

## 北海道における地熱開発の 動向と今後の展望



高橋 徹哉 (たかはし てつや)

北海道立総合研究機構産業技術環境本部エネルギー・環境・地質研究所資源エネルギー部地域エネルギーグループ  
室蘭工業大学開発工学科を卒業後、北海道立地下資源調査所に入所、改組を経て現在に至る。長年、道内の地熱・温泉資源の開発と適正管理利用に関する調査研究に従事するとともに、市町村および企業等へも積極的に技術支援を行っている。

### 1 はじめに<sup>1) 2)</sup>

2011年3月11日に発生した東日本大震災に伴う原発事故を契機に、我が国のエネルギー施策は大きな転換期を迎えました。原発に大きく依存してきた電源構成のあり方を見直し、再生可能エネルギー（以下、再エネと記載）の導入拡大が急務とされ、再エネの固定価格買い取り制度（FIT制度、2012年7月）の導入をはじめ、様々なエネルギー施策の展開もあり、全国で再エネの開発利用が急速に進んでおり、地熱も注目されています。

地熱資源は国内に豊富に賦存<sup>ふそん</sup>し、その資源量は世界第3位とされる純国産のエネルギー源です。地熱発電は、二酸化炭素排出量が少なく、天候や季節変動の影響を受けることなく、高い稼働率が維持できるベースロード電源として期待されています。地熱発電は、1966年に国内で最初の松川地熱発電所（岩手県八幡平市、認可出力2.5万kw）が商用運転を開始してから50年以上の長い歴史を有しています。

### 2 地熱発電とは

活火山の地下深部の「マグマ溜まり」の熱を利用して発電する地熱発電が成立するためには、1) マグマ溜まり（熱源）、2) 地下深部への水供給（雨水や地

下水等の供給）、3) キャップロック（帽岩、難透水性の地層）、4) 地熱貯留層（蒸気・熱水の存在と貯留）の4つの条件がそろっていることが必要です（図1）。

地熱発電とは、1) から3) の条件で形成された地熱貯留層を掘り当て、井戸から噴出してくる高温高压の蒸気・熱水を発電に利用するシステムで、2つの発電方式があります。ひとつは、蒸気・熱水を分離し、蒸気だけを利用して発電するフラッシュ発電方式、もうひとつは蒸気・熱水の熱を熱交換器で低沸点媒体の蒸気に変換し、その蒸気で発電するバイナリー発電方式があり、どちらも発電後、蒸気・熱水は還元井と呼ばれる井戸で地下深部に戻されますが、道南の森町濁川<sup>にこりかわ</sup>地区にある森地熱発電所のように、戻す熱水の一部を農業ビニールハウス等に供給し、利活用している事例もあります。

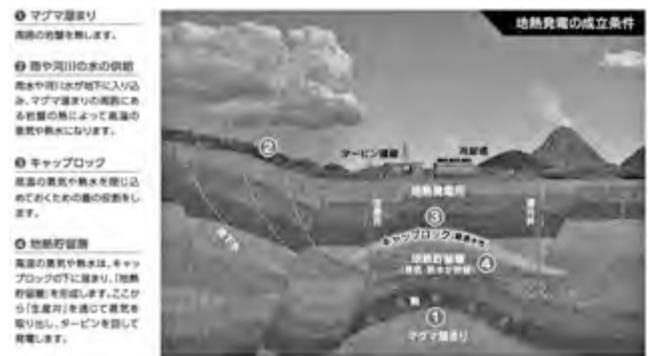


図1 地熱発電の成立条件

出典：独立行政法人エネルギー・金属鉱物機構（JOGMEC）  
地熱～地域・自然と共生するエネルギー（パンフレット）～

では、地熱発電の特徴とはどのようなものでしょうか。地熱発電には、1) 他の再エネと同様に二酸化炭素排出量の少ない環境に優しいクリーンエネルギー、2) 季節や天候に影響されず安定的に発電を維持できるベースロード電源、3) エネルギー自給率向上に貢献する純国産エネルギー、4) 発電後の還元熱水を利活用することで地域振興にも貢献できる、などのメリットがあります。一方、地熱開発には、1) リスクを伴い長い調査期間と多大な投資が必要、2) 地熱資源が豊富に存在する自然公園への環境配慮と調和が必要、3) 環境アセスメントなど様々な許認可・手続き等が必要、4) 温泉問題（既存温泉地など地域の理解と信頼関係の構築ならびに共存・共生を図る）、などがデメリット・課題とされています。

