

ガイドライン更新に向けた論点整理

平成 24 年度に実施した都道府県温泉行政担当および有識者からの意見聴取では、更新に向けて以下のような意見が集まった。

1. ガイドライン全般について

○各都道府県における行政判断の考え方における参考となっているが、よりわかりやすい記載や内容の更新が温泉行政担当者から求められている。

有識者および行政担当者からの意見

- ・ ガイドラインは基本的な考え方を記し、ひとつの目安になるものという位置付けであると良い。
- ・ ガイドラインで参考となった点と参考ならなかった点は何だったのか、確認も必要である。
- ・ 温泉地の歴史的な背景や存在意義や価値についての配慮もあらためて必要である。
- ・ 時代の変遷もあり、それらに対応していく目安を考える。
- ・ 各都道府県の規制内容がどのように変わっているのか確認と整理しておくことも必要である。
- ・ 距離規制の妥当性は既に検討できているので大きく変える必要はない。
- ・ 距離規制について、地域資源保護の面では有効と考えるが、距離規制の範囲で特定の事業者が長期間に亘って独占を認めてしまうことには注意が必要である。
- ・ 更新はモニタリング等の実施によるデータを積み上げてなされるべき。

2. 大深度掘削泉に特化した規制設定や調査について

大深度掘削泉に関して、全国的な実態を捉えた正確な情報は未だ少ない。しかし、揚湯試験による適性採取量の判断が難しいことから過剰揚湯に陥り、衰退傾向を示している源泉が多いことは、指摘されている。

実態を踏まえ、当初の採取許可量の判断も含めた、大深度掘削泉に特化した規制の考え方が必要かについて整理することが考えられる。

- ・大深度掘削泉に特化した各種規制（源泉間距離、掘削・採取深度、揚湯量）
- ・大深度掘削泉における揚湯試験
- ・大深度掘削泉における影響調査

有識者および行政担当者からの意見

- ・大深度掘削泉では、利用開始後に水位が徐々に下がっていく傾向がある。揚湯量規制、揚湯試験の実施法や解釈をどうするのか、許可後の資源動向に合わせた揚湯量の調整を行うかについても検討が必要。
- ・深度規制については過度な規制は必要ないが、大深度掘削泉の影響は一般に透水性の低い場合があり、影響がすぐに出ないこともある。浅い深度が開発対象層となっている温泉地での実施例と同じ扱いができないことも考えられる。
- ・大深度掘削泉の影響圏は比較的大きいのではないかと推定される。水位低下の大きい源泉については安全率を大きめにみることも必要であり、大深度掘削泉に特化した規制も必要ではないか。
- ・温泉の存在しなかった新規開発地域における大深度掘削と古くからの温泉地で徐々に水位を下げて大深度掘削を行った地域とでは状況が異なると考える。
- ・大深度掘削が可能となり何処でも開発が可能となれば、土木工事や排水等により、まちづくりなど自治体の計画との齟齬をきたすことが予想され、そのことへの対応も問題となるのではないか。
- ・開発の対象が停滞的な化石水であるのか、循環性のものなのかの判断も必要。同位体分析や塩分濃度といったものである程度判断できる。

大深度掘削泉に対する規制状況（平成 24 年度調査）

大深度掘削泉に関して別に規制を設定しているかについても質問した。8 都道府県より回答があり、距離規制、掘削深度規制、採取量規制を浅い深度での掘削の場合よりも厳しく設定しているものであった。いくつかの規制を組み合わせで設定している都道府県もある。

○大深度掘削泉における距離規制

- ・既存源泉から 1000m 以内の掘削禁止。
- ・既存源泉から 2000m 以内の掘削禁止。

○大深度掘削泉における深度規制

- ・深度規制 1000m と設定。
- ・深度規制 1500m と設定。
- ・深度規制 1600m と設定。
- ・掘削深度を一旦 1500m までとし増掘にて最大 2000m までとする。

○大深度掘削泉における採取量規制

- ・揚湯量規制を設定。

3. 集湯能力調査（揚湯試験）実施方法

- 集湯調査については、水位安定が得られないような場合や計測ができない場合の対処法、ガイドラインに記載された内容（設定数値）の根拠等の追加記載を求める意見があった。
- 揚湯試験において判断に苦慮した特殊事例の収集・整理、各都道府県における判断基準等の情報を整理することが考えられる。

