

NEDOの地熱関係の研究開発 ～地熱発電の導入拡大に向けて～

2019年11月

NEDO

新エネルギー部 熱利用グループ

1. 我が国の地熱政策概要
2. 我が国の地熱開発動向と課題
3. NEDO地熱事業の概要
4. 今後に向けて

○FIT制度（特別措置法）

2012年 FIT法導入

2016年 FIT法改定

※入札制度導入、事業計画認定制度の創設

2020年 抜本見直し（予定）

○再生可能エネルギーの特徴

- 重要な低炭素の国産エネルギー源
- 分散型エネルギーシステム拡大によるエネルギー需給構造の柔軟性向上
- 災害時・緊急時における近隣地域のレジリエンス向上と地域活性化

⇒（第5次エネルギー基本計画）

再エネの主力電源化と、それに向けたコスト低減化

（FIT改定に向けた議論 ～全体概要～）

- FITは初期段階では重要な役割を果たすが、今後は単に再生可能エネルギーの設備容量を増やすのではなく、**電力システムに価値をもたらす再エネ発電設備を導入すべき**
- FIT制度から入札制（FIT入札制やFIP制度）へ完全移行し、競争を促進すべき
 - ※**FIP = 電力卸売り市場価格 + プレミアム価格**
- 投資リスクが高い電源を持続可能なものとするため、FIP制度への移行とともに、**開発リスク低減など包括的な政策をとることが必要**

（FIT改定に向けた議論 ～地熱～）

- 地熱発電の一番のネックは、開発リスク・開発コストだが、長期安定電源として期待は大きいため、**今後はFITではなく、開発支援に重点を置くことが適切ではないか。**
- **開発権の保証や系統接続の担保**により開発が進むのではないか。
- 地熱発電は規模別で比較するとコストに大きな開きがあり、小規模案件は非常に高くFITからの自立化が難しいと思われるため、**支援は中規模以上の案件に注力すべきではないか。**
- 地域活用電源として、**温泉産業や温水を活用する一次産業との相乗効果**が見込まれる。

（～地熱 主な意見～）

- 地熱発電は固定価格買取制度に向かない電源ではないか。FITでもFIPでも同様。FIT、FIPが後押しになるのは間違いないが、後押しの仕方（資源リスク対応）にもっと合理的なものがあるはず。
- 系統接続の問題は深刻。早急に対応する必要があるが、系統接続全体の問題で、全体の改革が進めば、大きく改善するのではないか。
- 2030年は重要な節目であるが、2030年以降の展望（卒FIT、脱FIT等）が必要。

