



地熱発電プロジェクト最前線 – Part 5 –

- (1) 低温の蒸気と熱水を使える地熱発電所、大分県の山中で建設開始
- (2) 地熱でトマトを作る北海道・壮瞥町、電力会社 2 社が発電に向けて資源調査
- (3) 地熱資源の開発で 26 地域に補助金、北海道・東北を中心にプロジェクトが広がる
- (4) 40 年以上稼働した地熱発電所が小休止、7 年後に出力 1.5 倍で再稼働

[スマートジャパン]

(初出: スマートジャパン 2016/03/03 <http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1603/03/news027.html>)

(初出: スマートジャパン 2016/05/12 <http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1605/12/news035.html>)

(初出: スマートジャパン 2016/05/20 <http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1605/20/news044.html>)

(初出: スマートジャパン 2016/06/09 <http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1606/09/news033.html>)

(1) 低温の蒸気と熱水を使える地熱発電所

大分県の山中で建設開始

地熱発電所が数多く集まる大分県の九重町で新しい発電所の建設工事が始まった。従来の地熱発電所では利用できなかった低温の蒸気と熱水を使えるバイナリー方式の設備を導入する。発電能力は5MWになり、国内の地熱バイナリー発電所では最大級だ。1年後の2017年3月に運転を開始する。

九州電力が1996年に運転を開始した「滝上（たきがみ）発電所」に隣接する場所で、「滝上バイナリー発電所」の建設工事が3月1日から進んでいる（図1）。運転中の滝上発電所は発電能力が27.5MW（メガワット）に達する国内有数の地熱発電所で、5カ所の生産基地から高温の蒸気を供給して発電に利用している。

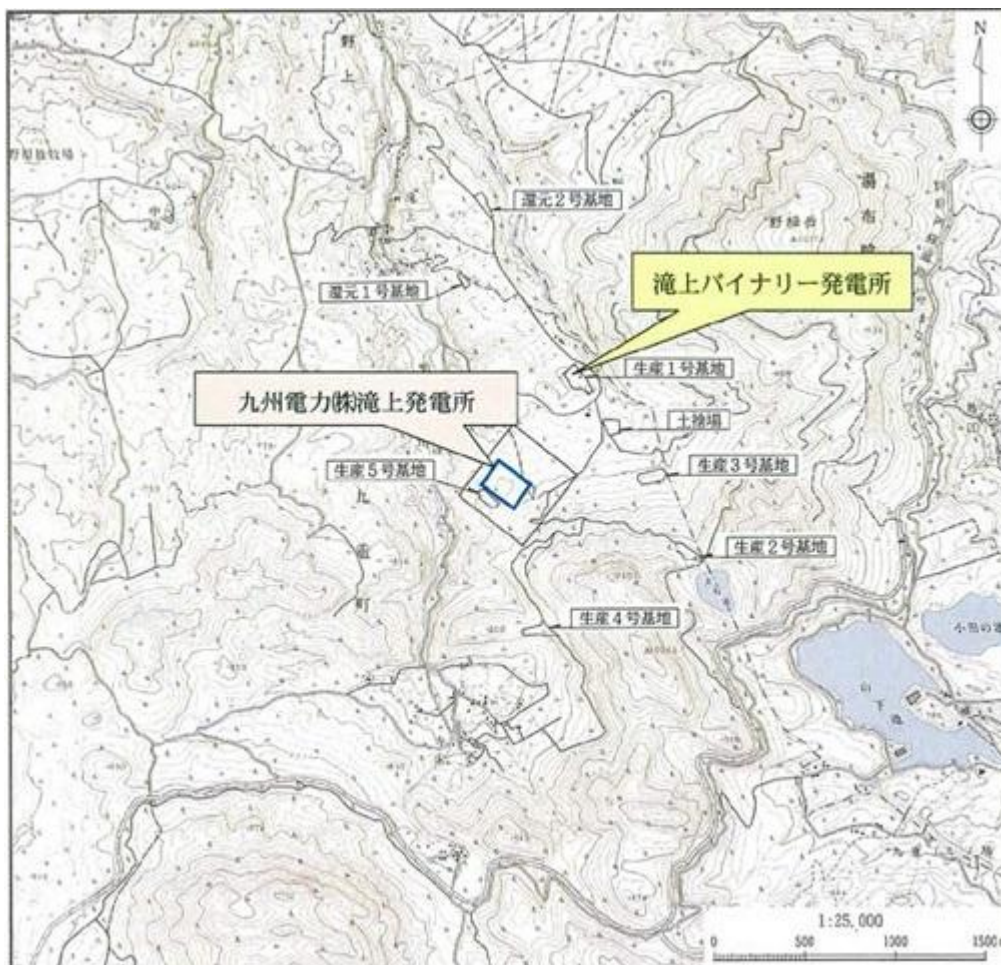


図1 「滝上バイナリー発電所」の位置。出典：出光興産

蒸気を供給しているのは石油大手の出光興産グループの出光大分地熱である。出光大分地熱は5カ所のうちの「1号生産基地」の敷地内に、これまで利用していなかった地熱のエネルギーを使えるバイナリー発電所を建設中だ（図2）。2017年3月に運転開始を予定している。



図2 「滝上バイナリー発電所」の完成イメージ。出典：出光興産

発電能力は5MWで、年間に3100万kWh（キロワット時）の電力を供給することができる。一般家庭の使用量（年間3600kWh）に換算して8600世帯分に相当する。設備利用率（発電能力に対する実際の発電量）は地熱発電で標準的な70%になる。発電した電力は全量を固定価格買取制度で売電して、年間に12億4000万円の収入を得られる見込みだ。

新設するバイナリー発電所では、既設の滝上発電所で使っていない熱水を利用して発電する。地熱の生産基地では地下からくみ上げた蒸気と熱水を「気水分離器」にかけて、高温の蒸気だけを発電機に供給する仕組みになっている（図3）。分離した熱水はタンクに貯めてから、還元基地に送って地中に戻っていた。

