

地熱発電の自立化にむけて

日本地熱協会
2024年10月29日

1. 国内地熱発電所の資本費ならびに運転維持費、LCOE

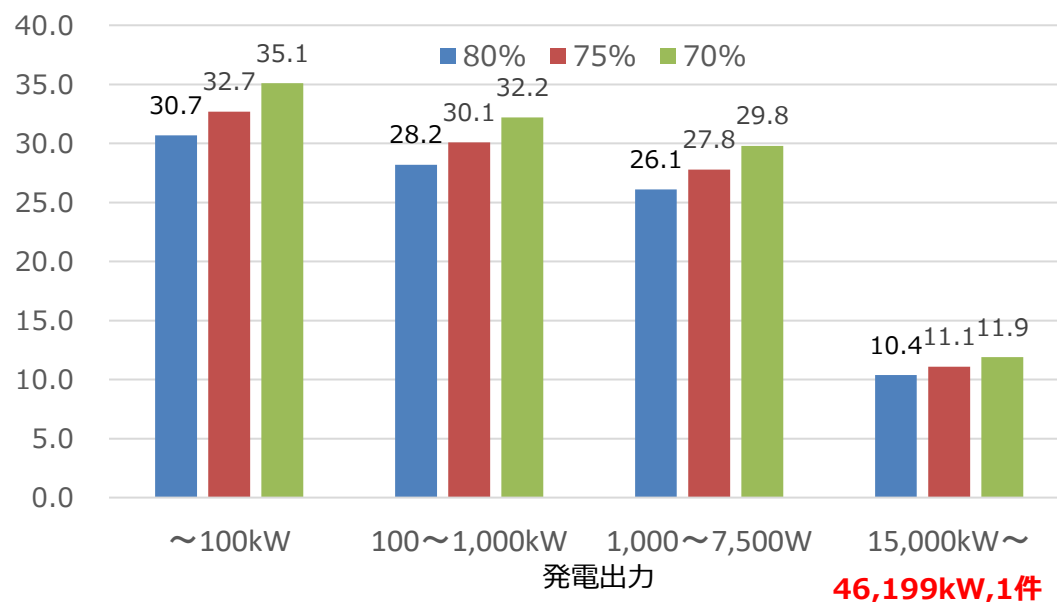
- 2024年2月7日付「令和6年度以降の調達価格等に関する意見」P.51【参考49 地熱発電の規模別のコスト動向】記載の発電規模毎の資本費、運転維持費を用い、発電出力をそれぞれ、100kW、1,000kW、7,500kW、15,000kWとして、FIT/FIP期間である15年間稼働時のLCOE(均質化発電原価、円/kWh)を設備利用率毎に試算した。
- 15,000kW以上のLCOEについては、**事例は1件かつ出力46,199kWのため**、比較においては留意が必要である。

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 導入件数 (新設)	48件 39件	50件 34件	16件 7件	3件 0件	1件 1件
資本費 平均値 (万円/kW)	192	154	118	—	61
運転維持費 平均値 (万円/kW/年)	8.7	9.5	10.4	—	3.2

＜出典＞：調達価格等算定委員会(2024年2月7日)

15年間稼働時の設備利用率毎のLCOE試算(円/kWh)



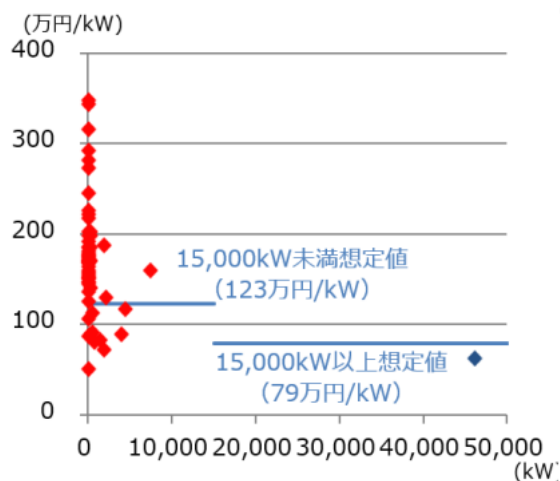
$LCOE = 15 \text{ 年間の総費用 (資本費 + 運転維持費)} / 15 \text{ 年間の総発電量 (出力} \times \text{稼働年数} \times \text{設備利用率)}$