主力電源化に向けた電源ごとの対応

出典：再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会中間整理（2018年6月）

自立化した（＝コスト低減＋長期安定電源化）主力電源へ

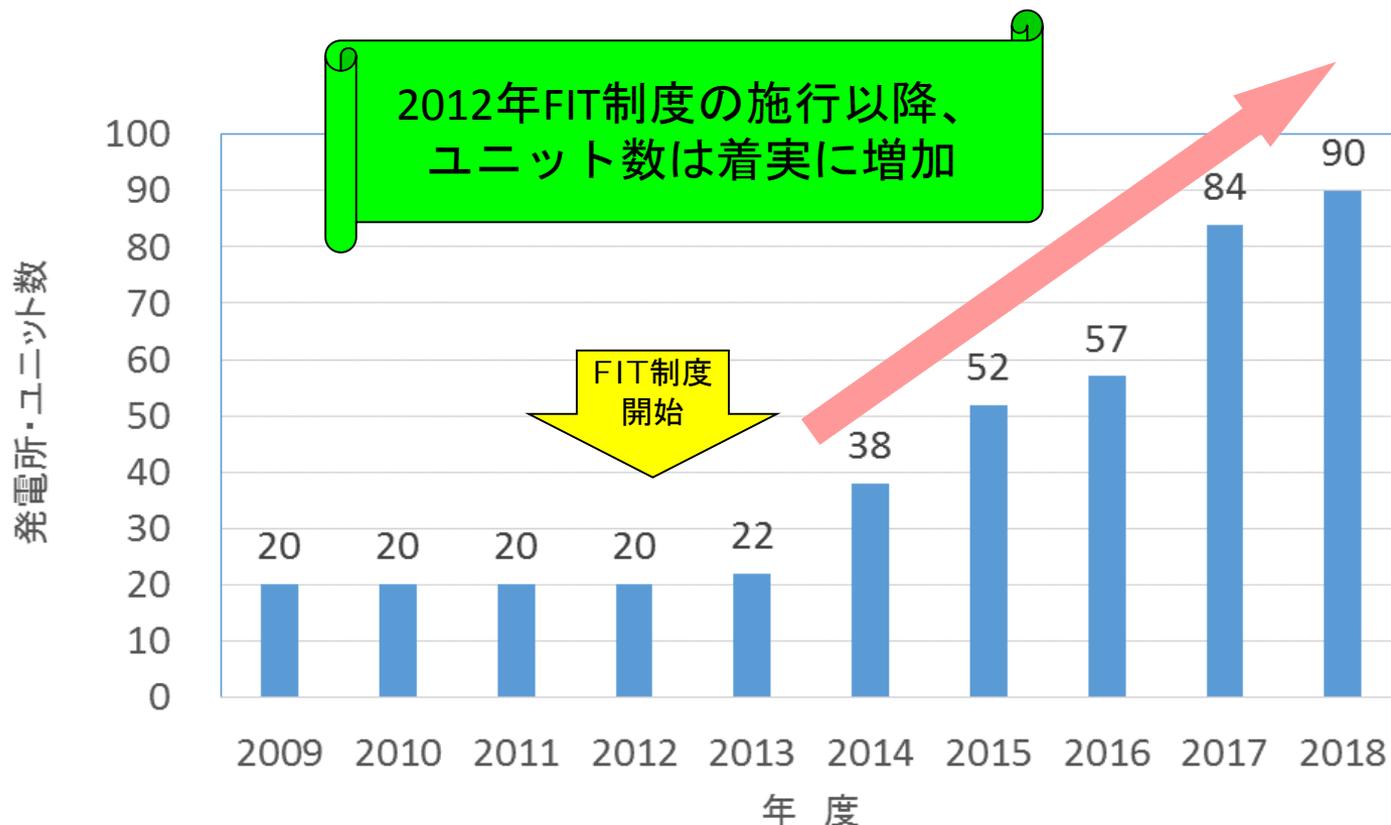
		現時点で顕在化している課題と解決の方向性	今後の将来像イメージ	
急速なコストダウンが見込まれる電源	太陽光 2030mix：6,400万kW FIT前導入量＋認定量：7,730万kW 導入量：4,240万kW 2030年後価格目標：7円（事業用太陽光）	<ul style="list-style-type: none"> 海外と比べて高コスト（機器・工事費）の是正 小規模太陽光のメンテナンス確保、再投資 FIT買取終了設備の活用（2019年卒FIT家庭用太陽光） 将来発生するパネル廃棄への対策 	<ul style="list-style-type: none"> 住宅用太陽光は2019年から順次自立化 蓄電池を活用しつつ需要地近接で小規模の地産地消 <p style="text-align: center;">+</p> <ul style="list-style-type: none"> 大型電源(Utility-Scale)として活用 	自家消費・地産地消
	風力 2030mix：1,000万kW FIT前導入量＋認定量：950万kW 導入量：340万kW 2030年後価格目標：8～9円（陸上・洋上（固定式））	<ul style="list-style-type: none"> 海外と比べて高コスト（機器・工事費・系統接続費）の是正 洋上風力の海域占有の長期化、利害調整円滑化 環境アセスメントの迅速化 需要地から離れた適地（高い系統接続費）：系統制約の克服 	<ul style="list-style-type: none"> 大型電源(Utility-Scale)として活用 	市場売電 大型電源(Utility-Scale)
地域との共生を図りつつ緩やかに自立化に向かう電源	地熱 2030mix：～155万kW FIT前導入量＋認定量：60万kW 導入量：53万kW	<ul style="list-style-type: none"> 新規地点開拓（探査コスト・リスク大、地域共生） 需要地から離れた適地（高い系統接続費）：系統制約の克服 コスト低下の道筋の明確化 	<ul style="list-style-type: none"> 中規模のベースロード電源 地域密着で事業実施 	地域での農林業等と合わせて多面的に推進
	中小水力 2030mix：～1,170万kW FIT前導入量＋認定量：990万kW 導入量：970万kW	<ul style="list-style-type: none"> 新規地点の開拓（河川流量調査コスト・リスク） 既存ダムが担う治水機能との調和 需要地から離れた適地（高い系統接続費）：系統制約の克服 コスト低下の道筋の明確化 	<ul style="list-style-type: none"> 地元の治水目的などと合わせて地域密着で事業実施 既設導水路を活用した再投資（リプレース）など緩やかにFITからの自立化 	
	バイオマス 2030mix：～726万kW FIT前導入量＋認定量：1,510万kW 導入量：350万kW	<ul style="list-style-type: none"> 燃料費7割というコスト構造 輸入材を中心に認定量急増 持続可能な燃料の安定調達 コスト低下の道筋の明確化 	<ul style="list-style-type: none"> 農林産業等と一体、地域密着で実施 既存設備への再投資（リプレース）など既存の燃料調達経路の活用で緩やかにFITからの自立化 	

※認定量と導入量は2017年9月末時点。2017年3月末までの認定失効分を反映。経過措置により2017年4月以降に認定が失効した案件は、現在集計中のため反映していない。