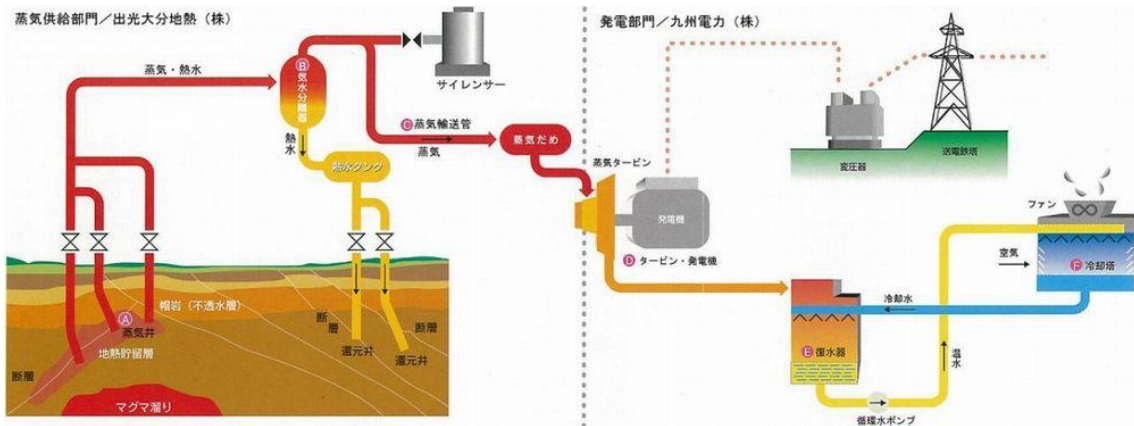


図3 「滝上発電所」の蒸気供給設備。出典：九州電力

バイナリー発電では熱水をすぐに地中に戻さず、再び気水分離器にかけて低温の蒸気と熱水を作る。発電用に水よりも沸点の低い代替フロンやペンタンを媒体として利用するのが一般的だ。熱水と蒸気の熱で媒体を蒸発させると、媒体の蒸気の勢いでタービンを回転させて発電することができる（図4）。

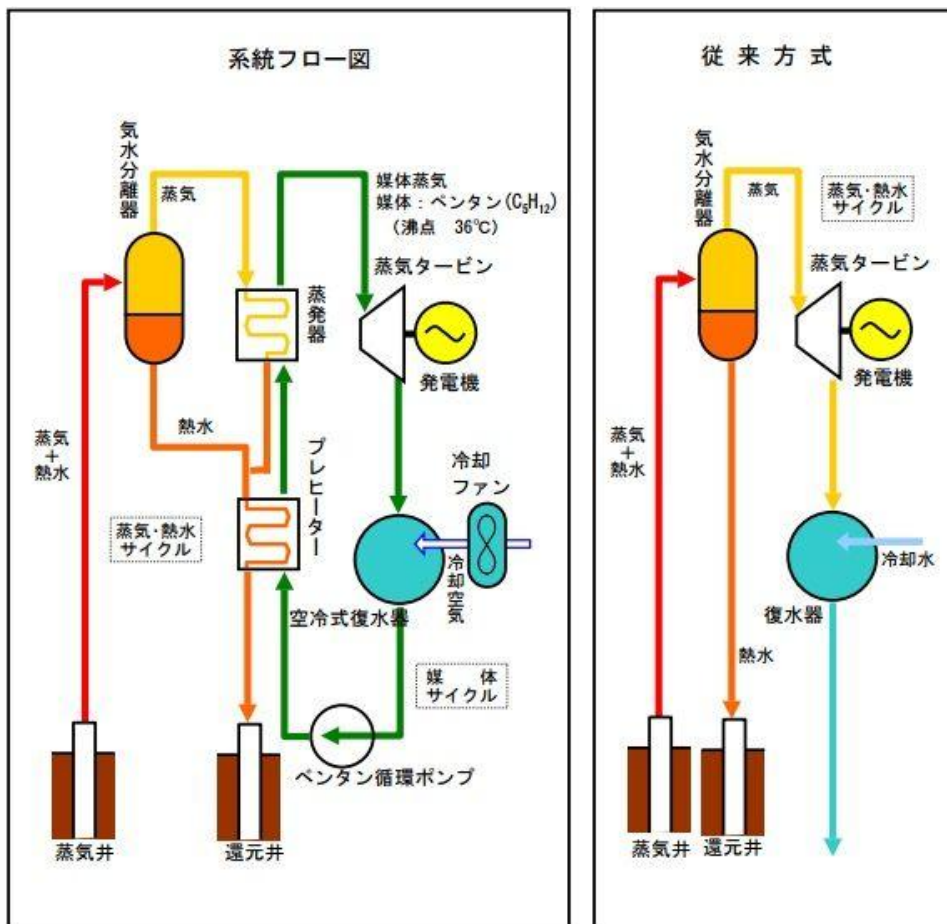


図4 地熱バイナリー発電（左）と従来の地熱発電（右）。出典：九州電力

発電に利用した後の媒体は水や空気で冷やして液体に戻してから、再び熱水と蒸気の熱で蒸発させて繰り返し発電に利用する。その一方で温度が低下した熱水は従来と同様に還元基地から地中に戻る。バイナリー発電を実施しても地中の熱水の資源量は変わらない。

地熱バイナリー発電は新たに地中を掘削して生産基地や還元基地を作る必要がないことから、自然環境にやさしい発電方式として注目を集めている。九州電力も既設の地熱発電所にバイナリー発電設備を拡大中だ（図5）。



図5 九州電力の地熱発電所。出典：九州電力

滝上発電所と同じ九重町（このえまち）には、国内で最大の「八丁原（はっちょうばる）発電所」（発電能力110MW）がある。1977年から運転を続ける地熱発電所の構内では、10年前の2006年に「八丁原バイナリー発電所」（2MW）が運転を開始した。このほかにも鹿児島県にある「山川発電所」（30MW）の構内で小規模なバイナリー発電設備の実証試験を実施している。

さらに九州電力グループの九電みらいエナジーが九重町内の菅原地区に、「菅原バイナリー発電所」を2015年6月に稼働させた(図6)。発電能力は滝上バイナリー発電所と同じ5MWで、年間の発電量は3000万kWhを想定している。菅原地区には九重町が所有する地熱井(ちねつせい)があって、蒸気と熱水を供給している。ただし100度前後しかないため、通常の地熱発電には利用できなかった。



