

福島県における地熱資源開発に関する情報連絡会（第2回）

（議事概要）

日時：平成24年10月12日（金）13:30～15:30

場所：福島市杉妻会館 4階牡丹の間

- 議題：(1) 経過報告について
(2) 地熱発電に関する諸問題の整理について
(3) 意見交換、情報交換

● はじめに

福島県エネルギー課 佐々木課長

- ・ ただいまから、福島県における地熱資源開発に関する情報連絡会第2回を始める。
- ・ 前回に引き続き進行役を務めさせていただく。
- ・ 本日は経過報告、地熱に関する諸問題の整理、意見交換などを予定している。

（1）経過報告について

福島県エネルギー課 佐々木課長

（※資料1に基づき説明）

- ・ 今年度に入ってから、4月に説明会、5月に温泉、旅館関係者の方々からご意見等をお伺いし、前回7月31日に情報連絡会として開催し地熱開発の課題等について改めて整理した。
- ・ その際に、私から情報連絡会の検討に並行して地表調査を行うことについてはどうか、と伺ったが、まだ課題について検討すべきという意見が多かったので、当日に出された13項目の提案や疑問について丁寧に検討していこう、という結果となった。
- ・ 市町村の取組として、磐梯町、北塩原村、猪苗代町の三町村が7月9日に共同で協議会を設立した。名称は「磐梯山周辺地域地熱発電事業検討連絡協議会」。以下、「磐梯山協議会」と略。この協議会は町村長と議会議員、行政担当課長で構成。
- ・ 9月24日に地域関係者等を参集して、磐梯山協議会が主催で意見交換会を開催。出席者としては、行政区の区長、主な旅館の代表者など。磐梯山協議会としては、地表調査については容認していいのではないか、という結論にいたった。
- ・ 県としては、磐梯山協議会は行政・議会の協議会であり、意見交換の場としてはもう少し足りないところがあった、実際のところ地熱開発をこれらか進めていくには、各地域の、具体的には温泉・旅館・自然保護の関係者をもう少し参集して意見交換をする必要が、あるいは協議の場を設けて意見交換を重ねる必要があると考えてい

る。

- ・ まず始めに、この点について意見交換したい。

磐梯・吾妻・安達太良地熱開発対策委員会 遠藤委員長

- ・ 9月24日の磐梯山協議会について。
- ・ 9月21日に佐々木課長に「何かあるか」と尋ねたところ、「24日に磐梯三町村で協議会を行う」とのこと。課長はそのときに、県としては、ポイントポイントで協議会ができることは望ましい、我々はそれを県で止めることはできない、とおっしゃった。それは果たしてどうか。
- ・ 今までの説明では、地元丁寧に説明しながらやっていく、協議会をつくって地元の方と議論をしてそれから地表調査を始める。そう私は思っていた。協議会のあり方を根本的に覆すものだと、今回の地熱開発のこの話そのものが県と国の今の考え方では私は納得いかない。
- ・ 課長はあのとき、「望ましい」「止めることはできない」とおっしゃった。これに対してもう一度考えを聞きたい。

福島県エネルギー課 佐々木課長

- ・ 県としては、地熱開発を進めるにあたっては、影響を受けるのはポイントポイントの温泉地、何温泉とかそういった狭い地域の方々が一番影響を受けると思うので、ここの広い場所（情報連絡会）で検討したことだけで進めることは当然できないと考えている。
- ・ 地域、地域で開発を始める最終段階のその前には、できるだけ早い段階で、地域協議会という形で、広い範囲の方々ができるだけ多くの方が話を聞けるような形で進められることが望ましいと思っている。

磐梯・吾妻・安達太良地熱開発対策委員会 遠藤委員長

- ・ 最後に一つ。24日の協議会、課長は意見交換会といているが、新聞には「協議会で調査容認」ということが出ていた。
- ・ その24日の会議に、地元の温泉地の方々も含めて、会があることすら分からない方がほとんど。代表者の方々だけ集まって一方的に調査容認ということが決議されて進んだということ。
- ・ 国の福島室長からも24日の前にお電話をいただき「協議会をやりますよ」と。私は「いいですよ、どうぞやってください」と答えたが、どうも国、県の強引なやり方にはちょっと不信感がぬぐえないのが事実。

福島県エネルギー課 佐々木課長

- ・ 私としても不信感を抱かれることに対して心を痛める。
- ・ 県としては、市町村の考えをある程度尊重しなければならないと考えている。市町村と県はイコールパートナーであり、それぞれ、どちらがどちらに指示するという関係ではないというのが今の制度。多様な動きや考え方があって、それで進むものと考えている。
- ・ また協議会というものは、市町村リードであってもよいし、温泉協会リードであってもよい、いろいろな形で開かれるのがよい。
- ・ それから、協議会という名前が付いていれば、環境省ガイドラインでいう協議会の要件を満たすわけではなく、最終的には地域、地域で協議の場があって実質的に意見交換がなされ、住民の皆さんが事実を理解することが前提となる。
- ・ 協議会という名前がある、ないとか、国立公園の中、外に関わらず、福島県で再生可能エネルギーの開発を行うにあたっては必要なこと。
- ・ このことについて、何かご意見あるか。

