

主力電源としての地熱発電導入の展望

日本地熱協会

2023年10月27日

ご説明内容

1. 導入量・導入見込み
2. コスト動向
3. 海外の導入量
4. 自立化へ向けた道筋（課題と業界としての戦略）
5. 調達価格への要望

導入量・導入見込み

-FIT 事業計画認定情報（2023年6月末）および日本地熱協会調べ（2023年8月）-

●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・新規発掘する必要がある。

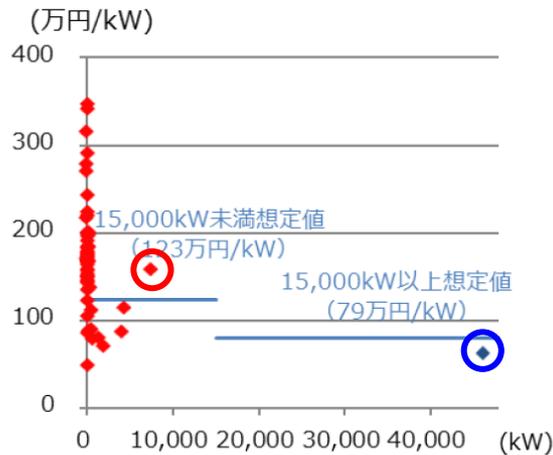
区分	2011年度末 既設発電所 (2023年2月 時点)		2012年度 以降の 導入量		開発・ 建設中		調査中 (推計)		新規地点 (目標)		合計	
	ユニット数	出力 MWe	件数	出力 MWe	件数	出力 MWe	件数	出力 MWe (見込)	件数	出力 MWe (見込)	ユニット数/件数	出力 MWe (見込)
大規模 (10MW以上)	13	414	1 (2)	46	3 (1)	36	18	252	30	420	65 (3)	1,169
中規模 (1-10MW)	3	13	8	29	9 (1)	40	38	152	30	120	88 (1)	354
小規模 (1MW未満)	1	1	70	9	23	5	N. D.	N.D.	30	4	124	20
合計	17 [20]	429 [540]	79 (2)	84	35 (2)	82	56	404	90	544	277 (4)	1,542

- <備考>
- ① []内数値は、2012年3月末時点のユニット数と出力。
 - ② ()内数値はリプレース件数。
 - ③ 「調査中(推計)」および「新規地点(目標)」における発電出力は、1地点あたり下記出力で試算。
大規模14MWe、中規模4MWe、小規模0.13MWe

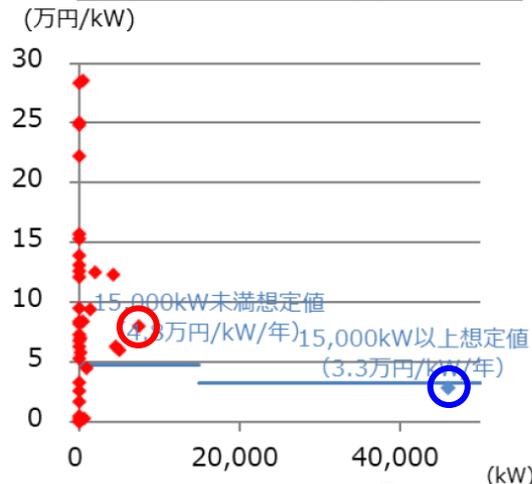
コスト動向 : 導入状況とコスト分析(1)

- 下図によると、1,000kW未満の**小規模発電の資本費**は154万円/kWと194万円/kW。温泉発電は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。
- **中規模(1,000-7,500kW)の資本費**平均値が102万円/kWとFIT想定値(123万円/kW)を下回るが、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が含まれる**。掘削が伴う**松尾八幡平 (7,499kW)**は想定値を上回った。**小・中規模では掘削費がコストに大きな影響を及ぼすことがうかがえる**。大規模の1件(山葵沢46,199kW)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FIP/FIT価格の妥当性を示している。
- **運転維持費は中規模が平均9.1万円/kW、小規模が9.1万円/kWと11.9万円/kWと想定値(4.8万円/kW)を上回った**。大規模は2.8万円/kWと想定値(3.3万円/kW)を下回った。

＜出力と資本費の関係＞



＜出力と運転維持費の関係＞



地熱発電の規模別のコスト動向

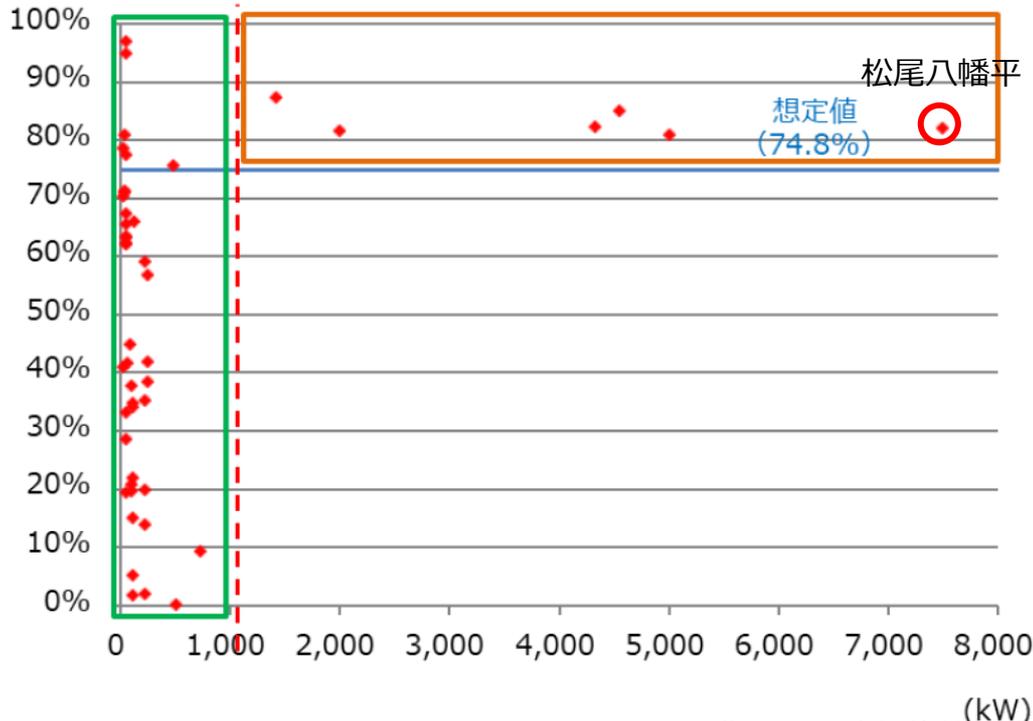
	-100kW	100-1,000kW	1,000-7,500kW	7,500-15,000kW	15,000kW-
認定件数	48件	49件	16件	3件	1件
導入件数(新設)	39件	33件	6件	0件	1件
資本費平均値(万円/kW)	194	154	102	—	61
運転維持費平均値(万円/kW/年)	9.1	11.9	9.1	—	2.8

コスト動向 : 導入状況とコスト分析(2)

