



## 地熱開発に対する温泉事業者と地熱事業者の認識について

益 子 保<sup>1)</sup>

(平成 25 年 11 月 2 日受付, 平成 25 年 11 月 19 日受理)

### The Differences of Recognition on the Geothermal Development between Hot Spring Users and Geothermal Developers

Tamotsu MASHIKO<sup>1)</sup>

#### 要 旨

地球温暖化防止等の観点から、エネルギー源として自然エネルギーが注目を集めている。地熱資源もその一つであり、他の自然エネルギーに比較して、安定した発電出力が期待できることが特徴である。その一方で、温泉と同じ熱流体資源であるだけに、地熱開発の進展による温泉への影響が懸念されている。本稿では、地熱発電の概要を紹介するとともに、地熱開発に対する温泉事業者と地熱事業者の認識の相違について総括した。

温泉事業者が地熱開発に際して危惧する点と、地熱事業者が地熱開発に際して温泉への影響を回避するために講じようとしている点に大きな差はない。地熱開発は温泉を保護しつつ共生させていくことが、今後の重要な課題である。

キーワード：自然エネルギー、温泉資源、地熱開発、地熱発電、共生

#### 1. はじめに

このところ、地熱発電への関心が高まっている。元々は、世界的気候変動（地球温暖化）防止と生物多様性維持の観点から、エネルギー源としての化石燃料を自然エネルギー（再生可能エネルギー）に転換する必要性が急務となったからである。この自然エネルギーへの転換問題は、我が国では東日本大震災時の福島原発における深刻な事故を契機として国民の関心が急速に広がり、少なくとも原発に頼らないエネルギー源を求める声が圧倒的となっている。

地熱発電はその一翼を担うものであり、他の自然エネルギー源に比較して、調査から建設に至る

<sup>1)</sup>公益財団法人中央温泉研究所 〒171-0033 東京都豊島区高田 3 丁目 42 番 10 号。 <sup>1)</sup>Hot Spring Research Center, 42-10, Takada 3-Choume, Toshima-Ku, Tokyo 171-0033, Japan. E-mail: t-mashiko@onken.or.jp, TEL: 03-3987-0751, FAX: 03-3987-0755.

までに必要な期間が長いものの、安定した発電出力が期待でき、ベース電源に適していること、火山国である我が国には豊富な地熱資源が賦存していること等の理由により、次世代の発電の担い手として期待されている。

## 2. 地熱発電について

Figure 1 は、自然エネルギー財団のホームページに掲載されている地熱発電の種類である (NEDO, 2008 ; 自然エネルギー財団, 2013). それによれば、地熱流体の温度がおよそ 180~370℃ と高温であれば、天然蒸気または熱水を沸騰させた蒸気をタービンに送り込んで発電する蒸気発電が行われる。これに対して、流体温度がおよそ 50~200℃ の場合には、この地熱流体により低沸点媒体をいったん沸騰させ、そこで得られる蒸気をタービンに送り込んで発電するバイナリー発電が行われる。蒸気発電の中にもフラッシュ発電 (シングルフラッシュとダブルフラッシュが主なものだが、トリプルフラッシュもある)、ドライスチーム発電、背圧式発電があり、バイナリー発電にも低沸点媒体の種類によってランキンサイクル (単体の有機媒体を用い、80℃ 以上の比較的高温の地熱流体に適するとカーリーナサイクル (水とアンモニアの混合物を用い、50℃ ほどの低温の流体でも発電が可能とがある。ちなみに、フラッシュとは高温・高圧の状態におかれていた熱水が、地熱井を上昇する過程で減圧され、沸騰することをいう。

Figure 2 および Figure 3 は、上記した地熱発電の代表的な種類であるシングルフラッシュ発電及びバイナリー発電の仕組みを概念的に示したものである (NEDO, 2008, 2010). 現在、我が国には事業用 13 ヶ所、家用用 4 ヶ所、計 17 ヶ所の地熱発電所が稼働しており、認可出力の合計は約 54 万 kW である (Fig. 4, ブレック研究所, 2011).

