

第2回検討会における課題（技術的課題）の論点

| 討議事項 | 技術的課題 | 解決策 | | | | 検討会での意見等 | |
|-----------------------|------------|-------------------|------------------------|------------------------------------|---|--|---|
| | | 大項目 | 中項目 | 小項目 | 内容 | | |
| 1. モニタリングデータによる温泉影響評価 | 科学的根拠の取得方法 | 1-1 定期的なモニタリングの推進 | (1) 定期的なモニタリングによるデータ取得 | ① 推進すべき温泉・地熱井モニタリングの内容 | <p>■温泉 項目：水位、揚湯量、温度、成分 頻度：1年に1回以上（測定の時期や利用状況の統一が重要）</p> <p>■地熱井 項目：蒸気・熱水流量、還元流量、流体化学成分等（定期的に観測されている）</p> | <p>・地熱のデータは地熱事業者が測定したものになり、これが問題となる。本来は第3者機関が実施することが望ましい。</p> <p>・温泉について、地熱開発がされていない段階のデータが蓄積されていないと、影響評価ができない。</p> <p>・静岡県では年に2回、降水量が多い時期と少ない時期に計測している。</p> | |
| | | | | ② 今後の温泉・地熱井モニタリングの推進に向けた課題と方向性について | <p>■モニタリング技術の向上</p> <p>○現在進められようとしている研究 「温泉と共生した地熱発電のための簡易遠隔モニタリング装置の研究開発」</p> <p>○研究の達成目標</p> <p>1)温泉関係者との開発合意形成の円滑化、迅速化、</p> <p>2)発電所運転時の広域水理系変動モニタリング（環境影響評価）</p> <p>3)低価格の製品化</p> | | — |
| | | | | | <p>■モニタリング箇所の選定方法</p> <p>・現実に長期観測が可能な箇所の選定が必要</p> <p>・たとえば、公共の温泉源を選定する方法など</p> | | — |

| 討議事項 | 技術的課題 | 解決策 | | | | 検討会での意見等 |
|-----------------------|------------|-------------------|------------------------|------------------------------------|--------------------|---|
| | | 大項目 | 中項目 | 小項目 | 内容 | |
| 1. モニタリングデータによる温泉影響評価 | 科学的根拠の取得方法 | 1-1 定期的なモニタリングの推進 | (1) 定期的なモニタリングによるデータ取得 | ② 今後の温泉・地熱井モニタリングの推進に向けた課題と方向性について | ■モニタリング体制の確立 | <ul style="list-style-type: none"> ・モニタリングにおいては、地熱事業者と温泉事業者が持っている技術の差及び資金力の差を考慮しなければいけない。 ・源泉所有者だけでモニタリングを行うことは難しい。 ・地熱開発事業者や地元自治体の協力が重要である。 ・自治体として、どの程度モニターできるかも考えていく必要がある。 |
| | | | | | ■情報の取り扱い・共有の方法の確立 | <ul style="list-style-type: none"> ・地熱事業者は継続的にデータを取得していることから、その公開方法が課題となる。 ・福島県では 30 数年にわたる温泉のデータを情報開示ができる内容にして電子化している。地熱事業者にも同様をお願いできないか。 ・源泉の情報は個人資産情報になるため公開できないとされているが、その情報には科学的なデータも含まれており共有すべきものである。 |
| | | | | | ■モニタリング費用の確保・分担の方法 | <ul style="list-style-type: none"> ・入湯税を活用することができるかどうか |

