

地熱資源利用と山岳地の自然環境保全

Utilization of geothermal resources and nature conservation of mountain areas

上杉 哲郎*

Tetsuro UESUGI

株式会社 日比谷アメニス
Hibiya Amenis Co., Ltd.

摘 要

再生可能エネルギーによる発電手法の一つである地熱発電は、我が国に豊富に存在する国産エネルギーとして、脱化石資源や温室効果ガス削減のみならず、エネルギーの安定供給の観点からも期待されている。地熱資源は、火山性の地熱地帯が存在する山岳地にポテンシャルがあり、国立・国定公園の区域と重なっているところが多い。また、地熱発電は、自然環境への影響が建設工事の段階のみならず事前の試験井掘削等の段階からも発生し、操業段階においても追加の補充井の掘削が行われる場合が多いという特性がある。さらに、温泉の湧出量の減少、温度の低下、成分の変化等が懸念されることも多い。地熱発電事業は、このように自然環境への影響が考えられることから、環境アセスメントを通じて、環境保全措置を検討し、環境配慮を事業に組み込んでいく必要がある。一方、再生エネルギー促進の観点からは、環境アセスメント手続き期間の短縮も課題となっている。国立・国定公園内での地熱開発に当たっては、調査や工事の手法、規模、期間等に応じて、風致景観や自然環境に影響が発生しないよう適切な環境配慮が必要である。地熱開発に伴う温泉資源保護については、科学的情報(モニタリングデータの蓄積・解析等)の提示や温泉事業者と地熱開発事業者の間における適切なコミュニケーション(説明、対話、協議等)が重要である。

キーワード：温泉資源保護、環境アセスメント、国立・国定公園、地熱発電

Key words：protection of hot spring resources, environmental impact assessment, national and quasi-national park, geothermal power

1. はじめに

地熱資源の利用は、マグマの熱で高温になった地下深部(地下1,000~3,000m程度)に存在する地熱流体が溜まっている地熱貯留層から蒸気や熱水を取り出し、熱源として利用するものである。その利用方法の主要なものが地熱発電である。発電方式としては、一般的にはフラッシュ発電とバイナリー発電がある。フラッシュ発電は、掘削して取り出した地熱流体中の蒸気で直接タービンを回す。バイナリー発電は、水よりも沸点の低い二次媒体を使いタービンを回すもので、より低温の地熱流体での発電に適している。地熱資源のポテンシャルは、火山性の地熱地帯が存在する山岳地にあり、国立・国定公園の区域と重なっているところが多い。また、地熱発電事業の開発特性として、自然環境への影響が建設工事の段階のみならず、事前の試験井掘削や噴気試験が行われる資源調査の段階から発生すること、運転開

始後の操業段階においても出力の維持又は回復のために追加の補充井の掘削が行われる場合が多いことがあげられる。さらに、温泉資源への影響として、湧出量の減少、温度の低下もしくは成分の変化等が懸念されることも多い。

このように、地熱開発に当たって環境保全対策は重要な課題となっており、環境アセスメント制度や、国立・国定公園における対応のあり方、温泉資源への影響の考え方等を中心に、国(環境省、経済産業省)や関係機関において、自然環境、温泉、地熱資源開発等の専門家で構成される検討会等が設けられ、最新の研究動向も踏まえながら、その取り扱いが検討されてきた。本稿では、環境アセスメント、国立・国定公園、温泉資源保護の観点から、環境省および経済産業省、ならびに関係機関において検討されてきた成果等をベースに、大規模な地熱発電開発と山岳地の自然環境保全との関係について報告する。

