

「環境」で
自治体が変わる!

温泉熱を利用し、 環境に優しいまちづくりを推進

連載 50 ジャーナリスト 杉本裕明

静岡県
東伊豆町、
熱海市

温 泉熱を利用し、環境に優しいまちづくりを……。温泉の湯熱を利用し、発電などに利用しようとする試みが各地で始まっている。静岡県東伊豆町では3月、町が熱川駅前に発電施設を設置し、観光協会の施設に電気の供給を始めた。同県熱海市では市と大学が共同で湯熱を利用した発電の実証実験を行った。いずれも小さな発電量だが、地熱発電と違って温泉に悪影響を与えることなく、旅館との共存が可能だ。

熱川駅前に温泉熱発電所

静岡県東伊豆町の熱川駅前に温泉やぐらと「足湯」がある。そばに浜田源泉を利用したバイナリー発電施設が設置され、3月から発電が始まった。電気は、熱川温泉観光協会と町のジオパークビクターセンターが入る建物や公園に供給されている。バイナリー発電は、温泉の熱で、水より沸点の低い代替フロンを気化させ、その蒸気でタービンを回す仕組みだ。発電能力は、最大3kW。さらに80アンペアの蓄電能力があり、年間で二酸化炭素11・6t分の削減効果が得られるという。

規模の大きい地熱発電が地中に穴を掘って大量の湯を取ることから、温泉地域では、温泉湯を利用する旅館などが「温泉が枯渇する心配がある」と抵抗、計画が頓挫することも多い。だが、温泉熱発電の場合は、穴を掘らずにすみ、捨てられている7割の湯が有効活用できる。温泉の温度や湧出量への影響もない。元々この温泉熱発電は、静岡県の企業局が事業として成り立たないか、検討を続けてきた。「分散自立型のエネルギー、エネルギーの地産地消」を目標に掲げる県は、水力に加え、新たな事業を検討する中で、伊豆半島の温泉に注目した。

2010年、11年に温泉熱発電事業の可能性や採算性の調査を行った。源泉の温度や湧出量を調べ、88か所を抽出、候補地として6地区を選定。さらに東伊豆町の熱川、片瀬、下田市、南伊豆町の4地区で数種類のプランを作成、事業化できないか探った。候補地はいずれも源泉が高温で湧出量の多いところだ。しかし、例えば熱川の場合、初期投資の費用が1億円から4億円、ランニングコストが1000万円から4000万円。kW40円（15年間）で売電した年間収益は、1000万円から3500万円。収支は1000万円から2600万円の赤字となった。県が売電事業として想定したのは



バイナリー発電機。24時間発電できるのが強みだ（東伊豆町で）。



「温泉熱発電を観光にも利用したい」と語る東伊豆町企画調整課主査の太田正浩さん。

神戸製鋼所が開発した小型発電システムで、発電能力は60kW。同社は毎分800ℓの温泉湯を650世帯に供給していたが、余った湯は捨てていた。それを利用し、kW40円で九

毎分1000ℓ。熱川駅周辺にある五つの源泉は毎分200ℓしかなかった。県企業局は「熱川では、熱川駅周辺にある五つの源泉をパイプで結び、発電効率をあげようとした。しかし、投資額が大きく、採算がとれないことがわかり断念した」（経営課）と話す。そんな中で、東伊豆町が町営の発電施設を設置することを決断した。「小規模な発電施設なら設置が可能なので、まずは町が設置し、実験データを集め、実用の可能性を探ろうということになった」と企画調整課の梅原巧地域振興係長。

企画調整課の太田正浩主査は、昨年2月、バイナリー発電施設を設置した大分県別府市の瀬戸内自然エナジーを訪ねた。

神戸製鋼所が開発した小型発電システムで、発電能力は60kW。同社は毎分800ℓの温泉湯を650世帯に供給していたが、余った湯は捨てていた。それを利用し、kW40円で九

毎分1000ℓ。熱川駅周辺にある五つの源泉は毎分200ℓしかなかった。県企業局は「熱川では、熱川駅周辺にある五つの源泉をパイプで結び、発電効率をあげようとした。しかし、投資額が大きく、採算がとれないことがわかり断念した」（経営課）と話す。そんな中で、東伊豆町が町営の発電施設を設置することを決断した。「小規模な発電施設なら設置が可能なので、まずは町が設置し、実験データを集め、実用の可能性を探ろうということになった」と企画調整課の梅原巧地域振興係長。

州電力に売電することにした。太田さんは、「さすが別府で、毎分1000ℓ級の湧出量があり、すべて売電。稼働したばかりだったが、トラブルもなく、町ではもっと小さいがやれそうだと思った」と話す。

東伊豆町では、県が試算した時に紹介した企業のうちアルバック理工の発電機を選定、建屋などを合わせた事業費は計2250万円に。このうち環境省から2分の1、県から4分の1の補助金を得ることになった。

これを後押ししたのが、町が11年に熱川温泉観光協会、熱川温泉組合などと一緒設置した「町温泉熱発電実現化推進協議会」。実現に向けて議論を重ね、計画づくりに参加した。源泉の所有者でつくる熱川温泉組合の富田衛事務局長は「捨てられている湯を利用するのは環境にいいし、温泉への影響もない。ただ、湯は90℃以上の高温なので、スケールという温泉の成分が空気に触れて固形物になる障害がある。実験でどの程度、できるのか見極めたい」と話す。梅原係長は「小さな規模だが、町の観光の顔にもなる。費用が安く