福島県旅館ホテル組合 菅野理事長

- ・ 磐梯三町村の報告を聞いたが、大変腹立たしいのは、安全性も調べないで簡単に容認すること。こんな無責任なことはない。安全性をきちんと判断していくことが必要。温泉旅館もわずか2件しか呼ばれていないと聞いている。こういうやり方ではいけない。
- ・ 時間をかけてきちんと討論して、みんなが納得する中で話をする、それが県の役割だと思う。よろしく願いしたい。

福島県温泉協会 佐藤会長

- ・ 9月24日に地元で動きがありそうだと分かったので、遠藤委員長に対して県に問い合わせるように依頼した。
- ・ 開発業者のトップが経産省を訪問したのではないかとこの情報もあったが、結局、不信を生むのはそういうことだと思う。北海道の森地熱発電所が悪い例。
- ・ 福島県が今、安心安全も含めて果たさなければならない社会的役割、あるいは政策的な役割は大きい。
- ・ 調査が悪いとは思っていない。しかし、その前に県内の合意を得られる努力を最大限すべきであり、そのことが福島県の未来のために必要と思う。

福島県自然保護協会 星会長

- ・ 磐梯山協議会のことも含めマスコミ報道が先行している感じがする。
- ・ 県が「次世代エネルギーパーク」の認定を受けたという報道もあり、再生可能エネルギーと観光を結びつけるとの説明。このまま進むと大変なことになると感じる。

- ・ 地熱発電所建設は大変な自然破壊が伴う。その結果、福島県の観光資源が失われてしまう。県の商工労働部等にも入ってもらい、慎重に検討して欲しい。かつての原発や只見川水系の水力発電と同じように問題が出てくる可能性がある。

福島県エネルギー課 佐々木課長

- ・ 安全については、県としてもしっかりと見ていく。
- ・ 磐梯3町村は地熱発電所の建設や試験掘削を容認したわけではない。
- ・ 前回、私が提案したような地表調査であればどうか、ということだったと思うが、仮にそうであっても、地元のことを考えれば適当ではない。
- ・ もちろん、県は地域合意や安全は守っていく。

磐梯町政策課 田中課長

- ・ 3町村の取組について、ご意見をいただいたが、磐梯山周辺3町村では、ジオパークや観光について、連絡協議会をもって様々な事業に取り組んできたという経過がある。今回の地熱についても同じ認識で「検討連絡協議会」を立ち上げたところ。
- ・ 協議会というネーミングが誤解を受けているが、地熱についての勉強会的な要素が強い。
- ・ 24日の会についても、意見交換をしたいとの目的で、3町村毎に地域代表者2~3名、観光協会や行政代表3名ずつで話を聞いたところ。
- ・ そもそも3町村とも地熱に関して賛成・反対ということは出していないし、それを決定するための協議会ではない。この点に関しては間違いの無いように取り扱っていただきたい。
- ・ この会の席上、温泉旅館の方々から、枯渇の問題や地熱開発の必要性について、つっこんだ話が出されたが、まだ、やる、やらない、の決定以前の今の段階で、国から示された地下資源の分布の状況があまりにもぼやっとしているの、地表等についてある程度絞った調査等はやってもらったほうがよいのではないかとということ。
- ・ また、各自治体で地下資源の量について把握して、地熱だけではなく、それ以外の利用についても検討する等の観点から、それぞれ意見をいただいたところ。
- ・ やることを前提に、ということではないので十分御理解をいただきたい。

福島県エネルギー課 佐々木課長

- ・ 受け止め方はいろいろ。地元の温泉事業者には不満があると聞いている。更に地元においてよく話し合いをする必要があると思う。

磐梯・吾妻・安達太良地熱開発対策委員会 遠藤委員長

- ・ 調査を受け入れると、1億円以上の補助金が市町村に入るとの話があるが、実際は

どうなのか。

経済産業省資源エネルギー庁 福島室長

- ・ 地表調査をすることで市町村に1億円が配られるということは全くない。
- ・ 調査により、副次的に多少なりとも経済効果があるかもしれないが、ダイレクトに1億円が配られることはない。

福島県エネルギー課 佐々木課長

- ・ 環境省のグリーンニューディール基金のことを言っているのではないか。
- ・ 県内の全市町村が対象になっており、特定の地域や、今回の地熱開発を対象にしたものではない。

(2) 地熱発電に関する諸問題について

① 経済産業省からの説明 [既存地熱発電所における主な事案と対策例 (暫定版)]

福島県エネルギー課 佐々木課長

- ・ 次の議題に移る。地熱発電の開発関係のリスクについて、経産省でまとめた。福島室長から説明する。

経済産業省資源エネルギー庁 福島室長

(※資料2に基づき説明)

