

# 山形県湯野浜温泉 「温泉未利用熱を活用した給湯供給事業」

三機工業(株) エンジニアリング統括室 エネルギーソリューションセンター 高木 禎 史

■キーワード／熱回収・未利用エネルギー・給湯設備・ヒートポンプ

## 1. はじめに

湯野浜温泉は山形県鶴岡市の西部、庄内平野の日本海に面した美しい白浜を持つ温泉郷である。もとの名は「亀の湯」と称され、天喜年間(1053～58年)に付近の一漁夫が海辺で温浴している亀を見て、この地に温泉が広まったという故事に由来する。そして大正期から昭和初期にかけて、上山温泉、東山温泉とともに奥州三楽郷として隆盛を極めた歴史ある温泉街である(写真-1)。



写真-1 湯野浜温泉全景

湯野浜温泉では1996年から源泉を一括集中管理しており、温泉街全体に敷設した源泉供給管を通じて、ホテル・旅館・民宿19軒、公衆浴場2軒、保養福祉施設3軒、一般住宅20数軒へ源泉を供給している。揚湯量が毎分2,000ℓ以上と豊富な源泉は、塩化物泉で「温まりの湯」とも呼ばれ、白浜の海水浴場、日本海の夕日とともに貴重な地域の観光資源となっている。

湯野浜温泉は、湯野浜特有の観光資源を生かし、持続可能な循環型社会を目標とした「湯野浜100年構想」の一環として、温泉未利用熱を活用した温泉街全体での省エネ事業を実施した。

## 2. 地域の課題と取り組み

### 2-1 人口、観光客数の減少

鶴岡市は庄内エリアの中心都市として発展してきたが、ほかの地方都市同様に、市町村合併後の鶴岡市エリアの人口は昭和32年をピークに減少している。合併前の鶴岡市エリアの人口は戦後一貫して大きな変化はなく、周辺の合併旧町村部での人口減少が著しい。

湯野浜温泉は、庄内空港に隣接し東京からのアクセスがよいにもかかわらず、東北圏内、山形県内の顧客が中

心であり、地域の人口減少に加えて入り込み客数も減少基調にあった。

### 2-2 旅館・温泉設備更新の必要性

わが国の温泉旅館全般にいえることであるが、温泉旅館業は構造的に設備投資が経営面で大きな負担となる。とりわけ規模の小さい経営体にとって、その対応は死活問題である。湯野浜温泉の各旅館は高度経済成長期に整備した設備が多く、温泉集中管理設備とともに設備更新の必要に迫られていた。

### 2-3 湯野浜100年構想

2003年、湯野浜温泉の将来に危機感を持った旅館若旦那世代で構成される旅館協同組合青年部が中心になり、湯野浜地域の活性化、将来にわたって持続可能な循環型社会の構築を目標とした「湯野浜100年構想」を立ち上げた。スローガンは「100年前も、今も、100年先も変わらない湯野浜の価値、海と白浜と温泉」であり、この構想を旗印に、日ごろ競合関係にある各旅館が一致団結して温泉街の将来を考えたさまざまな活動や検討を行ってきた。

この活動の一環として、2014年に「エコなまちづくり」をめざした省エネ事業に取り組むこととなった。

## 3. 省エネ事業の実施

### 3-1 CO<sub>2</sub>削減ポテンシャル診断事業

環境省が2014年当時行っていた「大規模CO<sub>2</sub>削減ポテンシャル調査・対策提案事業」の対象地域に湯野浜地域が採択され、鶴岡市や金融機関、学識経験者も交えて、地域全体でのCO<sub>2</sub>削減対策について検討が行われた。その結果、まず地域全体の取り組みとして老朽化している源泉供給管を一新して供給温度の見直しや供給量の増強をはかると同時に、温泉熱を回収して給湯を作り地域内で集中給湯を行うことで大幅なCO<sub>2</sub>削減が実現できるとの可能性が示された。また、施設ごとの取り組みとして、浴槽温度調整への温泉量制御の導入、冷暖房設備の高効率化、節水対策等を同時に行うことでより効果的な事業となることが示された。またこの事業ではCO<sub>2</sub>削減のみならず地域活性化や行政との連携、資金調達等のスキームについても検討された。湯野浜温泉は、この検討結果をベースに省エネ事業を進めていくこととなった。

