

主力電源としての 地熱発電導入の展望

日本地熱協会

2021年10月29日

地熱発電の導入状況 (FIT導入後、2021年8月1日現在、日本地熱協会調べ)

- 件数では本格的な資源調査が不要でリードタイムの短い小・中規模案件が先行しており、大規模案件は未だ調査・開発途上
- 2030年度エネルギーミックスには程遠い
 - 導入目標：1,400-1,550MW →FIT導入後の新規積増し目標は、+約1,000MW
→現状 導入80MW、調査・開発中127MW(公表されているもののみ) 計207MW+a

区分	FIT後導入量		調査・開発中	
	地点数	出力	地点数	出力
大規模 (10M超)	1	46MW	21 (6)	— (99MW)
中規模 (1-10MW)	6	25MW	37 (9)	— (28MW)
小規模 (1MW未満)	70	9MW	25 (0)	— (0MW)
合計	77	80MW	83 (15)	— (127MW)

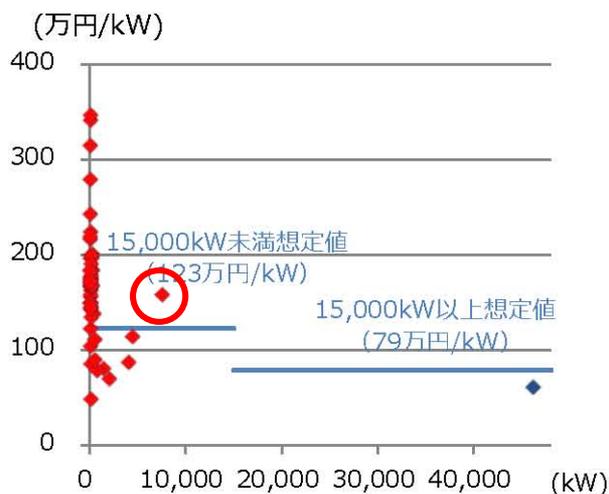
※調査・開発中地点の () 内は規模を公表している地点数とその出力合計

調査の結果、資源量が十分でなく、断念せざるを得なかった案件が、大規模で4地点、中規模で2地点ある →失敗リスク低減策が必要

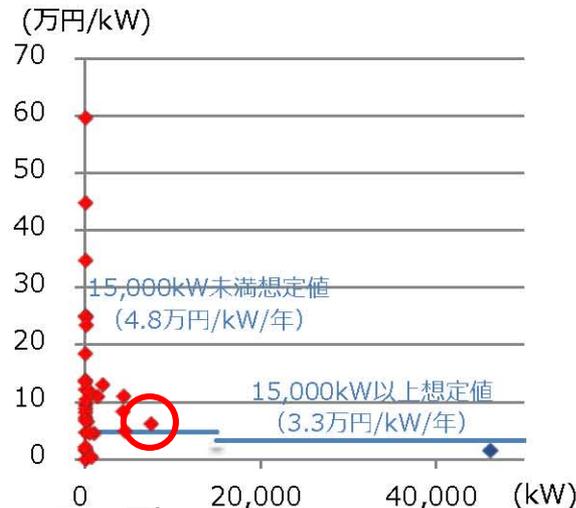
導入状況とコスト分析(1) (日本地熱協会調べ)

- 1000kW未満の小規模発電は温泉発電でFITのコスト想定対象外であり、資本費、運転維持費共にバラツキが極めて大きく、個別要因の影響が大きい事に留意が必要
- 資本費は中規模(1,000-10,000kW)6件の平均値が102万円/kWとFIT想定値(123万円/kW)を下回るが、5件は何れも既存の井戸、熱水を利用した探査・掘削コストを含まない案件。松尾八幡平(7,499kW, 2019年1月運開)は想定値を上回った。大規模の1件46MWは61万円/kWと大規模(15,000kW以上)の想定値79万円/kWを若干下回り、現行の規模区分によるFIT等価格の妥当性を示している。
- 運転維持費は中規模が9.1万円/kW、小規模が10.8-15.2万円/kWと想定値(4.8万円/kW)を上回った。但し松尾八幡平は想定値付近。大規模(山葵沢)のデータが待たれる。
- 主要な減価償却が終了する15年まではFIT、FIP等によって投資回収の確実性が担保されることが、投資判断の上で重要であるが、その後は数十年にわたり格段に運転維持費が安く(FIT前既設地熱発電所の発電コストは、7~8.2円/kWh程度と推定される) 自立可能と考えられるので、こうした電源特性を踏まえたFIT、FIP価格の検証が必要