図6 「菅原バイナリー発電所」の位置(上)、発電設備(左下)と上空から見た全景(右下)。

出典：JOGMEC、九電みらいエナジー

(2) 地熱でトマトを作る北海道・壮瞥町

電力会社 2 社が発電に向けて資源調査

北海道でも有数の火山地帯にある壮瞥町で地熱資源の開発プロジェクトが本格的に始まる。北海道電力と九州電力が共同で発電事業に向けた地熱資源の調査に乗り出す。2016 年度内に地表調査を実施した後に、2017 年度から掘削調査を進めて発電事業の可能性を判断する計画だ。

北海道電力と九州電力は壮瞥町（そうべつちょう）の東部に広がる「黄溪（おうけい）地域」で地熱資源調査を実施する（図 1）。この地域には 1973 年まで硫黄の鉱山があり、火山の作用で作られた硫黄が大量に眠っている。閉山によって住民がいなくなった地域に、地熱発電所を新設する可能性が高まってきた。



図 1 地熱資源調査の対象地域。出典：北海道電力、九州電力

壮瞥町の西部には近年の噴火で知られる有珠山（うすざん）と昭和新山の 2 つの活火山が並び、一帯には地熱資源が豊富にある。1980 年代に地熱水を利用した野菜団地を町内に建設して、ビニールハウスの中で野菜の栽培を開始した（図 2）。現在は町の名産品になった「オロフレトマト」の生産に地熱を生かしている。



図2 地熱を利用した野菜団地の全景（上）、ビニールハウスで生産する「オロフレトマト」（下）。

出典：壮瞥町

「再生可能エネルギーのまち」を掲げる壮瞥町は地熱資源の利用範囲を拡大するため、2014年度から国の補助金を受けて地熱発電に向けた調査を開始した。黄溪地域の北側にある温泉地の「蟠溪（ばんけい）地区」に調査井（ちょうさせい）を掘削して、資源量の調査を進めている（図3）。



図3 壮瞥町内で実施中の地熱資源調査。出典：壮瞥町

新たに電力会社2社が壮瞥町と協定を結んで、本格的な地熱資源調査に乗り出すことになった。調査範囲は約2キロメートル四方に及ぶ。2016年度に地表調査を実施して一帯の地下構造を推定する。続いて2017年度から調査井を掘削して資源量の評価を進める予定だ(図4)。

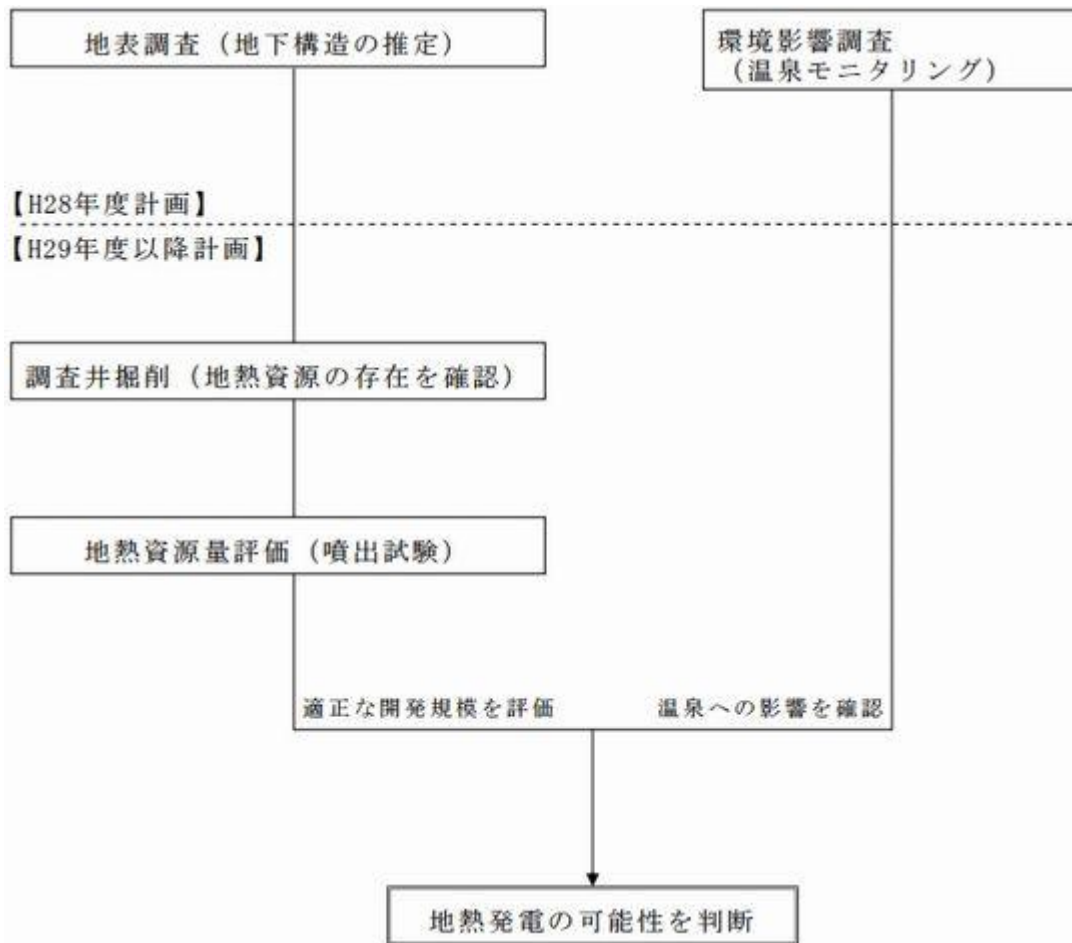


図4 2016年度から実施する地熱資源調査。出典：北海道電力、九州電力

地熱発電所を建設するためには、地表調査と掘削調査を実施して発電に必要な資源量を確認してから工事に着手する流れが一般的だ（図5）。発電能力が10MW（メガワット）以上の場合には環境影響評価も義務づけられている。地表調査から発電所の運転開始まで10年以上かかるケースが多い。一連の調査と環境影響評価が順調に進めば、2020年代の後半には新しい地熱発電所が壮瞥町で運転を開始する。