- 設備利用率は15,000kW未満では平均値50.7%で想定値74.8%を大きく下回った。
- **1,000kW以上15,000kW未満に限ると平均値83.8%で想定値74.8%を上回った。**
- **15,000kW以上の1件は79.6%で、想定値73.9%を上回った。**
- 1,000kW未満は、既存の坑井を活用した温泉発電が中心と思われ、**坑井および設備維持管理の体制、経験・ノウハウ**に利用率は左右されているものと推定される。今後知見の蓄積、共有が必要である。

(設備利用率)

<規模×設備利用率>



小規模発電停止の原因分析 (対象: 5発電所)

- ・主要原因 : 設備 (主に発電機) 不調
 - ・発電停止時間の63%
 - ・発生件数は全体の25%
- ・1件あたりのトラブル復旧所要時間が長い (73.5時間/件)

⇒ **利用率向上には設備不調への対策が効果的
知見の共有化が必要**

<出典> : 塩崎功・松原洋・荒金聡・高市和義・船戸遥子 (2021) 小規模バイナリー地熱発電のIoT-AI適用可研究(1): 発電停止分析と異常予兆検知, 日本地熱学会令和3年度学術講演会講演要旨集, B30.

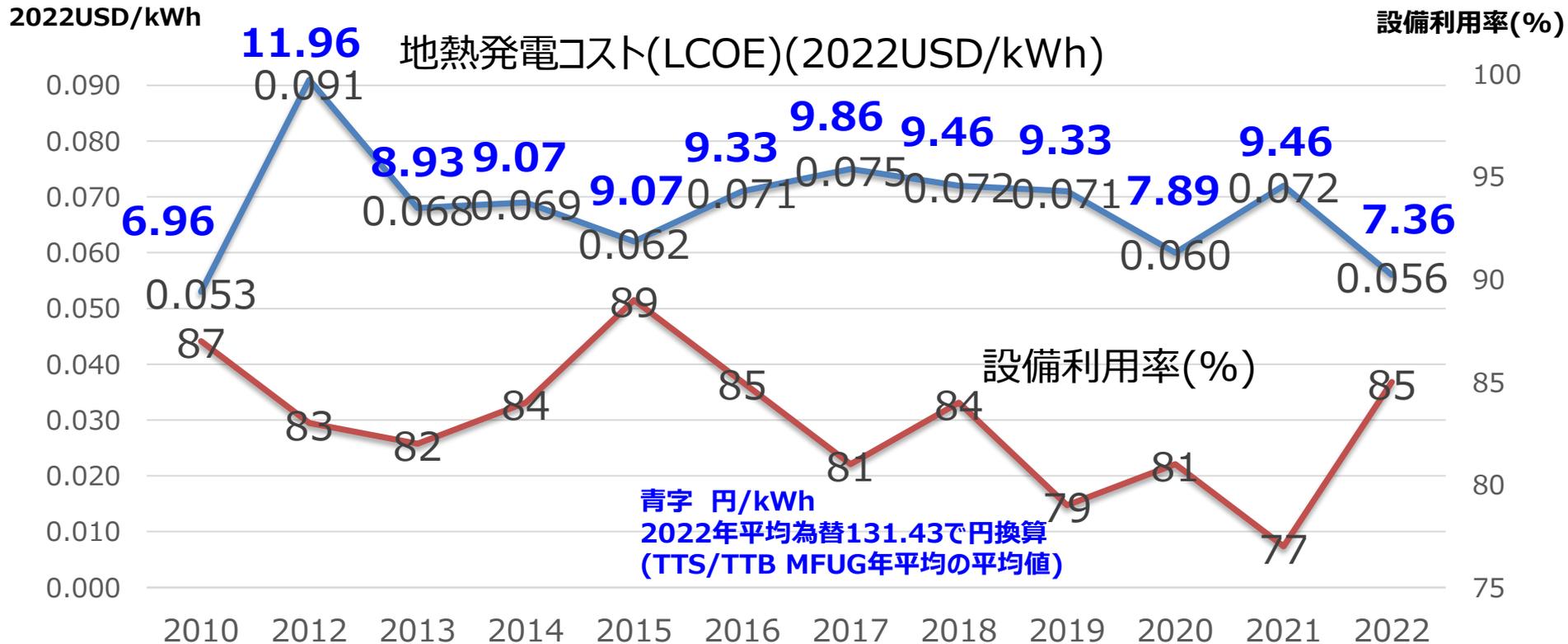
※2021年6月-2022年5月までのデータを対象。

<出典> : 調達価格等算定委員会(2023年2月8日)

世界の地熱発電コスト(LCOE)

世界の地熱発電コスト(LCOE)：LCOEと設備利用率の間には負の相関の傾向。LCOEは2013年からほぼ横ばい。2020年以降の社会情勢の大きな変化下でも大きな変動は見られない。

⇒ 国による先行調査、ODA資金の活用が寄与していると考えられる（トルコ、ケニア）



青字 円/kWh
2022年平均為替131.43で円換算
(TTS/TTB MFUG年平均の平均値)

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + M_t + F_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}}$$

LCOE(The average lifetime levelized cost of electricity generation)