有識者および行政担当者からの意見

- ・ 基準や判断の意味付けをもう少し盛り込む必要がある。
- ・ マニュアルとされがちだが、基準の数値情報は目的があつての目安であつて、調査目的が何かが伝わるような書きぶりがあれば応用しやすいのではないか。
- ・ 安定水位の判断基準については、基準設定根拠と現状との対応性の議論が必要。厳しすぎるのも問題で、実態に合わせた対応もとれるような書きぶりも必要ではないか。
- ・ 揚湯試験には様々なケースがある。特殊な事例については対応事例があると参考となり役立つと思う。
- ・ 揚湯試験では揚湯量と水位と温度の項目を状況ごとにしっかりと掴んで行うことが重要。
- ・ 揚湯試験中に化学成分が薄くなるという場合の対応も考える必要があるのではないか。水位だけではなく、成分濃度や温度にも配慮が必要。
- ・ 揚湯試験の問題として騒音の問題が挙げられており、対応について検討が必要である。

揚湯試験に関する掘削業者からの意見（平成 22 年度調査）

掘削業者に対するヒアリング時に、揚湯試験に関して次のような意見が寄せられた。現状の揚湯試験の解析による適正揚湯量の判断における問題については以下のような指摘がある。

- 1) 温泉の場合、 $s-Q$ あるいは標準曲線法を温泉井にあてはめるのは困難と考える。
- 2) 揚湯試験について、排水先等の制約により長時間に渡る連続揚湯が困難な場合があるので、その場合の緩和措置を設けて欲しい。
- 3) 限界揚湯量の 60～80%が適正揚湯量といわれるが、温泉の場合の適正揚湯量を導くいい方法がないか。限界揚湯量の 30～50%くらいで動力選定

- をすれば良いと思うが、なるべく揚湯量が多く、湧出温度が高い源泉を求められることが多い。適正揚湯量に関して、統一した算出法が欲しい。
- 4) 段階揚湯試験で限界揚湯量が判明しないケースも多くある。例えば仕上げ口径に対して最大能力の揚湯ポンプを設置すれば、必ず井戸ロスが発生し、変曲点は限界揚湯量とならない。また、複数の温泉脈から温泉水を取水するため、そもそも教科書どおりとはならない。その上、温泉脈は深部の被圧層であるため、灌漑揚水のために作られた公式は目安以上のものとはならない。

各都道府県の揚湯試験の実施方法等調査結果（平成 22 年度調査）

揚湯試験実施状況について各都道府県温泉主管部への問い合わせを行った結果は以下のとおりである。

- 1) 揚湯試験の結果を提出させているところは44都道府県と多いが、その実施方法について定めているのは半数以下であった。
 - ①揚湯試験結果の提出を指導しているか
 1. いる : 44
 2. いない : 3
 - ②揚湯試験の実施方法について定めているか
 1. いる : 21
 2. いない : 26
 - ③段階揚湯試験の実施段階数について
 1. 5段階以上 : 15
 2. 4段階以上 : 2
 3. 3段階以上 : 2
 4. その他 : 2 (少なくとも3段階程度、できれば5段階以上)
 - ④段階揚湯試験での 1 段階に要する実施時間について (事例のみを提示、重複あり)
 1. 1h (5)
 2. 2h (1)
 3. 3h (2)
 4. 12h以上 (1)
 5. 1日 (2)
 6. 1時間あたりの水位変化量が全体変化量のおおむね0.1%以内になるまで (1)

7. 0.1m/1h以下に安定するまで(4)
 8. 0.01m/2h以下(1)
- ⑤連続揚湯試験の実施時間について（事例のみを提示、重複あり）
1. 8h以上(1)
 2. 24h以上(9)
 3. 3日以上(3)
 4. 3日～7日（動水位及び泉温が十分に安定するまで）(4)
 5. 水位変化量が概ね全体変化量の0.1%以内となるまで(2)
- ⑥回復試験の実施時間について（事例のみを提示）
1. 1日以上(4)
 2. 自然水位の状態になるまで(6)
 3. 水位・泉温が安定するまで(1)
 4. 連続揚湯試験と同等程度の時間(1)
- ⑦利用開始後のモニタリングデータの収集について
1. 収集している：1
 2. 収集していない：26
 3. 回答なし：20
- ⑧揚湯試験結果の判断に迷ったことは？
1. ある：8
 2. ない：20
 3. 回答なし：18

