

# 地熱発電の現状と導入拡大に向けて

平成27年7月28日

日本地熱協会

# 1. プロジェクト進捗状況

■ 全国で72地点が動いているが、FIT後の運開実績は13地点で1万kWに過ぎず、地元対策上の理由と、調査が初期段階にある理由で、計画出力を公表できていない大規模プロジェクトが多いにも関わらず、大規模プロジェクトが89%を占めており、大規模プロジェクトを着実に導入して行くことが、ベストミックス達成の鍵である。

■ 未公表分を含め、規制緩和の想定により、85万kW程度の増大が見込める。

	全地点数	公表計画出力 kW	FIT後運開 地点数	実績出力 kW	合計 kW
大規模: 1万kW超級	20	327,000	0	0	327,000
中規模: 数千kW級	18	29,050	3	9,395	38,445
小規模: 数10～数100kW級	34	1,242	10	919	2,161
合計	72	357,292	13	10,314	367,606

## 5. 2030年における地熱発電の導入見込量(まとめ)

	大規模開発について、現行の環境規制の下での開発を見込み、中・小規模開発について、現在把握されている案件の開発を見込む場合	大規模開発について、現行の環境規制の下での開発を見込み、中・小規模開発について、今後も開発が順調に進行すると想定した場合	大規模開発について、環境規制の緩和を想定した開発を見込み、中・小規模開発について、今後も開発が順調に進行すると想定した場合
大規模開発	約32万kW	約32万kW	約61万kW
中・小規模開発	約6万kW	約24万kW	約24万kW
既存発電所	約52万kW	約52万kW	約52万kW
合計	約90万kW(63億kWh)	約108万kW(76億kWh)	約140万kW(98億kWh)

出典: 3月10日 総合資源エネルギー調査会  
長期エネルギー需給見通し小委員会(第4回会合) 資料2

<新規開発案件一覧>

情報源はJOGMEC補助事業と当該会社のプレスリリース以外にマスコミ情報も採用しているので不正確な部分もある事をご了解下さい

	地点	事業者	運開		出力 kW					
			計画	実績	計画	実績	合計			
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	北海道	標津(しべつ)町武佐(むさ)岳	石油資源開発(株)、三菱マテリアル(株)、三菱瓦斯化学(株)				15,000		15,000	
		釧路市布礼別(フレベツ)岳南(阿寒)	石油資源開発						0	
		新得町トムラウシ(大雪山国立公園)	電源開発						0	
		上川町白水沢(大雪山国立公園)	丸紅(株)						0	
		美瑛(びえい)町	王子グリーンリソース(株)、(株)大林組						0	
		札幌市豊羽	JX日鉱日石金属(株)、豊羽鉱山(株)						0	
		赤井川村阿女鱒(あめます)岳	出光興産(株)、国際石油開発帝石(株)、三井石油開発(株)						0	
		青森県	弘前市岩木山嶽(だけ)温泉	基礎地盤コンサルタンツ(株)、JENホールディングス(株)、(株)大林組、川崎重工業(株)						0
	青森市八甲田北西		(株)大林組、川崎重工業(株)、東日本旅客鉄道(株)						0	
	岩手県	八幡平市安比(あっぴ)	三菱マテリアル						0	
		鹿角市菰ノ森(こものもり)	三菱マテリアル						0	
	秋田県	湯沢市小安(おやす)	出光興産(株)、国際石油開発帝石(株)、三井石油開発(株)						0	
		湯沢市木地山・下の岱(きじやま・したのたい)	東北水力地熱(株)						0	
	福島県	湯沢市山葵沢	湯沢地熱(株)(電源開発、三菱マテリアル、三菱ガス化学)		2019		42,000		42,000	
		吾妻・安達太良・磐梯	福島10社JV(出光興産、国際石油開発帝石、石油資源開発、三井石油開発、三菱マテリアル、住友商事、三菱商事、三菱ガス化学、地熱技術開発、日本重化学工業)				270,000		270,000	
	岐阜県	高山市奥飛騨温泉							0	
	大分県	九重(ここのえ)町大岳(リブレース)	九州電力(株)		2019		15,000		15,000	
		九重(ここのえ)町平治(ひいじ)岳北部	九州電力(株)						0	
	鹿児島県	霧島市白水越(しらみずごえ)	日鉄鉱業						0	
		霧島市烏帽子岳	九州電力						0	
		小計		2	0	327,000	0	327,000		
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17	北海道	奥尻町	(株)越森石油電器商会、北海道奥尻郡奥尻町						0	
		壮瞥町蟠溪	北海道有珠郡壮瞥町						0	
		南茅部(かやべ)	オリックス(株)				2,000		2,000	
	青森県	函館市恵山	(株)レノバ、デナジー(株)						0	
		風間浦村下風呂(しもぶろ)	オリックス(株)				2,000		2,000	
		むつ市燧岳	むつ市・弘前大学						0	
	岩手県	八甲田西部城ヶ倉地域	(株)城ヶ倉観光、オリックス(株)				2,000		2,000	
		八幡平市松尾八幡平地域	岩手地熱(株)、日本重化学工業(株)		2015		7,000		7,000	
		八幡平市東八幡平	オリックス(株)				2,000		2,000	
		弘前市岩木山嶽(だけ)温泉地区	青森県弘前市						0	
	東京都	東京都八丈島	東京都八丈町				6,000		6,000	
		岐阜県	高山市奥飛騨温泉郷中尾温泉地区	中尾地熱発電(株)(株)東芝、(株)シーエナジー		2015		2,000		2,000
		大分県	九重(ここのえ)町滝上(たきがみ)	出光大分地熱(株)		2017		5,050		5,050
	九重(ここのえ)町九重(くじゅう)観光ホテル		九重観光ホテル			2012.12		990	990	
	熊本県	小国町岳(たけ)の湯・岐(はげ)の湯	わいた会(中央電力株が受注)		2015.4	2015.6		1,995	1,995	
		鹿児島県	指宿(いぶすき)市池田湖東部	(株)メディアポリスエナジー		2014.9	2015.2		1,410	1,410
			小計		6	3	29,050	9,395	38,445	

