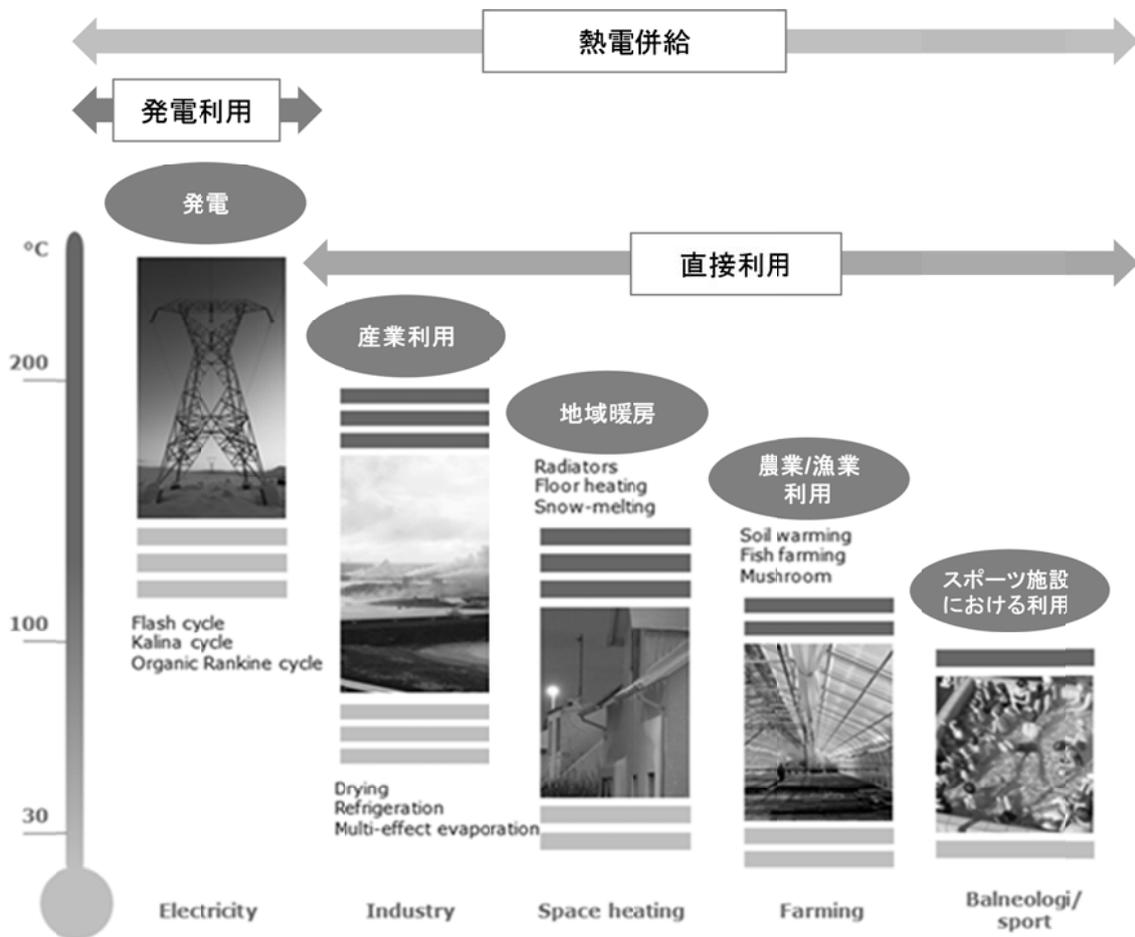


1. 地熱資源の利用形態の整理と導入事例

1.1 地熱資源の利用形態の整理と発電利用における発電方式の分類

温度別にみた地熱資源の利用形態の概念図を図 1 に示す。地熱の利用形態は、発電利用、熱の直接利用、熱電併給の 3 つに分類される。80℃以上の高温の地熱資源を発電のみに利用する形態を発電利用とよび、フラッシュ方式、ドライスチーム方式、バイナリー方式の 3 つの発電方式に分類される（後述）。直接利用は地熱エネルギー利用の中で最も歴史が古く、主に、浴用や室内暖房、地域暖房、農業利用、養殖、工業利用等において活用されてきた。近年では地中熱ヒートポンプが普及しつつある。熱電併給とは発電に利用されなかった熱水を熱交換して、地域暖房や産業用の乾燥機、温室プール等に活用することを指す。