受付：2018年10月5日、受理：2018年10月29日

* 〒108-0073 東京都港区三田4-7-27, E-mail: t-uesugi@amenis.co.jp

国内の地熱発電所位置図

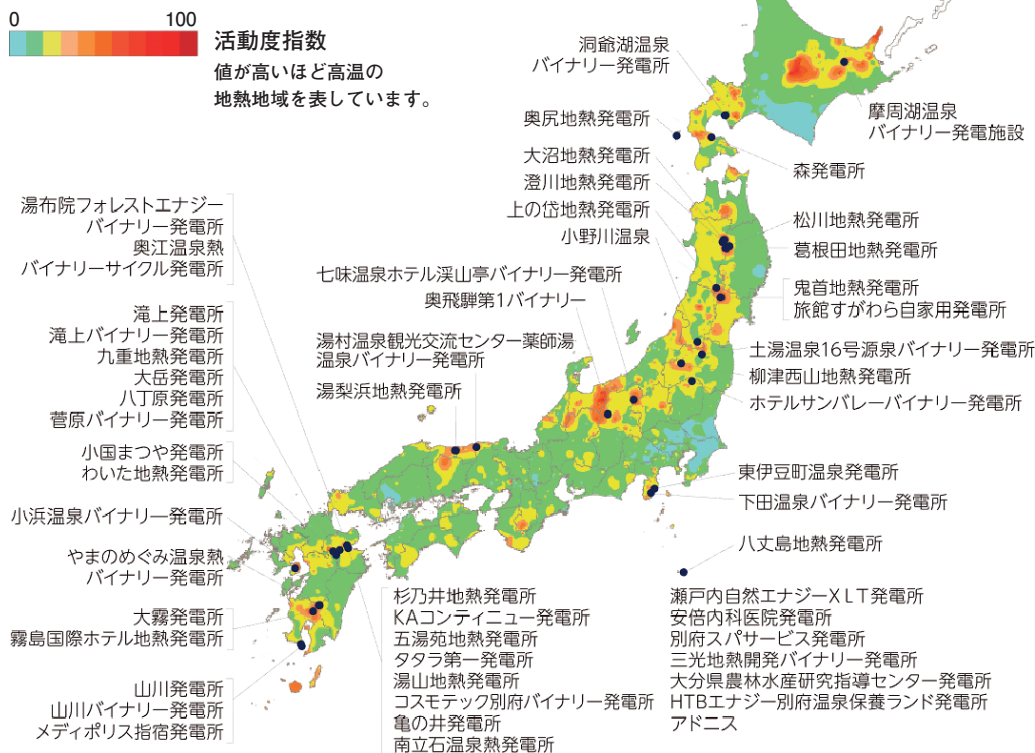


図1 日本の地熱発電所位置図。
日本地熱協会資料(2016)を更新。

2. 地熱資源利用の現状

日本で最初の本格的な地熱発電所は、1966年に運転開始した松川地熱発電所(岩手県)で、その翌年には大岳発電所(大分県)が操業を開始した。1970年代、2度にわたる石油ショックを契機とした石油代替エネルギー政策(サンシャイン計画)に後押しされる形で国内の地熱開発は進展し、東北・九州地域を中心に発電所建設が相次いだ。1990年代に入り、石油価格の安定化と、日本のエネルギー政策の転換等により、地熱発電の進展は再び横ばいの時代を迎え、2002年には国の技術開発予算が一旦の終了をみた。しかし、東日本大震災による深刻なエネルギー危機をきっかけとして、再生可能エネルギーの中でも安定的に発電できる地熱発電への期待が高まった(独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC), 2018)。日本地熱協会の資料(2016)によると、2018年3月現在、大規模なものから数kW規模の小さなものまで全国の地熱発電所の発電出力を合計すると約52万kWあり、日本の電力需要の約0.3%を賄っている(図1)。

世界では、1904年、イタリアのラルデレロ地方で、世界初となる地熱発電実験が成功した(出力0.55kW)。1956年にはニュージーランドのワイラケイで気水分離器の開発に成功したことで、世界中に地熱発電所ができる端緒となった。アイスランドは、石油ショックを契機に、政府主導で自然エネルギーへの転換を強力に推進し、1977年のスヴァルスエインギ地熱発電所を皮切りに、計7カ所の地熱発電所を建設した。各国の地熱資源量を見ると、世界最大規模の地熱地帯(ザ・ガイザーズ地熱地帯)をもつアメリカが第1位(3,900万kW)、多くの火山島からなるインドネシアが第2位(2,700万kW)、次いで日本が第3位(2,300万kW)で、わが国は世界有数の地熱資源国である。発電設備容量で見ると、近年では、インドネシア、ニュージーランド、アイスランド、ケニアで地熱開発の伸びが著しく、日本は世界第10位である(JOGMEC, 2018)。

地熱発電所は、発電所本館(タービン建屋)や冷却塔など比較的大型の施設が一定の範囲内に建設されるとともに、そこから四方に向け一定の離隔距離をもって坑井基地が分散配置され、それぞれがパイプラインや構内道路にて連結されるため、発電所総体としては平面的な広がりが必要となる(図2)。また、「建設段階(工事の実施)」のみならず、事前の調査井掘削など工事を伴う「資源調査段階」や、「操業段階(土地又は工作物の存在及び供用)」においても随時、補充井の掘削工事が実施される場合がある。タービンを通じた蒸気が冷却される際に一部が大気中に開放される。

3. 地熱資源利用に伴う自然環境保全上の課題

地熱発電所の資源調査、建設、操業に伴う環境影

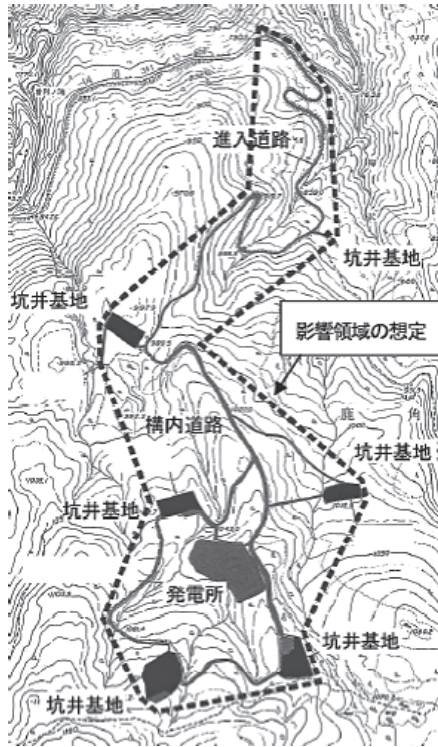


図2 地熱発電所の影響領域例。

「平成25年度地熱発電に係る計画段階配慮手続きに関する検討調査業務報告書」(環境省, 2014)