### 3-2 温泉街全体での省エネ事業実施

湯野浜温泉の源泉を管理する湯野浜温泉源泉(有)は、2015年度にコンサルティング会社・アールアンドディー

アイスクエア㈱、エンジニアリング会社・三機工業㈱による業務支援を受けて具体的な事業計画を策定し、2016年5月に事業実施のための子会社・湯野浜源泉設備保有㈱を設立した。この子会社を代表事業者とし鶴岡市(公衆浴場)、旅館、民宿の12施設が共同事業者となる事業体を組織して計画した温泉街全体での省エネ事業が、環境省の「二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金」に採択され、また山形県および鶴岡市による出資等のバックアップや地元きらやか銀行による設備設置場所の提供や融資による支援も得て、2016年9月に事業着手した。非常にタイトな工事工程ではあったが、地元関係者、工事関係者の協力を得て2017年2月に完成、2017年春から順次運用を開始した。

### 3-3 実施対策

#### (1) 温泉未利用熱による集中給湯

地域内でもっとも温度の高い62℃の源泉を利用し、熱交換器と熱回収ヒートポンプで熱回収を行い、水道水を65℃まで加熱、地域内の集中給湯として13施設に供給、各施設のシャワーや手洗いに利用している。

集中給湯設備は、源泉を集中管理している配湯所近くの、きらやか銀行旧湯野浜支店建物内に設置した(写真-2)。

図-1に集中給湯設備フローを示す。旧駐車場である屋外に受水槽と60㎡予熱貯湯槽、建物内に45㎡貯湯槽を設置し、105kW熱交換器3基を用いて温泉熱で予熱した水道水を予熱貯湯槽へ、242kW熱回収ヒートポンプ2基を用いて加熱した給湯を貯湯槽へ貯湯し



写真-2 集中給湯施設外観

ている。熱回収ヒートポンプの熱源には、熱交換器で熱交換後の50℃程度まで温度が下がった温泉をカスケード利用している。熱回収ヒートポンプの仕様を表-1に示す。

集中給湯設備は、給湯使用量に応じて各水槽水位で発停制御されており、非常時以外の操作を必要としない。本システムでは、各工程の発停により熱利用後の源泉温度が変動する。熱利用した後の源泉も温泉として利用するため、配湯所において他源泉と混合して変動幅は小さくなるものの、温度変化を抑えるための温度調整用冷却塔も設置している。

