

地熱発電の現状と課題

2014年9月10日
日本地熱協会

内容

1. 地熱発電の現状

- ・導入が拡大しなかった理由

2. 導入最大化の起爆剤

- ・第一弾 ⇒ FIT
- ・第二弾 ⇒ 政策支援
- ・最近の主な調査・開発地点など
- ・現在進行中のプロジェクトの今後の見通し

3. 社会的便益

- ・環境適合性、高い利用率、国産エネルギー
- ・産業効果、地元貢献、国民負担最小化

4. 技術革新努力

- ・蒸気タービンの小型化、掘削費の低減

5. 課題と対策

- ・系統連系、規制緩和、住民合意、温泉と環境への配慮

6. 地熱協会平成26年度政策要望13項目

地熱発電の現状

■ 日本には主要な地熱発電所が17箇所あり、認可出力の合計は51.5万kW

■ 蒸気生産と発電が別会社で行われるものと、一貫開発の二形態がある。



大岳地熱発電所
出力 12,500 kW



八丁原地熱発電所1・2号
出力 55,000 kW、
55,000 kW



葛根田地熱発電所1・2号
出力 50,000 kW、30,000 kW



澄川地熱発電所
出力 50,000 kW



森地熱発電所
出力 50,000 kW



大沼地熱発電所 出力 9,500 kW



大霧地熱発電所
出力 30,000 kW



霧島国際ホテル地熱発電所
出力 100 kW

九州

北海道

東北

八丈島



松川地熱発電所 出力 23,500 kW



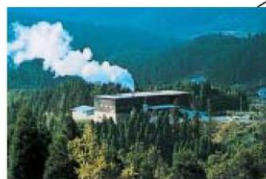
上の岱地熱発電所 出力 28,800 kW



鬼首地熱発電所 出力 12,500 kW



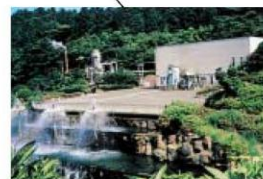
山川地熱発電所
出力 30,000 kW



岳の湯地熱発電所
出力 105 kW



滝上地熱発電所
出力 25,000 kW



杉の井地熱発電所
出力 3,000 kW



八丈島地熱発電所
出力 3,300 kW



柳津西山地熱発電所
出力 65,000 kW

導入が拡大しなかった理由

- ◆ 地下資源特有のハイリスクでありながら、公共料金である電力事業というローリターンの事業であるため、地熱発電所に蒸気を供給する資源開発事業者の再投資意欲が低かった。
- ◆ 電気事業者にとっては、長い期間で計算すると低コストであり、安定電源であるメリットが有るものの、原発や火力に比べて小規模で分散型の電源を開発するメリットが小さかった。
- ◆ 温泉事業者の団体による地熱発電に対する反対運動が起こった。
- ◆ 優勢な地熱資源が埋蔵される自然公園特別地域内は調査が許可されていなかった。
- ◆ 環境影響評価に4年も掛かるなど、開発に至るリードタイムが10年を超えるので、短期の成果を求める民間企業にとっては優先度が低かった。
- ◆ 90年代後半に、国の電源開発の方針の変更に伴い、地熱発電を支援する予算が減少した。
- ◆ 従って、21世紀に入って新規の地熱発電所建設が無かった。

導入最大化の起爆剤 第一弾＝FIT

◆ モデルプロジェクトの積み上げ計算から算定した買い取り希望価格なので妥当な価格であると認識。

電源		太陽光		風力		地熱		中小水力		
調達区分		10kW以上	10kW未満 (余剰買取)	20kW以上	20kW未満	1.5万kW以上	1.5万kW未満	1,000kW以上 30,000kW未満	200kW以上 1,000kW未満	200kW未満
費用	建設費	32.5万円/kW	46.6万円/kW	30万円/kW	125万円/kW	79万円/kW	123万円/kW	85万円/kW	80万円/kW	100万円/kW
	運転維持費 (1年当たり)	10千円/kW	4.7千円/kW	6.0千円/kW	—	33千円/kW	48千円/kW	9.5千円/kW	6.9千円/kW	7.5千円/kW
IRR		税前6%	税前3.2% (*1)	税前8%	税前1.8%	税前13% (*2)		税前7%	税前7%	
調達 価格 1kWh 当たり	税込 (*3)	<u>42.00円</u>	<u>42円</u> (*1)	<u>23.10円</u>	<u>57.75円</u>	<u>27.30円</u>	<u>42.00円</u>	<u>25.20円</u>	<u>30.45円</u>	<u>35.70円</u>
	税抜	40円	42円	22円	55円	26円	40円	24円	29円	34円
調達期間		20年	10年	20年	20年	15年	15年	20年		

(*1) 住宅用太陽光発電について

10kW未満の太陽光発電については、一見、10kW以上の価格と同一のように見えるが、家庭用についてはkW当たり3.5万円（平成24年度）の補助金の効果を勘案すると、実質、48円に相当する。