<新規開発案件一覧>

情報源はJOGMEC補助事業と当該会社のプレスリリース以外にマスコミ情報も採用しているので不正確な部分もある事をご了解下さい

	地点	事業者	運開		出力 kW				
			計画	実績	計画	実績	合計		
1	北海道	弟子屈(てしかが)町			100		100		
2		足寄(あしよろ)町					0		
3	岩手県	洞爺湖町洞爺湖温泉			50		50		
4		盛岡市つなぎ温泉					0		
5	宮城県	大崎市鳴子温泉				5.5	5.5		
6	福島県	福島市土湯温泉					0		
7	新潟県	十日町市松之山温泉			87		87		
8		糸魚川市大野					0		
9	静岡県	東伊豆町熱川(あたがわ)温泉					0		
10		東伊豆町熱川(あたがわ)温泉				3	3		
11		南伊豆町下賀茂温泉					0		
12	長野県	高山村七味温泉					0		
13	富山県	黒部市宇奈月温泉					0		
14		富山市立山山麓					0		
15	和歌山県	田辺市本宮(ほんぐう)					0		
16	兵庫県	新温泉町湯村温泉 町営共同浴場薬師湯					0		
17	鳥取県	有福温泉町					0		
18	長崎県	雲仙市小浜温泉					0		
19	大分県	別府市別府温泉	(株)瀬戸内自然エナジー		2013.1		48	48	
20			(株)コスモテック・瀬戸内自然エナジー	2014.7	2014.11		500	500	
21			日本地熱興業(株)		2014.7		49	49	
22			地熱ワールド工業(株)		2014.11		11	11	
23			西日本地熱発電(株)		2014.10		100	100	
24			大分県農林水産センター				40	40	
25		五湯苑、事業主体:西日本地熱発電(株)			2014.1		92	92	
26		由布市由布院温泉					105	105	
27		九重(ここのえ)町小平谷						0	
28		九重(ここのえ)町野矢						0	
29	九重(ここのえ)町野矢堀田						0		
30	熊本県	小国町岳(たけ)の湯・岐(はげ)の湯					0		
31		合同会社小国まつや発電所			2014.4		50	50	
32		(有)石松農園						0	
33	宮崎県	えびの市尾八重野(おべの)					0		
34	鹿児島県	指宿市山川(地熱)発電所					0		
		九州電力(株)					0		
		小計			3	10	1,242	919	2,161
72		計			11	13	357,292	10,314	367,606