1. 我が国の地熱政策概要
- 2. 我が国の地熱開発動向と課題**
3. NEDO地熱事業の概要
4. 今後に向けて

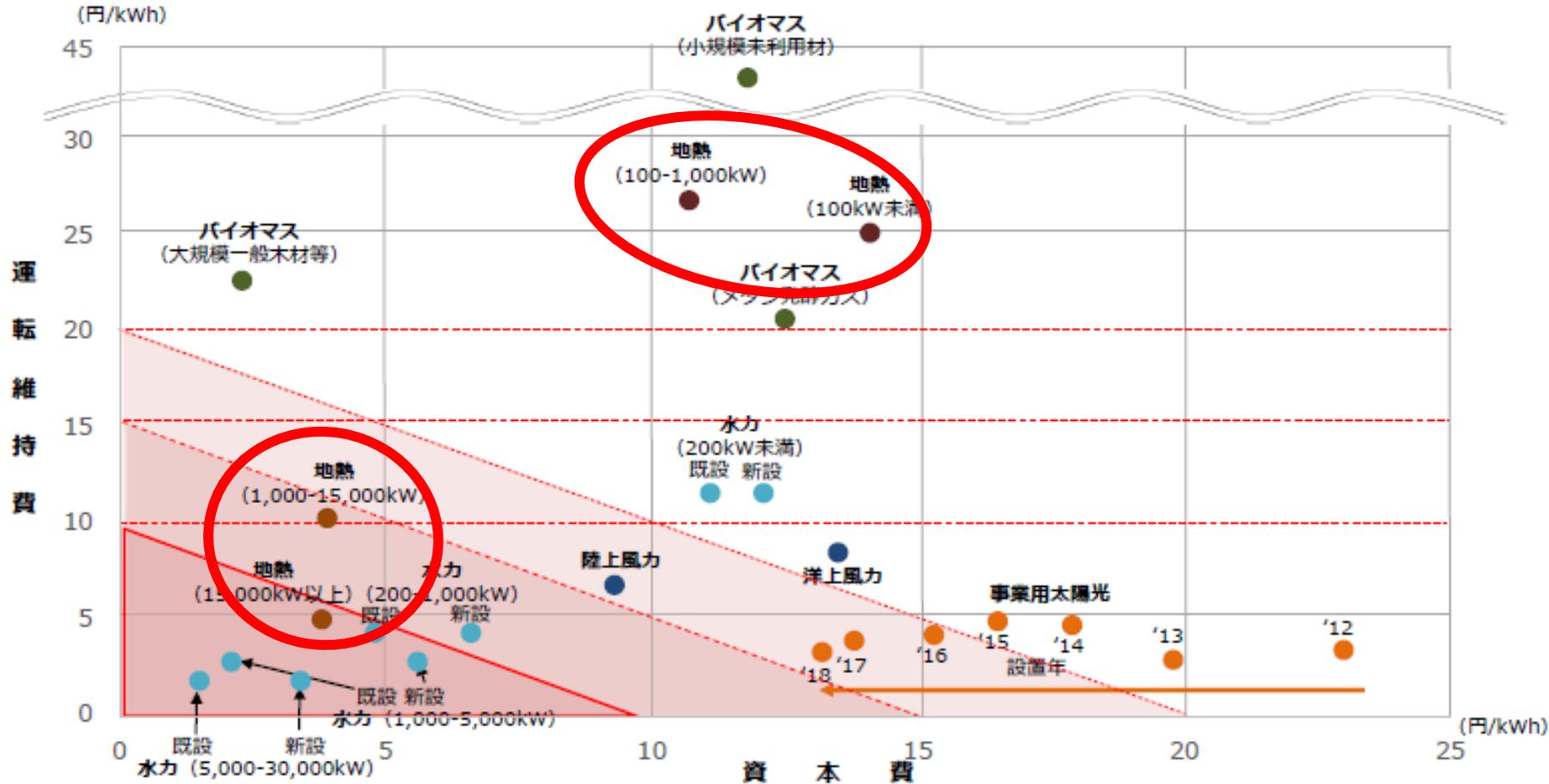
新規案件 1

- FIT開始以降、**新規に60件以上**が稼働。
- 開発リスクの少なく、リードタイムが短い**中小規模**が貢献。



【参考】電源別のコスト状況

■ FIT制度における定期報告データの平均値をもとに計算した、各再生エネルギーの発電コスト（資本費・運転維持費）の実績は以下のとおり。



※ 定期報告データによる実績値（資本費・運転維持費・設備利用率）。急速なコストダウンが見られる太陽光発電は運転開始年ごと、太陽光発電以外は全期間における平均値を採用した。
 ※ 洋上風力発電・地熱発電（15,000kW以上）は定期報告データが少ない又は存在しないため、現行の調達価格の額元を用いて計算した。
 ※ 大規模一般木材等は10,000kW以上、小規模未利用材は2,000kW未満を指す。

大規模案件としては**23年ぶり**となる**山葵沢地熱発電所**（秋田県、4万6199kW）が**2019年5月に運転開始**。

※NEDO「地熱開発促進調査」を活用



出典：湯沢地熱株式会社ホームページ プレスリリース

大規模開発の今後の動向

安比地熱発電所(出力14,900kW)

- 2018年1月 環境影響評価完了
- 2019年 建設工事着工
- 2024年 商業運転開始(予定)

【位置図】



【発電所完成予想図】



出典:三菱マテリアル(株)プレスリリース

かたつむり山地熱発電所(仮称)

(出力15,000kW規模)

- 2018年 環境影響評価手続き着手
- 2021年 建設工事着工(予定)
- 2024年 商業運転開始(予定)

