

温泉資源の保護に関するガイドライン（地熱発電関係）
（改訂）

平成 29 年 10 月

環境省自然環境局

目次

第一 基本的考え方	1
1. 背景	1
2. 本ガイドラインのねらい	2
第二 地熱資源の一般的概念等	4
1. 地熱貯留層の構造と地熱資源の分類	4
2. 地熱発電の仕組み	6
3. 関連用語について	8
4. 我が国の地熱資源の状況	11
第三 地熱開発のための掘削許可に係る判断基準の考え方	14
1. 掘削許可に係る判断基準の考え方	14
2. 地熱開発のための調査について	15
3. 温泉の生成機構分類と地熱開発による温泉影響の可能性	16
4. 各段階における掘削許可の判断に有益な情報及び方法等	19
4-1. 広域調査段階	19
4-2. 概査段階	20
4-3. 精査段階	21
4-4. 発電所建設段階	23
4-5. 発電所運転開始後段階	25
第四 関係者に求められる取り組み等	28
別紙1 温泉法第3条に基づく掘削許可が不要な掘削の類型化について	35
別紙2 地熱資源の開発に係る地下の流体モデル・指標の構築と再現性の検証結果	40
別紙3 平成27年度地熱発電と温泉地の共生事例調査のまとめ	60
別紙4 地熱発電関連条例・要綱等情報のまとめ	71
備考	81

第一 基本的考え方

1. 背景

平成 19 年 2 月、環境省の諮問に基づき温泉資源の保護対策及び温泉の成分に係る情報提供の在り方等について検討を行っていた「中央環境審議会（自然環境部会温泉小委員会）」は、環境省に対し「都道府県が温泉資源保護のための条例・要綱等を定めるに当たっての参考となり、対策を円滑に進めることができるよう、新規事業者による掘削や動力装置の許可等の基準の内容や都道府県における温泉資源保護のための望ましい仕組みについて、国は、温泉は国民共有の資源であるという観点に立って、できるだけ具体的に科学的なガイドラインを作成すべきである」との答申を行った。

この答申を受け、平成 20 年 12 月から平成 21 年 3 月にかけて行われた中央環境審議会温泉小委員会における審議等を経て、環境省は、平成 21 年 3 月 31 日に温泉資源の保護に関するガイドライン（以下「ガイドライン（平成 21 年版）」という。）を策定し、各都道府県あてに通知した。その後、平成 26 年 4 月には改訂版（以下「ガイドライン（平成 26 年版）」という。）を通知した。

ガイドライン（平成 26 年版）のねらいは、温泉の掘削、増掘及び動力の装置（以下「掘削等」という。）の不許可事由の判断基準について、一定の考え方を示すことであり、その具体的な項目は、地域等による一律規制（制限地域の設定、既存源泉からの距離規制）の在り方、個別判断のための影響調査の手法、公益侵害への該当性の判断等である。

ただし、ガイドライン（平成 21 年版）では、地域等による一律規制の項目において、その考え方については、浴用・飲用への利用を目的とした温泉の掘削等の他、地熱発電の開発のための温泉の掘削等も対象として捉えているが、具体的な対応については、ガイドライン（平成 21 年版）策定時に得られていた知見では、地熱発電の開発のための温泉の掘削等に言及することが困難であったため、これを除いた温泉の掘削等（主として浴用・飲用への利用を目的とした温泉の掘削等であるが、暖房等への利用を目的とした温泉の掘削等も含まれる）を対象とした。

ガイドライン（平成 21 年版）の策定後、再生可能エネルギー導入促進に関する動きが進むなか、規制・制度改革に関する調査を行うため、平成 22 年 3 月 11 日に、政府の行政刷新会議に規制・制度改革に関する分科会が、また、同分科会にはグリーンイノベーションワーキンググループ等三つのワーキンググループが設置され、各種の検討が行われた結果、同分科会は同年 6 月 15 日に第一次報告書を取りまとめ、これに基づき、同年 6 月 18 日に「規制・制度改革に係る対処方針」が閣議決定された。

この閣議決定では、「再生可能エネルギーの導入促進に向けた規制の見直し（自然公園・温泉地域等における風力・地熱発電の設置許可の早期化・柔軟化等）」が規制・制度改革事項とされ、その対処方針の一つとして、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。＜平成 22 年度中検討開始、結論を得次第措置＞」こととされた。

さらに、同年 9 月 10 日には、財源を使わない景気対策として、既定の改革の実施時期を前倒しすることを含め、需要・雇用創出効果の高い規制・制度改革を推進すること

を目的として、「新成長戦略実現に向けた3段階の経済対策」が閣議決定された。

この閣議決定では、同年6月に閣議決定された「規制・制度改革に係る対処方針について」における前述の規制改革事項が実施時期を前倒しする事項とされ、その内容として、「地熱発電を推進するため、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平成23年度中を目途に通知する。」こととされた。

以上のような再生可能エネルギーの導入促進に向けた二つの閣議決定を受け、環境省では、温泉資源の保護を図りながら再生可能エネルギーの導入が促進されるよう、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）を平成24年3月に策定した^(※)。

その後、平成25年6月14日に閣議決定された規制改革実施計画で「温泉法第3条が温泉をゆう出させる目的で土地を掘削しようとする者は許可が必要としていることを踏まえ、許可が不要な掘削について類型化する」こととされた。同閣議決定を踏まえた検討を行い平成26年9月25日に温泉資源保護に関するガイドライン（地熱発電関係）検討会において、「温泉法第3条に基づく掘削許可が不要な類型化について」（詳細は別紙1参照）の取りまとめを行い、これを踏まえた本ガイドラインの改正を行った。

なお、本ガイドラインは、ガイドライン（平成26年版）を作成する際に、別に整理した方が利便性が高いと考えられるため、ガイドライン（平成26年版）の分冊として整理することとした。

平成24年3月に策定した本ガイドラインは、見直しの目途としている5年が経過した。また、本ガイドライン策定以降、自治体において地熱発電に関する条例等の制定が進んできている。こうした地熱発電をめぐるこれまでの国内の動向や平成27年度に環境省が実施した地熱発電と温泉地の共生事例調査の結果を踏まえ、温泉資源の保護に関するガイドライン（地熱発電関係）改訂検討会における議論を経て、平成29年10月に本ガイドラインの改訂を行った。

(※) 平成23年3月の東日本大震災を契機として、また、平成27年の「パリ協定」(Paris Agreement)の採択を受け、再生可能エネルギーの普及の必要性はますます高まっている。そのため、温泉資源の保護を図りながら再生可能エネルギーの普及を促進する観点から、温泉法における掘削許可の判断基準の考え方を示すこのガイドラインは、一層重要なものとなっている。

2. 本ガイドラインのねらい

本ガイドラインのねらいは、温泉を将来の世代に引き継ぎ、持続的な利用を可能とするための資源保護のあり方を示すものとして、地熱発電の開発の各段階に関して、構造試錐井の掘削や還元井の掘削等から得られるデータを温泉法第3条に基づく掘削許可の判断に活かすこと及び地熱発電の開始に当たっての生産井の掘削等に対する温泉法第3条における許可又は不許可の判断基準の考え方を示すことである。なお、本ガイドラインで用いる用語については、「第二 地熱資源の一般的概念等 3. 関連用語について」で解説する。

具体的には、各段階に実施される掘削行為等から得られたデータを温泉資源への影響を判断するための資料とし、それに基づく判断の方法等を示している。

さらに本ガイドラインでは、実際の判断に当たっては、既存の地熱発電開発に係る調査研究成果を踏まえた地熱・温泉資源に関する地熱系概念モデルの構築と、それに基づくシミュレーション等が有効である場合が考えられることから、地熱発電所周辺を含む範囲を対象として数値シミュレーションを試行し、それらの結果等（詳細は別紙2参照）についても記述している。

温泉法第1条では、同法の目的として「この法律は、温泉を保護し、温泉の採取等に伴い発生する可燃性天然ガスによる災害を防止し、及び温泉の利用の適正を図り、もって公共の福祉の増進に寄与することを目的とする」と記載されている。温泉法では、その利用目的の如何に関わらず、温泉資源の保護を図りながらの持続可能な利用が求められており、そのためには関係者間で資料と考え方を共有し、現時点での知見に基づいて、進め方を協議し合意を形成することが重要である。本ガイドラインは掘削許可の判断に有益な情報及び方法等を都道府県に提示することにより、地熱開発のための掘削許可をより円滑かつ公正に進めることをねらいとしている。

地熱発電の開発のための温泉ゆう出目的の掘削等について、今後、各都道府県において、本ガイドラインを参考に、温泉法における許可の運用に当たることを期待しているが、参考にするに当たっての留意点を次に示す。

留意点の一つ目は、地域の温泉資源等の状況を考慮することが必要であるという点である。本ガイドラインは、地熱発電の開発のための温泉ゆう出目的の掘削等による温泉資源への影響を判断するために有益かつ必要な資料とそれに基づく判断の方法を記述しているが、温泉資源への影響を判断するために必要な資料は、当該掘削等を行う地域における地質の構造、泉脈の状態又は温泉の開発状況等に応じて、異なることが想定される。また、地域の温泉資源等の状況に応じて、本ガイドラインで示す資料に加えて更に資料を収集する、あるいは本ガイドラインで示す資料の一部を省略するといった対応など、個々の地域の実状に応じた取り組みを否定するものではない。

二つ目は、本ガイドラインは、現時点での知見に基づき作成したものであるという点である。環境省では、引き続き、温泉資源に関する各種調査を実施し、また、都道府県の温泉行政担当者等の意見を聴き、ガイドライン（平成26年版）と同様、少なくとも5年度ごとに総点検を実施するとともに、随時、その更新を行っていく予定である。

本ガイドラインの取りまとめを契機に、地熱発電と温泉資源の関係について、関係者間での理解の共有が進められ、また、今後の科学的な議論が一層展開されることを期待したい。

第二 地熱資源の一般的概念等

ここでは、地熱資源の賦存形態を温泉も併せて図1として模式化し、地熱貯留層の生成機構と温泉との関係を示すとともに、一般的な地熱発電所における地熱利用形態についても示すこととする。

1. 地熱貯留層の構造と地熱資源の分類

地球内部の温度は一般に深部ほど高い。特に地表面付近が高温域であれば地熱地帯と呼ばれ、火山地域に多くみられる。そこには地下にマグマ溜まりなどがあって地熱貯留層の熱源になっている。

浅部に高温域が形成される機構は、多くの場合、地熱流体に浮力¹⁾が生じることや圧力を受ける(被圧される)ことにより、地熱流体が断層・裂か構造に沿って地下深部から上昇することによっている。一方で、上昇する地熱流体の起源はそのほとんどが天水であることが分かっている。一般的な地熱貯留層の形成に当たっては、地熱流体が流動する断層・裂か構造の形成と、天水が地下深部へ浸透する下降流域の存在、地熱流体と浅部の温泉・地下水帯水層とを隔てる帽岩等の地質構造の存在が重要である。

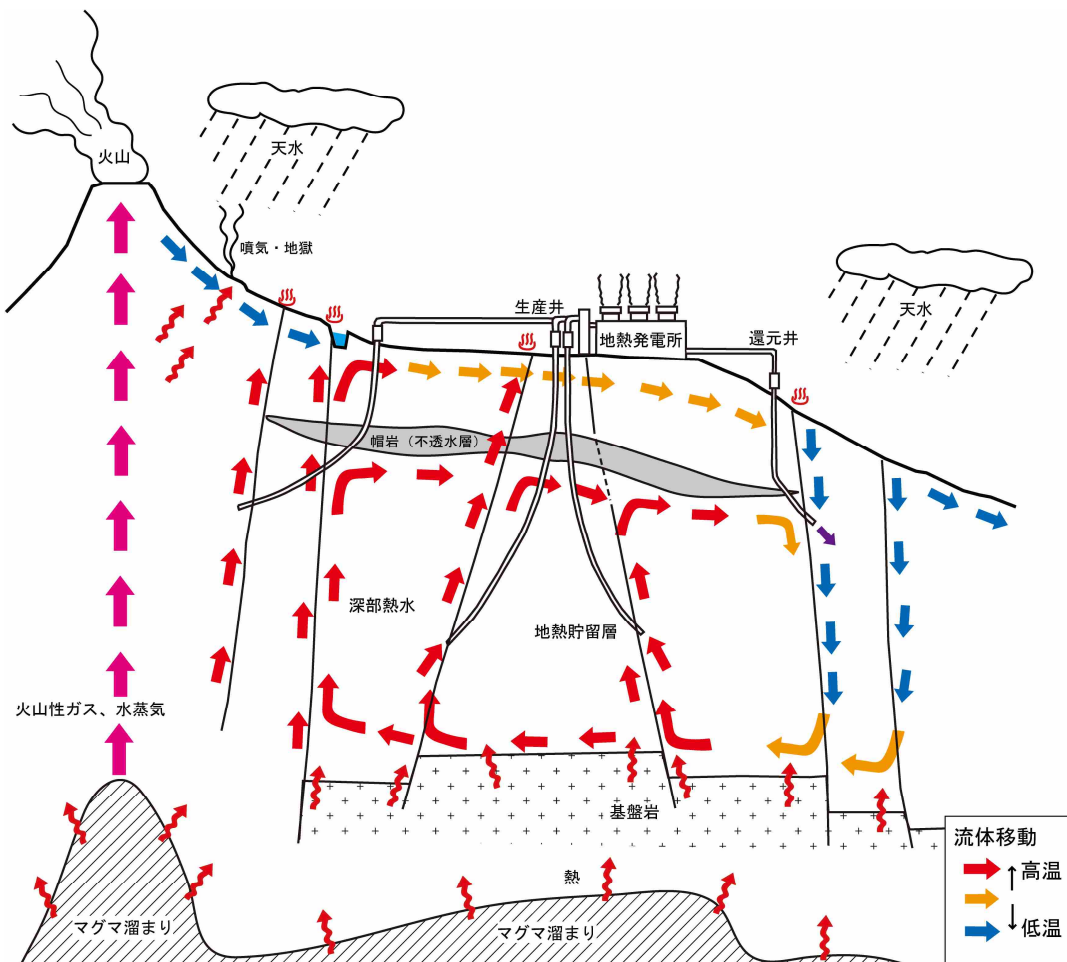


図1 地熱貯留層概念図

¹⁾ 「浮力」は、温度差に伴う密度差で生じる。例えば、高温の地熱流体は低温の地熱流体より軽いため、浮力を駆動力として浅部に上昇する(対流が発生する)。

帽岩は、透水性が極めて低いため、浅部にある低温の温泉・地下水帯水層と、深部の地熱貯留層における地熱流体の循環系との境をなす。よって地熱貯留層の熱水・蒸気が地表に漏出するのを防ぎ、熱を温存する役割を担っている。帽岩には、泥岩層のように元々水を通しにくい性質を持った地層である場合と、熱水が地層と反応して水を通しにくい粘土鉱物に変質した二次的なものがある。帽岩の透水性の程度、厚さ及び範囲は、深部の地熱貯留層と浅部の温泉・地下水帯水層との水理的な関連性を示す一つの重要な要素となっている。

温泉・地下水帯水層の多くは、未固結の砂やレキなど透水性の高い地層で構成されており、その上下の地層の状況によって、さらに2種類に分類される。一つは、表土を通過した浸透水が砂レキ層のような透水性の高いところにたまっている不圧帯水層¹⁾で、もう一つは上下を不透水層で挟まれた被圧帯水層²⁾である。

不圧帯水層から湧出する自然湧出泉は、周辺環境変化の影響を受けやすいので、温泉の保護のためには細心の注意が必要である。

被圧帯水層に貯留されている温泉や地下水には、不透水層の荷重等により静水圧よりも高い圧力がかかる（被圧される）ので、この帯水層まで掘削した場合には大量の温泉・地下水が湧出することになる。したがって、被圧帯水層から湧出する自然湧出泉、掘削自噴泉、掘削揚湯泉では、被圧の程度によって、開発等、新たな因子による影響の受けやすさが異なることに留意する必要がある。

我が国では、温泉は、古くから国民の保養、休養や地域の観光資源として大きな役割を果たし、伝統的に浴用として地熱エネルギーを活用してきたが、その中でも高温泉は火山地帯にあることが多い。温泉帯水層と地熱貯留層とではその深度に違いはあるものの、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。

地熱資源の分類として、熱水卓越型地熱系と蒸気卓越型地熱系、高温岩体等がある。これらを簡単に説明すれば、熱水が多い熱水卓越型地熱系と蒸気が多い蒸気卓越型地熱系、そして熱水、蒸気ともに少ない高温岩体である。国内では熱水卓越型地熱系がより多く存在する。なお、地熱発電で利用するのは、多くの場合、蒸気であることから、熱水卓越型よりも、不用な熱水を地下に還元する必要のない蒸気卓越型の方が地熱発電に有利と考えられるが、蒸気卓越型は供給される熱量に比較して相対的に天水の補給が少ないので、持続可能な発電を行う上で注意を要する。

¹⁾ 「不圧」とは静水圧以上の圧力がかかっていない状態をいう。不圧帯水層中の温泉・地下水は地形や下部の不透水層の形状などにしたがって流動し、地形の傾斜が変わる地点や帯水層が露出している地点などで自然湧出する。

²⁾ 「被圧」とは静水圧よりも高い圧力がかかっている状態をいう。被圧帯水層中の温泉・地下水の流動は、深さと圧力分布の状況、地層の透水性などによって決まる。掘削自噴泉の多くは被圧帯水層まで掘削されている。

2. 地熱発電の仕組み

一般的な地熱発電の仕組みは、概ね図2及び図3に示したとおりである。

図2で示すフラッシュ発電とは、地上に取り出した地熱流体のうち、発電に用いるのは蒸気であるため、地熱流体から蒸気と熱水を分離し、蒸気のみをタービンに送り発電に用いる。

図3で示すバイナリー発電とは、一般的に熱水だけが湧出して蒸気が湧出しない温泉井戸、あるいは弱い勢いの蒸気のみが湧出する温泉井戸の様にフラッシュ発電ができない場合に用いられる発電方式であるとともに、フラッシュ発電に使われない熱水部分などを用いて発電する方式である。電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法（以下「FIT法」という。）が平成24年度に制定されて以降、多くの地域で、実施されている発電方式となっている。

熱水は、ひ素等の有害成分を多く含有している場合があり、温度も高いので、そのまま河川等に放流すると環境汚染を引き起こすことが懸念されるため、地下還元が行われる。この地下還元は、当初の主たる目的は環境汚染防止にあったが、地下還元することにより地熱貯留層の圧力維持や流体涵養にも寄与することが明らかとなっており、その意義も大きい。

還元熱水は地熱貯留層の温度低下を招かないように、一般には地熱流体の採取域から離れた場所に還元されるが、その一部は、地熱貯留層に戻り、地熱流体の循環系に組み込まれることになる。

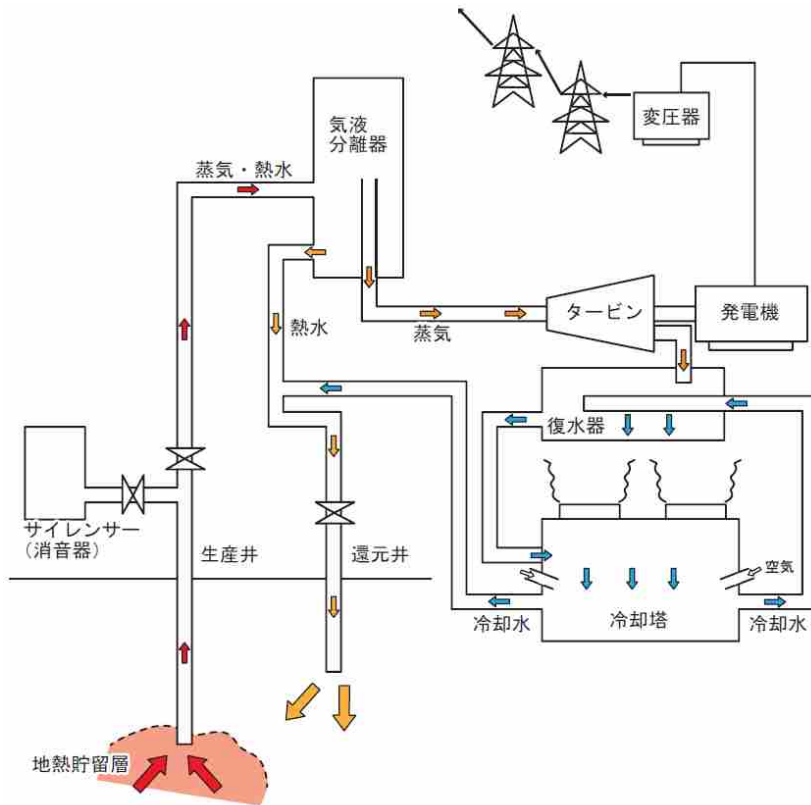


図2 フラッシュ発電の仕組み

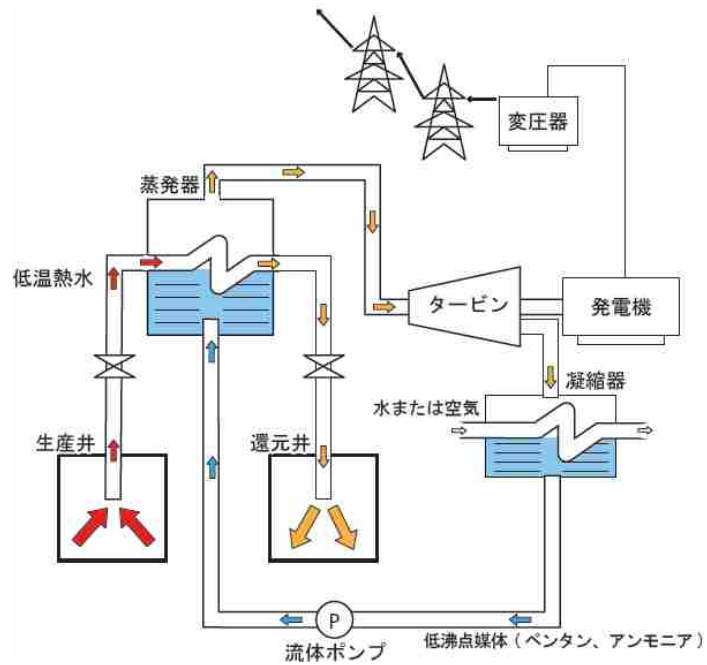


図3 バイナリー発電の仕組み

3. 関連用語について

本ガイドラインにおいて使用する地熱関係の用語の内容は以下に記すとおりである。

○温泉帯水層（おんせんたいすいそう）

透水性と貯留性がよく、温泉水が流動・貯留している地層。

○噴気（ふんき）

地表に噴出している水蒸気やマグマ中の揮発性成分からなるガス。

○地熱流体（ちねつりゅうたい）

地熱開発が対象とする比較的深部の熱水及び蒸気・ガス。

・熱水（ねつすい）

地熱井より噴出する高温の地下水。この熱水は、温泉法で定義される温泉に含まれるが、本ガイドラインでは、高温であるためただちに浴用・飲用として利用しないものを便宜的に定義している。また、温泉も熱水も地下水の一種であるが、本ガイドラインにおける地下水とは、温泉法の定義に該当しないものを指す。

○地熱貯留層（ちねつちりゅうそう）

地熱流体を貯留する地層のこと。地熱貯留層は熱水対流系の部分系であり、割れ目に富んだ岩体からなることが多い。

○帽岩（ぼうがん）

高温の熱水及び蒸気を貯留する透水性の高い地熱貯留層から地熱流体の上方または側方への流出・移動を防ぐとともに、浅部から低温の温泉・地下水が浸透するのを防ぐ不透水層。一般には泥岩や粘土質変質岩がその役割を果たすことが多い。キャップロックとも呼ばれる。

・不透水層（ふとうすいそう）

地層を構成する粒子間の間隙が小さく透水性の低い地層。粘土層やシルト層を主体とする難透水層と岩盤を主体とし水をほとんど通さない非透水層を含む。

○地熱井（ちねつせい）

地熱貯留層及びその周辺部や高温岩体中に掘削される坑井。以下のようなものがある。なお、以下に示したものは本ガイドラインにおける定義であり、坑井の名称に関わらず温泉をゆう出させる目的の土地の掘削には温泉法第3条の許可が必要である。

・構造試錐井（こうぞうしすいせい）

地熱開発のために行われる地質・地熱構造解明を目的として掘削される坑井。地質サンプルの採取や地温勾配の確認を目的とした掘削が該当する。一般に地下水や地熱流体の採取や湧出は意図せず、調査終了後埋め戻される。

・観測井（かんそくせい）

地熱貯留層の状況、周辺の温泉や地下水位等を監視することを目的として掘削される坑井。他の坑井から転用されることもある。

・試験井（しけんせい）

地熱貯留層の資源量評価を確認することを目的として掘削される坑井。ここでは、構造試

錐井で行われる調査内容に加えて、噴出試験を行う坑井とする。実際に地熱流体を噴出させ、水位や圧力のほか、温度、成分組成の測定を行う。

- ・生産井（せいさんせい）

地熱貯留層から地熱流体を採取するための坑井。蒸気井ともいう。採取された地熱流体は地熱発電所で発電に使用される。

- ・還元井（かんげんせい）

地熱発電所において、生産井から採取された地熱流体を使用後地下に返送するための坑井。地熱流体による熱汚染防止、ひ素等の有害成分流出による環境汚染防止、地盤沈下防止、貯留層の圧力維持・涵養等を目的とする。

- ・補充井（ほじゅうせい）

本来の目的が達成できなくなった坑井に替わって、同じ目的で掘削される坑井。

○注水試験（ちゅうすいしけん）

坑井内に設置した圧力計によって注水量と坑井内圧力との関係や注水停止後の圧力変化を測定して、坑井周辺の透水性を解析する試験。

○噴出試験（ふんしゅつしけん）

地熱井の噴出量と孔口圧力を測定する試験。噴気試験と呼ばれることもある。バルブ操作等で孔口圧力を変化させ噴出量を測定することで坑井の噴出特性を調査する短期噴出試験と周辺の坑井に対しての圧力干渉等を調査する長期噴出試験がある。複数の生産井や試験井を同時に噴出させて状況を確認する試験は一斉噴出試験と呼ばれる。

○トレーサー試験（とれーさーしけん）

トレーサーとなる物質を坑井に注入し、坑井間、温泉とのつながり、熱水の流動状況を明らかにするため、生産井の熱水や温泉水を採取して、その物質が検出されるかどうかを測定する試験。

○地熱系概念モデル（ちねつけいがいねんもでる）

地下の地層や断層等の分布、地下温度分布、地熱貯留層と温泉帯水層の分布、温泉水や地熱流体の生成機構・熱水系の分類・混合状態・流動状態を概念的に説明したモデル。本ガイドラインでは、主に地質構造に基づいて作成したモデルを地熱構造モデルと呼び、地下の温度や圧力、地化学情報、地熱流体の流動に関する情報も加えて作成したモデルを地熱流体流動モデルと呼ぶこととする。

- ・地熱構造モデル（ちねつこうぞうもでる）

温泉と地熱貯留層の関係について地質構造の観点から、地層や断層等の分布、地熱貯留層と温泉帯水層の分布、熱源等の概要を説明したモデル。地熱調査ステージの概査段階において作成される。

- ・地熱流体流動モデル（ちねつりゅうたいりゅうどうもでる）

地熱構造モデルを発展させ、温泉水や地熱流体の温度や圧力、地化学情報を基に、温泉及び地熱流体の生成機構・地熱貯留層温度・熱水系の分類・混合状態・流動状態を説明したモデル。地熱

調査ステージの精査段階以降において作成される。

○数値シミュレーションモデル（すうちしみゅれーしょんもでる）

地熱流体採取による貯留層の圧力変化や温泉への影響予測などを定量的に検討するために、地熱構造モデルや地熱流体流動モデルを反映し、コンピューター（数値シミュレータ）等を使用して構築されるモデル。地下の特性を定量化するために、坑井から得られるデータ（地層の間隙率や透水性、温度・圧力分布等）が最低限必要である。また、モデルの精度を検証するには、数値シミュレーションにより予測された結果（地熱貯留層や温泉帯水層の圧力や温度）について、より多くのモニタリングによる実測データを取得し、計算値と実測値との照合を行う必要がある。現在、このモデルは地熱資源量の評価に用いられているが、将来的には既存温泉への影響予測にも適用されることが期待される。

○バイナリー発電（ばいなりーはつでん）

温泉水と水より低い沸点をもつ媒体（二次媒体と呼ぶ）との間で熱交換器（蒸発器）により熱交換を行って、二次媒体を沸騰させて作った蒸気でタービンを回転させて発電する発電方式。

○FIT（Feed-In Tariff, 固定価格買取制度）（ふいっと）

平成 24 年 7 月に電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法（平成 23 年法律第 108 号）に基づいて創設された制度であり、再生可能エネルギー源（太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス）を用いて発電された電気を、国が定める固定価格で一定の期間電気事業者へ調達を義務づけるもの。

4. 我が国の地熱資源の状況

地熱発電に用いる地熱資源（地熱エネルギー）は、以下の特徴を有する。

- ① 温室効果ガスの排出が少なく、地球温暖化防止に有効であること。
- ② 再生可能な自然エネルギーであること。
- ③ 火山国である我が国にあっては、数少ない国産のエネルギー源のひとつであること。
- ④ 我が国の地熱資源量は世界的にみて豊富であること（表1-1、表1-2）。