## 3. 地熱開発に対する温泉事業者と地熱事業者の認識

温泉事業者にとっては、地熱開発は温泉事業者が採取対象としている温泉帯水層 (貯留層) の根源部分を開発するとイメージが強く、地熱開発に伴って周辺既存源泉に大きな影響が及ぶことを

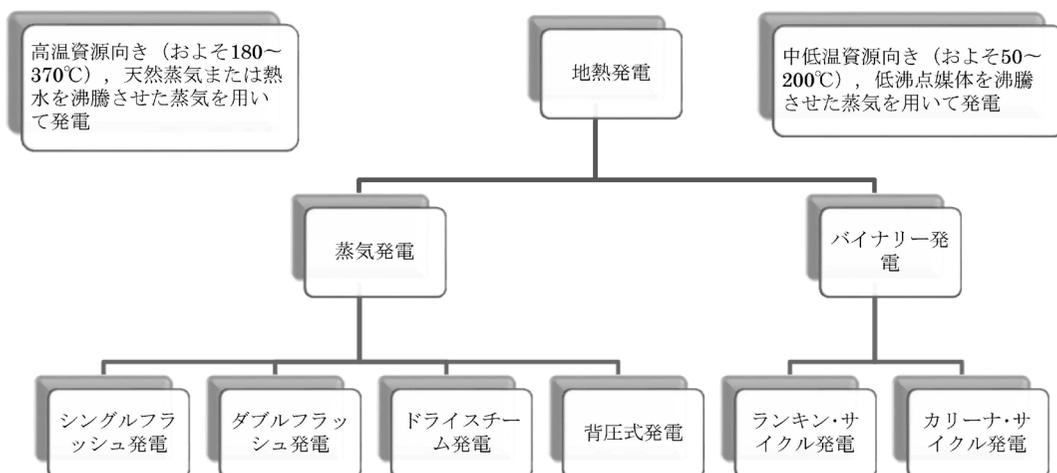


Fig. 1 Types of geothermal power generation (NEDO, 2008 ; Japan Renewable Energy Foundation, 2013).

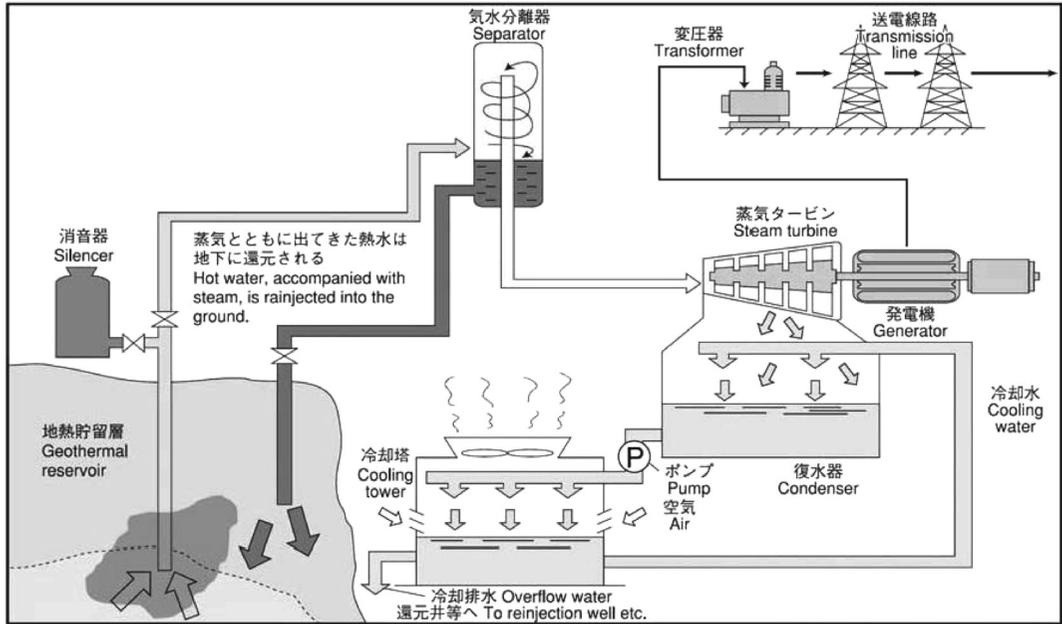


Fig. 2 Structure of geothermal power generation (Flash steam power plants ; NEDO, 2008, 2010).