【事業想定区域の位置】

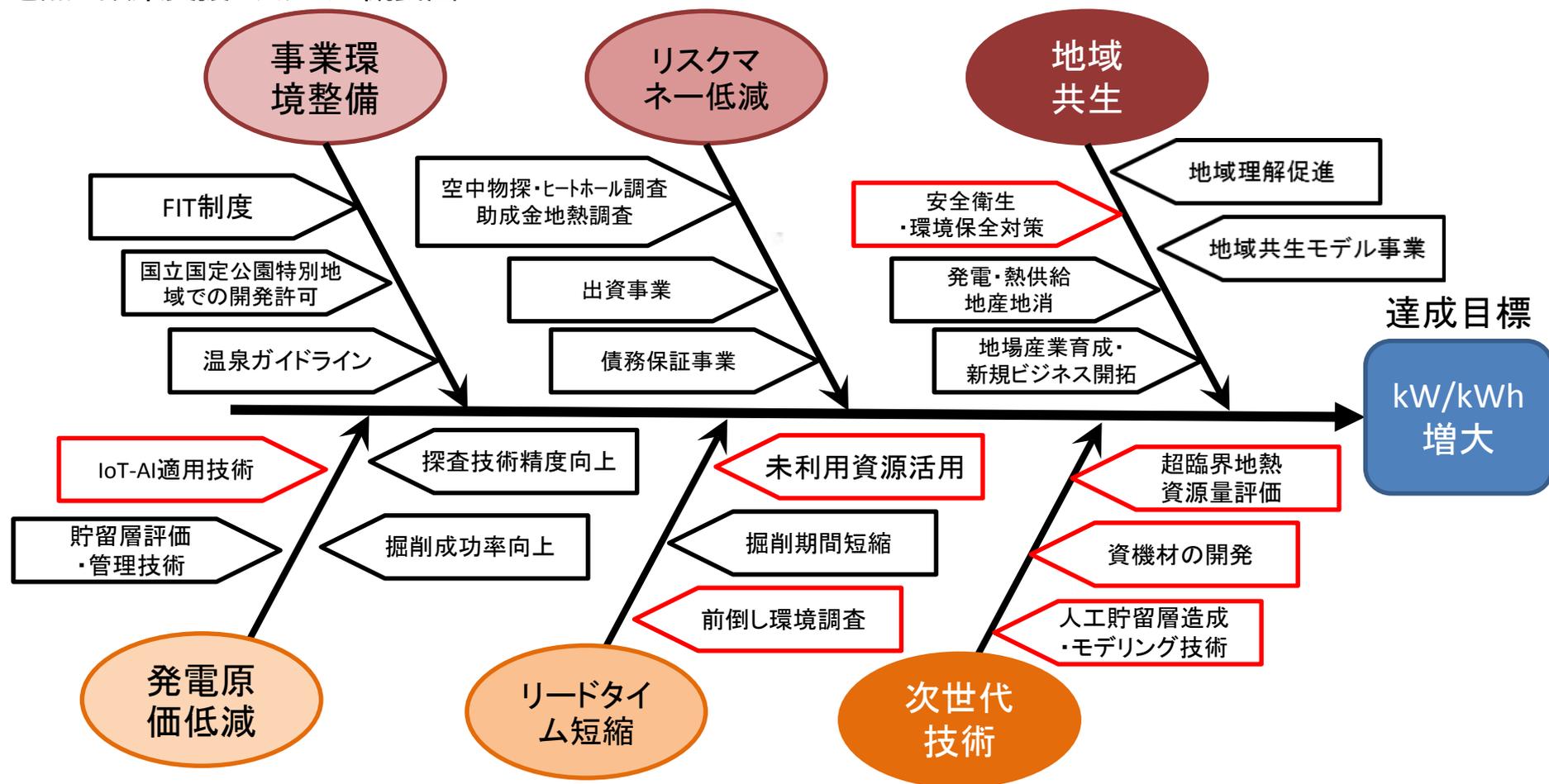


出典:計画段階環境配慮書あらまし

地熱発電の課題と政策支援策

- 長期エネルギー見通しにおいて地熱発電は、2030年までに発電容量で現在の約3倍、発電量で約4倍の導入を目指しているが、導入拡大にはさまざまな課題が存在。

地熱の政策支援システムの概要図



- ・調査コスト削減（掘削成功率向上等）
- ・建設コスト削減
- ・運転コスト削減（管理の効率化等）
- ・リードタイム短縮
（地域共生 ※国立・国定公園）

$$\text{発電原価} = \frac{\text{円}}{\text{kWh}}$$

- ・生産量増大（人工涵養技術等）
- ・利用率向上（設備の最適化等）

1. 我が国の地熱政策概要
2. 我が国の地熱開発動向と課題
- 3. NEDO地熱事業の概要**
4. 今後に向けて

地熱研究開発事業のスケジュール



研究開発項目	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
(1) 高性能型発電システム	フラッシュバイナリー 複合システム		フラッシュ蒸気・バイオマスハイブリッドシステム					
	小規模バイナリー発電システム					スケール対策技術・低沸点媒体開発		
(2) 小規模バイナリー発電システム	硫化水素拡散予測技術			環境アセス手法開発				
	エコロジカル・ランドスケープ手法 / 温泉モニタリング装置開発					酸性対策技術		
(3) 環境保全対策技術	スケール・腐食予測評価			IoT-AI 適用技術				
	シリカスケール回収				実現可能性調査			
(4) 高度利用化技術	実現可能性調査					試掘への詳細検討		
(5) 超臨界地熱発電技術								

▲
事前評価

▲
中間評価

▲
中間評価

▲
事後評価

NEDO研究開発事業の体制



NEDO

地熱発電技術研究開発

10テーマ

超臨界地熱発電
技術研究開発

7テーマ

(1)環境保全対策

1-1)優良事例
形成に向けた
先進的環境配
慮手法の有効
性検証

1-2)冷却塔排
気の影響
調査・予測・評
価手法開発

(2)酸性熱水対策

2-1)酸性熱水利用
のための化学処
理システム開発

2-2)未利用酸性熱
水活用の技術開発

2-3)酸性熱水利用
のためのタービン
開発

2-4) 酸性熱水活用
の坑口装置開発

(3)運転等管理高度化
技術

3-1)小規模地熱ス
マート発電&熱供
給

3-2)地熱発電シス
テムにおける運転等
管理高度化に係る
技術開発

3-3)地熱資源適正
利用のための温泉
モニタリングシス
テム

3-4)地熱発電の利
用率向上に関する
研究

1-1)超臨界地熱資源量評価(試掘
の詳細検討)(北海道・東北・九州
地域)

1-2)超臨界地熱資源量評価(試掘
の詳細検討)(八幡平地域)

2)超臨界地熱発電システム概念
設計と経済性評価(実現可能性調
査)

3)人工貯留層造成技術の開発(実
現可能性調査)

4-1)超臨界資源評価と掘削技術
(要素技術開発)

4-2)DASを用いた探査・モニタリ
ング手法開発(要素技術開発)

4-3)超臨界地熱フィールドにおけ
る応力計測手法開発(要素技術開
発)

凡例

委託事業

助成事業

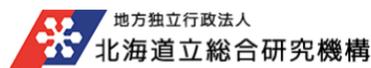
委託・助成先の構成（全36法人）



大学 (12)



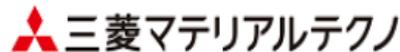
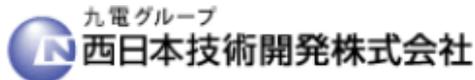
独法 (3)



財団 (3)



サービス (10)



メーカー (7)



資源開発 会社(1)



環境保全対策テーマ概要

冷却塔排気の影響調査・予測・評価手法開発(2019-20)

景観への配慮

大気環境への配慮

植生・生態系への配慮

硫化水素・蒸気

水環境（温泉）

優良事例形成に向けた先進的環境配慮手法の有効性検証 (2019-20)