図5 地熱発電所を建設するまでのプロセス。出典：資源エネルギー庁

火山国の日本は地熱の資源量が世界で3番目に多く、北海道でも広範囲に地熱資源が分布している。特に地熱資源が集中しているのは南西部で、そのうちの1つが壮瞥町を含む洞爺湖（とうやこ）の周辺だ（図6）。温泉地として有名な登別（のぼりべつ）も壮瞥町に隣接している。

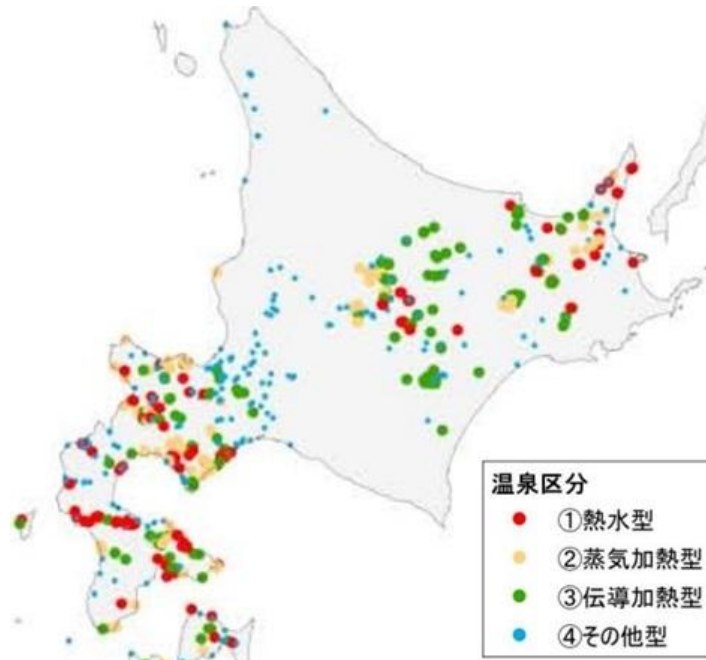


図6 北海道の地熱資源の分布。出典：環境省

ところが現在のところ北海道内で稼働している地熱発電所は1カ所しかない。北海道電力が南部の森町で1982年に運転を開始した「森発電所」だけである（図7）。森発電所は活火山の駒ヶ岳の近くに立地しているが、国立・国定公園に含まれていないために建設が可能になった。

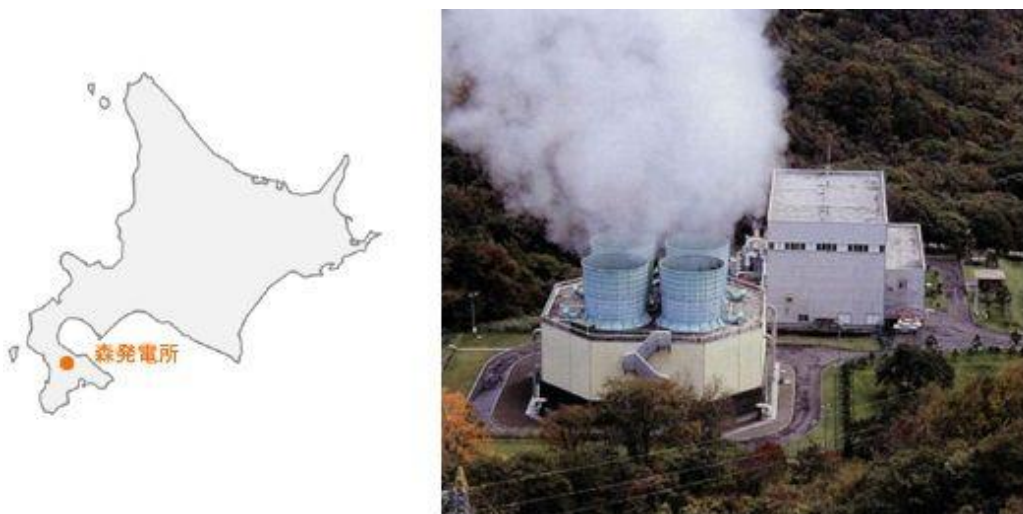


図7 「森発電所」の位置と全景。出典：北海道電力

1974年に政府が国立・国定公園内で地熱発電の開発を禁止したことで、火山地帯の多くが開発の対象から外れた。北海道には数多くの国立・国定公園があり、洞爺湖の周辺地域は「支笏（しこつ）洞爺国立公園」に指定されている（図8）。