表1 環境影響評価法に基づく地熱発電所の環境アセスメント実施状況。産業保安規制の業務内容(経済産業省, 2018)を元に作成。

名称	出力(kW)	発電所所在地	環境アセスメントの状況
山葵沢地熱発電所(仮称)設置計画	42,000	秋田県湯沢市	2014年9月評価書確定
大岳発電所更新計画	14,500	大分県玖珠郡九重町	2016年6月評価書確定
安比地熱発電所(仮称)設置計画	14,900	岩手県八幡平市	2018年1月評価書確定
鬼首地熱発電所設備更新計画	14,900	宮城県大崎市	2018年9月評価書確定

され、他の対象事業とは異なった手続きとなっている(電事法特例)。具体的には、事業の計画段階において環境配慮を検討する計画段階配慮書、環境アセスメントの実施項目や方法等を検討する方法書、具体的な調査、予測を行い、環境保全対策を検討し評価した結果を取りまとめる準備書、準備書に対する意見を踏まえて修正を行いアセスメント結果を確定させる評価書といった手順を踏んで実施され、計画段階配慮書と準備書の段階で、環境大臣意見が経済産業大臣に対して出される。法に基づく地熱発電所の環境アセスメント実施状況は表1のとおりで、山葵沢地熱発電所(仮称)設置計画、大岳発電所更新計画、安比地熱発電所(仮称)設置計画、鬼首地熱発電所設備更新計画が対象となり、すべて評価書が確定している。例として、鬼首地熱発電所設備更新計画に対し出された環境大臣意見では、「本事業の対象事業実施区域及びその周辺は、栗駒国定公園の第1種特別地域に指定されており、特定植物群落が存在するほか、クマタカの繁殖行動が確認されているなど、自然環境の保全上、重要な地域であり、土地変更等が最小限となるよう配慮されなければならぬ」とされている。

地熱発電事業には、3章で述べたような自然環境への影響が考えられることから、環境アセスメントを通じて、環境保全措置を検討し、環境配慮を事業に組み込んでいく必要がある。地熱発電事業の一般的工程では、地域とのコミュニケーションを図りながら、長期間にわたる事業性調査(資源調査)を行い、その結果を踏まえて事業化が判断される。その過程において、環境保全上も坑井調査段階が重要である。調査井を選定、調査し、その性状が事業化にふさわしいと判断された場合には、調査井をそのまま生産井として活用するケースが多いが、生産井が決定すると、坑井基地、発電所建屋、冷却塔等の施設配置や、これらを結ぶパイプライン等が決定するため、この段階以降には施設配置計画等を見直す余地が少ない場合が多いと想定される。したがって、調査井の掘削位置の設定以前に、少なくとも事業影響を回避すべき重要な保全対象が調査井掘削候補地

響としては、気候帯や立地環境等によりケースバイケースであるが、主に以下が考えられる。

- ◆動植物及び生態系：希少猛禽類等の繁殖地喪失・行動圏の変化。希少な植物群落の改変・消失、希少植物の生育地消失。自然植生の改変・消失、森林等のまとまりの分断。高山帯植生、湿地等の脆弱で回復困難な自然環境の改変・消失。
- ◆景観：視点場等からの展望や眺望への支障。
- ◆温泉：湯量、湯温、泉質の変化。
- ◆地形及び地質：重要な地形や地質の改変・消失。

4. 地熱発電所と環境アセスメント

環境アセスメントは、事業者自らが、その事業計画の熟度を高めていく過程において十分な環境情報のもとに適正に環境保全上の配慮を行うように、関係機関や住民等、事業者以外の者の関与を求めつつ、事業に関する環境影響について調査・予測・評価を行う手続きを定めるとともに、これらの結果を当該事業の許認可等の意思決定に適切に反映させることを目的とする制度で、環境影響評価法(1999年施行)や都道府県および政令指定市等における条例が定められている。

地熱発電所は法対象事業となっており、開発に際して、1万kW以上の規模のものはすべて、7,500kW以上は判定の結果を受けて必要がある場合、法に基づき環境アセスメント手続きを実施する必要がある。電気事業については、電気事業法の規定も適用

付近に分布していないことを確認しておく必要がある。また、この段階で地域制指定の有無(特に自然公園の特別地域等)を把握し、状況に応じて適切な手続を踏む必要がある。事業計画の熟度が高まってから重大な保全対象の存在や地域制指定を把握した場合には、大変大きな手戻りが生じることもあるので注意が必要である。

地熱発電は、我が国の有望な再生可能エネルギーによる発電手法の一つとして着目されており、我が国に豊富に存在する国産エネルギーとして、脱化石資源や温室効果ガス削減のみならず、エネルギーの安定供給の観点からも今後地熱発電施設の設置が加速する方向で検討が進められている。特に2011年3月11日に発生した東日本大震災以降、我が国のエネルギー政策は根本から見直しされることとなり、2012年7月から再生可能エネルギーの固定価格買取制度(FIT)が導入されるとともに、2013年6月に閣議決定された「日本再興戦略」では、再生可能エネルギー導入の拡大・促進を図るため、風力発電及び地熱発電の環境アセスメントの迅速化、すなわち、「3、4年程度かかるとされる手続期間の半減を目指すこと」が政府目標とされた(なお、2017年6月閣議決定の「未来投資戦略2017」でも「環境アセスメント迅速化手法の一般化」が記載されている)。この政府目標に関して、経済産業省と環境省により、様々な取組が進められている。

