

平成24年度生活衛生関係営業対策事業

地熱発電と温泉地との共生に関する調査報告書
— 地熱発電の現状と考察 —

平成25年3月

【抜 粋 版】

全国旅館ホテル生活衛生同業組合連合会

1. まえがき

温泉地との秩序ある開発を望む

東日本大震災とそれに伴う福島第一原子力発電所事故により、自然の力で定常的に補充される再生可能エネルギー発電の中でも最も有力で現実的なものとしての地熱発電が高い注目を集めております。そして、これに伴って発生したのが既存の温泉地の温泉資源と温泉文化に対する影響問題であり、全旅連は平成24年7月20日に「無秩序な地熱発電はしないでください」と環境省に対して要望しております。

これは、温泉への影響を問題視するとしても、科学的な関係を理解することなく、ただ、反対の声を上げているものではありません。「電気を求めて前のめりにならないよう、開発に当たっては拙速を避け、慎重なる判断をもとめたものであり、適切な開発に当たっては、温泉と地熱発電とが共生できることを目的とした5項目の提案をもって要望しているものであります。①地元(行政や温泉事業者等)の合意を絶対条件とする。②客観性が担保された情報開示と第三者機関の創設。③過剰摂取(補充井)防止の規制。④長期にわたる環境モニタリングの徹底。⑤被害を受けた温泉の回復作業の明文化、などを内容としたものであります。そこにはまた、「温泉資源の保護に関するガイドライン(地熱発電関係)」のとりまとめを契機に、地熱発電と温泉資源の関係について関係者間の理解の共有を図る上でも、国の責任ある積極的な関与を望んでいるものであります。

ここにまとめた報告書は、全旅連地熱発電検討委員会が度重なる委員会の開催と、現在稼働している地熱発電所の現地視察やヒアリングをもって地熱発電に関する基本的な事項等について述べたものであり、地熱発電の現状と動向を温泉旅館組合や組合員施設に伝え、今後増えると予想される地熱の開発に適切に係わっていくことを目的としております。

地熱発電の開発は、公正で透明な信頼関係の構築をもって生まれ、また、進められるものでなければなりません。私たちは太古の昔から引き継いだ「温泉」というすばらしい遺産をしっかりと守り、そして、将来の世代に引き継いでいく使命があります。それには、電力確保と温泉資源の二つの公益が共存することが前提となります。

本報告書を通して、科学的な議論の展開に向けた「知識」と「意識」の醸成が図られ、かかる知見を待って「秩序ある開発」が形成されることを強く望むものであります。

平成25年3月

全国旅館ホテル生活衛生同業組合連合会
会 長 佐 藤 信 幸

4. 地熱問題の背景とその推移

1. 地熱開発促進に向けた国の動き

平成 21 年 9 月鳩山首相は、国連の気候変動首脳会議の席上、わが国は温室効果ガスを 1990 年（平成 2 年）比、2020 年（平成 32 年）までに 25% 削減することを宣言した。気候変動の問題は総合的な政策が不可欠とし、グリーンイノベーション（環境エネルギー分野革新）の促進などを対応の柱とした。

翌 22 年 3 月、環境大臣は公約の達成に向けた対策、施策の道筋を示した地球温暖化対策に係る中長期ロードマップを発表。エネルギー供給分野においては、再生可能エネルギーの割合を 10% 以上とし、このうち地熱発電の発電量（温泉発電を含む）を平成 17 年の 53 万キロワットから、32 年には約 3 倍の最大 171 万キロワットまで引き上げるという目標を提示した。

一方、政府の行政刷新会議では規制・制度改革に関する分科会の中にグリーンイノベーションワーキンググループを設置。国の環境エネルギー問題について検討を重ねた。環境省による再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査の結果から、地熱発電は推計 850 万から 980 万キロワット程度可能とし、許可の早期化、柔軟化により更なる普及促進が期待できると指摘。また、地熱発電による自然公園の環境に及ぼす影響の可能性は、既存の 6 地点で問題は発生していないとして、22 年 5 月、自然公園、温泉地域等における地熱発電を含む再生可能エネルギーの導入促進に向けた規制の見直し案を示した。

同じ時期、日本地熱学会の地熱発電と温泉の共生を検討する委員会では、報告書「地熱発電と温泉利用との共生を目指して」をまとめている。

政府が示した規制の見直し案に対し、温泉資源の保護に取り組む日本温泉協会では、「既存の温泉地や影響が予測される地域での地熱発電開発は、救済方法が明確化されない限り断固反対である」とし、さっそく内閣府に意見書を提出した。

しかしながら、温泉の保護を訴える温泉協会側の意見は受け入れられず、グリーンイノベーションワーキンググループが示した案がそのまま

「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）」として、6月18日閣議決定された。

その対処方針として、「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）」、「地熱発電に係る過去の通知を見直し、傾斜掘削について、個別に判断する際の考え方を明確にするとともに、国立公園等の地表部に影響のない方法による事業計画であれば許可できる旨新たに通知するための調査・検討に着手する。（平成23年度検討・結論、結論を得次第措置）」などが盛り込まれた。

さらに9月10日の閣議決定は、温泉法等の地熱発電に係る設置許可基準の明確化とその加速化を促すもので、先に「22年度中検討開始、結論を得次第措置」としていた掘削許可に係るガイドラインの運用の通知について、「22年度中検討開始、23年度中を目途に結論・措置」と期限を前倒しし区切った。

そして平成23年3月11日に襲った東日本大震災と、それを原因とする原子力発電所の放射能漏れ事故は、地熱開発促進への国の動きにさらに拍車をかけるかたちとなった。

2. これまでの地熱問題の推移

日本初の地熱発電所は昭和41年10月に完成した岩手県松川の地熱発電所で、発電規模は2万キロワットである。

温泉資源の保護に取り組む日本温泉協会が地熱問題と関わりを持つのは、それから8年後の昭和49年。きっかけは前年に発生した第一次石油ショックだった。外国からの輸入石油に高く依存するわが国にとって、電力とエネルギーの安定した需給関係の維持は大きな課題として降りかかってきていた。

従来からの石油エネルギーを補う代替エネルギーのひとつとして注目されてきたのが地熱である。この年の3月、自民党内の地熱資源開発議員懇談会によって「地熱資源開発促進法案」の第一次要綱がまとめられた。国

のエネルギー問題解決の切り札としてにわかに脚光を浴びてきた地熱であったが、そのエネルギー源は、地中から採取される高温、高圧の蒸気および熱水であり、温泉法に定義された温泉そのものである。

多量の蒸気および熱水でタービンを回し発電する。周辺の環境破壊をはじめとする公害問題、また既存の周辺温泉源への影響が憂慮された。

この要綱を当時衆議院議員であった大野市郎日本温泉協会会長が入手、同協会では対応を急いだ。緊急の学術部委員会と常務理事会を招集。この間にも開発議員懇談会は、4月、法案の第二次要綱を発表した。

5月、理事会において討議の結果、法案に対し協会をあげて反対運動を展開することを決議。理事会終了後、国会を訪ね衆参両院の全議員に陳情。また、欠席の理事には文書をもって理事会の決議を通知するとともに反対陳情を要請した。

さらに学術部委員会の協力により「地熱資源開発促進法案に反対する理由」という冊子を作成し、再び全国会議員に配布。また一方で、会員ならびに温泉関係者に問題の発生とことの重大さを訴えるため、大野会長自らが筆を執り「全国温泉業界各位に告ぐ」と題した檄文を会員に配布。役員を通じて地元国会議員への冊子の配布と陳情を要請した。

7月9日、栃木県鬼怒川温泉で開催した昭和49年度会員総会で、地熱対策特別委員会の設置と、特別会計で地熱対策資金の設立を決議した。

こうした協会の総力を結集した運動が功を奏し、法案の国会提出は見送られた。第1回の地熱対策特別委員会を、翌8月開催。常務理事全員と主な地熱開発候補地の代表で委員会を構成。委員長は大野会長自らがつとめた。法案の提出が予想される次の国会までに法案反対の趣旨のPRを続けることと、提出阻止のための働きかけを続けることを決議した。また、学術部委員会と中央温泉研究所の益子安所長の協力を得て学術的な反論の準備を進めることを確認した。

地熱開発から温泉を守るため、日本温泉協会がこれまで取り組んできた反対運動を、内容ごとに大きく分けると、陳情活動、啓蒙活動、渉外活動の三つに分けられる。

陳情活動については数次にわたり繰り返しおこなってきた。昭和55年通

産省がエネルギー源の多様化の方針を示したことで、地熱問題は促進にむけて再び動き出した。57年5月「地熱エネルギー開発に関する既存温泉保護についての陳情書」を環境庁、通産省、資源エネルギー庁など関係省庁と関係国会議員に提出。

① 地熱エネルギー開発事業は周辺温泉のゆう出量、温度もしくは成分に影響するという前提の上に立って行うことを要望する。

② 周辺温泉に影響を及ぼす恐れのある地域での地熱エネルギー開発事業を中止されたい。

③ すでに温泉に影響を与えた温泉地に対しては、その救済を計られたい。

とした。

啓蒙活動としては、シンポジウムの開催と、刊行物による啓蒙に努めた。シンポジウムは、長野・岐阜両県の県境に位置する御岳山飛騨側山麓での地熱開発計画に対し、61年4月、岐阜県下呂温泉において「地熱発電が周辺温泉源に及ぼす影響についてのシンポジウム」を開催した。また、秋田県八幡平温泉郷での開発計画に対し、平成4年11月、同県湯瀬温泉で「地熱発電が八幡平周辺の温泉源に及ぼす影響について」を開催。刊行物では平成9年10月、機関誌『温泉』で「地熱開発と温泉」を特集した臨時増刊号を刊行。中沢晁三地熱対策特別委員長も「社会問題としての地熱発電」と題した記事の中で不条理を訴えた。

渉外活動では、平成11年度から13年度にかけ新エネルギー財団からの要請に応じ「温泉影響予測手法導入調査」の実施にあたり、委員会に派遣。開発側と同じ席に着き、温泉保護の重要性を強く要望した。

3. 直面した地熱問題

地熱開発による温泉資源枯渇の恐れや、自然公園の景観上の支障等が指摘されるなか、環境省は平成23年6月、地熱開発に関わる二つの検討会を設置した。

ひとつは「地熱資源開発に係る温泉・地下水への影響検討会」、そしてもうひとつは「地熱発電事業に係る自然環境影響検討会」である。地熱資

源開発における最新の技術の検証や、景観上の課題について整理そして検証することで、温泉資源・地下水に及ぼす影響と、自然公園の風致景観上の支障について、軽減策の検討を行い、自然環境に配慮した再生可能エネルギーの推進を図ることを目的とした。

「地熱資源開発に係る温泉・地下水への影響検討会」の第2回検討会が8月4日東京で開催され、地熱開発推進側の立場と温泉保護の立場、双方のヒアリングが行われた。推進側からは、九州電力と日本地熱開発企業協議会。温泉保護の立場からは、日本温泉協会と日本秘湯を守る会が出席。それぞれの立場から意見を陳述した。

また、これに先立ち6月23日、山梨県湯村温泉で開催した日本温泉協会の23年度会員総会で、「温泉観光地の存続を脅かす無秩序な地熱エネルギー開発に断固反対」と題する議題が会員から提出された。

全国それぞれの地域ごとに、地熱開発についてまず自分達がどのような立ち位置にあるか議論し明確にすることが大切とした上で、協会はこれまで以上に地熱問題に取り組み、強い意思を固めて政府や関係機関に働きかけを強められたい、とするこの提案を採択することを決議した。

平成23年12月17日、福島市で「地熱エネルギーに関するシンポジウム in 福島」が、東北地域の地熱開発有望地区のうち最大の地熱ポテンシャルを有する福島の地から全国に発信と銘打ち、地域との共生をテーマに開催された。地熱開発事業者、温泉事業者、自然保護関係者などがパネラーとして出席した。翌年3月には温泉保護の立場から、磐梯・吾妻・安達太良地熱対策委員会が設立され、高湯温泉の遠藤淳一氏が委員長に就任した。

平成24年3月27日、環境省は温泉資源の保護を図りつつ地熱発電の推進にむけた「温泉資源の保護に関するガイドライン（地熱発電関係）」をまとめ、自然環境局長名で各都道府県知事あて通知した。また同日、「国立・国定公園内における地熱開発の取り扱いについて」も、自然環境局長名で各都道府県知事あて通知した。

ガイドラインは四部から構成され、基本的考え方、地熱資源の一般的概念等、地熱開発のための掘削許可に係る判断基準の考え方、関係者に求められる取り組み等、からなる。「国立・国定公園内における地熱開発の取

り扱いについて」は自然公園の区分ごとに次のように定め、国立公園内の開発規制区域でも自然環境への影響を最小限にとどめるなどの条件つきで掘削を認めた。

特別保護地区（原生状態を保持）及び第1種特別地域（現在の景観を極力保持）については、地熱開発を認めない（傾斜掘削による地下利用も認めない）。ただし、地熱資源の状況を把握するために広域で実施することが必要な調査であって、自然環境の保全や公園利用への支障がなく、かつ、地表に影響がなく原状復旧可能なものについては、その必要性、妥当性が認められる場合に限り、個別に判断して認める。

第2種（農林漁業活動について努めて調査）及び第3種特別地域（通常の農林漁業活動は容認）については、原則として地熱開発を認めない。ただし、公園区域外又は普通地域（風景の維持を図る）からの傾斜掘削については、自然環境の保全や公園利用への支障がなく、特別地域への影響のないものに限り、個別に判断して認める。

普通地域については、風景の保護上の支障等がないものについて、個別に判断して認める、とした。

平成24年4月27日、日本温泉協会は、地熱問題に対する基本的な考え方をまとめ、声明文「自然保護・温泉源保護・温泉文化保護の見地から『無秩序な地熱開発に反対』します」とし、環境省と観光庁の記者クラブを通じマスコミ各社に配信した。声明文では、無秩序な状況を回避するための五つを提案した。

- ① 地元（行政や温泉事業者等）の合意
- ② 客観性が担保された相互の情報公開と第三者機関の創設
- ③ 過剰採取防止の規制
- ④ 継続的かつ広範囲にわたる環境モニタリングの徹底
- ⑤ 被害を受けた温泉と温泉地の回復作業の明文化

