

## 我が国の地熱発電の概要

我が国においては、戦後のエネルギー需要に対応するため当時の工業技術庁が 1947 年に地熱開発技術委員会を設立、その後、各事業者が調査等を開始した。1966 年には、我が国初の地熱発電所として、松川地熱発電所が完成。1973 年には、第一次石油ショックを契機とし、エネルギー政策の一環として地熱開発が取り上げられ、現在は、事業用 13 発電所、自家用 5 発電所が存在している。

### 1) 地熱発電とは

- ・地熱発電とは、地下に存在する熱エネルギーを利用して発電を行うことである。
- ・地下の熱エネルギーについては、以下のような利用方法がある。

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>①電気への変換による利用（地熱発電）</li> <li>②温泉利用（入浴）</li> <li>③熱利用（暖房、農業用ハウス、食品加工、魚介類の養殖等）</li> </ul> |
|---|

- ・本検討会においては、上記①の地熱発電を対象とする。

### 2) 地熱発電のしくみ

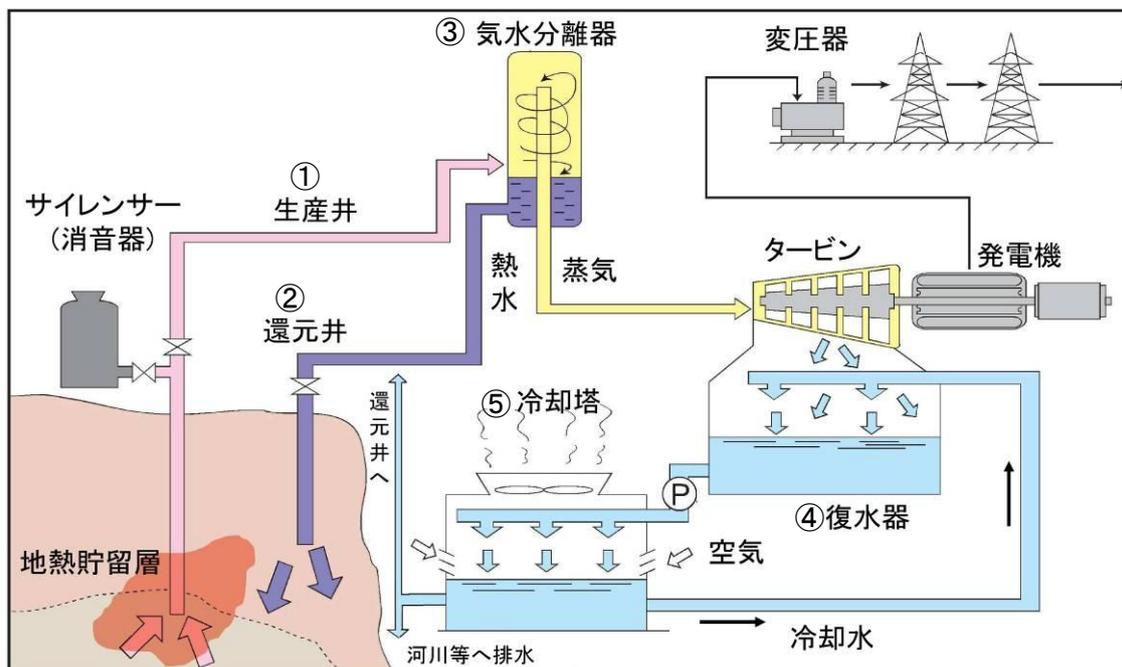
- ・地熱発電とは、地中深くの熱資源に向けて生産井と呼ばれる井戸を掘削し、地上に上がってくる蒸気によってタービンを回し、電気を生産するしくみである。（我が国の事業用地熱発電所の生産井の深さは 350m～3,250m。）
- ・蒸気によってタービンを回し、電気を生産するしくみは蒸気発電方式と呼ばれ、以下のようにシングルフラッシュ方式、ダブルフラッシュ方式、ドライスチーム方式に区分される。

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>◎シングルフラッシュ方式（SF）…坑口から噴出する熱水と蒸気の混合物である場合に気水分離器で蒸気のみを抽出し、タービンを回す方式。（大岳、葛根田など）</li> <li>◎ダブルフラッシュ方式（DF）…蒸気が抽出された後の熱水を減圧して再度蒸気を発生させ、タービンを回す方式。（八丁原、森など）</li> <li>◎ドライスチーム方式（DS）…坑口から蒸気のみが噴出する生産井では、気水分離器が必要なく、そのままタービンを回す方式。（松川）</li> </ul> |
|--|

- ・また、熱水を利用して、ペンタンなどの低沸点の媒体に伝えて高压の蒸気を作り、タービンを回す方式が実用化されており、バイナリー方式と呼ばれている。

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>◎バイナリー方式（B）…熱水と低沸点の媒体を利用して発電する方式。（八丁原、霧島国際ホテル）</li> </ul> |
|--|

