ENAA GEC2013-P1

（25-62①）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

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

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

我が国の社会資本は、高度経済成長期に集中的に整備され、今後の急速な老朽化が懸念されています。昨今の高速道路における天井板落下事故や鉄道の線路施設のトラブルの発生はその象徴的な事例と考えられます。また、我が国の人口は、20 世紀初頭は約 5,000 万人でしたが、21 世紀初頭には 1 億 2,800 万人に達しています。今後の予測では、22 世紀初頭には 20 世紀初頭と同程度まで人口が減少するとの試算が政府より公表されています。我が国は、これから、これまでの歴史中で類例を見ない水準の人口減少を経験することになります。

近い将来には、首都圏直下型地震や東海・東南海・南海トラフ地震の発生が予測されているとともに、地球温暖化に伴うと考えられる気象の急変化も懸念されています。

これらの社会状況の下、これまでに得た知見と技術開発力を活用し、国土の防災・減災と産業の発展とに役立つ長期的な戦略が求められています。そして、人口減少に移行する中で、国土の防災・減災を考えるとき、地下空間の利用は、非常に有効な手段でもあります。

当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新技術・各種システムに関する調査研究を実施しております。

平成 25 年度においては、これまでの成果の蓄積を踏まえながら、昨年度に引き続き「防災・減災型地下インフラの調査に関する調査研究」に取り組んでまいりました。

本報告書は、公益財団法人 JKA より機械工業振興資金の補助を受け、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 25 年度「防災・減災型地下インフラの調査に関する調査研究」の成果を報告書として取りまとめたものです。

調査研究の実施にあたっては、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「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」、「大災害に対する都市内地下空間の有効活用に関する調査研究専門部会」、「社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査研究専門部会」、「大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査研究専門部会」の 4 つの専門部会を設けて調査研究を行いました。

最後に、本報告書の成果が国民の安全・安心につながる防災・減災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２６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２５年度
地下利用推進部会　幹事会名簿

幹 事 長	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　部会長）	
副幹事長	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	西村　毅	㈱安藤・間　技術研究所　土木研究部　主席研究員	
		（第一部会　部会長）	
幹　事	文村　賢一	大成建設㈱　土木本部 土木技術部 トンネル技術室課長	
		（第一部会　副部会長）	
幹　事	川端　康夫	飛島建設㈱　建設事業本部　エンジニアリング事業推進部	
		インフラ防災Ｇ　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	千々岩三夫	鉄建建設㈱　土木本部　エンジニアリング　部長	
		（第四部会　副部会長）	
前幹事	柴田　勝実	大成建設㈱　土木本部　土木技術部　トンネル技術室　課長	
		（第一部会　副部会長）	
前幹事	高村　圭一	鉄建建設㈱　エンジニアリング本部副本部長	
		（第四部会　副部会長）	

事務局	三井田英明	(一財)エンジニアリング協会　地下開発利用研究センター
		副所長
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	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
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

防災・減災型地下インフラの調査
に関する調査研究報告書

目　次

序

平成 24 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　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
平成 24 年度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－ 25
2.1　東日本大震災の概要 ····· Ⅰ－ 25
2.2　被害調査結果 ····· Ⅰ－ 34
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－101

第Ⅱ部　大災害に対する都市内地下空間の有効活用に関する調査
平成 24 年度大災害に対する都市内地下空間の有効活用に関する調査専門部会（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－ 2
1.3　調査状況 ····· Ⅱ－ 3
第２章　調査成果 ····· Ⅱ－ 7
2.1　平成 24 年度調査成果 ····· Ⅱ－ 7
2.2　地下街の現況調査 ····· Ⅱ－ 9
2.3　都市再生安全確保計画制度の進捗について ····· Ⅱ－ 41
2.4　地下街のあるべき姿 ····· Ⅱ－ 50
第３章　調査のまとめと今後の課題 ····· Ⅱ－ 59
3.1　調査のまとめ ····· Ⅱ－ 59

3.2　今後の課題 …… Ⅱ－ 62

第Ⅲ部　社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査

平成 24 年度社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査専門部会（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－ 1
1.3　調査状況 …… Ⅲ－ 2
1.4　視察・ヒアリング調査 …… Ⅲ－ 5
第２章　調査結果 …… Ⅲ－ 15
2.1　災害時における地下水の利用形態 …… Ⅲ－ 15
2.2　災害時に必要とされる地下水の環境条件 …… Ⅲ－ 29
2.3　災害時地下水利用の実態 …… Ⅲ－ 54
2.4　望まれる災害時の配水ネットワーク …… Ⅲ－ 68
2.5　地域における自助・共助・公助の考え方 …… Ⅲ－ 84
第３章　調査のまとめと今後の課題 …… Ⅲ－ 95
3.1　調査のまとめ …… Ⅲ－ 95
3.2　今後の課題 …… Ⅲ－ 95

第Ⅳ部　大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査

平成 24 年度大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査専門部会（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－ 5
1.4　ヒアリング調査 …… Ⅳ－ 6
第２章　調査成果 …… Ⅳ－ 19
2.1　道路の役割と地下化適用性 …… Ⅳ－ 19
2.2　都市部危険性（ハザード）の調査 …… Ⅳ－ 32
2.3　ミッシングリンクの調査 …… Ⅳ－179
2.4　地下化道路路線の試検討 …… Ⅳ－205
第３章　調査のまとめと今後の課題 …… Ⅳ－261
3.1　調査のまとめ …… Ⅳ－261
3.2　今後の課題 …… Ⅳ－262

地下利用推進部会の活動と成果

1.　部会活動の基本目的

今後の世界と我が国の産業のありようを考えた場合、地球環境の保全と人間社会の持続を確保しつつ経済成長を同時に確保するサスティナブル社会の実現、我が国の国際貢献も含めた新しい産業社会の実現が求められている。

都市部における有効な地下利用促進による低炭素社会実現への貢献は大きく、着実に進められつつあるが、技術面での課題や経済性の制約により十分とは言えない現状である。

地下利用推進のための課題を検討し、推進のための具体的な方策やニーズに結びついた提案には大きな期待が寄せられている。

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なっている。

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かかわる連絡・調整等を実施する。

2)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

＜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（第一部会）担当＞

地下の浅い所、深い所の地下施設の被害を調査し、被害を低減する方策について提言することを目的に調査研究を行う。

3)大災害に対する都市内空間の有効活用に関する調査

＜大災害に対する都市内空間の有効活用に関する調査研究専門部会（第二部会）担当＞

大災害に備えた地下施設のあり方と大災害を受けた場合の地下施設の有効な活用のし方等について調査研究を行って、災害に対する都市内地下空間の有効活用方策について提言することを目的に調査研究を行う。

4)社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査

＜社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査研究専門部会（第三部会）担当＞

水を基本テーマとし、非常時における防災・減災に対する地下水利用の可能性を調査研究して、災害時に有用となる配水ネットワークや地下水利用上の地域連携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)大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査

＜大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査研究専門部会（第四部会）担当＞

大深度を含む地下道路・道路施設群の都市防災・減災に資する役割、及び地震、津波、火災、台風等の災害を受けた場合の安全性について検討し、より安全な都市空間を確保する方策について提言して、大深度等の地下利用促進を目的に調査研究を行う。

3．成果概要

東北地方太平洋沖地震により引き起こされた東日本大震災は、我々に改めて社会インフラのあり方、役割を問いかけるものであった。想定を超える災害のなかで、人々の生活（安全・安心、快適性等）とそれを支える多様な産業（生産、物流等）の活動を如何に保持し、確実なものとするかを産・学・官の各方面で検討が進められている。

地下利用推進部会においても、「防災・減災型地下インフラの調査に関する調査研究」を主題とし、平成 24 年度より、下記項目について調査検討を進めてきた。

- 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
  地下施設を「浅い施設」と「深い施設」に類別した被害状況の調査、検証
- 大災害に対する都市内空間の有効活用に関する調査
  過去の災害発生状況、過去の研究・調査事例、地下空間防災・減災に関する各種法律・ガイドライン、東日本大震災を踏まえた各種機関の防災への取組ほかの調査
- 社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査
  防災、減災に向けた地下水（含：貯留・取水地下水）の利用方策を提案することを目的とし、地下水利用の実状、利点・課題を整理、検討
- 大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査
  都市における地下道路整備の適用性検討を行うものであり、都市に求められる安全・安心機能、災害の種類と特性、社会インフラの役割、地下空間の役割と特性、道路の役割と地下道路の特性について調査

以上の各検討項目の成果概要を以降にまとまめる。なお、本検討は、2 ヵ年検討の初年度（平成 24 年度）に実施した基礎的調査検討に基づき、より具体的な方策、課題についてまとめるものである。

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

＜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（第一部会）担当＞

「東日本大震災」における地下構造物の被害に着目して調査を実施し、被害を低減する方策について検討することを目的として活動を行った。平成 24 年度においては、「浅い施設」と「深い施設」の WG に分かれて被害状況を収集し、取りまとめを行った。

「浅い施設」としては、ライフライン関連施設に着目し、電力、ガス、上水道、下水道、情報通信、共同溝、道路、鉄道、港湾･空港の構造物を対象とした。「深い施設」としては、トンネルおよび深い地下を利用した施設として、鉄道・道路、地下鉄・共同溝、エネルギー関連施設、鉱山、地熱、電力関連施設とした。

平成 25 年度においては、継続して被害調査を実施するとともに、調査結果を踏まえて

被害を低減する方策についての検討を実施した。その結果の概要は以下の通りである。

- 電力施設では、地震動による被害は総じて少なく、沿岸部における津波および液状化被害が甚大であった。このことから、地域ごとに想定される地震、津波の規模に応じた液状化対策や津波対策を進めるべきである。
- 中央防災会議の報告にあるように、頻度の高い津波に対しては機能に重大な支障をきたさないこと、最大クラスの津波に対しては復旧が容易となることを目標に、適切な措置を施すことも重要である。
- エネルギー関連施設では、貯蔵タンクは地上より地下に設置されたものが地震・津波に強く、今回の震災からもその優位性が示された。よって、地上にあるタンクを地下化することで、大規模地震時にも、被害を軽減することが可能であると考える。しかし、液状化や津波による洗掘の被害が生じていることからこれらの対策を施すことは必要である。
- 上下水道や情報通信のライフライン施設では、被害は広域に発生したものの、耐震設計や耐震構造の採用が進み、被災率としては減少していることがわかった。今後とも耐震化を進めることは重要であるといえる。また、施設の二重化やネットワーク構築によるバックアップ機能の強化が重要である。
- 道路・鉄道におけるトンネルでは、今回の震災では、ほとんど被災例が報告されず地震に強い構造物であることが示された。しかし、過去の内陸型の地震では被災したトンネルの事例も報告されており、日常点検等で機能低下が見られる場合など、早期の補修を実施することが望ましい。
- 地下鉄を地上の鉄道と比較して被害状況を分析した結果、地下鉄は地震による構造物へのダメージが地上構造物よりもはるかに小さいと評価できる。そのため、地下鉄は地震時においては、設備面さえ早期に復旧することができれば、早い段階で利用可能な移動手段となる。しかし、現在運用されている地下鉄網は、相互乗り入れ等によって地上区間を有する鉄道網と接続されているため、地上接続部やその延長上の耐震対策の実施が、実際の運用上においては重要になると考えられる。

以上、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。

- 南海トラフ大地震等、今後発生が予想される大地震に対しては、地域ごとに想定される地震や津波の規模に応じた対策の推進
- 地上施設に比較して優位性が明らかとなった地下構造物の利用の推進
  例えば、地上タンクの地下化、ライフライン施設の共同溝化の推進
- 災害時における、新しい地下利用の創出
  例えば、津波避難用の地下シェルター

3.2 大災害に対する都市内空間の有効活用に関する調査

＜大災害に対する都市内空間の有効活用に関する調査研究専門部会（第二部会）担当＞

都市内地下空間である地下街について災害時に有効利用できる可能性を探るために前年度に行った災害発生状況、地下街の被災状況および該当する法律・条令・ガイドライン等

の調査と八重洲地下街へのヒアリングにより、災害時の地下街の実態について調査した。

今年度は実態調査を補強するため、大阪と福岡の地下街へのヒアリングを行い、地方都市における地下街の状況についても把握するよう努めた。

調査の結果、ほとんどの地下街は交通結節点に付随もしくは近接しているため、災害発生時に自然滞留が起こるとともに帰宅困難者にとっても交通機関の復旧に際して即時に行動がとれる場所であり、施設の安全とインフラ設備の維持が保たれた状態であれば一時滞留（避難）場所として有効であるとの結論に至った。

これを踏まえ、地下街のあり方について、浸水災害、火災災害、地震災害に対しての備えと避難誘導体制や情報提供など管理体制について考察した。

今後の課題として、災害時に地下街を有効利用するためには、その経営がほとんどの場合が民間であることから二次被害等の発生にも留意し、その際の責任の所在について明らかにしておく必要があるという点があげられる。

平成 24 年 9 月には東京都を中心に官民が一体となって「首都圏直下地震帰宅困難者等対策協議会」が組織され、その中で「駅前滞留者対策ガイドライン」が策定されるなど一定の前進が見られるほか、国土交通省においても平成 26 年度予算に「大都市のターミナル駅周辺の地下街の耐震補強に対する補助制度」を計上し、対策費の 3 分の 2 を国および自治体が補助することにより今度 10 年以内を目処に地下街の耐震補強を促進させることとなった。

このような動きがますます加速し、行政が積極的に滞留者の保護に対してより中心的な役割を果たすことが望まれる。

3.3 社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査

＜社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査研究専門部会（第三部会）担当＞

阪神淡路大震災以降、バブル期を経て社会や経済環境が大きく変化している中で発生した東日本大震災はこれまで想定してきた災害環境の大きな変化を認識させる出来事となり、ソフト面とハード面の組合せ等による災害への即応体制の確立と被害拡大の抑制と早期復旧を行う「減災」の考え方が必要とされるようになっている。

本調査では、ここで挙げた「防災」、「減災」に向けた地下水（地下施設を利用して貯留・取水された地下水を含む）の利用方策を提案することを目的としている。

初年度調査結果として、①災害時の「危機管理」と「ライフラインの重要性」が再認識され、地表部の汚染の影響が少ない深井戸や多重水源の確保が改めて提起されていること、②平時からの使用の有無に関わらず防災井戸や湧水の高い有用性が認識されていること、③井戸配置に関しても災害時に水入手困難な地域への優先配備が行われる事例のあること、④「命をつなぐ防災井戸」として民間に共助の精神が育まれつつあること等が明らかとなる一方、防災井戸の配置や利用用途・周知方法、地下水の応急利用に関わる所管部署の輻輳、自治体と民間の保管関係など、課題も明らかとなってきた。

本年度においては、これらの観点から地下水の利用形態や環境条件を平常時・災害時で再整理すると共に、東京 23 区における地下水利用の実態を取りまとめ、今後発生が予想される都市圏における地震・豪雨などの災害に対して、災害時を想定した平常時からの地

下水利用のあり方について提案することとした。

再整理や取りまとめの結果、地下水は平常時には飲用、生活用、雑用、医療用、消防水利、地中熱利用など幅広いポテンシャルを活用して利用されている。しかし、地震、津波、豪雨、渇水などの災害時では火災、地盤沈下、停電、断水、地すべり、交通遮断、燃料不足、行政機能喪失などの被害事象が複数同時に生じることが想定されるにも拘らず、災害時の地下水利用計画は多くの場合は平常時の地下水利用形態がそのまま維持できるものとして成り立っていることが明らかとなった。

このため，地域の被災状況に関わりなく減災と地域 BCP の観点から利用形態の維持、復活を図ることが重要と考え、ハードの面から過年度調査結果である地域内連携貯留施設構想に加え，大深度地下貯留管構想(大都市カナート構想)を提案すると共に、ソフトの面からは災害に備える事前段階から発災後の時間経過に応じて地域における公助・共助・自助はどうあるべきかについて取りまとめた。

また最後に、地下水を利用して災害に強い街づくりを進めるために、以下に示すような公助の立場からの公的補助等の仕組みづくりの提言を行った。

① 自助･共助の活性化
- ・防災井戸設置に向けた地域住民への啓発
- ・地域住民間のコミュニケーションの場の提供
- ・平常時からの井戸･湧水とのふれあい水辺環境の創造

② 安全な水質･水源の確保
- ・平常時利用のための水質検査体制の確立
- ・災害時利用目的の多様化に向けた浄化システムの設置
- ・災害時非常電源設備の充実配備
- ・電源喪失に対応した手動ポンプ設置
- ・井戸周辺環境の耐震化･オープンスペース化

③ 水利用情報の周知
- ・防災マップの電子情報化に加え、誰でも分かる掲示板･標識の設置
- ・地域内・外の連携した防災訓練の実施

④ 地下河川･地下調節池等空間の平常時有効利用

⑤ 水循環管理体制の構築
- ・水量･水質保全や地下水有効利用のための流域自治体の有機的連携
- ・井戸等災害対策施設設置に向けた行政権限の一元化

3.4 大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査

＜大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査研究専門部会（第四部会）担当＞

首都圏等の成熟･密集した都市環境での安全、安心、快適性の実現の為には、ソフト、ハード両面にわたる都市環境整備（コミュニティー醸成、社会インフラ更新･再構築等）が必要である。

本稿では地下に整備する道路による地上空間、地下空間の有機的、効率的な連携の適用性を検討するものであり、平成 24 年度においては、初年度検討として以下を行っている。

・ 都市の安全・安心を実現する為に社会インフラ群が果たすべき機能の調査・検討

・ 都市の安・安心を脅かす災害の「規模」、「予測の可否」、「頻度」、「継続時間」等の特性の整理、その都市における安全・安心の実現とのかかわりの整理
・ 災害特性に対応する都市の安全・安心の実現のための基盤技術、社会インフラの調査
・ 地下空間持つ特性の調査、その社会インフラへの適用性の調査・検討
・ 道路の持つ多面的な機能の調査、その安全・安心に果たす役割の調査検討
・ 地下道路の持つ特性・機能の調査、その都市形成に資する適用性と課題の整理検討

本年度は、表記検討成果を受け、地下道路網の整備の関わる下記項目の検討を行った。

① 道路の役割と地下化適用性

基幹社会インフラである道路の多面的な役割を再整理するとともに、その地下空間への整備の適用性の検討を行った。

② 都市部危険性（ハザード）の調査

国土における地震、風雨、洪水、火災等の様々なハザードの概要を検討するとともに、東京特別区で公開されているハザード情報群を収集・整理した。併せて総合的な都市危険度を判断することを目的に東西 2 断面、南北 2 断面の各種ハザード情報を重合わせる検討を行った。

③ ミッシングリンクの調査

道路網の役割には、日常的な社会・経済活動のための常時で機能すべきもの、災害時における避難、物資輸送等の機能すべき非常時におけるものに大別される。

この２つの視点にたち、主に首都圏を中心とした、道路網のミッシングリンクについて調査を行った。

④ 地下化道路路線の試検討

以上①～③の検討結果に基づき、今後に整備の有効性が期待される地下道路路線として、1 号上野線の荒川以北までの延伸（南北軸）、立川防災拠点から都市部への接続（東西軸）の 2 ケースにつき試検討を行った。また併せて地下道路内での防災、地下道路に併設される立坑の防災利用の可能性を検討した。以上の検討結果、今後の主たる課題として以下を確認した。

・基幹社会インフラとしての道路役割は多く、機能維持・保全の観点から地下化の意義は大きい。
・地下空間の被災形態は、地上部と異なることから道路網の多重性とともに多様性を実現する意義は大きい。
・現在まとめられているハザードデータ群は行政単位で仕様の統一が不十分な点があるとともに、複数のハザードを重ね合わせ総合的な危険度を判断するのは、工数を有する。現況での IT 技術を活用したハザードの仕様統一的、総合的な整備（ハザードビッグデータ整備）が期待される。
・試検討した 2 路線（1 号上野線延伸、立川都心接続）は、常時ミッシングリンク、非常時ミッシングリンクの観点からともに整備が期待されるものであり、今後の深化した検討が期待される。
・閉塞空間での災害発生抑止とともに、外環境から遮断される環境となる地下空間活用も期待される。

４．幹事会活動経過

回	開催日	主要議事事項
第 1 回	H.25.7.16	・平成 25 年度地下利用推進部会・幹事会の進め方について ・地下利用推進部会　各専門部会活動報告 ・平成 26・27 年度地下利用推進部会活動方針について
第 2 回	H.25.8.7	・地下利用推進部会　各専門部会活動報告 ・平成 26・27 年度地下利用推進部会活動方針について
第 3 回	H.25.10.9	・地下利用推進部会　各専門部会活動報告 ・平成 26・27 年度のテーマ検討結果報告 ・各部会の報告書作成スケジュールの確認
第 4 回	H.25.12.18	・地下利用推進部会　各専門部会活動報告 ・報告書の様式の確認、統一 ・各部会の報告書作成スケジュールの確認
第 5 回	H.26.2.10	・地下利用推進部会　各専門部会活動報告 ・各部会の報告書作成スケジュールの確認
第 6 回	H.26.3.6	・最終調査研究報告書の読み合わせ ・報告書作成スケジュールの確認 ・平成 26・27 年度のテーマ確認とスケジュールについて

第Ⅰ部　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

平成２５年度
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 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	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
委　員	副島　紀代	(株)大林組　技術研究所　構造技術研究部　副主任研究員
委　員	川久保　昌平	川崎地質(株)　事業本部　保全・エネルギー部 エネルギーグループ　課長
委　員	木村　育正	(株)技研製作所 工法事業部 工法推進課 リーダー 課長
委　員	市川　晃央	(株)竹中土木　技術・生産本部　技術部　課長
委　員	松枝　孝	千代田化工建設(株)　ガス貯蔵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	尾留川　剛	電源開発(株)　土木建築部　土木技術室　課長
委　員	小笠原　広志	東急建設(株)　土木総本部　土木技術部 地盤・基礎グループ　サブリーダー
委　員	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
前副部会長	柴田　勝実	大成建設(株) 土木本部　土木技術部　トンネル技術室 課長
前　委　員	長谷川　登	電源開発(株)　土木建築部　土木技術室　上席課長
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　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

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－ 25

2.1 東日本大震災の概要 …… Ⅰ－ 25

2.1.1 地震と津波の概要 …… Ⅰ－ 25

2.1.2 被害の概要 …… Ⅰ－ 28

2.2 被害調査結果 …… Ⅰ－ 34

2.2.1 電力関連施設 …… Ⅰ－ 34

2.2.2 ガス・エネルギー関連施設 …… Ⅰ－ 53

2.2.3 上水道関連施設 …… Ⅰ－ 60

2.2.4 下水道関連施設 …… Ⅰ－ 64

2.2.5 情報通信関連施設 …… Ⅰ－ 68

2.2.6 共同溝施設 …… Ⅰ－ 71

2.2.7 道路関連施設 …… Ⅰ－ 73

2.2.8 鉄道・地下鉄関連施設 …… Ⅰ－ 77

2.2.9 港湾・空港関連施設 …… Ⅰ－ 89

2.2.10 鉱山・地熱関連施設 …… 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－101

第１章　調査経緯

1.1　調査方針

東日本大震災では、地震の揺れや液状化、地盤沈下などによって東日本の広い範囲で各種インフラや住宅等に大きな被害が発生した。また、東日本の太平洋側に押し寄せた大津波により、多くの人命が失われ甚大な被害が生じた。震災後には、国、地方自治体や事業者等により､多くの調査が実施されているが､地下施設のみを取り上げた被害調査はない。岩盤石油備蓄施設の地下タンク本体には大きな被害はなく、地上タンクの大きな被害に比較すると、地下施設の安全性が示された。一方で、地下浅い所の下水道管等のライフラインは津波、液状化等により大きな被害を受けた。

本部会は、これらの、地下の浅い所、深い所の施設の被害を調査し、被害を低減する方策について提言することを目的として活動するものである。平成 24 年度においては、被害状況を収集し、取りまとめを行った。平成 25 年度においては、調査結果を踏まえて、地下構造物の被害の分析および対策についての検討をまとめた。

1.2　調査内容

平成 24 年度の調査においては､「浅い施設」と「深い施設」の WG に分かれて、各委員が知見や経験のある種々の地下施設について、被害状況の収集・整理を行った。ここで言う「浅い施設」とは埋立地から沖積層の深さに存在する施設であり、主に液状化で被害が生じているインフラである｡「深い施設」はそれ以外とした。また、本調査にて対象とした被害は、施設の損傷であり、人的被害および停電・通信遮断などの機能の損失は対象としていない。

平成 25 年度は、深度ごとの被害状況の比較を行う必要があるため「浅い施設」､「深い施設」に分けずに構造物分類ごとに調査を行った。

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 平成 24 年度以降に公表された情報がある場合には、追加調査を実施した。
② 調査した情報のうち地下施設と地上施設の被害比較等の分析・評価を実施した。
③ 分析・評価結果に基づき、被害低減のための対策案を検討した。
④ 被害状況の詳細把握のために、ヒアリングを実施した。

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	H25.5.31	・H25 年度活動方針の確認と今後の予定計画を討議した。 ・本年度の活動の進め方、調査研究内容について討議した。
ヒアリング調査	H25.7.9～10	・高知県ヒアリング ・南海地震に対する高知県、高知市の津波対策、浸水対策についてヒアリングした。
ヒアリング調査	H25.7.17	・日本地下石油備蓄㈱ヒアリング ・被災状況、防災対策、復旧のシナリオ、今後の防災対策についての方針等をヒアリングした。
第２回	H25.7.29	・各委員の資料収集状況の中間報告を行った。 ・平成 26・27 年度の大テーマとしては幹事長より「国土強靭化に資する地下空間利用の調査研究」が示されていることを報告。
第３回	H25.9.10	・平成 24 年度は「浅い施設」、「深い施設」で分けたが、本年度は両者を比較・分析する必要があり、一つにまとめて記述することを確認した。 ・電力施設について新たな情報が報告された。 ・東京メトロをヒアリング先として決定した。
第４回	H25.11.6	・各委員より作成原稿の報告を行った。 ・原稿作成時の共通事項として①各項目に被災例の写真を入れること、②数値情報のアップデート、年号の確認等を行うこと、③担当の章末に提言を入れること等を確認した。
ヒアリング調査	H25.11.8	・東京メトロヒアリング ・東日本大震災時の対応と地下鉄施設独自の防災対策についてのヒアリングを実施した。
第５回	H26.1.16	・担当毎に報告書原稿を読み上げ、内容や図表などについてチェックを行った。 ・報告書提出までのスケジュールについて確認した。
第６回	H26.2.12	・報告書原稿の読みあわせを実施した。

1.4　ヒアリング調査

1.4.1　高知県

1) 調査概要

東南海・南海地震に対する具体的な対策を検討している高知県に出向いてヒアリングを行ったので、その結果をまとめた。

高知県では、課題の一つとして、南海地震に伴う高知市の長期浸水対策について検討しており、その内容を把握する目的で平成 25 年 7 月 9 日に高知県高知市で開催された「圧入工学セミナー」で高知県危機管理部の野々村副部長の講演を聴講すると同時に翌日には高知県庁に訪庁して野々村副部長に直接ヒアリングを行った。

また、二つ目の課題は、津波に対する海岸部の対策を進めており、その点に関しても野々村副部長、ならびに直接の担当者にヒアリングを行って情報を収集した。

2) 南海地震に伴う高知市の長期浸水対策について

（1）圧入工学セミナーでの講演内容（**写真 1.4.1-1** 参照）



写真 1.4.1-1　圧入工学セミナーの会場風景

初めに東南海・南海地震による地殻変動の予測について説明された。同地震では、高知市の沿岸は隆起し、逆に高知市内は約 1.95m 沈降すると予測している。これが内陸型の地震でも同様であるとしている。

長期浸水はその結果発生するもので、そのメカニズムは、地震により海岸及び河川堤防が破損すると同時に市内周辺が約 1.95m沈降するために約 2,800ha の範囲で浸水すると予測される（**図 1.4.1-1** 参照）。なお、浸水エリア内の人口は約 13 万人である。

そこで、このような長期浸水に対して、止水・排水対策の手順を検討している（**図 1.4.1-2** 参照）。

止水・排水対策の検討項目としては大きく 3 つあり、①道路啓開、②止水対策、③排水対策であり、各検討項目についてまとめると以下のようになる。

①道路啓開･･･長期浸水に備えた道路の整備と発災後の速やかな道路啓開の実施であ

り、前者に関して緊急輸送道路は国の管理道路として対策済みである。緊急輸送道路の復旧は4ステップの段階で実施される。

②止水対策･･･主に堤防の耐震化を進めることとし、5ヶ年計画で完成を目指している。耐震化は優先度の高い所から実施し、対策としてはかさ上げや鋼矢板等が検討されている。

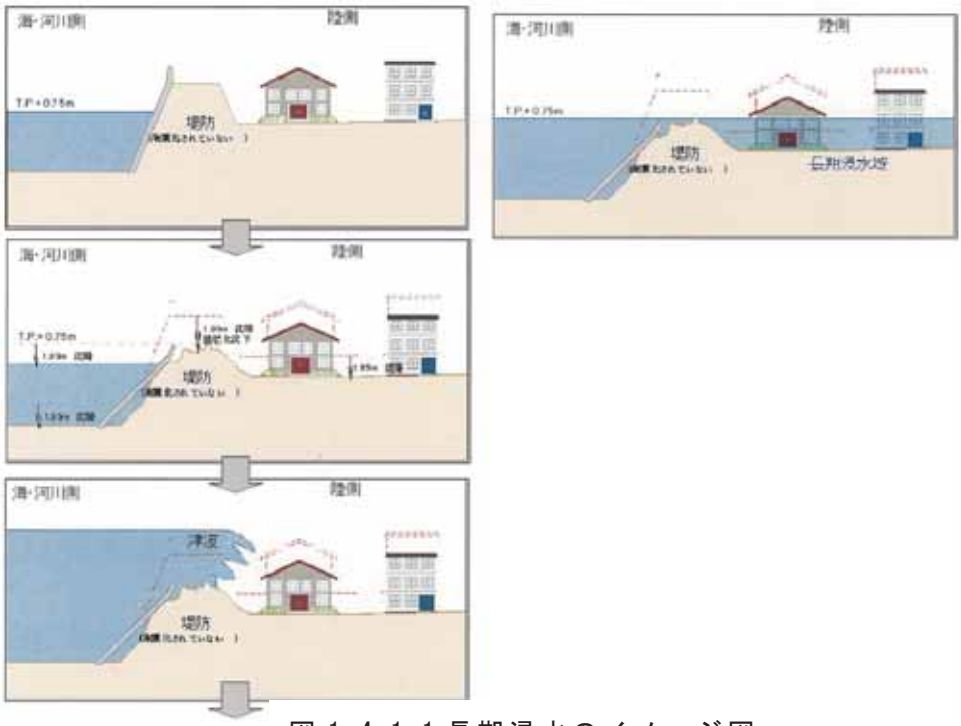


図 1.4.1-1 長期浸水のイメージ図

出典：講演会での説明資料

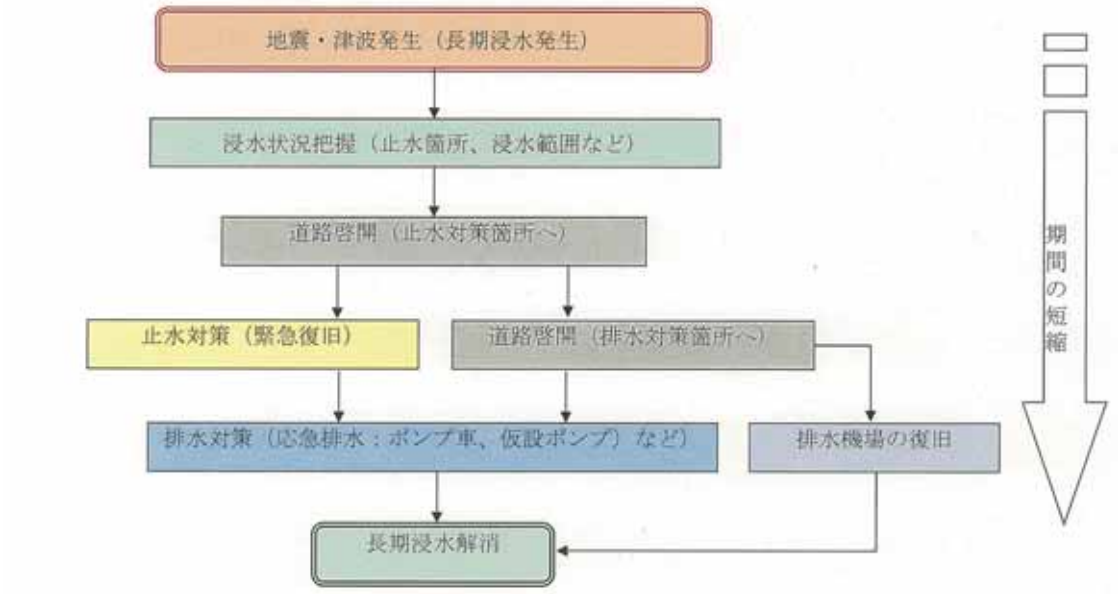


図 1.4.1-2 止水・排水対策手順

出典：講演会での説明資料

③排水対策･･･各所に排水機場が設置されており、整備は優先度の高い場所から行われる。ポンプシミュレーションの結果では、優先度 A の排水機場稼働で平均 3.2 日、優先度 A,B,C の排水機場稼働で平均 1.5 日程度で全域排水が可能となる。

（2）高知県庁でのヒアリング

「南海地震に伴う高知市の長期浸水対策について」を含め、高知県危機管理部へ伺い、防災対策等についてヒアリングを行った。

危機管理部では野々村副部長を初め、南海地震対策課の吉岡チーフ、土木部港湾・海岸課の岡田チーフに対応頂いた。事務局側は第一部会担当の結城と第二部会担当の高鍋の 2 名が参加した（**写真 1.4.1-2** 参照）。

ヒアリングでは、前日の講演で使用したプロジェクターの資料を提供して頂き、補足説明をして頂いた。

また、後述する津波シェルターや海岸部の対策についてお話を聞くことが出来た。



写真 1.4.1-2　高知県庁でのヒアリング状況

3) 津波に対する海岸部の対策について

高知県では政策提言に盛り込まれている地震・津波対策のうち、海岸沿いの津波に対する対策は海岸堤防の整備が主で、西側は国の予算で約 13km 区間計画されている。また、東側約 8.5km 区間は県の予算で事業化が計画されている。海岸堤防の津波対策の基本整備レベルとしては耐震補強（液状化対策）+かさ上げであるが、最大クラスの津波に対しての暫定整備レベルはかさ上げが計画されている。他に老朽化対策として現有機能の確保としての津波の波力に対応する補強（波返しの補強）もある。

現状では、西側仁ノ工区（約 1.6km）の耐震化が平成 24 年度に完了しているが、設計波高が決まっていない箇所もある。西側はリアス式海岸（沈降海岸）で天然の良港であるが、高波・高潮に弱いのが弱点である（**図 1.4.1-3** 参照）。

また、海岸から内湾に面して位置するタナスカ石油基地の津波対策について、野々村副

部長）から、以下の話があった。

湾口部に位置するタナスカ石油基地には高知県下の９割以上の石油が集積されている。この施設は耐震設計上で、L1 地震動に対してはハード的に問題はないが、L2 に対しては構造的に持たないので、施設が損壊した状態で 3m クラスの津波が来ると石油流出が発生する可能性がある。すなわち、石油が拡散した場合にどうするか、拡散しないための対策をどうするか等の課題について今後検討する必要があるとのこと。



図 1.4.1-3　高知海岸の地震・津波対策の促進

出典：ヒアリング先での提供資料

なお、津波シェルターに関しては**第 3 章**で言及する。

1.4.2　日本地下石油備蓄㈱

1) 調査概要

日本地下石油備蓄㈱の運営・管理する久慈国家石油備蓄基地は、東日本大震災において、地上施設は津波による壊滅的な被害を受けたが、備蓄空洞等の地下施設には大きな被害がなく、地下施設の優位性を示すものとなった。ここでは、久慈基地における被害の状況および対策を調査するために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 25 年 7 月 17 日（水）　14:00~15:30

(2) 場　所　：　日本地下石油備蓄株式会社　会議室

(3) 出席者　：　日本地下石油備蓄株式会社

業務部	岩盤技術室　室長	城代　邦宏　氏
業務部	岩盤技術室　課長代理	山田　治　　氏
業務部	技術課　課長代理	中嶋　護　　氏
業務部	技術課	玉田　貴祉　氏

地下利用推進第 1 部会

西村部会長、柴田副部会長、松枝委員、川久保委員

結城（事務局）

(4) 提出資料：①ヒアリング依頼文書

②アンケート調査票

③被害調査依頼

(5) 受領資料：①「東日本大震災における久慈国家石油備蓄基地の防災活動について」危険物保安技術協会，Safety & Tomorrow No.143，2012.5

②「2011.03.11 東日本大震災における久慈国家石油備蓄基地の被災状況と対応について」地圏科学研究会（2012/2/13）



写真 1.4.2-1　ヒアリング状況

2) ヒアリング内容

(1)基地内観測データ等

①地震データ

a)地上部

・震度　　：震度４、管理棟 1F の床に直置き（埋立地、標高：EL 約 6m）

・最大加速度：69 gal

・振幅　　：x(+47, -49)　y(+64, -49)　z(+30, -36)gal

b)地下部

・震度　　：震度３,サービストンネル部（花崗岩に岩着、標高：EL 約 6m、土被り 80m）

・最大加速度：20gal

・振幅　　：x(+13, -13)　y(+19, -14)　z(+15, -12) gal

・過去の地震と比較すると、地下部の震度は三陸はるか沖地震(1994)で 39gal，岩手県沿岸北部地震(2008)で 49gal であり、今回はこれらより小さい規模であった。

・過去も含め地震動による被害はない。

②津波データ

・津波の高さ：地盤面(CDL+6.5m)より 8.5m(@管理事務所)～31.2m(@坑口広場崖の遡上最大高さ)

・津波の速度：津波速度は計測していない。久慈港での計測結果はある。

③液状化データ

・液状化範囲：液状化の被害として確認できるものはなかった。
護岸等の被害は、津波の押し波、引き波によるものである。

・地盤沈下量：なし

④位置・地形等

・位置（震源地からの概略離隔距離）：250km

・地形、地質概要：花崗閃緑岩、透水係数 7.6×10^{-6}cm/s（設計）

・岩盤タンクの設置深度：空洞天端が EL.-20m，底盤が EL.-42m
岩盤タンク直上の地表面は EL.80m～170m

(2) 建設時の設計基準・対応策

1) 耐震設計

①地上部：建設当時の消防法、建築基準法に基づき設計を実施した。

②地下部：昭和 62 年頃に静的震度法による設計を実施した。設計震度は 120gal の慣性力として与えた。

2) 想定津波高さ

過去 20 年から 100 年程度の最高津波高さを設計値とし、下記の通り設定。

・地上施設の地盤高さ：CDL(潮位表基準面)+6.5m

・中央計器室床面高さ：CDL+15.15m（管理事務所の 3 階）

3) 津波対策

①津波侵入防止対策として、サービストンネルの坑口に防潮扉の設置

②高台への避難通路の設置

③津波避難訓練を年 3 回実施

④中央計器室を 3F に設置

・サービストンネルは防潮扉を閉止することで津波の侵入は防止できたが、これ以外の A トンネル、B トンネルには防潮扉がなく、津波が侵入した。トンネル内には石油備蓄に対する教育用展示物や、久慈市の水族館であるもぐらぴあがあったが、これらも壊滅的な被害を受けた。



図 1.4.2-1 久慈国家石油備蓄基地

出典：日本地下石油備蓄㈱

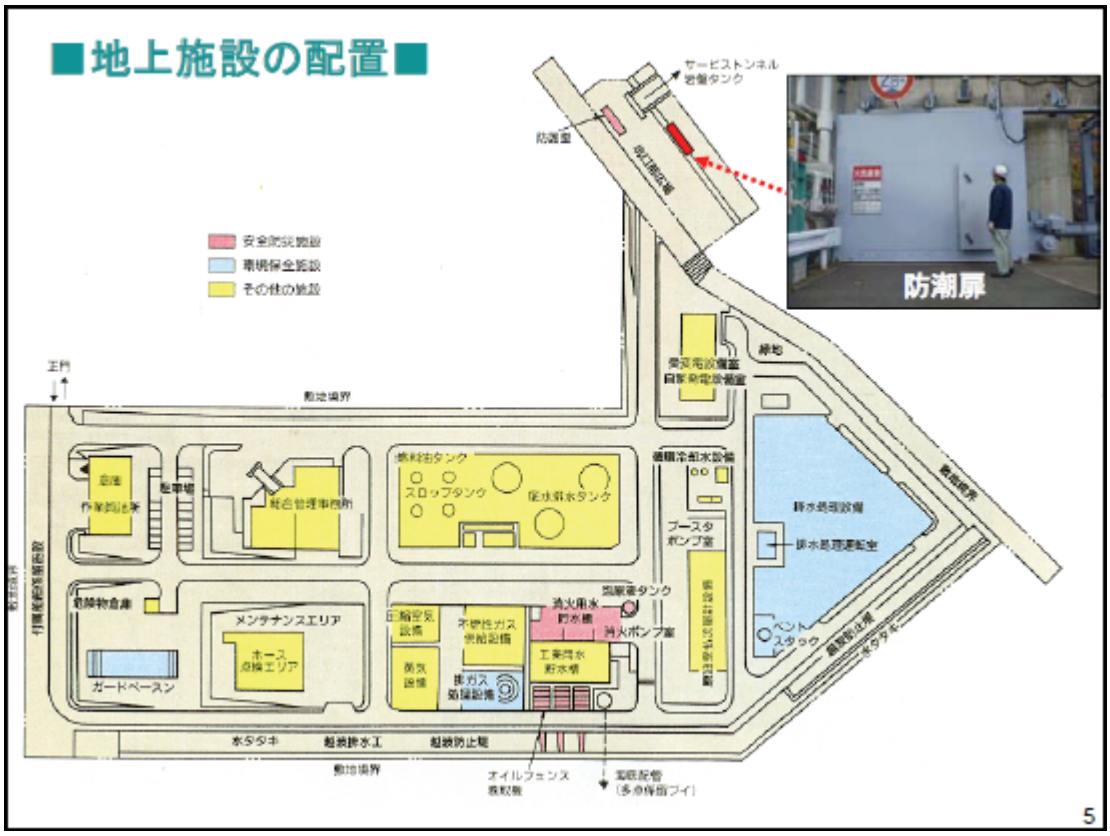


図 1.4.2-2　地上施設配置

出典：日本地下石油備蓄㈱

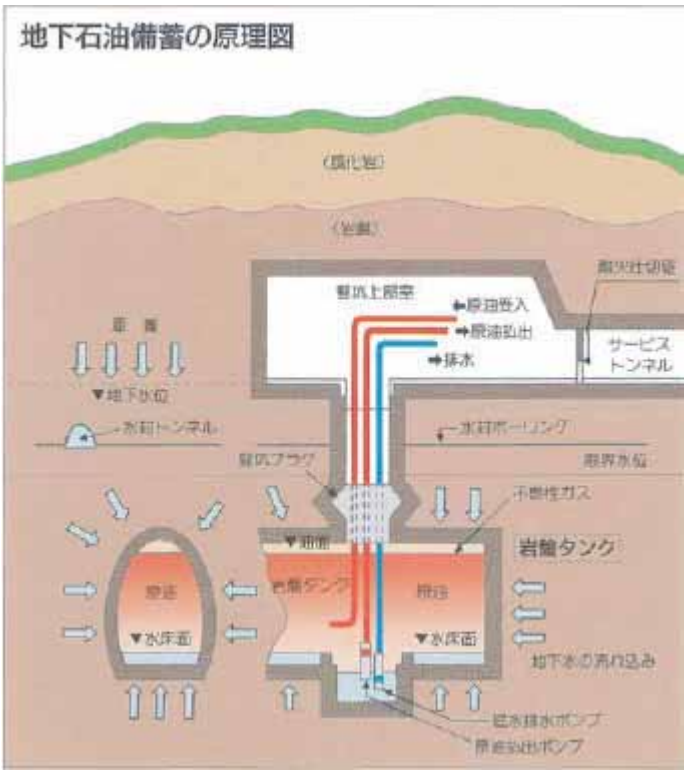


図 1.4.2-3　地下石油備蓄の原理図

出典：日本地下石油備蓄㈱



(a)被災直後の基地全景図



(b)被災直後地上部



(c)砂ろ過塔



(d)原油配管



(e)中央変電所



(f)底水排水タンクの流出移動



(g)基地周辺護岸と地上設備破壊状況



(h)もぐらんぴあ周辺

写真 1.4.2-1　被害状況写真

出典：日本地下石油備蓄㈱

(3)有効性・教訓

1) 被災防止に有効であったこと

① 地震発生後、買電が停電したが、非常用自家発電機の自動起動による電気供給
② 津波警報に伴い、サービストンネル坑口防潮扉の電動閉止による津波侵入防止
③ 緊急避難により、トンネル内の作業員の逃げ遅れによる人身災害の防止
④ 津波避難訓練は人身災害の防止及び地下施設の被災防止に有効

・非常用自家発電機の起動により、防潮扉を遠隔操作で閉止し、機器のシャットダウン操作をできたことがタンクの被災防止に繋がった。ただし、その直後の津波により自家発電機も流され、電源をすべて失った。２日後に手動で防潮扉を開け、自然換気できるようになってから点検に入った。

2) 被害経験による教訓

① 継続的訓練による全員の安全・確実な避難と地下設備の被災防止を維持・継続
② 災害発生時に臨機応変に対応できる能力の養成の重要性痛感
③ 津波警報に伴う設備停止、避難等の初期の緊急対応についてマニュアル化したが、数多くのケース全てを予め設定したマニュアル化は困難
④ 危機管理に必要な判断能力の向上（操業管理上の基地設備の機能や原理・原則をしっかり把握する必要性）

・今回の被災では、電源を喪失するという想定外の事象が発生しており、どのような事象に対する対応も可能なマニュアルを作るのは困難である。ただし、基本的な水封機能を維持するための原理原則をしっかりと理解しておくことが対策を講じる上で重要である。水封機能が失われ、周辺岩盤に石油が漏えいすることを防ぐために必要な仮設備が何であるかを判断し、その手配を直ぐに始めたことが今回の成功事例に繋がった。
・事前に底水排水ポンプが停止した場合の石油の漏えい時間予測のシミュレーションを実施しており、約 20 日間で石油が漏れ出すと予測していた。今回は、迅速な対応により 8 日後から排水ポンプの運転が再開できた。
・停電中は、自動計測のモニタリングはできなかったが、圧力や流量に関して手動で計測できるものは計測していた。仮設発電機が稼働したのちは、優先順位を決めて順次計測を再開していった。

(4) 課題

1) ハード面

・津波対策として、必要最低限の機能が維持できる設備にすることが課題である。そのために、平成 24 年度中に設備の原形復帰を行い、平成 25 年度中に非常用発電機などの装置を高台移設する計画が進行中である。

2) ソフト面

・前記 (3) 2)被災経験による教訓の③及び④参照

(5) 地震・津波・液状化対応策

1) 実施したこと

① 緊急対応措置

a) 岩盤タンクの機能低下抑止

・底水排水ポンプ運転の電源確保
・人工水封用水の確保（仮設配管で沢水と水道水を利用）
・岩盤タンクの気相部の内圧制御のための窒素発生装置の設置
・運転監視装置の復旧

b) 仮設発電機、変圧器および高圧ケーブルの手配と設置

c) 地下水位観測孔内の水位を携帯用計測器による継続監視

d) 底水排水用の仮設ホース

d) 仮設の水処理設備

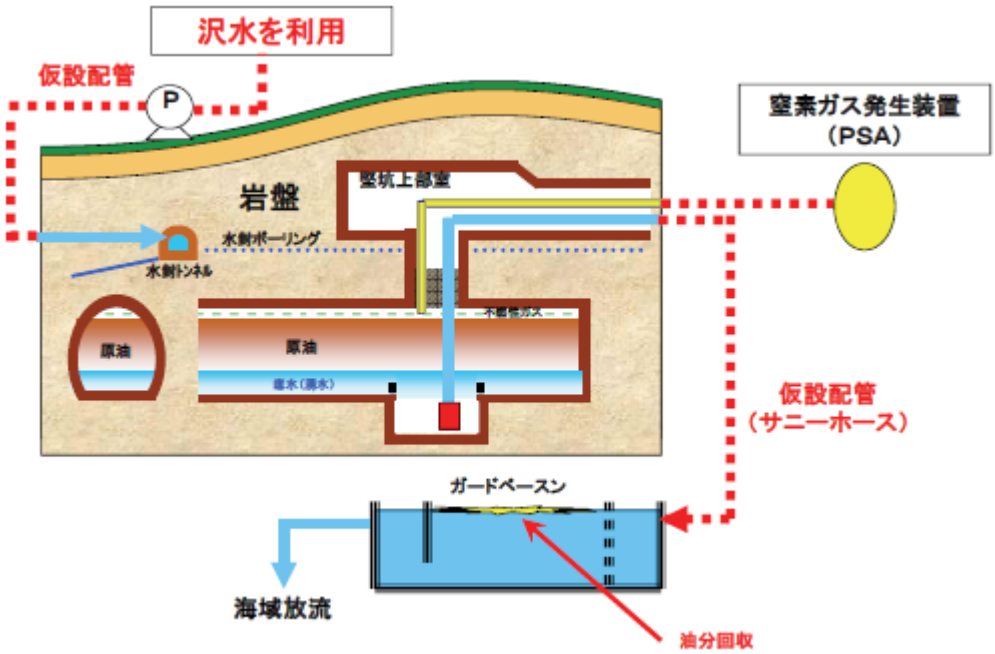


図 1.4.2-4 仮設設備による応急措置 概念図

出典：日本地下石油備蓄㈱

② 復旧・復興

a) 平成 23 年 10 月末までに電源・蒸気ボイラー・空気圧縮機・人工水封水の安定供給設備の設置。11 月以降、凍結の恐れがあるため電源・蒸気ボイラー・空気圧縮機の設置が最優先であった。

b) 平成 25 年 3 月末までに海域設備を除く、全ての設備が復旧した。
人工水封水が本復旧したのは H25.2.1 からであった。

c) 平成 26 年 3 月末までに津波対策を実施予定。

2) 被害の低減化を計るための恒久対策（計画）

①津波対策として、重要設備（非常用発電機、不燃性ガス供給設備、貯水設備）の高台配置を検討実施予定

②経済産業省の指示により JOGMEC（独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構）が津波・地震対策として、保有する 10 基地についてのロードマップを作成しており、液状化対策・耐震補強などを平成 29 年度までに実施することになっている。久慈基地では管理事務所の耐震診断の結果、耐力がやや不足しており耐震補強を実施する予定。液状化判定はこれから実施する予定。

③地上部の燃料タンクについては、地下タンク化した。

④A トンネル、B トンネルにも防潮扉を設置予定。



図 1.4.2-5 高台津波対策概要

出典：日本地下石油備蓄㈱

(6) その他

・本社と久慈基地の間で衛星電話および災害優先設定の携帯電話により連絡を取り合うことで、一体となって連携し、迅速かつスムーズな対応が取れた。
・協力会社やJOGMECなど多くの関連する企業・団体の協力が得られたため、発電機、運送会社の手配、燃料補給ができた。
・ルールとして決まっていることは必ず守ることを日頃から教育することが重要。避難マニュアルがあり年3回訓練している。そのために、10分程度で全員避難できた。
・避難ルートを増やし、２ルートとする計画である。
・一番過酷なシナリオを想定して、それに対する対応を考えておくことが重要である。

1.4.3　東京地下鉄㈱

1) 調査概要

首都圏の代表的な地下鉄の東日本大震災災害時の対応状況や、地震および水害に対する対策などを調査する目的で、東京地下鉄㈱にヒアリングを実施した。

(1) 日時：平成 25 年 11 月 8 日（金）　13：00～14：30
(2) 場所：東京地下鉄株式会社　本社
(3) 出席者：鉄道本部　工務部　次長　大石氏
鉄道本部　工務部　土木課　構造物担当課長　大泉氏
鉄道本部　安全・技術部　課長　防災担当　木暮氏
地下利用推進第一専門部会：西村部会長、木村委員、結城（事務局）

2) ヒアリング概要

(1) 防災担当課長の木暮様から資料-1、2 を基に震災対策と水害対策についての説明があった。
(2) 概要：東京地下鉄株式会社が取り組んでいる震災対策のうち、従前から取り組んでいる対策と東日本大震災時の経験を踏まえた新たな取組みについての説明とソフトとハードの両面から取り組んでいる水害対策についてヒアリングを実施した。
(3) 視察：ヒアリング後、東京地下鉄株式会社の駅部に設置されている防水板の設置箇所と海抜表示ならびに防水板の格納状況を確認した。

3) 受領資料

資料-1；「東京メトロの震災対策」　資料-2；「水害対策」



意見交換状況



海抜表示（上野駅）



非常用設備（日比谷駅）



非常用設備（上野駅）

写真 1.4.3-1　ヒアリング状況および災害対策施設

4) ヒアリング内容

(1) 概要説明

(a) 震災対策

阪神淡路大震災後に国の耐震基準の見直しに伴う耐震診断を実施し、震度 7 の地震動でも耐えられるようにトンネル、高架橋、地上部建物は補強工事をおこない平成 24 年度に完了させた。

東日本大震災後は上記で対策不要と判断された箇所（約 1200 箇所）にも耐震補強を実施することになり平成 27 年度を目途に施行中である。

沿線の 6 箇所に設置されている地震計の予測値又は実測値と、気象庁から発信される緊急地震速報を活用した「早期地震警報システム」による予測値のいずれかが規定値を超えた場合に、全列車をすみやかに停止させる。

なお、地震発生後の施設点検においては、平成 17 年に発生した千葉県北西部地震を契機として、早期の運転再開ができるよう、上記の地震計のほか沿線に施設の点検レベルを判定するためのエリア地震計を設置し、その実測値に基づいて、区間毎に歩行点検あるいは列車を徐行させながらのいずれかの点検を実施する方式に改めた。現在は 36 箇所に設置している。

次に東日本大震災時の対応であるが地震発生から列車の停止に至るまで約 1 分半程度で全列車を運転停止し、乗客の安全を確保した。運転の再開は他社局とのタイミングを調整しながら翌日には全線で運転再開している。

地震動そのものによる被害は軽微あり、人身への被害は皆無であった。

帰宅困難者対策として約 10 万人分の非常用飲料水等を備蓄している。さらに災害発生時の乗客の安全を確保するためのポケットガイドを作成し全駅で配布している。

その他の取組みとして地震動による電源喪失を想定し、非常用バッテリーを車両に搭載し、被災後も最寄り駅までは移動可能にすることで乗客の安全が確保できる対策にも取り組んでいる。

(b) 水害対策

現状の対策としては浸水の恐れがない高台等の出入口以外の駅部の出入口全てに止水板を配置している。さらに低地においては防水扉を配置し、出入口断面全体を閉鎖できるように浸水対策を施している。坑口の対策として低地部の坑口に鉄筋コンクリート製の防水壁を設置している。比較的高台にある坑口で浸水した事例のある箇所や浸水の恐れのある坑口には防水ゲートを設置している。さらに河川下を横断しているトンネル部には河川管理者の許可を条件にトンネル内に防水ゲートを配置している。換気口の対策としては 900 箇所以上に浸水防止機を配置している。

新たな取組みとしては中央防災会議で報告された荒川の堤防の決壊や東京都の「洪水ハザードマップ」をもとに更なる浸水深さの増大にも適切に対応するべく、駅出入口、坑口、換気口、換気塔、車両出入り口で対策を進めている最中である。

ソフト対策として避難誘導を円滑に進められるように全ての駅で避難確保計画を定めている。さらに避難誘導に関する教育・訓練等を実施し体制の維持・強化を実施している。加えて全駅の出入口には海抜表示を行い、水害時の意識付けとなるよ

うに表示している。

(2) 質疑応答

(a) 震災対策

・高架橋の柱脚は全数補強するということか⇒全数実施する予定である。

・地震警報システムの各判断基準を加速度から震度に変更する理由は⇒構造物への影響をダイレクトに反映できるため

・地震計の設置高さは⇒地震計は全て駅事務室に設置されている。地下は概ねGL－10m程度、地上部は1階が多い。

・帰宅困難者対策の人数の根拠は⇒駅内に留まることが可能なスペースから3.3m²に2名収容するとの仮定で換算している。

(b) 水害対策

・都心部においても地下水が上昇している傾向にあるが漏水が増えているのか？また構造物への影響は⇒漏水が増えている旨の報告は入っていない。構造物への影響はほとんど無いが現在、委員会を立ち上げてその委員会で検討中である。



高架橋の橋脚補強と落橋防止



トンネル中柱補強

写真 1.4.3-2　耐震補強実施状況

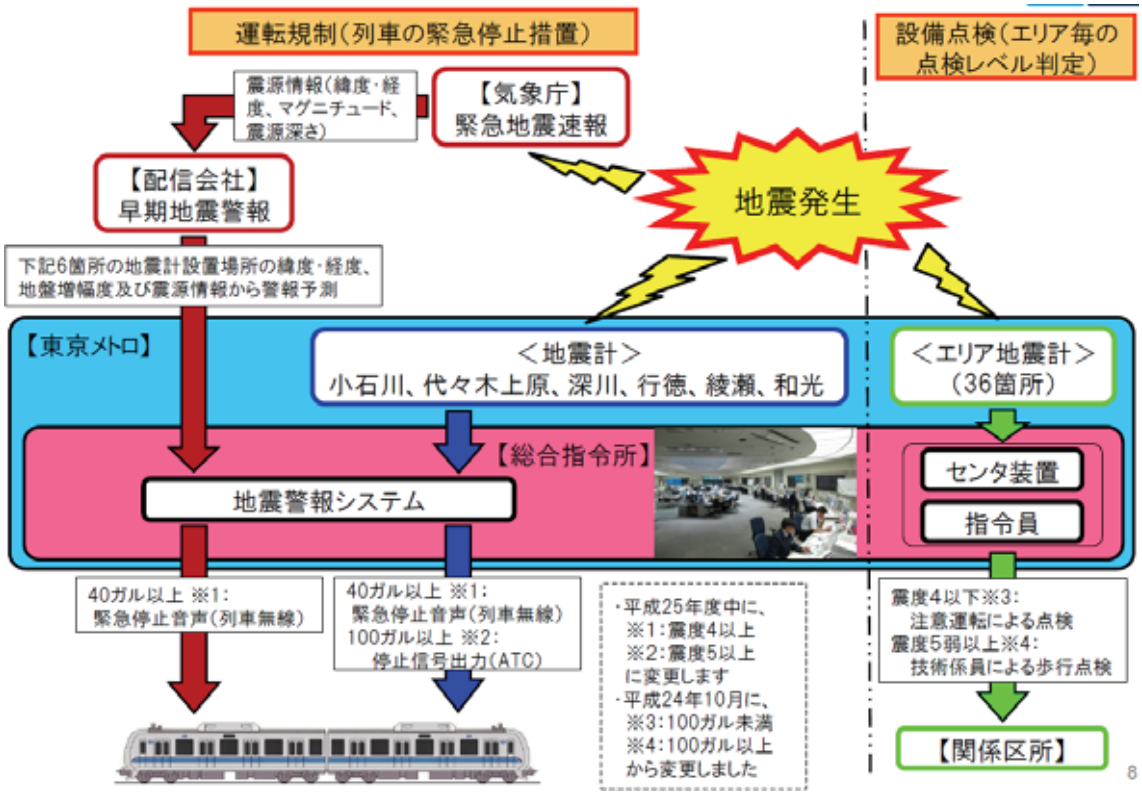


図 1.4.3-1　地震警報システム

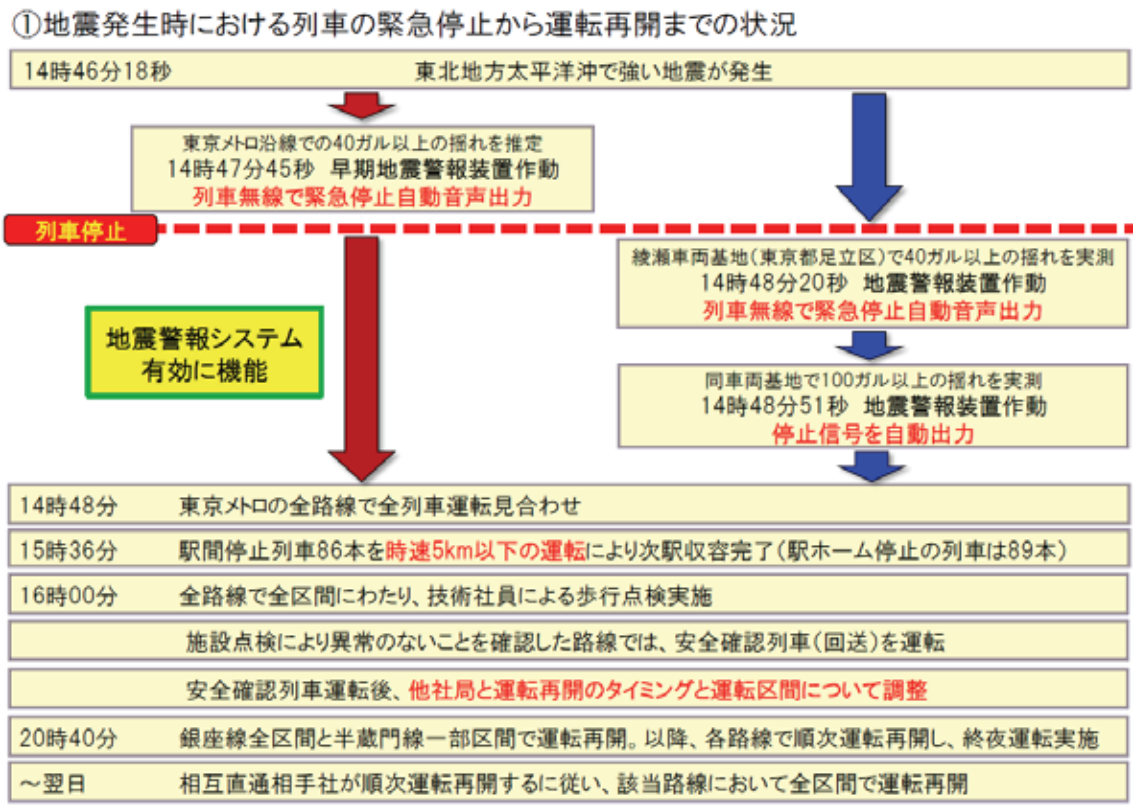


図 1.4.3-2　東日本大震災時の列車停止から運転再開までの状況

	画像	配備数	配備駅数	配備時期
非常用飲料水		約10万人分	170駅 （他社委託駅を除く）	H23.11
アルミ製簡易ブランケット		約10万人分	170駅 （他社委託駅を除く）	H23.11
簡易マット		約10万人分	170駅 （他社委託駅を除く）	H24.9
携帯用トイレ		約10万人分	170駅 （他社委託駅を除く）	H24.9
簡易トイレ		約3万人分 （社員分含む）	149駅事務室	H24.9
救急用品		149セット	149駅事務室	H24.9

図 1.4.3-3　帰宅困難者用の配備



図 1.4.3-4　安全ポケットガイドの概要



駅出入口止水板



駅出入口防水扉





坑口防水壁





坑口防水壁ゲート

写真 1.4.3-3　東京地下鉄の水害対策



トンネル内防水ゲート



換気口浸水防止機



海抜表示

写真 1.4.3-4　東京地下鉄の水害対策

第２章　調査成果

2.1　東日本大震災の概要

2.1.1　地震と津波の概要

1)　地震の概要

平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分、三陸沖を震源とするマグニチュード(M)9.0 の地震が発生し、宮城県栗原市で震度 7、宮城県、福島県、茨城県、栃木県の 4 県 37 市町村で震度 6 強を観測したほか、東日本を中心に北海道から九州地方にかけての広い範囲で揺れ（震度 6 弱）を観測した。発震機構は、西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。気象庁は、国内観測史上最大規模であったこの地震を「平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震」（英語名：The 2011 off the Pacificcoast of Tohoku Earthquake）と命名した。

震源要素
発震時刻：平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分 18.1 秒
震央地名：三陸沖
震源の緯度、経度、深さ：北緯 38° 06. 2′　東経 142° 51.6′　24km
規模（マグニチュード）：9.0

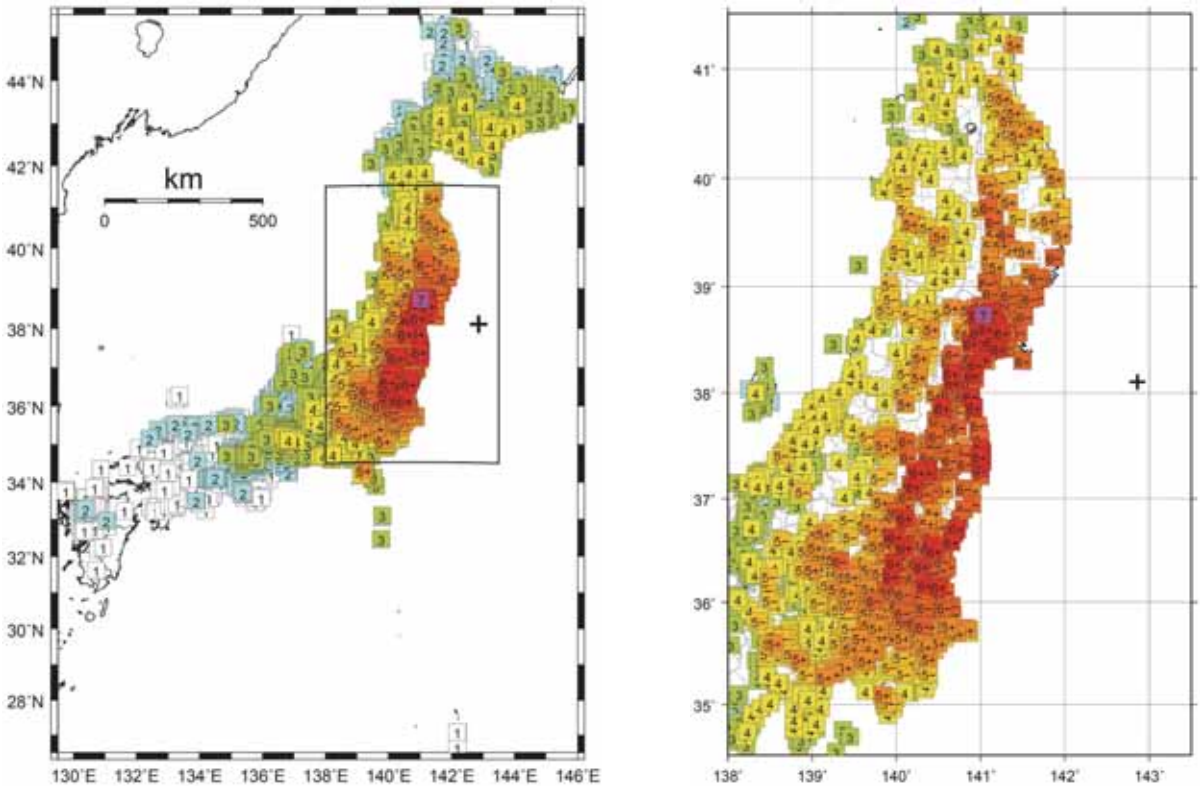


図2.1.1-1　震度分布図　右：日本全土版　左：東北・関東地域　（＋印は震央）

出典：国土交通省：「東日本大震災の記録」[1)]

気象庁の解析では、震源域は、長さ約 450km、幅約 150km にわたり、最大すべり量は約 30m であったと推定される。この震源域を中心とした領域で余震が多発した。海上保安庁の観測では、この地震により、震源のほぼ真上の宮城県沖の海底では、東南東に約 24m 移動し、約 3m 隆起した。

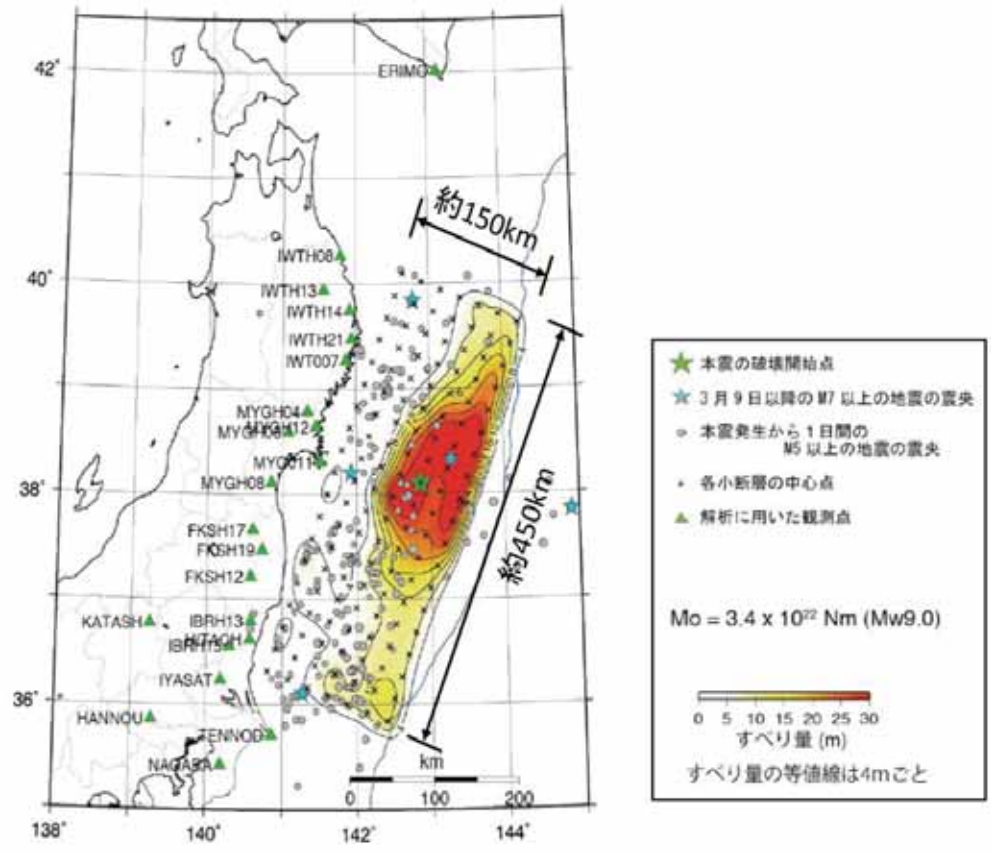


図2.1.1-2　震源域とすべり量

出典：国土交通省：「東日本大震災の記録」[1)]

2)　津波の概要

「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」により、東日本の太平洋沿岸を中心に非常に高い津波を観測したほか、全国の沿岸で津波が観測された。津波観測施設では、被害を受けたためデータが入手できない期間があるなど、観測された以上の津波が到達した可能性もあり、土木学会海岸工学委員会が中心となった「東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ」が東日本の太平洋沿岸で現地調査を行ったところ、三陸海岸では多くの地域で浸水高が20m以上であり、30mを超過する地域もあった。

また、岩手県宮古市では、遡上高さが40mを超過していたことも分かった。



図2.1.1-3　津波の浸水状況（釜石港湾事務所庁舎屋上から撮影）

出典：国土交通省：「東日本大震災の記録」[1)]

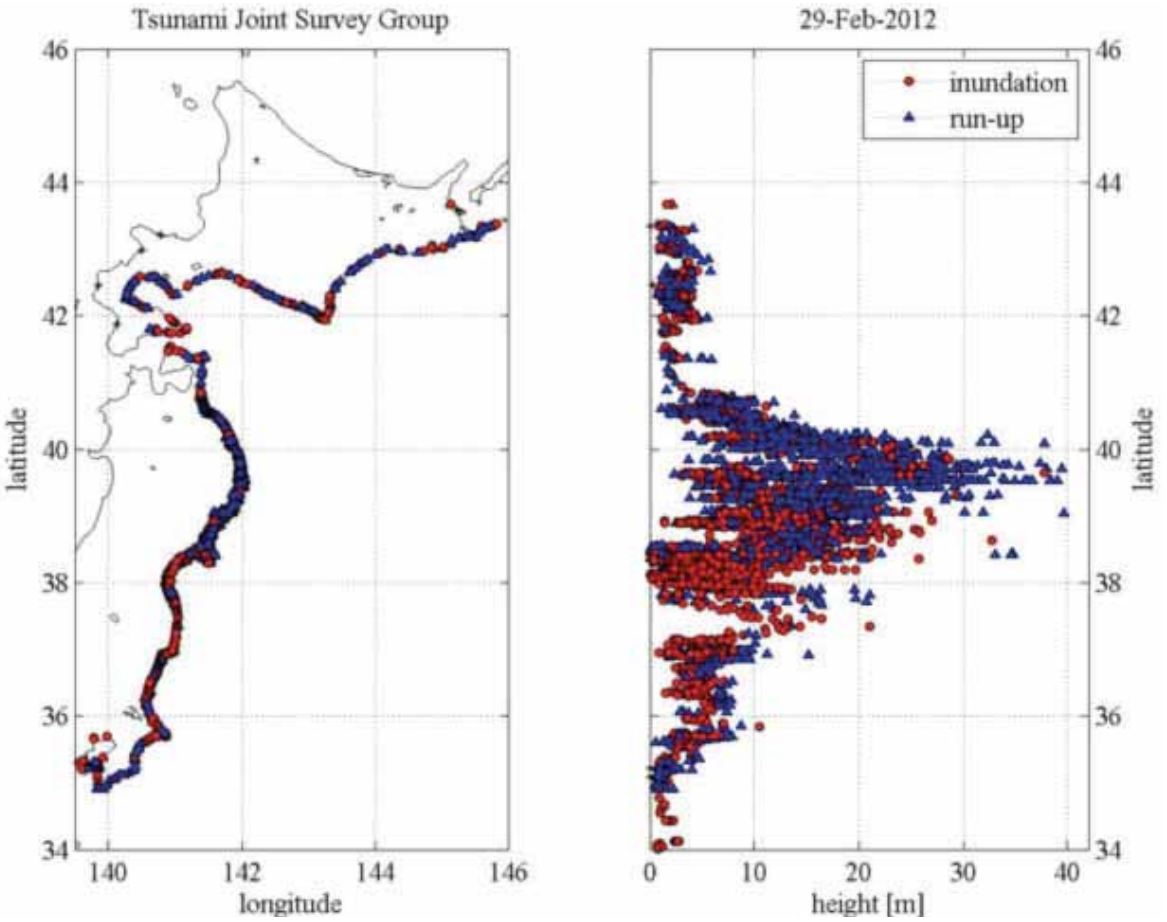
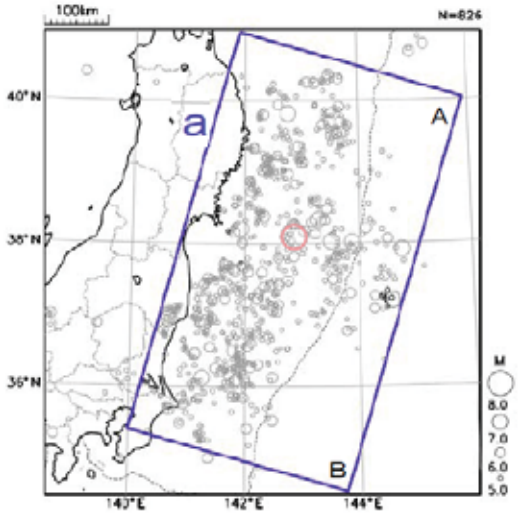


図2.1.1-4　津波の遡上状況

出典：国土交通省：「東日本大震災の記録」[1)]

3)　余震活動

余震は岩手県沖から茨城県沖の北北東－南南西方向に延びる長さ約500km、幅約200kmの領域で発生しており、平成25年10月31日までの最大余震は、平成23年3月11日15時15分に発生したM7.6の地震（最大震度6強）であった。この最大余震を含め、平成24年1月31日までに発生した余震は、M7.0以上は8回、M6.0以上は112回、M5.0以上は772回で活発な活動が見られていたが、余震域全体では次第に少なくなってきている。福島県から茨城県の陸域の浅い地域では、平成23年4月11日17 時16分にM7.0の地震（最大震度6弱）が発生し、それに伴い福島県いわき市で地表地震断層が現れた他、その後、平成23年7月10日にM7.3、平成24年12月7日にM7.3、平成25年10月26日にM7.1が発生している。



		M5.0～M5.9	M6.0～M6.9	M7.0以上	計	最大震度 4	5弱	5強	6弱	6強	計
2011年	3月	395	68	3	466	91	17	6		1	115
	4月	46	8	2	56	41	8		2	1	52
	5月	28	1		29	14	2				16
	6月	13	4		17	7	2				9
	7月	15	3	1	19	7	1	2			10
	8月	7	4		11	9	2				11
	9月	15	3		18	6	1	1			8
	10月	4			4	2					2
	11月	3	1		4	1		1			2
	12月	3			3	2					2
2012年	1月	10			10	5	1				6
	2月	8	1		9	5	1				6
	3月	13	2		15	2	3	1			6
	4月	9	1		10	6	2				8
	5月	14	2		16	1					1
	6月	3	1		4	3					3
	7月	1			1	2					2
	8月	6			6	2		1			3
	9月	2			2	1					1
	10月	6	1		7	4	1				5
	11月	6			6	5					5
	12月	15	1	1	17	5	1				6
2013年	1月	4			4	3	2				5
	2月	2			2	2					2
	3月	2			2	2					2
	4月	8	1		9	3	1				4
	5月	2	1		3	1		1			2
	6月	1			1	1					1
	7月	8			8	3					3
	8月	2	1		3			1			1
	9月	1			1	3		1			4
	10月	8		1	9	5					5
	計	660	104	8	772	244	45	15	2	2	308

※ 2011年3月は本震発生後のみの回数（本震を含まない）

図2.1.1-5　余震状況

出典：気象庁ホームページ：平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震[2)]

2.1.2　被害の概要

巨大地震とそれに伴い引きおこされた液状化現象や地盤沈下等により、広範囲にわたりインフラ・ライフライン等に被害が発生した。さらにこの地震により発生した大津波により、人的被害や建物被害など太平洋沿岸に壊滅的な被害をもたらした。また、海岸のみならず､河川を遡上し流下した津波が河川堤防を越えて沿川地域に甚大な被害をもたらした。

1) 人的被害

この地震と津波により、死者15,883名、行方不明者2,651名（平成25年11月8日時点警察庁発表）という、明治以降では関東大震災・明治三陸地震に次ぐ大きな人的被害をもたらした。死者・行方不明者は12都道県に及び、中でも特に高い津波が襲来した宮城県（死者9,507名、行方不明者1,794名）、岩手県（死者4,667名、行方不明者1,355名）及び福島県（死者1,605名、行方不明者216名）の３県だけで全体の99%を超える多数の犠牲者が発生した。

なお、今回の大津波では、指定の避難所までが津波にのみ込まれ多くの避難者が亡くなった。また、避難誘導や要介護者救助にあたった消防団員や警察官など、さらには、海岸や河川に設置してある水門･樋門操作員も被災した。

表2.1.2-1　平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の被害状況

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の被害状況と警察措置

災害種別 / 都道府県		人的被害					建物被害									道路損壊	橋梁被害	山崖崩れ	堤防決壊	鉄軌道
		死者	行方不明	負傷者 重傷	負傷者 軽傷	負傷者 合計	全壊	半壊	流失	全焼	半焼	床上浸水	床下浸水	一部破損	非住家被害					
		人	人	人	人	人	戸	戸	戸	戸	戸	戸	戸	戸	戸	箇所	箇所	箇所	箇所	箇所
北海道		1			3	3		4				329	545	7	469					
東北	青森	3	1	25	86	111	308	701						1006	1402	2				
	岩手	4673	1144			213	18460	6563		33			6	14191	5401	30	4	6		
	宮城	9537	1296			4148	82903	155090		135			7796	222839	28745	390	12	51	45	26
	秋田			4	7	11								3	3	9				
	山形	2		8	21	29								21	96	21		29		
	福島	1606	207	20	162	182	21204	73150		77	3	1061	338	167025	1117	187	3	9		
東京		7		20	97	117	15	198		1				4847	1101	295	55	6		
関東	茨城	24	1	34	678	712	2626	24238		31		1799	779	185531	19923	307	41			
	栃木	4		7	126	133	261	2118						73191	295	257		40		2
	群馬	1		13	26	39		7						17246		36		9		
	埼玉			7	38	45	24	199		1	1		1	1800	33	160				
	千葉	21	2	29	229	258	801	10117		15		157	731	54889	660	2343		55		1
	神奈川	4		17	121	138		41						459	13	160	1	2		
	新潟				3	3								17	9					
	山梨				2	2								4						
	長野				1	1														
	静岡			1	2	3							5	13	9					
中部	岐阜															1				
	三重				1	1						2			9					
四国	徳島											2	9							
	高知				1	1						2	8							
合計		15883	2651			6150	126602	272426		297		3352	10218	743089	59285	4198	116	207	45	29

出典：平成25年11月8日現在、警察庁広告資料[3)]

2) 建物被害と液状化

住家被害については、全壊が約13万棟，半壊が約24万棟（平成25年11月8日時点警察庁発表）となっている。また、東京湾岸地域を含め、東北から関東にかけての広い範囲で液状化現象が発生した。

埋め立て地など、従来から液状化が起こりやすい地域として認識されていた地域のみならず、利根川沿いを始め、埼玉県や千葉県等の内陸部でも液状化による被害が発生した。これにより、地盤がゆるみ、住宅が傾くなどの被害が多数発生した。



図2.1.2-1　液状化による被害（傾いた電柱（千葉県習志野市））

出典：国土交通省：「東日本大震災の記録」[1)]

3) 避難者数

平成23年3月14日ピーク時には、468,653人の方が避難した。

4) 電力関連施設

他のインフラ施設同様に、津波による被害が甚大であるが、電力施設特有の被害としては、液状化による電柱の沈下現象があげられる。

また、福島第一原子力発電所では、変電所や遮断器などの各施設が故障したり、送電線の鉄塔が 1 基倒壊したりしたため、外部電源を失った。その後、非常用発電機が稼働したものの、津波が発電所を襲い、非常用発電機が海水に浸かった。この津波の影響により、非常用発電機、電気設備、ポンプ、燃料タンクなど多数の設備が損傷し、全交流電源喪失状態に陥った。これにより、冷却系統が稼働せず、メルトダウン、水素爆発を引き起こし、タービン建屋及び周辺施設が大破した。

5) ガス関連施設

震度 5 弱以上を観測した地域において、都市ガスを供給している一般ガス事業者は 77 事業者であり、供給区域は 15 都県となる。このうち地震や津波により供給停止に至った

事業者は 8 県、16 事業者に上がる。

ガスの製造設備や供給設備（導管等）は、地震動や津波・液状化等により破損したが、特に沿岸部にあった LNG 基地は津波で被災し、長期にわたり機能停止に追い込まれた。このような事態は初めてであり、復旧には 1 か月を要した。

6) 上水道関連施設

上水道の被災状況は、震源地に近い岩手県、宮城県、福島県の沿岸部における被害が特に大きく、導水管・送水管や多数の排水管の破損等により、宮城県内を中心にピーク時で約 220 万戸の断水被害が発生した。また、沿岸部では、津波による施設の崩壊・流出、故障等の被害が甚大であり、断水が長期に渡って継続した。

一方、仙台市において、管路の平均被害率は、0.07 件/km であり、過去の大地震と比較してその値は小さい。これは、管路被害が多いと言われる人工地盤が少ないことや、管路の多進化が進んだことによるものと思われる。

7) 下水道関連施設

管路の被害は、1 都 10 県に及び、布設済み総延長 65,001km に対して被害延長は 642km であった。管路の被害率は過去の地震を下回っているものの、被害延長は過去の地震を遥かに凌ぐもの規模である。

被災要因は、液状化によるものが多く、管路については全体の約 9 割、人孔については約 7 割と高い割合であった。

地域特性については、「地震動」及び「埋戻し部の液状化」による管路被害は宮城県が最も多いが、「周辺地盤の液状化」による管路被害の大半は、千葉県及び茨城県で発生した。

8) 情報通信施設

地震や津波により、通信ビルや内部施設の損傷、水没、中継伝送路の切断、電柱の倒壊、架空ケーブルの切断等の被害に加え、商用電源の途絶が重なり、通信各社で合計 190 万回線のサービスが影響を受けた。

東日本大震災では、阪神大震災に比較して格段に広範囲で通信障害が生じた。その要因として、第一に通信施設自体の損傷、第二に停電の影響、第三に設備容量を超える通信集中が挙げられる。

通信施設の損傷・故障については、地震動の揺れによる被害は顕著でなかったものの、津波による被害は極めて大きいものであった。これは、ビルの耐震化などの効果が発揮されたものの、大規模津波に対するハード面での対策の困難さを表すものと思われる。

9) 共同溝施設

首都圏をはじめとし、震災被災地内で供用されている共同溝は少なくないにも関わらず、ライフラインの機能停止に及ぶような甚大な被害報告は無かった。このことは、地下埋設された共同溝が、地震などの災害に対して強い街づくりに貢献していることを表すものであると考えられる。

10)　道路関連施設

道路関連施設の被害は、東北および関東地方の広範囲にわたり、直轄国道 69 区間、都道府県等管理国道 102 区間、都道府県道等 539 区間、東日本高速道路(株)が管理する高速道路は 15 路線が被災により通行止めとなった。

主な被害状況は、津波による橋梁流出、アンダーパス浸水、橋台背面盛土の流出、路面へのガレキ流入、地震動による盛切土崩壊、橋梁損傷構造物接続部の段差発生、ならびに液状化による路面クラック、噴砂堆積、盛土沈下が挙げられる。

アンダーパス浸水を除き、被害はいずれも地上構造物であり、地下構造物に対して、目立った被害報告は確認されていない。

11)　鉄道関連施設

鉄道施設については、震災後に運休のあった路線は全国で 42 事業者・177 路線に上る。

首都圏では被害が少なかったこともあり、47 路線が震災当日中に、また 60 路線が翌日に運転を再開した。

一方、東北地方では、地震動と津波によって多数の被害が生じており、東北新幹線では、大宮から沼宮内の約 500km 区間で 1,200 箇所の被害を受け、加えて翌日の余震で新たに 500 箇所の被害を受けたことで、全線運転再開には 49 日間を要した。

この内トンネルの被害状況は、内空変形による路盤の隆起、およびそれに伴う軌道のずれが複数のトンネルで報告されているが、いずれも建築限界に支障をきたしておらず、軽微なものあった。

また、地下鉄についても地下部では、運行疎外となる被害は報告されておらず、改めて地震に対する地下構造物の優位性が示されたものと考える。

12)　港湾・空港関連施設

港湾・空港施設の被害は、ほとんどが津波を主因とするものであるが、仙台港より南では、地震動による岸壁や護岸の被害も顕著であった。

岩手県や宮城県の沿岸部では、津波による被害が顕著であり、岸壁や護岸は完全に越流したが、倒壊、転倒等の被害は少ない。一方、船舶の燃料タンク設備群は津波により壊滅的なダメージを受けた。

空港施設について、仙台空港は、1,200m と 3,000m の二本の滑走路を有しており、主な被災状況は、場周道路の崩壊が確認されている他、被災要因は不明であるが、エプロン部における舗装のクラック発生が確認されている。

参考文献

1) 国土交通省：「東日本大震災の記録」平成 24 年 3 月
http://www.mlit.go.jp/saigai/kirokusyu.html
2) 気象庁ホームページ：平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震
http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2011_03_11_tohoku/index.html
3) 警察庁広告資料：平成 25 年 11 月 8 日
http://www.npa.go.jp/archive/keibi/biki/higaijokyo.pdf

2.2　被害調査結果

2.2.1　電力関連施設

1)　平成 24 年度調査結果のまとめ

大きな被害を被った東北電力（株）管内の被害を中心に調査した。

太平洋沿岸に立地されている火力発電所や原子力発電所は、津波の影響で稼働停止に陥った。また、東京電力（株）福島第一原子力発電所においては、電源喪失により冷却水の供給が不可能となり、これによってメルトダウンという甚大な原発事故が生じた。

その他のインフラ施設についても、地震による液状化や津波の影響によって大きな被害を受けている。電力施設特有の被害として液状化による電柱の沈下等が特筆される。送電鉄塔等についても、津波により倒壊や折損等が発生し、広域に亘る停電を引き起こすこととなった。

また、原子力発電所の重大な事故を踏まえ、原子力発電所の存在意義等の議論が政府内で議論されている。

東日本大震災の教訓から、各電力施設は津波に対する防御をより確実なものとするための対策工事を実施しており、特に防潮堤嵩上げを中心とした対策を講じている。

被害の特徴は、東北地方から関東地方の広域におよぶ被害であったことと、沿岸部の津波による被害が甚大であったことである。

被害総数で見ると東北電力管内では架空送電鉄塔 46 基（全 28,205 基）、変電所 75 ヵ所（全 615 ヵ所）、東京電力管内では架空送電鉄塔 15 基（全 30,555 基）、変電所 134 ヵ所（全 1,592 ヵ所）で発生し、配電施設では両管内とも膨大な被害が発生している。

地震動の影響は変電設備に被害が集中している。送電設備では一部の送電鉄塔で基礎部や周辺地盤のすべり現象が発生し、加えて液状化による沈下被害も発生している。配電設備に関しても同様に液状化被害を受けた箇所がある。

津波による被害では、沿岸域における変電所や送電線、配電柱が壊滅的な被害を受けており、津波そのものの波力よりも津波に伴う海洋浮遊物や陸上構造物の流出物、車両等の波力に付加された荷重による影響が大きかったといえる。

流通設備の機能としては、東北電力管内では地震直後に約 466 万戸の広域停電が発生したが、他電力会社からの応援等も得ながら、津波の影響により復旧困難な区域を除き 3 日後に被害全体の約 80%を復旧した。東京電力管内では約 405 万戸の停電が発生したが、翌日には 60 万戸、4 日後には 7,300 戸まで減少し、7 日後には全ての停電が復旧した。

東日本大震災により被災した主な発電設備を**表 2.2.1-1** に示す。

表 2.2.1-1　東北地方太平洋沖地震により被災した主な発電設備

設備	被害基数
原子力発電設備	東通・女川（東北電力）、福島第一・第二（東京電力）、東海第二（日本原電）
火力発電設備	仙台・新仙台・原町（東北電力）、広野・常陸那珂（東京電力）、鹿島共同火力（鹿島共同火力株式会社）
地熱発電設備	葛根田・上の岱（東北電力）
水力発電設備	四時川第二（東北電力）、塩原・沼ノ原（東京電力）、沼原（電源開発）、石岡第一（東京発電）

2)　追加調査結果

(1)　火力発電所

火力発電所に設置されている地震計のうち、地震計そのものが回収不能となっているものを除くと、地表面での最大加速度は東北電力仙台発電所での値が最も大きく、550gal を示した。地上部の観測では、相馬共同火力新地発電所のタービン建屋 2 階での 585gal が最も大きい。

ただし、東北電力原町発電所近傍に設置されている K-NET の原町での加速度は、735gal が示されている（設置標高 16m）。

被害状況は、護岸のはらみ出し、取放水管（埋設管）の沈下、埋設配管の断裂、ボックスカルバート等のクラックや目地損傷等があげられる。

土木構造物の被害と地表面最大加速度の関係を図 2.2.1-1 に示す。

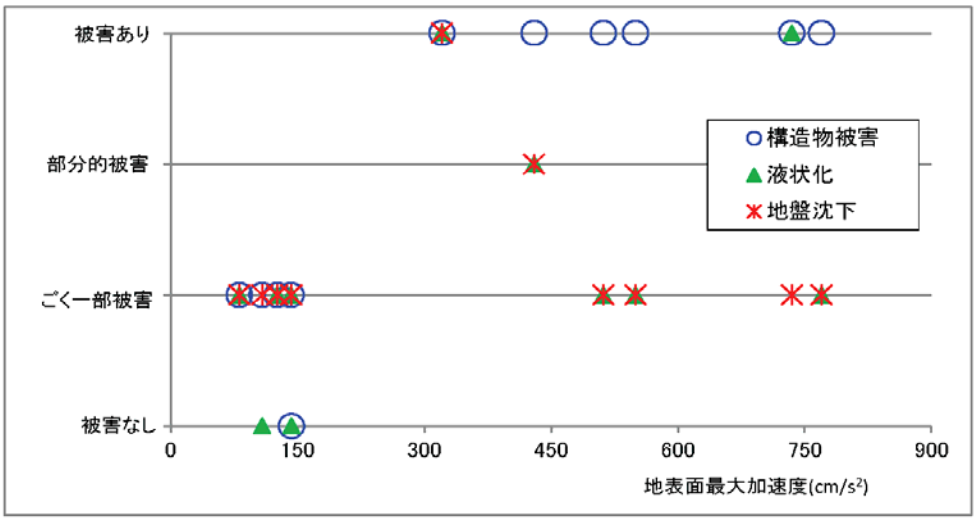


図 2.2.1-1　土木構造物の被害と地表面最大加速度の関係

出典：「東日本大震災におけるエネルギー施設（火力・水力・送変配電・ガス）の被害状況と今後への展開について」　土木学会

東北電力では、太平洋側に位置する八戸火力発電所、仙台火力発電所、新仙台火力発電所および原町火力発電所が被害を受けた（総出力 360 万 kW）。このうち、八戸火力発電所は、比較的被害は小さく数日後に運転が開始されたが、その他 3 発電所は長期間の運転停止に陥った。東北電力管内火力発電所の被害状況写真を**写真 2.2.1-1** に示す。



仙台火力（取水口護岸）



仙台火力（防潮堤倒壊）



新仙台火力（基礎地盤洗堀）



新仙台火力（構内浸食）



原町火力（構内被害）

写真 2.2.1-1　東北電力管内火力発電所被害状況

出典：「東日本大震災による火力発電所土木構造物の被害と対策」　電力土木

特に、原町火力発電所は、津波の襲来により被害が甚大であり、地震や津波による直接的な被害に加え、重油タンクの転倒による敷地内への漏油が生じた。

原町火力発電所の被害状況写真を**写真 2.2.1-2** に示す。



放水口連絡橋落橋



荷役岸壁法線の変位



揚炭桟橋の損傷



防舷材の損傷



主用変圧器防火壁の倒壊

写真 2.2.1-2　原町火力発電所被害状況

出典：「東日本大震災による火力発電所土木構造物の被害と対策」　電力土木

また、原町火力発電所では、津波被害に加えて、本館エリア海側に位置する取放水管エリアで液状化による被害が発生した。なお、本館エリアは、建設当時に設備重要度を考慮し、動圧密工法による地盤改良がなされて、地表面から基盤までの平均 N 値は 18 程度の良好な砂礫層で構成された地盤であり地盤沈下は確認されていない。取放水管エリアでは、N 値が 10 以下と小さい砂質土層が厚さ 15m 程度連続する地盤構成となっており、再現解析により液状化危険度は極めて高いと判定された。この液状化によるものと推定される取放水管の可とう管部で許容値以上の変位の発生状況は、継手の変位量が、最大で管軸直角方向偏心量 17cm、管軸方向伸び 7.5cm と管軸直角方向偏心量が設計許容範囲である 10cm を超過する状況であった。なお、管胴本体は健全であった。

被害状況を**図 2.2.1-2**、**図 2.2.1-3**、**写真 2.2.1-3** に示す。

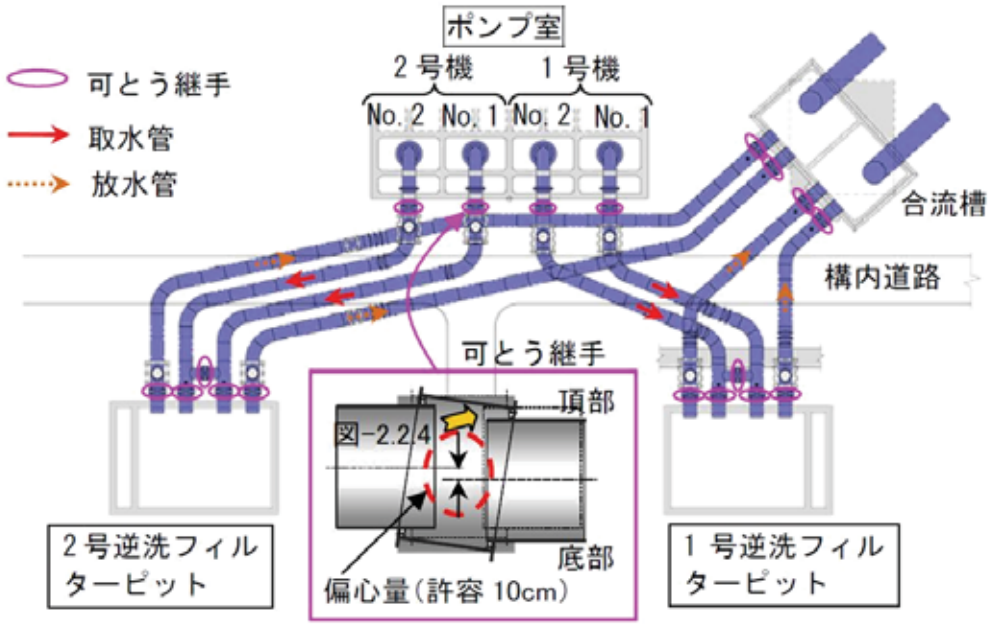


図 2.2.1-2　原町火力発電所　取放水管平面

出典：「東日本大震災におけるエネルギー施設（火力・水力・送変配電・ガス）の被害状況と今後への展開について」　土木学会

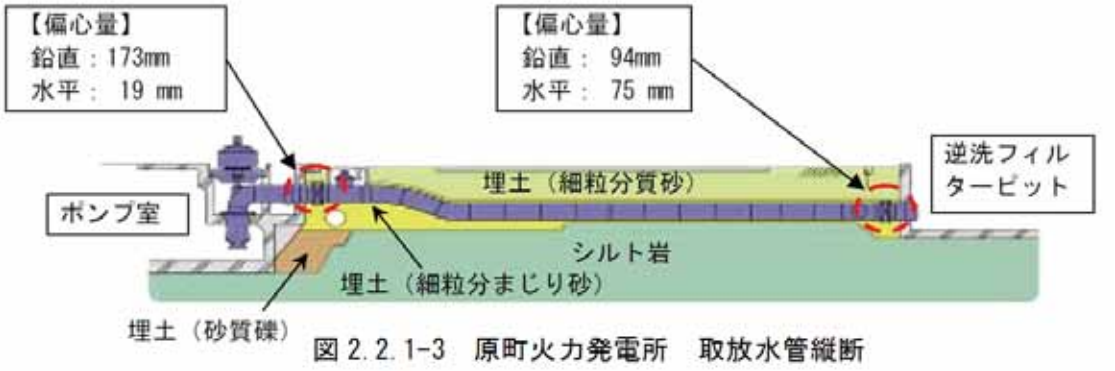


図 2.2.1-3　原町火力発電所　取放水管縦断

出典：同上



写真 2.2.1-3　原町火力発電所　取放水管変位状況

出典：同上

一方、東京電力が保有する火力発電所は 15 発電所あるが、そのうち本震災で 8 発電所が停止に至った。そのうち、東京湾内の火力発電所は早期に運転を再開した。一方、震源に近い太平洋沿岸の火力発電所（広野、鹿島、常陸那珂）は、復旧まで若干の時間を要したものの、同年 4 月から 7 月にかけて運転再開に至っており、比較的短期間の停止であった。これは、取水路等の発電所の出力に直接影響する主要な土木設備において、復旧に長期間要する損傷が発生しなかったためである。

これら 3 発電所（広野、鹿島、常陸那珂）の浸水状況および被災状況を**図 2.2.1-4～図 2.2.1-6** および**写真 2.2.1-4～写真 2.2.1-6** に示す。

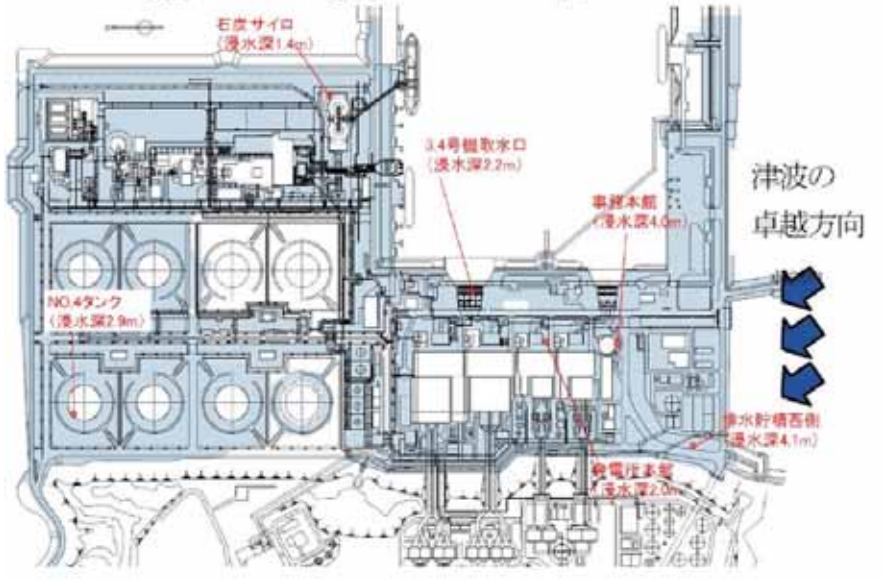


図 2.2.1-4　広野火力発電所　津波浸水マップ

出典：「東京電力の火力発電所が東日本大震災による津波・液状化で受けた影響と土木設備の状況～液状化の影響を強く受けた常陸那珂火力発電所の地中土木設備を中心として～」　電力土木



敷地内散乱状況



護岸上部工の転倒

写真 2.2.1-4　広野火力発電所　被害状況

出典：同上

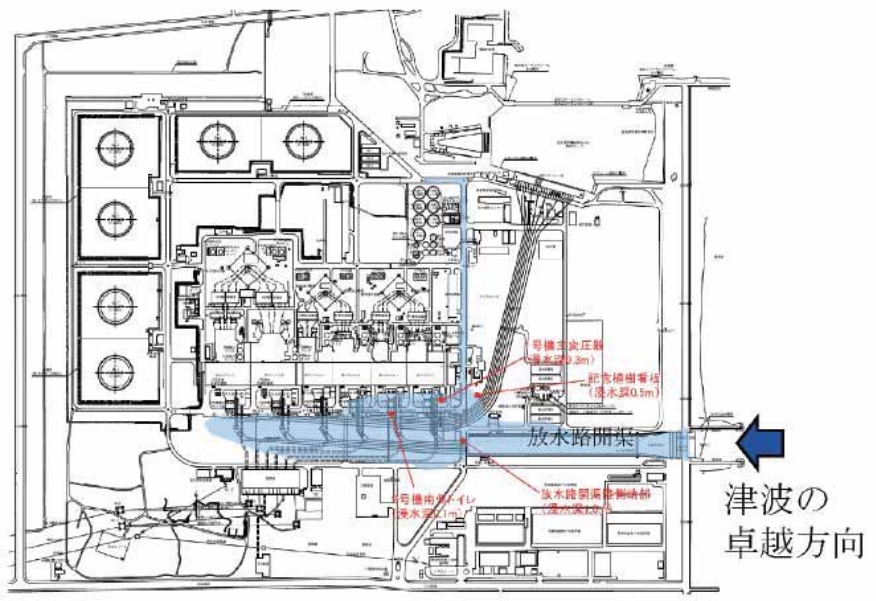


図 2.2.1-5　鹿島火力発電所　津波浸水マップ

出典：「東京電力の火力発電所が東日本大震災による津波・液状化で受けた影響と土木設備の状況
～液状化の影響を強く受けた常陸那珂火力発電所の地中土木設備を中心として～」　電力土木



道路段差状況

写真 2.2.1-5　鹿島火力発電所　被害状況

出典：同上

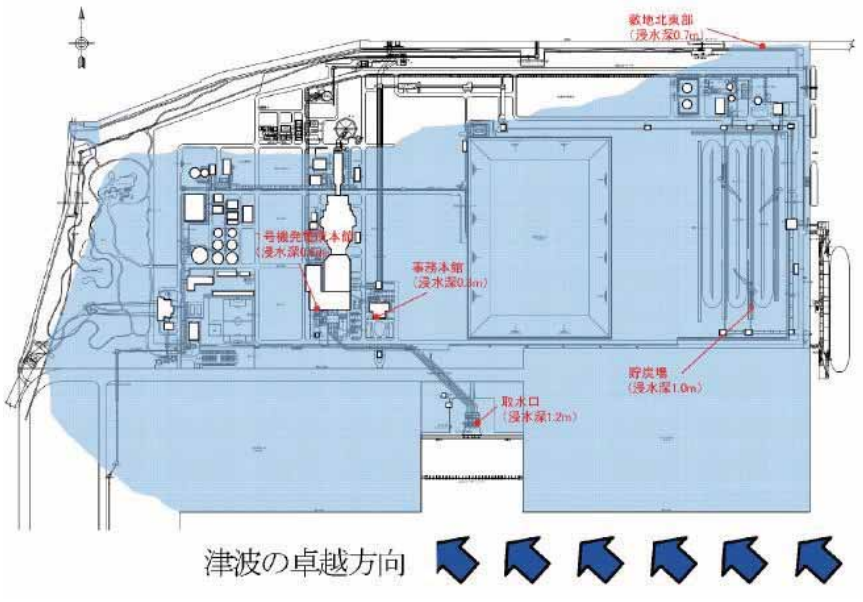


図 2.2.1-6　常陸那珂火力発電所　津波浸水マップ

出典：「東京電力の火力発電所が東日本大震災による津波・液状化で受けた影響と土木設備の状況
～液状化の影響を強く受けた常陸那珂火力発電所の地中土木設備を中心として～」　電力土木



噴砂発生状況（津波到達前）



雨水排水槽の浮き上り状況

写真 2.2.1-6　常陸那珂火力発電所　被害状況

出典：同上

なお、地表面加速度が 300gal を下回る発電所でも液状化が発生している事例が認められる（東北電力八戸火力発電所、東京電力千葉発電所・川崎発電所・東扇島発電所・南横浜発電所）。これは、当該地点の地盤特性による面も大きいが、今回の地震の経過時間が長かったことにより、地震力が小さくても繰り返しせん断回数が多かったために液状化に至ったものと推定される。

液状化対策のための地盤改良を実施している箇所に関しては、液状化が発生した事

例は認められていない。

津波に対しては、9 発電所が浸水しており、このうち約 1m 以下の浸水深は 2 発電所（東北電力八戸火力発電所、東京電力鹿島発電所）、1m を超過する浸水深は 7 発電所（東北電力仙台火力発電所・新仙台火力発電所・原町火力発電所、東京電力広野発電所・常陸那珂発電所、相馬共同火力新地発電所、常磐共同火力勿来発電所）である。もっとも大きな浸水深を観測したのは、東北電力原町火力発電所で 13.0m 程度である。

土木構造物の被害と浸水深の関係を**図 2.2.1-7** に示す。

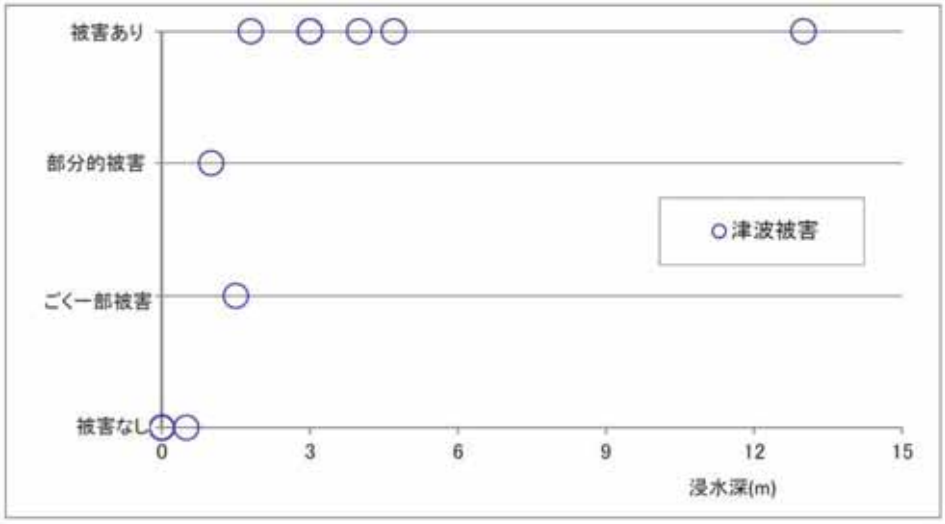


図 2.2.1-7　土木構造物の被害と浸水深の関係

出典：「東日本大震災におけるエネルギー施設（火力・水力・送変配電・ガス）の被害状況と今後への展開について」　土木学会

(2)　水力発電所

水力発電設備のうち、地震計設備設置地点で地震観測が記録された箇所は、塩原発電所および沼原発電所の 2 地点である。

塩原発電所：八汐ダム

最大加速度：53gal（ダム軸方向）、253gal（ダム天端上下流方向）

沼原発電所：沼原ダム

最大加速度：210gal（ダム基礎ダム軸直角方向）、382gal（ダム天端ダム軸直角方向）

＜東京電力（株）塩原発電所　八汐ダム [3)、4)]＞

八汐ダム地点（震源から八汐ダムまでの距離は約 300km）では、既往最大となる加速度が観測され、アスファルト表面遮水壁に一部ひび割れが生じた。その結果、これまで湧水量（中間排水層からの排水）が確認されていなかったが、地震直後から確認され約 100 リットル／分以上の増加が確認された。ひび割れは、左右岸アバットより

約 20m の位置に天端から左岸側 66.5m、右岸側 78.2m の長さのひび割れが確認されている。八汐ダム表面遮水壁構造図を**図 2.2.1-8** に、ひび割れ発生位置を**図 2.2.1-9** に、ひび割れ状況を**写真 2.2.1-7** および**写真 2.2.1-8** に示す。

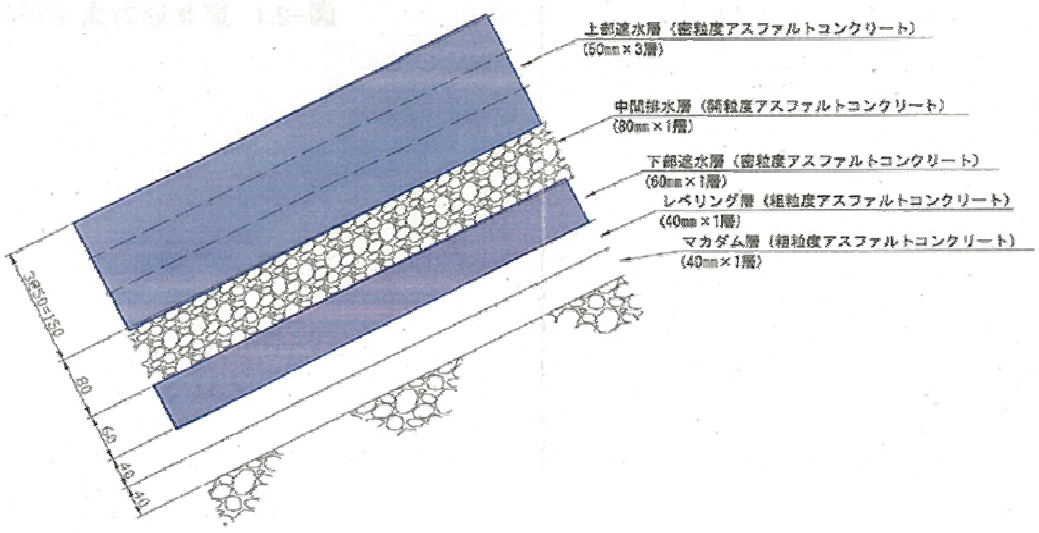


図 2.2.1-8　八汐ダム表面遮水壁構造図

出典：「東北地方太平洋沖地震に伴う八汐ダムの被災状況」　電力土木

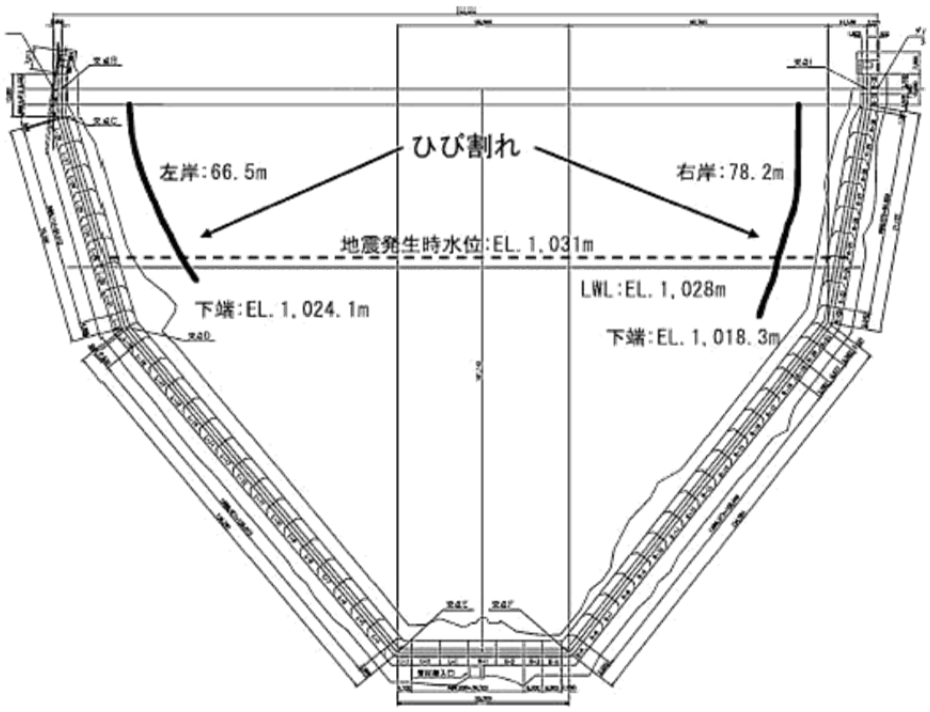


図 2.2.1-9　ひび割れ発生位置

出典：同上

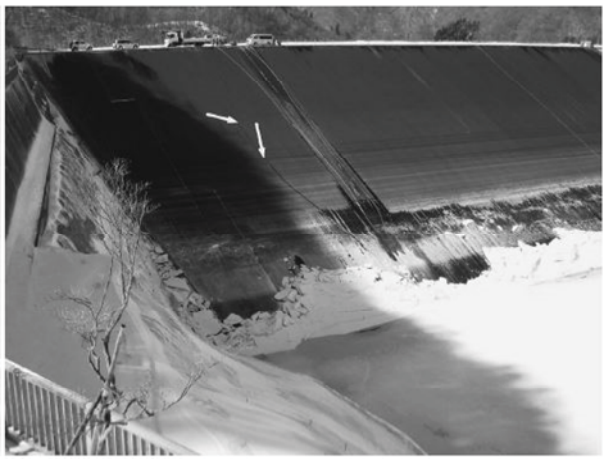


写真 2.2.1-7　左岸ひび割れ状況



写真 2.2.1-8　右岸ひび割れ状況

出典：「東北地方太平洋沖地震に伴う八汐ダムの被災状況」　電力土木

地震時にダムは以下の挙動を示したものの、安定性には問題ないとされている。

① 水平方向変位について、天端および下流面では下流方向への変位増加が確認され、左岸下流側測点 No.6 では最大 4mm であった。上流面では上流方向へ変位が認められるものの、0～1mm 程度であった。

② 鉛直方向変位について、天端および下流面では沈下方向への変位増加が確認され、左岸下流側測点 No.3、天端左岸側測点 No.9、No.10 で最大 4mm であった。上流面では隆起方向への変位増加が認められ、右岸側測点 No.21 では最大 4mm であった。

③ 全体的な変形としては、上流面（No.16～No.22）では上流側の若干の変位を伴って隆起し、天端から下流側の測点は、下流方向の変位を伴って沈下する傾向を示した。なお、沈下は谷形状が深くなる（堤高が高くなる）左岸側で比較的大きくなっている。

外部変形測定結果を**図 2.2.1-10** および**図 2.2.1-11** に示す。

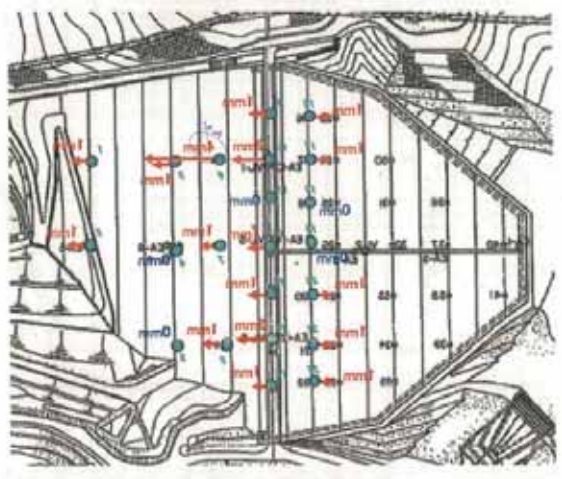


図 2.2.1-10　水平変位（地震前後）

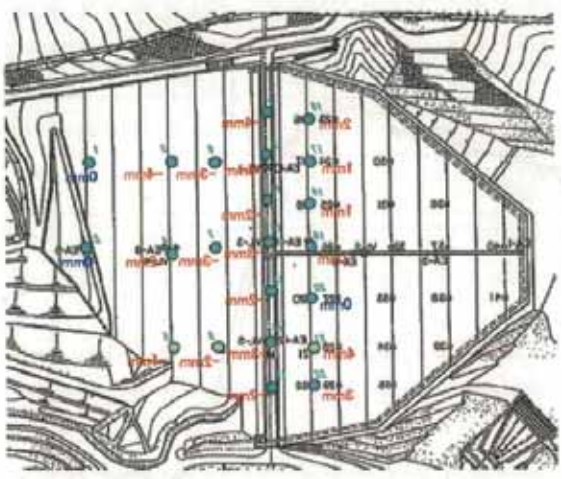


図 2.2.1-11　鉛直変位（地震前後）

出典：同上

表面遮水壁の補修については、早期に発電運転を再開するために、第 1 段階として短期間で施工可能な応急的工法による措置を施した。

第 1 段階の補修では、まず地震直後の平成 23 年 3 月 15～19 日にかけて水面上のひび割れ箇所表面にアスファルトマスチック（ストレートアスファルトを使用）を塗布した。その後、直ちに補修効果を確認するためにダム水位を上昇させたが、2m 程度上昇させた時点で漏水量の増加が確認されたため水位上昇を中断した。外気温低下によるひび割れの開口によりアスファルトマスチックが破断したことが原因とされた。そのため、低温での変形性能の改善を目的として開発された低弾性アスファルト（スーパーフレックスアスファルト）を使用したアスファルトマスチックを塗布した上にアスファルト含浸不織布シートを布設する工法を採用した。水中部では気中部より温度が高くかつ温度変化が少ないことなどから水中施工の可能なエポキシ樹脂パテを塗布した。その結果排水量はゼロとなった。

第 2 段階の補修として、夏季以降の運転を安定的に行うことを目的とする補修を行った。工法は、ひび割れ箇所を中心に上部遮水層 2 層目まで切削除去し、3 層目ひび割れ部を 10cm 程度の幅で U カットした後、低弾性アスファルトを使用したアスファルトマスチックを充填した。次にその上部にアスファルトを含浸した不織布シートを布設後、上層 2 層を再度舗設した。なお、充填したアスファルトマスチックには施工中の流動を考慮して有機繊維を混入した。切削範囲については建設時の継目配置の考え方を踏襲して既設の遮水層と新設の遮水層の継目が上下層で 50cm 以上離れるように配置した。補修工（第 2 段階）の概要を図 2.2.1-12 に示す。その後、段階的に水位を上昇させたが湧水量は確認されていないため、表面遮水壁として要求される遮水機能が確保されている（平成 24 年 11 月時点でも湧水量は確認されていない。）。

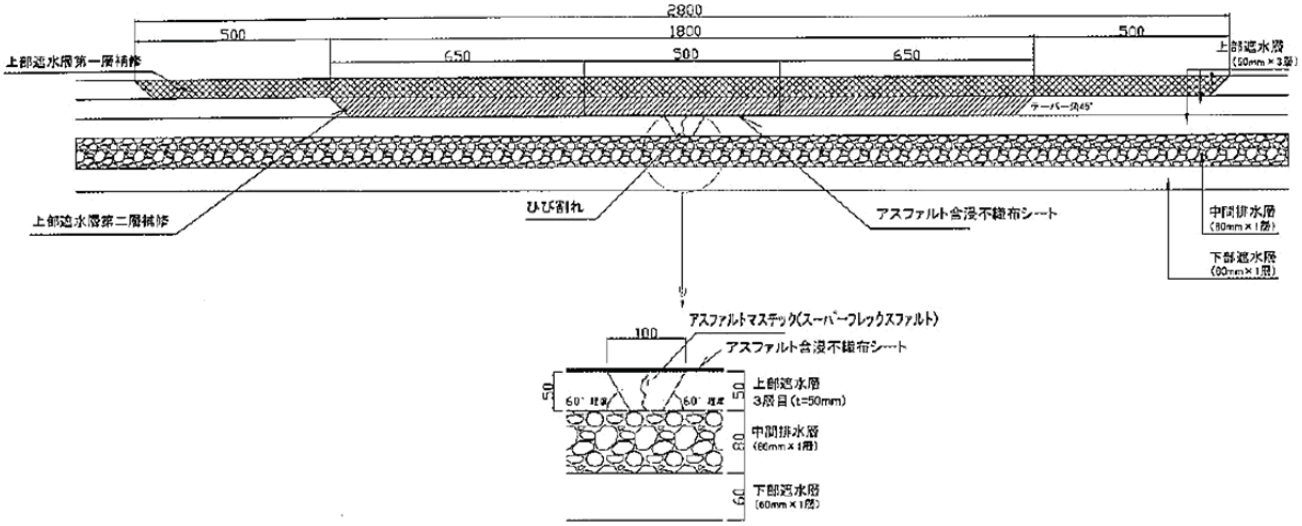


図 2.2.1-12　補修工（第 2 段階）の概要

出典：「東北地方太平洋沖地震に伴う八汐ダムの被災状況」　電力土木

＜電源開発（株）沼原発電所　沼原ダム[5)、6)]＞

沼原ダム地点（震源から沼原ダムまでの距離は約 280km）では、基盤部の 1 箇所、天端部の 2 箇所に地震計を設置して地震観測がおこなわれている。これらの地震計では、基盤部で最大 210gal、天端部で 382gal の加速度が記録された。湧水量は、地震発生前は 2 リットル／分程度であったが、地震後 3 時間程度で最大 1,063 リットル／分まで増加した。その後、徐々に減少したが、ダム水位を 15m まで低下させた時点で漏水量はほぼなくなった。湧水量の測定記録を**図 2.2.1-13** に示す。なお、本地点では、透水量を中間排水層からの水量、湧水量をトランジションからの水量、漏水量を透水量と湧水量の合計と定義されている。

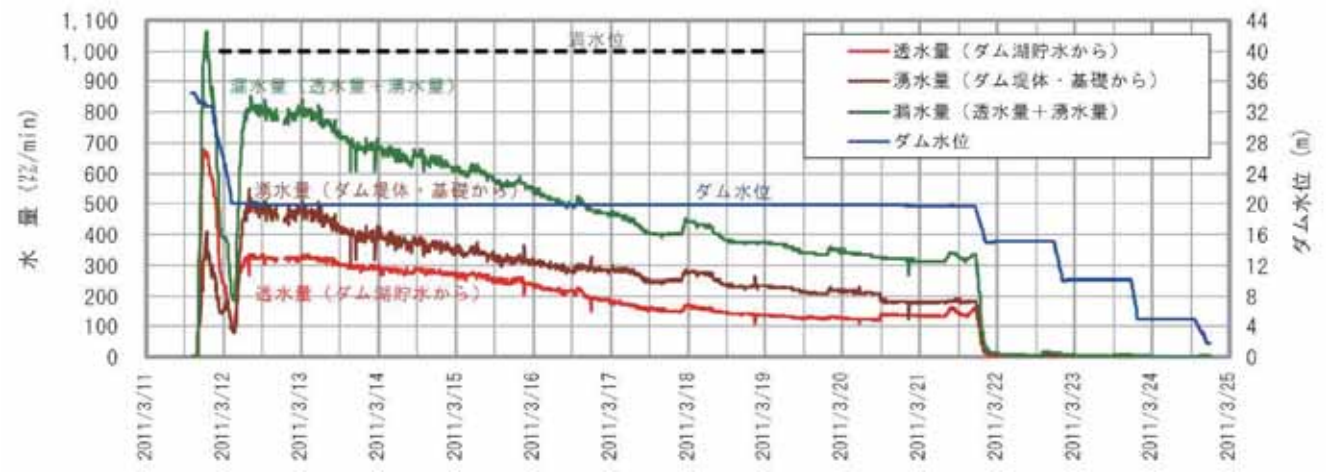


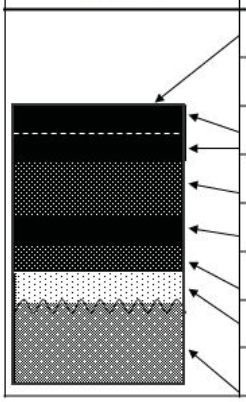
図 2.2.1-13　沼原ダム漏水量等測定記録

出典：「平成 23 年 3 月 11 日東北地方太平洋沖地震による沼原ダムへの影響及びその後の対応について」　大ダム

アスファルト遮水壁に生じていたクラックは、総延長が 1,547m、幅は最大 2mm であったが、ほとんどのクラック幅は 1mm 以下であった。また、クラック幅は、気温変化に伴って変化することが確認され、高温時に幅 0.5mm 程度のクラックが低温時には、3.0mm 程度にまで変化した。クラック発生位置は、地山部と盛土部との境界付近が多いことが確認された。沼原表面遮水壁構造を**表 2.2.1-2** に、ひび割れ発生位置を**図 2.2.1-14** に、ひび割れ状況を**写真 2.2.1-9** に示す。

表 2.2.1-2　アスファルト遮水壁の構造

沼原ダムアスファルト遮水壁設計他（斜面部勾配1：2.5）

模式図	名　称	設　計	厚（cm）	材　料
	表面保護層	上層の劣化防止、水密性増強	0.2	アスファルトマスチック
	（補強層）	構造上・施工上の弱点に設置	4.0	4.0%密粒度アスコン
	最上層・上層	遮水（最重要層）	10.0(5.0×2)	8.5%密粒度アスコン
	中間層	排水層、ダム安全性確認	8.0	4.0%開粒度アスコン
	下層	上層破壊時の遮水が目的	4.0	8.5%密粒度アスコン
	レベリング層	平坦面を得るための不陸調整	4.0	5.5%粗粒度アスコン
	マカダム層	遮水壁とダム・地盤の一体化	4.0	3.5%ｱｽﾌｧﾙﾄﾏｶﾀﾞﾑ
	トランジション	変形抵抗、排水、凍結防止	60.0	破砕河床砂礫80mm以下

出典：「平成 23 年 3 月 11 日東北地方太平洋沖地震による沼原ダムへの影響及びその後の対応について」　大ダム

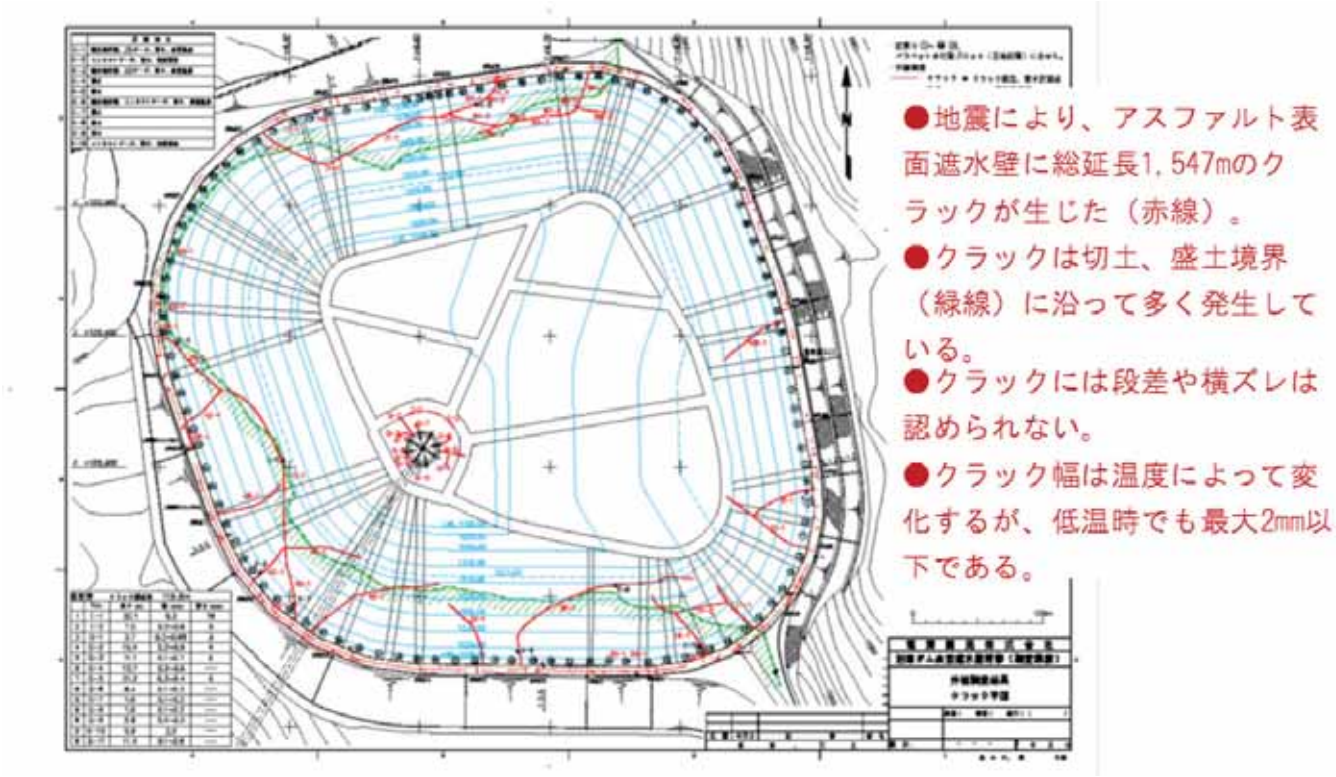


図 2.2.1-14　ひび割れ発生位置

出典：同上



写真 2.2.1-9　ひび割れ状況

出典：「平成 23 年 3 月 11 日東北地方太平洋沖地震による沼原ダムへの影響及びその後の対応について」　大ダム

ダム堤体については、ダム変位測定、ダムおよびダム周辺調査の結果、過去の変位量と比較して今回の変位量は突出しておらず、地震による異常が無いことが確認された。ダム変位量を**図 2.2.1-15** および**図 2.2.1-16** に示す。

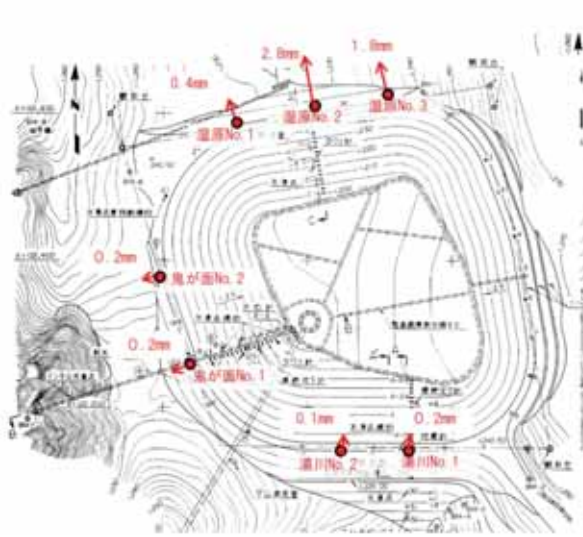


図 2.2.1-14　ダム軸直交変位（地震前後）

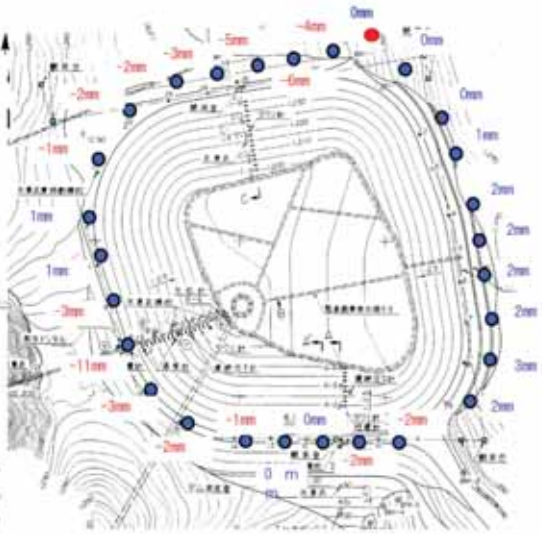


図 2.2.1-15　鉛直変位（地震前後）

出典：同上

表面遮水壁のクラック補修については、アスファルト合材によるオーバーレイにより行った。補修構造の設計においては、次の 3 つの条件を考慮されている。

① 逼迫した電力需給状況に配慮し、短期間で実施可能なものとする。

② 発電再開時期として、夏場ピークを目標とし、それに間に合うような復旧を補修工事内容とする。

③ 複数年に亘り、持続的に遮水機能を確保する構造とする。

そのための要求性能として以下が設定された。

① 水圧の挙動に耐えられること（水圧の変動幅は、0～0.25MPa）

② 温度変化（-13℃～+50℃程度）による補修部周辺の変位に対応可能なこと。

③ 高温時の補修材料自体の変形が遮水機能の消失につながらないこと。

④ 冬季の凍結に伴う表面の氷の上下による摩擦および雪氷の滑落で補修部が破壊しないこと。

⑤ 湧水により発生する背圧に耐えられる構造であること（背圧変動幅は、最大0.40MPa 程度）。

補修工の概要を図 2.2.1-17 に、補修の施工手順を図 2.2.1-18 に示す。その後、段階的に水位を上昇させたが排水量は確認されていないため、表面遮水壁として要求される遮水機能が確保されている（平成 24 年 4 月時点でも排水量は確認されていない。）。

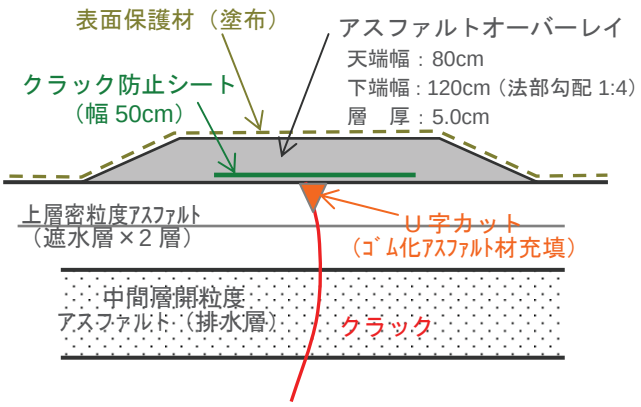


図 2.2.1-17　補修工の概要

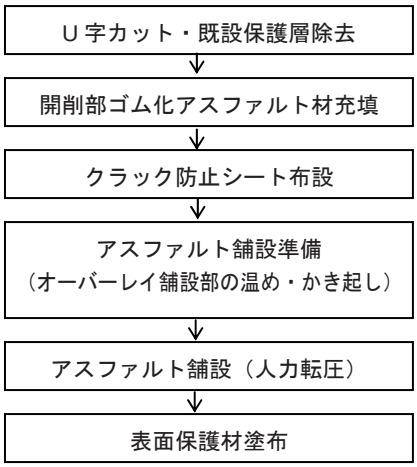


図 2.2.1-18　補修の施工手順

出典：「平成 23 年東北地方太平洋沖地震による沼原発電所沼原ダムへの影響およびその後の対応」電力土木

(3)　分析

上記八汐ダムおよび沼原ダムにおいて観測された地震動は、双方とも設計水平震度 kh=0.15 を下回るものであり、ダムは所用の耐震性能を有していたものと考えられる。

また、2 ダムの震源までの距離は同等であるにもかかわらず、沼原ダム基礎で観測された最大加速度が八汐ダムのそれと比べ大きな値となっているのは、沼原ダムの基礎岩盤が八汐ダム地点のそれと比較して柔らかい岩盤であったと推定される。

これらのダムの表面遮水壁にひび割れが生じ、遮水壁から漏水量が増加したが、ダム安定性は確保され、問題は生じていない。遮水壁は調査から補修工事まで含めて約 3

カ月とごく短期間で補修が行えたことから、損傷個所の特定や補修が表面で容易に実施することが可能である。これは、アスファルト表面遮水壁の全体機能が半永久的に確保できるということが示唆されると考えられ、ダムの利点が最大限に発揮されたものといえる。

3) 評価・対応

(1) 送電設備

津波被害を除く地震動の直接被害は、阪神・淡路大震災時の被害（震度 5 弱以上の地域に対する被害率：鉄塔 0.19%、碍子 0.36%、地中線ケーブル 6.6%）と比べても被害率は同等かそれ以下であった。さらに、必要に応じた早期復旧がなされていて、第三者に対して重大な被害は発生していない。経済産業省の電力安全小委員会ではこれらの状況を踏まえ、現行の送電設備は耐震性を確保していると判断した。ただし、東京電力管内での送電支障の約 8 割が支持碍子の折損が起因となっているため、これらの被害軽減対策が急務の課題である。

津波被害対策については中央防災会議での報告を踏まえ、区分ごとに頻度の高い津波と最大クラスの津波を想定し、以下の設定をおこない適切な措置を施すことを目標としている。

① 頻度の高い津波に対しては、海岸保全施設などにより浸水を防ぐことと、機能に重大な支障を生じさせないように対策する。

② 最大クラスの津波に対しては復旧が容易となるように津波影響軽減対策を実施する。

(2) 変電設備

送電設備と同様に耐震性が確保されていると上記委員会で報告されている。ただし、以下の項目についての見直しが検討されている。

① 設計基準・試験仕様の妥当性評価

② 変圧器仕様

③ 断路器仕様

④ 最大クラスの津波への対策

(3) 配電設備

配電設備被害の多くは、軟弱地盤や液状化危険度の高い地域での被害が顕著であった。配電設備では従来から軟弱地盤対策は施されていた。本地震でもある程度の効果が立証されたが、より一層の軟弱地盤対策が重要な課題である。

津波に対しては、今回の津波被害や復旧工事の実績を踏まえ、設備の被害が電力の供給に与える影響の度合いを考慮した影響軽減対策が今後の課題となる。

災害発生後の早期復旧に関して、保安院の電力安全小委員会から以下の課題があげられている。

① 車両用燃料調達
② 衛星画像の取得と状況把握
③ 道路状況の取得と状況把握
④ インフラ設備の優先復旧に関する自治体などとの連携強化
⑤ 電気機器の海水冠水時の修復対応の整備
⑥ 分解点検工具・重要予備品の保管場所の明確化
⑦ 漂流物の撤去方策
⑧ 暖房等燃料の調達方法と保管方法、保管設備の整備
⑨ 通信施設、通信機器等の機能維持方法
⑩ 損傷した機器の替わりの移動用機器の整備や仮設の設備の流用による復旧方法の拡充
⑪ 浸水した機器の洗浄による再使用の合理化・精緻化
⑫ 工業用用水等の確保

各設備について上記の対応がなされているが地下化の観点で考えると、沿岸部に位置する火力発電所や原子力発電所の燃料系のタンク類の地下化が津波対策には不可欠であると考えられる。

4) 関西電力㈱の取組み

関西電力㈱では東日本大震災を踏まえ、近い将来発生が予想されている南海トラフを震源とする巨大地震を見据え以下の取組みを実施しているところである。

(1) 原子力発電所

福島第一原子力発電所事故を踏まえて安全性向上対策を実施

① 定期検査における特別点検の実施
② 免震事務棟を設置
③ 水素爆発による施設の破壊を防止するための対策を実施
④ 中央制御室の作業環境の確保
⑤ 運転員支援システムの導入
⑥ 使用済み燃料プールの冷却機能の確保
⑦ 電源の確保に向けた各種施策
⑧ 原子炉の冷却機能を確保するための各種施策
⑨ 安全上重要な設備の機能維持のための対策
⑩ 緊急時における発電所通信手段の確保
⑪ 高線量対応防護服等の資機材の確保および放射線管理のための体制の整備
⑫ がれき撤去用重機の配備
⑬ 地震や津波で電源がなくなった場合の訓練の実施
⑭ 使用済み燃料プールの水の温度を冷やすことができなくなった場合の訓練

⑮ 電力系統の供給信頼性についての分析および評価
⑯ 複数の電源線に施設されているすべての送電回路の各号機への接続
⑰ 電源線の送電鉄塔の耐震性、基礎の安全性などに関する評価および補強対策
⑱ 原子力発電所の開閉所など電気設備の浸水対策

(2) 復旧支援

被災地の復旧支援活動として以下の取組みを実施している
① 電力の応援融通
② 要員派遣・資機材などの提供
③ 燃料の支援
④ 避難所への応急送電および配電設備などの応急復旧への対応
⑤ 道路・河川の被害調査
⑥ 光ケーブルの 1 年間無償提供

参考文献

1) 土木学会：東日本大震災におけるエネルギー施設（火力・水力・送変配電・ガス）の被害状況と今後への展開について、2013.2
2) 斉藤知秀、森吉之、内海博：東日本大震災による火力発電所土木構造物の被害と対策、電力土木、No.362、2012.11、p.11-15
3) 石川哲哉、高井力、佐藤一也：東京電力の火力発電所が東日本大震災による津波・液状化で受けた影響と土木設備の状況～液状化の影響を強く受けた常陸那珂火力発電所の地中土木設備を中として～、電力土木、No.362、2012.11、p.25-29
4) 小長谷文彦、渡部浩、玉井猛：東北地方太平洋沖地震に伴う八汐ダムの被災状況、電力土木、N0.362、2012.11、p.21-24
5) 塚田智之、内田善久、渡部浩、山本浩志：東北地方太平洋沖地震に伴う八汐ダムの被災状況について、大ダム、No.219、2012.4、p.51-57
6) 有賀茂：平成 23 年 3 月 11 日東北地方太平洋沖地震による沼原ダムへの影響及びその後の対応について、大ダム、No.219、2012.4、p.58-69
7) 奥村裕史、松本匡史、小山喜久二：平成 23 年東北地方太平洋沖地震による沼原発電所沼原ダムへの影響およびその後の対応、No.362、2012.11、p.30-34
8) 佐藤清隆、朱牟田善治、石川智巳：電力流通設備（送配変電設備）の被害と対策、基礎工 2012. VOL40. No12 p.36～42
9) 関西電力㈱HP
http://www1.kepco.co.jp/corporate/csr/report/report_images/CSRReport2011_02.pdf

2.2.2 ガス・エネルギー関連施設

（１）ガス関連施設

1) H24 調査結果まとめ

H24 年度に実施した被害調査の対象は、製造および供給に関連したガス関連施設およびガス導管事業に関連した施設である。以下に、被害の概要を示す。

震度 5 弱以上を観測した地域において都市ガスを供給している一般ガス事業者は、77 事業者であり、その供給区域は、都道府県単位で 15 都県になる。このうち、地震や津波により供給停止に至った事業者は、8 県・16 事業者に上る。

ガスの供給停止の発生は、東北地方および北関東地方を中心に約 46 万戸、復旧対象戸数は約 40 万戸に及んだ。特に、仙台市ガス局の LNG 基地の被災により、仙台市ガス局の供給区域では、約 31 万戸への復旧作業が必要となった。

また、簡易ガス事業では、7 県の団地で供給停止が生じ、復旧対象戸数は約 1 万 9 千戸に及んだ。

表 2.2.2-1　都市ガス供給の被害概要

		一般ガス事業[3]		簡易ガス事業[4]	ガス導管事業[5]
被害を受けた事業者数		供給停止 16 社（8 県）	その他 61 社（15 都県）（注 2）	37 社 74 地点群（7 県）	2 社（2 県）
供給停止戸数		462,528	なし	19,466	2（注 7）
ガスホルダー		被害なし（注 3）	被害なし	—	—
導管（注 1）	高圧[6]	被害なし	被害なし	—	被害なし
	中圧[7]	13 箇所（注 4）	9 箇所（注 5）	—	—
	低圧[8]（注 6）	679 箇所（本支管） 6,726 本（供内管）	95 箇所（本支管） 406 本（供内管）	154 箇所（本支管） 179 本（供内管）	—
製造所		・津波による LNG 基地等の損傷・浸水（電気・計装設備、地上配管等）（5 事業者） ・管理建屋浸水（4 事業者） ・護岸コンクリートの破損（1 事業者）	被害なし	・特定製造所建屋被害（6 カ所）：全壊は 2 カ所 ・同内部被害（10 カ所）：9 カ所で容器転倒	・建屋浸水（1 事業者） ・電気設備冠水（2 事業者）

注１：導管の被害数は、漏えい箇所数
注２：震度５弱以上で供給継続を実施した事業者数
注３：球形ガスホルダーの支持構造部及び基礎の損傷（１事業者）があったが、本体耐圧部の損傷及びガス漏えいなし。有水式ガスホルダーのガイドローラー部の外れ等（３事業者）があったが、気密性は維持され、ガス漏えいなし。
注４：１３箇所のうち１０箇所については、導管のループ化等により供給停止なし。
注５：被害箇所の前後を遮断したものの、導管のループ化等により９箇所全てにおいて供給停止なし。
注６：導管のループ化等により供給停止を伴わないものも含む。
注７：ガス事業法に基づく供給先の停止数

出典：「東日本大震災における都市ガス供給の災害対策検討報告書」
総合資源エネルギー調査会

都市ガス事業等の被害は、主に津波や液状化等によりガスの製造設備や供給設備（導管等）の破損が生じた。地震動による被害は、製造所における微少漏えいを除き LNG 貯槽をはじめとする製造設備、高圧ガスについては、過去の地震時同様、被害は無か

った。供給設備の被害は過去の震災においてもあったが、今回の東日本大震災では、津波により一部の製造設備が機能停止にまで陥った。特に、沿岸部にあった仙台市ガス局の LNG 基地（LNG タンカーから受け入れた LNG を貯蔵・気化させて都市ガスとして供給する施設）は津波で被災し、主要な電気設備が冠水するとともに、護岸の一部が流される等の甚大な被害が生じた。大規模な需要をまかなう LNG 基地が長期にわたり機能停止に追い込まれることになったのは今回が初めてである。

仙台市ガス局の LNG 基地は復旧に 1 年近い期間を要することが見込まれていたため、新潟からの広域天然ガスパイプラインを用いて代替供給することで、仙台市ガス局管内、塩釜ガス株式会社管内の供給再開作業が可能となった。結果として、大震災から 1 ヶ月強で復旧を完了させることができた。



写真 2.2.2-1　都市ガス事業者の被災状況

出典：「エネルギー白書 2011」　　経済産業省資源エネルギー庁

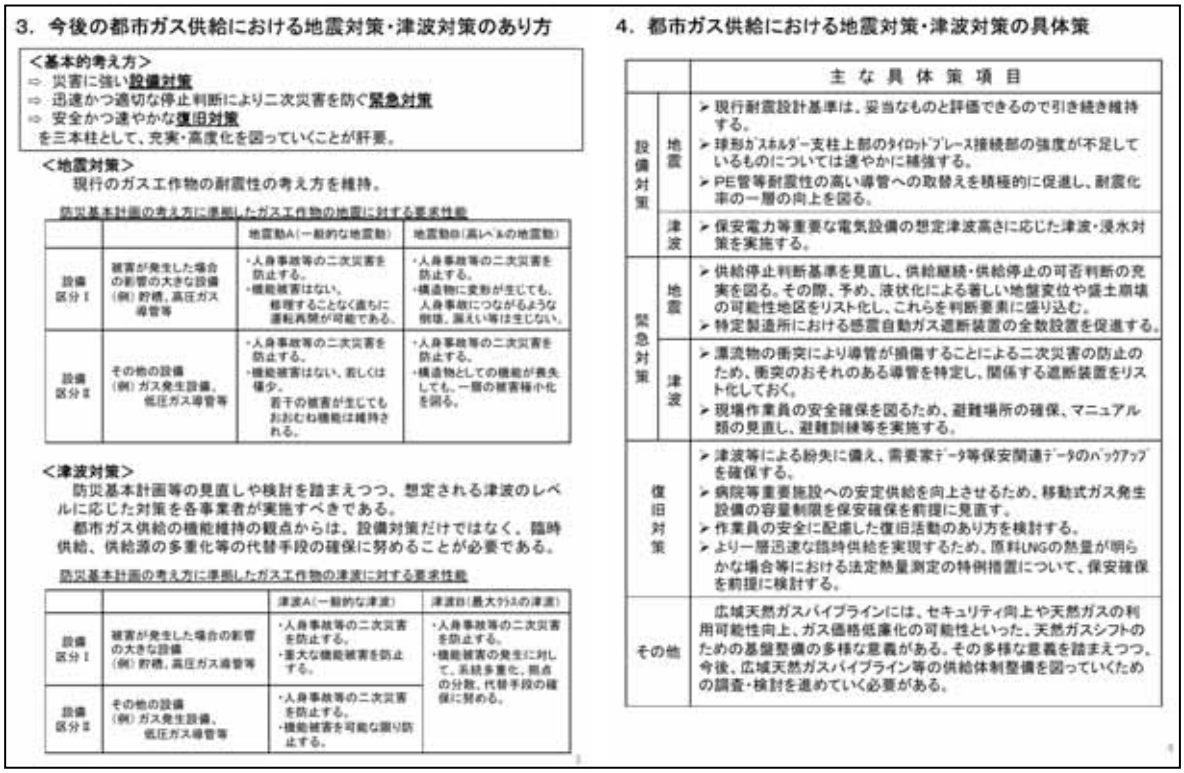
2) 評価・対応

今回の震災では、津波により初めて一部の製造設備が機能停止にまで陥った。

地震動によるガス関連施設の被害に着目すると、製造所における微少漏えいを除きLNG貯槽をはじめとする製造設備、高圧ガスについては、過去の地震時同様、被害は無かった。低圧ガス導管は、ポリエチレン管等耐震性の高い導管の導入促進の結果、被害率（被害箇所数／導管総延長距離）は、過去の震災時に比べ減少した。

ガス関連施設の被害は、地上に設置された施設が多く、浅い地下の施設では地盤変状や斜面崩壊、液状化によるものが見受けられた。

「東日本大震災を踏まえた都市ガス供給の災害対策検討報告書（経済産業省総合資源エネルギー調査会都市熱エネルギー部会ガス安全小委員会災害対策ＷＧ、平成24年3月）」において、今後の都市ガス供給における地震対策・津波対策のあり方・具体策が下記の通り記載されている。



3. 今後の都市ガス供給における地震対策・津波対策のあり方

<基本的考え方>
⇒ 災害に強い**設備対策**
⇒ 迅速かつ適切な停止判断により二次災害を防ぐ**緊急対策**
⇒ 安全かつ速やかな**復旧対策**
を三本柱として、充実・高度化を図っていくことが肝要。

<地震対策>
現行のガス工作物の耐震性の考え方を維持。

防災基本計画の考え方に準拠したガス工作物の地震に対する要求性能

		地震動A（一般的な地震動）	地震動B（高レベルの地震動）
設備区分Ⅰ	被害が発生した場合の影響の大きな設備（例）貯槽、高圧ガス導管等	・人身事故等の二次災害を防止する。 ・機能被害はない。修理することなく直ちに運転再開が可能である。	・人身事故等の二次災害を防止する。 ・構造物に変形が生じても、人身事故につながるような倒壊、漏えい等は生じない。
設備区分Ⅱ	その他の設備（例）ガス発生設備、低圧ガス導管等	・人身事故等の二次災害を防止する。 ・機能被害はない、若しくは僅少。若干の被害が生じてもおおむね機能は維持される。	・人身事故等の二次災害を防止する。 ・構造物としての機能が喪失しても、一層の被害極小化を図る。

<津波対策>
防災基本計画等の見直しや検討を踏まえつつ、想定される津波のレベルに応じた対策を各事業者が実施すべきである。
都市ガス供給の機能維持の観点からは、設備対策だけではなく、臨時供給、供給源の多重化等の代替手段の確保に努めることが必要である。

防災基本計画の考え方に準拠したガス工作物の津波に対する要求性能

		津波A（一般的な津波）	津波B（最大クラスの津波）
設備区分Ⅰ	被害が発生した場合の影響の大きな設備（例）貯槽、高圧ガス導管等	・人身事故等の二次災害を防止する。 ・重大な機能被害を防止する。	・人身事故等の二次災害を防止する。 ・機能被害の発生に対して、系統多重化、拠点の分散、代替手段の確保に努める。
設備区分Ⅱ	その他の設備（例）ガス発生設備、低圧ガス導管等	・人身事故等の二次災害を防止する。 ・機能被害を可能な限り防止する。	

4. 都市ガス供給における地震対策・津波対策の具体策

		主な具体策項目
設備対策	地震	➢現行耐震設計基準は、妥当なものと評価できるので引き続き維持する。 ➢球形ガスホルダー支柱上部のタイロッドブレース接続部の強度が不足しているものについては速やかに補強する。 ➢PE管等耐震性の高い導管への取替えを積極的に促進し、耐震化率の一層の向上を図る。
	津波	➢保安電力等重要な電気設備の想定津波高さに応じた津波・浸水対策を実施する。
緊急対策	地震	➢供給停止判断基準を見直し、供給継続・供給停止の可否判断の充実を図る。その際、予め、液状化による著しい地盤変位や盛土崩壊の可能性地区をリスト化し、これらを判断要素に盛り込む。 ➢特定製造所における感震自動ガス遮断装置の全数設置を促進する。
	津波	➢漂流物の衝突により導管が損傷することによる二次災害の防止のため、衝突のおそれのある導管を特定し、関係する遮断装置をリスト化しておく。 ➢現場作業員の安全確保を図るため、避難場所の確保、マニュアル類の見直し、避難訓練等を実施する。
復旧対策		➢津波等による紛失に備え、需要家データ等保安関連データのバックアップを確保する。 ➢病院等重要施設への安定供給を向上させるため、移動式ガス発生設備の容量制限を保安確保を前提に見直す。 ➢作業員の安全に配慮した復旧活動のあり方を検討する。 ➢より一層迅速な臨時供給を実現するため、原料LNGの熱量が明らかな場合等における法定熱量測定の特例措置について、保安確保を前提に検討する。
その他		広域天然ガスパイプラインには、セキュリティ向上や天然ガスの利用可能性向上、ガス価格低廉化の可能性といった、天然ガスシフトのための基盤整備の多様な意義がある。その多様な意義を踏まえつつ、今後、広域天然ガスパイプライン等の供給体制整備を図っていくための調査・検討を進めていく必要がある。

図 2.2.2-1　地震対策・津波対策のあり方、具体策（下記、出典抜粋）

出典：「東日本大震災を踏まえた都市ガス供給の災害対策検討報告書」

総合資源エネルギー調査会

3)方策の検討

ガス関連施設（主に都市ガス関連）において、地震動による被害が少なく軽微だったことから、地震対策は現行のガス工作物の耐震性の考え方を維持することとなっている。しかし、津波対策においては、今回の震災で津波被害が大きかったことから、想定される津波のレベルに応じた対策を実施すべきであるとの見解になっている（図-1 参照）。なお、津波被害は、地上施設が殆どであり、流出や浸水によるものが殆どである。

上記以外に、浅い地下に設置された管路などの施設は、地盤の変状（斜面崩壊や液状化）等に関連して被害を受けている。よって、地震時の地盤安定に関する対策を講じることが必要と考えられる。

（２）エネルギー関連施設

1) H24 調査結果まとめ

H24 年度調査において、エネルギー関連地下施設の深い部分の代表例として久慈国家石油備蓄基地、地下施設の比較対象の同種用途である地上施設の被害事例として高圧ガス及び危険物施設における調査を実施し、地下施設優位性について報告した。

今回は危険物貯蔵タンクに着目し、東日本大震災の被害状況を踏まえた今後の対策等を述べる。なお、「大型地下貯蔵タンクに係わる地震・津波に対する有効な対策のあり方に関する調査報告書（危険物保安技術協会、平成 24 年 12 月）」を参考とした。

2) 危険物貯蔵タンクの被害状況

屋外貯蔵タンクの被災状況より、屋外貯蔵タンク本体の破損により危険物の流出をともなう被害に繋がったのは、地震の場合は浮き屋根・浮き蓋の破損被害、津波の場合はタンク等の移動被害が多くを占めていた。

津波によるタンク等の移動被害は 80 件あり、許可容量別にみると 500kL 未満の容量の小さい屋外貯蔵タンクの被害が 62 件となっており、大きな被害を受けていた。容量 10,000kL 以上のタンクは被害を受けていない。

一方、地下貯蔵タンクは地下に埋設されていることもあり、タンク本体が破損する被害は屋外貯蔵タンクに比べて少なく、地震による被害 2 件（地滑りによる崩落 1 件、SF 二重殻タンク外殻破損 1 件）、津波による被害 3 件（流失 2 件、露出 1 件）のみであった。しかしながら、液状化によるタンクの浮上、津波の洗掘作用によるタンクの露出・流失被害、タンク内への水の混入被害等があった。

実際に、宮城県気仙沼市の気仙沼港にある石油基地では 23 基の屋外貯蔵タンクのうち 22 基が津波によりタンク本体が流された（東日本大震災消防活動の記録（気仙沼・本吉地域広域行政事務組合消防本部：平成 24 年 9 月））が、この石油基地周辺の地下貯蔵タンクについては、地上設備類については被害を受けているものの、地下貯蔵タンク本体は被害を受けていなかった（**写真 2.2.2-2**）。また、屋外貯蔵タンクが流される被害を受けた屋外タンク貯蔵所に隣接する給油取扱所において、地下貯蔵タンクが健全であった事例も確認している（**写真 2.2.2-3**）。

表 2.2.2-2　津波によるタンク及び配管の移動件数(許可容量別)

被災総基数	500ｋL 未満	500ｋL以上 1,000ｋL未満	1,000ｋL以上 10,000ｋL未満	10,000ｋL以上
80	62	11	7	0

表 2.2.2-3　地下貯蔵タンク本体の地震による被災状況

被害内容	件数
タンク浮上	22
タンク傾斜	4
地滑りにより崩落	1
SF 二重殻タンクの外殻破損	1
破損（マンホール）	1
タンク内に水の浸入	3
その他	2



写真 2.2.2-2　石油基地周辺の地下貯蔵タンク



表 2.2.2-3　タンクが流された屋外タンク貯蔵所に隣接する給油取扱所(地下貯蔵タンクに被害なし)

出典：「東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震･津波対策のあり方に係る検討報告書」
消防庁危険物保安室･特殊災害室：平成 23 年 12 月

3) 評価・対応

東日本大震災における危険物貯蔵タンクの被災状況の調査結果から、津波により屋外貯蔵タンクが移動する被害を受けており、その中でも500kL未満の容量の小さい屋外貯蔵タンクの被害が大きかった。一方で、地下貯蔵タンクは地震・津波によりタンク本体が破損する被害は少なく、屋外貯蔵タンクが津波により流された周辺の地下貯蔵タンクについても、タンク本体は被害を受けていなかった。

4) 方策の検討

被災状況の分析から、タンクは地上より地下に設置されたものが地震・津波に強く、今回の震災からもその優位性が示された。よって、地上にあるタンクを地下化することで、今後発生するであろう大規模地震時にも、被害を軽減することが可能であると考える。しかし、液状化や津波による洗掘の被害が生じていることからこれらの対策を施すことは必要である。

「大型地下貯蔵タンクに係わる地震・津波に対する有効な対策のあり方に関する調査報告書（危険物保安技術協会、平成 24 年 12 月）」において、沿岸部において設置されているタンクの地震や津波による被害軽減対策について分析検討されており、下記を提言している。

a) 大型地下貯蔵タンク化

500kL 未満の容量の小さい屋外貯蔵タンクを大型地下貯蔵タンクで置き換え地下化することで、沿岸部における災害に強い施設となり、次のメリットがある。

・ 地震・津波によるタンク本体の被害の軽減
・ 貯蔵危険物の流出による火災、水質汚染等の二次災害の防止
・ 震災後の応急対策や復興期の迅速な石油エネルギー供給

b) 地震・津波対策

地域・施設の特性に応じて次に示す地震・津波対策を選択し、組み合わせることで、震災後の応急対策や復興期の迅速な石油エネルギー供給に対応できる施設になる。

① 地震対策（施設を設置するにあたり地盤の液状化が懸念される場合）
・液状化によるタンク浮上対策として、6 号砕石によりタンクを埋め戻す。
・地下水位が頻繁に変わるなどの不安定な地盤の場合には、不織布等を併用する。
② 津波対策（津波の襲来により地上設備類の破損等が懸念される場合）
・洗掘防止対策として、鉄筋コンクリート造建物の隅角部を避けた立地とするとともに、上部スラブ周囲については給油取扱所の給油空地相当の舗装とし、その上で舗装道路に隣接した立地とする等できるだけ土壌が露出しないような場所を選定する。
・タンク内への水の混入対策として払出設備・配管類、通気管及び注入口からの各種流入防止対策等を講じる。

参考文献

1) 経済産業省資源エネルギー庁「エネルギー白書 2011」
http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/

2) 総合資源エネルギー調査会「東日本大震災における都市ガス供給の災害対策検討報告書」
http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/toshinetsu/saigai_taisaku_wg/003_haifu.html

3) 危険物保安技術協会「大型地下貯蔵タンクに係わる地震・津波に対する有効な対策のあり方に関する調査報告書 平成24年12月」
http://www.khk-syoubou.or.jp/pdf/guide/research/2_2012-12-oogatatanku.pdf

4) 消防庁危険物保安室・特殊災害室「危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討報告書　平成 23 年 12 月」
http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/houdou/h23/2312/231222_1houdou/02_houdoushiryou.pdf

2.2.3　上水道関連施設

1)　H24 調査結果まとめ

管路においては、仙台市の平均被害率 0.07 件/km で、過去の大地震と比較して小さく、管路被害は小さかったと言える。これは、管路被害が多く発生すると言われている人工改変地盤が少なく、かつ、昭和 53 年に発生した宮城県沖地震以降、道路の地盤改良による補強等が進んでいたことにより、埋設地盤への影響が小さく、地盤変状の範囲も限定的であったためであると考えられる。

また、管路の耐震化により、被害を抑えられた。調査対象事業体の合計値（ 仙台市は配水支管も含む）では、ダクタイル鉄管の耐震継手管路は、約 1,017km 布設されており、被害はなかった。また、鋼管の溶接継手管路については、約 244km 布設され、今回、現地溶接部からの漏水被害は 1 件のみの報告であった。

一方で、構造物や施設では、津波や液状化による被害が多く見られた。

沿岸部では、津波により施設の崩壊・流出、設備故障が多数発生した。沿岸部付近の河川を横断する水管橋では津波による流出等の被害が発生している。今後、沿岸部に位置する水道施設に対する津波対策は、津波の想定も含めて抜本的な対策の検討・実施が必要である。

一関市では地震動により高架水槽形式の配水池が倒壊した。3 月 11 日の本震時に下部 RC 部に亀裂が生じ、4 月 7 日の余震において倒壊したが、付近の強震観測記録によると、余震は本震に匹敵する地震動の大きさであったと推察される。倒壊した配水池は昭和 53 年に竣工しており、部材寸法が小さい。さらに、高架水槽のような塔状構造物は、池状構造物に比べて固有周期が長くなる特徴があり、地震時には地震動が増幅する恐れがある。このような状況から、当配水池は現行の耐震設計基準を満足していない可能性が高いと推察される。今後、配水池の倒壊の原因究明をするとともに、その結果を踏まえ、他事業体においても類似構造物の耐震診断・耐震補強工事の検討が必要である。



倒壊前 H 23/3/18　　倒壊後 H 23/4/09

写真 2.2.3-1 一関市 沢配水池の倒壊状況

出典：「平成 23 年（2011 年）東日本大震災　水道施設被害等現地調査団報告書」
厚生労働省健康局水道課、社団法人日本水道協会

石巻地方広域水道企業団の蛇田浄水場では、液状化により構造物、場内連絡管、機械・電気設備に甚大な被害が発生した。過去の地震においても液状化に伴う地盤沈下等により被害が発生しているが、液状化が発生すると被害が甚大となり、長期間の機能停止となることが多いため、適切な対策の実施が必要である。

厚生労働省の報告では、東日本大震災による水道施設被害の特徴を以下のようにまとめている。

①津波による沿岸部の被害

・津波被害による施設設備流失故障、 水源の井戸水の塩化物イオン濃度上昇、 水管橋の損壊・流失

②耐震性の低い構造物の被害

③地盤の液状化による被害

④地震動による構造物の被害は比較的軽微

・地盤の液状化が見られた箇所以外の浄水場等の池状構造物では大規模な被害は少なかった。

⑤耐震管は優れた耐震性能を発揮

2) 評価･対応

上水道施設における地中管路は、液状化被害を回避するための設置地盤の選定・補強ならびに管路継手の耐震仕様化（耐震継手・溶接継手）により、大幅な強化（被害の回避）が可能になる。しかしながら、平成 23 年度末時点での、基幹的な水道管路の耐震適合性のある管の割合は 32.6%であり、1 年間で 1～2%程度の上昇にとどまっている。また、都道府県別の耐震適合率を比べると、最も高い神奈川県の 61.3%に対し、最も低い岡山県では 15.4%と地域間、水道事業者間で大きな開きがあり、遅れている地域の底上げが必要な状況である。厚生労働省では、耐震化や老朽化対策に予算を充てるとともに、水道事業者への働きかけを行っている。

河川部などの水管橋については、落橋防止装置の設置や橋脚のコンクリート巻立てなどの耐震補強が必要であり、対応されつつある。さらに、津波到達が予想される河口部付近においては、根本的な対策として地中横断施設への変更も有効であると思われる。この場合は、電気施設や情報通信施設などとの共同溝化がコスト削減にも寄与すると思われるため、所管官庁や企業者などの横断的な検討が求められる。

高架水槽は、水頭差を利用した配水機能を有するが、耐震補強化や地下水槽への変更あるいは直結直圧方式の活用などの検討が必要である。

浄水場等の面的設備については､平成 23 年度末時点での浄水場の耐震化率は 19.7%、配水池は約 41.3%となっており、さらなる耐震化促進が求められる。東日本大震災においては、池状構造物での地震動による被害は小さかったが、液状化対策とともに構造物の補強も進めていく必要がある。また、配水系統の複層化や代替・補完機能の強化などのバックアップ施設・機能の整備も合わせて行う必要がある。

これらの対策は、厚生労働省をはじめ、各水道企業者で取り組みが行われている。

以下に、東京都水道局の事例を示す。

3) 東京都水道局の取り組み事例

東京都は、東日本大震災を踏まえ、首都直下地震等による水道施設被害想定ならびに

対策を公表している。主な対策としては、構造物の耐震診断・補強の実施、管路の耐震継手化、バックアップ機能の強化であり、特に、管路については、「水道管路の耐震継手化 10 ヵ年事業（平成 24~30 年）」を展開している。

(1) 被害想定

表 2.2.3-1 首都直下地震等による東京の被害想定（ 水道施設）

想定地震	地震の規模	断水率
東京湾北部地震	マグニチュード(M)7．3	34．5%
多摩直下地震	M7．3	36．9%
元禄型関東地震	M8．2	45．2%
立川断層帯地震	M7．4	13．3%

（http://www.waterworks.metro.tokyo.jp/customer/life/s_taisaku.html）

(2) 予防対策

①貯水施設：既設堤体の詳細な耐震解析ならびに堤体強化の実施。

②取水・導水施設：耐震性の評価ならびに耐震補強の実施。

③浄水施設：処理系列ごとの耐震強化。場内管路は全面的に耐震継手管に交換。

④送配水施設：送配水管の取替（経年管等の取替、初期ダクタイル管の取替、三次救急医療機関・首都中枢機関等への供給ルートの耐震強化）

⑤給水装置：大口径給水管の耐震強化

上記に加え、導水施設の二重化・自家用発電設備の整備（送配水施設を含む）・送配水管ネットワークの構築によるバックアップ機能の強化。

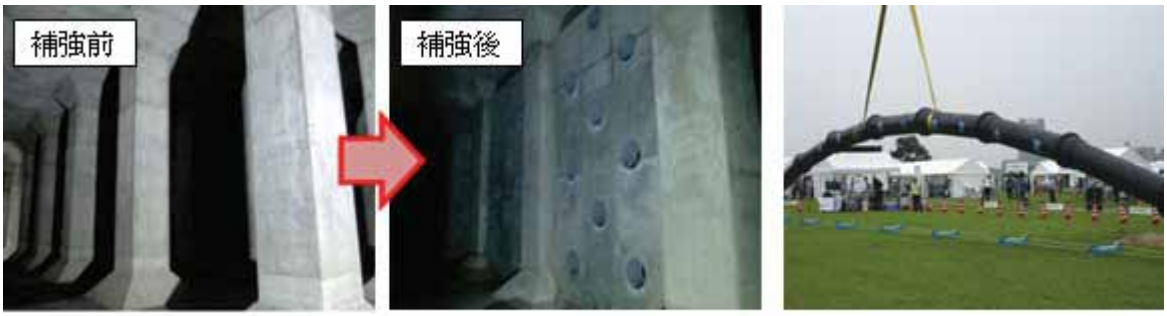


写真 2.2.3-2 水道施設の耐震化

出典：「東京都水道局震災対策事業計画（平成 25～27 年度）」
東京都水道局

参考文献

１）厚生労働省：水道行政の最近の動向（第１２回厚生科学審議会生活環境水道部会資料
平成 24 年 3 月
http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r98520000024pyr-att/2r98520000024q4g.pdf

２）厚生労働省：全国健康関係主管課長会議資料　　平成 25 年 3 月
http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryou/kenkou/topics/dl/tp130412-1l.pdf

３）東京都水道局ホームページ
http://www.waterworks.metro.tokyo.jp/customer/life/s_taisaku.html

４）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 24 年度防災・減災型地下インフラの調査報告書」　平成 25 年 3 月

2.2.4　下水道関連施設

1)　H24 調査結果まとめ

管きょ被害では、液状化による被害が顕著で全体のおよそ 9 割を占めた。また、人孔被害では、液状化による被害が約 7 割と高い割合であった。

地域特性としては、「地震動」及び「埋戻し部の液状化」による管路被害は宮城県が最も多い。また、「周辺地盤の液状化」による管路被害は大半が千葉県及び茨城県で発生した。

処理場被害では、津波による被害において、地震による被害に比べて電気設備の被害が多くなる傾向にあった。また、津波被害を受けた処理場は津波以外で被害のあったものより機能復旧までの時間（機能停止時間）が長期化する傾向にあった。



（送風機棟への流木浸入）
南蒲生浄化センター



（水処理施設への車両浸入）
大平下水処理場

写真 2.2.4-1 処理施設の被害

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書
平成 24 年 3 月下水道地震・津波対策技術検討委員会

海岸からの距離による被害傾向としては、距離が短いほど全機能停止被害が大きい傾向にあった。また、被害要因としても海岸からの距離が短いほど波圧が強い傾向にある。

さらに、津波による浸水深が 1m を超えると全機能停止が半数を超える傾向にあり、浸水深が 0～4m までは機械または電気の被害が主体となっている。

ポンプ場被害でも同様に、津波被害において、地震による被害に比べて、電気設備の被害が多くなる傾向にあった。また、海岸からの距離と被害程度との関係においては、距離に関わらず全機能停止の割合が高かった。

浸水深との関係においては、浸水深に関係なく全機能停止の割合が多く、機械・電気工種の被害割合が高かった。これらの理由は、地下にあるポンプ場の主な設備において、浸水対策を講じていなかったためと考えられる。一方で、1 階施設で施設の防水性が高く内部が浸水しなかったものや 2 階に設置されていて浸水を受けなかった施設では被害は最小限であった。

2)　評価･対応

下水道施設の管路における特徴として、自然勾配流下が基本であり差込み継ぎ手方式が主流であること、人孔の設置が不可避であることが挙げられる。今回の震災による被害では、地盤の液状化による管路の抜け・たるみならびに人孔の浮き･ずれ・沈下が顕著であった。したがって、対策としては、継ぎ手部分の耐震化や伸縮可とう管の採用に加え、人孔設置部の地盤強化（液状化対策）が有効と思われる。

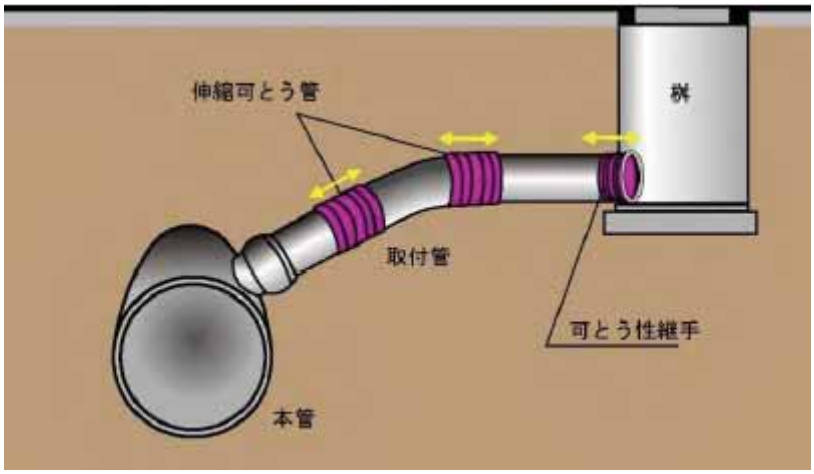


図 2.2.4-1 周辺地盤の液状化に備えた対策イメージ

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書
平成 24 年 3 月　下水道地震・津波対策技術検討委員会

また、河川横断部においては、上水道施設と同様に地中横断が有効である。

処理場・ポンプ場については、施設が河川下流部や沿岸部に設置されることから、津波による直接被害（浸水・波圧・漂流物被害）が多く報告されている。

これらへの対策として、以下が有効と思われる。

①浸水被害対策：設備関連の高層階への設置、開口部覆蓋の流出防止対策、設備の防水化など

②波圧被害:構造補強、津波浸入方向を考慮した建物配置、建築物の開口部位置変更、津波防護壁の設置など

③漂流物被害：構造補強、防護壁の設置、水処理施設の開口部の覆蓋化など

これらの対策は、各水道企業者で取り組みが行われている。

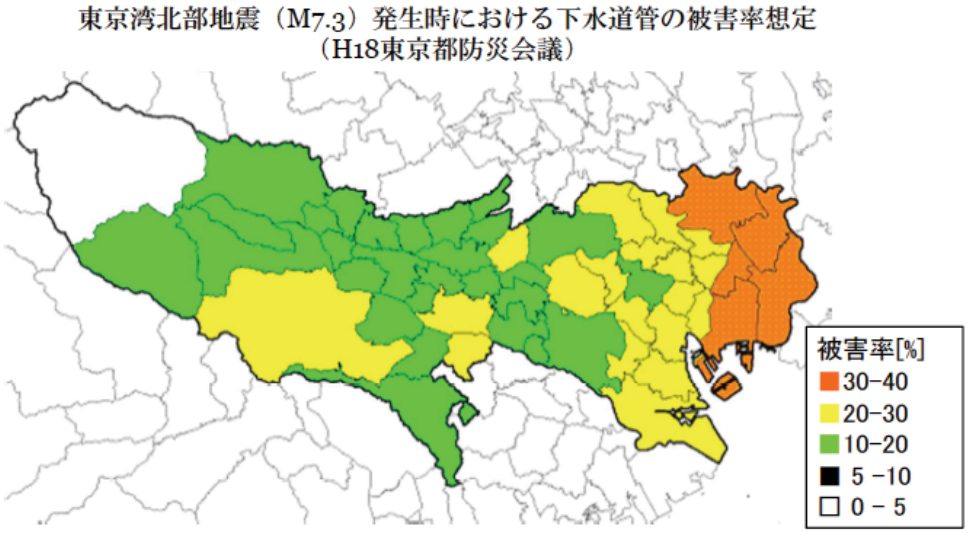
以下に、東京都下水道局の事例を示す。

3)　東京都下水道局の取り組み事例

東京都は、東日本大震災を踏まえ、首都直下地震等による下水道施設被害想定ならびに対策を公表している。主な対策としては、水再生センターおよびポンプ所の耐震化・耐水化、下水道管内への逆流防止としている。

また、人孔ならびに人孔と管路接続部の対策に取り組んでいる。

(1)　被害想定



図−2.2.4−2　首都直下地震等による東京の被害想定（下水道施設）

（http://www.bousai.go.jp/kaigirep/kentokai/kinoukakuho/4/pdf/1.pdf）

(2)　予防対策

①水再生センターおよびポンプ所の耐震化

低地の揚水機能を有する施設から優先的に耐震診断、耐震補強を進める。既設堤体の詳細な耐震解析ならびに堤体強化の実施。

②水再生センターおよびポンプ所の耐水化

想定最大津波高さより地盤が低い 34 箇所を対象に、建物の出入口や換気装置などの開口部殻の浸水を防止するため、防止扉・止水板の設置や、かさ上げを実施。

③高潮防潮扉操作の遠方制御による自動化

フラップゲートなどの自動的に閉鎖する装置がない 20 施設を対象に、光ファイバーネットワークやその他の通信設備を利用した遠方制御の自動化を実施。



図 2.2.4−3 ポンプ所などの耐水対策

出典：下水道施設の地震・津波対策整備計画

平成 24 年 12 月　東京都下水道局

参考文献

１）国土交通省：下水道地震・津波対策技術検討委員会　(国土交通省 HP)
http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000170-1.html

２）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 24 年度防災・減災型地下インフラの調査報告書」　平成 25 年 3 月

2.2.5　情報通信施設

1)　H24 調査結果まとめ

東日本大震災では阪神淡路大震災に比較して格段に広範囲で通信支障が生じた。その要因として、第一に通信ビルやアンテナ、通信ケーブルなどの通信施設自体の損傷･故障によるものである。第二に停電の影響がある。通信サービスは電気装置の集合体で構成されているため、商用電源の途絶により、利用が不可能となる。第三に輻輳の問題がある。前者の二つに比較して、設備容量を超える通信の集中という二次的な支障である。

上記のうち、一次的な被害である通信施設の損傷･故障において、揺れによる被害は顕著ではなかったものの、津波による被害は、施設そのものの流出など、極めて大きなものであった。



通信ビルの被害状況（宮城県　志津川ビル）



中継ケーブルの流出（岩手県　気仙大橋）

写真 2.2.5-1　固定電話施設の被害

出典：東日本大震災による通信サービス被害と復旧・復興への取組み
東日本電信電話株式会社

揺れに対する対応は、阪神･淡路大震災を教訓として、ビルの耐震化などによる効果が見られたが､大規模な津波については､ハード面のみの対策では対応は困難と思われる。

通信の確保に対しては、衛星回線や多ルート化、ネットワーク化など、柔軟な対応が不可欠である。

2)　評価･対応

情報通信施設における耐震対策としては、設備を格納するビルなどの施設本体の耐震化が不可欠である。また、新設ビルにおいては、免震構造や制震構造の採用の検討が必要である。

