやかな国民生活の実現を図るための防災・減災等に資する国土強靭化基本法(平成 25 年法律第 95 号)が制定された。

一方、都市における水災害に関しては、日本では過去に台風や梅雨前線に伴う豪雨によりたびたび水害に見舞われてきたが、東海豪雨（平成 12 年）等において都市部における豪雨災害が注目されるようになった。これを受けて、建設省（現国土交通省）では、「都市型水害緊急検討委員会」を設置し、事前対策のあり方、危機管理対策のあり方、河川・下水道等の連携のあり方等についての提言を行った。また、広大な地下施設がある東京都においても豪雨に対する浸水被害を軽減する方策や整備目標のあり方等を検討するため、「東京都都市型水害対策検討会」を設置した。このような背景のもと、都市型水害に特化した法令として、特定都市河川浸水被害対策法(平成 15 年法律第 77 号)が制定された。この法律は、著しい都市水害が発生するおそれのある地域において浸水被害対策を流域が一体となって総合的に推進するため、河川管理者、下水管理者、関係都道府県知事及び市町村長が共同して流域水害対策計画を定め、対策を推進することとしている(**図 2.1.1-1** 参照)。

また、豪雨災害の多発と水防団員の減少による地域の水防力弱体化等に対応するため、多様な主体を水防活動に参画させることにより地域の水防力を強化させることを目的として、平成 25 年に水防法が改正された。改正水防法では、河川管理者の水防管理団体への協力、浸水想定区域内の地下街等の自衛水防組織による浸水防止対策や訓練、水防協力団体の指定対象の拡大等が盛り込まれ、水防力の強化が図られている(**図 2.1.1-2** 参照)。

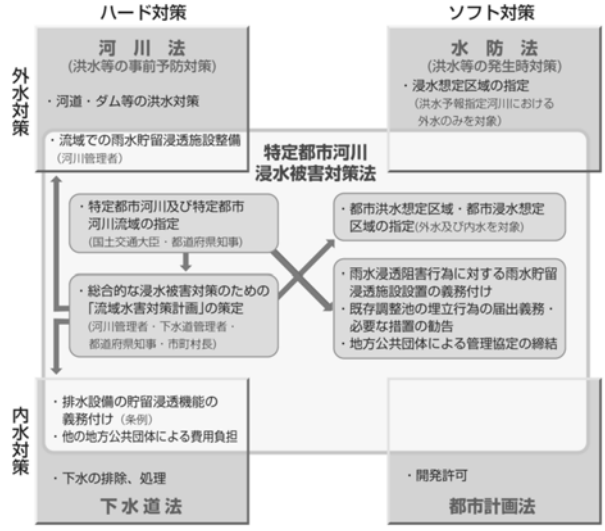


図 2.1.1-1　特定都市河川浸水被害対策法の概要（国土交通省 HP[2]より）

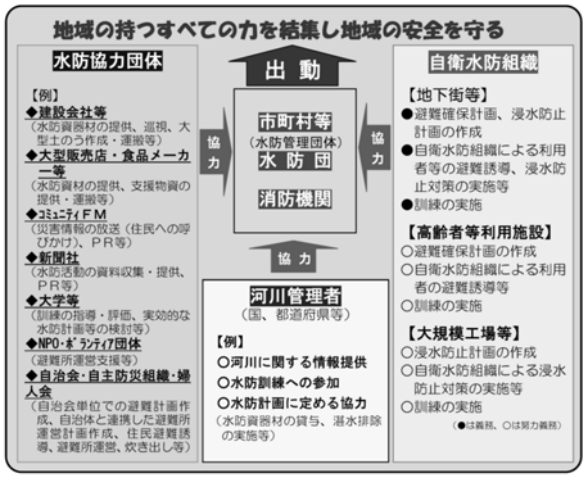


図 2.1.1-2　水防法改正の概要（国土交通省 HP[3]より）

なお、2011 年(平成 23 年)、国土交通省では省内横断的な体制の確立や関連する行政の一元化等を図るため、横断的に局を再編した。この一環として、「できるだけダムにたよらない治水」への政策転換や、流域全体の一体的・総合的管理の推進を図るための水関連行政の一元化を背景として、河川局、土地・水資源局水資源部、都市・地域整備局下水道部を統合して、水管理・国土保全局が設立された。水管理・国土保全局では、HP 上で水害、土砂災害等の情報を発信している[4]。

戦後の主な災害と上記法令を含む災害関係の法制度と対策の変遷を**図 2.1.1-3** に示した。

災害対策基本法では、防災計画の作成、災害予防、災害応急対策、災害復旧及び防災に関する財政金融措置その他必要な災害対策の基本を定めることにより、総合的かつ計画的な防災行政の整備及び推進を図ることが謳われている。これにならい防災関連分野では、法令を大きく、災害予防、災害応急対策、災害復旧等に区分することが多い。防災関連の法令は、「防災六法（平成 18 年版）」（防災行政研究会編集）等に取りまとめられているが、上記に加え、基本法や組織についても区分してまとめている。ここでは、防災六法（平成 18 年版）の法律に加え、平成 18 年以後の主要法律も加味して防災関連の法令の一覧表を作成した(**表 2.1.1-2** 参照)。表の右欄には水と都市生活に係わる災害を挙げ、その災害に言及している法令との対応をまとめた。水と都市生活に係わる災害は、災害対策基本法で挙げられている災害から選んだものに加え、都市特有の災害として地盤沈下、内水氾濫を挙げた。ここでは地盤沈下を災害の一つとして捉えた。また、防災井戸のように地下水の活用と関連する災害として火災を挙げた。

以下に、主要な法令における各種の災害への言及について述べる。

国土強靭化法や原子炉等規制法(昭和 32 年法律第 166 号)などでは、「大規模自然災害」と表現されており、個別の災害には触れていない。災害対策基本法では、災害は「暴風、竜巻、豪雨、豪雪、洪水、崖崩れ、土石流、高潮、地震、津波、噴火、地滑りその他の異常な自然現象又は大規模な火事若しくは爆発その他その及ぼす被害の程度においてこれらに類する政令で定める原因により生ずる被害」と詳細に定義されている。その他の法令に関しては、これらの表現を踏襲しているものが多い。古い法令では、水に関係した災害を単に「水害」や「水火災」などとしているものも見られる。水関係の災害では、これまで大きな被害をもたらしてきた洪水、高潮、津波等に言及しているものが多い。また、法令では、主に外水氾濫のみが「洪水」として表現されている。特定都市河川浸水被害対策法では内水氾濫に触れているが、表現としては『「浸水被害」とは、洪水による浸水（以下「都市洪水」）又は一時的に大量の降雨が生じた場合において下水道その他の排水施設もしくは河川その他の公共の水域に当該雨水を排水できないことによる浸水（以下「都市浸水」）』となっている（法律第二条より引用）。地盤沈下については、工業用水法(昭和 31 年法律第 146 号)では災害との関連は示されていないが、建築物用地下水の採取の規制に関する法律(昭和 37 年法律第 100 号)では、高潮・出水等との関係が示されている。密集市街地における防災街区の整備の促進に関する法律(平成 9 年法律第 49 号)は法令中では具体的な災害名には触れていないが、主に火災を対象としており、東京都においてはこの法令に基づいた「木密地域不燃化 10 年プロジェクト」が策定されている。

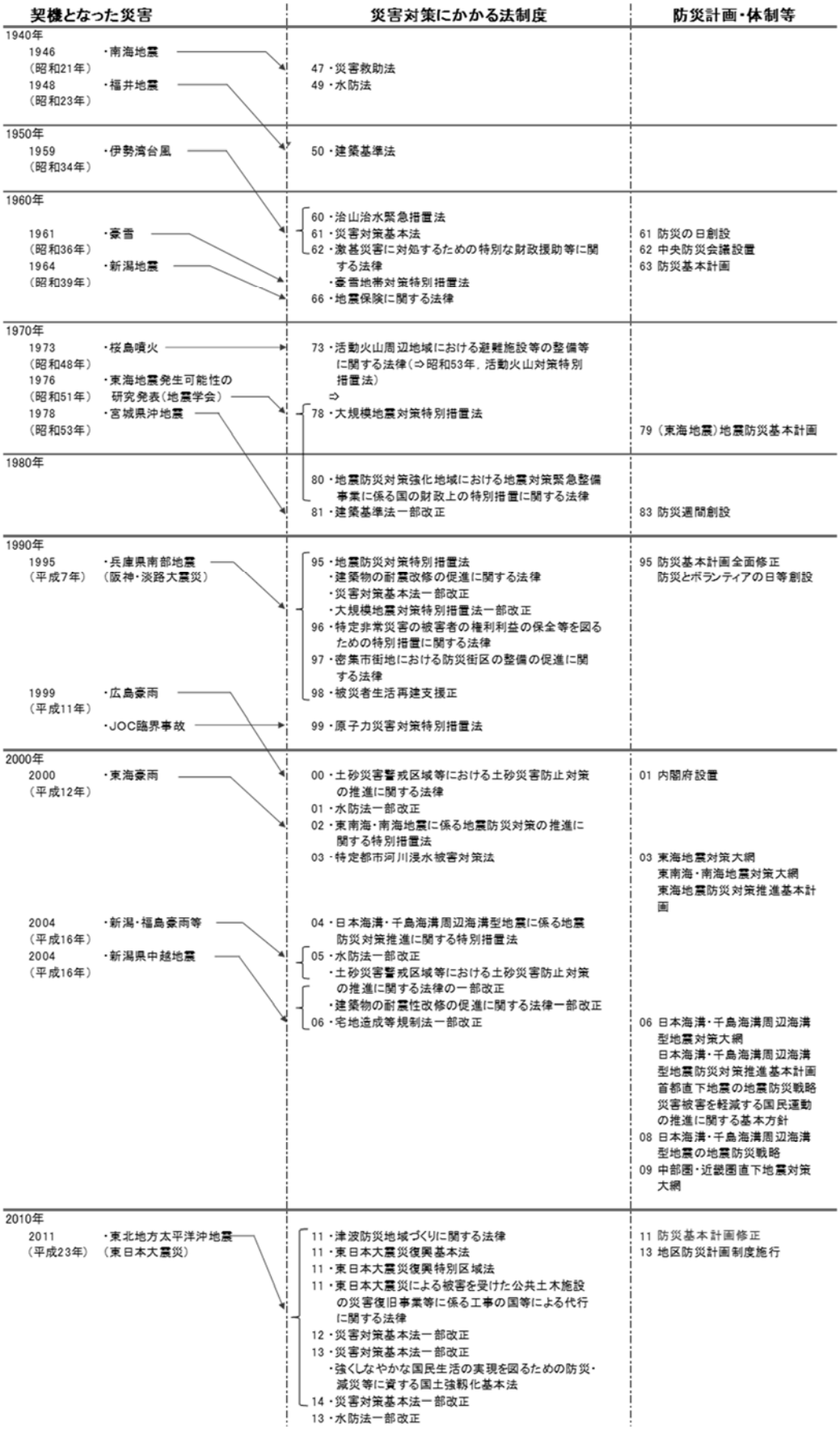


図 2.1.1-3　戦後の主な災害と法制度と対策の変遷（「自然災害と防災の辞典」[5]に加筆）

表 2.1.1-2(1)　防災関係の法令と都市における災害との関係(1)(「防災六法（平成 18 年版）」[5]に加筆)

区分			法令名	法令番号	水と都市生活に係わる災害										摘要
					豪雨	豪雪	台風	高潮	津波	土砂災害	洪水	地盤沈下	内水氾濫	火災(防災井戸)	
基本法	災害対策基本法関係	◎	強くしなやかな国民生活の実現を図るための防災・減災等に資する国土強靭化基本法	平成25法律95	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	第一条(大規模自然災害との表現)
		○	災害対策基本法	昭和36法律223	○	○	○	○	○	○	○	−	○	○	第二条
	震災対策関係	○	地震防災対策特別措置法	平成7法律111	−	−	−	−	○	△	−	−	−	○	第一条
		○	大規模地震対策特別措置法	昭和53法律73	−	−	−	−	○	△	−	−	−	○	第二条
		○	地震防災対策強化地域における地震対策緊急整備事業に係る国の財政上の特別措置に関する法律	昭和55法律63	−	−	−	−	△	△	−	−	−	△	第二条
		○	南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法	平成14法律92	−	−	−	−	○	△	−	−	−	○	第二条
		○	日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法	平成16法律27	−	−	−	−	○	△	−	−	−	○	第二条
		○	建築物の耐震改修の促進に関する法律	平成7法律123	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	耐震に関する記載のみ
		◎	津波対策の推進に関する法律	平成23法律77	−	−	−	−	○	−	−	−	−	−	第一条
	石油コンビナート等災害防止法関係	○	石油コンビナート等災害防止法	昭和50法律84	−	−	−	−	○	−	−	−	−	○	第二条
	原子力災害対策特別措置法関係	○	原子力災害対策特別措置法	平成11法律156	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	記載なし(原子力災害のみ)
		○	原子力発電施設等立地地域の振興に関する特別措置法	平成12法律148	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	記載なし
組織関係		○	消防組織法	昭和22法律226	○	○	○	○	○	○	○	−	○	○	第一条
		○	警察法	昭和29法律162	○	○	○	○	○	○	○	−	○	○	第五条
		○	自衛隊法	昭和29法律165	○	○	○	○	○	○	○	−	○	○	第八十三条
		○	海上保安庁法	昭和23法律28	○	−	○	○	○	−	−	−	−	−	第五条には海上災害と記載。HPに詳細あり
		○	水害予防組合法	明治41法律50	○	−	−	○	○	−	○	−	○	−	第一条。水害とのみ記載
		○	日本赤十字社法	昭和27法律305	△	△	△	△	△	△	△	−	△	△	第二十七条
		○	国際緊急援助隊の派遣に関する法律	昭和62法律93	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	海外の災害に対しての法令
予防関係		○	国土形成計画法	昭和25法律205	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	第二条
		○	河川法	昭和39法律167	−	−	−	○	○	−	○	−	−	−	第一条
		○	海岸法	昭和31法律101	−	−	−	○	○	−	−	−	−	−	第一条
		○	砂防法	明治30法律29	−	−	−	−	−	○	−	−	−	−	第十三条
		○	土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律	平成12法律57	−	−	−	−	−	○	−	−	−	−	第二条
		○	地すべり等防止法	昭和33法律30	−	−	−	−	−	○	−	−	−	−	第二条
		○	急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律	昭和44法律57	−	−	−	−	−	○	−	−	−	−	第一条
		○	森林法	昭和26法律249	−	−	−	−	−	○	−	−	−	−	第二十五条
		○	台風常襲地帯における災害の防除に関する特別措置法	昭和33法律72	○	−	○	○	○	○	○	−	−	−	第二条。「台風による災害」
		○	特殊土壌地帯災害防除及び振興臨時措置法	昭和27法律96	−	−	−	−	−	○	−	−	−	−	第二条
		○	活動火山対策特別措置法	昭和48法律61	−	−	−	−	−	○	−	−	−	−	第十六条
		○	豪雪地帯対策特別措置法	昭和37法律73	−	○	−	−	−	−	−	−	−	−	第一条
		○	積雪寒冷特別地域における道路交通の確保に関する特別措置法	昭和31法律72	−	○	−	−	−	−	−	−	−	−	第一条
		○	都市計画法	昭和43法律100	−	−	−	−	−	○	○	○	○	−	第三十三条
		○	都市再開発法	昭和44法律38	−	−	−	−	−	−	−	−	−	△	第三条
		○	建築基準法	昭和25法律201	○	−	○	○	○	−	○	−	○	○	第十五条
		○	宅地造成等規制法	昭和36法律191	−	−	−	−	−	○	−	−	−	−	第二条
		○	都市公園法	昭和31法律79	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	具体的な災害名なし
		○	密集市街地における防災街区の整備の促進に関する法律	平成9法律49	−	−	−	−	−	−	−	−	−	△	特定の災害名に関する記載ないが、火災を想定
		○	火薬類取締法	昭和25法律149	−	−	−	−	−	−	−	−	−	△	特定の災害名に関する記載ないが、火災を想定
		○	核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律	昭和32法律166	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	第一条(大規模自然災害との表現)
		◎	特定都市河川浸水被害対策法	平成15法律77	○	−	−	−	−	−	○	−	○	−	第二条。「洪水」という語は内水氾濫を指すと思われる
		◎	工業用水法	昭和31法律146	−	−	−	−	−	−	−	○	−	−	第一条
		◎	建築物用地下水の採取の規制に関する法律	昭和37法律100	−	−	−	○	−	−	○	○	○	−	第三条。地盤沈下に由来する高潮、出水を想定
		◎	社会資本整備重点計画法	平成15法律20	−	−	−	△	△	△	△	−	△	−	第二条

○ 防災六法（平成18年版）に収録されているもの
◎ 上記以外に加筆したもの

□ 災害対策基本法で挙げられている災害

○ 法令の中で言及している。
△ 明確な記載はないが関係すると思われるもの
− 言及していないもの（関連がないもの）

表 2.1.1-2(2)　防災関係の法令と都市における災害との関係(2)（「防災六法（平成 18 年版）」[5]に加筆）

区　分		法　令　名	法令番号	水と都市生活に係わる災害										
				豪雨	豪雪	台風	高潮	津波	土砂災害	洪水	地盤沈下	内水氾濫	火災(防災井戸)	摘要
応急対策関係	○	消防法	昭和23法律186	△	△	△	△	△	△	△	－	△	○	火災以外の具体的な災害名はなし。
	○	水防法	昭和24法律193	－	－	－	○	○	－	○	－	△	－	第一条
	○	警察官職務執行法	昭和23法律136	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	記載なし
	○	自衛隊法	昭和29法律165	○	○	○	○	○	○	○	－	○	○	第八十三条
	○	サリン等による人身被害の防止に関する法律	平成7法律78	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	記載なし
	○	災害救助法	昭和22法律118	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	具体的な災害名なし
	○	災害弔慰金の支給等に関する法律	昭和48法律82	○	○	○	○	○	○	○	－	○	△	第二条
	○	感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律	平成10法律114	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	記載なし
	○	水難救護法	明治32法律95	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	記載なし
	○	遺失物法	平成18法律73	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	記載なし
	○	気象業務法	昭和27法律165	△	△	△	○	○	△	○	－	△	－	第十三条
	○	道路法	昭和27法律180	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	記載なし
	○	道路交通法	昭和35法律105	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	記載なし
	○	航空法	昭和27法律231	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	記載なし
	○	電波法	昭和25法律131	△	○	○	△	○	△	○	－	△	○	第五十二条
	○	放送法	昭和25法律132	○	△	○	△	△	△	○	－	△	○	第百八条
	○	有線電気通信法	昭和28法律96	△	△	△	△	△	△	△	－	△	△	第八条
	○	電気通信事業法	昭和59法律86	△	△	△	△	△	△	△	－	△	△	第八条
	○	郵便法	昭和22法律165	△	△	△	△	△	△	△	－	△	△	第十八条
災害復旧及び財政金融措置	○	激甚(じん)災害に対処するための特別の財政援助等に関する法律	昭和37法律150	○	○	○	○	○	○	○	－	○	○	第一条
	○	被災者生活再建支援法	平成10法律66	○	○	○	○	○	○	○	－	○	－	第二条
	○	防災のための集団移転促進事業に係る国の財政上の特別措置等に関する法律	昭和47法律132	○	△	△	○	△	△	○	－	△	－	第一条
	○	公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法	昭和26法律97	△	△	○	○	△	△	○	－	△	－	第二条
	○	農林水産業施設災害復旧事業費国庫補助の暫定措置に関する法律	昭和25法律169	△	△	○	○	△	△	○	－	△	－	第二条
	○	公立学校施設災害復旧費国庫負担法	昭和28法律247	△	△	○	○	△	△	○	－	△	－	第二条
	○	公営住宅法	昭和26法律193	○	△	○	○	△	△	○	－	△	－	第八条
	○	豪雪に際して地方公共団体が行なう公共の施設の除雪事業に要する費用の補助に関する特別措置法	昭和38法律137	－	○	－	－	－	－	－	－	－	－	前文
	○	災害被害者に対する租税の減免、徴収猶予等に関する法律	昭和22法律175	○	△	○	○	○	○	○	－	○	○	第一条
	○	天災による被害農林漁業者等に対する資金の融通に関する暫定措置法	昭和30法律136	○	○	○	○	－	－	－	－	－	－	第一条
	○	地方交付税法	昭和25法律211	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	具体的な災害名なし
	○	被災市街地復興特別措置法	平成7法律14	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	震災関連
	○	被災区分所有建物の再建等に関する特別措置法	平成7法律43	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	震災関連
	○	特定非常災害の被害者の権利利益の保全等を図るための特別措置に関する法律	平成8法律85	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	震災関連
	◎	中小企業信用保険法	昭和25法律264	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	震災関連
	◎	小規模企業者等設備導入資金助成法	昭和31法律115	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	震災関連
	◎	雇用保険法	昭和49法律116	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	記載なし
	◎	株式会社日本政策金融公庫法	平成19法律57	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	第一条に大規模な災害とある。
	◎	森林国営保険法	昭和12法律25	○	○	○	○	－	○	○	－	－	○	第二条
	◎	地震保険に関する法律	昭和41法律73	－	－	－	－	○	△	－	－	－	○	第二条
その他	○	地方自治法	昭和22法律67	○	○	○	○	○	○	○	－	○	○	第二六三条
	○	刑法	明治40法律45	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	記載なし
	○	軽犯罪法	昭和23法律39	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	記載なし
	○	補助金等に係る予算の執行の適正化に関する法律	昭和30法律179	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	記載なし(天災地変という語はある)
	○	地震保険に関する法律	昭和41法律73	－	－	－	－	○	△	－	－	－	○	第二条

○ 防災六法(平成18年版)に収録されているもの
◎ 上記以外に加筆したもの

□ 災害対策基本法で挙げられている災害

○ 法令の中で言及している。
△ 明確な記載はないが関係すると思われるもの
－ 言及していないもの(関連がないもの)

2.1.2　利水・保全に関する法律

国土強靭化アクションプラン 2014 における推進すべき取組に、被災地での食料・飲料水等の生命に関わる物質供給の停止に対して備えることが挙げられており、地下水や雨水、再生水等の多様な水源利用の検討を進めることが記載されている。阪神淡路大震災や東日本大震災では、災害発生直後の公共の水道インフラが被害を受け水の供給が停止している期間において井戸による地下水の利用によって生活用水を賄った事例もあり、自治体によっては防災協定や防災井戸登録制度を活用した災害対策に取り組んでいる所もある。

平常時から、都市生活において地下水や雨水、再生水等の多様な水源利用といった利水を推進しておくことは重要であるが、それと同時に災害時においてもこうした利水が行えるよう保全活動の推進も同様に重要であると考える。これらのことから、ここでは、都市生活における利水と水循環系保全に関わる主な法律と留意事項を、1)環境保全に関わる基本法、2)利水に関わる法律、3)水質保全に関わる法律、4)その他に分類して取りまとめた。

1) 環境保全に関わる基本法

①環境基本法（平成 5 年）

環境の保全について、基本理念を定めた法律である。環境の保全に関する施策の基本となる事項を定めることにより、環境の保全に関する施策を総合的かつ計画的に推進し、もって現在及び将来の国民の健康で文化的な生活の確保に寄与するとともに人類の福祉に貢献することを目的とする。

以前には、公害対策基本法（昭和 42 年）で公害対策を、自然環境保全法（昭和 32 年）で自然環境対策を行っていたが、複雑化・地球規模化する環境問題に対応できないことから環境基本法が制定された。 環境基本法の施行により、公害対策基本法は廃止され、自然環境保全法も環境基本法の趣旨に沿って改正された。

大気汚染、水質汚濁、土壌汚染、騒音に関する環境上の基準を定めることが謳われている。また、東日本大震災に伴う福島第一原発事故による放射性物質の放出を受け、それまで放射性物質による汚染の防止等に関する措置が定められていた原子力基本法や原子炉等規制法では大量の放射性物質の放出は想定されていなかったことから、放射性物質も環境法の対象に含まれる改正が平成 24 年に行われた。

②水循環基本法（平成 26 年）

本法律は、水循環に関する施策についての基本理念や、水循環に関する施策の基本となる事項を定め、水循環に関する施策を総合的かつ一体的に推進しようとするものである。本法律により地下水を含む水が、国民共有の貴重な財産であり、公共性の高いものと位置付けられることとなった。水循環性の重要性、水の公共性などを示し、水資源の乱開発を防止し、適切な管理による持続可能な利水を促す狙いがある。また、内閣に水循環基本本部（本部長：内閣総理大臣）の設置が義務付けられ、基本計画案の策定、省庁間の調整などを行うこととなっている。

2) 利水に関わる法律

③河川法（昭和 39 年）

河川による洪水等による災害の発生の防止、適正利用、機能維持、河川環境の整備と保全のための総合的管理のための法律である。河川は公共用物であることが示され、河川整備基本方針、河川整備計画を定めることとしている。

また、洪水、津波、高潮等による危険が切迫した場合、水災を防御、軽減の措置が必要な場合に、必要な土地、土石等を収用することができ、障害物を処分することができると定めており、その他、水防法に規定する水防計画に基づく水防管理団体の水防に協力することや、洪水調節、渇水時の水利使用の調整など、災害時の対応についての記述もある。

なお、1990 年代以降の環境保護意識の高まりから、効率性重視の河川管理に対する批判が多くなってきたことを受け、それまでの「治水」「利水」の目的に加え、「河川環境の整備と保全」を目的に加える法改正が平成 9 年に行われた。さらに、近年の集中豪雨等による災害の多発を受け、河川を良好な状態に保つための維持管理に対応するために水防活動への多様な主体の参画、河川管理施設等の老朽化対策、民間による河川環境の保全等の活動推進等に関する改正が平成 25 年に行われている。

④水道法（昭和 32 年）

本法律は、水道の布設・管理の適正化・合理化、計画的な水道の整備、水道事業の保護育成によって、公衆衛生の向上と生活環境の改善とに寄与することを目的とする。水道事業に関する基本的な法律となっている。

なお、水道事業の担い手である水道事業者は、大半が中小規模の市町村であり、管理体制が脆弱であることから、第三者への業務委託の制度化、水道事業の広域化による管理体制の強化などが盛り込まれた改正が平成 13 年に実施された。

⑤下水道法（昭和 33 年）

本法律は、公共下水道等の設置や管理の基準等を定めることにより、下水道の整備、都市の健全な発達、公衆衛生の向上、公共用水域の水質の保全がなされることを目的とする。下水道の計画、管理、構造、水質基準・検査、使用料などの他、土地所有者や事業者の排水設備設置の義務、届出の規定などが記載されている。

近年頻発する集中豪雨等による浸水被害や有害物質・油の流入事故対策の他、地震対策の推進などの課題への対応のため、雨水流域下水道制度の創設等を盛り込んだ法改正が平成 17 年に行われている。

⑥水資源開発促進法（昭和 36 年）

産業の発展、都市人口の増加に伴い用水を必要とする地域に対する水の供給を確保するため、水資源の総合的な開発及び利用の合理化の促進を図り、国民経済の成長と国民生活の向上に寄与することを目的とする法律である。国土交通大臣が「水資源開発水系」を指定し、「水資源開発基本計画（通称：フルプラン）」を決定する内容となっている。現在、水資源開発水系として指定されているのは、利根川、荒川、豊川、木曽川、淀川、吉野川、筑後川の 7 つの水系である。水資源開発水系から用水の供給を受

ける地域（フルプラン地域）は、国土の約 17%だが、人口や産業活動の約 5 割が集中している。

⑦雨水の利用の推進に関する法律（平成 26 年）

雨水の利用を推進し、水資源の有効な利用を図り、あわせて下水道、河川等への雨水の集中的な流出の抑制に寄与するための法律である。ここで「雨水の利用」とは、雨水を一時的に貯留するための施設に貯留された雨水の中水利用を想定している。消火のための使用その他災害時における使用に備えての確保を含むが、水道・農業用用水路・工業用水道の原水としての使用は除く。

3) 水質保全に関わる法律

⑧水質汚濁防止法（昭和 45 年）

工場・事業場からの排水を規制し、生活排水対策の実施の推進によって、公共用水域及び地下水の水質の汚濁の防止を図る法律である。また、被害が生じた場合における事業者の責任について定めている。本法においては、被害の甚大さを重く見、被害者の保護を図るため、加害者の故意・過失を問わず加害者の法的責任を追及できる「無過失責任」を規定している。

1958 年（昭和 33 年）に制定された前身の公共用水域の水質の保全に関する法律（水質保全法）および工場排水等の規制に関する法律（工場排水規制法）は、この法律施行に伴い廃止された。

なお、工場などからのトリクロロエチレン等の有害物質漏えいによる地下水汚染事例が継続的に確認されていることから、地下水汚染の未然防止のための実効性のある取組推進を図るための法改正が平成 23 年に行われた。これにより、貯蔵施設の構造に関する基準の遵守や定期点検義務などが盛り込まれた。

⑨土壌汚染対策法（平成 14 年）

土壌の特定有害物質による被害の防止と、土壌汚染対策の実施を図ることを目的とする法律である。「特定有害物質」とは、鉛、砒素、トリクロロエチレンその他の物質（放射性物質を除く。）であって政令で定める。従来は、典型七公害[7]（大気汚染、水質汚濁、土壌汚染、騒音、振動、地盤沈下、悪臭）のうち、農用地に限定された「農用地の土壌の汚染防止等に関する法律」以外には土壌汚染についての対策法がなかった（**図 2.1.2-1**[8]）が、工場跡地での土壌汚染やこれに伴う地下水の汚染の発覚を契機に土壌汚染対策法が制定された。

本法律の施行から数年経過後に、法に基づかない土壌汚染の発見が増加、対策が掘削除去に偏重、汚染土壌の不適正な処理、などの課題が明確になってきたことから、これに対応するため、制度の拡充、講ずべき措置内容の明確化、土壌の適正処理の確保などを盛り込んだ大幅な改正が平成 22 年に実施された。

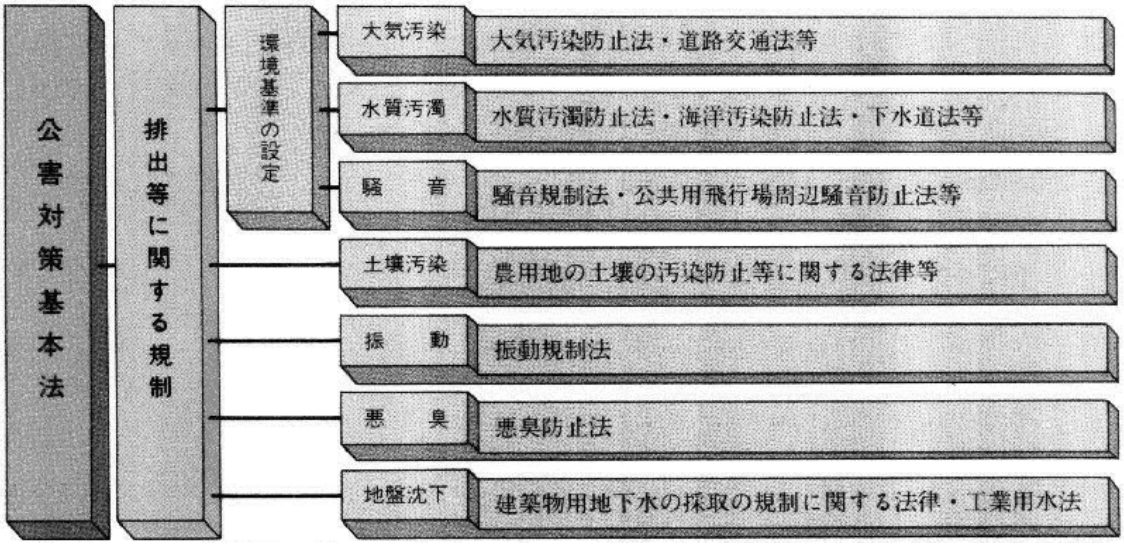


図 2.1.2-1　1980 年当時の環境対策法一覧（(財）日本環境協会（1980）より引用）

⑩湖沼水質保全特別措置法（昭和 59 年）

水質汚濁防止法で規制されていない、生活系、農林水産系などの排出水の対策のために水質汚濁防止法の特別措置として制定されたものである。

本法律は、指定された湖沼について水質の保全に関し実施すべき施策に関する計画の策定と、水質汚濁原因物質の排出源に対し必要な規制を行うことを目的とする。本法律で指定されている湖沼は、釜房ダム貯水池、八郎湖、霞ケ浦、印旛沼、手賀沼、諏訪湖、野尻湖、琵琶湖、中海、宍道湖、児島湖である。

なお、法施行後 20 年以上経過後においても湖沼の水質改善が停滞していることから、湖沼への流入汚濁負荷の一層の削減、工場・事業場に対する規制の見直し、湖沼周辺環境の保護などを盛り込んだ改正を平成 17 年に実施している。

⑪水道原水水質保全事業の実施の促進に関する法律（平成 6 年）

水道原水の水質の保全のための事業を促進する措置を講ずることにより、安全・良質の水道水供給と、公衆衛生向上、生活環境改善を目的とする法律である。

基本方針は厚生大臣、農林水産大臣、建設大臣（現国土交通大臣）が策定する。具体的な支援措置としては、水道事業者による経費の一部負担、合併処理浄化槽の整備事業の国庫補助などがある。

⑫特定水道利水障害の防止のための水道水源水域の水質の保全に関する特別措置法（平成 6 年）

特定水道利水障害を防止する上で、水道水源水域の水質の保全に関する基本方針を定め、防止計画の策定、水質の保全事業の実施、水質汚濁防止のための規制等により、水道水源水域の水質の保全を図ることを目的とする法律である。特定水道利水障害とは、浄水場での塩素消毒により生ずる有害物（トリハロメタン）による水質汚染を指す。

なお、⑪水道原水水質保全事業の実施の促進に関する法律（事業促進法）、⑫特定水道利水障害の防止のための水道水源水域の水質の保全に関する特別措置法（特別措置法）の二法を「水源二法[9]」と呼ぶ。**図 2.1.2-2** に水源二法の関連について、図 2.1.2-3 に水源二法の対象地域の関係について示す。

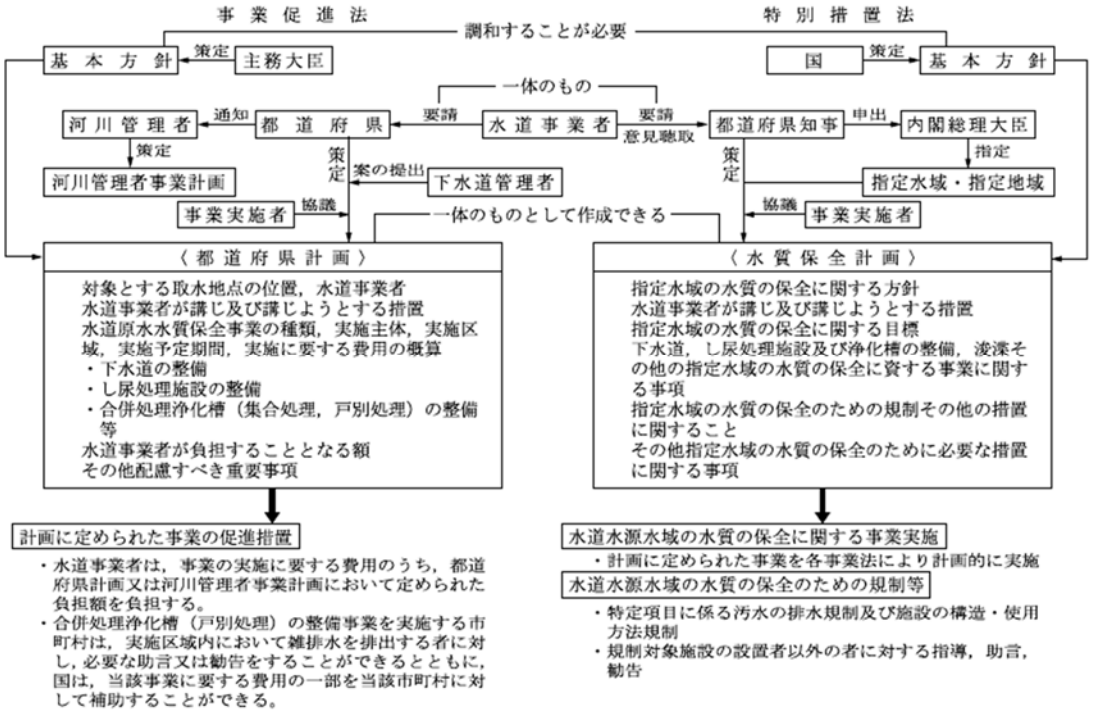


図 2.1.2-2　水源二法の関連について（国土交通省[10]より引用）

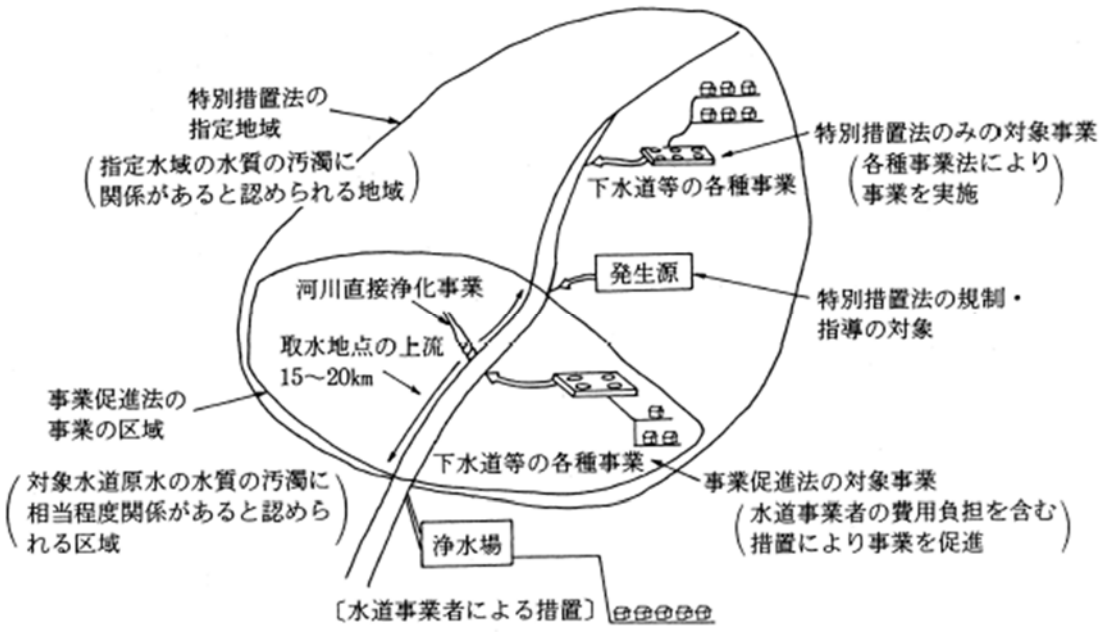


図 2.1.2-3　水源二法の対象地域の関係について（国土交通省[10]より引用）

4) その他

本来は利水や保全を目的とする法律ではないが、法律の中で利水や水循環保全について触れられているものをいくつか挙げる。

⑬水防法（昭和 24 年）

洪水、津波又は高潮に際し、水災を警戒し、防御し、及びこれによる被害を軽減し、もつて公共の安全を保持することを目的とする法律であり、水防組織の設立、水防計画の策定、水防活動の推進等について記載されている。平成 12 年の東海豪雨での被害を契機に、浸水想定区域の公表などを含めた改正が平成 13 年に、平成 16 年の新潟・福島・福井での豪雨災害を機に、浸水想定区域の指定拡大や地下街における避難確保計画の作成を盛り込んだ改正を平成 17 年に、近年の豪雨災害の多発を受けた水防協力団体の指定対象拡大（民間企業、大学、自治会など）を盛り込んだ改正を平成 25 年に実施している。

⑭大深度地下の公共的使用に関する特別措置法（平成 12 年）

公共の利益となる事業による大深度地下の使用に関し、その要件、手続等について特別の措置を講ずることにより、当該事業の円滑な遂行と大深度地下の適正かつ合理的な利用を図ることを目的とする法律である。その 5 条において、「大深度地下の使用に当たっては、その特性にかんがみ、安全の確保及び環境の保全に特に配慮しなければならない。」とされている。また、法第 6 条第 2 項においては、国が定める大深度地下の公共的使用に関する基本方針において、「安全の確保、環境の保全その他大深度地下の公共的使用に際し配慮すべき事項」を定めることとされている。

この基本方針に示されている環境の保全のための検討項目は**表 2.1.2-1** に示す通りである。国交省の指針[11)]では、これらの項目についての大深度地下利用による周辺環境の影響調査や、影響が考えられる場合の必要な措置について示されている。

表 2.1.2-1　基本方針に示された環境の保全のための検討項目
（国交省（2004）[11)]より引用）

項目	細目
地下水	地下水位・水圧低下による取水障害・地盤低下
	地下水の流動阻害
	地下水の水質
施設設置による地盤変位	施設設置による地盤変位
化学反応	大深度地下に存在する還元性の地層に起因する地下水の強酸性化、有害なガスの発生、地盤の発熱及び強度低下
掘削土の処理	掘削土の処理
その他	施設の換気等
	交通機関等の大深度地下の使用

5) まとめ

①～⑫の法律および関連法律の制定年の時系列を**図 2.1.2-4** に示す。戦後の水資源の利用促進とインフラ整備を主体とする法整備から、高度経済成長期における種々の環境汚染対策へ、さらに 1990 年代以降には、環境意識の高まりから、より大きな循環系を対象とした環境保全の法整備へ、といった流れが見てとれる。また 2000 年以降は、それまで主に考慮していた地上の事象に加え、地下水を含めた水循環系を対象とする法整備がなされてきていることがわかる。今後、地下水も含めた総合流域管理による水資源の利活用と保全がさらに重要になっていくと思われる。

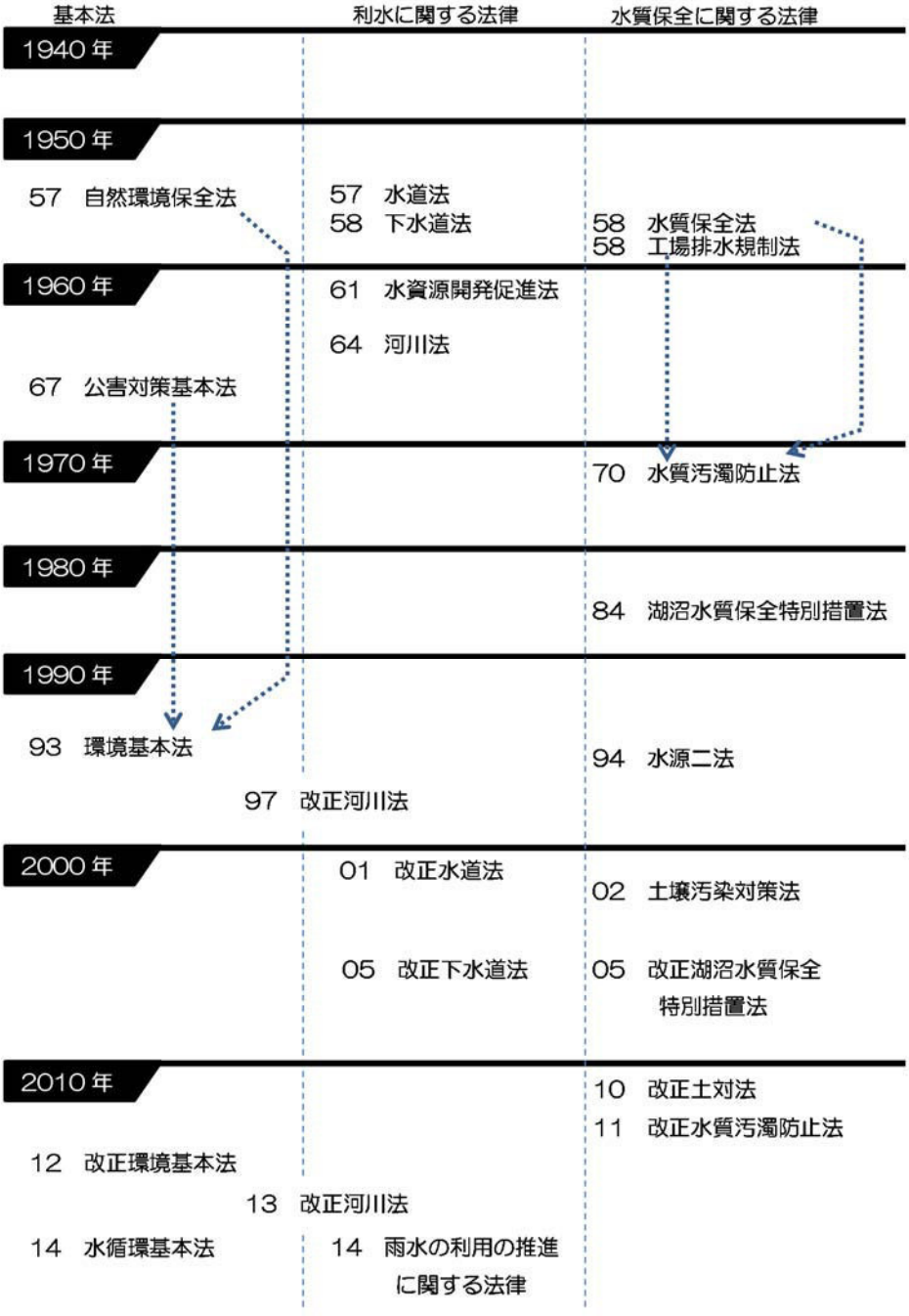


図 2.1.2-4　関連法律の制定年の時系列

2.1.3 国土強靭化計画推進に関する法律

国土強靭化や治水・利水に関する社会資本整備の計画・推進にあたり、その根拠となる法律や整備を進めるための財政措置について以下に示す。

1) 対策計画に関する法律

(1) 社会資本整備重点計画法（平成 15 年、最終改正平成 24 年）

本法律は、社会資本整備事業を重点的、効果的かつ効率的に推進するため、社会資本整備重点計画の策定等の措置を講ずることを目的として制定された。

対象とする社会資本整備事業は次のとおりである。

対象事業：道路、交通安全施設、鉄道、空港、港湾、航路標識、公園・緑地、下水道、河川、砂防、地すべり、急傾斜地、海岸（事業の効果を増大させるため一体として実施される事業やソフト施策を含む）

計画期間中の社会資本整備については重点目標を設定し、その達成に向けて効果的かつ効率的な事業執行を推進するとしており、水に関係するものを以下に示す。

・河川と下水道が連携し、床上浸水被害を受ける家屋を解消【約 9 万戸→約 6 万戸】

・津波・高潮による災害から一定の水準の安全性が確保されていない地域の面積【約 15 万 ha (H14)→約 10 万 ha (H19)】

・海岸保全施設の新設・改良、暫定施設の早期完成、老朽化施設の更新、水門等の機能の高度化の実施や津波・高潮ハザードマップ作成の技術的支援及び安全情報伝達施設等の整備。

・耐震化が不十分な施設に防護されている面積【約 4 万 ha(H14)→約 3.6 万 ha (H19)】

(2) 国土強靭化基本法（平成 25 年）

強くしなやかな国民生活の実現を図るための防災・減災等に資する法律であり、国土強靭化推進本部の設置、国土強靭化基本計画、広域地方国土強靭化計画、都道府県国土強靭化計画、市町村国土強靭化計画の策定やアクションプラン推進の根拠となる。

水に関連する防災対策の具体的な事例としては、国土強靭化アクションプラン 2014 の推進計画において以下のものがある。

・大規模津波に対するハード対策：東海・東南海・南海地震等の大規模地震が想定されている地域等における海岸堤防等の整備率（計画高までの整備と耐震化）を、約 31%（H24）から約 66%（H28）とする。

・大規模津波に対するソフト対策：最大クラスの津波ハザードマップを作成・公表し、防災訓練等を実施した市町村の割合を 14%（H24）から 100%（H28）とする。

・異常気象等による市街地等の浸水のハード対策：人口・資産集積地区等における中期的な目標に対する河川の整備率を約 74%（H24）から約 76%（H28）とする。具体的な対策としては、河道掘削や築堤、洪水調節施設の整備・機能強化、排水施設の整備等の推進が挙げられている。

・異常気象等による市街地等の浸水のソフト対策：内水ハザードマップを作成・公表し、防災訓練等を実施した市町村の割合を 31%（H24）から 100%（H28）とする。

(3) 水循環基本法（平成 26 年）

本法律は、水循環に関する施策を総合的かつ一体的に推進し、もって健全な水循環を維持し、又は回復させ、我が国の経済社会の健全な発展及び国民生活の安定向上に寄与することを目的として制定された。本法律の主要なポイントは以下のとおりである。

・水を「国民共有の貴重な財産」と位置付ける。
・政府は水循環基本計画を定め、５年ごとに見直す。
・内閣に水循環政策本部（本部長＝首相）を置く。
・政府と自治体は森林、河川、農地、都市施設などを整備する。
・政府は水循環に関する研究開発を推進し、研究者を養成する。
・８月１日を水の日とし、政府と自治体はその趣旨にふさわしい事業を実施する。

本法律の制定により、国土交通省や厚生労働省など７つの省が縦割りで河川や上下水道、農業用水などを管理してきた体制は、内閣に設置する「水循環政策本部」（本部長＝首相）が一元的に管理、規制する体制に改められた。また、これまで法律で規制されてこなかった地下水も、国や自治体の管理対象に含めることとなり、水資源の乱開発防止や外資による森林買収に歯止めをかける効果が期待されている。

2) 国土強靭化を進めるための財政措置

従来の個別補助金と異なるタイプの社会資本整備関連交付金や関係府省庁の交付金・補助金等による支援の概要を以下に示す。

(1) 社会資本整備総合交付金

国土交通省所管の地方公共団体向け個別補助金を一つの交付金に原則一括し、地方公共団体にとって自由度が高く、創意工夫を生かせる総合的な交付金として平成 22 年度に創設されたものである。

対象事業：道路、港湾、治水、下水道、海岸、都市公園、市街地、広域連携、住宅、住環境整備等

(2) 防災・安全交付金

地域住民の命と暮らしを守る総合的な老朽化対策や、事前防災・減災対策の取組み、地域における総合的な生活空間の安全確保の取組みを集中的に支援するため、平成 24 年度補正予算において創設された交付金である。

対象事業：インフラ老朽化対策、事前防災・減災対策、生活空間の安全確保等

両交付金の特長は次のとおりである。

・これまで事業別にバラバラで行ってきた関係事務を一本化・統一化。
・計画に位置付けられた事業の範囲内で、地方公共団体が国費を自由に充当可能。
・基幹となる社会資本整備事業の効果を一層高める事業についても、創意工夫を生かして実施可能。
・耐震性の強化等を目的とした施設の更新等

(3) 国土強靭化地域計画に基づく関係府省庁の支援

国土強靭化の推進に関する関係府省庁連絡会議では、「国土強靭化地域計画に基づき実施される取組みに対する関係府省庁の支援について（案）」が決定され、地方公共団体により策定される国土強靭化地域計画に基づき実施される取組みに対する関係府省庁所管の交付金・補助金等による支援の概要が示されている[125)]。水に関連する施策に関わる支援を抜粋した表を以下に示す。

表 2.1.3-1　水に関連する関係府省庁の支援概要

府省庁名	交付金・補助金の名称	交付金・補助金の概要	交付率	交付対象
内閣府	地域再生基盤強化交付金	地域再生法の規定により、地方公共団体が作成する地域再生計画に基づき、省庁の所管を超える２種類以上の施設の一体的な整備に対して支援を行う。 ○対象分野一例 ・汚水処理施設整備（公共下水道、集落排水施設、浄化槽） ・港整備（地方港湾、第一種・第二種漁港）	1/2 等	都道府県、市区町村
総務省	消防防災施設整備費補助金	地方公共団体が整備する消防防災施設（耐震性貯水槽、備蓄倉庫（地域防災拠点施設）、高機能消防指令センター等）の整備に対して支援を行う。	1/3、 1/2、 5.5/10	地方公共団体
農林水産省	水産基盤整備事業	地震・津波等に対する漁港及び背後集落の安全確保のため、漁港施設の地震・津波対策、長寿命化対策に対して支援を行う。	定額 （1/2 等）	都道府県、市町村等
国土交通省	防災・安全交付金	地方公共団体が作成した、命と暮らしを守るインフラ再構築又は生活空間の安全確保を実現するための「整備計画」に基づく取組について、政策目的実現のための基幹的な社会資本整備事業のほか、関連する社会資本整備等に対して総合的・一体的に支援を行う。	定額	地方公共団体等

2.1.4　都市生活と水に関わるリスクについて

1）地下水採取の規制に関する法律

揚水技術が近代化する以前は、地下水の使用量は自然の涵養量に見合う程度のものであったが、大正初期から近代的なさく井技術によって深井戸が設置されるようになると、地下水の利用量は急激に増大し、自然の涵養量を上回る地下水採取が行われるようになった。

地盤沈下が注目されたのは、東京都江東地区における大正末期の関東大震災後の水準測量であり、当時は地震による影響と考えられていた。昭和初期には大阪市においても同等な地盤沈下現象が注目された。その後、急速に沈下が進むにつれて、不等沈下、抜け上がり等による建築物の損壊や高潮等の被害が生じ、地下水の過剰揚水による地盤沈下現象が大きな社会問題となった。

昭和 20 年前後は第 2 次世界大戦により地下水の採取量が減少したことにより一時的に沈下が低下したが、戦後の復興とともに地下水使用量が増加するにつれて再び地盤沈下が顕著となり、沈下地域が拡大してきた。昭和 30 年以降は、濃尾平野、筑後・佐賀平野をはじめ全国各地の低平地で地盤沈下が認められるようになり、昭和 40 年代には各地で年間 20cm を超える地盤沈下が生じた地域が現れるようになった。

このような状況から、地盤沈下防止のために地下水採取規制措置を講ずる必要があることが認識され法制化された

(1) 工業用水法（昭和 31 年）、工業用水法施行令（昭和 32 年）

地下水の採取により地盤沈下等が発生しており、かつ工業目的として地下水利用量が多く、地下水の合理的な利用を確保する必要がある地域を政令で指定して、この指定地域内において井戸により地下水を採取して工業用水として使用する者は、井戸ごとに都道府県知事の許可（ストレーナ深度、吐出口の断面積）を受けなければならない。許可内容の変更についても申請が必要であり、行政による立入り調査の規定も設けられており、無許可の井戸使用や命令違反者に対しては罰則も設けられている。本法の指定地域 17 地域（10 都道府県 63 市区町村）を**表 2.1.4-1** に示す。

(2) 建築物用地下水の採取の規制に関する法律（昭和 37 年）、工業用水法施行令（昭和 32 年）

地下水の採取により地盤沈下が発生し、高潮・出水等による被害の発生が予測される地域を政令で指定して、この指定地域内の一定規模以上の建築物用井戸について許可基準（ストレーナー位置、吐出口の断面積）を定めて許可制にする。環境大臣は、政令の制定又は改廃の立案をしようとする場合は、関係都道府県知事及び関係市（特別区を含む）町村長の意見を聞かなければならない。本法の指定地域 4 都道府県 4 地域を**表 2.1.4-2** に示す。

表 2.1.4-1　工業用水法指定地域

番号	都道府県	市区町村名	面積 (km^2)	施行年月日
1	宮城県	仙台市の一部、多賀城市の一部、宮城郡七ヶ浜町の一部	90	1975.8.15
2	福島県	南相馬市の一部	41	1979.7.1
3	埼玉県	川口市の一部、草加市、蕨市、戸田市、鳩ヶ谷市、八潮市、さいたま市の一部	154	1963.7.1 1979.7.1
4	千葉県	千葉市の一部、市川市、船橋市、松戸市、習志野市、市原市の一部、浦安市、袖ヶ浦市の一部	326	1969.10.11 1972.5.1 1974.8.1
5	東京都	墨田区、江東区、北区、荒川区、板橋区、足立区、葛飾区、江戸川区	254	1961.1.19 1963.7.1 1972.5.1
6	神奈川県	川崎市の一部 横浜市の一部	73	1957.7.10 1959.4.6 1962.11.20
7	愛知県	名古屋市の一部 一宮市、津島市、江南市、稲沢市、愛西市、清須市の一部、弥富市、あま市、海部郡大治町、同郡蟹江町、同郡飛島村	458	1960.6.17 1984.7.5
8	三重県	四日市市の一部	34	1957.7.10 1963.7.1
9	大阪府	大阪市の一部 豊中市の一部、吹田市の一部、高槻市の一部、茨木市の一部、摂津市 守口市、八尾市の一部、寝屋川市の一部、大東市の一部、門真市、東大阪市の一部、四條畷市の一部 岸和田市の一部、泉大津市、貝塚市の一部、和泉市の一部、泉北郡忠岡町	432	1959.1.4 1962.11.20 1963.7.1 1965.10.25 1966.6.17 1978.1.26
10	兵庫県	尼崎市 西宮市の一部 伊丹市	96	1957.7.10 1960.11.7 1962.11.20 1963.7.1
合　　計			1,957	

表 2.1.4-2　建築物用地下水の採取の規制に関する法律指定地域

番号	都道府県	市区町村名
1	大阪府	昭和37年8月31日における大阪市の区域
2	東京都	昭和47年5月1日における東京都の区域のうち特別区の区域
3	埼玉県	昭和47年5月1日における川口市、浦和市、大宮市、与野市、蕨市、戸田市及び鳩ケ谷市の区域
4	千葉県	昭和49年8月1日における千葉県の区域のうち千葉市（旦谷町、谷当町、下田町、大井戸町、下泉町、上泉町、更科町、小間子町、富田町、御殿町、中田町、北谷津町、高根町、古泉町、中野町、多部田町、川井町、大広町、五十土町、野呂町、和泉町、佐和町、土気町、上大和田町、下大和田町、高津戸町、大高町、越智町、大木戸町、大椎町、小食土町、小山町、板倉町、高田町及び平川町を除く）、市川市、船橋市、松戸市、習志野市、市原市（五所、八幡、八幡北町、八幡浦、八幡海岸通、西野谷、山木、若宮、菊間、草刈、古市場、大厩、市原、門前、藤井、郡本、能満、山田橋、辰巳台東、辰巳台西、五井、五井海岸、五井南海岸、岩崎、玉前、出津、平田、村上、岩野見、君塚、海保、町田、廿五里、野毛、島野、飯沼、松ケ島、青柳、千種海岸、西広、惣社、根田、加茂、白金町、椎津、姉崎、姉崎海岸、青葉台、畑木、片又木、迎田、不入斗、深城、今津朝山、柏原、白塚、有秋台東及び有秋台西に限る。）、鎌ヶ谷市及び東葛飾郡浦安町の区域

(3) 地下水採取規制に関する条例

地下水採取規制に関する条例を制定している地方自治体も多く、平成 25 年 3 月現在で**表 2.1.4-3** に示す 27 都道府県、290 市区町村（複数の市町を含む地区を含む）で条例化されている。

表 2.1.4-3　地下水採取規制の関する条例のある地方自治体

番号	都道府県	県条例	条例のある市区町村	番号	都道府県	県条例	条例のある市区町村
1	北海道	○	21	25	京都		6
2	青森		2	26	大阪	○	5
3	岩手		5	27	兵庫		4
4	宮城	○	1	28	奈良		0
5	秋田		1	29	和歌山		5
6	山形	○	1	30	滋賀		7
7	福島	○	3	31	岡山	○	1
8	茨城	○	7	32	広島		0
9	栃木	○		33	山口	○	
10	群馬	○	2	34	島根		
11	埼玉	○	2	35	鳥取	○	5
12	東京	○	7	36	徳島	○	
13	千葉	○	52	37	香川	○	1
14	神奈川	○	10	38	愛媛		
15	山梨	○	10	39	高知		
16	新潟	○	11	40	福岡		5
17	長野		47	41	佐賀	○	1
18	富山	○	4	42	長崎		6
19	石川	○	9	43	熊本	○	5
20	福井	○	5	44	大分		2
21	岐阜		6	45	宮崎		3
22	静岡	○	5	46	鹿児島		11
23	愛知	○	3	47	沖縄		7
24	三重	○	2				

2) 地下水浸透の規制に関する法律

(1) 水質汚濁防止法（昭和 45 年）、水質汚濁防止法施行令（昭和 46 年）

水質汚濁防止法施行令で指定された「特定施設」に設置している「特定事業場」から公共用水域に排出される水や地下への浸透する水を規制して、公共用水域及び地下水の水質の汚濁（水質以外の水の状態が悪化することを含む）の防止と生活環境を保全し、特定施設から排出される汚水及び廃液によって健康被害が生じた場合における事業者の損害賠償の責任について定め、被害者の保護を図ることを目的とする。

この法律の施行により、「公共用水域の水質の保全に関する法律」と「工場排水等の規制に関する法律」が廃止された。

地下浸透水の規制は、特定施設からの排水に関して、施行令第 2 条に既定する 27 項目の有害物質（健康項目）であり、雨水等の浸透に対しては該当する可能性は低い。

(2) 急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律（昭和 44 年）

急傾斜地法第 7 条では、急傾斜崩壊危険区域の指定区域内では、「水を放流し、又は停滞させる行為その他水の浸透を助長する行為」に対して、都道府県知事の許可を受けなければならないと規定されている。

したがって、浸透適地であっても地下水を地下に浸透させることにより土砂災害を誘発する可能性のある地域は地下水を浸透させることができない。なお、これらの地域は台地や段丘縁辺の斜面が該当する。

3) 雨水貯留浸透の促進

集中豪雨の頻発等、近年増大する都市域の洪水・浸水リスクに対して、既往のハード整備だけでなく雨水流出抑制施設を活用して、より効率的、効果的に都市雨水対策を進める必要性が高まっている。

雨水流出抑制施設には下図のように貯留施設と浸透施設があるが、雨水の直接流出を低減させる、あるいは流出時間を遅延させるなどの効果が期待されている。

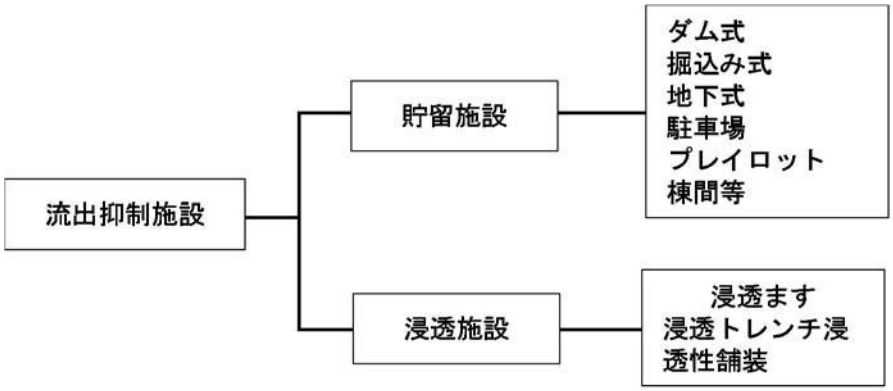


図 2.1.4-1 雨水流出抑制施設

国土交通省では、水害・土砂災害、火山災害に関する「新たなステージ」に対応した防災・減災対策として「新たなステージに対応した防災･減災のあり方」と題した基本方針を決定した[13)]。この中で、都市化が著しく進行し、河川や下水道の整備が困難である中

心市街地等においては、貯留・浸透機能の向上を図ることが極めて重要であり、民間施設においても貯留・浸透機能を確保し、その機能が継続的に維持される仕組みについても検討する必要があることが述べられている。

具体的な動きとしては、平成 27 年度水管理・国土保全局関係予算概要において、民間事業者と下水道管理者が一体的な整備を行う浸水対策事業において、民間事業者が整備する貯留施設等に対し、国が支援する制度を創設する[14]。下水道事業予算概算要求概要では、官民連携による効率的・効果的な浸水対策の推進として、民間事業者が下水道管理者と一体的な浸水対策を行う計画に基づき、民間事業者が貯留施設等を整備する場合、国が民間事業者を直接支援する制度を創設することが示された[15]。

(1) 雨水の利用の推進に関する法律（平成 26 年）

この法律は、近年の気候の変動等に伴い水資源の循環の適正化に取り組むことが課題となっていることを踏まえ、その一環として雨水の利用が果たす役割に鑑み、雨水の利用の推進に関し、国等の責務を明らかにするとともに、基本方針等の策定その他の必要な事項を定めることにより、雨水の利用を推進し、もって水資源の有効な利用を図り、あわせて下水道、河川等への雨水の集中的な流出の抑制に寄与することを目的とする。（第 1 条目的）

(2) 特定都市河川浸水被害対策法（平成 15 年）

この法律は、都市部を流れる河川の流域において、著しい浸水被害が発生し、又はそのおそれがあり、かつ、河道等の整備による浸水被害の防止が市街化の進展により困難な地域について、浸水被害から国民の生命、身体又は財産を保護するため、当該河川及び地域をそれぞれ特定都市河川及び特定都市河川流域として指定し、浸水被害対策の総合的な推進のための流域水害対策計画の策定、河川管理者による雨水貯留浸透施設の整備その他の措置を定めることにより、特定都市河川流域における浸水被害の防止のための対策の推進を図り、もって公共の福祉の確保に資することを目的とする。（第 1 条目的）

関東近辺では、東京都及び神奈川県内の「鶴見川及び鶴見川流域」が平成 17 年に、「境川及び境川流域」が平成 26 年に「特定都市河川」および「特定都市河川流域」に指定されている。

4) 将来想定されるリスクに対して

強くしなやかな国民生活の実現を図るための防災・減災等に資する国土強靱化基本法（平成 25 年）において、国土強靱化の推進を図る上で必要な事項を明らかにするため、脆弱性の指針を定め、これに従って脆弱性評価を行い、その結果に基づき、国土強靱化基本計画の案を作成しなければならないと定めている（法第 17 条）。

脆弱性評価については「自然災害等に対する脆弱性評価」を実施するための指針（平成 25 年、国土強靱化の推進に関する関係府省庁連絡会議）において当面の対応方針が示され、大規模自然災害等に対する脆弱性の評価の指針（平成 25 年、国土強靱化推進本部決定）において脆弱性評価を適切に実施する上で必要な事項が定められている。

本指針において、国民生活・国民経済に影響を及ぼすリスクとしては、自然災害の他に、大規模事故やテロ等想定されうるが大規模自然災害はひとたび発生すれば、国土の広域な範囲に甚大な被害をもたらすものとなることから、当面は、大規模自然災害を想定した評価を実施することとしている。

指針で整理されている「回避すべき起きてはならない最悪の事態」のうち都市生活と水に関連するリスクを抜粋したものが**表 2.1.4-4** である。各施策の達成度や進捗の把握を明らかにした国土強靭化アクションプランが定められ、進捗状況を府省庁横断的に評価されている。

表 2.1.4-4　都市生活と水に関する最悪の事態

基本目標	事前に備えるべき目標		プログラムにより回避すべき起きてはならない最悪の事態	
Ⅰ. 人命の保護が最大限図られる Ⅱ. 国家及び社会の重要な機能が致命的な障害を受けず維持される Ⅲ. 国民の財産及び公共施設に係る被害の最小化 Ⅳ. 迅速な復旧復興	1	大規模自然災害が発生したときでも人命の保護が最大限図られる	1-3	広域にわたる大規模津波等による多数の死者の発生
			1-4	異常気象等による広域かつ長期的な市街地等の浸水
	2	大規模自然災害発生直後から救助・救急、医療活動等が迅速に行われる（それがなされない場合の必要な対応を含む）	2-1	被災地での食料・飲料水等、生命に関わる物資供給の長期停止
			2-5	想定を超える大量かつ長期の帰宅困難者への水・食糧等の供給不足
	6	大規模自然災害発生後であっても、生活・経済活動に必要最低限の電気、ガス、上下水道、燃料、交通ネットワーク等を確保するとともに、これらの早期復旧を図る	6-2	上水道等の長期間にわたる供給停止
			6-3	汚水処理施設等の長期間にわたる機能停止
			6-5	異常渇水等により用水の供給の途絶
	7	制御不能な二次災害を発生させない	7-4	ため池、ダム、防災施設、天然ダム等の損壊・機能不全による二次災害の発生
	8	大規模自然災害発生後であっても、地域社会・経済が迅速に再建・回復できる条件を整備する	8-5	広域地盤沈下等による広域・長期にわたる浸水被害の発生により復旧・復興が大幅に遅れる事態

水循環基本法は前述したように、水に関する施策を総合的かつ一体的に推進しようとするものであり、具体は今後決定される。災害時、非常時の管理については未定である。

国土強靭化法の脆弱性評価で想定しているリスクの対象や水循環基本法が対象とする流域は、複数の省庁や自治体に関連していることが多い。基本計画は全体を俯瞰した統一的なものであるが、最終的に管理したり、施策を実施したりするのは施設を所管する省庁、地方公共団体となっていることから、これらの連携が強く望まれる。

---

[1] 内閣府：災害対策法制のあり方に関する研究会，
http://www.bousai.go.jp/kaigirep/kenkyu/saigaitaisakuhousei/1/

[2] 国土交通省：特定都市河川浸水被害対策法の概要，
http://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/kasen/gaiyou/panf/tokutei/

[3] 国土交通省：水防法改正の概要，
http://www.thr.mlit.go.jp/bumon/j72101/homepage/river/disasteprevention/suibouko uhou.pdf

[4] 国土交通省水管理・国土保全局，http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/index.html

[5] 京都大学防災研究所監修，寶馨，戸田恵一，橋本学編：自然災害と防災の辞典，丸善出

版、p306 (2011)
[6] 防災行政研究会：防災六法（平成 18 年版），ぎょうせい、p1721（2006）
[7] 総務省：公害とは，http://www.soumu.go.jp/kouchoi/knowledge/how/e-dispute.html
[8] 財団法人日本環境協会：図で見る環境白書 1980 (1980)
[9] 社団法人海外環境協力センター：水環境保全技術研修マニュアル総論，p180 (1998)
[10] 国土交通省：水道原水の水質の保全に関する都道府県計画・水質保全計画，http://www.mlit.go.jp/crd/sewerage/keikaku/03-4.html
[11] 国土交通省：大深度地下の公共的使用における環境の保全に係る指針（2004）
[12] 国土強靱化の推進に関する関係府省庁連絡会議：土強靱化地域計画に基づき実施される取組みに対する関係府省庁の支援について（案），http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kyoujinka/dai9/Siryo2.pdf
[13] 国土交通省：新たなステージに対応した防災・減災のあり方(2015)
[14] 国土交通省水管理・国土保全局：平成 27 年度水管理・国土保全局関係予算概要(2015)
[15] 国土交通省水管理・国土保全局下水道部：平成 27 年度下水道事業予算概算要求概要(2014)

2.2　都市における水利用と水に係わる災害の事例

本節では、都市における水利用と水に係わる災害についてまとめ、取られた対策について記す。取り上げた事例は合計で20事例あり、災害に係わるものが13事例、水利用に係わるものが11事例、双方に係わるものが4事例である。原則として2000年以降の近年の事例を抽出したが、防災史上重要な事例については例外的に取り上げた。

取りまとめた事例一覧を**表2.2-1**に示し、各事例の詳細を章末の**事例1～事例20**に示す。事例一覧では災害が社会に及ぼす影響や災害の発生頻度、被害の対象となる生活基盤などについて細項目を設け、区分した。各事例の詳細では災害の概要や取られた対策および課題について記載した。

2.2.1　災害の事例

本項では**表2.2-1**に示す事例のうち災害の事例について述べる。災害の事例を、発生頻度・被災範囲及び特徴によって、1)巨大地震に伴う災害事例、2)異常気象による災害事例、3)都市化の進行により生じた災害事例の３種に大きく分類する。以下、各災害と対策の概要を述べる。

1)　巨大地震に伴う災害事例

巨大地震に伴う災害事例としては、津波による堤防破壊（**事例1**・東日本大震災）、津波による塩害（**事例2**・東日本大震災）、地震動による上・下水管損傷（**事例3**・阪神大震災）を取り上げる。

このような災害は、いずれも被災範囲が広域に渡り、社会に及ぼす影響や経済的損失も甚大となる。復旧には迅速性が求められるものの、被害の大きさゆえに復旧までに時間を要することが特徴である。

対策面では、例えば、**事例1**では、海岸堤防の復旧に際し「従来型の一律整備」をとりやめ、被災地域を細かく区分し、区域ごとに堤防高さを変えて整備する「地域ごとの対策」が取られている。また、**事例3**では、災害を契機に配管の耐震基準の改定が対策として取られた。その結果、後の災害時（例えば中越地震）に配管被害が軽減されており、対策が大きな効果を産んでいる。

2)　異常気象による災害事例

異常気象による災害事例としては、1)の巨大地震に比べ頻度が高く、また災害の特徴が多岐にわたることから、多数の事例を取り上げた。内訳は、高潮による内水氾濫（**事例4**・高松）、洪水よる破堤（**事例5**・静岡、**事例6**・札幌）、洪水による内水氾濫（**事例7**・名古屋、**事例8**・福岡、**事例9**・東京）、斜面災害（**事例10**・広島）、豪雪（**事例11**・甲府）、異常渇水（**事例12**・松山）、下水不良（**事例13**・富山、長岡）とする。

このような災害は、気候条件や地形条件など地域特有の性質上、ある地域が繰り返し同様の災害に見舞われる特徴がある。しかし、その対策にも継続性があるため、**事例8**や**事例12**のように、年々、被害が軽減していることが特徴である。

また、**事例7**は俗に東海豪雨と呼ばれる災害であり、都市型水害が注目される契機となった災害である。この災害以降、全国で洪水ハザードマップが整備されるようになり、例えば、東京都は東海豪雨を想定したハザードマップを作成している。

表 2.2-1 水利用と水に係わる災害事例調査　事例一覧　[1/2]

水利用と水に係る災害・問題の代表例　２０項目							影響	頻度	応対速度	対象					
災害／水利	脆弱性の要因		名称・概要	都市化との関連	事例地域	都市分類	大：人命損害 中：生活困難 小：その他	大：回／年 中：回／数年 小：回／十年以上	大：すぐに 中：時間を掛けて	防災施設（堤防・落差工等）	防災施設（貯水管・ポンプ場）	上水・水源（井戸）	上水・水源（貯水池・貯水管）	下水（貯水管・処理場）	地下構造物
	大分類	種類													
災害	地震	津波	1.津波による防災施設破壊	広域災害	仙台	大都市	大	中～小	大	●	●				
災害・水利			2.塩水汚染	広域災害	石巻	地方都市	中	中	中			●	●		
災害		地震動	3.配管損傷	広域災害	神戸	大都市	中	中	大				●	●	
災害	異常気象	高潮	4.内水氾濫	広域災害	高松	地方都市	大	中	大	●	●				●
災害		洪水	5.破堤（梅雨前線、広域被害）	広域災害	静岡	地方都市	大	大	大	●					
災害			6.破堤（対策により被害が弱められた例）	広域災害	札幌	大都市	〃	〃	〃	●					
災害			7.内水氾濫（豪雨対策見直しの契機）	都市化	名古屋	大都市	〃	〃	〃		●				
災害			8.内水氾濫（ゲリラ豪雨、地下街への被害）	都市高度化	福岡	大都市	〃	〃	〃		●				●
災害			9.内水氾濫（対策前後：1958狩野川→2005山の手水害）	都市化→高度化	東京	首都圏	〃	〃	〃		●				●
災害		斜面災害	10.土石流・地すべり	都市化	広島	地方都市	大	大	大	●					

表 2.2-1 水利用と水に係わる災害事例調査　事例一覧 [2/2]

水利用と水に係る災害・問題の代表例　２０項目							影響	頻度	応度対速	対象					
災害／水利	脆弱性の要因		名称・概要	都市化との関連	事例地域	都市分類	大：人命損害 中：生活困難 小：その他	大：回／年 中：回／数年 小：回／十年以上	大：すぐに 中：時間を掛けて	防災施設（堤防・落差工等）	防災施設（貯水管・ポンプ場）	上水・水源（井戸）	上水・水源（貯水池・貯水管）	下水（貯水管・処理場）	地下構造物
	大分類	種類													
災害	異常気象	豪雪	11.融雪水排水不良・雪捨場の問題	都市化	甲府	地方都市	中	小	大		●				
災害・水利		異常渇水	12.異常渇水	都市化	松山	地方都市	中	大	大			●	●		
災害・水利		下水不良	13.合流式下水道での汚染水排出	都市高度化	長岡・富山	地方都市	中	大	中		●			●	
災害・水利		渇水・資源浪費	14.雨水利用・民間施設利用	熟成都市	墨田区	首都圏	小	小	中		●		●		●
水利	汚染		15.地下水汚染	都市化	秦野	地方都市	中	小	中			●			
水利	消防		16.火災時の消防水利（木造家屋密集地域）	都市化	荒川区等	首都圏	中	小	中	●		●			
水利	老朽化		17.上下水道配管老朽化	熟成都市	東京・柏	首都圏	中	中	中				●	●	
水利	その他	地下水保全（量）	18.地下水異常水圧及び浸出水の利用	都市高度化	東京	首都圏	中	小	中				●	●	●
水利		資源浪費対策	19.小水力発電	熟成都市	川崎	大都市	小	中	中				●		●
水利		少子高齢化（財源）	20.一人負担額の増大を踏まえたインフラの統廃合	熟成都市	川崎・久留米・高知	首都圏・地方都市	中	小	中				●	●	●

一方、**事例10**や**事例11**のような突発的に起きる災害については、災害予測が困難であることから、対策が不十分であることが現状である。

3) 都市化の進行により生じた災害事例

事例8や**事例9**は特に都市化の進行により生じた災害事例である。例えば、**事例8**は地下街まで浸水が及んだため被害が長期化した。また、**事例9**は無秩序な宅地開発が洪水被害の拡大を招いたとされ、後の宅地造成等規制法の制定に繋がっている。

以上のように、本項では水に係わる災害事例を取り上げた。事例には「被災→施設整備方針の修正→被害の軽減」という具合に災害対策が功を奏しているものがある一方、1000年に一度と言われる東日本大震災や近年のゲリラ豪雨のように、従来の想定を超える災害に対し、新たな対応を迫られているケースが有る。

そのような中、国土交通省は平成27年1月に「新たなステージに対応した防災・減災のあり方」として、今後の防災・減災の方針を公表した。この中では、「少なくとも命を守り、社会経済に対して壊滅的な被害が発生しない」ことが目標とされ、ある程度の被害を受け入れる方針となった。これも、災害を契機とした方針の修正と言える。

2.2.2　利水・保全における問題の事例

本項では**表2.2-1**に示す事例のうち利水・保全上の問題事例について述べる。

ここでは、検討事例を1)災害や気象現象に伴う事例、2)地下水利用に伴う事例、3)インフラ自体に起因する事例の３ケースに分類して整理を行うものとする。なお、1)のケースでは**2.2.1**項において災害事例として整理したものと同一のものが含まれている。これは、こうした事例が、災害事例であると同時に、利水・保全における課題の両方の側面を有しているおり、本項では、災害によって引き起こされ、比較的長期にわたって、地域の水利用に大きな影響を与える事例に注目して整理するものとする。

1) 災害や気象現象に伴う問題

洪水や津波などの災害では、規模の大きさは異なるが、利水面においても影響を生じることが多い。**事例1**、**事例2**は東日本大震災による津波被害について述べているもので、**事例2**は、農地への津波堆積物（ヘドロ）の被害に加えて、災害後の地盤沈下に伴う地下水の塩分濃度上昇が与える影響について注目している。こうした現象は地殻変動に伴って、地下水流動自体が変化したために起こるものであり、長期間に渡り影響が継続することが想定される。このようなことから、東南海トラフ地震等で津波の襲来が予想される地域では、防災における検討課題として、地下水変動が生活や農業に与える影響についても認識する必要があるものと考えられる。

気象現象に伴う事例としては、異常渇水（**事例12**）、豪雨時の汚水排出（**事例13**）等がある。異常渇水は地震や台風と異なり、明確な災害には分類されにくいものの、市民生活に長期間に渡って影響を与えるものである。こうした渇水による被害は、瀬戸内地方や九州北部等で古くから頻発しており、その対策としてため池の構築などが行われてきたが、近年は**図2.2.2-1**に示したように、豪雨や渇水が極端になりつつあるため、その被害も

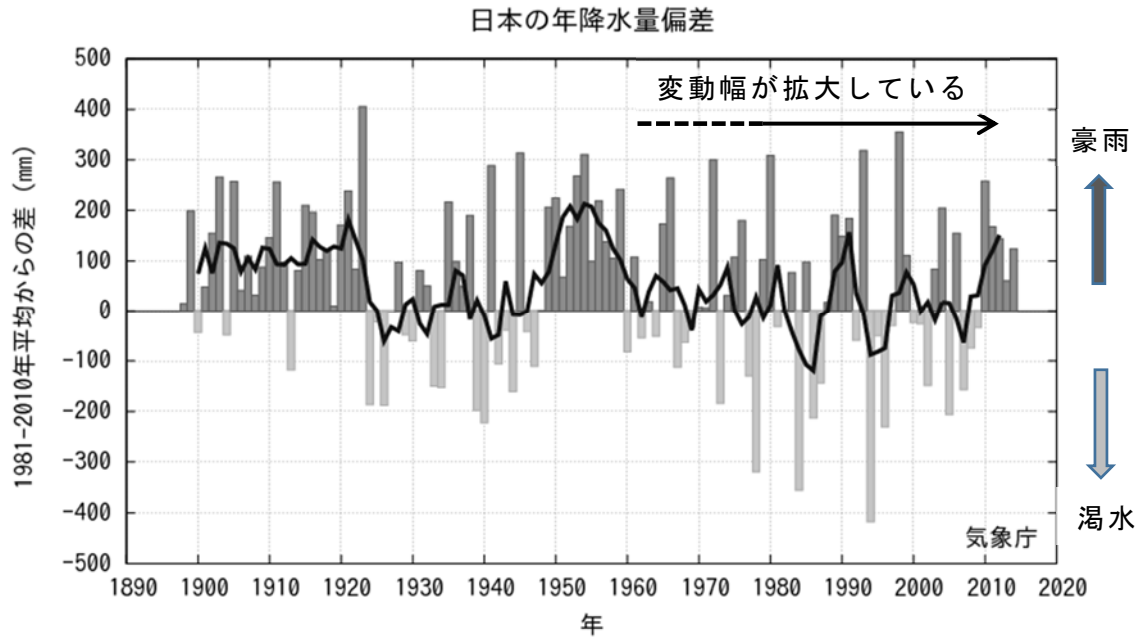


図2.2.2-1　日本の年降水量の変化（気象庁）[1)]に加筆

顕著となりつつある。一方、**事例13**に代表されるような豪雨時に下水道から汚染水が流出する問題は、その直接要因は短期間の集中豪雨等の気象現象であるが、下水インフラの脆弱性が主要因であり、後述するインフラ自体の課題とも密接に関係している。

このように災害や気象現象に伴う事例は影響期間が長期に及ぶことが多く、根本的な対策としては、ダムや上下水道などインフラ整備を必要とすることから、地域全体の問題として取り組む必要性がある。

2) 地下水利用に伴う問題

首都圏を中心とする地盤沈下は、主として、戦後の高度経済成長期に大量の地下水を工業用として汲み上げたことに起因しており、その反省に基づいた汲み上げ規制によって、近年では地下水位は以前の状態に戻りつつある（**図2.2.2-2**）。こうした経緯から、地下水に頼らず雨水を防災等に活用するさまざまな取り組み（**事例14**）や、回復した地下水を河川や湖沼の環境保全用に有効に利用するケース（**事例18**）、防災用に河川水と地下水を活用しようとする計画（**事例16**）など、地下水の状況を考慮した水利用がなされている。なお、かつては地下水位低下による地盤沈下が「浮きビル」等の問題を引き起こしたが、地下水位の回復に伴う揚圧力が構造物にとって問題となるケースもある（**事例18**）。このように、構築時からの地下水位の変化が構造物にさまざまな影響を与えることがあり、地下水は変動するものとして捉え、雨水と合わせて適切に保全・活用することが求められている。

一方、**事例15**は地下水汚染に関する問題と対策に関するものであり、従来は主として地下水の量に関する問題と対策が注目されていたのに対して、この事例は、水質も重要な要素であることを示している。このように、都市における地下水の利用方法とそれに伴う課題は時代とともに変化してきており、より柔軟で広い視点を持った保全と活用が求められている。

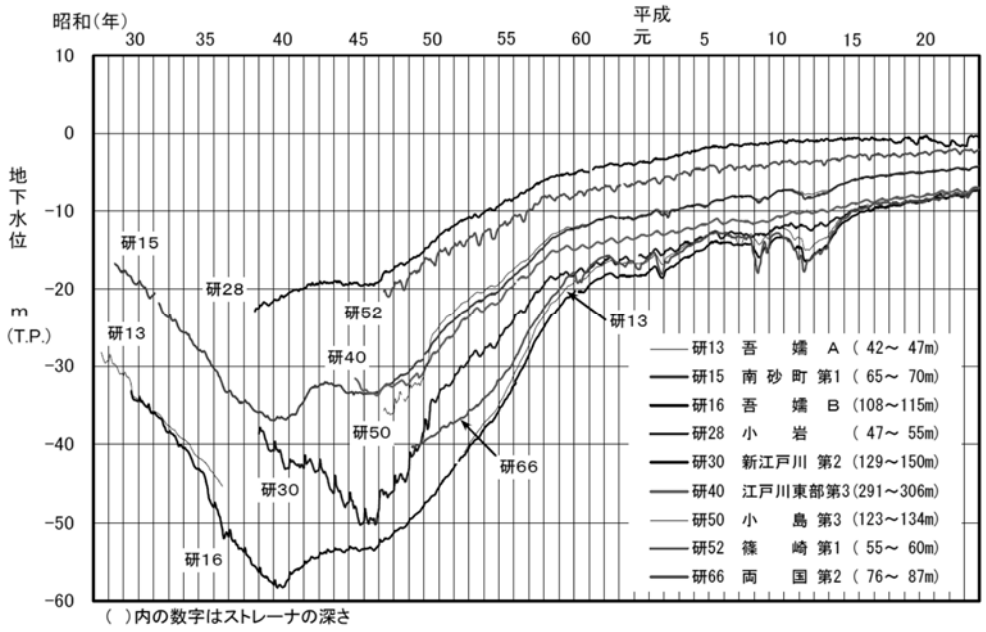


図2.2.2-2 東京の地下水位の変動（江東区、江戸川区、墨田区の観測井）[2)]

3) インフラ自体の問題と新しい活用に関する事例

上記の1),2)は災害または地下水変動など何らかの自然現象との関連において、都市基盤としての利水や保全について整理したものであるが、ここでは、特に直接的な自然現象がないものの、都市の生活基盤に大きな影響を与えるものとして、水インフラに関する問題の事例と、都市内の水を新しい資源として活用する試みについて示す。

事例17は上下水道のインフラ自体の老朽化そのものが課題となっているものであり、同様な事態はわが国のほとんどすべての都市において、今まさに問題となっているものである。すなわち、浄水場や水道管という上水道のインフラの耐用年数が40年といわれる中で、東京、大阪を始めとする大都市では、既にその更新時期に達しており、迅速かつ適切な更新が求められている。一方で、**事例20**では、地方中核都市でも顕著になりつつある「少子高齢化」に伴うインフラの統廃合と更新について紹介している。

これらの事例から、今後の都市の水インフラについては、単純に古いものを新しくするという従来の維持・更新ではなく、人口の変動や想定される災害への対応も考慮して、効率的でレジリエントなインフラとして再構築する必要性が示されている。また、都市内の上水道に小規模な発電装置を設けたマイクロ発電所について**事例19**に示した。こうした取組みは新しい未利用エネルギーとして、水道という既存の構造物を活用する意味で、水インフラの新たな価値を示すものとして注目される。

本項では、以上示してきたように、都市生活基盤における利水および保全上の問題について整理してきた。この中で、東日本大震災のような巨大災害では、津波のようにごく短時間に大きな被害を与える現象とは別に、地殻変動に伴う地下水流動の変化による地下水の塩水化など、長期に渡り大きな被害を及ぼす災害にも留意する必要があることが示された。塩水による被害は、**事例4**の高潮被害でも事業所、工場等の電気機器への影響として示されており、海岸部の都市では防災上考慮する事項として特筆される。

一方、地下水の利用においては、これまでは地盤沈下防止のために汲み上げ規制のみが注目されてきたが、回復した地下水を適切に活用することで、周辺の河川、湖沼などの環境改善、公共用水としての利用や災害時の緊急的な水源としての活用などが進められつつある。今後は、地下水の実態を十分に把握し、変動状況をモニタリングした上での柔軟な活用方策が望まれている。

また、都市生活基盤としての上下水道は、全国的に更新時期を迎えている。これからのインフラ整備では、上下水道本来の機能だけでなく、少子高齢化、都市のスマート化、強靭化に加えて、小規模水力発電のように新たな活用も考慮して再構築を図っていく必要があるものと考えられる。この場合、上下水道のみならず、エネルギー、交通、通信および廃棄物の循環も考慮した総合的な都市の基盤整備の視点が不可欠である。

参考文献

1. 気象庁HP；http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_jpn_r.html (2015.2.3入手)
2. 川合将文、川島眞一、石原成幸、高橋賢一；平成23年の地下水位変動の特徴、平24都土木技術支援・人材育成センター年報、p.141、2012

2.2.3 今後の課題

本項では、前項で類型的に示した災害・水利用に係る問題事例が有する脆弱性について、都市の性格ごとに、国土強靭化の中で克服すべき課題の形で整理する。

1) 都市圏の規模・位置と関連するもの

沿岸域に位置する都市では、巨大地震時の津波・沈下や、台風時の高潮等による広域浸水被害を想定した、各県レベルでの連携が必要となる。

木密地域のような旧来の市街地を多く有する都市では、大規模火災（津波時・地震時等）を想定した都市計画の推進、ならびに消防用水の整備が求められる。

都市規模に比較して平地の少ない都市（横浜、広島、長崎など）では、今後の豪雨頻度増加に耐えうる土地利用の最適化が求められる。

局地的な気候の影響を多分に受ける事例には、主に瀬戸内地域における渇水、北海道・日本海側・中部山岳地域における豪雪被害や合流式下水道の排水汚染（降雪期における配管容量の超過による）が挙げられる。これらの事例は、各地域について克服が進められている一方で、今後の気候の極端化により、現在発生している地域以外にも拡大する可能性がある。

その他、火山噴火による都市域への被害について、実害の例は鹿児島等に限定されるが、土石流等による直接的な被害のほか、降灰による管路閉塞・水質汚濁への対応が法律（活動火山対策特別措置法等）で求められている。

いずれの場合も、地方都市は財源の不足、大都市は施設用地不足が国土強靭化の推進において足かせとなることが考えられる。

2) 都市化の段階と関連するもの

2000年以降も、都市化の進行する地域では、たびたび防災施設・対策等の整備が追いつかないことによる従来型の災害・問題（洪水、斜面災害、地下水汚染等）が発生している。一方で、都市機能が高度化し、地下利用・人口集中が進んだケースにおいては、既存の都市インフラが要因となる水問題（地下水の異常水圧、地下街の水没、合流式下水道汚染）が顕在化する。さらに成熟した都市では施設の老朽化と、少子高齢化による財源の不足が問題となる。維持資金創出においては、小水力発電のような既存の水インフラの利活用の事例が一つの参考となる。

事例１	広域災害／巨大地震／津波	分野	防災施設
事例地域	宮城県など	発生日	2011年（平成23年）

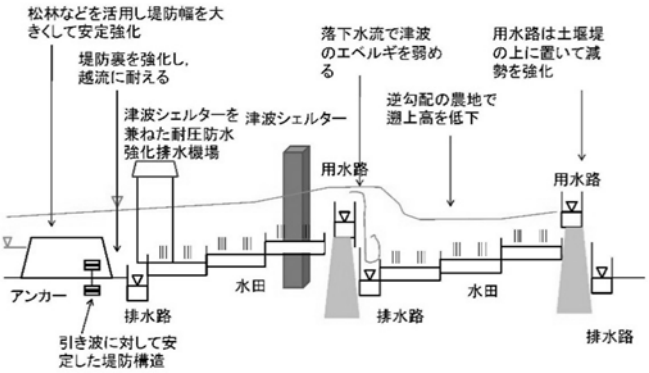
災害・問題の内容と対応

■仙台湾沿岸の津波による海岸堤防被害
津波の押し波により越流、消波ブロック、被覆材を陸側に飛散、堤防背後に洗掘溝を形成した。その後、津波の戻り流れが旧河道、道路、洗掘溝に集中し、堤防の破壊が拡大した。宮城県では、堤防の復旧にあたって、地域海岸（ユニット）を設定し、地域ごとに天端高を設定している。