なお、一般消費者には消費税の納税義務がないことから、税抜き価格と税込み価格が同じとなっている。

(*2) 地熱発電のIRRについて

地表調査、調査井の掘削など地点開発に一件当たり46億円程度かかること、事業化に結びつく成功率が低いこと（7%程度）等に鑑み、IRRは13%と他の電源より高い設定を行っている。

(*3) 消費税の取扱いについて

消費税については、将来的な消費税の税率変更の可能性も想定し、外税方式とすることとした。ただし、一般消費者向けが太宗となる太陽光発電の余剰買取の買取区分については、従来どおりとした。

(参考) 導入最大化の起爆剤 第一弾＝FIT

■地熱発電は、初期投資額が大きいので15年間はコスト高であるが、大半の減価償却が終わる16年目からはコストが大きく下がるので、40年間で比較すると安価な電源であり、FITによる支援は15年間で十分と認識している。

○和田委員

まず、買い取りの期間なのですが、15年を前提として計算されていますが、耐用年数から言っても、当然20年の方がよりいいのではないかと思います。それをした場合の買取価格は当然これよりも安くなるわけですが、簡単に出てくることだとは思いますが、それが出されているのかどうか。

○安達会長

15年でなくて20年というのは、われわれとしては15年でもう、資本費部分がほとんど償却されてしまってコストが非常に安くなりますから、ですから15年だけお世話になって、もう16年目からは市場でもって勝負したいという考え方で15年にしています。

導入最大化の起爆剤 第二弾＝政策支援

◆国による予算支援

⇒地熱資源開発補助金等、平成26年度では約200億円の予算支援を措置して頂いた。

◆国による自治体連絡会の設置

⇒先進地事例の情報を自治体間で共有する事により、足元の地下資源開発に対して自治体が積極的に関与する事が、住民合意を得る上で重要であるとの認識が広まった。

◆国立・国定公園の一部開放

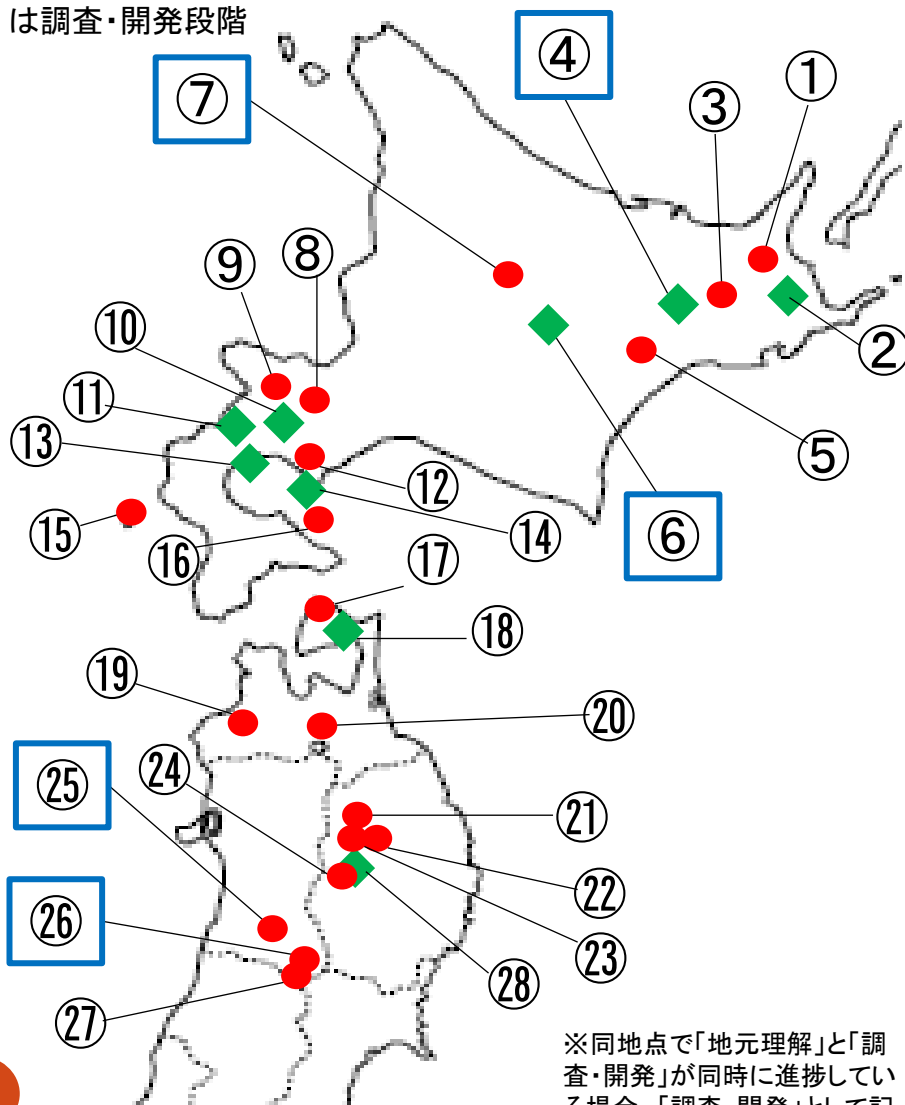
⇒環境省により、自然公園内の調査・開発に関する優良事例特例についての通達が発せられ、新規に8地点の調査・開発が進む効果があった。