設備の被害軽減には、揺れによる設備の損傷防止のために耐震据付化が有効であった

との報告もされている。今後は、長周期地震動の影響も考慮した設備配置・固定に関する規準等の整備・周知・実施が不可欠と考えられる。

情報通信設備の設置においては、津波や浸水のリスクを評価したうえで、地下施設へ格納も有効な手段であると思われる。

通信鉄塔については、建築基準法を上回る基準を採用している企業者もあるが、想定地震規模や該当エリア設定等、きめ細かい配慮設計が必要である。

津波対策としては、河川横断部においては橋梁添加配管の損傷に対し、橋梁内部への格納あるいは河川の地中横断の検討が必要と思われる。また、沿岸部の情報通信管路においては、海側より山側への埋設・設置を行うことで被害軽減の可能性が高まると思われる。

停電や輻輳については、予備電源の確保・電源の浸水対策に加え、多重回線化や多ルート化、ネットワーク化が必要である。

以下に、東京都の事例を示す。

3) 東京都の取り組み事例

東京都は、東日本大震災を踏まえ、首都直下地震等における災害時の情報通信の確保のための対策を公表している。ただし、情報通信施設においては、民間企業によるものが多い（電力・通信・放送）ため、耐震化の促進支援や対応体制構築が中心となっている。

(1) 被害想定

表 2.2.5-1 首都直下地震等による東京の被害想定（インフラ施設）

区分		電力（停電率）	通信（不通率）	ガス（供給停止率）	上水道（断水率）	下水道（被害率）
東京湾北部地震	M7.3	17.6 %	7.6 %	26.8～74.2 %	34.5 %	23.0 %
多摩直下地震		8.8 %	2.0 %	6.5～84.6 %	36.9 %	23.2 %
元禄型関東地震	M8.2	11.8 %	6.1 %	3.0～53.1 %	45.2 %	22.9 %
立川断層帯地震	M7.4	4.0 %	1.4 %	0.8～11.3 %	13.3 %	18.8 %

（http://www.waterworks.metro.tokyo.jp/customer/life/s_taisaku.html）

(2) 予防対策

①通信基盤の充実や耐震化を推進

②通信手段の多様化

関係機関の業務用 MCA 無線の増設、下水道施設を活用したバックアップルートを含む光ファイバー1,200km の敷設を完了させ、行政利用への無償提供を拡大するなど通信ネットワークを強化

参考文献

１）東京都防災ホームページ
http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/tmg/plan-sinsai.html

２）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 24 年度防災・減災型地下インフラの調査報告書」　平成 25 年 3 月

2.2.6　共同溝施設

1)　平成 24 年度調査結果のまとめ

共同溝は、ガス、電気、上下水道などのライフラインを道路の下にまとめて収納する施設である。一般的には幹線ライフラインを収容する比較的大断面のトンネル状の構造物を指すが、一般家庭に供給する支線を収容する供給管共同溝、また電線や光ファイバーといった電気通信設備のみを収容する小型の電線共同溝などもある。東京都区内では完成延長 117km（平成 24 年 4 月現在）であるのをはじめ、全国の主要都市で共同溝が供用されている。これらは主に幹線道路下に設置されるため、所轄は国土交通省となっている。よって、被害調査にあたっては、国土交通省の資料を中心に検索した。また、学会調査資料も参考とした。

調査の結果、共同溝の甚大な被害は生じていないことがわかった。唯一首都圏において、調査資料[1)]（第 105 報）の「港湾施設の被害状況」という項目の中に「川崎港東扇島地区：共同溝内亀裂による漏水」という記述がみられるのみである。ただし、被災地では津波等によるその他の被害が甚大であったため、このような機能停止を伴わないレベルの軽微な被害については報告されていない可能性もある。

また、一般の共同溝ではないが、浄水施設内に敷設された共同溝において浮き上がりおよび目地ずれなどの顕著な被害が報告されている（**写真 2.2.6-1**、**写真 2.2.6-2**）[2)]。



写真 2.2.6-1　鰐川浄水場　上水施設側の共同溝の浮上（2011 年 3 月 12 日）



写真 2.2.6-2　工水側共同溝の内部

出典：土木学会：東日本大震災被害調査団（地震工学委員会）緊急地震被害調査報告書[2)]

2)　分析・評価

共同溝施設の被害調査の結果、機能停止などのライフラインの供給に大きな影響を与えるような被害は発生しておらず、共同溝が地震に強い施設であることが明らかとなった。しかしながら、他の構造物（地下鉄等）の被害状況を踏まえると、クラック等の軽微な被害は一定数生じていたものと推察される。これらの被害は、直ちに機能への甚大な影響を与えるものではないが、漏水等による使用上の不具合を生じたり、長期的には構造物の耐久性に影響することが予想される。

また、液状化に伴う浮き上がりや、目地ずれによる土砂の流入などに対しては、ひとたび生ずれば機能に大きな影響を与えることが予測されるため、液状化の対象となる地盤、あるいは変形の大きくなる軟弱地盤に設置する場合には、十分な検討が必要である。

3)　方策の検討

今回の震災では共同溝の大きな被害はあまり見られなかったが、今後共同溝が多く設置されている地域を大きな地震動が襲えば、より深刻な被害が生じることが懸念される。

したがって、液状化対象地盤あるいは軟弱地盤に設置された共同溝については、浮き上がりや目地ずれの防止、あるいは土砂流入を防止する対策が望まれる。また、軽微な被害であっても多数発生した場合には、長期的にその機能に影響を及ぼすと考えられるため、平時から事後の迅速な補修計画を立案しておくことや、ひび割れが生じても漏水の生じない対策を実施することが望ましい。

参考文献

1)　国土交通省：災害情報　東日本大震災（第 1 報～第 105 報）
2)　土木学会：東日本大震災被害調査団（地震工学委員会）緊急地震被害調査報告書、
http://committees.jsce.or.jp/report/node/43

2.2.7 道路関連施設

1) 平成 24 年度調査結果のまとめ

道路関連施設は、高速道路・直轄国道・補助国道・県道などであり、これらの管理者は国土交通省、東・中・西日本高速道路(株)（略称：NEXCO)、地方公共団体が主である。よって、被害調査にあたっては、国土交通省、NEXCO、国土技術政策総合研究所、土木研究所等の資料および土木関連雑誌類を中心に検索した。また、学会調査資料も参考とした。

道路関連施設の被害は、東北および関東地方の広範囲にわたり、直轄国道 69 区間、都道府県等管理国道 102 区間、都道府県道等 539 区間で被災により通行止めとなった[1),2)]。また、東日本高速道路(株)（NEXCO 東日本）が管理する高速道路は、高速道路 15 路線が通行止めとなり、本震・余震を含め東北地方から関東地方の管理延長約 3,600km・42 路線のうち 870km・20 路線という広範囲で交通の支障となる被害が発生した[1),3)]。

表 2.2.7-1 に NEXCO 東日本管内での被害の発生状況を示す。

表 2.2.7-1 NEXCO 東日本管内における交通の障害となる被害の発生状況

路線名	延長（km）	被害の状況
東北自動車道	347.1	道路本体・路面の崩落：1 箇所 路面のクラック：27 箇所 ジョイント部段差：26 箇所 路面陥没：7 箇所 路面段差：61 箇所　など
磐越自動車道	85.5	路面のクラック：13 箇所 ジョイント部段差：6 箇所 路面陥没：4 箇所 路面段差：5 箇所　など
山形自動車道	28.1	ジョイント部段差：1 箇所 路面段差：5 箇所
常磐自動車道	166.4	道路本体・路面の崩落：1 箇所 路面のクラック：29 箇所 ジョイント部段差：2 箇所 路面陥没：2 箇所 路面段差：14 箇所　など
仙台東部道路	18.5	路面のクラック：1 箇所 ジョイント部段差：7 箇所 路面陥没：1 箇所 路面段差：5 箇所 津波による被害　など
その他の路線	224.2	路面のクラック：27 箇所 ジョイント部段差：14 箇所 路面陥没：9 箇所 路面段差：84 箇所 津波による被害　など
全　　体	869.8	道路本体・路面の崩落：2 箇所 路面のクラック：97 箇所 ジョイント部段差：56 箇所 路面陥没：23 箇所 路面段差：174 箇所 津波による被害　など

出典：「東北地方太平洋沖地震における高速道路の被害および復旧状況について」

安部哲生ほか

車両交通に支障をきたした道路の主な被害を以下に列記する。

- 津波による橋梁の流出
- 津波によるアンダーパスの浸水
- 津波による橋台背面盛土の流出
- 津波による路面へのガレキ流入
- 地震動による盛土の崩壊・路肩沈下、切土区間の崩壊、自然斜面の崩落
- 地震振動による橋梁の損傷
- 地震動による構造物接続部の段差の発生
- 液状化による路面クラックおよび段差の発生、盛土の沈下、噴砂の堆積

（上記以外にも被害の程度が小さいものや局所的なものは生じている。）

このうち、地上施設の津波・地震動による被災事例を**写真 2.2.7-1～2** に、地下構造物の被害事例である津波によるアンダーパスの浸水事例を**写真 2.2.7-3** に示す。

また、震災直後から太平洋側の主要道路が震災による被害で通行止めとなり、交通が分断された。このような状況下で、震災当時は緊急輸送路の早期確保のため、「くしの歯」作戦に代表される賢明な道路啓開、応急復旧が行われた。



写真 2.2.7-1　橋梁の流出（宮城県気仙沼市）



写真 2.2.7-2　路面崩壊（福島県広野町）

出典：「東北地方太平洋沖地震における道路関係施設の被災状況」東北地方整備局道路部



a) 平常時　b) 冠水時

写真 2.2.7-3　北海道釧路市　国道 44 号 旭アンダーパス

出典：「東日本大震災における釧路道路事務所の対応」国土交通省北海道開発局

2) 分析・評価

道路関係施設の被害調査の結果、主に地上構造物に被害が生じており、地下の構造物についてはアンダーパスの浸水被害の他は見当たらなかった。また、道路トンネルについても、交通の支障となるような被害は報告されていない。したがって、今回の震災ではトンネル等の地下構造物が地震に対して強いことが示されたといえる。

しかし、調査した公開資料とは別に、浅い地下の構造物であっても軽微な被害等は生じている可能性があり、その被害の程度や損傷形態について更に調査を進める必要がある。

3)方策の検討

今回の震災では、道路関係の被害はほとんどなかったが、過去の地震では被害が報告された事例がある。中越沖地震では、北陸自動車道米山トンネルで、延長 200m の区間で覆工のクラック・はく落が生じている[7]。米山トンネルは、延長 1.6km で矢板工法により施工され、被災時点で供用後 24 年が経過していた。**図 2.2.7-1** にトンネル損傷の形態を示す。

米山トンネルでは、被災前の保全点検では、「速やかに補修を要しないが、機能低下が見られるとともに、緩やかに損傷が進行すると予想され、おおむね 5 年以内に補修が必要と判断される（判定区分 A2)」となっていた。また、震災前から盤ぶくれが生じていたことや、矢板工法に特有の背面空洞が影響していた可能性が指摘されている。

したがって、南海トラフ大地震が予測されているような地域においては、トンネルの耐震性を高めるために、はく落防止としての炭素繊維シート貼付けや背面空洞への注入などの早期の補修を実施することが望ましいと考えられる。

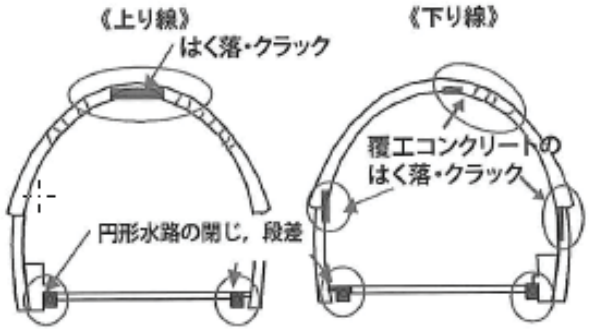


図 2.2.7-1　米山トンネルの損傷の形態

出典：「中越沖地震による高速道路トンネルの被災事例分析」中野清人ほか

参考文献

1) 佐々木哲也：道路施設における被害の特徴と復旧の現状、基礎工，Vol.40，No.4，平成24年4月
2) 東北地方整備局：「東日本大震災と道路」パネル展～救急・救助のための緊急輸送路確保～
http://www.thr.mlit.go.jp/road/jisinkannrenjouhou_110311/panel/pdf/panel.pdf
3) 土屋一郎：高速道路における被害の特徴と復旧の現況，基礎工，Vol.40，No.4，平成24年4月
4) 安部哲生ほか：東北地方太平洋沖地震における高速道路の被害および復旧状況について、地盤工学ジャーナル，Vol.7，No.1，2012
5) 東北地方整備局道路部：東北地方太平洋沖地震における道路関係施設の被災状況，平成23年3月24日現在
6) 北海道開発局：東日本大震災における釧路道路事務所の対応－津波による通行規制状況と旭アンダーパスの道路復旧作業について，第55回北海道開発技術研究発表会，平成24年2月
7) 中野清人ほか：中越沖地震による高速道路トンネルの被災事例分析，トンネルと地下，Vol.43，No.4，2012.4

2.2.8 鉄道・地下鉄

1) 平成 24 年度調査結果のまとめ

日本における鉄道は、鉄道事業法および軌道法に基づいた国土交通省管轄にあるものとされており、新幹線、在来線、民間鉄道、地下鉄、貨物鉄道、モノレール等の施設がある。平成 24 年 7 月末現在、全国の鉄道事業者数は 204 であり総延長は約 36,000km となっている。

このうち地下鉄は、主に地下を走る鉄道路線である。日本における地下鉄は、東京都のほか、大阪市や仙台市などの政令指定都市に公営地下鉄が存在する。また、地下鉄の事業者は地方公共団体などによって運営されており、その総延長は 857.3km（平成 23 年 3 月現在）である。地下鉄は、当該都市において都市内の有力な移動手段となっている事例が多く、特に東京都区部と大阪市においては、地上の鉄道と併せて都市内の有力な移動手段となっている。

東日本大震災における鉄道施設に関しては、東北新幹線をはじめとして、広範な地域で多数の被害が生じた。このうち、高架部については、地震動による損傷（橋脚の損傷、橋桁のずれ、支承部の損傷、電化柱の損傷など）と、津波による損傷（桁等の流失および漂流物の衝突等）が主なものである。また、盛土および切土部においても、地震動による崩壊の被害および津波による土砂流出の被害が発生した。いずれも最近の耐震基準に基づく設計がされたものについては被害が少なく、一定の効果が出ていることが報告されている。

表2.2.8-1 東北新幹線の主な被害状況

主な被害	3/11 本震	4/7 以降余震
電化柱の折損傾斜・ひび割れ	約 540 箇所	約 270 箇所
架線の断線	約 470 箇所	約 200 箇所
高架橋柱等の損傷	約 100 箇所	約 20 箇所
軌道の変位・損傷	約 20 箇所	約 20 箇所
変電設備の故障	約 10 箇所	約 10 箇所
防音壁の落下・傾斜・剥離	約 10 箇所	2 箇所
天井材等の破損・落下	5 駅	2 駅
橋桁のずれ	2 箇所	7 箇所
橋桁の支点部損傷	約 30 箇所	約 10 箇所
トンネル内の軌道損傷	2 箇所	－
合　計	約 1,200 箇所	約 550 箇所

＊高架橋、橋梁、トンネルの崩落はなし

出典：「2011 年東北地方太平洋沖地震被害の概要と地盤工学的課題」風間基樹

地下部の損傷は総じて軽微であったが、液状化に起因する目地部のずれが生じており、このような被害の場合は復旧が困難な場合が多いことから、被害抑止方法や復旧方法が今後の課題である。また、津波による浸水およびがれき等の流入で大きな機能被害を生じた例もあり、構造のみならず機能面からの対策も重要になると考えられる。

山岳トンネルについては、交通の支障になるような被害は東北新幹線の2ヵ所のトンネルで報告されているのみであり、トンネル等の地下構造物についての被害はほとんど発生しなかった。今回の震災ではトンネル等の地下構造物が地震に対して強いことが示されたといえる。





写真2.2.8-1　トンネル内の漏水状況

出典：「よみがえれみちのくの鉄道」国土交通省東北運輸局監修





写真2.2.8-2　水没したトンネル写真2.2.8-3　トンネル内の目地ずれ

出典：「よみがえれみちのくの鉄道」国土交通省東北運輸局監修

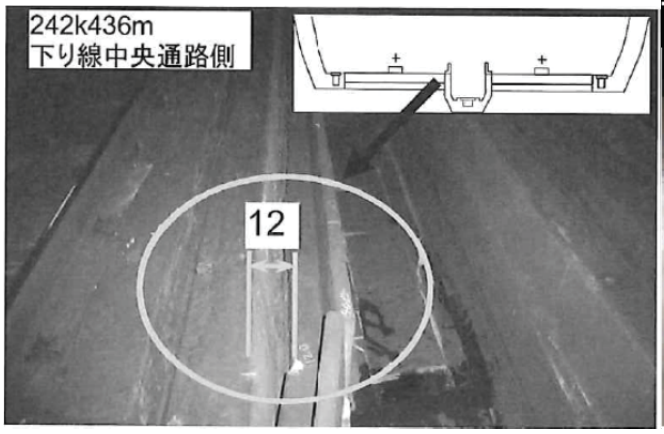


写真2.2.8-4 福島トンネルの被害

出典：「JR 東日本におけるトンネル地震被害の事例」，清水満

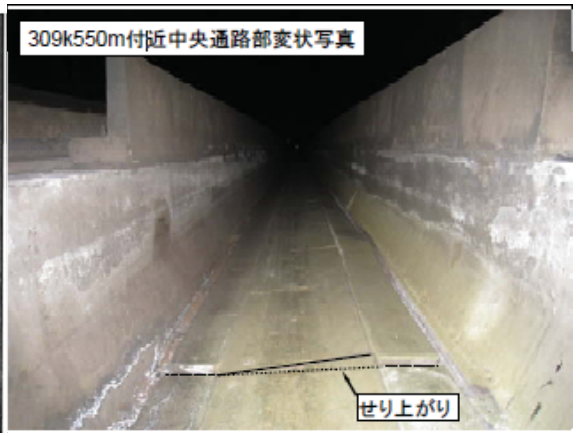


写真2.2.8-5　志賀トンネルの被害

出典：「東北地方太平洋沖地震における鉄道の被災状況およびその復旧について」、野澤伸一

東日本大震災における地下鉄構造物の被害報告は、仙台市および首都圏の地下鉄において、その大部分を占めるトンネル構造の地下部分では実質的な構造の被害はほとんど報告されておらず、鉄道の停止・遅延は、主に被害状況の確認といったソフト面の対応によるものであることが確認された。

ただし、仙台市地下鉄のような震源地から近い位置においては、地下鉄路線上に存在する高架区間や地上区間では、地震動によって安全性を損なう構造の損傷や、軌道設備の損傷が報告されている。

表 2.2.8-2　仙台市地下鉄南北線　被害状況

	地上部	地下部
建設キロ	0.58km	13.86km
被害状況	・橋梁に微小クラックが発生	[開削トンネル] ・本体構造物で微小クラック発生 ・仮設吊防護部材の変形(31箇所中20箇所) ・津波による一部浸水 [シールドトンネル] ・セグメントの一部剥落 ・施工済みの区間で変位発生 [NATM区間] ・被害報告なし

出典：「東日本大震災による現場の被災状況」仙台市交通局

また、施工中の仙台市営地下鉄東西線においては、開削区間において土留壁の損傷から構内が水没するなどの被害が発生した工区も報告されているが、資材や仮設構造物への被害が多く、施工時における躯体構造物に対する影響はほとんど報告されていない。

甚大な被害をもたらした津波による地下鉄の被害状況は、津波が自動車専用道路の築堤で止まり、築堤下の農業水路から一部浸水する程度であったとの報告はあるが、被災状況の詳細は確認できなかった。

表 2.2.8-3　仙台市地下鉄東西線　被害状況

	地上部	地下部
建設キロ	3.75km	11.69km
被害状況	・高架駅支柱アンカーボルトが破損 （46本中17本が破断、29本が湾曲） ・橋梁、高架橋の一部（約280本中約50本）が損傷 ・軌道の歪み	・運行阻害となる損傷の報告はなし （開削トンネル上部の埋戻し箇所が一部陥没）

出典：東日本大震災による現場の被災状況;仙台市交通局

	被害状況	復旧状況
ｱﾝｶｰﾎﾞﾙﾄ (八乙女駅)		
橋脚部		
高架橋部		

写真 2.2.8-6　仙台市地下鉄東西線　被害状況

出典：「東日本大震災による現場の被災状況」仙台市交通局



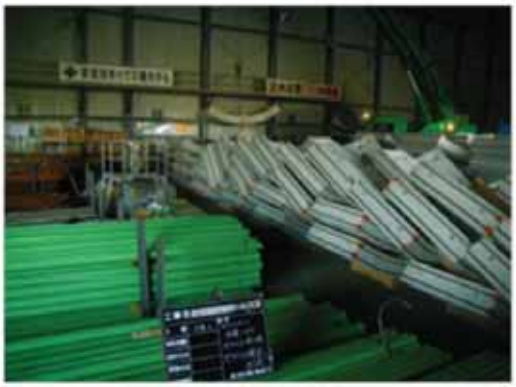
振れ止め部材変形状況



土留壁破損による浸水



セグメントの表面剥落



セグメントの荷崩れ

写真 2.2.8-7　仙台市地下鉄南北線　被害状況

出典：「東日本大震災による現場の被災状況」仙台市交通局



シールド接続部の漏水



地上駅内装部のひび割れ

写真 2.2.8-8　東京メトロ　被害状況

出典：「東京メトロにおける地震への取り組み」武藤義彦

2)　評価分析

(1) 大規模地震時の新幹線被害の比較

表 2.2.8-4 に大規模地震による新幹線被害の比較を示す。東日本大震災では、覆工の壊れたトンネルは１ヶ所もなかったが、阪神・淡路大震災では **1** ヶ所、新潟県中越地震では **4** ヶ所の被害事例が報告されている。これは、東日本大震災が海洋型の地震であり、内陸・直下型の地震の方が局所的に大きな震動が生じやすいことや断層変位の影響を受けやすいことによるものである。したがって、予想される地震の規模・種類によってはトンネルも被害が発生する可能性があり、点検等で損傷が認められる場合、耐震補強を実施する等の対策が必要と考えられる。

表2.2.8-4　大規模地震による新幹線の被害の比較

	東日本大震災	阪神・淡路大震災	新潟県中越地震
発生時刻	2011.3.11(金)14:46	1995.1.17(火)5:46	2004.10.23(土)17:56
地震の規模(Mw)	9.0	6.9	6.7
被害を受けた区間	536km(大宮～いわて沼宮内)	83km(新大阪～姫路)	65km(浦佐～燕三条)
営業列車の脱線	なし	なし(始発前に地震)	1列車
乗客の死傷者数	なし	なし	なし
倒れた高架橋 落ちた橋梁	なし	8	なし
高架橋の柱の損傷	約100	708	47
橋梁の桁ずれ	2	72	1
覆工が壊れたトンネル	なし	1	4
電化柱の折損等	約540	43	61
地震発生日から全線 運転再開までの日数	49日後	81日後	66日後

出典：「よみがえれみちのくの鉄道」国土交通省東北運輸局監修

(2)首都圏における地上の鉄道と地下鉄の被害比較

首都圏における地上の鉄道施設と地下鉄の被害比較を行った。首都圏の地上部の鉄道については、**写真 2.2.8-9～12** に示すように、被災を受けている路線が多く、復旧作業を要したために運転再開は震災翌日の午前中以降となったものが多い。地下鉄では、運転に支障をきたす被害はなく、震災当日の夜に運転再開した路線がほとんどとなっている。この内、JR 山手線と地下鉄銀座線の復旧までの状況を**図 2.2.8-1** に示す。山手線では点検の結果、軌道変位、碍子外れ、駅部の天井崩れなどの被害が発生しており、復旧作業は翌日午前 7 時におよんでおり、運転再開は翌日 8:35 となっている。一方、銀座線では、点検の結果、運転に支障をきたす被害はないことが確認され、試運転や他鉄道事業者との調整、警備体制の配備など実施した上で、震災当日の 20:40 には運転を再開し、終夜運転を実施している。また、**表 2.2.8-5** に首都圏の主要路線の運転再開日時を示すが、総じて地下鉄の再開が早いことがわかる。以上のことから、地下鉄は地上の鉄道に比較して地震動に強いといえる。

ただし、地下鉄の場合、津波や集中豪雨による増水など、他の災害における対策が課題と考えられる。

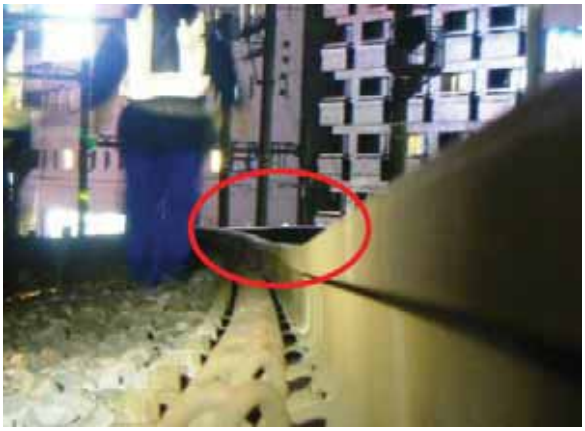


写真 2.2.8-9　軌道変位（山手線）



写真 2.2.8-10　土止め壁のずれ（山手線）

出典：経済産業研究所セミナー，JR 東日本資料



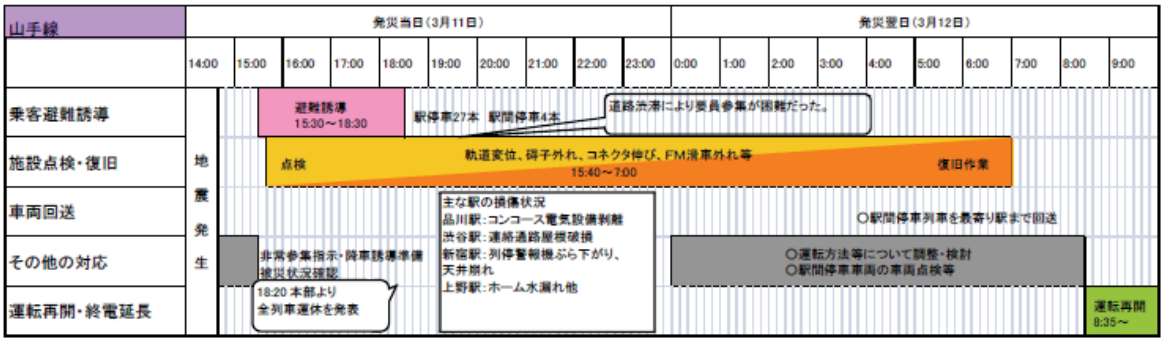
写真 2.2.8-11　軌道変位（京葉線）



写真 2.2.8-12　高架橋の損傷（横須賀線）

出典：経済産業研究所セミナー，JR 東日本資料

【東日本旅客鉄道（株）山手線】



【東京地下鉄（株）銀座線】

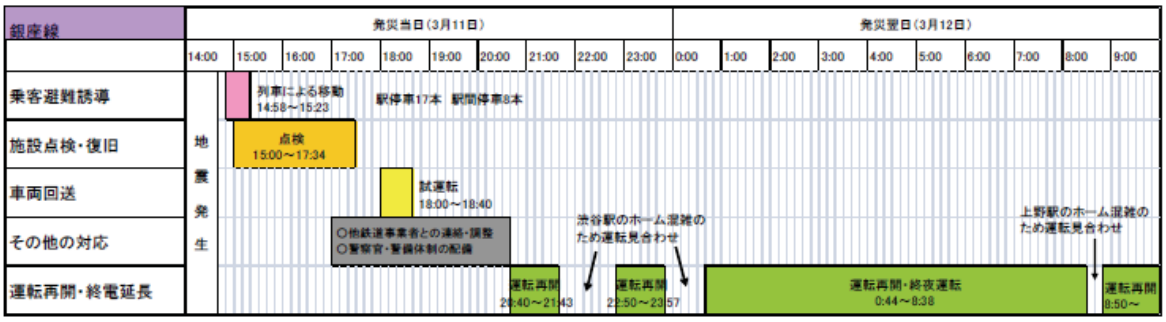


図 2.2.8-1　鉄道の運転再開までの状況

出典：「大規模地震発生時における首都圏鉄道の運転再開のあり方に関する協議会報告書」国土交通省

表 2.2.8-5　首都圏の主要鉄道の運転再開日時

事業者	路　線	区　間	営業キロ	運転再開日時		事業者	路　線	区　間	営業キロ	運転再開日時	
				日	時刻					日	時刻
JR東日本	東北線	上野～大宮	26.7	3/12	8:40	京浜急行電鉄	本線	泉岳寺～品川	1.2	3/13	4:57
	常磐線	上野～柏	29.1	3/12	9:05			品川～黄金町	25.6	3/12	4:52
	常磐緩行線	綾瀬～北柏	21.5	3/12	9:00		空港線	京急蒲田～羽田空港国内線ターミナル	6.5	3/12	5:19
	武蔵野線	府中本町～南船橋	77.2	3/12	10:40		大師線	京急川崎～小島新田	4.5	3/12	5:07
	総武本線	東京～稲毛	35.9	3/12	8:25	相模鉄道	本線	横浜～西谷	6.9	3/11	21:41
	中央総武緩行線	三鷹～御茶ノ水～稲毛	56.9	3/12	8:05	東京地下鉄	銀座線	浅草～渋谷	14.3	3/11	20:40
	京葉線	東京～稲毛海岸	35.3	3/12	14:00		丸ノ内線	池袋～荻窪・中野坂上～方南町	27.4	3/11	23:00
	埼京線	大崎～大宮	36.9	3/12	8:50		日比谷線	北千住～南千住	2.1	3/12	8:43
	山手線	大崎～大崎	34.5	3/12	8:35			南千住～上野	3.2	3/12	1:09
	中央線	東京～国立	34.5	3/12	7:30			上野～中目黒	15.0	3/11	23:32
	湘南新宿ライン	池袋～大宮	22.6	3/12	8:50		東西線	中野～高田馬場	3.9	3/12	6:55
	横須賀線	東京～横浜	31.7	3/13	4:30			高田馬場～妙典	22.9	3/11	23:08
	東海道線	東京～横浜	28.8	3/12	8:00			妙典～西船橋	4.0	3/12	5:00
	南武線	川崎～谷保	31.6	3/12	7:35		千代田線	北綾瀬～綾瀬	2.1	3/12	9:40
	鶴見線	鶴見～扇町・海芝浦・大川	10.3	3/13	5:45			綾瀬～北千住	2.6	3/12	9:35
	横浜線	東神奈川～長津田	17.9	3/12	7:00			北千住～大手町	9.9	3/11	22:55
	京浜東北線	大宮～東京～横浜	59.1	3/12	8:50			大手町～表参道	6.3	3/11	22:35
	根岸線	横浜～桜木町	2.0	3/12	8:50			表参道～代々木上原	3.1	3/12	0:35
		桜木町～石川町	1.8	3/12	19:10		有楽町線	和光市～池袋	11.5	3/12	5:00
東武鉄道	伊勢崎線	浅草～北千住	7.1	3/12	10:10			池袋～新木場	16.8	3/11	22:15
		北千住～武里	24.1	3/12	8:57		半蔵門線	渋谷～九段下	6.7	3/11	22:37
	野田線	大宮～七里	5.6	3/12	9:45			九段下～押上	10.1	3/11	20:40
		梅郷～柏	12.0	3/12	9:45		南北線	目黒～白金高輪	2.3	3/11	23:13
		柏～船橋	19.8	3/12	8:40			白金高輪～赤羽岩淵	19.0	3/11	21:20
	亀戸線	曳舟～亀戸	3.4	3/12	13:00		副都心線	小竹向原～池袋	3.0	3/12	20:10
	大師線	西新井～大師前	1.0	3/12	13:00			池袋～渋谷	8.9	3/12	0:00
	東上本線	池袋～ふじみ野	24.2	3/12	5:54	新京成電鉄	新京成線	京成津田沼～松戸	26.5	3/12	6:00
西武鉄道	池袋線	池袋～所沢	24.8	3/11	21:55	つくばEXP	本線	秋葉原～八潮	15.6	3/12	9:10
	新宿線	西武新宿～所沢	28.9	3/11	21:55			八潮～流山おおたかの森	10.9	3/12	12:26
	拝島線	小平～小川	2.7	3/11	21:55			流山おおたかの森～柏の葉キャンパス	3.5	3/13	6:30
	豊島線	練馬～豊島園	1.0	3/11	21:55	東京都交通局	浅草線	西馬込～浅草橋	15.2	3/11	21:20
	国分寺線	東村山～国分寺	7.8	3/11	21:55			浅草橋～押上	3.1	3/12	5:16
	多摩湖線	国分寺～八坂	5.6	3/11	21:55		三田線	白金高輪～三田	1.7	3/12	0:35
	西武有楽町線	練馬～小竹向原	2.6	3/12	5:46			三田～西高島平	22.5	3/11	21:15
	多摩川線	武蔵境～是政	8.0	3/11	23:28		新宿線	新宿～本八幡	23.5	3/11	21:45
京成電鉄	本線	京成上野～八千代台	36.6	3/12	6:20		大江戸線	都庁前～光が丘	40.7	3/11	20:40
	押上線	押上～青砥	5.7	3/12	6:41	横浜市交通局	ブルーライン	あざみ野～伊勢佐木長者町	21.4	3/11	23:15
	千葉線	京成津田沼～京成稲毛	8.1	3/12	6:46		グリーンライン	日吉～中山	13.0	3/11	23:19
	金町線	京成高砂～京成金町	2.5	3/12	6:33	流鉄	流山線	馬橋～流山	5.7	3/11	16:20
京王電鉄	京王線	新宿～聖蹟桜ヶ丘	26.3	3/11	22:10	北総鉄道	北総線	京成高砂～白井	17.8	3/12	6:10
	相模原線	調布～京王永山	11.4	3/11	22:10	東葉高速鉄道	東葉高速線	西船橋～八千代緑が丘	16.2	3/12	5:07
	競馬場線	東府中～府中競馬正門前	0.9	3/11	22:10	埼玉高速鉄道	埼玉高速鉄道線	赤羽岩淵～浦和美園	14.6	3/11	21:20
	井の頭線	渋谷～吉祥寺	12.7	3/11	22:10	東京臨海高速鉄道	りんかい線	新木場～東京テレポート	4.9	3/12	6:22
小田急電鉄	小田原線	新宿～鶴川	25.1	3/12	0:00			東京テレポート～大崎	7.3	3/12	7:43
	多摩線	新百合ヶ丘～小田急永山	6.8	3/12	0:00	東京モノレール	東京モノレール羽田空港線	モノレール浜松町～羽田空港第2ビル	17.8	3/12	4:58
東京急行電鉄	東横線	渋谷～横浜	24.2	3/11	22:30	横浜高速鉄道	みなとみらい21線	横浜～元町・中華街	4.1	3/11	22:44
	目黒線	目黒～田園調布	6.5	3/11	22:30						
	田園都市線	渋谷～長津田	25.6	3/11	22:30						
	大井町線	大井町～二子玉川	10.4	3/11	22:30						
	東急多摩川線	多摩川～蒲田	5.6	3/11	22:30						
	池上線	五反田～蒲田	10.9	3/11	22:30						
	こどもの国線	長津田～こどもの国	3.4	3/11	22:30						

出典：大規模地震発生時における首都圏鉄道の運転再開のあり方に関する協議会報告書、国土交通省

(3) 地下鉄構造物の分析評価

東日本大震災における地下鉄構造物の被害報告は、仙台市および首都圏の地下鉄において、その大部分を占めるトンネル構造の地下部分では実質的な構造の被害はほとんど報告されておらず、また、耐震補強を実施していた柱には損傷はなかった報告から、地下構造物における現在の設計手法が、東日本大震災クラスの地震に対しても、鉄道としての機能を維持できるものと評価できる。

一方、震源地から近い構造物のうち、被害が集中している範囲が地下鉄路線上に存在する高架区間や地上区間であったことから、地震後に地下鉄の運行上問題となるのは、地下部から地上部への接続箇所や高架区間などの地上区間の耐震性能と考えられる。そのため、地上区間を含む相互乗り入れ路線が多い首都圏などの地下鉄では、構造物の耐震対策が重要と考えられる。

また、東日本大震災では仙台市および首都圏の地下鉄内に、津波の影響による浸水被害は報告されていないが、地下鉄内に大規模浸水を防止する対策が見直されている。東日本大震災では、仙台市地下鉄の場合、乗客がすべて駅舎外へ避難するのに要した時間は、地震発生から約 1 時間と報告されている。地震時に乗客が避難する際に要する時間を確保するために、浸水対策は重要な施策になってくると考えられる。

3) 方策の検討

(1) 地下鉄関連施設の対策事例

平成 25 年度の調査では、東日本大震災から 2 年以上経過していることもあり、新たな被害状況の報告はほとんど確認できなかった。しかし、東日本大震災を教訓に、今後起こり得る地震の耐震対策の方針等が報告されている。以下に調査結果を示す。

・仙台市地下鉄においては、これまで漏水がなかった一部区間において漏水が発生した事例が報告がされている。一方、高さ 4m を超える柱のうち、耐震補強を実施していた柱には損傷はなかったといった報告がある。
・東京メトロでは、自然災害対策の推進として、①耐震補強の強化、②大規模浸水対策などの安全対策を取組む計画を発表している。

表 2.2.8-6　東京メトロ　自然災害対策の推進

重点施策	具体的な取り組み範囲
耐震補強の強化	高架橋柱約 1,200 本の補強 地上部の石積み擁壁約 1,800m の補強
大規模浸水対策	出入口の浸水防止の強化 換気口の浸水対策の強化 坑口・地上駅・その他箇所

出典：「東京メトロプラン 2015～さらなる安心・成長・挑戦～」東京メトログループ

(2) 首都圏鉄道における運転再開時の課題と対応策

国交省の「大規模地震発生時における首都圏鉄道の運転再開のあり方に関する協議会報告書」では、震災発生時における運転再開に向けた各鉄道事業者の対応状況の調査を行い、課題の抽出及び対応策の検討を実施している。その結果、震災を踏まえた今後の対応策として以下の項目に対する検討が重要であるとしている。

① 乗客の避難誘導の迅速化

安全が確保できる場合においては、駅間に停止した列車が低速で最寄駅まで移動する方法が有効な手段の一つと考えられる。ただし、地震の強さや路線の状況等によっては、列車を動かすことができない場合もあることから、安全に降車できる設備や照明等を備え付けることも乗客の避難誘導の迅速化に繋がると考えられる。

② 通信手段の確保

災害時優先電話、鉄道専用電話、衛星携帯電話等の導入を実施するとともに、鉄道事業者内部、鉄道事業者と点検・復旧等を行う協力会社との連絡体制、相互直通を行っている鉄道事業者も含めた接続鉄道事業者との連絡体制を充実させることが重要である。

③ 点検復旧の要員移動および資材運搬の迅速化

点検復旧については、緊急自動車及び緊急通行車両を使用することにより、要員移動及び資材運搬の迅速化が図られる。今後、大規模地震が発生した場合には、大規模な交通規制が予定されており、これに対応するためにも、鉄道事業者においては、実際復旧作業等を行う協力会社も含めて必要な台数の緊急通行車両を確保しておくことが重要である。

④ 利用者等に対する情報提供

利用者等がどのように移動するか等の行動の参考となるよう、可能な限り適確な情報を迅速に提供することが重要である。そのために運行状況（接続路線や代替輸送等を含む。）、運転再開見込み時刻等を速やかにマスコミ等を介して情報提供できるようにすることが有効と考えられる。

4) まとめ

東日本大震災における鉄道・地下鉄の被害状況を分析・評価した結果、地上部の鉄道施設では広域で多数の被害が生じており、耐震補強や地盤改良などの対策が必要と考えられる。一方、地下構造物であるトンネルや地下鉄は、地震による構造物へのダメージが地上構造物よりも小さいと評価できる。そのため、地下鉄は地震時においては、設備面さえ早期に復旧することができれば、地上の鉄道等よりも早い段階で利用可能な移動手段となることから、社会基盤を構成するうえで非常に有効な構造物であると考えられる。しかし、現在運用されている地下鉄網は、相互乗り入れ等によって地上区間を有する鉄道網と接続されているため、地上接続部やその延長上の耐震対策の実施が、実際の

運用上においては重要になると考えられる。

一方、東日本大震災では、地下鉄構内への浸水被害は報告されていないが、津波の影響による浸水被害が想定されることから、出入口や換気口などからの浸水を防止する対策が海岸近接に構築されている地下鉄に対して重要な施策になると考えられる。

参考文献

1) 風間基樹、2011 年東北地方太平洋沖地震被害の概要と地盤工学的課題、地盤工学ジャーナル，Vol.7，No.1，pp1-11，2012
2) 国土交通省東北運輸局監修：よみがえれみちのくの鉄道（2012 年 9 月）
http://wwwtb.mlit.go.jp/tohoku/td/td-sub100.htm
3) 清水満，JR 東日本におけるトンネル地震被害の事例，トンネルと地下，Vol.43，No.4，pp.37-48, 2012
4) 野澤伸一郎・他，東北地方太平洋沖地震における鉄道の被災状況およびその復旧について，地盤工学ジャーナル，Vol.7，No.1，127-137，2012
5) 東日本大震災による現場の被災状況（平成 23 年 11 月），仙台市交通局
http://www.kotsu.city.sendai.jp/kigyo/pdf/touzaisen_gkiinkai11_1.pdf
6) 武藤義彦，東京メトロにおける地震への取り組みトンネルと地下，Vol.43，No.4，pp.295-300，2012
7) JR 東日本，東日本大震災への対応と今後の課題，経済産業研究所セミナー，2011
http://www.rieti.go.jp/jp/events/bbl/11070601_p.pdf
8) 国土交通省，大規模地震発生時における首都圏鉄道の運転再開のあり方に関する協議会報告書、2012
http://www.mlit.go.jp/common/000208774.pdf
9) 「東京メトロプラン 2015　～さらなる安心・成長・挑戦～」東京メトログループ
http://www.tokyometro.jp/corporate/profile/plan/pdf/tmp2013.pdf

2.2.9 港湾・空港関連施設

1） 港湾施設

(1) 平成 24 年度調査結果

青森県八戸港から茨城県鹿島港に至る太平洋側全ての港湾（国際拠点港湾及び重要港湾 14 港、地方港湾 17 港）が被災し、防波堤や岸壁等に大きな被害が生じた。また、津波による漂流ガレキ等が航路等を埋塞し、そのため、港湾機能が全面的に停止した。

今回の被災の特徴は、津波による防波堤の被災が甚大なことであり、八戸港、釜石港、大船渡港、相馬港などでは、第一線防波堤が全壊あるいは半壊した。また、相馬港、小名浜港、茨城港（常陸那珂港区）などでは、地震によって、岸壁背後のエプロンや荷さばき地が液状化等により沈下を起こし、陥没や岸壁との間に大きな段差を生じた例が多く見られる。港湾海岸においては、港湾の第一線の防波堤や陸閘等の防潮堤に至るまでの陸上の港湾関連施設の防護効果などにより防潮堤への津波力が低減し、防潮堤の一部区間の崩壊に止まり、全面的な崩壊には至っていない。

今般の大震災は被害が甚大であり、直轄港湾事務所及び港湾・海岸管理者自らにおいても被災し被害状況の把握にはかなりの時間を要したが、平成 24 年 1 月時点で港湾関連公共土木施設の被害報告額は約 4,126 億円となっている。

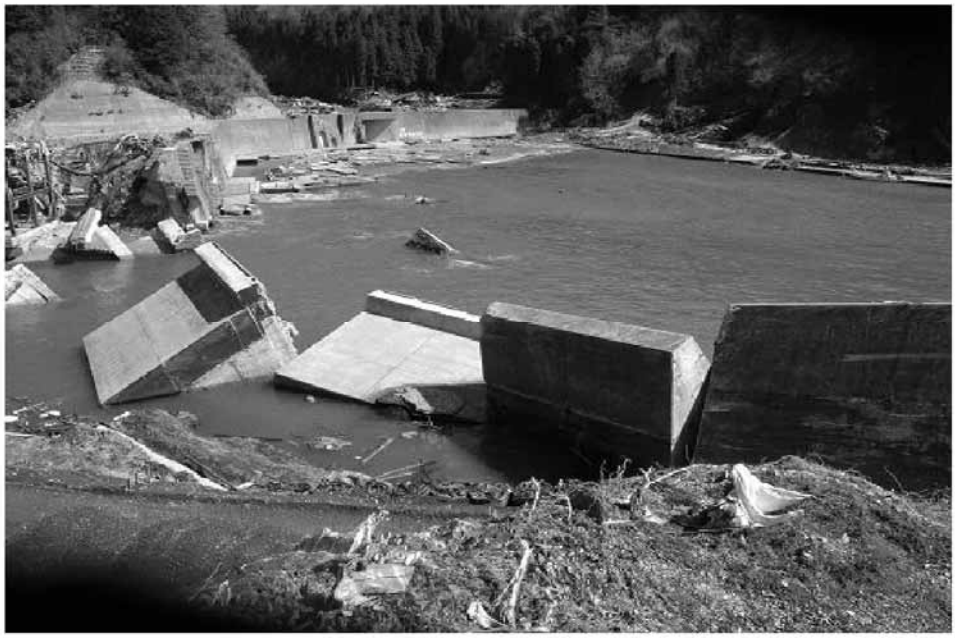


写真 2.2.9-1　岩手県釜石　両石漁港の被害状況

出典：「東日本大震災後の調査記録（岩手県）」日本大学理工学部

(2) 評価・対応

釜石港や大船渡港等の防波堤被災原因は、防波堤の高さを大幅に上回る津波が来襲したため、港内側の基礎マウンドが洗掘されるとともに、防波堤を境に極端に大きな水位差が発生し、ケーソンが港内側に押されたためケーソンが滑落した。

復旧に際しては中央防災会議専門部会の提言を踏まえ、「発生頻度の高い津波（明治三陸地震津波等)」を対象とするとともに設計津波を超える高さの津波に対しても減災効果を発揮できる「粘り強い構造」にすることとしている。

さらに災害復旧を進めるにあたり、以下の項目について法整備が進められた。

① 仙台塩釜港フェリー埠頭公社ターミナルの災害復旧に係わる特例措置

② 公共土木施設の災害復旧事業等に係る工事の国等による代行に関する法律

東日本大震災を踏まえ施設等の被災要因や効果を検証し、地域の実情に応じて産業やまちづくりとも連携した被災港湾の復旧方針を樹立するとともに全国の港湾における地震・津波対策のあり方を検討するため、平成 23 年 5 月に交通政策審議会港湾分科会に防災部会を設置された。7 月 6 日には「港湾における総合的な津波対策のあり方（中間とりまとめ)」を公表されたが、被災地の港湾や背後都市の復旧・復興のために急がれる対象津波の設定について、発生頻度の高い津波と最大クラスの津波の 2 つのレベルを想定し、各々「防災」「減災」の考え方に基づく施策が講じられた。

一方、首都直下地震や東海・東南海・南海地震など発生の切迫性が指摘される中、全国の港湾において緊急性を要する津波への対策はもとより、施設の耐震性強化、地盤の液状化対策など地震動そのものへの対策の充実が求められている。

国土交通省港湾局では港湾における特殊性を考慮した津波避難対策を推進するため、関係機関が連携して津波避難対策を講じる際の参考となるガイドラインを策定することを目的として、平成 25 年 2 月より「港湾の避難対策に関するガイドライン検討委員会」を設置し検討を進めている。さらに、港湾における津波避難のための施設の設計についても「港湾における避難施設設計ガイドライン検討ワーキンググループ」において技術的な検討中である。

港湾施設の被害を踏まえて地下化と港湾施設の地下化について触れてみる。

今回の地震においては青森県から静岡県に至る範囲で 311 件の火災報告があがっているがその内の半数以上の 177 件が津波による火災であるとの報告がなされている。津波による火災に対して原因となった施設や建物を全て地下化するのは困難であるが、特に船舶の燃料補給の必要性から港湾施設近傍には必ず危険物指定されている燃料用タンクが設置されている。この地上タンク設備群は津波によって壊滅的なダメージを受けたが、これらの施設を仮に地下に埋設できていれば気仙沼で見られたような海上火災を防ぐことが可能となったものと考える。

2) 空港施設

(1) 平成 24 年度調査結果

空港施設では仙台空港が津波により多大な被害が生じた。滑走路等の基本施設については、事前に耐震対策が進められていて被害は軽微であったが、津波の浸入によって土砂や車両などが滑走路上に漂着するとともに空港用電気施設、航空保安無線施設等の水没被害が生じ空港の機能が停止した。

仙台空港以外の航空関係施設の主な被害は PTB 天井落下(花巻空港､茨城空港)、管制塔窓ガラス全壊（福島空港)、レーダー施設損傷（八戸、石巻、いわき)、航空機接触損傷（羽田空港、成田空港）等であった。



写真 2.2.9-2　仙台空港の液状化による被害状況

出典：「2011 年東日本大震災による港湾・海岸・空港の地震・津波被害に関する調査速報」
独立行政法人　港湾空港技術研究所

(2) 評価・対応

国土交通省航空局が平成 23 年 10 月「空港の津波対策の方針」を公表した。国内空港におけるソフト･ハード面を含む総合的な津波対策のあり方を検討・提言するものである。具体的な内容は仙台空港の津波による被災と対応・復旧のプロセスの検証やそこから得られた多くの教訓に基づいて、ターミナル旅客・周辺住民・空港職員・航空機内の旅客と乗員の安全確保、さらには電源確保や漂流物対策など被災時とその後の空港機能の早期復旧のための対応などを示している。

今後の津波対策においては、各空港の避難を含む緊急対応の体制が整備されていないことを前提として、大規模地震が想定される沿岸部の空港では早急な体制構築が必要だと述べ、特に津波のリスクが高いと考えられる空港では人命保護のみならず、空港の地域における役割の重要性の高さを考慮し、施設の早期復旧の対策も重

要であるとした。

今回の仙台空港のように沿岸部近傍の空港は全国に 38 箇所あり、施設の早期復旧を目指すなかでは各種施設の地下化の推進も有効な手立てである。

3) 青森県八戸港の取組み

今後の八戸港の再生にあたっては、新たな港づくりの観点から、産業復興を支える物流機能のあり方や、産業活動・まちづくりと連携した津波防災のあり方を検討したうえで将来を見据えた計画的な復旧・復興を実施する必要がある。このため、国、青森県、八戸市、港湾利用者等が協議し復旧・復興策に取り組んでいくための共通の方針「八戸港 BCP」を策定した。

八戸港 BCP とは八戸港で想定される最大クラスの地震・津波による災害時に公共埠頭において効果的かつ迅速な応急復旧により港湾物流機能を回復するため、港湾施設の被害予測に基づき港湾機能の回復に必要な目標期間を設定し港湾関係者の役割や行動計画をとりまとめたものである。策定内容を以下のフロー図に記す。

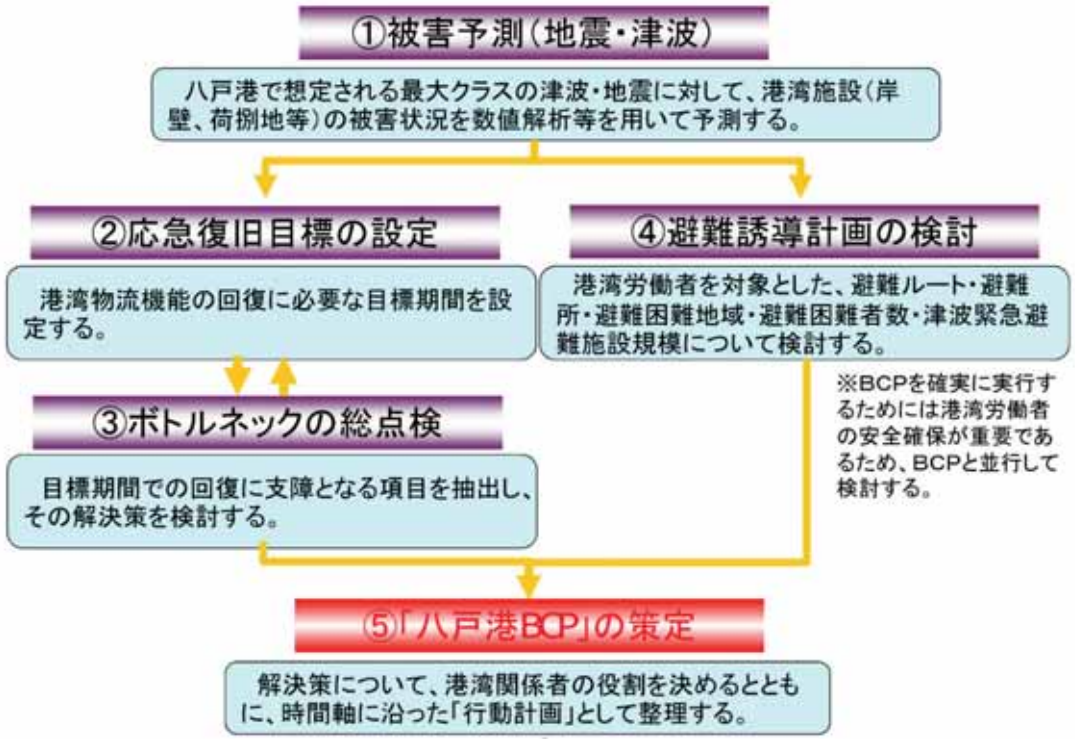


図 2.2.9-1　八戸港 BCP 策定フロー

出典：「八戸港 BCP」青森県県土整備部港湾空港課

参考文献

1） 国土交通省港湾局：「東日本大震災における港湾の被災から復興まで　～震災の記録と今後の課題・改善点～」平成 24 年 3 月
http://www.mlit.go.jp/common/000204223.pdf
2） 国土交通省国土技術政策総合研究所空港研究部：「東日本大震災と空港の研究課題」平成 23 年 11 月
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0655pdf/ks065515.pd f
3） 清水建設株式会社ホームページ
http://www.shimz.co.jp/theme/earthquake/fire.html
4） 青森県県土整備部港湾空港課：「八戸港 BCP」平成 25 年 3 月
http://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/kendo/kowan/files/2013-0326-0856.pdf

2.2.10　鉱山・地熱関連施設

1)　被害状況

(1)　釜石鉱山

(a)　釜石鉱山の概要

鉱山関連では、既に閉山している施設が多いことから、地震災害に関する情報は多くないが、釜石鉱山について情報が収集されている。釜石鉱山は現在鉱山としての利用は全て終わり、花崗閃緑岩内の坑道を地下研究施設として利用したり、坑道より湧き出るミネラル水を販売したりすることで事業を成り立たせている（**写真 2.2.10-1**）。



写真 2.2.10-1　坑道出入り口

出典：http://www.sennin-hisui.com/

(b)　釜石鉱山の被害状況

坑道内では坑道内の照明やミネラル水の工場の稼働に利用するため、地下音響実験室近くに地下空洞を利用した貯水ダムがあり、日鉄鉱業(株)が地下水力発電を行っている（**図 2.2.10-1**）。この発電所では地震時には、地上の設備一部に軽微な損傷があったほか、坑内の貯水ダムで落石が発生している（**写真 2.2.10-2**）。その堆砂によりダムの貯水量が一時的に 40%減少したが、地下水力発電には特に支障はなく、平成 23 年 4 月 26 日より発電を再開している。地下施設ではそれ以外に変状は確認されず、地下坑道の崩落個所は確認されなかったとのことである。また、ミネラル水は地下施設より採取しており、地震発生直後の停電により操業停止を約 1 週間余儀なくされたが、湧水地点周辺やパイプラインの点検実施後に再開となった。

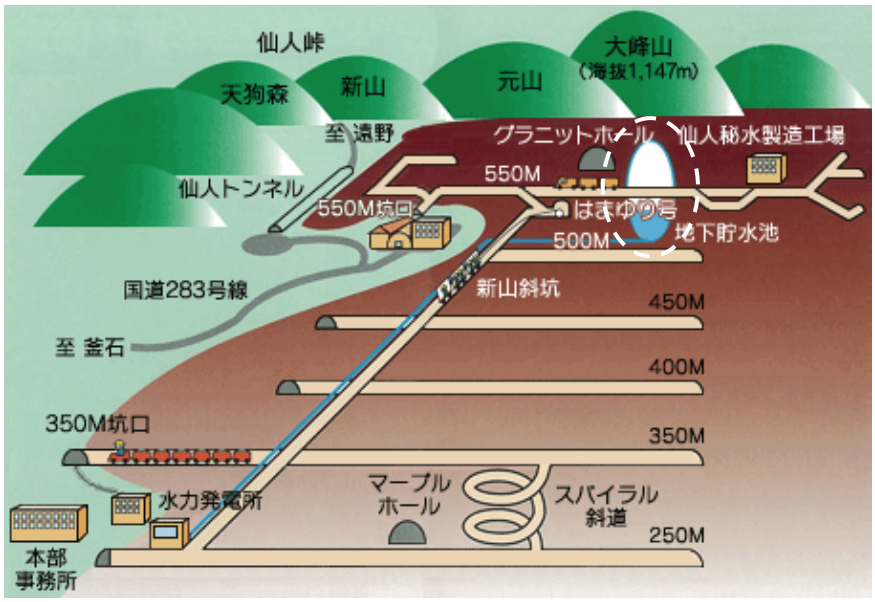
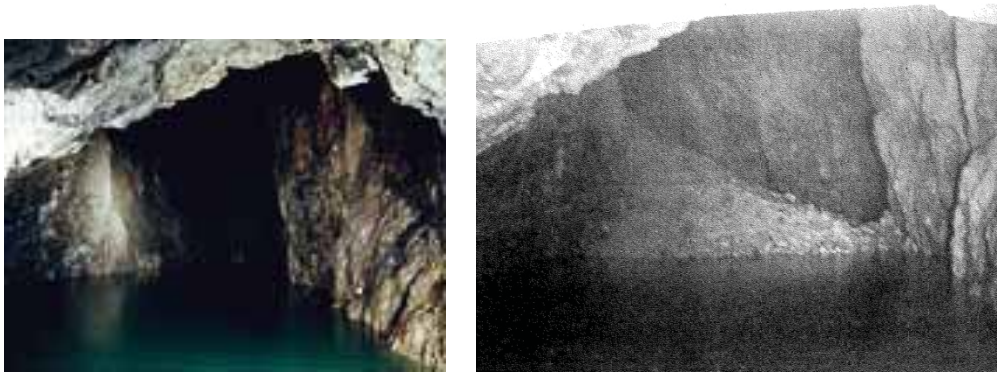


図 2.2.10-1　釜石鉱山の概要 [1)]

出典：http://www.sennin-hisui.com/kozan/index02.html



（a）落石前 [1)]　　（b）落石後 [2)]

写真 2.2.10-2　地下貯水ダム内の落石

出典：(a)釜石鉱山 HP、(b)日鉄鉱業総務部広報より入手

(2)　採石場

採石場に関しての情報は少なかったが、宇都宮市の大谷採石場でわずかに被害情報が得られた。

(a)　大谷石採石場の概要

大谷石は、宇都宮市大谷町付近に分布する緑色凝灰岩である。そのうち砕石地は東西に約 3km、南北に 4km にわたって分布している。大谷石の採掘は 10m×10m 断面の残柱を残す柱房式採掘法が主流で、約 247 の採石場跡がある。

(b)　大谷石採石場の被害状況

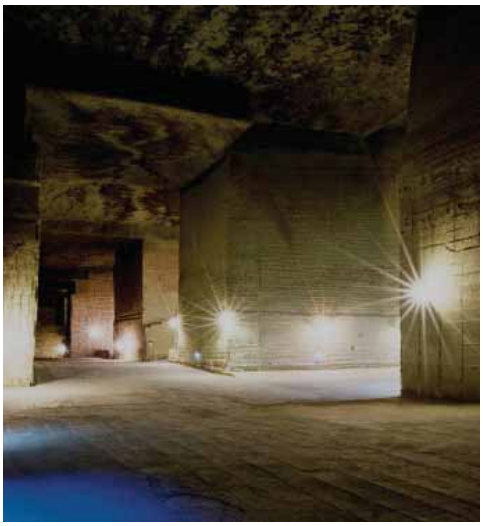




写真 2.2.10-3　大谷資料館内の様子 [3)]

出典：http://www.oya909.co.jp/

採掘場跡を利用した施設である大谷資料館（**写真 2.2.10-3**）では、地震時ゆっくりと船が揺れるように地面が振動した。地下採石場の立坑や跡地を埋め戻した土砂が地震動で沈み込む現象「ずれ込み」が所々発生した。

地下採石場及び大谷資料館では、今回の地震で残柱や天端からの大きな崩落はなく、壁面などから小さなかけらが落ちた程度である。地震後の現地調査でも目立った変状は確認されず、残柱に変状も見られていない。

なお、大谷資料館は、余震の不安などから施設は休館されたままになっていたがその後再開し、柱や壁の打音検査も毎週実施して安全確保にも万全を期している（毎日新聞 2013 年 4 月 17 日地方版 [4)]）。

(3)　地下熱利用発電施設

(a)　地熱発電所の概要

地熱発電所は北海道・東北・九州に偏在している。**表 2.2.10-1** は北海道・東北地方に分布する発電所一覧である。

表 2.2.10-1　北海道・東北の地熱発電所一覧

発電所名称	所在地	運営母体・企業	発電量（kW）
森地熱発電所	北海道茅部郡森町	北海道電力 道南地熱エネルギー	50,000
大沼地熱発電所	秋田県鹿角町	三菱マテリアル	9,500
澄川地熱発電所	秋田県鹿角町	秋田県鹿角町	59,000
松川地熱発電所	岩手県八幡平市松川温泉	日本重化学工業	23,500
葛尾田地熱発電所 1 号	岩手県雫石町	東北電力 日本重化学工業	50,000
葛尾田地熱発電所 2 号	岩手県雫石町	東北電力 東北地熱エネルギー	30,000
上の岱地熱発電所	秋田県湯沢市	東北電力 秋田地熱エネルギー	28,800
鬼首地熱発電所	宮城県大崎市鳴子温泉	電源開発	15,000
柳津西山地熱発電所	福島県河沼郡柳津長	東北電力 奥会津地熱	65,000

出典：http://ore30.com/geothermal/japan.html より、一部加筆 [5)]

(b)　地熱発電所の被害状況

これらの地下熱利用発電所施設によれば、東北地方に位置する地熱発電所では、地震による目立った被害は報告されていない。3.11 で一旦送電を停止したが、安全確認後遅くとも数日までに送電を開始している。福島県の柳津西山発電所は、地震直後も安全と判断され送電が続けられた。

2)　評価・分析

(1)　鉱山

釜石鉱山のような硬岩では、坑道は基本的には地震に対して安定している。今回崩落したのは、地下水力発電用ダムとしての地下貯水池（地下空洞）内である。地下貯水池で崩落が発生した要因について、以下のように考察する。

- 地下貯水池のような断面の大きい箇所では、亀裂の頻度や土砂を狭在する部分は坑道よりも高い
- 地下貯水池近くには「仙人秘水」の工場もあることから湧水が豊富であり、亀裂沿いに水みちが形成されたため、亀裂の開口や一部土砂化がしていたと推定される
- 常時は亀裂が存在しても安定していたが、地震動により一気に亀裂が進展し、キーブロックの形成やアーチ効果が崩れた

(2) 採石場

大谷石は風化劣化のしやすい岩盤であるが、風雨にさらされることのない地下空洞内では健全な状態が保たれている。また、地震によって新たに天端、残柱及びこれらの隅角部に亀裂が発生していないことから、大谷石は地震に耐え得るせん断強度を有していたと考えられる。

(3) 地下熱利用発電施設

地下熱利用発電施設は地震による目立った被害は報告されていない。

3) 今後の方策

(a) 鉱山

硬岩地山の坑道は、地震に対しても安定しているものと考える。ただし、断面が大きくなる地下空洞部では注意を要する。日常点検により亀裂の分布調査を行い、キーブロック形成の可能性のある範囲ではロックボルトによる補強をすることが望ましい。

(b) 採石場

大谷石採石場及び大谷資料館は、大きな変状は見られていない。しかし、大谷石は経年的に風化･劣化しやすい岩盤であることには留意すべきである。したがって、経年劣化に伴う天端、残柱及び隅角部における新たな亀裂の発生や進展に対して、日常的な点検・監視を行っていくべきであろう。

(c) 地下熱利用発電施設

地下熱利用発電施設は最も被害報告がなく、地震に対し安全性の高い発電施設であるといえる。

4) まとめ

鉱山施設（坑道）、採石場、及び地下熱利用発電施設は、地上施設の被害や安全装置の作動により操業が停止することがあるが、地下構造物としては地震に対して安定であることがほぼ証明された。しかしながら、岩盤は必ずしも永久構造物とは言えず、硬岩に対しては亀裂の進展、軟岩に対しては経年的な風化・劣化に注意を払い、定期的な点検や予防的対策をとることが望まれる。

参考文献

1) 釜石鉱山株式会社ホームページ http://www.sennin-hisui.com/kozan/index02.html
2) 日鉄鉱業株式会社；総務部　広報・IR グループよりの回答メール，2013.1
3) 大谷資料館 http://www.oya909.co.jp/
4) 毎日新聞 2013 年 4 月 17 日地方版記事より抜粋
5) みんなの自然エネルギー・日本の地熱発電所一覧より抜粋・加筆
http://ore30.com/geothermal/japan.html

第 3 章　調査のまとめと今後の課題

3.1　調査のまとめ

「東日本大震災」における地下構造物の被害に着目して調査を実施し、被害を低減する方策について検討することを目的として活動を行った。平成 24 年度においては、「浅い施設」と「深い施設」の WG に分かれて被害状況を収集し、取りまとめを行った。

「浅い施設」としては、ライフライン関連施設に着目し、電力、ガス、上水道、下水道、情報通信、共同溝、道路、鉄道、港湾・空港の構造物を対象とした。「深い施設」としては、トンネルおよび深い地下を利用した施設として、鉄道・道路、地下鉄・共同溝、エネルギー関連施設、鉱山、地熱、電力関連施設とした。

平成 25 年度においては、継続して被害調査を実施するとともに、調査結果を踏まえて地下構造物の被害状況の分析・評価および被害を低減する方策についての検討を実施した。その際、深度ごとの被害状況の比較を行う必要があるため「浅い施設」、「深い施設」に分けずに構造物分類ごとに検討を行った。その結果の概要は以下の通りである。

1)　電力関連施設

送変電設備に関しては、津波被害を除く地震動の直接被害は、阪神・淡路大震災時の被害と比べても被害率は同等かそれ以下であった。さらに、必要に応じた早期復旧がなされていて、第三者に対して重大な被害は発生していない。これらの状況を踏まえれば、現行の電力関連設備は耐震性を確保していると判断される。

津波に対しては、今回の津波被害や復旧工事の実績を踏まえ、設備の被害が電力の供給に与える影響の度合いを考慮した影響軽減対策が重要となる。中央防災会議の報告によれば、頻度の高い津波に対しては機能に重大な支障をきたさないこと、最大クラスの津波に対しては復旧が容易となることを目標に対策を講じるべきとしている。

2)　ガス・エネルギー関連施設

ガス関連施設（主に都市ガス関連）において、地震動による被害が少なく軽微だったことから、地震対策は現行のガス工作物の耐震性の考え方を維持することとなっている。しかし、津波対策においては、今回の震災で津波被害が大きかったことから、想定される津波のレベルに応じた対策を実施すべきであるとの見解になっている。（経済産業省総合資源エネルギー調査会）

エネルギー関連施設では、貯蔵タンクは地上より地下に設置されたものが地震・津波に強く、今回の震災からもその優位性が示された。よって、地上にあるタンクを地下化することで、大規模地震時にも、被害を軽減することが可能であると考える。しかし、液状化や津波による洗掘の被害が生じていることからこれらの対策を施すことは必要である。

3)　上水道関連施設

上水道関連施設では、津波や液状化の被害および耐震性の低い構造物の被害が顕著で

あったが、耐震仕様の配管は優れた耐震性能を発揮しており、耐震化や老朽化対策を推進することが重要である。津波被害が大きかった河口部の水管橋では、根本的な対策として地中横断施設への変更も有効である。この場合は、電気施設や情報通信施設などとの共同溝化がコスト削減にも寄与するため、所管官庁や企業者などの横断的な検討が求められる。

また、東京都水道局では対策として、構造物の耐震診断・補強の実施、管路の耐震継手化、バックアップ機能の強化、「水道管路の耐震継手化 10 ヵ年事業（平成 24~30 年）」等に取り組んでいる。

4) 下水道関連施設

下水道関連施設では、地盤の液状化による管路の抜け・たるみならびに人孔の浮き・ずれ・沈下が顕著であった。したがって、対策としては、継ぎ手部分の耐震化や伸縮可とう管の採用に加え、人孔設置部の地盤強化（液状化対策）が有効と思われる。

また、東京都下水道局では、水再生センターおよびポンプ所の耐震化・耐水化、下水道管内への逆流防止、人孔ならびに人孔と管路接続部の対策に取り組んでいる。

5) 情報通信関連施設

情報通信施設における耐震対策としては、設備を格納するビルなどの施設本体の耐震化が不可欠であり、新設ビルでは、免震構造や制震構造の採用の検討が必要である。情報通信設備の設置場所については、津波や浸水のリスクを評価したうえで、共同溝等の地下施設へ格納も有効な手段であると思われる。停電や輻輳については、予備電源の確保・電源の浸水対策に加え、多重回線化や多ルート化、ネットワーク化が必要である。

また、東京都では、拠点施設の耐震化およびバックアップ設備の推進、通信手段の多様化について取り組んでいる。

6) 共同溝施設

共同溝施設の被害調査の結果、機能停止などのライフラインの供給に大きな影響を与えるような被害は発生しておらず、共同溝が地震に強い施設であることが明らかとなった。しかしながら、液状化による被害と推察される漏水や浮き上がりなどの事例が報告されており、液状化対象地盤あるいは軟弱地盤に設置される共同溝については、浮き上がりや目地ずれの防止、あるいは土砂流入を防止する対策が望まれる。

7) 道路関連施設

道路関係施設の被害調査の結果、主に地上構造物に被害が生じており、地下の構造物についてはアンダーパスの浸水被害の他は見当たらなかった。また、道路トンネルについても、交通の支障となるような被害は報告されていない。したがって、今回の震災ではトンネル等の地下構造物が地震に対して強いことが示されたといえる。

ただし、過去の地震では老朽化したトンネルでの被災事例が報告されており、点検等により補修が必要と判断されるトンネルについては、背面空洞への注入や炭素繊維シート貼付けなどの早期の補修を実施することが望ましいと考えられる。

8)　鉄道・地下鉄関連施設

鉄道・地下鉄関連施設の被害状況を分析・評価した結果、地上部の鉄道施設では広域で多数の被害が生じており、耐震補強や地盤改良などの対策が必要と考えられる。一方、地下構造物であるトンネルや地下鉄は、地震による構造物へのダメージが地上構造物よりも小さいと評価できる。そのため、地下鉄は地震時においては、設備面さえ早期に復旧することができれば、地上の鉄道等よりも早い段階で利用可能な移動手段となることから、社会基盤を構成するうえで非常に有効な構造物であると考えられる。

しかしながら、地下鉄の場合、津波や集中豪雨による浸水被害が想定されることから、出入口や換気口などの浸水対策が重要になると考えられる。

9)　港湾・空港関連施設

港湾・空港関連施設では津波により防波堤や岸壁等に大きな被害が生じており、津波に対する対策は最重要な課題である。また、施設の耐震性強化、地盤の液状化対策など地震動そのものへの対策の充実が求められている。

また、地上タンク等の設備が津波によって壊滅的なダメージを受けたことから、これらの施設の地下化を検討することも有効な方法と考えられる。

10)　鉱山・地熱関連施設

鉱山施設（坑道）、採石場、及び地下熱利用発電施設の被害調査の結果、地上施設の被害や安全装置の作動により操業が停止することがあるが、地下構造物としては地震に対して安定であることがほぼ証明された。しかしながら、岩盤は必ずしも永久構造物とは言えず、硬岩に対しては亀裂の進展、軟岩に対しては経年的な風化・劣化に注意を払い、定期的な点検や予防的対策をとることが望まれる。

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　地下施設の耐震化の推進

地下施設は、地上施設に比較して地震に対する優位性があることが明らかになったが、被害を低減するためには一層の耐震化を推進しなければならない。首都直下型地震や南海トラフ大地震等、今後発生が予想される大地震に対しては、地域ごとに想定される地震や津波の規模に応じた設計検討を行い、対策を実施する必要がある。

②　地上施設の地下化

多くの被害が生じた地上施設の中には、地下化することにより被害低減に寄与するものがある。例えば港湾における地上タンクは、今回の震災ではその多くが流出し、火災の原因にもなり被害を大きくした。地上タンクやその他の地上施設についても、地下化の可能性について検討することも重要である。また、電線や電話線等のライフライン施設についても、共同溝とすることにより、耐震性が高まるとともに、津波対策としても

有効である。

③ 地震時における新たな地下利用の創出

例えば、津波対策として避難ビルや避難タワーが検討されているが、地下の避難シェルターも考えられる。地下避難シェルターのメリットとしては、低い場所へ移動するため比較的容易に避難することができること、シェルターの地上部の土地は有効活用できることなどが挙げられる。

ここでは、津波対策の例として、高知県の室戸岬（室戸市佐喜浜町都呂地区）のトンネル形式の避難シェルターを紹介する。

当該地は室戸岬の東側の海岸沿いで、ジオパークにもなっており地質的に特徴があり海岸が隆起していること、津波の到達時間が 15 分程度と早いこと、海岸沿いに崖地が発達し背面の斜面も山腹崩壊が多いこと、高齢化が進んでいること等の特徴がある。地域的には本来は市町村が中心で対策を実施する箇所であるが、モデル的に県が行う事業となったものである（**図 3.2-1**）。



図 3.2-1　紹介事例の地域の概要

出典：高知県 平成 25 年度一般会計予算(案)の概要より

概略設計では、空気や電気、通信等の確保を考慮して①半地下の箱型、②地上のドーム型、③崖地の横穴型の三つが提案、比較されたが、海岸線に沿った平地が狭く、また裏山への退避は山腹崩壊の危険性があり、高齢化による避難の遅れ等も懸念されること

から、**図 3.2-2** のような「崖地の横穴型」が最終提案されたものである。

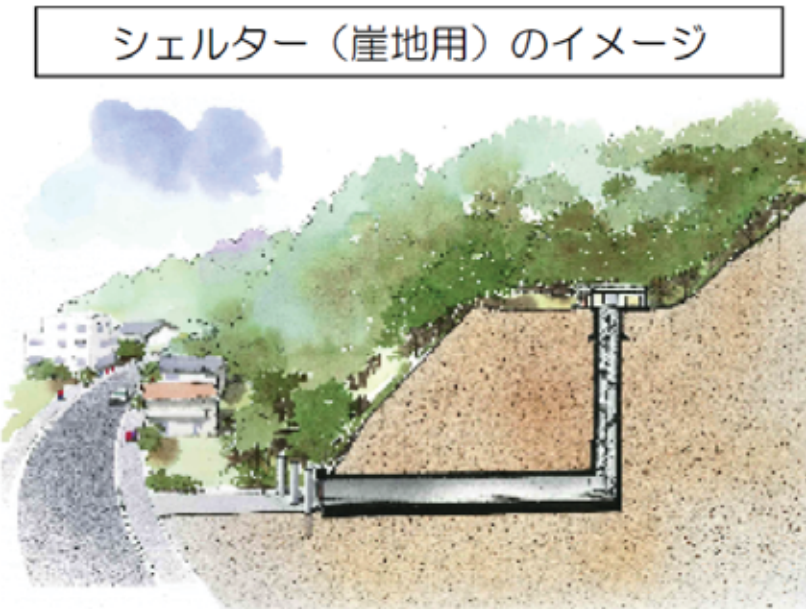


図 3.2-2　採用された津波シェルター（崖地の横穴型）

出典：高知県 平成 25 年度一般会計予算(案)の概要より

なお、平成 25 年度中には、土地調査、および地質調査（水平ボーリングと鉛直ボーリング）を終了し、平成 26 年度にシェルターの工事に着手予定とのことである。

④ マネージメントシステム

震災対策として、社会インフラの耐震化や防潮堤等の津波対策が実施されているが、巨大地震に対してこのようなハード面での対策で被害を完全に防ぐことは困難とされている。減災の考え方にたったマネージメントシステムの構築が重要である。地域防災計画の策定、緊急物資輸送システム、所轄官庁や自治体および民間を含めた広域連携体制の確立など、生命・財産を守るための検討が必要である。

第Ⅱ部　大災害に対する都市内地下空間の有効活用に関する調査

平成２４年度
大災害に対する都市内地下空間の有効活用に関する調査　専門部会
（第二部会）委員名簿

部　会　長	中 山　　洋	佐藤工業(株)　土木事業本部　営業部　部長
副 部 会 長	川端　康夫	飛島建設(株)　建設事業本部　エンジニアリング事業推進部 インフラ防災グループ　部長
委　　員	萩原　実樹	応用地質(株)　エネルギー事業部　サービス開発部 グループリーダー
委　　員	安藤　　拓	清水建設(株)　土木技術本部　地下空間統括部 トンネル技術グループ　主査
委　　員	細野　高康	(株)ダイヤコンサルタント　ジオエンジニアリング事業本部 事業企画部　部長
委　　員	八代　浩二	鉄建建設(株)　鉄道統括室　鉄道企画部　営業部長
委　　員	箱田　利明	日揮(株)　第３プロジェクト本部　建築設計部　部長
委　　員	笹尾　春夫	(公財)　深田地質研究所　主任研究員
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

第Ⅱ部　大災害に対する
都市内地下空間の有効活用に関する調査

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－ 2
1.3　調査状況 ····· Ⅱ－ 3
1.3.1　活動記録 ····· Ⅱ－ 3

第２章　調査成果 ····· Ⅱ－ 7
2.1　平成 24 年度調査成果 ····· Ⅱ－ 7
2.2　地下街の現況調査 ····· Ⅱ－ 9
2.2.1　大阪地下街（ホワイティうめだ） ····· Ⅱ－15
2.2.2　朝日ビルディング（博多駅地下街） ····· Ⅱ－22
2.2.3　博多ステーションビル（博多駅地下街） ····· Ⅱ－26
2.2.4　JR 博多シティ（新博多駅地下街） ····· Ⅱ－30
2.2.5　福岡地下街開発（天神地下街） ····· Ⅱ－34
2.2.6　現況調査結果のまとめ ····· Ⅱ－37
2.3　都市再生安全確保計画制度の進捗について ····· Ⅱ－41
2.3.1　H25 年度の都市再生安全確保計画制度の成果と、H26 年度の実施内容 ····· Ⅱ－41
2.3.2　大阪駅周辺地域の都市再生安全確保計画の概要 ····· Ⅱ－43
2.3.3　都市再生安全確保計画とヒアリング結果との一致点、将来への期待 ····· Ⅱ－49
2.4　地下街のあるべき姿 ····· Ⅱ－50
2.4.1　地震対策 ····· Ⅱ－50
2.4.2　火災対策 ····· Ⅱ－52
2.4.3　浸水対策 ····· Ⅱ－55
2.4.4　避難誘導体制 ····· Ⅱ－56

第３章　調査のまとめと今後の課題 ····· Ⅱ－59
3.1　調査のまとめ ····· Ⅱ－59
3.2　今後の課題 ····· Ⅱ－62

第１章　調査経緯

1.1　調査方針

都市には地下街、地下通路、地下駐車場、鉄道コンコース等があり、地震、洪水等の災害に際して有効に機能する場面がある一方、その特性からむしろ防災上の弱点を有していることも事実である。今後、新設する地下施設ではこれらの教訓を活かして災害への対策を考慮すべきである。

本部会は、平成 24 年度に引き続き、都市内地下空間である地下街に焦点を絞り、そのあり方と大災害を受けた場合の施設の有効な活用方法等について調査研究を行って、災害に対する都市内地下空間の有効活用方策について提言することを目的とする。

過去において同様な調査・研究を各種機関においても行われているところであるが、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災の際の状況を踏まえ、近未来に発生が危惧されている首都圏直下型地震や中南海地震等にも配慮した内容としたい。

今年度の活動方針としては前年度に調査した災害の発生状況とその際の地下街への影響を念頭におきながら、地下街の管理者に対するヒアリング調査を積極的に行い、地下街の実態について生の声を聞くことでより実勢に即した課題を見つけ出し、その課題を解決するための阻害要因を明らかにすることにより、将来の地下街のあるべき姿に少しでも近づくことができるような提言に繋がることを目標とした活動を目指した。

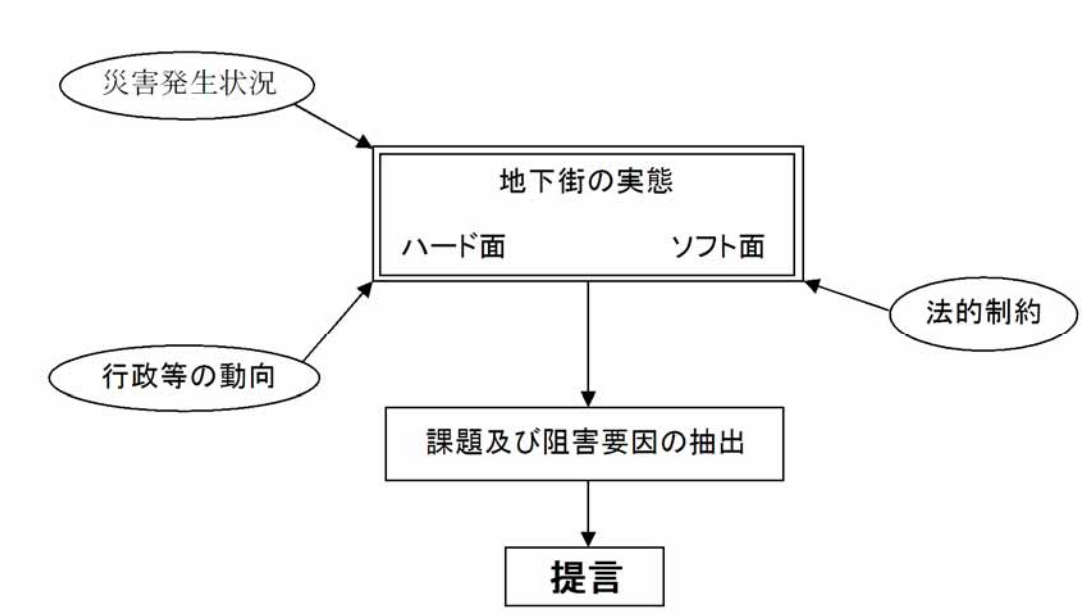


図 1.1-1　調査方針のイメージ

なお、活動方針の下、研究テーマ、各委員の方向性を確認するとともに、活動過程における諸情勢に対して到達点の変更も含め弾力性をもって運営することとした。

1.2　調査内容

平成 24 年度に行った調査では地下空間における災害事例と形態、テーマに関する過去の調査報告例、地下空間の防災・減災に関する各種法律とガイドラインおよび東日本大震災を踏まえた各種機関の取り組みについて整理した。

また、地下街管理の実態例として八重洲地下街管理者へのヒアリングを行い、生の声を聞くことができた。

今年度は前年度の調査結果を踏まえたうえで、大阪駅地区および福岡市地区の地下街管理者に対してヒアリングを行い、東京地区以外の地域における地下街の実態を調査した。

これらの結果から監督官庁から出されている各種ガイドラインと地下街管理の実態がどのように順応あるいは差異が生じているか調査した。

そこから見えてくる地下街防災上または有効利用上の課題点とそれを解決する際の阻害要因を洗い出し、明らかにすることにより地下空間の有効利用を少しでも進めるための一助となるべく報告とした。

次項以降に具体的な活動内容について示す。

1.3　調査状況

1.3.1　活動記録

平成 25 年度の活動状況を**表 1.3.1-1** に示す。

表 1.3.1-1　大災害に対する

都市内地下空間の有効活用に関する調査専門部会活動記録(1/3)

回	開催日	主要議事
第 1 回	平成 25 年 7 月 2 日	1)H25 年度の活動方針の確認と今後の予定計画について、議論。 2)7/5 に開催された研究成果発表会 2013 について、昨年成果の中間発表として取りまとめた資料の確認。発表会には、中山部会長、川端副部会長、萩原委員が参加。 3)H25 年度の部会の進め方について、地下空間の防災場の有効利用、実際と課題、あるべき姿について提案する上で、今年度の取り組むべき方向性を確認。 4)この課題に精通している、都市地下空間活用研究会（地下研）の粕谷氏にヒアリング実施を決定。この結果を踏まえ、地下街へのヒアリング方法、内容を詰める。さらにヒアリング経過、状況を見ながら、独自の情報収集、提案作成作業を進める。 4)全体の工程として、一連の調査を行った後、11 月までに提案内容を整理し、12 月から原稿作成を開始、2 月上旬原稿の完成とすることを確認。
第 2 回	平成 25 年 7 月 22 日	1)7/16 に八重洲地下街宮良常務のご厚意で東京駅八重洲口再開発協議会へ川端副部会長と事務局が参加。地下利用推進部会第二部会の活動紹介と挨拶を行い、今後、ヒアリングを依頼する可能性も有る旨報告。 2)7/26 に予定の都市地下空間活用研究会（地下研）の粕谷太郎主任研究員へのヒアリング内容について議論し、ヒアリングの候補地選定の参考になる情報を入手する方針を確認。
ヒアリング	平成 25 年 7 月 26 日	都市地下空間活用研究会（粕谷太郎主任研究員） ヒアリング 1)国や自治体の地下街に対する姿勢や全国の地下街の管理、防災上の現状について、意見交換。地下街のヒアリング候補地として、大阪、福岡、札幌等を紹介される。

表 1.3.1-1　大災害に対する

都市内地下空間の有効活用に関する調査専門部会活動記録(2/3)

第3回	平成25年 8月20日	1)平成25年度のヒアリングについて､過去の災害経験の有る福岡（博多)、統括管理体制の整っている大阪、官民連携の先進事例のある川崎、地下施設ではないが避難誘導・防災体制の整備されたディズニーランドを候補地として選定し、実施可能かどうかの打診を実施。 2)平成25年度報告書目次（案）について議論。その目次案をベースに、ヒアリング結果や報告書とりまとめ状況によって、柔軟に修正対応する。 3)第3回部会以降、事務局と委員の折衝により大阪地下街および福岡地下街の4管理者からヒアリング詳細日程を報告し、実施を決定。
ヒアリング	平成25年 9月25日	大阪地下街ヒアリング 1)大阪地下街㈱としては､「ホワイティ梅田」を管理、防災計画を策定、水害に関する事項について公開。 2)エリア防災計画について、府や市の主導を期待、民間レベルでは困難。 3)災害時、隣接するディアモール大阪、ドージマ地下センターおよび阪急3番街との直接連携は無いが、防災センターを通じて、情報の共有を図る。 4)大阪市地域防災計画の特徴は、大阪市より避難ビルが指定され、可能な範囲まで地元や通行人の差別無く帰宅困難者を受け入れるが、自己責任を謳う。 5)避難訓練は密に開催、各種訓練を実施。ただし、隣接するディアモール大阪､ドージマ地下センターおよび阪急3番街との連携は無い。 6)要望としては、下水処理関連施設・設備の処理能力の増強を強く要望。 7)特に警戒しているのは、ゲリラ豪雨。密に気象予報を確認、今後悪変し、地下街へ害する可能性がある場合、職員を招集・待機させる等管理体制が整備。
第4回	平成25年 10月1日	1)大阪地下街㈱に対するヒアリング結果を確認。その結果を踏まえ福岡地下街に対するヒアリング質問事項を検証、方針を確認、各委員の役割分担を決定。

表 1.3.1-1　大災害に対する

都市内地下空間の有効活用に関する調査専門部会活動記録(3/3)

回	開催日	主要議事
ヒアリング	平成 25 年 10 月 17 日 ～18 日	博多地下街、新博多地下街、天神地下街ヒアリング 1) 福岡市内地下街下記 4 事業者についてヒアリング実施。 10/17（博多駅地下街）㈱朝日ビルディング、 （天神地下街）福岡地下街開発㈱ 10/18（博多駅地下街）㈱博多ステーションビル、 （新博多駅地下街）㈱JR 博多シティ。 2) 博多駅に関連する地下街は、博多駅地下街と新博多駅地下街である。㈱朝日ビルディング、㈱博多ステーションビルが博多駅地下街、㈱JR 博多シティが新博多駅地下街を管理。 3) 消防との関わりについては、エリア・事業者毎の課題が違い、濃淡があるが、きちんと指導・訓練が行き渡り、協議会等も設置、情報交換も実施。 4) 事業者によっては、防災設備システムに工夫。 5) 行政との関わりについては、「福岡市地域防災計画」が存在するが、福岡市から各事業者に対しての働きかけはなく、連携がほとんど無い。 6) 帰宅困難者に対して、人道上な対応は実施するが、基本的に各事業者とも受け入れは困難な状況、積極的な行政の主導・指導が必要。また、事業者によっては帰宅困難者に対する情報の伝達が対応可能。
第 5 回	平成 25 年 10 月 30 日	1) 福岡市内各地下街のヒアリング結果を確認。 2) 次回までに、各ヒアリング結果書式の整合をとる。
第 6 回	平成 25 年 12 月 2 日	1) 各地下街のヒアリング結果について統一した書式で報告書に取りまとめ、防災体制、防災設備、行政との関係、帰宅困難者の取り扱い、意見、要望などの項目について整理し、最終項にて概要を一覧表に示す。 2) 報告書目次を修正し、項目別に執筆担当を選任。 3) 次回までに各担当は執筆を行い、初稿とする。
第 7 回	平成 26 年 1 月 24 日	1) 報告書の取りまとめ状況を確認し、原稿案の読み合わせを実施。修正等を確認した。
第 8 回	平成 26 年 2 月 5 日	1) 前回を受け、報告書の取りまとめ状況を確認し、原稿案の読み合わせを実施。

第 2 章　調査成果

2.1　平成 24 年度調査成果

平成 24 年度においては地下空間における災害事例を地震、火災、水害に分けて整理した。

地震に関しては阪神淡路大震災の際に直下の比較的土被りの浅い地下構造物では一部被害があったものの、東日本大震災の際も含め地下構造物の被害は少なく地震に対しての強さが証明された。

一方で火災、水害に対しては地上構造物と比べても位置的な問題や照明・換気等の問題を含め不利な面が多いこともわかった。

法制度もこれを裏付けるように地下空間における災害の発生を契機に主に規制に関するものや構造上の規定および避難誘導に関する方策等を示す法整備が進められ、現状においても地下構造物は建築基準法、消防法、道路法のほか各自治体が制定する各種条例等で規定されている。

さらに近年の異常気象による豪雨等による浸水被害の多発が見られることから、東京都の「東京都豪雨対策基本方針」をうけた「東京都地下空間浸水対策ガイドライン」が策定されるなど、特に浸水被害に対する備えを強化する方向に向かっている。

以上のように地下空間に関しては災害発生時には地上への避難が基本方針であるが、東日本大震災発生時に、主に交通結節点としての機能を有する地下施設に大量の帰宅困難者が滞留したことをうけ、首都直下地震帰宅困難者等対策協議会による「帰宅困難者対策ガイドライン」が策定される等相反する流れも生まれつつあるところである。

当部会では都市内地下空間の中で特に地下街が災害発生時における一時退避、或いは滞留場所として活用されることは社会にとって大変有効であると考える。

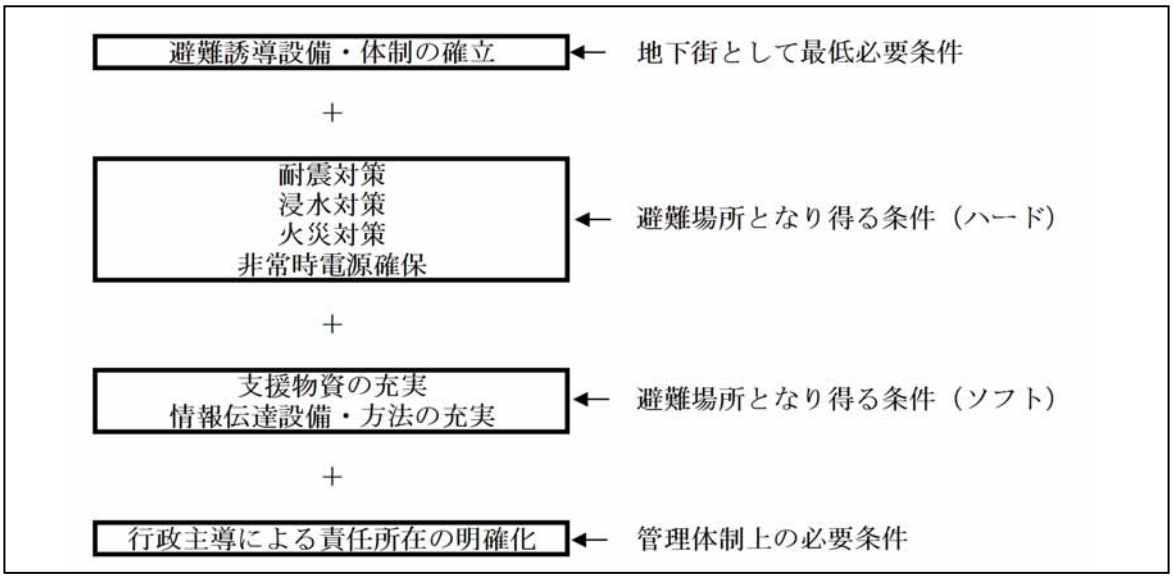


図 2.1-1 地下街の退避場所としての条件

図 2.1-1 は地下街を一時退避場所として利用する場合の条件を図示したものであるが、特に行政主導による責任所在の明確化についてはヒアリングを行った八重洲地下街においても指摘された点であり、二次災害を想定した際に当然必要となる要素であるとの結論に至った。

2.2　地下街の現況調査

平成 24 年度に行った八重洲地下街の管理者へのヒアリングに引き続き、今年度は首都圏以外の地下街の現況について事前に調査した結果、規模が大きく、管理体制等が特徴的だと思われる大阪市にある地下街であるホワイティうめだ、福岡市の博多駅地下街、新博多駅地下街および天神地下街についてそれぞれの管理者に対するヒアリングを行い、その実態についての調査を行った。

図 2.2-1 に大阪駅周辺の地下街と淀川、大川の位置関係を示した、ハザードマップ（大阪市作成）を示す。表中で着色されているのは、淀川氾濫時の浸水域で、大阪駅周辺がその対象であることを示している。

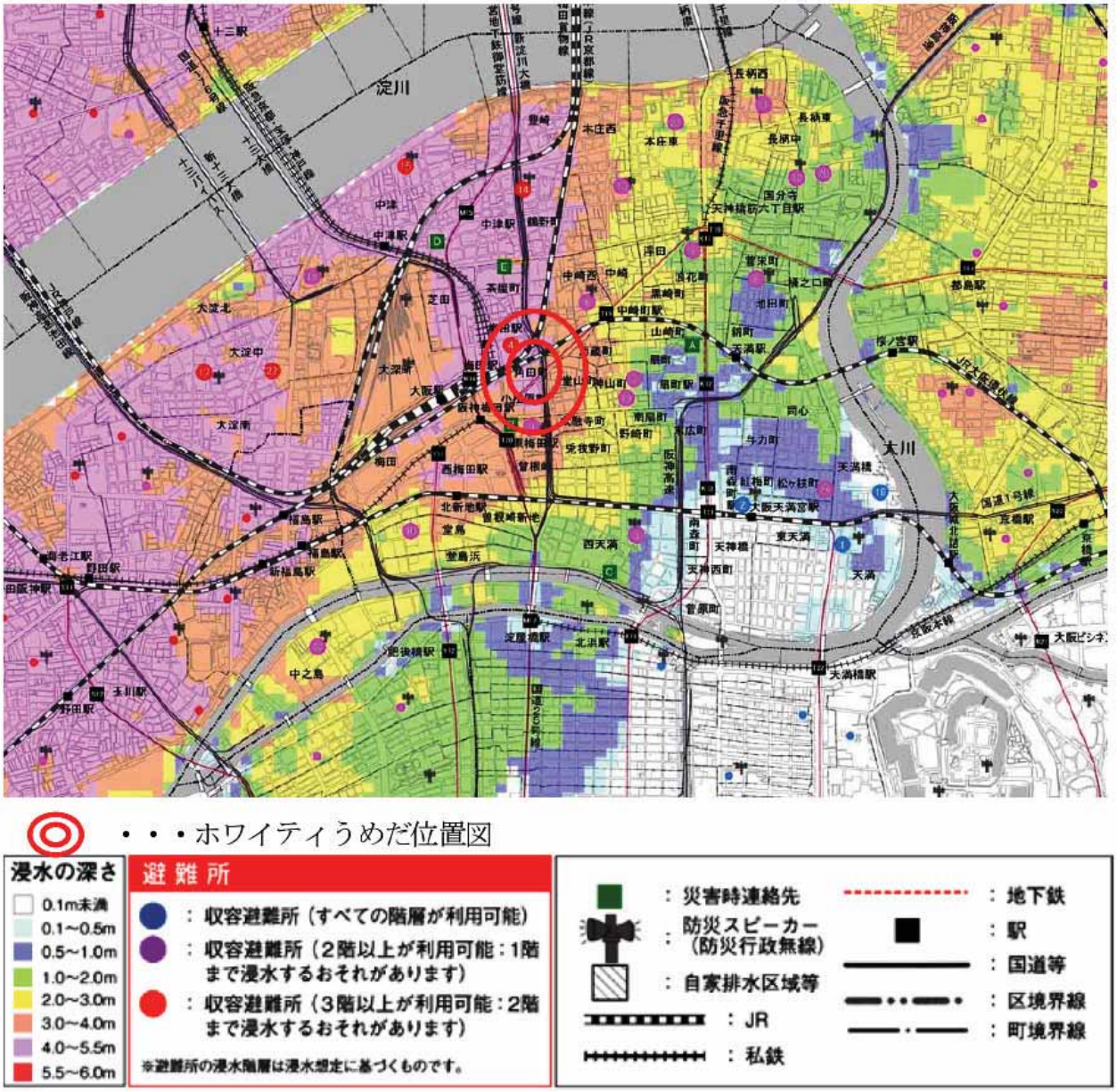


図 2.2-1　大阪駅周辺のハザードマップ

出典；梅田地下空間避難確保・浸水防止計画；大阪地下街, H25 改定

さらに大阪駅周辺の地下街、ビル地下ショッピングモールの地図を**図 2.2-2** に示す。黄色で示されているが地下通路で、その周辺に店舗が連続している。地下街は東から、ホワイティうめだ（大阪地下街(株)）、ディアモール大阪（大阪ダイヤモンド地下街(株)）、ドージマ地下センター（大阪地下街(株)）、大阪ガーデンシティ（西梅田地区開発協議会）からなり、近接するビルと接続している。

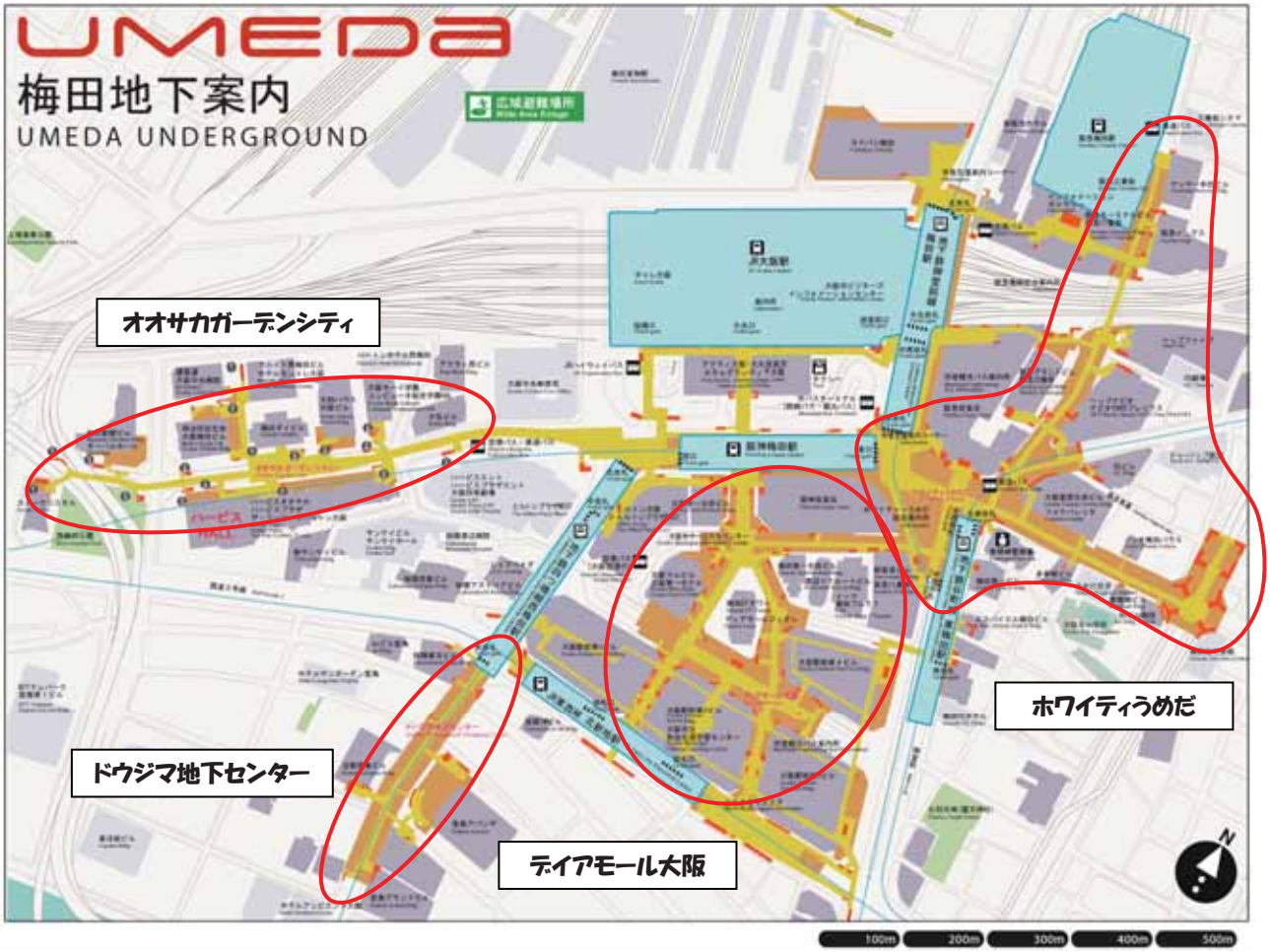


図 2.2-2 大阪駅周辺の地下街並びにビル地下ショッピングモール

出典：大阪教育大学　芦野教授作成資料

ここでは、ヒアリングを行ったホワイティうめだの平面図を示す。



図 2.2-3　ホワイティうめだ平面図

出典；梅田地下空間避難確保・浸水防止計画；大阪地下街,H25 改定

続いて福岡市の博多駅地区地下街および天神地区地下街についてその位置関係を示す。



図 2.2-4　福岡市地下街位置図

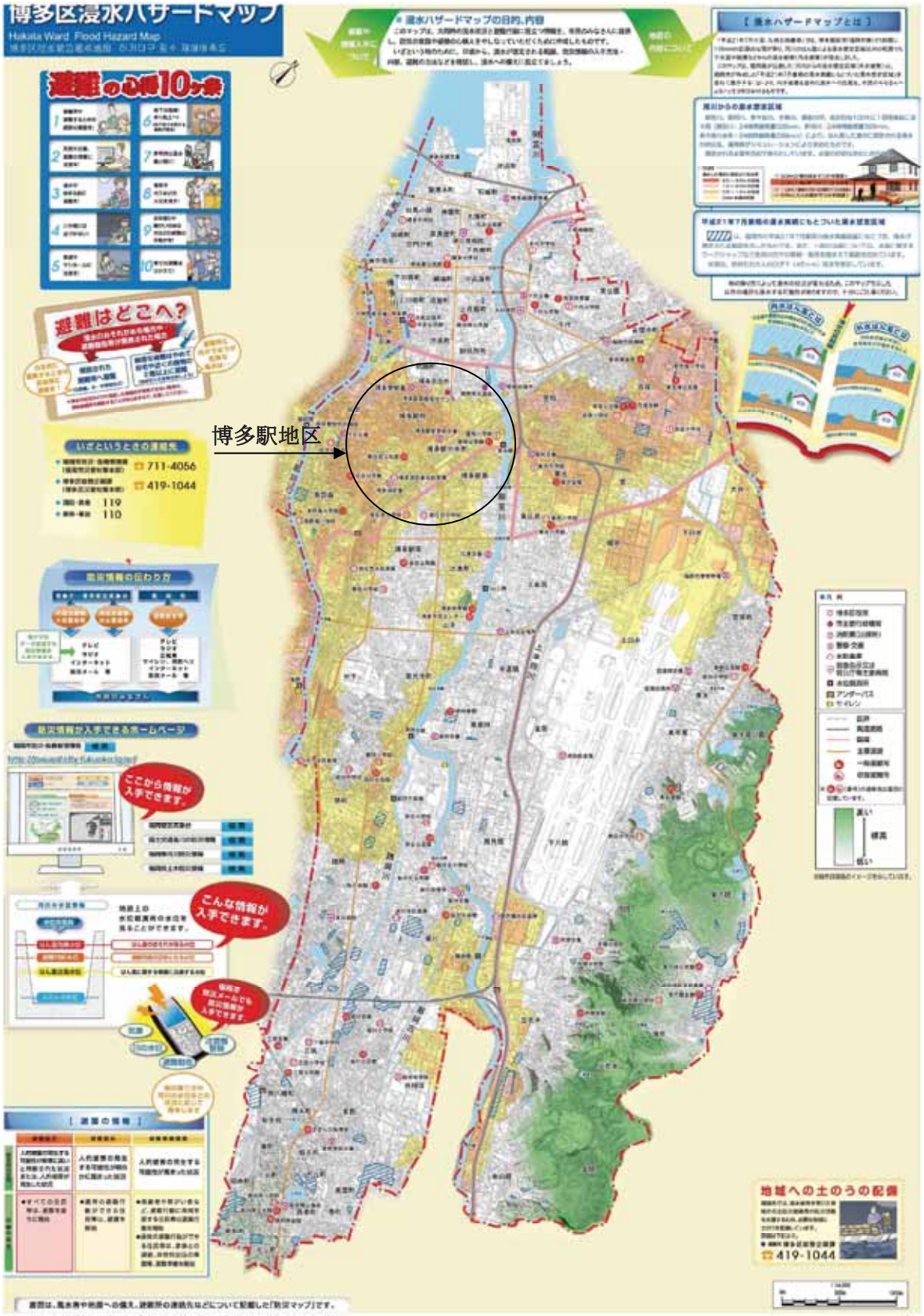


図 2.2-5　福岡市博多区浸水ハザードマップ

出典：福岡市ホームページ



図 2.2-6　福岡市中央区浸水ハザードマップ

出典：福岡市ホームページ

福岡市の代表的な地下街は博多駅周辺と天神地区にあり、御笠川と那珂川に近く**図 2.2-5** および**図 2.2-6** に示すように内水氾濫時に 0.5m（図中橙色で示す地域）から 1.0m（図中桃色で示す地域）程度の浸水があることが想定されている。

実際に平成 11 年 6 月 29 日や平成 15 年 7 月 19 日（**写真 2.2-1** 参照）に発生した豪雨災害の際には博多駅周辺で大規模な浸水被害に見舞われ、福岡市営地下鉄博多駅構内も浸水した。



写真 2.2-1　博多駅浸水被害状況写真

出典：「防災の取組みと過去の災害」国土交通省九州地方整備局

これらのことを踏まえ、博多駅周辺の地下街を管理する（株）朝日ビルディング、（株）博多ステーションビル、（株）JR 博多シティおよび天神地下街を管理する福岡地下街開発（株）など、各社の好意のもとでヒアリングを行った。

2.2.1　大阪地下街（ホワイティうめだ）

1)　施設概要

大阪地下街株式会社は、ホワイティうめだ（大阪市北区小松原町梅田地下街）、NAMBAなんなん（大阪市中央区難波 5 丁目なんなんタウン）、あべちか（大阪市天王寺堀越町アベノ地下街）、なんばウォーク（大阪市中央区千日前）およびコムズガーデン（大阪市都島区東野田町）の 5 箇所の地下街等を運営する会社である。図 2.2.1-1 にホワイティうめだの位置を示す。

開　業　：1963 年（Ⅰ期）、1970 年（Ⅱ期泉の広場）、1974 年（Ⅲ期プチシャン竣工）
店舗数　：212 店舗（2013 年 7 月 15 日現在）
面　積　：総面積 31,336 ㎡（店舗面積 13,720 ㎡）
通路幅　：6.0～13.0m



図 2.2.1-1 ホワイティうめだ

出典：2013 年 7 月大阪地下街株式会社発行ひとにやさしい地下街ガイドマップより

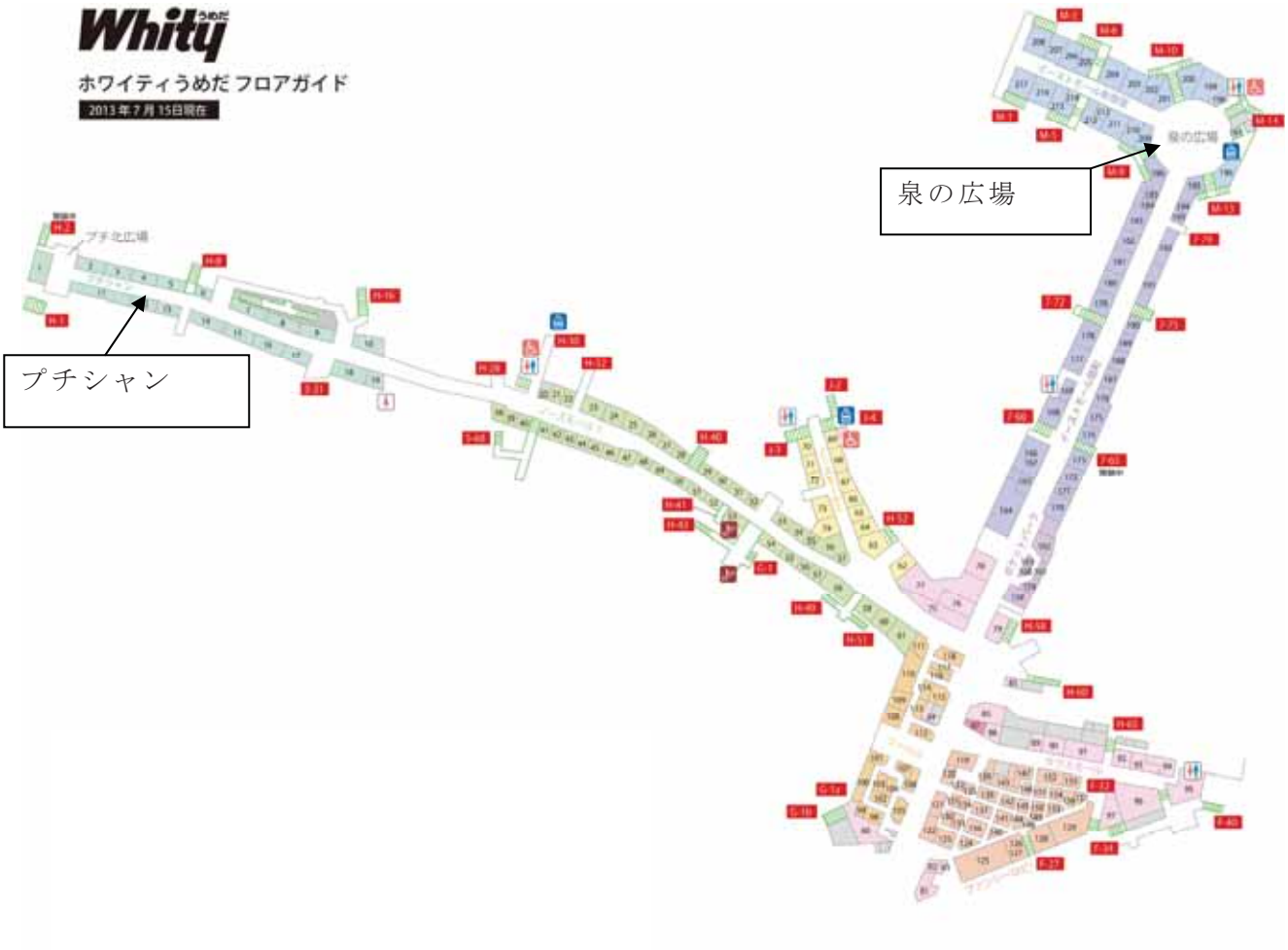


図 2.2.1-2 ホワイティうめだ店舗レイアウト

出典：ホワイティうめだフロアガイド（2013 年 7 月 15 日現在）より



写真 2.2.1-1　ホワイティうめだ（左：泉の広場、右：防災センター入口）

2) ヒアリング

管理会社　　：大阪地下街株式会社

訪問日　　：平成 25 年 9 月 25 日





写真 2.2.1-2　大阪地下街株式会社　ヒアリング状況

(1)　防災体制

・防災対策については、防災規定を策定し、地震・津波・洪水、火災、ガス漏れ、テロ対策などを決めている。防災規定中の浸水対策部分を抜出し、「梅田地下空間避難確保・浸水防止計画。以下「避難確保計画」という。」として作成し、ホームページで公表している。

「東梅田地下総合共同防火管理協議会。以下「総防協」という。」を組織し、地下街と地下接続しているビルとの防災対策について、協力関係を決めて連系をしている。

・総防協の行事としては、総会、防災関連の施設見学会、臨時協議会など実施している。

・避難確保計画について、東日本大震災前津波対策は考慮していなかったが、昨年、津波による浸水の対応も盛り込んだ。

・洪水、津波等の浸水に伴う避難場所として、総防協を通じ近隣のビルにお願いし了解を得ている。これは、大阪市が進めている、津波避難ビルの指定とは別のものである。

・原則対応できるのは、近隣ビルの営業時間帯のみ。地下街の最大滞留人口(平日、午後 6 時ごろ)　約 15,900 人をカバーするもので、避難可能面積は大阪市地域防災計画に定めている基準（3 階以上の床面積合計 20％部分。1.6 ㎡/人）を準用し、約 300％確保出来るものと考えている。

・富国生命ビルは、現在大阪市が指定している「津波避難ビル」となっている。

・ホワイティうめだ周辺は、近くに高台等がなく最短の場所に避難場所として、隣接しているビルへの避難誘導が最良と考えている。

・毎年 9 月には、地下街本社において災害本部立ち上げ訓練を行いる。又、7 月に

は深夜訓練として、地下鉄が止まり、地下街各出入口のシャッターを閉鎖し無人状態で、地下街防災隊員を対象とした避難、消火、AED、救助など総合的な防災訓練を行っている。

・毎年 6 月（梅雨、台風シーズン前）には、水防訓練として防災要員対象に「止水板の設置」、「土嚢積み」等の訓練を実施している。

・夜間警備体制として、8 名の警備員が 24 時間体制で勤務している。「大雨・洪水警報」などの発令時は、地下街職員の緊急呼び出し体制を定めている。1 号～3 号呼出し体制があり、初期の 3 号で約 30 名が駆けつける。

・春と秋にはテナント従業員、地下街職員等を対象に、総合的な防災訓練実施している。

・従業員への防災教育として毎年、初期消火訓練、部分訓練、基礎訓練、防災研修（講義等）など実施している

・以前は、緊急招集を掛けても、雨量が少ない場合もあり地下街への浸水危険になることも少なかったが、現在はゲリラ豪雨の発生頻度も上がっており、人的な即応体制が特に重要である。

(2)　防災設備

・地下街の防災設備は、自動火災報知設備、非常放送設備、屋内消火栓設備、スプリンクラー設備、自家発電設備、排煙設備、誘導灯など消防法上の設備は完備している。その他、止水板・土嚢等準備している。

・2013 年 8 月 25 日の大雨時、地上各出入口から地下街へ水の流入はなかった。ただし、湧水の量が増え、一部通路、テナント区画に想定を超える漏水が発生した。雨量は 5 分で 20mm 降った。地下街のシミュレーションでは、一番低い出入口で時間当たり 100mm、2 時間、150mm が 1 時間連続して降ると地上出入口の一部から流入してくる。

・当日の非常呼出しとしては、午前 3 時に 17 名非常招集し、午前 11 時に 20 名追加招集した。近隣の地上にある店舗では、地盤と面一で、シャッターを開けると同時に水が入った。接続のビルとは、ホットラインがあり、お互いの防災センターとの連絡を取っている。

・非常用電源については、自家発電、水冷、空冷とも地下にある。40 秒以内に立ち上がり、6 時間から 8 時間は継続可能である。照度としては、通常 1000lx のところ、自家発電は、200lx はキープできる。

・電子掲示板は、アイデアとしてはあるが、まだ投資の決定に至っていない。通常の情報板として採算が取れるかどうか難しい。まずは、矢印で、水のある方、低い方に行かせないようにすること。

・耐震補強の計画は、スケルトン時にしか出来ないので、なかなかチャンスが無い。補強方法としては、柱を炭素繊維で巻くことだが、高価であり、現実的には、鉄板補強が適していると思われる。



写真 2.2.1-3　止水坂取付場所（左：地下街入口階段、右：隣接ビルとの境界 ）

(3)　帰宅困難者の扱い

・帰宅困難者の問題は、大阪市が中心となり、北区梅田周辺の地下街や民間施設などで帰宅困難者協議会を作っている。訓練をやっている。地域の人を保護するスタンスではあるが、地下街として公共広場は無く、公共通路も狭い為、滞在者と通行者において交通障害を起こす可能性がある。

・帰宅困難者については、十分な受け入れ場所がないが出来るだけ対応する。但し、水が止まるとトイレの問題や停電すれば暖房の問題もある。毛布などの備蓄品が無い状態である。今後の課題として、通行障害や衛生上、備蓄品等の問題を解決する必要がある。

・近隣施設の「ボートピア」が帰宅困難者受け入れの、第一号施設になっているときいている。

・JR 大阪駅は帰宅困難者用の水、食料の備蓄を始めたと聞いている。

・行政から帰宅困難者受け入れに関するアンケートはあった。現時点では十分な受け入れ難しいと回答した。

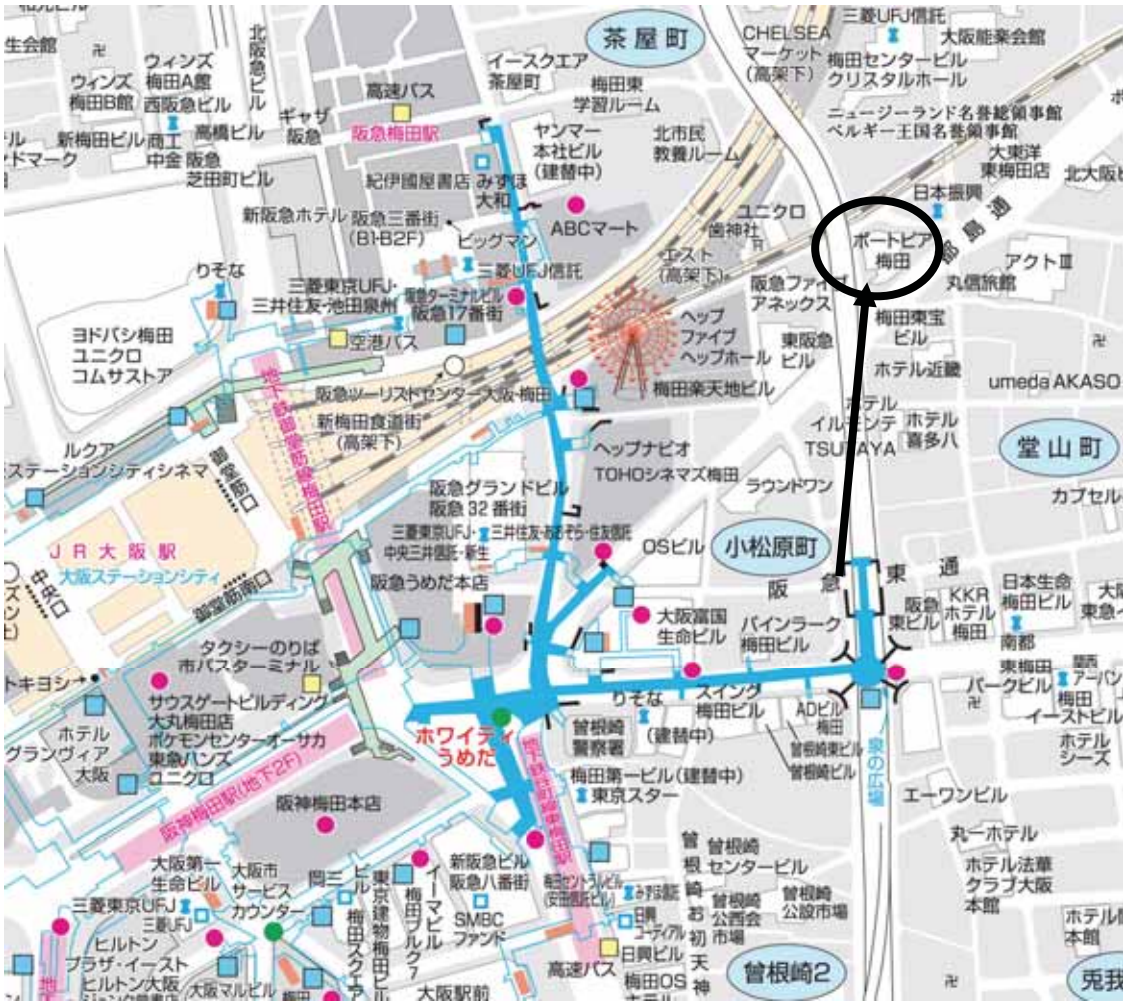


図 2.2.1-3　ボートピア梅田

出典：2013 年 7 月大阪地下街株式会社発行ホワイティうめだ周辺図より

(4)　その他

・平成 20 年 3 月ホワイティうめだの内水氾濫等における「浸水シミュレーション」を専門調査機関に依頼し作成済。

公共下水道管と海老江下水処理場の処理量の解析モデルに地下街もモデル化しそれぞれ併せて検討。

結果として、150㎜/ｈであれば 6 か所の出入口から止水対策をとらないと流入。それも、降雨中ではなく降雨後 50 分経過後流入してくる。

・現在、ホワイティうめだ 40 万人、なんばウォークで 16 万人。トータル 56 万人。かつてはトータル 100 万人の通行者であった。

地下鉄利用者も減っている。梅田周辺で、140 万人が 120 万まで減っている。

大阪地下街株式会社全体で、現在は 68 万人。平成 4 年は、100 万人で、平日 60 万、休日 40 万であった。なんばは逆で、平日 15 万人、休日 20 万である。

公共通路の特性から通行人の多くは、公共交通機関への乗り換えが殆どである。

注：「梅田地下空間避難確保計画（東梅田地区）」として、外水氾濫対策、内水氾濫対策、津波対策、防災教育・訓練の計画を発行している。（平成 18 年 12 月発行、平成 24 年 3 月一部改訂）

2.2.2　朝日ビルディング（博多駅地下街）

1)　施設概要

株式会社朝日ビルディングが管理、運営する朝日ビル地下街は、以下の 2 つの店舗群からなる地下街である。

・博多駅との地下連絡通路にある店舗群（博多駅地下街の一部）

・福岡朝日ビル地下階（サンプラザ地下街）

このうち一般的な地下街の定義に該当するものは、道路および JR 博多駅博多口駅前広場の地下に位置する博多駅地下街（株式会社朝日ビルディングと株式会社博多ステーションビルの 2 社が管理、図 2.2.2-1 参照）である。

開業　　：1964 年（博多駅地下街開業）、1970 年（福岡朝日ビル竣工）

店舗数　：19 舗（博多駅地下街のうち朝日ビルディング管理分）

　　19 舗（サンプラザ地下街）

以下に博多駅地下街全体としての概要を示す。

延長　　：約 280m

面積　　：約 5,400m²（店舗面積 2,450m²）

通路幅　：5.0～8.0m

店舗数　：40 店舗

博多駅地下街の土地は福岡市のものであり、市の道路占有許可を得て営業している。博多駅地下街のうち、博多ステーションビル管理のものについては、2.2.3 にて述べる。

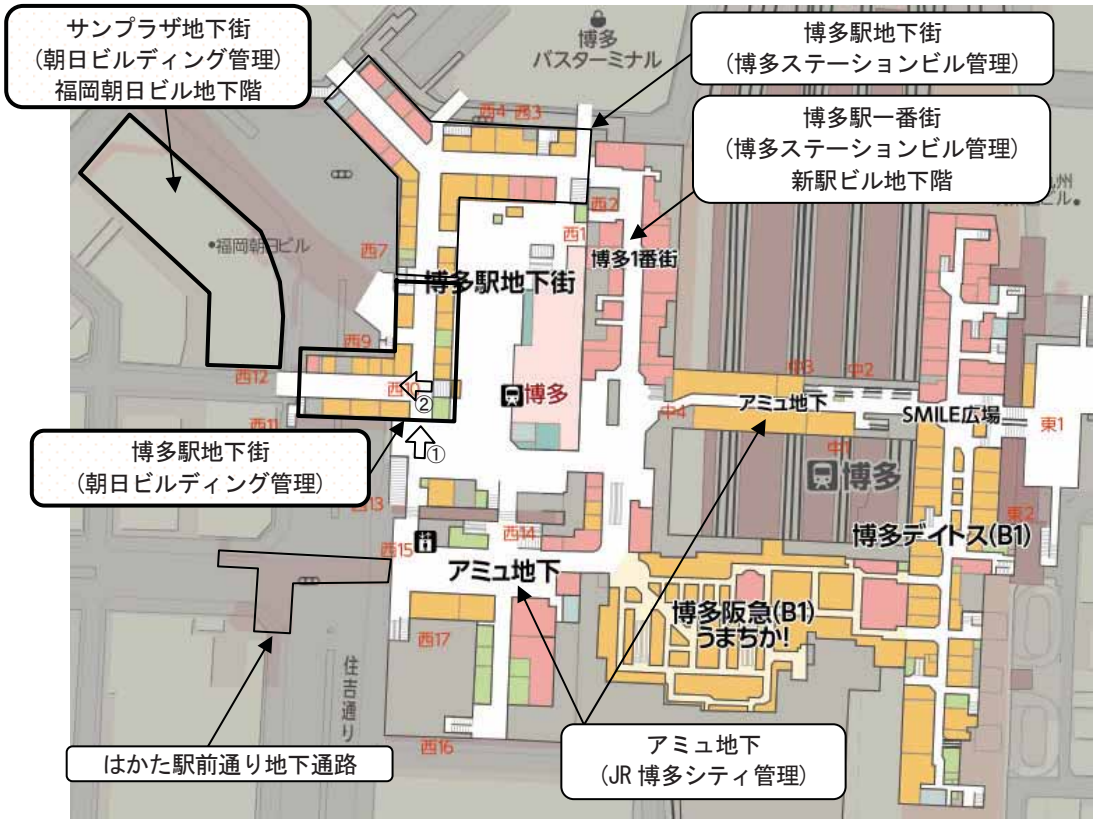


図 2.2.2-1　博多駅周辺地下街

出典：Yahoo 地図：博多駅地下街に加筆



図 2.2.2-2　博多駅地下街フロアマップ

出典：博多駅地下街ホームページ



写真 2.2.2-1　博多駅地下街(1)
（図 2.2.2-1 矢印①方向を臨む）



写真 2.2.2-2　博多駅地下街(2)
（図 2.2.2-1 矢印②方向を臨む）



写真 2.2.2-3　博多駅地下街 管理境界部
（図 2.2.2-1 西 7 出口前）

博多駅地下街の朝日ビルディング、博多ステーションビルの管理境界に特別な表示はなく、来街者は両者の境界を意識することはない

2) ヒアリング

管理会社　：株式会社朝日ビルディング

訪問日　　：平成 25 年 10 月 17 日



写真 2.2.2-4　株式会社朝日ビルディング　ヒアリング状況

(1)　防災体制

・テナント向けに福岡朝日ビル消防計画、福岡朝日ビル防水対策マニュアル、地震マニュアルの 3 種のマニュアルを作成している。

・共同防火管理協議会（地下街だけでなく全フロアが対象）を組織し、各階代表テナントがメンバーとなっている。全部で 100 社。

・地下で接続するビル等については「博多駅前博多口地下建築物等共同防火・防災管理協議会」を組織し、防火・防災消防計画の作成や訓練を行っている。メンバーは朝日ビルのほかに博多ステーションビル（協議会長）、博多バスターミナル、アサヒファシリティズ（福岡センタービル）、三井不動産（博多新三井ビル）。消防計画は福岡市博多消防署に届け出をしている。

・年 1 回浸水防止訓練を実施している。

・地下街への出入口はそれぞれの事業所のものを管理している。夜間の閉鎖時間は申し合わせで決めている。

・地下街の浸水時は、街路通行者に対しては地上部（館外）への避難誘導を行う。近くの出入口から地上に出るよう案内放送を実施する（早く放送を行った事業者が優先）。

・朝日ビルディングの従業員は 24 名、テナント等を合わせた館内者名簿には約 1000 人が記載されている。館内者に対しては、津波時には朝日ビルの 2F 以上に避難するよう案内する。

・津波に関しては内海であるため、直接堤防を越流するような形での被害は考えていない。満潮と重なって御笠川を遡行することが心配である。

(2)　防災設備

・案内設備は非常放送設備のみである。

・非常用電源は朝日ビルディングの最低限の機能維持用のもの。軽油で 9～10 時間程度動く。設置場所は地下である。
・浸水対策のためのポンプはないが、地下街の雑排水ポンプはある。
・止水板、土嚢で対応することにより、平成 15 年の地下 2 階浸水発生以降は、大雨による地下街の浸水被害はない。
・地下の大型ビジョン（博多駅中央街の「ふれあいビジョン博多」）では災害時は行政の提供する災害情報を流す。大型ビジョンはプラネット（大阪の広告会社、九州営業所あり）のものであり、行政とそのような契約を結んでいる。

(3) 行政との関係
・福岡市が作成した「福岡市地域防災計画」については、直接の関連はなく、具体的な行政からの指導等もない。また防災協定なども結んではいない。
・博多区自衛消防隊等はあるが、国からの災害等に関する指導はない。
・消防署に対しては、先に述べたように防火管理協議会として消防計画を届け出ており、年 1 回の防災訓練を消防署を交えて実施している。

(4) 帰宅困難者の扱い
・一般の帰宅困難者の扱いに対しては現在具体的な計画はない。受け入れ場所として利用できるのは 1F の防災センター、エレベーターホール、2F 以上の空き部屋（あれば)、各階の共用部が考えられる。
・行政から帰宅困難者受け入れに関するアンケートはあった。現時点では受け入れできないと回答した。

2.2.3　博多ステーションビル（博多駅地下街）

1)　施設概要

株式会社博多ステーションビルは、主に博多駅の商業施設（高架下商店街のマイング 104 店舗、博多駅地下街 24 店舗、JR 博多シティ地下階の博多 1 番街 14 店舗）を運営している。一般的な地下街の定義に該当する施設はこれら 3 施設のうち博多駅地下街である。

博多駅前道路下および駅前広場下（地上部は福岡市の所有）の博多駅地下街については、福岡市より道路占有許可を得て構造物も含めて株式会社博多ステーションビルが維持・管理をしている。

博多駅地下街は、株式会社朝日ビルディングと株式会社博多ステーションビル管理部分とに分かれており、連携している。

以下に博多駅地下街のうち博多ステーションビル管理部分の概要を示す。

開　　業　：　1964 年
所　在　地　：　福岡市博多区博多駅中央街 1-1
入出街者数　：　約 5 万 3 千人/日（平成 24 年 10 月平日）
店 舗 面 積：　1,567 ㎡（占用料支払い面積）
店　舗　数　：　24 店舗

博多駅地下街のうち、朝日ビルディング管理のものについては、2.2.2 にて述べているとおりである。

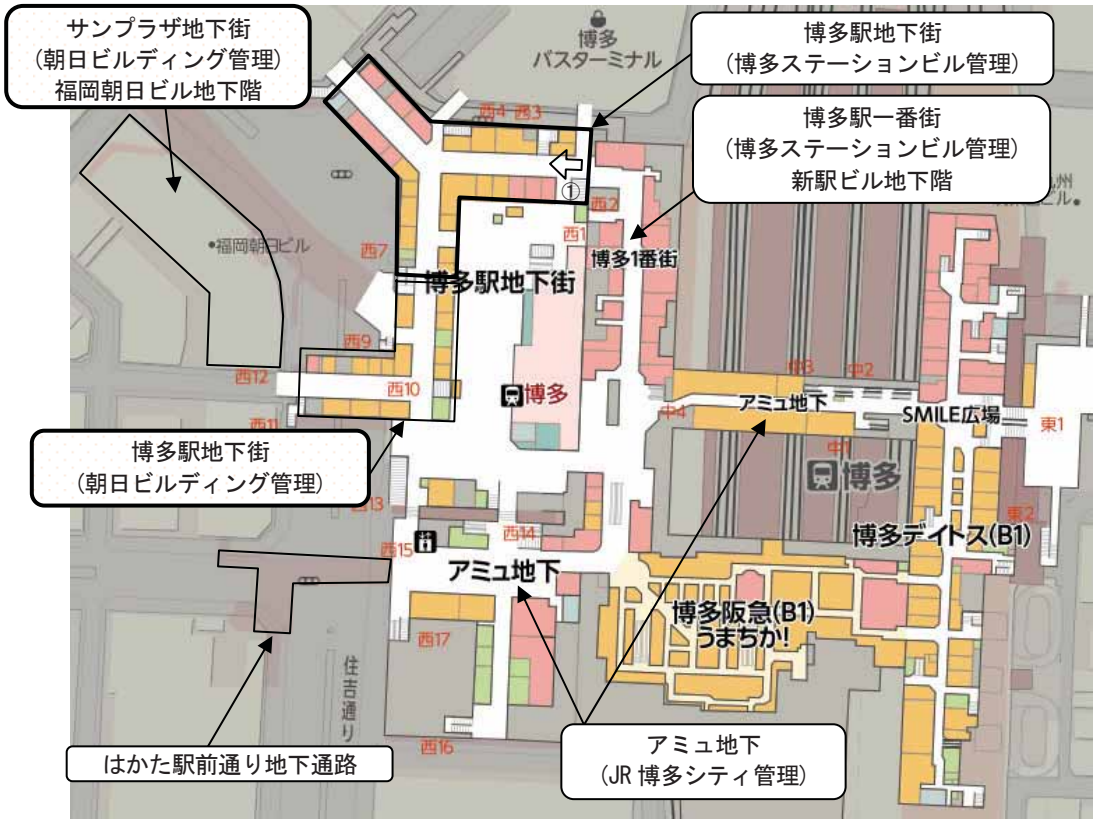


図 2.2.3-1　博多駅周辺地下街

出典：Yahoo 地図：博多駅地下街に加筆



図 2.2.3-2　株式会社博多ステーションビルの運営施設
出典：株式会社博多ステーションビル　ホームページ「フロアマップ」に加筆

マイングは JR 高架下を利用しており、高架としての構造体は JR、壁部分は株式会社博多ステーションビルが所有し管理している。

博多 1 番街は駅ビルの地下 1 階であり、建物は株式会社 JR 博多シティが所有し、㈱JR 博多シティと㈱博多ステーションビルが管理区分を設定してそれぞれ管理･運営している。



図 2.2.3-3　博多駅地下街フロアマップ
出典：博多駅地下街ホームページ



写真 2.2.3-1　博多駅地下街
（図 2.2.3-1 矢印①方向を臨む）



写真 2.2.3-2　博多駅地下街 管理境界部
（図 2.2.3-1 西 7 出口前）

博多駅地下街の朝日ビルディング、博多ステーションビルの管理境界に特別な表示はなく、来街者は両者の境界を意識することはない

2) ヒアリング

管理会社　：株式会社博多ステーションビル

訪問日　　：平成 25 年 10 月 18 日



写真 2.2.3-3　株式会社博多ステーションビル　ヒアリング状況

(1)　防災体制

・防災センターは、保安と設備の維持管理を 24 時間体制で運営している。

・博多駅地下街浸水時避難計画（浸水対策マニュアル：平成 25 年 7 月改訂）は福岡市の指導もあるが、独自に作成している。

・対策本部の体制は、火災であっても浸水対策マニュアルと同じである。
・駅全体の防火、防災に対する会議体として、駅ビルにつながっている 14 社の事業者による「博多駅地区総防共同防火防災管理連絡協議会」（JR 博多シティが事務局）がある。これには、福岡市博多消防署や地下鉄も参画している。
・防火、防災管理という面では、地上のマイング、地下の博多駅地下街、博多 1 番街の扱いは一律である。
・浸水防止訓練については、福岡市地下鉄が中心となり博多ステーションビルも参加し、毎年 5 月に実施している。

(2) 防災設備
・博多駅地下街の防災設備（防火扉やスプリンクラー等）の設置は運営会社である博多ステーションビルが行っているが、博多 1 番街は所有者である博多シティが設置している。
・止水板は施設位置を予め定め、各地点の管理会社が保有し、災害時に備えている。

(3) 行政との関係
・福岡市を含んだ定期的な連絡会などの防災に関する組織はない。
・消防に限って言えば、福岡市博多消防署が主導する会議がある。消防との関係は密である。
・福岡市危機管理情報センターより発信される情報がある。（河川水位、大雨情報等）

(4) 帰宅困難者の扱い
・一般の帰宅困難者に対する福岡市からの要請はない。
・また食糧、飲料水の問題があり、現状として対応できるだけの用意もない。
・災害時に帰宅困難者の一時退避場所として地下街を提供することは可能であるが、ビル倒壊等により周辺から避難者が来た場合仮設テント等が必要となると対応できない。
・現状は国などが行う調査が始まった段階である。

(5) 意見・要望
・地下街は公共通路であるという性格上、看板を建てられない等の規制があり運用上で制約はあるが、防火・防災の考え方は地上と同じである。
・帰宅困難者対策は、自治体が入って来ないと対応できない。
・地震、水害時に鉄道、地下鉄が不通になった場合、帰宅困難者を受け入れる場所は提供できるが同時に自治体の支援が必要である。

2.2.4　JR 博多シティ（新博多駅地下街）

1)　施設概要

株式会社 JR 博多シティ（旧社名：博多ターミナルビル株式会社）は、九州旅客鉄道株式会社 100%出資のグループ会社で、2011 年 3 月開業した新博多駅ビルを運営管理している。新博多駅ビルは、防火防災管理上、アミュプラザ博多、博多阪急およびアミュプラザ博多地下街（以下「アミュ地下」という。）に区分されている。

アミュ地下は、福岡市地下鉄博多駅と博多駅地下街と接続し、はかた駅前通り地下通路により博多口交差点を横断している。さらに、博多小径（食品店舗）、博多 1 番街（飲食店舗）、および博多阪急地下 1 階、地下駐輪場および地下 2 階の地下送迎場へと繋がり、重要な接続点となっている。

アミュプラザ博多地下街

開業　　：平成 23 年 3 月 3 日

店舗数　：12 店舗



図 2.2.4-1 アミュ地下の位置図

出典：ヤフー地図より




写真 2.2.4-1　株式会社 JR 博多シティ（左:トップライト下、右:入口の止水坂）

2) ヒアリング

管理会社　　：株式会社 JR 博多シティ

訪問日　　：平成 25 年 10 月 18 日

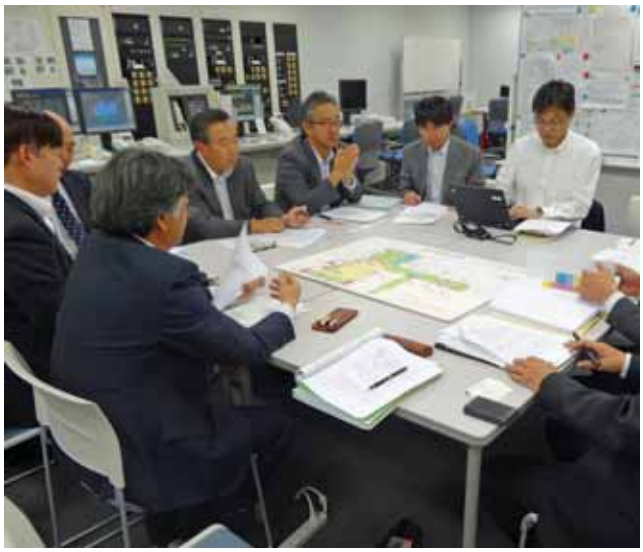


写真 2.2.4-2　株式会社 JR 博多シティ　ヒアリング状況

(1)　防災体制

・JR 博多シティ（アミュプラザ博多、デイトス）、JR 九州博多駅、JR 西日本博多駅、ジェイアール西日本不動産開発福岡支社、博多ステーションビル（博多 1 番街、マイング）、阪急阪神百貨店（博多阪急）の 6 事業所で「**博多駅ビル共同防火・防災管理協議会**」を構成して、消防法に基づく事項に対応している。

・「**博多駅地区総合共同防火・防災管理連絡会**」は、福岡市消防局の指導に基づいて設置している。

連絡会の構成メンバーは、上記の 6 事業所に加え、ホテル 3 社（ホテルクリオコート博多、ホテルセントラーザ博多、サンライフホテル 2・3)、福岡交通センター、博多新三井ビル、朝日ビルディング、福岡センタービル、福岡市交通局博多管区駅の計 14 事業所である。

・JR 博多シティ社長が、博多駅ビル共同防火・防災管理協議会、博多駅地区総合共同防火・防災管理連絡会の会長をしている。

・地震災害について、福岡西方沖地震以来、意識が高まっており、消防計画の中に、初期対応、自衛消防活動の開始、被害状況の確認、通報連絡、出火への対応、応急救護、避難施設・消防用設備等損壊への対応、避難方法・避難誘導等を盛り込んでいる。地下街の消防計画の中で、防火と地震と二つの訓練を一緒に実施していくことになっている。

・地震時の予備対策として、年二回の防火訓練を実施しており、二回ともに地震を含んだ訓練となっている。

・JR 博多シティのアミュプラザ博多地上階と地下街は、消防法上別の防火対象物となっている。

・運用上は兼任しているが、消防への申請書類は別であり、訓練も別、防災管理者も別々に選任することとなっている。

・地下鉄のコンコースを境に、新博多地下街側と博多駅地下街側は別々の協議会を設けている。

・浸水対策の場合は、12 事業者からなる、「**博多駅浸水防止対策委員会**」を設けている。法的な根拠は無く任意の団体であるが、博多駅地区において、隣接している各事業者自ら責任を持って管理箇所の浸水防止に努めるとともに、関係事業者が協力して浸水防止対策を図るものである。交通局が事務局、JR 九州博多駅長が委員長、JR 博多シティ社長が副委員長として、博多駅浸水防止合同訓練というものを毎年実施している。

・梅雨前の訓練および勉強会を実施。

・地下街に限らず、フロアを基本に 14 の地区隊に分けて、テナントがメンバーで運用している。

・本部隊は、総合防災センターである。

・阪急を例にとると、別に単独の防災組織で運用しており、14 地区隊には属さない。

・JR 博多シティとの接続としては、デイトス、JR 九州博多駅、JR 西日本（3 階に JR 改札）がある。

・地下街としては、JR 博多シティのみが保有しており、それ以外の地下施設としては、建物の下ということで地階という位置づけである。

・駅前広場の下が地下街については、JR 九州と福岡市の共同所有で、JR 博多シティ管理を委託されている。

・防火シャッターを二重にして、区画を形成している。

・止水板や防潮シートは、各エリアが、個々に対応している。

・静岡のガス爆発以来、消防局の指導が、天神地下街と博多駅地下街を対象に強化された。

(2)　防災設備

・非常用発電機は、地下街独自に保有しておらず、駅ビル全体として保有している。

・非常用発電機を屋上に 2 台設置しており、耐用時間は、3 時間。

・燃料タンクは、地下 3 階に 1,950L を 2 基、屋上に 1,950L を 1 基設置している。

・蓄電池関係では、非常照明用の電源としている。誘導灯については、機器に充電池を保有する一般的なものを使用している。
・放送設備は、全館一斉鳴動してパニックを起こさないように、全館鳴動せず個別放送が流れるよう制御する放送設備で、総務大臣認定を取っている。
・通報対象として、6 施設（JR 博多シティ、JR 九州博多駅、JR 西日本博多駅、ジェイアール西日本不動産開発、博多ステーションビル、阪急阪神百貨店博多阪急）がある。
・消防法上、複合防火対象物として、非常放送は各エリアに順番に流さなければならないが、パニックを起こさないように、全館一斉鳴動には行わないこととした。
・管理・発報は各防災センターが行い、その情報を総合防災センター（統括監視装置）にて監視できる。
・消防法上対応できない設備は、総務省・消防庁へ申請し、審査を受けて、総務大臣認定を取った。
・消防としては、台帳上は、博多駅ビルという１棟扱いであるが、各エリアが個別に防火・防災管理者を選定している。
・全部で１つのビルと判断した場合は、防火防災管理者についても１つが通例であるが、従来の消防法上に扱いとは異なり、全国的にも珍しい事例である。
・直上階は、一般的な消防法の対応を行っている。

(3)　行政との関係
・福岡市防災計画には、地下街事業者とコミュニケーションを取って進めるとあるが　実際には、まだ打ち合わせは持たれていない。
・実態調査を行って、市が主導して責任を持つというのが理想である。
・事業者負担では限界があり、通勤通行者までのストック対応（施設のための空間や、税法上無税で良いのか等）は困難である。
・有事の場合、対応せざるを得ないが、ボランティアレベルと考えている。
・備蓄は別な場所にあり救援物資の運搬は全てヘリコプターで運ぶとかの大局的な話が必要である。
・店内の共用部は盗難の防犯上問題があったりするものの、市が具体的に避難に使える面積、制限付きの面積など実態調査すべきである。
・福岡市からの借地で、JR 九州が地下躯体を構築し、固定資産は JR 九州と福岡市の案分で、JR 博多シティが地下二階の送迎場まで含めて管理・運用している。

(4)　帰宅困難者の扱い
・一時退避場所としては駅前広場に避難させることが原則である。
・津波時は、JR 博多シティ 2 階デッキ、9 階、10 階に上げる可能性はあるが、これからの対応となる。
・浸水として、御笠川の氾濫対策がメインで、デイトス側に傾注している。
・台風対策としても考慮している。

2.2.5　福岡地下街開発（天神地下街）

1）　施設概要

福岡地下街開発株式会社が管理する天神地下街は、福岡市の繁華街である天神の渡辺通り直下に位置している。また、地下鉄天神駅と天神南駅、西鉄福岡（天神）駅・西鉄バスセンター等の天神の交通拠点と接続し、地下 2 階には 421 台収容できる駐車場がある。

開業　　：1976 年（昭和 51 年）
店舗数　　：151 店（従業員 約 1,200 名）
駐車台数　　：421 台
延長　　：590m（南北方向）
幅　　：既設 43m、新設 46m（東西方向）
面積　　：約 53,300m2（店舗面積 約 11,500m2）

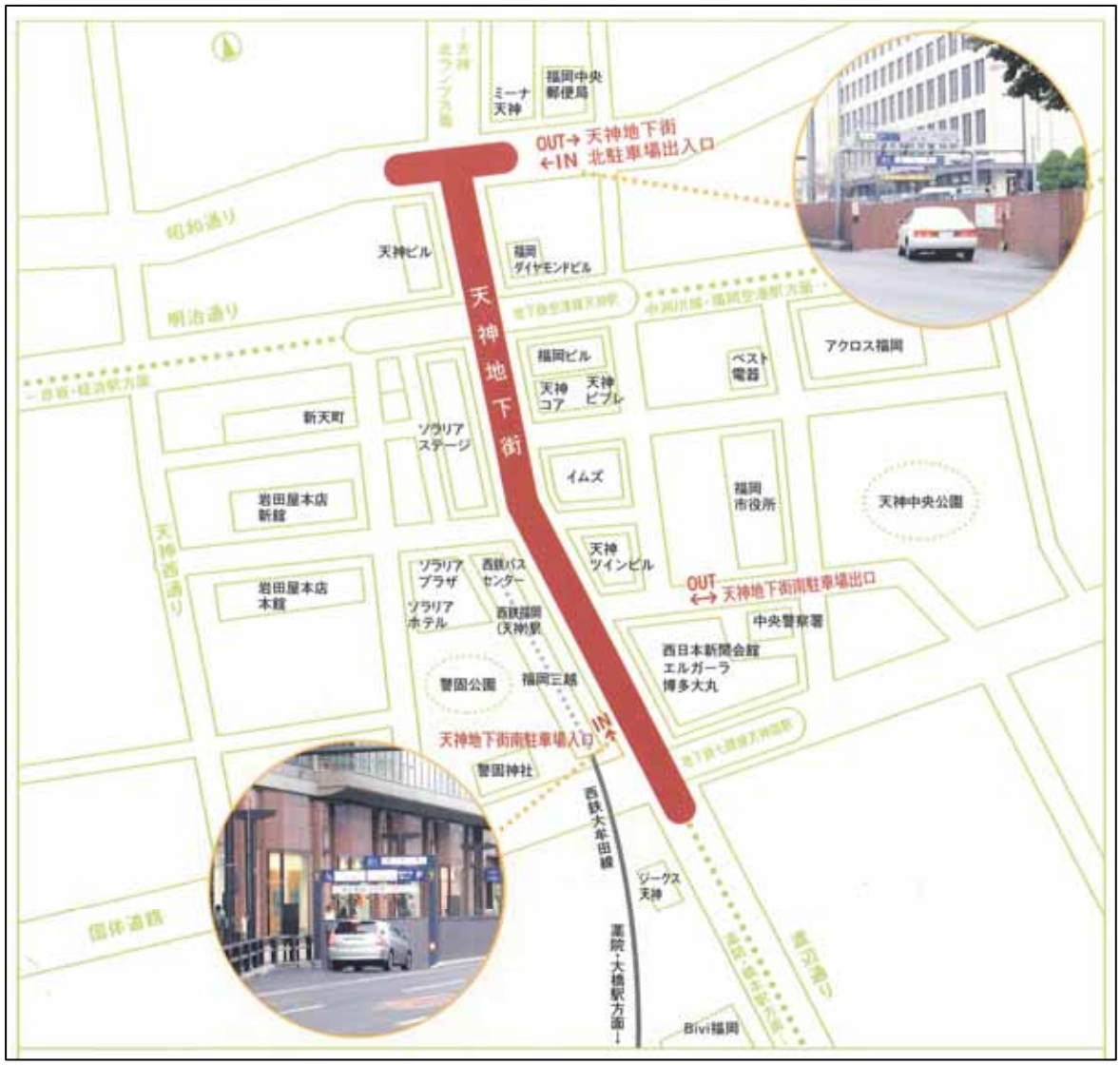


図 2.2.5-1　天神地下街の位置図

出典：福岡地下開発株式会社発行「天神地下街の概要」

2)　ヒアリング

管理会社　　：福岡地下街開発株式会社

訪問日　　：平成 25 年 10 月 17 日



写真 2.2.5-1　福岡地下街開発株式会社　止水板の現地説明状況

(1)　防災体制

・「天神地下街消防計画」（災害対応マニュアル）定め、それに沿って天神地下街で営業する各テナントが参加して防災対策に取り組んでいる。

・天神地下街では、地震発生から火災発生することを想定し、通報、消火、避難誘導、救護を基本とした総合訓練を毎年 1 回 11 月に実施している。

・隣接するビルや地下鉄天神駅および天神南駅などとは、福岡地下街開発株式会社が事務局となって、「天神地区総合共同防火管理協議会」を組織し、情報交換や緊急連絡通報訓練を行っている。また、毎年 5 月下旬ごろに合同水防訓練を実施している。

(2)　防災設備

・天神地下街の地下 1 階 8 番街石積み広場に防災センターを設置し、災害の防止と早期発見を行うと同時に、災害時における拠点として避難誘導・救助活動を迅速、的確、有効に行えるようにしており、既設と新設の地下街を総務大臣認定を受けた総合消防防災システムで管理している。

・ITV カメラなどの情報や警備員の巡回警備による 24 時間管理体制である。

・防災センター内には中央監視機能を設け、地下街の照明・動力・空調などの快適な環境を維持している。

・警報・避難設備として自動火災報知設備、誘導灯、漏電火災警報器、非常警報設備などが用意されている。

・消火設備としては、消火器、スプリンクラー設備、閉鎖型噴霧消火設備、ハロゲン化物消火設備、屋内消火栓設備、泡消化設備（移動式）、不活性ガス消火設備（窒素）がある。
・消火活動に必要な設備として排煙設備、非常コンセント設備、連結送水管、無線通信補助設備がある。
・南側に位置する新地下街を増設する際、既設地下街とは独立した新規の地下街を構築するという手続きを取り、南北（新旧）の仕切に防煙・防火シャッターを設置した。
・平成 19 年には地上回の出入口等に 36 箇所の止水板を設置している。
・止水板は、南駐車場がスイング式、階段が埋め込み式で、止水板の高さは 100 年確率の雨量から推定している。
・非常用発電機は地下 2 階にあり、防災設備、非常灯の電源として 10 時間稼動できる。

(3)　行政との関係
・福岡地下街開発株式会社は、福岡市が約 50%の株を所有している第三セクターである。
・福岡市地域防災計画には、地下街事業者とコミュニケーションを取って進めるとあり、相互に情報提供等を行っている。
・福岡市からは河川情報や気象情報、警報の伝達がある。

(4)　帰宅困難者の扱い
・帰宅困難者対策については、天神地下街統括消防計画に記載してあるが、行政との具体的な対応策は進んでいない。
・一般の帰宅困難者の受け入れ要請があっても、対応方法や責任の所在等については不透明な点が多い。
・一般の帰宅困難者の受け入れは、スタッフの問題や、ライフラインの喪失や水、食料、毛布などの供給を想定すると、一事業者での対応は困難であるが、排除することはできないだろう。
・災害時の情報伝達は、防災センターからの放送は可能。
・地域的に中国人、韓国人等の観光客も多いが、中国語や韓国語等の案内を設けるといった外国人対策については実施されていない。
・災害時の帰宅困難者や一時避難者の受け入れについては、行政の指導が必要であり、行政と一体でやらなければできない。

2.2.6　現況調査結果のまとめ

		八重洲地下街㈱	大阪地下街㈱	朝日ビルディング㈱（博多駅地下街）	㈱博多ステーションビル（博多駅地下街）	㈱ＪＲ博多シティ（新博多駅地下街）	福岡地下街開発㈱（天神地下街）
防災体制	防災計画	・「防災マニュアル」を策定し、防災全般について規定している。 ・「消防計画」を策定し、消防に関する対応を規定している。 ・東京都より浸水対策モデル地区に選定され、「八重洲地下街等浸水対策計画」をとりまとめている。	・地下街の防災規定では、火災、ガス漏れ、テロ対策を決め、浸水対策のみを公表している。 ・「梅田地下空間避難確保計画（東梅田地区）」で、外水氾濫・内水氾濫・津波対策、防災教育・訓練を策定。接続するビルと避難への申し合わせ。計画上で役割分担を明記。 ・浸水調査専門機関による浸水シミュレーションの作成。降雨量⇒浸水可能性を検証。	・テナント向けに福岡朝日ビル消防計画、福岡朝日ビル防水対策マニュアル、地震マニュアルの 3 種のマニュアルを作成している。 ・消防計画は福岡市博多消防署に届け出をしている。	・博多駅地下街浸水時避難計画を、福岡市の指導により、独自に作成している。 ・博多1番街の消防計画はJR博多シティが福岡市博多消防署に届け出をしている。	・アミュプラザ博多地下街で消防計画を作成している。 ・消防計画の中に地震対策として、初期対応、自営消防活動、通報、応急救護、避難誘導などを規定している。 ・浸水災害防止勉強会にて、過去の事例、止水対策、緊急時の連絡体制について周知している。	・「天神地下街統括消防計画」を策定しており、天神地下街で営業する店舗等が共同して行うべき防火・防災管理、消防活動等について具体的に定めている。 ・「天神地下街災害対応マニュアル」には火災、地震、その他の災害発生時の組織、役割、活動体制等が定められている。
	防災組織	・八重洲地下街は大丸、鉄道会館、JR東海と接続しており、八重洲地下街を含めた 4 管理者が密接に連携している。 ・八重洲地下街㈱が中心となって防災組織を運営しており、街内テナントを指揮管理している。 ・エリア防災の観点から京橋地区、丸の内地区、大手町地区、有楽町地区および日本橋地区とも連携を強化する必要があると認識している。	・総防協会員の防災センター同士、連絡は取り合っており有事の際における防災情報の共有を図っている。接続する地下鉄も同様。 ・地下街⇔隣接ビルでは、ホットラインがあり、お互いの防災センターとの連絡体制が確立している。 ・夜間の警備員は、防災要員も兼ねている。連絡体制も確立している。 ・緊急時の職員呼出し体制を確立している。	・共同防火管理協議会（地下街だけでなく全フロアが対象）を組織し、各階代表テナントがメンバーとなっている。全部で 100 社。 ・地下で接続するビル等については「博多駅前博多口地下建築物等共同防火・防災管理協議会」を組織し、防火・防災消防計画の作成や訓練を行っている。	・駅全体の防火、防災に対する会議体として消防局の指導により博多駅地区総合共同防火・防災管理連絡会（駅ビルにつながっている 14 事業所からなる）が組織されている。 ・防災センターは、保安と設備の維持を 24 時間体制で運営している。 ・博多駅地下街共同防火・防災管理協議会（消防法、5 事業所） ・博多駅ビル共同防火・防災管理協議会（消防法、6 事業所）	・博多駅ビル共同防火・防災管理協議会（消防法、6 事業所） ・博多駅地区総合共同防火・防災管理連絡会（福岡市消防局の指導、14 事業所、地下街、地下鉄、建築物含む）本部隊は総合防災センターに設置。 ・博多駅浸水防止対策委員会（12 事業所、隣接各事業所で浸水防止対策） ・博多区自衛消防隊連絡協議会（博多区内 294 事業所、自衛消防体制の確立を図る。事務局は博多消防署予防課）	・「天神地下街共同防火・防災管理協議事項」には天神地下街で営業する各テナントが、共同して防火・防災管理を行うための協議会の設置および実行する基本事項が定められている。 ・隣接するビルや地下鉄天神駅および天神南駅等の 31 事業所と、福岡地下街開発株式会社が事務局となって、「天神地区総合共同防火管理協議会」を組織し、情報交換を行っている。
	防災訓練	・「防火・防災教育・訓練計画」を策定し、それに従ってテナント店長および従業員を対象に教育・訓練を実施している。 ・テナントの店長および従業員は頻繁に入れ替わるため、年 15 回程度避難訓練を実施するとともに、欠席したテナントに対しても個別にフォローしている。 ・避難訓練に際しては消防署の協力も得ている。	・年間を通じて防災訓練計画の立案している。 ・本社の防災対策本部立ち上げ訓練／年 1 回。 ・総合消防訓練／年 2 回、テナントと消防合同。 ・部分訓練、基礎訓練、図上訓練／毎月。 ・従業員防災教育／適宜。 ・深夜訓練、地下鉄終了、閉鎖時の対応、避難、消火、AED、救助の実施 ・水防訓練（止水板の設置、土嚢積み等）。 ・店舗の従業員は入れ替わりが激しいので、常に訓練を実施。	・年 1 回浸水防止訓練を実施している。 ・年 1 回の防災訓練を消防署を交えて実施している。	・福岡市地下鉄が中心となり、毎年 5 月に防水訓練を実施しており、博多ステーションビルも参加している。 ・上記 6 事業所連携で、防火・防災管理者が中心になって自衛消防訓練を実施。	・上記 6 事業所連携で、防火・防災管理者が中心になって自衛消防訓練を実施。 ・上記 12 事業所が浸水防止合同訓練を実施（止水板等の設置、通報連絡訓練を含む）毎年実施している。 ・上記 294 事業所が参加して、災害防止対策、消防技術の向上、相互連絡協調を密にするための総会、研修、訓練を実施。年 2 回の訓練を実施している。	・天神地下街では、地震発生から火災発生することを想定し、通報、消火、避難誘導、救護を基本とした総合訓練を毎年 11 月に実施している。 ・「天神地区総合共同防火管理協議会」では、年 13 回の緊急連絡通報訓練と年 1 回（5 月下旬）の合同水防訓練を実施している。
	責任の範囲	・発災時、利用者を地上等に避難させることを前提として法令が体系化されているが、施設内のインフラが機能している場合、一時避難者を受け入れることに関しては共助の観点から了解できる。 ・避難場所をする場合、二次災害発生時の責任の範囲について行政側で法的観点も含め検討することを希望する。 ・支援物資についても行政側で用意してもらいたい。	・大阪市の規定では、津波の避難ビルとして,民間ビル 20%,公共ビル 40%を確保、地下街は大阪市の規定とは別に、総防協の会員にお願いし有事の際の避難の確保の申し合わせ。最大滞留人口約 15,900 人の 300%を確保。	・行政から帰宅困難者受け入れに関するアンケートがあったが、現時点では受け入れできないと回答した。	・災害時、地下街を開放する計画はない。 ・防火防災は、責任をもって対応している。 ・浸水対策は、地下街だけではなく他の施設も連動している。	・地下街を避難場所とすることについて、二次災害を考慮すると避難場所としては不適と考えている。地下街上層部は、15,000m² の駅前広場であり、一時避難場所としている。	・災害発生時、帰宅困難者や一時避難者を受け入れる場合の帰宅困難者の対応方法や責任の所在等について不透明な点が多い。 ・実際に災害が発生した場合は、通常放送により避難場所を案内する対応となる。
防災設備	耐震補強	・構造物の安全性を確認するためにはテナントに対して営業保証をしたうえで内装を剥して行う必要があるが、行政からの補助がないと不可能である。	・耐震補強は、ｽｹﾙﾄﾝ時にしか出来ないので、チャンスが少ない。補強方法は、柱の炭素繊維による全周巻きや鉄板補強がある。炭素繊維は工期短縮できるが、高価で適用が難しい。		・建物は、福岡市より道路占用許可を得て、構造物を含めて、㈱博多ステーションビルが設置し、管理運営している。	・ビル全体が、震度 6 強の地震に耐える設計となっている。	・南北（新旧）で躯体が異なっている。 ・耐震補強などは、テナントに対して休業の必要がある場合がある。

		八重洲地下街㈱	大阪地下街㈱	朝日ビルディング㈱（博多駅地下街）	㈱博多ステーションビル（博多駅地下街）	㈱ＪＲ博多シティ（新博多駅地下街）	天神地下街開発㈱（天神地下街）
防災設備	非常用設備	・地下街出入口には浸水対策として止水板を設置しているが、周辺の古いビルの一部には止水板が設置されていないところがある。 ・停電の際には 30 秒後に自家発電が起動し、10 時間程度継続可能。 ・誘導員は無線電話を携帯している。 ・各所に非常電話を設置している。 ・情報提供のため、大型パネルを設置しているほか、テレビ、ラジオ受信のための再送装置を備えている。 ・一時滞留者のために断熱シートを 900 枚用意している。	・シミュレーションにより各出入口の流入時間等を策定。出入り口の止水板、土嚢の設置。近接するビルも個々に設置している。 ・非常用電源は、自家発電、水冷、空冷とも地下にある。40 秒以内に立ち上がり、6~8 時間は継続可能。 ・照度は通常 1000 ルックスのところ、自家発電では 200 ルックスを確保。 ・電子掲示板は、アイデアとしてはあるが、まだ投資の決定に至っていない。通常の情報板として採算が取れないと進めづらい。 ・流入時は、低い方に行かせないようにすることが原則。	・案内設備は非常放送設備のみである。 ・非常用電源は朝日ビルディングの最低限の機能維持用のもの。軽油で 9～10 時間程度動く（※下記参照）。設置場所は地下である。 ・浸水には止水板、土嚢で対応する。浸水対策のためのポンプはないが、地下街の雑排水ポンプはある。 ・地下の大型ビジョンでは災害時は行政の提供する災害情報を流す。 ※　福岡朝日ビル本館のみで9～10時間、駅地下のみでは 2 時間となる。	・防火扉やスプリンクラーの設置は、運営会社である博多ステーションビルが行っている。 ・止水版は、博多ステーションビル管理エリアの博多駅地下街階段に 5 ヶ所設置するようになっている。 ・来街者、テナント従業員には街内放送にて連絡。	・非常用電源として自家発電設備、蓄電池設備を備えている。非常用発電機はビル屋上に 2 台設置している。 ・蓄電池は非常照明用の電源としている。 ・非常放送はパニックを起こさないようにに全館一斉鳴動は行わないようにしており、全館鳴動しない非常放送設備として総務大臣の認定を受けている。 ・各防災センターからの情報を、総合防災センターにて監視が出来る。	・警報・避難設備として自動火災報知設備、誘導灯、漏電火災警報器、非常警報設備が用意されている。 ・消火設備としては、消火器、スプリンクラー設備、閉鎖型噴霧消火設備、ハロゲン化物消火設備、屋内消火栓設備、泡消化設備（移動式）、不活性ガス消火設備（窒素）がある。 ・消火活動に必要な設備として排煙設備、非常コンセント設備、連結送水管、無線通信補助設備がある。 ・平成 19 年には地上出入口等の 36 箇所に止水板を設置している。 ・止水板は、南駐車場がスイング式、階段が埋め込み式で、止水板の高さは 100 年確率の雨量から推定している。 ・非常用発電機は地下 2 階にあり、防災設備、非常灯の電源として 10 時間稼動できる。
行政との関係		・東京都、中央区、千代田区、首都高速道路、東日本旅客鉄道および八重洲地下街㈱をはじめとする周辺地下街の管理者等が参加して協議会が設置され、浸水対策計画の策定を行った。	・大阪市が中心となって、駅周辺の帰宅困難対策協議会を策定。 ・大阪市が 50%出資、地下街の公共通路は公共性が高く、日常の通行および防災上も重要。	・福岡市が作成した「福岡市地域防災計画」については、直接の関連はなく、具体的な行政からの指導等もない。また防災協定なども結んではいない。 ・博多区自衛消防隊等はあるが、国からの災害等に関する指導はない。	・福岡市を含んだ定期的な連絡会などの防災に関する会議体はない。 ・福岡市博多消防署との関係は密である。 ・福岡市危機管理情報センターより発信される情報がある。（河川水位、大雨情報等）	・消防署とは緊密な連携を取っている。	・福岡地下街開発株式会社は、福岡市が約 50%の株を所有している第三セクターである。 ・福岡市地域防災計画には、地下街事業者とコミュニケーションを取って進めるとあり、相互に情報提供を行っている。 ・福岡市からは河川情報や気象情報、警報などの伝達がある。
帰宅困難者の取り扱い		・災害発生時は地上等に利用者および従業員を避難させることを基本としている。 ・東日本大震災発生時は帰宅困難者を施設内に留め置き、情報提供を行うとともに必要に応じてサロンを開放して滞留させた。	・北区梅田の帰宅困難者協議会を作り、一斉帰宅訓練を実施した。 ・公共通路で狭く、滞在者と通行者で交通障害を起こすことが予想される。 ・受け入れに際し、断水時、停電時および狭隘通路等の課題がある。 ・近隣のポートピアが大阪市の指定する帰宅困難者受入れ施設の第一号になっている。	・一般の帰宅困難者の扱いに対しては現在具体的な計画はない。	・帰宅困難者対策は、自治体が入って来ないと対応できない。 ・地震、水害時に鉄道、地下鉄等が不通になった場合、帰宅困難者を受け入れる場所は提供できるが同時に自治体の支援が必要。 ・一般の帰宅困難者に対する福岡市からの要請はない。 ・また、食糧、飲料水の問題があり、現状として対応できるだけの備蓄はない。	・一時避難場所は駅前広場が原則。 ・津波時には JR 博多シティ 2 階デッキ、9 階、10 階に上げる可能性はある。 ・浸水としては御笠川の氾濫対策がメインで、反対側のデイトスに傾注。 ・台風対策も考慮している。	・一般の帰宅困難者の受け入れは、ライフラインの喪失や水、食料、毛布などの供給を想定すると、一事業者での対応は困難であるが、排除することはできないだろう。 ・災害時の情報伝達は、防災センターからの放送は可能。
意見・要望		・帰宅困難者を受け入れるならば二次災害に対する責任の所在に加え、食料や毛布、簡易トイレなどの備えが必要となるが、これらの点については行政の責任で行うことが望まれる。 ・構造物の耐震性能を含め安全性を診断したり補強するためにはそれにかかる費用が発生するとともにテナントに対する営業保証が必要となるが、行政からの補助が欲しい。	・隣接地下街、4 カ所の「総防協」とは、連絡は取り合っているが、大阪市が主導しないと合理的な防災組織として纏まらない。 ・建築基準法でのいくつかの課題があるが、対応には相当な工事費が掛かり、補償費も含めれば、公的補助が無いと対応できない。民間であっても、公共性の高さを考慮した施策を期待したい。		・地下街は公共通路であるという性格上、看板を建てられない等の規制があり運用面での制約は多いが、防火・防災の考え方は地上と同じである。	・事業者負担では限界が有り、通勤通行者までのストック対応（施設のための空間や、税法上無税で良いのか等解決すべき課題がある。） ・有事の場合は対応せざるを得ないがボランティアレベルと考えている。 ・備蓄は別な場所にあり救援物資の運搬は全てヘリコプターで運ぶとかの大局的な話が必要である。 ・店内の共用部は盗難の防犯上問題があったりするものの、市が具体的に避難に使える面積、制限付きの面積など実態調査すべきである。	・災害時の帰宅困難者や一時避難者の受け入れについては、行政の指導が必要であり、行政と一体でやらなければできない。

2.3 都市再生安全確保計画制度の進捗について

東日本大震災で都市機能が大幅に低下した経験を踏まえ、内閣府都市再生本部が主導し、発災時でも強靭な都市防災システムが機能できるよう、その在り方について、有識者による提言を纏め、「都市再生安全確保計画制度」として、具体的な法制化が図られた。

都市再生安全確保計画制度（以下、「本制度」）は、都市再生措置法の平成 24 年度改正により創設された制度であり、都市再生緊急整備地域（大都市のターミナル駅周辺を中心に指定）について、大規模な地震が発生した場合における滞在者の安全確保を図るために、必要な計画を立案し、実施することを目指している。本制度の都市再生緊急整備地域は地下街単独ではなく、地下街を含む包括的な地域を設定しているが、都市機能が集約した交通結節点が対象であり、本制度の進化、具体的な運用によって、エリア内の地下街の防災も確実なものになると考えられる。

H24 年度の報告で、その制度の概要について説明した。ここでは「都市再生安全確保計画制度」の進捗と具体的な計画事例を示す。

2.3.1 H25 年度の都市再生安全確保計画制度の成果と、H26 年度の実施内容 [1),2)]

表 2.3.1-1 は、本制度の対象となる都市再生緊急整備地域を示す。主要都市の交通結節点を中心に選定されており、いずれの箇所も、地下街を含むエリアが選定されている。

表 2.3.1-1　都市再生安全確保計画制度における都市再生緊急整備地域

（平成25年4月現在）

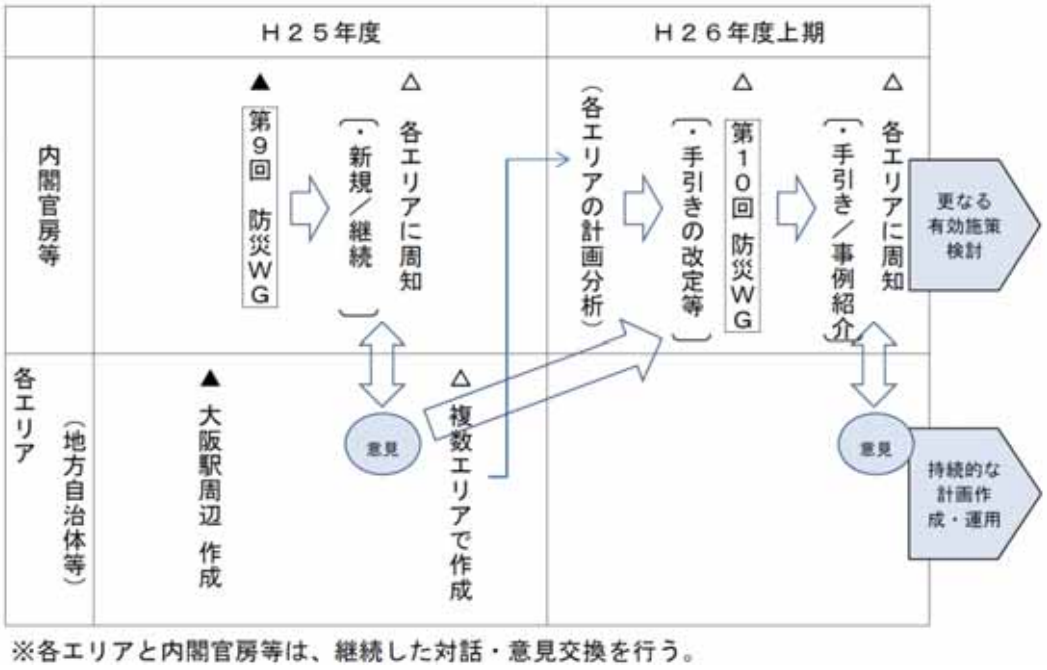
団体名	都市再生緊急整備地域名	調査実施地区※
札幌市	札幌駅・大通駅周辺地域	札幌駅・大通駅周辺
東京都	東京都心・臨海地域	大手町・丸の内・有楽町
	新宿駅周辺地域	新宿駅西口地域
横浜市	横浜都心・臨海地域	横浜駅周辺
川崎市	川崎駅周辺地域	川崎駅周辺
名古屋市	名古屋駅周辺・伏見・栄地域	名古屋駅周辺
大阪市	大阪駅周辺・中之島・御堂筋周辺地域	大阪駅周辺
	大阪コスモスクエア駅周辺地域	大阪コスモスクエア駅周辺
	大阪ビジネスパーク駅周辺・天満橋駅周辺地域	大阪ビジネスパーク
京都市	京都駅南地域	京都駅周辺
福岡市	福岡都心地域	博多駅周辺及び天神

※都市再生安全確保計画の作成に必要な基礎データの収集・分析等に着手している地区

出典：都市再生安全確保計画策定状況（内閣府都市再生本部、
都市再生の推進に係る有識者ボード、平成 25 年 5 月 7 日開催資料、資料 1）

内閣府都市再生本部並びに有識者ボードにて、H25 年度、26 年度の都市再生安全確保計画制度の進め方として、**表 2.3.1-2** の工程が承認された。H25 年度は各整備地域で都市再生緊急整備協議会が設立された。その中で大阪駅周辺地域での都市再生安全確保計画が試行的に立案され、これに関する成果を踏まえ、それ以外の地域の計画作成が引き続き行われている。

表 2.3.1-2　都市再生安全確保計画制度の今後の進め方



出典：今後の主な予定（内閣府都市再生本部、都市再生の推進に係る有識者ボード
防災ＷＧ、平成 25 年 10 月 28 日開催資料、資料 5）

図2.3.2-1の大阪駅周辺地域で実施された計画策定の作業フローを示す。計画は事前にエリア内の事業者、管理者にアンケートを実施、周辺状況を把握した上で、現状の避難・滞在のための許容力をチェック、防災上の弱点を抽出し、これらをもとに都市再生安全確保計画を立案する。

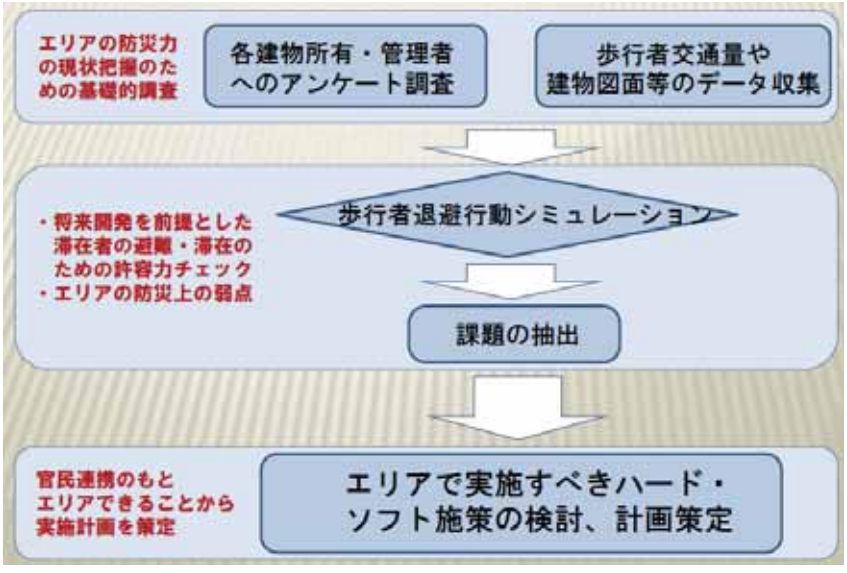


図2.3.1-1　都市再生安全確保計画作成までの作業フロー

出典：大阪駅周辺地域都市再生安全確保計画の作成について
（内閣府都市再生本部、都市再生の推進に係る有識者ボード　防災ＷＧ、資料2-1）

2.3.2　大阪駅周辺地域の都市再生安全確保計画の概要 [3),4)]

1)　計画のコンセプトと実施体制

大阪駅周辺・中之島・御堂筋周辺地域都市再生緊急整備協議会（大阪駅周辺地域部会）が中心となり、図2.3.2-1に示す大阪駅周辺地域の都市再生安全確保計画を作成した。計画立案に当たっては、図2.3.2-2に示すように国、自治体、JRTT、都市再生機構、鉄道事業者が主導、責任を持ち、民間からの協力・負担を依頼する実施体制となっている。

ここでは、平成21年7月に「大阪駅周辺における大規模災害時帰宅困難者対策検討会」、平成23年8月に「大阪駅周辺地区帰宅困難者対策協議会」が設立され、同年11月に帰宅困難者対策訓練を実施するなどの活動を行っている。大阪駅を中心に一定の広がりをもった帰宅困難者対策協議会の対象エリアのうち、特に人口・機能が集積した「特定都市再生緊急整備地域」を中心とした図2.3.2-1に示すエリアを対象に、エリアマネジメント活動の一環として、災害に強い安全・安心なまちとしての付加価値を高め、国際競争力の強化につなげるため、**「とどまる」「ともに働く」「無事に帰す」「地域で保護」**の4つのコンセプトの下で計画が立案された。