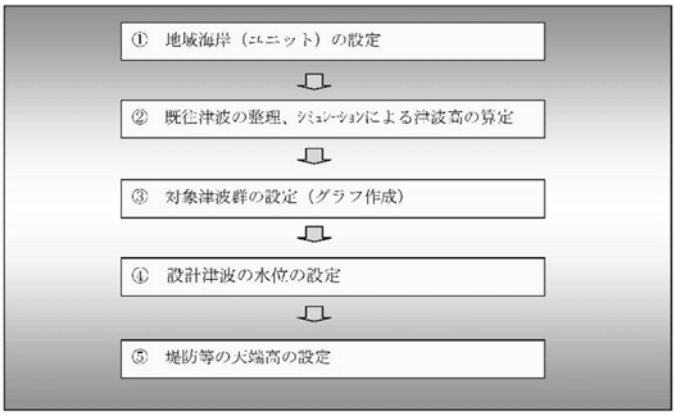
■海岸堤防において、波返工に配筋がなされていた施設では、配筋のなかった施設に比べて押し波による波返工の倒壊が少なかった。

■沿岸平野の農地では、津波により瓦礫、ヘドロの堆砂、排水機破壊などの被害を受けた。被災農地の復旧には、瓦礫、ヘドロ、堆砂の撤去、除塩、排水機の復旧が必要。

■河川堤防の被災機構は、津波が高流速かつ短時間に遡上したことが特徴として挙げられる。ブロックは短時間であってもある閾値を超える流速が作用すると動く。法面の植生は短時間であれば交流速に耐え、また、粘着力を有する堤体土の場合、植物が流失した後も侵食されにくい。



減災農地の例
「海岸堤防と背後農地の被災の現状と復旧の課題（農研機構:丹治肇）」より引用



津波高の検討について
宮城県HPより引用

現状および今後の課題

■堤防強化、避難誘導と高所移転が基本であるが、排水対策も重要。移転のための権利調整や合意形成は規模が大きく困難。

■仙台市では、海岸、河川対策工事において、平成23年度中から本復旧工事を開始し、5年程度で全ての復旧を終える工程を組んでいる。

参考資料

■東北大学大学院工学研究科付属災害制御研究センターHP
■農研機構HP
■宮城県HP

事例２	広域災害／巨大地震／津波塩害	分野	地下水・用水
事例地域	宮城県石巻市ほか（岩手・宮城・福島県沿岸）	発生日	2011年3月11日

災害内容と対応

■東日本大震災の津波により岩手、宮城、福島県の農地を中心に、広範囲においてヘドロの堆積や海水による塩害が発生した。

■被害の概要：市内約10,200haのうち2,107haが冠水（農地被害額513億円）、農業関連施設（排水機場、揚水機場：100億円超）

■津波により海水に浸かった農地では、塩害に加えて、ヘドロ堆積物の存在が復旧の上で大きな障害となった。また、地震に伴う急激な地盤沈下は石巻地区で0.7m程度に及び、満潮時の海水流入が農地の復旧においても大きな課題となった。

■除塩方法については、さまざまな方法が試験的に導入されているが、農水省は平成23年6月に「農地の除塩マニュアル」を公開し、真水による洗浄を基本とした方法を示している。

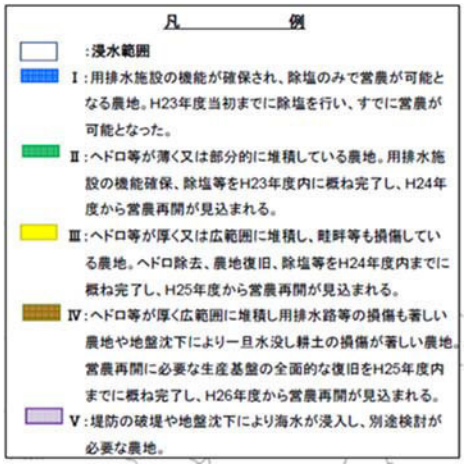
■土壌の塩害に加えて、地下水の運分濃度が上昇したため、生活用の井戸に加えて、大量の地下水を利用する施設園芸では地下水除塩、真水の貯留・運搬などの対策が必要となっている。

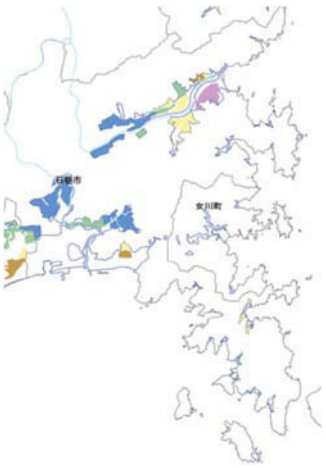


地下水除塩システム



大豆がほぼ枯死した圃場（石巻市大瓜地区）





石巻市の塩害復旧可能性

現状および今後の課題

■震災後3年以上経過し、農地の復旧は比較的進んでいるが、ヘドロ堆積物が比較的厚い地域のほか、地盤沈下や堤防等の被害が顕著だった地域では遅れが見られる（上図参照）。

■地下水の塩分濃度上昇により、イチゴ等の施設園芸作物の栽培では真水を調達するための作業や施設設置・維持のために新たなコストが生じている。

参考資料

■復興庁HP
http://www.reconstruction.go.jp/search.html?q=%E7%9F%B3%E5%B7%BB%E3%80%80%E8%BE%B2%E5%9C%B0%E8%A2%AB%E5%AE%B3　（2014年12月15日入手）

■宮城県HP　http://www.pref.miyagi.jp/soshiki/res_center/revival2-2-2.html（2014年12月15日入手）

■農水省農村振興局：農地の除塩マニュアル,平成23年6月

事例３	広域災害／巨大地震／水インフラの損傷	分野	上水・下水
事例地域	神戸市ほか	発生日	1995年1月17日

災害・問題の内容と対応

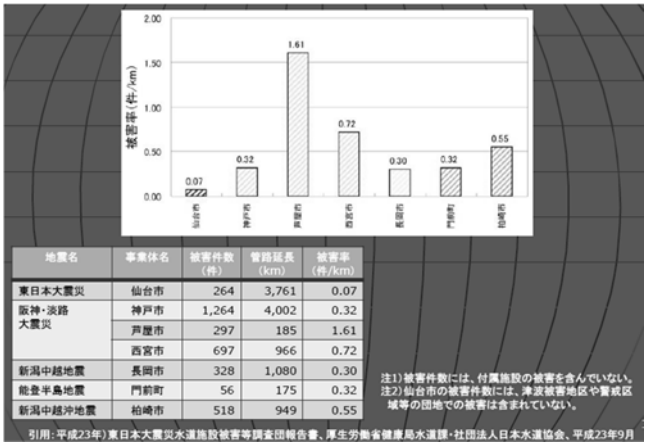
■1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）では、ライフラインの寸断配管の断裂、貯水槽の損傷が各地で発生した。都市直下型の地震であり、耐震対策も進んでいなかったことにより、被害件数は2011年の東日本大震災を上回り、最大断水日数は90日に及んだ。

■消防用水、飲用水、医療用の水（人工透析、手術等）および衛生処理用水（汚物処理・清掃・洗濯用）の供給不足が深刻となった。

■消防用水不足により神戸市では大火となり、約83ヘクタールが消失した。



配水管被害多発地区の分布図

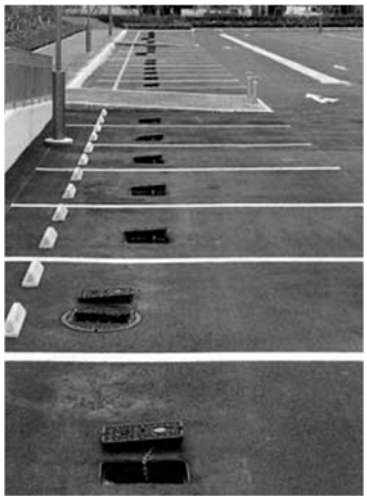


地震名	事業体名	被害件数（件）	管路延長（km）	被害率（件/km）
東日本大震災	仙台市	264	3,761	0.07
阪神・淡路大震災	神戸市	1,264	4,002	0.32
	芦屋市	297	185	1.61
	西宮市	697	966	0.72
新潟中越地震	長岡市	328	1,080	0.30
能登半島地震	門前町	56	175	0.32
新潟中越沖地震	柏崎市	518	949	0.55

注1）被害件数には、付属施設の被害を含んでいない。
注2）仙台市の被害件数には、津波被害地区や警戒区域等の団地での被害は含まれていない。

引用：平成23年）東日本大震災水道施設被害等調査団報告書、厚生労働省健康局水道課・社団法人日本水道協会、平成23年9月

巨大地震時における水道配管の損傷率比較



大阪市が駐車場に設置した仮設トイレ用マンホール（大阪市下水道局資料）

現状および今後の課題

■下水道と直結した仮設トイレの設置推進

■緊急防災井戸および貯留システムの設置、既存の井戸の活用

■水道施設の耐震化、情報通信システムの整備拡充、経過日数に応じた応急給水量の計画策定

参考資料

■平成23年東日本大震災水道施設被害等調査団報告書（平成23年9月）

■伊藤・眞柄（1995）阪神・淡路大震災における水道の被害と復旧（第3回衛生工学シンポジウム論文集）

■国土交通省近畿地方整備局「阪神・淡路大震災の経験に学ぶ」（http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/daishinsai/2.html）

■阪神・淡路大震災と水道－被害状況・総括・復旧広報・水運用など－（http://www.lib.kobe-u.ac.jp/directory/eqb/book/11-559/index.html）

事例４	異常気象／高潮／内水氾濫	分野	防災施設
事例地域	香川県高松市	発生日	2004年8月31日

災害・問題の内容と対応

■平成16年（2004）8月31日未明、台風16号が高松市を直撃した。この台風の通過と大潮の満潮の時刻が重なったため、高松港の検潮所では通常より1m高い2.46mの潮位を記録、高松市をはじめとする香川県沿岸部に高潮の被害をもたらした。この影響は台風が通過した翌日にも残った。

■被害の概要：死者3名、重軽傷者6名、床上浸水5,877戸、床下浸水16,088戸、被害総額1億1000万円（高潮による被害では戦後最大規模）

■本台風の高松での最大瞬間風速は8月31日1時の15.5m/s、降水量は47.5mmであることから、被害のほとんどは高潮によるものである。最低海面気圧が978.1hPaを記録し、ちょうどこの時期が大潮の時期であったことと、満潮の時間が重なったことが被害が拡大した要因である。

■被害発生の経緯

8月30日16時45分、高松地域に大雨洪水警報が発令され、その後住宅の浸水や道路の冠水が発生した。同日22時以降に避難勧告が発令されたが、最大被害発生地区が対象外となったことや、指定避難場所の小学校が浸し、自宅に待機する住民が続出するなど、防災上の問題点が発生した。

■死亡者はいずれも溺死で、一人は一人暮らしの高齢者が就寝中の自宅で、もう1人は浸水したアンダーパスに進入した自動車で亡くなった。

■海水に浸かったことによる漏電で建物火災が6件、車両火災が24件発生し、電気、水道、ガス等のライフラインに大きな障害が発生し、797戸が停電した。工場や事務所の電気設備や、自動販売機などが多数故障したため、各種店舗も営業できず市民生活への影響が拡大した。



平成16年16号台風による高松市内中心部の浸水域


海水に浸かった高松市松島町

現状および今後の課題

■本災害では、浸水に関する情報収集方法（職員の目視、住民からの通報）の不備、避難勧告発令基準の不備（明確な基準なし）、避難勧告の周知方法の不備（サイレンなどでの周知なし）、市としての対応の遅さ（発令時には広報車の通行不可となり、電話不通であったことなど）等のシステム上の課題が明確になった。

■その後、早急な避難勧告が広範囲にわたって発令されるように変更（一週間後の台風18号）。

■既往の研究事例では、災害後のアンケート調査の自由記述回答を分析し、被災者の意識を取り入れた防災マニュアルの改善策の提案が行われている。

参考資料

■Wikipedia「高松市の歴史」（2014年12月17日入手）

■国土交通省四国地方整備局：平成16年16号台風を振り返って、平成17年3月

■四国災害アーカイブス：
http://www.shikoku-saigai.com/archives/25968?preurl&query_dis_kind=%E9%AB%98%E6%BD%AE&query_paged=2 （2014年12月15日入手）

■井面仁志ほか：「テキストマイニングを用いた高潮被災者の意識分析と防災対策」（土木学会安全問題研究委員会編「安全問題研究論文集Vol.2」土木学会安全問題研究委員会、2007年）

事例５	広域災害／梅雨前線／破堤	分野	河川・防災施設
事例地域	静岡県静岡市河川流域	発生日	1974年7月7日～8日

災害・問題の内容と対応

■台風第8号が九州の西から日本海に進んだのに伴って、東海地方に停滞していた梅雨前線が活発化し、静岡市では24時間雨量が500㎜を越える記録的な豪雨となった。

■7日21時過ぎから8日4時にかけての7時間、1時間雨量が40～80㎜の激しい雨が続いた。この豪雨によって、山がけ崩れ4299か所、道路の損壊3381か所をはじめ、中小河川の氾濫などが続発し、死者44名、住家全壊241棟、家屋浸水80544棟に及ぶ甚大な被害がでた。殊に、巴川流域での被害は甚大であった。

■清水港に流れ込む巴川流域の浸水域には国道1号線、東名高速道路、東海道線、東海道新幹線などの幹線道路・鉄道が通っているところである。

・記録的な豪雨による下流域の山地斜面崩壊と、それに由来する土石流ならびに中小河川の破堤あるいは越流による内水氾濫であった。

・丸子（まりこ）川、長尾川で堤防決壊し、特に丸子川に大きな爪跡を残した。安倍川では堤防の根固め等に被害があったが、破堤は起こらなかった。

■昭和54 年には静岡県全域が東海地震に係る地震防災対策強化地域に指定され、河口部の高潮堤補強対策や想定される津波に対する防潮水門として丸子（まりこ）川水門を設置し、さらに、震災時に救援物資や人員を安全かつ速やかに運ぶための、緊急用河川敷道路の整備が進められている。

■市街化が進んだ巴川流域では、従来の河川及び下水道整備のみで浸水被害の防止に対応することは困難であり、河川・下水道の治水施設を効果的に整備すると共に、調整池や浸透施設等による流出抑制施設の整備を推進していく必要がある。

〔流域の課題〕

流域対策においては約51 万m3 の防災調整池等の雨水貯留浸透施設が設置されているが、設置の進捗率は鈍化しており、今後も市街化の進展が想定されることから、更なる設置が必要である。

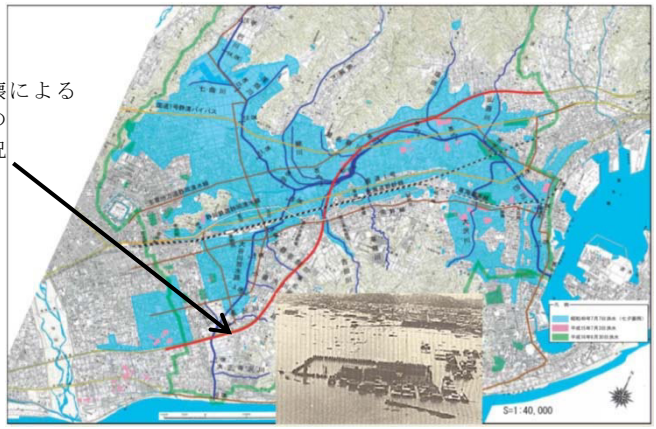
〔河川の課題〕

麻機遊水地第3 工区、第4 工区、大内遊水地、大谷川放水路（通水）が完成し、1/5 の治水安全度が確保されたものの、未だ1/10 の洪水を安全に流下できない状況で整備途上にあり、今後も1/10 の治水安全度の確保に向け整備を進めていく必要がある。

〔下水道の課題〕

下水道は1/7 の安全度達成に向け、雨水幹線等の整備を実施中で、十分な雨水排除ができない状況にあるため、早期の整備が望まれる。

巴川決壊による静岡市の浸水状況



静岡県巴川の浸水実績図



静岡市大谷川放水路

現状および今後の課題

■平成17 年度に浸水被害の早期軽減を目的に、河川、道路、下水道の各部局を連携した計画である「静岡市浸水対策推進プラン」を策定

■流域の約51万m3の雨水貯留浸透施設の設置の進展

■河川整備及び下水道整備の推進　■浸水被害拡大防止対策の推進　■継続的なモニタリング

参考資料

■ 巴川流域水害対策計画（静岡県静岡市　H22.3）　■中部地域づくり協会　■㈱ハレックスホームページ

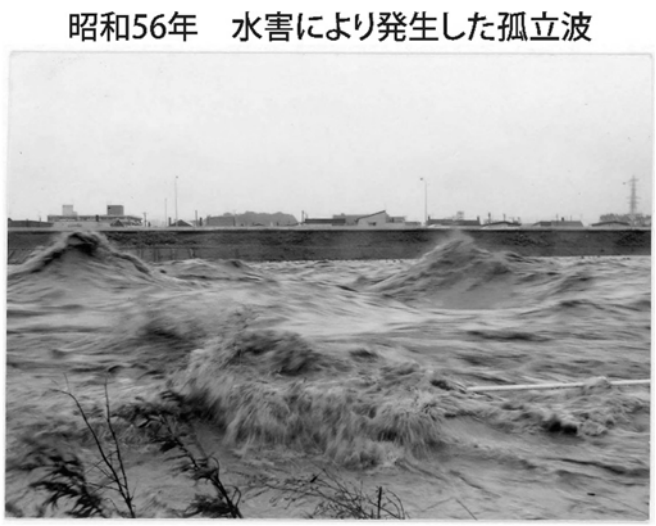
事例６	異常気象／洪水／破堤（対策による被害軽減）	分野	河川・防災施設
事例地域	北海道札幌市（石狩川流域の氾濫）	発生日	1981年8月

災害・問題の内容と対応

■発達した低気圧と2つの台風の影響により降雨が継続。札幌では8月の累計降雨量が640mmに達した。
■1975年8月の洪水後、石狩川及び支川ではHWL+0.5ｍの整備目標で激甚災害対策特別緊急事業が施工されていた。
■その結果、1981年8月の豪雨災害による氾濫災害の主体は内水氾濫であった。
■洪水後、石狩川水系工事実施計画を抜本的に見直し、堤防強化とダム群、遊水地群により洪水を調節する新計画を樹立した。また、石狩川下流では川の断面を拡げる浚渫を実施した。



石狩川浚渫の効果　（札幌開発建設部HPより）



昭和56年(1981)　札幌市中央区　豊平川
出展:石狩川流域発展の礎・治水

災害時の様子　（札幌開発建設部HPより）

現状および今後の課題

■2011年9月の洪水は1981年に次ぐ流量であったが、石狩川（石狩大橋付近）の水位を約1m低減する浚渫効果があった。

参考資料

■国土交通省北海道開発局札幌開発建設局HP
■主要災害調査18号（国立防災科学技術センター）

事例７	異常気象／ゲリラ豪雨／内水氾濫	分野	河川・防災施設
事例地域	愛知県名古屋市及び周辺	発生日	2000年9月11日～12日

災害・問題の内容と対応

■台風14号及び前線の影響で、2日間に、東海地方（愛知・三重・岐阜）で記録的な大雨となり、名古屋市では積算降水量が567mmとなった。

■名古屋市に流入する庄内川・新川・天白川及びその支流流域では多数の破堤や越流が発生した。

■名古屋市内で最も浸水被害が激しかったのは天白区野並地区

・天白川とその支流の藤川の堤防に囲まれた堤内地（水面よりもはるかに低平な地形）で内水氾濫【地形的要因】

・ポンプ場から排水した水が天白川に流れず（高水位のため）、藤川に逆流して再度同地区に流入【排水不良】

・ポンプ場の燃料供給系が浸水して機能停止し、水が引くまでに相当の時間を要した【二次災害】

■自治体では「河川激甚災害対策特別緊急事業」（愛知県・国交省） 及び「緊急雨水整備事業」（名古屋市）を実施。

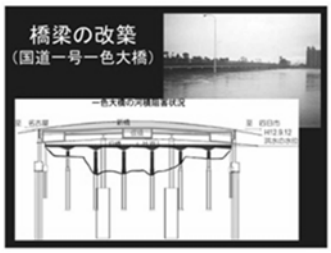
・ポンプ増強、貯留管建設、河床掘り下げ、遊水地整備

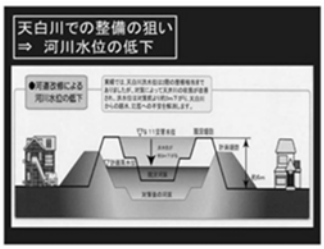
・民間（企業、法人）の雨水貯留施設（保全調整池）の設置助成

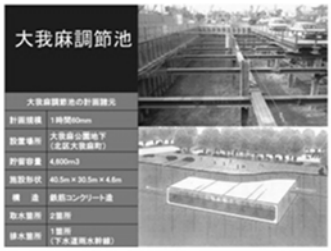
・ポンプ運転調整のための情報伝達・収集・共有の円滑化

・防災知識（ハザードマップ・災害時行動等）の普及啓発









整備事業の一部

地盤工学会中部支部 第２０回調査・設計・施工技術報告会資料(山田,2003)より抜粋・加筆

現状および今後の課題

■2004年9月の豪雨では、管渠、放流路整備の効果により、一宮市（新川流域）の浸水被害は10分の1にとどまった。

■2008年8月の豪雨で名古屋市は再び広範囲で浸水被害が生じた。内水氾濫が主体であったことから、雨水貯留施設の設置が進められた。

■2012年8月の豪雨では、名古屋市南区では対策事業が完了しており、浸水被害世帯数はわずかであった。

参考資料

■Wikipedia「東海豪雨」より　出典：AERA　朝日新聞社　2000年10月16日号

■名古屋市上下水道局資料　■新川流域総合治水対策協議会資料

事例８	異常気象／ゲリラ豪雨／地下街への被害	分野	河川・防災施設・地下構造物
事例地域	福岡県福岡市（御笠川の氾濫）	発生日	2003年7月19日

災害・問題の内容と対応

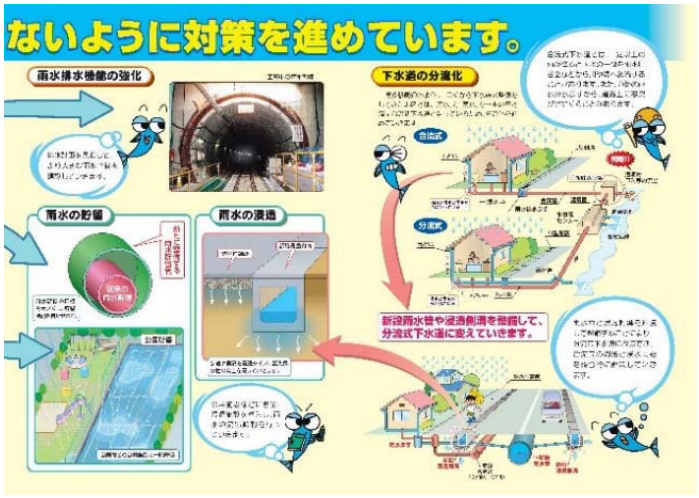
■梅雨前線の活動が活発化し、御笠川上流の太宰府市では１時間最大雨量104mmの観測史上最大の記録的豪雨となった。
■福岡市では、市内を流れる御笠川の能力をはるかに上回る洪水量となったため浸水被害が発生した。
■特に博多駅周辺での被害が著しく、JRや地下鉄においては浸水により長時間に渡り影響を及ぼした。
■御笠川は1999年の豪雨水害により激甚災害対策特別緊急事業実施中の河川であった。
■福岡市道路下水道局は、2004年から博多駅地区緊急浸水対策事業「雨水整備レインボープラン博多」に取り組み、2012年に主要施設が完成した。



災害時の様子　（国土交通省HPより抜粋）



（左側）



（右側）

レインボープラン博多の概要
（レインボープラン博多より抜粋）

現状および今後の課題

■1999年および2009年に豪雨浸水被害を受けた福岡市天神地区では、同じく「レインボープラン天神」に着手し、2018年の完成を目指している。
■事業途中の天神地区では、2013年8月台風15号による大雨の影響で浸水被害を受けている。
■博多駅地区は、2014年8月の大雨による浸水被害は受けていない。

参考資料

■レインボープラン博多　■レインボープラン天神
■国土交通省九州地方整備局HP「防災の取り組みと過去の災害」

事例９（1）	異常気象／洪水／内水氾濫（対策前後比較）	分野	河川・防災施設・地下構造物
事例地域	伊豆半島・関東地方	発生日	1958年9月26-27日

災害内容と対応

■台風22号は、1958年9月26日21時頃伊豆半島のすぐ南を通過、27日0時頃に神奈川県東部に上陸し、秋雨前線を刺激して、東日本に大雨を降らせた。

■台風第22号によって伊豆半島の狩野川流域で大規模な水害が発生したことから、気象庁はこの年の11月に「狩野川台風」と命名した。

■狩野川台風の被害の概要は以下の通り
- 死者・行方不明：1,269名
- 住家の全・半壊・流出：16,743戸
- 住家の床上・床下浸水：521,715戸
- 耕地被害：89,236ha
- 船舶被害：260隻
- 東京都の被害：死者：46人
- 浸水家屋：33万戸（東京、神奈川、埼玉で43万戸）

■被害の主要因は、東京の日雨量が392.5mm（当時の気象庁開設以来の値）に達する記録的豪雨にあるが、以下に示すように地形的要因により被害が拡大している。

①浸水被害はゼロメートル地帯の広がる江東区・墨田区・葛飾区での氾濫によるものであり、荒川が長時間にわたり高水位を保ったため荒川への排水が阻害されたため発生した。

②台地上の世田谷区・杉並区・中野区などの「山の手」での中小河川等の氾濫が顕著であった。これは水田など、以前は降雨の排水口や湛水池の役割を果たしていた土地が埋められて住宅地に変わり、行き場のなくなった雨水があふれたためである。

③丘陵地が多い横浜市（日雨量287.2ミリメートル）ではがけ崩れが多発し、傾斜地に建った住宅地などで大きな被害が発生した→都市化に伴う宅地の拡大による影響が大きい。

■「山の手水害」は1960年代には東京の深刻な問題となり、東京都では初めて災害救助法が適用された。

■伊豆半島では修善寺などで川の屈曲部や橋梁に大量の木材や土砂が集中し、川を堰きとめた後に決壊し、多くの死者が出ている。



狩野川台風による東京区部の浸水域



決壊した石神井川

現状および今後の課題

■無秩序な宅地開発を規制するきっかけとなり、1962年に宅地造成等規制法が施行された。

■氾濫を繰り返す狩野川の洪水調節機能を高めるため1965年に狩野川放水路が完成した。

■石神井川は50mm/hの降雨に対応するように改修された。

■伊勢湾台風とともに富士山レーダー建設の契機となった。

■今後の課題としては都市型水害・ゲリラ豪雨対策があげられる。

参考資料

■Wikipedia「狩野川台風」（2014年11月19日入手）

■東京都河川局HP：http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suigai_kiroku/html/karino.htm （2014年11月19日入手）

■防災科学技術研究所HP http://dil.bosai.go.jp/workshop/02kouza_jirei/s07naisui/f4kanogawa.htm （2014年11月19日入手）

事例９(2)	異常気象／洪水／内水氾濫（対策前後比較）	分野	河川・防災施設・地下構造物
事例地域	東京都（杉並、中野など）	発生日	2005年9月4-5日

災害内容と対応

■2005年9月4日、台風14号の影響により、関東上空に暖かく湿った空気が流れ込み、広範囲で大気の状態が不安定となった。同夜には東京、埼玉、神奈川にかけて雷雲が発生し、都内で急激に発達した雷雲は数時間に渡って停滞して局地的な豪雨をもたらした。杉並区、三鷹市で100mm／hを超える降雨が観測されたのをはじめ、東京西部を中心に猛烈な豪雨となった。これにより、中野区などで浸水被害が広がったほか、停電、線路の冠水などの被害が発生した。

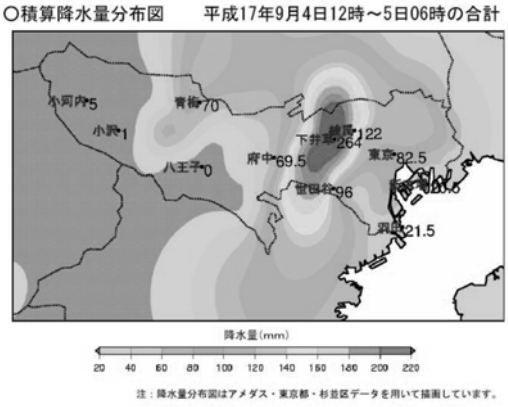
■この水害は、河川整備の前提となっている50mm／hを大きく超過した降雨によるものであるだけでなく、被害と防災の考え方においても、新しい「都市型災害」として位置づけられるものである。

■被害の概要は以下の通り

・死者：1名（千葉県内での落雷による）

・住家の床上・床下浸水：85ha、3,500戸以上
（東京都内：床上浸水：約2,900戸、床下浸水：約1,900子、事業所等の浸水：約1,000戸）

・停電：7,000軒



2005 年 9 月豪雨の積算降水量分布図

■今回の災害は、過去30年間で類を見ない豪雨（日雨量、時間最大雨量とも最大）によるものであるが、同時に降雨の集中する時間も長かったことが被害拡大の主要因として上げられる。一方で、通常の床上・床下浸水という概念と異なり、以下に示すような都心部特有の被害形態がクローズアップされた。

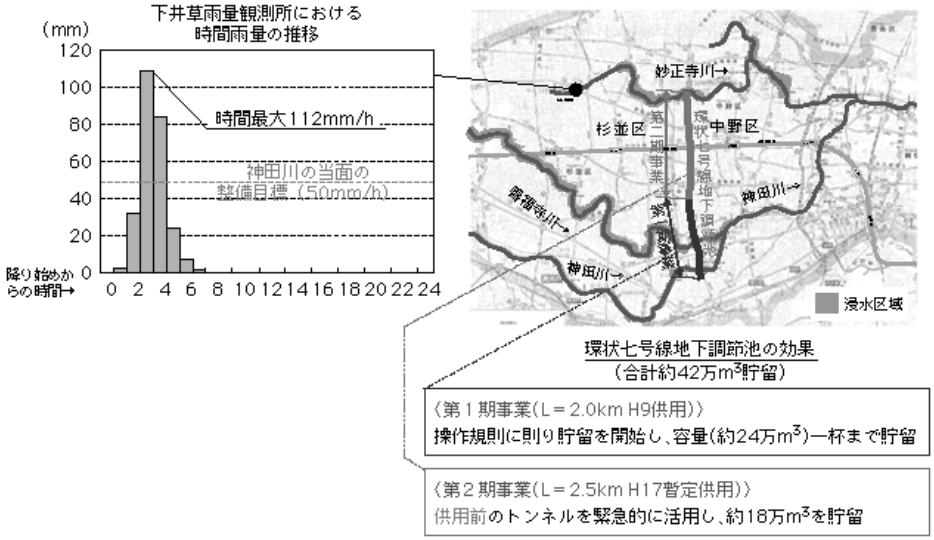
①民間の地下室の浸水が多数見られ、停電により排水ができなくなった。水が引いた後もポンプの能力不足のため、排水にはかなりの時間を要した。また、ガレージが半地下式の場合も多く自動車が被害を受けるケースもあった。

②建物被害では、床の断熱材、壁紙、エアコン室外機、床暖房設備、床下収納等の被害が顕著で、復旧には多額の費用を要することとなった。

③ハザードマップについては、その存在を知らない住民も多いことに加えて、従来のハザードマップでは今回のような都市内の微地形に大きく依存する災害の場合は、十分に対応できないことも今後の課題である。

④今回の災害は夜半に発生し、当時広い範囲で停電していたことが避難を一層困難とした。また、災害弱者がどこにいるかが把握されていない都市部特有の状況が認められた。

⑤災害後大量に発生した廃棄物の処理が課題となった（家電リサイクル法による投棄の制限、フローリングの産廃化）



神田川・環状七号地下貯留池による洪水の貯留

現状および今後の課題

■神田川では時間雨量50mm/hの治水施設をほぼ達成していたが、都市化に伴う能力不足は解消されていない。なお、環状７号線地下調整池（第一期）により、浸水面積・浸水家屋ともに40～50%減少したものと試算される。

■妙正寺川、善福寺川において河川の断面拡大、橋脚撤去などの災害対策緊急事業が実施された（H17～21年度）

■杉並区・中野区等では、水防情報システム、水防救援対策や、新洪水ハザードマップの整備などが実施された。

■ハード面の対策に加えて、自助（止水板、ﾎﾟﾝﾌﾟ準備等）、共助（ｺﾐｭﾆｹｰｼｮﾝ、情報伝達手法等）のソフト対策が必要。

参考資料

■河川財団：平成17年9月関東地方大雨による市街地浸水災害と防災対策研究報告書：平成17年度

■野村孝雄：集中豪雨による東京都内における水害について（速報）、土木学会誌 vol.90 no.11 November 2005

■国土交通省HP：http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h17/hakusho/h18/html/H1012c30.html （2015年1月21日入手）

事例１０	異常気象／斜面災害（土石流・地すべり）	分野	河川・雨水
事例地域	広島県広島市（安佐南区、安佐北区）	発生日	2014年8月20日

災害・問題の内容と対応

■平成26年8月豪雨により、2014年8月20日午前3時20分から40分にかけて、局地的な短時間豪雨によって安佐北区可部、安佐南区八木・山本・緑井などの住宅地背面の170箇所以上の斜面が崩壊し、約50箇所で土石流が発生した。これにより、死傷者100名以上の大災害が発生した。

■被害の概要：死者77名、重軽傷者：44名、全壊133戸、半壊122戸、一部損壊175戸、床上浸水1,301戸、床下浸水2,828戸（土砂搬出費用：100億以上、農業被害総額：16億円）

■同年8月は西日本の広い範囲で月間降水量が平年の2倍を超える多雨となっており、被災地一帯では数週に亘る雨によって、地盤の緩みが進行していたと考えられる。災害発生当時は、積乱雲が連続的に発生するバックビルディング現象が、20日1時頃～4時頃までの約3時間程継続したと考えられている。この現象により、被災地周辺の幅の狭い地域（長さ40km程度の楕円形の範囲）に、150mm/3時間という、局地的な大雨が降った。

■被害発生の経緯
気象庁が20日1時15分に土砂災害警戒情報を発表した。これに対し、広島市は、4時15分以降に避難勧告を発表したが、既に土石流は発生していた。広島県は、災害に見舞われた地域において、土砂災害警戒区域指定のための調査を行ったものの、指定には至っていなかった。

■今回の災害の直接的な要因は、記録的な豪雨であるが、一方で地形・地質的に崩壊やそれに伴う土石流の発生が高い地域での宅地開発に問題があったとの指摘もある。



安佐南区八木地区周辺の空中写真判読図



広島市安佐南区八木地区（3D 画像）

現状および今後の課題

■行政面では、避難勧告の発令遅れが指摘されているが、これは2013年10月の台風26号による伊豆大島での土石流災害でも指摘されたものである。また、土砂災害警戒区域への指定の遅れに関しても、批判の声が上がっている。

■近年頻発している記録的な豪雨に対して、気象予報の基準、表現方法などが見直されつつあるものの、従来の防災システムや各種基準が十分に追随していないことが考えられる。

参考資料

■Wikipedia「平成26年8月豪雨による広島市の土砂災害」（2014年12月17日入手）
■国土地院HP　http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/h26-0816heavyrain-index.html　（2014年12月17日入手）

事例１１	融雪水排水不良・雪捨場の問題	分野	豪雪
事例地域	山梨県甲府市ほか	発生日	2014年2月8日～15日

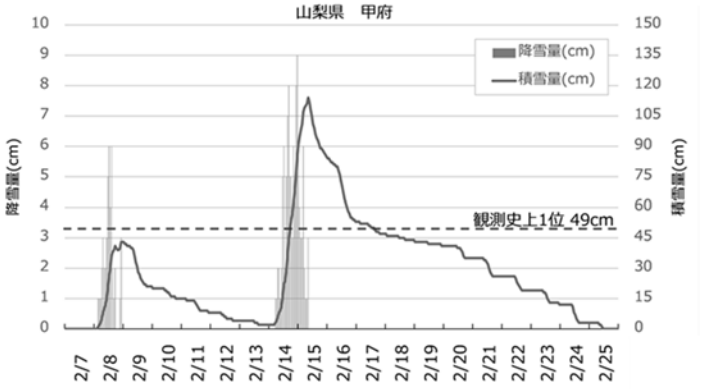
災害・問題の内容と対応

■2月14日から降り続いた大雪のため、2月15日に積雪深は114cmを記録し、1894年からの観測史上最大となった。

■今回の大雪の1週間前にも、甲府では大雪があった。2月8日未明からの降雪で、甲府は最大積雪量43cmと2月としては観測史上３番目を記録した。■注目すべきは、積雪深がゼロにならないまま、降雪を迎えたことである。至る所で雪が残っていたし、山間部には多くの残雪があった。そして、未明から降り続いた雪は、明らかに先週以上のペースでみるみる積もっていった。

■普段は災害情報の収集に役立つテレビも、このときはソチオリンピック一色で、なかなか状況がつかめなかった。大災害の時には自分の見える範囲のことしかわからなくなると言われるが、まさにそのような状況にあった。「今何が起こっているのか」を判断することができる情報が、流通していたメディアは、Twitterのみであった。すでに被害を伝える写真が多数リツイートされていたし、国道を管轄する国土交通省甲府河川国道事務所@mlit_kofuのアカウントからは、14日13時40分に国道20号甲州市大和町鶴瀬地先でスタック車両の発生が報じられ、立ち往生したドライバー向けに20号沿線で開設された避難所の情報提供がなされた。

■地域に雪捨て場がほとんど無く、住民の多くが路上に捨てた結果、路面の凍結に加えて、側溝が雪で詰まったり、車線の半分が雪でふさがれ渋滞を引き起こすなど、大きな問題となった。豪雪地帯には当たり前にある、備えやノウハウがなかったことが、被害を拡大させた。



甲府アメダスにおける1時間降水量と積雪量（期間：2014年2月7日～25日）
（SYNODOS（http://synodos.jp/fukkou/7231より抜粋）

国土交通省　甲府河川国道事務所 認証済みアカウント

@mlit_kofu ２月 14 日　交通規制情報／２月１４日（金）　１３時４０分｜

国道２０号　甲州市大和町鶴瀬地先｜スタック車両が発生していま



国土交通省甲府河川国道事務所@mlit_kofuのアカウント

（https://twitter.com/mlit_kofu/status/434189650509328384/photo/1より抜粋）

現状および今後の課題

■普段積雪の少ない地域における記録的大雪の影響（地域の公助・共助・自助のあらゆるレベルにおいて、ハード・ソフトの備えが不足していた。）

■今回大雪特別警報は発表されなかった。必要な３つの要件（府県程度の広がり、50年に1度と言える積雪深、その後も警報級の降雪が丸一日程度以上続く）の３つめの要件を満足しなかったため。「今、危機が起こっている」というアラートを誰がだすべきだったのかという視点。

■今後求められるのは、「安全管理にはコストがかかる」というコンセンサスの形成では。（物流の途絶、余剰在庫、食料の備蓄、除雪業務など）

参考資料

■ SYNODOS（http://synodos.jp/fukkou/7231）（秦康範、山梨大学地域防災・マネジメント研究センター准教授

事例１２	異常気象／異常渇水	分野	上水
事例地域	愛媛県松山市	発生日	2002年（平成14年）

災害・問題の内容と対応

■2002年（平成14年）、愛媛県松山市では異常渇水がおき、287日に及ぶ取水制限が実施された。
■平成14円以降、17年、19年、20年、21年と毎年のように取水制限が行われている。
■松山市は「人口がピークを迎える平成27年に平成14年規模の渇水がおきた場合に取水制限を行わずに給水を続けるための必要な水量」として、新たに一日48000㎥の給水能力を確保するべくあらゆる方策を検討している。
■渇水対策は①給水能力の向上と②節水の促進を基本とて実施。
■給水能力向上のため、新設ダム、既設ダムの嵩上げ、地下ダム、地下水利用などあらゆる方策を検討したが、環境への影響や経済的理由によりいずれも断念している。現在は、黒瀬ダムの余剰水を買い取るべく西条市、県と協議中。
■節水の促進は効果を発揮しており、市民一人あたりの一日平均給水量は年々減少している。

・面河ダム分水計画
⇒　昭和33年、経済的事由により取りやめ

・山鳥坂ダム中予分水計画
⇒　平成13年、国の判断によりダム基本計画からぶんすい事業が除外

・黒瀬ダム松山分水計画
⇒　黒瀬ダムの余剰水を買い取るべく、西条市、県と協議中

松山市の水源開発の経緯

一人一日当りの平均給水量

年度	H16	H17	H18	H19	H20
水量（リットル）	307	303	301	298	293

「再生水ネットワーク構築による渇水対策」より引用

10年間で改善された有効水量の比較

	有効水量（㎥）	給水量（㎥）	需要者に届かなかった水量（㎥）
H10	50,428,247	52,356,970	1,928,723
H19	50,738,500	51,548,230	809,730

「再生水ネットワーク構築による渇水対策」より引用

現状および今後の課題

■西条市は黒瀬ダムの分水計画に難色を示しており、議論は進展していない。
■松山市の下水道普及率は平成22年度末で59%であり、下水道普及による再生水の利用促進が課題として挙げられる。

参考資料

■松山市HP
■慶応義塾大学　細田衛士研究会　「再生水ネットワーク構築による渇水対策～排水の最適利用に向けて～」

事例１３	異常気象／合流式下水道での汚染水排出	分野	下水・雨水・貯留水
事例地域	新潟県長岡市 富山県富山市	発生日	2004年～2007年12月 （モニタリング期間）

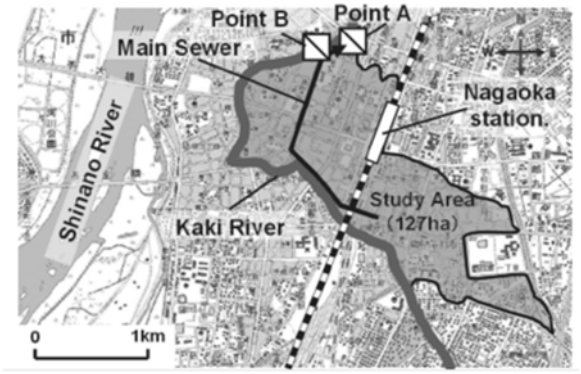
災害・問題の内容と対応

■雨天時に、大量の雨水とともに汚水が未処理のまま公共用水域に放流される（合流式下水道越流水：CSO）問題が
全国的に問題となっている。発生数は年間の数%程度であるにもかかわらず、BODやSSの負荷量は年間の50%を超える。
（→放流先水域の公衆衛生、生態系、景観への影響）

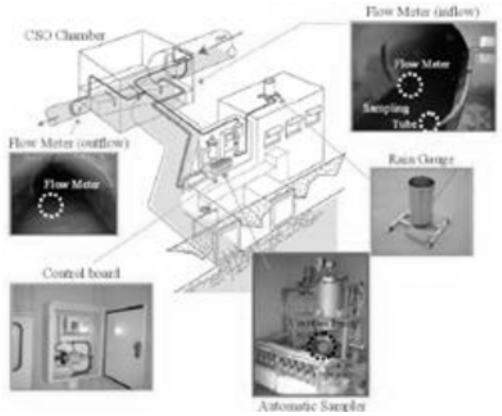
■長岡市中心市街地の下水道（日本で7番目に古い）における40ヶ月の連続モニタリング調査により、CSOの流出実態を
推定した例を示す。

■CSOは短時間かつ小規模な流出であるにもかかわらず、多量の汚濁水が流出している可能性が懸念された。

■雨水貯留を5000m^{3}行うことで越流負荷が半減し、また500m^{3}でも越流回数を半減させることが可能と推定された。

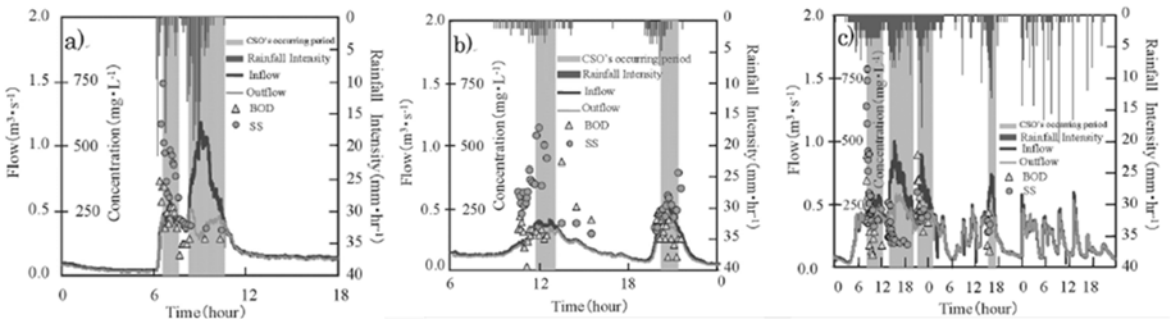


調査地域（長岡市中心部）



下水道の雨水吐き口と水質モニタリング装置

（模式図）



降雨パターンによる汚濁負荷流出状況の違い

a）単発、降雨強度大　→　高濃度の汚濁水が短時間流出

b）降雨強度弱かつ断続的 →　汚濁水の濃度はa)と同様

c）降雨強度中かつ長時間 →　繰り返し高濃度の汚染水が流出。発生頻度は少ないが最も高い寄与

現状および今後の課題

■長岡市では市内７箇所に、降雨ピーク後に下水道に戻す「雨水貯留施設」を設置。（他地域では、「管路の清掃」「沈砂池等のドライ化（水の腐敗を防ぐ）」「雨水吐き口へのスクリーン設置」などソフト面の対策が取られている）

■同様の目的で、富山市内の松川でも合流式下水道に併設する地下貯留管の建設が進められている。

■長岡市は豪雪地帯であるため、冬季は常時融雪水で下水管が満管状態となり、越流が頻繁となる問題があり、対策が必要である。

参考資料

■ 丹野ほか（2005）環境工学研究論文集、42、pp.129-136　■草場ほか（2010）水環境学会誌、33、pp.41-47

事例１４	資源浪費対策・渇水対策／雨水利用・民間施設利用	分野	上水・防災・地下構造物
事例地域	東京都墨田区	発生日	

災害・問題の内容と対応

■東京都の東部や埼玉県南部のように軟弱層が厚く堆積する沖積低地では、法条例による揚水規制に加えて、過去の過剰揚水による地盤沈下が教訓となり「地下水は利用できないもの」という認識を持っているように思われる。

■低地部に位置する墨田区では、地下水ではなく雨水利用が広く行われており、その１つに家の屋根に降った雨を広場などの地下の雨水貯留槽に溜め、手押しポンプで汲み出して利用する「路地尊」というシステムがある。

■この他にも、「天水尊」と呼ばれる屋根排水を貯留するタンクを設置した家が墨田区内に散見され、散水やトイレなどに利用している。



路地尊4号基
（墨田区東向島３丁目：雨水貯留槽10m³）



路地尊タイプの雨水利用施設
（墨田区京島３丁目：雨水貯留槽4m³）





天水尊（墨田区東向島１丁目：雨水貯留槽250L×2基）

（タンクは公園内に設置してあるが、雨水は隣りの住宅の屋根排水を引き込んでいる）

現状および今後の課題

■災害時での井戸への依存が少ない。

■災害時の水の確保は、防災貯水槽が中心であり、井戸に関しては広報されていない。

■一寺言問地区では民間主体で防災井戸（雨水貯留方式）を含め、地域の防災街づくりが行われている

参考資料

■墨田区HP

■一言会HP

事例１５	汚染地下水重金属汚染	分野	上水・井戸・地下水
事例地域	神奈川県秦野市	発生日	1980年代後半～

災害・問題の内容と対応

■秦野市は地下水への依存度が高く（水道水源の65%）、かつ深刻な地下水汚染（有機塩素系化学物質による）に1980年代後半よりみまわれていた。

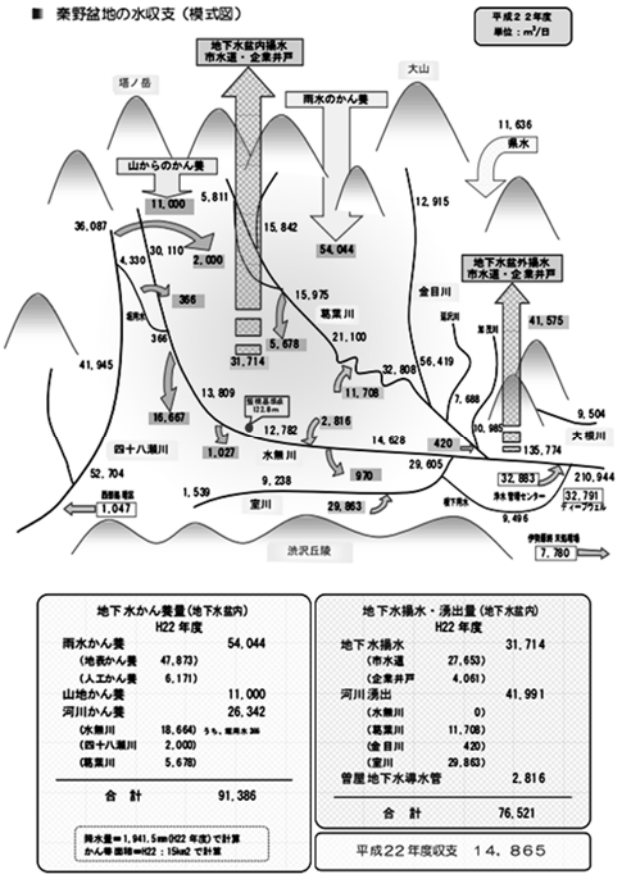
■そこで、秦野市は全国に先駆け、「地下水汚染の防止及び浄化に関する条例」を1993年に公布した。同条例は、過去の行為に起因する地質汚染者に対しても詳細調査と浄化を義務付ける（遡及）とともに、市の資金と寄付金からなる基金を設置し、市長が汚染者不明地の詳細調査及び浄化事業を行い、汚染者が判明したときに、後から費用を請求できる（基金方式）ところに特色がある。

■詳細調査と浄化事業を行う責任を負う者は、汚染地（浄化目標値を超える地質汚染があると認められる）に関係する事業者であり、対象物質を含む物の処理（収集・運搬・処分等）に伴い地質を汚染した者など、状況に応じて市長が指定する。一方で、汚染地の所有者は、浄化事業への協力義務はあるものの、直接の浄化責任は問われない。

■指定を受けた関係事業者は計画を策定し、市長の承認・監督を受けて浄化事業を行い、報告を行う。浄化事業は市長の承認がなければ終了できない。ただ、汚染者または関係事業者の所在が不明のとき、又は浄化事業を行う経済的能力がないときが想定されるので、そのときは市が代わって浄化を行う。ただし、汚染者の所在判明後、後から要した経費が請求される。

■浄化する目標は、土壌・地層及び地下水について、汚染物質それぞれの含有量で規定される。

■事業の円滑な推進を図るため、市の資金と関係事業者からの寄付金を財源とする地下水汚染対策基金を設置した。基金は市の調査、浄化事業、健康被害防止事業経費に充てるほか、関係事業者が行う詳細調査又は浄化事業に対する助成に充てられる。



秦野盆地の水収支（模式図）

現状および今後の課題

■秦野市の事例は、以降の日本各地での地下水汚染解決のための制度づくりに、１つのモデルとして大きな意義を持つものである。

参考資料

■吉田文和：「廃棄物と汚染の政治経済学」（http://www.hucc.hokudai.ac.jp/~j15275/hyoushi.html）[2015.1.25ｱｸｾｽ]

■（http://www.city.hadano.kanagawa.jp/hozen/machi/sekatsu/documents/keikaku02.pdf）[2015.1.25アクセス]

事例１６	火災時の消防水利（木密地域）	分野	防災・地下水
事例地域	東京都・荒川区・墨田区	発生日	2012年～ （プロジェクト策定～）

災害・問題の内容と対応

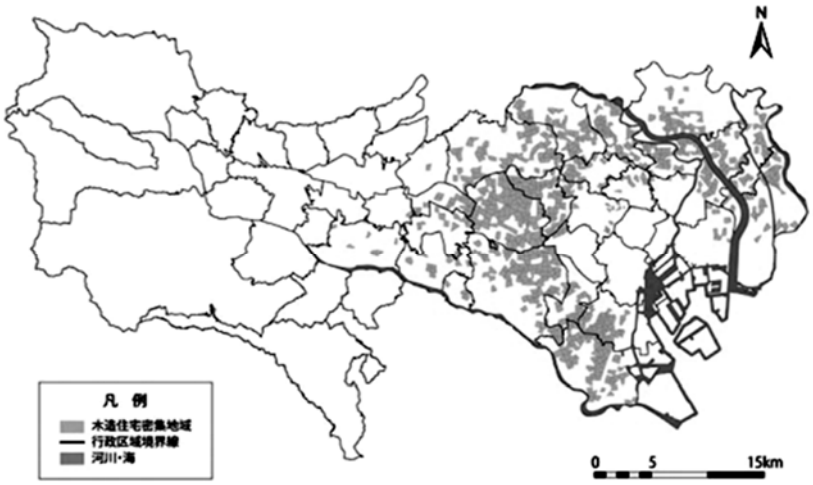
■東京都荒川区では、区内の６割を占める木造住宅密集地域（木密地域）においては、地震などに伴う火災の発生に迅速に対応し、延焼防止を図ることが不可欠である。また、地震発生時の断水率は58%と、他区に比べて高い。

■そのため、区の「災害予防計画」においては、隅田川の河川水や地下水を活用し、自家発電設備を備えた通称「永久水利」を整備している。

■また、道路狭あいによる消防活動困難区域については　小型防火水槽を、公園・児童遊園・防災広場を主体に簡易水槽などを配置する計画である。設置順は、地域危険度に配慮するとしている。

■墨田区においても、安全な避難のための仕組みづくり「アクアサポート」の整備のなかで、避難時の安全性の確保や狭あい道路の防災機能の向上のために、初期消火に寄与する消防水利の確保を重視している。

■東京消防庁は、大容量水利として地下水を活用した深井戸などの整備に努めるとしている。



木造住宅密集地域（東京都資料）

現状および今後の課題

■木密地域では、居住者の高齢化による建て替え意欲の低下、敷地が狭小などにより建て替えが困難、権利関係が複雑で合意形成に時間を要することなどから、改善が進みにくい状況となっている。

参考資料

■東京都：「『木密地域不燃化10年プロジェクト』実施方針」

■荒川区：「平成26年度荒川区地域防災計画　第2部　災害予防計画」

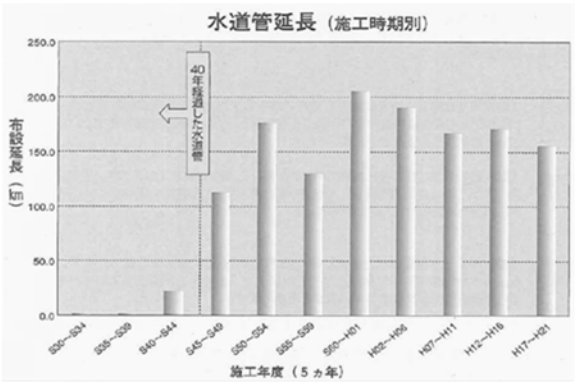
事例１７	水インフラ老朽化（上下水道配管）	分野	上水・防災・地下構造物
事例地域	千葉県柏市・東京都	発生日	2010年12月・2014年 （資料発行月）

災害・問題の内容と対応

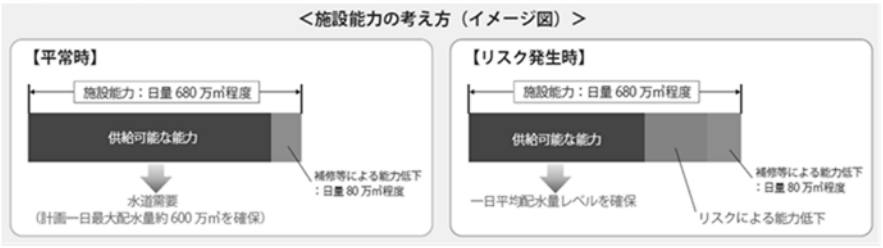
■日本の一般的な都市において、浄水場や上水道管の多くは昭和30年代に布設され、昭和40年代以降に急速に範囲を拡大したものである。
千葉県柏市を例に取ると、同市だけで、水道管の延長は約1,300kmに達する。
柏市・東京都ともに耐用年数は40年と言われており、大量に更新時期を迎えている。

■昭和40年代に布設された水道管は、石綿セメント管や塩化ビニル管が多い。老朽化により漏水・錆による
濁り水発生が見られる。また、石綿セメント管は衝撃に弱く耐震性でも劣る。

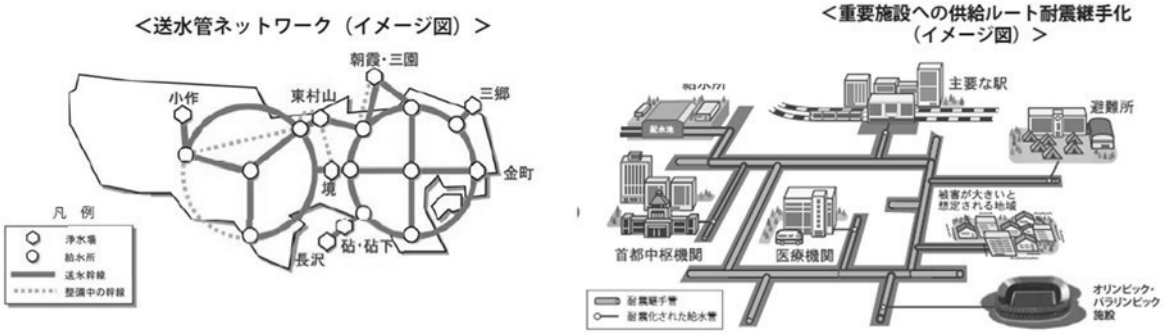
■老朽化に対応するための補修工事で、浄水場の施設能力が低下し、脆弱性が高まる。
（東京都：686万m³/日　→　600万m³/日）



施工時期別　水道管延長（柏市資料）



補修による供給能力の低下とリスクに対する脆弱性（イメージ）



導水施設の二重化（左）、配水管の耐震継手化（右）

現状および今後の課題

■あらかじめ、低下する施設能力相当の代替浄水施設を整備（導水施設の二重化）した上で更新工事に着手（東京）。
■震災・水害への対策として、配水管の耐震継手化を進め、貯水池の堤体強化・浸水対策・自家発電設備の整備。
■更新工事は長期（50年以上）に及ぶと予想され、財源の問題が懸念される。

参考資料

■東京都水道局：東京水道施設整備マスタープラン（概要）　■かしわ水道だより　H22.12.15

事例１８	地下水保全(量)／地下水異常水圧及び浸出水の利用	分野	地下水・地下構造物
事例地域	東京都	発生日	2011年（平成23年）

災害・問題の内容と対応

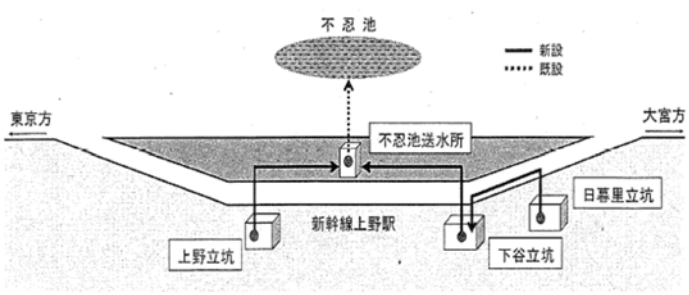
■高度経済成長期には企業による井戸掘削・地下水利用が進み、これは工業用水としての地下水利用によるコスト削減などが主な目的であったが、東京、名古屋、大阪などの大都市圏では地下水の過剰採取による地下水位低下が生じ、それに伴う地盤沈下が深刻な問題となった。

■現在では揚水規制により地下水位は回復傾向にあり地盤沈下も沈静化した。

■民間企業においても節水の努力による地下水利用低減の効果もあり、特に大都市圏では積極的に工業用水として地下水を揚水することはあまりなくなっているが、漏水・浸出水あるいは少量の揚水により得られる地下水を環境保全（河川浄化、緑化、ビオトープ、修景用水など）の用途に使用したり、トイレ用水などの中水として利用する事例が増えている。

■東北新幹線上野地下駅は昭和53年に建設工事を着手し、昭和60年3月に営業を開始している。地下水位は建設当時の昭和53年ごろと比較して対策検討時時点で15m程度上昇いることが判明したため、下床版の耐力超過および躯体浮き上がりの対策としてカウンターウエイトの載荷を採用した。

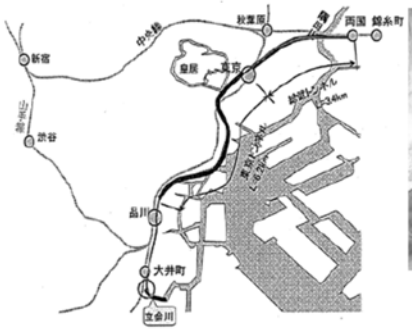
■東京の場合、現状では個々の建物への漏えい地下水量、地下鉄トンネルなどの漏水ポイントごとの湧水量が少ないため充分に活用されず、下水や河川に放流されている場合が多い。ある程度まとまった余剰地下水がある場合は、上野駅の余剰地下水を利用した不忍池の水質浄化、東京駅の余剰地下水を利用した立会川への放流による河川浄化などがある。

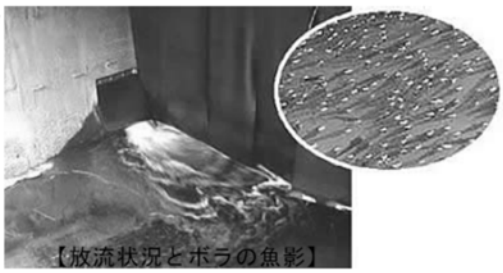




【不忍池への放流状況】
(撮影：足立吉宏)

JR上野地下駅周辺～不忍池への導水状況
(清水満:「建設工事、地下構造物に見られる地下水問題」日本応用地質学会2004 より引用)





【放流状況とボラの魚影】

出典：日本鋳鉄管(株)HP[7)]

JR 総武線東京駅周辺～立会川への導水状況

(清水満:「建設工事、地下構造物に見られる地下水問題」日本応用地質学会2004 より引用)

現状および今後の課題

■地盤沈下防止のための地下水揚水規制により新たな防災井戸の設置が困難な場合や、水質汚染により用途に制約が生じる場合など、その適用性が地域の地理的条件や社会的条件に大きく左右される場合もある。

■災害時利用のための揚水手段・動力の確保等、災害時の運用上の課題だけでなく、『地下水は変動する』という観点から、水位低下や水質変化等、地域の水循環系とのかかわりも視野に入れた日々の管理体制の構築が必要と考えられる。

参考資料

■清水満：「建設工事、地下構造物に見られる地下水問題」、日本応用地質学会平成16 年度特別講演およびシンポジウム予稿集(地質スケールに応じた地下水流動問題とその応用地質学的アプローチ)、pp.27～33、2004.5.28.

■平成２２年度地下水・再生水利活用の地下空間利用に関する調査報告書（平成23 年3 月）（財団法人 エンジニアリング振興協会地下開発利用研究センター）

■倉澤徳男：地下水位上昇に伴う構造物の浮き上がり防止対策事例、基礎工、pp.73-76、2001

事例１９	資源浪費対策／小水力発電	分野	上水・地下構造物
事例地域	川崎市	発生日	2004年～ （発電事業開始）

災害・問題の内容と対応

■マイクロ水力発電は、地形を活かし、水道配管の高低差から生じる自然な水の流れによるエネルギーを有効活用する発電形態であり、省スペース、低コストで安定した電力が供給できることから、新エネルギーのひとつとして近年注目されている。

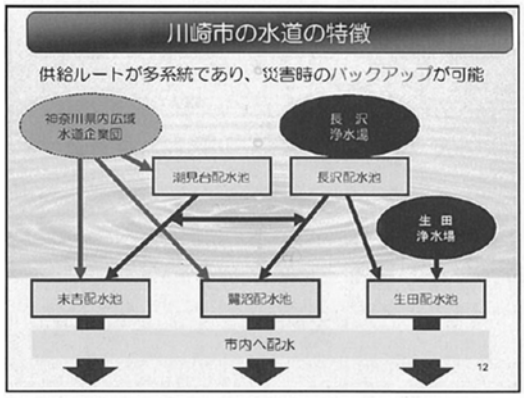
■川崎市には末吉配水池に170kWの江ヶ崎発電所と鷺沼配水池に90kWの鷺沼発電所のマイクロ水力発電所がある。

■先に2004年に江ヶ崎発電所（末吉配水池）が開始した。鷺沼配水池では、2006年より鷺沼発電所が発電を開始している。

■鷺沼配水池は昭和42年完成の川崎市最大の配水池であり、1日の市の使用量50万m^3（140万人分）の5分の１にあたる11万m^3が貯水されている。

■2011年の東日本大震災後に固定価格買い取り制度（FIT）が始まったことにもより、昨今関心が高まっている。

■マイクロ水力発電は設備が単純で省スペースとの利点があるが、設置及びメンテナンス作業時においては、既存の上水インフラに手を加えることになるため、断水による影響がでないように作業を短期かつ計画工程どおりに行う必要がある。



川崎市の水道系統概要



鷺沼発電所　水力発電機外観

鷺沼配水池は、長沢浄水場（相模川水系）と広域企業団（酒匂川水系）からの受け入れが可能

現状および今後の課題

■現在、東京発電（株）が担当しているマイクロ水力発電所は、関東およびその近縁で約２０箇所にのぼり、総てを合わせると発電量は１箇所のダム水力発電に相当する。安定した電力が供給可能である。

■マイクロ水力発電の今後の展開については、20年後の既存の水運用インフラがどうなっているかに依存しており、現状では予測が難しい。

参考資料

■川崎市水道局資料
（http://www.city.kawasaki.jp/800/cmsfiles/contents/0000035/35839/business/micro.html）

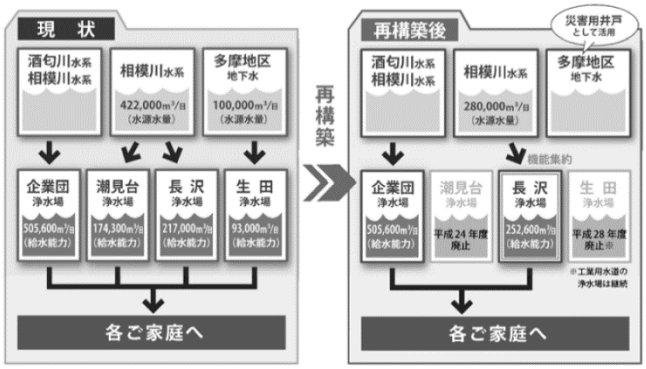
事例２０	少子高齢化対策／水インフラの統廃合	分野	上水・下水
事例地域	高知市など	発生日	2008年～

災害・問題の内容と対応

■我が国では2006年をピークに人口減少に転じ、50年後にはピーク時の7割となることが予想される。

■持続的に適切な整備・管理ができるよう、従来の人口増を前提とした水道計画手法を変えていく必要がある。
現状では、施設の稼働率が低下した場合、水処理機能・流下機能が低下・悪化する。また、上下水道料金の減収が見込まれる。

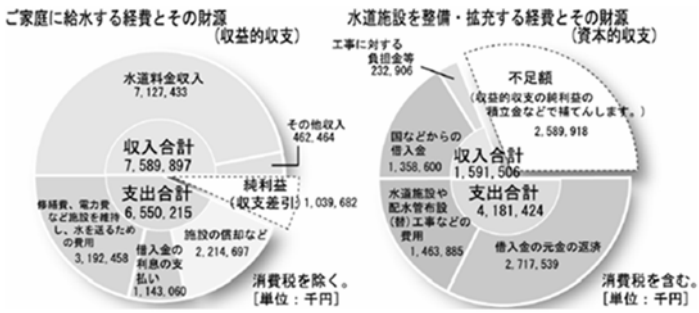
■人口減少を見込んだ財政見通しを元に、処理施設の高度化、処理区の統廃合・共同化を進める必要がある。（経済性・人口の地域別増減・地理条件［下水道であれば放流先の環境基準等］を考慮し、集合処理／個別処理の判定を行う、など）





福岡県久留米市では、市町村合併を契機として、計画汚水量の見直しに合わせ、旧北野町の処理場を廃止して旧久留米市の処理区に接続し、整備・管理の効率化を図っている。

管理の効率化のための上水道送水施設・下水道処理区の統合事例
（上：上水道統合　川崎市［今後の予定含む］）
（下：下水道統合　福岡県久留米市＋旧北野町［市町村合併後］）



高知市における水道事業の経費・財源（平成18年度）

現状および今後の課題

■処理施設の高度化、処理区の統廃合・共同化は、既存の施設ストックを有効に活用する観点から有効な施策である。

■財政の健全化と人材の確保・技術継承を同時に進めなくてはならない。

参考資料

■日本下水道協会（2008)人口減少下における下水道計画手法のありかたについて（案）
■高知市水道局（2007）高知市水道事業基本計画2007
■川崎市上下水道局（2011）川崎市水道事業の中長期展望及び再構築計画の概要

第３章　調査のまとめと今後の課題

3.1　調査のまとめ

3.1.1 都市生活と水に係わる法令

死者･行方不明者 5,000 人を超え人的･経済的にも我が国未曾有の自然災害となった昭和 34 年の伊勢湾台風が、それまでの個別対策的に制定された災害対策関連法令を体系的に整備した総合防災対策の根幹となる災害対策基本法制定のきっかけとなった。その後、阪神淡路大震災を契機に改正が行われてきた経緯がある。過去の災害を基にした防災対策であり、所謂ハード的施策により自然に抗しようという理念の強いものである。しかしながら、東日本大震災の教訓と災害形態が新たなステージに入ったことを考えたとき、自然に抗するだけではなく自然の驚異を受け入れることも必要である。その意味からハード対策だけではなく、ソフト対策によって命を守り社会経済の壊滅的被害を回避することを理念とする国土強靭化法の制定へとつながっている。

一方、利水と水循環系の保全に関しては、河川は公共物であるという前提に立ち、かつ災害対策に重きを置きつつ水利使用調整などを行う河川法の他、環境保全、公害対策の観点からの法整備が行われている。また、都市人口増加に伴って水供給を安定したものとするための水資源開発促進法や水資源の有効利用と流出抑制寄与を目的とする雨水利用促進法なども制定されてきたが、これも災害対策の場合と同様、個別対策的な観点から制定されてきた。その後、人の活動と環境保全に果たす水の機能が適切に保たれるよう国民共有の貴重な財産かつ公共性の高い水の健全な循環維持と回復、さらには流域としての総合的かつ一体的管理を基本理念とする水循環基本法の制定へとつながっている。

国土強靭化基本法の施行は、国土強靭化地域計画モデル調査実施団体を指定し、具体の脆弱性評価とその結果に基づく国土強靭化基本計画の案を作成する段階にある。一方、水に関する施策を総合的かつ一体的に推進しようとする水循環基本法は、現段階では災害時、非常時の管理・取り扱いについては未定である。しかし、国土強靭化法の脆弱性評価で想定しているリスクの対象や水循環基本法が対象とする流域は、複数の省庁や自治体に関連していることが多く、基本計画の策定に当たっては全体を俯瞰した統一的なものとするため、所管省庁、地方公共団体などの横断的な連携が強く望まれている。

3.1.2 水災害と利水･保全の事例

巨大地震、異常気象、都市化の進行による災害事例では、「被災→施設整備方針の修正→被害の軽減」というようにハード的な災害対策が功を奏しているものがある一方、1000 年に一度と言われる東日本大震災や近年のゲリラ豪雨のように、従来の想定を超える災害に対し、新たな対応を迫られているケースがある。これらの災害が契機となり、国土交通省は平成 27 年 1 月「新たなステージに対応した防災・減災のあり方」として、今後の防災・減災の方針を公表し、「少なくとも命を守り、社会経済に対して壊滅的な被害が発生しない」ことを目標としてある程度の被害を受け入れる方針となってきた。

災害や気象現象、地下水利用、インフラ自体に起因する利水･保全上の事例では、東日本

大震災のような巨大災害では、地盤沈下や地殻変動に伴う地下水流動の変化による地下水の塩水化など、長期に渡り大きな被害を及ぼす災害にも留意する必要があることが示された。地下水の利用においては、地下水を適切に活用することで周辺の河川、湖沼などの環境改善や、公共用水としての利用や災害時の緊急的な水源としての活用など、柔軟な活用方策が望まれている。都市生活基盤としての上下水道は、全国的に更新時期を迎えていることから本来の機能を確実に確保しつつ、少子高齢化、都市のスマート化と強靭化など多面的な視点を持って他のインフラ基盤との総合的な再構築を図ることが望まれている事が読み取れる。

3.1.3 ヒアリング結果

国土強靭化地域計画モデル調査実施団体となった自治体や積極的な水ポテンシャル利用、水災害リスク軽減に取り組む自治体に対してヒアリングを行った。

個々の地域による差はあるものの、総じて自助・共助・公助の重要性が叫ばれており、積極的な住民参加型の防災･減災活動を目指す地域の親しみやすい言葉を使った広報による周知が行われ、そのような啓発の結果として具体の活動が芽生え始めている。民間や近隣自治体との間でも少しずつではあるが連携が進んできているが、新興住宅街ではそういった機運が希薄なのは課題である。一方で、個別体系的に行われた法令上の制約から省庁間の横連携が円滑に進められなかったという課題も見受けられるが、国土強靭化法や水循環基本法の制定による効果が期待される。特に財政的に余裕のない地方自治体や、少子高齢化社会、帰宅困難者対策などでの防災･減災対策の推進に当たっては、国の公的補助制度の柔軟な運用が求められている。

3.2　今後の課題

これまでの法整備と体系化について整理すると共に、近い将来想定される南海・東南海地震等の大地震や昨今の異常気象など災害の新しいステージを迎える中で重視されている水に関連した災害や利水･保全の事例について整理を行った。

その結果、都市生活を行う上で接する水には、①傾斜地を抱える都市のゲリラ豪雨頻度増加、②局地的な気候変動による全国的な渇水・豪雪、③都市化進行地域における旧防災施設・対策下での洪水・斜面災害・地下水汚染等、④都市インフラに対する水圧上昇・浸水、⑤合流式下水道による河川流域汚染などと言った負の側面がある反面、ⓐ木密地域の大規模火災時の消防用水、ⓑ大規模広域災害における生活用水、ⓒ都市環境改善・維持、ⓓ再生可能エネルギーのための水ポテンシャルなど正の側面からの利用もある事が整理された。

一方、いずれの場合も、広域災害に対する多省庁間の有機的連携、施設の老朽化、少子高齢化による財源不足、施設用地不足などが国土強靭化の推進に向けた大きな課題なることが考えられる。

以上の調査結果より、災害要因にも資源にもなりうる水資源やそれらを取り巻く基盤施設を対象として、都市におけるリスクとの係わりを整理し、治水･利水の両面から平常時・災害時を問わない利用のあり方を検討する事は国土強靭化に大きく資する事になる課題であると考えられた。

第Ⅳ部　交通網基盤整備調査研究

平成２６年度
交通網基盤整備に関する調査研究専門部会
（第四部会）委員名簿

部 会 長	吉富　幸雄	大成建設㈱	土木本部　土木技術部 トンネル技術室　参与
副部会長	谷利　信明	鹿島建設㈱	土木管理本部土木技術部　部長
委　員	浅野　剛	㈱奥村組	技術研究所 部長
委　員	武田　光雄	株木建設株	常務執行役員　技師長
委　員	石濱　茂崇	㈱熊谷組	土木事業本部　土木設計部 地質グループ グループ課長
委　員	木山　隆二郎	鉱研工業㈱	エンジニアリング本部 取締役　本部長
委　員	芝野　章夫	㈱鴻池組	土木事業本部 営業部長
委　員	鎌田　則夫	ジェイアール東日本コンサルタンツ㈱	取締役 技術本部　駅・バリアフリー設計部長
委　員	伊東　宣弘	東急建設㈱	土木本部　土木技術設計部 鉄道グループ 課長代理
委　員	稲田　義和	飛島建設㈱	建設事業本部　土木事業統括部 シールドグループ 担当部長
委　員	田中　孝	戸田建設㈱	アーバンルネッサンス部　技術課 課長
委　員	齋藤　禎二郎	西松建設㈱	土木事業本部　土木設計部　設計一課 課長
委　員	久慈　雅栄	前田建設工業㈱	土木事業本部　土木設計部 技師長
前部会長	志波　由紀夫	大成建設㈱	技術センター　土木技術研究所 部長
事 務 局	竹束　正孝	(一財)エンジニアリング協会	地下開発利用研究センター 技術開発部　研究主幹

第Ⅳ部　交通網基盤整備調査研究

目　次

第１章　調査経緯 ……Ⅳ－　1

1.1　調査方針 ……Ⅳ－　1

1.1.1　検討背景 ……Ⅳ－　1

1.1.2　検討目的 ……Ⅳ－　2

1.2　調査内容 ……Ⅳ－　3

1.3　調査状況 ……Ⅳ－　4

1.4　ヒアリング調査 ……Ⅳ－　5

1.4.1　日本貨物鉄道株式会社　東京貨物ターミナル駅 ……Ⅳ－　5

1.4.2　ヤマトホールディングス株式会社　羽田クロノゲート ……Ⅳ－　9

第２章　調査成果 ……Ⅳ－ 15

2.1　交通機能の整理 ……Ⅳ－ 15

1）物流 ……Ⅳ－ 15

2）人流 ……Ⅳ－ 17

2.1.1　移動距離特性 ……Ⅳ－ 18

2.1.1.1　物流 ……Ⅳ－ 18

2.1.1.2　人流 ……Ⅳ－ 18

2.1.2　広域実態調査 ……Ⅳ－ 19

2.1.2.1　物流 ……Ⅳ－ 19

1）東京圏と各経済圏間の農水産品の流動特性 ……Ⅳ－ 19

2）東京圏と各経済圏間の林産品の流動特性 ……Ⅳ－ 19

3）東京圏と各経済圏間の鉱産品の流動特性 ……Ⅳ－ 19

4）東京圏と各経済圏間の金属機械の流動特性 ……Ⅳ－ 19

2.1.2.2　人流 ……Ⅳ－ 28

1）平成 24 年分_地域相互間旅客輸送人員表 ……Ⅳ－ 28

2）平成 24 年分_地域相互間旅客輸送人員グラフ ……Ⅳ－ 33

3）各機関の旅客輸送人員変遷表 ……Ⅳ－ 36

4）各機関の旅客輸送数変遷グラフ ……Ⅳ－ 36

5）各機関の旅客輸送割合変遷表 ……Ⅳ－ 38

6）各機関の旅客輸送割合変遷グラフ ……Ⅳ－ 38

7）航空関係の旅客数と推移 ……Ⅳ－ 40

8）地域間及び地域内の移動手段の実態 ……Ⅳ－ 45

9）地域間（拠点間）の移動まとめ ……Ⅳ－ 47
10）移動時間図（首都圏、関西、東海） ……Ⅳ－ 49
2.2 交通手段の種類と特性整理 ……Ⅳ－ 52
1）物流 ……Ⅳ－ 52
2）人流 ……Ⅳ－ 52
2.2.1 交通手段特性 ……Ⅳ－ 53
2.2.1.1 交通手段特性（物流） ……Ⅳ－ 53
1）航空機 ……Ⅳ－ 53
2）船舶 ……Ⅳ－ 53
3）鉄道 ……Ⅳ－ 57
4）自動車 ……Ⅳ－ 58
5）交通手段特性のまとめ ……Ⅳ－ 59
2.2.1.2 交通手段特性（人流） ……Ⅳ－ 61
2.2.2 首都圏実態調査 ……Ⅳ－ 65
2.2.2.1 実態調査（物流） ……Ⅳ－ 65
1）東京圏と各経済圏間の物流の特性 ……Ⅳ－ 74
2）交通手段ごとの東京圏と各経済圏間の物流の特性 ……Ⅳ－ 74
3）物流の実態調査のまとめ ……Ⅳ－ 76
2.2.2.2 実態調査（人流） ……Ⅳ－ 80
1）平成 24 年度分_首都圏の旅客輸送人員表 ……Ⅳ－ 80
2）平成 24 年度分_都府県間旅客輸送人員グラフ ……Ⅳ－ 84
3）バス利用流動調査 ……Ⅳ－ 88
4）首都圏内移動時間表および移動時間地図 ……Ⅳ－ 93
2.3 交通結節の検討 ……Ⅳ－ 97
1）物流 ……Ⅳ－ 97
2）人流 ……Ⅳ－ 99
2.3.1 交通結節点の調査（連携、代替性等の整理） ……Ⅳ－100
2.3.1.1 物流 ……Ⅳ－100
1）連携性の検討 ……Ⅳ－100
2）代替性の検討 ……Ⅳ－101
2.3.1.2 人流 ……Ⅳ－104
1）横浜周辺 ……Ⅳ－104
2）品川、田町、浜松町周辺 ……Ⅳ－113
3）新宿、渋谷駅周辺 ……Ⅳ－131
2.3.2 連携、代替性等の整理 ……Ⅳ－139
2.3.2.1 連携、代替性等の整理（物流） ……Ⅳ－139

1）東京圏の物流施設の現状 ……Ⅳ－139
2）輸送機関別物流拠点 ……Ⅳ－143
3）物流施設および物流拠点の課題 ……Ⅳ－151
2.3.2.2　連携、代替性等の整理（人流） ……Ⅳ－155
1）連携性の整理 ……Ⅳ－155
2）代替性の整理 ……Ⅳ－157
3）快適性について ……Ⅳ－160
第 3 章　調査のまとめと今後の課題 ……Ⅳ－171
3.1　調査のまとめ ……Ⅳ－171
3.1.1　物流 ……Ⅳ－171
3.1.2　人流 ……Ⅳ－172
3.2　今後の課題 ……Ⅳ－174

第１章　調査経緯

1.1　調査方針

1.1.1　検討の背景

我が国は、地理的及び自然的な特性から、多くの大規模自然災害による被害を受けてきた。東日本大震災では改めてその自然の猛威の前にいること再認識された。

また、東南海地震、首都直下地震、火山の噴火等による大規模自然災害等の発生可能性も指摘されている。

このような大規模自然災害に対応し、生命、財産、生産設備等を守り保護し、生活及び経済を守ることは重要であり、併せて、大規模自然災害に備える取組は、安全・安心な生活空間を保障し､また生産活動の確実で安定的な稼動を保障する意味で国際競争力の向上に資するものであると考えられる。

一方、我が国のマクロ経済を見ると、GDP に対する貿易額（輸出額＋輸入学）の割合は 30%弱であり、諸外国に比較し国内での生産、消費が経済の大きな位置づけを持っていることが示されている（**図 1.1-1 GDP に占める輸出入額の比率**）。この数値は、常時における生活･生産活動を支える交通網（人流、物流）の重要性を示す指標のひとつと言える。

また、わが国の交通網は、1964 年の東京オリンピックをマイルストーンとして急速に整備された歴史を持ち、更新時期を迎える施設も多く存在する（**図 1.1-2、首都高速の建設経過年数**）。

今日、大規模自然災害への対応、常時における生活・生産活動への対応の観点より、将来の交通網（人流、物流）の在り方を検討することの意義は、大きいと考えられる。

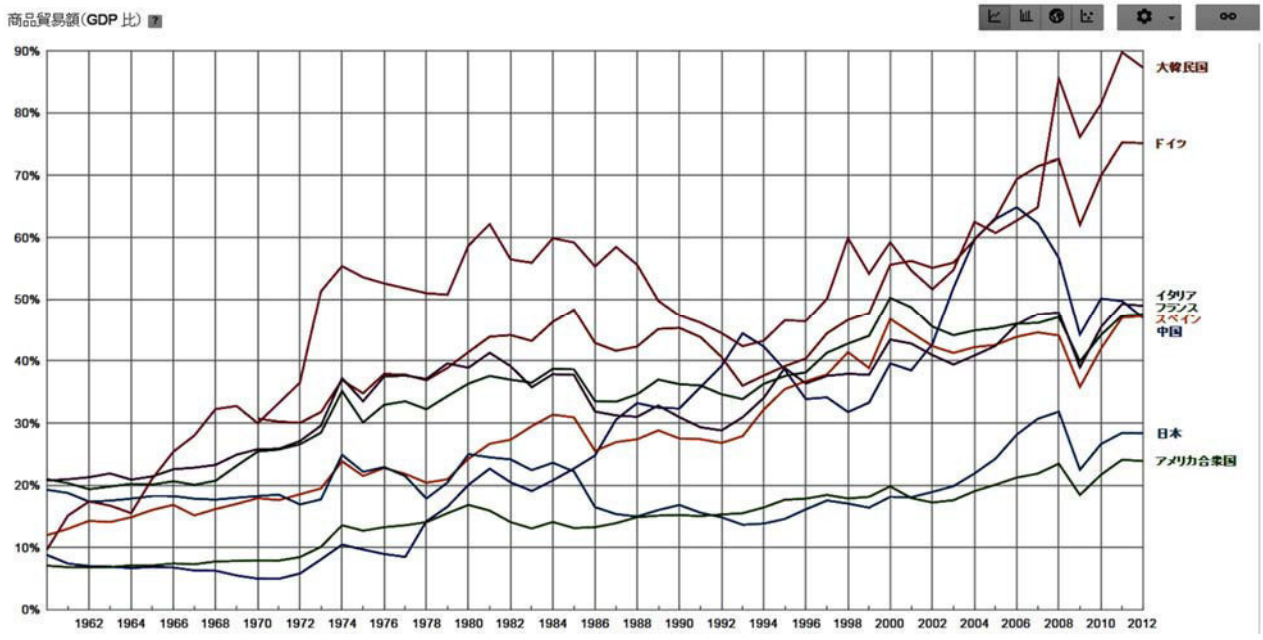
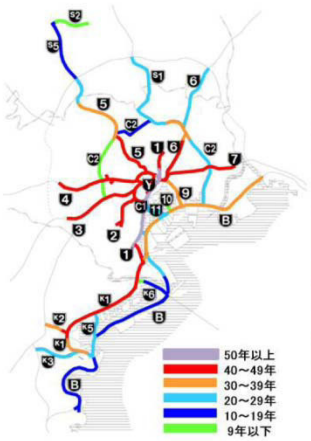


図 1.1-1 GDP に占める輸出入額の比率

出典：世界銀行開発指標、By google Public Data



経過年数区分	延長	累積延長	構成比	累積構成比
50 年以上	13.4km	13.4km	4.4%	4.4%
45 年～49 年	47.5km	60.9km	15.8%	20.2%
40 年～44 年	46.9km	107.8km	15.6%	35.8%
35 年～39 年	23.9km	131.7km	7.9%	43.7%
30 年～34 年	29.1km	160.8km	9.7%	53.4%
25 年～29 年	40.1km	200.9km	13.3%	66.7%
20 年～24 年	30.5km	231.4km	10.1%	76.8%
15 年～19 年	24.4km	255.8km	8.1%	84.9%
10 年～14 年	25.2km	281.0km	8.4%	93.3%
5 年～9 年	14.0km	295.0km	4.6%	97.9%
4 年以下	6.3km	301.3km	2.1%	100.0%
総計	301.3km	301.3km	100.0%	100.0%

図 1.1-2 首都高速の建設経過年数

出典；都道首都高速１号線等に関する維持、修繕その他の管理の報告書（H25年度）

1.1.2　検討の目的

大規模自然災害に備えるとともに、常時における安全・安心、快適な生活、生産環境の実現する交通網の地下空間利用適用性を検討するものである。

本稿は、特に成熟・過密した都市環境の中での地上空間、地下空間の有機的、効率的な連携により、この実現を検討するものである。

具体的には、国内におけるマクロ的な人の流れ、物の流れを把握するとともに、地下空間の持つ特性（**耐震性：図 1.1-3、被災モードの多様性：表 1.1-1**）を生かした交通網の検討を行うものである。

なお、検討はその重要性に鑑み、首都圏を中心として行うこととしている。

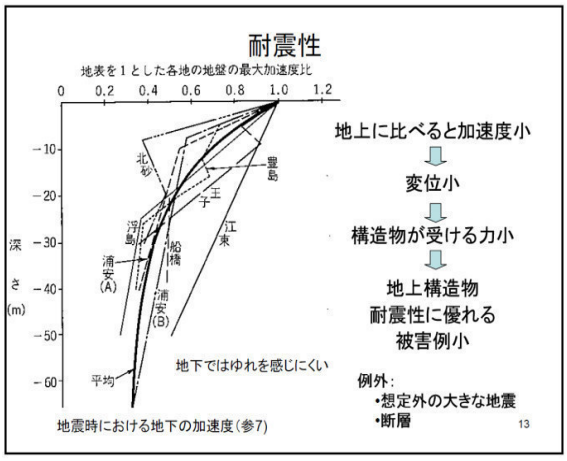


図 1.1-3　地下の地震時加速度

出典：「地下都市は可能か」、平井堯、鹿島出版会

表1.1-1　地下空間の適用性

事象		道路構造形式	
		隧道	高架
災害事象	地震動	◎	○
	沿道火災	○	△
	道路閉塞※1	◎	○
	強　風	◎	△
	豪　雨	◎	△
	冠　水	○	◎
	浸　水	△	◎
	積　雪	◎	△
	濃　霧	◎	△
都市整備	街区形成※2	△	△
	環境負荷	○	△
	空間利用※3,4	◎	△
	用地取得※5	○	△
	建設費用	△	○

※1 沿道建物の倒壊による道路閉塞
※2 表は沿道建物と直接アクセス出来ない自動車専用道を対象としまとめている.
※3 地下道路上空空間（地上）の有効利用として評価している.
※4 立体道路制度適用により高架構造においても柔軟な空間利用の可能性もある.
※5 立体道路制度の適用あるいは,大深度利用による用地確保の可能性もある.