最近の主な調査・開発地点等（地元理解段階・検討段階の地点も含む、66地点）

□ は規制緩和後国立・国定公園案件

◆ は地元理解・検討段階

● は調査・開発段階



※同地点で「地元理解」と「調査・開発」が同時に進捗している場合、「調査・開発」として記載している。

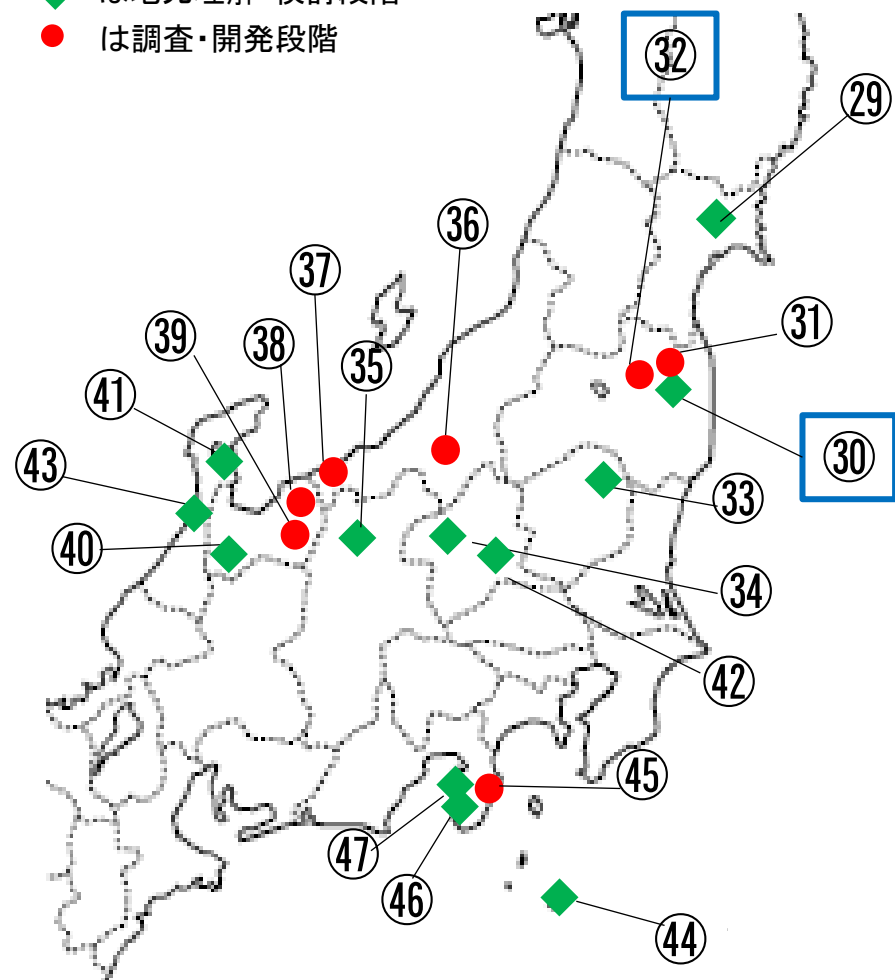
No	所在自治体・地点名
1	北海道標津(しべつ)町 (武佐岳(むさだけ)地域)
2	北海道中標津町
3	北海道弟子屈町
4	北海道釧路市 フレベツ岳南地域
5	北海道足寄町
6	北海道新得(しんとく)町 トムラウシ周辺地域
7	北海道上川(かみかわ)町 白水沢(しらみずさわ)地域
8	北海道札幌市 豊羽(とよは)地域
9	北海道赤井川(あかいがわ)村 阿女鱒岳(あめますだけ)地域
10	北海道真狩村
11	北海道二セコ町・蘭越町
12	北海道洞爺湖町
13	北海道八雲町
14	北海道鹿部町
15	北海道奥尻町
16	北海道函館市 南茅部地域
17	青森県風間浦村 下風呂(しもふろ)地域
18	青森県むつ市
19	青森県弘前市 岩木山(いわきさん)地域
20	青森県青森市八甲田(はっこうだ)地域
21	岩手県八幡平市 安比(あっぴ)地域
22	岩手県八幡平(はちまんたい)市
23	岩手県盛岡市 つなぎ温泉地域
24	岩手県雫石(しずくいし)町 網張(あみはり)地域
25	秋田県湯沢(ゆざわ)市 木地山(きじやま)・下の岱(したのたい)地域
26	秋田県湯沢市 小安(おやす)地域
27	秋田県湯沢市 山葵沢(わさびざわ)・秋ノ宮(あきのみや)地域
28	岩手県西和賀町