<小規模発電 数10~数100kW級>



## 2. 発電に至るプロセス

### 地元 合意

- 温泉事業者・環境保護派の理解を得るのに数年掛けても合意が得られない事例が有る。
- 開発計画の妥当性や開発能力などを市町村が評価して、住民理解を促進することが望まれるが、公平性の観点を理由に慎重になる例がある。

### 地表 調査

- 地表調査(地質・地化学・物理探査)・温泉調査(源泉位置・泉温・湯量・成分)・環境調査(希少動植物、水質、景観、微小地震など)を実施する。
- 掘削候補地を決定する。

### 掘削 調査

- 温泉法許可不要な地質構造調査試錐を実施して、熱源と地質構造を把握する。
- 深度1,500m、孔底直径10cm程度の井戸を4本程度掘って、200~300℃を確認する。

### 噴気 評価

- 孔底直径20cm程度の井戸を10本程度掘って、3ヵ月を超える噴気試験を行う。
- 温泉への影響が無い事、経済性を評価して開発意志を決定する。

### 環境 アセス

- 環境影響評価法の遵守。
- 系統連系接続契約。

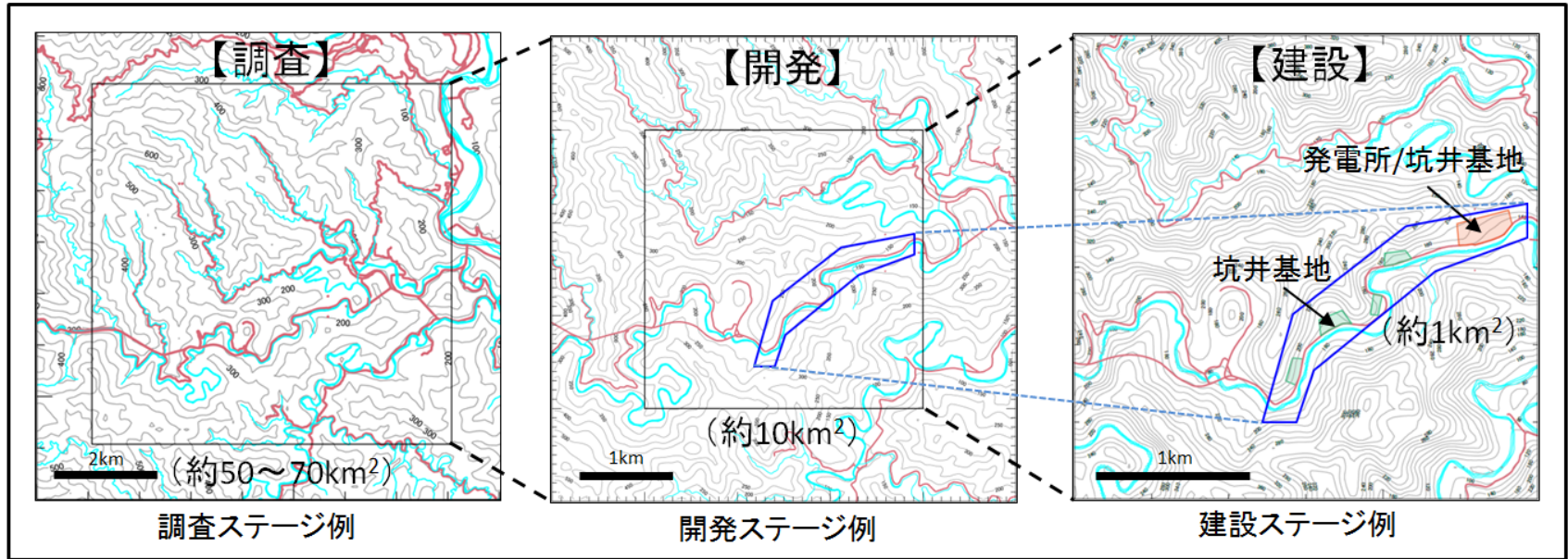
### 建設

- 3万kWの場合、孔底直径20cm程度の井戸を更に10本程度掘りつつ、発電設備を建設する。
- 特別高圧線への接続線を敷設する。

運転開始・操業： 地熱蒸気維持の為の補充井掘削と設備の  
メンテナンス・更新を100年以上実施

# 2. 発電に至るプロセス

開発地点の絞り込み



調査・開発段階で、期待する資源の質と量が得られずに撤退・縮小するリスクがある

地熱発電30MWモデルケース工程・コスト表

単位: 百万円

項目	調査		開発			環境影響評価				建設		
	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目
1. 地表調査	■											
2. 坑井調査		■										
3. 噴気試験			■									
4. 総合解析				■								
5. 環境影響評価						■						
6. 建設・試運転										■		