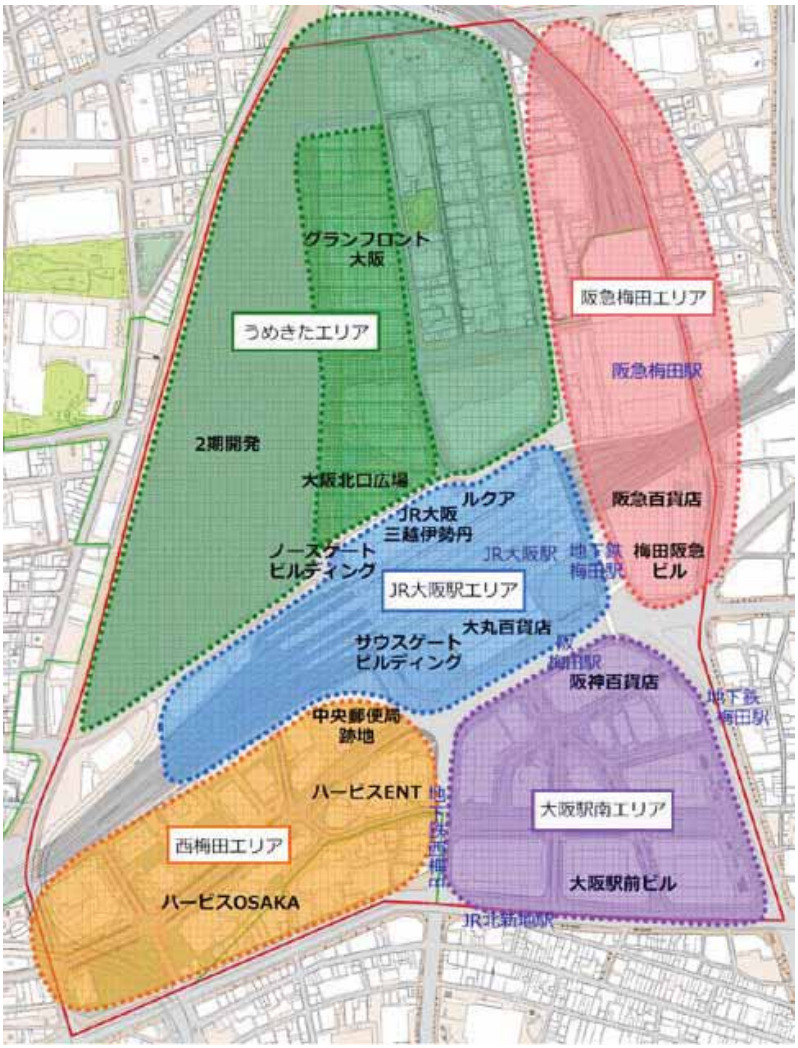


図 2.3.2-1　大阪駅周辺地域（対象エリア）

出典：大阪駅周辺地域都市再生安全確保計画（内閣府都市再生本部、都市再生の推進に係る有識者ボード　防災WG、資料2-2

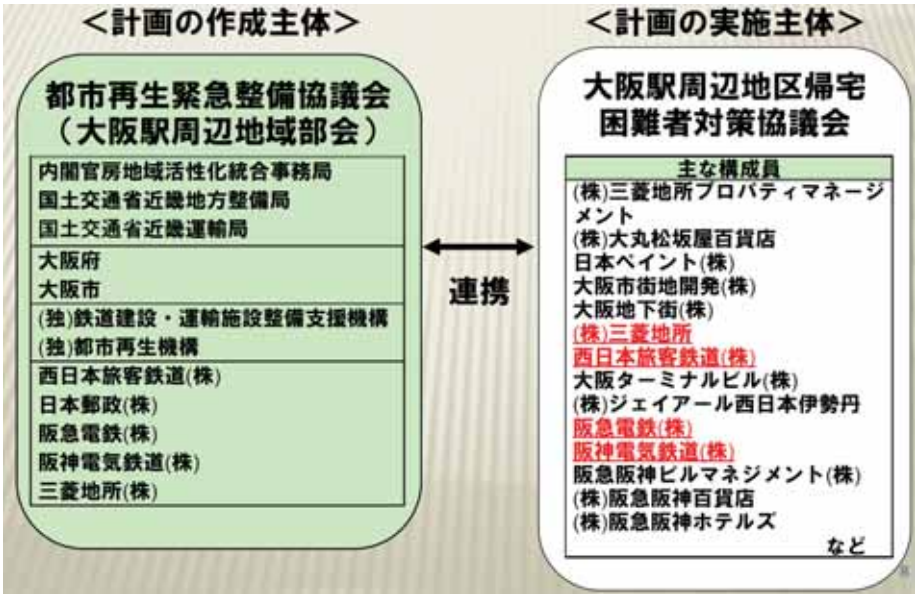


図 2.3.2-2　都市再生安全確保計画の作成および実施体制

出典：大阪駅周辺地域都市再生安全確保計画の作成について（内閣府都市再生本部、都市再生の推進に係る有識者ボード　防災ＷＧ、資料2-1

2) 想定する被害シナリオと対策の方向性

シナリオとして上町断層帯地震（直下型）を想定し、検討の前提としては、ライフライン・交通が全て途絶した状況で、帰宅困難者が少なくとも 1 晩留まる状況を想定する。なお、津波を含めた対策については､今後検討を行うこととしている｡想定される事象と対策の方向性を**表 2.3.2-1** に示した。

表 2.3.2-1　想定される事象と対策の必要性

想定される事象		対策の方向性
一時退避スペース（敷地内の空地等）に係る検証	新耐震基準の建物等のオフィス、ホテル、商業施設等の在館者が建物内に待機する場合	一時退避者は休日で約 48,000 人（平日で約 44,000 人）に抑制され、1 人/㎡（大阪市地域防災計画における一時避難所の滞在密度の基準）を満たす一時退避スペースが確保できる。
	商業施設の在館者が建物外に一時避難する場合	一時退避者は休日で約146,000人（平日で約84,000人）にまで増加、1人/㎡の基準を満たすにはエリア全体として更に約34,000㎡の一時退避スペースの確保が必要。建物管理者は、在館者を極力館内に留め、一時退避者数の抑制に努めるとともに、一時退避スペースに余裕のあるエリアへの円滑な誘導（退避誘導）が必要。
一時滞在のための屋内空間に係る検証		帰宅困難来訪者は休日で約70,000人（平日で約41,000人）となり、既存建物における屋内空間の一時滞在用としての提供、新たな開発に伴う退避施設の確保、エリア外縁の公的施設の活用などの対応を図る。
防災備蓄物資に係る検証		帰宅困難来訪者が1晩留まるためには休日で70,000食（平日で41,000食）の備蓄が必要となり、各建物管理者等による帰宅困難者用の備蓄に取り組むとともに、備蓄物資のエリア内融通やエリア内の食料品売場やコンビニ、飲食店等における食材・物資のストック活用等の対応についても検討が必要である。

3)　滞在者等の安全確保を図るための事業等

滞在者等の安全の確保を図るための事業として、**表 2.3.2-2** に都市再生安全確保施設の整備事業、**表 2.3.2-3** にエリア内の施設滞在者の安全確保のための事業計画を示す。

表 2.3.1-2　都市再生安全確保施設整備の事業計画

都市再生安全確保施設に係る事項				事業に係る事項			管理に係る事項		
番号	施設の名称	種類	所有者	実施主体	事業内容	実施期間	管理主体	管理の内容	実施期間
①	多目的広場	一時退避場所	阪神電気鉄道（株）・阪急電鉄（株）	阪神電気鉄道（株）・阪急電鉄（株）	梅田一丁目一番地計画（大阪神ビルディング・新阪急ビル建替え計画）において広場を整備	H25～H35（予定）	阪神電気鉄道（株）・阪急電鉄（株）	清掃、障害物の撤去、照明等設備のメンテナンス	H35（予定）～
②	歩道	退避経路	大阪市	阪神電気鉄道（株）・阪急電鉄（株）	梅田一丁目一番地計画（大阪神ビルディング・新阪急ビル建替え計画）において周辺歩道を拡幅・美装化	H25～H35（予定）	大阪市	清掃、障害物の撤去、照明等設備のメンテナンス	H35（予定）～
③	梅田新歩道橋	退避経路	大阪市	阪神電気鉄道（株）・阪急電鉄（株）	梅田一丁目一番地計画（大阪神ビルディング・新阪急ビル建替え計画）において耐震改修	H25～H35（予定）	大阪市	清掃、障害物の撤去、照明等設備のメンテナンス	H35（予定）～
④	大阪駅南口西通路	退避経路	日本郵便（株）・西日本旅客鉄道（株）	日本郵便（株）・西日本旅客鉄道（株）	大阪駅と大阪駅西地区とを接続する通路の整備	H28～H31（予定）	日本郵便（株）・西日本旅客鉄道（株）	清掃、障害物の撤去、照明等設備のメンテナンス	H31（予定）～
⑤	大阪駅南口東通路	退避経路	西日本旅客鉄道（株）	西日本旅客鉄道（株）	大阪駅南口と東側歩道橋とを接続する通路の整備	H25～H26（予定）	西日本旅客鉄道（株）	清掃、障害物の撤去、照明等設備のメンテナンス	H26（予定）～
⑥	大阪神ビルディング・新阪急ビル建替え計画屋内空間	退避施設	阪神電気鉄道（株）・阪急電鉄（株）	阪神電気鉄道（株）・阪急電鉄（株）	梅田一丁目一番地計画（大阪神ビルディング・新阪急ビル建替え計画）において施設を整備	H25～H35（予定）	阪神電気鉄道（株）・阪急電鉄（株）	清掃、障害物の撤去、照明等設備のメンテナンス	H35（予定）～

出典：大阪駅周辺地域都市再生安全確保計画

（内閣府都市再生本部、都市再生の推進に係る有識者ボード　防災WG、資料 2-2）

表 2.3.1-3 施設滞在者の安全確保のための事業の計画

都市再生安全確保施設に係る事項				事業に係る事項			管理に係る事項		
番号	施設の名称	種類	所有者	実施主体	事業内容	実施期間	管理主体	管理の内容	実施期間
③	梅田新歩道橋（再掲）	退避経路	大阪市	阪神電気鉄道（株）・阪急電鉄（株）	梅田一丁目一番地計画（大阪神ビルディング・新阪急ビル建替え計画）において耐震改修	H25～H35（予定）	大阪市	清掃、障害物の撤去、照明等設備のメンテナンス	H35（予定）～

出典：大阪駅周辺地域都市再生安全確保計画

（内閣府都市再生本部、都市再生の推進に係る有識者ボード　防災WG、資料 2-2）

4)　滞在者等の安全の確保を図るために必要な事務

滞在者等の安全の確保を図るために実施する事務の体制と内容を**表 2.3.2-4** に示す。

表 2.3.2-4　在者等の安全の確保を図るために必要な事務

事務の実施体制あり方	災害時に実施する事務の内容
災害発生から都市機能回復までの応急対応活動を地域で担う組織の構築を目指す。	・エリア内の被災状況や交通情報等を集約し、それらの提供を行うことによりエリア内での共有を図る。 ・ＪＲ線路を南北に横断する敷地内通路の管理者は、広域避難場所である梅田貨物駅跡地への一時退避者が駅等に滞留することなく円滑に退避するよう誘導する。通路が混雑する場合は、道路の歩道も含め、退避者を分散させるよう誘導する。 ・高齢者、妊婦、子ども等の災害弱者や、出張や旅行による遠隔地からの来訪者を優先してエリア内の退避施設へ誘導する。

5)　滞在者等の安全の確保を図るために必要な事項

エリア内の滞在者の安全を確保する具体的な方針を示している。

・一時退避スペース、退避経路を適切に管理する。
・帰宅困難来訪者への対策として、開発が予定されている建物や既存建物の屋内共用部等の退避施設としての提供に努める。
・情報共有、退避誘導、退避施設の運用を対策マニュアルとして整備する。
・従業員等の施設内待機のための備蓄を更に進めるとともに、帰宅困難者用の備蓄にも努める。また、備蓄物資の相互融通のルールを定めるなどの対応策を検討する。
・情報収集と情報共有、退避、備蓄品の配布等に関する災害対応訓練を少なくとも年 1 回実施する。
・防災意識を啓発するためのプログラムを検討・実施する。

6)　その他、防災性の向上のために必要な事項

滞在者の安全確保の他、エリアの防災・機能保全を向上させるため、以下の取り組みを進めていく。

・ハード・ソフトとも災害に強い安全・安心なまち（BCD＝Business Continuity District）を構築し、まちの価値の向上、都市の国際競争力の強化につなげることを目指す。
・**図 2.3.2-3** に示すように、今後開発されるうめきた 2 期区域において、BCD 構築に資するインフラの導入について、ライフライン事業者等と連携しながら検討を進めていく。



図 2.3.2-3　大阪駅周辺地域 都市再生安全確保計画図

出典：大阪駅周辺地域都市再生安全確保計画の作成について
（内閣府都市再生本部、都市再生の推進に係る有識者ボード　防災ＷＧ、資料2-1）

7)　今後の取り組み

(1) 帰宅困難者対策のマニュアルの作成

・これまでの、大阪駅周辺地区帰宅困難者対策協議会が、協議会会員の連携による「自助」「共助」の意識の向上、取り組みの促進を目的とした図上訓練を実施している。

・この訓練の成果や安全確保計画の内容を踏まえ、帰宅困難者への対応マニュアルを、今年度（H25 年度）を目途に作成予定。

(2) 自助・共助・公助のあり方等の検討

・防災会議の専門部会として、「自助・共助・公助のあり方」検討部会と「多様な災害における避難のあり方」検討部会を H25 年度 7 月に設置し、それぞれ年 3 回開催。

・それぞれのテーマについて、帰宅困難者対策等の検討を進めている。

2.3.3　都市再生安全確保計画とヒアリング結果との一致点、将来への期待

地下街の事業者からは、帰宅困難者の対応に関し、民間の取り組むべき事項とその限界が指摘されてきた。やはり行政の果たすべき役割に期待するところが多い。

このような中、我々の調査の中でも大阪市が防災計画を策定中との紹介があり、行政が主導して帰宅困難者の対策に取り組んでいることが各事業者の中で認識されていた。今回の都市再生安全確保計画は、その姿勢を示していると評価できる。今後、運用方法を詰めてゆく中で、行政、地下街とそれに接続するビル、鉄道などの複数の民間事業者との間で具体的な実施体制、役割分担が明確になり、目に見えた形で帰宅困難者に対する対応が確立されるものと期待される。

また、地域によっては、これらの取り組みにかなりの温度差があることも明確になっている。大阪市駅周辺地域の取り組みを他地域にも浸透、発展させる必要がある。

参考文献

1)　都市再生安全確保計画策定状況（内閣府都市再生本部、都市再生の推進に係る有識者ボード、平成 25 年 5 月 7 日開催資料、資料 1）
2)　今後の主な予定（内閣府都市再生本部、都市再生の推進に係る有識者ボード　防災WG、平成 25 年 10 月 28 日開催資料、資料 5）
3)　阪駅周辺地域都市再生安全確保計画の作成について（内閣府都市再生本部、都市再生の推進に係る有識者ボード　防災WG、資料 2-1）
4)　大阪駅周辺地域都市再生安全確保計画（内閣府都市再生本部、都市再生の推進に係る有識者ボード　防災WG、資料 2-2）

2.4　地下街のあるべき姿

2.4.1　地震対策

地下では地表に比べ地震動の加速度振幅が小さくなる場合が多いため、一般的に地下構造物は地上構造物より耐震的に有利であると考えられる[1)]。そのため特に都市部の地下街は、大地震発生時における帰宅困難者受入れ場所等としての有効活用が期待される。しかし外見上は一様に見える地下街も用途や用地の公共性、管理体制等に大きな違いがあり、防災基準の所管官庁や規制の考え方も開発様態によって大きく異なっており、先のヒアリング結果からも分かるように、有効活用に向けて検討すべき課題は多い。ここでは地震対策における課題と現状について述べる。

1)　地下街の地下構造物としての性能・機能

地下空間の有効活用に当たっては、大地震時にも安全に安心して地下空間が利用できることがその前提である。よって構造体としての耐震機能と、火災の発生・延焼防止機能、水の流入防止・排出機能等が求められる。また地下構造物の耐震性能においては、大地震が発生した場合でもその機能が継続的に保持されることが求められることから、機能に対する影響度に基づいた照査を行うことが必要である。

地下の防災・減災に関する各種法律およびガイドラインについては、平成 24 年度の当部会報告書[2)]においてまとめられており、そこに現行法規では以下に示す①から④の法規に拠って地下街の構造規定、設備規定が行われていると記されている。

①建築基準法・同施行令・国土交通省告示
②東京都建築安全条例（地方自治体条例による規定の例）
③消防法・同施行令
④道路法第 32 条第 1 条第 5 号「地下街、地下室、通路」

国土交通省の調査[3)]では、全国 78 箇所の地下街の約半数が耐震診断を実施しておらず、耐震性強化が必要と診断された後も未改修の地下街が 4 箇所あった。これらの地下街のうち 68 箇所は完成から 30 年以上が経過しており経年劣化等が懸念されるが、建築基準法における既存不適格や経済的問題もあり、耐震改修済みの地下街は 11 箇所に留まっている。なお耐震診断の結果、改修は不要とされた地下街は 18/37 とおよそ 5 割となっている。

表　2.4.1-1　地下街の耐震診断結果

耐震改修の実施	箇所数	割合
耐震改修を実施済み	11	30%
耐震改修が必要だが、未実施	4	11%
一時診断のみで、詳細な診断や改修方針は未検討	3	8%
耐震改修は不要	18	49%
未回答	1	2%

※調査対象 78 箇所の内 37 箇所が耐震診断を実施（未回答 1 箇所）

出典：国土交通省：地下街安心避難対策検討委員会 第 4 回検討会資料，平成 26 年

地下街における耐震補強の実施事例を以下に示す。工法としては中柱に対する「鋼板巻立補強工法」が主に実施されており、また表に示した工法以外にも、後施工式せん断補強鉄筋工法、ポリマー材による免震工法等が地下街以外の地下構造物において施工されている。

表　2.4.1-2　地下街における耐震補強の実施事例

	耐震診断・補強の概要	採用した耐震補強工法
①	現行の構造計算基準に適合することを確認し、不適合部位について、現行の構造計算基準に適合するよう補強設計を実施	中柱に対する 「炭素繊維シート補強工法」
②	劣化度調査とともに「建築物の耐震改修の促進に関する法律」に準拠した耐震診断を実施	中柱に対する 「鋼板巻立補強工法」
③	柱に関して、せん断耐力が曲げ破壊時のせん断力を上回ることの確認を実施	中柱に対する 「鋼板巻立補強工法」 「炭素繊維シート補強工法」
④	柱に関して、せん断耐力が曲げ破壊時のせん断力を上回ることの確認を実施	中柱に対する 「鋼板巻立補強工法」

出典：国土交通省：地下街安心避難対策検討委員会 第2回検討会資料，平成25年

2)　地下街の防災体制・設備

全国の地下街において火災や水害に対する防災設備やマニュアルの整備、防災訓練などが行われており、先に述べた国土交通省の調査[3)]でも「防火・消防設備の定期点検」、「防災対応マニュアル（火災、浸水、地震）」の対応状況は100%となっている。しかしこれらの訓練等は火災への対応を主としており、また地震発生時の入街者（地下街の通行者、テナントの客等）に対しては地下街外への誘導が第一であり、帰宅困難者等への対応については想定していないものがほとんどである。

大地震発生後の帰宅困難者の対応については、今回ヒアリングを実施した各事業者においては、官民の責任分担が明瞭でない現状では受け入れは困難であるという意見が大勢を占めた。なお地下街テナントの従業員については、先の東日本大震災を契機として帰宅困難者となった場合の対策マニュアルの整備を行っている地下街もある。

参考文献

1)　土木学会：地下構造物の耐震性能照査と地震対策ガイドライン(案)，平成23年
2)　一般財団法人エンジニアリング協会：平成24年度防災・減災型地下インフラの調査報告書，平成25年
3)　国土交通省：地下街安心避難対策検討委員会　第4回検討会資料，平成26年

2.4.2　火災対策

地下鉄や地下街､地下駐車場やこれらに接続する建築地下階などの地下空間は､今や日々多くの人が利用しなくてはならない都市空間となっている。ネットワークとしてつながっている地下という閉鎖された特殊性から、火災が発生した場合、煙や熱気、ガスが広範囲に充満し、さらに停電などで視界が遮られた場合のパニックによる二次的な被害拡大が懸念されている。また、避難階段が排煙口となる可能性が高く煙等を一定空間に閉じ込めることが難しく、地下空間での利用者の避難・誘導、消防隊の消火・救助活動が非常に困難となる。消防活動が困難とあるということは、燃焼時間が長くなり、空間内にいる人々が自力活動せざるを得ない状況に置かれる可能性が高くなる。

国内での地下空間の火災事例は限られているが、2012 年 12 月、大阪の市営地下鉄御堂筋線・梅田駅の倉庫で火災が発生し、地下街に煙が流出し、歩行者に混乱が生じた。幸い大事には至らなかったが、人通りも多く機密性の高い地下空間で火災が発生した時の危険性が示された事例となった。

ここでは火災対策における課題と現状について述べる。

1)　地下街の防火・安全対策の基本

地下空間の防火安全対策の基本は、昭和 48 年の 4 省庁通達「地下街の基本方針」に述べられている。

①火災を発生させない

②万一発生させても延焼を防止する

③不幸にして火災が発生したら、速やかに全員を安全な場所に避難させる

地下の防災・減災に関する各種法律およびガイドラインについては、前項「地震対策」で述べているとおりであり、ここでは省略する。

(1)　ハード面の対策

(a) 出火防止

地下街の防火対策の基本は、火災を発生させないことである。そのため、店舗等における裸火の使用制限、ガス漏れ防止および保安対策が課せられている。出火防止対策として、自動火災報知設備やスプリンクラーの設置、厨房にはダクト内部への火が入るのを防ぐ火炎伝送防止装置やフード等用簡易自動消火装置の設置など、設備面での防火対策の改善が図られてきた。

(b) 延焼拡大防止

地下街の構造面からも内装材の不燃化が徹底されており、また、各構えの構造として、相互に 200 ㎡以内毎に耐火構造の壁で区画することで延焼拡大が起きにくい構造となっている。

(c) 避難安全対策

「地下街の基本方針」により開発整備状況での予想最大歩行者をもとに地下通路の幅員を最低でも 6m を確保すること、地下街の端部およびすべての部分から 50m 以内に防災上有効な地下広場を設置すること、地下に通じる階段の幅員は 1.5m 以上とすること、地下広場には防災上重要な排煙等を設け、直接地上に通じる 2 以上の階段を設けることが明文化された。多くの滞留者を抱える地下空間では、一斉に

避難すると出入口に滞留者が発生する危険性が高まる。地下広場は、面積的にも防排煙上でも少しでも安全を高める場として、他よりも安全に避難できる空間となっている。

(2) ソフト面の対策

(a) 防災意識の啓発

地下空間火災の特性（延焼速度が速く避難行動や消火・救助活動が困難）を踏まえた防災意識啓発や防災行動力の重要性に配慮した予防広報の実施。

(b) 早めの避難

火災を知ったら、即座に避難行動を開始。火元がわかれば、火元から可能な限り遠くへ水平に移動し、遠くの階段等を利用して地上へ避難。

(d) 徹底した避難訓練の実施

地下空間火災は、関係者に厳しい対応を迫られる。日頃から高い防災意識を保ち防災行動力を養うこと。

火災時には、警察・消防への通報、災害状況把握、情報収集・整理・分析、防火ドアの解放、多くの利用者への通報、初期消火活動、避難誘導・救助が迅速に求められる。

マニュアル化を推進し、徹底した避難訓練を継続して実施すること。

2）火災における地下空間の課題

地下空間で発生する火災では、人々がパニックに陥り避難が円滑に行われず、多くの人命が危機にさらされ、大災害となる可能性がある。

発災時には、いかに不特定多数の利用者を避難誘導することができるかかが課題であり、避難計画策定と日頃の避難誘導訓練が重要となる。

地下街のハードウェアの防災対策については、「地下街の基本方針」でそれなりに確立されているが、現実的に以下の課題が残っている。

①地下街の管理権限者が複雑であり、防災安全への意識が店舗毎に異なる。

②防災訓練、講習の参加者は、店舗代表者で、パートやアルバイトといった非常勤職員が適切に対応できるかが不明。

先のヒアリング結果によれば、複数が連結している地下街において、持ち回りで避難訓練を実施している事例が認められた。

性格や管理者が異なる地下施設が複合し一体化しつつある地下施設において、安全に関して全体を把握する組織があり、安全のマスタープランが構築されることが求められる。

日頃の消防設備の点検確認と避難路の確保、地下通路の迷路性の解消と避難誘導サインを検討することはもちろんであるが、地下空間ネットワークを考慮した防災協力体制の確立が望まれる。

参考文献

1) 山田　常佳：地下街の防火安全対策の今日的課題　2005　予防時報 222
2) 一般財団法人エンジニアリング協会：平成 24 年度防災・減災型地下インフラの調査報告書，平成 25 年
3) 森田　武：地下空間火災事例から学ぶ　地下鉄などの地下空間における防火対策　2004　予防時報 217
4) 山田　常佳：NHK そなえる防災　第 4 回　地下空間での火災に備える　平成 25 年
5) 山田　常佳：日本の地下街の防火安全対策の歴史と地下空間での避難に関わる最近の研究　平成 22 年

2.4.3 浸水対策

都市の地下空間である地下街、地下通路や地下駐車場の自然災害によって生じる被害として、台風や集中豪雨による浸水被害がある。都市の地下空間は、その特殊性から水害によって生じる浸水被害が防災上の弱点であり、水害対策が求められている。国土交通省では、平成11年に発生した地下室での死亡事故、平成12年の東海豪雨における地下空間への浸水被害を受けて、平成14年3月28日に「地下空間における浸水対策ガイドライン」[1]を発表した。東京都では、平成19年8月に「東京都豪雨対策基本方針」を定め、それに基づいて、平成20年9月に「東京都地下空間浸水対策ガイドライン−地下空間を水害から守るために−」[2]を発行している。

都市の地下空間の有効活用を考える際は、これらのガイドライン等を踏まえて、水害による浸水対策を考慮した検討が必要である。ここでは浸水対策における現状と課題について述べる。

1) 地下街の浸水対策の現状

国交省の調査[3]によると、「防災対応マニュアル（火災、浸水、地震）」の対応状況は100%となっている。今回ヒアリングしたすべての地下街においても、浸水時の対応マニュアルが策定されており、浸水時の対策体制や教育訓練が具体的に計画され、避難誘導、救出救護、浸水防止訓練等が実施されている。大阪地下街においては、東海・東南海・南海地震の発生による津波被害も想定した対応マニュアルとなっている。ハード面でも 100 年確率の降雨や水害シミュレーションによって止水板の高さを定め、地下街の出入り口に設置されており、浸水対策がとられていた。ただし、連絡するビルの入り口が低かったり、古い出入り口の止水板が旧式なものもあった。

2) 地下街の浸水対策の課題

地下街の浸水は、地下街の出入り口以外に連絡するビルから浸水する場合もあり、地下街事業者のみでの対策では対応できない場合が想定される。今回ヒアリング地下街では、連絡するビル事業者を含めて、その地域で防災協議会等が組織され、合同で水防訓練などが実施されていた。ただし、その協議会は任意団体であり、法的な拘束力は無く、地下で繋がっている事業者が 100%参加するとは限らない。また、施設の新旧によってハード面の設備に差が生じている場合、設備の改善を一事業者に要求することはできないだろう。東京などの大都市の場合、地下で繋がっているにも係わらず、それぞれが大きな地下街の場合などは、個々に浸水対策をしている場合もある。

事業者が複数で、異なる施設が一体化した都市の地下空間を考えた場合、行政が主導し、設備が古い事業者に対しては、設備を新設する場合の支援策なども含めた、包括的な浸水対策を構築する必要がある。

参考文献

1） 国土交通省：地下空間における浸水対策ガイドライン　平成 14 年
2） 東京都：東京都地下空間浸水対策ガイドライン　平成 19 年
3） 国土交通省：地下街安心避難対策検討委員会　第 4 回検討会資料　平成 26 年
http://www.mlit.go.jp/common/001024823.pdf

2.4.4　避難誘導体制

1)　避難誘導体制

避難誘導体制は都市再生安全確保計画に基づき検討されることが望ましいが、地下街に対して検討されている事例は少ない。そのため、国の基準に沿った統一された非難誘導体制となっていないのが現状で、地下街ごとでまちまちのようである。これは地下街が公共の場であるものの事業主体が民間であることによるものと考えられる。

今回の調査の結果、どの地下街にも共通して言えることは、災害時の避難誘導体制について行政からの指示や指導を受けていないということである。しかし、地下街の通路や階段など、店舗以外の部分は、地上で言えば道路と同様で公共性が高く、入街者（一般客）の安全性を確保するためには、行政の指導による避難誘導体制の整備が必要であると考えられる。場合によっては、必要となる設備や人的配置に対し、行政が支援する体制が望まれる。

また、地震、火災、浸水など災害の種類によって非難の形態は異なり、それぞれの災害に対して異なった的確な避難誘導体制が求められる。最近では地震や火災だけでなく、ゲリラ豪雨などといわれる集中豪雨による水害や土砂災害なども絶えない。火災と浸水では、避難の方向が違う場合も想定されるし、避難する場所も異なってくる。このため、災害ごとの避難誘導体制の確立が望まれる。

今回調査を行ったすべての地下街に防災センターが設置され、その設備や人員配置の多少はあるものの災害に備えた体制は整えられている。また、地下街会社が中心となって防災マニュアルや消防計画といったものが定められ、店舗と共同して防災に対する取り組みが行われている。その代表的な取り組みとして防災訓練、火災訓練などが上げられる。しかし、どの地下街においても、店舗の従業員と地下街会社の職員を対象とした訓練が中心で、入街者をどのように安全に避難させるかという入街者を巻き込んだ実践的な訓練は行われていないようである。そのため、実際に災害が発生した場合に入街者を的確に避難誘導できるかという点で不安が残されているようであった。

これらの課題に対し、地下階が隣接するビルや地下鉄の駅等と協議会を設置して連携を行っている地下街もあるが、情報交換などに留まっている場合が多い。理想的には行政や近隣住民、隣接するビルの関係者、地下鉄の駅が隣接する場合にはその乗降客も含めた大規模な防災計画や避難訓練等を実施し、避難誘導体制を万全に整えておくことが望まれる。

2)　避難誘導対策

入街者にとっては普段生活している場ではない地下街において災害に直面した場合、どのように行動すれば良いのか戸惑うところである。さらに、外国人、高齢者、障害者などの災害弱者が被災してしまう可能性もあり、これらの人々を災害から守るためには、最適な避難経路の確保・誘導といったソフト面の対策が重要となる。地下街の各施設の案内や安全な避難経路の案内を訪れたすべての人達に分かりやすくすることや、高齢者、障害者のためにバリアフリー化するといった防災ユニバーサルデザインが求められる。このような防災ユニバーサルデザインはまだ十分に整備されていないのが現状である。

防災ユニバーサルデザインの中でも特に案内表示に関わるものは、避難誘導対策とし

て効果があり、比較的整備が容易である。たとえば、地下街や地下駅で災害時に停電が発生し、真っ暗な状況になっても蛍光ラインが光で避難誘導してくれる避難誘導システムや高齢者にも視覚的に遠目からでも見えやすい黒地に白文字の案内表示。英語だけでなく近年入国者の多い中国、台湾、韓国といった近隣アジアの人々を対象とした4ヶ国語表示の案内板などがあげられる。

また、言語の分からない外国人に国籍を問わずスムーズに情報を伝えられる案内表示としてピクトグラムの使用といった事例があげられる。道路標識は法的に使用しなければならない図記号が決まっているが、公共施設などでは法的に義務付けられておらず、自由な図記号（内容・色彩・形状）を使用することで分かりやすく工夫することができる。

災害弱者でなくても不慣れな場所で被災した入街者は、パニックを起こすことも考えられるが、ピクトグラムによる案内表示やテレビモニター、デジタルサイネージなどによる視覚的な情報の提供で安心し、落ち着いて避難行動がとれるものと考えられる。

3)　避難誘導体制のあるべき姿

今回の調査結果を基に避難誘導体制としてあるべき姿をまとめてみると下記のとおりである。

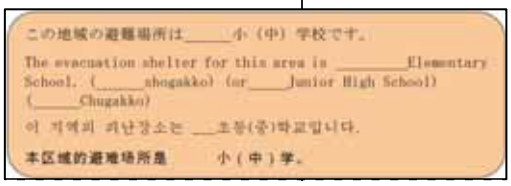
表 2.4.4-1　避難誘導体制のあるべき姿(1/2)

①	公的基準の制定と自治体との連携	避難誘導体制についての国や自治体などの公的基準の制定と自治体との連携による統一かつ徹底された避難誘導体制の確立
②	災害種類ごとの避難誘導体制の確立	災害種類ごとに的確に計画された避難誘導体制の確立
③	防災センターの設置	○災害時の拠点として避難誘導・救助活動を迅速、的確、有効に行える体制の構築と設備 ○ITVカメラ等による情報や警備員の巡回警備による24時間管理体制 ○中央監視機能を装備して地下街設備（動力、照明、空調、防火扉等）を集中管理  大規模地震を想定した防災訓練状況 ITV カメラによる被災状況の確認 出典：独立行政法人水資源機構 両筑平野用水事務所

表 2.4.4-2　避難誘導体制のあるべき姿(2/2)

<table>
<tr><td>④</td><td>避難誘導システムと警報・避難設備の設置</td><td>避難誘導システム、自動火災報知設備、非常警報設備、誘導灯などの設置


蛍光ラインが光で避難誘導（避難誘導システムの一例）
出典：株式会社 U・S・C　　ライティングコート</td></tr>
<tr><td>⑤</td><td>避難誘導案内の整備</td><td>○音声による案内や公衆無線LANによる情報提供
○テレビモニターやデジタル・サイネージ、ピクトグラムなどの見やすい案内表示による視覚的な情報提供
○外国人を対象とした案内表示（英語、ハングル語、北京語標記やピクトグラムなど）の設置

地下街のデジタルサイネージによる案内板
出典：広島市デジタルサイネージ推進事業


4ヶ国語による案内表示
出典：熊本県地域振興部国際課

ピクトグラム</td></tr>
<tr><td>⑥</td><td>災害弱者の支援体制</td><td>子供や老人、障害者などを対象とした避難時に十分な支援が行える人的配置の用意</td></tr>
</table>

第３章　調査のまとめと今後の課題

3.1　調査のまとめ

都市内地下空間である地下街はその大多数が鉄道駅に近接または付随する形で設置されており、他の鉄道との乗り換えや他の交通機関との連絡を行う交通結節点に機能効果を与える施設となっている。

従って災害発生時においては施設を通過する人や地下街の商業施設などを利用する人などが常に存在しており、鉄道やその他公共交通機関が運転停止の措置がとられた場合、自然に地下街内に人々が滞留することとなる。

東日本大震災の際にも東京駅や新宿駅などの交通結節点では大量の帰宅困難者が構内に滞留した。

これは首都圏の地下街においては電気・水道等のインフラが正常に保てていたことで、照明・空調・トイレおよびある程度の情報が得られる状況が確保されており、一時的な滞留が可能であるとともに、交通機関の復旧時に即時に利用するために最も適した場所であったことが要因であったと思われる。

このように地下街では雨風が防げるだけでなく、一定の温度も保たれ、夜間においても照明により視界も確保できることで、滞留者にとっても最低限の快適性が得られるという点で屋外の施設に比較して優位性が認められる。

さらに、公共交通機関の施設である駅に直結していることにより、運行状況が迅速かつ正確に把握でき、短期的な滞留場所として適している。



図 3.1-1　滞留者の状況（新宿駅）
出典：朝日新聞記事

これらのことは、首都圏に限らず他の地域の地下街においても共通するファクターである。

つまり都市内地下空間である地下街は災害発生時、施設のインフラが正常に機能していることを条件として、一時滞留（避難）場所として利用することは必然且つ有効であるといえる。

そこで利用を前提に、より有効に機能させるために必要と思われる点についてその課題と対策について提言することとする。

①　構造物自体の耐震性の確保

地下街が災害発生時に一時退避場所として機能するためには構造物としての安全

性が確保されていることが最低条件となる。特に地震災害に対しては地下構造物が地上構造物と比べて有利であることは既知のとおりであり、大規模地震に対しても安全を確保することが重要であるが、既存地下街の中には建設時期が古く老朽化が見られるものがあることも事実である。

今回ヒアリングを行った地下街の管理者からもこの点についての懸念を持っている旨の発言があった。この懸念を払拭するためには耐震診断を行い、結果に応じて対策を実施する必要があることは認識しつつも、多くの場合営業中の店舗部分の診断を行うには一部ないしは全部の営業を休止する必要があるとともに、内装を一時撤去する必要がある場合も発生するが、当然のこと補償の必要があるが、各地下街にとって補償費や対策費が大きな負担となることからなかなか行えないのが現状である。

これをうけて国土交通省では以下に示す補助制度[1)]を制定した。

【補助対象】
① 詳細点検
② 改修計画の作成
③ テナント出店者との合意形成
④ 通路の拡幅
⑤ 天井板の補強
⑥ 備蓄倉庫の設置
⑦ デジタル情報掲示板の設置
⑧ 非常用発電機の増強

【補助内容】
対策費の3分の1を国、3分の1を自治体が補助する。

図 3.1-2　大都市のターミナル駅周辺の地下街の耐震補強に対する補助制度[1)]
（国土交通省）

国土交通省ではこの補助制度[1)]を活用することにより、今後 10 年間を目処に地下街の耐震補強が完了することを目指している。

各地下街管理者においては、これを受けて耐震補強を積極的に進めることを望む。

② 情報提供設備の設置

災害時には滞留者にとって正確かつタイムリーな情報が何より必要であり、施設側にとってはその提供が重要である。

東日本大震災においても八重洲地下街の例を見ると、施設内に設置した大型スクリーンに公共放送を放映したことが滞留者に大変重要な情報源となり、それが冷静な対応に繋がったと報告されている。

この例では当初館内放送にて公共放送の内容を施設側が伝聞する形で情報提供を行ったが、正確性を含め提供した情報に対す



図 3.1-3　情報パネルの状況
出典：八重洲地下街株式会社

る責任を負うことができないため、途中からは公共放送をそのまま流す形とした。

災害時には災害自体の状況のほか、被災状況、交通情報、各機関の対応等様々な情報が必要となるが、これらの情報は報道機関に集約されるため総合的な情報収集のためには公共放送に頼ることが現状では最も有効であることから、地下街においても八重洲地下街の例に見られるように大型スクリーンでテレビ放送を流す方法や館内放送設備を利用してラジオ放送を流すことが有効であると考える。

テレビとラジオを比較した場合、やはり視覚と聴覚の両方で認識することが可能なテレビに優位性があると思われるが、設備的にはその費用面で負担は大きくなる。

しかしながら**図 3.1-2** に示すように補助制度もあることから、これを積極的に活用することで各地下街において導入、増強が図られることを望む。

③　緊急支援物資の備蓄

地下街において帰宅困難者の滞留に対応することを考慮する場合、その規模や滞留時間によっては水や毛布などの支援物資の備蓄が必要となる。

これは東日本大震災をうけて東京消防庁が主体となって調査した「事業所における帰宅困難者対策に係る報告書（抜粋編）」（平成 24 年 2 月予防技術検討委員会）[2)] でも報告されているように課題として飲料水・毛布等の備蓄品の不足があげられている。

従業員に対する備蓄は自助の観点からも事業所自体で用意することが基本であるが、帰宅困難者への対応という共助の観点においてはやはり行政が主導する形で対処することが望ましい。

また、備蓄品の購入はもちろんのこと、同様の観点から前述の補助があるとはいえ備蓄スペースについても、例えば行政がテナントとして賃貸契約をするなど、より積極的に関わることにより促進が図られるものと考える。

④　災害弱者への対応

老人、子供、妊婦、障害者等の災害弱者が滞留者の中に含まれる場合、より一層の配慮が必要となることは当然のことである。

滞留時間が長くなるほど体調の変化等に対して迅速に対処することが重要である。

具体的には充分に休息できる設備が整った別室を設け、優先的に使用できるようにすることや、必要に応じて病院や宿泊施設へ誘導するなどの準備を周辺の施設や消防との連携を事前にとれるよう協定を結んでおくことが必要である。

2.2.1 で報告したように大阪地下街においては、行政が主体となって地下街周辺のビルと一時避難場所として利用する協定が結ばれており、全国的に参考にすべき事例である。

さらに外国人に対しても正確な情報伝達が必要である。2.4.4 でも述べたようにピクトグラムや英語、中国語、韓国語などでの情報提供についても対応できるシステムを構築しておくことが望ましい。

3.2　今後の課題

一部の例外を除いて一般的に地下街は民間が運営する施設であり、緊急時とはいえ社会貢献に供する行為として帰宅困難者をはじめとする滞留者を施設内に受け入れることは運営者の好意によるものであることを忘れてはならない。

利用者はこのことを常に認識しておくことが重要であり、二次被害が発生した場合でもあくまでも自己責任であるということは当然である。

また、故意または過失にかかわらず利用者が自らの責において施設内の設備や物品に対して損害を与えた場合においても利用者自身が賠償すべきである。

これらのことは法的にも担保されるべきであり、特に解釈があいまいになりがちな災害時においても同様であることについても行政は周知の徹底を図るべきである。

さらに災害発生時に滞留者が集中することが予想される地下街においてはエリア防災の観点から検討されている各種指針やマニュアルおよび協定に災害時における行政の役割を明記すべきである。

東日本大震災の発生をうけて東京都を中心に官民が一体となって「首都圏直下地震帰宅困難者等対策協議会」が組織され平成 24 年 9 月に最終報告がされている。



図 3.2-1　首都圏直下地震帰宅困難者対策協議会「最終報告」概要[3)]

出典：首都圏直下地震帰宅困難者対策協議会

この中で「駅前滞留者対策ガイドライン」[4]が策定されており、地域防災組織の例として新宿駅周辺地区の組織が紹介されている。(**図 3.2-2** 参照)

新宿駅周辺地区の協議会組織によれば行政組織である新宿区が事務局に位置付けされているが、その役割はあくまでもサポート的なものに留まっている。

しかしながら災害発生時の地下街における滞留者の保護は社会的な影響も多大であり、行政組織はより中心的な役割を果たすべきと考える。

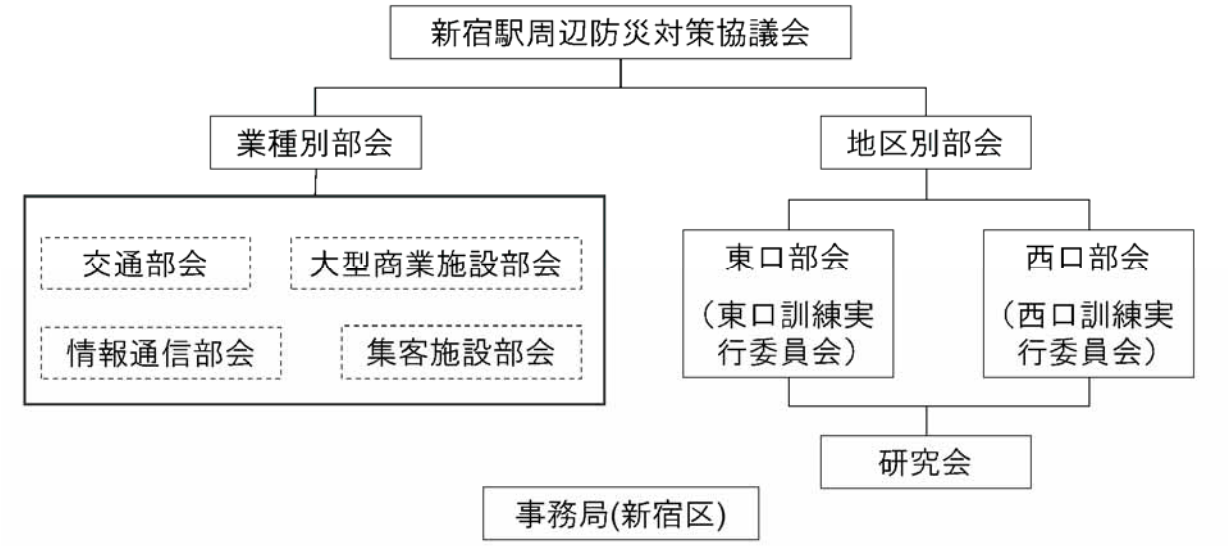


図 3.2-2　駅前滞留者対策協議会の組織編成（新宿駅周辺防災対策協議会の例）

出典：駅前滞留者対策ガイドライン（首都直下地震帰宅困難者対策協議会）[4]

以上述べたとおり、東日本大震災以降帰宅困難者対策について官学民を問わず様々な議論がなされ、協定やガイドラインとして一定の成果をあげているところであるが、災害時における二次被害等に関する責任の所在を明確にするためには製造物責任法（PL 法）の改定も含め、法制度の整備により担保することが重要である。

参考資料

1)　大都市のターミナル駅周辺の地下街の耐震補強に対する補助制度：国土交通省
（平成 24 年 1 月 27 日プレス発表）
2)　事業所における帰宅困難者対策に係る報告書（抜粋編）
（平成 24 年 2 月予防技術検討委員会）
3)　首都直下地震帰宅困難者対策協議会「最終報告」概要
（平成 24 年 7 月首都直下地震帰宅困難者対策協議会）
4)　駅前滞留者対策ガイドライン
（平成 24 年 9 月首都直下地震帰宅困難者対策協議会）

第Ⅲ部　社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査

平成２５年度
社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査　専門部会
（第三部会）委員名簿

部会長	平野　孝行	西松建設(株)　土木事業本部　土木設計部　部長
副部会長	藤川　富夫	(株)アサノ大成基礎エンジニアリング　技術研究所　所長
委員	岡本　俊哉	(株)アサノ大成基礎エンジニアリング エンジニアリング事業部事業　企画室　室長
委員	三好　悟	(株)大林組　技術本部　技術研究所 環境技術研究部主任研究員
委員	内田　秀樹	川崎地質(株)　北関東支店　技術グループ
委員	吉川　猛	基礎地盤コンサルタンツ(株)　保全・防災センター 物理探査部　係長
委員	中村　静也	サンコーコンサルタント(株) 調査事業部　水文課　課長
委員	下村　雅則	大成建設(株) 技術センター土木研究所地盤・岩盤研究室課長
委員	稲葉　薫	(株)竹中工務店　技術研究所　環境計画部 主任研究員
委員	上田　正人	中央開発㈱　技術ｾﾝﾀｰ　地質部長
委員	柳　博文	鉄建建設(株)　土木本部　エンジニアリング部 基礎・構造研究開発グループリーダー
委員	柴田　晋	東洋エンジニアリング(株)　インフラ事業本部 インフラプロジェクト本部　担当部長
委員	池田　孝夫	日揮(株)　第３プロジェクト本部 プロジェクト第１部（原子力部門）チーフエンジニア
委員	中座　恒夫	JX 日鉱日石探開(株)　開発事業部　主席技師長
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　社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査

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－ 1

1.2.1 初年度調査内容のまとめ ……Ⅲ－ 1

1.2.2 本年度の調査内容 ……Ⅲ－ 2

1.3 調査状況 ……Ⅲ－ 2

1.4 視察・ヒアリング調査 ……Ⅲ－ 5

1.4.1 文京区危機管理室防災課 ……Ⅲ－ 5

1.4.2 三島市役所企画部危機管理課および都市整備部水と緑の課 ……Ⅲ－ 8

1.4.3 千葉商科大学杉田教授ヒアリング ……Ⅲ－11

第２章　調査成果 ……Ⅲ－15

2.1 災害時における地下水の利用形態 ……Ⅲ－15

2.1.1 最近の災害の現状と水に起因する災害 ……Ⅲ－15

2.1.2 平常時・災害時の地下水利用の実態と役割 ……Ⅲ－15

2.1.3 地下水利用・保全に関する制約 ……Ⅲ－20

2.1.4 地下水利用における利点と課題 ……Ⅲ－25

2.2 災害時に必要とされる地下水の環境条件 ……Ⅲ－29

2.2.1 地下水の種類・水利用形態とその被災状況 ……Ⅲ－29

2.2.2 災害状況による地下水の用途と種類 ……Ⅲ－38

2.2.3 災害時に必要となる水の量 ……Ⅲ－42

2.3 災害時地下水利用の実態 ……Ⅲ－54

2.3.1 パターン分類 ……Ⅲ－54

2.3.2 東京 23 区の調査結果 ……Ⅲ－58

2.4 望まれる災害時の配水ネットワーク ……Ⅲ－68

2.4.1 災害時における利用上の課題 ……Ⅲ－68

2.4.2 災害時に担える地下水利用システムが具備すべき条件 ……Ⅲ－72

2.4.3 災害時における地下水利用システム(ネットワーク)……Ⅲ－78
2.5 地域における自助・共助･公助の考え方……Ⅲ－84
2.5.1 自助・共助･公助の必要性……Ⅲ－84
2.5.2 地下水・地下貯留水の利用と社会の関わり……Ⅲ－86
2.5.3 自助・共助･公助の具体的な取り組み……Ⅲ－88
2.5.4 東日本大震災における実態とその後……Ⅲ－91
2.5.5 災害時地下水利用に向けて……Ⅲ－93

第３章　調査のまとめと今後の課題……Ⅲ－95
3.1 調査のまとめ……Ⅲ－95
3.2 今後の課題……Ⅲ－95

第１章　調査経緯

1.1　調査方針

1.1.1　検討背景

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震、また近年の地球温暖化現象に伴う異常気象によって、わが国は行政、民間に関わらず災害に遭遇した際の対応を迫られ防災・減災に向けた社会インフラ整備の要求が高まってきている。

昭和 36 年に制定された国の災害対策基本法では国土並びに国民の生命、身体及び財産を災害から保護するために国や地方公共団体などに対して体制の整備と計画の作成などの措置をするよう促している。本専門部会はこれまで地下水や雨水などの水に関わる調査研究活動を続けて来ている。そこで、平成 24 年度および 25 年度にわたる活動を通して、自然災害から我々国民がこうむる被害を防止、あるいは軽減するために地下水や雨水などを利用することに関して現状とさらなる可能性について調査研究することにした。

1.1.2　検討目的

防災・減災を考える時の災害としては、地震、火災、高気温、豪雨などを想定する。また、非常時に利用できる水としては地下水を考えるが、ここで言う地下水には地中に流れている自然の地下水に加え人工的に地下に貯水された水も地下水として広義に捉えて対象とすることにした。災害とこれに対応した地下水の利用について行政分野の動向と現状、民間分野の動向と現状を調べ、その結果をもとに地下水の有効な利用可能性を検討して将来の新たな枠組みとなるスマートシティの構築に向けた提言を行うことをこの部会の目的とする。

1.2　調査内容

1.2.1　初年度調査内容のまとめ

調査初年度になる平成 24 年度は、災害時を想定した地下水利用の状況を、行政分野と民間分野について計画や実態を調査し下記のような成果を得た。

「防災」、「減災」に向けた地下水（地下施設を利用して貯留・取水された地下水を含む）の利用方策を提案することを目的として、行政・民間それぞれの立場で利用されている地下水の実態を整理し、利点・課題を整理することで、次年度の新たな提案に向けた方向性を探ることとした。

なお、水には近年の異常気象によると思われる内水氾濫・高潮等の水害や、地震時の液状化現象などそれ自身が持つ災害ポテンシャルと、災害時に水を利用する被害最小化ポテンシャルとが考えられる。前者については多くの報告が見られることから、本年度は主に後者に主眼をおき、平常時・災害時における水利用の実態調査とそこから浮かび上がる課題の整理を実施している。

行政分野の調査は、国土交通省震災時地下水利用指針を始めとして、秦野市へのヒアリングを含めた同市の地下水総合保全管理計画など、27 自治体における公式ホームページ等を基に実施した。また、民間分野についても、企業への聞取り調査や公式ホームページな

どを利用して、民間企業の取り組み、および個人所有の井戸の震災時の活用事例を調査した。その結果、①災害時の「危機管理」と「ライフラインの重要性」が再認識され、地表部の汚染の影響が少ない深井戸や多重水源の確保が改めて提起されていること、②平常時からの使用の有無に関わらず防災井戸や湧水の高い有用性が認識されていること、③井戸配置に関しても災害時に水入手困難な地域への優先配備が行われる事例のあること、④「命をつなぐ防災井戸」として民間に共助の精神が育まれつつあること等が明らかとなった。

1.2.2　本年度の調査内容

災害時における地下水の高い有用性と、その利用に向けた行政・民間の連携した動きのある一方、「非常時」での使用目的が不明確であり次のような課題も明らかとなってきた。

- 災害時の水の需給バランスを考慮した防災井戸など給水設備の適正配置と多重電源確保
- 個人所有の井戸の防災登録制度が推進されているが、防災井戸の存在の周知方法に課題があり、非常時の活用が懸念されること
- 防災井戸の登録が進んでいる場合でも用途が限られ、給水計画に防災井戸が記されていない場合があること
- 多くの自治体では平常時利用と応急利用の所管が異なり、平常時の地下水利用、水質管理と災害・応急時利用のスムーズな連携に課題があること
- 有用性が認められつつある地中熱でも、自治体間でその取扱いに温度差があること
- 防災井戸の必要性等の啓発や、自治体の施策と民間との補完関係を構築すること
- 地下水の平常時の利用については揚水規制等の制約が多いこと
- 雨水貯留水については、非常時における管理体制や利用可否判断が曖昧なこと

今年度においては、これらの課題を踏まえ、地下水の利用形態や環境条件を平常時・災害時で再整理すると共に東京 23 区における地下水利用の実態調査を行い、将来発生が予想される都市圏における地震・異常気象などの災害に対して、災害時を想定した平常時からの地下水利用のあり方について提案することとした。このため，地域の被災状況に関わりなく減災と地域 BCP の観点から利用形態の維持、復活を図ることが重要と考え、ハードの面から過年度調査結果である地域内連携貯留施設構想に加え，大深度地下貯留管構想(大都市カナート構想)を提案すると共に、ソフトの面からは災害に備える事前段階から発災後の時間経過に応じて地域における公助・共助・自助はどうあるべきかについて取りまとめることとした。更に地下水を利用して災害に強い街づくりを進めるために、公助の立場からの公的補助等の仕組みづくりの提言を行うこととした。

1.3　調査状況

平成 25 年度は、平成 25 年 6 月 7 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 年度目の調査であるため、初年度調査研究成果を踏まえてテーマと調査内容について議論し、災害時あるいは災害に備えて行政と民間の役割と立場から、平常時や非常時にそれぞれどのように地下水の利用を考えているかを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 に地下水・再生水を活用した地下利用に関する調査専門部会（第三部会）活動記録を、また**表 1.3-2** に 2WG の編成表を示す。

表 1.3-1　社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用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 25 年 6 月 7 日	・委員の自己紹介 ・部会長、副部会長の選出 ・H25 年度活動の進め方について討議
第 2 回	平成 25 年 7 月 30 日	・第 1 回議事録確認 ・調査方針と内容について討議
第 3 回	平成 25 年 9 月 12 日	・第 2 回議事録確認 ・文京区ヒアリング結果の報告 ・活動方針と予定の検討
第 4 回	平成 25 年 10 月 16 日	・第 3 回議事録確認 ・東京 23 区の地下水利用計画の確認 ・現地見学会の内容と計画の検討
第 5 回	平成 25 年 11 月 7 日	・第 4 回議事録確認 ・報告書構成と分担の調整 ・三島市の現地見学とヒアリングの準備
第 6 回	平成 25 年 12 月 3 日	・第 5 回議事録確認 ・現地調査ヒアリング結果のまとめ ・報告書記載内容の検討
第 7 回	平成 26 年 1 月 15 日	・第 6 回議事録確認 ・報告書原稿内容と執筆分担の割振り
第 8 回	平成 26 年 2 月 13 日	・第 7 回議事録確認 ・報告書原稿の確認と修正

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）文京区危機管理防災課
　・調査日：平成 25 年 9 月 12 日（木）
2）三島市役所　企画部　危機管理課・都市整備部
　・調査日：平成 25 年 11 月 18 日（水）
3）学識経験者ヒアリング調査
　・千葉商科大学商経学部　杉田 文 教授
　・調査日：平成 25 年 10 月 21 日（月）

表 1.3-2　地下水・再生水を活用した地下利用に関する
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 1WG	◎　柳　　博文（鉄建建設㈱） 岡本　俊哉（㈱ｱｻﾉ大成基礎ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ） 内田　秀樹（川崎地質㈱） 稲葉　薫　（㈱竹中工務店） 中村　静也（ｻﾝｺｰｺﾝｻﾙﾀﾝﾄ㈱） 池田　孝夫（日揮㈱）
第 2WG	◎　吉川　猛　（基礎地盤ｺﾝｻﾙﾀﾝﾂ㈱） 上田　正人（中央開発㈱） 三好　悟　（㈱大林組） 柴田　晋　（東洋ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ㈱） 下村　雅則（大成建設㈱） 中座　恒夫（JX 日鉱日石探開㈱）

1.4　視察・ヒアリング調査

1.4.1　文京区危機管理室防災課

(1)日　時：平成 25 年 9 月 12 日（木）　13:00～14:20

(2)場　所：文京区危機管理室防災課　会議室（文京シビックセンター15 階）

(3)出席者：文京区危機管理室防災課　志村主査、長島主事

第三専門部会：平野部会長、中村委員、下村委員、稲葉委員、
上田委員、柴田委員、中座委員、白鳥主任研究員(GEC)

(4)受領資料：

1）災害時における井戸水の確保に関する要綱

2）文京区パンフレット「みんなで学ぶ 防災対策 日頃の準備のために」
（水害ハザードマップ、防災地図等含む）



写真　1.4.1-1 文京区ヒアリング状況 1



写真　1.4.1-2 文京区ヒアリング状況 2

(5)ヒアリング質疑応答

1）民間の協定井戸はどうのようにして選定されるのですか。

・「災害時における井戸水の確保に関する要綱」第 3 条にある 3 項目を満たす井戸について、持ち主に承認をもらって選定している。

・井戸台帳は無い。必要な地域で該当する井戸を見つけて、持ち主と話すことはある

・持ち主から自主的に、防災井戸の協定を申し出てもらったケースもある。

・一度指定したら、定期的な審査は行っていない。ただし、第 7 条による指定解除の条件に当てはまった場合には指定が解除される。

2）民間協定井戸の主な役割は何ですか

・生活用水としている。（要綱の第 1 条による。）

3）防災井戸の存在はどのようにして住民に周知していますか。

・井戸の現地にプレートで表示している。

・文京区防災地図に記載している。（スマホ版もある。）

・要綱に名称と住所のリストがあるが個人情報保護については問題を指摘された経験は無い。
・文京広報、防災対策の冊子等に防災井戸を記載している。
・上記以外では、特に積極的に周知活動は行っていないが、小日向台町小学校での防災訓練などで何箇所かの井戸を廻ったことがある。

4）地下水汚染に対する取組みはどのようにされていますか。
・今のところ特に行っていない。
・これまで、水質汚染の事例は特に無い。
・マンション建設時に地下水の流れが変わることを心配して問い合わせを受けることはあるがこの点に関しては防災課では特別な対応はしていない。

5）協定井戸の供給量としてはどの程度見込めますか(雑用水，飲料水，防火用水)。
・井戸水の正確な供給量は把握していない。
・東京都水道局で準備している文京区内の給水拠点が 2 箇所ある。(本郷給水所、文京スポーツセンター)

6）今後，防災協定井戸の追加，区としての新設のお考えはありますか。追加・新設の必要性の判断指標としてはどのような項目をお考えでしょうか.
・要件が合うところがあれば追加は行うが、新設の考えは無い。
・追加の必要性の判断指標はとくに無い。数が少ない地域で探すということも特別には行っていない。
・メンテナンス等のために、手押し、電動の区別は把握している。

7）防災協定井戸の利用期間としてはどの程度を想定されていますか。
・災害時、上下水道が復旧するまでの期間を想定している。
・東京都の上下水道復旧目標は 30 日と想定されている。

8）企業等によっては，井戸水の利用による瑕疵的な問題の発生を懸念して協定に難色を示すこともあるやに聞いていますが，地下水の利用上の安全の担保について問題になったことはありますか。またその際の対処としてはどのようにされたのでしょうか。
・協定に難色を示すケースは特に経験が無い。よって、対処も行ったことが無い。
・協定井戸のリストに記載される個人名＋住所についても、個人情報保護関連のトラブルは経験が無い。
・民間のマンションで登録されている住友不動産～ファーストタワーでは、不動産会社が独自に災害時の利用を考慮して井戸を設置することにしたと聞いている。

9）井戸の維持管理は所有者の責務と考えますが維持管理の要件を規定されていますか。
・要綱の第 6 条で、日常の維持管理を記載している。また、修理に関しては文京区が行い、ポンプ本体の交換の際は所有者が行うこととしている。

10）水質検査の要件（頻度・項目）を規定されていますか。また検査費用は所有者負担でしょうか？
・水質に関しては要件が無く、したがって検査費用の補助金も無い。
・文京区では、井戸水は飲料水ではなく、生活用水としての使用を勧めている。

・昔は「区民の飲料水確保のための協定」が使用されていたが、検査項目が大幅に増えたために区で対応し切れなくなり、生活用水に絞った「災害時における井戸水の確保に関する要綱」に切り替わった経緯がある。
・現在、検査を行っていないため「区民の飲料水確保のための協定」に該当する井戸は無い。
・所有者の自主検査等により、飲料水に使用できる水質を保っている井戸がある可能性はある。ただし、どの井戸が飲料水に使用できているかはつかんでいない。

11）利用方法（カバーエリア、利用時間、給水方法、制限事項、など）について、どのような想定をされていますか。
・利用方法については特に規定が無い。
・地域住民も使用しやすい場所にあること、という表現が要綱の第３条にある。（半径何キロメートル以内の住民、というような規定は無い。）
・井戸の能力についても特に調査は行っていない。通常使用できていれば防災井戸に加えられる。

12）区有井戸、協定井戸、貯水槽が、区全域に配置されていますが、不十分な地域がありますか。今後、設備を増加していくための課題があればおしえてください。
・井戸の新設は考えていない。
・飲料水がより重要な課題と考えており、検討中である。

13）災害時の人の動線についてお尋ねします。ある自治体と災害用井戸協定を締結した企業（工場）は、災害時に地域住民を受け入れるに当たり井戸の配置や薬品等危険物の配置上、門から井戸までの経路確保が課題と言われていました。区内の協定井戸では、災害時の動線について想定されているでしょうか。
・災害時の動線は特に想定していない。
・要綱 第３条の「地域住民も使用しやすい場所にあること」という要件のみ。
・同条項により、工場敷地の奥などの住民がアクセスしにくいところは協定井戸にならない。

1.4.2　三島市役所企画部危機管理課および都市整備部水と緑の課

（1）日　時：平成 25 年 11 月 13 日（水）　10:40～15:00

（2）場　所：三島市役所企画部危機管理課　会議室

その他、以下の湧水関連地を見学。

楽寿園 観測用井戸／白滝公園／三島梅花藻の里／

雷井戸／源兵衛川

（3）出席者：三島市役所企画部危機管理課　川口課長／渡邉主任

都市整備部　水と緑の課　石井課長／下舘副主任

第三専門部会：平野部会長、藤川副部会長、稲葉委員、中座委員、

中村委員、白鳥主任研究員(GEC)

（4）受領資料：

1）三島市の防災と水に関するヒアリング項目回答

2）平成 23 年　地下水調査結果（抜粋）

3）三島市湧水群の復活に向けて

（川の水を調べる/森の小さなダムづくり活動/雨水の利用）

4）水辺に親しむ街づくり（雨水浸透施設設置補助／雨水貯留施設設置補助／節水コマの普及



写真　1.4.2-1 三島市役所ヒアリング状況

（5）ヒアリング内容

1）地下水の公水という考え方について、どのように考えていますか。

・最近の地下水に関する条例（山梨県・熊本県）では、基本理念として地下水は公共の利益に沿うように利用を図ることなどが明記されております。　また、早期の成立が望まれている水循環基本法（案）においても基本理念に水の公共性についての条文が盛り込まれる予定であることから地下水は公水と認識されていくと考えます。

2）仮に公水の考え方が全国的に普及した場合、河川のように国都道府県市町村の管理範囲については将来的にどのようになるでしょうか（地下水なので難しいとは思いますが)。

・水循環基本法（案）では国・地方公共団体等の責務についての条文も盛り込まれ、

水循環については流域にて統合的及び一体的に管理されなければならないとの理念から、おそらく県での管理となるのではないかと思われます。

3）利権等についての考え方（現状の個人・民間の井戸、公共の井戸）はどのように考えていますか。

・現状は井戸の権利（地下水の採取）については土地所有権に付随しております。今後は水の公共性という観点に基づいて法整備等がなされない限りは現行どおりと思われます。

4）地下水利用に料金設定の考え方はありますでしょうか。

・地下水利用税の導入について検討している自治体もあるようですが、当市では料金設定等についての協議はされておりません。

5）水源環境保全施策についてお聞かせ下さい。

・静岡県では地下水の採取に伴う障害の防止及び地下水の水源の保全を図ることを目的とした「静岡県地下水の採取に関する条例」が定められていますが、当市を含む黄瀬川流域は対象区域となっていないため、当地域（三島市・沼津市・長泉町・清水町）では地下水採取者と２市２町が一体となり、黄瀬川地域地下水利用対策協議会を組織し、地下水取水採取の自主規制を実施するとともに地下水位や湧水量の定期観測などの地下水保全対策を行っています。

6）地下水保全の取り組みと、防災面（特に災害時の地下水利用）との協力体制はどうしていますか。

・当市では住宅地域での地下水対策として、雨水浸透施設や雨水貯留施設の普及を図るための補助金を交付しています。　また、節水についての啓発活動を実施するとともに節水コマの無償配布を行い節水型社会への意識形成に努めています。

・森林地域での地下水対策として森林の地下水涵養機能を高める「森の小さなダムづくり活動」を市民・企業ボランティアの協力や小中学校の環境学習の一環として実施しておりこれが環境教育、地下水保全についての啓発の場となっています。

・災害時の給水に関しては、水道担当部が三島市水道危機管理マニュアルに則って行うものとされておりますが地下水の利用は予定しておりません。

7）「災害時の利用のためにも、地下水保全を進めていく」等の理念は明示されていますか。

・豊富な湧水を擁していた「水の都・三島」を取り戻すために、三島湧水群の復活に向けた地下水保全対策の取り組みについて三島市総合計画に明示されています。但し、災害時の利用のためとの明示はしておりません。

8）災害時の利用等に向けて何らかの「協定」的な取り決めをしておられますか。

・飲料水提供に関する協定に関しては、民間事業者と締結をしております。

9）健全な水循環を視野に入れたモニタリング等、市としての「水収支」の把握はどうされていますか。

・三島市では、平成６～９年度に三島市地下水涵養方策研究会において三島市全域の地表水、地下水の状況把握及び地下水涵養調査を実施しています。静岡県では、当市を含む黄瀬川地域の地下水利用実態調査を平成18～19年実施しています。

また、新東名高速道路開通による「内陸フロンティア」（企業立地や居住地整備による水需要の増加）の進行により、本県内陸部の水需要の増大が予想されることから地下水障害防止と有効活用の両立を目的とし、地下水の利用可能量を把握し、管理体制とその手法を検討するため「地下水賦存量調査」を平成 25～27 年度にかけて実施中です。

10）湧水の量、水質などの現状と管理上の課題は何ですか。

・当市を含む、黄瀬川流域の地下水は水質が良好であり、水道水のみならず、工業・農業用、水産養殖用等、地域の生活や産業活動に利用されています。ただ近年ではその取水量が膨大となり、柿田川や楽寿園小浜池の湧水は減少傾向にあります。

11）上流域との連携の動きがあるかどうかお聞かせ下さい。

・上流地域と下流地域における地下水の利用に関する方針の違いから具体的な施策が検討されておりません。将来における水資源の保全と地下水涵養を図るためには流域全体で連携した施策の策定などを検討していく必要があると考えています。

12）地下水を利用している民間、企業の情報を知りたいのですが。

・黄瀬川地域地下水利用対策協議会会員のうち、三島市の 50 会員（地下水採取者）です。

13）地下水に関連する施設の整備状況は如何ですか。

・平成 8 年度に市や県の地下水観測井（芙蓉台・錦田中学校）に地下水位計を設置しました。

14）地下水位モニタリング地点（市域全体に対する分布を図面等で確認）はどこでしょうか。

・三島市浄水場、楽寿園、芙蓉台、錦田中学校などです。

15）地下水涵養施設（雨水浸透施設、休耕田や深井戸を活用した浸透施設）の現状をお聞かせ下さい。

・生涯学習センター、錦田小学校、北小学校において雨水貯留施設をつくり、トイレを洗浄する水などに、水道水のかわりとして雨水を使い、節水をしています。

16）地域防災計画についてお聞かせ下さい。特に生活用水、飲料水等について、また、水以外でも三島市の特色などがあれば教えてください。

・地域防災計画では、発災後に関する災害応急対策計画の中で、給水計画を掲載しており、災害時に飲料水、生活用水を得ることができない人に対し、最低限度必要な量の飲料水を供給するための必要な事項を定めています。地域防災計画以外では、災害時でも適切な業務執行ができるよう、業務継続計画（BCP）を定めています。また、公設の耐震性防火水槽を市内に 127 基設置しているとともに、ろ過機は各避難所 1 台（東小学校、佐野小学校、中郷西中学校は 2 台）、各地区コミュニティ防災センター等を併せて計 45 台配備している中で、災害時火災等の影響の無い防火水槽内の水のろ過による応急給水（3 年毎に水道水の入替えを実施）も考えております。

1.4.3　千葉商科大学杉田教授ヒアリング

（1）日　時: 平成 25 年 10 月 21 日（月）　15:00~17:10

（2）場　所：千葉商科大学　五号館 514 会議室

（3）出席者：千葉商科大学　商経学部　杉田文 教授

第三専門部会：平野部会長、藤川副部会長、内田委員、吉川委員、
中村委員、稲葉委員、上田委員、柳委員、柴田委員、白鳥主任研究員(GEC)

（4）受領資料：

1）津波による千葉県旭市沿岸部における地下水利用への影響」
（パワーポイントハンドアウト）



写真　1.4.3-1　杉田教授ヒアリング状況

（5）ヒアリング内容

1）被災調査地域：千葉県旭市沿岸部

面積 129.91 ㎢ 人口約 69,000 人

上水道普及率 :81.7%、下水道普及率：9.4%(2012 年現在）

2）調査地域の地形：海岸線に平行な砂堤列と堤間低地が並行

帯水層：第 3 系、4 系の砂岩・泥岩互層の上を覆う沖積層中の不圧地下水利用
(井戸深：5～7m）

地下水位：海岸にむかっておよそ 1/1,000 勾配で低下、透水係数 5.0×10^{-4}m/s
(金子文宜他、九十九里海成砂質沖積地における帯水層係数と地下水流動の実態 1994)

3）発生地震の概要

発生日時：平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分

震源：宮城県牡鹿半島の東南東沖 130km の海底

規模： マグニチュード 9.0

旭市では最大震度 震度 5 強
大津波襲来時刻 15：50、17：20
推定される津波の最大高 7.6m

4）旭市における被害状況

死者 13 人／行方不明者 2 人
全壊 336 棟／大規模半壊 432 棟／半壊 508 棟
床上浸水 677 棟／床下浸水 276 棟
断水 18,738 棟
電気 3 月 12 日復旧
水道 4 月 19 日復旧

5）調査概要

調査時期： 2011 年 5 月, 11 月 2012 年 5 月, 11 月 2013 年 5 月
聞き取り調査：井戸利用状況と障害／およその津波被高
採水調査（50～57 井）：電気伝導度（EC 、海水の混入影響指標）
pH／水温／硝酸性窒素（NO_3^--N）濃度

6）津波の地下水利用への影響

A．津波直後の利用障害の調査

調査地域：千葉県旭市沿岸部
面積 129.91 ㎢ 人口約 69,000 人

2011 年 5 月（50 本の井戸）の聞取り調査結果
①井戸損壊 3 本→ 掘り替え済み
②ポンプ流失・故障 18 本→ ポンプ新調済み
③水の濁り 21 本以上→ 一週間以内に自然解消
④味の変化(高塩分）6 本以上 → 問題が継続


調査した井戸が被った津波の高さと被害状況

被った津波の高さ		物理的被害 井戸損壊	物理的被害 ポンプ支障	水質被害 濁り	水質被害 味変化
人の背丈以上	6井戸	2	6	4+?	6
人の背丈ーひざ丈	12井戸	1	12	10+?	6+?
ひざ丈-くるぶし	23井戸	0	3	4+?	4+?
くるぶし未満	4井戸	0	0	2+?	?
被らず	5井戸	0	0	3+?	?

図 1.4.3-1 井戸の被害状況 1（杉田教授）


津波の高さと電気伝導率

電気伝導度 μS/cm	津波高 ①人の背丈以上	②人の背丈ーひざ丈	③ひざ丈ーくるぶし	④くるぶし未満	⑤被らず	計
A. 4500以上	4	3	0	0	0	7
B. 1000～4500	2	6	8	0	0	16
C. 500～1000	0	2	12	3	1	18
D. 500未満	0	1	3	1	4	9
計	6	12	23	4	5	

A:海水の１０分の１程度超
B:味の上で飲用の限界超
イネ栽培のための農業（水稲）用水基準は300μS/cm以下

図 1.4.3-1 井戸の被害状況 2（杉田教授）

7）まとめ

・地下水利用への影響

①津波直後：井戸損壊は少なく，揚水ポンプの故障による揚水障害が多数
深井戸には影響なし
②～14 カ月後：海水の混入による高塩分が継続
→揚水量の多い井戸で早く塩分濃度の低下（一時的？）
→津波を被らなかった井戸でも高塩分出現
・津波後の水質変化とその要因
③津波直後：微地形の影響を受けた津波の浸入により、ばらつきの大きな
電気伝導度（EC）分布
④～14 カ月後：2,000μS/cm 前後の地下水が広く分布
→電気伝導度低下は、地表からの浸透水による希釈
→電気伝導度上昇は、陸上に取り残された海水またはその蒸発残留物
の浸透が原因

8）質問による確認事項
①調査地域には、浅井戸がほぼ全ての家屋にありましたか。
・調査で訪れた家屋にはほぼ全軒にあった。無いと言われた家も小数あったが、おそらく本当はあったものと予想しています。
②海に近いので、もともと塩分が高かったということは無いでしょうか。
・旭市の井戸水は、もともと他の地域の人にとっては塩分を感じるものであったそうです。初期の津波を被っていない井戸での測定値によると、おそらく調査箇所の全域が電気伝導率 300～500μS/cm 程度であったと思われます。
（参考：わが国の平均的な河川の EC 値は 110μS/cm、海水では 45,000μS/cm
http://www.ktr.mlit.go.jp/kasumi/yougo/ec.htm 国土交通省関東地方整備局霞ヶ浦河川事務所）
③津波が来ていないところの井戸ではどの程度の EC でしたか。
・より内陸の田んぼのあたりでは、300～500μS/cm 程度でした。
・据付けてあったポンプが使えなくなった井戸でも、代替ポンプの交換は各個人で短期間に実施されていました。

第２章　調査成果

2.1　災害時における地下水の利用形態

2.1.1　最近の災害の現状と水に起因する災害

近年、水に起因する様々な災害が発生している。水が地表水の形で直接目に見える被害を与えている事例として、世界では、2012 年 7 月に中国四川省で豪雨による洪水災害、2013 年 11 月には猛烈な台風 30 号がフィリピン中部を直撃し、強風と高潮によりレイテ島では大きな災害となった。日本では 2011 年に発生した東日本大震災での大規模広域津波災害、同年紀伊半島特に和歌山、奈良を襲った長期間豪雨災害、2013 年には山口、島根両県での記録的な豪雨、伊豆大島では台風 26 号の影響で大規模な土砂災害が発生したことは記憶に新しいところである。

一方、水として直接目には見えないものの災害要因となっている被害事例として、地下水の上昇や土の吸水飽和による強度低下からの地滑りや土石流がある。上記の災害の中でもこれらの現象が発生している。大都市圏で問題となっている地下構造物の不安定化、地震時の液状化現象による土砂噴出や構造物の沈下・側方流動、広域地盤沈下などもこの例である。異常気象に起因するといわれている温暖（砂漠）化や水環境悪化からくる水流変化・水量不足も広義的には水に関わる災害といえよう。また、大都市圏での線状地下構造物による地下水流阻害や土壌汚染に起因する地下水汚染も健全な水循環を妨げるという意味で災害要因の一つとなっている。

これらの災害に対して、直接的に被害を減らすために、ハードの視点においての対応は必要であるが、一方で大規模地震などの被災地の断水状況に際しては、井戸などの地下水が活用された事例も報告されている。被災後の緊急的な対応や地域の生活環境維持という視点（減災、BCP 等）から見れば、地下水の有効利用も極めて重要であると考えられ、個人、地域、公共という枠組みでの対応に加えて、それぞれが有機的に連携しながら機能・役割を果たしてゆくようなソフト的な地下水利用が求められる。

これまでの大災害を教訓として、それぞれの枠組みにおいては有効な取組み事例が増えてきている。本節では、その事例を抽出するだけでなく、災害発生を基点とした各段階において、それぞれの取り組みがどのように連携してゆくべきか、社会との関わりにおける地下水利用のあり方についても整理する。

2.1.2　平常時・災害時の地下水利用の実態と役割

1)平常時

地下水の平常時の利用量としては事業用及び上水道用が主体である。東京都を例にとれば、昭和 46 年の揚水量はおよそ 1 日平均 145 万 m³ であったが、年々減少を続けており、平成 23 年では 1 日平均 44 万 m³ となっている [1)]。

表 2.1.2-1 に示すように平成 23 年の利用目的ごとの揚水量では、事業用が（工場及び指定作業場）11.6 万 m³、上水道用が 32.4 万 m³ となっており、地下水の多くは上水道用として利用されている。これを地域別にみると、区部低地部では 1.3 万 m³、区部台地部で 2.3 万 m³、多摩地域 40.4 万 m³ であり、揚水量の大部分は多摩地域が占めている [1)]。

上記の集計は法条例対象井戸の集計値であり、この他に法条例の規制対象とならない吐

出口断面積 6cm² 以下（呼び径 25A）の民間井戸による揚水もあるが、量的には微量であり、事業用や上水道用の比ではない。

表 2.1.2-1　平成 23 年地下水揚水量（東京都内全域）
（平成 23 年都内の地下水揚水の実態（地下水揚水量調査報告書）[1] より引用
（揚水量：m³/日）

		工場			指定作業場			上水道等			計		
		事業所数	井戸本数	揚水量	事業所数	井戸本数	揚水量	事業所数	井戸本数	揚水量	事業所数	井戸本数	揚水量
区部	低地部	130	150	1,647	552	605	10,478	301	349	1,531	983	1,104	13,655
	台地部	57	75	1,725	360	396	10,068	202	217	11,130	619	688	22,923
	計	187	225	3,372	912	1,001	20,546	503	566	12,661	1,602	1,792	36,578
多摩地域		296	487	50,571	507	679	41,829	377	734	311,246	1,180	1,900	403,647
計		483	712	53,943	1,419	1,680	62,375	880	1,300	323,906	2,782	3,692	440,225

注：この報告書では、端数処理のため、各欄の合計値と合計欄の数値とが一致しない場合がある。

区部低地部：工業用水法指定地域 8 区（江東区、墨田区、江戸川区、荒川区、北区、板橋区、足立区及び葛飾区）及びそれと地形地質類似の 6 区（台東区、千代田区、中央区、港区、品川区及び大田区）

区部台地部：23 区のうち区部低地部以外の 9 区

多摩地域　：23 区以外の市町村

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。そのため、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いる。その１つに、**写真 2.1.2-1**、**写真 2.1.2-2** に示すような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、**写真 2.1.2-3** に示すような「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。



写真 2.1.2-1　路地尊 4 号基
（墨田区東向島３丁目：雨水貯留槽 10m³）



写真 2.1.2-2　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）





写真 2.1.2-3　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）

台地部においては、千葉県市川市の千葉商科大学では、**写真 2.1.2-4** に示すように、市川市と防災に関して包括協定を締結しており、災害時の飲料水確保のため、上水道と井戸水を混合した 2 元給水システムが導入されている。このシステムでは、自家発電機を使用して、深井戸から揚水した地下水を「膜ろ過処理」で飲料水基準の水質を作り出すことができる。

この他に、千葉商科大学 1 号館では、**図 2.1.2-1** に示すように、屋上に降った雨水を建物地下の貯水槽に溜め、トイレの洗浄水や、屋上の植栽への散水に利用している。



写真 2.1.2-4　千葉商科大学の「災害対策　水ライフライン設備」
（http://www.cuc.ac.jp/info/updatearea/all/2009/06/2-4.html[2] から引用）



図 2.1.2-1　千葉商科大学 1 号館における排水利用（大学内の掲示板より）

災害時に備えた平常時の地下水利用を考えると、内水氾濫などの災害に対しては、首都圏外郭放水路にみられるような地下空間施設の構築によって被害軽減を図る施策が実施されている。土石流などの地盤災害に関しても、地下水位低下が大きな効果を発揮している。

一方、被害が都市部に集中する液状化や地下構造物の不安定化に関しては、地下水位低下が大きな効果を持つことが分かっているものの、広域地盤沈下や地下水の塩水化、過去に引き起こされた土壌汚染の拡散等、他の災害を引き起こす事例が頻発した事などから地下水位低下のために揚水利用される機会は少ない。

ヒートアイランド対策や低炭素社会に向けた省エネルギーのために地下施設に滲出する余剰地下水や雨水の地下貯留水の利用、健全な水循環維持のための浸透施設の設置などは水利用が着実に実施されている事例と言える。

このほか、地下水の平常時利用として、地下水、湧水の飲用水・生活用水への利用あるいは地下水の恒温性、CO_2 削減などの省エネ性に着目した地下水の熱利用の動きが拡がっている。国土交通省では、公共施設や住宅のゼロエネルギー化を目指した取組みを強化しており、例えば**図 2.1.2-2** に示すような平成 25 年度の開発助成事業として液状化対策を併用した地中熱利用システムなどが採択されている。

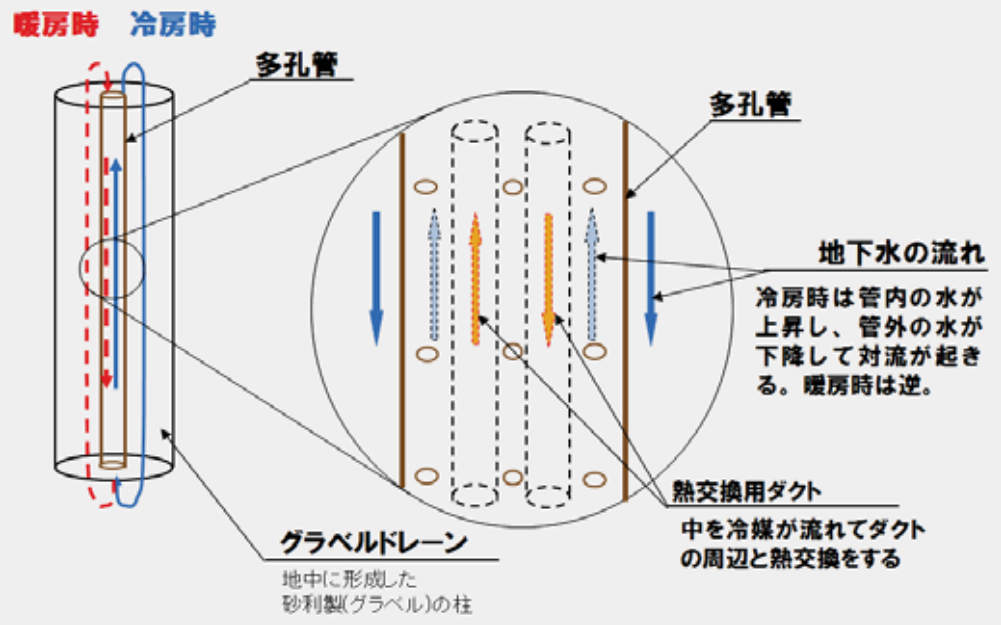


図 2.1.2-2　液状化対策ドレーン/地中熱利用熱交換井のハイブリッドシステム（国土交通省 HP 平成 25 年度 住宅・建築関連先導技術開発助成事業 技術開発の概要・総評[3]より引用）

2)災害時

東日本大震災時に限らず、震災時には、生活水に窮した被災者を救った給水車のほかに、耐震性が高く地震動被害のなかった井戸（井戸水）の利用や古くからの自然湧水、トンネル湧水が利用されていた事実がある。例えば、旭市の沿岸部では津波により、井戸ポンプが故障したが、井戸そのものは使えたため、ポンプを取り替えることで早期に復旧することができた。**写真2.1.2-5**に被災してポンプが故障し、取り替えて使用した井戸の写真を示す[4]。周辺の建屋や車は流されたが、人の背丈（2m）以上の津波を被った井戸は、無事だった。がれき等の掃除、洗浄のため地震翌日から新しいポンプを装着して利用している。



写真 2.1.2-5　旭市の被災した井戸（地下水学会誌，Vol.54，No.1,2012[4]より引用）

中越沖地震では、地震の影響をほとんど受けなかった消融雪井戸が生活用水などで有用であった。火災に対しては、初期消火に努め火災の延焼を食い止めることは大災害を未然に防ぐために重要であり、消火水としての水は必要不可欠である。消防法の規制もあり、江戸時代辻々に置かれていた手桶、防火水槽のように、消火栓設備や防火用水としてのビル地下貯留槽が設置されている。阪神淡路大震災のときは、井戸が防火用水として活用された例は少ないが、大火災になる前に食い止めることができたことから重要な役割を果たしたといえる。また練馬区の一部では都水道が配水される以前に「飲む水」と「防火用水」を目的として、有志が資金を出し合って深井戸を掘り、各家庭に配水する水道利用組合を設立している。現在でも各家庭に配水する都内最大規模の私設水道の管理運営を利用者で組織している組合で、震災時等の災害発生時において当該給水施設を消防水利として効果的に使用するため、消防署と組合が協定を締結して消防水利の充実化が図られている[5]。なお、防火用水として利用された例では、井戸水のみでなく、防火水槽や寺院内の湧水（河川水）が活用された事例もあった。農水産業・工業など、産業復活あるいは BCP の観点からの維持・継続にも清水の存在は欠かせない。これら利用に際しては、使われ方に応じて濁度・水質が改善されている。また、地中熱利用設備を設置して冷暖房システムを導入するとともに、断水時・非常時には井戸水の利用も可能とした事例もある[6]。このように、災害時の地下や地下水の有用性評価が見直されることにより、地下水利用の機会が増えてきている。

2.1.3　地下水利用・保全に関する制約

地下水利用は生活用水のための井戸利用など古くからあるが、高度経済成長期には企業による井戸掘削・地下水利用も進んだ。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、**図 2.1.3-1**、**図 2.1.3-2**、**図 2.1.3-3** に示すように、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り、現在では条例等による揚水規制が行われていることが多い。しかし、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ている。近年では、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。

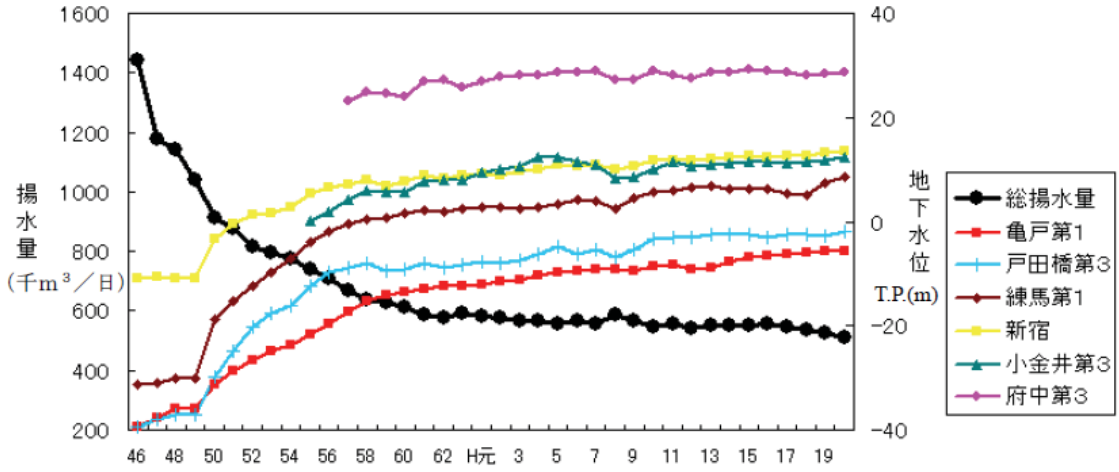
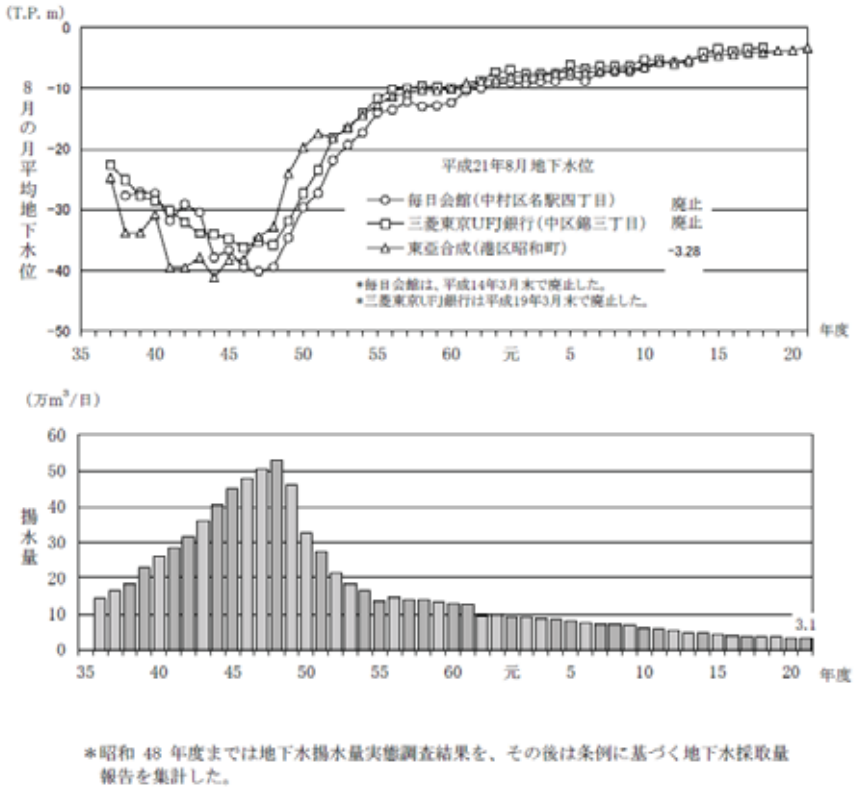
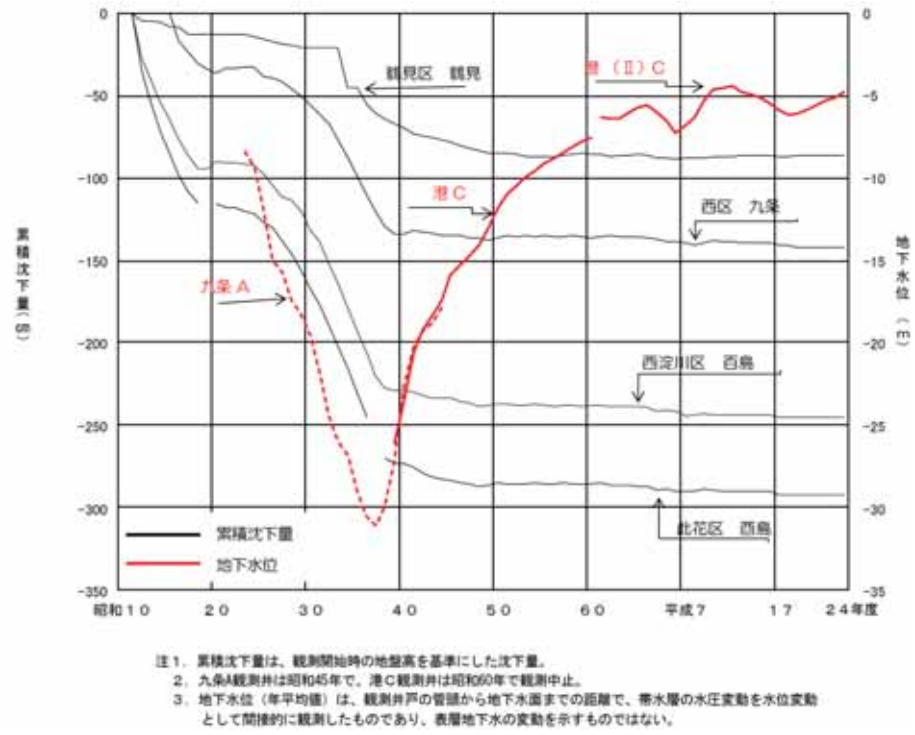


図 2.1.3-1　東京都における揚水量と地下水位の経年変化
（東京都環境局(2011)[7] より引用）



＊昭和 48 年度までは地下水揚水量実態調査結果を、その後は条例に基づく地下水採取量報告を集計した。

図 2.1.3-2　名古屋市における揚水量と地下水位の経年変化
（名古屋市環境局(2010)[8] より引用）



注1．累積沈下量は、観測開始時の地盤高を基準にした沈下量。
2．九条A観測井は昭和45年で、港C観測井は昭和60年で観測中止。
3．地下水位（年平均値）は、観測井戸の管頭から地下水面までの距離で、帯水層の水圧変動を水位変動として間接的に観測したものであり、表層地下水の変動を示すものではない。

図 2.1.3-3　大阪市における累積地盤沈下量と地下水位の経年変化
（大阪市(2012)[9] より引用）

一方、地下水を防災あるいは災害時に利用するという視点では、静岡市、さいたま市などの自治体で策定された地域防災計画の給水計画として「防災井戸」に関する規定はあったが、それらの用途が飲料用や消防用水に限られていて、災害時の生活用水への利用という点では課題が残っていた。平成 7 年(1995)1 月に発生した阪神･淡路大震災で水道施設に甚大な被害を生じ、震災直後の消火用水､避難者の飲料用水､生活用水等のあらゆる場面で水が不足したことが契機となり、国や自治体でも防災や災害時に地下水を利用しようという動きが出始め、立法化や条例化が進み始めた現況がある。このように、地下水が豊富な地域を中心に水循環の持続と環境整備の観点から湧水復活、地下水の有効利用、水量・水質保全などの動きが広がりを見せていて、国においても水循環基本法(仮称)の立法化の動きがあり、自治体でも地下水保全指針や条例の制定が相次いでいる。

表 2.1.3-1(1)、**表 2.1.3-1(2)**は、阪神・淡路大震災が発生した平成 7 年(1995)～平成 8 年(1996)当時における自治体の地下水利用に対する取り組み事例を示している[10),11)]。現在では、多くの自治体が地域防災計画による災害用井戸の整備を進めており、たとえば文京区では 88 箇所、中野区では 402 箇所の防災協定井戸が指定されている。**写真 2.1.3-1** に文京区の防災協定井戸の一例を示す。

表 2.1.3-1(1)　自治体の地震災害時における地下水利用に関する取り組み [10),11)]

行政機関	地震災害時における地下水利用に関する取り組み
東京都	・23区内で2769本の井戸が非常災害用の井戸に指定されている。(平成7年)
茨城県	・30市町村を対象に、耐震水槽の整備や井戸掘削事業、給水車の整備などを補助する制度がスタート。(東京新聞:平成8年1/17)
神戸市	・市民、事業所、工場等が所有する井戸のうち、災害時に自主的に一般開放していただける井戸を「災害時市民開放井戸」として登録する制度をスタート。(平成8年)
横浜市	・昨年、災害時に飲み水として利用できる井戸を市民から募集、9月下旬までに計5500件の申し込みを受け、その後、無料で水質検査を実施、基準に適合した3517ヶ所を「災害応急井戸」に指定、各区別の名簿とマップを作成した。 ・市内68ヶ所の灌漑用井戸の水質検査を行い、うち28の井戸を同様に指定した。(以上、東京新聞:平成8年2/14)
川崎市	・指定井戸制度(100件)を平成8年度から予定。
文京区	・公衆浴場、豆腐店所有の井戸などが、「防災協定井戸」として指定されている。
台東区	・避難所の水を確保するために、平成9年時点で区内の5校の学校用地に新規井戸の設置を行った。深井戸(飲料水)、浅井戸(生活用水)と使い分けている。
葛飾区	・深井戸4本あり。(The21　平成7年4月号)
世田谷区	・「災害時の井戸水提供の家」ということで、個人所有の井戸を区民から募り、平成7年3月末現在、1999軒の登録がある。指定されると金色の表示板を掲示して、年1回の水質検査と2年に1回の消毒液散布を行っている。昭和58年度から、指定井戸に手動ポンプを設置するか、修理する場合、申請により所要経費の1/2、5万円を限度に補助を行っている。ただし、日常の管理は自主的に行うようお願いしている。現在、防災マップに指定井戸を記載し、公表する予定である。(雨水協発行「ウォーターエコロジー」平成7年) ・平成7年8/26現在
練馬区	・「ミニ防災井戸」として、約580ヶ所を指定している。仙川上水周辺に湧水がかなりあり、その活用について、現在見直している。(雨水協発行「ウォーターエコロジー」平成7年) ・阪神・淡路大震災後、「ミニ防災井戸」について30件の問い合わせがあり、周辺の人も使いやすい20本の手押しポンプを修理した。(朝日新聞:平成7年8/26)
目黒区	・区内に多数の井戸があり、災害時に水源として使わせてもらえるよう、区と協定を結んでもらっている。飲料には適さないが、近所の人達で話し合って使い方を工夫して欲しいと考えている。(SAP 平成7年7/5号)
中野区	・277本だった民間井戸の指定が、補正予算で50本増え、さらに20本の追加が期待される。(朝日新聞:平成7年8/26)
杉並区	・阪神・淡路大震災後、指定井戸の数が1038から54本増え、さらに50本の申請検査待ちである。同区では、ポンプとコンクリートの台の設置費として9万円を負担している。また、67ある区立の学校に被災者用の大型井戸を設置する計画も当初3年であった計画を2年に短縮して実施している。(朝日新聞:平成7年8/26)

表 2.1.3-1(2)　自治体の地震災害時における地下水利用に関する取り組み（続き）

三鷹市	・災害時の地下水利用という観点から、個人用の井戸の利用を考えている。条件としては、水道が止まった時に近所の方に分けてもらえること、現在使用していて、これからも使い続ける井戸であること、停電に備えて手動で汲み上げられること、飲料に適することが挙げられている。また、震災用給水所として、市で深さ20mぐらいの井戸と給水池をセットにして整備している。これは、井戸のポンプだけでは管が細くて揚水能力が小さいので、大量に水が使えないからである。水を貯めておいて、使って減った分は夜間、時間をかけて補充するしくみになっている。
国分寺市	・「井戸端会議」のできる市民の憩いの場、水と大地の健全化を考える場、災害時の飲料水を得る場として、広い目的をもって「むかしの井戸」が児童公園等の公共広場、計8ヶ所に設置された。（平成1・2年度）
日野市	・湧水が総延長約180kmの水路に流れており、防災用として位置づけている。（雨水協発行「ウォーターエコロジー」平成7年）
府中市	・東芝やサントリー、東京競馬場などと災害時に井戸水を提供してもらう協定を結んでいる。（朝日新聞：平成7年8/22）
多摩市	・市内4ヶ所の深井戸に貯水槽を設けている。（朝日新聞：平成7年2/2）
武蔵野市	・市民の要望もあり、水道が破壊された時に備え、市内8ヶ所に深井戸を残し、電気が止まった時、無人で給水を始める自家発電装置もつけている。（朝日新聞：平成7年2/5）
東久留米市	・防災計画の中で、13ヶ所の個人所有の井戸を飲料用井戸に指定している。また、市内の会社と工場に深井戸があり、供給可能量が多いので、市と協定を結んでいる。（雨水協発行「ウォーターエコロジー」平成7年）
千葉市	・防災計画を見直す一方、飲料水確保のため、市内小学校10ヶ所に井戸を設置。（東京新聞：平成8年1/17）
市川市	・民間病院の敷地内に用地の無償提供を受け、市が防災用井戸を設置。現在2ヶ所に設置している。深さ150m程度の耐震性井戸で、非常用発電機と浄水機を常備している。市が施設・設備の点検を年1回実施している。平常時は、敷地を提供している病院が日常水源として使用してよいことになっている。



写真 2.1.3-1　防災協定井戸の例（文京区）

自治体の防災井戸及び防災用貯水タンクの防災設備は、**表 2.1.3-2** に示すように、地域防災計画の給水計画や災害時の応急井戸として規定されていて、地域防災で位置づけられた水量の確保が困難な場合や給水施設の配置の関係で容易に給水を受けられない地区がある場合は、補助水源として、防災井戸等の地下水をトイレ用水、洗濯用水に使うことを有効としている。

表 2.1.3-2　自治体の防災井戸の用途例

主な自治体	飲料水	炊事用水	トイレ用水	入浴用水	洗濯用水	消防用水	医療用水	根拠となる制度や要綱等
札幌市			○	○	○			札幌市災害応急時における協力井戸指定に関する要綱
仙台市			○	○	○			仙台市災害応急用井戸登録等取扱い要領
さいたま市			○	○	○	○		さいたま自主防災組織補助金交付要綱
千葉市	○	○	○	○	○	○		千葉市防災井戸の指定等の取扱いに関する要綱
川崎市	○	○	○	○	○			災害時における飲料水及び生活用水の供給源としての井戸及び受水槽の有効活用に関する要綱
新潟市						○		合弁建設計画及び震災対策事業
静岡市						○		消防水利の基準
磐田市						○		磐田市地域防災計画、消防水利の基準
名古屋市			○	○	○	○		災害応急用井戸要綱
京都市			○	○	○			京都市災害時協力井戸制度 京都市災害時協力井戸の登録等に関する要綱
神戸市			○	○	○			神戸市災害時市民開放井戸登録制度実施要綱

2.1.4　地下水利用における利点と課題

一般に地下水は、その分布や賦存量が地形・地質的な要因によって制約をうけるものの、例えば河川水等の他の水資源に比べると、**表 2.1.4-2** に示すように『利用の簡便性』や『経済性』、『良質な水質』、『恒温性』という優位性を有することから、多様な用途に利用されている。また近年では環境保全や CO_2 削減などの省エネ性に着目した地下水利用の動きも拡がっている。

表 2.1.4-1　水資源としての地下水の優位性
（今後の地下水利用のあり方に関する懇談会 [12] より引用）

特　性	内　容
簡易性	帯水層まで井戸を掘削し、ポンプなどの揚水施設を設置すれば、容易に良質な水が得られること
経済性	地下水の取水のための経費として、井戸の掘削、ポンプなどの揚水施設の設置などの初期経費と、ポンプの電気代などのランニングコストが必要となるが、他の水資源に比べて一般に安価であること
良質な水質	地下水は、長期間かけて地層中に賦存しているものであり、帯水するまでに不純物質は土壌に付着・ろ過されることから、一般に水質が良好であり、適度にミネラル分を含有していること
恒温性	地下水は地域によって差異はあるものの、年間を通じてほぼ一定の水温で帯水しており、表流水に比べて夏は冷たく、冬は暖かいこと

例えば、**表 2.1.4-2** に示すように都市における地震災害時の応急的水源として考えた場合、河川水や池・湖沼水、海水などでは取水ポイントが限定され広範囲への適用に運搬手段の確保等に課題が伴うこと、雨水では確保・活用できる量が雨水貯留設備の規模に依存して制約を受けることに対して、地下水は『面的に分布する』という特性から取水ポイントの自由度が高く、またある程度の長期間にわたって『継続的かつ安定的に得られる水源』としての利点もあるといえる。

このような特性を踏まえ、災害時に備えた『地域防災計画』では、**図 2.1.4-1** に示すような近隣に給水拠点が無い地区や容量に余裕の無い貯水槽に対する『補助的水源』の一つとして、防災井戸の整備・活用が提唱されている[13)]。

表 2.1.4-2　地震災害時における応急的水源の種別とその特性
（今後の地下水利用のあり方に関する懇談会[12)]より引用）

水源別	水量	水質	留意点
河川・池・湖沼	水源によるが、概ね大量確保可能	水源によって異なる。	取水ポイントが限定され、水の運搬が必要となる。
海水	大量確保可能	塩水または汽水。飲料・医療用には淡水処理が必要。	取水ポイントが限定され、水の運搬が必要となる。
地下水	地震時に地下水脈へも影響を与え、平常時の水量を確保できるかは不明。	浅層地下水は汚染可能性あり。深層地下水は清浄な水質の可能性高い。	需要と供給の場所が一致。 地下水位の低下、汚染の問題が懸念され、事前の水質検査が必要。 ポンプには停電時に備えた動力確保が必要。
雨水	雨水貯留槽の容量による。（200リットル～2,000 m³）	処理程度による。飲料可能な清浄な水質確保も可能。	需要と供給の場所が一致。 雨水貯留設備が必要。
再生水（雑用水）	地震時でも施設が正常に稼働すれば、一定の水量が見込め、大量確保可能。	あまり水質を問わない利用を想定。	取水ポイントが限定され、水の運搬が必要となる。 専用設備の整備が必要。 工場回収水やビル中水は生活用水としての利用が可能。
環境用水（公園、池、プール等）	規模により異なる。プールの場合は250～1,500 m³。	消火やトイレ用に利用可能	生活拠点に近い身近な水供給源として利用可能。
工業用水	施設規模により異なる	比較的上質だが、飲料・医療用には不向き。	地下埋設管ネットワークで供給されており、断水の恐れあり。 工業地域に付設されており、一般住宅地の水供給源となりにくい。
市販水	大量在庫は困難	清浄な水質確保	流通経路の復旧に応じて、供給可能となる。

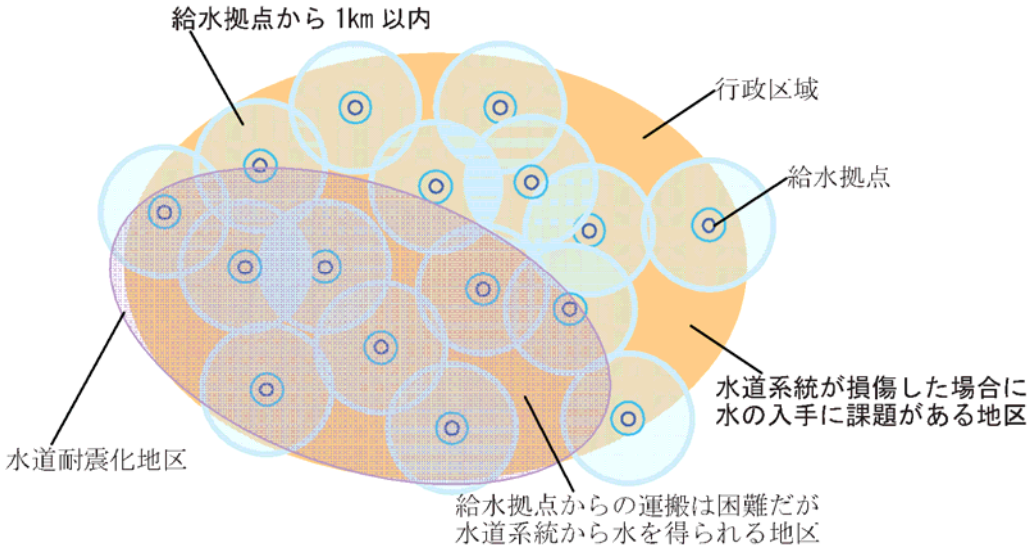


図 2.1.4-1　災害時に補助的水源が必要とされる地区のイメージ
（国土交通省水管理・国土保全局水資源部[13]より引用）

このように、災害時における地下水利用は、既存の水道施設等による給水計画を補う『補助的水源』としての有用性があることから、既に**表 2.1.3-1** や**表 2.1.3-2** に示したとおり、地域防災計画に具体的に組み込んだ自治体も多い。

ただしその一方で、例えば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。

参考文献

1) 東京都環境局：平成 23 年都内の地下水揚水の実態（地下水揚水量調査報告書）, 平成 25 年 3 月,
2) 千葉商科大学 HP：地下水を活用した 2 元給水システムを導入しました!! 2009 年 06 月 11 日
http://www.cuc.ac.jp/info/updatearea/all/2009/06/2-4.htm
3) 国土交通省 HP：平成 25 年度 住宅・建築関連先導技術開発助成事業 技術開発の概要・総評
4) 杉田文:東北地方太平洋沖地震の津波による千葉県旭市沿岸部における地下水利用と地下水水質への影響，地下水学会誌，Vol.54，No.1，pp.25-37，2012
5) 光が丘新聞 No.687 号, 発行日 2013/8/20
http://unas.ankh.jp/hikari/web/FMPro?-db=hikari.fp5&-format=detail.html&-lay=web&-sortfield=go&-sortorder=descend&catgory1=fire&-max=30&-recid=35446&-find=
6) ユアテック　ニュースリリース, 平成 21 年 12 月 14 日
http://www.yurtec.co.jp/release/2009/main/r091214.html
7) 東京都環境局：東京都の地盤沈下と地下水の再検証についてー平成 22 年度地下水対策検討委員会のまとめー，2011
8) 名古屋市環境局：平成２１年度名古屋市における地盤沈下の状況,2010
9) 大阪市：地盤累積沈下量と地下水位の経年変化
http://www.city.osaka.lg.jp/kankyo/cmsfiles/contents/0000064/64234/siryou-1.pdf, 2012
10) （社）雨水貯留浸透技術協会，大阪市建設局土木部河川課：「平成 7 年度 震災時の水確保方策検討業務」報告書，出版地不明，1996
11) 震災時の水の確保に関する研究会：大都市における大規模震災時の「水」の確保について（案），1999
12) 今後の地下水利用のあり方に関する懇談会：健全な地下水の保全利用に向けてー「今後の地下水利用のあり方に関する懇談会」報告ー，平成 19 年 3 月
13) 国土交通省水管理・国土保全局水資源部：災害時地下水利用指針（案），平成 21 年 3 月

2.2　災害時に必要とされる地下水の環境条件

ここでは、災害時に利用可能な地下水について、平常時の状態や利用形態、災害時における用途や水質、水量など、地下水の環境条件について述べる。

2.2.1　地下水の種類・利用形態とその被災状況

平常時の地下水の種類とその利用形態をまとめると**表 2.2.1-1** のように分類できる。

これらの地下水は、ほとんどの場合、自治体の地域防災計画において災害時の利用方法が定められている。

表 2.2.1-1　平常時の地下水の種類と利用形態

地下水の種類	平常時の利用形態	災害時の利用方法
防火水槽	未使用	状況に応じて、消火用、飲料水、生活用水として利用できるよう計画されている。
井戸（防災協力井戸）	生活用水、未使用	
プール	学校等事業用	
雨水貯留槽	生活用水	
河川水・池など	―	
深井戸　【公設災害用】 　　【民間】	未使用 事業用	
地中熱	空調利用	空調利用

一方、過去の災害では、地震による直接的破損や建物倒壊による破損・埋没、津波による埋没、給水用具の不備、機器の不具合、水質変化（濁り、塩分）、周知不足等により、これら地下水設備が十分に利用できなかった事例がある。

従って、災害時に効果的な地下水利用を行うためには、災害を想定した設備を整備するとともに適切な維持管理が必要となる。以下に、公開されている「地下水使用施設の被災状況」等を例示する。

1）阪神・淡路大震災における民間井戸の被災状況 [1)]

調査井戸は①芦屋市精道地区（以下、芦屋と絡称）、②長田区神楽地区（以下、神楽と略称）、③長田区二葉地区（以下、二葉と略称）、④須磨区西須磨地区（以下、須磨と略称）、の 4 地区で 266 ヶ所にのぼる。震災後の利用状況は、「震災後利用あり」92 ヶ所（35%）、「震災後利用なし」160 ヶ所（60%）、「不明」14 ヶ所（6%）である。この結果をみると震災後利用されなかった井戸が多いように思われるが、震災前に使用不明のものが 107 ヶ所と全体の 40%と多くを占めていたからである。

阪神・淡路大震災において、震災前に使用していて震災後に利用できなくなった民間井戸は 28 ヶ所あり、利用できなくなった理由の調査結果が**表 2.2.1-2** のように整理されている。最多理由は家屋の倒壊で約半分（42.9%）となっている。

表 2.2.1-2　震災後利用できなかった理由

件数（%）

	家屋の倒壊	持ち主の不在	故障	枯れる	濁る	不明	計
芦屋	5 (38.5)	0	2 (15.4)	1 (7.7)	1 (7.7)	4 (30.8)	13 (100.0)
神楽	2 (100.0)	0	0	0	0	0	2 (100.0)
須磨	7 (53.8)	2 (15.4)	4 (30.8)	0	0	0	13 (100.0)
計	14 (42.9)	2 (7.1)	6 (21.4)	1 (3.6)	1 (3.6)	4 (14.3)	28 (100.0)

注：二葉地区は該当する井戸が無いので表記していない

（出典：阪神・淡路大震災における井戸の活用に関する研究）

また、震災後に利用された井戸が 92 ヶ所あるが、利用できた理由が表 2.2.1-3 のように整理されている。停電が回復することで約 1/3 が利用開始できており、電動ポンプ井戸の弱点が見られる。

表 2.2.1-3　井戸形式別井戸を利用し始めることができた理由

件数（%）

	電気がきたから	つるべ・手動ポンプにして	解体・がれきを撤去して	修理をしたから	その他	不明	計
手動ポンプ式	0	6 (46.2)	2 (15.4)	1 (7.7)	2 (15.4)	2 (15.4)	113 (100.0)
つるべ式	0	4 (66.7)	1 (16.7)	0	0	1 (16.7)	6 (100.0)
電気モーター式	29 (44.6)	14 (21.5)	1 (1.5)	1 (1.5)	5 (7.7)	15 (23.1)	65 (100.0)
不明	0	3 (37.5)	1 (12.5)	0	0	4 (50.0)	8 (100.0)
計	29 (31.5)	27 (29.3)	5 (5.4)	2 (2.2)	7 (7.6)	22 (23.9)	92 (100.0)

（出典：阪神・淡路大震災における井戸の活用に関する研究）

2）2007 年中越沖地震における地下水利用消雪施設の被害状況 [2)]

新潟県管理の消雪施設 140 ヶ所の内､地震による被害は 61 ヶ所(被災地全体の 43.5%)、延長 491m(被災地全体の 1.0%)であった。

この地震による被害部分は、散水・送水施設の損傷、ポンプ室の損傷が最も多かったが、2004 年中越地震の時とは異なり、井戸・ポンプへの被害が発生した。その特徴として次のような現象が現れた。①井戸周辺の沈下による抜け上がり現象、②地下水の上昇による自噴発生、③井戸ケーシングの曲がり、切断・座屈による破損、④揚砂現象である。

表 2.2.1-4　県管理柏崎地域の消雪施設被害と延長

地域機関名	旧市町村	道路種別	消雪井戸管理本数（本）	消雪パイプ管理延長（m）	消雪施設被災施設数（箇所）	消雪施設被災延長（m）	被災項目内訳(施設箇所)					
							井戸機能不全	ポンプ機能不全	ポンプ室損傷	制御版損傷	送水管損傷(バルブ、ﾏﾝﾎｰﾙ含む)	メーンパイプ損傷
柏崎	柏崎	補助国道	51	17,620	21	108	0	0	6	0	10	14
		主要地方道	23	6,924	9	32	1	0	1	0	2	7
		一般県道	31	12,201	23	119	7	2	8	0	7	16
		小計	105	36,745	53	259	8	2	15	0	19	37
	高柳	補助国道	2	699	0	0	0	0	0	0	0	0
		主要地方道	15	3,677	0	0	0	0	0	0	0	0
		一般県道	2	337	0	0	0	0	0	0	0	0
		小計	19	4,713	0	0	0	0	0	0	0	0
	西山	補助国道			0	0	0	0	0	0	0	0
		主要地方道	2	343	1	23	0	0	0	0	0	1
		一般県道	14	4,543	7	209	0	0	2	0	0	5
		小計	16	4,886	8	232	0	0	2	0	0	6
	地域機関合計	補助国道	53	18,319	21	108	0	0	6	0	10	14
		主要地方道	40	10,944	10	55	1	0	1	0	2	8
		一般県道	47	17,081	30	328	7	2	10	0	7	21
		小計	140	46,344	61	491	8	2	17	0	19	43

※1　被災延長は破損した箇所を計測し累計した数値

（出典：中越沖地震における消雪施設の被災状況とその特徴）

なお、被害の一つである地下水の上昇による自噴井戸が 4 ヶ所発生しているが、これらがライフラインの復旧までに被災者の方々の生活雑用水(トイレや洗濯水)に活用されたことは、消雪施設が災害時に活用できることが立証された。今後、災害時に活用できるように給水栓を設置するなど、施設を改善して整えておくことが大切と考えられる。

・抜け上がり現象の事例

井戸が地中に固定されており周辺が液状化現象などにより、地盤が沈下するために発生したものと思われる。

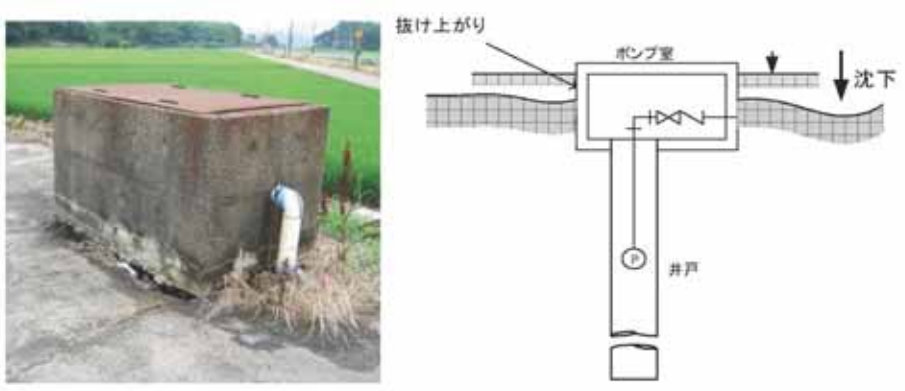


図 2.2.1-1　抜け上がり概念図
（出典：中越沖地震における消雪施設の被災状況とその特徴）

・井戸ケーシングの破損の事例

新潟県管理井戸で 8 ヶ所、柏崎市管理井戸で 8 ヶ所発生した。

柏崎市の消雪井戸は、深度 100 m 級が主体であり第 4 紀更新統の砂礫層とその上部に存在する沖積層を主体に地下水を取水している。今回破損した箇所は深度 GL-10～30m の沖積層内であった。

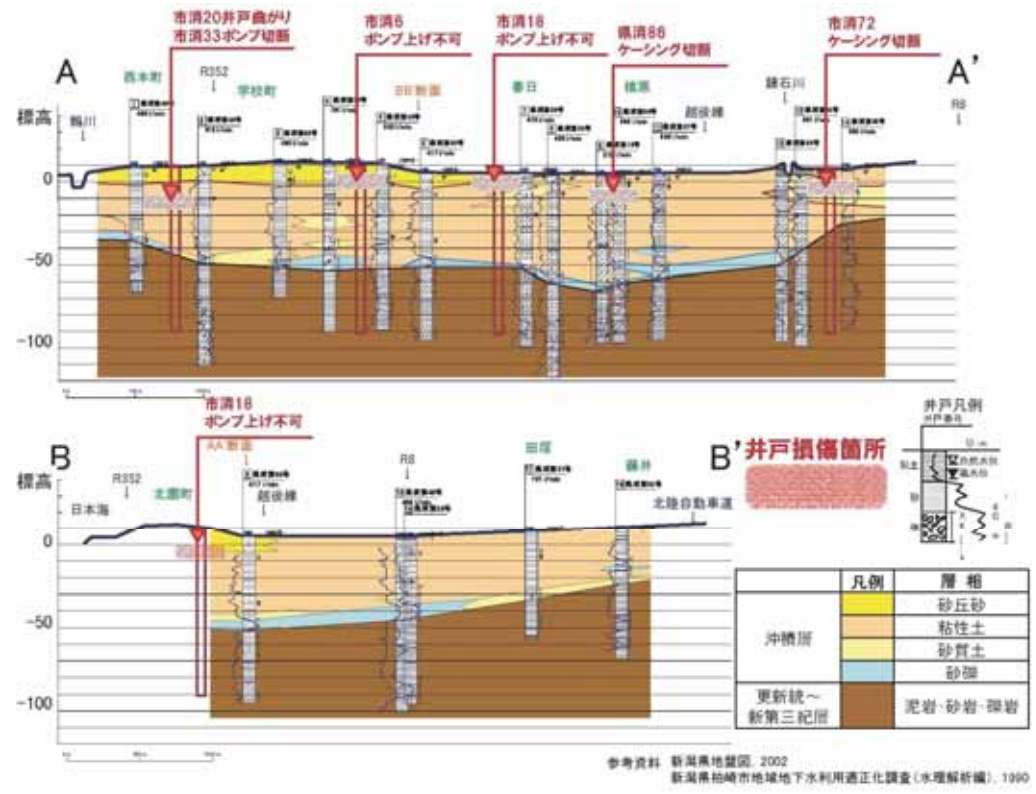


図 2.2.1-2　地質断面と井戸損傷個所
（出典：中越沖地震における消雪施設の被災状況とその特徴）

3）東日本大震災における井戸被害状況

（1）上水道水源井戸、灌漑用井戸、工場や学校などの雑用水用井戸、および、温泉の源泉井戸など（東北 6 県）[3)]

多様な用途を有する合計 261 ヶ所の調査を実施している。その中で、地震や津波などの影響を受けず、従来通り使用できている井戸が 213 ヶ所（全体の 81.6%）、一方で、使用不能となった井戸が 14 ヶ所（同 5.4%）、そして、障害が現れたがその後も使用している井戸が 34 ヶ所（同 13.0%）である。

表 2.2.1-5 は各県別に使用不能となった井戸や障害が現れた井戸の数をその原因や問題の種別ごとに整理したものである。

表 2.2.1-5　使用不能となった井戸および障害が現れた井戸の数

県名	調査井戸数	使用不能となった井戸数				障害が現れたが使用している井戸数				
		津波被害	地すべり	ｹｰｼﾝｸﾞ破損	濁り取れず	塩水化	水量減少	水位変化	一時的な濁り	その他
青森	48				1				2	2
岩手	83	4				5	1		8	
秋田	井戸障害発生に関する情報無し									
宮城	47	4	1	1		3		1	6	
山形	19			1			2		1	
福島	64				2				3	
合計	**261**	**8**	**1**	**2**	**3**	**8**	**3**	**1**	**20**	**2**

（出典：東日本大震災による井戸の被害調査報告書）

・どの地域においても特に深井戸において濁りが発生し、連続揚･排水によってもなかなか濁りが取れない井戸もあった。
・津波浸水域では地上構造物や装置が破壊された井戸が多い。
・被害が無くても塩水化によって使えなくなる井戸がある。

一方で、地震後の停電でポンプの電源が無くなり揚水を断念せざるを得なかった井戸もあり、上水道水源や病院などの重要施設で使用する井戸については、非常用電源装置を保有することが大変重要であることも改めて浮き彫りになった。

また、いわき市においては、大きな 2 つの地震の結果、下記の現象が確認されている。

・3 月 11 日と 4 月 11 日の 2 回の地震で個人宅の井戸に多数の水枯れが発生した。
・3 月 11 日の地震で一度枯渇した井戸が、4 月 11 日の地震で回復して利用可能となったケースがあった。
・4 月 11 日の地震後に温泉が湧出した。（2 ヶ所）

（2）町田市の東日本大震災に係る井戸のアンケート調査結果について[4)]

町田市は、送付したアンケート602件のうち、419件の回答を回収。そのうち、27件の井戸は廃止されており、392件の集計結果について報告している。

・井戸を飲用（炊事用、洗面用を含む）にしていますか。

飲用している	199件
飲用していない	185件
未回答	8件

・井戸に手動ポンプはありますか。

あり	33件
なし	353件
未回答	6件

・井戸の深さはどのくらいですか。

０～３０ ｍ（浅い）	193件
３０ｍ以上（深い）	96件
不明	103件

・東日本大震災時に井戸に異常が発生しましたか。（複数回答）

停電によりポンプが使えなかった	90件
濁ったなど水質に異常	17件
水位が下がった	1件
異常なし	272件

・震災以降に水質検査をしましたか。

検査した	97件
検査しなかった	224件
未回答	71件

・現在の井戸の水質はいかがですか。

異常あり	12件
異常なし	322件
未回答	58件

・東日本大震災以降に井戸の改修を行いましたか。（複数回答）

ポンプを交換した	8件
手動ポンプを設置した	5件
井戸を補強	2件
その他	6件
改修なし	359件

アンケートの総評として、「大震災で井戸水が枯れたという施設はありませんでしたが、水質に異常が発生したり、停電でポンプが使えなかったりすることがわかりました。地震など災害時に備えて、手動ポンプまたは非常発電装置の設置が望ましいでしょう。ま

た、災害時には、トイレの流し水など生活用水とするほうがよいでしょう。」と提言している。

また、町田市は災害時協力井戸の指定を行っており、災害時協力井戸の水質状況を確認するため、水道法水質基準全項目（消毒副生成物、臭気原因物質を除く）に加えて、放射性セシウム（134Cs、137Cs）の検査を実施しており、同広報誌に2012年度の結果を公開していた。

・232件のうち127件（54.7%）が水質基準に適合した。
・放射性セシウムが検出された施設は無い。

（3）津波による千葉県旭市沿岸部における地下水利用への影響 5)

千葉県旭市沿岸部は、2011 年東北太平洋沖地震による津波の被害を受けた。その結果、「水の濁り」、「井戸の損壊または揚水ポンプの故障流失」、「海水の混入」といった地下水障害が生じた。（2011 年 5 月：50 ヶ所の井戸調査）

・「水の濁り」は、主に地震の揺れが原因と考えられ、地震後一週間以内に自然に解消した。（水の濁り 21ヶ所以上→ 一週間以内に自然解消）
・津波による「井戸または揚水ポンプの損壊・故障等」があった井戸では、掘り替えまたはポンプの新調により、津波2カ月後までに利用が再開されていた。
（井戸損壊 3ヶ所→ 掘り替え済み／ポンプ流失・故障 18ヶ所→ ポンプ新調済み）
・津波2カ月における地下水の主な障害は、「海水の混入による地下水の高塩分化」であった。（味の変化(高塩分）6ヶ所以上 → 障害が継続)

長期的な影響として地下水の高塩分化が認められ、海水の侵入経路に関する考察と水質の変化について、図 2.2.1-3 に整理している。

地表面からの浸透水が地下水に到達し始めていることは、津波 2 カ月後にはほとんど検出されなかった硝酸性窒素が 14 カ月後に広域で検出されたことからも裏付けられた。

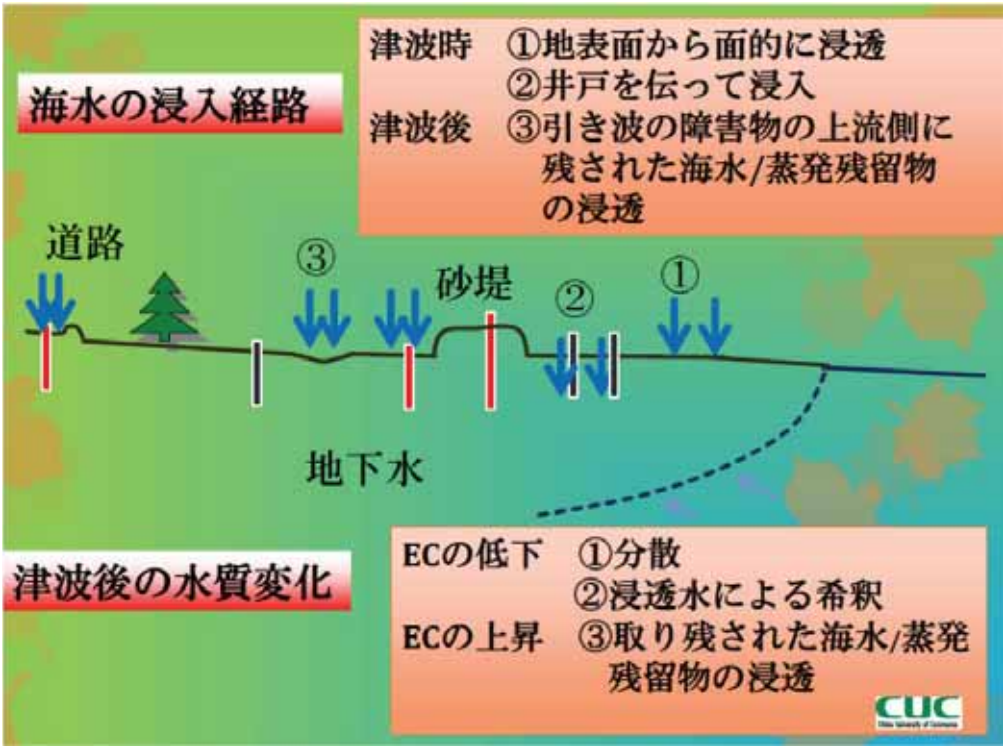


図 2.2.1-3　海水の侵入経路と水質変化
（出典：津波による千葉県旭市沿岸部における地下水利用への影響）

（4）東日本大震災における貯水槽の被害 [6)]

千葉県浦安市の高須中央公園では、耐震性が確保された非常用貯水槽が液状化により浮上し機能喪失した。バルブ等の装置の中に液状化による砂が詰まっている状態であった。



写真 2.2.1-1　高洲中央公園の耐震性貯水槽 100 ㎥の浮上
（出典：東北地方太平洋沖地震における水道施設被害調査報告　千葉県・茨城県編）

また、千葉県旭市の蛇園地区では、40 ㎥のコンクリート防火水槽が 80cm 近く浮上していた。



写真 2.2.1-2　蛇園地区の防火水槽の浮上
（出典：東北地方太平洋沖地震における水道施設被害調査報告　千葉県・茨城県編）

2.2.2　災害状況による地下水の用途と種類

次に、災害状況ごとの地下水利用について考える。災害状況としては、主に火災発生時と断水時が考えられ、各状況における利用用途、求められる水質、利用可能な地下水の種類をまとめると**表 2.2.2-1** のようになる。以下、用途ごとの詳細を述べる。

なお、地下水を利用するにあたり、ろ過器や浄水装置の利用が推奨されているが、防災計画等の文書や浄水器メーカーの資料ではこの「浄水器」と「ろ過器」の用語が明確に定義して用いられていない。本報告では、語句の定義と語句のもつイメージの曖昧さによる混乱を避けるため、浄水装置とろ過器の性能や特徴について整理するにあたり、「浄水器」は飲料水・医療用水、生活用水などの清浄な水を作る装置、「ろ過器」は大きな不純物を取り除いた雑用水を作る装置とする。

表 2.2.2-1　災害状況による地下水の用途と種類

状況	用途	水質	地下水の種類
火災発生時	消火	問わない	防火水槽 井戸 プール 雨水貯留槽 河川水・池等
断水時 （地震） （浸水）	飲料水	問われる （急性毒性の強い物質や病原性微生物を含まない水道法に準じた飲用可能な清浄な水質）	深井戸（浄水器） 循環型貯水槽（浄水器）
	医療用水	問われる （水道法に基づく水質基準）	深井戸（浄水器）
	生活用水	ある程度問われる （急性毒性の強い物質や病原性微生物を含まない水質）	井戸（ろ過器） 防火水槽（ろ過器） 雨水貯留槽（ろ過器）
停電時	空調	問わない	地中熱

１）火災発生時

火災発生時に消火用水が必要となる。この時、地下水の水質は問われない。

火災対策としては、通常、消防法により消防水利が設置されており、商業、工業地域は 80～100m間隔、それ以外の地域は 100～120m間隔とされている。しかし、住宅地で地域住民が行う初期消火を想定した場合、軽可搬ポンプのホース長が数 10mであることを考慮すると、奥まった住宅密集地ではホース長が足りず、効果的な消火活動が行えない可能性がある。また、消防水利は消火栓や防火水槽等の総称であり、そのうち消火栓は断水時に利用できない欠点がある。つまり、震災による火災発生時、ホース長不足、あるいは消防水利を利用できないという状況が発生する可能性がある。このような意味では井戸を含めた地下水の利用価値は非常に大きいと考えられる。例えば、東京都練馬区では消防水利の整備に加え、軽可搬ポンプを取り付け可能な防災井戸の指定が進んでいる。このように、消防水利とは別系統の市民が利用可能な消火用水が整備されることは非常に有益であり、防災井戸の設置と指定が広く普及することが望まれる。

２）断水時（飲料水）

断水時の飲料水として、急性毒性の強い物質や病原性微生物を含まない水道法に準じた飲用可能な清浄な水質が求められる。地域防災計画では、ペットボトルや給水槽、受水槽を優先利用する給水計画を立てる一方、浄水器併設の深井戸や循環型貯水槽を併せて整備し、飲料水確保に努めている。また、飲用可能な深井戸を有する民間事業者と災害協定を締結しているケースが多い。

自治体は、地域防災計画の中で、震災時でも断水を起こさぬよう水道施設の耐震化を進める一方、断水時の対策として、地域住民が最大でも徒歩 1km 程度で何らかの給水施設に辿りつけるような施設整備を行っている。

しかし、地理的条件や整備の遅れにより、これら対策が届かず、震災時に飲料水入手困難地域となる区域が少なからず存在する。また、整備が進んでいたとしても、災害状況によっては住民が給水所に到達できない、あるいは給水車が飲料水入手困難地域に到達できないなど計画的な給水が行えない可能性がある。このような課題の克服手段として水の入手が困難な地区に優先的に防災井戸を設置することが望まれる。

非常時に浄水器に求められている機能は、前述したように人体に対して急性的な健康被害をもたらさない飲料水を確保することである。浄水能力も浄化後の水質も原水の水質に大きく存することから、非常時に利用可能な井戸やタンク等の水源の水質は平常時から確認しておくことが望まれる。

３）断水時（医療用水）

断水時の医療用水として、水道法に基づく水質が求められる。そのため、地域防災計画では、医療拠点となる避難所等には、浄水器併設の深井戸もしくは循環型貯水槽が設置され、また、医療機関に対しては、地域住民とは別に給水計画が立てられている。しかし、被災状況によっては、計画通りの給水が行えない可能性があり、医療機関は独自の災害対策が求められる。例えば、国立病院機構水戸医療センターは地下水飲料化システムを導入後、東日本大震災に見舞われた。周辺地域が 14 日間断水したにもかかわら

ず、病院では水の心配が無く、福島の病院などから入院患者を受け入れ、非常に大きな役割を果たした。このように、災害時においても通常と変わらぬ医療行為を行うことができるよう、医療機関が独自に深井戸を設置することが望まれる。なお、深井戸を利用するのは、浅井戸と比較して水量が豊富で水質が安定しているためである。

４）断水時（生活用水）

断水時の生活用水のうち調理や洗面等に用いる水として、急性毒性の強い物質や病原性微生物を含まない水質が求められる。災害時において、いち早く生活を再建するには生活用水の確保が欠かせない。そのためには、浄水器を併設した防災井戸や雨水貯留槽などを増やし、災害に備えることが望まれる。未使用の防火水槽を生活用水に転用する計画を定めた自治体もある。

生活用水のうち、トイレや洗濯などに用いる雑用水については、防災井戸や雨水貯留槽に簡易なろ過器を設置するだけでよい。簡易なろ過器は水に溶けている物質や化学薬品は除去できないが、雑用水は大きな不純物を除去するだけで良いためである。

地域防災計画では､主に防災井戸を設置した避難所のみに浄水器を設置する例が多い。しかし、これでは清浄水の入手機会が限られる。市民の生活再建を迅速に進めるためには、防災協力井戸単位での整備が望まれる。



図 2.2.2-1　非常用ろ過器の例 [7)]

東京都練馬区 HP より引用

http://www.city.nerima.tokyo.jp/kurashi/bosai/jishinsonae/zukan/dai4.html

最後に、災害発生時の水源別、用途別の利用順位について考える。災害発生から復旧までの水使用環境は、上水道の復旧程度に依存し、千差万別であると考えられる。そのような中で、被災者は身近にある水資源をその時点での必要性・重要性に応じて利用することになる。その後、上水道の復旧程度に応じて、各用途とも順次、上水道に復帰していくものと考える。そこで、災害発生時の水源と用途の組み合わせにおける利用順位を**表 2.2.2-2** にまとめる。

・消火用水は、発災直後、断水により消火栓使用できない状況が考えられ、防火水槽、井戸・湧水の利用順位が高い。その後、復旧とともに消火栓利用が増加するため、これら水源の利用頻度は減ると考えられる。

・飲料水は、発災直後はペットボトル等、備蓄水の順位が高く、次いで、給水槽、井戸・湧水が利用されると考える。

・医療用水は、水質の観点から利用できる水源は限定される。

・生活用水は、発災直後は井戸・湧水、未使用の防火水槽の順位が高いと考えられる。これは、ペットボトル、給水槽の水は、生命維持の観点から飲料水として優先利用されるからである。

表 2.2.2-2　地下水を対象とした用途・水源別利用順位

水源 用途	ﾍﾟｯﾄﾎﾞﾄﾙ	給水貯槽	井戸・湧水	雨水貯留	防火水槽	その他 （河川・池等）	備考
消火用水	－	－	2	3	1	4	復旧とともに消火栓利用が増加
飲料水	1	（浄水器） 2	（浄水器） 3	－	（浄水器） 4	－	
医療用水	－	（浄水器） 1	（浄水器） 2	－	－	－	水質の観点から水源は限られる
生活用水 （調理・洗面）	－	－	（浄水器） 1	（浄水器） 3	（浄水器） 2	－	
生活用水 （ﾄｲﾚ、洗濯）	－	－	（ろ過器） 1	（ろ過器） 2	（ろ過器） 3	－	

2.2.3　災害時に必要となる水の量

１）災害時に必要な水の種類

災害時に必要な水には、主に４つの用途が考えられ、その内訳は以下のとおりである。

① 消火用水

・市民及び公設消防による初期消火活動における用水

・公設消防による延焼防止に必要な用水

・残り火による出火等への備えとして必要な用水

② 医療用水

・手術や治療中の被災に備えての最低限の用水

・大量の被災者への応急手当等に必要な用水

・応急手当てが終了後の入院等に必要な用水

③ 飲料・炊事用水

・生命維持に最低限必要な飲料水

・災害が一段落後の生活に必要な用水

④ 生活用水

・トイレ用水

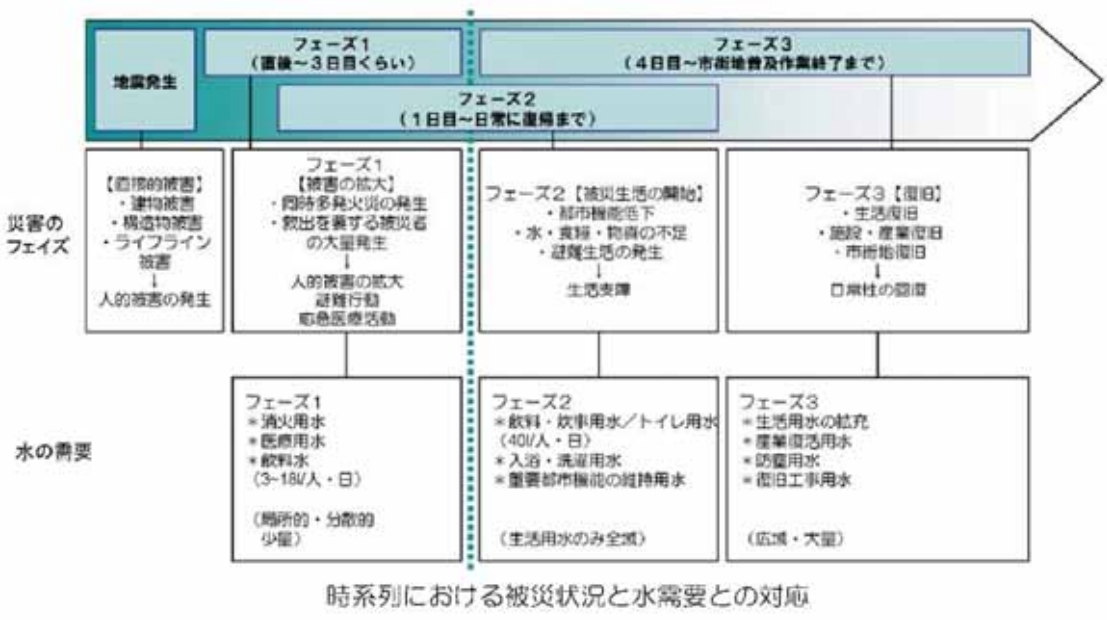
・入浴用水

・洗濯用水、等

２）災害復旧の段階と必要な水の種類

上記の用途の水の必要量は、災害発生から復旧の各段階において変化してくる。

復旧の段階の分け方については種々提示されているが、ここでは例として、国土交通省「震災時地下水利用指針（案）」[8]の分類を紹介する。



（出典：震災時地下水利用指針（案））

図 2.2.3-1　時系列における被災状況と水需要との対応

3）災害復旧の各段階における水の必要量

①消火用水

消火用水の各段階における必要量は以下のように推計されている。

表 2.2.3-1　地震発生後の各段階で求められる必要水量：消火用水

地震発生時		出火時の初期消火に関する推計値 9) ・市民の初期消火活動における必要水量の推計値 焼損面積 3.3 ㎡以下の初期状態で 0.1 ㎥/分以上 ・公設消防の初期消火活動における必要水量の推計値 焼損面積約 300 平方メートルの火災で 2～3 ㎥/分 全体量で 250～400 ㎥
フェーズ 1	直後～3 日目ぐらいの被害拡大時期	被害拡大期における延焼防止活動に関する推計値 9) ・延焼火災の鎮圧活動における必要水量の推計値 5000 ㎡の街区レベルの延焼火災で 22 ㎥/分 全体量で 2200～2800 ㎥
フェーズ 2	1 日目～日常に復帰までの被災生活の開始時期	・地震に直接起因する消火活動は終了しており、残り火による出火等への備えとして一定量の用水が必要。 ・消防水利の基準（昭和 39 年消防庁告示第 7 号）10)によると、住宅 1 軒の消火に要する水量 40 ㎥ を目安に、各所の受水槽や貯水槽、プール等に給水車や上水（復旧後）による給水補給を行うことが望ましい。
フェーズ 3	4 日目～市街地復旧作業終了までの復旧時期	フェーズ 2 と同様。

消火用水は地震発生直後から概ね 3 日間に多量に必要となる。これらの必要量に対し、消防水利の設置基準は、常時貯水量が 40 ㎥以上、または取水可能量が 1 ㎥/分以上でかつ連続 40 分以上の給水能力を有するもので、防火対象物までの距離が市街地では 100m 以下となっている。消火栓は断水時に利用できないことを考慮すると、消防水利のみでは消火用水が不足する可能性がある。実際、阪神大震災時の市街地大火の原因の中の一つに、「断水と消防水利不足」が挙げられている。

②医療用水

医療用水の災害復旧の各段階における必要量は各文献に以下のように記載されている。

表 2.2.3-2　地震発生後の各段階で求められる必要水量：医療用水

地震発生時		手術や治療中の被災に備えて最低限の水を確保する必要がある。 ・入院患者の診療：40～60ℓ/人・日 [11)] ・外来患者の診療：5ℓ/人・日 [11)] ・人工透析用水の目安：120ℓ/人・回（2～3 回/人・週）[12)] ・透析治療を実施している医療機関：150ℓ/透析治療患者数/日 [12)]
フェーズ1	直後～3日目ぐらいの被害拡大時期	大量の被災者への応急手当も必要となり、必要水量が大幅に増加 ・外来患者の診療：5ℓ/人・日 [11)] ・入院患者の診療：40～60ℓ/人・日 [11)] ・人工透析用水の目安：120ℓ/人・回（2～3 回/人・週）[11)] ・病院での洗濯：250ℓ/人・日 [11)] ・医療活動要員の生活：50ℓ/人・日 [11)]
フェーズ2	1日目～日常に復帰までの被災生活の開始時期	応急手当は終了し、透析患者等の特殊医療を要する患者は被災地外への退避が予想されるが、入院患者や重症患者の治療、避難生活者等のケアが引き続き必要である。 ・外来患者の診療：5ℓ/人・日 [11)] ・入院患者の診療：40～60ℓ/人・日、[11)] ・病院での洗濯：250ℓ/人・日 [11)] ・医療活動要員の生活：50ℓ/人・日 [11)]
フェーズ3	4日目～市街地復旧作業終了までの復旧時期	フェーズ２と同様。

医療用水は災害の有無に関わらず需要が大きいが、断水により公共水道が不能となった場合、その重要性が格段に増す。

自治体の地域防災計画では、医療用水の重要性を鑑み、住民用とは別に給水計画を立てているケースもある。しかし、災害状況によっては計画通りの給水が行えない可能性があり、病院単独で井戸を保有する等、非常用水を確保することが望まれる。

③飲料・炊事用水

飲料・炊事用水の災害復旧の各段階における必要量は各文献に以下のように記載されている。

表 2.2.3-3　地震発生後の各段階で求められる必要水量：飲料・炊事用水

地震発生時		地震発生直後から被害の拡大が収束するまでの間は、生命維持のための最低限の飲用水を必要とする。
フェーズ1	直後～3日目ぐらいの被害拡大時期	医学上の見解に基づき、多くの地域防災計画で、震災時における給水計画の基本水量としての目標値。 ・3ℓ/人･日の確保
フェーズ2	1日目～日常に復帰までの被災生活の開始時期	災害時の必要水量として、以下のように提案されている。 ・飲料：3ℓ/人･日 [13)] ・炊事：18ℓ/人･日 [13)]
フェーズ3	4日目～市街地復旧作業終了までの復旧時期	ほぼ日常の生活に戻った住民について ・46ℓ/人･日程度（家庭用水利用量 200ℓ/人･日程度の23%）[14)] ガス、電気等の復旧に伴い、フェーズ２に比べて需要量は徐々に増加する。

飲料・炊事用水は、地震発生直後から継続的な需要が発生する。多くの地域防災計画において、震災時（発生～3日目）における給水計画の基本水量の目標値を、医学上の見解に基づき 3ℓ/人･日とされているが、住民にも最低限３日程度の備蓄を推奨されており、井戸水の活用等も重要である。

④生活用水

生活用水は需要の傾向が違うトイレ用水と入浴・洗濯用水に分けて述べる。

・生活用水のうちトイレ用水の災害復旧の各段階における必要量

表 2.2.3-4　地震発生後の各段階で求められる必要水量：生活用水のうちトイレ用水

地震発生時		仮説トイレは種類により必要水量が異なり、水を用いない貯留型のものも多い。 ・災害時におけるトイレ洗浄水の使用水量については、地震後 2～3 日間で平均 10 数ℓ/人･日で、その後、時間の経過とともに増加するとの調査結果がある。[15)] ・災害時の必要トイレ水量の想定値：14ℓ/人･日 [13)]
フェーズ 1	直後～3 日目ぐらいの被害拡大時期	地震発生時と同様である。 ・避難所に最も多くの避難者や帰宅困難者が集中する時期であり、大量のトイレ用水が必要となる。
フェーズ 2	1 日目～日常に復帰までの被災生活の開始時期	帰宅困難者は少なくなるが、避難所には多くの避難者が集中しており、大量のトイレ用水が必要。
フェーズ 3	4 日目～市街地復旧作業終了までの復旧時期	下水道や上水道の復旧に伴い、避難所での需要量は減少するが、継続的に必要である。

・生活用水のうち入浴・洗濯用水の災害復旧の各段階における必要量

表 2.2.3-5　地震発生後の各段階で求められる必要水量：生活用水のうち入浴・洗濯用水

地震発生時		地震発生直後の状況では、入浴・洗濯用水は必要性が低い。
フェーズ1	直後～3日目ぐらいの被害拡大時期	発災から2～3日間は、入浴・洗濯用水は必要性が低い。
フェーズ2	1日目～日常に復帰までの被災生活の開始時期	衛生面から、被害拡大が収束した後には、入浴・洗濯の需要が高まる。災害時の必要水量として以下が提案されている。 ・入浴：38ℓ/人・日 [13)] ・洗濯：19ℓ/人・日 [13)] ・洗面：　6ℓ/人・日 [13)]
フェーズ3	4日目～市街地復旧作業終了までの復旧時期	ガスや上下水道の復旧に伴い、避難所における需要量は減少するが、住居を損壊した避難者が仮説住宅へ移るまでの期間は、仮設風呂や共同浴場・洗濯場等で用水が必要である。 ほぼ日常の生活に戻った住民について。 ・98ℓ/人・日程度（家庭用水利用量200ℓ/人・日程度の49%）[14)] フェーズ２に比べて需要量は徐々に増加する。

災害時における生活用水は、多くの避難者が集中する避難所で最も需要が高まり、特に大量のトイレ用水が必要となる。

一方、地震発生数日後から各家庭において、入浴、洗濯等生活用水の需要が高まる。これらの用水量は、断水が継続し給水に頼る状況下では確保が難しい状態である。

４）行政機関が災害時に飲料・生活用水として確保する目標水量

①行政が目標としている水量

災害時に行政として確保すべき飲料・生活用水量については、防災計画等により、復旧の段階により、以下のように示されている。

表 2.2.3-6　災害時に確保する飲料・生活用水量：行政

	期　　間	目標水量（ℓ/人・日）	備　　考
千葉市	発災～3 日	3	生命維持のための最小限必要な水量
	4 日～10 日	20	簡易な炊事・洗濯等最低生活を営むための水量から、入浴・洗濯などに必要な水量
	11 日～28 日	100	
	22 日～28 日	250	上記の段階から平常時までの水量
横浜市	24 時間	3	生命維持のための最小限必要な水量
	2 日～3 日	3	
	4 日～7 日	10	生活用水のための必要最小量
	8 日以後	20	炊事、洗面、洗濯などの最低生活を営むための必要量
	復興期	100	通常の生活が不便ではあるが、可能となる最小量
高松市	発災～3 日	3	
	4 日～8 日	20	上水道施設の応急復旧ができるまでの時間
福岡市	発災～3 日	3	水道施設が応急復旧するまで
幸手市	3 日	3	生命維持のための最小限必要な水量
	10 日	20	炊事、洗面、洗濯などの最低生活水準を維持するために必要な水量
	15 日	100	通常の生活で不便であるが、生活可能な必要数量
	21 日	250	ほぼ通常の生活に必要な水量

（出典：災害時の水利用（公益社団法人）空気調和・衛生学会）

各行政機関とも発災直後に確保すべき目標は、生命維持に最小限必要な水量ということで、3ℓ/人・日と同じである。

災害が収束し、復旧が進むにつれて供給水量の目標値を増やし、約１か月程度でほぼ通常の生活に必要な水量 250ℓ/人・日に戻すような目標を定めている行政が多い。

②目標水量と目標運搬距離を示している行政

災害時に行政として確保すべき飲料・生活用水量について、行政によっては、復旧の段階により、目標水量とともに、目標運搬距離を示している所もある。

表 2.2.3-7　運搬距離と給水方式示している目標水量：行政

	期　　間	目標水量（ℓ/人・日）	住民の目標運搬距離	主な給水方式
蒲郡市	発災～3 日	3	おおむね 1km 以内	拠点給水、運搬給水、保存水
	4 日～10 日	20	おおむね 250m 以内	仮設給水所の設置、拠点給水、運搬給水
	11 日～21 日	100	おおむね 100m 以内	仮設給水所の設置、水道以外での給水
	22 日～28 日	約 250	おおむね 10m 以内	仮配管からの各給水供給栓
行橋市	3 日間	3	おおむね 1km 以内	拠点給水、運搬給水、保存水
	10 日間	20	おおむね 250m 以内	仮設給水所の設置、拠点給水、運搬給水
	28 日間	約 250	おおむね 10m 以内	仮配管からの各給水供給栓
	29 日	通水		被災前と同水準

（出典：災害時の水利用（公益社団法人）空気調和・衛生学会）

各行政機関とも発災直後に確保すべき目標は、生命維持に最小限必要な水量ということで、3ℓ/人・日と同じである

また、住民の運搬距離の目標は、最も遠くとも 1km 以内としており、その範囲内に給水拠点を確保することとしている。

５）公的機関が提案する水量

①日本水道協会の目標水量[17)]

災害時に確保すべき飲料・生活用水量の目標値として、日本水道協会が提示している水量は、復旧の各段階において以下のとおりである。

表 2.2.3-8　日本水道協会の目標水量

段　階	地震発生からの日数	目標水量（ℓ/人・日）	住民の水の運搬距離	主な給水方式
第 1 段階	地震発生～3 日まで	3	おおむね 1km 以内	耐震貯水槽、タンク車
第 2 段階	4 日～10 日	20	おおむね 250m 以内	配水幹線付近の仮設給水栓
第 3 段階	11 日～20 日	100	おおむね 100m 以内	配水支線上の仮設給水線
第 4 段階	21 日～28 日	被災前供給量 250	おおむね 100m 以内	仮配管からの各戸給水共用栓

（出典：水道の耐震化計画等策定指針（日本水道協会）編）

日本水道協会編の水道の耐震化計画等策定指針においては、図に示すように、１人当たり１日に 3ℓ、20ℓ、100ℓ、平常に戻る 250ℓの四つの段階を踏んで通常の生活にもどる目標を定めている。

②空気調和・衛生工学会小委員会の提案水量[18)]

空気調和・衛生工学会給排水衛生設備委員会緊急時水源確保小委員会で提案している水量を紹介する。詳しくは**表 2.2.3-9** を参照。

この中では、災害が発生した後、復旧していく過程を４段階に分け、それぞれの段階に応じた応急給水量とその水源について提案を行っている。

・使用水量については、１人１日当たり 100ℓを使用するものと考えている。
・復旧段階での水源として、⑤井戸水・湧水　も検討されている。
・飲用水、炊事用水、洗面水、については所定の水質基準を満足することが必要とされている。
・入浴水については復旧の中期の第二・第三復旧段階では、水質については問題にされないが、復旧後期の第四復旧段階では洗濯用水も含め、やはり所定の水質が必要であるとしている。

６）必要水量のまとめ

災害時に必要となる水の量について以下にまとめる。なお、「首都圏直下地震の被害想定と対策について（最終報告）、中央防災会議、平成 25 年 12 月」では、食料、飲料水等について、最低でも三日分、可能な限り一週間分の備蓄に努めるよう、従来の三日分の備蓄と言う表現から一歩踏み込んだ提言を行っている。

①消火用水
・焼損面積 3.3 ㎡以下の初期状態で 0.1 ㎥/分以上
・住宅１軒の消火に要する水量目安 40 ㎥

②医療用水
・病院１日１人当たりの必要水量目安 345～365ℓ/人･日
・人工透析用水の目安 120ℓ/人･回

③飲料・炊事用水
・災害初期における必要飲料水量 3ℓ/人･日
・災害初期における必要炊事用水量 18ℓ/人･日

④生活用水
・災害時の必要トイレ水量 14ℓ/人･日
・災害初期における必要生活用水（入浴・洗濯）量 63ℓ/人･日

表 2.2.3-9　復旧段階に応じた（目標）応急水量とその水源に関する緊急時水源確保小委員会からの提案

用途		復旧段階		第一復旧段階（発生～3日目）	第二復旧段階（4～7または10日目）	第三復旧段階（8または11～21日目）	第四復旧段階（22～28日目）	完全復旧（29日目以降）
		災害想定および復旧状況	上水道	全面的に給水不能	幹線は復旧	幹線・支線ともに復旧	段階的に各戸給水	完全に復旧
			下水道	全面的に排水不能	徐々に復旧	徐々に復旧	徐々に復旧	完全に復旧
			電　気	全面的に供給不能	徐々に復旧	完全に復旧	完全に復旧	完全に復旧
			ガ　ス	全面的に供給不能	徐々に復旧	徐々に復旧	徐々に復旧	完全に復旧
飲　用		3ℓ（人・日）		①＞②・③	①・⑭・⑮＞②・③＞⑤※※	⑭・⑮＞⑤※※	⑭・⑮	上水道
炊　事		18ℓ（人・日）		(f)	①・⑭・⑮＞②・③	⑭・⑮＞⑤※※	⑭・⑮	上水道
洗　面		6ℓ（人・日）		(c)・(e)	①・⑭・⑮＞②・③	⑭・⑮＞⑤※※	⑭・⑮＞⑤※※	上水道
入　浴		38ℓ（人・日）		(c)・(e)	⑤・⑥※	⑤・⑥※	⑭・⑮＞⑤※※	上水道
洗　濯		19ℓ（人・日）		(d)	④・⑥※・⑦	④・⑥※・⑦	⑭・⑮＞⑤※※	上水道
水洗便所		14ℓ（人・日）		(a)・(b)	⑥・⑦＞⑧・⑨	⑧・⑨・⑩＞⑪	⑧・⑨・⑩＞⑪	上水道
その他	掃　除	1ℓ（人・日）		—	—	—	—	上水道
	洗車	0ℓ（人・日）		—	—	—	—	上水道
	散　水	1ℓ（人・日）		—	—	—	—	上水道
	空　調	0ℓ（人・日）		—	—	—	—	上水道
消　火		40㎥／箇所		⑥・⑦・⑧・⑨・⑫・⑬	⑥・⑦・⑧・⑨・⑫・⑬	⑥・⑦・⑧・⑨・⑫・⑬	上水道（消火栓）	上水道

水源の番号：　①応急給水槽　②備蓄水（水の缶詰、ボトルドウォーターなど）　③貯留上水（受水槽、高置水槽など）　④浴槽水
⑤井戸水・湧水　⑥プール水　⑦雨水貯留槽内の水　⑧蓄熱槽内の水　⑨排水再利用水・下水処理水
⑩工業用水　⑪河川水・湖沼水　⑫海水（水源確保が難しい地域に限る）　⑬防火水槽内の水
⑭給水車（被災地区内）　⑮仮設給水栓

給水以外の代替案：　(a)災害用組立てトイレ　(b)非常時くみ取トイレ（公衆）　(c)ぬれティッシュ　(d)非常用着替え
(e)ぬれタオル（貯留上水などで非常用タオルを湿らす）　(f)非常用食料

（解説）②＞①：②と①の水源がともに利用できる場合、②の水源のほうを優先的に利用したほうがよいという意味

※印の水源：　適切な処理を加えたもの
※※印の水源：飲料水の水質基準（平成15年5月30日厚生労働省令第101号に掲げる健康項目30）を満足するもの

（出典：災害時の水利用　（公益社団法人）空気調和・衛生工学会）

参考文献

1)「阪神・淡路大震災における井戸の活用に関する研究」
日本建築学会計画系論文集第 557 号、233－240、2002 年 7 月

2)「中越沖地震における消雪施設の被災状況とその特徴」
（社）新潟県融雪技術協会／長岡技術科学大学

3)「東日本大震災による井戸の被害調査報告書」
社団法人 全国さく井協会平成 24 年 7 月

4)「いどだより」町田市保健所広報誌 2013 年 3 月発行

5)「津波による千葉県旭市沿岸部における地下水利用への影響」
一般財団法人エンジニアリング協会ヒアリング 2013 年 10 月 21 日

6)「東北地方太平洋沖地震における水道施設被害調査報告　千葉県・茨城県編」
神戸大学／摂南大学　平成 23 年 4 月 29 日
http://www2.kobe-u.ac.jp/~kuwata/earthquake/tohokukanto2011/report_CHBIBR_v2.pdf

7)「非常用ろ過器」東京都練馬区

8)「災害時地下水利用指針（案)」国土交通省

9)「神戸市消防局資料 1995」

10)「消防水利の基準」（昭和 39 年消防庁告示第 7 号）

11)「災害時仮設病院、他」Handbook for Delegates,国際赤十字・赤新月社連盟

12)「透析・注射及び医療器具などの医療行為に必要となる水と入院患者等の幹線防止等に必要になる水」京都市防災水利構想　京都市 2001

13)「災害時の水利用」公益社団法人　空気調和・衛生工学会

14)「平成 19 年版　日本の水資源」国土交通省

15)「非常時における適正水配分の検討ＷＧで実施された集合住宅の調査結果」
日本建築学会　環境工学委員会　水環境小委員会

16)「防災計画」各自治体

17)「水道の耐震化計画等策定指針」日本水道協会

18)「復旧段階に応じた（目標）応急給水量とその水源に関する緊急時水源確保小委員会からの提言」
空気調和・衛生工学会給排水衛生設備委員会緊急時水源確保小委員会

2.3　災害時地下水利用の実態

災害時の地下水利用の実態に関して、東京都を取上げその自治区である 23 区についてどのような状況にあるかを、それぞれの区が策定している地域防災計画をもとに調査した。またそれぞれの区が位置する地形的特徴からパターン分類し地下水利用のあり方の違いを考察した。

2.3.1 パターン分類

東京都の 23 区を地質、地形によって大きく分類すると台地部、低地部および台地と低地の中間に属する部の３パターンに分けられるが、今回の調査研究においては、台地部と低地部の２パターンで検討することにした。

・低地部：墨田区、足立区、葛飾区、江戸川区、江東区、荒川区、中央区、台東区
・台地部；練馬区、豊島区、文京区、中野区、新宿区、杉並区、渋谷区、世田谷区、目黒区、
・中間部；大田区、品川区、港区、千代田区、北区、板橋区

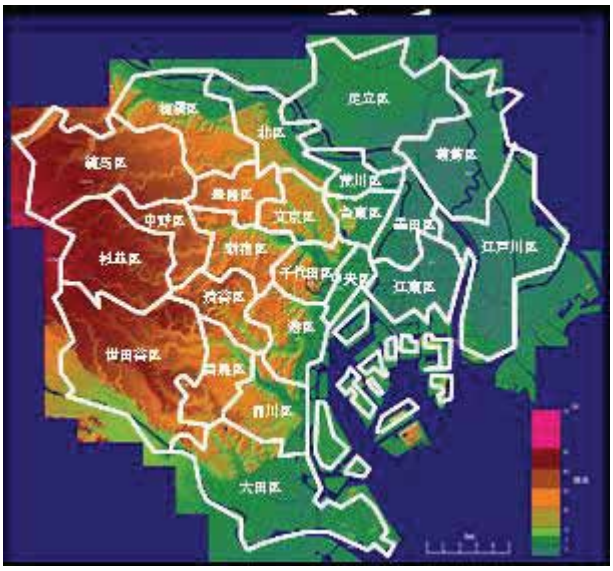


図 2.3.1-1　東京地域の地形

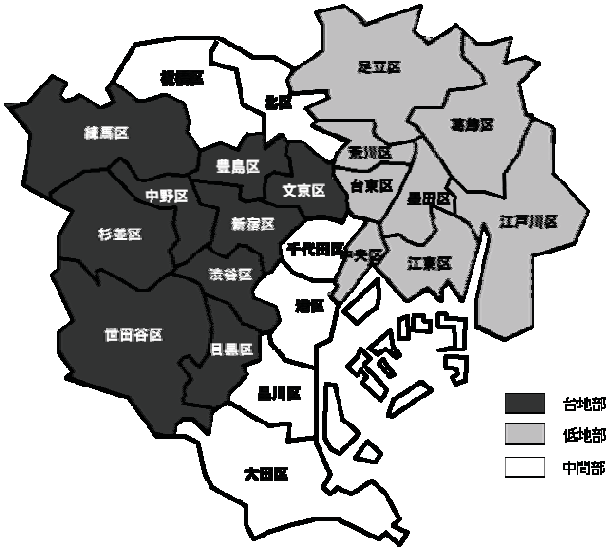


図 2.3.1-2　東京地域の地形パターン

1)　低地部の特徴

東京の低地部は東側に分布し、利根川、荒川、多摩川の流域沿いにある。これらの低地は沖積層が堆積した沖積平野である。また、これら自然形成による低地の海側には江戸時代以降の埋立工事によって作られた人工地盤の埋立地が広がっている。低地部は軟弱地盤であるため様々な問題がある。戦後の地下水の過剰揚水によって生じた広域地盤沈下に起因する構造物の沈下や不同沈下や、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震の際に問題となったような液状化被害などがある。さらに東京の低地部は河川の洪水時計画水位が一般部の地表面より高い位置にあり近年の異常気候による洪水や高潮に対し不安全な都市形成となっている。

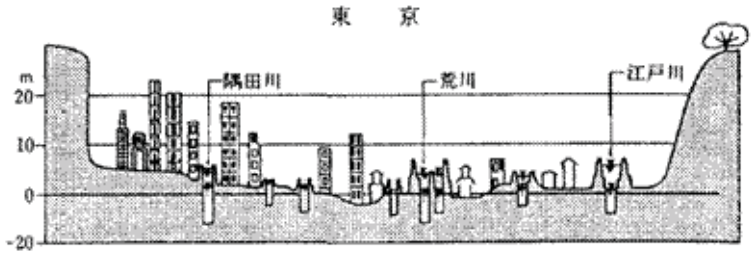


図 2.3.1-3　東京低地の断面図　出展：東京地質調査業協会　技術ノート 1)

東京低地は、地質年代の海面の上昇や低下と大きくかかわっており、主体となる沖積層の基底は、約 2 万年前の最終氷期であるウルム氷期の最大海面低下時に形成されたものである。その後、数回の海面上昇。低下によって周辺河川による運搬土が堆積し現在の沖積層が出来上がった。いっぽう海側の埋立地は江戸時代以降随時拡張されており、今では副都心とも言われる高層ビル群やレジャー施設が建設されつつある。

地形と地質の特徴を表 2.3.1-1 に示す。

表 2.3.1-1　低地部の地形と地質

出展：東京地質調査業協会　技術ノート 1)

表2　地形分類とその特徴[a)]

地形分類		特　　徴	表層地質
低地	海岸平野 三角州	低地の一般面．河川河口部の堆積地形地域(三角州)．浅海底の堆積面が隆起してできた地域(海岸平野)．	主として軟らかい粘土，一部砂，砂礫．
	氾濫平野	現在の河流の沖積作用が及ぶ地域．主として都内北部の荒川，南部の多摩川流域に分布する低地面．	主として粘土．
	旧河道	過去の河川流路の跡．一般の低地面より1ｍ以上低い．	軟らかい粘土，ゆるい砂．
	自然堤防	洪水時，河川の運んできた砂，シルトを流路周辺に堆積してできた微高地．一般の低地面より0.5～1ｍ高い．	砂，砂質粘土．
	砂丘 砂堆	波浪によって生じた砂からなる微高地．一般の低地面より1ｍ以上高い．都内では中央区，大田区に分布する．	砂，細混り砂．
	埋立地	海面，沼沢地，河川敷の埋立て造成地．小規模なものは省略した．	砂，雑土．

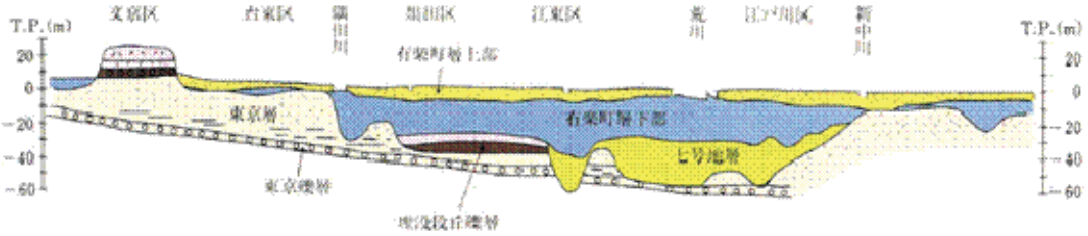


図 2.3.1-4　東京低地の地質断面図　出展：東京地質調査業協会　技術ノート 1)

東京低地の地盤は、上部から有楽町層・七号地層。埋没ローム・埋没段丘礫層・東京層・東京礫層・江戸川層・上総層群の順に構成されている。

沖積層は高層建築物の基礎としては強度が足りないので、日本橋や銀座付近の高層ビルは上部東京層を貫いて東京礫層や江戸川層にに基礎を置いているものが多い。

この地域の地盤沈下は明治時代末期から始まり、大正時代、戦後復興時期を経て発生し続けてきた。特に昭和 25 年頃から激化し、江東区南砂では過去最大沈下量が 4.57m に及ぶなど深刻な情況となった。このような現象に対し、江東区を中心に昭和 36 年に工業用水法の地域指定を受け採水規制が行われている。その結果昭和 48 年頃から地盤沈下は収まり

逆に地下水の上昇に転じており近年では地下構造物の浮力問題など地下水位上昇に伴う新たな問題が発生しつつある。

2)　台地部の特徴

東京の台地部は西側に広がっており山の手とも呼ばれている。台地は洪積層で形成されており、地形的には河岸段丘、海岸段丘、開析扇状地などがある。地質年代的に台地の形成過程を見ると次のようになっている。

・約 12 から 13 万年前のリス-ウルム間氷期の最終間氷期に関東構造盆地に砂層を主体とする下総総群（東京層、下末吉層）などの地層が堆積し、青梅付近を扇頂とする古多摩川による扇状地や三角州が形成された。

・約 1.5 から 2 万年前のウルム氷期後期の最終氷期には海面が今よりも約 100m 低下し、古東京川や古多摩川が台地を削る侵食作用が生じた。

・上の２つの 10 万年の期間の間に東京地方の台地は古多摩川の浸食・堆積作用によって段丘地形が形作られている。

・約 6,000 年前の後氷期である縄文海進時代には、海進によって出来た奥東京湾に沖積層が堆積し、また古多摩川が造った洪積台地面には樹枝状の開析谷（谷底低地）が発達して腐植土などを堆積して現在の東京台地の地形となっている。

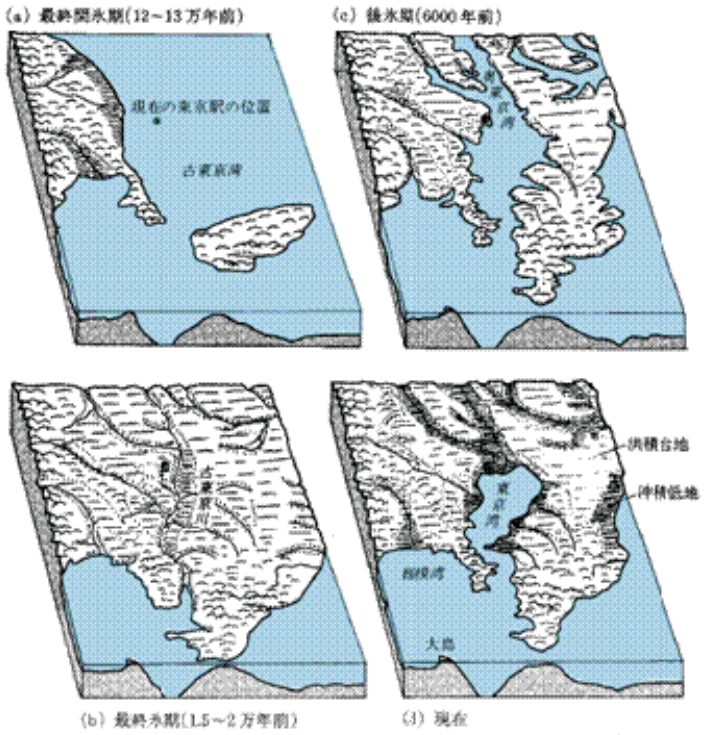


図 2.3.1-5　東京台地部の形成過程

出展：東京地質調査業協会　技術ノート 1)

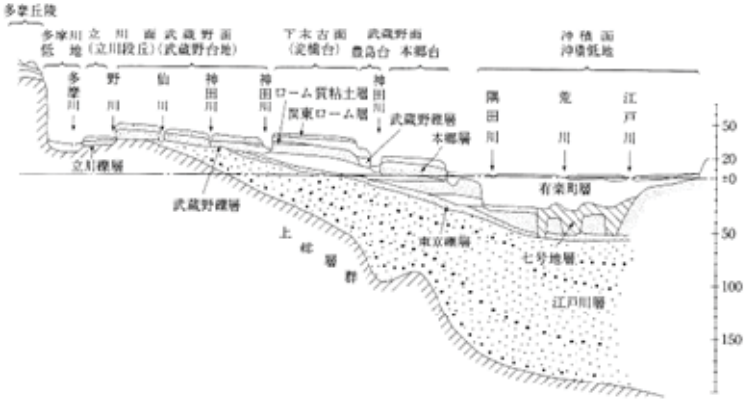


図 2.3.1-6　東京台地部の地質断面図

http://www.city.mitaka.tokyo.jp/c_service/039/attached/attach_39048_2.pdf　**東京都建設局**

東京の台地は、多摩面（T 面）、下末吉面（S 面）、武蔵野面（M 面）、立川面（Tc 面）拝島面（H 面）のように段丘面で区分されている。武蔵野面と立川面・沖積面との境は、高い段丘が形成されており、地下水を帯水する段丘礫層が露出して崖線に沿う湧水が随所に見られる。国分寺崖線はその一例で崖線に沿った湧水を集めた野川のような中小河川が発達してある

3)　東京の湧水分布

古来より東京地域には多くの湧水が存在している。12,000 年前から 2,300 年前の約 1 万年続いた縄文時代の住居遺跡をみると河川周辺の湧水周辺に多く分布している。その後の時間経過に伴って湧水が枯渇したと思われる地域もあり、現在では表 2.3.1-2 のようになっている。この表を東京 23 区の地図上で色分けしてみると図 2.3.1-7 のようになる。これを見ると現在では練馬区、世田谷区、葛飾区、大田区のように東側の外縁部に多くの湧水が集中している。

表 2.3.1-2　東京 23 区の湧水地点箇所数

出展：東京都環境局 HP[2)]

区名	H20	H15からの増減	H15	H12	H7	H2
千代田区	0	0(増減)	0	0	0	0
中央区	0	0(増減)	0	0	0	0
港区	15	0(増減)	15	15	18	26
新宿区	1	0(増減)	1	1	2	6
文京区	8	0(増減)	8	7	7	7
台東区	0	0(増減)	0	0	0	0
墨田区	0	0(増減)	0	0	0	0
江東区	0	0(増減)	0	0	0	0
品川区	5	0(増減)	5	5	5	8
目黒区	7	-5(増5減)	12	11	14	13
大田区	28	-1(増1減)	29	26	24	26
世田谷区	96	-4(1増5減)	100	99	102	35
渋谷区	3	0(増減)	3	3	3	4
中野区	0	-2(増2減)	2	5	12	16
杉並区	2	0(増減)	2	1	1	3
豊島区	0	-2(増2減)	2	2	3	2
北区	13	0(増減)	13	15	14	14
荒川区	0	0(増減)	0	0	0	0
板橋区	32	-3(増3減)	35	37	37	34
練馬区	60	7(18増11減)	53	63	38	33
足立区	0	0(増減)	0	0	0	0
葛飾区	0	0(増減)	0	0	0	0
江戸川区	0	0(増減)	0	0	0	0
	270	-10(19増29減)	280	290	280	227

※湧水地点数は、区市町村の協力のもと、平成20年度に実施した調査の結果です。調査時期や調査時の天候などで、地点数が変化することがあります。





図 2.3.1-7
湧水地点箇所数による色分け図

4)　地下水に関する規制について

東京都の奥多摩町、檜原村、島しょを除く都内全域では、「工業用水法」、「建築物用地下水の採取の規制に関する法律(ビル用水法)」及び「東京都環境保条例」により、地下水の揚水が規制されている（東京都環境客 HP)。

昭和 38 年のビル用水法による建築物用の地下水採取の規制は東京全域 23 区に及んでいるが、昭和 31 年に施工された工業用水法による規制は、板橋区、足立区、北区、江戸川区、葛飾区、江東区、墨田区、荒川区の８区に及んでおり、板橋区と北区以外の６区は東京の低地部に属している。



図 2.3.1-8
工業用水法による指定地域

2.3.2 東京 23 区の調査結果

東京都の 23 区を地質、地形によって大きく分類すると台地部、低地部および台地と低地の中間に属する部の３パターンに分けられた。そこで、23 区の地下水利用の実態がどのようになっているのかを資料によって調査した。調査内容の齟齬をなくし同じ視点から比較することで、調査する資料は東京都地域防災計画を受けて各区が策定した区の防災計画を以下の項目毎について調べた。比較した項目は、利用地下水形態、地下水利用の目的、用途別利用の実態・計画、井戸（湧水）の把握状況、井戸（湧水）の配置計画、住民への周知方法、維持管理の主体とその項目・頻度、給水方法、防災井戸としての制度上の位置付け、地域間連携、災害時利用のための普及促進、地下水利用上の課題などである。調査結果を表 2.3.2-1 にまとめてある。

調査の結果、台地部、中間部、低地部の各区での特徴的な相違は認められなかった。利用地下水としては、防災井戸と貯水槽水であり、防災用井戸には区が公園や学校地内に設けた区有井戸と民間の既設井戸を防災協力井戸や震災時協力井戸として登録する２種類がある。防災井戸水の利用については平常時と災害時での違いは認められず、飲料水として定義している区もあるが、殆どの区は生活用水と位置付けている。また、地下貯水槽については練馬区のように 500m 以内に 1 箇所程度を設置するという目標をもっている区もあるが、多くの区では明記されていない、その代わりに学校や公共施設のプール水を非常時の生活用水として考えているところが多く見られる。非常時の給水拠点は２km 毎に整備し、ペットボトルなどを配備している区が殆どである。

防災井戸の管理は所有者が行い、水質については年２回程度検査をしているのが多く費用は区が負担するところが多い。地域連携については、東京都との間で「給水施設の維持管理及び運用に関する協定書」を交わしている区が多く、また世田谷区のように調布市、狛江市、熊谷市と「災害時における相互応援協定書」を結び飲料水等の提供を依頼する体制を整えている区が多い。また、地域内の民間企業との連携については、企業がストックしている飲料用ペットボトルの提供や敷地内の井戸水の提供に関して「災害時支援協力協定」などを取交わしている区が多く公衆浴場に関しても同様である。避難所や給水施設の場所については防災マップに記載されており、中には図 2.3.2-1 のように携帯電話で公開しているところもある。防災井戸の周知については区の防災マップに記載されているところと、記載していない区が混在している。



