

温泉熱発電の普及に関する研究

スバリゾートハワイアンズを事例とした事業化の検討

R09008 伊東 嘉史
指導教員 池田 將明

1. 研究の背景と目的

地熱発電は再生可能エネルギーとして世界で注目されている。日本は豊富な地下資源を有しているため導入が進んでいる。一般的な地熱発電では施設の規模が大きく、各自治体、企業での導入が難しい。いくつかある地熱発電の方式の中からバイナリー発電に着目した。バイナリー発電は低温の熱で発電が可能であり、設備占有面積が小規模である。また、低温の熱を利用した発電機は環境への影響が少なく、これまで破棄していたエネルギーを利用することができる。日本には全国各地に温泉が存在する。温泉の熱は大半が破棄されているが、その破棄されている熱はエネルギーとしてバイナリー発電で利用できる。しかし、温泉熱を利用した発電は導入例が少なく、普及が進んでいないのが現状である。

そこで本研究では、温泉熱発電の現状を把握し、温泉熱発電の普及を促進するための解決策を検討する。それと同時に地元温泉街の活性化について検討する。

2. 温泉熱発電の現状

日本には全国に豊富な温泉資源が存在する。しかし、温泉の温度は本来地熱発電などに使用される媒体と比較すると温度が低く扱いづらい。近年では70～100℃ほどの温泉の熱を利用した発電機が開発されている。このように温泉熱を利用したバイナリー発電はクリーンなエネルギーとして注目されており、発電した電力を売電する、または現地にて使用することによって国内のエネルギー問題の補助になるのではという期待が寄せられている。

2.1 支援策の現状

(1) 補助金

現在 NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)は新エネルギー等導入加速化支援対策費補助金として新エネルギーの導入事業を行う事業者に対して事業費の 1/3 を補助しており、さらに事業者が公共団体と連携して設備導入事業を行う場合、事業費の 1/2 を補助している

さらに環境省においても、温泉エネルギー活用加速化事業を行っている。これは再生可能エネルギーの導入を加速化させることを目的としており、温泉熱発電の導入を目指す事業者や、地方公共団体が導入を円滑に進めるために、国が支援を行うというものである。

温泉エネルギー活用加速化事業の公募では環境省によって審査委員会が設置され、各事業者、地方自治体が提出した提案書は評価基準表を用いて評価され、総合評価点が優秀なものから選定される。同時に実施地域、予算総額の範囲内かどうかを考慮したうえで、事業が実現可能かどうか見極められる。公募の対象業務としての条件として、以下の条件が必要である。

(1)導入する発電施設の総容量が 1 メガワット以上であること。

(2)業務に当たり、発電設備の導入予定地の存する市町村の協力が得られており、事業化に向けても市町村の協力が得られることが確実であること。

(3)現時点で得られている情報から、当該発電設備の導入が事業採算性を有すると判断されること。

また発電設備導入後においては、予算の使用、事業の実績、事業性の評価、事業による波及効果、そして今後の取り組みについての報告書を提出する必要がある。

(2) 固定価格買取制度

平成 24 年に再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度が始まった。調達価格と調達

地熱	15000kW以上	15000kW未満
調達価格	27.3円	42円
調達期間	15年間	15年間

表 1 地熱発電の調達価格と調達期間

期間は発電方法により異なる。温泉熱発電は他の再生可能エネルギーと比較すると、調達価格が 42 円/kW という高値であり、調達期間は 15 年間である。(表 1 参照)温泉熱発電は他の発電と比べて出力が大きいため、投下資本の回収は早いと考えられる。温泉熱を利用した発電の場合、本来地熱発電には必要不可欠な大がかりな事前調査を必要としないことで初期投資を抑えることができるため、さらに投下資本の回収が早いといえる。しかし、固定価格買取制度が終了した後は、電力会社との契約が単年度での更新制となってしまうことが問題である。

2.2 開発の可能性

温泉熱発電において現段階で実用的な発電方法はバイナリー発電、そして熱発電チューブがある。熱発電チューブとは従来平板型の上下面に温度差をつけ発電していたものを、チューブ状にすることによって、様々な場所で発生している排熱の利用を可能にしたものである。今回の研究では発電量が多く、現在熱発電チューブよりも実用化が進んでいるバイナリー発電に関して考察を行い、事業化の検討を行う。

3 バイナリー発電の概要

バイナリー発電は他の方式と比べ発電効率が低い、低温の温泉で発電可能である。使用した温泉の効用、泉質は変化しないため、そのまま入浴用として利用できる。またクリーンなエネルギーというだけではなく、発電設備の占有面積も小規模で済むとともに、災害時の発電拠点としての機能も果たすことができるためポテンシャルの高い発電方法である。

3.1 発電のメカニズム

地熱発電の方式は 3 種類がある。(表 2 参照)温泉熱発電はバイナリーサイクル方式に分類されている。

表 2 地熱発電の方式

ドライスチーム方式	蒸気を少量しか含まない地熱発電の際に有効な発電方法。簡単な除湿作業のみで蒸気をタービンに送ることができるため、もっとも簡単な発電方法である。
フラッシュサイクル方式	日本で最も主流の発電方法。蒸気をタービンに送る前に、熱水と蒸気に分離した後にタービンに送ることにより発電する。
バイナリーサイクル方式	ペンタンやフロンなどの低沸点の媒体を温泉や、工業排水などの熱水により沸騰させタービンに送ることで発電する。