4. 影響調査実施方法

既存源泉所有者に調査の協力が得られない場合や水位計の設置ができない等物理的に実施できない場合、どのように対処するかについて都道府県においては課題となっている。また、様々な状況に対処するため参考となりうる事例があれば紹介を望む意見もあった。ただし、その場合は記載する内容や方法に注意が必要との指摘もある。

調査結果についての考え方、ガイドライン記載内容の修正や追加すべき事項、注意点、事例の収集について整理することが考えられる。

有識者および行政担当者からの意見

状況に応じた測定法、影響判断

- ・ 源泉形態に応じた調査手法や判断が変わるところもあるので検討が必要。
- ・ 影響調査の測定項目に状況に応じて化学成分の追記の検討も必要と考える。
- ・ 影響調査は周辺源泉への影響はもちろんだが周辺環境への影響についても考慮が必要ではないか。
- ・ 事例の整理を行い、測定法や結果を示せば参考となるのではないか。

調査協力が得られない場合の対処方法

- ・ 影響調査が既存源泉所有者の協力が得られないことや物理的にできない場合があることも問題である。そのような場合の対応についても検討が必要。
- ・ 申請者に対する指導では、温泉に対する意識に違いがあるので、調査の必要性和理解度を高める工夫が必要。
- ・ 源泉所有者も既得権益ではなく、地域共有資源を使用していることの認識ができるような記載を行う。
- ・ 第三者機関を含む調査実施等を行い、調査協力を得る努力も必要。
- ・ 事業者に調査への協力を求める努力を十分にしたうえで、どうしても協力が得られなかった場合は、その他の手段によって得られた情報から判断することとなる。

影響調査等に関する掘削事業者からの意見（平成 22 年度調査）

- ① 影響調査の指導がなされるが、既存源泉の揚湯停止は不可能で、水位計や流量計が設置されていないため、影響調査の実施が出来ない状況にある。この場合、既存源泉の運転にあわせて新規掘削井の静水位を測定し、それから影響の有無を判断している状況である。
- ② 調査の実施方法など環境省の指針により統一されつつあるが、その解析の基準にはかなりのバラつきがあるのではないか。
- ③ 工事着手前の影響調査が要綱に含まれていないので、追加してほしい。既存源泉所有者から影響調査に同意してもらえない場合の対応について、決めてほしい。

5. 温泉の利用形態等への対応

○必要に応じて現地確認を行いこれまでの浴用利用での掘削や利用量との違いやその問題点（温泉や環境への影響）を整理することが考えられる。

有識者および行政担当者からの意見

地中熱利用目的の掘削について

- ・ 一般的な地中熱利用目的の井戸は掘削深度が 100m 程度であるので、普通の地域ではさほど問題にならないと考えられる。
- ・ 浅い深度を温泉が流れているような温泉地では、問題が出てくる可能性がある。既存温泉の温度に影響が出ることが懸念されるのであれば、それに対処できる仕組みにしておくべきと考える。
- ・ 国内事例も少なく、環境全般に関する影響についても未知数であるので、事例等の情報を集める必要があり、それをもって検討すべきと考える。
- ・ 行政担当で認識しておく必要があり、地中熱利用目的の開発について何らかの届出は必要かと考える。

温泉発電目的の掘削について

- ・ 温泉発電の規模や発電量等の実績データについては、情報を収集して検討が必要。
- ・ モニタリングを含めて資源量を考えた上で進めるべき。温泉発電では温泉利用量が増えることを考慮して温泉行政を運用していく必要がある。湧出している温泉量の余剰分で施設稼働率を満たすことができなくなった場合に増量や新たな掘削となることも予想される。
- ・ 自噴量に対する規制もないため、温泉発電で多量な温泉が利用されることも予想され、温泉排水の問題も含め考える必要がある。
- ・ 温泉発電が普及していくと、これまでと異なる影響問題も心配される（発電上実害となる温度変化は、浴用の場合とは異なる点等）。他法令も含めた検討も必要。