- ・ 本日も菅野委員から安全性についてご意見をいただいた。安全性について考えたときに地熱発電に関わる安全性リスク、経営していくリスク、自然環境に対するリスク、働く人のリスクなど、できる限り広く見渡すとした場合についてまとめた資料。
- ・ 皆様に是非御理解いただきたいのは、リスク分類、現象について頭に入れていただいて、地熱発電という事業をする際に参考にしてほしい。
- ・ 資料タイトルにおいて「暫定版」と記載しているのは、この資料を加筆修正しながら充実させていく予定であるため。
- ・ 皆様の地熱を考える上での一助としていただければと思う。

福島県エネルギー課 佐々木課長

- ・ この資料についてご意見、ご質問があれば。

自然保護協会 星会長

- ・ ヒ素関係の記載がないのはなぜか。

経済産業省資源エネルギー庁 福島室長

- ・ ヒ素と地熱開発に起因する問題との因果関係を示したような文献が見つからなかったため、記載していない。今後、ヒ素が原因で人体に影響を与えたこと等がしっかりと記載された文献等があれば、載せていく。

自然保護協会 星会長

- ・ 会津地方のある温泉業者から、掘ってみたらヒ素が出てきたとの報告を受けた。
- ・ そこは水源地になっており、猪苗代湖に流れている。もしヒ素が猪苗代湖に流れれば、郡山市、会津若松市の水道源として大変なことになると懸念している。
- ・ ちょっとした物質が川に流れると、動物・人体に影響を及ぼすので、慎重にお願いしたい。

福島県エネルギー課 佐々木課長

- ・ ヒ素については、開発段階で調査をして検出されれば、ストップということになる。
- ・ 情報連絡会の中でも、ヒ素について勉強していきたい。

国際石油開発帝石(株) 安達氏

- ・ ヒ素について事実だけ紹介する。
- ・ 日本には様々な鉱山があるため、ヒ素を含んだ硫砒鉄鉱（りゅうひてっこう）が至る所にある。そこを通過してきた熱水・温泉水は硫砒鉄鉱を溶かして、ヒ素の成分を有する。従って、日本全国でヒ素を含む温泉は結構ある。
- ・ 国の環境基準¹は 0.01ppm²、工場等の排水基準は 0.1ppm³。飲用温泉では最大 0.36ppm というものがある。飲用温泉は毎日飲むものではないという前提の下、問題無しとして運用されていると理解している。
- ・ 地熱発電所で汲み上げる熱中水には温泉水と同じように当然のことながらヒ素を含んでいる。自分が把握している中で最大の濃度は 49ppm、温泉では、私が調べた範囲では最大 25ppm。
- ・ 温泉は地表に放出しているが、熱水はすべて地下深くに還元しているので、地上には漏洩していない。

自然保護協会 星会長

- ・ 猪苗代町の人が心配していたが、地下深くから汲み上げた熱水を、その深度よりも浅いところに還元したのでは、いつかはヒ素が出てくるのではないか。

¹ 大気汚染、水質汚濁、土壌汚染及び騒音に係る環境上の条件について、それぞれ、人の健康を保護し、及び生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準（環境基本法第 16 条第 1 項）

² ppm = mg / 1 (リットル)

³ 水質汚濁防止法で規定された、事業所などの排水に含まれる有害物質の量に対する許容限度。健康項目については環境基準の 10 倍の値

福島県エネルギー課 佐々木課長

- ・ ヒ素や今の質問事項に関しては、次回以降報告したい。

② 地熱発電に関する諸問題（6項目）の整理 [地震誘発関係]

福島県エネルギー課 佐々木課長

- ・ 次の議題に移る。資料3のP11。「整理事項2 還元水による地震誘発」について。これから先は、前回までに皆様から表明いただいた疑問点・懸念事項等について、一つ一つ勉強会としてやっていく。
- ・ まず、地震について、浅沼先生をお呼びした。問題意識としては3年前の柳津町の地震の件。
- ・ 地元の温泉地区では、還元水を還元する際に微小震動があり、それが地震を誘発したのではないかと、との声が多かった。それが問題となり、柳津町が東北大学に調査を依頼し、結果を示していただいた。
- ・ 今回は、当時の調査にあたった浅沼先生にお越しいただいた。
- ・ 浅沼先生は東北大学で坑井掘削に関する技術研究や再エネに関する研究をされており、柳津町の地震について調査し結果を発表している。

東北大学 浅沼准教授

(※資料「2009年10月12日に柳津町で発生した地震と地熱開発の関連性に関する調査結果」に基づき説明)

- ・ 私は地熱フィールドから発生する微小地震、あるいは有感地震について20年ほど研究している。資源エネルギー庁作成の資料2に記載のある外国の事例の解析にも携わっており、2009年の柳津地震についても解析を依頼された。
- ・ まず、一般的な話をし、会津（柳津）のことを説明する。