I_t , M_t , F_t : t年における投資額、操業費、燃料代

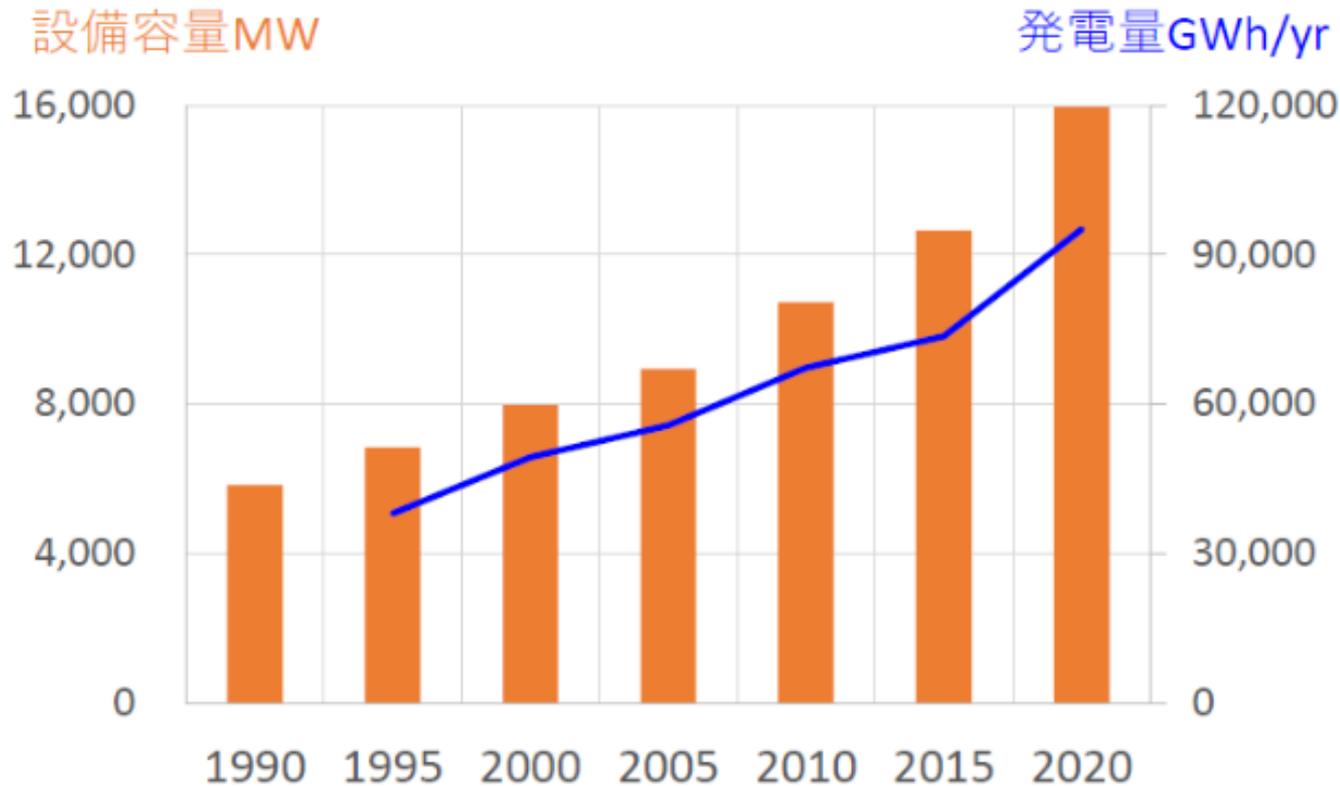
E_t : t年における発電量

r: 割引率(OECD・中国 7.5%~5%、その他10%~7.5%)

n: 運転期間 地熱の場合25年

<出典> : IRENA Renewable Power Generation Costs in 2022

海外の導入量 : 世界の地熱発電設備容量推移



- 2000～2020年までの20年間で設備容量が約2倍に
- 2015～2020年の世界の地熱発電設備容量は、過去20年の増加率を大きく上回る勢いで増加中
- 特にトルコ、ケニア、インドネシアで伸長

自立化へ向けた道筋：地熱発電の特長

- 燃料が不要である（日本のエネルギー自給率向上のため、安全保障に貢献）
- クリーンエネルギーであり、温室効果ガス排出抑制効果が高い
- 豊富に賦存する純国産エネルギー（2,347万kW、世界第3位）の有効利用ができる

再エネが本来持つ上記に加え、以下の特長を有する

- ✓ 昼夜・天候に左右されず年間を通じて安定した電気供給が可能である
 - 出力変動に応じたバックアップ電源が不要、インバランスコスト負担が小さい
 - ✓ 長寿命で高い設備利用率（長期視点で経済的）
 - 50～100年の長期間操業を前提としたエネルギー、国内実績では約50年後に設備更新
 - ✓ 世界最高水準の地熱発電設備技術を有しており、地熱発電の普及は国内産業の活性化と国際競争力の強化に繋がる
 - 海外依存度が低く、地熱発電は調査、開発、操業まで一貫して国産化可能
つまり資金が海外に流出せず、信頼できる海外輸出技術を保有
 - ✓ 地熱資源を有する立地地域の振興に貢献ができ、発電後の熱水利用（ハウス栽培や養殖事業）等、エネルギーの多段階利用が可能である
 - ✓ 地震や台風などの自然災害に強い、レジリエンスな電源
- ⇒ 国内での発電占有率は小さくても、開発余地もあり維持すべきエネルギー資源

自立化へ向けた道筋：地熱発電の特徴

他の再エネとは違う特徴を有する

- **地熱発電設備は**地下の資源による温度・圧力、流量条件に合致した**オーダメイド製品**であり、太陽光や風力のように製品の**大量生産・流通でコスト低減が図り難い**。
- 従って、新規導入プロジェクトの**初期資本費コストを年々低減させる事は困難**で、地下資源の特質として開発し易いものから開発が進むため、開発地点数が限定されれば**コストが上昇する特質を持つ**。対策として、2020年度よりJOGMECによる先導的資源量調査が開始され、2021年度からは規制緩和に伴い自然公園内での新たな有望地点が創出されつつあり、コスト低減に寄与することが期待される。
- 地熱発電は、適切な維持管理を行えば**操業コストは低い**。地熱発電は、開発の初期は**相当額の資本コスト**がかかるため、その**償却に見合った価格を担保するFIT、補助制度等**が必要。大半の初期資本コストの償却が終わる15年目を過ぎると、その後は適切な維持管理を行えば、総合コスト(残存資本コスト+追加資本コスト+操業コスト)が格段に安くなり、**長期にわたり安価な電気を国民負担無しに供給しつづけることができる**。

自立化へ向けた道筋：環境整備(1)

1. 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：自然公園、国有林野内の環境保全対策への支援
- ◆ 「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

2. 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

- ◆ NEDO,JOGMECによる探査技術開発
- ◆ JOGMEC先導的資源量調査と従来のJOGMEC支援を活用した民間事業者調査の並行による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
- ◆ 既設発電所周辺や休止案件の再発掘
 - ※ 例：八丁原や葛根田の2号機建設

自立化へ向けた道筋：環境整備(2)

3. 系統制約の解決

- ◆ 地熱ポテンシャルを踏まえた「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：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

4. ワンストップ化によるリードタイム短縮

⇒**地域受容推進、温泉法、自然公園、国有林等の規制緩和**

- ◆ 地域の温泉事業者・自然保護関係者の理解促進
- ◆ 温泉法下で都道府県ごとに定められた非科学的な許可基準の是正とその情報公開
- ◆ 国有林野内および保安林内作業許可取得、保安林解除等の手続き迅速化
- ◆ 改正温対法における「促進地域」での諸手続き等ワンストップ化等の効果
- ◆ 未制定である地熱根拠法による開発権利の付与（温泉法などとの調和）

自立化へ向けた道筋：業界としての努力

信頼される電源として、より早く・安く・安全に：

- タービン排気の軸流化による設備小型化・コスト削減
- 属人知の組織知化 ⇒ ・地熱協会研修に於けるノウハウ共有
・失敗事例の共有化によるトラブルコスト低減
・商流変更によるコスト削減
- JOGMECおよびNEDOと共同歩調で掘削、探査技術開発と適用
- 人材採用・育成による技術の内製化
- 余剰資機材棚卸リストによる業界内資機材融通
- 掘削管理技術力獲得による、一括請負から日割り発注への転換
等コスト削減に繋がる方策を実行中

自立化へ向けた道筋：15,000kW未満に張り付く現状

- 現行制度では、**経済性の観点**から最適点を選択する傾向は否めない。
- 地下資源規模に応じた開発を念頭に、地熱業界ではヒアリングで**フォーミュラー方式**(開発規模とそれに対応する価格を一定の関数式で定める方法)を提案した経緯。
- 地下資源の不確定要素を孕む地熱発電では、評価した資源規模を下回る設備容量でスタートし、持続可能な発電量を見極めた上で増設する**段階的開発**を志向することはある。
(事例：インドネシアで一般的、国内でも八丁原・葛根田 増設、上の岱・滝上 出力増)
- また、FIT制度以前の平均的な出力規模である15,000kW～30,000kWの電源については現行のFIT期間15年間に延長する等の新たなインセンティブを与える案も考えられる。

