



地熱資源開発の現状と課題について

平成 2 8 年 6 月 1 5 日

資源エネルギー庁

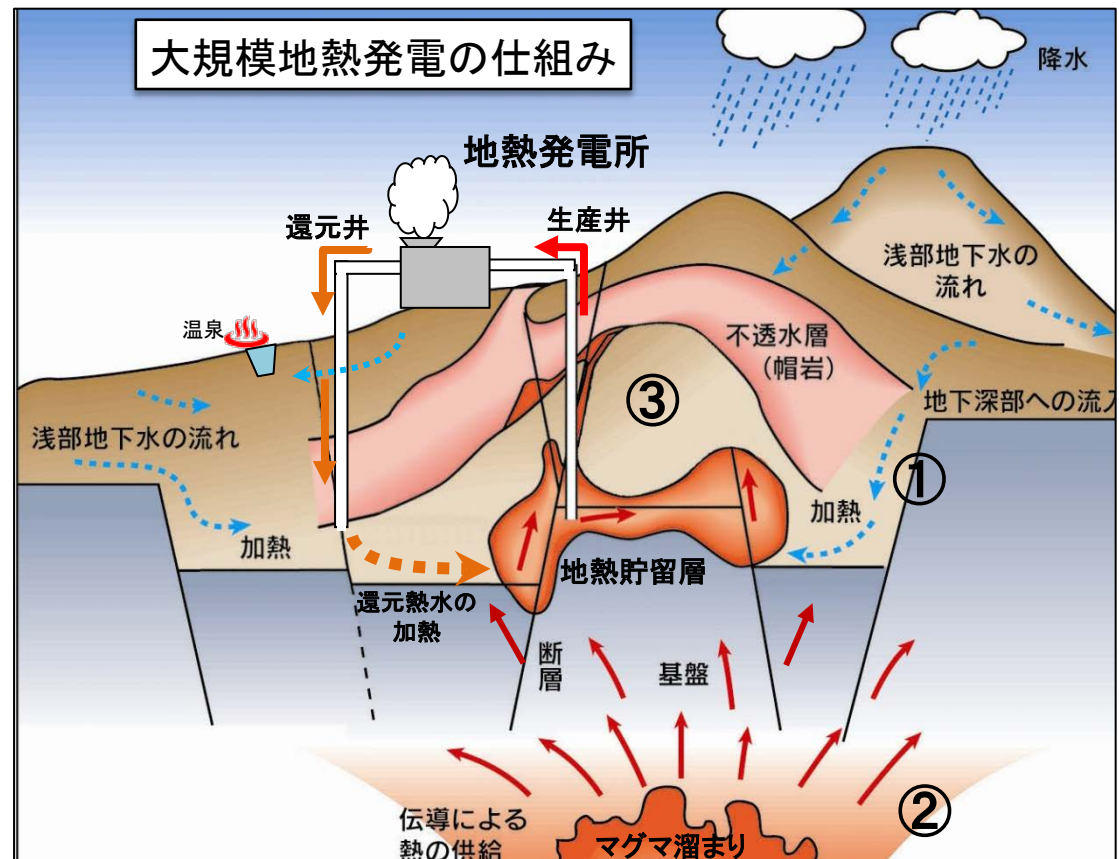
資源・燃料部

地熱発電の仕組み

- 地熱発電を行うには、地下深部（約2,000m）に150度を超える高温・高圧の蒸気・熱水が貯まる地熱貯留層が形成されていることが必要。
- 地熱貯留層の形成には、①水（降水）②熱（マグマ）③容器（帽岩）の3つの要素が必要であり、形成された地熱貯留層に井戸（生産井）を掘削することで蒸気・熱水を採取し、発電を行う。
- 発電後の熱水は、井戸（還元井）から再び地熱貯留層に戻すことで、半永久的に発電が可能となる。

地熱貯留層を形成するには

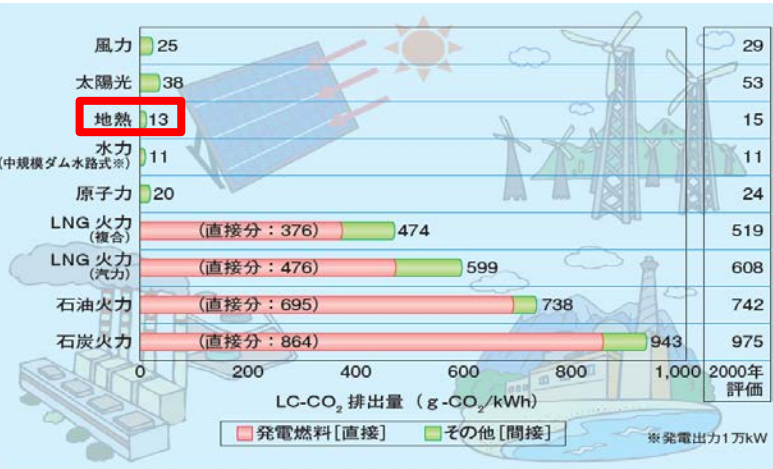
- ①水：降水の地下への浸透
- ②熱：マグマによる加熱
- ③容器：
 - ・水の通りにくい帽岩(不透水層)が蓋の役目をし、蒸気・熱水を閉じ込める。
 - ・断層に生じる亀裂(割れ目)が器の役目をし、蒸気・熱水を留まらせる。