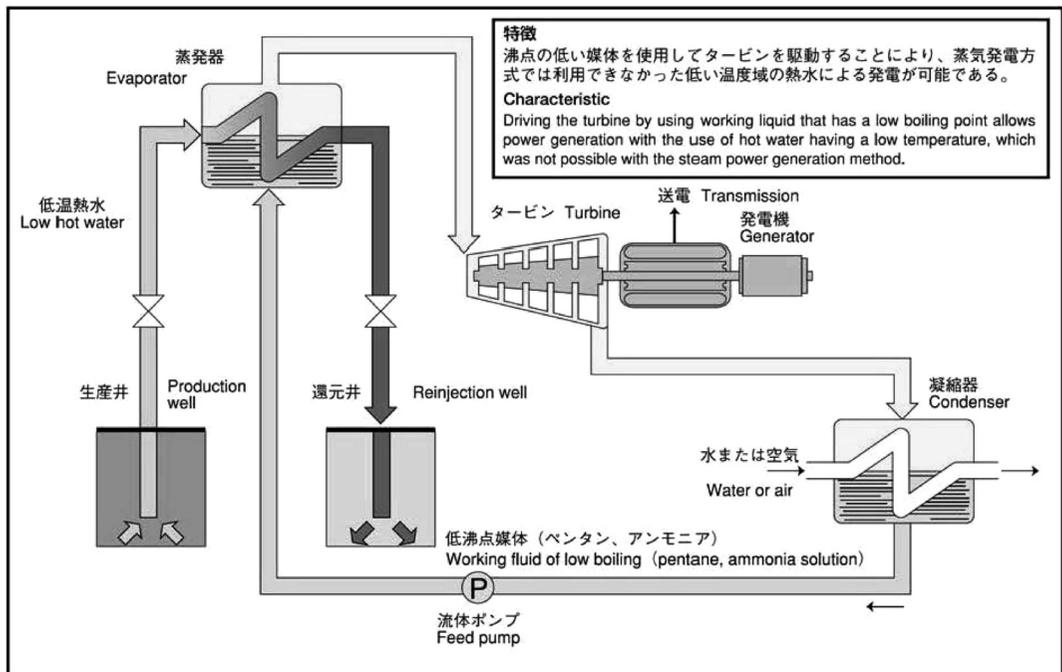


Fig. 3 Structure of geothermal power generation (Binary cycle power plants ; NEDO, 2008, 2010).

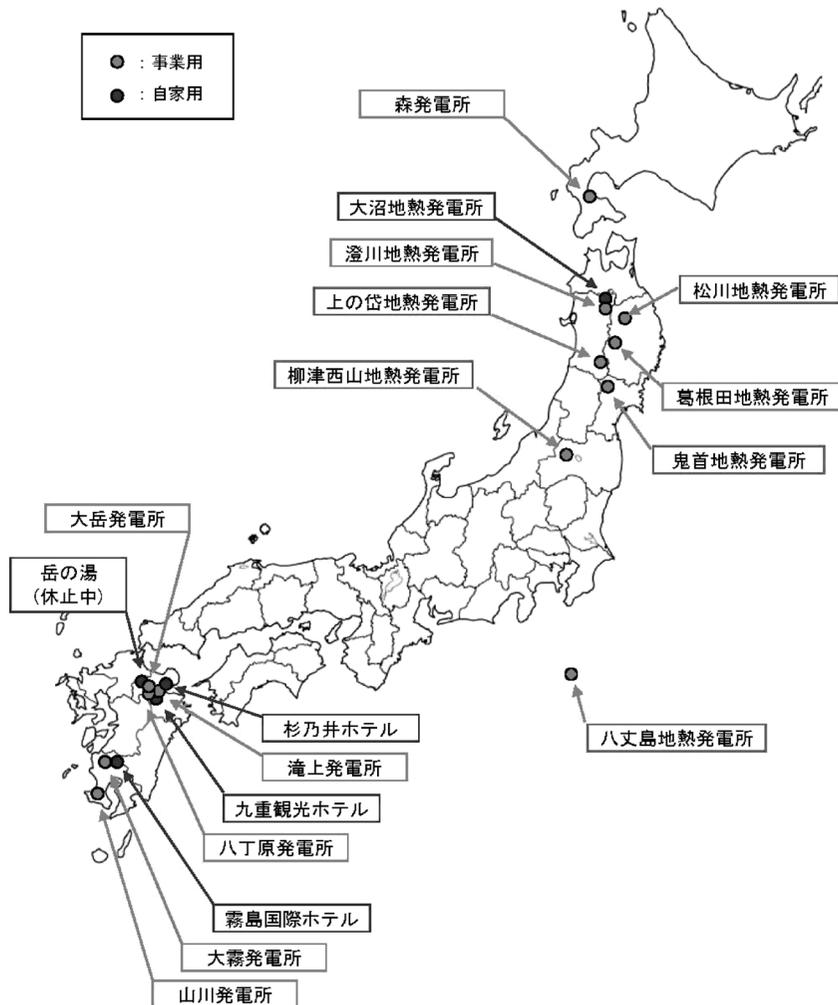


Fig. 4 Location map of geothermal power plants in Japan (PREC Institute, 2011).