<出力と資本費の関係>



<出力と運転維持費の関係>



	-100kW	100-1,000kW	1,000-7,500kW	7,500-15,000kW	15,000kW-
認定件数	37件	41件	7件	1件	1件
導入件数	32件	30件	6件	0件	1件
資本費 平均値 (万円/kW)	189	157	102	—	61
運転維持費 平均値 (万円/kW/年)	15.2	10.8	9.1	—	1.4 [※]

(※) 参考値 (報告期間が12か月未満の報告値)

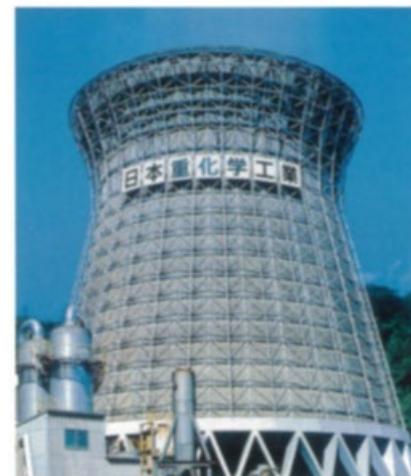
出所：調達価格等算定委員会 (2020年12月23日) ○ 松尾八幡平

地熱発電所は長寿命

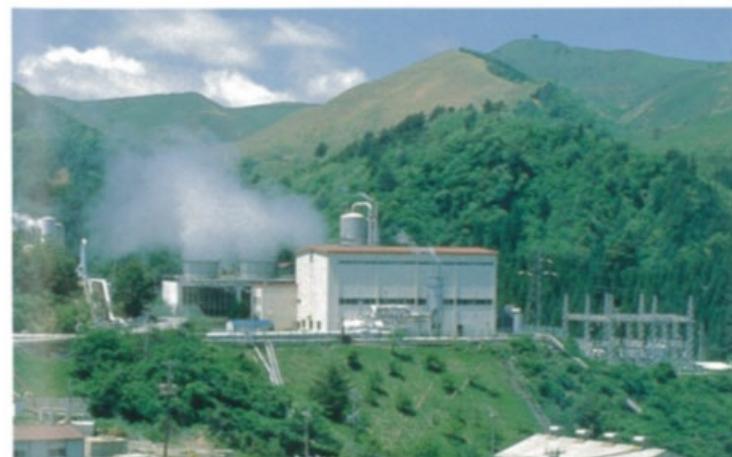
—50年以上稼働し続ける日本の地熱発電所—

- FIT制度施行「前」に営業運転を開始した1,000kW以上の発電所は15か所
- 更新時の一時的廃止を除き、廃止した1,000kW以上の地熱発電所はない

発電所	設備容量 (kW)	運転開始	運転期間
松川	23,500	1966/10月	約55年
大岳	14,500	1967/8月	約54年
大沼	10,000	1974/6月	約47年
八丁原1号	55,000	1977/6月	約44年
葛根田1号	50,000	1978/5月	約43年