その一つが審査期間の短縮である。両省は、2012年11月に「発電所設置の際の環境アセスメントの迅速化等に関する連絡会議中間報告」を公表し、運用上の取組による手続期間の短縮のための方策を明らかにした。具体的には、最も審査期間が長い準備書段階について、①準備書の縦覧及び一般意見の聴取と事業者の見解の作成・提出、②自治体による審査と知事意見の形成、③経済産業省の環境審査顧問会による審査、④経済産業省から環境省への意見照会と環境大臣意見の提出および経済産業大臣勧告の発出、の大きく4つのプロセスが順を追って行われるが、これらのプロセスを可能な限り同時並行的に進めたり、前のプロセスの終了を待たずに次のプロセスに着手するなどの方策をとるもので、実際に審査期間の短縮が図られている(曾田、2018)。

もう一つは事業者の調査期間の短縮である。地熱発電事業の有望地である山岳地域においては動植物等の自然環境に係る現況調査がポイントであり、1年間の四季を通じた現況調査、特に希少猛禽類の生息の可能性のある地域については2営巣期にわたる現況調査が必要となるケースが多くなると考えられる。この場合、調査期間そのものを短縮することは現実的でないことから、事業者の手続き期間を短縮するために、現況調査、予測・評価等のプロセスを前倒しにして、配慮書手続きや方法書手続きと並行して実施する「前倒環境調査」によって手続期間

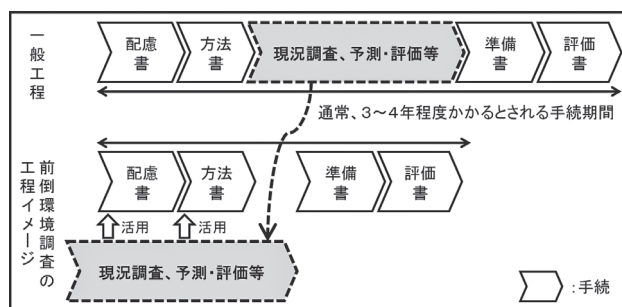


図3 前倒環境調査のイメージ。

環境アセスメント迅速化手法のガイド(NEDO, 2018)より。

の短縮を図ろうとするものである(図3)。前倒環境調査の実施は、計画検討段階から環境配慮を組み込み、環境保全上の課題に先回りに対処することで、環境影響評価手続の遅滞や手戻りを予防し、運転開始までの期間の縮減を図ることを可能とする。前倒環境調査については、両省が連携して「環境アセスメント調査早期実施実証事業」(2014~2017年度)が実施され、その結果が「環境アセスメント迅速化手法のガイドー前倒環境調査の方法論を中心にー」(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、NEDO)として2018年3月に公表された(曾田、2018)。前倒環境調査は、単に環境影響評価手続の迅速化のためだけに行うのではなく、その調査結果を活用して、事業計画検討の早期段階から、3章で述べた自然環境保全上の課題のような問題が生じないよう環境への配慮を行い、より適切な事業計画としていく必要がある。また、前倒環境調査は、方法書手続を経て環境影響評価の項目及び手法を確定させる前から現況調査等を開始することとなるため、しっかりと環境調査が行われていること等について、丁寧な地域コミュニケーションを図ることが重要である。

5. 国立・国定公園内における地熱発電の扱い

国内の地熱資源の約8割が国立・国定公園内に分布するとされる。再生可能エネルギー導入促進に関する動きを追い風に、地熱開発を推進しようとするサイドからは、国立・国定公園内での地熱開発に対する規制緩和に期待する声が高まった。一方、地熱開発は、立地選定段階から建設段階、操業段階に至る一連の流れを有する事業であり、各段階ごとに実施される調査や工事の手法、規模、期間等に応じて様々な風致景観や自然環境への影響が発生するため、国立・国定公園内での開発に当たっては、それぞれにおいて適切な環境配慮を実現することが必要である。

国立・国定公園内における地熱発電事業の扱いについては、1970年代の石油ショックを契機とした石油代替エネルギー政策に後押しされる形で国内の地熱開発が活発化した時期から取扱いが求められ、

昭和 49(1974)年及び平成 6(1994)年に通知、昭和 54(1979)年には自然環境保全審議会の意見が出されていた。昭和 49 年通知では、それまでに操業あるいは建設工事に着手・準備されていた 6 箇所を除き、当分の間、国立・国定公園の景観及び風致維持上支障があると認められる地域においては新規の調査工事及び開発を推進しないものとされた。昭和 54 年に自然環境保全審議会から環境庁長官へ出された「国立、国定公園内における地熱開発に関する意見」では、「地熱開発は、国産エネルギーとして期待が高まりつつあるものの、地熱発電所の建設は、各種の巨大工作物の設置等による優れた自然の風致景観への影響が大きい」と指摘した上で、「国立・国定公園内の自然環境保全上重要な地域を避けることを基本とすべき」とされた。平成 6 年通知では、国立・国定公園の普通地域における地熱発電については、開発を目的とした調査井掘削を含めて個別に検討し、その都度開発の可否の判断を行うものとされ、1996 年 3 月に霧島屋久国立公園の普通地域において大霧発電所が、また、1999 年 3 月には富士箱根伊豆国立公園内の普通地域において八丈島発電所が運転を開始した。