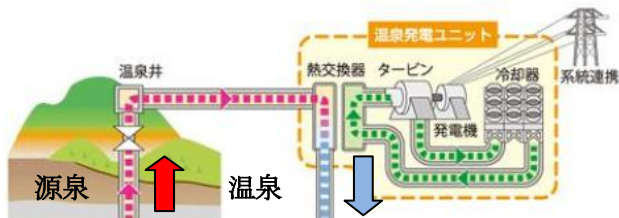


図 1 バイナリー発電の仕組み

出典)JFE エンジニアリング HP

バイナリー発電の基本的な仕組みは、温泉の熱を利用して発電する場合、源泉から発電ユニットに送られた温泉の熱で低沸点の媒体を沸騰させ、タービンを回して発電する。使用された源泉は温泉として利用される。また、使用された低沸点の媒体は冷却器にて液化され再利用される。(図 2 参照)

3.2 発電機の現状

用途や使用場所によって種類の違う発電機が使い分けられている。現在国内で発売されているのは 2 種類の発電機である。

まず神戸製鋼が開発した KOBELCO MB-70H である。世界初の半密閉スクリータービン式を採用し、最大発電端出力は 70kw である。70～95℃の温水、もしくはは温水に変換出来る廃液やガスなどの熱源から発電するオーガニックランキンサイクル方式のバイナリー発電システムである。作動媒体には不活性ガスを使用しており、バイナリー発電の規制緩和対象仕様となっている。

二つ目は IHI が開発した HR シリーズである。出力が 20kW とバイナリー発電機としては小さいため、少量の温水を熱源として発電することができる。工場が周囲に分散して排出する温水も、集めることなくそのまま発電に利用できる。まとまった量の温水供給が期待できる場所では、この製品を何台も並列で配置し、それぞれが温水を受けて発電することも可能である。

4. 適用例—土湯温泉

温泉熱発電の適用例として、温泉熱発電を導入する予定の土湯温泉を紹介する。

□事業主体：土湯温泉協同組合

□源泉の湯量・温度：毎分 1000ℓ・97℃

□出力：定格出力 250kw×2(予定)

□導入費用：一機約 3 億円×2(予定)

2012 年 10 月に土湯温泉協同組合によって設立された、株式会社元気アップつちゆへヒアリングを行った。

日時	2012 年 1 月 12 日
方法	元気アップつちゆ(株)にて面談
対象	元気アップつちゆ(株)所属技能士 1 名

現在、調査報告書はすでに受理されており、今後総合評価落札方式で発電機を受注するメーカーを決定した後、着工する予定だ。2013 年秋に着工、そして 2014 年夏の

発電設備稼働を目指す。

設備稼働後は、売電収益を利用した地域の復興、活性化に活かす考えだ。また、全国の自治体や地方公共団体などが視察に訪れることから、バイナリー発電の発信地としての機能が期待される。

5. 検証事例を用いた事業化の可能性

研究対象のスパリゾートハワイアンズは、毎分 3000ℓ、96℃の源泉を保有しているため、土湯温泉と比較すると導入は容易であると考えられる。また、土湯温泉は国立公園に指定されており、発電機導入の承認が難しかったが、スパリゾートハワイアンズにおいては、そのような大きな障害はない。

温泉業界、特に東北の温泉を利用している施設において、震災前、つまり平時と、震災後では事情が大きく違う。源泉の確保や風評被害によって金銭的な面から、新たな設備の導入は難しいと考えられる。固定価格買取制度が 15 年間で終了してしまうこと、そして固定価格買取制度による 15 年間の保証が終了した後に売電取引を行う電力会社との契約は単年度での更新制であり、いつでも契約を破棄できてしまうことが問題である。

さらに導入に関しての条件として、様々な法律、制約、そして個人や組合との厳しい許認可も必要である。これは東日本大震災以前と震災後において変わらぬ条件が必要となっている。これらの条件を同時に満たすことは難しく、さらに多大な時間と労力が必要である。

以上より、現状での温泉熱発電の事業化の可能性の見込みは難しいといえる。

6. 考察

温泉熱発電の事業化に関する結論は、現段階での事業化は難しいというものとなった。しかし技術的な問題ゆえの結果ではなく、補助金の査定項目の多さや、難しさ、そして何より平時の場合と有事の場合での許認可のルールが整合していないことが要因となっている。

そして一番の問題は、電力会社の寡占化である。現在電力会社は民営化せずに運営されているが、そのことは日本の電力会社、そして新エネルギーの開発、普及の障害となっていると考える。電力会社の民営化、そして有事の際の迅速なルール改変。以上が新エネルギー介入、そして温泉熱発電の普及につながると思込まれる。

【参考文献】

- 1) 環境エネルギー省/「電源開発の概要」 2008
- 2) 原子力安全・保安院/「バイナリー発電設備の規制見直しに伴う電気事業法施行規則等の一部改正等について」 2011
- 3) 経済産業省/「資源エネルギー庁」 2008
- 4) 新エネルギー導入促進委員会/「新エネルギー等導入加速化支援対策事業」