FIT導入の太宗を占める7,500kW以下では、LCOEは26円/kWhを超える。一方、1件かつ大規模(出力46,199kW)では、LCOEは10~12円/kWhとなる。

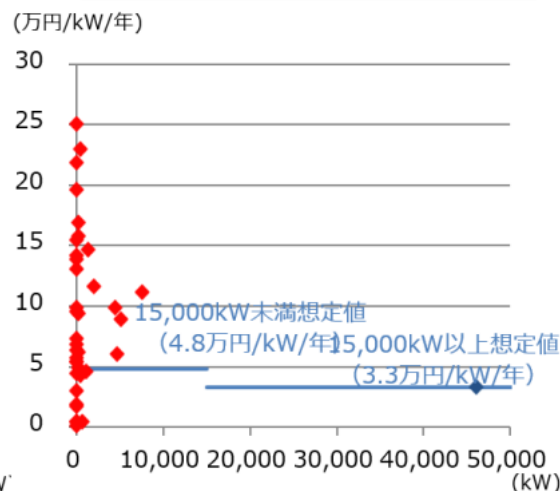
2. 1,000kW未満の発電所について

- 1,000kW未満の**小規模発電**の資本費、運転維持費、設備利用率共に**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(温泉発電はFITのコスト想定対象外)
- 1,000kW未満の**小規模発電**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。

＜出力と資本費の関係＞

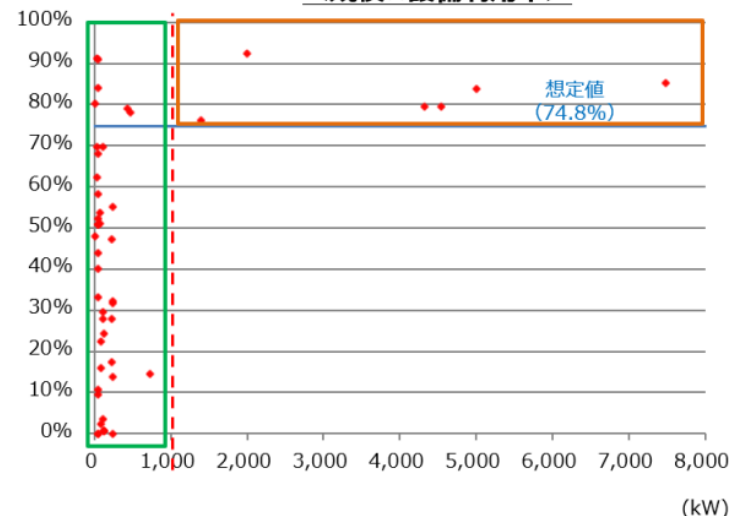


＜出力と運転維持費の関係＞



(設備利用率)

＜規模×設備利用率＞



＜出典＞：調達価格等算定委員会(2024年2月7日)

3. 地熱発電の自立化に向けた取組み

地熱発電の自立化には“**持続可能性の確保**”と“**経済性の向上**”が必要

➤ **持続可能性の確保**

地熱資源の**十分な評価**を行い、**資源量に見合った開発規模**の判断をすることが持続可能性（利用率維持・向上）に寄与する。

- ✓ JOGMEC先導的資源量調査拡充（例：噴気試験実施等）による有望地点の発掘と調査・開発リスクの低減
- ✓ 事業者による調査へのJOGMEC助成の拡充（本数制限、調査期間の見直し）
- ✓ 近年の物価・人件費等の高騰により既存開発地点での投資が困難になっているので、既存開発地点での利用率維持・向上のための地表調査・調査井等の周辺調査、補充井掘削への助成

3. 地熱発電の自立化に向けた取組み(続き)

➤ 経済性向上

経済性向上には、**生産量（発電量）の増大**、**設備利用率の維持・向上**および**長寿命化**（地上設備・地熱貯留層の適正な維持管理）、**コスト低減**、**開発リードタイム短縮**が寄与する。

