

P18. 温泉発電の賦存量と導入推進に向けた課題について

Estimate of potential energy and challenge to extend use of Hot Spring Power Generation.

○宮原智哉, 小川豪司, 沖野友祐 (アジア航測株式会社)

Tomoya Miyahara, Gosh Ogawa, Tomosuke Okino(Asia Air Survey Co., Ltd.)

1. はじめに

東日本大震災(3.11)以降, 再生可能エネルギーについては, その導入目標を達成するために様々な規制・制度改革や事業が行われるようになってきた。しかし, 再生可能エネルギーのうち, 地熱発電については他のエネルギーに比べてほとんど導入が進んでいない。¹⁾

地熱発電のひとつである既存温泉を利用した温泉発電は, 大規模な地熱発電に比べ, 比較的短期間で事業化が可能であり, 環境への負荷も小さいため再生可能エネルギーの導入促進に有効な発電手段と考えられる。

しかし, 詳細な事業化検討を行うために必要な既存温泉の基礎情報は十分ではなく, 同じ温泉地でも地質学的な場の違い等で泉温や湧出量, 泉質が井戸ごとに異なるなど, 応用地質学的な検討が重要な課題である。

本研究では既存の温泉井における詳細調査結果と全国的な温泉データベースを用いた賦存量との比較検討や導入検討の事例を基に, 温泉発電導入に関する課題や方向性について検討した。

2. 温泉発電資源量の推計値について

日本国内における温泉発電資源量の試算は, 村岡ほか(2007)²⁾及び大里・村岡(2008)³⁾で初めて推定され, 今すでに存在する温泉(カーナ発電の理論的な発電可能温度である53℃以上の温泉)について約72万kWとされている。また, 環境省(2014)⁴⁾では, 発電機メーカー等のヒアリング結果から, 現状の機械設備で効率的な発電ができる熱源温度を80℃以上と設定し, ランキサイクル方式で4.14万kW, カーナサイクル方式で7.65万kWという資源量が推定された。上記の推計は, どちらも推計の基礎となる温泉データは金原(2005)⁵⁾の全国温泉データ(4,536か所の温泉データ)が用いられている。

また, 環境省(2014)では資源量が算出された金原(2005)の温泉データ(149か所)から温泉発電資源分布図が作成された。これにより, 全国的な温泉発電有望地の分布が図示され, 温泉発電の導入推進に資する資料となったが, 金原(2005)に収録された温泉データは, 個々の源泉のデータだけではなく, 温泉地ごとに集計されたデータもあり, その温泉地で最も高い温度が「温度上限」, その温泉地の総湧出量が「湧出量」とされていることに注意が必要である。

図1には市町村ごとに金原(2005)から環境省(2014)と同様の手法で算出したカーナサイクル方式の温泉発電資源

量を集計した分布図を示す。

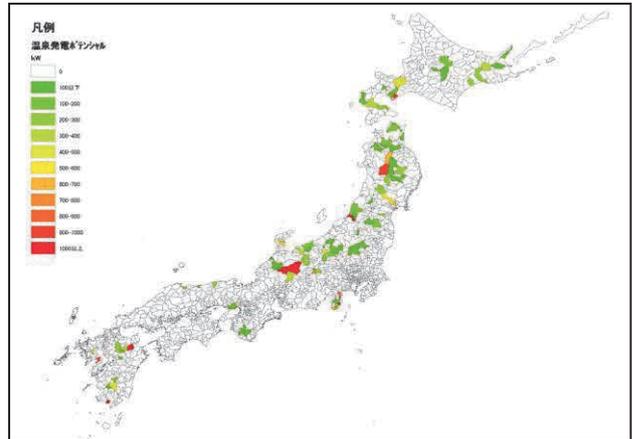


図1 ランキサイクル方式の温泉発電資源量の分布

しかし, これらの推計された資源量や金原(2005)のデータを用いて実際の温泉発電事業の事業性検討や設計・施工が可能かということ, 前述したデータの課題もあり, 難しいと言わざるを得ない。

3. 源泉調査結果と推計温泉発電資源量の比較

実際に温泉発電事業の概略検討を行う場合には, 最低限, 表1に示す項目の源泉毎の情報取得が必要である。しかし, 現状ではこれらの情報が全国的なデータとして利用できる状況にはなっていない。