その後、行政刷新会議の規制・制度改革に関する分科会において、再生可能エネルギーの導入促進に向けた規制の見直しを含めた規制・制度改革に係る対処方針が 2010 年 6 月に閣議決定され、自然公園における地熱発電に関しては「地熱発電に係る過去の通知を見直し、傾斜掘削について、個別に判断する際の実態を明確にする」とともに、国立公園等の地表部に影響のない方法による事業計画であれば許可できる旨新たに通知するための調査・検討に着手することとされた。また、東日本大震災に伴う電力危機を踏まえ、2011 年 11 月には第 4 回エネルギー・環境会議の「エネルギー・環境会議アクションプラン」において、「傾斜掘削による自然公園の地下開発であれば許可可能である旨通知するとともに、自然公園の区分や開発段階(地表探査、掘削調査、発電設備設置等)ごとに、許可が可能となる要件や方法を検討し、明確化すること、具体的な案件を対象に関係者の合意形成・連携促進のための優良事例の形成を図ること」が示された。環境省では、これらの閣議決定等を受け、「地熱発電事業に係る自然環境影響検討会」の報告等を踏まえ、平成 24(2012)年 3 月に「国立・国定公園内における地熱開発の取扱いについて」が通知され、昭和 49 年通知及び平成 6 年通知が廃止された。この通知では、従来地熱開発が制限されていた国立・国定公園第 2 種・第 3 種特別地域内については、「真に優良事例としてふさわしいものであると判断される場合は、掘削や工作物の設置の可能性についても個別に検討した上で、その実施について認めることができるものとする」とされた。

さらに、自然環境と調和した地熱開発のより一層の促進を図るための考え方等を整理し、地熱開発に係る優良事例の形成の円滑化に資することを目的として、平成 27(2015)年 10 月には、「国立・国定公園内の地熱開発に係る優良事例の円滑化に関する検討会」の結論を踏まえ、国立・国定公園内における地熱開発の取扱いについて新たな通知(環境省、2015)が発出され、平成 24 年通知は廃止された。新たな通知では、

- ・第 1 種特別地域については、既存通知では地下部への傾斜掘削も認めないこととしていたが、本改正により、地表に影響がないこと等を条件に、地下部への傾斜掘削を認める(特別保護地区は地下部も認めない)。
- ・建築物の高さ規制については、風致景観への著しい支障が回避され、風致景観との調和が図られている場合に限り、13m にとらわれずに運用できることを明示する。
- ・第 2 種および第 3 種特別地域については、優良事例の形成について検証を行い、自然環境、風致景観及び公園利用への影響を最小限にとどめるための技術や手法の投入など、真に優良事例としてふさわしいものは認める。公園外等からの傾斜掘削については個別に判断して認める。

こととされた。

国立・国定公園内における地熱開発については、上述のように、再生可能エネルギー導入促進に関する動きを受ける形で何度か取扱いが変更され、国立・国定公園の風致景観の保護を図りつつ、適切な地熱開発を進める考え方が示されてきている。

6. 地熱発電と温泉資源保護

温泉帯水層と地熱貯留層とではその深度に違いがあり、一般的に間に不透水層を有するが、一部を除けば、火山地帯の地下にあるマグマ溜まりを直接・間接的に熱源としていることはどちらも共通している。地熱発電の温泉に対する影響を問題視する立場からは、温泉の枯渇、湯量減少、泉温の低下などへの懸念が示されるが、評価に耐え得るデータが示されないで反対の声を上げる傾向が見られる。これに対し、地熱発電の開発側の基本的な意見は、バランスを崩すような過剰採取をしなければ温泉への影響をなくすことができるとし、これまでに地熱発電開発のために温泉の枯渇や湯量減少等が生じた事例は見られないとする。その地域の地熱貯留層と温泉帯水層の関係を理解することが重要であるが、これまで、科学的情報(既存源泉のモニタリング、温泉帯水層と地熱貯留層の関係性、温泉の生成機構、温泉・地熱の採取による影響度合、背景データ(気象、地殻変動、源泉管理状況、地熱発電運転状況などの時系列データなど)が不足していること、温泉事業

者と地熱開発事業者の間において説明，対話，協議等が不足していることなどから，各地で対立構造が生じてきた。

地熱発電に利用するための熱水・蒸気の生産井の掘削や地熱開発のための探査時の試験井の掘削は，温泉の湧出が見込まれる場合には温泉法に基づき都道府県知事の掘削許可が必要となる。再生可能エネルギー導入促進に関する動きが進むなか，2010年6月に閣議決定された「規制・制度改革に係る対処方針」では，地熱発電の開発のための温泉の掘削等に関し，「温泉法における掘削許可の判断基準の考え方を策定し，ガイドラインとして運用するよう通知する」こととされた。これを受け，環境省では，「温泉資源保護に関するガイドライン(地熱発電関係)検討会」の報告等を受けて，平成24(2012)年に，地熱発電の開発のための温泉の掘削等を対象とした「温泉資源の保護に関するガイドライン(地熱発電関係)」を策定した。ガイドラインでは，地熱発電の開発の各段階における掘削等(調査段階における調査井の掘削等，地熱発電の開始に当たっての生産井の掘削等，生産井の追加掘削や還元井の掘削等)について，温泉法における許可又は不許可の判断基準の考え方として，各段階に実施される掘削行為等による温泉資源への影響を判断するために必要な資料とそれに基づく判断の方法等を示した。その後，2013年6月に閣議決定された規制改革実施計画で「許可が不要な掘削について類型化する」こととされたことを踏まえ，平成26(2014)年9月にガイドラインが改訂され，さらに策定から5年が経過したこと等を踏まえ，平成29(2017)年10月にガイ