また、この五項目を盛り込んだ「自然保護・温泉資源保護・温泉文化保護の立場から『無秩序な地熱発電開発に反対』します」とした要望書を、環境省、観光庁、資源エネルギー庁に「9月6日提出した。

背景と推移

わが国の地熱発電開発は1960年代にはじまった。1960（昭和35）年6月に社団法人日本地熱調査会が発足した。そしてわが国初となる松川地熱発電所が運転を開始したのは1966（昭和41）年10月である。

俄に地熱発電が社会の注目を集めだした背景には、1973（昭和48）年10月に勃発した第一次石油ショックがある。国が非石油エネルギーを模索するなかで、地熱は純国産の再生可能なクリーンエネルギーと評された。

1974（昭和49）年7月の「サンシャイン計画」（工業技術院）、1979（昭和54）年6月の「長期エネルギー需給見通し」（資源エネルギー庁）を経て、1980（昭和55）年5月に「石油代替エネルギーの開発及び導入の促進に関する法律」が施行された。条文に新エネルギー総合開発機構（NEDO）の設立を定め、同機構の事業のなかに地熱資源の開発促進が盛りこまれた。

地熱開発促進のための国家予算が組まれ、産学官の協力体制のもと開発に向けて積極的な調査研究が進められてきたが、1999（平成11）年3月の八丈島地熱発電所運転開始以降、新規の発電所建設は足踏み状態がつづいている。理由は、発電コストの問題、国立公園内の規制、温泉地の反対とされてきた。

こうした状況を経ていま再び地熱が脚光を浴びてきた。以下に最近の動きを整理する。

2009（平成21）年9月

鳩山首相が国連の気候変動首脳会議で温室効果ガスの25%削減を宣言

1990（平成2）年比、2020（平成32）年までとし、グリーンイノベーション（環境エネルギー分野革新）の促進を示唆。

2010（平成22）年5月

行政刷新会議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案を提示
政府の行政刷新会議〈規制・制度改革に関する分化会〉のグリーンイノベーションワーキンググループは、「地熱発電は許可の早期化、柔軟化により更なる普及促進が期待できる」と指摘。

2010（平成 22）年 6 月 18 日

「再生可能エネルギーの導入促進に向けた規制の見直し」を閣議決定
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・柔軟化を進めるため、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した。平成 22 年度中に検討を開始し、結論を得次第措置。

2010（平成 22）年 9 月 10 日

再生可能エネルギーの導入促進の加速化を閣議決定
掘削許可に係るガイドラインの運用の通知について、当初、結論を得次第措置としていたものを、23 年度中を目途に結論・措置と期限を前倒しし定めた。

2011（平成 23）年 3 月 11 日

東日本大震災発生
原子力発電所の事故は地熱開発促進への国の動きにさらに拍車をかけた。

2011（平成 23）年 6 月

環境省は地熱開発の促進にむけ二つの検討会を設置
「地熱資源開発に係る温泉・地下水への影響検討会」と「地熱発電事業に係る自然環境影響検討会」を設置。

2011（平成 23）年 8 月 26 日

「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」成立
再生可能エネルギーの固定価格買取制度の導入について定める。施行は平成 24 年 7 月 1 日とした。

2011（平成 23）年 11 月 1 日

エネルギー・環境会議が地熱促進にあたっての方向性を示唆
エネルギー・環境会議の〈エネルギー・環境会議アクションプラン〉において、
「傾斜掘削による自然公園の地下開発であれば許可可能である旨通知するととも

に、自然公園の区分や開発段階（地表調査、掘削調査、発電設備設置等）ごとに、許可が可能となる要件や方法を検討し、明確化すること」など示した。

2012（平成24）年3月27日

環境省「温泉資源の保護に関するガイドライン（地熱発電関係）」ほか通知
温泉資源の保護を図りつつ地熱発電の促進にむけた「温泉資源の保護に関するガイドライン（地熱発電関係）」をまとめ、各都道府県知事あて通知。また、「国立・国定公園内における地熱開発の取り扱いについて」として、各都道府県知事にあて、国立公園内の開発規制区域でも自然環境への影響を最小限にとどめるなどの条件つきで掘削を認める新基準を通知。

9. 地熱発電所現地視察報告

9-1 新潟県・松之山温泉における温泉発電の視察報告

1. はじめに

全旅連地熱発電検討委員会(野澤委員長)、全旅連事業委員会環境推進小委員会(山本小委員長)は平成24年8月3日、新潟県松之山温泉の「ひなの宿 千歳」で委員会を開き、地熱発電と温泉発電の両面で開発に取り組んでいる地熱技術開発株式会社の取締役 営業・事業開発部長 大里和己氏を招き、温泉に影響が出る可能性がある地熱発電について学んだ。また、環境省の委託事業として松之山温泉で行われている温泉発電実証試験設備(50kW)の現地視察を実施した。

2. 地熱発電と温泉発電の概要

地熱発電の特徴として挙げられることは、①海外に依存しない純国産エネルギー、②CO₂排出量の少ないクリーンエネルギー、③ベースロード電源として安定供給に寄与した安定電源、④過疎化の活性化を目指した地域産業、⑤各国が新規開発に注力している世界的成長産業⑥地熱用蒸気タービン世界シェアは日本メーカーがトップ、⑦地下の開発・評価技術でも日本はトップクラスであるということ。

また、問題点については地熱開発の停滞(日本の場合、資源量は世界第3位、設備容量は第8位、過去10年間の新規開発はゼロ)が挙げられる。課題としては①地下資源特有のリスク、②開発コストとリードタイム、③自然公園法等の諸規則、④温泉事業者との調和などが挙げられ、こうした課題により、日本では地熱発電が進んでいない状況となっている。

地熱発電は地中深くから取り出した蒸気で発電するもの。地下350~3250メートルくらいの深い井戸(地熱井)を掘って、マグマの熱で熱くなった地下水をくみ上げて蒸気を取り出し、その蒸気でタービンを回して発電する。地熱資源は、マグマなどの「熱構造」、水などの「流体流動」、そして蒸気や熱水が溜まっている「貯留構造」の三要素から成り立っている。

会議では、国内の地熱発電の潜在的資源量(世界第3位)、海外の開発状況(設備容量、2015年見通しともに日本は8位)、地熱井の作り方、地熱発電のしくみ、国内の開発状況(既設は17地点20基、新規開発1基、民間調査3地点、国の委託調査2地点)、国内の地熱発電設備、地熱の利用体系・用途別設備容量と年間利用熱量、そして、国内の地熱発電所の事例などについて説明を受けた。

3. 地熱発電のリスクについて

地熱発電については、今まで地熱発電所が引き起こした深刻な問題や地熱発電の影響が発現した事例(地震・地すべり、温泉枯渇等)が報告されている事などから、委員からは地熱発電の環境への影響についての質問も出された。

質問は、「汲み上げによって温泉資源が減少または枯渇するのか」「地熱発電使用後の温泉水の還元に伴って地震が誘発される可能性はあるのか」などの懸念事項から法整備の必要性に関する事項にまで及んだ。また、開発におけるリスクについて大里氏は「十分な科学調査を行った後でも、そこを開発して本当に発電できるだけのポテンシャルがあるかどうかは、実際に事業を開始してみなくては判らないという側面もある。地下資源特有のリスク(地質構造の違いなど)もあり開発リスクが高いことは確かだ。しかし、リスクが先にありきでは事は進まない。重要なことは、地熱発電開発のプロセスにおいて、開発側はメリット、デメリット、リスクに関する情報を公開することであり、その上で温泉地は、意思の統一を計るべきである」と述べている。

4. 松之山温泉における温泉発電(バイナリー発電)について

松之山温泉で行われている温泉発電(バイナリー発電)についても詳しく説明を受けた。

松之山温泉バイナリー発電所は、環境省の地球温暖化対策技術開発事業で「温泉発電システムの開発と実証」として、平成22年度から実施されていた事業である。地熱技術開発株式会社と弘前大学、産業技術総合研究所が共同で研究して進めているもの。

新潟県は平成 22 年 4 月 7 日、地熱技術開発株式会社及び産業技術総合研究所が同県十日町市の松之山温泉で計画していたバイナリー地熱発電の実用化に向けた実証研究が環境省の事業採択を受けて平成 22 年度から 3 年間実施されると発表。温泉や電力系統に影響を及ぼさない温泉発電システムの実用機の開発・実証を行い、温泉発電の早期普及を図りたいと期待を寄せている事業だ。

平成 19 年に掘削した松之山温泉「鷹の湯 3 号」の源泉 97.2℃の温泉水を使って、低沸点媒体であるアンモニア水を沸騰させ、その蒸気でタービンを回して発電させる（熱水と低沸点媒体の 2 つの媒体を利用することから「2 つの」という意味の「バイナリー」が名称に使われ、温泉発電はバイナリー発電とも呼ばれている）。発電に使用したあとの温泉水は 50℃程度なので、浴用に使える。現在、100℃以下の既存温泉による発電としては国内初の試みで、その進展が注目されている。

日本の温泉では、入浴に適さない 50 度以上(80~120℃)で湧き出しているものも多く、これを入浴に適する温度の 50℃程度まで下げる必要があり、この利用可能温度まで下げる間の温度差エネルギーが未利用のまま河川に放流されているのが現状。これを利用して発電するのが温泉発電なのである。地熱発電が 200℃以上の地層に井戸を掘り、出てきた蒸気でタービンを回して発電するのに対し、温泉発電はもっと温度の低い蒸気でも発電できるように、蒸気の持っている熱を低沸点の媒体により熱交換させて、その蒸気でタービンを回して発電するように工夫されている。

5. まとめ

温泉発電は、既に湧出している温泉を浴用可能な温度(50℃程度)まで冷ます温度差のエネルギーを用いて発電を行うため、「新たなボーリングを必要とせずに」「二酸化炭素の排出の少ない発電を」「日照や天候等に左右されずに安定的に」供給することが可能となっている。また、人肌に触れることができない高温の温泉を浴用適用可能温度まで下げることができるため、高温温泉の冷却のために費用と手間が必要な温泉事業者にとっても、大きなメリットがある技術なのである。

さらに、発電の途上での冷却水の排熱などについてもうまく利用すれば、温泉旅館やホテルのボイラーや暖房等に利用する灯油や重油などの化石燃料の節約も可能なため、費用削減や二酸化炭素削減も期待できる。国が導入を積極的に図っている太陽光発電の導入と比較してみると、太陽光発電設備設置には地理的に不利な場合もあるが、温泉発電はそのような地域での再生可能エネルギーの活用の一つとして利用可能なものである。また、地震などの災害時の独立電源としても安定した電力を孤立した地域に送電することが可能であるため、価値の高いものとして評価されている。

GERD

地熱発電の特徴と課題

特徴

- 国産エネルギー(エネルギーセキュリティに寄与する)
- クリーンエネルギー(CO2排出量が少ない)
- 安定電源(ベースロード電源として安定供給に寄与)
- 地域産業(過疎地の活性化)
- 世界的成長産業(各国が新規開発に注力)
- 地熱用蒸気タービン世界シェアは日本メーカーがトップ
- 地下の開発・評価技術でも日本はトップクラス

問題点と課題

(地熱開発の停滞＝世界との乖離)
日本：資源量は世界第3位・設備容量は第8位・過去10年間の新規開発ゼロ
(課題)

1. 地下資源特有のリスク ⇒ 国による地熱開発促進調査・事業化推進調査
2. 開発コストとリードタイム ⇒ 固定価格買取制度と規制緩和(環境影響評価など)
3. 自然公園法等諸規制(8割が保護地域内) ⇒ 規制緩和(公園内調査・開発)
4. 温泉事業者との調和 ⇒ 地域協議会やガイドライン

(世界の動向)
蒸気タービンの輸出だけでなく、地下の評価や設備全体の建設も含めた総合能力が必要になる(国内のノウハウ蓄積が重要な鍵)。

(参考)地熱井の作り方

① 掘り具(ドリルパイプ、ドリルカラー)の先にビットをぶら下げ、地上で掘り具を回して掘ります。

この時、泥水ポンプを使って泥水(でいすい)を掘り具の中に注入し、掘り具の外側から掘り屑を地上に排出します。泥水は、人間の体で言うと血液のようなものです。

② 途中まで掘ったらケーシングパイプを井戸の中に入れ、その回りをセメントで固めます。これは、掘っている最中に泥水が地層に流れ出したり、掘ったところが崩れたりするのを防ぐためです。

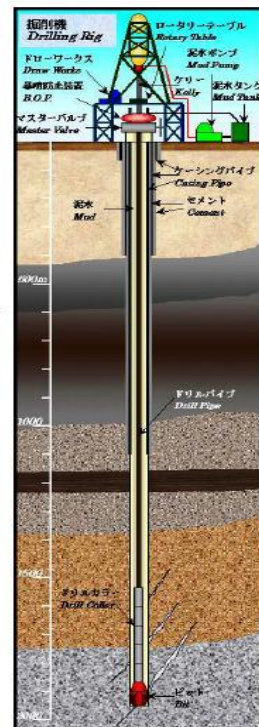
③ ②で入れたケーシングパイプの内径より小さいビットを用いてケーシングパイプの下を掘ります。また途中まで掘ったら②とおなじようにケーシングパイプを入れ、その回りをセメントで固めます。これを3~4回繰り返します。

④ 最後の段は、ひたすら割れ目に当たるまで掘ります。

割れ目に当たったかどうかは、泥水が地上に戻ってこなくなることでわかります。これを逸泥(いつでい)といいます。

この割れ目から蒸気や熱水を取り出すので、ここが崩れたり埋まったりしないように孔明管(孔の開いたパイプ)を入れて井戸を仕上げます。

(出典) 八幡平地熱株式会社ホームページ「八っちゃんの地熱発電所のおいしい作り方 参. 料理(地熱井掘削)」より引用



既存地熱発電地域での温泉共生事例のまとめ

事業者	内容
A	町主催の連絡協議会に参加し、温泉業者と情報交換。
	還元熱水を利用した町(トマトなどの栽培用ハウス)への温水供給(無償)。
B	定期点検修繕工事作業員の地元温泉宿泊施設の活用。
	温泉組合主催の各種行事への参加。 発電所PR館来訪者への温泉宿の紹介(パンフレット、地図の配布)。
C	毎時260トン、70℃の温水供給(有償)。
D	協定に基づく、温泉モニタリングや発電所操業状況についての定期的な報告。
	造成熱水の給湯、観測井による給湯。
	地元温泉業者の温泉井スケール付着対策等の技術支援。 学識経験者を含む第三者機関(委員会)による温泉モニタリング結果の評価。
E	源泉所有者説明会を定期的に実施し、発電所の運転状況等について意見交換。
	泉温・湧出量等の定期的な温泉モニタリングの継続と報告。
F	地元温泉組合への技術支援。
G	温泉の湯量確保のための技術支援(温泉井の掘削位置の選定等)。
	発電に使用した蒸気凝縮水を熱交換に利用し、温水を温室に供給。
H	周辺地区の町有源泉確保のため、地表調査やスケール対策等の技術協力。
	発電設備および蒸気供給設備の設置地区に対し、民生利用に限定した給湯。 A地区: 毎時10.2トン、80℃、B地区: 毎時1.2トン、70℃(いずれも造湯槽出口)。
J	熱水有効利用装置等を利用した給湯。
	定期的に委員会を実施し、水質測定の結果等について報告。