表1-1 各国の地熱資源量

国名	活火山数（個）	地熱資源量（万kW）
米国	173	3,000
インドネシア	139	2,779
日本	128	2,347
ケニア	22	700
フィリピン	50	600
メキシコ	42	600
アイスランド	32	580
ニュージーランド	29	365
イタリア	16	327

資源エネルギー庁（2016）エネルギー白書2016より引用

活火山数はGlobal Volcanism Program（<http://volcano.si.edu/>）（2017.1.31現在）より作成

表1-2 各国の発電施設に対する地熱発電設備の割合（2015年）

国名	総発電設備容量 (A) (MW)	地熱発電設備容量 (B) (MW)	地熱発電の割合 (B)/(A) (%)
米国	1,172,191	3,450	0.3
フィリピン	17,351	1,870	10.8
インドネシア	51,351	1,340	2.6
メキシコ	62,136	1,017	1.6
ニュージーランド	9,494	1,005	10.6
イタリア	121,762	916	0.8
アイスランド	2,656	665	25.0
ケニア	1,874	594	31.7
日本	294,563	519	0.2

火力原子力発電技術協会（2015）地熱発電の現状と動向より引用

環境省による「平成 26 年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書（平成 27 年 7 月）」によると、温度別地熱資源量（理論的に算出することができるエネルギー資源量であり、現在の技術水準では利用することが困難なものを除き、種々の制約要因（法規制、土地利用、居住地からの距離等）を考慮しないもの）と導入ポテンシャル（エネルギーの採取・利用に関する種々の制約要因による設置の可否を考慮したエネルギー資源量）、及び過年度における推計結果は表 2 のとおりである。

なお、この中で 53～120℃の温度区分における地熱資源開発には、主に浴用を対象とする温泉を活用するものも含まれており、温泉の熱エネルギーを内包した数値となっている。

表 2 温度区分別の導入ポテンシャル（全国）

発電方式	対象温度区分	地熱資源量(万kW)		導入ポテンシャル(万kW)					
			(参考)	基本	(参考)	条件1	(参考)	条件2	(参考)
蒸気フラッシュ	150℃以上	2,219	2,357 *1	785	233 *2	1,267	534 *2	1,407	848 *2
	180℃以上	1,314	—	446	—	787	—	887	—
	200℃以上	933	—	313	—	574	—	648	—
バイナリー(ランキンサイクル想定)	120～150℃	120	108 *1	49	33 *1	—	—	68	—
	120～180℃	239	—	93	—	—	—	136	—
バイナリー(カーナサイクル想定)	53～120℃	199	849 *1	171	751 *1	—	—	—	—
	80～120℃	143	—	121	—	—	—	—	—
合計		5,167	3,314 *1	1,978					

※導入ポテンシャルの推計条件(開発不可条件)

- ・基本 国立・国定公園:不可、傾斜掘削:不可
- ・条件1 国立・国定公園:不可(ただし区域外縁部から1.5km以上離れた内側地域)、傾斜掘削:可
- ・条件2 国立・国定公園:第2種特別地域・第3種特別地域は可、傾斜掘削:不可

※(参考):過年度調査における推計結果

- *1 環境省「平成22年度再生可能エネルギーの導入ポテンシャル調査」における推計結果
- *2 環境省「平成24年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備」における推計結果

※-:推計していない。

環境省（2014）平成 26 年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書より作成

一方、一般社団法人火力原子力発電技術協会の「地熱発電の現状と動向（2015 年版）」によると、我が国における地熱発電の発電端出力¹⁾と発電電力量の推移は図 4 のようになっている。現状の発電端出力は 51.4 万 kW であるので、上記の導入ポテンシャル(1,978 万 kW) に対して 3%程度、賦存量(5,167 万 kW) に対して 1%程度の利用に留まっている。地熱発電の特徴は、発電所の稼働率や利用率が高く、他の自然エネルギー（風力、太陽光）に比較して安定した発電が期待出来ることである。また、我が国における地熱発電の発電所最大出力構成比は、図 5 に示したとおり、全発電所最大出力の 0.2%となっている。

¹⁾ 「発電端出力」とは、発電出力のうちタービン発電機の出力をいう。他に、送電端出力（冷却ファンや生産井ポンプなどの所内電力を差し引いた電力）などがある。

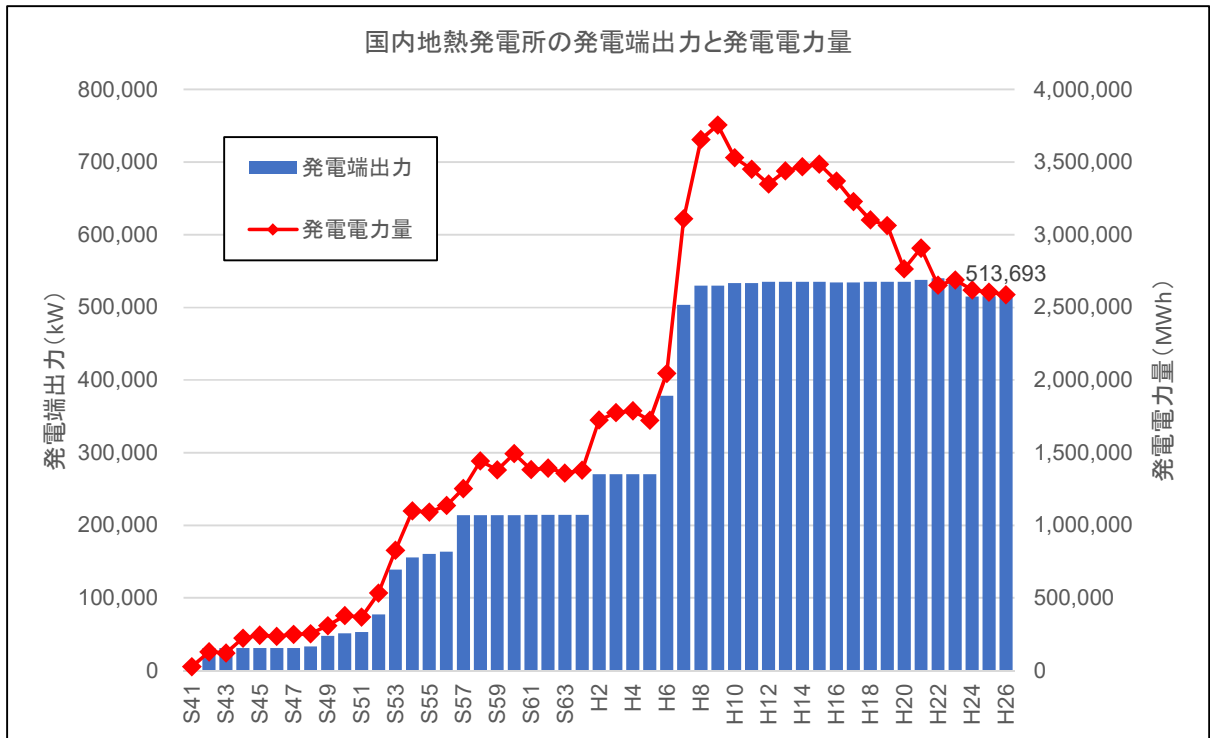


図4 国内地熱発電所の発電端出力と発電電力量の推移
 火力原子力発電技術協会 (2015) 地熱発電の現状と動向より引用

電気事業者の発電所最大出力(平成28年10月)

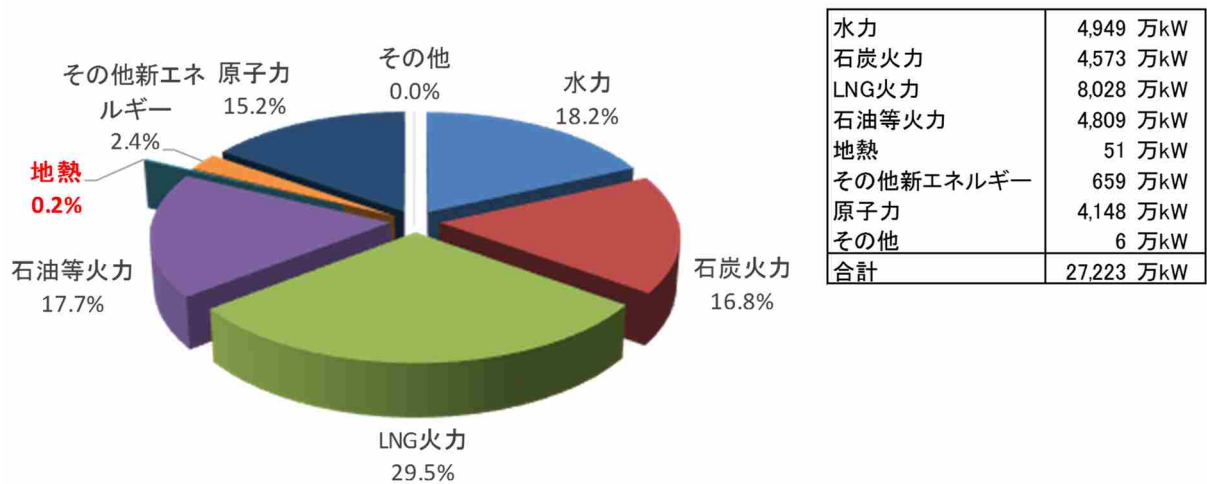


図5 電気事業者の発電所最大出力構成比(平成28年10月)
 資源エネルギー庁 (2016) 電気事業者の発電所数、出力(平成28年10月)より作成

第三 地熱開発のための掘削許可に係る判断基準の考え方

1. 掘削許可に係る判断基準の考え方

温泉法では、温泉をゆう出させる目的で土地を掘削しようとする者は、都道府県知事に申請してその許可を受けなければならないとしている。

また、温泉法では個々の掘削申請の度に、温泉法第4条の許可の基準に基づき許否の判断を行うこととなる。当該掘削が既存温泉へ与える影響の有無を判断するためには各種のデータ、資料等が不可欠であるが、入手することが可能なデータ、資料等は、地熱開発調査の段階により大きく異なる。当初の広域調査の段階で得られる各種のデータ、資料は限られたものとなるが、調査が進展するにつれて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に関する理解が深まり、さらに過去の源泉間の影響発生事例等に関する情報が整理されることで、より正確に当該地熱開発による既存温泉への影響の有無の予測が可能となる。さらに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、当該地熱開発による既存温泉への影響について、定性的な情報に基づく予測から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。また、現在、地熱分野においては数値シミュレーションを用いた地熱資源量評価予測手法があるが、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。

なお、既存温泉への影響としては湧出量の減少、温度の低下もしくは成分の変化等が考えられるが、これらは公益を害するおそれがある場合の例示である。また、公益を害するおそれがある場合とは、温泉源を保護し、その利用の適正化を図るという見地から特に掘削を制限する必要があると認められる場合を指すとの考え方は従来と同じである。したがって、地熱開発の掘削許可申請であっても、当該掘削が公益を害するか否かについて判断を行うこととなる。

また、公益には温泉源に対する影響以外のその他の公益も含まれることから、掘削工事に伴う土砂崩れや地盤沈下についても、必要に応じ関係機関と連携を図り公益を害するおそれがあるか否かを判断する必要がある。

温泉法においては、都道府県知事が温泉の保護に関連のある一定の処分¹⁾を行うに当たって、審議会その他の合議制の機関（以下「審議会等」という。）の意見を聴かなければならないこととしている。これは、これらの処分がいずれも専門的科学的判断を要するものであり、かつ、申請者及び関係者の利害に関するところが大きいため、処分の適正を期するための措置である。そのため審議会等においては、従前から地学、医学、薬学、法律学等の学識経験者を含む適切な委員構成を確保する必要があるとされてきたところである。今般、地熱開発に係る処分の適正を期すために、既存温泉への影響等を

¹⁾ 「処分」とは、許可処分・不許可処分・採取制限命令を含む。

技術的・科学的見地から判断できる専門家の参画を検討することが望ましいと考えられる。

例えば、審議会等の委員の任命制度として、常任の委員、もしくは、審議内容によって審議に加わることができる臨時委員や専門委員を設ける規定がある場合には、地熱と温泉の関係等に専門的な知見のある有識者を必要に応じて任命することも考えられる。

また、判断基準の資料として専門技術的な資料を審査する必要がある場合には、掘削許可の審議に当たり、必要に応じて有識者からの意見を聴取するといった取り組みも考えられる。なお、地熱発電の開発のための掘削にあたるかどうかにかかわらず、行政手続法（平成5年法律第88号）の趣旨に鑑み、審議会等については、適切な時期にこれを開催することが期待される。

一方で、掘削中に既存温泉への影響等が見られた場合への対処としては、掘削許可に当たり必要に応じて温泉法第4条第3項の規定に基づく条件（影響が見られた場合における調査の実施等）を付し、個別の状況によっては当該条件の変更を行うことにより既存温泉への影響等を回避することが考えられる。

なお、増掘については、上記に準じた考え方を適用した判断を行うこととなる。

2. 地熱開発のための調査について

地熱開発のための調査は、一般的には表3に示すように段階的に調査範囲を絞りながら進行される。地熱開発のための調査は主に、既存資料調査、地表調査、坑井掘削による調査等がある。

既存資料調査は、既存の学術文献や温泉の水質分析結果、温泉調査の結果等を収集し、該当する地域に関する地熱資源状況を整理するものである。

地表調査には、地質調査や物理探査、地化学探査、温泉や地熱流体を対象にした各種化学分析等がある。

坑井掘削による調査には、①構造試錐井による地下の地質分布状況、地質構造及び地温分布の状況等を知るための調査、②試験井による地熱貯留層の資源量評価や周辺の温泉や地熱井との影響関係を確認するための噴出試験を行うことを主な目的とする調査、③観測井による地熱貯留層の状態や既存温泉や地下水位等を監視することが目的の調査等がある。

なお、表3に示す地熱開発における各段階での調査目的や調査内容等については、一般的と思われる事例を記載したものであり、ここに記載された調査等がこの順番ですべて実施されるということではなく、調査データ等についてもそのすべてが当該段階でそろうということではないことに十分に留意する必要がある。

各調査の中で、坑井掘削による調査は重要であり、それによって得られる情報は多岐にわたる。さらに、複数行われる坑井掘削による調査の結果を相互につなげるとともに、資料調査や地表調査結果を集約していくことで、より正確な情報となる。

3. 温泉の生成機構分類と地熱開発による温泉影響の可能性

温泉の生成には、貯留構造と起源となる水、熱源、それに加え成分の供給源となるガスや岩石が必要である。温泉の起源や熱源が深部の地熱貯留層と関係している場合には、地熱開発の規模により、温泉に影響が現れる可能性があるため、まずは温泉の生成機構や開発対象とされる地熱貯留層との関係の解明が必要とされる。

表4には温泉帯水層と地熱貯留層の関係を5つのパターンに分け、それぞれの影響の可能性について記した。大きくは、表の①深部熱水混入型温泉、②蒸気加熱型温泉、③伝導加熱型温泉に分類されるが、②蒸気加熱型温泉の特殊ケースで、地熱貯留層とは関係せず火山性高温ガスを直接起源とする場合を④高温(マグマ)蒸気型温泉とし、①深部熱水混入型温泉、②蒸気加熱型温泉、③伝導加熱型温泉、それぞれの型に海水が混入している特殊ケースを⑤海水混入型温泉とした。

これら温泉と地熱貯留層の関係を把握するには、各種の探査情報やモニタリング調査結果を加味して総合的に考える必要がある。温泉の生成機構と温泉と地熱貯留層の関係については、表3におけるⅡ. 概査までの調査により、おおよその推定が行われ、Ⅲ. 精査以降の試験井、生産井掘削時の噴出試験やトレーサー試験、モニタリング調査により実際的な確認が行われる。さらに、その後の調査の進展に伴い、地熱開発の規模が決定されることで、より正確な影響の有無が判断されることとなる。なお、実際にはこの5つに明確に分類されるわけではなく、これらが複合した形態が多々存在する。

①深部熱水混入型温泉、②蒸気加熱型温泉、⑤海水混入型温泉の一部においては、温泉帯水層と地熱貯留層が関連性を有し、その地熱貯留層が開発対象となっている場合には特に注意が必要である。

表3 地熱調査の一般的段階と掘削内容の関係(例)

	I. 広域調査段階	II. 概査段階	III. 精査段階	IV. 発電所建設段階	V. 発電所運転開始後段階
主な掘削調査	構造試錐井の掘削	観測井の掘削 構造試錐井の掘削	試験井の掘削 観測井の掘削 構造試錐井の掘削	生産井の掘削 試験井の掘削 還元井の掘削 観測井の掘削 構造試錐井の掘削	生産井の掘削 試験井の掘削 還元井の掘削 観測井の掘削 構造試錐井の掘削
掘削で取得し得る情報	地質(断裂含む)、地下温度・圧力等	地質(断裂含む)、地下温度・圧力、透水性等	地質(断裂含む)、地下温度・圧力、透水性、地熱流体性状等	地質(断裂含む)、地下温度・圧力、透水性、地熱流体性状等	地質(断裂含む)、地下温度・圧力、透水性、地熱流体性状等
地熱資源調査内容とそれにより得られる情報	<p><調査内容> 地熱地帯の広域調査から、概査対象地域を選定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○資料調査 <ul style="list-style-type: none"> ・地質、地熱、温泉に関する資料 ○空中物理探査 <ul style="list-style-type: none"> ・広域的な地質構造 ・高温熱水等が存在する地熱貯留層上部の帽岩の把握 ○ヒートホール調査 <ul style="list-style-type: none"> ・地下の温度構造等に関する情報 ○地表調査 <ul style="list-style-type: none"> ・地質・変質帯調査結果 ○物理探査 <ul style="list-style-type: none"> ・重力探査、電磁探査、電気探査、弾性波探査結果等 ○地化学探査 <ul style="list-style-type: none"> ・水質、ガス、地温探査等の結果 ・温泉の水質や起源に関する情報 ○モニタリング調査 <ul style="list-style-type: none"> ・周辺温泉・噴気の状態調査結果等 	<p><調査内容> 地下温度や地質の詳細情報</p> <ul style="list-style-type: none"> ○地表調査 <ul style="list-style-type: none"> ・地質・変質帯調査結果 ○物理探査 <ul style="list-style-type: none"> ・重力探査、電磁探査、電気探査、弾性波探査等の結果 ○モニタリング調査 <ul style="list-style-type: none"> ・周辺温泉・噴気の状態調査結果等 <p>⇒地熱構造モデルが構築される。</p>	<p><調査内容> 試験井掘削により、深部地熱流体に関する情報が得られ、地熱流体流動予測、および地熱資源量の予測が行われる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○噴出試験 <ul style="list-style-type: none"> ・圧力干渉試験結果 ・トレーサー試験結果 ○精密地表調査 <ul style="list-style-type: none"> ・地質・変質帯調査結果 ○高密度物理探査 <ul style="list-style-type: none"> ・重力探査、電磁探査、電気探査、弾性波探査の結果等 ○モニタリング調査 <ul style="list-style-type: none"> ・地熱貯留層の情報 ・温泉・噴気の状態調査結果等 <p>⇒試験井掘削により多くの深部地下情報が得られ、地熱流動流体モデルが構築される。</p>	<p><調査内容> 地熱貯留層解析、地熱貯留層の資源量評価、モニタリングによる資源動向の推定・影響調査が行われる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○噴出試験 <ul style="list-style-type: none"> ・一斉噴出試験結果 ・圧力干渉試験結果 ・トレーサー試験結果 ○モニタリング調査 <ul style="list-style-type: none"> ・地熱貯留層の情報 ・温泉・噴気の状態調査結果等 <p>⇒地熱系概念モデル(地熱構造モデルや地熱流体流動モデル)が更新される。地熱資源評価のための数値シミュレーションモデル¹⁾により想定した発電事業に対する将来予測が行われる。</p>	<p><調査内容> ヒストリーマッチングによるモデルの更新が行われ、地熱貯留層資源量が再検証される。モニタリングによる影響評価が行われる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○噴出試験 <ul style="list-style-type: none"> ・地熱貯留層の規模や能力情報 ・周辺温泉や噴気、地下水等への環境影響についての情報 ・圧力干渉試験結果 ・トレーサー試験結果 ○モニタリング調査 <ul style="list-style-type: none"> ・地熱貯留層の情報 ・温泉・噴気の状態調査結果等 ○生産・還元履歴 <ul style="list-style-type: none"> ・生産量や還元量の状況調査結果 <p>⇒建設時の予測と実際の発電所運転によるモニタリング結果との比較を行い、修正した数値シミュレーションモデル¹⁾による将来予測の更新が行われる。</p>
温泉影響検討資料として利用できるもの	<ul style="list-style-type: none"> ・温泉の位置関係 ・温泉の掘削深度、採取深度 ・温泉の湧出形態・湧出状況 ・温泉の水質、起源について ・地質、地質構造 ・温泉の検層記録 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・観測井、温泉モニタリング結果 ・各種物理探査結果等による地質構造の推定 ・温泉帯水層と地熱貯留層の関係をとりまとめた地熱構造モデル 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・噴出試験期間中の温泉影響モニタリングデータ ・地熱系概念モデル(地熱構造モデルや地熱流体流動モデル) 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・噴出試験期間温泉モニタリングデータ ・予測結果と各種モニタリング結果の比較 ・更新された地熱系概念モデル(地熱構造モデルや地熱流体流動モデル) 等 ・地熱資源の将来予測 	<ul style="list-style-type: none"> ・発電所稼働後の温泉モニタリングデータ ・予測結果と各種モニタリング結果の比較 ・更新された地熱系概念モデル(地熱構造モデルや地熱流体流動モデル)や数値シミュレーションモデル¹⁾による評価 等

1) 地熱調査で行われる数値シミュレーションについては、離れた地域にある温泉地は対象外となり、十分に取り込まれていない場合があるので留意する必要がある。また、数値シミュレーションモデルは、現時点では地熱資源量評価を目的とした手法で作成されるので、必ずしもそのまま利用できるわけではないが、将来的に同様な技術による温泉影響評価のための手法が構築される事で、温泉変動予測に利用する事が期待される。

2) 表中に示された空中物理探査等といった調査により得られる情報は、地熱資源の有望性を評価することを主たる目的として取得される情報であり、必要に応じて温泉源への影響の検討資料等として利用することも考えられる。

3) 表中に示された地熱調査の各段階で取得される情報は、必ずしもすべての調査で得られるものではないことに留意する必要がある。

表4 温泉の成因と深部地熱流体の関係

分類	①深部熱水混入型温泉	②蒸気加熱型温泉	③伝導加熱型温泉	④高温（マグマ）蒸気型温泉	⑤海水混入型温泉
温泉と地熱貯留層の関係	地熱貯留層の深部熱水を起源とし、直接つながっている場合	地熱貯留層から蒸気のみ供給を受けている場合	温泉と地熱貯留層につながりはなく、地熱貯留層から熱伝導により過熱されている場合	温泉と地熱貯留層に関係はなく、マグマから派生した高温蒸気の供給を受けている場合	温泉に地下水、深部熱水だけでなく、海水も関係しているケース
概念図					
温泉生成機構とその特徴	<p>【生成機構】 地下水と深部から混入する熱水によって形成された温泉帯水層を指す。温泉帯水層と地熱貯留層を隔てる不透水層等の地質構造が十分に発達していない、もしくは、断層等による構造を熱水が流動し直接つながっているケース等が考えられる。</p> <p>【特徴】 温泉は深部熱水に類似した水質を示すことが多い。温泉の温度は、深部熱水の温度や地下水との混合割合でかなり幅がある。深部熱水の割合が多い場合は、高温を示す。</p>	<p>【生成機構】 地熱貯留層からの蒸気混入によって加熱された温泉帯水層を指す。</p> <p>【特徴】 温泉水の形成に関与する蒸気量や地下水との混合割合によって温度にはかなりの幅がある。地熱貯留層からの蒸気混入量の割合が多い場合は、高温を示す。</p>	<p>【生成機構】 温泉帯水層と地熱貯留層は、不透水層により隔てられているが、地熱によって加熱（伝導加熱）されて形成された温泉帯水層を指す。</p> <p>【特徴】 日本の地熱開発地域にはこのタイプに属するものが多い。地下水が伝導熱で加熱された温泉のため泉温は一般に高くないことが多い。</p>	<p>【生成機構】 マグマから、高温蒸気により直接加熱されているタイプである。マグマから派生した高温の蒸気やガスによって地下水が加熱されて形成された温泉帯水層を指す。火山性高温ガスには、SO₂やHCl等を含むため、酸性のCl-SO₄型の水質の温泉が多い。</p> <p>【特徴】 高温を示す特徴があるが、地下水の混合割合によってかなり幅がある。</p>	<p>【生成機構】 前述の温泉分類①、②、③のケースにおいて地下水に加えて、海水も混入しているケースを指す。温泉の水質における影響の現れ方が異なる。</p> <p>【特徴】 海水が混入していることから元々溶存成分濃度が高い。</p>
温泉影響の可能性	温泉へ影響する可能性が他に比べ高く、地熱貯留層の圧力低下に伴い深部熱水の供給量が減少し影響が現れることが考えられる。温泉帯水層に混入する熱水の量が減少し、水位低下や湧出量減少、泉温や溶存成分濃度の低下などが起こる可能性がある。	地熱開発域が非常に近い場合、開発域で生じた圧力低下の影響によって加熱源である深部からの蒸気量や体積に変化が現れる可能性がある。一般的に②蒸気加熱型温泉では①深部熱水混入型温泉に比べれば変化は起こりにくい。	地熱流体混入による温泉との直接的なつながりはないため、①、②のケースに比較して原理的には地熱開発の影響は及びにくいと考えられる。ただし、温泉帯水層と地熱開発域が接近し、かつ開発規模が大きい場合には、間接的に影響が現れる可能性もある。	温泉帯水層の加熱源である蒸気がマグマから直接派生したものであるため、地熱貯留層とつながりなく地熱開発による影響は発生しないと考えられる。しかし、地熱開発域が近くて開発規模が大きい場合には間接的に影響が現れる可能性がある。	①、②、③のケースと同様に地熱開発地域が近く、開発規模が大きい場合には、間接的に影響が現れる可能性がある。
想定される温泉への影響の現れ方	<p>【温泉帯水層に供給される深部熱水の一部が地熱発電に利用される場合】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 温泉水位・自噴圧力が低下する。 2) 温泉水位が低下することで、周辺から地下水の流入割合が増加した場合、温泉水が希釈されて温泉の温度や成分濃度が低下する。 3) 100℃前後の高温の温泉帯水層であり、水位（圧力）の低下によって温泉の一部が蒸気化した場合、温泉帯水層の蒸気割合が増加する。 <p>【還元熱水が温泉帯水層に及んだ場合】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 温泉水位・圧力が上昇する。 2) 温度や成分濃度が上昇する。 	<p>【温泉帯水層の加熱源である蒸気層が、生産によって縮小した場合】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 温泉帯水層の温度が低下する。 2) 温泉帯水層へ流入する蒸気量が減少した場合、温泉水位が低下する。 3) 温泉水位が低下することで、周辺からの地下水の流入割合が増加した場合、温泉水が希釈されて温度や成分濃度が低下する。 <p>【地熱貯留層の圧力が低下して、その一部で蒸気化が起こり、温泉帯水層周辺の蒸気層が拡大した場合】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 温泉の温度が上昇したり、蒸気割合が増加する。 	<p>【地熱貯留層の圧力・温度を大きく低下させてしまった場合】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 温泉帯水層の温度が低下する。 2) 周辺への圧力伝播によって間接的に温泉の水位低下に連鎖する。 3) 温泉水位が低下することで、周辺からの地下水の流入割合が増加した場合、温泉水が希釈されて温度や成分濃度が低下する。 	<p>【地熱貯留層の圧力・温度を大きく低下させてしまった場合】</p> <p>圧力伝播が及んだ場合、③と同様の影響が考えられるが、より小さな変化と考えられる。</p>	<p>【地熱貯留層の圧力・温度を大きく低下させてしまった場合】</p> <p>①、②、③の生成機構での温泉における影響において地下水で希釈されるのではなく、海水混入により高濃度化する可能性が考えられる。</p>
影響防止における注意点	開発対象とする地熱貯留層、もしくは、温泉帯水層、それらの周辺に観測井を設置し、地熱開発による、影響の早期発見、拡大防止に努めること等が考えられる。	開発対象とする地熱貯留層、もしくは、温泉帯水層、それらの周辺に観測井を設置し、地熱開発による影響の早期発見、拡大防止に努めること等が考えられる。	地熱貯留層からの熱水採取量が多く、圧力に大きく低下が予想される場合には、影響が発生する可能性があるため、観測井を設置し、開発による影響の早期発見、拡大防止に努めること等が考えられる。	温泉は火山活動との関連性も大きいと考えられる。火山観測記録等も合わせて影響評価を行う必要がある。	海水混入による成分濃度や温度変化に考慮した検討も重要である。

新エネルギー・産業技術総合開発機構（2002）平成13年度温泉影響予測手法導入調査（第3次）報告書、p16、第I-2-1表を加筆修正

4. 各段階における掘削許可の判断に有益な情報及び方法等

地熱開発を目的として実施された各段階の調査結果から、掘削許可の判断に有益な情報が得られる。それらの情報を基に温泉と地熱貯留層、両者の地質構造・地熱流体流動上の関係を論じ、温泉掘削許可の判断を行うこととなる。判断に当たっては申請に係る地熱井と温泉帯水層のつながりが、温泉帯水層への影響を左右する大きな因子であることからその影響の程度を当該地熱井と温泉帯水層の関係を示すモデルによって、もしくは当該地熱井と温泉帯水層に関するデータを収集し、それを基に検討する。これらのモデルやデータは、地熱開発のステージが進むにつれて、より精度の高いモデルやデータが得られる可能性が高くなることから、都道府県は申請者が調査した最新の資料を基に審査する必要がある。