松川23.5MW 1966年運開



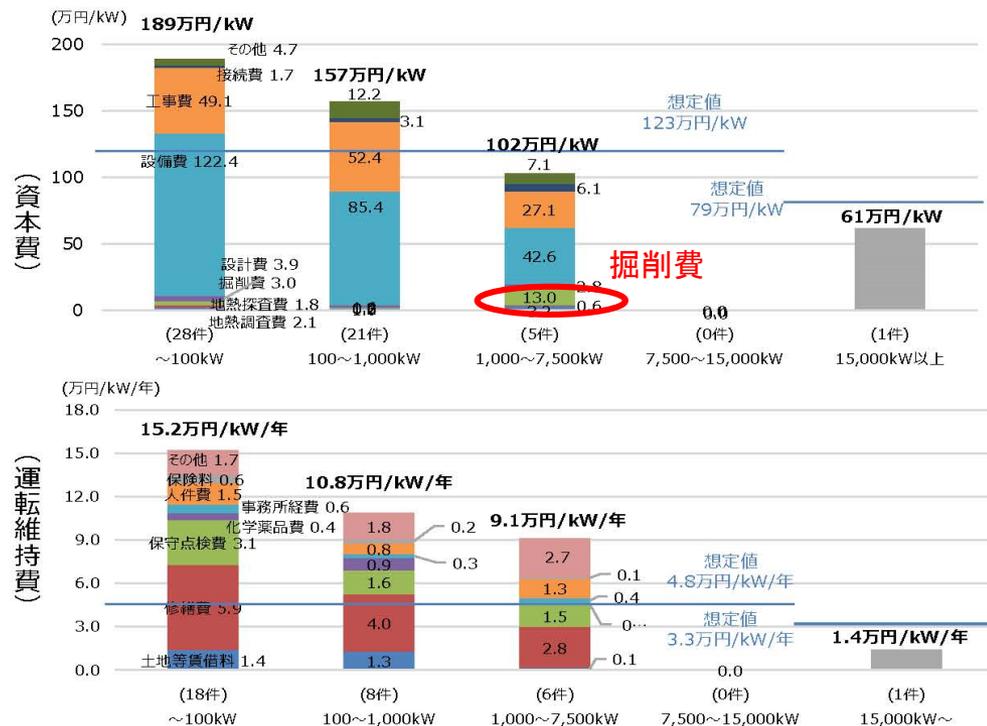
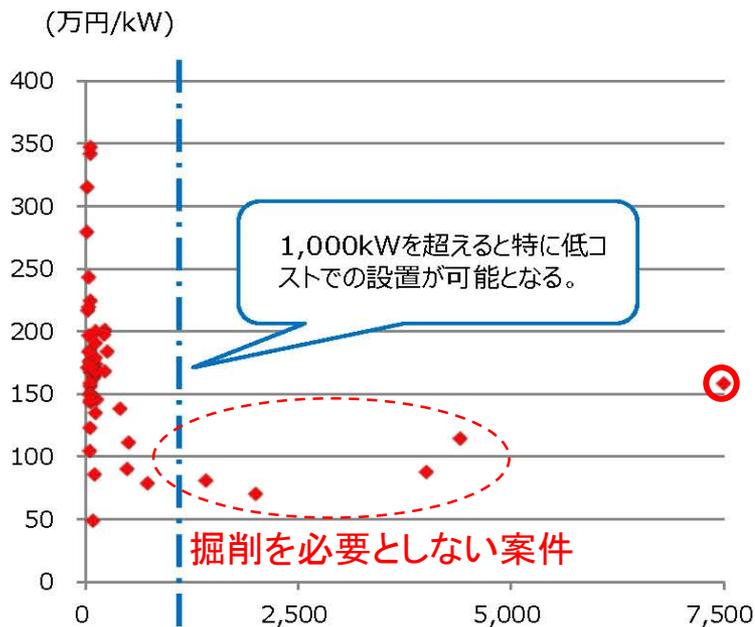
大岳12.5MW 1967年運開

次なる目標は、100年持続を実証している
イタリアのラルデレロ地熱発電所

導入状況とコスト分析(2) (日本地熱協会調べ)

- 資本費では中規模(1,000-10,000kW)の5件の平均102万円/kWのうち、小規模ではほとんど含まれなかった掘削費が13万円/kWで約13%を占める。この掘削費はほとんど松尾八幡平によるもので、掘削を必要とする開発では、掘削費の占める割合はもっと高いと想定される。
中規模以上の開発では、資本費を抑えるために、掘削費の低減と井戸の成功率の向上が必要となる。
- 掘削費を必要とする開発では資本費が高くなっている。