<一般的な蒸気発電方式について>



(出典：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)  
「地熱開発の現状」 2008. 11 を一部加筆修正)

①生産井

- ・ 地中深くの地熱貯留層にある地熱流体（熱水や蒸気、その混合物）を地表に導き噴出させるための井戸。
- ・ 深さは、地熱貯留層の分布により左右されるため、1本1本異なるが、我が国で最も深い井戸は森発電所の3,250mであり、最も浅い井戸は葛根田2号機や鬼首地熱発電所の350mである。



生産井

②還元井

- ・ 気水分離器で抽出された熱水や及び冷却塔にて液体に戻された蒸気を地下深くに還元する井戸。地熱貯留層を枯渇させないため、また、熱水中に含まれる有毒成分を地上へ排出させないために設置される。
- ・ 深さは、生産井への還元を念頭に掘削されるため、1本1本異なるが、我が国で最も深い井戸は滝上発電所の2,811mであり、最も浅い井戸は八丈島地熱発電所の82mである。



還元井

### ③気水分離器

- ・生産井から噴出した熱水と蒸気を分離する円筒形の設備。蒸気はタービンへ、熱水は還元井に送られる。設備の高さは10～15m程度。
- ・各生産基地において1箇所設置されることが多い。



気水分離器

### ④復水器

- ・タービンを通過した蒸気を冷却水を用いて温度を下げ、凝縮し、温水へと変える。
- ・発電所建屋内の蒸気タービンに接続され、屋外に設置される。



復水器

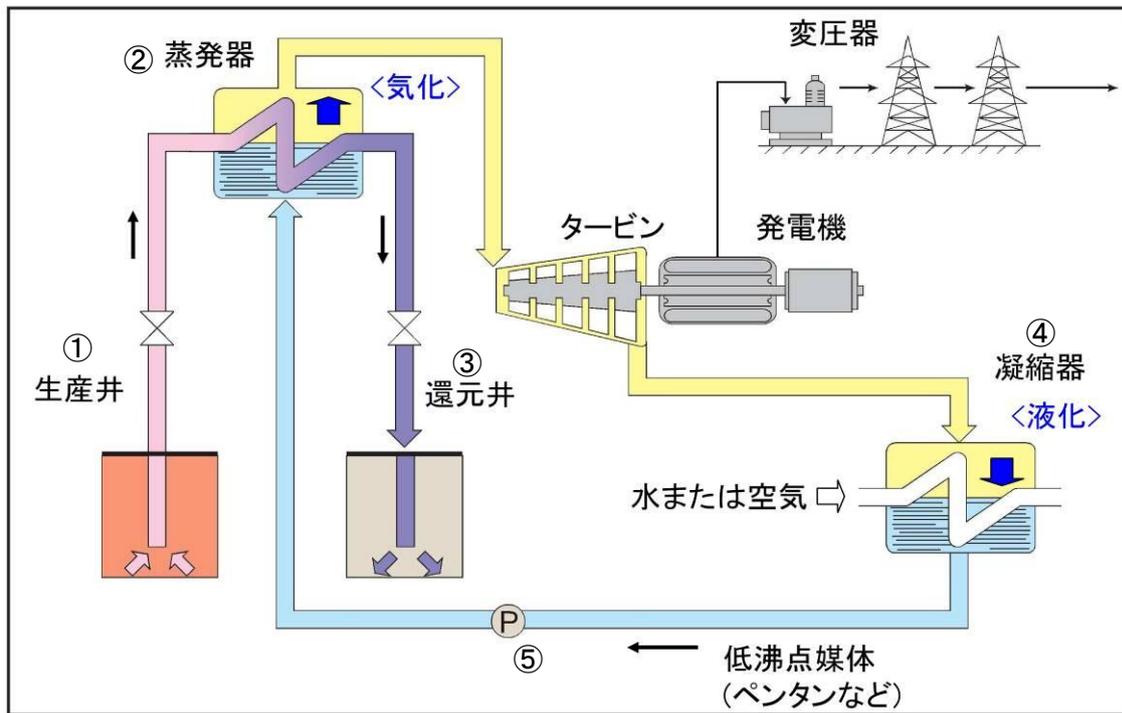
### ⑤冷却塔

- ・復水器から送られてくる温水を施設内部の上部から散布し、空気と接触させることで温度を下げ、冷却水とする設備。
- ・屋上にファンが設置され、冷却の過程で蒸発した水蒸気は、蒸気に含まれるガス成分（硫化水素等）とともに大気中へ上方拡散される。
- ・出力25,000kW級の発電所の例では、縦横約17×54m、高さ約19m（屋上のファンを含む）の施設規模である。