発電所運転開始以降には、地熱貯留層と温泉帯水層の関係を含むシミュレーション結果が得られる可能性もあることから、その場合は、申請に係る地熱井と温泉帯水層のつながりの検討に資することができることに留意する。なお、地熱開発における各段階で得られる情報は大きく異なるため、表 5-1～表 5-5 まで 5 段階に分けて例として記載した。本表に記載された調査等は例であり、状況に応じて判断する必要がある。なお、温泉資源への影響を把握する方法についても各段階に示しているが、モデルやデータの入手可能性は様々であるため、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を図 6 に参考として示す。さらに、各段階においては複数の坑井掘削が行われると考えられ、開発段階内の最初の掘削とその後の掘削とでは、得られる情報量に大きな差があることに注意が必要である。また、下記の温泉・地熱徴候には噴気帯等も含まれている。

4-1. 広域調査段階

対象地域における地熱資源開発の可能性を検討し、広域の範囲から、より地熱資源開発の可能性が高い地域が抽出される。その抽出された地域において、坑井掘削から判明した地温分布状況に基づいて予想される地熱資源の存在状態を踏まえた有効な調査計画（調査内容や規模）が立てられる。この段階では、広域の地質分布及び地質構造の概要、地熱貯留層の平面的な賦存状況、温泉の水質や起源等の特性に関する情報が得られる。

表 5-1 広域調査段階における掘削の場合（例）

調査段階	I. 広域調査段階
想定される坑井掘削の内容	構造試錐井
掘削目的	地熱開発可能性に関する地質構造の確認、地下温度（主に浅部）の確認
地熱資源調査の内容	<ul style="list-style-type: none">・ 資料調査・ 地表調査・ 地化学探査・ 坑井掘削による調査・ 温泉・噴気・地下水等の実態調査 等

4-2. 概査段階

地熱貯留層の概略を把握し、地熱開発の可能性が高い精査対象地域を絞り込むことを目的とした調査が行われる。各種調査結果から、温泉の湧出機構や地熱徴候の生成機構を検討し、地熱構造モデルが作成される。モデルがあれば、その精度に応じた開発対象となる地熱貯留層と温泉・地熱徴候との関連性についての予測が可能となることがある。

表 5-2 概査段階における掘削の場合（例）

調査段階	Ⅱ. 概査段階
想定される坑井掘削の内容	構造試錐井 観測井
掘削目的	構造試錐井、観測井掘削による地下温度（主に浅部）、地質情報の取得 観測井による地域の温泉、地下水特性把握
地熱資源調査の内容	<ul style="list-style-type: none">・ 地表調査・ 坑井掘削による調査・ 周辺温泉・噴気の状況調査やモニタリング調査 等

4-3. 精査段階

地熱発電所の事業化に向けた調査段階に相当し、試験井掘削による噴出試験によって、実際に深部地熱貯留層から地熱流体の採取が行われる。各種調査から得られた情報により地熱資源量の評価が行われる。試験井掘削による調査と噴出試験から地熱貯留層の規模と特徴、地熱流体流動モデルによる影響予測が可能となることがある。

表 5-3 精査段階における掘削の場合（例）

調査段階	Ⅲ. 精査段階
想定される坑井掘削の内容	試験井の掘削 観測井の掘削 構造試錐井の掘削
掘削目的	地熱発電の事業化に向けた地熱資源量の把握と温泉への影響評価
地熱資源調査の内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ 精密地表調査 ・ 坑井掘削による調査 ・ 噴出試験による調査 ・ 温泉や地熱徴候のモニタリング調査 等
試験井掘削許可の判断に係る情報	<p>① 掘削概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 掘削位置 ・ 掘削口径 ・ 掘削深度 ・ 流体採取深度 ・ 既存温泉からの距離 ・ 可燃性天然ガスの賦存状況 等 <p>② 掘削目的</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 流体・ガス採取見込量 <p>③ 掘削計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 掘削、調査スケジュール ・ 施工方法 等 <p>その他、申請時点で得られる掘削許可の判断に役立つと思われる以下の資料があれば参考にする。</p> <p>④ 温泉や深部熱水の地質学・地球物理学・地球化学的考察</p> <p>⑤ 温泉モニタリングによる影響監視結果</p> <p>⑥ 掘削計画時までに得られた地熱流体流動モデル</p> <p>⑦ 既存温泉地への影響予測に関する考察 等</p>
試験井掘削による温泉資源への影響を判断する方法	これまでの判断情報に加えて、調査が進展することによって温泉帯水層と地熱貯留層との関係を参考に、より高度な影響判断を行うことが考えられる。

	<p>申請に係る地熱井と温泉帯水層の関係について検討する。具体的には、両者間に影響する可能性を示すデータがある場合、モニタリングデータのある周辺の既存掘削井と当該地熱井との類似性（水位、温度、化学成分、地質条件の各要素と三次元的距離等）を参考にした上で、既存掘削井のモニタリング結果（自然変動から逸脱する変化が生じていないか等）をもとに温泉帯水層への影響の有無について判断することが考えられる。そのため、あらかじめ既存掘削井におけるモニタリングデータを収集することが重要である。</p> <p>さらに、地熱概念モデル（地熱構造モデルや地熱流体流動モデル）が構築されている場合には、温泉帯水層と地熱貯留層との関係を参考に温泉資源への影響を判断することが考えられる。</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4-4. 発電所建設段階

開発調査の進展に伴い地熱系概念モデル（地熱構造モデル及び地熱流体流動モデル）の更新が行われ、地熱資源量評価のための数値シミュレーションが実施される。地熱資源の持続可能な資源量の把握と同時に、モニタリングによる発電所運転時の既存温泉への影響評価が行われる。

表 5-4 発電所建設段階における掘削の場合（例）

調査段階	IV. 発電所建設段階
想定される坑井掘削の内容	生産井の掘削 試験井の掘削 還元井の掘削 観測井の掘削 構造試錐井の掘削
掘削目的	地熱流体の生産・還元と地熱資源量の把握
地熱資源調査の内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ 坑井掘削による調査 ・ 噴出試験による調査 ・ 生産井や還元井、観測井モニタリング調査 ・ 温泉や地熱徴候のモニタリング調査 等
生産井及び試験井掘削許可の判断に係る情報	<p>① 掘削概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 掘削位置 ・ 掘削口径 ・ 掘削深度 ・ 流体採取深度 ・ 既存温泉からの距離 ・ 可燃性天然ガスの賦存状況 等 <p>② 掘削目的</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 流体・ガス採取見込量 <p>③ 掘削計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 掘削、調査スケジュール ・ 施工方法 等 <p>その他、申請時点で得られる掘削許可の判断に役立つと思われる以下の資料があれば参考にする。</p> <p>④ 掘削計画時までに更新された地熱系概念モデル（地熱構造モデルや地熱流体流動モデル）</p> <p>⑤ 既存温泉や地熱徴候を対象とした地質学・地球物理学・地球化学的考察</p> <p>⑥ 既存温泉や地熱徴候を対象とするモニタリング結果</p> <p>⑦ 既存温泉への影響予測に関する考察</p>

	⑧ 地熱貯留層の動態に関する数値シミュレーション結果 等
生産井及び試験井掘削による温泉資源への影響を判断する方法	<p>これまでの判断情報に加えて、新たなモニタリング結果を含む各種の情報を基に更新された地熱系概念モデル（地熱構造モデルや地熱流体流動モデル）による地熱貯留層と温泉帯水層の関係を参考に温泉資源への影響を判断することが考えられる。</p> <p>申請に係る地熱井と温泉帯水層の関係について検討する。具体的には、両者間に影響する可能性を示すデータがある場合、モニタリングデータのある周辺の既存掘削井と当該地熱井との類似性（水位、温度、化学成分、地質条件の各要素と三次元的距離等）を参考にした上で、既存掘削井において行われているモニタリング結果（自然変動から逸脱する変化が生じていないか等）をもとに温泉帯水層への影響の有無について判断することが考えられる。そのため、あらかじめ既存掘削井におけるモニタリングデータを収集することが重要である。</p> <p>また、本段階では、試験井、生産井掘削による地熱流体の採取量増加、還元井による熱水の地下還元・注水により温泉資源に影響を与えないかを注視する必要がある。特に一斉噴出試験が行われる最終期間は、地熱流体採取量がピークに達するので、同期間におけるモニタリング結果は、今後の発電所運転開始後における影響判断の重要な参考資料となる。</p>

4-5. 発電所運転開始後段階

発電所の出力維持や出力増強のための生産井や還元井の掘削が行われる。生産井や還元井以外にも追加調査のための試験井、観測井、構造試錐井が掘削される場合がある。運転開始後の生産・還元履歴や補充掘削により地熱貯留層に関する情報がさらに蓄積され、地熱資源量評価のため数値シミュレーションが行われ、モデルが精緻化される。長期間のモニタリングデータを基にした温泉や地熱徴候への影響確認が行われ、運転開始後のモニタリング結果に基づいた上記数値シミュレーションモデルを温泉帯水層も含めて行い、温泉影響評価への適用が可能となることもある。

表 5-5 発電所運転開始後における掘削の場合（例）

調査段階	V. 発電所運転開始後段階
想定される坑井掘削の内容	各種坑井の補充井掘削 生産井の掘削 試験井の掘削 還元井の掘削 観測井の掘削 構造試錐井の掘削
掘削の目的	発電所の出力維持や出力増のため
地熱資源調査の内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ 坑井掘削による調査 ・ 噴出試験による調査 ・ 生産井、還元井モニタリング調査 ・ 温泉や地熱徴候のモニタリングの結果 等
生産井及び試験井掘削許可の判断に係る情報	<p>① 掘削概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 掘削位置 ・ 掘削口径 ・ 掘削深度 ・ 流体採取深度 ・ 既存温泉からの距離 ・ 可燃性天然ガスの賦存状況 等 <p>② 掘削目的</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 流体・ガス採取見込量 <p>③ 掘削計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 掘削、調査スケジュール ・ 施工方法 等 <p>その他、申請時点で得られる掘削許可の判断に役立つと思われる以下の資料があれば参考にする。</p> <p>④ 掘削計画時までに更新された地熱構造モデルや地熱流体流動モデル</p>

	<p>⑤ 既存温泉や地熱徴候を対象とするモニタリング結果</p> <p>⑥ 既存温泉や地熱徴候を対象とする地質学・地球物理学・地球化学的考察</p> <p>⑦ 地熱開発による既存温泉地への影響発生に関する考察</p> <p>⑧ 地熱貯留層の動態に関する数値シミュレーション結果</p> <p>⑨ 温泉や地熱徴候を含めた数値シミュレーション結果 等</p>
<p>生産井及び試験井掘削による温泉資源への影響を判断する方法</p>	<p>これまでの判断情報に加えて、モニタリング結果を含む各種の情報を基に更新された地熱系概念モデル（地熱構造モデルや地熱流体流動モデル）もしくは数値シミュレーションを参考に温泉資源への影響を判断することが考えられる。</p> <p>申請に係る地熱井と温泉帯水層の関係について検討する。具体的には、両者間に影響する可能性を示すデータがある場合、モニタリングデータのある周辺の既存掘削井と当該地熱井との類似性（水位、温度、化学成分、地質条件の各要素と三次元的距離等）を参考にした上で、既存掘削井において行われているモニタリング結果（自然変動から逸脱する変化が生じていないか等）をもとに温泉帯水層への影響の有無について判断することが考えられる。そのため、あらかじめ既存掘削井におけるモニタリングデータを収集することが重要である。</p> <p>さらに、地熱資源量評価のための数値シミュレーションが行われている場合は、その採取量が適正であるのか、予測された結果から周辺への圧力伝播の範囲と程度等を検討することも考えられる。また、これまでの各種モニタリング結果から地熱流体の生産・還元が温泉に与える影響を予測する。</p> <p>温泉や地熱徴候を含めた数値シミュレーションが行われている場合には、地熱貯留層と温泉帯水層の関係を含むシミュレーション結果が得られる可能性もあることから、その場合は、申請に係る地熱井と温泉帯水層のつながりの検討に資することができることに留意する。</p>

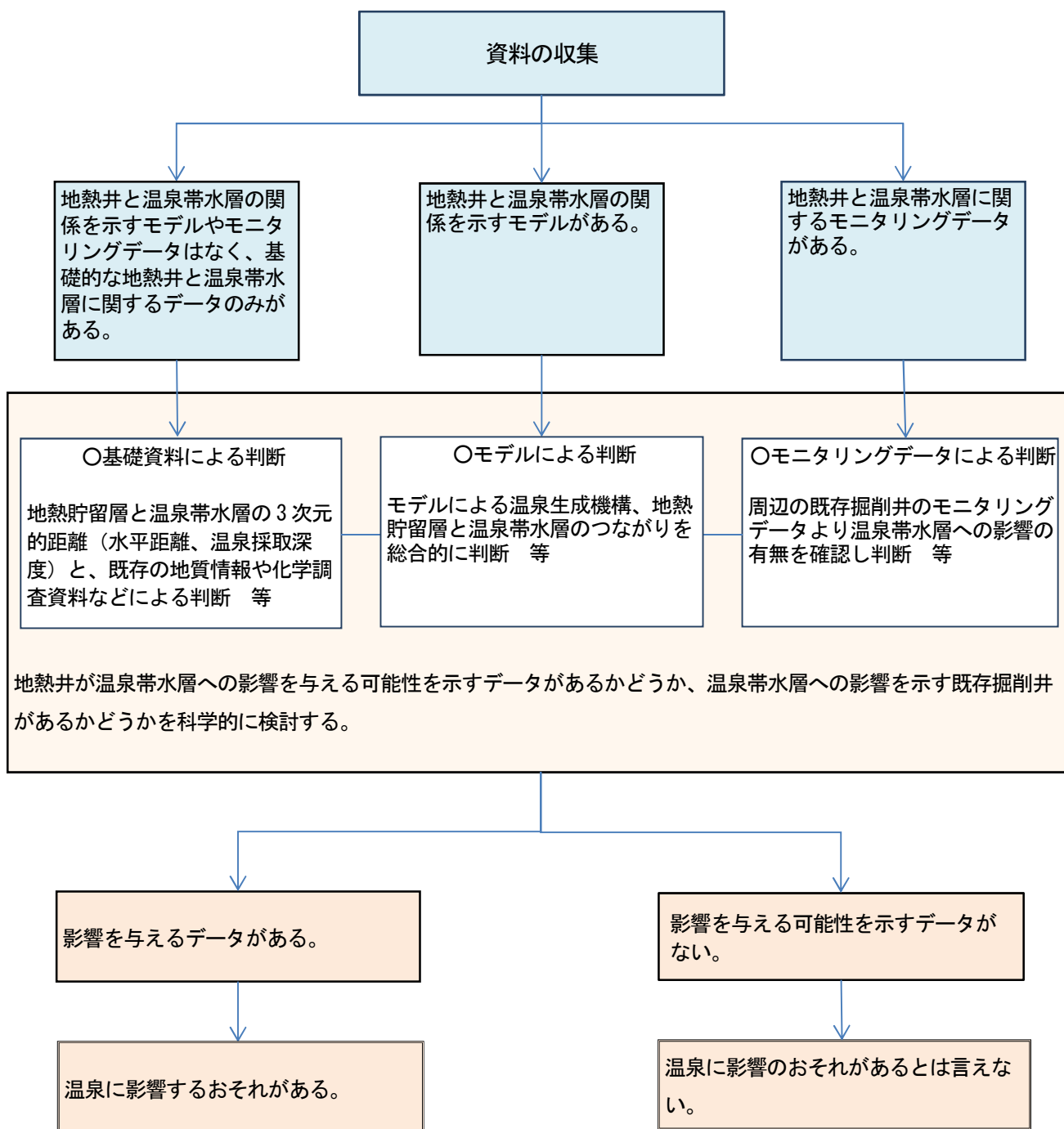


図6 地熱井掘削による温泉資源への影響を把握するための考え方（例）

第四 関係者に求められる取り組み等

本ガイドラインは、地熱開発のための温泉の掘削等について、今後、都道府県が本ガイドラインを参考に温泉法における許可制度の運用に当たることを期待しているが、温泉資源の保護と地熱開発の共存は都道府県による温泉法の運用のみで実現されるものではなく、温泉法の運用以外の場でも当事者である温泉事業者及び地熱発電事業者等の関係者による各種の取り組みが不可欠である。

実際にはどのような取り組みが有効であるかについては、温泉地の状況や地熱開発の状況等により異なってくることが予想されるが、ここでは一般的に有効と考えられる各種の取り組みについて記載することにより、関係者間の参考となることを期待する。

1. 温泉事業者、地熱発電事業者等によるモニタリングの重要性

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。なお、温泉のモニタリングについては、井戸自体の健康診断といった意味を持つため、当該温泉源を利用する者が中心となって調査を行うことが原則であるものの、状況に応じて判断すべきである。

また、これらの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。さらに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。

具体的な温泉のモニタリング手法については、ガイドライン（平成 26 年版）の別紙 7として記載している。温泉についてのモニタリングの項目としては温泉の湧出量、温度及び水位（自噴の場合は孔口圧力）があげられる。地熱貯留層の適正管理にとって、重要な指標は地熱貯留層の圧力であり、温泉においても水位（自噴の場合は孔口圧力）が最も重要な監視項目となる。また、地熱開発に特有なモニタリング項目としては、熱水の採取等に伴う微小地震の測定等が考えられる。

平成 28 年度に環境省が実施した温泉事業者及び発電事業者を対象とするアンケート調査結果では、地熱開発におけるモニタリング頻度については、年 7 回～12 回とする回答が最も多くなっている（表 6-1、表 6-2）。

また、モニタリングの項目については、温泉のゆう出量（井戸の水位（孔口圧力））、温度（泉温）、電気伝導率、pH 値等となっている（表 7-1、表 7-2）。

表 6-1 発電事業者のモニタリング頻度

回数(年間)		件数	割合
1	1回未満	1	5.9%
2	1～3回	2	11.8%
3	4～6回	7	41.2%
4	7～12回	7	41.2%
5	13回以上	0	0.0%
合計(事業者数)		17	100.0%

表 6-2 温泉事業者のモニタリング頻度

回数(年間)		件数	割合
1	1回未満	1	9.1%
2	1～3回	2	18.2%
3	4～6回	2	18.2%
4	7～12回	5	45.5%
5	13回以上	1	9.1%
合計(事業者数)		11	100.0%

表 7-1 発電事業者によるモニタリング項目と実施数

調査項目		件数	割合
1	温度(泉温)	17	89.5%
2	ゆう出量	13	68.4%
3	水位	2	10.5%
4	電気伝導率(EC)	14	73.7%
5	pH	16	84.2%
6	揚湯量操作などの記録 (機械揚湯の場合)	2	10.5%
7	その他	15	78.9%
合計(事業者数)		19	100.0%

表 7-2 温泉事業者によるモニタリング項目と実施数

調査項目		件数	割合
1	温度(泉温)	13	76.5%
2	ゆう出量	12	70.6%
3	水位	6	35.3%
4	電気伝導率(EC)	5	29.4%
5	pH	7	41.2%
6	揚湯量操作などの記録 (機械揚湯の場合)	3	17.6%
7	その他	3	17.6%
合計(事業者数)		17	100.0%

なお、モニタリングの実施箇所、頻度、項目及び測定方法等は、当該地熱開発の出力数や開発地域周辺の温泉利用状況に左右されるが、発電に利用する源泉以外に複数の源泉をモニタリングすることが望ましい。資源エネルギー庁では、地熱発電に関する FIT

認定申請（FIT 法第9条第1項に基づく認定の申請をいう。）に必要なモニタリング要件を「事業計画策定ガイドライン（地熱発電）」に記載している。これは、FIT 法対象者に対するガイドラインではあるが、その他の法令等においてもモニタリングに関する規定があり、参考となる可能性がある。

さらに温泉資源の状況を的確に把握するためには、当該都道府県や市町村等の自治体及び温泉事業者等が協力し合いながら地域の温泉資源保護対策及び有効利用を推進するためのデータ収集を行うことが重要である。これらのモニタリング結果を集積することで、都道府県による掘削等の許否の判断、掘削等の原則禁止区域の範囲や規制距離の設定の見直しに活用することも可能となる。なお、掘削等の制限に当たっては審議会等の意見を聴いた上で実施することが望ましい。

2. モニタリング結果等の情報の共有・公開

モニタリング結果及び各種調査情報は、温泉事業者、地熱発電事業者等にとって、資源を適正に維持・管理することを可能とする上で不可欠な情報となる。温泉地におけるモニタリングは平時から行い、モニタリング結果の整理と各種調査情報の共有化と公開に努めるべきである。また、必要に応じて、信頼性向上のため、第三者機関等による検証を行うことも考えられる。

こうしたモニタリング結果等の情報の共有等を行うために地熱発電事業者、温泉事業者及び関係する市町村等の第三者を加えた場（以下「協議会等」という。）を設置し、定期的を開催することが考えられる。

3. 関係者間の合意形成（協議会等の設置）

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。このような協議会等は温泉資源の活用やその他、地域固有の課題を話し合う場となるが、本ガイドラインでは温泉法に関連する内容を記載する。

合意形成の仕組みは、調査・開発の段階や地元状況に応じて適切な形をとることが必要である。なお、本ガイドラインでは、協議会体制の構築例を、図 7-1、図 7-2 のとおり参考として示す。また、状況によっては、関係者への個別説明や住民説明会等の開催なども考えられるが、いずれの方法であっても、地方自治体との連絡・相談を密にすることが肝要である。

例えば、掘削を伴わない広域調査の段階であっても、調査目的と調査内容、今後の坑井掘削等の調査スケジュール等の情報を事前に関係者と共有し、調査結果に基づく地熱開発の継続・中止等の対処方針を明らかにすることで、その後の関係者間相互の信頼醸成に役立つことが考えられる。

また、関係者間で親密なパートナーシップを構築することで、地熱開発に関する協議がスムーズに進展することが期待される。具体的には、地域の地熱資源のカスケード利用をはじめとする有効活用や保護対策（観測井設置等）、温泉資源への影響が生じた場

合の対応についての事前の合意形成等に係る協議を行うこと等が考えられる。また、相互理解を進めるため、専門家を配した¹⁾温泉と地熱開発の科学的関係を内容とするセミナーの開催等を行うことも考えられる。

協議会等の合意形成の仕組みは、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く、これには地元自治体の果たす役割が大きいと考えられる。

なお、地熱開発と温泉事業が共存・共栄するためには、上記に加えて、地域の実情に応じた温泉資源保護のための集中管理などの地域共有の課題についても関係者間で協議することが有用と考えられる。

¹⁾ 地熱開発に関する技術的な助言等を行うための「地熱資源開発アドバイザー委員会」が独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）に設置されており、自治体が活用することが可能となっている。

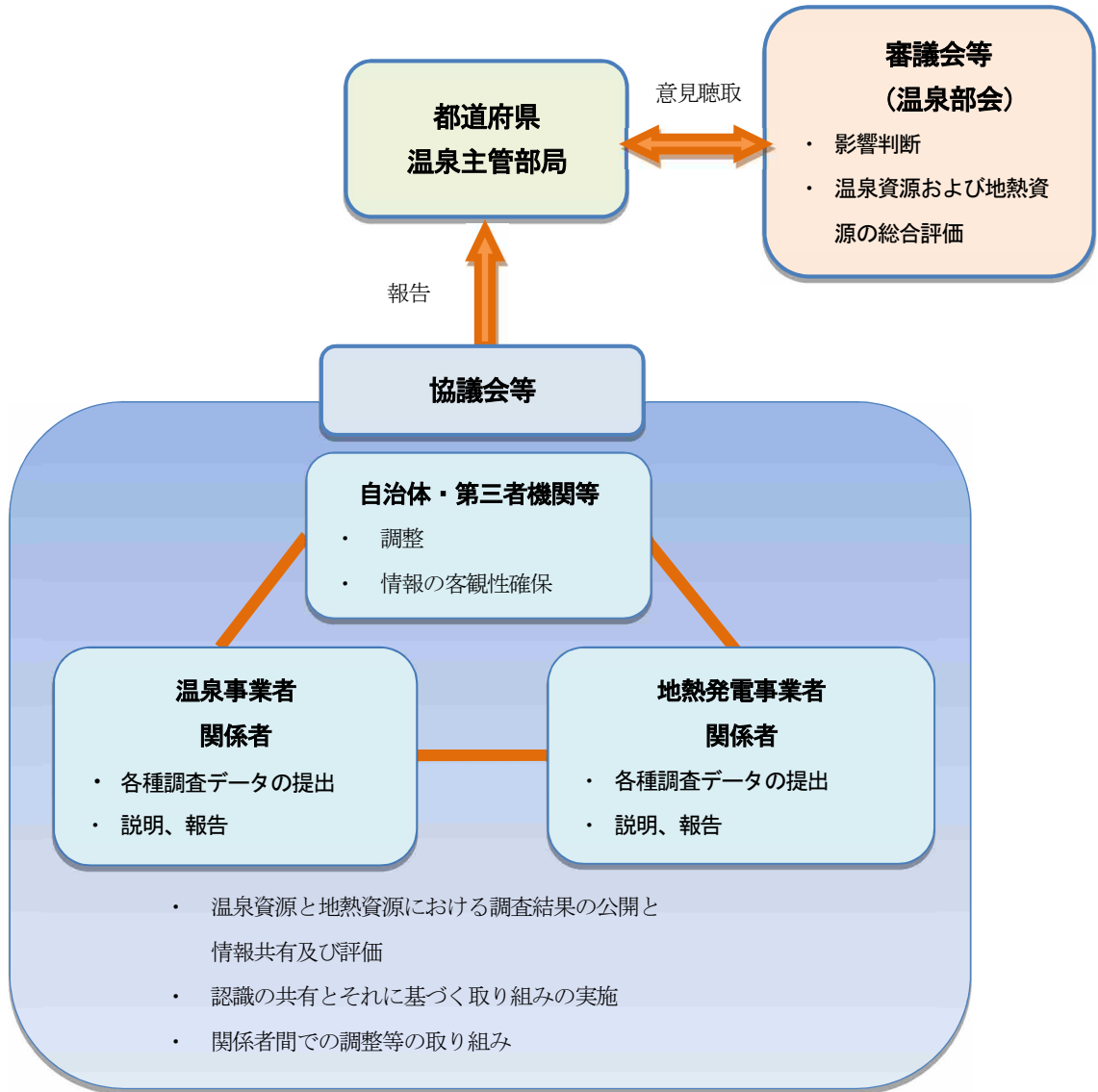


図 7-1 協議会体制の構築例①

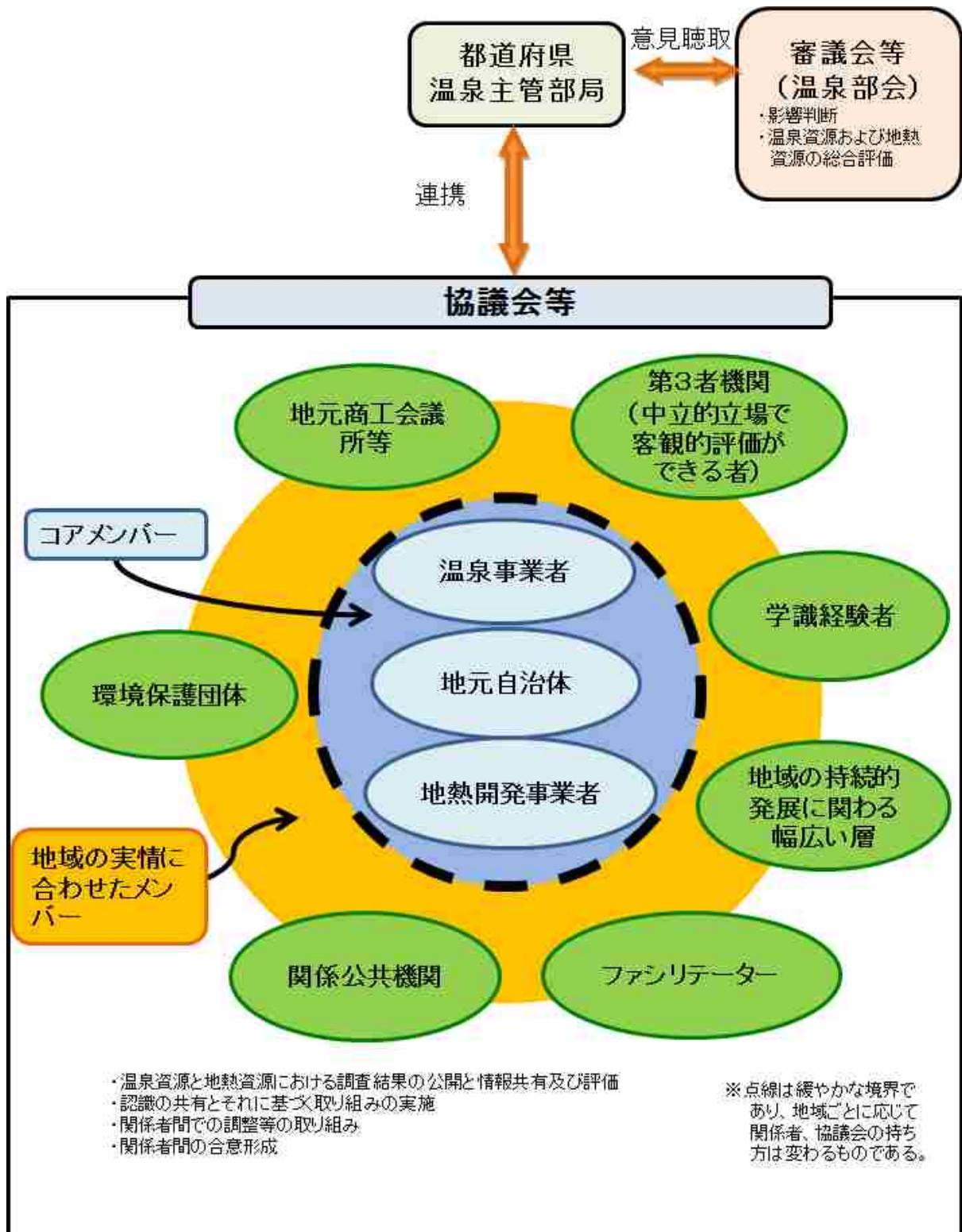


図 7-2 協議会体制の構築例②

・ 参考文献

- 犬山文孝・島田寛一・鴫田洋行・横井浩一（1999）：温泉・地下水系影響予測マニュアル（1），地熱エネルギー，vol. 24, No. 3, 25～61.
- 環境省（2014）：平成 26 年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書，82p. 85p.
- 公益社団法人日本地下水学会編（2011）：地下水用語集，理工図書，143p.
- 一般社団法人火力原子力発電技術協会（2015）：地熱発電の現状と動向，90p.
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）（2002）：平成 13 年度温泉影響予測手法導入調査（第 3 次）報告書，94p.
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）（2014）：再生可能エネルギー技術白書第 2 版，21p.
- 地学団体研究会編（1996）：新版地学事典，平凡社，1443p.
- 地熱発電と温泉利用との共生を検討する委員会（2010）：報告書 地熱発電と温泉利用との共生を目指して，日本地熱学会，62p.
- 日本地熱学会ホームページ，地熱発電用語集.
(http://wwwsoc.nii.ac.jp/grsj/jgea/index1_6.html)
- Global Volcanism Program (<http://volcano.si.edu/>) (2017. 1. 31 現在)
- 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）ホームページ，ニュースリリース. (http://www.jogmec.go.jp/news/release/news_06_000136.html)
- 資源エネルギー庁ホームページ：固定価格買取制度 事業計画策定ガイドライン（地熱発電関係）
(http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/dl/fit_2017/legal/guideline_geothermal.pdf)
- 資源エネルギー庁(2016)：エネルギー白書 2016，180p.
- 資源エネルギー庁（2016）：電気事業者の発電所数、出力（平成 28 年 10 月）
(http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/electric_power/ep002/xls/2016/1-H28.xlsx)