<出力と資本費の関係>

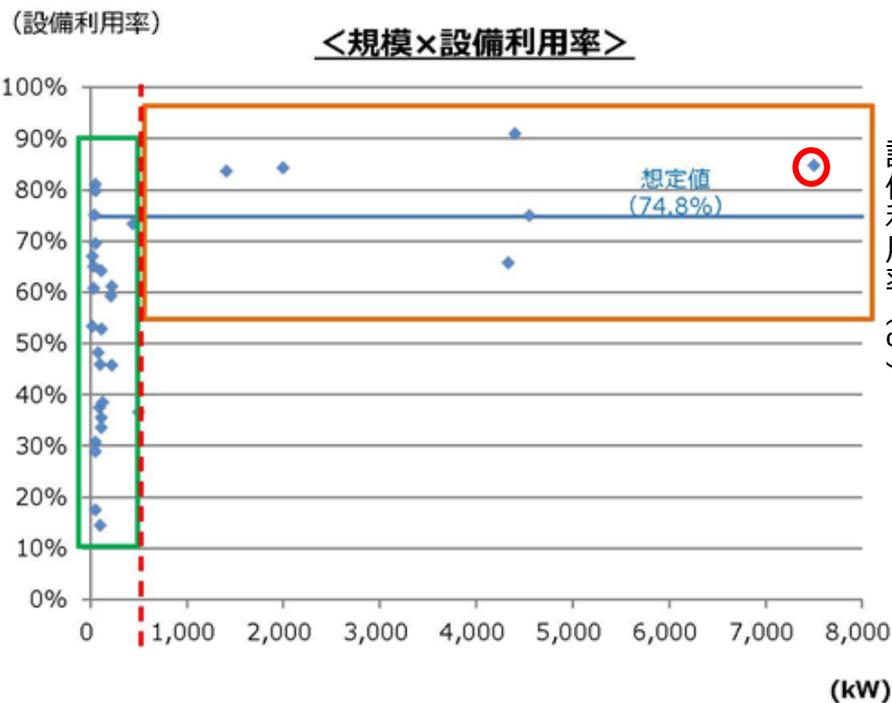


出所：調達価格等算定委員会（2020年12月23日） (kW)

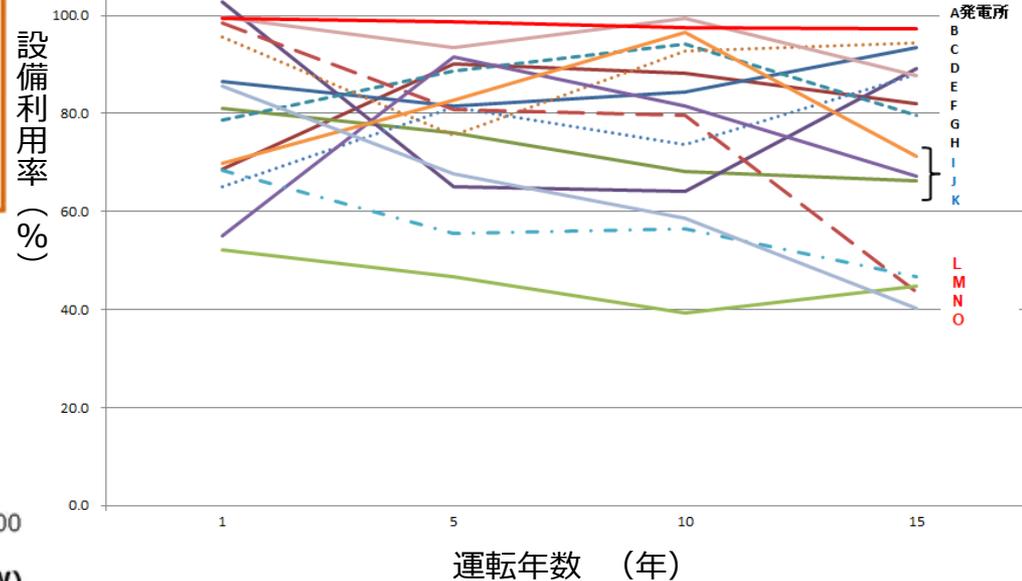
○ 松尾八幡平

導入状況とコスト分析(3) (日本地熱協会調べ)