1.2　調査内容

本検討は、平成 26、27 年度の 2 ヵ年で行うものであり、本年度は、初年度検討として現況の把握、分析を中心として、下記項目について行うものである。

① 交通機能の整理

道路（自動車)、鉄道、港湾（船舶)、空港（航空）等の様々な移動、運搬施設の持つ特性を調査・検討する。

特性としては、移動距離、運搬量、移動速度、移動・運搬コスト、気象条件への対応性等を考える。

② 交通実態の把握

現況での人、物の流れ、量を調査・把握する。

調査は、国内のマクロ的な数値を把握するとともに首都圏を中心とした数値について重点を置いて検討をする。

③ 交通代替性の検討

災害時での交通障害が発生した場合での、交通手段別の代替性を検討する。

また、環境対策（地球温暖化)、インフラ高度利用の観点からの常時における交通代替性を検討する（モーダルシフト)。

④ 交通結節点の調査

現況での人流、物流における交通結節点、結節施設の実態を調査する。

⑤ まとめと考察

現況での人流、物流の実態の概況をまとめる。

交通結節、交通代替性等の観点より、人流、物流の高度化、効率化等に係る課題を検討する。

また、交通結節に伴う交通網の脆弱性、あるいは脆弱性の克服について、課題として検討する。

→ 交通結節点の被災により、多くの交通経路が遮断され、大きな障害を招く

→ 交通結節点の整備により、交通手段の代替が増し、ねばり強い交通網を構築できる。

1.3 調査状況

本年度の部会の調査状況は、下表の部会活動記録に示すとおりである。

表 1.3-1 交通網基盤に関する調査研究専門部会 活動記録

回	開催日	主 要 議 事
第 1 回	平成 26 年 6 月 03 日	・委員自己紹介 ・部会長、副部会長選任、挨拶 ・議事録作成者確認 ・今後の部会の進め方について
第 2 回	平成 26 年 7 月 09 日	・H26 年度目次案に対する意見 ・今後の部会の進め方について ・視察調査について
第 3 回	平成 26 年 8 月 22 日	・ワーキングの進め方について ・H26 年度目次案について ・今後の部会の進め方について
第 4 回	平成 26 年 10 月 16 日	・人流ワーキング報告 ・物流ワーキング報告 ・視察調査いついて
ヒアリング調査	平成 26 年 11 月 26 日	・日本貨物鉄道株式会社 東京貨物ターミナル駅 見学およびヒアリング調査 ・平成 25 年度検討「入谷接続部～八潮南接続部」 の現地調査
	平成 26 年 12 月 03 日	・ヤマトホールディングス株式会社 羽田クロノゲート見学およびヒアリング調査 ・虎の門ヒルズ下道路および中央環状（山手トンネル） の現地調査
第 5 回	平成 26 年 12 月 17 日	・人流ワーキング報告書執筆状況の確認 ・物流ワーキング報告書執筆状況の確認 ・視察調査報告
第 6 回	平成 27 年 2 月 6 日	・原稿執筆方法や保存方法の確認 ・報告書原稿の全体構成や内容、図表番号などの確認 ・報告書原稿提出までのスケジュールの確認

1.4 ヒアリング調査

1.4.1 日本貨物鉄道株式会社　東京貨物ターミナル駅

1) 概　要

明治以降の日本の工業化と経済の高度成長を物流面から支え、今後もモーダルシフトによる更なる発展が期待されている鉄道貨物輸送について、日本貨物鉄道株式会社東京貨物ターミナル駅のヒアリング調査を実施した。同社は、全国ネットワークで鉄道貨物輸送を行っている唯一の事業団体で、東京貨物ターミナル駅においては、陸・海・空の「結節点」という立地を活かし、コンテナのトラックと鉄道との相互積み替え、保管、荷捌き機能など、貨物鉄道に直結した国内最大級の大型物流施設を整備している。なお、下記の調査結果は、ヒアリング結果に加え日本貨物鉄道株式会社のホームページなどから関連情報を調査・収集して補足したため、ヒアリング結果とは多少異なる場合がある。

2) ヒアリングの実施

日　時：平成 26 年 11 月 26 日 13:30～14:30

場　所：日本貨物鉄道株式会社　東京貨物ターミナル駅　会議室

出席者：日本貨物鉄道株式会社

東京貨物ターミナル駅　駅長　舟橋　郁央　氏

総務部　広報室　大島　優子　氏

(一財)エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター

第四専門部会　谷利副部会長、浅野委員、石濱委員、芝野委員、鎌田委員、田中委員、齋藤委員

事 務 局　竹東研究主幹

3) 受領資料等

(1)「東京貨物ターミナル駅ご案内」JAPAN FREIGHT RAILWAY COMPANY

(2)「鉄道コンテナ輸送のご紹介」　日本貨物鉄道㈱

4) 調査結果

(1) 東京貨物ターミナル駅の概要

・東京駅の南方約 10km の首都圏の幹線道路である「環状 7 号線」「東京湾岸道路」の交差点付近に位置し、羽田空港、さらに東京港・横浜港に近接し、首都圏と中部・西日本・四国・九州を結ぶコンテナ輸送の中継拠点となっている。

・東日本方面の主要ターミナルである南千住ターミナル駅と合わせて、日本全域の鉄道貨物輸送を担う一大拠点となっている。

・総面積 750,000m^2（最大延長　南北 3.6km、東西 0.6km）の敷地を有している。

・鉄道施設は、着発線 10 線、荷役線 10 線、荷役ホーム 5 面、機関車留置線 12 線、貨車検修線 10 線を有している。また、駅構内には、東京貨物開発㈱やヤマト運輸㈱など 10 社以上の物流企業の倉庫がある。

・年間発着取扱輸送量は 295 万トンにも及ぶ。

・1 日当たりの平均コンテナ取扱量は約 5,300 個となっている。内訳は、発送 1,300 個、中継（出入）1,300 個×2=2,600 個、到着 1,300 個の割合である。
・主要駅間の貨物輸送のリードタイムは、大阪 9 時間、広島 13 時間、高松 18 時間、福岡 19.5 時間となっている。貨物の出線は深夜、入線は早朝が多くなっている。
・スーパーレールカーゴは佐川急便の専用列車であるが、南大阪までのリードタイムを約 6.5 時間に短縮できる。
・入線した貨車は、留置線で時間待ちし、コンテナホームで荷卸を行い、留置線に戻って停車する。コンテナは、フォークリフトで積み替える。
・新幹線のレール（L=50m）や長さ 12mの海上コンテナの取扱も可能である。

(2)　モーダルシフトの現状と課題について

・平成 25 年度の発送実績では、路線・区域貨物が 44%と一番多く、食糧工業品、書籍・雑誌、化学薬品、化学工業品、家電・情報機器、引越荷物、郵便物、紙・パルプ、他工業品、酒・ビール、清涼飲料水の順となっている。
・平成 25 年度の到着実績では、路線・区域貨物が 35%と一番多く、紙・パルプ、農産品・青果物、化学薬品、エコ関連物資、化学工業品、家電・情報機器、食糧工業品、清涼飲料水、酒・ビール、引越荷物、他工業品の順となっている。
・路線、区域貨物には多くの宅配物が含まれている。
・鉄道貨物輸送の一般的な特徴として、一度に大量の貨物輸送ができるため、長距離ほど輸送コストの低減が可能である。
・環境への影響として、CO_2の排出量が貨物車輸送の 1/8 となった実績がある。
・世界トップ水準の高い定時性を誇り、計画的な出荷に適している。また、発着の貨物駅で一時留置サービスを利用でき、納入計画に合わせた配達が可能である。
・IT を駆使したシステム制御による業務の構造改革「勘と経験による“人海戦術型”から、全国の貨物駅をネットワークで結んで”システムによる自動制御方式“へ」を行っている。一例として GPS を活用した鉄道版ナビゲーションシステムがあり、「コンテナ位置」「列車遅れ」等の情報をリアルタイムに顧客に提供できる。
・トラックドライバーの減少と高齢化のため、特に長距離ドライバーの不足が顕在化しており、モーダルシフトは今後とも進行すると考えられる。
・現在の複合 A～D 棟は、新たに大型物流センターに拡充する計画であり、コンテナ物流基地として更なる発展を目指している。
・近接する大井埠頭からのコンテナの搬入は、外部の道路を経由している。



写真 1.4.1-1　東京貨物ターミナル駅全景



図 1.4.1-1　ＪＲ貨物㈱会社概要

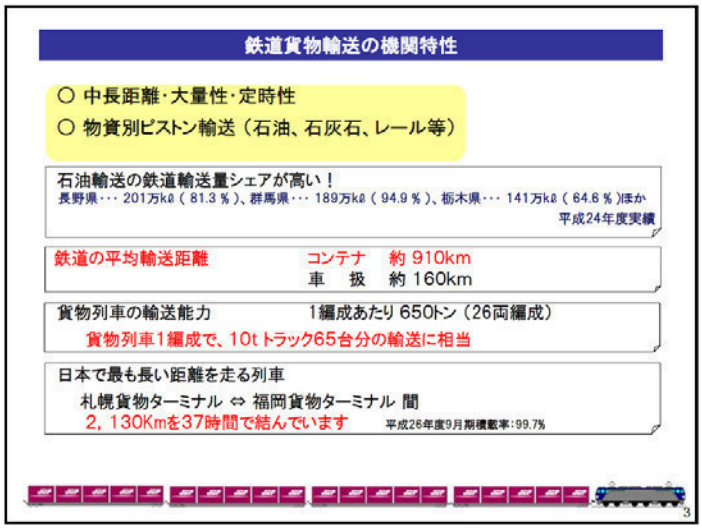


図 1.4.1-2　鉄道貨物輸送の特徴

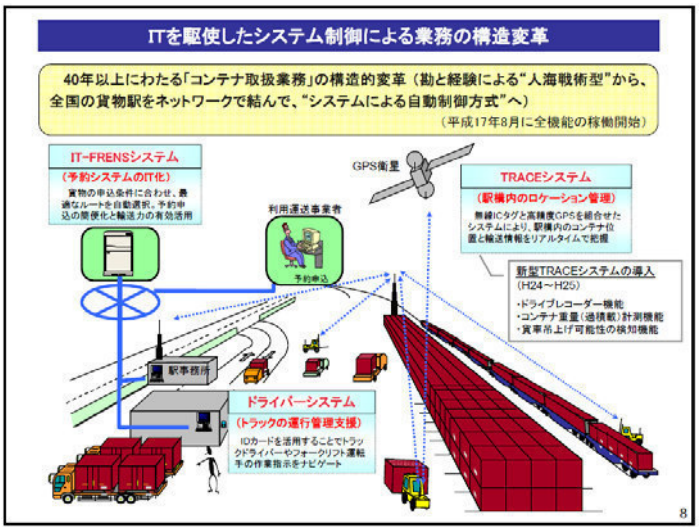


図 1.4.1-3　ＩＴを利用した情報管理システム

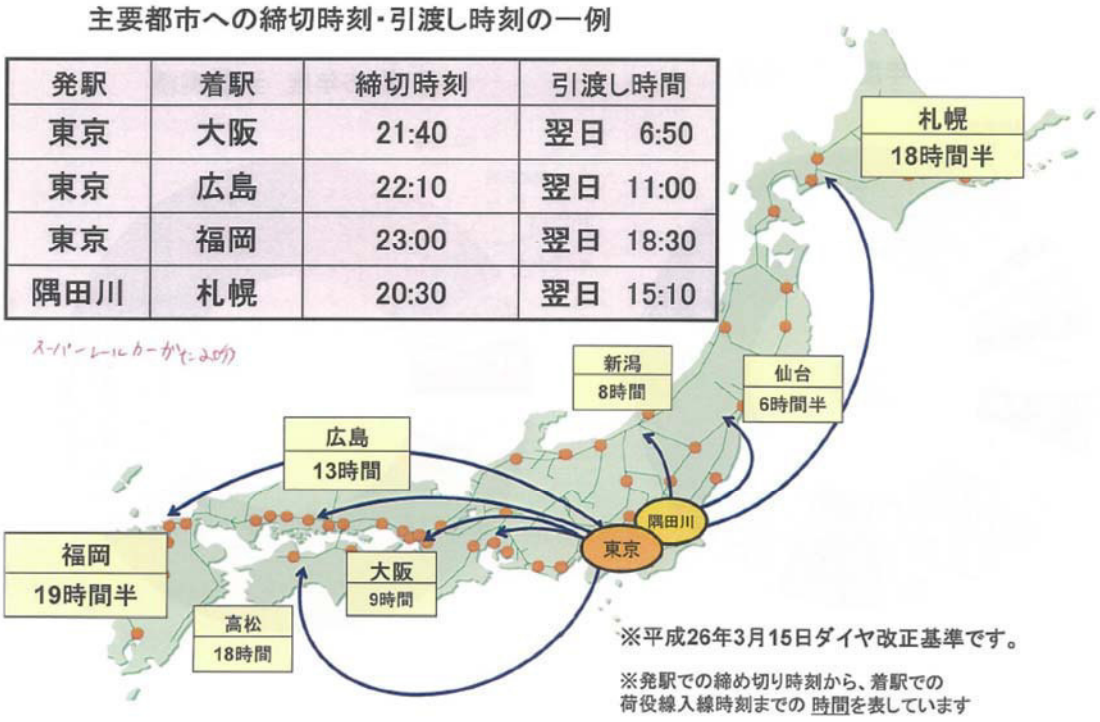


図 1.4.1-4　主要駅間のリードタイムについて

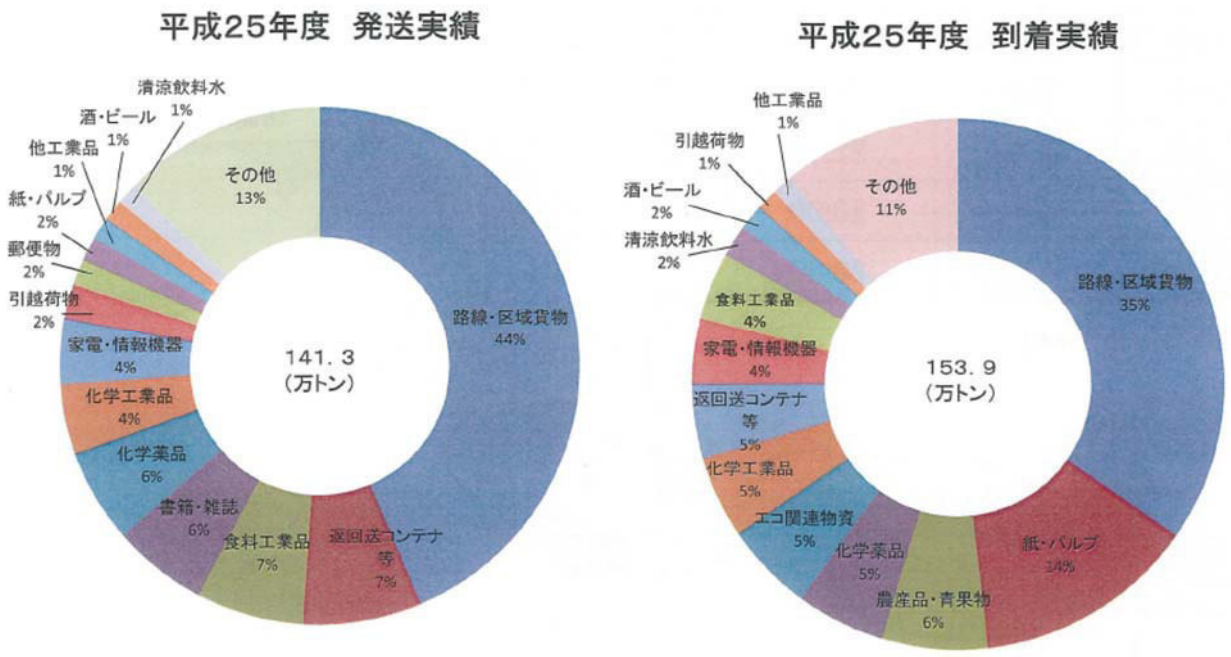


図 1.4.1-5　主な輸送品目

1.4.2　ヤマトホールディングス株式会社　羽田クロノゲート

1)　概　要

2013 年 9 月下旬に竣工したヤマトグループ最大級の総合物流ターミナル「羽田クロノゲート」のヒアリング調査を実施した。ヤマトグループは、社会的インフラとしての宅急便ネットワークの高度化と革新的な物流システムの開発を推進しており、「羽田クロノゲート」はその中核となる施設である。なお、下記の調査結果は、ヒアリング結果に加えてヤマトグループ各社のホームページなどから関連情報を調査・収集して補足したため、ヒアリング結果とは異なる場合がある。

2) ヒアリングの実施

日　時：平成 26 年 12 月 3 日

場　所：羽田クロノゲート　会議室

出席者：ヤマトホールディングス株式会社　ネットワーク戦略担当

シニアマネージャー　森　信介　氏

アシスタントマネージャー　久保　直己　氏

(一財)エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター

第四部会　吉富部会長、谷利副部会長、浅野委員、武田委員、石濱委員、鎌田委員、伊東委員、田中委員

事 務 局　竹東研究主幹

3)　参考資料等

(1)「巨大な物流ターミナルを探検しませんか。」羽田クロノゲートパンフレット

(2)「ヤマトグループ CSR 報告書　2014」[WEB 版]

(3)「羽田クロノゲート」「ヤマトホールディングスホームページ」

(4)「厚木ゲートウェイ、羽田クロノゲートの竣工と、沖縄国際物流ハブの本格稼働を契機とした、「バリュー・ネットワーキング」構想について」記者発表会リリース資料、2013 年 7 月 3 日

(5)「愛知県豊田市に「三河ゲートウェイ」の建設を着工」報道向けリリース資料、2014 年 11 月 19 日

4)　調査結果

(1)　羽田クロノゲートについて

・「クロノゲート」は、ギリシャ神話の時間の神〈クロノス〉と、国内と海外をつなぐ〈ゲートウェイ（Gateway)〉の 2 つの言葉を組み合わせた名称で、『新しい時間と空間を提供する物流の「玄関」であるとともに、物流の新時代の幕開け』となることを目指して名づけられた。

・「速く、正確に届けるための最新鋭の宅急便の仕分け機器」と「医療機器の洗浄」や「オンデマンド印刷」、「家電製品のメンテナンス・修理」など多彩な付加価値機能を併せ持つ、まったく新しい物流施設である。

・羽田空港や日本貨物鉄道株式会社東京貨物ターミナル駅に近接し、首都高速道路へのアクセスも良く、さらに東京港・横浜港に近く、陸海空のあらゆる輸送手段を効率的に活用できる。
・ヤマトグループ各社のオフィスが入居する事務棟、7 階建ての物流棟から構成され、敷地面積 89,222m²、延床面積 197,575m²、1 階には 100 台以上の大型トラックが着車できるバースを備えている。3～7 階で多彩な付加価値機能を提供している。
・地域との共生を目指し、様々な生態系を育む「和の里」、東京都認証保育所「ポピンズナーサリースクール羽田」、障がい者雇用促進と自立支援を推進するヤマトグループの株式会社スワンが運営する「スワンカフェ＆ベーカリー」、大田区在住者や在勤者を対象としたスポーツ施設「ヤマトフォーラム」を敷地内に併設している。
・見学コースは、キューブで歴史をひもとく「100THANKS」、映像で過去・現在・未来を知ることが出来る「見学者ホール」、最新の仕分け機器とその機能を実感する「見学者コリドー」、羽田クロノゲート全体の管理を行っている「集中管理室」、引き出しでヤマトグループが提供する社会的価値を体感する「展示ホール」の 5 つのアトラクションで構成されている。
・全国には、宅急便の仕分けターミナルであるベースが 70 拠点、集配拠点は約 4,000 拠点ある。
・上層階の付加価値エリアと下層階の宅急便仕分けエリアをつなぐ「スパイラルコンベア」、コンベア上の荷物に貼られた伝票を瞬間的に読み取る「スキャナー」、1 時間に最大 48,000 個の仕分けが可能な「クロスベルトソータ」やクロネコメールや宅急便の小物を自動で仕分ける「フラットソータ」、宅急便が積み込まれているロールボックスパレットの移動を自動化している「前詰め搬送機」など多彩な最新機器や技術が導入されている。
・緊急時の対応として、羽田クロノゲートは自家発電設備を装備しており、近隣ベースと互いに補完・管理する。

(2)「バリュー・ネットワーキング」構想について
・物流を「バリュー（付加価値）を生み出す手段」に進化させ、顧客の業種、事業規模を問わない「物流の改革」を実現していく「バリュー・ネットワーキング」構想を発表・実行している。
・現在、主要拠点として羽田クロノゲート、厚木ゲートウェイ、沖縄国際物流ハブが稼働中で、三河ゲートウェイは建設中である。
・「バリュー・ネットワーキング」構想では、陸海空のスピード輸送と 24 時間 365 日稼働の付加価値機能を一体化し、在庫を滞らせることなく、常に物が流れ、流れる過程で価値を付加しながらアジアと国内のネットワークをスピーディーに結節させることを実現する。具体的な内容を以下に示す。
① クロスマージ：国内外から調達・納品された部品や製品等を、納品先ごとにまとめて出荷し、顧客の生産性向上に寄与する。
② 医療機器の洗浄・メンテナンス：全国の病院で利用される手術用の医療機器を、羽田クロノゲート内で洗浄・メンテナンス・ストックし、次の配送先に送ることによ

りリードタイムを短縮し、在庫回転率の向上、流通在庫の圧縮を実現する。

③ キッティング・アッセンブル、家電のメンテナンス・修理：複数の国で製造された製品や部品を輸入し、キッティングやアッセンブルを行い、国内配送ネットワークにつなげます。作業拠点を羽田クロノゲート内に持つことで、スピード出荷が可能となる。

④ スピード通関、保税、ローカライズ：輸入した荷物を外国貨物のまま運び入れ、輸入通関、検品、ローカライズ、出荷といった作業を提供し、スムーズな輸入通関に加え、リードタイムの短縮、輸送コスト削減、等のサービスを提供する。

⑤ オンデマンドプリント：オンデマンドプリンターで、商品受注後に必要なダイレクトメールやパンフレットを必要数だけ印刷・発送することにより、印刷コストと紙資源の無駄を削減し、ターゲットをより明確にした販促活動をワンストップで実現する。

・「バリュー・ネットワーキング」構想を実現するための 5 つの施策を以下に示す。

①「スピードと付加価値機能を一体化」した多機能スーパーハブ「羽田クロノゲート・厚木ゲートウェイ・沖縄国際物流ハブ」の本格稼働：価値を付加しながら素早くネットワークを結節する「止めない物流」

②「まとめて預かり、最適化しながら複数個所に届ける」をネットワーク上で素早く、確実に遂行する「FRAPS」（＝Free Rack Auto Pick System）：出荷場所・出荷形態・出荷量を問わない「クラウド型のネットワーク」

③「国際クール宅急便」のスタート：世界初「一貫保冷・国際小口輸送」ネットワーク

④出荷から到着までを、シームレスに「デジタル情報化」：送り手、受け手が共有できる「物流の見える化」

⑤「受け手（調達）」と「送り手（供給）」双方のニーズを同時に満たす：「デマンド・チェーン視点」のイノベーション



写真 1.4.2-1　ヒアリング状況



写真 1.4.2-2　集中管理室

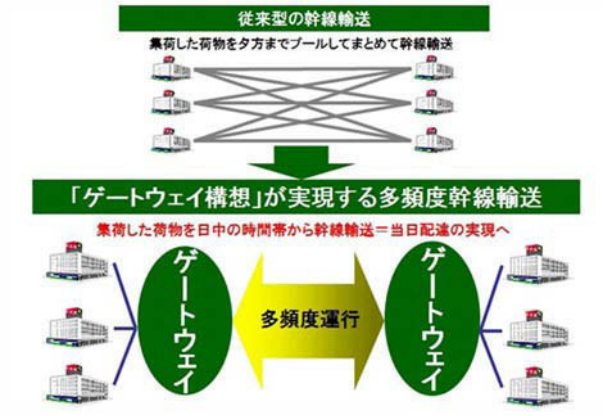


図 1.4.2-1　ゲートウェイ構想の概念図

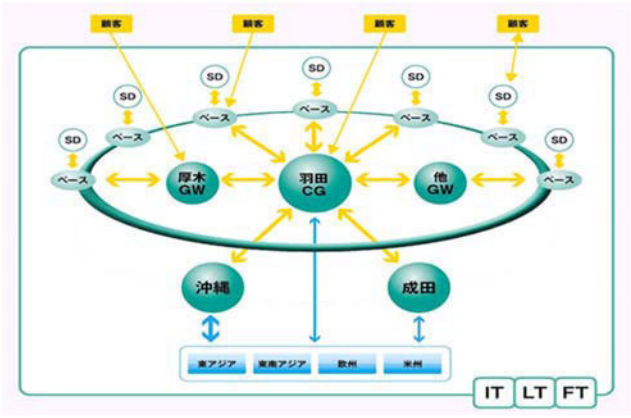


図 1.4.2-2　バリュー・ネットワーキング構想

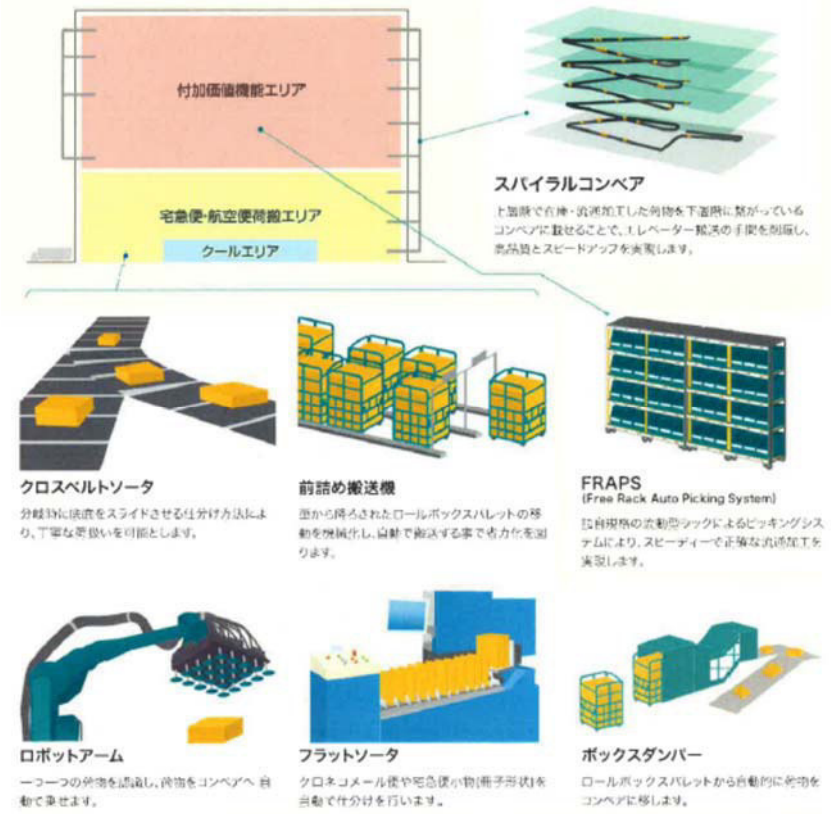


図 1.4.2-3　クロノゲート主要設備



写真 1.4.2-3 集中管室



写真 1.4.2-4　クロスベルトソータ



写真 1.4.2-5　伝票スキャナ装置

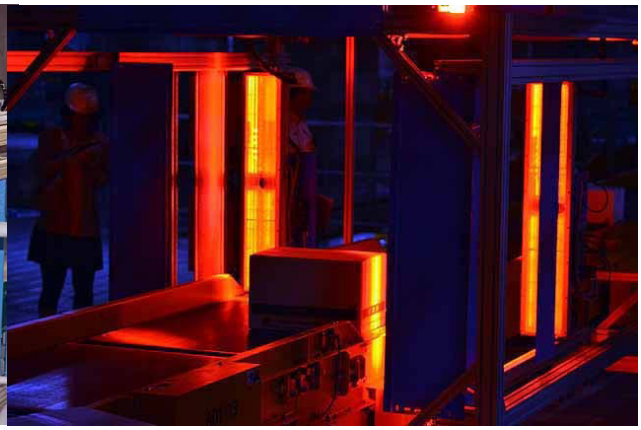


写真 1.4.2-6　伝票スキャナ

注）写真 1.4.2-3～1.4.2-7 は、厚木ゲートウェイの設備例を示す。

参考文献

1) 世界銀行開発指標、By google Public Data
https://www.google.com/publicdata/explore?ds=d5bncppjof8f9_#!ctype=l&strail=false&bcs=d&nselm=h&met_y=tg_val_totl_gd_zs&scale_y=lin&ind_y=false&rdim=country&idim=country:JPN&ifdim=country&hl=ja&dl=ja&ind=false

2) 都道首都高速１号線等に関する維持、修繕その他の管理の報告書（平成25 事業年度）
http://www.shutoko.co.jp/company/enterprise/road/construction/~/media/pdf/corporate/company/enterprise/road/construction/h25/houkokusho.pdf

3) 平井堯：「地下都市は可能か」,鹿島出版会,P163

4) 例えば、JR 貨物環境・社会報告書
http://www.jrfreight.co.jp/about/society.html

5) 例えば、ヤマトホールディングス HP
http://www.yamato-hd.co.jp/

6) http://car.watch.impress.co.jp/docs/news/20130819_611626.html

7) http://news.mynavi.jp/articles/2013/08/21/yamato/

第２章　調査結果

2.1　交通機能の整理

1）物流

物質の移動である物流では、移動される品目が持つ各種特長に応じて、移動距離や移動手段等が選択される。ここで考慮される品目が持つ各種特長とは、例えば次のようなものが挙げられる。

・生産地・加工地・輸入基地と消費地との位置関係・距離
・高速輸送(速達性)の必要性(高付加価値品、生鮮品賞味期限、等)
・単位重量・単位体積当たりの輸送コスト
・消費地人口
・荷姿・単位輸送量

ここでは、物流の交通機能の整理として、品目別の移動距離特性と移動量に着目して調査結果をまとめる。具体的には国土交通省が実施・公表している物流センサス（全国貨物準流動調査の結果概要、第 9 回：2010 年調査）に基づき、都道府県間の品目別年間物流量データのうち、主要な品類（農水産品、林産品、鉱産品、金属機械）について地域間流入出について整理した上で、東京圏（東京、神奈川、埼玉、千葉）への物資の流入出の実態についてまとめる。

ここで地域圏を構成する都道府県を**表** 2.2.-1 に、品目分類表を**表** 2.1-2 に示す。

表 2.1-1　**地域圏構成表**

地域圏	構成都道府県						
北海道圏	北海道						
東北圏	青森	岩手	宮城	秋田	山形	福島	
関東圏	茨城	栃木	群馬	山梨			
東京圏	東京	神奈川	埼玉	千葉			
北陸信越圏	新潟	富山	石川	長野			
中部圏	福井	岐阜	静岡	愛知	三重		
近畿圏	滋賀	京都	大阪	兵庫	奈良	和歌山	
中国圏	鳥取	島根	岡山	広島	山口		
四国圏	徳島	香川	愛媛	高知			
九州圏	福岡	佐賀	長崎	熊本	大分	宮崎	鹿児島
沖縄圏	沖縄						

表 2.1-2　品目分類表

品類	品目	内容例
農水産品	麦	大麦，裸麦，小麦，えん麦，らい麦，精麦
	米	もみ，玄米，精米，白米
	雑穀・豆	とうもろこし，落花生，そば，大豆，えんどう豆
	野菜・果物	野菜，果物，いも類，きのこ，山菜，栗
	羊毛	羊毛
	その他の畜産品	家畜，牛肉，鶏卵，ペット用動物，はち蜜，原毛皮，蚕，未加工乳
	水産品	魚介類（活魚，生鮮，冷凍，塩蔵，乾燥），昆布，のり，鑑賞魚，真珠
	綿花	綿花
	その他の農産品	花き，てん菜，茶，葉たばこ，種子，芝草，むしろ，コーヒー豆，さとうきび
林産品	原木	製材用原木，パルプ用原木，足場丸太，電柱用材
	製材	板，角材，フローリング
	薪炭	薪，木炭，黒炭，加工炭，かいろ灰，たどん
	樹脂類	天然ゴム，生松やに，生うるし，天然樹脂
	その他の林産品	木材チップ，竹材，苗木，果樹，樹皮
鉱産品	石炭	石炭，亜炭，無煙炭，せん石，泥炭，草炭
	鉄鉱石	鉄鉱石，硫化鉄鉱，磁鉄鉱
	その他の金属鉱	マンガン鉱，クロム鉱，銅鉱，アルミニウム鉱，砂金
	砂利・砂・石材	川砂，建設用岩石，庭石，墓石
	石灰石	石灰石
	原油・天然ガス	原油，天然揮発油，天然アスファルト，天然ガス
	りん鉱石	りん鉱石
	原塩	岩塩，にがり
	その他の非金属鉱物	けい砂，陶土，耐火粘土，石粉，硫黄，ほたる石，ボーキサイト
金属機械工業品	鉄鋼	銑鉄，粗鋼，鋼塊，鋼材，鋼管，鍛鋼品，めっき鋼材，線材鋳鋼品，針金
	非鉄金属	銅，アルミニウムなどの棒・線材・板，銅線，電線，光ファイバーケーブル
	金属製品	缶，鉄骨，サッシ，釘，刃物，木工道具，鋳物，金網柵，鉄柱，橋梁
	産業機械	ボイラ，エンジン，工作機械，紡績機械，半導体製造装置，トラクタ，バルブ
	電気機械	発電機，変圧器，照明器具，家電，携帯電話，通信装置，パソコン，IC，電池
	自動車	完成車（四輪自動車、自動二輪車）
	自動車部品	車体，その他自動車部品
	その他の輸送機械	鉄道車両，船舶，自転車，フォークリフト，ゴルフカート
	精密機械	計量器，時計，顕微鏡，望遠鏡，デジタルカメラ，光学レンズ，医療用機械
	その他の機械	電卓，複写機，シュレッダー，自動販売機，信号装置，温水暖房装置
化学工業品	セメント	各種セメント
	生コンクリート	生コンクリート
	セメント製品	コンクリート製品，セメントモルタル製品，石綿セメント製品
	ガラス・ガラス製品	板ガラス，ガラス棒，ガラス管，理化学用ガラス器具，ガラスビン，ガラス繊維
	陶磁器	碍子，タイル，セラミックブロック，浴槽，便器，ユニットバス
	その他の窯業品	レンガ，瓦，石灰，石綿製品，炭素電極，耐火ボード，石こう，研磨材
	重油	A重油，B重油，C重油
	揮発油	各種ガソリン，ベンジン
	その他の石油	灯油，軽油，ジェット燃料油，潤滑油

品類	品目	内容例
化学工業品	LNG・LPG	LNG，LPG
	その他の石油製品	石油アスファルト，石油コークス，グリース，ワセリン
	コークス	コークス，コーライト
	その他の石炭製品	練炭，豆炭，ピッチコークス
	化学薬品	ソーダ，硫酸，カーバイト，無機工業薬品，エチルアルコール，高圧ガス
	化学肥料	硫安，りん肥，カリ質肥料，配合肥料，化成肥料
	染料・顔料・塗料	合成染料，有機・無機顔料，油性塗料，エナメル，カーボンブラック
	合成樹脂	ウレタン樹脂，ポリエチレン，ポリビニルアルコール，プラスチック，合成ゴム
	動植物性油脂	牛脂，魚油，大豆油，オリーブ油，硬化油，ろうそく，肥肪酸
	その他の化学工業品	化粧品，医薬品，石ケン，洗剤，農薬，殺虫剤，印刷インキ，接着剤
軽工業品	パルプ	製紙パルプ，溶解パルプ
	紙	洋紙，板紙，和紙，新聞用紙，建材原紙，かべ紙，段ボール原紙，繊維板
	糸	化学繊維糸，綿糸，撚糸，紡績半製品，より糸，毛糸
	織物	ニット生地，化学繊維織物，綿織物，レース，漁網
	砂糖	粗糖，上白糖，糖みつ，水あめ，氷砂糖，黒糖
	その他の食料工業品	牛乳，小麦粉，香辛料，めん類，パン，製茶，弁当，冷凍食品，氷，たばこ
	飲料	ビール，清酒，洋酒，清涼飲料水，茶飲料，ミネラルウォーター
雑工業品	書籍・印刷物・記録物	新聞，書籍，地図，記録済みDVD，記録フィルム
	がん具	各種がん具，人形，ぬいぐるみ
	衣服・身の回り品	下着，外衣，寝具，帽子，靴下，カーペット，タオル，かばん，傘，靴，宝飾品
	文房具・運動娯楽用品	筆記用具，製図器，ノート，事務用接着剤，運動競技用品，絵画用品，楽器
	家具・装備品	たんす，棚，テーブル，ベッド，金庫，仏具神具，ロッカー，キャビネット
	その他の日用品	温水器，ストーブ，調理器具・食卓用品，歯ブラシ，紙おむつ，ボタン，絵画
	木製品	単板，合板，新建材，建具，ベニヤ板，コルク製品，チップボード
	ゴム製品	ゴムタイヤ，チューブ，ゴムホース，工業用ゴム製品，医療用ゴム製品
	その他の製造工業品	皮革製品，畳表，造花，つり具，鍬，斧，医療用品（ガーゼ，脱脂綿等），…
排出物	廃自動車	使用済みの自動車
	廃家電	使用済みの家電製品
	金属スクラップ	有価の鉄くず，鉄スクラップ，アルミくず，銅くず
	金属製容器包装廃棄物	使用済みのスチール缶，アルミ缶
	使用済みガラスびん	使用済みのガラスびん
	その他容器包装廃棄物	使用済みのペットボトル・プラスチック容器・飲料用紙パック，段ボール容器
	古紙	製紙原料古紙，古紙，使用済み段ボール
	廃プラスチック類	合成樹脂くず（ポリウレタン，スチロール，包装材料，合成皮革）
	燃えがら	石炭がら，焼却炉の残灰，炉清掃排出物，クリンカー
	汚泥	有機性汚泥，無機汚泥
	鉱さい	高炉，転炉，電気炉などの残さ，不良石炭，粉炭かす，廃鋳物砂
	ばいじん	煤煙発生施設又は焼却施設で発生するばいじん
	その他の産業廃棄物	廃油，紙くず，無価の金属くず，ガラスくず，コンクリートくず，廃タイヤ
特殊品	動植物性飼肥料	骨粉，魚粉，牧草，配合飼料，たい肥，大豆かす
	金属製輸送用容器	コンテナ，ドラム缶，石油缶，ボンベ
	その他の輸送用容器	段ボール箱，木箱，紙袋，麻袋，ざる，たる
	取り合せ品	各種商品積合せなど

出典：「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査　2014 年調査」、国土交通省

2）人流

人の移動手段としての交通機能の選択は、移動地域や目的により自ずと異なる。これらの交通機能の整理として移動距離やコスト、交通手段などを把握するため移動距離特性として述べることとする。

また、国内の交通手段別に移動人員をマクロ的に把握することを目的として調査結果をまとめる。具体的には、平成 22 年度交通センサスを基本として人の動きの現況を JR、民鉄、自動車、営業用乗用車、旅客船、航空ごと及び全機関ごとにまとめ、各地域間の移動量や年代別の変遷、推移も調査する。

空港利用者としては、国内航空輸送の実態とともに羽田・成田空港の年間旅客数及び年間の推移を調査する。なお、バス移動については、首都圏の位置づけとともに「2.2 交通手段の種類と特性整理」に記載する。

一方、地域間及び地域内の移動手段の実態と首都圏、関西、東海を中心とした移動時間地図を作成し、移動時間と料金について整理・作成しマクロ的な移動時間とコストを把握することとする。

以上の調査結果を基に旅客数に大きく影響されたであろう地震災害や、リーマンショックに代表される経済的影響などとともに旅客の移動傾向も記載することとする。

2.1.1 移動距離特性

2.1.1.1 物流

物質の移動である物流では、移動される品目が持つ各種の特長に応じて、移動距離と移動手段が選定される。

移動距離に関しては、物流全体量を重量ベースで評価した場合には、発地から着地の距離が短いほど、物流量が多い傾向にある。例えば同一都道府県内＞地域圏内＞地域間となる。しかしながら、それらの傾向は、品類別に見た場合には一様ではない。

次節 2.1.2 広域実態調査では、前述の 2010 年版物流センサス調査データに基づき、代表的な品類における地域圏移動量の実態調査の結果をまとめている。

2.1.1.2 人流

人の移動手段としての交通機能としては、航空機、船舶、鉄道、軌道、自動車などがあげられるが、その特性により移動手段は異なってくる。

遠距離経済圏間の移動目的としては、主に出張、旅行、帰省が考えられ、その移動手段としては、一般的に航空機及び新幹線、高速道路などが選定される。

近距離経済圏間や地域内の移動目的としては、主に通勤・通学、出張、小旅行などが考えられ、その移動手段としては、鉄道やバス、軌道（モノレールなど)、自動車などが選定される。

一般的に通勤・通学では速達性やコストが重視され、旅行や帰省であれば快適性や食事・風景を楽しむなど速達性やコストと共に他の機能も求められる。

移動距離や移動目的が異なることによりその移動手段や交通機能の選択も異なってくるということが言える。

2.1.2 広域実態調査

2.1.2.1 物流

物流センサスの都道府県間年間流動量（品類別）の数値データを参考に、主要な品類（農水産品、林産品、鉱産品、金属機械）についての地域間流入出を整理した上で、特に移動量が多い東京圏（東京、神奈川、埼玉、千葉）への物資の流入出の実態についてグラフにまとめた。

以下に農水産品、林産品、鉱産品、金属機械それぞれの特性について述べ、次頁以降に作成した表とグラフを表示する。

1）東京圏と各経済圏間の農水産品の流動特性

東京圏に対する農水産品の物流は東京圏内で全体の３６％を占め、次いで関東圏、東北圏、北海道圏、中部圏の順となっている。

これより農水産業の盛んな全国各地から東京圏への流入が多いことが分かるが、特に東北圏からの流入量や関東圏､中部圏への流出量が比較的目立っているのが特徴である。

これは、全国の農産品が一旦東京圏へ運搬され、加工や梱包後に改めて近郊圏へ運搬されているものと思われる（**表 2.1.2.1-1、図 2.1.2.1-1**）。

2）東京圏と各経済圏間の林産品の流動特性

東京圏に対する林産品の物流は東京圏内で全体の４５％を占め、次いで中部圏、北海道圏の順となっている。

これより東京圏からの流出量と比較して、全国各地、主に中部圏、北海道圏、近畿圏、中国圏、東北圏等の林業の盛んな地域から東京圏への流入が極端に目立っているのが特徴である（**表 2.1.2.1-2、図 2.1.2.1-2**）。

3）東京圏と各経済圏間の鉱産品の流動特性

東京圏に対する鉱産品の物流は東京圏内で全体の３３％を占め、次いで関東圏、東北圏、四国圏の順となっている。

これより東京圏からの流出量と比較して、全国各地、主に関東圏、東北圏、四国圏等から東京圏への流入が極端に目立っているのが特徴である。

わが国は、鉱物資源の多くを輸入に頼っており、国の施策として全国の港湾にバルクターミナルの整備を進めていることが､この要因のひとつと考えられる(**表 2.1.2.1-3、図 2.1.2.1-3**)。

4）東京圏と各経済圏間の金属機械の流動特性

東京圏に対する金属機械の物流は全国に渡っているが、特に関東圏、中部圏、近畿圏の順となっている。

このことから、やはり中京工業地帯、阪神工業地帯等の大都市部がある地域圏との流入出量が多く、目立っているのが特徴である（**表 2.1.2.1-4、図 2.1.2.1-4**）。

◇農水産品地域間流動〔3日間調査〕

表 2.1.2.1-1　農水産品地域別間流動表

（3日間調査　単位：トン）

着地域 / 発地域	北海道	東北	関東	東京圏	北信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	10,102,401	222,086	703,427	898,518	72,030	280,326	239,817	57,448	117,710	278,632	2,176	12,974,571
東北	109,541	8,621,077	1,058,866	1,899,627	434,287	233,490	260,320	184,702	46,685	46,946	268	12,895,807
関東	17,039	231,392	9,606,505	2,355,753	235,587	208,725	40,534	19,584	12,427	16,567	55	12,744,169
東京圏	963,737	855,967	2,857,027	19,897,988	405,285	1,367,702	512,673	33,451	9,522	340,416	24,465	27,268,233
北信越	26,496	63,733	149,009	408,114	2,300,877	177,537	188,888	31,815	23,597	35,281	552	3,405,898
中部	54,968	22,496	265,444	487,472	150,187	12,329,977	832,819	33,589	139,921	448,673		14,765,546
近畿	31,941	104,077	160,236	523,472	55,541	453,595	11,461,964	401,288	534,294	384,469	56,969	14,167,847
中国	1,566	51,102	10,677	267,072	40,716	63,690	183,848	10,548,480	167,818	191,921	88	11,526,978
四国	14,525	164,552	12,842	288,593	57,172	58,797	582,556	221,342	3,080,386	98,478	4,744	4,583,987
九州	7,285	15,509	48,119	594,042	81,055	271,331	835,967	355,896	289,266	13,635,017	340,310	16,473,795
沖縄		84	4	597	1	31	560	3,271	572	22,060	594,967	622,147
合計	11,329,498	10,352,075	14,872,156	27,621,248	3,832,737	15,445,200	15,139,945	11,890,866	4,422,197	15,498,460	1,024,596	131,428,976

◇農水産品地域間流動〔日平均〕

（日平均　単位:トン）

着地域 / 発地域	北海道	東北	関東	東京圏	北信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	3,367,467	74,029	234,476	299,506	24,010	93,442	79,939	19,149	39,237	92,877	725	4,324,857
東北	36,514	2,873,692	352,955	633,209	144,762	77,830	86,773	61,567	15,562	15,649	89	4,298,602
関東	5,680	77,131	3,202,168	785,251	78,529	69,575	13,511	6,528	4,142	5,522	18	4,248,056
東京圏	321,246	285,322	952,342	6,632,663	135,095	455,901	170,891	11,150	3,174	113,472	8,155	9,089,411
北信越	8,832	21,244	49,670	136,038	766,959	59,179	62,963	10,605	7,866	11,760	184	1,135,299
中部	18,323	7,499	88,481	162,491	50,062	4,109,992	277,606	11,196	46,640	149,558		4,921,849
近畿	10,647	34,692	53,412	174,491	18,514	151,198	3,820,655	133,763	178,098	128,156	18,990	4,722,616
中国	522	17,034	3,559	89,024	13,572	21,230	61,283	3,516,160	55,939	63,974	29	3,842,326
四国	4,842	54,851	4,281	96,198	19,057	19,599	194,185	73,781	1,026,795	32,826	1,581	1,527,996
九州	2,428	5,170	16,040	198,014	27,018	90,444	278,656	118,632	96,422	4,545,006	113,437	5,491,265
沖縄		28	1	199	0	10	187	1,090	191	7,353	198,322	207,382
合計	3,776,499	3,450,692	4,957,385	9,207,083	1,277,579	5,148,400	5,046,648	3,963,622	1,474,066	5,166,153	341,532	43,809,659

出典：「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査　2014 年調査」、国土交通省より作成

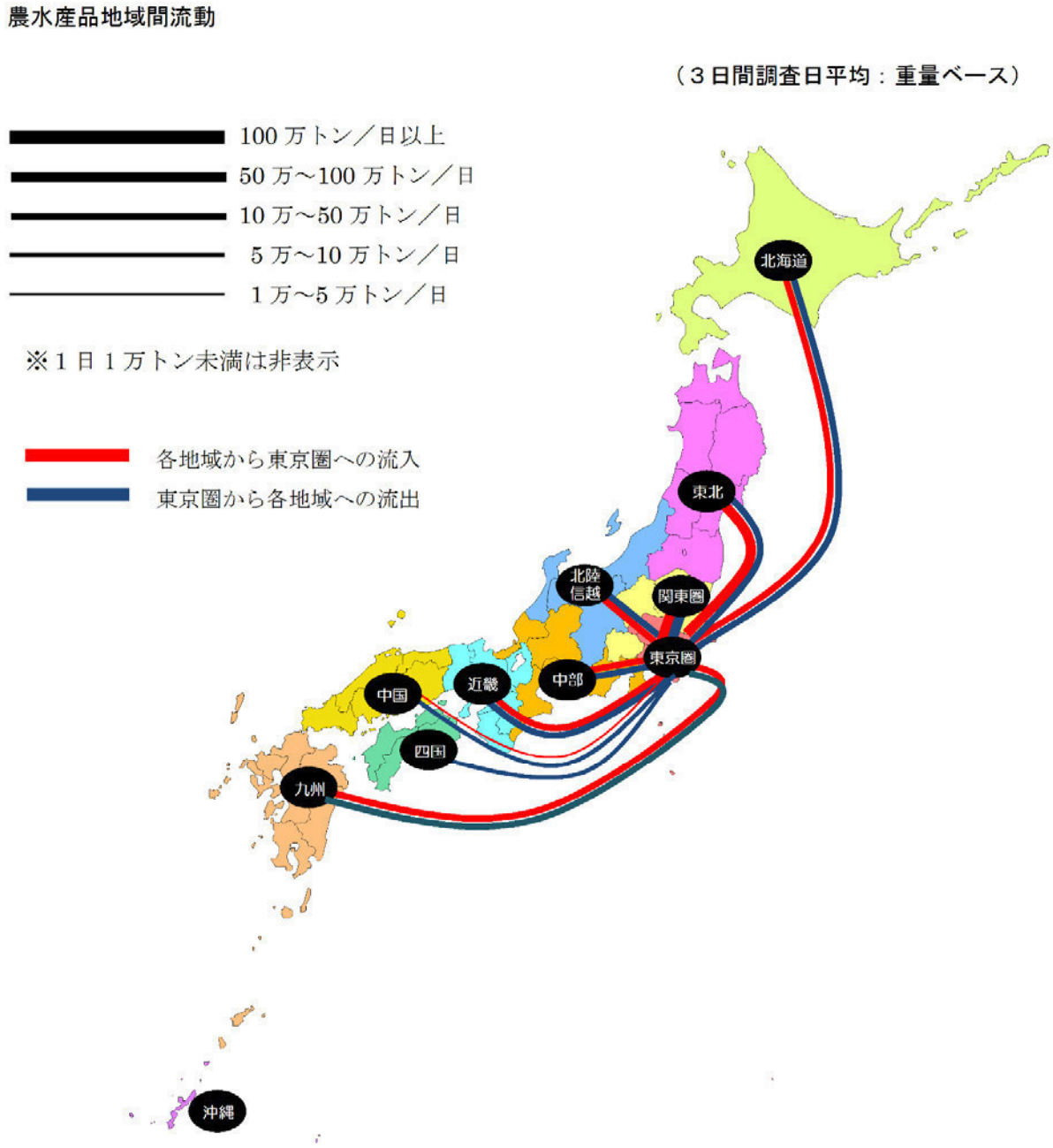


図 2.1.2.1-1　農水産品地域別間流動図

出典:「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査　2014 年調査」、国土交通省より作成

◇林産品地域間流動〔3日間調査〕

表 2.1.2.1-2　林産品地域別間流動表

（３日間調査　単位：トン）

着地域 / 発地域	北海道	東北	関東	東京圏	北信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	1,290,847	2,719	6,948	142,283	0	11,180	8,326	0	0	0	0	1,462,303
東北	14,632	2,647,365	63,895	60,446	95,626	9,725	59	143	0	2,853	0	2,894,745
関東	0	62,644	986,906	15,824	30,752	0	0	0	0	0	0	1,096,126
東京圏	21	24,032	220,275	5,177,302	73,068	87,130	95	20	235	2,875	0	5,585,051
北信越	0	16,297	204,669	13,804	1,224,268	26,934	0	0	0	0	0	1,485,973
中部	1,072	5,845	66,152	271,233	27,059	3,481,474	87,362	16,310	15,892	10,192	293	3,982,884
近畿	1,364	1,155	23,696	88,655	20,406	205,425	10,150,939	154,981	83,840	39,157	0	10,769,618
中国	0	0	141,081	69,274	115,861	370,414	291,489	3,057,940	179,076	162,782	0	4,387,916
四国	0	0	1,464	3,031	17,071	95,300	154,929	51,459	630,495	67,714	0	1,021,463
九州	0	0	0	3,566	0	51,602	64,472	561,828	5,285	2,680,244	24,745	3,391,742
沖縄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	1,307,936	2,760,057	1,715,086	5,845,418	1,604,110	4,339,184	10,757,670	3,842,681	914,824	2,965,817	25,039	36,077,821

◇林産品地域間流動〔日平均〕

（日平均　単位:トン）

着地域 / 発地域	北海道	東北	関東	東京圏	北信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	430,282	906	2,316	47,428	0	3,727	2,775	0	0	0	0	487,434
東北	4,877	882,455	21,298	20,149	31,875	3,242	20	48	0	951	0	964,915
関東	0	20,881	328,969	5,275	10,251	0	0	0	0	0	0	365,375
東京圏	7	8,011	73,425	1,725,767	24,356	29,043	32	7	78	958	0	1,861,684
北信越	0	5,432	68,223	4,601	408,089	8,978	0	0	0	0	0	495,324
中部	357	1,948	22,051	90,411	9,020	1,160,491	29,121	5,437	5,297	3,397	98	1,327,628
近畿	455	385	7,899	29,552	6,802	68,475	3,383,646	51,660	27,947	13,052	0	3,589,873
中国	0	0	47,027	23,091	38,620	123,471	97,163	1,019,313	59,692	54,261	0	1,462,639
四国	0	0	488	1,010	5,690	31,767	51,643	17,153	210,165	22,571	0	340,488
九州	0	0	0	1,189	0	17,201	21,491	187,276	1,762	893,415	8,248	1,130,581
沖縄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
合計	435,979	920,019	571,695	1,948,473	534,703	1,446,395	3,585,890	1,280,894	304,941	988,606	8,346	12,025,940

出典：「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査　2014 年調査」、国土交通省より作成



図 2.1.2.1-2　林産品地域別間流動図

出典:「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査　2014 年調査」、国土交通省より作成

◇鉱産品地域間流動〔3日間調査〕

表 2.1.2.1-2　林産品地域別間流動表

（年間調査・３日間調査　単位：トン）

着地域 / 発地域	北海道	東北	関東	東京圏	北信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	32,273,793			1,033,846								33,307,639
東北	1,427,455	40,951,931	1,093,934	3,074,231	673,973	29,755	24,128	2,061		8,651		47,286,118
関東	548,238	214,182	38,521,607	14,596,328	39,905	1,455,693	160,734	3,837				55,540,525
東京圏		66,534	1,430,419	30,497,959	16,881	2,212,319	1,213			286	1	34,225,612
北信越		14,190	6,637	2,079	36,738,218	12,857	7,192			89,813		36,870,986
中部	7	2,086,972	823,796	900,799	565,416	56,180,277	553,311	100,945	426,597	1,071,015		62,709,134
近畿		166	28	1,630	42	130,776	30,373,754	1,067,015	135,952	94,285		31,803,648
中国	1,210		78,485	55,448	33,541	813,655	1,984,026	53,414,986	2,262,685	379,479		59,023,514
四国		884		4,889,879			1,104,794	39,331	28,759,725	191,296		34,985,909
九州	163,852		1,813	757,886		481,907	890,230	762,450	365,112	48,131,533		51,554,783
沖縄											6,628,961	6,628,961
合計	34,414,555	43,334,858	41,956,719	55,810,085	38,067,976	61,317,237	35,099,381	55,390,625	31,950,072	49,966,359	6,628,962	453,936,829

◇鉱産品地域間流動〔日平均〕

（日平均　単位:トン）

着地域 / 発地域	北海道	東北	関東	東京圏	北信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	10,757,931			344,615								15,762,039
東北	475,818	13,650,644	364,645	1,024,744	224,658	9,918	8,043	687		2,884		18,513,508
関東	182,746	71,394	12,840,536	4,865,443	13,302	485,231	53,578	1,279				11,408,537
東京圏		22,178	476,806	10,165,986	5,627	737,440	404			95	0	12,290,329
北信越		4,730	2,212	693	12,246,073	4,286	2,397			29,938		20,903,045
中部	2	695,657	274,599	300,266	188,472	18,726,759	184,437	33,648	142,199	357,005		10,601,216
近畿		55	9	543	14	43,592	10,124,585	355,672	45,317	31,428		19,674,505
中国	403		26,162	18,483	11,180	271,218	661,342	17,804,995	754,228	126,493		11,661,970
四国		295		1,629,960			368,265	13,110	9,586,575	63,765		17,184,928
九州	54,617		604	252,629		160,636	296,743	254,150	121,704	16,043,844		2,209,654
沖縄											2,209,654	151,312,276
合計	11,471,518	14,444,953	13,985,573	18,603,362	12,689,325	20,439,079	11,699,794	18,463,542	10,650,024	16,655,453	2,209,654	151,312,276

出典：「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査　2014 年調査」、国土交通省より作成

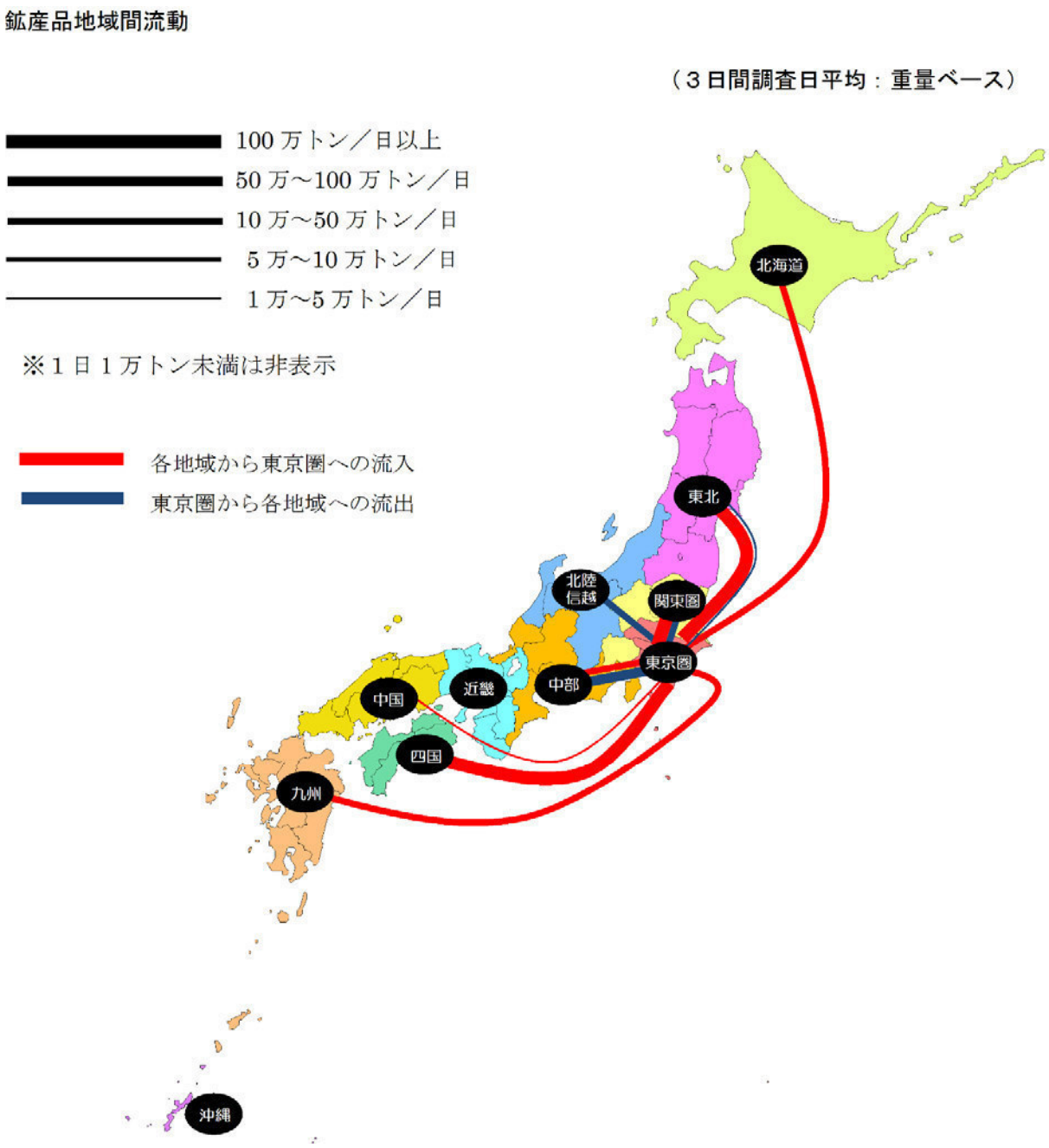


図 2.1.2.1-3　鉱産品地域別間流動図

出典:「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査　2014 年調査」、国土交通省より作成

◇金属機械地域間流動〔3日間調査〕

表 2.1.2.1-4　金属機械地域別間流動表

（３日間調査　単位：トン）

着地方 / 発地方	北海道	東北	関東	東京圏	北信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	37,529	4,345	1,464	6,045	773	3,652	4,155	127	181	357		58,627
東北	1,369	128,390	16,171	28,695	5,940	8,946	5,481	1,669	320	802	19	197,800
関東	2,731	17,642	159,432	124,602	8,264	36,913	22,075	9,225	873	8,847	238	390,842
東京圏	11,205	40,284	120,172	523,445	30,532	50,247	49,408	5,421	2,916	7,707	918	842,255
北信越	1,183	2,705	12,236	30,169	105,676	27,167	14,601	3,818	838	2,947	83	201,422
中部	4,751	13,444	21,438	75,937	18,483	984,632	71,343	12,120	3,726	22,226	186	1,228,286
近畿	9,265	4,947	13,529	62,539	24,020	92,300	571,181	57,335	17,742	31,529	549	884,935
中国	365	3,211	2,457	18,022	2,416	28,490	64,481	267,959	22,848	26,324	1,676	438,248
四国	93	127	3,619	1,338	264	12,001	10,295	5,424	26,157	2,162	0	61,481
九州	4,350	12,188	5,409	13,443	1,685	18,768	18,305	26,331	9,523	273,601	1,012	384,615
沖縄				2			5			25	16,343	16,375
合計	72,840	227,282	355,927	884,236	198,053	1,263,115	831,329	389,428	85,124	376,528	21,024	4,704,886

◇金属機械地域間流動〔日平均〕

（日平均　単位：トン）

着地方 / 発地方	北海道	東北	関東	東京圏	北信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	12,510	1,448	488	2,015	258	1,217	1,385	42	60	119	0	58,627
東北	456	42,797	5,390	9,565	1,980	2,982	1,827	556	107	267	6	197,800
関東	910	5,881	53,144	41,534	2,755	12,304	7,358	3,075	291	2,949	79	390,842
東京圏	3,735	13,428	40,057	174,482	10,177	16,749	16,469	1,807	972	2,569	306	842,255
北信越	394	902	4,079	10,056	35,225	9,056	4,867	1,273	279	982	28	201,422
中部	1,584	4,481	7,146	25,312	6,161	328,211	23,781	4,040	1,242	7,409	62	1,228,286
近畿	3,088	1,649	4,510	20,846	8,007	30,767	190,394	19,112	5,914	10,510	183	884,935
中国	122	1,070	819	6,007	805	9,497	21,494	89,320	7,616	8,775	559	438,248
四国	31	42	1,206	446	88	4,000	3,432	1,808	8,719	721	0	61,481
九州	1,450	4,063	1,803	4,481	562	6,256	6,102	8,777	3,174	91,200	337	384,615
沖縄	0	0	0	1	0	0	2	0	0	8	5,448	16,375
合計	72,840	227,282	355,927	884,236	198,053	1,263,115	831,329	389,428	85,124	376,528	21,024	4,704,886

出典：「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査　2014 年調査」、国土交通省より作成

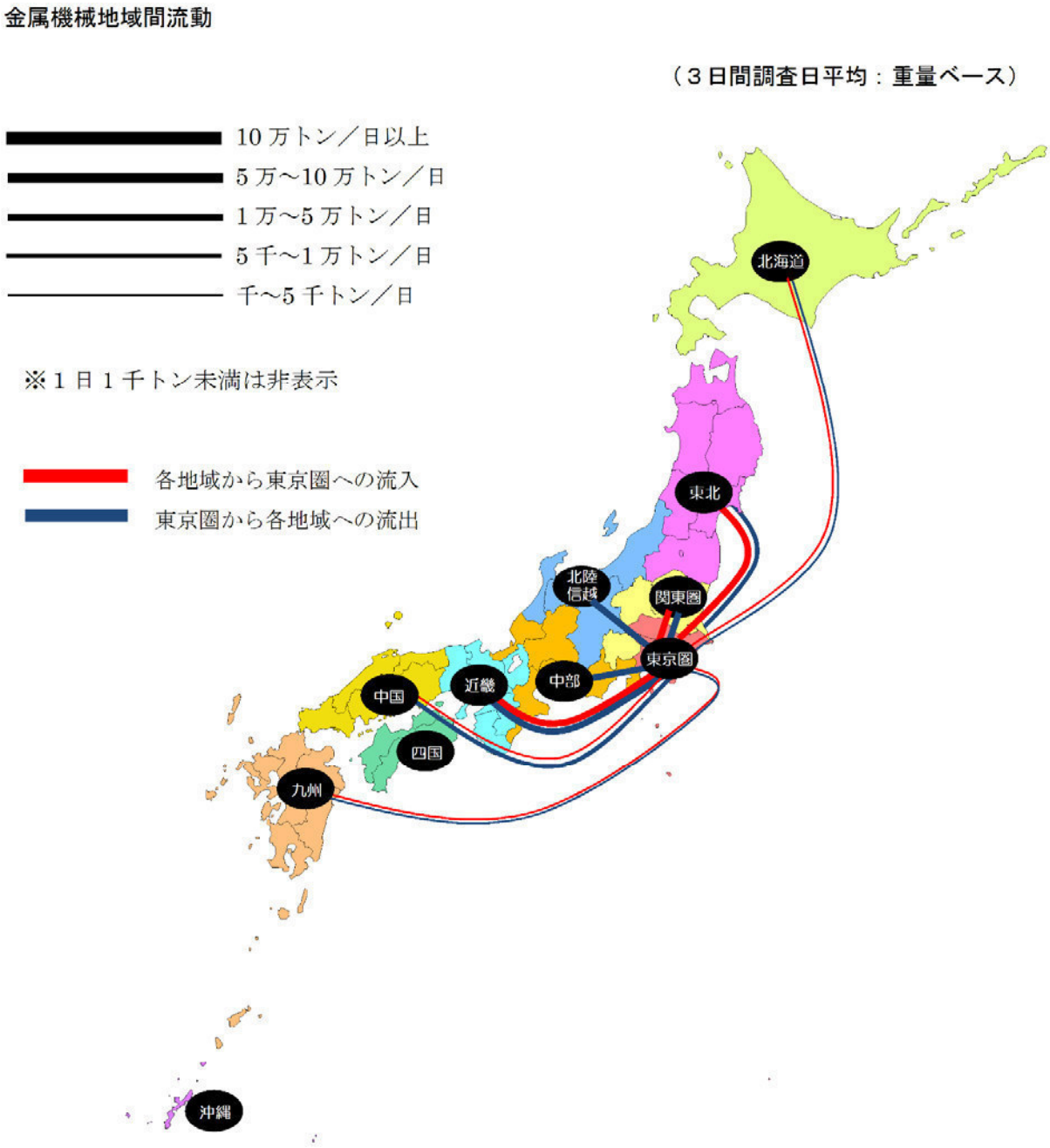


図 2.1.2.1-4　金属機械地域別間流動図

出典:「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査　2014 年調査」、国土交通省より作成

2.1.2.2　人流

実態調査(人流)の結果を**表2.1.2.2-1～表2.1.2.2-17**および**図2.1.2.2-1～図2.1.2.2-28**に示す。データの取りまとめに際して、各地域の構成は**表2.1.2.2-1**に示すとおりとする。なお、1)～6)に示した数値データは国土交通省の調査結果（以下のURL参照）によるものであり、自家用車による移動量は含まれていない。

参照した国土交通省URLはhttp://www.mlit.go.jp/k-toukei/cgi-bin/search.cgi

表 2.1.2.2-1　データ取りまとめにおける地域の構成

地　域	地域を構成する都道府県
北海道	北海道
東　北	青森，　岩手，　宮城，　秋田，　山形，　福島
首都圏	茨城，　栃木，　群馬，　埼玉，　千葉，　東京，　神奈川，　山梨
北陸信越	新潟，　富山，　石川．　長野
中　部	福井，　岐阜，　静岡，　愛知，　三重
近　畿	滋賀，　京都，　大阪，　兵庫，　奈良，　和歌山
中　国	鳥取，　島根，　岡山，　広島，　山口
四　国	徳島，　香川，　愛媛，　高知
九　州	福岡，　佐賀，　長崎，　熊本，　大分，　宮崎，　鹿児島
沖　縄	沖縄

1)　平成 24 年分_地域相互間旅客輸送人員表

表 2.1.2.2-2　地域相互間旅客輸送人員表①_全機関

全機関　平成24年分　地域相互間旅客輸送人員表(発・着)　（単位　：　１０００人）

発＼着	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	全国
北海道	787,130.0	1,167.7	6,836.0	195.1	700.0	1,352.4	74.4	0.0	215.1	22.2	797,692.9
東北	1,169.5	559,521.8	18,657.6	473.6	910.1	1,174.7	112.0	11.4	148.5	69.0	582,248.2
首都圏	6,841.3	18,116.7	17,336,643.9	18,373.7	33,511.7	25,252.0	5,861.9	2,612.5	9,613.2	2,893.5	17,459,720.3
北陸信越	193.8	952.3	18,055.8	420,222.3	3,126.5	4,789.8	242.8	41.2	285.8	50.1	447,960.3
中部	692.2	757.2	33,913.9	3,376.8	1,788,435.3	20,083.5	1,577.8	622.7	1,839.0	518.2	1,851,816.6
近畿	1,340.6	1,181.1	25,367.3	4,347.9	18,153.8	5,683,610.5	10,064.1	3,615.0	6,472.7	1,155.9	5,755,308.8
中国	71.8	109.3	5,850.5	230.7	1,421.3	10,436.5	576,536.1	4,767.2	7,562.8	118.1	607,104.3
四国	0.0	11.6	2,603.8	107.5	574.3	3,846.8	4,662.8	183,957.1	692.3	86.3	196,542.4
九州	211.0	149.7	9,654.4	282.2	1,847.9	6,500.3	7,149.8	696.5	1,278,141.6	981.7	1,305,614.9
沖縄	22.1	71.0	2,886.4	58.6	515.7	1,155.4	119.0	87.5	993.2	90,749.4	96,658.5
全国	797,672.4	582,038.3	17,460,469.7	447,668.3	1,849,196.5	5,758,201.8	606,400.8	196,411.2	1,305,964.0	96,644.4	29,100,667.2

全機関　平成24年分　流動量表(発着合計)　（単位　：　１０００人）

＼	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	787,130.0										787,130.0
東北	2,337.2	559,521.8									561,859.0
首都圏	13,677.4	36,774.3	17,336,643.9								17,387,095.5
北陸信越	388.9	1,425.9	36,429.5	420,222.3							458,466.5
中部	1,392.2	1,667.3	67,425.6	6,503.3	1,788,435.3						1,865,423.6
近畿	2,693.0	2,355.8	50,619.3	9,137.6	38,237.2	5,683,610.5					5,786,653.4
中国	146.2	221.4	11,712.4	473.5	2,999.1	20,500.6	576,536.1				612,589.3
四国	0.0	23.0	5,216.2	148.7	1,197.1	7,461.9	9,430.0	183,957.1			207,434.0
九州	426.1	298.1	19,267.6	567.9	3,686.9	12,973.0	14,712.6	1,388.8	1,278,141.6		1,331,462.4
沖縄	44.3	140.0	5,779.9	108.8	1,033.8	2,311.3	237.2	173.8	1,974.9	90,749.4	102,553.4
合計	808,235.2	602,427.5	17,533,094.4	437,162.1	1,835,589.4	5,726,857.2	600,915.8	185,519.7	1,280,116.5	90,749.4	29,100,667.2

表 2.1.2.2-3　地域相互間旅客輸送人員表②_JR 計

JR計　平成24年分　地域相互間旅客輸送人員表(発・着)　（単位　：　１０００人）

発＼着	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	全国
北海道	129,632.2	488.7	171.8	5.3	5.6	17.5	0.3	0.0	2.0	0.0	130,323.4
東北	499.7	175,803.8	15,217.1	355.8	522.8	373.7	91.9	11.4	16.1	0.0	192,892.3
首都圏	178.8	15,182.8	5,731,133.4	12,482.6	30,255.5	20,837.6	3,290.4	395.3	702.8	0.0	5,814,459.2
北陸信越	6.5	363.9	12,469.4	138,570.3	1,508.5	3,652.8	236.7	41.2	143.6	0.0	156,992.9
中部	5.3	512.1	30,418.5	1,520.1	361,978.0	9,667.5	1,188.6	201.1	927.1	0.0	406,418.3
近畿	20.7	377.8	20,947.3	3,396.2	9,686.7	1,440,680.9	7,658.0	810.4	4,019.3	0.0	1,487,597.3
中国	1.0	88.6	3,295.6	230.7	1,194.1	7,572.8	220,009.1	2,123.3	6,337.0	0.0	240,852.2
四国	0.0	11.6	382.2	40.3	203.1	804.5	2,089.9	37,516.6	198.5	0.0	41,246.7
九州	1.3	15.3	706.0	139.0	935.7	4,045.5	6,245.5	199.4	307,539.3	0.0	319,827.0
沖縄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
全国	130,345.5	192,844.6	5,814,741.3	156,740.3	406,290.0	1,487,652.8	240,810.4	41,298.7	319,885.7	0.0	8,790,609.3

JR計　平成24年分　流動量表(発着合計)　（単位　：　１０００人）

＼	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	129,632.2										129,632.2
東北	988.4	175,803.8									176,792.2
首都圏	350.6	30,399.9	5,731,133.4								5,761,883.9
北陸信越	11.8	719.7	24,952.0	138,570.3							164,253.8
中部	10.9	1,034.9	60,674.0	3,028.6	361,978.0						426,726.4
近畿	38.2	751.5	41,784.9	7,049.0	19,354.2	1,440,680.9					1,509,658.7
中国	1.3	180.5	6,586.0	467.4	2,382.7	15,230.8	220,009.1				244,857.8
四国	0.0	23.0	777.5	81.5	404.2	1,614.9	4,213.2	37,516.6			44,630.9
九州	3.3	31.4	1,408.8	282.6	1,862.8	8,064.8	12,582.5	397.9	307,539.3		332,173.4
沖縄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	131,036.7	208,944.7	5,867,316.6	149,479.4	385,981.9	1,465,591.4	236,804.8	37,914.5	307,539.3	0.0	8,790,609.3

表 2.1.2.2-4　地域相互間旅客輸送人員表③_JR 定期

JR定期　平成24年分　地域相互間旅客輸送人員表(発・着)　（単位　：　１０００人）

発＼着	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	全国
北海道	76,224.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	76,224.4
東北	0.0	120,785.6	706.4	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	121,500.4
首都圏	0.0	706.4	3,585,381.0	614.5	5,253.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3,591,955.5
北陸信越	0.0	8.4	614.5	102,710.4	45.3	90.4	0.0	0.0	0.0	0.0	103,469.0
中部	0.0	0.0	5,253.6	45.3	242,081.7	1,093.2	0.0	0.0	0.0	0.0	248,473.8
近畿	0.0	0.0	0.0	90.4	1,093.2	943,184.5	920.2	1.2	0.0	0.0	945,289.5
中国	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	920.2	150,020.5	824.0	2,163.1	0.0	153,927.8
四国	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	824.0	26,865.3	0.0	0.0	27,690.5
九州	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2,163.1	0.0	202,977.5	0.0	205,140.6
沖縄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
全国	76,224.4	121,500.4	3,591,955.5	103,469.0	248,473.8	945,289.5	153,927.8	27,690.5	205,140.6	0.0	5,473,671.5

JR定期　平成24年分　流動量表(発着合計)　（単位　：　１０００人）

＼	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	76,224.4										76,224.4
東北	0.0	120,785.6									120,785.6
首都圏	0.0	1,412.8	3,585,381.0								3,586,793.8
北陸信越	0.0	16.8	1,229.0	102,710.4							103,956.2
中部	0.0	0.0	10,507.2	90.6	242,081.7						252,679.5
近畿	0.0	0.0	0.0	180.8	2,186.4	943,184.5					945,551.7
中国	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,840.4	150,020.5				151,860.9
四国	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	1,648.0	26,865.3			28,515.7
九州	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4,326.2	0.0	202,977.5		207,303.7
沖縄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	76,224.4	122,215.2	3,597,117.2	102,981.8	244,268.1	945,027.3	155,994.7	26,865.3	202,977.5	0.0	5,473,671.5

表 2.1.2.2-5　地域相互間旅客輸送人員表④_JR 定期外

JR定期外　平成24年分　地域相互間旅客輸送人員表(発・着)　（単位　：　１０００人）

発＼着	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	全国
北海道	53,407.8	488.7	171.8	5.3	5.6	17.5	0.3	0.0	2.0	0.0	54,099.0
東北	499.7	55,018.2	14,510.7	347.4	522.8	373.7	91.9	11.4	16.1	0.0	71,391.9
首都圏	178.8	14,476.4	2,145,752.4	11,868.1	25,001.9	20,837.6	3,290.4	395.3	702.8	0.0	2,222,503.7
北陸信越	6.5	355.5	11,854.9	35,859.9	1,463.2	3,562.4	236.7	41.2	143.6	0.0	53,523.9
中部	5.3	512.1	25,164.9	1,474.8	119,896.3	8,574.3	1,188.6	201.1	927.1	0.0	157,944.5
近畿	20.7	377.8	20,947.3	3,305.8	8,593.5	497,496.4	6,737.8	809.2	4,019.3	0.0	542,307.8
中国	1.0	88.6	3,295.6	230.7	1,194.1	6,652.6	69,988.6	1,299.3	4,173.9	0.0	86,924.4
四国	0.0	11.6	382.2	40.3	203.1	803.3	1,265.9	10,651.3	198.5	0.0	13,556.2
九州	1.3	15.3	706.0	139.0	935.7	4,045.5	4,082.4	199.4	104,561.8	0.0	114,686.4
沖縄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
全国	54,121.1	71,344.2	2,222,785.8	53,271.3	157,816.2	542,363.3	86,882.6	13,608.2	114,745.1	0.0	3,316,937.8

JR定期外　平成24年分　流動量表(発着合計)　（単位　：　１０００人）

＼	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	53,407.8										53,407.8
東北	988.4	55,018.2									56,006.6
首都圏	350.6	28,987.1	2,145,752.4								2,175,090.1
北陸信越	11.8	702.9	23,723.0	35,859.9							60,297.6
中部	10.9	1,034.9	50,166.8	2,938.0	119,896.3						174,046.9
近畿	38.2	751.5	41,784.9	6,868.2	17,167.8	497,496.4					564,107.0
中国	1.3	180.5	6,586.0	467.4	2,382.7	13,390.4	69,988.6				92,996.9
四国	0.0	23.0	777.5	81.5	404.2	1,612.5	2,565.2	10,651.3			16,115.2
九州	3.3	31.4	1,408.8	282.6	1,862.8	8,064.8	8,256.3	397.9	104,561.8		124,869.7
沖縄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	54,812.3	86,729.5	2,270,199.4	46,497.6	141,713.8	520,564.1	80,810.1	11,049.2	104,561.8	0.0	3,316,937.8

表 2.1.2.2-6　地域相互間旅客輸送人員表⑤_民鉄計

民鉄計　　平成24年分　地域相互間旅客輸送人員表(発・着)　　(単位　：　１０００人)

発＼着	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	全国
北海道	219,388.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	219,388.0
東北	0.0	76,153.0	97.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	76,250.3
首都圏	0.0	100.3	9,089,470.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9,089,570.7
北陸信越	0.0	0.0	0.0	49,120.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49,120.0
中部	0.0	0.0	0.0	0.0	978,101.4	6,236.8	0.0	0.0	0.0	0.0	984,338.2
近畿	0.0	0.0	0.0	0.0	6,199.4	3,223,375.4	453.3	0.0	0.0	0.0	3,230,028.0
中国	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	457.3	75,196.5	0.0	0.0	0.0	75,653.8
四国	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38,951.0	0.0	0.0	38,951.0
九州	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	300,213.0	0.0	300,213.0
沖縄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14,228.0	14,228.0
全国	219,388.0	76,253.3	9,089,567.7	49,120.0	984,300.8	3,230,069.4	75,649.8	38,951.0	300,213.0	14,228.0	14,077,741.0

民鉄計　　平成24年分　流動量表(発着合計)　　(単位　：　１０００人)

＼	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	219,388.0										219,388.0
東北	0.0	76,153.0									76,153.0
首都圏	0.0	197.5	9,089,470.5								9,089,668.0
北陸信越	0.0	0.0	0.0	49,120.0							49,120.0
中部	0.0	0.0	0.0	0.0	978,101.4						978,101.4
近畿	0.0	0.0	0.0	0.0	12,436.2	3,223,375.4					3,235,811.6
中国	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	910.5	75,196.5				76,107.1
四国	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38,951.0			38,951.0
九州	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	300,213.0		300,213.0
沖縄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14,228.0	14,228.0
合計	219,388.0	76,350.5	9,089,470.5	49,120.0	990,537.6	3,224,285.9	75,196.5	38,951.0	300,213.0	14,228.0	14,077,741.0

表 2.1.2.2-7　地域相互間旅客輸送人員表⑥_民鉄定期

民鉄定期　　平成24年分　地域相互間旅客輸送人員表(発・着)　　(単位　：　１０００人)

発＼着	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	全国
北海道	59,657.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59,657.0
東北	0.0	37,438.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37,438.5
首都圏	0.0	0.5	5,346,883.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5,346,883.5
北陸信越	0.0	0.0	0.0	25,884.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25,884.0
中部	0.0	0.0	0.0	0.0	562,155.7	2,545.1	0.0	0.0	0.0	0.0	564,700.8
近畿	0.0	0.0	0.0	0.0	2,545.1	1,541,976.2	2.9	0.0	0.0	0.0	1,544,524.2
中国	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	23,405.1	0.0	0.0	0.0	23,408.0
四国	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17,927.0	0.0	0.0	17,927.0
九州	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	135,767.0	0.0	135,767.0
沖縄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2,309.0	2,309.0
全国	59,657.0	37,438.5	5,346,883.5	25,884.0	564,700.8	1,544,524.2	23,408.0	17,927.0	135,767.0	2,309.0	7,758,499.0

民鉄定期　　平成24年分　流動量表(発着合計)　　(単位　：　１０００人)

＼	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	59,657.0										59,657.0
東北	0.0	37,438.0									37,438.0
首都圏	0.0	1.0	5,346,883.0								5,346,884.0
北陸信越	0.0	0.0	0.0	25,884.0							25,884.0
中部	0.0	0.0	0.0	0.0	562,155.7						562,155.7
近畿	0.0	0.0	0.0	0.0	5,090.3	1,541,976.2					1,547,066.4
中国	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	23,405.1				23,410.9
四国	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17,927.0			17,927.0
九州	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	135,767.0		135,767.0
沖縄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2,309.0	2,309.0
合計	59,657.0	37,439.0	5,346,883.0	25,884.0	567,245.9	1,541,982.0	23,405.1	17,927.0	135,767.0	2,309.0	7,758,499.0

表 2.1.2.2-8　地域相互間旅客輸送人員表⑦_民鉄定期外

民鉄定期外　　平成24年分　地域相互間旅客輸送人員表(発・着)　　(単位　：　１０００人)

発＼着	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	全国
北海道	159,731.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	159,731.0
東北	0.0	38,715.0	96.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38,811.8
首都圏	0.0	99.8	3,742,587.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3,742,687.2
北陸信越	0.0	0.0	0.0	23,236.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23,236.0
中部	0.0	0.0	0.0	0.0	415,945.7	3,691.7	0.0	0.0	0.0	0.0	419,637.4
近畿	0.0	0.0	0.0	0.0	3,654.2	1,681,399.2	450.3	0.0	0.0	0.0	1,685,503.8
中国	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	454.3	51,791.5	0.0	0.0	0.0	52,245.8
四国	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21,024.9	0.0	0.0	21,024.9
九州	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	164,446.0	0.0	164,446.0
沖縄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11,919.0	11,919.0
全国	159,731.0	38,814.8	3,742,684.2	23,236.0	419,600.0	1,685,545.2	52,241.8	21,024.0	164,446.0	11,919.0	6,319,242.0

民鉄定期外　　平成24年分　流動量表(発着合計)　　(単位　：　１０００人)

＼	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	159,731.0										159,731.0
東北	0.0	38,715.0									38,715.0
首都圏	0.0	196.6	3,742,587.4								3,742,784.0
北陸信越	0.0	0.0	0.0	23,236.0							23,236.0
中部	0.0	0.0	0.0	0.0	415,945.7						415,945.7
近畿	0.0	0.0	0.0	0.0	7,345.9	1,681,399.2					1,688,745.1
中国	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	904.7	51,791.5				52,696.2
四国	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21,024.0			21,024.0
九州	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	164,446.0		164,446.0
沖縄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11,919.0	11,919.0
合計	159,731.0	38,911.6	3,742,587.4	23,236.0	423,291.6	1,682,303.9	51,791.5	21,024.0	164,446.0	11,919.0	6,319,242.0

表 2.1.2.2-9　地域相互間旅客輸送人員表⑧_自動車計

自動車計　平成24年分　地域相互間旅客輸送人員表(発・着)　（単位　：　１０００人）

発＼着	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	全国
北海道	436,085.4	0.0	6.1	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	436,097.6
東北	0.0	305,563.7	2,349.1	103.6	144.1	20.6	0.0	0.0	0.0	0.0	308,180.9
首都圏	6.1	1,829.8	2,507,400.1	4,615.9	3,002.8	602.3	99.0	106.7	7.0	0.0	2,517,669.5
北陸信越	6.1	570.9	4,318.1	230,272.2	1,569.2	961.0	6.1	0.0	0.0	0.0	237,704.0
中部	0.0	3.7	3,247.6	1,807.2	444,016.3	4,179.1	389.2	372.7	16.9	0.0	454,032.8
近畿	0.0	21.5	521.8	777.6	2,267.7	1,012,012.7	1,857.2	2,229.8	56.8	0.0	1,019,745.2
中国	0.0	0.0	106.5	0.0	227.3	2,309.6	265,589.6	791.2	924.8	0.0	269,949.0
四国	0.0	0.0	111.7	67.2	322.1	2,407.8	1,071.7	103,150.4	195.0	0.0	107,326.2
九州	0.0	0.0	7.0	0.0	16.4	53.3	619.6	194.9	655,293.6	6.1	656,190.7
沖縄	0.0	0.0	0.0	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	69,891.9	69,910.2
全国	436,097.6	307,990.0	2,518,067.5	237,656.0	451,566.0	1,022,546.7	269,632.2	106,846.0	656,506.1	69,898.0	6,076,806.0

自動車計　平成24年分　流動量表(発着合計)　（単位　：　１０００人）

＼	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	436,085.4										436,085.4
東北	0.0	305,563.7									305,563.7
首都圏	12.2	4,178.9	2,507,400.1								2,511,591.2
北陸信越	12.2	674.5	8,934.0	230,272.2							239,892.9
中部	0.0	147.8	6,250.4	3,376.4	444,016.3						453,790.9
近畿	0.0	42.1	1,124.1	1,738.6	6,446.8	1,012,012.7					1,021,364.3
中国	0.0	0.0	205.5	6.1	616.5	4,166.8	265,589.6				270,584.5
四国	0.0	0.0	218.4	67.2	694.8	4,637.6	1,862.9	103,150.4			110,631.3
九州	0.0	0.0	14.0	0.0	33.3	110.1	1,544.4	389.9	655,293.6		657,385.3
沖縄	0.0	0.0	0.0	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	18.3	69,891.9	69,916.3
合計	436,109.8	310,607.0	2,524,146.5	235,466.6	451,807.7	1,020,927.2	268,996.9	103,540.3	655,311.9	69,891.9	6,076,805.8

表 2.1.2.2-10　地域相互間旅客輸送人員表⑨_乗合バス

乗合バス　平成24年分　地域相互間旅客輸送人員表(発・着)　（単位　：　１０００人）

発＼着	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	全国
北海道	183,999.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	183,999.5
東北	0.0	165,210.2	735.7	97.5	3.7	20.6	0.0	0.0	0.0	0.0	166,067.5
首都圏	0.0	763.8	1,888,400.2	1,240.9	1,283.9	417.1	99.0	106.7	7.0	0.0	1,892,318.4
北陸信越	0.0	96.3	1,205.1	103,631.3	473.2	178.8	0.0	0.0	0.0	0.0	105,585.1
中部	0.0	3.7	1,273.7	474.3	310,485.2	387.2	31.0	27.9	16.9	0.0	312,700.0
近畿	0.0	21.5	409.9	173.2	373.5	752,340.2	1,072.9	1,661.1	56.8	0.0	756,109.2
中国	0.0	0.0	100.4	0.0	30.3	1,082.0	167,006.4	244.9	223.9	0.0	168,687.9
四国	0.0	0.0	111.7	0.0	26.5	1,658.9	247.9	30,737.7	15.9	0.0	32,798.9
九州	0.0	0.0	7.0	0.0	16.4	53.3	221.2	15.8	479,371.1	0.0	479,684.6
沖縄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27,046.0	27,046.0
全国	183,999.5	166,095.9	1,892,243.2	105,617.3	312,692.8	756,138.4	168,678.2	32,794.4	479,691.4	27,046.0	4,124,997.0

乗合バス　平成24年分　流動量表(発着合計)　（単位　：　１０００人）

＼	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	183,999.5										183,999.5
東北	0.0	165,210.2									165,210.2
首都圏	0.0	1,499.5	1,888,400.2								1,889,899.7
北陸信越	0.0	193.8	2,446.0	103,631.3							106,271.1
中部	0.0	7.4	2,557.6	947.5	310,485.2						313,997.7
近畿	0.0	42.1	827.0	352.0	760.7	752,340.2					754,322.0
中国	0.0	0.0	199.4	0.0	61.3	2,154.9	167,006.4				169,422.0
四国	0.0	0.0	218.4	0.0	54.4	3,320.0	492.8	30,737.7			34,823.3
九州	0.0	0.0	14.0	0.0	33.3	110.1	445.1	31.7	479,371.1		480,005.3
沖縄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27,046.0	27,046.0
合計	183,999.5	166,953.0	1,894,662.6	104,930.8	311,394.9	757,925.2	167,944.3	30,769.4	479,371.1	27,046.0	4,124,996.8

表 2.1.2.2-11　地域相互間旅客輸送人員表⑩_貸切バス

貸切バス　平成24年分　地域相互間旅客輸送人員表(発・着)　（単位　：　１０００人）

発＼着	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	全国
北海道	14,793.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14,793.1
東北	0.0	29,626.7	1,607.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31,234.0
首都圏	0.0	1,047.7	106,472.4	3,344.5	1,535.8	179.1	0.0	0.0	0.0	0.0	112,579.5
北陸信越	0.0	474.6	3,058.1	22,579.2	998.4	702.9	0.0	0.0	0.0	0.0	27,813.2
中部	0.0	0.0	1,858.0	1,253.6	31,135.8	3,743.1	358.2	344.8	0.0	0.0	38,693.5
近畿	0.0	0.0	111.9	604.4	1,875.9	39,445.7	747.7	568.7	0.0	0.0	43,354.3
中国	0.0	0.0	0.0	0.0	197.0	1,191.0	13,015.7	546.3	658.2	0.0	15,608.2
四国	0.0	0.0	0.0	67.2	295.6	694.0	823.8	5,852.0	179.1	0.0	7,911.7
九州	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	331.3	179.1	12,527.2	0.0	13,037.6
沖縄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7,230.9	7,230.9
全国	14,793.1	31,149.0	113,107.7	27,848.9	36,038.5	45,955.8	15,276.7	7,490.9	13,364.5	7,230.9	312,256.0

貸切バス　平成24年分　流動量表(発着合計)　（単位　：　１０００人）

＼	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	14,793.1										14,793.1
東北	0.0	29,626.7									29,626.7
首都圏	0.0	2,655.0	106,472.4								109,127.4
北陸信越	0.0	474.6	6,402.6	22,579.2							29,456.4
中部	0.0	0.0	3,393.8	2,252.0	31,135.8						36,781.6
近畿	0.0	0.0	291.0	1,307.3	5,619.0	39,445.7					46,663.0
中国	0.0	0.0	0.0	0.0	555.2	1,938.7	13,015.7				15,509.6
四国	0.0	0.0	0.0	67.2	640.4	1,262.7	1,370.1	5,852.0			9,192.4
九州	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	989.5	358.2	12,527.2		13,874.9
沖縄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7,230.9	7,230.9
合計	14,793.1	32,756.3	116,559.8	26,205.7	37,950.4	42,647.1	15,375.3	6,210.2	12,527.2	7,230.9	312,256.0