(出典: 資源エネルギー庁 地熱発電に関する研究会, 2009)

温泉発電について

温泉発電は、既存の高温温泉を浴用適用温度(50℃程度)まで冷まず温度差で発電を行うため、

「新たにボーリングを必要とせず」

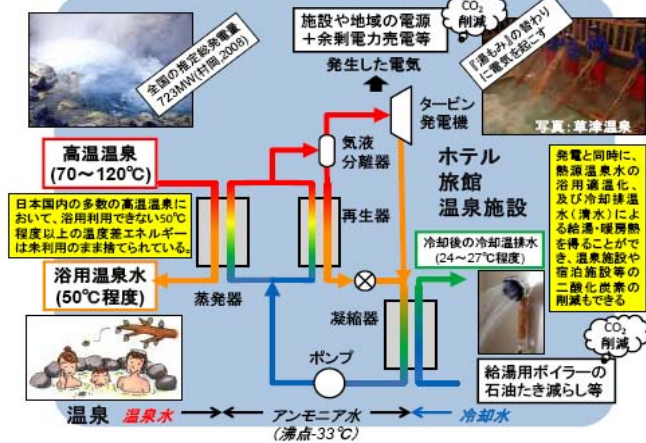
「二酸化炭素の排出の少ない電気を」

「日照や天候に左右されずに安定的に」

供給することが可能です。

発電途上での冷却水廃熱の利用によるボイラーや暖房の石油の節約や集客効果など一石二鳥・一石三鳥のメリットがあります。

バイナリー発電を用いた温泉発電の概念図



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苦慮しています。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ます。

中小地熱バイナリー発電設備の価格(概算)の相場観

発電出力 kW	初期投資コスト(千円)					備考
	最小	～	最大	平均	kW単価	
25	65,000	～	100,000	82,500	3,300	同じ設備を使用し、出力だけ変動するものとしました。
50	65,000	～	100,000	82,500	1,650	
70	65,000	～	100,000	82,500	1,179	
140	100,000	～	130,000	115,000	821	
210	150,000	～	195,000	172,500	821	
300	180,000	～	234,000	207,000	690	
500	250,000	～	325,000	287,500	575	
1,000	400,000	～	520,000	460,000	460	
2,000	700,000	～	910,000	805,000	403	
3,000	1,000,000	～	1,300,000	1,150,000	383	

- 1) 発電設備に標準的な設置工事費用を含めて積算した。設置地点の立地環境によって変動する。
- 2) 発電側に熱水を供給、あるいは利用後の熱水を他で利用するための配管工事等は含まれていない。
- 3) 自家供給用の送電線等の設備の費用は含まれていない。
- 4) メーカーの正式な価格や建設工事価格等は公表されていないため、これまでの弊社独自の調査や経験により価格を算定した。このため、提示した価格には±25%程度の誤差は含まれるものとする。

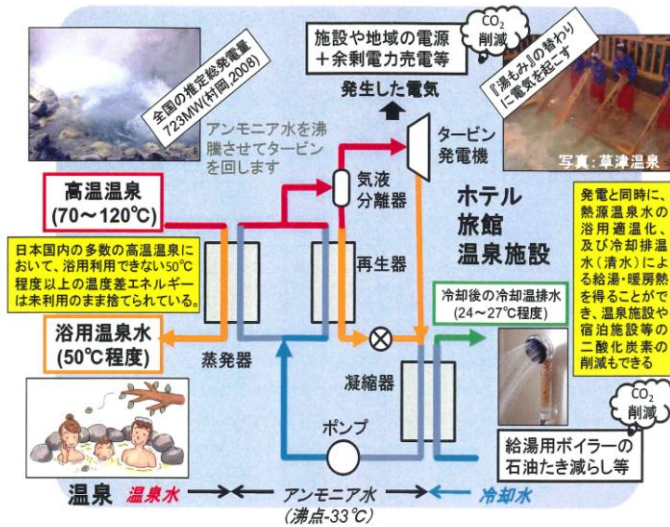
発電原価(ランニングコストを含む)

温泉流量 (L/分)	A社		B社	
	ボイラー・タービン(BT)主任技術者必要		不要	
	アンモニア水		不活性ガス(代替フロンガス)	
	原価(円/kW) (15年)	出力 (kW)	原価(円/kW) (15年)	出力 (kW)
400	50※	87	40程度	25
800	32	150	30程度	50
1,200	26	200	20~25程度	70
1,800	20	300		100
固定買取	40	1.5万kW未満	40	1.5万kW未満

温泉の温度は98℃程度を仮定。建設コストは、純粹に発電設備のコストのみとし、井戸の修繕、配管、温泉沈殿物(スケール)対策の費用は含まないものとした。発電原価は、消費税抜き金額で示した。なお、数値はあくまで参考値であり、実際の条件での再試算が必要である。

※研究開発用機器の価格で試算(実証試験後は2割~3割のコストダウンを見込んでいる)。

温泉発電システム

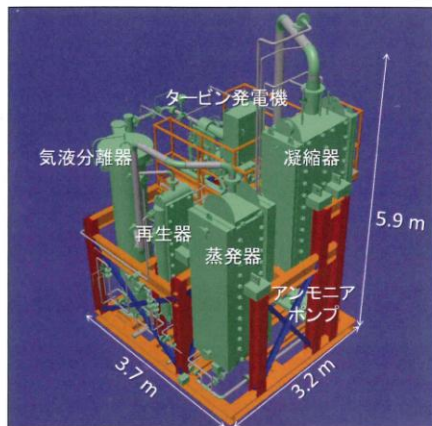


温泉発電システムは、NEDO委託事業「新エネルギーベンチャー技術革新事業／温泉エコジェネシステムの開発」(平成19~21年度)で開発され、環境省委託事業「地球温暖化対策技術開発事業／温泉発電システムの開発と実証」(平成22~24年度)において実用化のための改良を行い、温泉で実証試験中の技術です。

実証試験 (H23.12~H24) (新潟県十日町市松之山温泉)

- 共同研究: 地熱技術開発㈱・産業技術総合研究所・弘前大学
- 使用する温泉: 鷹の湯3号源泉 (十日町市)
 - ✓ 泉温 97.2°C
 - ✓ 最大湧出量 624L/分(うち温泉に影響を与えない湯量を利用)
- 実証試験(協力: 十日町市・新潟県)
 - ✓ 発電実証試験(H23.12~H24)
 - ✓ 温泉影響モニタリング・評価
 - ✓ 熱交換器の温泉沈殿物対策

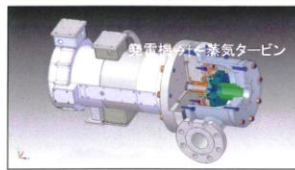
- 全国の多数の高温温泉→温泉成分を薄めないまま、浴用温度まで下げることに苦慮→既存の温泉だけで72.3kWの発電可能な熱量があります。
 - 80~120°Cの温泉水を浴用利用温度50°C程度まで下げる間の温度差エネルギーで発電します。(98°C、約400リットル毎分の温泉で50kW程度の発電が可能です。*)
 - 年間140~190トン程度の二酸化炭素を削減できます。
- *発電量は温泉や周辺の条件によって変動します。



松之山温泉バイナリー発電実証試験設備 (新潟県十日町市)



温泉発電システム運転状況確認システム



- タービン発電機の仕様
- ・材質: チタン合金ローター、ステンレス合金ノズル&ケーシング
 - ・シール方式: 窒素ガスシール方式
 - ・発電方式: 永久磁石型高速発電機(水冷式ケーシング 定格回転数50,000rpm)
 - ・最大出力: 87kW
 - ・電圧: 400V(トランスにより100/200Vで出力)
 - ・周波数: 50/60Hz



タービン発電ユニット

新設計の同軸一体型タービン発電機の構造

地熱技術開発株式会社

GERD

独立行政法人 産業技術総合研究所(産総研)

弘前大学
Hiroaki University

共同研究者



松之山温泉で開催した地熱発電と温泉発電に関する委員会



松之山の温泉発電に利用する源泉



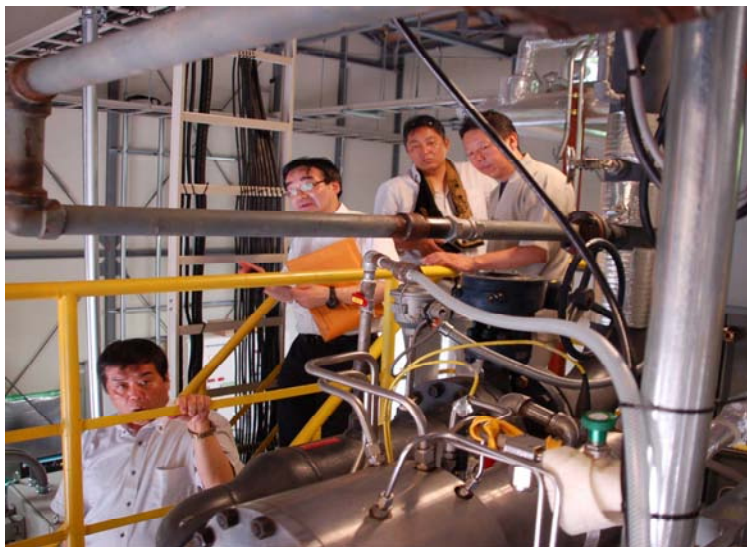
松之山の温泉発電に利用する源泉



松之山温泉の温泉発電施設の視察



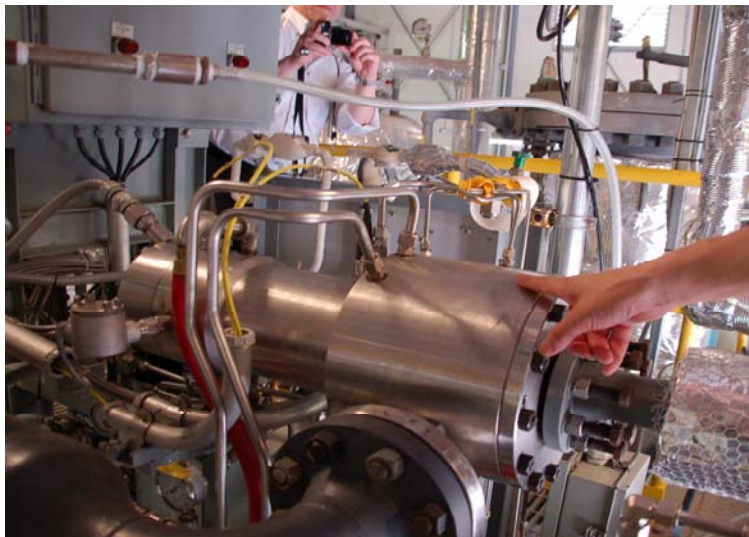
松之山温泉の温泉発電施設の視察



松之山温泉の温泉発電施設の視察



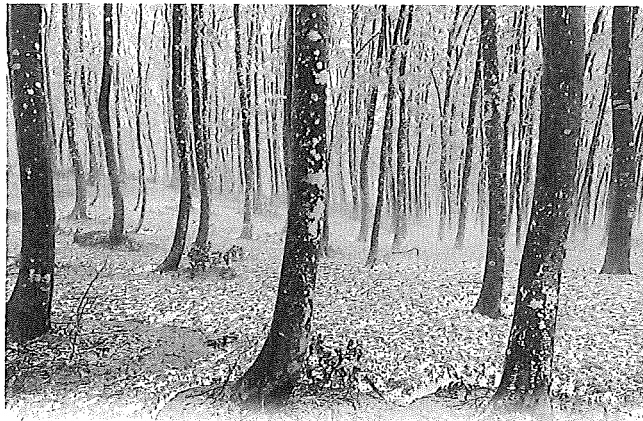
松之山温泉の温泉発電施設の視察



松之山温泉の温泉発電施設の視察



松之山温泉の温泉発電施設の視察



息をのむ美しさ 美人林

松之山松口の北の丘陵に、樹齢八十年ほどのブナ林が広がっています。残雪の中はじまらる葉の芽吹きは、林を柔らかな萌黄色へと染め、春の訪れを告げます。昭和初期、木炭にするため、この辺りのブナはすべて伐採され原野となりました。その後、一斉に育ったブナの林は、すらりとした立ち姿が美しいことから「美人林」と呼ばれ、今では多くの観光客が訪れる名所となっています。野鳥も多く、



農産物直売所

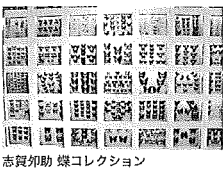
駐車場のご案内：大型車の駐車、及び混雑時、冬期間は「森の学校」キョロ口駐車場をご利用下さい。
周辺情報：公衆トイレ、農産物直売所2軒。軽食・飲料：「茶処 笑家」(月曜定休、10時～16時)「森の学校」キョロ口。食文化体験厨房(土日祝・8/1～8/31のみ、11時～15時)

年一回、市主催による探鳥会が行われ、野鳥の生息地としても保護されています。また冬の時期も「森の学校」キョロ口に、スノーシューやカンジキを貸し出ししていますので(有料)、季節ごとに表情を変え美人林を一年を通してお楽しみ頂けます。



里山科学館 越後松之山「森の学校」キョロ口

大地の芸術祭で選ばれた松をモチーフとした長さ160メートルの鋼鉄製の建物。冬には高さ34メートルの塔が雪の中から顔を出す。



志賀加助 蝶コレクション



冬には地炉(囲炉裏)が出現。昔の雪国の暮らしを体験できる。

入館料/大人500円 小・中・高校生300円
開館時間/9:00～17:00(入館は16:30まで)
休館日/火曜日(祝日の場合は翌日)
お問い合わせ/☎025-595-8311
http://www.matsunoyama.com/kyororo/