- 設備利用率については500kW以上の平均値が74.4%で想定値とほぼ同じだが、小規模はばらつきが大きく、中央値は40%程度とみられる。
- 運転開始から15年経過時の15発電所の平均利用率は73%であるが、4発電所を除く11発電所の平均利用率は83%
- I発電所は運開20年後に83%へ、J発電所は運開19年後に87%へと利用率が回復している、また、K発電所は運開53年後の2020年に出力14.5MWeに増負荷リプレイス再開



大規模地熱発電所
 運転開始後15年間の設備(暦日)利用率推移



導入容量（2021年8月 日本地熱協会調べ）

- 本格的な資源調査が不要でリードタイムの短い小・中規模案件が先行しているが、調査・開発途上の大規模案件を加速・新期発掘する必要がある。
- 必要な方策が実現すれば、2030年頃には大・中・小規模合計**1,405MWe**の導入が見込まれる。

区分	2011年時点 導入量		FIT以降の 導入量		調査/ 開発中（推 計）		新規地点 （目標）		合計	
	地点数	出力 MWe	件 数	出力 MWe	件 数	出力 MWe （見込）	件数	出力 MWe （見込）	地点/ 件数	出力 MWe （見込）
大規模 （10MW以上）	17	455	1	46	21	(294)	(20)	(280)	(59)	(1,075)
中規模 （1-10MW）	2	4	6	25	37	(185)	(20)	(100)	(65)	(314)
小規模 （1MW未満）	2	1	70	9	25	(3)	(20)	(3)	(117)	(16)
合計	21	460	77	80	83	(482)	(60)	(383)	(241)	(1,405)