懸念している（佐藤，2012）。こうした温泉事業者の懸念は、これまでに開発・運用されている地熱発電所近傍で出現している実際の現象に根ざしたものであり、温泉影響ばかりでなく、自然噴気の消滅、地滑りや地震といった自然災害の誘発等も危惧している。実際に、海外では地熱開発に伴って温泉や自然環境に実際に影響が生じていることが認められている（プレック研究所，2011）。しかし、地熱事業者側からすると、海外で起こった影響の事例は地熱開発の規模が大規模であったり、採取した熱水を地下還元していなかったりすることが原因であり、地熱発電の規模が小さく、熱水を地下還元している我が国の事例については、温泉事業者の認識に違いがあるか、地熱開発との因果関係を示す証拠がないかのいずれかと受け取られている。温泉地に対する影響問題に関しては、温泉事業者と地熱開発事業者との間で事実認識に大きな相違があることになる。

つまり、地熱発電所の近傍で起こったある現象に対して、温泉事業者は地熱開発による影響であるとみているのに対して、地熱事業者は温泉への影響を科学的に証明するようなデータはなく、既存発電所では温泉には影響していない、と考えていて、この認識の違いから、地熱開発に対しては

出発点からして以下のような相違が生じている。

温泉事業者：これまでの地熱開発事業では、周辺温泉に悪影響が生じたのだから、今後各地で行われる地熱開発でも、必ずや既存温泉に影響が生ずるであろう。したがって、環境や既存温泉に影響が生じないことが保証されなければ、地熱調査であっても実施には同意できない。

地熱事業者：これまでの地熱開発事業では周辺温泉に悪影響は生じていないが、今後各地で行われる地熱開発に当たっては、既存温泉に影響が生じないように十分に配慮する。地熱調査は地熱資源量評価のみならず、そうした影響評価も含むのだから、少なくとも地熱調査には理解が欲しいし、実施させて顶きたい。

温泉事業者の集まりである（一社）日本温泉協会は、地熱開発に絶対反対といっているわけではなく、「無秩序な地熱発電開発に反対」しているとしており（日本温泉協会，2012）。この無秩序とは、人間社会に悪影響（混乱）を及ぼすことであり、開発に当たっての前提は、電力確保と温泉資源保護の二つの公益が共存することとしている。無秩序な状況を回避するために、日本温泉協会は次の5項目の実現を提案している。

- 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、国内の地熱発電所の許可出力と発電量の推移 (Fig. 5, 火力原子力発電技術協会, 2010) を

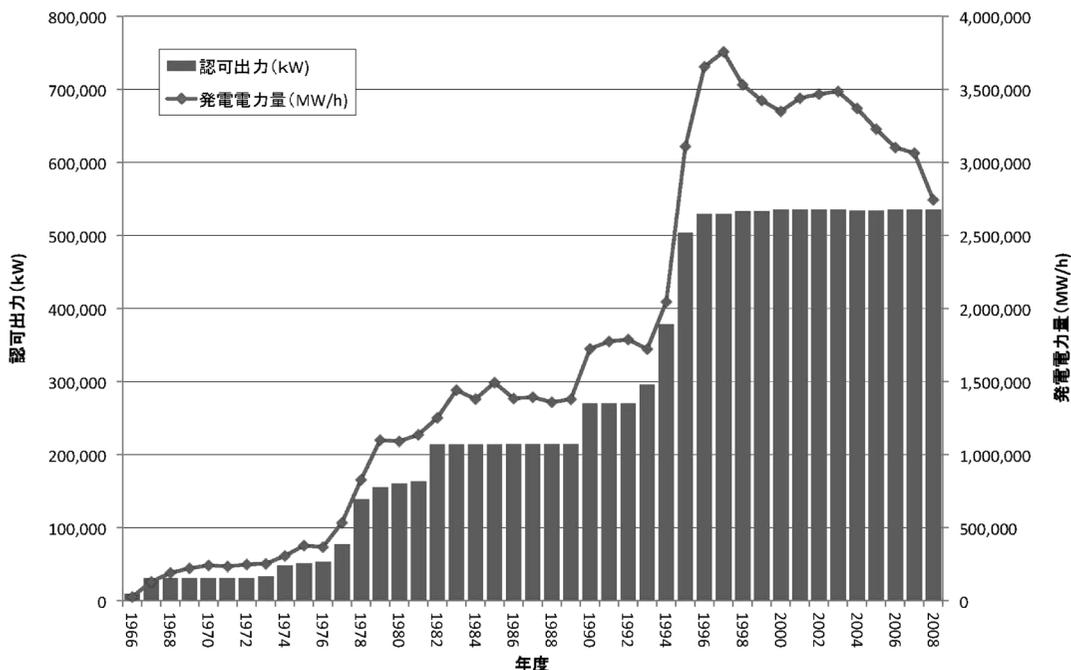


Fig. 5 Changes of permitted power generation output and production electricity of geothermal power plants in Japan (Thermal and Nuclear Power Engineering Society of Japan, 2010).