最近の主な調査・開発地点等（地元理解段階・検討段階の地点も含む、66地点）

□ は規制緩和後国立・国定公園案件

◆ は地元理解・検討段階

● は調査・開発段階



※同地点で「地元理解」と「調査・開発」が同時に進捗している場合、「調査・開発」として記載している。

No	所在自治体・地点名
29	宮城県大崎市
30	福島県福島市、二本松市、大玉（おおたま）村、郡山市、猪苗代町 吾妻-安達太良（あづま-あだたら）地域
31	福島県福島市 土湯温泉地域
32	福島県磐梯町、猪苗代町（磐梯山周辺）、北塩原村 磐梯（ばんだい）地域
33	栃木県日光市・那須塩原市・那須町 日光湯元・塩原・那須大丸（なすおおまる）地域
34	群馬県嬬恋村 鹿沢地域
35	長野県大町市
36	新潟県十日町市
37	新潟県糸魚川市
38	富山県黒部市宇奈月町 宇奈月（うなづき）温泉地域
39	富山県富山市 立山山麓地域
40	富山県南砺市
41	石川県七尾市
42	群馬県前橋市
43	石川県白山市
44	東京都八丈町
45	静岡県東伊豆町 熱川（あたがわ）温泉地域
46	静岡県南伊豆町
47	静岡県松崎町

最近の主な調査・開発地点等（地元理解段階・検討段階の地点も含む、66地点）

□ は規制緩和後国立・国定公園案件

◆ は地元理解・検討段階

● は調査・開発段階



No	所在自治体・地点名
48	和歌山県田辺市 本宮(ほんぐう)地域
49	和歌山県白浜町
50	兵庫県新温泉町
51	大分県別府市
52	大分県由布市
53	大分県九重町(ここのえまち) 小平谷(おひらだに)地域
54	大分県九重町 野矢(のや)地域
55	大分県日田市
56	大分県九重町 宝泉寺(ほうせんじ)地域
57	大分県九重町 菅原(すがわら)地域
58	大分県由布市、竹田市及び九重町 平治岳(ひいじだけ)北部地域
59	熊本県小国町
60	熊本県小国町 豊礼(ほうれい)の湯
61	熊本県小国町 石松農園
62	熊本県南阿蘇村
63	長崎県雲仙市 小浜地域
64	宮崎県えびの市
65	鹿児島県霧島市 白水越(しらみずごえ)地域
66	鹿児島県霧島市 霧島烏帽子岳(えぼしだけ)地域

※同地点で「地元理解」と「調査・開発」が同時に進捗している場合、「調査・開発」として記載している。

現在進行中の主な大型プロジェクトの今後の見通し

- ◆ 7,500kW以上の地熱発電はリードタイムが10年程度と長いので、具体的な運開予定の目途が立っているのは山葵沢(わさびざわ)の2020年42,000kWのみ。
 - ◆ 環境アセスの実施に向けた準備を進めている地点として、15,000～20,000kWの岩手県安比(あっぴ)がある。
 - ◆ 他に、環境アセスが不要な7,000kWを想定している松尾八幡平(まつおはちまんたい)は、2017年運開を目指して調査中。
 - ◆ 既設地熱発電所の増強としては、大岳発電所がリプレイスに伴う2,500kW増強を2019年に予定し、現在、環境アセスを実施中。
 - ◆ 5,000kW級の中規模としては、大分県九重町が最速で2015年に運開予定。
-
- ◆ 15件FIT設備認定されているが、運転開始に至っているものは未だ5件に留まっている。
 - ◆ 15件の設備容量は20kW～5,000kW級と幅があり、運転が開始されている5件の平均設備容量は50kWと小さく、いわゆる温泉発電である。

社会的便益 環境適合性、高い利用率、国産エネルギー

地熱開発のメリットは、

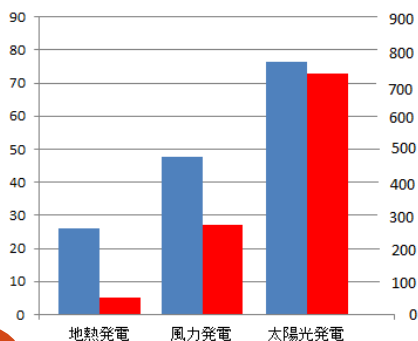
- ◆ 他の再生可能エネルギーに比べて発電コストが低く、また、設備利用率が約80%と格段に高いベースロード電源である
- ◆ 発電時のCO2排出量はほぼゼロであり、環境適合性に優れている
- ◆ 日本は世界有数の地熱資源を有している