| 討議事項 | 技術的課題 | 解決策 | | | | 検討会での意見等 |
|-----------------------|------------|-------------------|-----------------|-----------------------------|---|---|
| | | 大項目 | 中項目 | 小項目 | 内容 | |
| 1. モニタリングデータによる温泉影響評価 | 科学的根拠の取得方法 | 1-1 定期的なモニタリングの推進 | (2) 温度変動要因の明確化 | ①今後推進すべき温泉変動モニタリングの内容 | <ul style="list-style-type: none"> ・温泉は、温泉貯留層内での相互干渉が顕著 ・自然湧出期→掘削導入期→動力導入期→バランス・欠乏期と変遷し、自然湧出や掘削自噴は激減していく。 ・これらは、定期的なデータを取っている地域では、明確である(別府、南伊豆など)。 ・したがって、源泉所有者、地熱開発事業者及び自治体等は、それぞれデータを定期的にしても高頻度取得しておくことが望ましい。 | <ul style="list-style-type: none"> ・温泉事業者が地熱事業者と同じレベルでモニタリングを行うことは不可能である。 ・温泉資源の保護に必要な温度や湧出量等が継続的に観測されることが重要である。 |
| | | | | ②今後の温泉変動モニタリングの推進に向けた課題と方向性 | <ul style="list-style-type: none"> ■定期的(連続的)データ取得と蓄積 ・温泉変動を解析するためには、正確な科学的データが必要となる。この点で、モニタリング技術の向上というより定期的なモニタリングデータの取得と蓄積が重要である。 | |
| | | 1-2 掘削時の調査の推進 | (1)今後推進すべき調査の内容 | — | <ul style="list-style-type: none"> ・井戸の坑跡(方位傾斜測定)、物理検層(泉脈の位置・温度・圧力・流入量など)、地質情報、坑井特性、流体化学組成などは、モニタリングデータの正確な解釈や地熱系概念モデル構築の基礎となるデータである。 ・データの質は、温泉と地熱井を統一(あるいは同じレベルで解釈できるように)することが重要である。 | <ul style="list-style-type: none"> ・地熱では温泉帯水層と地熱貯留層のつながり具合が重要で、温泉では温泉帯水層の中の温泉相互の影響が重要である。このように視点をクリアにすると、影響とは何かが見えてくるのではないか。 |
| 1. モニタリングデータによる温泉影響評価 | 科学的根拠の取得方法 | 1-2 掘削時の調査の推進 | (1)今後推進すべき調査の内容 | — | <ul style="list-style-type: none"> ・現時点で、温泉の坑内状況の把握に必要なデータ取得のための坑内調査技術はほぼ完成している。 ・井戸の掘削時に地熱系概念モデルを構築するため、また温泉影響評価を科学的に評価するためのデータ取得が重要である。 | 同上 |

| 討議事項 | 技術的課題 | 解決策 | | | | 検討会での意見等 |
|------------------------------|--------------------|---------------|--------------------------|-----|--|----------|
| | | 大項目 | 中項目 | 小項目 | 内容 | |
| 2. 地熱貯留層と温泉帯水層を含む地熱系概念モデルの構築 | 温泉帯水層と地熱貯留層の関係の明確化 | 2-1 適正なデータの決定 | (1) 今後進めべきモデル構築のデータ確保の手法 | — | <p>・地熱井と温泉井では、取得情報が異なるため、適正なデータを決める必要がある。</p> <p>・温泉ガイドラインでは、大深度掘削泉（約1,000m以深）の特性把握等の参考となる科学的資料として、以下が列挙されている。</p> <p>・これらについて比較しやすいよう各都道府県において統一様式を用いる等の整理しやすい形式にして収集することが重要とある。</p> <p>①地質柱状図（地質技術者による高精度なもの） ②検層図 ③揚湯試験結果 さらに場合により、 ④モニタリングデータ ⑤水質変化の時系列データ ⑥同位体分析等による起源水の推定 ⑦温泉水の年代測定結果</p> <p>・上記に加え温泉ガイドラインには、井戸の方位傾斜記録による正確な坑跡が追加されるべきである。</p> <p>・本ガイドラインの距離規制は坑口位置で判断されているので、実際は坑口位置の離隔距離ではなく、流入点（泉脈）間の離隔距離が重要である。</p> | — |