地熱発電の利点

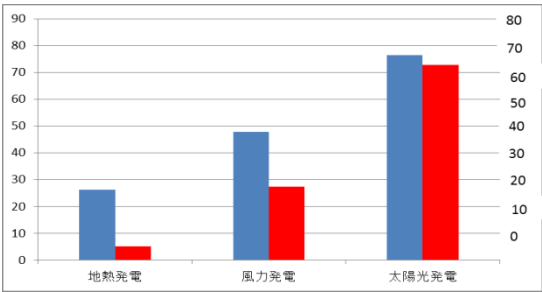
- 地熱開発の利点は以下の4点
 1. CO₂排出量はほぼゼロであり、環境適合性に優れている
 2. 他の再生可能エネルギーに比べ発電コストが低く、また、設備利用率が約80%と格段に高い、ベースロード電源である
 3. 日本は世界第3位（2,347万kW）の地熱資源を有している
 4. 発電後の熱水利用（ex.ハウス栽培や養殖事業）など、エネルギーの多段階利用が可能である

【電源別のCO2排出量】



＜出典＞
○電力中央研究所「電源別のライフサイクルCO₂排出量を評価-技術の進展と情勢変化を考慮して再評価-平成22年

【設備容量・発電電力量比較】 【主要国における地熱資源量及び地熱発電設備容量】



■ 年間発電電力量 [億kWh] (左軸)
■ 設備容量 [万kW] (右軸)
＜出典＞「電気事業便覧 平成25年版」(電気事業連合会)

【電源別の設備利用率】

地熱	約80%
風力	約20%
太陽光	約12%

＜出典＞コスト等検証委員会報告書
(内閣府:平成23年12月19日)

国名	地熱資源量 (万kW)	地熱発電設備容量 (万kW)
アメリカ合衆国	3,000	345
インドネシア	2,779	134
日本	2,347	52 (2014年ベース)
ケニア	700	59
フィリピン	600	187
メキシコ	600	102
アイスランド	580	67
エチオピア	500	1
ニュージーランド	365	101
イタリア	327	92
ペルー	300	0

＜出典＞JICA作成資料(平成22年)及び産業総合技術研究所作成資料(平成20年)等より抜粋して作成
After R. Bertila(2015) Geothermal Power Generation in the World 2010-2014 Update Report, roceedings World Geothermal Congress 2015,Melbourne, Australia, April 2015