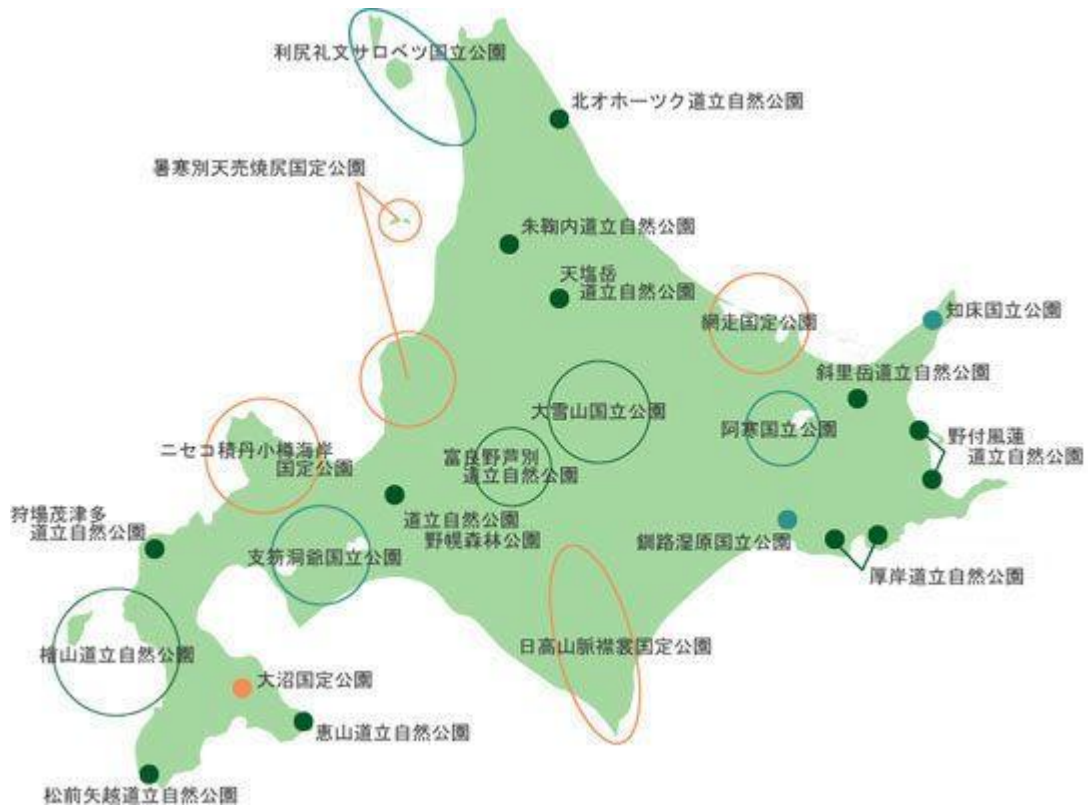


図8 北海道の自然公園。出典：北海道環境生活部

壮瞥町も一部の地域が支笏洞爺国立公園に入るが、政府が2012年から地熱発電の規制を緩和して、条件を満たせば発電所を建設できるようになった。北海道の他の地域でも、地熱発電の開発プロジェクトが進み始めている。

(3) 地熱資源の開発で 26 地域に補助金

北海道・東北を中心にプロジェクトが広がる

政府が 2013 年度から続けている地熱資源の開発を促進する補助金制度が 4 年目に入った。2016 年度の 1 次公募では全国の 26 地域が補助金の対象に選ばれて、地熱発電に向けた調査や発電後の熱水利用を進めていく。地熱を生かした野菜の栽培やエビの養殖プロジェクトの検討も始まる。

日本は地熱の資源量が世界で第 3 位の規模にありながら、再生可能エネルギーとして利用している割合は他の地熱資源国よりも低い。政府は 2013 年度から「地熱開発理解促進関連事業支援補助金」を開始して、全国各地で地熱資源の開発プロジェクトを促進中だ。2016 年度は総額 22 億円の予算を投入して補助金を交付する計画で、まず 1 次公募で 26 件の対象事業を採択した（図 1）。1 件あたり最高で 1 億 8000 万円まで補助する。

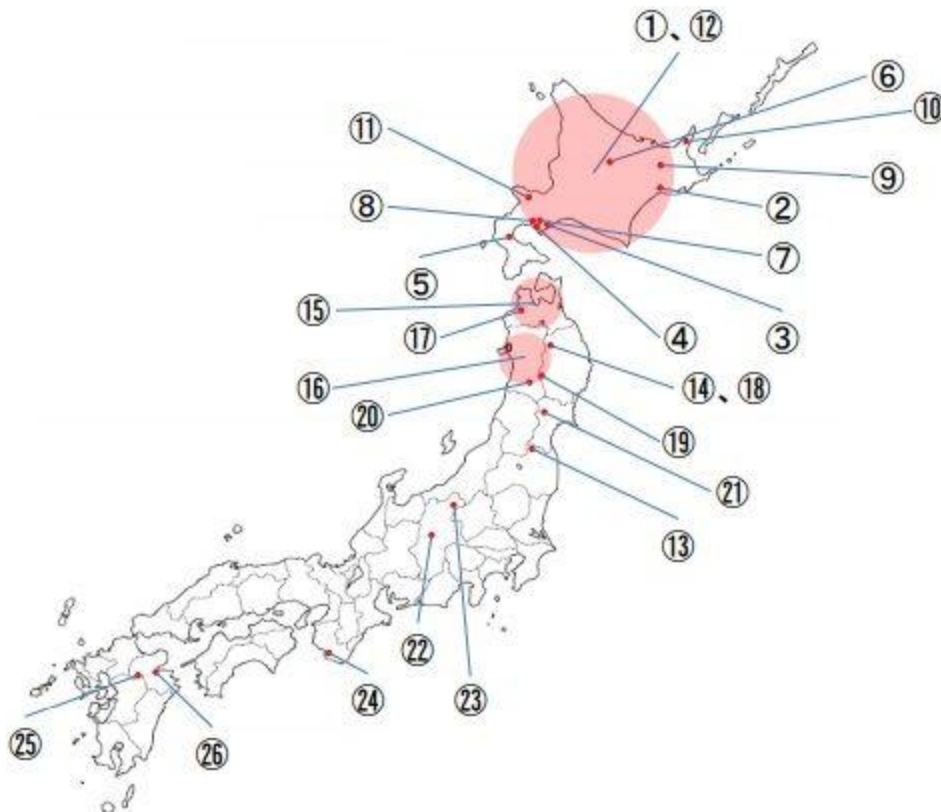


図 1 「地熱開発理解促進関連事業支援補助金」の対象に選ばれた 26 地域（2016 年度の 1 次公募）。

出典：資源エネルギー庁

北海道が最も多くて12件ののぼり、東北からも9件が選ばれた。他の地域では長野県から2件、和歌山・熊本・大分の各県で1件ずつ補助金を交付する。対象になる事業は地熱を活用したハウス栽培などの「ハード支援」のほか、地域住民の理解を促進するための「ソフト支援」、さらに地熱開発によって温泉に影響が生じた場合の代替策を支援する「温泉影響調査」の3種類がある（図2）。



図2 補助金の対象事業。出典：資源エネルギー庁

北海道の12件のうち10件は自治体が参画する事業で、地域住民の理解を得るための勉強会や視察の費用に補助金を利用するケースが多い（図3）。そうした中で大雪山の一带に温泉が広がる上川町（かみかわちょう）では、地熱発電に向けた掘削調査を実施する検討作業に補助金を生かす。合わせて発電後の熱水の利用方法も検討する。

南部の洞爺湖に面した壮瞥町（そうべつちょう）では既存の温泉源を活用した発電や熱利用を促進するために、補助金を使って湯量調査を実施する予定だ。壮瞥町では1980年代から地熱の温水を利用したハウス栽培に取り組んでいて、特にトマトの栽培で成果を上げている（図4）。