ア) 地熱開発が地震を引き起こすメカニズム

- ・ 地震の問題は、科学的にも未知の部分がたくさんある。まずそのことを念頭において聞いていただきたい。
- ・ 地熱フィールドでは、主に岩の割れ目・亀裂が滑ることで地震が起きる。普段は1cm²あたり何百kgという力がかかっているため、岩と岩との間の亀裂は非常に強くくっついているが、それが何らかのきっかけで滑ってしまうのが地震という現象。
- ・ 亀裂がなぜ滑るのか。力学的には、次の3つの原因が考えられる。

① 外から加わっている力の上昇

② 亀裂の摩擦の低下

③ 亀裂の中に入っている水等の流体の圧力が増加し、亀裂が離れようとする事によるもの

- ・ 特に地熱フィールドで発生する地震は③の理由で、ほぼ説明できる。
- ・ 熱水系・天然系の地熱貯留層を使った地熱発電はもともと亀裂に富んだ場所を開発のターゲットとしているため、地震学的に見ると非常に滑りやすい、地震を起こしやすいフィールドである。柳津西山地域、岩手県葛根田地域では、開発以前から微小地震が発生している、という現象が起こっている。
- ・ 地熱開発事業者の多くは、微小地震のモニタリングをしながら地熱発電の運転・運用している。
- ・ 地熱開発事業者の多くは、微小地震のモニタリングをしながら地熱発電の運転・運用しているところがほとんどになる。
- ・ エネ庁作成資料2の中で、外国の例で、HDR 地震があるが、これは、天然の熱水系ではない所をターゲットとして穴を掘り、そこへ何百気圧という圧力の水を送り込み、人工的に地下の亀裂を水圧で広げ、わざと滑らせ、地熱流体を通りやすくしようとする考え方。
- ・ したがって、微小地震が発生することは極めて当たり前の現象。こうした現象が起こることが分かったのが約 20 年前。当時は非常に微小な地震で、地表で人間が感じる事がなかったため、この地震をうまく計測して、逆に地熱貯留層の存在を調べる有効な方法として活用していた。
- ・ ところが、2000 年代に入ると欧米で大規模な注水が行われるようになり、有感地震の発生事例が報告されるようになった。これも前述③に起因していると思われる。
- ・ その他の天然の地熱フィールドでも貯留層の圧を上げるという操作をすると、微小地震あるいは有感地震が発生するという事例が知られている。
- ・ 生産中の井戸のバルブを急激に閉めることでも同様に貯留層の圧が高まり地震が発生する、という現象もよく知られている。

イ) 2009 年 10 月の柳津西山地熱発電所付近の地震の分析

- ・ 柳津西山の場合の特徴は次のとおり。
 - ① 開発前から自然の地震活動があった
 - ② 資料P 11 の上段にあるように、会津盆地西部は自然地震の活発な地域で歴史的に見てもかなり規模の大きな地震が起きている
 - ③ 資料P 7 の上段。西山地熱発電所付近で発生した地震の解析を行った結果、東北大学と奥会津地熱(株)の微小地震震源決定に大きな差はなかった
 - ④ 震源の分布エリアは、地熱の生産ゾーンと4分の3ほど重なっている。蒸気が出ているあたりから微小地震が発生。しかし、西山地域の還元ゾーンは、震源

地帯から少し北東にずれた場所にある。ここでは微小地震はまったくない。したがって、還元のため水を圧入すると微小地震が発生する他の地域とは異なっており、この地域では水を入れても地震が発生しない

- ・ そこで、貯留層への人為的な操作が、今回の地震に影響を与えたのではないかと疑い、生産記録と地震の発生を検証合した。
- ・ その結果が資料P9。地震発生前後で、生産井のバルブを閉めることなどによる貯留層の圧力の上昇は起きていない。逆に、生産流量が増えており、貯留層の圧力は下がる傾向にあった。貯留層の圧力低下は、周りからの圧力による岩の亀裂の結合力の増加をもたらす、滑りにくくなるはず。
- ・ 以上から、私どもとしてはこの有感地震は、地熱発電所の操業、あるいは何らかの人為的行為によって発生したものではない、と結論づけた。
- ・ ただし、もともと会津西部は自然地震が起こりやすい状況にあり、有名な活断層がいくつかある。また、もともと地熱開発は、地震が発生しやすい場所をターゲットにしているため、開発に際しては、微小地震問題に適切に対処し、大きなマグニチュードの地震が発生するようなオペレーションは極力避ける必要がある。
- ・ ヨーロッパでも同様の問題が起こりつつあり、ヨーロッパ全体の調査した報告書によると、過去に大きな地震がおきた形跡のある地域、イタリアや、スイスとドイツの国境あたりでは、地熱開発に伴って、有感地震が起きるリスクが高いといわれている。
- ・ ただ、逆に岩手県の松川地熱発電所のように微小地震活動がまったくない地熱フィールドもある。
- ・ 開発に際しては、その地域のもともとの地震活動の程度を考慮し、常時モニタリングを行っていくことが重要。以上が私からの説明。