調達価格への要望

対象

- 1,000kW以上

取扱い

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

現行のFIP価格を維持して頂きたい

- **現行FIP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1,000kW以上の新規案件は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
 - 近年の「働き方改革」による人材不足による人件費増、諸物価の高騰による、掘削コストの大幅上昇

制度案

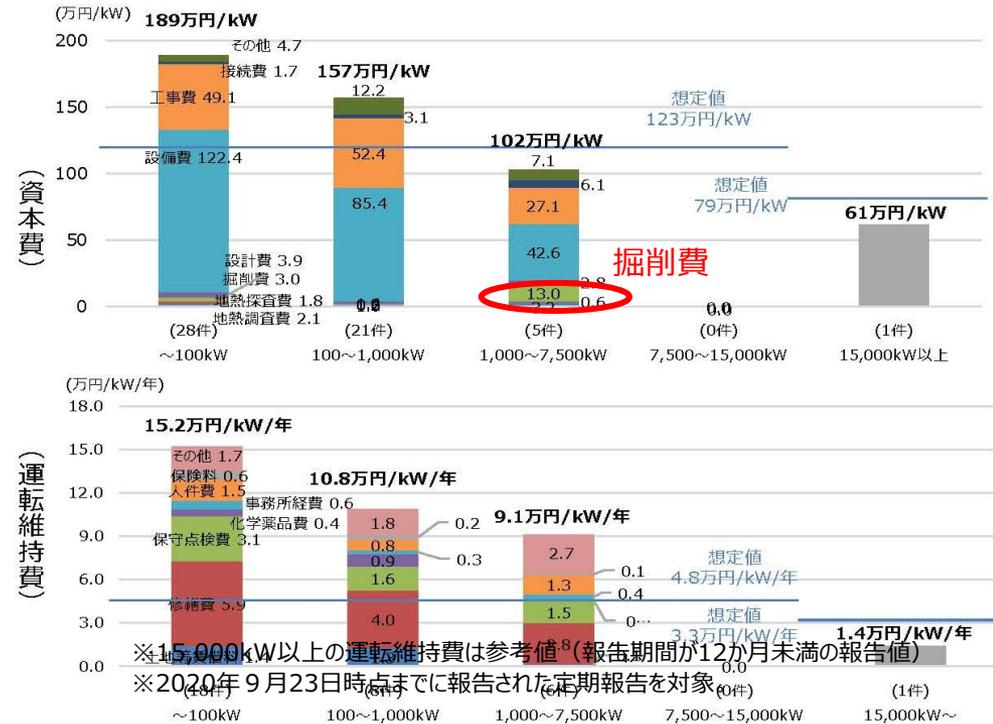
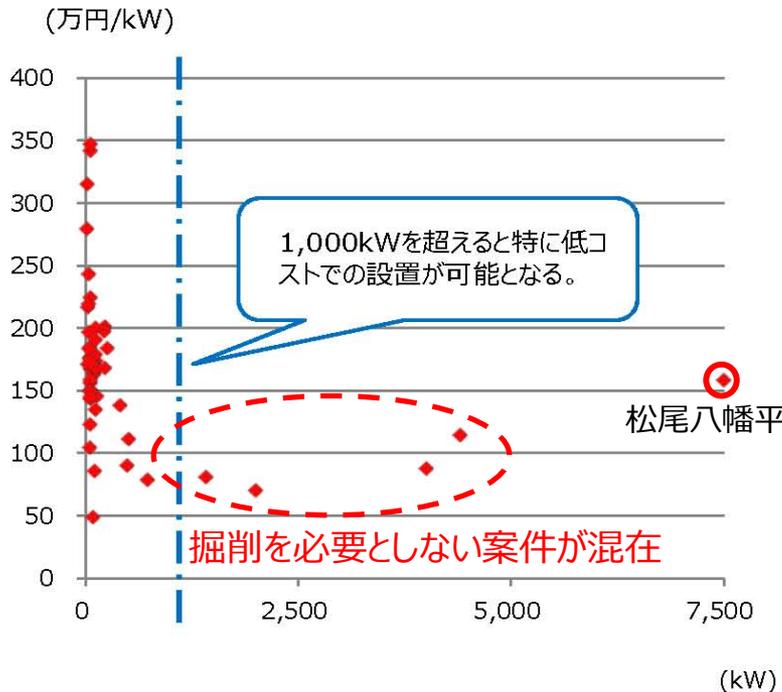
以上

次頁以降は参考資料

<参考> コスト動向 : 導入状況とコスト分析・掘削費割合

- 下図によると、資本費では中規模(1,000-7,500kW)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。新たな掘削を必要とする開発では、掘削費の占める割合は更に高くなると想定される。
- 掘削費の低減と成功率向上には、事前の資源調査と他所事例の蓄積が必要と思われる。

<出力と資本費の関係>



<参考>

1,000kW未満の地熱発電の設備利用率

1,000kW未満の小規模地熱発電所の設備利用率は、**ばらつきが大きく、その平均値が比較的低い**。塩崎ほか(2021)は、5つの小規模地熱発電所（いずれもバイナリー発電方式）における**発電停止の原因**を、①不調（故障，異常，トラブル，修理，交換等），②検査（検査・点検，メンテナンス，法定点検等），③工事（取付・取替，修繕・修理，定期工事等），④停電（瞬停・停電），⑤清掃（清掃・洗浄），⑥その他（誤差，断水，地震等），および⑦原因不明（発電停止原因不明）の**7種類**に分類して分析している。

その結果、**①の設備（主に発電機）不調**が、発電停止時間の**63%**を占め、1件あたりの復旧に要する時間が他の原因に比べて非常に長いことが判明した。そのため、**設備利用率を向上**させるためには**①設備不調に起因する対策を行うことが最も効率的**であり、自ら計画し管理することができる、**②検査**，**③工事**および**⑤清掃**の頻度や時間を増やし、それに勝る設備不調による発電停止時間を抑えられる可能性があれば、積極的にこれらの**予防保全**を検討すべきであることを指摘している。

<出典> 塩崎功・松原洋・荒金聡・高市和義・船戸遥子（2021）小規模バイナリー地熱発電のIoT-AI適用可研究(1)：発電停止分析と異常予兆検知，日本地熱学会令和3年度学術講演会講演要旨集，B30.