電源別の設備利用率

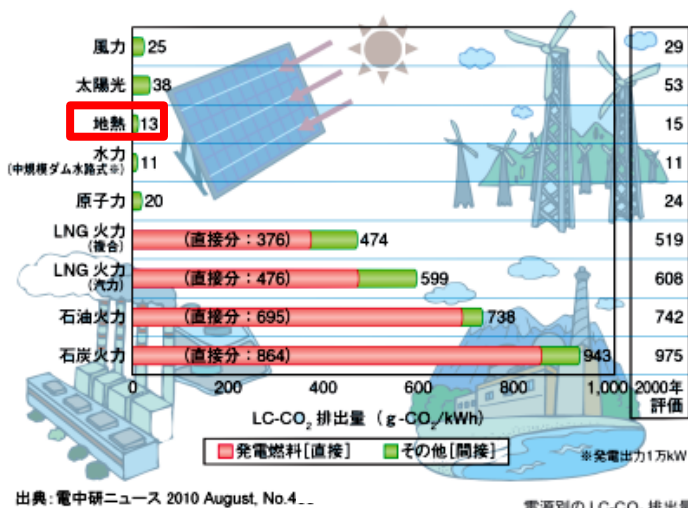
地熱	約80%
風力	約20%
太陽光	約12%

<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)

設備容量・発電電力量比較



電源別のCO2排出量



主要国における地熱資源量及び地熱発電設備容量

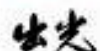
国名	地熱資源量 (万kW)	地熱発電設備容 量(万kW)
アメリカ合衆国	3,000	309
インドネシア	2,779	119
日本	2,347	52 (2012年ベース)
ケニア	700	16
フィリピン	600	190
メキシコ	600	95
アイスランド	580	57
ニュージーランド	365	62
イタリア	327	84
ペルー	300	0

<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

社会的便益 産業効果

◆ 日本地熱協会は、地熱開発事業者、タービンメーカー、コンサルタント会社、掘削関連会社、エンジニアリング会社、商社、金融会社など、52社・団体が参加する幅広い産業分野の組織である。

 青木あすなろ建設

 出光興産株式会社

 伊藤忠テクノスチール株式会社

 SB Energy

 Ennet 株式会社エネット

 OKUIZUMI GEOTHERMAL CO., LTD.
奥会津地熱株式会社

 Kawasaki 川崎重工業株式会社

 国際石油開発帝石株式会社
INPEX CORPORATION

 JX 日鉱日石金属株式会社

 KOBELCO
神鋼エンジニアリング&メンテナンス

 住友商事

 第一熱処理工業株式会社
DAIICHI HEAT TREATMENT INDUSTRY CO., LTD.

 JGI 地球科学総合研究所

 AKEMA
株式会社 明間ボーリング

 ITOCHU 伊藤忠商事株式会社

 エスケイエンジニアリング株式会社

 Tenaris

 大林組

 ORIX オリックス株式会社

 株式会社 極東製作所

 JFE エンジニアリング 株式会社

 清水建設

 新日鉄住金エンジニアリング

 JAPEX 石油資源開発株式会社

 大同特殊鋼

 GERD
地熱技術開発株式会社

 中央電力

 TDC 帝石削井工業株式会社

 POWER 電源開発

 JGC 日揮株式会社
JGC CORPORATION

 JOC 日本海洋掘削株式会社

 FE 富士電機

 三井住友銀行
SMBC BANKING CORPORATION

 SMFL 三井住友ファイナンス&リース

 三井物産

 三菱日立パワーシステムズ

 MITSUBISHI
三菱マテリアル株式会社

 MUFG 三菱UFJリース

 JMIA 日本鉱業協会
Japan Mining Industry Association

 株式会社 ティクスTSK

 Telrite 株式会社テルナイト

 TOSHIBA
Leading Innovation >>>

 日鉄鉱業株式会社

 JMC 日本重化学工業株式会社

 株式会社物理計測コンサルタント
Geophysical Surveying Co., Ltd.

 三井住友建設

 MDEC 三井石油開発株式会社

 三菱ガス化学

 三菱商事

 三菱マテリアルテクノ株式会社

 一般社団法人
火力原子力発電技術協会

 isep 特定非営利活動法人
環境エネルギー政策研究所

社会的便益 地元貢献

- 地熱開発に伴う地元への貢献として、地元振興、雇用効果に加えて、自治体への税収増加などに繋がることが想定されている。

1. 観光資源としての利用 経済効果5億円

大分合同新聞

経済効果は5億円 八丁原発電所の見学者

[2014年1月4日 09時01分]

見学者による経済効果は5億円

一。地熱発電の九州電力八丁原発電所(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ア部博光教授(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。



発電所の見学者が町観光にも寄与している(昨年5月撮影)