我が国における地熱発電所

FIT制度前 約51万kW
後 約 1万kW
※下図にはFIT制度前の案件のみ表示

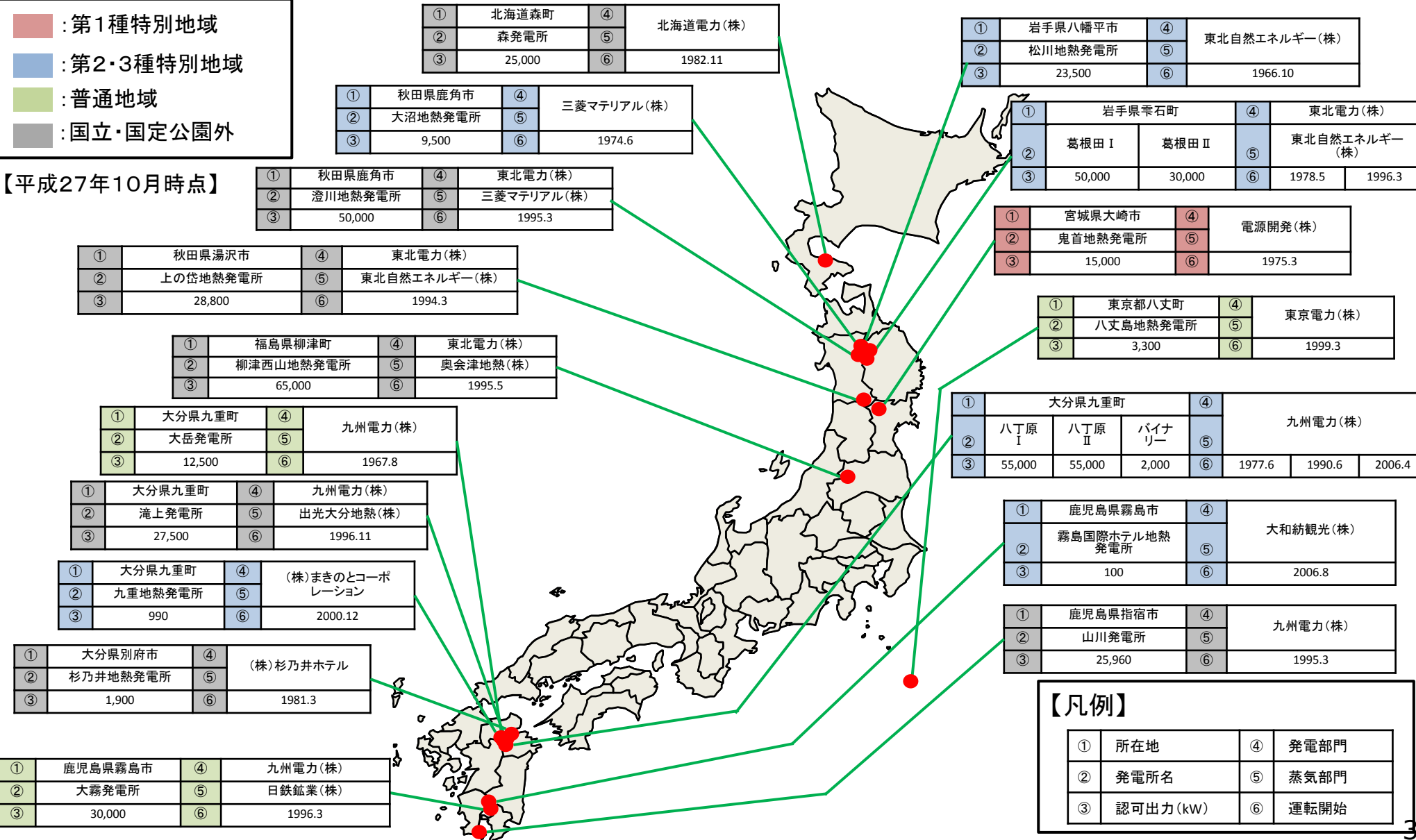
: 第1種特別地域

: 第2・3種特別地域

: 普通地域

: 国立・国定公園外

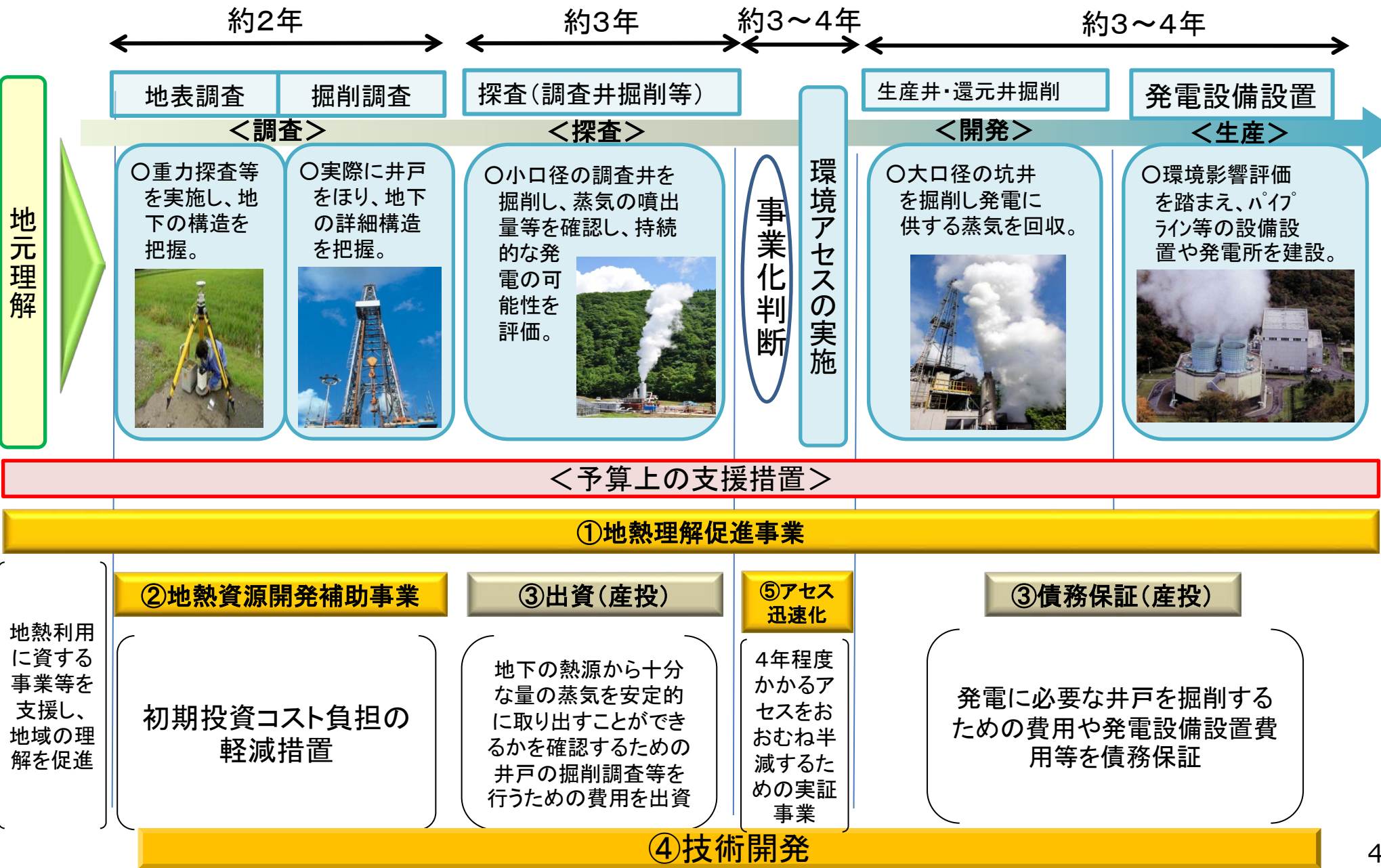
【平成27年10月時点】



【凡例】

①	所在地	④	発電部門
②	発電所名	⑤	蒸気部門
③	認可出力(kW)	⑥	運転開始

地熱開発のプロセスと支援措置



足下の環境変化とそれを踏まえた論点

- 平成27年7月に公表されたエネルギーミックスにおいては、地熱発電は2030年時点で現状の3倍以上の設備容量を達成するという意欲的な目標となっており、その導入促進が期待されている。
- また、同年10月には環境省より自然環境局長通知が発出され、国立・国定公園内において条件付で開発することが認められた
- 加えて、平成24年度には固定価格買取制度が創設され、地熱発電もその対象の一つとなり、運転開始後の投資回収期間の短縮による事業性の向上が図られた。さらに今般本制度が改正され、数年先の認定案件の買取価格を予め決定する等の措置により運転開始前の事業の予見可能性の向上も図られ。