No.	実施地域	事業者名	申請概要
1	北海道	北海道	地熱資源導入の取組推進を図るため、市町村や温泉事業者等に対し、助言を行う専門家派遣を実施する。また、道内各市町村のホテルや公共施設等を対象に調査を行い、地熱資源を有する施設の課題を把握する。
2	北海道釧路市	NPO法人阿寒観光協会まちづくり推進機構 (一財)前田一步園財団 釧路市 北電総合設計(株)	阿寒湖温泉地域における資源量把握、熱水集中管理や熱利用の検討を行う。また、地熱開発や熱利用に関する理解を促進するための勉強会やシンポジウム、先進地視察を実施する。
3	北海道登別市	登別市 (株)道銀地域総合研究所	地熱利用や排湯熱利用の具体的な検討及び課題の抽出のため、勉強会や先進地視察を実施するとともに、地元大学との街づくりプロジェクトを開始し、「街おこし」を含めた熱水の活用方法を検討する。
4	北海道伊達市	伊達市 北電総合設計(株)	円山地区におけるバイナリー発電設備の導入判断を行うため、勉強会や先進地視察を実施する。また、発電後の熱水利用についての検討を行う。
5	北海道八雲町	八雲町 (一社)北海道再生可能エネルギー振興機構	鉛川地区における地熱発電や熱利用に関する構想を実現するための研修会や先進地視察を行い、関係者間の知識の共有を図る。また、住民向けに地熱開発に関する広報の作成等を実施し、発電事業や熱水利用に関する理解促進を図る。
6	北海道上川町	上川町	坑井掘削調査へ向けて、新たに上川町地熱資源活用協議会を設立し、実施計画の検討を行う。また、町民ワークショップや先進地視察を実施し、熱水の二次利用を検討する。
7	北海道社管町	社管町 北電総合設計(株)	鱒溪地区において、既存の泉源を活用し、発電や熱利用を行うため、勉強会や湯量調査、先進地視察を行う。
8	北海道洞爺湖町	洞爺湖町 北電総合設計(株)	西山地区における地熱開発や熱利用を行うため、洞爺湖町地熱利用検討協議会を設置し、勉強会や地熱資源に関する調査、先進地視察を行い、発電や熱水の施設園芸利用を検討する。
9	北海道弟子屈町	弟子屈町	地熱理解促進のため、弟子屈のポテンシャルに関する講演会や、熱水利用に関する勉強会を実施する。また、先進地視察を実施し、条例整備等の検討を行う。
10	北海道羅臼町	羅臼町 (株)北海道二十一世紀総合研究所	2,000kWのフラッシュ発電の調査が進む中、町有の源泉を活用したバイナリー発電や熱利用の検討を進めるため、発電機の導入可能性調査や熱水利用の勉強会、先進地視察を実施する。
11	北海道赤井川村	赤井川村	阿女嶺岳における試掘調査が進む中、住民等を対象に地熱開発に関する研修会や先進地視察を実施する。
12	北海道	北海道温泉協会 (株)北海道二十一世紀総合研究所	温泉発電の可能性がある地域の事業者を対象に、バイナリー発電設備導入を進めるための勉強会、先進地調査、ケーススタディを行い、具体的な導入検討を行う。

図3 北海道で選ばれた12件の事業。出典：資源エネルギー庁



図4 地熱を利用したビニールハウス(左)で生産する「オロフレトマト」(右)。出典：社管町

東北から選ばれた9件の中では、岩手県が最も多くて3件、青森県と秋田県が2県ずつ、宮城県と福島県が1件ずつ含まれている(図5)。岩手県では「松川地熱発電所」がある八幡平市(はちまんたいし)で2件が選ばれた。地熱を活用した農作物のブランド化と生産者の拡大を通じて、若者の定住を図ると同時に他地域からの移住者を増やす狙いだ。

13	福島県福島市	(株)元気アップつちゆ	地熱発電(バイナリー発電)の熱水を活用したエビ養殖施設、融雪設備を整備することにより地域住民等への地熱開発に対する理解を促進するとともに、東日本大震災からの復興まちづくりの一連の取り組みとして地方創生のモデル地域を目指す。
14	岩手県八幡平市	企業組合八幡平地熱活用プロジェクト	八幡平市の地熱を活用して農業のブランド化・市場確立・生産量拡大を図るとともに、地域振興に資することで若者の雇用、定住・移住者の増加につながる事業(ワーキンググループ、シンポジウム等)を実施することにより、地域住民等への地熱開発に対する理解を促進する。
15	青森県	青森県	青森県内におけるバイナリー発電とその熱水活用に着目した地域地熱エネルギーマネジメントによる将来像を検討するための事業(地熱活用可能性調査、地熱フォーラム、地熱先進地視察)を実施するとともに検討結果を広く県民に周知することにより、地域住民等への地熱開発に対する理解を促進する。
16	秋田県	秋田県	秋田県内における地熱の活用方法、地域振興への効果などを広く検討するための協議会を形成し、検討会、先進事例調査を実施するとともに調査検討結果をセミナーで周知することにより、県民への地熱開発に対する理解を促進する。
17	青森県弘前市	弘前市	弘前市岩木山麓地区で地熱・熱水を利用した賑わいある地域創造を目指す「地熱を活用した街づくりビジョン」を策定・共有するための勉強会・先進地見学・懇談会・発表会を実施することにより、地熱資源開発及び地熱活用に対する理解を促進する。
18	岩手県八幡平市	八幡平市	八幡平市で半世紀にわたって発電している地熱発電所等を活用した事業(視察・勉強会)、住民の意見を踏まえた地熱エネルギー活用策や遊休化している熱水ハウスの再構築を図るための有識者検討会を実施することにより、地域住民等への地熱開発に対する理解を促進する。
19	岩手県西和賀町	西和賀町	西和賀町湯本地区の住民を中心に設置したプロジェクトチーム内タスクフォース(TF)のうち、温泉熱水の有効活用策(バイナリー発電、ハウス栽培、温泉熱調理)実現化に向けた調査・検討事業を実施することにより、地域住民等への地熱開発に対する理解を促進する。
20	秋田県湯沢市	湯沢市	湯沢市において地域住民等に地熱開発について説明助言を行うアドバイザー制度、地熱講演会、地熱発電所見学会を実施することにより、地域住民等への地熱開発に対する理解を促進しつつ地熱開発を推進するとともに、優良事例として全国に波及するような取組を構築する。
21	宮城県大崎市	大崎市	地熱利用メリットの理解や環境に対する懸念払拭のための事業(地熱講演会、地熱開発促進協議会、先進事例視察、熱水活用検討など)を実施することで地域における地熱発電や熱水利用のあり方、イメージの具体化につなげ、地域住民等への地熱開発に対する理解を促進する。
22	長野県諏訪市	(株)小松製作所	「諏訪市地熱開発理解促進コンソーシアム」を組成し、バイナリー発電及び温室ハウス栽培等の熱利用事業を対象とした学習会及び先進地見学会を実施することにより、地域における地熱資源開発に対する理解を促進する。
23	長野県下高井郡山ノ内町	(株)WAKUWAKUやまのうち	「湯田中・渋温泉郷地熱開発理解促進事業協議会」を組成し、協議会の活動及び先進地見学会を実施することにより、地域における地熱資源開発に対する理解を促進する。
24	和歌山県白浜町	八千代エンジニアリング(株)	和歌山県白浜町における資源量の把握や有効利用についての調査や、地域関係者を対象とした勉強会を開催することにより、地熱開発に対する理解を促進する。
25	熊本県阿蘇郡小国町西里地区	スズカ電工(株)	小国町西里地域及び北里地域における地熱発電所と地域との共生や地表調査に関する基礎知識等の勉強会、及び地熱発電所見学会を通じて、地域住民等の地熱開発に対する理解を促進する。
26	大分県由布市湯布院町湯平地区	(合)湯平エネルギー開発	湯平地区に関する文献データを活用した勉強会や、地熱発電所の見学とともに講習会等を通じて、地域住民等の地熱開発に対する理解を促進する。