□**生産量（発電量）の増大**

地熱資源は自然の賜物であり生産量（発電量）は地熱貯留層内を循環する流体の量と質、また貯留層の透水性に依存するため人間の英知だけでは解決できない。しかし、地熱貯留層を**より精度よく把握し、効率よく生産すること**は可能。なお、発電規模を拡大して生産量（発電量）を増大する場合は、**多段階開発が望ましい**。

- ✓ 石油・天然ガス探鉱、開発で活用される技術の応用
- ✓ IoT、AIを用いた探査の精緻化
- ✓ 規制緩和による開発エリアの増大

□**設備利用率維持・向上および長寿命化**

（地上設備・地熱貯留層の適正な維持管理）

- ✓ IoT、AIを適用した地熱貯留層、坑井、生産・発電設備の管理の一元化および不具合の早期発見と対応
- ✓ 地熱特有のスケール対策技術の確立、特にシリカスケールへの対応
- ✓ 貯留層シミュレーションによる適切な生産井と還元井の配置
- ✓ 経済性を考慮した補充井計画
 - 地熱貯留層評価技術の向上⇔評価するに十分な事前調査が必要

3. 地熱発電の自立化に向けた取組み(続き)

□コスト低減

次項以降参照

□開発リードタイム短縮

- ✓ 地道な地元理解促進のための対応の継続（協議会、温泉モニタリング等）や政府の地元理解に対する積極的な介入
- ✓ 許認可手続きの迅速化・ワンストップ化と規制緩和（関係機関との協議継続）

4. モデルケースによるコスト低減効果の試算（①考え方）

- 2012年3月19日第3回調達価格等算定委員会で提示した「地熱発電の買取価格についての要望」で提示した**30,000kWのケース**の試算条件を基に、可能な範囲で**直近の価格情報を反映**させたものを**モデルケース**とする。
- 今回の試算**においては「試算対象期間におけるすべての**地熱井**(調査井・生産井・還元井・追加井)**掘削費、発電所建設費、操業費の合計**を、試算対象期間の**全発電量で割ったもの(円/kWh)**」を**発電コスト**※)とし、試算対象期間を**15年間**(現行のFIT/FIP期間)、**30年間**として、**発電コストの低減効果**を試算する。

※)発電コストには、金利や割引率を考慮していない
- コスト低減の対象は、**掘削費と発電所関連費**とする。
 - **掘削費の低減**は、1坑当たりの**掘削費低減**、1坑当たりの**坑井能力の向上**に分類し、**目標を設定**する。
 - **発電関連費の低減**は、**設備費の低減、操業費の低減、利用率の向上**に分類し、**目標を設定**する。
- 上記のことから、2023年以降の**物価上昇、立地の制約**による**コスト上昇は考慮しない**。
- 試算条件の設定値は、**協会としての努力目標値**であり、現時点で**個々のコスト低減策に対する明確な根拠を示すことができない**ことに留意願います。

4. モデルケースによるコスト低減効果の試算（②ベースケースと目標）

		2012年3月19日調達価格等 算定委員会提示	ベースケース		コスト低減目標
			直近価格情 報反映	理由・根拠	
発電電力	kW	30,000	-	-	-
所内率	%	11.2%	-	-	-
送電電力	kW	26,640	-	-	-
利用率	%	83.0%	-	-	2%向上
年間送電電力量	MWh	193,694	-	-	
地表調査	百万円	608	746	企業物価指数変化率*1：1.227倍	-
調査井	百万円	5,804	10,157	出典資料*2に基づく：1.75倍	5%低減
生産井・還元井	百万円	3,758	6,577		
1坑当たり蒸気生 産能力	t/hr	25	25	-	5%向上 (生産井27、還元井90)
1坑当たり還元能 力	t/hr	86	86		
蒸気設備	百万円	1,862	2,285	企業物価指数変化率*1：1.227倍	5%低減
発電設備	百万円	11,476	14,081		
送電線	百万円	1,500	1,841		
敷地造成その他	百万円	784	962		
建設費合計	百万円	25,792	36,648		
操業費（法定点検 あり）	百万円 /年	699	858	企業物価指数変化率*1：1.227倍	5%低減
操業費（法定点検 なし）	百万円 /年	632	775		
コスト計算期間	年	15年、30年			