福島県エネルギー課 佐々木課長

- ・ 私から質問させていただく。貯留層に還元水を入れ、圧力が上がることで地震が起こりうるということだが、それは還元水が帰るところの貯留層ということでしょうか。

東北大学 浅沼准教授

- ・ フィールドによってかなり異なる。柳津西山の場合、還元ゾーンは生産ゾーンとは直接的には結びついていないという解釈がされており、還元ゾーンに入れた水はどこかに行ってしまい、逆にどこかから熱水が生産ゾーンに入っている。大きな目で見るとどこかで循環しているのだろうが、小さい目でみるとたぶん無関係。
- ・ 他所の例であるが、貯留層に還元水を戻す場合、自然の圧力ではなくポンプで加圧して注入すると微小地震が発生する確率が高くなると考えられる。
- ・ 資料2にある米国ガイザースでは、操業開始から約40年経過し生産能力が低下し

てきたため、人工的に貯留層に亀裂を作ろうと水を圧入したところ地震が発生した、ということが報告されている。

- ・ このように圧を高めると地震発生危険性は上がるが、どの程度上がるかは現在の科学ではわからず、予知はできない。大学で必死に研究しているが答えは見つかっていない。

福島県温泉協会 佐藤会長

- ・ 柳津西山でも生産能力が低下してきているため、新規に抗井を掘削して水を入れることになりそう。水には硫酸等を添加したうえで、場合によっては加圧して注入することになるだろうが、そうなった場合、従来のような地震の波動とは異なる波動が生じる可能性はあるのか、ないのか。

東北大学 浅沼准教授

- ・ 可能性はある。ただ、添加剤の話は、私はよく分からないが、ほとんどの場合、清水をそのまま注入するので、化学物質の影響は、私はあまり認識していない。
- ・ 柳津西山の場合には、殆どの場合人間が感じないマグニチュード1以下とかゼロとか1とかの微小地震だが、何かのきっかけで有感地震が起こるリスクは持っている。

福島県温泉協会 佐藤会長

- ・ 八丁原では、地元との契約において圧力の基準値を前もって決めている。たとえばスケール除去時の圧送水の圧力など。
- ・ 地域によって値は異なるだろうが、どの程度の圧力で問題がおきる可能性があるのか。柳津西山の場合はどうか。私は標準モデルを作る必要があると考えている一人である。

東北大学 浅沼准教授

- ・ ご指摘のとおりであり、それを今やろうとしている。
- ・ 自然地震の分野では滑りやすい断層が日本中いたるところにあり、それがなんらかのきっかけで滑って地震になる、という解釈が多数派。時によっては、月の潮汐で地震が発生するという話もあるが、それぐらい限界に近い滑りやすい亀裂が地震を起こすというのが自然地震。
- ・ ところが、地熱フィールドの有感地震は、それよりも滑りにくい状態、少し圧を加えなければ滑らない状態というのが、私たちが持っているデータの解釈の結果。
- ・ 柳津西山の場合、何メガパスカルということは言えないが、地熱事業者の想定している貯留層の自然の圧力の変動の上限に近いところで有感地震が発生しているので

はないかというデータがある。

- ・ 八丁原のように、ある程度圧力を変更させてもよい、という制限を加えることは確かにできると思うが、そこに至るまでの確定的・科学的根拠は完全には持っていない。

ふくしま NPO ネットワークセンター 齋藤常務理事

- ・ この柳津西山の地震により、地元の方は震度5程度の体感をした。こういったことが起きたときに、これを問題視して分析をして時間がどれくらいかかったのかということと、地元の方への情報提供はどのようになされたのか。

国際石油開発帝石(株) 安達氏

- ・ 地震発生の翌日に柳津町役場に入り準備をし、翌々日の朝、被害が最も大きかった地区に赴き、公民館に避難している住民からのその場での求めに応じて、これまで奥会津地熱(株)が観測してきた微小地震の観測結果と本地震の関連性について簡単に説明し、正確な資料については後日配付することとした。
- ・ 約1週間後から8つの地区で毎晩2~3時間かけて説明し質問に答えた。平行して関係自治体の議員、職員に対しても説明をした。
- ・ 町からは第三者の専門家によるデータ解析の希望があったので東北大学に依頼した。