ドラインが改訂された。ガイドラインに示された判断の方法等の概要は次のとおりである。

- ・地熱開発の予定地域の地質構造及び地熱構造，既存温泉の湧出機構や温泉湧出の変動状況，過去の源泉間の影響発生事例等に関するデータや資料により，当該地熱開発による既存温泉への影響の予測が可能となる。
- ・坑井からの噴出試験が始まれば，それによる既存温泉への影響の有無と程度等が具体的に明らかになり，モニタリング結果や各種坑井調査に基づいた定量的な評価が行えるようになる。
- ・その後もデータ集積が進むことによって，地熱構造のモデル化や地熱流体流動のモデル化に基づくより正確な影響判断が可能となる。
- ・将来的に数値シミュレーションによる温泉影響評価予測手法が確立されれば，温泉影響評価のためのモニタリング結果と合わせた影響予測へと高度化することが可能となる。
- ・地熱開発による温泉への影響を判断するには，温泉や噴気のモニタリングデータのみならず，地熱貯留層の動態，観測井等から得られる温泉・地下水位，河川水位，降水量等に関するモニタリングデータ，周辺での土木工事による地形改変状況等，様々な情報を総合して判断する必要がある。
- ・モニタリングデータは，事後の予測を行うためのモデルや数値シミュレーション構築の基礎データとしても活用される。
- ・地熱貯留層や温泉，双方の周辺域におけるモニタリングは，地熱貯留層からの圧力伝播の有無や範囲の拡大を早期に発見し，温泉や噴気に影響が及