本取りまとめにあたっては、温泉資源保護に関するガイドライン（地熱発電関係）検討会にて検討を行い、平成 26 年 9 月に取りまとめを行った。

温泉法第 3 条に基づく掘削許可が不要な掘削の類型化について

I 温泉法について

1. 温泉法の制定

温泉法（昭和 23 年法律第 125 号）は、①温泉の保護、②温泉採取等に伴う可燃性天然ガスによる災害防止（平成 19 年法改正により追加）、③温泉利用の適正を図り、もって公共の福祉に寄与することを目的とした法律である。なお、以降は①温泉の保護について記載を行う。

温泉は古来より利用されてきた。明治期には各県の定める警察取締令等により温泉の保護に関する規制が行われていた。

しかしながら、昭和 22 年に警察取締令が失効すると温泉に対する規制が存在なくなり、温泉の濫掘等が生じた。また、同年に制定された日本国憲法第 29 条では「財産権の内容は公共の福祉に適合するやうに、法律でこれを定める」こととしたため、土地所有権の制限となる温泉のゆう出を目的とする土地掘削を制限することは法律によらなければならなかった。このことから、温泉法が昭和 23 年に制定されたものである。

2. 温泉法の従前の運用

温泉法制定以降、実務を担当する各都道府県からは同法に関する解釈について多数の疑義が寄せられ、これらに対する回答により運用が確立されてきた。

例えば、同法第 3 条に基づく土地の掘削の許可に関する厚生省（当時）の疑義照会への回答として「温泉をゆう出させる目的以外の目的で土地を掘削する場合であっても、掘削地付近一帯にわたり、あらかじめ温泉が存在すると認められるときは、法第 3 条の許可を要するものと解する。」等がある。

また、併せて厚生省が作成した「温泉法の説明（昭和 29 年 7 月 25 日発行）」では「温泉をゆう出させる目的」について「土地を掘さくするに際して「温泉のゆう出」が客観的に予想される場所又は状態に於ける場合には、凡て該当するとみるべきである。」と記載した。

3. 地熱発電と温泉法について

地熱発電は昭和 41 年に松川地熱発電所（岩手県）が完成し、平成 24 年現在、17 箇所、約 51 万 kW の設備容量^{*1}となっている。また、従来から地熱発電所を設置することで、温泉資源の枯渇化を招きかねないのではないかと指摘があった。

平成 22 年に「規制・制度改革に係る対処方針」に関する閣議決定が行われた。当該閣議決定では、再生可能エネルギーの導入促進に向けた規制の見直しとして、「温泉法にお

※ 1 資源エネルギー庁「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告」（2013） 175 頁参照

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。当該閣議決定を踏まえ、環境省では平成24年3月に「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、各都道府県に対し地方自治法に基づく技術的助言として通知した。

しかしながら、当該ガイドラインにおいても温泉法第3条に基づく掘削の許可が必要な場合として、「地熱発電に利用するための熱水・蒸気の生産井の掘削はもちろん、地熱開発のための探査時に地下の熱水貯留状況を確認し、資源量を検討するための試験井の掘削であっても、温泉の湧出が見込まれる場合には温泉法に基づく掘削許可申請が必要となる。」と記載している。

4. 「規制改革実施計画」（平成25年6月14日閣議決定）について

平成25年1月に内閣総理大臣の諮問機関として「規制改革会議」が設置された。同会議では、地熱発電の導入促進に向けたヒアリング等が実施され、ヒアリングでは、出席者から「還元井（噴出の可能性なし）であるにもかかわらず掘削許可が必要とされた」等の発言があった。同年6月の同会議の答申では「こうした行政指導は、目的を偽って掘削が行われるのを防ぐ等温泉資源の保護を目的に行われてきたものと認識しているところ、不正な掘削等は温泉法に基づく罰則規定及び命令等により厳正に対処すべきであり、法律を拡大解釈して、法律上は許可が不要である掘削に対して許可申請を求めるのは適切な対応とはいえない」とされた。この答申を踏まえ、「規制改革実施計画」（平成25年6月14日閣議決定）では「温泉法第3条が温泉をゆう出させる目的で土地を掘削しようとする者は許可が必要としていることを踏まえ、許可が不要な掘削について類型化する」こととされており、「平成26年度結論、結論を得次第措置」とされている。

5. 温泉法の運用の整理と類型化

従前の温泉法の運用については、温泉資源を保護するために一定の成果があったと考えられるものの、平成25年6月に出された規制改革会議の「規制改革に関する答申」において、「法律を拡大解釈して、法律上は許可が不要である掘削に対して許可申請を求めるのは適切な対応とはいえない」とされた。これらを踏まえ、同法の運用について、改めて整理することとした。

II 温泉法第3条に基づく掘削許可が不要な掘削の類型化について

温泉法第3条は「温泉をゆう出させる目的で土地を掘削しようとする者は、環境省令で定めるところにより、都道府県知事に申請してその許可を受けなければならない」としており、温泉をゆう出させる目的の有無により許可申請の要・不要が決定されることとなる。そのため「温泉をゆう出させる目的のない土地の掘削」については、温泉法第3条に基づく都道府県知事の許可は不要である。

「規制改革実施計画」は、地熱発電開発関係の掘削行為のみを対象としたものではないため、掘削行為一般について整理する必要があるが、「温泉をゆう出させる目的のない土地

の掘削」を全て類型化することは困難である。

このため、地熱発電関係の掘削行為とその他の代表的な掘削行為について、温泉法第3条の掘削許可が不要なものを例示することとする。

1. 地熱発電関係の掘削行為

地熱発電所を建設するにあたっては、その調査段階から運転開始段階まで、各段階において掘削行為が行われる。また、地熱発電所運転開始後においても同様の掘削が行われることがある。このようななかで温泉法第3条の掘削許可が不要な掘削として下記のような掘削が考えられる。

- ・「地質・地熱構造調査のための掘削」
 - ・「地熱発電に供した温水を地中に戻すための井戸の掘削」
 - ・「水位等をモニタリングするための井戸の掘削」
- 等

※地熱発電所設置に向けた調査段階に掘削された井戸を発電用等に供するための井戸として転用する場合(以下「転用」という。)があり得る。「温泉をゆう出させる目的」を有していないのであれば、温泉法第3条の掘削許可申請は不要である。ただし、あらかじめ掘削しようとする段階において、転用する意思がある場合は、「温泉をゆう出させる目的」を有していると考えられるので温泉法第3条の掘削許可が必要となる。(例:いわゆる地質調査のための井戸から噴気試験のための井戸や生産用の井戸へ転用する場合。)

2. その他の掘削行為について

地熱発電関係の掘削行為以外として、社会インフラの整備等に関する掘削行為が考えられる。具体的には下記のものとなる。

- ・「地下水採取を目的とした井戸の掘削」
 - ・「ダム又はトンネル等の掘削」
 - ・「ビル建設等に関する掘削」
 - ・「鉱物又は土石類等採取の掘削」
 - ・「地震観測のための井戸掘削」
- 等

Ⅲ 温泉の保護について

1. 温泉法の執行について

これまで温泉法に基づく温泉資源の保護は、主に、各都道府県における温泉法第3条の運用を通じて行われてきた。また、これに加えて、各都道府県では温泉保護区域等を設定する等の対応^{※2}を行ってきたところである。

これらについては、「温泉をゆう出させる目的」以外の掘削でも、「温泉のゆう出するおそれ」がある場合等に温泉法第3条の掘削許可申請を行わせるなど、一定の効果があったものの、過度な運用の面があったことは否定できない。温泉法では、温泉をゆう出させる目的以外の目的で掘削（以下「他目的掘削」という。）を行い、意図せずに温泉がゆう出した場合についても、資源保護のための命令等の規定が存在している。各都道府県においては、必要に応じ当該命令規定による措置を行うことが適当である。

2. 温泉法第12条 採取制限命令について

（温泉の採取の制限に関する命令）

第12条 都道府県知事は、温泉源を保護するため必要があると認めるときは、温泉源から温泉を採取する者に対して、温泉の採取の制限を命ずることができる。

【趣旨】

温泉源は無尽蔵なものではないから、これを過度に採取すれば温泉のゆう出量が減少し、将来温泉源が枯渇することになりかねない。そのため、その使用形態に関わらず、都道府県知事は温泉源を保護するために必要があると認められるときは温泉の採取の制限を命ずることができる。

本条は、温泉を採取する者全員に対して適用できる。よって、他目的掘削を行った場合に、意図せずに温泉がゆう出した際にも適用できるので、必要があると認められるときは本条を適用すべきである。

※2 保護区域の設定については、「温泉資源の保護に関するガイドライン（改訂）」（平成26年4月）において、「（保護）区域の設定は、あくまでも法第4条に示す不許可事由について、あらかじめ原則を示しているだけに過ぎない」としている。

3. 温泉法第14条 他目的掘削に対する措置命令規定について

(他の目的で土地を掘削した者に対する措置命令)

第14条 都道府県知事は、温泉をゆう出させる目的以外の目的で土地が掘削されたことにより温泉のゆう出量、温度又は成分に著しい影響が及ぶ場合において公益上必要があると認めるときは、その土地を掘削した者に対してその影響を防止するために必要な措置を講ずべきことを命ずることができる。

【趣旨】

温泉をゆう出させる目的の掘削は、温泉になんらかの支障を及ぼす可能性があり、温泉法第3条において都道府県知事による事前の許可が必要であるとされている。しかしながら、他目的掘削により意図せずに温泉がゆう出したときにおいても、温泉のゆう出量等に著しい影響を及ぼす場合がある。そのため、都道府県知事は公益上必要があると認められる場合は、その影響防止のために必要な措置を講ずべきことを命ずることができるとしたものである。

なお、著しい影響の度合については、個々の温泉毎にそのゆう出量、温度又は成分が異なっており一律に定めることはできない。そのため、著しい影響の度合いを量るために、日常のモニタリング等を通じて源泉の状態を確認・記録に努め、他目的掘削が行われたことにより、どのように影響が及んでいるか科学的な根拠を元に判断していくことが重要である。

また、一部の都道府県又は市町村では、地下水の採取等の掘削について届出を求めているケースなどのように、温泉法における他目的掘削について様々な取組が行われている。

4. モニタリングについて

前述したとおり、モニタリングは、その温泉資源の保護及び公益侵害のおそれに対する確かな対応を図るため重要なものである。また、既存源泉所有者等にとっては、温泉資源保護のためのモニタリングを通じて、源泉の状態把握や異常等の有無等により、自己が所有する源泉の健全性の確認や井戸の適切な維持・管理が可能となる。また、近傍で新たな温泉掘削等が行われる場合において、当該温泉掘削等により所有源泉に影響が生じた際の科学的根拠となる貴重なデータにもなる。なお、モニタリングの方法等については、「温泉資源の保護に関するガイドライン（改訂版）」（平成26年4月18日環自総発第1404183号環境省自然環境局長通知）も参照されたい。

別紙2 地熱資源の開発に係る地下の流体モデル・指標の構築と再現性の検証結果

1. はじめに

本資料は、「地熱資源の開発に係る地下の流体モデル・指標の構築と再現性の検証」の概要をまとめたものである。

この検証では、国内の既存発電所3ヶ所を選定し、各地域において行われた地熱開発の各ステージの調査結果と構築された地熱系概念モデルの状況及び地熱開発が温泉に与える影響を調べるための温泉モニタリングの概要についてまとめた。

調査対象地域の内の1地域については、数値シミュレーションモデルを構築し、地熱発電に伴う地熱流体の生産・還元が温泉に影響を与える場合は、どのような現象としてとらえ得るかを検討した。

2. 流体モデルとモデル構築のステージについて

一般的に流体モデルの種類については様々あるが、ここでは地熱系概念モデル（地熱構造モデルと地熱流体流動モデルとに分けられる）と数値シミュレーションモデルを指すものとした。各モデルの概要を以下に示す。

1) 地熱構造モデル

温泉と地熱貯留層の関係について地質構造の観点から、地層や断層等の分布、地熱貯留層と温泉帯水層の分布、熱源等の概要を説明したモデル。地熱調査ステージの概査段階以降において作成される。

2) 地熱流体流動モデル

地熱構造モデルを発展させ、温泉水や地熱流体の温度や圧力、地化学情報を基に、温泉及び地熱流体の生成機構、地熱貯留層温度、熱水系の分類、混合状態、流動状態を説明したモデル。地熱調査ステージの精査段階以降において作成される。

3) 数値シミュレーションモデル（地熱資源量評価）

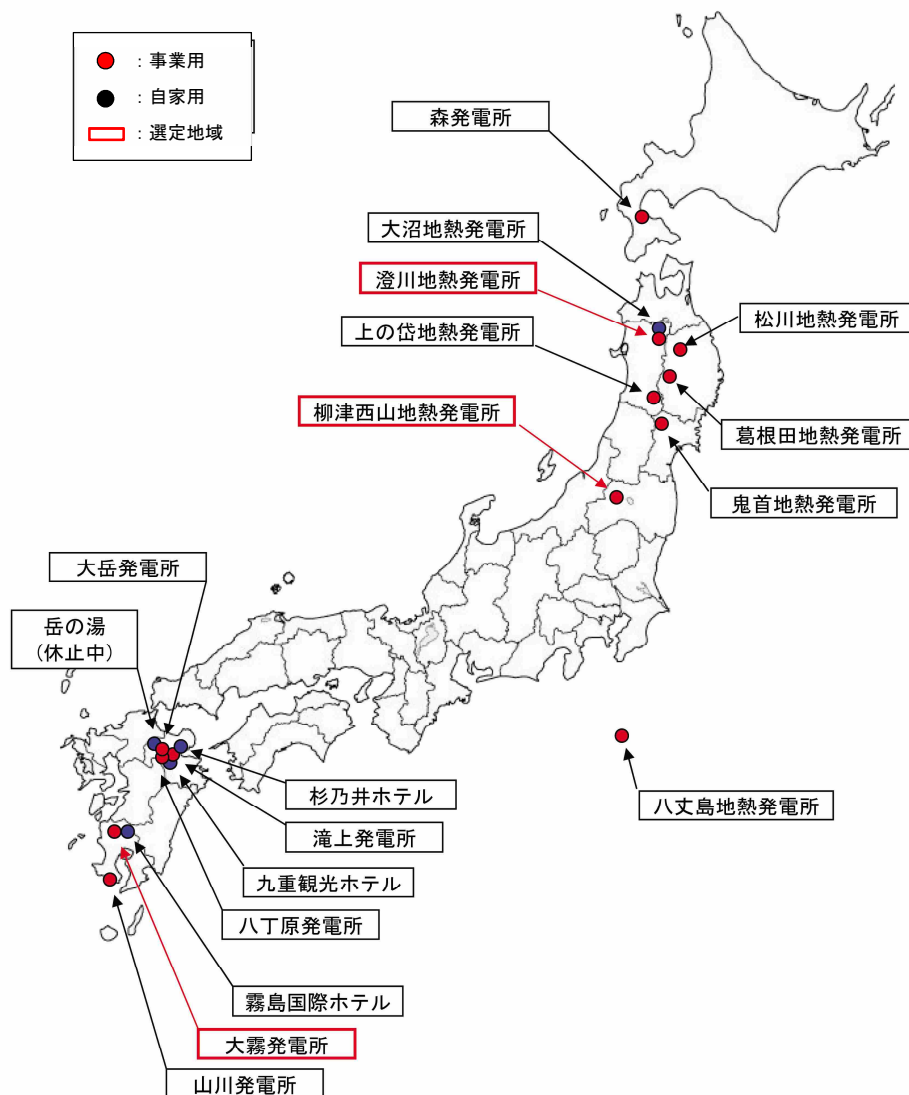
地熱流体採取による貯留層の圧力変化や温泉への影響予測といったことを定量的に検討するために、地熱構造モデルや地熱流体流動モデルを反映し、コンピューター（数値シミュレータ）等を使用して構築されるモデル。地下の特性を定量化するために、坑井から得られるデータ（地層の間隙率や透水性、温度分布等）が最低限必要である。また、モデルの精度を検証するには、数値シミュレーションにより予測された結果（地熱貯留層や温泉帯水層の圧力や温度）について、より多くのモニタリングによる実測データを取得し、計算値と実測値との照合を行う必要がある。現在、このモデルは地熱資源量の評価に用いられているが、将来的には既存温泉への影響予測にも適用されることが期待される。

温泉と地熱貯留層との関係を検討する際の指標としては、地熱構造モデルや地熱流体流動モデルを参照するのが適切である。

ガイドライン本編の表 3 に示されているが、一般に地熱調査のステージは「Ⅰ．広域調査段階」、「Ⅱ．概査段階」、「Ⅲ．精査段階」、「Ⅳ．発電所建設段階」、「Ⅴ．発電所運転開始段階」に分類される。このうち、地熱構造モデルは「Ⅱ．概査段階」以降、地熱流体流動モデルは「Ⅲ．精査段階」以降に構築され、数値シミュレーションモデルは「Ⅳ．発電所建設段階」以降で実施される。なお、ここでのステージと構築される流体モデルの関係は一般的なものとして整理したもので、実際には個々の場合で異なる。

3. 国内 3 地域の地熱発電所における流体モデル概要と温泉モニタリング

国内の既設地熱発電所の内、柳津西山地域（福島県）、澄川地域（秋田県）、大霧地域（鹿児島県）の 3 地域を選定し、各地域の蒸気供給会社より概念モデルの概要と温泉モニタリングに関する情報を提供していただいた。



付図-1 既存地熱発電所の位置図

環境省（2011）平成 22 年度地熱発電に係る環境影響審査報告書より引用編図

3.1 各地域の開発経緯

3.1.1 柳津西山地域

1) 所在地

福島県河沼郡柳津町大字黒沢

2) 事業者

東北電力株式会社（発電部門）

奥会津地熱株式会社（蒸気生産部門）

3) 出力

設備容量：65,000kW

認可出力：65,000kW

4) 位置案内

発電所は、福島県会津若松市の西南約20km、河沼郡柳津町西山地区の只見川沿いの標高380mに位置し、国土利用計画法に基づく森林地域及び農業地域となっている。また、発電所蒸気生産設備の一部は、自然公園法に基づく只見柳津県立自然公園の普通地域に指定されている。最寄りの温泉地としては、柳津温泉と西山温泉がある。

5) 開発経緯（付表-1）

① 概査期Ⅰ：1974年

三井金属鉱業（株）は奥会津地域の地熱資源量探査を目的とする予察調査を開始し、地質構造と地熱構造井の調査を行った。

② 概査期Ⅱ：1976-1977年

通産省工業技術院地質調査所と日本地熱開発促進センター（現（財）新エネルギー財団）による「地熱開発基礎調査：西山地域」が実施され、変質帯調査、放熱量調査、電気探査、温泉調査及び構造試錐掘削が行われた。この後、1978-1980年に調査中断期がある。

③ 概査期Ⅲ：1981-1983年

柳津町及び町議会から地熱調査再開の要請を受け、三井金属鉱業（株）は1m深地温調査、地化学調査、温泉調査を実施した。これらのデータを基に、新エネルギー総合開発機構（現（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構）による「地熱開発促進調査：奥会津地域」が1982年度から2年間実施された。また、1983年11月12日に、三井金属鉱業（株）、三井建設（株）、（株）東芝の出資によって奥会津地熱（株）が設立された。

④ 精査期：1984-1989年

奥会津地熱（株）は企業化・開発調査を実施し、22本の坑井掘削を行った。1989年に9坑井の同時噴出試験を行い、蒸気量509t/hを確認し、同年、東北電力（株）と推進協定を締結した。

⑤ 建設期：1990-1994年

1990年に東北電力（株）と奥会津地熱（株）は基本協定を締結し、環境アセスメント（1990-1992年）を経て、第122回電調審（1992年）にて建設計画が了承され、

1993年に発電所の建設工事を着工した。この期間に新たに7本の坑井掘削を行った。また、柳津町・東北電力(株)・奥会津地熱(株)の三者で環境保全協定が締結され、運開準備が整った。

⑥ 運転期：1995年以降

1995年5月25日、出力65,000kwの柳津西山地熱発電所が運開した。1998年7月、東北電力(株)は硫化水素除去装置を設置し、環境対策にも万全を期している。

付表-1 柳津西山地域の開発経緯

	概査(1974-1983) 地質、変質帯調査 温泉、地化学調査 1m深地温調査	精査(1984-1989)	建設(1990-1994)	運転(1995以降)
企業調査				
	地表調査			
	坑井掘削	調査井/試験井掘削22本 ・生産井転用9本 ・還元井転用2本	生産井掘削6本 還元井掘削1本	補充井掘削
	資源量評価	噴出試験 確認蒸気量509t/h	噴出試験 確認蒸気量376t/h	地熱貯留層シミュレーション
	環境影響調査		環境アセスメント	
国の調査				
	変質帯調査 地上物理探査 温泉調査 構造試験1本			
	地熱開発基礎調査			
	地熱開発促進調査	地化学調査 1m深地温調査 小口径調査井・試験井13本 経済性評価		

日本地熱調査会(2000)わが国の地熱発電所設備要覧を引用加筆

3.1.2 澄川地域

1) 所在地

秋田県鹿角市八幡平字切留平

2) 事業者

東北電力株式会社（発電部門）

三菱マテリアル株式会社（蒸気生産部門）

3) 出力

設備容量 50,000kW

認可出力 50,000kW

4) 位置案内

発電所は秋田県鹿角市南端の八幡平地区の標高 1,062m に位置し、周辺には南東約 6km に秋田・岩手両県にまたがる標高 1,613m の八幡平がある。十和田八幡平国立公園内に位置していないが、国土利用計画法に基づく森林地域となっている。最寄りの温泉地としては、八幡平温泉郷がある。

5) 開発経緯（付表-2）

① 概査期Ⅰ：1965～1973年

三菱金属（株）（現三菱マテリアル（株））は、広域調査を実施して、有望地区として大沼地区と併せて澄川地区を抽出した。

② 概査期Ⅱ：1974～1980年

三菱マテリアル（株）は澄川地区に対し、追加地表調査と調査井の掘削を実施した。また、国の調査（地熱開発精密調査、全国地熱基盤調査、広域熱構造調査、発電用地熱開発環境調査）も導入された。試験井 N52-SM-2 で蒸気噴出を確認し、本格的調査に移行した。

③ 精査期Ⅰ：1981～1985年

三菱マテリアル（株）と三菱ガス化学（株）の共同開発が開始した。試験井を 4 本掘削し、そのうち S-4 坑井で優勢な蒸気を確認した。また、東北電力（株）との共同調査委員会が設置され、50,000kW 発電所建設の可能性について調査した。

④ 精査期Ⅱ：1986～1990年

三菱マテリアル（株）と三菱ガス化学（株）は 50,000kW 発電所建設を前提とした調査井（試験井）掘削計画を策定した。また、地熱探査技術等検証調査（仙岩地域）と地熱開発促進調査（地熱貯留層評価手法開発）が導入され、1990年に3ヶ月の一斉噴出試験を実施し、50,000kW 相当の蒸気量が確認され、東北電力（株）と三菱マテリアル（株）とで開発基本協定が締結された。

⑤ 建設・運転期：1991年以降

環境アセスメント（1990～1991年）を経て建設計画が了承され（1992年3月）、建設を開始し、1995年3月営業運転に入った。

付表-2 澄川地域の開発経緯

	概査期 I (1965-1973)	概査期 II (1974-1980)	概査期 I (1981-1985)	概査期 II (1986-1990)	建設・運転期 (1991以降)
地表調査	地質調査 重力探査	比抵抗探査 弾性波探査			
企業による調査			OS-1 OS-2 OS-3 ◎S-4	●SA-1 ●SA-2 ●SB-1 ●SA-4 ◎SB-2 ◎SB-3 ◎SD-2	●SC-2 ●SB-4 ◎SE-2 ◎SE-1 ◎SD-3 ◎SE-3 ◎SD-4 ◎ SA-3
資源量評価			資源量評価		
環境影響評価					環境影響評価 ◇建設工事開始 ◇営業運転開始
国による調査	地熱開発精密調査 発電用地熱開発環境調査	○50-HM-3 ○52E-SM-1 ○52E-SM-2		○N60-KY-1 ◎N61-KY-2 ○N59-SN-5 ●N61-SN-7D ◎N62-SN-8R	
	地熱開発促進調査 地熱探査技術等検証調査			電気探査(シュルパルジャー法) 電気探査(チューベル法) 電磁探査(MT法)	

凡例:

- 小口径井(構造試験、調査井、試験井、観測井)
- ◎大口徑井(調査井、試験井、生産井、還元井、観測井:掘削深度2,000m未満)
- 大口徑井(調査井、試験井、生産井、還元井、観測井:掘削深度2,000m以上)

日本地熱調査会(2000)わが国の地熱発電所設備要覧を引用加筆

3.1.3 大霧地域

1) 所在地

鹿児島県始良郡牧園町大字万膳及び栗野町大字木場

2) 事業者

九州電力株式会社（発電部門）

日鉄鹿児島地熱株式会社（蒸気部門）

3) 出力

設備容量：30,000kW

認可出力：30,000kW

4) 位置案内

発電所は、霧島連山の西部に位置し、万膳川と鏑河川に挟まれた標高700～900mの丘陵地であり、その周辺には北約2kmに標高1,094mの栗野岳、東約6kmに標高1,700mの韓国岳、東南東約5kmに大浪池、南西約2kmに佐賀利山がある。霧島屋久国立公園の普通地域内に位置する。

5) 開発経緯（付表-3）

霧島地域の地熱調査・開発は、1973年に日鉄鉱業（株）により地下資源の探査開発の一環として開始され、地表地質調査、物理探査が実施された。また、国の地熱開発基礎調査（1974年）、地熱開発精密調査（1975年）が行われ、これらの結果から有望地域と認識された。

1979年から新日本製鐵（株）と日鉄鉱業（株）の共同調査体制で本格的調査に入った。1979年以降の調査・開発は以下のステップに分けられる。

① 1979～1981年

銀湯、白水越地域に小口径試験井3本を掘削し、蒸気熱水の噴出を確認した。特に、KEI-2号井は浅部で銀湯断層を貫通し、極めて優勢な地熱流体を噴出したことが大霧の銀湯貯留層開発のスタートとなった。企業調査井掘削に伴い、国は環境調査井2本を掘削し、「発電用地熱開発環境調査」を実施した。

② 1982～1984年

銀湯、白水越地区に小口径4本、大口径7本の調査井・試験井を掘削し、坑井利用電気探査も実施した。これに先立つ1980～1982年には、NEDOによる「栗野・手洗地域地熱開発促進調査」の調査井・試験井8本が掘削された。

白水地区の3坑井では、300℃に近い坑底温度を記録し、同地区の有望性を確認した。銀湯地区の2坑井からも優勢な流体噴出が認められ、銀湯断層の南東への広がり及び銀湯断層深部の活発な地熱流体の存在が確実視された。

③ 1985～1987年

銀湯地区の開発可能量実証のため、大口径試験井5本を掘削した。銀湯断層の深部を狙った3本全てから優勢な流体噴出が見られ、調査解析の結果、銀湯断層は走向延長1,200mの透水性の高い地熱貯留層であることが確認された。