地中熱利用について

※環境省（2012）地中熱利用にあたってのガイドライン，環境省水・大気環境局より抜粋

1. 主な地中熱利用方式

地中熱利用ヒートポンプは地中との熱のやりとりの方法によって、クローズドループ方式、オープンループ方式に分けられます。なお、地中熱利用方式にはヒートポンプを用いない方式もあります。

(1) クローズドループ方式

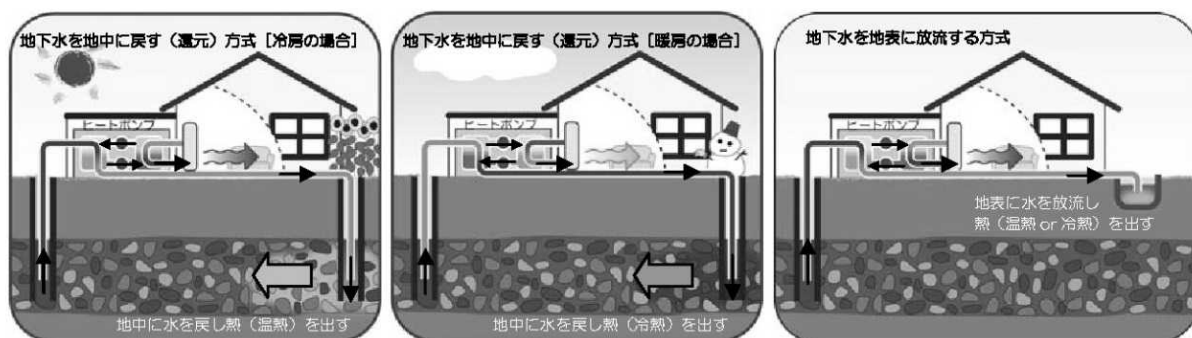
熱媒体を地中に循環させて地下水や地盤と熱のやり取りを行います。オープンループ方式に比べて熱交換の効率は低いものの、地下水を揚水しないため、揚水規制のある地域でも導入可能です。



クローズドループ方式の概要図

(2) オープンループ方式

揚水した地下水と熱をやり取りし、地下水を地中に戻す（還元する）または地上で放流します。熱容量が大きい地下水を利用できることから熱効率は高い反面、地中への地下水還元が困難な場合や、揚水規制のある地域では採用できない場合があります。