単年度費用	160	1,060	2,729	1,689	170	75	75	75	75	10,646	4,575	4,575
累計	160	1,220	3,949	5,638	5,808	5,883	5,958	6,033	6,108	16,754	21,329	25,904

買取価格

接続申請

出典: 「2012年3月19日 第3回 調達価格等算定委員会資料 日本地熱開発企業協議会」に加筆

### 3. 最大導入のボトルネック

#### ■ 地元交渉の長期化

- 数年掛かっている例もある。

#### ■ 小規模発電と大規模発電の競合

- 例えば、3万kWの可能性が有る地域に小規模発電が先行して既得権益を楯に大型開発に反対する懸念。

#### ■ FIT価格の予見性による投資マインドの維持

- 現行価格を前提とした投資判断の下で、長いリードタイムの一步が踏み出されている。

#### ■ 地下情報の不足による資源リスクと調査の長期化

- NEDO地熱開発促進調査が行われていない所や不十分な所では地下資源リスク(200°C、1生産井当り25t/hの蒸気流量の未達など)が大きい。

#### ■ 系統連系に係る費用負担の増大

- リードタイムが短くて先行する電源による連系容量の占有。

ボトルネックの解消により、85万kW程度の増大を見込む

# 4. 国民負担最小化

## ■ 燃料が要らないので、長期に安定して発電する事によってコストの低下が見込める

- 2～3年に1本3～6億円の補充井を掘削して蒸気生産能力と熱水還元能力を維持する。
- 2年毎の定期点検時に地上設備を小規模・大規模修繕する。

## ■ 技術革新によるコスト低減

- 断裂探査技術
- 資源量評価技術
- 掘削技術高度化
- 生産井能力減退対策技術
- スケール予測・防止技術
- 発電設備小型化

地熱発電のコストは一に資源の質と量に掛かっており、如何に優勢な地熱資源を開発できるかが、事業成功の鍵となる点が他の設備産業と異なる。

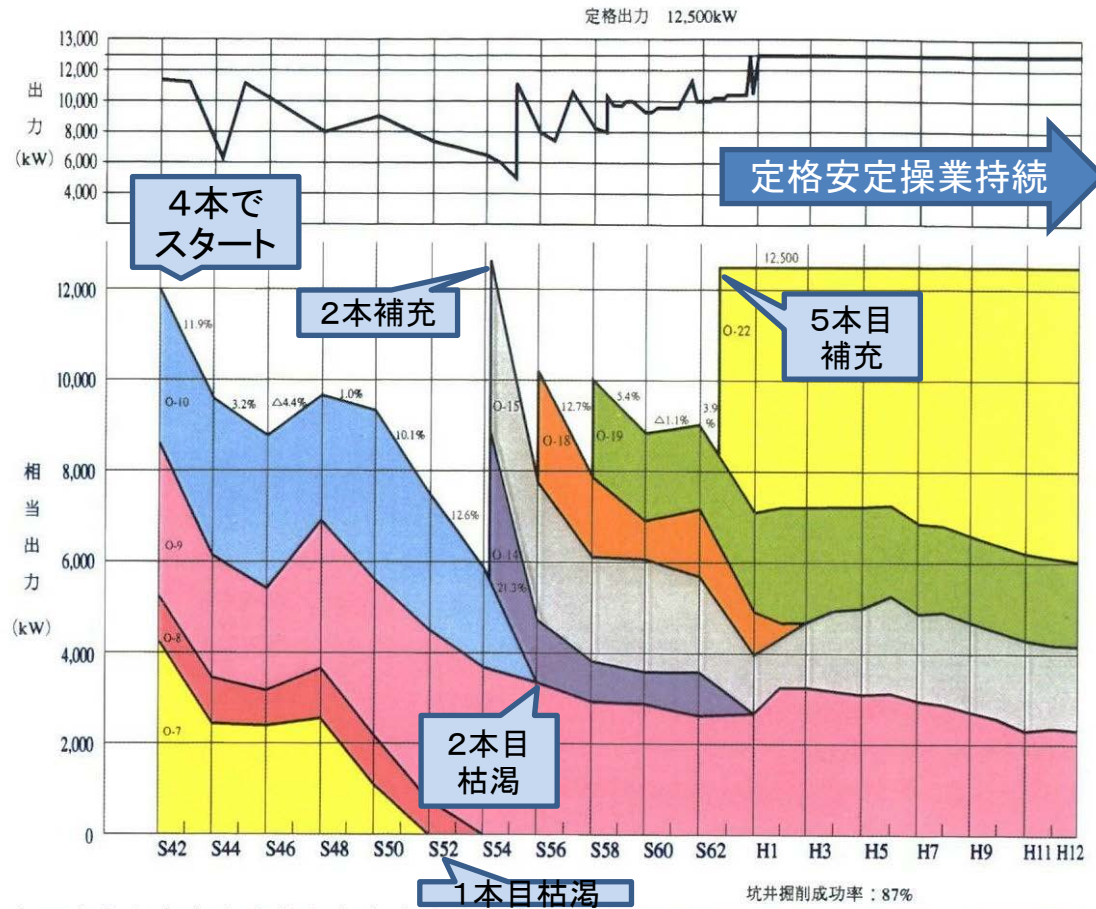
操業開始後の利益最大化に向けたコスト削減は地道な技術革新、メンテナンス作業の改善の積み重ねによるが、地上設備は完成技術であるのでコスト削減幅は小さく、物価上昇の影響の方が大きい。