（参考）防災マップ表示画面

図 2.3.2-1　江東区の「スマートフォン用防災マップ」の例

表 2.3.2-1(a)　東京23区の防災計画における地下水利用実態の調査結果（1/8）

地形によるパターン分類	対象区	計画の名称 ※策定時期、東日本大震災後の見直しの有無（ポイント）等	地下水の利用形態 ※井戸、湧水、等	利用目的と期待する効果・位置付け		用途別の利用実態・計画		井戸（湧水）の把握状況 ※台帳の有無 ※動力源と補助動力 ※水質・水量・採取深度等	井戸（湧水）の配置計画上の配慮 ※需要・供給量の把握状況など	住民への周知方法	維持管理主体とその項目・頻度	給水方法 ※井戸（湧水）利用の手順・役割 ※日頃の訓練形態	防災井戸としての制度上の位置付け ※個人・企業等との協定 ※他所管部署との連携	地域間連携 ※東京都の地下水利用計画との連携 など	災害時利用のための普及促進策	地下水利用上の課題 ※汚染の監視と対策 ※震災時の井戸枯れ等への対処 など
				平常時	災害時	平常時	災害時 ※利用期間に応じた利用計画 等									
台地部	練馬区	練馬区防災計画（H24年度修正）	防災井戸	飲料水	飲料水確保			深さ100m前後の井戸一覧表に各井戸の揚水量、井戸深さ、自家発電力を記載		看板などによる周知	毎月1回の発電機および電気施設の保安点検	年1回の給水訓練			経費等は区の負担	
			ミニ防災井戸		大地震等の災害時の初期消火用および生活用水の確保			地表面からの深さが、おおむね10mで、かつ水深が3m以上ある井戸。 一覧表には住所のみ。	屋外にある井戸 小型消防ポンプを搬送および活動できる空間があること。	「ミニ防災井戸」の表示板を掲示	手押しポンプ、台座、管等「ミニ防災井戸」としての整備に必要な経費、（発電機を除く） 修理に要する費用		別途ミニ防災井戸一覧表		経費等は区の負担	
			井戸水		入浴支援飲料水			応急給水用設備として給水栓および消火栓（以下「給水設備」という。）を、組合員の承諾を得て設置する			おおむね年2回の井戸水の水質検査		東京都公衆浴場業指導衛生同業組合練馬支部		経費等は区の負担	
			学校防災井戸		トイレ用水や洗い物などの生活用水		発電機はついていないが、100ボルト電源なので、停電時は備蓄してある発電機で使用できる	深さ約25メートルの浅井戸 電動ポンプ付で蛇口をひねるだけで使える								
			地下貯水槽		震災時における区民の飲料水を確保し、併せて初期消火に必要な消防用水を確保		貯水槽を他の災害対策用の給水設備等とを合わせて、最終的にはおおむね500メートル圏内に1ケ所の飲料水供給が確保可能となるように努める。	・地下貯水槽の規模は、おおむね1基当たり40立方メートルとする。 ・前項の規定にかかわらず、飲料水の供給を併せて行うための水道水直送型の地下貯水槽にあっては、おおむね1基あたり100立方メートルとする。				地下貯水槽（40m3未満）一覧 区が管理する公園、学校その他の公共施設（以下「公共施設」という。）を整備しようとするときは、区の実情に応じ、可能な限り貯水槽の設置に努める	東京消防庁			
台地部	杉並区	杉並区地域防災計画（平成24年度修正） 震災編 生活用水の確保	登録生活用水井戸		災害時の生活用水の確保		区民所有の井戸の登録、活用	登録状況一覧がある 登録基数は合計849基（平成23年10月現在）				手押しポンプもしくは自家発電設備を有する電動ポンプで揚水	登録制度を整備		新たに手押しポンプを設置し登録する場合や、既に登録している井戸に修理が必要な場合には、その費用の半額（上限5万円）を区が助成	
			学校防災用井戸		生活用水の安定確保		震災救援所として指定する区立小・中学校他に防災用の井戸を設置し、被災者の避難生活が長期化した場合に備え、生活用水を安定確保	現在全ての区立小・中学校（66校）、及び1養護学校に設置（平成23年10月現在）								
			区有施設防災井戸		被災者の生活用水確保		区の防災活動の拠点となる施設や、震災時に区民の生活用水確保のため必要となる施設に防災用井戸を設置	防災井戸一覧表がある 現在30施設（平成23年10月現在）								
			公衆浴場の深井戸の活用		深井戸による飲料水及び生活用水の提供		深井戸による飲料水及び生活用水の提供、及び被災者に対して応急的な入浴機会を提供				区内6カ所の公衆浴場に、深井戸の揚水ポンプ用の非常用発電機を設置助勢		公衆浴場商業協同組合杉並支部と、協定を締結			

表 2.3.2-1(b)　東京23区の防災計画における地下水利用実態の調査結果 (2/8)

地形によるパターン分類	対象区	計画の名称 ※策定時期、東日本大震災後の見直しの有無（ポイント）等	地下水の利用形態 ※ 井戸、湧水、等	利用目的と期待する効果・位置付け		用途別の利用実態・計画		井戸（湧水）の把握状況 ※台帳の有無 ※動力源と補助動力 ※水質・水量 採取深度等	井戸（湧水）の配置計画上の配慮 ※需要・供給量の把握状況など	住民への周知方法	維持管理主体とその項目・頻度	給水方法 ※井戸（湧水）利用の手順・役割 ※日頃の訓練形態	防災井戸としての制度上の位置付け ※個人・企業等との協定 ※所管部署との連携	地域間連携 ※東京都の地下水利用計画との連携 など	災害時利用のための普及促進策	地下水利用上の課題 ※汚染の監視と対策 ※震災時の井戸枯れ等への対処 など
				平常時	災害時	平常時	災害時 ※利用期間に応じた利用計画 等									
台地部	世田谷区	・「世田谷区地域防災計画」 平成24年度修正	『震災対策用指定井戸』 『区有井戸』 湧水は活用していない。	井戸として使用しいていること。	大震災等の災害時、生活用水を確保するため	井戸として使用していること。	応急給水の一環 ・「浄水場」「給水所」「応急給水槽」(12箇所)により区内はぼ全域が2kmの範囲内に給水拠点を確保でき飲料水の給水が可能。 ・『震災対策用井戸』(1,443箇所)、『区有井戸』(19箇所)からの生活用水の給水。 ・「プールの水」をろ水機によりろ過した生活用水の給水。 ・「受水槽」からの飲料水の給水。 ・初期消火に使用するスタンドパイプを活用し、消火栓等から応急給水する。	『指定井戸』 ・台帳有 ・平成25年4月1日現在:1,443ヶ所 ・手動、電動、併用の区分を記載。 ・水質検査を区の負担で実施している。 『区有井戸』 ・台帳有 ・19箇所	『指定井戸』 ・井戸所有者の申請によるので、配置計画はしていない。 『区有井戸』 ・避難所、公園等に配置。	・取扱表示:『震災時井戸水提供の家』 ・防災関係資料に記載。 ・町会長、自治会長等の区民へ情報を提供する。	・平常時の維持管理は、井戸所有者が行う。 ・水質検査は登録時、及び2年に1回行い、費用は区が負担する。 ・水質検査の結果を、必要により町会長、自治会長に通知する。 ・修理に要した経費は区が補助する。 ・指定井戸にポンプを設置または修理をする場合は、所要費用の1/2又は5万円を限度に補助する。	・災害時に付近の住民に井戸水の提供ができる井戸であることが指定の条件である。	・「世田谷区震災対策用井戸の指定に関する要綱」により震災対策用井戸として区が指定する。 ・「東京都公衆浴場業生活衛生同業組合世田谷支部」と「震災時における井戸、浴水槽、又は浴場の使用に関する協力協定」を結び、大規模災害時に給水、入浴支援を行う。	・東京都と「給水設備の維持管理及び運用に関する協定」を結んでいる。 ・サントリーフーズ㈱と「災害時における飲料の提供協力に関する協定書」を結び、ミネラルウォーターその他の飲料を要請する。 ・調布市、狛江市、稲谷市と「災害時における相互応援協定書」を結び、飲料水等の提供を依頼する。	・防災を目的として活動している町会長、自治会長等の区民へ指定井戸に関する情報を提供する。 ・防災関係資料へ指定井戸に関する情報を掲載する。	・水質検査を2年に1回。区の負担で実施している。 ・防災井戸の位置が防災マップに記載されていない。
台地部	中野区	中野区地域防災計画 (H25修正)	浴場井戸、防災用井戸(区有、民間)	区民、事業者の自家利用	避難場所における避難者の飲料水及び生活用水の確保	平時の利用実態は不詳	広域避難場所における飲料水及び生活用水の確保	・避難所などの施設の受水槽やみずのとう公園内の応急給水槽(100トン)が設置されている。 ・広域避難場所の区域内にあるみずのとう公園、弥生公園、江古田の森公園の3箇所の応急給水槽(各100トン)防災井戸を配備。 ・防災用井戸設置一覧(避難所47箇所、防災広場16箇所、区役所1箇所)、井戸水提供の家一覧(町別確保数、計391箇所)。	・避難所及び防災広場に給水槽、防災用井戸などの給水設備を配置。 ・民間井戸については特に計画なし。	・広報誌「なかの区報」による不定期広報。 ・中野区政策室広報担当がSNS(公式ツイッター)によるリアルタイム広報を実施。 ・防災地図。	・避難所に水質測定器を配備して飲料水の水質を測定するとしているが頻度は不詳。	・給水拠点(杉並浄水所、和泉水圧調整所、淀橋給水所、上井草給水所)から取水し、給水は原則として避難所で行う。	・災害時の飲料水及び生活用水給水用として避難所、防災広場に防災用井戸が設置されている。 ・公衆浴場組合所有の井戸、及び民間の井戸提供の協力を求める。 ・「災害時における給水協力に関する協定」の締結。	・特別区災害時相互協力及び相互支援に関する協定(平成8年2月) ・東京建物株式会社など、事業所との「災害時における給水協力に関する協定」を締結。 ・浴場組合中野支部との間に「災害時における給水協力に関する協定」を締結。	・地域防災会(115組織)、講習会、地域防災リーダー養成 ・総合防災訓練	・防災地図に井戸の記載がない。
台地部	豊島区	豊島区地域防災計画 (平成23年修正)	防災井戸		震災		飲料水 生活用水 消防水利	・防災井戸登録(442井、平成19年4月現在) ・区立小中学校における井戸(22基) ・公衆浴場との協定		・小冊子 ・ホームページ ・広報誌 ・防災マップ ・防災のつどい ・映画・ビデオ ・協定井戸はシールで表示	所有者。ただし水質検査は区で負担。	・手押しポンプ等、動力を用いない揚水装置を備えていることが協定井戸の条件	・豊島区防災井戸に関する要綱 ・公衆浴場協同組合との協定		防災訓練等	
台地部	新宿区	新宿区防災計画(H23改訂)	防災協定井戸 (民間)		生活用水の確保		・生活用水の確保 ・家庭にある井戸を小型消防ポンプ用水利と兼用で活用	・災害時用協定浅井戸一覧 ★民間井戸(浅井戸):95ヶ所 (内、88ヶ所:小型ポンプ接続口設置井戸) ・公衆浴場の汲水施設設置一覧 ★深井戸:6ヶ所 (内5ヶ所:雑用水)			災害時給水協定を締結している民間浅井戸については、協定相手方からの連絡により区の費用で修繕を行っています。	・組合の井戸を利用した場合は、謝礼金(日額)を支払う。	・災害時の応急給水等の確保に関する協定 (給水、消火)	なし (東京都防災計画に準拠)	・災害時給水協力浴場である旨の表示	
			非常災害用井戸 (区有、民間)		生活用水の確保		生活用水の確保	★非常災害用井戸 民間(深井戸):6ヶ所 区有:4ヶ所			・維持管理は所有者負担	・民間非常災害用井戸を利用した場合は実費を区が負担する。	・災害時における生活用水確保のための協定(非常災害用井戸) ・災害時における応急給水に関する協定(非常災害用井戸)			

表 2.3.2-1(c)　東京23区の防災計画における地下水利用実態の調査結果 (3/8)

地形によるパターン分類	対象区	計画の名称 ※策定時期、東日本大震災後の見直しの有無(ポイント)等	地下水の利用形態 ※ 井戸、湧水、等	利用目的と期待する効果・位置付け		用途別の利用実態・計画		井戸(湧水)の把握状況 ※台帳の有無 ※動力源と補助動力 ※水質・水量・採取深度等	井戸(湧水)の配置計画上の配慮 ※湧泉・供給量の把握状況など	住民への周知方法	維持管理主体とその項目・頻度	給水方法 ※井戸(湧水)利用の手順・役割 ※日頃の訓練形態	防災井戸としての制度上の位置付け ※個人・企業等との協定 ※他所管部署との連携	地域間連携 ※東京都の地下水利用計画との連携 など	災害時利用のための普及促進策	地下水利用上の課題 ※汚染の監視と対策 ※震災時の井戸枯れ等への対処 など
				平常時	災害時	平常時	災害時 ※利用規模に応じた利用計画 等									
台地部	渋谷区	渋谷区震災対策総合条例 渋谷区地域防災計画(平成19年修正)ー渋谷区防災会議ー	震災対策用井戸		区民の生活用水等の確保					災害時協力井戸であることを表示等で周知	水質検査は必要に応じて区が実施	発災当初は、道路啓開の状況により、応急給水所等からの飲料水の搬送に時間がかかることが予想される。その間のために、避難所等各施設にある受水槽の水を飲料水として確保する。また初動期の混乱を回避するため1避難所当たり750 本のペットボトル(500ml)飲料水を備蓄している。	区内井戸所有者との災害時協力協定 ・東京都豆腐商工組合渋谷支部との協定 ・東京都公衆浴場業環境衛生同業組合渋谷支部との協定	都は、震災時の飲料水等を確保するため、居住場所からおおむね2 kmの距離内に1か所の給水拠点の設置を目標に、応急給水槽を建設しており、平成14年3月区立童丘公園に小規模応急給水槽を設置したことにより、渋谷区内では給水拠点を確保した。		
			防災用井戸 ろ水機の配備		避難所の生活用水の確保			避難所の生活用水の確保を図るため、現在、小学校5 校(広尾、猿楽、幡代、山谷、本町)、中学校3 校(金校、本町さくら公園、ケアコミュニティ・せせらぎに防災用井戸を設置している。	飲料水については受水槽の水と応急給水施設の水での対応を基本とするが、不測の事態に備えて井戸のある避難所にろ水機を配備している(中学校3 校に配備済)。 ひがし健康プラザの水は、ろ過器の設置により飲料水として利用できる。							
台地部	目黒区	・「目黒区地域防災計画」(平成24年度修正)	井戸『震災時協力井戸』 湧水は活用していない。	日常的に使用されていること。	大地震等の災害時生活用水(飲料水を含む。)及び初期消火用水利	日常的に使用されていること	応急給水の一環 ・浄水場・給水所の『応急給水所』(2ヶ所)等により、2km毎に給水拠点を整備。 ・『震災時協力井戸』185箇所、各地域避難所(38ヶ所)の『区有井戸』各1基からの給水。 ・『受水槽』からの給水。 ・『雨水貯留槽』、『プール』、『消火栓』、等の施設からの給水を検討する。	『震災時協力井戸』 ・台帳、有り。 ・平成24年9月末現在、185本 ・手押しポンプに限る。 ・水質検査を区の負担で実施。 『区有井戸』 ・台帳、有り。 ・38本	『震災時協力井戸』 ・井戸所有者の申請によるので、配置計画はしていない。 『区有井戸』 ・各地域避難所38箇所に、各1本配置する。	・『震災時協力井戸』の表示板を住民の見やすい所に掲示する。 ・防災行動マニュアルに協力井戸があることを記載。	日常的な維持管理は指定井戸の所有者が行う。 ・水質検査は指定時、及び2年に1回、区の負担で実施する。 ・手押しポンプの設置、又は修理に要した経費を区が補助する。 ・初期消火用水利のための小型消防ポンプ連結口の取付けを所有者の承諾により区の負担で行う。	日常的に使用されており、地域住民も使用しやすい場所にあることが指定の条件である。	・『震災時協力井戸指定及び維持管理要綱』により震災時協力井戸として区が指定する。 ・「東京都公衆浴場業環境衛生同業組合目黒支部」と『災害時の生活用水の提供に関する協定』を結び、被災者に対する生活用水の円滑な供給を行う。	・東京都と『給水施設の維持管理及び運用に関する協定書』を結んでいる。 ・サントリーフーズ㈱、及び東京コカ・コーラボトリング㈱と『災害時における飲料の優先供給に関する協定』を結び、飲料の不足に備える。	・防災行動マニュアルに記載する。	・水質検査を2年に1回、区の負担で実施する。 ・防災マップに『震災時協力井戸』の位置が記載されていない。

表 2.3.2-1(d)　東京23区の防災計画における地下水利用実態の調査結果 (4/8)

地形によるパターン分類	対象区	計画の名称 ※策定時期、東日本大震災後の見直しの有無（ポイント）等	地下水の利用形態 ※ 井戸、湧水、等	利用目的と期待する効果・位置付け		用途別の利用実態・計画		井戸（湧水）の把握状況 ※台帳の有無 ※動力源と補助動力 ※水質・水量・採取深度等	井戸（湧水）の配置計画上の配慮 ※需要・供給量の把握状況など	住民への周知方法	維持管理主体とその項目・頻度	給水方法 ※井戸（湧水）利用の手順・役割 ※日頃の訓練形態	防災井戸としての制度上の位置付け ※個人・企業等との協定 ※統括管部署との連携	地域間連携 ※東京都の地下水利用計画との連携 など	災害時利用のための普及促進策	地下水利用上の課題 ※汚染の監視と対策 ※震災時の井戸枯れ等への対処 など
				平常時	災害時	平常時	災害時 ※利用期間に応じた利用計画 等									
台地部	文京区	文京区防災計画（H24改訂） 災害時における井戸水の確保に関する要綱（H16/9）	防災協定井戸（区有、民間）	自家利用	災害時の近隣住民の生活用水確保（非飲用）	・業務用に使用（浴場、豆腐） ・民間用は不詳	・近隣住民の生活用水確保（非飲用）	・協定井戸リスト。（井戸台帳は無い） ・井戸の能力についても特に調査は行っていない。 ・メンテナンス等のために、手押し、電動の区別は把握している。 ★区設井戸：15か所 ★協力井戸： 豆腐組合3か所、 浴場組合10か所 ★民間協力井戸：92か所	・計画的な指定はしていない。 ・未協定の手動式及び電動式ポンプ井戸を見付けた場合に協定をお願いしている。	・特に積極的に周知活動は行っていない。（区報等に記載） ・文京区防災地図に記載している。（スマホ版もある。）	・規定はない。 ・軽微な修理に関しては文京区が行い、交換の際は所有者が行うこととしている。 ・東京大学所有の小石川植物園の井戸は、区がポンプ・発電機を設置し、維持管理を行う協定となっている。	区設貯水槽及び防災協定井戸、公立学校に設置されている井戸などには、飲料に適さない水質のものがあるので、原則として生活用水とする。ただし、適切な水質管理を行っている施設、煮沸やろ過により飲料水として使用可能なものはその旨表示する。組合員は災害時には井戸水を生活用水等として区民に提供する。ただし、井戸の使用は組合員の営業に支障のない範囲に限るものとする。災害時、上下水道が復旧するまでの期間（東京都の復旧目標30日）を想定している。	・災害時における井戸水の確保に関する要綱 ・災害時における豆腐組合所有井戸の使用に関する協定 ・災害時における公衆浴場所有井戸の使用に関する協定 ・災害時における小石川植物園井戸の使用に関する協定	なし （東京都防災計画に準拠）	「防災協定井戸」の表示板	なし ・水質汚染の事例は特に無い。
			民間非常災害用井戸	建物の用に供する	大地震、近隣の火災等の災害が発生した場合及び長期的な断水が生じた場合の、一般住民の飲料用水、生活用水及び消火用水	建物の用に供する	大地震、近隣の火災等の災害が発生した場合及び長期的な断水が生じた場合の、一般住民の飲料用水、生活用水及び消火用水	・協定井戸リストに記載 ★民間非常災害用井戸：1ヶ所	総揚水量 約500㎥／日 現供水量 148㎥／日	・文京区防災地図に記載している。（スマホ版もある。）	・乙は、飲料用水としての水質を確保するため、毎年1回、濾過前及び濾過後の井戸水を水道法（昭和32年法律第177号）に基づく水質検査（甲が指定した12項目）を実施し、甲に報告するものとする。	・大地震・近隣火災等の災害時及び長期的な断水が生じた場合において、乙は井戸を乙の建物の用に供する他か、甲及び近隣住民から申し出があったときは、これを使用させるものとする。 ・区設貯水槽及び防災協定井戸、公立学校に設置されている井戸などには、飲料に適さない水質のものがあるので、原則として生活用水とする。ただし、適切な水質管理を行っている施設、煮沸やろ過により飲料水として使用可能なものはその旨表示する。	「民間非常災害用井戸」の指定に関する協定書		「非常災害用井戸」の表示板	
			区設貯水槽（井戸水循環式）	原則として生活用水	原則として生活用水	原則として生活用水	原則として生活用水	区設貯水槽一覧表	100m3：1ヶ所 40m3：2ヶ所	・文京区防災地図に記載している。（スマホ版もある。）		・区設貯水槽及び防災協定井戸、公立学校に設置されている井戸などには、飲料に適さない水質のものがあるので、原則として生活用水とする。ただし、適切な水質管理を行っている施設、煮沸やろ過により飲料水として使用可能なものはその旨表示する。				

表 2.3.2-1(e)　東京23区の防災計画における地下水利用実態の調査結果 (5/8)

地形によるパターン分類	対象区	計画の名称 ※策定時期、東日本大震災後の見直しの有無（ポイント）等	地下水の利用形態 ※井戸、湧水、等	利用目的と期待する効果・位置付け		用途別の利用実態・計画		井戸（湧水）の把握状況 ※台帳の有無 ※動力源と揚動動力 ※水質・水量・採取深度等	井戸（湧水）の配置計画上の配慮 ※需要-供給量の把握状況など	住民への周知方法	維持管理主体とその項目・頻度	給水方法 ※井戸（湧水）利用の手順・役割 ※日頃の訓練形態	防災井戸としての制度上の位置付け ※個人・企業等との協定 ※他所管部署との連携	地域間連携 ※東京都の地下水利用計画との連携 など	災害時利用のための普及促進策	地下水利用上の課題 ※汚染の監視と対策 ※震災時の井戸結れ等への対処 など
				平常時	災害時	平常時	災害時 ※利用期間に応じた利用計画 等									
中間部	北区	北区地域防災計画 （平成24年改訂）	防災井戸（区有、民間） 耐震性地下貯水槽		震災		飲料水および生活用水	・飲料用水：応急給水槽（3箇所）、給水所（深井戸17箇所）、地下貯水槽（5t：64基、20・40t：64基）。リスト有。 ・生活用水用災害時協力井戸：公衆浴場33箇所。民家140箇所。	・居住場所から概ね2km範囲内に給水拠点の空白地域がなくなるように配置	・広報誌 ・パンフレット ・ホームページ ・防災講演会 ・各種イベント ・防災用品等のあっせん	区保有の井戸については区が順次改修	・電動ポンプ、手動ポンプ	・災害用深井戸 ・公衆浴場協同組合、小山酒造、JR東日本、東京消防庁と協定		防災訓練等	
中間部	千代田区	千代田区地域防災計画（平成25年3月19日修正）	災害時協力井戸		震災応急・復旧対策		生活用水		避難所となる区立小・中学校に登録した井戸 区民・事業所が所有する民間井戸（災害時協力井戸22箇所）		補修が必要な井戸については手押しポンプ等の補助	区民が直接給水を行う				
中間部	板橋区	板橋区地域防災計画震災編 （平成24年度修正）	・防災用深井戸（飲料水） ・防災用井戸（生活用水）		飲料水・生活用水・消防用水の確保		・避難所における飲料水、生活用水の確保 ・出火、延焼の防止	防災用深井戸（区設）12ヶ所 防災用深井戸（協定）5ヶ所 防災協力井戸54ヶ所	・拠点避難所や区有地、計12ヶ所 ・防災協力深井戸5ヶ所	防災マップ（12ヶ所のみ）	防災用深井戸の維持管理は所有者が行う。補助金（年6万）の支給が明らかなのは1件のみ。		・2km²に1箇所の給水拠点を整備。空白地域は災害用井戸等の施設を活用する。 ・迅速な応急給水を実施するが、給水が可能となるまでの間は、あらゆる方法によって飲料水の確保に努める。		防災訓練	
中間部	港区	港区地域防災計画震災編 （平成24年度修正）	災害対策用井戸				災害対策用井戸、非常用受水槽、見隠非常災害用井戸の水等を生活用水として活用	公園：8か所 児童遊園：5か所 学校：1か所 に災害対策用井戸が設置								
			森ビルの民間非常災害用井戸				井戸（災害時の防災用水、生活用水（消火用水、発電機冷却水、トイレ洗浄水等））	港区内に11か所設置、3か所施工中（他に都内他区に3か所設置） 森ビルの揚水可能総量は7,000m3/日で、港区全体の地下水揚水量の530%（2011年6月）					港区と民間非常災害用井戸に関する協定を締結			森ビルは熱エネルギーの有効利用のため、「地下水位を観測しながら揚水量を制御して常時使用すること」を提案
中間部	品川区	品川区地域防災計画（H24改訂）	防災用井戸（区有、民間）	区民、事業者の自宅利用	飲料水及び生活用水の確保	平時の利用実態は不詳	・震災対策用井戸を飲料水給水用として設置 ・避難場所及び避難所における生活用水の確保 ・区民、事業者による生活用水の確保	・17箇所の防災広場には60～200トンの貯水槽、初期消火用水及びトイレ水洗に利用する井戸などが設置されている。 ・震災対策井戸3箇所設置。	・防災広場以外は特に記載がないが避難所に飲料水用貯水槽及び生活用水井戸を優先的に配置。	・ホームページ ・区や町内会による不定期の広報程度。	・防災広場は区が管理、その他は規定なし。	・災害時、上下水道が復旧するまでの期間（東京都の復旧目標30日）の補助水源としている。	・「大規模災害における応急救助の指針について（H9.6.30 社援保第122 号厚生省社会・援護局保護課長通知）」により、40箇所に生活用水井戸を設置。 ・災害時の飲料水給水用として公園、中学校に震災対策用井戸が設置されている（3箇所、日量570m³）。 ・災害時の生活用水給水用として小・中学校に浅井戸が設置されている。 ・民間非常災害用井戸の指定に関する協定を締結（森ビル株式会社）。	・特別区災害時相互協力及び相互支援に関する協定（平成8年2月）	・HPで地域防災計画の改定を通知。 ・防災訓練	・水とみどりの基本計画・行動計画パブリックコメント（平成23年10月21日～11月20日）における区の見解として「災害時の井戸活用は、今後の検討課題とする」と記載されている。

表 2.3.2-1(f)　東京23区の防災計画における地下水利用実態の調査結果 (6/8)

地形によるパターン分類	対象区	計画の名称 ※策定時期、東日本大震災後の見直しの有無(ポイント)等	地下水の利用形態 ※井戸、湧水、等	利用目的と期待する効果・位置付け		用途別の利用実態・計画		井戸(湧水)の把握状況 ※台帳の有無 ※動力源と補助動力 ※水質・水量・採取深度等	井戸(湧水)の配置計画上の配慮 ※需要・供給量の把握状況など	住民への周知方法	維持管理主体とその項目・頻度	給水方法 ※井戸(湧水)利用の手順・役割 ※日頃の訓練形態	防災井戸としての制度上の位置付け ※個人・企業等との協定 ※他所管部署との連携	地域間連携 ※東京都の地下水利用計画との連携 など	災害時利用のための普及促進策	地下水利用上の課題 ※汚染の監視と対策 ※震災時の井戸結れ等への対処 など
				平常時	災害時	平常時	災害時 ※利用期間に応じた利用計画 等									
中間部	大田区	大田区地域防災計画	災害時協力井戸		震災時		生活用水(民間所有井戸) 飲料水(公衆浴場)	環境保全課により、「湧水調査報告書」が公開されている。報告書では調査地点数(平成23年度は42地点)、湧水量、水質、湧水環境・生物が調査結果が示されている。	民間所有井戸の活用 登録井戸数 276 件(平成24年10月末現在) 登録井戸の対象: 1 日常的に井戸水を使用し、近隣の方にも利用しやすい場所に井戸がある。 2 災害時に近隣の方へ無償で井戸水(生活用水)を提供できる。 3 井戸所有の事実を、災害対策上必要な範囲で自治会等へ事前に公表することができる。	「わがまち防災マップ」で自治会ごとの地図に記載	現に有効に使用されている民間所有の井戸を登録(申し込みによる3年ごとの更新)。毎年、登録井戸水を対象に、一定の簡易水質検査を区が実施		東京都公衆浴場環境衛生同業組合との間に「災害時の緊急給水に係る貯蔵水の優先提供等に関する協定」を締結することにより、飲料水の確保及び供給体制を整備			地下水を揚水するための施設を設置する場合は、地盤沈下の防止のため、条例で構造・揚水量の制限があり、揚水施設の設置前に届出をし、毎年、揚水量を記録し、報告を行う必要がある。
低地部	足立区	足立区地域防災計画(H24修正)	防災用井戸	区民、事業者の自家利用	飲料水及び生活用水の確保 防災用井戸、雨水貯留槽等によって生活用水を確保	平時の利用実態は不詳	・避難場所及び避難所における生活用水の確保 学校のプール、防災用井戸等で確保した水を使用 ・区民、事業者による生活用水の確保	・現在防災協力井戸を募集中(災害時の生活用水確保)	・特に記載なし。	・不明	・登録した防災協力井戸については、年1回の水質検査を行う 状況に応じて、衛生・消毒班等を編成し、飲料水が消毒されて いるか確認	・災害時、上下水道が復旧するまでの期間(東京都の復旧目標30日)の補助水源としている。ペットボトル飲料水の備蓄及び、供与給水拠点(7箇所)で応急給水 給水拠点からの距離がおおむね2km以上離れている避難場所につ いて、準備による応急給水 生命維持に必要な最小限の飲料水として、当面1 日1 人3 リットルの供給 発災から数日後は、生活用水も考慮した供給	・災害時の飲料水給水網として区内7箇所に飲料用ペットボトルが備蓄されている。 ・災害時の対策として、区内の飲料水メーカーと協定を結んでいる。		なし	・区の防災マップが作成され様々な情報が記載されているが、防災協力井戸が明記されていない。 ・水質センターにおいて、浄水場原水・浄水の放射性物質を測定するとともに、 荒域水道事業体の状況等について情報収集を実施
		足立区地域防災計画資料編(H24修正)											受水槽、高架水槽、プールなどが小、中」、高校など130ヶ所にある。 総量:受水槽 1,724.80t 高架水槽 446.2t プール 34,516.5t 飲料用ろ水機配備小、中」、高校、公園など126箇所 動力汲手動式 10機 手動式 122機 給水槽 7箇所 (100m3,1500m3が5、6,600m3)	東京スマイル農業共同組合 災害時の農地活用協定 主に生活用水としての井戸 ㈱サンベルクス、㈱マイカル、㈱イトーヨーカ堂 災害時支援協力協定 水道水(井戸水)の提供 サントリーフーズ㈱ アサヒカルピスピバレッジ㈱ 災害時飲料供給協定 ミネラルウオーター等 東京都公衆浴場業生活衛生同業組合足立支部 災害時における浴場の使用及び井戸水の提供に関する協定 生活用水を必要とする近隣住民に対して無料で井戸水を提供			深度6以上で飲水を想定

表 2.3.2-1(g)　東京23区の防災計画における地下水利用実態の調査結果 (7/8)

地形によるパターン分類	対象区	計画の名称 ※策定時期、東日本大震災後の見直しの有無(ポイント)等	地下水の利用形態 ※井戸、湧水、等	利用目的と期待する効果・位置付け		用途別の利用実態・計画		井戸(湧水)の把握状況 ※台帳の有無 ※動力源と補助動力 ※水質・水量・採取深度等	井戸(湧水)の配置計画上の配慮 ※需要・供給量の把握状況など	住民への周知方法	維持管理主体とその項目・頻度	給水方法 ※井戸(湧水)利用の手順・役割 ※日頃の訓練形態	防災井戸としての制度上の位置付け ※個人・企業等との協定 ※他所管部署との連携	地域間連携 ※東京都の地下水利用計画との連携 など	災害時利用のための普及促進策	地下水利用上の課題 ※汚染の監視と対策 ※震災時の井戸給れ等への対処 など
				平常時	災害時	平常時	災害時 ※利用期間に応じた利用計画 等									
低地部	荒川区	荒川区地域防災計画(平成25 年修正)	防災井戸	記載なし	災害時の生活用水・飲用水	記載なし	・飲用として使用する場合、塩素消毒等の確認を実施する ・指定された防災井戸を活用する	・学校7箇所、区立公園13箇所、防災広場18箇所、合計38箇所 ・防災時協力井戸として個人所有4箇所	避難所を中心とした配置としている。それ以外は記載なし	記載なし	・防災井戸の管理主体は【区民生活部】 ・塩素消毒等、防災時の健康管理に関しては【健康部】 ・日常の管理頻度については記載なし	・防災井戸は手押し式の揚水ポンプ	区で整備した38箇所と個人所有4箇所に関しては協定書を締結	・東京都と「給水施設維持管理協定」を結んでいる、その他給水に限定されないが友好都市との「災害時相互応援協定」、「特別区相互応援協定(特別区)」を結んでいる	特になし	防災マップに防災井戸の記載がなく、利用推進について啓発がなされていない
			深井戸	記載なし	災害時の消防水利	記載なし	延焼危険が高い地域や震災対策上重要な地域を中心に、耐震性を有する防火水槽や大容量水利として地下水を活用した深井戸等の整備に努める	記載なし	記載なし	記載なし	記載なし	記載なし	記載なし	記載なし	記載なし	現時点では、深井戸を整備し消防水利に利用すべきと言う努力目標であり、具体化が必要である
		荒川区ホームページ								荒川区Webiteに記載 http://www.city.arakawa.tokyo.jp/kurashi/bosaibohan/bichiku/ido.html				・国土交通省関東地整と「災害時の情報交換に関する協定」を結んでいる http://www.city.arakawa.tokyo.jp/kurashi/bosaibohan/sonae/kyotei.html		
低地部	墨田区	墨田区地域防災計画(平成24 年度修正)	井戸、地下水	区管理の井戸については記載なし	災害時の生活用水・飲用水	風呂水、蓄熱層等	災害時における既存井戸の井戸水の有効活用を目的	・区内の公衆浴場組合と井戸水の供給に関する協定 ・錦糸町熱供給(株)と地域冷暖房の貯水槽の活用に関する協定 ・(株)東部エネルギーマネジメントと大容量蓄熱層に貯水と供給に関する協定 ・緑島小学校に防災井戸を設置(深井戸)	記載なし	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	・民間所有物は各事業主体の管理による ・井戸水の消毒に関しては災害時に環境衛生指導班を編成して実施 ・災害時の給水全般に関しては墨田区および水道局墨田営業所の管轄となっている	・貯水槽からの給水は車両搬送が中心となっている ・緑島小学校の防災井戸に関しては不明	・民間との協定を基本	・東京都、東京都水道局、自治体と給水等に関する協定を結んでいる	特になし	災害時の井戸への依存が少ない状況となっている
		墨田区ホームページ												墨田区Website (http://www.city.sumida.lg.jp/sumida_info/bousaitaisaku/kyoutei.html)および墨田区地域防災計画資料編　資料第56、57参照		
		一言会ホームページ http://hitokotokai.com/							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、地域の防災まちづくりが行われている							

表 2.3.2-1(h)　東京23区の防災計画における地下水利用実態の調査結果 (8/8)

地形によるパターン分類	対象区	計画の名称 ※策定時期、東日本大震災後の見直しの有無(ポイント)等	地下水の利用形態 ※ 井戸、湧水、等	利用目的と期待する効果・位置付け		用途別の利用実態・計画		井戸(湧水)の把握状況 ※台帳の有無 ※動力源と補助動力 ※水質・水量・採取深度等	井戸(湧水)の配置計画上の配慮 ※需要・供給量の把握状況など	住民への周知方法	維持管理主体とその項目・頻度	給水方法 ※井戸(湧水)利用の手順・役割 ※日頃の訓練動態	防災井戸としての制度上の位置付け ※個人・企業等との協定 ※他行管部署との連携	地域間連携 ※東京都の地下水利用計画との連携 など	災害時利用のための普及促進策	地下水利用上の課題 ※汚染の監視と対策 ※震災時の井戸枯れ等への対処 など
				平常時	災害時	平常時	災害時 ※利用期間に応じた利用計画 等									
低地部	中央区	平成25年修正 ・防災対策の向上 ・新たな減災目標 ・地域特性対策 ・女性視点 ・自助、共助、公助の一体化	防災井戸		生活用水・飲料水の確保		防災拠点における生活用水の確保	防災用井戸 25ヶ所 (構造、揚水量、深さ、駐工日記載)	22ヶ所の防災拠点と3ヶ所の公園に整備 飲料水確保のため過噴を配備	防災マップ	協定井戸(1ヶ所)の維持管理は所有者、 水質検査は区が負担。	主に手動式ポンプ	公園、小学校など区の公共施設に設置	飲用水の確保は給水所(3ヶ所、2900トン)、区施設受水槽(55ヶ所、1300トン)、学校プール(20校、6000トン)、民間受水槽(41ヶ所、1600トン)	・防災拠点訓練 ・防災拠点活動マニュアル	
低地部	台東区	東京都台東区地域防災計画(平成25年修正)	防災用井戸		震災		飲料水及び生活用水の確保	深井戸は深さ100～178m。給水能力は10カ所合計で120m³/時 浅井戸については不明 (記載なし)	区立小中学校、公園、防災広場に10カ所の深井戸(都の設置井戸1箇所含む) 区立の小中学校、公民館などに33カ所の浅井戸	防災マップに貯水槽・給水槽、深井戸が記載されている	台東区	防災用深井戸には、ろ過機、減菌器、自家発電機が整備	民間井戸で飲用に適さないものについては生活用水として活用	隣接する墨田区と防災相互協定 大崎市、蔵王町、日光市、南会津町、会津美里町、雪後大野市、村山市、と災害時等における相互応援に関する協定 東京都公衆浴場生活衛生同業組合台東渋と公衆浴場所有井戸に関する協定	防災訓練	低地部と台地部では地下水利用について大きな差異がある
低地部	江東区	江東区地域防災計画(平成24年度修正)	防災用井戸		震災 風水害	手動ポンプは利用可	飲料水及び生活用水の確保 消防水利の確保	利用可能量は資料では不明	4カ所の公園(亀高・八名川公園の防災井戸は手動・電動ポンプ、深川・香取公園の防災井戸は手動ポンプ	防災井戸の立て看板	江東区	亀高・八名川公園の防災井戸は手動・電動ポンプ、深川・香取公園の防災井戸は手動ポンプ	区立公園内に設置	隣接する墨田区と防災相互協定 大田原市、秩父市、沼津市と災害時等における相互応援に関する協定 民間企業では、東京コカ・コーラボトリング㈱、ポッカサッポロフード&ビバレッジ㈱と応急飲料品等の優先供給に関する協定	防災訓練 防災井戸の説明板	手動ポンプは通常は小屋は施錠されている 防災マップに防災井戸の記載なし(給水施設のみ)
		追記事項・防災マップは充実している。全区版の他に4地域の分割版、英語版、中国語版、韓国語版もある。 追記事項・スマホ用「江東区防災マップ」アプリの配信は25年4月に開始(iPhone,Androidで利用可)														
低地部	葛飾区	「葛飾区地域防災計画」	「震災対策用深井戸給水施設」	不使用	震災、風水害、複合災害		・計4箇所 ・350m3/日(飲料水:約3L/人・日)		・公共施設(公園や図書センター・文化会館)に記置			・応急給水用資材を配置 ※「ろ水機等」との記載はあるが、自家発等については不明。		・東京都 ・比較的離れた自治体 (二本松、土浦、日光、小山、境、十日町、飛騨)		・特に明記無し。
			公衆浴場生活衛生同業組合葛飾支部	公衆浴場用水	同上		・箇所数不明		・協力が得られた相手先のみか(具体的方針等に関する記載無し)	・同上		・協定書に「送電が行われている時のみ」とあるので、自家発電等、停電時の揚水策は未考慮か。	・協定書締結			・同上
			民間井戸	不明	同上		・1箇所(寺)のみ協定書掲載(飲料水以外、と明記)	・詳細不明	・「協定締結を促進」とは明記されているが、明示されているのは左記の1箇所(寺)のみ。	・同上		・協定書に「電気料または燃料費」とあるので、停電時の揚水策も考慮済と想定される。	・協定書締結 ※「青砥疫神延命寺」のみ、協定書掲載。			・同上
低地部	江戸川区	「江戸川区地域防災計画」 H24年度修正。	井戸		震災、風水害、複合災害	詳細不明	・生活用水(断水時の水洗トイレ用水等) ⇒「学校プールや防災貯水槽に並ぶ水筒」との表記あり。	・防災計画では、具体的な記載無し。 ※下記「ヒアリング結果」によれば、400～500箇所程度の井戸が把握されている様子。⇒丁目毎の所在数を示した「井戸所在の概略一覧表」が掲載。 (防災計画そのものには掲載されていない)	・具体的な記載無し。	・同左	・同左	・同左	・詳細不明。	・地下水については無し。 ・水道水については、東京都や隣接自治体との連携協定がある模様。		・水質不良(重金属を多く含む)のため、飲料水には不適⇒雑用水利用が主体。
		※上記「江戸川区地域防災計画」には「災害時の地下水利用」について具体的な記載が無いが、国が設置した「緊急時水部環境能障害リスク検討委員会」の関連資料(第2回委員会参考資料)として「東京都江戸川区ヒアリング調査結果」が示されており、その中に「災害時の水利用対策」として「地下水(井戸水)の利用」に関する事項が記載されていることから、その内容も参照した上で、表中に記載した。 ・緊急時水部環境能障害リスク検討委員会:国土交通省の都市・地域整備局下水道部、土地・水資源局水資源部、河川局及び厚生労働省健康局が共同設置。平成17年度～18年度にかけて検討が行われ、平成19年3月30日に「検討報告書」が公表されている。(概要 http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha07/04/040330/01.pdf、本文等 http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/ryuiki/index.html) ・また、上記で参照した「第2回委員会参考資料(東京都江戸川区ヒアリング調査結果、他)」は、右記URLにて公表。(http://www.mhlw.go.jp/shingi/2006/02/s0220-7.html)													

参考文献

1)東京地質調査業協会　技術ノート（http://www.tokyo-geo.or.jp/html/frameset3.htm）
2)東京都環境局 HP（http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/）
3)東京 23 区の地域防災計画

2.4　望まれる災害時の配水ネットワーク

2. 4. 1　災害時における利用上の課題

昭和 36 年（最終改正：平成 24 年）に制定された災害対策基本法では、暴風、竜巻、豪雨、豪雪、洪水、高潮、地震などが想定されている。このうち、生活における水利用に広域に大きな影響を与える災害として地震、津波、豪雨水害、水不足などが考えられる。これらの災害では火災、地盤沈下、停電、断水、地すべり、交通遮断、燃料不足、行政機能喪失などの被害事象が生じることが想定され、過去の震災経験から複数の被害が同時に起こる可能性も指摘される。

平常時には地下水は飲用、生活用、雑用、医療用、消防水利、地中熱利用など幅広いポテンシャルを有している。災害時の地下水利用計画は多くの場合これらの平常時の地下水利用形態がそのまま維持できるものとして成り立っているが、地震被害想定や過去の災害事例に見られるように、災害時には火災、交通障害、ライフラインの損傷などにより地下水利用施設が計画のとおり利用できない状況が起こる可能性がある。

1)　災害時における地下水利用事例

災害時における地下水利用の有用性は東日本大震災時に限らず、過去の幾多の災害時にみられる。それらの光景は生活水や飲料水を求める被災者の姿である。同震災時、津波に洗われ生活水に窮した被災者を救った自衛隊をはじめとする給水車の活躍が話題となる中、耐震性が高く地震動被害のなかった井戸（井戸水）の利用や古くからの自然湧水、トンネル湧水が利用されていた事実がある。

火災に対しては、初期消火に努め火災の延焼を食い止めることは大災害を未然に防ぐために重要であり、消火水としての水は必要不可欠である。消防法の規制もあり、江戸時代辻々に置かれていた手桶、防火水槽のように、消火栓設備や防火用水としてのビル地下貯留槽が設置されている。農水産業・工業など、産業復活あるいは BCP の観点からの維持・継続にも清水の存在は欠かせない。これら利用に際しては、使われ方に応じて濁度・水質が改善されている。

東日本大震災では、沿岸部は津波により汲み上げポンプが破損し一時的ではあるが使用できない事態となったり、塩水化により一般人の飲用使用には難があったりするものの、ポンプ施設の緊急手配が功を奏し殆どの井戸が 1 両日中に復旧できたとのことである。内陸部では、(耐震基準の高度化とも相まって構造物被害が地震規模に比べれば小さかったともいえるが）温泉井戸など一部で水量の低下や井戸枯れの事態も報告されているものの、井戸そのものに被害は殆どない。沿岸部も含め、井戸という地下施設の耐震性の高さを証明した。また、阪神淡路大震災では、灘地区の宮水と呼ばれる六甲山からの伏流水やそれを汲み上げる井戸の被害が軽微であり、発災直後から住民の飲用に供されてきた。

自然湧水に限らず、トンネル湧水が地域避難住民の生活用水として活用された事例は記憶に新しい。これらは行政間の垣根なく、発災直後の遅滞なく進められた救援活動により、平常時の地下水利用がそのまま生かされた事例である。

2)　災害時に地下水利用が制限される事例

1)に記載した地下水利用事例は、いずれの場合も井戸･湧水等周辺地域へのアクセス、井戸自体の保全がなされている中での利用形態の維持事例である。国家的基盤損失の大きい首都直下地震、東海･東南海地震などでは、**図2.4.1-1**に示すように地域としての全壊、焼失といった事態によって、井戸周辺の家屋が倒壊したり焼失した場合、地下の井戸孔自体は健全であっても、そこへのアクセスや利用ができなくなることも想定しなくてはいけない。地下貯留槽や、崖下などに多い湧水においても斜面の崩壊で利用が難しいこともある。帰宅難民の多さもまた東日本大震災の比ではない。また、**図2.4.1-2**に示す東日本大震災のように数日にして道路啓開がなされ他地域からの救援が速やかに実施されるようになったのとは違い、救援が見込めないとも言われている。**図2.4.1-3**のように電力・ガスや通信施設の復旧に多くの時間がかかることも想定しなくてはいけない。

水の確保は他の全てに先んじて求められなければいけない課題である。中央防災会議1)でも、従来の備蓄水量の倍増を求めるようになっており、これまでとは違う（想定外）都市型（経済基盤地域）大規模地震災害を受けたときにどの様にして必要な生活水等を確保するか、非常に大きな課題といえる。

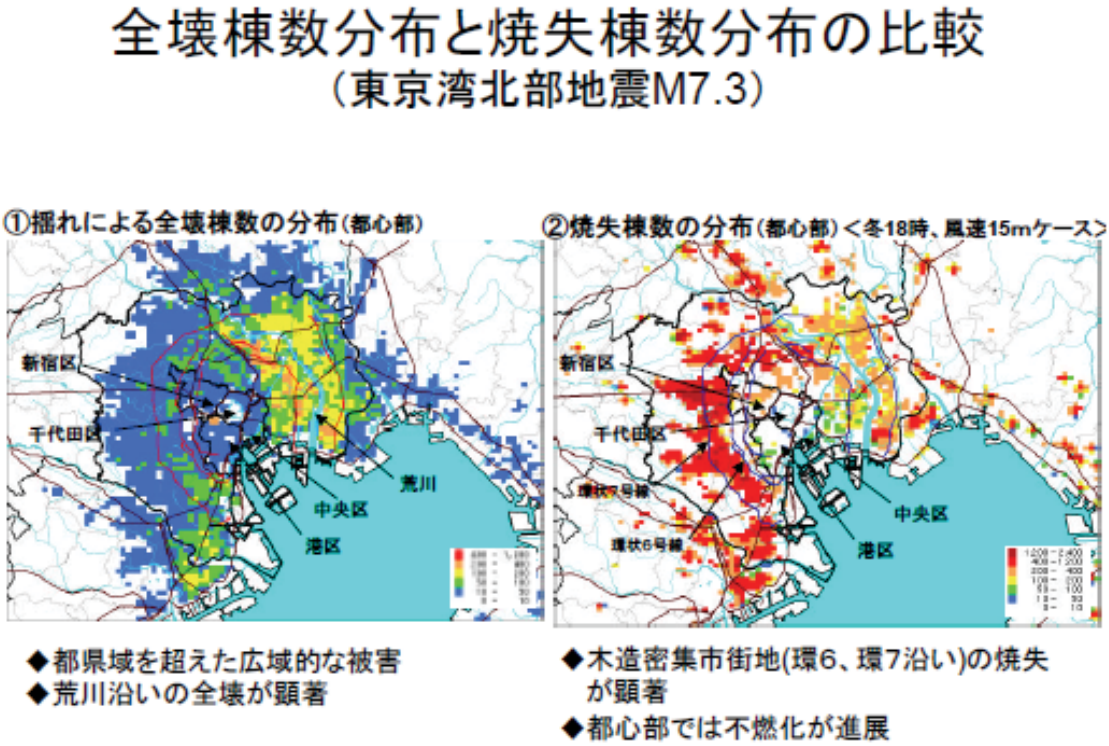


図2.4.1-1　東京湾北部地震による家屋被害想定

出典：首都直下地震の被害想定と対策について、中央防災会議 首都直下地震対策検討ワーキンググループ

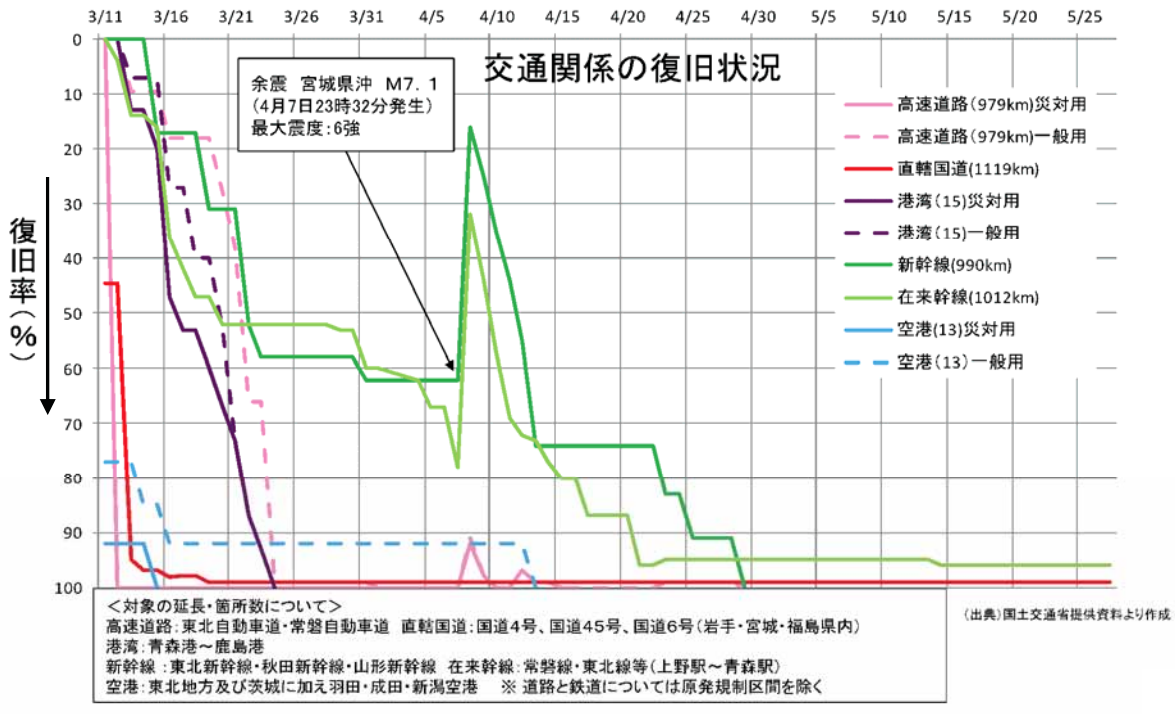


図 2.4.1-2　地震による交通復旧状況の事例

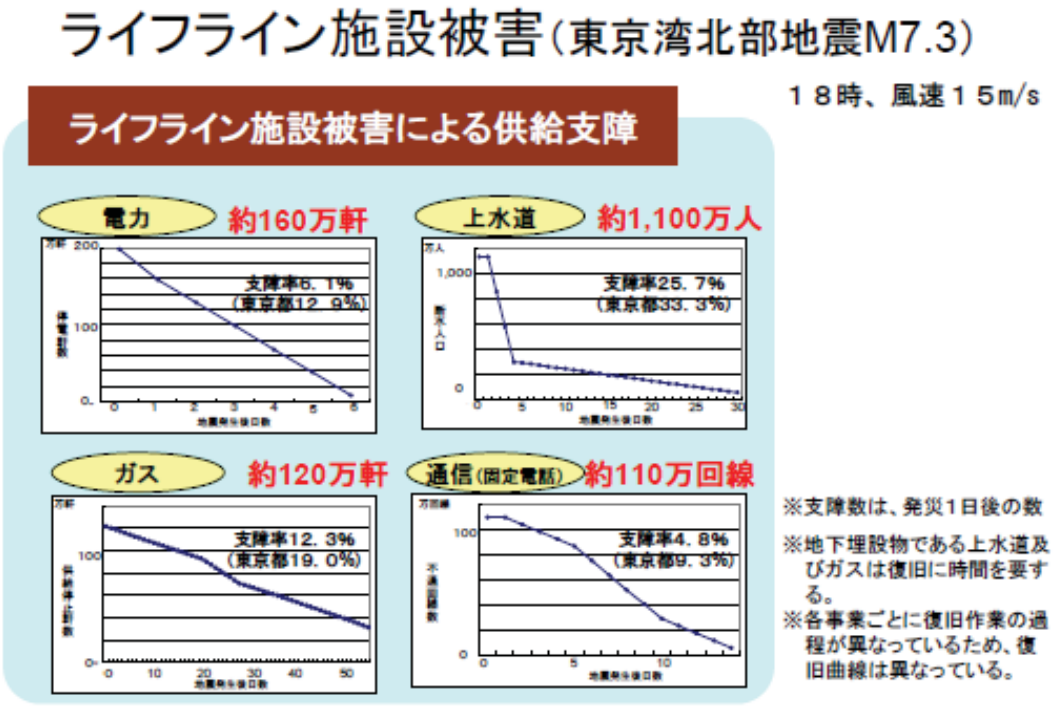


図2.4.1-3　東京湾北部地震によるライフライン被害想定

出典：首都直下地震の被害想定と対策について、中央防災会議 首都直下地震対策検討ワーキンググループ

図2.4.1-4は災害時の地下水利用について災害の種類、想定される被害、地下水利用施設利用への影響、地下水の用途の関係を概略的に示した図である。たとえば地震災害では火災、地下構造物の不安定化、液状化、停電、断水、交通遮断などの被害が複合的に生じる可能性が大きく、状況によっては地すべり、燃料不足、行政機能喪失などが生じうることを示している。これらの被害のうち、たとえば停電が起こるとモーターやポンプを使用する井戸は利用できなくなるし、交通渋滞や遮断などの障害が発生すると避難所への避難、給水車による速やかな給水、サプライチェーンなどのルートが断たれ、想定以上の時間がかかることが予想される。このような事態が生じると平常時に策定していた消防水利、飲用、生活用水、医療用水などの利用計画に支障が生じることになる。

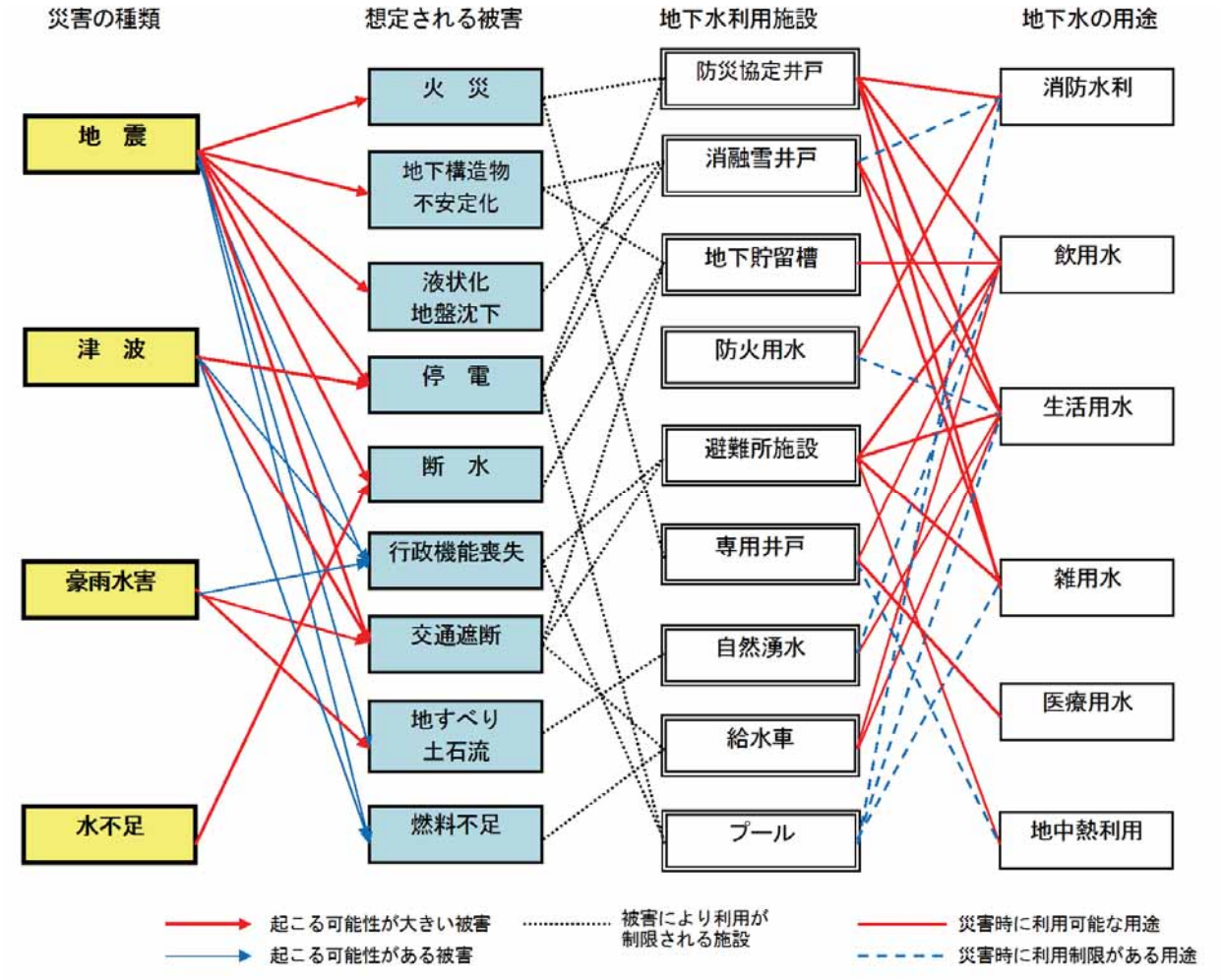


図 2.4.1-4　災害時における地下水利用の制限

2. 4. 2　災害時に担える地下水利用システムが具備すべき条件

1)　震災時の地下水利用用途とポテンシャル

中央防災会議においては、首都直下地震対策として、その中枢機能は、特に発災後3日間程度の応急対策活動期においても途絶することなく継続性が確保されることを求めている。この中で政府をはじめ各機関に災害対応を中心とした業務の継続性に加えて、企業や個人も含めて首都直下地震に備えるため、交通、電力、情報など、おこりうる事象を想定し、救命救助活動、企業活動や市民生活の困難性を明確化する必要性が述べられている。

具体的には、官公庁施設の耐震化が順次進められていることから、建物が倒壊するなどの大きな損傷が生じるおそれは小さいが、設備や配管等に対する損傷、付属工作物の機能不全、データの復旧困難等により、多くの機関において業務の再開までに一定の時間を要することなどが記載されている[1)]。

表2.4.2-1は阪神・淡路大震災あるいは新潟県中越沖地震におけるライフラインの復旧日数を示している。地震の規模によって差異はあるが、電力で概ね２日～１週間、水道あるいは都市ガスで1～3カ月を要している。特に水道は相当長期間遮断されるため、避難生活においても必要量が絶対的に不足することが見込まれる。

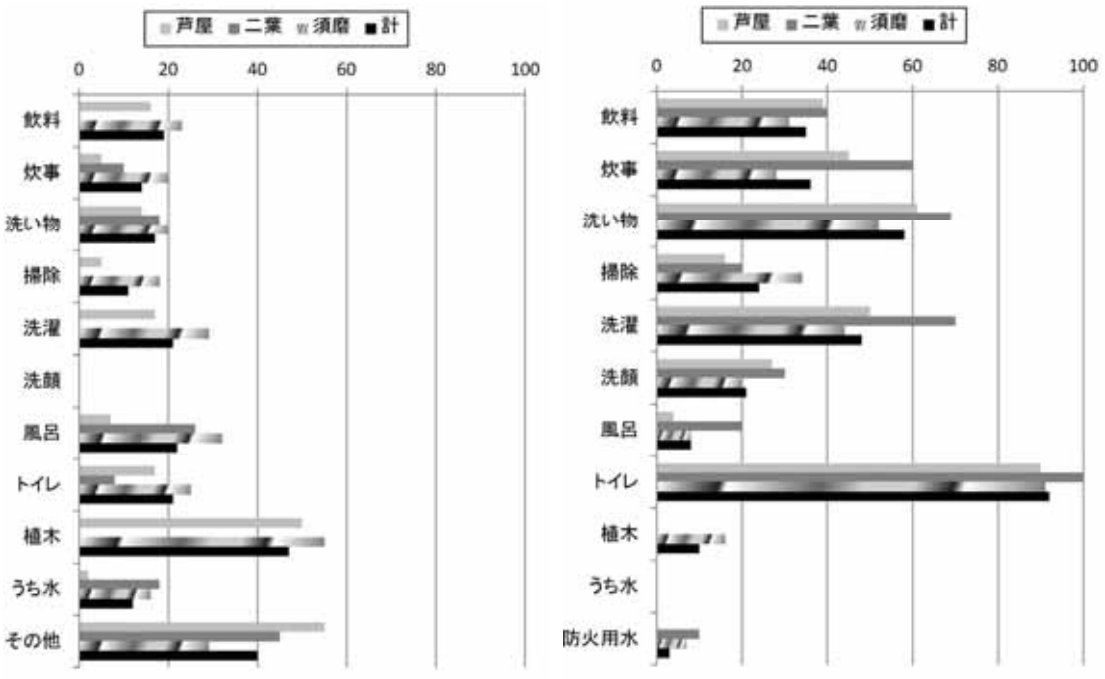
こうした震災時の水需要に対応するために防災井戸が果たした役割は**図2.4.2-1**の阪神・淡路大震災における利用事例[2)]に示すように経験上実証されているが、災害時の膨大な水需要に応えるためには専用井戸、貯留槽などの多重水源の確保が必要となる。

このように災害時に求められる地下水の用途としては飲用・生活用水・雑用水・消火用水・医療用水が考えられるが、たとえば**図2.4.2-2**に示すように恒常的といわれる地下水熱を利用した生活空間の空調への利用も考えられる[3)]。

表 2.4.2-1　阪神・淡路大震災及び新潟県中越沖地震におけるライフライン復旧日数

	阪神・淡路大震災 1995 年 1 月 17 日	新潟県中越沖地震 2007 年 7 月 16 日
電力	6 日	2 日
水道	91 日(仮復旧 42 日)	19 日
都市ガス	85 日	42 日

出典：ヒートポンプ・蓄熱システムの事業継続計画(BCP)における活用に関する報告書,
(一財)ヒートポンプ・蓄熱センター



震災前井戸利用　　震災後井戸利用

図 2.4.2-1　阪神・淡路大震災の前後における井戸利用

出典：阪神・淡路大震災における井戸の活用に関する研究、日本建築学会計画系論文集、安藤元夫

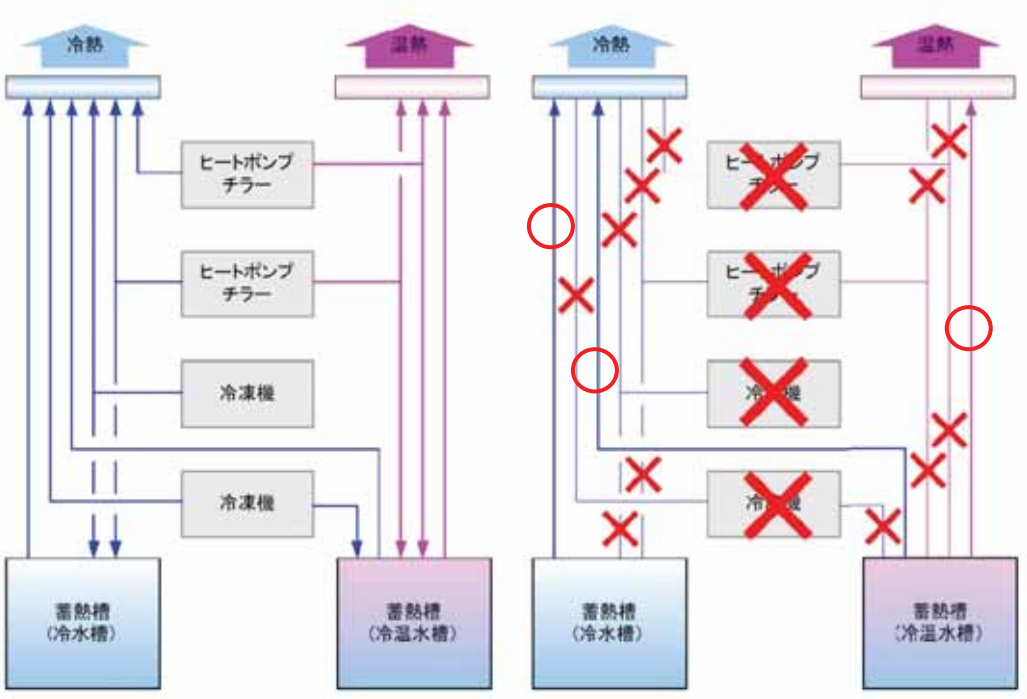


図 2.4.2-2　停電時における蓄熱槽の利用（左：平常時，右：停電時）

出典：ヒートポンプ・蓄熱システムの事業継続計画(BCP)における活用に関する報告書、(一財)ヒートポンプ・蓄熱センター

2)　災害時の地下水利用のための BCP 方策

国会で成立を目指して議論が行われている「水循環基本法（仮称)」では地下水も含めた水の災害時有効利用が検討されているが、災害時の地下水需要に対し、現状は**図 2.4.2-3** 及び**図 2.4.2-4** に示すように地下水利用地域、利用用途に偏りが見られる。減災目的や BCP 策定のためには地域の被災状況に関わりなく、これらの用途に利用できる環境を整備しておくことが必要であり、そのためには前項の課題に対するフェイルセーフシステムを構築しておく必要がある。

災害時における地下水利用にあたっては、前項 2.4.1 に記した事例検討をもとに、減災と BCP の観点から利用形態の維持、復活を図る必要があり、この場合、過去の経験から防災井戸による生活用水の確保が優先課題となる。

行政が実施する BCP の拠り所は、自治体の場合条例及び地域防災計画であり、これらの中で具体的な行動計画を策定することになる。**図 2.4.1-4** に示した地下水利用施設及び地下水利用用途に対する行政、事業者、住民の BCP 策定のための一般的な方策例を**表 2.4.2-2** に示す。たとえば、災害時に優先的に利用されると考えられる災害井戸については、停電、地盤沈下、建物の倒壊などによって井戸機能そのものが利用できなくなるハードのリスクと水質汚染、そもそも設置場所がわからず広範な住民の利用が難しいなどの課題もある。これらの課題に対して、防災マップへの設置場所記載、つるべ式井戸の保存、定期的な水質検査と行政による補助、登録制度の推進、耐震化公共施設への井戸配置、自家発電機の充実配備、湧水の復活、手漕ぎポンプの高性能化などの方策が考えられ、条例や地域防災計画に BCP として記載し、行政や事業者による方策の実施が望まれる。

この場合の留意点としては、**2.3 節に示した**地域防災計画事例に見られるように、地下水利用地域の地形（台地の涵養域、下町低地の利用規制地域など)、水理地質、社会・経済条件を考慮し、地下水利用状況に応じたきめ細かい BCP 方策が必要になる。

表 2.4.2-2　災害時の地下水利用に関する BCP 策定のための方策例

地下水利用施設	災害時利用に関する課題・リスク	BCP 策定のための方策例
防災協定井戸	・設置場所がわからず他の住民が使えない ・電動モーター式は停電時に使えない ・地震動による設備の損傷 ・津波、自然汚染による水質劣化 ・建物倒壊による井戸機能損傷 ・液状化による泥水の噴出や地盤の沈下による交通障害、排水障害	・防災マップへの設置場所記載 ・つるべ式井戸の保存 ・定期的な水質検査と行政による補助 ・登録制度の推進 ・耐震化公共施設への井戸配置 ・自家発電機の充実配備、湧水の復活、手漕ぎポンプの高性能化
消融雪井戸	・停電時に機能しない ・地震による管路の損傷 ・大量揚水による地下水位低下に起因する地盤沈下懸念	・停電時も機能する非常用電源の設置 ・地下水位観測など利用量の管理と規制
避難所施設	・交通遮断による避難の遅延 ・避難長期化による生活用、雑用水の不足 ・通信手段の障害 ・収用人数に制限がある	・地域人口を考慮した分散設置 ・避難所への優先アクセス確保 ・井戸揚水量の増強 ・水質検査備品の常備 ・雨水貯留設備の設置などを含む多重水源化 ・安全設備を利用したインターネット活用手段の増強 ・小電力で可能な地下水熱利用冷暖房
地下貯留槽	・上水の遮断による容量低下 ・行政機能が喪失した場合の管理体制 ・災害時の利用用途優先順位が不明確	・地下水容量の増大 ・緊急時の利用、管理体制の明確化 ・民間井戸からの応急給水
専用井戸	・停電復旧までの非常用電源、燃料不足 ・設置及び維持管理コスト ・火災に対する防備	・停電時電源設備の増強 ・行政による設置、維持管理コスト補助
湧水・伏流水	・水質面で飲用に向かない ・存在場所が不明でアクセスに難がある ・多人数利用による水量不足	・寺院境内の湧水、名水などの周知、広報 ・行政による定期的な水質検査などの維持管理
多重水源	・設置場所、利用法がわからない ・水利権が異なる ・水質維持、管理 ・初期消火できないことによる火災延焼による井戸や湧水地へのアクセスの困難さ	・地下河川・地下調節池内への貯留（内水氾濫予測システムの開発により、豪雨前に貯留量をゼロにする必要有り） ・農業用井戸の有効利用 ・被害軽微な地区との水源共有化（連携管など） ・固化・締め固めによる液状化対策、間隙水圧消散工法（ドレーン工法）、地下水低下工法（暗渠排水工法）、地震時に排水される地下水を有効利用 ・自噴する水を活用（近隣建築物地下への導水など）
地下水熱利用	・設置コストが高く、導入が進んでいない ・オープンループシステムの場合に津波、水害時の水質汚染の可能性	・行政補助による公共施設などへの普及促進 ・蓄熱槽の活用推進

順位	利用地帯名	地下水利用量（万m³/年）
1	鬼怒川西部	44,166
2	那須野原	24,164
3	熊本・菊池平野	20,464
4	濃尾平野西部	10,315
5	常陸台地	10,140
6	近江盆地南部	8,687
7	筑後平野	7,885
8	西関東台地	7,876
9	下総台地	7,826
10	利根川低地	6,748
11	阿蘇カルデラ谷	6,465
12	横手盆地	5,992
13	徳島平野	5,803
14	新居浜平野	5,271
15	高松平野	4,129
16	南勢平野	3,745
17	氷上盆地	3,501
18	宮崎・高鍋平野	3,489
19	京都盆地	3,276
20	淡路島	3,010
合計		192,952

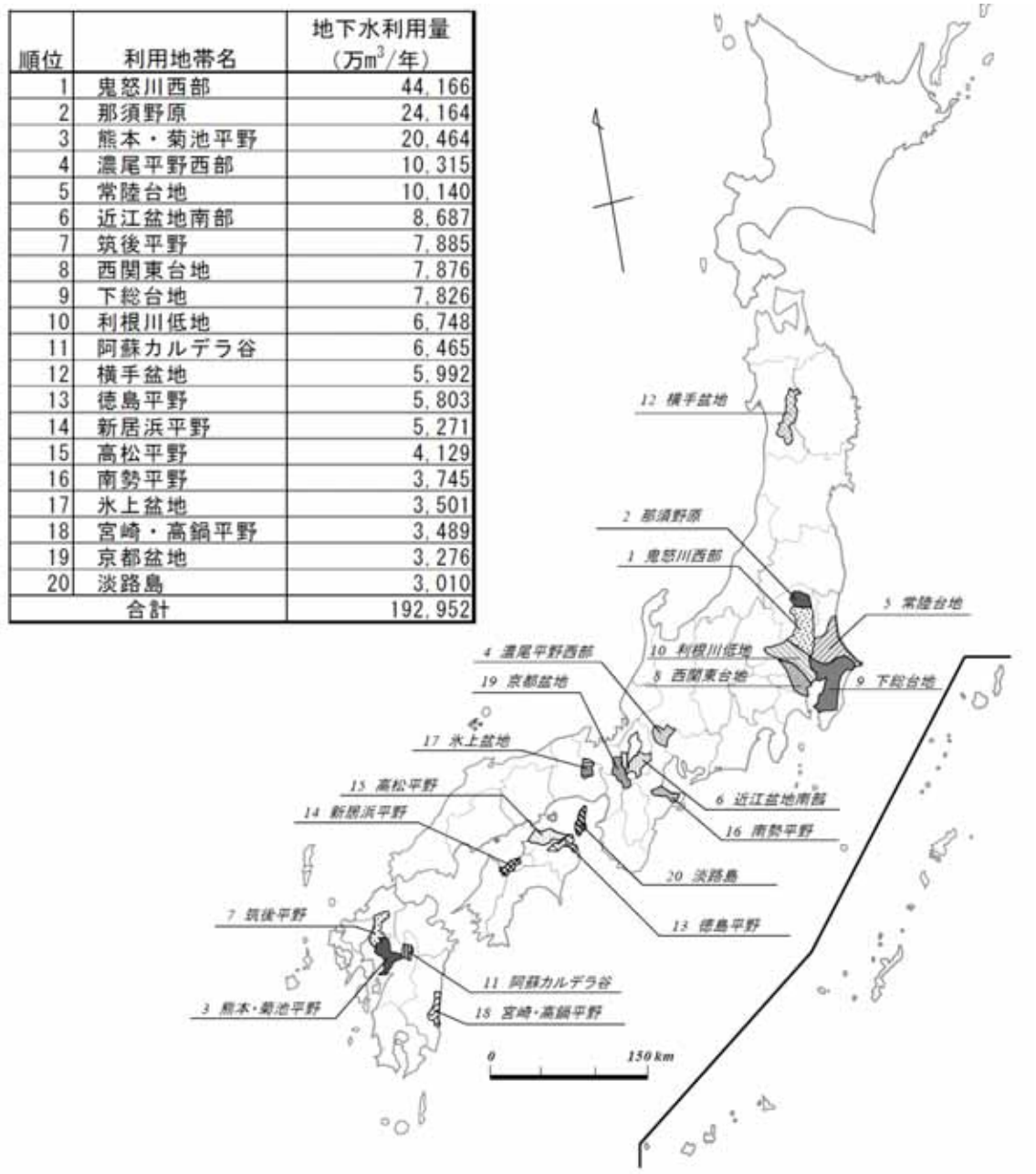


図 2.4.2-3　全国の主な地下水利用地域における地下水利用量

出典：農業用地下水の利用実態、第５回農業用地下水利用実態調査の概要、
農林水産省農村振興局農村環境課

都道府県	水田		畑		樹園地		施設園芸		合計	
	利用面積 (ha)	利用量 (千m³/年)	利用面積 (ha)	利用量 (千m³/年)	利用面積 (ha)	利用量 (千m³/年)	利用面積 (ha)	利用量 (千m³/年)	利用面積 (ha)	利用量 (千m³/年)
茨城	10,132	200,710	2,217	9,871	47	181	276	1,839	12,672	212,600
栃木	18,841	684,583	287	1,864	125	1,019	165	3,399	19,417	690,866
群馬	1,721	33,750	95	524	7	36	313	2,670	2,136	36,980
埼玉	6,674	108,152	1,623	4,618	27	68	342	2,091	8,666	114,929
千葉	5,407	74,735	1,709	5,088	87	287	243	2,203	7,446	82,313
東京	59	1,171	178	310	4	17	59	754	300	2,252
神奈川	164	4,709	837	3,419	54	328	90	912	1,145	9,368
山梨	846	17,600	52	158	541	740	18	126	1,457	18,624

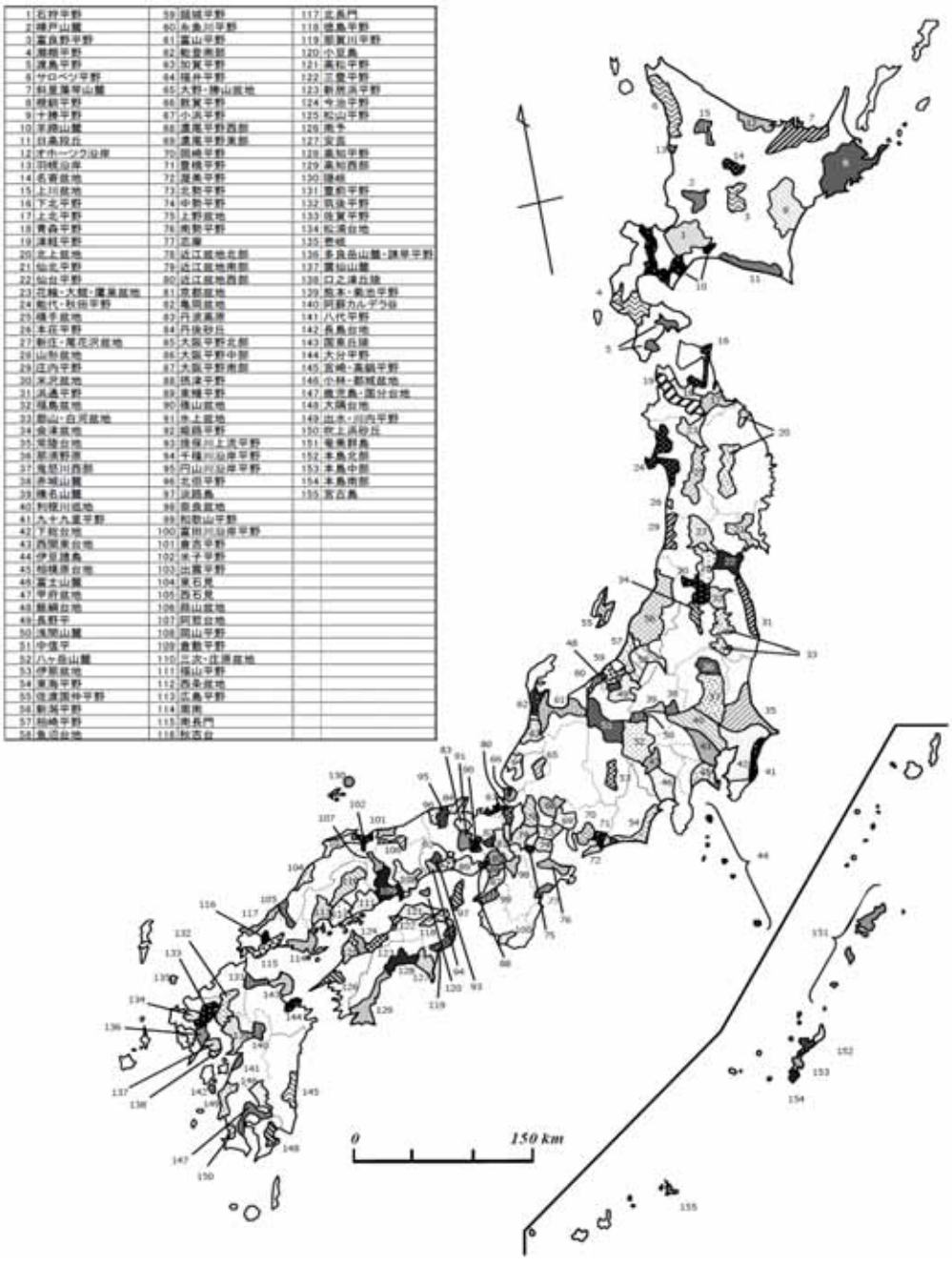


図 2.4.2-4　主な地下水利用地域の用途別利用面積と利用量

出典：農業用地下水の利用実態、第５回農業用地下水利用実態調査の概要、農林水産省農村振興局農村環境課

2.4.3　災害時地下水利用システム（ネットワーク）

これまでに既述したように、災害時には平時の地下水利用施設や利用形態がそのままの状態では使用できない種々のリスクが生じる可能性がある。これらのリスクを減らし、BCPの考え方を推進するためには、あらかじめ災害を想定した地下水利用システムの構築が不可欠である。ここでは、このような観点から災害時の地下水利用システムに必要な要件とそれらの要件を備えた地下水利用システムについて考察、提案を行った。

1)　地下水利用システム（ネットワーク）のエリア要件

災害時に地下水を利用する上で利用量と併せて問題となるのは利用可能範囲などの距離、広さに対するエリア要件がある。既述の**図 2.1.4-1** のイメージや表 2.4.3-1 は目標水量と併せて給水拠点からの応急給水の運搬距離と目標設定例を示している。さらに狭い地域における実際の井戸利用についてはたとえば**図 2.4.3-1** に示す阪神・淡路大震災時の神戸須磨区における井戸利用事例がある。この事例からは普段から周辺の地域住民が利用している井戸の利用範囲は 100m 程度であること、寺院の公共井戸の震災時利用範囲は 400～500m 程度であることなどが見てとれる。実際に地下水利用システムを構築する場合は、地域の平常時井戸利用形態及び利用範囲、通行障害によるエリア到達の困難さ、**2.2.3 項**に示したような災害の初動(フェーズ 1)、短期(フェーズ 2)、中長期(フェーズ 3)といった時系列の水利用などを考慮してエリア要件や目標水量を決める必要がある。

表 2.4.3-1　災害時の水運搬距離目標とイメージ

応急給水の目標設定例

地震発生からの日数	目標水量	市民の水の運搬距離	主な給水方法
地震発生～3 日まで	3 ℓ／人･日	概ね　1km 以内	耐震貯水槽、タンク車
10 日	20 ℓ／人･日	概ね 250m 以内	配水幹線付近の仮設給水栓
21 日	100 ℓ／人･日	概ね 100m 以内	配水支線上の仮設給水栓
28 日	被災前給水量 (約 250 ℓ／人･日)	概ね 100m 以内	仮配管からの各戸給水 共用栓

資料）厚生労働省「水道の耐震化計画等策定指針」(2008 年)より抜粋

出典：災害時地下水利用指針（案）、国土交通省

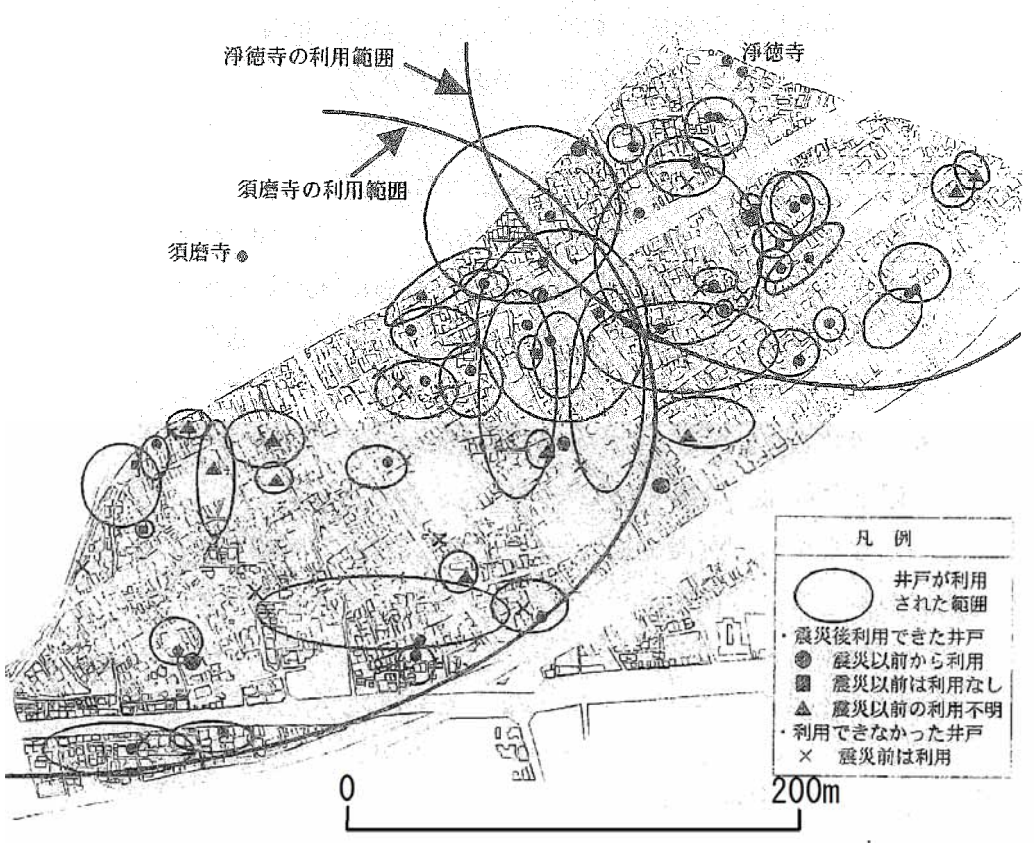


図 2.4.3-1　阪神・淡路大震災の前後における井戸利用

出典：阪神・淡路大震災における井戸の活用に関する研究、日本建築学会計画系論文集、安藤元夫に加筆

2)　地下水利用ネットワーク構想の提案

1)に示したエリア要件を考慮し、仮想した地域における平常時及び災害時の水需要対応ネットワーク構想の例を①及び②に示す。

①大深度水道管建設構想（仮称：大都市カナート構想）

国土強靭化の方針では、人命の保護、自然との共生、環境との調和がうたわれている。近年の大都市圏内においては、地下水の汚染問題が深刻化しつつある。現在の既設水道管は大地震が起きた場合、地震動が強く液状化などの被害を受けやすい沖積層や埋立て地盤などの浅い場所に敷設されている。将来大地震が起き水道管が損傷し水道水の供給が途絶えた際には、防災井戸も水質汚染の問題が生じる可能性があり、一部に設置されているような耐震性井戸を増やすなど、より安全性が高い仕組みの構築が必要である。

一方、阪神淡路大震災などの過去の地震報告によれば、深い場所に建設された管路施設の被害は殆ど起きていない。また、東北地方大震災の経験では、井戸は地震に対して被害を受けていないという報告がなされている。そこで、これらの特長を活かして、図 2.4.3-2 に示すような新たな大深度貯留管の建設し、火災や水不足が懸念される場所に人工湧水池（泉）を設ける。

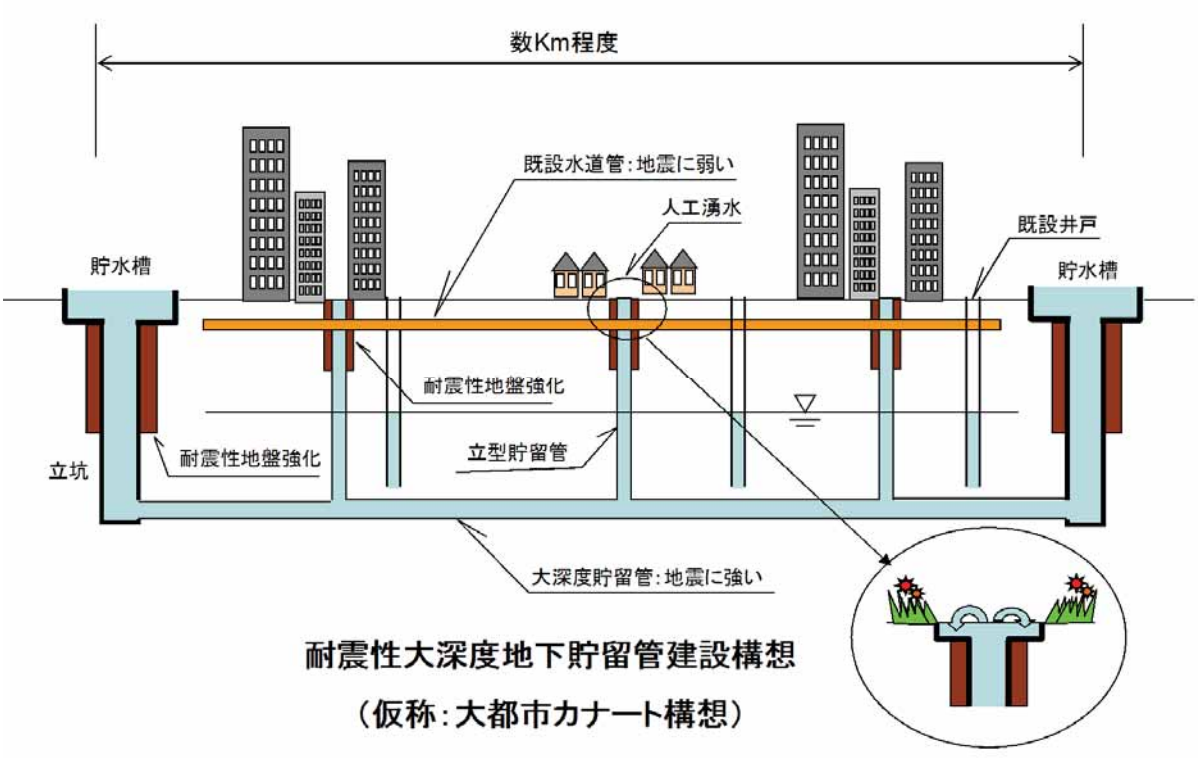


図 2.4.3-2　耐震性大深度地下貯留管建設構想のイメージ

②異なる規模の貯留施設を地域に配置する構想 4)

災害時に、より安全な仕組みを構築するという観点から、規模が異なる貯留施設を配する構想の平面図、イメージ、晴天時及び降雨時のイメージを図 2.4.3-3～2.4.3-5 に示す。

図 2.4.3-3 は、2.4.2 に示した神戸須磨地区の防災井戸配置事例や**図 2.4.3-2** に示した大都市カナートなど異なる規模の貯留施設を組み合わせた構想のイメージを示し、災害時の課題である異なる運搬距離、水量需要に対応可能な複合的システム配置の例として提案している。

また、**図 2.4.3-4** 及び**図 2.4.3-5** では上記の大規模カナートの一部をこれらの連結した貯留施設で構成し、貯留水利用手押しポンプ、ソーラーパネル補助電源つき防災井戸、停電時の蓄熱槽・地中熱利用など、停電時にも利用可能な地下水利用設備を加えて、災害時の安全性、利便性をより高めた地下水利用ネットワークシステムの例として示した。

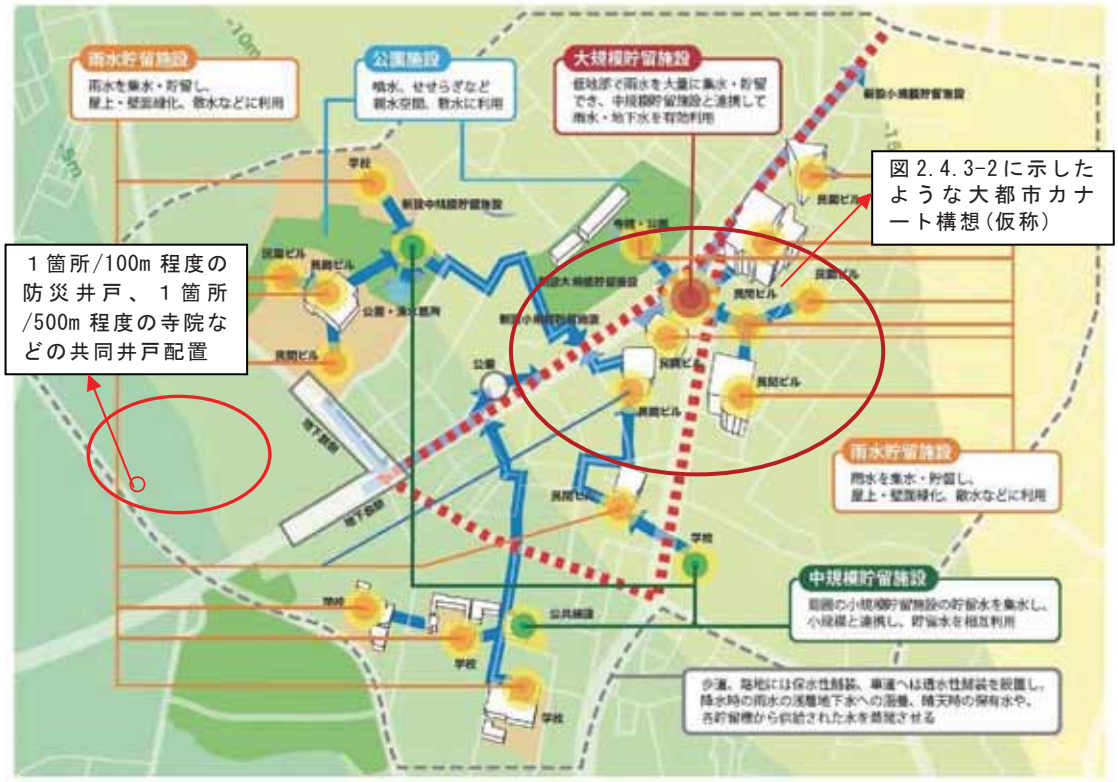


図2.4.3-3　井戸利用及び貯留施設配置のイメージ平面図

出典：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、旧(財)エンジニアリング振興協会に加筆

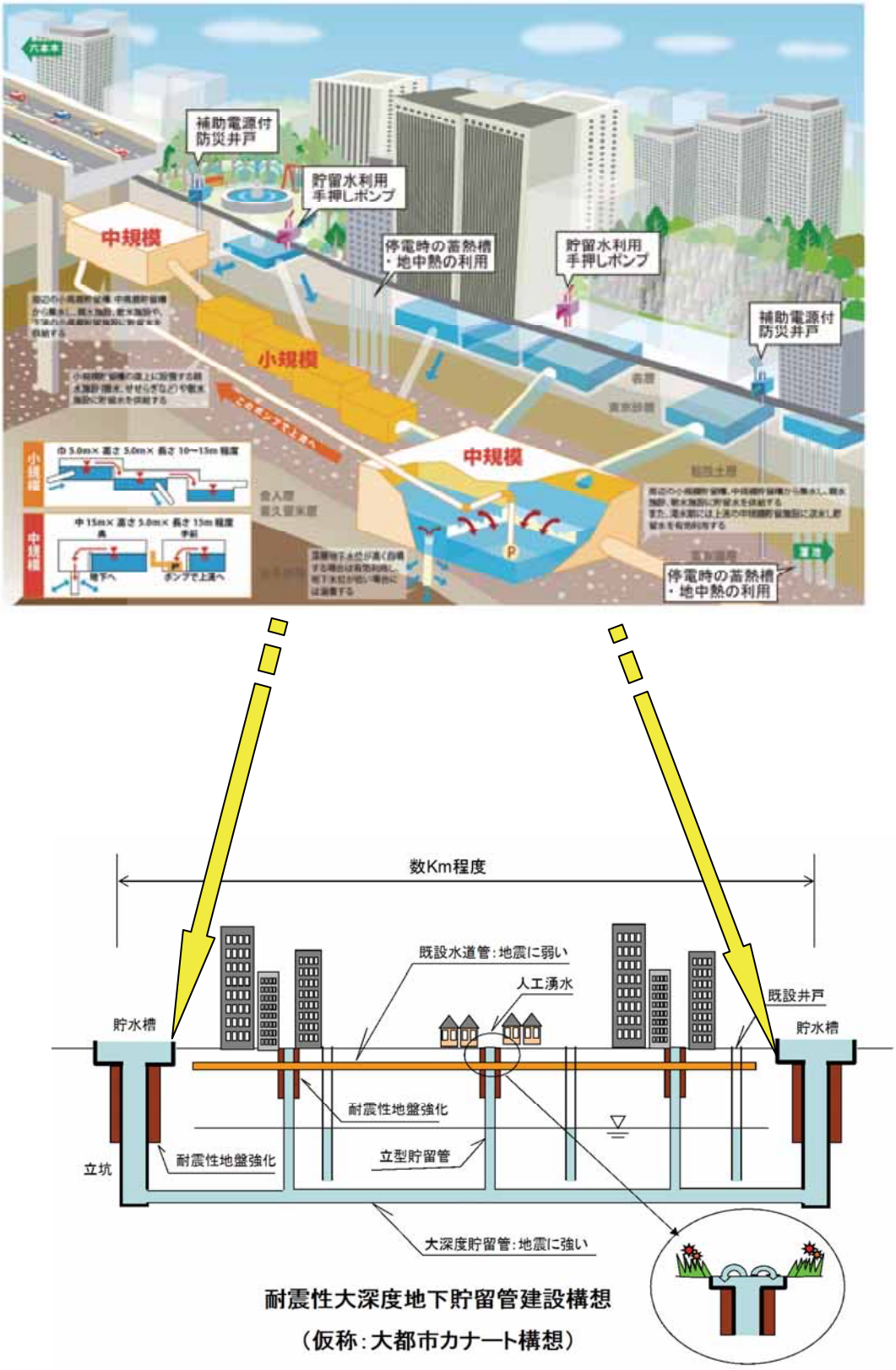
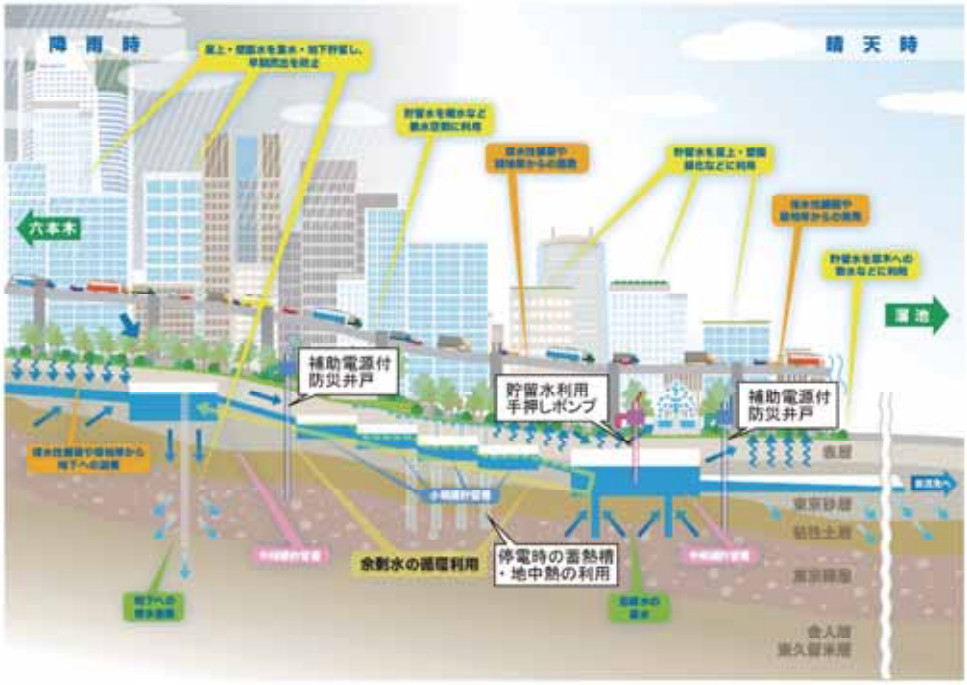
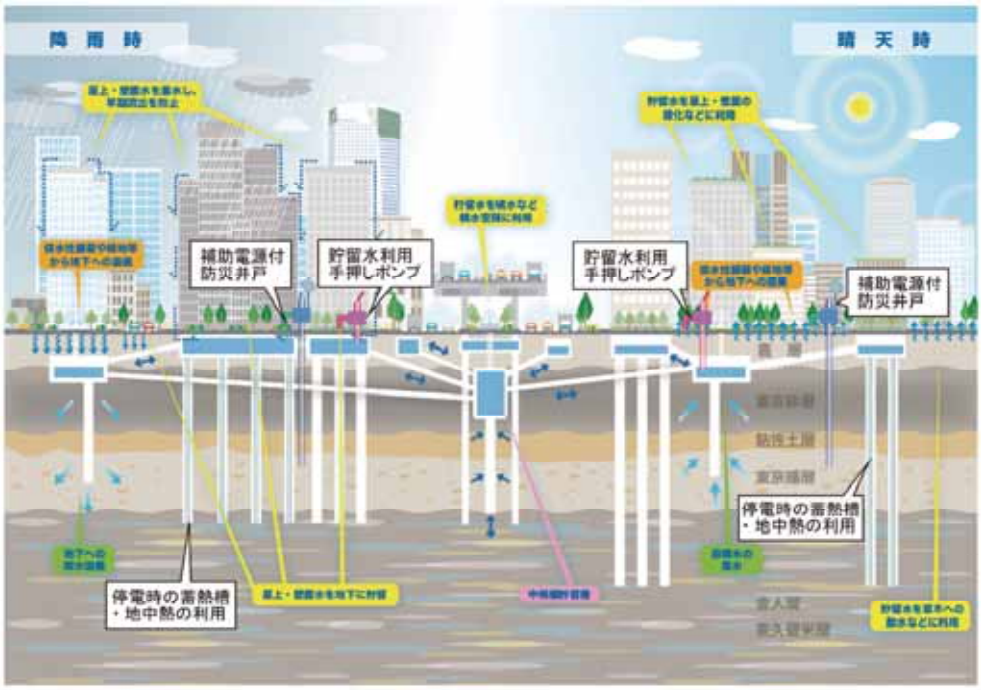


図 2.4.3-4　大規模カナートの一部を地域貯留施設で構成するイメージ図

出典：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、旧(財)エンジニアリング振興協会地下開発利用研究センターに加筆



ネットワークによる地下水利用概念（縦断面図）



ネットワークによる地下水利用概念（横断面図）

図 2.4.3-5　晴天時及び降雨時の貯留施設イメージ

出典：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、旧（財）エンジニアリング振興協会地下開発利用研究センターに加筆

2.5　地域における自助・共助・公助の考え方

2.5.1　自助・共助･公助の必要性

東日本大震災は、人的被害として死者行方不明合わせて約２万１千人、経済的被害総額約 16 兆９千億円といわれる未曾有の災害となったが、首都直下地震では、これをはるかに上回り死者のみ２万３千人、経済的被害総額 95 兆円という膨大な災害となることが想定されている。

このような大災害に対する防災・減災に向けた対策の方向性について社会の関わりは、どの様にあるべきか、中央防災会議においても「首都直下地震の被害想定と対策について（最終報告)」[1)]の中で答申がなされている。そして、このような大災害には、災害の発生前の事前段階、発災直後、発災初期、初期対応以降の４段階に応じて臨機応変に対応する必要があり、その時々に公助だけでなく自助・共助と一体となって事に当たることでさらに被害を最小限に抑制し早期復旧･復興が可能となる「災害に強い町の形成」ができることを述べている（**図 2.5.1-1**)。

自助とは、「自ら(家族も含む)の命は自らが守ること、または備えること」、共助とは、「近隣が互いに助け合って地域を守ること、または備えること」、公助とは「区をはじめ警察・消防・ライフラインを支える各社による応急・復旧対策活動」であるといわれている。

江戸時代の米沢藩藩主上杉鷹山は、政（まつりごと）の基本に、自ら助ける「自助」、近隣社会が助け合う「互助」、藩行政が力を発揮する「扶助」の『三助』を定めていたといわれているが、文字こそ違え、現在の防災･減災対策で言われている「自助」、「共助」、「公助」と同じ概念である。このように、住民と地域と行政団体との関係性については、時代や地域問わず共通性が見受けられるものであるが、いずれも持続性のある安心できるまちづくりという観点で同じである。

企業においても個人･家庭と同様にそれぞれを読み替えた以下のような「自助」という考え方が出来る。企業（個人･家庭）の抱える生命・資産を守り、顧客または社会（地区･地域やより広範な社会）に継続して価値が提供できるように、事業活動（個人･家族行動）を継続する。

図 2.5.1-2 は阪神・淡路大震災時に生き埋めや閉じ込められた人の救助を誰が行ったかを表したもので、「自力で」「家族に」などの自助による救助は約 67%、「友人・隣人に」などの共助が約 30%、救急や自衛隊などによる公助は 2%にも満たない割合であったことが見てとれる。

阪神・淡路大震災では、被害が大きすぎて救急などが対応しきれないばかりか、道路の寸断等により現場にたどり着けないという状態であり、いかに自助が重要か、いかに隣近所の共助が頼りになるかの参考事例になる。災害時にどの力がどれくらいの割合で必要になるかについて、一般的には自助：共助：公助＝７：２：１の割合と言われている[5)]。

震災の被害を最小限に抑えるためには、**図 2.5.1-3** の茅ヶ崎市の防災都市づくりの例[6)]に見られるように自助・共助・公助それぞれの災害対応力を高めることが必要であり、市民が普段から起こり得る地域の被災状況や現状の防災性に関する共有認識を持って連携し、持続的な取組を進めて行くことが重要である。

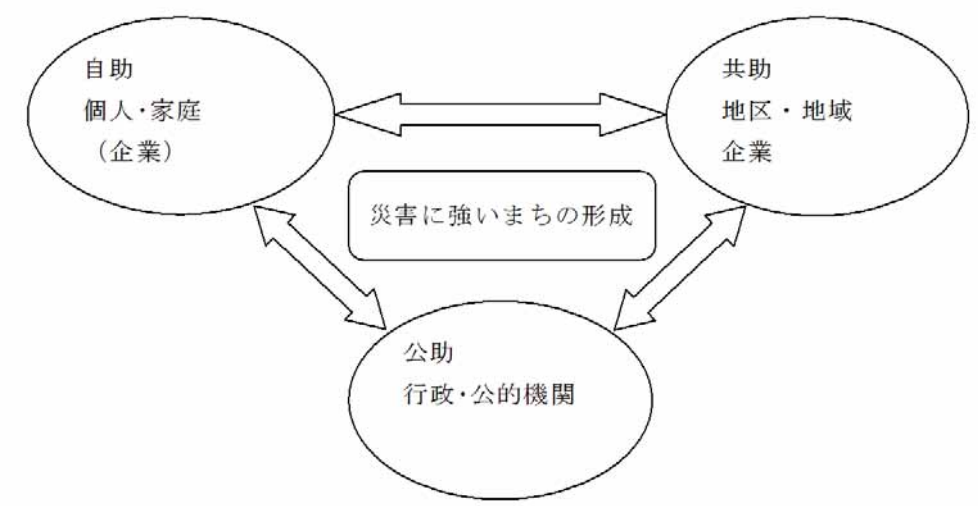


図 2.5.1-1 災害に強い町の形成と自助・共助・公助のイメージ

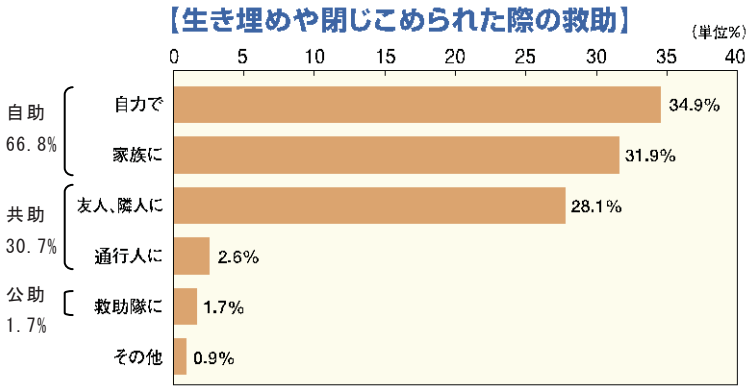


図 2.5.1-2　阪神・淡路大震災時に生き埋めや閉じ込められた際の救助

出典：1995 年兵庫県南部地震における火災に関する調査報告書、日本火災学会

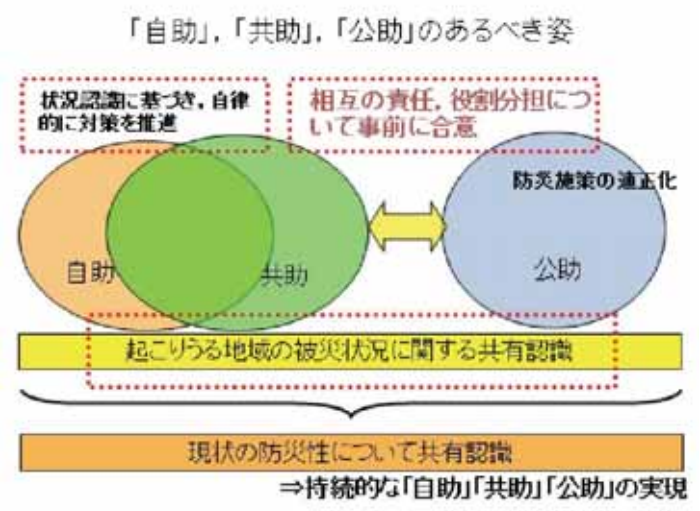


図 2.5.1-3　自助・共助・公助のあるべき姿

出典：茅ヶ崎市浜須賀地区防災都市づくりニュース [6)]

2.5.2　地下水・地下貯留水の利用と社会の関わり

災害発生時を基点とした場合、次の４段階が想定されている。

①政治･行政･経済の中枢機能障害防止による首都機能確保のための政府としての BCP、企業としての BCP、建築物･施設等の耐震化、火災対策に重点をおく事前段階
②情報･交通･企業の事業継続性などの確保に重点をおく発災直後
③人命救助に重点をおく発災初期
④生存者の生活確保と復旧に重点をおく初期対応以降

これらの４段階に応じて地下水･地下貯留水がどのような目的と形態で利用できるか、また利用に当たって社会の関わり方がどうあるべきかを自助･共助･公助という観点で整理したのが**表 2.5.2-1** である。なお、この表では自助の対象は個人･企業(事業者)、共助の対象は、集合住宅などの共同管理区域や地区・地域、公助は行政並びに公的機関という位置付けにしている。

事前段階では主としてどの機関で整備しておくか、発災時以降は誰が主体となって利用するか表している。

したがって、例えば斜面崩壊対策としての地下水処理などは、一般的には急傾斜地･地滑り地に施されるものであり､整備は行政の責任で行うべきものであり公助と位置づけた。しかし、発災後はこれを地域住民が自ら利用することになることから、ここでは共助として位置づけている。また、首都直下地震のように膨大な人的･物的被害が想定される場合には行政機能や他地域からの迅速な救援活動が望めない場合も多々想定されることから、発災直後から発災初期においては、前項 2.5.1 に示した阪神・淡路大震災の事例にも見られるように、公助は期待することが難しい。

表 2.5.2-1　地下水・地下貯留水の利用と社会の関わり

	重点課題	利用目的	利用形態	社会の関わり		
				自助	共助	公助
事前段階	政治･行政･経済の中枢機能障害防止による首都機能確保のための政府としてのBCP、企業としてのBCP、建築物･施設等の耐震化、火災対策	サーバーバックアップ機能確保に向けた恒温状態の維持	地下水熱	○	△	△
		医療救護	高度浄水	△	△	○
		出火防止や延焼防止を行う消火活動	消火用水	△	△	○
		斜面崩壊対策（自然湧水を含む）	雑用水	△	△	○
発災直後	情報･交通･企業の事業継続性などの確保	避難者･帰宅困難者のための生活環境維持	地下水熱	△	○	△
		避難者･帰宅困難者のための飲用･雑用水	浄水(飲用)と雑用水	○	○	△
		出火防止や延焼防止を行う消火活動	消火用水	○	○	△
		液状化対策	雑用水	△	○	△
		斜面崩壊対策（自然湧水を含む）	雑用水	○	○	△
発災初期	人命救助	医療救護	高度浄水	△	○	△
		出火防止や延焼防止を行う消火活動	消火用水	△	○	△
		斜面崩壊対策（自然湧水を含む）	雑用水	○	○	△
初期対応以降	生存者の生活確保と復旧	避難者のための生活環境維持	地下水熱	△	○	△
		上下水道復旧までの水源確保	浄水(飲用)と雑用水	○	○	△
		医療救護	高度浄水	△	△	○

○可能・期待できるもの
△期待しにくいもの

2.5.3　自助・共助･公助の具体的な取り組み

自助、並びに公助については、中央防災会議や自治体における震災対策マニュアル、震災時地下水利用指針などによって取り上げられ、従前からの防災意識の高まりに加え、東日本大震災の経験もあってそれなりの対応が進められている。

発災時における公助は、大幅に機能低下した都市･地域インフラを早急に回復し、応急復旧から復旧･復興に寄与できる体制を整えるべく活動することである。機能回復に至るまでの自助の代表例が各家庭で飲料水や食料など生活必需品を最低３日分、可能な限り１週間分確保しようとするものであり、共助の代表例が帰宅困難者用の備品備蓄である。

防災(災害時協力)井戸や地下貯留槽の設置が行政によって進められているが、さらに自助･共助の立場から地域防災の助けとすべく既存井戸や新設井戸を利用しようとする機運が高まっている。行政としてもこの動きを進めるべく井戸所有者との間で防災井戸協定を結び地域の防災意識を高める動きも随所で出ている。そのために防災井戸の必要性や利用に当たっての注意事項､防災井戸の位置図を行政のホームページ上で公開したりしている。

課題は、既存不適格な木造住宅が密集し建物倒壊などにより住民活動が困難となりそうな地域や、現代社会を象徴するような住民の連帯感が希薄となっている地域においていかにして共助の精神を進めていくかになると考えられる。

ここでは、両者の代表例として 1)板橋区、2)加古川グリーンシティを取り上げてみる。

1)　板橋区けやきの公園の事例 [7)]

老朽化した木造住宅や４m 未満の狭あい道路が多いため、阪神・淡路大震災の教訓から「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」に基づく防災再開発促進地区に指定の下、防災性の向上及び居住環境等の改善を目的として老朽木造住宅等を不燃化の賃貸住宅へ建て替える場合の助成や、道路・公園の整備等のまちづくりを行う「板橋区木造賃貸住宅地区整備促進事業」が進められた。

災害時に地域住民が利用しやすいよう地域に親しまれる防災機能を備えた公園作りを目指し、近隣住民をメンバーとした住民参加の「ワークショップ」方式により災害時における避難時の安全確保、火災時の延焼防止及び一時的な避難場所となるオープンスペースとしての公園を整備している。

防災機能を持った施設として、地下水や地下貯留水の利用を主体とする以下の 5 設備が設置されている。

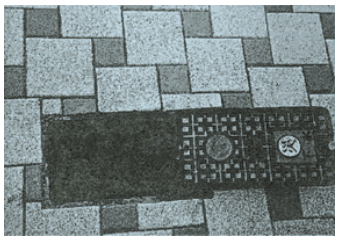
①防災井戸（初期消火等の水源）
②防火水槽（東京消防庁：防火用貯留 100t 型）
③防災トイレ（防災井戸水による手動水洗トイレ）
④かまど兼用ベンチ
⑤情報連絡板



防災井戸



防火水槽



仮設トイレ

図 2.5.3-1　防災機能を持った施設の例

出典：消防防災機能を備えた公園づくり（けやきの公園）、消防防災博物館 HP

住民参加のワークショップ方式を採用したことから、地域住民の防災公園としての理解が高まり、防災訓練での利用のみならず、公園管理にも積極的な参加が得られている。

2)　加古川グリーンシティの事例[8)]

阪神･淡路大震災を教訓にマンションの自主防災組織である防災会が災害時の飲料水･生活用水確保のために平成 18 年 7 月に自己資金によって防災井戸を設置した事例である。同防災会では、図 2.5.3-2 のような共助の重要性を説いた理念を掲げ独自の防災マニュアルや防災啓発ガイドブックを整備して HP に公開している。

災害から、いのち・財産・わが家・わがまちを守る！
最強の力は、「地域の防災力」です

地震などの大規模な災害が発生すると、建物の倒壊、火災の同時多発的発生、道路の寸断、ライフライン（水道・ガスなど）施設の損壊、負傷者の続出など、ありとあらゆる災害が発生する複合災害になることがあります。

市、消防、警察をはじめ防災関係機関は、直ちに総力を挙げて防災活動に取り組みます。

しかし、公的防災活動が十分に期待できないことも考えておかねばなりません。
そのような時、私たちは力を合わせて、目の前に差し迫った緊急事態に立ち向かわなければなりません。
阪神・淡路大震災では、難航する消火活動や救出・救助活動の中で、地域の助け合いが大きな力を発揮しました。
顔見知りの近所の人を助けたい一心で、倒壊建物から懸命の救出活動をする、みんなで消火器を持ち寄る、プールの水などを汲み出してバケツリレーをするなど、ありとあらゆる自主的な防災活動により、被害の拡大を防げた例がたくさんありました。
「コミュニティ活動が活発な地域、隣近所の団結力が強かったところほど、住民の手によって救出された人の数が多かった」…これは、阪神・淡路大震災の貴重な教訓です。
「自分たちの地域は自分たちで守る」という意識を持ち、日ごろからコミュニティ活動を活発にし、地域の助け合いやふれ合いを強めておくこと、それが平常時の自主防災活動の基本なのです。

図 2.5.3-2　地域の防災マニュアルの例

出典：加古川グリーンシティ防災啓発ガイドブック、加古川グリーンシティ防災会

本事例において特筆すべきは、防災を堅苦しく捉えるのではなく、地域住民が知らず知らずのうちに防災に関わり必要な知識や情報を得、実のある活動をできるようにしていることである。

防災井戸はその一環として設置されたものであるが、一般的によく見られるような如何にも防災井戸然としたものではなく、誰もが親しめるように水遊び場の要素が取り入れられている。生活用水としてのみならず、飲料水としても利用できるよう適応検査を行っている。参考までに、右下写真衝立板に記載されている内容を紹介する。

『加古川の水グリーンシティの地下水
この井戸は地下百尺（三十米）の水量豊富な地層から昼夜を舎かず汲み上げ水温年中十七～八度を保つ検査の結果無味、無臭の良質な地下水御持ち帰り自由（無料）
天然水のため自己責任において用いること　加古川グリーンシティ防災会』











写真 2.5.3-1　加古川グリーンシティの防災井戸

出典：加古川グリーンシティ防災啓発ガイドブック、加古川グリーンシティ防災会

2.5.4　東日本大震災における実態とその後

1)　仙台市[9)]

地震等で断水した地域では、水洗トイレや掃除用の水として井戸水は貴重な水源となったが、災害応急用井戸として登録された個人宅および事業所での、井戸の利用状況と具体的な利用事例が報告されている。

東日本大震災後の個人宅における利用状況について、災害応急用井戸登録されていた市内の個人宅（185 軒）の聞き取り調査（回答 158 軒）の結果、水道水の断水のあった地域において８割近くで井戸水が利用され、内 58 軒の個人宅で井戸水の提供が確認された一方で、８軒が震災の影響等で登録解除となった。

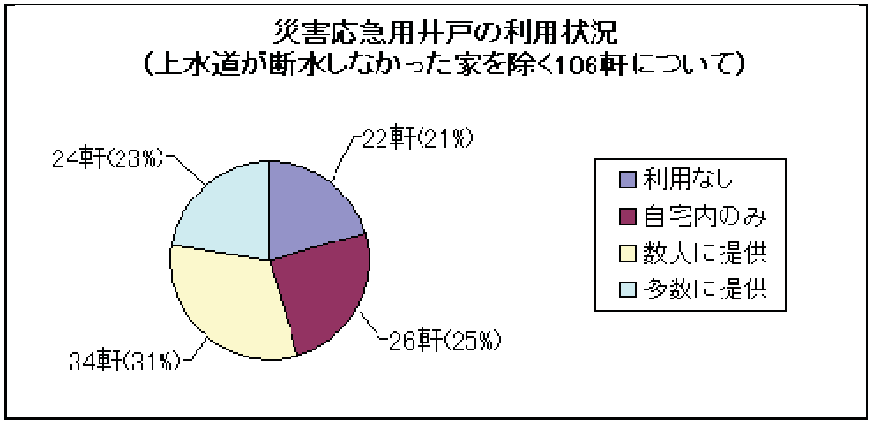


図 2.5.4-1　災害応急用井戸（個人）の利用状況

青葉区上愛子（あやし）にある個人宅では、**写真 2.5.4-1** のように敷地内の作業小屋脇にある水場で井戸水を利用できるようになっており、震災直後は共助の立場から近隣に配布されている。また、町内会では防災マップ（右写真）を作成し井戸の場所について広く周知している。



写真 2.5.4-1　災害応急用井戸の利用状況（個人宅）

事業所における利用状況について、災害応急用井戸登録されていた市内の事業所（39 事業所）の聞き取り調査の結果、水道水の提供が停止した地域において７割近い事業所にて災害応急用井戸が利用された一方で、２事業所が震災の影響により登録解除となった。

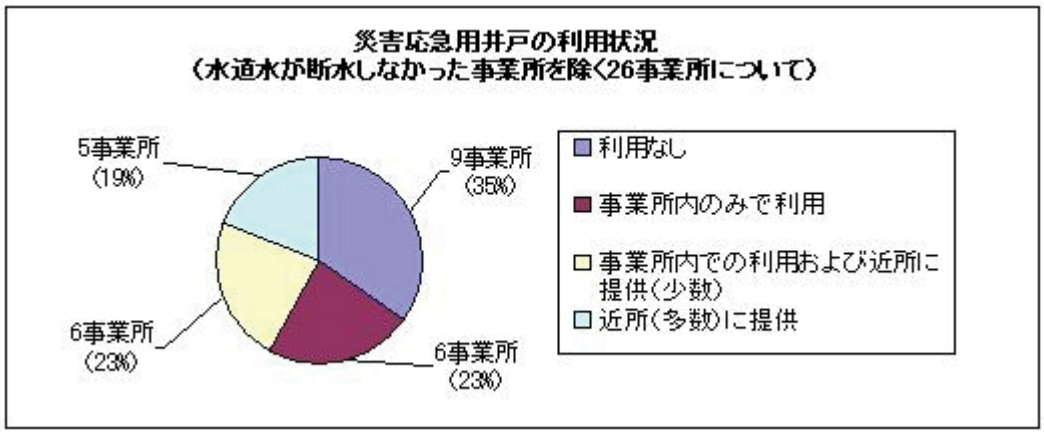


図 2.5.4-2　災害応急用井戸（事業所）の利用状況

若林区荒浜笹屋敷水道組合では、津波による浸水で電動ポンプが使用できなくなったが、手動ポンプに付け替え２箇所の井戸で井戸水が利用された。



写真 2.5.4-2　災害応急用井戸の利用状況（水道組合）

2)　大槌町

古くから水都と呼ばれていた大槌町は地下水が豊富で町内陸上部のみならず大槌湾の海底にも豊富な湧水が観測されている。この湧水は飲用水として炊事にも利用され、日常生活と切り離せないものであった。

震災後は津波による浸水被害を受けていたものの、この豊富な湧水が枯れることはなく、震災前の良好な水質、年間を通じた恒常的な水温は維持されていることが、震災後に行われた湧水一斉調査で確認されている。

暮らしに根付いていた湧水ではあるが、津波被害を受けた地域では防災を考慮した土地区画整理事業の関係で２m 前後の盛土が行われることから、この湧水地の消滅を懸念する声が上がった。町ではこういった声を受け、アーバンデザインの戦略目標として『湧水豊な周辺自然環境保持』を打ち出した。



写真 2.5.4-3　大槌町の自噴井戸の湧水

出典：http://sumisumi.cocolog-nifty.com/sumisumi/2013/04/519-3e17.html

2.5.5　災害時地下水利用に向けて

災害に強い街づくりのために地下水利用を進めることは非常に重要であるが、自助･共助の観点からその取り組みを発展させるためには、現在の行政が進める防災井戸協定のほかにより強い地域住民のコミュニケーションや井戸設置に向けた以下に示すような公助の立場からの公的補助等の仕組みが必要になると思われる。

①防災井戸設置に向けた地域住民への啓発
②地域住民間のコミュニケーションの場の提供
③平常時からの井戸･湧水とのふれあい水辺環境の創造
④平常時利用のための水質検査体制の確立
⑤災害時利用目的の多様化に向けた浄化システムの設置
⑥災害時非常電源設備の設置
⑦電源喪失に対応した手動ポンプ設置
⑧井戸周辺環境の耐震化･オープンスペース化
⑨防災マップの電子情報化に加え、誰でも分かる掲示板･標識の設置
⑩地域内・外の連携した防災訓練の実施
⑪地下河川･地下調節池空間の平常時有効利用
⑫水量･水質保全のための流域自治体の有機的連携
⑬地下水有効利用のための流域自治体の有機的連携
⑭井戸等設置に向けた縦割り行政の撤廃

参考文献

1）中央防災会議：首都直下地震の被害想定と対策について(最終報告)，首都直下地震対策検討ワーキンググループ，平成25年12月

2）安藤元夫：阪神・淡路大震災における井戸の活用に関する研究，日本建築学会計画系論文集，第557号，pp.233－240，平成14年7月

3）(一財)ヒートポンプ・蓄熱センター：ヒートポンプ・蓄熱システムの事業継続計画(BCP)における活用に関する報告書，pp.11-12，平成25年6月

4）旧(財)エンジニアリング振興協会：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

5）大川市HP：自助・共助・公助の連携と協働，
http://www.city.okawa.fukuoka.jp/saigai/sa_06_01.html，平成26年1月

6）茅ヶ崎市:浜須賀地区防災都市づくりニュース，
http://www.city.chigasaki.kanagawa.jp/dbps_data/_material_/localhost/090toshi/020toshiseisaku/bousaitoshi/hamasuka_news1.pdf

7）消防防災博物館HP：消防防災機能を備えた公園づくり（けやきの公園），
http://www.bousaihaku.com/cgi-bin/hp/index2.cgi?ac1=B742&ac2=&ac3=579&Page=hpd2_view，平成26年1月

8）加古川グリーンシティ防災会 HP:加古川グリーンシティ防災啓発ガイドマップ及びガイドブック，
http://www.greencity.sakura.ne.jp/pdf_site/up_road_pdf/bousai/bousai_map.pdf，
http://www.greencity.sakura.ne.jp/greencity_bousaikai/bousaikai_data/torikumi_koukai/torikumi.html

9）仙台市HP：東日本大震災における災害応急用井戸の利用状況，
http://www.city.sendai.jp/kankyo/1194280_2476.html，平成26年1月

第 3 章　調査のまとめと今後の課題

3.1　調査のまとめ

阪神淡路大震災以降，バブル期を経て社会や経済環境が大きく変化している中で発生した東日本大震災はこれまで想定してきた災害環境の大きな変化を認識させる出来事となり，ソフト面とハード面の組合せ等による災害への即応体制の確立と被害拡大の抑制と早期復旧を行う「減災」の考え方が必要とされるようになっている．

本調査では、ここで挙げた「防災」、「減災」に向けた地下水（地下施設を利用して貯留・取水された地下水を含む）の利用方策を提案することを目的としている。

初年度調査結果として、①災害時の「危機管理」と「ライフラインの重要性」が再認識され、地表部の汚染の影響が少ない深井戸や多重水源の確保が改めて提起されていること、②平時からの使用の有無に関わらず防災井戸や湧水の高い有用性が認識されていること、③井戸配置に関しても災害時に水入手困難な地域への優先配備が行われる事例のあること、④「命をつなぐ防災井戸」として民間に共助の精神が育まれつつあること等が明らかとなる一方、防災井戸の配置や利用用途・周知方法、地下水の応急利用に関わる所管部署の輻輳、自治体と民間の補完関係など、課題も明らかとなってきた。

本年度においては、これらの観点から地下水の利用形態や環境条件を平常時・災害時で再整理すると共に、東京 23 区における地下水利用の実態を取りまとめ、今後発生が予想される都市圏における地震・豪雨などの災害に対して、災害時を想定した平常時からの地下水利用のあり方について提案することとした。

再整理や取りまとめの結果、地下水は平常時には飲用、生活用、雑用、医療用、消防水利、地中熱利用など幅広いポテンシャルを活用して利用されている。しかし、地震、津波、豪雨、渇水などの災害時では火災、地盤沈下、停電、断水、地すべり、交通遮断、燃料不足、行政機能喪失などの被害事象が複数同時に生じることが想定されるにも拘らず、災害時の地下水利用計画は多くの場合平常時の地下水利用形態がそのまま維持できるものとして成り立っていることが明らかとなった。

このため，地域の被災状況に関わりなく減災と地域 BCP の観点から利用形態の維持、復活を図ることが重要と考え、行政が進める防災井戸(協定井戸を含む)や地下貯留槽の設置の他に，ハードの面から過年度調査結果である地域内連携貯留施設構想に加え，大深度地下貯留管構想(大都市カナート構想)を提案すると共に、ソフトの面からは災害に備える事前段階から発災後の時間経過に応じて地域における公助・共助・自助はどうあるべきかについて取りまとめた。

3.2　今後の課題

災害に強い街づくりのために地下水利用を進めることは非常に重要であり、その効果を最大限発揮するためには、ハード面からの防災・減災施設配備のみならず、ソフト的には現在の行政が進める防災井戸協定等のほか、地域住民のコミュニケーションから始まる自助･共助の仕組み創りや井戸設置に向けた以下に示すような公助の立場からの公的補助等の仕組みつくりが大きな課題になると思われる。

① 自助･共助の活性化

・防災井戸設置に向けた地域住民への啓発
・地域住民間のコミュニケーションの場の提供
・平常時からの井戸･湧水とのふれあい水辺環境の創造

② 安全な水質･水源の確保
・平常時利用のための水質検査体制の確立
・災害時利用目的の多様化に向けた浄化システムの設置
・災害時非常電源設備の充実配備
・電源喪失に対応した手動ポンプ設置
・井戸周辺環境の耐震化･オープンスペース化

③ 水利用情報の周知
・防災マップの電子情報化に加え、誰でも分かる掲示板･標識の設置
・地域内・外の連携した防災訓練の実施

④ 地下河川･地下調節池等空間の平常時有効利用

⑤ 水循環管理体制の構築
・水量･水質保全や地下水有効利用のための流域自治体の有機的連携
・井戸等災害対策施設設置に向けた行政権限の一元化

第Ⅳ部　大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査

平成２５年度
大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査専門部会
（第四部会）委員名簿

部 会 長	谷利　信明	鹿島建設㈱	土木管理本部土木技術部　部長
副部会長	千々岩 三夫	鉄建建設㈱	土木本部　エンジニアリング部長
委　員	沢内　至武	応用地質㈱	エネルギー事業部　顧問
委　員	塚本　耕治	㈱奥村組	技術研究所　土木研究課　上席研究員
委　員	青砥　澄夫	川崎地質㈱	技術本部　参与
委　員	石濱　茂崇	㈱熊谷組	土木設計部　地質グループ　副長
委　員	吉田　貴志	㈱鴻池組	土木事業本部　技術部技術課　課長
委　員	鈴木　祥三	東急建設㈱	土木総本部　土木技術部　担当部長
委　員	請川　　誠	戸田建設㈱	アーバンルネッサンス部　課長
委　員	諸橋　　澄	飛島建設㈱	首都圏土木支店土木事業部　施工 GR 技術チーム 課長
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　大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査

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－　5

1.4　ヒアリング調査 ……Ⅳ－　6

1.4.1　阪神高速道路網と大和川線整備事業 ……Ⅳ－　6

1.4.2　淀川左岸線整備状況 ……Ⅳ－ 11

1.4.3　阪神高速道路高度空間利用例視察 ……Ⅳ－ 15

第２章　調査成果 ……Ⅳ－ 19

2.1　道路の役割と地下化適用性 ……Ⅳ－ 19

2.1.1　道路に求められる機能 ……Ⅳ－ 19

2.1.2　地下の特性と適用性 ……Ⅳ－ 24

2.2　都市部危険性（ハザード）の調査 ……Ⅳ－ 32

2.2.1　対象とすべきハザードの整理 ……Ⅳ－ 32

2.2.2　ハザードマップの調査と整理 ……Ⅳ－ 42

2.2.3　ハザードの重ね合わせと地区危険度の評価 ……Ⅳ－167

2.3　ミッシングリンクの調査 ……Ⅳ－179

2.3.1　常時におけるミッシングリンク ……Ⅳ－180

2.3.2　災害時におけるミッシングリンク ……Ⅳ－184

2.3.3　首都高速道におけるミッシングリンク ……Ⅳ－193

2.4　地下化道路路線の試検討 ……Ⅳ－205

2.4.1　概要 ……Ⅳ－205

2.4.2　南北軸の検討 ……Ⅳ－206

2.4.3　東西軸の検討 ……Ⅳ－231

2.4.4　地下道路での災害への備え ……Ⅳ－250

第３章　調査のまとめと今後の課題 ……Ⅳ－261

3.1　調査のまとめ ……Ⅳ－261

3.2　今後の課題 ……Ⅳ－262

第１章　調査経緯

1.1　調査方針

1.1.1　検討背景

少子高齢化社会への対応施策として、コンパクトシティーの形成が提唱されている。

コンパクトシティーとは、高度経済成長期、バブル期等において過度に郊外へ広がった市街地を交通インフラ等の都市施設整備により集約化し、効率的で快適な都市形成の実現を目指すものであるとされている。また集約化による都市のエネルギー効率の向上にも寄与する側面を有し、地球温暖化に寄与するものであるされている。（図 1.1-1）

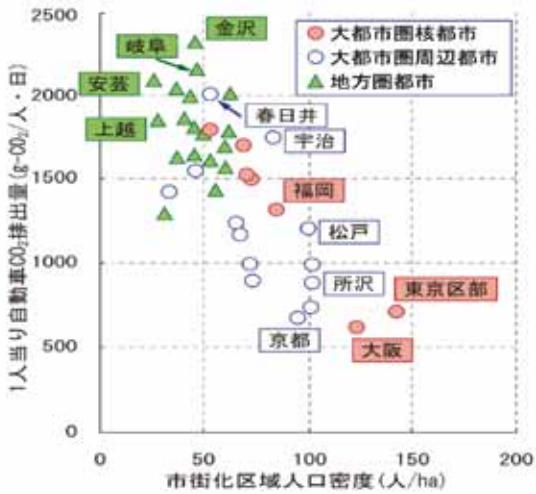


図1.1.1-1
人口密度と1人当りガソリン消費量の関係
出典：谷口守：都市構造から見た自動車CO2排出量の時系列分析、都市計画論文集No.43-3

コンパクトシティーは、都市地域への人口集約も招くものでもあり、対応した安全・安心で効率性、快適性等を有する計画的な都市施設（道路、鉄道、公園等）整備が必要であると考えられる。

さらに、東日本大震災を契機に密集化した都市域での防災・減災への備えの必要もこれまで以上に論議されるに至っている。

地震（首都圏直下型地震、東南海地震等）およびそれに伴う火災・延焼、津波等の 2 次被害、あるいは地球温暖化による気象の凶暴化（局地的豪雨、突風等）による被害等への対応が各方面で論議、検討されている。（図 1.1.1-2）

また、東京オリンピック（1964 年）の開催を機に 1960 年代に急速に整備された道路施設等の社会インフラの老朽化対策、更新等も防災・減災と合わせて検討されるべき重要な事項とされている。（次頁、図 1.1.1-3, 4, 5）



赤坂見附駅局地豪雨にる浸水(1993.8.27)
出典：東京都総合防災会議資料
http://www.tokyo-sougou-chisui.jp/mokuteki/index.html



国道 357 号羽田空港トンネル道路冠水(2011.8.28)
出典：東京国道事務所資料
http://www.ktr.mlit.go.jp/kisha/toukoku_00000057.html

図 1.1.1-2 地下鉄、道路トンネルの豪雨被害の事例

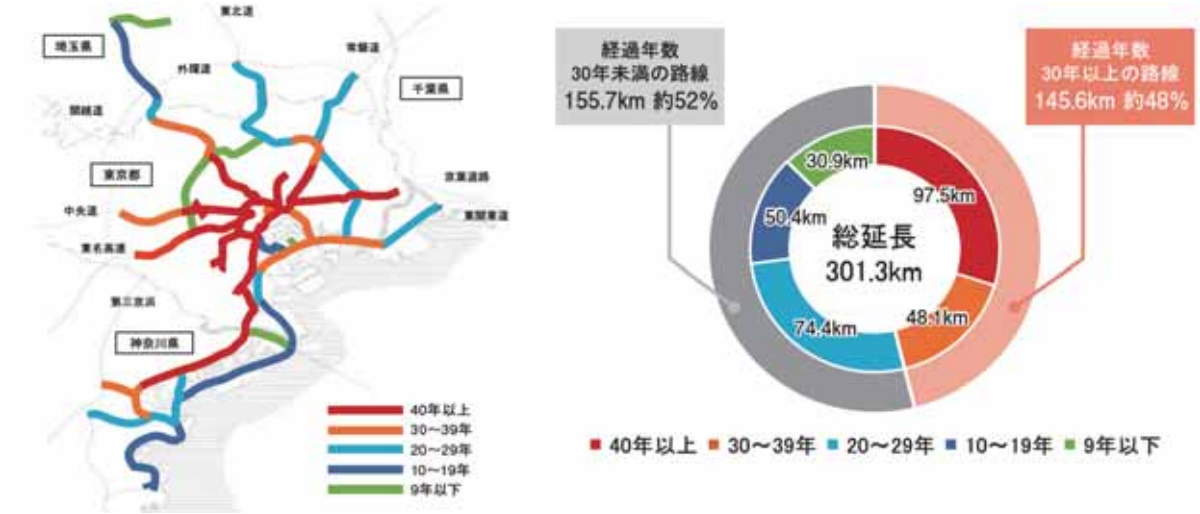


図1.1.1-3首都高速道路における経過年数

出典：国土交通省、第１回首都高速の再生に関する有識者会議資料



図1.1.1-4ミネソタ橋梁崩落事故

出典:ミネソタ州交通局 http://www.dot.state.mn.us



図 1.1.1-5 笹子トンネル天井版落下事故

出典:山梨県大月市消防本部提供資料

1.1.2　検討目的

集約化された都市の安全・安心、快適性の実現の為には、ソフト、ハードの両面にわたる都市環境整備（コミュニティー醸成、社会インフラ更新・再構築等）が必要であると考えられる。

本稿は、首都圏等の成熟・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、都市に求められる安全・安心、効率性、快適性に関わる側面を調査検討するとともに、地下空間の持つ特性（空間の高度利用、耐震性(図 1.1.2-1)、閉塞性等）を生かした都市形成に資する検討を行うもので、対象社会インフラを道路に注目し検討を行うものである。

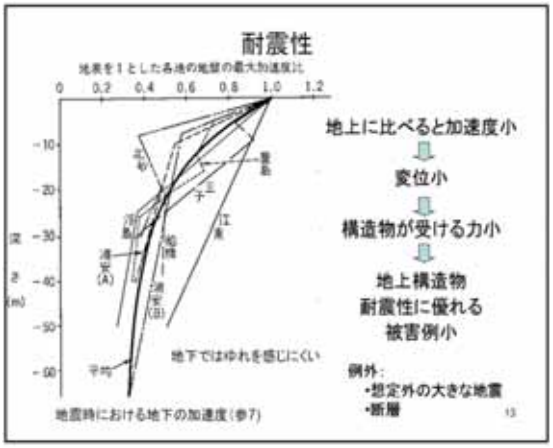


図 1.1.2-1 地下の地震時地加速度

出典:「地下都市は可能か」、平井堯、鹿島出版会

1.2　調査内容

本検討は、平成 24、25 年度の 2 ヵ年で行うものであり、前年度は、1.1.2 に示す検討目的に沿い、以下の項目につき検討を行なった。

① 都市の安全・安心機能

都市の安全・安心（防災、減災等）を実現する為に社会インフラ群が果たすべき機能の調査

② 災害の種類と特性

都市の安全・安心を脅かす災害は「規模」、「予測の可否」、「頻度」、「継続時間」等の様々の特性を有している。これら災害の特性を整理し、都市の安全・安心の実現とのかかわりの調査

③ 社会インフラの役割

前項②でまとめた災害特性に対応し、都市の安全・安心の実現を可能とする基盤技術、社会インフラの概要の調査

④ 地下空間の役割

地下空間のもつ特性を整理した社会インフラへの適用性の調査

⑤ 道路の役割

道路の持つ多面的な機能を抽出・整理、都市の安全・安心（防災、減災等）に果たす役割の調査

⑥ 地下道路の特性

地下道路の持つ特性・機能の整理、都市形成の向けたその適用性と課題を整理

本年度は、表記検討成果を受け、都市域での地下道路網の整備に関わる下記の項目の検討を行うものである。

① 道路の役割と地下化適用性

基幹社会インフラである道路の多面的な役割を整理するとともに、その地下空間への整備の適用性の検討

② 都市部危険性（ハザード）の調査

都市における地震、風雨、洪水、火災等の様々なハザードについて概要の検討

東京特別区において公開されているハザード情報群を収集整理

総合的な都市危険度を判断することを目的とした東西 2 断面、南北 2 断面の各種ハザード情報を重合わせ検討

③ ミッシングリンクの調査

道路網に求められる日常的な社会・経済活動のための常時に機能すべきもの、災害時での避難、物資輸送等の非常時に機能すべきものの整理

標記の視点にたつ、東京都心部を中心とした道路網ミッシングリンクについて調査

④ 地下化道路路線の試検討

今後に整備の有効性（常時、非常時）が期待される地下道路路線として、下記 2 路線の試検討及び地下道路内での防災、地下道路に併設される立坑の防災利用の可能性の検討

・1 号上野線の荒川以北までの延伸（南北軸）

・立川防災拠点から都市部への接続（東西軸）

以上の検討成果、課題の主たる事項として以下が確認された。

- 基幹社会インフラとしての道路役割は多く、機能維持・保全の観点から地下化の意義は大きい。
- 地下空間の被災形態は、地上部と異なることから道路網の多重性とともに多様性を実現する意義は大きい。
- 現在まとめられているハザードデータ群は行政単位で仕様の統一が不十分な点があるとともに、複数のハザードを重ね合わせ総合的な危険度を判断するのは、工数を有する。現況での IT 技術を活用したハザードの仕様統一的、総合的な整備（ハザードビッグデータ整備）が期待される。
- 試検討した 2 路線（1 号上野線延伸、立川都心接続）は、常時ミッシングリンク、非常時ミッシングリンクの観点からともに整備が期待されるものであり、今後の深化した検討が期待される。
- 閉塞空間での災害発生抑止とともに、外環境から遮断される環境となる地下空間活用も期待される。

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　大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査専門部会活動記録

回	開催日	主　要　議　事
第 1 回	平成 25 年 6 月 17 日	・平成 25 年度「大深度地下道路網における災害時の機能・安全性に関する調査専門部会」 ・新旧委員の紹介 ・昨年度活動内容の確認 ・今年度活動方針の確認 ・今年度検討項目と目次案の確認 ・今年度調査研究ストーリーの検討
第 2 回	平成 25 年 7 月 31 日	・第 1 回議事録確認 ・目次案について ・各委員からの資料持ち寄りと検討進捗状況の確認 ・現地視察調査について
第 3 回	平成 25 年 9 月 30 日	・第 2 回議事録確認 ・目次案について ・各委員からの資料持ち寄りと検討進捗状況の確認 ・現地視察調査について
第 4 回	平成 25 年 11 月 12 日	・第 3 回議事録確認 ・目次案について ・初稿のまとめと検討進捗状況の確認 ・視察調査について
ヒアリング・視察調査	平成 25 年 11 月 25 日～26 日	・阪神高速道路㈱、大阪市建設局ヒアリング ・阪神高速道路大和川線建設工事の見学 ・淀川左岸線Ⅰ期視察およびⅡ期建設用地の現地調査 ・阪神高速道路高度空間利用例調査
第 5 回	平成 26 年 01 月 10 日	・第 4 回議事録確認 ・目次案について ・第 2 稿のまとめと検討進捗状況の確認 ・阪神高速道路視察報告
第 6 回	平成 26 年 02 月 12 日	・第 5 回議事録確認 ・目次案について ・第 2 稿のまとめと検討進捗状況の確認 ・報告書作成スケジュールについて

1.4　ヒアリング調査

1.4.1　阪神高速道路網と大和川線整備事業

1)　概　要

阪神高速道路網と大和川線整備事業の進捗状況の調査のため、平成 25 年 11 月 25 日に阪神高速道路株式会社建設事業本部堺建設部大和川線建設事務所よりヒアリングを行った。ヒアリングは、鹿島・飛島建設工事共同企業体大和川シールドＪＶ工事事務所プレゼンテーションルームで行い、ヒアリング後には、阪神高速道路大和川線シールドトンネル工事と常磐工区開削トンネル工事を見学した。

なお、阪神高速道路以外の路線の整備計画については、2)の参考資料の他、国路交通省の HP 等を参考に調査を実施した。

2)　受領資料等

(1)「堺建設部のしごと～まち、川、緑とともに大和川線～」阪神高速道路株式会社

(2)「阪神高速大和川線・松原ジャンクションテクニカルガイド　大阪都市再生への道路技術」大阪府、堺市、阪神高速

(3)「阪神高速 2 号淀川左岸線」阪神高速道路株式会社

(4)「大和川線　事業概要」（DVD：17 分）

(5)「シールドトンネル工事」（DVD：13 分）

3)　調査内容と工事の視察結果

(1)　阪神高速道路網の整備状況について

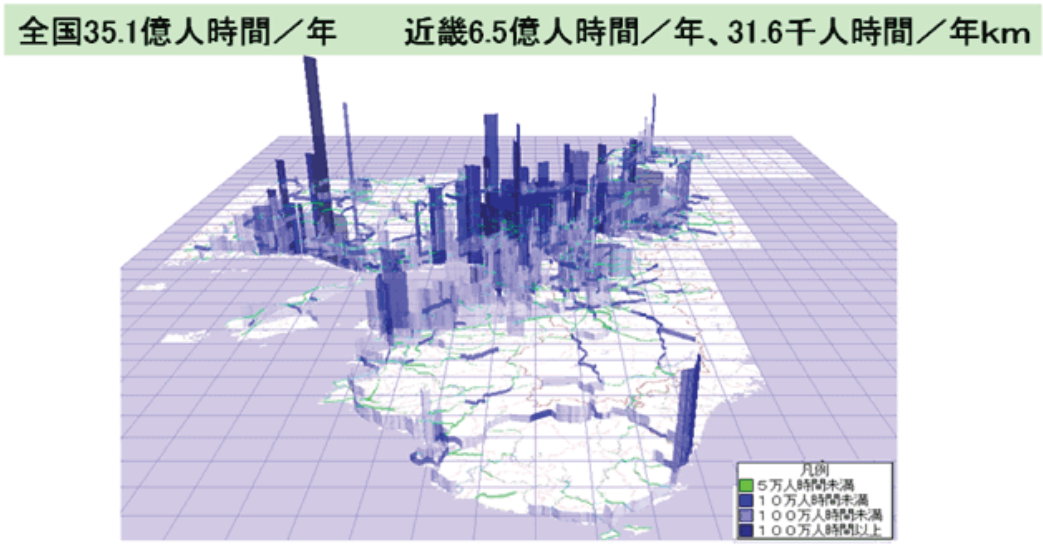
・昭和 30 年代前半の北大阪では、一帯が 6 時間もの間完全に交通が止まってしまうほど交通渋滞が深刻化していた。このため、昭和 34 年に阪神地区高速道路協議会が設立され、昭和 37 年に阪神高速道路公団が発足した。昭和 39 年に最初の道路が開通した。（図 1.4.1-1）

・現在の阪神高速道路のネットワークは約 250km に達している。しかし、阪神高速道路網では中央に位置する 1 号環状線（延長 10km）に放射状の 6 本の高速道路が接続しており、環状線の混雑がすべての路線に影響する。

・大阪は他の大都市と比較して環状道路の事業化が遅れている。現在 1 号環状線の混雑緩和のため、延長約 60km の第二の環状道路となる「大阪都市再生環状道路」が計画されている。この「大阪都市再生環状道路」の一部を構成する大和川線は、現在は 9.1km が建設中で平成 28 年度末の開通予定となっている。淀川左岸線 1 期は、平成 25 年 5 月に開通した。淀川左岸線 2 期は平成 32 年度の開通を目指して計画が進んでおり、大阪市と阪神高速道路株式会社の合併施行方式が導入されている。（図 1.4.1-2）

・現在事業化されていない 3 本のミッシングリンクは、淀川左岸線延伸部、大阪湾岸道路西伸部、名神湾岸連絡線であり、早期の整備が強く望まれている。（図 1.4.1-3）

・淀川左岸線延伸部は環境影響評価（環境アセスメント）の手続きが行われており、豊崎ジャンクションと門真ジャンクションとを接続するルートの一部では大深度地下の利用を計画している。
・大阪湾岸道路は、5 号湾岸線が六甲アイランド北出入口で止まっている。このため、住吉浜出入り口から 3 号神戸線摩耶出入り口まで一般道を介して乗り継ぐ必要があり、神戸方面のボトルネックになっている。大阪湾岸道路西伸部は、六甲アイランドから垂水ジャンクションを結ぶ阪神高速 3 号神戸線と並行した高速道路で、ボトルネックの解消が期待されている。
・名神湾岸連絡線は西宮インターチェンジ（名神高速道路・阪神高速 3 号神戸線）と阪神高速湾岸線を結ぶ路線で、湾岸線とのネットワーク強化のほか西宮市内の交通渋滞緩和を目的としている。



	福井県	滋賀県	京都府	大阪府	兵庫県	奈良県	和歌山県
渋滞損失時間　（百万人時間／年）	40	52	90	233	144	49	46
渋滞損失時間/km　（千人時間／年km）	18	21	30	105	25	23	16

※モニタリング区間の資料は別途あり

図 1.4.1-1　関西の交通状況の課題

出典：「関西４環状ネットワーク」国土交通省近畿地方整備局
http://www.kkr.mlit.go.jp/road/kansen/kanjo/02/index.htm



図 1.4.1-2　大阪都市再生環状道路と阪神高速１号環状線

出典：「関西４環状ネットワーク」国土交通省近畿地方整備局
http://www.kkr.mlit.go.jp/road/kansen/kanjo/04/a.htm



図 1.4.1-3　将来像の実現に向けた取り組みの方向（道路ネットワーク）

出典：「大阪都市再生道路　淀川左岸線延伸部」国土交通省近畿地方整備局浪速国道事務所、大阪府都市整備部、大阪市計画調整局
http://www.pref.osaka.jp/attach/4312/00016912/saganenshinkeikakugaiyou.pdf

(2)　阪神高速道路大和川線の事業推進について

・「大阪都市再生環状道路」の一部を構成する大和川線の開通は、平成28年度末を予定している。平成25年春に東端の0.6kmが開通し、平成25年12月15日には三宝出入口も開通を予定している。工事全体の進捗率は70％程度となっている。

・大和川線のトンネルは、西側のAトンネル（開削トンネル）1.2km、中央のBトンネル（開削トンネル）0.7km、東側のCトンネル（シールドトンネル）5.0kmの構成となっている。防災の考え方は、旧阪神高速道路公団基準でAとBの開削トンネルはA級、Cのシールドトンネルは**AA**級となるが、ABCトンネルが連続するため全線にわたり**AA**等級として計画されている。

・開削トンネル区間では地上への避難階段を概ね0.3km毎に設置している。シールドトンネル区間では8か所に設置した滑り台で路面下の避難通路に滑り降り、立坑と両坑口から避難する計画となっている。（**図1.4.1-4**）

・道路構造物の耐震設計では、レベルⅠ、Ⅱに加えて上町断層を含むシナリオ地震動で照査を行っている。

(3)　工事の見学

・阪神高速大和川線シールドトンネル工事と常磐工区開削トンネル工事を見学した。

・シールドの掘進速度は、１方残業込みで4～5リング/日（8～10m/日）で、掘削土砂量は1,000m^{3}程度である。

・掘削残土は汚泥扱いの産廃となっており、スーパー堤防に転用できない。



写真 1.4.1-1　シールドマシン原寸パネル



写真 1.4.1-2　トンネル内部の様子

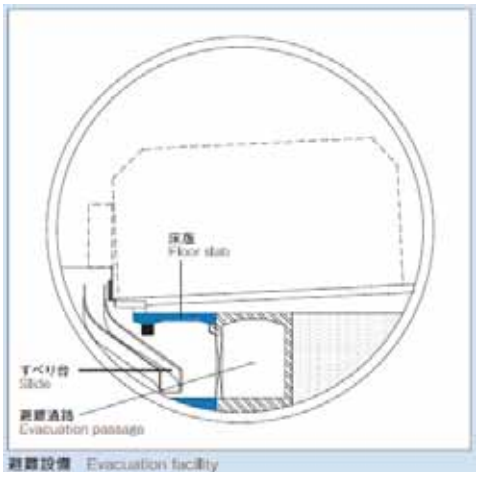


図 1.4.1-4　避難設備（すべり台形式）

出典：
「阪神高速大和川線・松原ジャンクション　テクニカルガイド　大阪都市再生への道路技術」大阪府他



写真 1.4.1-3　常磐工区開削トンネル工事全景

1.4.2　淀川左岸線整備状況

1)　概　要

淀川左岸線整備事業の進捗状況の調査のため、平成 25 年 11 月 26 日に大阪市建設局道路部よりヒアリングを行った。ヒアリングは、大阪市建設局会議室で行い、ヒアリング後に、平成 25 年 5 月 25 日に開通した淀川左岸線 1 期の開削トンネル区間と淀川左岸線 2 期用地の現地視察を行った。

2)　参考資料等

(1)「淀川左岸線（2 期）事業について」大阪市建設局道路部街路課)

(2)「大阪都市計画道路　淀川左岸線（2 期）淀川南岸線」大阪市

(3)「大阪都市再生道路　淀川左岸線延伸部」国土交通省近畿地方整備局浪速国道事務所、大阪府都市整備部、大阪市計画調整局

(4)「淀川左岸線延伸部　環境影響評価方法書の概要」国土交通省近畿地方整備局浪速国道事務所、大阪府都市整備部、大阪市計画調整局



写真 1.4.2-1　意見交換風景（大阪市役所）

3)　ヒアリング内容と現地の視察

(1)　淀川左岸線 2 期の整備状況について

・淀川左岸線 1 期の 5.7km が平成 25 年 5 月 25 日に開通した。左岸線 2 期は海老江 JCT から新御堂筋をつなぐ延長 4.3km で、平成 27 年度に着工し平成 32 年度の完成を目指している。

・淀川左岸線 2 期は、「大阪都市再生環状道路」の一区間として都市部に流入する通過交通を排除し慢性的に渋滞する都心環状機能の回復を図るだけでなく、並行する一般道路の渋滞緩和も含めた市中心部の環境改善、都心部と臨海部の拠点間アクセス向上による経済活動への寄与、さらには、災害時のリダンダンシーの確保も整備目的としている。

・淀川左岸線 2 期の計画に至るまでの経過としては、昭和 42 年に大阪市マスタープランの都市高速道路網構想の一部として、当初は高架構造 6 車線の大阪高槻線として計画されたのが始まりである。

・その後、地元住民の反対等により、淀川左岸線として昭和 59 年に平面道路構造案

が提案され、平成 8 年に全面覆蓋化（東行き 300m 除く）したボックス構造で都市計画決定された。

・平成 12 年に阪神高速道路公団が工事開始公告を行ったが、平成 16 年に公団民営化の影響で事業休止となった。その後、平成 18 年に大阪市の街路事業と阪神高速道路㈱の有料道路事業の合併施行方式で事業が継続されることとなった。

・合併施行方式は、用地取得とトンネル本体工事は大阪市、舗装や各種設備工事等と維持管理は阪神高速道路㈱で実施するという事業方式である。首都高速道路でも同じ事業方式がとられている区間がある。

・構造は、淀川の堤防と一体となった大断面のトンネル構造であり、南側には淀川南岸線も計画されている。

・ルート設定では、淀川の河川空間利用や既に都市計画決定されていた淀川南岸線などの公共施設空間を可能な限り活用し、用地買収などの点で経済性も考慮している。

・トンネル断面は当初は 3 分割内空断面であったが換気方式を変更し、現在の 2 分割断面を検討している。また、淀川のスーパー堤防の計画高潮区間であるため堤防の高さにトンネル天端が収まる範囲で、堤防本体への道路構造物の食い込み量もできる限り少なくなるような位置で、現在の断面位置を計画している。（**図 1.4.2-1**）

・河川区域内に堤防と一体となった道路の建設はこれまで例のないことで、過去から学識経験者を含む委員会等で長い期間をかけて検討を行ってきた。現在も技術的な諸問題について平成 23 年に設立された「淀川左岸線（2 期）事業に関する技術検討委員会」で検討を行っている。

・堤防と道路の一体構造物としての設計基準はないため、委員会では設計基準となる「一体構造物として要求される機能」の検討から始め、各種解析による安全性の評価を行い、構造形式や対策工などの検討を実施してきている。

・技術的検討の主要項目は、堤体の耐浸透機能、耐浸食機能、耐震機能、堤体下に堆積する約 20m の軟弱沖積粘土層の圧密沈下等である。検討の結果、耐浸透機能として道路構造物が堤体に入ることにより浸潤面が上昇しないよう堤防上面からの雨水の浸透対策行うことや、耐震機能としては地盤改良による液状化対策等を行う方針となっている。

・今後は堤防の維持管理やモニタリング、一体構造の施工方法、施工時の堤防断面の一時欠損に対する二重締め切りの検討などを行い、委員会で取りまとめる予定である。

(2)　淀川左岸線延伸部について

・延伸部は新御堂筋の（仮称）豊崎ジャンクションから門真ジャンクションまでの延長約 10km のトンネル構造を中心として計画中である。

・延伸部は、パブリック・インボルブメント時にルート・構造の比較検討を行っており、平面ルートは A 案、深さ方向は C 案をふまえたものとしている。起点側の新御堂筋付近は道路用地があり、終点側の鶴見緑地付近は幅 50m 道路の下に計画し、それらの公の用地を通過しない中央部分が民地下のトンネルとなる。（**図 1.4.2-2**）

・環境影響評価を手続き中であり、都市計画案の立案の状況である。
・避難等への対応は、東京外かく環状道路等の先行事例を参考としてこれから検討を行う予定である。
・現在の大阪都心に至るルートは名神・阪神高速池田線ルートであるが、延伸部が完成すると京滋バイパス・第二京阪・淀川左岸線ルートの 2 本になり利便性が飛躍的に向上する。新名神と第二京阪も接続する予定である。

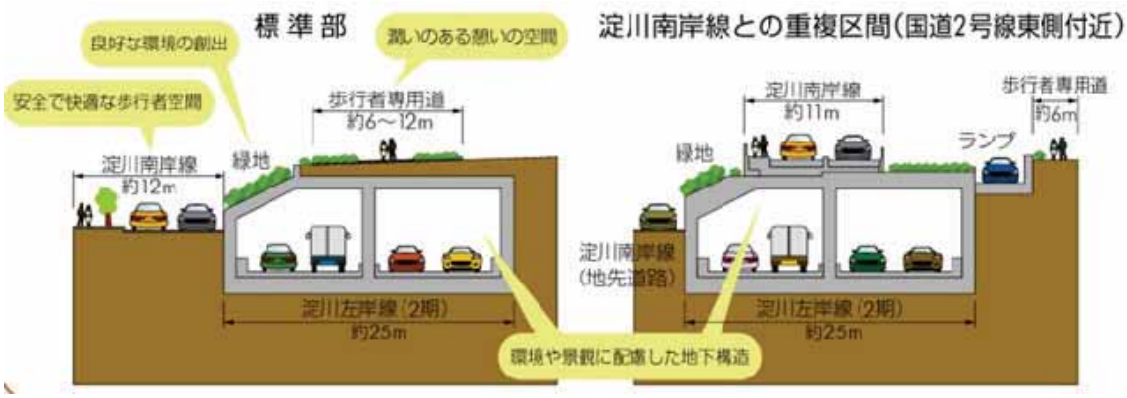


図 1.4.2-1　淀川左岸線 2 期整備断面（イメージ）

出典：大阪市ホームページ
ttp://www.city.osaka.lg.jp/kensetsu/page/0000159842.html



図 1.4.2-2　淀川左岸線延伸部事業の概要

出典：「大阪都市再生道路　淀川左岸線延伸部」国土交通省近畿地方整備局浪速国道事務所、大阪府都市整備部、大阪市計画調整局

(3)　阪神高速道路淀川左岸線 1 期開通部および 2 期用地視察

・平成 25 年 5 月 25 日に開通した淀川左岸線 1 期の開削トンネル区間を車両で通過し、2 期用地の淀川左岸を現地視察した。

・淀川左岸線 1 期は正蓮寺川を埋め戻す形で構築されているため、島屋入口付近から下り勾配トンネルに進入し、直ぐに 2 か所の急カーブとなるためこれまでに類を見ない徹底した安全対策が施されている。

・トンネル入口手前で、走行車両の速度を計測し「速度落とせ」などの注意喚起を行なっている。また、急カーブ、出入口での事故を未然に防ぐため、出入口に赤外線カメラを設置し、車両と歩行者を画像処理で見分け、拡声装置や表示板による注意喚起を行なっている。さらに、トンネル入路の走行車両をセンサーが感知し、本線側に設置した合流支援情報板に「合流車有」などの表示を行い、注意喚起を行なっている。

・島屋のカーブ手前の直線区間の壁面に速度制御効果のあるシークエンスデザインを施し速度抑制を促している。またトンネル内カーブにマルチカラー点滅灯を設置し、点滅の模様や色のパターンを変えることにより、効果的に注意喚起を行っている。（**図 1.4.2-3**）

・トンネル内に流入した雨水によるスリップ防止として、トンネル入口から最初のカーブ区間に排水・透水性に優れたポーラスコンクリート舗装を施工している。大型車の通行が多い重交通路線で 1 万 m² を超える大規模施工は日本初の試みである。

・トンネル内 LED 照明を使用し、省エネルギーと長寿命化を実現している。



図 1.4.2-3　シークエンスデザインとマルチカラー点滅灯

出典：「阪神高速 2 号淀川左岸線」



写真 1.4.2-2　淀川左岸線 2 期堤外側



写真 1.4.2-3　淀川左岸線堤内側



写真 1.4.2-4　淀川左岸線 2 期堤内側全景

1.4.3　阪神高速道路高度空間利用例視察

1)　概　要

阪神高速道路における高度空間利用例の調査のため、平成 25 年 11 月 26 日に現地調査を行った。

2)　調査結果

(1)　船場センタービル立体道路

・船場センタービルの 5～7 階船場センタービル立体道路は、都市複合プロジェクト（築港深江線船場地区建設事業）による機能更新で建設され 1970 年に営業を開始した。平面道路幅員 80m のうち中央部に幅 42m、延長 930m、4 階建て（高さ 17m）のビル 10 棟、その屋上に阪神高速道路 6 車線、側道として大阪市道 6 車線が走る。高速道路とビルは柱を共用し、また、2～3 階と地下街は、公道の上下で連絡しており、重層した複雑な空間の利用形態となっている。（**写真 1.4.3-1～2**）

(2)　阪神高速湊町出路（OCAT）、湊町リバープレイス

・OCAT（大阪シティエアターミナル）は、大阪ミナミの新都市拠点開発事業「ルネッサなんば」の湊町地区再開発（17.5ha）における中核施設として平成 8 年（1996 年）に開業した。OCAT ビルは地上 6 階地下 2 階の 60,000m2 の建物で、地下に JR 難波駅、2 階には阪神高速道路と直接接続できる「湊町バスターミナル」があり関西国際空港・大阪国際空港（伊丹空港）と直結する空港リムジン、大阪と全国主要都市との都市間高速バスが発着している。その他には商業店舗、レストラ

ン、各国政府観光局、旅行会社、エアラインオフィスなどがある。また、地下４層に広がる大駐車場が設置されている。（**写真 1.4.3-3～4**）

・湊町リバープレイスは、阪神高速 15 号堺線を挟んで阪神高速湊町出路の北側に位置する入出路で、大阪市の都市構造再編プロジェクト「ルネッサなんば」のウォーターフロントゾーンとして 2002 年に開業した。建物の一部を阪神高速道路の湊町出入口と共有しているほか、2 階は湊町 PA としても利用されている。プラザ 1～3 の屋外イベントゾーン 3 箇所と、エフエム大阪の社屋、3～6 階を占めるライブハウス「なんば Hatch」およびオフィスなどで構成されている。（**写真 1.4.5-3～6**）

(3)　阪神高速道路梅田出路（TKP 大阪梅田ビジネスセンタービル）

・梅田出路は阪神高速道路 11 号池田線（上り線）の渋滞対策、梅田付近の利便性の向上、福島出路の交通緩和などを目的に建設された。梅田出路は、平成元年に創設された立体道路制度を活用してビルと道路が共存している。船場センタービルとは異なりビルと道路とは完全に分離しており、道路交通の安全性の確保、ビルと道路との維持管理と防災対策上の配慮から、道路にシェルターを設置している。また、道路の桁には化粧板、脚柱には化粧板および塗装を施し付属物を桁・脚柱内に収納している。（平成 4 年度土木学会関西支部技術賞受賞）（**写真 1.4.3-7～8**）



写真 1.4.3-1　船場センタービル



写真 1.4.3-2　地下横断通路の様子



写真 1.4.3-3　OCAT 全景（HP より）



写真 1.4.3-4　湊町出路



写真 1.4.3-5　湊町リバープレイス



写真 1.4.3-6　阪神高速湊町入出路



写真 1.4.3-7　TKP 大阪梅田ビジネスセンタービル



写真 1.4.3-8　梅田出路

参考文献

1.1

1) 谷口守：都市構造から見た自動車 CO_2 排出量の時系列分析、都市計画論文集 No.43-3
2) 東京都総合防災会議資料 http://www.tokyo-sougou-chisui.jp/mokuteki/index.html
3) 東京国道事務所資料 http://www.ktr.mlit.go.jp/kisha/toukoku_00000057.html
4) 国土交通省、第１回首都高速の再生に関する有識者会議資料
5) ミネソタ州交通局 http://www.dot.state.mn.us
6) 山梨県大月市消防本部提供資料
7) 平井堯：「地下都市は可能か」鹿島出版会

1.4

1) パンフレット「堺建設部のしごと　～まち、川、緑とともに大和川線～」阪神高速道路株式会社
2) パンフレット「阪神高速大和川線・松原ジャンクション　テクニカルガイド　大阪都市再生への道路技術」大阪府、堺市、阪神高速
3) パンフレット「阪神高速２号淀川左岸線」阪神高速道路株式会社
4)「関西４環状ネットワーク」国土交通省近畿地方整備局 http://www.kkr.mlit.go.jp/road/kansen/kanjo/02/index.htm
5)「関西４環状ネットワーク」国土交通省近畿地方整備局 http://www.kkr.mlit.go.jp/road/kansen/kanjo/04/a.htm
6) パンフレット「大阪都市再生道路　淀川左岸線延伸部」国土交通省近畿地方整備局浪速国道事務所、大阪府都市整備部、大阪市計画調整局
7) パンフレット「大阪都市計画道路　淀川左岸線（2 期）淀川南岸線」大阪市
8) パンフレット「淀川左岸線延伸部　環境影響評価方法書の概要」国土交通省近畿地方整備局浪速国道事務所、大阪府都市整備部、大阪市計画調整局

第 2 章　調査成果

2.1　道路の役割と地下化適用性

平成 24 年度は、安全・安心な都市形成のための基本的条件の調査検討を実施した。

都市の安全･安心を脅かす自然現象（地震、豪雨、暴風、津波、土砂崩れ、火山噴火等）に対し、都市部は、密集市街地の存在、オープンスペースの不足、耐震性の不足、氾濫源の市街地化、排水能力の不足、無秩序な地下利用等の都市構造の脆弱性、高齢化、近隣関係の希薄化等による社会構造の脆弱性が指摘されている。

併せて、1960 年代半ばからの高度経済成長期に整備された首都高速道路に代表される道路など多くの老朽化が進行している社会資本への対応も課題となっている。（**図 1.1.1-3、Ⅳ-2 頁**）

都市施設整備を検討する上で、地下空間の持つ特性（空間の高度利用、耐震性、閉鎖性等）を活かして都市の集約化（コンパクトシティー形成）とその安全、安心、快適性の実現の為に、対象となる社会インフラの中で、道路に注目して検討を行った。

道路は地震、豪雨、津波など大きな被害をもたらす災害に対し、人と物資を輸送するだけでなく、緊急避難路、緊急物資輸送路、洪水や津波や火災を堰き止める堤防、ライフラインの収容空間、避難場所としての副次的利用空間としての役割を有し、災害時に早期に啓開・復旧し目的地間を結ぶ連続したラインとなることでその機能を存分に発揮する。

都市部においては、ビル、家屋、電柱、高架橋など地上構造物の倒壊、火災などによる遮断、麻痺状態が生じ、早期の啓開・復旧が困難となることが過去の災害から明らかである。都市部において道路が有する有用な機能を発揮するためには、目的地間を結ぶラインを維持できる地下への構築が必然であり、他の地下構造物間を縫って曲線でも機能発揮できることから地下化の適用性は高いと考える。

2.1.1　道路に求められる機能

東日本大震災を契機に、国土や地域の安全・安心の確保に対する国民の要請が高まっている。国民生活や経済活動の安全を保障するという側面からも道路の役割が重要であり、道路は人の移動や物資の輸送に欠かせない社会資本として、国民の日常生活や社会経済活動を支える多面的な役割と機能を持っている。

1)　道路の機能

道路には、その機能を大別すると、人や物資を移動させるための交通機能、上下水道、ガス、電気等の都市としてのライフラインを収容する収容空間、災害の防御・軽減効果を発揮する防災空間などの空間機能、さらに都市の骨格として都市構造を誘導形成する市街地形成機能、避難路や避難場所としての広域的な防災機能などがある。

図 2.1.1-1、Ⅳ-20 頁に道路の多様な空間における機能概要を示す。



図 2.1.1-1　道路の多様な空間

出典：国土交通道路局　道路行政の簡単解説

(1)　交通機能

交通機能を大別すると通行機能（自動車、自転車、歩行者などの安全、円滑、快適な通行）、滞留機能（自動車の駐車や歩行者滞留）、アクセス機能（沿道施設に容易に出入り）などがある。

(a)　通行機能

・ 円滑性:自動車を一定速度で連続的に通行させることが望ましい。そのためには、低速車による速度低下が生じないように低速車を考慮したゆずり車線数の確保や登坂車線を設置するなどの配慮が必要である。
・ 安全性：曲線区間や下り勾配区間では車線外への逸脱による事故、歩行者共存区間では走行速度を抑制するなどの配慮が必要である。
・ 快適性：渋滞が少なく（一定の速度で走行できる）、運転のストレスがかからない道路線形および優れた自然景観を確保する必要がある。
・ 信頼性：道路の重要性に応じて耐震性の確保、法面区間では崩壊し難い法面勾配や（落石）防護施設の設置を行い、事故時や災害時でも一定量の通行が確保できるようにする必要がある。

地下トンネルの入り口付近では運転者の視認性低下やトンネル空間の圧迫感から自動車速度を減速する傾向にあり、渋滞が発生しやすくなる。そのため、坑門形式の変更や入口付近の照度を確保するなど通行機能を著しく低下させない配慮が必要である。都市部では豪雨と洪水の発生回数の増加が懸念され、太平洋沿岸部では東海～東南海・南海地震による甚大な被害が想定されている。幹線道路は火災、地震、水害などに強い構造にして、災害時においても一定の通行機能を確保する必要がある。

(b) 滞留機能

・歩道や道路地下や高架下の駐輪スペース
・自動車の駐車スペース
・公共交通機関の滞留スペース・・・タクシープール、バスターミナル、サービスエリア、パーキングエリア、道の駅
・その他滞留空間の利用として、災害時の車両基地、休憩場所、防災備蓄場所としての機能を有する。

東日本大震災においては、道の駅、高速道路のサービスエリア、パーキングエリアなどは様々な救助隊や団体の活動拠点や住民の避難場所として利用され、また、電気、水、食料、トイレを提供する防災拠点として機能した。東日本大震災における利用の具体例を**表 2.1.1-1～表 2.1.1-3** に示す。

富士宮市の道の駅「朝霧高原」では、防災拠点として朝霧防災備蓄基地、富士教育訓練センターなど周辺施設と一体化させ、災害時に一時避難施設の提供、災害・道路情報の提供、緊急車両の集結地の提供、ヘリポート、道路復旧資機材置場・応急給水活動施設などの機能や施設が整備されている**(図 2.1.1-2、Ⅳ-22 頁)**。

表 2.1.1-1　東日本大震災における「道の駅」利用の具体例

道の駅名	所在地	路線名	対 応 の 例
三本木	宮城県大崎市	4号	自家発電により24時間開館し、おにぎり、菓子等を提供。情報館にて避難者を受け入れ。
津山	宮城県登米市	45号	自衛隊やレスキュー隊の前進基地、支援隊員への炊き出しの実施。南三陸町のホテル客が避難。
ふくしま東和	福島県二本松市	349号	おにぎり等食料、トイレ、給水サービスを提供。避難住民1500人を受け入れ。
喜多の郷	福島県喜多方市	112号	給水サービス、食事販売、日帰り温泉施設を被災住民に無料開放。
南相馬	福島県南相馬市	6号	避難所として開放、災害応援の拠点として機能。
ひらた	福島県平田村	49号	避難住民に無料で電源、水を提供、村内の病院や避難所に食材を供給

出典:国土交通省　高速道路のあり方検討有識者委員会・提言資料

表 2.1.1-2　東日本大震災における高速道路の SP・PA 利用の具体例

道路名	休憩施設	所在地	区間	対応の例
常磐道	四倉PA	福島県いわき市	いわき中央～いわき四倉IC間	原発対応に向かう自衛隊の中継基地として利用
東北道	羽生PA	埼玉県羽生市	羽生IC～館林IC間	被災地へ応援に向かう消防隊の中継基地として利用
東北道	福島松川PA	福島県福島市	二本松IC～福島西IC	福島第一原発からの集団避難住民の輸送中継基地として利用

出典:国土交通省　高速道路のあり方検討有識者委員会・提言資料

表 2.1.1-3　東日本大震災における高速道路の SP・PA 防災備蓄品の活用例

SA・PA	支援先	支援品の概数
折爪SA、柴波SA、岩手山SA、前沢SA	岩手県(対策本部)	・携帯トイレ(22千)、寝袋(8千)、紙オムツ(7千)等
花輪SA、津軽SA	釜石市震災対策本部	・携帯トイレ(7千)、寝袋(4千)、紙オムツ(3千)、南部せんべい(3千)等
寒河江SA	仙台東部道路への避難者	・毛布等
長者原SA、安達太良SA、磐梯山SA、西仙北SA	宮城県栗原市	・携帯トイレ(5百)、簡易寝袋(1.1千)、紙オムツ(7百)等

出典:国土交通省　高速道路のあり方検討有識者委員会・提言資料



図 2.1.1-2　防災拠点（道の駅「朝霧高原」）
出典:国土交通省　中部地方整備局　静岡国道事務所記者発表資料

(c)　アクセス機能

アクセス機能は通行機能と相反する関係にあり、両者のバランスを考慮した道路整備が必要である。

交差道路との出入り、沿道商業施設及び公共交通機関との利便性を確保するために、交通安全に配慮した交差点間隔や形状の採用、幹線道路に沿って側道の設置、荷さばき専用帯やベイの設置、バスレーンやバス停留所、タクシー専用帯や専用ベイを設置して、一般車両との差別化することで安全と利便性を図り、アクセス機能を向上させる。

(2)　空間機能

都市部における道路施設を利用した空間機能は、ライフライン（電力、電話、上下水道、地下鉄、駐車場、通信等）収容空間と避難路、避難場所、火災延焼防止遮断区間としての防災空間、植樹帯、中央分離帯の緑化等、良好な景観を確保し、近隣住民に快適な生活環境を提供する空間としての機能がある。

(a)　収容空間としての機能

収容空間としての道路地下空間は生活や社会面での安全の確保や、質の高い生活空間の充実を図っていく上で、社会の共有空間として地域、都市のきわめて貴重な空間になっている。また、近年の都市機能の高度化、高度情報化及び地下利用技術の発達により道路地下空間の需要も増加すると考えられる。

イ　公共交通機関の導入空間機能

移動の利便性を高める地下鉄、モノレールや新交通システムなど公共交通機関の出入り口に対する導入空間としての機能である。

ロ　供給処理、通信情報施設空間

上下水道、ガス、電気等の都市に必要なライフラインを収容する機能や光ファイバー等の通信設備を収容する機能である。

ハ　道路付属物のための空間

電柱、情報板による道案内、道路情報や地下道路トンネルの換気のためのスペース、路上での駐車スペースである。

(b)　防災空間としての機能

平成 7 年 1 月の阪神・淡路大震災、平成 23 年 3 月の東日本大震災で得た教訓により、避難路の確保、火災に伴う消防活動のスペース、延焼遮断帯の形成など道路空間は重要な防災上の空間と認識された。

東日本大震災の津波に対しては、高架整備された高速道路が住民の避難場所となり、多くの人命を救った。また、盛り土構造の部分が津波の侵入を遮り、内陸部へのがれきの流入を抑制した。このように道路という構造物には、それ自体に防災機能がある事が、今回の経験で認識された。

しかしながら、氾濫区域内の地下空間(地下トンネル)は、河川堤防の決壊により、大規模に浸水し、地下空間が機能不全に陥る事が考えられ対策が必要となっている。東京地下鉄株式会社では、浸水対策として、止水板、防水扉浸水防止機そしてトンネル断面を閉鎖することができる防水ゲートなどの対策を実施している(**図 2.1.1-3**)。

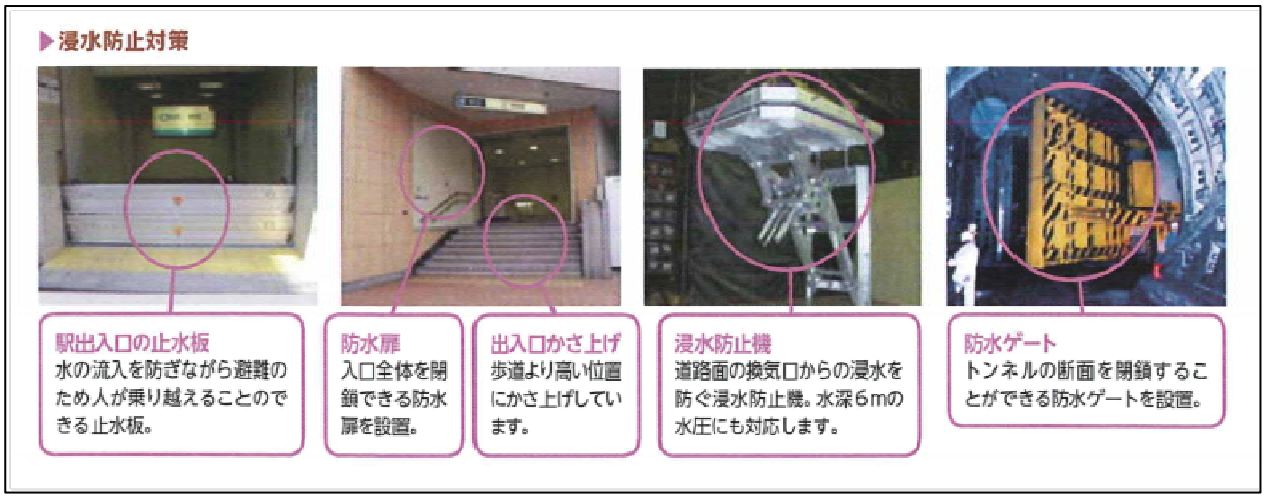


図 2.1.1-3　東京地下鉄株式会社の浸水対策
出典：「東京地下鉄(株)　安全報告書 2012」

イ　避難・救護機能

地下トンネル、高架道路、盛り土構造の道路が避難場所となる。また、道路のネットワーク、地下トンネルが救護活動の通路、避難路となる。

ロ　災害防止機能

盛り土構造が津波の進入を遮り内部へのがれき等の流入を抑制したり、火災等の拡大や延焼防止の空間となっている。

ハ　生活環境の空間としての機能

植樹帯や歩道などへの並木の設置、中央分離帯を利用した植栽による道路緑化は良好な景観を確保し、近隣住民に快適な環境空間を提供する機能がある。また、緑陰の確保、騒音の低減、大気の浄化などの効果がある。