なれば、旅館の非常用電源などに活用することができるのではないかと期待する。

熱海市では3月、熱海駅の整備と駅前広場のリニューアル、61年ぶりに立て替えられた市庁舎が完成。観光の目玉のサンビーチでは、約60本のジャカラランダの植栽工事が進む。財政危機に陥り、公共工事が凍結されていたが、財政再建のめどがつき、市は積極策に転じた。

そんな新しい温泉まちづくりの環境で行われたのが、日航亭大湯の源泉を使った温度差発電の実験。高台にある熱海温泉の守り神である湯前神社の境内の隣の駐車場にある温泉で、この3月まで「湯気発電装置」を設置、観光客の関心を引いていた。

日航亭大湯の98℃の源泉を使い「湯気発電」の実験が開始されたのは12年10月。15ワットと小さいが、電気は湯前神社に送電され、LEDライト、無線ルーター、携帯電話の充電ポスト、熱海の歴史を紹介する音声ガイダンスなどに利用された。PRコンテンツ創出事業として市が、12年度と13年度委託料を出した。

開発したのは、慶応大環境情報学部の武藤佳恭教授。セキュリティシステムの開発が専門の武藤教授は、

新しい発電システムに関心を持ち、発電装置を開発した。

その一つが温泉と水道水の温度差を利用して電気に変える半導体素子であるゼーベック素子。ゼーベック素子につないだ二つのヒートパイプの片方に源泉（100℃）の湯気を当て、もう一つは水道水（25℃）につける。熱が熱い方から冷たい方に流れる性質を利用し、ヒートパイプの熱伝導で発電する。後に水の替わりに空気を利用する装置も開発した。

研究室には、手のひらをくつつけると、その温度差でプロペラが回る発電装置など、発明品が幾つも並ぶ。

武藤教授が、市から依頼を受けたのは09年6月。ヒートパイプを直接湯につけ、発電する装置を開発。

熱海市では 湯気発電装置の実験



日航亭大湯の駐車場で行った温泉熱発電の公開実験。中央が熱海市市長、右が慶応大学の武藤佳恭教授（熱海市で）。

「実験場所を探している」という教授のコメントの入ったインターネットニュースを、熱海市の石渡久照さんの同僚が見つけた。石渡さんに知らせた。石渡さんは当時、総合政策推進室長で、齊藤栄市長から特命で「熱海の新たな市政モデルを創造し、

第二の創業をスタートさせること」を求められていた。同僚を伴い、神奈川県藤沢市にある慶応大学の研究室を訪ね、「高温の温泉のある熱海でやりませんか」と誘った。

市も10年、「温泉イノベーション戦略」を策定した。「温泉」をキーワードに、行政と民間企業、大学が連携して新しい製品やサービス、新しい市場の開拓など地域の活性化につながるイノベーションの創出を目

標に掲げ、①温泉入浴を中心据えた観光、湯治に加え、温泉排湯などの熱を利用した省エネルギー化や温度差発電の取り組みを進める②温泉文化やそのもとで育まれた地場産品の発掘や活用を考えるとしていた。



慶応大学の武藤研究室で、温度差発電の装置で発電してもらったと、ライトが光った（神奈川県藤沢市の慶応大学で）。

理事（環境担当）に異動した後も、この分野を担当。実験では、高温の温泉の影響で銅製のヒートパイプが腐食し、別の材質に変えるなど、課題も確認できた。日航亭大湯の経営者、吉原鑑二さんは「発電能力がもっと大きくなると、使い道も増えてきそうだ」と期待する。

石渡さんは「環境省に補助金を受けられないか相談したが、『二酸化炭素の削減効果を判断基準にしているので、規模が小さすぎる』と言わ

れた。でもいくつも組み合わせれば発電量は増えるし、大量生産して価格を下げれば、旅館などに広がる可能性がある。武藤教授は「サイエンスパーク株式会社の協力を得ながら開発を進めてきた。今は装置の値段が数万円するが、1万円を切る



「温泉熱発電の実験は成功した。実用化を目指したい」と話す熱海市市民生活部理事の石渡久照さん。

熱交換機で、暖房費削減

熱海市で最古、1806年の創業を誇る古屋旅館。玄関先の道路向かいに源泉がある。そのそばに建屋が見える。中にチタン製のパイプを何重にも巻き付けた熱交換機が六つ、水槽に沈められている。専務の内田宗一郎さんは「この水槽の中に、源泉から80℃〜90℃ある温泉湯が流れてくる。延長240mにもなるパイプに水道水を通すと、暖められ、約65℃の温水になる。それを調理場や客室のシャワーなどに使っています」と効果を話す。



約20年前、温泉熱を有効活用できないかと導入した。当時、熱交換機は銅製だったが、高温で腐食が進み、2年前、腐食に耐えるチタン製に替えた。取り替えの工費は約400万円。工事の期間中、熱源を得たため、重油ボイラーを使っていたが、



「この壁の内側に水槽と熱交換機が設置されている」と説明する古屋旅館専務の内田宗一郎さん（熱海市で）。

重油代だけで月30万円から40万円かかったから、1年で元がとれたことになる。温泉熱のメリットは大きい。古屋旅館では、20年前にヒートポンプも導入、宴会場などの冷暖房に使っている。さらに11年には館内のLED化を一気に進めた。内田さんは「LED化や最新型のエアコンの導入などでピーク時の電力消費量を大幅に下げることができた」と話す。

*