- これらの環境変化により、足下において地熱資源の開発案件が増加しており、特に比較的小規模な開発案件については、既に運転開始に至っている案件もある。
- 他方、大規模な案件については、開発への着手は進んでいるものの、リードタイムが長い等の課題があり、まだ導入が十分に進んでいない。
- そのため、更なる取組を実施し、①開発に係るリスクやコストの低減、②地元理解を始めとした事業環境の整備、といった地熱発電特有の課題を解消をするよう努めていくことが必要である。

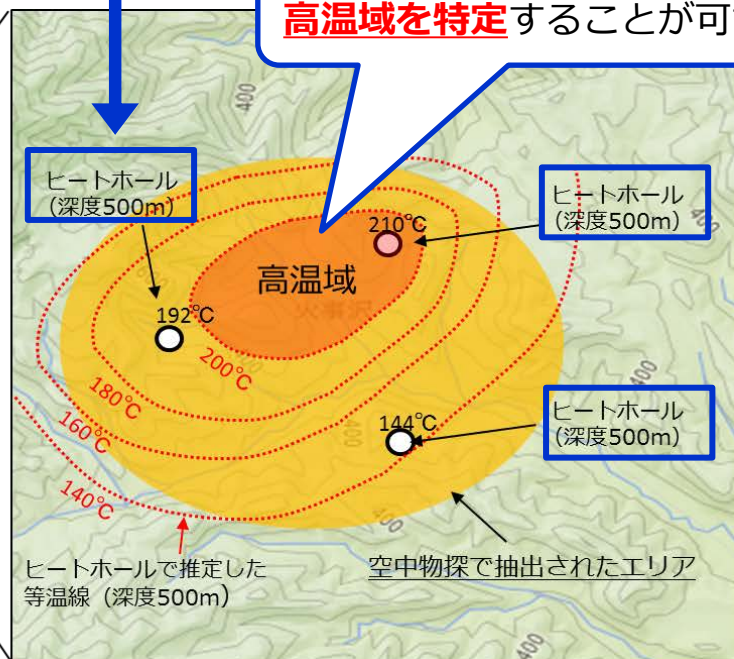
(1)掘削調査等に対する支援の拡充：①ヒートホール掘削

- 地熱発電を行うためには、地下1,500～3,000mに存在する高温蒸気を掘り当てる必要があるため、開発に係るリスクやコストが非常に高い。
- 平成25年度よりJOGMECにおいてヘリコプターを用いた広域的な地質構造データの収集（空中物理探査）を行っているところ、これに加えて掘削の成功率を高めるためヒートホールと呼ばれる小口径の井戸を掘削することで地下の温度データを収集し、事業者の調査リスクを低減することを検討する。