2. 雇用効果

運転管理やPR館のスタッフなどとして5~30名程度が雇用される。

3. 地元での消費効果

建設期間中には、多数の作業者が集まり、運転開始後も定期点検の修繕工事や補充井掘削工事などで、宿泊や地元企業への工事発注などが発生。

4. 温泉事業者との共存共栄

還元熱水を利用したトマトハウス栽培用ハウスへの熱供給や温水の供給、温泉モニタリングの実施と情報提供などを実施。

5. 電源三法交付金

地熱発電の建設開始に伴い地域振興に使用することができる資金として交付。

(参考)柳津西山地熱発電所

6.5万kWの発電所建設で2.1億円を交付



電源立地促進対策交付金を利用して建設した鹿児島県霧島の高千穂地区公民館

6. 固定資産税の税収増加

3万kWの発電所であれば、200億円以上の建設コストがかかるため、税率1.4%で2.8億円以上が納付される。

社会的便益 地元貢献

①森発電所(北海道電力(株)、北海道森町)

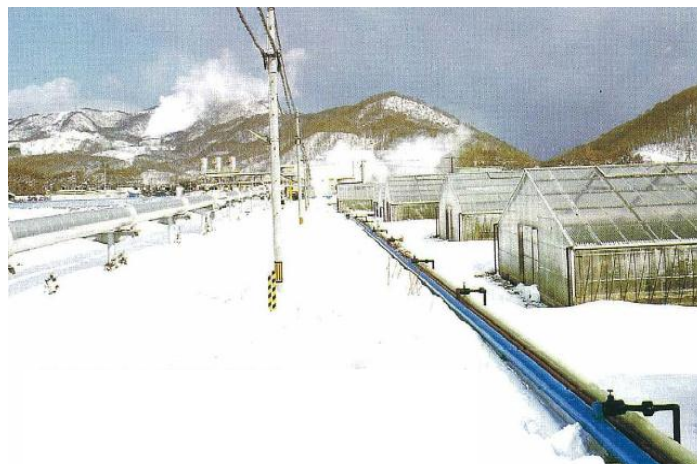
- ◆従来から温泉熱を利用したハウス栽培が実施されていたが、地熱発電所の立地に伴い、地下還元熱水の一部を真水と熱交換し、温水を近隣のビニールハウスに無償供給。
- ◆トマトやキュウリの通年栽培を実施。
(トマトは森町の基幹作物の一つとなっている。)

平成25年 地熱利用ハウスのトマト生産量679トン(2億7千800万円)、
キュウリ生産量122トン(4千400万円)

(JA森支店取扱資料より)