続いて、3ヶ月間、生産井4本、還元井2本を使用し、一斉噴出還元試験を実施し、

出力 14,000kW 相当の安定した蒸気量 125t/h (口元 5 気圧換算) を確認した。

その後、九州電力 (株) の「大霧地区地熱プロジェクト評価委員会」の総合解析評価の結果、30,000kW 規模の地熱資源が長期安定して確保できると評価され、九州電力 (株) 及び地元自治体との開発基本協定締結へと進展した。

なお、1984 年、1985 年には NEDO により「地熱貯留層評価手法開発」の観測井 2 本が掘削された。

④ 1990～1991 年

1990 年日鉄鹿兒島地熱 (株) が設立され、大霧開発地区に生産井 7 本、還元井 7 本を掘削した。その後、転用井を含めた生産井 10 本の全量噴出実証試験を行い、蒸気量 360t/h (口元 5 気圧換算) と、出力 30,000kW に十分な蒸気が安定して得られることが確認された。

⑤ 1992～1996 年

1992 年から九州電力 (株) とともに環境影響調査を実施し、第 125 回電源開発調整審議会を通過した。1994 年から九州電力 (株) が発電設備を、日鉄鹿兒島地熱 (株) が蒸気生産設備をそれぞれ建設し、試運転、使用前検査を経て、1996 年 3 月に営業運転を開始した。

付表-3 大霧地域の開発経緯

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1) 企業調査																									
地表調査																									
坑井掘削																									
K1地区																									
K2地区																									
環境現況調査																									
2) 国の調査																									
全国地熱基礎調査																									
地熱開発精密調査																									
地熱開発環境調査																									
地熱開発促進調査																									

日鉄鹿見島地熱株式会社内部資料より引用

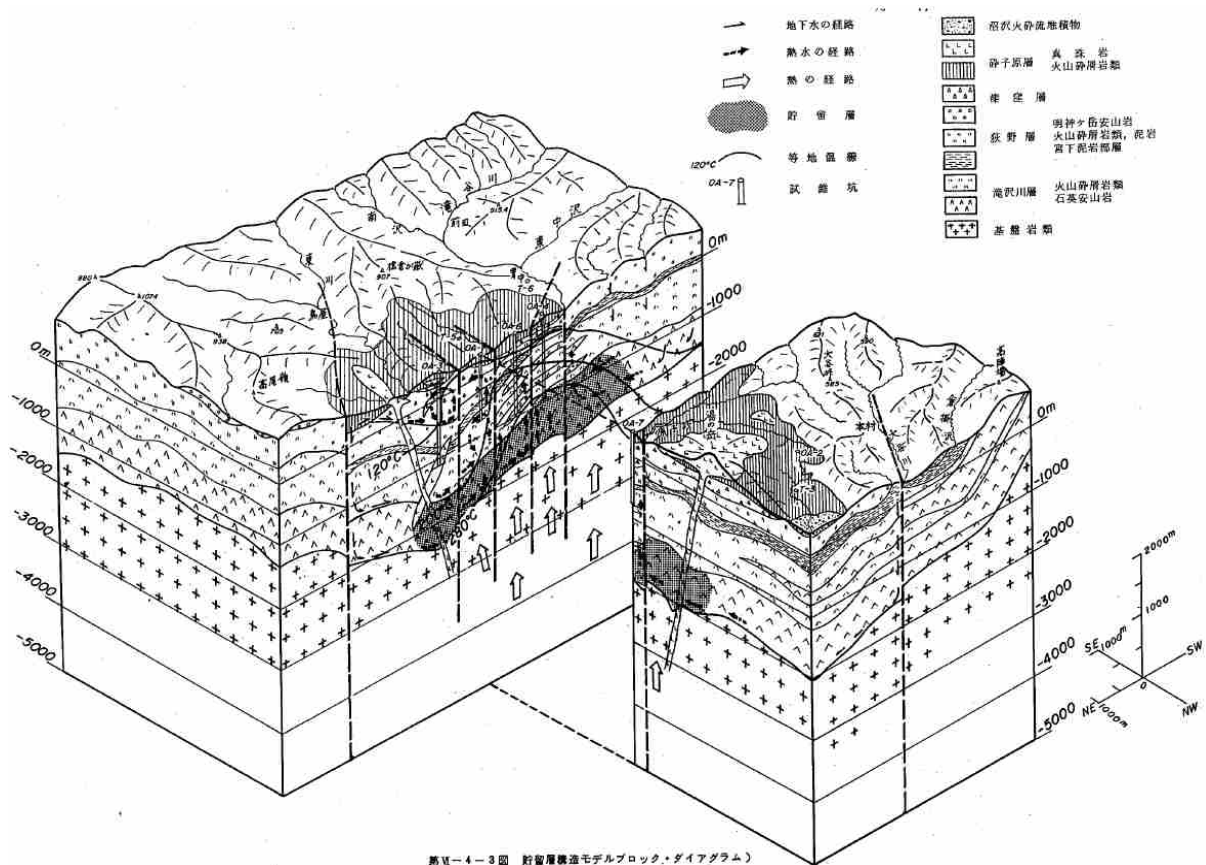
3.2 流体モデル

柳津西山地域、澄川地域、大霧地域においては、それぞれの地熱調査ステージの進展に伴い、地熱構造モデル、地熱流体流動モデル、数値シミュレーションモデルがそれぞれ構築されている。ここでは、代表例として柳津西山地域の各モデルを付図-2~4に示した。

付図-2に示した地熱構造モデルは、国が行った地熱開発促進調査で構築されているが、同調査ステージは概査段階に相当するものである。同モデルは、地表調査（地質・物理探査・地化学探査他）、坑井調査（構造試錐井、観測井、試験井）などの結果を総合的にまとめたもので、広域的な地下温度分布や主要な断裂系によって地熱構造が規制されている様子を示している。

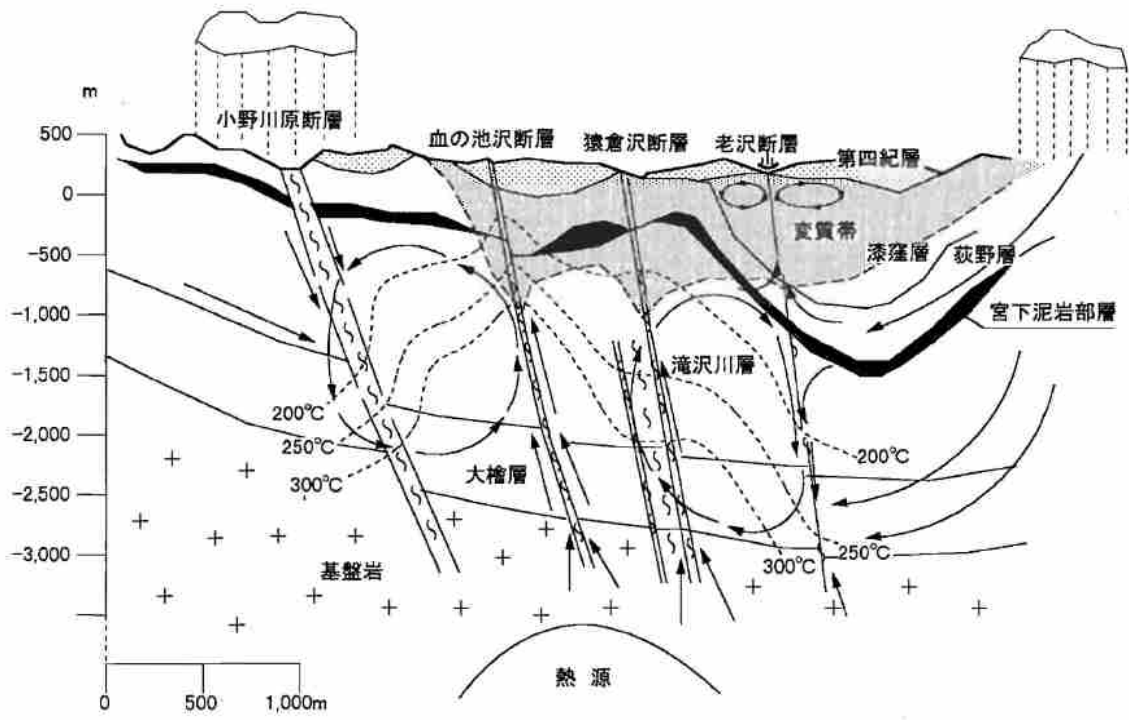
付図-3に示した地熱流体流動モデルは、精査の段階で構築されている。同モデルは精密な地表調査（地質、物理探査、地化学調査）や坑井調査（試験井）など、更に対象を絞った詳細調査の結果をまとめたものである。モデルには地熱構造と共に地熱流体の流動の様子が表現されており、また、温泉帯水層との関係が示されている。

付図-4に示した数値シミュレーションモデルは、精査～地熱発電所建設の段階で構築されている。同モデルは地熱流体流動モデルを基に、地熱流体の地下での動きを定量的に再現している。なお、同モデルは地熱貯留層をモデル化しており、温泉帯水層はこれに含まれていない。



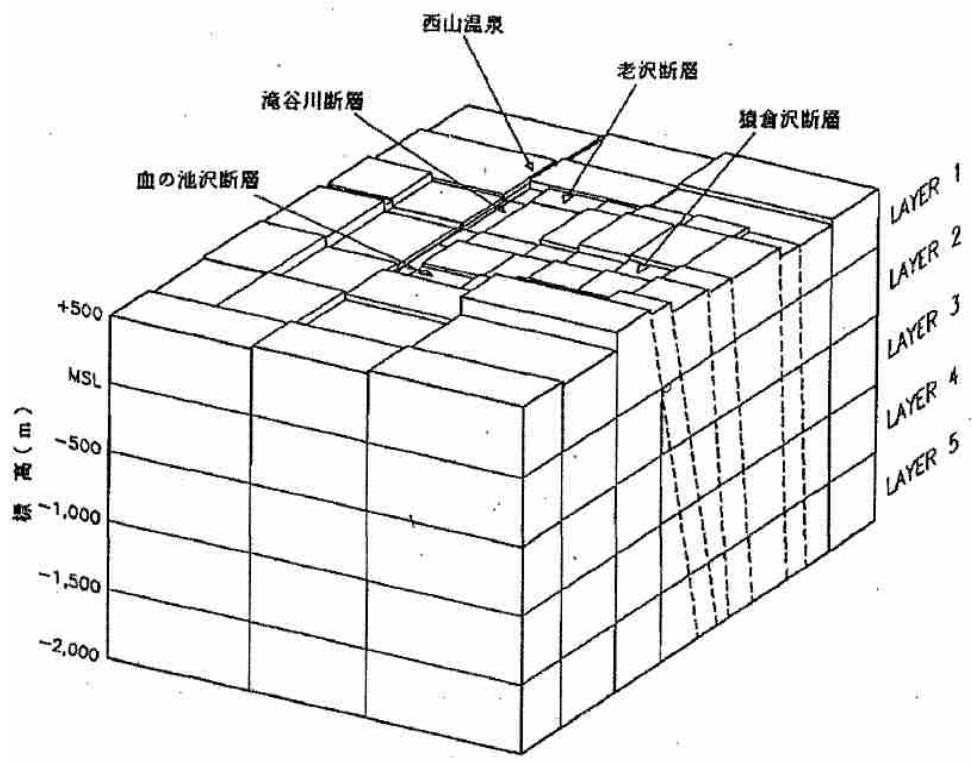
付図-2 地熱構造モデル（柳津西山地域）

新エネルギー総合開発機構(1985)地熱開発促進調査報告書より引用



付図-3 地熱流体流動モデル（柳津西山地域）

日本地熱調査会（2000）新版わが国の地熱発電所設備要覧より引用



付図-4 数値シミュレーションモデル

佐伯（1993）地熱エネルギーの評価（3）-柳津西山地点-より引用

地熱貯留層のみが対象とされており、温泉帯水層はモデルに含まれていない。

3.3 温泉モニタリング

一般に、温泉・地下水系の状態変化をもたらす要因としては、地熱開発の影響だけでなく以下のことがあげられる

【自然要因】

- a. 降雨, 降雪, 積雪
- b. 河川, 湖沼水位
- c. 潮汐
- d. 地震
- e. 火山活動
- f. 気圧変化
- g. 源泉のスケール付着
- h. その他

【人為的要因】

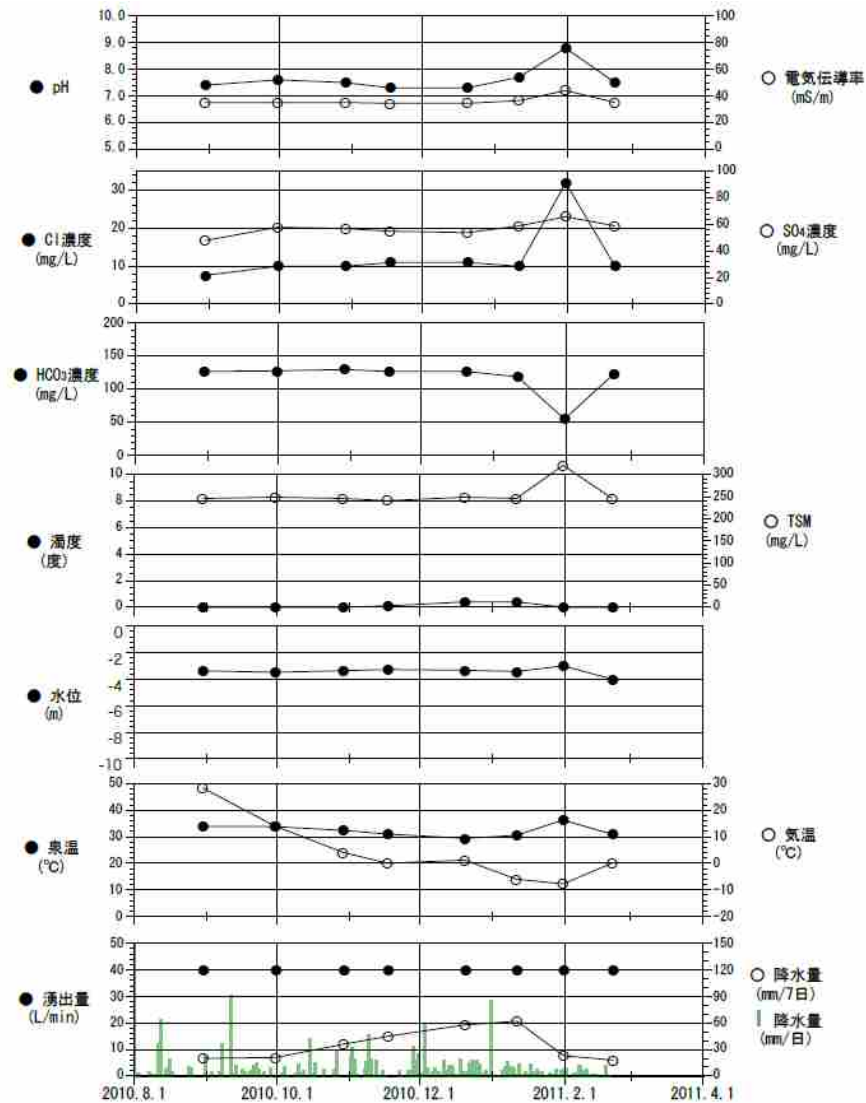
- a. ダム・貯水池工事
- b. 河川・護岸工事
- c. トンネル・隧道工事
- d. 道路・広域駐車場工事
- e. 温泉・井戸同士の干渉, 乱開発
- f. 源泉のスケール浚渫, 改修工事
- g. 森林伐採
- h. 土地改良工事
- i. その他 (たとえば, 地すべり対策のための水抜き孔掘削)

地熱発電と温泉利用との共生を検討する委員会 (2010) 報告書 地熱発電と温泉利用との共生を目指してより引用加筆

このため、温泉モニタリングを適切に行い、これら要因による変動に対して地熱開発に伴う有意な変化を観測する必要がある。

柳津西山地域、澄川地域、大霧地域では、発電所運転開始以前の段階より温泉モニタリングが実施されている。各地域とも、付近の温泉の湧出量や成分が定期的に計測され、自治体等に報告されている。付図-5 及び 6 に澄川地域と大霧地域のモニタリング例を示す。

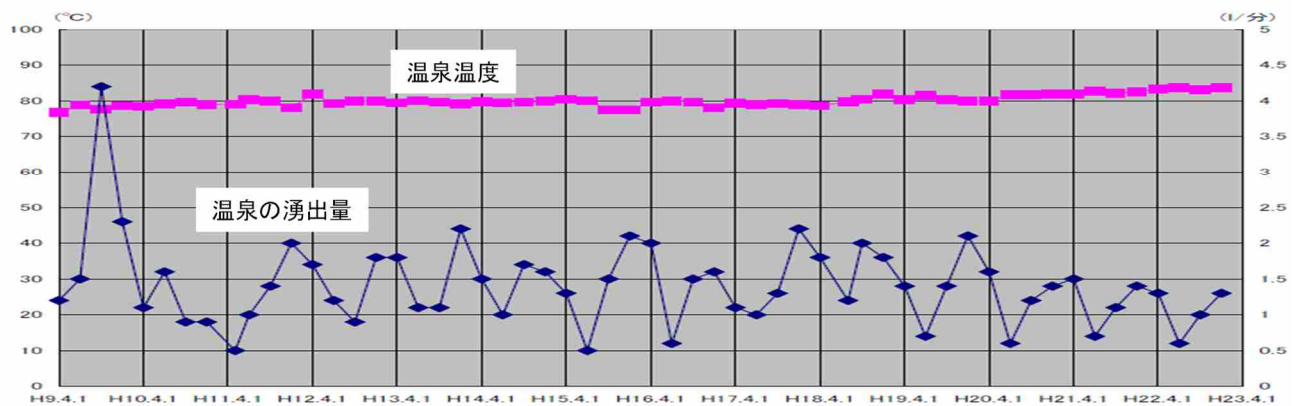
各地域とも地熱開発に伴う温泉湧出量減衰は認められていない。これは、発電所の運転開始前の地熱構造モデルや地熱流体流動モデルを含む各種調査・検討結果と整合している。



付図-5 温泉モニタリングの例（澄川地域付近の温泉）

新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）（2011）地熱開発促進調査報告書より引用

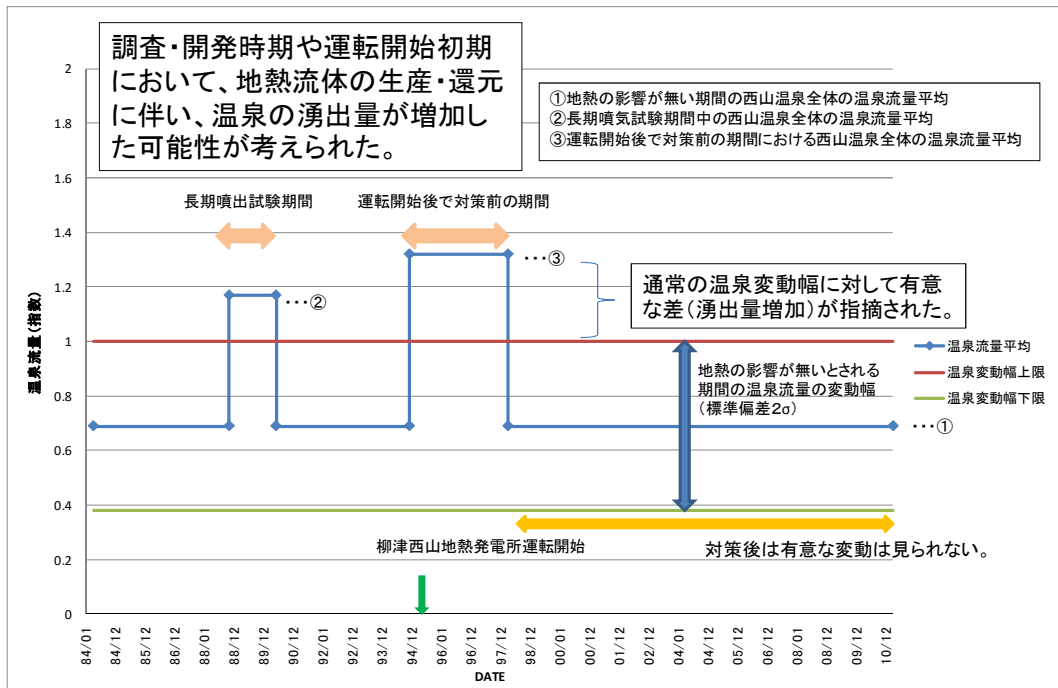
温泉A



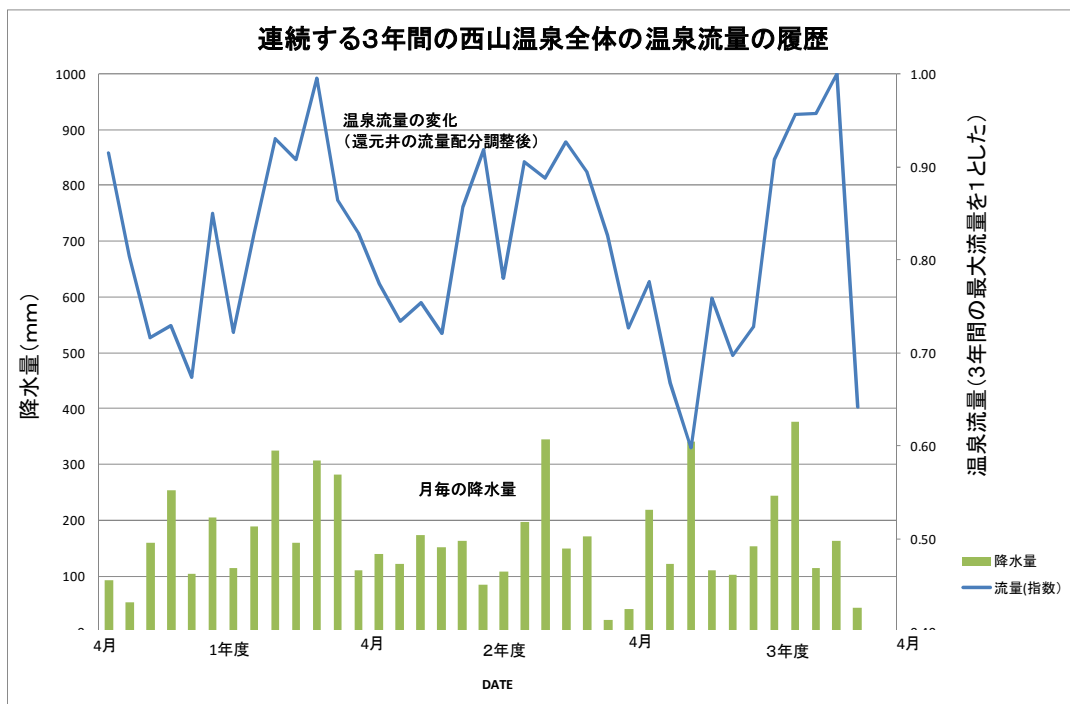
付図-6 温泉モニタリングの例（大霧地熱地域付近の温泉）

日鉄鹿児島地熱株式会社資料より引用

一方、柳津西山地域では、温泉モニタリング結果により開発段階から発電所運転開始初期において温泉湧出量が増加する現象が指摘された（付図-7）。この温泉湧出量の増加が指摘された期間は、通常の温泉変動幅よりも有意な差が観測されている。これについては、温泉モニタリングデータの検討や解析等から地熱流体の還元による影響と推定され、各還元井への還元流量配分の調整等を行った結果、上記現象は解消されている。



付図-7 柳津西山地域の温泉モニタリング結果の解釈について



付図-8 柳津西山地域の温泉モニタリング例

対策後は地熱流体生産・還元に伴うと考えられる有意な差は見られない。

4. 柳津西山地域対象とした数値シミュレーションモデルを用いた検証

4.1 数値シミュレーションモデルについて

柳津西山地域を対象とした数値シミュレーションモデルを構築し、同モデルを用いて地熱発電に伴う地熱流体の生産・還元が温泉帯水層に与え得る応答の特徴について検討した。

一般的に、地熱資源量評価では以下の手順で数値シミュレーションモデルが構築される。

① 数値ブロックモデルの作成

地熱流体流動モデルを参考に、地熱流体流動を規制する構造（地質分布や断層）をブロックモデルで表現する。この際、個々のブロックに水理パラメータ（透水性、空隙率、熱伝導率、比熱、密度等）を入力する。

② 自然状態シミュレーション

①で作成したモデルに熱源を与えて、対流系を再現する。この際、構造試験井や試験井、観測井などの各種坑井で観測された温度・圧力分布が計算結果と合うように、個々の数値ブロックの水理パラメータを調整する。

③ ヒストリーマッチングシミュレーション

②の自然状態シミュレーションで構築したモデルを使い、試験井や生産・還元井の地熱流体生産・還元履歴をモデル上に再現し、観測結果（生産流体のエンタルピー変化や、圧力・温度観測井などの観測データ）と計算結果が整合するように、特に坑井が分布している領域の個々の数値ブロックの水理パラメータを調整する。

④ 生産還元挙動予測シミュレーション

③のヒストリーマッチングシミュレーションによって最適化されたモデルが、地下の地熱流動を定量的に再現していると仮定し、同モデルに目標とする事業を想定した生産・還元シナリオを再現する。想定した事業期間で想定した発電量が維持できるかを計算によって評価する。

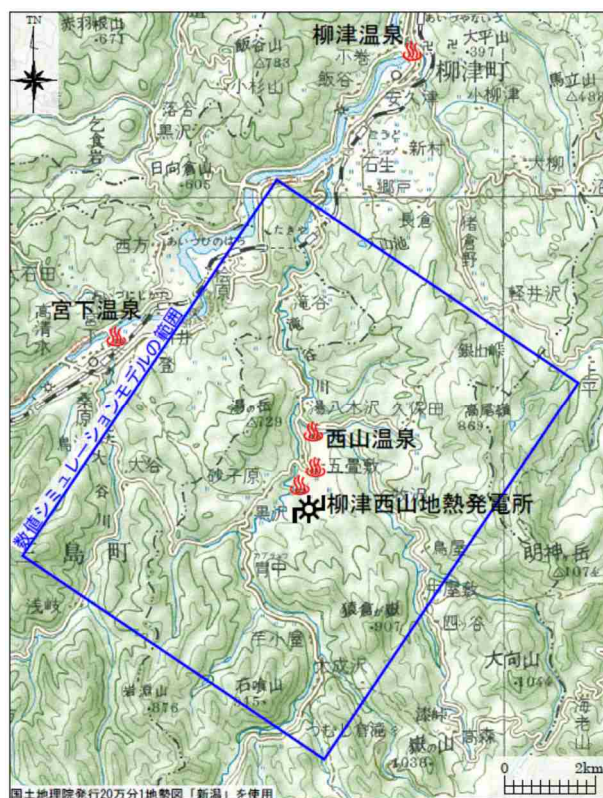
地熱分野で行う数値シミュレーションは、以上のように資源量評価を目的として体系化された手法に基づいて行われる。このため、温泉影響を対象とした数値シミュレーションを行う場合は、温泉変動観測手法やそのデータ解釈方法、数値シミュレーション手法などの構築が必要とされ、将来的にこれら手法が提案されることが期待される。

ここでは上記に示した通常の資源量評価を目的とした数値シミュレーションモデルの構築手法を用いて温泉帯水層を含むモデルを作成し、地熱流体の生産・還元が温泉帯水層に相当するブロックに対し、どのような応答を与えるかを検討した。これにより、地熱貯留層や温泉帯水層内のどのような変化が温泉変動の原因となり得るかを検証し、温泉影響を判断するための指標となり得るパラメータについても考察した。

4.2 数値シミュレーション結果について

付図-9 に柳津西山地域で作成した数値シミュレーションモデルの範囲を示す。柳津西山地域付近では西山温泉と柳津温泉、宮下温泉がある。宮下温泉や柳津温泉は発電所から5~10km程度以上離れているが、西山温泉は比較的近傍に位置する。3.3 温泉モニタリングで述べたように、運転開始以降、1998 年前期頃までの期間で、西山温泉の湧出量が増加したと考えられたため、