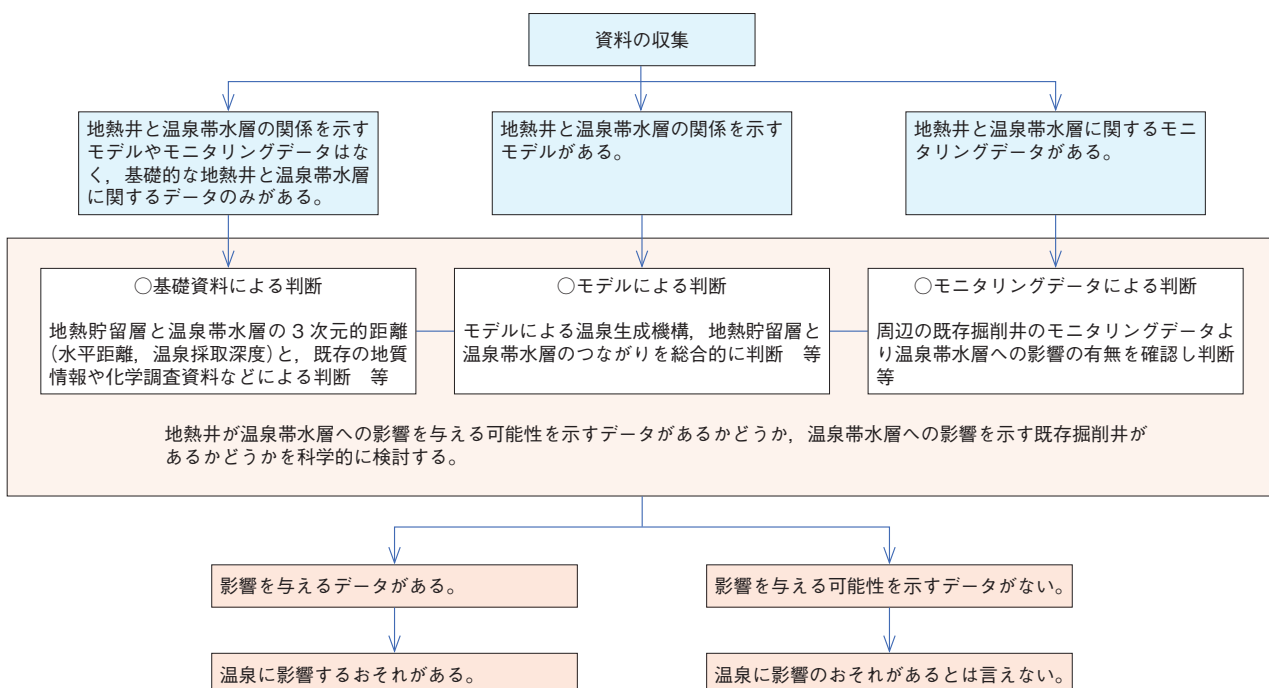


図4 地熱井掘削による温泉資源への影響を把握するための考え方(例)。

「温泉資源の保護に関するガイドライン」(環境省，2017)より出典。

表2 地熱資源調査の実施状況(JOGMEC 助成金交付事業)。

	調査実施地域	概要
1	阿女鱒岳地域(北海道)	・平成24年度から継続。平成29年度は、微小地震観測調査、自然環境調査、坑井掘削、仮噴気試験、温泉モニタリング調査を実施予定。
2	京極北部地域(北海道)	・平成29年度から新規採択。地質調査、重力探査、電磁探査、総合解析を実施予定。
3	ルスツ地域(北海道)	・平成29年度から新規採択。地質調査、重力探査、電磁探査、総合解析を実施予定。
4	ニセコ地域(北海道)	・ニセコ積丹小樽海岸国立公園内案件。 ・平成28年度から継続。電磁探査、総合解析、環境事前調査、温泉モニタリング調査を実施予定
5	八雲町熊石地域(北海道)	・檜山道立自然公園内案件。 ・平成28年度から継続。平成29年度は、坑井掘削、総合解析、附帯工事、温泉モニタリング調査、を実施予定。
6	八雲町鉛川地域(北海道)	・平成27年度から継続。平成29年度は、環境事前調査、坑井掘削、附帯工事、総合解析、温泉モニタリング調査を実施予定。
7	鹿部地域(北海道)	・平成29年度から新規採択。重力探査、電磁探査、地化学調査、総合解析、温泉モニタリングを実施予定。
8	南茅部地域(北海道)	・平成26年度から継続。平成29年度は、坑井掘削、仮噴気試験、附帯工事、温泉モニタリング調査を実施予定。
9	羅臼地域(北海道)	・知床国立公園内案件。 ・平成28年度から継続。平成29年度は、埋抗工事を実施予定。
10	湯沼アトサスプリ地域(北海道)	・阿寒摩周国立公園内案件。 ・平成28年度から継続。平成29年度は、坑井掘削、仮噴気試験、総合解析、温泉モニタリングを実施予定。
11	八甲田北西地域(青森県)	・十和田八幡平国立公園内案件。 ・平成25年度から継続。平成29年度は、平成27年度に掘削した坑井の埋抗工事を実施予定。
12	黒石市沖浦・青荷川地域(青森県)	・黒石温泉郷県立自然公園内案件。 ・平成29年度から新規採択。地質調査、重力探査、電磁探査、総合解析、温泉モニタリングを実施予定。
13	岩木山嶽地域(青森県)	・津軽国立公園内案件。 ・平成25年度から継続。平成29年度、附帯工事、動植物の観察、温泉モニタリングを実施予定。
14	大松倉山南部地域(岩手県)	・十和田八幡平国立公園内案件。 ・平成28年度から継続。平成29年度は、地質踏査、既往試錐コア鑑定、物理探査、空中磁気解析、総合解析、環境事前調査、温泉モニタリング調査を実施予定。
15	木地山・下の岱地域(秋田県)	・栗駒国立公園内案件。 ・平成24年度から継続。平成29年度は、断裂系構造解析、水位観測、微小地震観測、自然環境調査、坑井掘削、附帯工事、温泉モニタリング調査を実施予定。
16	小安地域(秋田県)	・栗駒国立公園内案件。 ・平成24年度から継続。平成29年度は、自然環境調査、坑井掘削および附帯工事、温泉モニタリング調査を実施予定。
17	川俣および周辺地域(栃木県)	・日光国立公園内案件。 ・平成28年度から継続。平成29年度は、物理探査、環境事前調査、温泉モニタリング調査を実施予定。
18	志賀高原地域(長野県)	・上信越高原国立公園内案件。 ・平成29年度から新規採択。地質調査、電磁探査、総合解析を実施予定。
19	フスプリ山地域(長野県)	・中部山岳国立公園内案件。 ・平成29年度から新規採択。文献調査、地質調査、総合解析を実施予定。
20	立山温泉地域(富山県)	・中部山岳国立公園内案件。 ・平成28年度から継続。平成29年度は、地表調査(ヒートホール調査)、坑井内調査、総合解析、温泉モニタリング調査を実施予定。
21	白山ろく地域(石川県)	・白山国立公園内案件。 ・平成29年度から新規採択。地質調査、重力探査、電磁探査、総合解析、温泉モニタリング調査を実施予定。
22	南阿蘇村阿蘇山西部地域(熊本県)	・阿蘇くじゅう国立公園内案件。 ・平成27年度から継続。平成29年度は、附帯工事、モニタリング井掘削、温泉モニタリング調査を実施予定。
23	湯の谷地域(熊本県)	・阿蘇くじゅう国立公園内案件。 ・平成27年度から継続。平成29年度は、坑井掘削を実施予定。
24	小国町西里・北里地域(熊本県)	・耶馬日田英彦山国立公園内案件。 ・平成28年度から継続。平成29年度は、地温測定調査(ヒートホール調査)、電磁探査、温泉モニタリング調査を実施予定。
25	山下池南部地域(大分県)	・平成29年度から新規採択。地質調査、電磁探査、重力探査、総合解析、温泉モニタリング調査を実施予定。
26	涌蓋山東部地域(大分県)	・阿蘇くじゅう国立公園内案件。 ・平成29年度から新規採択。電磁探査、重力探査、総合解析を実施予定。
27	尾八重野地域(宮崎県)	・平成26年度から継続。平成29年度は、坑井掘削、仮噴気試験、総合解析、附帯工事、温泉モニタリング調査を実施予定。