美人林に隣接する「森の学校」キョロ口。ここは、市民と共に地域の宝を研究し、その宝を展示・教育・体験・活動・里山保全・産業活性化などへ活用し、今までにない地域づくりを目指す科学館です。建物自体がアート作品であり、松之山の自然や文化がアートと溶け合い展示されています。週末や夏休みには五感を刺激する自然体験プログラム

アカシヨウリン まるのシンボルとして愛され、その鳴き声は愛の由来にもなりました。
美人林に隣接する「森の学校」キョロ口。ここは、市民と共に地域の宝を研究し、その宝を展示・教育・体験・活動・里山保全・産業活性化などへ活用し、今までにない地域づくりを目指す科学館です。建物自体がアート作品であり、松之山の自然や文化がアートと溶け合い展示されています。週末や夏休みには五感を刺激する自然体験プログラム

松之山温泉 ライスボウル & スイーツめぐり
(平成24年4月1日～11月30日)
松之山温泉街飲食店では、地元産コシヒカリを使用したオリジナル「ライスボウル」を、5軒の旅の旅館では土地の食材で作ったスイーツを提供し、食&湯巡りスタンプラリーを開催。食と温泉で、健康にキレイになる楽しみ方を提案しています。

ラムが盛り沢山。また、冬には地炉(囲炉裏)が出現し、昔の雪国の暮らしを体験できる。松之山出身「日本一の昆虫屋」志賀加助氏の世界の蝶コレクションや、松之山産のカエルや魚の飼育展示も見どころです。

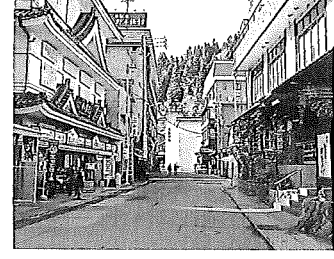
日本三大薬湯 松之山温泉

十日町市観光協会松之山支部 〒942-1492 新潟県十日町市松之山1212-2
TEL025-596-3011 FAX025-596-2255 http://www.tokamachishikankou.jp/

開湯約七百年の歴史の湯 日本三大薬湯の里

新潟と長野の県境、雪深い山あいにはたずむ「松之山温泉郷」。室町時代には越後守護上杉家の隠し湯であったという説もあり、その薬効は古くから知られていました。天然保湿成分たっぷり、美肌効果と薬湯効果を併せ持つこの温泉にゆつたり浸かり、季節ごとに変わりゆく自然をお楽しみ下さい。

松之山温泉がカラダに良い理由
一、豊富な塩化物イオンが毛穴に入って汗の蒸発を防ぎ、いつまでもボカボカと温かく、「冷え」に効果的。
一、消毒・洗浄効果のあるホウ酸の含有量が日本有数で、やけどや切傷、擦り傷など皮膚病に効果的。
一、天然保湿成分とされるメタケイ酸が豊富。しっとりとした美肌に。
一、人体のpH値に近い弱アルカリ性。刺激が少なく安心。
一、豊富な保湿成分が体に浸透しやすい高張性。



松之山温泉は、松之山温泉郷の中核をなす温泉で、塩分が強いのが特徴。火山がなすのに九十度の高温な湯。なごの多い松之山温泉。実は、地殻の隆起運動によって閉じ込められた二百万年前の海水が、マグマによって温められ、地層の断層から一気に湧出する「ジオレッシュャー型温泉」であるといわれ、日本では非常に珍しい温泉です。



里山を五感で味わう
里山ビクターセンターと里山のめぐみ案内人の会
里山ビクターセンターでは、観光案内、レンタサイクル、農産物直売や地元案内人による里山体験オアシソナルツアーを行っています。☎0255-15595-8588もしくは0255-1596-2114。ま、美人林とキョロ口の森を里山のめぐみ案内人が地元人の知恵と共に案内する。気軽なハイキング。約一時間半、申込みは前日午後四時まで。
冬美人林スノーシューを履いて散策。キョロ口の囲炉裏で手づくり甘酒も付いてます。約二時間、申込みは前日午後四時まで。
里山の達人タクシー
まっただい駅「松之山温泉間」美しい里山の風景をガイドしながら巡る乗り合いタクシー。約二時間、申込みは前日午後六時まで。
その他、プチ田舎体験、野鳥ホタルなどの案内も行っています。
里山のめぐみ案内人の会とは：
松之山で培われた里山の知恵や技を持った達人たちが立ち上げたガイドの会。松之山ならではの自然と里山に根差した昔ながらの暮らしを案内します。http://www.onshan.jp/

「耕して天に至る」
美しい棚田や人の手が入ったブナ林。日本の原風景を色濃く残す里山の景色は、里の暮らしと自然が響きあってきた歴史を伝え、人々を癒やへと誘います。豊富な雪解け水はブナ林という「緑のダム」に蓄えられ棚田を潤し、稲作をしてきました。森と棚田のつながりはお米以外にも、様々な生き物を守り育て、水を蓄え洪水や地滑りを防ぐなど多様な機能を担っています。

9-2 福島県・柳津西山地熱発電所ならびに周辺温泉地視察報告

1. はじめに

2012年12月20日～21日、福島県柳津町に所在する柳津西山地熱発電所の視察ならびに周辺に所在する西山温泉と柳津温泉におけるヒアリングを実施した。以下その報告について若干の所見を加えてまとめることにする。

2. 柳津西山地熱発電所の概況

柳津西山発電所は、東北電力と奥会津地熱開発の2企業が事業主体となった共同開発方式の事業形態となっており、発電に利用する蒸気の供給を奥会津地熱開発が実施し、発電事業を東北電力が実施している。それぞれの担当者から施設の概況等について説明を受けた。

まず、発電事業を実施している東北電力から同発電所の千葉所長の説明内容についての要約を下記にまとめる。

日本における事業用の地熱発電所は17ヵ所で認可出力合計は約54万kw/hであり、そのうち東北は4地点5プラントを有しトータルの認可出力は22万3800kw/hである。日本の地熱発電の42%が東北産ということになる。

柳津西山地熱発電所は、1986（昭和61）年に東北電力と奥会津地熱開発が共同調査に着手し、1995（平成7）年5月に営業運転を開始した。認可出力は65000kwで、単体としては我が国最大の出力を誇り、地熱発電事業としては我が国最大級となっている。

発電に利用する生産井は現在21本ある。深度は1500m～2600mで地下深部の貯留槽では200℃～350℃となっている。いずれも熱水と蒸気が湧出する二層流体であり、蒸気量に対して熱水の量が少ない。気水分離器により熱水と蒸気を分離して蒸気のみを発電に利用し熱水は地下に還元している。タービン入口温度は165℃で、還元の井戸は3本ある。地下へ還元する熱水は約90℃である。還元井は深度1500mで圧力を加えることなく自然流下で還元している。

冷却棟で利用する冷却水は河川水をタンクに貯留して再利用している。発電後

の蒸気は約50℃で冷却棟に入り26℃まで温度を下げている。なお、冷却水の一部は還元する熱水混合して地下還元している。

同発電所は標高400mの山間に位置しているが、地熱発電所としては居住地の近くにある。同施設の特徴として、環境的な配慮として①騒音対策、②臭気対策を実施していることが挙げられる。

①については、発電所から直線距離で700m程の位置に民家が所在し、周辺には学校も所在していることで、第4種の騒音規制地域となっている。それに伴い、低音騒型の機器の導入、冷却棟を防音壁で囲む、その他音が出る物はできる限り建家内に収めるなど騒音対策に力を入れ環境への配慮を実施している。

②については、硫化水素濃度が他の地熱発電所と比較して高いため、硫化水素除去装置を国内の地熱発電所では初めて導入し、有害物質および臭気を大気中に放出しないように環境への配慮を実施している。

また、観光的な地域貢献を実施している。具体的にはPR館の設置で、東北では同所だけの設置となっている。

PR館は、地熱発電の仕組みならびに同発電所の概略等について展示・解説を実施し、科学的知識の普及ならびに事業への理解を広くPRしている。営業期間は4月～12月のおおよそ9ヶ月間となる。2011年は13000人の来館者があった。同施設を設置してからの累計来館者数は470000人となっている。柳津町の人口は4000人ほどであるため、1年間に人口の3倍にあたる来館者がいることになり、地域の観光に貢献していると考えている。

柳津西山地熱発電所の運転及びメンテナンスに関しては、7名で行っている。柳津町の役場に監視室を設置して執務しており、平日の日中は保安確保のためにパトロールで発電所に来るが、夜間ならびに休日は無人となる。東北電力の秋田火力発電所に地熱発電所の監視装置があり、24時間遠隔監視を実施しており、夜間や休日においても何かあれば連絡が来るので対応できることになっている。

続いて、蒸気の供給を実施する奥会津地熱開発から阿部社長の説明内容についての要約を下記にまとめる。

この地域における地下資源の調査は、昭和30年代に当社の親会社である三井金属工業によって非鉄金属及びパワーライトに関する調査を開始したのがはじまり

である。第二次オイルショック以降石油代替エネルギーの確保ということで、国による全国的な地熱に関する調査が実施され、三井金属工業も地熱に関する地表調査を実施してきた。1981（昭和56）年に当地域の自治体である柳津町から三井金属工業に地熱調査開発の要請があり、1983（昭和59）年に三井金属工業・三井建設・東芝の3社で奥会津地熱開発を設立して本格的に地熱調査が開始され、開発を実施して地熱発電所を設置するに至った。運転開始して17年経過している。

生産井は21本あり、掘削深度は1500m～2600mである。現在利用している生産井は16本で、蒸気量は230t/h、熱水量は90t/h。生産井の配置としては、発電所南側に位置するP1（プロダクション1）基地に14本、発電所の東側にあるP2（プロダクション2）基地に7本となっている。

還元井については、発電所の北東（P2の北側）にR1およびR2という基地があり計3本の還元井がある。実際還元利用している井戸は2本で1本は予備となっている。冷却排水もらい希釈しているのでスケールは付着しない。

奥会津地熱開発は社員数21名のうち3名が東京勤務となっている。18名が現場に従事しており、うち15名が地元採用となっている。勤務態勢は平日の日中であり、夜間・休日については1名だけ宿直を配置している。

3. 質疑応答

・発電所ならびに付帯施設、生産井還元井のボーリング等を併せた全体の投資額についてはどれくらいであるか？

これについては回答できかねる。

・認可出力が65000kwというのは分かるが、現在の発電量はどれくらいあるのか？
後ほどご覧戴こうと思っていたが、発電量は現在20000kw/h～25000kw/hとなっている。

・生産井が21本あるということであるが、創業当初からそうなのか？

発電所の運転開始時は14本であった。

・それは生産井が減衰したために新たな掘削をしたということなのか？

運転開始時の生産井は14本で、当時の蒸気量は630t/hであった。泉質の関係で井戸にスケールが付着して蒸気量が減ってくるのにもとない7本の生産井を新たに掘削して21本に至っているが、現在はそのうち16本を利用している。

また、休止している生産井のうち1本は噴気試験を実施しており、蒸気量が安定し次第つなぎ込むことになっている。

・操業後17年間で7本増加したということは、2年～3年に1本のペースで生産井を新規掘削してきたことになるが、落ち込んだ発電量を上げるために新たな掘削を続けていくことになるのか？

生産井の掘削は実施することになるが、今までのような頻度ではなく少なくなると考えている。その理由としては、今後認可出力の65000KW/hという発電量は難しいと考えているので、最適な発電量を見極めていくことを検討している。また、還元性の配置を変更することによって、生産井側にうまく回り蒸気量減少が抑えられることを検討していることが挙げられる。

4. 事前質問に関する回答

柳津西山地熱発電所視察にあたり、事前に質問を提示していた。視察時に口頭で回答があったのでその要旨を以下にまとめる。

①地元の合意形成について

1981年に地元の町長さんと議長さんが三井金属工業に対して地熱の調査および開発を進めて頂きたいと誘致された経緯から、柳津町（行政）が地域（地元）と三井金属の間に入って各ステップ毎に仲介・調整を実施して頂いた。

調査段階・建設段階それぞれ地元の説明会を同町主催で実施して頂いた。国の助成策や環境影響調査の結果など、そのつど説明をさせて頂き、ご理解頂いた上で次のステップに進むという方法をとっている。

また、地域住民の方々から公園整備等の要望があり、その一環として日帰り温泉施設「せいざん荘」の設置と周辺の整備などを実施した。

②地域との共存共栄について

地熱発電所の地域に関しては、開発エリアが2地区にまたがっている。それぞれ1年に1回、東北電力と奥会津地熱開発が協同で地元への説明会を開催し、前年度の事業結果の報告ならびに当年度の事業計画の説明を実施して地域の理解を得るように努めている。

また、工事等に関しては優先的に地元の事業者を実施してもらうようにしている。専門的な事項については外部から事業者が来訪することになるが、地元の飲

食店ならびに宿泊施設を利用して頂くようにしている。

なお、地区および柳津町等で実施するイベントなどには積極的に参加している。

③発電所周辺の環境に対する配慮について

柳津西山地熱発電所が所在する場所は、自然公園内ではないが、国土利用計画法の農業地域と森林地域に指定されている。自然環境の保全および調和に重きを置いている。

具体的には、発電所建屋の色彩について茶色にしてできるだけ目立たないように配慮している。蒸気の配管の配置については、道路ののり面を利用し、できる限り目立たないように配慮している。

また、樹木の伐採はできる限り少なくするように配慮した。やむを得ず伐採した場合は植樹をして緑化対策を実施している。なお、騒音対策については前述の通り実施している。

環境モニタリングについては、大気汚染・悪臭・水質汚濁・騒音・地盤変動等の諸項目について1年に1度データを取って報告している。

④周辺の温泉源に影響が出た場合の対応について

柳津西山地熱発電所周辺の温泉地として、西山温泉ならびに砂子原温泉については月に2回モニタリングを実施し、そのつど速報として組合に伝えている。また、1年に1回、柳津町を介して各温泉の湯量・温度・性状について報告している。