### 3 地熱開発調査の歴史<sup>2) 3)</sup>

国内では1947年頃から地質調査所（現在の産総研<sup>\*1)</sup>により研究が始まり、1960年には日本地熱調査会が設置され、地熱資源開発の機運が高まっていた中、北海道でもその必要性が議論されていました。北海道の地熱開発調査は、1966年に北海道開発庁（現在の国土交通省北海道局）からの委託を受ける形で、北海道立地下資源調査所（現在の道総研エネ環地研<sup>\*2)</sup>が、渡島管内鹿部町での総合的な調査研究から始まりました。その後も、地熱開発調査は道総研が担い、発電を含めた地熱エネルギーの多目的利用の推進を目指し、北湯沢地域（伊達市）、層雲峡白水沢地域（上川町）、松山管内ユーラップ地域（八雲町熊石地区、せたな町大成地区）、羅臼川地域（羅臼町）、弟子屈地域（弟子屈町）へと展開していきました。特に、白水沢地域（1968～1972）の調査では、発電可能な有望な蒸気存在を確認し、北海道庁が地熱発電所建設の検討段階に至るまでの成果を上げました。しかし、大雪山国立公園内の第1種特別地域であったため、1972年の環境省と通商産業省（現在の経済産業省）との覚書により、国立・国定公園内での地熱開発は認められず、道内初の地熱発電所はできませんでした。

1973年、1978年の2度のオイルショックを契機に、日本の資源・エネルギー施策は「サンシャイン計画」などに代表されるように、石油代替エネルギーや省エネルギーの開発と利用技術の推進が重要施策となりました。地熱エネルギーが石油代替エネルギーとして有望視され、1980年には、新エネルギー総合開発機構（NEDO）<sup>\*3)</sup>が設立され、全国的な地熱資源総合調査や地熱開発促進調査が始まりました。1980年から始

まった地熱開発促進調査において、北海道では、道東6地域、道北1地域、道央4地域、道南6地域で合計17地域の調査が実施され、これらの成果は、現在も道内各地で行われている地熱開発調査の基礎データとして活用されています（図2）。

### 4 地熱資源ポテンシャル

エネルギー資源に恵まれない日本ですが、「環太平洋火山帯」に位置していることから、地熱資源のポテンシャルは主要な地熱資源国との比較で、アメリカ、インドネシアに続き世界第3位の2,347万kwの地熱資源量を有しています（表1）。

表1 世界各国の主な地熱資源量

順位	国名	資源量 (万kw)
1	アメリカ	3,000
2	インドネシア	2,779
3	日本	2,347
4	ケニア	700
5	フィリピン	600
6	メキシコ	600
7	アイスランド	580
8	ニュージーランド	365
9	イタリア	327
10	ペルー	300

\*1 1万kw=10MW \*1 MW=1000kw  
出典：資源エネルギー庁（総合資源エネルギー調査会資料、2016年6月）

北海道を含む全国の地熱ポテンシャルは、産総研の研究成果がベースとなり、見直しや精緻化を経て、報告書<sup>4)</sup> <sup>\*4)</sup>が公表されています。報告書では対象温度帯によって、3つの発電方式（蒸気フラッシュ、バイナリー、低温バイナリー）での資源量が示されています。広い北海道は4つに区分されており、北海道全体で、蒸気フラッシュ発電可能な地熱資源量は、276万kw（150℃以上）、バイナリー発電可能な資源量は43万kw（120～180℃）とされ、どちらも道東地区が高いことがわかります（図3）。



図2 地熱開発調査の経緯（1966～2010 東日本大震災前まで）

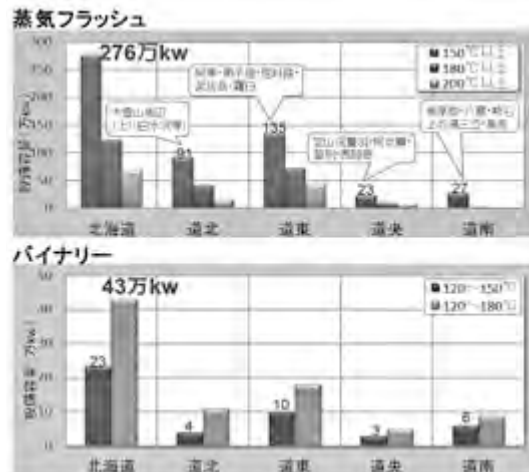


図3 北海道の地熱資源量（地区別）

出典：平成25年度 地熱発電に係る導入ポテンシャル精密調査・分析委託業務報告書（環境省）

道総研が公表している北海道地温勾配図から、北海道における高い地熱ポテンシャル地域つまり地熱資源開発の有望地域を見てみます。「地温勾配」とは地下温度の上昇割合を示したもので、地温勾配が高い活火山周辺域が地熱開発の有望地となり、これら地域を中心に調査研究が行われてきたことがわかります。特に、道東では阿寒～屈斜路～知床地域、道北では大雪山周辺地域、道央では赤井川阿女鱒岳あめますだけ～定山溪豊羽地域、ニセコ地域、西胆振地域、道南では奥尻～八雲～森濁川～恵山地域が有望地域となっています(図2、図4)。