表 2.1.2.2-12　地域相互間旅客輸送人員表⑪_営業用乗用車

営業用乗用車　平成24年分　地域相互間旅客輸送人員表(発・着)　（単位　：　１０００人）

発＼着	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	全国
北海道	237,292.8	0.0	6.1	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	237,305.0
東北	0.0	110,726.8	6.1	6.1	140.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	110,879.4
首都圏	6.1	18.3	512,527.5	30.5	183.1	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	512,771.6
北陸信越	6.1	0.0	54.9	104,061.7	97.6	79.3	6.1	0.0	0.0	0.0	104,305.7
中部	0.0	0.0	115.9	79.3	102,395.3	48.8	0.0	0.0	0.0	0.0	102,639.3
近畿	0.0	0.0	0.0	0.0	18.3	220,226.8	36.6	0.0	0.0	0.0	220,281.7
中国	0.0	0.0	6.1	0.0	0.0	36.6	85,567.5	0.0	42.7	0.0	85,652.9
四国	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	54.9	0.0	66,560.7	0.0	0.0	66,615.6
九州	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.1	0.0	163,395.3	6.1	163,468.5
沖縄	0.0	0.0	0.0	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	35,615.0	35,633.3
全国	237,305.0	110,745.1	512,716.6	104,189.8	102,834.7	220,452.5	85,677.3	66,560.7	163,450.2	35,621.1	1,639,553.0

営業用乗用車　平成24年分　流動量表(発着合計)　（単位　：　１０００人）

	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	237,292.8										237,292.8
東北	0.0	110,726.8									110,726.8
首都圏	12.2	24.4	512,527.5								512,564.1
北陸信越	12.2	6.1	85.4	104,061.7							104,165.4
中部	0.0	140.4	299.0	176.9	102,395.3						103,011.6
近畿	0.0	0.0	6.1	79.3	67.1	220,226.8					220,379.3
中国	0.0	0.0	6.1	6.1	0.0	73.2	85,567.5				85,652.9
四国	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	54.9	0.0	66,560.7			66,615.6
九州	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	109.8	0.0	163,395.3		163,505.1
沖縄	0.0	0.0	0.0	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	18.3	35,615.0	35,639.4
合計	237,317.2	110,897.7	512,924.1	104,330.1	102,462.4	220,354.9	85,677.3	66,560.7	163,413.6	35,615.0	1,639,553.0

表 2.1.2.2-13　地域相互間旅客輸送人員表⑫_旅客船

旅客船　平成24年分　地域相互間旅客輸送人員表(発・着)　（単位　：　１０００人）

発＼着	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	全国
北海道	1,433.0	183.4	58.5	25.3	8.0	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1,715.7
東北	179.9	2,001.2	0.0	1.1	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2,196.7
首都圏	58.2	0.0	8,355.9	0.0	65.5	0.0	0.0	2.6	1.6	0.5	8,484.4
北陸信越	26.4	4.2	0.0	2,259.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2,290.2
中部	8.0	13.6	55.3	0.0	4,339.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4,416.4
近畿	9.2	0.0	0.0	0.0	0.0	7,515.5	19.0	188.9	297.7	0.9	8,031.3
中国	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.7	15,726.8	1,852.6	284.6	0.0	17,884.7
四国	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	257.0	1,501.1	4,338.9	197.1	0.0	6,296.3
九州	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	304.6	267.6	200.9	13,415.8	35.1	14,225.7
沖縄	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	37.3	3,934.9	3,973.0
全国	1,714.7	2,202.4	8,474.0	2,286.1	4,427.6	8,105.7	17,514.6	6,584.0	14,234.1	3,971.4	69,514.6

旅客船　平成24年分　流動量表(発着合計)　（単位　：　１０００人）

	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	1,433.0										1,433.0
東北	363.4	2,001.2									2,364.6
首都圏	116.7	0.0	8,355.9								8,472.7
北陸信越	51.7	5.2	0.0	2,259.7							2,316.6
中部	16.0	28.1	120.8	0.0	4,339.5						4,504.4
近畿	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	7,515.5					7,532.1
中国	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.8	15,726.8				15,766.6
四国	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0	445.9	3,353.8	4,338.9			8,143.3
九州	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	602.3	552.2	398.0	13,415.8		14,971.7
沖縄	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	72.4	3,934.9	4,009.6
合計	1,997.5	2,034.6	8,485.7	2,259.7	4,339.5	8,604.9	19,632.8	4,736.9	13,488.2	3,934.9	69,514.6

表 2.1.2.2-14　地域相互間旅客輸送人員表⑬_航空

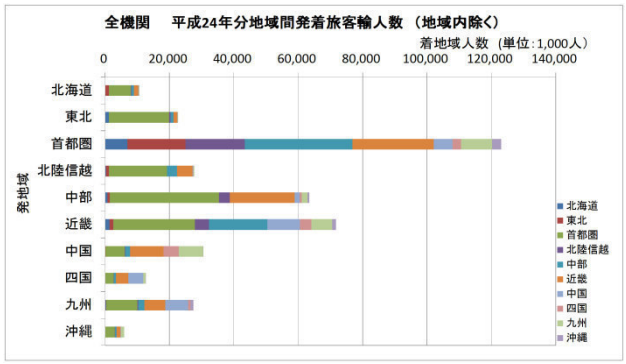
航空　平成24年分　地域相互間旅客輸送人員表(発・着)　（単位　：　１０００人）

発＼着	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	全国
北海道	591.4	495.6	6,599.6	158.4	686.4	1,327.4	74.1	0.0	213.1	22.2	10,168.2
東北	489.9	0.0	994.3	13.3	228.7	780.3	20.1	0.0	132.4	69.0	2,728.0
首都圏	6,598.2	1,003.7	284.2	1,275.1	187.9	3,812.2	2,472.5	2,107.8	8,901.8	2,893.0	29,536.5
北陸信越	154.8	13.3	1,268.3	0.0	48.6	175.8	0.0	0.0	142.2	50.1	1,853.1
中部	678.9	227.8	192.5	49.5	0.0	0.0	0.0	48.9	895.1	518.2	2,610.9
近畿	1,310.7	781.8	3,898.3	174.0	0.0	25.9	76.6	386.1	2,098.8	1,154.9	9,907.1
中国	70.8	20.7	2,448.4	0.0	0.0	76.3	14.1	0.0	16.3	118.1	2,764.7
四国	0.0	0.0	2,107.8	0.0	49.1	377.5	0.0	0.0	101.6	86.3	2,722.2
九州	209.7	134.4	8,939.7	143.2	895.8	2,096.9	17.1	101.3	1,680.0	940.5	15,158.5
沖縄	22.1	71.0	2,886.1	52.5	515.7	1,154.9	119.0	87.5	943.8	2,694.7	8,547.3
全国	10,126.5	2,748.1	29,619.1	1,866.0	2,612.2	9,827.2	2,793.7	2,731.6	15,125.0	8,546.9	85,996.3

航空　平成24年分　流動量表(発着合計)　（単位　：　１０００人）

	北海道	東北	首都圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	591.4										591.4
東北	985.4	0.0									985.4
首都圏	13,197.8	1,998.0	284.2								15,480.0
北陸信越	313.2	26.6	2,543.4	0.0							2,883.1
中部	1,365.3	456.4	380.4	98.1	0.0						2,300.3
近畿	2,638.1	1,562.1	7,710.5	349.9	0.0	25.9					12,286.5
中国	144.9	40.9	4,920.9	0.0	0.0	152.9	14.1				5,273.6
四国	0.0	0.0	4,215.6	0.0	98.0	763.5	0.0	0.0			5,077.1
九州	422.8	266.7	17,841.5	285.3	1,790.9	4,195.7	33.4	202.9	1,680.0		26,719.3
沖縄	44.3	140.0	5,779.1	102.7	1,033.8	2,309.8	237.2	173.8	1,884.2	2,694.7	14,399.5
合計	19,703.3	4,490.7	43,675.6	835.9	2,922.7	7,447.8	284.7	376.7	3,564.3	2,694.7	85,996.3

2)　平成 24 年分_地域相互間旅客輸送人員グラフ



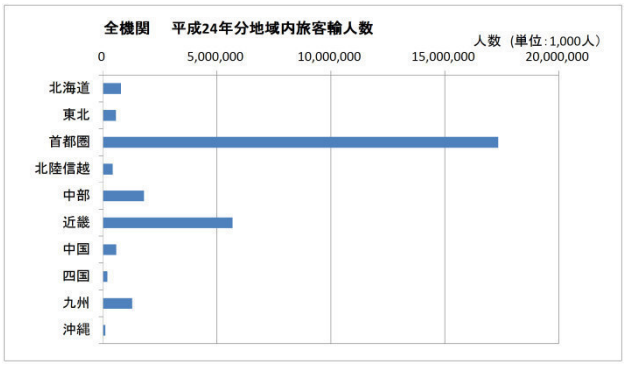
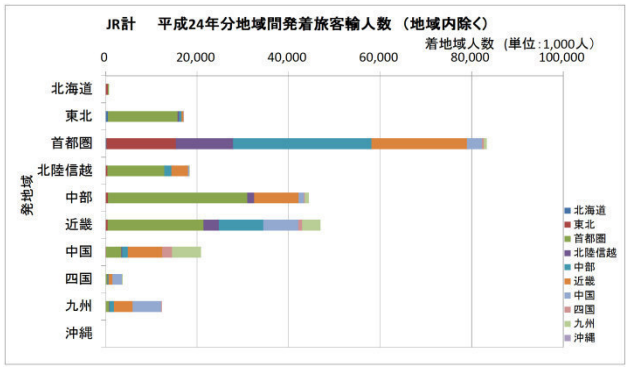


図 2.1.2.2-1　地域相互間（左図）地域内（右図）旅客輸送人員グラフ①_全機関



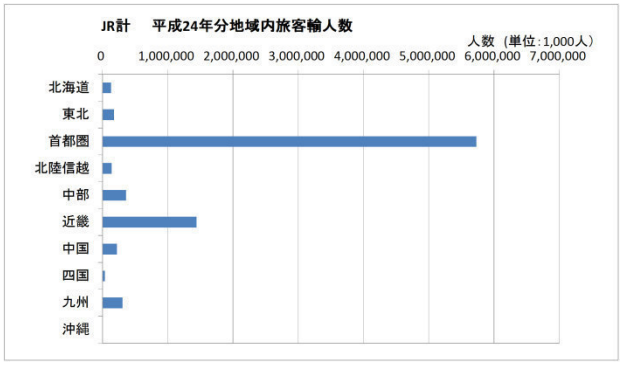
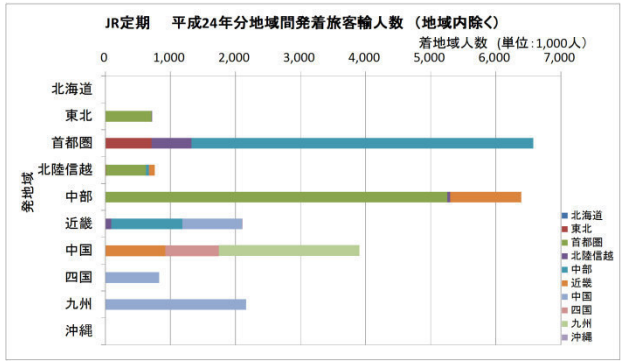


図 2.1.2.2-2　地域相互間（左図）地域内（右図）旅客輸送人員グラフ②_JR 計



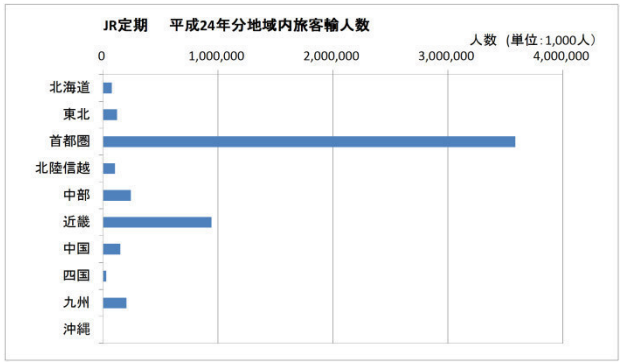
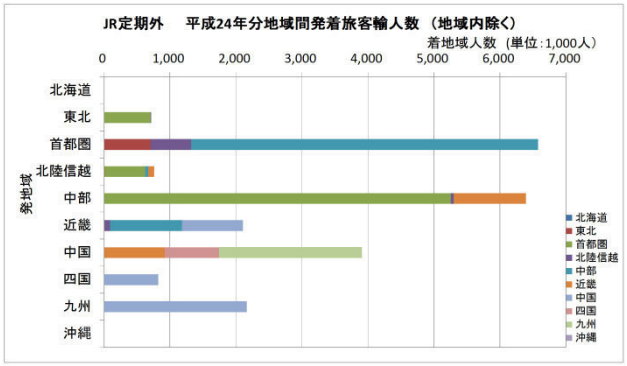


図 2.1.2.2-3　地域相互間（左図）地域内（右図）旅客輸送人員グラフ③_JR 定期



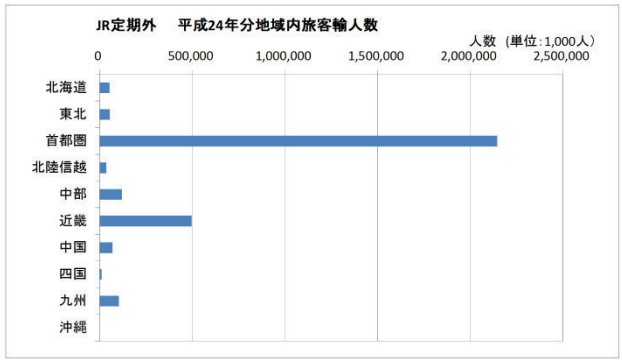
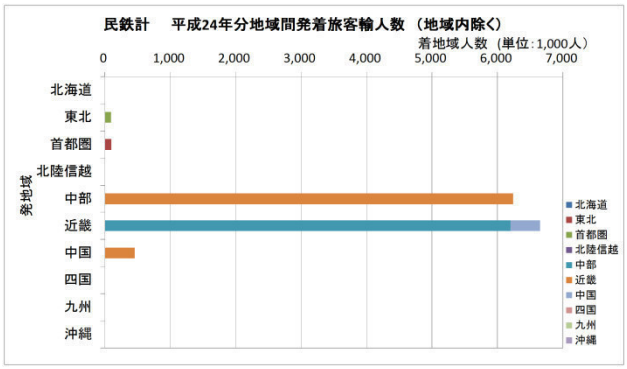


図 2.1.2.2-4　地域相互間（左図）地域内（右図）旅客輸送人員グラフ④_JR 定期外



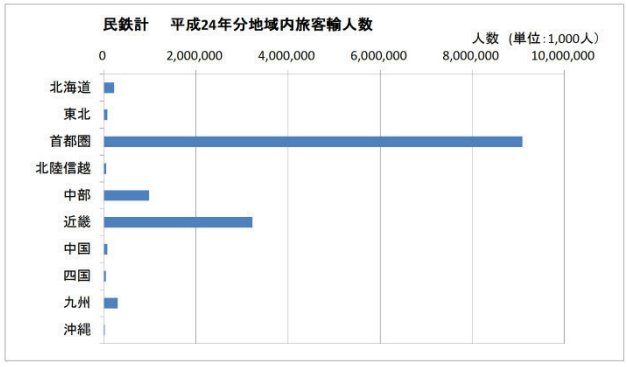
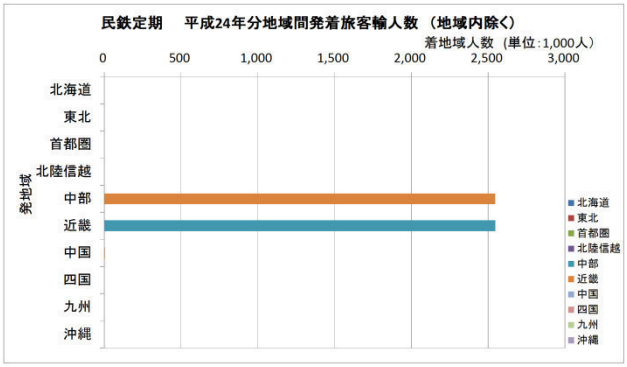


図 2.1.2.2-5　地域相互間（左図）地域内（右図）旅客輸送人員グラフ⑤_民鉄計



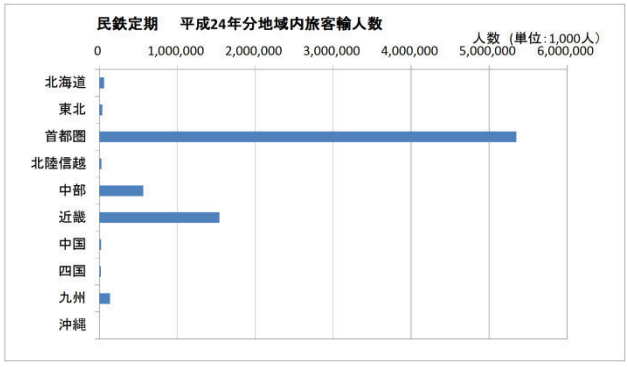
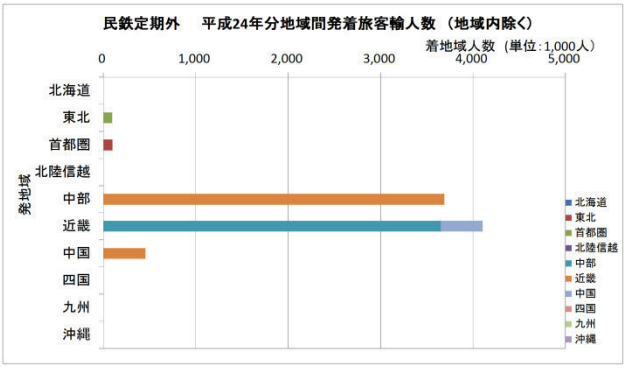


図 2.1.2.2-6　地域相互間（左図）地域内（右図）旅客輸送人員グラフ⑥_民鉄定期外



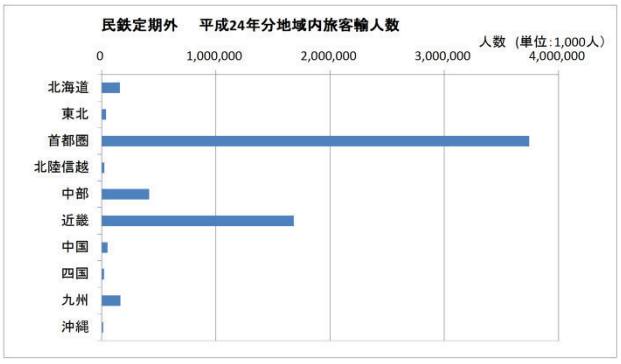
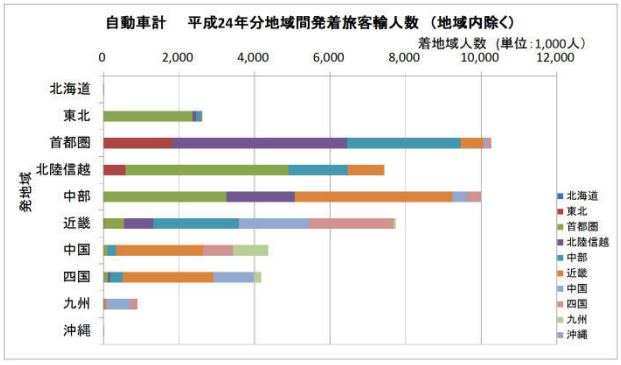


図 2.1.2.2-7　地域相互間（左図）地域内（右図）旅客輸送人員グラフ⑦_民鉄定期外



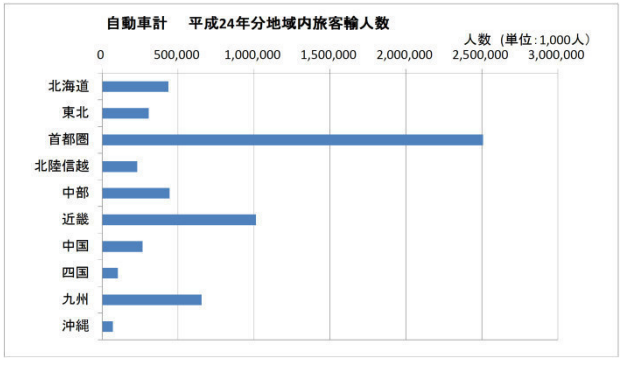
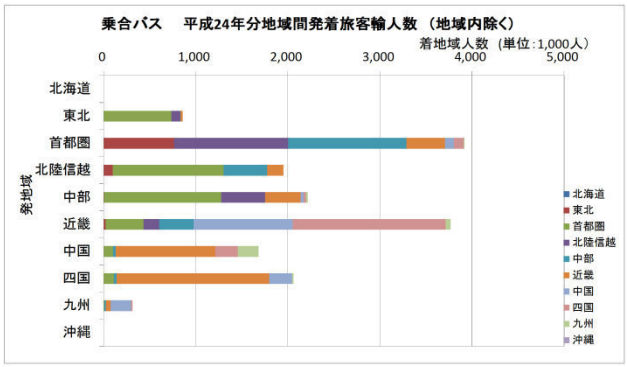


図 2.1.2.2-8　地域相互間（左図）地域内（右図）旅客輸送人員グラフ⑧_自動車計



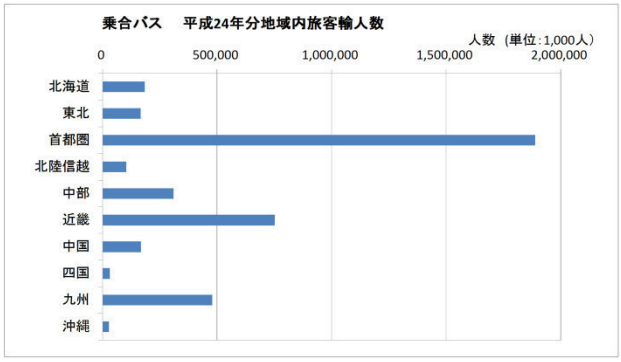
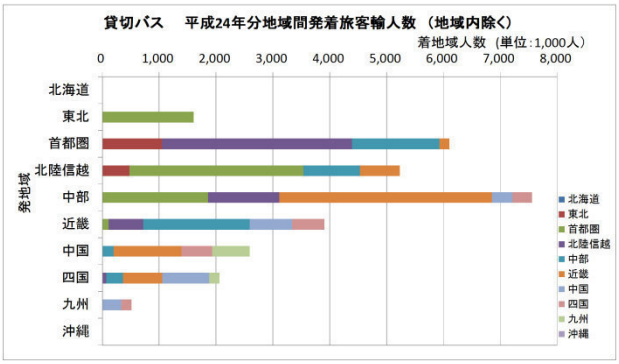


図 2.1.2.2-9　地域相互間（左図）地域内（右図）旅客輸送人員グラフ⑨_乗合バス



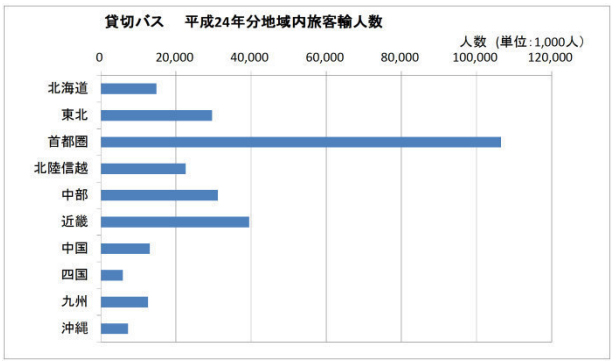
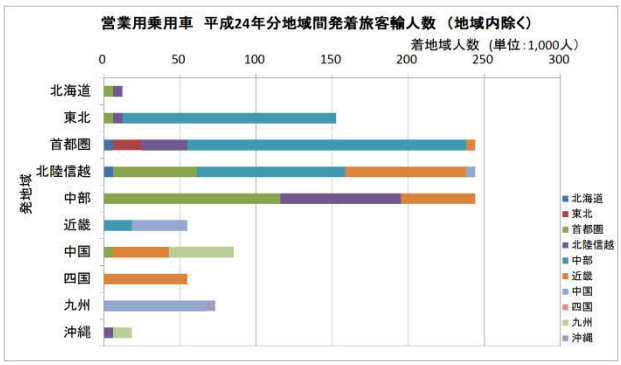


図 2.1.2.2-10　地域相互間（左図）地域内（右図）旅客輸送人員グラフ⑩_貸切バス



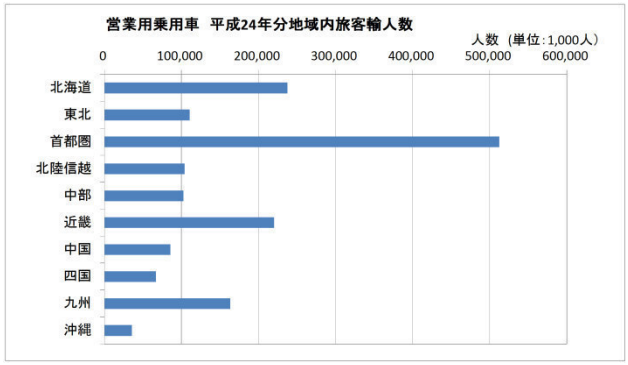
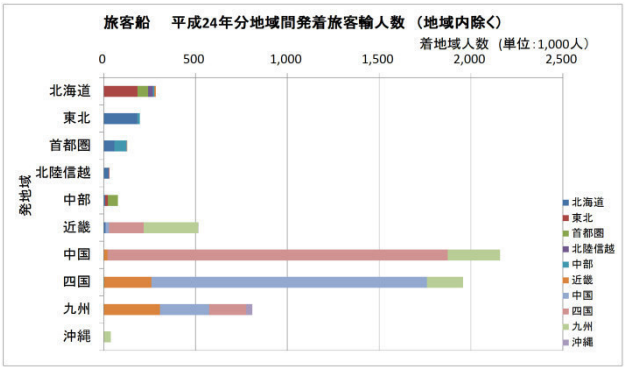


図 2.1.2.2-11　地域相互間（左図）地域内（右図）旅客輸送人員グラフ⑪_営業用乗用車



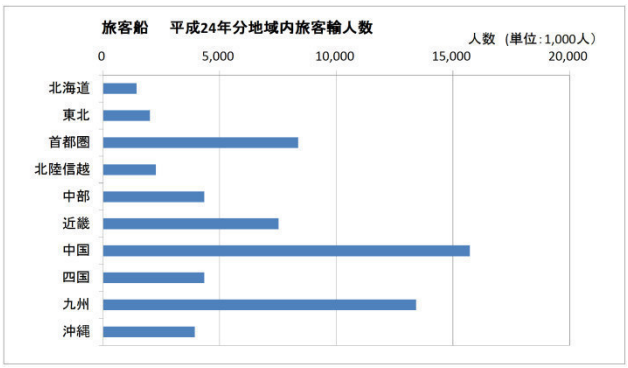


図 2.1.2.2-12　地域相互間（左図）地域内（右図）旅客輸送人員グラフ⑫_旅客船

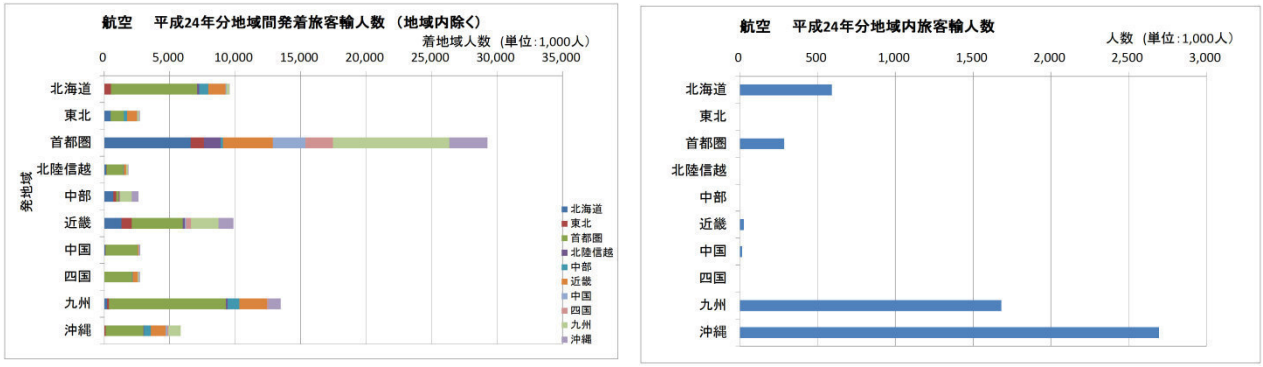


図 2.1.2.2-13　地域相互間（左図）地域内（右図）旅客輸送人員グラフ⑬_航空

3)　各機関の旅客輸送人員変遷表

表 2.1.2.2-15　各機関の旅客輸送人員変遷表

旅客輸送人員数の変遷　　（単位：　1000人

	ＪＲ	民鉄	自動車	旅客船	航空	全機関
2012	8,790,609.3	14,077,741.0	6,076,806.0	69,514.6	85,996.3	29,100,667.2
2011	8,669,485.1	13,794,938.0	6,073,486.0	67,845.3	79,051.6	28,684,806.0
2010	8,651,426.1	13,850,688.0	6,241,393.0	68,081.4	82,210.9	28,893,799.4
2009	8,672,749.6	13,883,759.0	6,424,629.0	74,093.0	83,872.0	29,139,102.7
2008	8,803,095.4	13,991,648.0	6,631,993.0	78,347.8	90,661.7	29,595,745.9
2007	8,806,635.5	13,852,757.0	6,697,498.0	78,667.5	94,848.9	29,530,406.9
2006	8,605,017.4	13,465,275.0	6,746,618.0	77,059.6	96,970.5	28,990,940.5
2005	8,506,289.8	13,279,958.0	6,762,778.0	77,641.2	94,489.8	28,721,157.1
2004	8,445,343.9	13,068,211.0	6,869,903.0	78,278.8	93,738.5	28,555,476.8
2003	8,478,097.2	13,115,683.0	7,077,781.0	82,940.9	95,487.1	28,849,989.2
2002	8,426,984.2	12,973,607.0	7,141,340.9	82,812.9	96,662.1	28,721,407.1
2001	8,456,604.6	13,069,839.0	7,237,689.0	83,613.1	94,579.4	28,942,325.1
2000	8,477,578.3	12,975,781.0	7,490,823.0	86,304.1	92,872.7	29,123,359.0

4)　各機関の旅客輸送数変遷グラフ

旅客船と自動車(自家用車除く)は 2000 年以降概ね単調に減少を続けているが、それ以外の機関では、2001 年の同時多発テロから 2004 年までは大きな変動は無く、その後 2008 年のリーマンショックまで急増した。リーマンショック後は減少を続け、2011 年の東日本大震災を底として以降は全ての機関で増加した。増加傾向としては、全体では同時多発テロ前の水準、鉄道はリーマンショック前の水準、その他の機関では微増であった。

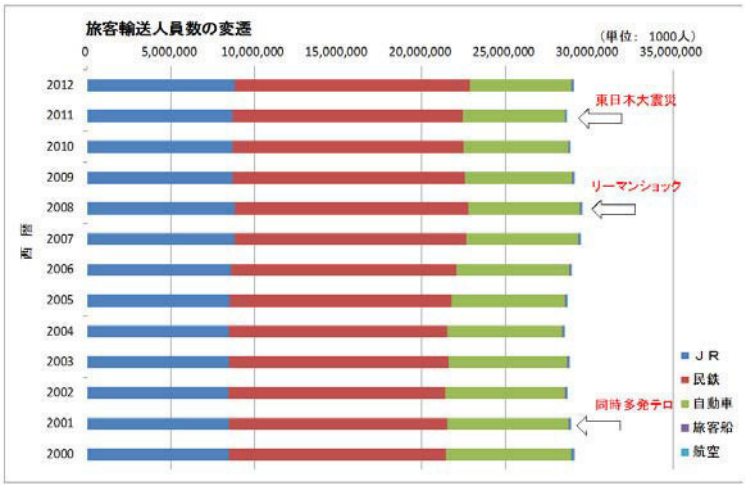


図 2.1.2.2-14　各機関の旅客輸送人員変遷①

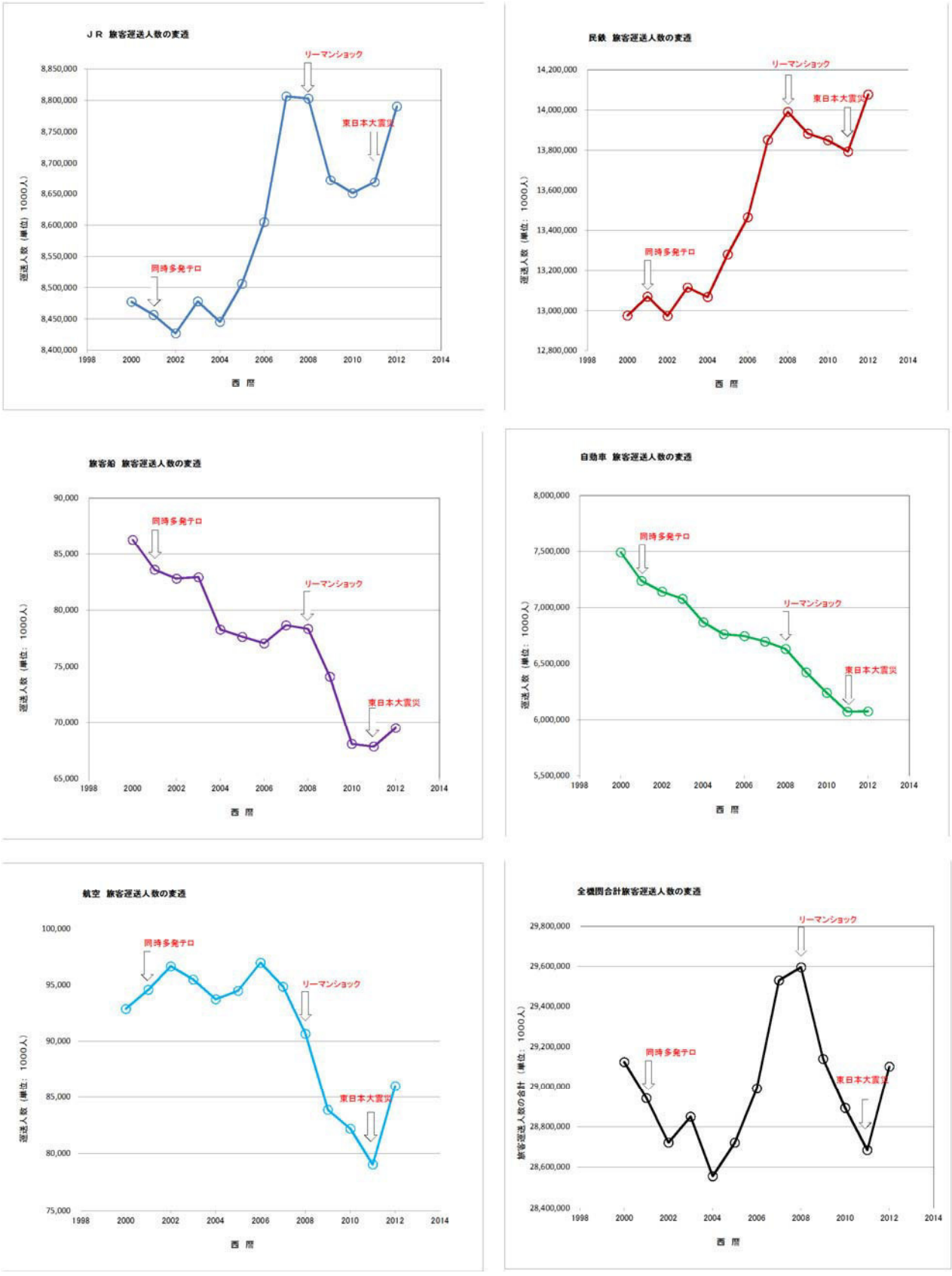


図 2.1.2.2-15　各機関の旅客輸送人員変遷②

5)　各機関の旅客輸送割合変遷表

表 2.1.2.2-16　各機関の旅客輸送割合変遷表

旅客輸送人員割合の変遷　　（単位：　%）

	ＪＲ	民鉄	自動車	旅客船	航空	全機関
2012	30.2	48.4	20.9	0.24	0.30	100.0
2011	30.2	48.1	21.2	0.24	0.28	100.0
2010	29.9	47.9	21.6	0.24	0.28	100.0
2009	29.8	47.6	22.0	0.25	0.29	100.0
2008	29.7	47.3	22.4	0.26	0.31	100.0
2007	29.8	46.9	22.7	0.27	0.32	100.0
2006	29.7	46.4	23.3	0.27	0.33	100.0
2005	29.6	46.2	23.5	0.27	0.33	100.0
2004	29.6	45.8	24.1	0.27	0.33	100.0
2003	29.4	45.5	24.5	0.29	0.33	100.0
2002	29.3	45.2	24.9	0.29	0.34	100.0
2001	29.2	45.2	25.0	0.29	0.33	100.0
2000	29.1	44.6	25.7	0.30	0.32	100.0

6)　各機関の旅客輸送割合変遷グラフ

主たる構成要素は、民鉄・JR・自動車であるが、民鉄・JR の割合が増加し、自動車の割合が減少している。2000 年から現在まで、旅客船と航空の割合は 0.3%程度しかないが、2011 年の東日本大震災以降、その割合が増加している。

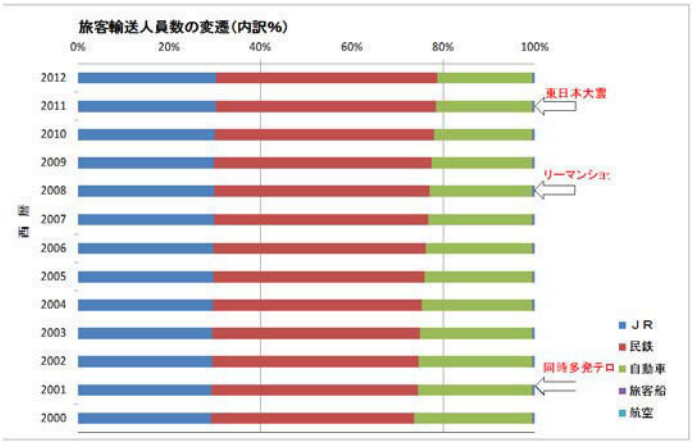
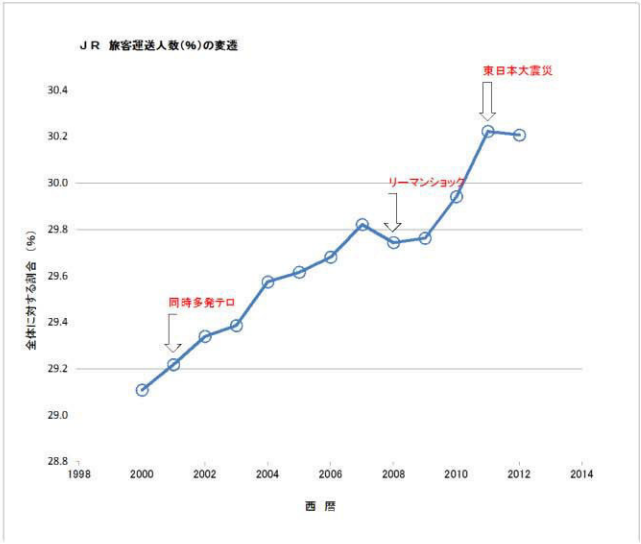
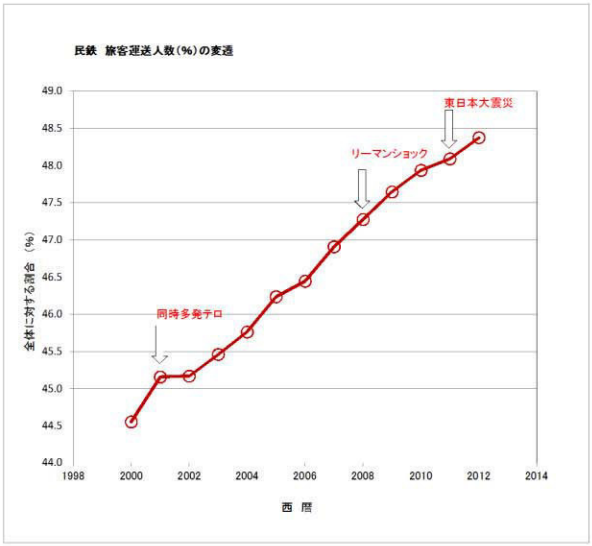
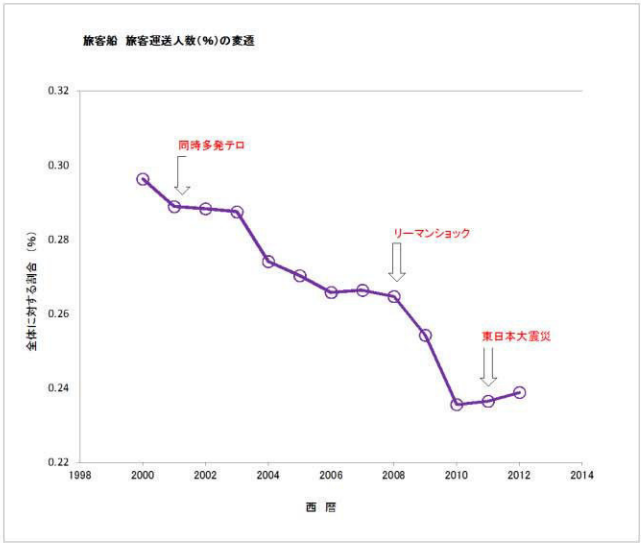
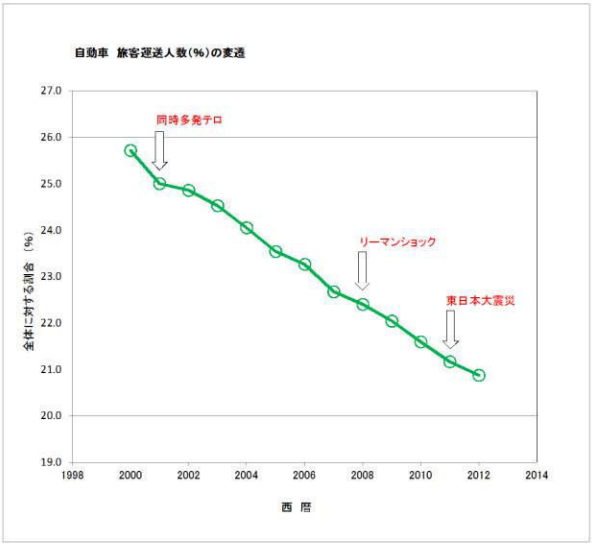


図 2.1.2.2-16　各機関の旅客輸送割合変遷①









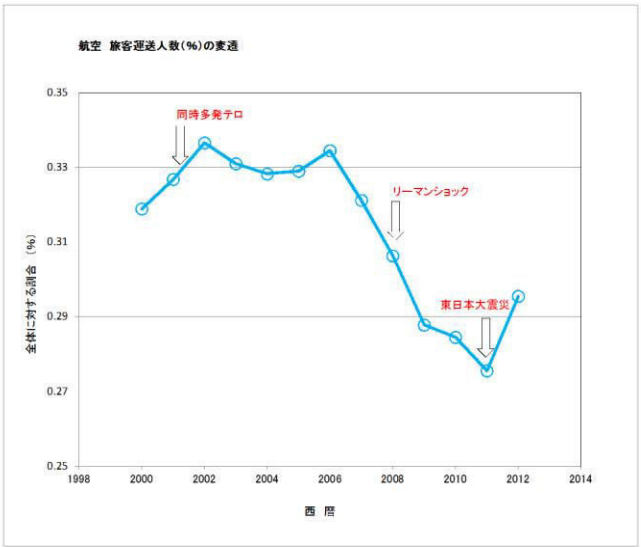


図 2.1.2.2-17　各機関の旅客輸送割合変遷②

7) 航空関係の旅客数の推移

国内航空旅客数は 20 年以上にわたり増加傾向にあったが、燃油価格高騰の影響により2007年より減少に転じ、2008年秋のリーマンショック以降の世界的な景気後退、2011年3月の東日本大震災の影響を受けさらに減少している。

ここでは、国内旅客の約 70%を占める羽田空港の利用者を中心にその旅客数の推移をとりまとめたが、比較検討の観点から総旅客数、総貨物量推移についてもふれている。

⑴ 総旅客数の推移

1993 年度からの国内総旅客数の推移を**図 2.1.2.2－18** に示す。

2006 年度以降は減少傾向となっており、その傾向は東日本大震災の翌年度の 2011 年度まで継続（2006 年度に対して約 20%減）している。これについて、国交省ＨＰでは燃油価格の高騰が大きな要因とされている。

一方、東日本大震後の 2012 年度以降は増加傾向に転じており、2013 年度にはピーク時の 95%まで回復している。

⑵ 総貨物量の推移

1993 年度からの国内総貨物量の推移を**図 2.1.2.2－18** に示す。

旅客数と異なり、2000 年度に対して 2001 年度は大きく減少している。大きな出来事としては同時多発テロ（2001 年 9 月）があるが、国内貨物量との因果関係については不明である。旅客数と異なり、2001 年度以降は 2008 年度まで増加傾向となっており、2001 年度の急激な落ち込みをほぼ回復している。

一方、2008 年度をピークに減少傾向となっている。この減少傾向は東日本大震災の翌年度 2011 年度まで継続しているが、減少率は旅客数よりも小さい（2008 年度に対して約 10%減）。

旅客数と同様に 2012 年度以降は増加傾向に転じており、2013 年度にはピーク時の 94%まで回復している。

⑶ 羽田空港発着の旅客数の推移

羽田空港発着の旅客数の 1993 年度からの推移を**図 2.1.2.2－19** に、地方ごとに旅客数を区別した場合の 2009年度からの推移を**図 2.1.2.2－20～図 2.1.2.2－22** に示す。

旅客数は、九州、北海道、関西、沖縄、中国、四国、中部・北陸、東北の順に多く、2009～2013 年度の間で順位に変動は見られない。特に、首都圏から遠い九州、北海度の旅客数が多くなっている。

2009 年度に対しての増減は以下のとおりとなっている。

増加　⇒　中部・北陸、中国、四国、九州
あまり変化なし　⇒　北海道、東北、沖縄
減少　⇒　関西

東北を除いて東日本大震災の翌年度（2011 年度）は旅客数が減少している。また、羽田の発着便増加にともない、2011 年度以降の旅客数は増加傾向にあるが、東北地方については、2011 年度に対して 2012 年度の旅客数が減少している唯一の地域となっている。

一方、東北新幹線の青森までの延伸にともない羽田－青森間の旅客数は 20%程度減

少しており、旅客数が新幹線にシフトしている様子が伺える。

⑷　ＬＣＣの影響

成田空港発着の旅客数の推移を羽田空港の推移とともに**図 2.1.2.2－23** に示す。

ＬＣＣの国内線就航（羽田発着発着のＬＣＣはない）にともない、成田空港発着の国内線旅客数は大幅に増加していることがわかる。

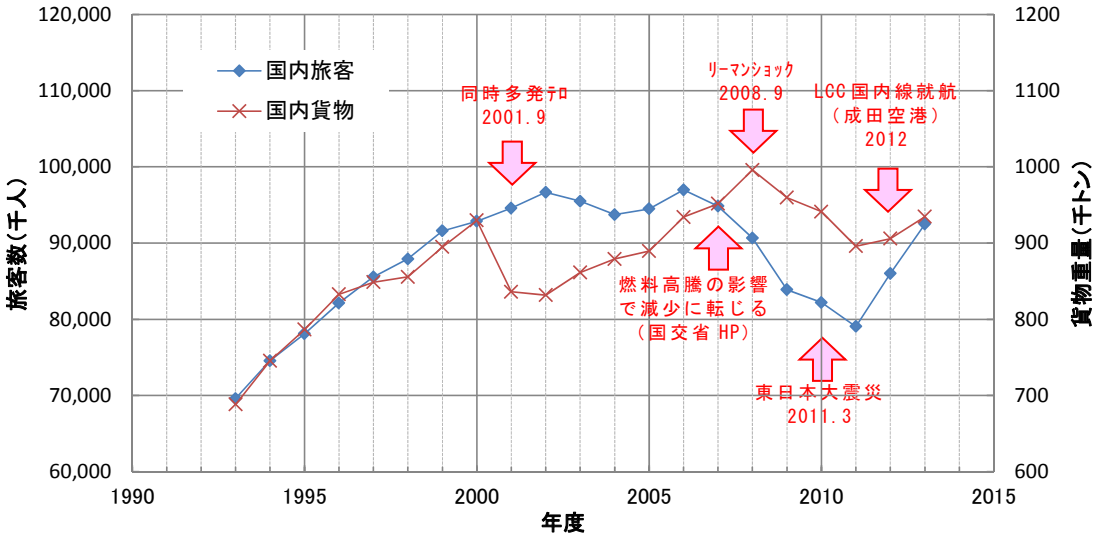


図 2.1.2.2－18　国内の旅客数と貨物重量の推移

出典：国土交通省ホームページ

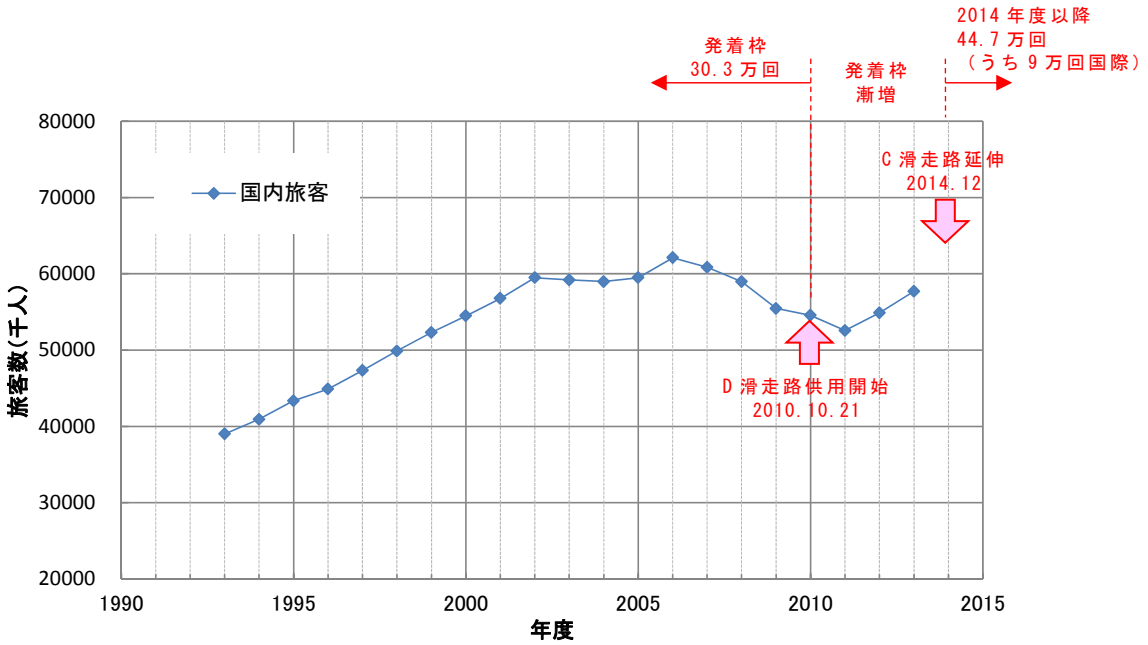


図 2.1.2.2－19　国内の旅客数の推移、羽田空港発着

出典：国土交通省ホームページ

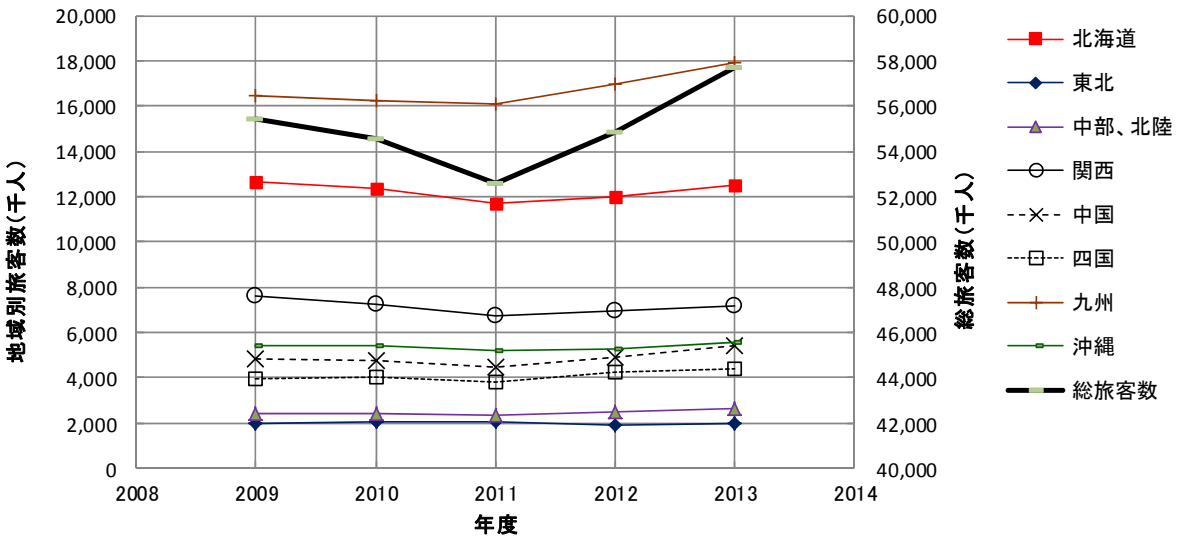


図 2.1.2.2－20　羽田空港発着の旅客数の推移

出典：日本空港コンサルタンツ株式会社ホームページ

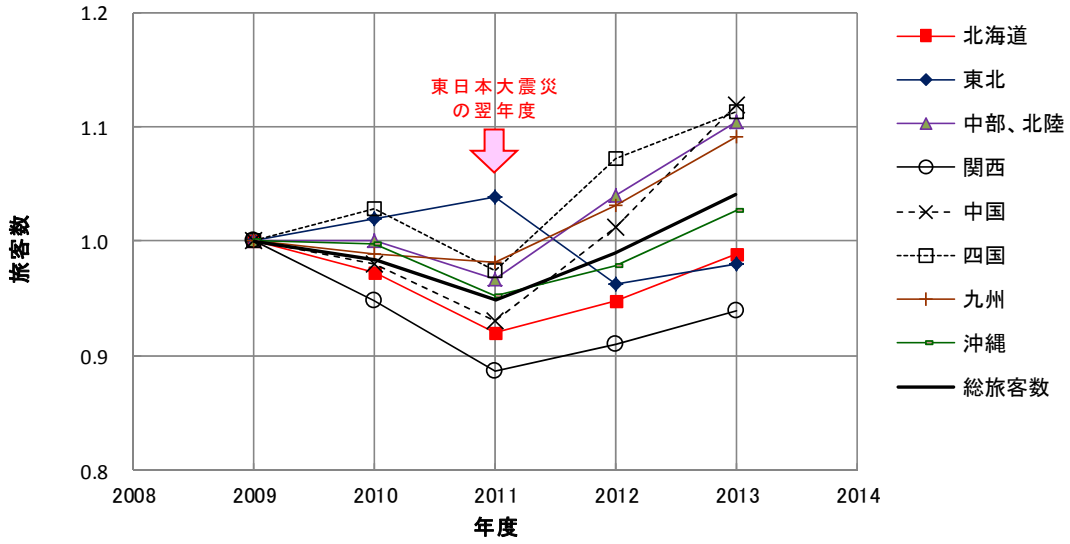


図 2.1.2.2－21　羽田空港発着の旅客数の推移、2009 年度に対する変動

出典：日本空港コンサルタンツ株式会社ホームページ

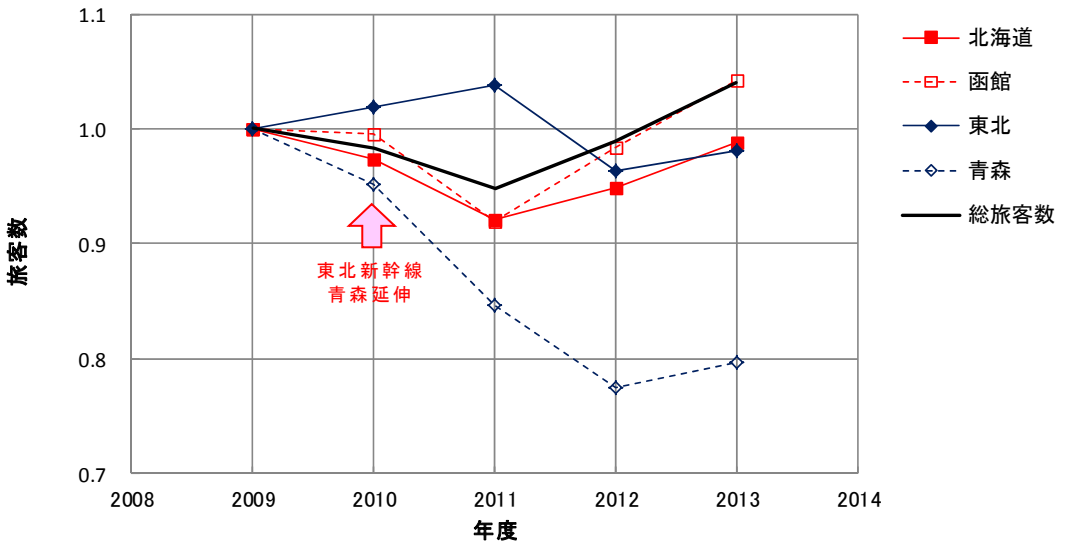


図 2.1.2.2－22　羽田空港発着の旅客数の推移、2009 年度に対する変動、東北・北海道

出典：日本空港コンサルタンツ株式会社ホームページ

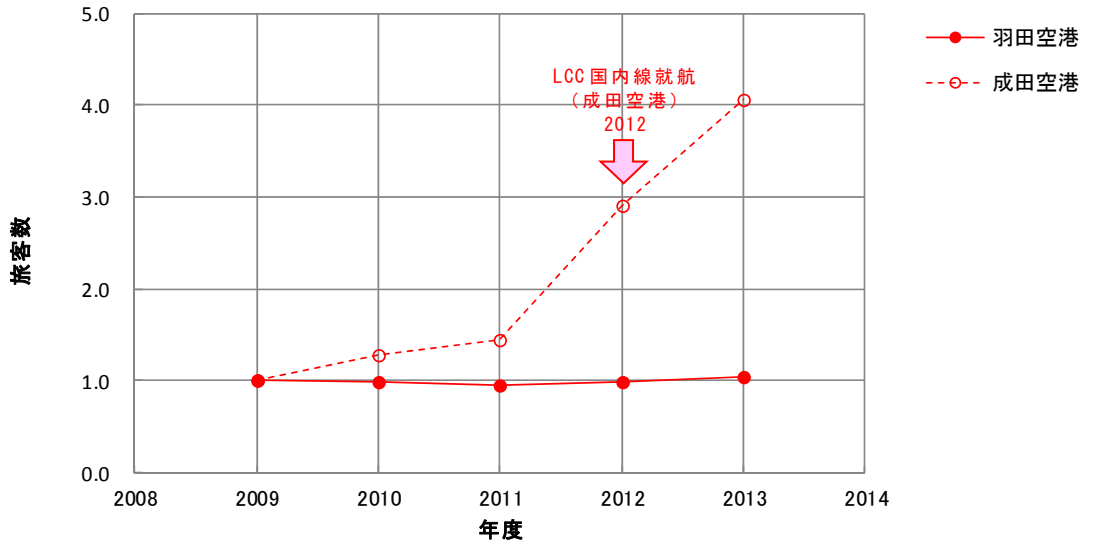


図 2.1.2.2－23　羽田空港と成田空港発着の旅客数の推移、2009 年度に対する変動

出典：日本空港コンサルタンツ株式会社ホームページ

羽田空港における取り組み

国土交通省

○ 羽田空港は、国際線地区の拡充を行い、平成26年3月末に空港容量44.7万回（うち国際線9万回）まで拡大。
○ 日本再興戦略に基づき、24時間国際拠点空港化を推進し、首都圏空港の機能強化のために必要なインフラ整備や耐震対策を重点的に実施。
○ 首都圏空港における更なる機能強化に向けて具体的な方策の検討を進める。

【長距離国際線の輸送能力増強】

深夜早朝時間帯に就航する長距離国際線機材の大型化を実現

・C滑走路延伸事業

【拠点空港機能の強化】

夜間駐機場の拡充により拠点空港機能を強化

・駐機場の整備

【空港機能の拡充】

国際・国内の乗継経路の拡充等により利便性を向上

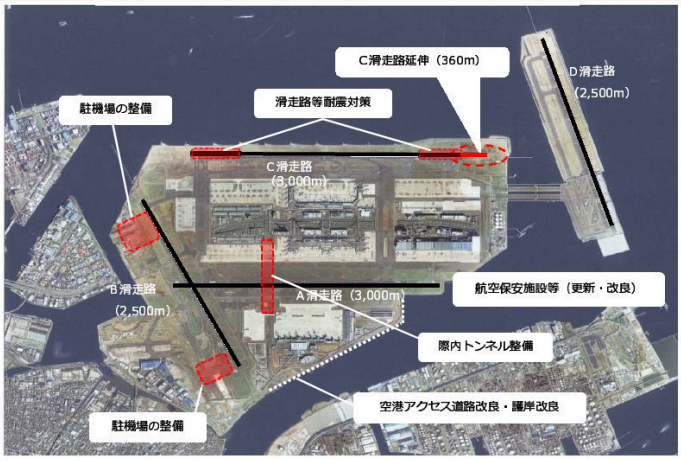
・際内トンネルの整備

・空港アクセス道路改良

【防災・減災対策の推進】

地震発生率が高いとされる首都直下地震等に対し、震災後も極力早期の段階で通常時の50%に相当する輸送能力を確保

・C滑走路等の耐震対策



【老朽化対策】

航空機の安全運航に必要な基本施設や航空保安施設等について、老朽化に伴う更新・改良を実施する。

図 2.1.2.2－24　羽田空港の整備における取組

出典：国土交通省ホームページ

首都圏空港（羽田・成田）の年間発着枠の増加

国土交通省

	羽田空港（うち国際線）	成田空港	首都圏空港全体
H22.10月まで（羽田D滑走路供用前）	30.3万回	22万回	52.3万回
H25.3.30 まで	39万回　（ 6万回 ）	25万回	64万回
H26.3.29 まで	41万回　（ 6万回 ）	27万回	68万回
	以降、首都圏空港を含めたオープンスカイを実施		
H26.3.30 以降	44.7万回　（ 9万回 ） 国際線3万回増枠	27万回	71.7万回
最終形〔H26年度中〕	44.7万回　（ 9万回 ）	30万回 3万回増枠	74.7万回

＊1．いずれも年間当たりの回数である。
＊2．回数のカウントは、1離陸で1回、1着陸で1回のため、1離着陸で2回とのカウントである。
＊3．羽田空港の発着枠数の中には、深夜早朝の国際チャーター便等の運航に使われる枠数も含まれる。

図 2.1.2.2－25　年間発着枠の推移

出典：国土交通省ホームページ

8) 地域間及び地域内の移動手段の実態

ここでは、区分した地域間の移動手段および地域内の移動手段を整理した（**表2.1.2.2-17**)。移動手段は、「航空機」・「新幹線」・「在来特急」・「高速バス」・「フェリー」の５種類に区分し、それぞれの移動手段に対して、「主たる移動手段：◎」・「整備済みの移動手段：○」・「整備予定の移動手段：△」・「未整備の移動手段：×」の４段階で評価した。

なお、それぞれの移動手段は、乗り換えを考慮せずに直行便のみを対象とし、在来特急については、寝台特急は含めていない。また、主に地域内の移動が対象となるが、沖縄を除く地域は離島を考慮していない。

整理した結果、地域ごとに移動手段の差が大きく、基本的には移動量と地理的要因で利用する移動手段が決まる。以下に移動手段ごとの特徴をまとめる。

航空機は、地理的要因によって路線整備状況が影響されることが大きい。基本的には、移動距離が遠い地域や北海道や沖縄などの海を跨ぐ地域で整備されている傾向がある。

新幹線は、移動量によって路線整備状況が影響されることが大きい。人口密集地である首都圏や関西からの移動において主な移動手段となる場合が多い。航空機と競合する場合が多く、今後の新幹線の整備状況により、航空機の路線整備が影響を受ける。

在来特急は、地理的要因によって路線整備状況が影響されることが大きい。基本的には地域内移動か隣接する地域への移動に用いられる場合が多い。また、新幹線による移動を補完する役目もあり、今後の新幹線の整備状況の影響が比較的大きい。

高速バスは、地理的要因と移動量の両方の影響により路線整備状況が変化する。基本的には地域内移動か隣接する地域への移動に用いられる場合が多いものの、移動量が大きい三大都市圏への移動は、比較的遠隔の地域からも路線が整備されている（例えば、首都圏－九州など)。

フェリーは、地理的要因によって路線整備状況が影響されることが大きい。移動距離の遠近を問わず、北海道や四国、九州、沖縄など海を跨ぐ形の経路が多い地域へ移動する場合に整備されている。また、東京湾や伊勢湾などのフェリーによる移動経路の短絡が大きい場所は、地域内移動にもフェリーが用いられている。ただし、フェリーには、物流を担う側面もあり、路線の整備が人流だけによらない特徴がある。

表 2.1.2.2-17　地域間及び地域内の移動手段一覧表

	北海道	東北	首都圏	北信越	東海	関西	中国	四国	九州	沖縄
北海道	○航空機 △新幹線 ◎在来特急 ○高速バス ×フェリー									
東北	○航空機 △新幹線 ◎在来特急 ×高速バス ○フェリー	×航空機 ◎新幹線 ○在来特急 ○高速バス ×フェリー								
首都圏	◎航空機 △新幹線 ×在来特急 ×高速バス ○フェリー	○航空機 ◎新幹線 ×在来特急 ○高速バス ×フェリー	×航空機 ○新幹線 ◎在来特急 ○高速バス ○フェリー							
北信越	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ×高速バス ○フェリー	◎航空機 ×新幹線 ○在来特急 ○高速バス ○フェリー	○航空機 ◎新幹線 ○在来特急 ○高速バス ×フェリー	×航空機 ○新幹線 ◎在来特急 ○高速バス ○フェリー						
東海	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ×高速バス ○フェリー	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ○高速バス ○フェリー	○航空機 ◎新幹線 ×在来特急 ○高速バス ×フェリー	○航空機 ×新幹線 ◎在来特急 ○高速バス ×フェリー	×航空機 ◎新幹線 ○在来特急 ○高速バス ○フェリー					
関西	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ×高速バス ○フェリー	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ○高速バス ×フェリー	○航空機 ◎新幹線 ×在来特急 ○高速バス ○フェリー	○航空機 ×新幹線 ◎在来特急 ○高速バス ×フェリー	○航空機 ◎新幹線 ○在来特急 ○高速バス ×フェリー	×航空機 ○新幹線 ◎在来特急 ○高速バス ×フェリー				
中国	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ×高速バス ×フェリー	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ×高速バス ×フェリー	◎航空機 ○新幹線 ×在来特急 ○高速バス ×フェリー	×航空機 ×新幹線 ×在来特急 ×高速バス ×フェリー	○航空機 ◎新幹線 ×在来特急 ○高速バス ×フェリー	○航空機 ◎新幹線 ×在来特急 ○高速バス ×フェリー	×航空機 ◎新幹線 ○在来特急 ○高速バス ×フェリー			
四国	×航空機 ×新幹線 ×在来特急 ×高速バス ×フェリー	×航空機 ×新幹線 ×在来特急 ×高速バス ×フェリー	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ○高速バス ×フェリー	×航空機 ×新幹線 ×在来特急 ×高速バス ×フェリー	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ○高速バス ×フェリー	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ○高速バス ○フェリー	×航空機 ×新幹線 ◎在来特急 ○高速バス ○フェリー	×航空機 ×新幹線 ◎在来特急 ○高速バス ×フェリー		
九州	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ×高速バス ×フェリー	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ×高速バス ×フェリー	◎航空機 ○新幹線 ×在来特急 ○高速バス ○フェリー	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ×高速バス ×フェリー	◎航空機 ○新幹線 ×在来特急 ○高速バス ×フェリー	○航空機 ◎新幹線 ×在来特急 ○高速バス ○フェリー	○航空機 ◎新幹線 ×在来特急 ○高速バス ○フェリー	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ○高速バス ×フェリー	○航空機 ◎新幹線 ○在来特急 ○高速バス ○フェリー	
沖縄	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ×高速バス ×フェリー	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ×高速バス ×フェリー	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ×高速バス ×フェリー	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ×高速バス ×フェリー	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ×高速バス ×フェリー	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ×高速バス ○フェリー	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ×高速バス ×フェリー	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ×高速バス ×フェリー	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ×高速バス ○フェリー	◎航空機 ×新幹線 ×在来特急 ○高速バス ○フェリー

凡例

主たる移動手段	◎新幹線
整備済みの移動手段	○新幹線
整備予定の移動手段	△新幹線
未整備の移動手段	×新幹線

9) 地域間（拠点間）の移動まとめ

ここでは、地域間移動について地域ごとに拠点駅を定め、拠点駅間の人流の移動特性について整理した（**表 2.1.2.2-18**）。

拠点駅は、駅の利用者数や交通の要衝としての役割を考慮し、北海道は札幌駅、東北は仙台駅、首都圏は東京駅、北信越は金沢駅、東海は名古屋駅、関西は大阪駅、中国は広島駅、四国は高松駅、九州は博多駅、沖縄は県庁前駅とした。

整理にあたっては、時間、乗換回数、距離、料金、1km あたりの料金、利用する主な交通機関(最長距離)､片道あたりの本数を示し､片道あたりの本数を色分けして示した。

三大都市圏に位置する東京駅、大阪駅、名古屋駅は、片道あたりの本数が多く、青色で塗色した 21 本以上の区間は（13 区間）、1 区間（広島駅－博多駅間）を除いて、東京駅、大阪駅、名古屋駅のいずれかの駅が含まれる。

高松駅は、拠点駅への直行便※が少ないものの、いわゆる瀬戸大橋線を利用した新幹線へのアクセスが良く、乗換回数は多くなるものの大阪駅や広島駅等の新幹線を利用できる拠点駅への利便性は比較的良好である。

※ここでの直行便とは、他の地域で主な交通機関（区間で最長の距離を乗るもの）に乗り換えなければならないものとする。

表 2.1.2.2-18　拠点駅間の移動特性一覧

基本的には平日午前中出発の最速到達方法
駅すぱあと(2014/10　第1版)調べ
札幌ー高松は羽田経由
仙台ー高松は東京(羽田)経由
大阪ー県庁前(沖縄)は関空経由

凡例
時間
乗換回数
距離
料金
1kmあたりの料金
主な交通機関(最長距離)

※東京の航空機は羽田・成田の総数、大阪は伊丹・関空の総数

片道当たりの本数

直行便無し	5本以下	6～10本	11～20本	21本以上

↑
他地域で主な交通機関に乗り換えなければならないもの

参考(仙台ー名古屋)	参考(名古屋ー博多)	参考(大阪ー博多)
3時間31分 1回 717.8km 20,240円 28.2円/km 新幹線	3時間26分 0回 808.9km 18,540円 22.9円/km 新幹線	2時間43分 1回 626.1km 15,310円 24.5円/km 新幹線

	北海道 札幌駅	東北 仙台駅	首都圏 東京駅	北信越 金沢駅	東海 名古屋駅	関西 大阪駅	中国 広島駅	四国 高松駅	九州 博多駅	沖縄 県庁前駅
北海道 札幌駅										
東北 仙台駅	2時間49分 2回 728.1km 33,618円 46.2円/km 航空機									
首都圏 東京駅	3時間41分 3回 961.5km 39,497円 41.1円/km 航空機	1時間32分 0回 351.8km 11,200円 31.8円/km 新幹線								
北信越 金沢駅	4時間1分 2回 1,040.6km 40,500円 38.9円/km 航空機	3時間38分 2回 653.5km 32,978円 50.5円/km 航空機	3時間8分 3回 583.1km 26,657円 45.7円/km 航空機							
東海 名古屋駅	4時間0分 2回 1,169.9km 44,510円 38.0円/km 航空機	3時間6分 2回 713.8km 34,088円 47.8円/km 航空機	1時間40分 0回 366.0km 11,090円 30.3円/km 新幹線	3時間0分 0回 256.5km 7,330円 28.6円/km 在来特急						
関西 大阪駅	3時間47分 3回 1,220.9km 47,790円 39.1円/km 航空機	3時間7分 3回 833.8km 35,688円 42.8円/km 航空機	2時間43分 1回 556.4km 14,450円 26.0円/km 新幹線	2時間34分 0回 267.6km 7,650円 28.6円/km 在来特急	1時間1分 1回 190.4km 6,560円 34.5円/km 新幹線					
中国 広島駅	4時間23分 2回 1,447.6km 53,610円 37.0円/km 航空機	3時間39分 2回 1,059.5km 44,688円 42.2円/km 航空機	3時間29分 3回 850.1km 36,867円 43.4円/km 航空機	4時間8分 1回 605.4km 15,880円 26.2円/km 新幹線	2時間18分 0回 528.2km 14,230円 26.9円/km 新幹線	1時間43分 1回 345.4km 10,230円 29.6円/km 新幹線				
四国 高松駅	5時間49分 3回 1,668.3km 73,010円 43.8円/km 航空機	5時間4分 4回 1,100.4km 45,523円 41.4円/km 航空機	3時間16分 3回 747.8km 34,787円 46.5円/km 航空機	4時間32分 2回 515.9km 13,060円 25.3円/km 在来特急	2時間44分 1回 438.7km 12,240円 27.9円/km 新幹線	2時間10分 2回 255.9km 7,620円 29.8円/km 新幹線	1時間40分 1回 233.1km 7,400円 31.7円/km 新幹線			
九州 博多駅	4時間11分 2回 1,663.9km 58,630円 35.2円/km 航空機	3時間34分 2回 1,276.8km 49,708円 38.9円/km 航空機	3時間13分 3回 1,064.4km 42,287円 39.7円/km 航空機	3時間17分 2回 840.3km 39,990円 47.6円/km 航空機	2時間56分 2回 683.0km 29,460円 43.1円/km 航空機	2時間36分 3回 594.6km 25,280円 42.5円/km 航空機	1時間8分 0回 280.7km 8,940円 31.8円/km 新幹線	2時間51分 1回 513.8km 13,770円 26.8円/km 新幹線		
沖縄 県庁前駅	5時間17分 2回 2,470.6km 71,430円 28.9円/km 航空機	4時間17分 2回 2,066.5km 57,708円 27.9円/km 航空機	4時間16分 3回 1,713.9km 46,987円 27.4円/km 航空機	4時間15分 2回 1,618.0km 47,190円 29.2円/km 航空機	3時間57分 2回 1,515.3km 45,100円 29.8円/km 航空機	4時間4分 3回 1,324.0km 41,020円 31.0円/km 航空機	3時間25分 2回 1,189.0km 37,500円 31.5円/km 航空機	3時間56分 2回 1,216.7km 39,920円 32.8円/km 航空機	2時間51分 2回 1,017.3km 31,420円 30.9円/km 航空機	

10) 移動時間地図（首都圏、関西、東海）

ここでは、三大都市圏の拠点駅から各地域の拠点駅への移動時間地図を示す。移動時間地図は、**表 2.1.2.2-18** の拠点駅間の移動特性一覧表に基づき、移動時間を時間あたりの等距離で示した。また、各地域の色分けは、1km あたりの料金を示している。

首都圏（東京駅）からの移動時間地図では（**図 2.1.2.2-26**）、北信越（金沢駅）や関西（大阪駅）、四国（高松駅）が比較的遠い場所に位置している。特に中国（広島駅）、四国（高松駅）は、より距離が遠い九州（博多駅）よりも遠い場所に位置している。これは、空港から拠点駅までのアクセスの良好さの程度が影響していると考えられる（福岡空港－博多駅間は地下鉄で 5 分の好アクセスである）。また、全般に新幹線を利用する東北（仙台駅）や東海（名古屋駅）、関西（大阪駅）は、1km あたりの料金が安価となっている。航空機を利用する場合であっても、距離が遠い九州（博多駅）、沖縄（県庁前駅）が比較的安価となっている。北陸（金沢駅）が比較的遠い場所に位置し、1km あたりの料金が比較的高価となっているが、北陸新幹線の開通によりある程度の改善が見込まれる。

東海（名古屋駅）からの移動時間地図では（**図 2.1.2.2-27**）、北陸（金沢駅）および四国（高松駅）が比較的遠い場所に位置しており、北陸（金沢駅）は東北（仙台駅）と、四国（高松駅）は九州（博多駅）と比較的近い場所に位置している。北陸（金沢駅）は利用する交通手段が在来特急であることが原因で、四国（高松駅）は直通便がないことが原因と考えられる。また、新幹線や在来特急を利用する首都圏（東京駅）や北陸（金沢駅）、東海（名古屋駅）、中国（広島駅）、四国（高松駅）が 1km あたりの料金が比較的安価となる。航空機を利用する場合であっても、距離が遠い北海道（札幌駅）や沖縄（県庁前駅）が比較的安価となっている。

関西（大阪駅）からの移動時間地図では（**図 2.1.2.2-28**）、北陸（金沢駅）および四国（高松駅）が比較的遠い場所に位置しており、北陸（金沢駅）は首都圏（東京駅）と、四国（高松駅）は九州（博多駅）と比較的近い場所に位置している。北陸（金沢駅）は利用する交通手段が在来特急であることが原因で、四国（高松駅）は直通便がないことが原因と考えられる。また、新幹線や在来特急を利用する首都圏（東京駅）や北陸（金沢駅）、東海（名古屋駅）、中国（広島駅）、四国（高松駅）が 1km あたりの料金が比較的安価となる。航空機を利用する場合であっても、距離が遠い北海道（札幌駅）や沖縄（県庁前駅）が比較的安価となっている。

全般的に関西（大阪駅）と東海（名古屋駅）が類似した傾向を示す。両拠点駅は比較的距離が近く、直通運転をしている東海道・山陽新幹線で（大阪駅は新大阪駅経由であるものの）結ばれていることが理由として挙げられる。

また、北陸（金沢駅）と四国（高松駅）が、実際の距離よりも移動時間の方が相対的に遠くなる場合が多い。両拠点駅については、フリーゲージトレインを利用して移動時間の改善を図る動きがみられる。

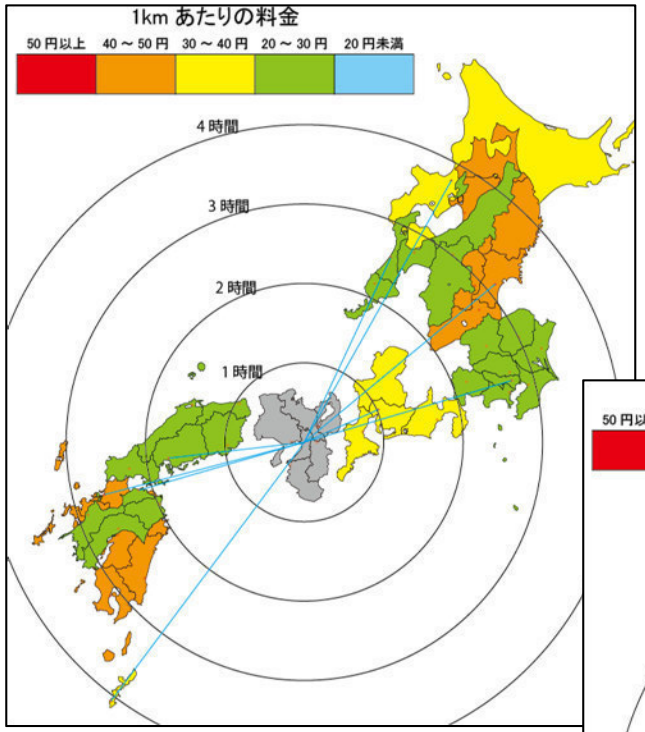


図 2.1.2.2-28　関西（大阪駅）からの各拠点駅への移動時間地図

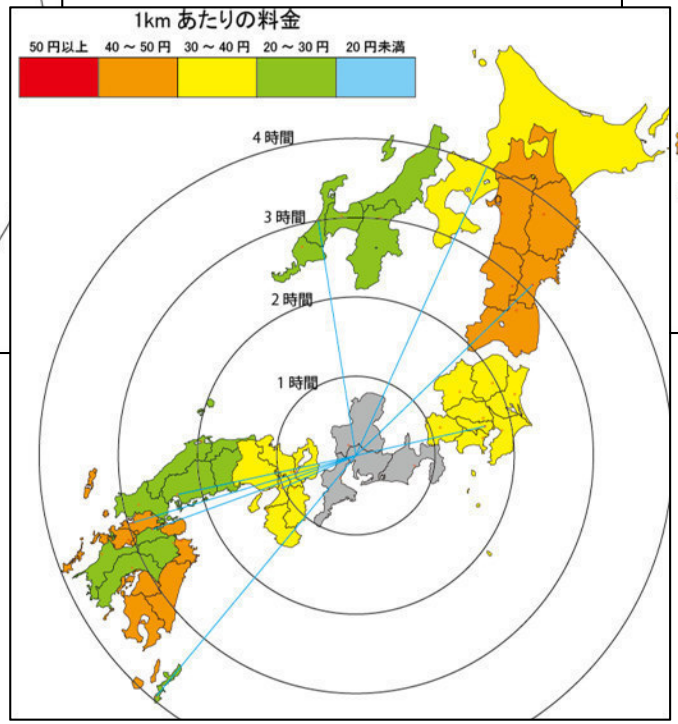


図 2.1.2.2-27　東海（名古屋駅）からの各拠点駅への移動時間地図

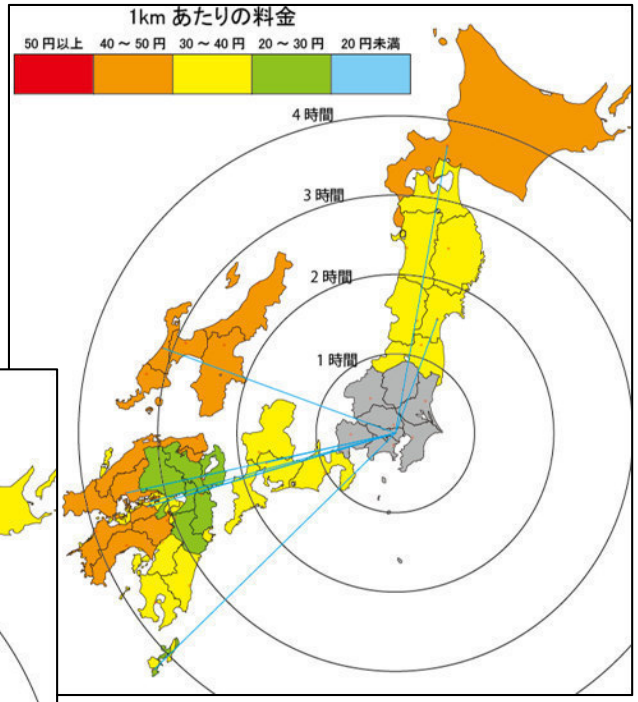


図 2.1.2.2-26　首都圏（東京駅）からの各拠点駅への移動時間地図

参考文献

2.1.2.2　人流

6）各機関の旅客輸送割合変遷グラフ

1）国土交通省：貨物・旅客地域流動調査 旅客地域流動調査
http://www.mlit.go.jp/k-toukei/cgi-bin/search.cgi

7）航空関係の旅客数と推移(仮題)

2）国土交通省：航空旅客数・貨物取扱量の推移
http://www.mlit.go.jp/koku/koku_fr1_000001.html

3）国土交通省：羽田空港における取り組み
http://www.mlit.go.jp/common/001031744.pdf

4）株式会社日本空港コンサルタンツホームページ
http://www.jacinc.jp/db/

5）国土交通省：羽田空港発着枠と地方航空ネットワークの現状
http://www.mlit.go.jp/common/001006262.pdf

10）移動時間図（首都圏、関西、東海）

6）株式会社ヴァル研究所、駅すぱあと、2014/10 第 1 版

2.2　交通手段の種類と特性整理

1）物流

物流の交通手段としては、航空機、船舶、鉄道、自動車が挙げられる。ここでは、国内の物流に限定して、各交通手段に対して、「輸送可能量」、「平均輸送距離」、「輸送速度」、「定時性」、「輸送コスト」、「施設整備コスト」、「災害耐性」、「移動距離の適性」の各側面から特徴を整理し、どのような物品をどこに運ぶのに適しているかを明らかにする。

また、東京圏（東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県）と他の経済圏間の物流に着目して、それぞれの物流量を交通手段ごとに調査し、各交通手段がどのように用いられているかの実態を把握する。

2）人流

交通手段としては、航空機、船舶、鉄道、軌道、自動車など様々なものが存在する。これらの交通手段は、個別の特性（適用性）を有しており連結、補完し総合的な交通ネットワークを形成している。

交通特性の整理のキーワードとしては、輸送可能量、輸送距離、輸送速度、輸送コスト、施設整備コスト、定時性、災害耐性（交通阻害要因）などが考えられる。

また、災害耐性については、運行中の直接的な影響と運休が長期化するような施設設備に対する被害の影響とに区分して考える必要もある。

以上の事柄を整理し、交通手段特性整理表としてまとめることとする。

2.2.1 交通手段特性

2.2.1.1 交通手段の種類と特性整理（物流）

航空機、船舶、鉄道、自動車の各交通手段について、それぞれ上記の特性について調査し、**表 2.2.1.1-1** に整理した。

以下に、交通手段ごとに**表 2.2.1.1-1** から読み取れる特徴を記す。

1) 航空機

航空機１機当たりの輸送可能量は自動車に次いで少なく、貨物仕様の大型機でも鉄道の約５分の１である。平均輸送距離は各交通手段中最も長く、800km～1000km であり、経済圏間の長距離の物品輸送に用いられていることが分かる。輸送速度は各交通手段の内最も早い。輸送コストは各交通手段中最も高く、次点の自動車（大型トラック）の約 10 倍である。

これらのことから、航空機は単位重量当たり高額な高付加価値物で速達性を要する品物を遠距離運搬することに適しているといえる。また、運行経路が大気中であり災害の影響を受けにくいことから、他の交通手段に比べ災害の影響が比較的少ない。これは、速達性を要する品物を確実に届ける上で有利である。

このように、航空機による輸送は、他の交通手段では代替が不可能な速達性を有した高付加価値物の輸送に特化した交通手段であるといえる。

また、発着拠点の空港が輸出入品の発着拠点と同一で積み替えの手間が少ないことも特徴として挙げられる。

2) 船舶

船舶１隻当りの輸送可能量は、各交通手段中最も多く次点の鉄道の 6～7 倍である。平均輸送距離は約 500km で、主に経済圏間の輸送に使用されていることが分かる。輸送速度は、各交通手段中最も遅く一般道の自動車の運搬速度よりやや遅い。輸送コストは各交通手段中最も安く、次点の鉄道と比較しても 1/2～1/7 である。

これらのことから、船舶は安価な物品を大量に輸送することに適している。また、発着拠点の港湾が輸出入品の発着拠点と同一で積み替え手間が少ないことから、輸出入拠点港湾と各経済圏の港湾間の輸出入品の輸送手段として用いられていると想定される。

船舶の運行経路は海上であり、暴風（波浪）以外の影響を受けにくいことから、運行経路が陸上である鉄道・自動車に比べると安定した運行が保証される。

表 2.2.1.1-1　交通手段特性整理表

運搬・移動手段 ／ 特　性	航空機		船　舶				鉄　道		自動車				記　事
	定期便 幹線	定期便 ローカル線	貨物船		油送船		コンテナ	車扱い （タンク車・有蓋 ・無蓋貨車等）	普通車 （大型トラック等）	小型車 （小型トラック等）	特殊用途車 （タンクローリー 粉体輸送車等）	軽自動車 （軽トラック等）	
輸送可能量	輸送可能量		輸送可能量				1列車当り平均運搬量		1車1回当り平均運搬量				
	BOEING767-300 FREIGHTER 貨物仕様機	BOEING737-800 貨物仕様機	鉄鋼船 699GT型船 （載貨重量トン）	コンテナ船 749GT型船 （載貨重量トン）	石油タンカー 5000kl積 （タンク容量）	石油タンカー 3000kl積 （タンク容量）	308t		営業用　4.83t 自家用　2.69t	営業用　0.67t 自家用　0.41t	営業用　3.77t 自家用　1.88t	営業用　0.12t	
	67.094t	8.407t	2,124t	1,820t	5,686m3	3,339m3							
平均輸送距離	1,086km	897km	519km		499km		799km	87km	営業用　57.31km 自家用　23.83km	営業用　27.20km 自家用　17.75km	営業用　75.20km 自家用　18.24km	営業用　20.36km	
輸送速度	平均輸送速度		最高輸送速度				最高輸送速度		平均輸送速度				
	587km/h	567km/h	満船時 11.8ノット （約22km/h）	満船時 14.5ノット （約27km/h）	満船時 14ノット （約26km/h）		高速貨物列車A 110km/h （コンテナ） 高速貨物列車B　95km/h （コンテナ・石油） 専用貨物列車A、B　75、65m/h （特大貨物、鉄道車両運搬等）		高速自動車国道　74.7km/h 都市高速道路　55.6km/h 一般国道　26.2km/h 主要地方道　21.7km/h 一般都道府県道　19.4km/h 東京都昼間12時間調査結果				
定時性	有 （遅延有り）	有 （遅延有り）	有 （沖待ちを含み遅延有り）		有 （沖待ちを含み遅延有り）		有 （比較的正確）	有 （比較的正確）	有 （渋滞・遅延有り）	有 （渋滞・遅延有り）	有 （渋滞・遅延有り）	有 （渋滞・遅延有り）	
輸送コスト	羽田・成田～福岡 227,000円/t 羽田～福岡 1,041km 成田～福岡 1107km	羽田・成田～広島 186,000円/t 羽田～広島 790km 成田～広島 898km	鉄鋼 1,400円/t	化学薬品・肥料 2,500円/t	重油 800円/kl		東京貨物ターミナル～福岡貨物ターミナル キロ程　1,185km 5tコンテナ 60,000円	浜川崎～宇都宮 貨物ターミナル キロ程　122km ガソリン35t 私有貨物車 91,000円	1台当り km当り運賃	1台当り km当り運賃	タンクローリー車 1台当り km当り運賃		
	羽田～福岡 218円/t/km 成田～福岡 205円/t/km	羽田～広島 235円/t/km 成田～広島 207円/t/km	2.7円/t/km	4.8円/t/km	1.6円/kl/km		10.1円/t/km	21.3円/t/km	9・10t車 292円/km 11・12t車 250円/km	2t車　189円/km 3t車　217円/km 4t車　216円/km	26円/kL/km		
施設整備コスト	1兆5千億円 （1984～2004年の羽田空港整備事業費の合計）	176億円 （離島空港（石垣・北大東・伊江島）の建設・用地費）	489億円 （東京港「中央防波堤外側地区国際海上コンテナターミナル整備事業」22年度までの総事業費）				在来線　240万円/m		一般道路　2487億円 （東京都建設局　平成13年度の道路橋梁費） （平成12年4月現在の都道2,170km） 高速道路　500万円/m				用地費込み
災害耐性（交通阻害要因） 運行中の直接的な影響	・地震 ○ ・豪雨（雪） ○ ・暴風 × ・津波 ○ ・土砂崩れ ○ ・火山噴火 △	・豪雨（雪）・暴風の影響により、一時的な運休は生じやすい。	・地震 ○ ・豪雨（雪） ○ ・暴風 × ・津波 △ ・土砂崩れ ○ ・火山噴火 ×	・暴風（波浪）の影響により、一時的な運休は生じやすい。場合によってはやや長期化する場合がある。			・地震 × ・豪雨（雪） △ ・暴風 × ・津波 × ・土砂崩れ × ・火山噴火 ×	・豪雨（雪）・暴風の影響により、一時的な運休は生じやすい。 ・海岸線沿いの路線は、津波の被害を受けやすい。	・地震 △ ・豪雨（雪） △ ・暴風 × ・津波 × ・土砂崩れ × ・火山噴火 ×	・豪雨（雪）・暴風の影響による一時的な運休は比較的生じにくい。 ・海岸線沿いの路線は、津波の被害を受けやすい。			下記に記したものを交通機関に影響を与える自然災害の対象とした。 ・地震 ・豪雨（雪） ・暴風 ・津波 ・土砂崩れ ・火山噴火
運休が長期化するような施設設備に対する被害の影響	・地震 × ・豪雨（雪） △ ・暴風 △ ・津波 × ・土砂崩れ ○ ・火山噴火 ×	・津波被害、地震による液状化により、空港に被害が及んだ場合には、運休が長期化する。 ・土砂崩れの影響は受けづらい。 ・空港近傍での火山噴火は、運休が長期化する場合がある。	・地震 × ・豪雨（雪） ○ ・暴風 △ ・津波 × ・土砂崩れ △ ・火山噴火 ×	・津波被害、地震による液状化により、港湾部に被害が及んだ場合には、運休が長期化する。 ・土砂崩れの影響は受けづらい。 ・港湾近傍での火山噴火は、運休が長期化する場合がある。 （点と点を結ぶ交通機関であることから、被害を受ける確率は低い）			・地震 × ・豪雨（雪） × ・暴風 △ ・津波 × ・土砂崩れ × ・火山噴火 ×	・土砂崩れにより路線に被害が生じた場合には、運休が長期化する。 ・路線沿いでの火山噴火は、運休が長期化する場合がある。 （線形構造物（線路）を伴う交通機関であることから、被害を受ける確率は高い）	・地震 × ・豪雨（雪） × ・暴風 △ ・津波 × ・土砂崩れ × ・火山噴火 ×	・土砂崩れにより路線に被害が生じた場合には、運休が長期化する。 ・路線沿いでの火山噴火は、運休が長期化する場合がある。 （線形構造物（道路）を伴う交通機関であることから、災害を受ける確率は高い）			
物流	遠距離移動	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	×	○	×	
	中距離移動	×	×	○	○	○	○	○	◎	◎	○	×	
	短距離移動	×	×	×	×	×	×	×	×	○	◎	○	◎	