図5 東北で選ばれた9件(上)、中部・近畿・九州で選ばれた5件の事業(下)。

出典：資源エネルギー庁

八幡平市でも1980年代から地熱の温水を利用したハウス栽培を実施している。最近では地元の企業組合がコンビニエンスストア大手のローソンと共同でピーマンの実験栽培に取り組み、収穫したピーマンをローソンの店舗で販売できるようになった(図6)。ただしビニールハウスの中には使われていないものもあるため、補助金を活用して普及策を推進していく。



図6 地熱を利用したビニールハウス（左）で生産する「八幡平ピーマン」（右）。出典：ローソン

福島県では古くからの名湯である福島市の「土湯（つちゆ）温泉」が補助金の交付対象になった。土湯温泉では源泉から湧き出る蒸気と熱水を利用した地熱発電所が2015年11月に運転を開始している（図7）。発電に使った後の熱水をエビの養殖施設や融雪設備に利用することを検討中で、地域住民の理解を得るために補助金を使う。発電所と合わせて地熱を生かした町づくりで地方創生のモデル地域を目指す。



土湯温泉 16号源泉バイナリー発電所



図7 土湯温泉の位置（左）と地熱バイナリー発電所（右上）。出典：石油天然ガス・金属鉱物資源機構

地熱開発の補助金は2次公募が5月19日から始まっている。1次公募と同じ条件で6月20日の正午まで各地域の経済産業局で受け付けて、7月中に採択案件を公表する見込みだ。2次公募の結果でも予算が余った場合には3次公募を実施する。2015年度には3回の公募を通じて48地域に補助金を交付した。

(4) 40 年以上稼働した地熱発電所が小休止

7 年後に出力 1.5 倍で再稼働

電源開発が宮城県大崎市で運営する「鬼首地熱発電所」は日本で 4 番目に稼働した地熱発電所である。40 年以上の稼働歴を持つ発電所だが、このほど設備の老朽化を受け設備更新の計画が固まった。2018 年度に既存設備を廃止し、新たに出力を高めた発電設備を導入して 2023 年度に再稼働する予定だ。

電源開発（J-Power）は 2016 年 6 月 6 日、宮城県大崎市で同社が運営する「鬼首（おにこうべ）地熱発電所」の設備更新計画を発表した（図 1）。設備の老朽化などを受け既設発電設備を廃止し、設備更新を行って 2023 年の運転再開を目指す計画だ。同日付けで設備更新計画書と環境配慮書を政府・自治体に提出している。



図 1 「鬼首地熱発電所」の位置。出典：地熱発電所

鬼首地熱発電所は地熱資源に恵まれ温泉の町としても知られる宮城県大崎市の鳴子町（なるこちょう）に位置しており、1975 年 3 月から運転を開始している。岩手県八幡平市の「松川地熱発電所」（1966 年稼働）、大分県久重町の「大岳発電所」（同 1967 年）、秋田県鹿角市の「大沼地熱発電所」（同 1974 年）に続き、日本で 4 番目に稼働した地熱発電所だ（図 2）。



図2 現在の「鬼首地熱発電所」。出典：資源エネルギー庁

運転開始からすでに40年以上が経過した鬼首地熱発電所は、今後も長期にわたって再生可能エネルギーの供給源として、継続的に活用するためには経年化対策が必要な状況となっている。さらに2010年には発電所内で発生した噴気災害により、設備損壊などの被害が発生した。この噴気災害は噴気口の閉塞工事を経て収束にいたったものの、現在もその影響で発電設備の出力が大きく低下している状況にある。

今回発表した設備更新計画はこうした状況を受けたもので、現在稼働している発電設備は2017年度中に廃止する予定だ。5年計画で新しい発電設備の建設を進め、2023年度中の稼働を目指す(図3)。

工事開始後の年数	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
項目 / 月	0	12	24	36	48
全体工程	▼工事着工				▼試運転開始 ▼運転開始
発電設備工事					
土木(基礎)工事	5	5			
発電所本館		2	7		
機械設備			2	12	
試運転					6
蒸気設備工事					
坑井掘削	5	7	7	6	
蒸気・熱水輸送管工事			5	14	

図3 設備更新のスケジュール。出典：電源開発

新しい発電設備はこれまでの発電所の敷地内に建設する（図4）。事業実施想定区域は「栗駒国立公園」内にあるため、新たな敷地造成などは行わない。J-Powerによる事前の環境評価では、この新設工事による「鬼首カルデラ」「鬼首火山群」「片山地獄」などの周辺にある景観資源や植物への影響は少ないとしている。