<参考> 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

発電所	設備容量 (kW)	運転開始	運転期間
松川	23,500	1966年10月	約57年
大岳*	14,500	1967年8月	約56年
大沼	10,000	1974年6月	約49年
鬼首**	14,900	1975年3月	約48年
八丁原1号	55,000	1977年6月	約47年



松川23,500kW 1966年運開

松川はリプレース工事中。
2026年運開予定 (14,900 kW)。



大岳14,500kW 1967年運開
2020年リプレース再開

<備考>

- ①大岳*は2018年4月～設備更新工事、2020年9月～再開。
- ②葛根田地熱発電所1号機 (50,000kW : 1975年5月運転開始) は昨年10月をもって廃止、2号機 (1996年3月運転開始) は継続運転中。
- ③鬼首**は2019年4月～更新工事、2023年4月～再開。

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

国内では、50年超の発電所はリプレースに入っており次の50年に向けて進んでいる

<参考> 地域に便益をもたらす事例 (地熱発電)

- 地熱発電の地域活用の事例を下に記す。
 - **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
 - **観光資源**としての事例
 - **発電後の蒸気・熱水を地域で有効活用**している事例
- 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>

- ✓ 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。



<観光資源の事例>

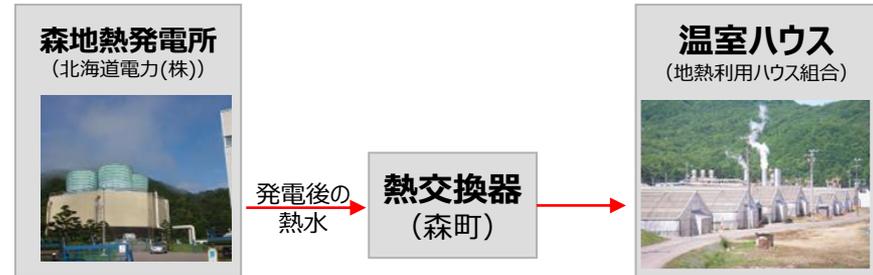
- ✓ 九州電力(株)八丁原発電所(大分県九重町)を訪れた見学者が地元にもたらした波及効果は2012年度で約5億円だったという試算を別府大学国際経営学部の阿部博光教授(環境エネルギー政策)がまとめた。再生可能エネルギーへの関心が高まる中、地熱発電が注目を集めるだけでなく、観光資源としての役割も果たしているようだ(＜出典＞大分合同新聞、2014年1月4日)。



<出典> JOGMECホームページ、
https://geothermal.jogmec.go.jp/information/plant_japan/010.html

<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、還元熱水の一部が清水と熱交換され、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。