3) 鉄道

鉄道１列車当りの輸送可能量は、船舶の 1/6～1/18 で、大型トラックの約 30 倍である。平均輸送距離は、コンテナ輸送と車扱い（タンク車、有蓋・無蓋貨車等）で異なる。コンテナ輸送は約 800km と経済圏間の輸送に用いられており、車扱いは 90km 程度で隣接する経済圏間および経済圏内の輸送に用いられている。輸送速度は、最高速度で 100km/h 程度であり、貨物ターミナルごとの停車を考慮すると高速自動車国道の自動車輸送速度とほぼ同等であると推定される。輸送コストは、コンテナ輸送の場合は大型トラックの半分以下であり、車扱い（ガソリン等の輸送）では自動車よりやや安い程度である。

鉄道輸送はコンテナ輸送と車扱いで特性が異なる。コンテナ輸送は、輸送品が自動車輸送と類似しており（**表 2.2.1.1-2 参照**）、自動車に比べて大量の輸送品をまとめて経済圏間に輸送する役割を担っている。一方、車扱いは船舶輸送の代替手段として、船舶輸送が不可能な内陸部や航路が長くなる太平洋側と日本海側を結ぶ輸送を担っていると想定される。

鉄道は、専用の軌道上をダイヤに基づき走行することから、道路のような渋滞も発生せず、比較的気象変化の影響を受けにくいことから、最も定時性の高い輸送手段である。しかし、航空機や船舶と異なり、運行経路が陸上にあることから、経路上の１箇所でも災害が発生すると運行停止となるため、災害の影響を受けやすいといえる。

4) 自動車

自動車１台当りの輸送可能量は、道路法などで総重量が制限されていることから、他の交通手段に比べて最小である。道路法では、総重量 20ｔまで、高速道路及び重さ指定道路で最大 25ｔまでとなっている。積載重量は、10t～15ｔ程度となる。また、特殊車両通行許可が必要なトレーラーなどの特殊車両では、総重量が最大 36ｔ（積載重量は 25ｔ～28t 程度）まで認められている。１台当りの輸送可能量が小さいということは、輸送効率は低下するが、輸送量の調整と最適化が容易であるという特徴も有する。

平均輸送速度は、高速道路で 50～70km/h 程度であり、一般道では 20～26km/h と船舶と同程度である。平均輸送距離は、18km～75km で主に経済圏内および地域内の輸送を担っているといえる。しかし、他の交通手段に比べて圧倒的に輸送量が多いことから、経済圏間の輸送手段としても主軸を担っているといえる（**表 2.2.1.1-3 参照**）。

これらのことから、自動車輸送は、高付加価値物の緊急長距離輸送や安価な物品の大量輸送以外のすべての輸送に対応して、経済圏間から地域内までの物流の主力を担う輸送手段であるといえる。

貨物自動車は、自家用車やバスなどが混在する道路上を走行することから、渋滞の発生により定時性が鉄道に比べて劣る。また、鉄道と同様に運行経路が陸上にあることから、災害の影響を受けやすい。

5) 交通手段特性のまとめ

表 2.2.1.1-2 に交通手段ごとの輸送量の上位 5 品目を示す。この表を加味して交通手段特性をまとめると以下のようになる。

表 2.2.1.1-2　輸送手段別の輸送量上位 5 品目

【参考】航空機　輸出入品[*1]				船舶		鉄道				自動車	
輸出		輸入				コンテナ[*2]		車扱い			
品目	比率	品目	比率	品目	比率	品目	比率	品目	比率	品目	比率
電機機器	35%	電機機器	21%	揮発油	12%	食料工業品	15%	石油製品	50%	砂利･砂･石材	13%
一般機械	21%	一般機械	17%	鉄鋼	11%	紙･パルプ等	15%	石灰石	25%	廃棄物	11%
精密機器類	7%	衣類等	12%	セメント	10%	積み合せ貨物	10%	セメント	6%	食料工業品	8%
再輸出品	6%	魚介類･同調製品	8%	石灰石	9%	化学工業品	9%	機械	5%	窯業品	8%
プラスチック	5%	その他の雑製品	5%	重油	8%	農産物･青果物	9%	石炭	4%	機械	7%
合計	74%	合計	63%	合計	51%	合計	58%	合計	91%	合計	47%

比率は、各品目の輸送重量の全体輸送重量に占める割合を表す。（航空機は金額比率）

*1：出展「航空物流レポート」（国土交通省航空局,平成 24 年 10 月）

*2：出展　「JR 貨物データ」http://www.jrfreight.co.jp/about/outline/main_data.html

出典:*1、*2 以外は「日本の統計 2014」、総務省統計局

航空機は、短時間に長距離輸送を必要とし、高額な輸送コストでも採算が取れる高付加価値物を輸送することにより他の輸送手段と差別化しているといえる。

船舶は、石油製品や鉄鋼、セメントなど 1 箇所の工場で大量消費、生産する原料、製品を経済圏間にまとめて輸送することが主な役割といえる。また、船舶は輸出入の主力輸送手段であることから、輸出入品を拠点となる国際戦略港湾・国際拠点港湾から各経済圏の港湾に集約・分配する役割も担っている。

船舶の内、コンテナ船、RORO 船（積み荷ごとトレーラー、貨物自動車などを運搬する専用船）は、自動車と類似の輸送物を扱うが、輸送量の割合は全内航船舶輸送量の 4.1%（コンテナ船 0.4%、RORO 船 3.6%　出典:「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査　2014 年調査」、国土交通省より算出）にとどまっている。

鉄道車扱い輸送は、船舶と同様に 1 か所の工場で大量消費、生産する原料、製品の輸送が中心であり、船舶輸送で対応できない内陸部や太平洋側と日本海側を結ぶ輸送を担っている。

鉄道コンテナ輸送は、自動車と類似した輸送品を扱っており、輸送コストが自動車に比べて安い優位性を生かして、貨物ターミナルに集約された大量の輸送品を経済圏間に長距離輸送する役割を担っている。

自動車輸送は、**表 2.2.1.1-3** に示すように、国内物流の約 90%を占める主要輸送手段であり、その割合は昭和 55 年以降 3%程度上昇している。また、経済圏間輸送から地域内輸送まで、あらゆる輸送距離に対応しており、船舶、鉄道の車扱い以外のすべての品目を扱う輸送手段である。

表 2.2.1.1-3　自動車輸送の全輸送量に占める割合の推移

年　度	輸　送 トン数 (100万t)	自動車 1)	営業用	自家用 4)	鉄　道	＃ＪＲ 5)	内　航	航　空 2)3)	自動車輸送の全輸送量に占める割合
昭和55年	5,981	5,318	1,661	3,656	163	118	500	0	88.91%
昭和60年	5,597	5,048	1,892	3,156	96	65	452	1	90.19%
平成02年	6,776	6,114	2,428	3,686	87	58	575	1	90.23%
平成07年	6,643	6,017	2,647	3,370	77	51	549	1	90.58%
平成12年	6,371	5,774	2,933	2,841	59	40	537	1	90.63%
平成17年	5,322	4,842	2,858	1,984	52	37	426	1	90.98%
平成19年	5,274	4,812	2,928	1,884	51	36	410	1	91.24%
平成20年	5,027	4,601	2,809	1,792	46	33	379	1	91.53%
平成21年	4,716	4,340	2,687	1,653	43	31	332	1	92.03%
平成22年	4,892	4,480	3,069	1,411	44	31	367	1	91.58%
平成23年	4,899	4,497	3,153	1,344	40	...	361	1	91.79%

出典:「日本の統計 2014」、総務省統計局より算出

鉄道コンテナ輸送と船舶の内、コンテナ船、RORO 船は、経済圏間の輸送手段として自動車輸送と競合するものであるが、輸送コストが自動車より安いにもかかわらず、鉄道コンテナ輸送の輸送量比率は**表 2.2.1.1-4** に示すように自動車輸送の 2%程度にとどまっており、船舶は 1.5%程度の比率となっている。

鉄道コンテナ輸送の自動車輸送に対する比率が低い要因は、貨物ターミナルにおける積み替え作業に時間とコストがかかるうえに、自動車の高速道路輸送速度（平均速度 50～70km/h）に対して最高速度 100km/h 程度と大きな差がないため、積み替え時間などを考慮すると輸送時間に関しても自動車より遅くなるためであると思われる。また、鉄道貨物輸送はダイヤで固定されており運搬量の調整が難しい点も要因として挙げられる。

船舶輸送に関しては、1 回に大量輸送が可能であり、RORO 船などでは荷の積み替えが不要であるにもかかわらず、輸送時間が自動車に比べて大きく掛かるため、利用率が低いと想定される。

近年、省エネルギー、交通渋滞緩和、大気汚染防止、地球温暖化防止、交通事故減少の観点から自動車輸送から鉄道輸送や船舶輸送に転換を図るモーダルシフトが国土交通省などにより推進されている。また、典型的な労働集約型産業であるトラック運送事業においてトラック運転手の少子高齢化の傾向があり（**図 2.2.1.1-1**）、輸送手段の省力化・合理化が求められている。

上記考察よりモーダルシフト推進のためには、

①自動車と鉄道コンテ間の輸送物積替え作業の合理化によるコスト削減と時間短縮

②鉄道コンテナ輸送軌道の整備・新設による、便数の増加と輸送速度の高速化

③臨時便の増設等、鉄道運行ダイヤの柔軟化

④速達性を必要としない輸送品を集約するシステムの構築による、船舶利用の増大

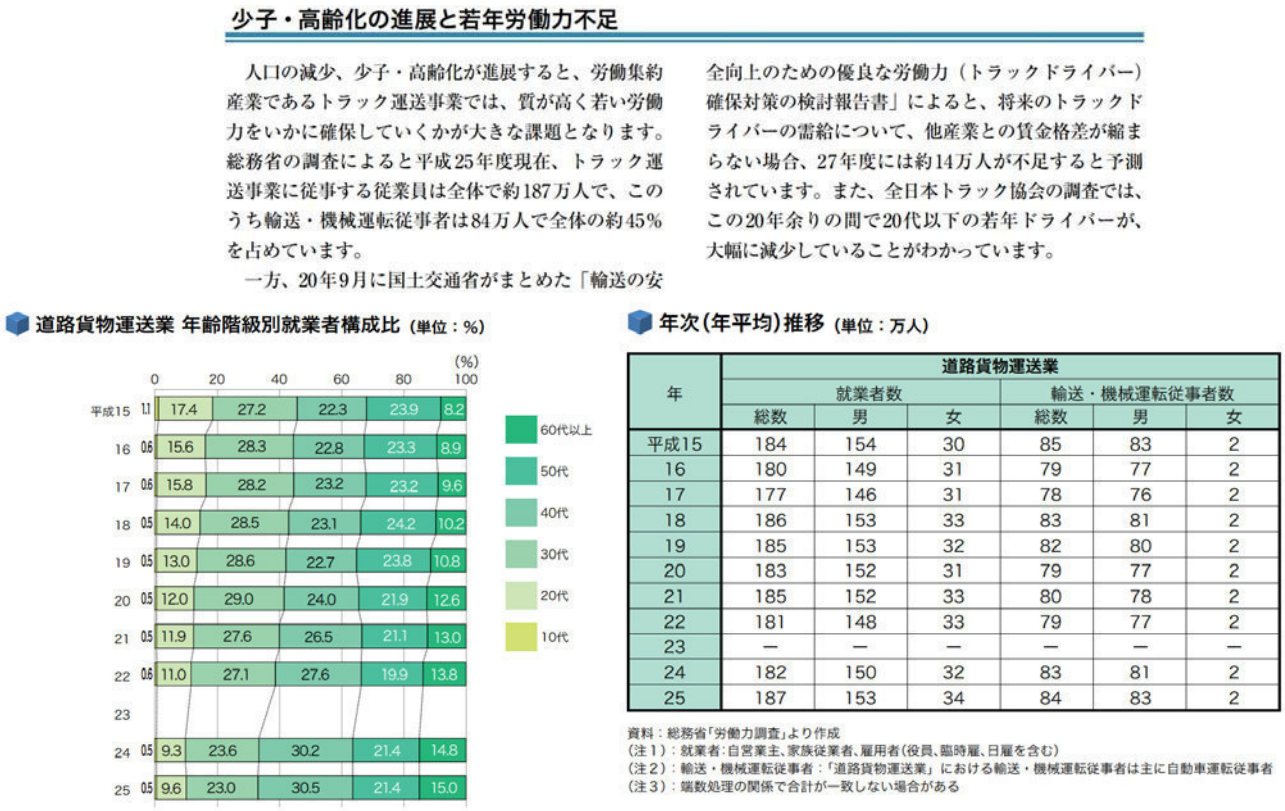
などが必要である。

表 2.2.1.1-4　鉄道コンテナ輸送、船舶コンテナ・RORO 船輸送と自動車輸送の比較

単位:1,000t

年	鉄道コンテナ		船舶		自動車		鉄道コンテナの自動車に対する経済圏間移動量の比率	コンテナ船RORO船の自動車に対する経済圏間移動量の比率
	全体	経済圏間輸送量	全体	コンテナ船RORO船経済圏間輸送量	全体	経済圏間輸送量		
平成12年	22,834	22,073	－	－	5,774,000	1,301,899	1.70%	－
平成17年	25,164	24,325	423,350	17,362	4,842,000	1,091,755	2.23%	1.59%
平成22年	23,145	22,374	365,420	14,986	4,480,000	1,010,133	2.21%	1.48%
平成23年	21,863	21,134	359,900	14,760	4,497,000	1,013,966	2.08%	1.46%

出典:「日本の統計 2014」、総務省統計局より算出



少子・高齢化の進展と若年労働力不足

人口の減少、少子・高齢化が進展すると、労働集約産業であるトラック運送事業では、質が高く若い労働力をいかに確保していくかが大きな課題となります。総務省の調査によると平成25年度現在、トラック運送事業に従事する従業員は全体で約187万人で、このうち輸送・機械運転従事者は84万人で全体の約45%を占めています。

一方、20年9月に国土交通省がまとめた「輸送の安全向上のための優良な労働力（トラックドライバー）確保対策の検討報告書」によると、将来のトラックドライバーの需給について、他産業との賃金格差が縮まらない場合、27年度には約14万人が不足すると予測されています。また、全日本トラック協会の調査では、この20年余りの間で20代以下の若年ドライバーが、大幅に減少していることがわかっています。

年次(年平均)推移（単位：万人）

年	道路貨物運送業					
	就業者数			輸送・機械運転従事者数		
	総数	男	女	総数	男	女
平成15	184	154	30	85	83	2
16	180	149	31	79	77	2
17	177	146	31	78	76	2
18	186	153	33	83	81	2
19	185	153	32	82	80	2
20	183	152	31	79	77	2
21	185	152	33	80	78	2
22	181	148	33	79	77	2
23	－	－	－	－	－	－
24	182	150	32	83	81	2
25	187	153	34	84	83	2

資料：総務省「労働力調査」より作成
(注1)：就業者:自営業主、家族従業者、雇用者(役員、臨時雇、日雇を含む)
(注2)：輸送・機械運転従事者：「道路貨物運送業」における輸送・機械運転従事者は主に自動車運転従事者
(注3)：端数処理の関係で合計が一致しない場合がある

図 2.2.1.1-1　トラック輸送産業の少子高齢化の進展と若年労働力不足

出典:「日本のトラック輸送産業の現状と課題 2013」、全日本トラック協会

2.2.1.2 交通手段特性（人流）

人流における交通手段特性整理表を**表 2.2.1.2-1** に示す。

整理表では、交通手段を航空機、船舶、鉄道、軌道（ここでは、新交通システム、モノレール、ライトレールトランジット（LRT）等を指す)、自動車に大きく区分し、区分した移動手段ごとに輸送可能量や速度を基準に細区分した。

特性は、輸送可能量、最高速度、輸送距離、輸送速度、定時性、輸送コスト、施設整備コスト、災害耐性について整理した。

以下に移動手段ごとの特徴を述べる。

航空機は、輸送可能量や最高速度、輸送距離、輸送速度に優れている特徴がある。一方、輸送コストや施設整備コストが高い。災害特性は、運行中の直接的な被害を受けづらい特徴がある。

船舶は、輸送可能量や輸送距離に優れている特徴がある。一方、最高速度や輸送速度が遅く、デメリットとなっている。災害特性は、比較的災害の影響を受けづらい特徴があるが、運行中の暴風の影響は、他の移動手段と比較すると運休が長期化する傾向にある。

鉄道は、輸送可能量や定時性、輸送コストに優れている特徴があり、新幹線の場合は、最高速度や輸送速度も比較的優れている。また、特段のデメリットがないのも特徴である。災害特性は、全般的に災害の影響を受けやすい特徴がある。

軌道は、輸送可能量や定時性に優れている特徴があるまた、特段のデメリットがないのも特徴である。災害特性は、全般的に災害の影響を受けやすい特徴がある。

自動車は、輸送距離や輸送コストに優れている特徴があり、輸送可能量が少ない傾向にある。また、他の交通手段と比較すると、目的地の自由度が高い特徴がある。災害特性は、全般的に災害の影響を受けやすい特徴がある。

次に、この表から特性ごとにまとめると下記のようなことがいえる。

・輸送可能量：輸送量としては、鉄道（約 1,300～3,000 名）が最も多く、次いで船舶（約 400～1,000 名)、軌道（約 600 名)、航空機（約 500 名)、自動車（1～50 名）となる。

・輸送コスト：一般的な交通手段では、小型かつ近距離は高く遠距離は安価となる傾向がみられる。ただし、鉄道は遠・近距離とも大きな差は見られない。

・施設整備コスト：一概に比較はできないものの、大型な交通インフラの整備には数兆円規模の投資を要することとなる。

・定時性：各交通事業者で運営される交通手段は定時性を有するものの、航空機、船舶、自動車などは遅延が多い。航空機や船舶は気象状況に左右されやすく、また自動車は混雑による渋滞の影響は避けられない。その点、鉄道・軌道関係はそういった影響も少なく比較的正確である。

・災害耐性：運行中の直接的影響として、航空機や船舶は地震・豪雨などの影響は少ないものの、鉄道・自動車は、運休などの影響は免れない。また、施設設備に対する被害の影響としては、ほとんどの交通手段はその影響を免れない。

移動特性として当然なことながら、遠距離移動には航空機や船舶、新幹線が適し、近距離移動に関しては在来鉄道や軌道、自動車などが適している。また、中距離移動となるとその選択肢は多く、距離・コストの他に速達性・快適性などの要因で利用されることとなる。

表 2.2.1.2−1 交通手段特性整理表

運搬・移動手段 ＼ 特　性		航空機		船　舶				鉄　道		軌　道（新交通、モノレール、LRT等）	自動車				記　事
		超大型・大型	小型	大型	中型	中型	小型	新幹線	在来線		大型（バス）	中型（乗用車バイク）	高速道路	徒歩自転車	
輸送可能量		B747-400ER B747-8	Aircraft/Dornier 228-212	ｵｰｼｬﾝｲｰｽﾄ ｵｰｼｬﾝｳｴｽﾄ	橘丸 （東京～八丈島）	かなや丸 しらはま丸	水上バス 高速ジェット船	東京～博多 東京～青森	首都圏	浜松町～ 羽田第2空港タ	都・市バス	タクシー	普通乗用車	自転車	
		524人/機 467人/機	19人/機	401名	沿海　596名 近海1,000名	580名	200名 293名	1,323名 731名 （１,069名）	最大 3,000名/編成	584名	max50名	1～3名	1～10名	1名	
最高速度		913km/ｈ	434km/ｈ	21.5ノット (約40km/h)	19ノット (約35km/h)	13ノット (約24km/h)	20km/h 80km/h	300km/h 320km/h	85～ 120km/h	80Km/h	50Km/h	50Km/h	120Km/h	6Km/h 30Km/h	
輸送距離		航続距離 14,815km	航続距離 1,037km	1,024km	287km×2 ≒580km	13km×2 ≒26km	2～10km 100Km～200km	1,196.6km 713.7km	約160Km	17.8km	1～10km程度	3～50km程度	10～200km程度	0.1～10km程度	
輸送速度	区間	羽田～札幌 820Km 1h35m	府中～三宅島 189Km 45ｍｉｎ	東京～徳島 750km 18h50min	東京～八丈島 290Km 10h20min	久里浜～金谷 13Km 40min	浅草～日の出 8km　40min 東京～大島 108km105min	東京～博多 1,197Km 5h 東京～新青森 714Km 3h	東京～宇都宮 110Km 2h04m 東京～八王子 47Km　51min	浜松町～ 羽田第2空港タ 17.8Km 20min	路線バス～20km （高速バスなら～1000km）	～100km	～1000km	徒歩～2km 自転車～10km	
	平均速度	約520km/ｈ	約250km/ｈ	約40km/h	約28km/h	約20km/h	約12km/h 約62km/h	約240km/ｈ 約240km/ｈ	約55km/h	50～56Km/ｈ	約40km/h	約40km/h	約80km/h	4Km/h 15Km/h	
定時性		有 （遅延有り）	有 （遅延有り）	有 （遅延有り）	有 （遅延有り）	有 （遅延有り）	有 （遅延有り）	有 （比較的正確）	有 （比較的正確）	有 （比較的正確）	有 （渋滞・遅延有り）	無 （渋滞・遅延有り）	無 （渋滞・遅延有り）	無 （比較的正確）	
輸送コスト		羽田～札幌 37,790円　/人	府中～三宅島 17,200円/人 府中～大島 11,800円/人	東京～徳島 10,800円/人	東京～八丈島 9,260円/人 東京～大島 4,920円/人	金谷～久里浜	浅草～日の出 780円/人 東京～大島 7,980円/人	東京～博多 22,950円/人 東京～新青森 17,350円/人	東京～宇都宮 1,940円/人 東京～八王子 800円/人	浜松町～ 羽田第2空港 490円/人	―	―	基本 24.6円/km	横浜コミュニティ サイクル 100円/30分	
		46円/km	91円/Km 110円/km	16円/km	32円/km 46円/Km	55円/km	98円/km 74円/Km	19円/Km 24円/km	18円/Km 17円/km	27円/km	210円/一律	平均330円/km	20～81円/km	―	
施設整備コスト		1兆5千億円 （1984～2004年の羽田空港整備事業費の合計）	176億円 （離島空港（石垣・北大東・伊江島）の建設・用地費）	489億円 （東京港「中央防波堤外側地区国際海上コンテナターミナル整備事業」22年度までの総事業費）				整備新幹線 3.6兆円 670Km 600～700万/ｍ	300～500万/ｍ	1,095億円 （東京モノレールの延伸区間約3kmの事業費試算）	2,487億円 （東京都建設局：平成13年度の道路橋梁費） （平成12年4月現在の都道 2,170km）		500万/ｍ	―	用地費込み
災害耐性（交通阻害要因）	運行中の直接的な影響	・地震□ ○ ・豪雨（雪） ○ ・暴風 × ・津波 ○ ・土砂崩れ ○ ・火山噴火 △	・豪雨（雪）・暴風の影響により、一時的な運休は生じやすい。	・地震 ○ ・豪雨（雪） ○ ・暴風 × ・津波 △ ・土砂崩れ ○ ・火山噴火 ×	・暴風（波浪）の影響により、一時的な運休は生じやすい。場合によっては、やや長期化する場合がある。			・地震 × ・豪雨（雪） △ ・暴風 × ・津波 × ・土砂崩れ × ・火山噴火 ×	・豪雨（雪）・暴風の影響により、一時的な運休は生じやすい。 ・海岸線沿いの路線は、津波の被害を受けやすい。		・地震 △ ・豪雨（雪） △ ・暴風 × ・津波 × ・土砂崩れ × ・火山噴火 ×	・豪雨（雪）・暴風の影響による一時的な運休は比較的生じにくい。 ・海岸線沿いの路線は、津波の被害を受けやすい。		下記に記したものを交通機関に影響を与える自然災害の対象とした。 ・地震 ・豪雨（雪） ・暴風 ・津波 ・土砂崩れ ・火山噴火
	運休が長期化するような施設設備に対する被害の影響	・地震□ × ・豪雨（雪） △ ・暴風 △ ・津波 × ・土砂崩れ ○ ・火山噴火 ×	・津波被害、地震による液状化により、空港に被害が及んだ場合には、運休が長期化する。 ・土砂崩れの影響は受けづらい。 ・空港近傍での火山噴火は、運休が長期化する場合がある。	・地震□ × ・豪雨(雪) ○ ・暴風 △ ・津波 × ・土砂崩れ △ ・火山噴火 ×	・津波被害、地震による液状化により、港湾部に被害が及んだ場合には、運休が長期化する。 土砂崩れの影響は受けづらい。 ・港湾近傍での火山噴火は、運休が長期化する場合がある。 （点と点を結ぶ交通機関であることから、災害を受ける確率は低い）			・地震□ × ・豪雨（雪） × ・暴風 △ ・津波 × ・土砂崩れ × ・火山噴火 ×	・土砂崩れにより路線に被害が生じた場合には、運休が長期化する。 ・路線沿いでの火山噴火は、運休が長期化する場合がある。 （線形構造物（線路）を伴う交通機関であることから、災害を受ける確率は高い）		・地震□ × ・豪雨（雪） × ・暴風 △ ・津波 × ・土砂崩れ × ・火山噴火 ×	・土砂崩れにより路線に被害が生じた場合には、運休が長期化する。 ・路線沿いでの火山噴火は、運休が長期化する場合がある。 （線形構造物（道路）を伴う交通機関であることから、災害を受ける確率は高い）		
人流	遠距離移動	◎	△	◎	○	×	×	◎	×	×	×	×	◎	×	
	中距離移動	○	◎	○	○	○	×	○	○	○	◎	○	○	×	
	短距離移動	×	○	×	×	○	○	×	◎	◎	○	◎	×	◎	

2.2.2 首都圏を中心とした実態調査

2.2.2.1 実態調査（物流）

本章では、東京圏（東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県）と他の経済圏間の物流量に着目し、その特性を明らかにする。

表 2.2.2.1-1～2.2.2.1-4、**図 2.2.2.1-1～2.2.2.1-4** は、交通手段ごとの東京圏と他の経済圏間の物流量を示したものである。**表 2.2.2.1-5** は、これらのデータを集約して東京圏と他の経済圏間の物流量を示し、**表 2.2.2.1-6** はそれぞれの比率を示す。また、**表 2.2.2.1-7** は、輸送手段ごとの東京圏と他の経済圏間の物流量の比率を示す。

これらのデータを基に、交通手段ごとの東京圏と各経済圏間の物流の特性について分析を行う。

◇航空地域間流動〔日平均〕

表 2.2.2.1-1　経済圏間の代表輸送機関別地域間流動（航空）

（日平均　単位：トン）

着地域 発地域	北海道	東北	関東圏	東京圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	0	12	2	14	36	14	10	4	12	27	0	132
東北	1	0	0	1	1	0	4	1	1	9	0	19
関東圏	8	0	0	0	0	0	0	43	0	46	0	97
東京圏	89	1	0	0	2	0	29	30	14	62	69	296
北陸信越	1	0	0	0	0	0	1	0	0	6	1	11
中部	49	2	0	0	0	0	0	0	0	14	6	71
近畿	30	3	6	16	1	0	0	0	0	18	24	97
中国	5	2	0	4	0	0	0	0	0	0	12	23
四国	4	2	1	21	1	2	1	0	0	1	0	34
九州	20	11	9	90	6	21	36	2	1	0	12	210
沖縄	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
合計	208	33	17	147	47	38	82	81	28	184	125	991

出典:「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査　2014 年調査」、国土交通省より算出

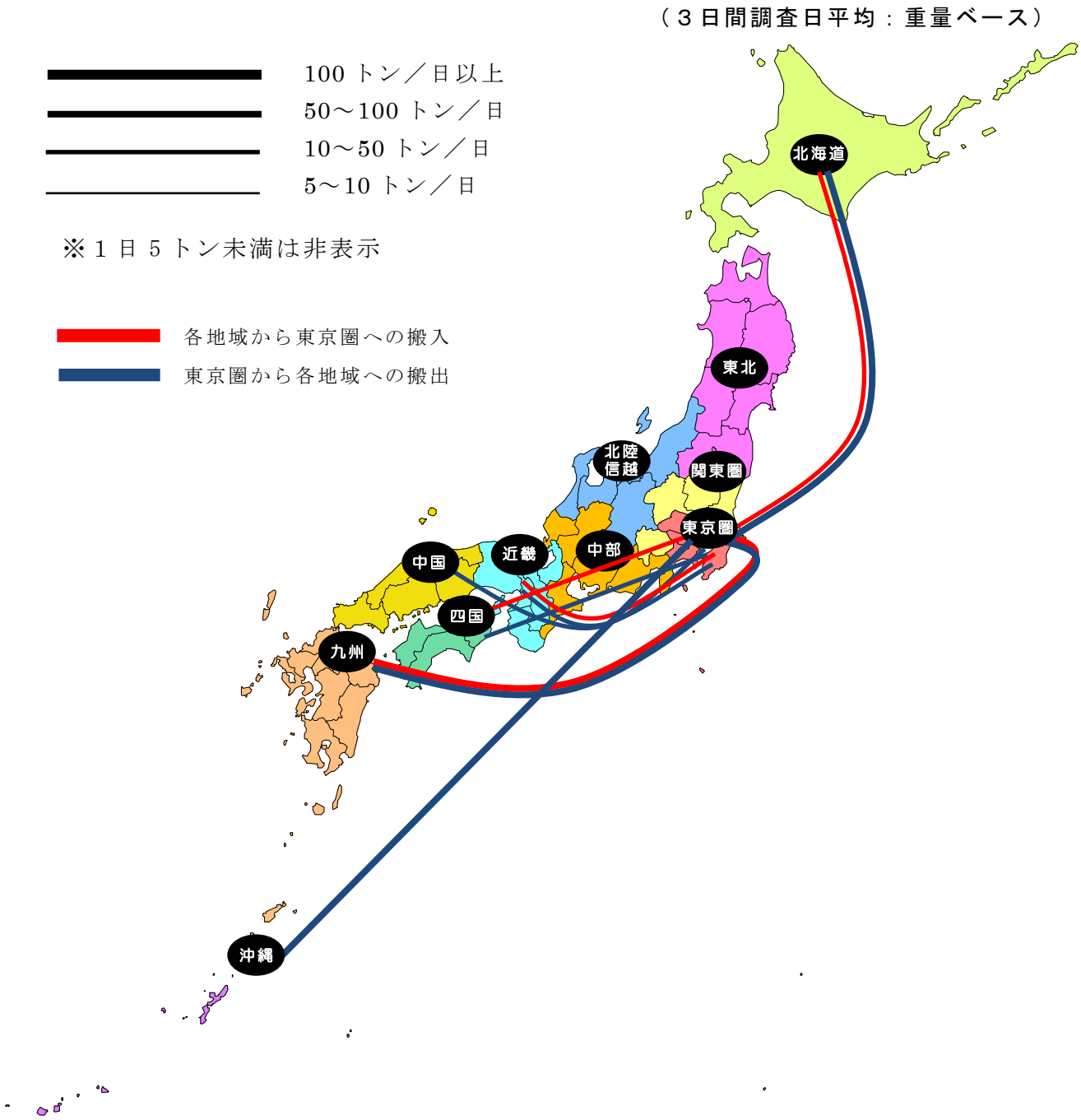


図 2.2.2.1-1　経済圏間の代表輸送機関別地域間流動（航空）

出典:「日本の統計 2014」、総務省統計局より算出

◇船舶地域間流動〔日平均〕

表 2.2.2.1-2　経済圏間の代表輸送機関別地域間流動（船舶）

（日平均　単位：トン）

着地域 発地域	北海道	東北	関東圏	東京圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	6,995	5,073	995	14,306	4,291	1,937	1,947	47	58	2,612	0	38,261
東北	6,609	5,992	25	7,630	3,995	1,654	1,108	0	37	4,302	0	31,352
関東圏	3,417	1,974	91	1,760	0	7,992	2,420	2,170	102	4,959	15	24,900
東京圏	26,455	6,741	4,339	51,182	0	16,357	10,090	3,264	1,678	2,558	235	122,900
北陸信越	0	4	0	0	260	0	0	0	0	829	2	1,095
中部	2,414	2,529	687	11,873	0	32,941	7,037	305	11,732	4,505	179	74,201
近畿	2,556	477	1,590	9,308	17	12,517	50,035	8,099	9,420	8,120	293	102,431
中国	2,264	1,384	406	12,795	1,644	16,563	22,834	33,957	18,136	25,091	545	135,619
四国	89	87	1,199	14,235	0	7,887	11,155	13,703	17,894	9,208	17	75,474
九州	3,289	4,590	1,521	7,218	973	12,473	16,604	18,866	8,570	35,760	4,254	114,117
沖縄	1	2	0	41	20	0	2	0	0	6	225	298
合計	54,088	28,852	10,852	130,348	11,201	110,321	123,233	80,412	67,627	97,952	5,764	

出典:「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査　2014 年調査」、国土交通省より

（３日間調査日平均：重量ベース）

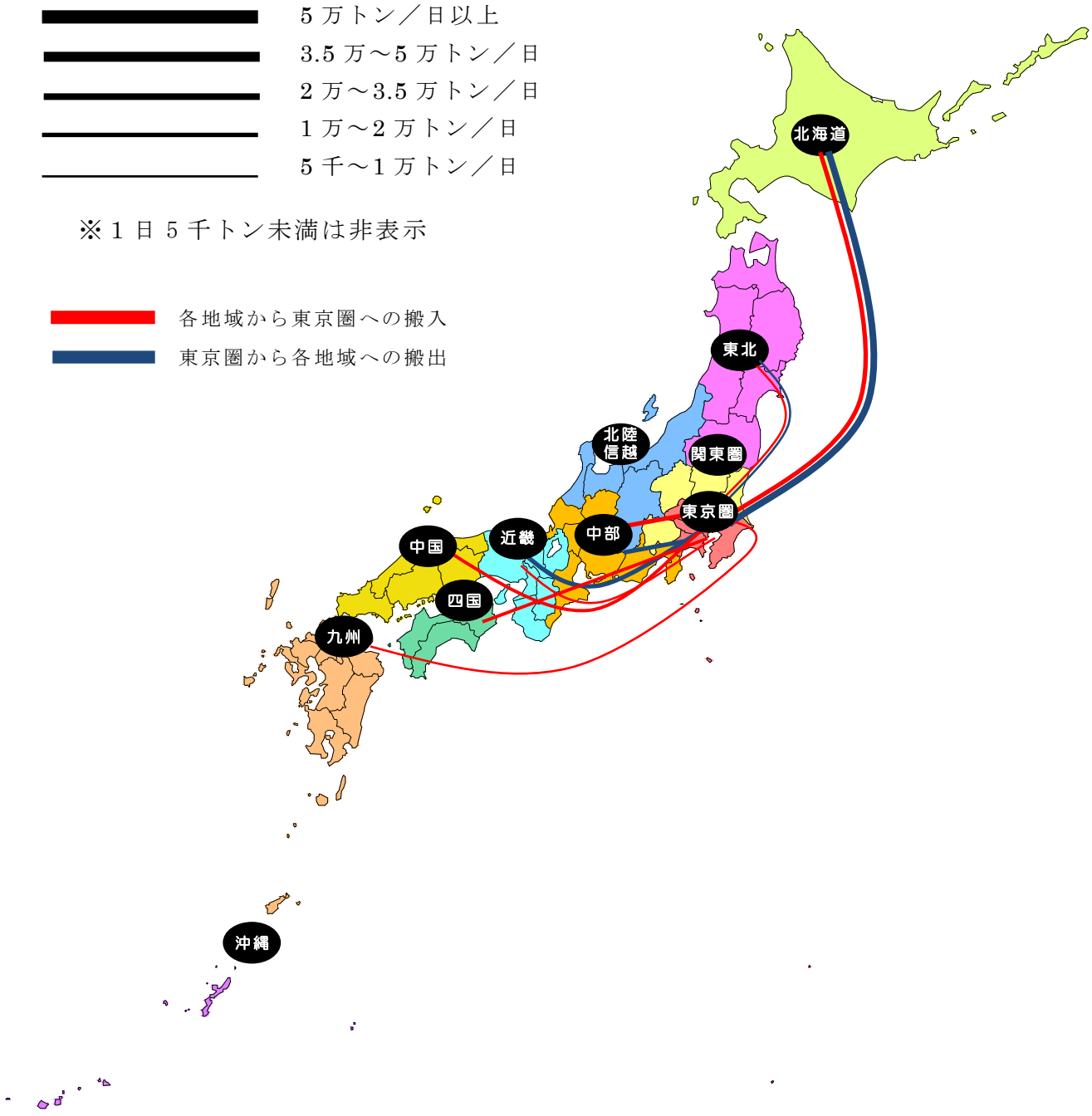


図 2.2.2.1-2　経済圏間の代表輸送機関別地域間流動（船舶）

出典:「日本の統計 2014」、総務省統計局より算出

◇鉄道地域間流動〔日平均〕

表 2.2.2.1-3　経済圏間の代表輸送機関別地域間流動（鉄道）

（日平均　単位：トン）

着地域 発地域	北海道	東北	関東圏	東京圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	3,112	442	679	741	231	329	373	134	14	77	6	6,137
東北	240	7,476	154	2,398	108	247	732	442	60	227	3	12,087
関東圏	281	223	0	5	25	471	337	277	13	945	0	2,577
東京圏	846	552	3,774	3,161	1,325	752	1,148	490	94	741	0	12,883
北陸信越	224	99	400	3,190	136	386	930	162	190	418	0	6,135
中部	568	891	160	732	2,817	5,053	173	557	48	1,383	0	12,382
近畿	349	524	287	1,328	132	87	140	139	25	324	0	3,334
中国	127	475	243	2,144	205	679	203	29	1	210	0	4,318
四国	94	83	57	349	18	13	12	7	0	14	0	647
九州	167	305	284	1,057	111	499	631	47	20	490	0	3,611
沖縄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	6,008	11,072	6,039	15,105	5,108	8,516	4,679	2,283	466	4,828	9	64,113

出典:「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査　2014 年調査」、国土交通省より算出

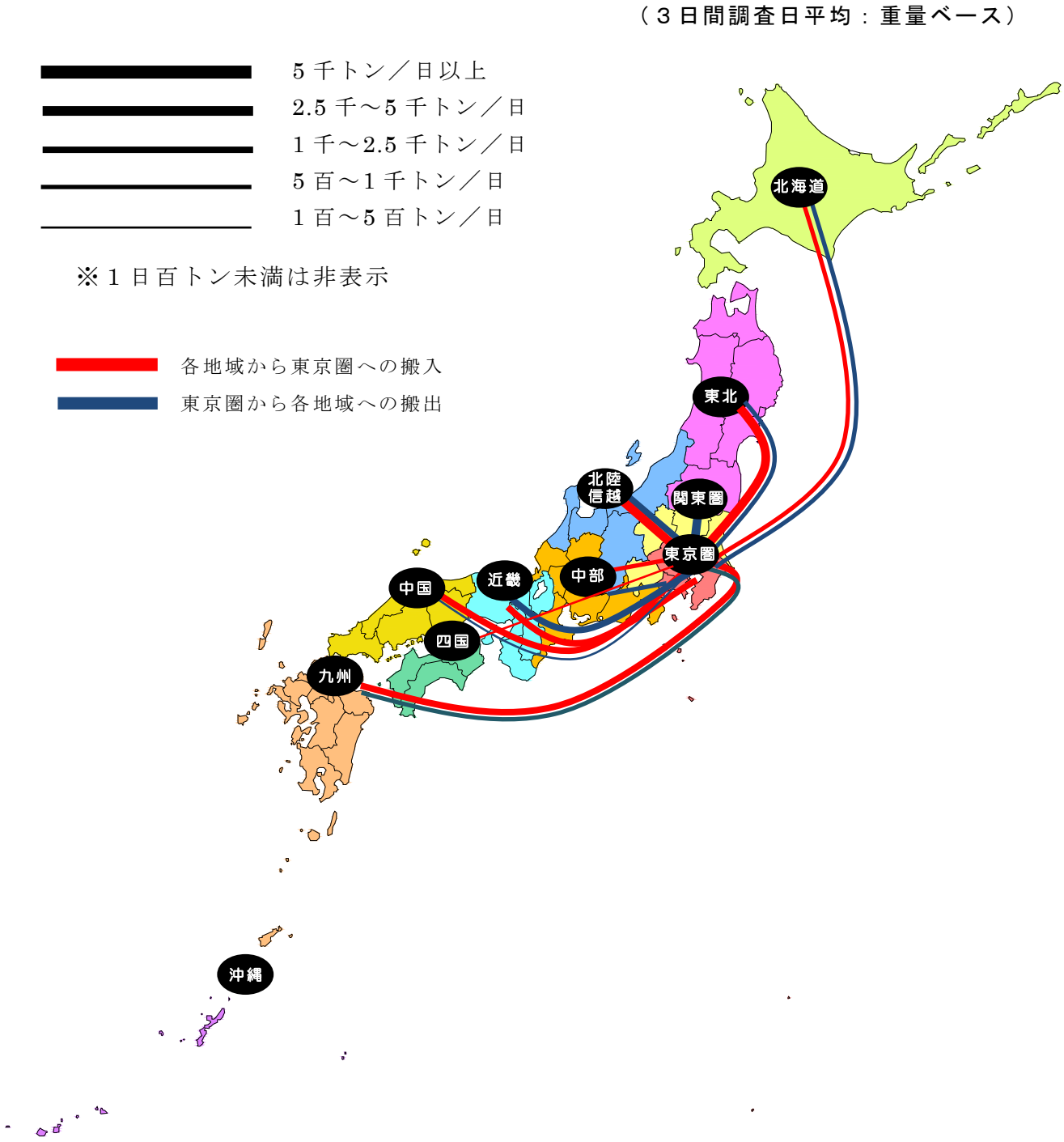


図 2.2.2.1-3　経済圏間の代表輸送機関別地域間流動（鉄道）

出典:「日本の統計 2014」、総務省統計局より算出

◇自動車地域間流動〔日平均〕

表 2.2.2.1-4　経済圏間の代表輸送機関別地域間流動（自動車）

（日平均　単位：トン）

着地域 発地域	北海道	東北	関東圏	東京圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
北海道	288,222	1,862	2,630	3,696	440	1,168	1,704	128	369	559	138	300,917
東北	2,624	427,635	18,197	48,074	10,842	6,955	3,620	967	443	1,127	16	520,500
関東圏	1,882	18,862	326,021	153,215	9,767	22,196	13,357	3,104	905	3,535	78	552,922
東京圏	4,020	33,071	118,852	876,779	21,118	42,640	28,265	6,471	2,916	5,670	310	1,140,111
北陸信越	784	7,059	11,089	35,350	342,759	19,623	14,403	2,481	757	1,854	51	436,211
中部	1,893	17,301	28,608	69,056	22,851	949,194	81,221	9,801	4,023	15,885	214	1,200,046
近畿	2,588	5,930	12,125	36,713	13,280	58,887	656,373	41,695	15,106	22,194	216	865,107
中国	5,479	986	15,970	14,580	20,212	16,782	92,507	433,426	10,390	51,583	48	661,962
四国	147	832	1,883	5,584	944	6,352	15,751	7,087	148,364	3,428	52	190,425
九州	272	2,564	3,124	12,105	1,094	12,173	20,596	18,297	4,793	634,461	899	710,378
沖縄	2	9	4	53	7	14	50	1	0	10	53,878	54,027
合計	307,914	516,110	538,502	1,255,204	443,314	1,135,984	927,846	523,459	188,067	740,306	55,900	

出典:「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査　2014 年調査」、国土交通省より算出

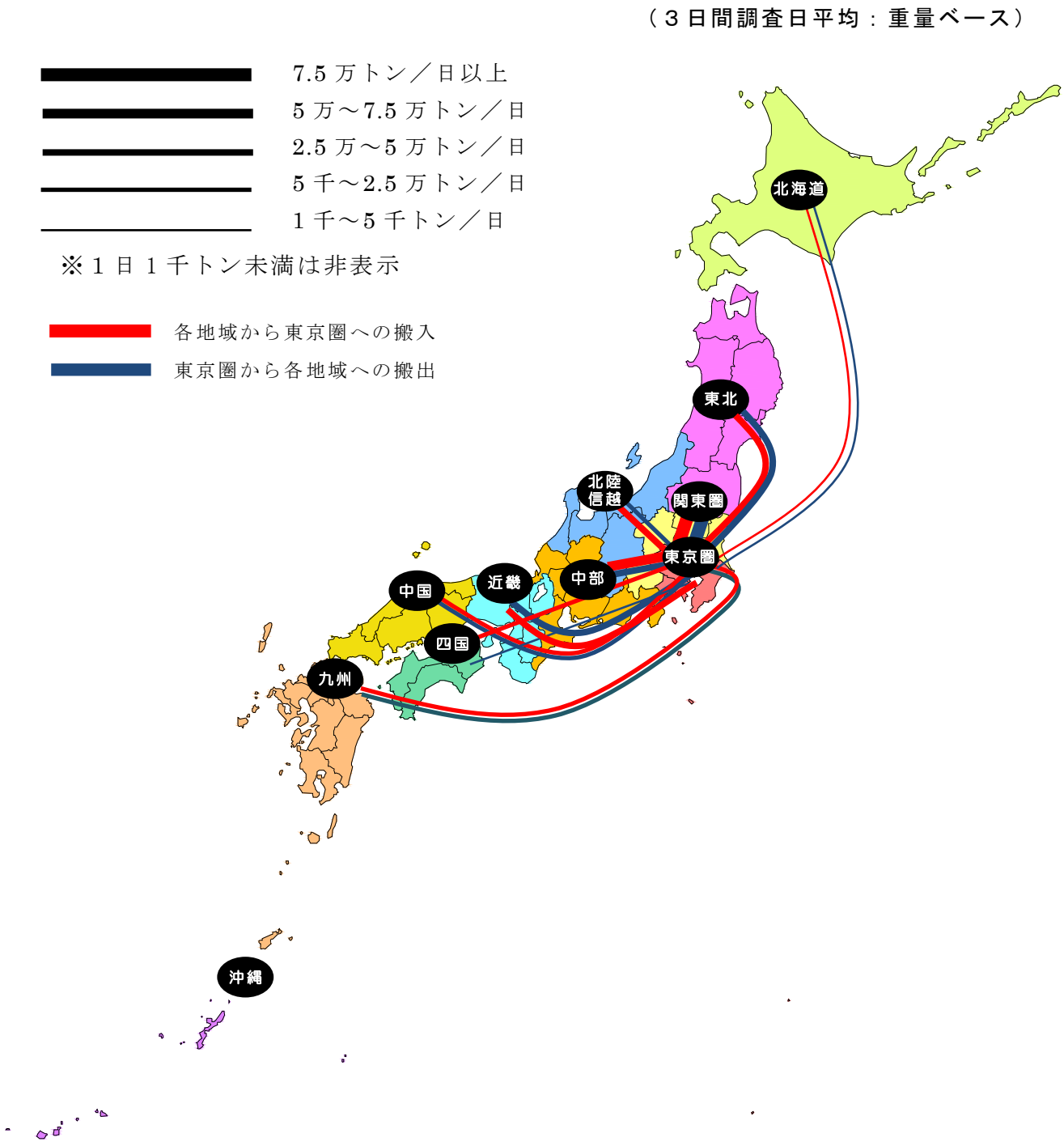


図 2.2.2.1-4　経済圏間の代表輸送機関別地域間流動（自動車）

出典:「日本の統計 2014」、総務省統計局より算出

表 2.2.2.1-5　東京圏と他の経済圏間の物流量

（発着計日平均　単位：トン）

発着地域 輸送手段	北海道	東北	関東圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
航空機	104	1	0	2	0	44	33	36	152	70	442
船舶	40,762	14,371	6,098	0	28,230	19,398	16,060	15,913	9,776	277	150,885
鉄道	1,588	2,950	3,780	4,515	1,484	2,476	2,633	443	1,798	0	21,667
自動車	7,715	81,145	272,066	56,468	111,696	64,977	21,051	8,500	17,775	362	641,757
合計	50,169	98,468	281,945	60,985	141,409	86,896	39,778	24,892	29,501	709	814,751

出典:「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査　2014 年調査」、国土交通省より算出

表 2.2.2.1-6　東京圏と他の経済圏間の物流量の全体に対する比率

（単位：%）

発着地域 輸送手段	北海道	東北	関東圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
航空機	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.02%	0.01%	0.05%
船舶	5.00%	1.76%	0.75%	0.00%	3.46%	2.38%	1.97%	1.95%	1.20%	0.03%	18.52%
鉄道	0.19%	0.36%	0.46%	0.55%	0.18%	0.30%	0.32%	0.05%	0.22%	0.00%	2.66%
自動車	0.95%	9.96%	33.39%	6.93%	13.71%	7.98%	2.58%	1.04%	2.18%	0.04%	78.77%
合計	6.16%	12.09%	34.61%	7.49%	17.36%	10.67%	4.88%	3.06%	3.62%	0.09%	100.00%

出典:「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査　2014 年調査」、国土交通省より算出

表 2.2.2.1-7　輸送手段ごとの各経済圏が占める物流量の割合

（単位：%）

発着地域 輸送手段	北海道	東北	関東圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
航空機	23.47%	0.34%	0.00%	0.42%	0.00%	10.03%	7.57%	8.06%	34.40%	15.72%	100.00%
船舶	27.02%	9.52%	4.04%	0.00%	18.71%	12.86%	10.64%	10.55%	6.48%	0.18%	100.00%
鉄道	7.33%	13.62%	17.45%	20.84%	6.85%	11.43%	12.15%	2.05%	8.30%	0.00%	100.00%
自動車	1.20%	12.64%	42.39%	8.80%	17.40%	10.12%	3.28%	1.32%	2.77%	0.06%	100.00%

出典:「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査　2014 年調査」、国土交通省より算出

1)　東京圏と各経済圏間の物流の特性

表 2.2.2.1-6 より、東京圏に対する物流が最も多い経済圏は関東圏で全体の 35%を占め、次いで中部圏、東北圏、近畿圏の順となり、これらの経済圏で全体の物流量の 75%を占める。このことは、物流量が東京圏に対する物品の輸送距離に比例していることを示している。

輸送手段別の東京圏と他の経済圏間の物流量（**表 2.2.2.1-6**）は、自動車が 79%を占め、次いで船舶の 19%、鉄道の 3%となっており、自動車輸送が東京圏に対する物流の主力となっていることが分かる。

2)　交通手段ごとの東京圏と各経済圏間の物流の特性

(1)　航空機

航空機による物流は、九州圏が 34%で最も多く、次いで北海道圏の 23%、沖縄圏の 16%とこの 3 地域で全体の 73%を占める（**表 2.2.2.1-7**）。

航空機による輸送は、2.1.1 で述べたように高付加価値物を長距離、短時間に輸送することで高い輸送コストをカバーする特性を有しており、**表 2.2.2.1-7** にはこの特徴が表れている。また、北海道圏と沖縄圏は、東京圏と道路がつながっておらず、直接自動車輸送ができない点も航空機の利用が増大している原因である。

(2) 船舶

船舶による物流は、北海道圏が 27%で最も多く、次いで中部圏の 19%、近畿圏の 13%となっている（**表 2.2.2.1-7**）。

船舶による輸送は、工業地帯への原材料の供給と製品の運搬が主な役割であることから、太平洋側に大規模な工業地帯を有する経済圏（東北圏、中国圏、四国圏）に対する輸送の割合も 10%前後に達している。

(3) 鉄道

鉄道は、2.2.1 で示したようにコンテナと車扱いで特性が異なるため、**表 2.2.2.1-8～2.2.2.1-10** に、鉄道輸送の内訳を示す。

表 2.2.2.1-8 鉄道物流量の内訳

（発着計日平均 単位：トン）

発着地域 輸送手段	北海道	東北	関東圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
鉄道 コンテナ	1,588	2,734	5	3,334	1,484	2,476	2,633	443	1,798	0	16,496
鉄道 車扱い	0	216	3,774	1,181	0	0	0	0	0	0	5,171
合計	1,588	2,950	3,780	4,515	1,484	2,476	2,633	443	1,798	0	21,667

出典:「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査 2014 年調査」、国土交通省より算出

表 2.2.2.1-9 東京圏と他の経済圏間の鉄道物流量の全体に対する比率

（単位：%）

発着地域 輸送手段	北海道	東北	関東圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
鉄道 コンテナ	7.33%	12.62%	0.03%	15.39%	6.85%	11.43%	12.15%	2.05%	8.30%	0.00%	76.13%
鉄道 車扱い	0.00%	1.00%	17.42%	5.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	23.87%
合計	7.33%	13.62%	17.45%	20.84%	6.85%	11.43%	12.15%	2.05%	8.30%	0.00%	100.00%

出典:「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査 2014 年調査」、国土交通省より算出

表 2.2.2.1-10 鉄道の輸送手段ごとの各経済圏が占める物流量の割合

（単位：%）

発着地域 輸送手段	北海道	東北	関東圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
鉄道 コンテナ	9.62%	16.57%	0.03%	20.21%	9.00%	15.01%	15.96%	2.69%	10.90%	0.00%	100.00%
鉄道 車扱い	0.00%	4.18%	72.99%	22.83%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%

出典:「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査 2014 年調査」、国土交通省より算出

表 2.2.2.1-9 より鉄道コンテナ輸送は、鉄道輸送の 76%を占め鉄道輸送の中心であることが分かる。また、**表 2.2.2.1-10** より輸送量が最も多いのは北陸信越圏で 15%、次いで東北圏、中国圏、近畿圏の順となっているが、鉄道がつながっていない沖縄県と、隣接して東京圏との道路網が緊密に連携している関東圏を除き、全国にほぼ均等な割合で輸送が行われている。

表 2.2.2.1-10 より鉄道車扱い輸送は、関東圏が 73%、北陸信越圏が 23%でこの 2 地域で全体の 96%を占める。2.2.1 で述べたように鉄道車扱いの輸送は船舶輸送と同様な物品の輸送を行っているため、茨城県しか海に面していない関東圏と日本海側に海を有して東京圏からの航路が長くなる北陸信越圏に、船舶の代替輸送手段として利用されていると推定される。

(4) 自動車

表 2.2.2.1-7 より自動車輸送は、関東圏が 42%を占め、次いで中部圏 17%、東北圏 13%となっている。

表 2.2.2.1-11 に全物流量の自動車輸送が占める割合を示す。

表 2.2.2.1-11 東京圏と他の経済圏間の全物流量に占める自動車輸送の割合

（発着計日平均 単位：トン）

発着地域	北海道	東北	関東圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
自動車輸送	7,715	81,145	272,066	56,468	111,696	64,977	21,051	8,500	17,775	362	641,757
全物流量	50,169	98,468	281,945	60,985	141,409	86,896	39,778	24,892	29,501	709	814,751
比率	15.38%	82.41%	96.50%	92.59%	78.99%	74.78%	52.92%	34.15%	60.25%	51.11%	78.77%

出典:「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査 2014 年調査」、国土交通省より算出

関東圏は、東京圏と隣接し密接な道路網を共有していることから、他の交通機関に比べて自動車輸送が最も有利であり、**表 2.2.2.1-11** に示すように自動車輸送が全物流量に占める割合が各経済圏の中で最も高い。また、東京圏との全物流量が全国の経済圏で最も多いため、自動車輸送量が他の経済圏から突出した結果となっている。

表 2.2.2.1-11 に示すように、自動車輸送の割合は東京圏から遠隔の経済圏ほど低くなっている。また、沖縄圏と北海道圏は東京圏から道路が通じていないため、極端に低い値となっている。

3) 物流の実態調査のまとめ

東京圏に対する物流は 35%を関東圏が占めているが（**表 2.2.2.1-6**）、関東圏は独立した経済圏というよりは東京圏に含まれた経済圏であるとみなされるため、経済圏内の地域間物流が含まれることにより、物流量が増加していると考えられる。また、運搬距離が短いことからその 97%を自動車輸送によっている（**表 2.2.2.1-11**）。

他の経済圏については、遠隔地となるほど自動車輸送の割合は低下する。また、自動車を除くと、太平洋に面した経済圏において船舶による工業製品の原材料や製品の輸送量が大きな割合を占めている。

航空機による物流は、遠隔地である九州圏、北海道圏、沖縄圏で多く、特に沖縄圏では全物流量の 10%を航空機が占めている（**表 2.2.2.1-5 より算出**）。これは、沖縄圏が海に隔てられて自動車や鉄道による輸送が困難なこともあるが、沖縄空港が日本で唯一の 24 時間稼働の空港であることから、輸出入の拠点となるハブ空港として重要視されており、他の経済圏からの輸出入品の集積に航空機が利用されていることも考えられる。

船舶の物流は、工業製品の原材料や製品の輸送がその中心であり、自動車物流と一線を画している。また、鉄道車扱い輸送は、船舶の代替輸送手段を担っている。

自動車輸送と類似の物品を輸送する手段としては、鉄道コンテナ輸送と船舶コンテナ輸送・RORO 船が挙げられる。**表 2.2.2.1-12～2.2.2.1-14** に、これらの輸送量と比率を示す。

表 2.2.2.1-12　コンテナ・RORO 船と自動車の物流量

（発着計日平均　単位：トン）

発着地域 輸送手段	北海道	東北	関東圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
船舶 コンテナ RORO船	9,496	217	0	0	1,772	327	1,753	55	1,600	208	15,428
鉄道 コンテナ	1,588	2,734	5	3,334	1,484	2,476	2,633	443	1,798	0	16,496
自動車	7,715	81,145	272,066	56,468	111,696	64,977	21,051	8,500	17,775	362	641,757
合計	18,799	84,096	272,072	59,802	114,952	67,780	25,438	8,998	21,173	570	673,680

出典:「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査　2014 年調査」、国土交通省より算出

表 2.2.2.1-13　コンテナ・RORO 船と自動車の物流量の全体に対する比率

（単位：%）

発着地域 輸送手段	北海道	東北	関東圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
船舶 コンテナ RORO船	1.41%	0.03%	0.00%	0.00%	0.26%	0.05%	0.26%	0.01%	0.24%	0.03%	2.29%
鉄道 コンテナ	0.24%	0.41%	0.00%	0.49%	0.22%	0.37%	0.39%	0.07%	0.27%	0.00%	2.45%
自動車	1.15%	12.05%	40.39%	8.38%	16.58%	9.65%	3.12%	1.26%	2.64%	0.05%	95.26%
合計	2.79%	12.48%	40.39%	8.88%	17.06%	10.06%	3.78%	1.34%	3.14%	0.08%	100.00%

出典:「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査　2014 年調査」、国土交通省より算出

表 2.2.2.1-14　コンテナと自動車の物流量の経済圏ごとの各輸送手段が占める割合

（単位：%）

発着地域 輸送手段	北海道	東北	関東圏	北陸信越	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄
船舶 コンテナ RORO船	50.51%	0.26%	0.00%	0.00%	1.54%	0.48%	6.89%	0.61%	7.56%	36.43%
鉄道 コンテナ	8.45%	3.25%	0.00%	5.58%	1.29%	3.65%	10.35%	4.93%	8.49%	0.03%
自動車	41.04%	96.49%	100.00%	94.42%	97.17%	95.86%	82.76%	94.46%	83.95%	63.55%
合計	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

出典:「全国貨物物流調査(物流センサス)2010 調査　2014 年調査」、国土交通省より算出

船舶コンテナ・RORO 船と鉄道コンテナの物流量が全体に占める割合は、それぞれ 2%強であり、残りの 95%を自動車輸送が担っており、輸送の主力が自動車であることが分かる。しかし、直接自動車が走行できない北海道圏と沖縄圏では、船舶コンテナ・RORO 船の物流量が自動車を上回っており、自動車輸送の代替輸送手段として船舶輸送が行われていることが分かる。また、中国圏、九州圏において、自動車輸送の割合が 90%を下回っており、鉄道コンテナ、船舶による輸送が比較的多く利用されている。

物流の合理化を考えた場合に、道路網や鉄道網の整備、港湾・空港の整備はもちろんであるが、荷の積み替えを行う交通結節点も重要な要素となる。自動車輸送は、積み替えの無い一車貸し切りが 59%（389,406ｔ/日「全国貨物物流調査(物流センサス)2010

調査　2014 年調査」、国土交通省より算出）あるものの、自動車間の荷の積み替えを行う交通結節点が、現状の東京圏の物流を考えた場合最も重要である。

一方、「2.2.2.1 5)交通手段特性のまとめ」で触れたような、モーダルシフトの観点から今後は、自動車輸送から船舶コンテナ・RORO 船による輸送や鉄道コンテナ輸送への転換が必要となってくる。また、国土強靭化の観点からも、輸送手段の多様化は重要なポイントとなる。このため、自動車と船舶・鉄道間の荷の積み替えを行う、港湾や貨物ターミナルなどの交通結節点の整備拡張や交通結節点への道路のアクセスの重要性が増すと考えられる。

参考文献

2.2.2.1　**表 2.2.1.1-1**　交通手段特性整理表の参考文献

1)ANA CargoHP　航空機
http://www.anacargo.jp/ja/dom/service/aircraft/

2)航空輸送統計年報 HP　平成 25 年　第 1 表　総括表
http://www.mlit.go.jp/k-toukei/11/annual/11a0excel.html

3) ANA CargoHP　一般貨物運賃
http://www.anacargo.jp/ja/dom/air_info/

4)国内定期航空路線索引 HP
http://www.data.go.jp/data/dataset/mlit_20140919_2370/resource/f69a97f0-3083-40fc-a6ab-c5ccde116df4

5)財団法人運輸政策研究機構　内航海運コスト分析調査報告書平成 19 年 1 月

6)井本商運株式会社 HP　運航船舶
http://www.imotoline.co.jp/ship/749.html

7)国土交通省　交通関係統計等資料　最新統計表 HP
http://www.mlit.go.jp/k-toukei/saisintoukei.html

8)国土交通省 HP　日本内航海運組合総連合会　説明資料
http://www.mlit.go.jp/common/001012612.pdf

9)ウィキペディア HP　高速貨物列車
http://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%AB%98%E9%80%9F%E8%B2%A8%E7%89%A9%E5%88%97%E8%BB%8A

10)ウィキペディア HP　専用貨物列車
http://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%B0%82%E7%94%A8%E8%B2%A8%E7%89%A9%E5%88%97%E8%BB%8A

11) 社団法人鉄道貨物協会発行　「ＪＲ貨物時刻表」より試算

12)国土交通省　平成 22 年度　全国道路・街路交通情勢調査（道路交通センサス）
一般交通量調査　集計表 HP　東京都
http://www.mlit.go.jp/road/census/h22-1/

2.2.2.2　実態調査（人流）

実態調査の結果を**表 2.2.2.2-1～表 2.2.2.2-13** および**図 2.2.2.2-1～図 2.2.2.2-13** に示す。データの取りまとめに際して、首都圏の構成は茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉、東京、神奈川、山梨とする。なお、数値データは国土交通省の調査結果（下記 URL 参照）によるものであり、自家用車による移動量は含まれていない。

参照した国土交通省 URL は、http://www.mlit.go.jp/k-toukei/cgi-bin/search.cgi

1）平成 24 年分_首都圏の旅客輸送人員表

表 2.2.2.2-1　首都圏旅客輸送人員表①_全機関

全機関　平成24年分　首都圏都県間旅客輸送人員表（発・着 / 都県内除く）　（単位：1000人）

発＼着	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	143,226.4	2,170.3	277.9	3,825.0	15,229.8	34,738.7	870.3	13.5	200,352.0
栃木	1,918.9	81,730.5	1,704.5	7,719.2	769.1	12,012.4	725.5	40.5	106,620.6
群馬	106.8	1,704.8	58,233.0	7,401.9	357.6	7,048.7	327.0	123.6	75,303.5
埼玉	3,873.0	7,744.3	7,006.6	944,541.9	29,102.8	488,228.5	7,784.3	222.9	1,488,504.3
千葉	14,279.8	770.2	353.8	28,635.6	1,089,084.7	401,925.3	12,321.2	156.9	1,547,527.5
東京	33,531.9	11,765.0	7,491.6	489,631.9	405,374.5	8,729,804.8	718,849.7	6,731.0	10,403,180.3
神奈川	718.2	715.5	323.6	7,884.4	12,501.2	715,994.8	2,729,146.4	1,113.7	3,468,397.9
山梨	12.6	39.8	123.6	221.3	354.1	6,934.5	830.4	38,241.4	46,757.8
首都圏	197,667.7	106,640.5	75,514.6	1,489,861.1	1,552,773.9	10,396,687.7	3,470,854.8	46,643.5	17,336,643.9

全機関　平成24年分　首都圏都県間流動量表（発着合計）　（単位：1000人）

＼	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	143,226.4								143,226.4
栃木	4,089.3	81,730.5							85,819.8
群馬	384.7	3,409.3	58,233.0						62,027.0
埼玉	7,698.0	15,463.5	14,408.6	944,541.9					982,111.9
千葉	29,509.7	1,539.3	711.4	57,738.4	1,089,084.7				1,178,583.5
東京	68,270.6	23,777.4	14,540.3	977,860.4	807,299.8	8,729,804.8			10,621,553.3
神奈川	1,588.5	1,441.0	650.6	15,668.7	24,822.4	1,434,844.4	2,729,146.4		4,208,162.0
山梨	26.1	80.3	247.2	444.2	511.0	13,665.5	1,944.2	38,241.4	55,159.9
首都圏	254,793.2	127,441.3	88,791.1	1,996,253.6	1,921,717.9	10,178,314.6	2,731,090.6	38,241.4	17,336,643.9

表 2.2.2.2-2　首都圏旅客輸送人員表②_JR 計

JR計　平成24年分　首都圏都県間旅客輸送人員表（発・着 / 都県内除く）　（単位：1000人）

発＼着	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	52,281.0	1,582.2	36.1	2,870.5	9,473.1	21,051.7	588.2	13.5	87,896.3
栃木	1,559.7	28,999.6	781.6	5,131.8	308.2	8,795.3	725.5	40.5	46,342.2
群馬	35.2	779.5	22,827.6	4,142.8	182.9	4,859.4	327.0	5.9	33,160.3
埼玉	2,824.2	5,056.4	4,064.0	310,784.6	21,656.5	243,189.5	7,772.1	171.5	595,518.8
千葉	9,383.7	313.2	186.6	21,457.1	394,714.5	258,867.6	10,477.0	129.1	695,528.8
東京	20,797.5	8,698.6	4,813.9	242,991.8	258,603.6	2,388,891.7	290,759.6	5,889.2	3,221,445.9
神奈川	574.9	715.5	323.6	7,714.3	10,478.2	290,080.5	720,991.1	721.0	1,031,599.1
山梨	12.6	39.8	5.9	170.7	124.0	5,948.8	759.7	12,580.5	19,642.0
首都圏	87,468.8	46,184.8	33,039.3	595,263.6	695,541.0	3,221,684.5	1,032,400.2	19,551.2	5,731,133.4

JR計　平成24年分　首都圏都県間流動量表（発着合計）　（単位：1000人）

＼	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	52,281.0								52,281.0
栃木	3,141.9	28,999.6							32,141.5
群馬	71.3	1,561.1	22,827.6						24,460.0
埼玉	5,694.7	10,188.2	8,206.8	310,784.6					334,874.3
千葉	18,856.8	621.4	369.5	43,113.6	394,714.5				457,675.8
東京	41,849.2	17,493.9	9,673.3	486,181.3	517,471.2	2,388,891.7			3,461,560.6
神奈川	1,163.1	1,441.0	650.6	15,486.4	20,955.2	580,840.1	720,991.1		1,341,527.5
山梨	26.1	80.3	11.8	342.2	253.1	11,838.0	1,480.7	12,580.5	26,612.7
首都圏	123,084.1	60,385.5	41,739.6	855,908.1	933,394.0	2,981,569.8	722,471.8	12,580.5	5,731,133.4

表 2.2.2.2-3　首都圏旅客輸送人員表③_JR 定期

JR定期　　平成24年分　首都圏都県間旅客輸送人員表(発・着 / 都県内除く)　　(単位:1000人)

発＼着	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	40,461.9	1,024.4	5.8	1,960.0	6,636.8	14,236.5	236.3	1.2	64,562.9
栃木	1,024.4	21,741.1	559.6	3,437.2	61.3	4,109.9	163.9	0.0	31,097.4
群馬	5.8	559.6	16,865.8	2,681.9	13.4	1,774.1	45.1	0.0	21,945.7
埼玉	1,960.0	3,437.2	2,681.9	199,357.4	14,244.9	181,894.7	4,961.4	48.2	408,585.7
千葉	6,636.8	61.3	13.4	14,244.9	247,820.7	190,641.9	6,350.8	6.7	465,776.5
東京	14,236.5	4,109.9	1,774.1	181,894.7	190,641.9	1,314,482.2	203,288.8	2,726.7	1,913,154.8
神奈川	236.3	163.9	45.1	4,961.4	6,350.8	203,288.8	452,547.3	335.9	667,929.5
山梨	1.2	0.0	0.0	48.2	6.7	2,726.7	335.9	9,209.8	12,328.5
首都圏	64,562.9	31,097.4	21,945.7	408,585.7	465,776.5	1,913,154.8	667,929.5	12,328.5	3,585,381.0

JR定期　　平成24年分　首都圏都県間流動量表(発着合計)　　(単位:1000人)

＼	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	40,461.9								40,461.9
栃木	2,048.8	21,741.1							23,789.9
群馬	11.6	1,119.2	16,865.8						17,996.6
埼玉	3,920.0	6,874.4	5,363.8	199,357.4					215,515.6
千葉	13,273.6	122.6	26.8	28,489.8	247,820.7				289,733.5
東京	28,473.0	8,219.8	3,548.2	363,789.4	381,283.8	1,314,482.2			2,099,796.4
神奈川	472.6	327.8	90.2	9,922.8	12,701.6	406,577.6	452,547.3		882,639.9
山梨	2.4	0.0	0.0	96.4	13.4	5,453.4	671.8	9,209.8	15,447.2
首都圏	88,663.9	38,404.9	25,894.8	601,655.8	641,819.5	1,726,513.2	453,219.1	9,209.8	3,585,381.0

表 2.2.2.2-4　首都圏旅客輸送人員表④_JR 定期外

JR定期外　　平成24年分　首都圏都県間旅客輸送人員表(発・着 / 都県内除く)　　(単位:1000人)

発＼着	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	11,819.1	557.8	30.3	910.5	2,836.3	6,815.2	351.9	12.3	23,333.4
栃木	535.3	7,258.5	222.0	1,694.6	246.9	4,685.4	561.6	40.5	15,244.8
群馬	29.4	219.9	5,961.8	1,460.9	169.5	3,085.3	281.9	5.9	11,214.6
埼玉	864.2	1,619.2	1,382.1	111,427.2	7,411.6	61,294.8	2,810.7	123.3	186,933.1
千葉	2,746.9	251.9	173.2	7,212.2	146,893.8	68,225.7	4,126.2	122.4	229,752.3
東京	6,561.0	4,588.7	3,039.8	61,097.1	67,961.7	1,074,409.5	87,470.8	3,162.5	1,308,291.1
神奈川	338.6	551.6	278.5	2,752.9	4,127.4	86,791.7	268,443.8	385.1	363,669.6
山梨	11.4	39.8	5.9	122.5	117.3	3,222.1	423.8	3,370.7	7,313.5
首都圏	22,905.9	15,087.4	11,093.6	186,677.9	229,764.5	1,308,529.7	364,470.7	7,222.7	2,145,752.4

JR定期外　　平成24年分　首都圏都県間流動量表(発着合計)　　(単位:1000人)

＼	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	11,819.1								11,819.1
栃木	1,093.1	7,258.5							8,351.6
群馬	59.7	441.9	5,961.8						6,463.4
埼玉	1,774.7	3,313.8	2,843.0	111,427.2					119,358.7
千葉	5,583.2	498.8	342.7	14,623.8	146,893.8				167,942.3
東京	13,376.2	9,274.1	6,125.1	122,391.9	136,187.4	1,074,409.5			1,361,764.2
神奈川	690.5	1,113.2	560.4	5,563.6	8,253.6	174,262.5	268,443.8		458,887.6
山梨	23.7	80.3	11.8	245.8	239.7	6,384.6	808.9	3,370.7	11,165.5
首都圏	34,420.2	21,980.6	15,844.8	254,252.3	291,574.5	1,255,056.6	269,252.7	3,370.7	2,145,752.4

表 2.2.2.2-5　首都圏旅客輸送人員表⑤_民鉄計

民鉄計　　平成24年分　首都圏都県間旅客輸送人員表(発・着 / 都県内除く)　　(単位:1000人)

発＼着	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	16,604.2	123.7	0.0	434.8	4,499.1	11,947.1	0.0	0.0	33,608.9
栃木	81.5	10,041.2	837.8	2,251.2	62.1	2,301.4	0.0	0.0	15,575.2
群馬	0.0	858.7	10,228.6	2,306.0	56.6	1,728.9	0.0	0.0	15,178.8
埼玉	379.3	2,199.9	2,290.3	355,832.0	6,910.6	240,049.9	0.0	0.0	607,662.0
千葉	4,416.3	59.5	52.5	6,824.0	453,818.7	135,868.7	0.0	0.0	601,039.6
東京	10,832.2	2,538.1	1,946.1	239,816.7	137,348.3	5,316,323.4	415,979.6	0.0	6,124,784.3
神奈川	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	417,163.4	1,271,308.3	0.0	1,688,471.7
山梨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3,150.0	3,150.0
首都圏	32,313.5	15,821.0	15,355.3	607,464.6	602,695.4	6,125,382.8	1,687,287.9	3,150.0	9,089,470.5

民鉄計　　平成24年分　首都圏都県間流動量表(発着合計)　　(単位:1000人)

＼	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	16,604.2								16,604.2
栃木	205.2	10,041.2							10,246.3
群馬	0.0	1,696.5	10,228.6						11,925.0
埼玉	814.1	4,451.1	4,596.3	355,832.0					365,693.5
千葉	8,915.3	121.6	109.1	13,734.6	453,818.7				476,699.4
東京	22,779.3	4,839.4	3,675.1	479,866.5	273,216.9	5,316,323.4			6,100,700.7
神奈川	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	833,143.0	1,271,308.3		2,104,451.3
山梨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3,150.0	3,150.0
首都圏	49,318.2	21,149.8	18,609.1	849,433.1	727,035.7	6,149,466.4	1,271,308.3	3,150.0	9,089,470.5

2.2.2.2-6　首都圏旅客輸送人員表⑥_民鉄定期

民鉄定期　　平成24年分　首都圏都県間旅客輸送人員表(発・着 / 都県内除く)　　(単位:1000人)

発＼着	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	9,735.6	48.0	0.0	313.6	2,987.2	6,873.0	0.0	0.0	19,957.5
栃木	44.1	6,834.0	600.5	1,296.0	16.0	494.8	0.0	0.0	9,285.5
群馬	0.0	600.5	7,793.9	1,470.5	33.2	555.4	0.0	0.0	10,453.5
埼玉	313.6	1,296.0	1,470.5	222,476.5	4,397.9	165,286.2	0.0	0.0	395,240.7
千葉	2,987.2	16.0	33.2	4,397.9	265,242.8	92,908.2	0.0	0.0	365,585.3
東京	6,873.0	494.8	555.4	165,286.2	92,908.2	3,001,617.6	266,268.9	0.0	3,534,004.2
神奈川	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	266,268.9	744,551.5	0.0	1,010,820.4
山梨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,536.0	1,536.0
首都圏	19,953.6	9,289.3	10,453.5	395,240.7	365,585.3	3,534,004.2	1,010,820.4	1,536.0	5,346,883.0

民鉄定期　　平成24年分　首都圏都県間流動量表(発着合計)　　(単位:1000人)

＼	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	9,735.6								9,735.6
栃木	92.2	6,834.0							6,926.1
群馬	0.0	1,201.0	7,793.9						8,994.9
埼玉	627.2	2,592.0	2,941.0	222,476.5					228,636.7
千葉	5,974.4	32.1	66.5	8,795.8	265,242.8				280,111.5
東京	13,746.1	989.6	1,110.8	330,572.4	185,816.4	3,001,617.6			3,533,852.9
神奈川	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	532,537.9	744,551.5		1,277,089.4
山梨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,536.0	1,536.0
首都圏	30,175.5	11,648.7	11,912.1	561,844.7	451,059.1	3,534,155.5	744,551.5	1,536.0	5,346,883.0

表 2.2.2.2-7　首都圏旅客輸送人員表⑦_民鉄定期外

民鉄定期外　　平成24年分　首都圏都県間旅客輸送人員表(発・着 / 都県内除く)　　(単位:1000人)

発＼着	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	6,868.6	75.7	0.0	121.2	1,511.9	5,074.1	0.0	0.0	13,651.5
栃木	37.3	3,207.2	237.3	955.2	46.1	1,806.6	0.0	0.0	6,289.7
群馬	0.0	258.2	2,434.7	835.5	23.4	1,173.6	0.0	0.0	4,725.3
埼玉	65.7	903.9	819.8	133,355.4	2,512.7	74,763.6	0.0	0.0	212,421.3
千葉	1,429.0	43.4	19.3	2,426.1	188,576.0	42,960.5	0.0	0.0	235,454.3
東京	3,959.1	2,043.3	1,390.7	74,530.5	44,440.1	2,314,705.8	149,710.6	0.0	2,590,780.1
神奈川	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	150,894.5	526,756.8	0.0	677,651.3
山梨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,614.0	1,614.0
首都圏	12,359.9	6,531.6	4,901.8	212,224.0	237,110.1	2,591,378.7	676,467.4	1,614.0	3,742,587.4

民鉄定期外　　平成24年分　首都圏都県間流動量表(発着合計)　　(単位:1000人)

＼	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	6,868.6								6,868.6
栃木	113.0	3,207.2							3,320.2
群馬	0.0	495.5	2,434.7						2,930.1
埼玉	187.0	1,859.1	1,655.3	133,355.4					137,056.8
千葉	2,940.9	89.5	42.6	4,938.8	188,576.0				196,587.9
東京	9,033.2	3,849.9	2,564.3	149,294.1	87,400.6	2,314,705.8			2,566,847.8
神奈川	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	300,605.2	526,756.8		827,361.9
山梨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,614.0	1,614.0
首都圏	19,142.7	9,501.1	6,697.0	287,588.4	275,976.5	2,615,310.9	526,756.8	1,614.0	3,742,587.4

表 2.2.2.2-8　首都圏旅客輸送人員表⑧_自動車計

自動車計　　平成24年分　首都圏都県間旅客輸送人員表(発・着 / 都県内除く)　　(単位:1000人)

発＼着	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	74,326.6	464.5	241.8	519.6	1,257.6	1,739.9	282.1	0.0	78,832.1
栃木	277.7	42,436.0	85.1	336.2	398.8	915.7	0.0	0.0	44,449.5
群馬	71.6	66.6	25,164.0	942.6	118.1	460.4	0.0	117.7	26,941.0
埼玉	669.5	488.0	642.3	277,925.3	535.7	4,989.2	12.2	51.4	285,313.6
千葉	479.9	397.6	114.7	354.5	240,430.3	7,183.4	1,656.1	27.8	250,644.3
東京	1,902.2	528.3	731.6	6,823.5	9,418.9	1,020,494.9	12,105.1	841.8	1,052,846.3
神奈川	143.3	0.0	0.0	170.1	1,866.7	8,741.3	733,303.1	392.7	744,617.2
山梨	0.0	0.0	117.7	50.6	230.1	985.7	70.7	22,301.3	23,756.1
首都圏	77,870.8	44,381.0	27,097.2	287,122.4	254,256.2	1,045,510.5	747,429.3	23,732.7	2,507,400.1

自動車計　　平成24年分　首都圏都県間流動量表(発着合計)　　(単位:1000人)

＼	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	74,326.6								74,326.6
栃木	742.2	42,436.0							43,178.2
群馬	313.4	151.7	25,164.0						25,629.1
埼玉	1,189.1	824.2	1,584.9	277,925.3					281,523.5
千葉	1,737.5	796.4	232.8	890.2	240,430.3				244,087.2
東京	3,642.1	1,444.0	1,192.0	11,812.7	16,602.3	1,020,494.9			1,055,188.0
神奈川	425.4	0.0	0.0	182.3	3,522.8	20,846.4	733,303.1		758,280.0
山梨	0.0	0.0	235.4	102.0	257.9	1,827.5	463.4	22,301.3	25,187.5
首都圏	82,376.3	45,652.3	28,409.1	290,912.5	260,813.3	1,043,168.8	733,766.5	22,301.3	2,507,400.1

表 2.2.2.2-9　首都圏旅客輸送人員表⑨_乗合バス

乗合バス　平成24年分　首都圏都県間旅客輸送人員表(発・着 / 都県内除く)　(単位:1000人)

発＼着	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	39,330.5	24.5	0.0	92.6	320.3	1,240.9	0.0	0.0	41,008.8
栃木	24.1	17,228.9	11.9	0.0	103.3	279.9	0.0	0.0	17,648.1
群馬	0.0	11.7	10,272.5	188.9	118.1	240.6	0.0	1.3	10,833.1
埼玉	73.2	0.0	193.8	210,379.9	297.2	3,402.8	0.0	6.6	214,353.5
千葉	322.8	102.1	114.7	293.5	193,351.4	6,247.4	1,643.9	27.8	202,103.6
東京	1,599.0	280.4	234.6	4,198.8	6,550.0	714,086.6	7,292.1	633.8	734,875.3
神奈川	0.0	0.0	0.0	0.0	1,848.4	7,134.4	653,173.0	16.6	662,172.4
山梨	0.0	0.0	1.3	5.8	28.6	591.7	17.0	4,761.0	5,405.4
首都圏	41,349.6	17,647.6	10,828.8	215,159.5	202,617.3	733,224.3	662,126.0	5,447.1	1,888,400.2

乗合バス　平成24年分　首都圏都県間流動量表(発着合計)　(単位:1000人)

＼	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	39,330.5								39,330.5
栃木	48.6	17,228.9							17,277.5
群馬	0.0	23.6	10,272.5						10,296.1
埼玉	165.8	0.0	382.7	210,379.9					210,928.4
千葉	643.1	205.4	232.8	590.7	193,351.4				195,023.4
東京	2,839.9	560.3	475.2	7,601.6	12,797.4	714,086.6			738,361.0
神奈川	0.0	0.0	0.0	0.0	3,492.3	14,426.5	653,173.0		671,091.8
山梨	0.0	0.0	2.6	12.4	56.4	1,225.5	33.6	4,761.0	6,091.5
首都圏	43,027.9	18,018.2	11,365.8	218,584.6	209,697.5	729,738.6	653,206.6	4,761.0	1,888,400.2

表 2.2.2.2-10　首都圏旅客輸送人員表⑩_貸切バス

貸切バス　平成24年分　関東圏都県間旅客輸送人員表(発・着 / 都県内除く)

発＼着	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	関東
茨城	17,667.7	317.9	241.8	286.6	864.1	474.6	282.1	0.0	20,134.8
栃木	125.4	10,051.7	0.0	317.9	295.5	635.8	0.0	0.0	11,426.3
群馬	71.6	0.0	474.6	411.9	0.0	201.5	0.0	116.4	1,276.0
埼玉	492.5	488.0	411.9	31,570.3	183.6	774.6	0.0	44.8	33,965.7
千葉	138.8	295.5	0.0	0.0	8,247.3	246.3	0.0	0.0	8,927.9
東京	223.9	241.8	497.0	335.8	671.6	24,965.8	259.7	183.6	27,379.2
神奈川	143.3	0.0	0.0	170.1	0.0	62.7	568.6	376.1	1,320.8
山梨	0.0	0.0	116.4	44.8	201.5	394.0	53.7	1,231.3	2,041.7
関東	18,863.2	11,394.9	1,741.7	33,137.4	10,463.6	27,755.3	1,164.1	1,952.2	106,472.4

貸切バス　平成24年分　関東圏都県間流動量表(発着合計)

＼	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	関東
茨城	17,667.7								17,667.7
栃木	443.3	10,051.7							10,495.0
群馬	313.4	0.0	474.6						788.0
埼玉	779.1	805.9	823.8	31,570.3					33,979.1
千葉	1,002.9	591.0	0.0	183.6	8,247.3				10,024.8
東京	698.5	877.6	698.5	1,110.4	917.9	24,965.8			29,268.7
神奈川	425.4	0.0	0.0	170.1	0.0	322.4	568.6		1,486.5
山梨	0.0	0.0	232.8	89.6	201.5	577.6	429.8	1,231.3	2,762.6
関東	21,330.3	12,326.2	2,229.7	33,124.0	9,366.7	25,865.8	998.4	1,231.3	106,472.4

表 2.2.2.2-11　首都圏旅客輸送人員表⑪_営業用乗用車

営業用乗用車　平成24年分　首都圏都県間旅客輸送人員表(発・着 / 都県内除く)　(単位:1000人)

発＼着	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	17,328.4	122.1	0.0	140.4	73.2	24.4	0.0	0.0	17,688.5
栃木	128.2	15,155.4	73.2	18.3	0.0	0.0	0.0	0.0	15,375.1
群馬	0.0	54.9	14,416.9	341.8	0.0	18.3	0.0	0.0	14,831.9
埼玉	103.8	0.0	36.6	35,975.1	54.9	811.8	12.2	0.0	36,994.4
千葉	18.3	0.0	0.0	61.0	38,831.6	689.7	12.2	0.0	39,612.8
東京	79.3	6.1	0.0	2,288.9	2,197.3	281,442.5	4,553.3	24.4	290,591.8
神奈川	0.0	0.0	0.0	0.0	18.3	1,544.2	79,561.5	0.0	81,124.0
山梨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16,309.0	16,309.0
首都圏	17,658.0	15,338.5	14,526.7	38,825.5	41,175.3	284,530.9	84,139.2	16,333.4	512,527.5

営業用乗用車　平成24年分　首都圏都県間流動量表(発着合計)　(単位:1000人)

＼	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	17,328.4								17,328.4
栃木	250.3	15,155.4							15,405.7
群馬	0.0	128.1	14,416.9						14,545.0
埼玉	244.2	18.3	378.4	35,975.1					36,616.0
千葉	91.5	0.0	0.0	115.9	38,831.6				39,039.0
東京	103.7	6.1	18.3	3,100.7	2,887.0	281,442.5			287,558.3
神奈川	0.0	0.0	0.0	12.2	30.5	6,097.5	79,561.5		85,701.7
山梨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.4	0.0	16,309.0	16,333.4
首都圏	18,018.1	15,307.9	14,813.6	39,203.9	41,749.1	287,564.4	79,561.5	16,309.0	512,527.5

表 2.2.2.2-12　首都圏旅客輸送人員表⑫_旅客船

旅客船　　平成24年分　首都圏都県間旅客輸送人員表(発・着 / 都県内除く)　　(単位:1000人)

発＼着	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.5
栃木	0.0	253.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	253.7
群馬	0.0	0.0	12.9	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	23.5
埼玉	0.0	0.0	10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.1
千葉	0.0	0.0	0.0	0.0	121.2	5.6	188.1	0.0	314.9
東京	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	3,810.6	5.4	0.0	3,819.8
神奈川	0.0	0.0	0.0	0.0	156.3	9.5	3,544.0	0.0	3,709.8
山梨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	209.7	209.7
首都圏	14.5	253.7	22.9	10.6	281.3	3,825.7	3,737.5	209.7	8,355.9

旅客船　　平成24年分　首都圏都県間流動量表(発着合計)　　(単位:1000人)

	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	14.5								14.5
栃木	0.0	253.7							253.7
群馬	0.0	0.0	12.9						12.9
埼玉	0.0	0.0	20.6	0.0					20.6
千葉	0.0	0.0	0.0	0.0	121.2				121.2
東京	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4	3,810.6			3,820.0
神奈川	0.0	0.0	0.0	0.0	344.4	14.9	3,544.0		3,903.3
山梨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	209.7	209.7
首都圏	14.5	253.7	33.5	0.0	475.0	3,825.5	3,544.0	209.7	8,355.9

表 2.2.2.2-13　首都圏旅客輸送人員表⑬_航空

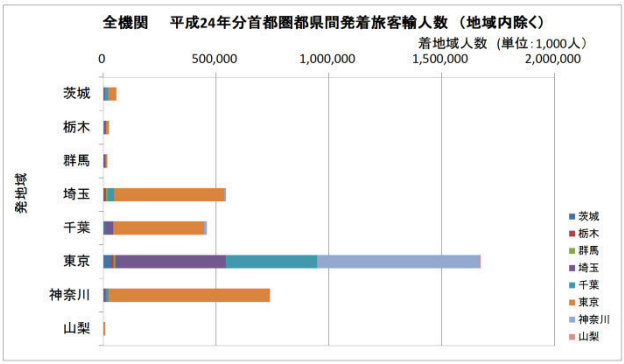
航空　　平成24年分　首都圏都県間旅客輸送人員表(発・着 / 都県内除く)　　(単位:1000人)

発＼着	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
栃木	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
群馬	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
埼玉	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
千葉	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
東京	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	284.2	0.0	0.0	284.2
神奈川	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
山梨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
首都圏	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	284.2	0.0	0.0	284.2

航空　　平成24年分　首都圏都県間流動量表(発着合計)　　(単位:1000人)

	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	首都圏
茨城	0.0								0.0
栃木	0.0	0.0							0.0
群馬	0.0	0.0	0.0						0.0
埼玉	0.0	0.0	0.0	0.0					0.0
千葉	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				0.0
東京	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	284.2			284.2
神奈川	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0
山梨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
首都圏	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	284.2	0.0	0.0	284.2