地熱資源適正利用のための温泉モニタリングシステム開発 (2018-20)※運転等管理高度化テーマ

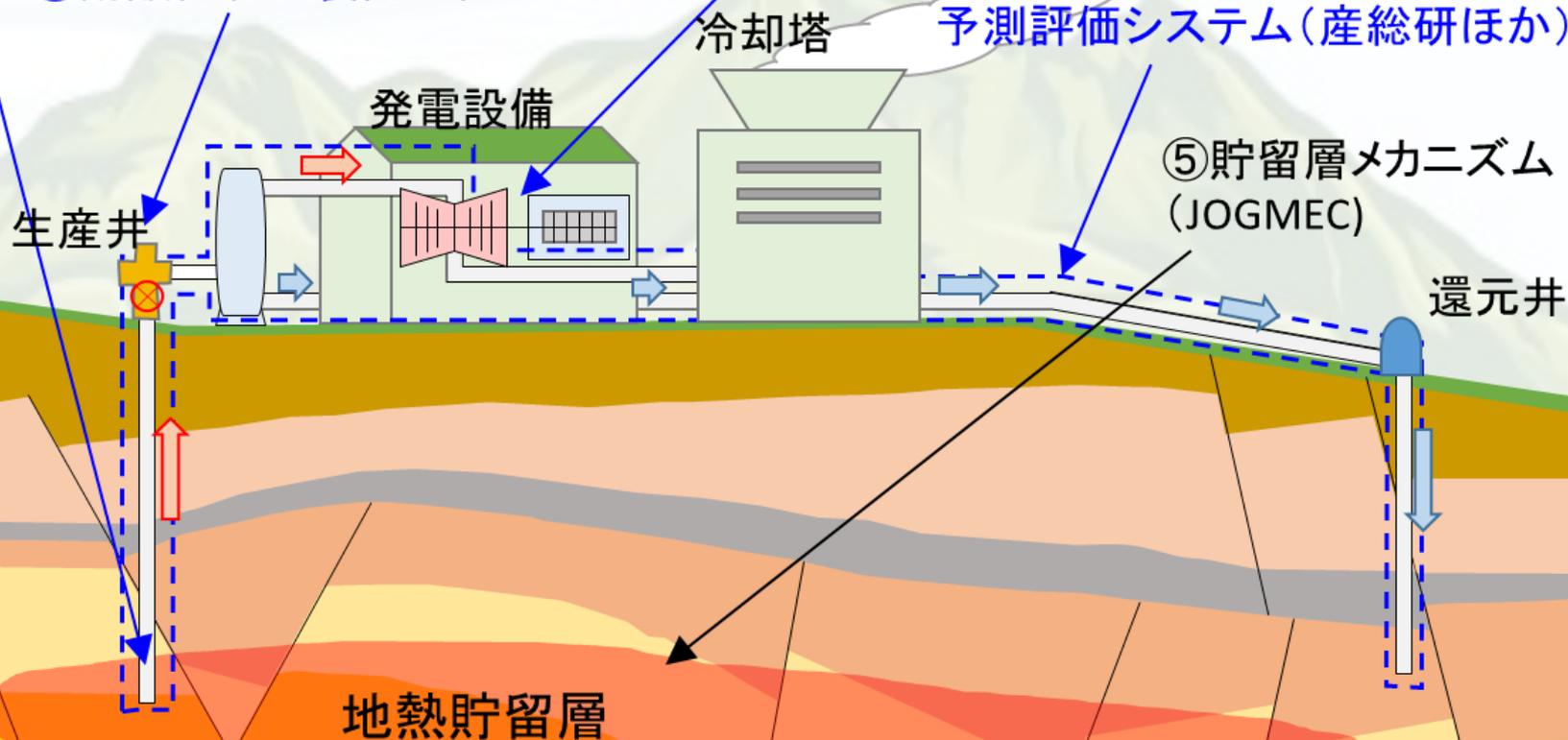
酸性熱水対策テーマ概要

①生産井坑内中和処理システム

③タービンの耐腐食性等向上

②耐酸性坑口装置の低コスト化

④ケーシング、地上配管等の腐食予測評価システム(産総研ほか)



マグマ溜まり

運転等管理高度化技術開発テーマ概要



①地熱発電システムにおける**運転等の管理高度化**に係る技術開発(2018-20)