事前の取り決めとしては、地熱開発を同町から誘致頂いた経緯があるので、奥会津地熱開発と柳津町の間で確約書を交わしている。また、同町が地元の方々との仲介・調整を実施していることから、柳津町と温泉組合と確約書を交わしていると聞いている。奥会津地熱開発と同町との確約書の内容としては、温泉の湧出量や温度に支障を来した場合は、直ちに対策を講じるということである。ただし、対策に時間を有する場合がありますと考えられるので、担保として温泉を1本掘削し柳津町に寄付しており、その温泉水を同町が運用して対応することになっている。

なお、地熱開発の影響か否かに関わりなく、温泉事業者の方々に温泉に関して困ったことがあれば、技術支援・応援を実施している。

⑤生産井の減衰に関する対応について

生産井にスケールが付着している場合は、地上から水で洗浄したり薬剤で溶かすことを試みる。次に機械的に削り取る浚渫を実施する。それでも解決しない場合は井戸の中が破損しているということで新しい生産井を掘削することとなる。

⑥生産井から還元井に至るまでの管理について

発電所北側に奥会津地熱開発の事務所があり、その中に管理センターを設置している。各基地から光ファイバーを引いてデータを取り、さらに監視カメラを設置し目視も実施し、一部は遠隔で操作できるようになっていて、管理センターで一元的に管理している。

設備に不具合が発生した場合はアラーム機能があり、重大な不具合が発生した場合はインターロックがかかるようになっており、大きなトラブルが起きる前に発電を停めることが出来るようになっている。東北電力の発電所と協力してトラブルを未然に防ぐような対応をしている。

還元井についてはスケール防止対策として冷却水で希釈して還元している。加圧や化学薬剤等の添加は実施していない。

5. 施設見学

施設に関する概要説明、質疑応答の後、発電所の施設ならびにPR館を見学した。その後、生産井の基地（P1）に案内してもらい見学した。

発電所については、建屋内にあるタービンならびに発電機、制御室を見学した。実際の発電量が表示されており、21000kw/hであった。

PR館は地熱発電の仕組みなどについて展示されていた。

生産井のあるP1基地については、生産井に加え汽水分離器、サイレンサーなどが配置され、蒸気を通す配管が広範囲に設置されていることが分かった。

地熱発電については、発電施設そのものは1つの建屋で収まっているが、生産井や還元井の基地を含めると、非常に広範囲にわたる開発が必要であることを認識することができた。

6. 周辺温泉地におけるヒアリング

(1) 西山温泉

西山温泉は只見川支流の滝谷川沿いの谷間にあり、宿泊施設が5軒、日帰り入浴施設が1軒の小規模な温泉集落を形成している。柳津西山地熱発電所から直線距離で約2kmに位置している。源泉は13本あり、殆どが自然湧出しており泉質は塩化物泉。源泉の所有形態はすべて個人所有で、源泉所有者が温泉組合を組織している。

当初、地熱開発（調査・発電）に関しては説明会が開催されたが、どういうものか分からず実際に実施されている葛根田地熱発電所を視察した。この地区では地熱開発に対して賛否両論あった。当時、西山地区の温泉に関して泉温や湧出量などの記録は取っておらず、少なくとも2～3年温泉に関するデータを蓄積してから開発すべき、との意見もあったが、多数決で地区の賛成が決まってしまった。

地熱開発が実施されてから、温泉に関係する幾つかのトラブルが発生している。

最初の現象は、関係ない場所から温泉が噴き出したりした。昔この地域は白銅を掘る鉱山があり操業時は町に税金が入ったが突然撤退し鉱山後はそのままほったらかしになり、地滑りが発生したこともある。鉱山で掘削した穴は残っているため、地熱開発に伴い温泉がその坑道などを通して噴き出したと考えられる。

泉温の低下や湧出量の減少という現象も出ている。温泉組合は柳津町と「確約書」を交わしているので、奥会津地熱開発が掘削したバックアップ用の源泉からの給湯を受けて影響は続けられた。自然湧出の源泉が枯渇したこともあるが、奥会津地熱開発が源泉を増掘して復旧することができた。

地震が発生している。平成21年10月21日には大きな地震があったが、それ以外に微少な地震は確実に増加している。

科学的な根拠については分からないが、地熱開発後に現れた種々の事象は我々としては地熱開発の影響と考えている。それらについては、柳津町を窓口としてこれまでは奥会津地熱開発が対応してくれている。これについては良い対応だと考えている。以前の白銅鉱山のように開発するだけして突然撤退し、そのまま放置されるようなことがあっては困る。

既に開発が実施され発電事業も17年経過しているので、今になって反対することもできない。今後については、温泉に影響を及ぼさない程度の発電出力に押さえて事業を続けてもらうことで、温泉地と地熱発電事業が共存していかざるを得ないと考えている。また、将来的に温泉に何らかの変化があった場合は、これま

で同様柳津町を窓口にして地熱開発事業者に対応してもらわなくてはならない。

(2) 柳津温泉

柳津温泉はJR只見線の会津柳川駅から只見川沿いに位置し、宿泊施設が7軒点在している。柳津西山地熱発電所から直線距離で10kmほど離れている。源泉は以前は西山温泉からの引湯であったが、平成1年に柳津町有の源泉から配湯を受け現在に至っている。

地熱開発が西山地区で進められてから現在まで、影響と考えられる事象はなく、町有源泉も湧出量・泉温等の変化は見られず、安定して供給を続けている。これは距離的に発電所から離れているためと考えられる。

地域の温泉関係者は、地熱開発及び発電事業に対して特に異を唱える必要はないと考えている。

7. まとめ

今回の柳津西山地熱発電所の視察、ならびに周辺温泉地におけるヒヤリングを通して、若干の私見を加えてまとめる。

地熱開発は発電所の建屋やクーリングタワー等の敷地だけでなく、複数に及ぶ生産基地や還元基地などを含めると広大な面積に及んでいることが分かった。また、各基地と発電所を結ぶ配管が巡らせてあり、如何に景観ならびに自然環境に配慮していると言っても自然景観の破壊は免れないものであることが明らかになった。

また近隣温泉地においては、数km程度の距離に位置する場合、科学的な根拠はさておき、地熱開発が実施されて以降に温泉源に種々の事象が出現し、地震が頻発するようになってきたことが明らかになった。温泉に関する変化については、当地の場合、奥会津地熱開発が町の仲介によって対応してきている。

温泉源への影響はあってはならないものであるが、万が一何らかの変調を来した場合、因果関係は抜きにして地熱開発の事業主体が対応すべきものであると考える。当地の場合は、事業者と行政、行政と温泉組合が「確約書」を取り交わしていたために、温泉に関して何らかの事象が発生した場合の対応が速やかに実施されたものであると考えられる。残念ながら「確約書」の内容は確認できなかったが、このような取り決めを、他の地域でも実施すべきであるとする。

柳津西山 地熱発電所

Yanaizu Nishiyama
Geothermal
Power Station



東北電力



柳津西山地熱発電所の建屋とクーリングタワー



柳津西山地熱発電所のタービンと発電機



柳津西山地熱発電所のPR館



柳津西山地熱発電所の生産井基地（P1）



森林を伐採して敷設された配管



柳津西山地熱発電所の施設



西山地区に設置された町営温泉施設「せいざん荘」



滝谷川沿いに展開する西山温泉



只見川沿いにある柳津温泉

9-3 鹿児島県・大霧地熱発電所ならびに周辺温泉地視察報告

1. はじめに

2013年1月30日～31日、鹿児島県霧島市と湧水町にまたがって所在する大霧地熱発電所および霧島温泉における地熱発電施設の視察、霧島温泉郷と新川溪谷温泉郷の視察ならびに温泉事業者に対するヒアリングを実施した。以下その報告について若干の所見を加えてまとめることにする。

2. 大霧地熱発電所の概況

大霧地熱発電所は鹿児島県北東部にあり、宮崎県との県境付近に位置する。関係施設は標高700m～900mの丘陵地に所在し発電所建屋の標高は826m、関係する敷地は霧島市と湧水町にまたがっている。

同発電所は、九州電力と日鉄鹿児島地熱の2企業が事業主体となった共同開発方式の事業形態となっており、発電に利用する蒸気の供給を日鉄鹿児島地熱が実施し、発電事業を九州電力が実施している。

日本における事業用の地熱発電所は17ヵ所で認可出力合計は約54万kw/hであり、そのうち九州電力は4地点5プラントを有しトータルの認可出力は21万2000kw/hで、日本の地熱発電の約40%を占めている。

まず、開発から営業運転に至る経緯についての要約を下記にまとめる。

1973（昭和43）年に地質及び物理探査等の調査が開始され、1979（昭和54）年から8年間にわたり調査制の掘削が実施された。1989（平成1）年に九州電力・新日本製鐵・日鉄鉱業が「地熱事業に関する基本協定書」を締結。その後新日本製鐵と日鉄鉱業が出資した日鉄鹿児島地熱を設立され、地熱開発事業を引き継ぐ。1993（平成5）年に鹿児島県と当時の牧園町・栗野町に地熱発電所の建設を申し入れ、1994（平成6）年に着工、1996（平成8）年に営業運転を開始している。

続いて同地熱発電所の概略についてまとめる。

大霧地熱発電所は九州では大岳・八丁原・山川に次ぐ4番目（自家用利用を除

く) にできた地熱発電所であり、認可出力は30000kwである。ほぼ1万世帯の消費電力に相当する。

発電に利用する生産井(蒸気井)は現在16本ある。深度は1000m~3100mで地下深部の銀湯断層貯留槽では約230℃となっている。1時間あたり1300トンの蒸気と熱水が湧出する二層流体であり、気水分離器により熱水と蒸気を分離して蒸気のみを発電に利用し熱水は地下に還元している。タービンに送られる蒸気は133℃で1時間あたり約290トンで、発電後は冷却棟で温水にして冷却水として繰り返し利用している。熱水は還元井によって全量深度800m~1200mに還元している。

同発電所は自動化・効率化が図られており、約60km離れた川内発電所で運転状況を監視する「遠隔常時監視方式」を採用している。平日の日中は3名の勤務態勢で、休日夜間は無人で運営されている。

なお、周辺の景観に調和するように建物の形状ならびに色彩に配慮し、構内の緑化を図り、より良い環境づくりに努めている。

3. 質疑応答

・地熱発電についての費用対効果ということについて伺いたい？

他の発電方式と比較して地熱発電が極端に安価であるということはないが、エネルギーは様々な方法で得るということを進めていかなければならないと考えている。その中で地熱発電は24時間発電できるベース電源であるという認識がある。大霧の場合は、営業運転開始後17年間で利用率92%という実績があるので、費用対効果以前にこのような電源は必要であると考えている。

・発電所ならびに付帯施設、生産井還元井のボーリング等を併せた全体の投資額についてはどれくらいであるか？

これについては回答できかねる。

・現在生産井が16本あるということであるが、操業時は何本であったのか？

営業運転開始当時は10本であった。

・6本新しく生産井を掘削したということは、枯渇している生産井があるのか？

枯渇はしていないが減衰はしている。現在生産井は16本あるが、その内14本を使用しており、2本は予備井となっている。この予備井については今後利用する予定はない。なお、平成24年12月に新しい生産井の掘削を実施した。現在調整を

実施しており、近い将来、生産井は17本で利用が15本となる予定である。

- ・還元井の掘削については、自然環境保全審議会を通してしているのか？

生産井も還元井も審議会を通して掘削している。

- ・還元井を生産井に転用することはあるか？

大霧地熱発電所においてそういうことは実施していない。

- ・還元井は何本あるのか？

還元井は12本ある。その内使用しているのは7本、使用済みが2本、予備井が3本となっている。これは平成23年3月末の数値である。

- ・調査段階での掘削は何本くらいあったのか？また、当時の井戸で生産井となっているものはあるのか？

企業井3本、国の方では500m級3本、1000m級3本、1500m級3本と記憶している。地質調査用の井戸は蒸気を出していない。蒸気を出した調査井についても埋め戻しているので現在は存在していないと聞いている。

- ・今日現在の発電出力はどれくらいあるのか？

26000kw/hである。季節による変動があり、冬季の方が発電効率はよい。

4. 事前質問に関する回答

大霧地熱発電所視察にあたり、事前に質問を提示していた。視察時には時間的余裕が無く、後日文書にて回答してもらうことになった。

九州電力と日鉄鹿兒島から文書による回答が送られてきたので、回答文書をそのまま以下に掲載する。

平成25年2月8日

全国旅館ホテル生活衛生同業組合連合会 御中
一般社団法人 日本温泉協会 御中

九州電力株式会社
大霧発電所

1月30日ご視察時質問事項のご回答

拝啓 時下ますますご清栄のこととお喜び申し上げます。先日は、九州電力(株)大霧発電所をご視察頂き誠にありがとうございました。

さて、時間的制約から当日お答えできませんでしたご質問事項につきまして以下の通りご回答申し上げます。

- Q1 建設に当たって地元の合意形成はどのようなになりましたか。
- ・発電所の建設に当り、地元 牧園町(当時)及び栗野町(当時)と「大霧発電所の立地に関する協定書」を締結し、相互協力及び当社の責務について定め着手いたしました。
- Q2 地域との共存共栄は、具体的にどのようなかたちで行われていますか。
- ・地熱発電に関する理解の促進を促すことを目的に発電所見学者を広く受け入れており、地元の観光施設の一つとして貢献しております。H23年度見学者数は約2,500人でした。
 - ・地元大霧地区の地域集会や新年会などに参加し、情報共有等交流に努め地域活性化に協力し、また発電所周辺の清掃活動を行うなどの地域貢献を行っております。
 - ・「お客様ありがとうございますキャンペーン」等の訪問活動にて地域内の主要なお客様を訪問し、当社の状況説明やお客様のご意見拝聴により相互理解促進を図っております。
 - ・発電所敷地内ヘリポートについて、救急患者の救命率の向上に寄与するため、ドクターヘリの離着陸場(ランデブーポイント)登録を行っております。
 - ・定期修繕工事時他、工事関係者が地元宿泊施設等を利用しています。また、単身赴任者は、霧島市(旧牧園町)に居住しております。
- Q3 発電所周辺の環境に対してどのような配慮がなされていますか。
- ・地元 牧園町(当時)及び栗野町(当時)と「大霧発電所の環境保全に関する協定書」を締結しそれを遵守しております。
 - ・また、上記に基づき実施している環境測定結果について定期的に霧島市(旧牧園町)、湧水町(旧栗野町)並びに鹿児島県への報告を行っております。
 - ・発電所建設に当たっては景観に配慮し、造成に伴う土地の改変面積及び樹木伐採面積を最小限にすることや建屋のデザイン・配色検討などを行っております。