還元井の還元流量の配分が調整された結果、この問題は解消された。



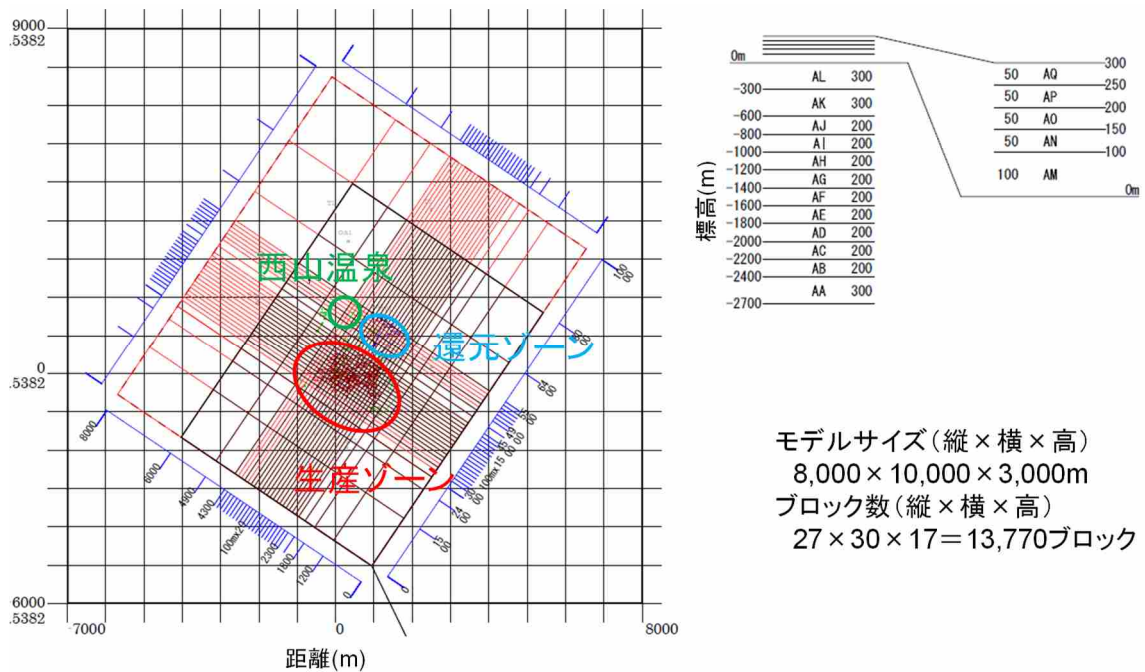
付図-9 柳津西山地域の数値シミュレーションモデル範囲

ここでは、同現象を数値シミュレーションモデルで再現し、この現象が温泉帯水層にどのような変化として出現するかを検討した。

付図-10 に数値シミュレーションモデルを示す。モデルは縦×横×高さが 8km×10km×3km で西山温泉がほぼ中央付近にくるようにブロックを配置し、モデルのブロック数は 13770 ブロックである。同モデルは地熱流体流動モデル（付図-3）を基に作成し、自然状態シミュレーション及びヒストリーマッチングシミュレーションを行うことで最適化した。

温泉変動の計算では、発電所運転開始以降の地熱流体の生産・還元を与え、西山温泉相当ブロックの変化を観察した。以下に手順を示す。

- 最適化されたヒストリーマッチングモデルを用い、西山温泉相当ブロックの圧力の履歴を計算。
- 運転開始以降、1998 年前期頃までの期間に影響があるとされた還元井 (A) に対して、還元したケースと還元しないケースでシミュレーションを行い、各ケースの西山温泉相当ブロックの圧力差を計算。
- この差が湧出量増加した時期に大きく変化するようにモデルを修正（地熱貯留層と温泉帯水層の間のブロックの透水性等を修正）



付図-10 数値シミュレーションモデル

一般に、温泉の流量は以下のような関係があるとされる。

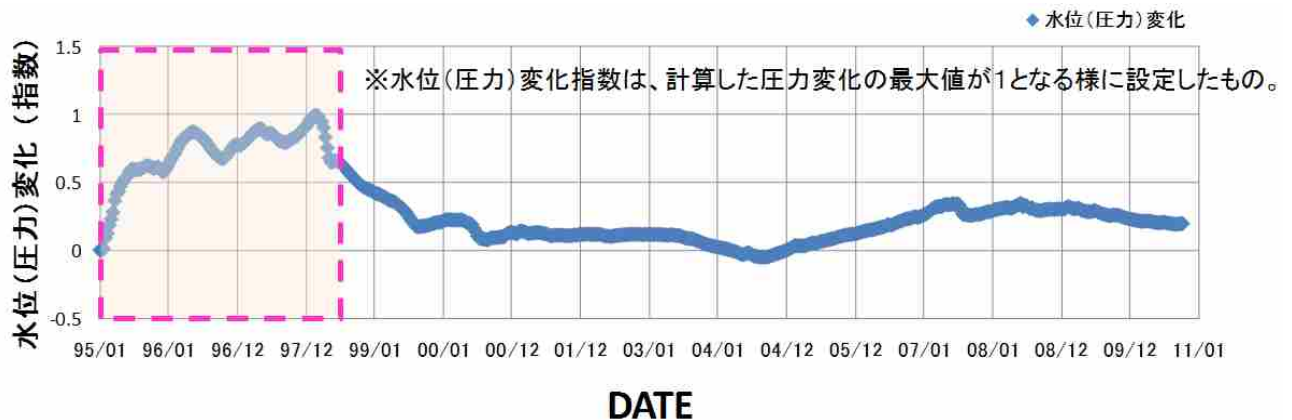
$$\text{温泉の湧出量} = (\text{温泉帯水層の圧力} - \text{湧出時の温泉井戸の圧力}) \times \text{生産効率}$$

ここで、「湧出時の温泉井戸の圧力」と「生産効率」は温泉井戸や地層に依存する一定値と考えることができるので、湧出量は温泉帯水層の圧力に依存する。そこで、西山温泉相当ブロックの圧力変化が温泉モニタリングで得られた知見と整合するようにモデルを最適化した。

付図-11 に結果を示す。図では、西山温泉で有意な差が観測された運転開始直後から 1998 年前半までは、西山温泉相当ブロックの圧力が上昇している様子が示されている。この差は、影響があると考えられた還元井 A 相当ブロックへの還元を行った場合と、行わなかった場合の差である。

温泉モニタリング結果が適切に説明できるようにモデルを修正することができれば、地熱流体生産・還元がどのように温泉帯水層に影響を与えるかを計算できる可能性が示された。このことから、将来的には適切な温泉変動観測手法や解釈手法、数値シミュレーションモデル構築手法の体系化が可能であると考えられる。

また、温泉湧出量の変化は温泉帯水層の圧力変化により起きる様子が示されたが、温泉モニタリングを行う上で同パラメータ（温泉帯水層の圧力）は重要な指標になると考えられる。



付図-11 数値シミュレーション結果例

ピンクの枠で囲った期間について、還元井(A)に還元していた時期に西山温泉相当ブロックの圧力上昇が計算され、この傾向は温泉モニタリングデータをよく再現している。この計算結果では水位変化の指数が0.5を超え良く一致している。

5. まとめ（指標の検討）

1) 指標について

- 地熱構造モデル、地熱流体流動モデルは開発ステージの進展によって構築され、各種調査データを基に地熱貯留層と温泉帯水層の関係を含む流動構造などを説明するモデルである。
- 今回、検討対象とした3地域でも開発の段階でこれらモデルが構築され、資源量評価のために利用されている。
- 地熱貯留層と温泉帯水層の関係を議論する同モデルによって、地熱開発のための各種掘削が温泉帯水層に影響を与える可能性を必要に応じて説明することは、許可を判断するための指標の一つとして適切であると考えられる。

2) 温泉モニタリングについて

- 今回検討の対象とした地熱発電地域（3地域）では、各地域とも開発段階より温泉モニタリングが実施されている。
- 今回の事例では、これまで観測された温泉モニタリングの傾向から、温泉の減衰等の影響は報告されておらず、これは各地域とも運転開始の段階で地熱流体流動モデル等により予測したものと整合的であると考えられる。
- 一部地域では地熱開発によって温泉湧出量が増えた可能性が指摘された例があるが、温泉モニタリングデータを基にした対策によって、現在その問題は解消されている。長期の温泉モニタリングによる対策は、問題が指摘された場合にも有効であることが示されている。
- 今回の数値シミュレーションモデルを用いた予察的な検討では、温泉の湧出量変化は地熱流体の生産・還元に伴い、引き起こされる温泉帯水層の圧力変化などと関係があることが示された。また、これら変化を適切に捉え、季節変化や地表の人為的・自然環境的な構造の変化などと区別する手法が、温泉モニタリングとして重要であると考えられる。

3) 数値シミュレーションモデルについて

- 現在の数値シミュレーションモデルは、地熱資源量評価のために開発された手法を基にしているため、これを温泉影響予測等に使う場合は、同評価のためのデータ解釈方法や適用方法、数値シミュレーションモデル化手法などの構築が必要であると考えられる。
- 一般に、資源量評価のための数値シミュレーションは、相当な数の坑井情報や生産・還元履歴データに基づいて構築されるが、想定した事業に対してどの程度の資源量を期待できるか、事業性を見誤らないように（過大な評価にならないように）評価するものであるため、計算で与える生産・還元に対し減衰しやすい地熱貯留層となるような数値シミュレーションモデルを構築することが一般的であり、任意性と不確かさがある。このため、資源量評価を目的とした手法で構築した数値シミュレーションモデルをそのまま温泉影響予測に使用する事は、適切ではない。
- 今回の予察的な数値シミュレーションモデルでは解析対象とする現象を絞り込み、これに観測データを適切に反映させる事で、地熱貯留層の生産・還元が温泉帯水層に与える応答を計算できる可能性が示されたと考えられる。よって、将来的には温泉変動を適切に捉えるモニタリング手法が提案され、同手法で観測された“有意な影響”を、温泉変動予測を目的に提案された手法で構築された数値モデルで再現する事で地熱貯留層と温泉帯水層とのつながりを評価し、これを予測（あるいは対策）に活用できる可能性が考えられる。

6. 参考引用文献

- 環境省（2010）平成 22 年度 地熱発電に係る環境影響審査手法調査業務，委託先：株式会社ブレイク研究所。
- 佐伯和宏（1993）地熱エネルギーの評価（3）-柳津西山地点-，地熱エネルギー，Vol. 18, No. 2, pp159-175.
- 新エネルギー総合開発機構（1985）地熱開発促進調査報告書 No. 8 奥会津地域。
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）（2011）平成 22 年度成果報告書 地熱開発促進調査（開発可能量調査 菰ノ森地域），委託先：三菱マテリアル株式会社 三菱マテリアルテクノ株式会社。
- 地熱発電と温泉利用との共生を検討する委員会（2010）報告書 地熱発電と温泉利用との共生を目指して，日本地熱学会。
- 日本地熱調査会（2000）新版わが国の地熱発電所設備要覧。

(1) 地熱発電所の設置等が行われた事例

《FIT開始前に地熱発電所の設置が行われた事例》

- 発電用井戸の掘削や発電所の稼働に伴う温泉への影響を懸念する地元の声に対し、話し合いの場（協議会等）を設けて事業者側から丁寧な説明がなされ、関係者間での意見交換が継続して行われてきた。
- 地域によっては、話し合いの場への学識経験者の参加や、主導者の存在、自治体の積極的な関与といった特徴的な事例もみられ、よりスムーズな合意形成に繋がったものと考えられる。
- 話し合いは現在も継続して行われており、今後も地域と共存・共栄していくには、事業の進捗状況やモニタリング結果等について、関係者間での情報共有が引き続き必要と考えられる。
- 源泉に影響が生じた際の対策や、モニタリングの実施について、事前に協定書等を交わし取り決めを行うことで、地元からの理解と協力を得ながら事業を進めている事例が多い。実際に、緊急時に代替となる湯を確保するため、地元温泉旅館への分湯を実施している事例もあり、地元が有する懸念に対して事前に解決策を講じることも必要と考えられる。

《FIT後に地熱発電所の設置が行われた事例》

- 既存の井戸からの余剰温泉を活用したバイナリー発電の事例が多く、新規掘削を伴わないこと、また発電規模も小さいこと等から、地元からの反対意見は当初から少ない状況にあった。
- 一部の反対意見に対して理解と協力を得るため、FIT前と同様に話し合いの場が設けられ、理解が得られた事業は進行している状況にある。
- 協定書等を取り交わしている事例は少なかったが、FIT前の例と同様に話し合いの場への学識経験者の参加や、主導者の存在、自治体の積極的関与等の特徴的な事例がみられる。

(2) 発電所の計画が頓挫（中断含む）した事例

《FIT開始前に頓挫（中断含む）した事例》

- 計画自体は継続中の案件もあるが、頓挫または中断した要因として、正式な話し合いの場が設けられておらず、保護団体からの反対により頓挫した事例や、話し合いの場が設けられていても、地元への説明や議論が十分になされていない事例、最終的に地権者の同意を得ることができなかった事例等がみられる。
- いずれも、発電用井戸の掘削や発電所の稼働に伴う温泉への影響を懸念する地元の声に対し、地元関係者との合意形成が不十分な状態で進められていたため、地元が有する不安の解消に至らず、結果的に頓挫または中断したものと考えられる。

《F I T開始以降に頓挫（中断含む）した事例》

- 頓挫（中断含む）と言える例は少ないものの、資源量の観点から開発見込み等が少ないケース等が想定される。

（3）総括

- 関係自治体、地熱開発事業者及び温泉事業者へのヒアリング結果によれば、①「協議会等の設置による十分な話し合い」及び②「モニタリングによる影響の確認」が、F I T前後の事業で共通して成功に至った要因であり、F I T前の生産井等の掘削を伴った事業については、さらに③「周辺温泉に影響があった際の補償の有無」が成否をわける要因の一つであると考えられた。これら①～③を満たしている場合には、地元温泉事業者と地熱開発事業者が共存・共栄しているケースが多いと思われる。
- これら以外にも日々の付き合いや情報公開といったプロセスを積み重ねていることが地元や行政との信頼感を築ききっかけになっている。
- 今後は、上記3つの観点から、更なる事例調査や要因分析を行い、地熱開発における地元との合意形成のあり方について、今後のガイドライン改訂のための基礎資料として整理する必要がある。

表 話し合いの場、協定書等及びモニタリングの有無の比較

発電所名	話し合いの場の有無(協議会等の設置)				協定書等の有無(補償等の実施)						モニタリングの有無						
	話し合いの場の有無	学識経験者の参加	主導者の存在	自治体の積極的な関与	協定書等の有無	協定書等での取り決め内容				分湯等の実施の有無	モニタリングの有無(実施・報告)	温泉以外のモニタリング		実施者 第三者機関の実施	データ確認		
						影響確認時の対策の実施等	モニタリングの実施等	技術協力	その他			環境保全協定の項目	地震観測		有識者チェック	遠隔監視システム	
FIT前	大沼	有り	○	○	○	有り	×	○	○	○	有り	有り	×	×	○	○	×
	上の岱	有り	×	×	×	有り	○	○	×	×	無し	有り	○	×	×	×	×
	鬼首	有り	×	×	○	有り	○	○	×	×	無し	有り	×	○	○	×	×
	柳津西山	有り	×	×	○	有り	○	○	×	×	有り	有り	○	○	×	×	×
	八丁原	有り	×	×	×	有り	○	○	×	×	有り	有り	○	○	×	×	×
FIT後	湯村	有り	×	×	○	無し	-	-	-	-	無し	有り	×	×	×	×	○
	菅原	有り	×	×	×	無し	-	-	-	-	無し	有り	×	×	×	×	×
	わいた	有り	×	×	○	有り	○	×	×	×	有り	有り	×	×	×	×	○
	小国まつや	有り	×	×	×	無し	-	-	-	-	無し	有り	×	×	×	×	○
	小浜	有り	○	○	×	無し	-	-	-	-	無し	有り	×	×	×	×	○
頓挫(中断含む)	定山溪	有り	×	×	×	無し	-	-	-	-	無し	有り	×	×	×	×	×
	上川町	無し	-	-	-	無し	-	-	-	-	無し	無し	-	-	-	-	-
	小国町	有り	×	×	×	有り	○	×	×	×	無し	無し	-	-	-	-	-
	小浜町	有り	×	×	×	無し	-	-	-	-	無し	無し	-	-	-	-	-

■ FIT前 ■ FIT後 ■ 頓挫

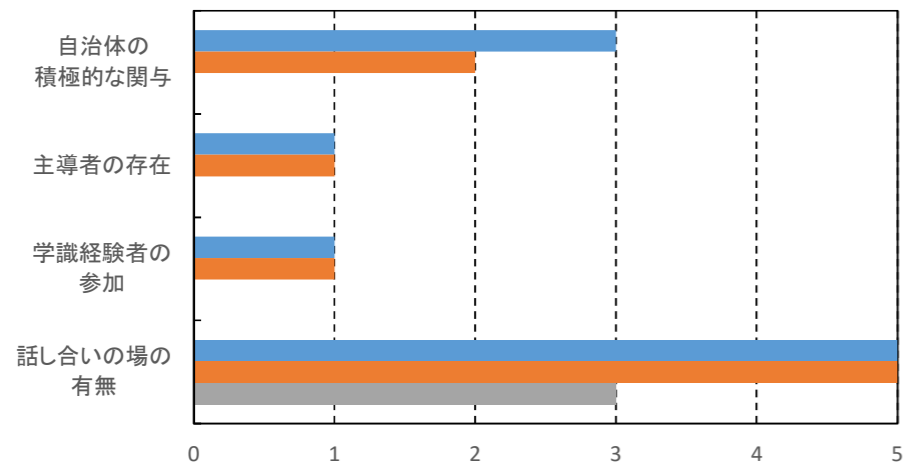


図 話し合いの場の有無の比較

■ FIT前 ■ FIT後 ■ 頓挫

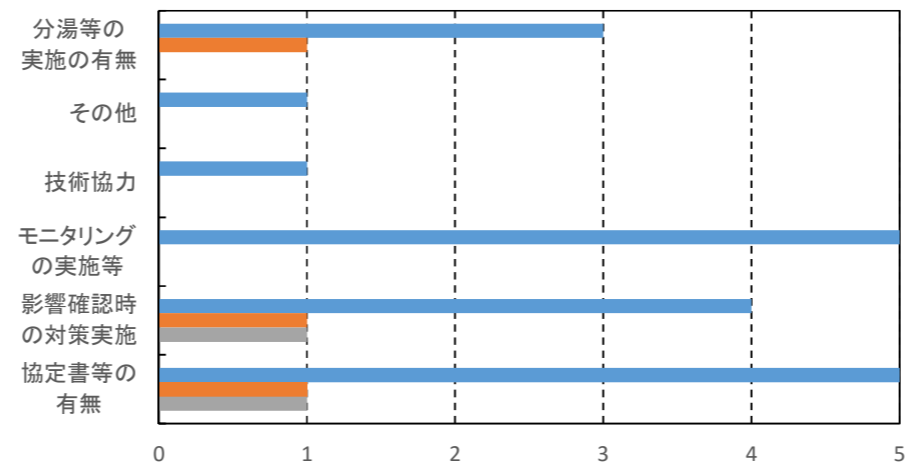


図 協定書等の有無の比較

■ FIT前 ■ FIT後 ■ 頓挫

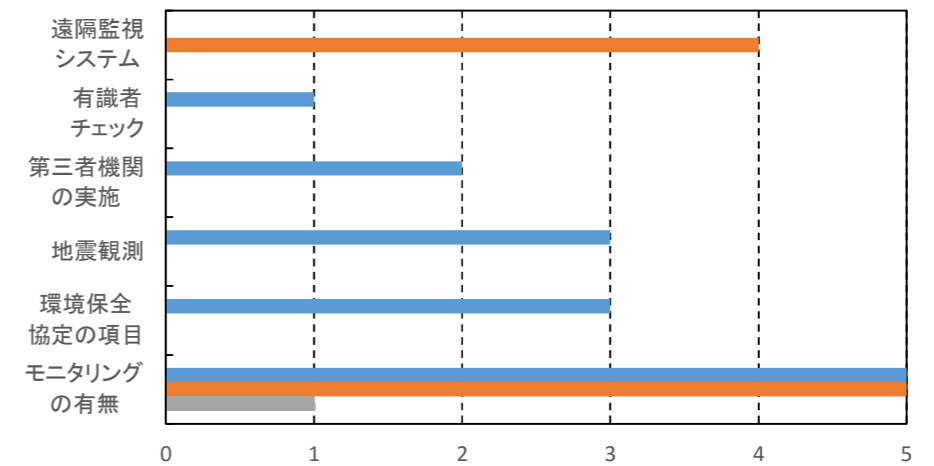


図 モニタリングの有無の比較

※出典 平成 27 年度地熱発電と温泉地の共生事例調査委託業務(平成 28 年3月、環境省)

平成 27 年度地熱発電と温泉地の共生事例調査による事例情報の整理

【地熱発電所の設置が行われた事例】

OFIT 前

発電所名称		事例概要①	事例概要②	事例概要③	事例概要④	事例概要⑤
位置(住所)		秋田県鹿角市八幡平字熊沢国有林内	秋田県湯沢市高松字大日台 106-1	宮城県大崎市鳴子温泉鬼首字荒雄岳2の5	福島県河沼郡焼津町大字黒沢字谷地平 1339	大分県玖珠郡九重町大字湯坪字八丁原 601
発電容量		10,000kW (認可:9,500kW)	28,800kW	15,000kW	65,000kW	1号機:55,000kW 2号機:55,000kW バイナリー:2,000kW
運転開始時期		昭和49年6月	平成6年3月	昭和50年3月	平成7年5月	1号機:昭和52年6月 2号機:平成2年6月 バイナリー:平成18年4月
話し合いの有無(協議会等の設置)について	有無	有り	有り	有り	有り	有り
	概要	・澄川地熱発電所の開発時に八幡平温泉振興協議会(年2回)が発足し、操業状況の報告を行い、地元の理解と協力を得ている。	・現在の地区の住居数は4軒(開発当初は6軒)であり、調査段階(昭和50年代)から個々に地熱事業者側から説明等を行うことで、合意形成が図られている。 ・発電所の建設により生活が便利になる(冬季も道が通れるようになる、電話回線が通じるようになる等)との期待感もあり、基本的に地元へ反対意見はなかった。 ・湯沢市地熱開発促進協議会(事務局:湯沢市・地域住民代表、温泉事業者等による有志会員)の地熱発電所建設促進に向けた活動が、地熱発電所建設の後押しとなる。 ・21年間運転を行っている中で、今まで影響がなかったという実績が安心感に繋がっている。 ・協議会等の形で組織だったものはない。 ・地熱事業者として、地元温泉事業者、地域住民との対話、情報交換などについて欠かさず行い、良好な関係を保つよう心掛けている。	・源泉所有者との関係を良好に保つため、調査着手時以前から源泉所有者説明会を開催し、事業概要及び温泉調査結果を定期的に報告するとともに、生産掘削等の際は臨時説明会を開催し事前説明を行っている。	・調査掘削に際し、温泉への影響を懸念し、地元住民から多数の疑義があった。 ・説明会の他、現地研修会、地熱推進協議会を実施した。 ・運転開始後は、町主催の説明会を年1回実施し、事業の進捗状況やモニタリング結果を報告している。	・温泉への影響を心配する地域からの意見等が出される度に協議の場を設け、その都度対応を行った。建設当時は、合意形成のため関係者を集め何度も協議を重ね、数値的な根拠を持って説明した。 ・現在も地熱委員会を定期的に開催し、地元・企業・自治体と交え協議を行っており、何かあった場合は、地熱委員会での都度評価し、具体的な解決策について総合的に判断している。
	学識経験者の参加	・学識経験者(秋田大学)を含む「八幡平地熱開発影響調査委員会」(年1回)も発足し、操業状況及びモニタリング結果の報告がなされている。	×	×	×	×
	主導者の存在	×	×	・主導者の存在(旧鳴子町長の強力なリーダーシップ)、自治体の積極的な関与(企業の誘致)	×	×
自治体の積極的な関与	・建設時に協議会の設置はなかったが、鹿角市(旧八幡平村)が協力的であり、村役場が窓口となって建設を進めた。	×	・開発事業者の企業の特長性(資本金の2/3を国が出資)もあり、地元行政からの企業誘致で事業が開始し、旧鳴子町長の強力なリーダーシップのもと開発が進められた。	・町役場では、職員が専門家からメリット・デメリットを勉強し専門的資料を作成のうえ、説明会を開催し徐々に理解を得た。 ・町役場が企業誘致ということも含め、奥会津地熱(株)と西山温泉組合の間に入り話し合いの場がもたれ、町が入ることで補償や責任、安心感というメリットがあった。	×	
協定書等の有無(補償等の実施)について	有無	有り	有り	有り	有り	有り
概要	○鹿角市八幡平大沼地区の地熱発電事業に関する確認書(八幡平温泉リゾート協会、三菱マテリアル(株)の二者(市は立会い)) ・共存共栄の相互信頼の原則 ・環境影響調査の実施 ・地熱開発影響調査委員会への調査付託 ・技術協力 ○大沼給湯設備の運営に関する協定書(鹿角市、三菱マテリアル(株)) ・鹿角市が給湯設備を設置するにあたり、三菱マテリアル(株)が熱源供給を実施(大沼では地熱発電所からの蒸気で温泉をつくっており、現在も蒸気提供、温泉供給を継続)。	○環境保全に関する協定(湯沢市・東北電力(株)・旧秋田地熱エネルギー(株)の三者) ・既存温泉に影響を与えないよう万全を期する(既存温泉の保護)。 ・建設、操業に起因して地域住民への損害が発生した場合は必要な措置を講じ、誠意を持って損害を補償する。 ・モニタリングの実施 ・定期協議の実施(現在は報告書の提出のみ)	○温泉掘削を含む地熱発電事業運営に関する覚書(大崎市、電源開発(株)の二者) ・既存源泉調査の実施。 ・既存源泉に著しく異常が認められた場合、速やかに大崎市及び宮城県に報告し指示を受ける。 ・その異常が開発事業者の責と認定された場合、現状復旧のため適切な処置を講ずる。 ○その他 ・鳴子町が行う公共事業に対する協力要請が出され、電源開発(株)がこれを受けることを条件に地元理解を得た。 ・開発の条件として、影響があった場合、井戸を代替掘削して集中管理できるよう、開発事業者である電源開発(株)から地元への補償金があった。	○確認書(柳津町と西山温泉組合の二者) ○確認書に対する覚書(柳津町と奥会津地熱(株)の二者) ・温泉の保全(何かあった場合に対応するとの内容) ○環境保全に関する協定(柳津町、東北電力(株)、奥会津地熱(株)の三者) ・モニタリングの実施、結果報告 ○その他 ・奥会津地熱(株)が、地域振興として予備源泉を掘削し、町に寄付。西山温泉組合の各旅館に配管が整備され、緊急時の湯の使用が可能となっている。	○開発協定や温泉供給の覚書 ・温泉供給に支障の無い開発を実施し、被害が客観的に判明した際は対策を講じる。 ○環境保全に関する協定(九重町、源泉所有者、九州電力(株)) ・モニタリングの実施、結果報告 ○その他 ・九重町、九州電力(株)、筋湯地区住民の三者で第三セクターの筋湯温泉供給株式会社を設立し、筋湯地区に分湯を実施している。	

		事例概要①	事例概要②	事例概要③	事例概要④	事例概要⑤
	影響確認時の対策の実施等	×	○	○	○	○
	モニタリングの実施等	○	○	○	○	○
	技術協力	○	×	×	×	×
	その他	○	×	×	×	×
	分湯等の実施の有無	有り	無し	無し	有り	有り
モニタリングの有無について	有無(実施・報告)	有り	有り	有り	有り	有り
	概要	<ul style="list-style-type: none"> ・モニタリングは、運転開始当時から実施している。 ・三菱マテリアル(株)のモニタリング結果に間違いがないか確認するため、第三者的な立場で、鹿角市でもモニタリングを実施している。 ・「八幡平地熱開発影響調査委員会」(年1回)において、鹿角市と三菱マテリアル(株)のモニタリング結果について、学識経験者(秋田大学)を含めて審議を行い、温泉への影響の有無、二者の数値の整合性を確認している。 ・委員会以外に鹿角市、各源泉所有者に定期的な報告を行っている。また、源泉の成分分析以外の項目について、環境年報として環境省に報告を行っている(掘削申請の際の許可条件)。 	<ul style="list-style-type: none"> ・モニタリングは、開発調査の段階(昭和62年)から実施している。 ・温泉に関する項目の他、東北電力(株)が環境保全協定に基づき実施している項目(大気、騒音、植生等)もある。 ・湯沢市、東北電力(株)、東北自然エネルギー(株)との環境保全に関する協定に基づき、年1回の報告を実施している。 ・温泉事業者へは不定期に直接、調査結果を報告している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・モニタリングは、運転開始前の調査期間中(昭和47年)から実施している。 ・モニタリングは、基本的に第三者が中立の立場で実施すること、自治体(現在は鳴子まちづくり(株)温泉事業部(旧鳴子町 温泉事業所))が実施しており、データの保管もあわせて行っている。 ・モニタリングの費用は、地熱事業者である電源開発(株)が負担している。 ・噴気災害以降、地震の観測を実施している。 ・モニタリング結果は、各源泉所有者、大崎市及び宮城県に対して提出している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・モニタリングは、NEDOの地熱開発促進調査段階(昭和57年)から実施している。 ・温泉に関する項目の他、東北電力(株)及び奥会津地熱(株)が環境保全協定に基づき実施している項目(大気、騒音、植生、気象等)もある。 ・また、微小地震の観測機器を設置し、地震の観測を実施している。 ・月2回の測定時に現地にて源泉所有者へ結果を伝えるときに、年1~2回開催される西山温泉組合の説明会で年度の報告を実施している(柳津町同席)。 ・また、年1回、温泉や環境保全協定に基づく項目の調査結果について柳津町にも報告を行っている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・モニタリングは調査(噴出試験)の前段階からバックグラウンドとしてのデータ採取を開始し、建設後の現在もモニタリングを実施している。 ・環境保全協定においてモニタリングの実施項目、頻度を定めており、温泉に関する項目の他、協定に基づき実施している項目もある。 ・また、地震の観測を実施している。 ・モニタリング結果は、環境保全協定に基づき九重町に報告しており、九重町から関係者(温泉事業者)に情報提供されている。また、適宜、地熱委員会等に周知がなされている。
	環境保全協定の項目	×	○	×	○	○
	地震観測	×	×	○	○	○
	第三者機関の実施	○	×	○	×	×
	有識者チェック	○	×	×	×	×
	遠隔監視システム	×	×	×	×	×
合意形成のポイントについて	自治体の関与	・自治体の積極的な関与(旧八幡平村の協力、地元窓口)	—	—	・自治体の積極的な関与(企業の誘致、事業者間の仲介役)	—
	学識経験者等の参加	・話し合いの場への学識経験者の参加(秋田大学) ・学識経験者による温泉への影響の有無等の確認	—	—	—	—
	リーダーシップの存在	—	—	—	—	—
	第三者、中立組織によるモニタリング	・鹿角市による第三者的な立場でのモニタリングの実施	—	・鳴子まちづくり(株)による第三者的な立場でのモニタリングの実施	—	—
	運転開始前からのモニタリング	—	・開発調査段階からモニタリングを実施し、調査結果を報告(温泉事業者には直接、報告実施)	—	—	—
	説明、情報の共有	—	・調査段階から個々に地熱事業者側から温泉事業者に説明等を実施 ・地熱事業者と地元温泉事業者、地域住民との対話、情報交換等を欠かさず実施	・運転開始前の調査期間中からモニタリングを実施し、結果を関係者に定期的に報告	・地熱開発促進調査段階からモニタリングを実施し、結果を関係者に定期的に報告 ・町役場職員が、専門家からメリット・デメリットを勉強し、説明会、現地研修会等を実施	・調査(噴出試験)の前段階からモニタリングを実施し、結果を関係者に定期的に報告 ・地熱委員会を定期的に開催し、地元、企業及び自治体を交えた協議を実施
	協定等締結、補償の仕組み	—	・協定書を取り交わし、影響確認時の対策の実施、モニタリングの実施等を取り決め	・覚書を取り交わし、影響確認時の対策の実施、モニタリングの実施等を取り決め ・鳴子町が行う公共事業に対する電源開発(株)の協力	・確約書、覚書等を取り交わし、影響確認時の対策の実施、モニタリングの実施等を取り決め	・覚書等を取り交わし、影響確認時の対策の実施、モニタリングの実施等を取り決め
	資源の共有	・三菱マテリアル(株)による熱源供給の実施	—	—	・奥会津地熱(株)による地域振興としての予備源泉の掘削、分湯の実施	・第三セクターの筋湯温泉供給株式会社を設立し、筋湯地区に分湯を実施