(c) 市街地形成機能

市街地形成機能として、道路は沿道の土地利用の誘導を形成したり、都市の骨格を形成する機能を有している。歩道に設置したベンチ等は、高齢者、身体障害者等に配慮して移動の円滑化や休憩所としての機能を有するとともに、歩行者の交流の場所としても利用され、生活空間としての機能も持っている。

市街地形成機能については以下のような項目が主な機能と考える。

イ　都市構造・土地利用の誘導形成機能

道路は沿道立地を促し、沿道土地利用の誘導を形成する機能がある。

ロ　街区形成機能

道路は街区の街並みを形成し、都市・地区の骨格を形成する機能がある。

ハ　生活空間

住宅地内のベンチの設置やバリアフリー化は歩行者を滞留させ、日常の交流の場として利用され生活空間の機能をもつ。

2.1.2　地下の特性と適用性

都市の過密化に伴い、都市空間の重層的利用が推進される中、周辺環境の抑制や景観保持、地上空間の制約や道路網の防災機能を踏まえた安全性を重視した道路整備の観点などから、都市内道路の地下化による道路整備が様々なところで事業化されている。

都市内道路の地下化は、交通渋滞の解消、周辺環境への配慮、用地取得面などから、首都高速道路などの自動車専用道路を中心に、比較的長距離の地下化が事業化されている。

一般道路においては、そのアクセス性から、アンダーパス等の比較的距離の短いものに留まっている傾向にあるが、「大深度地下の公共的使用に関する特別措置法」により、道路の地下化が加速され、外かく環状道路（大泉 JCT～東名 JCT）など大深度を利用した長距離地下高速道路が計画されている。

1)　地下道路のメリット

空港など地上や高架道路として供用することができず道路の地下化が必須である場合や、道路を地下化することで、交通渋滞対策、景観の保全、周辺環境対策、用地問題対策などが図れる。

地下道路は、地上に比べ耐震性が良いなどの防災面や、昨今では災害時の緊急輸送道路としての機能を期待するなど、地下道路のメリットが多様化している。

(1)　交通渋滞対策

道路を地下化するメリットとして、交通渋滞対策が挙げられる。都市部では交通量の多い主要幹線道路同士の平面交差や鉄道路線と平面交差箇所では、信号、踏切待ちなどにより、交通渋滞が慢性化することが多い。一方の道路の直進交通を地下化（アンダーパス化）することで、交通渋滞の解消が図れる。日本の本格的な地下道路として、昭和 39 年に開通した東京の昭和通りにおける主要な交差点 5 箇所の連続立体交差化が挙げられる。




写真　2.1.2-1 昭和通りアンダーパス群

(2)　景観の保全

道路を地下化するメリットとして、景観の保全が挙げられる。たとえば、首都高八重洲線の地下化は、首都東京の玄関口である東京駅の景観に配慮したものであり、赤坂トンネルは迎賓館前の景観に配慮し、世界でも珍しい地下 JCT である首都高の三宅坂 JCT は、半蔵門前や千鳥が淵の桜並木などの景観に配慮したものとされている。




千鳥ヶ淵付近　トンネル出入口　　地下化により守られた景観(半蔵門付近)

写真 2.1.2-2

(3)　空間的制約対策

道路を地下化するメリットとして、空間的制約対策が挙げられる。

空港へのアクセス道路で、滑走路などを横断する必要がある場合など、地上部や高架などにより対応することは、空間的制約により不可能であり、地下化することが必須となる。

川や海の航路を横断する場合などは、橋梁化する場合もあるが、航路確保などの理由から地下化されることも少なくない。歴史的価値のある遺跡や公園などがある場合も、地下化される場合が多いと考えられる。

羽田国際空港のアクセス道路、東京湾横断道路、首都高速中央環状王子線の飛鳥山トンネルなどが、空間的制約条件がその要因のひとつとして、地下化された事例として挙げられる。

(4)　環境対策

道路を地下化するメリットとして、環境対策が挙げられる。地上の道路や高架道路の場合、トンネル構造に比べて振動や騒音が沿道に伝わりやすいことや、トンネル構造の場合、自動車の排気ガスをトンネル内の換気所に集約して、浮遊粒子状物質（SS）などを除去することが可能であることから、道路沿線が住居地域の場合には、環境対策として地下化されることが多い。

最近は沿道の環境保全を重要視する傾向にあり、最近になって供用、事業化された首都高速中央環状新宿線・品川線や高速川崎縦貫線は、用地問題とともに沿道環境対策として、地下化されている。



図 2.1.2-1　地下道路による環境影響の低減

出典：東京 SMOOTH ﾎｰﾑﾍﾟｰｼﾞ

(5)　事業促進

道路を地下化するメリットとして、用地問題対策などの事業推進が挙げられる。道路建設事業においては、用地を取得することが困難なため事業促進の妨げとなっていることが多い。

立体道路制度を利用して道路を地下化することで、区分地上権を設定する必要はあるが、地上部の住居などは立ち退く必要がないので、事業化の促進が図れる。

首都高速横浜環状北線のシールド工法において構築する地下道路は民地下での建設が多く、地下道路部分に区分地上権を設定し、家屋等の移転・立ち退き無しでその部分を補償することで、事業化の促進を図っている。また、外かく環状道路（大泉 JCT～東名 JCT）は、「大深度地下の公共的使用に関する特別措置法」を適用することで、事業化を促進する計画としている。

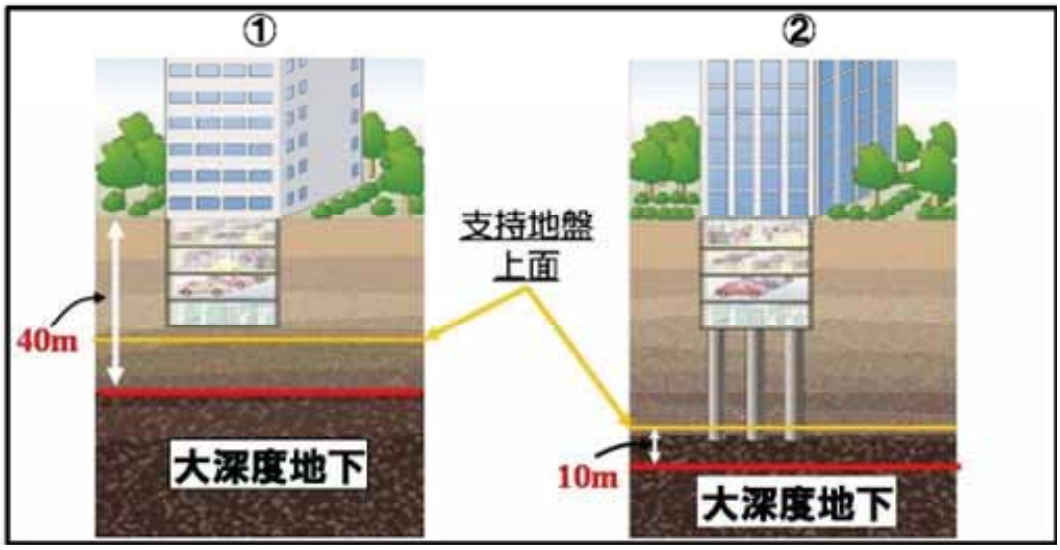


図 2.1.2-2　大深度地下の定義
出典：国土交通省ﾎｰﾑﾍﾟｰｼﾞ　大深度地下利用

(6)　防災対策

道路を地下化するメリットとして、防災対策などが挙げられる。暴風雨や降雪・積雪の影響を回避できるほか、テロなどの武力攻撃災害にも強い。

阪神・淡路大震災や東日本大震災など、地上部、高架に比べ地下の構造物の損傷度が非常に小さいことが報告されている。

地下構造物の地震の揺れによる影響については、一般的に地下深部における地震の揺れは地表付近に比べて小さいこと、地震が起こった際に地中構造物は周辺地盤と一体となって振動することから、地下構造物は、地表構造物より地震の揺れによる影響を受けにくいという特徴がある。

阪神・淡路大震災以降、道路構造における耐震性能の向上の必要性が指摘され、高架橋などの耐震補強が進められてきた。東日本大震災を経て、ますます地震などの災害に強い道路整備が重要視されてきており、道路を地下化することで耐震性が向上し、防災、減災面でのメリットが大きい。

さらに、罹災時、緊急時の地下道路の活用が挙げられる。大震災直後に、緊急輸送を円滑に行うために、高速自動車国道、一般国道およびこれらを連結する幹線道路を緊急輸送道路として指定している。

道路を地下化することで、その耐震性や地上からの遮断性から、緊急輸送道路としての役割を十分に果たす可能性が高い。

(7)　重層利用、有効利用

道路を地下化するメリットとして、道路と他の施設等の重層利用・有効利用などが挙げられる。そして、地下化により上部空間を有効に立体的・複合的な利用が可能となり、地上部を緑地化するなど親水緑地空間として活用できる。札幌の創成川通りでの、アンダーパスの連続化による混雑緩和と地上部分の緑地化による親水緑地空間創出事例を**図 2.1.2-3、Ⅳ－28 頁**に示す。

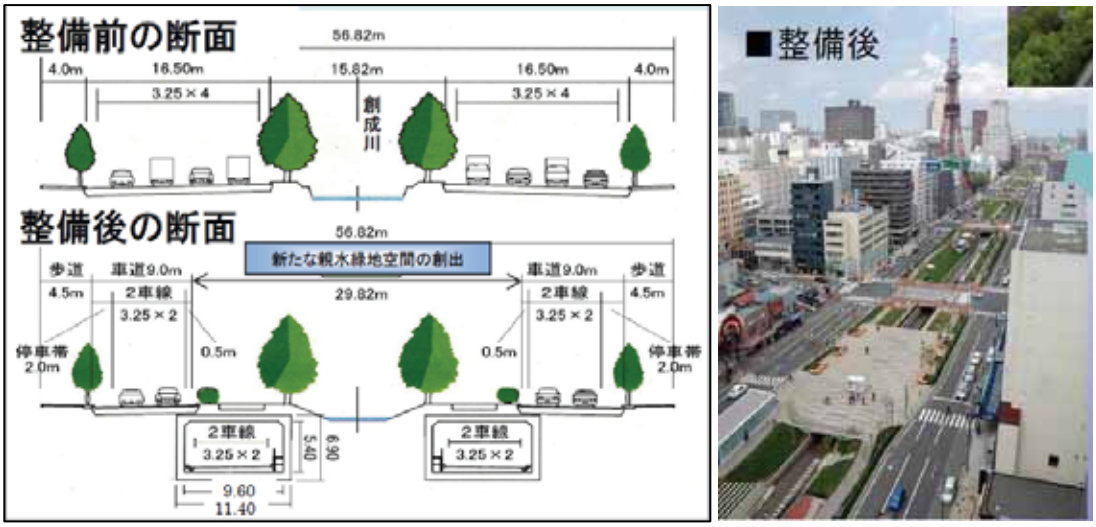


図 2.1.2-3　札幌アンダーパス連続化と地上部の一体整備

札幌駅前通りと創成川通りの整備による都心の再生(札幌市建設局)より

表 2.1.2-1　地下道路のメリットまとめ

地下化のメリット	概要	事例
①交通渋滞解消	立体交差化、通過交通機能	立体交差（アンダーパス），昭和通りアンダーパス
②景観の保全	自然景観、都市景観、施設景観	三宅坂 JCT、八重洲トンネル、赤坂トンネル
③空間的制約対策	空港、航路、遺跡、公園	羽田空港アクセス道路、東京湾横断道路、飛鳥山トンネル
④環境対策	沿道環境、住居環境	首都高速中央環状新宿線・品川線
⑤事業促進	用地問題、地価問題、大深度法、立体道路制度	横浜環状北線、外郭環状道路
⑥防災対策	地震対策、風雪害対策、緊急輸送道路	首都高速中央環状新宿線・品川線
⑦重層利用・有効利用	地上部有効利用、地下駐車場、立体道路制度	環状２号、阪神高速大和川線、首都高八重洲線、札幌創成川通り、

2)　地下道路のデメリット

上記のメリットに対して、道路地下化の課題も少なくない。道路を地下に建設する場合、防災上、耐震性などのメリットがある一方、一般的に建設費が地上に建設するよりも高くなる傾向があるほか、トンネル内の火災や災害に対しては、その退避性が地上部より劣る。また、地上へのアクセスやその維持管理性に関しても、地上の道路よりは優れているとはいえない。このように地下道路のメリットに対して、デメリットも少なくなく、これらのデメリットをいかにして低減するかが今後の課題となる。地下道路のデメリットを以下に整理する。

(1)　建設費

一般に、高架構造と比較して、トンネル構造の建設費は高い傾向にある。建設技術の技術開発等による直接建設費そのもののコストダウンはもちろんのこと、立体道路

制度などの活用による地上部の有効利用や大深度地下を利用するなどして、用地費や環境対策費などの間接的な費用を総合的に評価することが必要となる。

(2) 防災

防災の面からは、耐震性能の向上や騒音・振動が地上へ伝わりにくい等のメリットがある反面、トンネル内での火災発生時における換気や避難路などの対策が講じられている。

首都高新宿線では、構造物耐火、非常用施設の設置および運用、交通運用、広報啓蒙活動と連携した総合的な防災安全に着目し対策を講じている。

また、ゲリラ降雨や津波など、地上部が激しい降雨や津波に晒された場合の、地下道路への水流入の防止などの対策や、アンダーパス部などの冠水の防止や告知などを行い、二次災害を防止することが重要となる。

(3) 地上へのアクセス性

地上への接続工事が大規模になる傾向があるほか、特に大深度地下で JCT や IC を設ける場合は、規模、難易度、工事費などが増大する可能性が高い。また、換気塔が設置される場合、設置に際しては周辺景観との調和や環境への配慮が必要となる。

(4) 走行安全性

地上部の道路の走行と比べて地下道路での走行は、その閉鎖性や視距の確保などから、走行性が劣る傾向にある。首都高新宿線の本線部では、自然光に近い白色の蛍光灯を採用して暗いイメージを払拭するとともに、出入口などの分合流部では、黄色の高圧ナトリウム灯を追加することで、明るさを増しドライバーの注意喚起を促している他、照明方向、カーブ警戒ゼブラなどの各種安全対策など安全で走りやすくするための走行安全支援を行っている。

(5) 維持管理性

地下道路の場合、その構造躯体の外面が地中に接しているため、外面側からの検査や補修が困難である。そのため、躯体の検査や補修などが、内面側からのみとなり、地下道路の維持管理性は、地上部や高架道路と比べて劣る傾向にある。

表 2.1.2-2 地下道路のデメリットまとめ

地下化のデメリット	概要	対策等
①建設費	直接的な建設費が高価	技術開発による直接的な建設費の縮減, 用地費や環境対策費などを考慮した総合的な評価
②防災	トンネル内火災時における退避性 トンネル内への水流入	構造物の耐火構造、非常用施設の設置・運用 遮水板等の設置 広報啓蒙活動
③地上へのアクセス性	地上への接続工事が大規模	技術開発による工事の安全性向上や建設費縮減等
④走行安全性	走行性の劣化	照明方法、ゼブラ等の安全対策
⑤維持管理性	検査や補修が困難	技術開発による検査性や補修性の向上 高耐久性躯体の構築

3)　まとめ

このように、道路を地下化することで交通渋滞解消、環境対策、事業促進、都市空間の有効利用など､都市が抱える問題を解消することができる一方､建設費や維持管理性、地上アクセス性などの課題も残されている。昨今の都市の過密化による都市空間の重層的利用の必要性、周辺環境の抑制、環境保全等の必要性や、また立体道路制度や「大深度地下の公共的使用に関する特別措置法(大深度法)」などの法制度上の整備などが進み、ますます都市内道路の地下化事業が推進されるものと考えられる。

平成 25 年度においては、都市部の道路網に着目して、都市部における災害時の危険要因を調査抽出するとともに、現状の道路網におけるミッシングリンクを、常時・災害時ごとに検証を行い、諸問題解決に向けた、安全、安心、効率性、快適性、多重性、多様性を踏まえた、地下化道路路線の試検討を行うものである。

参考文献

2.1

1) 国土交通省道路局、道路行政の簡単解説
http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/dorogyousei/index.html
2) 国道交通省、高速道路のあり方検討有識者委員会・提言資料
http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/hw_arikata/teigen/t01_data04.pdf
3) 国土交通省、中部地方整備局静岡国道事務所記者発表資料
http://www.cbr.mlit.go.jp/shizukoku/press/h22/pdf/100723_1.pdf
4) 東京地下鉄株式会社、安全報告書 2012
http://www.tokyometro.jp/safety/prevention/safety_report/2012/index.html#page=17
5) 東京 SMOOTH　首都高速道路株式会社
http://www.shutoko.jp/ss/tokyo-smooth/about/ecology.html
6）国交省ホームページ、大深度地下利用
https://www.mlit.go.jp/index.html
7）札幌市建設局、札幌駅前通りと創成川通りの整備による都心の再生
http://www.city.sapporo.jp/kensetsu/stn/genzainojigyo/sosei/zenkensyojusyo.html

2.2　都市部危険性（ハザード）の調査

2.2.1　対象とすべきハザードの整理

1)　都市の安全・安心を脅かすハザード

ハザードとは、自然的要因（地震、豪雨、暴風、津波、火山噴火等）や人為的要因（犯罪、事故等）等の被害のきっかけとなる外力をいう。このハザードと国土あるいは社会構造の脆弱性（ハザードに対する脆さや弱さ）との関係により、様々な被害が発生する。自然的要因にかかわるハザードとしては、地震、豪雨、暴風、津波、火山噴火等があり、人為的要因にかかわるハザードしては、大規模事故、犯罪・テロ等がある。

日本列島は、世界に類の無い複雑で脆く不安定な地形と地質から成っており、地震、豪雨、暴風、津波、土砂崩れ、火山噴火等極めて多種の自然災害が発生しやすい自然条件下にある。この様な自然条件下にあるにもかわらず、人口の増加や都市化にともなって、狭い国土を有効利用するため、土砂災害や河川災害などの危険があるところにまで開発が進んでいる。

特に、東京等の大都市周辺では、臨海部の埋め立てによる軟弱地盤地帯の拡大があり、また、狭い地域に木造家屋が密集する木密地域がある。これらの地域では、地震時には建物被害（倒壊・全壊）、火災被害、液状化被害等の甚大な被害が発生する可能性が高い。

一方、最近では異常気象によるゲリラ豪雨*が年々増えているという事実もある。大都市部では都市化により地表面がアスファルトやコンクリートで覆われている場合が多いため、降った雨が地下に浸み込めず、河川や下水道に一気に流れ多量の雨水があふれることによる内水氾濫が多発するようになっている。

＊ゲリラ豪雨：突発的に発生し、短い時間に局地的に限られた地域に降る豪雨。前線や低気圧、台風などに伴う集中豪雨に比べると予測することが難しい。この用語についての学術的な定義はなく、気象庁では予報用語として使用していない。

さらに、人口、行政機関、産業・商業施設が集中する大都市部では大規模事故、犯罪・テロ等の人為的要因による災害も発生する可能性がある。

図 2.2.1-1 には、首都東京が直面する災害を示す。

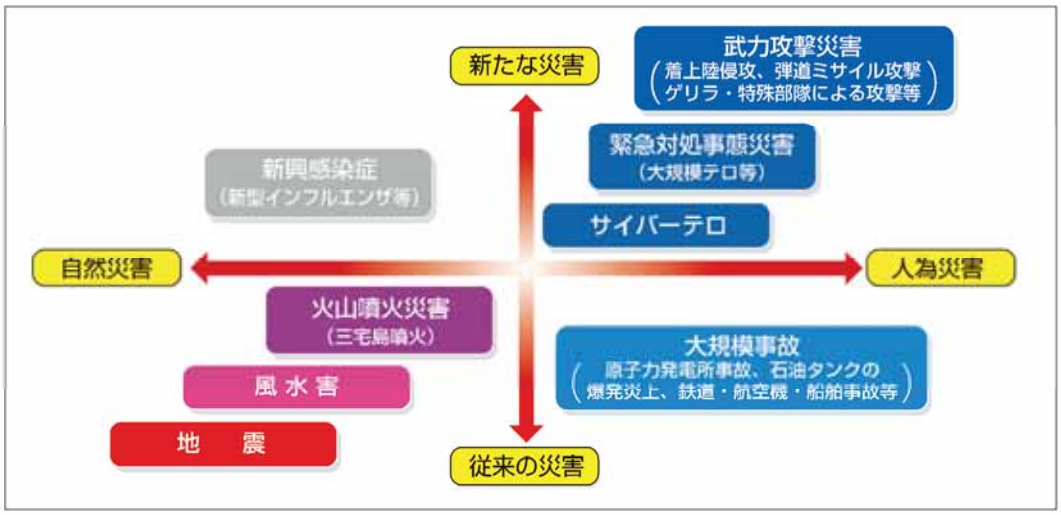


図 2.2.1-1　首都東京が直面する災害

出典：「東京都の防災対策の手引き」東京都，平成 23 年 3 月

人為的要因にかかわるハザードとしての大規模事故、犯罪・テロ等は個人または集団の意思あるいは錯誤等の人為的なものであるので、事前にその発生を予測し予防することは困難であるとともに現実的ではない。これに対し、自然的要因にかかわるハザードについてはその発生をある程度予測し、それに対する備えを事前に講じることが可能で（**表 2.2.1-1**）、しかも必要不可欠のことである。

このようなことから、本節で検討すべき都市部の社会インフラに大きな被害を発生させる可能性があるハザードとしては地震、豪雨、津波があげられる。

表 2.2.1-1　災害特性の概要（日建連工事技術委員会技術開発部会）

予測可能性	降雨・風	台風、梅雨前線等のよる降雨、暴風は、気象観測技術、解析技術の進歩により予測の精度は上がってきている。しかし局地的豪雨・突風（ダウンバースト）、竜巻等については、その発生の可能性を示すに留まっている。
	地　震	研究、観測機器整備が進められているものの、発生予測は実用段階に至っているとは言い難く、現況では発生確率的を示す方向での対応となっていると判断される。 尚、津波の発生については、観測体制整備、解析技術進歩等による精度向上、解析時間短縮化（情報発信までの時間）等が実現されつつある。
予防可能性（被災予防）	降雨・風	降雨は、ダム、放水路、ポンプ場等の治水施設の整備、下水管路の整備により被害発生が抑止されてきている。 また、予測される降雨レベル等に基づく事前避難指示による人的被災の発生抑止も可能となってきている。
	地　震	解析技術の進歩、耐震基準の見直し、既存不適格構造の改修推進等により、施設の損壊による被災影響の低減は進められている。 しかし「想定外」とされる東日本震災（2011.3.11）では、巨大津波による被害が発生しており、今後の社会資本整備のあり方について論議が進められている状況にある。
地域の大きさ	降雨・風	台風、梅雨前線等のように広域に渡るもの、局所豪雨、突風等のように極めて局所的な被災となる場合とが混在する。
	地　震	海洋プレート型（東日本地震、東南海地震）のように広域にわたり大きな被害を発生させせるもの、活断層により引き起こされる比較的影響域が小さいものの大きな被害を発生させる直下型が混在する。
規模の大きさ	降雨・風	地球温暖化による気象の狂暴化が懸念されている。
	地　震	東日本震災（2011.3.11）を契機に見直しが進められている。
頻　度	降雨・風	地球温暖化による気象の狂暴化が懸念されている。
	地　震	東日本震災（2011.3.11）を契機に見直しが進められている。
被災時間	降雨・風	夏期の迷走台風、
	地　震	一瞬、2次被害（火災、インフラ被災影響）等は長期

出展：日本建設業連合会　工事技術委員会　技術開発部会資料より編集・作成

2) ハザードと災害

前記した、都市部の社会インフラに大きな被害を発生させる可能性があるハザードによって発生する被害の特性についてまとめると**表 2.2.1-2** のようになる。

(1) 地震

大きな地震は広範囲にわたり甚大な被害をもたらす。大地震による災害を震災、激甚な震災を大震災と呼ぶ。地震は地震の揺れによる建物被害等の直接的被害だけでなく、建物の倒壊に伴う火災被害、地盤の揺れによって発生する液状化による被害等以下に示すような被害が発生する。

・物的被害（建物被害、地震火災、危険物火災、交通機能障害、ライフライン機能障害）

・人的被害（死傷、帰宅困難、罹災避難）

・経済的影響（家屋・家財喪失、交通被害、ライフライン被害、産業被害、そのほかこれらに伴う経済機能支障により間接被害）

・地震による津波、液状化による被害も甚大となる。

(2) 豪雨

台風や前線等による豪雨は比較的広い範囲で同時に発生するという特徴を持つ。近年は、異常気象の影響あるいはヒートアイランド現象によると考えられる都市部のゲリラ豪雨により都市河川が氾濫する内水被害（都市型水害）が頻発している。

都市部では排水機能を上回る豪雨により住民居住地や工業施設が浸水し、多大な社会・経済的損失が発生する。浸水域では電力やガス、上水道等の供給が停止、下水道、通信等の機能が低下する等、ライフラインに多大な被害が発生し、生活・生産基盤が大きな損害を被る。地下空間の一部が浸水すると、短時間で広範囲な地下空間への浸水拡大が予想される。

(3) 津波

津波は、地震等で海底が急変して発生する巨大な海水（高波）の塊の運動で、大きな水圧を伴い高速で押し寄せるため破壊力が大きく、そこに存在するあらゆる人や物を押し流し甚大な被害をもたらす。

津波は、世界各地の海岸を襲って種々の災害を発生させている。特に、東京等の大都市周辺では埋め立てによる臨海部の開発が進み、多くの産業・商業施設、住宅等が立地するようになっている。また、このような大都市は大きな河川の下流～河口部の低地部に位置する場合が多く、津波が押し寄せた場合はそれが河川を遡上することにより、被害は臨海部だけにとどまらず都市奥部までおよぶ恐れがある。

津波の被害としては、浸水による溺死や、家屋の破損・流出、船舶の損傷・衝突、津波被災後の火災など、さまざまな被害が発生する。インフラ、ライフラインも甚大な被害を蒙るとともに、農作物の流出、農耕地へ海水が浸入することによる塩害等、農業被害も大きい。

表 2.2.1-2　災害の種類と特性および被害の特性

災害の種類		災害の特性	被害の特性
自然災害	地震	・地震は、地球表面を構成する岩盤（地殻）の内部で、固く密着している岩盤同士が断層と呼ばれる破壊面を境目にして、急激にずれ動くことによって発生する。これによって大きな地面の振動が生じこれを地震動という。 ・現状では、科学的な予報・予知が確立しておらず突然にやってくるため、「防災」「減災」の考え方を基に対策をとり、地震に備えるのが一般的。	・大きな地震は広範囲にわたり甚大な被害をもたらす。大地震による災害を震災、激甚な震災を大震災と呼ぶ。 ・物的被害（建物被害、地震火災、危険物火災、交通機能障害、ライフライン機能障害） ・人的被害（死傷、帰宅困難、罹災避難） ・経済的影響（家屋・家財喪失、交通被害、ライフライン被害、産業被害、その外これらに伴う経済機能支障により間接被害） ・地震による津波、液状化による被害も甚大となる。
	豪雨	・ 台風や前線等による豪雨は比較的広い範囲で同時に発生するという特徴を持つ。 ・近年は、異常気象の影響あるいはヒートアイランド現象によると考えられる都市部のゲリラ豪雨により都市河川が氾濫する内水被害（都市型水害）が頻発している。	・都市部では排水機能を上回る豪雨により住民居住地や工業施設が浸水し、多大な社会・経済的損失が発生。浸水域では電力やガス、上水道等の供給が停止、下水道、通信等の機能が低下する等、ライフラインに多大な被害が発生し、生活・生産基盤が大きな損害を被る。 ・地下空間の一部が浸水すると、短時間で広範囲な地下空間への浸水拡大が予想される。
	暴風	・主に台風・低気圧による強風（暴風）、竜巻やダウンバースト（局地的・短時間に上空から吹く極端に強い下降気流）などによる突風が原因で被害をもたらす。 ・雨を伴うことが多く、風害と水害の被害を分けることは難しく、風水害とすることも多い。	・屋根瓦等の飛散といった直接的な損害の他、倒木・飛来物等による建物や人体への被害。 ・電柱の倒壊や電線の切断による電力・通信インフラの被害、航空機や列車の運休等交通への影響。 ・果樹の落下や稲作での稲穂の倒れ等、農作物へも甚大な被害を発生することが多い。
	津波	・津波は、地震等で海底が急変して発生する巨大な海水（高波）の塊の運動。大きな水圧を伴い高速で押し寄せるため破壊力が大きく、そこに存在するあらゆる人や物を押し流し甚大な被害をもたらす。 ・世界各地の海岸を襲って、種々の災害を発生させている。特にリアス式海岸ではその地形との作用により、大きな被害になりやすい。	・津波の被害としては、浸水による溺死や、家屋の破損・流出、船舶の損傷・衝突、津波被災後の火災など、さまざまな被害が発生。 ・インフラ、ライフラインにも甚大な被害。 ・また、農作物の流出、農耕地へ海水が浸入することによる塩害等、農業被害も大きい。
人為災害	大規模事故	・社会的要因により発生する事故で、その災害により人的あるいは物的被害を伴い、社会的に大きな影響を与えるもの。 ・地震災害、風水害災害等と異なり、発生原因となる事象及び災害の影響範囲が局地的である。したがって、応急対策に不可欠な交通ネットワーク、ライフライン、情報網への影響も限定的と考えられる。	・大規模火災、危険物等災害、海上災害、航空機災害、鉄道災害、道路災害、油等海上流出災害、放射生物室事故災害等がある。 ・いずれも、多くの死傷者の発生、建物・構造物の焼失・倒壊・損傷の他、社会インフラ等の甚大な被害が発生する。
	犯罪・テロ	・多数の人の生命、身体に甚大な被害を及ぼすテロ(緊急対処事態)や、外国からの武力攻撃(武力攻撃事態)による災害。いつ、どこで、どのように発生するのかを事前に予測することは極めて困難。 ・テロは物理的な成果ではなく心理的な成果を求める。具体的な方法としては爆発物を用いた公共施設へのテロ攻撃が典型的。	・危険物質を有する施設への攻撃(ガス貯蔵施設等)、大規模集客施設等への攻撃(駅、列車、劇場等)、大量殺傷物質による攻撃(炭疽菌、サリン等)、交通機関を破壊手段とした攻撃(航空機による自爆テロ等)、着上陸侵攻、ゲリラ・特殊部隊による攻撃等がある。 ・いずれも、多数の死傷者が発生する他、建物・構造物の焼失・倒壊・損傷の他、社会インフラ等の被害が発生する。

3)　最近発生した災害

○豪雨は河川の洪水および内水氾濫にとどまらず土砂災害を発生させる。平成 25 年 10 月 15 日～16 日にかけて東京都大島町（伊豆大島）では台風 26 号に伴う記録的豪雨よって山地斜面が崩壊し大規模な土石流が発生し、多数の人命が失われた。



写真 2.2.1-1　山地から住宅地に流れ込んだ土石流



写真 2.2.1-2　土石流発生箇所（崩壊地）



写真 2.2.1-3　住宅地に流れ込んだ土砂の氾濫状況

出展：台風 26 号による伊豆大島災害調査結果（国土技術政策総合研究所）



a：住宅地に流入し堆積した土砂・流木



b：基礎を残し流された家の跡



c：流されて破壊した家から貴重品を探す



d：1階部分が流された住宅

写真 2.2.1-4　土石流により被災した住宅地

出展：(社)防災住宅研究所 HP(台風 26 号伊豆大島土砂災害「災害現地調査報告」)

○最近では、局所的な異常気象による竜巻が発生するようになっている。平成 24 年 5 月の茨城県常総市～つくば市、平成 25 年 9 月の埼玉県越谷市、松伏町、千葉県野田市、栃木県矢板市における建物被害・人的被害が記憶に新しい。



写真 2.2.1-5　常総市～つくば市に被害をもたらしたと思われる竜巻



a：全壊した家屋（つくば市山木）



b：倒れた電柱（つくば市北条）



c：飛散物により被害を受けた住宅等
（つくば市北条）



d:屋根が飛散した住宅
（埼玉県越谷市大杉）

写真 2.2.1-6　竜巻による被害

出展：気象庁 HP（災害をもたらした台風・大雨・地震・火山噴火等の自然現象とりまとめ資料－竜巻等の突風データベース）

○京都府では、平成 25 年 9 月 15 日～16 日にかけての台風 18 号による豪雨により、府下全域において河川の氾濫や土砂崩れが発生し、負傷者が出るとともに多数の家屋や嵐山をはじめとする観光地における商業施設の床上・床下浸水、宇治茶や京野菜など京都特産の農産物に対する被害、道路・河川をはじめとする社会資本の損壊など、甚大な被害がもたらされた。



写真 2.2.1-7 京都市都市嵐山周辺の被害状況

出展:平成 25 年台風 18 号災害概要(国交省近畿地方整備局河川部)



写真 2.2.1-8　京都市都市域での地下鉄浸水被害

出展：平成 25 年台風 18 号災害概要（国交省近畿地方整備局河川部）



a：被災した船着き場



b：渡月橋右岸側の痕跡水位



c：土砂氾濫後の片付けの様子



d：渡月橋右岸上流域の護岸の破壊

写真 2.2.1-9　渡月橋周辺の様子

出展：平成 25 年 9 月京都・滋賀水害調査速報（土木学会）

○これらはいずれも自然的要因にかかわる災害であるが、人為的要因による災害として、平成 26 年 1 月 3 日に JR 有楽町駅付近で発生した沿線火災による JR 東海道新幹線の全面運休が記憶に新しい。この沿線火災による影響で、JR 東海道新幹線が約 5 時間にわたって運休したほか、在来線の山手線、東海道線、京浜東北線も運休し、帰省のＵターンと重なったこともあり、首都圏の鉄道網は大混乱に陥った。

この沿線火災が新幹線を含めた鉄道網に大きな影響を与えたのは、火災現場が線路のすぐ脇だったことによる。鉄道（道路）高架などと近接している建物は多く、沿線（沿道）火災のリスクはどこにでも存在している。

東京都は 2012 年から「木密地域不燃化 10 年プロジェクト」を進めており、不燃化特区の指定や延焼を防ぐ主要な都市計画道路整備に取り組んでいる。有楽町火災によって浮き彫りになった線路（道路）沿いの不燃化も都市防災上の大きな課題である。



写真 2.2.1-10　燃え上がる炎の横を走る東海道新幹線車両



写真 2.2.1-11　新幹線高架と近接する燃えた建物

出展：産経デジタルＨＰ

4)　ハザードマップ

東京都および都内 23 区では、これらハザードによる被害を防止・軽減するために各種のハザードマップを作成・公表している（各区によって整備状況は異なる）。対象とするハザードは、地震、豪雨、津波としている。

地震に対しては、地震による揺れ（地震動）の大きさを示した震度被害マップ、建物の倒壊や全壊などの建物被害の程度を示した建物被害マップ、建物の倒壊に伴って火災が発生した場合の延焼危険性の程度を示した火災被害マップ、地盤の揺れによって発生する液状化の程度を示した液状化マップ、地震時に避難場所等までの避難困難性の程度を示した避難被害マップ等のハザードマップが作成・公表されている。

豪雨に対しては、河川の氾濫（外水氾濫）による浸水程度を示した洪水ハザードマップ、内水氾濫による浸水程度を示した内水ハザードマップ（浸水予想区域図）が作成・公表されている

津波に対しては、品川区、大田区などで津波ハザードマップが作成・公表されている。

参考文献

2.2.1

1)日建連：行為技術委員会技術開発部会資料
2)東京都：東京都の防災対策の手引き（平成 23 年 3 月）
3)土木学会：平成 25 年 9 月京都・滋賀水害調査速報
4)国土交通省近畿地方整備局河川部：平成 25 年台風 18 号災害概要（平成 25 年 10 月）
5)国土技術政策総合研究所：台風 26 号による伊豆大島災害調査結果（平成 25 年 11 月）
6)独）土木研究所：伊豆大島現地調査報告（第 1 報）（平成 25 年 11 月）
7)気象庁：災害をもたらした台風・大雨・地震・火山噴火等の自然現象とりまとめ資料
－竜巻等の突風データベース
8)一般社団法人防災住宅研究所 HP：台風 26 号伊豆大島土砂災害［災害現地調査報告］
9)産経デジタルＨＰ

2.2.2　ハザードマップの調査と整理

東京都および都内 23 区を対象に、豪雨、地震、津波に関するハザードマップの整備状況を調査した。

豪雨に関しては、東京都の作成した「浸水予想区域図」および国交省の作成した「浸水想定区域図」を元に、各区で「洪水ハザードマップ」を作成している。

「洪水ハザードマップ」は、河川の氾濫（外水氾濫）による浸水程度を示した「洪水ハザードマップ」と、下水や河川の排水能力を超える雨が降った場合の内水氾濫による浸水程度を示した「浸水ハザードマップ」の 2 つのタイプに分けられる。

地震に関しては、東京都が平成 18 年 5 月に公表した『首都直下地震等による東京の被害想定』を、東日本大震災を踏まえて、平成 24 年 4 月に全面的に見直した。

また､東京都震災対策条例に基づき概ね 5 年ごとに『地震に関する地域危険度測定調査』を行っており、平成 25 年 9 月には第 7 回の調査結果が公表されている。各区では、上記『首都直下地震等による東京の被害想定』や『地震に関する地域危険度測定調査』の結果を踏まえて、独自の「防災マップ」を作成・公表している。

津波に関しては､『首都直下地震等による東京の被害想定』のなかに津波シミュレーションの結果が報告されているほか、港区、品川区、江戸川区では、区独自の「津波ハザードマップ」を作成・公表している。

表 2.2.2-1 に、ハザードマップ整理状況の一覧を示す。

今回、東京都および都内 23 区のホームページから、各種「ハザードマップ」や「防災マップ」等に関する資料を収集・調査し、整理した。各区では、区民が使いやすいようにとの思いからか、それぞれの区が独自考えで、階層構成でサイトを構築しており、マップの仕様は統一されていない。

防災マップを電子地図情報として提供している区、携帯サイトでの提供を行っている区等もあり、一般住民への情報提供への積極的姿勢が確認される。しかし、その反面、ホームページの構成やマップの仕様が統一されていないことから、目的の資料の所在が判りづらい点や、資料の整理・比較が難しい点があった。今後これらの仕様の統一が望まれる。

また､「防災マップ」などはそれぞれの区で完結している。区境の住民は隣の区へ避難するほうが合理的な場合もあると思われるが、この場合、各区の「防災マップ」は利用の目的（効率的な避難、的確な判断等）に支障をきたす可能性もある。隣接する行政区間での連携や協力体制の構築は、今後の課題のひとつと考えられる。

表 2.2.2-1　ハザードマップ整備状況一覧表

	洪水 1)	地震	液状化	津波	土砂	火山	全壊建物棟数	消失棟数	道路の閉塞	ライフライン	地域危険度	防災 9)
東京都		○2)	○2)	○2)	○2)		○2)	○2)	○6)	○7)	○8)	○
千代田区	○				○4)							○
中央区	○											○
港区	○	○	○	○	○4)							○
新宿区	○				○4)							○
文京区	○				○4)							○
台東区	○				○4)							○
墨田区	○											○
江東区	○											○
品川区	○			○	○4)							○
目黒区	○				○4)						○	○
大田区	○			○	○4)							○
世田谷区	○	○			○4)						○	○
渋谷区	○				○4)							○
中野区	○				○4)							○
杉並区	○				○4)							○
豊島区	○				○4)							○
北区	○				○4)							○
荒川区	○				○4)							○
板橋区	○				○4)							○
練馬区	○				○4)							○
足立区	○											○
葛飾区	○											○
江戸川区	○	○	○								○	○
J-SHIS		○3)										
内閣府※						○5)						

1) 東京都の作成した「浸水予想区域図」および国交省の作成した「浸水想定区域図」を元に、各区で「洪水ハザードマップ」を作成。
2) 東京都が平成 24 年 4 月に発表した『首都直下地震等による東京の被害想定』による。
3) 防災科学技術研究所の「地震ハザードステーション J-SHIS」による、30 年震度 6 強以上の揺れに見舞われる確率の分布図。
4) 東京都建設局では、「土石流危険渓流」「地すべり危険箇所」「急傾斜地崩壊危険箇所」について、「土砂災害危険箇所マップ」を作成し、区市町村ごとに整理している。
5) 富士山火山広域防災対策基本方針（平成 18 年 2 月　中央防災会議）による。
6) 『首都直下地震等による東京の被害想定』による、細街路における閉塞の発生。
7) 『首都直下地震等による東京の被害想定』による、ライフライン（停電率、固定電話不通率、携帯電話不通率、ガス供給停止率、断水率および下水道管きょ被害率）の被害分布。
8) 東京都が平成 25 年 9 月に公表した『地震に関する地域危険度測定調査（第 7 回）』による。
9) 各区が災害時の避難場所等を示す「避難地図」や「防災マップ」等を作成。
※内閣府においては、平成 25 年 12 月付けで「首都圏直下地震の想定被害と対策について（最終報告）」が公表されているが、本表での取りまとめにはこれを反映していない。

1) 洪水・内水

(1) 東京都

大雨により河川が氾濫した場合等に備えて、住民が迅速に避難できるよう、洪水ハザードマップが 23 区 24 市から公表されている。

洪水ハザードマップには、次の内容が示されている。

・大雨時に危険な場所（浸水の予想される区域）
・危険の程度（想定される浸水深）
・避難場所、避難経路等の災害対応のための情報など

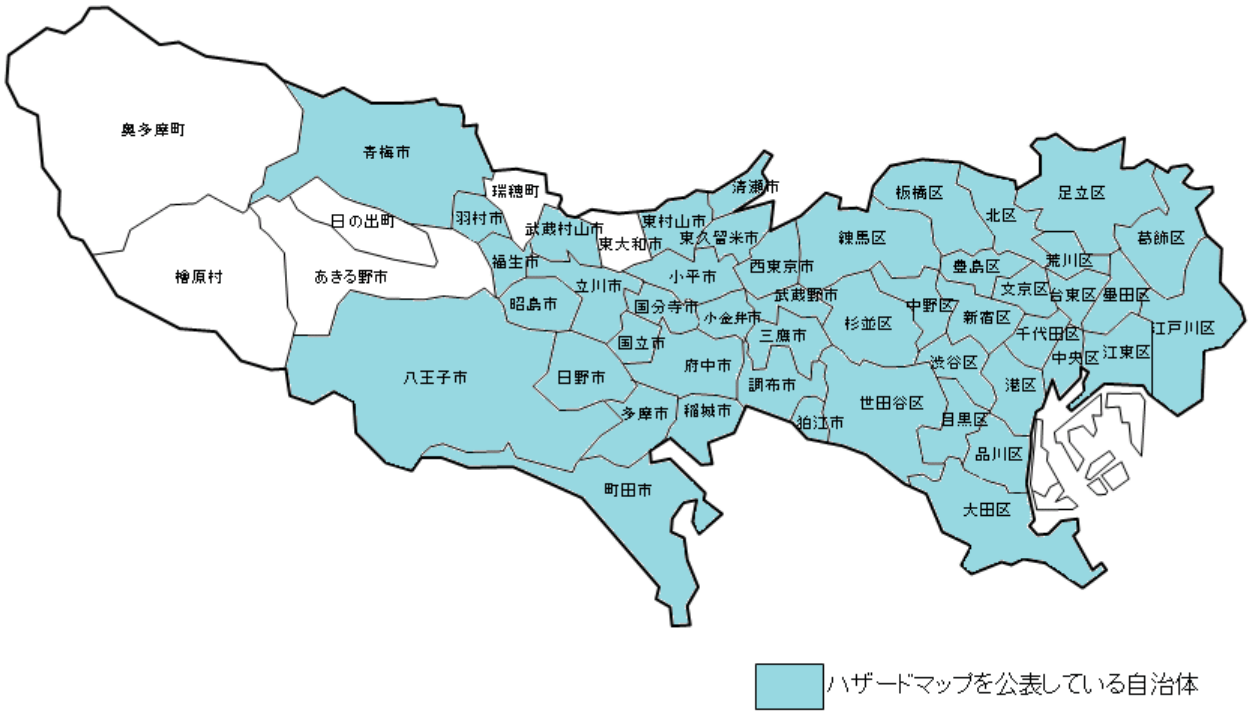


図 2.2.2-1　東京都における洪水ハザードマップ公表状況図（平成 25 年 4 月現在）

出典：東京都建設局ホームページ
http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suigai_taisaku/index/

東京都内の各区市で作成・公表されている洪水ハザードマップは、想定している大雨の種類により、8 種類の洪水ハザードマップがある。

なお、過去の大雨等による浸水実績図は、東京都建設局ホームページ上で公開されている。

①東海豪雨を想定した洪水ハザードマップ

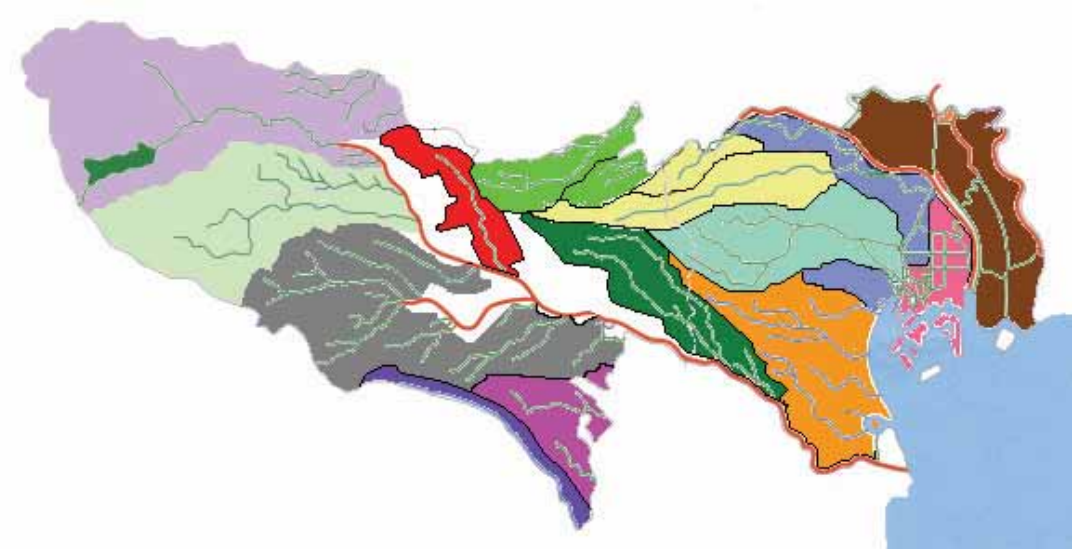
東京都では、洪水ハザードマップ作成のために、平成 12 年に東海地方を襲った東海豪雨を想定し、河川の氾濫と内水による氾濫によって浸水が予想される区域とその浸水深を示した浸水予想区域図を作成して区市に提供している。

東京都が公表している浸水予想区域図には、

・平成 12 年の東海豪雨に相当する大雨が降った際に危険な場所（浸水の予想される区域）

・危険の程度（想定される浸水深）

が示されている。



名称	公表　年・月	図中の色
神田川流域浸水予想区域図	平成１３年　８月、 ※平成１５年７月一部修正	水色
隅田川及び新河岸川流域浸水予想区域図	平成１５年　５月	青色
石神井川及び白子川流域浸水予想区域図	平成１５年　５月	黄色
城南地区河川流域浸水予想区域図	平成１６年　５月、 ※平成１９年７月一部修正	橙色
江東内部河川流域浸水予想区域図	平成１６年　５月	桃色
野川、仙川、谷沢川及び丸子川流域浸水予想区域図	平成１７年　６月	緑色
黒目川、落合川、柳瀬川、空堀川及び奈良橋川流域浸水予想区域図	平成１７年　６月	黄緑色
残堀川流域浸水予想区域図	平成１７年　６月	赤色
境川流域浸水予想区域図	平成１７年　７月	紫色
中川・綾瀬川圏域浸水予想区域図	平成１８年　６月	茶色
鶴見川流域浸水予想区域図	平成１９年１０月	濃桃色
浅川圏域、大栗川及び三沢川流域浸水予想区域図	平成２０年　３月	灰色
霞川及び多摩川上流圏域浸水予想区域図	平成２０年　９月	薄紫色
秋川及び平井川流域浸水予想区域図	平成２０年　９月	薄緑色

図 2.2.2-2　浸水予想区域図の区分

出典：東京都建設局ホームページ

http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suigai_taisaku/index/

神田川流域浸水予想区域図



図 2.2.2-3　神田川流域浸水予想区域図

出典：東京都建設局ホームページ
http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suigai_taisaku/index/

隅田川及び新河岸川流域浸水予想区域図

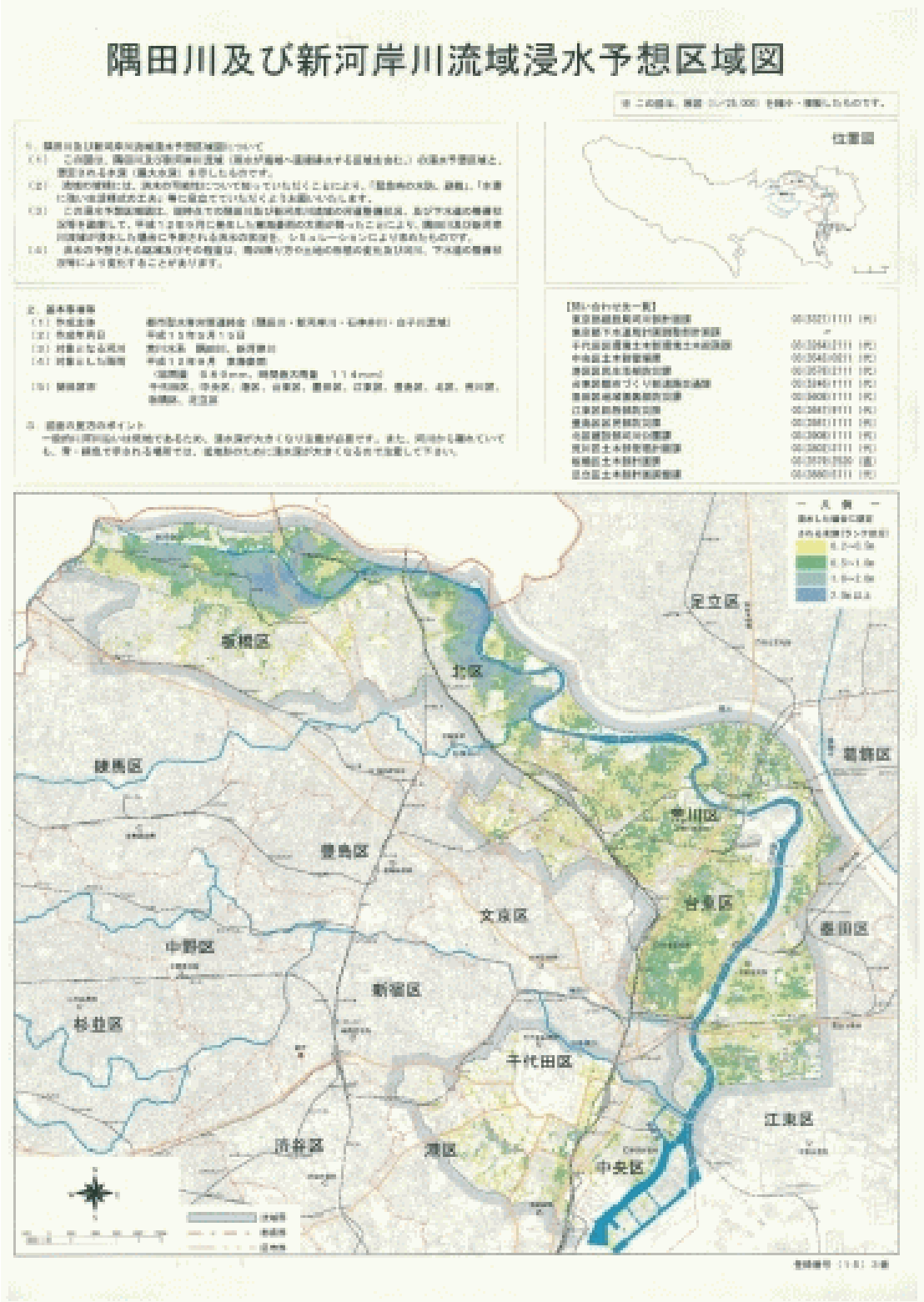


図 2.2.2-4　隅田川及び新河岸川流域浸水予想区域図

出典：東京都建設局ホームページ
http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suigai_taisaku/index/

石神井川及び白子川流域浸水予想区域図



図 2.2.2-5　石神井川及び白子川流域浸水予想区域図

出典：東京都建設局ホームページ
http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suigai_taisaku/index/

城南地区河川流域浸水予想区域図

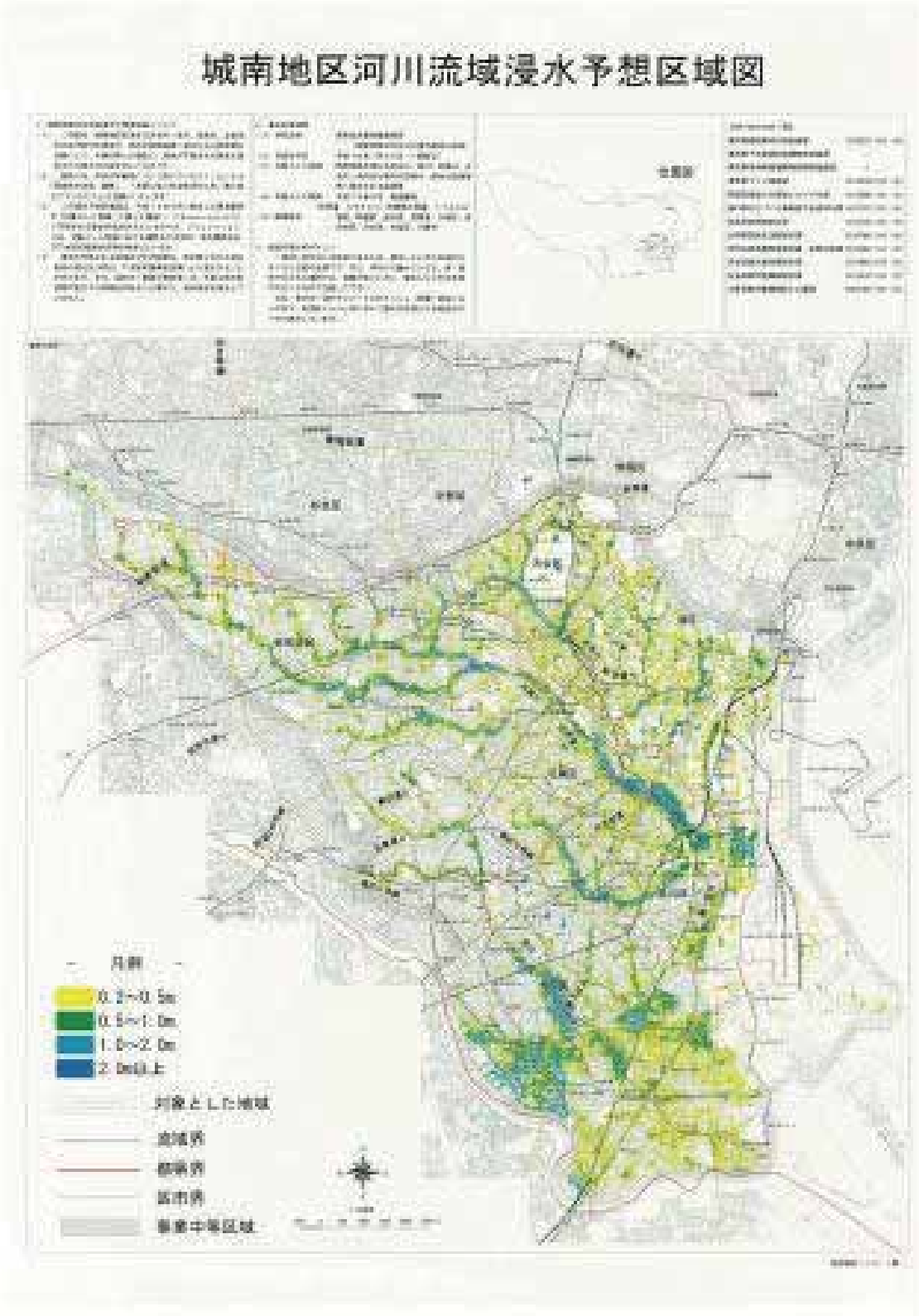


図 2.2.2-6　城南地区河川流域浸水予想区域図

出典：東京都建設局ホームページ
http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suigai_taisaku/index/

江東内部河川流域浸水予想区域図

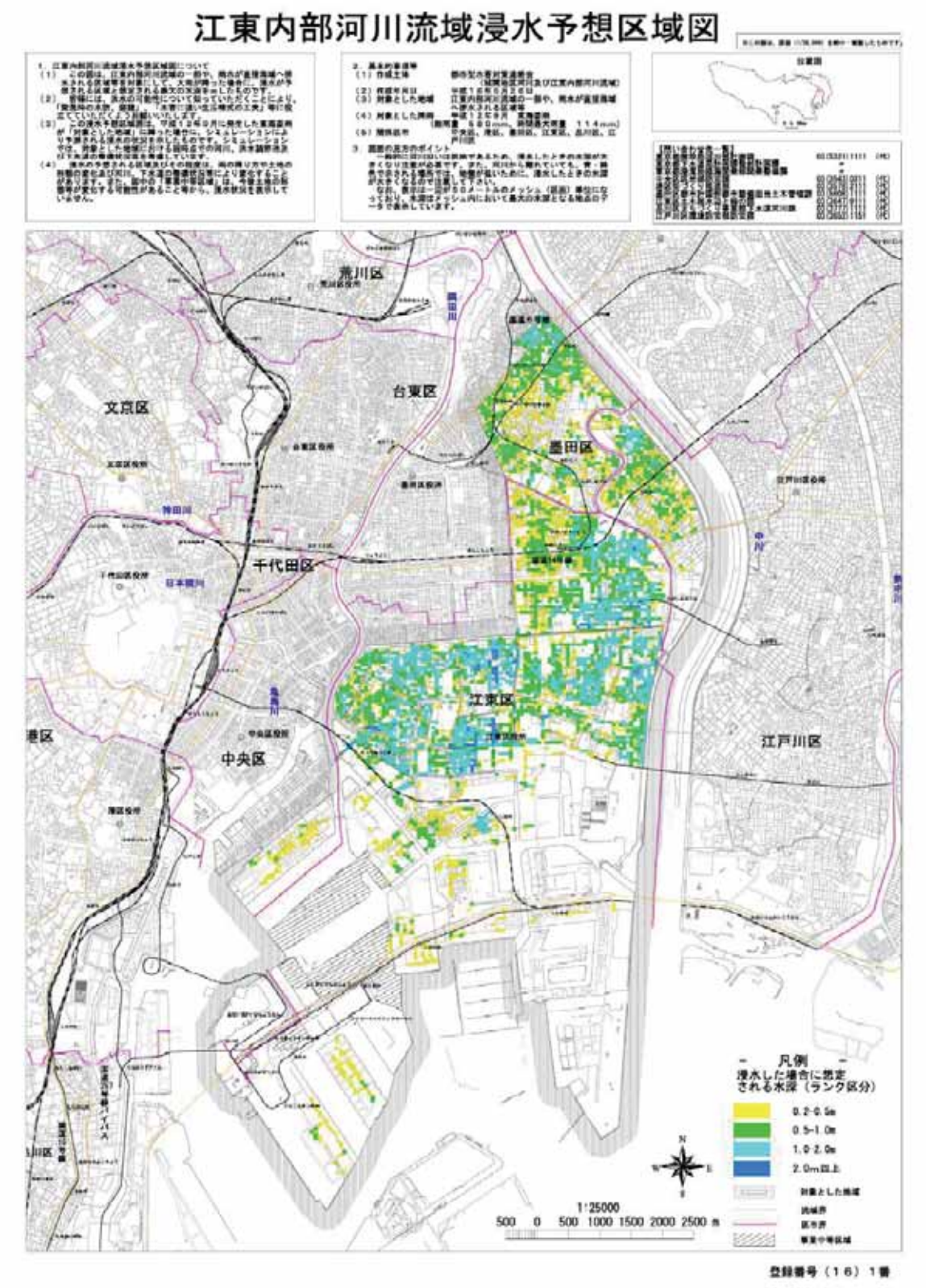


図 2.2.2-7　江東内部河川流域浸水予想区域図

出典：東京都建設局ホームページ
http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suigai_taisaku/index/

野川、仙川、谷沢川及び丸子川流域浸水予想区域図

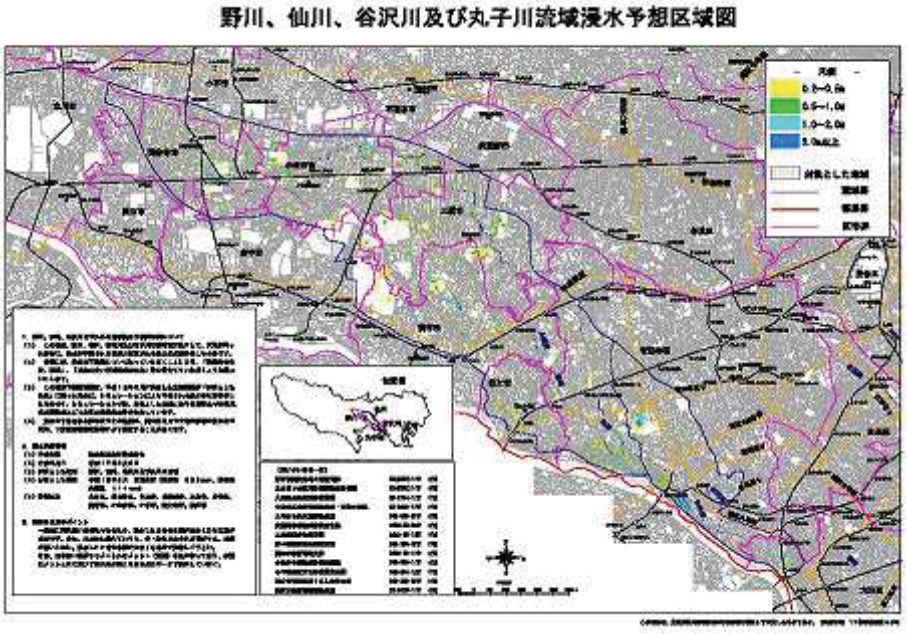


図 2.2.2-8　野川、仙川、谷沢川及び丸子川流域浸水予想区域図

出典：東京都建設局ホームページ
http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suigai_taisaku/index/

黒目川、落合川、柳瀬川、空堀川及び奈良橋川流域浸水予想区域図

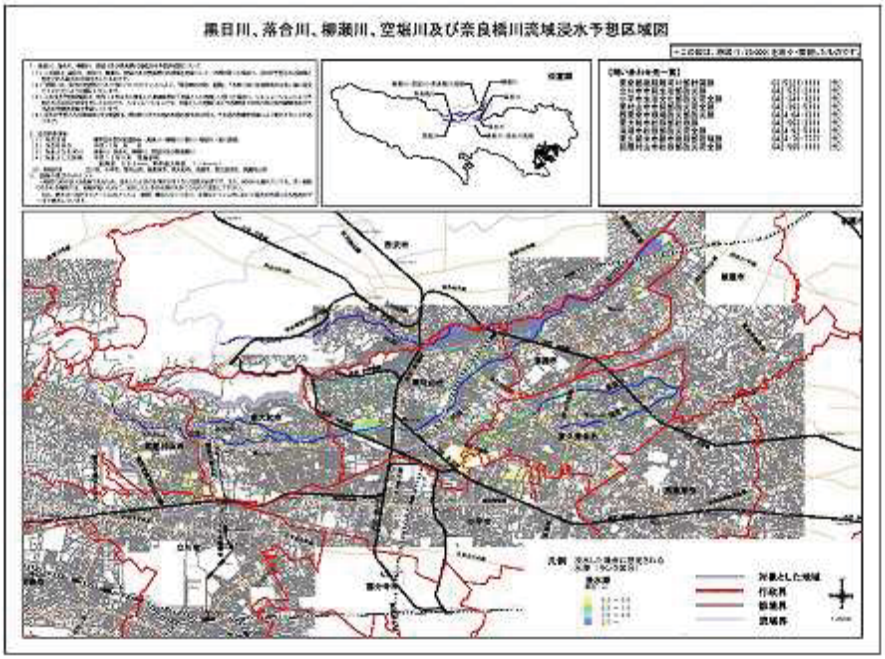


図 2.2.2-9　黒目川、落合川、柳瀬川、空堀川及び奈良橋川流域浸水予想区域図

出典：東京都建設局ホームページ
http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suigai_taisaku/index/

残堀川流域浸水予想区域図

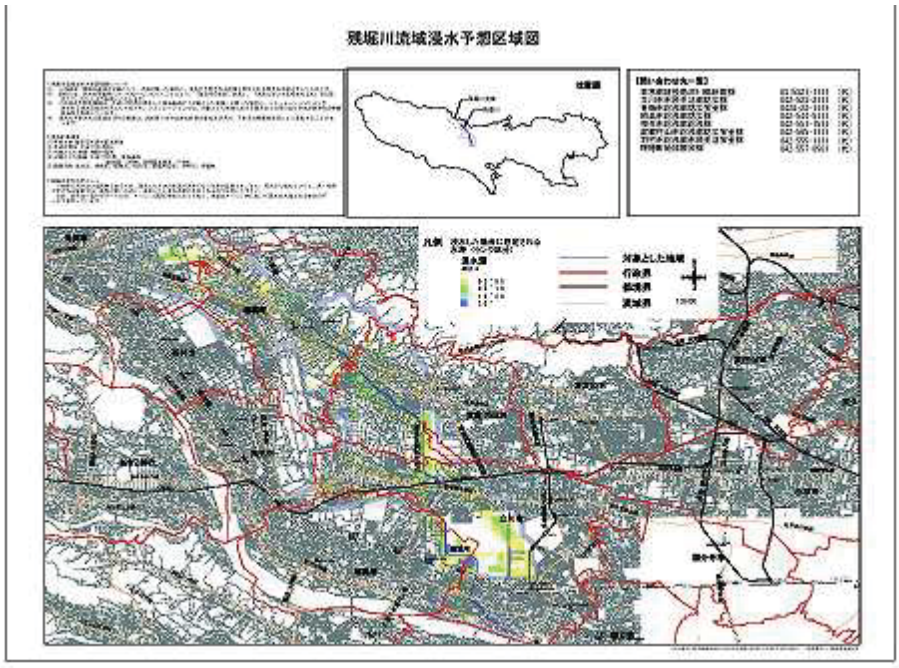


図 2.2.2-10　残堀川流域浸水予想区域図

出典：東京都建設局ホームページ
http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suigai_taisaku/index/

境川流域浸水予想区域図



図 2.2.2-11　境川流域浸水予想区域図

出典：東京都建設局ホームページ
http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suigai_taisaku/index/

中川・綾瀬川圏域浸水予想区域図

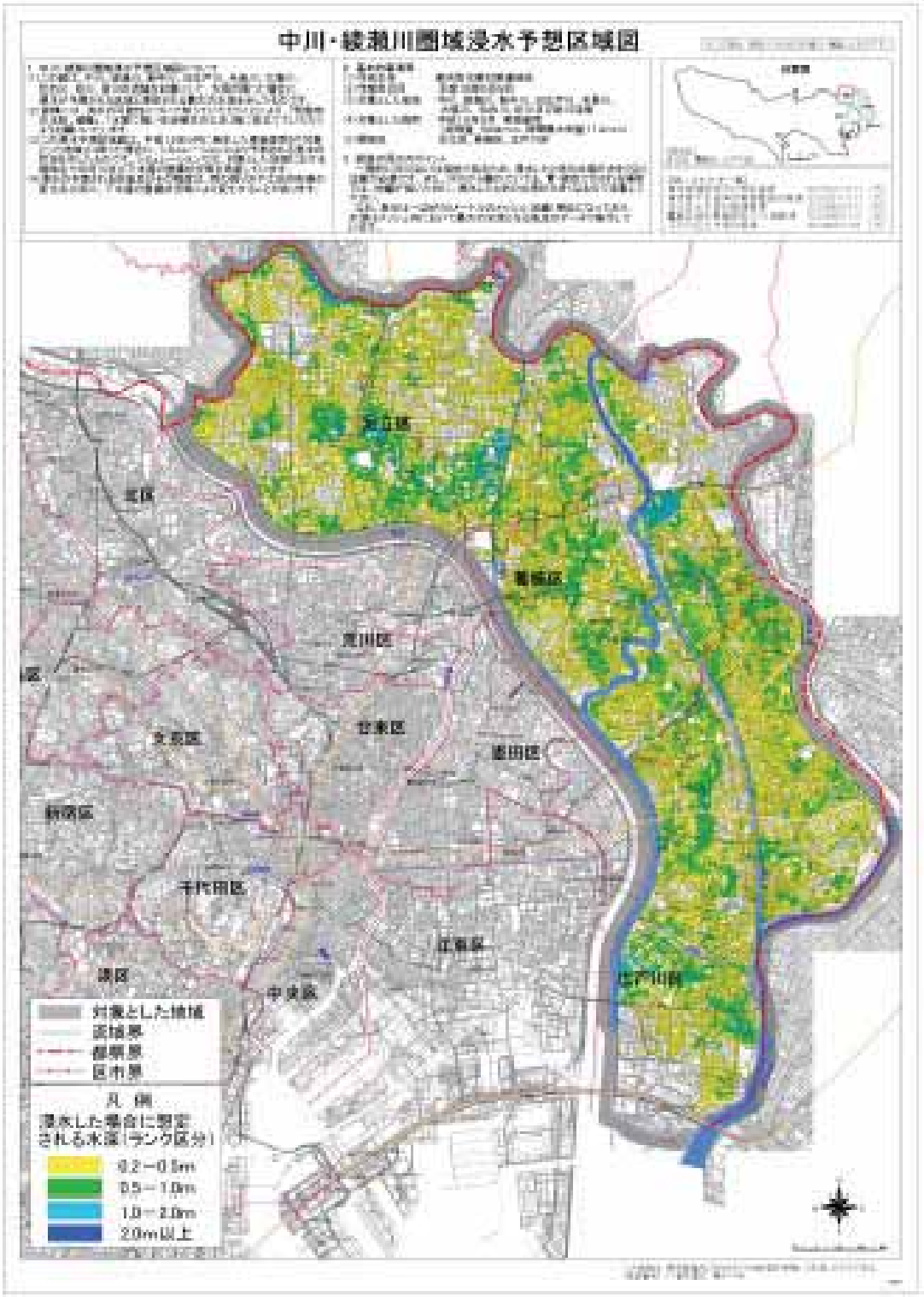


図 2.2.2-12　中川・綾瀬川圏域浸水予想区域図

出典：東京都建設局ホームページ
http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suigai_taisaku/index/

鶴見川流域浸水予想区域図

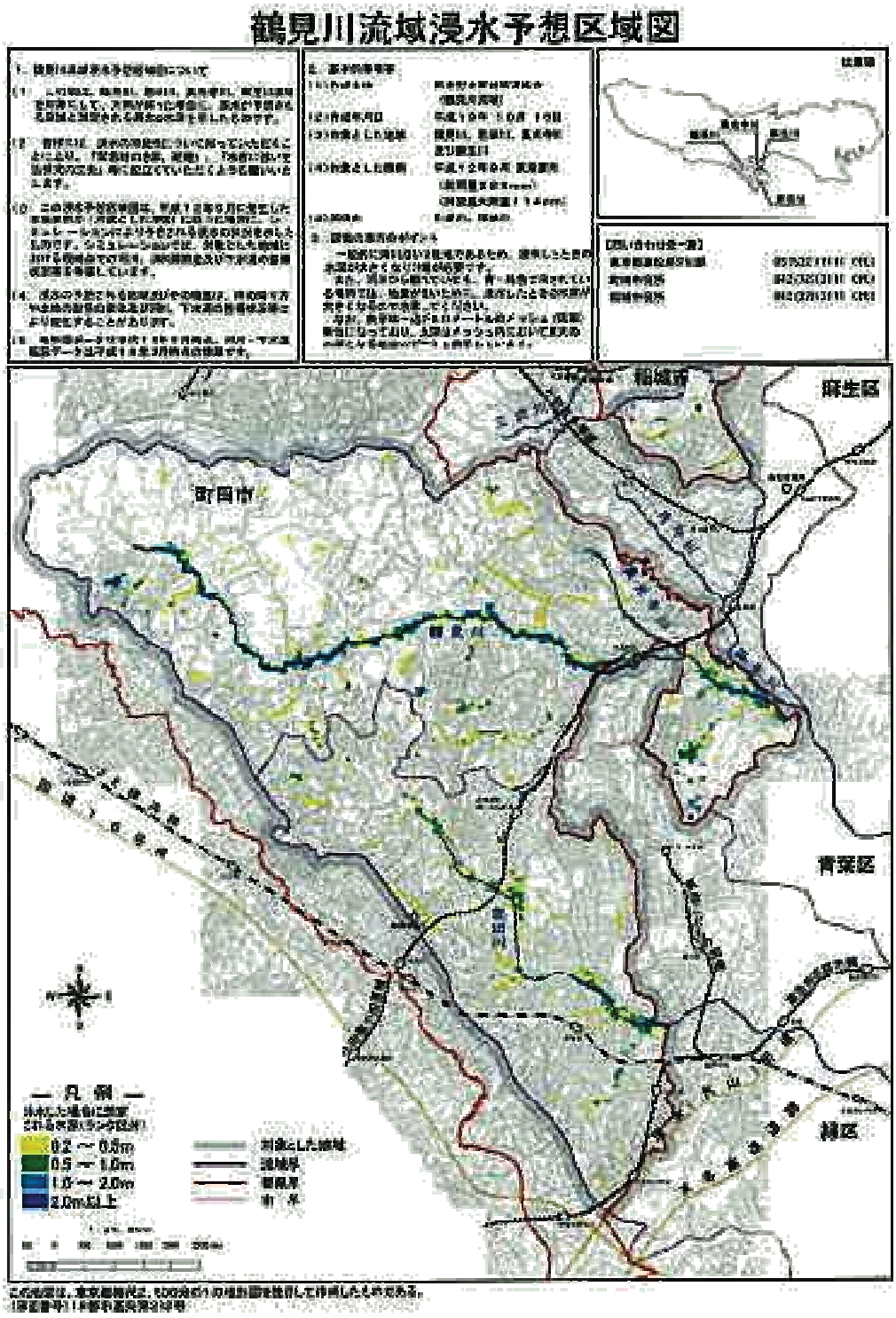


図 2.2.2-13　鶴見川流域浸水予想区域図

出典：東京都建設局ホームページ
http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suigai_taisaku/index/

浅川圏域、大栗川及び三沢川流域浸水予想区域図



図 2.2.2-14　浅川圏域、大栗川及び三沢川流域浸水予想区域図

出典：東京都建設局ホームページ
http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suigai_taisaku/index/

霞川及び多摩川上流圏域浸水予想区域図

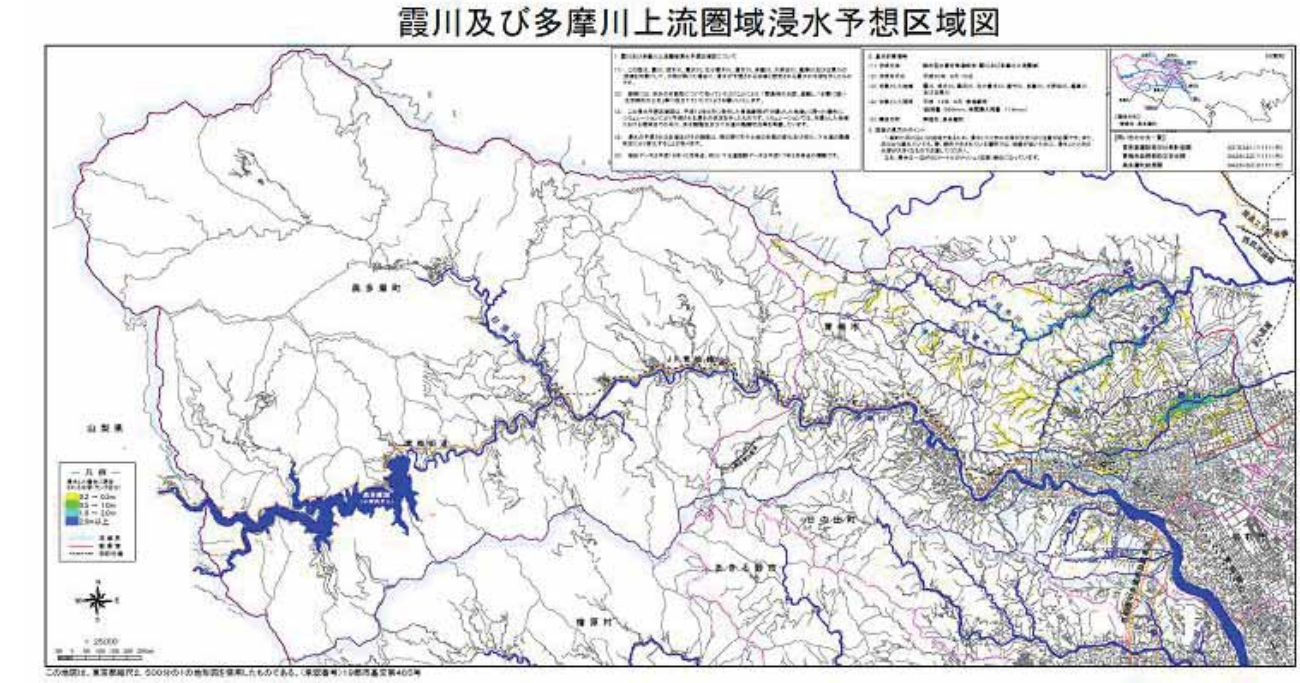


図 2.2.2-15　霞川及び多摩川上流圏域浸水予想区域図

出典：東京都建設局ホームページ
http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suigai_taisaku/index/

秋川及び平井川流域浸水予想区域図



図 2.2.2-16　秋川及び平井川流域浸水予想区域図

出典：東京都建設局ホームページ
http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suigai_taisaku/index/

この浸水予想区域図に基づき、これまでに 21 区 15 市から洪水ハザードマップが公表されている。（平成 25 年 4 月現在）

表 2.2.2-2　洪水ハザードマップ一覧表

公表している区		公表時期	参考にしている浸水予想区域図
(1)	千代田区	平成 20 年 6 月	神田川流域浸水予想区域図、隅田川及び新河岸川流域浸水予想区域図
(2)	中央区	平成 16 年 9 月	神田川流域浸水予想区域図、隅田川及び新河岸川流域浸水予想区域図、江東内部河川流域浸水予想区域図
(3)	港区	平成 17 年 4 月	隅田川及び新河岸川流域浸水予想区域図、城南地区河川流域浸水予想区域図
(4)	新宿区	平成 14 年 6 月	神田川流域浸水予想区域図
(5)	文京区	平成 18 年 3 月	神田川流域浸水予想区域図、隅田川及び新河岸川流域浸水予想区域図
(6)	台東区	平成 20 年 11 月	神田川流域浸水予想区域図、隅田川及び新河岸川流域浸水予想区域図
(7)	江東区	平成 20 年 3 月	隅田川及び新河岸川流域浸水予想区域図、江東内部河川流域浸水予想区域図
(8)	品川区	平成 18 年 3 月	城南地区河川流域浸水予想区域図
(9)	目黒区	平成 17 年 3 月	城南地区河川流域浸水予想区域図
(10)	大田区	平成 20 年 3 月	城南地区河川流域浸水予想区域図、野川、仙川、谷沢川及び丸子川流域浸水予想区域図
(11)	世田谷区	平成 18 年３月	城南地区河川流域浸水予想区域図、野川、仙川、谷沢川及び丸子川流域浸水予想区域図
(12)	渋谷区	平成 20 年 9 月	神田川流域浸水予想区域図、城南地区河川流域浸水予想区域図
(13)	中野区	平成 14 年 9 月	神田川流域浸水予想区域図
(14)	杉並区	平成 18 年 3 月	神田川流域浸水予想区域図、城南地区河川流域浸水予想区域図
(15)	豊島区	平成 16 年 10 月	神田川流域浸水予想区域図、隅田川及び新河岸川流域浸水予想区域図、石神井川及び白子川流域浸水予想区域図
(16)	北区	平成 20 年 5 月	神田川流域浸水予想区域図、隅田川及び新河岸川流域浸水予想区域図、石神井川及び白子川流域浸水予想区域図
(17)	板橋区	平成 17 年 7 月	隅田川及び新河岸川流域浸水予想区域図、石神井川及び白子川流域浸水予想区域図
(18)	練馬区	平成 16 年 6 月	神田川流域浸水予想区域図、石神井川及び白子川流域浸水予想区域図
(19)	足立区	平成 19 年 10 月	隅田川及び新河岸川流域浸水予想区域図、中川・綾瀬川圏域浸水予想区域図
(20)	葛飾区	平成 21 年 7 月	中川・綾瀬川圏域浸水予想区域図
(21)	江戸川区	平成 20 年 7 月	江東内部河川流域浸水予想区域図、中川・綾瀬川圏域浸水予想区域図

②荒川が氾濫する降雨を想定した洪水ハザードマップ

国土交通省荒川下流河川事務所は、平成 16 年 9 月に水防法に基づき大河川である荒川が氾濫した場合に想定される浸水の状況を示した「荒川浸水想定区域図」を作成、公表した。

この浸水想定区域図に基づき、これまでに 11 区から洪水ハザードマップが公表されている。（平成 25 年 4 月現在）

表 2.2.2-3　荒川が氾濫する降雨を想定した洪水ハザードマップ

公表している区市		公表時期	参考にしている浸水想定区域図
(1)	千代田区	平成 20 年 6 月	荒川浸水想定区域図
(2)	港区	平成 18 年 7 月	荒川浸水想定区域図
(3)	台東区	平成 20 年 11 月	荒川浸水想定区域図
(4)	墨田区	平成 20 年 6 月	荒川浸水想定区域図
(5)	江東区	平成 22 年 7 月	荒川浸水想定区域図
(6)	北区	平成 20 年 5 月	荒川浸水想定区域図
(7)	荒川区	平成 19 年 3 月	荒川浸水想定区域図
(8)	板橋区	平成 17 年 8 月	荒川浸水想定区域図
(9)	足立区	平成 19 年 10 月	荒川浸水想定区域図
(10)	葛飾区	平成 19 年 8 月	荒川浸水想定区域図
(11)	江戸川区	平成 20 年 7 月	荒川浸水想定区域図

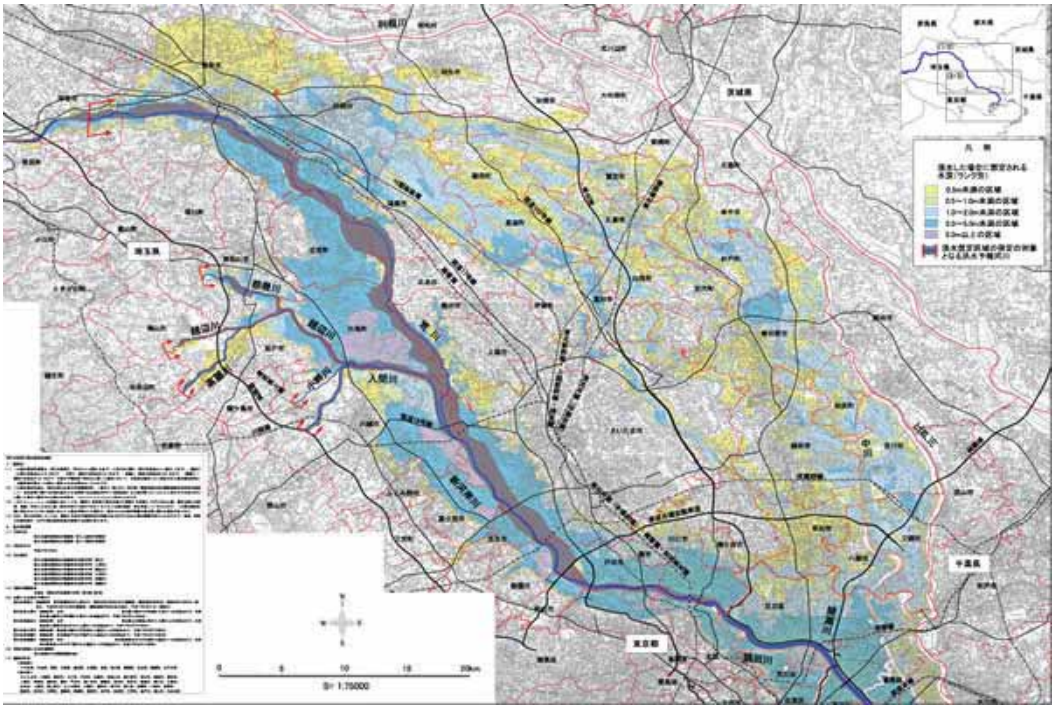


図 2.2.2-17　荒川水系荒川浸水想定区域図

出典：国土交通省関東地方整備局荒川上流河川事務所ホームページ
http://www.ktr.mlit.go.jp/arajo/arajo_index038.html

③多摩川が氾濫する降雨を想定した洪水ハザードマップ

国土交通省京浜河川事務所は、平成 14 年 2 月に水防法に基づき大河川である 多摩川が氾濫した場合に想定される浸水の状況を示した 「多摩川浸水想定区域図」を作成、公表した。この浸水想定区域図に基づき、これまでに 2 区 13 市から洪水ハザードマップが公表されている。(平成 25 年 4 月現在)

表 2.2.2-4　多摩川が氾濫する降雨を想定した洪水ハザードマップ

公表している区市		公表時期	参考にしている浸水想定区域図
(1)	大田区	平成 20 年 6 月	多摩川浸水想定区域図
(2)	世田谷区	平成 18 年 3 月	多摩川浸水想定区域図

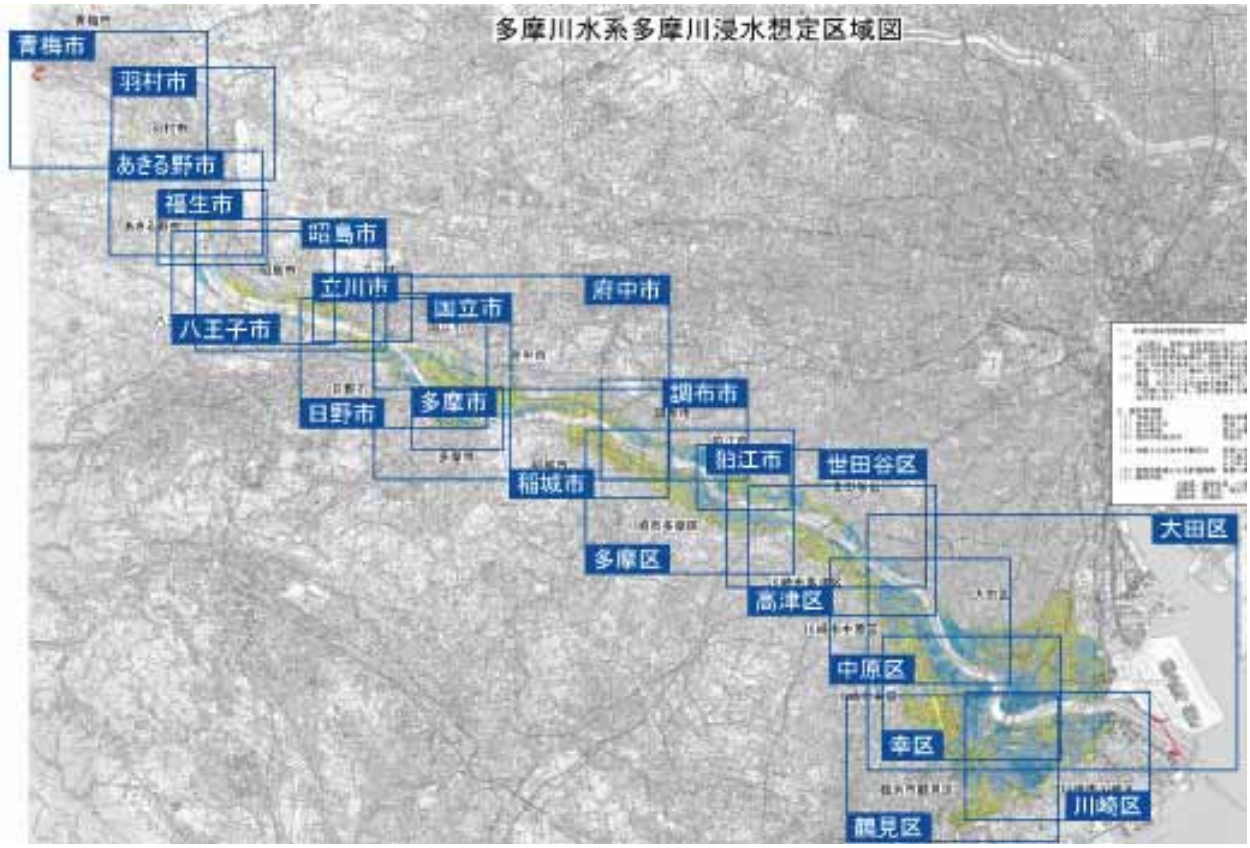


図 2.2.2-18　多摩川の浸水想定区域図

出典：国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所ホームページ
http://www.ktr.mlit.go.jp/keihin/keihin00194.html

④浅川が氾濫する降雨を想定した洪水ハザードマップ

国土交通省京浜河川事務所は、平成 17 年 7 月に水防法に基づき大河川である浅川が氾濫した場合に想定される浸水の状況を示した「浅川浸水想定区域図」を作成、公表した。

この浸水想定区域図に基づき、これまでに 3 市から洪水ハザードマップが公表されている。（平成 25 年 4 月現在）

ただし、23 区には対象となる地域がない。

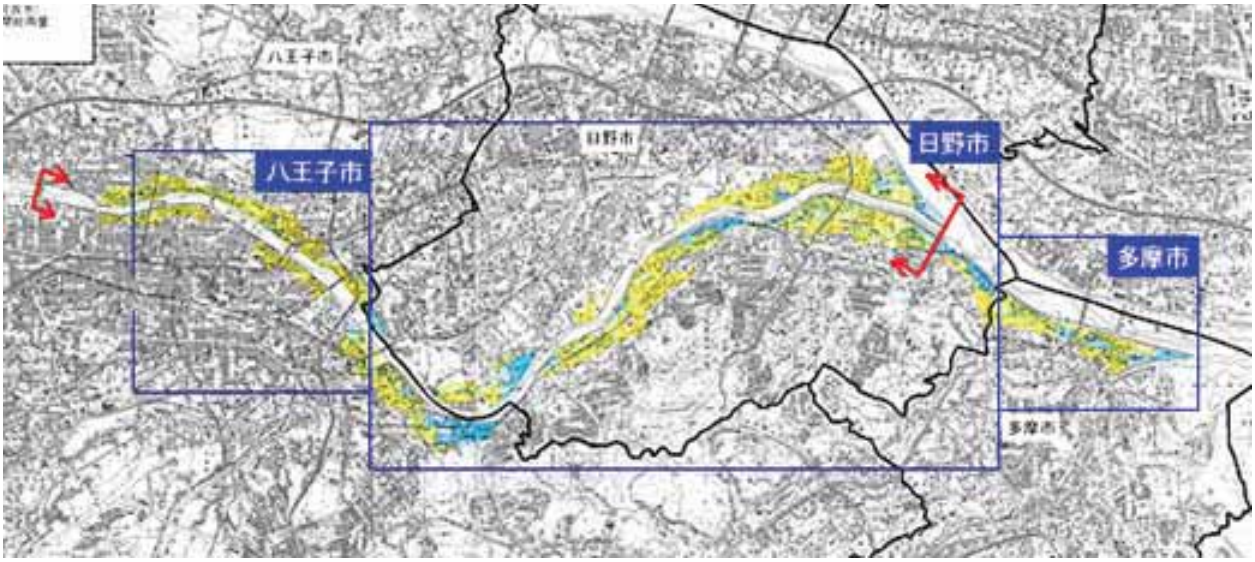


図 2.2.2-19　浅川の浸水想定区域図

出典：国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所ホームページ
http://www.ktr.mlit.go.jp/keihin/keihin00196.html

⑤江戸川が氾濫する降雨を想定した洪水ハザードマップ

国土交通省江戸川河川事務所は、平成 17 年 3 月に水防法に基づき大河川である江戸川が氾濫した場合に想定される浸水の状況を示した「江戸川浸水想定区域図」を作成、公表した。

この浸水想定区域図に基づき、これまでに 3 区から洪水ハザード マップが公表されている。（平成 25 年 4 月現在）

表 2.2.2-5　江戸川が氾濫する降雨を想定した洪水ハザードマップ

公表している区市		公表時期	参考にしている浸水想定区域図
(1)	足立区	平成 19 年 10 月	江戸川浸水想定区域図
(2)	葛飾区	平成 20 年 7 月	江戸川浸水想定区域図
(3)	江戸川区	平成 20 年 7 月	江戸川浸水想定区域図

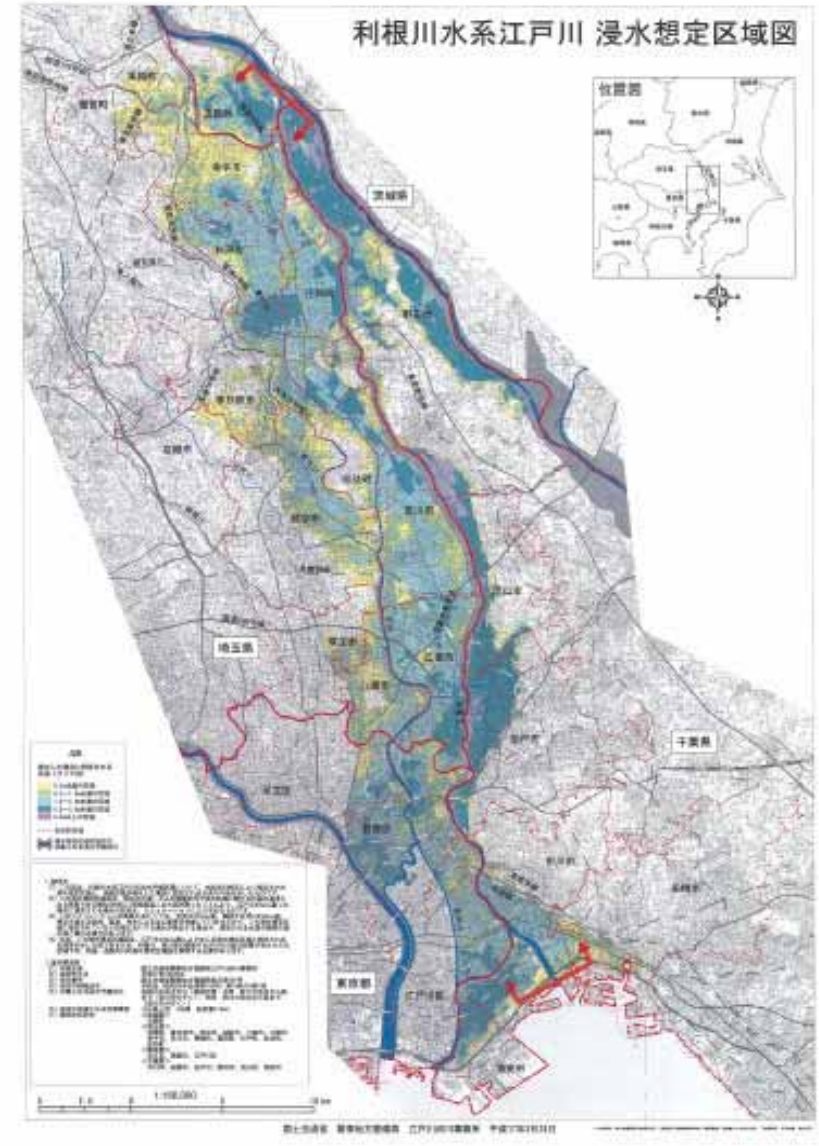


図 2.2.2-20　利根川水系江戸川浸水想定区域図

出典：国土交通省関東地方整備局江戸川河川事務所ホームページ
http://www.ktr.mlit.go.jp/edogawa/saigai/soutei/shin_top.htm

⑥利根川が氾濫する降雨を想定した洪水ハザードマップ

国土交通省利根川上流、下流河川事務所は、平成 18 年 7 月に水防法に基づき大河川である利根川が氾濫した場合に想定される浸水の状況を示した「利根川浸水想定区域図」を作成、公表した。

この浸水想定区域図に基づき、これまでに 2 区から洪水ハザードマップが公表されている。（平成 25 年 4 月現在）

表 2.2.2-6　利根川が氾濫する降雨を想定した洪水ハザードマップ

公表している区市		公表時期	参考にしている浸水想定区域図
(1)	足立区	平成 19 年 10 月	利根川浸水想定区域図
(2)	江戸川区	平成 20 年 7 月	利根川浸水想定区域図

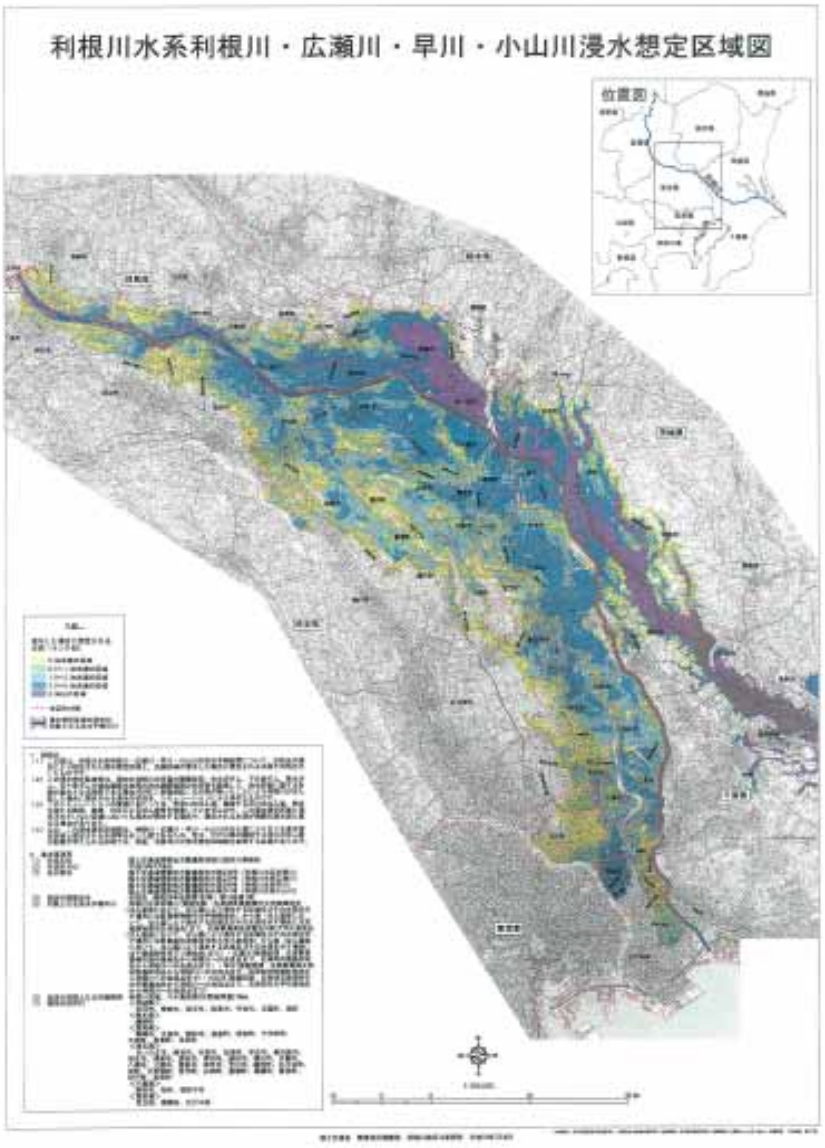


図 2.2.2-21　利根川水系利根川・広瀬川・早川・小山川浸水想定区域図

出典：国土交通省関東地方整備局利根川上流河川事務所ホームページ
http://www.ktr.mlit.go.jp/tonejo/saigai/sinsuisoutei/shin_top.htm

⑦中川・綾瀬川が氾濫する降雨を想定した洪水ハザードマップ

国土交通省江戸川河川事務所は、平成 18 年 2 月に水防法に基づき中川・綾瀬川が氾濫した場合に想定される浸水の状況を示した「中川・綾瀬川浸水想定区域図」を作成、公表した。

この浸水想定区域図に基づき、これまでに 2 区から洪水ハザードマップが公表されている。（平成 25 年 4 月現在）

表 2.2.2-7　中川・綾瀬川が氾濫する降雨を想定した洪水ハザードマップ

公表している区市		公表時期	参考にしている浸水想定区域図
(1)	足立区	平成 19 年 10 月	中川・綾瀬川浸水想定区域図
(2)	葛飾区	平成 21 年 7 月	中川・綾瀬川浸水想定区域図

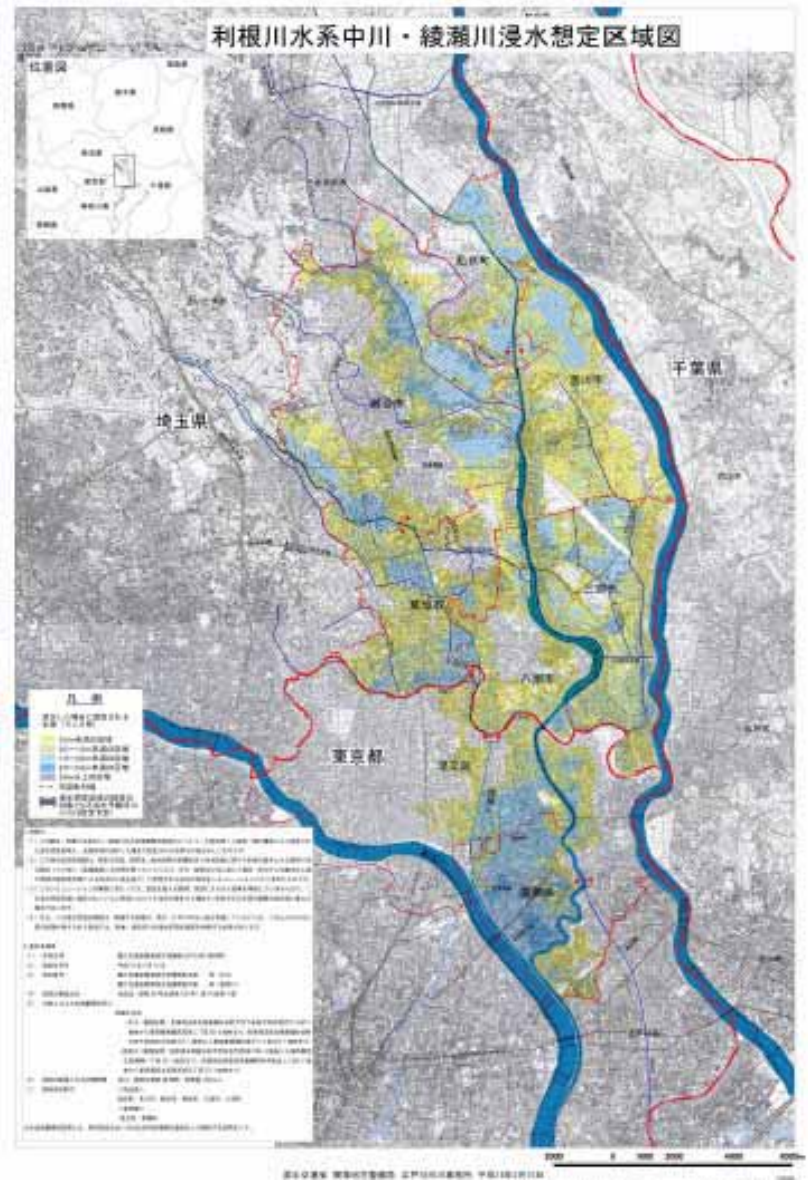


図 2.2.2-22　利根川水系中川・綾瀬川浸水想定区域図

出典：国土交通省関東地方整備局江戸川河川事務所ホームページ
http://www.ktr.mlit.go.jp/edogawa/saigai/soutei/shin_top.htm

⑧芝川・新芝川が氾濫する降雨を想定した洪水ハザードマップ

東京都では、平成 22 年 9 月に水防法に基づき芝川・新芝川が氾濫した場合に想定される浸水の状況を示した「芝川・新芝川浸水想定区域図」を作成、公表した。

この浸水想定区域図に基づき、これまでに 1 区から洪水ハザードマップが公表されている。（平成 25 年 4 月現在）

表 2.2.2-8　芝川・新芝川が氾濫する降雨を想定した洪水ハザードマップ

公表している区市		公表時期	参考にしている浸水想定区域図
(1)	足立区	平成 19 年 10 月	芝川・新芝川浸水想定区域図

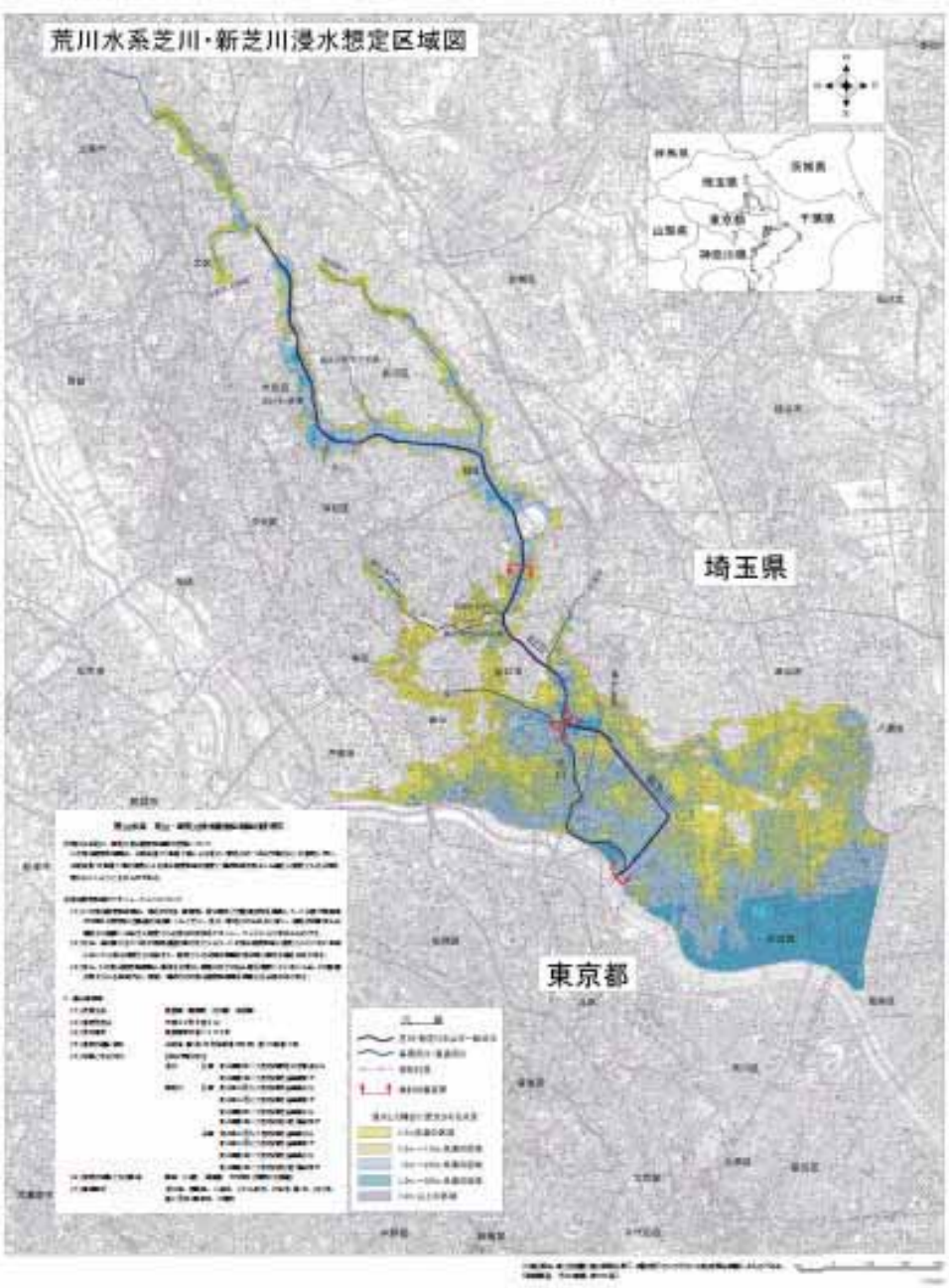


図 2.2.2-23　芝川・新芝川浸水想定区域図

出典：東京都建設局ホームページ
http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suigai_taisaku/index/

(2) 千代田区

千代田区では、千代田区に関係する川（神田川、日本橋川、隅田川）が平成 12 年 9 月の東海豪雨並み（総雨量 589mm、時間最大雨量 114mm）の大雨によって氾濫した場合を想定して、浸水する範囲と避難所を示した『千代田区洪水避難地図』を作成している。



図 2.2.2-24　千代田区洪水避難地図（洪水ハザードマップ）（平成 25 年 8 月）

出典：千代田区ホームページ
http://www.city.chiyoda.lg.jp/koho/kurashi/bosai/suigai/map.html

『千代田区洪水避難地図』の裏面には荒川の下流域で堤防が決壊した場合を想定した浸水想定区域図（国土交通大臣指定（水防法第 14 条第 1 項））を地図に示した『洪水ハザードマップ荒川版』を掲載している。

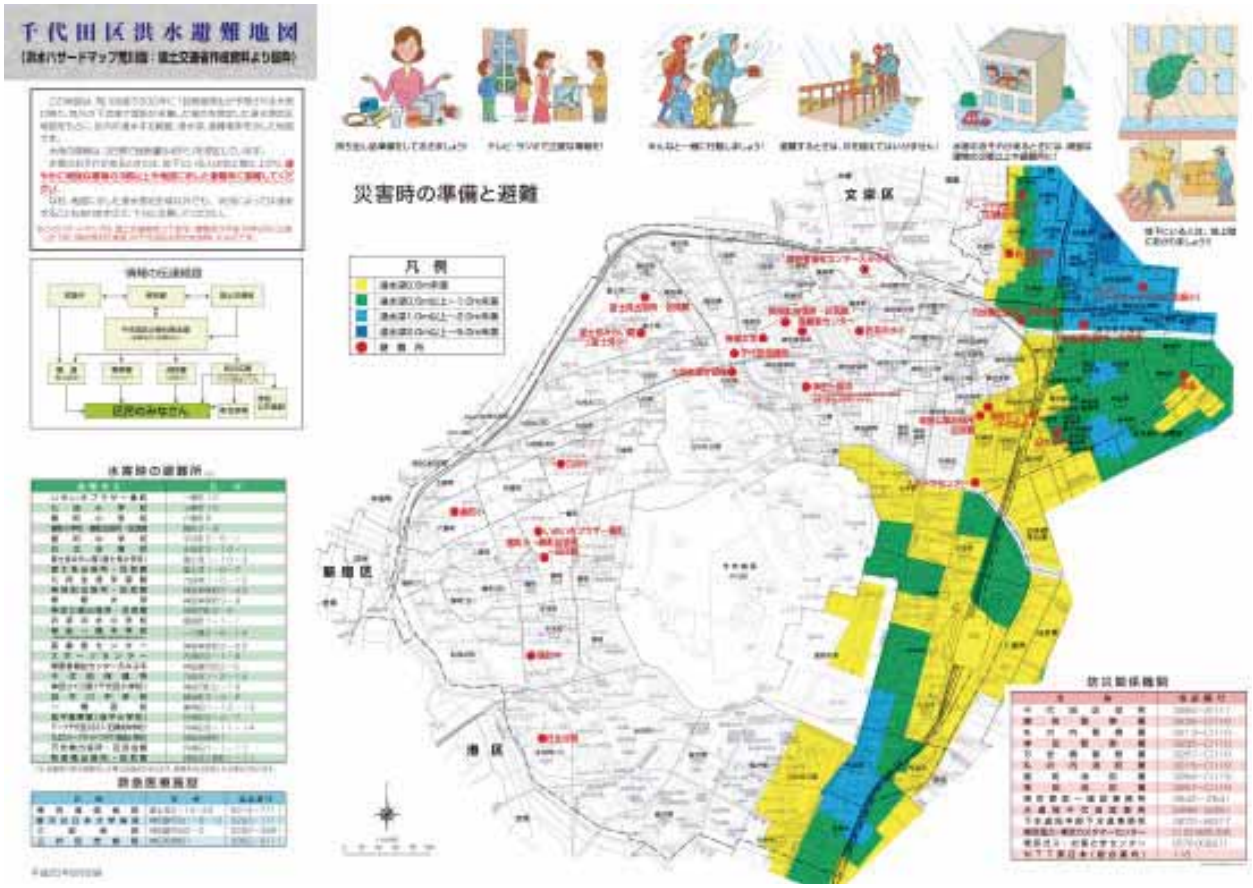


図 2.2.2-25　千代田区洪水避難地図（洪水ハザードマップ荒川版）（平成 25 年 8 月）

出典：千代田区ホームページ
http://www.city.chiyoda.lg.jp/koho/kurashi/bosai/suigai/map.html

このほか、千代田区内の河川水位、雨量、河川水位映像の情報をホームページで公開している。

また、昭和 57 年からの道路の冠水データを基に浸水に関する情報を視覚的に表示して水害に対する区民意識の高揚や住宅等を建築する際の参考資料として、「千代田区浸水履歴図」を作成し、ホームページ上に掲載している。

(3) 中央区

中央区では、中央区を流れる隅田川・神田川・日本橋川流域に、既存下水道施設の処理能力を超える大雨が降り、水があふれた場合の浸水予想結果にもとづいて、浸水する範囲とその浸水深並びに避難場所を示した地図『中央区洪水ハザードマップ（隅田川・神田川・日本橋川版)』を作成している。

大雨の規模は平成 12 年 9 月の東海豪雨（総雨量 589 ミリメートル、時間最大雨量 114 ミリメートル）を想定している。

浸水深は各メッシュ(50 メートル×50 メートル)内においての、平均地盤高に対する最大の水深となる時点での深さを表示している。



図 2.2.2-26　中央区洪水ハザードマップ（隅田川・神田川・日本橋川版）（平成 23 年 4 月）

出典：中央区ホームページ

http://www.city.chuo.lg.jp/kurasi/saigai/saigai1/kozui01/index.html

(4) 港区

港区では、下水道や河川の排水能力を大きく超える激しい雨が降った場合に、浸水が発生する地域を予想した地図『港区浸水ハザードマップ』を作成している。地図には浸水が予想される地域とその深さ、避難場所等を示している。

『港区浸水ハザードマップ』は平成 25 年 10 月にリニューアルし、最新のものがホームページに掲載されている。

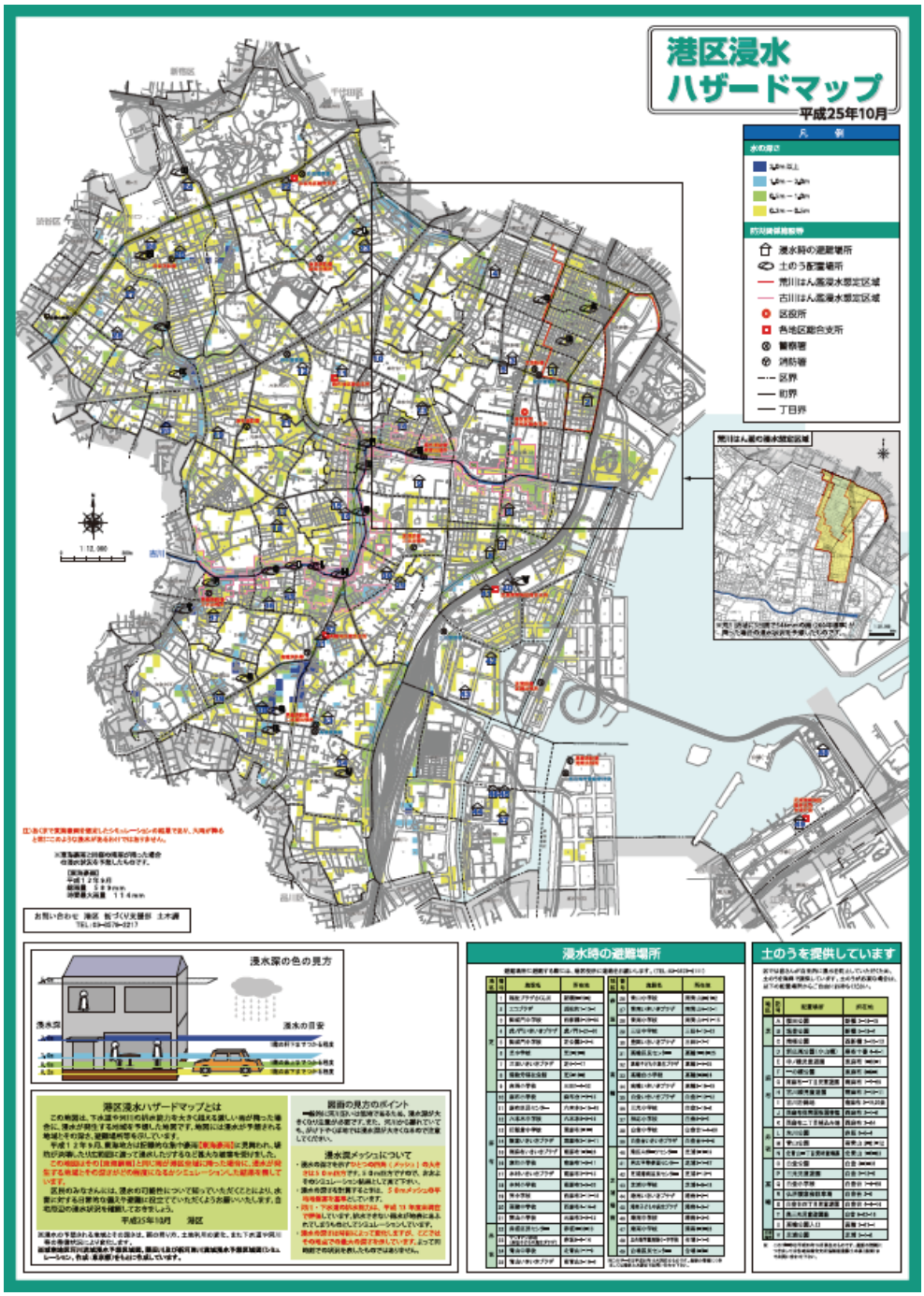


図 2.2.2-27　港区浸水ハザードマップ（平成 25 年 10 月）

出典：港区ホームページ
http://www.city.minato.tokyo.jp/bousai/hazard_map/hazard_map.html

また、港区では、荒川流域で大雨が降り続き荒川が氾濫した場合、区内で浸水が予想される地域を示した地図、『港区荒川流域洪水ハザードマップ』を作成している。

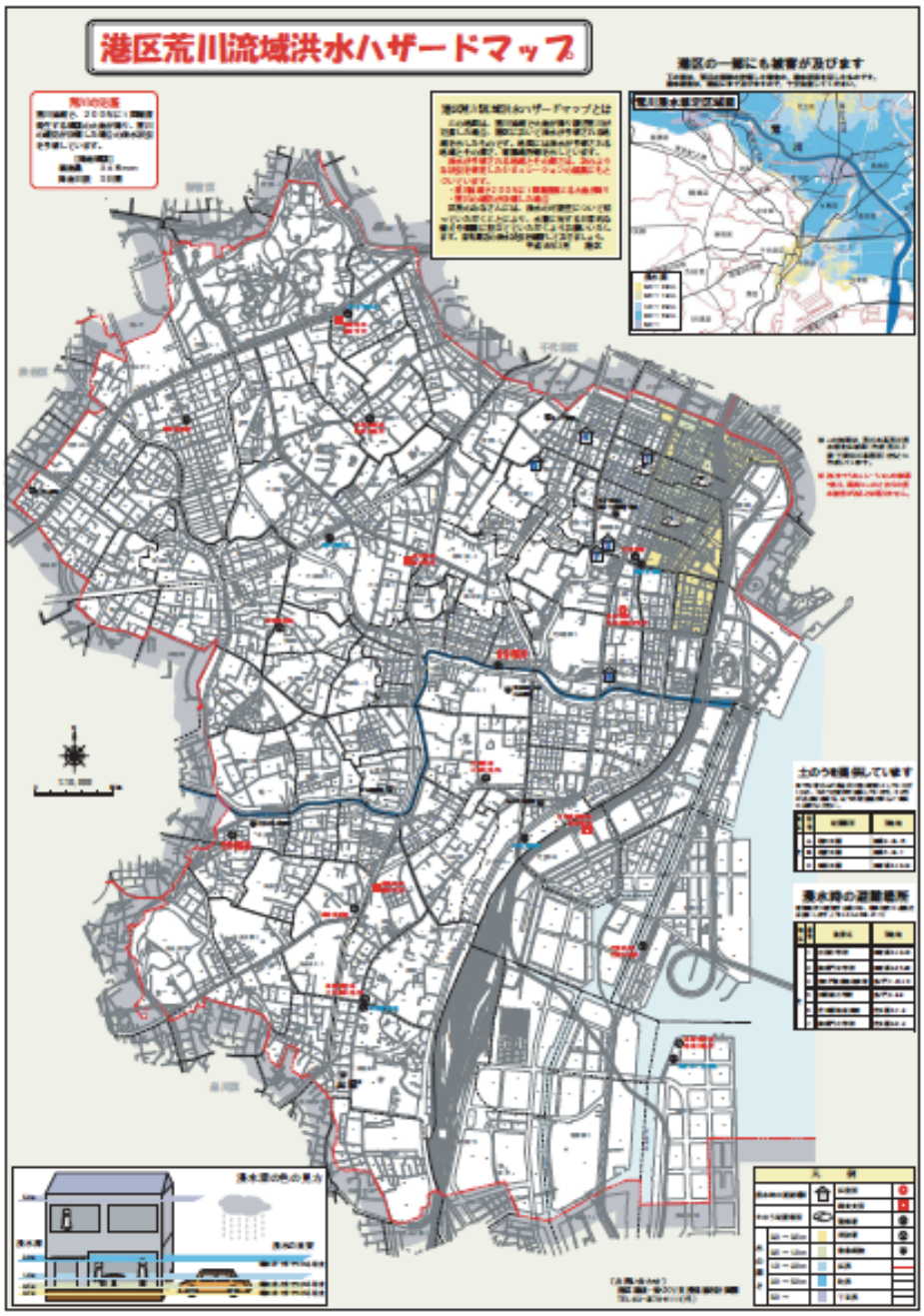


図 2.2.2-28　港区荒川流域洪水ハザードマップ（平成 18 年 7 月）

出典：港区ホームページ
http://www.city.minato.tokyo.jp/bosai-anzen/bosai/shinsui/hazard-map/index.html

※　2013 年 11 月現在、港区のホームページのリニューアルにより、「港区荒川流域洪水ハザードマップ」が掲載されていない。

このほか、港区のホームページでは、港区内 9 か所に設置している水位・雨量の観測局から送られてくる観測データを 3 分ごとに自動更新し、地域の迅速な防災活動に活用できるよう公開し、提供している。

(5) 新宿区

新宿区では、大雨による河川の増水や雨水による浸水の予測結果（平成 13 年 8 月東京都作成、平成 15 年度 7 月一部東京都修正）に基づいて、新宿区内で予想される浸水範囲とその程度や、各地域の避難所等を示した地図『新宿区洪水ハザードマップ』を作成している。

平成 12 年 9 月に発生した東海豪雨（総雨量 589 ㎜・時間最大雨量 114 ㎜）と同じ程度の雨が降った場合を想定している。



図 2.2.2-29　新宿区洪水ハザードマップ（平成 23 年 2 月）

出典：新宿区ホームページ
http://www.city.shinjuku.lg.jp/anzen/file03_00016.html

このほか、新宿区の気象警報・区内の河川状況等（新宿区気象情報）をホームページ上で公開、提供している。

(6) 文京区

文京区では、大雨によって河川等が増水し、水があふれた場合の浸水予測結果（平成 15 年 7 月東京都作成）に基づいて、浸水する範囲とその程度及び各地域の避難所を示した『文京区水害ハザードマップ』を作成している。

このマップで想定している大雨の規模は、平成 12 年 9 月に発生した東海豪雨（総雨量 589mm・時間最大雨量 114mm）の実績を基にしたものである。

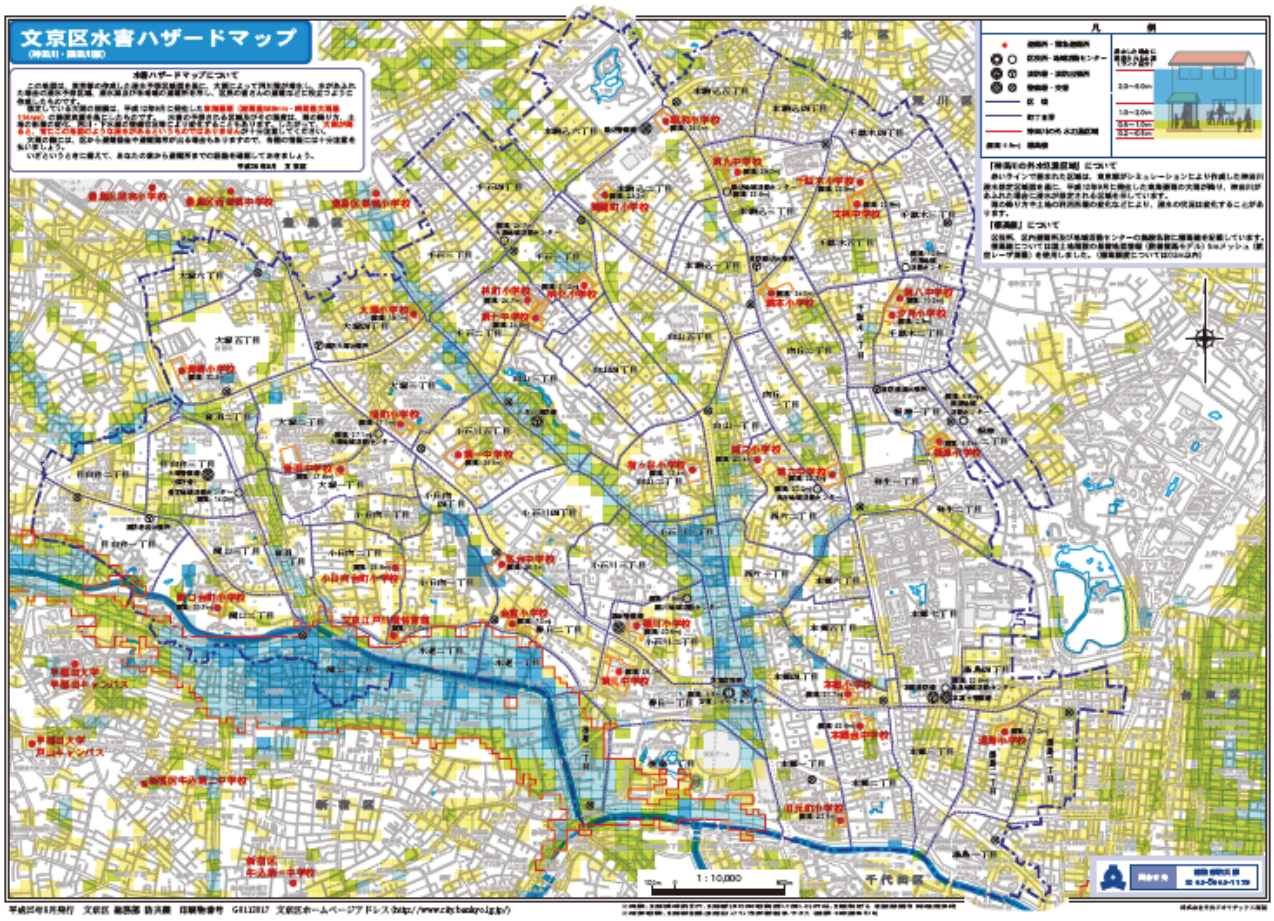


図 2.2.2-30　文京区水害ハザードマップ（平成 25 年 8 月）

出典：文京区ホームページ
http://www.city.bunkyo.lg.jp/sosiki_busyo_bosaianzen_kateitaisaku_hazard.html

このほか、文京区のホームページでは、水位・雨量情報、気象情報、過去の浸水履歴などを掲載している。

(7) 台東区

台東区では、東海豪雨相当の雨が降った場合を想定したものと、荒川が氾濫した場合を想定したもの、2通りの『洪水ハザードマップ』を作成している。

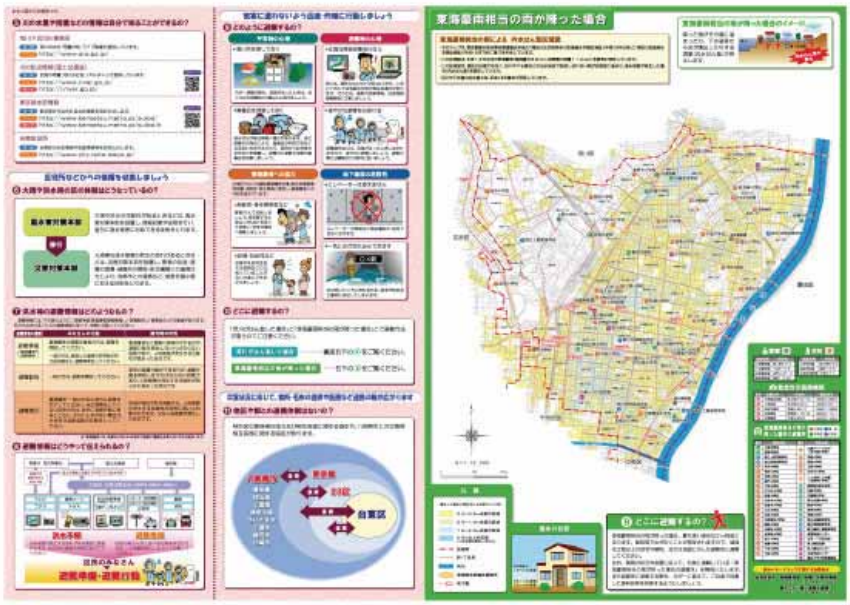


図 2.2.2-31　洪水ハザードマップ（東海豪雨相当の雨が降った場合）2011 年 11 月 17 日現在

出典：台東区ホームページ

http://www.city.taito.lg.jp/index/kurashi/bosai/index.html

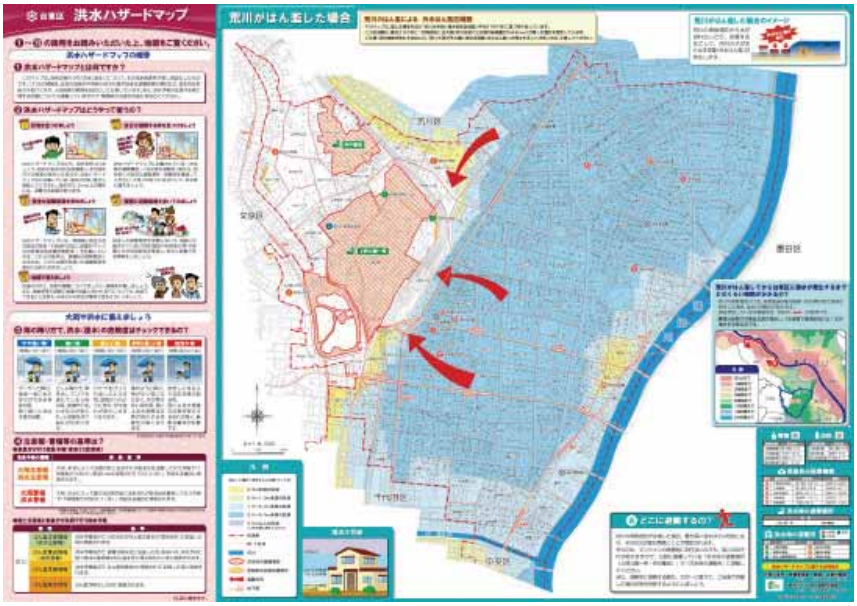


図 2.2.2-32　洪水ハザードマップ（荒川が氾濫した場合）2011 年 11 月 17 日現在

出典：台東区ホームページ

http://www.city.taito.lg.jp/index/kurashi/bosai/index.html

このほか、台東区に焦点をあてた天気、降水量、気温、風向・風速の予報（ピンポイント予報）や、発令された気象に関する注意報・警報等を掲載した「防災気象情報サイト」を開設している。

(8) 墨田区

墨田区では、荒川流域で 3 日間に総雨量 548 ミリメートルの大雨（200 年に 1 回程度発生する規模）により、荒川から洪水が発生した場合に、その浸水区域と深さ及び、避難先などを記載した洪水ハザードマップを作成している。

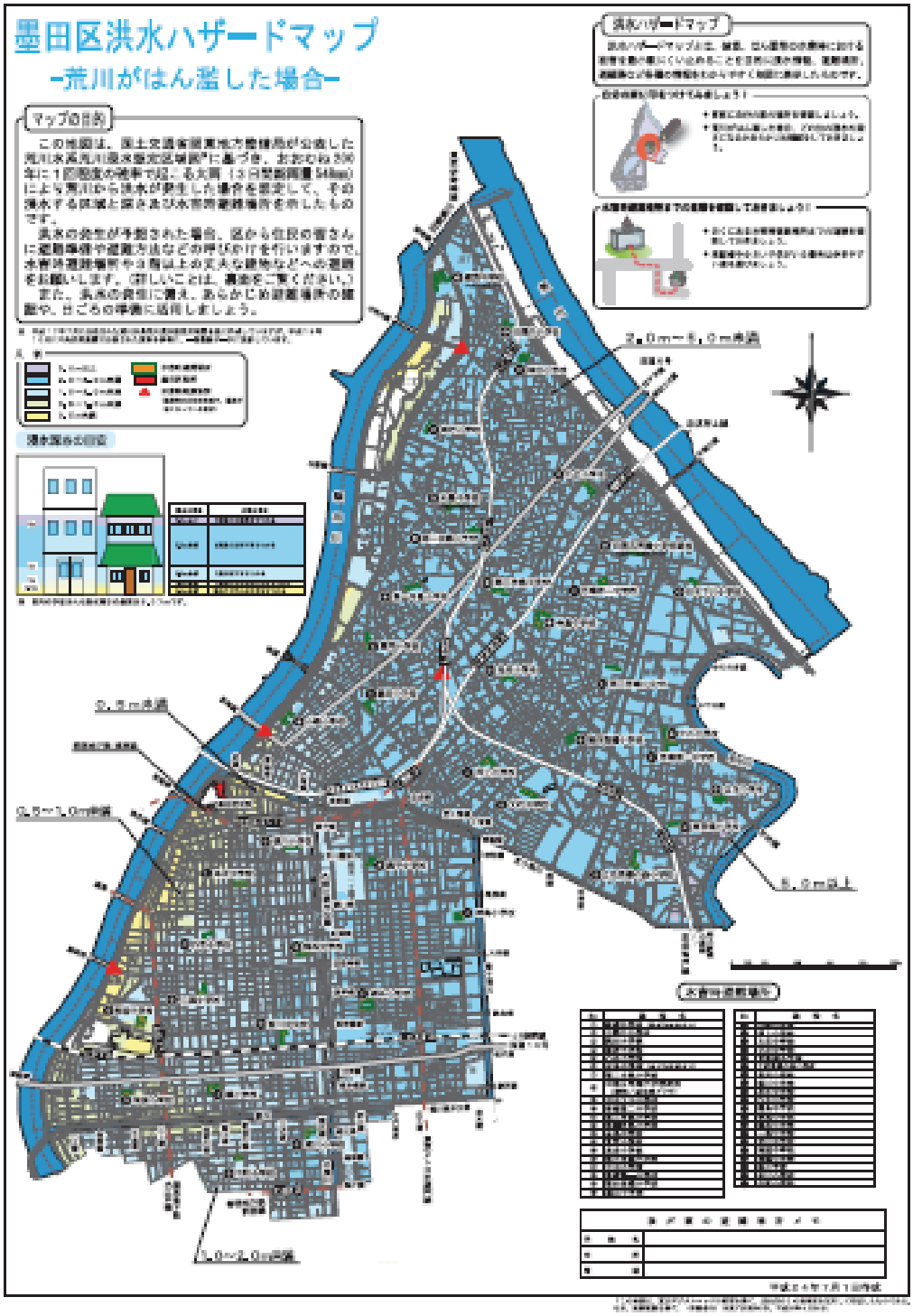


図 2.2.2-33　墨田区洪水ハザードマップ（平成 24 年 7 月）

出典：墨田区ホームページ
http://www.city.sumida.lg.jp/kurasi_guide/katei_tiikinobousai/kouzui_hm1.html

(9) 江東区

江東区が作成いたした「江東区大雨浸水ハザードマップ（隅田川・江東内部河川流域）」は、江東区内に既存下水施設の処理能力を超える大雨が降った場合に、浸水が予想される区域と想定される浸水の深さ並びに主な公共施設を示したものである。

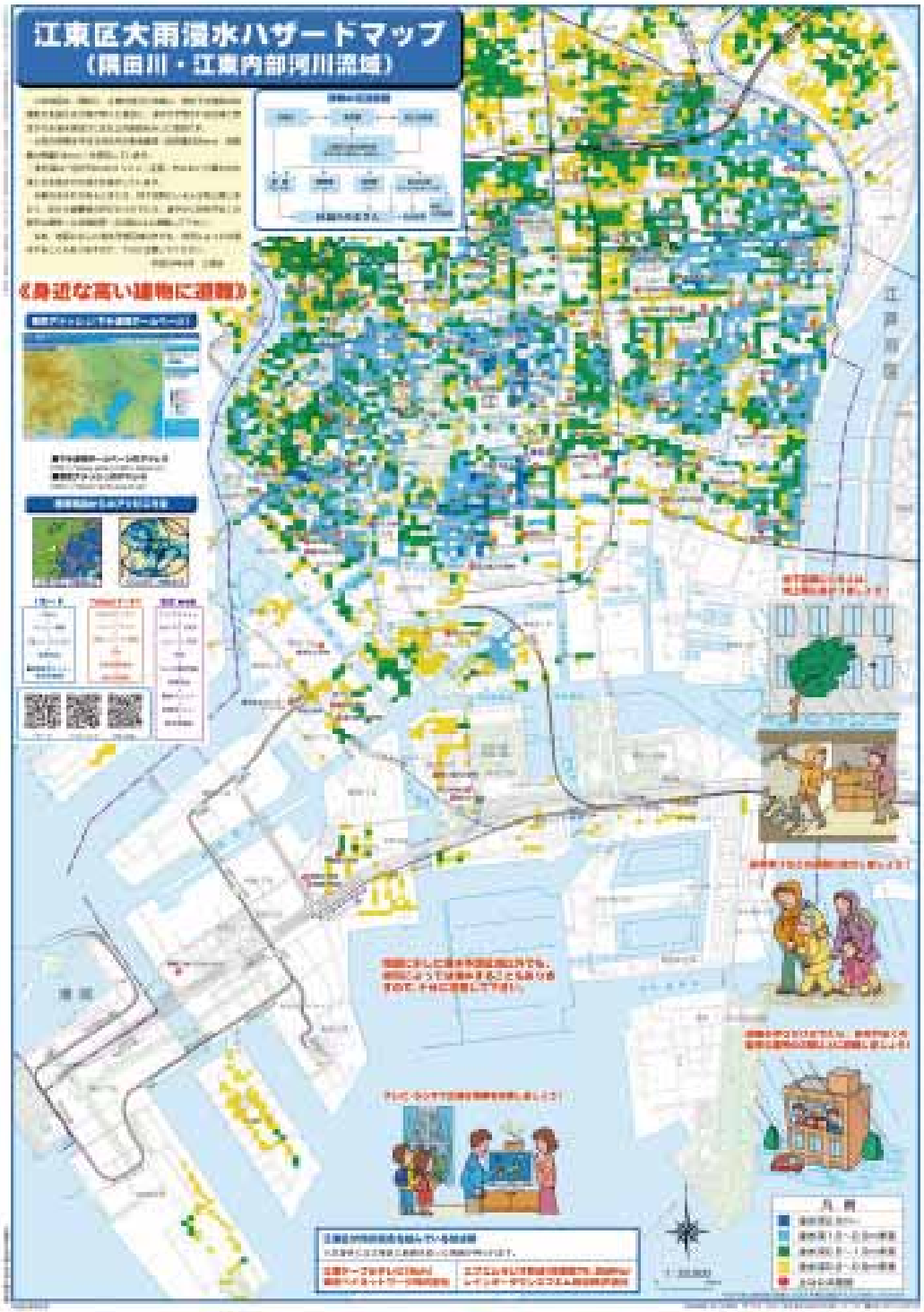


図 2.2.2-34　江東区大雨浸水ハザードマップ（隅田川・江東内部河川流域）（平成 24 年 5 月）

出典：江東区ホームページ

http://www.city.koto.lg.jp/seikatsu/douro/7509/13389.html

また、ここ 10 年の浸水実績図を作成している。



図 2.2.2-35　江東区浸水実績図（平成 24 年 5 月）

出典：江東区ホームページ
http://www.city.koto.lg.jp/seikatsu/douro/7509/13389.html

江東区が作成した「江東区洪水ハザードマップ～荒川がはん濫した場合に備えて～」は、200年に1度の確率で起こると予測される大雨によって荒川がはん濫したと仮定した場合に予想される「浸水区域」「浸水深さ」「避難地区」などを示し、万が一の時の避難に役立つよう作成したものである。

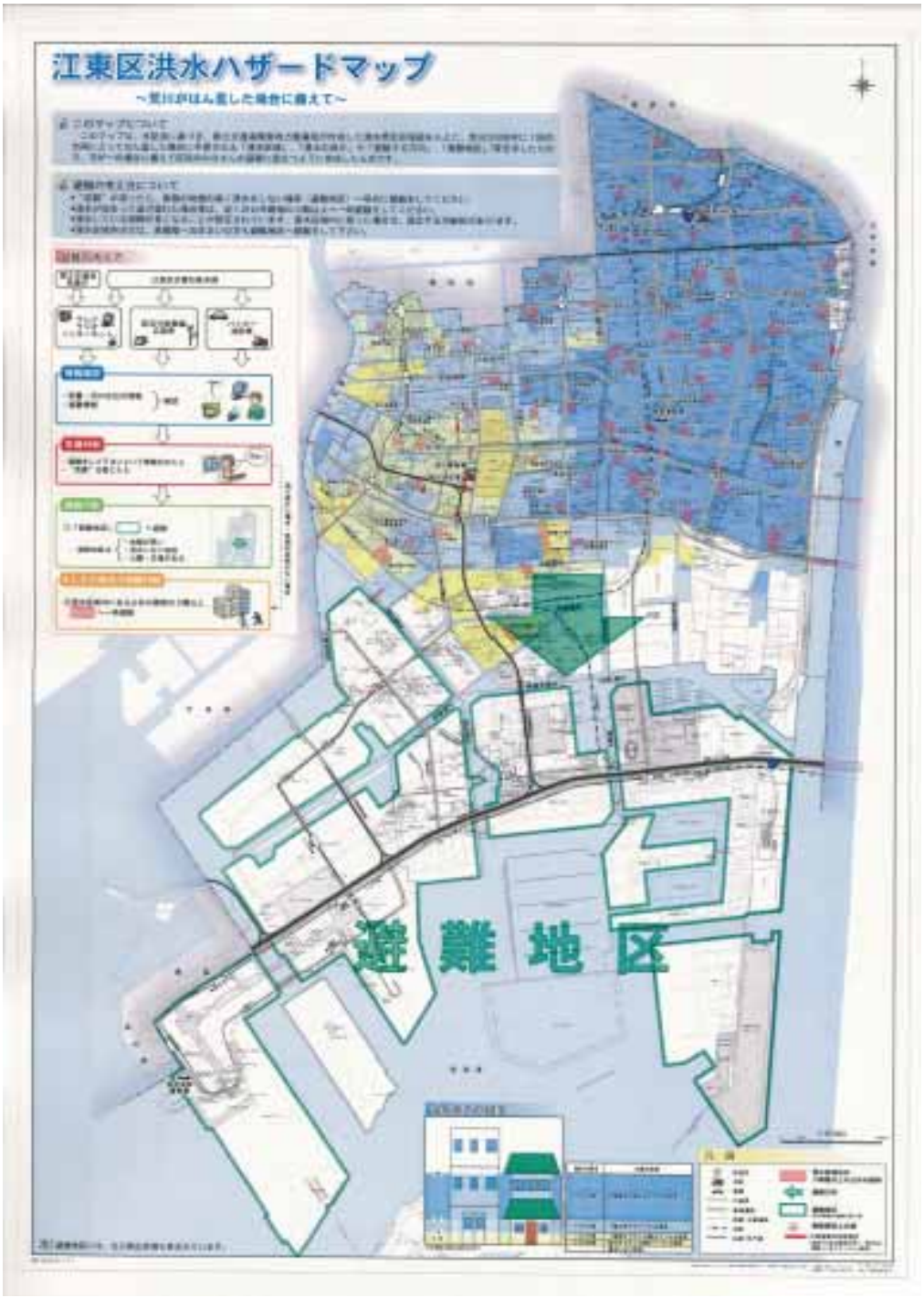


図 2.2.2-36　江東区洪水ハザードマップ
～荒川がはん濫した場合に備えて～（平成 22 年 7 月）

出典：江東区ホームページ
http://www.city.koto.lg.jp/seikatsu/douro/7509/53578.html

(10) 品川区

品川区浸水ハザードマップには、浸水予想図と浸水予想＆実績図の 2 種類がある。

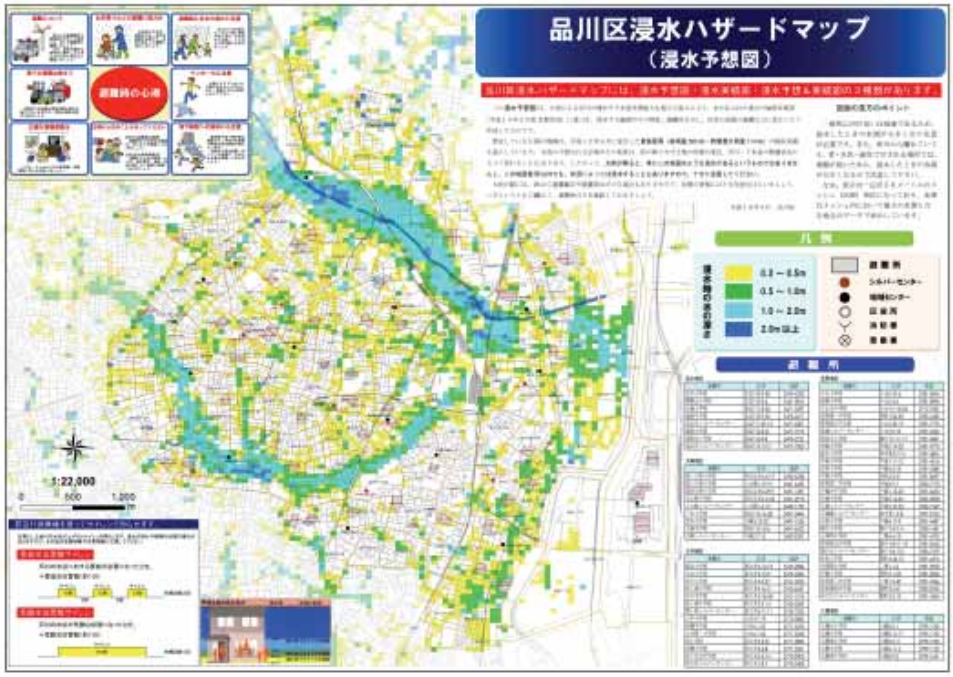


図 2.2.2-37　品川区浸水ハザードマップ（浸水予想図）（平成 18 年 3 月）

出典：品川区ホームページ

http://www.city.shinagawa.tokyo.jp/hp/menu000021000/hpg000020939.htm



図 2.2.2-38　品川区浸水ハザードマップ（浸水予想＆実績図）（平成 18 年 3 月）

出典：品川区ホームページ

http://www.city.shinagawa.tokyo.jp/hp/menu000021000/hpg000020939.htm

(11) 目黒区

目黒区は、大雨による河川の増水や下水道処理能力を超える流入により、水があふれた場合の城南地区区域図（平成 16 年 5 月東京都作成）に基づき、浸水する範囲やその程度、避難所を示し、区民の避難などに役立つよう、「目黒区水害ハザードマップ」を作成している。

想定している大雨の規模は、平成 12 年 9 月に発生した東海豪雨（総雨量 589 ミリメートル、時間最大雨量 114 ミリメートル）の降雨実績を基に作成している。

浸水したときの水の深さは、一辺が 50 メートルのメッシュ（区画）単位で、水の深さに応じた色で表示しているす。

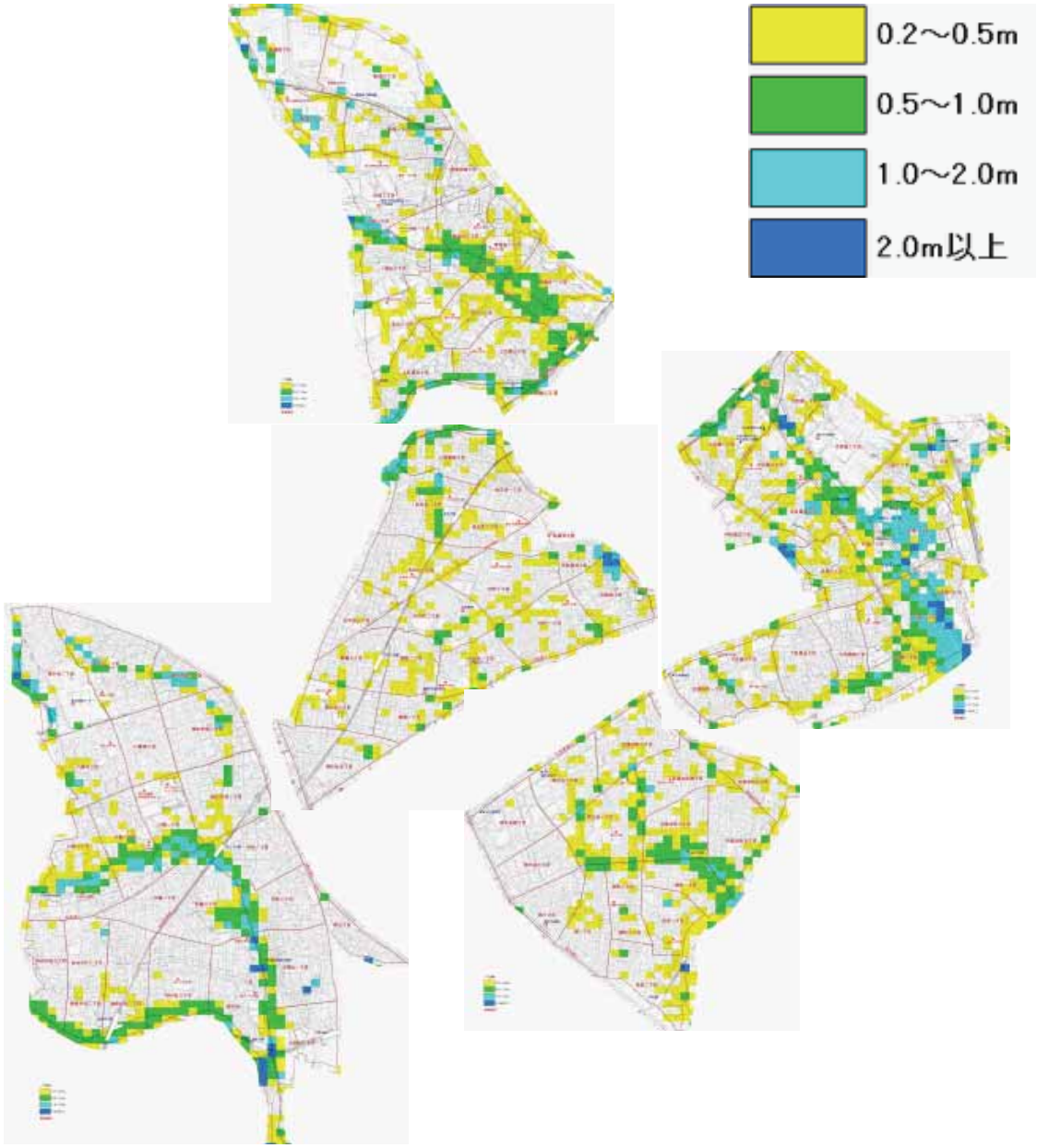


図 2.2.2-39　目黒区水害ハザードマップ

出典：目黒区ホームページ（更新日：2013 年 11 月 13 日）
http://www.city.meguro.tokyo.jp/kurashi/anzen/bosai/ooame/map.html

(12) 大田区

大田区では、万が一の水害時の被害を予想し、その被害範囲等を地図にした、水害予想図（大田区洪水ハザードマップ）を作成している。

このハザードマップには、予想される水害の範囲とその程度及び避難所などの情報を掲載している。

また、緊急時の連絡先や、雨量、河川の水位等の情報を見ることができるホームページのアドレスも掲載している。

「大田区洪水ハザードマップ（中小河川版）」の対象河川は呑川、内川、丸子川である。大雨などにより呑川、内川、丸子川が洪水となった場合の被害を想定している。

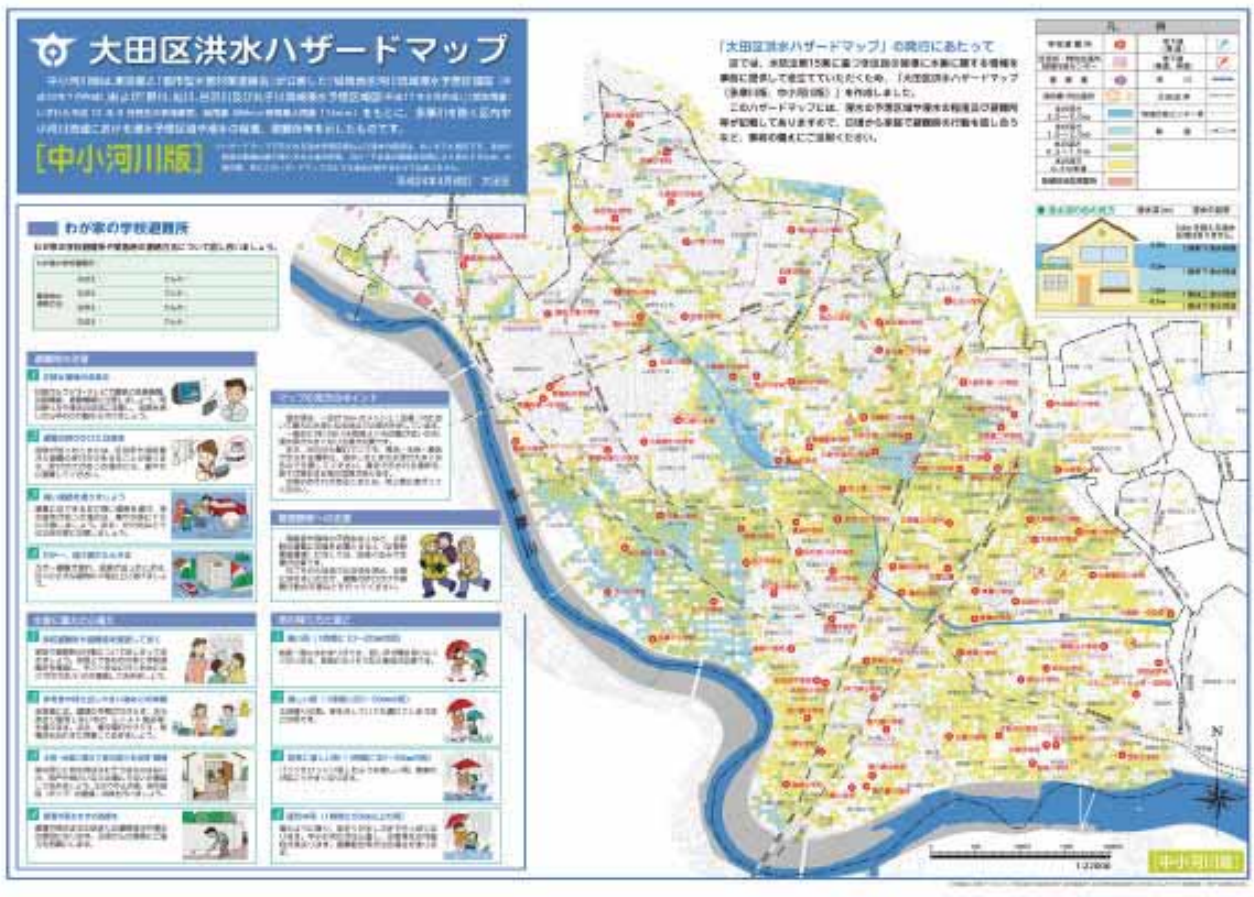


図 2.2.2-40　大田区洪水ハザードマップ（中小河川版）（平成 24 年 3 月）

出典：大田区ホームページ
http://www.city.ota.tokyo.jp/seikatsu/chiiki/bousai/amekaze/hazardmap/index.html

「大田区洪水ハザードマップ（多摩川版）」の対象河川は多摩川である。大雨などにより多摩川の堤防が決壊し、洪水が発生した場合の被害を想定している。

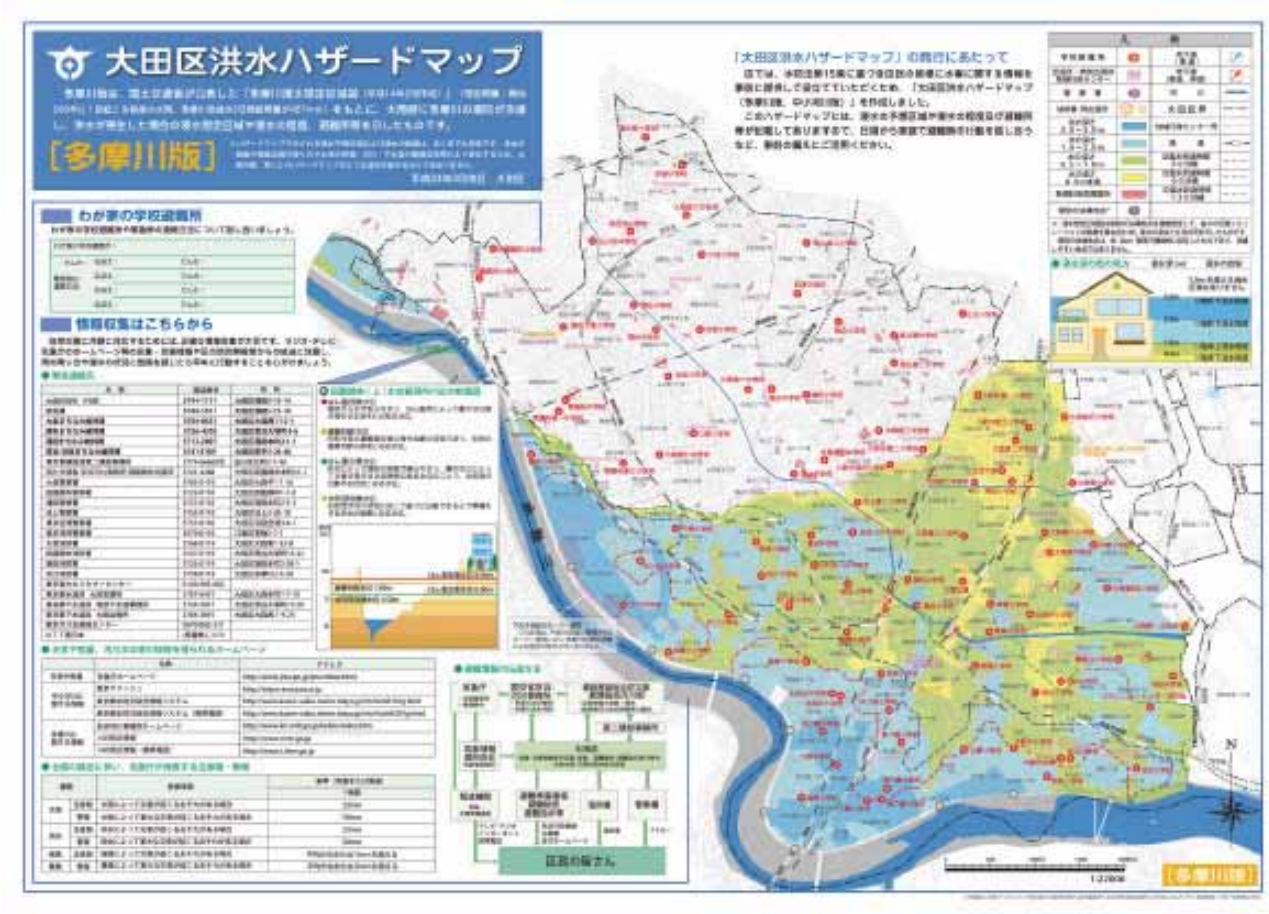


図 2.2.2-41　大田区洪水ハザードマップ（多摩川版）（平成 24 年 3 月）

出典：大田区ホームページ
http://www.city.ota.tokyo.jp/seikatsu/chiiki/bousai/amekaze/hazardmap/index.html

(13) 世田谷区

世田谷区では、区内における水害に関する情報を提供し、事前の備えに役立てること等を目的に、浸水の予想される区域や浸水の程度、避難所等の情報を記載した世田谷区洪水ハザードマップ（多摩川版、全区版）を作成している。

多摩川版は、国土交通省京浜河川事務所が公表した「多摩川浸水想定区域図」（想定雨量概ね200年に1回起こる程度の大雨、多摩川流域の2日間総雨量457ミリメートルを想定）をもとに、大雨時に多摩川の堤防が決壊し、洪水が発生した場合の浸水予想区域や浸水深、避難所等を示したものである。

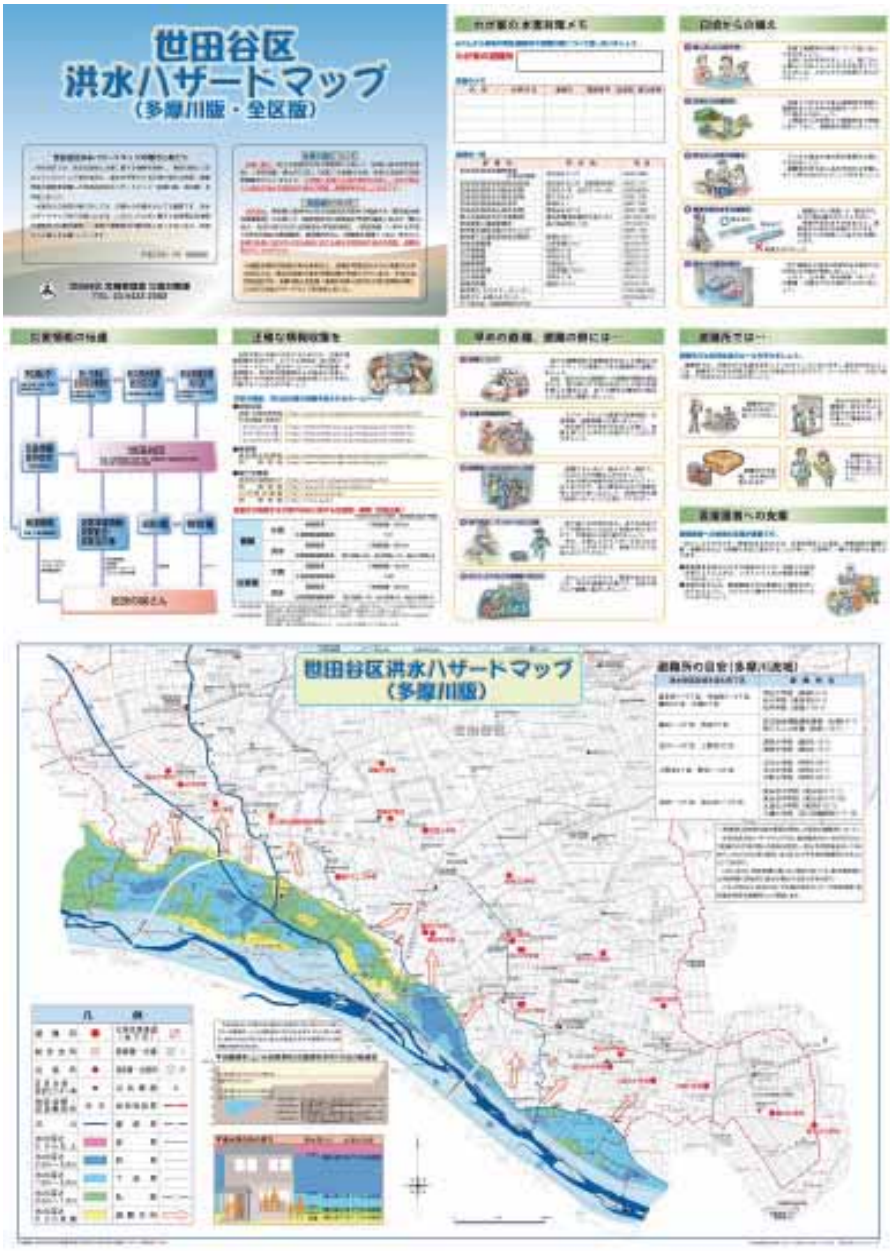


図 2.2.2-42　世田谷区洪水ハザードマップ（多摩川版）（平成 23 年 11 月）

出典：世田谷区ホームページ
http://www.city.setagaya.lg.jp/kurashi/104/141/557/d00005603.html

全区版は、東京都と都内中小河川流域の区市町村で構成する「都市型水害対策連絡会」が公表した「城南地区河川流域浸水予想区域図」および「野川、仙川、谷沢川及び丸子川流域浸水予想区域図」（想定雨量　いずれも平成 12 年 9 月発生の東海豪雨、総雨量 589 ミリメートル、時間最大雨量 114 ミリメートルを想定）をもとに、多摩川を除く区内中小河川流域における浸水予想区域や浸水深、避難所等を示したものである。



図 2.2.2-43　世田谷区洪水ハザードマップ（全区版）

出典：世田谷区ホームページ（更新日：平成 23 年 11 月 30 日）
http://www.city.setagaya.lg.jp/kurashi/104/141/557/d00006073.html

このほか、世田谷区のホームページでは、区内各地に設置した雨量局、水位局のデータや河川水位監視カメラ画像を公開している。

(14) 渋谷区

渋谷区では、東京都建設局作成の河川浸水 予想区域図のうち「神田川浸水予想区域図」・「城南地区河川流域浸水予想区域図」のデータに基づき、浸水予想データおよび避難所を掲載した「渋谷区洪水ハザードマップ（浸水予想区域図）」を作成している。

もとになるデータは、東海豪雨（総雨量　589 ミリメートル、時間最大雨量　114 ミリメートル）を参考にしている。

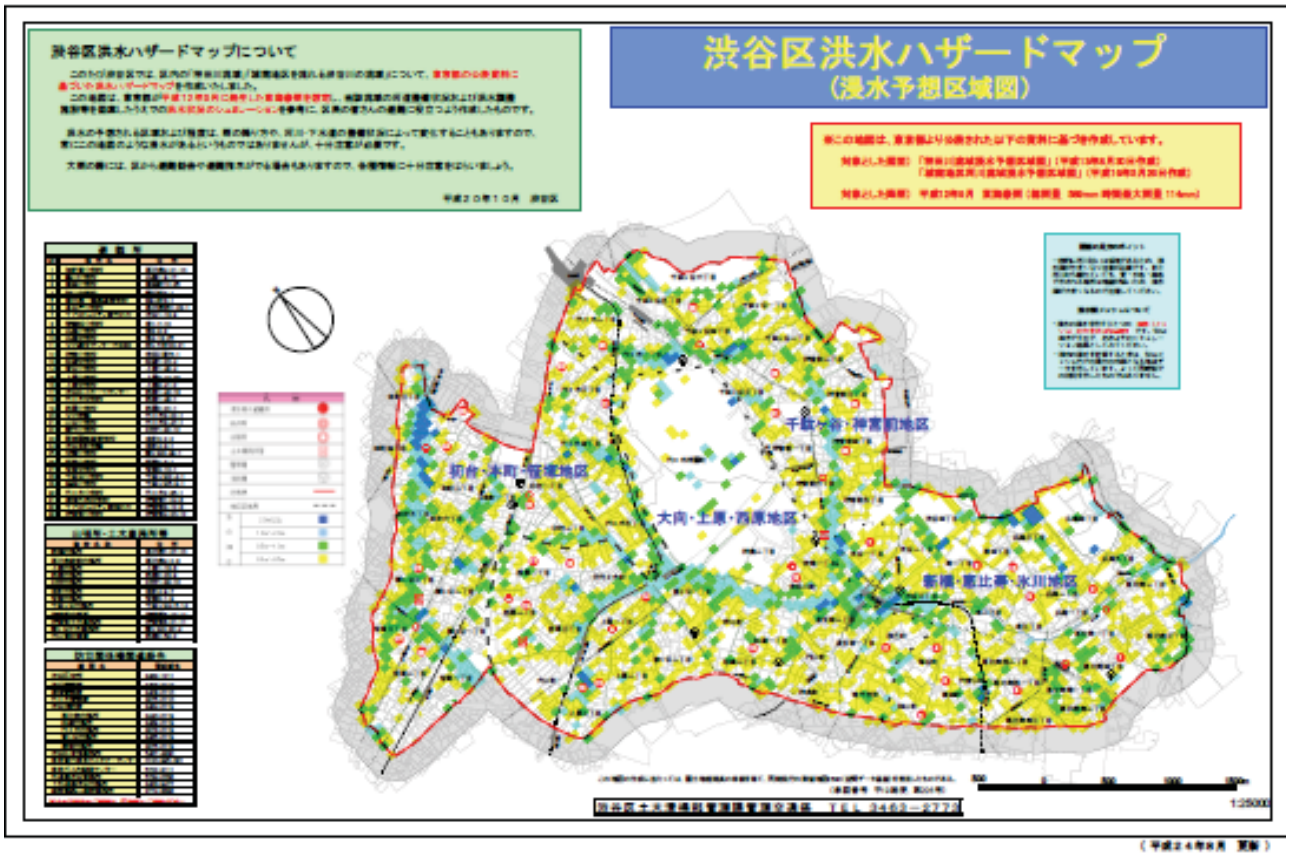


図 2.2.2-44　渋谷区洪水ハザードマップ（浸水予想区域図）（平成 20 年 10 月）

出典：渋谷区ホームページ

http://www.city.shibuya.tokyo.jp/anzen/bosai/hasai/kozui_map.html

(15) 中野区

平成 13 年 11 月に東京都は、神田川流域をモデルとして、2000(平成 12)年 9 月の東海豪雨(総雨量：589 ミリ、時間最大雨量：114 ミリ)並みの雨が降った場合の浸水状況を表した「神田川流域浸水予想区域図」を作成・公表した。

中野区は、この「神田川流域浸水予想区域図」をもとに神田川流域で大規模な洪水があった場合に、区民が安全・迅速に避難することにより、洪水による被害を最小限にするため「中野区洪水ハザードマップ」を作成している。

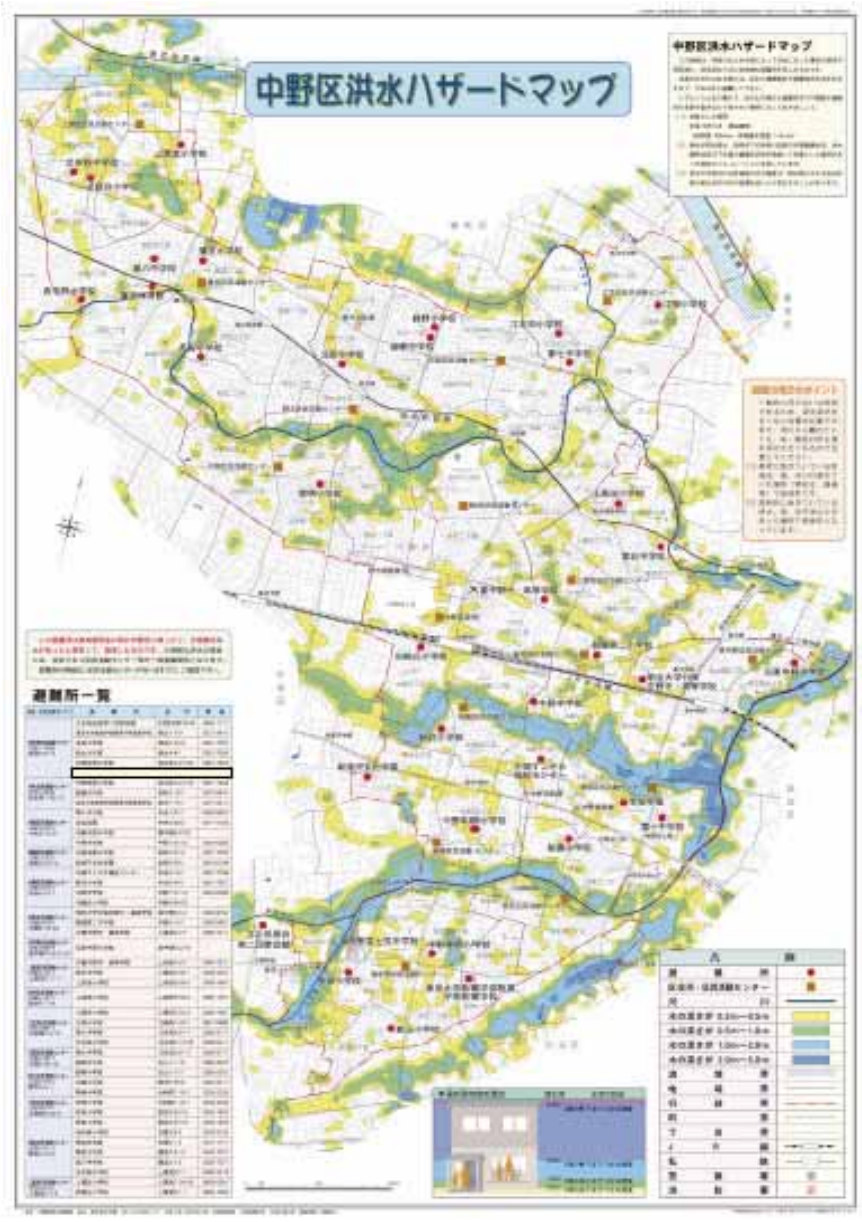


図 2.2.2-45　中野区洪水ハザードマップ（平成 24 年 4 月）

出典：中野区ホームページ
http://www.city.tokyo-nakano.lg.jp/dept/508000/d002981.html

このほか、区内 5 か所に設置された河川監視カメラのライブ映像を、ホームページ上で公開している。

(16) 杉並区

杉並区では、大雨によって河川などが増水し洪水になった場合の浸水予想区域と浸水深を示した地図をもとに、避難所や水害時の注意事項を記載した「杉並区洪水ハザードマップ（浸水予想図）」を作成している。

浸水予想は、平成 13 年 8 月に東京都が公表し（平成 15 年 7 月一部修正）した、神田川流域浸水予想区域図で用いられている河川整備状況や洪水調節池および下水道の整備状況を基にして、

○平成 12 年 9 月に発生した東海豪雨

○平成 17 年 9 月 4 日に発生した集中豪雨

がそれぞれ杉並区全域に降った場合に、杉並区内で予測される洪水の状況をシミュレーションしている。

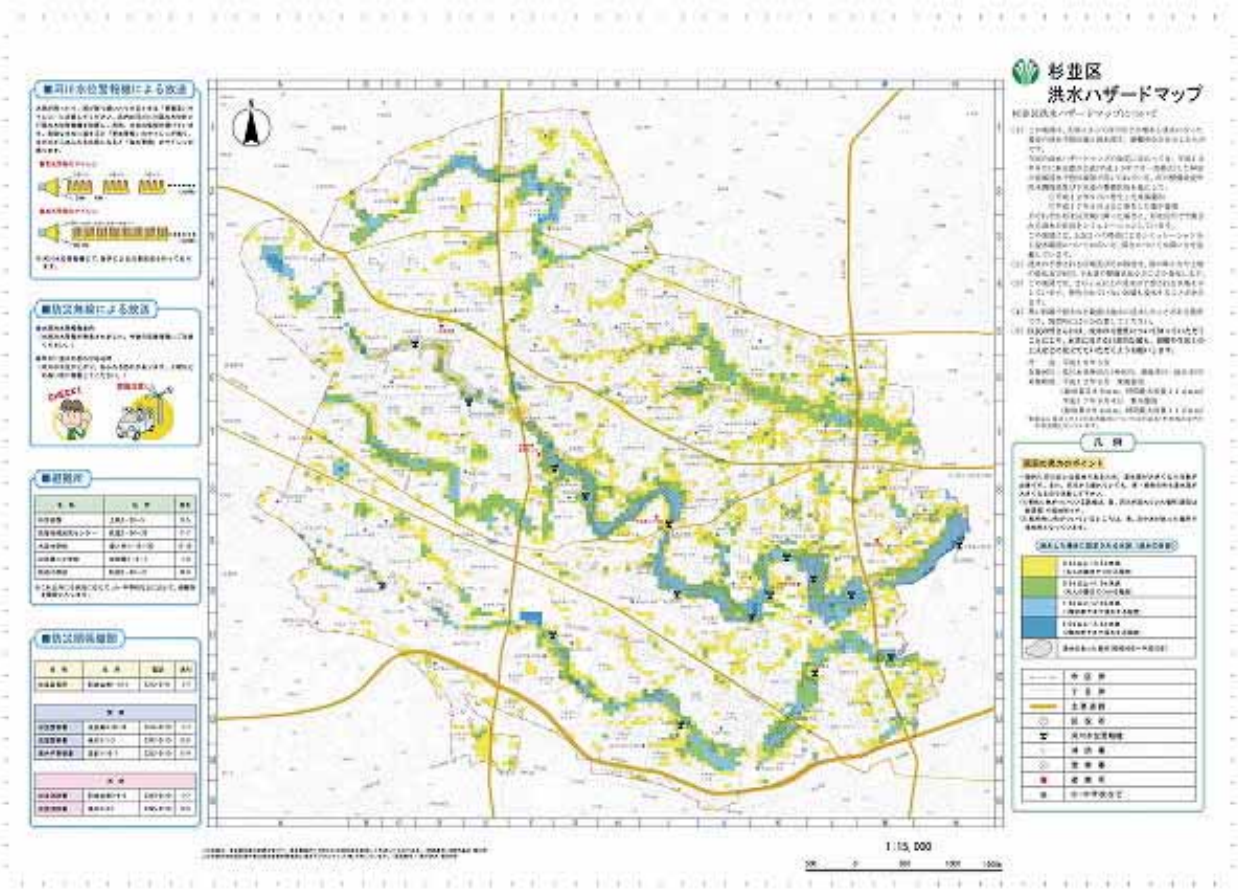


図 2.2.2-46　杉並区洪水ハザードマップ全図（浸水予想図）（平成 18 年 3 月）

出典：杉並区ホームページ
http://www2.city.suginami.tokyo.jp/library/library.asp?genre=B04020

(17) 豊島区

豊島区では、東京都の作成した浸水予想区域図をもとに、大雨によって河川等が増水し、水があふれた場合の浸水予想区域と、浸水深ならびに各地域の避難所を示し、区民の避難等に役立つように「豊島区洪水ハザードマップ」を作成している。