2) 平成 24 年分_都府県間旅客輸送人員グラフ



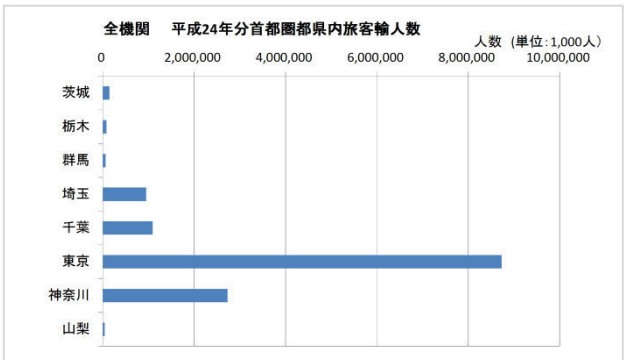
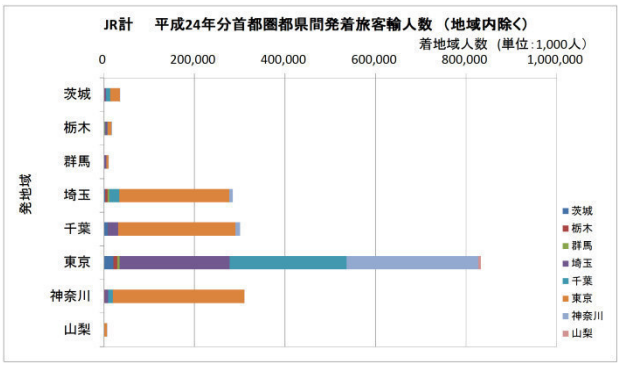


図 2.2.2.2-1　都府県間（左図）都県内（右図）旅客輸送人員グラフ①_全機関



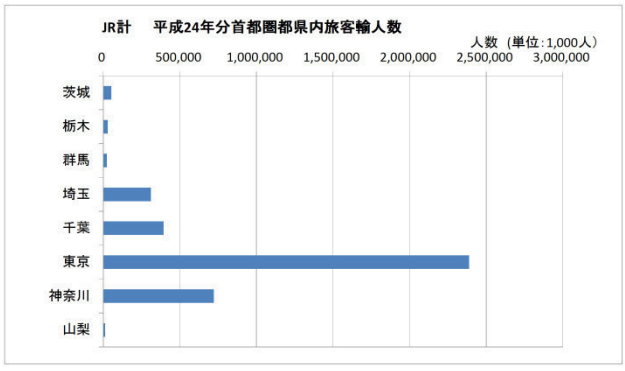
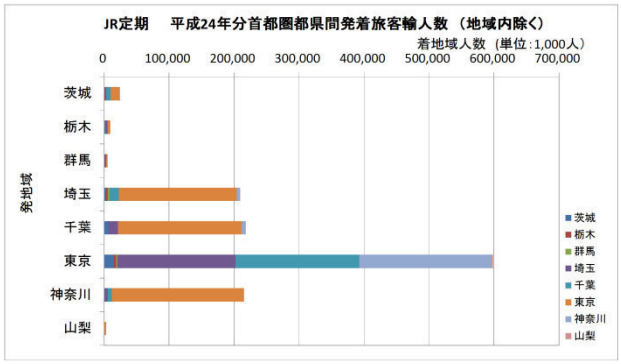


図 2.2.2.2-2　都府県間（左図）都県内（右図）旅客輸送人員グラフ②_JR 計



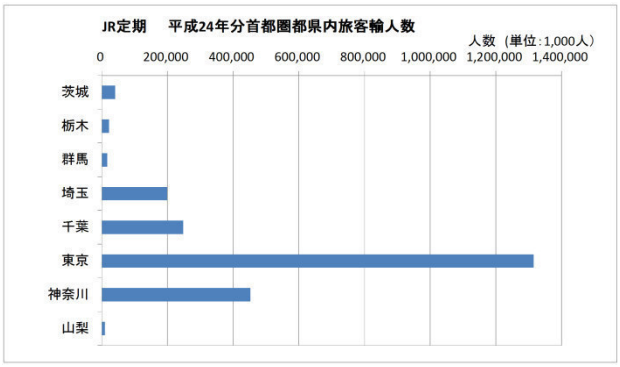
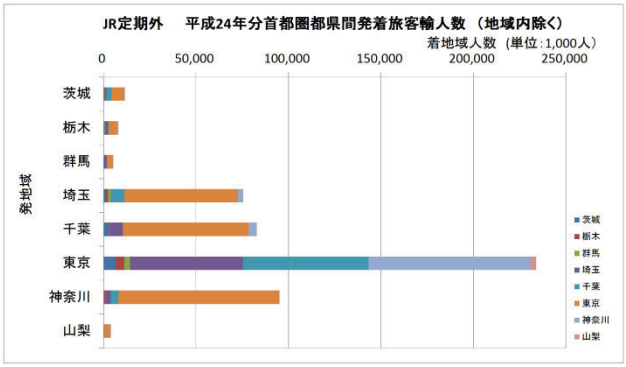


図 2.2.2.2-3　都府県間（左図）都県内（右図）旅客輸送人員グラフ③_JR 定期



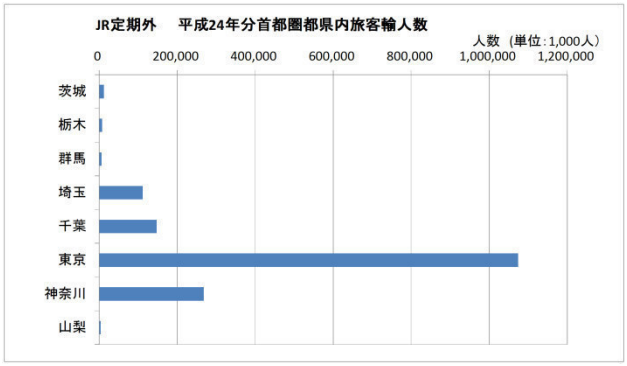
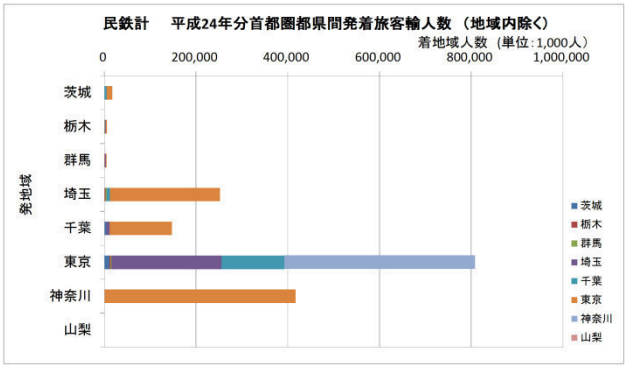


図 2.2.2.2-4　都府県間（左図）都県内（右図）旅客輸送人員グラフ④_JR 定期外



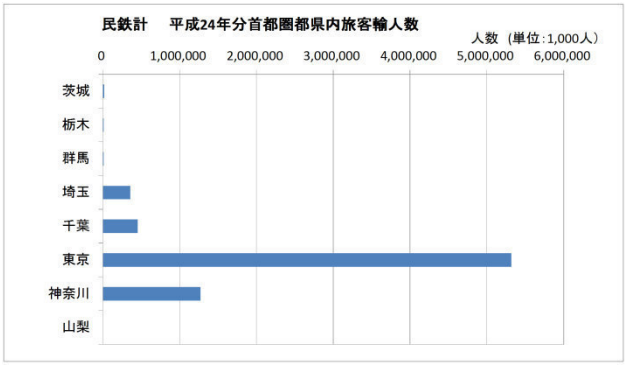
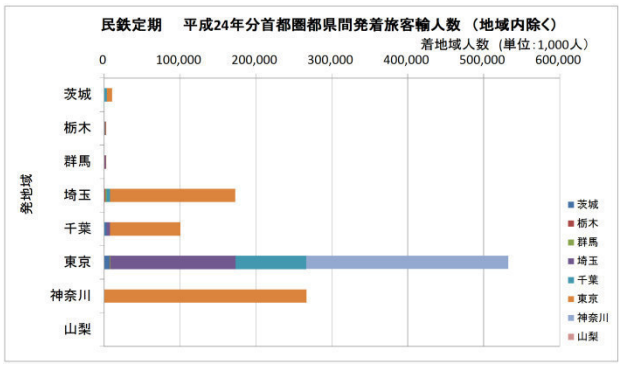


図 2.2.2.2-5　都府県間（左図）都県内（右図）旅客輸送人員グラフ⑤_民鉄計



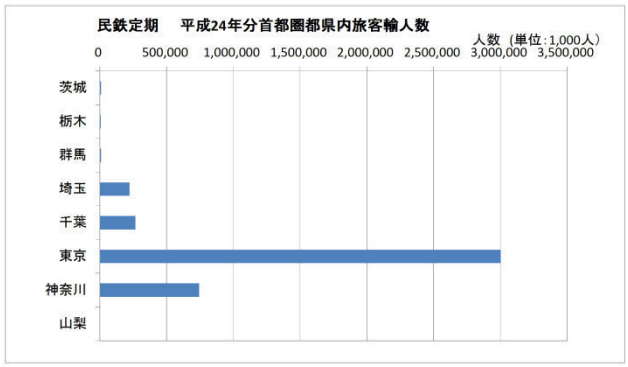
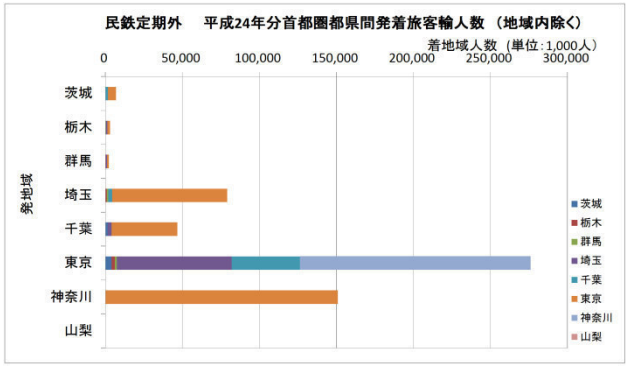


図 2.2.2.2-6　都府県間（左図）都県内（右図）旅客輸送人員グラフ⑥_民鉄定期外



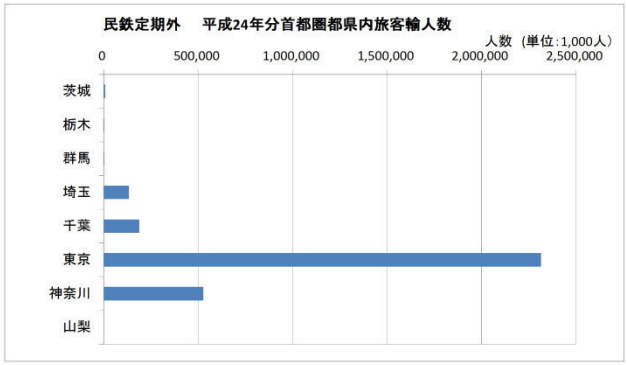
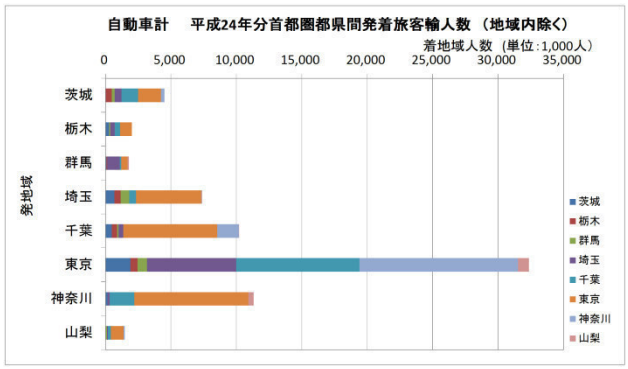


図 2.2.2.2-7　都府県間（左図）都県内（右図）旅客輸送人員グラフ⑦_民鉄定期外



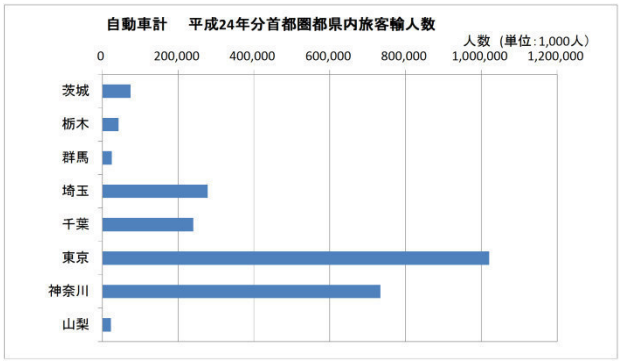
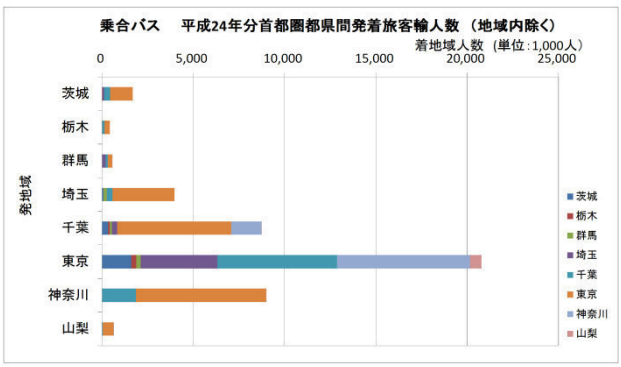


図 2.2.2.2-8　都府県間（左図）都県内（右図）旅客輸送人員グラフ⑧_自動車計



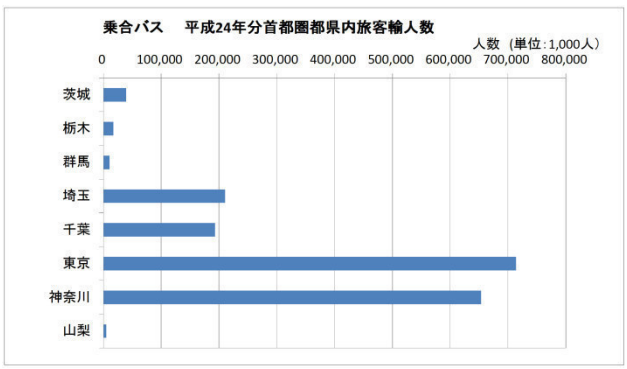
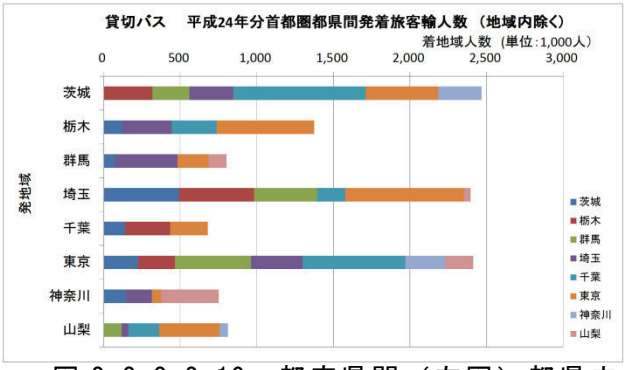


図 2.2.2.2-9　都府県間（左図）都県内（右図）旅客輸送人員グラフ⑨_乗合バス



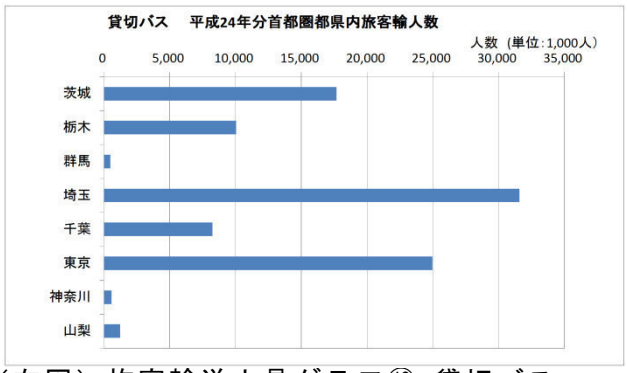
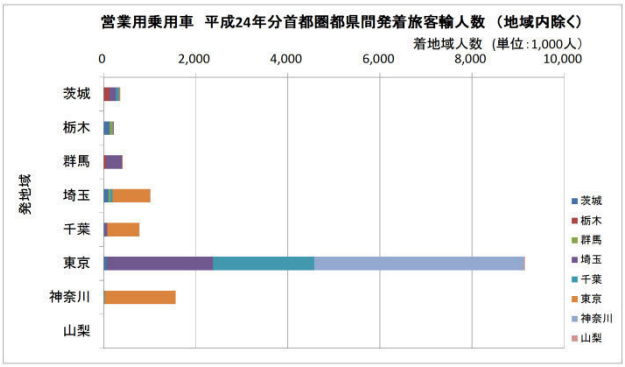


図 2.2.2.2-10　都府県間（左図）都県内（右図）旅客輸送人員グラフ⑩_貸切バス



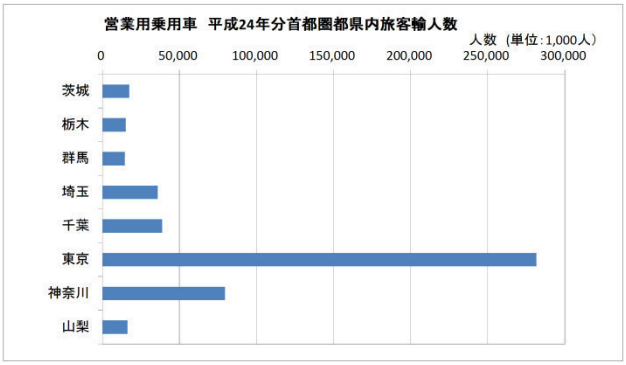
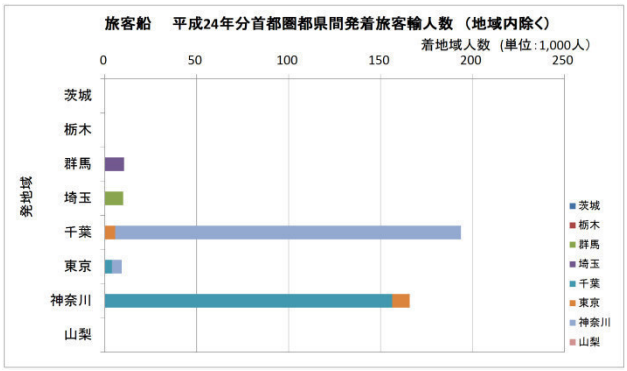


図 2.2.2.2-11　都府県間（左図）都県内（右図）旅客輸送人員グラフ⑪_営業用乗用車



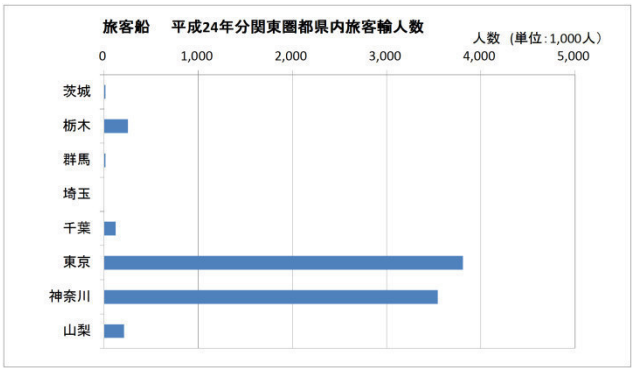
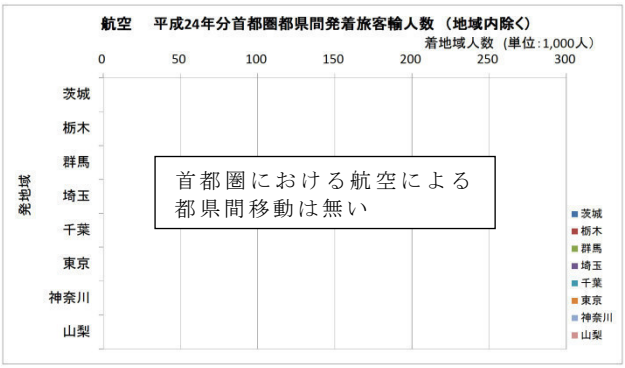


図 2.2.2.2-12　都府県間（左図）都県内（右図）旅客輸送人員グラフ⑫_旅客船



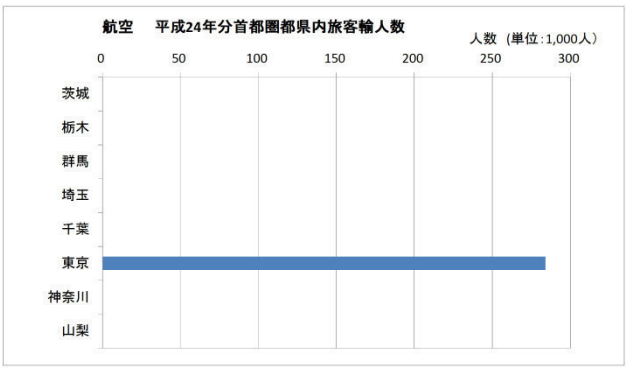


図 2.2.2.2-13　都府県間（左図）都県内（右図）旅客輸送人員グラフ⑬_航空

3)バス利用流動調査

（１）営業バスの府県相互間輸送人員

平成 24 年度の営業用バス（乗合）と営業用バス（貸切）の府県相互間輸送人員表のデータを基に首都圏における東京都への年間バス利用客を**表 2.2.2.2-14** に示す。

表 2.2.2.2-14　首都圏における東京都へのバス利用客数

県　　名	乗合バス	貸切バス	合計	比率
茨城県	1,241	475	1,716	7.8%
栃木県	280	636	916	4.2%
群馬県	241	202	443	2.0%
埼玉県	3,403	775	4,178	19.1%
千葉県	6,247	246	6,493	29.6%
神奈川県	7,134	63	7,197	32.8%
山梨県	592	394	986	4.5%
合計	19,138	2,791	21,929	100.0%

出典：営業用バスの府県相互間輸送人員表

http：//www.mlit.go.jp/k-toukei/17/prompt02/ryo2.xls

乗合バス利用では、近距離に位置している神奈川県と千葉県からの利用者が多く、貸切バスでは､遠距離に位置している埼玉県と栃木県からの利用が多いことを示している。

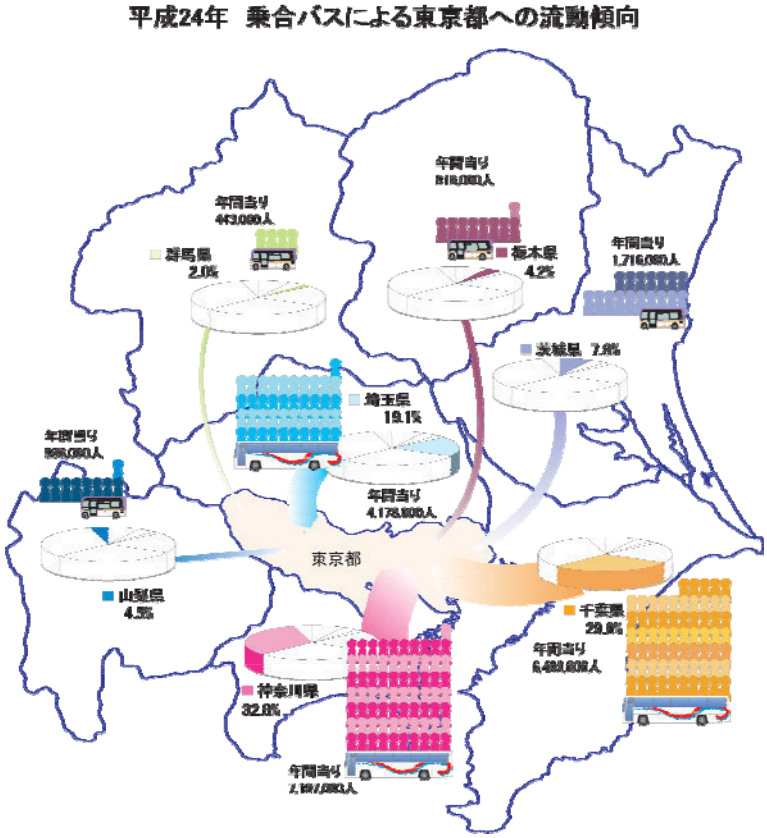


図 2.2.2.2-14　営業バスによる東京都への流動傾向

(2)　乗合バスと貸切バスの運送事業

平成 24 年度の乗合バスと貸切バスの運送事業のデータを基に首都圏におけるバス運送事業の規模を**表 2.2.2.2-15** に示す。

表 2.2.2.2-15　首都圏におけるバス運送事業の規模　　乗合バス（年間）

県名	事業者数	路線距離（キロ）	系統数	車両数（両）	総走行キロ（千キロ）	輸送人員（千人）	営業収入（百万円）
東京都	42	8,699	2,909	5,887	233,151	761,351	136,517
茨城県	24	4,683	1,047	957	43,202	36,876	9,335
栃木県	20	2,624	362	555	25,410	18,489	6,187
群馬県	28	3,939	698	519	30,535	9,954	4,664
埼玉県	39	5,775	1,420	2,133	99,183	179,683	34,109
千葉県	49	6,752	1,772	2,211	81,439	194,710	31,617
神奈川県	31	5,996	2,638	5,222	229,962	646,813	119,176
山梨県	32	1,986	410	334	10,436	8,611	2,129
合計	265	40,454	11,256	17,818	753,318	1,856,487	343,734

出典：平成 24 年度乗合バスと貸切バスの運送事業

http://wwwtb.mlit.go.jp/kanto/

乗合バス　（1 車 1 日当り）

県　　名	実働 1 車 1 日当り　（平均）				
	走行距離（Km）	輸送人員（人）	営業収入（円）	1 人当たり単価（円）	キロ当たり単価（円）
東京都	125	407	72,949	179	584
茨城県	171	156	36,498	234	213
栃木県	138	113	37,692	334	273
群馬県	204	66	31,149	472	153
埼玉県	151	274	52,089	190	345
千葉県	125	298	48,381	162	387
神奈川県	138	389	71,582	184	519
山梨県	138	114	28,232	248	205
合　　計	149	227	47,322	250	335

貸切バス　（年間）

県　　名	事業者数	車両数（両）	総走行キロ（千キロ）	輸送人員（千人）	営業収入（百万円）
東京都	358	4,035	117,348	29,863	40,715
茨城県	258	2,092	61,443	8,752	12,354
栃木県	147	1,318	33,304	6,358	8,047
群馬県	91	765	27,960	4,057	6,823
埼玉県	240	2,239	75,377	17,850	18,783
千葉県	294	2,543	106,073	33,596	30,117
神奈川県	129	1,576	69,435	18,594	18,932
山梨県	75	509	18,449	1,990	5,385
合　　計	1,592	15,077	509,389	121,060	141,156

貸切バス　（1車1日当り）

県　　名	実働　1車I日当り　（平均）				
	走行距離（Km）	輸送人員（人）	営業収入（円）	1人当たり単価（円）	キロ当たり単価（円）
東京都	174	44	60,503	1,375	348
茨城県	207	29	41,623	1,435	201
栃木県	197	38	47,634	1,254	242
群馬県	233	34	56,931	1,674	244
埼玉県	200	47	49,833	1,060	249
千葉県	214	68	60,784	894	284
神奈川県	205	55	55,805	1,015	272
山梨県	249	27	72,742	2,694	292
合　　計	210	43	55,732	1,425	267

乗合バスの運送事業規模では、人口に比例して東京都と神奈川県のバス事業者の規模が大きいことが判る。また、貸切バス運送事業規模においても東京都が最大であり千葉県が次に大きい規模である。

乗合バスの1車1日当りの走行キロは、群馬県、茨城県が多く輸送人員、営業収入は、人口密度に比例して東京都と神奈川県の順位となる。1人当り単価では、人口密度に反比例して群馬県、栃木県が高く、キロ当り単価では、最寄鉄道駅周辺のバス停区間が短いことから東京都と神奈川県が他県と比較して高額となっている。

貸切バスの1車1日当りの走行キロは、山梨県、群馬県が多く輸送人員は、千葉県、神奈川県が多いことが判る。営業収入も、山梨県、千葉県など東京都以外の他県が多くなっている。1人当り単価も山梨県、群馬県となり、キロ当り単価は、やはり東京都、神奈川

県の順位となる。

(3)乗合バスの運賃制度

平成 24 年度の乗合バス運賃制度一覧のデータを基に首都圏における乗合バス運賃制度一覧を**表 2.2.2.2-16** に示す。

表 2.2.2.2-16　首都圏における乗合バス運賃一覧

県　　名	運賃形態		
	均一制	対キロ区間制	
東京都	200 円～210 円	初乗り 160 円	26 円 90 銭～38 円 20 銭
茨城県	-	初乗り 140～180 円	31 円 30 銭～45 円 50 銭
栃木県	210 円	初乗り 160 円	42 円 80 銭～46 円 50 銭
群馬県	190 円	初乗り 140～150 円	38 円 10 銭～47 円 40 銭
埼玉県	-	初乗り 170 円	30 円 00 銭～36 円 10 銭
千葉県	200 円～210 円	初乗り 140～160 円	26 円 10 銭～42 円 50 銭
神奈川県	200 円～210 円	初乗り 150～170 円	31 円 70 銭～42 円 80 銭
山梨県	-	初乗り 150 円	42 円 80 銭～44 円 00 銭

出典：平成 24 年度乗合バス運賃制度一覧
http://wwwtb.mlit.go.jp/kanto/youran_cgi/pdf/11

乗合バス運賃では、均一制金額ではある程度統一した金額設定がされており、首都圏において差はない。しかし対キロ区間制の金額は、東京都と栃木県を比較すると初乗りでの金額では差がないがキロ当りの単価設定において、東京都が安く栃木県は高く設定されている。これは、東京都では 1 人当りの乗車区間距離が栃木県より短い距離を利用する人が多いためと考えられ地域性によるインフラ整備状況によるものと考える。

(4)パーソントリップ流動調査

平成 22 年度のパーソントリップ流動傾向（東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県、茨城県南部）の調査資料を基に各交通手段の状況を**表 2.2.2.2-17** に示す。

表 2.2.2.2-17　パーソントリップ流動傾向

出典：平成 22 年度パーソントリップ流動傾向
http://www.tokyo-pt.jp

	鉄道	バス	自動車	バイク	自転車	徒歩	合計
1 日のパーソントリップ数（単位：千トリップ）	25,000	2,190	24,270	1,620	11,830	18,070	82,980
交通手段比率	30.1%	2.6%	29.2%	2.0%	14.3%	21.8%	100%
通勤における交通手段比率	53.0%	2.0%	24.0%	3.0%	10.0%	8.0%	100.0%
通勤における最寄駅までの交通手段比率		11.0%	5.0%	1.0%	14.0%	68.0%	99.0%
通勤における駅から勤務先への交通手段比率		6.5%	1.3%	0.0%	1.5%	90.1%	99.4%

注）上記表の通勤における駅から勤務先への交通手段比率の統計は、H22 第 11 回大都市交通センサス調査結果概要（http://www.mlit.go.jp/common/000206133.pdf）に基づく

パーソントリップ調査とは、「どのような人が」「いつ」「どのような目的で・交通手段で」「どこからどこへ」移動したかについて調査し、1 日の全ての動きを捉えるものです。

また、トリップとは、ある目的のために出発地から目的地までの移動を 1 トリップとします。

首都圏におけるバス利用のトリップ比率は、2.6%と低く通勤手段としても 2.0%とあまり利用されていないことが判る。しかし通勤における最寄駅までの交通手段としては、11%と自転車に次ぐ利用率となっている。更に駅から勤務先への手段としても、徒歩に次ぐ 6.5%の利用率である。

(5)パーソントリップ交通手段の推移

昭和 53 年から平成 20 年までの首都圏における交通手段の推移資料を基に鉄道、バス、自動車、自動二輪、原付、自転車、徒歩、その他の手段の推移を**図 2.2.2.2-15** に示す。

昭和 53 年から平成 20 年までの各交通手段の推移では、鉄道のトリップが順調に伸びており、自動車のトリップは、減少傾向にあることが判る。バスを利用したトリップは減少傾向から増加へと転じつつあり、自転車が横ばい状態となっている。

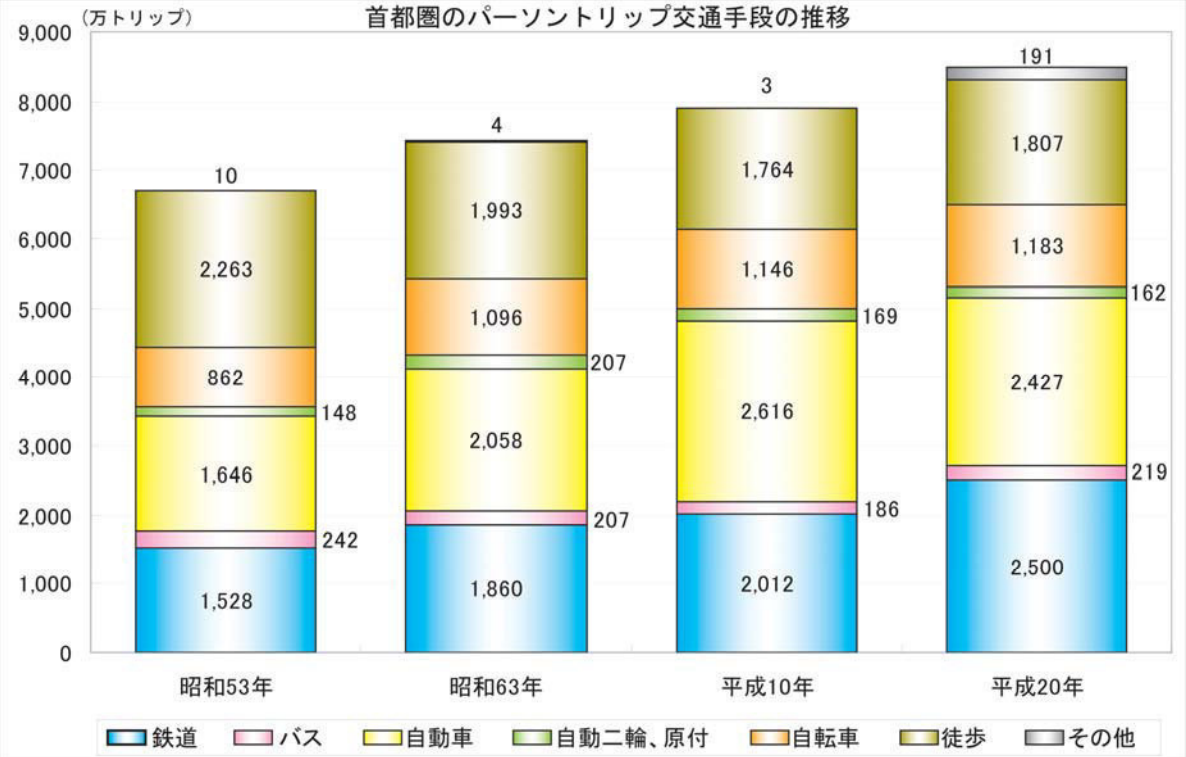


図 2.2.2.2-15　首都圏のパーソントリップ交通手段の推移

出典：第 5 回東京都市圏パーソントリップ調査
http://www.tokyo-pt.jp

4）首都圏内移動時間表および移動時間地図

ここでは、首都圏における移動について県ごとに拠点駅を定め、首都圏の拠点駅とした東京駅から各県の拠点駅間の人流の移動特性について整理した（**表 2.2.2.2-18**）。また、**図 2.2.2.2-16** に東京駅を中心とした各拠点駅への移動時間地図を示す。拠点駅は、駅の利用者数や交通の要衝としての役割を考慮し、神奈川県は横浜駅、埼玉県は大宮駅、千葉県は千葉駅、茨城県は水戸駅、栃木県は宇都宮駅、群馬県は高崎駅、山梨県は甲府駅とした。

移動手段は全て鉄道となり、普通電車を使用する場合と特急もしくは新幹線を使用する場合に分けて整理した。特急・新幹線を利用する場合は自由席を利用するものとし、横浜駅、千葉駅、水戸駅、甲府駅は特急を使用、大宮駅、宇都宮駅、高崎駅は新幹線を使用する。

普通電車を利用する場合は、1km あたりの料金に大きな差異は生じない。ただし、乗換回数により所要時間に差が生じており、大宮駅と千葉駅を比較した場合、乗換回数が 1 回の大宮駅の方が距離は近いものの、乗換回数が 0 回の千葉駅の方が所要時間は短くなっている。

特急・新幹線を利用する場合は、1km あたりの料金に差が生じる。全般に特急を利用

する駅（横浜駅、千葉駅、水戸駅、甲府駅）の方が、新幹線を利用する駅（大宮駅、宇都宮駅、高崎駅）よりも安価となっている。また、特急を利用する駅の中では、相対的に距離が近い横浜駅が比較的料金が高く、新幹線を利用する駅の中でも、相対的に距離が近い大宮駅が比較的料金が高くなっている。なお、水戸駅および甲府駅は、基本的には乗換が発生し、他の拠点駅と比較すると乗換による時間ロスが発生し、移動するときに不利となっている。ただし、水戸駅については、2015 年 3 月に東北縦貫線（上野東京ライン）が開通するため、乗換による時間のロスが改善される。

移動時間地図で比較すると、相対的に距離が近い横浜駅、大宮駅、千葉駅よりも、相対的に距離が遠い水戸駅、宇都宮駅、高崎駅、甲府駅の方が特急・新幹線を利用した場合の時間短縮効果が高い傾向がみられる。

表 2.2.2.2-18　首都圏における東京駅と拠点駅間の移動特性一覧

			到着駅						
			横浜	大宮	千葉	水戸	宇都宮	高崎	甲府
出発駅	普通電車	東京	27分	39分	38分	138分	120分	121分	158分
			0回	1回	0回	1回	1回	1回	1回
			28.8km	30.3km	39.2km	121.1km	109.5km	105.0km	134.1km
			464円	550円	637円	2,268円	1,944円	1,944円	2,268円
			16.1円/km	18.2円/km	16.3円/km	18.7円/km	17.8円/km	18.5円/km	16.9円/km
	特急・新幹線	東京	22分	22分	28分	78分	53分	49分	107分
			0回	0回	0回	1回	0回	0回	1回
			28.8km	30.3km	39.2km	121.1km	109.5km	105.0km	134.1km
			974円	1,620円	1,147円	3,608円	4,410円	4,410円	3,608円
			33.8円/km	53.5円/km	29.3円/km	29.8円/km	40.3円/km	42.0円/km	26.9円/km

駅すぱあと(2014/10　第1版)調べ

時間
乗換回数
距離
料金(自由席)
1kmあたりの料金

1kmあたりの料金

50円以上	40～50円	30～40円	30～20円	20円未満

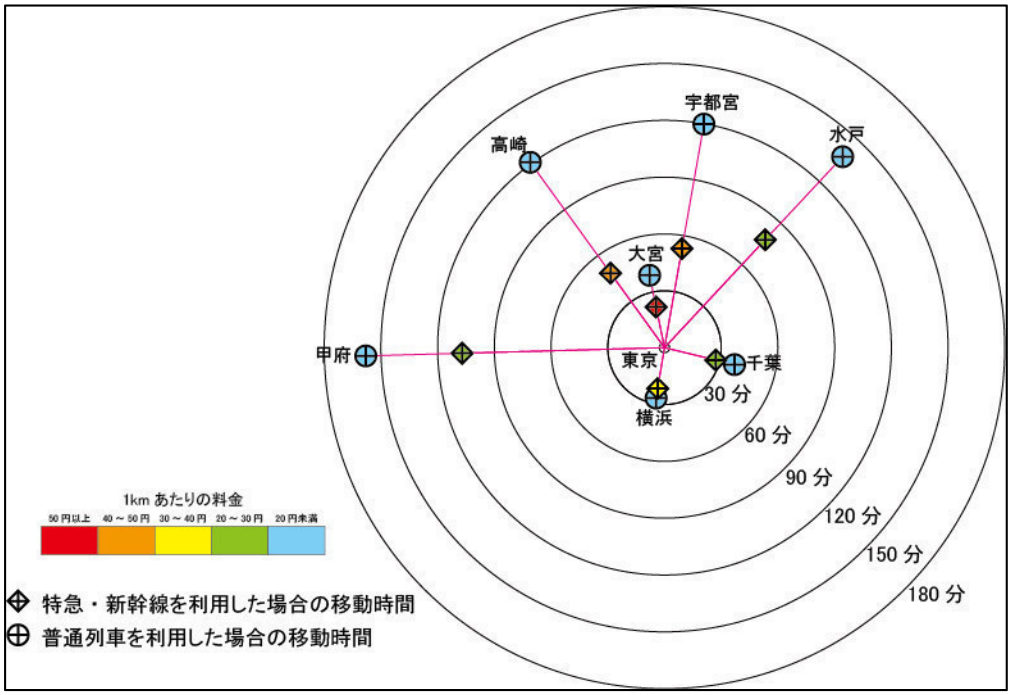


図 2.2.2.2-16　首都圏における東京駅からの移動時間図

参考文献

2.2.2.2

1）JAL ホームページ　http://www.jal.co.jp/

2）新中央航空株式会社ホームページ　http://www.central-air.co.jp/

3）オーシャントランス株式会社ホームページ　http://www.otf.jp/

4）東海汽船株式会社ホームページ　http://www.tokaikisen.co.jp/

5）東京湾フェリー株式会社ホームページ　http://www.tokyowanferry.com/

6）東京都観光汽船株式会社ホームページ
http://www.suijobus.co.jp/today-operation.html

7）東日本旅客鉄道株式会社ホームページ　http://www.jreast.co.jp/

8）東京モノレール株式会社ホームページ
http://www.tokyo-monorail.co.jp/company/profile.html

9）東京都営バスホームページ　http://www.kotsu.metro.tokyo.jp/bus/

10）タクシー料金サイト　http://www.taxisite.com/far/

11）東日本高速道路株式会社　http://www.e-nexco.co.jp/company/overview/

12）国土交通省 新幹線鉄道の整備　http://www.mlit.go.jp/tetudo/shinkansen.html

13）横浜コミュニティサイクル　baybike　http://docomo-cycle.jp/yokohama/

14）国土交通省　首都圏旅客輸送人員表
http://www.mlit.go.jp/k-toukei/cgi-bin/search.cgi

15）国土交通省　営業バスの府県相互間輸送人員表
http://www.mlit.go.jp/k-toukei/17/prompt02/ryo2.xls

16）国土交通省　乗合バスと貸切バスの運送事業　http://wwwtb.mlit.go.jp/kanto/

17）国土交通省　乗合バス運賃制度一覧
http://wwwtb.mlit.go.jp/kanto/youran_cgi/pdf/11

18）パーソントリップ流動傾向　http://www.tokyo-pt.jp

19）国土交通省　大都市交通センサス調査結果概要
http://www.mlit.go.jp/common/000206133.pdf

20）株式会社ヴァル研究所、駅すぱあと、2014/10 第 1 版

2.3　交通結節点の検討

1)　物流

物流の考え方として、物質流動(交通の視点)と物的流通(流通の視点)の二つの意味がある。前者は交通現象に着目しているので輸送や荷役機能が対象であるが、後者は保管・流通加工・包装機能なども加わる。また、これらが行われる場所、施設を総称して交通結節点、あるいはハブ、ゲートウェイとも呼ばれる。

東京圏(東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県)の主な輸送別交通結節点の施設は、以下に示すようなハブ港、トラックターミナル、貨物ターミナル駅およびハブ空港がある。それぞれの輸送別貨物流動量は、**図2.3-1**、**表2.3-1**のとおり貨物トラック輸送が90%程度と大きく占めている。

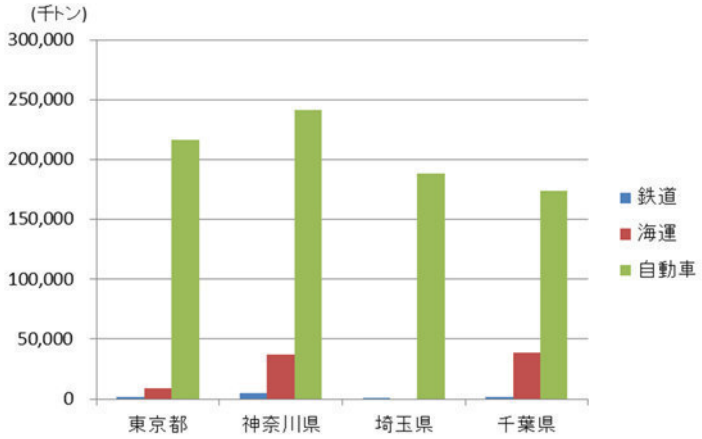


図2.3-1　東京圏輸送別貨物流動量

また、倉庫や集配センターといった物流施設は、保管や届け先ごとに仕分けてトラックに積み替えられたりだけでなく、値札付けや詰合せなどの流通加工が施されている。

・ハブ港・内航海運港:貨物船⇔トラック、鉄道
　京浜港(東京港、川崎港、横浜港)、千葉港、木更津港、横須賀港
・トラックターミナル:中長距離輸送トラック⇔地域内配送トラック
　京浜トラックターミナル、板橋トラックターミナル、足立トラックターミナル
　葛西トラックターミナル
・貨物ターミナル駅:貨物鉄道⇔トラック、船舶・貨物鉄道
　東京貨物ターミナル駅、根岸駅、倉賀野駅、隅田川駅、新座貨物ターミナル駅、
　越谷貨物ターミナル駅、八王子駅、熊谷貨物ターミナル駅、浜五井駅
・ハブ空港:航空機⇔航空機・トラック
　東京羽田空港、成田空港

表2.3-1　東京圏輸送別貨物流動の推移

東京圏輸送別貨物流動の推移(2010年調査)　　(単位:千トン)

区分	鉄道	海運	自動車	計
東京都	1,942	9,164	216,709	227,815
神奈川県	4,671	36,727	241,183	282,581
埼玉県	972	－	188,021	188,993
千葉県	1,530	39,038	173,546	214,114
計	9,115	84,929	819,459	913,503
分担率(%)	1.00	9.30	89.71	100

■地域別物流発生量(施設間流動ベース)

地域別の物流発生量をみると、東京区部臨海を中心とする臨海部や都市圏郊外部で多く発生している(図2.3-2)。

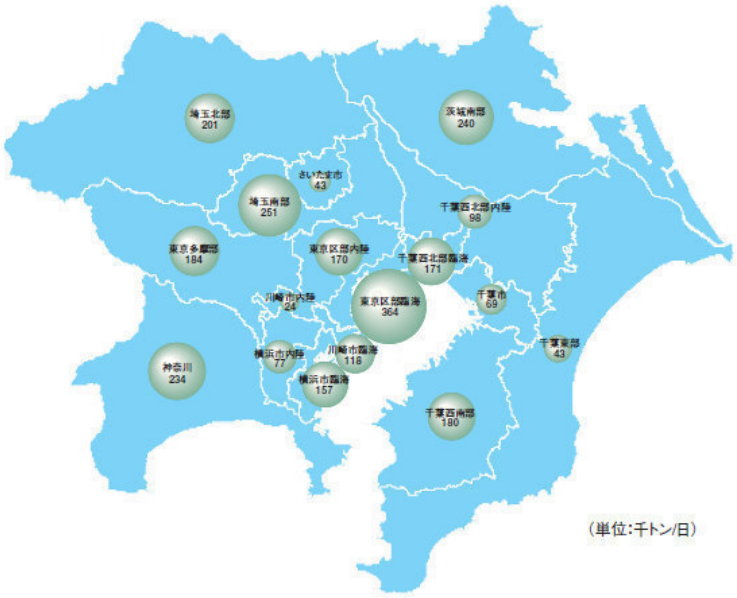


図2.3-2　地域別物流発生量(施設間流動ベース)

出典:東京都市圏の物流の実体、東京都市圏交通計画協議会、平成17年7月

■東京都市圏内の全品目の地域間流動量(純流動・重量ベース)

東京都市圏内の全品目の流動は、臨海部の各地域間の流動が多いほか、臨海部と内陸部の間の流動も多くなっている。また、都市間の郊外部では、環状方向の流動が多くなっている(図2.3-3)。

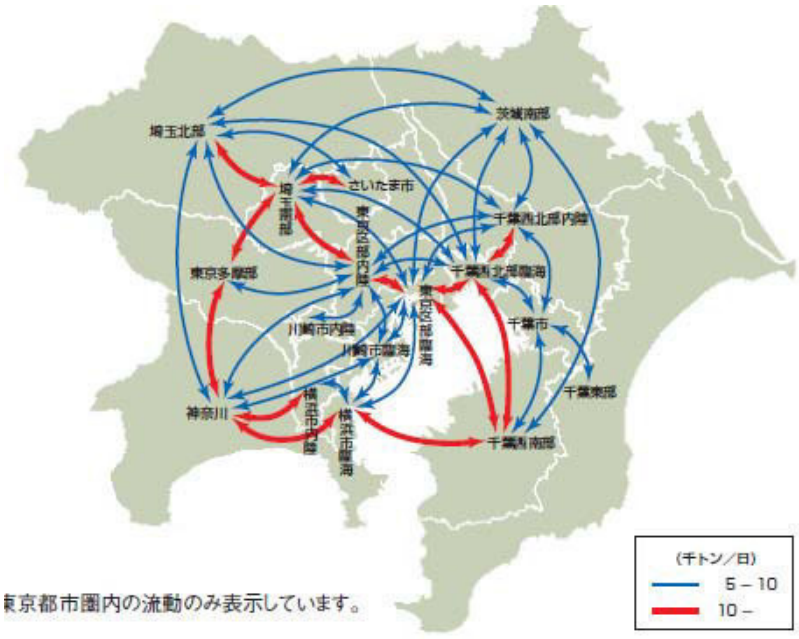


図2.3-3　東京都市圏内の全品目の地域間流動量(純流動・重量ベース)

出典:東京都市圏の物流の実体、東京都市圏交通計画協議会、平成17年7月

2） 人流

人流における交通結節点は、交通手段相互の「乗り換え機能」が主だった機能である。しかしながら、人流という特性から、「拠点形成機能」や「ランドマークとしての機能」も有しており、その傾向は都市の鉄道の交通結節点において顕著となる。

乗り換え機能には、交通手段相互の乗り換えの利便性の向上が求められており、交通結節点の基本となる機能である。

拠点形成機能には、都市の骨格の中心となって、待ち合わせ等の滞留スペースや人々の交流スペースとなることが求められており、人口が集中する大都市の交通結節点には特に重要な機能である。

ランドマークとしての機能には、都市の顔としてのイメージ向上が求められており、各都市に必要な機能である。

以上のことから、本報告書では、人流の交通結節点の検討あたり、鉄道を中心とした交通結節点を取り扱うものとし、横浜周辺および品川、田町、浜松町周辺、新宿、渋谷周辺を対象とする。対象となる交通結節点の種類は**表2.3-2**に示す。また、交通結節点の連携・代替性の整理を併せて行う。

表2.3-2　交通機関や交通サービスの種類による交通結節点（人流関連）の分類

<table>
<tr><th rowspan="2">交通機関等</th><th rowspan="2">（都市内）
鉄軌道</th><th colspan="3">道路</th><th rowspan="2">航空機
ヘリコプター</th><th rowspan="2">水上バス</th></tr>
<tr><th>バス</th><th>自動車</th><th>二輪車
歩行者</th></tr>
<tr><td>（都市内）
鉄軌道</td><td>駅
（ホーム）</td><td>駅前広場
R＆Rターミナル</td><td>駅前広場
P&R駐車場
K&R施設
高速道路駅</td><td>駅前広場
C&R駐輪場</td><td rowspan="4">空港
ヘリポート</td><td rowspan="4">水上バスターミナル</td></tr>
<tr><td colspan="4">複合交通ターミナル</td></tr>
<tr><td rowspan="3">道路</td><td>バス</td><td></td><td>バスターミナル</td><td>P&BR駐車場</td><td>バスターミナル
バス停
C&BR駐輪場</td></tr>
<tr><td>自動車</td><td></td><td></td><td></td><td>駐車場</td></tr>
<tr><td>二輪車
歩行者</td><td></td><td></td><td></td><td>駐輪場
歩行者広場</td><td></td></tr>
<tr><td>航空機
ヘリコプター</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>空港
ヘリポート</td><td></td></tr>
<tr><td>水上バス</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>水上バスターミナル</td></tr>
</table>

出典：交通結節点を考える（交通工学、平成5年vol28、No.5）

参考文献

1）交通結節点を考える、交通工学、平成 5 年 vol28、No.5

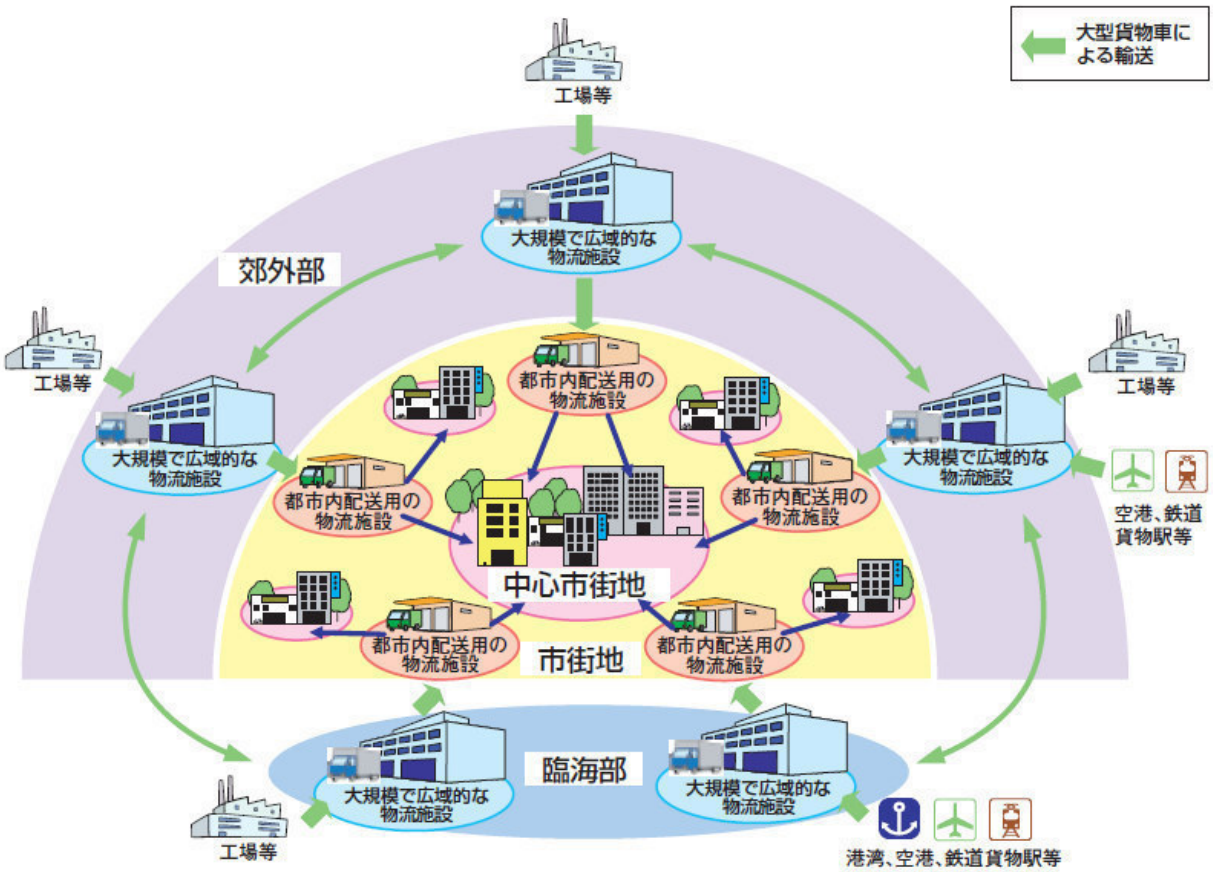
2.3.1　連携、代替性等の検討

2.3.1.1　物流

1)　連携性の検討

物流は、工場で生産された物質や輸入された物質が最終的に中心市街地の店舗等へ配送されるまで一貫して流動しており、物流の各段階が有機的に連携することで初めて効率化が図られる。そのためには、広域的な物流施設、都市内配送用の物流施設、貨物車による輸送、端末物流の各段階において、以下の４つの方向性に沿って物流施設に取り組んでいく必要がある(**図2.3.1.1-1**)。

①　郊外部や臨海部における大規模で広域的な物流施設の立地支援
②　居住環境と物流活動のバランスを考慮した都市機能の適正配置の推進
③　物流の効率化や都市環境の改善を図る物流ネットワークの形成
④　まちづくりと一体となった端末物流対策の推進



出典：第４回東京都市圏物資流動調査、東京都市圏交通計画協議会、平成18年8月

図2.3.1.1-1　物流施設に着目した東京都市圏の物の流れのイメージ

2) 代替性の検討

我国の物流施策は、平成１３年に「新総合物流施策大綱」制定され二つの目標が設定された。

① コストを含めて国際的な競争力のある物流市場の構築

② 環境負荷を低減させる物流体系の構築と循環型社会への貢献

この施策を推進する上で、交通結節点での貨物の代替性の検討、すなわちモーダルシフト等の推進をどう組み立てるか、ＩＣＴ化進む現状を捉え、ハードとソフトの両面から進めていくことが求められている。具体的に物流交通に関わる対策を、効率化の視点で分類・整理すると以下のようなことが挙げられる[2)]。

①　手段の変更→輸送の特性に応じて最適な交通手段とその組み合わせを選択

・鉄道モーダルシフト
　トラック輸送から鉄道輸送へのシフトを推進

・海運モーダルシフト
　トラック輸送から海上輸送へのシフトを推進

・新物流システム(都市間・都市内・静脈)
　トラック輸送から新物流システムへのシフトを推進

・交通結節点へのアクセス道路整備
　マルチモーダル輸送促進のために港湾・空港等交通結節点へのアクセス道路整備

・パレット等の標準化
　複合一貫輸送推進のための輸送用容器の標準化

②　経路の変更→混雑している地域を迂回

・環状道路・バイパス等道路整備
　混雑している地域の道路を迂回するための道路網の整備

・河川舟運の活用
　混雑している地域の道路を迂回するための河川舟運の活用

・道路交通情報提供システム
　貨物車への道路交通情報提供による円滑な運航の支援

・配車配送計画システム
　ソフトにより効率的な配送ルートを計算し、配車配送計画を支援

③ 時間帯の変更→混雑時間帯を避ける

・交通規制
　貨物車の通行時間帯設定による交通の分散

・駐車規制
　貨物車の荷捌き時間帯設定による路上荷捌き活動の整序化
　パーキングメータを一定の時間帯だけ貨物車専用とする

④ 発生源の調整→貨物車交通が集中する施設の立地調整

・物流拠点整備(広域・都市内・廃棄物処理)
物流施設の立地を促す基盤整備
・物流拠点立地促進区域
物流施設の立地を促進する区域を指定

⑤ 積載効率の向上→貨物車の積載効率を高めることによる車両の効率的な利用
・車両の大型化に対応した基盤整備
大型貨物車が通行可能な道路ネットワークの整備
・共同輸配送
複数の物流業者で地区内や建物内の輸送の共同化を行う
・積載率規制
積載効率による貨物車の特定地区への進入禁止
・帰り荷情報提供システム
帰り荷確保のためのシステム整備
・自営転換
自家用貨物車から営業用貨物車へ転換

⑥ 路上荷捌きの調整→荷捌き作業が交通へ与える影響を抑制
・荷捌き施設整備
荷捌き施設整備(路外・路上)
・附置義務荷捌き駐車場
荷捌き駐車場の条例による附置義務化

⑦ 輸送時間の短縮→輸送時間を短縮する
・高規格幹線道路の整備
地域間輸送の輸送時間を短縮するための高規格幹線道路の整備
・ＥＴＣの導入
主として料金所渋滞を緩和するためのＥＴＣの整備

⑧ 環境負荷の低減→環境負荷が大きい地区における貨物車走行の削減
・大型車走行規制
大型車の特定地区への進入禁止
・ＴＤＭによる貨物車経路誘導
高速道路料金に格差をつけ環境影響が少ないルートへ誘導
・低公害車の普及
ＣＮＧ車等低公害車の普及による環境負荷の低減

⑨ 商取引・手続きの簡素化→商取引・手続きの簡素化による物流効率化

・物流ＥＤＩ、一貫した物流情報システム等の電子化
　商取引や手続き等の電子化

⑩ ビッグデータの利用

・一般道路においても、ＥＴＣを活用して読み取り装置を配置することで情報を取得

⑪ 災害時の代替交通機関の確保

・災害時・緊急時に河川舟運を含めた海運のネットワークの構築

これからの物流交通の連携・代替性を考えると上記のような具体的な対策を積み上げることは欠かせない。さらに近年大きな課題として、人口減少問題が挙げられるのではないか。働く世代の減少はどの分野でも共通であるが、特に俗に言われている３Ｋ(きつい、きたない、きけん)分野では、若者に敬遠されている。物流分野でもトラック運転手が足りないなど、大きな問題として現われてきている。

その解決策として、モーダルシフトはその観点からみると、例えば鉄道貨物は運転手１人で650tもの荷を運んでいる。あるいは、船舶を考えるとさらに大きな重量を少人数で運んでいる。また、３Ｋ対策ではドライバーにやさしい物流を目指す必要があり、現在開発が進められている自動運転に期待することであるが、中継施設などの充実も欠かせない。

参考文献

1) 数字で見る関東の運輸の動き2014:一般財団法人運輸振興協会、2014.9

2) 河野辰夫・長谷川金二:物流交通対策の現状と課題、土木技術資料、2004

2.3.1.2　人流

1)　横浜周辺

(1)　交通結節点の現状

横浜地区は、多くの鉄道とバスが乗り入れている「横浜駅」を中心に、新幹線に接続する「新横浜駅」、外国航路の発着する「横浜港大さん橋国際客船ターミナル（大さん橋）」、水上バス（シーバス）や遊覧船の発着する「横浜港みなとみらいさん橋海上旅客ターミナル（ぷかりさん橋）」が点在している。

横浜駅へは、JR東日本から東海道線、横須賀線、京浜東北線・根岸線、と横浜線の４路線が乗り入れているほか、京急本線、東急東横線、相鉄本線、横浜市交通局の横浜市営地下鉄ブルーライン、横浜高速鉄道のみなとみらい線と、全部で6社９路線の鉄道が乗り入れている。



図　2.3.1.2-1　横浜地区の交通結節点

表 2.3.1.2-1　横浜地区の交通結節点と交通機関

		横浜駅	新横浜駅	大さん橋	ぷかりさん橋
鉄道	JR新幹線		他地域（長距離）		
	JR在来線	新横浜駅、成田空港（NEX）、横浜域内、他地域	横浜駅、他地域		
	京急線	羽田空港、横浜域内、他地域			
	東急線	横浜域内、他地域			
	横浜市営地下鉄線	新横浜駅、横浜域内	横浜駅、横浜域内		
	みなとみらい線	横浜港（みなとみらい桟橋・大桟橋）、横浜域内		（日本大通り駅より徒歩7分）横浜駅、横浜域内、他地域（東急線直通）	（みなとみらい駅より徒歩5分）横浜駅、横浜域内、他地域（東急線直通）
バス	高速バス	（高速ICは比較的近い）羽田空港、成田空港、他地域（長距離）	（高速ICは比較的遠い）羽田空港、成田空港		
	路線バス	横浜港（みなとみらい桟橋・大桟橋）、横浜域内	横浜域内	横浜駅、横浜域内	横浜駅、横浜域内
船舶	水上バス（シーバス）	横浜港（みなとみらい桟橋）、横浜港周辺（横浜駅東口～みなとみらい桟橋～山下公園）			横浜駅、横浜港周辺（横浜駅東口～ぷかり桟橋～山下公園）、羽田空港
	旅客船			他地域（長距離）	



図 2.3.1.2-2
横浜駅俯瞰図



図 2.3.1.2-3
成田エクスプレス
（E259系）

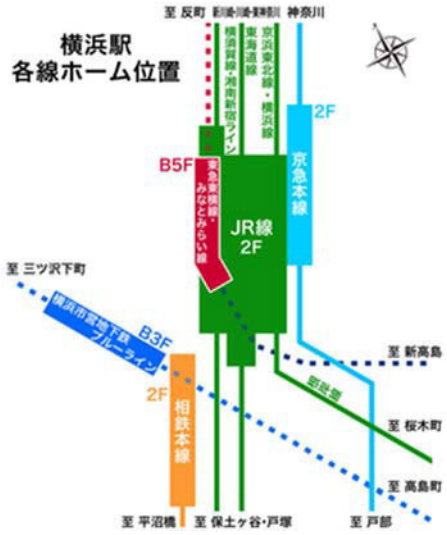


図 2.3.1.2-4　各社局の駅の位置関係

出展：ウィキペディア
http://ja.wikipedia.org/wiki/横浜駅

横浜駅から新横浜駅へは、JR横浜線または横浜市営地下鉄ブルーラインを使って

15分以内で行くことができる。

大さん橋ならびにぷかりさん橋へも、みなとみらい線を使って15分以内と近いが、港まで直接乗り入れていないところが少し不便である。なお、コミュニティサイクルを利用すると横浜駅や大さん橋、ぷかりさん橋を比較的自由に往来できる。

横浜駅から羽田空港へは比較的距離が近く、京浜急行で約30分と移動時間も短いが、成田空港へは直結しておらず、JR東日本と京成の特急を乗り継いでも1.5時間かかる。

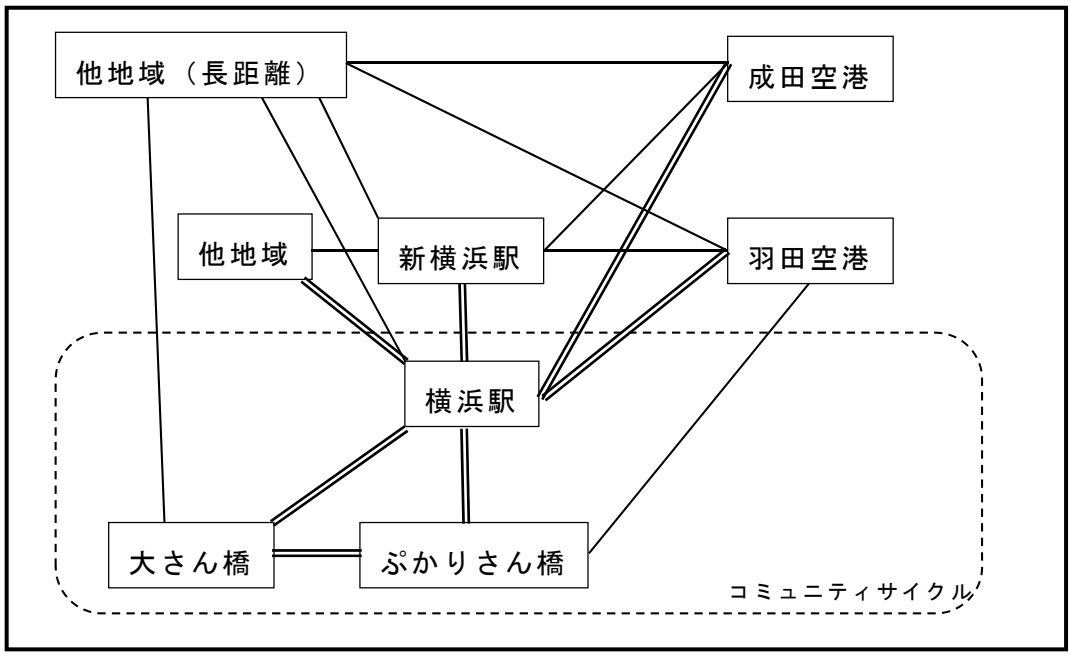


図 2.3.1.2-5 横浜地区の交通結節点接続状況

※ 各結節点のお互いの接続状況をまとめた。
また、多重性がある路線を二重線で記した。

表 2.3.1.2-2 横浜地区の交通結節点の現況

交通機関	時間・運賃等
飛行機←→鉄道 （羽田空港）	横浜駅～羽田空港：京急で30分、480円
飛行機←→鉄道 （成田空港）	横浜駅～成田空港：JRと京成で1.5時間、3000円
鉄道←→バス	横浜駅では、39のﾊﾞｽ乗場が3つのエリアに分かれており、横浜市営、相鉄、神奈川中央交通、京急、江ノ電の5社が運行している。 横浜市営バスの均一区間の運賃は220円
船舶←→鉄道 （大さん橋）	横浜駅～横浜港：みなとみらい線6分、210円 「日本大通り」から徒歩7分
船舶←→鉄道 （ぷかりさん橋）	横浜駅～横浜港：みなとみらい線3分、180円 「みなとみらい」から徒歩5分

また、横浜駅は東口、西口にバスターミナルが設けられ、付近の一大ターミナルと

なっており、路線バスのほか、深夜バスや高速バスも多数発着する。39のバス乗り場が3つのエリアに分かれており、横浜市営、相鉄、神奈川中央交通、京急、江ノ電の5社が運行している。

バス路線は充実しているが、系統が多く複雑で行き先と乗り場を探しづらく、乗り場が駅から少し離れているため雨天時に傘が必要になるなど、やや不便な面もある。

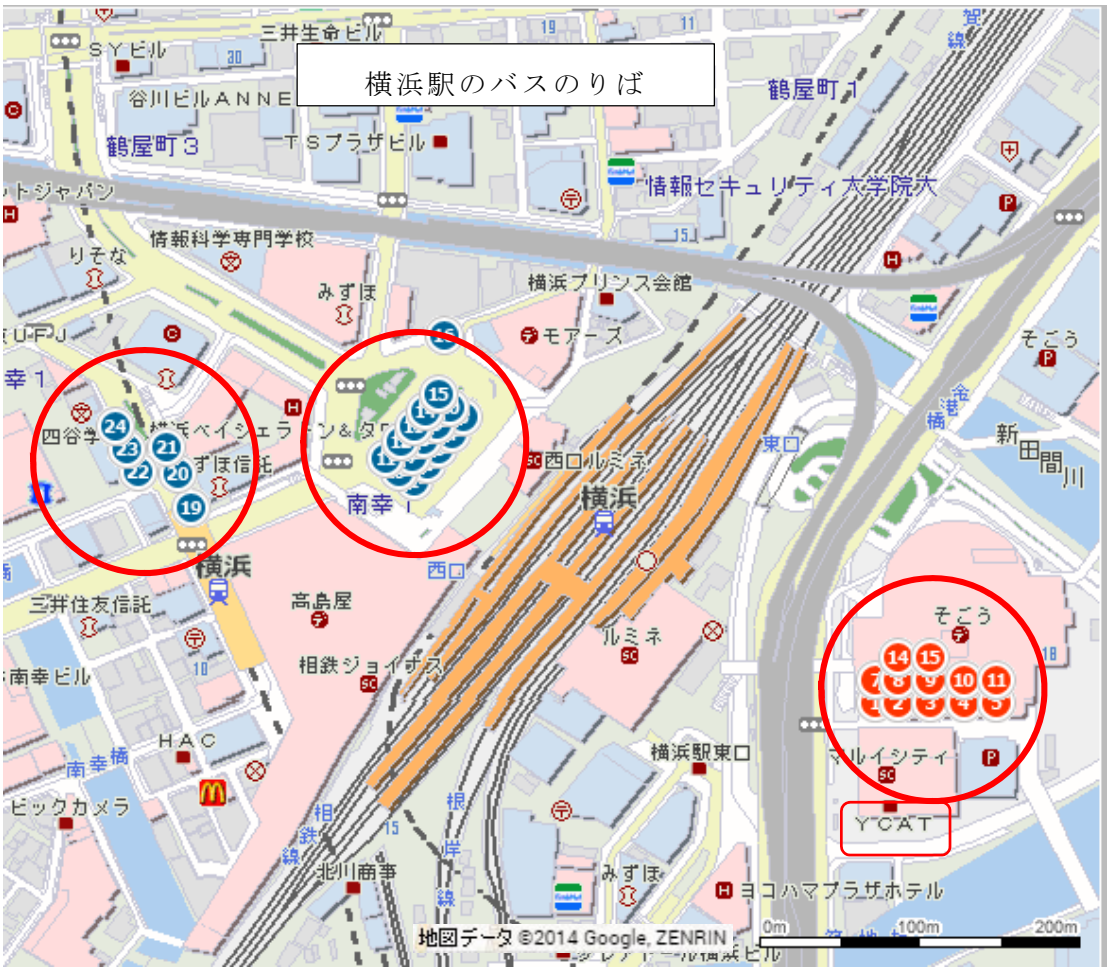


図 2.3.1.2-6 横浜駅のバスのりば位置図

(2) 交通結節点プロジェクト

現在、横浜駅周辺においては、交通混雑の解消や歩行者の利便性向上などの課題に対して「国際都市の玄関口としてふさわしいまちづくり」を目指し、「エキサイトよこはま22」計画が進められている。

具体的には、横浜駅で「（仮称）横浜駅西口駅ビル計画」が進められており、新横浜駅では、交通結節点プロジェクトとして、北口駅前広場・ペデストリアンデッキの建設が行われている。

【「エキサイトよこはま22」計画】

「エキサイトよこはま22」は、横浜駅周辺地区において、さらなる国際化への対応・環境問題・駅としての魅力向上・災害時の安全性確保などに取り組み、「国際都市の玄関口としてふさわしいまちづくり」を進めるための指針となる計画である。

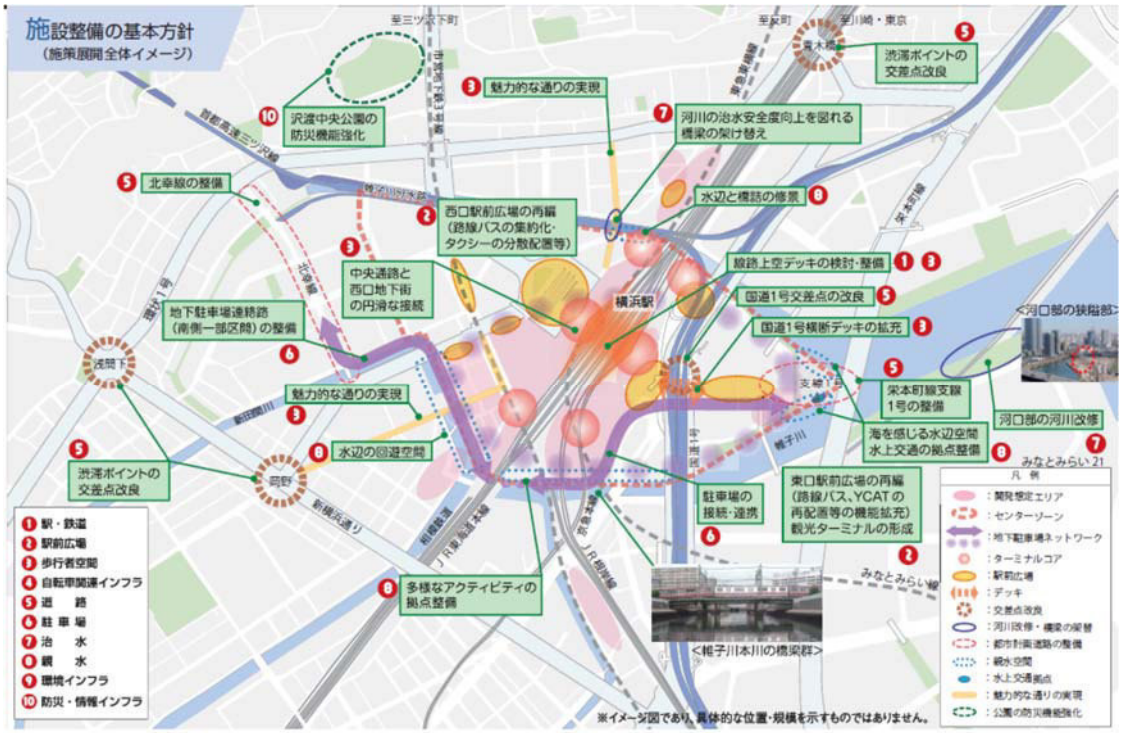


図 2.3.1.2-7 施設整備の基本方針（施策展開全体イメージ）

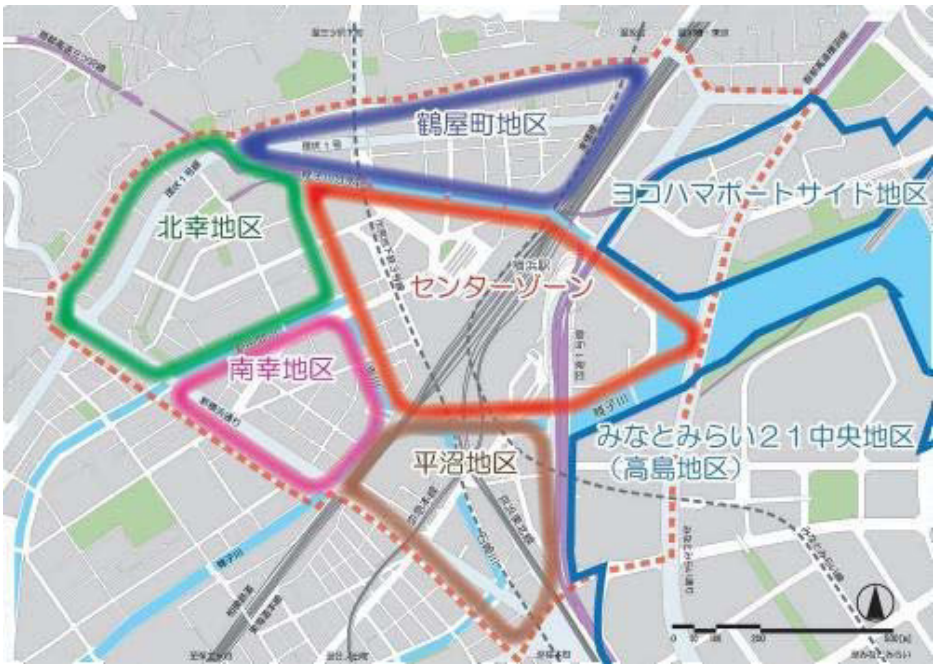


図 2.3.1.2-8 土地利用・空間形成

出展：横浜市 都市整備局ホームページ
http://www.city.yokohama.lg.jp/toshi/tosai/excite/plan/ey22/

【（仮称）横浜駅西口駅ビル計画】

横浜の玄関口にふさわしい顔づくりの演出と機能の充実、環境に配慮した計画の実施、駅を中心とした歩行者ネットワークの充実化などを目指し、商業・業務をはじめとする複合的な機能を導入した高層建築物等を建設する計画である。

表 2.3.1.2-3　建物概要

	駅前棟	鶴屋町棟
用途	商業施設、業務施設、等	駐車場、保育所、等
延床面積	約 94,000 ㎡	約 24,000 ㎡
階数	地上 26 階、地下 3 階	地上 9 階
開業予定	2020 年	



図 2.3.1.2-9　位置図



図 2.3.1.2-10　西口駅前広場側外観イメージ

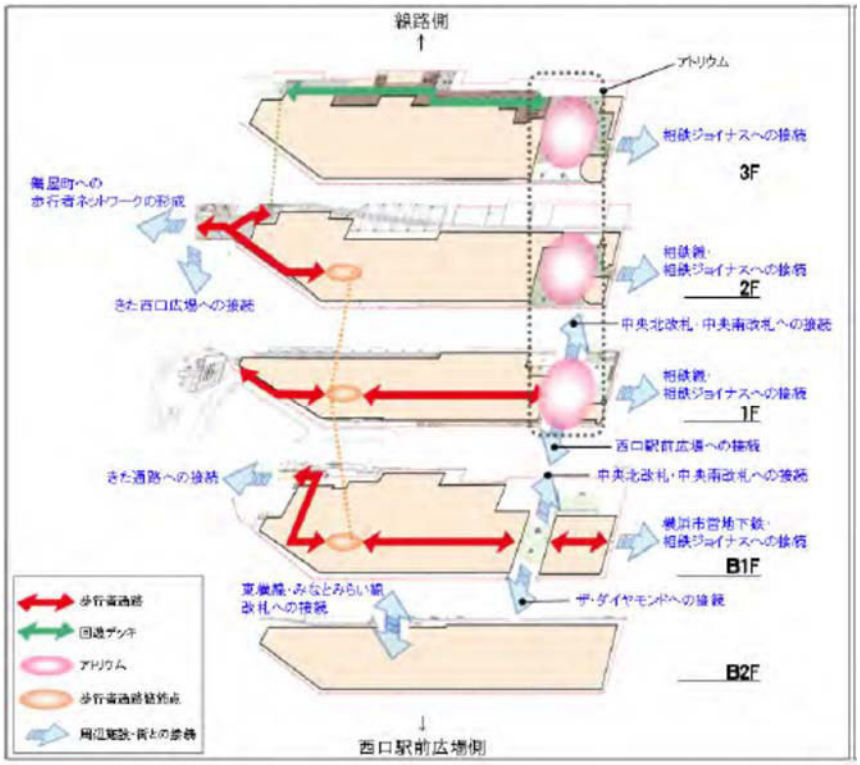


図 2.3.1.2-11　多層的な歩行者ネットワーク

出展：東日本旅客鉄道㈱ホームページ
https://www.jreast.co.jp/press/2013/20140302.pdf

【新横浜駅　北口駅前広場・ペデストリアンデッキ】

新横浜駅北口前広場のペデストリアンデッキは、横浜市とJR東海が共同で進めてきた「新横浜駅・北口周辺地区総合再整備事業」の一環として整備されたもので、首都圏南西部の玄関口にふさわしい総合的な交通拠点の形成が図られた。

直径50mの円形ペデストリアンデッキはJRの改札口がある2階に接続していて、駅改札口から地上に降りることなく駅前広場やバスターミナルに行くことができ、歩車分離を図ることで渋滞を緩和し、駅周辺施設利用者の利便性や安全性も大きく向上した。



図 2.3.1.2-12　新横浜駅北口駅前広場・円形ペデストリアンデッキ



図 2.3.1.2-13　新横浜駅北口駅前広場

出展：日建グループホームページ
http://www.nikken.co.jp/ja/archives/00252.html

【コミュニティサイクル】

横浜コミュニティサイクル「baybike(ベイバイク)」とは、横浜市における自転車の共同利用サービスを指す。観光地で見かけるレンタサイクルとは異なり、短距離・短時間でのレンタル利用を繰り返す新しい自転車共有システムで、複数に設置されているサイクルポート（専用の貸出・返却場所）であれば、どのサイクルポートでも自転車を借りたり返したりできる。



図 2.3.1.2-14　横浜アイランドタワーのポート



図 2.3.1.2-15　ベイバイクの利用

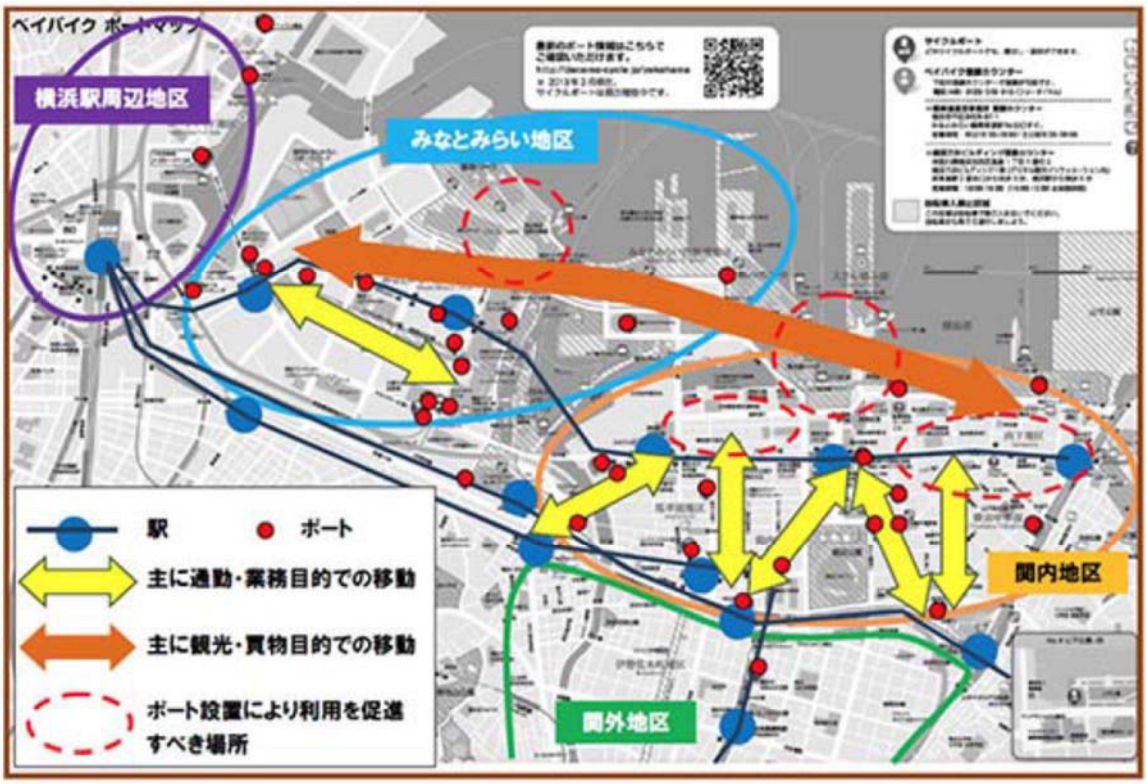


図 2.3.1.2-16　ベイバイク　ポートマップ

出展：横浜市　都市整備局ホームページ
http://www.city.yokohama.lg.jp/toshi/toshiko/cycle/

(3)　現状と課題

横浜地区の現状と課題についてまとめたものを**表2.3.1.2-4**に示す。

表2.3.1.2-4　交通結節点の現状と課題（横浜地区）

		交通機関				全利用者数 人/日	課　題	記　事
		鉄道	乗降人員 人/日	道路	バス利用者数 人/日			
3	横浜駅周辺	JR東日本 東海道線、横須賀線、 京浜都北線・根岸線 横浜線	81万	国道1号	33万	216万 ※各事業者 計	１．不便な鉄道乗換がある。 ２．歩行空間や憩い・待ち合わせのスペースの不足、動線の交錯。 ３．バリアフリールートが不十分。 ４．バス乗り場やＹＣＡＴ施設等の機能が分散しており乗換が不便で分りにくい。 ５．一般車両が駅前広場に流入し、公共交通と錯綜。 ６．道路上のタクシー・観光バスの駐停車が自動車交通の流れに影響 。 ７．歩行者と自動車の錯綜。 ８．駐輪スペースの不足。 ９．交差点の混雑によるバスの定時性・速達性の低下。 １０．駐車場の利便性が悪い。	・鉄道データは2013年度実績 ・横浜駅は39のバス乗り場が３つのエリアに分かれ、横浜市営、相鉄、神奈川中央交通、京急、江ノ電の５社が運行。 ・バスデータは横浜市営バスの一日当りの利用者数
		京浜急行電鉄 本線	31万	首都高 横羽線				
		東京急行電鉄 東横線	35万	首都高 三ツ沢線				
		相模鉄道 本線	42万					
		横浜市交通局 ブルーライン	13万					
		横浜高速鉄道 みなとみらい線	18万					

※1　鉄道の乗降人員およびバス利用者数は、いずれもウィキペディアによる。
http://ja.wikipedia.org/wiki/横浜駅
http://ja.wikipedia.org/wiki/横浜市交通局

※2　課題は「エキサイトよこはま22」基盤整備の基本方針による。
http://www.city.yokohama.lg.jp/toshi/tosai/excite/plan/ey22/

2) 品川、田町、浜松町周辺

品川、田町、浜松町地区は、空の玄関である羽田空港、東京港や東海道新幹線品川駅により全国と結ばれている。さらに、首都高速の都心環状線、１号羽田線、２号目黒線に囲まれており、これらの出入口からの距離も近く、東京都における主要な交通結節点を形成している。ここでは、各地区ごとに、乗り入れている交通機関、今後予定されている開発計画等をとりまとめた。

品川、田町、浜松町周辺の全体図を**図2.3.1.2-17**に、都営バス路線図を**図2.3.1.2-18**に示す。

⑴ 品川駅周辺

品川駅周辺の詳細を**図2.3.1.2-19**に示す。

品川駅にはＪＲの東海道新幹線、東海道本線、山手線、京浜東北線、横須賀線（成田エクスプレスを含む）に加え、京浜急行（本線、空港線）が乗り入れている。

西側（高輪口）には第一京浜が通っているが、駅ビルと呼べるほどの施設はない。長距離バス（夜行高速バス、北海道・九州を除く各方面行き）の始発点である品川バスターミナルは第一京浜沿い0.5km北側に位置する。

東側（港南口）では、1994年に品川インターシティ、さらに2001年 - 2002年頃より再開発によるタワーマンションと超高層ビルの建設ラッシュが相次ぎ、現在では都内でも有数のオフィス街およびマンション街となっている。

一般路線バスでは、都営バス、東急バス、フジエクスプレス（ちぃばす）等が運航している。主な路線を**表2.3.1.2-5**、**表2.3.1.2-6**に示す。都営バスが最も多く運行しており14系統となっている（経路については**図2.3.1.2-18**参照）。これ以外にも、東京空港交通（成田空港行きリムジンバス）、京浜急行バス（逗子行き深夜急行バス等）、はとバス等の発着点となっている。これらの停留所は高輪口および港南口に位置しており、品川バスターミナルをあわせて一大ターミナルを形成している。