以降 Q4~Q7につきましては、蒸気設備に関するご質問でございましたので 日鉄鹿児島地熱(株)殿のご回答をご確認いただきたいと思います。と存じます。

以上よろしくお願いいたします。

敬具

質問事項

貴大霧地熱発電所が湧出している蒸気・熱水の最近の状況についてお願いします。また、他の地熱発電所と異なる特性があればお知らせ下さい。

表1 現在の蒸気井

項目	測定値 (2012年11月)	平均 日)
蒸気量	240	th
熱水量	900	th
抗口二相流体温度	135.9~198.6	℃
汽水分離温度	132.5~134.7	℃

表2 現在の蒸気と非凝縮性ガス成分

項目	測定値 (Vol %) (2012年11月13日)
蒸気	99.975
非凝縮性ガス	0.025
ガス成分	
CO2	91.2
H2S	8.8
その他	

表3 現在の蒸気凝縮水性分

項目	測定値 (mg/l) (2012年11月13日)
Cl	< 0.01
SiO2	0.05
その他	

表4 現在の熱水成分 (mg/l)

項目	分析値 (2012年11月 ¹⁴ / ₁₅ 日)
pH	8.6~8.8
Li	—
Na	483~524
K	59.3~60.3
Mg	0.009~0.014
Ca	11~12.3
Fe	<0.04~0.34
Cl	590~630
SO4	207~232
HCO3	49~53
CO2	—
SiO2	548~556
B	37.2~39.3
As	—

2013年2月8日

全国旅館ホテル生活衛生同業組合連合会 御中
一般社団法人 日本温泉協会 御中

日鉄鹿児島地熱株式会社
日鉄鉱業株式会社 資源開発部

1月30日ご視察時質問事項のご回答

前略 先般1月30日は、九州電力(株)大霧地熱発電所のご視察ありがとうございました。事前に頂戴いたしましたご質問は、時間的制約から当日お答えできませんでした。つきましては、日鉄鹿児島地熱(株)および日鉄鉱業(株)が担当しています蒸気供給、地熱調査・開発等に関する部分に関して、以下のとおりご回答申し上げます。

補足情報

(大霧地熱発電所の行政的位置)

九州電力(株)大霧地熱発電所様の発電所案内ビデオにてご紹介の通り、建設当時の行政区分では鹿児島県旧始良郡牧園町(2005年~霧島市)と始良郡旧栗野町(2005年~始良郡湧水町)にまたがって位置しています。九州電力(株)大霧地熱発電所は霧島市に、当社蒸気生産・還元基地は主に湧水町に設置されています。

(日鉄鹿児島地熱社について)

日鉄鹿児島地熱(株)は、1990年に新日本製鐵(株)様と日鉄鉱業(株)の共同出資より設立されましたが、新日本製鐵(株)様の地熱事業からの撤退により、現在同社は日鉄鉱業の100%子会社であり、今年4月からは日鉄鹿児島地熱(株)は日鉄鉱業(株)に吸収合併される予定であり、2013年度からは大霧地熱発電所の蒸気供給は日鉄鉱業(株)が行うこととなります。

Q1. 建設にあたって地元の合意形成はどのようになされましたか。

現在の大霧地熱発電所向けの地熱蒸気の調査・同開発に当っては、地元行政および地域住民と次の様に合意形成を行いました。

- ・大霧地域の地熱開発に当っては、1973年の日鉄鉱業(株)による調査計画初期段階から地元行政および住民に説明を行いました。当時は、行政側より積極的なご支援を頂戴しました。
- ・特に牧園町大霧地区では、その後も年1回程度の調査状況の報告・説明会を開催していました。
- ・1989年に地熱調査の経緯・成果と地熱発電所の建設について、牧園町内の発電所周辺地域を含む関係者に地元説明会を合計13回開催しました。
- ・1989年に地元合意として「大霧地区の地熱開発に関する協定書」(牧園町、新日鐵・日鉄鉱業)、「木場日添地区地熱開発に関する協定書」(栗野町、新日鐵・日鉄鉱業)を締結し、大霧地熱発電所向け蒸気供給設備の建設に着手しました。これら地元自治体との協定書の権利義務一切は、1990年の日鉄鹿児島地熱(株)設立により同社に継承され、1990年に牧園町および栗野町と改めて4者にて協定書を再締結しています。

Q2. 地域との共存共栄は、具体的にどのようなかたちで行われていますか。

現在、蒸気供給を担当する日鉄鹿児島地熱(株)では、以下の様に地域と共存共栄を図っています。

(1) 地域住民の優先雇用

- ・日鉄鹿児島地熱(株)鹿児島事業所は、2013年1月末現在10名操業体制ですが内8名が地元居住者の雇用です。
- ・蒸気供給設備関連の請負工事では、地元事業者が実施可能なものは地元発注とし、間接的に地元住民の雇用に貢献しています。また、不定期ですが補充井掘削工事や定期点検整備などでは、工事事業者に多くの

地元住民が携わっています。

- ・なお、地元からの優先雇用は、「大霧地区の地熱開発に関する協定書」(1990年)で定めています。

(2) 地元での経済消費効果

- ・蒸気供給事業に伴う日々のメンテナンス等の部品調達や事務所消耗品など、地元にて調達が可能なものについては極力地元発注としています。
- ・請負工事や点検整備作業等で霧島地域外から来所する協力事業者の方々のホテル・旅館等宿泊需要および霧島滞在中の飲食費、ガソリン、消耗雑貨などは地元にて購入消費されています。また、日鉄鉱業グループ単身赴任者等の宿泊寮は地元の高千穂地区に設置しています。

(参考:1994~96年の発電所建設工事期間中の延宿泊数は約5.6万人。運開後は2年に1回実施される定期修繕工事期間(通常約3週間程度)中の延宿泊数は約2,200人程度)

- ・大霧地熱発電所運転開始によって国からの電源立地促進対策交付金、電源立地対策補助金(5年間)による地元自治体収入が有りました。当時牧園町では、交付金を一部財源として高千穂地区公民館を建設(補助金額約48百万円強)しました。当時栗野町では補助金により人材育成事業(13~25万円/年)を行っています。また、大霧地熱発電所の設備投資による固定資産税(建設当初は約2億円/年程度)、法人住民税の地元自治体への租税等収入も発生しています。

(3) その他の地元貢献・地元交流等

- ・日鉄鹿児島地熱(株)では、地元行事(新年会、地区夏祭り、地区清掃作業、植樹活動等)に積極的に参加して、地域の活性化に協力しています。また、地元大霧地区のゲートボール場やカーブミラーの設置など、地元住民の生活に協力しています。
- ・大霧地熱発電所は、日本ジオパークネットワークが認定した「霧島ジオパーク」の火山エネルギーを利用したジオサイトの一つであり、ジオパーク活動に貢献しています。
- ・地元の温泉事業者様などから要請があれば、温泉井のスケール付着対策等の技術的アドバイスを行っています。また、日鉄鉱業(株)子会社の日鉄鉱コンサルタント(株)霧島地熱工事事務所では、地元の一部温泉の掘削や浚渫なども行っています。
- ・九州電力(株)大霧地熱発電所様から要請時には、発電所見学者に対する地熱エネルギーの説明や坑井見学を行い、再生可能エネルギーの啓蒙・PRに努めています。
- ・温泉発電を含む地熱エネルギー関連の情報収集と提供に努め、地域からの要望に応じています。

Q3 . 発電所周辺の環境に対してどのような配慮がなされていますか。

- ・大霧地熱発電所は、霧島錦江湾国立公園の普通地域内に立地(建設当時およそ敷地半分面積は牧草地の転用)しています。蒸気供給設備関連工事に当っては、自然公園法、国有林野法、森林法等の関係法令を遵守して工事を行い、自然景観の保全および環境保護に配慮しています。例えば、生産井・還元井の掘削では、坑井坑口を出来るだけ集約(4~5本程度/基地)して、坑井基地の造成に伴う土地の改変面積および樹木伐採面積を必要最小限に留めています。また、構内緑化に努め景観への影響を緩和しています。蒸気供給設備や配管なども周辺景観に配慮した塗装色彩(地元行政と協議)とするなど景観配慮を実施しています。
- ・建設前に九州電力(株)様と環境影響評価(環境アセスメント)を実施しています。
- ・発電所の運転開始後も環境影響調査(含む温泉モニタリング、河川、地盤変動等)を継続して実施しています。(温泉・河川・噴気4回/年、地盤1回/年)実施結果は、定期的に行政に報告しています。(鹿児島県、霧島市、湧水町)

Q4 . 周辺温泉源に万一影響が出た場合の対応について、事前にどのような取り決めをしておりますか。

- ・地元自治体と締結した「大霧地区の(木場日添地区)地熱開発に関する協定書」にて、既存温泉井への影響配慮義務と地熱事業者の責に帰すべき理由によって既存温泉井に万一支障が生じた場合の補償等の義務が定められています。
- ・なお、前述の環境影響調査により環境影響発生の監視を行っており、大霧地熱発電所の運開後17年になりますが、周辺温泉事業者の方から具体的な温泉影響の報告や苦情は発生しておりません。

Q5．生産井が減衰した場合、出力を維持するためにはどのような対応がとられていますか。

- ・生産井の減衰を防ぐ上で一番重要なことは地熱貯留層から蒸気の過剰摂取とならないよう、蒸気採取量と熱水還元・自然涵養量の適正なバランスを維持する貯留層管理です。これは温泉資源の保護と同様です。
- ・生産井が減衰した場合は、まず原因（貯留層の温度・圧力、透水係数等の坑井内変化の有無等）を調査します。坑井内の異常（スケール付着、坑内崩壊、流体採取箇所付近の透水係数の低下など）が無ければ、地熱貯留層の流体採取部付近の部分的な温度や圧力などの変化または貯留層全体の変化によって生産井の減衰は起こります。
- ・貯留層では温度や圧力の変化要因として、還元熱水の貯留層への直接回帰による影響が考えられます。（200 以上の貯留層温度に対して、還元井で戻す熱水温度は約 135 未満であり、還元熱水が貯留層に直接回帰すると局所的な貯留層の温度低下が起こる）
- ・減衰原因が貯留層採取箇所付近の「温度低下」と考えられる場合には、貯留層採取部に直接回帰する還元井から、直接回帰しにくい他の還元井に還元熱水の呑込み位置を変更します。つまり還元熱水が貯留層に回帰するまでに長時間を要する地下熱水の流れに切り替えます。
- ・貯留層内の圧力低下が減衰の原因と考えられ場合には、圧力低下部分の貯留層への還元熱水量を増やし、貯留層内の圧力を高めるよう、回帰・影響の小さな還元井から直接回帰して圧力回復に寄与する還元井に変更します。また、生産井の坑井間隔が近過ぎ相互緩衝による減衰も考えられ、このケースでは対象坑井の噴出量を抑える、または停止させる等の処置をします。還元熱水を戻す還元井は、地熱貯留層の温度と圧力のバランスを考慮して複数の坑井を使用しています。
- ・これら地熱貯留層の温度・圧力調整による回復効果に時間を要する場合は、一定期間減衰した生産井の噴出蒸気量を減量または使用停止し（発電量を落とす）貯留層当該部分を自然涵養して回復させます。
- ・これらの対策によっても減衰改善が難しい場合と、流体採取箇所付近の透水係数低下（周辺地層のスケールによる根詰まり等）が減衰原因である場合は、貯留層採取箇所に離隔距離を設けて生産補充井の掘削を検討します。また、上記還元井の回帰影響調整による改善が顕著でない場合も同様です。
- ・大霧地熱発電所では、1996 年の運開後 2012 年までの 16 年間に生産補充井 6 本を掘削（平均 2～3 年に 1 本程度）しました。還元井は運開後 3 本掘削（枝掘り除く）しましたが、これら補充還元井は貯留層の涵養保全管理の目的です。なお、当社では還元熱水のプロダクションへの回帰状況は、トレーサー試験にて確認しています。

Q6．生産井から還元井に至る流れの各部門ごとの管理（監視）システムはどうなっていますか。

- ・日鉄鹿兒島地熱(株)では、大霧地熱発電所事務所内にある中央制御室の管理システムで蒸気と熱水の一連の流れを集中管理しています。
- ・各坑井（生産井、還元井）と蒸気・熱水配管は、毎日現場巡回して点検し記録しています。
- ・九州電力(株)様とは日常的に操業情報の交換を行っており、トラブル発生の際未然防止に努めています。
- ・蒸気供給部門は基本的に夜間無人運転ですが、設備不具合が生じた時にはアラームが自動発生し、特定の不具合異常発生時には管理担当者の携帯電話に自動連絡（24 時間）するシステムになっています。連絡を受けた担当係員は、速やかに現場に急行して不具合の状況確認や復旧対応を行います。
- ・なお、重大な不具合発生時には、自動的に発電所を停止するインターロック機能も組み込まれています。

Q7．還元井の維持管理にはどのような方法がとられていますか。

- ・2005 年から化学的な坑井内スケール附着防止のため還元熱水への硫酸添加（pH 調整）をしています。大霧地区の地下にある貯留層では熱水が高温高圧の状態が存在しており、この熱水が生産井を通過して地上に上がる過程で減圧され沸騰することにより、蒸気が生成されています。この蒸気が地上のセパレーターにより熱水と分離されるため、熱水中に溶存しているシリカ成分は濃度が濃くなり、スケールとして析出し易くなります。還元熱水に硫酸を 50～60ppm 程度添加し pH を調整（添加前 pH8.6 程度 pH5.5 程度）して、溶存シリカの析出沈殿を予防しています。なお、硫酸に含まれる硫酸イオンは、硫酸塩泉や海水中にも多く含まれる成分であり、日本の温泉水の平均濃度は約 1,700ppm と言われています。霧島の地熱変

質帯周辺部温泉では硫酸イオンが多く含まれています。また、還元熱水への硫酸添加による環境影響は、温泉や河川モニタリングで確認していますが、影響は確認されていません。

- ・坑井内に一定量以上のスケールが付着した場合は、状況により掘削機具による機械的スケール除去を行います（適宜実施）。これは温泉坑井で行われる浚渫と同様です。
- ・大霧地熱発電所は、スケール付着による坑内閉塞や地熱貯留層への低温（135 未満）の還元熱水の回帰による貯留層の温度や圧力へ影響が顕著であった場合や、浚渫によっても能力改善が不十分な場合には還元補充井の掘削を実施します。