想定している大雨の規模は、平成 12 年 9 月に発生した東海豪雨（総雨量 589 ミリ・時間最大雨量 114 ミリ）の降雨実績によるものである。

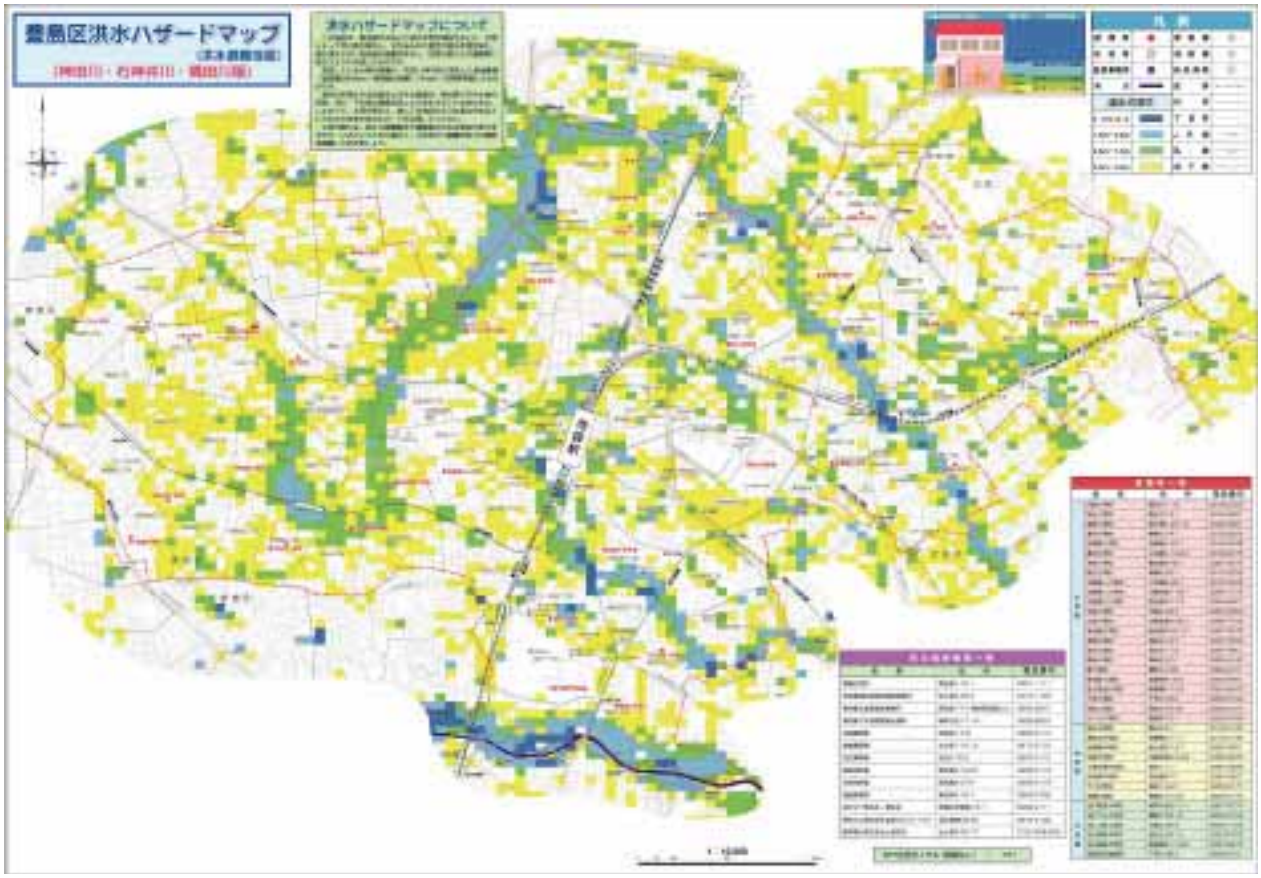


図 2.2.2-47　豊島区洪水ハザードマップ

出典：豊島区ホームページ（更新日 2013 年 8 月 29 日）
http://www.city.toshima.lg.jp/bosai/010305.html

(18) 北区

「北区洪水ハザードマップ（隅田川・新河岸川・石神井川・神田川がはん濫した場合)」には、区民が自主的に安全かつ円滑な避難行動をとれるよう、シミュレーションに基づく浸水予想区域及びその浸水の深さ、避難時の心得、地下施設の危険性、気象情報等のありか、雨量の感じ方などが示されている。

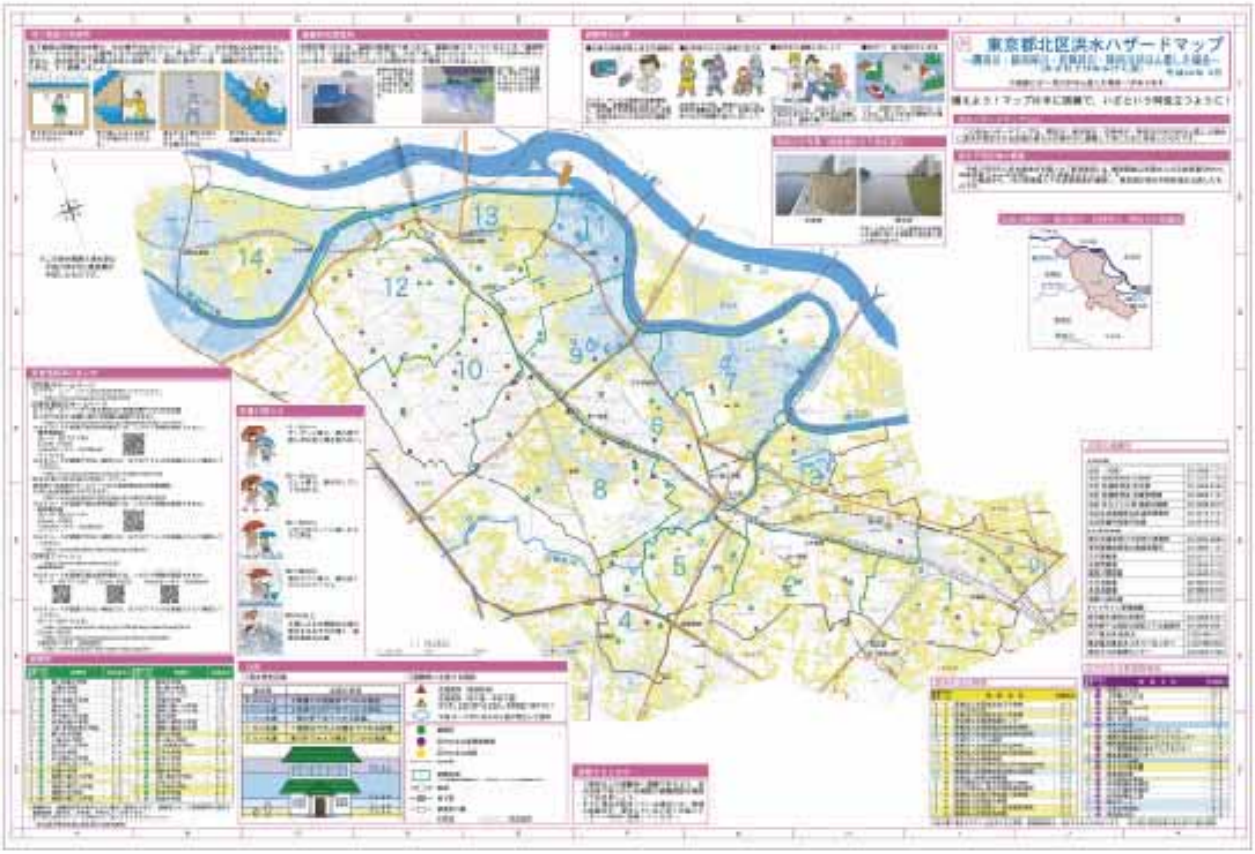


図 2.2.2-48　北区洪水ハザードマップ
（隅田川・新河岸川・石神井川・神田川がはん濫した場合）（平成 20 年 5 月）

出典：北区ホームページ
http://www.city.kita.tokyo.jp/docs/digital/072/007269.htm

北区洪水ハザードマップ（荒川がはん濫した場合）には、区民が自主的に安全かつ円滑な避難行動をとれるよう、シミュレーションに基づく浸水想定区域及びその浸水の深さ、避難所の一覧、情報の伝達経路、はん濫水の到達時間、はん濫水の力などが示されている。



図 2.2.2-49　北区洪水ハザードマップ（荒川がはん濫した場合）（平成 20 年 5 月）

出典：北区ホームページ
http://www.city.kita.tokyo.jp/docs/digital/071/007166.htm

(19) 荒川区

荒川区では、平成 19 年 3 月 30 日発行の荒川区洪水ハザードマップ特集号で、『荒川区洪水ハザードマップ』を公表した。洪水ハザードマップとは、自然災害のうち「洪水（浸水）」に対し、その被害範囲を予想し地図化したものである。平成 17 年の水防法の一部改正により、住民への周知が区市町村に義務付けられた。

これらの情報は、区民が平常時の洪水対策や、安全な避難経路の検討など、自主的な対応を取ることで、人的被害を軽減することを目的として公表するものである。

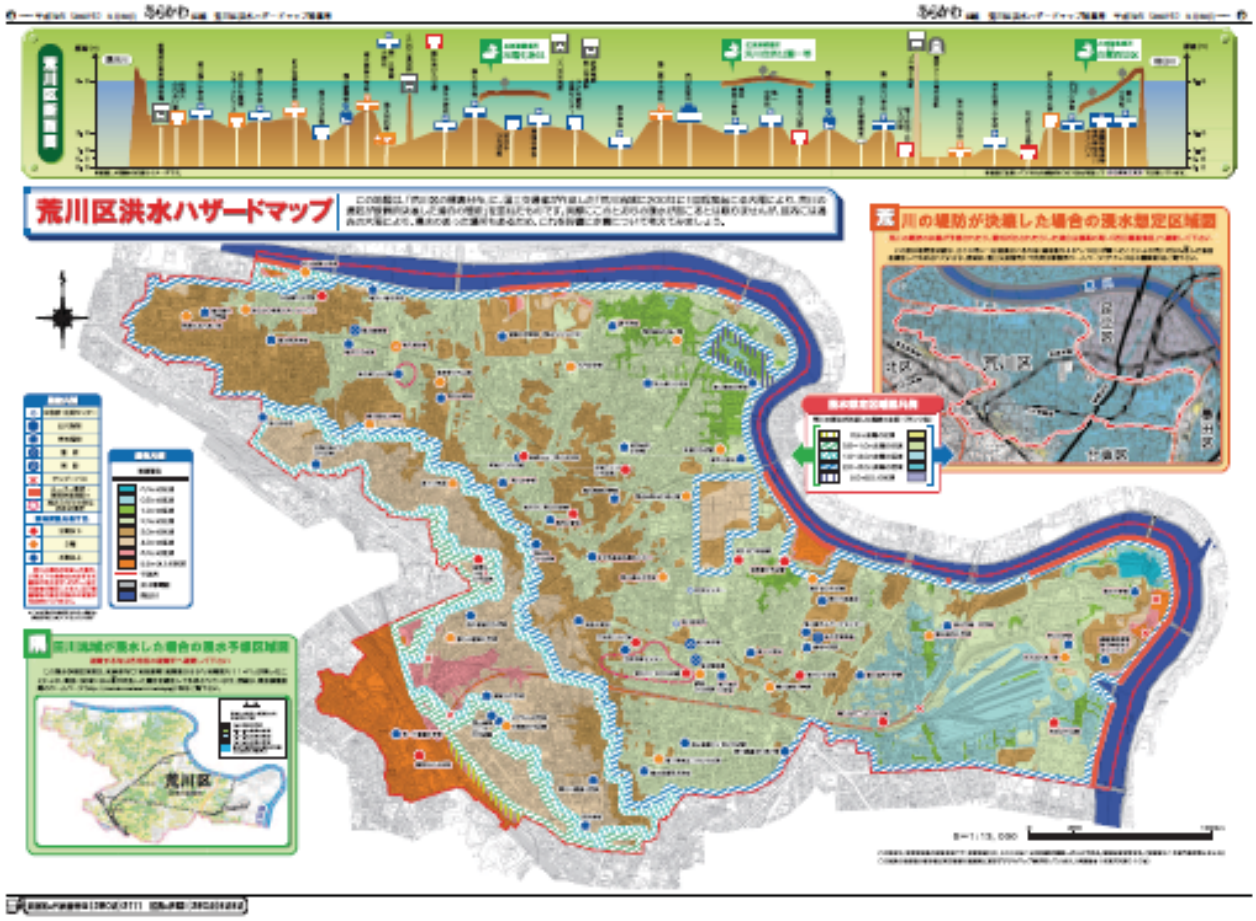


図 2.2.2-50　荒川区洪水ハザードマップ（平成 19 年 3 月）

出典：荒川区ホームページ
http://www.city.arakawa.tokyo.jp/kurashi/bosaibohan/sonae/hazardmap.html

(20) 板橋区

板橋区では水害対策の一つとして、平成 12 年 9 月の東海豪雨と同様の降雨があった場合の浸水状況を想定した「板橋区洪水ハザードマップ（新河岸川・石神井川・白子川版)」と 200 年に一回程度発生する規模の洪水を想定した「板橋区洪水ハザードマップ　（荒川版)」を作成している。

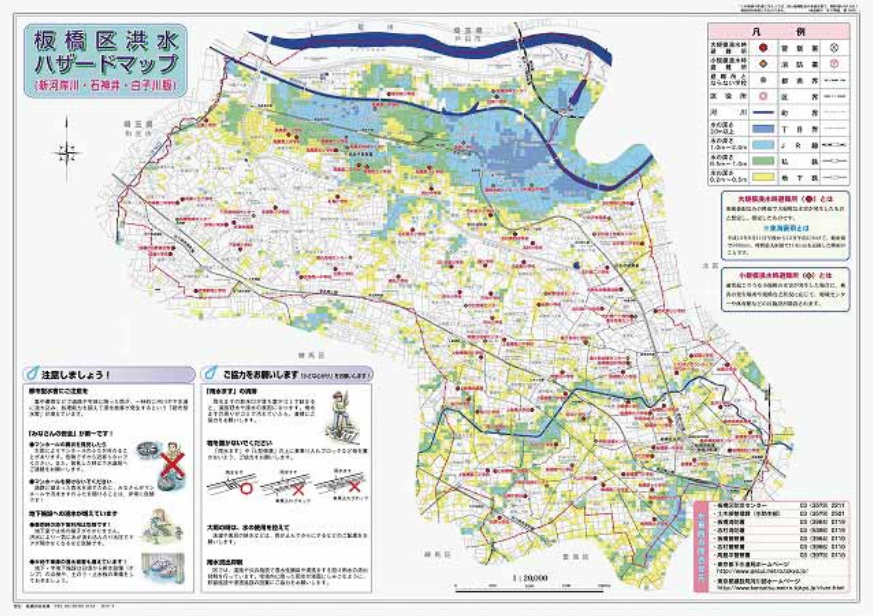


図 2.2.2-51　板橋区洪水ハザードマップ
（新河岸川・石神井川・白子川版）（平成 17 年 7 月）

出典：板橋区ホームページ
http://www.city.itabashi.tokyo.jp/c_kurashi/009/images/img_9967_2_2.jpg.html

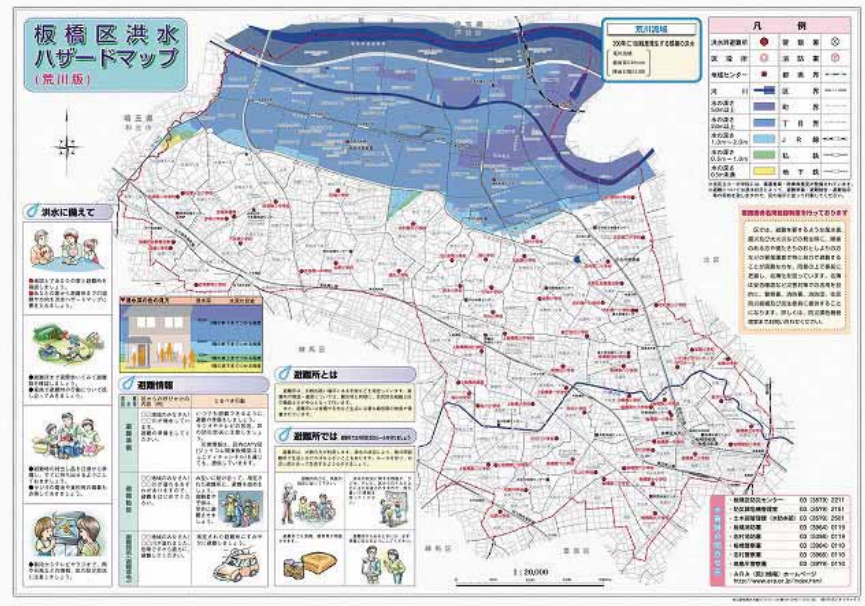


図 2.2.2-52　板橋区洪水ハザードマップ（荒川版）（平成 17 年 7 月）

出典：板橋区ホームページ
http://www.city.itabashi.tokyo.jp/c_kurashi/009/images/img_9967_2_1.jpg.html

(21) 練馬区

練馬区では、浸水による被害を軽減するため「練馬区浸水ハザードマップ」を作成している。

この地図は、平成 12 年 9 月の東海豪雨（総雨量 589 ミリメートル、時間最大雨量 114 ミリメートル）の降雨を想定してまとめた、都内河川流域の浸水予想区域図をもとに作成している。地図の中には、浸水の予想される区域とその浸水の深さ、そして、各地域の避難所を示している。



図 2.2.2-53　練馬区浸水ハザードマップ（平成 24 年 3 月）

出典：練馬区ホームページ
http://www.city.nerima.tokyo.jp/kurashi/bosai/suigai/hazardmap.html

(22) 足立区

足立区では、国土交通省および東京都の各河川管理者が作成した浸水想定区域図および浸水予想区域図に基づいて、下記の 5 つの場合に分けて「足立区洪水ハザードマップ」を作成している。

・東海豪雨相当の雨が降った場合
・利根川が氾濫した場合
・江戸川が氾濫した場合
・荒川が氾濫した場合
・中川・綾瀬川・芝川・新芝川が氾濫した場合



図 2.2.2-54　足立区洪水ハザードマップ
～東海豪雨相当の雨が降った場合～（平成 23 年 9 月）

出典：足立区ホームページ
http://www.city.adachi.tokyo.jp/kikaku/bosai/bosai/hazard-map-k.html

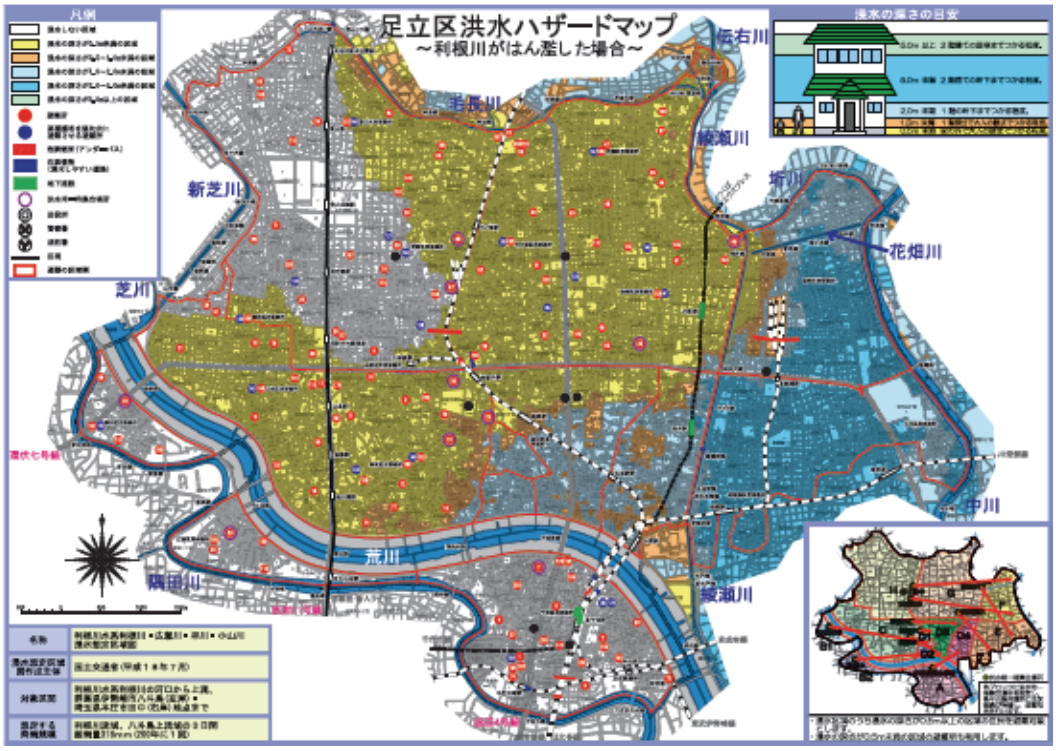


図 2.2.2-55　足立区洪水ハザードマップ～利根川がはん濫した場合～（平成 23 年 9 月）

出典：足立区ホームページ

http://www.city.adachi.tokyo.jp/kikaku/bosai/bosai/hazard-map-k.html

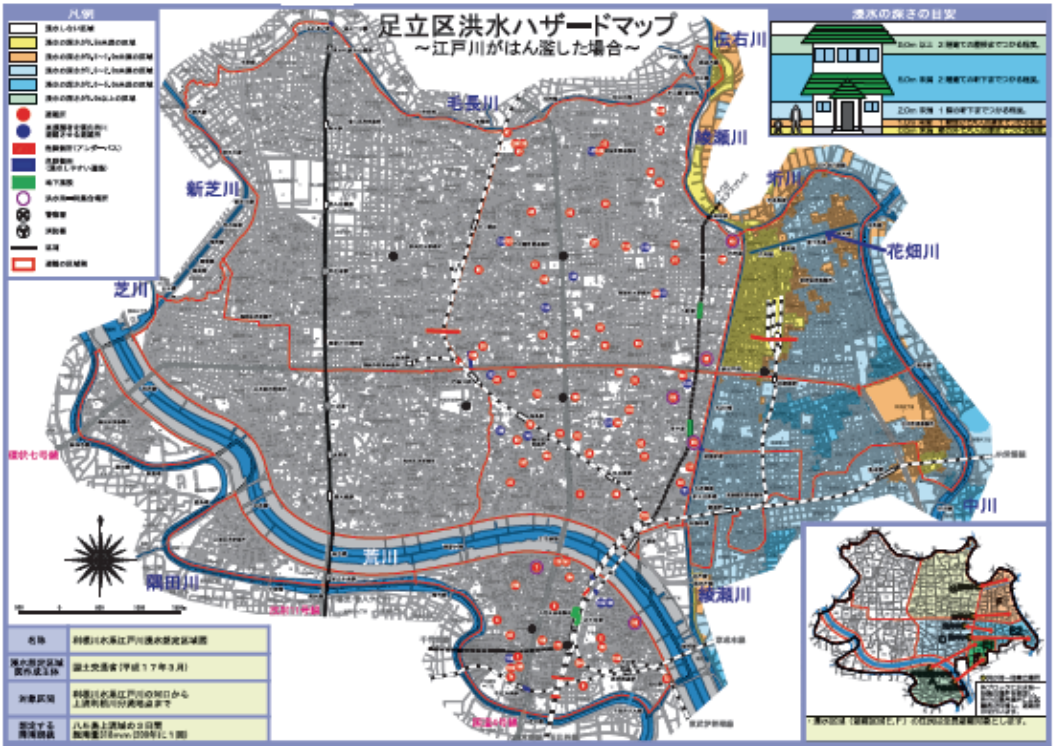


図 2.2.2-56　足立区洪水ハザードマップ～江戸川がはん濫した場合～（平成 23 年 9 月）

出典：足立区ホームページ

http://www.city.adachi.tokyo.jp/kikaku/bosai/bosai/hazard-map-k.html

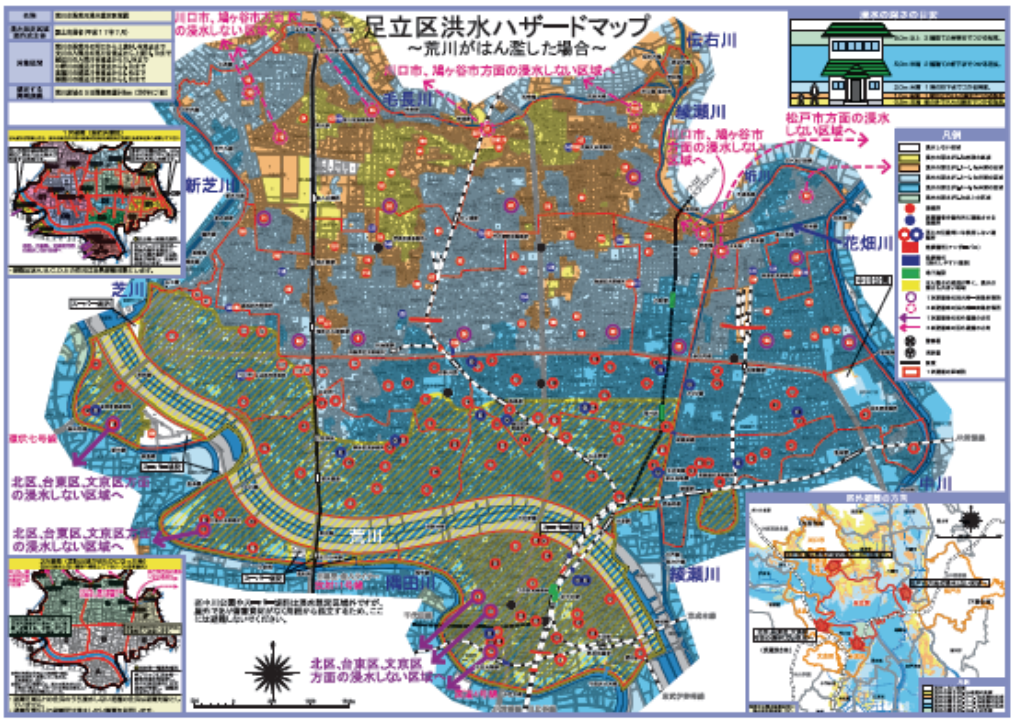


図 2.2.2-57　足立区洪水ハザードマップ～荒川がはん濫した場合～（平成 23 年 9 月）

出典：足立区ホームページ

http://www.city.adachi.tokyo.jp/kikaku/bosai/bosai/hazard-map-k.html

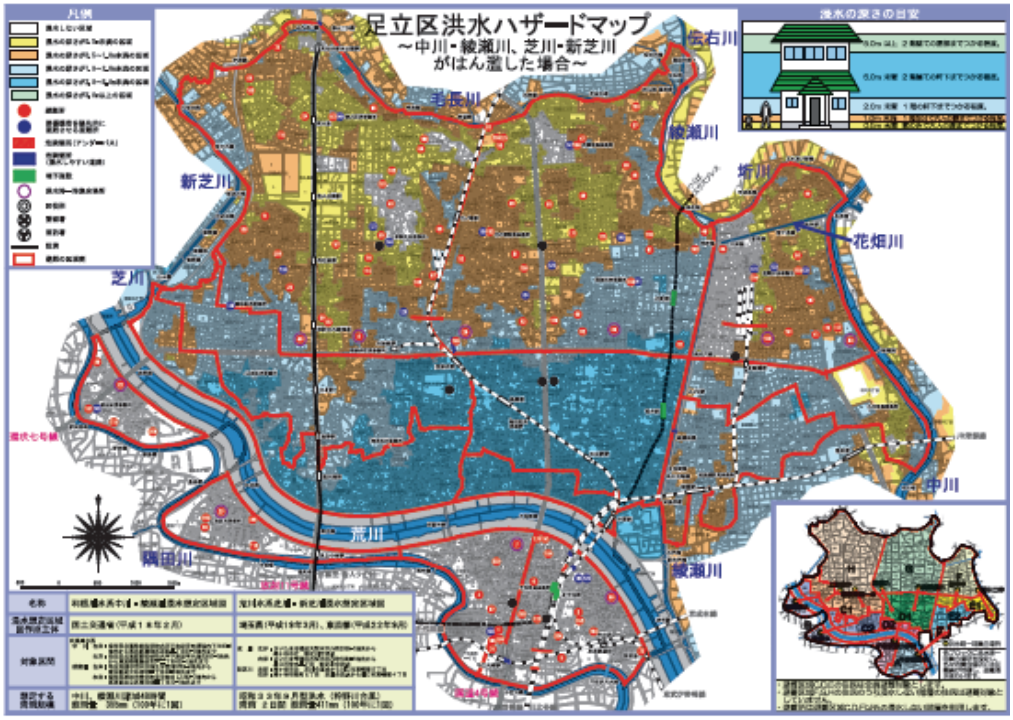


図 2.2.2-58　足立区洪水ハザードマップ
～中川・綾瀬川・芝川・新芝川がはん濫した場合～（平成 23 年 9 月）

出典：足立区ホームページ

http://www.city.adachi.tokyo.jp/kikaku/bosai/bosai/hazard-map-k.html

(23) 葛飾区

葛飾区では、「中川・綾瀬川洪水ハザードマップ」、「荒川洪水ハザードマップ」、「江戸川洪水ハザードマップ」の 3 つをホームページに掲載している。

「葛飾区中川・綾瀬川洪水ハザードマップ」は、中川・綾瀬川流域で 2 日間に総雨量 355 ミリメートルの大雨（100 年に 1 回程度発生する規模）により、中川・綾瀬川で堤防が決壊した想定で作成した「浸水想定区域図」をもとに作成したものである。

想定した大雨の規模は、平成 12 年 9 月の東海豪雨である。（総雨量 589 ミリメートル、時間最大雨量 114 ミリメートル）

「葛飾区荒川洪水ハザードマップ」は、荒川流域で 3 日間に総雨量 548 ミリメートルの大雨（200 年に 1 回程度発生する規模）により、荒川下流域で堤防が決壊した想定で作成した「浸水想定区域図」をもとに作成したものである。

「葛飾区江戸川洪水ハザードマップ」は、江戸川流域で 3 日間に総雨量 318 ミリメートルの大雨（200 年に 1 回程度発生する規模）により、江戸川流域で堤防が決壊した想定で作成した「浸水想定区域図」をもとに作成したものである。

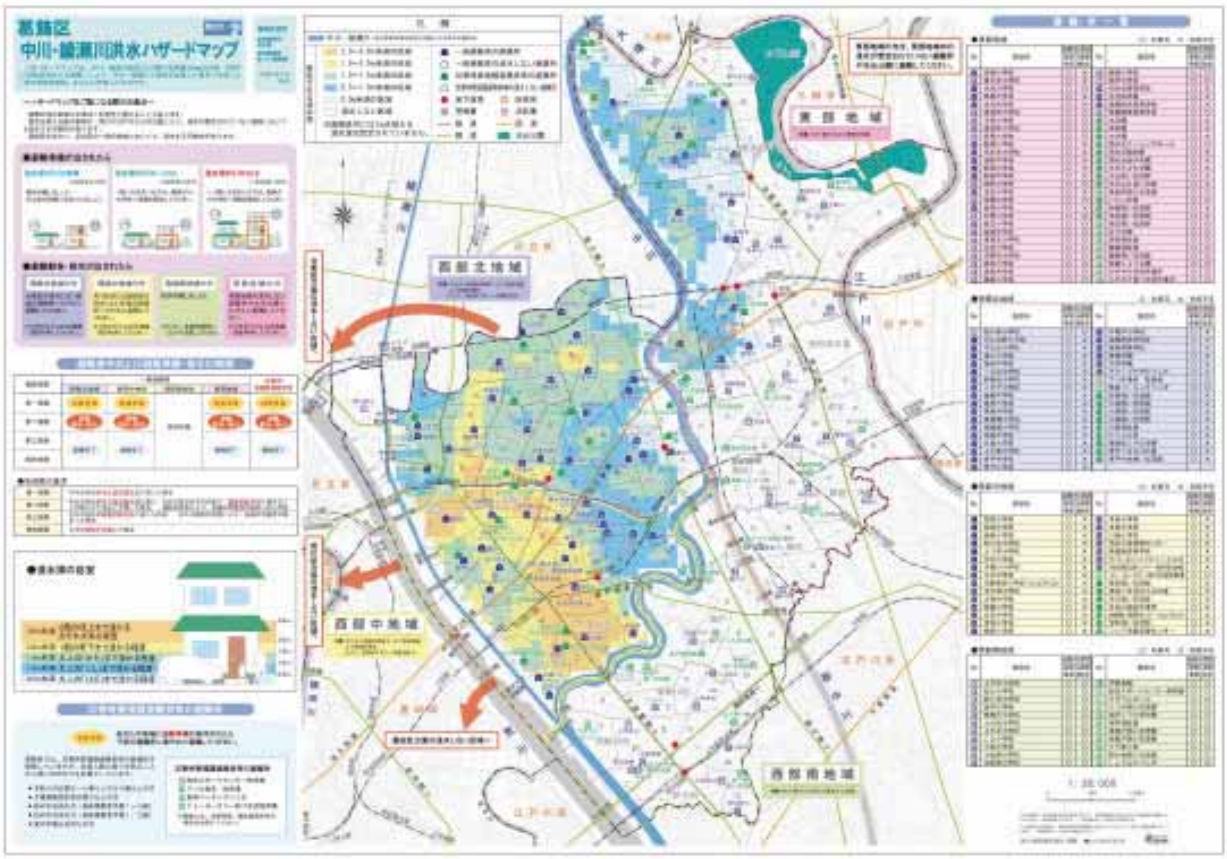


図 2.2.2-59　葛飾区中川・綾瀬川洪水ハザードマップ（平成 21 年 7 月）

出典：葛飾区ホームページ
http://www.city.katsushika.lg.jp/34/7777/002303.html

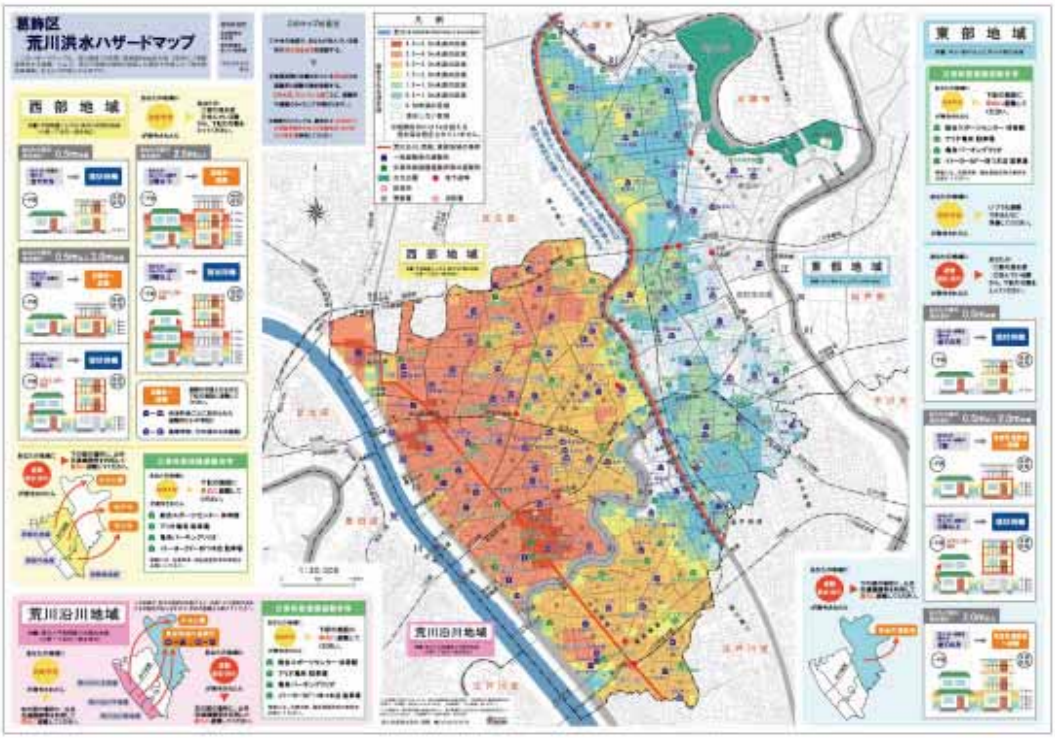


図 2.2.2-60　葛飾区荒川洪水ハザードマップ（平成 19 年 8 月）

出典：葛飾区ホームページ
http://www.city.katsushika.lg.jp/34/7777/001883.html

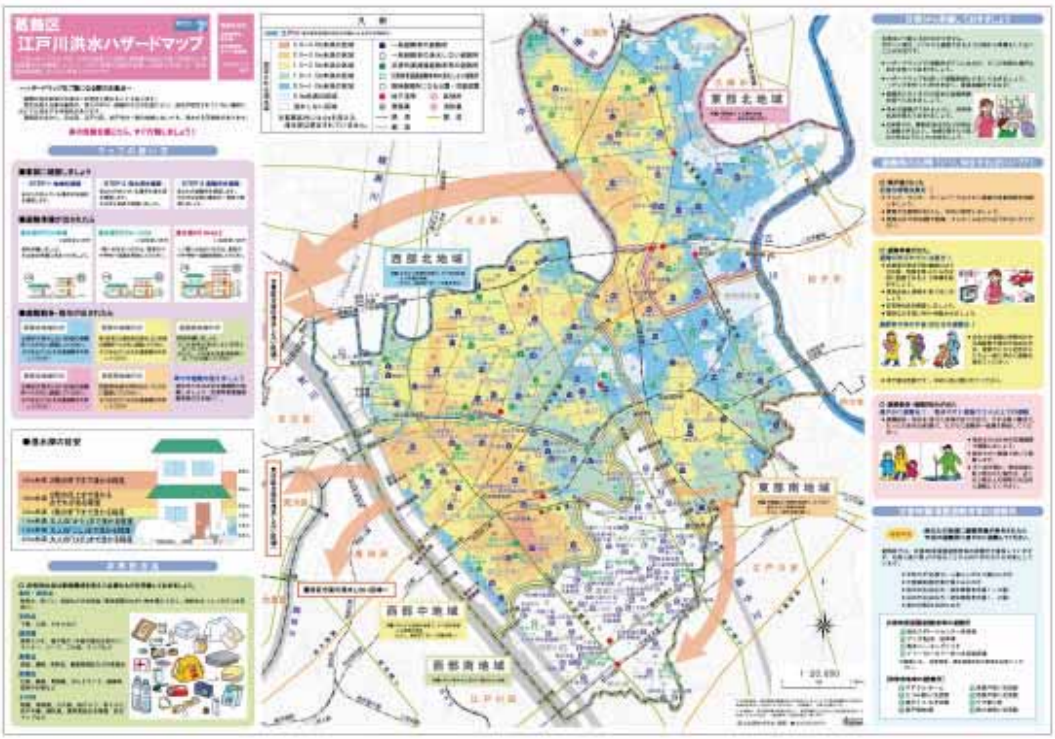


図 2.2.2-61　葛飾区江戸川洪水ハザードマップ（平成 20 年 7 月）

出典：葛飾区ホームページ
http://www.city.katsushika.lg.jp/34/7777/002083.html

(24) 江戸川

江戸川区では、区民に水害に関する情報を提供し、事前の備えに役立てること等を目的に、浸水の予想される区域や浸水の程度、避難などの情報を記載した「江戸川区洪水ハザードマップ」を作成している。

「江戸川区洪水ハザードマップ」は、東海豪雨相当の雨が降った場合と江戸川・利根川・荒川がはん濫した場合の 2 つを作成している。



図 2.2.2-62　江戸川区洪水ハザードマップ（東海豪雨相当の雨が降った場合）

出典：江戸川区ホームページ（更新日：2009 年 3 月 1 日）
http://www.city.edogawa.tokyo.jp/bousai/koujo/n_hazardmap/index.html

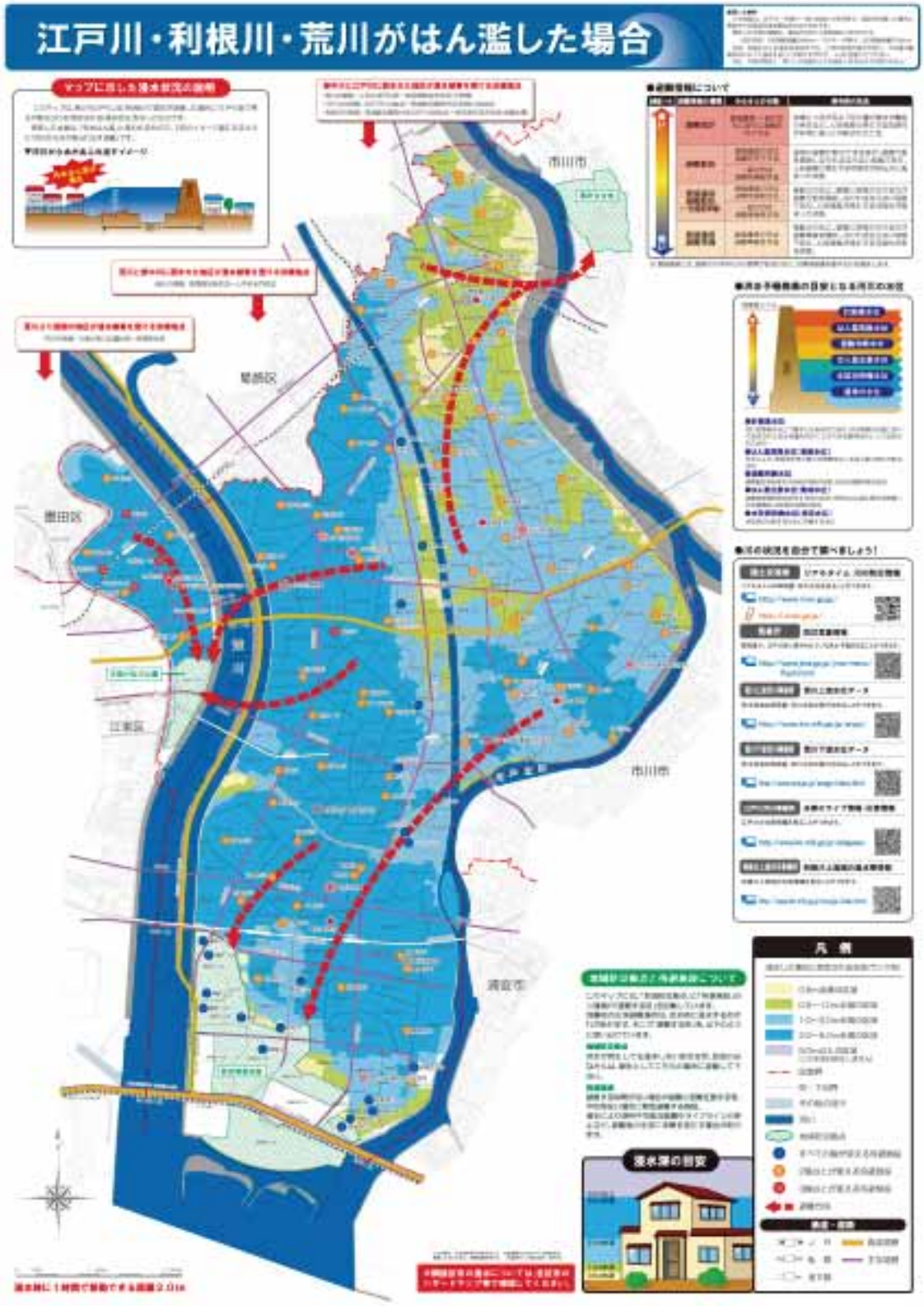


図 2.2.2-63　江戸川区洪水ハザードマップ（江戸川・利根川・荒川がはん濫した場合）

出典：江戸川区ホームページ（更新日：2009 年 3 月 1 日）

http://www.city.edogawa.tokyo.jp/bousai/koujo/n_hazardmap/index.html

2) 震度

『首都直下地震等による東京の被害想定』では、東京湾北部地震、多摩直下地震、元禄型関東地震、立川断層帯地震の 4 つのモデルにおける地震動分布が示されている。

東京湾北部地震（M7.3）の地震動分布では、23 区内に震度 7 の地域も見られ、震度 6 強の面積は約 444km2 となっている。

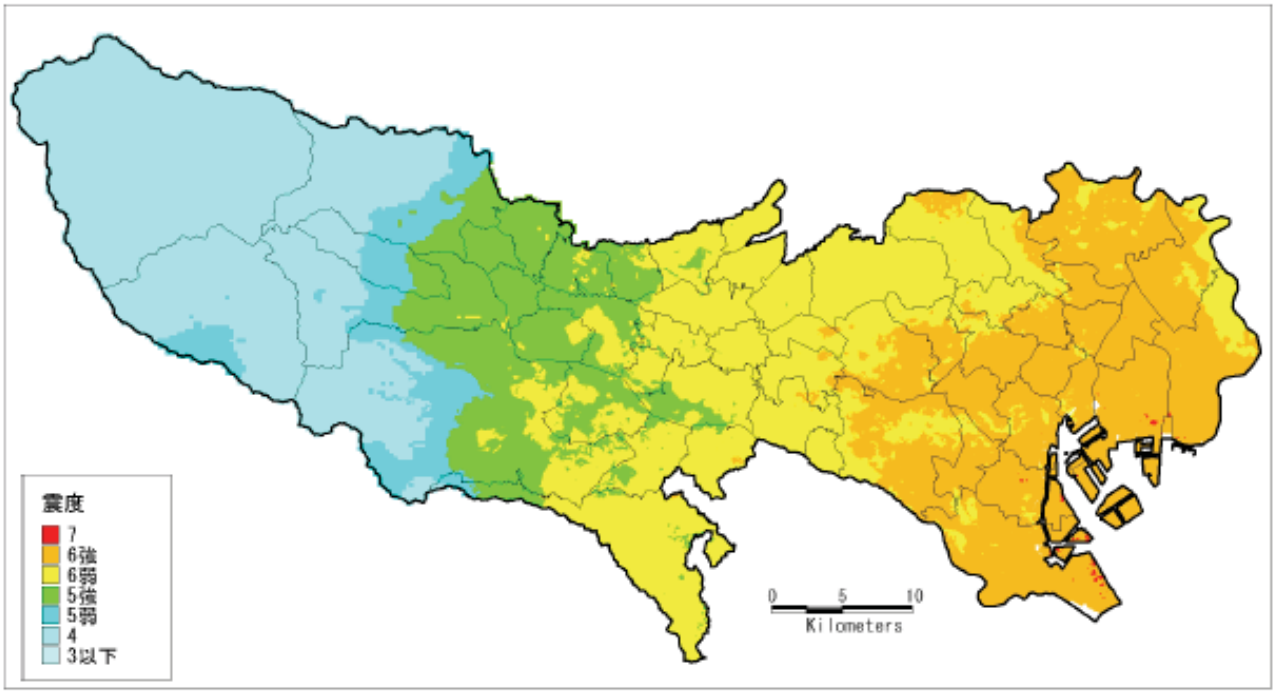


図 2.2.2-64　東京湾北部地震（M7.3）の地震動分布

出典：首都直下地震等による東京の被害想定
http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/tmg/assumption.html

独立行政法人 防災科学技術研究所が、そのホームページの上で運用している「地震ハザードステーション J-SHIS」では、250m メッシュで今後 30 年の間に震度 6 強以上の揺れに見舞われる確率の分布を見ることができる。

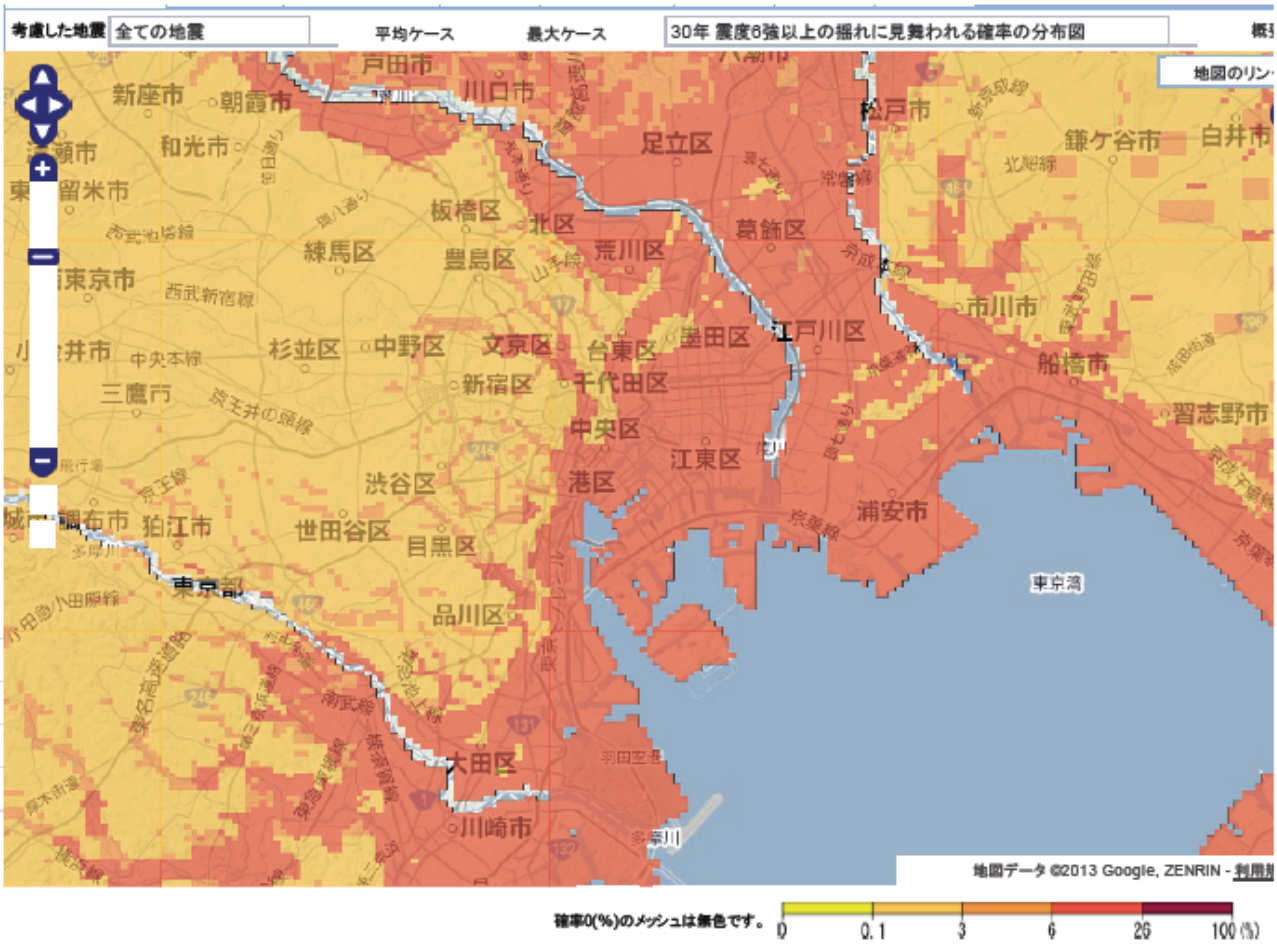


図 2.2.2-65　30 年 震度 6 強以上の揺れに見舞われる確率の分布図

出典：防災科学研究所ホームページ（ｊ-SHIS　地震ハザードステーション）
http://www.j-shis.bosai.go.jp/map/

3) 液状化

『首都直下地震等による東京の被害想定』では、東京湾北部地震、多摩直下地震、元禄型関東地震、立川断層帯地震の 4 つのモデルにおける液状化分布が示されている。

東京湾北部地震の液状化危険度は想定 4 地震の中で最も大きく、主に区部の低地部を中心にして液状化しやすい結果となっている。

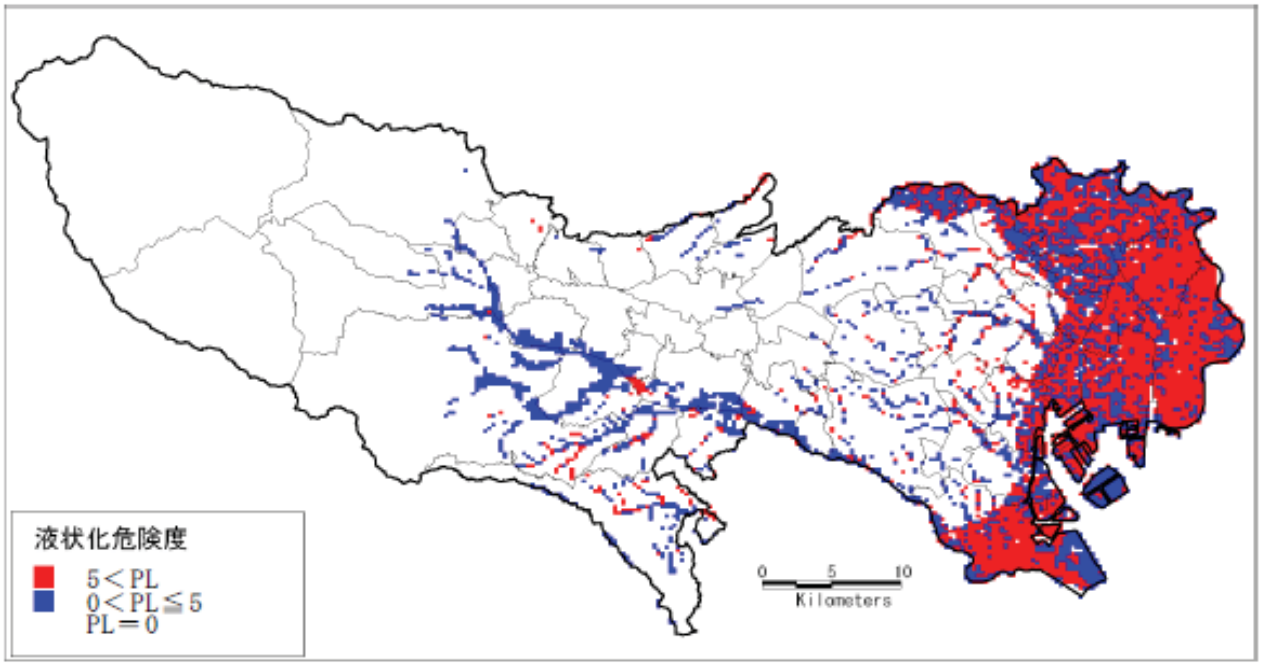


図 2.2.2-66　東京湾北部地震（M7.3）の液状化危険度分布

出典：首都直下地震等による東京の被害想定
http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/tmg/assumption.html

東京都土木技術支援・人材育成センターでは、東京の液状化予測図を公開している。

この液状化予測図は、一般の方々は調べることが難しい地盤の液状化について、液状化のしやすさ、しにくさを相対的に表すことを目的としています。そのため、特定の震源をもった地震を想定せずに、一律の“ゆれ”によって都内の地盤がゆすられたときに、どの地域が液状化しやすいかを評価しています。

ゆれの強さとしては、1923 年（大正 12 年）の関東大地震で東京の都心が襲われた程度のゆれを想定しています。関東大地震は有史以来、東京で発生した地震災害としては最大級のものであり、液状化も多くの場所で発生したことがわかっています。

地震のゆれは、よく知られているように地盤によってゆれ方が違ってきます。一律のゆれで地盤をゆすられた場合でも、地盤によって地域ごとにゆれの強さは変わりますが、想定されたゆれの強さは全体として震度 6 弱に相当しています。

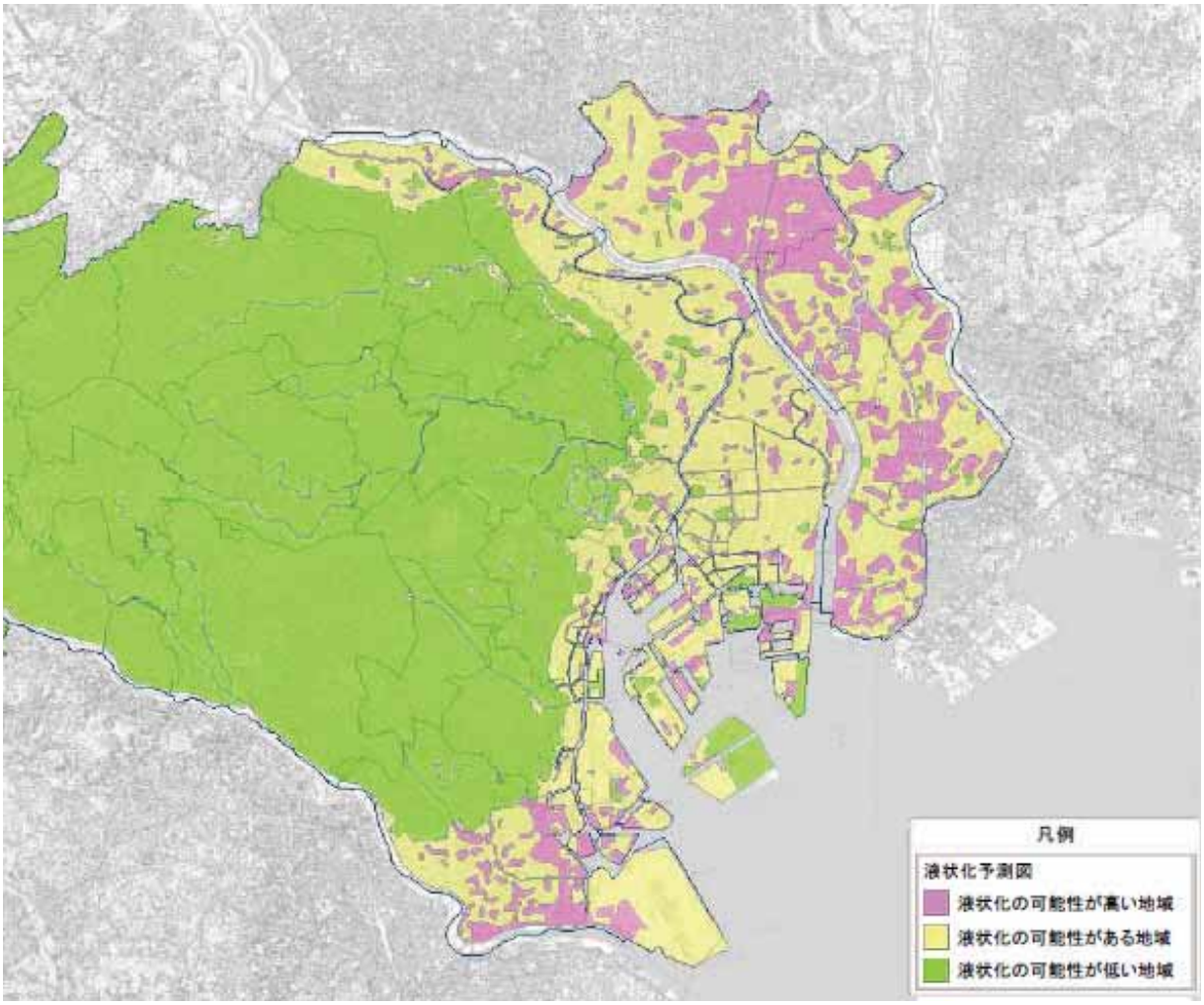


図 2.2.2-67　東京の液状化危険度分布

出典：「東京の液状化予測 平成２４年度改訂版」
http://doboku.metro.tokyo.jp/start/03-jyouhou/ekijyouka/

港区では、大震災に見舞われたときの被害を低減するため、区にとって最悪の被害を及ぼす地震を想定した、『港区津波・液状化シミュレーション結果（平成 25 年 3 月）』をもとに、「液状化マップ」を作成している。

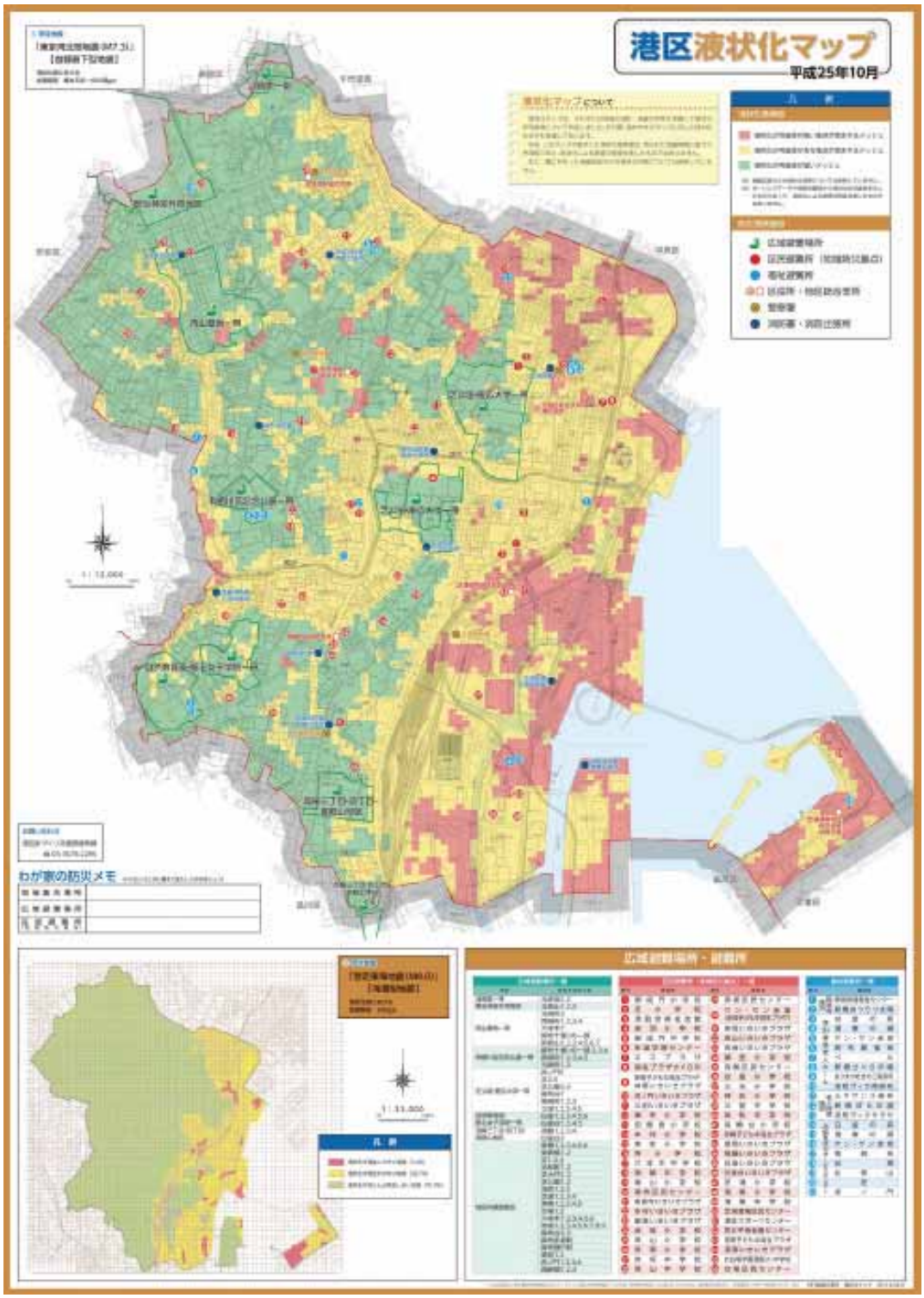


図 2.2.2-68　港区液状化マップ（平成 25 年 10 月）

出典：港区ホームページ
http://www.city.minato.tokyo.jp/bousai/hazard_map/hazard_map.html

4) 津波

平成 24 年 4 月、東京都は、東日本大震災を踏まえ、平成 18 年 5 月に公表した「首都直下地震による東京の被害想定」を全面的に見直すこととし、東京都防災会議の地震部会において検討を進め、その結果を『首都直下地震等による東京の被害想定』報告書として、とりまとめ、防災会議に報告した。

- 東京湾北部地震の津波シミュレーション結果では、水門閉鎖・開放の場合とも、地殻変動を考慮した最大津波高は東京湾沿岸で T.P.+1.0m～+1.8m 程度である。また、最大波高の到達時間は波源域に近い南側では 3～7 分程度と短い。
- 水門閉鎖の場合の東京都全域の浸水面積は約 0.1km² で、堤外地のごく一部のみとなっている。
- 水門開放の場合の東京都全域の浸水面積は約 0.3km² で、堤外地のほかに、水門内の低い場所への小規模な浸水が予測されている。

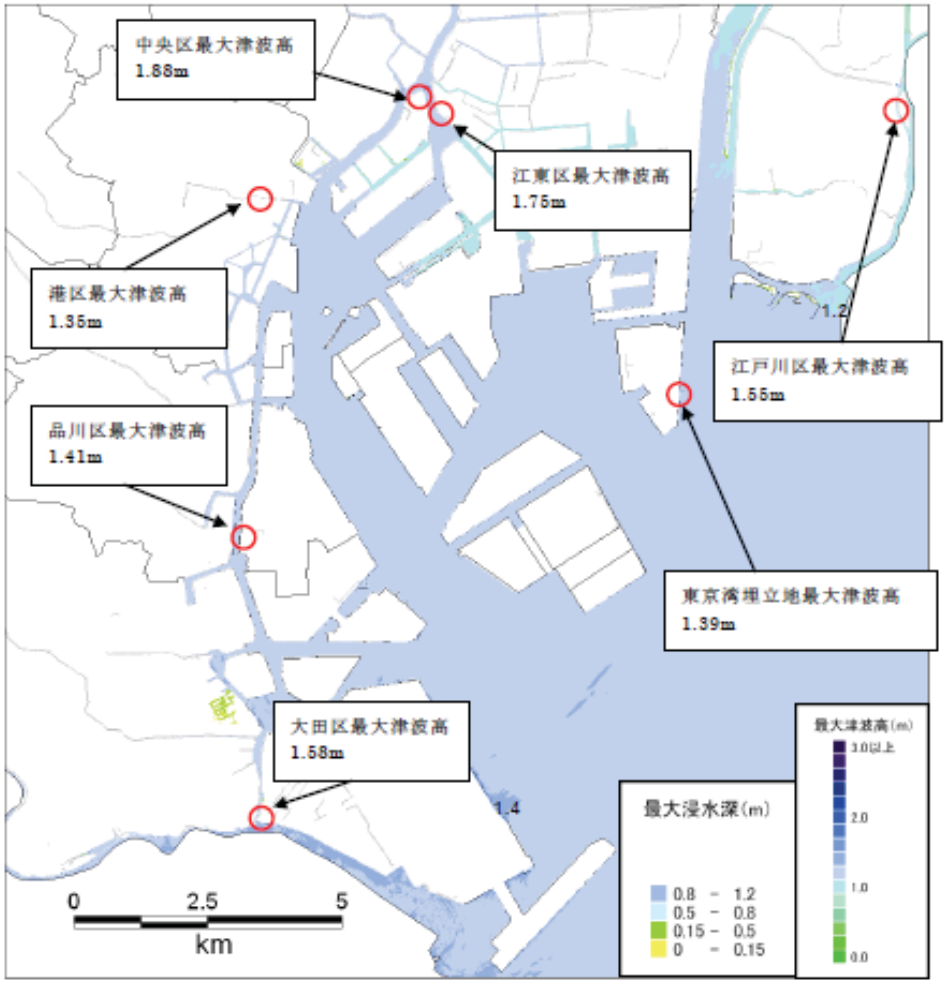


図 2.2.2-69　東京湾北部地震（M7.3）水門開放の場合の津波高

出典：首都直下地震等による東京の被害想定
http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/tmg/assumption.html

なお、立会川については、川幅が狭く、東京都で実施した津波シミュレーションに反映されていなかった。このため、品川区では、立会川について、基本的な条件（想定した地震等）を変えずに区独自にシミュレーションを実施している。

ここで、想定した地震は、『首都直下地震等による東京の被害想定』（平成 24 年 4 月 18 日東京都公表）で検討した、将来にわたって考えられる最大級の強さを持つ地震動のうち、品川区にとって最大の津波高が予想される元禄型関東地震（海溝型地震）である。



図 2.2.2-70　津波浸水想定範囲（最大の浸水深を色分けして表示）

出典：品川区ホームページ
http://www.city.shinagawa.tokyo.jp/hp/menu000019700/hpg000019626.htm

さらに、東日本大震災以降、居住地の安全性や標高についての関心が高まっていることから、品川区では、区内の土地の高さを色分けして表示した「区内標高図」を作成し、ホームページ上に掲載している。

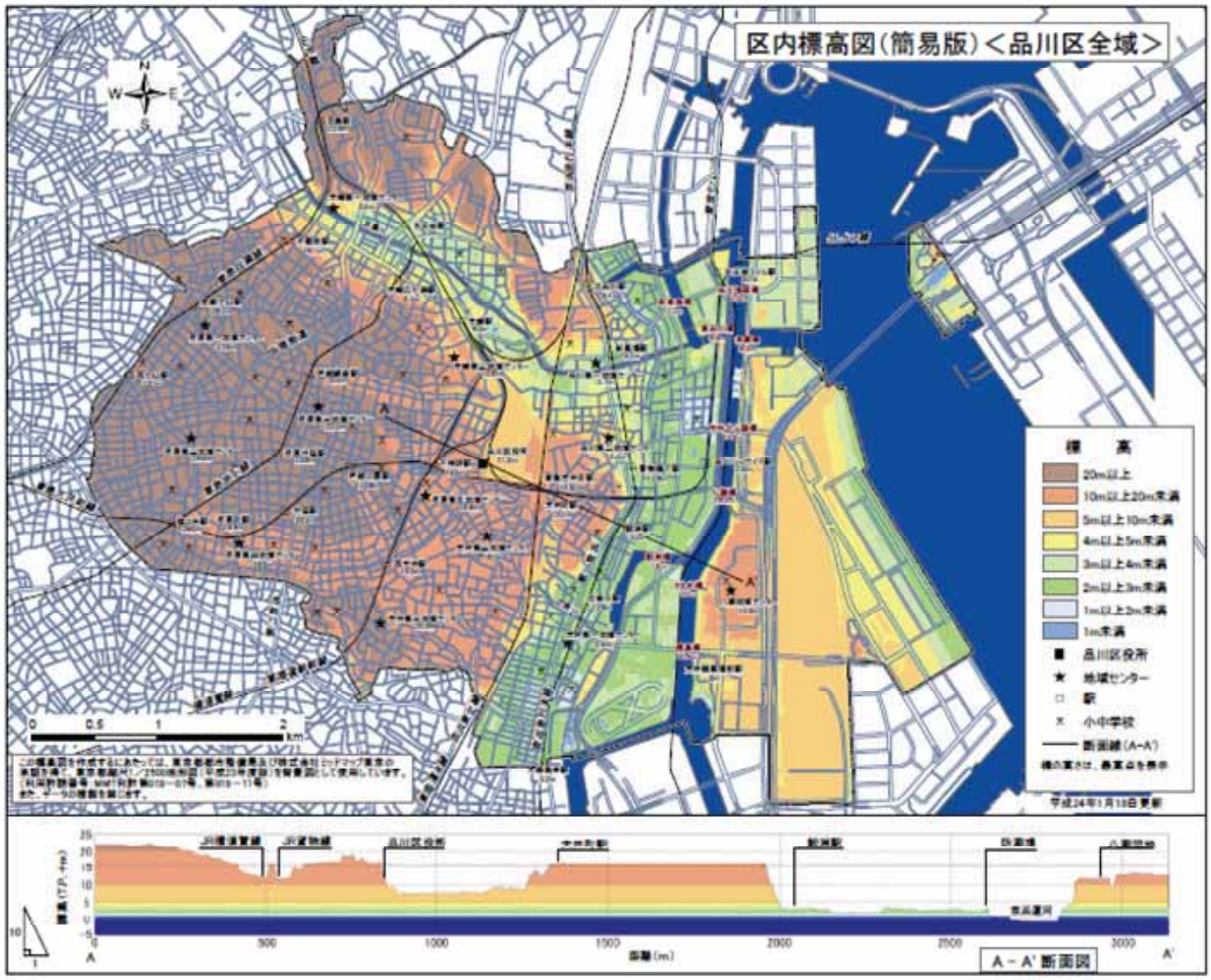


図 2.2.2-71　区内標高図（簡易版）＜品川区全域・断面図＞平成 24 年 1 月 18 日更新

出典：品川区ホームページ

http://www.city.shinagawa.tokyo.jp/hp/menu000015700/hpg000015675.htm

また、港区では、大震災に見舞われたときの被害を低減するため、区にとって最悪の被害を及ぼす地震を想定して、『港区津波・液状化シミュレーション結果（平成 25 年 3 月）』を実施し、「港区津波ハザードマップ」を作成している。

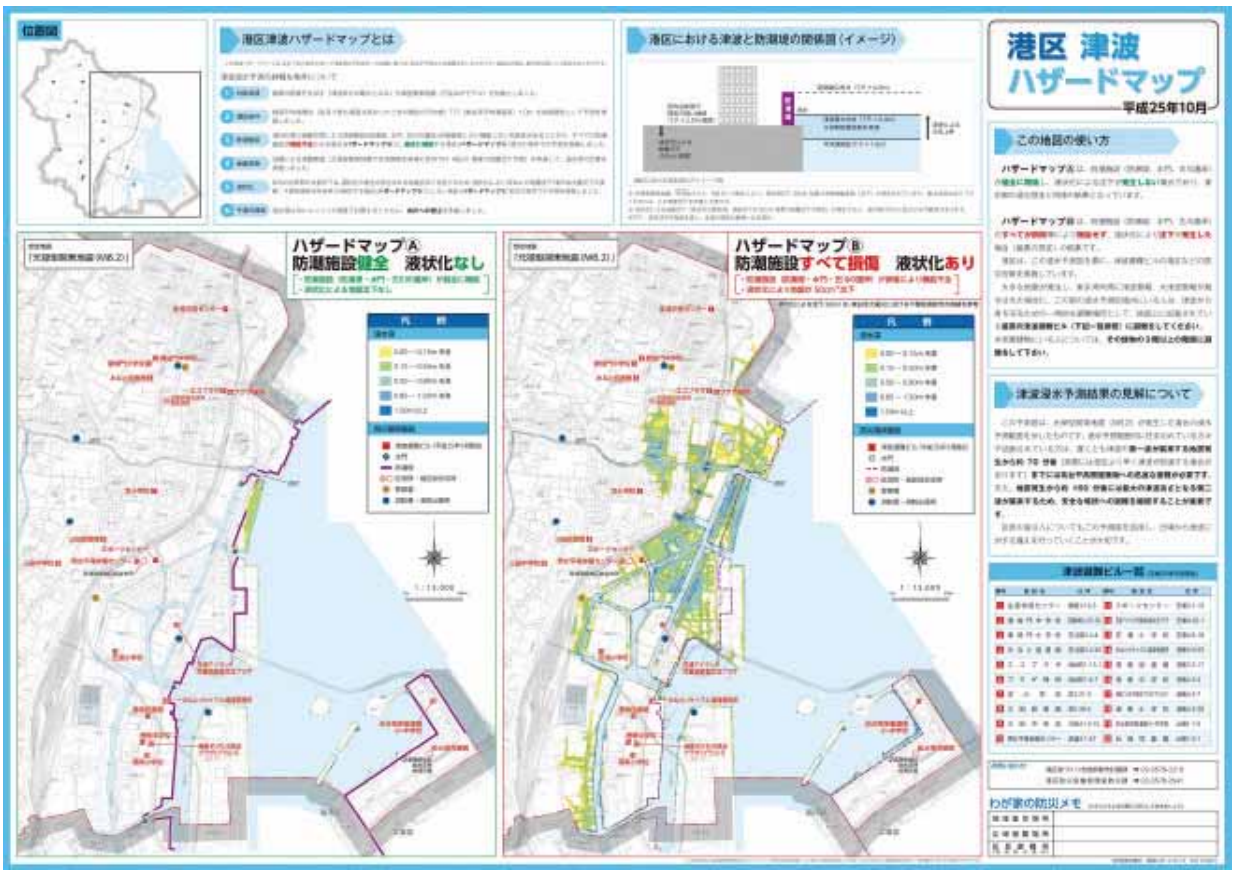


図 2.2.2-72　港区　津波ハザードマップ（平成 25 年 10 月）

出典：港区ホームページ
http://www.city.minato.tokyo.jp/bousai/hazard_map/hazard_map.html

大田区では、『首都直下地震等による東京の被害想定』の津波浸水想定に基づき、大田区津波ハザードマップを作成している。

津波による被害を最小限にするため、津波に関する想定区域や浸水想定などの情報を掲載している。

津波被害想定では、堤防を越える津波の想定はされていない。

しかし、水門が閉鎖されなかった場合は、一部の地域に津波による浸水が想定される。

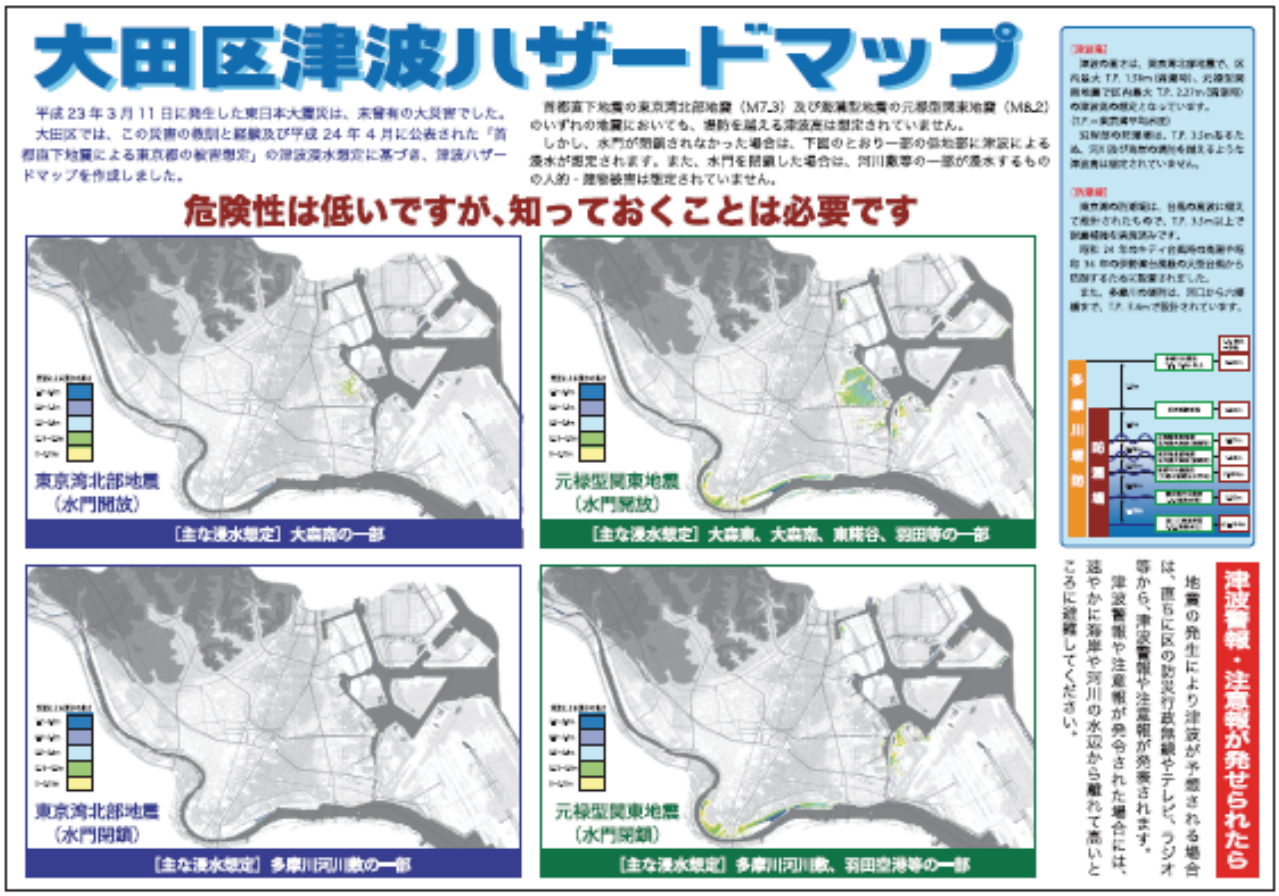


図 2.2.2-73　大田区津波ハザードマップ

出典：大田区ホームページ（更新日：2013 年 3 月 19 日）

http://www.city.ota.tokyo.jp/seikatsu/chiiki/bousai/tsunamitaisaku_map/index.html

また、大田区全域の標高調査結果をもとに、大田区標高図を作成し、次の情報を掲載している。

(1) 本庁舎・地域庁舎・出張所の海抜
(2) 区立小中学校等指定避難所の海抜
(3) 大田区町丁目別の平均海抜



図 2.2.2-74　大田区標高図（平成 25 年 3 月）

出典：大田区ホームページ
http://www.city.ota.tokyo.jp/seikatsu/chiiki/bousai/tsunamitaisaku_map/index.html

5) 土砂

土砂災害は「土石流」「地すべり」「がけ崩れ」の 3 つに分けられ、それぞれについて被害の恐れのある箇所を「土石流危険渓流」「地すべり危険箇所」「急傾斜地崩壊危険箇所」と呼んでいる。

「土石流危険渓流」「地すべり危険箇所」「急傾斜地崩壊危険箇所」のような「土砂災害危険箇所」は、東京都内に 3,718 箇所存在している。

東京都では、都民が住居地域周辺の「土砂災害危険箇所」を把握し、警戒避難体制に役立てることを目的として、土砂災害危険箇所マップを作成している。

なお、23 区のうち、足立区・墨田区・葛飾区・江戸川区・江東区・中央区には危険個所がない。

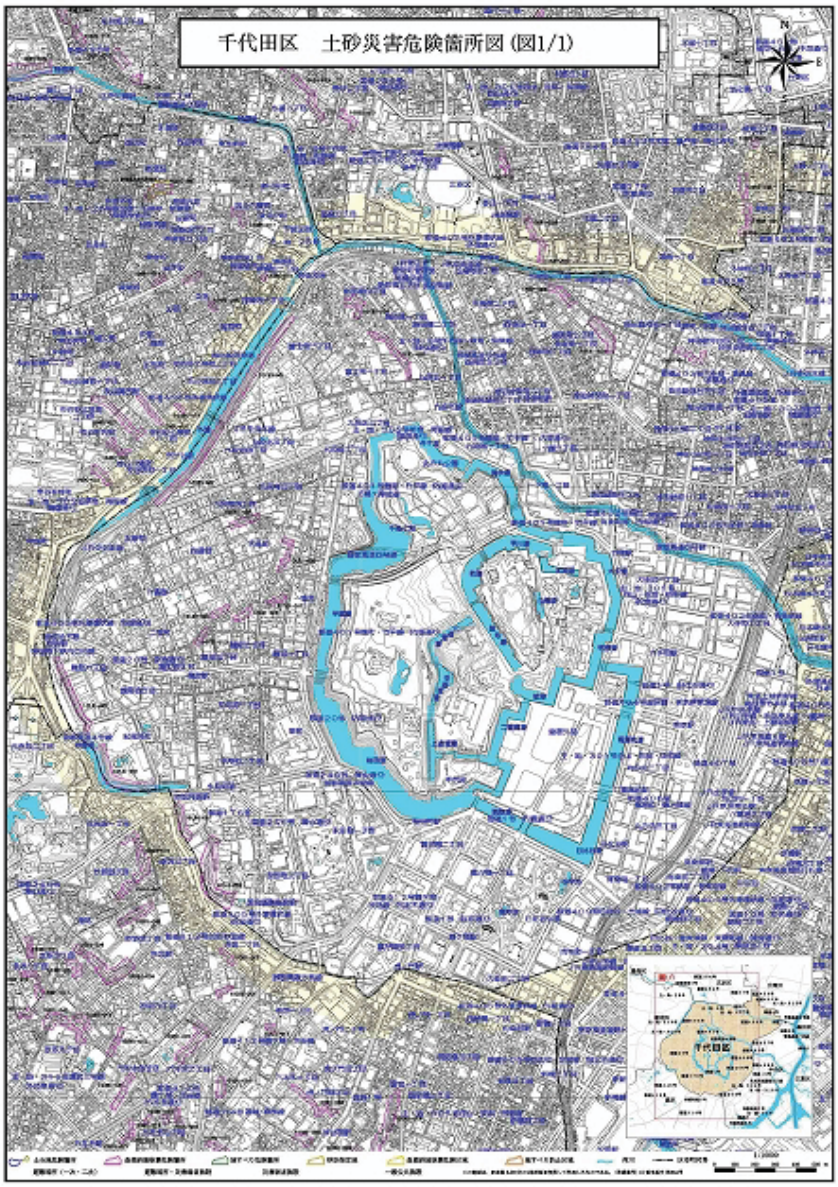


図 2.2.2-75　土砂災害危険箇所マップ（千代田区の例）

出典：東京都建設局ホームページ
http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/kasen/map/dosha.html

平成 25 年 3 月 28 日、東京都は、がけ崩れなどの土砂災害から都民の命を守るため、土砂災害防止法に基づき、新たに 4 市村で「土砂災害警戒区域」を 1,227 箇所、3 市で「土砂災害特別警戒区域」を 708 箇所指定した。

ただし、23 区内では土砂災害特別警戒区域の指定はない。

『首都直下地震等による東京の被害想定』によると、東京湾北部地震では、区部の震度が高いため、区部に存在する急傾斜地等の危険度が高くなっている。

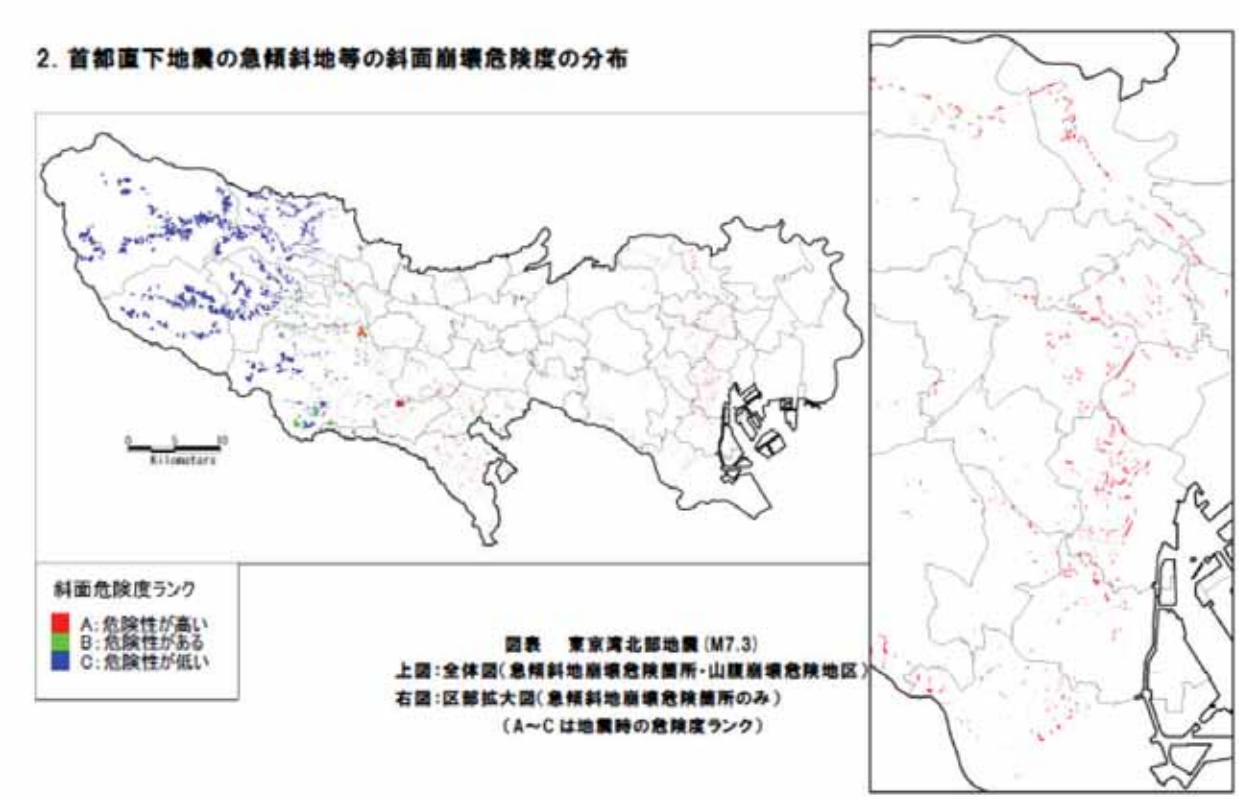


図 2.2.2-76　東京湾北部地震（M7.3）の急傾斜地等の斜面崩壊危険度の分布

出典：首都直下地震等による東京の被害想定
http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/tmg/assumption.html

6) 火山

富士山火山広域防災対策基本方針（平成 18 年 2 月）によると、23 区の広い範囲で、降灰の影響がおよぶ可能性の高い範囲（2cm）となっている。

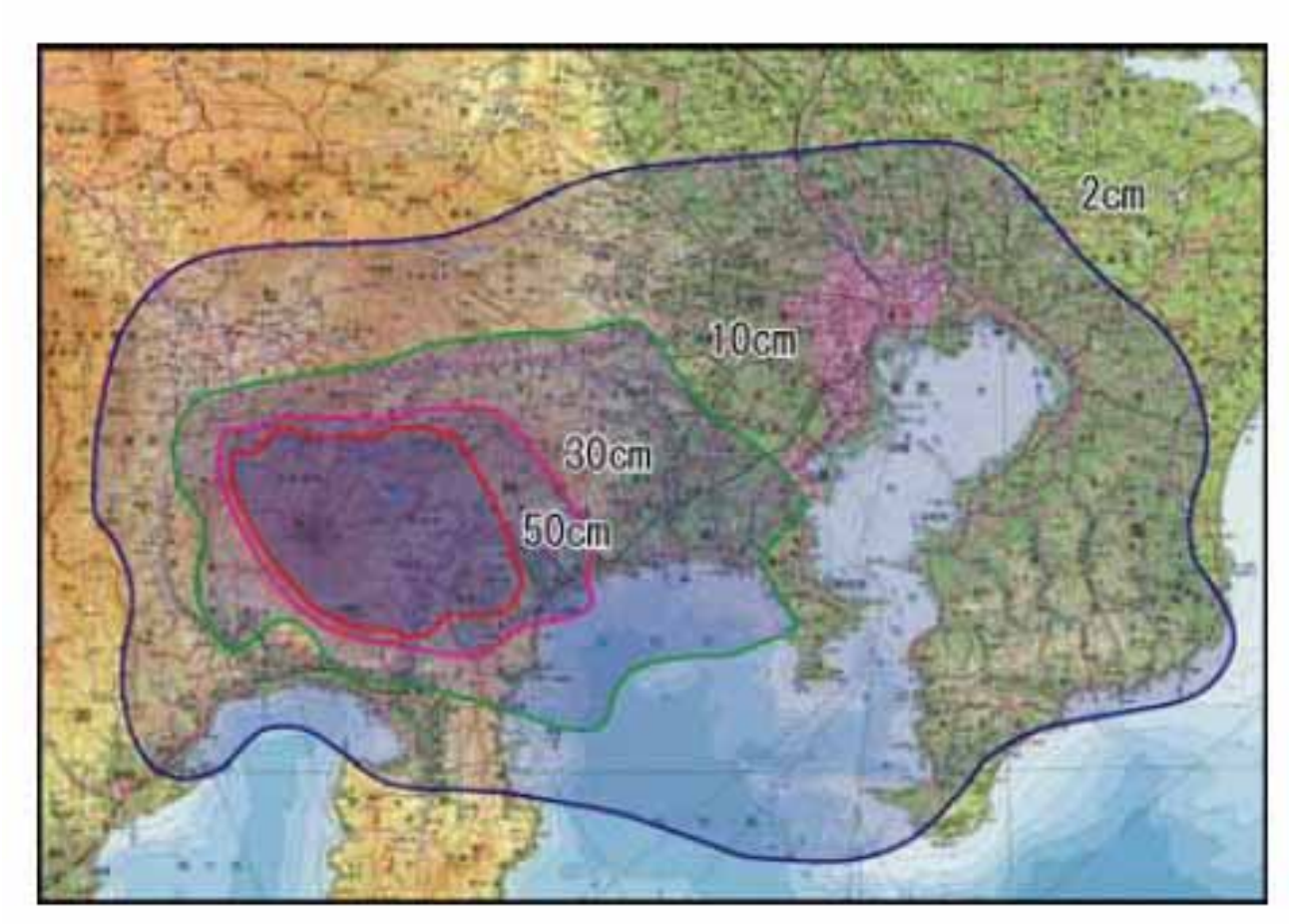


図 2.2.2-77　富士山防災マップ（降灰の影響がおよぶ可能性の高い範囲）

出典：富士山火山広域防災対策基本方針（内閣府ホームページ）
http://www.bousai.go.jp/kazan/fujisan/kihonhoshin/fuji_kihonhoshin.html

7) 建物被害

『首都直下地震等による東京の被害想定』によると、ゆれ・液状化・急傾斜地・人工造成地による建物被害の全壊棟数は、東京湾北部地震 11.6 万棟、多摩直下地震 7.6 万棟、元禄型関東地震 7.6 万棟、立川断層帯地震 3.5 万棟と想定される。

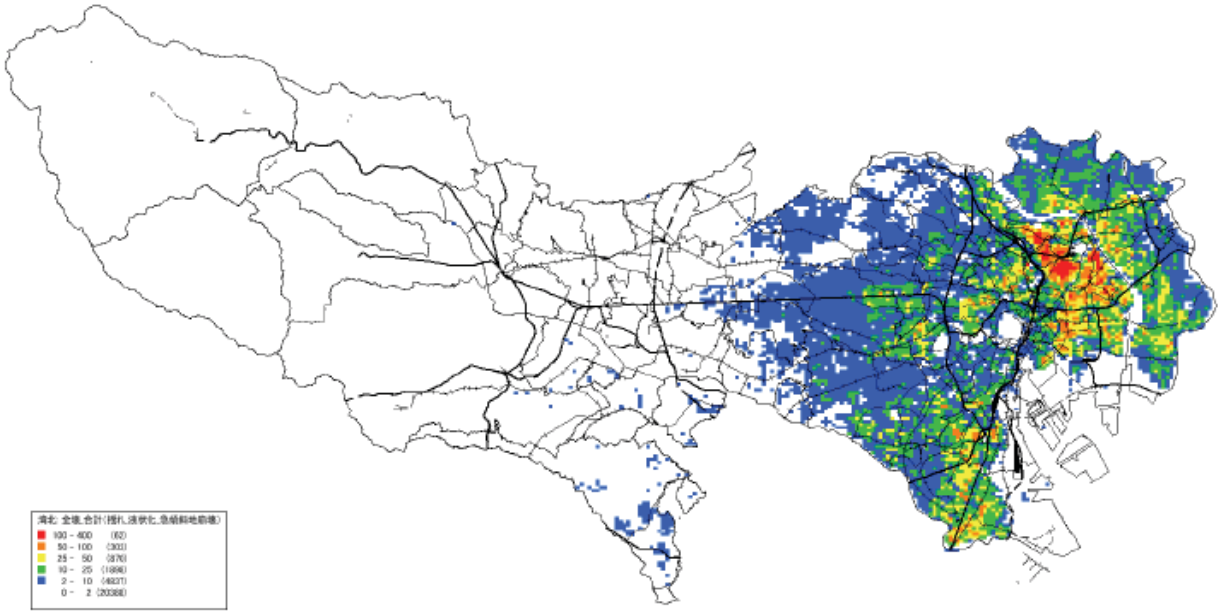


図 2.2.2-78　東京湾北部地震による全壊建物棟数分布

出典：首都直下地震等による東京の被害想定
http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/tmg/assumption.html

8) 火災被害

『首都直下地震等による東京の被害想定』によると、ゆれによる出火件数（最大値）は、東京湾北部地震 811 件、多摩直下地震 544 件、元禄型関東地震 552 件、立川断層帯地震 308 件と想定される。以下は最大ケースの冬の 18 時を示す。

また、焼失棟数は、東京湾北部地震約 20 万棟、多摩直下地震約 6.5 万棟、元禄型関東地震約 11 万棟、立川断層帯地震約 5.3 万棟となった。以下は、冬 18 時、風速 8m/s の最大ケースを示す。

ゆれによる全壊被害と焼失被害とのダブルカウントを除去した焼失棟数については、東京湾北部地震約 19 万棟、多摩直下地震約 6.4 万棟、元禄型関東地震約 11 万棟、立川断層帯地震約 5 万棟となった。なお、分布図はゆれ被害を含むものを表示している。

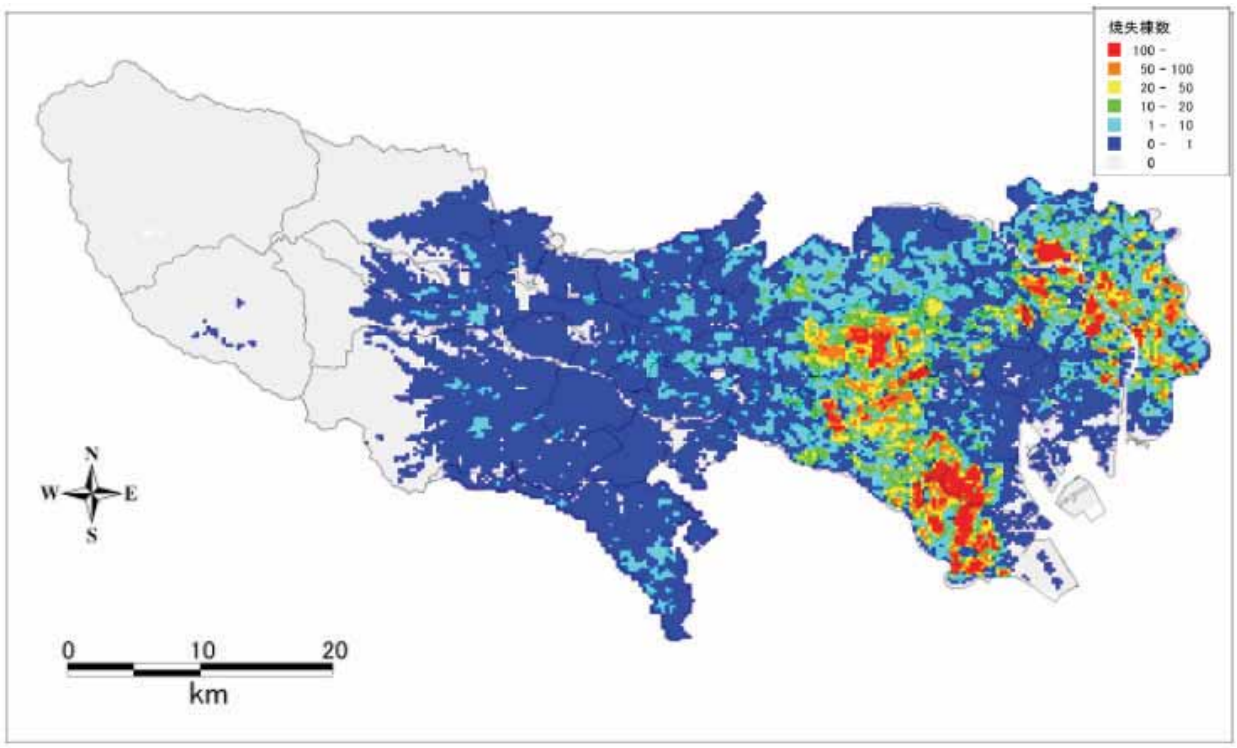


図 2.2.2-79　消失棟数（東京湾北部地震　冬　18 時　風速 8m/s）

出典：首都直下地震等による東京の被害想定
http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/tmg/assumption.html

9) 細街路における閉塞の発生

『首都直下地震等による東京の被害想定』では、細街路における閉塞の発生についてもシミュレーションを行っている。細街路の閉塞とは道路の幅員が 13m未満の狭い道路において、ゆれや液状化現象によって道路周辺の家屋等が倒壊することにより当該区間が通行できなくなる状態を言う。

通行できなくなる状態とは、道路の閉塞により、通行可能な道路幅員が 3m以下になった状態を言う。(家田ら(1997)の論文による)

23 区における閉塞率 15%以上の地域の割合は、東京湾北部地震の場合約 30%発生する。

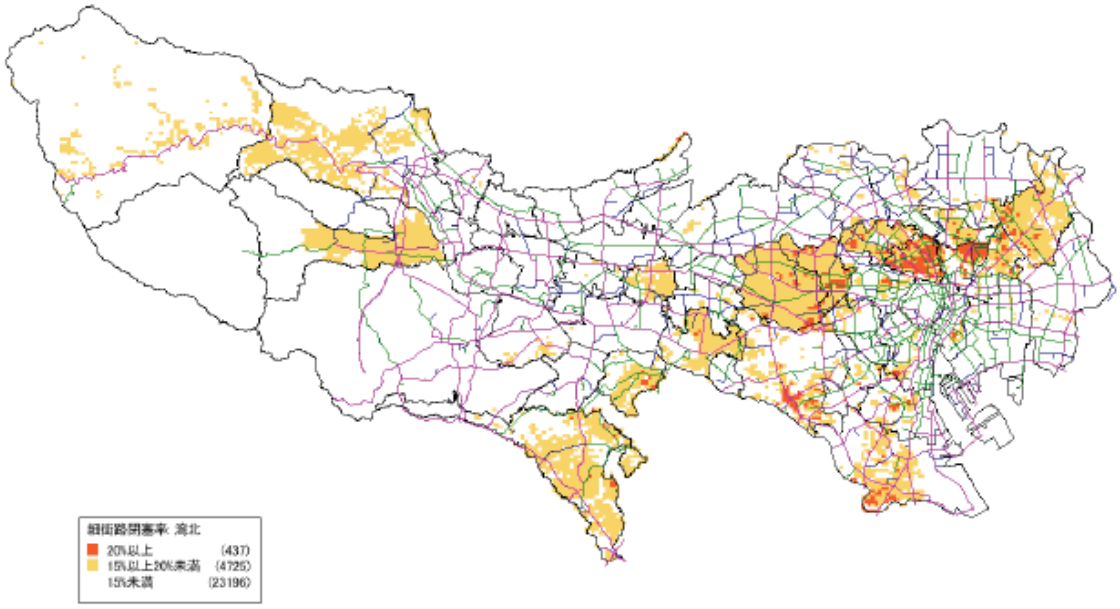


図 2.2.2-80　閉塞可能性のあるエリア（東京湾北部地震）

出典：首都直下地震等による東京の被害想定
http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/tmg/assumption.html

10) ライフライン

『首都直下地震等による東京の被害想定』では、停電率、固定電話不通率、ガス供給支障率、断水率、下水道管きょ被害率について被害を想定している。

(1)電力

停電率は東京湾北部地震が最大となっている。特に、建物焼失の影響のため、冬の 18 時、風速 8m/s のケースでは、都内全体で 17.6%、区部では 24.9%となっている。

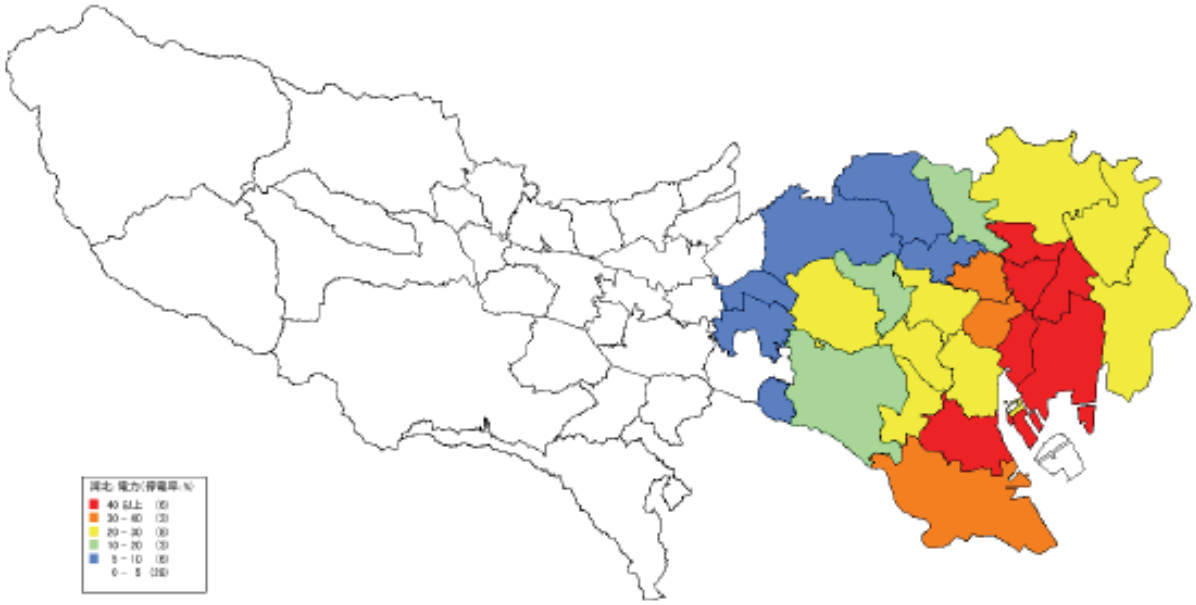


図 2.2.2-81　停電率分布（東京湾北部地震　冬　18 時　風速 8m/s）

出典：首都直下地震等による東京の被害想定
http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/tmg/assumption.html

(2)通信

固定電話で最大の被害が出るのは東京湾北部地震（冬 18 時、風速 8m/s）で、都内全体で固定電話不通率は 7.6%となり、特に区部では 10.0%となる。

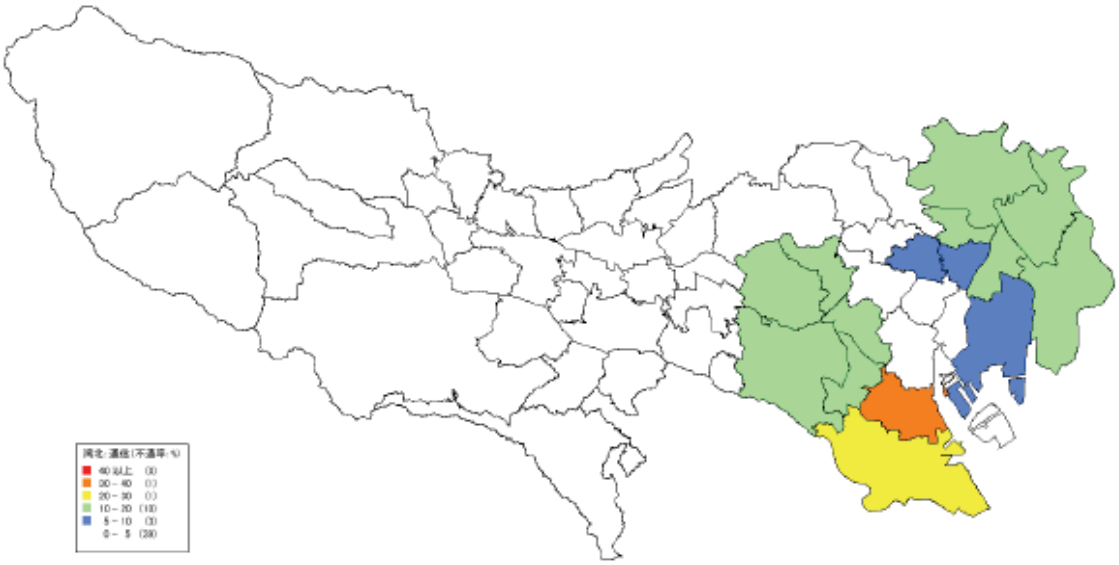


図 2.2.2-82　固定電話不通率分布（東京湾北部地震　冬　18 時　風速 8m/s）

出典：首都直下地震等による東京の被害想定
http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/tmg/assumption.html

携帯電話で特に被害の大きい東京湾北部地震（冬 18 時・風速 8m/s）では、区部東部や南部を中心に、携帯電話の不通率が高まる。

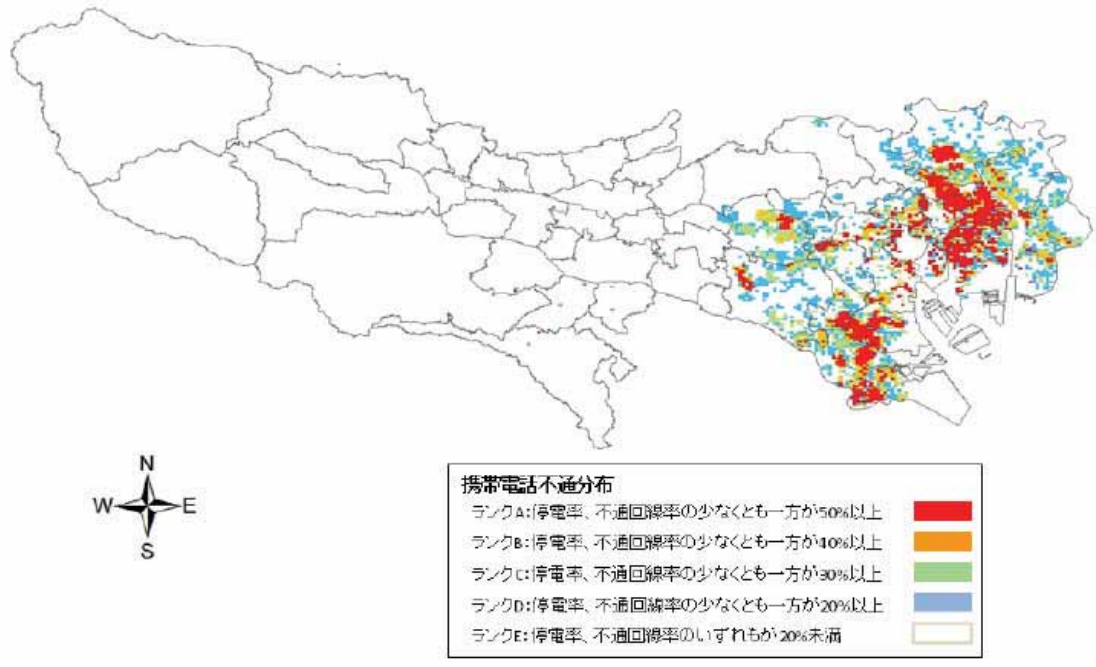


図 2.2.2-83　携帯電話不通分布（東京湾北部地震　冬　18 時　風速 8m/s）

出典：首都直下地震等による東京の被害想定
http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/tmg/assumption.html

(3)ガス

ガスの供給停止率は、東京湾北部地震（冬 18 時・風速 8m/s）では、都内全体で 26.8%、区部では 34.3%となる。

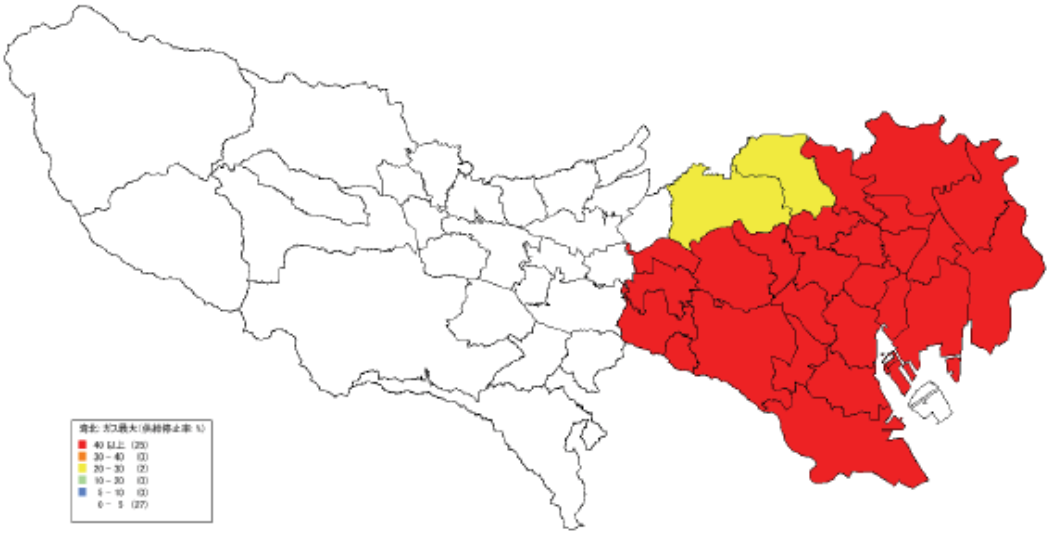


図 2.2.2-84　ガス供給停止率分布（東京湾北部地震　冬　18 時　風速 8m/s）

出典：首都直下地震等による東京の被害想定

http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/tmg/assumption.html

(4)上水道（断水率）

上水道の被害を区市町村別でみると、首都直下地震では区部東部や沿岸地区などで被害が大きく、区部の断水率は 45.0%となっている。

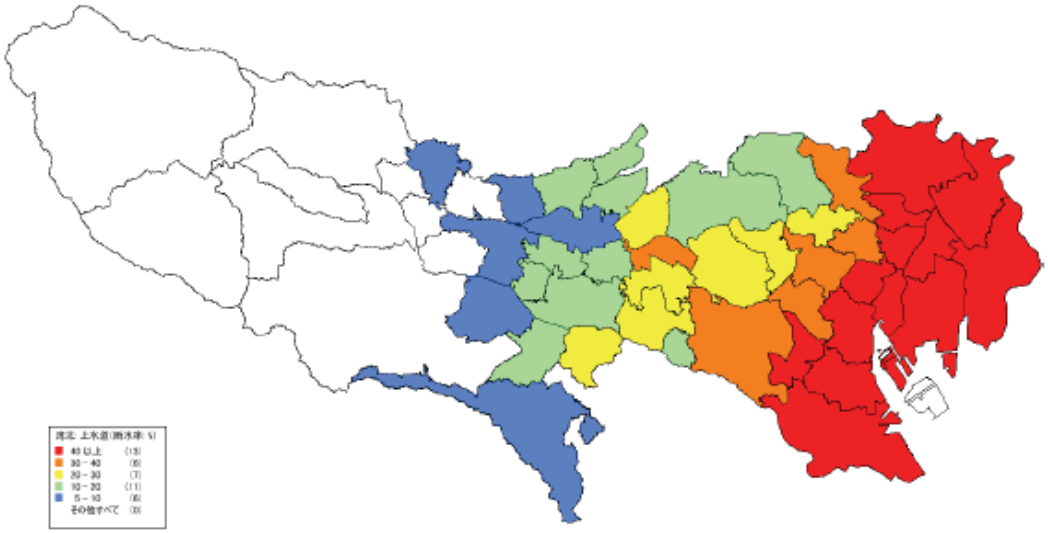


図 2.2.2-85　断水率分布（東京湾北部地震　冬　18 時　風速 8m/s）

出典：首都直下地震等による東京の被害想定

http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/tmg/assumption.html

(5)下水道（管きょ被害）

下水道の被害は、区部では東京湾北部地震が最大で 27.1%となっている。

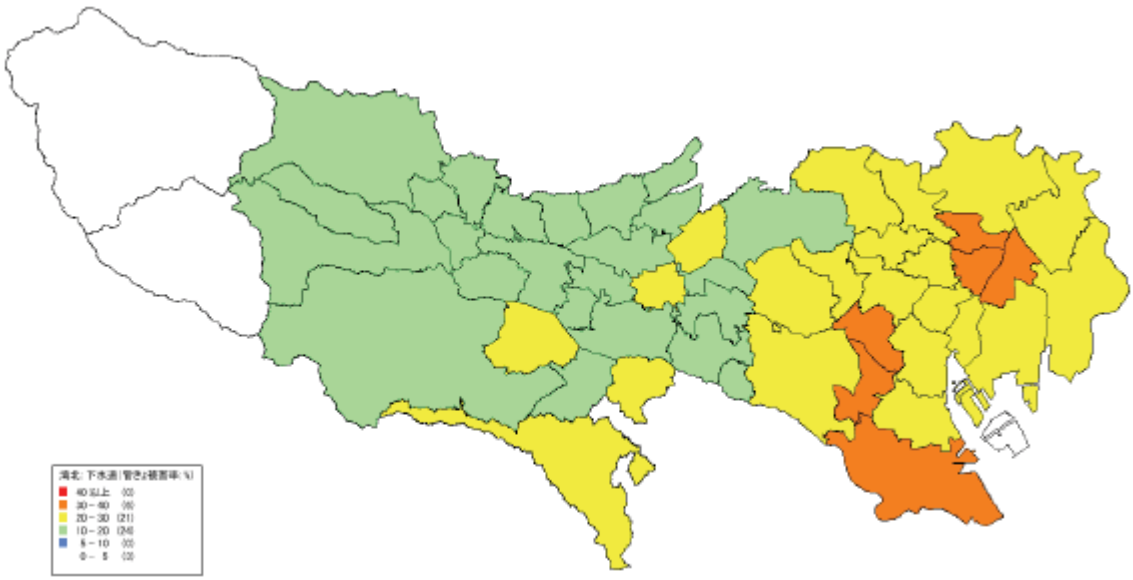


図 2.2.2-86　下水道管きょ被害率分布（東京湾北部地震　冬　18 時　風速 8m/s）

出典：首都直下地震等による東京の被害想定

http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/tmg/assumption.html

11) 地震に関する地域危険度

【地震に関する地域危険度測定調査（第 7 回）(平成 25 年 9 月公表) 】

東京都は、東京都震災対策条例（当時は震災予防条例）に基づき、概ね 5 年ごとに地域危険度測定調査を行っており、平成 25 年 9 月公表となった 7 回目は、都内の市街化区域の 5,133 町丁目について、各地域における地震に関する危険性を、建物の倒壊及び火災について測定した。

本調査では、地震の揺れによる以下の危険性を町丁目ごとに測定している。

●建物倒壊危険度　　（建物倒壊の危険性）
●火災危険度　（火災の発生による延焼の危険性）
●総合危険度　（建物倒壊や延焼の危険性）
●「災害時活動困難度」を考慮した危険度【新規】
（災害時の避難や消火・救助等の活動のしやすさ（困難さ）を考慮した危険性）

なお、地域危険度はそれぞれの危険度について、町丁目ごとの危険性の度合いを 5 つのランクに分けて、以下のように相対的に評価している。

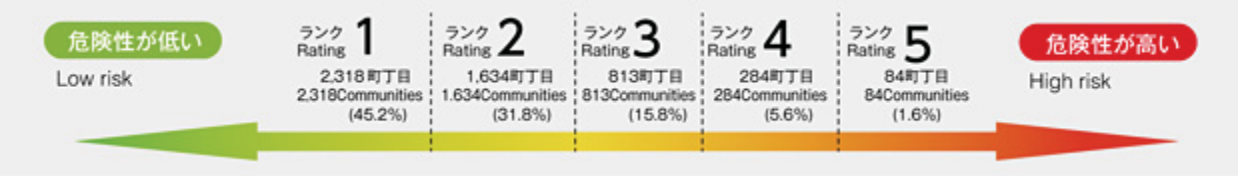


図 2.2.2-87　地域の危険度ランク

地震に関する地域危険度測定調査（第 7 回）
http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/chousa_6/kikendo.htm

平成 24 年 4 月に公表された『首都直下地震等による東京の被害想定』は、特定の地震を想定していることから、想定した震源地から離れると揺れが少ない等、影響を受ける地域やその程度が限定的なものとなっている。一方、「地域危険度」は、都内の町丁目の地震に対する危険性を比較するため、特定の地震を想定するのではなく、全ての町丁目直下の地震で同じ強さの揺れが生じた場合の危険度を測定している点が大きく異なる。

(1)建物倒壊危険度

地震の揺れによって建物が壊れたり傾いたりする危険性の度合いを測定したものが「建物倒壊危険度」である。建物倒壊危険度は、地域の建物の種別と地盤分類により測定している。

東京の地盤は、山地・丘陵地、山の手の台地と、下町の沖積低地、そして台地を刻む谷からできている谷底低地に分類される。

沖積低地や谷底低地は、地震が起きた場合に揺れが増幅されやすいため、比較的被害が発生しやすい。



図 2.2.2-88　地盤の特徴

地震に関する地域危険度測定調査（第 7 回）

http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/chousa_6/kikendo.htm

建物が壊れる割合は、阪神・淡路大震災などの過去の地震被害の調査事例などをもとに、地盤状況や建物種別ごとに設定している。また、沖積低地での地盤の液状化や丘陵地での大規模な造成地の影響も考慮されている。

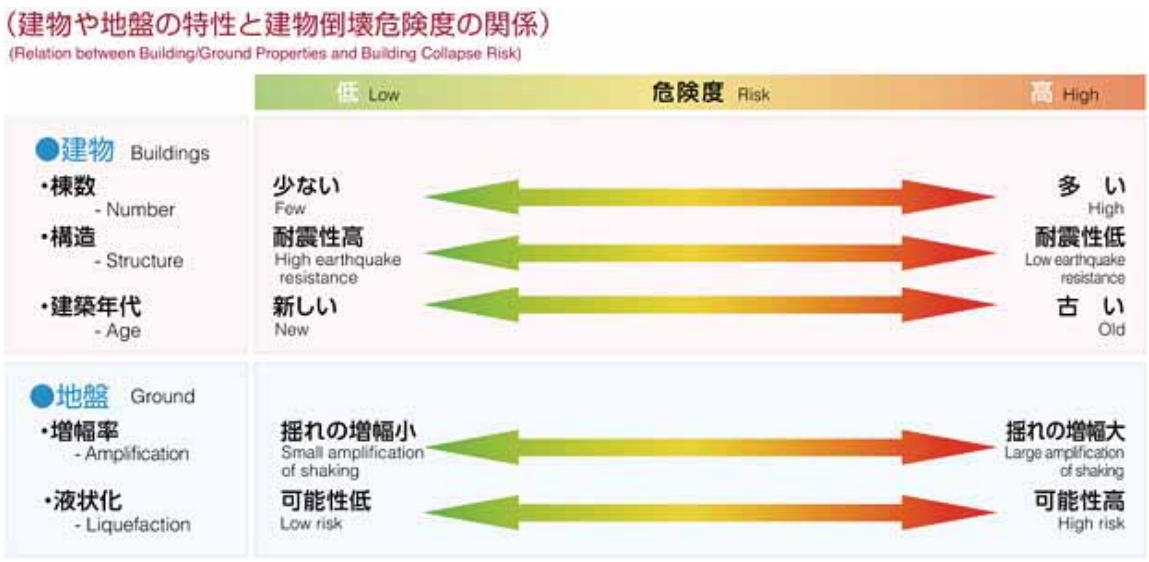


図 2.2.2-89　建物や地盤の特性と建物倒壊危険度の関係

地震に関する地域危険度測定調査（第 7 回）

http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/chousa_6/kikendo.htm

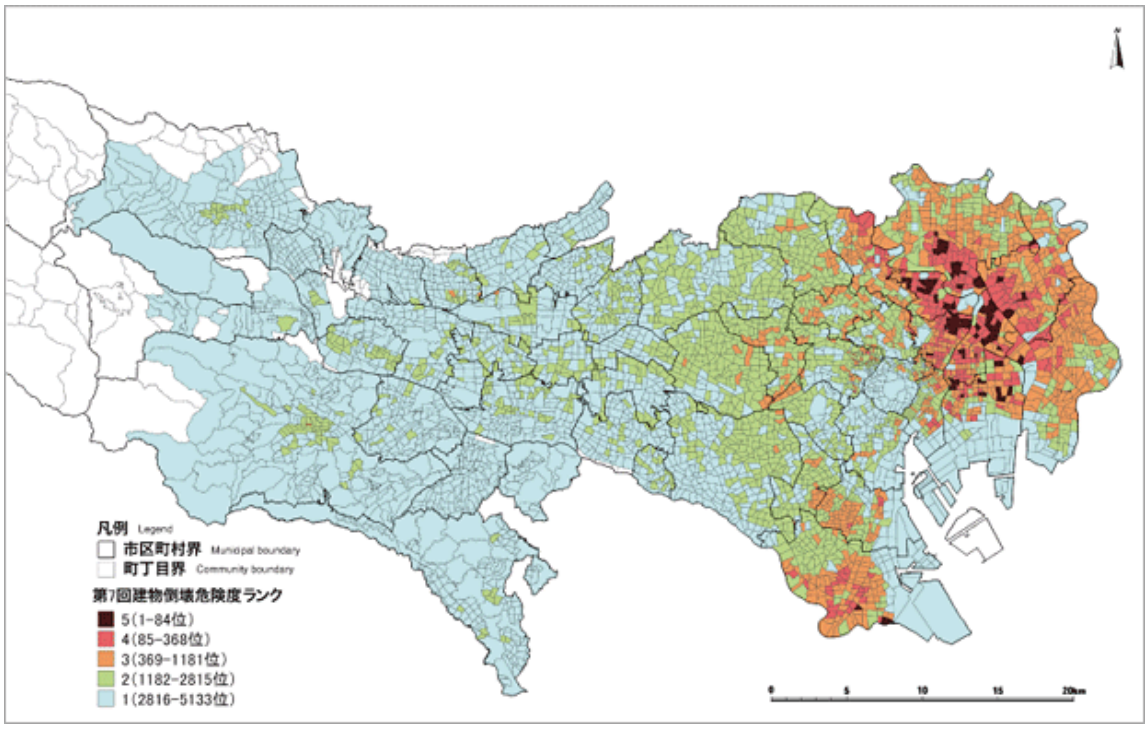


図 2.2.2-90　建物倒壊危険度ランク図

地震に関する地域危険度測定調査（第 7 回）

http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/chousa_6/kikendo.htm

危険度の高い地域は、沖積低地や谷底低地に分類される地盤上にあり、古い木造や軽量鉄骨造の建物が密集している荒川・隅田川沿いのいわゆる下町地域一帯に分布している。具体的には、足立区南部から荒川区、台東区東部、葛飾区西部、墨田区、江東区北部、江戸川区北西部に広がる地域で危険度が高くなっている。

(2)火災危険度

地震が起こると、地震の揺れで発生した火災の延焼により、広い地域で被害を受ける危険性がある。その危険性の度合いを測定したものが「火災危険度」である。

火災危険度は、出火の危険性と延焼の危険性をもとに測定している。

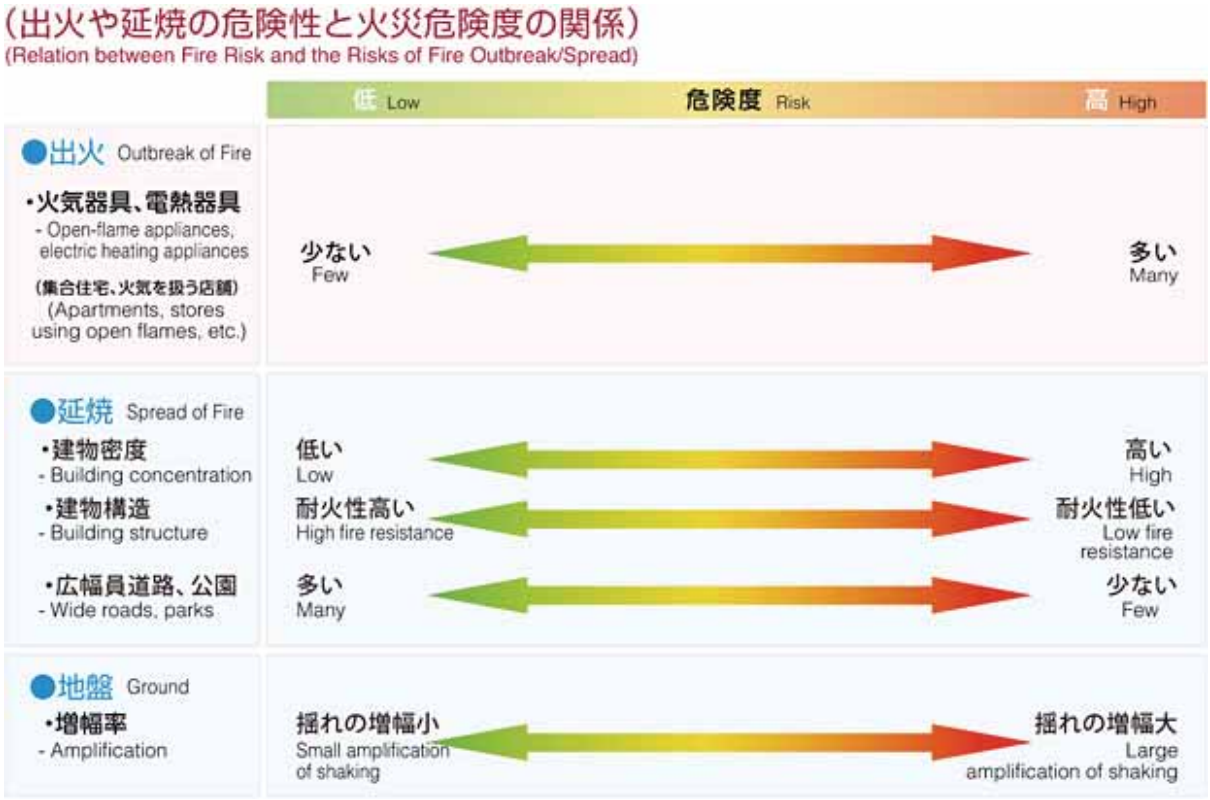


図 2.2.2-91　出荷や延焼の危険度と火災危険度の関係

地震に関する地域危険度測定調査（第 7 回）

http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/chousa_6/kikendo.htm

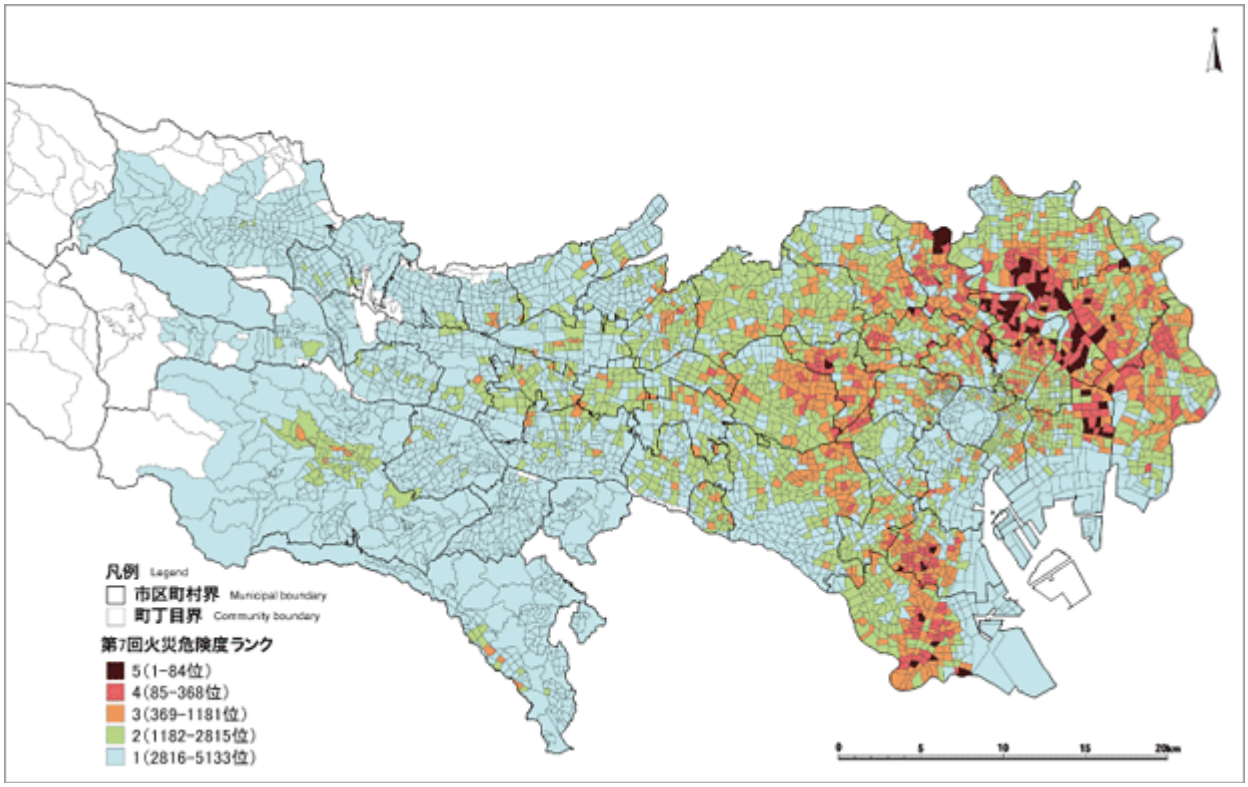


図 2.2.2-92　火災危険度ランク図

地震に関する地域危険度測定調査（第 7 回）

http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/chousa_6/kikendo.htm

危険度の高い地域は、木造建物が密集している地域に多く、区部の環状 7 号線沿いにドーナツ状に分布するとともに、JR 中央線沿線（区部）にも分布している。具体的には、杉並区東部から中野区、豊島区、北区、荒川区、足立区南部、葛飾区西部、墨田区北部に広がる地域で、また、品川区南西部に広がる地域でも危険性が高くなっている。

(3)総合危険度

まちの地震の危険性を分かりやすく示すために、地震の揺れによる建物倒壊や火災の危険性をひとつの指標にまとめたものが「総合危険度」である。

防災都市づくりに最も活用される指標であるとともに､都民がまちづくりを考える際に、また日頃から地震に備える際に活用されることを想定して測定している。

総合危険度は、町丁目ごとに、建物倒壊危険度と火災危険度の順位（1～5133 位）の数字を合算し、その数値に基づき順位付けを行い、評価している。

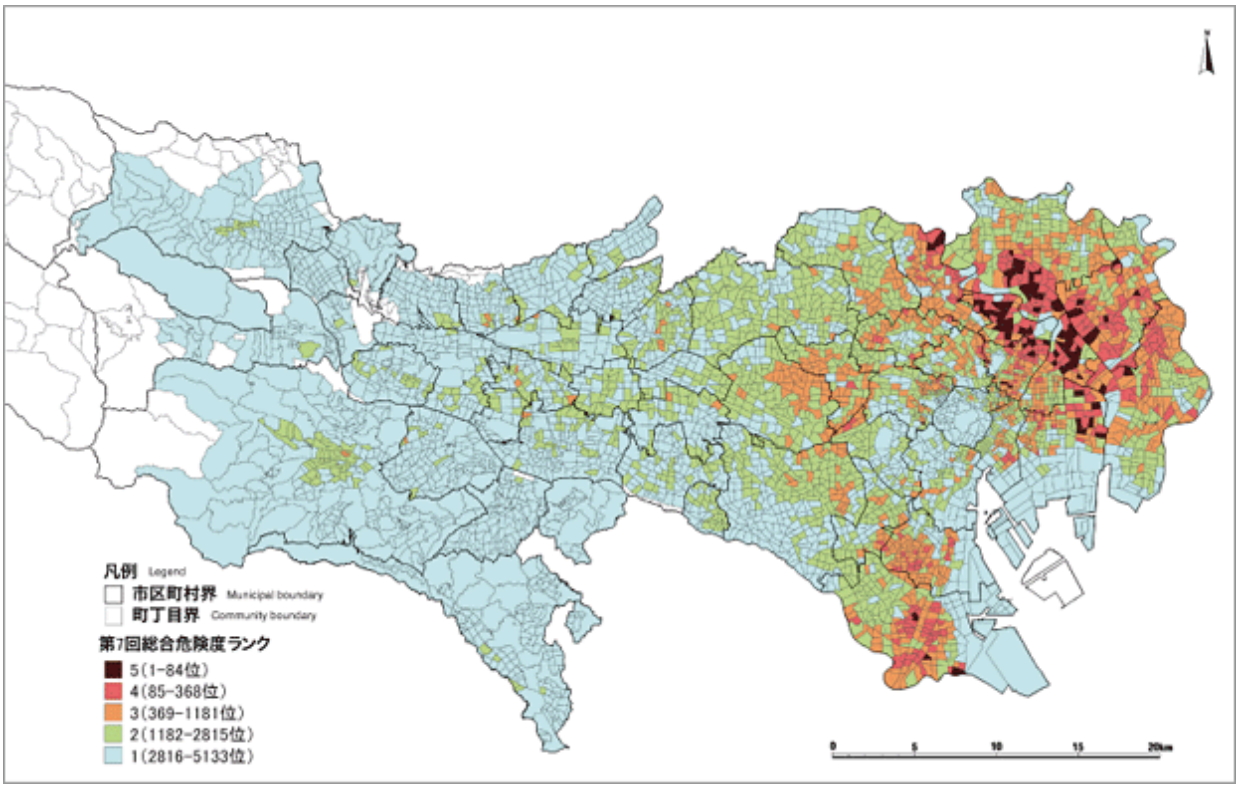


図 2.2.2-93　総合危険度ランク図

地震に関する地域危険度測定調査（第 7 回）

http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/chousa_6/kikendo.htm

総合危険度の高い地域は、建物倒壊危険度、火災危険度ともに高かった荒川・隅田川沿いのいわゆる下町地域一帯に分布している。具体的には、足立区南部から荒川区、台東区東部、葛飾区西部、墨田区、江東区北部、江戸川区北部に広がる地域で、また、品川区南西部や大田区に広がる地域でも危険度が高くなっている。

(4) 基盤の整備状況による災害時の活動困難度を考慮した危険度

地震により建物が倒壊したり火災が発生したりした時には、危険地域からの避難や消火・救助活動のしやすさ（困難さ）が、その後の被害の大きさに影響する。このような活動のしやすさ（困難さ）を、地域の道路網の稠密さや幅員が広い道路の多さなど、道路基盤の整備状況から評価した指標が「災害時活動困難度」である。

従来の建物倒壊危険度・火災危険度・総合危険度を、新たに災害時活動困難度を踏まえて測定し直すことにより、災害時の活動し易さを加味した地域の危険度を評価している。

災害時活動困難度を考慮した総合危険度は、町丁目ごとに、地震の揺れによる建物の倒壊や火災の危険性の度合いに、避難や消火・救助など、各種の災害対応活動の困難さを加味した「災害時活動困難度を考慮した建物倒壊危険度」と「災害時活動困難度を考慮した火災危険度」の順位の数字を合算し、その数値に基づき順位付けを行い、評価している。

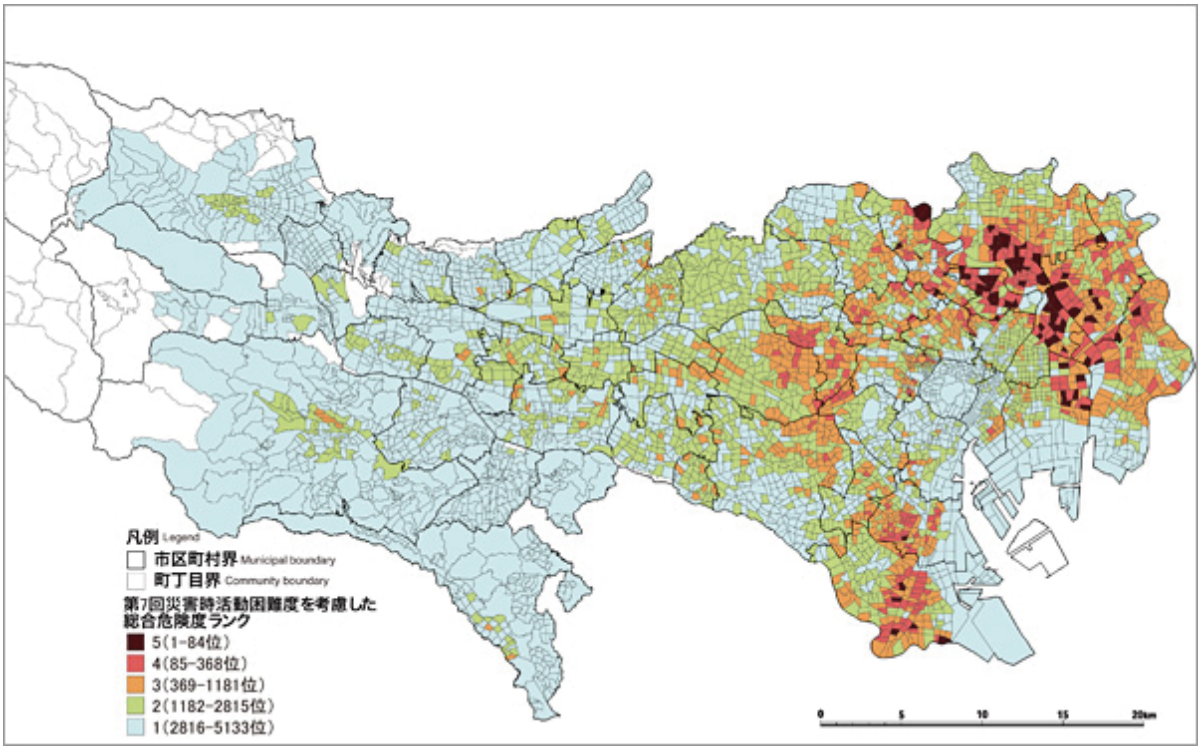


図 2.2.2-94　災害時活動困難度を考慮した総合危険度ランク図

地震に関する地域危険度測定調査（第 7 回）

http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/chousa_6/kikendo.htm

災害時活動困難度を考慮した総合危険度の高い地域は、建物倒壊危険度、火災危険度ともに高かった荒川・隅田川沿いのいわゆる下町地域一帯に分布している。

具体的には、足立区から荒川区、葛飾区西部、墨田区、江東区北部に広がる地域で、また、品川区南西部や北区北部から豊島区北部に広がる地域でも危険度が高くなっている。

さらに、道路整備状況を考慮した結果、木造建物が密集している環状七号線沿いの中野区や杉並区にかけても、危険度の高い地域が分布している。

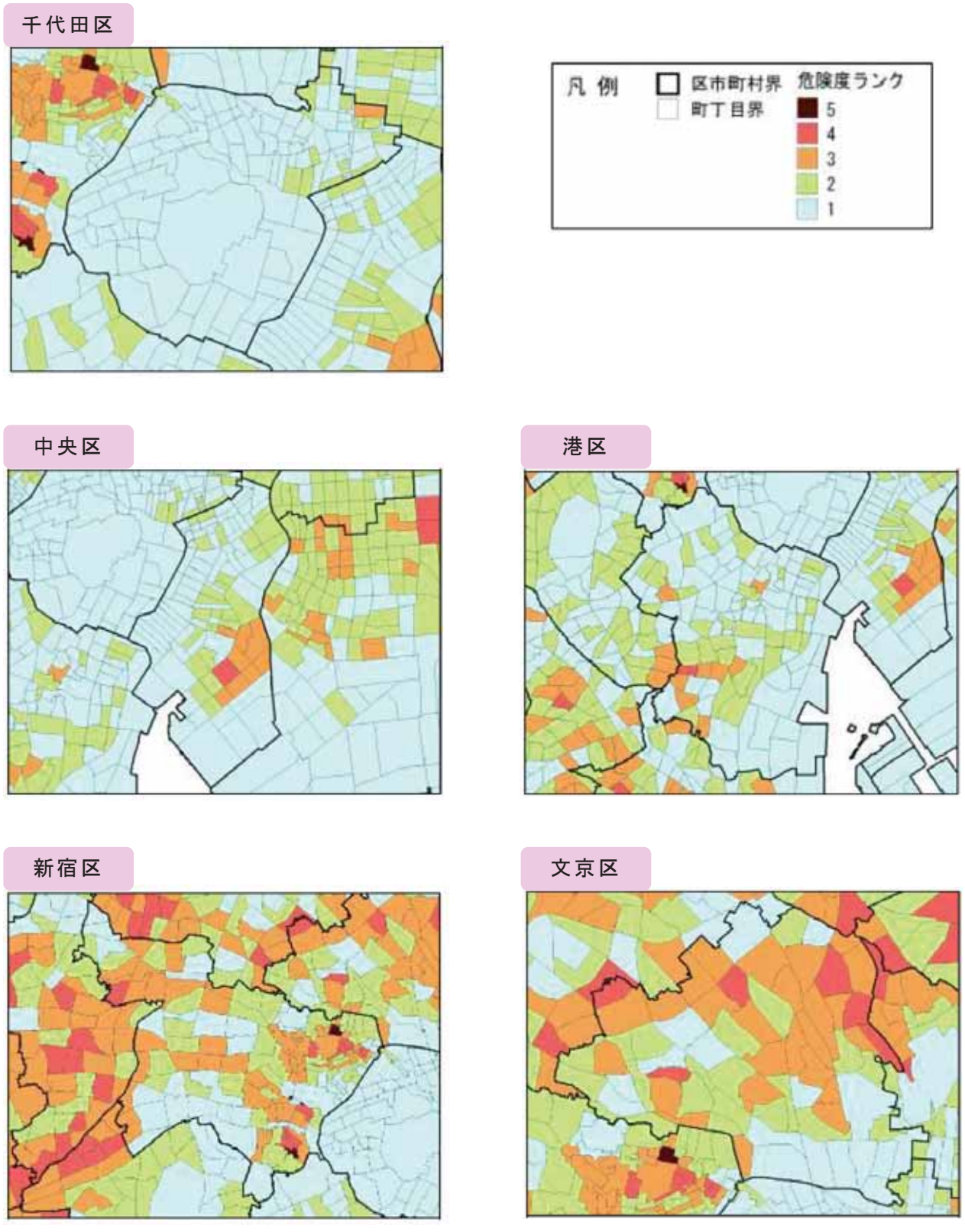


図 2.2.2-95　区市町別災害時活動困難度を考慮した総合危険度(1)

地震に関する地域危険度測定調査（第 7 回）

http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/chousa_6/home.htm

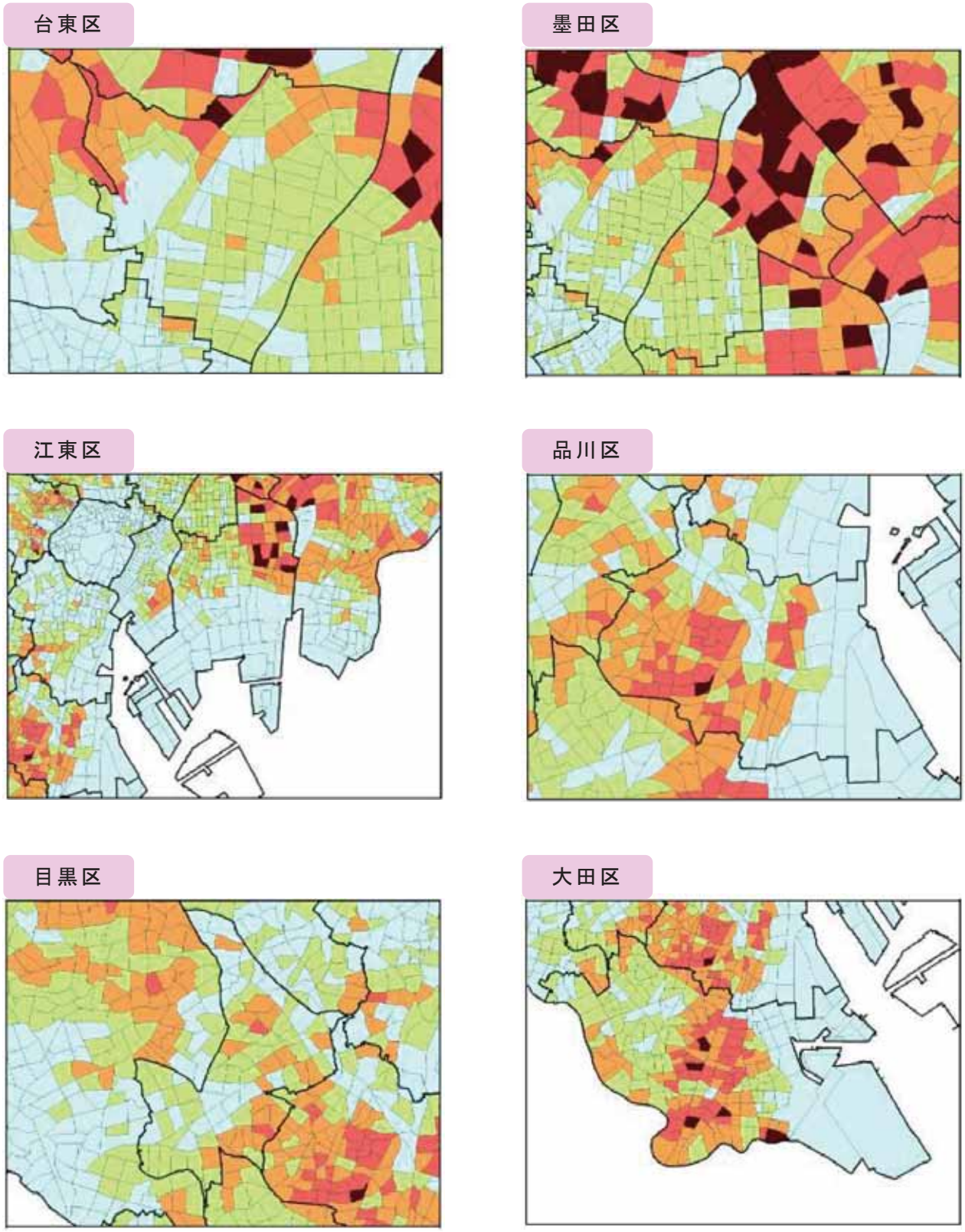


図 2.2.2-96　区市町別災害時活動困難度を考慮した総合危険度(2)

地震に関する地域危険度測定調査（第 7 回）

http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/chousa_6/home.htm

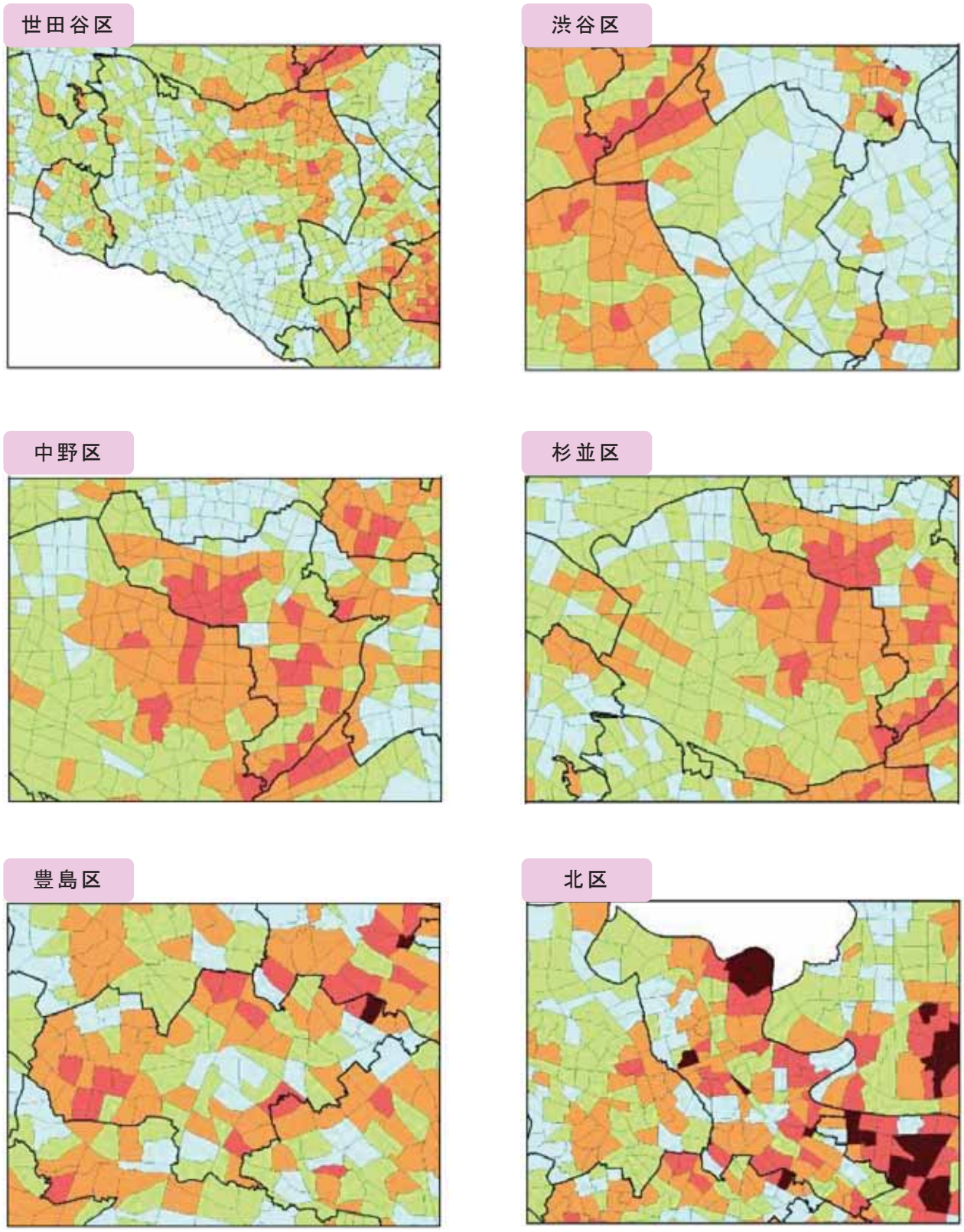


図 2.2.2-97　区市町別災害時活動困難度を考慮した総合危険度(3)

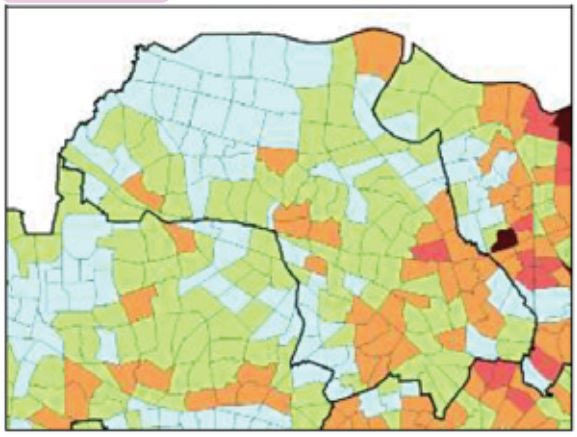
地震に関する地域危険度測定調査（第 7 回）

http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/chousa_6/home.htm

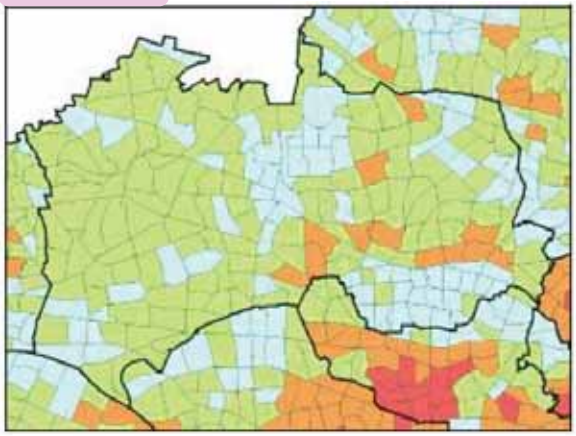
荒川区



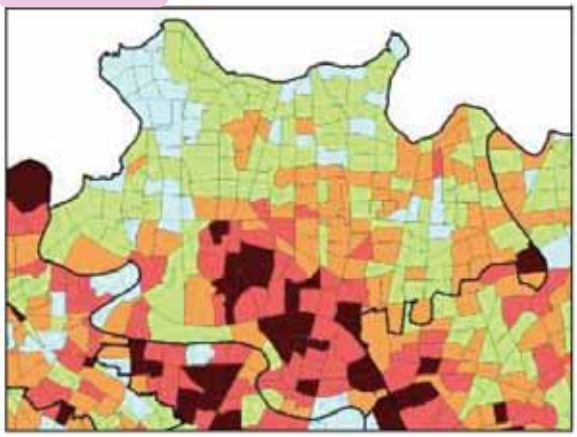
板橋区



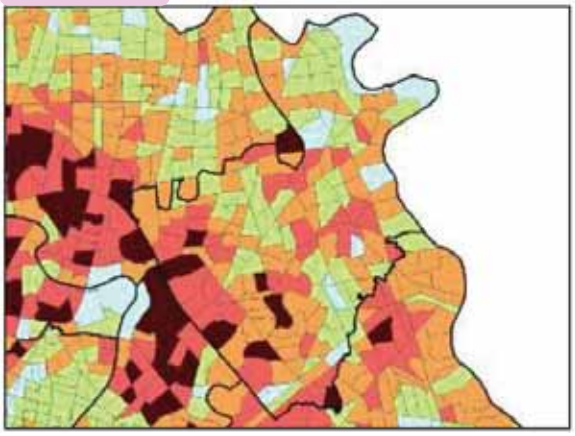
練馬区



足立区



葛飾区



江戸川区

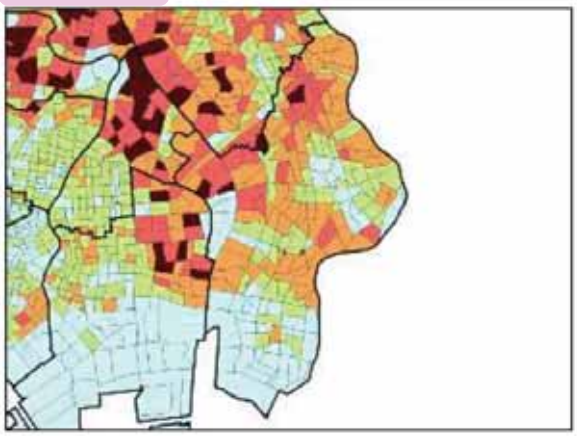


図 2.2.2-98　区市町別災害時活動困難度を考慮した総合危険度(4)

地震に関する地域危険度測定調査（第 7 回）

http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/chousa_6/home.htm

『地震に関する地域危険度測定調査（第 7 回）』に基づき、東京 23 区において建物倒壊・火災危険度・災害時活動困難度を考慮した総合危険度が 5 段階中 4、5 にあたる地域を「危険度の高い地域」とし、色・パターン別に地図上に示している。

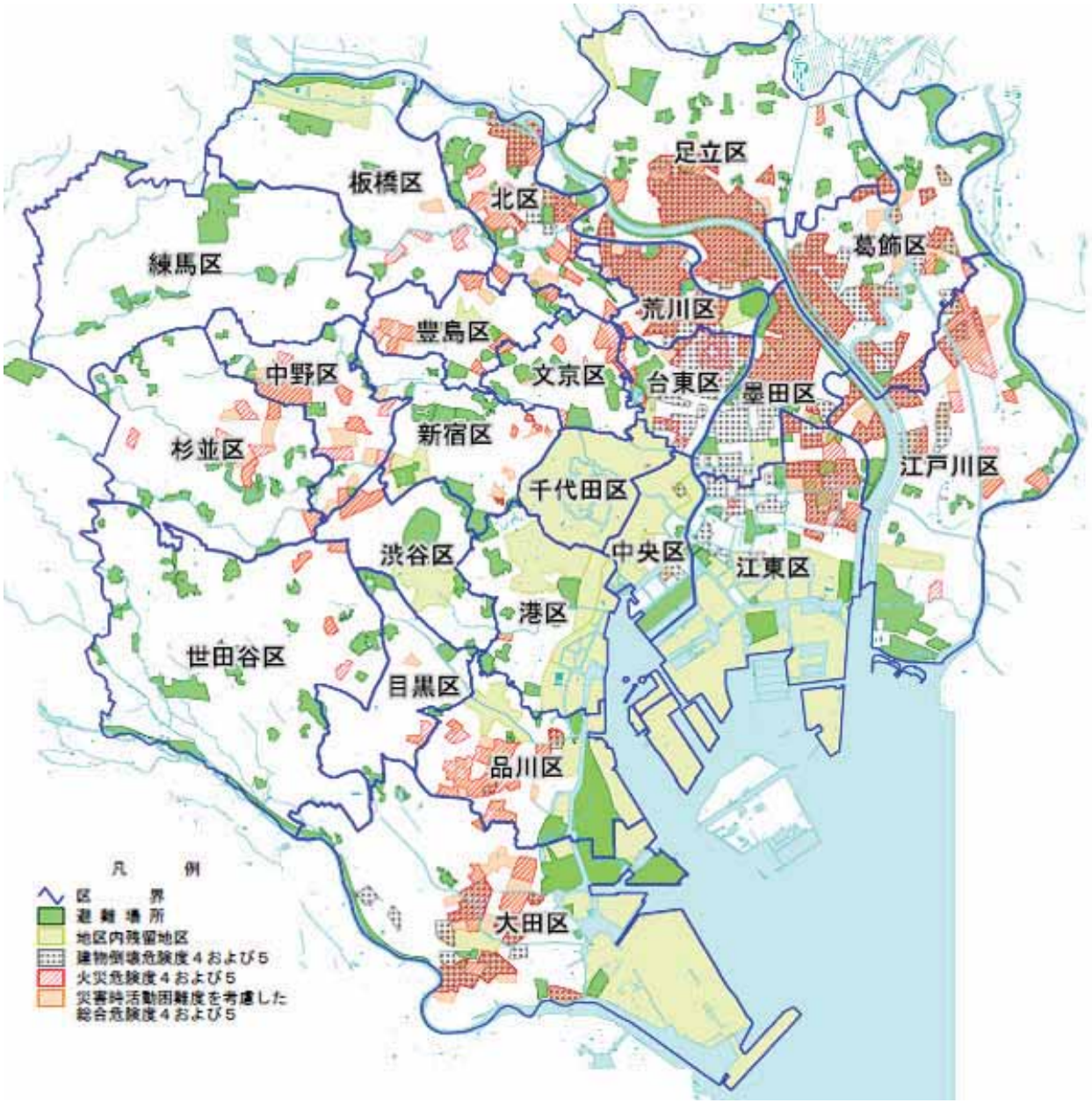


図 2.2.2-99　地域危険度マップ

地震に関する地域危険度測定調査（第 7 回）

http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/chousa_6/home.htm

12) 防災マップ

(1) 東京都

東京都区部の避難場所は、地震火災から住民の生命を守るため、平成 25 年 5 月現在で 197 ヵ所指定されている。

避難道路は、震災時に避難場所まで遠距離避難を余儀なくされる地域の住民が、指定避難場所へ安全に避難するため指定されている。

地区内残留地区は、地区の不燃化が進んでおり、万が一火災が発生しても、地区内に大規模な延焼火災の恐れがなく、広域的な避難を要しない区域として、平成 25 年 5 月現在で 34 ヵ所、約 100km² 指定されている。

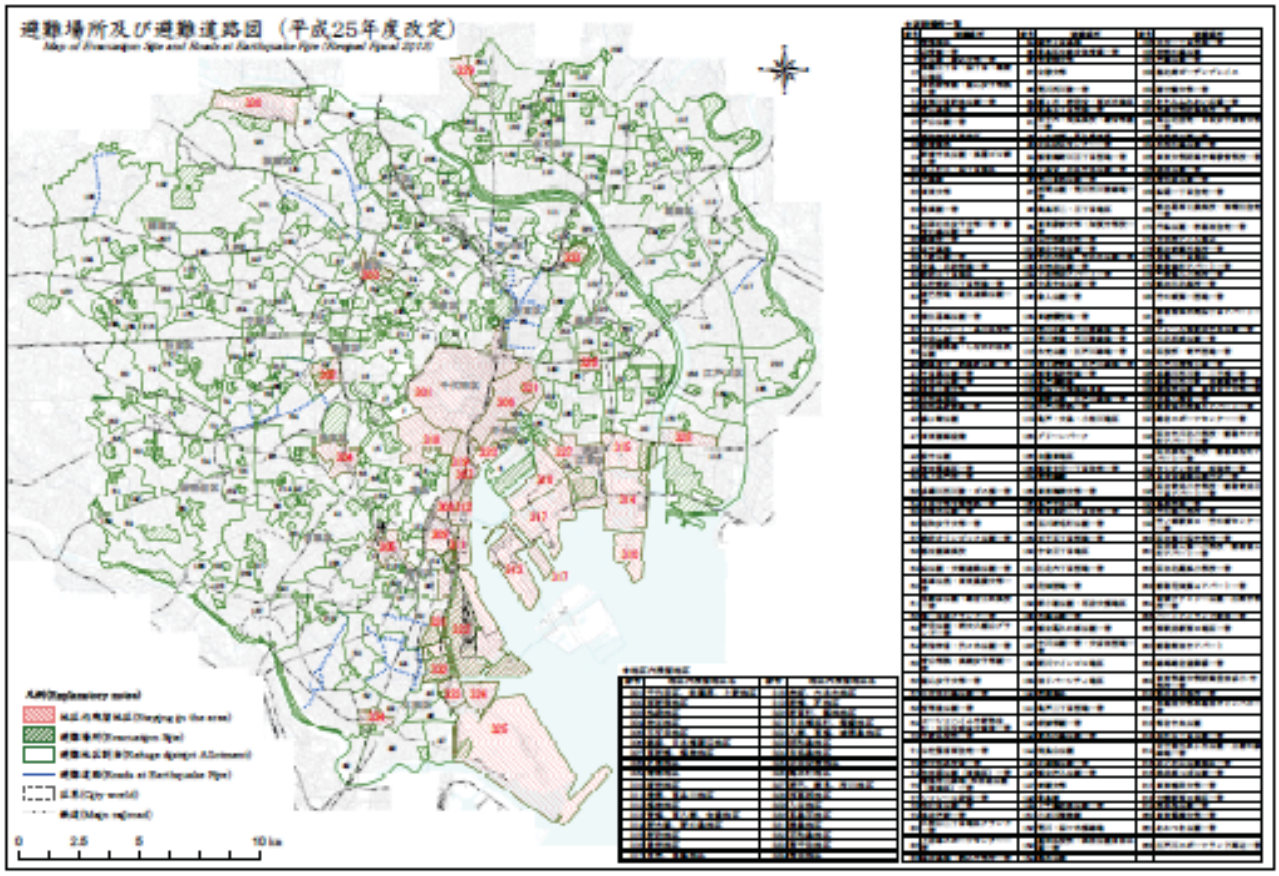


図 2.2.2-100　避難場所及び避難道路図（平成 25 年度改定）

東京都都市整備局ホームページ

http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/hinan/hinan01.htm

(2) 千代田区

千代田区では、区民が避難する避難所を示した『避難所案内図』を作成している。

また、通勤・通学者が災害直後の危険や混乱を回避し、身の安全を確保するための一時的な退避場所を示した『災害時退避場所地図』を作成している。



図 2.2.2-101　千代田区全域の避難所案内図（平成 25 年 3 月）

出典：千代田区ホームページ
http://www.city.chiyoda.lg.jp/koho/kurashi/bosai/hinan/kensaku/index.html



図 2.2.2-102　災害時退避場所地図（平成 25 年 3 月）

出典：千代田区ホームページ
http://www.city.chiyoda.lg.jp/koho/kurashi/bosai/kitaku/shien.html

(3) 中央区

中央区では「防災拠点」、「広域避難場所」、「一時（いっとき）集合場所」などを示した、『中央区防災マップ』を作成している。

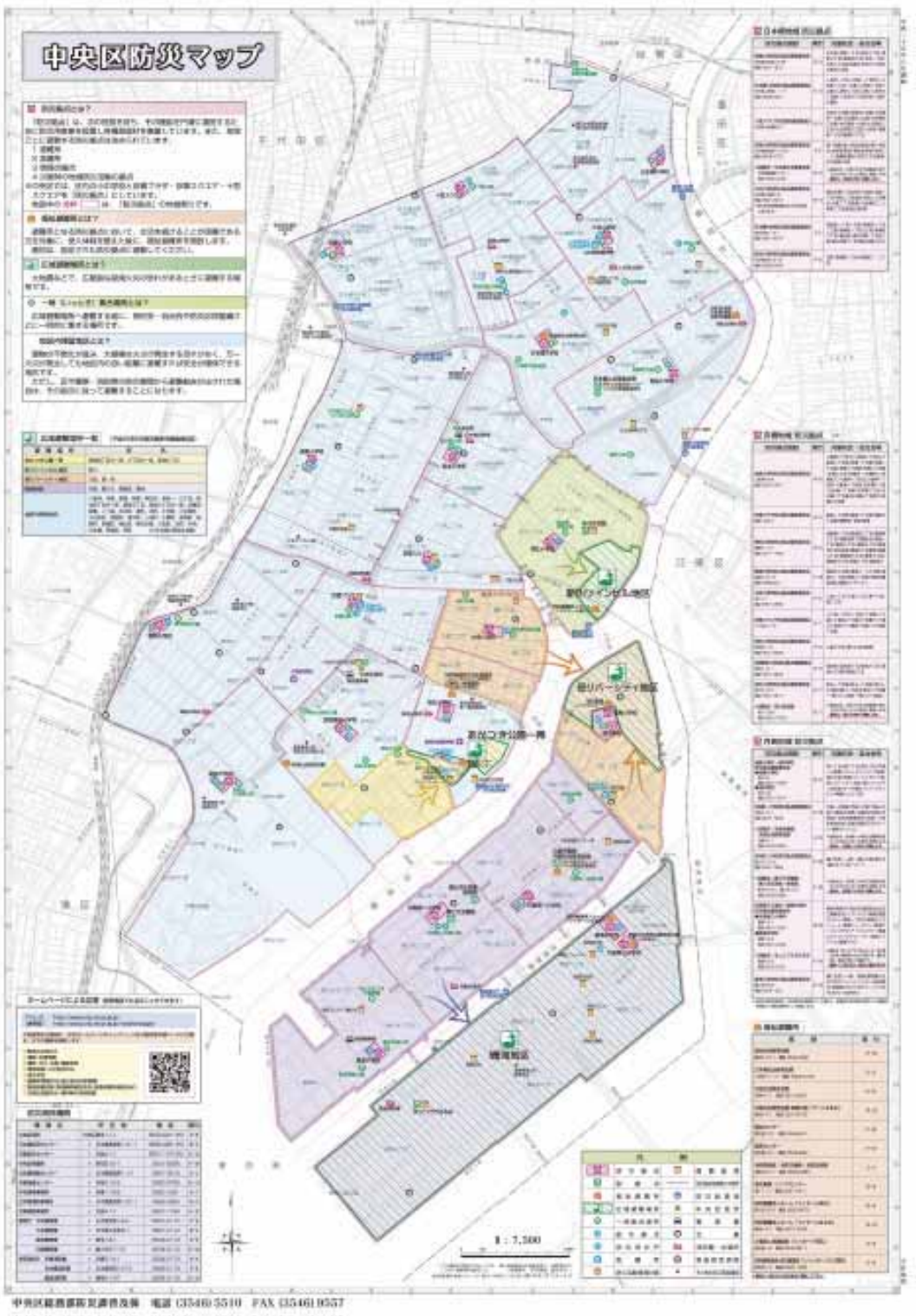


図 2.2.2-103　中央区防災マップ（平成 25 年 8 月）

出典：中央区ホームページ
http://www.city.chuo.lg.jp/kurasi/saigai/saigai1/hinannnohouhou/index.html

(4) 港区

港区では広域避難場所や集合場所、地域防災拠点等を示した『港区防災地図』を作成している。

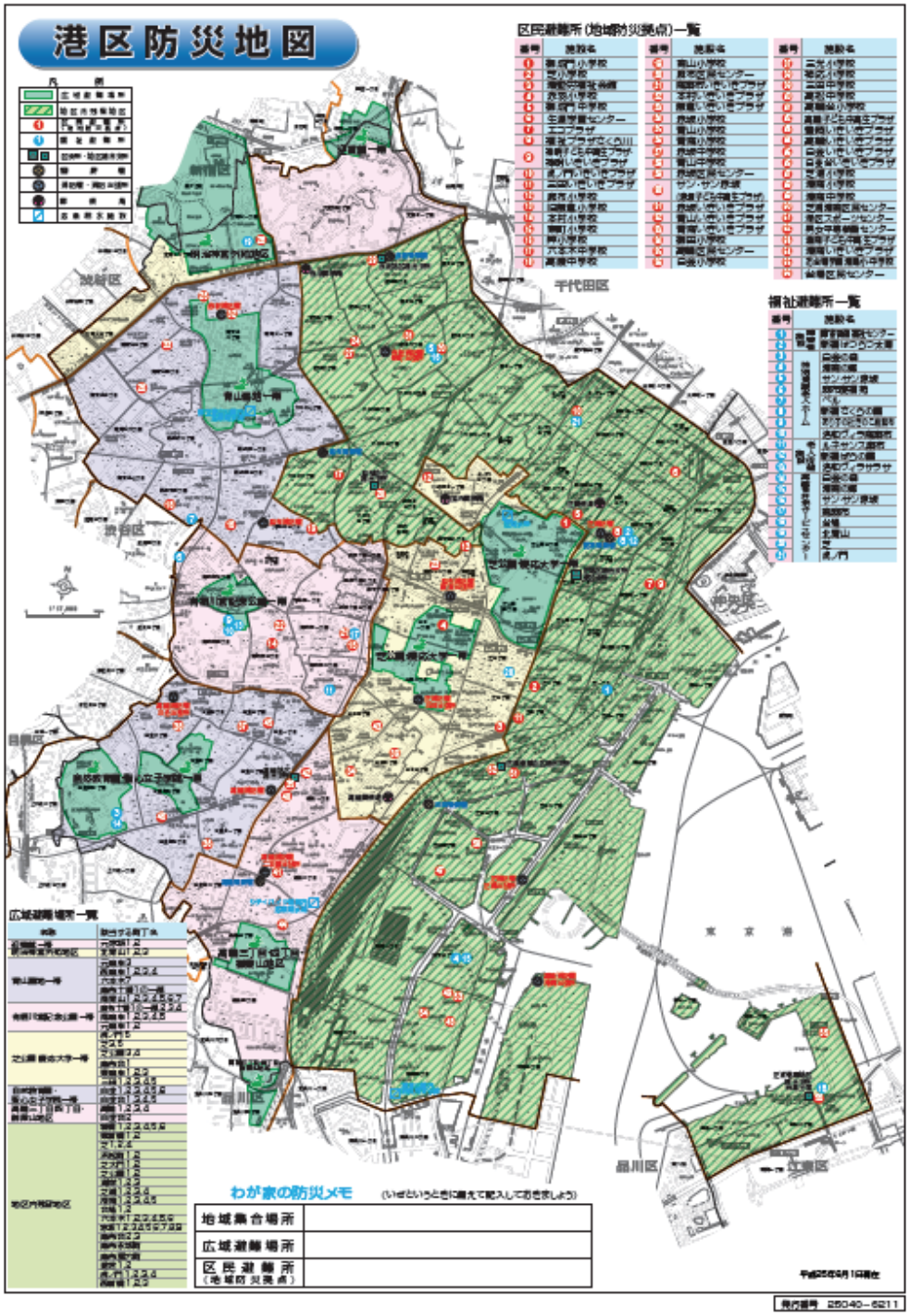


図 2.2.2-104　港区防災地図（平成 25 年 6 月）

出典：港区ホームページ
http://www.city.minato.tokyo.jp/bousai/bosai-anzen/bosai/daishinsai/hinanjo.html