*1:企業物価指数(2020年基準) 2012年97.7、2023年 119.9、
2012→2023変化率1.227倍

*2: <出典> 日本地熱学会 令和5年学術講演会 相馬ほか「地域経済への波及効果を踏まえた総合評価手法のための地熱開発コスト調査」
(2023年11月14日)

4. モデルケースによるコスト低減効果の試算（③コスト低減策）

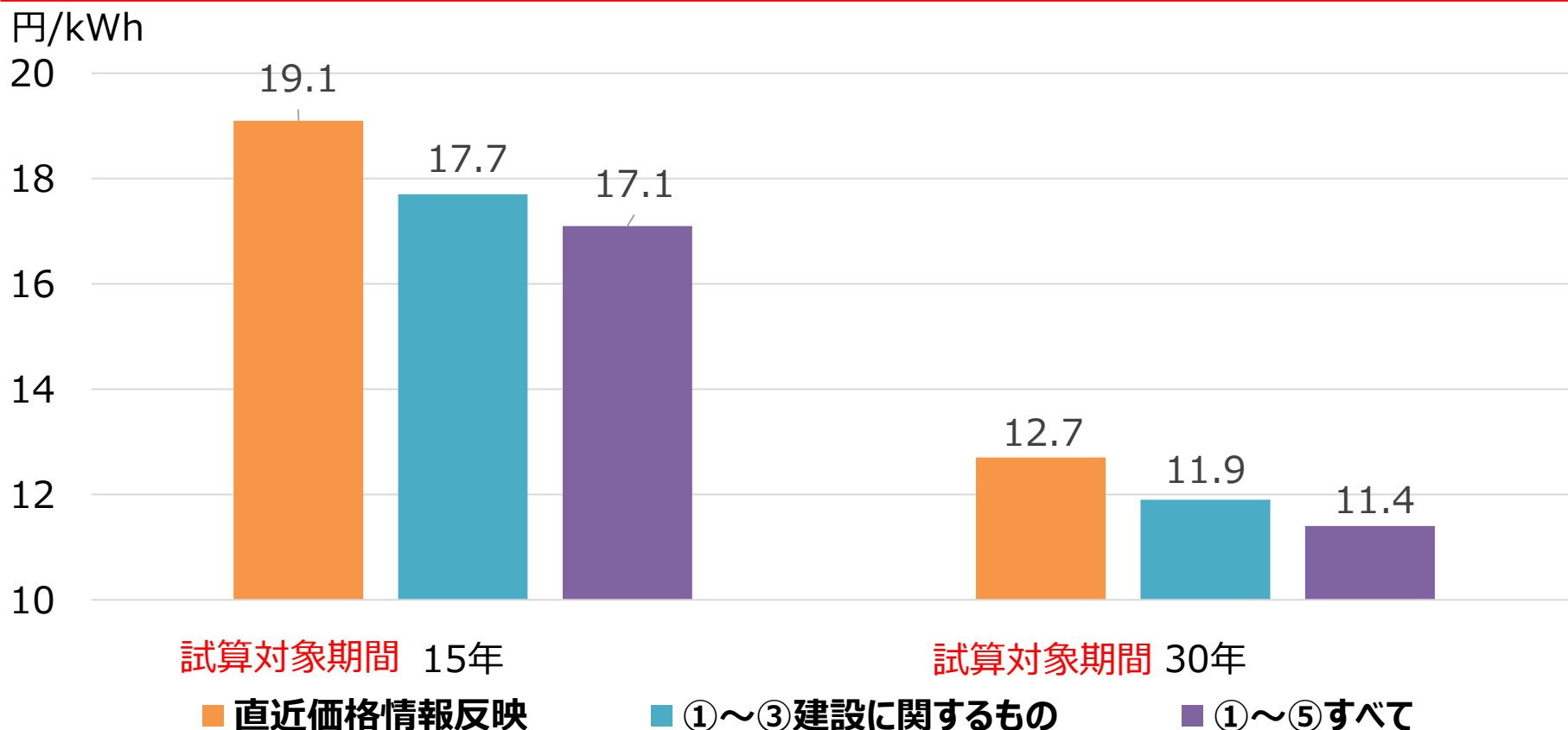
コスト低減策（協会会員へのアンケート結果）			効果分類※
掘削 費低 減	掘削方法の改善	デイリーレート契約導入(発注者の技術力が前提)	①
		事業者でコンソーシアムを組成、資機材・検層サービスの融通・一元管理	①
		可能な限り複数坑井連続掘削（複数坑井掘削契約、リグスライド）	①
		掘進率向上（新規資機材活用、技術開発）	①
		掘削成功確率の向上	②
		ビット技術開発による交換頻度低減	①
		逸泥技術向上による逸泥作業日数低減	①
		調査井を生産井・還元井に利用可能な坑井仕様にする	⑥
	掘削時期の調整	可能地域での冬期掘削によるリグ損料低減	①
	為替影響の緩和、調達リードタイム短縮	掘削工事の積算基準を作成、設計を標準化	①
資機材国産化		⑥	
国(JOGMEC)による資機材の常備確保・貸出		⑥	
発電 所関 連費 低減	建設費低減	発電設備のパッケージ化	③
		発電所建屋の見直し（鋼板ドーム型、天井クレーンの廃止）	③
		軸流排気タービンの採用	③
	地上設備の維持管理費低減	貯留層シミュレーションによる適切な生産井と還元井の配置	②、④
		地熱特有のスケール対策技術の確立、特にシリカスケールへの対応	④、⑤
		ドローンによる監視制御（自動航行・センサー感知監視による巡回員負担の軽減）	⑤
	貯留層の維持管理費低減	IOT-AIを用いた地熱貯留層、坑井、生産・発電設備の管理の一元化および不具合の早期発見と対応の早期異常	④、⑤
検知技術や構造推定技術の開発		⑤	