＜地熱資源開発に当たり必要となる地下データ＞

(1) 地質構造	地表調査、空中物理探査
(2) 温度	<u>ヒートホール</u>
(3) 水（水蒸気）の有無	掘削調査

＜ヒートホール掘削のイメージ図＞



(1)掘削調査等に対する支援の拡充：②技術開発の推進

- 井戸の掘削費用は、開発費用全体の約3割に上る一方で、開発の初期段階における現在の掘削成功率は3割程度に留まっているため、掘削に係るコストや失敗するリスクを低減するための技術開発を実施中。
- 加えて、地熱発電の長期安定的な出力維持のため、地熱発電所の発電能力や利用率の回復・維持・向上に向けた発電所の高度利用化技術の開発を平成27年度より実施中。
- 平成29年度からは、上記のテーマに関してさらにサブテーマを増やして研究開発を実施することにより、更なる開発リスク・コストの低減及び運転開始後の出力安定化を目指すことを検討。

①地下構造の把握性能の向上

地下構造を三次元で可視化する技術を開発。



地下の地熱貯留層の分布が不鮮明



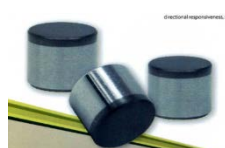
地熱貯留層の分布が鮮明に

②掘削速度の向上

石油開発より固い地盤を掘削する地熱開発に適した掘削機材を開発。



PDCビット



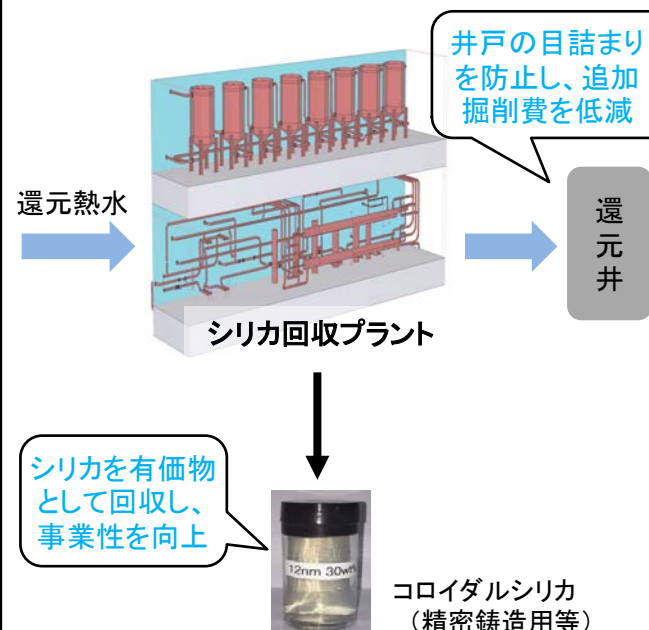
PDCカッター



ローラーコーンビット

③既設発電所の能力維持・向上