見ると、平成11年の八丈島地熱発電所の稼働以降、新規の地熱発電所の建設はなく、認可出力は横ばいとなっているのに、発電量は同年以降低下傾向を示していることから、各発電所の認可出力は過大ではないのか、地熱発電に用いられる地熱資源は本当に再生可能であるのか、といった指摘や疑問を投げかけている。

一方、地熱発電（開発）事業者は、これまでも今後も、地熱開発に当たっては地元自治体の協力を得つつ、以下のような取り組みを行っている（いく）と考えている。

- ①調査の段階から地元説明会等の開催を通じて、調査目的・内容、調査結果等の情報を共有し、地熱発電（開発）事業者、温泉事業者、地元自治体等を含めた関係者間の信頼関係を醸成する。
  - ②温泉等周辺環境への影響を判断するために必要となる環境保全や貯留層等に関するモニタリングを行い、モニタリング結果や各種調査情報を協議会等の場を通じて関係者と共有する。
  - ③モニタリング結果や各種調査情報は、協議会等で関係者と公開内容及び方法について調整する。
- また、地熱に関わる会社で組織される日本地熱協会（2012年12月4日設立、正会員48社、特別会員2社で構成）も、自身が発行するパンフレット『見なおそう！地熱発電！』の中の、“地熱発電を行うことで温泉に影響はないの？地域との関係は？”という設問の項で、以下のことを述べている（日本地熱協会、2013）。

地熱発電所の立地にかが、地域の方々、周辺の温泉関係の方々には地熱発電のことをよく理解して頂くことが最も重要です。そのため、地熱発電の調査・開発を行う場合には、地域協議会の設置や説明会の開催、対話等を行っています。

温泉のタイプによっては、影響するおそれがありますので、地熱発電の調査・開発を行う際には、並行して温泉モニタリング等の環境調査を行い、周辺環境への影響の有無を調べています。

また、温泉発電や、地熱発電に伴って発生する熱水や温水は、地産地消の地域エネルギーとしての利用が期待されており、その促進に向けて協力します。

日本地熱協会パンフレット『見なおそう！地熱発電！』より

温泉事業者と地熱関係者との間の地熱開発に対する認識（特に既存地熱発電所近傍の温泉への影響問題）には極めて大きな差があるものの、地熱関係者が地熱開発に当たって目指している内容は、温泉関係者が求めているものと大きな差異はないように思われる。

#### 4. おわりに

環境省がまとめた「温泉資源の保護に関するガイドライン（地熱発電関係）」（環境省自然環境局、2012）は、現在稼働している地熱発電所に相当する規模の地熱発電の開発に当たって、段階毎の掘削（調査井、生産井、還元井、補充井等）について温泉法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が狙いであるが、温泉資源保護と地熱開発の共存とを実現するために、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についても提言を行っている。その主な柱は、①モニタリング、②情報の共有・公開、③関係者間の合意形成の3項目である。

今回の公開討論会では、温泉科学、地熱、地下水を専門とする研究者から話題提供を頂き、温泉資源の保護と地熱発電の共生を探ることとする。

**引用文献**

- 環境省自然環境局 (2012) : 温泉資源の保護に関するガイドライン (地熱発電関係), 平成 24 年 3 月, 51 p., 東京.
- NEDO (2008) : 地熱開発の現状, 22 p., 東京.
- NEDO (2010) : NEDO 再生可能エネルギー技術白書～新たなエネルギー社会の実現に向けて～ (平成 22 年 7 月), 650 p., 東京.
- 日本地熱協会 (2013) : パンフレット「見なおそう! 地熱発電! (平成 25 年 8 月版)」.
- プレック研究所 (2011) : 平成 22 年度地熱発電に係る環境影響審査手法調査業務報告書, 平成 23 年 3 月, 118 p., 東京.
- 佐藤好億監修 (2012) : 地熱発電の隠された真実, 日本温泉協会, 473 p., 東京.
- (社)火力原子力発電技術協会 (2010) : 地熱発電の現状と動向 (平成 22 年 3 月), 99 p., 東京.
- (社)日本温泉協会 (2012) : 声明文「自然保護・温泉源保護・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」(平成 24 年 4 月 27 日付け)
- 自然エネルギー財団 (2013) ホームページ (自然エネルギーポータルサイト〈地熱発電ポータルホーム〉地熱発電ベーシック) ; <http://jref.or.jp/energy/geothermal/basic.php>