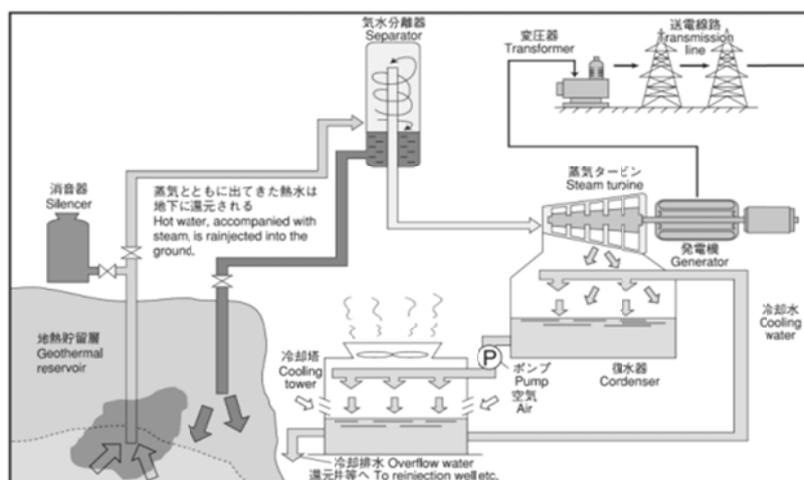
(出典：HS Orka 社からの受領資料をもとに作成)

図 1 温度別にみた地熱資源の利用形態の概念図

地熱発電はフラッシュ方式、ドライスチーム方式、バイナリー方式の 3 つの方式に分類される。

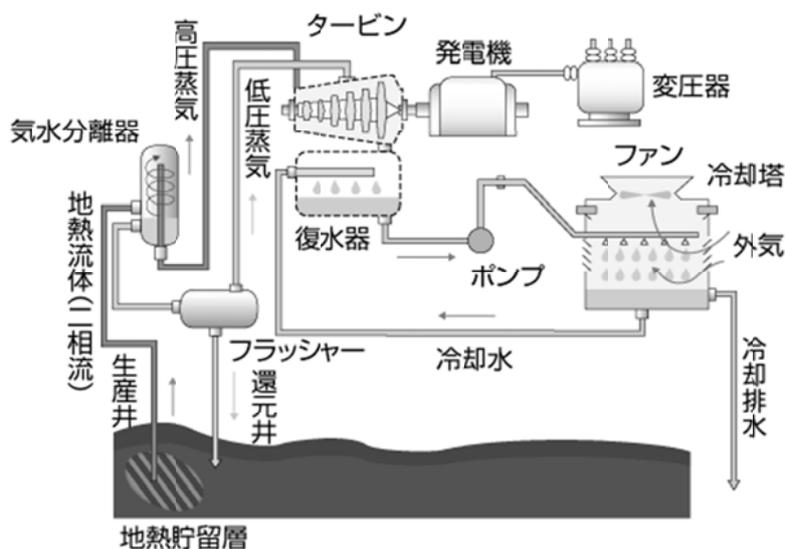
(1) フラッシュ方式

フラッシュ方式は、坑口から噴出する熱水と蒸気の混合物から気水分離器で蒸気のみを抽出し、タービンを回すシングルフラッシュ方式と、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、タービンを回すダブルフラッシュ方式の2つに分類される(図2、図3)。但し、近年トリプルフラッシュの導入も見られるようになってきた。



(出典：NEDO 再生可能エネルギー技術白書)

図2 シングルフラッシュ方式の概念図



(出典：独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構)