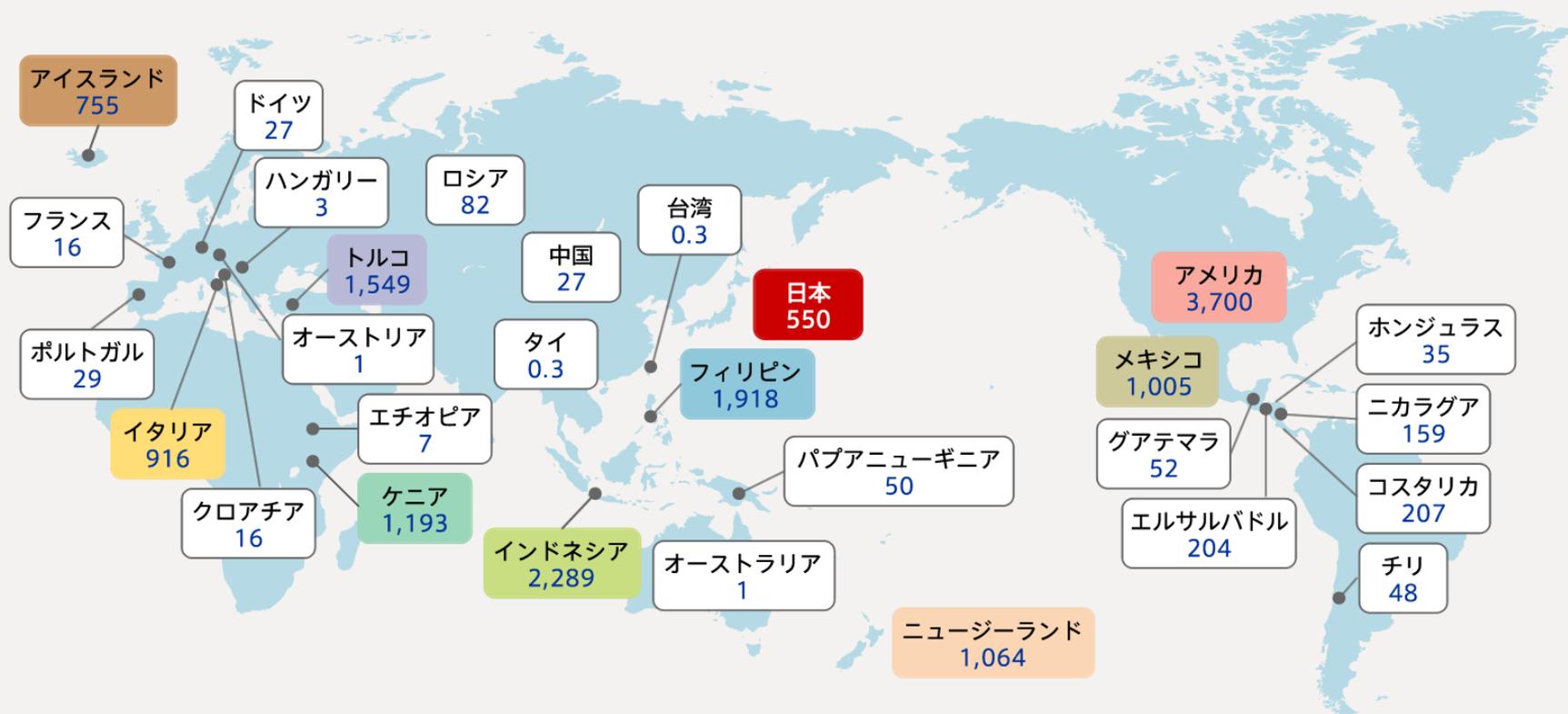
<蒸気・熱水の有効利用の事例②>

- ✓ 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。

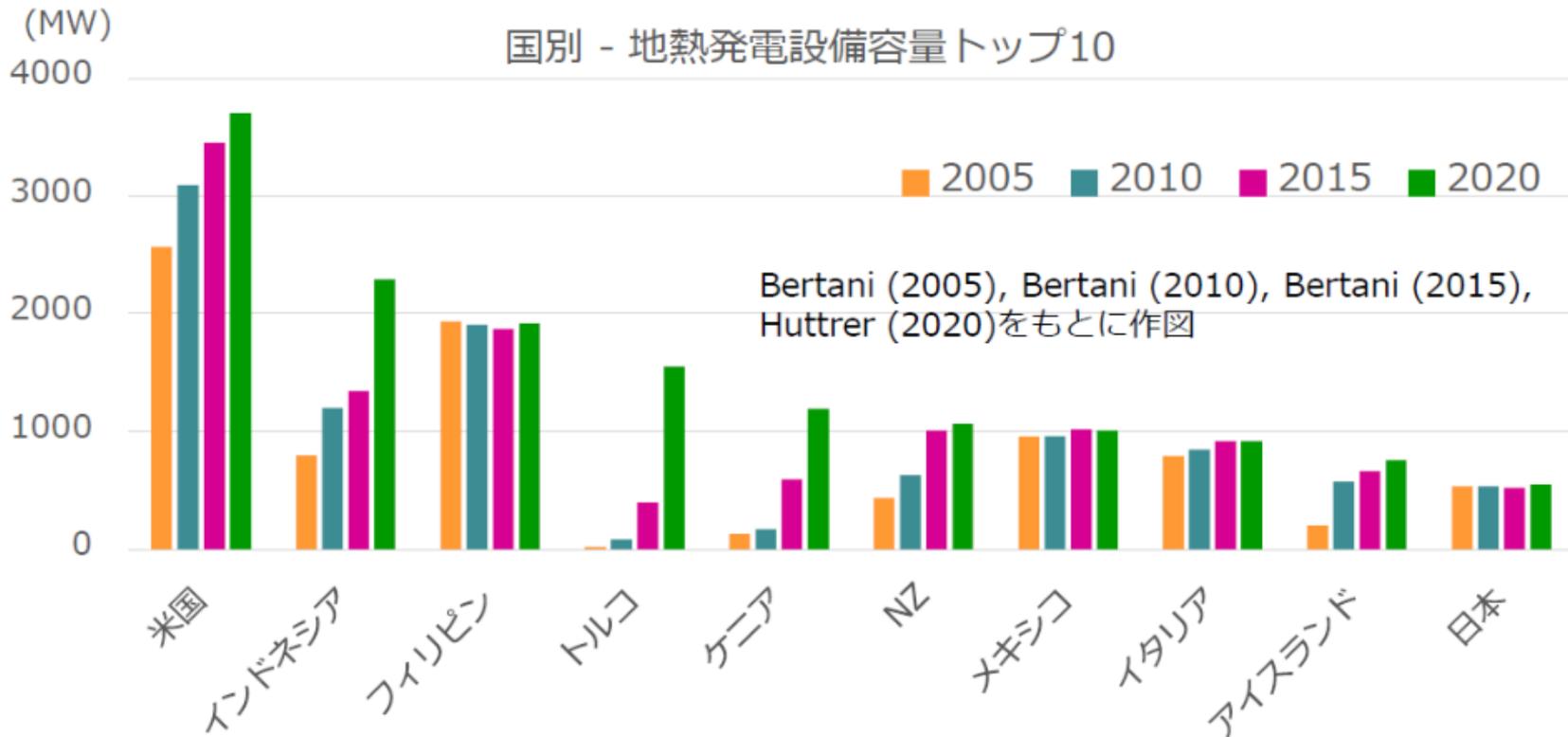


<参考> 海外の導入量

各国の地熱発電設備容量 (単位：MW)



出典：Huttrer(2021), 「Geothermal Power Generation in the World. 2015-2020 Update Report」 をもとに作成

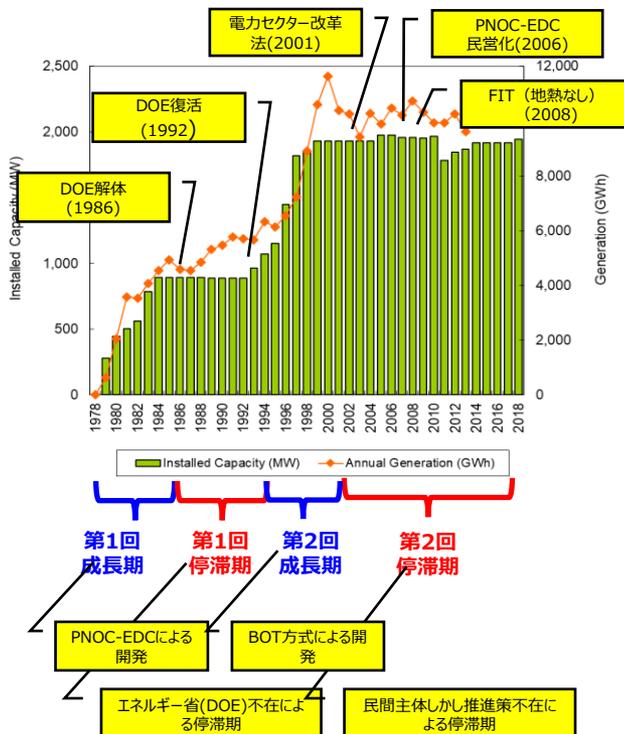


- 近年の伸びが著しいのはトルコ。続いてケニア、インドネシア。
- 他の国も多くは容量が増加中。フィリピン、メキシコ、日本は停滞。

フィリピンの停滞理由：地熱発電会社が国営から民営に変わったため

【成功要因-1】 政府の地熱開発に対する政策の重要性 ～地熱ほど政策に左右されるエネルギーはない（フィリピンの事例）～

【フィリピンの地熱発電の推移】



フィリピンの地熱開発の推移は、推進政策の重要性を雄弁に物語る。

フィリピンの地熱開発には、各2回の**成長期**と**停滞期**が存在する。それぞれの理由は次の通り。

第1回成長期 (1978-1984年)

政府は国営機関(PNOC-EDC)を設立し、各国から**政府開発援助 (ODA)**を受入、**技術吸収**に務めた。この結果、民間事業者と比較して**安価な開発が可能**になり、急成長した。

第1回停滞期 (1986-1991年)

アキノ大統領がマルコス大統領を追放し、**エネルギー省を解体**した。この結果、**エネルギー政策が不在**となり、地熱を含むすべての電源開発が著しく停滞し、大電力危機が発生した。

第2回成長期 (1992-2000年)

電力危機に対処するためラモス大統領が**エネルギー省を復活**し、また、BOT手法により民間資金を発電分野に導入した。地熱も蒸気開発はPNOC-EDCが担当し、**発電所建設はBOTで民間に委ねる方式を考案し、再び急成長**。短期間で世界第2位の地熱国に成長した。

第2回停滞期 (2001年-現在)

アロヨ大統領が2001年に電力セクター改革を実施し、**PNOC-EDCを民営化**し、地熱開発を**すべて民間に委ねた**。しかし、**FIT価格を設定せず、推進策は講じなかった**。民間企業は、リスクがあり、初期投資の大きい地熱を敬遠し、風力、太陽光の開発を指向している。

(出典) 筆者の見解

<出典> : 西日本技術開発株式会社 金子 正彦氏 作成資料(2021)