冷却塔

<バイナリー方式について>



(出典：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)  
「地熱開発の現状」 2008. 11 を一部加筆修正)

①生産井

- ・地下から熱水を地表に導くための井戸。
- ・我が国の発電所で実用化されているのは八丁原発電所 (2,000kW) のみであり、井戸の深さは 1,700m である。(霧島国際ホテルにも実験施設があり、220kW の発電がなされている。)

②蒸発器

- ・熱水により間接的にペンタンなどの低沸点媒体を加熱し、蒸発させるための機器。
- ・気化した媒体はタービンに送られ、発電機を回して発電する。

③還元井

- ・媒体へ熱を伝え終わった熱水を地下へ戻すための井戸。

④凝縮器

- ・タービンを通じた蒸気を、水または空気の間接的に接触させることで液化させる。

⑤循環ポンプ

- ・液化した媒体を循環させ、蒸発器へ送る。



バイナリー方式による発電システム

### 3) 我が国の地熱発電所

- ・現在、我が国においては、事業用 13 発電所、自家用 5 発電所の計 18 箇所に発電所が存在し、その多くは、主に蒸気の生産や還元を行う蒸気供給事業者と主に発電を行う発電事業者の共同で運営されている。
- ・事業用としての認可出力の最大は八丁原発電所の 112,000kW、最小は八丈島地熱発電所の 3,300kWである。認可出力の合計は約 54 万 kWである。
- ・最も運転開始年が新しいのは八丈島地熱発電所であり、今から 12 年前の平成 11 年 3 月である。

#### <地熱発電所一覧>

発電所名	所在地	発電部門 蒸気供給部門	認可出力	方式	運転開始	自然公園 との関係
森	北海道森町	北海道電力(株)	50,000kW	DF	昭和 57.11	—
すみかわ 澄川	秋田県鹿角町	東北電力(株) 三菱マテリアル(株)	50,000kW	SF	平成 7.3	坑口は公園外だが十和田八幡平国立公園の地下部へ傾斜掘削
松川	岩手県松尾村	東北水力地熱(株)	23,500kW	DS	昭和 41.10	十和田八幡平国立公園内
かつこんだ 葛根田	岩手県雫石町	東北電力(株) 東北水力地熱(株)	50,000kW 30,000kW	SF SF	昭和 53.5 平成 8.3	十和田八幡平国立公園内
うえ 上の岱	秋田県湯沢市	東北電力(株) 東北水力地熱(株)	28,800kW	SF	平成 6.3	栗駒国定公園内
おにこうべ 鬼首	宮城県鳴子町	電源開発(株)	15,000kW	SF	昭和 50.3	栗駒国定公園内
やないづ 柳津西山	福島県柳津町	東北電力(株) 奥会津地熱(株)	65,000kW	SF	平成 7.5	只見柳津県立自然公園内
八丈島	東京都八丈島	東京電力(株)	3,300kW	DF	平成 11.3	富士箱根伊豆国立公園内
おおたけ 大岳	大分県九重町	九州電力(株)	12,500kW	SF	昭和 42.8	阿蘇くじゅう国立公園内
はっちょうばる 八丁原	大分県九重町	九州電力(株)	55,000kW 55,000kW 2,000 kW	DF DF B	昭和 52.6 平成 2.6 平成 18.4	阿蘇くじゅう国立公園内
たきがみ 滝上	大分県九重町	九州電力(株) 出光大分地熱(株)	27,500kW	SF	平成 8.11	—
おおぎり 大霧	鹿児島県霧島市	九州電力(株) 日鉄鹿児島地熱(株)	30,000kW	SF	平成 8.3	霧島屋久国立公園内
やまがわ 山川	鹿児島県指宿市	九州電力(株)	30,000kW	SF	平成 7.3	—
事業用 計 13 発電所			527,600kW	—		
大沼	秋田県鹿角市	三菱マテリアル(株)	9,500kW	SF	昭和 49.6	十和田八幡平国立公園内
杉乃井 ホテル	大分県別府市	(株)杉乃井ホテル	1,900kW	SF	平成 18.4	—
九重観光 ホテル	大分県九重町	(合)九重観光ホテル	990kW	SF	平成 10.4	阿蘇くじゅう国立公園内
たけ 岳の湯	熊本県小国町	廣瀬商事(株)	50kW (休止中)	SF	平成 3.10	—
霧島国際 ホテル	鹿児島県牧園町	富士電機システムズ(株) 大和紡観光(株)	100kW	B	平成 18.8	霧島屋久国立公園内
自家用 計 5 発電所			12,660kW	—		
合計 18 発電所			540,260kW	—		

※発電方式 DS…ドライスチーム、SF…シングルフラッシュ、DF…ダブルフラッシュ、B…バイナリー

<地熱発電所の位置>