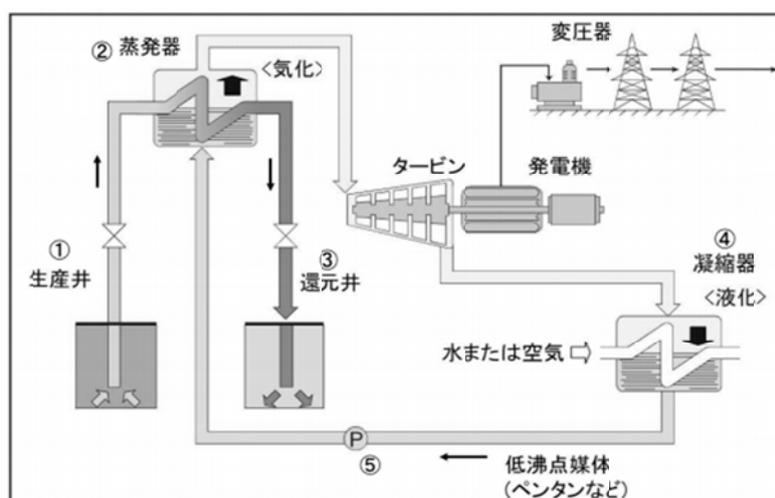
図3 ダブルフラッシュ方式の概念図

(2) ドライスチーム方式

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である。国内では岩手県の松川発電所にて採用されている。

(3) バイナリー方式

熱水と低沸点の媒体（アンモニア、ペンタン等）を利用して発電する方式であり、主に、比較的低温（80～150℃）の地熱資源による発電に活用される（図 4）。国内では温泉熱が全国各地に分布しており、温泉熱を利用した地域分散型の電源として活用できることから、バイナリー発電の導入拡大が期待される。国内では八丁原バイナリー発電所にて採用されている。



（出典：環境省「地熱発電事業に係る自然環境影響検討会」）

図 4 バイナリー発電の概念図

1.2 主な導入事例（発電利用、熱の直接利用、熱電併給）

1.2.1 発電利用の導入事例

国内外における発電方式別の主要な発電所の一覧を表 1 に示す。主にフラッシュ方式による発電が採用されており、国内では自家用発電向けのフラッシュ発電が稼働している。

表 1 国内外における発電方式別の主要な発電所の一覧

	国内	国外
フラッシュ方式	<p>【発電用】</p> <ul style="list-style-type: none"> 森発電所(北海道、D) 澄川発電所(秋田県、S) 葛根田発電所(岩手県、S) 上の岱発電所(秋田県、S) 鬼首発電所(宮城県、S) 柳津西山(福島県、S) 八丈島発電所(東京都、S) 滝上発電所(大分県、S) 八丁原発電所(大分県、D) 大岳発電所(大分県、S) 大霧発電所(鹿児島県、S) 山川発電所(鹿児島県、S) <p>【自家用】</p> <ul style="list-style-type: none"> 大沼(秋田県、S) 杉乃井ホテル(大分県、S) 九重観光ホテル(大分県、S) 霧島国際ホテル(鹿児島県、S) 	<ul style="list-style-type: none"> Wairakei(ニュージーランド、D) Ohaaki(ニュージーランド、D) Krafla(アイスランド、D) Svartsengi(アイスランド、S) Reykjanes(アイスランド、S) Nesjavellir(アイスランド、S) Tongonan(フィリピン、S) 等
ドライシステム	<ul style="list-style-type: none"> 松川発電所(岩手県) 	<ul style="list-style-type: none"> The Geysers(米国) Larderello(イタリア) Kamojang(インドネシア) 等
バイナリー方式	<ul style="list-style-type: none"> 八丁原バイナリー発電所(大分県) 	<ul style="list-style-type: none"> Kawerau(ニュージーランド) Svartsengi(アイスランド) Husavik(アイスランド) Tongonan(フィリピン) 等