首都高速道路の出入口としては、１号羽田線汐留出入口、２号目黒線の目黒および荏原出入口が2km以内の地点に位置している。

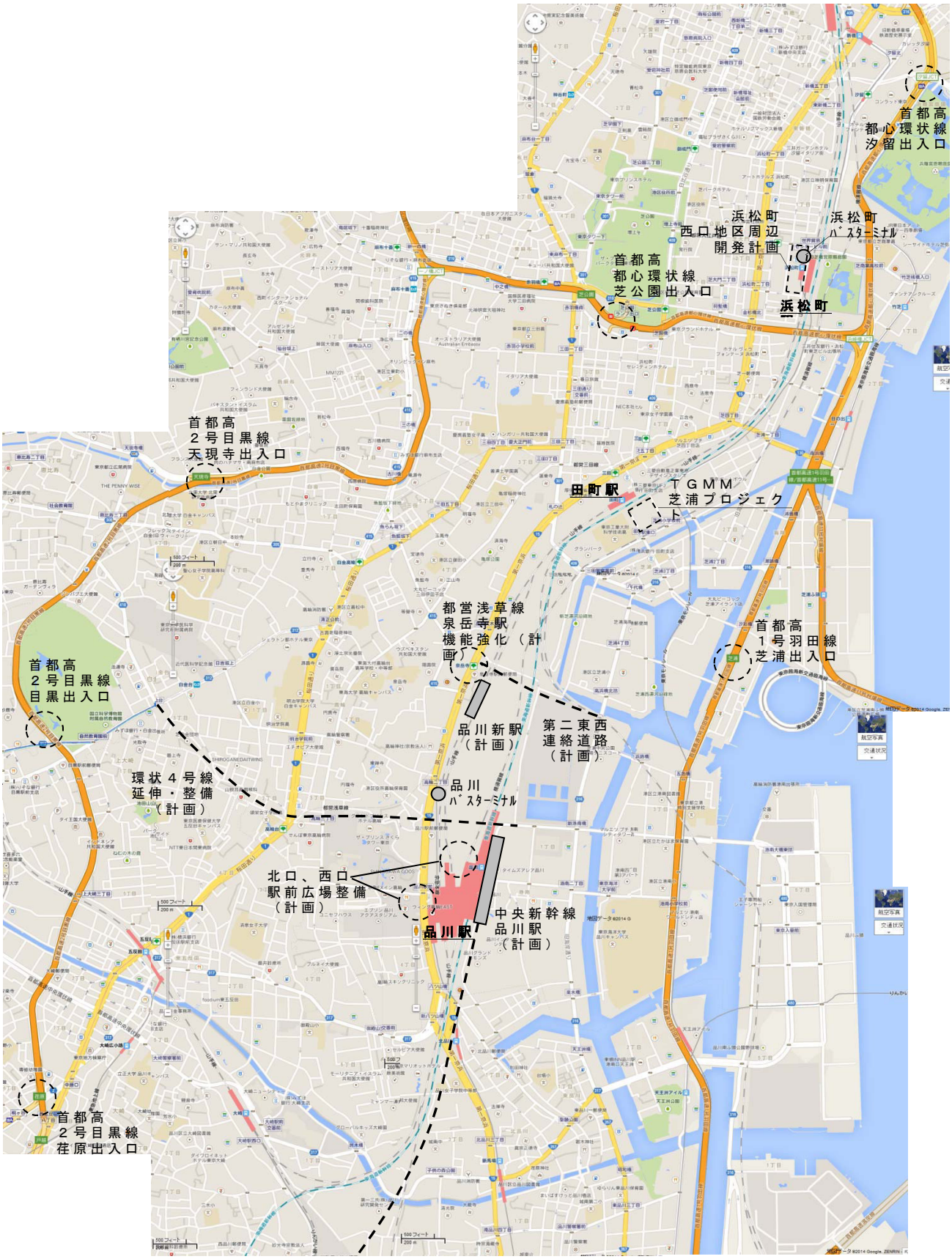


図2.3.1.2-17　品川、田町、浜松町地区全体図

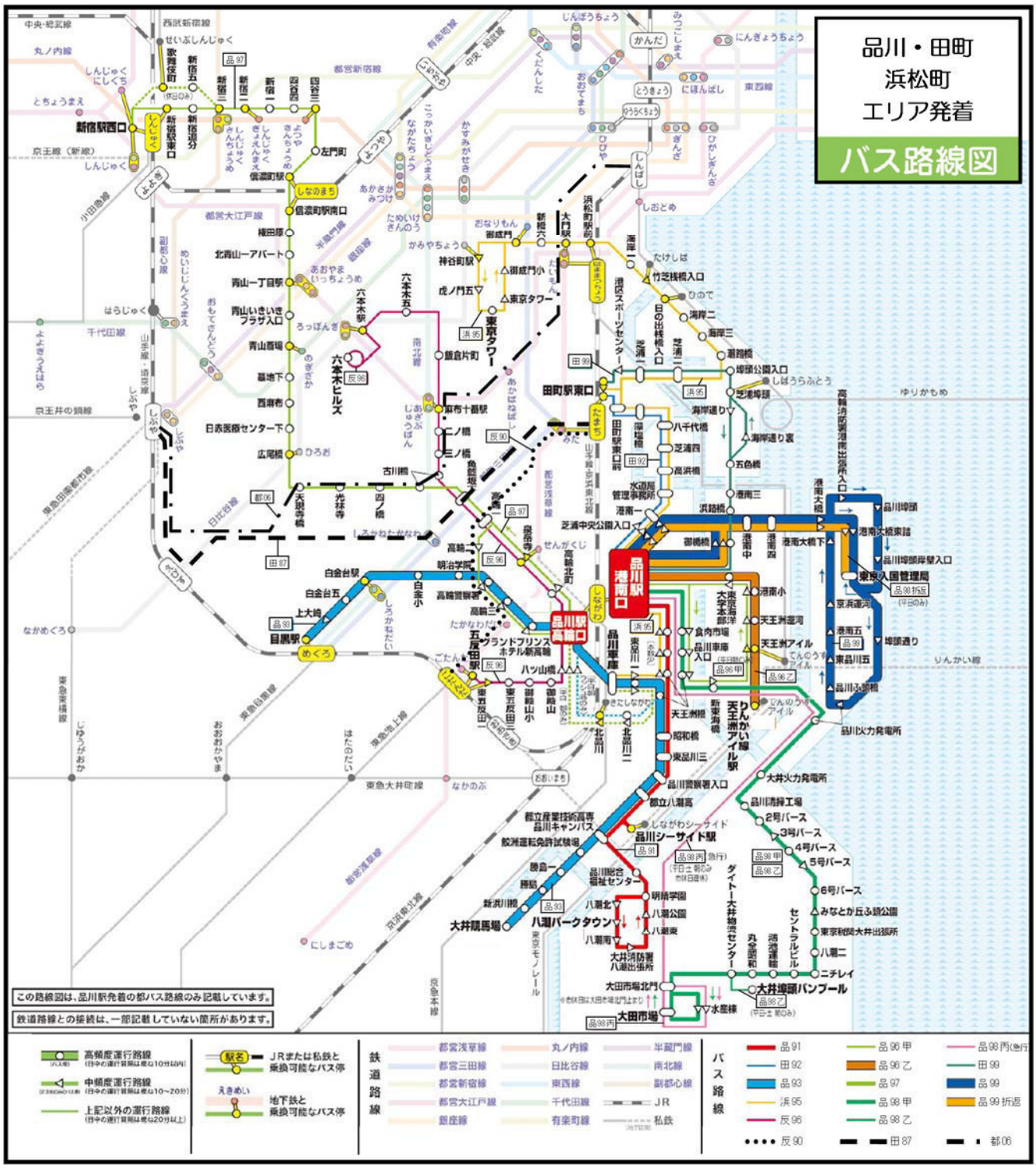


図2.3.1.2-18　品川、田町、浜松町エリアの都営バス路線図

出典：東京都交通局ホームページ

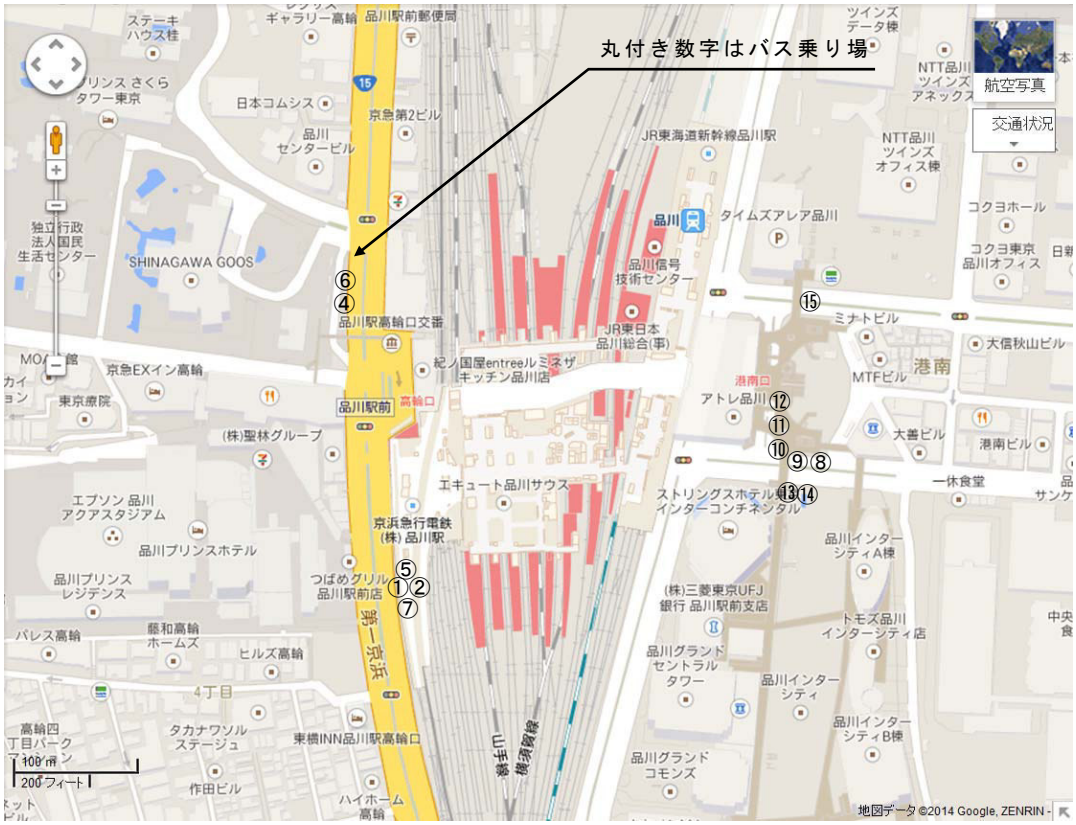


図2.3.1.2-19　品川駅周辺の詳細図

表2.3.1.2-5　品川駅のバス路線・高輪口

出典：駅探ホームページ

のりば	系統番号（時刻表）	行先（主な経由地）・備考	バス会社
①	反96	五反田駅（御殿山・東五反田三丁目）	都営バス
②	品93	大井競馬場前 （北品川・品川警察署入口・都立産業技術高専品川キャンパス前） 第一京浜国道経由,平日朝ラッシュ時のみ運行	都営バス
	深夜07	八潮パークタウン （都立産業技術高専品川キャンパス前・明晴学園前） 深夜バス平日のみ	都営バス
③	品93	目黒駅前（グランドプリンスホテル新高輪前・ 高輪警察署前・白金台駅前）	都営バス
	高輪ルート	浅草線三田駅前（せんぼ東京高輪病院・高輪警察署前・魚籃坂下）	ちぃばす
④	反96	六本木ヒルズ（麻布十番駅前・六本木ヒルズ）	都営バス
⑤	品93	品川車庫前（品川車庫前・品川警察署入口・ 都立産業技術高専品川キャンパス前） 都立産業技術高専品川キャンパス前止り：1日1本のみ	都営バス
	反96	品川車庫前 1日1本のみ	都営バス
	品94	蒲田駅（大井町・大森駅・池上駅）	東急バス
	品94	池上駅（大井町・大森駅）	東急バス
⑥	品97	新宿駅西口（泉岳寺前・青山一丁目駅前・信濃町駅前・新宿東口） 休日のみ迂回運行,休日の最終2本前のみ青山一丁目駅前行	都営バス
⑦	高輪ルート	品川駅港南口（高輪四丁目・港南二丁目）	ちぃばす

表2.3.1.2-6　品川駅のバス路線・港南口

出典：駅探ホームページ

のりば	系統番号（時刻表）	行先（主な経由地）・備考	バス会社
⑧	品98甲	大田市場（天王洲橋・品川清掃工場前・東京税関大井出張所前） 日曜・祝日は大田市場北門行	都営バス
	品98丙	大田市場（急行）（大井埠頭バンプール前・大田市場北門・水産棟前） 平日・土曜の始発のみ運行,大田市場休場日は運休	都営バス
⑨	田92	田町駅東口（天王洲橋・東品川一丁目） 本数少ない	都営バス
	浜95	東京タワー（天王洲橋・東品川一丁目） 本数少ない	都営バス
	品98乙	大井埠頭バンプール前 （天王洲橋・品川清掃工場前・東京税関大井出張所前） 平日・土曜朝のみ	都営バス
⑩	品91	八潮パークタウン（天王洲橋・品川警察署入口・品川シーサイド駅前・ 品川総合福祉センター前） 循環,夜のみ品川シーサイド駅前通過あり	都営バス
	品91	品川シーサイド駅前 （天王洲橋・品川警察署入口・品川シーサイド駅前） 平日朝のみ	都営バス
⑪	品96甲	天王洲アイル（品川車庫入口・天王洲橋） 循環,平日朝のみ	都営バス
⑫	品96乙	りんかい線天王洲アイル駅前（報知新聞社前・天王洲アイル）	都営バス
⑬	田92	田町駅東口（高浜橋・八千代橋）	都営バス
	浜95	東京タワー（浜松町駅前・大門駅前・神谷町駅前）	都営バス
⑭	波01出入	東京テレポート駅前（お台場海浜公園駅前・台場駅前・ 船の科学館駅前・テレコムセンター駅前） 本数少ない	都営バス
	田99	田町駅東口（五色橋・埠頭公園入口）	都営バス
⑮	品99	品川埠頭（港南中学校前・港南大橋・東京入国管理局前・品川埠頭） 循環,東京入国管理局前行あり	都営バス
	品99折返	東京入国管理局前（港南中学校前・港南大橋） 平日のみ運行	都営バス
	12	お台場循環（レインボーブリッジ・お台場海浜公園前・フジテレビ前）	お台場レインボーバス
	高輪ルート	浅草線三田駅前（品川駅高輪口・せんぼ東京高輪病院・ 高輪警察署前・魚籃坂下）	ちぃばす
	芝浦港南ルート	田町駅東口（浜路橋・高浜橋・芝浦ふ頭駅・芝浦アイランド）	ちぃばす

品川駅周辺では、交通結節点としての機能強化を目的として、図2.3.1-20に示すように、多くの計画が検討されている。

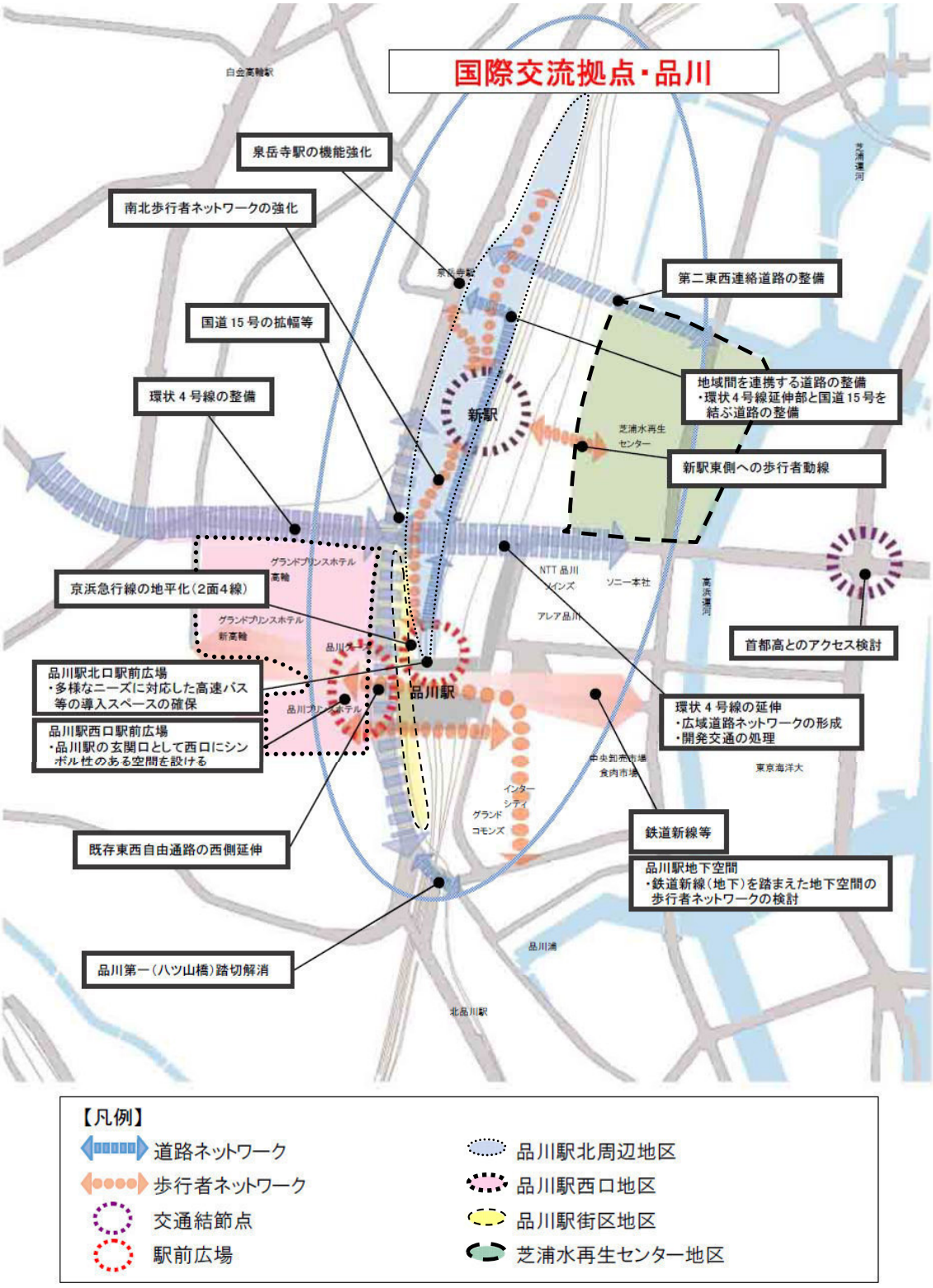


図2.3.1.2-20　品川駅周辺の開発計画

出典：品川駅・田町駅周辺まちづくりガイドライン2014、東京都

品川地区では鉄道により地域が東西に分断されており、唯一ある港区道は高さや幅員が十分ではなく一方通行となっている。これに加えて東西の高低差が大きい地形となっており、東西の連絡性が悪いことが課題となっている。これに対しては、高架構造によるデッキレベルでの東西連絡通路の整備、環状４号線の延伸・整備、第二東西連絡道路の整備が検討されている。

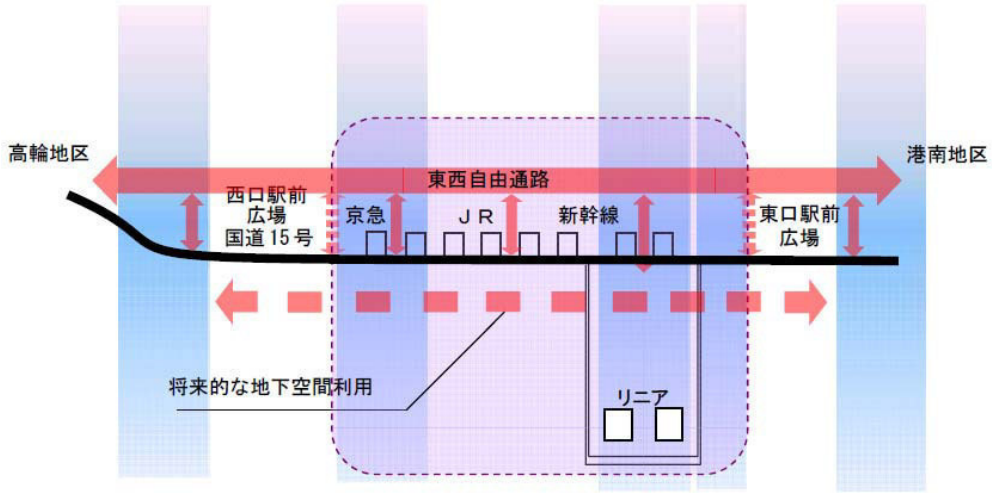


図2.3.1.2-21　東西連絡道路の概要
出典：品川駅・田町駅周辺まちづくりガイドライン2014、東京都

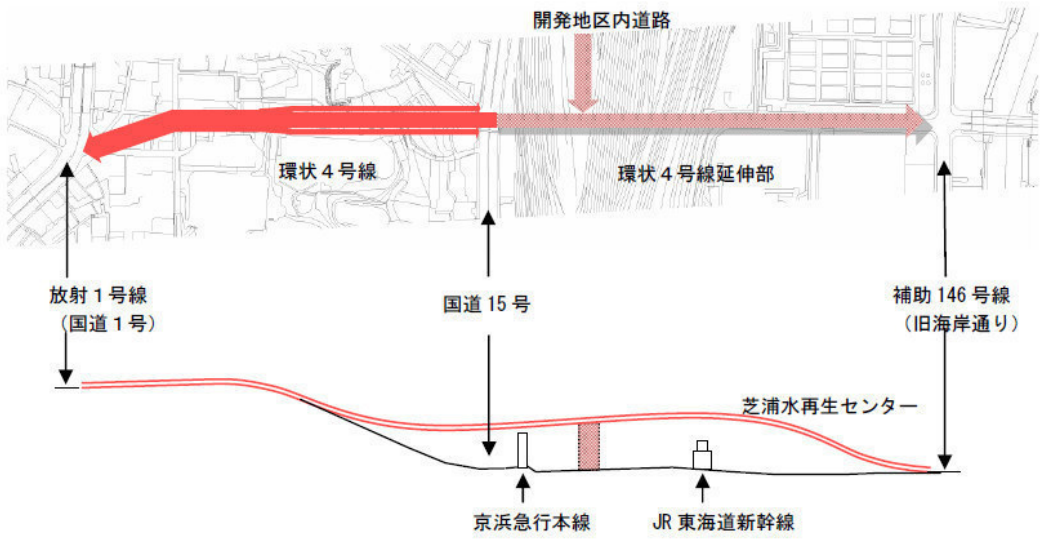


図2.3.1.2-22　環状４号線延伸・整備
出典：品川駅・田町駅周辺まちづくりガイドライン2014、東京都

品川駅から0.9km田町駅側に品川新駅の建設が計画されており、2020 年の東京オリンピック・パラリンピック競技大会にあわせた暫定開業の予定となっている。新駅に近い都営浅草線の泉岳寺駅では、ホーム・コンコース等の混雑緩和、歩行者ネットワーク強化、バリアフリーの推進等、機能強化が、さらに品川駅と新駅をつなぐ南北方向を結ぶデッキを整備による歩行者ネットワークの強化が検討されてい

る。

また、品川駅東側の地下に2027年に開業する予定のリニア中央新幹線の首都圏側の始発駅が建設される。

これらの新しい駅の建設に伴う交通結節点としての多様な交通ニーズに対応するため、現在の東口側の広場に加えて、北口側および西口側における駅前広場整備による高速バス等の導入スペース確保が検討されている。

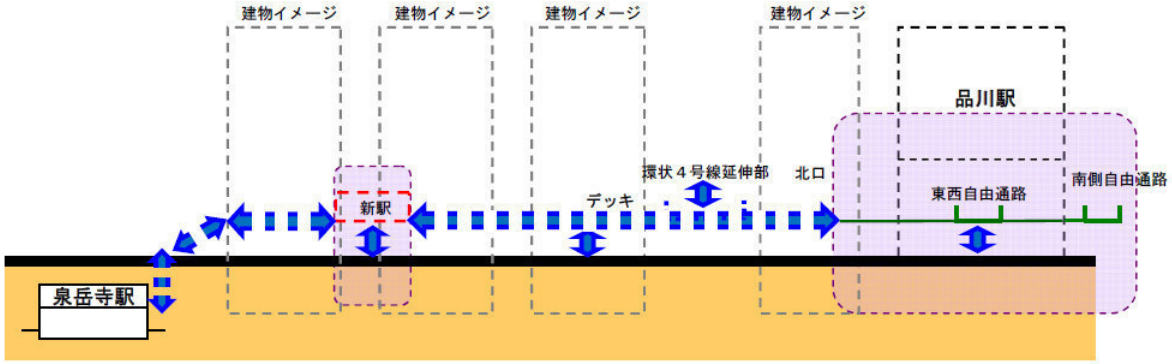


図2.3.1.2-23　南北方向連絡道路の概要
出典：品川駅・田町駅周辺まちづくりガイドライン2014、東京都

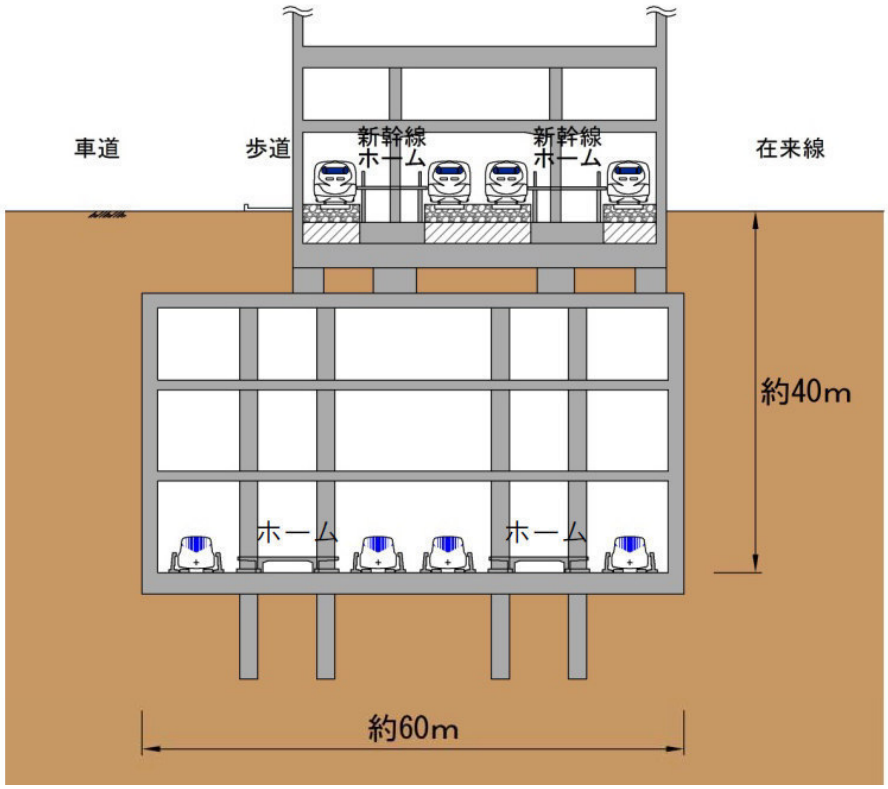


図2.3.1.2-24　リニア中央新幹線の東京側地下駅の概要
出典：中央新幹線環境影響評価準備書、JR東海

⑵　田町駅周辺

田町駅にはJRの山手線、京浜東北線が乗り入れており、田町駅西口（三田口）に隣接して都営地下鉄浅草線および三田線の三田駅がある。各駅は、浅草線については第一京浜、三田線については日比谷通りの真下にあり、連絡通路で相互に連絡している。両駅は近接しているものの、連絡通路に高低差がある事から、乗り換えには約3分程度を要する。

西口側には交通量の多い第一京浜が通っているほか、日比谷通りとの交差点にも隣接している等、交通の便が良好であることから、幾つかの大企業の本社や外資系企業のオフィス、官公施設が点在している。ただし、駅前のロータリーは非常に狭く、その中にタクシー乗り場があるので一般車両の進入はあまり見られない。

東口（芝浦口）側は、芝浦アイランドなどの大規模な高層マンション群の分譲が進んだことから住人の数が急激に増えており、これらの変化を受けて2004年に路線バスの乗り入れができるように整備され、都営バスとちぃばすのターミナルとして機能している。

一般路線バスでは都営バスが5系統が乗り入れている（**表2.3.1.2-7**参照）。停留所は田町駅東口のロータリーおよび三田駅付近に設けられており、これらは田町－渋谷、田町－五反田－品川、田町－品川、田町－芝浦埠頭－品川、神谷町－田町－品川の各路線上に位置している（経路については**図2.3.1.2－18**参照）。

首都高速道路の出入口としては、田町駅から約1km地点に１号羽田線の芝浦出入口が、2km地点に２号目黒線の天現寺出入口が位置している。



図2.3.1.2-25　田町駅周辺の詳細図

表2.3.1.2-7　田町駅のバス路線
出典：駅探ホームページ

のりば	系統番号（時刻表）	行先（主な経由地）・備考	バス会社
①	田87	渋谷駅前（白金高輪駅前・恵比寿四丁目・恵比寿駅前・渋谷車庫前）	都営バス
②	反90	三田駅経由,五反田駅（東京港口）	都営バス
③	反90	五反田駅（三田四丁目・高輪警察署前・高輪台駅前）	都営バス
④	反90	五反田駅（田町駅前・三田四丁目・高輪警察署前・高輪台駅前）	都営バス
⑤	田99	田町駅東口	都営バス
⑥	田92	品川駅港南口（芝浦四丁目・芝浦中央公園入口・港南一丁目）	都営バス
	浜95	品川駅港南口（芝浦四丁目・芝浦中央公園入口・港南一丁目）	都営バス
⑦	田99	品川駅港南口（芝浦二丁目・芝浦埠頭・五色橋・港南三丁目）	都営バス
⑧	田92	田町駅東口	都営バス
	浜95	東京タワー（浜松町駅前・大門駅前・神谷町駅前）	都営バス
⑨	田92	品川駅港南口（芝浦四丁目・芝浦中央公園入口・港南一丁目）	都営バス
	浜95	品川駅港南口（芝浦四丁目・芝浦中央公園入口・港南一丁目）	都営バス

田町駅周辺エリアは、品川駅周辺エリアとともに、特定都市再生緊急整備地域や国際戦略総合特区「アジアヘッドクォーター特区」に指定され、羽田空港の本格的な国際化、リニア中央新幹線の整備進展により、首都圏と世界、国内の各都市をつなぐ、国際都市東京の玄関口としての役割を期待されている。

田町駅西口地区では、「田町駅西口・札の辻交差点周辺地区まちづくりガイドライン」（平成25年、港区）を踏まえた開発が進められる予定である。「田町駅西口・札の辻交差点周辺地区」は、公共交通の重要な結節点である「田町駅西口」と、幹線道路が交わる「札の辻交差点」という２つのまちづくりの核を含む、約17.5haの地区である。ガイドラインでは**図2.3.1.2-26**に示すように対象地区の土地利用方針が決められている。

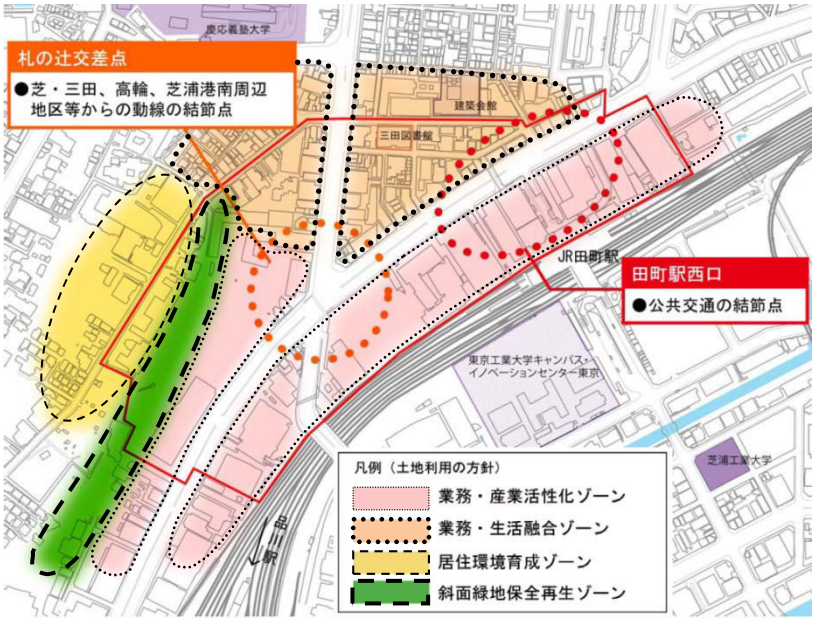


図2.3.1.2-26　田町駅西口・札の辻交差点周辺地区
出典：田町駅西口・札の辻交差点周辺地区まちづくりガイドライン、港区

現状の西口は歩行者動線が集中・交錯しているため、周辺の開発に合わせた一体整備により、デッキ・地上・地下の3層レベルのネットワークを整備し、歩行者ネットワークの強化をはかるものとされている。また、デッキレベルでは、駅東西連絡通路などの既存デッキの拡幅や新設等により田町駅東口から第一京浜の北側へ横断するまでの動線を拡充し、駅東西の連携強化を図るとともに、第一京浜沿いのデッキレベル動線を札の辻交差点まで連続させることも検討される予定である。

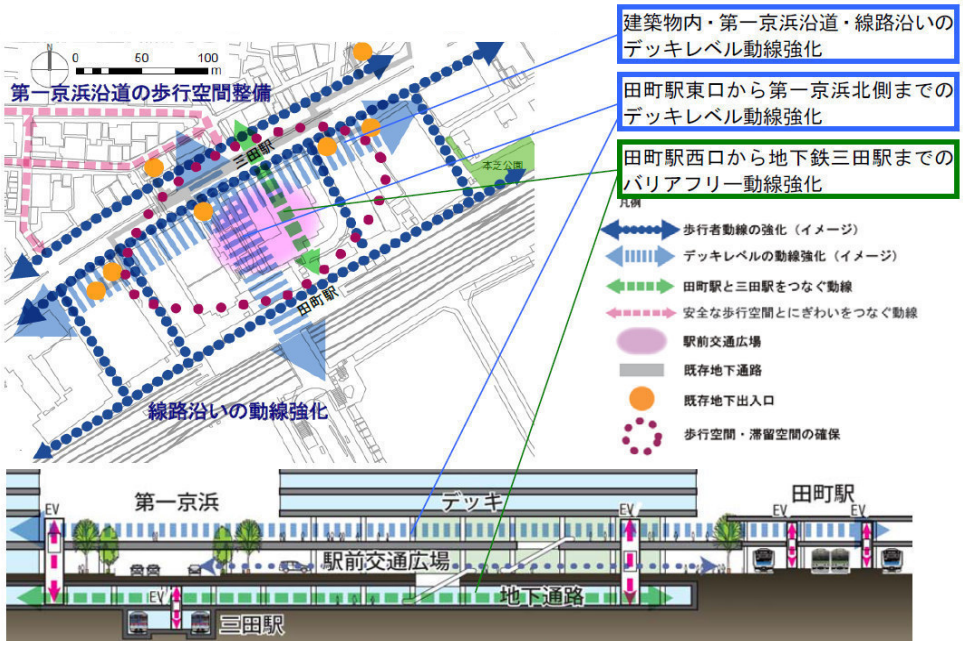


図2.3.1.2-27　田町駅西周辺の歩行者ネットワーク等の整備イメージ
出典：田町駅西口・札の辻交差点周辺地区まちづくりガイドライン、港区

札の辻交差点付近では、自動車交通量の多さを勘案し、横断歩道と歩道橋により各方面からの歩行者・自転車がスムーズに移動できるような動線を確保するとともに、歩道橋についてはエレベーター等の設置等、田町駅西口及び聖坂上まで連続したバリアフリー化した動線の確保を目指すものとされている。

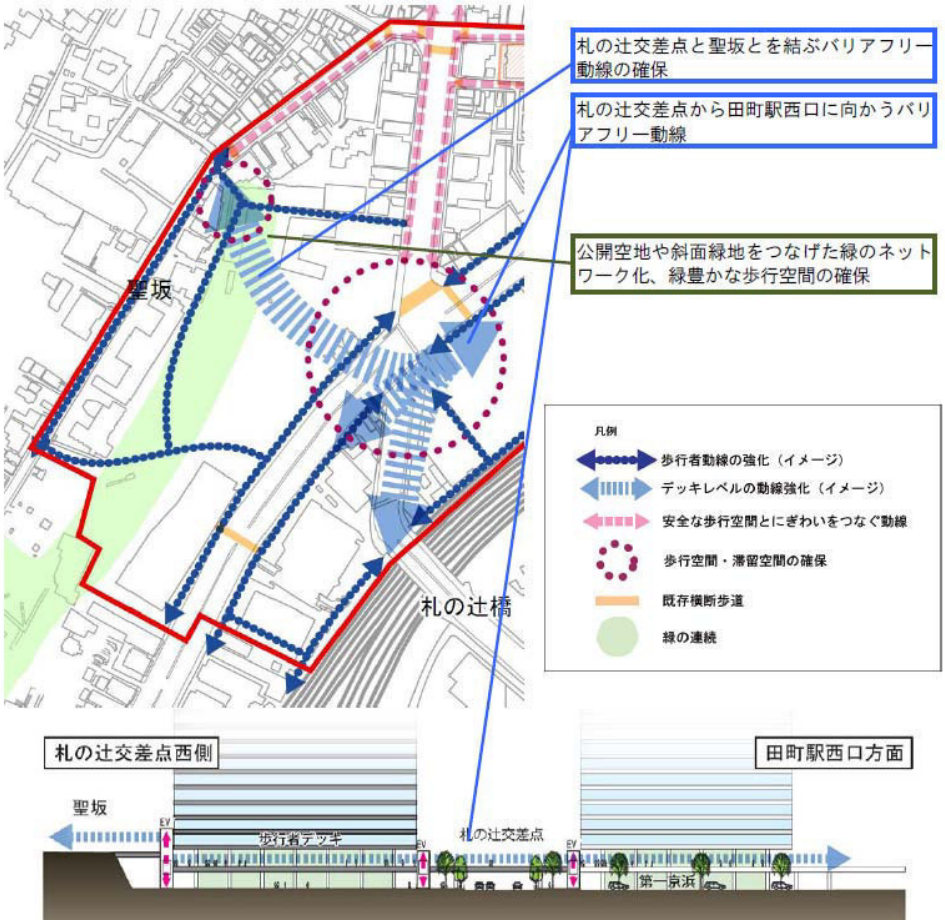


図2.3.1.2-28　札の辻交差点周辺の歩行者ネットワーク等の整備イメージ
出典：田町駅西口・札の辻交差点周辺地区まちづくりガイドライン、港区

田町駅東口地区では、東京ガス、三井不動産、三菱地所により、田町駅東口の芝浦エリアにおいて「（仮称）TGMM芝浦プロジェクト」の開発計画が進められており、2014年10月に、このプロジェクトを含む田町駅東口北地区地区計画の都市計画が決定されている。

品川駅や2020 年東京オリンピック・パラリンピック競技大会開催に合わせた暫定開業が予定されるＪＲ山手線品川新駅とともに、東京の国際競争力強化を担うエリアと期待されるＪＲ田町駅東口至近において、オフィス、商業施設、ホテル等からなる全体延床面積約30 万㎡の複合ビジネス拠点が創出される。

JR田町駅改札からは、バリアフリーでアクセス可能な歩行者デッキを整備される予定となっている。

【プロジェクト概要】

主要用途：事務所、店舗、ホテル、生活支援施設、地域冷暖房施設、駐車場等

敷地面積：約28,000 m²

全体新築工期：2015 年度～2019 年度（予定）

各棟規模：

・A棟（事務所棟）　地上31 階 地下2 階 延床面積約135,000m² 高さ約180m

・Ｂ棟（事務所棟）　地上36 階　地下2 階　延床面積約145,000m²　高さ約185m
・ホテル棟　地上9 階　地下2 階　延床面積約11,000m²　高さ約65m
・生活支援施設棟　地上6 階　延床面積約6,800m²　高さ約35m



図2.3.1.2-29　「（仮称）ＴＧＭＭ芝浦プロジェクト」の開発計画位置図
出典：三井不動産株式会社ホームページ



図2.3.1.2-30
田町駅直結「歩行者デッキ」完成予想図
出典：三井不動産株式会社ホームページ

(3) 浜松町駅周辺

浜松町駅にはＪＲの山手線、京浜東北線および東京モノレールが乗り入れているほか、浜松町駅北口の西側に隣接して都営地下鉄浅草線および大江戸線の大門駅が位置している。

ＪＲ浜松町駅からは東京モノレール浜松町駅を通り、世界貿易センタービルディング内へ入場でき、同ビル内の歩行者経路によりバスターミナル、タクシー、都営地下鉄大江戸線への乗り換えが可能となっている。

浜松町発着の東京モノレールは羽田空港への主要な交通機関となっており、終点の羽田空港第２ビル駅までの所要時間は、空港快速を利用した場合には19分、普通の場合には24分となっている。

一般路線バスでは都営バスが２系統乗り入れている（**表2.3.1.2-8**参照）。都営バスの停留所は浜松町駅北口および大門駅付近に設けられており、これらは神谷町－浜松町－品川、新橋－大門－渋谷の路線上に位置している（経路については**図2.3.1.2-18**参照）。

また、浜松町西側に位置する世界貿易センターヒルディング別館１階には浜松町バスターミナルがあり、東北、関西、中国、四国に向かう高速バス（京成バス、京浜急行バス、東北急行バスが中心）や、お台場方面へのフラワーバス、はとバスの定期観光バス等が発着する。またパッケージツアーの集合・出発場所としても用いられる事が多い。



図2.3.1.2-31　浜松町駅周辺の詳細図

表2.3.1.2-8　浜松町駅のバス路線

出典：駅探ホームページ

のりば	系統番号（時刻表）	行先（主な経由地）・備考	バス会社
①	浜95	品川駅港南口（竹芝桟橋入口・田町駅東口・天王洲橋）	都営バス
②	浜95	東京タワー（御成門・神谷町駅前）	都営バス
③	都06	新橋駅前（新橋六丁目・新橋五丁目）	都営バス
	浜95	東京タワー（御成門・神谷町駅前）	都営バス
④	浜95	品川駅港南口（浜松町駅前・竹芝桟橋入口・田町駅東口・品川駅東口・天王洲橋）	都営バス
⑤	都06	渋谷駅前（赤羽橋駅前・麻布十番駅前・古川橋・広尾病院前・恵比寿橋・渋谷車庫前）	都営バス

浜松町バスターミナルは世界貿易センタービル本館2階ともつながっており、そこからJR東日本および東京モノレールの浜松町駅、都営地下鉄大江戸線・浅草線の大門駅と直結している。

首都高速道路の出入口としては、都心環状線の汐留および芝公園出入口が浜松町駅から1km程度の地点に位置している。

このように現状においても交通結節点としての機能をもつ浜松町駅であるが、課題として以下の点があげられ、国際都市の玄関口としての一層の機能強化が求められている。

・JR浜松町駅北口と区道1102号（大門通り）における恒常的な歩行者混雑、歩行者－自動車の錯綜が見られる。
・JR浜松町駅、東京モルール浜松町駅と地下鉄間の経路が複雑で乗り換えの利便性が悪い。
・JR浜松町駅と東京モノレール浜松町駅間のバリアフリー化が進んでおらず、乗り換えの利便性が悪い。

一方、当地区では、「港区まちづくりマスタープラン」（平成19年4月　港区）において当該地区のまちづくりの方針のひとつに「快適な道路・交通体系のあるまちづくり」があげられており、この中では駅前広場の整備や自由通路整備による歩行者ネットワークの充実、電線類の地中化などにより浜松町駅周辺の快適な歩行空間の確保が示されている。

これらの課題および「港区まちづくりマスタープラン」をふまえ、㈱世界貿易センタービルディング、東京モノレール㈱、JR東日本㈱、国際航業㈱により「浜松駅西口地区周辺開発計画」が策定されている。この計画は当該地区において、

・国際都市東京の玄関口として交通結節機能の強化
・駅周辺の歩行者用広場や安全で快適な歩行者デッキネットワーク形成
・土地の高度利用の推進による、業務・商業・交流・観光等の複合拠点形成

等を目標に浜松町駅西口周辺を開発するものであり、交通結節点としての機能強化と、都市環境への貢献を両立し、魅力的な国際都市の玄関口形成に貢献することを目的としている。

計画概要は、表2.3.1.2-9に示すとおりである。

表2.3.1.2-9　浜松駅西口地区周辺開発計画の概要

出典：東日本旅客鉄道株式会社ホームページ

	A街区	B街区
計画地	東京都港区浜松町二丁目	
都市再生特別地区の区域面積	約２．３ha	約０．９ha
敷地面積	約２１，０５０㎡	約７，６４０㎡
主要用途	事務所　店舗　モノレール駅 バスターミナル カンファレンスセンター 医療センター 子育て支援センター 都市計画駐車場　等	事務所　店舗 コンベンションホール カンファレンスセンター 駐車場
床面積・高さ	約２７０，０００㎡・約２００m	約９９，０００㎡・約１６０m
予定スケジュール	平成２６年度着工～平成３６年度竣工予定 （解体工事の一部は平成２５年度着手予定、現世界貿易センタービル高層棟の解体は平成３１年度着手予定）	平成２６年度着工～ 平成２９年度竣工予定
事業主体	株式会社世界貿易センタービルディング 東京モノレール株式会社 東日本旅客鉄道株式会社　他	国際興業株式会社 他

「浜松駅西口地区周辺開発計画」の位置は**図2.3.1.2-32**に示すとおり港区浜松町二丁目にある。計画地の東側はＪＲ浜松町駅、東京モノレール浜松町駅に近接しており、区道1152号に面している。また、北側は区道1102号（大門通り）、西側は区道816号、南側は区道817号にそれぞれ面している。計画地はその中央を南北方向に伸びる敷地内通路により、AおよびBの二つの街区に分けられている。

この区域は事務所、商業系としての土地利用がなされており、住宅系の土地利用は比較的少ない。ＪＲ浜松町駅の東側に旧芝離宮恩賜庭園がありまとまった緑地となっているが、これ以外の緑地は少なく、植生自然度の低い市街地となっている。

平成23年1月1日現在の港区の人口は約21万人であり、世帯数は約12万である。また、計画地のある浜松町二丁目の人口は約300人であり、世帯数は約200である。

一方、昼間人口は港区が約91万人、浜松町二丁目は約１万人であり、就労者など昼間に流入する人口は夜間人口に比べ高い地域となっている。

また、産業別事業所数及び従業者数でみると、港区ではサービス業の事業所が約13,000、従業員数が約21万人と最も多く、浜松町二丁目においてもサービス業の事業所が約200、従業員数が約4,000人と最も多くなっている。

本事業は、A街区内に存在する世界貿易センタービル（昭和45年3月竣工）の建て替えを含むオフィス、商業施設等の機能を持つ複合ビルを建設するものである。

浜松町駅のランドマークとなる３棟の高層棟を配置し、国際都市東京の玄関口としてふさわしい景観形成を行う。低層部では、地上レベル及びデッキレベルでの歩行者回遊空間を形成し、そこに沿って賑わいを生み出す商業施設等を配置する。歩行者空間から視覚的効果の高い道路沿いやデッキを中心に植栽を配置するとともに、遠景に対して効果の高い壁面や屋上空間にも植栽を施し、立体的な緑地空間を形成する（**図2.3.1.2-33**参照）。

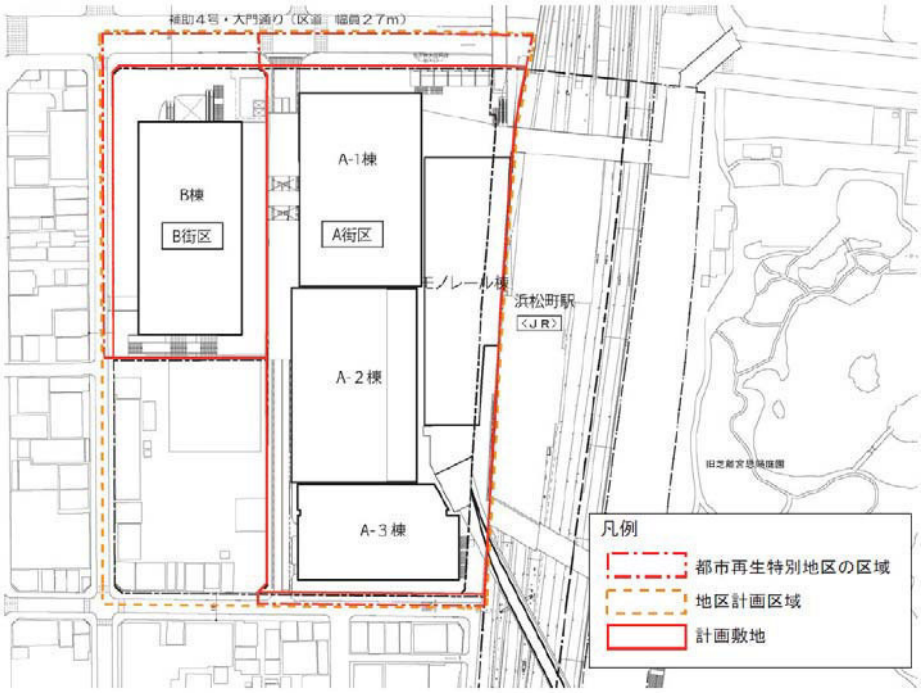


図2.3.1.2-32　浜松駅西口地区周辺開発計画の位置図
出典：東日本旅客鉄道株式会社ホームページ



図2.3.1.2-33　浜松駅西口地区周辺開発計画の整備イメージ
出典：東日本旅客鉄道株式会社ホームページ

(4) 現状と課題

品川、田町、浜松町地区の現状と課題を**表2.3.1.2-10**、**表2.3.1.2-11**に示す。

表2.3.1.2-10　交通結節点の現状と課題（品川地区）

	交通機関				全利用者数 人/日	課　題 （今後の整備方針）	記　事
	鉄道	乗降人員 人/日	道路	バス利用者数 人/日			
品川駅 周辺	JR 東海道新幹線 東海道本線、横須賀線、 成田エクスプレス、 京浜東北線、山手線	127万	国道15号 （第一京浜）			１．東西に高低差の大きい地形となっており、鉄道により東西に分断されている。 ⇒　高架構造による立体化 ⇒　デッキレベルでの歩行者ネットワークの強化（例えば、ＪＲ品川駅構内までの整備にとどまっている東口のデッキレベルによる歩行者ネットワークを西側に延伸） ⇒　デッキレベルと地上部の垂直動線確保 ⇒　ユニバーサルデザインを考慮した駅空間の創出 ⇒　これにより、品川駅、田町駅および新駅周辺での歩行者の回遊性確保 ２．駅周辺広場の整備 ⇒　羽田空港に近接していること、中央新幹線の始発駅となることを考慮して、北口駅前広場を整備して高速バスの導入スペースを確保 ⇒　西口の広場空間を、周辺開発との連携による交通結節機能を配置することで、西口駅前広場として再整備 ⇒　東口駅前広場は現行機能を維持しつつ、既存施設の配置変更に柔軟に対応 ⇒　状況に応じた国道15号の拡幅 ３．羽田空港の国際化を見据え、アクセス路線である京急品川駅へのアクセスを向上させる（場所がわかりにくい、上下の移動距離が長い）。 ４．新駅の建設を見据え、泉岳寺駅の機能を強化する（ホーム・コンコース等の混雑緩和、歩行者ネットワーク、バリアフリー）。 ５．立体交差等により、京急線八ツ山橋踏切を解消する。 ６．交通結節機能強化の観点から、適切な規模の駐車場、自動二輪車駐輪場、駐輪場を整備する。 ７．水域占用の規制緩和により、運河の有効利用をはかる（防災も有効）。	・中央新幹線品川駅が建設される。 ・品川駅と田町駅の間にＪＲの新駅が建設される。
	京急本線、京急空港線 （品川、泉岳寺）	43万	首都高１号 羽田線				
	都営地下鉄 浅草線 （泉岳寺）	18万	首都高２号 目黒線				
	今後新設、整備予定						
	ＪＲ 中央新幹線		環状4号線				

表2.3.1.2-11　交通結節点の現状と課題（田町、浜松町地区）

	交通機関				全利用者数 人/日	課　題 （今後の整備方針）	記　事
	鉄道	乗降人員 人/日	道路	バス利用者数 人/日			
田町駅 周辺	JR 京浜東北線、山手線	31万	国道15号 （第一京浜）			１．田町駅～三田駅間では東西自由通路、歩行者デッキのバリアフリー化、エレベータ整備が進められているが十分ではない。 ２．駅前広場が狭いため、バス停、待機タクシー等を処理しきれず、幹線道路（第一京浜）機能を阻害している。 ３．重要な交通結節点である札の辻交差点西側区域の有効利用が進んでいない。 ４．放置自転車が多く（130台/日）、歩行者の流れが阻害されている。	
	都営地下鉄 浅草線 （三田）	9万	首都高 都心環状線				
	都営地下鉄 三田線 （三田）	9万	首都高１号 羽田線				
			首都高２号 目黒線				
浜松町駅 周辺	JR 京浜東北線、山手線	36万	国道15号 （第一京浜）			１．ＪＲ浜松町駅は一部モノレールと連絡されているが、バリアフリー化が進んでおらず、地下鉄、バス、道路との連続性が不十分である。 ２．浜松町駅～大門駅間の道路は、恒常的な歩行者混雑、歩行者－自動車の錯綜が発生している。 ⇒　縦動線（ステーションコア）の整備 ⇒　歩行者デッキネットワークの整備	
	東京モノレール	12万	首都高 都心環状線				
	都営地下鉄 浅草線 （大門）	9万					
	都営地下鉄 大江戸線 （大門）	12万					

3）新宿、渋谷駅周辺

(1)新宿駅周辺

新宿駅周辺は、JR線が中央線と山手線が交差し小田急線、京王線等が都市南西部とを結び地下鉄も丸の内線、都営新宿線、大江戸線が乗入れている。新宿駅は、各線合わせて340万/日と全国一の乗降人員となっている。また、2008年に副都心線が開業し、池袋方面から横浜方面に向け新宿3丁目付近を通過している。

一方、バスターミナルとしても、新宿駅南口や西口駅広周辺から各地方や成田空港リムジンなどが発着している。しかし、南口周辺は国道20号線と直接的に接続し、バス・タクシー乗り場が乏しく駅広としての機能もない。

また、副都心線駅新宿3丁目と新宿駅間の歩行者増によりさらに歩行者空間の不足が懸念されている。**図2.3.1.2-34**に新宿駅南口周辺の状況を示す。



図 2.3.1.2-34　新宿駅南口駅周辺の状況

出典：国土交通省東京国道工事事務所ホームページ
http://www.ktr.mlit.go.jp/toukoku/

現在、新宿駅南口周辺の課題に対しその解決策として線路上空に新たな交通結節点として整備が進められている。高速バスやタクシーの発着設備、一般自動車の乗降設備や公共駐車場、歩行者広場を設ける計画であり、「新宿駅南口基盤整備事業」として、平成27年度完成目標に進行中である。**図2.3.1.2-35**に新宿駅南口基盤整備事業の概要を示す。



図 2.3.1.2-35　新宿駅南口基盤整備事業の概要

出典：国土交通省東京国道工事事務所ホームページ
http://www.ktr.mlit.go.jp/toukoku/

(2)渋谷駅周辺

渋谷駅は、JR線、東急線、京王線、東京メトロ線など4社が集中し、また都内最大級のバスターミナルを有する交通結節点となっている。2012年度には東急東横線が地下化され、2008年6月に開業した東京メトロ副都心線との相互直通化図られている。しかし、渋谷駅施設は、大正時代より増改築を繰り返されており、耐震性の向上、バリアフリー化、乗換利便性の向上が必要となっていた。

現在、安全・快適な歩行者空間の確保や交通結節点としての機能強化、自動車交通の混雑緩和など目指し「渋谷駅街区基盤整備」が進められている。

主な整備内容として、鉄道施設では山手線・埼京線ホームの島式ホームとして並列化、銀座線ホームの東側への移設と島式化、乗換コンコースの拡充が上げられる。

また、駅前広場・道路関係では、ハチ公広場の拡充、地上・地下広場空間の創出、東西バスターミナルの再配置、タクシー乗降場の地下化・集約化、タクシープールの拡充、国道246号線の拡幅、駅外周道路の改良が計画されている。

ビルや自由通路関係では、駅部を中心に東棟、中央棟、西棟を整備するとともに、

南街区と桜丘口地区間に自由通路を整備、南口を新たに整備する計画となっている。

図2.3.1.2-36に渋谷駅周辺の現況と計画概要、**図2.3.1.2-37、38**に周辺整備計画を示す。

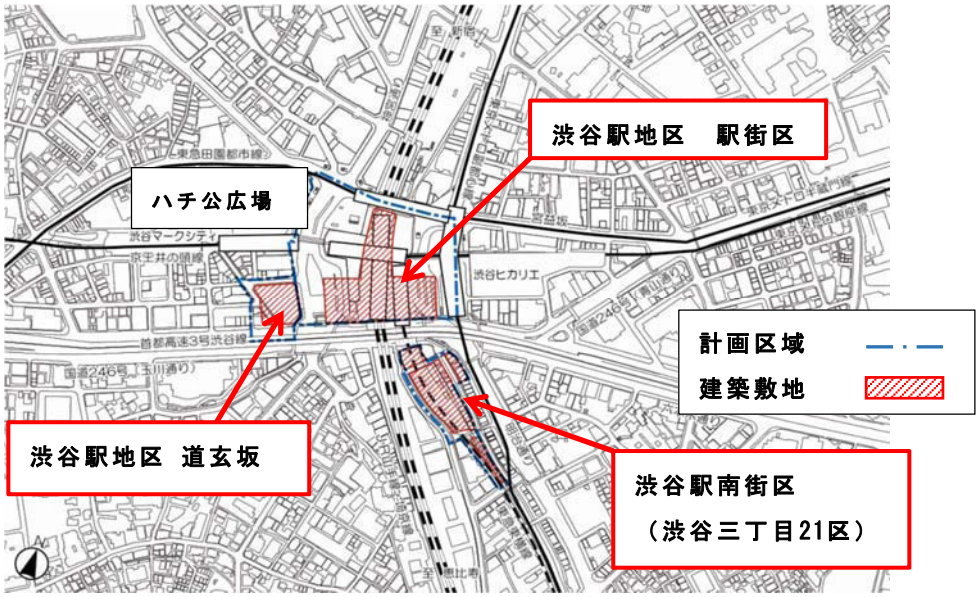


図　2.3.1.2-36　渋谷駅周辺現況と計画概要

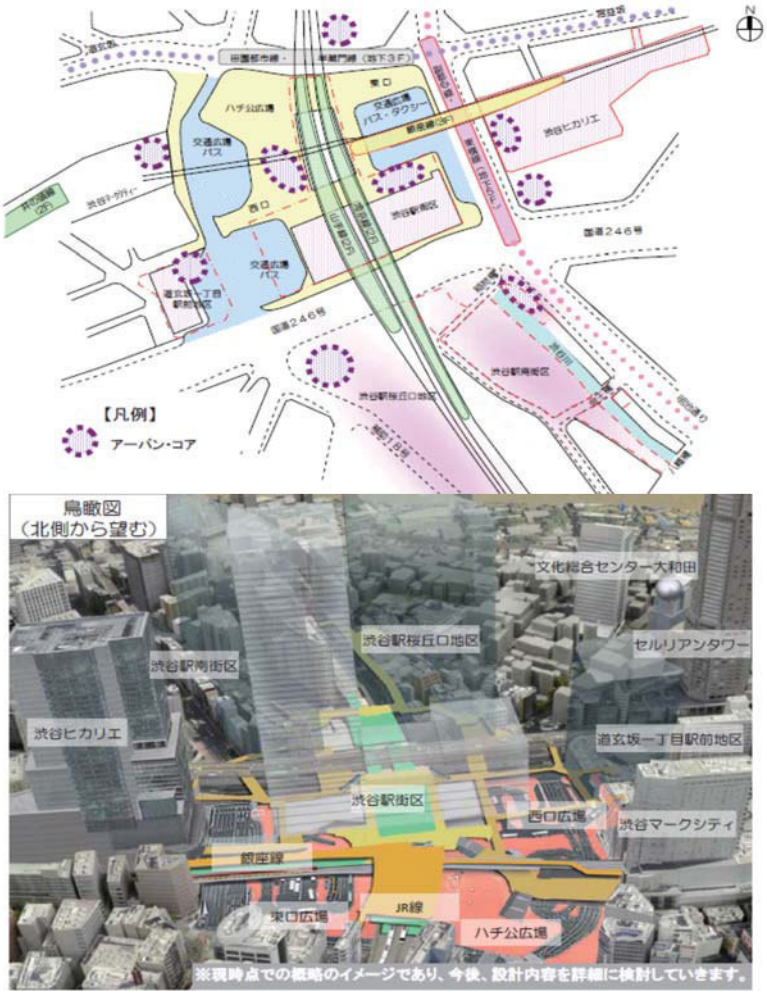


図　2.3.1.2-37　渋谷駅周辺計画概要

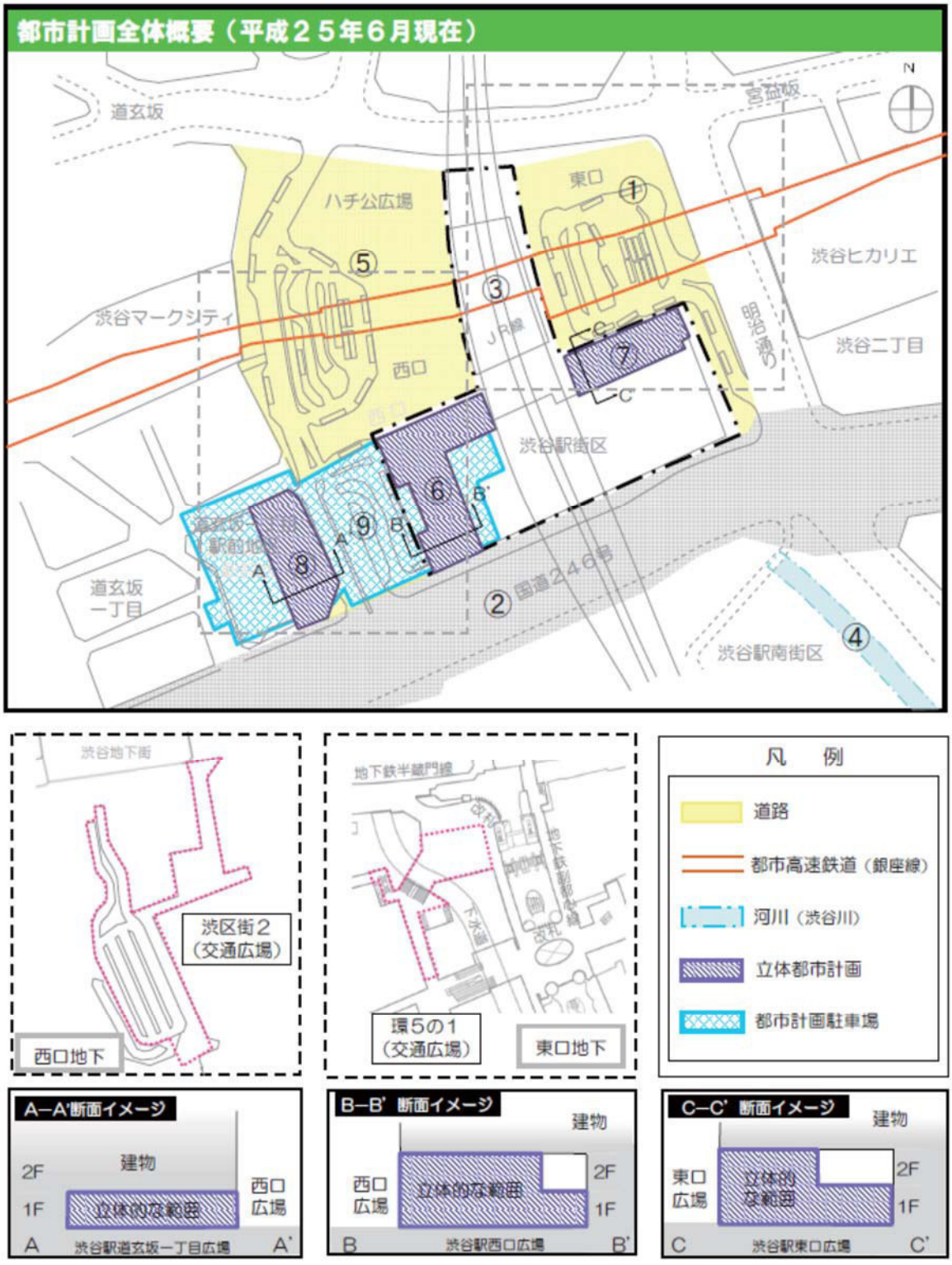


図　2.3.1.2-38　渋谷駅周辺計画概要

出典：1)東京メトロホームページ　渋谷駅周辺地区における都市計画の決定について
http://www.tokyometro.jp/news/2013/pdf/metroNews20130617_s1348.pdf
2)渋谷区ホームページ　渋谷駅中心地区基盤整備方針
http://www.city.shibuya.tokyo.jp/kurashi/machi/pdf/shibuya_houshin201210n.pdf

表2.3.1.2-12に渋谷駅周辺の都市計画（都市施設）の内容について示す。

表 2.3.1.2-12　渋谷駅周辺都市計画の内容

都市計画（都市施設）の内容（東京都決定）			
種　別	名　称	規　模	備　考
道路 (幹線街路)	①環状第5の1号線	面積 約9,100㎡ (ただし、約1,600㎡は地下式)	東口駅前広場 平成21年6月
	②放射第22号線	44～38m ⇒ 50～45m 延長　約120m	国道246号 平成21年6月
		6車線	全線※
都市高速鉄道	③第3号線	駅位置 道玄坂一丁目 ⇒ 渋谷二丁目	東京メトロ銀座線 平成21年6月
河川	④第12号渋谷川	約2,520m ⇒ 約2,270m	渋谷川 平成21年6月

※　谷町ＪＣＴ付近～道玄坂上交差点付近　延長約4,200m

都市計画（都市施設）の内容（渋谷区決定）			
種　別	名　称	規　模	備　考
道路 (区画街路)	⑤渋谷区画街路第2号線	延長約60m、幅員21m 2車線	西口駅前広場 平成25年6月 (※平成21年6月より一部区域の変更)
		面積 約17,400㎡ (ただし、約2,600㎡は地下式)	
交通広場	⑥渋谷駅西口広場	面積 約2,400㎡	立体都市計画 平成21年6月
	⑦渋谷駅東口広場	面積 約1,300㎡	
	⑧渋谷駅道玄坂一丁目広場	面積 約1,300㎡	立体都市計画 平成25年6月
駐車場	⑨第51号渋谷駅駐車場	面積 約0．95ha（地下式）	平成25年6月

出典：渋谷区ホームページ　渋谷駅中心地区基盤整備方針
http://www.city.shibuya.tokyo.jp/kurashi/machi/pdf/shibuya_houshin201210n.pdf

(3)　現状と課題

新宿・渋谷駅の現状と課題についてまとめたものを表2.3.1.2-13に示す。

表 2.3.1.2-13　交通結節点の現状と課題（新宿・渋谷周辺）

		交通機関				全利用者数 人/日	課　題	記　事
		鉄道	乗降人員 人/日	道路	バス利用者数 人/日			
1	新宿駅周辺	JR 中央、山手、埼京線	150万	国道20号線	—	340万 ※国交省 東京国道事務所 データ 369万 ※各事業者計	・JR 新宿駅南口周辺は駅広がなく国道 20 号線と直結 ・バス・タクシー乗り場もなく道路使用 ・副都心線駅新宿 3 丁目と JR 新宿駅を結ぶ国道 20 号線の歩行者空間が不足 ・高速鉄道が未整備 東北・北陸方面からの長距離対応が未整備	・鉄道データは都営除き 2013 年度データ 都営は 2012 年度 ・新宿駅はバス通勤通学のデータなし ・乗降員数は各事業者の公表値
		小田急線	49万	明治通り				
		京王線	73万					
		都営地下鉄新宿線	26万					
		大江戸線	13万					
		東京メトロ 丸の内線	45万					
		東京メトロ 副都心線 新宿3丁目、丸の内線と合算値	13万					
2	渋谷駅周辺	JR 山手、埼京線	75万	国道246号線	1.9万	249万 ※各事業者計	・駅施設の増改築により歩行者導線が複雑化し利便性が不足 ・乗換の利便性や歩行者導線の確保のため、交通結節点としての機能強化。輻輳する交通導線の改善が必要	・鉄道データは2013年度データ ・バス利用者数はアクセス、イグレス合算 ・副都心線には東横線データとの合算値と想定
		東急東横線	44万	明治通り				
		東急田園都市線	66万					
		京王線	34万					
		東京メトロ 銀座線	21万					
		東京メトロ 副都心線 半蔵門線と合算値	73万					

※1）渋谷駅JR乗降：2007年　89万人/日　第3位　2013年　第5位　　※2）2008年6月　副都心線の開業

参考文献

2.3.1.2

1) ウィキペディア（横浜駅）
http://ja.wikipedia.org/wiki/横浜駅
2) 横浜市、都市整備局ホームページ
http://www.city.yokohama.lg.jp/toshi/tosai/excite/plan/ey22/
3) 東日本旅客鉄道㈱ホームページ
https://www.jreast.co.jp/press/2013/20140302.pdf
4) 日建グループホームページ
http://www.nikken.co.jp/ja/archives/00252.html
5) 横浜市、都市整備局ホームページ
http://www.city.yokohama.lg.jp/toshi/toshiko/cycle/
6) ウィキペディア（横浜市交通局）
http://ja.wikipedia.org/wiki/横浜市交通局
7) エキサイトよこはま 22（基盤整備の基本方針）
http://www.city.yokohama.lg.jp/toshi/tosai/excite/plan/ey22/
8) 東京都交局ホームページ（バス路線）
http://www.kotsu.metro.tokyo.jp/bus/areamap/pdf/other_shinagawa.pdf
9) 駅探ホームページ
http://bus.ekitan.com/bus/noriba/2236_01.shtml（品川駅）
http://bus.ekitan.com/bus/noriba/2498_01.shtml（田町駅）
http://bus.ekitan.com/bus/noriba/2827_01.shtml（浜松町駅）
10) 東京都：品川駅・田町駅周辺まちづくりガイドライン、2014.9
http://www.metro.tokyo.jp/INET/OSHIRASE/2014/09/DATA/20o9m102.pdf
11) 東海旅客鉄道㈱：中央新幹線（東京都・名古屋市間）環境影響評価準備書のあらまし、2013.9
http://jr-central.co.jp/news/release/_pdf/000019526.pdf
12) 港区：田町駅西口・札の辻交差点周辺地区まちづくりガイドライン、2013.2
https://www.city.minato.tokyo.jp/toshikeikaku/documents/tamachihonpen.pdf
13) 三井不動産㈱ホームページ
http://www.mitsuifudosan.co.jp/corporate/news/2014/1003/
14) 東日本旅客鉄道㈱ホームページ
http://www.jreast.co.jp/press/2012/20121006.pdf
15) 首都圏駅別乗降客数
http://homepage3.nifty.com/mahdes/datajre2.htm
16) ㈱ジェイアール東海エージェンシーホームページ（東海道新幹線乗降客数）
http://www.jrta.co.jp/pdf/express/2014/05_10.pdf
17) 東京都交局ホームページ（都営地下鉄乗降客数）
http://www.kotsu.metro.tokyo.jp/subway/kanren/passengers.html

18) 京急沿線情報サイト
http://www.keikyu-ensen.com/train/avr.jsp
19) 国土交通省 関東地方整備局 東京国道工事事務所ホームページ（都市再生事業）
http://www.ktr.mlit.go.jp/toukoku/
20) 東京地下鉄㈱ホームページ（渋谷駅周辺地区における都市計画の決定について）
http://www.tokyometro.jp/news/2013/pdf/metroNews20130617_s1348.pdf
21) 東京都渋谷区ホームページ（渋谷駅中心地区基盤整備方針）
http://www.city.shibuya.tokyo.jp/kurashi/machi/pdf/shibuya_houshin201210n.pdf
22) 各駅の乗車人員 2013 年度ベスト 100：JR 東日本
http://www.jreast.co.jp/passenger/index.html
23) 乗降人員（東急電鉄㈱）
http://www.tokyu.co.jp/railway/data/passengers/
24) 京王電鉄㈱各駅乗降人数 2013 年度
http://www.geocities.jp/l00az/11.htm
25) 小田急電鉄㈱各駅 1 日平均乗降客数と順位 2013 年度
http://www.geocities.jp/l00az/10.htm
26) 各駅の乗降人員ランキング（東京地下鉄㈱）
http://www.tokyometro.jp/corporate/enterprise/passenger_rail/transportation/passengers/index.html
27) 各駅乗降人員一覧（東京交通局）
http://www.kotsu.metro.tokyo.jp/subway/kanren/passengers.html

2.3.2　交通結節点の調査

2.3.2.1　物流

1)　東京圏の物流施設の現状

平成21年度経済センサス基礎調査によれば、全国の物流に関連する事業所（製造業、道路貨物運送業、倉庫業、卸売業）102.7万事業所のうち約1/4の25.5万事業所が東京圏（埼玉5.4万、東京12.7万、千葉2.8万、神奈川4.5万）に存在している。東京圏は国内の地域内・地域間流動においても全出荷量の18.0%、全入荷量の19.5%（2.1.2.1実態調査参照）を占めており、全国の物流活動の最重要地域になっていると言える。

(1)　物流施設の立地状況

近年の物流施設※1の多くは、**図2.3.2.1-1**に示すように東京臨海部と川崎市臨海部の近傍、および内陸部の高速道路沿線の輸送の便の良いエリアに立地している。2000年以降に開設した物流施設については、その年代に開通した首都圏中央連絡自動車道や北関東自動車道等の高速道路インターチェンジに近接したエリアへの立地傾向が見られる。

※１：物流施設の定義

東京都市圏物資流動調査での「施設種類」において、下記のいずれかに該当する事業所

荷　主：物流施設

運輸業：倉庫、集配センター・荷捌き場、トラックターミナル、その他輸送中継拠点

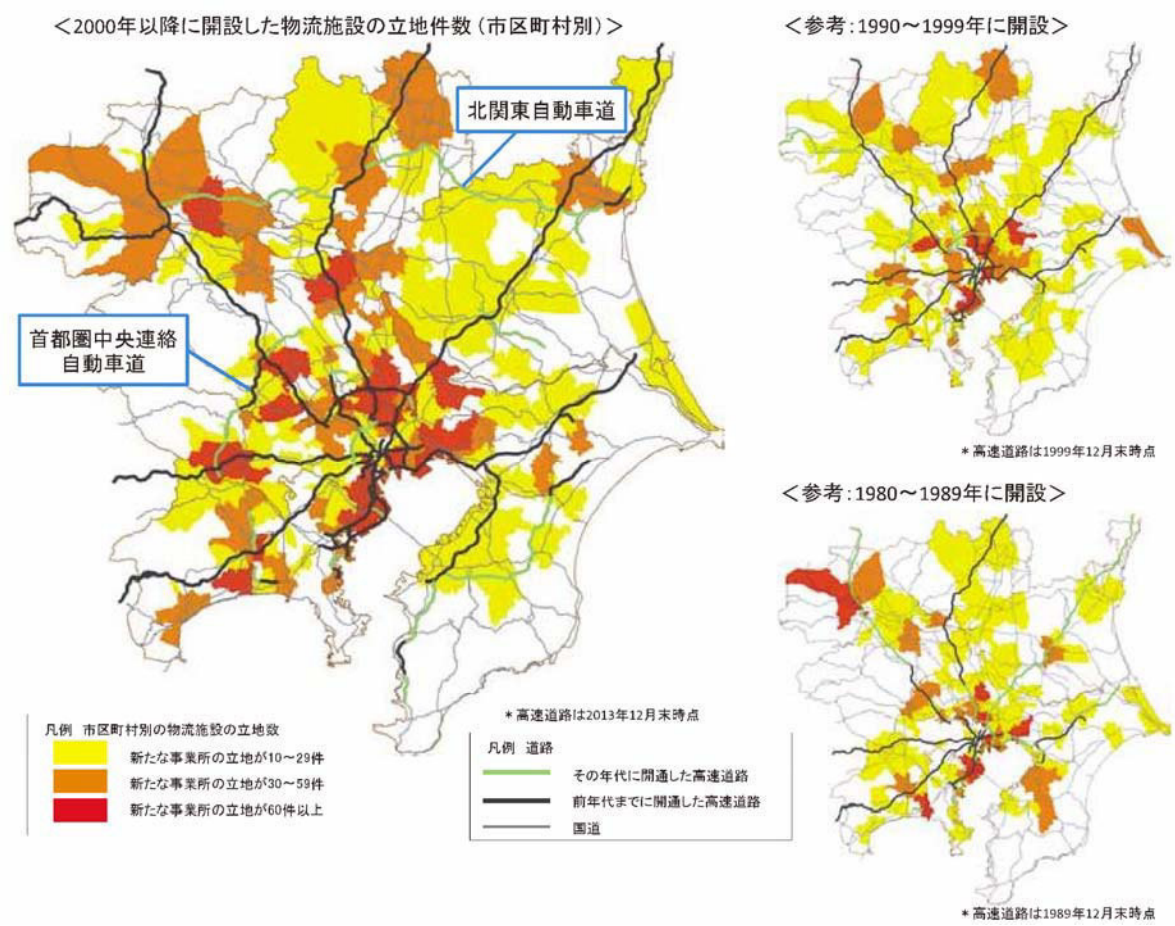


図2.3.2.1-1　開設年代別物流施設の立地件数

出典：第5回東京都市圏物資流動調査結果【速報版】

一方、物流に関連する事業所の推移は、**図2.3.2.1-2**に示すように平成18年までは全国的（東京圏＋その他）には減少傾向であったが、東京圏では平成18年から増加傾向に転じ平成21年には25.5万事業所となっている。東京圏の事業所が全国に占める割合は、この10年間ほぼ横這いで25%前後である。

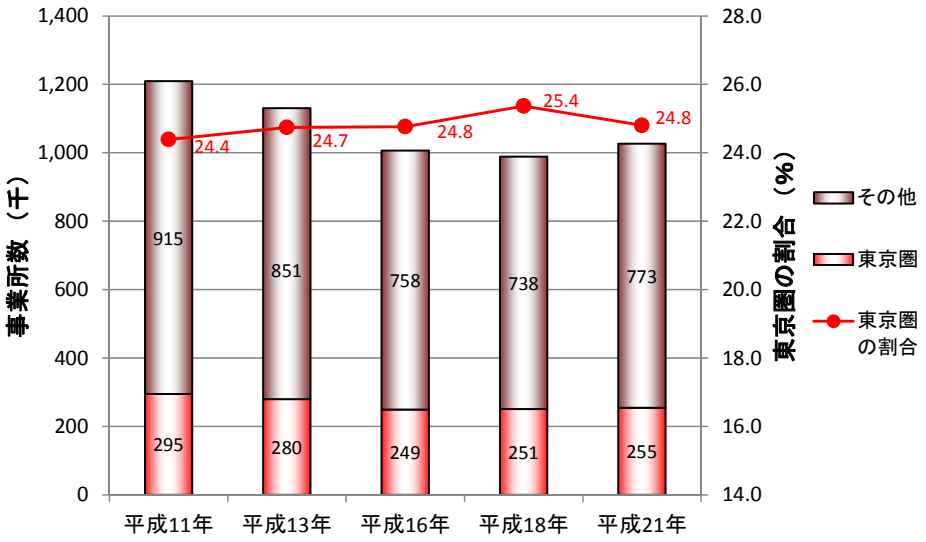


図2.3.2.1-2　物流に関連する事業所数の推移

データ：事業所・企業統計調査、経済センサス（総務省統計局）

(2)　物流施設の特徴および形態の変化

インターネット通販のような物流に係わる情報化への対応、企業のグローバル化による生産・製造拠点の海外移転、環境負荷への対応、消費者ニーズの多様化、流通加工ニーズの高まり等物流を取り巻く状況や物流施設に対するニーズが変化している。その中で、物流施設の機能や形態が変わりつつある。

(a)　物流施設の大規模化

物流を総合的かつ効率的に実施することで、物流のコスト削減や環境負荷低減等を目的に定められた物流総合効率化法を受け、効率的な物流拠点の整備が進められてきた。複数存在する物流施設の統廃合・集約化や、輸送・保管・荷捌き・流通加工の総合的な実施に向けた物流施設が建設され、施設が大規模化してきている。敷地面積が3000m²以上となる物流施設の割合は、**図2.3.2.1-3**に示すように増加傾向にあり、開設時期が2000年（平成12年）以降では4割以上となっている。また、平成10年から平成25年の建築着工統計調査による倉庫の着工棟数と平均床面積の推移（**図2.3.2.1-4、図2.3.2.1-5**）を見ると、倉庫着工数は平成21年まで減少傾向であったがその後増加傾向に転じている。平均床面積は平成21年および22年の大きな落ち込みがあった後、再び増加しており施設規模の大型化が確認できる。

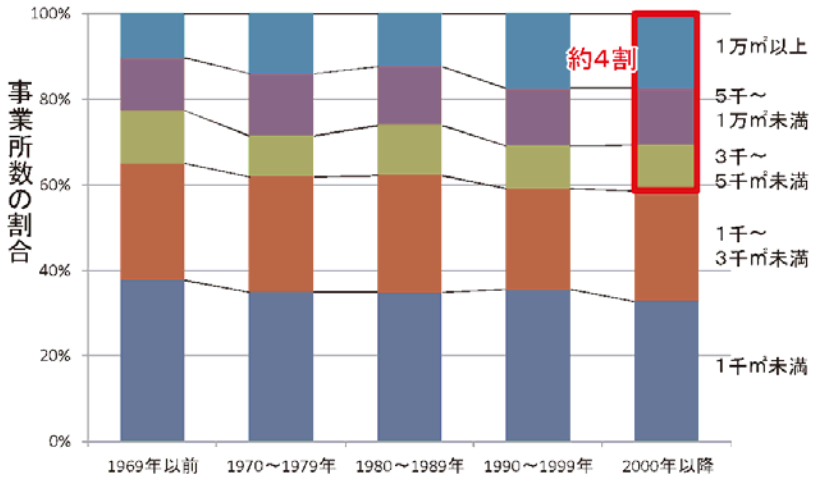


図2.3.2.1-3　開設年代別物流施設の敷地面積規模の構成比

出典：第5回東京都市圏物資流動調査結果【速報版】

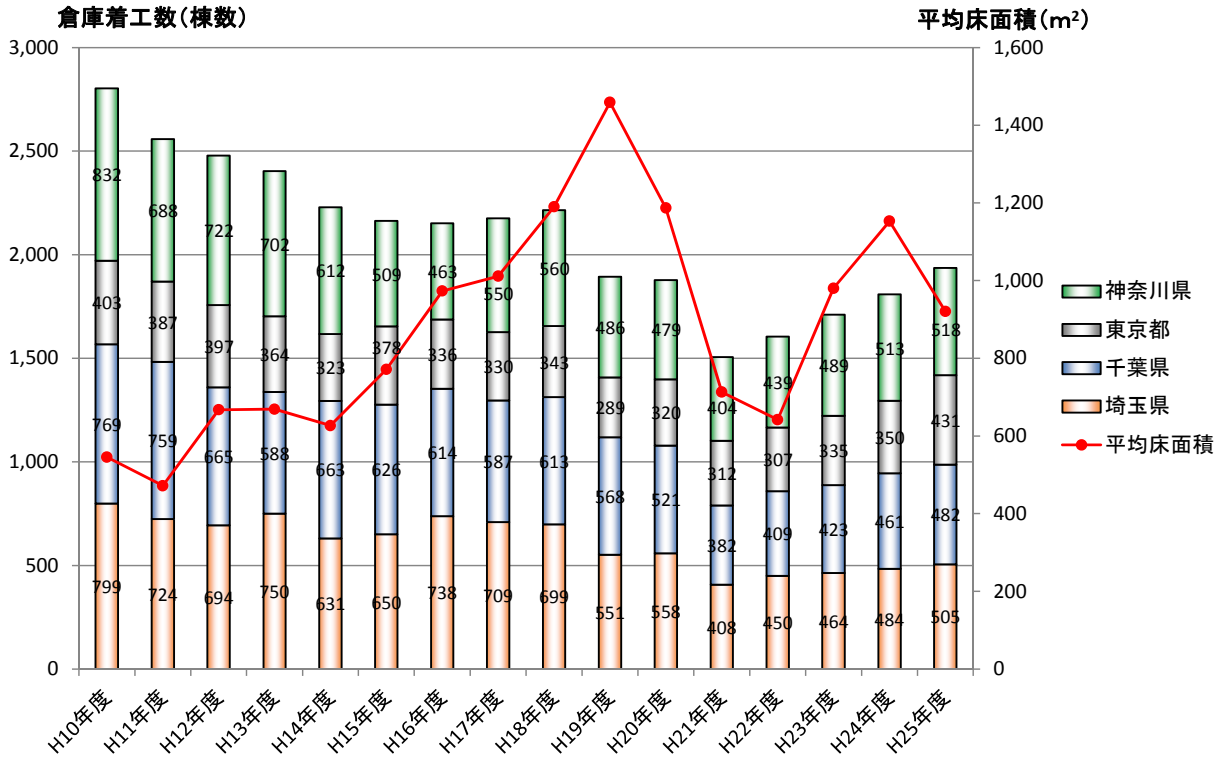


図2.3.2.1-4　倉庫着工棟数の推移（東京圏）

データ：建築着工統計調査（国土交通省）

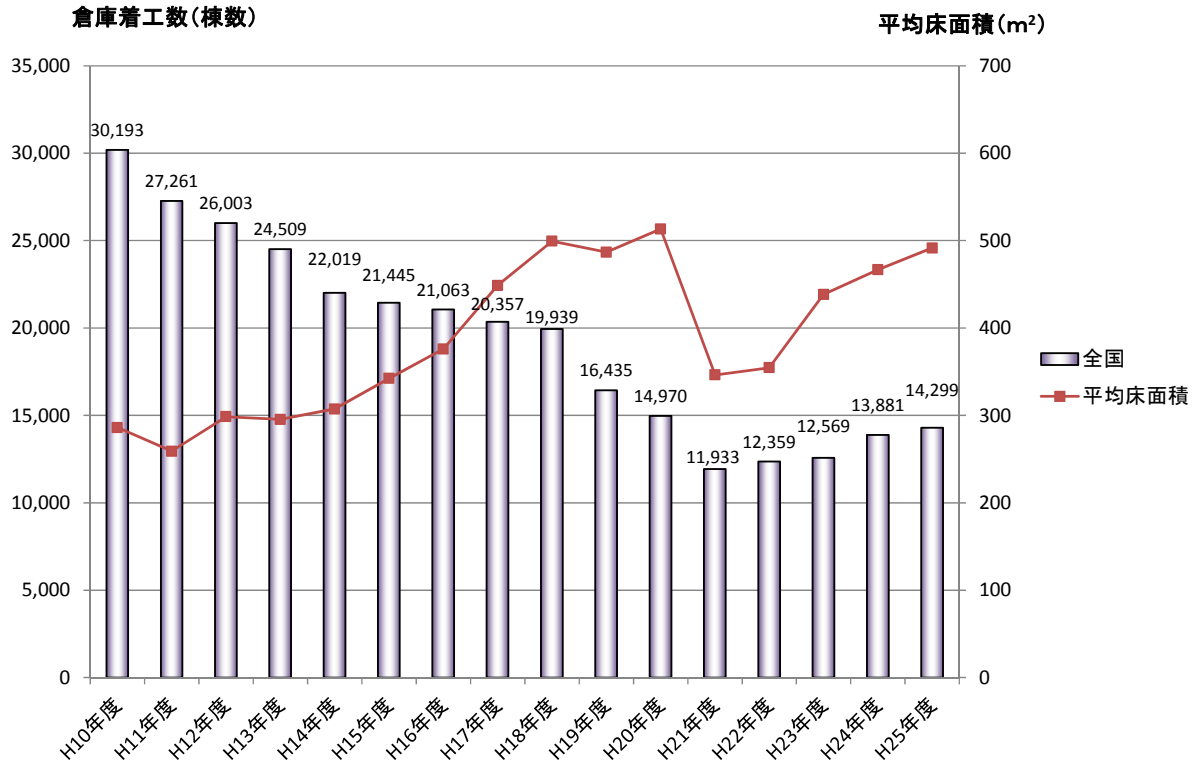


図2.3.2.1-5　倉庫着工棟数の推移（全国）

データ：建築着工統計調査（国土交通省）

東京圏の特徴としては、東京都における着工棟数が最も少ないものの、平成21年に対する平成25年の倉庫着工数の増加率は概ね各都県とも1.3倍と同等である。平成25年の平均床面積を全国と比較すると、全国の492m²に対して約1.9倍の921m²であり、大規模な倉庫の建設が多いことが確認できる。さらに、**表2.3.2.1-1**に示す主な大型物流施設の建設計画においても敷地および床面積が1万m²を超える物流施設の建設が東京圏に多数計画されており、今後大型施設がさらに増加すると推測される。

(b)　賃貸型物流施設の増加

物流拠点の集約化や大型化、効率化、企業資産の圧縮、資金効率の向上、企業合併等に対応するため、物流の不動産事業者等が新設する賃貸型の物流施設数の割合が高まっている。開設年度別でみると、**図2.3.2.1-6**に示すように増加傾向であり、2000年（平成12年）以降では約7割が賃貸型の物流施設となっている。

(c)　保有機能の変化

従来の輸送と保管の他に、商品・製品の組立、生産、包装、荷役、流通加工の機能を持ち、さらにスピード、品質、コストといった物流の付加価値を高めた施設が増えている。物流施設の保有機能のうち、流通加工の機能を持つ施設の割合が増加している（**図2.3.2.1-7**参照）。近年、荷主企業が物流部門をアウトソーシングし物流の効率化を図る傾向があり、物流のプロフェッショナルである業者が主体となって物流業務を包括的に請け負う3PL（3rd Party Logistics）の物流形態が進んでいる。

表2.3.2.1-1　主な大型物流施設の建設計画

	施設名	開発者	計画地	敷地面積	規模	竣工時期
関東エリア	プロロジスパーク古河1	プロロジス	茨城県古河市	5万4000㎡	2階建て延べ6万2000㎡	14年
	プロロジスパーク古河2	プロロジス	茨城県古河市	5万2000㎡	2階建て延べ5万5000㎡	15年
	プロロジスパーク常総	プロロジス	茨城県常総市	3万3456㎡	2階建て延べ3万8633㎡	14年11月
	グッドマン足利2	グッドマンジャパン	栃木県足利市	6万㎡	13万㎡（賃貸面積）	未定
	（仮称）岩槻物流センター	第一倉庫冷蔵	さいたま市岩槻区	4万128㎡	5階建て延べ2万9189㎡	15年4月
	ロジスクエア八潮	公共シィー・アール・イー	埼玉県八潮市	1万507㎡	4階建て延べ1万9094㎡	14年1月
	（仮称）SGリアルティ東松山流通センター	SGリアルティ	埼玉県東松山市	約5万3000㎡	未定	未定
	（仮称）しまむら東松山物流センター	しまむら	埼玉県東松山市	約4万1000㎡	未定	15年
	（仮称）ヤオコー東松山デリカセンター	ヤオコー	埼玉県東松山市	約3万3000㎡	未定	14年4月
	MFLP久喜	三井不動産	埼玉県久喜市	3万5000㎡	4階建て延べ7万4500㎡	14年7月
	プロロジスパーク北本	プロロジス	埼玉県北本市	3万5547㎡	4階建て延べ7万3839㎡	14年3月
	MFLP八潮	三井不動産	埼玉県八潮市	2万3400㎡	4階建て延べ4万2000㎡	14年2月
	プロロジスパーク川島2	プロロジス	埼玉県川島町	2万8100㎡	3階建て延べ約4万5670㎡	14年2月
	（仮称）RDC埼玉	Paltac	埼玉県白岡町	8万3320㎡	延べ約11万㎡	16年3月
	加須医薬品物流センター	伊藤忠ロジスティクス	埼玉県加須市	1万2620㎡	4階建て延べ2万㎡	14年8月
	吉見物流センター	ベルーナ	埼玉県吉見町	7万6000㎡	4階建て延べ10万㎡	14年8月
	（仮称）良品計画鳩山物流センター	良品計画	埼玉県鳩山町	16万8295㎡	地下1階地上4階建て延べ約10万5000㎡	14年11月
	（仮称）Dプロジェクト和光	大和ハウス工業	埼玉県和光市	3万2320㎡	6階建て延べ7万8564㎡	15年3月
	（仮称）狭山市物流センター	センコー	埼玉県狭山市	1万9000㎡	未定	15年春
	（仮称）東京インテリア家具千葉物流施設	東京インテリア家具	千葉市稲毛区	—	4階建て延べ1万2861㎡	14年7月
	MFLP船橋	三井不動産	千葉県船橋市	6万㎡	未定	未定
	MFLP船橋西浦	三井不動産	千葉県船橋市	1万5500㎡	4階建て延べ3万1000㎡	15年春
	グッドマン市川	グッドマンジャパン	千葉県市川市	3万3000㎡	4階建て6万4000㎡（賃貸面積）	15年3月
	レッドウッド原木2	レッドウッド・グループ	千葉県市川市	6230㎡	5階建て延べ約1万2500㎡	15年3月
	プロロジスパーク市川3	プロロジス	千葉県市川市	2万6547㎡	4階建て延べ6万㎡	15年10月
	NTTロジスコ千葉物流新倉庫	NTTロジスコ	千葉県市川市	8万2640㎡	8階建て延べ1万8979㎡	14年3月
	（仮称）DLP市川	大和ハウス工業	千葉県市川市	3万6363㎡	未定	15年以降
	（仮称）大和物流千葉NT物流センター	大和物流	千葉県印西市	1万8000㎡	4階建て延べ約2万4000㎡	14年1月
	レッドウッド佐倉	レッドウッド・グループ	千葉県佐倉市	4万2000㎡	5階建て延べ9万㎡	15年3月
	全国物流センター	まんだらけ	千葉県香取市	—	5階建て延べ1万1500㎡	15年2月
	Dプロジェクト城南島	大和ハウス工業	東京都大田区	1万6000㎡	8階建て延べ5万㎡	14年4月
	八王子市川口地区物流拠点整備	八王子市住宅・都市整備公社	東京都八王子市	25万4000㎡	未定	18年度めど
	圏央道青梅IC北側物流拠点	今井土地区画整理組合設立準備会	東京都青梅市	39万9000㎡	未定	未定
	MFLP日野	三井不動産	東京都日野市	9万7500㎡	未定	未定
	（仮称）NTTロジスコ平和島物流センター	NTTロジスコ	東京都大田区	1万8000㎡	8階建て延べ約8万4000㎡	14年11月
	（仮称）レッドウッド横浜生麦	レッドウッド・グループ	横浜市鶴見区	2万6000㎡	5階建て延べ5万㎡	15年夏
	DPL横浜大黒	大和ハウス工業	横浜市鶴見区	6万1379㎡	6階建て延べ11万8158㎡	14年3月
	長津田物流センター	SBSホールディングス	横浜市緑区	4万7621㎡	3階建て延べ約4万3222㎡	14年11月
	（仮称）横浜市金沢区物流センター	SBSホールディングス	横浜市金沢区	2万5000㎡	未定	未定
	（仮称）横浜市磯子区高機能物流センター	SBSホールディングス	横浜市磯子区	1万7000㎡	未定	15年
	グッドマン水江	グッドマンジャパン	川崎市川崎区	3万㎡	4階建て5万8000㎡（賃貸面積）	14年12月
	ロジポート橋本	ラサールインベストメントマネージメント／三菱地所	相模原市緑区	6万7746㎡	5階建て延べ15万7000㎡	15年1月
	MFLP厚木	三井不動産	神奈川県愛川町	2万 500㎡	延べ4万3700㎡	未定
	GLP座間	グローバル・ロジスティック・プロパティーズ	神奈川県座間市	6万1000㎡	5階建て延べ約13万㎡	15年7月
	GLP綾瀬	グローバル・ロジスティック・プロパティーズ	神奈川県綾瀬市	3万 748㎡	5階建て延べ約6万8640㎡	14年11月