発電所名称		事例概要⑥	事例概要⑦	事例概要⑧	事例概要⑨	事例概要⑩	
湯村温泉観光交流センター薬師湯 温泉バイナリー発電所		湯村温泉観光交流センター薬師湯 温泉バイナリー発電所	菅原バイナリー発電所	わいた地熱発電所	小国まつや地熱発電所	小浜温泉バイナリー発電所	
位置(住所)		兵庫県美方郡新温泉町湯 1604	大分県玖珠郡九重町大字菅原字西陣 554-14	熊本県阿蘇郡小国町西里字山際 3075	熊本県阿蘇郡小国町西里 3033-2	長崎県雲仙市小浜町マリナーナ 8-1	
発電容量		40kW	5,000kW	2,000(1,995)kW	60kW	210kW	
運転開始時期		平成 26 年 4 月	平成 27 年 6 月	平成 27 年 6 月	平成 26 年 4 月	平成 25 年	
話し合いの有無(協議会等の設置)について	有無	有り	有り	有り	有り	有り	
	概要	<ul style="list-style-type: none"> ・説明会では数名から反対意見があり、説明会が不満を発散する場となった。 ・また、チラシやパンフの配布、HPでの紹介等も行っており、最近では町と湯財産区の議員が議会でやり取りを行っている。 ・特に問題等も発生していないため、運転開始後の連絡会議の開催はない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・協議会(名称未決)等を設置しており、意見が出ればその都度対応する形をとっている。 ・協議会は、菅原地区の地元区民、それ以外の周辺泉源所有者等で構成している。 ・今のところは、口頭での意見が若干ある程度で、特に協議の場を設けたことはない。 ・この協議会は、菅原地区のみを対象というものではない。平成14年の大規模な反対運動(約20km離れた地域からも反対あり)を背景に、発電所建設時に地元説明を行い、11行政区で既存泉源に影響があった場合に対策等を協議する場として、地元及び周辺の泉源所有者、九重町及び九電みらいエナジー(株)の3者で今後協議していこうというもので、八丁原のように委員会という形での組織ではない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・協議会の設置は無いが、わいた会では発電所建設前から定期的に説明会や総会を行っている(定期総会(年1回)、臨時総会(懸案事項発生の際)、役員会(月1回))。 ・サンシャイン計画の中で、豊肥地区開発に電源開発が参入し、岳の湯地区共有地で地熱発電事業を計画。 ・各種調査や試掘も終了した段階で、反対者から同意が得られず、平成11年に電源開発が撤退。これを受けて、岳の湯組が賛成者26名と反対者4名で2分化。 ・賛成者26名でわいた会を設立し、反対者4名が泉源組合を設立。 ・平成22年6月に、中央電力ふるさと熱電より発電事業開発の提案があり、わいた会として発電事業開発を行うことを決定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地元の集会があった時に地区の住民の方に対して、発電のための新たな掘削は行わず、余っている蒸気を使って発電するということを説明した。 ・法律上は必要ないが、この地区では地元掘削をする場合には地元全員の賛同がいる。「熊本県温泉法施行細則」で指定された300m以上離れていても、全員の承認を受けてから掘削するという取り決めがある。 ・岳の湯組には規則があり、地元住民が温泉を掘削する場合は、自分で使うことが条件で賛成することとなっている。 ・「熊本県温泉法施行細則」があり、温泉掘削の許可申請を行う場合、申請地点を中心とした半径300m以内の源泉所有者または源泉管理者の同意が必要である。 ・当初の掘削時に温泉の旅館使用という名目で掘削をしていたため、数人の方が地熱発電に使用するのには使用外目的になるのではないかという指摘があった。 ・新たな掘削ではなく、現状では蒸気は捨てている状態なので、問題ないのではないかという意見を別の方から頂き、集会の場では全員承諾して頂いた。 ・最初の説明以降、特別に協議していることは無い。 ・近隣の温泉事業者も興味を持っており、バイナリー発電を行おうとしている。 ・小国町は小型バイナリーについては友好的。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地元関係者との協議を月1回程度の頻度で重ね、話し合いの場には、当時反対運動をしていた旅館経営者等も参加し、反対としての考えについて話し合いを行った。 ・過去の経緯も踏まえ、過去と今回のプロジェクトの違いとして、新規掘削は行わずに、未利用分の温泉熱の活用が大前提であるということを説明した。 ・当時、反対を支持した地元の方々は、今回、推進側となっており、あくまで利用の仕方が適切であれば、是非やりたいということであった。 	
	学識経験者の参加	×	×	×	×	×	<ul style="list-style-type: none"> ・長崎大学を中心とした未利用温泉熱活用の検討が事業のきっかけであり、長崎大学からの働きかけについては、当初、もちろん警戒はされていたと思うが、大学ということで企業の場合よりも警戒心は少なかったのではないかと。 ・源泉所有者を中心に長崎大学及び行政が関わる形で、「小浜温泉エネルギー活用推進協議会」が設置され、最近では2ヶ月に1回程度の頻度で会議を開催し、発電所に関する事項は全て協議会の場で話し合いを行い、決定に至る方針としている。
	主導者の存在	×	×	×	×	×	<ul style="list-style-type: none"> ・計画段階から基本的に反対という立場の人はいなかったが、地元のまとめ役(湯太夫の末裔)の存在が大きく、旅館同士だけではまとまらないであろう部分についても、地元みなさんの理解を得ながら進めることができた。
自治体の積極的な関与	<ul style="list-style-type: none"> ・新温泉町がグリーンニューデール基金を活用して設置し、福祉避難所として位置づけられている。 ・源泉(公湯)からの余剰温泉水を活用して発電を行っており、源泉は湯財産区が管理している。基本設計がまとまった段階で、行政側からの情報発信の場として連絡会議を設置した。 ・また、地元要望も踏まえ説明会を開催し、その後連絡会議を複数回開催した。 	×	<ul style="list-style-type: none"> ・わいた会設立後、小国町が関与を始め、わいた会のみではなく、集落全体の理解を求めるよう働きかけを行った結果、開発事業者と岳の湯組とで合意書を交わすことになる。 	×	×		

	事例概要⑥	事例概要⑦	事例概要⑧	事例概要⑨	事例概要⑩		
協定書等の有無(補償等の実施)について	有無概要	無し	無し	有り	無し	無し	
		—	—	〇岳の湯組と合意書、覚書を交わしている。 ・当初、合意書の中で、発電について地元は認めることとし、中央電力ふるさと熱電(株)と京葉プラントエンジニアリング(株)、(株)洗陽電機との計3社で発電協会を設置し、温泉に影響があった場合は、発電協会が全て補償することになっていた。 ・しかし、京葉プラントエンジニアリングと洗陽電機は開発が進んでいないため、覚書を交わし、現在は中央電力ふるさと熱電のみで補償を負うことになっている。 ・計画段階から300m以内の井戸保有者にはパイプラインを引くこととし、熊本県にも計画段階から申請を行った。給湯は発電所完成時から行っている。 ・わいた会会員ではない住民から反対意見が出ている。わいた会会員以外の方にも参加してもらえるまちづくりのために分科会を設立し、地域活性を通じ理解が得られるようにしていく。 ・300m範囲外のわいた会会員からも給湯の要望があり、経済産業省の平成27年度地熱開発理解促進関連事業支援補助金を利用し、給湯する計画である。	—	—	—
	影響確認時の対策の実施等	—	—	〇(上記)	—	—	
	モニタリングの実施等	—	—	×	—	—	
	技術協力	—	—	×	—	—	
	その他	—	—	×	—	—	
	分湯等の実施の有無	無し	無し	有り)	無し	無し	
モニタリングの有無について	有無(実施・報告)	有り	有り	有り	有り	有り	
	概要	・モニタリングは、発電開始後から実施している。 ・(株)洗陽電気(施工業者)が費用負担している。 ・元々ある温泉を活用しているため、新たなモニタリングの必要性は無いが、温泉利用量把握等の面から実施している。 ・モニタリング結果については、(株)洗陽電気が、携帯等から電波を飛ばしてデータベースに情報を蓄積するシステムを構築しており、変動のグラフをWeb上(パスワードで管理)で町も閲覧可能な状態としている。 ・また、屋外にパネルを設置し、発電電力量等を情報提供している。	・モニタリングは調査(噴出試験)の前段階からバックグラウンドとしてのデータ採取を開始し、建設後の現在もモニタリングを実施している(過去には11行政区の広範囲で実施)。 ・環境保全協定においてモニタリングの実施項目、頻度を定めており、温泉に関する項目の他、協定に基づき実施している項目もある。 ・モニタリング結果は、環境保全協定に基づき九重町に報告しており、九重町から関係者(温泉事業者)に情報提供されている。 ・泉源所有者(個人)のデータについては、本人から情報開示請求があった際に開示する。	・運転開始前(1年以上前)から、8泉源にてネット回線を用いた常時モニタリングを実施。 ・パスワード管理により、井戸保有者、発電事業者及び施工業者((株)洗陽電機がモニタリング計器を設置)が閲覧可能。	・蒸気の噴気流量(平成26年4月～)、湯温(平成24年～)を自動測定。 ・普段は建屋に計器が付いているので、その値を確認している。 ・湯温については計測データを残している。 ・蒸気の噴気流量については、オムロンが遠隔操作し、データベース化もしている。 ・データは株式会社ケイ・エル・アイの2名の担当者が確認できる。	・小浜温泉27本中の測定可能な源泉(自噴泉)すべてを対象にモニタリングを実施している。 ・今後の報告方法は、基本的には(株)洗陽電機で月1回のデータをとりまとめ、半年もしくは1年毎に源泉所有者及び(一社)小浜温泉エネルギーへの提出を想定している。 ・また、測定データの遠隔監視システムの構築について、長崎大学とも相談しながら、別途検討中である。	
	環境保全協定の項目	×	×	×	×	×	
	地震観測	×	×	×	×	×	
	第三者機関の実施	×	×	×	×	×	
	有識者チェック	×	×	×	×	×	
	遠隔監視システム	〇	×	〇	〇	〇	
合意形成のポイントについて	自治体の関与	・自治体の積極的な関与(町主体で実施)	—	・自治体の積極的な関与(開発事業者に働きかけ)	—	—	
	学識経験者等の参加	—	—	—	—	・話し合いの場への学識経験者の参加(長崎大学)	
	リーダーシップの存在	—	—	—	—	・主導者の存在(地元のまとめ役(湯太夫))	
	第三者、中立組織によるモニタリング	—	—	—	—	—	
	運転開始前からのモニタリング	—	・調査(噴出試験)の前段階から、モニタリングを開始(過去には11行政区の広範囲で実施)	—	・運転開始前からモニタリングを実施	—	

	事例概要⑥	事例概要⑦	事例概要⑧	事例概要⑨	事例概要⑩
説明、情報の共有	<ul style="list-style-type: none"> ・発電開始後からモニタリングを実施し、結果について関係者が閲覧可能なシステムを構築 ・新規掘削を伴わない余剰温泉を活用した温泉バイナリー発電であることを説明し理解を得る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・モニタリング結果を九重町に報告、九重町から関係者(温泉事業者)に情報提供 ・協議会等を設置し、意見が出ればその都度対応 	<ul style="list-style-type: none"> ・運転開始前からモニタリングを実施し、結果について関係者が閲覧可能なシステムを構築 	<ul style="list-style-type: none"> ・モニタリング結果のデータベース化 ・モニタリング結果について、関係者が閲覧可能なシステムを構築 ・地元集会の場で、新規掘削を伴わない余剰蒸気を活用した温泉バイナリー発電であることを説明し、地区住民からの理解を得る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・モニタリング結果について、関係者が閲覧可能なシステムの構築を検討中 ・新規掘削を伴わない余剰温泉を活用した温泉バイナリー発電であることを説明し理解を得る。
協定等締結、補償の仕組み	<ul style="list-style-type: none"> ・源泉を管理している湯財産区との間で、温泉の使用料や機器の修理費用等を取り決め 	<ul style="list-style-type: none"> ・温泉に関する項目の他、協定に基づき実施している項目も有り 	—	—	—
資源の共有	—	<ul style="list-style-type: none"> ・発電で得た熱料金収入を積み立て、影響が生じた際、迅速に対応できるよう町として準備 	<ul style="list-style-type: none"> ・分湯の実施(発電所完成時から、300m以内の井戸保有者に対し実施) 	—	—

【地熱発電所の計画が頓挫（中断含む）した事例】

発電所名称		事例概要①	事例概要②	事例概要③	事例概要④
位置(住所)		北海道札幌市南区定山溪 1062-1	北海道層雲峡白水沢地区	熊本県阿蘇郡小国町	長崎県小浜町北本町字朝日山 1250-1
発電容量		40,000kW	3,000kW	20,000kW	1,500kW
話し合いの有無(協議会等の設置)について	有無	有り	無し	有り	有り
	概要	<p>・豊羽地域では、平成23年度から1,700～1,800メートルの4本の調査井を掘削し、このうち3本で平成26年1月までに蒸気の噴出試験を行ったが、想定した蒸気量(20～30トン/時)が得られず、また蒸気の発生源と想定した断層の存在が確認できなかった。</p> <p>・このため、平成26年3月、平成26年度に予定していた掘削調査(新たに2本の井戸を掘る計画)を取りやめ、平成34年度に予定していた発電開始も白紙とし、豊羽地域での地熱調査が中断となった。</p> <p>・なお、計画自体はまだ継続中であり、事業者としては想定した蒸気量が得られていないため、もう少し期間をかけてみていこうということで、地元温泉街からの反対で計画を中止したということではない。</p> <p>・温泉三団体説明会(定山溪観光協会・定山溪温泉旅館組合・定山溪温泉保護利用協会)を開催し説明を行っている。また、現地視察や質問状への回答を通じて意思疎通を図っていたものと考えられる。</p> <p>・説明会は、定例的に開催という形ではない。当初は年に3、4回開催していたが、現在は年に1回程度の頻度と聞いている。</p> <p>・札幌市は説明会には参加していないが、その後の打合せの際に説明会の状況報告を豊羽鉱山(株)から受けている。</p> <p>・温泉三団体は、基本的には反対の立場を崩していない。地熱に対する漠然とした不安感、湯への影響の心配があるようだ。</p>	<p>・協議会の設置前の状況は正式な話し合いの場は無く、地熱開発の話は議会内等での話(地元と一緒に進めるというよりは町の事業として進めるとの認識)であって、地元は出てきた結果を見ているだけで、積極的には関わっていないと聞いている。</p> <p>・当時のエネトピア計画の時代は、今より規制が厳しくて国立公園内では開発が出来ないという事があったと聞いている。</p> <p>・環境保護の観点から保護団体の方が反対されていたと聞いている。</p> <p>・保護団体の代表の方は層雲峡内でペンション経営を行っている仲間でもあり、我々としても保護団体とやりあって関係が悪くなる事は望んでいなかったため、そこまでして開発はしなくても良いとの事が当時の立場であったと聞いている。</p>	<p>・電源開発株式会社の開発段階から町が対応を始め、地元との連絡協議会や地元説明会を設置し、適宜地元と協議を行っていた。</p> <p>・噴気試験後、近隣温泉で温泉の減衰が確認され、地元の不安があったため、議会に地熱対策特別委員会を設置した(1987～2002)。</p> <p>・1991年に町議会の建設同意が示され、それを受けて建設計画を発表し、環境アセスを実施した。</p> <p>・その後、2002年に建設を中止した。</p> <p>・建設中止の直接的な要因は、「温泉資源減少の心配」「計画自体への不満」であり、最初は反対が数多くあったが、電源開発株式会社側から補償内容が提示された事もあって、最終的な地元反対者は4名まで減った。</p> <p>・しかし、それ以降、4名の反対者が杖立や黒川等の周辺温泉地を巻き込んで反対運動を展開した。</p> <p>・最終的に建設を断念した理由は4名の地権者の同意が得られなかった事にある。(周辺温泉地のプレッシャーが原因ではない。)</p> <p>・2002年に計画が頓挫した際に地域にしこりが残ったため、その後地熱開発の話は触れない状況となった。</p>	<p>・平成16年3月、小浜総合自然エネルギー特区に承認され、小浜町では当時、規制緩和を進めて発電事業をより進めやすくしようとしていた。</p> <p>・平成16年当時は、いろいろなプロジェクトが乱立していたが、その中で小浜町と開発事業者として西日本技術開発(株)とで進めていた、1,500KW級のNEDOの地熱開発促進調査が主に反対の対象となった。</p> <p>・反対の対象となったNEDOの地熱開発促進調査は、既存の源泉から1,050m離れた地点での掘削が計画されていた。長崎県自然環境保全審議会温泉部会の申し合わせ事項では、源泉から1,000m以内でなければ、新規掘削に源泉所有者との同意書は必要とならない。説明会等は開催されたが、地元への説明や議論が十分になされていない状態のまま、温泉掘削許可申請書が長崎県知事に提出(平成16年9月17日)された。</p> <p>・また、申請された口径は、通常使用される4,5インチの2倍の約10インチであったため、太い口径で深く掘削及び汲み上げを行うと影響が生じるのではないかと、あるいはヒ素のような有害物質が発生するのではないかとという地元からの懸念があり、これが一番の反対の原因となった。</p> <p>・平成16年10月4日、地元の源泉所有者を中心に結成された雲仙温泉を守る会から「地熱バイナリー発電」に対する住民反対について」の要望書が長崎県自然環境保全審議会に提出されるとともに、小浜温泉を守る会から掘削を反対する決議が提出された。</p> <p>・平成16年10月7日、地元からの掘削不許可の要望を反映した形で、長崎県自然環境保全審議会温泉部会(開催日10月5日、通常年2回開催)から温泉掘削に対する不許可の通知がなされ、これによりNEDOの地熱開発促進調査は終了した。</p>
	学識経験者の参加	×	—	×	×
	主導者の存在	×	—	×	×
自治体の積極的な関与	×	—	×	×	
協定書等の有無(補償等の実施)について	有無	無し	無し	有り	無し
	概要	<p>・発電の可能性が生じた場合には定山溪温泉とJXとの間で補償を含む協定をむすぶことが約束されている。</p>	—	<p>・昭和58年に電源開発株式会社と町で覚書を交わしており、内容は開発調査に際して影響が生じた場合は、しっかり対応するとの物である。</p> <p>・また、平成7年に環境調査に際しての覚書を交わしており、内容は発電所が地元温泉に影響を与えた場合はしっかり対応するとの物である。建設工事着工や運転開始時に夫々、建設協定や環境保全協定を結ぶ予定であったが、建設工事まで至らなかった経緯がある。</p>	<p>・協約書の案が小浜町長名で作成されたが、協定書の正式な取り交わしはなされていない。</p>
	影響確認時の対策の実施等	—	—	○	—
	モニタリングの実施等	—	—	×	—
	技術協力	—	—	×	—
	その他	—	—	×	—
分湯等の実施の有無	無し	無し	無し	無し	
モニタリングの有無について	有無(実施・報告)	有り	無し	無し	無し
	概要	<p>・豊羽鉱山(株)と札幌市環境対策課との打ち合わせの中で、地元への説明会を通じて調査結果の共有を行ったと報告を受けている。</p>	—	—	—

		事例概要①	事例概要②	事例概要③	事例概要④
		・札幌市では豊羽鉱山(株)から、当該年度の調査結果と次年度の計画についてとりまとめたものを、打合せの際に報告書として受け取っている。			
	環境保全協定の項目	×	—	—	—
	地震観測	×	—	—	—
	第三者機関の実施	×	—	—	—
	有識者チェック	×	—	—	—
	遠隔監視システム	×	—	—	—
頓挫(中断含む)した主な要因について	地熱資源量	・噴出試験の結果、ポテンシャルが低いことが判明(想定した蒸気量が得られず、蒸気の発生源と想定した断層の存在が確認できなかった)	—	—	
	理解・同意	・温泉三団体説明会を開催しているが、地熱に対する漠然とした不安感等を解消できていない。	・正式な話し合いの場がなく、地元は出てきた結果を見るだけで積極的には関わっていない。 ・自然保護団体による反対あり	・地元との連絡協議会や地元説明会により話し合いの場が設けられていたが、温泉資源減少の心配、計画自体への不満を解消できず、反対者である地権者4名の同意が得られなかった。	・説明会等は開催されたが、地元への説明や議論が十分になされていない状態のまま、温泉掘削許可申請書が長崎県知事に提出された。 ・申請された口径が通常の2倍であったため、太い口径で深く掘削及び汲み上げを行うと影響が生じるのではないかと、あるいはヒ素のような有害物質が発生するのではないかとという地元からの懸念があった。

※出典 平成 27 年度地熱発電と温泉地の共生事例調査委託業務(平成 28 年3月、環境省)より作成

別紙4 地熱発電関連条例・要綱等情報のまとめ

(1) 条例・要綱等の目的

《複数の自治体で規定されている事項》

- 自治体で定めている条例・要綱等の目的については、地熱資源や温泉資源の保護と、地域経済振興、福祉の増進に寄与するとする、保護と利用の両立を目的として掲げる事例が多い。

(2) 地熱発電・説明対象範囲等用語に関する規定

《複数の自治体で規定されている事項》

- 説明を求める範囲を定める事例はあるが、その対象範囲等については地域によって個別に定められている。

《各自治体の固有の事項》

- 対象とする地熱発電や設備、説明対象とする範囲について定義する事例が見られる。
- 説明対象とする範囲の定義として、近隣区域／近隣関係者／近隣温泉関係者（別府市）、該当自治会／近隣関係者（由布市）などがある。別府市では距離により説明範囲が規定されている。
- 対象とする地熱発電や設備について定義をしている事例がある。

(3) 持続可能性に関連する規定

《複数の自治体で規定されている事項》

- 持続可能性については、次世代や将来へ言及し、持続性や地域振興への寄与について規定する事例が見られる。

(4) モニタリングに関連する規定

《複数の自治体で規定されている事項》

- モニタリング調査については、発電事業者に対するモニタリング調査の実施を求める事例が多く見られる。
- 一方、源泉所有者に対するモニタリング調査の実施を求める事例も1か所で見られる。

(5) 協議会等合意形成に関連する規定

《複数の自治体で規定されている事項》

- 協議会等合意形成については、事業者に対し、近隣住民や自治体など関係者を対象とする説明

会の開催や説明機会の設置を規定する事例が多く見られる。

- この他、学識経験者や住民代表者、温泉関係代表者等で構成される組織体を設置し、事業計画等について協議する場とすることを規定する事例も多く見られる。

(6) 規模等に関連する規定

《各自治体の固有の事項》

- 規模については、掘削口径で区分する事例、事業区域面積で区分する事例、発電規模（10kW以上）で規制対象を定める事例、環境影響評価法等対象外の事業を対象とする事例が見られる。

地熱発電関連条例・要綱等情報整理一覧表

	条例等名称	条例・要綱等の目的	地熱発電・説明対象範囲等用語に関する規定	持続可能性等に関する規定	モニタリングに関する規定	協議会等合意形成に関する規定	規模等に関する規定
東京都	八丈町 八丈町地域再生可能エネルギー基本条例 (H26.4.1 施行)	(目的) 第1条 この条例は、八丈町に存在する再生可能エネルギー(以下「地域再生可能エネルギー」という。)の活用について、町、町民及び事業者(町民及び町民外による)の役割を明らかにし、地域経済活性化の推進及び地域が主体となる地域社会の持続的発展に寄与することを目的とする。	(定義) 第2条 この条例において「再生可能エネルギー」とは、地熱、風力、太陽光、太陽熱、水力、波力、潮流及びバイオマス等、自然の営みから得られるエネルギーであり、かつ持続的に利用でき認められるものとする。	(基本理念) 第3条 地域再生可能エネルギーの活用に関する基本理念は次のとおりとする。 (1)地域再生可能エネルギーの活用にあたっては、地域固有の資源であることを念頭に、地域経済及び持続性に配慮するものとする。 (2)地域再生可能エネルギーの活用にあたっては、地域に根ざした主体の形成に努め、地域受益を実現するものとする。 (3)地域再生可能エネルギーの活用にあたっては、地域の自然環境の持続性に配慮するものとする。 (4)地域再生可能エネルギーの活用にあたっては、地域内の公平性及び他者への影響に配慮し、十分な合意形成のもとに行うものとする。 (5)町、町民及び事業者は、地域再生可能エネルギーの地域における価値を自覚し、地域社会の発展に向け、相互に協力してその活用を努めるものとする。	—	(八丈町地域再生可能エネルギー導入審査会) 第5条 本条例の趣旨に則した再生可能エネルギーの活用のために必要な審査を実施するため、八丈町地域再生可能エネルギー導入審査会(以下「審査会」という)を設置するものとする。 2 審査会の運営に関し、必要な事項は別に定めるものとする。 (連携の推進等) 第6条 町、町民及び事業者は、地域再生可能エネルギーの活用について、国、都及び関連する組織や団体と連携を図るとともに、相互の協力が増進されるよう努めるものとする。	—
大分県	大分県環境審議会温泉部会内規 (H26.10.1 施行)	—	—	—	(審議基準) 第8条 温泉ゆう出目的の土地掘削、増掘及び動力装置等の許可申請の審議は公益上必要とする場合を除き、次の各号により審議する。 (5)地熱発電目的の土地の掘削または増掘は、前4号の規定によらず、別表1により審議する。 別表1 1 口径 80A 以内で大深度の掘削、増掘を行う場合 (2)モニタリング調査 以下の各項の実施について、許可申請時に書面をもって誓約すること。 ①噴出試験を行い、温泉資源の保護を図るため必要な影響調査を実施すること。 ②生産開始後も温泉資源の保護を図るため、継続して影響調査を実施すること。 ③ゆう出量の減少など、温泉源への影響の兆候が認められた場合、温泉の	(審議基準) 第8条 温泉ゆう出目的の土地掘削、増掘及び動力装置等の許可申請の審議は公益上必要とする場合を除き、次の各号により審議する。 (5)地熱発電目的の土地の掘削または増掘は、前4号の規定によらず、別表1により審議する。 別表1 1 口径 80A 以内で大深度の掘削、増掘を行う場合 (1)事前調査 以下の各項を示し、温泉法第4条第1号及び第3号に該当しないことを説明すること。 ①地熱開発計画を明らかにし、地熱開発計画と温泉資源の関係性を示すこと。 ②掘削予定地点と既存泉の距離を測定し、150m以上離れていること。	(審議基準) 第8条 温泉ゆう出目的の土地掘削、増掘及び動力装置等の許可申請の審議は公益上必要とする場合を除き、次の各号により審議する。 (5)地熱発電目的の土地の掘削または増掘は、前4号の規定によらず、別表1により審議する。 別表1 1 口径 80A 以内で大深度の掘削、増掘を行う場合 2 口径 80A 超 150A 以内で掘削、増掘を行う場合 3 前1. 2の区分に当てはまらない掘削を行う場合 (上記のとおり、口径、深度にて区分)