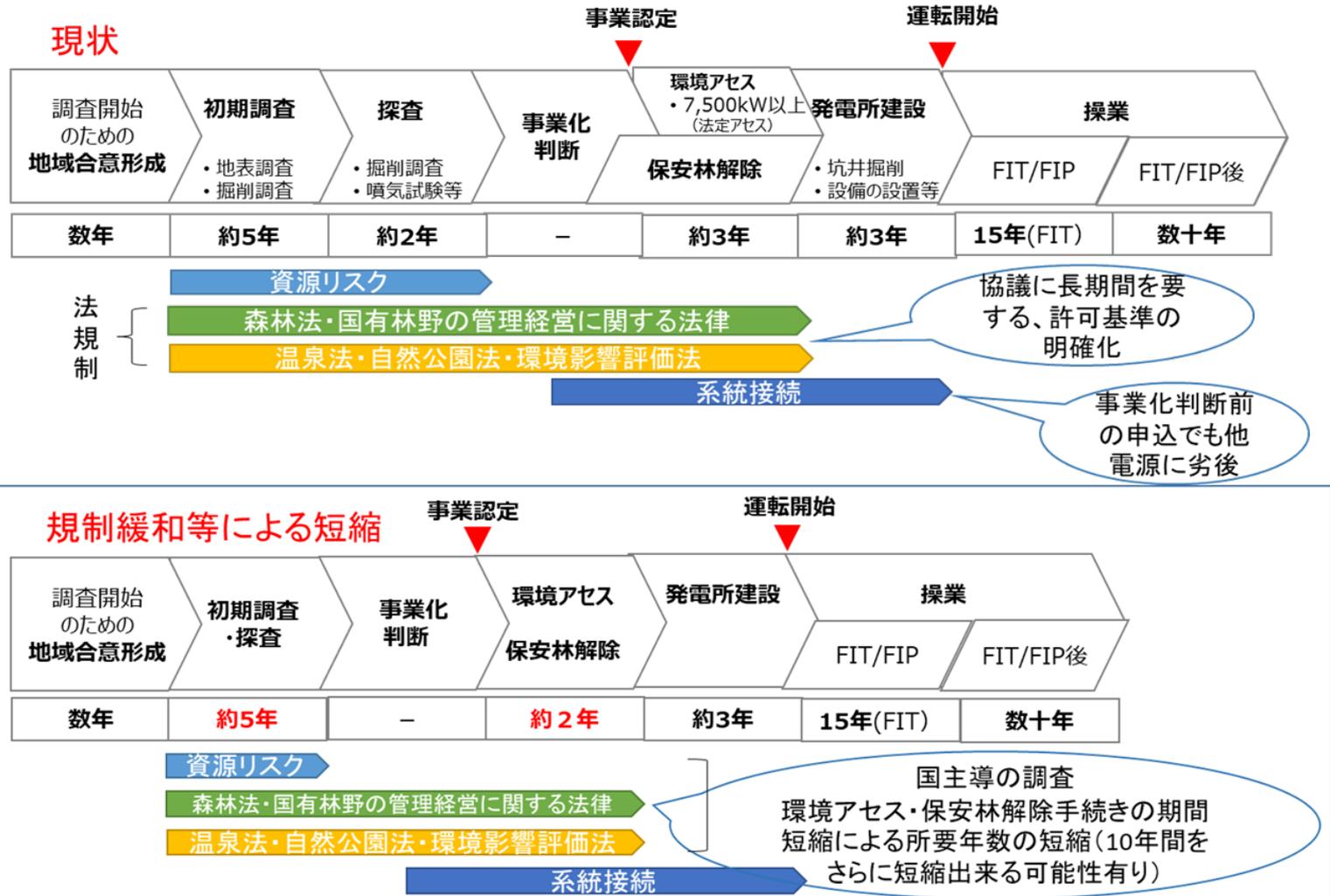
[見通し：推計/目標]の前提

・ 大規模14MWe/地点、中規模5MWe/地点、小規模0.13MWe/地点

出所：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(第30回)(2021年3月22日)一部修正

導入ペースやリードタイムの考え方(日本地熱協会)

- JOGMECの技術開発成果、各種規制緩和による手続き時間の短縮、温対法の改正による手続きのワンストップ化などの国・JOGMECの支援や、規制・制度の見直しを活用し、開発期間の短縮を図る



導入容量を実現可能とする方策、根拠（1）

1. 地下資源探査・開発リスクの低減 ⇒ 有望地点発掘、資源量拡大

- 地熱は常に掘削失敗リスク（資源がない／資源に当たらない）を伴う
- 掘削失敗が重なると、資源はあっても事業化できないケースも
- 現行FITで運転開始まで辿りつけた案件（2,000kW以上）には既往調査（NEDO促進調査等）が当たった井戸を一部譲り受ける等、資源探査リスク低減を享受

⇒ JOGMEC資源調査範囲・探査内容の拡大と加速

- ・ JOGMEC先導的調査や改正温対法による促進区域調査、及び従来のJOGMEC支援を活用した民間事業者調査を並行し、新たな開発対象地域をより多く創出
- ・ 掘削成功確率向上 ※ JOGMECおよびNEDOで開発中の最新技術の適用
- ・ 休止案件の再発掘

2. リードタイム短縮 ⇒ 地域受容推進、国有林野、自然公園などの規制緩和

- ・ 地域の温泉事業者・自然保護関係者の理解促進
- ・ 温泉法下で県毎に定められた許可基準の非科学的な面の是正と情報公開
- ・ 国有林野内および保安林内作業許可取得、保安林解除などの手続き迅速化
- ・ 地熱法による開発権の付与（温泉法などとの調和）
- ・ 改正温対法における「促進区域」での諸手続き等ワンストップ化等の効果
- ・ リードタイム短縮によるコスト削減

導入容量を実現可能とする方策、根拠 (2)