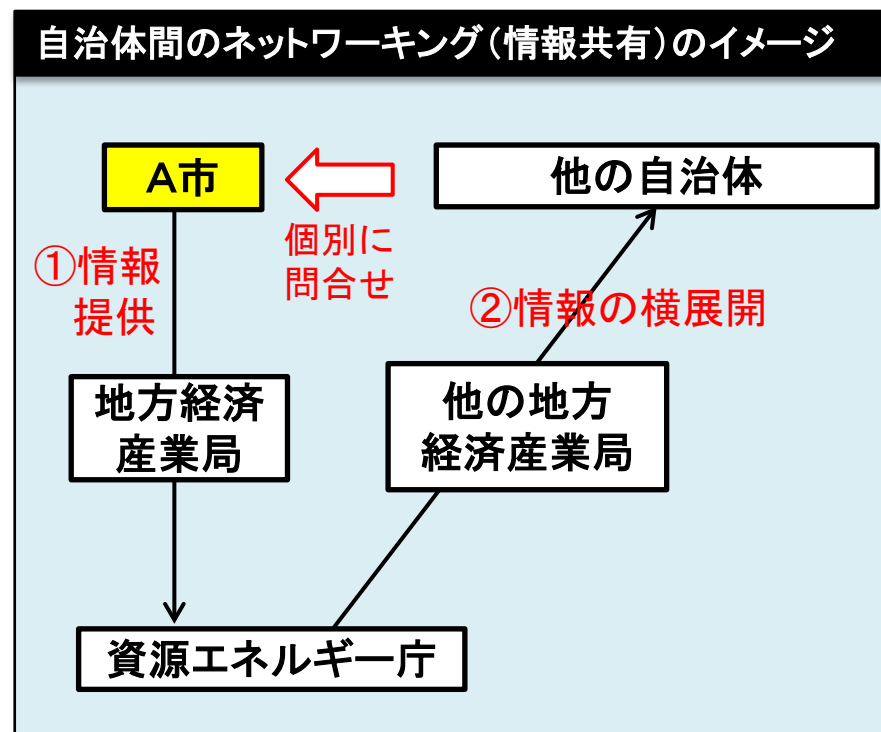
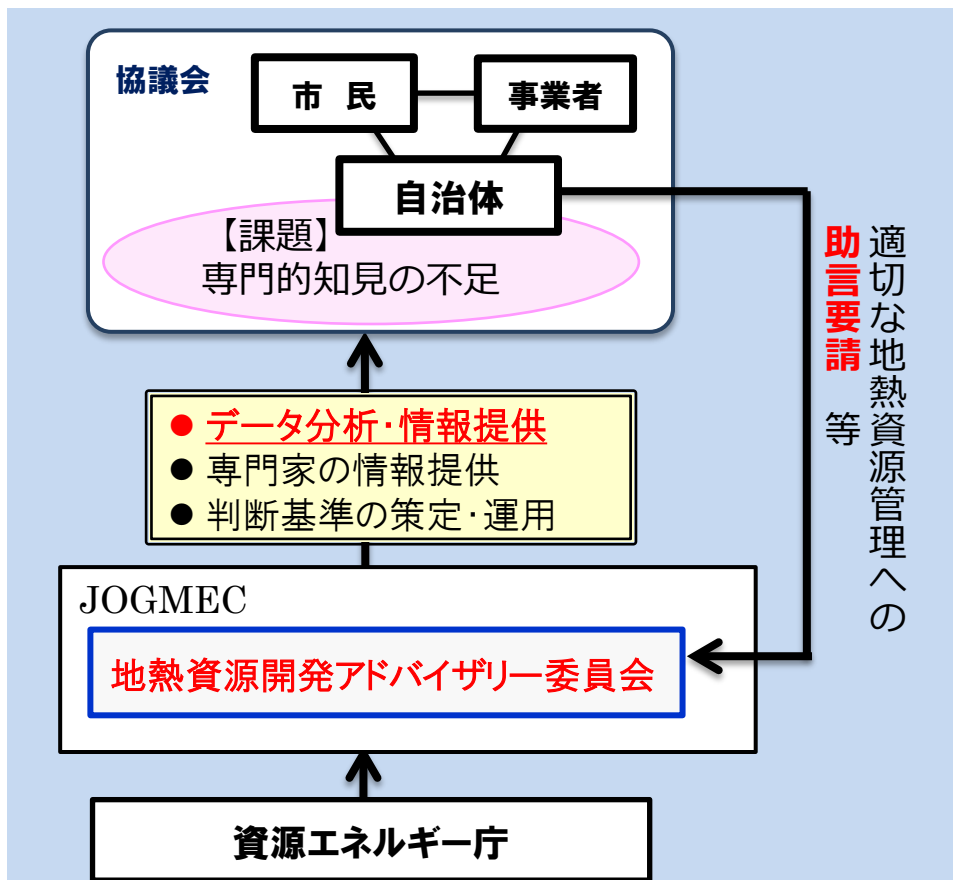
地熱流体中のシリカを有価物として回収する技術を確認。



(2)事業環境の整備：①地熱資源開発アドバイザーリー委員会の設立等

- 地熱資源の多くは山間部を中心に賦存しているため、地熱発電を推進するためには温泉事業者を中心とした周囲の地域住民の方々の理解を得ながら進めることが肝要である。
- 今後更なる事業推進のためには、地方自治体が積極的に関係者調整の役割を担うことが重要であるところ、自治体に対するマンパワーや地熱発電に対する専門的知見の面での支援を行う必要がある。
- 地熱資源開発に係る技術的な情報提供等を行う「地熱資源開発アドバイザーリー委員会」をJOGMECに設立するとともに、自治体間のネットワークを強化することで、地方自治体への支援を強化。

＜地熱資源開発アドバイザーリー委員会による支援スキーム＞



(2)事業環境の整備：②持続的な地熱資源開発のための判断基準

- 固定価格買取制度の創設後の新規事業者の中には、地下の地熱資源の分布を必ずしも十分に把握しないまま開発を行う者がおり、既存の地熱発電所や周辺温泉への影響が懸念されている。
- 地方自治体が条例や協議会等も活用しつつこのような状況を回避することが有効であるところ、その際の基礎情報として、開発計画の妥当性を確認するための「判断基準」※を経済産業省HPにて公表。