【成功要因-2】 買取価格政策の重要性 ～ 民間企業は買取価格に恐ろしく敏感（インドネシアの事例）～

インドネシアでは**1990年代初めは米国系企業による地熱開発が活発**だった。当時、**地熱の買取価格は7-10 US¢/kWh**と魅力的だったため。

しかし、**1997年のアジア通貨危機**を契機に政府は**買取価格を4-5 US¢/kWhに引き下げた**。

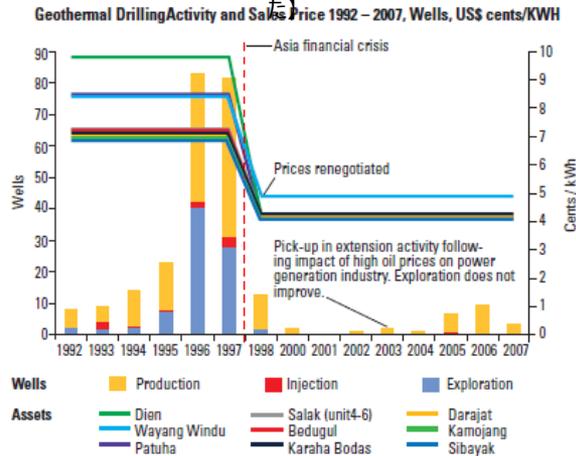
これにより**地熱開発は急停止**した。

このため、弊社では「インドネシア国地熱マスタープラン調査(2007年)」や各種JICA支援調査を通じ、エネルギー・鉱物資源省に対し、**地熱の買取価格の引き上げを強く提言**してきた。

その結果、朝令暮改の感はあるが、**買取価格は徐々に引き上げられてきた**。この結果、地熱開発は進展し、**2018年には世界第2位の地熱国**になるまでに至った。

しかし、**2017年、政府はこの価格を10年前のレベルにまで引き下げた**。このため、**現在は業界に混乱**が広がっている。

【インドネシアではアジア通貨危機で地熱買取価格を下げたと同時に地熱井掘削本数は激減し、地熱開発は急停止した】



(出典) Schlumberger Business Consulting

【インドネシアの地熱買取価格の推移】

エネ鉱省令	地熱買取価格
2008年 No.14	BPP×85% BPP：系統発電原価
2009年 No.05	PLN（国営電力会社）による自主評価価格
2009年 No.31	656 Rp/kWh × F F：地域係数
2009年 No.32	入札ベンチマーク価格 9.7 US¢/kWh
2011年 No.02	入札上限価格 9.7 US¢/kWh
2012年 No.22	FIT価格 10.0-18.5 US¢/kWh
2014年 No.17	入札上限価格 11.8-25.4 US¢/kWh
2017年 No.50	PPA価格： BPP (7.39-17.52 US¢/kWh)

(説明) 朝令暮改の感はあるが、買取価格は徐々に引き上げられてきた。しかし、2017年No.50省令はこの価格を10年前のレベルにまで引き下げた。このため、現在は業界に混乱が広がっている。

(出典) 筆者

<出典>：西日本技術開発株式会社 金子 正彦氏 作成資料(2021)

【成功要因-2】 買取価格政策の重要性 ～ 民間企業は買取価格に恐ろしく敏感（米国、ドイツの事例）～

米国では種々の地熱推進政策が行われてきたが、特に大きな効果があったのは、

**1978年の“PURPA法（公益事業規制政策法）”と
2005年の“PTC（生産税控除）の拡大”**である。

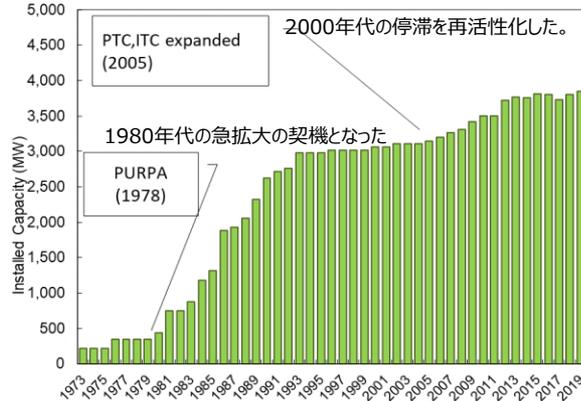
- PURPA法（Public Utility Regulatory Policies Act 1978）地熱を含む再生エネを火力発電の回避価格（節約燃料費）で購入を義務づけた法。当時、石油価格が高かったため、再生エネ、特に地熱開発に非常に大きな効果があった。
- PTC: Production Tax Credit 地熱を含む再生エネ発電者は2.4¢/kWhの税額控除を10年間受けられる制度。

ドイツでは2000年から地熱に対してもFIT制度が適用された。ドイツの地熱FITは25€¢/kWhと非常に魅力的である。これにより**火山国ではないドイツにおいても地熱発電が進んだ。**

【ドイツの地熱発電の推移】

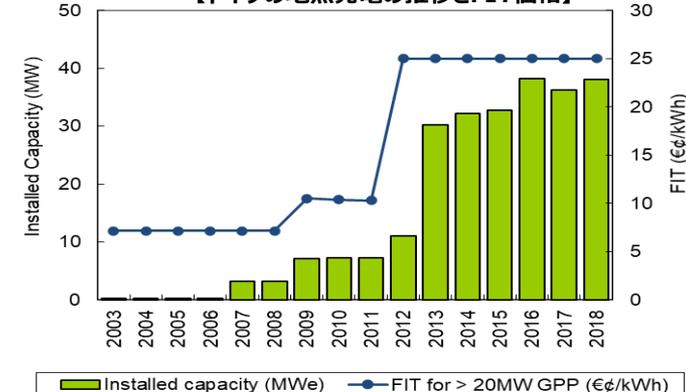
年	2007年	2013年	2018年
発電所数	2	7	10
設備量 (MW)	3.2	30.3	43.1
発電電力量 (GWh)	0.4	54.3	165.6

【米国の地熱発電の推移】



(出典) 米国EIA統計2019から筆者作成

【ドイツの地熱発電の推移とFIT価格】



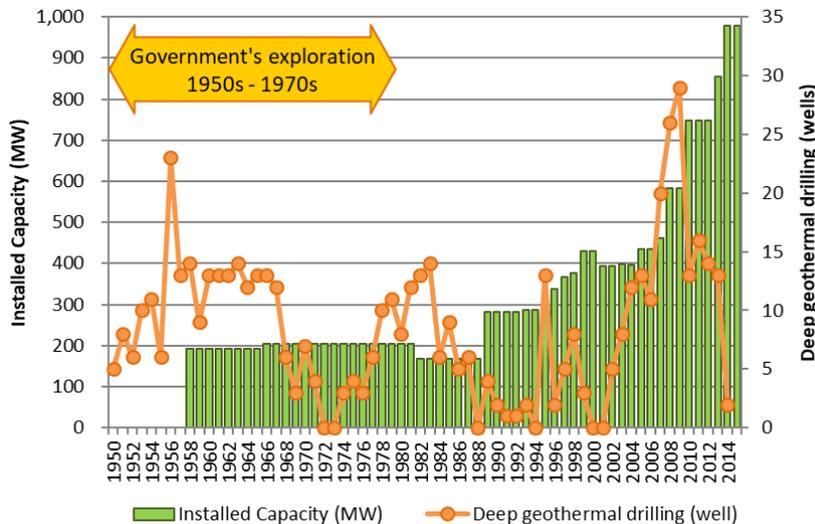
(出典) 独Geotis統計などから筆者作成

<出典> : 西日本技術開発株式会社 金子 正彦氏 作成資料(2021)