### 5 地熱開発の動向と現状

地熱開発は、東日本大震災以降、FIT制度の導入に加え、国立国定公園内での地熱発電開発の取扱い等に関する各種規制緩和、地熱開発関連予算の拡充などの施策展開もあり、全国各地で進んでいます。自治体や新規参入を目指す企業では、地熱発電の資源量調査・理解促進事業費補助金(METI\*5、JOGMEC\*6)を活用し、地熱開発に係る検討(勉強会含む)や調査が数多くの地域で行われてきました。これまでの動向を、現在進行中、検討中・要調整、中断、撤退も含めて、図5に示しました。掘削調査段階まで進んだが、期待した蒸気・熱水が得られず断念・撤退したケースも多く、改めて地熱貯留層を掘り当てることの難しさがわかります。その中で、函館市南茅部地区では、オリックス株が地熱資源開発の成功を受け、バイナリー発電方式の南茅部地熱発電所(設備容量6,500kw)を建設し、今後、発電を開始する予定です。北海道電力株の森地熱発電所でも余剰熱水を有効活用した森バイナリー発電所(設備容量2,000kw)を建設中で、2023年11年の稼働が予定されています。さらに、函館市恵山地区では株レノバ他が、弟子屈町湯沼アトサヌプリ地区では、弟子屈町他が、地熱貯留層を掘り当て、仮噴気試験の段階まで進んでいて、今後の進展が期待され



図4 北海道の地温勾配図と地熱開発有望地域

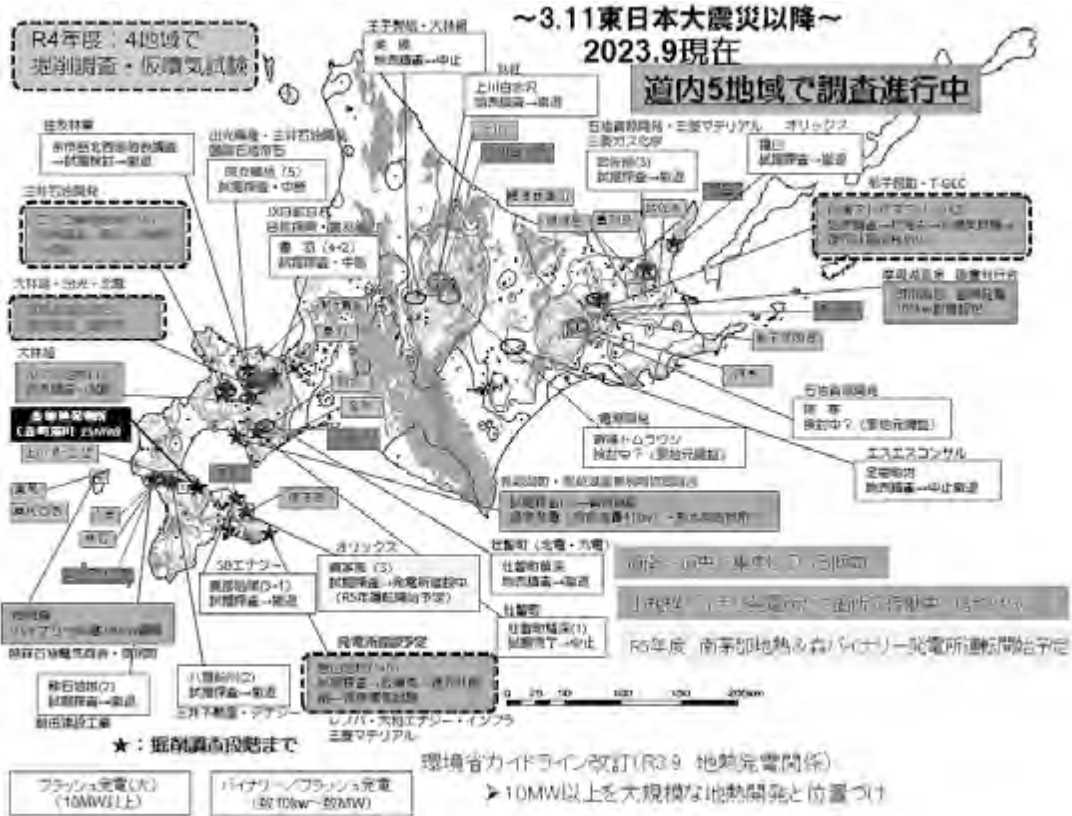


図5 道内における地熱開発と発電の動向

ています。

一方、道内では2012年以降、JOGMECによる地熱資源ポテンシャル調査も精力的に実施されています。2022年度までに空中物理探査は9地域で、地表調査は3地域、ヒートホール調査は4地域で実施されており、今後、新たな調査地域の拡大に繋がっていくことが期待されます（図6）。