以 上

5. 施設見学

施設に関する概要説明、質疑応答の後、発電所の施設ならびに生産井の基地を見学した。

発電所については、建屋内にあるタービンならびに発電機を見学した。実際の発電量がデジタル表示されており、2630kw/hであった。続いて冷却棟内部の見学を実施した。

生産井のある基地については、生産井に加え気水分離器、サイレンサーなどが配置され、蒸気を通す配管が広範囲に設置されていることが分かった。

地熱発電の施設等については、9-7-2における柳津西山地熱発電所の視察報告で触れているが、認可出力が柳津西山地熱発電所の半分以下である大霧地熱発電所においても、発電施設そのものは1つの建屋で収まるが生産井や還元井の基地を含めると、非常に広範囲にわたる開発が必要であることを再認識することができた。

6. 霧島国際ホテルにおける地熱発電施設の視察

大霧地熱発電所から直線距離で5 km～6 kmの位置に霧島温泉郷がある。この温泉郷の中心部である丸尾地区にある霧島国際ホテルにおいて、自家用の地熱発電が実施されており、これを視察した。

同ホテルは源泉を3本所有しており、その内1本を利用して発電事業を実施している。発電に利用している源泉は蒸気井で、約140℃でタービンに入る。出力は100kw/h。発電後の蒸気は温泉として利用されている。

この発電施設は、平成22年度の「中小水力・地熱発電開発費等補助金」を受けている。発電した電気はすべて同ホテルにおいて利用しており、同ホテルが消費する全電力のほぼ1/4をまかなっている。

同ホテルにおける発電事業によって他の源泉に影響はなく、もともと蒸気井で高温であることからそのまま温泉としての利用ができなかったため、発電後の蒸気が冷却されて温泉として利用できるメリットがあるという。

このように100kw/hと比較的小規模な地熱発電は、温泉の余熱利用の範疇に入るものと考えられる。先に視察した大霧地熱発電所のような大規模な地熱開発とは区別すべき発電事業であると考えられる。

7. 周辺温泉事業者のヒアリング

大霧地熱発電所周辺には複数の温泉地が点在している。同発電所から直線距離で2 kmほどには銀湯温泉と栗野岳温泉がある。現在の霧島市は1市6町が合併してできた市で、霧島・霧島神宮・隼人・新川溪谷と4つの温泉郷が形成されており、それぞれ立地環境や泉質等が異なる。これらの温泉郷は総称して「霧島」と呼ばれており、鹿児島県有数の温泉観光地として知られている。また、県をまたいで宮崎県側にも「えびの高原」周辺に温泉地が存在している。

霧島における温泉事業者は地熱発電に関して賛成と反対という相反する見解を持った人々が存在している。賛否の異なった見解を持つ人々が一堂に会してヒアリングを実施することが難しかったため、「賛成・推進」と「慎重・反対」の2グループに分けてヒアリングを実施した。ヒアリングへの参加は、鹿児島県旅館組合の霧島支部に呼びかけを実施して頂いた。

(1) 「賛成・推進」グループ

地熱発電は大義として世の中のため人のためになる、と言えらると思う。温泉への影響というような問題は別として、次世代を担う子供達にとって、エネルギー面でこの様なものがなければ色々な面で暮らしづらくなると思うので、賛成の立場をとっている。

父の代から50年間温泉に携わっているが、大霧地熱発電所が出来て以降特に地元の温泉資源には変化が見られない。公共事業が殆ど無くなっている状況の中で、地熱発電という大きなプロジェクトがこの地で実施されれば、地域の経済に大きな効果があると思う。このような観点から賛成している。ただし、温泉源に影響が現れたら当然反対の立場になる。これは温泉を利用して事業をしているので当然であるが、実際にやってみて影響が出てから発電事業者と話し合えばよいと考えている。

今稼働している大霧地熱発電所に関しては、旧牧園町であり先代が事業をしていた時代であったが、当時において色々事前説明はあったと聞いている。当時も賛否は色々あったようだが詳細については不明である。

現在は、今稼働している大霧発電所と同規模の第2大霧地熱発電所を造る計画があり、説明会は何度か開催されている。賛否の立場の違いがあるので説明に対

する意見が異なっているのが現状である。

我々は旧国分市の市街地に位置する施設なので、温泉はあるが旧牧園町の霧島地区と比べ、温泉地という意識が希薄となっている。お客さんも霧島というネームバリューで来てはいるが、私共には温泉が目当てで宿泊されているのではない。距離的にも大霧とは離れているし、市街地に居住する人々の大多数は温泉関係者以外の人となる。そのようなことから、せめて地熱に関する調査は実施して、温泉への影響があるとなれば、それから対応すればよいのではないかと考える。

我々温泉事業者の商売だけのエゴで反対するのは良くないと考えている。地熱発電のデメリットとして考えられるのは温泉資源が枯渇し観光産業が成り立たなくなってしまうことであるが、そういうことが起きないならば、両立していくべきであると考えている。

泉源の深度は以前に比べれば深くなっているが、施設数の増加や地滑り対策で水抜きをしていることが関係していると考えている。

霧島地域は各施設が泉源を所有してきたが、給湯事業も実施されている。それらの泉源に影響があった場合どうするかは、各事業者が発電事業者と話し合い補償をしてもらうことを決めておくべきである。我々は影響がないということを前提にして賛成しているのであって、少しでも影響があれば反対の立場に変わらと思う。具体的な補償内容についての取り決めは現段階ではない。

第二大霧地熱発電所については、市議会では設置が承認されているが、市長は今のところ明確な意思表示をしていない。

(2)「慎重・反対」グループ

大霧地熱発電所を設置するにあたり、事前の説明があったかどうかということについては、我々の父の時代であったので良く分からない。近年第二大霧地熱発電所の計画が持ち上がり、そもそもの大霧発電所設置の経緯について調べようとしたが、当時のことを知る人々は殆ど残っていないのが現状である。唯一鹿児島大学の教授が今のところは問題はないだろうとしている程度である。

私共は「霧島温泉を守る会」を11年前に結成して現在に至っている。大霧地熱発電所誘致に賛成していた先代の経営者に会って話を聞いたところ「我々は大きな間違いをした。地熱発電所を造らせたのは大きな間違いであり今でも後悔している」と言われた。当時人口1万人程の牧園町では、地熱発電所が出来れば、給

湯や地域暖房、ハウス栽培がはじまり素晴らしい町になるということで、地域の人は地熱発電所の設置を歓迎した。しかし、これらは今もって何一つ実現されていない。つまり、良い面ばかりPRされたことを鵜呑みにしてしまったということである。

地熱発電所のメリットは税収の増加や補助金などが行政に入ることが挙げられる。デメリットとしては、近隣の大きな観光資源がなくなってしまったこと。具体的には「えびの高原」の名前の由来である噴気活動が停止した。地域が賛成・反対の二つに割れてしまい、観光活動においても一枚岩になれなくなってしまったこと。などが挙げられる。霧島が第二の「えびの高原」にならないようにすることが我々の使命であると考えている。

調査井として掘削された井戸でも、有望なものはそのまま生産井に転換されてしまうという実態がある。調査井と称して我々の温泉地にどんどん近づいてくことに危機感を持っている。

自家源泉として平成22年2月に240m掘削して蒸気の湧出に成功した。当時調査井の大規模な湧出試験を実施しており、5月に源泉が停止した。20m増掘して6月に再び湧出させることが出来た。ところが、10月にまた湧出しなくなり、さらに40m増掘して再び湧出させることが出来た。半年で60mも水位が低下したことになる。因果関係について解明することは出来ないが、地熱開発の調査井の湧出試験と時期が同一であることは事実である。したがって、調査であっても慎重な対応をしなければならないと考える。

40年ほど前は霧島地区は蒸気ではなく温泉が自然湧出していた。30年ほど前から地滑り対策の工事によって水抜きが実施されて以来、蒸気に変化している。現在河川改修と道路改修が進められ、新しい橋を造っているが地質や土壌が複雑なため困難を極め10年以上経過しているがまだ完成していない。道路でさえも慎重に工事を進めているこの周辺は複雑な地質構造となっているので、安易に地熱開発をすべきではないと考える。

温泉は現在も自然湧出しているが、メインの源泉の水位が年々低下していた時期があったが、量的には他の源泉もあるので事なきを得た。現在のところ水位低下は収まっているが、また水位が下がり続けるようなことが起きると困ると考えている。

以前は結構地震があった。地震が起きて温泉が止まったことが2度ほどある。回復するまで2日かかった。ここ何年かは殆どそのようなことはない。

8. まとめ

今回の大霧地熱発電所の視察、ならびに周辺温泉事業者に対するヒアリングを通して、若干の私見を加えてまとめる。

地熱開発についての景観面・自然環境に及ぼす影響は前回視察した柳津西山地熱発電所と同様である。

近隣の温泉地においては、温泉資源に何らかの変化が起きている地域と、殆ど変化が見られない地域があることが分かった。水位の低下や自噴の停止などのマイナスの現象が発生した場合において、地域の温泉事業者は地熱発電事業者および行政に対して対応を求めている。当然のことながら大霧地熱発電所の事業者も行政もこれらの事情に対応をしていない。

なお、えびの高原の噴気停止については、地熱発電事業者は因果関係がないと主張しているが、大霧の地熱開発後に現れた現象であることは事実である。

柳津西山地熱発電所の視察においても指摘したが、温泉源への影響はあってはならないものであるが、万が一何らかの変調を来した場合、因果関係は抜きにして地熱開発の事業主体が対応すべきものであると考える。当地の場合は、第二大霧地熱発電所の計画があるということなので、現在の大霧地熱発電所の設置と同様な手法で計画が推進されてはならないと考える。噴気試験の時期と源泉の停止時期が重なった事例等を考慮すると、温泉資源への影響は少なからずあるという前提でなければならないであろう。

地域の合意形成を図る際には、地熱事業者・行政・地元（組合等）の三者間で詳細な取り決めをすることが最低限度必要であることを指摘しておく。

なお、「霧島温泉を守る会」でまとめた資料を次ページ以降掲載する。

霧島の地熱開発についての推移

NEDO・・・(新エネルギー産業技術総合開発機構)

平成 2年～3年	大霧地区に地熱開発井戸14本掘削
平成 4年～7年	NEDOが白鳥地域の開発調査井4本掘削
平成 5年10月 7日	えびの白鳥混泉に油、営業中止 地熱開発調査で混入 (宮崎日日新聞)
平成 6年 3月28日	白鳥温泉営業中止の補償金24501646円支払い契約を締結
平成 6年11月	大霧地熱発電所 建設開始
平成 8年 3月	大霧地熱発電所 19本の井戸で稼働開始
平成 8年 9月23日	えびの高原露天風呂客激減湯温下がり「水」に (宮崎日日新聞)
平成11年 8月10日	NEDOの白水越地区地熱調査の霧島温泉旅館協会への説明
平成13年 6月21日	NEDOの烏帽子岳地区調査の説明会
平成13年10月25日	火山性ガス噴出 地熱調査で7人倒れる (朝日新聞記事)
平成14年11月27日	名物露天風呂ピンチ ポンプ故障に加え冷泉の水位低下 (南日本新聞記事)
平成14年 4月15日	霧島温泉旅館協会質問状に対するNEDOの説明会
平成14年 6月11日	霧島温泉旅館協会 地熱反対を決定 (南日本新聞記事)
平成15年 6月20日	霧島温泉を守る会発足
平成15年12月12日	石油資源開発 山川地熱発電から撤退 (南日本新聞記事)
平成17年 3月 2日	NEDOによる烏帽子岳環境調査説明
平成18年 4月24日	九州電力による地熱発電所建設調査説明会
平成18年 5月 9日	えびの市露天風呂休業 湯温低下、観光に痛手 (南日本新聞記事)
平成20年 5月23日	霧島市議会に地熱発電所建設反対の陳情書提出
平成21年 4月23日	九州電力との話し合い (霧島市議員同席)
平成21年10月 9日	霧島市議会の陳情書 不採択決定
平成21年11月24日	鹿児島県議会に陳情書提出
平成21年12月 2日	鹿児島県知事に陳情書提出
平成22年 6月 4日	日鉄鹿児島地熱および推進陳情団体の会合
平成22年 8月26日	日鉄鹿児島地熱との話しあい (霧島市議員同席)
平成22年 9月 7日	霧島市議会 鹿児島県議会 陳情書提出 不採択
平成23年 9月26日	日鉄鉱 日鉄鹿児島地熱との話しあい
平成24年 2月13日	日鉄鉱 日鉄鹿児島地熱との話しあい

霧島国立公園の地熱発電所計画

平成11年8月10日、新エネルギー産業技術総合開発機構（NEDO）より白水越地区地熱調査の説明があった。すでに大霧地熱発電所は稼働を始めていて「地下エネルギーの調査」が目的というものだった。これより10年以上にわたり霧島温泉のある牧園町で、新しい地熱発電所についての論議が巻き起こっている。

当初は反対運動が強く推進派の元町長が落選したところで一時的には収束した。しかし一市六町の市町村合併により人口12万の霧島市となると、日鉄鹿兒島地熱(株)が建設業者や霧島市議会などへの説得工作を強めた結果、再び地熱発電所建設について推進派と反対派がそれぞれ主張の声を高めるようになっている。

福島原発事故の教訓は経済性を追求する科学技術の過信とリスク情報の封印、それを擁護する産官学ネットワークの存在であった。そして事故以前も事故以後も情報提供のあり方に大きな課題を残した。まったく同じような問題が霧島の地熱発電所建設にも繰り返されている。しかしこれまで私たちは、危機を訴える情報提供がいかに難しく無関心を打破することがいかに問題が多いか、身をもって経験している。温泉を限りなく使用する地熱発電が再生可能エネルギーとは到底考えられないが、それを強引に推進しようとする政治家や大企業に霧島温泉は翻弄され続けている。

これまでの経緯について

1 エネルギー調査

平成11年10月15日、霧島温泉旅館協会は白水越地区の地熱調査について同意したが、牧園町やNEDOは「地下のエネルギー調査」であり地熱発電所建設とは関係ないことを強調していた。しかし資料には地熱開発促進調査とあり長期噴出試験などが記載されていたのでほんとうに地熱発電と関係ないのか不審をぬぐえなかった。