※各々の開発段階において提示できる情報は限られているが、本基準はそれを足し合わせて一覧化したもの。

I. 坑井掘削の有無に関わらず確認する項目

(1) 源泉

源泉データ、井戸の健全性、坑口装置の設置、スケール予測 等

(2) 冷却源

冷却方式、冷却源データ、冷却水スケール予測

(3) 系統連系

接続電圧、接続点、送電可能量

(4) 発電所設備

源泉との位置関係、候補地諸元、発電方式・出力 等

(5) メンテナンス計画

操業後の維持管理

(6) 法規・条例等

条例・指導要綱、電気事業法、発電所周辺の法規制

(7) 保安・環境対策等

保安、景観保全、環境対策

(8) 事業性評価

初期コスト、ランニングコスト、事業性評価

II. 坑井掘削を伴う場合に追加的に確認する項目

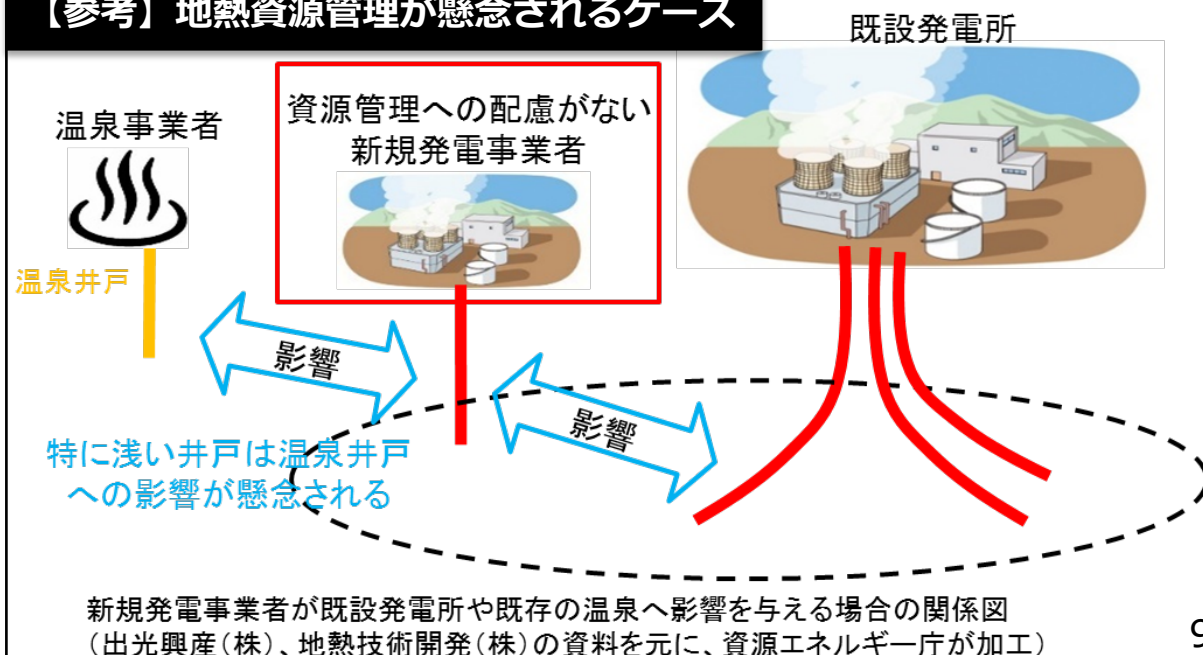
(1) 地質環境 掘削の有望性、貯留層の評価

(2) 掘削計画 還元井、掘削計画、ケーシングパイプ 等

(3) 掘削基地 掘削候補地諸元

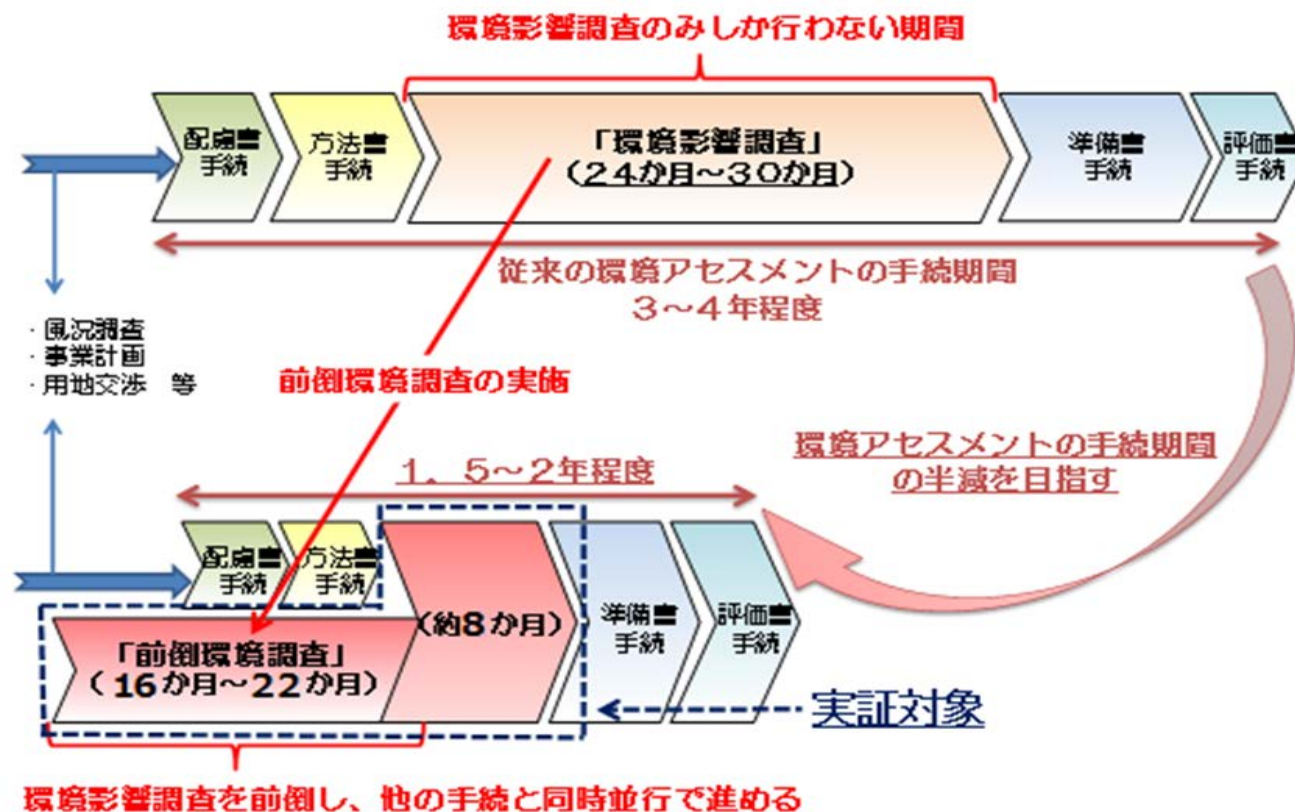
(4) 法規・条令等 温泉法、鉱業権

【参考】地熱資源管理が懸念されるケース



(2)事業環境の整備：③環境アセスメントの短縮化

- エネルギーミックスの目標値の達成のためには、地熱発電の開発期間を短縮することが必須である。