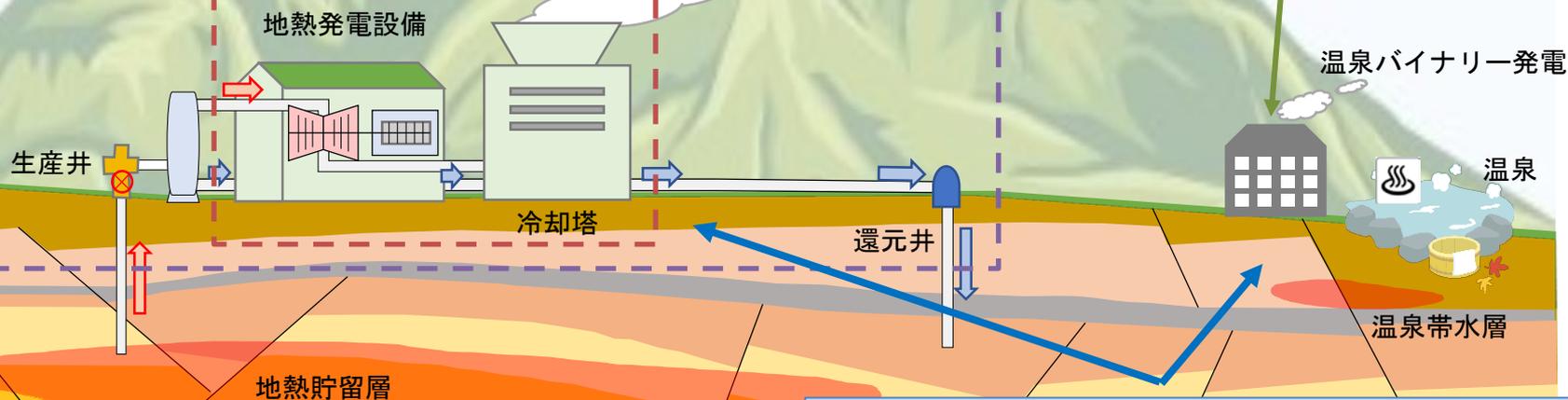
発電プラント模擬シミュレータ、M2Mセンサ技術

②地熱発電所の**利用率向上**に関する研究(2018-20)【助成】

運転データのビッグデータ解析

④IoT-AI適用による**小規模スマート発電&熱供給**の研究開発(2018-20)

運転管理支援ツール



③地熱資源適正利用のための**温泉モニタリングシステム**開発(2018-20)

温泉水の変動要因解析、温泉利用の適正管理システム

【参考：超臨界地熱】

AIによる超臨界地熱資源評価・掘削技術開発

ニュースリリース①温泉モニタリングシステム実証試験の開始



課題：地熱開発と温泉の共生

一つの解決策

「温泉モニタリングシステム」の開発

システム開発のためには

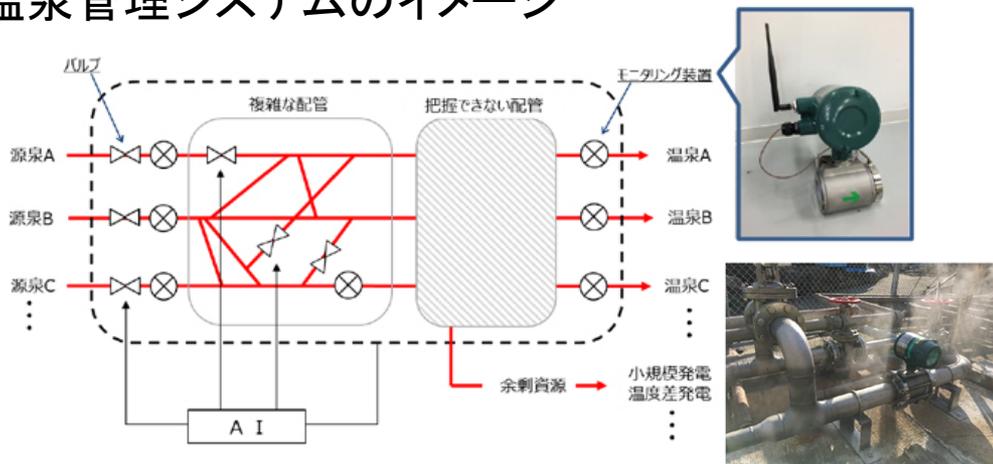
①連続モニタリング装置の開発 ⇒ 2017年度までに開発済み

②取得した温泉データから変動要因の分析が可能
⇒AI技術等による解析システムの開発

③温泉管理の効率向上
⇒最適な温泉供給方法等を提案し、管理者の作業(点検・バルブ操作等)の効率が向上するクラウド上でのAIシステムの開発 ⇒ **2019年10月から別府で実証試験開始**