港区全体の防災地図のほか、港区を 5 つの地区に分けて作成した地区版防災マップがホームページ上に掲載されている。

また、港区では、東京湾北部地震（M7.3）を想定した解析をもとに作成した『港区揺れやすさマップ』を公開している。

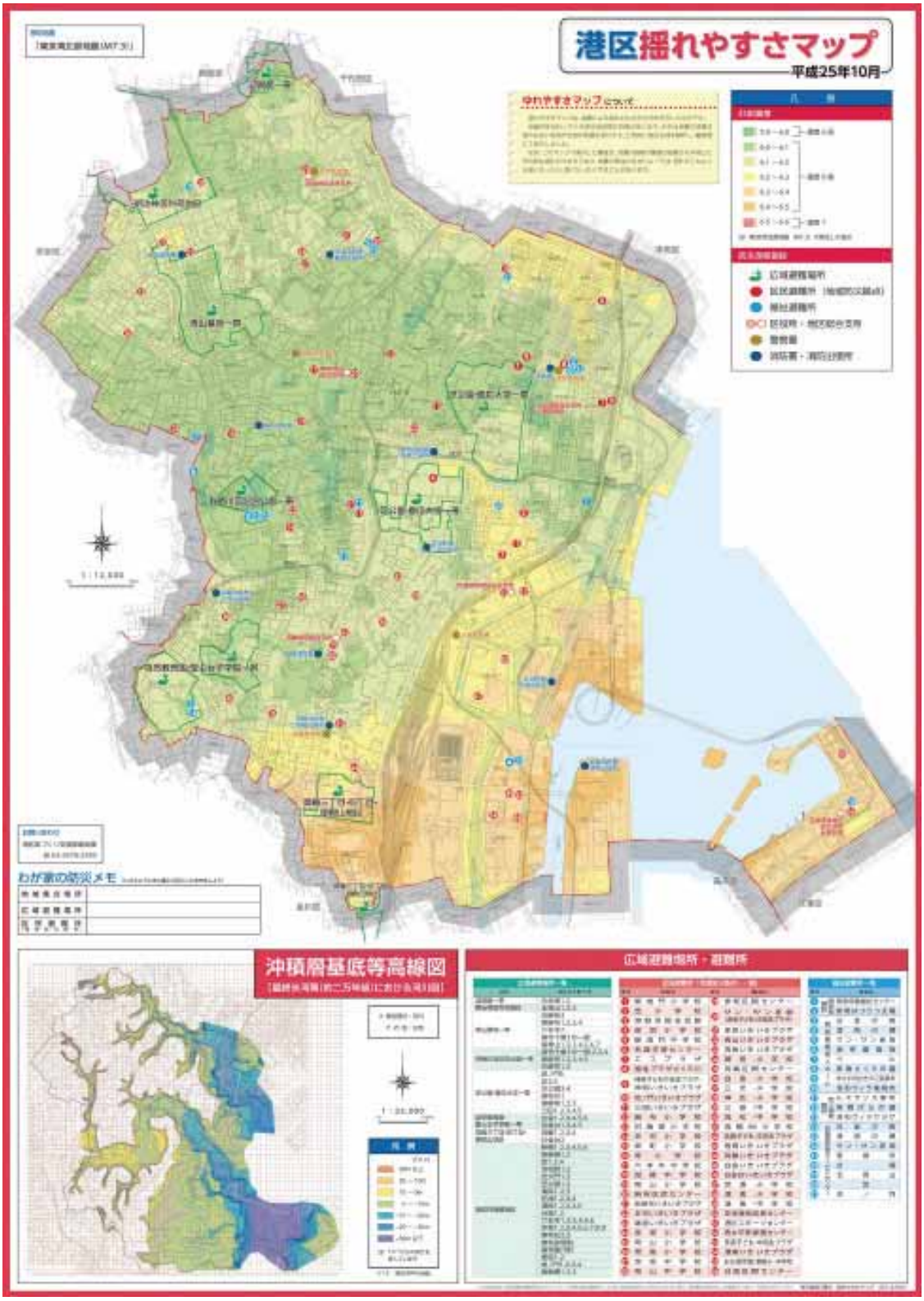


図 2.2.2-105　港区揺れやすさマップ（平成 25 年 10 月）

出典：港区ホームページ

http://www.city.minato.tokyo.jp/bousai/hazard_map/hazard_map.html

(5) 新宿区

新宿区では避難場所（広域避難場所）と避難場所地区割集合場所、住む家を失った人の一時的な生活の場所である避難所等を示した『新宿区避難場所地図』を作成している。

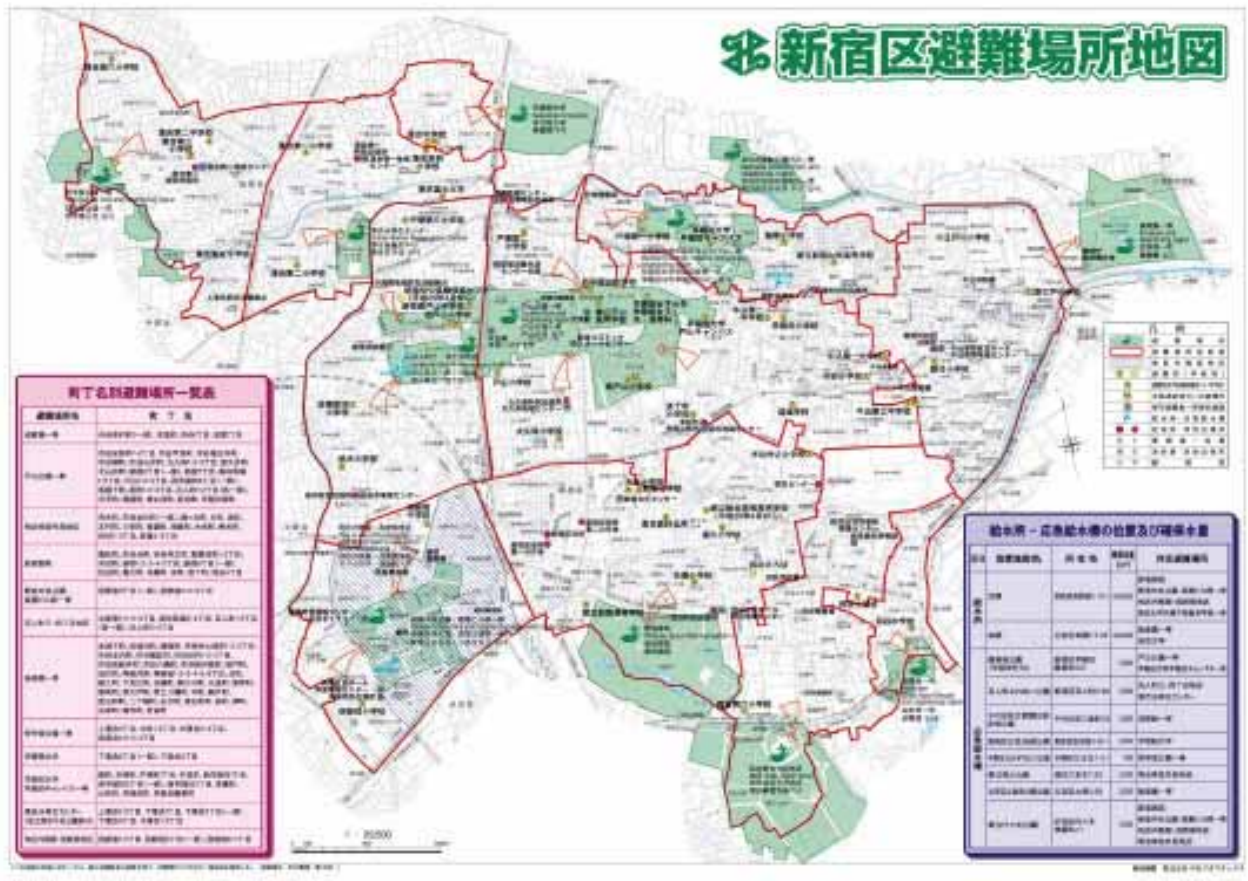


図 2.2.2-106　新宿区避難場所地図（平成 25 年 3 月現在）

出典：新宿区ホームページ

http://www.city.shinjuku.lg.jp/anzen/file03_00022.html

(6) 文京区

『文京区防災地図』は、区内の避難所（区立小・中学校）や避難場所などの区民が避難する場所や備蓄倉庫、貯水槽などの防災施設の所在を示している。また、妊産婦・乳児救護所や帰宅困難者一時滞在施設、帰宅支援対象道路も記載している。

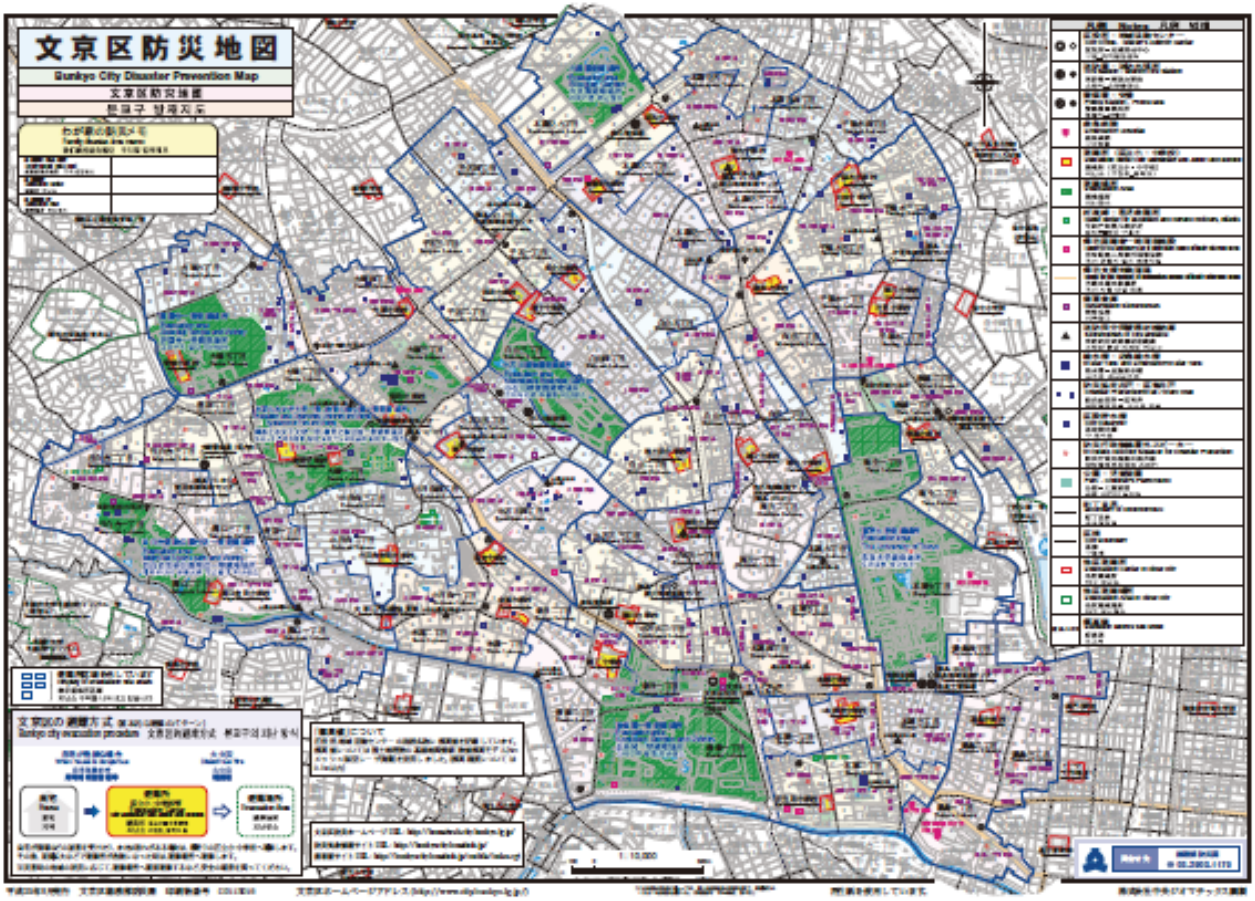


図 2.2.2-107　文京区防災地図（平成 25 年 8 月）

出典：文京区ホームページ
http://www.city.bunkyo.lg.jp/sosiki_busyo_bosaianzen_kateitaisaku_bousaimap.html

(7) 台東区

台東区では、災害時の避難方法や避難場所を示した『台東区防災地図』を作成している。

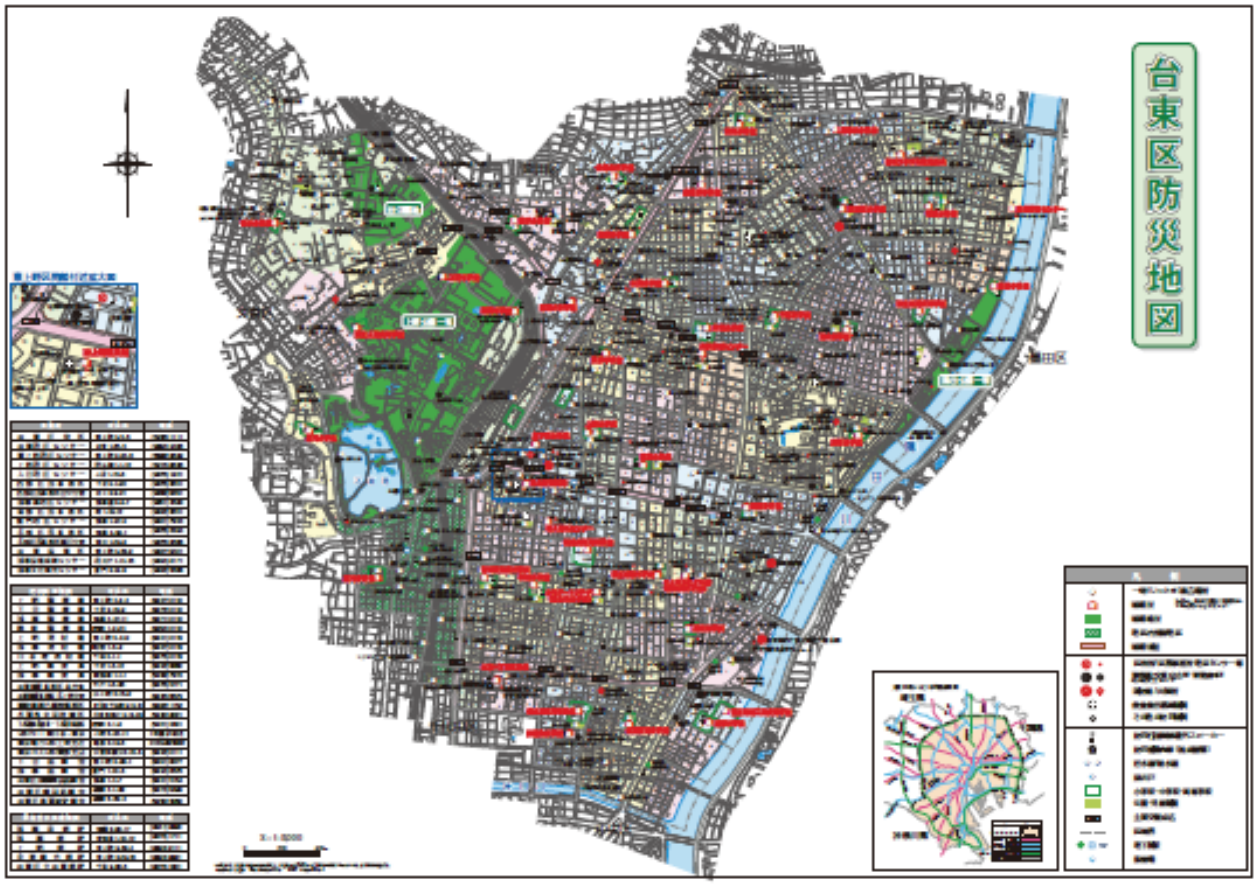


図 2.2.2-108　台東区防災地図（2012 年 12 月現在）

出典：台東区ホームページ

http://www.city.taito.lg.jp/index/kurashi/bosai/index.html

(8) 墨田区

『墨田区防災地図』（平成 24 年 11 月改定版）では、避難場所ごとに指定されている地域を色分けし、どこの避難場所に避難すれば良いのかをわかりやすく表示した地図を作成している。

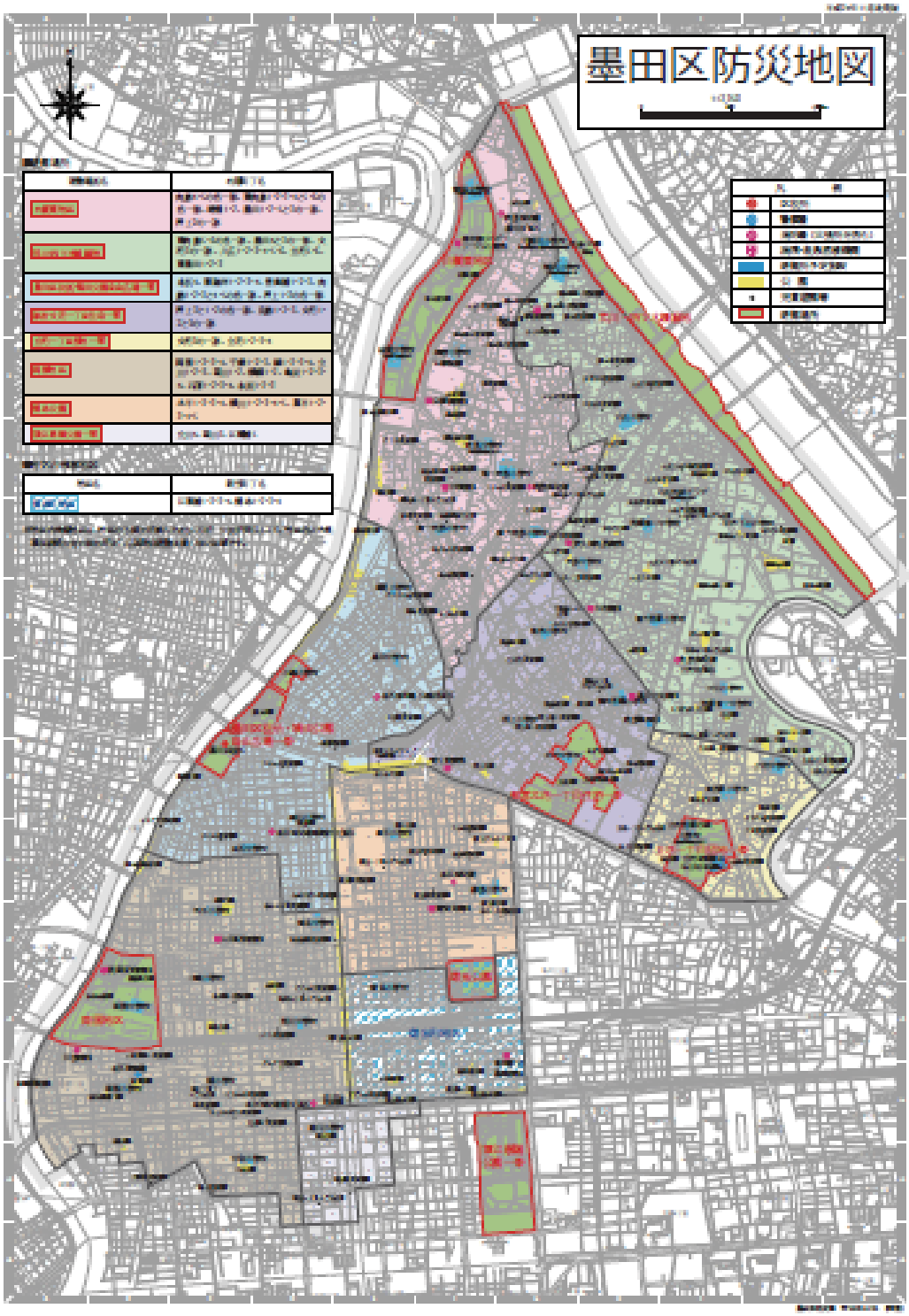


図 2.2.2-109　墨田区防災地図（平成 24 年 11 月改定版）

出典：墨田区ホームページ
http://www.city.sumida.lg.jp/kurasi_guide/katei_tiikinobousai/sumidakubousaitizu.html

(9) 江東区

江東区では、災害時に正確な情報を提供できるよう防災情報専用ホームページ「防災情報　江東区」を開設している。防災対策として日頃の備えや江東区の震災対策・計画、水害対策・計画を紹介しているほか、自宅や勤め先を中心とした防災地図が作れる「マイち～ず」、災害時に安否確認ができる機能も備えている。

ここには、避難場所等を示した『防災マップ』が掲載されている。



図 2.2.2-110　江東区全域防災マップ（平成 25 年 4 月）

出典：江東区ホームページ
http://bosai-inet.bosai-koto.lg.jp/kotoHP/guide.htm

(10) 品川区

品川区では、品川区内の避難所や広域避難場所などを掲載した広域避難場所位置図を作成し、「我が家の防災ハンドブック防災関係資料集」の中に収録している。

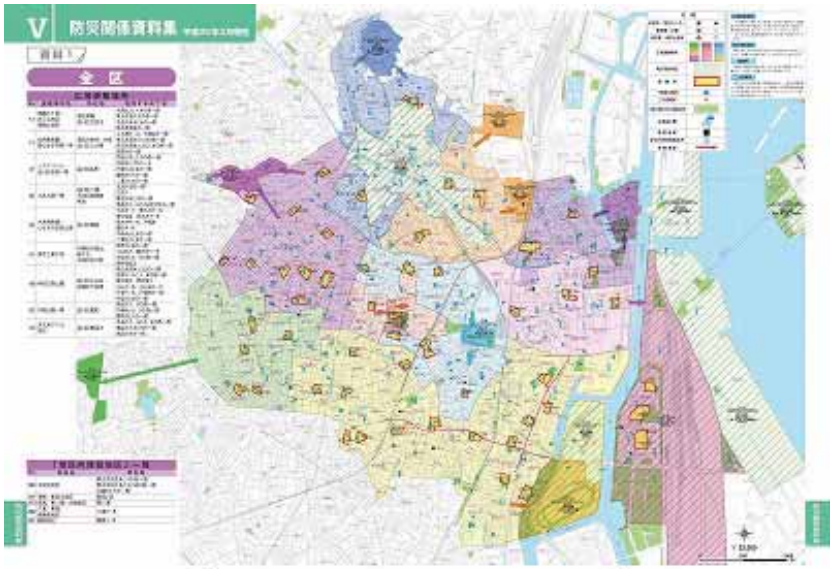


図 2.2.2-111　広域避難場所位置図（平成 20 年 3 月）
（我が家の防災ハンドブック防災関係資料集より）

出典：品川区ホームページ
http://www.city.shinagawa.tokyo.jp/hp/page000007800/hpg000007758.htm

また、ホームページ上のサイト「品川区統合型地図情報提供サービス」で、地図や画像を利用して品川区における行政情報や法規制等情報を、インターネットを通じて住民に公開・提供している。

「区内標高図」「防災地図」「避難所」「消火器位置図」「指定道路図」の地図情報を統合して提供しており、テーマ切替ボタンで他の地図情報を閲覧することができる。



図 2.2.2-112　品川区統合型地図情報提供サービスの画面（品川区防災地図）

出典：品川区ホームページ
http://www.city.shinagawa.tokyo.jp/hp/menu000016100/hpg000016095.htm

(11) 目黒区

目黒区では、大地震等の災害への備えに役立つよう、目黒区では避難する際に注意することや避難時の持ち物、区内の避難所などを掲載した「めぐろ防災マップ」を作成している。

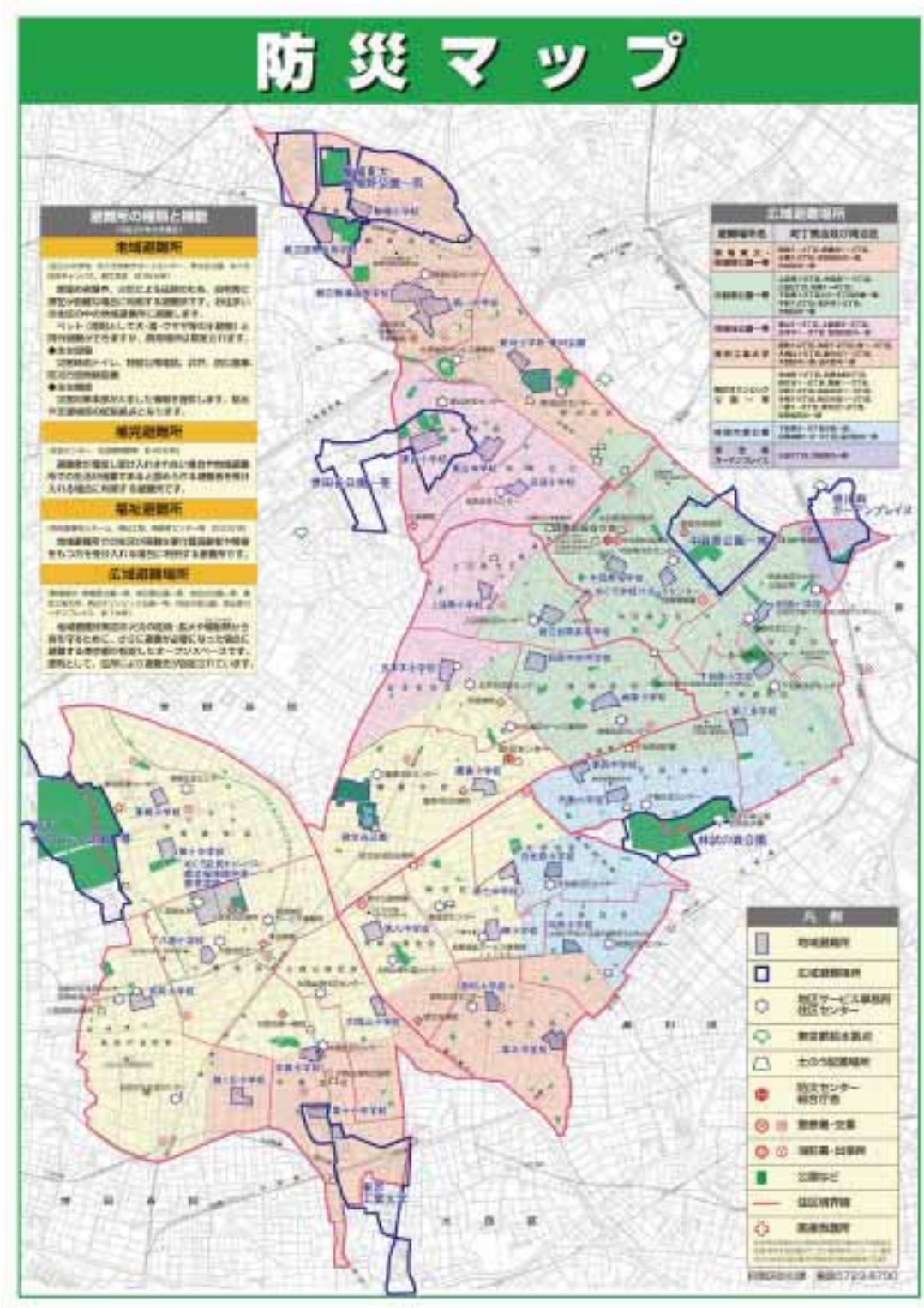


図 2.2.2-113　めぐろ防災マップ（平成 25 年 3 月）

出典：目黒区ホームページ
http://www.city.meguro.tokyo.jp/kurashi/anzen/bosai/bousaimap.html

目黒区は、平成 20 年 2 月に東京都が公表した『地震に関する地域危険度測定調査（第 6 回）』の結果に基づき、地震災害に対する区民の認識を深め、防災意識の高揚に役立つよう『目黒区地域危険度マップ』を作成している。



図 2.2.2-114　目黒区地域危険度マップ（平成 21 年 2 月）

出典：目黒区ホームページ
http://www.city.meguro.tokyo.jp/kurashi/anzen/bosai/kikendomap.html

(12) 大田区

大田区では、大きな災害が起こったとき、迷わず速やかに避難できるよう、区内の避難所や避難場所一覧を示した『大田区防災地図』を作成している。



図 2.2.2-115　大田区防災地図（平成 25 年 7 月）

出典：大田区ホームページ
http://www.city.ota.tokyo.jp/seikatsu/chiiki/bousai/sasshi/bousaichizu.html

(13) 世田谷区

世田谷区では、地震発生時の揺れやすさや地域の危険度に関する情報を提供し、事前の備えに役立てること等を目的に、『世田谷区地震防災マップ』を作成している。

世田谷区地震防災マップは、一定規模の地震が起きた場合の揺れやすさを示した『揺れやすさマップ』と、地域において建物に被害が生じる程度を示した『地域の危険度マップ』から成り立っている。



図 2.2.2-116　世田谷区地震防災マップ（揺れやすさマップ）（平成 25 年 2 月）

出典：世田谷区ホームページ
http://www.city.setagaya.lg.jp/kurashi/104/141/557/d00005593.html



図 2.2.2-117　世田谷区地震防災マップ（地域の危険度マップ）

出典：世田谷区ホームページ
http://www.city.setagaya.lg.jp/kurashi/104/141/557/d00005593.html

このほか、世田谷区では、大地震を想定した防災環境の基礎情報を提供するマップとして、建物被害の危険性、火災の危険性、避難の危険性、消火活動の困難性の 4 項目について、それぞれ防災環境マップを作成している。

さらに、災害時にとるべき行動の手引きとして、『災害時区民行動マニュアル』や『災害時区民防災マニュアル（マップ版』を作成しており、その中には『世田谷区防災マップ』も含まれている。

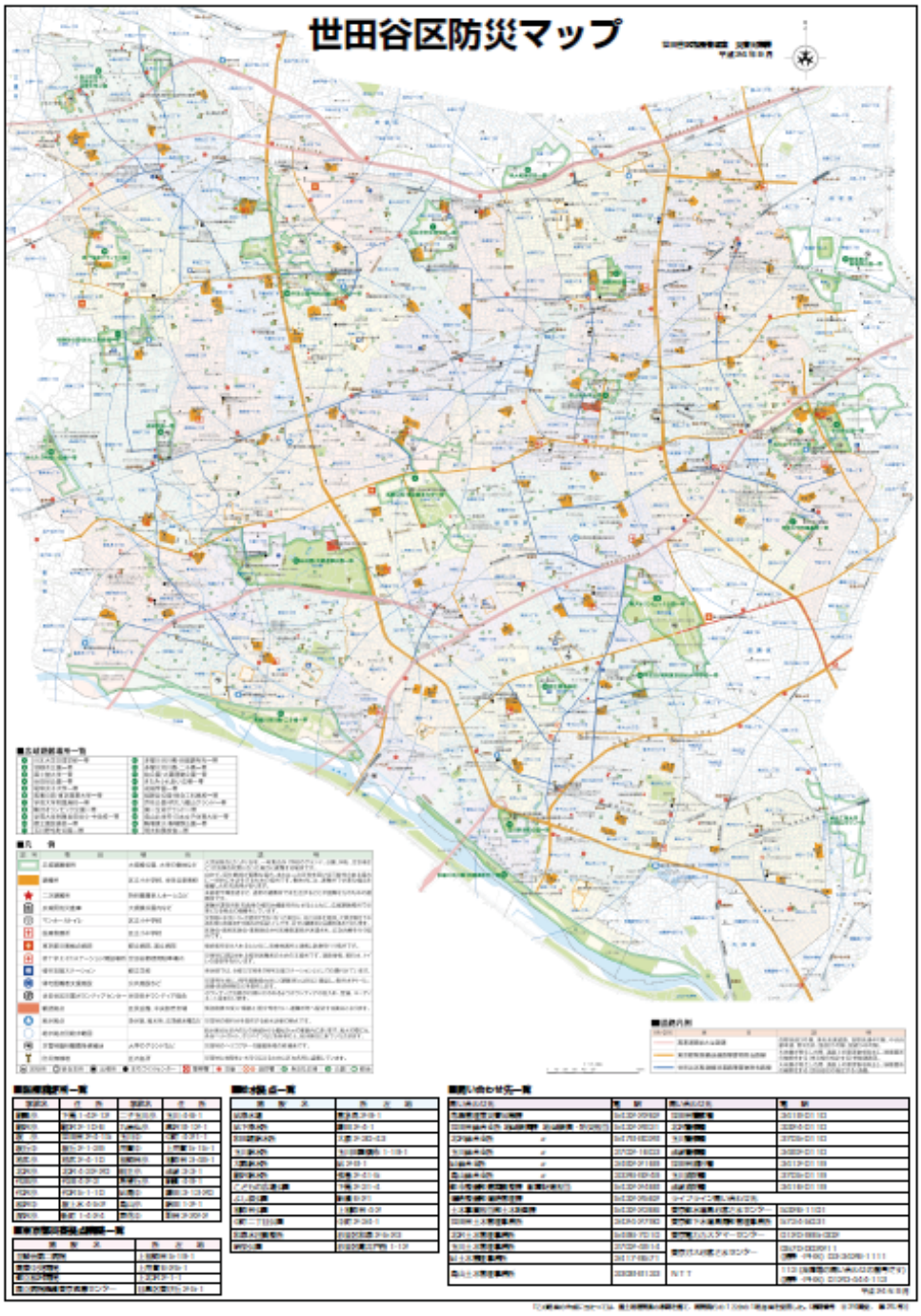


図 2.2.2-118　世田谷区防災マップ（平成 24 年 9 月）

出典：世田谷区ホームページ
http://www.city.setagaya.lg.jp/kurashi/104/141/557/d00028764.html

また、「せたがや iMap」（世田谷区電子地図情報配信サービス）では、公共施設の場所のほか、防災関連情報、都市計画情報、観光スポットなどを電子地図上で提供している。

(14) 渋谷区

渋谷区では、「避難場所」（大地震による延焼火災やその他の危険から避難する場所）や「避難所」（地震等による家屋の倒壊や焼失などで被害を受けた人が、一時的に生活する場所）などを示した『渋谷区防災地図』を作成している。

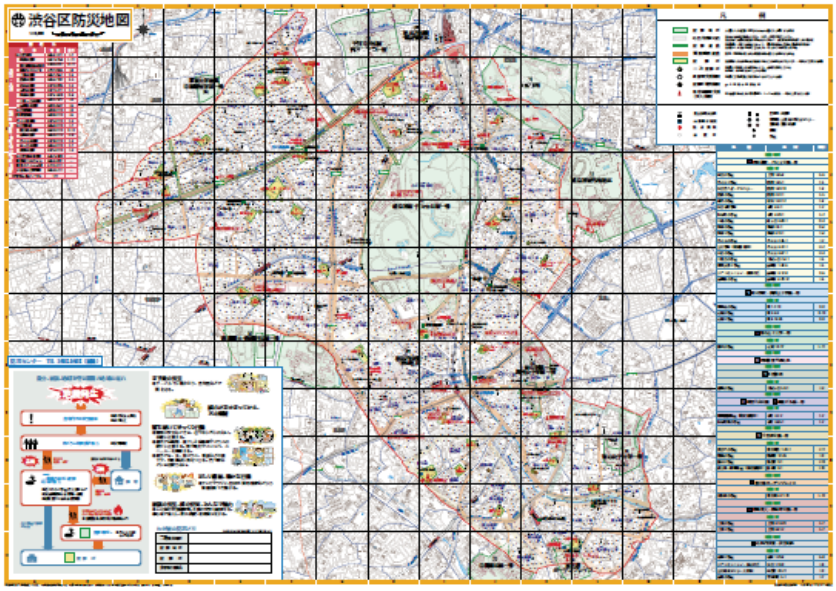


図 2.2.2-119　渋谷区防災地図（平成 24 年 10 月）

出典：渋谷区ホームページ
http://www.city.shibuya.tokyo.jp/anzen/bosai/hasai/map.html

また、震度 5 弱以上の地震が発生し交通機関が停止した場合に、帰宅困難者が利用することのできる「帰宅困難者支援（受入）施設』の場所を示した『渋谷区帰宅困難者支援施設マップ』を作成している。



図 2.2.2-120　渋谷区帰宅困難者支援施設マップ（平成 25 年 5 月）

出典：渋谷区ホームページ
http://www.city.shibuya.tokyo.jp/anzen/bosai/hasai/kitaku_map.html

さらに渋谷区では、一定規模の地震が起きた場合の揺れやすさを示した『渋谷区地震防災マップ（揺れやすさマップ）』と、地域において建物に被害が生じる程度を示した『渋谷区地震防災マップ（地域の危険度マップ）』を作成している。



図 2.2.2-121　渋谷区地震防災マップ（揺れやすさマップ）

出典：渋谷区ホームページ
http://www.city.shibuya.tokyo.jp/anzen/bosai/hasai/jishinbosai.html



図 2.2.2-122　渋谷区地震防災マップ（危険度マップ）

出典：渋谷区ホームページ
http://www.city.shibuya.tokyo.jp/anzen/bosai/hasai/jishinbosai.html

(15) 中野区

中野区では、中野区内の避難所や広域避難場所などを掲載した『中野区防災地図』を作成している。

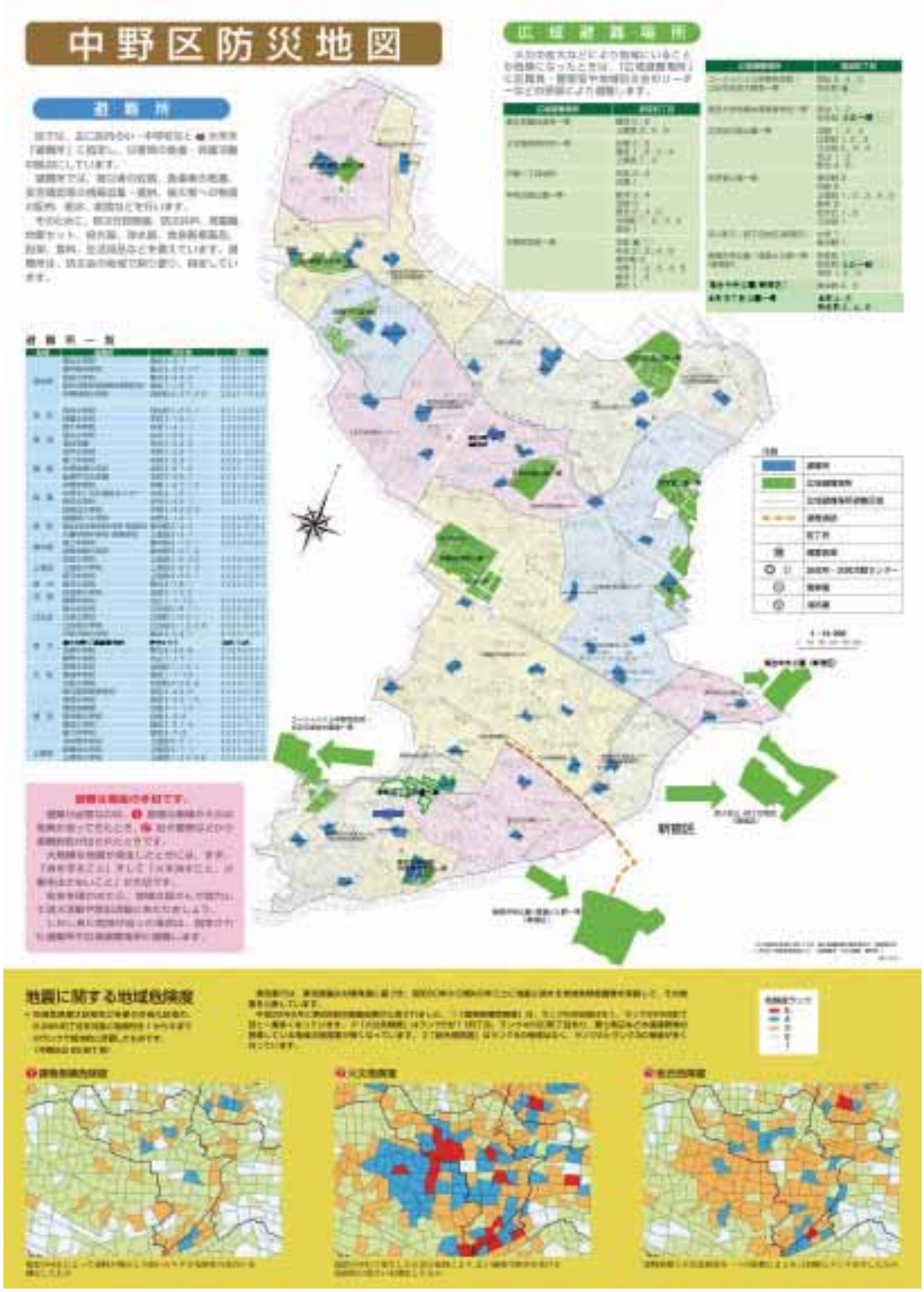


図 2.2.2-123　中野区防災地図（2012 年 6 月）

出典：中野区ホームページ
http://www.city.tokyo-nakano.lg.jp/dept/508000/d002974.html

(16) 杉並区

杉並区では、『杉並区防災マップ（防災地図）』を作成し、杉並区における防災に関する情報を、インターネットを通じて住民に提供している。

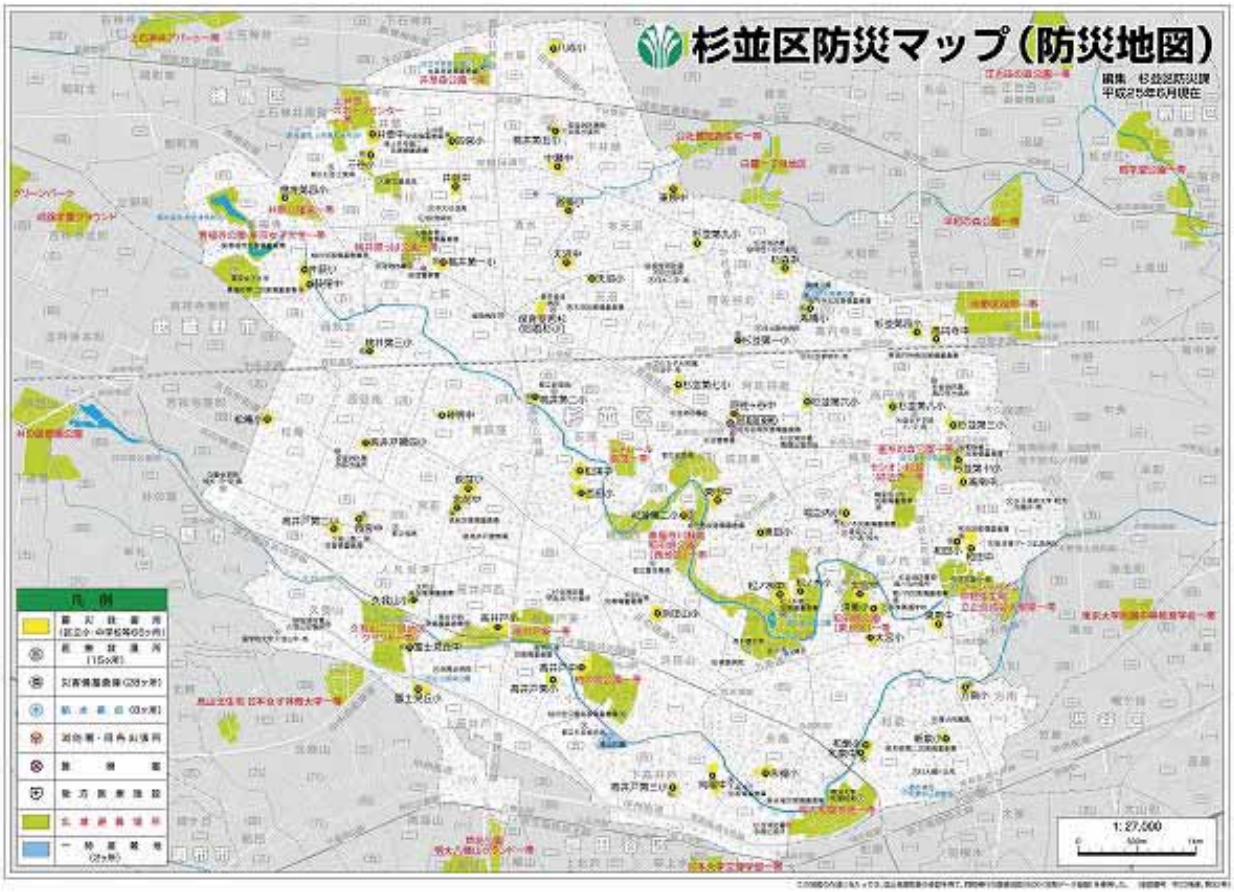


図 2.2.2-124　杉並区防災マップ（防災地図）（平成 25 年 6 月）

出典：杉並区ホームページ
http://www2.city.suginami.tokyo.jp/library/library.asp?genre=679A

(17) 豊島区

豊島区では、地震に伴う大規模な延焼火災から都民の命を守るために、東京都が指定している『避難場所を示した地図』をホームページに掲載している。

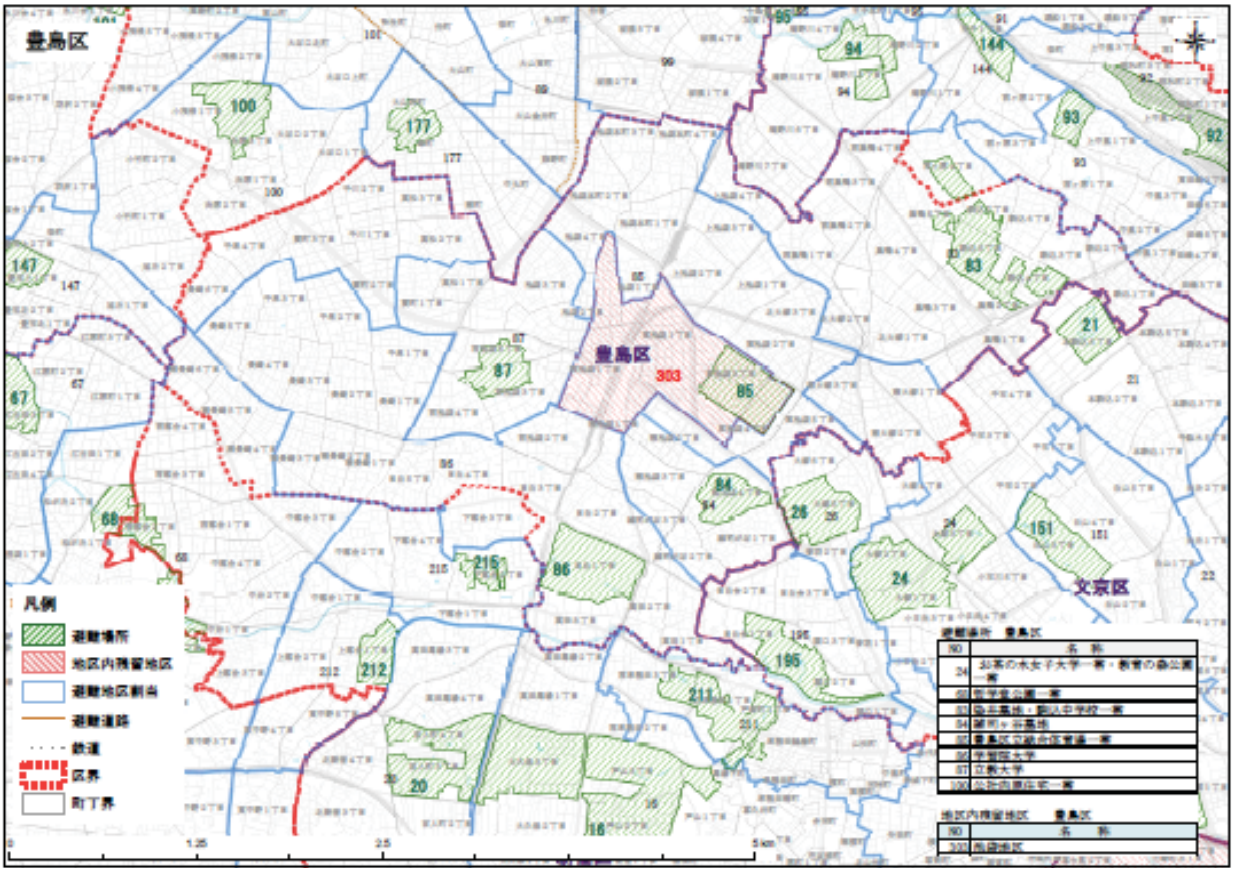


図 2.2.2-125　豊島区の避難場所地図

出典：豊島区ホームページ
http://www.city.toshima.lg.jp/bosai/10111/006307.html

(18) 北区

北区では、防災マップなどの『地図情報』を、ホームページ上で提供している。

また、各町会で防災マップを作成している。

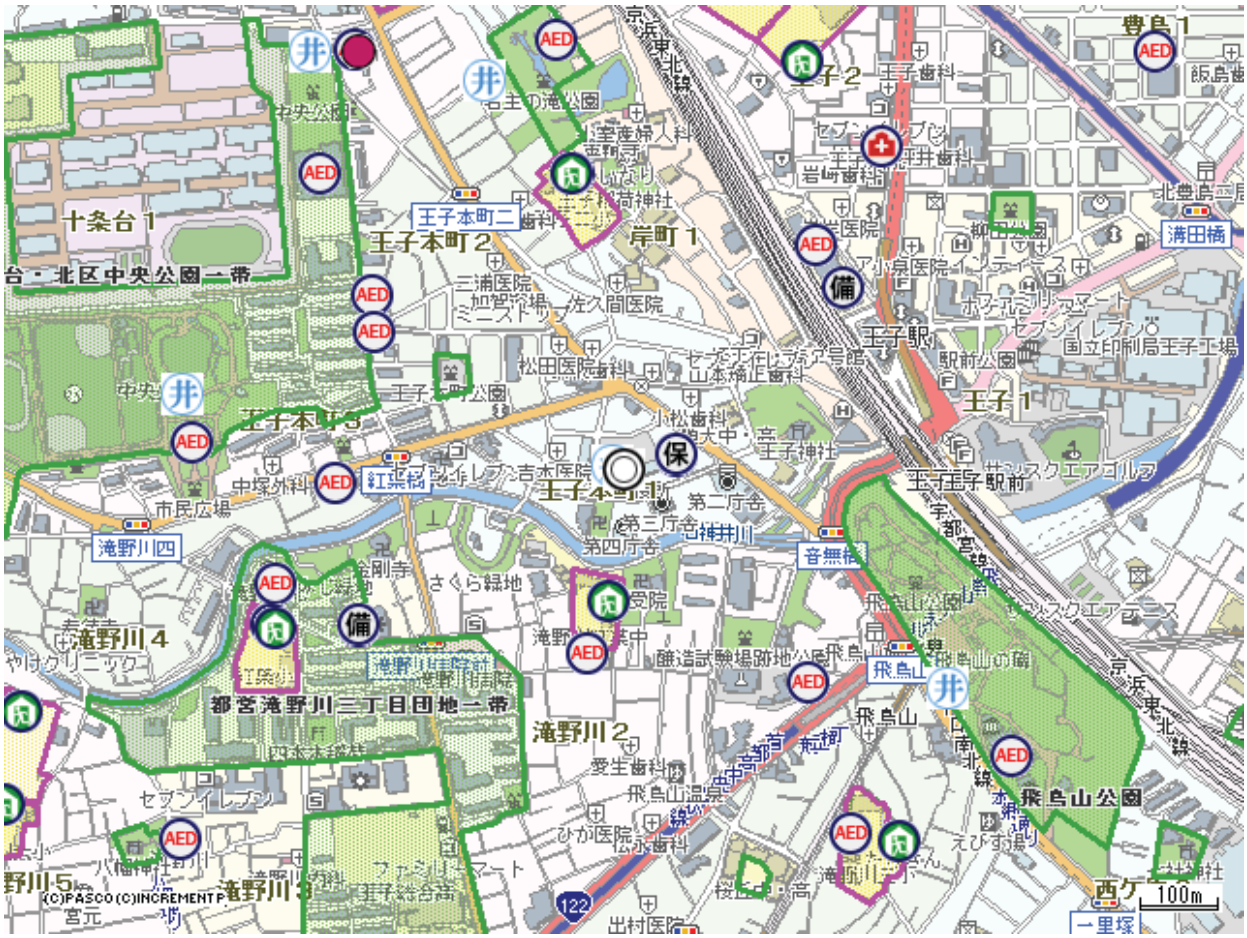


図 2.2.2-126　北区の地図（詳細版）～北区防災マップ～の画面

出典：北区ホームページ

http://www2.wagamachi-guide.com/kitaku/index.asp?dtp=2

(19) 荒川区

『荒川区防災地図』（23 年 6 月発行）は、いっとき集合場所や広域避難場所などの位置を地図に表示したものである。



図 2.2.2-127　荒川区防災地図（23 年 6 月発行）

出典：荒川区ホームページ
http://www.city.arakawa.tokyo.jp/kurashi/bosaibohan/sonae/bosaimap.html

(20) 板橋区

板橋区では、避難場所を示す『板橋区防災マップ』を作成し、これを 10 の地区に分けてホームページ上に掲載している。

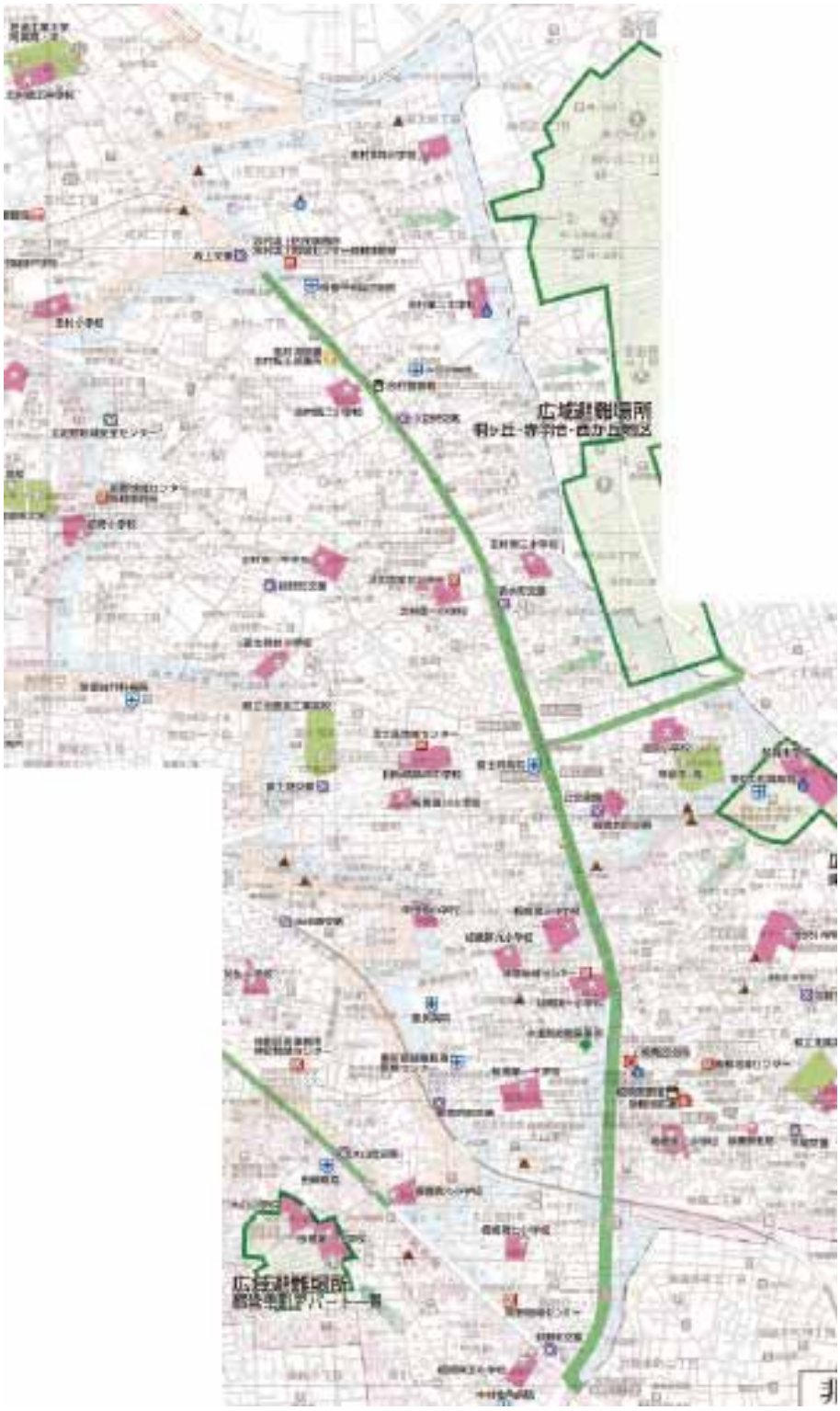


図 2.2.2-128　板橋区防災マップ（桐ケ丘・赤羽台・西が丘地区の例）

出典：板橋区ホームページ（最終更新日：平成 25 年 5 月 29 日）
http://www.city.itabashi.tokyo.jp/c_kurashi/007/007287.html

(21) 練馬区

練馬区では、震災時における避難拠点や医療救護所、防災井戸などを記した『練馬区防災地図』を作成している。



図 2.2.2-129　練馬区防災地図（平成 24 年 7 月発行）

出典：練馬区ホームページ
http://www.city.nerima.tokyo.jp/kurashi/bosai/jishinsonae/bousai_chizu.html

(22) 足立区

足立区では、避難場所や避難所、各種防災拠点施設を記した地図『あだち防災マップ』を作成している。



図 2.2.2-130　あだち防災マップ

出典：足立区ホームページ（更新日：2013 年 5 月 27 日）
http://www.city.adachi.tokyo.jp/saigai/bosai/bosai/taisaku-bosaimap.html

また、ホームページに『防災情報マプ（電子地図)』を開設しており、ここで、昭和 56 年 4 月以降の浸水の有無や、自宅近くの避難所を確認することができる。
また、スマートフォン用の防災アプリ「足立区防災ナビ」の配信も行っている。

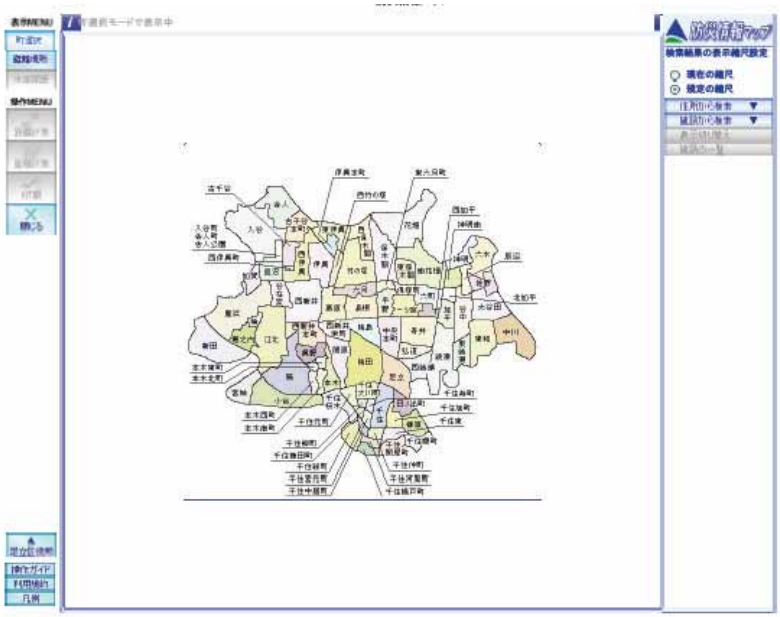


図 2.2.2-131　防災情報マップ（電子地図）

出典：足立区ホームページ（更新日：2013 年 3 月 26 日）
http://www.city.adachi.tokyo.jp/saigai/20130326.html

(23) 葛飾区

葛飾区では、各地区センターの管轄エリアごとに、地域の方々と一緒に作成した『葛飾区防災マップ』があり、19 地区に分かれている。大地震発生時に避難する場所や各防災施設の位置などが掲載している。



図 2.2.2-132　葛飾区防災マップ（立石地区防災マップの例）（平成 19 年 3 月）

出典：葛飾区ホームページ
http://www.city.katsushika.lg.jp/34/7775/17129/index.html

(24) 江戸川

江戸川区では、江戸川区内の避難所や避難場所などを掲載した『防災マップ』を作成している。



図 2.2.2-133　江戸川区防災マップ

出典：江戸川区ホームページ（更新日：2013 年 6 月 4 日）
http://www.city.edogawa.tokyo.jp/bousai/koujo/n_bousai_map/index.html

災害対策基本法第 42 条により江戸川区防災会議が作成した『江戸川区地域防災計画』の中に、『揺れやすさマップ』、『地域の危険度マップ（建物倒壊危険度）』、『地域の危険度マップ（火災危険度）』が資料として掲載されている。

揺れやすさマップは、江戸川区直下で地震が発生した場合の震度分布を 50m メッシュごとに予測して示したものである。江戸川区内の詳細な地盤情報をもとに、「地震防災マップ作製技術資料（内閣府、平成 17 年）」にしたがって、予測している。

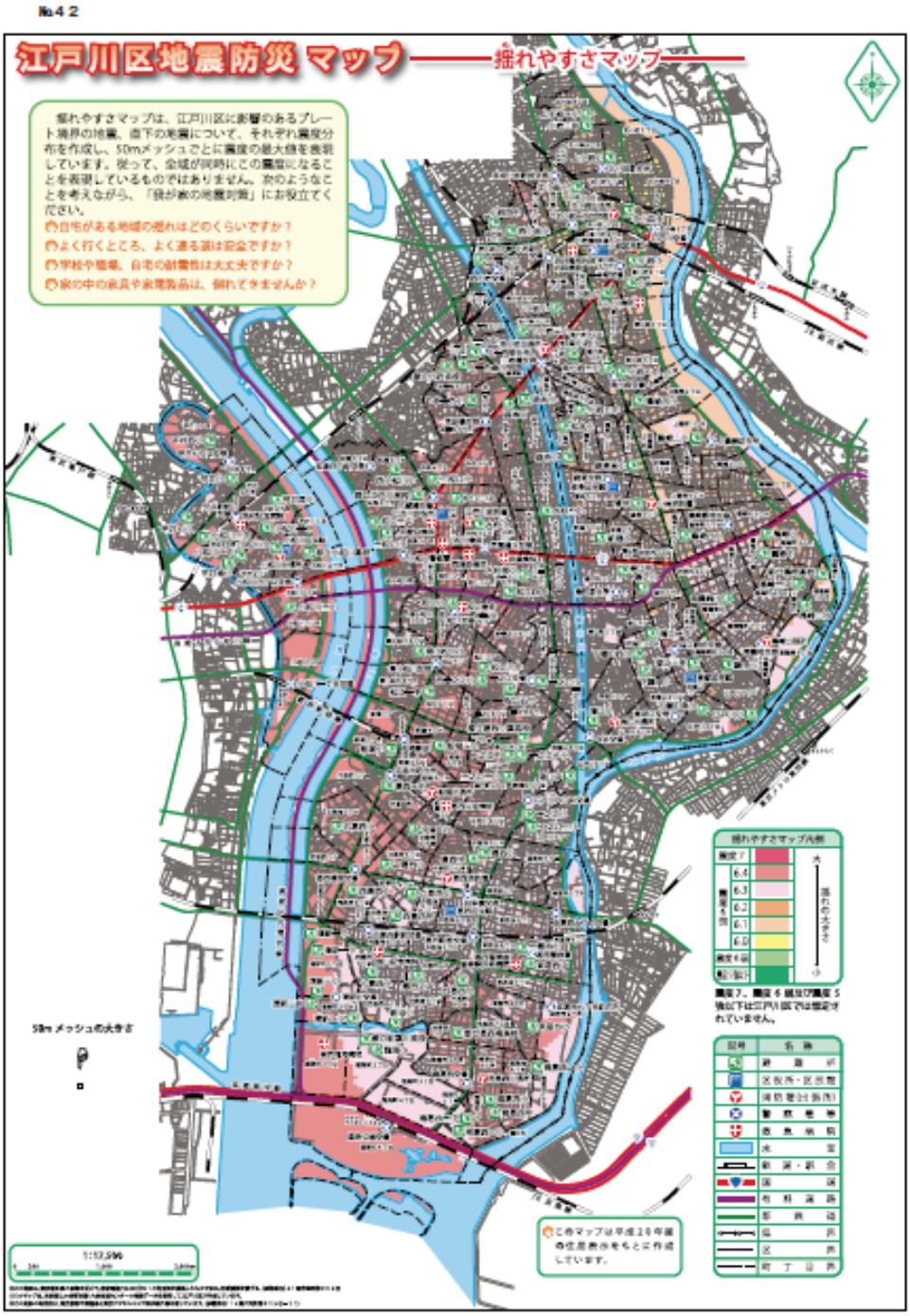


図 2.2.2-134　江戸川区地震防災マップ　―　揺れやすさマップ　―

出典：江戸川区地域防災計画（平成 24 年度修正）

http://www.city.edogawa.tokyo.jp/bousai/koujo/n_bousaikeikaku/index.html

地域の危険度マップは、地震が発生した場合の建物倒壊あるいは火災の危険度を、東京都の危険度評価結果（『地震に関する地域危険度測定調査(第 6 回)』(東京都都市整備局、平成 20 年)）を参考にし、江戸川区が 7 段階に分けて表示したものである。

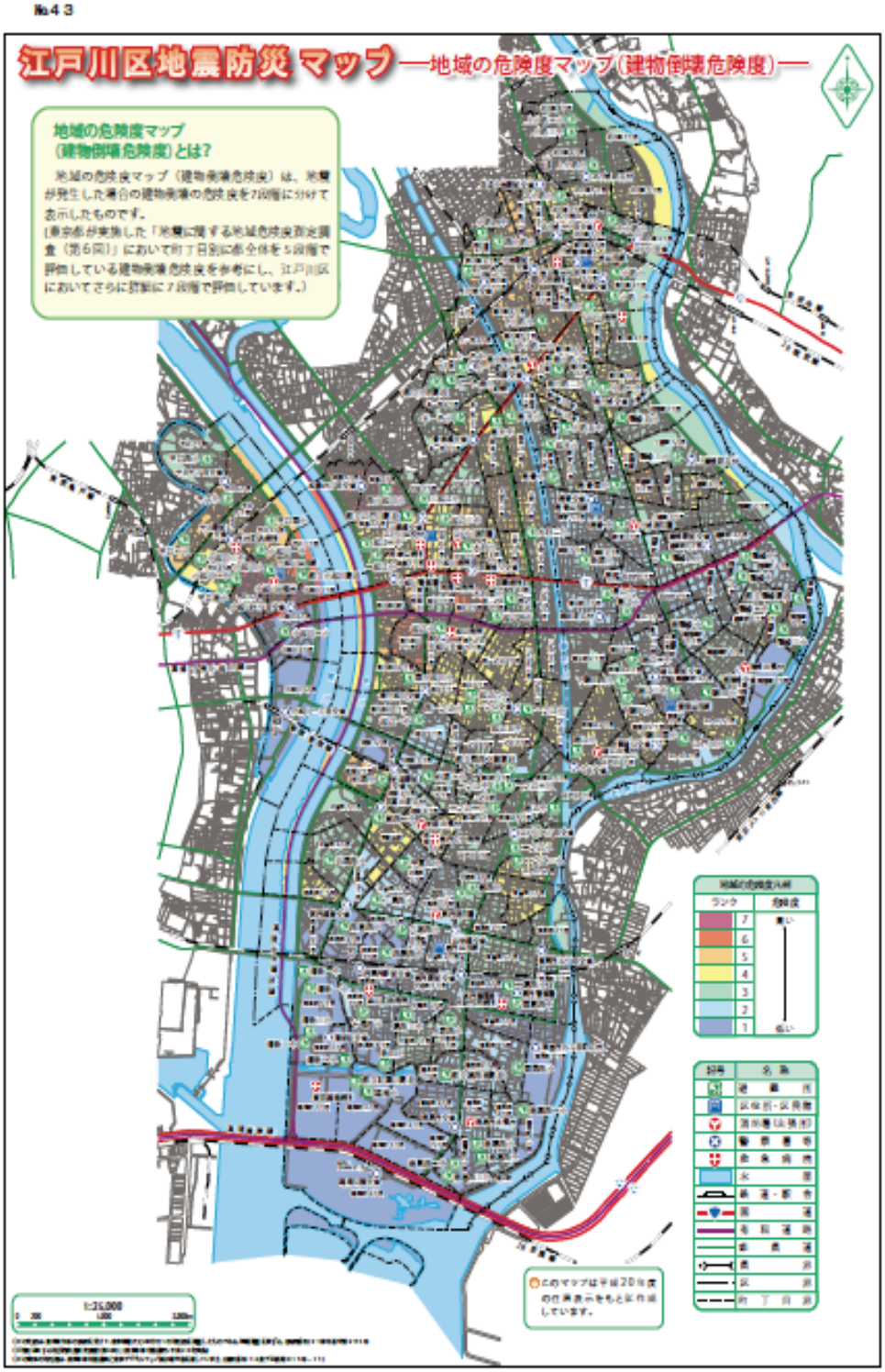


図 2.2.2-135　江戸川区地震防災マップ　—地域の危険度マップ（建物倒壊危険度）—

出典：江戸川区地域防災計画（平成 24 年度修正）

http://www.city.edogawa.tokyo.jp/bousai/koujo/n_bousaikeikaku/index.html

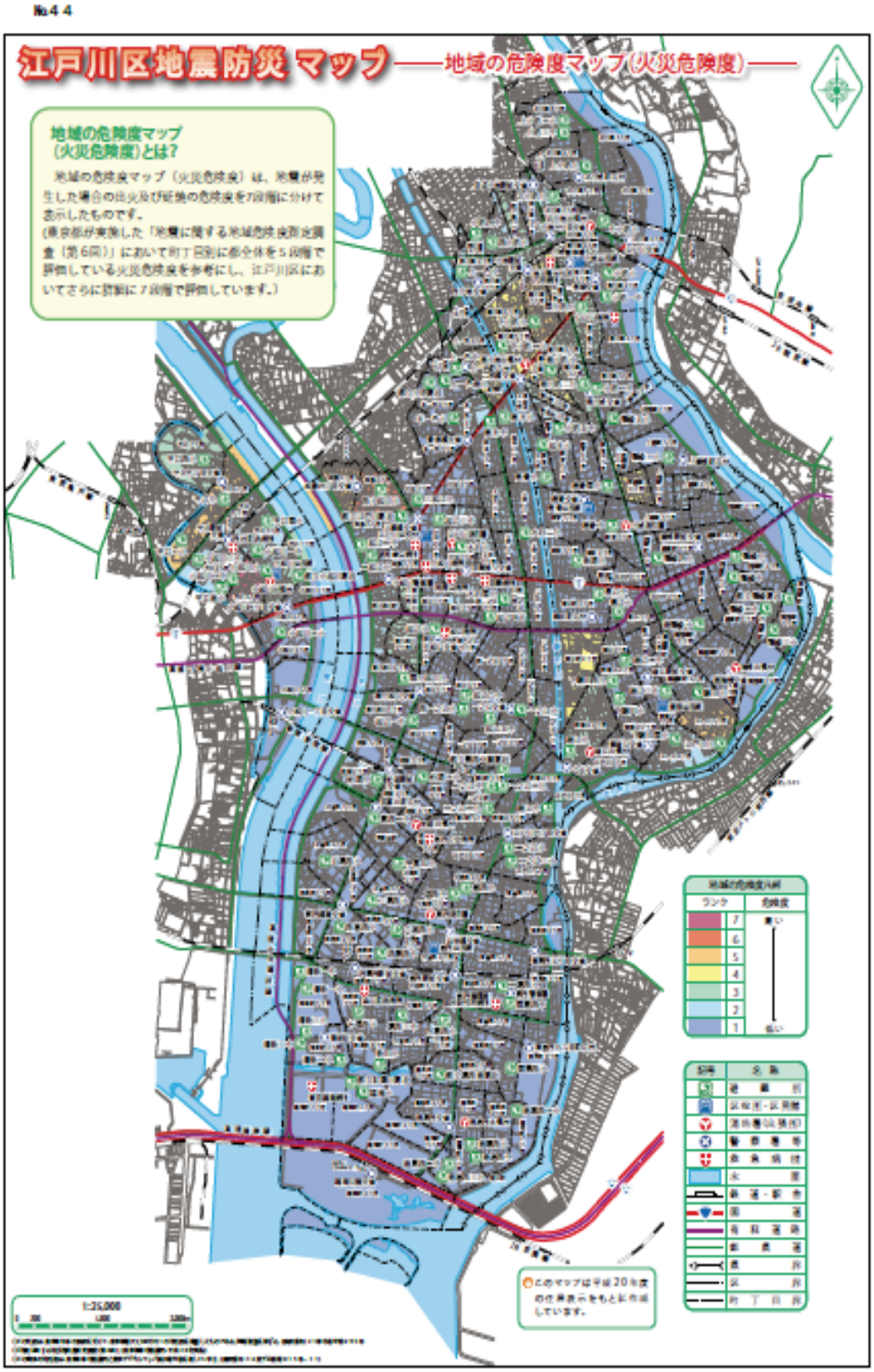


図 2.2.2-136　江戸川区地震防災マップ　―地域の危険度マップ（火災危険度）―

出典：江戸川区地域防災計画（平成 24 年度修正）

http://www.city.edogawa.tokyo.jp/bousai/koujo/n_bousaikeikaku/index.html

参考文献

2.2.2

1) 東京都建設局ホームページ（洪水ハザードマップ）
http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/river.html
2) 国土交通省関東地方整備局荒川上流河川事務所ホームページ
http://www.ktr.mlit.go.jp/arajo/arajo_index038.html
3) 国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所ホームページ
http://www.ktr.mlit.go.jp/keihin/keihin00194.html
4) 国土交通省関東地方整備局江戸川河川事務所ホームページ
http://www.ktr.mlit.go.jp/edogawa/saigai/soutei/shin_top.htm
5) 国土交通省関東地方整備局利根川上流河川事務所ホームページ
http://www.ktr.mlit.go.jp/tonejo/saigai/sinsuisoutei/shin_top.htm
6) 千代田区ホームページ（防災）
http://www.city.chiyoda.lg.jp/koho/kurashi/bosai/index.html
7) 中央区ホームページ（災害・防災・防犯）
http://www.city.chuo.lg.jp/kurasi/saigai/index.html
8) 港区ホームページ（防災・生活安全）
http://www.city.minato.tokyo.jp/bosai-anzen/index.html
9) 新宿区ホームページ（防災）
http://www.city.shinjuku.lg.jp/anzen/index03.html
10) 文京区防災ホームページ
http://bousaiweb.city.bunkyo.lg.jp/
11) 台東区ホームページ（防災と防犯）
http://www.city.taito.lg.jp/index/kurashi/bosai/index.html
12) 墨田区ホームページ（家庭・地域の防災対策）
http://www.city.sumida.lg.jp/kurasi_guide/katei_tiikinobousai/index.html
13) 江東区ホームページ（防災・防犯）
http://www.city.koto.lg.jp/seikatsu/bosai/index.html
14) 品川区ホームページ（災害にそなえて）
http://www.city.shinagawa.tokyo.jp/hp/menu000001000/hpg000000937.htm
15) 目黒区ホームページ（防災）
http://www.city.meguro.tokyo.jp/kurashi/anzen/bosai/index.html
16) 大田区ホームページ（防災・防犯）
http://www.city.ota.tokyo.jp/seikatsu/chiiki/bousai/index.html
17) 世田谷区ホームページ（救急・防犯・防災）
http://www.city.setagaya.lg.jp/kurashi/104/index.html
18) 渋谷区ホームページ（防災）
http://www.city.shibuya.tokyo.jp/anzen/bosai/index.html
19) 中野区ホームページ（防災・防犯）
http://www.city.tokyo-nakano.lg.jp/prevention/index.html
20) 杉並区ホームページ（防災）
http://www2.city.suginami.tokyo.jp/guide/guide.asp?n1=130
21) 豊島区ホームページ（防災情報）
http://www.city.toshima.lg.jp/bosai/index.html
22) 北区ホームページ（まちづくり・防災）
http://www.city.kita.tokyo.jp/menu/subtop/006.htm
23) 荒川ホームページ（防災・防犯）
http://www.city.arakawa.tokyo.jp/kurashi/bosaibohan/index.html

24) 板橋区ホームページ（防犯・防災・危機管理）
http://www.city.itabashi.tokyo.jp/sub03/
25) 練馬区ホームページ（防災・防犯、安全・安心）
http://www.city.nerima.tokyo.jp/kurashi/bosai/index.html
26) 足立区ホームページ（防災）
http://www.city.adachi.tokyo.jp/bosai/bosai/index.html
27) 葛飾ホームページ（防災・防犯）
http://www.city.katsushika.lg.jp/34/index.html
28) 江戸川区ホームページ（防災）
http://www.city.edogawa.tokyo.jp/bousai/koujo/index.html
29) 『首都直下地震等による東京の被害想定（平成 24 年 4 月 18 日公表)』
東京都防災ホームページ
http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/tmg/assumption.html
30) 『地震に関する地域危険度測定調査（第 7 回）(平成 25 年 9 月公表)』
東京都建設局ホームページ
http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/chousa_6/home.htm
31) 東京都土木技術支援・人材育成センターホームページ（東京の液状化予測）
http://doboku.metro.tokyo.jp/start/03-jyouhou/ekijyouka/
32) 防災科学研究所ホームページ（ｊ-SHIS　地震ハザードステーション）
http://www.j-shis.bosai.go.jp/map/
33) 内閣府ホームページ（富士山火山広域防災対策基本方針）
http://www.bousai.go.jp/kazan/fujisan/kihonhoshin/fuji_kihonhoshin.html

2.2.3　ハザードの重ね合わせと地区危険度の評価

1)　概要

前款 2.2.2 ハザードマップの調査と整理で示されるように、近年の防災意識の向上に伴い、各ハザードのマップの整備が加速してきている。しかし、各ハザード単独でのマップ化されているものの、それらを重ね合わせたものは、見当たらない。

ここでは、比較的各ハザードの危険度が比較的高そうな地区を含む軸を選定し、各ハザードを重ね合わせることを試みた。これにより選定した軸上ではあるものの、危険度の高いハザードが集中している箇所が、一目でわかることになる。今回は手作業にてハザードの重ね合わせを行ったが、地図情報と各ハザードマップ情報とを統合すれば、各位置でのハザードの重ね合わせ状況が一目でわかるサービスの提供も、現状の IT 技術からすれば、そんなに難しいものではないと考えられ、今後そのようなサービスの提供を期待するものである。

2)　ハザードの重ね合わせと地区危険度の評価

次節 2.4 では、地下化道路路線のモデルケースの検討を行っている。それらのモデルケースの選定に際しては、常時及び非常時におけるミッシングリンクを考慮することに加え、地域特性として有するハザード（災害危険度）を勘案して選定することとしているため、ここでは、総合的にハザードの高い地区を抽出するために、各種のハザードマップの重ね合わせを試みた。

(1)ハザード重ね合わせ軸

今回は、**図 2.2.3-1** に示す比較的各ハザードの危険度が高そうな地区を含む東西２軸、南北２軸を選定し、ハザードの重ね合わせを試みた。なお、選択したハザードは、洪水・内水、地震動、液状化危険度、津波高さ、全壊建物棟数、焼失棟数、細街路の閉塞可能性、30 年震度 6 以上の確率の 8 項目である、それらのハザードと、その出典及び凡例を**表 2.2.3-1** に示す。



図2.2.3-1　ハザードの重ね合わせ軸

表 2.2.3-1　出典と凡例

ハザード	出典等	凡例		
洪水・内水	東京都地域防災計画　風水害編（平成２４年修正）東京都防災会議　より	浸水した場合に想定される水深		0.5m未満の区域
				0.5～1.0m未満の区域
				1.0～2.0m未満の区域
				2.0～5.0m未満
地震動	首都直下地震等による東京の被害想定 東京都（東京湾北部地震（M7.3））	震度		６強
				６弱
液状化危険度	首都直下地震等による東京の被害想定 東京都（東京湾北部地震（M7.3））	液状化危険度		５＜PL
				０＜PL≦５
				PL=０
津波高さ	首都直下地震等による東京の被害想定 東京都（東京湾北部地震（M7.3））	津波高さ		1.0m未満
				1.0～2.0m未満
全壊建物棟数	首都直下地震等による東京の被害想定 東京都（東京湾北部地震（M7.3））	全壊建物棟数		100～400
				50～100
				25～50
				10～25
				2～10
				0～2
焼失棟数	首都直下地震等による東京の被害想定 東京都（東京湾北部地震（M7.3））	焼失棟数		100 以上
				50～100
				20～50
				10～20
				1～10
				0～1
				0
細街路の閉塞可能性	首都直下地震等による東京の被害想定 東京都（東京湾北部地震（M7.3））	細街路閉鎖率		20%以上
				15～20%未満
				15%未満
30 年震度 6 強以上確率	地震ハザードステーション：J-SHIS　MAP	30 年震度 6 強以上の揺れに、見舞われる確率		26～100%
				6～26%

(2)南北軸 1（東京駅～舎人公園軸）

図 2.2.3-2（Ⅳ-171 頁）に東京駅～舎人公園軸のハザードの重ね合わせを示す。ハザードの重ね合わせで、比較的危険度の少ない地区は、台東区谷中地区付近であり、標高が高く、洪水・内水の危険度も少なく、液状化や地震の危険度も比較的少ない。建物全壊棟数、焼失棟数、細街路閉塞可能性のハザード危険度も比較的小さい地区となっている。逆に比較的危険度の多い地区は、荒川区東屋久地区付近であり、近くに隅田川が流れ、比較的低地であり、洪水・内水の危険度も高く、液状化や地震の危険度も比較的高い。木造住宅密集地であるため、全壊建物棟数、焼失棟数、細街路閉塞可能性も比較的高い地区となっている。

(3)南北軸 2（蒲田～早稲田軸）

図 2.2.3 -3（Ⅳ-173 頁）に蒲田～早稲田軸のハザードの重ね合わせを示す。ハザードの重ね合わせで、比較的危険度の少ない地区は、港区麻布十番地区付近であり、標高が高く、洪水・内水の危険度は少なく、液状化や地震の危険度も比較的少ない。建物全壊棟数､焼失棟数､細街路閉塞可能性のハザード危険度も比較的小さい地区となっている。逆に比較的危険度の多い地区は、大田区南六郷・本羽田地区であり、近くに多摩川が流れ、比較的低地であり、洪水・内水の危険度が高く、さらに津波の危険性もある。液状化や地震の危険度も高く、全壊建物棟数、焼失棟数、細街路閉塞可能性も比較的高い地区となっている。

(4)東西軸 3（江戸川区小岩～中野鷺宮軸）

図 2.2.3-4(Ⅳ-175 頁)に江戸川区小岩～中野鷺宮軸のハザードの重ね合わせを示す。東池袋から西側では標高が 30m を超えて大きな河川がないこともあり、洪水・内水の危険度や地震時の液状化の危険度が低い。一方、東池袋の東側～中野鷺宮付近は、東に行くほど標高が低く、液状化の危険度や街路の閉塞率が高くなり、ハザード危険度の多い地域が増える傾向がある。特に、隅田川と荒川に挟まれた向島～東墨田の地域は標高が 0m 前後の低地にあり、内水・洪水の危険度や液状化の危険度が高い。また、荒川より東側の中川流域に近い東四つ木～南小岩地域でも地盤状態が悪く、地震による震度や液状化などの危険度が高くハザード危険度の多い地域となっている。

(5)東西軸 4（江戸川区江戸川～杉並区高井戸軸）

図 2.2.3-5（Ⅳ-177 頁）に江戸川区江戸川～杉並区高井戸軸のハザードの重ね合わせを示す。皇居～明治神宮付近は､標高が 30m を超えて内水･洪水の危険度が低い。また､赤坂御用地、明治神宮外苑などの緑地が点在し、焼失棟数が少なくなることからハザード危険度が比較的少ない地域となっている。しかし、一部には液状化の危険度が高い地域がある。渋谷区笹塚～杉並区高井戸付近は住宅密集地域で木造家屋が多く、全壊建物棟数や細街路の閉塞可能性が高い。また，焼失棟数も多い傾向にあり、ハザード危険度が多い地域となっている。皇居から西側～高井戸付近は隅田川､荒川に近い地域で内水・洪水の危険が高く、また、地盤状態が悪いことから地震による震度や液状化の危険度が高くなっている。とくに、荒川両岸付近は細街路の閉塞可能性の高い地域があり、焼失棟数も高くなるなどハザード危険度が多い地域となっている。

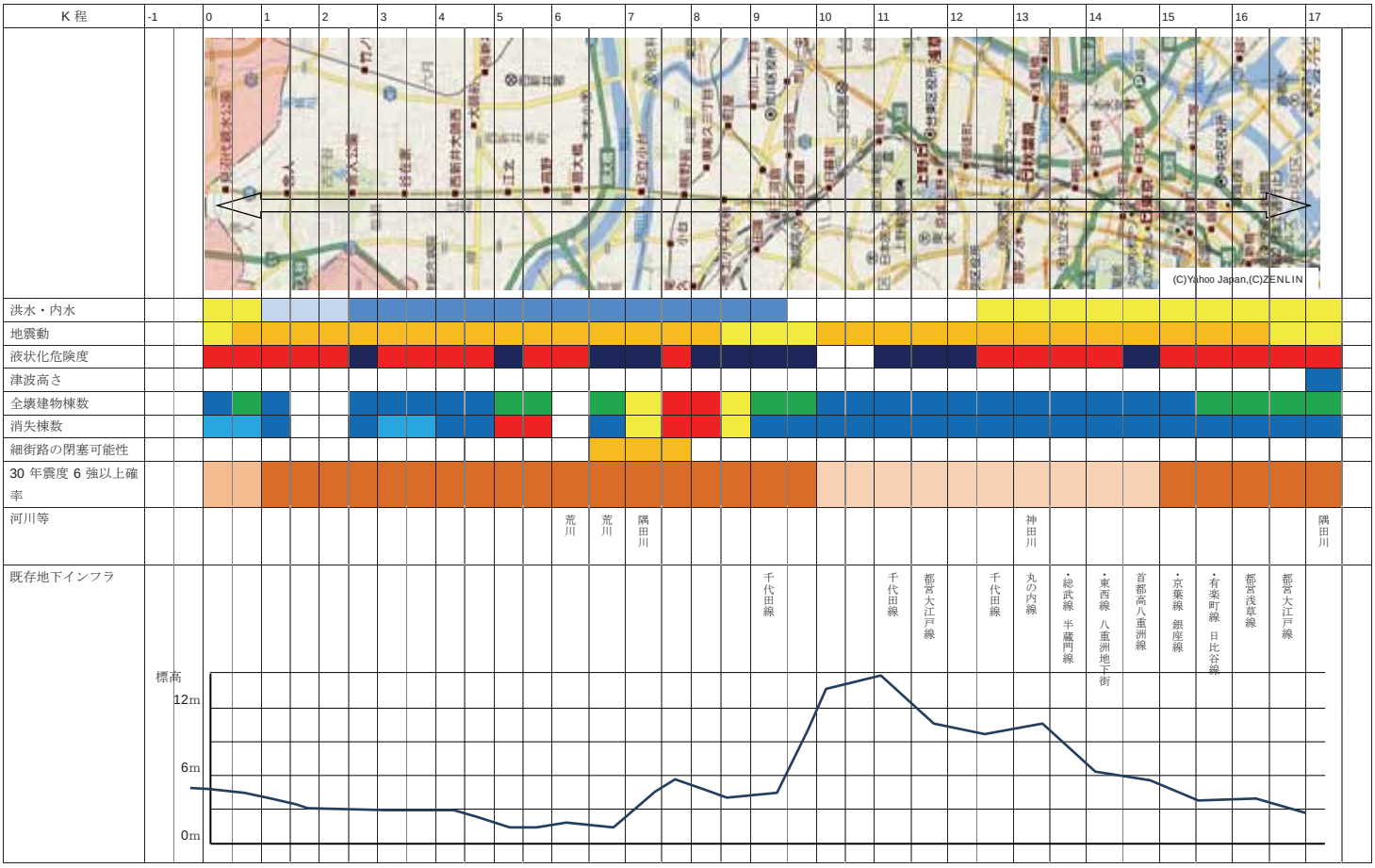


図 2. 2. 3-2　東京駅～舎人公園軸のハザードの重ね合わせ

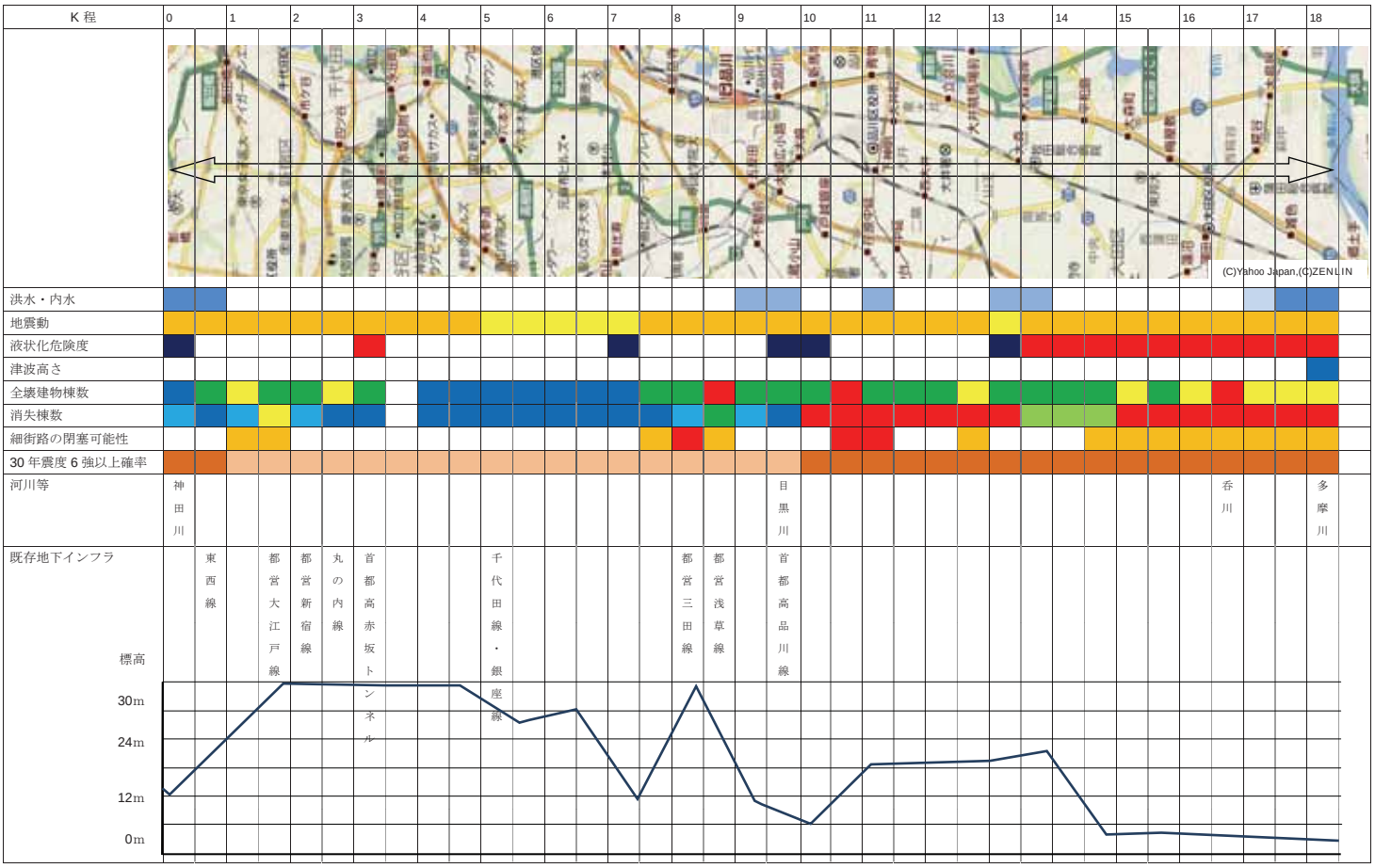


図 2. 2. 3-3　蒲田～早稲田軸のハザードの重ね合わせ



図 2. 2. 3-4　江戸川区小岩～中野鷺宮軸のハザードの重ね合わせ

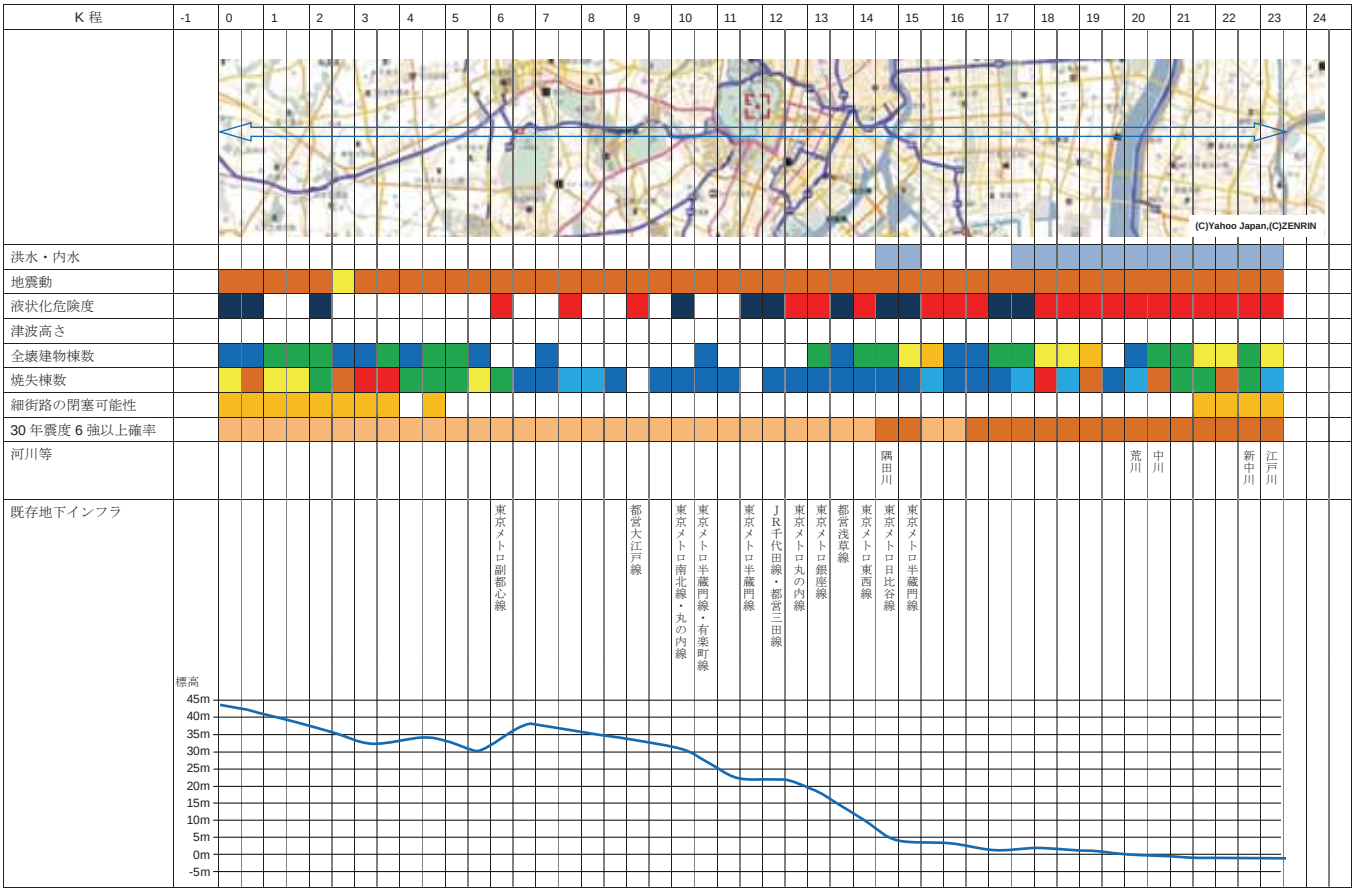


図 2. 2. 3-5　江戸川区江戸川～杉並区高井戸軸のハザードの重ね合わせ

2.3　ミッシングリンクの調査

道路網におけるミッシングリンク（Missing-link）とは、道路網において道路未整備区間により道路が途切れていることである。

東日本大震災において、まず高速道路と国道 4 号線を確保し、次に大型車や緊急車両が通れるように、幹線を通して、緊急物資や支援隊の交通を確保する「くしの歯作戦」が効果を発揮した。

これは、太平洋沿岸を通る国道 45 号は被災・寸断されたが、部分的に供用していた三陸沿岸道路等の高速道路は、過去の津波を考慮して高台に整備していたため、損傷がほとんどなく、発災後も国道 45 号の迂回路や緊急輸送路として利用され、くしの歯作戦として大きな役割を果たした。

過去の震災を踏まえ耐震補強を実施してきた結果、幹線道路は致命的な被害を受けずに早期復旧が可能となった。さらに、被災後に利用が制限された太平洋側の高速道路の代替として、日本海側の幹線道路網が物資の輸送ルートとして機能したなど、災害時に高速道路ネットワークが果たす役割を再評価した。

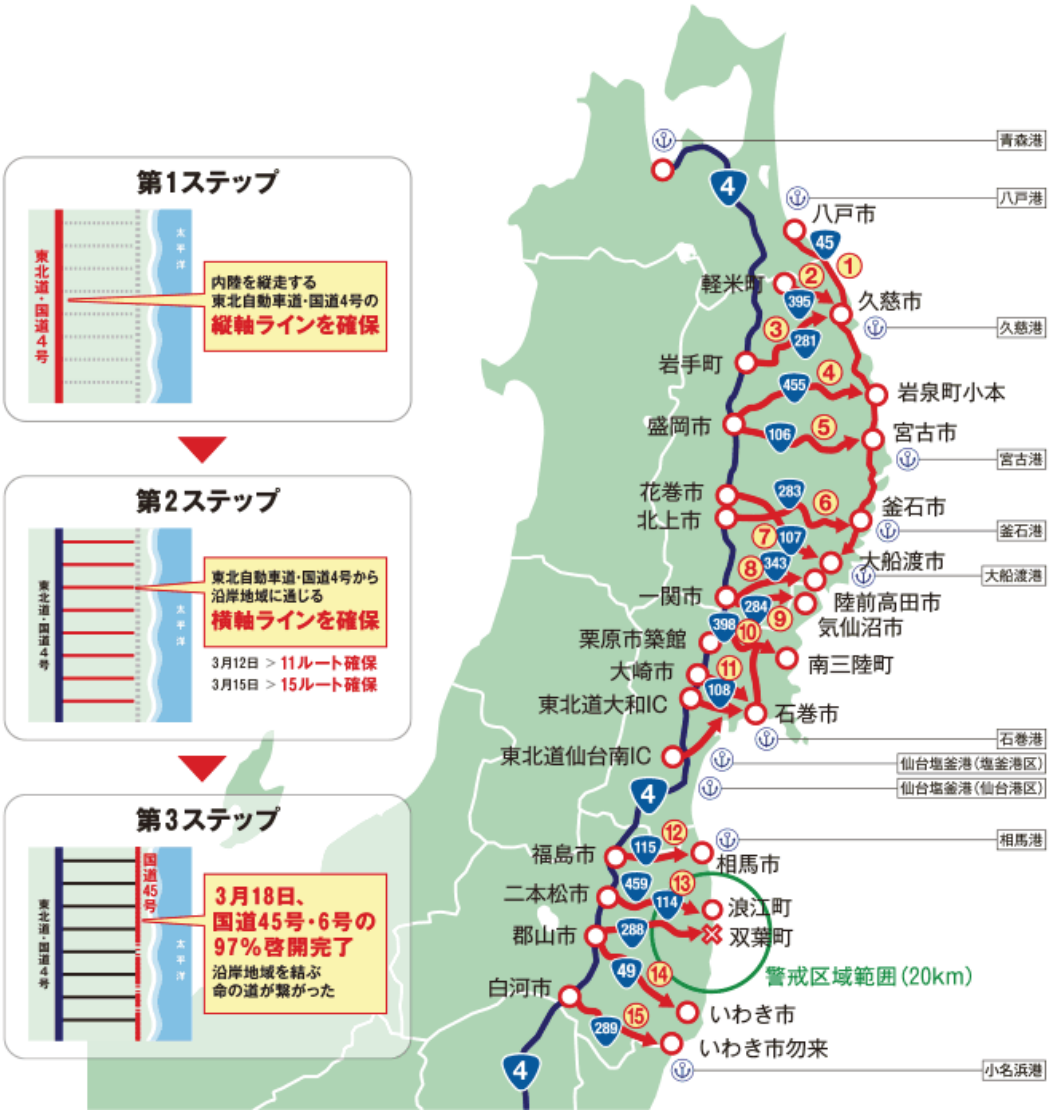


図 2.3-1　くしの歯作戦の概要図

出典：国土交通省東北地方整備局震災伝承館 HP
http://infra-archive311.jp/s-kushinoha.htm

一方、依然として全国には道路網の整備が遅れていることから、唯一の国道が津波により被災し地域が孤立しやすいなど、国道に防災上の課題があり脆弱な地域が存在する。東海・東南海・南海地震への備えや降雨・降雪時の代替ルートの確保、国際競争力の強化、産業の立地・振興等を図るため、主要都市間等を連絡する高規格幹線道路等のうち、未整備の部分（ミッシングリンク）を整備して、移動手段としての迂回路機能（リダンダンシー）と都市間移動の速達性を高める必要がある。

このような脆弱な地域の災害への対応量を高め、国土を保全するネットワーク機能の早期確保を最優先課題としている。これは、東日本大震災でのくしの歯作戦の効果から、今後、地震等の被害が懸念される地域での、同様の計画が策定されている。

国としては、この反省の上に国土強靭化が求められた。国土強靭化の基本理念は、以下のとおりである。

① 経済等における過度の効率性の追求の結果としての一極集中、国土の脆弱性の是正
→ 戦後の国土政策・経済政策の総合的検証の結果に基づく多極分散型の国土の形成
② 地域間交流・連携の促進、特性を生かした地域振興、地域社会の活性化、定住の促進
→ 我が国の諸課題の解決、国土の保全、国土の均衡ある発展（複数国土軸の形成）
③ 大規模災害の未然防止、発生時の被害拡大の防止、国家社会機能の代替性の確保
→ 大規模災害発生時における我が国の政治・経済・社会活動の持続可能性の確保

このような国土の強靭化を目指す上でも、ミッシングリンクの解消は、国際競争力の強化、地域経済の強化や、大規模災害時における代替ルートの確保に国土強靭化の一環として地域の自立の支援を図るために必要な施策として考えられる。

2.3.1 常時におけるミッシングリンク

国土の強靭化と都市の集約化と快適性・安全性を実現するためには、高度な社会インフラが必須である。特に、交通機能に加えて道路の機能に期待する要求は大きい。しかし、都市部では恒常的に渋滞が起きている。この道路整備の後れからくる脆弱さや経済的な負荷は、日本の国際化や競争力にも大きな負担になっていて、ますます拡大しかねない状況である。このような状況を打開するためにも、ミッシングリンクへの対応は重要である。

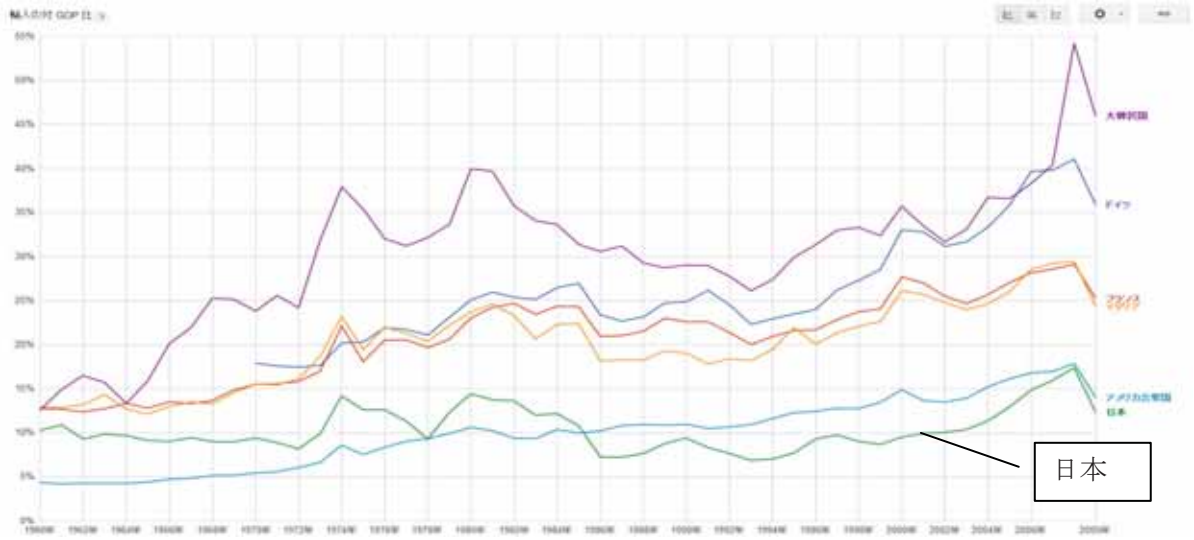


図 2.3.1-1 輸入の対 GDP 比

出典：Google Public Data(世界銀行・世界指標、最終更新日 2011 年 11 月 9 日)

世界銀行・世界開発指標データによる統計的に見ても、日本経済は貿易大国のイメージが大きいが、内需による経済活動が他国に比較して大きいことが分かる。国内経済の活性化のためにも、ミッシングリンクの解消は重要な事項であると言える。

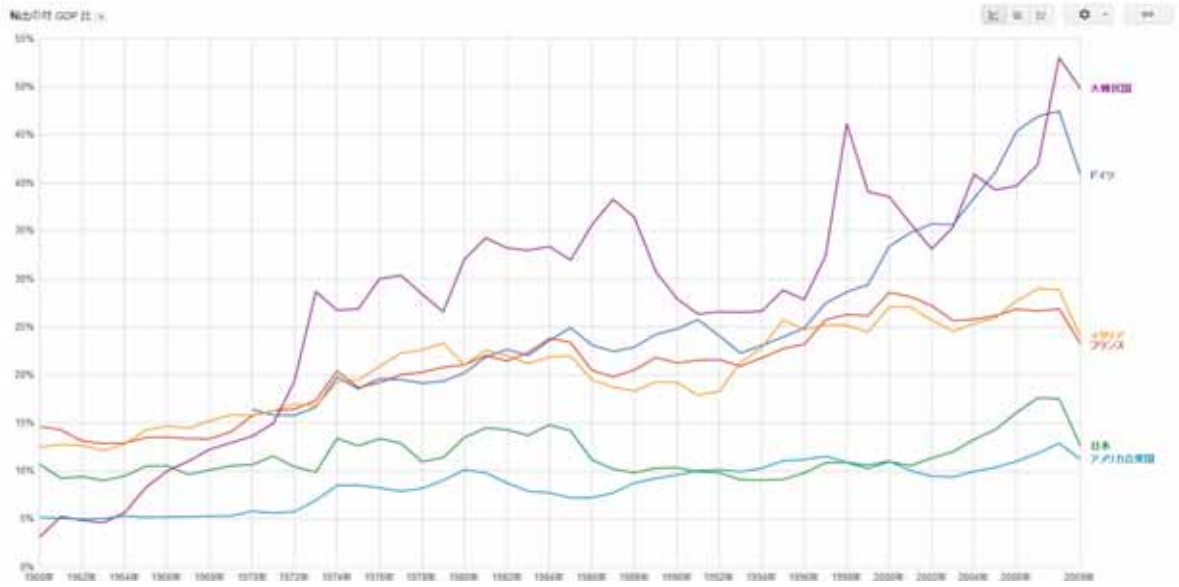


図 2.3.1-2　輸出の対 GDP 比

出典：Google Public Data(世界銀行・世界指標、最終更新日 2011 年 11 月 9 日)

1) 全国ミッシングリンクに対する整備

国土交通省は、地域経済・産業の強化を図るとともに、災害に強い広域ネットワークを構築するため、民間の技術力を活用しつつ、主要都市間等を連絡する高規格幹線道路等の整備を推進する。東海・東南海・南海地震への備えや降雨・降雪時の代替ルートの確保、国際競争力の強化、産業の立地・振興等を図るため、主要都市間等を連絡する高規格幹線道路等のうち、未整備の部分（ミッシングリンク）の整備を推進し、都市間移動の速達性を高めまる方針である。

2) 首都圏幹線道路のミッシングリンクの解消

国際物流の円滑化等により国際競争力を強化するため、国際海上コンテナ車両等が通行すべき大都市圏環状道路等のネットワーク整備や通行支障区間の解消、高速道路等と拠点空港・港湾・鉄道駅との直結を含むアクセス整備を推進する。

首都圏では、首都高速都心環状線の約 62%が都心環状線内の出入り口を利用しない交通であり、このような都心に用のない通過交通が放射状の高速道路の渋滞など都心の渋滞の原因となっている。都市部の道路においては、密集した市街地の主要箇所へのアクセスに時間を要するなど、車両が制限されるなど、十分な機能を発揮しているとは言い難い。

このような通過交通に対しても、首都高速中央環状、東京外環および圏央道の 3 つの環状道路のミッシングリンクを解消することで放射状の高速道路の稼働率を上げ、都心部の渋滞解消を図ることが重要であり、経済機損失の抑制と生活の安全性の向上を図る必要がある。

3) 高規格道路の役割と基本的考え方

(1) 国土全体のネットワーク化

・地域間の物流や人流の活発化

・地域経済の活性化

・地域の生活の安全、安心（防災や医療）の実現に寄与

(2) 生産拠点と港湾・空港などを結節

・物流の効率化、人流の円滑化を実現

・わが国産業の国際競争力の維持、向上を図るなどの効果をもたらす。

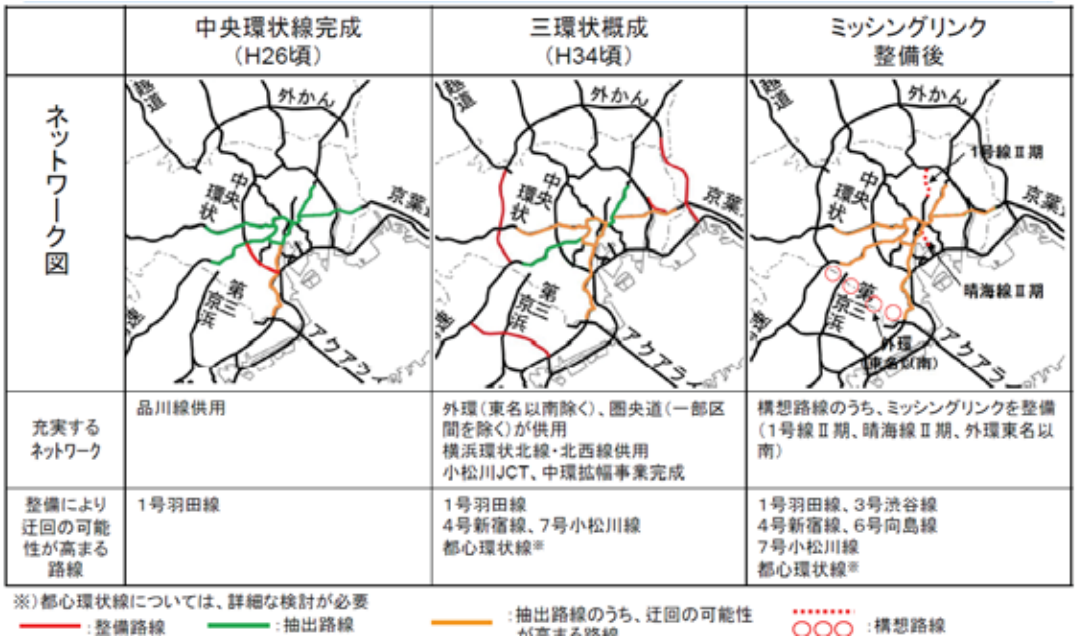


図 2.3.1-3　首都圏の高速道路網の整備計画（案）

出典：第 4 回首都高速の再生に関する有識者会議首都高速道路株式会社提出資料

4) ミッシングリンクに対する考え方

道路整備においてはミッシングリンクを解消し、ネットワークを早急に完結させることが重要であり、喫緊の課題を持つ道路から順次整備し、国際競争力の維持強化に寄与する路線（大都市環状線、港湾・空港などとの連絡道路等）を推進する必要がある。また、条件不利地域において既存国道等の代替道路の役目も果たす路線などの配慮も必要である。

(1) 高規格幹線道路（ミッシングリンク）の重点整備

高規格幹線道路のうち、ミッシングリンクとなっている区間の重点的整備を推進。

(2) 一般道と高速道路との連携

サービス性の高い一般幹線道路によりミッシングリンク区間を補完。

(3) 案内標識による誘導、乗継割引によるミッシングリンクへの対応

最短経路でミッシングリンク区間を走行できるように、案内標識により誘導。乗継割引により、ミッシングリンク区間の両側の高速道路の利用を促進。

(4) 交通拠点や物流ターミナルにダイレクトに連絡可能な高規格ネットワークの整備

新幹線駅や空港等の交通結節点や港湾等の物流ターミナルへダイレクトに連絡または、一般道をなるべく走行しないようなアクセス道路ネットワークを整備する。

(5) 緊急時対応

従来の「渋滞解消等を図るネットワーク」の考え方（交通量や時間短縮といった経済効率性の評価に着目）に加え、「災害時に地域の孤立化等を防ぐネットワーク」、「首都圏の中枢機能のバックアップ」という観点から、防災面の広域的なネットワーク効果等を発揮できるような道路整備が求められている。こうした防災上の課題やネットワーク効果も含めた交通整備の課題に対して、より重点的に交通網の改善を図る必要がある。

参考文献

2.3.1

1) くしの歯作戦の概要：国土交通省東北地方整備局震災伝承館 HP
http://infra-archive311.jp/s-kushinoha.html

2) 輸入対 GDP 比：Google Public Data(世界銀行・世界指標、最終更新日 2011 年 11 月 9 日)
http://www.google.com/publicdata/explore?ds=wb-wdi&met=sp_dyn_tfrt_in&idim=country:SWE&dl=ja&hl=ja#!ctype=l&strail=false&bcs=d&nselm=h&met_y=ne_imp_gnfs_zs&scale_y=lin&ind_y=false&rdim=country&idim=country:JPN:DEU:USA:KOR:FRA:ITA&ifdim=country&hl=ja&dl=ja&ind=false

3) 輸出対 GDP 比：Google Public Data(世界銀行・世界指標、最終更新日 2011 年 11 月 9 日)
http://www.google.com/publicdata/explore?ds=wb-wdi&met=sp_dyn_tfrt_in&idim=country:SWE&dl=ja&hl=ja#!ctype=l&strail=false&bcs=d&nselm=h&met_y=ne_exp_gnfs_zs&scale_y=lin&ind_y=false&rdim=country&idim=country:JPN:DEU:USA:KOR:FRA:ITA&ifdim=country&hl=ja&dl=ja&ind=false

4) 首都圏の高速道路網の整備計画（案）：第 4 回首都高速の再生に関する有識者会議首都高速道路株式会社提出資料

2.3.2 災害時におけるミッシングリンク

災害時におけるミッシングリンクを検討するにあたり、高速道路の災害時の役割を整理する。高速道路の災害時に求められる役割は、大局的には甚大災害時に緊急輸送を担う道路として機能し、被災地への物資や人員、機材の輸送が迅速に行われることである。

東京都心部では、阪神淡路大震災において一般車両の使用による交通渋滞により、火災が拡大し、生き埋めになった多くの人命が失われたことを教訓に、消防、警察、自衛隊等の車両を最優先で走行させ、救出・救護活動等を迅速に行うための第一次交通規制（道路交通法）が実施される。第一次交通規制は、基本的に大震災（震度 6 弱以上）が発生した場合に実施され、環状 7 号の内側方向への通行が禁止されるとともに（環状 7 号線は迂回路として通行可能）、**表 2.3.2-1** に示す路線が緊急自動車専用路となり、緊急自動車以外の通行が禁止される。

表 2.3.2-1　緊急自動車専用路の一覧

国　道	国道 4 号(日光街道　他)	国道 17 号(中山道・白山通り　他)
	国道 20 号(甲州街道　他)	国道 246 号(青山通り・玉川通り)
都　道	目白通り	外堀通り
高速道路	高速自動車国道・首都高速道路	

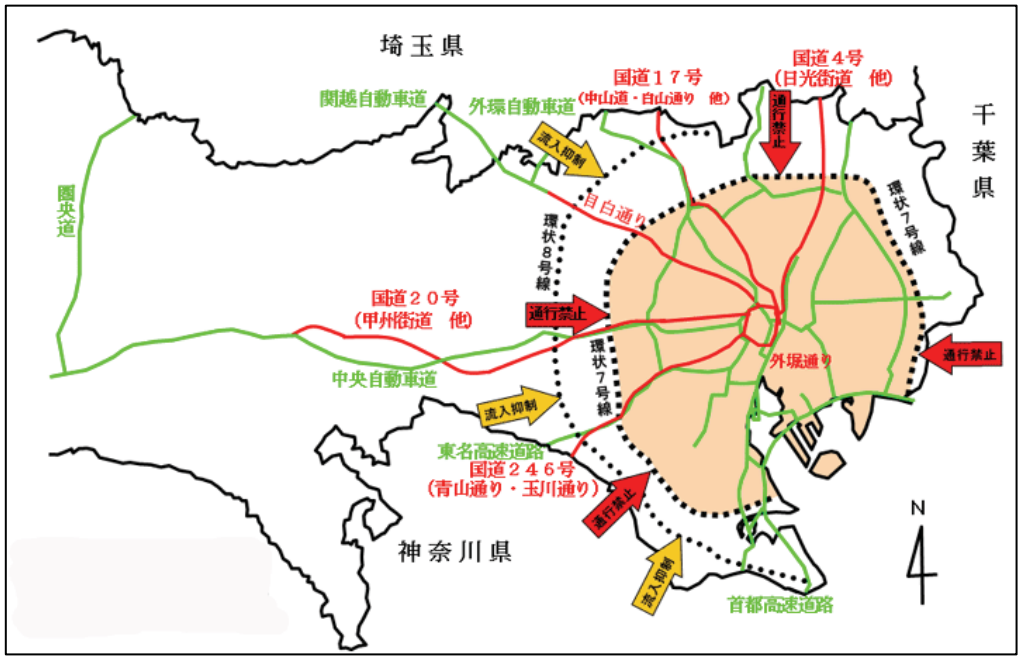


図 2.3.2-1　第一次交通規制図

出典：警視庁ホームページ

http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/kotu/shinsai_kisei/kisei_1.htm

被害状況が確認された後は、復旧・復興のための災害応急対策を円滑に行うために第二次交通規制（災害対策基本法）が実施され、第一次交通規制の緊急自動車専用路が緊急交通路となる（**図 2.3.2-1**）。さらに、代表的な 31 路線のうち必要な路線が緊急交通路に指定される（**図 2.3.2-3**）。指定された緊急交通路では、被災状況に応じて災害応急対策に従事する車両も通行できるようにな

る。

このように東京都心部では、首都直下の地震に備え、渋滞による人為的に発生するミッシングリンクを抑制する方策がとられている。ただし、一般道は高速道路と比較して耐災害性が低いことから倒壊した建物等の影響を受けたり、歩行者や自転車の流入の影響を受けたりするために、甚大災害時には大きな混乱が生じていると予測され、実際には高速道路が緊急輸送の主体的な役割を果たすと考えられる。



図 2.3.2-2　緊急交通路標識
出典：警視庁ホームページ
http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/kotu/shinsai_kisei/emergency.htm#rodo

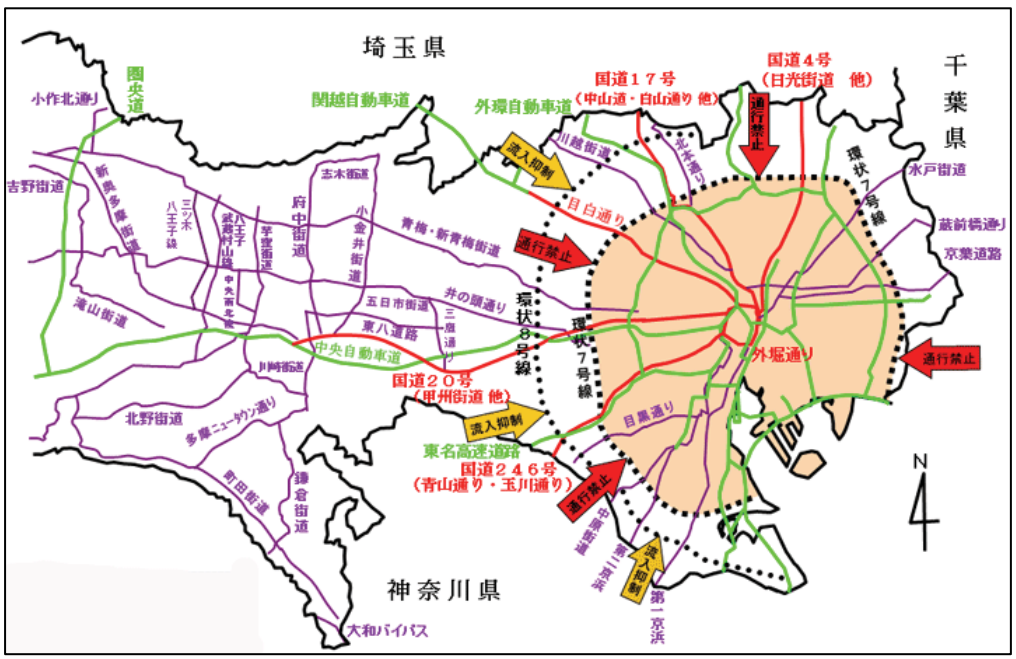


図 2.3.2-3　第二次交通規制図
出典：警視庁ホームページ
http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/kotu/shinsai_kisei/kisei_2.htm

東日本大震災においては、盛土構造が多かったことによる面があるものの、東北自動車道等の高速道路が 1 日で応急復旧し、緊急輸送路として機能した。また、三陸縦貫道は、過去の津波を考慮して高台に計画されていたために被災することなく（**図 2.3.2-4**）、開通区間においては、警察や消防、自衛隊等の緊急車両の到達ルートを確保するとともに、食料や医療品、燃料等の救急救援物資を防災拠点および避難所等に届ける緊急輸送路としても機能した。

一方で、三陸縦貫道は、計画されている仙台ー宮古間において開通率が 50%程度であったため、全線開通すれば 3 時間程度の所要時間のところを並行する国道 45 号の迂回や混雑により、 7 時間以上の時間を要した。また、未開通区間においては、地震発生直後の到達不能地域が多数発生し、数日間孤立した地域が存在した（**図 2.3.2-5**）。このように三陸沿岸部は、震災時にミッシングリンクとなる箇所が多数存在し、高速道路が本来果たすべきネットワークとしての機能が十分に果たされなかった面もあった。

また、高速道路インターチェンジと港湾・空港とのアクセスについて、不通や迂回が発生し、災害時も想定した物資輸送の拠点となる港湾・空港などとの連携確保についても課題となっている。特に、アクセス可能な道路が少ない石巻港や松島飛行場、仙台空港にて不通となった期間が発生した（**図 2.3.2-6**）。

また、迂回ルートは、通常ルートと同様のルートではなく、多様なアクセス方法を備えていれば、被災時にその機能が十分に発揮されると考えられる。



図 2.3.2-4　過去の津波を考慮し高台に建設された三陸縦貫道

出典：高速道路のあり方検討有識者委員会、東日本大震災を踏まえた緊急提言（データ集）

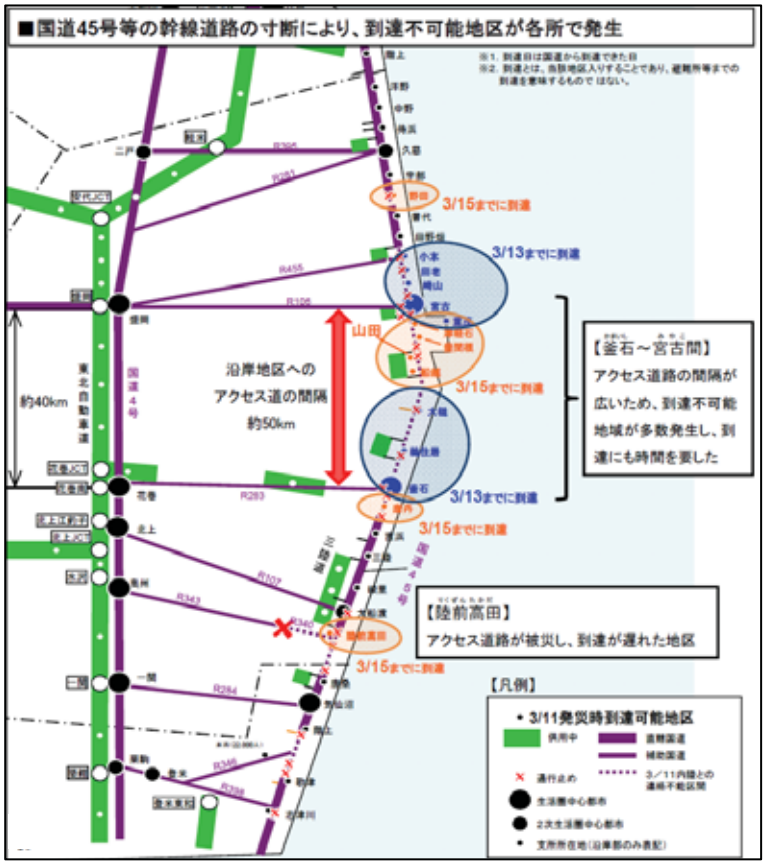


図 2.3.2-5　三陸沿岸部の東日本大震災直後の到達状況

出典：高速道路のあり方検討有識者委員会、東日本大震災を踏まえた緊急提言（データ集）

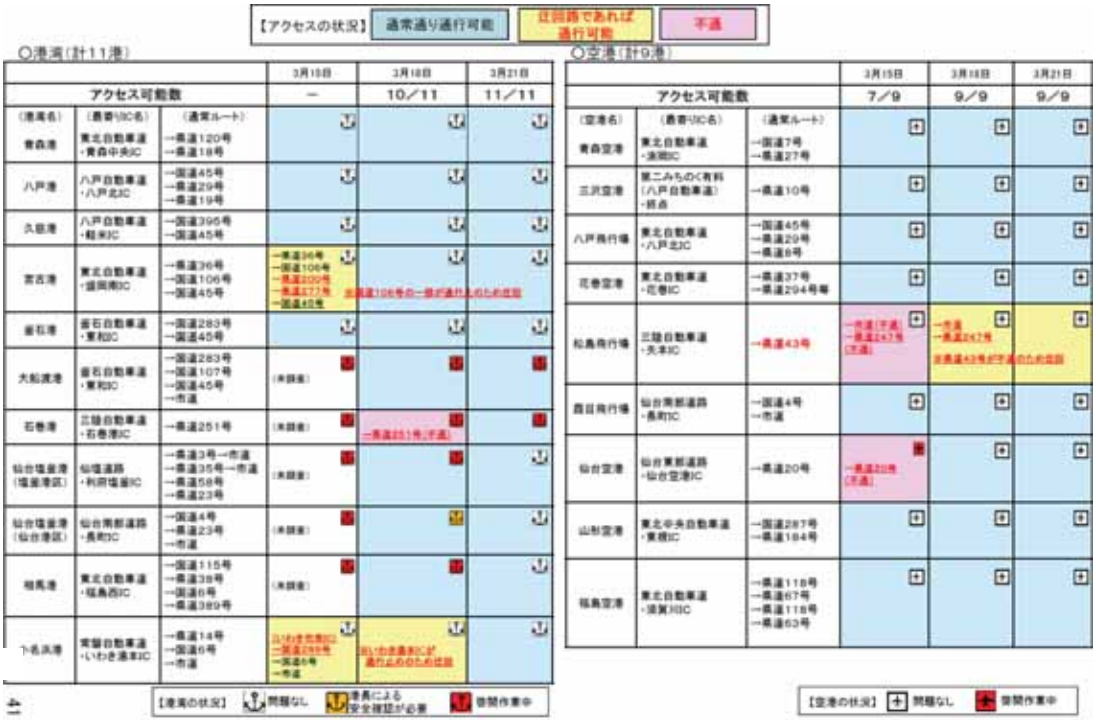


図 2.3.2-6　東日本大震災後の高速道路 IC と港湾および空港のアクセス状況

出典：高速道路のあり方検討有識者委員会、東日本大震災を踏まえた緊急提言（データ集）

このように、高速道路には、災害時にもネットワークとして機能することが求められており、災害時にミッシングリンクによって、被災者の避難や救護、支援の障害が発生しないように整備されている必要があり、そのためには、以下の 3 点が重要と考えられる。

① 常時のミッシングリンクの解消

常時のミッシングリンクを解消し、災害による不通区間を迂回するために複数のルートがネットワーク状に確保されていること。

② 重要施設へのアクセスの多重性および多様性

発災時の活動拠点となる施設に対しては、付近で不通区間が発生しても支障がないように施設へのアクセスの多重性や多様性が確保されていること。

③ 高速道路の耐災性の強化

過去に発生した災害を教訓にし、高速道路が発災時に致命的な損傷を受けないように、構造物の耐災性（災害に対する耐性）が強化されていること。

以上の 3 点について、首都圏での状況を検証する。

(1) 常時のミッシングリンクの解消

常時のミッシングリンクの解消については、「2.3.1 **常時におけるミッシングリンク**」の項にて説明しているため、ここでは記述しない。ただし、常時におけるミッシングリンクの解消は「渋滞解消を図るネットワーク」が主な目的であるのに対して、災害時のミッシングリンクの解消は「被災地域の孤立を防ぐネットワーク」が主な目的となることに留意する必要がある。

(2) 重要施設へのアクセスの多重性および多様性の確保

首都圏では、内閣府（防災担当）により、首都圏における大規模災害に備え、広域防災基地および広域防災拠点が整備されている。以下にそれぞれの機能と施設までのアクセスを示す。

・立川広域防災基地の機能

立川広域防災基地は、都心部の施設が甚大な被害を受けた場合に政府の災害対策本部が設置され、国の災害応急対策活動の拠点となる。また、立川広域防災基地には、災害に対応するための消防、海上保安庁、警視庁、医療施設、宿舎、自衛隊（立川飛行場）等の各施設が備えられており、空輸による人員・物資の緊急輸送の中継・集積拠点として、自衛隊・消防・警察などの援助隊の運用・受入拠点として、首都圏の災害応急対策活動の中核拠点として機能する。

・東京湾臨海部基幹的広域防災拠点（有明の丘地区、東扇島地区）の機能

首都直下地震等が発生した場合は、東京湾臨海部基幹的広域防災拠点（有明の丘地区、東扇島地区）に緊急災害現地対策本部等が設置され、災害発生時の各地域における医療搬送や緊急輸送等を現地レベルで的確に調整・実施し、災害応急対策活動の拠点となる。

・各施設へのアクセス

立川広域防災基地の最寄りのインターチェンジは、国立府中 IC である（**図 2.3.2-7**）。本インターチェンジは、防災基地から約 7km の距離があり、さらに、最短距離でアクセスするためには、立川駅周辺の市街地を通過する必要があることから、防災基地から高速道路へのアクセスは良好ではない。また、圏央道へのアクセスも可能であるが、本防災基地から圏央道のあきる野 IC までは約 13km あり、かつ圏央道から関越道を経由して都心へ向かうため、あまり現実的なルートではない。よって、本防災基地から都心へ向かうためには、基本的には中央自動車道のみであり、アクセスの多重性および多様性ともに乏しい。災害時に本防災基地周辺で渋滞が発生した場合や中央道が被災した場合、迅速な救援・救護活動が妨げられる恐れがある。


立川広域防災基地
国立府中 IC
立飛駅
高松駅
立川北駅
立川駅
西国立駅
国立駅
柴崎体育館駅
矢川駅
谷保駅
日野駅
万願寺駅
国分寺市
立川市
国立市
日野市
府中市
昭和記念公園
陸上自衛隊
立川駐屯地
地方整備局
東京地方裁判所
第八方面本部
立川税務署
高松図書館
立川相互病院
立川第二中
立川第一中
立川第八中
立川第一小
第四小
第五小
第六小
第二小
第三中
第十小
国立音楽大附小
国立音楽大附高
国立第六小
国立第四小
国立第三小
国立第一小
国立南G
国立市役所
国立谷保G
国立さくら病院
国立第五商高
国立高
国立富士見台第一団地
国立富士見台第三団地
国立第一団地
国立第二団地
国立第三団地
国立第四団地
国立第五団地
国立第六団地
国立第七団地
国立第八団地
国立第九団地
国立第十団地
国立第十一団地
国立第十二団地
国立第十三団地
国立第十四団地
国立第十五団地
国立第十六団地
国立第十七団地
国立第十八団地
国立第十九団地
国立第二十団地
国立第二十一団地
国立第二十二団地
国立第二十三団地
国立第二十四団地
国立第二十五団地
国立第二十六団地
国立第二十七団地
国立第二十八団地
国立第二十九団地
国立第三十団地
国立第三十一団地
国立第三十二団地
国立第三十三団地
国立第三十四団地
国立第三十五団地
国立第三十六団地
国立第三十七団地
国立第三十八団地
国立第三十九団地
国立第四十団地
国立第四十一団地
国立第四十二団地
国立第四十三団地
国立第四十四団地
国立第四十五団地
国立第四十六団地
国立第四十七団地
国立第四十八団地
国立第四十九団地
国立第五十団地
国立第五十一団地
国立第五十二団地
国立第五十三団地
国立第五十四団地
国立第五十五団地
国立第五十六団地
国立第五十七団地
国立第五十八団地
国立第五十九団地
国立第六十団地
国立第六十一団地
国立第六十二団地
国立第六十三団地
国立第六十四団地
国立第六十五団地
国立第六十六団地
国立第六十七団地
国立第六十八団地
国立第六十九団地
国立第七十団地
国立第七十一団地
国立第七十二団地
国立第七十三団地
国立第七十四団地
国立第七十五団地
国立第七十六団地
国立第七十七団地
国立第七十八団地
国立第七十九団地
国立第八十団地
国立第八十一団地
国立第八十二団地
国立第八十三団地
国立第八十四団地
国立第八十五団地
国立第八十六団地
国立第八十七団地
国立第八十八団地
国立第八十九団地
国立第九十団地
国立第九十一団地
国立第九十二団地
国立第九十三団地
国立第九十四団地
国立第九十五団地
国立第九十六団地
国立第九十七団地
国立第九十八団地
国立第九十九団地
国立第百団地
国立第百一団地
国立第百二団地
国立第百三団地
国立第百四団地
国立第百五団地
国立第百六団地
国立第百七団地
国立第百八団地
国立第百九団地
国立第百十団地
国立第百十一団地
国立第百十二団地
国立第百十三団地
国立第百十四団地
国立第百十五団地
国立第百十六団地
国立第百十七団地
国立第百十八団地
国立第百十九団地
国立第百二十団地
国立第百二十一団地
国立第百二十二団地
国立第百二十三団地
国立第百二十四団地
国立第百二十五団地
国立第百二十六団地
国立第百二十七団地
国立第百二十八団地
国立第百二十九団地
国立第百三十団地
国立第百三十一団地
国立第百三十二団地
国立第百三十三団地
国立第百三十四団地
国立第百三十五団地
国立第百三十六団地
国立第百三十七団地
国立第百三十八団地
国立第百三十九団地
国立第百四十団地
国立第百四十一団地
国立第百四十二団地
国立第百四十三団地
国立第百四十四団地
国立第百四十五団地
国立第百四十六団地
国立第百四十七団地
国立第百四十八団地
国立第百四十九団地
国立第百五十団地
国立第百五十一団地
国立第百五十二団地
国立第百五十三団地
国立第百五十四団地
国立第百五十五団地
国立第百五十六団地
国立第百五十七団地
国立第百五十八団地
国立第百五十九団地
国立第百六十団地
国立第百六十一団地
国立第百六十二団地
国立第百六十三団地
国立第百六十四団地
国立第百六十五団地
国立第百六十六団地
国立第百六十七団地
国立第百六十八団地
国立第百六十九団地
国立第百七十団地
国立第百七十一団地
国立第百七十二団地
国立第百七十三団地
国立第百七十四団地
国立第百七十五団地
国立第百七十六団地
国立第百七十七団地
国立第百七十八団地
国立第百七十九団地
国立第百八十団地
国立第百八十一団地
国立第百八十二団地
国立第百八十三団地
国立第百八十四団地
国立第百八十五団地
国立第百八十六団地
国立第百八十七団地
国立第百八十八団地
国立第百八十九団地
国立第百九十団地
国立第百九十一団地
国立第百九十二団地
国立第百九十三団地
国立第百九十四団地
国立第百九十五団地
国立第百九十六団地
国立第百九十七団地
国立第百九十八団地
国立第百九十九団地
国立第二百団地
国立第二百一団地
国立第二百二団地
国立第二百三団地
国立第二百四団地
国立第二百五団地
国立第二百六団地
国立第二百七団地
国立第二百八団地
国立第二百九団地
国立第二百十団地
国立第二百十一団地
国立第二百十二団地
国立第二百十三団地
国立第二百十四団地
国立第二百十五団地
国立第二百十六団地
国立第二百十七団地
国立第二百十八団地
国立第二百十九団地
国立第二百二十団地
国立第二百二十一団地
国立第二百二十二団地
国立第二百二十三団地
国立第二百二十四団地
国立第二百二十五団地
国立第二百二十六団地
国立第二百二十七団地
国立第二百二十八団地
国立第二百二十九団地
国立第二百三十団地
国立第二百三十一団地
国立第二百三十二団地
国立第二百三十三団地
国立第二百三十四団地
国立第二百三十五団地
国立第二百三十六団地
国立第二百三十七団地
国立第二百三十八団地
国立第二百三十九団地
国立第二百四十団地
国立第二百四十一団地
国立第二百四十二団地
国立第二百四十三団地
国立第二百四十四団地
国立第二百四十五団地
国立第二百四十六団地
国立第二百四十七団地
国立第二百四十八団地
国立第二百四十九団地
国立第二百五十団地
国立第二百五十一団地
国立第二百五十二団地
国立第二百五十三団地
国立第二百五十四団地
国立第二百五十五団地
国立第二百五十六団地
国立第二百五十七団地
国立第二百五十八団地
国立第二百五十九団地
国立第二百六十団地
国立第二百六十一団地
国立第二百六十二団地
国立第二百六十三団地
国立第二百六十四団地
国立第二百六十五団地
国立第二百六十六団地
国立第二百六十七団地
国立第二百六十八団地
国立第二百六十九団地
国立第二百七十団地
国立第二百七十一団地
国立第二百七十二団地
国立第二百七十三団地
国立第二百七十四団地
国立第二百七十五団地
国立第二百七十六団地
国立第二百七十七団地
国立第二百七十八団地
国立第二百七十九団地
国立第二百八十団地
国立第二百八十一団地
国立第二百八十二団地
国立第二百八十三団地
国立第二百八十四団地
国立第二百八十五団地
国立第二百八十六団地
国立第二百八十七団地
国立第二百八十八団地
国立第二百八十九団地
国立第二百九十団地
国立第二百九十一団地
国立第二百九十二団地
国立第二百九十三団地
国立第二百九十四団地
国立第二百九十五団地
国立第二百九十六団地
国立第二百九十七団地
国立第二百九十八団地
国立第二百九十九団地
国立第三百団地
国立第三百一団地
国立第三百二団地
国立第三百三団地
国立第三百四団地
国立第三百五団地
国立第三百六団地
国立第三百七団地
国立第三百八団地
国立第三百九団地
国立第三百十団地
国立第三百十一団地
国立第三百十二団地
国立第三百十三団地
国立第三百十四団地
国立第三百十五団地
国立第三百十六団地
国立第三百十七団地
国立第三百十八団地
国立第三百十九団地
国立第三百二十団地
国立第三百二十一団地
国立第三百二十二団地
国立第三百二十三団地
国立第三百二十四団地
国立第三百二十五団地
国立第三百二十六団地
国立第三百二十七団地
国立第三百二十八団地
国立第三百二十九団地
国立第三百三十団地
国立第三百三十一団地
国立第三百三十二団地
国立第三百三十三団地
国立第三百三十四団地
国立第三百三十五団地
国立第三百三十六団地
国立第三百三十七団地
国立第三百三十八団地
国立第三百三十九団地
国立第三百四十団地
国立第三百四十一団地
国立第三百四十二団地
国立第三百四十三団地
国立第三百四十四団地
国立第三百四十五団地
国立第三百四十六団地
国立第三百四十七団地
国立第三百四十八団地
国立第三百四十九団地
国立第三百五十団地
国立第三百五十一団地
国立第三百五十二団地
国立第三百五十三団地
国立第三百五十四団地
国立第三百五十五団地
国立第三百五十六団地
国立第三百五十七団地
国立第三百五十八団地
国立第三百五十九団地
国立第三百六十団地
国立第三百六十一団地
国立第三百六十二団地
国立第三百六十三団地
国立第三百六十四団地
国立第三百六十五団地
国立第三百六十六団地
国立第三百六十七団地
国立第三百六十八団地
国立第三百六十九団地
国立第三百七十団地
国立第三百七十一団地
国立第三百七十二団地
国立第三百七十三団地
国立第三百七十四団地
国立第三百七十五団地
国立第三百七十六団地
国立第三百七十七団地
国立第三百七十八団地
国立第三百七十九団地
国立第三百八十団地
国立第三百八十一団地
国立第三百八十二団地
国立第三百八十三団地
国立第三百八十四団地
国立第三百八十五団地
国立第三百八十六団地
国立第三百八十七団地
国立第三百八十八団地
国立第三百八十九団地
国立第三百九十団地
国立第三百九十一団地
国立第三百九十二団地
国立第三百九十三団地
国立第三百九十四団地
国立第三百九十五団地
国立第三百九十六団地
国立第三百九十七団地
国立第三百九十八団地
国立第三百九十九団地
国立第四百団地
国立第四百一団地
国立第四百二団地
国立第四百三団地
国立第四百四団地
国立第四百五団地
国立第四百六団地
国立第四百七団地
国立第四百八団地
国立第四百九団地
国立第四百十団地
国立第四百十一団地
国立第四百十二団地
国立第四百十三団地
国立第四百十四団地
国立第四百十五団地
国立第四百十六団地
国立第四百十七団地
国立第四百十八団地
国立第四百十九団地
国立第四百二十団地
国立第四百二十一団地
国立第四百二十二団地
国立第四百二十三団地
国立第四百二十四団地
国立第四百二十五団地
国立第四百二十六団地
国立第四百二十七団地
国立第四百二十八団地
国立第四百二十九団地
国立第四百三十団地
国立第四百三十一団地
国立第四百三十二団地
国立第四百三十三団地
国立第四百三十四団地
国立第四百三十五団地
国立第四百三十六団地
国立第四百三十七団地
国立第四百三十八団地
国立第四百三十九団地
国立第四百四十団地
国立第四百四十一団地
国立第四百四十二団地
国立第四百四十三団地
国立第四百四十四団地
国立第四百四十五団地
国立第四百四十六団地
国立第四百四十七団地
国立第四百四十八団地
国立第四百四十九団地
国立第四百五十団地
国立第四百五十一団地
国立第四百五十二団地
国立第四百五十三団地
国立第四百五十四団地
国立第四百五十五団地
国立第四百五十六団地
国立第四百五十七団地
国立第四百五十八団地
国立第四百五十九団地
国立第四百六十団地
国立第四百六十一団地
国立第四百六十二団地
国立第四百六十三団地
国立第四百六十四団地
国立第四百六十五団地
国立第四百六十六団地
国立第四百六十七団地
国立第四百六十八団地
国立第四百六十九団地
国立第四百七十団地
国立第四百七十一団地
国立第四百七十二団地
国立第四百七十三団地
国立第四百七十四団地
国立第四百七十五団地
国立第四百七十六団地
国立第四百七十七団地
国立第四百七十八団地
国立第四百七十九団地
国立第四百八十団地
国立第四百八十一団地
国立第四百八十二団地
国立第四百八十三団地
国立第四百八十四団地
国立第四百八十五団地
国立第四百八十六団地
国立第四百八十七団地
国立第四百八十八団地
国立第四百八十九団地
国立第四百九十団地
国立第四百九十一団地
国立第四百九十二団地
国立第四百九十三団地
国立第四百九十四団地
国立第四百九十五団地
国立第四百九十六団地
国立第四百九十七団地
国立第四百九十八団地
国立第四百九十九団地
国立第五百団地
国立第五百一団地
国立第五百二団地
国立第五百三団地
国立第五百四団地
国立第五百五団地
国立第五百六団地
国立第五百七団地
国立第五百八団地
国立第五百九団地
国立第五百十団地
国立第五百十一団地
国立第五百十二団地
国立第五百十三団地
国立第五百十四団地
国立第五百十五団地
国立第五百十六団地
国立第五百十七団地
国立第五百十八団地
国立第五百十九団地
国立第五百二十団地
国立第五百二十一団地
国立第五百二十二団地
国立第五百二十三団地
国立第五百二十四団地
国立第五百二十五団地
国立第五百二十六団地
国立第五百二十七団地
国立第五百二十八団地
国立第五百二十九団地
国立第五百三十団地
国立第五百三十一団地
国立第五百三十二団地
国立第五百三十三団地
国立第五百三十四団地
国立第五百三十五団地
国立第五百三十六団地
国立第五百三十七団地
国立第五百三十八団地
国立第五百三十九団地
国立第五百四十団地
国立第五百四十一団地
国立第五百四十二団地
国立第五百四十三団地
国立第五百四十四団地
国立第五百四十五団地
国立第五百四十六団地
国立第五百四十七団地
国立第五百四十八団地
国立第五百四十九団地
国立第五百五十団地
国立第五百五十一団地
国立第五百五十二団地
国立第五百五十三団地
国立第五百五十四団地
国立第五百五十五団地
国立第五百五十六団地
国立第五百五十七団地
国立第五百五十八団地
国立第五百五十九団地
国立第五百六十団地
国立第五百六十一団地
国立第五百六十二団地
国立第五百六十三団地
国立第五百六十四団地
国立第五百六十五団地
国立第五百六十六団地
国立第五百六十七団地
国立第五百六十八団地
国立第五百六十九団地
国立第五百七十団地
国立第五百七十一団地
国立第五百七十二団地
国立第五百七十三団地
国立第五百七十四団地
国立第五百七十五団地
国立第五百七十六団地
国立第五百七十七団地
国立第五百七十八団地
国立第五百七十九団地
国立第五百八十団地
国立第五百八十一団地
国立第五百八十二団地
国立第五百八十三団地
国立第五百八十四団地
国立第五百八十五団地
国立第五百八十六団地
国立第五百八十七団地
国立第五百八十八団地
国立第五百八十九団地
国立第五百九十団地
国立第五百九十一団地
国立第五百九十二団地
国立第五百九十三団地
国立第五百九十四団地
国立第五百九十五団地
国立第五百九十六団地
国立第五百九十七団地
国立第五百九十八団地
国立第五百九十九団地
国立第六百団地
国立第六百一団地
国立第六百二団地
国立第六百三団地
国立第六百四団地
国立第六百五団地
国立第六百六団地
国立第六百七団地
国立第六百八団地
国立第六百九団地
国立第六百十団地
国立第六百十一団地
国立第六百十二団地
国立第六百十三団地
国立第六百十四団地
国立第六百十五団地
国立第六百十六団地
国立第六百十七団地
国立第六百十八団地
国立第六百十九団地
国立第六百二十団地
国立第六百二十一団地
国立第六百二十二団地
国立第六百二十三団地
国立第六百二十四団地
国立第六百二十五団地
国立第六百二十六団地
国立第六百二十七団地
国立第六百二十八団地
国立第六百二十九団地
国立第六百三十団地
国立第六百三十一団地
国立第六百三十二団地
国立第六百三十三団地
国立第六百三十四団地
国立第六百三十五団地
国立第六百三十六団地
国立第六百三十七団地
国立第六百三十八団地
国立第六百三十九団地
国立第六百四十団地
国立第六百四十一団地
国立第六百四十二団地
国立第六百四十三団地
国立第六百四十四団地
国立第六百四十五団地
国立第六百四十六団地
国立第六百四十七団地
国立第六百四十八団地
国立第六百四十九団地
国立第六百五十団地
国立第六百五十一団地
国立第六百五十二団地
国立第六百五十三団地
国立第六百五十四団地
国立第六百五十五団地
国立第六百五十六団地
国立第六百五十七団地
国立第六百五十八団地
国立第六百五十九団地
国立第六百六十団地
国立第六百六十一団地
国立第六百六十二団地
国立第六百六十三団地
国立第六百六十四団地
国立第六百六十五団地
国立第六百六十六団地
国立第六百六十七団地
国立第六百六十八団地
国立第六百六十九団地
国立第六百七十団地
国立第六百七十一団地
国立第六百七十二団地
国立第六百七十三団地
国立第六百七十四団地
国立第六百七十五団地
国立第六百七十六団地
国立第六百七十七団地
国立第六百七十八団地
国立第六百七十九団地
国立第六百八十団地
国立第六百八十一団地
国立第六百八十二団地
国立第六百八十三団地
国立第六百八十四団地
国立第六百八十五団地
国立第六百八十六団地
国立第六百八十七団地
国立第六百八十八団地
国立第六百八十九団地
国立第六百九十団地
国立第六百九十一団地
国立第六百九十二団地
国立第六百九十三団地
国立第六百九十四団地
国立第六百九十五団地
国立第六百九十六団地
国立第六百九十七団地
国立第六百九十八団地
国立第六百九十九団地
国立第七百団地
国立第七百一団地
国立第七百二団地
国立第七百三団地
国立第七百四団地
国立第七百五団地
国立第七百六団地
国立第七百七団地
国立第七百八団地
国立第七百九団地
国立第七百十団地
国立第七百十一団地
国立第七百十二団地
国立第七百十三団地
国立第七百十四団地
国立第七百十五団地
国立第七百十六団地
国立第七百十七団地
国立第七百十八団地
国立第七百十九団地
国立第七百二十団地
国立第七百二十一団地
国立第七百二十二団地
国立第七百二十三団地
国立第七百二十四団地
国立第七百二十五団地
国立第七百二十六団地
国立第七百二十七団地
国立第七百二十八団地
国立第七百二十九団地
国立第七百三十団地
国立第七百三十一団地
国立第七百三十二団地
国立第七百三十三団地
国立第七百三十四団地
国立第七百三十五団地
国立第七百三十六団地
国立第七百三十七団地
国立第七百三十八団地
国立第七百三十九団地
国立第七百四十団地
国立第七百四十一団地
国立第七百四十二団地
国立第七百四十三団地
国立第七百四十四団地
国立第七百四十五団地
国立第七百四十六団地
国立第七百四十七団地
国立第七百四十八団地
国立第七百四十九団地
国立第七百五十団地
国立第七百五十一団地
国立第七百五十二団地
国立第七百五十三団地
国立第七百五十四団地
国立第七百五十五団地
国立第七百五十六団地
国立第七百五十七団地
国立第七百五十八団地
国立第七百五十九団地
国立第七百六十団地
国立第七百六十一団地
国立第七百六十二団地
国立第七百六十三団地
国立第七百六十四団地
国立第七百六十五団地
国立第七百六十六団地
国立第七百六十七団地
国立第七百六十八団地
国立第七百六十九団地
国立第七百七十団地
国立第七百七十一団地
国立第七百七十二団地
国立第七百七十三団地
国立第七百七十四団地
国立第七百七十五団地
国立第七百七十六団地
国立第七百七十七団地
国立第七百七十八団地
国立第七百七十九団地
国立第七百八十団地
国立第七百八十一団地
国立第七百八十二団地
国立第七百八十三団地
国立第七百八十四団地
国立第七百八十五団地
国立第七百八十六団地
国立第七百八十七団地
国立第七百八十八団地
国立第七百八十九団地
国立第七百九十団地
国立第七百九十一団地
国立第七百九十二団地
国立第七百九十三団地
国立第七百九十四団地
国立第七百九十五団地
国立第七百九十六団地
国立第七百九十七団地
国立第七百九十八団地
国立第七百九十九団地
国立第八百団地
国立第八百一団地
国立第八百二団地
国立第八百三団地
国立第八百四団地
国立第八百五団地
国立第八百六団地
国立第八百七団地
国立第八百八団地
国立第八百九団地
国立第八百十団地
国立第八百十一団地
国立第八百十二団地
国立第八百十三団地
国立第八百十四団地
国立第八百十五団地
国立第八百十六団地
国立第八百十七団地
国立第八百十八団地
国立第八百十九団地
国立第八百二十団地
国立第八百二十一団地
国立第八百二十二団地
国立第八百二十三団地
国立第八百二十四団地
国立第八百二十五団地
国立第八百二十六団地
国立第八百二十七団地
国立第八百二十八団地
国立第八百二十九団地
国立第八百三十団地
国立第八百三十一団地
国立第八百三十二団地
国立第八百三十三団地
国立第八百三十四団地
国立第八百三十五団地
国立第八百三十六団地
国立第八百三十七団地
国立第八百三十八団地
国立第八百三十九団地
国立第八百四十団地
国立第八百四十一団地
国立第八百四十二団地
国立第八百四十三団地
国立第八百四十四団地
国立第八百四十五団地
国立第八百四十六団地
国立第八百四十七団地
国立第八百四十八団地
国立第八百四十九団地
国立第八百五十団地
国立第八百五十一団地
国立第八百五十二団地
国立第八百五十三団地
国立第八百五十四団地
国立第八百五十五団地
国立第八百五十六団地
国立第八百五十七団地
国立第八百五十八団地
国立第八百五十九団地
国立第八百六十団地
国立第八百六十一団地
国立第八百六十二団地
国立第八百六十三団地
国立第八百六十四団地
国立第八百六十五団地
国立第八百六十六団地
国立第八百六十七団地
国立第八百六十八団地
国立第八百六十九団地
国立第八百七十団地
国立第八百七十一団地
国立第八百七十二団地
国立第八百七十三団地
国立第八百七十四団地
国立第八百七十五団地
国立第八百七十六団地
国立第八百七十七団地
国立第八百七十八団地
国立第八百七十九団地
国立第八百八十団地
国立第八百八十一団地
国立第八百八十二団地
国立第八百八十三団地
国立第八百八十四団地
国立第八百八十五団地
国立第八百八十六団地
国立第八百八十七団地
国立第八百八十八団地
国立第八百八十九団地
国立第八百九十団地
国立第八百九十一団地
国立第八百九十二団地
国立第八百九十三団地
国立第八百九十四団地
国立第八百九十五団地
国立第八百九十六団地
国立第八百九十七団地
国立第八百九十八団地
国立第八百九十九団地
国立第九百団地
国立第九百一団地
国立第九百二団地
国立第九百三団地
国立第九百四団地
国立第九百五団地
国立第九百六団地
国立第九百七団地
国立第九百八団地
国立第九百九団地
国立第九百十団地
国立第九百十一団地
国立第九百十二団地
国立第九百十三団地
国立第九百十四団地
国立第九百十五団地
国立第九百十六団地
国立第九百十七団地
国立第九百十八団地
国立第九百十九団地
国立第九百二十団地
国立第九百二十一団地
国立第九百二十二団地
国立第九百二十三団地
国立第九百二十四団地
国立第九百二十五団地
国立第九百二十六団地
国立第九百二十七団地
国立第九百二十八団地
国立第九百二十九団地
国立第九百三十団地
国立第九百三十一団地
国立第九百三十二団地
国立第九百三十三団地
国立第九百三十四団地
国立第九百三十五団地
国立第九百三十六団地
国立第九百三十七団地
国立第九百三十八団地
国立第九百三十九団地
国立第九百四十団地
国立第九百四十一団地
国立第九百四十二団地
国立第九百四十三団地
国立第九百四十四団地
国立第九百四十五団地
国立第九百四十六団地
国立第九百四十七団地
国立第九百四十八団地
国立第九百四十九団地
国立第九百五十団地
国立第九百五十一団地
国立第九百五十二団地
国立第九百五十三団地
国立第九百五十四団地
国立第九百五十五団地
国立第九百五十六団地
国立第九百五十七団地
国立第九百五十八団地
国立第九百五十九団地
国立第九百六十団地
国立第九百六十一団地
国立第九百六十二団地
国立第九百六十三団地
国立第九百六十四団地
国立第九百六十五団地
国立第九百六十六団地
国立第九百六十七団地
国立第九百六十八団地
国立第九百六十九団地
国立第九百七十団地
国立第九百七十一団地
国立第九百七十二団地
国立第九百七十三団地
国立第九百七十四団地
国立第九百七十五団地
国立第九百七十六団地
国立第九百七十七団地
国立第九百七十八団地
国立第九百七十九団地
国立第九百八十団地
国立第九百八十一団地
国立第九百八十二団地
国立第九百八十三団地
国立第九百八十四団地
国立第九百八十五団地
国立第九百八十六団地
国立第九百八十七団地
国立第九百八十八団地
国立第九百八十九団地
国立第九百九十団地
国立第九百九十一団地
国立第九百九十二団地
国立第九百九十三団地
国立第九百九十四団地
国立第九百九十五団地
国立第九百九十六団地
国立第九百九十七団地
国立第九百九十八団地
国立第九百九十九団地
国立第千団地
国立第千一団地
国立第千二団地
国立第千三団地
国立第千四団地
国立第千五団地
国立第千六団地
国立第千七団地
国立第千八団地
国立第千九団地
国立第千十団地
国立第千十一団地
国立第千十二団地
国立第千十三団地
国立第千十四団地
国立第千十五団地
国立第千十六団地
国立第千十七団地
国立第千十八団地
国立第千十九団地
国立第千二十団地
国立第千二十一団地
国立第千二十二団地
国立第千二十三団地
国立第千二十四団地
国立第千二十五団地
国立第千二十六団地
国立第千二十七団地
国立第千二十八団地
国立第千二十九団地
国立第千三十団地
国立第千三十一団地
国立第千三十二団地
国立第千三十三団地
国立第千三十四団地
国立第千三十五団地
国立第千三十六団地
国立第千三十七団地
国立第千三十八団地
国立第千三十九団地
国立第千四十団地
国立第千四十一団地
国立第千四十二団地
国立第千四十三団地
国立第千四十四団地
国立第千四十五団地
国立第千四十六団地
国立第千四十七団地
国立第千四十八団地
国立第千四十九団地
国立第千五十団地
国立第千五十一団地
国立第千五十二団地
国立第千五十三団地
国立第千五十四団地
国立第千五十五団地
国立第千五十六団地
国立第千五十七団地
国立第千五十八団地
国立第千五十九団地
国立第千六十団地
国立第千六十一団地
国立第千六十二団地
国立第千六十三団地
国立第千六十四団地
国立第千六十五団地
国立第千六十六団地
国立第千六十七団地
国立第千六十八団地
国立第千六十九団地
国立第千七十団地
国立第千七十一団地
国立第千七十二団地
国立第千七十三団地
国立第千七十四団地
国立第千七十五団地
国立第千七十六団地
国立第千七十七団地
国立第千七十八団地
国立第千七十九団地
国立第千八十団地
国立第千八十一団地
国立第千八十二団地
国立第千八十三団地
国立第千八十四団地
国立第千八十五団地
国立第千八十六団地
国立第千八十七団地
国立第千八十八団地
国立第千八十九団地
国立第千九十団地
国立第千九十一団地
国立第千九十二団地
国立第千九十三団地
国立第千九十四団地
国立第千九十五団地
国立第千九十六団地
国立第千九十七団地
国立第千九十八団地
国立第千九十九団地
国立第千百団地
国立第千百一団地
国立第千百二団地
国立第千百三団地
国立第千百四団地
国立第千百五団地
国立第千百六団地
国立第千百七団地
国立第千百八団地
国立第千百九団地
国立第千百十団地
国立第千百十一団地
国立第千百十二団地
国立第千百十三団地
国立第千百十四団地
国立第千百十五団地
国立第千百十六団地
国立第千百十七団地
国立第千百十八団地
国立第千百十九団地
国立第千百二十団地
国立第千百二十一団地
国立第千百二十二団地
国立第千百二十三団地
国立第千百二十四団地
国立第千百二十五団地
国立第千百二十六団地
国立第千百二十七団地
国立第千百二十八団地
国立第千百二十九団地
国立第千百三十団地
国立第千百三十一団地
国立第千百三十二団地
国立第千百三十三団地
国立第千百三十四団地
国立第千百三十五団地
国立第千百三十六団地
国立第千百三十七団地
国立第千百三十八団地
国立第千百三十九団地
国立第千百四十団地
国立第千百四十一団地
国立第千百四十二団地
国立第千百四十三団地
国立第千百四十四団地
国立第千百四十五団地
国立第千百四十六団地
国立第千百四十七団地
国立第千百四十八団地
国立第千百四十九団地
国立第千百五十団地
国立第千百五十一団地
国立第千百五十二団地
国立第千百五十三団地
国立第千百五十四団地
国立第千百五十五団地
国立第千百五十六団地
国立第千百五十七団地
国立第千百五十八団地
国立第千百五十九団地
国立第千百六十団地
国立第千百六十一団地
国立第千百六十二団地
国立第千百六十三団地
国立第千百六十四団地
国立第千百六十五団地
国立第千百六十六団地
国立第千百六十七団地
国立第千百六十八団地
国立第千百六十九団地
国立第千百七十団地
国立第千百七十一団地
国立第千百七十二団地
国立第千百七十三団地
国立第千百七十四団地
国立第千百七十五団地
国立第千百七十六団地
国立第千百七十七団地
国立第千百七十八団地
国立第千百七十九団地
国立第千百八十団地
国立第千百八十一団地
国立第千百八十二団地
国立第千百八十三団地
国立第千百八十四団地
国立第千百八十五団地
国立第千百八十六団地
国立第千百八十七団地
国立第千百八十八団地
国立第千百八十九団地
国立第千百九十団地
国立第千百九十一団地
国立第千百九十二団地
国立第千百九十三団地
国立第千百九十四団地
国立第千百九十五団地
国立第千百九十六団地
国立第千百九十七団地
国立第千百九十八団地
国立第千百九十九団地
国立第千二百団地
国立第千二百一団地
国立第千二百二団地
国立第千二百三団地
国立第千二百四団地
国立第千二百五団地
国立第千二百六団地
国立第千二百七団地
国立第千二百八団地
国立第千二百九団地
国立第千二百十団地
国立第千二百十一団地
国立第千二百十二団地
国立第千二百十三団地
国立第千二百十四団地
国立第千二百十五団地
国立第千二百十六団地
国立第千二百十七団地
国立第千二百十八団地
国立第千二百十九団地
国立第千二百二十団地
国立第千二百二十一団地
国立第千二百二十二団地
国立第千二百二十三団地
国立第千二百二十四団地
国立第千二百二十五団地
国立第千二百二十六団地
国立第千二百二十七団地
国立第千二百二十八団地
国立第千二百二十九団地
国立第千二百三十団地
国立第千二百三十一団地
国立第千二百三十二団地
国立第千二百三十三団地
国立第千二百三十四団地
国立第千二百三十五団地
国立第千二百三十六団地
国立第千二百三十七団地
国立第千二百三十八団地
国立第千二百三十九団地
国立第千二百四十団地
国立第千二百四十一団地
国立第千二百四十二団地
国立第千二百四十三団地
国立第千二百四十四団地
国立第千二百四十五団地
国立第千二百四十六団地
国立第千二百四十七団地
国立第千二百四十八団地
国立第千二百四十九団地
国立第千二百五十団地
国立第千二百五十一団地
国立第千二百五十二団地
国立第千二百五十三団地
国立第千二百五十四団地
国立第千二百五十五団地
国立第千二百五十六団地
国立第千二百五十七団地
国立第千二百五十八団地
国立第千二百五十九団地
国立第千二百六十団地
国立第千二百六十一団地
国立第千二百六十二団地
国立第千二百六十三団地
国立第千二百六十四団地
国立第千二百六十五団地
国立第千二百六十六団地
国立第千二百六十七団地
国立第千二百六十八団地
国立第千二百六十九団地
国立第千二百七十団地
国立第千二百七十一団地
国立第千二百七十二団地
国立第千二百七十三団地
国立第千二百七十四団地
国立第千二百七十五団地
国立第千二百七十六団地
国立第千二百七十七団地
国立第千二百七十八団地
国立第千二百七十九団地
国立第千二百八十団地
国立第千二百八十一団地
国立第千二百八十二団地
国立第千二百八十三団地
国立第千二百八十四団地
国立第千二百八十五団地
国立第千二百八十六団地
国立第千二百八十七団地
国立第千二百八十八団地
国立第千二百八十九団地
国立第千二百九十団地
国立第千二百九十一団地
国立第千二百九十二団地
国立第千二百九十三団地
国立第千二百九十四団地
国立第千二百九十五団地
国立第千二百九十六団地
国立第千二百九十七団地
国立第千二百九十八団地
国立第千二百九十九団地
国立第千三百団地
国立第千三百一団地
国立第千三百二団地
国立第千三百三団地
国立第千三百四団地
国立第千三百五団地
国立第千三百六団地
国立第千三百七団地
国立第千三百八団地
国立第千三百九団地
国立第千三百十団地
国立第千三百十一団地
国立第千三百十二団地
国立第千三百十三団地
国立第千三百十四団地
国立第千三百十五団地
国立第千三百十六団地
国立第千三百十七団地
国立第千三百十八団地
国立第千三百十九団地
国立第千三百二十団地
国立第千三百二十一団地
国立第千三百二十二団地
国立第千三百二十三団地
国立第千三百二十四団地
国立第千三百二十五団地
国立第千三百二十六団地
国立第千三百二十七団地
国立第千三百二十八団地
国立第千三百二十九団地
国立第千三百三十団地
国立第千三百三十一団地
国立第千三百三十二団地
国立第千三百三十三団地
国立第千三百三十四団地
国立第千三百三十五団地
国立第千三百三十六団地
国立第千三百三十七団地
国立第千三百三十八団地
国立第千三百三十九団地
国立第千三百四十団地
国立第千三百四十一団地
国立第千三百四十二団地
国立第千三百四十三団地
国立第千三百四十四団地
国立第千三百四十五団地
国立第千三百四十六団地
国立第千三百四十七団地
国立第千三百四十八団地
国立第千三百四十九団地
国立第千三百五十団地
国立第千三百五十一団地
国立第千三百五十二団地
国立第千三百五十三団地
国立第千三百五十四団地
国立第千三百五十五団地
国立第千三百五十六団地
国立第千三百五十七団地
国立第千三百五十八団地
国立第千三百五十九団地
国立第千三百六十団地
国立第千三百六十一団地
国立第千三百六十二団地
国立第千三百六十三団地
国立第千三百六十四団地
国立第千三百六十五団地
国立第千三百六十六団地
国立第千三百六十七団地
国立第千三百六十八団地
国立第千三百六十九団地
国立第千三百七十団地
国立第千三百七十一団地
国立第千三百七十二団地
国立第千三百七十三団地
国立第千三百七十四団地
国立第千三百七十五団地
国立第千三百七十六団地
国立第千三百七十七団地
国立第千三百七十八団地
国立第千三百七十九団地
国立第千三百八十団地
国立第千三百八十一団地
国立第千三百八十二団地
国立第千三百八十三団地
国立第千三百八十四団地
国立第千三百八十五団地
国立第千三百八十六団地
国立第千三百八十七団地
国立第千三百八十八団地
国立第千三百八十九団地
国立第千三百九十団地
国立第千三百九十一団地
国立第千三百九十二団地
国立第千三百九十三団地
国立第千三百九十四団地
国立第千三百九十五団地
国立第千三百九十六団地
国立第千三百九十七団地
国立第千三百九十八団地
国立第千三百九十九団地
国立第千四百団地
国立第千四百一団地
国立第千四百二団地
国立第千四百三団地
国立第千四百四団地
国立第千四百五団地
国立第千四百六団地
国立第千四百七団地
国立第千四百八団地
国立第千四百九団地
国立第千四百十団地
国立第千四百十一団地
国立第千四百十二団地
国立第千四百十三団地
国立第千四百十四団地
国立第千四百十五団地
国立第千四百十六団地
国立第千四百十七団地
国立第千四百十八団地
国立第千四百十九団地
国立第千四百二十団地
国立第千四百二十一団地
国立第千四百二十二団地
国立第千四百二十三団地
国立第千四百二十四団地
国立第千四百二十五団地
国立第千四百二十六団地
国立第千四百二十七団地
国立第千四百二十八団地
国立第千四百二十九団地
国立第千四百三十団地
国立第千四百三十一団地
国立第千四百三十二団地
国立第千四百三十三団地
国立第千四百三十四団地
国立第千四百三十五団地
国立第千四百三十六団地
国立第千四百三十七団地
国立第千四百三十八団地
国立第千四百三十九団地
国立第千四百四十団地
国立第千四百四十一団地
国立第千四百四十二団地
国立第千四百四十三団地
国立第千四百四十四団地
国立第千四百四十五団地
国立第千四百四十六団地
国立第千四百四十七団地
国立第千四百四十八団地
国立第千四百四十九団地
国立第千四百五十団地
国立第千四百五十一団地
国立第千四百五十二団地
国立第千四百五十三団地
国立第千四百五十四団地
国立第千四百五十五団地
国立第千四百五十六団地
国立第千四百五十七団地
国立第千四百五十八団地
国立第千四百五十九団地
国立第千四百六十団地
国立第千四百六十一団地
国立第千四百六十二団地
国立第千四百六十三団地
国立第千四百六十四団地
国立第千四百六十五団地
国立第千四百六十六団地
国立第千四百六十七団地
国立第千四百六十八団地
国立第千四百六十九団地
国立第千四百七十団地
国立第千四百七十一団地
国立第千四百七十二団地
国立第千四百七十三団地
国立第千四百七十四団地
国立第千四百七十五団地
国立第千四百七十六団地
国立第千四百七十七団地
国立第千四百七十八団地
国立第千四百七十九団地
国立第千四百八十団地
国立第千四百八十一団地
国立第千四百八十二団地
国立第千四百八十三団地
国立第千四百八十四団地
国立第千四百八十五



図 2.3.2-8　有明の丘地区基幹的広域防災拠点へのアクセス状況



図 2.3.2-9　東扇島地区基幹的広域防災拠点へのアクセス状況

これらの防災基地や防災拠点のアクセス状況を**表 2.3.2-2** にまとめる。立川広域防災基地は全般的に高速道路へのアクセス状況が脆弱である。有明の丘地区および東扇島地区の基幹的広域防災拠点は、おおむねアクセス状況が良好である。災害時には、これらの施設から緊急自動車専用路（主に高速道路）へのアクセスの容易さ・多重性・多様性が備わっていることが、迅速な救援・救護につながると考えられる。これらが災害時に最も重要な道路となるため、現状で十分に整備されていない立川広域防災基地からの輸送において、災害時にミッシングリンクが発生する可能性が高いと考えられる。

表 2.3.2-2　重要施設へのアクセス状況

	アクセスの容易さ	アクセスの多重性	アクセスの多様性
立川広域防災基地	△	△	△
有明の丘地区 基幹的広域防災拠点	◎	◎	△
東扇島地区 基幹的広域防災拠点	◎	○	○

(3) 高速道路の耐災性の強化

高速道路の耐災性（災害に対する耐性）の強化を検討するにあたっては、過去の災害で生じた被害を教訓とし、当該地域の災害特性に合わせた対応が必要と考えられる。

首都圏においては、1923 年の関東大震災によって甚大な被害がでており、緊急自動車専用路の設定においても、都心部での直下型地震が念頭におかれている。そこで、本報告書では、過去の災害として関東大震災を取りあげる。

関東大震災は、190 万人が被災、10 万 5 千人余が死亡あるいは行方不明になったとされ、日本の災害史上最大級の被害が生じた。関東大震災では、地震の揺れによる建物倒壊などの圧死があるものの、強風を伴った火災による死傷者が多くを占めた（表 2.3.2-3）。特に当時の東京府では火災の被害が大きく、住宅被害棟数のおよそ 85%が火災による焼失であった。

表 2.3.2-3　関東大震災の被害集計（諸井・武村(2004)）

	住宅被害棟数							死者・行方不明者数				
地域	全潰	非焼失	半潰	非焼失	焼失	流失・埋没	計	住宅全潰	火災	流出埋没	工場等の被害	合計
神奈川県	63577	46621	54035	43047	35412	497	125577	5795	25201	836	1006	32838
東京府	24469	11842	29525	17231	176505	2	205580	3546	66521	6	314	70387
千葉県	13767	13444	6093	6030	431	71	19976	1255	59	0	32	1346
埼玉県	4759	4759	4086	4086	0	0	8845	315	0	0	28	343
山梨県	577	577	2225	2225	0	0	2802	20	0	0	2	22
静岡県	2383	2309	6370	6214	5	731	9259	150	0	171	123	444
茨城県	141	141	342	342	0	0	483	5	0	0	0	5
長野県	13	13	75	75	0	0	88	0	0	0	0	0
栃木県	3	3	1	1	0	0	4	0	0	0	0	0
群馬県	24	24	21	21	0	0	45	0	0	0	0	0
合計	109713	79733	102773	79272	212353	1301	372659	11086	91781	1013	1505	105385

このように、関東大震災では、直接的な地震の揺れによる被害よりも地震の影響で発生した火災による被害の方が大きかった。よって、首都圏の高速道路の耐災性の強化のためには、火災による被害を想定して対策を講じる必要がある。

現在の首都圏の高速道路は高架橋が主体であるが、高架橋区間は高速道路自体が火災を起こさな

くても周辺の火災によって損傷を被る可能性がある。特に「2. 2. 2 **ハザードマップの調査と整理**」の項であるように、東京 23 区の西部から南西部にかけての環状 7 号線を中心とする地域や 23 区東部の荒川沿いの地域は、木造住宅密集地域が大規模に連担しており、火災延焼被害が発生しやすい地域となっており、このような地域を通過する高速道路は、火災によって被害を受けるリスクが高いため、地震後の火災によって高速道路が不通となり、ミッシングリンクが発生する可能性があると考えられる。具体的には、東京 23 区の西部から南西部では中央道につながる 4 号新宿線や東名道につながる 3 号渋谷線が該当し、23 区東部の荒川沿いの地域では中央環状や常磐道につながる 6 号向島線が該当する。また、周辺の建物の倒壊による道路閉塞のリスクも同様に高い地域となっている。

火災や道路閉塞による高速道路の被害を防止し、ミッシングリンクの発生を防ぐためには、高速道路の地下道路化が最も有効な手段と考えられ、新規路線の構築や既存路線の更新時には、高速道路の地下道路化を検討すべきであると考えられる。阪神・淡路大震災においても火災の拡大による被害が多くみられ、都市部の直下型地震においては、火災に対する防災・減災が重要であり、地下道路の果たす役割は大きいと考えられる。

首都圏において、地震を想定した高速道路の耐災性の強化を検討した場合、高速道路を地下道路とすることが望ましいと考えられるが、地下道路は周囲の火災に対しての耐性は高いが水害に対する耐性は低い。一方、高架橋は周囲の火災に対しての耐性は低いが水害に対する耐性は高い。仮に常時のミッシングリンクが解消され、ネットワークとして高速道路が整備されていたとしても、高架橋のみや地下道路のみといったように特定の方式に偏った整備がされた場合には、特定の災害時に大多数の区間が被災して不通となってしまう可能性がある。よって、高速道路の整備を検討する際には、様々な災害に対応するために、多重性だけで無く多様性も重要性となる。

参考文献

2.3.2

1) 警視庁 HP：第一次交通規制図
http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/kotu/shinsai_kisei/kisei_1.htm
2) 警視庁 HP：緊急交通路標識
http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/kotu/shinsai_kisei/emergency.htm#rodo
3) 警視庁 HP：第二次交通規制図
http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/kotu/shinsai_kisei/kisei_2.htm
4) 高速道路のあり方検討有識者委員会：東日本大震災を踏まえた緊急提言（データ集）
5) 諸井孝文・武村雅之：関東地震 (1923 年 9 月 1 日) による被害要因別死者数の推定，日本地震工学会論文集 Vol. 4 (2004) No. 4

2.3.3　首都高速道路におけるミッシングリンク

1) 首都高速道路網計画の経緯概観

急速なモータリゼイションの進展に対応して、首都の道路交通の混雑を緩和するため、およそ 50 年前の昭和 34 年（1959 年）、首都圏の道路交通の骨格として最初の本格的な道路網が計画された。**図 2.3.3-1** には、昭和 34 年 8 月の建設省告示により都市計画化された「当初の東京都市計画高速道路網」を示した。都心部は環状道路を形成しているが、放射道路の一部の集合としての認識であり、まだ明確に環状道路としては扱われていない。



図 2.3.3-1　当初（昭和 34 年）計画の首都高速道路

出典：首都高速道路公団史　平成 17 年 9 月

昭和 39 年は、その年に開催される東京オリンピック開催に向けて、東京都区内の高速道路建設が最盛期を迎えていたが、その時点でもすでに事業化路線の延伸線・環状線の必要性が検討されていた。首都高速道路公団史(平成 17 年)によれば、昭和 38 年 3 月に建設省より「大都市再開発問題懇談会　第一次中間報告書―東京の再開発に関する基本構想　大都市再開発問題懇談会編」が公表されたが、その中で高速環状線の建設に力点が置かれた次のような提案がされていた。

① 市街地外周に外環状高速道路
② 副都心と都心、及び副都心相互を連絡する道路（中央環状線）
③ 都心周辺に内環状高速道路（都心環状線北側部分のバイパス路線）
④ 内環状線高速道路から外環状道路にいたる高速道路を数本配置

また、この計画と次期を同じくして、昭和 38 年（1963 年）建設省より委託を受けた首都圏基本問題懇談会の中間報告会にて「都市内高速体系整備」の中で 3 環状 9 放射の高速道路網（ネットワーク）の計画が発表され、さらに昭和 42 年（1967 年）度末に、東京都市計画地方審議会内の東京都市計画高速道路調査特別委員会により、**図 2.3.3-2** に示すような、それまでの計画も考慮された首都高速道路計画が発表された。これが現在の首都高速道路の基本の路線計画となり、計画の修正・見直しなどを経て平成 8 年度には、**図 2.3.2-3** に示すようなほぼ現在の既存・計画路線と同様のものとなっている。

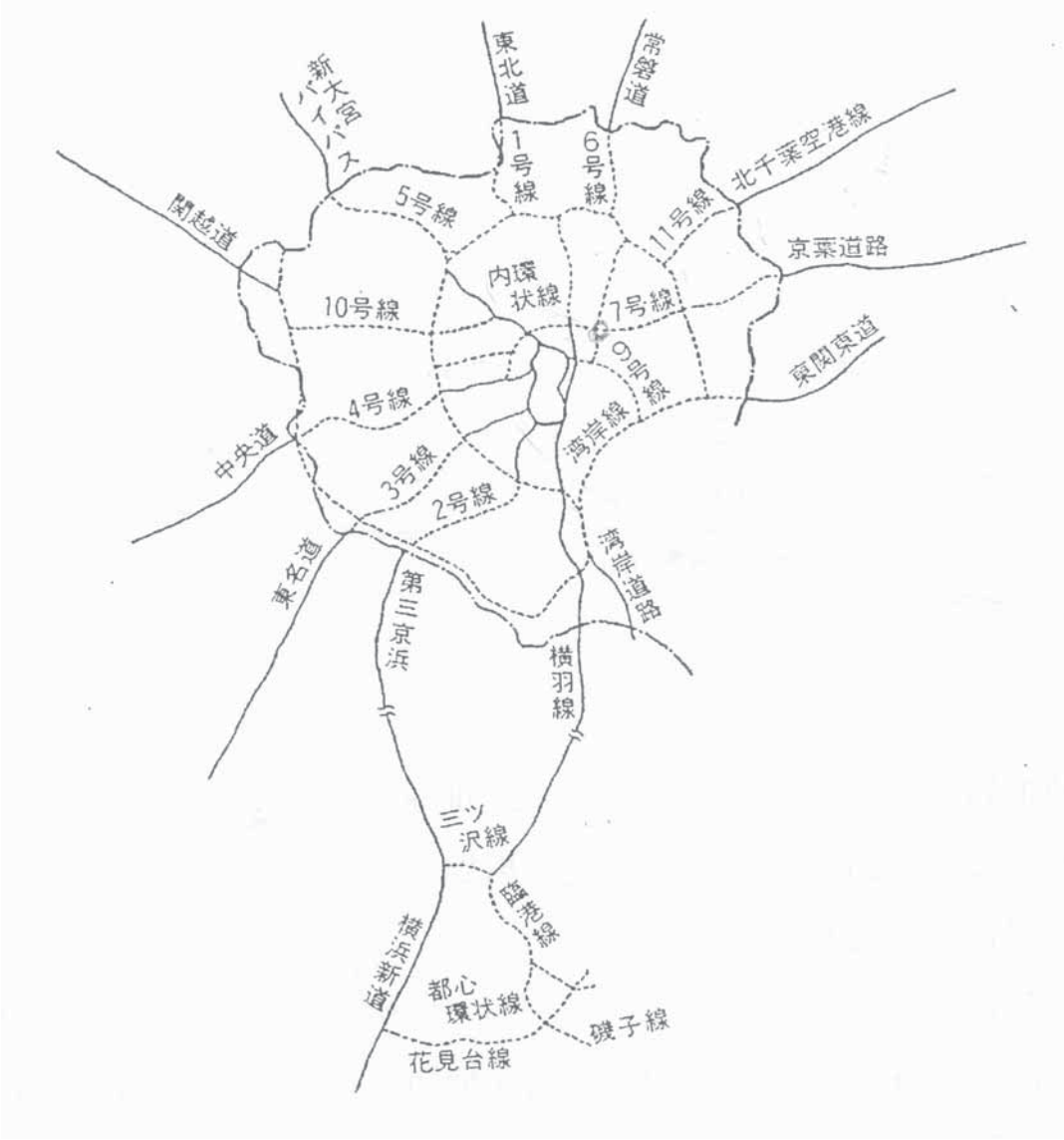


図 2.3.3-2　昭和 42 年度末における首都高速道路整備計画図

出典：首都高速道路公団史　平成 17 年 9 月

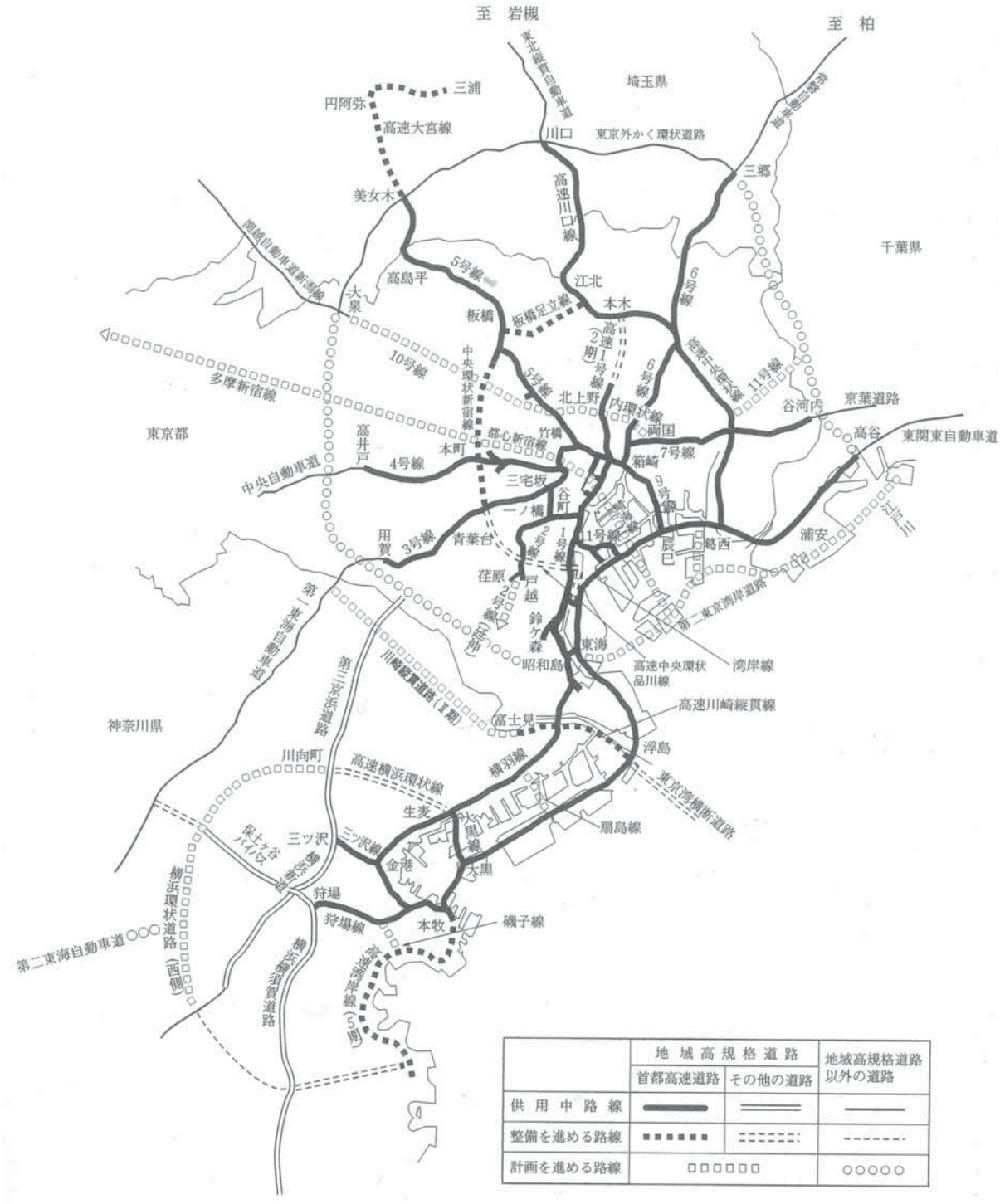


図 2.3.3-3　首都圏既成市街地における高速道路整備計画図

出典：首都圏整備計画　国土庁　平成 9 年 3 月 28 日

もともと優先的に建設された九放射（東京湾岸道路・第三京浜（自動車専用道路）・東名高速・中央道・関越道・東北道・常磐道・東関東道・館山道）は整備されてきたが、三環状（首都高速中央環状線・外環道・圏央道）については、当初の目的と異なってしまったなど、計画とおりに進捗していないものもある。とはいえ、環状線の整備を前提に計画された現在のネットワークでは、環状線と放射線の連携がされておらず、交通量がさばききれないのも事実である。ここでは、首都高速道路網のうち、特に都内でのネットワークの現状を把握し、なぜミッシングリンクが生じてのいるのかの観点から調査し、その要因などが些少でも明確になれば、今後計画される新設道路などの事業推進時にも参考に出来るものと思われる。