3. 経済性の担保と向上

- ・現行FIT、FIP価格水準を維持し、FIT-FIP制度下での開発予見性を担保
- ・現在のJOGMECの助成金事業において、一定要件下での助成率・助成対象の拡大（例えば、自然公園内での大型案件に係る支援の引き上げによりコスト削減）
- ・「地熱発電の資源量調査事業費助成金交付事業」の制限緩和（坑井本数、期間）

4. 系統制約の解決

- 地熱発電は、調査・開発後期にならないと設備容量を確定できないため系統連系を申請できない ※確定できるのは、掘削・噴気による貯留層評価（シミュレーション等）後
 - 他電源と系統枠を争う制度においては、系統を押さえられない／想定外の系統費用負担を余儀なくされた案件が続出 ※資源があっても事業化できない
- ⇒ただでさえハイリスクの地熱開発への投資マインドを一層低下
- ・地熱ポテンシャルをふまえた「プッシュ型」整備（特に、北海道・東北・九州）
 - ・基準を満たす案件は、設備容量が確定しない初期段階での系統枠の確保（仮押さえ）を認める ※例えば、JOGMEC助成時に認められた目標出力での系統枠確保と開発進捗に応じた変更を可能とするなど。
 - ・電源線の整備や、開発リードタイムと系統手続きのミスマッチで生じるリスクマネーに対する公的負担または公的ファイナンス

競争電源（FIP制度）についての要望

対象案

取扱い

- 1,000kW以上
- FIP制度
- FIP：基準価格
 - 1,000kW以上、15,000kW未満：40円/kWh
 - 15,000kW以上：26円/kWh

FIP移行（2022年4月以降）後も、現行FIT価格を当面維持

制度案

- **現行FIT価格の変更を検討するために十分な実績データが揃っていない**
 - FIT以降、運転開始に至った2,000kW以上の案件は7件のみ（かつこの7件は特殊事情も含み、今後の案件のコスト構造として単純に適用できない点に留意が必要：前述の通り）
- **十分な運開実績がない／未だ多数が開発途上にある現状での価格切下げは、民間の投資マインドを大きく冷やすリスクがある**
 - 地熱開発において、事業認定前に企業が負担する先行投資額は、例えば2,000kW級でも数億円、30,000kW級では数十億円に及ぶ
※JOGMEC助成分を控除した、純粋な企業負担分
 - FIT/FIPは常に価格変更（切下げ）可能性を伴う制度であるものの、リードタイムが長い地熱開発において、業界全体として十分な運開件数に辿り着けていない現状での価格切下げは、民間企業の経営判断において深刻なネガティブ情報となる

地域活用電源についての要望

対象案

- 1,000kW未満

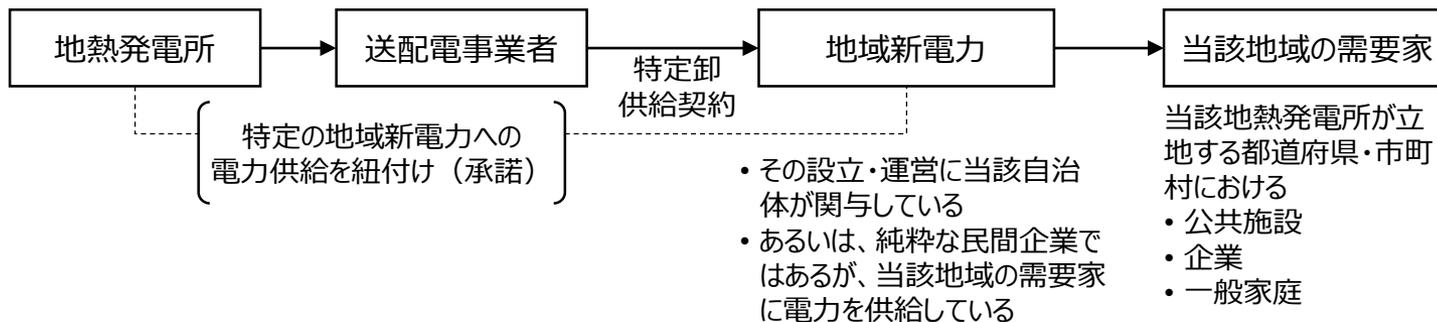
取扱い

- 現行FIT制度の基本的な枠組み

以下のいずれかに該当する事例

- **蒸気・熱水を地域で有効活用している**地熱発電所に付随する施設で電力を自家消費している
 - 近隣で営まれている熱を利用したい事業に熱を供給している（例：温室ハウス栽培、養殖、温泉等）
- **電気を地域新電力に特定卸供給し、当該地域の需要家にて活用されている**