現在実施中:2018~2020年度
実施者:産業技術総合研究所
横河電機
地熱エンジニアリング
西日本技術開発

温泉管理システムのイメージ



温泉管理システム画面



ニュースリリース②トラブル予兆診断システムの実証試験開始



課題：地熱発電所の利用率の低下

運転停止を招くトラブルを事前に予兆検知可能なシステムの開発

事業期間：2018～2020年度
実施者：東芝エネルギーシステムズ



インドネシアパトハ地熱発電所にシステムを導入。10月より実証試験を開始



パトハ地熱発電所



開発したトラブル予兆診断装置

超臨界地熱資源システム

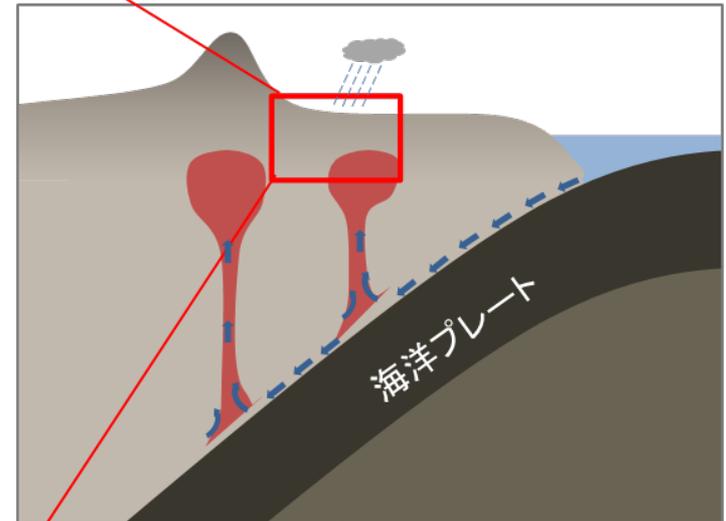
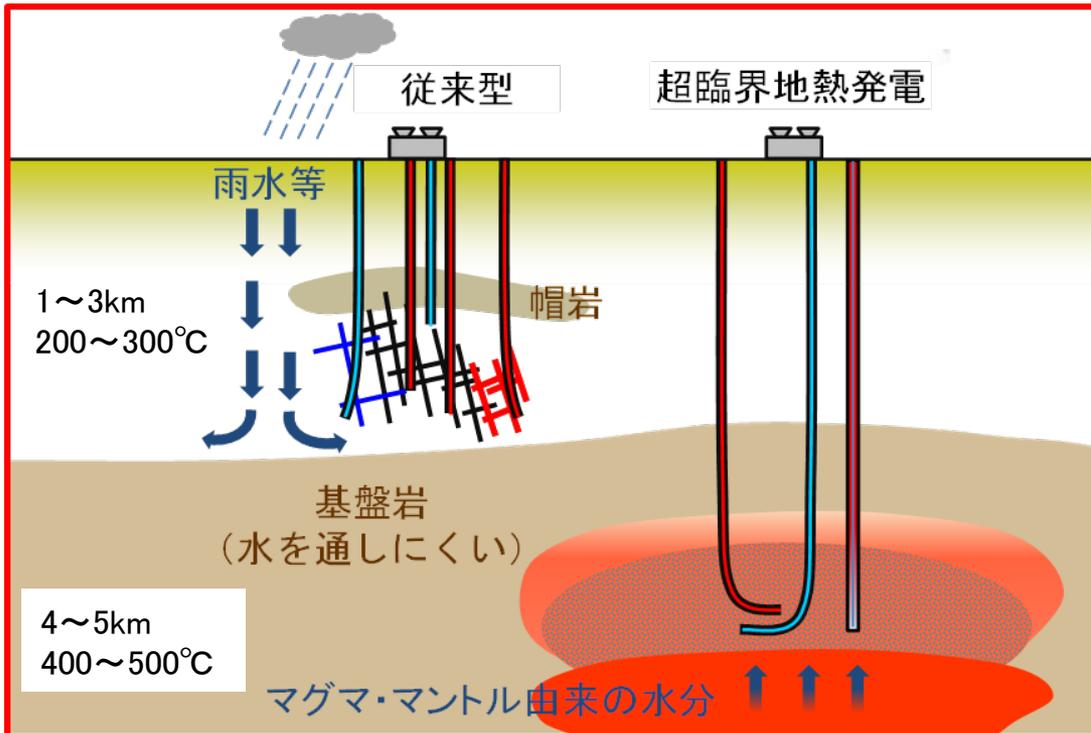
○超臨界地熱資源とは

- 場所: 活動的火山の下
- 深さ: 地下4~5km程度
- 水の相状態: 超臨界(374°Cおよび22MPa以上)
高塩濃度、高ガス濃度
- 岩石物性: 脆性-延性遷移下
- 発電規模: >100MW規模?

IDDPの成果(2009-2012)