東北大学 浅沼准教授

- ・ 住民の方への説明が日本は非常に遅れている。なぜなら、地震自体が非常に大きな天災の一つであるから。
- ・ 米国のシェールガス開発では、高圧の水やジェルを地下に圧力をかけて注入する。それとともに有感地震が発生したことが多数報告されている。特に米国中部の元々自然の地震がまったく発生しない場所でそうした地震が観測されるようになり、被害も発生している例がある。そうしたことを受けて日本のエネ庁に当たる USDOE では今年の1月に、開発を行う際に微小地震の問題をどのように扱うべきかを定めた規定書を出した。そこでは、どのようにモニタリングをすべきか、どのように住民に説明するか、作業を中止すべきモニタリング上の各種計測数値の上限等が書かれている。
- ・ イギリス政府も最近同様に、CO₂の地下貯留や天然ガスの地下保管の際に有感地震の発生リスクがあることに対し、どのように対応すべきかの指針を出した。
- ・ 日本ではそういったことについては全く手付かずの状況。地熱開発だけではなくCO₂貯留やガス開発、あるいは秋田で始まったシェールガス開発など十分起こり得る現象であり、国・自治体は何らかの対応をすべき。

福島県エネルギー課 佐々木課長

- ・ まとめると、熱水を還元する際に圧力をかけた場合には地震が発生する可能性があること、柳津西山地熱発電所では因果関係は認められないこと、圧力をかけて入れる場合の圧力についてはコントロールする必要があるし、更に日常からのモニタリングが欠かせないこと。圧力の基準は法定されたものはないので、それを研究中であり、あるいは法定化が望まれる。
- ・ また、このことに関する住民説明、理解を得るシステムが我が国においては未だ十分ではない、ということが分かった。

③ 地熱発電に関する諸問題（6項目）の整理〔温泉枯渇、硫酸添加による影響〕

福島県エネルギー課 佐々木課長

- ・ 次の議題に移る。前回までに出していただいた諸問題は資料3 P1の下段に書いてあるが、13項目ほどある。その中の「地震誘発」について、今お話いただいた。
- ・ 本日は、その他に温泉枯渇の話と硫酸添加による影響に関し、勉強会を続けたいと思う。
- ・ どのように進めるのか悩んだが、地熱事業者やエネ庁からの説明では推進サイドの意見では、との批判を受ける可能性があること、一方、温泉関係の皆様にもまとめていただき、ご説明いただく等のご苦勞をおかけするわけにもいかないことから、県が、様々な立場の方々の意見を整理し発表することで、地熱に対する理解を深めることとした。
- ・ 資料3に沿って、まず温泉枯渇について事務局から説明させる。

事務局（福島県エネルギー課 山田主査）

- ・ まず、前段の整理として、なぜこの6項目を県がまとめているのか、については、資料3の表紙に書いてあるとおり。
- ・ 13項目のうち、①～⑥については、前回、7月31日に開催した情報連絡会において資源エネルギー庁が作成した資料であるが、もともとは、5月16日にコラッセふくしまで開催した第2回意見交換会において、地熱に対する懸念事項等の発表の際に出された具体的な事象や懸念事項、地名、発電所名等を拾い集めたもの。
- ・ 今回は、そのうち6項目のうち3項目について整理し資料にまとめた。
- ・ 今回は暫定版。今後、研究を深めて当該資料を充実させていく。

ア) 温泉枯渇について

※ 福島県エネルギー課山田より資料3「1. 温泉枯渇①②」を説明

福島県エネルギー課 佐々木課長

- ・ 県としては現時点で地熱開発と温泉枯渇の因果関係の意見について、判断できない。判断するにしても研究を深める必要があるし、どこまでいっても判断するのは難しいかもしれない。皆さんの意見を伺いたい。

磐梯・吾妻・安達太良地熱開発対策委員会 遠藤委員長

- ・ 4月の意見交換会で、環境に対する苦情や温泉に影響は無いのかと質問した際、出光興産からは「一切ない」との回答。今回の資料を踏まえ、事実か改めて問う。

出光興産(株) 後藤氏

- ・ 誤解がある。当社が担当している滝上発電所では、そういった事例がない、ということ。枯渇といった温泉への影響については、国内では科学的に立証された例はない、と説明させていただいた。
- ・ また、資料では、5つのパターンというものを示し、開発の仕方によっては影響がある場合があるので、モニタリングが重要だという説明をしたと記憶している。

磐梯・吾妻・安達太良地熱開発対策委員会 遠藤委員長

- ・ 私が4月の意見交換会で参考とした資料は、昨年12月中旬に福島市のホテル辰巳屋で開催された地熱シンポジウム資料の、地熱開発事業者4社が「一切苦情は無い」という部分を引用したもの。

出光興産(株) 後藤氏

- ・ 12月に説明した資料でも、過去に様々な問題点があったが、その後、対策をとったことで苦情が無くなった、という説明をさせてもらった。
- ・ 全国の地熱発電所ではなくて、12月の資料にも記載しているように私ども日本地熱開発企業協議会の地熱事業者4社の発電所の事例として説明させていただいた。

福島県温泉協会 佐藤会長

- ・ 温泉枯渇の有無よりもむしろ地熱が温泉の温泉台帳のように管理されていない現状が問題。地熱は掘削時だけ温泉法による規制を受けるのみ。その後の経年等による地熱の変化について一般人は見られない。あるのは地熱開発に伴う開発行為に基づく資料のみ。
- ・ 各県には温泉台帳があり、年1回の総量や温度等の源泉調査が行われている。地熱についてもこうした管理を行い、地熱・温泉といった地下資源の一元管理を行うべきと考える。
- ・ 地表調査を実施してもポテンシャル量は推計値。開発ありきではなく、地表上の温