表1 既存の温泉利用発電の概略検討に必要な項目

調査対象	調査項目
温泉源泉	温度
	湧出量
	利用可能な温度範囲
	水質
	蒸気噴出の有無
	源泉位置
冷却水	温度
	流量

したがって, 温泉発電を志す事業者は, これらの情報を現地調査で入手するか, 不確実な情報から推定をもって検討を行う必要がある。前者は発電事業のインシヤルコストに跳ね返って, 事業性の低下を招くこととなり, 後者の場合は実際の温度・湧出量が想定を下回った場合に, 予定していた発電量が得られないリスクを伴う。

表2には, 金原(2005)の温泉データから算出した箱根町の温泉地の推計資源量(発電端出力)を示す。なお, 算出に用いた計算式はNEDO(2013)⁶⁾のカーナサイクル, ランキサイクル方式の出力近似式を用いた。

【カーナサイクルの場合】

$$P=Q \times 9.005 \times 10^{-6} \times T^{2.773}$$

【ランキンサイクルの場合】

$$P=Q \times 1.184 \times 10^{-7} \times T^{3.588}$$

P：発電端出力 (kW)， Q：熱源流量 (t/h)，

T：熱源温度 (°C)

表 2 箱根地区の代表的な温泉の推定資源量

温泉名	温度上限 (°C)	湧出量 (t/h)	カーナサイクルによる推計発電量 (kw)	ランキンサイクルによる推計発電量 (kw)
箱根地区	強羅	94.0	549	293
	小涌谷	90.1	533	274
	宮ノ下	90.0	294	152
	二ノ平	92.0	134	70
	底倉	89.5	118	61

では、実際現地の源泉の状況はどうであろうか。図 2 には、石坂他 (1997) ⁷⁾ で公表されている温泉分析書のうち、上記 5 温泉の湯温と湧出量をプロットしたものである。図 2 のグラフには、JOGMEC (2014) ⁸⁾ で示された主なバイナリー発電機選定の目安のプロット範囲を重ねて示した。

表 2 では、強羅温泉はカーナサイクルで約 550 kW、ランキンサイクルで約 290 kW の資源量があると推定されている。しかし、源泉個々の情報である温泉分析書のデータからは、IHI 社製 HR20W の範囲に 1 源泉が入るのみであった。しかも、適用範囲の右下にプロットされていることから、温度は高くても湯量が少ないため、発電機本来のスペック (発電端出力：15 kW) での発電はおそらく難しいであろう。とても表 2 で示されたような推計発電量は現実的には得られそうもない。その他、4 つの温泉についても同様の傾向が読み取れる。

4. 温泉発電の導入推進に向けた課題

広域的な賦存量 (資源量) マップは遍在する地熱資源の一つである熱水 (温泉) の地域性を明らかにし、温泉発電事業の推進に資するものであると考えられるが、全国的な源泉データがそろっていない現状では、事業推進上のイニシャルコストの増加、または、事業の収益へのリスクを含むものと考えられる。

再生可能エネルギーの導入を推進するために、様々な機関で補助金などの推進施策が行われ、導入拡大がなされてきているが、事業のリスクを低減し事業者が安心して事業に参加できるように、既存温泉の情報取得について、データ収集整理のための施策が必要になっていると考えられる。

文献

- 1) 経済産業省資源エネルギー庁 (2014), 再生可能エネルギー発電設備の導入状況等について, 経済産業省 HP
- 2) 村岡洋文・佐々木宗建・柳澤教雄・大里和己 (2008b), リーナサイクルによる温泉発電の市場規模評価, 日本地熱学会平成 20 年度学術講演会講演要旨集
- 3) 大里和己・村岡洋文 (2008), 温泉バイナリー発電, 日本エネルギー学会誌, 87, 812-818
- 4) 環境省 (2014), 平成 25 年度地熱発電に係る導入ポテンシャル精密調査・分析委託業務報告書
- 5) 金原啓司 (2005), 日本温泉・鉱泉分布図及び一覧 (第 2 版 CD-ROM 版), 数値地質図 GT-2
- 6) NEDO (2013), 平成 24 年度委託事業・地熱発電システムの小型化・高効率化および温泉熱エネルギーを用いたバイナリー発電に係る技術要件の検討成果報告書
- 7) 石坂信之・栗屋徹 (1997), 温泉分析, 課題と新しい手法, 温地研報告, 28, 77-80
- 8) JOGMEC (2014), 平成 25 年度小規模発電のうち温泉発電導入促進のための手引書