2) 首都高速道路網における未成線

都内における首都高速道路網で現時点において、当初計画や建設途中で中断している路線を未成線と呼んでいる。

昭和 42 年度末の東京都市計画高速道路調査特別委員会における提案路線のうち、主な未成線とその計画区間（一部表示住所は旧町名の表示がある）としては、

① 高速 1 号線（2 期）（延伸）（北上野－足立区入谷町）
② 高速 2 号線（延伸）（品川区荏原－玉川野毛町）
③ 高速練馬線（10 号線）　（文京区関口－上石神井）
（昭和 43 年第 2 次首都圏基本計画　昭和 45 年首都圏整備計画（建設省）で正式決定）
④ 高速 11 号線　（葛飾区四つ木－葛飾区柴又）
⑤ 高速内環状線　（両国－中野区本町通り）
（昭和 43 年第 2 次首都圏基本計画　昭和 45 年首都圏整備計画（建設省）で正式決定）
⑥ 外環道　（練馬区北大泉町－昭和島）
（昭和 43 年第 2 次首都圏基本計画　昭和 45 年首都圏整備計画（建設省）で正式決定）

であり、平成 3 年および 8 年に計画されたものの未成線となっている主な路線名とその計画区間は、

⑦ (現)高速 10 号晴海線、都心新宿線、新宿多摩線――
（平成 3 年　江東区東雲－中央区築地・新富町）、（平成 3 年　都心環状線築地付近－新宿区新宿）、
（平成 8 年　新宿区新宿－北多摩地区）
⑧ 第二東京湾岸線　（平成 3 年　大田区城南島－千葉県市原市廿五里）

などが挙げられる。

一方、平成 18 年 9 月に国土交通省が発表した「首都圏整備計画」には、道路施設の整備計画のうち東京中心部の事業概要として、「首都高速道路（中央線品川線、中央環状新宿線、晴海線）、高速 1 号線（2 期）、同練馬線、同都心新宿線、同 2 号線（延伸）、同内環状線、第二東京湾岸道路等について事業中の区間の整備を推進するとともに、その他区間の調査を推進する」とあり、これらの路線については、事業を放棄したわけではないようであり、以下に上記した成線についての計画と経緯、現状について調査を行った。

① 高速 1 号線（2 期）（延伸）

高速 1 号上野線は江戸橋 JCT より入谷出入口まで開通しているが、北へ延伸し足立区本木で中央環状線に接続する計画であり、すでに接続するジャンクションを建設するための準備施設も用意されている。

高速 1 号上野線が中央環状線に接続されると、高速川口線・東北自動車道方面と都心環状線間の直通ルートを確保することが可能になり、江戸橋・箱崎 JCT、両国 JCT に東北自動車道・常磐自動車道・京葉道路の 3 方面と都心環状線間の交通渋滞の緩和が図られ、同区間の慢性的な渋滞解消が期待される。

首都高速道路の建設初期において、すでにこのような渋滞への懸念が示されており、昭和 42 年度末における首都高速道路整備計画では整備すべき路線の一つとして取りあげられている。

平成 18 年 9 月に国土交通省が発表した「首都圏整備計画」には、道路施設の整備計画の継続事業として位置づけられている。また、「首都高ドライバーズサイト新線・改築　首都高 HP」によれば、「1 号上野線の延伸（中央環状線との接続）は、国が首都圏の道路等の整備に関する事項を定めた「首都圏整備計画（平成 18 年 9 月　国土交通省）」において、「高速 1 号線（2 期）」として調査を推進する路線に位置づけられている。

今後、採算性、必要性、整備手法等について関係機関と連携しつつ調査・検討を進めてまいります」とあり、調査を推進する路線と位置づけされているが、具体的な事業化までは至っていない。

今後、この計画の推進には環境問題の高まりもあり、近隣自治体・住民理解の深化が必要である。その対応策として地下道路化も考えられているようであるが事業化は簡単ではないと思われる。

② 高速 2 号線（延伸）

首都高速 2 号目黒線は、都心環状線から一ノ橋 JCT より分岐し品川区の戸越・荏原出入り口までの高速道路であるが、この路線も 1 号延伸線と同様に、昭和 42 年度末における首都高速道路整備計画では延伸の構想があり、世田谷区玉川野毛町で第三京浜道路に接続する計画が考えられていた。

その後、平成 13 年 11 月に国土交通省より告示された首都圏整備計画、平成 13 年度から平成 17 年度を計画期間とした道路施設の整備計画の中で、高速 2 号線（延伸）も調査の推進が記載され、5 年後の平成 18 年の首都圏整備計画にも同じく調査推進対象として取り上げられている。

③ 10 号線（高速練馬線）

首都高速 10 号線は、この路線も 1 号延伸線と同様に、昭和 42 年度末における首都高速道路整備計画ですでに構想された路線であり、関越道との連絡を構想した計画であったが、その時点で関越道の都内での出入り口が未決定のままであったことにより、都内経路が未定のままで今日に至っており、それが影響してかほとんど土地の手当てもなく実現性は乏しいと考えられる。

都心に向かう放射道路では唯一の首都高速道路と直接接続していない関越道であり、ルートとして、当初は文京区関口水道町～練馬区上石神井 2 丁目に想定されていたが、その後の変更を経て、現在では、新宿区付近～練馬区付近とやや曖昧な表現の計画となっている。**図 2. 3. 3-3** によれば、関越道と直接的な接続や内環状線との接続も視野に入れているようである。

④ 11 号線

首都高速 11 号線は、高速中央環状線から葛飾区四つ木で分岐し葛飾区東 4 丁目から柴又 3 丁目で同じく計画されていた北千葉空港線へ接続する高速道路である。**図 2. 3. 3-2** に示すように昭和 42 年度末に、東京都市計画地方審議会内の東京都市計画高速道路調査特別委員会の計画路線

網に追加延伸計画路線として指定されていた。湾岸部の開発に注力するとされてからは、優先順位が下げられ、平成 13 年の首都圏整備計画より抹消された。この首都高 11 号線の名は、昭和 56 年の段階で湾岸開発のために浮上した現在の首都高速台場線に引き継がれている。また、同時に北千葉空港線も計画から消滅した。

⑤　内環状線

首都高速道路公団史（平成 17 年 9 月）によると、昭和 38 年度の建設省大都市再開発問題懇談会や 42 年度末の東京都市計画高速道路調査特別委員会の提案路線の中に、すでに都心環状線の北側部を通過する路線が提案され、7 号小松川線の錦糸町付近、1 号上野線の岩本町付近、5 号池袋線の飯田橋付近には、今でも内環状線との接続構造物が見られるように、具体的な計画路線であった。このうち、7 号小松川線から岩本町付近までを出入口とて整備する計画もいったん事業化されたようだが、環境面でも地元住民との調整がつかず再開のめどはない。

ルートは上記した地域を通り、新宿区大久保付近で中央環状線に接続する計画であったようである。平成 8 年の国土庁の首都圏整備計画には、地域高規格道路として、墨田区付近から新宿区付近までの計画推進が路線図（**図 2.3.3-2　首都圏既成市街地における高速道路整備計画図**　参照）とともに示されている。

平成 13 年 11 月の国土庁の首都圏整備計画には、同路線は計画の推進から調査の推進となり、実現性の一歩後退となり今日に至っているが、東京都の広域幹線道路網計画（東京の都市づくりビジョン（改定）　東京都都市整備局　平成 21 年 7 月 30 日）には高速道路ネットワークの強化を図るため、長期的な視点で検討を進めるとしているが、事業化される見通しは未定である。

⑥　外環道（延伸部　関越道（練馬）－東名高速（世田谷）－湾岸線（昭和島））

外環道のこの区間は、約 40 年もの間、いわゆる凍結宣言により計画は事実上の進展はないままでいたが、平成 21 年 4 月、第 4 回国土開発幹線自動車道建設会議において、整備計画が決定するとともに「関越道（練馬）－東名高速（世田谷）」間については、事業許可が国土交通省から出された。

この区間はもともと、昭和 41 年に都市計画決定されたものであるが、昭和 45 年、周辺住民の反対運動により計画は凍結、その後平成 19 年 4 月に大深度地下を利用する地下方式に変更され、ようやく平成 21 年 4 月整備計画が決定、事業化された。その後、政治情勢の変化により公共事業の見直しなどもあり、またもや中止状態となったが、平成 23 年の東日本大震災を契機に再度見直しが行われ、事業主体も決定、平成 24 年工事着工式が行われた。

都市再生プロジェクト（第二次決定）都市再生本部第 3 回資料（平成 13 年 8 月）によると、「東京外かく環状道路（関越道～東名高速）については、現計画を地下構造に変更し、これに伴う都市計画の変更に向け早期に関係者間の調整を図る。その際、上部空間の利用や生活再建の方策について、地域において幅広い選択が可能となるよう積極的かつ柔軟に取り組む」という方針がだされ、すでに着工もしていることを見ると、この事例は、事業者が方針を明確にすることと同時に、近隣の住民にとって便益となるようなものの構想を提示したオープンに対応する必要性を示していると考えられる。

東京オリンピック開催年 2020 年までの開通を目指してはいるが、現実的には、いまだ土地買収が済んでいないようでもあり、かなり厳しい状況であるようだ。

平成 25 年 9 月より、大深度地下使用認可申請に向けて、事業の目的及び内容についての地元説明会が順次、開催はされている。東京近郊の物流の大幅改善に繋がる高速道路であり、東日本大震災の後、緊急時の物資輸送用としてその必要性も見直され、首都近郊のミッシングリンクの解消にも大きな期待がかけられている。ただ、本来考えられていた東名高速から高速 1 号や湾岸線（昭和島付近）への接続については、計画は推進するという状態で、経路もいまだに不明の状態である。第二東京湾岸道路と接続する計画もあるが、千葉方では、三番瀬の環境問題やや公共工事の見直しで頓挫している現在では、第二東京湾岸道路の建設そのものの実現が難しい状況であるようだ。

なお、千葉方の高谷 JCT までの外環道は計画より大幅に遅れているが、今のところ工事は順調に進み平成 27 年度には千葉県市川市高谷 JCT で湾岸高速と接続、開通が予定されている。

⑦　(現) 高速 10 号晴海線、新宿都心線、新宿多摩線

昭和 61 年 6 月に告示された第 4 次首都圏基本計画（計画期間昭和 61 年度～平成 12 年度）に基づく 5 年ごとの計画の 2 回目の計画（平成 3 年度～平成 7 年度）として、「首都圏整備計画（国土庁）」が平成 3 年 9 月に決定された。この中で高速晴海線は計画路線とされ、都心新宿線も同時に計画路線と決定された。また、平成 8 年には新宿多摩線には都心新宿線の延長にある計画道路として追加された。

平成 5 年に都市計画に決定された晴海線は、豊洲出入口-東雲 JCT 間が開通、平成 27 年度には 晴海出入口-豊洲出入口までが開通の予定であり、平成 27 年度に晴海出入口まで延伸することが決定している。

晴海出入口からは、当初の計画では首都高都心環状線とは、豊洲から都心環状方面は築地にて、都心環状から豊洲方面は新富町にて都心環状線に接続する計画があったようで、今でも接続のために設けた施設の痕跡を多くの場所で見ることが出来る（東京ふしぎ探検隊　日本経済新聞　平成 25 年 8 月 31 日）。平成 3 年の計画は、都心環状線を経由せず直接的に新宿副都心付近までを地下道路で結ぶ計画や、平成 8 年の計画ではさらにその延長路線として多摩地区までの延伸が計画されたが、現在に至るまで事業化にはなっていない。

また、湾岸線東雲 JCT から延伸して第二湾岸道路と接続する構想もあり、第二東京湾岸道路そのもの計画がまだ具体化されていないところもあり、実現は今のところ不明であるが、都心環状線との接続は平成 32 年の東京オリンピックの競技会場・施設などの多くが有明付近に計画されていることもあり、急速にその実現に向けての具体的な動きの表面化が期待される。

⑧　第二東京湾岸道路

第二東京湾岸線は、湾岸線の更に海側に計画されている路線で、東京都大田区城南島と千葉県市原市廿五里（ついへいじ）の間の約 50km を結ぶ高速道路であり、東京湾岸地域特に千葉県の輸送力増強を狙い、東京湾口道路、東京湾アクアライン、東京湾岸道路などで東京湾を 8 の字状に結ぶ東京湾環状道路の一部としても位置づけられている。

第二東京湾岸道路は昭和 40 年代に旧建設省によって調査が始まり、平成 6 年には地域高規格道路の候補路線に指定された。しかし、平成 13 年に千葉県市川市三番瀬の埋め立て計画が白紙撤回されたことで、そこを通る予定だった第二東京湾岸道路の建設も困難となり、事実上の凍結状態となっている。

しかし、千葉県をはじめ関係自治体は「第二東京湾岸道路」の建設自体は推進の立場であり、三番瀬の埋め立て計画を白紙撤回させた堂本暁子前千葉県知事もこの路線については推進の立場を崩していない。千葉県内ではすでに用地の買収なども終わった場所もあり、計画そのものは中止されていない。

なお、東京都の都市整備局が発表した「東京の都市づくりビジョン（改定）」（東京都都市整備局　平成 21 年 7 月）では、**図 2. 3. 3-4** に示すように多摩新宿線や 10 号線（練馬線）は検討路線として、内環状線は構想路線としての計画がされている。この図からは、横田、調布、羽田、成田の空港間の物・人の移動を阻害しているネットワーク欠如を埋め、スムーズな流れを確保しようとする意図が感じられる。



図 2. 3. 3-4　東京都の高速道路ネットワーク整備計画図

出典：東京の都市づくりビジョン（改定）　東京都都市整備局　平成 21 年 7 月 30 日

2) 未成線の要因

首都圏の高速道網は、計画当時の高速道路建設への高揚感、その後訪れたバブル期を通して、投資効果を十分に考慮することなく計画され実施されてきた感がある。このため、バブルがはじけた後しばらくした平成 18 年に、国土交通省がまとめた「首都圏整備計画」には「首都高速道路（中央環状

品川線、中央環状新宿線、晴海線)、高速第 1 号 (2 期)、同練馬線、同都心新宿線、同 2 号線 (延伸)、同内環状線、第二東京湾岸道路等について事業中の区間の整備を推進するとともに、その他区間の調査を推進する」として、計画は残すが実施の見通しがないことを暗示している。

近年では、未整備区間の存在が経済的な損失ばかりではなく、都市機能の防災上も大きなリスクを抱えることになるため、こられの未成区間の見直しも行われつつある。

未成線の主な要因として以下のような項目が考えられる。

① 優先度が低いと評価され、後まわしするうちに当初の意図がぼやけてきた

例えば、11 号線やこれに代わる代替え線が完成する高速練馬線等

逆に、目的が明確になり計画が見直され、再浮上するかもしれない高速新宿都心線や新宿玉線

② 環境問題などで、近隣自治体や住民との調整が難航した

例えば、高架化では納得が難しい内環状線

③ 莫大な事業費が予想され、財政的に実現は困難であった

ほとんどが該当

④ 郊外にのびる放射道路側の道路計画が曖昧だった

高速練馬線

⑤ その他

実際には、これらの要因が複合したものと考えられるが、結果をまとめて**表 2.3.3-1** に示した。

以上のように、種々の理由により事業が遅滞している事例も多くあるが、そのまま放置することは避けなければならず、対処策が真摯に考えられなければならない。このような状態を少しでも解消し、道路事業の健全な進展のために、国土交通少道路局でも、**図 2.3.3-5** に示す手順にて事業採択後の進捗状況に応じて再評価するシステムが採用されている。この中では、3 つの視点（事業の必要性等に関する視点、事業の進捗の見込みの視点、コスト縮減や代替案立案等の可能性の視点）から再評価をしている。

再評価の概要

再評価は、事業の効率性及び透明性の一層の向上を図るため、事業採択後 3 年間未着工及び 5 年間継続中の事業等について実施し、事業の継続もしくは中止等の方針を決定するものです。

事業の必要性等に関する視点
事業を巡る社会経済情勢等の変化はどうか？事業の投資効果は十分か？
事業の進捗状況はどうか？等

事業の進捗の見込みの視点
進捗が順調でない場合の理由は何か？今後の見通しはどうか？等

コスト縮減や代替案立案等の可能性の視点
施設の構造や工法の変更等の可能性は？等

↓

対応方針の決定
「中止」、「継続（・見直し継続）」

客観性、透明性を確保するため、都道府県・政令市等に意見を聞いた上で、学識経験者等の第三者から構成される事業評価監視委員会の意見を聴取し、その意見を尊重することとしています。

図 2.3.3-5　再評価の概要

出典：国土交通省道路局 HP

この具体的な事例として、関東地方整備局では第三者の学識経験者から構成される事業評価監視委員会では、平成 23 年度における再評価を下記の 5 つのカテゴリイに区分した事業について 3 つの視点からの評価を実施している。

① 事業採択後、3 年以上経過した時点で未着工
② 事業採択後、5 年以上経過した時点で継続中の事業
③ 準備・計画段階で、3 年間が経過した事業
④ 再評価実施後、3 年間が経過した事業
⑤ 社会情勢の変化等により再評価の実施の必要が生じた事業

具体的な再評価後の成果・効果はこれからという現時点ではあるが、上述してきた未成線が長年放置されている状態が解消、又は少なくなる方向へと向かうものと考えられ、今後、道路事業を行う自治体などにもそのような機運が醸成・波及していくことが期待される。

表 2.3.3-1　未成線の現状

～昭和 42 年度から平成 8 年度までに提案された首都高計画道路と現在～

計画時路線名	事業者（または計画提案者）	計画概要		未成要因等	今　後
		計画年度	ルート		
①　1 号延伸線	東京都市計画高速道路調査特別委員会	昭和 42 年度末	北上野－足立区入谷町	隣接自治体、住民の反対	調査推進路線、地下化を考慮
② 2 号延伸線	東京都市計画高速道路調査特別委員会	昭和 42 年度末	品川区荏原－玉川野毛町	住民の反対、事業費膨大	調査推進路線
③ 10 号線（高速練馬線）	東京都市計画高速道路調査特別委員会	昭和 42 年度末	文京区関口－上石神井	関越道の始点未定時の計画であり、経路が不明	調査推進路線
④ 11 号線	東京都市計画高速道路調査特別委員会	昭和 42 年度末	葛飾区四つ木－葛飾区柴又	湾岸地区の道路整備等より優先度が低い	平成 13 年首都圏整備計画より抹消
⑤ 内環状線	東京都市計画高速道路調査特別委員会	昭和 42 年度末	両国－中野区本町通り	既存の接続設備あるも地元住民との調整つかず	計画推進より調査の推進へ格下げ
⑥ 外環道（関越－第二湾岸）	東京都市計画高速道路調査特別委員会	昭和 42 年度末	練馬区北大泉町－昭和島	環境問題に起因し凍結宣言	関越－第二東名は地下化で着工 第二東名－湾岸は経路も未定
⑦　（現）10 号晴海線、新宿都心線、新宿多摩線	建設省	平成 3 年、平成 8 年	江東区有明－中央区東雲、中央区築地－新宿、新宿－北多摩	晴海線―事業主体が曖昧、新宿都心線・新宿多摩線－バブル道路と揶揄	2020 年オリンピック開催に絡み見直しされるか 特に、晴海線と都心環状線の接続が実現性高くなるか
⑧ 第二東京湾岸道路	国土交通省 東京都	平成 3 年	大田区城南島－千葉県市原市廿五里	一部の用地は買収済みであるがルート未定部もある 三番瀬埋め立て反対のため	千葉県は建設自体は推進

参考文献

2.3.3

1)　首都高速道路公団 20 年史，昭和 54 年 6 月 17 日
2)　首都高速道路公団 30 年史，平成元年 6 月 17 日
3)　首都高速道路公団　この 10 年，平成 11 年 12 月 1 日
4)　首都高速道路公団史，平成 17 年 9 月 30 日
5)　首都高速の謎，清水草一，扶桑社，平成 23 年 3 月 1 日
6)　空から見える東京の道と街づくり，竹内正浩，平成 25 年 3 月 14 日
7)　東京の高速道路計画の成立経緯，堀江興，土木学会土木計画学研究論文集，1996 年 8 月
8)　首都圏整備計画（平成 8 年度～平成 12 年度），国土庁，平成 9 年 3 月 28 日
9)　首都圏整備計画（平成 13 年度～平成 17 年度），国土交通省，平成 15 年 1 月 30 日
10) 首都圏整備計画，国土交通省，平成 18 年 9 月
11) 東京リングステップ，国土交通省東京外かく環状国道事務所　HP
12) 東京ふしぎ探検隊，日本経済新聞，平成 25 年 8 月 31 日
13）再評価の概要，国土交通省道路局　HP
14) 東京の都市づくりビジョン（改定），東京都都市整備局　平成 21 年 7 月 30 日

2.4 地下化道路路線の試検討

2.4.1 概要

2.3 でまとめた常時及び非常時（災害時）における道路のミッシングリンクを考慮し、地下道路構想のモデルケースとして以下の 2 ケースの検討を行う。

ひとつは首都高未成線であり、高い交通渋滞発生地区である 1 号上野線（入谷出口）の中央環状への接続及びその荒川以北への延伸を考えるものである。

これは、「荒川破堤による水害の発生」、「震災時における大規模火災の発生」等の大災害が懸念される同地区での災害時の交通機能維持（災害時ミッシングリンクへの対応）を考えるものでもある。

なお、標記については、H23 年度に検討した、1 号上野線の中央環状への接続（大深度地下道路の適用性に関する調査）成果を活用し実施している。

もうひとつは、広域防災基地として整備されている立川と都心及び川崎・横浜を結ぶケースである。

都心方向への接続は、関越、東名の両基幹高速自動車道に挟まれる地区であり、常時における交通利便性の向上が期待されるとともに大規模災害時における都心へのより強靭な物流ルートの確保が期待されると考えるものである。

併せて、このルートは、外かく環状道路（整備事業推進中）、基幹環状道路である環状七号、八号との接続による交通・物流を担う基幹路となることも期待される。

将来的には北進し圏央道と接続等のよる広域交通ネットワークの形成も考えられる。

川崎・横浜方面については、多摩川、浅川の両河川を超える地下物流ルートの確保として期待されると考えるものである。多摩川以南は、町田、相模原と多くの居住人口を有する地区でもあり、この地域への交通・物流のルートの整備の意義は大きいと考える。

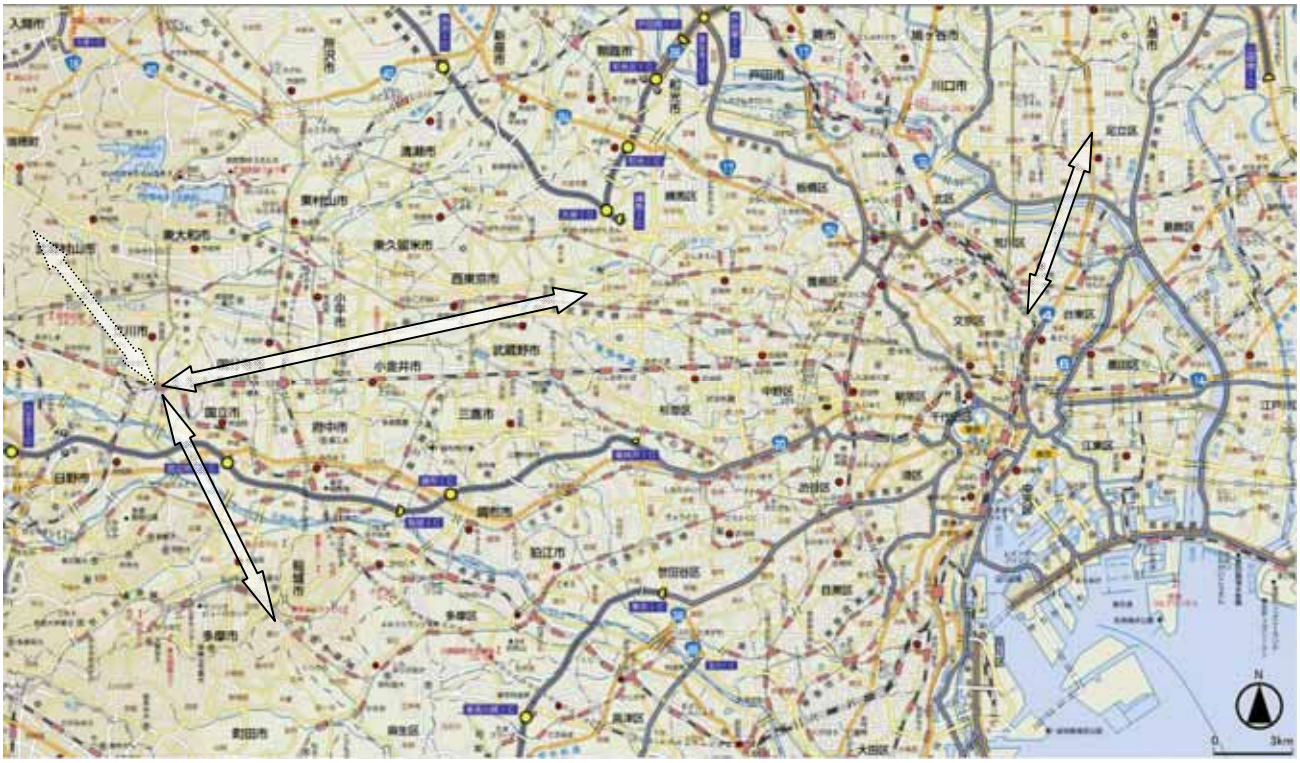


図 2.4.1-1　地下道路構想の検討ルート

2.4.2 南北軸の検討

南北軸は、都心環状線での慢性的渋滞および一般道路の混雑による常時のミッシングリンクの解消と、災害発生時の交通機能麻痺にともなう災害時のミッシングリンクの解消を目的として、都心部から荒川以北への地下化道路を検討するものである。

この検討に際し、平成 23 年度に検討した、「大深度地下道路の適用性に関する調査」の成果を活用している。

1)概要

南北軸でのミッシングリンク解消拠点の選定において、常時のハザードとなる道路の渋滞、混雑につては、**図 2.4.2-1,2**、**表 2.4.2-1** に示すとおり、首都高未成線のひとつであり、高い交通渋滞発生地区である 1 号上野線（入谷出口）付近と国道 4 号線に着目した。前款**「2.3.3 首都高速道路におけるミッシングリンク」**の中でも記述されているように、1 号上野線は入谷出口から中央環状線に接続される計画途上で、接続されると高速川口線・東北自動車道方面と都心環状線間の直通ルートを確保することが可能となる重要ルートである。

また、非常時のハザードについては、前款**「2.2.3 ハザードの重ね合わせと地区危険度の評価」**での地下化道路路線のモデルケースの検討の中で試みられたハザードの重ねあわせを指標とした。東京駅～舎人公園軸のハザードの重ねあわせから、「荒川破堤による水害の発生」（**図 2.4.2-3** 参照）、「震災時における火災の発生」（**図 2.4.2-4** 参照）等の災害が懸念される危険度の多い地域として荒川区東尾久地区付近が検証された。同地区での災害時の交通機能維持（災害時ミッシングリンクへの対応）を考えた。

平成 23 年度の調査成果から、「首都高 1 号上野線延伸計画＜D 案＞」（**図 2.4.2-5** 参照）として 1 号上野線（入谷出口）から中央環状への接続は検討されている。

今回は、この検討結果から設定された足立区千住の立坑位置付近をルートの拠点として設定し、荒川以北への延伸ルートを検討した。

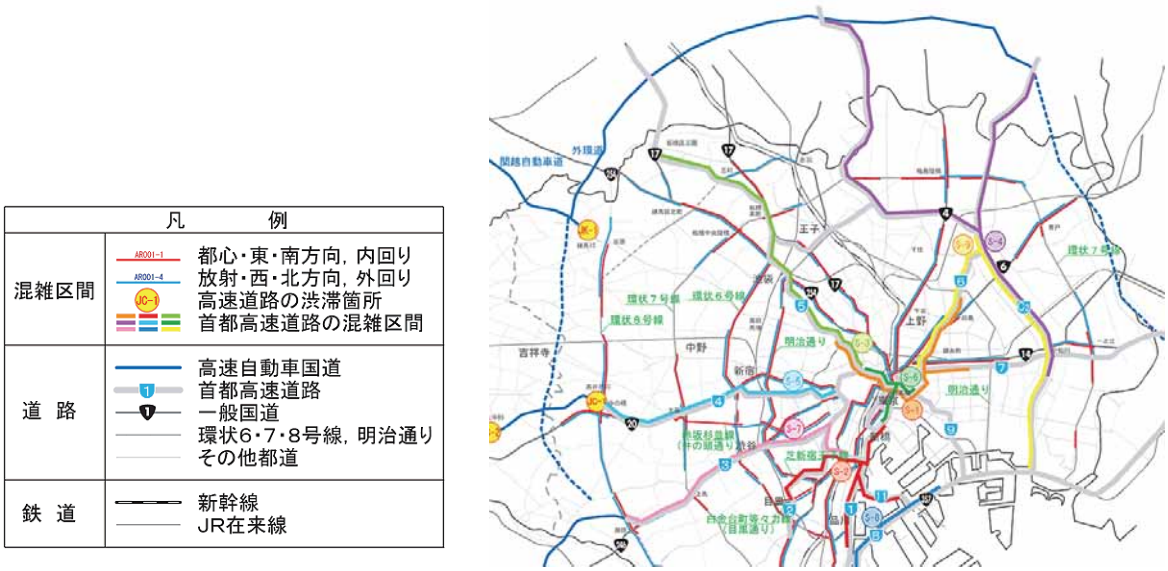


図 2.4.2-1　らくらく東京ロード「ひとめでわかる渋滞マップ」

出典：2006 東京都道路移動性向上検討委員会

URL：http://www.ktr.mlit.go.jp/toukoku/09about/jutai_kankyo/jyutai/mobility/map.htm

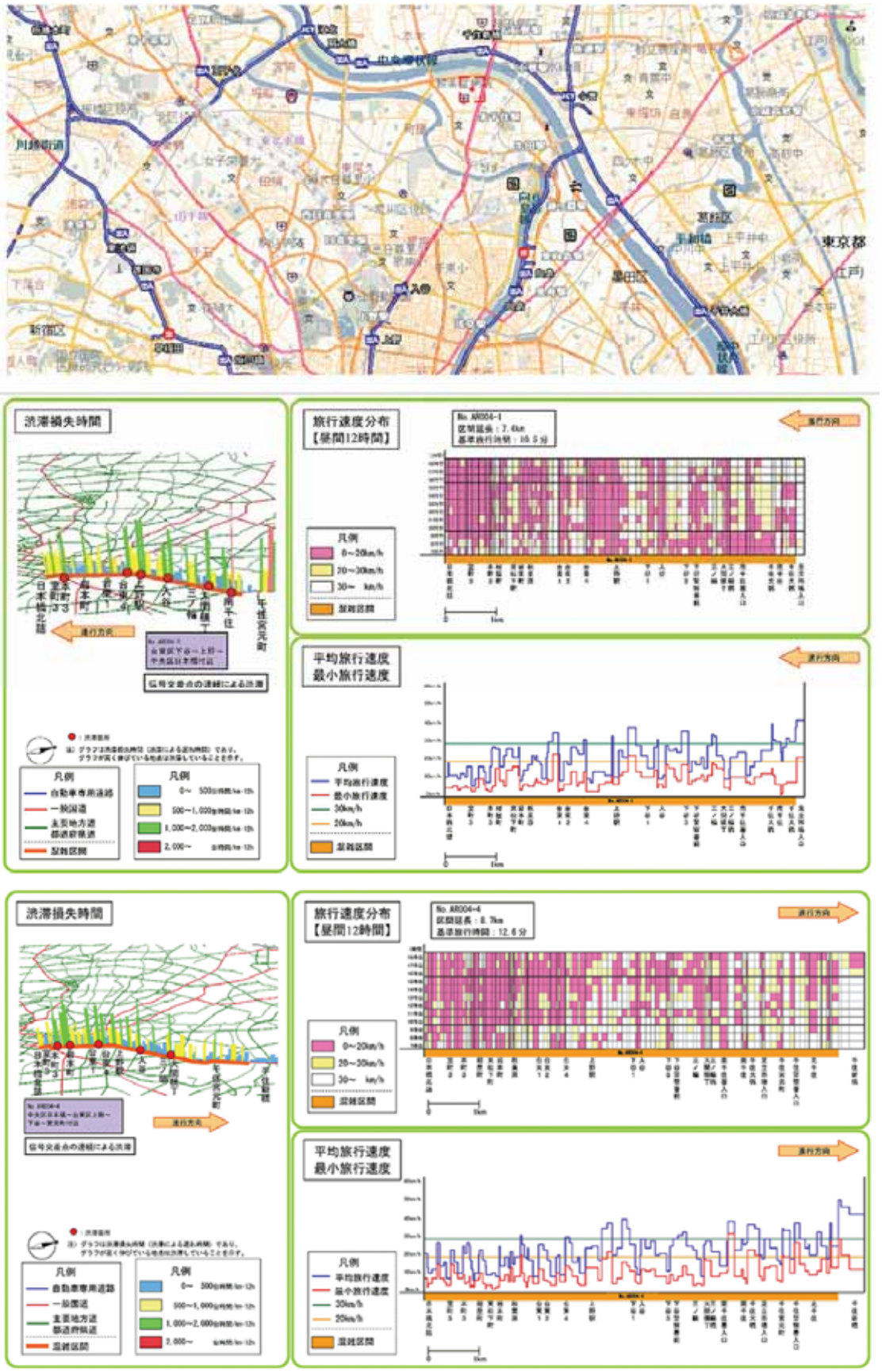


図 2.4.2-2　らくらく東京ロード「混雑区位置図・混雑区間一覧」

出典：2006 東京都道路移動性向上検討委員会

URL：http://www.ktr.mlit.go.jp/toukoku/09about/jutai_kankyo/jyutai/mobility/kubulist.htm

表 2.4.2-1　１台あたり渋滞損失時間ランキング（ワースト 30）

No.	区間名	１台当たり渋滞損失 時間(分)	順位	1台当たり渋滞損失時間(分) 0 5 10 15 20
AR004-4	国道4号(放射方向1):中央区日本橋～台東区上野～下谷～宮元町付近	19.7	1	
AK006-5	環状六号山手通り(内回り5):板橋区熊野町～中野区中野坂上～新宿区西新宿付近	19.2	2	
AR004-1	国道4号(都心方向1):台東区下谷～上野～中央区日本橋付近	18.4	3	
AT305-3	都道305号明治通り(南方向1):高戸橋～新宿駅～渋谷駅付近	17.1	4	
AR020-4	国道20号(放射方向1):千代田区三宅坂～新宿区四ッ谷～新宿駅付近	16.2	5	
AT413-3	都道413号赤坂杉並線(放射方向1):渋谷区富ヶ谷付近	15.6	6	
AR001-1	国道1号(都心方向1):千代田区霞ヶ関～丸の内付近	14.3	7	
AK008-9	環状八号(外回り4):世田谷区八幡山～杉並区上高井戸～荻窪付近	13.8	8	
AR015-1	国道15号(都心方向1):港区浜松町～中央区銀座付近	13.6	9	
AR006-1	国道6号(都心方向1):墨田区向島～台東区浅草橋～中央区日本橋付近	13.3	10	
AT413-2	都道413号赤坂杉並線(都心方向2):世田谷区大原付近	13	11	
AT305-5	都道305号明治通り(北方向1):渋谷区恵比寿～渋谷駅付近	12.8	12	
AR006-3	国道6号(放射方向1):中央区日本橋～台東区浅草橋～墨田区向島付近	12.3	13	
AR001-4	国道1号(放射方向1):千代田区丸の内～霞ヶ関付近	12.1	14	
AR015-4	国道15号(放射方向1):中央区銀座付近	11.2	15	
AR246-2	国道246号(都心方向2):渋谷駅～港区南青山付近	11.2	16	
AR246-6	国道246号(放射方向2):港区赤坂～南青山～渋谷駅付近	10.7	17	
AR020-2	国道20号(都心方向2):渋谷区初台～新宿駅付近	10.4	18	
AR246-3	国道246号(都心方向3):世田谷区上馬～池尻付近	10.3	19	
AT413-1	都道413号赤坂杉並線(都心方向1):渋谷区富ヶ谷付近	10.3	20	
AR014-1	国道14号(都心方向1):江東区亀戸～墨田区緑付近	9.7	21	
AR254-3	国道254号(都心方向3):練馬区北町～板橋中央陸橋～板橋区熊野町付近	9.6	22	
AR020-1	国道20号(都心方向1):新宿区四ッ谷付近	9.4	23	
AT305-6	都道305号明治通り(北方向2):新宿駅～高戸橋付近	8.7	24	
AK006-9	環状六号山手通り(外回り4):新宿区西新宿～中野区中野本町付近	8.6	25	
AR017-7	国道17号(放射方向3):板橋区板橋～大和町付近	8.5	26	
AR017-5	国道17号(放射方向1):千代田区鍛冶町付近	8.3	27	
AR015-2	国道15号(都心方向2):品川区南大井～港区高輪付近	8.3	28	
AK008-4	環状八号(内回り4):杉並区荻窪～上高井戸付近	8.2	29	
AR254-5	国道254号(放射方向2):文京区大塚付近	8.1	30	

注)1台あたり渋滞損失時間は、渋滞により余分にかかった旅行時間の平均値を示す。

出典：2006 東京都道路移動性向上検討委員会

URL: http://www.ktr.mlit.go.jp/toukoku/09about/jutai_kankyo/jyutai/mobility/kuburanking.htm

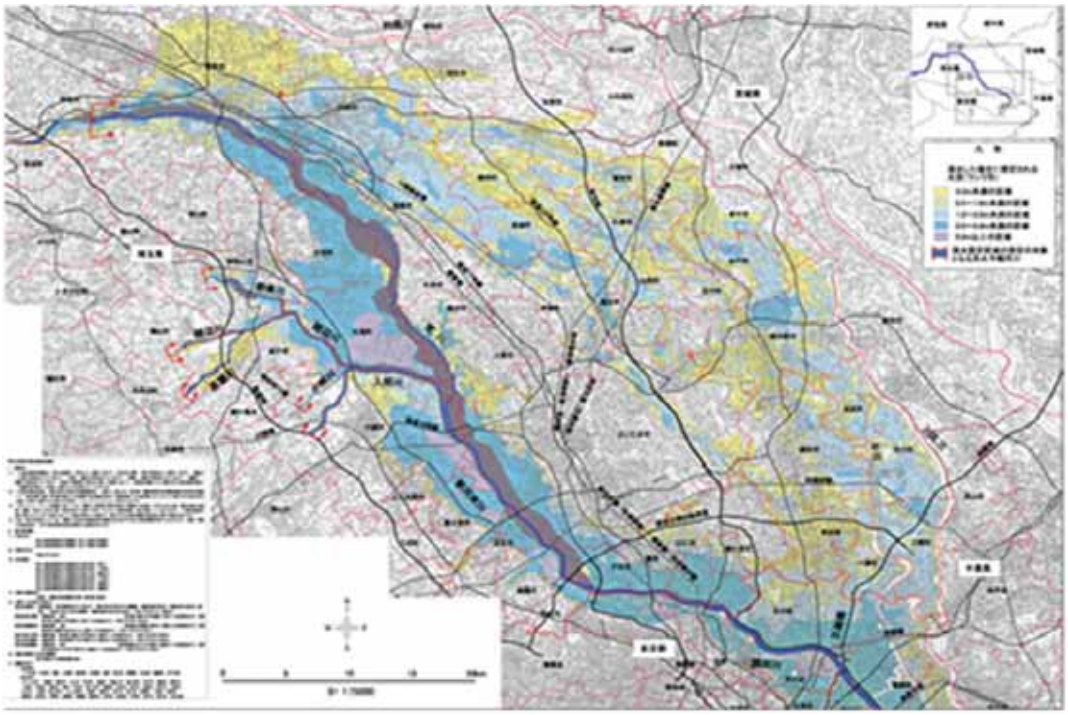


図 2.4.2-3　荒川水系荒川浸水想定区域図

出典：国土交通省関東地方整備局荒川上流河川事務所ホームページ

URL:http://www.ktr.mlit.go.jp/arajo/arajo_index038.html

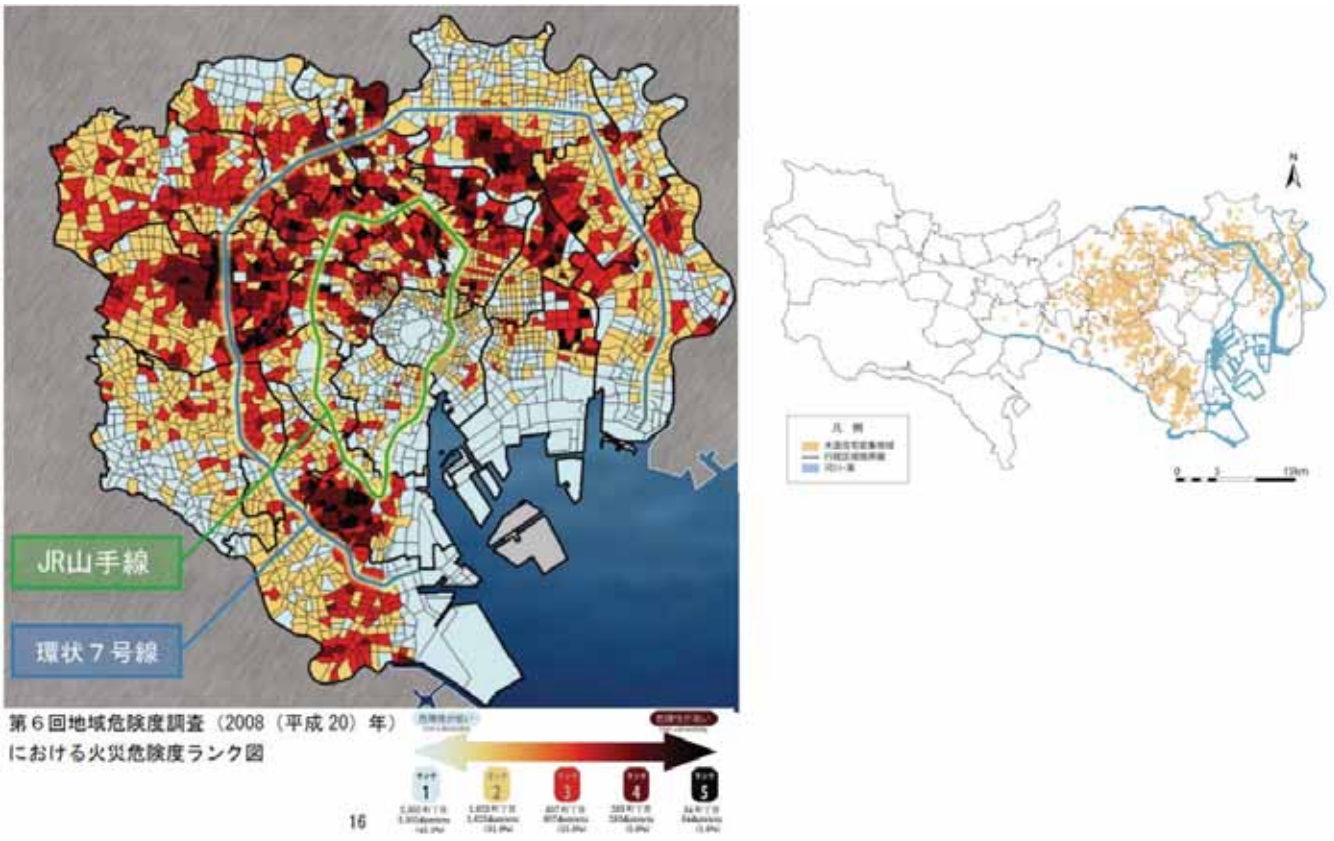


図 2.4.2-4　木密住宅密集地域と火災危険度ランク図

出典：東京都「木密地域不燃化 10 年プロジェクト」実施方針

URL:http://www.metro.tokyo.jp/inet/keikaku/2012/01/data/70miri1kiro100.pdf

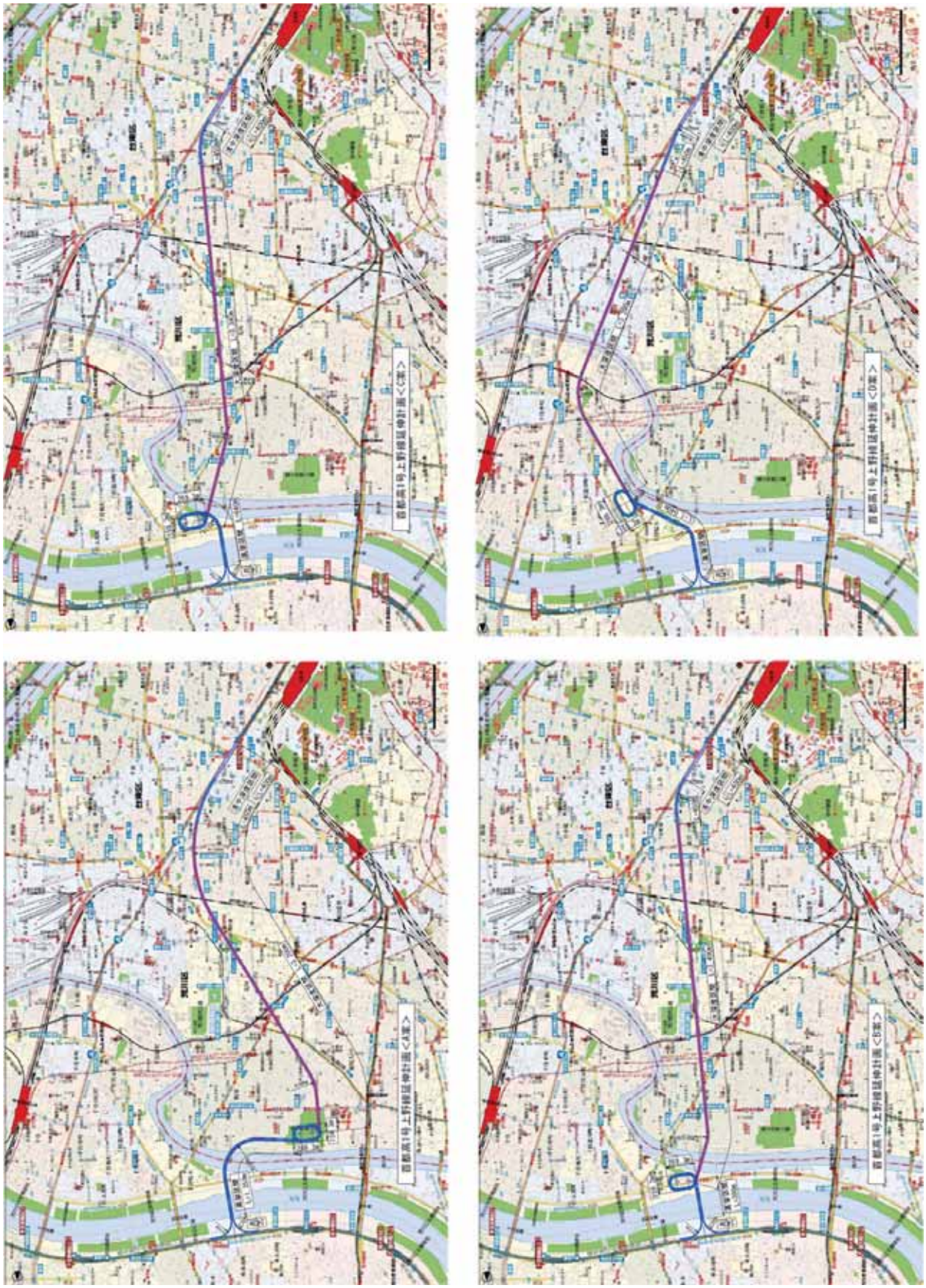


図 2.4.2-5　平成 23 年度の調査成果「首都高 1 号上野線延伸計画＜A，B，C，D 案＞」

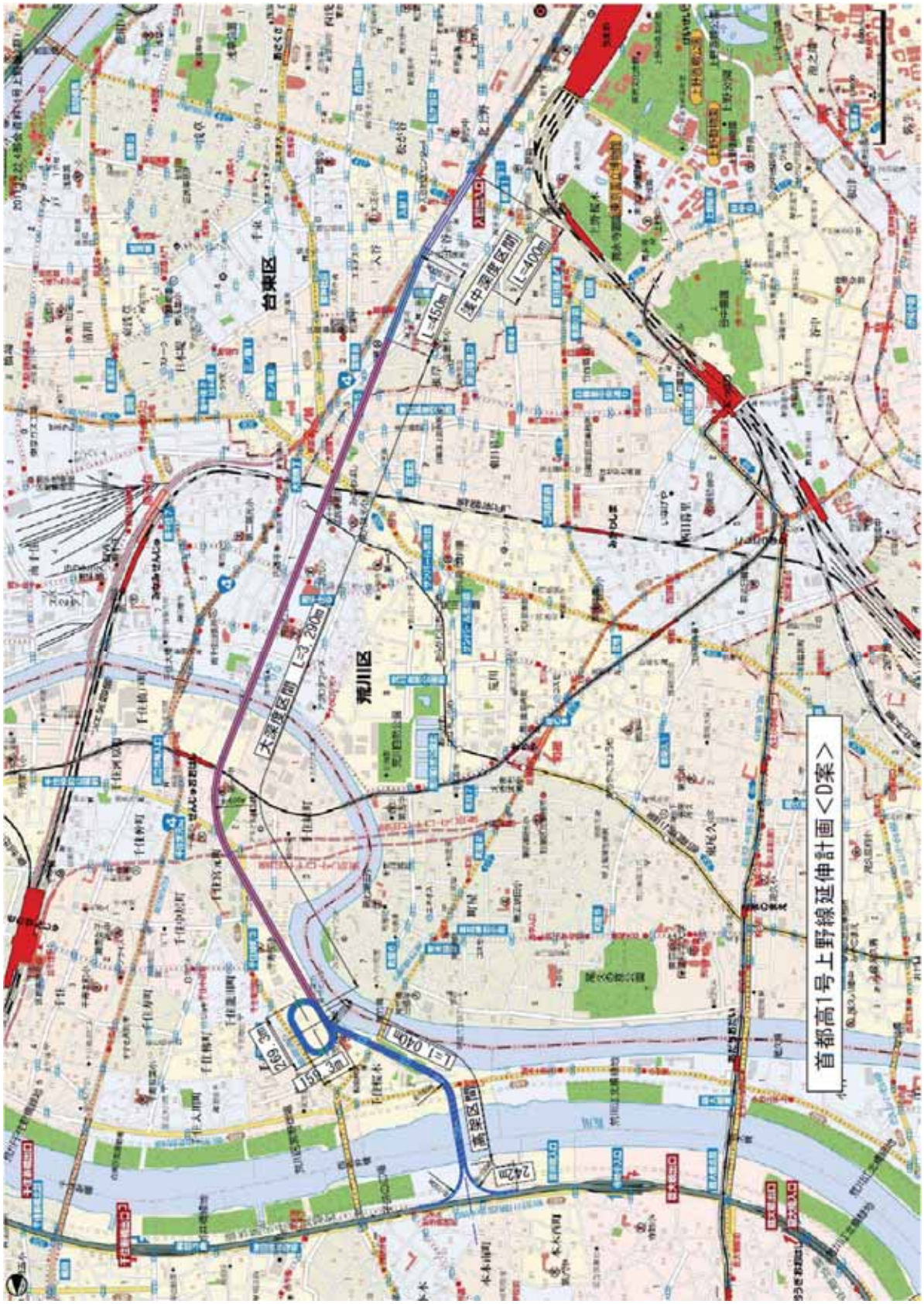


図 2.4.2-6　平成 23 年度の調査成果「首都高 1 号上野線延伸計画＜D 案＞」
（本年度の検討に供す）

2)平面線形、接続

ルート選定では、ミッシングリンク地域の拠点（足立区千住）から、河川（荒川)、木密住宅密集地域帯（火災危険地帯）（**図 2.4.2-4** 参照）を地下横断し、郊外に延びる首都高線（6 号三郷線、川口線）に接続可能な下記に示す 3 ルート（**図 2.4.2-7** 参照）について諸条件に基づく評価を行った。

①K ルート：足立区千住の拠点から川口線加賀付近接続

②Y ルート：足立区千住の拠点から 6 号三郷線八潮インターに接続

・タイプ 1 は中間立坑設置案

・タイプ 2 は一旦浅深度に上り浅層部を通過する案

③M ルート：足立区千住の拠点から 6 号三郷線加平インターに接続

接続ポイント付近の地図、写真を**図 2.4.2-8～10** に示す。

K ルートにつては、中央環状線との重要結節ポイントとなる加平インターに対する多様性、多重性を担保し、また、荒川沿いの中央環状線に障害が出た場合への対応、足立区の木密地域の下を通過するという防災上の位置づけとともに、環七通り内側へのアクセスルートとして位置付ける。ただし、東領家付近は、門型ピアーの中央が広く空けてあり、今後の計画路線の確認が必要である。

Y ルートについては、渋滞ポイントである加平から離れた分岐であり、常態での交通円滑化への効果が大きく常時ミッシングリンクの解消にも意義は大きいと考えられる。また、環七通り、河川から離れた分岐であり、周辺地域被災の影響も受けにくいと考えられる。建設上は、構造が単純で接続上の技術的な課題が小さく、過密都市部と比較して、土地利用が進んでおらず用地取得上の課題も小さいと考えられる。

M ルートについては、加平、小菅は慢性的渋滞ポイントでもあるので、JCT で上野に抜けることができるという常時ミッシングリンクの解消としての機能を期待できる。非常時は緊急車両以外の出入りが規制される環七通りとの接続点となることも意味付けとなる。ただし、元構造（河川をまたいで出入り口）が複雑で、具体的な接続方法に技術的な課題を有すると考える。

この 3 ルートを、常時ミッシングリンクのハザードとなる交通渋滞、非常時の被災環境、用地確保、建設技術上の難易性について比較検討した（**表 2.4.2-2** に示す）。この結果から、距離的には他より長くなるが、地上部の立地条件、首都高への乗入れ条件などに示される優位性から、総合評価として Y ルートが優位性が高いと判断した。

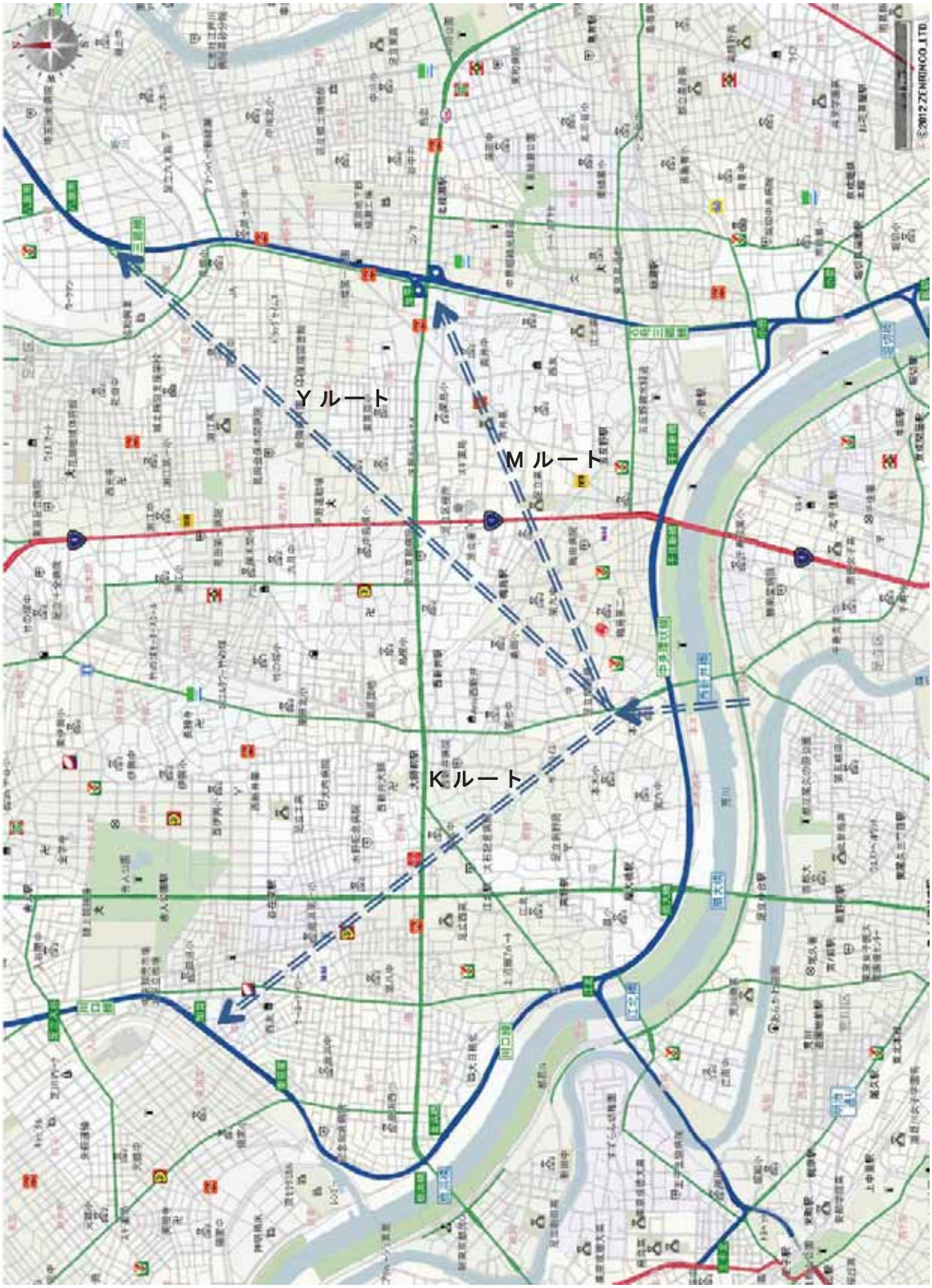


図 2.4.2-7　南北軸選定ルート

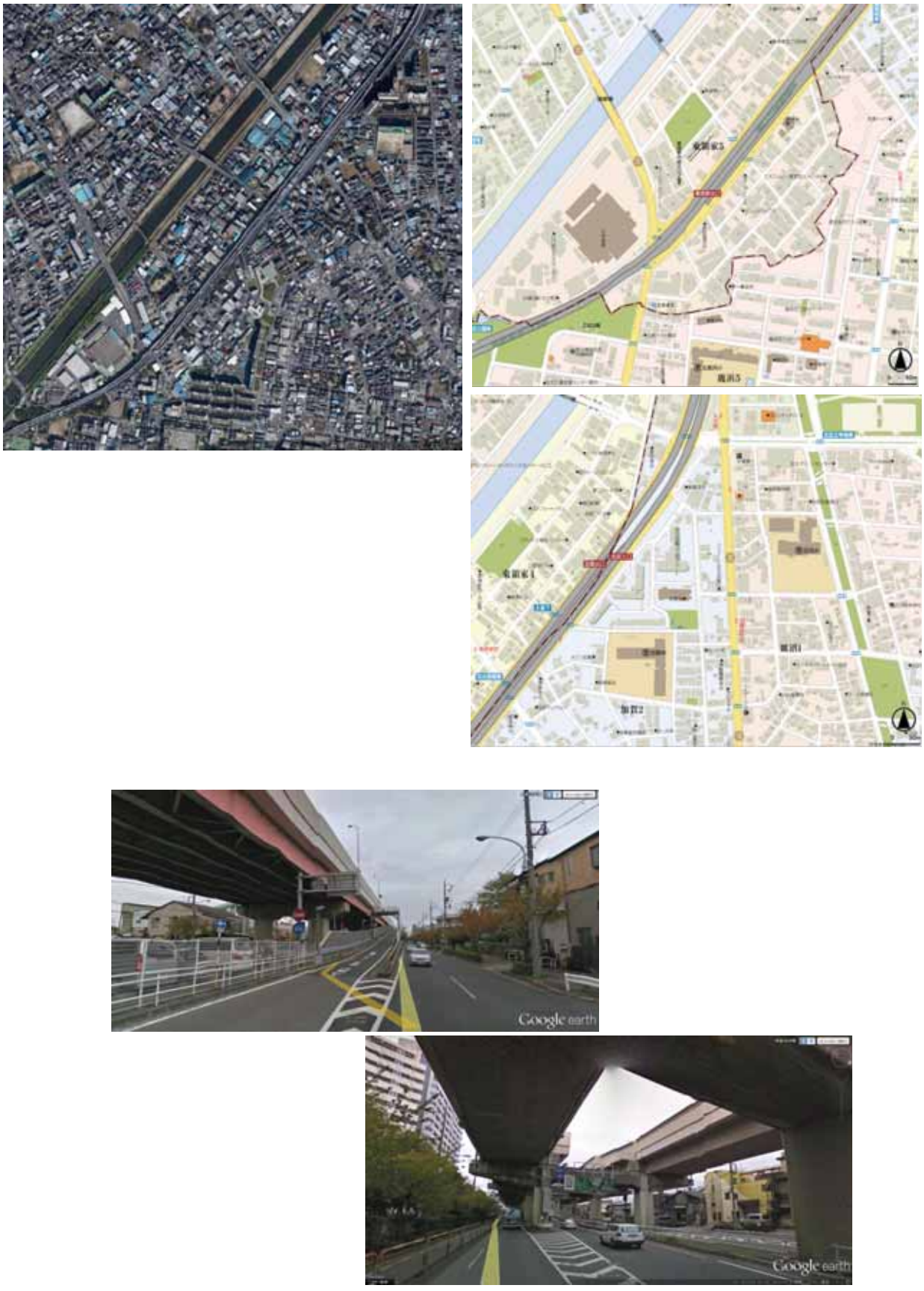


図 2.4.2-8　南北軸 K ルート接続部
（川口線・加賀、東領家付近）



図 2.4.2-9　南北軸 Y ルート接続部
（三郷線・八潮インター付近）



図 2.4.2-10　南北軸 M ルート接続部
（三郷線・加平インター付近）

表 2.4.2-2　地下化道路のルート選定比較（南北軸）

ルート名	K		Y		M	
ミッシングリンク設定拠点	東京都足立区千住					
リンク先拠点	川口線加賀		6号三郷線八潮		6号三郷線加平	
	東京都足立区加賀		埼玉県八潮市大曽根		東京都足立区青井	
延長： 直線距離×1.15（曲線を考慮）	約6km	○	約7km	△	約5.5km	◎
高速道路への接続	接続に際し、計画路線の確認が必要	○	構造が単純で接続上の技術的課題が小さい	◎	元構造が複雑で接続上の技術的課題が大きい	△
用地の確保	用地取得上の課題が想定される	○	土地利用が進んでなく用地取得上の課題が小さい	◎	用地取得上の課題が想定される	○
交通渋滞	東京外環道の渋滞ポイント江北JCTの近くに位置する	△	渋滞ポイントから離れている	◎	慢性的渋滞ポイントである	△
被災環境	近くに河川があり洪水等の影響の恐れがある	○	周辺地域被災の影響を受けにくい	◎	横に河川があり洪水等の影響の恐れがある	△
総合評価	○		◎		△	

◎：課題・影響が小さい　　○：課題・影響がある　　△：課題・影響が大きい

Yルートのタイプ1は、千住の立坑から大深度で荒川下を横断し、国道4号線と環七通りの交差点付近の下を抜け、全線を大深度で通過し八潮インター付近に至る案で、中間立坑を国道4号線と環七通りの交差点付近に設けるものである（**図 2.4.2-11** 参照）。

タイプ2は、中間立坑を設けず国道4号線と環七通りの交差点南側の国道4号線の下で大深度から浅深度に上り区役所等の建築物への接続を容易にして、その後また大深度で八潮インター付近へ至る案である（**図 2.4.2-12** 参照）。両タイプとも八潮インター付近では接続延長を考慮し、ループ式出入り口としている。

このYルートは、常時、非常時ミッシングリンクの解消、交通機能の多重性、多様性にも優れることから、次の段階の詳細検討を実施することとした。

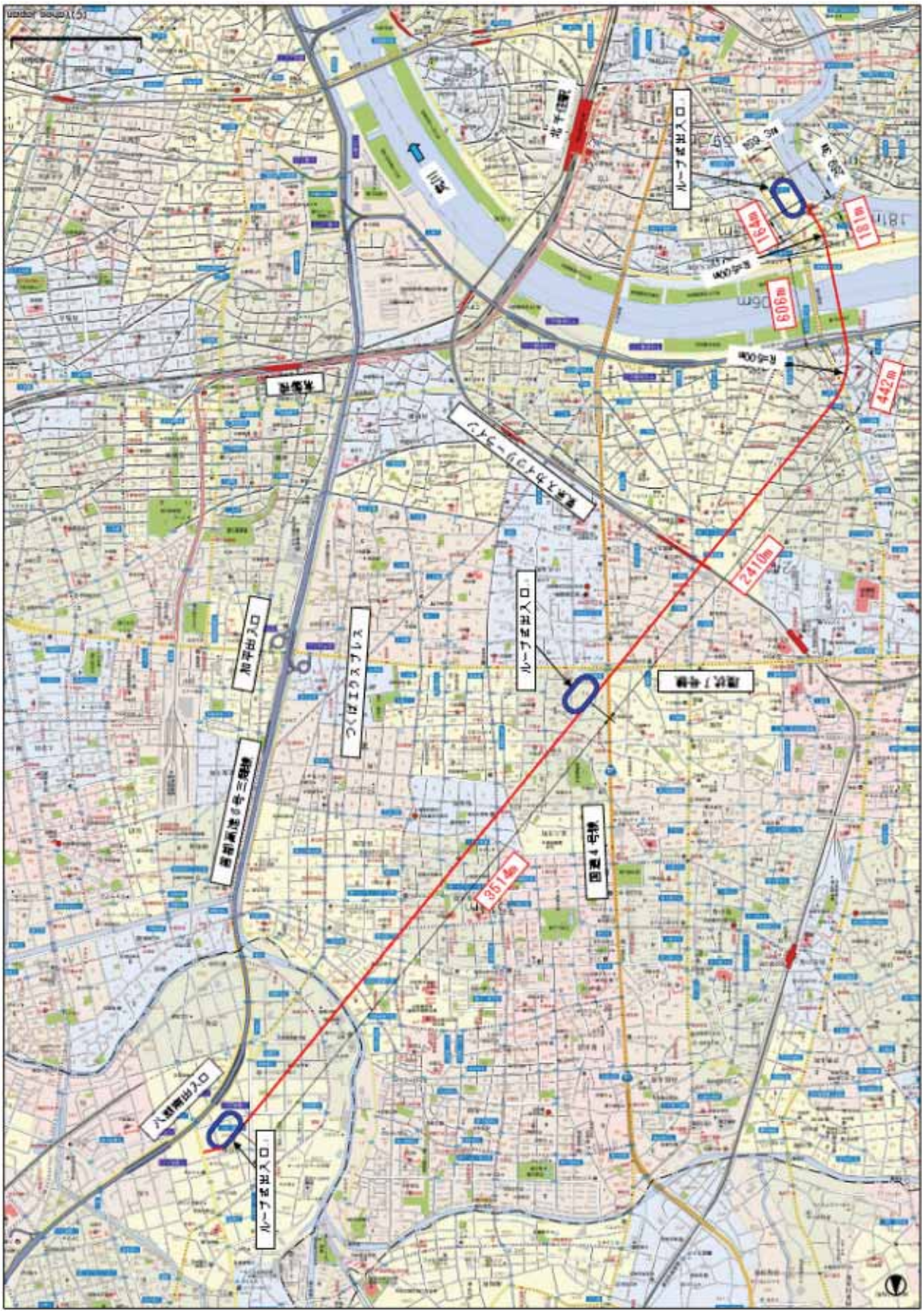


図 2.4.2-11　南北軸 Y ルートタイプ 1



図 2.4.2-12　南北軸 Y ルートタイプ 2

3)　路線の試検討

(1)ルートの特徴

首都高速 1 号線入谷出入り口から、国道 4 号線直下から漸次、大深度に向かう線形であり、大深度地下トンネル構造を基本とし、首都高速 6 号線の八潮南 IC に接続するルートである。

途中、足立区千住桜木町付近でループ式の JCT を形成し、国道 4 号線と環七通りとの交差部付近である足立区役所（足立区中央本町）付近で、足立区役所（**写真 2.4.2-1、2.4.2-2**）と一体整備を視野に入れた出入り口を形成（災害時等の非常時接続、日常管理出入り口）し、八潮南 IC 付近(**写真 2.4.2-3**)で、ループ式の JCT を形成し、高架構造である首都高速 6 号線に常時接続するルートである。

なお、荒川と直交した後は、八潮南 JCT を直線の最短ルートで結び、本線道路トンネルを全線大深度地下として利用した構造とし、災害時等の非常時接続を想定した足立区役所との一体整備区間においては、ループ式の出入り口の形成を想定したタイプ 1（**図 2.4.2-13（Ⅳ-222 頁）、図 2.4.2-16（Ⅳ-225 頁）**）と、荒川と直交した後は、本線道路トンネルを国道 4 号直下の浅層部に縦断させた構造とし、全長は長くなるものの、足立区役所との一体整備区間の事業迅速性を考慮したタイプ 2（**図 2.4.2-14（Ⅳ-222 頁）、図 2.4.2-17、（Ⅳ-227 頁）**）の 2 タイプを検討した。なお、当該地区の地質概要図を**図 2.4.2-15（Ⅳ-223 頁）**に示した。



写真 2.4.2-1　国道 4 号（足立市役所付近）



写真 2.4.2-2　消防署（足立市役所付近）



写真 2.4.2-3　八潮南 IC

(2)整備による効果

（常時）

首都高速 1 号上野線を北へ延伸し、中央環状線と接続することで、高速川口線・東北自動車道方面と都心環状線間の直線ルートを確保するとともに、首都高 6 号線と接続し、常磐道・首都高 6 号線方面と都心環状線間の直線ルートを確保し、1 日 15 万台の交通量があり、慢性的な渋滞箇所である小菅 JCT－堀切 JCT さらには、江戸橋 JCT－両国 JCT の迂回ルートを構築することで、東北自動車道、常磐自動車道、京葉道路の 3 方面と都心環状線間の交通の集中を解消し、同区間の慢性的な渋滞の緩和、物流の効率化が図れる。また、渋滞の解消により、排気ガスの減少に伴う環境保全が実現する。

（災害時等）

足立市役所（足立総合庁舎）と道路トンネルとを一体整備することで、災害時には、ハザードリスクの大きい当該地区の避難出口となる。さらに、救援物資や救助等の集積、対策本部等の設置場所としての機能を持たせ、効率的な救助・救援が行える。特に足立区は、荒川で都心部と分断されており、災害時にそのような災害基地を設けることの意義は大きい。さらに、国道 4 号と環七通りの交差部に配置することにより、これらの幹線道路を十分に活用することで、救援・救護のさらなる効率化が図れる。

本線ルートの構築においては、上野出入り口付近以外の本線部を全線大深度地下利用とするタイプ 1 では、本線ルート延長約 11.6km の内 10.7km（93%）が大深度利用を見込めるため、土地の高度化が図れるだけでなく、迅速な事業展開が見込まれる。

また、上野出入り口と足立区役所付近の国道 4 号直下の浅層部以外の本線部を大深度地下利用とするタイプ 2 においても、本線ルート延長 12.1km の内 10.3km（85%）の大深度利用が見込まれ、タイプ 1 より全長が長く、大深度利用率は落ちるが、足立区役所付近の浅層部は、国道 4 号直下を想定しており、新たな用地買収や区分地上権等の設定の必要のない道路占有区間として活用できるので、全長は長くなるものの、タイプ 1 と同程度に土地の高度化と迅速な事業展開が図れるものと予想される。

さらに、足立区役所との一体整備地区においては、大規模な用地取得や区分地上権の設定が必要と予想されるタイプ 1 の大規模なループ部の構築に対して、足立区役所との

接続を国道 4 号直下の浅層部で行う構造としたタイプ 2 では、現足立区役所を活用するとともに、本線トンネルと浅層部での簡易な接続構造とすることで、迅速な事業の展開が図れるとともに、本線トンネルとの移動性を良好にすることで、災害時における救援物資、救助の調達や避難等が迅速に行えるため、総合的な災害基地としての効率化がより図れることとなる。

(3)課題点

①入谷接続部

・活線施工への配慮

入谷出入り口を供用しながらの工事となるため、交通車両への影響を低減する配慮が必要となる。

・周辺環境負荷低減への配慮

入谷出入り口付近は、多くの民間ビル等が混在する街区であり、工事実施に伴う周辺環境負荷低減への配慮が必要となる

・近接重要構造物への配慮

近接する地下鉄、共同溝等の近接構造物への配慮が必要となる。

②八潮南接続部

・活線施工への配慮

供用中の高速 6 号線への接続工事となるため、交通車両への影響を低減する配慮が必要となる。

・用地の取得、再開発事業

八潮南接続部のループ型立坑は、広大な用地の取得が必要とされる。この区域はそれほど高度な土地利用がされていない区域であり、取得に際しての課題は少ないと思われる。高速 6 号線や本検討路線へのアクセスが良好であることを考えれば、工業団地や大型店舗などの誘致を視野に入れた総合的な開発を行える可能性が高い。

③足立区役所との一体整備区域

・工事に伴う周辺環境負荷低減への配慮

交通量の多い国道 4 号や環七通りに面した工事になるので、周辺環境負荷の低減に配慮することが必要となる

・用地の取得

大規模なループ部を構築するタイプ 1 の場合、大規模な用地買収や区分地上権の設定が必要不可欠を思われ、この地区が住宅密集地であることを考えれば、事業迅速性の観点から言えば課題は多い。土地の高度利用と再開発事業による一体整備の検討を行うことも必要である。

・災害時の防災基地としての機能付与

足立区役所を中心とした防災基地としてのハード面の整備が進むが、それらを充分に活用するためには、災害時にどう活用していくかのソフト面を事前に検討しておく必要がある。

④入谷接続部～八潮南接続部

・大深度法の適用

大深度区間については、その法的適用の合理性確認のため、用地取得に道路建設との事業適用性（事業費、事業期間、周辺環境等）の比較検討が必要となる。

・浅、中深度区間における用地買収、立体道路制度適用

大深度法を適用しない浅、中深度区間においては、通常の用地買収による事業推進区間や立体道路制度適用の区分地上権設定による事業推進区間が存在する場合には、これらが全体の事業の完成に影響を及ぼさないように留意する必要がある。

本ルートを、**表 2.4.2-3** にまとめた。

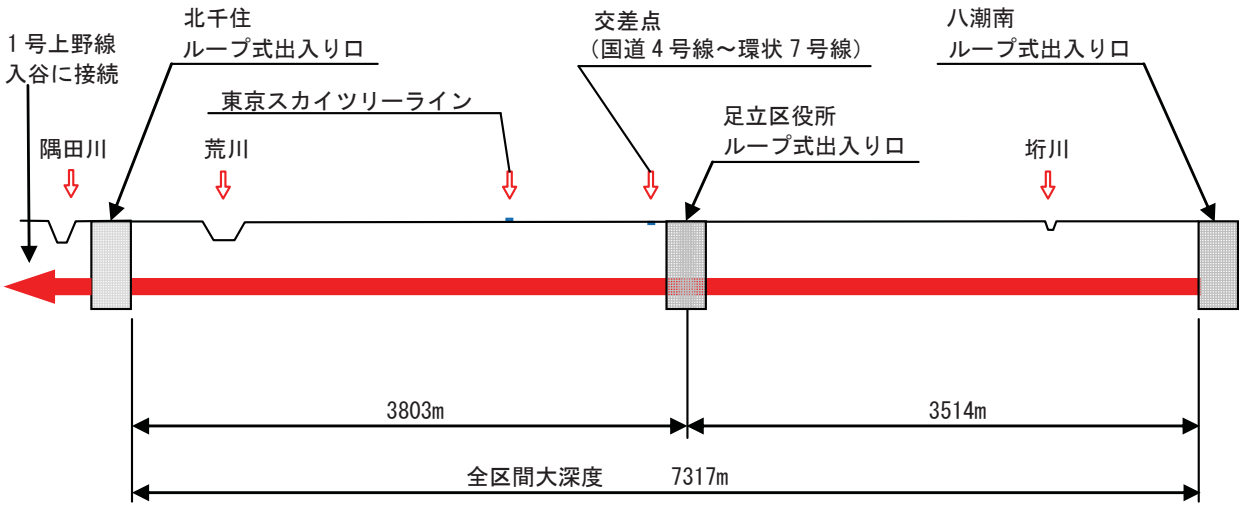


図 2.4.2-13　選定路線断面図（タイプ 1）

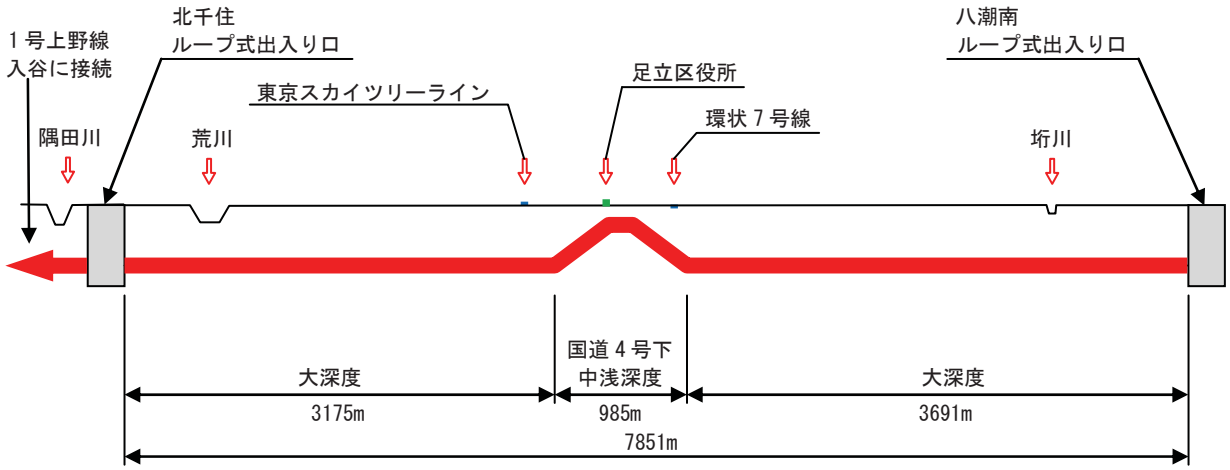


図 2.4.2-14　選定路線断面図（タイプ 2）

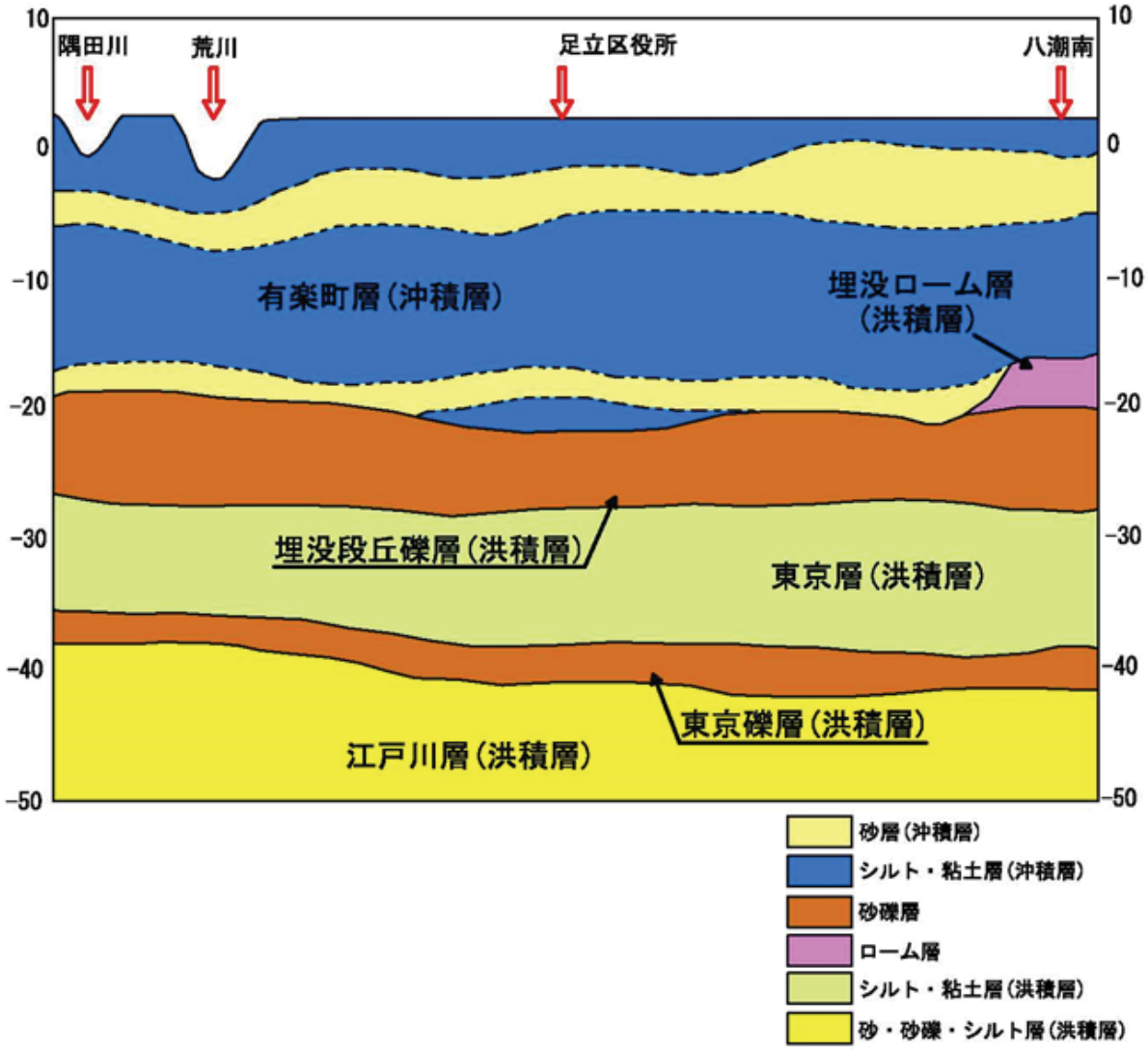


図 2.4.2-15　当該地区の地質概要図



図 2.4.2-16　選定路線線形図案（タイプ 1）

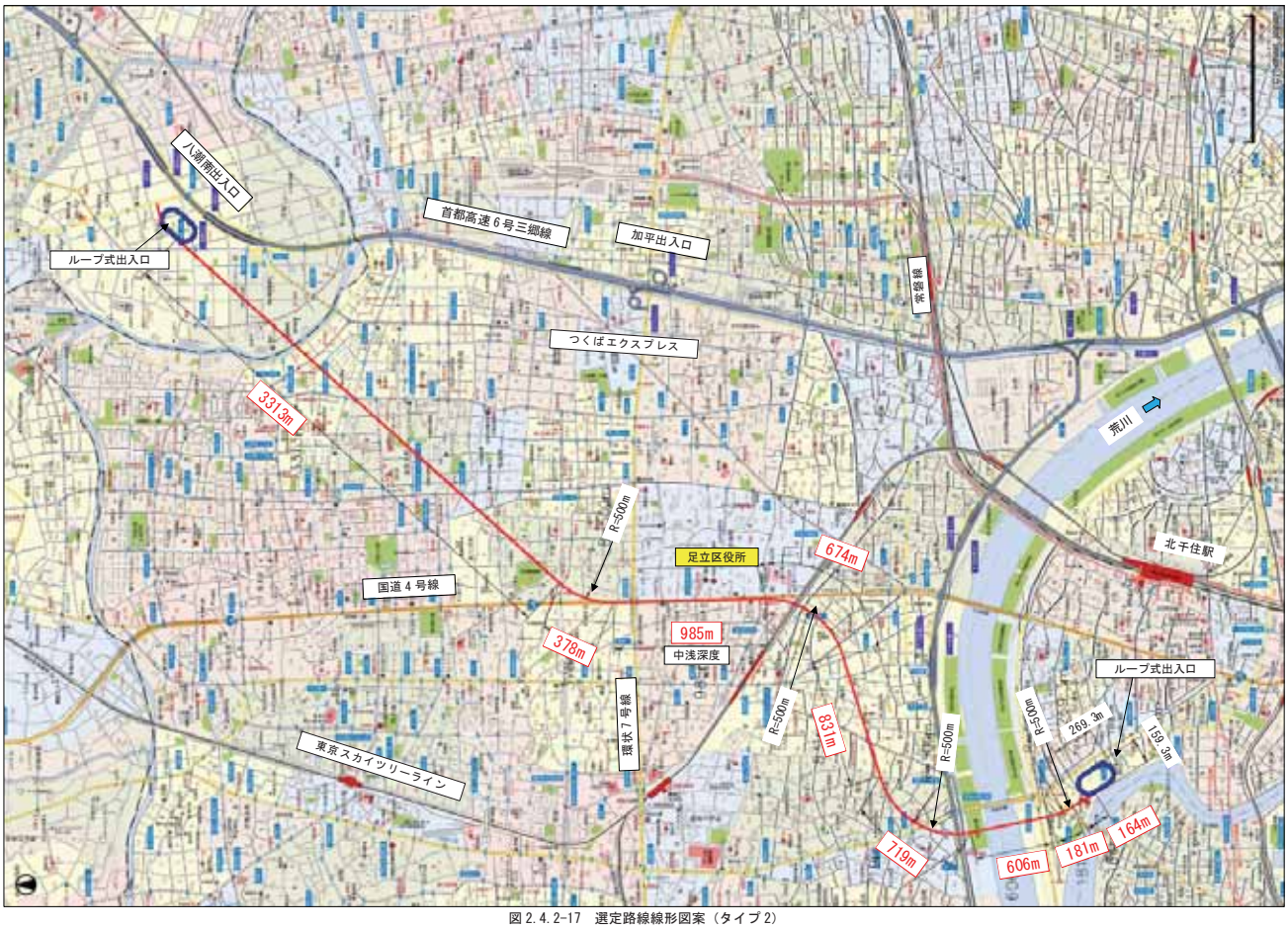


図 2.4.2-17　選定路線線形図案（タイプ 2）

表 2.4.2-3　１号入谷～６号八潮南ルートのまとめ

	タイプ1	タイプ2
ルート	高速1号線入谷出入り口～高速6号線八潮南	同　左
本線全長	全長：11.6km 内大深度利用：10.7km（93%）	全長：12.1km 内大深度利用：10.3km（85%）
高速1号線との接続	接続に際しては、課題は多いが、高速1号線のミッシングリンクが解消される。	同　左
首都高速6号との接続性	6号の構造が簡易、土地利用が進んでなく、用地の確保性が高い	同　左
足立区役所との一体整備部	本線トンネル：大深度地下利用 出入り口：大規模なループ型出入り口 （用地買収や区分地上権の設定）	本線トンネル及び出入り口部： 国道4号直下の縦断ルートの利用を想定 （道路占有）
常時の渋滞解消性	慢性的な渋滞箇所である小菅JCT－堀切JCTの迂回ルートであり、都心環状線間の交通の集中を解消し、同区間の慢性的な渋滞の緩和、物流の効率化が図れる。	同　左
防災基地としての機能	広大な大規模ループ部分が防災基地として活用できる。 本線トンネルが大深度部にあり、ループでの接続となるので、避難性が比較的劣る。	本線トンネルが浅層部にあり、直線での接続が想定されるので、避難性が比較的良好となる。
本線トンネル事業の迅速化	・高速1号との接続部 施工上の課題はあるが、国道4号下の道路占有となるので、用地買収等の必要がなく、事業の迅速化は図れる。	・高速1号との接続部 同　左
	・本線トンネル部 全線大深度地下利用のシールドトンネルを想定しているので、事業の迅速化が図れる。	・本線トンネル部 一部足立区役所区間は浅層部としているが、国道4号下の道路占有区間となるので、事業の迅速化が図れる。
	・高速6号との接続部 大規模なループ型構造となるが、土地利用が進んでなく、用地の確保性が高く、事業の迅速性は高い。	・高速6号との接続部 同　左
足立区役所との一体整備部事業の迅速性	住宅密集地地区における、大規模なループ部の構築を想定しているため、大規模な用地買収や区分地上権の設定が必要と予想され、事業の迅速性に劣る。 本線トンネルの供用を先行して推進することが考えられる。	接続部も国道4号直下を想定しており、大部分を道路占有として処理でき、事業の迅速化が図れる。
土地の高度化	大深度の利用、区分地上権の設定、道路占有の活用により、土地の高度利用化が図れる。	同　左

4) まとめ

・本項では、都心環状線と一般道路の渋滞解消とハザードの地区危険性の高い地域を考慮し、ミッシングリンクとなる首都高速1号線入谷出入り口から荒川以北への地下化道路を検討した。

・平成23年度に検討した「大深度地下道路の適用性に関する調査」では、首都高速1号線入谷出入り口から中央環状線への接続が検討された。今回は、この検討結果から設定された足立区千住の立坑付近をルートの拠点とした荒川以北への延伸ルートを検討した。

・延伸ルート選定においては、Kルート（足立区千住～川口線加賀付近への接続）、Yルート（足立区千住～6号三郷線八潮インターへの接続）、Mルート（足立区千住～6号三郷線加平インターへの接続）の3ルートの比較検討を行い、Yルートを選定した。

・Yルートにおいては、途中、災害時における非常時接続を想定した足立区役所との一体整備を行う。全線大深度トンネルを想定し、足立区役所との接続をループ式の出入り口の形成を想定したタイプ1と、荒川と直交した後は、本線道路トンネルを国道4号直下の浅層部に縦断させた構造とし、全長は長くなるものの、足立区役所との一体整備区間の事業迅速性を考慮したタイプ2の2タイプを検討し、それぞれの特徴をまとめた。

・いずれのタイプも、首都高速1号上野線を北へ延伸し、中央環状線と接続することで、高速川口線・東北自動車道方面と都心環状線間の直線ルートを確保するとともに、首都高6号線と接続し、常磐道・首都高6号線方面と都心環状線間の直線ルートを確保し、慢性的な渋滞箇所である小菅JCT－堀切JCTさらには、江戸橋JCT－両国JCTの迂回ルートを構築することで、東北自動車道、常磐自動車道、京葉道路の3方面と都心環状線間の交通の集中を解消し、同区間の慢性的な渋滞の緩和、物流の効率化が図れる。

・これらの事業を迅速かつ効率的に行うための課題点を抽出し、各地区ごとにまとめた。

2.4.3 東西軸の検討

東西軸は、これまでの検討結果に基づき、立川地域と都心部とを結ぶルートを検討することとした。

「2.2 都市の危険性の調査」では、立川と都心との間の区間の一部は、住宅密集地域で木造住宅が多く、全壊建物棟数や細街路の閉塞、焼失棟数が多い傾向にあることが確認された。また、「2.3 ミッシングリンクの調査」では、立川地域が、基幹軸である関越道と東名道との間の空白域であり、交通・物流上のミッシングリンクとなっているとともに、非常時にミッシングリンクが発生する可能性が高いことが確認された。

また、首都圏の九都県市首脳会議では、国に対して首都圏の防災力の強化に関する提言が行われており、行政・立法機能の代替拠点案の１つとして立川地域が挙げられている（**図 2.4.3-1**）。

これらの検討を受けて、ここでは東西軸として、アクセス状況が脆弱となっている立川広域防災基地と都心とを結び、基本的には都心を経由して東京湾臨海部広域防災拠点へ連絡するルートを検討する。

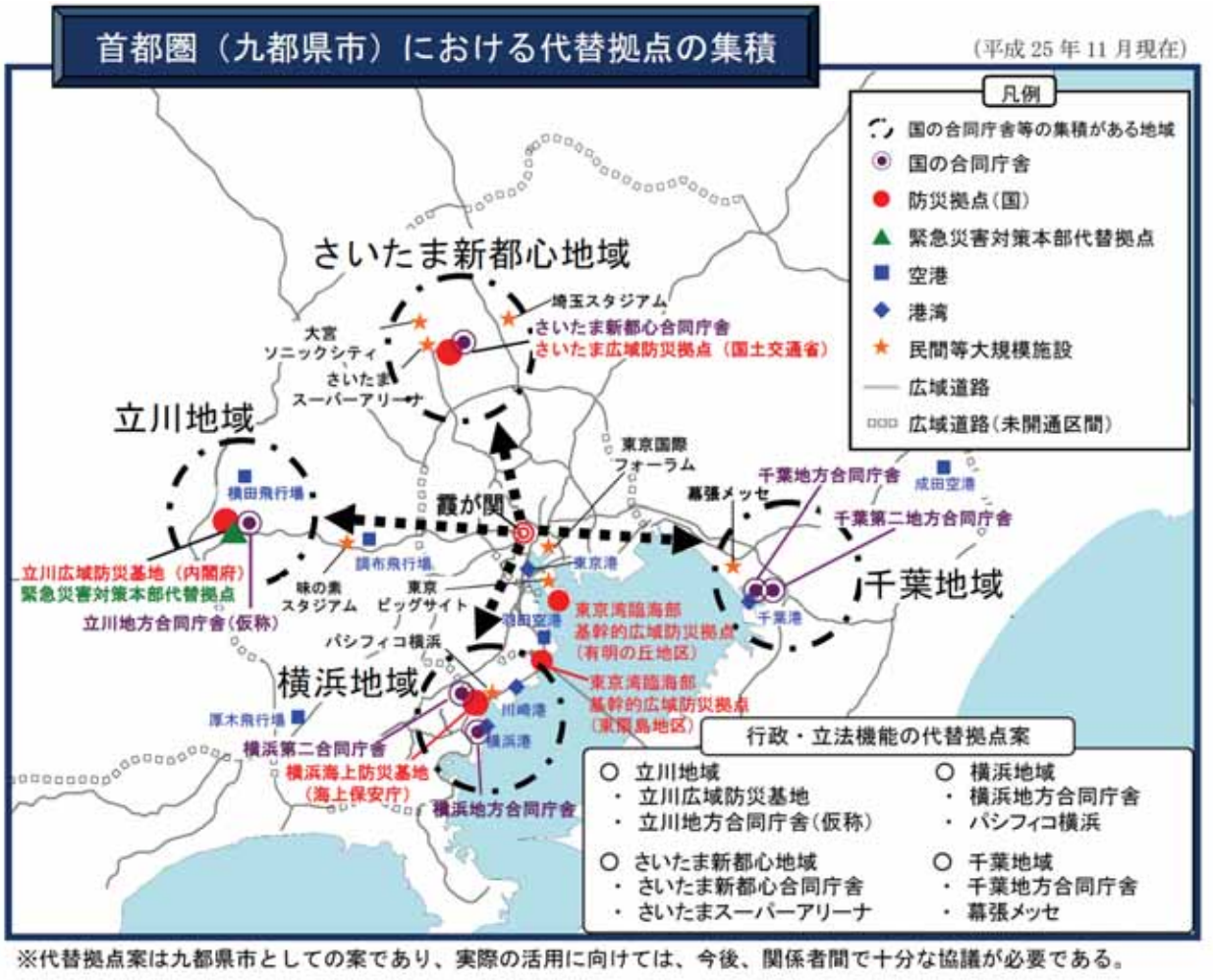


図 2.4.3-1　首都圏（九都県市）における代替拠点の集積

出典：九都県市首脳会議「首都圏の防災力の強化に関する提言（資料）」

1)概要

「2.3 ミッシングリンクの調査」で述べたように、東日本大震災においては、東北自動車道等の高速道路の応急復旧により緊急輸送路として機能したことをから、高速道路には、災害時にもネットワークとして機能することが求められている。

本検討では東西軸のルートとして、災害時に生じるミッシングリンクによって、被災者の避難や救護、支援の障害が発生しないように、道路網が整備される必要があることから、人口が密集する都心部を通過して防災拠点を結ぶルートを検討した。

具体的には、空輸による人員・物資の緊急輸送の中継・集積拠点として、自衛隊・消防・警察・DMAT などの援助隊の運用・受入拠点として、南関東地域における災害応急対策活動の中核拠点として機能する「立川広域防災基地」から都心部や湾岸部を通り、内閣府所管の防災拠点施設と国土交通省の首都圏臨海防災センターが設置されている「東京湾臨海部基幹的広域防災拠点（有明の丘地区もしくは東扇島地区）」付近を結ぶルートを検討した。

これらの都心部と立川広域防災基地と臨海部の広域防災拠点を結ぶ東西軸のルートは、緊急時でのミシングリンクの解消と渋滞解消に伴う物流効率化が図れる以下の 3 ルートを選定した（**図 2.4.3-2**）。また、立川で留まることなく、圏央道（例えば、日の出 IC）へ接続するものとした。

A 案：立川広域防災基地から関越道を経由して都心へ向かうルート

B 案：立川広域防災基地から外環道（関越道から東名道までの新設区間）を経由して都心へ向かうルート

C 案：立川広域防災基地から中央道、東名道を経由して各々から都心へ向かうルート

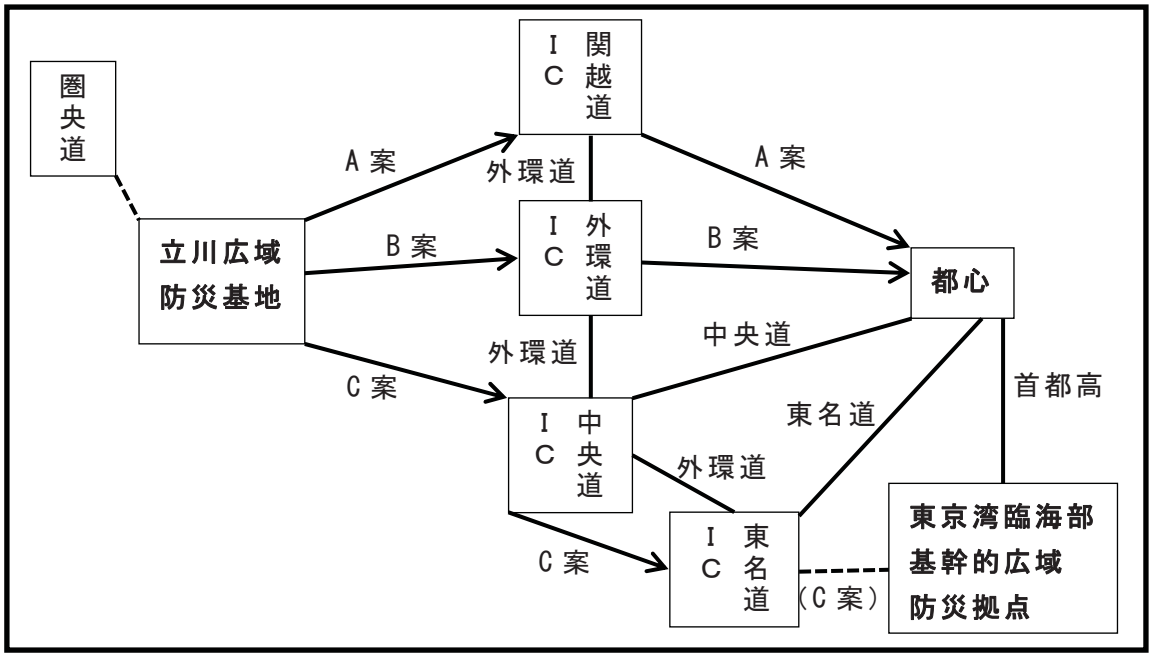


図 2.4.3-2　東西軸ルート案模式図

東西軸が関与する交通・物流について記すにあたり、東京 23 区およびその周辺の地域における交通ネットワークを**図 2.4.3-3** に示す。東京都では、都心方向に流入する交通が集中することや都市内交通と通過交通が混在しているため、都心方向に伸びる主要な放射道路と環状道路に連続的な渋滞が発生している。特に、東京 23 区の西側に位置する環状八号線の周辺地域では、東名高速～中央道～関越道を結ぶ外かく環状道路が未整備であり、都市内および都心に向かう物流車両が集中するため、主要な放射道路である国道 1 号、15 号、17 号、20 号、254 号、246 号等や環状八号線等の環状道路に連続的な渋滞が発生している。また、東京西部の多摩地域の主要な都市である八王子市街地でも、国道 16 号と国道 20 号が市街地中心部を通過するため、都市内交通と通過交通が主要幹線道路に集中し、交通渋滞が発生している。このような渋滞域内を流入する高速道路中央自動車道においても小仏トンネルや高井戸 IC、烏山トンネル、調布 IC、国立府中 IC では、片側 2 車線道路であることや上り坂と急なカーブによる見通しの低下などから平日でも 10km 以上の渋滞を発生するなど慢性的な交通渋滞が発生している。

圏央道から立川広域防災基地や都心を経由して臨海部に至る 3 路線のルートは、東京都の渋滞地域を通る地下道路であり、交通容量の拡大や都市内交通と通過交通の分離による交通の円滑化によって当該地域の渋滞緩和に大きく寄与することができる。

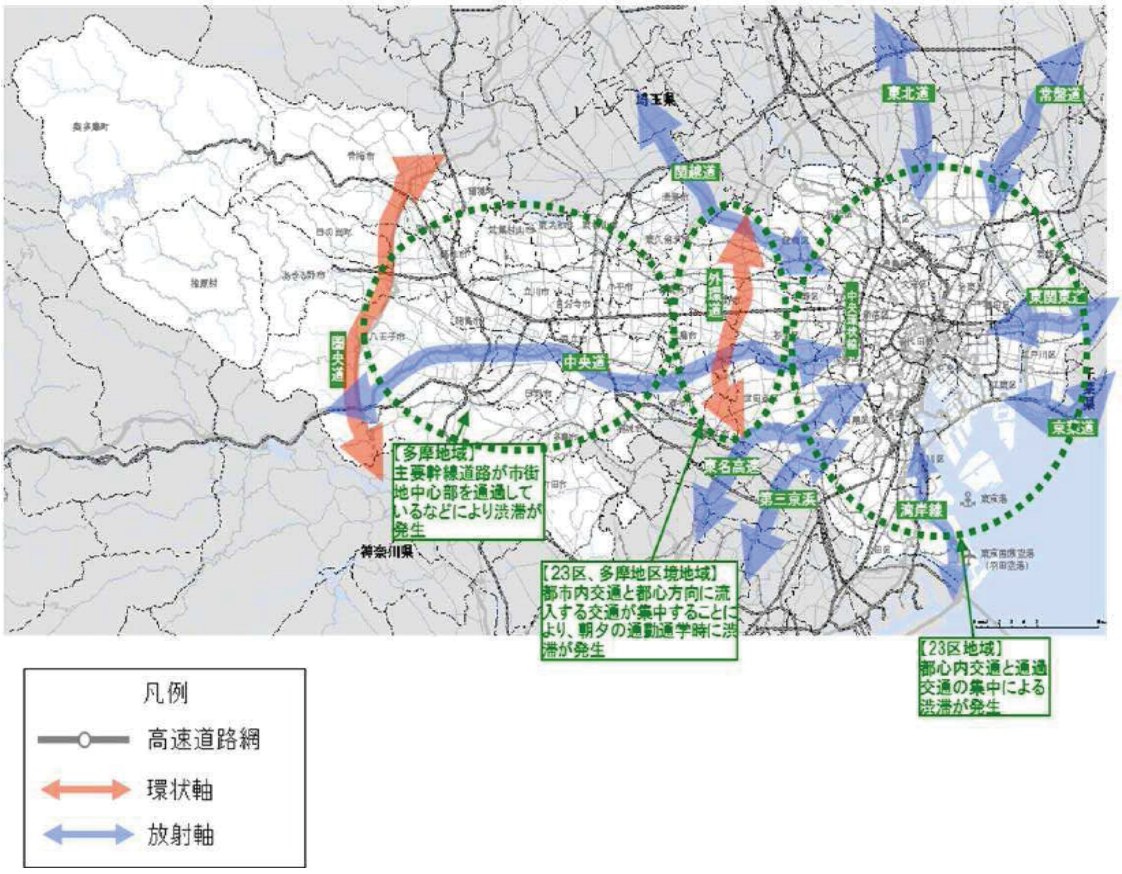


図 2.4.3-3　東京都全体の交通ネットワーク

出典：国土交通省関東整備局首都圏渋滞ボトルネック対策協議会
http://www.ktr.mlit.go.jp/road/shihon/jutai.html

東西軸のルートにて想定されるハザードは、環状六号線から環状八号線にかけての範囲においては、建物の火災や倒壊による被害が大きいことが想定される。また、晴海付近では、津波や地盤の液状化による被害が大きいことが想定される。

非常時のミッシングリンクとして、中央道（４号新宿線を含む）が環状六号～八号間において、地震後の火災や建物の倒壊による被災でミッシングリンクとなる可能性がある。東西軸のルートは、中央道が被災した場合のバイパスとなることが考えられる。

また、東西軸における災害時における機能の特徴は、立川広域防災基地と東京湾臨海部基幹的防災拠点を結ぶ点にあるが、A 案、B 案については、大規模救出救助活動拠点を経由することが想定している。

大規模救出救助活動拠点とは、東京都や各市の総合的な防災計画である「地域防災計画」において、避難場所や活動拠点とされている公園のうち、災害発生直後の救出救助活動のため、自衛隊、警察、消防等の部隊のベースキャンプとして活用する拠点として指定されている公園のことである（**図 2.4.3-4**）。

災害時には、立川広域防災基地や東京湾臨海部基幹的防災拠点と大規模救出救助活動拠点との連携が重要であると考えられる。

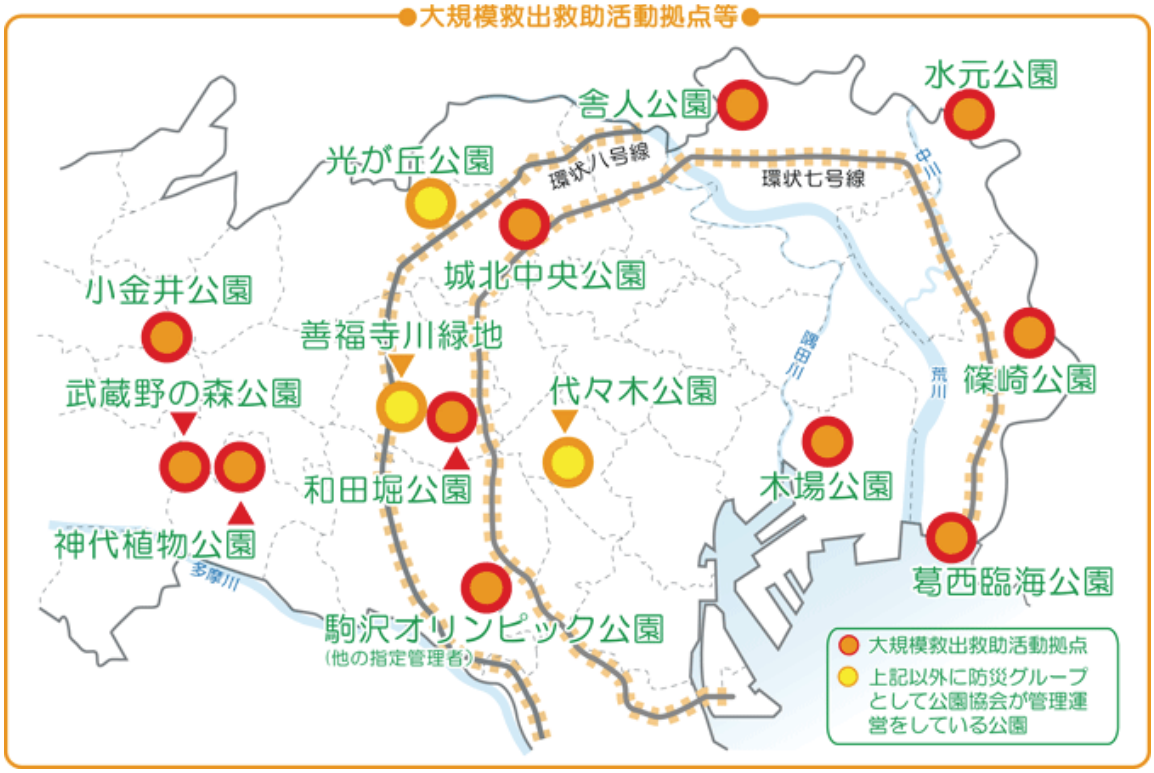


図 2.4.3-4　大規模救出救助活動拠点位置図

出典：東京都公園協会ホームページ

http://www.tokyo-park.or.jp/special/bousai/basyo.html

2)平面線形

各案の平面線形は、**図 2.4.3-5** に示す。各案の特徴および整備した場合の常時・非常時の効果を以下にまとめる。



図 2.4.3-5　東西軸ルート案の平面線形

(1) A 案

A 案は、立川広域防災基地から外環道の大泉 JCT を経由し、都心へ至るルートである。

A 案の特徴は、関越道と首都高とを接続して、関越道のミッシングリンクを解消する点である。A 案は、立川広域防災基地から大規模救出救助活動拠点である小金井公園を経由し、大泉 JCT から練馬 IC を経由して目白通り沿いに進んで早稲田において首都高速 4 号新宿線と接続する。早稲田から有明の丘地区の基幹的広域防災拠点へ至るルートは、既存の首都高を利用することとする。立川広域防災基地から早稲田までの距離は約 31.8km である。

A 案の常時における効果は、前述したように、関越道のミッシングリンク解消である。具体的には、関越道から都心へ向かうためには、現状では一般道（目白通り）を通らなければならない。関越道と首都高とが直結することにより練馬 IC のボトルネックが解消され、交通・物流上の効果は高いと考えられる。なお、練馬 IC から早稲田までの区間は、予定されていた首都高速練馬線の計画に近いルートである。

A 案の非常時における効果は、立川広域防災基地と防災公園（大規模救出救助活動拠点）である小金井公園、有明の丘地区の基幹的広域防災拠点とが、高速道路によって結ばれることにより、これらの施設の連携に寄与することである。

(2) B 案

B 案は、立川広域防災基地から外環道（関越道から東名道までの間の新設区間）の IC を通過し、都心へ至るルートである。通過可能な外環道の IC が、青梅街道 IC（仮称）および東八道路 IC の 2 箇所存在するため、北側の青梅街道 IC に接続するルートを B 案北ルート、南側の東八道路 IC に接続するルートを B 案南ルートとする。

B 案の特徴は、災害時の拠点となる施設を結ぶ点である。B 案は、立川広域防災基地から大規模救出救助活動拠点である小金井公園および和田堀公園を経由し、首都高速 10 号晴海線から有明の丘地区の基幹的広域防災拠点へ接続するルートである。首都高速 10 号晴海線へは今後の延伸を踏まえて築地で接続することを想定する。立川広域防災基地から築地までの距離は約 34.6km である。なお、立川から新宿までの区間は、高速道路整備計画の新宿多摩線の計画に近いルートであり、新宿から築地までの区間は、高速道路整備計画の都心新宿線の計画に近いルートである。

B 案の常時における効果は、関越道と東名道との基幹軸に挟まれた区域は、交通・物流上のミッシングリンクとなっているが、B 案は当該区域のほぼ中間に位置しており、ミッシングリンク解消の効果は高い。また、比較的中央道と平行するルートであるが、中央道は慢性的な渋滞傾向にあり、ここにあらたな交通・物流を作ることの意義は存在する。

B 案の非常時における効果は、立川広域防災基地と大規模救出救護活動拠点である小金井公園および和田堀公園、有明の丘地区基幹的広域防災拠点とを結ぶルートであり、かつ行政拠点として東京都庁や霞ヶ関周辺の各省庁への連絡も可能であることから、災害時にはこれらの施設の連携に寄与するとことである。

(3) C 案

C 案は、立川広域防災基地から中央道や東名道を経由し、川崎縦貫道の富士見 IC（予定）から東扇島地区の基幹的広域防災拠点へ至るルートである。都心へのアクセスは、既存の中央道や東名道を利用する。

C 案の特徴は、多摩川を横断し、災害時に甚大な被害が予測される木造住宅密集市街地を迂回する点にある。また、多摩川を横断する地下横断道路は現在、多摩川最下流部に位置する首都高速湾岸線の多摩トンネルだけであり、本案が多摩川を地下横断するルートとした場合、交通アクセスの多様性が確保される。立川広域防災基地から富士見 IC までの距離は約 37.5km である。なお、富士見 IC から東名道までの区間は、川崎縦貫道のⅡ期線の計画に近いルートである。

C 案の常時の効果は、都心部を通過しないため、直接的な渋滞減少の効果は低いと考えられるが、都心部を通過する交通・物流の迂回ルートとして期待される。特に湾岸部と立川地区とを結ぶことから物流における効果が高いと考えられる。

C 案の非常時の効果は、災害時に都心部付近でミッシングリンクが発生した場合に、迂回ルートとなって、多摩地区と湾岸部との交通アクセスが確保され、立川広域防災基地と東扇島地区の基幹的広域防災拠点との連携に寄与できる。また周辺の多摩市役所や川崎市役所と接続可能であり、これらが近隣の資材供給拠点となりえる。

(4) 各案の比較

東西軸の検討では、交通・物流のミッシングリンク地域となっている立川（特に広域防災基地であること）に注目し、立川から西には圏央道への接続を前提として、立川から関越道、東京外かく環状線を結節して都心を結ぶ３案についての諸条件に基づく評価を行った。**表 2.4.3-1** に示すとおり、いずれも延長が 30km を超える東西に非常に長いルートである。本検討では、通過地域の防災性の強化につながる地上部の立地条件や、湾岸部の防災拠点の都の繋がりのなどの条件に示される優位性に重きをおくこととしたため、今回は B 案を選定することとした。

本検討では、小金井公園や和田堀公園などの大規模救出活動拠点となっている防災公園を結ぶことに重きをおいたために B 案を選定することとなったものの、その他の交通や物流状況を重視して検討した場合には、A 案もしくは C 案が優位となる可能性がある。

B 案では、B 案北ルートと B 案南ルートを提示したが、外環道との接続について、B 案南ルートが中央道と接続する東八道路 IC（仮称）との連絡を想定しているのに対し、B 案北ルートが関越道と中央道との中間に位置する青梅街道 IC（仮称）との連絡を想定している。関越道と中央道との中間に位置する青梅街道 IC（仮称）との連絡する B 案北ルートの方が常時のミッシング解消の効果が高いと判断し、B 案北ルートについて詳細検討を実施することとした。

表 2.4.3-1　東西軸各ルート案の比較

ルート名	A		B		C	
対応する未成線	首都高速練馬線		都心新宿線、新宿多摩線		川崎縦貫Ⅱ期線	
基点	東京都立川広域防災基地					
リンク先拠点	関越自動車道 首都高速 4 号新宿線		東京外かく環状道路 首都高速 10 号晴海線		中央自動車道 東名自動車道 川崎縦貫道路	
	早稲田		築地		富士見 IC	
	東京湾臨海部基幹的広域防災拠点（有明の丘地区もしくは東扇島地区）					
延長	立川～大泉 JCT:19.4km 大泉 JCT～早稲田:12.4km 約 31.8km		立川～小金井:11.0km 小金井～和田掘:11.8km 和田堀～築地:11.8km 約 34.6km		立川～国立府中：5.9km 国立府中～東名川崎：17.3km 東名川崎～富士見 IC：14.3km :約 37.5km	
都心へのアクセス	関越道の大泉 IC 付近への接続により都心にアクセス	○	外かく環状に接続旧弾丸道路構想ルートにより都心にアクセス	◎	都心を迂回した湾岸部へのルート	△
公共機関へのアクセス	ルート間での公共機関のアクセスの利便性は低い	△	中央官庁（霞ヶ関）や東京都庁等にアクセス可能	◎	川崎市役所等にアクセス可能	○
避難場所（防災公園等）へのアクセス	小金井公園にアクセス可能	○	複数の防災公園にアクセス可能	◎	小公園にアクセス可能	△
交通渋滞	周辺の交通渋滞解消に寄与する	◎	同左	◎	湾岸部への迂回ルートとなる	○
評価	○		◎		△	

◎：課題・影響が小さい、○：課題・影響がある、△：課題・影響が大きい

3)路線の試検討

B 案北ルートは、立川広域防災基地から小金井公園までは、主に五日市街道沿いに計画し、比較的浅い深度（浅・中深度もしくは地上）に設定するものとする。小金井公園付近から築地付近までは、大深度法に基づく大深度地下利用とする（**図 2.4.3-6**）。なお、参考までに B 案北ルートの概略縦断図を示す（**図 2.4.3-7**）。

B 案北ルートの立坑予定地は、立川広域防災基地および小金井公園、和田堀公園、築地を予定している。接続する主な道路は、外環道、環状七号線、首都高速４号新宿線、首都高 10 号晴海線（都心環状線）を想定している。行政機関では、東京都庁や霞ヶ関付近の中央官庁との接続が可能である。

B 案北ルートでは、立川広域防災基地および東京湾臨海部基幹的防災拠点（有明の丘地区）と大規模救出活動拠点である小金井公園および和田堀公園が高速道路で結ばれることとなり、甚大災害時には、これらの施設を通して物資や資財、人員が速やかに運ばれ、救援・救護活動が滞りなく実施されることが期待される。さらに本ルートは、災害時に中心的な役割を果たすと考えられる霞ヶ関の中央官庁や東京都庁などと接続可能であることから、これらの官庁から立川広域防災基地や東京湾臨海部基幹的防災拠点等へのアクセスが容易になり、各機関の物資や人員配置といった面での連携向上に一定の役割を果たすと考えられる。

実際に大震災が発生した場合には、本検討路線は高速道路であることから、第一次交通規制により緊急自動車専用路となり、緊急自動車以外の通行が禁止される。震災直後は被災者の救出活動が中心になると考えられ、救出活動用の車両・資材・人員が立川広域防災基地へ集積される。集積された車両・資材・人員は、大規模救出救助活動拠点である小金井公園や和田堀公園へ本検討路線を介して速やかに移動することができる。特に和田堀公園は、火災や建物倒壊の被害が大きいと考えられる環状七号線付近の地域であることから、大量の救出活動用の車両・資材・人員が必要になると予測され、本検討路線が果たす役割は大きいと考えられる。また、本検討路線は環状七号線に接続する予定であることから、環状七号線を介してその他の環状七号線沿いの大規模救出救助活動拠点へ連絡することも可能である（**図 2.4.3-4**）。

震災発生数日後からは、復旧・復興のための災害応急対策を円滑に行うために第二次交通規制となり、本検討路線は緊急交通路となる。この時期は、救援・救護物資の輸送が災害対策活動の中心になると考えらえるが、首都高速晴海線を介して湾岸部に接続し、かつ地下道路で被害が大きい地域に直接連絡できる本検討路線は、救援・救護物資を輸送する大動脈になると考えられる。



図 2.4.3-6　B 案北ルートの平面線形

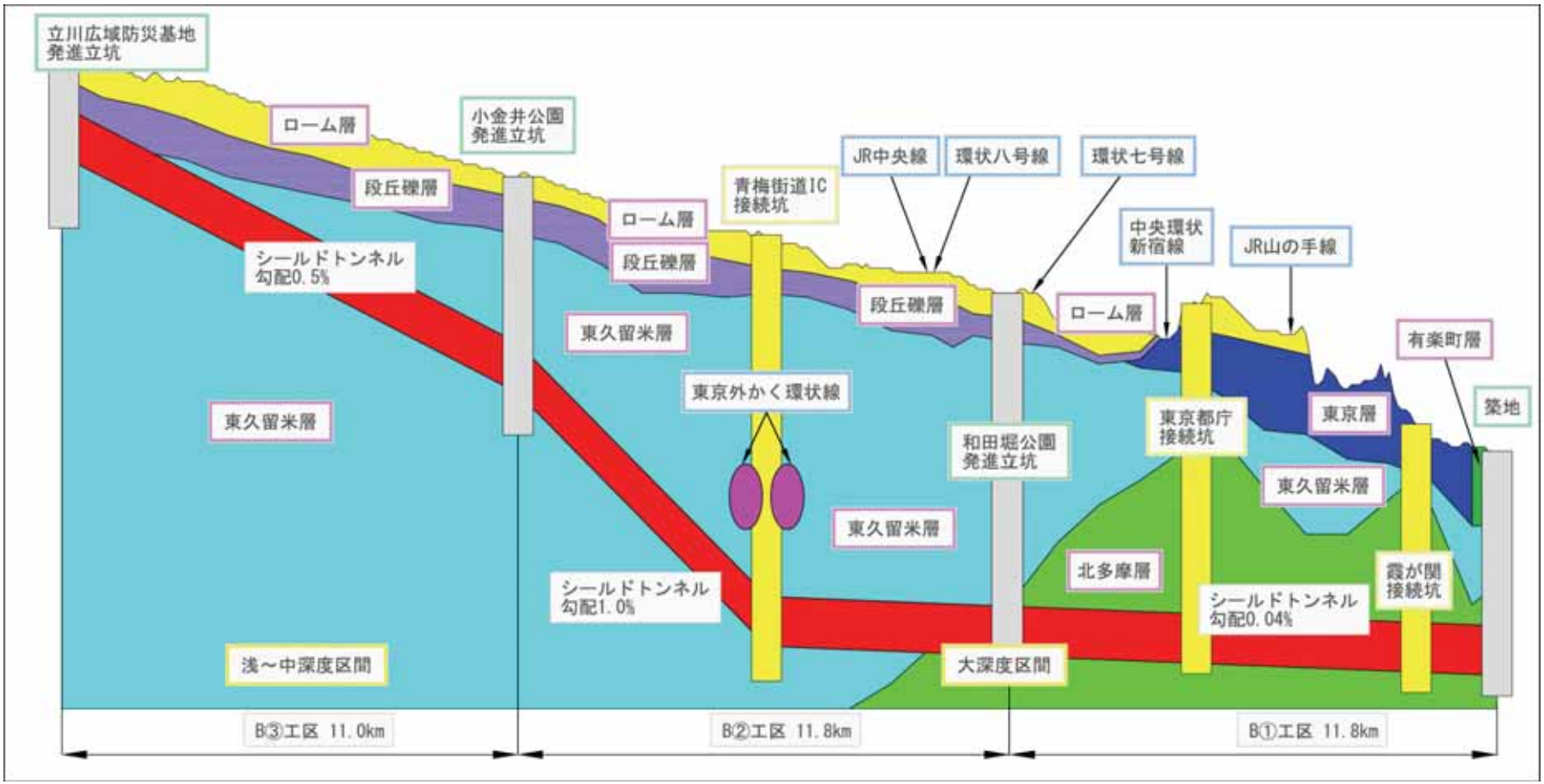


図 2.4.3-7　B 案北ルートの概略縦断図

(1) 周辺施設および既存道路との接続

立川広域防災基地は、周辺に利用可能と考えられる土地が多いことから、防災基地近傍に立坑を設置して地下方式で接続する（**図 2.4.3-8**）。なお、**図 2.4.3-8～図 2.4.3-13** の図面は、点線が地下道路、実線が地上道路および地上へのアクセス道路である。

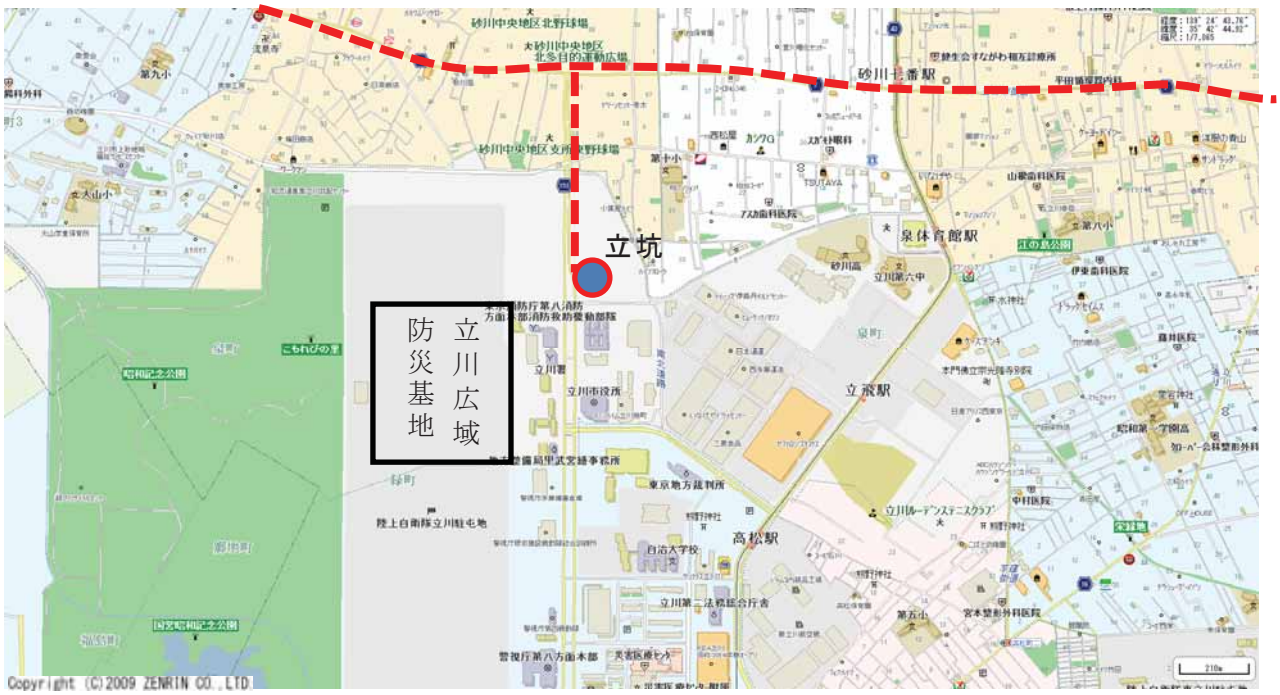


図 2.4.3-8　立川広域防災基地への接続

小金井公園では、公園内の敷地を利用して地上へのアクセスが可能と考えられる。なお、小金井公園内に立坑を設置する（**図 2.4.3-9**）。



図 2.4.3-9　小金井公園への接続

青梅街道 IC（仮称）では、地上部に外環道の側道が設けられる。よって、本ルートをこの側道へ接合して間接的に外環道へ接続する（**図 2.4.3-10**）。地上部へのアクセスは、都市計画道路として整備される計画のある千川上水緑道が利用できると考えられる。



図 2.4.3-10　青梅街道 IC（仮称）への接続

和田堀公園は環状七号線に近い位置にあることから、環状七号線との接続を含めて検討しなければならない。環状七号線への接続は、方南通り沿いに地上へアクセスすることが可能と考えられる。なお、和田堀公園内に立坑を設置する（**図 2.4.3-11**）。



図 2.4.3-11　和田堀公園および環状７号線への接続

東京都庁は４号新宿線の新宿出入口に近く、隣接する新宿中央公園を利用して、４号新宿線との接続を図る構造が可能と考えられる（**図 2.4.3-12**）。なお、首都高速を介して近傍の防災公園である代々木公園への接続も可能となる。



図 2.4.3-12　東京都庁および首都高４号新宿線への接続

築地では、10 号晴海線の延伸計画があり、地上部での晴海線との接続を図ることを考慮する必要がある。地上部へのアクセスは、築地市場跡地を利用することが考えられる（**図 2.4.3-13**）。また、築地市場跡地に立坑を設置する。



図 2.4.3-13　首都高 10 号晴海線への接続

(2) ルート周辺の渋滞状況と整備効果

多摩地域周辺の渋滞箇所を**図 2.4.3-14** に示す。多摩地域は、都心から約 20～40km に位置し、都心までの利便性が高いため、高度成長期には多摩ニュータウンが建設されるなど、都心通勤者の住宅地が広がっている。多摩地域においては、市街地中心部を国道 20 号が東西方向に通過し、南北方向に埼玉県、神奈川県を結ぶ国道 16 号が通過している。限られた主要幹線道路では、都市内交通と営業車両や物流等の通過交通が混在し、交通が集中することから道路の交通容量不足による渋滞が連続的に発生している。また、その他の都市においては、駅周辺に商業施設が集積しているため、住宅地が広がる郊外部から駅周辺に向う交通と通過交通が混在し、集中することから幹線道路において渋滞が発生している。

立川広域防災基地は**図 2.4.3-13** のほぼ中央の位置にあり、常時においても周辺市街地の道路が渋滞になりやすい状況にある。首都直下地震などの大規模災害の発生時においては、災害応急対策活動の中核拠点として機能を有しているが、道路を利用した災害応急対策活動に支障をきたす懸念がある。

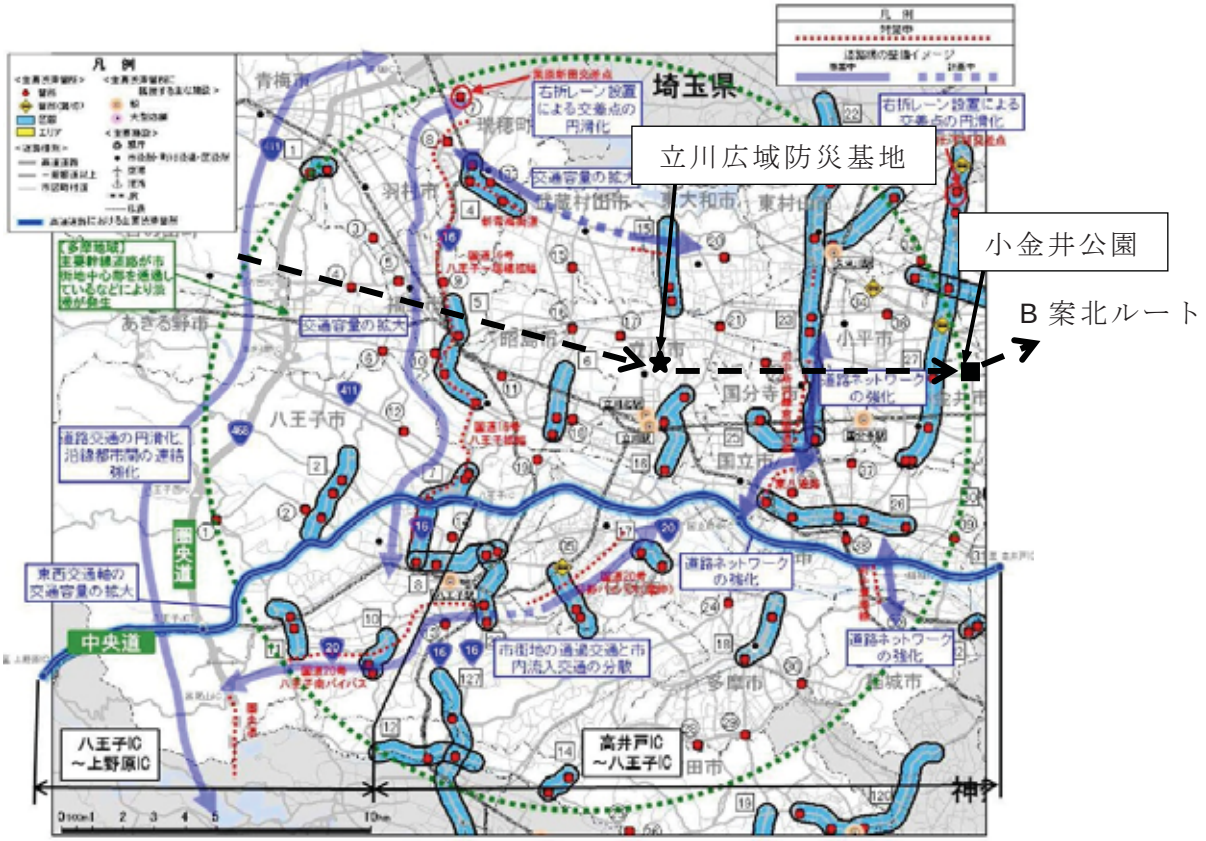


図 2.4.3-14　多摩地域の主要渋滞箇所

出典：国土交通省関東整備局首都圏渋滞ボトルネック対策協議会
http://www.ktr.mlit.go.jp/road/shihon/jutai.html

練馬区・杉並区・世田谷区から武蔵野市・三鷹市・調布市にかけての 23 区西側に位置する環状八号線の周辺地域の渋滞箇所を**図 2.4.3-15** に示す。東名高速～中央道～関越道を結ぶ環状方向（南北方向）の高速道路ネットワークが未整備であるため、都心から最も外周に位置する環状八号線に、物流関係の大型車をはじめとする交通が集中しており、交通容量の不足による激しい渋滞が連続的に発生している。環八周辺地域では、地域内を移動する交通と都心方向へ流入する交通が放射方向（東西方向）の数少ない国道 20 号、国道 246 号、青梅街道、世田谷通り等の主要幹線道路に集中しており、吉祥寺通り、三鷹通り等の交差する幹線道路を含め面的に激しい渋滞が発生している。

B 案北ルートは環状八号線の周辺地域の渋滞地域を通過し、和田堀公園に至るルートであり、都心に向かう通過交通を高速道路に転換させて地域内交通の円滑化を図ることができる。



図 2.4.3-15　多摩地区境地域の主要渋滞箇所

出典：国土交通省関東整備局首都圏渋滞ボトルネック対策協議会
http://www.ktr.mlit.go.jp/road/shihon/jutai.html

東京 23 区地域の主要渋滞箇所を**図 2.4.3-16** に示す。特別行政区の東京 23 区は、国の機関や企業の本社等が集中して市街化が進んでおり、主要な鉄道駅を中心に商業施設も集積して社会・経済活動が活発な地域である。また、新宿や渋谷、池袋、品川、錦糸町等には商業施設や会社が集中し、また、郊外部は住宅地が広がっている。都市内交通と都心へ流入する交通が限られた主要幹線道路に集中しているため、放射方向の国道 1 号、4 号、6 号、14 号、15 号、17 号、20 号、246 号、254 号と環状方向の環状七号等では、連続的な渋滞が発生している。

B 案北ルートは渋滞が発生する東京都庁付近を経由して有明の臨海部広域防災拠点に至る。ルート上に近い新宿駅や東京駅付近では商業施設や会社が集積しており、交通集中による渋滞が発生している。都市内交通や都心から都市外への交通を高速道路に転換させて都心内交通の円滑化を図ることが期待される。



図 2.4.3-16　東京 23 区地域の主要渋滞箇所

出典：国土交通省関東整備局首都圏渋滞ボトルネック対策協議会
http://www.ktr.mlit.go.jp/road/shihon/jutai.html

(3) ルート周辺のハザードと整備効果

B 案北ルートは、地震時に火災や建物の倒壊により生じる道路リンク閉塞率が高い地域を通過する（**図 2.4.3-17**）。発災時にこの地域では、幅員が狭い道路を中心に道路が閉塞され、閉塞されていない道路では自動車が集中し、激しい渋滞が発生することが予測される。このような状況では、周辺の地域も含めて救援・救護活動に支障をきたす恐れがあり、この地域に建物の火災や倒壊による道路閉塞に対する耐災害性が高い地下道路を作る意義は大きいと考えられる。

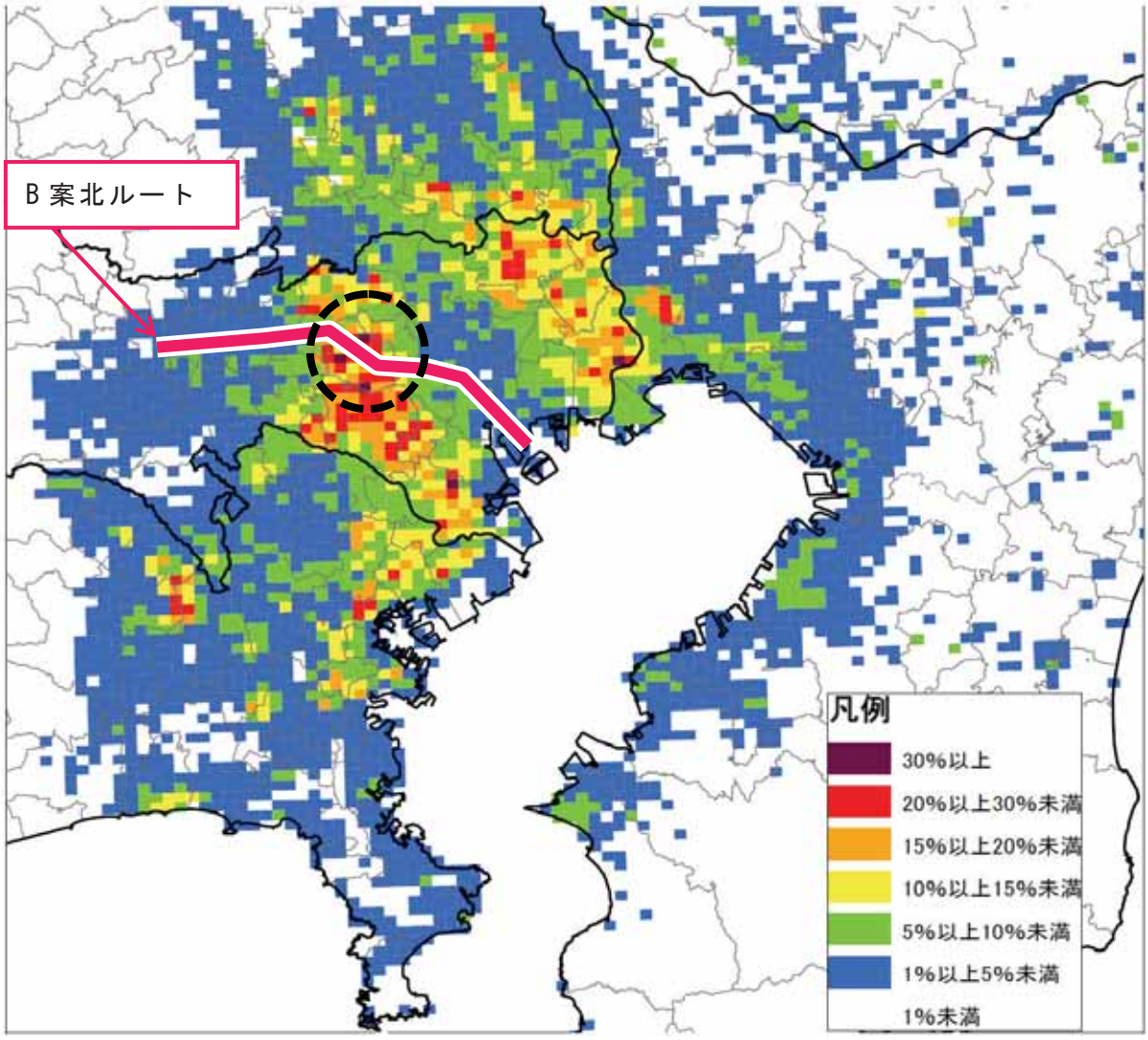


図 2.4.3-17　道路リンク閉塞率と B 案北ルート

出典：中央防災会議「首都直下地震の被害想定と対策について（最終報告）」

4)まとめ

東西軸における今後の検討課題を以下に列記する。

・ 小金井公園および和田堀公園の立坑は公園敷地内に立坑を検討しており、立坑上部の景観の検討も必要である。
・ 都心部での本計画路線への接続は、用地取得が困難な場所が多く、立坑間の中間での地上との接続は今後の検討課題である。
・ 本検討路線の立坑の位置や深度、縦断勾配などは、より合理的な配置があると考えられ、更なる検討が必要である。
・ 青梅街道 IC 付近は、外環道と交差するため、非常に深い深度（地下 80m 程度）に位置することとなり、浅・中深度の利用も含めて検討する必要がある。
・ 築地付近では、10 号晴海線の延伸計画があることから、合理的な接続方法を検討する必要がある。
・ 築地の立坑は、築地市場跡に位置するため、築地市場跡地利用計画と連動した検討が必要である。
・ 圏央道への接続は、立川広域防災基地から最短距離の日の出 IC を仮に示しているものの、周囲の交通・物流状況を加味して接続位置を検討する必要がある。
・ 今回は路線の試検討を行わなかった A 案や C 案は、今後の道路の整備状況や社会情勢によっては、B 案よりも有利となる可能性があり、更なる検討の余地がある。

参考文献

2.4.3

1) 九都県市首脳会議、首都圏の防災力の強化に関する提言(資料)
2) 国土交通省関東整備局ホームページ、首都圏渋滞ボトルネック対策協議会、東京都全体の交通ネットワーク
   http://www.ktr.mlit.go.jp/road/shihon/jutai.html
3) 東京都公園協会ホームページ、大規模救出救助活動拠点位置図
   http://www.tokyo-park.or.jp/special/bousai/basyo.html
4) 国土交通省関東整備局ホームページ、首都圏渋滞ボトルネック対策協議会、多摩地域の主要渋滞箇所
   http://www.ktr.mlit.go.jp/road/shihon/jutai.html
5) 国土交通省関東整備局 HP 首都圏渋滞ボトルネック対策協議会、多摩地区境地域の主要渋滞箇所
   http://www.ktr.mlit.go.jp/road/shihon/jutai.html
6) 国土交通省関東整備局ホームページ、首都圏渋滞ボトルネック対策協議会、東京 23 区地域の主要渋滞箇所
   http://www.ktr.mlit.go.jp/road/shihon/jutai.html
7) 中央防災会議、首都直下地震の被害想定と対策について（最終報告）

2.4.4 地下道路での災害への備え

地下空間への道路整備には、「災害発生時において被害拡大させる閉塞性」（トンネル内火災、浸水等）、「地上環境変化の影響を受けにくい閉塞性」（風雨、洪水、火災等）の異なる２つの側面を有する。本検討においては、これを踏まえ、トンネル内での発災対策、及び地下空間の防災利用としての立坑の多目的利用について調査を行う。

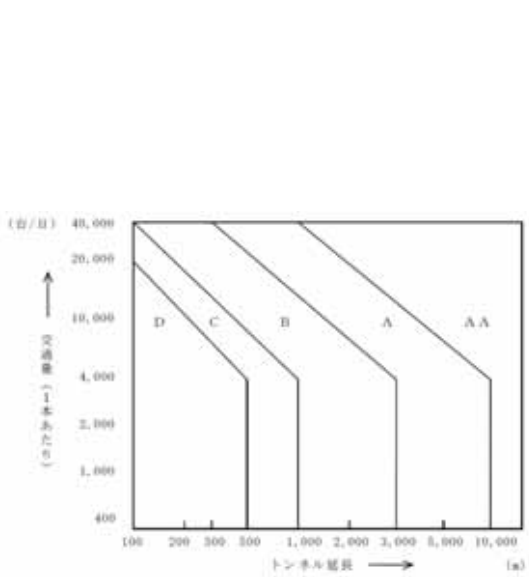
1)　トンネル内での防災

トンネル内は閉鎖空間であることから、車両事故による火災発生、地上からの浸水等による被害は地上空間と比較して大きなものとなる。特に火災に対しては、日本坂トンネル火災事故（1979年7月）（**図2.4.4-1**）等を教訓に多くの措置がとられてきており、「道路トンネル非常用施設設置基準（国土交通省、最近改正平成11年9月）（**図2.4.4-2**）等の技術基準が整備されている。



図 2.4.4-1 日本坂トンネル火災事故（1979 年 7 月）

出典：消防防災博物館（http://www.bousaihaku.com/cgi-bin/hp/index.cgi）



非常用施設＼トンネル等級		AA	A	B	C	D
通報・警報設備	非常電話	○	○	○	○	
	押ボタン式通報装置	○	○	○	○	
	火災検知器	○	△			
	非常警報装置	○	○	○	○	
消火設備	消火器	○	○	○		
	消火栓	○	○			
避難誘導設備	誘導表示板	○	○	○		
	排煙設備または避難通路	○	△			
その他の設備	給水栓	○	△			
	無線通信補助設備	○	△			
	ラジオ再放送設備または拡声放送設備	○	△			
	水噴霧設備	○	△			
	監視装置	○	△			

図 2.4.4-2 道路トンネルに設けられる非常用施設の設置基準

出典：（社）日本道路協会、道路トンネル非常用施設設置基準・同解説）

しかし、これまで「地下に整備される道路」の多くは、山岳トンネルであり、近年、整備が進んでいる都市部トンネルについては､新たな視点での検討が必要と考えられる。

山岳トンネルと都市部トンネルの主たる違いとしては下記があげられ、その特性を考慮した検討が必要である。

・ 交通密度の差（山岳トンネルに比較し、都市部地下道路は交通密度が高い）
・ 縦断線形の差（都市部地下道路は下り勾配で入り、昇り勾配で出る）
・ 平面線形の差（都市部地下道路は、曲線、分岐合流等の複雑な線形をもつ）
・ 地上への影響（都市部地下道路の上空は過密した都市空間であるケースが多い）

本検討では、地下道路のモデル路線として高速 1 号上野線の荒川以北への延伸（三郷線接続)、および立川防災拠点から都市心・臨海部への接続を検討しており、そのトンネル延長は下記のように長大な地下道路となっている。

高速 1 号上野線延伸　：　概 11.4～12.4km　（**図 2.4.2-4、2.4.2-4-3** 参照）
（含：入谷～中央環状接続、除：ループ立坑内道路）
立川防災拠点接続　：　概 34.5km（**表 2.4.3-6** 参照)、(立川～築地)

こうした長大道路トンネルの車両事故、それに伴う車両火災等への対策の主たる項目は、以下のとおりとなっている。

・予防
安全な道路線形の設定、判りやすい分岐合流・走行位置等に関する情報提供、的確なトンネル内照明等
トンネル内一般設備（照明、サイン等)、緊急時対応施設の維持管理
・状況把握と対応基準
常時、緊急時（事故発生時）のリアルタイムでの状況把握と事態発生時における行動判断基準の策定
・情報伝達
被害拡大抑止のために必要な運転者（避難誘導)、関係道路管理者（救護、消火、事故対応）等への迅速な情報伝達
・事故収束対応
避難路・避難空間の確保、迅速な消火、排煙（視距確保、煤塵・排気ガス対応）

既存の長大都市部道路トンネルの事例である首都高速中央環状線・西新宿 JCT～大橋 JCT 間（2010 年 3 月供用開始）の山手トンネル（10.9km）の安全対策概要を**図 2.4.4-3**（次頁）に示す。また、大阪地域で建設が進められている淀川左岸線等の防災設備整備では、前述した道路トンネル非常用施設設置基準の AA 仕様（**図 2.4.4-2**、前頁）で行われるとともに、被災者の避難路退避についても工夫がなされている。(**図 1.2.1-4**、次頁再掲)

今後、事故事例、対応状況のフィードバック等の技術情報の蓄積・分析により安全な都市道路トンネル建設技術、運用技術の進展が期待されると考えられる。

実用化されつつある新技術の参考事例として、水幕により視認、通過できる防火区画を構築する技術を**図 2.4.4-4** に示す。

また地震、火災、豪雨等による地上空間を含む交通ネットワーク全体の障害が発生した場合の運転者への円滑な情報提供も重要と考えられる。閉塞環境であるトンネル内での情報阻害状態での長時間拘束は、人的異常事態（混乱による判断ミス）を発生させる可能性もあり、その抑止策の検討も重要であると考えられる。

スマートフォン、カーナビゲーション、可搬情報端末等の普及した現在の情報通信機器を活用した避難誘導システムの整備も期待される。

設　備	間　隔
火災検知器	約　25m
消火器・泡消火栓	約　50m
押ボタン式通報装置	約　50m
テレビカメラ	約 100m
非常電話	約 100m
拡声放送スピーカー	約 200m
非常口	約 350m

○非常電話	○ラジオ再放送設備
○押しボタン式通報装置	○拡声放送設備
○火災検知器	○監視用テレビ装置
○非常警報装置	○無停電電源設備
○トンネル用信号機	○非常用予備発電設備
○消火器	○緊急車両出入口
○泡消火栓	○Uターン路
○避難通路等	○非常口強調灯
○誘導表示板	○トンネル内警報板
○排煙設備	○トンネル内信号機
○給水栓	○交通異常事象検出装置
○水噴霧設備	○遮断機
○無線通信補助設備	○バイク隊の導入

図 2.4.4-3　山手トンネルにおける防災設備

出典：山手トンネルの安全・防災、首都高速㈱パンフレット
首都高速中央環状線山手トンネルの防災安全対策、道路行政セミナー資料

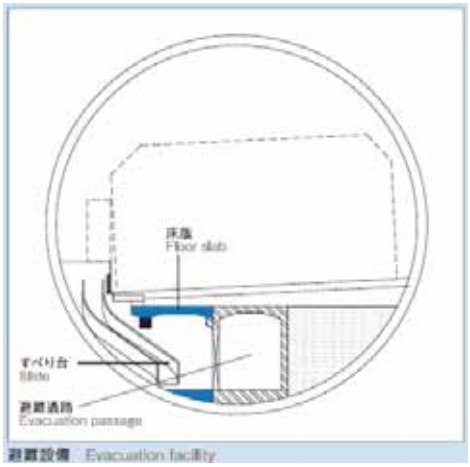


図 1.4.1-4（再掲）
避難設備（すべり台形式）



図 2.4.4-4　ウォータースクリーン概念図

2) トンネル内走行環境

一般的な運転心理負荷としては、分岐・合流、車線変更、曲線走行、縦断勾配走行、渋滞、先行車両等が存在する。地下に整備される道路においては、これに加え閉塞性、外界との明るさの変化、トンル内照明のちらつき、単調な外窓環境などの要素が加わり、運転者への心的負荷は大きくなる傾向がある。

こうした運転心理負荷の軽減、運転快適性の向上は、運転誤操作の低減・事故防止に繋がるものであり、人間工学、環境心理学、交通工学等の分野で研究が進められ、実トンネルプロジェクトにも成果が生かされてきている。

しかし研究は、長大化した山岳トンネルに対して行なわれてきた傾向にあり、都市部道路トンネルに特化した研究は少ないと判断される。

山岳トンネルと都市部道路トンネルの主たる差異を下コラムにまとめる。

これらは、現在整備が進んでいる都市部長大トンネルに対する課題として、今後の研究テーマのひとつなるものと考えられる。

＜一般的な山岳トンネルと都市部道路トンネルの差異＞
- 一般的に平時の交通量が多い
- 分岐合流が存在し、他車との交錯が多くなる
- 地上部道路との接続の為、縦断勾配の変化が多くなる。
- 地上部からの比較的大きな下り勾配によるトンネル侵入が基本となる。
- 地上部道路との接続の為の平面線形の変化が多くなる

対策方策の事例を下記に示す。

(1)　照明方式

下図プロビーム照明方式は、道路縦断方向に対して非対称配光とし、先行車の背面輝度を増加させ、その視認性を改善させるものである。路面に対し先行車両が逆コントラストで視認されることから、車両事故への低減効果が期待される。交通量が多く、区間長が長い首都高速中央環状線山手トンネル（10.9km）、大橋 JCT では本方式が適用されている。尚、カウンタービームは路面照度が高いものの運転者の視野に照明が直接入るこから、トンネル出入口付近等に部分的に適用されている。

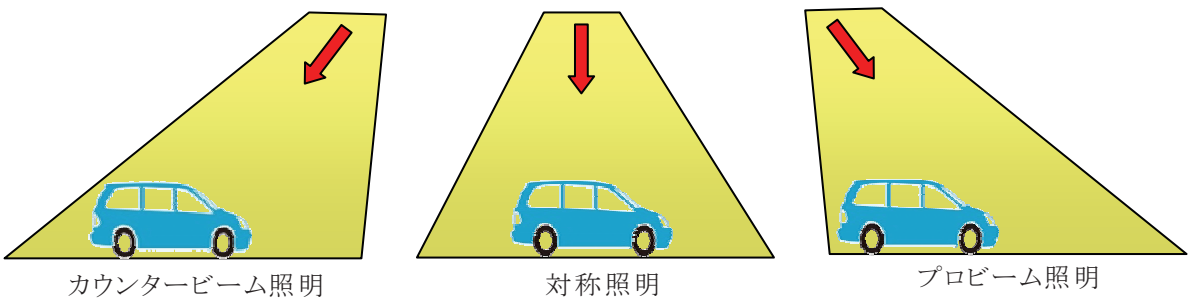


図 2.4.4-5　トンネル内の照明方式

長大トンネル内では、前述した視認性の向上による心理負荷低減とともに、単調な窓外風景の継続による運転者の意識レベル（催眠効果）の低下についても対応が必要となる。

脇見運転、見学渋滞の発生を走行安全性を損なわない程度でのトンネル内照明デザイン変化についても今後の検討が期待される。

こうした効果を期待したトンネル内照明の参考事例として、ノルウェー、ラルダールトンネルの例を下記に示す。

＜参考＞　ラルダールトンネルにおける照明デザイン

ラルダールトンネル（Lærdal Tunnel）はノルウェー、ラルダールとアウルランを結ぶ全長は 24.5km の道路トンネルである。（2000 年完成）

トンネル中間部に色彩デザインをした照明空間を設け、単調なトンネル内での運転者の意識レベル低下の抑止が図られている。





図 2.4.4-6　ラルダールトンネルの照明

出典：http://en.wikipedia.org/wiki/L%C3%A6rdal_Tunnel

(2)　シークエンスデザイン

長大トンネル内では、変化の乏しい外壁景観、規則的な照明等による運転者の意識水準の低下（催眠効果）、走行速度・車間距離の誤認、トンネル内位置の不明等が発生する課題が存在すると考えられている。

こうした運転者への心理負荷を軽減し、ヒューマンエラーの抑止を目的に路面や壁面を利用して道路線形･分岐先の情報等を伝える色彩や連続的なグラフィックパターンの適用が検討されおり、実プロジェクトにも適用されつつある。

これは、シークエンスデザインと言われるものであり、空間を時間軸で展開する連続する走行環境としてとらえるものであり、交通量が多くまた長大で複雑な線形となる都市部地下道路トンネルへの適用が期待される技術と考えられる。

以下にシークエンスデザインの適用事例、研究事例を示す。

埼玉大宮線（下り）美女木ジャンクション～浦和南本線料金所間のうち約 400m に注意喚起型の交通安全対策に加え路面にシークエンスデザインとしてオプティカルドットが設置されている（**図 2.4.4-7**）。

オプティカルドットは、楕円形のドットパターンをスピードが出やすい下り坂に走行方向に連続して並べ、間隔を少しずつ狭く配置することで、視覚的に速度が上がったように感じさせるものであり、スピードの出し過ぎを抑止するものである。

下り勾配で進入し、昇り勾配で出ていくという特徴をもつ都市部地下道路への適用が期待される。

なお、大橋ジャンクションでは、シークエンスデザインではないが、カーブ警戒ゼブラ、薄層舗装、渋滞末尾表示板等の各種安全対策に加え、縦断勾配や行先別に色分けすることによる安全で走りやすくするための走行支援対策が実施されている（**図 2.4.4-8**）。

阪神高速 8 号京都線稲荷山では、トンネル壁面パターン変化により、トンネル内での速度の出し過ぎを抑制する工夫がなされている（**図 2.4.4-9**）。



図 2.4.4-7
美女木ジャンクションオプティカルドット
出典：首都高速道路㈱HP
http://www.shutoko.jp/efforts/safety/safety/sequence.html



図 2.4.4-8 大橋 JCT の色による走行支援
出典：道路行政セミナー(㈶道路新産業開発機構)
NO.021 2010 .6 .18

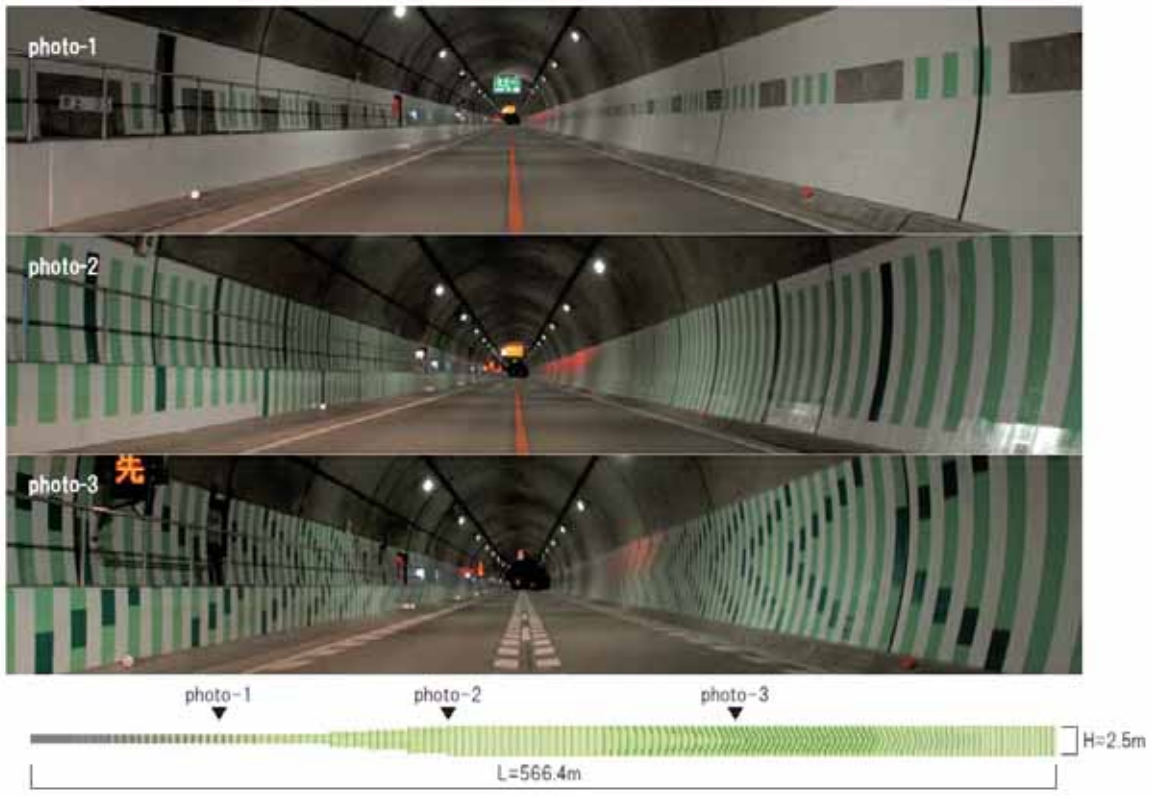


図 2.4.4-9 シークエンスデザインの適用事例（阪神高速 8 号京都線稲荷山）トンネル
出典：いであ株式会社 HP、ドライブフィーリングをコントロールする壁面デザインのご提案
http://ideacon.jp/contents/inet/vol24/vol24_wr04s.pdf

3)　立坑の災害時利用

地下道路の建設（シールド工法）では、施工のために設けられる発進及び到達の両立坑､及びその中間に設けられる供用後の換気立坑が地上につながる構造物として建設される。発進、到達の両立坑は、換気立坑としての利用、あるいは既存高架道路との接続構造として地上部に残されることが多い。

こうした構造は、排気ガスによる環境影響懸念、都市景観の阻害要因等として、かならずしも周辺住民には歓迎されない迷惑施設と捉えられることも多い。

しかし、地下空間は、浸水被害の可能性を有するものの、地上部の風雨、火災、寒暖差等から隔絶された安定した環境でもあり、また地上部に比較し、地震応答が少ないという特徴（**図 1.1.2-1、Ⅳ―2** 頁）も有する。このことから地震災害時の道路と接着した避難場所、防災拠点としての利用考えられる空間でもある。「**2.2.4** 南北軸の検討」では、足立区役所、消防署がある環状７線と日光街道の交差点付近を通る線形を提案しており、この地点での地下防災拠点の整備の可能性を示している。また、「**2.4.3** 東西軸の検討」でも、行政で決められている防災拠点等に立坑を建設することを提案している。

立坑の災害時利用の利用について下表にまとめ､その概念図を次頁**図 2.4.4-10** に示す。立坑利用方法は、トンネル内での異常事態（火災、閉じこまれ等）への対応と、外環境の異常事態（火災延焼、建物崩落、洪水等）での対応とに大別されている。次々頁に、これを実現する為の設備の例として、立坑内に整備する車両用エレベータ施設例を示す。

この設備仕様の場合、時間あたり１２台程度の車両移動（地上⇔地下）が可能となっている。

表 2.4.4-1　立坑の災害時利用パターン

想定する状況	立坑の担う役割
立坑周辺地域が火災・延焼、浸水等により危険な状態となる。	安全な緊急避難場所 被災箇所への直接的緊急車両の投入 （**図 2.4.4-10**、被災ケース A）
地下道路の出入り口周辺の火災・延焼、浸水等により交通不能となり、道路内に閉じ込められる。	避難スペース及び脱出経路 （**図 2.4.4-10**、被災ケース B）
立坑周辺地域が広域被災（建物倒壊、延焼等）により居住困難となる。	安定した環境下での一時避難場所 （**図 2.4.4-10**、被災ケース C）
地下道路内での災害（火災、浸水）等によりトンネルからの避難が必要となる場合	緊急時の脱出経路 （**図 2.4.4-10**、被災ケース D）
避難、残置された車両による道路閉塞により地下道路の道路機能が失われ場合	トンネル内障害物（車）の搬出口 （**図 2.4.4-10**、被災ケース E）

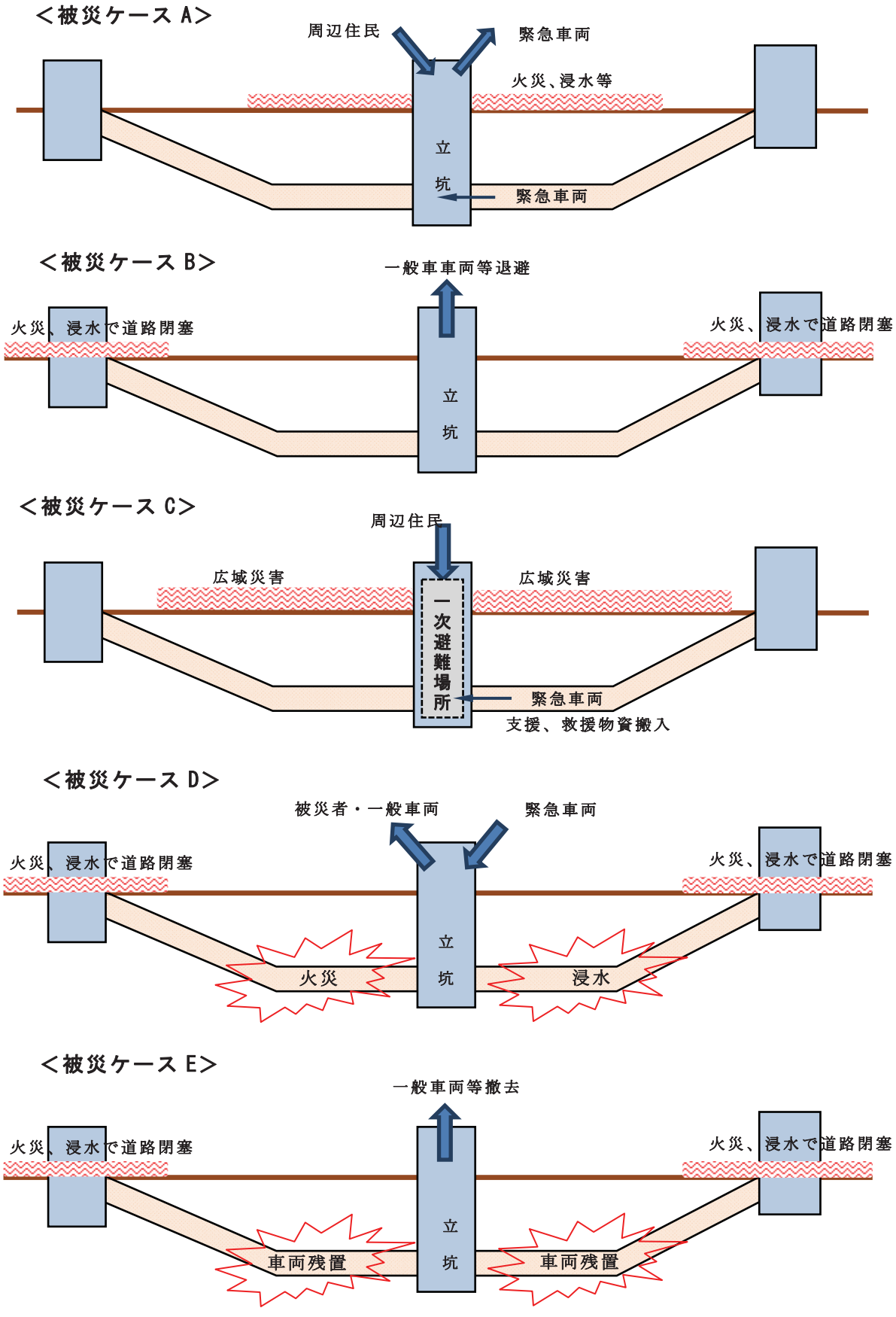


図 2.4.4-10　立坑の災害時利用概念図

〈参考：立坑からの車両搬出入について〉

① 昇降機械参考値

対象車両重量　：2.5t
搬出入形式　：エレベーター方式
必要占有面積　：8.2m×7.4m
進入部必要面積：6.0m×6.0m
必要電源　：35KVA
搬送速度　：90m／秒
搬送可能台数：12台／時間

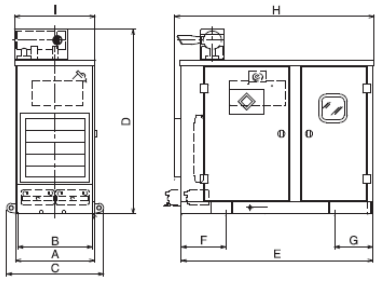
（オペレーション算定条件）
想定昇降高さを50mとする。
上昇時機械動作時間　85秒
下降時機械動作時間　90秒
操作オペレーション時間　60秒
時間あたり搬送可能台数
3600÷(85＋90＋60)＝12.20

参考　車両重量

タイプ	ショートボディー	ロングボディー
全　長	4,385mm	4,900mm
全　幅	1,875mm	
全　高	1,850mm	1,870mm
車両重量	1,940kg-2,110kg	2,100kg-2,290kg
参考車種	パジェロ	

② 昇降機械用電源設備（20～50KVAクラス寸法）
（出典：三菱重工HP　http://www.mhi.co.jp/products/pdf/mitsubishi_package_pgq.pdf）

屋外標準騒音形

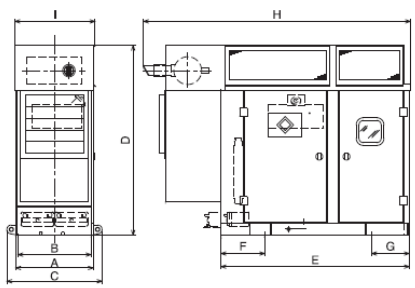


(mm)

機種＼記号	A	B	C	D	E	F	G	H	I	総質量（乾燥）(kg)
PG20QX/20QY	700	660	860	1635	1500	320	340	1570	715	750
PG28QX/25QY	700	660	860	1635	1500	320	340	1570	715	770
PG45QX/40QY	700	660	860	1635	1700	395	340	1770	720	880
PG57QX/51QY	700	660	860	1635	1700	395	340	1770	720	950

※PG20、28は制御面が反対になります。

屋外低騒音形



(mm)

機種＼記号	A	B	C	D	E	F	G	H	I	総質量（乾燥）(kg)
PG20QX/20QY	700	660	860	1710	1500	320	340	2210	740	900
PG28QX/25QY	700	660	860	1710	1500	320	340	2210	740	920
PG45QX/40QY	700	660	860	1710	1700	395	340	2410	740	1050
PG57QX/51QY	700	660	860	1710	1700	395	340	2410	740	1120

※PG20、28は制御面が反対になります。

4）まとめ

都市部の地下空間に設けられる道路は、空間の有効利用、地上とは異なる環境を有する多様性を持つ道路としてその意義付けは大きい。しかし、長大トンネルの安全・安心対策は、線形が単純な山岳トンネルを中心に研究が進められてきている傾向にある。

都市部地下道路は、複雑な線形、高い交通密度、下り勾配での進入等の特徴を有しており、こうした側面を勘案した調査検討が期待されるものであり、適用技術としては、IT 技術をベースとした情報提供、シークエンスデザイン等が考えられる。

また、立坑群は、現況では道路内有事の際の退避経路として考えられている。しかし、地下空間の外環境からの閉鎖性を利用した退避施設としての位置づけも考えられ、退避施設としての設備整備を行い、地域防災拠点とすることも今後に期待される検討の方向性と考えられる。

参考文献

2.4.4

1) 首都高中央環状線山手トンネルの防災安全対策、道路行政セミナー、(財)道路新産業開発機構、NO.021 2010 .6 .18
2) トンネル照明における総視認率の検討、岡田晃夫ほか、照明学会誌 Vol.89 No8A,2006
3) シークエンスデザインを用いた速度抑制対策の効果とその実験的検証、足立幸朗ほか、土木学会論文集 D Vol66 No1,27-39,2010.1
4) ライブフィーリングをコントロールする壁面デザインのご提案,いであ(株)HP
http://ideacon.jp/contents/inet/vol24/vol24_wr04s.p
5) 高速道路走行時における事故と心身負担の一考察, 大久保堯夫ほか、人間工学第 2 巻特別号
6) 高速道路走行における心理的負担の計測と安全性評価に関する研究、大橋正樹ほか、東京工業大学大学院総合理工学研究科
Hhttp://www.enveng.titech.ac.jp/yai/pdf/ohashi.pdf
7) 長大トンネルにおける走行空間シークエンス・デザイン、韓亜由美、東京大学生産技術研究所、生産研究、Vol.59.No.3 pp.168-171.2007
8) 三菱重工業㈱HP　製品情報　http://www.mhi.co.jp/products/

第３章　調査のまとめと今後の課題

3.1 調査のまとめ

本検討は、平成 24、25 年度の 2 ヵ年で行うものであり、前 24 年度では、以下の項目について検討を行った。

- 都市の安全・安心（防災、減災等）を実現するために各種社会インフラが果たすべき機能の調査
- 都市の安全・安心を脅かす災害の「規模」、「予測の可否」、「頻度」、「継続時間」、「被災域の広さ」等の特性及び、これら災害特性と都市の安全・安心とのかかわりの調査
- 災害の特性に対応した都市の安全・安心の実現を可能とするための基盤技術、社会インフラの調査
- 地下空間のもつ特性を整理及び、その社会インフラへの適用性の調査
- 道路の持つ多面的な機能の抽出・整理及び、その都市の安全・安心（防災、減災等）に果たす役割の調査
- 地下に整備される道路の持つ特性の整理及び、その都市形成の向けた適用性と課題の整理

本 25 年度では上記の検討成果を受け、都市域での地下道路網の整備について以下の検討を行った。

①道路の役割と地下化適用性（2.1 節）

道路は、交通、物流、都市形成を担う基幹社会基盤である。またその地下空間は、上下水道、鉄道等を格納する重要な役割を担っている。こうした道路の持つ多面的な機能に対し、道路を地下に整備する場合のメリット、デメリットの整理を行いその適用を検討した。道路の地下化により、交通渋滞解消、環境対策、事業促進、都市空間の有効利用など、都市が抱える問題を解消するとともに多重性に加え多様性を有する安全・安心な道路網の整備の可能性を確認した。

②都市部危険性（ハザード）の調査（2.2 節）

都市は、地震災害（建物倒壊、火災・延焼、等）、暴風雨災害（洪水、浸水等）等の様々な危険性の中にある。これらは、ハザードマップとして国及び行政区単位でまとめられ公表されている。本稿では、考慮すべきハザードの概要を整理するとともに、東京特別区ハザードマップを集約的に収集整理した。また、複合的な地域危険度を判断する資料としてこれらを重合わせた縦断図（東西 2 本、南北 2 本）を作成した。

③ミッシングリンクの調査（2.3 節）

道路網のミッシングリンクは、日常的な交通、物流に対する常時ミッシングとともに、災害時における避難、救急、復旧（非常時物流）に対し考慮すべき非常時のミッシングに大別される。この両側面に視点を置き道路網のミッシングの現況、対応状況を調査検討した。

④地下化道路路線の試検討（2.4 節）

①～③の検討結果を受け、整備効果が期待される道路路線の試検討を行った。検討ケースとしては、今後に整備の有効性が期待される地下道路路線として、1 号上野線の

荒川以北までの延伸（南北軸）、立川防災拠点から都市部への接続（東西軸）の２ケースの試検討を行った。

この２つのルートは、常時の混雑を緩和するとともに豪雨、首都圏直下型地震等の大災害時おける交通、物流の軸となると考えられるものであり、河川横断を地下で行うことから橋梁とは異なる被災モード、多様性を有する強靭な道路網の形成に寄与するものとなっている。併せて地下道路内で発生事故等の防災、減災対策及び、発進、到達立坑、中間立坑（換気立坑）等の防災拠点としての利用可能性を検討している。

3.2 今後の課題

検討結果より、今後の検討課題と考えられる主たる事項を以下にまとめる。

①ハザードデータの集約と標準化

今日、ハザードマップは行政区（市町村、特別区等）ごとに整備が進められ一般住民にも公表されるようになってきている。今回の検討では、東京特別区内のハザードマップを網羅的に調査したが、その公開場所（HP 上の位置等）、標記方法（色調、記載される情報）等の仕様の統一はなされていなかった。

災害は行政区割り超えて発生するものであり、ハザードマップは広域でかつ統一した仕様で整備されるべきものと考える。また、地域での災害の危険度合を総合的に判断し、都市整備（道路整備、防災拠点整備等）を計画的に実施する為には、各種ハザード（地震、火災、洪水等）を総合的に把握する必要がある。

今回の検討では、試検討路線の判断資料として手作業でハザードを重ね合わせる縦断図を４ケース作成している。今後、GIS（地理情報システム：Geographic Information System）等を活用したマルチハザードのシステム整備も必要と考える。

②多様性を持つ道路網整備

今日、首都圏では、環状道路の整備、放射道路の整備により道路網の多重化は漸次進められている。また、老朽化した首都高の更新についても積極的な施策が進められようとしている。しかし、構造物には、その形式が固有にもつ特性が存在し、多重化だけでは解決できない側面を有する。地上に整備される道路は、沿道火災、強風、沿道建物損傷等の共通する課題を持っている。こうした事象に対応するためには、多重化とともに多様化した道路網の整備も検討されるべきであると考える。地下道路を都市インフラの多様化という側面で検討、計画することが必要であると考える。

③地下道路内災害への備え

地下空間は、閉塞性からその内部で発生する災害（自動車事故火災、浸水被害等）において、被災が拡大する特性を持つ。

都市部における地下道路特性（線形の複雑さ）、長大化を勘案した構造、設備に対する検討、技術開発を進めことによる安全・安心な環境の実現が必要であると考える。

④運転者の立場にたった空間設計

閉塞された地下道路の走行は、運転者にとっては、必ずしも快適な走行空間とはいえず、運転者への心理負荷となり事故発生の遠因となる可能性も有する。

環境心理、人間工学、認知科学等の総合的な検討による快適な走行空間の実現、その評価が必要と考える。

⑤災害対策としての道路整備

大きな災害に備え防災拠点の指定・整備、災害時緊急輸送道路指定等の施策が実施されている。沿道の既存不適格建築物（旧耐震建物）の更新推進、木密地域での都市計画道路整備推進等もこれに合わせ進められている。今後これらに加え②でも述べた多重性を勘案した総合的、計画的な道路整備も必要と考える。

⑥建設技術の高度化

一般に地下空間での構造物の建設は、地上空間に比較して高コストとなる。また、都市部地下道路においては、分岐合流による複雑な線形への対応、既存地下構造との競合等の技術的課題も少なくない。施工時における既存道路網、都市環境への影響も課題となる。

コスト縮減、環境影響抑止、工程短縮等に資する継続的な地下構造物の建設技術に対する研究開発が必要と考える。また、そうした研究開発を促進するための施策、制度整備も必要と考える。

書名　補助事業名　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
報告書名　防災・減災型地下インフラの調査報告書

発行　平成 26 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　株式会社　リョーサン