泉に当然影響があることを前提に、慎重に行っていただくことが一番大事。

- ・ 源泉台帳、あるいは蒸気台帳も含めて、県が一元管理すべきである。温泉法は県の自治事務であり、環境省の事務ではない。福島県は全国に先駆けて台帳整備を行い、そして調査の中身の信頼性の確保のためにもそれを公表していただきたい。
- ・ 視察した八丁原の筋湯温泉では、枯渇していないのではなく、9箇所ほど枯渇している中できちんと賠償をしている。そうしたことは裏に隠されたまま。
- ・ 県はしっかりと全国の地熱開発地域 17箇所を見て経過報告書を出すべき。その上で今後の地熱対策を議論してほしい。

福島県エネルギー課 佐々木課長

- ・ まとめると、温泉法に基づく温泉台帳は各県で整備されているが、地熱のデータについては管理されていない、あるいは公開されていないので、温泉のお湯のデータと地熱のデータを一元的に管理して、それを公表すべきだ、というご意見。

福島県温泉協会 佐藤会長

- ・ そうすれば、源泉毎の経年変化等が見られるようになる。

東北大学 浅沼准教授

- ・ 日本地熱学会が「地熱発電と温泉利用との共生を目指して」という報告書を2010年に発行している。その中に、今のご指摘の件がかなりカバーさせているので、是非お目通しいただきたい。

福島県温泉協会 佐藤会長

- ・ 大変言いにくいですが、できれば源泉ごとにデータを出す方式に改めていただきたい。また、地区全体をまとめて何トン、何リットルとする表現ではない方式に置き換えていただけないか。個別の状況の変化が、その報告書からは全く分からない。

東北大学 浅沼准教授

- ・ 日本地熱学会の企画委員長をやっているので、再来週の地熱学会で検討する。

福島県旅館ホテル組合 菅野理事長

- ・ 開発にあたっては、いいこと、悪いこと、すべてをオープンにして皆さんに判断していただくことが一番よい。
- ・ 本日は、浅沼先生から、圧力をかけて熱水を戻した場合に地震が起きる可能性があるとの話を聞いて、地熱発電と地震の関係について理解を深めた。
- ・ 温泉枯渇についても、それぞれの旅館の立場、温泉の立場、地熱開発事業者の立場

が全く相容れず、相反している。この辺が誤解のもと。したがって、現状を各委員に示していただき、その中で判断していくことがよい。

福島県エネルギー課 佐々木課長

- ・ 枯渇問題については引き続き調査し、当連絡会で報告させていただく。温泉台帳の件は関係部局と相談する。前述の地熱学会の報告書については情報収集したいと思う。
- ・ 続いて硫酸の問題に移る。

イ) 硫酸添加による影響

※ 福島県エネルギー課山田より資料3「6. 硫酸添加による影響」を説明

福島県エネルギー課 佐々木課長

- ・ 硫酸添加による影響について、出光興産ではどのように対応しているのか。

出光興産(株) 後藤氏

- ・ 滝上発電所では熱水側に硫酸を添加している。
- ・ 元々滝上の熱水は地下状態で pH6~7、地上では pH8~9。
- ・ 硫酸は劇毒物であるが、硫酸の添加量は数十ミリグラム程度。添加する硫酸の成分はすでに地熱水の中に含まれているもので、新たな化学物質を添加しているわけではない。
- ・ 熱水側に添加した後の pH は 6。全国的には pH5~6 に下げるのが一般的。滝上周辺の雨の pH が 5 前後であることからすれば、環境への影響は非常に軽微と考えている。
- ・ pH調整のための硫酸の添加については、事前に地元の説明し、納得いただいた上で実施している。

福島県旅館ホテル組合 菅野理事長

- ・ 硫酸の添加量は数ミリグラム程度とのことだが、どの程度の熱水に対する量か？月の消費量は？

出光興産(株) 後藤氏

- ・ 滝上では 1 時間に約 1,200 トンの熱水を還元しており、約 45m³/月添加している。

福島県エネルギー課 佐々木課長

- ・ 添加は還元の際に入れるのか。

出光興産(株) 後藤氏

- ・ 熱水側に入れるので、還元する前に添加する。

福島県温泉協会 佐藤会長

- ・ ということは、汽水分離器の前に入れるということか。

出光興産(株) 後藤氏

- ・ 違う。汽水分離器の後の熱水に入れる。蒸気と熱水を分離した後の熱水に添加する。
- ・ クローズドで還元する場合は飛散することはない。

福島県温泉協会 佐藤会長

- ・ それは、自動添加か。

出光興産(株) 後藤氏

- ・ はい。ポンプで自動注入している。

福島県温泉協会 佐藤会長

- ・ 場所により添加量に著しい差があるようで、柳津西山の場合、還元水には添加していないとのことだが、他に添加していない所はどこか？フラッシュ発電の場合はどの時点でどの程度の圧力で添加するのか？