出典：商業施設新聞調査

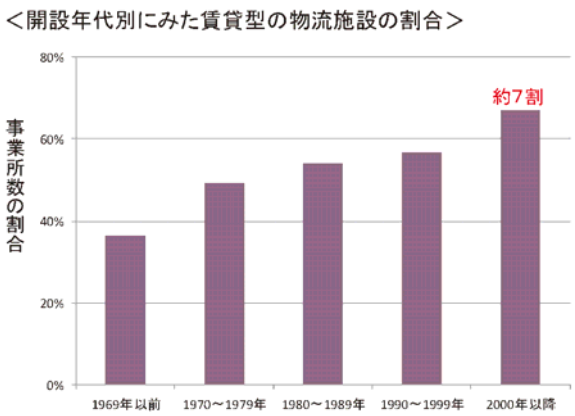


図2.3.2.1-6　賃貸型物流施設の割合

出典：第5回東京都市圏物資流動調査結果【速報版】

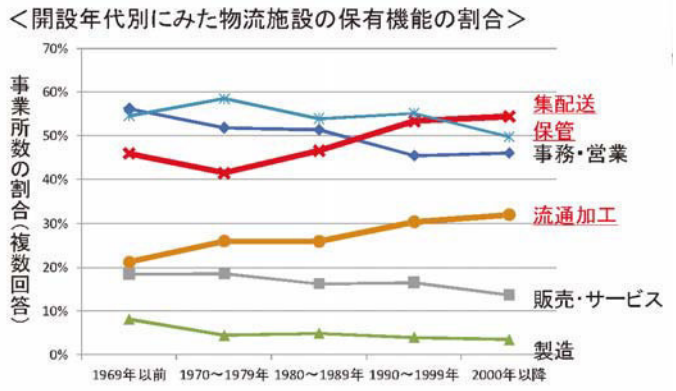


図2.3.2.1-7　物流施設の保有機能の割合

出典：同　左

(d)　海外を搬出入とする物流施設の増加

アジア地域の経済発展に伴い国内の企業が海外に進出し、生産拠点や収益拠点を設けるようになっており、以前のような原材料を輸入し加工を行い、製品を輸出する形態から、海外の生産・製造拠点で作られた製品を輸入する形態に変化してきている。これを受け、海外を搬出入域とする貨物を取り扱う物流施設が、横浜から千葉にかけての東京湾臨海部に多く存在する（**図2.3.2.1-8**参照）。

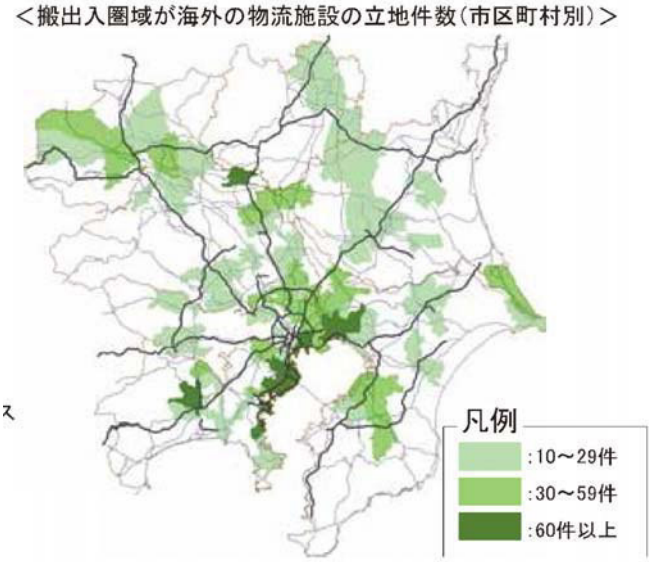


図2.3.2.1-8　海外が搬出入域の物流施設

出典：第5回東京都市圏物資流動調査結果【速報版】

2)　輸送機関別物流拠点

(1)　ハブ港・内航海運港

東京湾の内航海運としてのハブ港、すなわち交通結節点には４つの特定重要港湾（東京港、川崎港、横浜港、千葉港）と２つの重要港湾（横須賀港、木更津港）がある。また、それぞれを繋ぐ重要航路として、２つの開発保全航路（中ノ瀬、浦賀水道航路）が確保されている（**図2.3.2.1-9**）。

(2)東京湾の船舶積卸し実績

図2.3.2.1-10に示すとおり、船舶積卸し実績（2010年度）では、鉄鋼などの重量トン数の大きい品物を取り扱っている千葉港が1,812万トンで一番になっている。

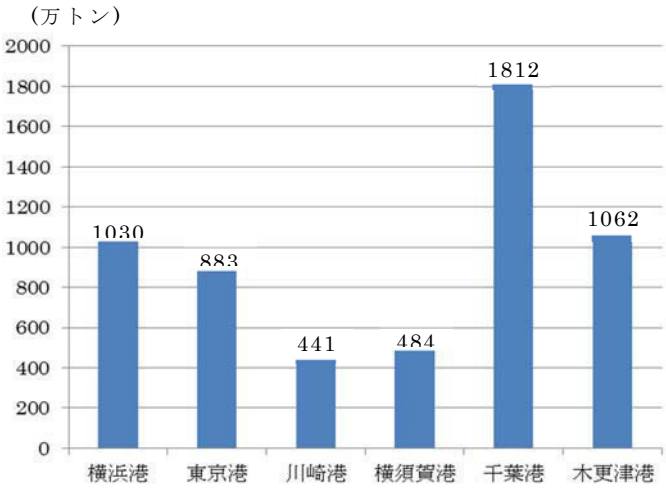


図2.3.2.1-10　船舶積卸し実績(2010年度)

データ：数字でみる関東の運輸の動き　2014



図2.3.2.1-9　東京湾の各港湾位置

出典：東京湾環境情報センターホームページ

(2)　港湾別主要品目別船舶積卸し実績

各港湾別に取扱い品目と積卸し実績(2012年度)を図2.3.2.1-11に示す。各港の一番の取り扱い品目を見ると、東京港、横浜港であれば首都圏の生活消費品目などの積み込むに便利なコンテナ貨物量が最大であり、川崎港、横須賀港では自動車産業が立地していることなどから当然に最大なっている。また、千葉港、木更津港では工業地帯のバックヤードから鉄鋼品や金属鉱品が大きな取扱量を占めている。当然ながら結節点としての港湾は、背景にある消費地と大きく関係していることが分かる。

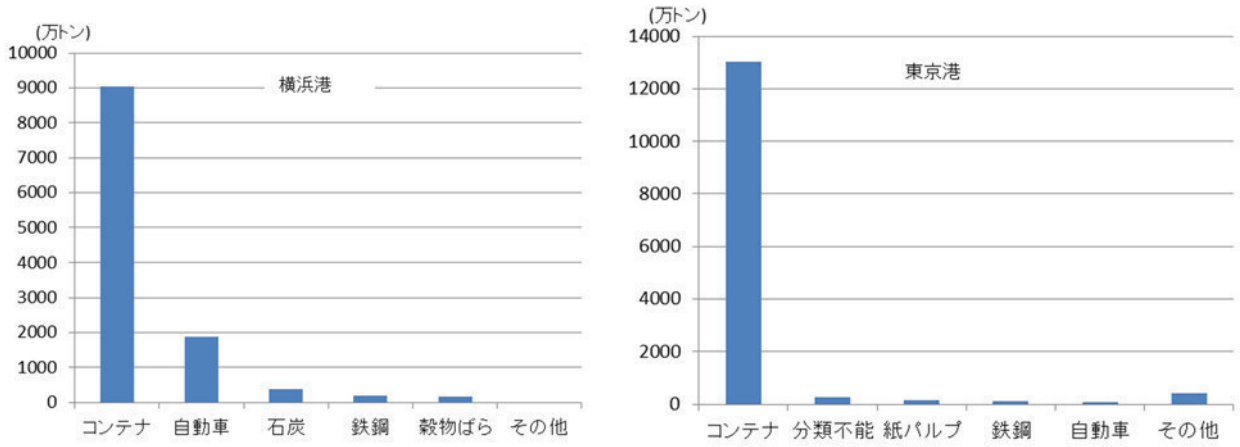


図2.3.2.1-11　港湾別主要品目別船舶積卸し実績(1)

データ：数字でみる関東の運輸の動き　2014

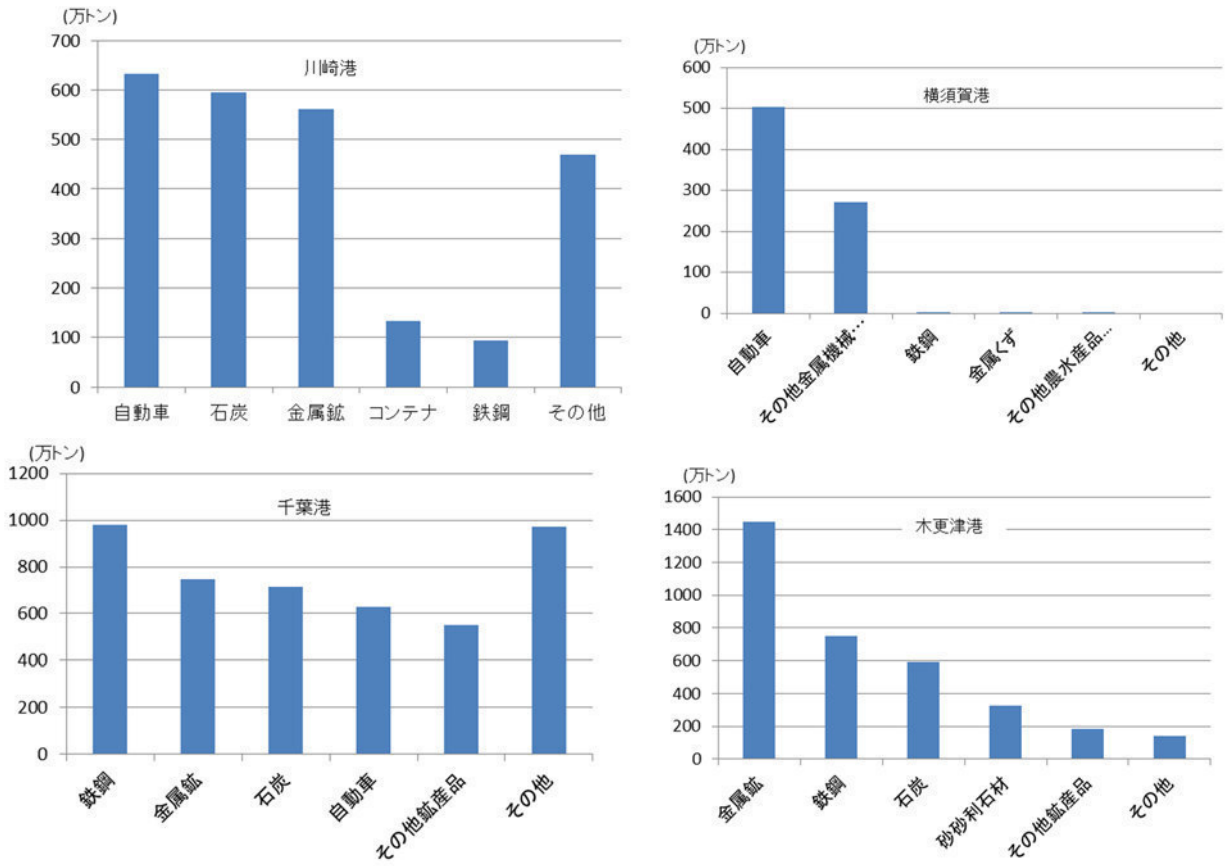


図2.3.2.1-11　港湾別主要品目別船舶積卸し実績(2)

データ：数字でみる関東の運輸の動き　2014

(2)　鉄道貨物ターミナル

関東での鉄道貨物事業者としては、日本貨物鉄道（以下、「ＪＲ貨物」と呼ぶ）、神奈川臨海鉄道、京葉臨海鉄道など7事業者が存在する。ＪＲ貨物の貨物ターミナル駅については**図2.3.2.1-12**に示すように、臨海部もしくは内陸の主要都市の近くに存在する。これらの貨物取扱駅で貨物取扱量が多い上位10駅は**表2.3.2.1-2**のようになる。平成24年度では東京貨物ターミナル駅が最も多く、350万トンを超える貨物を

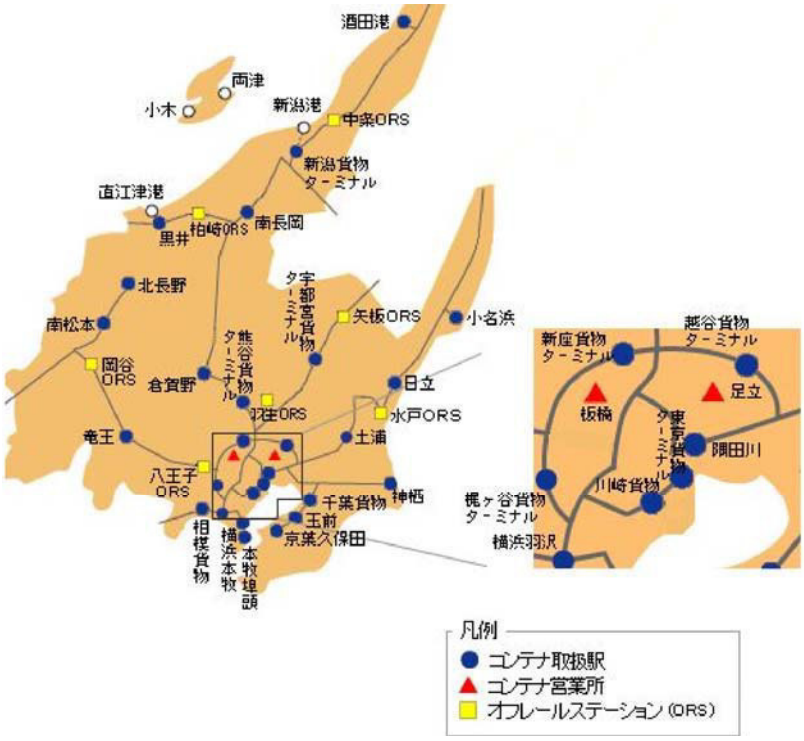


図2.3.2.1-12　ＪＲ貨物取扱駅位置図

出典：日本貨物鉄道(株)

取り扱っており、続いて根岸駅が約330万トンとなっている。関東の取扱貨物量上位10駅のうち、3位の宇都宮貨物ターミナル駅と4位の倉賀野駅を除く7駅が東京圏内に存在している（表のハッチング部）。

表2.3.2.1-2　駅別取扱貨物量上位10駅（平成24年度）

順　位	駅名	所在地	取扱トン数	所属事業者	23年度順位
1	東京貨物ターミナル駅	東京都品川区	3,526,876	ＪＲ東日本 ＪＲ貨物	2
2	根岸駅	横浜市磯子区	3,317,043	ＪＲ東日本 ＪＲ貨物 神奈川臨海鉄道	1
3	宇都宮貨物ターミナル駅	栃木県河内郡 上三川町	2,015,628	ＪＲ貨物	3
4	倉賀野駅	群馬県高崎市	1,870,754	ＪＲ東日本 ＪＲ貨物	5
5	隅田川駅	東京都荒川区	1,868,822	ＪＲ東日本 ＪＲ貨物	4
6	新座貨物ターミナル駅	埼玉県新座市	1,405,551	ＪＲ貨物	6
7	越谷貨物ターミナル駅	埼玉県越谷市	1,324,083	ＪＲ貨物	7
8	八王子駅	東京都八王子市	684,181	ＪＲ東日本 ＪＲ貨物	8
9	熊谷貨物ターミナル駅	埼玉県熊谷市	573,513	ＪＲ貨物 秩父鉄道	9
10	浜五井駅	千葉県市原市	501,496	京葉臨海鉄道	10

データ：数字でみる関東の運輸の動き　2014

東京貨物ターミナル駅の貨物取扱量の多くはコンテナ扱の貨物であり、首都圏と中部、西日本方面を結ぶコンテナ輸送拠点となっている。また、東京貨物ターミナル駅は、東京港、横浜港および羽田空港に近接し、幹線道路である環状7号線や東京湾岸道路へのアクセスが容易である立地を生かし、海上コンテナとトラックおよび鉄道との相互積み替え、保管、荷捌き機能の拡大を図る目的で、マルチテナント型物流施設2棟（M棟5階：延床面積6.1万m²、N棟5階：延床面積16.2万m²）の建設を計画している（**図2.3.2.1-13参照**）。一方、根岸駅は日本最大規模の製油所であるJX日鉱日石エネルギーの根岸製油所が存在し、精製された石油製品を輸送するために、製油所への専用線が敷設されている。根岸駅の車扱貨物量は国内最大規模で、その約9割が化学工業品となっている。



図2.3.2.1-13　エフ・プラザ東京計画図

出典：日本貨物鉄道(株)NEWS RELEASE

(3)　貨物自動車輸送・配送センター

東京圏における貨物自動車の物流拠点となるトラックターミナル、宅配施設および倉庫施設の現況と特徴を以下に述べる。

(a)　トラックターミナル

全国トラックターミナル協会に属しているトラックターミナルは全国に22箇所あり、東京圏に存在するトラックターミナルはいずれも都内で、以下の4箇所である（**図2.3.2.1-14、写真2.3.2.1-1参照**）。

①京浜トラックターミナル
②板橋トラックターミナル
③足立トラックターミナル
④葛西トラックターミナル



図2.3.2.1-14　ターミナル位置図

出典：日本自動車ターミナル(株)



京浜トラックターミナル



板橋トラックターミナル



足立トラックターミナル



葛西トラックターミナル

写真2.3.2.1-1　トラックターミナル例

出典：日本自動車ターミナル(株)

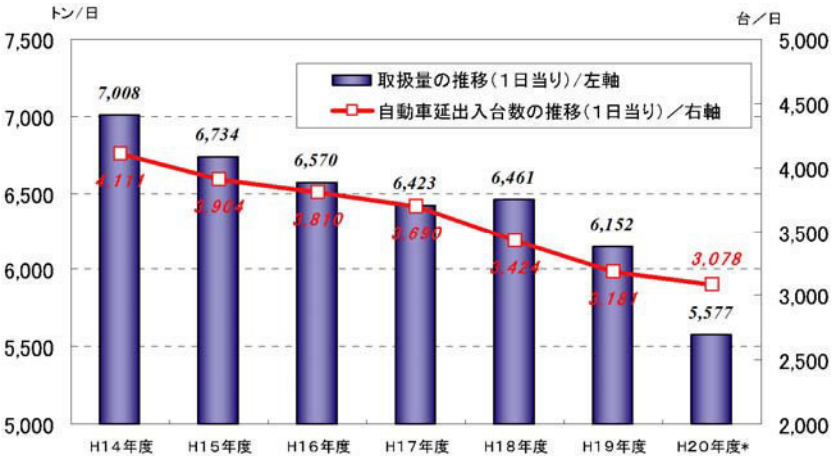
これらは東京都区部の外縁部に位置する南部、西北部、北部および東部の流通業務団地内にあり、幹線道路が近接していることから自動車交通の便が良い。また、流通団地内には卸売市場や卸売業、普通倉庫、冷蔵倉庫のいずれかが併設されており、物流拠点となっている。施設概要を**表2.3.2.1-3**に示す。敷地面積は、およそ11万～24万m2でトラックバース数は320以上、貨物取扱能力は6,500～13,000トン/日である。平成25年の実績では、ターミナル利用事業者は14～26事業者、取扱貨物量は約2,900～5,300トン/日である。

表2.3.2.1-3　トラックターミナル例（東京都内）［平成25年7月］

区別＼ターミナル		京浜トラックターミナル	板橋トラックターミナル	足立トラックターミナル	葛西トラックターミナル
事業者名		日本自動車ターミナル(株)	日本自動車ターミナル(株)	日本自動車ターミナル(株)	日本自動車ターミナル(株)
所在地		大田区平和島2-1-1	板橋区高島平6-1-1	足立区入谷6-1-1	江戸川区臨海町4-3-1
団地名		南部流通業務団地	西北部流通業務団地	北部流通業務団地	東部流通業務団地
団地名併設施設		卸売業、普通倉庫 冷蔵倉庫	卸売市場、卸売業 普通倉庫、コンテナデポ	卸売市場、普通倉庫 コンテナデポ	卸売市場、普通倉庫
免許年月日		昭和41年10月1日	昭和44年11月1日	昭和48年2月26日	昭和55年3月22日
供用開始年月日		昭和43年6月14日	昭和45年10月26日	昭和52年4月1日	昭和58年4月1日
施設の内容	敷地面積（m^2）	242,068	115,828	113,328	184,976
	バース数	467	320	320	460
	ホーム面積（m^2）	41,566	22,200	21,000	34,062
	貨物取扱能力(ﾄﾝ/日)	13,000	7,000	6,500	10,500
最近1日貨物取扱量（トン）		5,330	2,927	4,376	5,034
最近1日自動車出入台数		2,579	1,709	1,817	2,174
ターミナル利用事業者数		26	16	14	20

データ：数字でみる関東の運輸の動き　2014

トラックターミナルで取り扱う貨物量は、**図2.3.2.1-15**に示すように平成14年から平成20年における京浜トラックターミナルの推移を見た場合、減少傾向にある。平成25年の1日当りの貨物取扱量は5,330ﾄﾝ/日、自動車出入台数は2,579台/日と平成20年の時よりさらに減少している。



出典：国際競争力強化のための物流施設整備に関するビジョン（国土交通省）

図2.3.2.1-15　取扱貨物量と自動車出入台数の推移（京浜トラックターミナル）

(b)　宅配施設

宅配便取扱個数が多い主たる宅配便事業者は、**表2.3.2.1-4**に示すように以下の5事業者となる。

①ヤマト運輸
②佐川急便
③日本郵便（日本通運）
④西濃運輸
⑤福山通運

表2.3.2.1-4　宅配便取扱事業者と取扱個数

宅配便名	主たる事業者名	取扱個数（万個）	対前年比（%）	構成比（%）
宅急便	ヤマト運輸	148,754	104.5	42.7
飛脚宅配便	佐川急便	135,651	104.4	38.9
ゆうパック	日本郵便	38,221	99.7	10.9
カンガルー便	西濃運輸他20社	12,214	101.8	3.5
フクツー宅配便	福山通運他26社	12,085	100.4	3.5
その他（17便）		1,672	102.9	0.5

データ：数字でみる関東の運輸の動き　2014

宅配便取扱個数は、ヤマト運輸と佐川急便で約80%を占めており、続いて日本郵便、西濃運輸他、福山通運他となっている。

主たる5事業者の関東における輸送・配送センターを表2.3.2.1-5に示す。

所在地は東京圏となり、高速道路インターチェンジ近傍のアクセスが良い場所に立地している。敷地面積および延床面積が1万m²を超える施設が多く、佐川急便の佐川東京ロジスティクスセンターやヤマト運輸の羽田クロノゲート、厚木ゲートウェイのような高度で多彩な機能を備えた大型物流拠点も存在する（**写真2.3.2.1-2**、**写真2.3.2.1-3**参照）。宅配便取扱量の推移は増加傾向にあり、**図2.3.2.1-16**に示すようにここ5年間で32.1万個から35.3万個と約10%増加しており、今後さらに増加すると予想される。

表2.3.2.1-5　宅配便取扱事業者の主たる輸送・配送センター（関東）

１．日本通運

No.	名称	所在地	敷地面積	延床面積	構造／規模	近隣幹線道路
1	宇都宮中央支店	栃木県宇都宮市平出工業団地17-3	14,456 m2	7,614 m2	鉄骨構造 地上1階建,2階建	北関東道宇都宮上三川IC 東北道宇都宮IC
2	柏の葉ロジスティクスセンター	千葉県柏市大青田667-1	10,709 m2	20,546 m2	鉄骨鉄筋コンクリート造 地上6階建	常磐道柏IC
3	東京グランポート	東京都江東区新砂2-4-10	6,661 m2	10,709 m2	鉄骨鉄筋コンクリート造 地上5階建	首都高湾岸線 明治通り
4	横浜港北物流センター	神奈川県横浜市都筑区東方町304-1	10,117 m2	20,675 m2	鉄骨鉄筋コンクリート造 地上4階建	第三京浜港北IC 東名横浜青葉IC 国道246合、中原街道他

２．佐川急便

No.	名称	所在地	敷地面積	延床面積	構造／規模	近隣幹線道路
1	つくばＳＲＣ	茨城県つくば市谷田部山崎6882-1				常磐自動車道谷田部IC
2	東京ＳＲＣ	東京都品川区勝島1-1-1		64,600 m2	地上9階建	首都高湾岸線大井南
3	大井ＳＲＣ	東京都品川区八潮3-2-38		25,000 m2	地上7階建	首都高湾岸線大井南
4	ラポール川崎ＳＲＣ	神奈川県川崎市川崎区桜本2-32-1				首都高神奈川1号横羽線浜川崎
5	東扇島ＳＲＣ	神奈川県川崎市川崎区東扇島19-2				首都高湾岸線東扇島
6	佐川東京ロジスティクスセンター	東京都江東区	29,000 m2	75,200 m2	地上6階建	首都高速湾岸線木場
7	柏ＳＲＣ	千葉県柏市新十余ニ13-1		116,391 m2		首都高湾岸線大井南

３．ヤマト運輸

No.	名称	所在地	敷地面積	延床面積	構造／規模	近隣幹線道路
1	羽田クロノゲート	東京都大田区羽田旭町11-1	100,000 m2	物流棟17万m2	地上6階建	環八通り、首都高速羽田線
2	厚木ゲートウェイ	神奈川県愛甲郡相川町中津字桜台4001-8、4001-9	36,580 m2	90,500 m2	鉄骨造8階建	圏央道相模原愛川IC

４．西濃運輸

No.	名称	所在地	敷地面積	延床面積	構造／規模	近隣幹線道路
1	佐倉物流センター	千葉県佐倉市直弥前ヶ策673	36,140 m2	18,261 m2		東関東自動車道佐倉IC
2	成田ロジスティクスセンター	千葉県山武郡芝山町岩山1340-13	8,624 m2		地上4階建	
3	船橋物流センター	千葉県船橋市豊富町688	47,370 m2	20,820 m2		東関東自動車道千葉北IC
4	市川物流センター	千葉県市川市本行徳2554-17	17,142 m2			東関東自動車道千鳥町IC
5	入間物流センター	埼玉県入間市二本木1289-1	19,137 m2	18,682 m2	地上2階建	関越自動車道川越IC 圏央道入間IC、中央道八王子IC
6	鶴見物流センター	神奈川県横浜市鶴見区生麦2-3		15,896 m2	地上4階建	首都高速神奈川1号横羽線生麦

５．福山通運

No.	名称	所在地	敷地面積	延床面積	構造／規模	近隣幹線道路
1	いばらき板東流通センター	茨城県坂東市幸神平41-2	17,590 m2	30,165 m2	地上5階建	常磐自動車道谷和原IC
2	浦和支店	さいたま市緑区大字上野田911-1	30,171 m2	33,062 m2	地上3階建	東北自動車道岩槻IC 首都高速新井宿
3	入間支店	埼玉県入間市大字寺竹1号180-1	19,709 m2	18,642 m2	地上3階建	圏央道青梅IC
4	深川支店	東京都江東区新砂1-13-6	10,207 m2	22,390 m2	地上4階建	首都高速深川線枝川 首都高速湾岸線新木場
5	成田国際ロジスティクスセンター	千葉県富里市新橋736-1	17,476 m2	9,225 m2	地上3階建	東関東自動車道富里IC、佐倉IC
6	成田流通センター	千葉県山武郡芝山町岩山1340-15	15,092 m2	18,565 m2	地上5階建	東関東自動車道成田IC、富里IC
7	相模原流通センター	神奈川県相模原市南区大野台2-32-1	27,638 m2	57,438 m2	地上5階建	東名高速道路横浜町田IC

データ：各社HP



写真2.3.2.1-2　羽田クロノゲート

出典：羽田クロノゲートパンフレット



写真2.3.2.1-3　佐川東京ロジスティクスセンター

出典：佐川急便HP

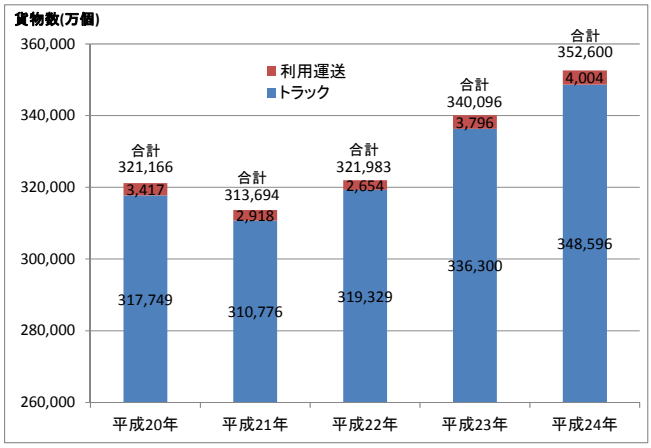


表2.3.2.1-16　宅配便貨物量の推移

データ：数字でみる関東の運輸の動き



（大田区東海，敷地面積19，542m²，延床面積97，163m²）

図2.3.2.1-4　賃貸型倉庫例

出典：プロロジス社HP

(c)　倉庫施設

近年、東京圏における倉庫施設の建築着工件数は**図2.3.2.1-4**（前掲載）に示すように増加傾向に転じ、その施設規模は大型化している。また、賃貸型の施設の割合が大きくなっており、日本で展開している海外の物流不動産業者による倉庫施設の建設がめざましい。代表的な海外不動産業者としては、プロロジス社が挙げられる。プロロジス社は以下のような施設を建設し展開している。また、今後さらなる倉庫施設の建設に積極的なことから、賃貸型施設は増加していくと想定される。

①多数の顧客に物流スペースを賃貸するタイプ

②特定業者のための物流施設を開発賃貸するタイプ

③施設保有企業から資産譲渡を受けて再賃貸するタイプ

(4)　ハブ空港

東京圏のハブ空港としては、羽田空港（東京国際空港）と成田空港（成田国際空港）が存在する。これら２つのハブ空港の国内線および国際線の貨物量（積荷と降荷の合計）の推移を**図2.3.2.1-17**に示す。羽田空港の取扱貨物は主に国内線貨物であるのに対して、成田空港の取扱貨物のほとんどは国際線貨物となっている。平成20年から平成24年にかけての羽田空港での推移は、国内線貨物が減少もしくは横這いであるが、国際線貨物

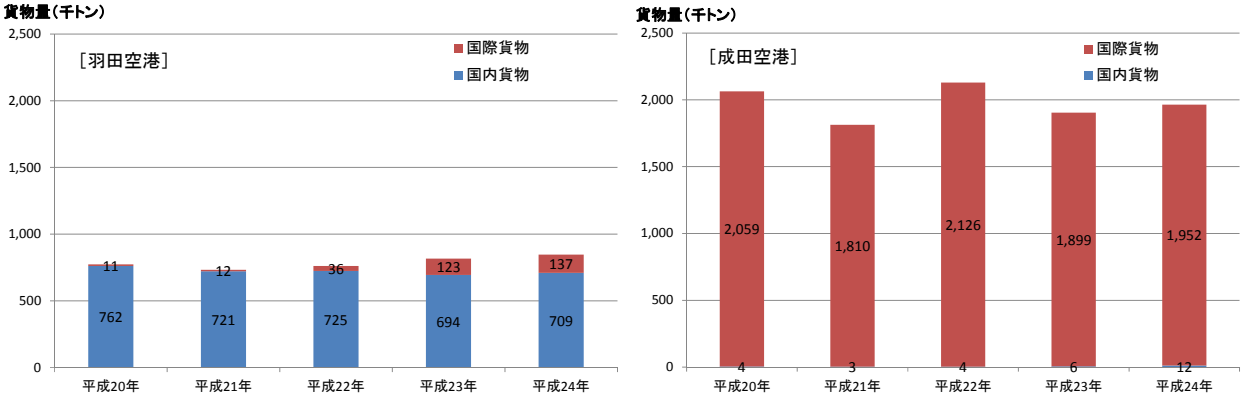


表2.3.2.1-17　羽田空港と成田空港の取扱貨物量の推移

データ：国土交通省航空局航空ネットワーク部航空ネットワーク企画課

は増加傾向となっている。一方、成田空港では、国際線貨物は200万トン前後で推移し、国内線貨物は相対量としては少ないが増加傾向にある。今後、羽田空港は滑走路の拡張に伴い国際線の路線および便数が増加しているので、国際線の貨物量は増加して行くと推定される。

3)　物流施設及び物流拠点の課題

(1)　物流の効率化

物流コスト削減や環境負荷の低減を図るために物流を総合的かつ効率的に実施する必要がある。そのためには、輸送網の集約や輸配送の共同化、モーダルシフトの推進を図ることが望まれる（**図2.3.2.1-18**参照）。また、流通加工機能など特定流通業務施設の機能強化などを推進していく必要がある。

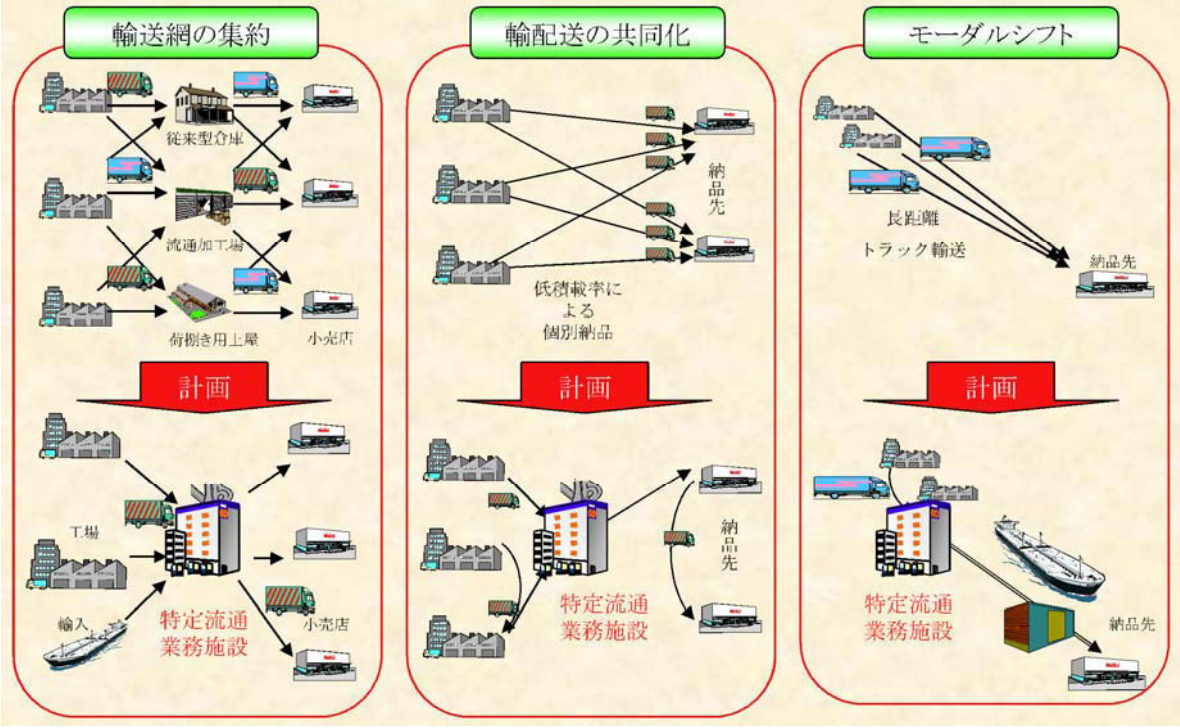


図2.3.2.1-18　効率的で環境負荷が小さい物流のイメージ

出典：物流総合効率化法「総合効率化計画」認定申請の手引き

(2)　物流施設の老朽化

第5回東京都市圏物資流動調査結果によれば、建設から30年以上経過した物流施設が約3割存在（**図2.3.2.1-19**）し、東京湾臨海部や内陸に分布している。特に東京都での30年以上の割合は約6割を占めており全国の中でも老朽化の傾向は高い。老朽化した物流施設は物流を取り巻く状況変化に十分な対応ができない他、東京圏に及ぼす大地震が発生した際に被災する危険性が高く

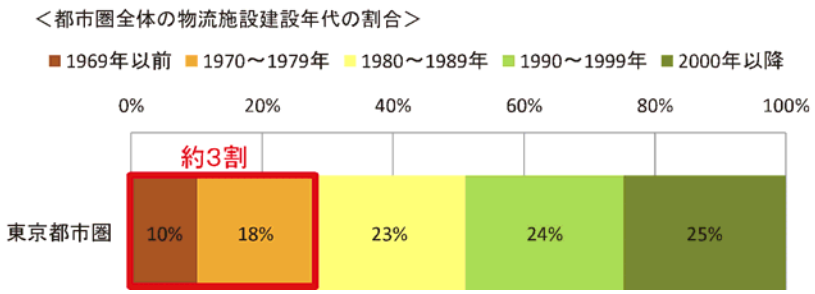


図2.3.2.1-19　物流施設建設年代の割合

出典：：第5回東京都市圏物資流動調査結果【速報版】

物流機能のマヒや緊急時の対応ができない状況が生じると予想される。更新に合わせて機能の高度化、輸配送の移転や集約化が望まれる。

(3)　輸送機関の連携

平成20年から平成24年にかけての関東における鉄道貨物の取扱量と鉄道貨物利用事業者数の推移を図2.3.2.1-20に示す。取扱量全体としては平成22年までは減少傾向であったが、その後増加したが横這いとなっている。種別で見ると、コンテナ扱の貨物量が大きく伸びている。鉄道貨物利用事業者数は毎年10～20事業者増加している。今後、環境負荷の低減、環境保全を考慮して輸送手段を自動車から鉄道や船舶へのモーダルシフトを拡張整備して行くべきである。

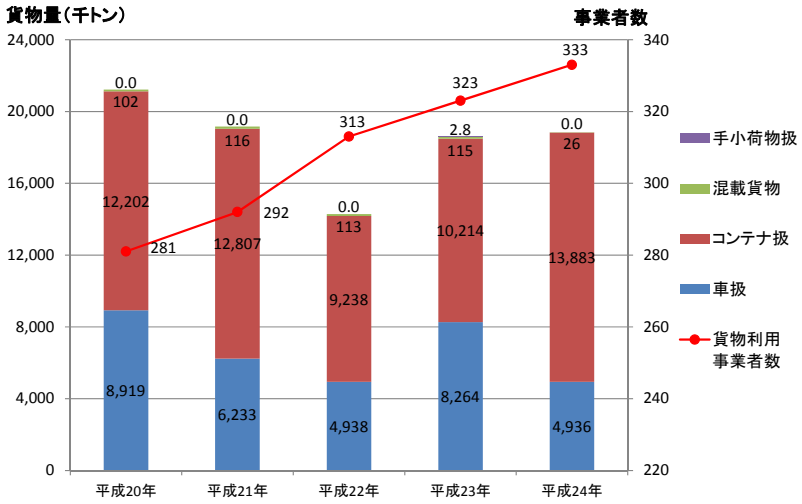


図2.3.2.1-20　鉄道貨物取扱量と利用事業者数の推移

データ：数字でみる関東の運輸の動き　2014

(4)　物流インフラ

東京圏内および全国との間で物流を安全に早く確実に運び、物流の効率化を向上させるためには物流に係わるインフラの整備を推進していく必要がある。

(a)　港湾

東京港ターミナルにおける海上コンテナ車両待機時間は日によって3～4時間以上になる場合があり、埠頭ターミナルの再整備が必要となる。物流機能としてはコンテナ埠頭の拡充強化、埠頭の再編成が挙げられる。

(b)　道路

効率的な道路ネットワークの構築に向け高規格道路幹線道路の整備や高速道路ネットワークの早期整備や国際海上コンテナ積載車輌の通行支障区間の解除や空港、港湾へのアクセスの向上、渋滞ボトルネック箇所の解消など取り組むべき課題が多い。

(c)　鉄道

海上コンテナの鉄道輸送を推進するために40ft等の大型コンテナの利用促進が必要となるが、トンネルの高さ制限等による輸送区間制約の解消や大型コンテナ取り扱い駅の拡充が必要となる。また、東日本大震災を踏まえた災害の強いネットワークの構築を早急に進める必要がある。

(d)　空港

国内線および国際線物流の効率化を目指し、空港機能の強化、貨物区間の混雑緩和、動線の簡素化、アクセス道路の整備推進して行くべきである。

参考文献

2.3.2.1

1) 平成21年度経済センサス-基礎調査　総務省統計局
http://www.stat.go.jp/data/e-census/2009/kakuho/gaiyou/gaiyou.htm
2) 第5回東京都市圏物資流動調査結果【速報版】　国土交通省HP　報道発表資料
http://www.mlit.go.jp/report/press/toshi07_hh_000083.html
3) 平成18年事業所・企業統計調査　総務省統計局
http://www.stat.go.jp/data/jigyou/2006/
4) 建築着工統計調査　国土交通省HP　報道発表資料
http://www.mlit.go.jp/report/press/joho04_hh_000423.html
5) 主な大型物流施設の新設計画　商業施設新聞HP
http://www.sangyo-times.jp/article.aspx?ID=1074
6) コンテナ駅・営業所一覧　日本フレートライナーHP
http://www.f-l.co.jp/service/sta_03.html
7) 数字で見る関東のユン湯の動き　2014　運輸振興協会
8) NEWS RELEASE　エフ・プラザ東京M棟・N棟の開設について　日本貨物鉄道HP
www.jrfreight.co.jp/common/pdf/news/20140910-02.pdf
9) 各ターミナルの概要　日本自動車ターミナルHP
http://j-m-t.co.jp/terminal/
10) 国際競争強化のための物流施設整備に関するビジョン　国土交通省
www.mlit.go.jp/common/000042619.pdf
11) 物流センター　南関東地区ネットワーク　日本通運HP
http://www.nittsu.co.jp/warehouse/network/minamikanto/index.html
12) 佐川流通センター　佐川急便HP
http://www.sagawa-exp.co.jp/service/src/
13) 羽田クロノゲート　ヤマトホールディングスHP
http://www.yamato-hd.co.jp/hnd-chronogate/
14) ヤマトHD、多機能スーパーハブ「厚木ゲートウェイ」公開　Car Watch HP
http://car.watch.impress.co.jp/docs/news/20130819_611626.html
15) 主要物流センター　西濃運輸HP
http://www.seino.co.jp/seino/service/domestic/logistics/logistics-center/
16) 流通センター　福山通運HP
http://corp.fukutsu.co.jp/company/base/ryutsu/
17) 物流施設紹介　プロロジスHP
http://www.prologis.co.jp/property/
18) 国土交通省航空局航空ネットワーク部航空ネットワーク企画課
www.toukei.metro.tokyo.jp/tnenkan/2012/tn12qa0**423**01.xls
www.toukei.metro.tokyo.jp/tnenkan/2012/tn12qa0**423**02.xls
19) 物流総合効率化法「総合効率化計画」認定申請の手引き
www.mlit.go.jp/…/freight/logistics_efficiency_guide_0703.pdf

20) 国際競争力強化のための物流施設整備に関するビジョン（案）　国土交通省
www.mlit.go.jp/common/000042621.pdf
21) 根岸駅（神奈川）　Wikipedia
ja.wikipedia.org/wiki/根岸駅_(神奈川県)
22) 物流施設の現状と課題　国土交通省
www.mlit.go.jp/common/000028416.pdf
23) 地方における3PL事業促進のための環境整備と3PL事業促進にあたってのかだいに関する調査　報告書　国土交通省政策統括官付参事官（物流施設）室
www.mlit.go.jp/common/000047478.pdf
24) 物流効率化に向けた課題　東京都都市整備局
http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/topics/h17/pdf/topi037/topi037_12.pdf
25) 総合物流施策推進プログラムに掲げる取組に関する実施状況　総合物流施策推進会議
国土交通省
http://www.meti.go.jp/press/2014/12/20141226001/20141226001a.pdf

2.3.2.2　連携、代替性等の整理（人流）

1）連携性の整理

交通結節点の機能としては、鉄道、バス、タクシー、飛行機、鉄道、船等の間での移動空間の提供であり、定時性や速達性、乗換の利便性等が求められる。

交通結節点の役割として相互に連絡する乗換施設、鉄道駅、バスターミナル、自由通路、階段、駅前広場や歩道などの施設整備が重要な要素となる。そのためには、自治体はじめ各交通機関同士の連携も重要な要素となる。

連携の具体的事例として、国土交通省が進めている「都市鉄道利便増進事業」があげられる。相鉄・JR、相鉄・東急直通線計画や既に JR 東北線・東武日光線は開業済みとなっている。**図 2.3.2.2-1** に都市鉄道利便増進事業の概要を示す。

都市鉄道利便増進事業は、都市鉄道のネットワークの形成として、既存ストックの有効活用と速達性の向上及び交通結節機能の高度化を図る事業として平成 17 年 8 月より施行されてきた。

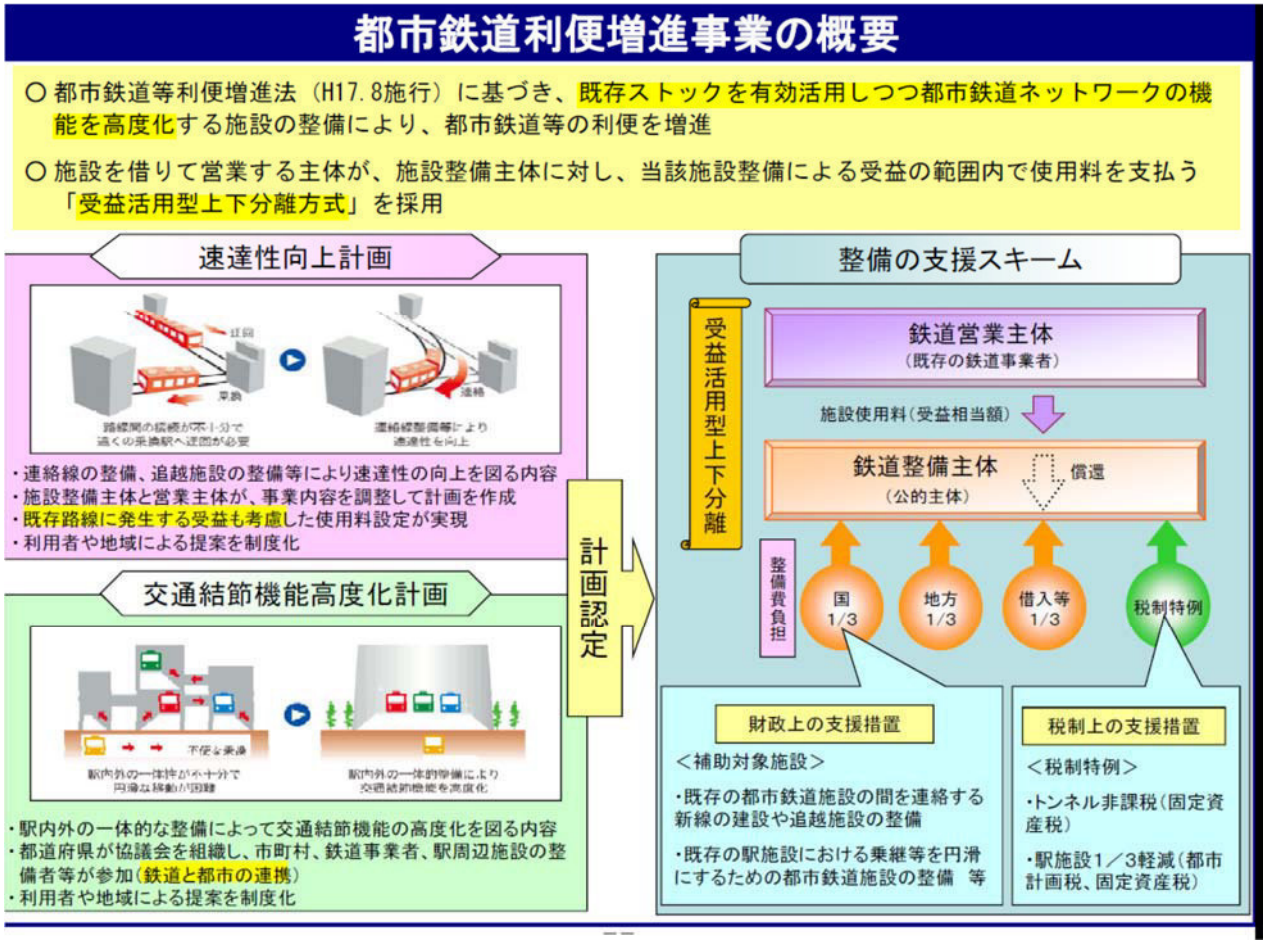


図2.3.2.2-1　都市鉄道利便増進事業の概要

出典：国土交通省ホームページ
http://www.mlit.go.jp/common/000124665.pdf

首都圏における各交通機関の交通結節点として東京駅、東京国際空港（羽田空港)、新宿駅バスターミナル、横浜港大さん橋等が挙げられるが各々の結節点の連携性については必ずしも良好とは言えない。

例えば、新幹線と航空機とを利用する場合、東京駅から羽田空港へ向かうことが考えられるがどのようなルートを利用しても途中での乗換えが生じることから、連携性が十分とはいえない。

一方、このような結節点の連携性を向上させる施設として、シティエアターミナルが挙げられるが東京シティエアターミナル（T‐CAT）の場合、バス以外の公共交通機関とのアクセスが地下鉄（1 路線）のみであることや、空港以外へ向かう高速バス路線がないことから利便性に欠ける面が見られる。さらにアメリカ同時多発テロ事件発生以降、各航空会社や入国管理局のセキュリティ強化により、2002 年 7 月 15 日に出国審査業務が終了し搭乗手続きが不可となったため、空港までのバスターミナルとしての機能しか有していないことから利便性が低下している。

また、同様な機能として首都圏では横浜シティエアターミナル（Y-CAT）が挙げられる。T-CAT（東京シティエアターミナル）や OCAT（大阪シティエアターミナル）と比較して規模は小さいものの、ターミナル駅である横浜駅から地下街でつながっている事もあり利用客は多い。Y-CAT では空港以外へ向かう高速バス路線にも乗降できることからその利便性は比較的高い。

また、新木場にもシティエアターミナルとしての機能を設ける計画もある。JR、地下鉄有楽町線、りんかい線や高速道路も近接しており、交通結節点としての機能を発揮できるものと考えられる。

ただし、高速バス路線全体の問題としてターミナルと高速道路との間で一般道を利用しなければならないため、都心部のターミナルでは渋滞に遭遇する確率が高い。

交通結節点事業として、国土交通省道路局では下記の条件による補助事業も実施されている。鉄道事業法による鉄道施設であり、「おおむね乗降客 5,000 人／日以上のもの及び貨物を取り扱う停車場に限る」とされている。**表 2.3.2.2-1** に各事業内容における負担率及び補助率を示す。

①軌道法による軌道施設（おおむね乗降客 5,000 人／日以上のものに限る。）
②自動車ターミナル法に基づくバスターミナル
③バス停留所（おおむね運行便数 100 便／日以上のものに限る。)、高速バス停留所
④海上運送法による運輸施設（船舶を除き、同法による一般旅客定期航路事業及び貨物定期航路事業の用に供するものに限る）
⑤航空旅客の取扱い施設

表2.3.2.2-1　各事業内容の負担率及び補助率

事業内容	負担率及び補助率	
	一般国道（指定区間）	一般国道（指定区間外）都道府県道、市町村道、街路
駅前広場・バス交通広場の整備	2/3、5.5/10	1/2、5.5/10 ただし、道路敷地外は1/2（用地費は除く）
交通結節点と密接に関連する幹線道路の整備		
歩行者・自転車空間の整備		
パークアンドライド駐車場の整備	1/2	1/2

出典：国土交通省ホームページ
http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/tdm/Top03-02-01.html

2) 代替性等の整理

災害時における対応として考えられるのが、BPC（事業継続）やリダンダンシー（代替性）が上げられる。災害時での交通結節点が有効的に活用できると考えられるのは、ネットワークによる代替活用である。様々な交通機関が集結している結節点であれば、一つの交通機関が不能となっても他の交通機関が代替機能として活用できる。事故、災害時の迂回乗車などが典型となる。ただし、機能が整備されていても交通流動を 100%カバーできる代替機能は現状ではほとんどないものと考えられ、混乱・混雑・遅延等の障害はやむを得ない。

代替性の理想としては、一部の交通機関が不通となっても活用可能な機能の整備が望まれる。一例として、鉄道の場合で並行線区で他方の線が不通となっても分岐設置により乗入れ可能な設備とするとか、設計荷重や軌間、限界等も統一した線区として整備しておけば十分な代替機能となる。

一方、鉄道からバス等への代替輸送では、早朝、深夜、休日等の旅客が少ない場合や閑散線区以外では容量に限界が生じる可能性が大きい。そのため、バス代行以外にも多くの交通機関が結節点に集約していればその効果が発揮されることとなる。

リダンダンシーの一例として、JR 東日本の「JR 新線 3 ルート（羽田アクセス）」があげられる。**図 2.3.2.2-2** に JR 新線 3 ルート（羽田アクセス）の概要を示す。

以下に羽田アクセスの概要を掲載する。

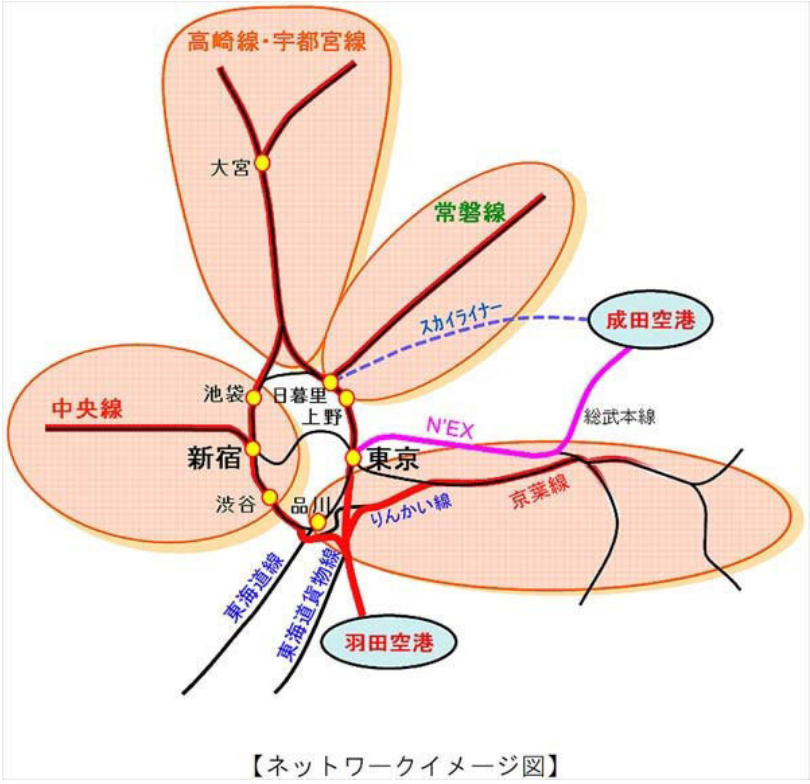
【東京駅まで 18 分、新宿や新木場への大幅短縮】

概算事業費は約 3,200 億円、終日輸送人員は 7 万 8,000 人（空港旅客のみ）、費用便益比（30 年）は 1.5 と試算した。ピーク 1 時間当たりの輸送量は、東京モノレールが約 1 万 1,000 人、京浜急行が約 1 万 4,000 人なのに対して、アクセス新線では約 2 万 1,000 人と見込む。鉄軌道系の輸送力が現状比で約 1.8 倍に増強される。

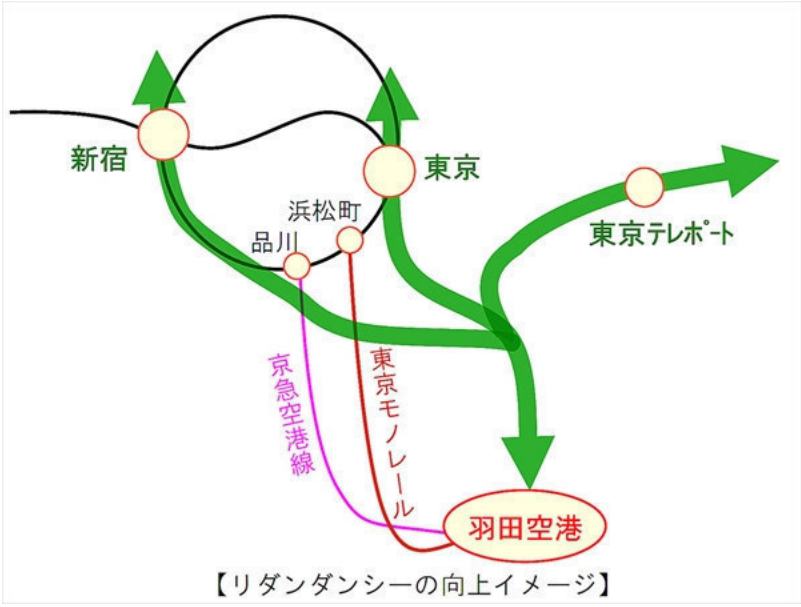
各拠点への所要時間は、乗り換えがなくなることもあり大幅に短縮する。東京－羽田空港間は現状では東京モノレール経由で 28 分、京急線経由で 33 分なのが約 18 分に短縮。同様に、新宿－羽田空港間は東京モノレール経由で 46 分、京急線経由で 41 分なの

が約 23 分に短縮。新木場－羽田空港間は東京モノレール経由で 41 分なのが約 20 分に短縮される。中央、高崎、宇都宮、常磐、京葉の各線とのアクセスも改善する。

新線整備によって異常時におけるリダンダンシー(代替性)も向上する。さらに、都心部の国家戦略特区や特定都市再生緊急整備地域、アジアヘッドクォーター特区などと空港が直結することで、国際競争力の強化に寄与する。



【ネットワークイメージ図】



【リダンダンシーの向上イメージ】

図2.3.2.2-2　JR新線3ルート（羽田アクセス）概要

出典：ケンプラッツ

http://kenplatz.nikkeibp.co.jp/article/knp/news/20140820/674069/?P=2

実際に交通結節点に影響が生じる災害が発生した場合には、他の交通結節点や交通機関との連携が重要となる。交通結節点の周辺で災害が発生し、交通機能が麻痺した場合には、当該交通結節点に隣接する結節点がその代替となることが期待される。ただし、災害の影響を受ける交通結節点が巨大であった場合には隣接する交通結節点では対応できない場合が生じる。

例えば、平成 26 年 1 月 3 日に発生した JR 有楽町付近の沿線火災では、東海道新幹線の東京―品川間で運転見合わせが発生した。東京駅へ入線できないために折り返し運転ができないことから、約 5 時間にわたりほぼ全線で運転できない状態となった。運休は上下線で計 106 本となったが、品川駅発などの臨時列車は 27 本にとどまった。緊急事態のため乗務員や清掃作業員等の手配が難しいことや消火が完了する時間が分からなかったことも考慮しなければならないが、隣接する駅が交通結節点の代替性を発揮したとは言い難い。特に、新横浜駅は東京駅の代替として機能することが地理的には期待されるが、新横浜駅には折り返し運転を行う設備を有していないことから、東京駅の代替とはなり得なかった。また、この時は帰省ラッシュの時期であったことから、航空機への乗換も困難だったため、他の交通機関との連携も機能しなかった。

今後は、北陸新幹線やリニア中央新幹線が開通することにより、このような代替性の問題はある程度解決されることが期待される。

なお、東北新幹線や上越新幹線については、かつては上野駅および大宮駅が発着駅であったため、上野駅および大宮駅は交通結節点としての代替の機能をある程度有していると考えられる。



図2.3.2.2-3　火災発生当初に炎の横を通過する新幹線

出典：47ニュースホームページ
http://www.47news.jp/CN/201401/CN2014010301000753.html

3) 快適性について

(1) 概要

交通機関を利用する場合、求められる要求事項として着席率や速達性、定時性やコストといったものが挙げられる。

他の輸送機関よりやや遅くなるものの時間に余裕のある場合はコストや快適性を優先といった選択もあり得る。逆に通勤・通学など朝夕多くの人たちはコストアップや快適性よりコストダウン・速達性を優先するであろう。

多少のコストアップとなっても新聞雑誌の読める移動空間や、コーヒー・軽食等の取れる移動空間、パソコン等による仕事をする移動空間を求める人々も多くなっている。また、車窓を楽しむなどアメニティ空間を求める声も多く、特に同じ料理でも遮蔽空間で食する場合と車内で景色を見ながら食する場合では味覚が異なるということもいわれている。

今後も多様化する要求に対応するため、豪華車両の導入や通勤客の要求に応じた車両の導入なども求められていくであろう。

高速バスでは、ターミナルとインターチェンジとの間で一般道を通過しなければならないことが多く、速達性や定時性の妨げとなっている。ターミナルと高速道路とを直接連絡する方策も速達性、定時性などのサービス向上に繋がるものと考えられる。

(2) 鉄道・バス・船舶の新型車量、新造船の快適性

【鉄道】

◆JR 東日本の新型車量はユニバーサルデザインを採用し、車椅子設置スペースを備えるなどバリアフリーの向上が図られているほか、照明の LED 化など環境への配慮も伺える。

◆北陸新幹線の新型車量は「洗練さ」と「ゆとり・解放感」をコンセプトとし、グリーン車より上位のグランクラスでは、デッキに日本の美しい四季を表現した飾り柱が設置されており、シートは通路を挟んで 1 列＋2 列にシートピッチ 1,300mm で配置され、枕・読書灯・インアーム式テーブル・カクテルテーブル・電源コンセントを装備している。

◆東京モノレールの車内は「和のおもてなし」をコンセプトとしたデザインとなる予定で、スーツケース置き場の拡充や無線 LAN サービスの提供などが実施されている。

【バス】

◆路線バスは、ノンステップバスを進化させて、車椅子等の乗降時の安全性を高める反転式埋め込みスロープ板を標準装備し、優先席を前向きにするなど、バリアフリーの向上が図られている。

◆交通系 IC カードの利用、車内でのチャージが可能で、都市新バスシステムの採用など、利便性の向上が図られている。

【船舶】

◆2012 年 6 月、7 月に新日本海フェリーの敦賀～苫小牧東港航路で「すずらん」と「すいせん」2 隻の新造船が就航したほか、2015 年 1 月には阪九フェリーの泉大津～新門司航路で「いずみ」が、2015 年 9 月、11 月には名門大洋フェリーの大阪南港～新門司港航路で 2 隻の新造船が就航予定となっている。

◆いずれも客室設備や備品が充実しているほか、展望ラウンジや展望レストランの拡充し、露天風呂やパウダールーム、キッズルーム、授乳室を設けるなど、利便性、快適性の向上が図られている。

【JR 東日本 EV-E301 系電車】



出展：ウィキペディア
http://ja.wikipedia.org/wiki/JR%E6%9D%B1%E6%97%A5%E6%9C%ACEV-E301%E7%B3%BB%E9%9B%BB%E8%BB%8

図 2.3.2.2-4　EV-E301系V1編成

客室内装では、E233 系電車と同じくユニバーサルデザインの採用とバリアフリーの向上が図られ、室内照明は LED 化、座席はオールロングシートとなっている。側扉の脇には整理券発行機や側扉開閉ボタンを装備し、連結面側車端部には車椅子の設置スペースを備える。また、乗務員室側には列車の行先を表示する 2 つのモニタ装置を、連結面側妻部には車両の主回路を流れる電気の流れや蓄電池の充電状況を表示する車内情報装置を取付けている。

2014 年 3 月 15 日のダイヤ改正より、小山車両センターに配置された量産先行車 1 編成が宇都宮線（東北本線）宇都宮 - 宝積寺間と烏山線で運用を開始した。

【新幹線 E7 系・W7 系電車】



出展：ウィキペディア
http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%96%B0%E5%B9%B9%E7%B7%9AE7%E7%B3%BB%E3%83%BBW7%E7%B3%BB%E9%9B%BB%E8%BB%8A

図 2.3.2.2-5　新幹線E7系F1編成

共通キーワードを“和”とし、今後首都圏と北陸新幹線沿線を結び、日本の伝統文化と未来をつなぐという意味から「“和”の未来」を車両のデザインコンセプトとした。エンツォフェラーリ・E6 系のデザイナー奥山清行の監修により、川崎重工業㈱が以下のキーワードを元にして担当した。2014 年 10 月 1 日に公益財団法人日本産業デザイン振興会の 2014 年度グッドデザイン賞を受賞した。

『洗練』: 日本の伝統と最新技術の融合により新たな価値を生むことで表現。

『ゆとり・解放感』: 和風空間に集うことで得られる心地よさで表現。

グリーン車は東京寄り車端の 1 か所に、普通車およびグランクラスは各車両端の 2 か所に客用扉・デッキを設置する。

トイレは 2 両に 1 ヶ所の割合として奇数号車金沢寄りならびに 12 号車東京寄りには洋式 2 基・男性用小便器 2 基・洗面台 2 基の構成で設置。このうち洋式ならびに洗面台 1 基は女性専用とした。

7・11 号車には車いす対応設備ならびに多機能トイレを、7 号車には加えて多機能室を設置する。

また、E7 系のチャイム・堺正幸の声による自動放送は上越新幹線と同一仕様としたほか、照明は JR 東日本の新幹線車両としては初めて全 LED 化を実施。普通車を含む全座席に電源コンセントを設置する。

全座席にコンセント設置を可能とした理由は、本系列が E5 系ほど高速運転をしないため電源容量に余裕が生じたことによる。

車内のデザインは「大人の琴線に触れる『洗練さ』と心と体の『ゆとり・解放感』」を車両のトータルコンセプトとし、日本の伝統と最新技術の融合により新たな価値を生むことで『洗練さ』を和風の空間に集うことで得られる心地よさで『ゆとり・解放感』を表現した。

グランクラスは、伝統を感じる空間と先進の機能を持つシートがお互いを高めあうことで、居心地の良いゆとりある空間を表現。グランクラスデッキには、日本の美しい四季を表現した飾り柱を設置する。通路を挟んで 1 列+2 列にシートピッチ 1,300mm で配置する。付帯設備として枕・読書灯・インアーム式テーブル・カクテルテーブル・電源コンセントを装備する。2014 年 3 月 15 日のダイヤ改正から、3 編成が東京 - 長野間「あさま」7 往復に先行導入され、営業運転を開始した。

【東京モノレール】



出展：ウィキペディア
http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%9D%B1%E4%BA%AC%E3%83%A2%E3%83%8E%E3%83%AC%E3%83%BC%E3%83%AB

図 2.3.2.2-6　1000型車両

東京モノレール㈱は、2014 年度より新型車両 10000 形電車を導入することを発表した。同形式は「スマートモノレール」を設計コンセプトとして、車体のカラーリングは「緑豊かな沿線をイメージしたグリーン」と「空と海をイメージしたスカイブルーとブルーのグラデーション」の 2 系統の色を配したものとされる。車内は「和のおもてなし」をコンセプトとしたデザインとなり、その他スーツケース置き場の拡充や無線 LAN サービスの提供などが実施される。10000 形は 2014 年 7 月より 6 両編成 1 本が運用を開始し、経年 20 年を超過し老朽化が進行した 1000 形を順次代替する。

【新型大型路線バス「エアロスター」】



図 2.3.2.2-7 QKG-MP38FMF（撮影用特別仕様車）

三菱ふそうトラック・バス㈱(本社：神奈川県川崎市、代表取締役社長・CEO アルバート・キルヒマン)は、フロントデザインを一新した、新型大型路線バス「エアロスター」(ノンステップ、1 ステップ、2 ステップ仕様)を発表した。

反転式スロープ板

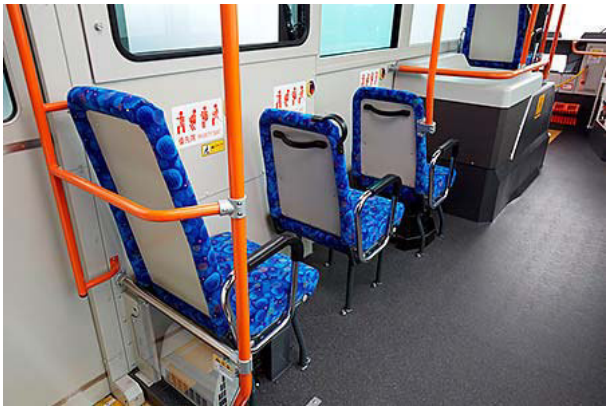
中扉床面に反転式埋め込みスロープ板を標準装備した。スロープ角度を改善し、車椅子等の乗降時の安全性を高めるとともに、スロープ板の設置作業を容易にした。



図 2.3.2.2-8 反転式スロープ板

優先席の前向き化

ノンステップ車のホイールベース間左側の優先席に前向き仕様を設定した。



出展：三菱ふそうトラック・バス㈱ホームページ
http://www.mitsubishi-fuso.com/jp/news/news_content/1

図 2.3.2.2-9 優先席の前向き化

【都営バス】

都営バスは、東京都が経営する公営バス。都バス（とバス）と呼ばれる。

低床化

都営バスでは、1999 年度からすべての車両がノンステップバスに統一され、2013 年 4 月 1 日をもって全車両のノンステップバス化が達成された。



出展：ウィキペディア
http://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%83%BD%E5%96%B6%E3%83%90%E3%82%B9

図 2.3.2.2-10 東京ビッグサイトでの大規模イベント時に運行される国展01（N-L120）

【横浜市営バス】

横浜市営バスは、横浜市交通局自動車本部が運営する公営の路線バスである。車両保有数は 2012 年現在約 800 両であり、低床車の導入に積極的でノンステップバスは全車両の約 8 割、ワンステップバスは約 1 割と非常に高い割合となっている。低公害車の導入にも比較的積極であり、電気式ハイブリッドバスを 70 台ほど、CNG バスを 75 台ほど保有している。



出展：ウィキペディア
http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%A8%AA%E6%B5%9C%E5%B8%82%E5%96%B6%E3%83%90%E3%82%B9

図 2.3.2.2-11　みなとみらい100円バス

低床化

車両保有数は 2012 年現在約 800 両であり、低床車の導入に積極的でノンステップバスは全車両の約 8 割、ワンステップバスは約 1 割と非常に高い割合となっている。低公害車の導入にも比較的積極であり、電気式ハイブリッドバスを 70 台ほど、CNG バスを 75 台ほど保有している。

運行情報

2005 年（平成 17 年）4 月 1 日より運行中のバスの現在位置や到着予測時刻を確認できるバスロケーションシステムの「横浜市営バス運行情報」が提供されており、パソコン・携帯電話で閲覧が可能である。また、2007 年（平成 19 年）の交通局ホームページのリニューアル時より「市営交通緊急情報」のページが開設され、交通事故や災害などによりバスの運休・迂回運行が発生している場合に情報が表示される。

【都市新バスシステム】

都市新バスシステム（としんバスシステム）とは、日本国内の都市における交通体系上根幹となるべき主要なバス路線において様々な施策を行い、バスの利便性を改善するために行われたシステムのことである。

1988 年に運輸省が定義した都市新バスシステムの事業内容の例示では、バス専用レーンの設置と合わせて、バス車両については乗客サービスの向上に資する車両を導入し、バス停留所においてはシェルター化やバス接近表示の設置を行った上、バスの運行システム全体を整備する事業と位置づけている。

出典：ウィキペディア
http://ja.wikipedia.org/wiki/都市新バシステム

【新日本海フェリー】

すずらん／すいせん



図 2.3.2.2-12　敦賀⇔苫小牧東港航路（直行便）

スイートルーム（ツイン２名）
○設備　バス、シャワートイレ、洗面所、テレビ（ＢＳ対応)、DVD デッキ、
冷蔵庫、ロッカー、セキュリティボックス、専用テラス
○備品　浴衣、バスタオル、バスローブ、フェイスタオル、スリッパ、ポット、
茶器セット、ドライヤー、石鹸、リンスインシャンプー、ボディソープ、
歯ブラシ、髭剃り、ティッシュ、シャワーキャップ、ヘアブラシ、
レディースキット
○特典　食事付（北行き、南行きとも）朝食・昼食・夕食・・・各１回、
DVD ソフト無料レンタル



図 2.3.2.2-13　スイートルーム

出展：新日本海フェリー㈱ホームページ
http://www.snf.jp/ship/ship_new_suzuran.html

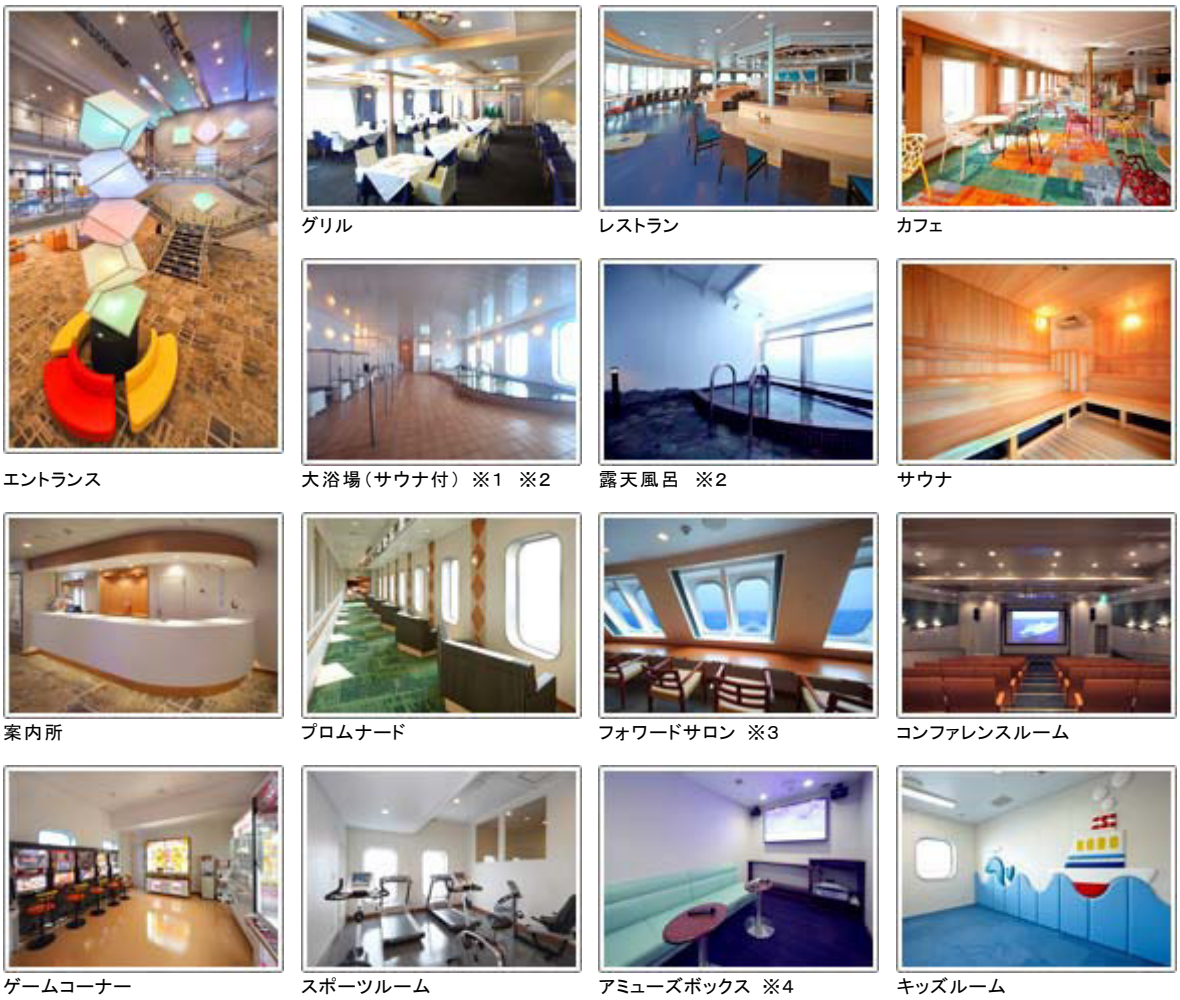


図 2.3.2.2-14 船内施設

【名門大洋フェリー】

2015 年 9 月・11 月　新造船就航

・㈱名門大洋フェリーは、2015 年 9 月と 11 月に 2 隻の新造船を就航させる。

・現行船の「フェリー大阪」・「フェリー北九州」に替わり、同社歴代最大級のフェリーで、次世代の“CITY LINE”にふさわしいデザインの新造船が誕生する。

・新造船の居住空間は、自然豊かな瀬戸内海の潮騒を感じさせる『ナチュラルトーン』と、発着地である京阪神と北九州・福岡の 2 大都市圏を思い起こすシャープで洗練された『クールトーン』をデザインの基本コンセプトとしている。

○ニーズに合わせた 1 等船室の充実

家族・グループ旅行・女子旅に適した室内トイレ付きのツインルーム（2～3 名）や、ビジネス利用やお一人で乗船されるお客様向けのシングルルームが充実している。

○乗用車専用スペースから　らくちん乗船

エントランスホールと同じフロアに、乗用車専用スペースを設置。階段の昇り降りが無く、キャリーバックやベビーカーがあっても安心して乗船できる。

○パウダールーム・キッズルーム・授乳室を初導入

女性化粧室の充実を図るとともに、快適にお化粧をしていただけるパウダールームを新設した。また、キッズルームと授乳室も新設し、小さなお子様をお連れのお客様にも安心。

○夜景をより楽しめる展望ラウンジをグレードアップ

人気の展望ラウンジがさらに充実し、のんびり夜景を楽しむ事も。大阪南港発下り便では、100 万ドルの夜景とも呼ばれる神戸の夜景が楽しめる。

○歴代最大への大型化による広々した設計

吹き抜け階段のある開放的なエントランスホールには、大型画面のテレビルームも併設。また、広々とした展望レストランでは、食事を楽しみながら、船外の景色も堪能できる。

○電気自動車用充電器の拡充

阪神 ⇔ 九州航路の長距離フェリーとして、初めて導入した電気自動車用充電器が充実し、さらに便利になった。2015 年 11 月より全船に導入。

○両港フェリーターミナルから　より便利に乗船

新門司港フェリーターミナルが新設され、バリアフリー化される。地下鉄ニュートラム駅に直結した大阪南港フェリーターミナルの乗降設備もバリアフリー対応に生まれ変わる。

○2 層同時荷役方式の採用

上下 2 層の車輌甲板から同時に荷役作業を行うことにより、荷役時間の短縮を図り、乗用車などのスムーズな乗下船が可能になる。

○ドライバーズルームが 1 人部屋個室に

トラックやバスでご乗船のお客様用のドライバーズルームが 1 人部屋に。仕事や運転の疲れも取れ、快適に過ごせる空間となった。

出展：㈱名門大洋フェリーホームページ
http://www.cityline.co.jp/new_ferry/

参考文献

2.3.2.2

1) 国土交通省ホームページ（都市鉄道利便増進事業の概要）
http://www.mlit.go.jp/common/000124665.pdf
2) 国土交通省ホームページ（交通結節点改善）
http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/tdm/Top03-02-01.html
3) 東京シティ・エアターミナル㈱ホームページ
http://www.tcat-hakozaki.co.jp/
4) 横浜シティ・エアターミナル㈱ホームページ
http://www.ycat.co.jp/
5) 大阪シティ・エアターミナル㈱ホームページ
http://ocat.co.jp/
6) ㈱日経 BP、ケンプラッツホームページ（JR 新線 3 ルートの全貌）
http://kenplatz.nikkeibp.co.jp/article/knp/news/20140820/674069/?P=2
7) 47news ホームページ
http://www.47news.jp/CN/201401/CN2014010301000753.html
8) ウィキペディア（JR 東日本 EV-E301 系電車）
http://ja.wikipedia.org/wiki/JR 東日本 EV-E301 系電車
9) ウィキペディア（新幹線 E7 系・W7 系電車）
http://ja.wikipedia.org/wiki/新幹線 E7 系・W7 系電車
10) ウィキペディア（東京モノレール）
http://ja.wikipedia.org/wiki/東京モノレール
11) 三菱ふそうトラック・バス㈱ホームページ
http://www.mitsubishi-fuso.com/jp/news/news_content/140619/140619.html
12) ウィキペディア（都営バス）
http://ja.wikipedia.org/wiki/都営バス
13) ウィキペディア（横浜市営バス）
http://ja.wikipedia.org/wiki/横浜市営バス
14) ウィキペディア（都市新バスシステム）
http://ja.wikipedia.org/wiki/都市新バスシステム
15) 新日本海フェリー㈱ホームページ
http://www.snf.jp/ship/ship_new_suzuran.html
16) ㈱名門大洋フェリーホームページ
http://www.cityline.co.jp/new_ferry/

第３章　調査のまとめと今後の課題

3.1　調査のまとめ

3.1.1　物流

今年度は「交通ネットワークの防災と事業継続性確保のための交通基盤整備に関する提言」を目的として、物流を通しての交通機能、交通手段の種類と特性および交通結節点について調査、検討を行った。まずは全国における物資の流れを品目別および交通手段別に調査し、それ特徴を踏まえて関東、特に東京圏（東京、埼玉、千葉、神奈川）に焦点を絞り調査、検討を進めた。標記テーマを踏まえた今年度の調査、検討内容と考察を以下に示す。

・移動距離特性

移動される品目は移動距離、移動速度によって移動手段が選定される。また、移動距離と輸送量にも特徴を見い出すことができるが、品目によってそれは一様ではない。物流の移動距離特性を把握することは、常時および緊急時の交通手段の効率的な連携や円滑な代替を行うための基礎的な情報として重要であると考える。

・品目別実態調査

地域間の品目別流動調査を行った結果、多くの品目で同一経済圏内での流動が最も多くなっている。また、経済圏間においては東京圏を発着とした流動が多い。これは、東京圏への人と物の集中の他、国内外を対象とした物流施設、機能の集中によるものと考えられ、東京圏が物流における重要な地域であることを裏付けていると言える。

・交通手段特性

物流の交通手段である「航空機」、「船舶」、「鉄道」、「自動車」の特性について調査を行った。各交通手段には以下のような適性があり、物流ニーズにあった交通手段が用いられている。特に近年では、経済のグローバル化、消費者や企業のニーズの多様化、環境負荷の低減等、物流活動を取り巻く環境変化への適応が求められており、特性を生かした交通手段の選定、組合せや連携、モーダルシフトの推進を図るべきである。

航空機：単位重量当たりの付加価値が高く速達性を要する品物の遠距離輸送に適している

船　舶：主に経済圏間の輸送に使用され、安価な品物を大量に輸送することに適している

鉄　道：コンテナが輸送の中心であり、大量な品物の経済圏間の長距離輸送に用いられている

一方、車扱いは内陸輸送や太平洋側と日本海側を結ぶ輸送を担っている

自動車：輸送量の調整と最適化が容易であり、輸送量が多く物流の主力を担う輸送手段である

・交通手段別実態調査

各交通手段別の東京圏と他の経済圏における物流の実態調査により各交通手段の物流の特性を明らかにした。

航空機：九州圏と北海道圏および沖縄圏の 3 圏による物流が全体の 7 割を占める

船　舶：北海道圏の物流が最も多く次いで中部圏、近畿圏となる

鉄　道：コンテナ輸送は北陸信越圏が、車扱輸送は関東圏が最も多い

自動車：交通手段別で占める割合が最も高く、経済圏間では関東圏が 4 割を占める

物流の合理化、効率化による輸送時間の短縮、コスト縮減を果たすためには道路網や鉄道網、港湾・空港の整備はもちろんのこと、交通結節点の整備も必要であり、交通手段の連携を円滑に行うためのインフラの整備が重要と考える。

・交通手段の連携と代替性等の整理

各交通手段の連携を図る上での取り組みおよび常時と緊急時の物流における代替性について整理した。交通手段の連携、代替性を推進していくための方策は次年度検討する予定である。

・交通結節点の調査

交通結節点としてハブ港・内航海運港、貨物自動車輸送・配送センターとしてのトラックターミナルや宅配施設、倉庫施設、鉄道の貨物ターミナル駅、ハブ空港の主要な結節点について調査を行った他、物流施設および物流拠点の課題を整理した。

物流施設・拠点の多くは東京湾臨海部と内陸部の高速道路インターチェンジ近傍等に立地しており相互に連携し物資が流動している。物流機能の向上を図ると共に、緊急時に物流機能を維持するためには、物流施設・拠点へアクセスする港湾、道路、鉄道、空港等の交通基盤の強化が必要であり、その方策の１つとして地震等の災害に強い地下空間の有効利用が考えられる。

3.1.2　人流

本稿では､国内におけるマクロ的な人の流れを把握し､交通手段の特性と種類をまとめ、更に首都圏を中心とした人の流れを調査した。また、首都圏における大規模駅周辺の交通結節点としての現状を把握し、交通網の連携と代替性を言及した。その他、快適性について全国の鉄道・バス・船舶の新型車両、新造船の快適性について調査した。

下記に各調査・検討結果のまとめと考察を述べる。

① マクロ的な実態調査から

全機関（JR、民鉄、自動車、営業用乗用車、旅客船、航空）での調査結果からの総数では約 290 億人であり、日平均では約 8,000 万人が何らかの交通手段で移動していることとなる。日本人口は約 1.27 億人であり、一日平均人口の約 63%程度が何らかの手段で移動していることとなる。なお、通勤・通学者の移動を考慮すると平日ではさらに多くの移動があろうと思われる。因みに 3 大首都圏（東京・中京・関西）の通勤通学者数は、約 13,000 人／日とされている。

また、全機関に占める割合としては、鉄道が約 78%、自動車が乗合、貸切バス・営業用合わせて約 21%、船舶 0.2%、航空機 0.3%程度となっている。その内、JR 関係は約 30%､民鉄約 48%であり､自動車の内訳としては乗合バスが約 14%､貸切バスが約 1%、営業用自動車が約 6%を占めている。

次に地域間（拠点駅間）の移動について、所要時間と乗換回数、距離及びコストを鉄道と航空機に区分してまとめた時間地図から以下のことが言える。

この地図は物理的な距離より所要時間から作成されているため、基本的に方向と移動

距離間を最速到達でまとめられている。そのため、首都圏から見た場合、関西、四国、中国、九州方面は時間距離としてはほぼ同時間となっている。しかし、中国・四国地方より遠方の九州方面の方がコスト面で安価となっている。これは、羽田・千歳間及び羽田・福岡間の航空運賃が旅客数の多さとともにLCCとの競争から安価な設定となっているためと考えられる。また、一例をあげれば東京駅・広島駅間では航空機で3時間29分、36,867円掛かるが新幹線を選択した場合、4時間5分程度、18,040円である。利用者にとって時間とコスト、乗換利便性などが選択の余地となろう。

なお、航空、鉄道、高速道路の輸送費用については、特に調整する機関はなく自由競争となっているため、競合路線では減便や値下げ競争も繰り広げられることとなる。

② 交通手段の種類と特性

交通手段の種類とその交通特性として、各交通手段別に輸送可能量、輸送距離、輸送速度、輸送コスト、施設整備コスト、定時性、災害耐性（交通阻害要因）で整理した。

交通手段の特性では、高速大量輸送としては鉄道が主流となり、超高速遠距離対応では航空機となる。安価でかつ大量輸送となると船舶があげられるが、大型航空機と船舶では輸送人員に大差は見られない。

一般的に交通手段を選択する場合、距離とコスト、時間、快適性などから選択される。航空機と新幹線で比較した場合、距離に応じてコストと時間の切りあい点が存在し、優位性のある交通手段が選択されることとなる。

③ 首都圏を中心とした実態調査

首都圏での全機関（JR、民鉄、自動車、営業用乗用車、旅客船、航空）の調査結果からの総数では約173億人であり、日平均では約4,700万人が何らかの交通手段で移動していることとなる。全国からの割合でも約60%が首都圏を占めていることとなる。

また、全機関に占める割合としては、鉄道が約85%、自動車が自家用・営業合わせて約14%、船舶約0.05%、航空機約0.002%程度となっている。その内、JR関係は約33%、民鉄約52%であり、自動車の内訳としては乗合バスが約11%、貸切バスが約0.6%、営業用自動車が約 3%を占めている。占める割合は傾向的に全国と変わらないものの、若干鉄道に占める割合が多くみられる。

例えば、関東から北海道間では航空機が優先されるであろうし、関東から関西では新幹線が主に優先されることとなる。この表からはある程度の選択するであろう傾向はつかめる。

④ 交通結節点の調査から

交通結節点として、横浜駅周辺、品川・田町・浜松町周辺、新宿・渋谷駅周辺をターゲットに調査した。大規模駅周辺ということもあり、多くは開発途中若しくは開発計画が策定されている。

横浜駅では、今後西口駅ビルを建設し、災害対策とも合わせて上空開発を策定中である。なお、バス路線は充実しているが、系統が多く複雑で、行き先と乗り場を探しづらい面や駐輪スペースの不足、交差点の混雑、バスの定時性・速達性が低下している。

品川駅周辺では、品川・田町間の新駅計画や新駅を中心に車両基地を整理し 13 万㎡の開発用地を生み出し、高層ビル計画を推進している。また、田町駅周辺では駅改修と

ともに東西自由通路の拡幅計画もあり、浜松町駅周辺も駅改良と合わせ、東西歩行者デッキの整備計画が進められている。

⑤ 連携・代替性の整理

鉄道の連携の具体的事例としては国土交通省が進めている「都市鉄道利便増進事業」があり、数件の実績もある。また、鉄道と航空機の連携として品川アクセス計画や鉄道とバスでは新宿、渋谷などの駅で計画が進められている。また、新木場にもシティエアターミナルとしての機能を設ける計画もあり、鉄道、高速道路との交通結節点としての機能が発揮されるものと思われる。

3.2 今後の課題

次年度は物流の合理化、効率化および機能強化を目的に、交通手段の連携、代替性による交通手段の多様性、多重性を確保するための地下空間の利用について検討を進めて行く予定である。また、人流では、交通結節点において、地上スペースの確保が困難な個所や防災面から地下空間の活用について検討を行う予定である。

参考文献

1) 国土交通省　平成 25 年度国土交通白書　人口の減少、少子高齢化の進展など人口構造の変化に対応した国土交通行政の展開（通勤・通学者の変化）
http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h14/H14/html/E1024203.html

2) 国土交通省　都市鉄道利便増進事業
http://www.mlit.go.jp/common/000227012.pdf

3) Yahoo 乗換案内
http://transit.loco.yahoo.co.jp/

書名　　補助事業名　国土強靭化に資する地下空間利用の調査研究報告書

発行　　平成 27 年 3 月
一般財団法人　エンジニアリング協会
地下開発利用研究センター
〒105-0001
東京都港区虎ノ門三丁目 18 番 19 号
TEL 03-5405-7203
FAX 03-5405-8201

印刷　　服部プロセス株式会社