# 4. 1 長期安定100年操業 メンテとリパワメント

■ 九州電力(株)の大岳地熱発電所は4本の蒸気生産井を使用し、1967年に出力1万2千kWで運開したが、1本を除き、蒸気流量が年々減少して運開から12年後には定格出力が半分まで落ち込んだので、10年間で5本の補充井(推定15~25億円)を掘削して定格出力に戻した。

近年、地上設備の老朽化に伴い、リプレイスする事となり、運開から52年後の2019年に2,500kW増強して1万5千kWでリパワメントする(推定60億円)。



使用	蒸気井(本)																還元井(本)																	
	S42	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	S61	S62	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12		
蒸気井(本)	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	2	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
還元井(本)						1	2	2	3	5	7	9	11	11	12	12	14	16	15	15	16	19	11	14	15	18	18	18	16	20	20	11	8	8
掘削	蒸気井(本)																還元井(本)																	
	9			(1)	(1)	(1)				(1)	2	1	(1)	(1)	2					1														
年度	S42以前	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12

大岳発電所の運転35年を振り返って  
 一主として地熱構造モデルの変遷—  
 大山 文孝・松本 正\*\*・藤野 敏雄\*\*  
 地熱 Vol. 39, No. 2 (Ser. No. 169)

図14 大岳発電所出力の推移

( )内は、失敗した坑井で、外数

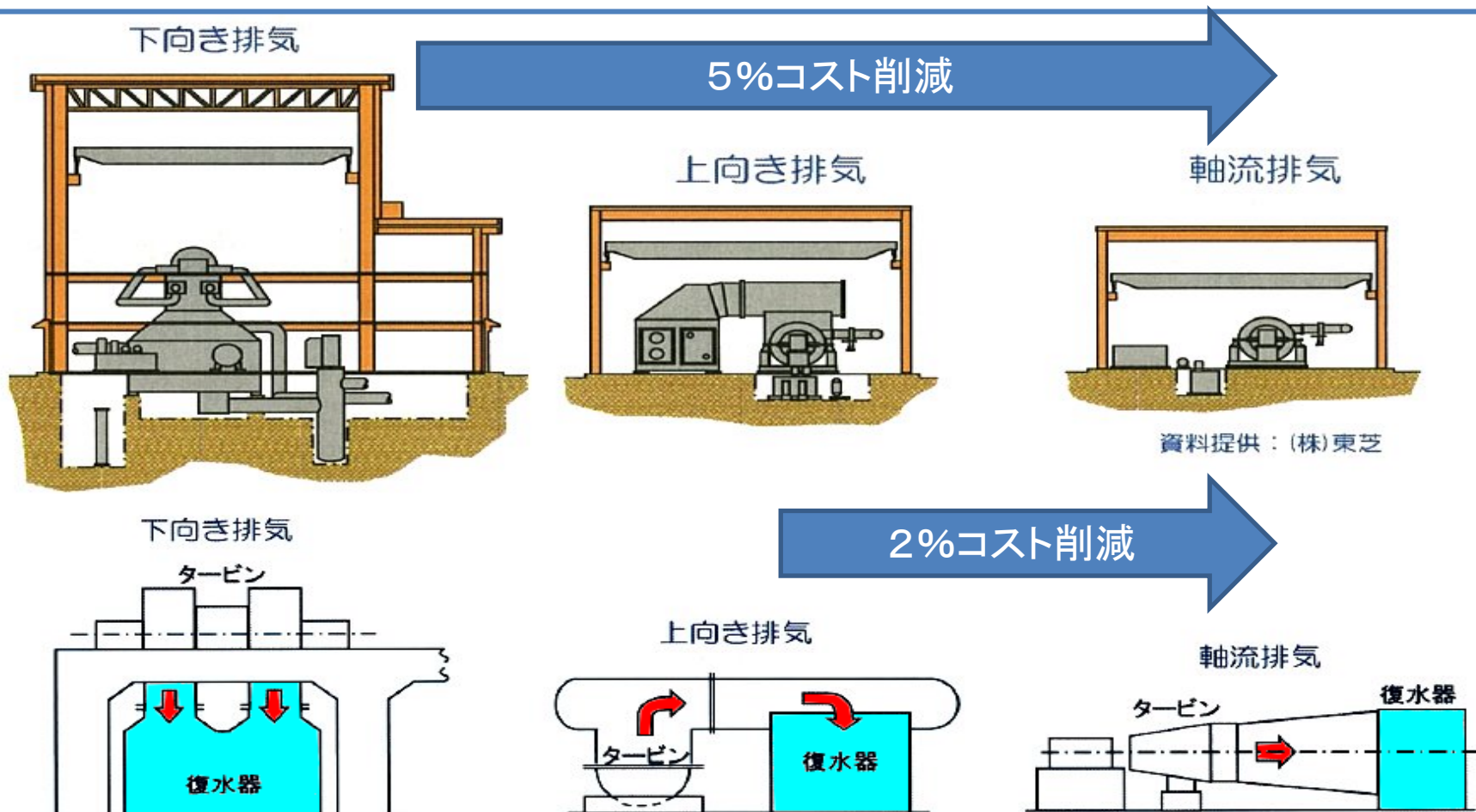
## 4.2 技術革新努力 蒸気タービンの小型化

既存大規模地熱発電所の本館(タービン建屋)の高さ

発電規模	名称	認可出力(MW)	排気方式	本館高さ(m)		
				実績	平均	先進技術採用後
50MW級	柳津西山	65.0	下方	32.3	26.0	18.0~21.5 (上方排気)
	八丁原1号	55.0	下方	22.0		
	八丁原2号	55.0	下方	22.0		
	森	50.0 ⇒ 25.0	下方	21.3		
	澄川	50.0	上方	30.3		
	葛根田1号	50.0	下方	27.9		
30MW級	葛根田2号	30.0	上方	24.0	21.4	15.7~18.0 (軸流排気)
	大霧	30.0	上方	19.5		
	山川	30.0	上方	19.5		
	上の岱	27.5 ⇒ 28.8	上方	21.5		
	滝上	25.0 ⇒ 27.5	上方	19.5		
	松川	23.5	下方	24.1		
15MW級	大岳	12.5 ⇒ 15.0 (2019年予定)	下方	13.8	15.3	12.6 (軸流排気)
	鬼首	12.5 ⇒ 15.0	下方	16.8		
	大沼	9.5	上方	9.5		
	八丈島	3.3	上方	3.5		

## 4.2 技術革新努力 蒸気タービンの小型化

- 蒸気タービンの排気方式を下向きから、上向き、軸流へと変更する事によって小型化による環境への配慮と、コストの削減を同時にもたらし技術革新を実現。



資料提供：三菱重工業（株）

出典：富士電機作成資料 © Fuji Electric Co., Ltd. All rights reserved.