給湯使用量は、日量60,000~150,000ℓ程度。供給先の多くが旅館であるため、給湯使用量は温泉街の宿泊者数に左右される。熱回収ヒートポンプの運転時間は、

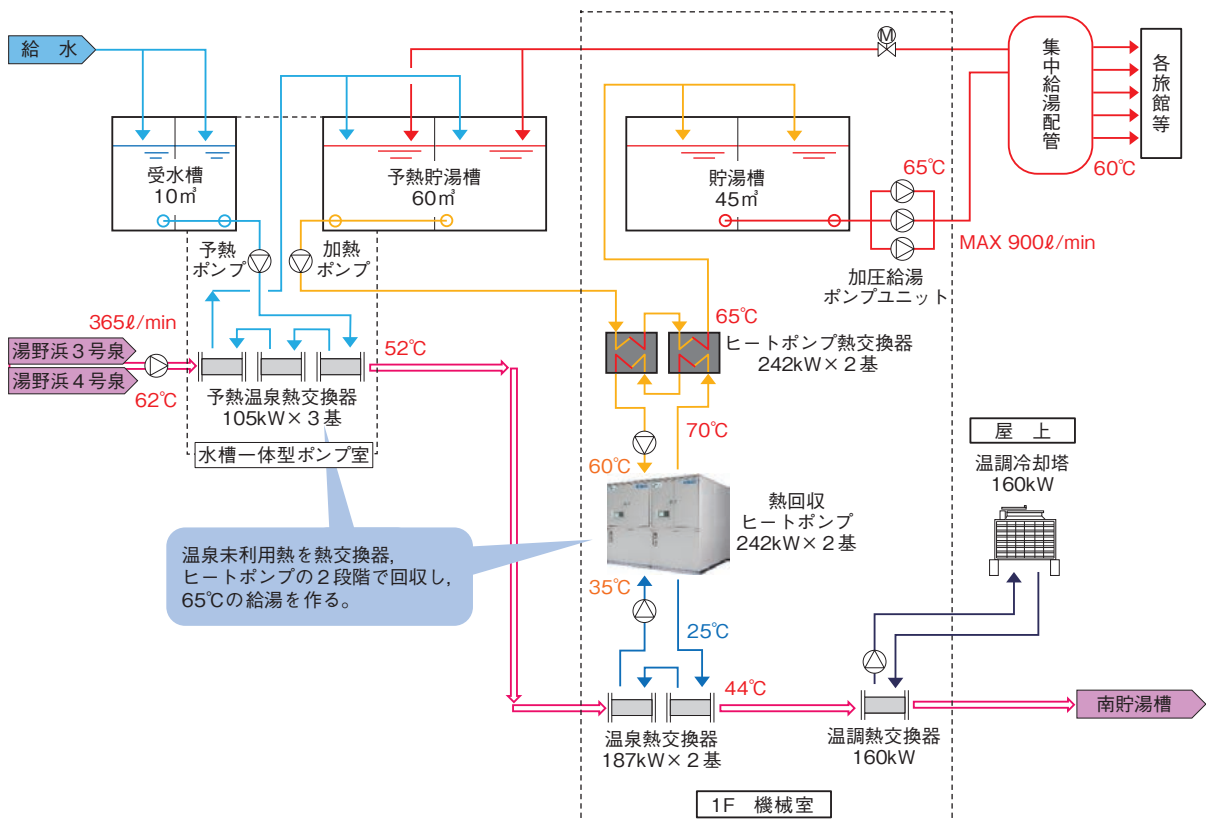


図-1 集中給湯設備フロー

表-1 熱回収ヒートポンプ仕様

冷 媒	混合冷媒 R134a/R245fa
制 御 方 式	出口温度一定インバータ制御
加 熱 能 力	242kW×2基
加熱温度条件	60℃→70℃
熱 回 収 能 力	187kW×2基
熱源温度条件	35℃
消 費 電 力	55.5kW×2基

2基合わせて年間約3,500時間であり設備能力にはまだ余裕がある。

集中給湯は、源泉供給管ルートと同ルートに埋設された約3,500mの集中給湯配管を通じて7.5kWポンプ3基で地域内各施設へ常時送水されている(図-2)。集中給湯配管は断熱性能や施工性を考慮して断熱材一体型の耐熱ポリエチレン管を用いた。

図-3に年間でもっとも給湯使用量が多い大晦日の給湯使用量時間変化を示す。複数施設に配湯していることもあり、時間変化はあるものの時間ピーク流量は極端に大きくない。45m<sup>3</sup>の貯湯槽や集中給湯配管内の保有水がバッファとなり、安定した給湯供給を実現している。

従来、各施設の給湯は油燃料を使用するボイラ加熱で賄っていたが、温泉未利用熱を活用して効率よく加熱した集中給湯を利用することで、各施設で給湯に使用していた油燃料を大幅に削減し、省エネを実現した。なお、既存ボイラはバックアップ、放熱分の加熱に利用している。

また、本システムにより配湯所から供給される源泉の温度は従来より2~4℃低い約50℃となったため、源泉供給量を増加させて熱量確保するための既存源泉供給管の増強も行った。以前は浴槽温度を適温とするために源泉の冷却に苦慮している施設が多かったが、本システム導入後は源泉供給量を増やすことも可能となり、入浴環境がより良くなったという声も多い。

湯野浜源泉設備保有(株)は、従来の温泉販売収入と給湯販売収入により、施設の維持管理、建設費借入金の返済を行っている。

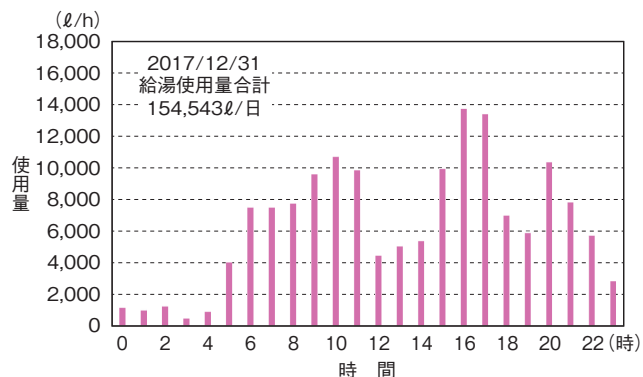


図-3 給湯使用量時間変化

(2) 源泉循環量見直しによるポンプ電力削減

湯野浜温泉の源泉一括管理は南配湯所からの第1地区と北配湯所からの第2地区で構成されている(図-4)。比較的高温源泉を擁する南配湯所と比較的低温源泉を擁する北配湯所の源泉温度を均一化するため、配湯所間で源泉を循環している。



図-2 集中給湯配管ルート

今回の温泉熱利用の集中給湯システム導入により南配湯所源泉温度が低下し、配湯所間循環量を抑えることが可能となったため、各施設への源泉供給量が増加したにもかかわらず両配湯所ともに配湯ポンプの消費電力が抑えられた。