森発電所



地熱水利用園芸ハウス団地



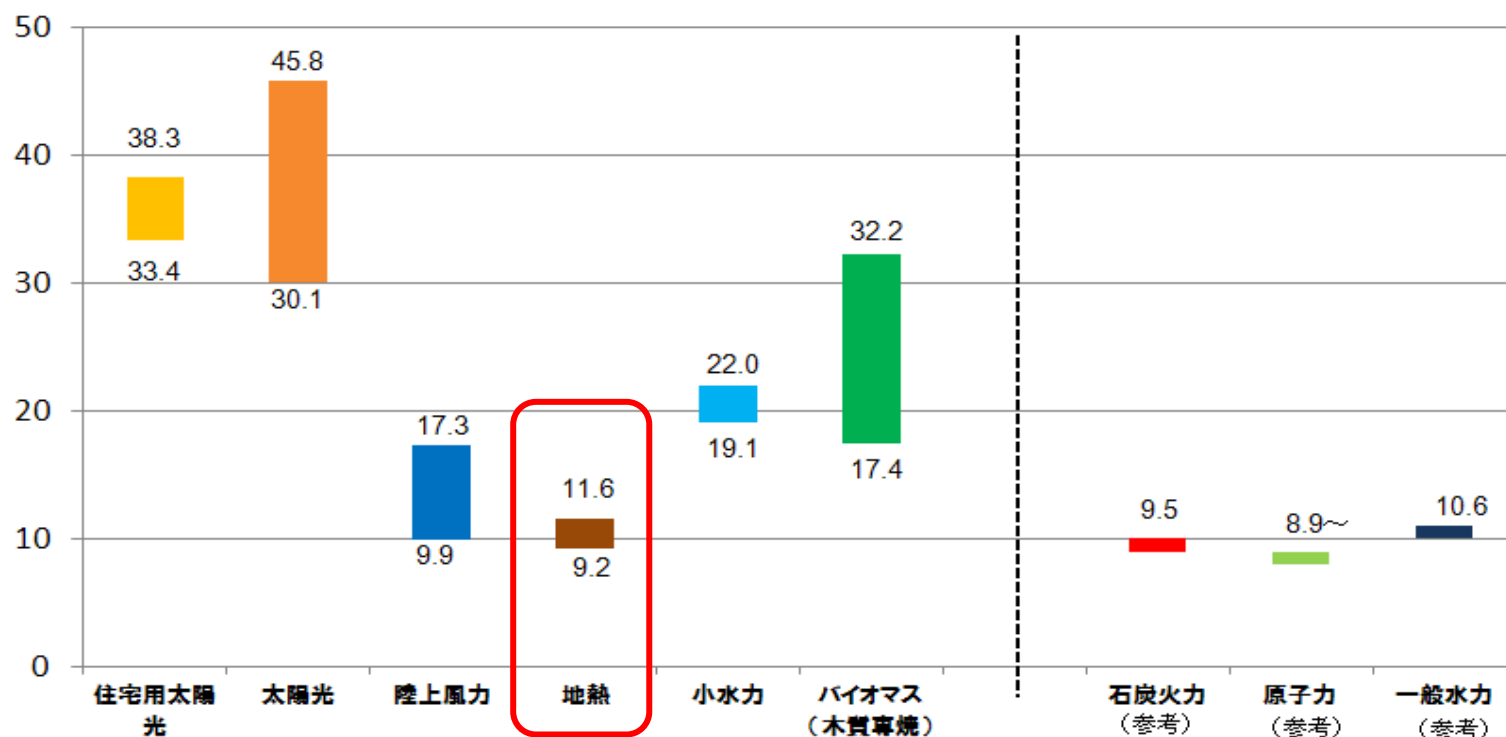
トマトの育成状況

社会的便益 国民負担最小化

- 地熱発電は24時間365日発電可能な利用率の高い電源であり、変動調整代替火力電源や蓄電池などを必要とせず、利用率に対して過剰な送電能力を必要としない電源である。
- また、燃料を必要としないので原子力や石炭火力並みの低コストであることから、ベースロード電源に位置づけられる電源である。

(円/kWh)

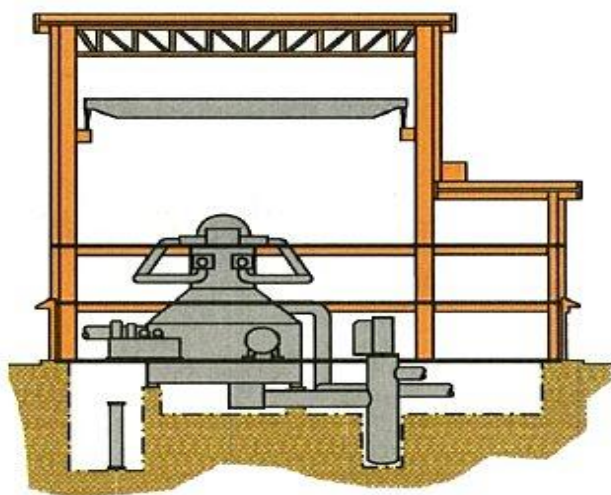
コスト等検証委員会による主要電源のコスト試算



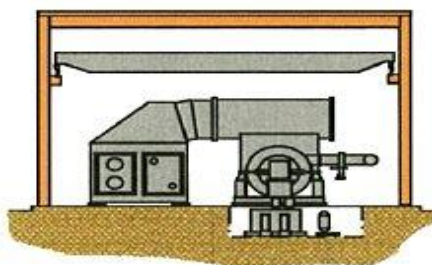
技術革新努力 蒸気タービンの小型化

■ 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。

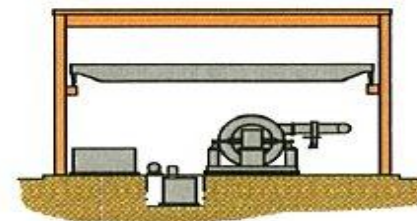
下向き排気



上向き排気

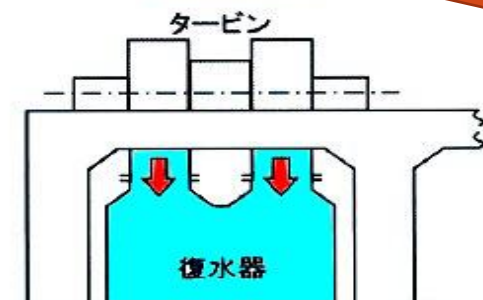


軸流排気



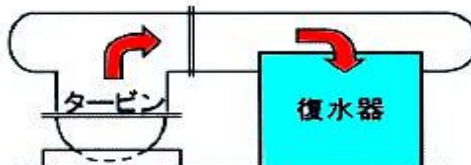
資料提供：(株)東芝

下向き排気

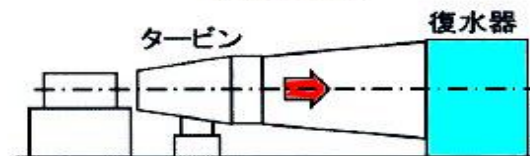


資料提供：三菱重工業（株）

上向き排気



軸流排気



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

やりました！地熱井の掘削記録更新か？

当社は、平成15年7月、奥会津地熱株式会社殿から受注した地熱生産井の掘削作業において、地熱井掘削の掘削日数短縮記録を達成しました。

今回の掘削は、この地域での実績に基づいて計画され、深度2,100mを45日間で掘削する予定でしたが、掘削実績は深度2,091mの生産井を27日間で掘削し、掘削計画工程を40%削減しました。一般的な深度2,000m程度の地熱井掘削日数は、50～60日程度であることから、この掘削日数は、日本の地熱井掘削の最短記録だと思われます。