図6 道内における地熱資源ポテンシャル調査実施地域  
出典：独立行政法人エネルギー・金属鉱物機構（JOGMEC）一部改変引用

## 6 北海道における地熱開発の課題と展望

先に地熱発電の特徴で示したデメリット・課題を示しましたが、北海道では1) 系統問題、2) 調査期間の制約、3) 地熱開発有望地へのアプローチ、など特有の課題があります。

系統問題は全国的な課題ですが、特に道内の送電網は地方エリアが脆弱とされ、有望な地熱資源が確認されても送電網に接続できない、あるいは膨大な系統接続への整備費用が障壁となっている事例もあります。北海道では、冬期間は調査等ができず、調査期間も長期化し、コストが増加するため他府県に比べハンデキャップとなっています。さらに、北海道は山深く未整備の林道等も多いため、地熱有望地へのアプローチが難しく、新たな林道整備にも膨大なコストと時間を要するといった課題もあります。今後、これら諸課題を克服しながら地熱開発を円滑に進めるには、1) 利害関係者間の合意形成と信頼関係の構築、2) 中長期的な視点での地熱開発への理解醸成、3) 高いリスクと長い調査期間を要する地熱開発事業への国等による支援施策の継続と送電網の整備強化（電力システム改革など）なども必要です。また、地熱開発には、次のような視点、あるべき姿も必要です。

### 1) 地域の実情や資源量に見合った適切な地熱開発

地熱発電量はまだまだ少なく、今後、大規模を含めた地熱開発の推進が必要ですが、資源量が小さい地域、資源量が未解明な地域、大規模な地熱開発に対して懸念

- \* 1 国立研究開発法人産業技術総合研究所
- \* 2 北海道立総合研究機構エネルギー・環境・地質研究所
- \* 3 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
- \* 4 平成25年度地熱発電に係る導入ポテンシャル精密調査・分析委託業務報告書
- \* 5 経済産業省（資源エネルギー庁）
- \* 6 独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構

がある地域などでは、小さな発電から徐々に規模を拡大する、つまり「小さく産んで、大きく育てていく」などの地熱開発の進め方や考え方も重要です。

### 2) 地熱資源が有する特性を最大限活かした開発と利用

地熱資源を地域産業振興にも貢献できる地域分散型のエネルギーとして捉え、発電以外にも、熱利用も含めた開発と利活用の展開を図ることも重要です。

### 3) 「採る地熱」から「管理する地熱」へ

持続・安定した発電事業展開を図るには、適正な資源の開発と管理が重要で、周辺の温泉や自然環境への影響に関する環境モニタリングの実施も不可欠となります。地熱開発事業者はこれら情報の公開や共有を通じて、地域や温泉事業者などと信頼関係を構築しながら、共生を図ることがとても重要です。

## 7 おわりに

広い大地の北海道は、積雪寒冷地であるため化石燃料の依存度が高く、民生・運輸部門のエネルギー消費割合が高い特徴があります。2018年9月に発生した北海道胆振東部地震に起因したブラックアウト（全域停電）を経験し、もしも地震が冬季に起きていたらと考えると、電力の安定確保と供給に加え、暖房などの熱エネルギーの供給も重要な課題と言えます。北海道の地域特性を考えると、風力や太陽光などの再エネにはない特性を持ち、発電と熱利用の併用が可能な地熱開発は、北海道には最適な地域エネルギーと言えるのではないのでしょうか。また、地熱開発によって地熱発電所や熱水利用施設ができていけば、地域資源のシンボルとなり、ジオパークやエコツーリズム、地熱を利用した植物工場や新たな温泉供給事業など、新たな地域産業の振興と雇用の創出の起爆剤となる可能性が秘められています。また、北海道の地熱開発の進展が、環境・エネルギー教育の題材として、未来の子ども達への贈り物となっていくことでしょう。

### 参考文献

- 1) 上滝尚史 (2023)：国内における地熱開発の課題および掘削技術者の担い手確保への取り組み. 一般財団法人経済調査会 経済調査レビューVol.33 p2
- 2) 秋田藤夫 (2014)：北海道における地熱開発の現状と課題. 温泉科学第63巻第4号p353-356
- 3) 高橋徹哉 (2019)：地方独立行政法人北海道立総合研究機構 環境・地質研究本部地質研究所の紹介. 地熱技術 Vol.44 p63-64
- 4) 環境省 (2014)：平成25年度地熱発電に係る導入ポテンシャル精密調査・分析委託業務報告書. P115-119