旅館協会ではNEDOからの調査説明会を何回も受けながら、独自に講師を招いたりして勉強会を開いた。また隣町の霧島町でも烏帽子岳地区の地熱調査がはじまったが、これはあまりにも旅館街に近すぎるということで平成13年5月23日反対を申し入れるよう牧園町に要望書を提出した。

平成13年10月24日、白水越地区の作業中に火山性ガスが噴出し作業員7名が倒れるという中毒事件が起きた。地元の新聞は「数十メートル離れた場所にいた人が臭いに気づき50メートル逃げたところで息ができなくなった」と生々しく報道している。当日は霧島温泉の上空を何機ものヘリコプターが旋回し町中にサイレンが響き渡る異常事態となった。観光への影響を懸念した牧園町はホームページに「霧島温泉は安全です」というメ

ッページを掲載した。

平成14年4月15日、旅館協会が提出した10項目の質問状に対しNEDOから説明を受けたが、承伏できるものではなかった。「調査井は約束通り終了後に埋め戻すのか」という質問に対し、「原則として埋め戻す。ただし地熱資源開発企業または地方公共団体に限り貸与することがある」との回答。調査井の周辺影響の有無の判断については「配慮する」「影響の有無を考える上の基礎資料とする」との曖昧な回答。霧島温泉の温度低下など変化の責任については「NEDOの調査中はNEDOが対応するが発電所が建設される場合その企業が対応する」との回答であった。調査井も当初説明された坑底101mmは1本だけで後は生産井と同じ216mmのものが掘削されていた。調査井を埋め戻す意図は最初からなく、NEDOの「エネルギーの調査」とは地熱発電のための熱源探査であり調査井はそのまま企業に明け渡すことが判明した。私たちがエネルギー調査と騙してまで掘削しなければならないNEDOの姿勢に大きな不信が生まれ、かねてからの心配が現実となった。

6月10日、霧島温泉旅館協会は総会において地熱発電所建設反対を決議し地元の新聞にも大きく報道された。しかし当時の牧園町は建設推進に意欲的で、牧園町との話し合いはこじれ「共存共栄」ばかりが空回りした会議となった。

11月5日、NEDOは調査を終了し地熱発電にとってきわめて有望な熱源が確認されたと報告した。これを受けて日鉄鹿児島地熱(株)は地熱発電所建設のための調査を行うとした。旅館協会は町当局に対し、継続調査を認めないよう、もし認可する場合には旅館協会とNEDO、町当局三者の事前協議をするよう申し入れた。しかし私たちの知らない間にNEDOは日鉄鹿児島地熱(株)と貸与契約を締結した。

2 反対運動

平成15年3月28日、旅館協会から牧園町に提出された地熱開発促進調査反対の要望書について、当時の牧園町長は「国策として取り組むもので、反対しない」と回答し意見が対立する事となったが、町長は「あくまでエネルギー調査」という言葉を変えなかった。

ところで霧島温泉のある牧園町では当時人口11000人で宿泊観光客は60万人を数えていた。従って観光産業は雇用や経済波及効果が大きく社会的にも大きな影響力を持っていたが、他の地域との競争も激しく旅館協会は行政と協力して誘客の推進をはかる必要があった。従って旅館協会と行政との軋轢は歴史のある霧島の観光に汚点を残すと思われた。私たちは議論をつくして6月20日「霧島温泉を守る会」を発足させ旅館協会とは別の組織を作った。エネルギー調査と偽って大規模な井戸を掘削して噴気試験をおこない、実は地熱発電所建設を目指していた事を「守る会」は町にも県にも訴えた。

9月25日、鹿児島県議会において、おつじ義議員と桐原たくま議員は一般質問で霧島の地熱発電所建設を取り上げた。これに対し迫田企画部長(当時)は「温泉地域に隣接しているから周辺環境の配慮と地元の理解が必要」と答申され新聞にも大きく報道された。地元とは問題提起し心から心配している私たち温泉事業者の事である。

そして平成16年4月13日、新しく誕生した牧園町長は守る会との意見交換会の中で「将来責任のもてないものに決断はできない」との言葉をいただいた。日鉄鹿児島地熱(株)は「反対を押し切ってまで地熱開発はしない。今後噴出試験はしないが研究は続けたい。」と話され霧島温泉を守る会のメンバー全員で喜びをわかちあった。また烏帽子岳に地熱開発を予定している九州電力も話しあいの中で「反対を押し切って地熱開発を促進することはない」と明言され、これで地熱発電所建設の問題は落ち着いたと私たちは素直に喜んだ。

3 日鉄鹿児島地熱(株)

しかしここから大きく事態が変わった。

平成21年1月3日、日経新聞第一面に大霧発電所隣接地に3万kwの地熱発電所新設予定という記事が掲載された。九州電力に問い合わせると「計画はないし日経は取材にも来ていない」という返事であったし、日鉄鹿児島地熱(株)も「そのような計画はない」という返事であった。

しかし反面、日鉄鹿児島地熱(株)は4月から精力的に霧島市内にある建設会社などの企業や団体を訪問し建設推進の説得活動を開始している。その結果10月9日の霧島市議会に5つの団体が陳情書を提出し、それが議会で採択という結果となった。また守る会のメンバーの中には様々な圧力をかけられて反対運動から離脱するという事態も生じた。そして商工会議所も商工会も霧島温泉旅館協会も霧島市観光協会も経済効果(建設需要や交付金、作業員の宿泊需要など)か自然保護、温泉保護かで意見が割れ、地域が推進と反対に別れて感情的な対立となり霧島温泉に社会的な混乱が始まった。

平成22年6月4日、日鉄鹿児島地熱(株)から話し合いをしないと打診があった。私たちは喜んでこれを引き受け、会議の前打ち合わせまでしたが、実際は建設促進決起大会のような会合であった。100席のうち私たちに与えられた席は4席で後はすべて推進派が占めた。鹿児島県を代表するような大きなホテル旅館の社長や総支配人が立ち見という屈辱であった。県議員や市議員も出席していたのでこれは「反対派は少数」を誇示するデモンストレーションであった。私達は誤解を危惧し8月26日今度は霧島温泉を守る会主催で話し合いの場をもった。ここでは両方が落ち着いて話ができるよう大きなホテルの会議室を用意し、すべての市議員を招待した。しかし日鉄鹿児島地熱(株)と私たちの意見の隔たりは大きく同意できる状況ではなかった。一部の市議員は今でも霧島市議会で執拗に地熱発電所建設促進を訴えている。

地熱開発反対の理由

1 えびの高原の検証

平成6年11月、大霧地熱発電所の建設が始まり平成8年3月から19本の井戸で稼働を始めている。この年9月23日、宮崎日日新聞は「えびの高原露天風呂客激減、湯温下がりに」と報道している。その後平成18年5月9日、南日本新聞は「えびの市露天風呂」

呂休業 湯温低下、観光に傷手」と大きく報道した。年間3万人の観光客を迎えた有名な観光名所の露天風呂が休業し、今では廃墟となっている。またえびの高原全体を覆っていた温泉噴気もすっかり消え失せ乾ききった硫黄山に変貌している。日鉄鹿児島地熱（株）は「雨や台風の影響」とか「噴気の減少が発電所稼働と偶然に重なった」とかの説明をするが、私たちは偶然の一致という説明を納得していない。

業界誌によると霧島地区の地表物理探査は昭和48年に開始され、昭和63年まで企業調査井21本、国の調査井15本、合計36本 39563mが掘削され、さらに平成2年から地熱開発の井戸を14本掘削している。しかもその井戸は温泉旅館が使うものとは桁違いの大きさを1500m～2000mの坑底で口径216mm。1本の井戸で蒸気量熱水量あわせて200t/h～300t/h以上という莫大な温泉を噴出する。大霧発電所は19本（生産井10本還元井9本）の井戸で始まっているが、発電量を維持するために16年間にさらに井戸を9本掘り進めている。このように私達の知らない間に坑井が次々に掘削され、地熱発電所建設から10年を経てえびの高原から噴気が消失してしまっている。大霧発電所は3万kwフラッシュ式地熱発電所で1200t/h（内蒸気量290t/h）の温泉を使用しているが、大量に温泉を使用する地熱発電所が霧島温泉から3kmの至近距離にさらに新たに2箇所も計画されている。その温泉の採掘量が持続可能な範囲とは到底考えられず将来の危険性がきわめて大きい。

2 住友金属鉱山（株）の報告書

平成6年6月21日、霧島温泉旅館協会より住友金属鉱山株式会社資源事業部に対して地熱発電と温泉給湯をすすめて地域活性化に役立てないか協力をお願いしたもので、平成6年から平成8年にわたって空中写真判読・地表地質調査・電磁探査・地化学探査が実施された。その調査は61ページ及び巻末資料20ページにわたる膨大な報告書で最終的に次のようにまとめている。

「電磁探査の結果、粘土化変質帯と考えられる低比抵抗層は霧島温泉郷にも連続するものと推定された。すなわち、低比抵抗層の下に発達する地熱貯留層としては山の城地区と霧島温泉郷地区は一連のものと推定される。」

「山の城地区と霧島温泉郷地区の間を結ぶ断層の発達がある場合、山の城での地熱発電は霧島温泉郷へ早期に影響を与える可能性がある。この場合、開発と同時に給湯に要する配管設備を備える必要が生じる。」

山の城地区と白水越地区とはほぼ同じ場所である。住友金属鉱山（株）は霧島温泉に影響を与える可能性があるとして報告しており、この地区の地熱開発が危険である事は明白である。

3 宮崎県の白鳥温泉の事故

平成5年10月7日、宮崎日日新聞は「えびの白鳥温泉に油、営業中止、地熱開発調査で混入」と報道している。NEDOはえびの白鳥地区を地熱発電所の有望地域とし調査井を掘削していたが、その最中に起きた事故である。白鳥温泉は平成5年10月5日から平成6年5月13日まで休業し

補償金約 2400 万円を受け取っている。開発業者は断層が違う、貯留層が違う、掘削深度が違うという理由で既存温泉に影響はないと説明するが、それでは白鳥温泉の事故を説明できない。開発業者は地熱発電が温泉に影響を与えた事例は日本ではないと説明するが、それが真実とは思えない。

4 牧園町郷土誌

昭和 56 年発行の「牧園町郷土史」に地熱開発のページがある。「交換熱水は地域暖房や温泉給湯、農業用温室、養魚など幅広く使われ産業の振興はもとより生活の向上に役立ち新しい豊かな町作りの展望が広がって・・・」とありバラ色の将来を夢見ている。しかし大霧発電所ができて 16 年経過するが、そのような恩恵はどこにもない。開発業者の PR 誌には「地熱の多目的利用として、浴用はもちろんのこと農業・漁業・工業・道路融雪などさまざまな目的に使うことができる」とある。大霧発電所の建設前に牧園町あげて大いに期待されたことは何一つできず、えびの高原の惨状だけが残った。今後、新しい地熱発電所から出る熱水をどこにどのような利用ができるか具体的な期待はまったくできない。

5 国立公園の自然保護

正徳 4 年（1714 年）飯田喜八が発見した硫黄谷温泉、延享元年（1744 年）安藤仲兵衛国広よって発見された栄之尾温泉など霧島温泉は古い歴史をもち昭和 9 年我が国で最初に国立公園に指定された。今年霧島錦江湾国立公園として再編成され 2014 年には指定 80 周年を迎えようとしている。地熱発電所が計画されている周辺は涵養保安林で地元住民や霧島市の水源地でもある。還元井に流される大量の熱水の行方はほんとうに最後まで確認され問題はないのか。この地に鳴子温泉の鬼首地熱発電所のような大事故が絶対起こらないといえるのか。心配される大地震や大型台風、また集中豪雨などに地熱発電所やパイプラインは対策が取られているのか。国立公園の森林ができるには千年の歳月を要するが破壊は一瞬である。小規模分散型の温泉発電の技術革新が進んでいる中、美しい霧島国立公園の大切な場所に大規模な地熱発電所が今すぐ必要なのだろうか。



大霧地熱発電所の建屋



大霧地熱発電所のタービンと発電機



大霧地熱発電所の冷却棟



大霧地熱発電所の生産井基地



大霧地熱発電所での質疑応答



霧島国際ホテルの自家用地熱発電施設建屋



霧島国際ホテルの蒸気



霧島国際ホテル地熱発電施設のタービンと発電機



霧島温泉郷におけるヒアリング

14. まとめ

我が国における地熱発電は、岩手県・松川地熱発電所が1966年に操業開始したことにはじまる。47年経過した現在、自家用を含め18カ所の地熱発電所が稼働しているが、事業用の地熱発電所は1999年に操業した八丈島地熱発電所以後は新設されていない。

そもそも地熱開発は温泉の開発と同様であり、地熱発電に用いられる「熱水」は「温泉」そのものである。地熱発電が実施されれば、膨大な熱水＝温泉を湧出させ続けることになる。既存温泉地の近隣で実施されれば、温泉源への影響が懸念されることは当然のことであると言えよう。

地熱開発事業者と温泉関係者は、前者は「地熱発電は温泉源に影響を与えない」と主張し、後者は「影響を懸念する」という相反する立場から対立してきた。

全旅連では、地熱発電検討委員会を立ち上げ、その活動の一環として「地熱発電と温泉地の共生」をテーマに温泉発電施設を含む地熱発電所の視察を3カ所実施し、同時に近隣の温泉地に対するヒアリング等を実施した。今回の視察ならびにヒアリング調査等から、地熱発電所周辺の温泉地においては因果関係は不確定であれ、泉温低下・湧出量減少・成分変化・噴気衰退・土砂崩れ・群発地震など種々の現象が地熱開発実施後に現れているケースが多いことが把握できた。また、各地熱発電所においては発電を維持するために新たな生産井を2年～3年毎に掘削しており、開発し続けられている実態も把握できた。さらに多方面からの科学的知見を集積して検討した結果、現状の地熱発電には大きな疑問を感じざるを得ない。したがって、現時点において地熱発電と温泉地の共生は極めて難しいという結論に達した。今後日本における地熱開発に関する基礎研究をしっかりと、地熱発電所周辺の温泉地において上記のような現象がまったく起きないような技術が確立することを望むものである。

なお、今後温泉地の近隣および周辺において地熱発電所の設置を検討する場合には、最低限度全旅連ならびに日本温泉協会が要望している下記5項目が遵守され、当該地域における合意形成がなされていくことを前提としなければならないと考える。