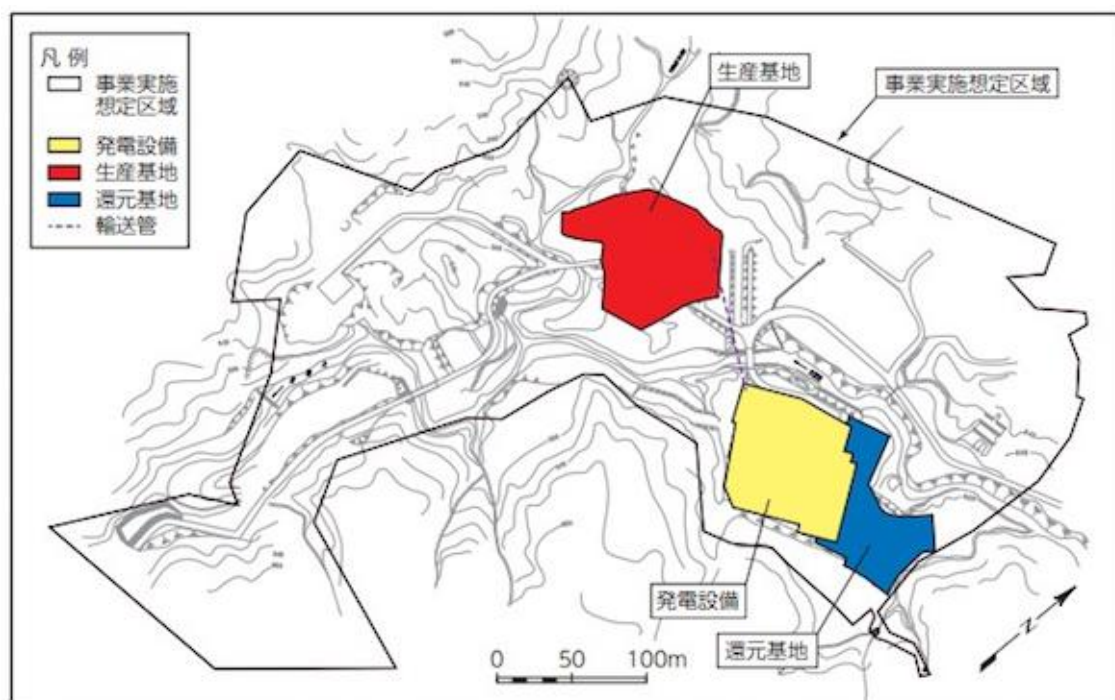


図4 設備更新後の発電所敷地内のイメージ。出典：電源開発

新たに建設する発電設備は「ダブルフラッシュ方式」を採用する計画だ（図5）。通常の地熱発電の設備では、地中から湧き出る蒸気を利用してタービンを回転させる「シングルフラッシュ方式」を用いることが多い。

これに対しダブルフラッシュ方式は蒸気と一緒に噴出する熱水から、二次蒸気を発生させてタービンの回転数を増やす。そのためシングルフラッシュ方式に比べて出力を15～20%大きくなる利点がある。こうした新設備などの導入により、鬼首地熱発電所の出力は現在の15MW（メガワット）から23MW程度にまで増える見込みだ。

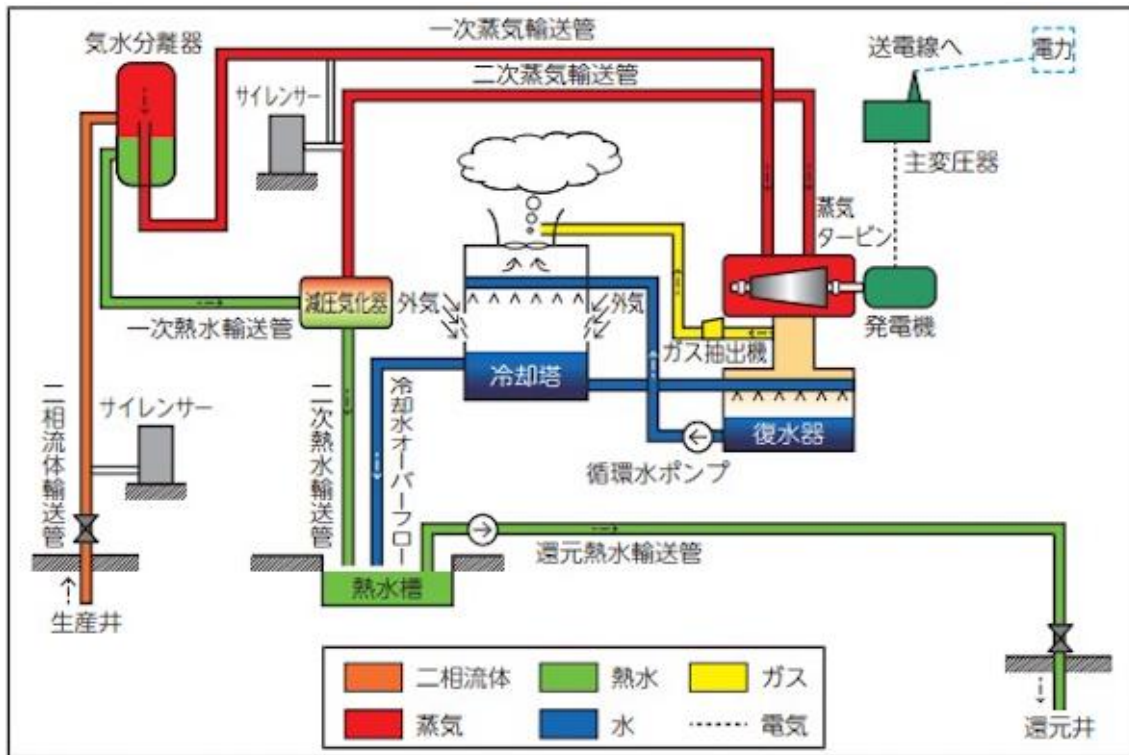


図5 新設する発電設備の概要。出典：電源開発