	条例等名称	条例・要綱等の目的	地熱発電・説明対象範囲等用語に関する規定	持続可能性等に関する規定	モニタリングに関する規定	協議会等合意形成に関する規定	規模等に関する規定
					<p>採取を停止、または制限し、資源の回復が認められない場合は温泉を埋め戻すこと。</p> <p>2 口径 80A 超 150A 以内で掘削、増掘を行う場合 (2)モニタリング調査 以下の各項の実施について、許可申請時に書面をもって誓約すること。 ①噴出試験を行い、温泉資源の保護を図るため必要な影響調査を実施すること。 ②生産開始後も温泉資源の保護を図るため、継続して影響調査を実施すること。 ③ゆう出量の減少など、温泉源への影響の兆候が認められた場合、温泉の採取を停止、または制限し、資源の回復が認められない場合は温泉を埋め戻すこと。</p> <p>3 前1. 2の区分に当てはまらない掘削を行う場合 (1)事前調査 (2)モニタリング調査 (3)還元井の検討 (4)地元説明 (1)～(4)について説明、誓約する資料等を提出し、第8条(6)で審議する。</p>	<p>③開発計画が温泉資源に与える影響を把握するため、温泉資源への必要な調査を行うこと。 ④地熱開発地域で説明会等を行うこと。 ※大深度とは周辺の浴用利用の温泉から100m以上掘削深度が増加するものをいう。 ※①は、近隣で NEDO 等による地熱資源調査が行われている場合、その調査結果を用いることができる。</p> <p>2 口径 80A 超 150A 以内で掘削、増掘を行う場合 (4)地元説明 以下について、許可申請時に書面をもって誓約すること。 ・地熱開発地域で説明会等を行うこと。</p> <p>3 前1. 2の区分に当てはまらない掘削を行う場合 (1)事前調査 (2)モニタリング調査 (3)還元井の検討 (4)地元説明 (1)～(4)について説明、誓約する資料等を提出し、第8条(6)で審議する。</p>	
別府市	別府市温泉発電等の地域共生を図る条例 (H28.5.1 施行)	(目的) 第 1 条 この条例は、別府市の区域における温泉発電等の導入等に関し必要な事項を定め、温泉発電等と自然環境及び生活環境との調和並びに市民との共生を図ることにより、地域の温泉資源の持続可能な活用並びに地域の振興及び公共の福祉に資することを目的とする。	(定義) 第 2 条 この条例において、次の各号に掲げる用語の意義は、当該各号に定めるところによる。 (1)温泉発電等 温泉発電(源泉から湧出する温泉(温泉法(昭和 23 年法律第 125 号)第 2 条第 1 項に規定する温泉をいう。)のうち、おおむね摂氏 70 度から 150 度までの温度域の温泉を熱源として利用する発電をいう。)その他地熱エネルギーを利用する発電をいう。 (2)温泉発電等設備 温泉発電等のための設備(電気事業法(昭和 39 年法律第 170 号)第 38 条第 3 項に規定する事業用電気工作物に限る。)及びその附帯設備をいう。 (3)温泉発電等の導入 温泉発電等設備を設置すること(環境影響評価法(平成 9 年法律第 81 号)第 2 条第 4 項に規定する対象事業を除く。)をいう。 (4)導入事業者 温泉発電等の導入をしようとする者及び温泉発電等の導入をしている者をいう。	—	(近隣区域の自然環境及び生活環境に及ぼす影響の調査等) 第 10 条 事前協議申出導入事業者は、温泉発電等の導入が近隣区域の自然環境及び生活環境に及ぼす影響を調査しなければならない。 2 事前協議申出導入事業者は、温泉発電等設備の敷地内から生じる騒音が近隣区域の生活環境に及ぼす影響を考慮し、規則で定めるところにより、騒音の防止に関する計画を作成しなければならない。 (モニタリング) 第 12 条 市長は、温泉発電等の導入において、新たな源泉の掘削(深度増加を伴わない代替掘削の場合は源泉の周囲 150 メートル以内に他の源泉があるものに限る。)又は増掘が行われる場合は、前条第 2 項の規定による事前協議の完了を承認するときに近隣区域の温泉資源の状況を確認するため、規則で定めるところにより、事前協議申出導入事業者に源泉の	(近隣関係者及び近隣温泉関係者への説明等) 第 8 条 事前協議申出導入事業者は、自ら近隣関係者及び近隣温泉関係者に対し温泉発電等の導入に関する説明を行い、当該近隣関係者及び近隣温泉関係者の意見を把握するとともに、その意見に真摯に対応しなければならない。 2 前項の説明は、規則で定めるところにより、地元説明会を必要な回数開催する方法その他の方法で行うものとする。 (水利関係者への説明等) 第 9 条 事前協議申出導入事業者は、温泉発電等のために取水又は排水を必要とするときは、水利関係者に温泉発電等の導入及び取水又は排水に関する説明を行い、その承諾を得なければならない。 2 事前協議申出導入事業者は、温泉発電等のための取水又は排水の管理を委託するときは、当該委託を受ける者	—

	条例等名称	条例・要綱等の目的	地熱発電・説明対象範囲等用語に関する規定	持続可能性等に関連する規定	モニタリングに関連する規定	協議会等合意形成に関連する規定	規模等に関連する規定
			<p>(5)近隣区域 温泉発電等の導入の場所の境界から 200 メートル以内の区域をいう。</p> <p>(6)近隣関係者 近隣区域に居住する者並びに近隣区域内の土地又は建物の所有者、管理者及び占有者をいう。</p> <p>(7)近隣温泉関係者 温泉発電等の導入において、温泉発電等の熱源となる源泉又は当該源泉から 150 メートル以内(当該源泉が新たに掘削し、又は増掘する源泉であって規則で定めるものである場合は、300 メートル以内)の源泉に係る権利を有する者をいう。</p> <p>(8)水利関係者 温泉発電等の導入において、温泉発電等のための取水又は排水が行われる流域における水利権を有する者をいう。</p>		<p>温度、湧出量、泉質等の計測(以下「モニタリング」という。)を求めるものとする。</p> <p>2 前項の規定によりモニタリングを求められた事前協議申出導入事業者は、温泉発電等設備の設置のための必要な工事に着工する前、温泉発電等設備の稼働の6月後、1年後、以後1年を経過するごとにモニタリングを実施し、その結果を市長に報告するものとする。</p> <p>3 事前協議申出導入事業者は、第1項の規定によりモニタリングを求められたときは、前条第3項の規定にかかわらず、温泉発電等設備の設置のための必要な工事に着工する前のモニタリングの結果を報告した後に温泉発電等設備の設置のための必要な工事に着工するものとする。</p>	<p>に対し適正な対応を行うよう指導するとともに、水利関係者に当該委託に関する説明を行わなければならない。</p>	
由布市	<p>由布市自然環境等と再生可能エネルギー発電設備設置事業との調和に関する条例 (H26.1.29 施行)</p>	<p>(目的) 第1条 この条例は、由布市における美しい自然環境、魅力ある景観及び良好な生活環境の保全及び形成と急速に普及が進む再生可能エネルギー発電設備設置事業との調和を図るために必要な事項を定めることにより、潤いのある豊かな地域社会の発展に寄与することを目的とする。</p>	<p>(定義) 第3条 この条例において、次の各号に掲げる用語の意義は、当該各号に定めるところによる。</p> <p>(1)再生可能エネルギー発電設備設置事業 電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法(平成23年法律第108号)第2条第3項に規定する設備(送電に係る鉄柱等を除く。)の設置を行う事業をいう。</p> <p>(2)事業者 再生可能エネルギー発電設備設置事業(以下「事業」という。)を行うものをいう。</p> <p>(3)事業区域 事業を行う区域をいう。</p> <p>(4)建築物 建築基準法(昭和25年法律第201号)第2条第1号に規定する建築物をいう。</p> <p>(5)工作物 土地に定着する人工物で建築物以外のものをいう。</p> <p>(6)該当自治会 その区域に事業区域を含む自治会をいう。</p> <p>(7)近隣関係者 事業区域の境界線から16メートル又は事業に係る建築物若しくは工作物の高さの2倍の水平距離の範囲内にある土地又は建築物を所有する者をいう。</p>	<p>(基本理念) 第2条 由布市の美しい自然環境、魅力ある景観及び良好な生活環境は、市民の長年にわたる努力により形成されてきたものであることに鑑み、市民共通のかけがえのない財産として、現在及び将来の市民がその恵沢を享受することができるよう、地域住民の意向を踏まえて、その保全及び活用が図られなければならない。</p>	—	<p>(該当自治会への説明等) 第10条 事業者は、前条第1項の規定による届出を行う前に、該当自治会の住民に対して、同項第1号及び第2号に掲げる事項を周知し、事業の施行等について説明会を開催しなければならない。</p> <p>2 事業者は、前条第3項の規定による変更の届出を行う前に、該当自治会に対して、事業の施行等について説明会を開催しなければならない。ただし、事業内容等の変更が軽微で市長が説明会の開催を要しないと認めるときは、この限りでない。</p> <p>3 事業者は、前2項の説明会により、該当自治会の理解を得るように努めるものとする。ただし、該当自治会が事業者の説明に応じないことその他の規則で定める理解を得られない理由があるときは、この限りでない。</p> <p>(近隣関係者への説明等) 第11条 事業者は、第9条第1項の規定による届出を行う前に、近隣関係者に対して、同項第1号及び第2号に掲げる事項を周知し、事業の施行等について説明を行うものとする。</p> <p>2 事業者は、第9条第3項の規定による変更の届出を行う前に、近隣関係者に対して、事業の施行等について説明を行うものとする。ただし、事業内容等の変更が軽微で市長が説明を要しないと認めるときは、この限りでない。</p>	<p>(適用を受ける事業) 第7条 この条例の規定は、事業区域の面積が5,000平方メートルを超える事業に適用する。</p> <p>2 既に施行している事業の事業区域の近接地において一体的な事業を施行する場合は、その面積を合算するものとする。</p> <p>(抑制区域) 第8条 市長は、次の各号に掲げる事由により特に必要があると認めるときは、事業を行わないよう協力を求める区域を定めることができるものとする。</p> <p>(1) 貴重な自然状態を保ち、学術上重要な自然環境を有していること。</p> <p>(2) 地域を象徴する優れた景観として、良好な状態が保たれていること。</p> <p>(3) 歴史的又は郷土的な特色を有していること。</p> <p>2 前項の規定は、前条に規定する事業区域の面積にかかわらず、すべての事業について適用する。ただし、建築物の屋根又は屋上に設置するものを除く。</p>

	条例等名称	条例・要綱等の目的	地熱発電・説明対象範囲等用語に関する規定	持続可能性等に関する規定	モニタリングに関する規定	協議会等合意形成に関する規定	規模等に関する規定
						<p>3 事業者は、前2項の説明により、近隣関係者の理解を得るように努めるものとする。ただし、近隣関係者が事業者の説明に応じないことその他の規則で定める理解を得られない理由があるときは、この限りでない。</p> <p>第12条 市長は、第9条の規定による協議に当たっては、審査を実施し、必要に応じて次条に規定する審議会に諮問するものとする。</p> <p>(審議会)</p> <p>第13条 市長は、この条例の目的及び基本理念を推進するために、由布市自然環境等と再生可能エネルギー発電設備設置事業との調和に関する審議会(以下「審議会」という。)を置く。</p> <p>2 審議会は、市長の諮問に応じて審議し、答申するものとする。</p> <p>3 審議会の組織、運営その他の審議会に関し必要な事項は、規則で定める。</p>	
九重町	九重町地熱資源の保護及び活用に関する条例 (H28.9.23 施行)	<p>(目的)</p> <p>第1条 この条例は、九重町における地熱発電事業に関する手続を定め、資源の持続可能な利用を図ることにより、環境保全及び公共の福祉の増進に寄与することを目的とする。</p>	<p>(定義)</p> <p>第3条 この条例において、次の各号に掲げる用語の定義は、当該各号に定めるところによる。</p> <p>(1)環境 自然環境及び地域住民の生活環境のことをいう。</p> <p>(2)温泉 温泉法(昭和23年法律第125号)第2条第1項に規定する温泉をいう。</p> <p>(3)事業者 地熱発電事業を行おうとする者をいう。</p> <p>(4)対象事業 事業者による既存の温泉を利用若しくは井戸を新たに掘削、掘り替え若しくは増掘して行う地熱発電事業をいう。ただし、既存井を利用した事業(従前より地熱発電事業以外を目的として使用している既存井を利用した事業及び既に地熱発電事業を実施している既存井においてその余剰熱を利用する事業)で、事業実施前後において湧出量に変化を生じない事業並びに資源調査の結果から出力規模が決定し、環境影響評価法(平成9年法律第81号)第2条第4項及び大分県環境影響評価条例(平成11年大分県条例第11号)第2条第4項に基づく環境影響評価の対象となる事業を除く。</p> <p>(5)事業計画 事業候補地、事業実施体制、スケジュール及び事業者が行う既存泉源及び環境に与える影響を把握するためのモニタリング調査計画並びに影響に対する対処法並びにその他事業の内容が分かる計画をいう。</p>	<p>(基本理念)</p> <p>第2条 地熱発電事業を行おうとする者が、資源を活用する際には、環境、景観及び地域住民に十分配慮し、次世代に引き継ぐための持続可能なものとし、地域振興に資するよう行わなければならない。</p>	<p>(事業者の責務)</p> <p>第5条</p> <p>4 事業者は、温泉資源の保護に資するため、既存泉源等の状況を把握するためのモニタリングに努めなければならない。</p>	<p>(事業者の責務)</p> <p>第5条</p> <p>3 事業者は、進捗段階に応じて、町、地域住民、既存泉源所有者及びその他関係者に対して、あらかじめ事業内容及びその進捗状況を説明する機会を設けなければならない。</p> <p>(九重町地熱発電事業検討委員会の設置)</p> <p>第9条 第6条第1項により提出された事業計画又は第7条第1項により提出された変更事業計画の調査審議を行うため、九重町地熱発電事業検討委員会(以下「委員会」という。)を設置する。</p> <p>2 委員会の組織及び運営に関する事項については、規則で定める。</p>	—

	条例等名称	条例・要綱等の目的	地熱発電・説明対象範囲等用語に関する規定	持続可能性等に関連する規定	モニタリングに関連する規定	協議会等合意形成に関連する規定	規模等に関連する規定
	九重町再生可能エネルギー発電設備設置事業指導要綱 (H26.12.1 施行)	(目的) 第1条 この要綱は、九重町内における再生可能エネルギー発電設備設置事業に関し必要な基準を定め、その適正な実施を誘導することにより、環境保全と持続可能な資源活用を地域に応じた形で推進するとともに、関係者の調和を図ることを目的とする。	(定義) 第2条 この要綱において、次の各号に掲げる用語の定義は、当該各号に定めるところによる。 (1)発電設備 電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法(平成23年法律第108号)第2条第3項に規定する設備をいう。 (2)設置事業 発電設備設置事業行為(土地の権利の取得、伐採、造成、工事等設置に係る事業の全てを含む)をいう。 (3)発電事業 発電設備における発電及び売電行為をいう。 (4)事業者 設置事業等を行う者をいう。 (5)設置場所 発電設備の有無にかかわらず設置事業を実施しようとする全ての場所をいう。 (6)地元住民 設置場所が所在する行政区内に居住する者及び設置場所が所在する区域に隣接する区域内に居住する者等をいう。 (7)隣接関係者 当該設置事業による自然及び生活環境の改変の影響を受けるおそれがある者等をいう。	—	(モニタリングの実施) 第13条 町長は、前条の規定による通知を行うにあたり、周辺地域の自然及び生活環境を保全するために必要であると認めるときは、設置事業着手前後のモニタリングを事業者を求めることができる。 2 前項のモニタリングは次の各号に掲げる区分に応じ、当該各号に定めるところにより行うものとする。 (1)地熱・温泉発電及び土地の掘削を伴う発電は次に定めるところによる。 ア 周辺の既存泉源の温度、湧出量及び泉質等について計測し、町長に報告するものとする。 イ アの計測及び報告は、工事着工前並びに発電開始後の1月後、6月後、1年後及び1年経過することとする。 (2)前号以外の発電はモニタリング調査内容及び時期について、町長と事前に協議を行い決定し、町長に報告するものとする。	(地元住民への説明等) 第9条 事業者は、第3条の規定による届出を行う前に、事業の施工内容等について地元住民及び隣接関係者へ説明会等を開催することとし、理解を得るよう努めるものとする。ただし、地域の状況に応じて、地元住民以外にも説明会等を開催するものとする。 2 事業者は、前条の規定による変更の届出を行う前に、地元住民及び隣接関係者へ説明会等を開催することとし、理解を得るよう努めるものとする。ただし、事業内容等の変更が軽微で町長が説明会の開催を要しないと認められたときは、この限りではない。 3 事業者は、前1項の規定により説明会を開催したときは、説明会等実施状況報告書(様式第5号)を町長に提出するものとする。	—
熊本県 南阿蘇村	南阿蘇村地熱資源の活用に関する条例 (H26.12.12 施行)	(目的) 第1条 この条例は、南阿蘇村の阿蘇山西部地域における地熱資源の活用に関し、必要な事項を定めることにより、地熱資源の保全や自然環境との調和を図りながら、持続可能な活用と、地域の産業振興及び雇用創出等の実現に資することを目的とする。	(定義) 第3条 この条例において、次の各号に掲げる用語の意義は、当該各号に定めるところによる。 (1)阿蘇山西部地域 南阿蘇村大字河陽、大字長野の範囲内をいう。 (2)事業者 地熱・温泉熱発電等地熱資源を活用した事業(既存の温泉事業を除く)(以下「事業」という。)を行おうとする者をいう。 (3)事業計画 事業者が行う事業計画をいう(事業候補地、事業実施体制、事業スケジュール、開発計画と村内の他の事業の関係性を示すもの、周辺環境に与える影響を把握するためのモニタリング調査計画、その他事業の内容が分かるもの)。	(基本理念) 第2条 地熱資源を活用する際には、環境及び景観との調和並びに既存の温泉への影響に十分配慮しながら、将来にわたって持続可能なものとし、南阿蘇村の地域振興に資するよう行わなければならない。	(事業者の責務) 第5条 事業者は、事業を行うに当たって、本条例を遵守しなければならない。 2 事業者は、湧出量の減少等周辺環境の変化が認められた場合には、影響調査を実施し、当該事業が原因であった場合には、必要な措置を講じるとともに、村が地熱資源の保護に関する施策を実施する場合には、それに協力しなければならない。	(事業者の責務) 第5条 事業者は、事業を行うに当たって、本条例を遵守しなければならない。 3 事業者は、事業を進めるに当たっては、機会あるごとに、村、行政区長、温泉事業者、その他関係者に対して、事業計画の内容を説明しなければならない。 (協議会の設置) 第9条 村長は、地熱資源の活用に関する協議を行うため、阿蘇山西部地域地熱資源活用協議会(以下「協議会」という。)を設置する。 (委員) 第10条 協議会は、委員25人以内で組織する。 2 委員は、村の公共的団体等の代表者、学識経験者、その他住民の中から村長が委嘱する。 3 委員の任期は、4年とする。ただし、補欠の委員の任期は、前任者の残任期間とする。 4 前項の規定にかかわらず、団体の代表者及び公職にあることにより委員を任命された場合において、その職を退いたときには、その委嘱を解くものとする。 5 委員は、再任することができる。	—

	条例等名称	条例・要綱等の目的	地熱発電・説明対象範囲等用語に関する規定	持続可能性等に関連する規定	モニタリングに関連する規定	協議会等合意形成に関連する規定	規模等に関連する規定
						(オブザーバー) 第12条 協議会には、地熱資源の活用に関する意見を聴くためにオブザーバーを置くことができる。 2 オブザーバーは、会長の要請により協議会に出席し、意見を述べるものとする。	
小国町	小国町地熱資源の適正活用に関する条例 (H28.1.1 施行)	(目的) 第1条 この条例は、町内に存する地熱資源が町及び町民の貴重な財産であるという認識の下、地熱発電開発に必要な事項を定めることにより、地熱資源の適正かつ持続的活用を進め、地域経済の振興と福祉の増進等に資することを目的とする。	(定義) 第4条 この条例において「地熱発電事業者」とは、町内で地熱資源を活用し、発電事業を行おうとする者をいう。 2 この条例において「事業計画」とは、地熱発電事業者が行う、事業候補地、事業実施体制、事業スケジュール、開発計画と周辺地域の他の類似事業の関係性を示すもの、周辺環境に与える影響を把握するためのモニタリング調査計画その他事業の内容が分かる計画をいう。	(基本理念) 第2条 地熱資源を活用して発電を行う際には、既存の温泉及び、地熱・温泉熱発電所への影響並びに環境及び景観との調和に十分配慮しながら、将来にわたって持続可能なものとし、町の地域振興に寄与するよう行わなければならない。 2 地熱資源は地下深部に存し、地表面から直接見ることができないため、地熱発電開発においては、主な段階において事業内容の確認を受けながら、慎重に手順を踏んで実施されなければならない。	(地熱発電事業者の責務) 第6条 地熱発電事業者は、その事業活動によって、既存の温泉、地熱・温泉熱発電所並びに町の自然環境の保全及び生活・生産環境の形成に支障を来すことがないように自らの責任及び負担において必要な措置を講ずるものとする。 2 地熱発電事業者は、湧出量の減少等周辺環境の変化が認められた場合には、影響調査を実施し、当該事業が原因であった場合には、必要な措置を講じるとともに、町が地熱資源の保護に関する施策を実施する場合には、それに協力しなければならない。	(地熱発電事業者の責務) 第6条 3 地熱発電事業者は、事業を進めるに当たっては、機会あるごとに、町、地域住民の代表、温泉事業者その他関係者に対して、事業計画の内容を説明しなければならない。 (地熱資源活用審議会の設置) 第7条 町長の諮問機関として、小国町地熱資源活用審議会(以下「審議会」という。)を置く。 2 審議会は、町長の諮問に応じ、事業計画又は第10条に規定する変更事業計画に関し、審議、調査等を行うとともに、地熱資源の保護及び地熱資源活用に関し、町長に答申する。	—
鹿児島県 霧島市	霧島市温泉を利用した発電事業に関する条例 (H27.10.5 制定)	(目的) 第1条 この条例は、本市における温泉を利用した発電事業の実施に関する手続を定め、温泉資源の適切な保護及び適正な利用を図ることにより、貴重な共有財産として将来の世代に引き継ぎ、及びその持続的な利用を可能とし、もって自然環境の保全及び公共の福祉の増進に寄与することを目的とする。	(定義) 第2条 この条例において、次の各号に掲げる用語の意義は、当該各号に定めるところによる。 (1) 温泉 温泉法(昭和23年法律第125号)第2条第1項に規定する温泉をいう。 (2) 発電事業者 温泉を利用して地熱発電を行う事業者をいう。 (3) 対象事業 発電事業者による既存の温泉を利用若しくは温泉を新たに掘削、替え掘り若しくは増掘して行う地熱発電事業又は発電後に生じる蒸気や熱水等を活用した事業をいう。ただし、環境影響評価法(平成9年法律第81号)第2条第4項及び鹿児島県環境影響評価条例(平成12年鹿児島県条例第26号)第2条第2項に基づく環境影響評価の対象となる事業を除く。 (4) 事業計画 対象事業に関し、市長が別に定める事項を記載した計画をいう。	—	—	(責務) 第3条 発電事業者は、対象事業を実施するに当たっては、その進捗段階に応じて、市、地域住民、温泉利用事業者(温泉を公共の浴用又は飲用など厚生的な目的で利用するもの又は温泉を配湯、発電、農業等産業的な目的で利用するものをいう。)その他関係者に対して、事業計画の内容及びその進捗状況を説明する機会を設けなければならない。 (事業計画の同意) 第4条 3 市長は、第1項の規定により事業計画の提出を受けたときは、霧島市温泉資源の保護及び適正な利用に関する調査検討委員会(以下「委員会」という。)に意見を求めるものとする。 4 市長は、前項に規定する委員会の意見を参酌して同意の可否を決定するものとする。 第12条 第4条1項により提出された事業計画又は第5条1項により提出された変更事業計画の調査審議を行うため、委員会を置く。 (委員会の組織等) 第13条 委員会の委員は、次に掲げる者のうちから市長が嘱する。 (1) 識見を有する者 (2) 地域住民の代表	(定義) 第2条 (3) 対象事業 発電事業者による既存の温泉を利用若しくは温泉を新たに掘削、替え掘り若しくは増掘して行う地熱発電事業又は発電後に生じる蒸気や熱水等を活用した事業をいう。ただし、環境影響評価法(平成9年法律第81号)第2条第4項及び鹿児島県環境影響評価条例(平成12年鹿児島県条例第26号)第2条第2項に基づく環境影響評価の対象となる事業を除く。

	条例等名称	条例・要綱等の目的	地熱発電・説明対象範囲等用語に関する規定	持続可能性等に関する規定	モニタリングに関する規定	協議会等合意形成に関する規定	規模等に関する規定
指宿市						(3) 温泉関係団体代表者 (4) 環境関係団体代表者 (5) 前各号に掲げるものほか、市長が必要と認める者 2 委員の任期は2年とし、再任を妨げない。ただし、補欠委員の任期は、前任者の残任期間とする。	
	指宿市温泉資源の保護及び利用に関する条例 (H27.4.1 施行)	(目的) 第1条 この条例は、温泉資源は市及び市民の共有資源であるという認識の下、市内における温泉資源を保護するとともに、温泉資源の将来にわたる持続可能な活用並びに地域の産業振興及び公共の福祉の増進に寄与することを目的とする。	(定義) 第3条 この条例において「温泉」とは、温泉法第2条第1項に規定する温泉をいう。 2 この条例において「温泉源」とは、温泉法第2条第2項に規定する温泉源をいう。 3 この条例において「温泉利用事業者」とは、次に掲げる者をいう。 (1) 温泉を公共の浴用又は飲用に利用する者 (2) 温泉を配湯業、農業又は養殖業で利用する者 (3) 地熱又は温泉を発電事業(以下「地熱発電事業」という。)で利用する者 (4) 前3号に掲げる者のほか、温泉を事業の用に供する目的で利用すると市長が認めた者 4 この条例において「地熱発電事業者」とは、市内で地熱又は温泉を利用し、かつ、出力10kW以上の発電事業を行う者という。 5 この条例において「事業計画」とは、地熱発電事業者が行う、事業候補地、事業実施体制、事業スケジュール、開発計画と市内の他の事業の関係性を示すもの、周辺環境に与える影響を把握するためのモニタリング調査計画その他事業の内容が分かる計画をいう	—	(基本的責務) 第4条 2 温泉利用事業者は、温泉資源の保護に資するため、自らが所有する温泉の状況等を把握するモニタリングに努めるものとする。	(基本的責務) 第4条 3 地熱発電事業者は、事業を進めるに当たっては、機会あるごとに、市、地域住民の代表、温泉利用事業者その他関係者に対して、事業計画の内容を説明しなければならない。 (協議会の設置) 第5条 事業計画又は第13条に規定する変更事業計画に関し、審議、調査等を行うため、指宿市調和のとれた地熱活用協議会(以下「協議会」という。)を置く。 (協議会の組織) 第6条 協議会は、会長及び委員で組織する。 2 委員は、次に掲げる者のうちから市長が委嘱する。 (1) 学識経験を有する者 (2) 地域住民の代表 (3) 温泉井所有者の代表 (4) 前3号に掲げる者のほか、温泉資源保護及び利用に係る団体の代表 3 会長は、前項第1号に掲げる者のうちから委員の互選によりこれを定める。 4 会長は、協議を代表し、会務を総理する。 5 会長に事故があるとき、又は欠けたときは、あらかじめ会長の指名する委員が、その職務を代理する。 (委員の任期) 第7条 委員の任期は、4年とし、再任を妨げない。ただし、補欠委員の任期は、前任者の在任期間とする。	(定義) 第3条 4 この条例において「地熱発電事業者」とは、市内で地熱又は温泉を利用し、かつ、出力10kW以上の発電事業を行う者という。

※各条例より作成

備考

本ガイドラインを取りまとめるにあたっては、以下の検討会にて検討を行った。

- 平成 23 年度地熱発電施設における自然公園の風致景観上の支障並びに温泉資源・地下水に及ぼす影響の検討事業請負業務：株式会社プレック研究所
うち地熱資源開発に係る温泉・地下水への影響検討業務：財団法人中央温泉研究所
(共同事業実施)
地熱技術開発株式会社
(協力会社)
- 同請負業務における検討会（地熱資源開発に係る温泉・地下水への影響検討会）委員
〈座長代理〉秋田藤夫 地方独立行政法人北海道立総合研究機構地質研究所資源環境部部長
板寺一洋 神奈川県温泉地学研究所 主任研究員
江原幸雄 国立大学法人九州大学大学院工学研究院 教授
交告尚史 国立大学法人東京大学大学院公共政策学連携研究部 教授
小林哲夫 国立大学法人鹿児島大学大学院理工学研究科 教授
〈座長〉田中 正 国立大学法人筑波大学 名誉教授
野田徹郎 独立行政法人産業技術総合研究所地圏資源環境研究部門 顧問
(五十音順、敬称略、役職は平成 23 年度当時のもの)

また、本ガイドライン（改訂版）を取りまとめるにあたっては、以下の検討会にて検討を行った。

- 平成 28 年度温泉資源の保護に関するガイドライン（地熱発電関係）改訂検討会（事務局：パシフィックコンサルタンツ株式会社・地熱エンジニアリング株式会社)
- 検討会委員
安達正敏 国際石油開発帝石株式会社 経営企画本部 事業企画ユニットシニア
コーディネーター
板寺一洋 神奈川県温泉地学研究所 研究課長
甘露寺泰雄 公益財団法人 中央温泉研究所 専務理事
交告尚史 東京大学大学院 法学政治学研究科 教授
佐藤好億 一般社団法人 日本温泉協会 常務副会長、地熱対策特別委員会顧問
〈座長〉田中 正 筑波大学 名誉教授
錦澤滋雄 東京工業大学 環境・社会理工学院 准教授
野田徹郎 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 名誉リサーチャー
山崎吉明 大分県 生活環境部 自然保護推進室 室長
(五十音順、敬称略、役職は平成 28 年度当時のもの)