国際石油開発帝石(株) 安達氏

- ・ 熱水を還元する際に2通りの方法がある。
- ・ 1 つ目は熱水を大気圧に開放して還元。もうひとつは大気圧に還元せずにセパレータで分離したところから井戸まで閉鎖状態で還元。前者が圧倒的に多い。
- ・ その場合、開放すると温度が下がるので、シリカ等スケール物質が析出しやすくなる。滝上ではそれを防ぐために硫酸を添加しpHをコントロールする。
- ・ 柳津西山では、発電所の冷却塔で戻された水を発電タービンの下に持ってくる。それが余ってくるので奥会津地熱(株)の事業所に持って行き、開放した熱水と混ぜる。混ぜる前の熱水はpH7程度だったものが、発電所からくる冷却排水がpH5程度であり、混ぜると丁度良いpHになり、シリカは溶存したまま。
- ・ 柳津西山は還元熱水の量が少ないので、冷却排水を混ぜることpHコントロールができる。それができないところ、例えば滝上は還元熱水が非常に多いので、冷却排水では足りないので、積極的に硫酸を添加している。

- ・ 硫酸は非常にポピュラーなもので、海水中にも 2,700ppm 入っている。50ppm 程度の添加はなんら環境に影響を及ぼさないため、添加剤に硫酸を選択している。

福島県温泉協会 佐藤会長

- ・ 元々地下に存在する硫酸と同レベルの硫酸を戻すのだから問題無さそうとはいえ、戻したときには岩石等に何らかの作用を及ぼすはず。
- ・ そうしたことも含め、地下に還元して流れていった先の説明はまだされていない。地下の岩石に及ぼす影響も見込んで pH 調整剤を添加しているわけではない。
- ・ したがって、硫酸等の pH 調整剤を含んだ水を還元することで、環境や地下水にどのような影響があるのかわからないのか、まったくわからないので、事業者には早急に説明してほしい。

国際石油開発帝石(株) 安達氏

- ・ 柳津西山の場合、化石海水が地層の中に取り込まれており、この層を通ってきた雨水が硫酸イオンを溶かし込み、地熱水となっている。
- ・ この地熱水の硫酸イオン濃度は海水よりも低く、その 10 分の 1 程度の濃度の硫酸を添加しているのが滝上。
- ・ これを地下に戻すとどうなるかというと、水と岩石が反応する。大量な場合は十分な反応が起こり、ピュアな熱水になる現象が起こる。これにより粘土鉱物ができたりする。
- ・ 地下に戻したものは地層というフィルターを通して、その深さや周囲の地質に応じて成分濃度が変化していく。そして時間がたてば完全に調和する。そうした熱水を「ピュアな熱水」と呼んでいる。ピュアかどうかにかかわらず、還元熱水は河川に流していないので地表には影響しない。
- ・ こうした研究は地熱学会で行っている。

福島県エネルギー課 佐々木課長

- ・ 化石海水の硫酸イオン濃度は？

国際石油開発帝石(株) 安達氏

- ・ 柳津西山は百数十 ppm。この濃度のまま還元している。

自然保護協会 星会長

- ・ 福島県は酸性の川が多いため、そこでは底生動物が少ない。硫酸を地下に注入し続けることは、将来的に心配。

国際石油開発帝石(株) 安達氏

- ・ 熱水は地下 1,000~2 千数百 m から汲み上げる。還元井の深度は 1,000m 程度。還元井に入れたものが地表に出てきていないということを柳津西山では確認している。
- ・ したがって、長い年月が経過しても地表付近の生物に影響を与えることはないと考えているし、ある程度の動植物の環境調査は行っている。

自然保護協会 星会長

- ・ 砒素の場合もそうだが、汲み上げた深度よりも浅い深度で還元しているので、いつかそれが地表に出てくるのではないかと心配している。

国際石油開発帝石(株) 安達氏

- ・ 何らかの形で地表に出てくることは我々も非常に危惧しているので、まずモニタリングで確かめる。
- ・ 理論的にも地表に出てこないことになっているが、モニタリングをしっかり行い、結果を公表していくのがこの場での共通意見だろうと考えている。

● まとめ

福島県エネルギー課 佐々木課長

- ・ 今回3項目について勉強したが、次回の情報連絡会では、残りの3項目について行う。可能であれば、佐藤会長からいただいた5つの提案について、何らかの提案等をしてほしいと思う。
- ・ 是非、専門の先生をお呼びして話を聞きたいと思うが、中立的な意見を聞くための人選が難しい。委員の皆様から提案等があればアドバイスいただきたい。
- ・ 本日はこれで終了する。

以上