出典: IDDPウェブサイト

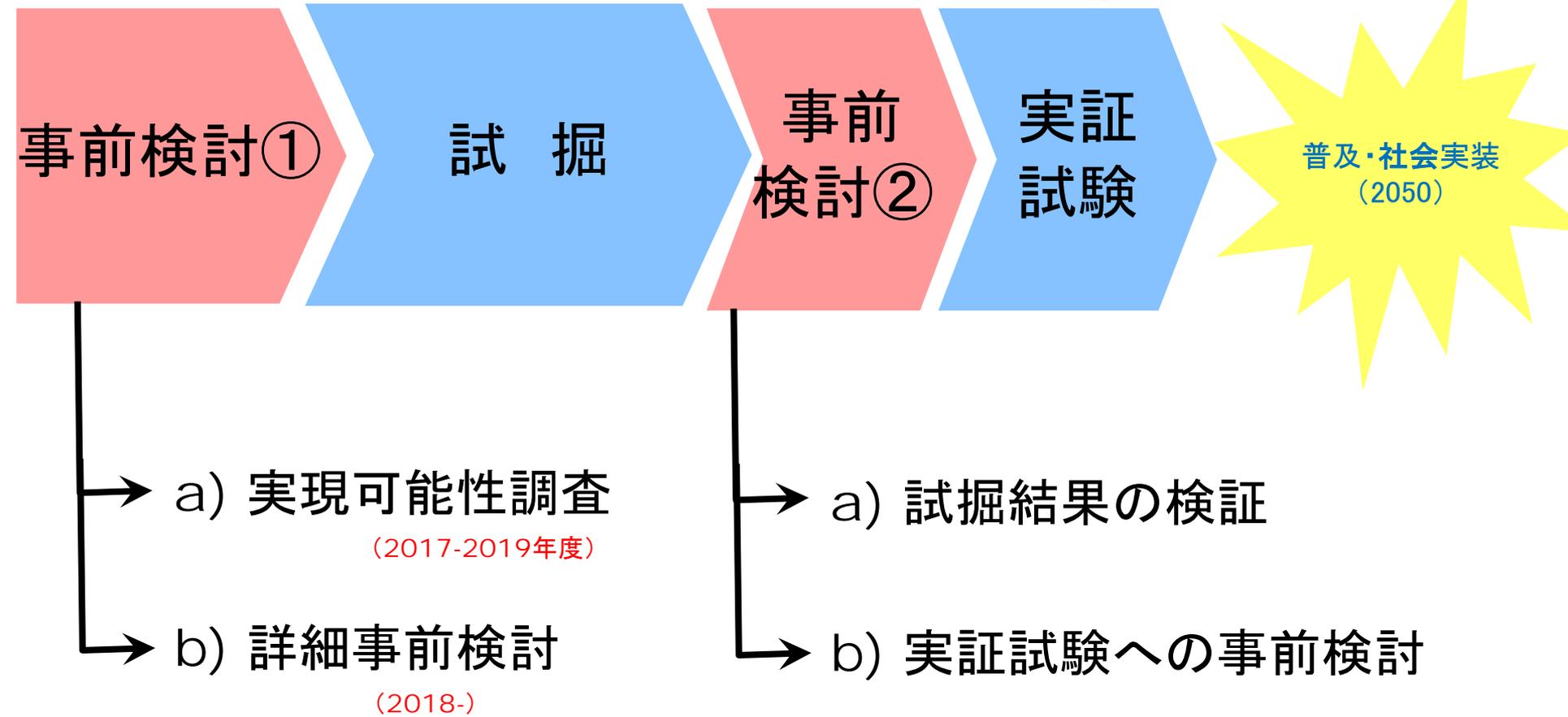


出典: NEDO技術戦略センター(2017)を一部修正

研究開発イメージ（ロードマップ）

First
Target

Second
Target



NEDOの取組み（研究テーマ概要）



テーマ①超臨界地熱資源評価

※支援研究

（テーマ④-1a) AIによる資源評価技術

（テーマ④-3) 探査・モニタリング技術手法開発

ポテンシャル調査
先導調査

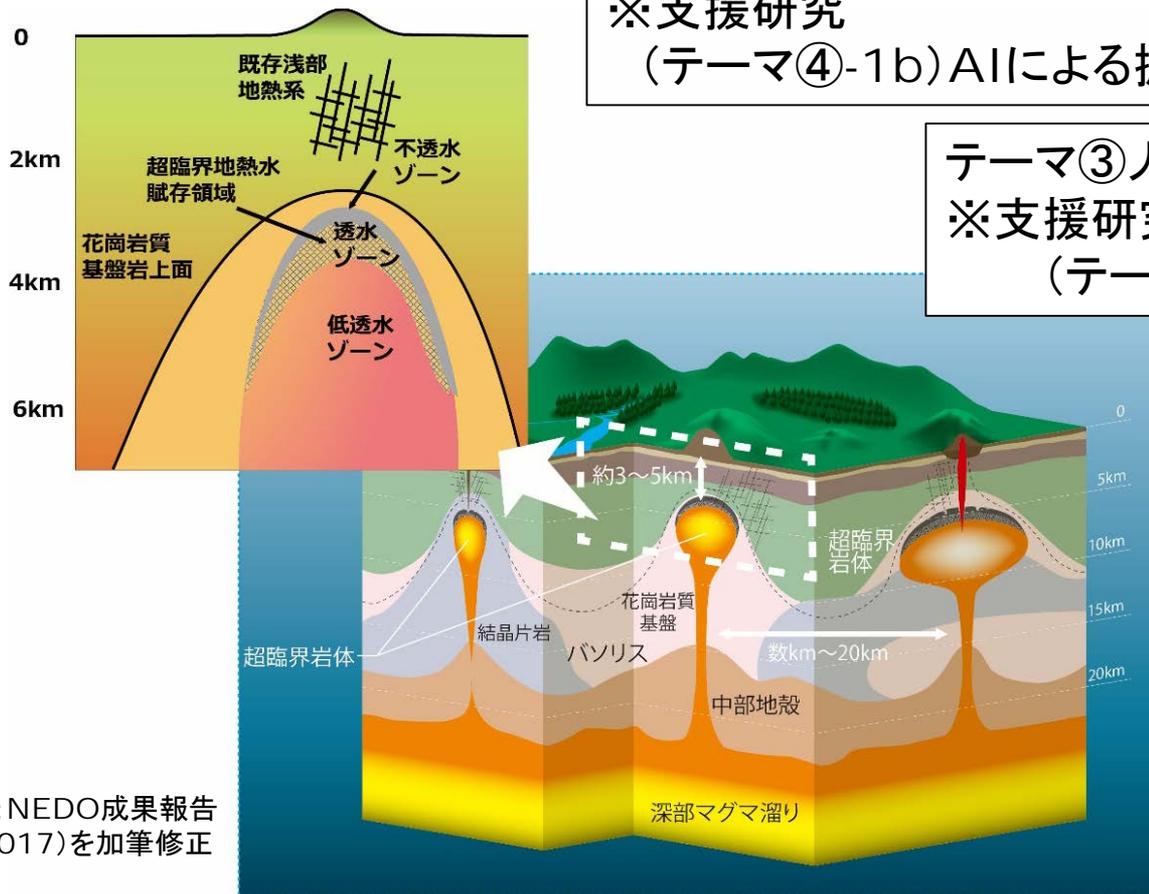
テーマ②調査井資機材等検討

※支援研究

（テーマ④-1b) AIによる掘削技術

テーマ③人工貯留層造成技術手法開発

※支援研究
（テーマ④-2) 応力測定の手法開発



出典：NEDO成果報告書(2017)を加筆修正

1. 我が国の地熱政策概要
2. 我が国の地熱開発動向と課題
3. NEDO地熱事業の概要
4. 今後に向けて

2021年以降に向けた取り組み

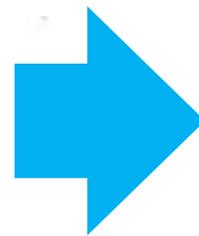


【予算要求・事前評価スケジュール】

プロジェクト	FY13-17	FY18	FY19	FY20	FY21~
地熱発電技術 研究開発					
超臨界地熱発電技術 研究開発					
新規プロジェクト		予察 	技術戦略 策定 	予算要求 事前評価 	

【調査内容】

- ①地熱技術の概要
- ②地熱開発動向
- ③市場動向・市場規模
- ④最近の地熱技術開発動向
- ⑤政策動向
- ⑥技術テーマ探索
- ⑦成果の定量化
- ⑧技術開発シナリオ策定

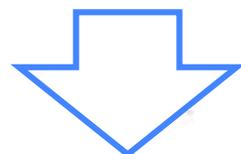


【成果物】

- (1)地熱技術戦略 & ロードマップ策定
- (2)FY21予算要求
- (3)FY21事前評価

キーワード(最重要課題)

- 地域共生・地域振興
- 大規模開発(公園特別地域内開発)
 - 利用率向上



非連続
チャレンジング

在来型
資源開発



次世代
超臨界地熱資源

次世代
革新的技術

必要性・重要性 大

御清聴ありがとうございます。