- 特に環境アセスメントについては、現状では3～4年程度を要しているため、環境影響調査を前倒しすることでこの期間を半減することが肝要である。
- したがって、環境影響調査の前倒しに当たっての課題の特定・解決を図るための実証事業を実施中であり、その成果も踏まえ平成29年度以降に前倒環境調査の方法論（調査項目の選定、地域との調整、調査手法の高度化等）を確立する。

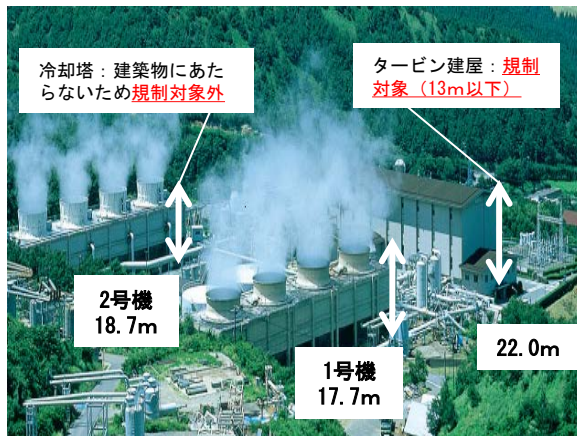


環境アセスメントの流れと環境影響調査の前倒しの概略図

(参考) 国立・国定公園内の開発に係る規制改革

- 地熱発電開発に係る環境規制について、環境省による検討の結果、平成27年10月に通知が発出され、以下の方向性が示された。

①国立・国定公園内における建築物の高さ規制(13m以内)

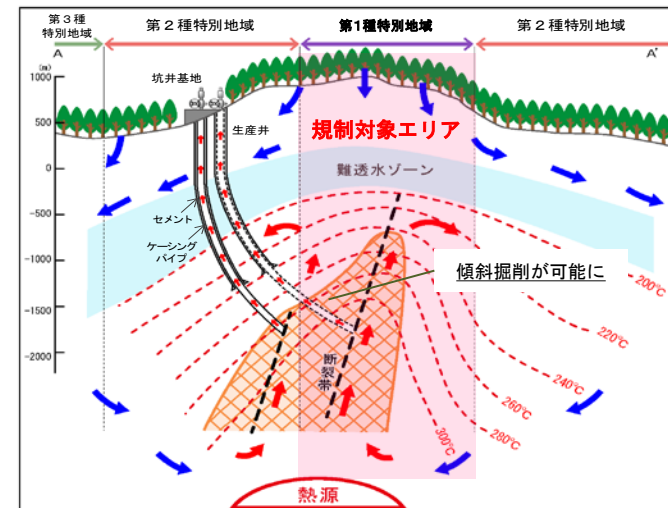


八丁原地熱発電所（国立・国定公園内）



①地熱開発と風致景観の調和が図られている場合には、高さ13mを超えていたとしても、優良事例として許可できることとする。

②国立・国定公園第1種特別地域への地域外からの傾斜掘削



第1種特別地域内地下に有望地熱資源が眠る模式図



②地表（噴気帯及び地獄現象等）に影響を与えないと考えられる計画を策定することを条件に、第1種特別地域の地下への傾斜掘削を認める。