S: シングルフラッシュ、D: ダブルフラッシュ

(一般社団法人火力原子力発電技術協会「地熱発電の現状と動向」をもとに作成)

1.2.2 熱の直接利用の導入事例

温泉熱を活用したトマト栽培

北海道の壮瞥町幸内地区では地熱(温泉熱)を利用した温室でトマトを栽培し、オロフレトマトとして販売している。壮瞥町幸内地区の弁景温泉では、65°Cの源泉が毎分1t自噴しており、この温泉熱に着目した壮瞥町は資源エネルギー庁の事業を活用し、野菜生産団地を整備した。

ハウスの加温に化石燃料は一切使われておらず、発電に利用しなかった熱水をハウス地表に整備したポリチューブに通すことで、ハウス内を暖房している。日中、氷点下10°C以下であってもハウス内は13°Cに保たれている。

平成21年度現在、越冬型ハウス28棟で栽培をしており、北海道では通常トマトが店頭に並ぶのは4月頃であるが、道内で最も早い2月中旬から出荷することが可能となっている。

1.2.3 熱電併給の導入事例

高温の地熱資源を発電に利用するだけでなく、発電後に温度が低下した地熱資源の熱を温度の低下に応じて、何段階にもわたって他の用途に利用する熱電併給に取り組んでいる発電所も存在する。熱電併給によって、熱効率及びびコスト効率の向上が期待される。

アイスランドのスパルツエンギ発電所では、発電に利用しなかった熱水をブルーラグーンと呼ばれる屋外スパへ供給するとともに、化粧品の製造やレイキャビック市における地域暖房等に活用している（図 5-図 6）。

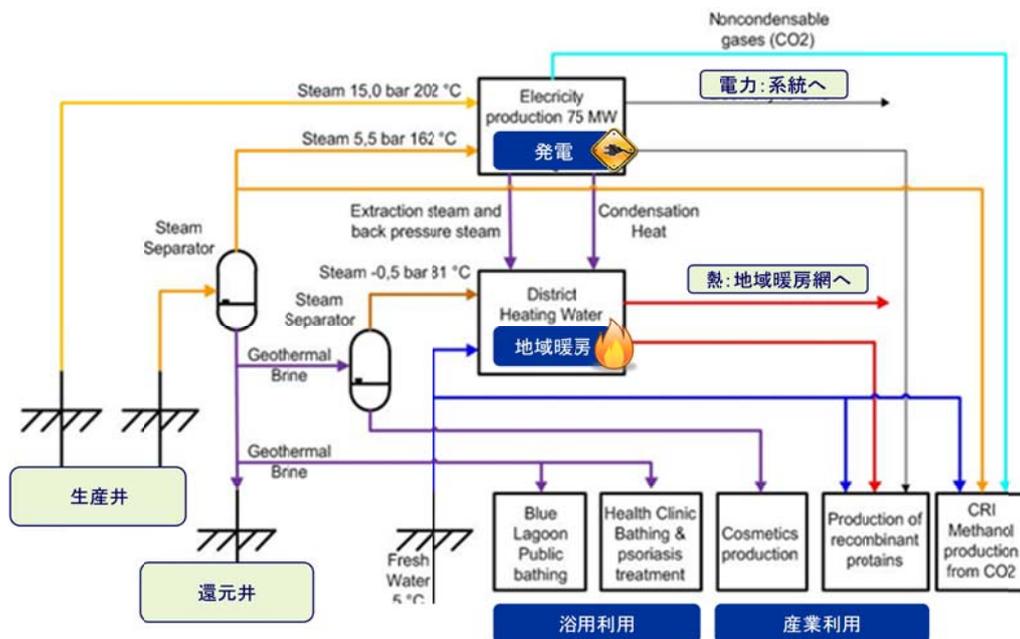


図 5 地熱エネルギーの多段階利用の概念図
(出典：HS Orka 社からの受領資料をもとに作成)



図 6 スパルツエンギリソースパークにおける導入施設例
(出典：HS Orka 社からの受領資料をもとに作成)