【成功要因-3】 政府による初期調査の重要性 ～ 政府による初期の掘削調査は大きな効果（NZの事例）～

ニュージーランドでは現在、地熱の支援政策が無くとも開発が進んでいるとの指摘があるが、実はその基礎には1950-1970年代の政府による掘削調査がある。

【NZの掘削本数と地熱開発の推移】



- ニュージーランドでは1950-70年代に政府のGNS Science（ニュージーランド地質・核科学研究所）やその前身であるDSIR（Department of Scientific and Industrial Research）によって行われた調査井掘削を含む地熱調査が大きな役割を果たした(*1)。
- 掘削された調査井は約100本。井戸は政府（財務省）が管理し、地熱推進のため、国営企業(MRP社)に譲渡。政府調査のデータは政府、大学が保管し、公開(*2)。
- 同国内の高エンタルピー地熱資源のほとんどはこの時期の政府調査により発見されたという。また、現在の地熱資源管理はこの調査結果を基本に行われている(*1)。
- この政府調査の結果、民間企業は低いリスクでgreen-fieldの開発に乗り出せ、掘削成功率も約85%と国際的にも高い成功率を誇り、低リスク、低コストの開発に役立っていると評価されている(*3)。

(出典)

(*1) ニュージーランド地熱協会 ウェブサイトによる

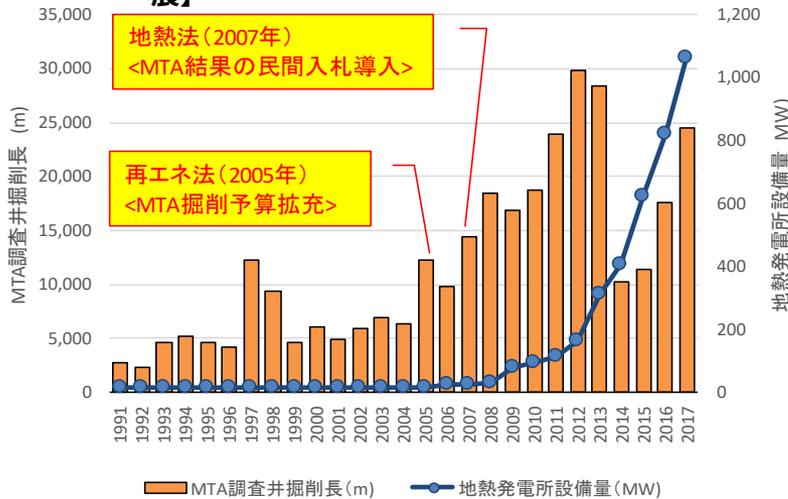
(*2) Colin Harvey, "A Country Update of New Zealand Geothermal: leading the World in Generation Growth since 2005"

(*3) Chris Bromley, GNS Science, "NEW ZEALAND GEOTHERMAL PROGRESS: CELEBRATING SUCCESS THROUGH THE TEST OF TIME," Proceedings 36th New Zealand Geothermal Workshop, 24 - 26 November 2014, Auckland, New Zealand

<出典> : 西日本技術開発株式会社 金子 正彦氏 作成資料(2021)

【成功要因-3】 政府による初期調査の重要性 ～ トルコの大躍進を支えるのは政府初期調査（トルコの事例）～

【MTAによる調査井掘削と地熱開発の進展】



【補足：入札資金の扱い】

MTAの調査した地点を民間に引き渡す際には、入札が実施される。ここで落札者が提示した入札価格は、MTAが調査に要した経費を先取りし、なお残額がある場合はMTAと地元州（地熱管理者）とが折半で収入とする仕組み。

1. MTA（鉱物資源調査・探査総局；いわゆる地質調査所）

MTAは、国内の地質・鉱物資源の調査・探査を目的として1935年に設立。地熱は1962年から開始。これまでに全国で239地熱地域を発見(2018年時点)。

2. MTAが掘削した調査井と発見資源量（左図）

2018年10月現在、**629本**、**総延長は400km**。これらの結果から推定される地熱資源量は5,000 MWt。16地域は発電利用が可能と推定。

3. MTAの活動状況

2005年以降は**毎年15 million US\$程度の予算により掘削**実施。2014-2015年は緊縮予算で掘削延長は減少したが、2016年から復活。MTAは近年、3台のリグを調達。1台は3,000m掘削能力を有し、残る2台は2000m級の掘削能力。

4. 入札による民間への調査結果の移転

MTAは2008年以降、地熱法に基づき**有望地熱地域の民間への入札**を開始。これまで**91地域（うち16地域は発電利用可能）で民間への入札**実施。入札価格は545百万米ドルに上っている（2015年現在）。

2013年時点で発電が行われた**13地域のうち、12地域はMTAにより地熱調査が行われた地域**であり、純粋に民間企業が初期調査からはじめて発電まで至った地域はGumuskoyの1地域にすぎない。

（出典）MTAポスター発表（WGC2015）、MTAプレゼン資料（2018年）

<出典>：西日本技術開発株式会社 金子 正彦氏 作成資料(2021)

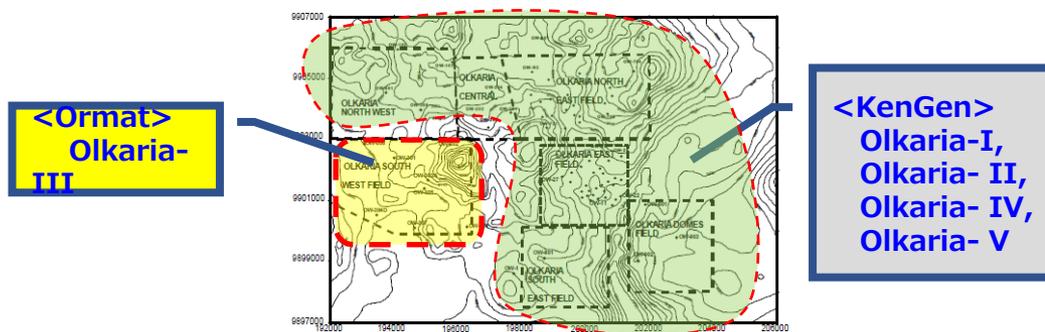
【成功要因-4】 国営企業による地熱開発の重要性 ～ 途上国なら国営企業による開発が最も効果的（ケニアの事例）～

国営企業は民間企業より非効率か？

地熱開発においては民間企業の動きはかなり慎重。

→ 途上国ではケニアモデル（国営企業中心による地熱開発）が絶対に効果的。

Kenya Olkaria 地熱フィールド



<国営企業中心による地熱開発の利点>

1. ODA資金が活用できる
2. 経験、知識、技術が国内に蓄積する
3. 安価なコストの資金を活用し、発電コストを低減できる

Ormat (OrPower4) : 110 MW 開発権取得

同社は110MW開発に16年要す (1998-2014).

KenGen : 国営のKenGenはODA資金を活用して同期間に 468 MW を開発
(1998-2014) <民間企業の4倍以上を開発!!>

(出典) 筆者

<出典> : 西日本技術開発株式会社 金子 正彦氏 作成資料(2021)