地域活用
要件案



- **改正温対法の促進区域など**地方自治体（都道府県・市町村）が、地域活性化等を目的とする公的な計画において、当該地熱発電所に明確な役割を与えている
 - 例：地域エネルギービジョンにおいて地熱開発促進が謳われ、当該発電所の開発成功が期待されている

(参考) 地域に便益をもたらす事例 (地熱発電)

再生可能エネルギー主力電源化制度改革小委員会 (第1回)
資料4より

- 地熱発電については、
 - **発電事業者が電気の売電を行わず自家消費**している事例
 - **発電後の蒸気・熱水を地域で有効活用**している事例
 など、地域活用を図っている事例が見られる。
- 地熱発電は、水力発電同様、安定した発電が可能なベースロード電源である一方、導入量が少ないため、地域活用を促進することは、**エネルギーの有効利用の観点からも重要**である。

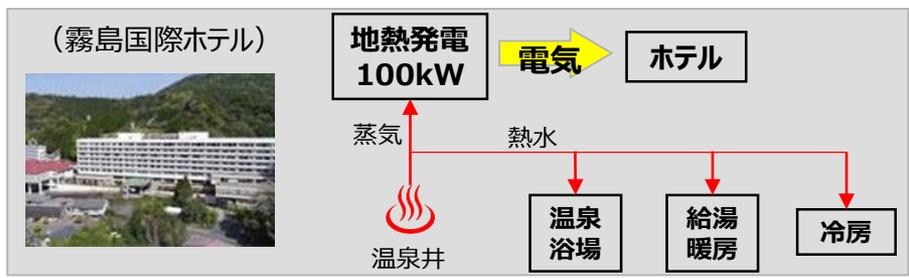
<自家消費の事例①>

- ✓ 杉乃井ホテルの地熱発電所 (大分県別府市：出力1,900kW) により発電された電気は、同ホテル内で**自家消費**され、ピーク時の使用電力の40%超が賄われている。



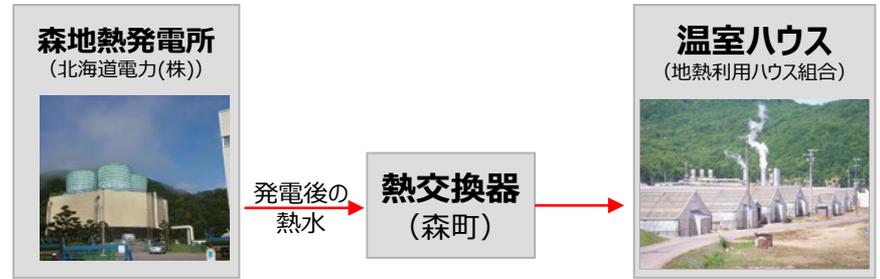
<自家消費の事例②>

- ✓ 霧島国際ホテルの地熱発電 (鹿児島県霧島市：出力100kW) は、温泉の余剰蒸気を活用した発電所であり、発電された電気はホテル内で**自家消費**されている。
- ✓ 温泉の熱水は、浴用だけでなく暖房等へ利用されている。



<蒸気・熱水の有効利用の事例①>

- ✓ 北海道電力(株)の森地熱発電所 (北海道森町：出力25,000kW) では、還元熱水の一部が熱交換され、トマト・キュウリ等を栽培する温室ハウスで活用されている。



<蒸気・熱水の有効利用の事例②>

- ✓ 土湯温泉バイナリー発電所 (福島県福島市：出力440kW) では、発電後の熱水が、エビの養殖に活用されている。