本井の作業は、深度29mより17-1/2"ビットで掘削することから始まり、深度548mで13-3/8"ケーシングを設置しました。次に12-1/4"ビットで深度1,076mまで掘削し、9-5/8"ケーシングをライナーハンガーで設置後、タイバックケーシングを設置しました。最後に8-1/2"ビットで深度2,091mまで掘削し、7"アンカーケーシングを設置して終了しました。掘削記録の詳細は、掘削予実績表をご覧ください。



掘削中の110-M掘削機

掘削日数を短縮できた理由

・十分な掘削能力を有する大型掘削機の使用

今回、使用した110-Mは、深度4,000mの掘削能力があります。

・トップドライブドリリングシステムの使用と有効活用

トップドライブドリリングシステムの使用は、掘削作業を効率化できるといわれていますが、それを的確に使用できる技術が無ければこのような工期の短縮にはなりません。

出典：帝石削井工業HP

技術革新努力 掘削費の低減

- ◆ 地熱発電所建設費に占める坑井掘削費の割合は約24%であり、アメリカの3倍、フィリピンの6倍と試算されている(資源エネルギー庁21世紀懇談会資料)。
- ◆ その大きな原因の一つに掘削リグの稼働率の低さがある。
- ◆ 稼働率を上げるための工期短縮と掘削費の低減を目指して、蒸気生産事業者は掘削会社への従来一般的な一括発注方式を改めて、資機材調達を自社で行い、アメリカのトップドライブシステムを掘削会社に貸与するランプサム発注方式を採用した。
- ◆ その結果、40%の工期短縮と大幅なコストダウンの成果を得た。その後、トップドライブ方式の採用が地熱業界で増えている。

課題と対策

■ 系統連系

山間地で開発されるため、既設変電所までの距離が長く(FIT要望価格では15kmのコストを見込み済み)、且つ、開発に至るリードタイムが長いので、他の電源種によって送電線の容量が先に満杯になってしまう例が既に出ている。**最適な電源構成(ベストミックス)**に基づく秩序立った割り当ての計画が望まれる。

■ 規制緩和

県の温泉審議会による過剰な要求が出ているものもあり、**規制緩和と環境調和**との両立が望まれる。

■ 温泉・住民合意

調査を開始する前から自治体の他に、町内会や温泉組合にも個別に説明を実施し、全体住民説明会を実施している。また、調査が開始されてからは、年度毎に開発計画を地域に説明している。この様に丁寧な事業計画・環境保全計画の説明が重要。

福島県における地熱資源

開発に関する情報連絡会

第5回 平成26年3月12日

第4回 平成25年10月29日

第3回 平成25年1月28日

第2回 平成24年10月12日

第1回 平成24年7月31日

住民合意

吾妻安達太良地域

福島市

二本松市

大玉村

郡山市

猪苗代町

北塩原村

磐梯町

磐梯地域

磐梯地域は地表調査を実施中であり、吾妻安達太良地域は地元合意を求める丁寧な説明を継続中である。

調査位置図

温泉と環境への配慮

継続的かつ広範囲にわたる環境モニタリングの徹底

本地熱調査では、地域の事情を考慮して温泉モニタリング、環境モニタリングなどを実施します。

2013年10月29日

福島地熱プロジェクトチーム

★温泉モニタリング



★環境調査



哺乳類爬虫類調査



鳥類調査



昆虫類調査



水生動物調査

福島地熱プロジェクトチーム(10社J/V)は、環境アセスに先立って地表調査の段階から地元の要望に応えた温泉と環境のモニタリングを実施している。

また、既存の地熱発電所は運転開始後も継続的にモニタリングを実施している。

平成26（2014）年度 政策要望

1. 「固定価格買い取り制度」の恒久的な運用
2. 「固定価格買い取り制度」の設備認定時期の前倒し
3. 「地熱資源開発調査事業」の継続と拡充
4. 「地熱発電開発費等補助事業」の継続
5. 「軽油引取税の課税免除の特例措置（地熱資源）」の継続
6. 「地熱開発理解促進事業支援補助金」の継続
7. 住民合意形成への支援
8. 送電線・変電設備整備のための支援制度の創設
9. 地熱発電技術の研究開発の更なる拡充と人材育成
10. 規制緩和の趣旨に沿った自然公園内の開発規制の運用
11. 「温泉資源の保護に関するガイドライン」の作成趣旨に則った運用
12. 環境影響評価手続きの効率化
13. 国有林野等に関する許認可手続きの効率化
14. 小規模地熱発電設備等に係る、「ボイラー・タービン主任技術者の選任」及び「工事計画届出」等の不要化範囲の見直し

要望のかなりの部分を実現して頂いているが、実現した政策の継続と、していない部分の更なる検討をお願いしたい。