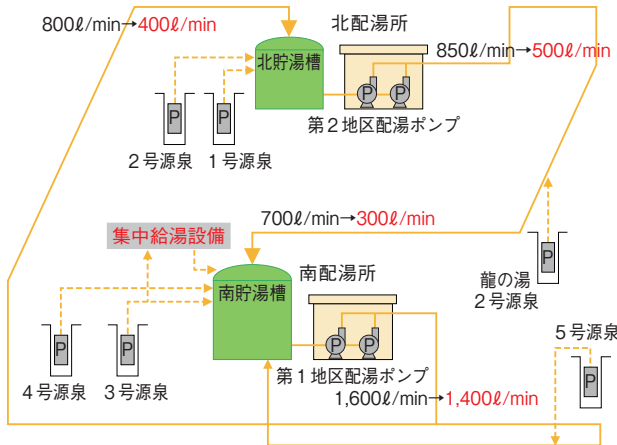


図-4 源泉供給フロー

(3) 温泉未利用熱による浴槽加温

比較的大きめの浴槽では、浴槽温度を一定に保つためにボイラを使用して温度調整を行っている施設が多い。この加温分のエネルギーを温泉未利用熱に置き換えるため、自動温調弁を設置して源泉供給量で浴槽温度を調整する改修を3カ所の施設で行い、浴槽温度調整に使用していた油燃料を大幅に削減し、省エネを実現した。

(4) その他対策

各施設の調査結果をもとに、各施設に見合った対策を個別対策として今回事業の中で実施した。主な実施対策は以下のとおりである。

- ・ 効率が低い旧型冷暖房熱源の高効率化、空気熱源ヒートポンプへの更新
- ・ 節水器具設置による給水、給湯量の削減
- ・ 源泉供給量増加による浴槽加温エネルギーの削減
- ・ 給水ポンプ圧力設定値調整によるポンプ消費電力、給水量削減

3-4 省エネ効果

事業前後のCO<sub>2</sub>排出量変化を図-5に示す。運用を開始した2017年度の温泉街全体CO<sub>2</sub>排出量は、事業開始前の2013・2014年度排出量に対して、1,345t-CO<sub>2</sub>/年、23%削減された。計画値15%に対して実に1.5倍の成果が得られた。運用2年目の2018年度には25%削減と削減量は順調に増えている。これは実施した各対策の効果に加え、各事業参加者の省エネに対する意識の高まりによる相乗効果も大きく関係していると考えられる。

また、化石燃料中心に削減された現状のCO<sub>2</sub>排出量は電力由来の割合が大きくなっており、再生可能エネルギー

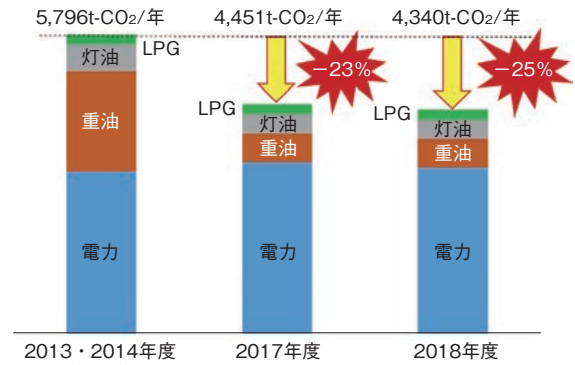


図-5 温泉街全体のCO<sub>2</sub>排出量変化

ギー由来の電力利用によるCO<sub>2</sub>排出量削減の可能性も大きく広がっている。

4. その後の取り組み

この事業で、地域が一致団結し、集中給湯の導入や設備の高効率化更新、既存温泉供給設備の増強を行い、省エネに加えて温泉インフラの老朽化の不安も解消されたことで、湯野浜温泉は「湯野浜100年構想」の実現へ向けた活動を一気に加速させた。

2018年には、「湯野浜100年(株)」を正式に登録して温泉街の各組織を統合、環境省から「国民保養温泉地」の指定を受け、経済産業省からは「未来の教室創出実証事業」の委託を受け、温泉街をリビングラボ化して地域振興や新湯治、高齢化、健康等を題材としたイノベーション人材教育プログラムの開発、検証に取り組んでいる。

5. おわりに

この事業は、温泉集中管理を行っている温泉街で面的対策を実施し、個別対策が難しかった中小規模事業者も含めた形での温泉街全体の省エネ、インフラ維持・再構築をはかったものである。湯野浜温泉は、この事業をきっかけに省エネと地域活性化への取り組みを加速させている。

温泉からの熱回収は、源泉温度が高いほど費用対効果も高いが、湯量がまとまっていれば低温温泉でも実施可能であるため、同様の対策検討が可能な温泉街は多い。このような活動がほかの地域でも広く行われて全国の温泉街が活性化し、持続可能な地方地域社会が構築されていくことを期待する。