平成29年度「地熱資源量の把握のための調査事業費助成金交付事業」の採択結果について(JOGMEC, 2017)より作成。

ぶ可能性について判断する上で重要なデータとなりうる。

- ・モニタリング結果より温泉に影響が確認された場合や影響が及ぶ可能性が高い場合には、その原因を究明するとともに、地熱発電のための生産量や還元量を減量することや掘削位置を変更するなどの対策が考えられる。
- ・地熱開発と温泉事業が共存・共栄するためには、協議会等において地熱開発に伴う温泉や噴気への影響に関する検証結果、地熱発電の現状報告と将来計画等の説明・報告等を通じて、関係者間の合意形成を図っていくことが重要である。協議会等は、地熱資源開発の過程のなるべく早い段階から設置することが望ましい。

また、ガイドラインでは、地熱井掘削による温泉資源への影響を把握するための考え方が示されている(図4)。

地熱開発に伴う温泉資源保護については、科学的情報(モニタリングデータの蓄積・解析等)の提示や温泉事業者と地熱開発事業者の間における適切なコミュニケーション(説明, 対話, 協議等)が重要である。

7. おわりに

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)が実施している平成29(2017)年度「地熱資源量の把握のための調査事業費助成金交付事業」の採択結果を表2に示す。これは、規模の大小はあるものの、今後の開発に向けた地熱資源調査の実施状況を示していると考えられる(ただし、助成金を受けないで独自予算で地熱資源調査を実施している事業者も存在することに注意が必要)。国立・国定公園内の案件が数多くあり、また、「環境事前調査」や「自然環境調査」、「動植物の観察」など、資源調査と並行して自然環境に係る調査の実施が計画されている案件がそれなりにあることがうかがえる。

今後、我が国に豊富に存在する国産エネルギーとして、脱化石資源や温室効果ガス削減のみならず、エネルギーの安定供給の観点から、上記をはじめとする地熱資源調査地点から、実際の地熱開発が進む案件が出てくると考えられる。その際には、環境アセスメントの実施などを通じて山岳地の自然環境保全への適切な配慮が組み込まれるとともに、国立・国定公園の風致景観への配慮、温泉資源保護への配慮が着実に実施されることが必要である。

引用文献

會田義明(2018)再生可能エネルギー導入拡大に向けた環境アセスメントの迅速化の取組. 環境アセスメント学会 2018年度研究発表会要旨集, 69-73.

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構(2018)地熱資源情報 地熱発電の歩み これまでの歴史. <http://geothermal.jogmec.go.jp/information/history/history.html>(2018年10月24日確認)

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構(2017)平成29年度「地熱資源量の把握のための調査事業費助成金交付事業」の採択結果について. http://www.jogmec.go.jp/news/release/news_06_000329.html(2018年10月24日確認)

環境省(2014)平成25年度地熱発電に係る計画段階配慮手続きに関する検討調査業務報告書. http://www.env.go.jp/policy/assess/4-1report/file/h25_01-00.pdf(2018年10月24日確認)

環境省(2015)国立・国定公園内における地熱開発の取扱いについて(平成27年10月2日環境省自然環境局長通知). http://www.env.go.jp/nature/geothermal_np/mat02.pdf(2018年10月24日確認)

環境省(2017)温泉資源の保護に関するガイドライン(地熱発電関係). 平成29年10月改訂. http://www.env.go.jp/nature/onsen/pdf/2-5_p_6.pdf(2018年10月24日確認)

環境省(2018)鬼首地熱発電所設備更新計画環境影響評価準備書に対する環境大臣意見. <http://www.env.go.jp/press/files/jp/109857.pdf>(2018年10月24日確認)

経済産業省(2018)産業保安規制の業務内容 発電所環境アセスメント情報サービス 地熱発電所. http://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/electric/detail/geothermal.html(2018年10月24日確認)

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)(2018)環境アセスメント迅速化手法のガイドー前倒環境調査の方法論を中心に. http://www.nedo.go.jp/library/environmental_overview_guidebook.html(2018年10月24日確認)

日本地熱協会(2016)日本の地熱発電所. <http://www.chinetsukyokai.com/information/nihon.html>(2018年10月24日確認)



上杉 哲郎/Tetsuro UESUGI

株式会社日比谷アメニス理事・環境緑花研究室長。1981年、東大農卒。同年、環境庁入庁。環境庁/環境省では、国立公園管理官(阿寒, 白山), 国立公園計画, 世界自然遺産, 生物多様性保全, 外来生物対策, 環境基本法・環境基本計画, 環境アセスメントなどに携わる。国土庁出向(全国総合開発計画), 長崎県出向(自然保護課長), 宮内庁出向(庭園課長)も経験。国立公園課長, 環境影響評価課長, 関東地方環境事務所長を経て2016年6月環境省退職。同年9月, 現職。環境アセスメント学会常務理事, 日本大学・東海大学非常勤講師。