※効果分類

- ① 1 坑当たり掘削費低減
- ② 1 坑当たり坑井能力向上
- ③ 地上設備建設費低減

- ④利用率向上
- ⑤操業費低減
- ⑥その他

4. モデルケースによるコスト低減効果の試算（④コスト低減策）



- 試算対象期間15年については、**直近の価格情報を反映した発電コスト19.1円/kWh**に対し、**建設に関するコスト低減実施**(①掘削費減、②坑井能力向上、③地上設備建設費減)により**17.7円/kWh(7.1%減)**、さらに**操業に関するコスト低減**(利用率向上、操業費低減)を追加で実施することで**17.1円/kWh(10.4%減)**となる
- 2035～2040年に、協会の努力目標としてこれらのコスト低減を行う**
※ 2030年代初めのFIP認定（開発開始段階）を想定

5. コスト低減について

- 新規地域は立地の制約等により**資源探査コスト**や**開発コスト**は**高まる方向**にあり、さらには昨今の物価上昇や円安の影響により、**調査費・建設費とも大幅に上昇**している
- 地熱事業会社は、**それぞれの事業環境に合わせたコスト低減を地道に積み上げて**おり、現時点で個々のコスト低減策による**定量的な効果を提示することは困難**
- **従来型**の地熱発電設備技術は成熟しており、**コスト低減には限界**がある。太陽光発電における太陽光パネルのように**大量生産**されることで**コストが低下する**再生エネルギーと比べ、地熱発電は**大量導入とコスト低減は必ずしも結びつかない**
- 一方、自助努力に加え、**JOGMECおよびNEDOの技術開発や実証試験等**に業界として**積極的に参加することにより、コスト低減の可能性を追求していくことは重要**と考えている
- 地熱の特徴である**長寿命・安定**を活かし、**長期のPPA**を締結できるかどうか、今後検討していきたい

6. 政策面でのサポート

地熱発電は、再エネとしての特長のほかに、**長寿命な安定電源**であること、**立地地域の振興**への貢献、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ことなどから、**維持・拡大すべきエネルギー資源**である。

については、以下のような政策面でのサポートをお願いする。

- **従前どおりFIT/FIP制度**を適用
- コスト低減を確実に進めるための**JOGMEC、NEDOおよび産総研の技術開発の拡充**とその**実証例の蓄積**および**事業者への普及促進**
- **資源探査リスク低減、経済性向上**による事業投資促進を図るための**JOGMEC**による先導的資源量調査事業、助成金交付事業、出資、債務保証等の**支援制度の一層の拡充**

以 上