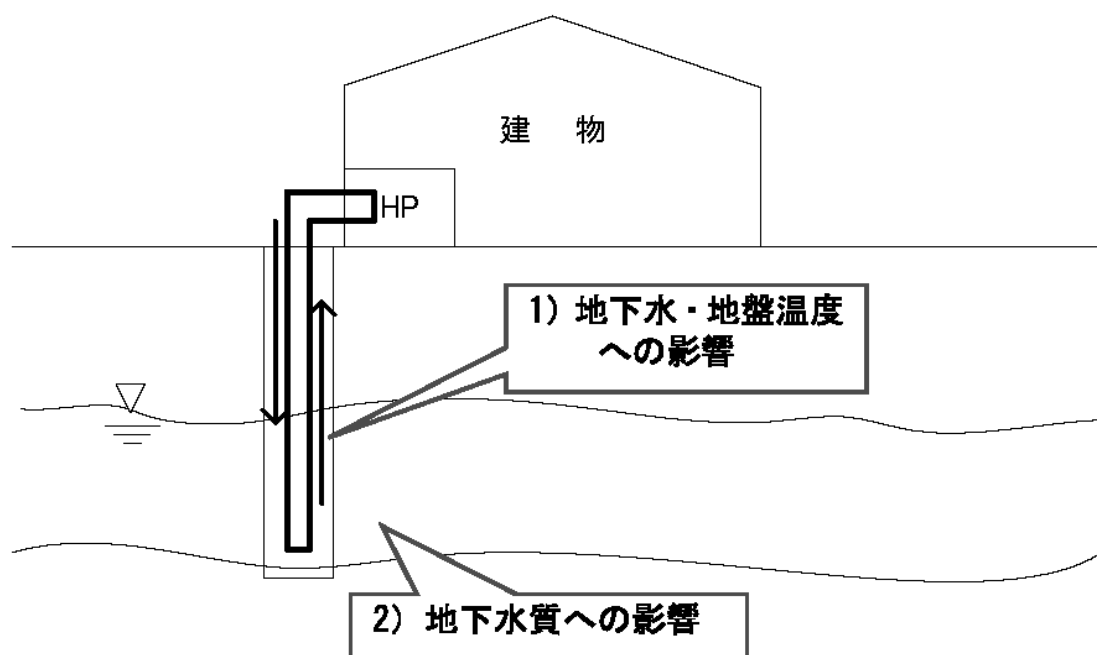
オープンループ方式の概要図

2. 地中熱利用により、どのような影響が考えられるか？

これまでの地中熱利用ヒートポンプの導入事例や実証試験では、大きな環境影響は報告されておらず、適正な規模・運用による利用がなされていれば深刻な環境影響が発生する可能性は小さいと考えられます。しかしながら、大規模な施設や密集市街地での普及が進んだ場合、現地条件や運用状況により将来的に影響が生じる可能性はあります。そのような場合に、各利用方式の負荷により環境に生じうる変化と、それにより発現する可能性がある地下水・地盤環境への影響は、「クローズドループ方式」と「オープンループ方式」とで異なります。

(1)クローズドループ方式

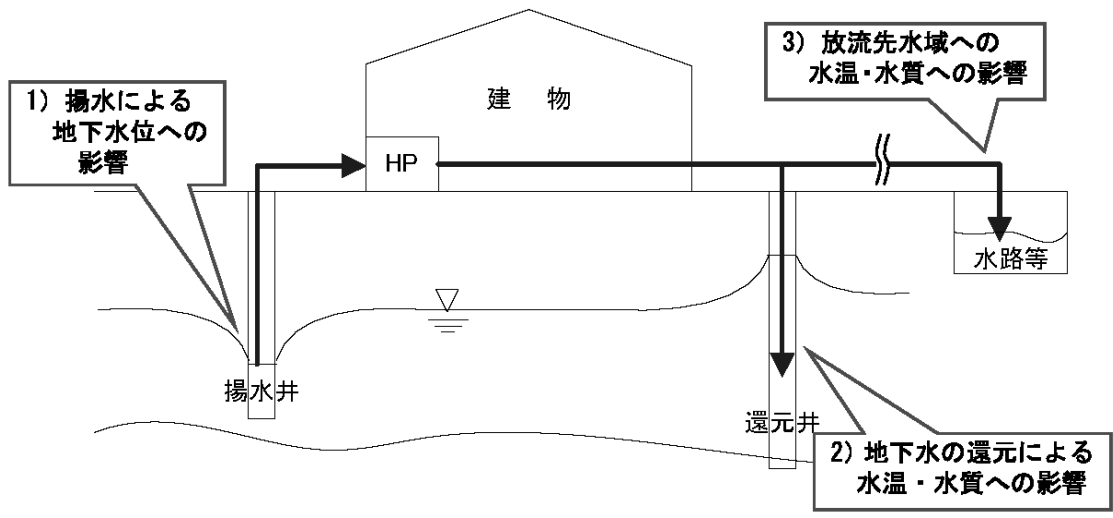
クローズドループ方式においては、地下における熱の移動に関して、主に「地下水・地盤温度への影響」と「地下水質への影響」に留意が必要です。



クローズドループ方式の地下水・地盤環境への影響項目

(2)オープンループ方式

オープンループ方式においては、地下水のくみ上げや放流、還元に関して、主に「揚水による地下水位への影響」、「放流先水域への水温・水質への影響」、「地下水の還元による水温・水質への影響」に留意が必要です。