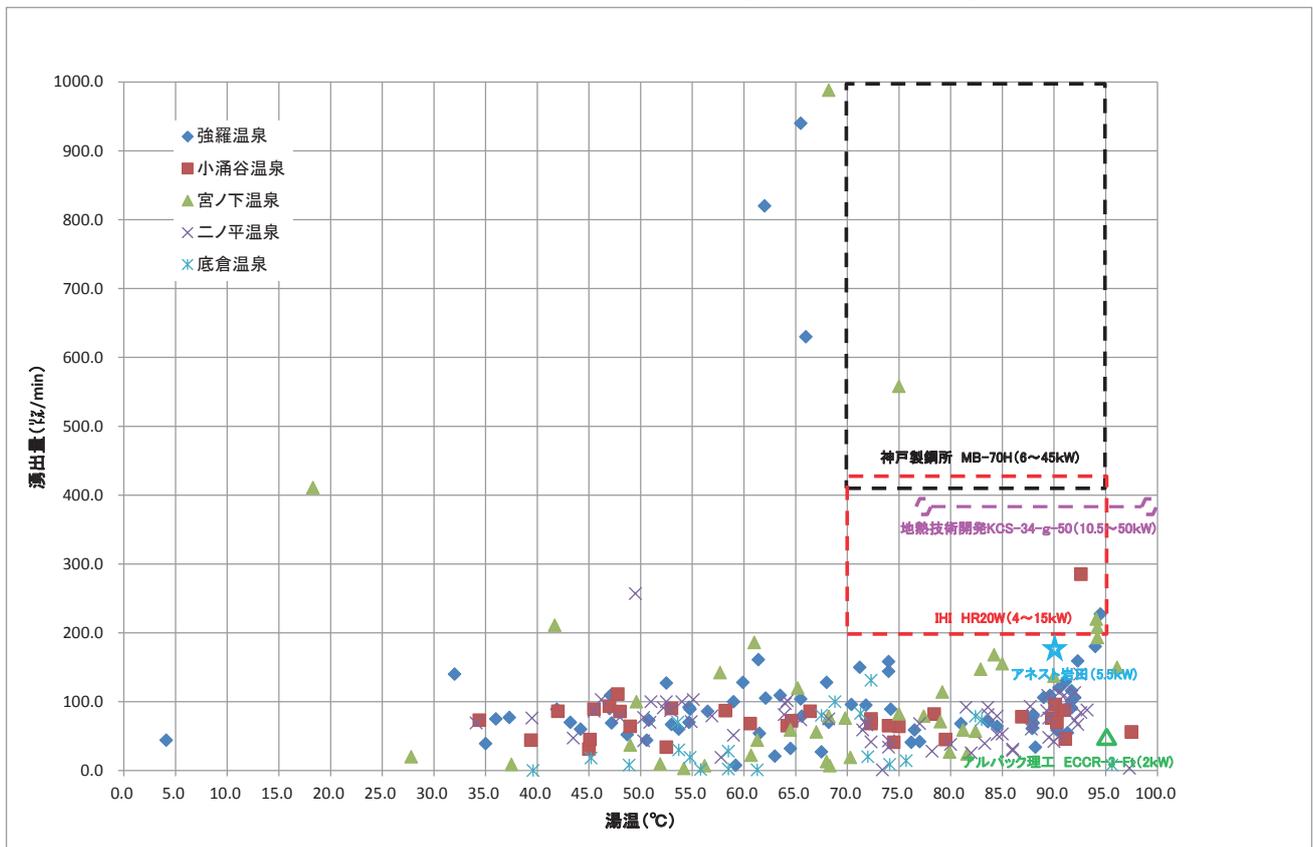


図 2 箱根地区における源泉の湯温-湧出量プロット図 (データは石坂, 栗屋 (1997) 温泉分析書より引用)