| 討議事項 | 技術的課題 | 解決策 | | | | 検討会での意見等 |
|------------------------------|--------------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|---|
| | | 大項目 | 中項目 | 小項目 | 内容 | |
| 2. 地熱貯留層と温泉帯水層を含む地熱系概念モデルの構築 | 温泉帯水層と地熱貯留層の関係の明確化 | 2-1 適正なデータの決定 | (2) 今後の地熱系概念モデル構築のデータ確保に向けた方向性について | 地熱貯留層と温泉帯水層の関係性を示す地熱系概念モデルの妥当性の評価方法 | <ul style="list-style-type: none"> ・温泉学・地熱学に関する高度な専門知識をもつ有識者からなる第3者的な審議機関の設置の検討 ・地熱開発側のデータ精度にあわせて、温泉側の詳細なデータの取得方法(実施者、費用などの検討) | <ul style="list-style-type: none"> ・温泉帯水層と地熱貯留層の関係をモデル化することは、非常に大変だと思う。 ・地熱事業者の方が圧倒的に力があるため、温泉事業者を指導するような体制づくりも重要である。 |
| | | 2-2(地熱井が温泉帯水層へ)影響を与えるデータに関する取り決め | (1) 今後推進すべき影響評価の手法 | — | <p>掘削許可の判断に関わる判断の進め方(「温泉資源の保護に関するガイドライン(地熱発電関係)」図-5)では、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・どのような基準を以て掘削する前に「影響を与えるデータ」と判断するか <p>また、逆に</p> <ul style="list-style-type: none"> ・どのような基準を以て掘削する前に「影響を与える可能性を示すデータが無い」と判断するか <p>が示されていない。この点について、温泉関係者、地熱関係者及び自治体等で判断基準を共有することが必要である。(地域毎、事例毎の判断が望ましい)</p> | — |
| | | | (2) 今後の影響評価の手法の向上に向けた課題と方向性 | 地熱貯留層と温泉帯水層の関係性を示すモデルの妥当性の評価方法 | <ul style="list-style-type: none"> ・温泉学・地熱学に関する高度な専門知識をもつ有識者からなる第3者的な審議機関の設置の検討 ・技術面に加え、審議体制の課題(社会的課題)でもある | — |

| 討議事項 | 技術的課題 | 解決策 | | | | 検討会での意見等 |
|------------------------------|--------------------|----------------|--------------------------|-------------|---|----------|
| | | 大項目 | 中項目 | 小項目 | 内容 | |
| 2. 地熱貯留層と温泉帯水層を含む地熱系概念モデルの構築 | 温泉帯水層と地熱貯留層の関係の明確化 | 2-3 透水性断裂分布の把握 | (1) 今後推進すべき断裂系分布把握の内容 | — | <ul style="list-style-type: none"> ・流体が流動・貯留しうる断裂は縦型だけではなく、水平に近い低傾斜のものもある。 ・また、第四紀花崗岩上面に地熱貯留層が発達している場合（葛根田地熱発電所）や褶曲運動によって特定の岩石に断裂が発達している場合（森発電所）もある。 ・したがって、当該地域の地質情報を解析して、最適な地熱系概念モデルを作成し、温泉と地熱貯留層の関係を明らかにしておく必要がある。 ・水平な貯留層は多孔質の透水性地層（砂層）を想定させるが、実際は上述のように高透水性断裂が低傾斜である地域もあり、地質構造や断裂成因・分布を温泉事業者、地熱開発事業者及び自治体が共有して理解しておく必要がある。 | — |
| | | | (2) 今後の断裂系分布把握のための課題と方向性 | 断裂分布調査技術の向上 | <ul style="list-style-type: none"> ・基本的に技術の向上ではなく、正確なデータ取得を行うことが重要となる。そのために、坑井内調査（地質、検層）と正確な坑跡把握が必要である。 | — |

| 討議事項 | 技術的課題 | 解決策 | | | | 検討会での意見等 |
|-------------------------------------|---------------|---------|-----|-----|--|----------|
| | | 大項目 | 中項目 | 小項目 | 内容 | |
| 3. 地熱流体採取による温泉影響を定量的に検討する数値シミュレーション | 数値シミュレーションの精度 | 実証試験の実施 | — | — | ・実証試験が必要である。現時点では、数値シミュレーションは将来予測の補助的ツールとするのが妥当であろう。 | — |