オープンループ方式の地下水・地盤環境への影響項目

温泉発電

○大里和己（2012）温泉発電，第52回温泉保護・管理研修会テキストより抜粋

1. 温泉発電について

国内の多数の高温温泉では、温泉成分を薄めないまま、浴用温度まで下げることには苦慮している。浴用利用できない50℃以上の熱エネルギーの多くが未利用のまま河川等に放流されており、産業技術総合研究所(村岡,2007)の試算では、全国の既存の温泉だけで72.3万kW（カーリーナサイクルで換算）の発電可能な熱量があると評価されている。

温泉の排熱を利用する発電には、以下のようなものがある。

- ① 九州の温泉ホテル（例えば、杉乃井ホテル、九重観光ホテル、霧島国際ホテル）で実際に行われている「蒸気タービン発電」
- ② 温泉ではまだ実用化されていないが九州の地熱発電所（九州電力㈱八丁原地熱発電所）で実際に行われている「バイナリー発電」
- ③ 温度差を直接電流に変換する「熱電変換素子」を用いた発電（例えば、草津温泉で群馬県草津町と東芝㈱が共同研究を行ったシステム）

このように現在でも様々な方法が研究されているが、温泉への適用可能温度、発電効率やコストの面で、現時点で実現性の高いものは、先述した「バイナリー（サイクル）発電」である。

○温泉発電事業上のリスク

- ・ 温泉井や配管の老朽化による修繕費用の増大
- ・ 温泉沈殿物（スケール）の発生による温泉井からの供給量の変動や熱交換器の清掃等による利用率の低下
- ・ 温泉成分による発電設備の腐食による修繕費の増大
- ・ 温泉井の減衰、損壊による温泉供給量の減少、あるいは温泉供給の停止
- ・ 長期契約の保証（温泉権利者・発電事業者双方）



事業性は、これらのリスクで大きく変動する

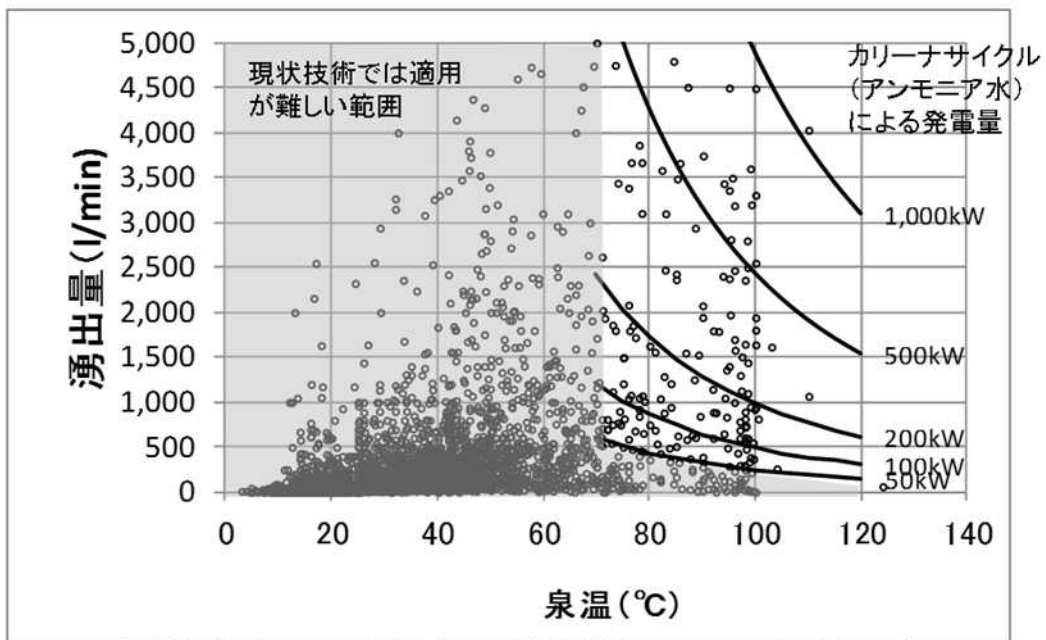
GERD

温泉発電・地熱バイナリー発電の現状



GERD

全国の温泉の泉温と湧出量の関係および温泉発電量



産総研 金原(1995)の調査データ(全国の温泉の約13%)に基づく結果