

技術紹介

温泉排湯を利用した省エネ施設

～芳賀温泉ロマンの湯 ESCO 事業～

Energy Saving Facilities for Hot Spring Spa Using Hot Drain-Water

清水 礼二 *1

Reiji SHIMIZU

小神野 東賢 *2

Token OKANO

勝俣 盛 *3

Mori KATSUMATA

はじめに

栃木県の芳賀町では、「芳賀町役場環境保全率先実行計画（芳賀町地球温暖化対策実行計画）」を策定して、地球温暖化の抑止に向け、積極的に CO₂ 排出量の削減に取り組んでいます。その一環として、“道の駅はが”内に併設された芳賀温泉ロマンの湯を対象に、施設の省エネルギー化を推進するため、民間資金活用型の ESCO 事業（設計・施工、事業計画、運転管理指針および維持管理に関する一括提案）の提案公募がありました。最終的に川田工業の事業提案が町の審査委員会で採択され、優先交渉権を獲得しました。関係部署との協議を経て、2013年7月に芳賀町との間でシェアード・セイビングス契約（契約期間10年）を締結し、同年10月1日から履行します。本格的な稼働はまだ先となるので、ここではシステムの概要について紹介します。

1. 施設概要

芳賀町の人口が減少しているなかで、来館者数は過去5年間、毎年20万人以上にのぼります。低価格で日帰り温泉が楽しめる評判で、2011年度には23万9千人を記録しました。オープンから18年を迎えて、延べ400万人を達成しています。

- ・施設名称：芳賀温泉ロマンの湯
- ・所在地：栃木県芳賀郡芳賀町大字上延生160番地
- ・延床面積：1,595 m²
- ・構造・階数：鉄筋コンクリート造・地上1階
- ・竣工年月：1995年8月
- ・施設管理：指定管理（ロマン開発株式会社；2012年度）
- ・営業時間：午前10時～午後9時
- ・休館日：毎週水曜日（祝祭日の場合は翌日）
- ・入湯料：大人500円、小学生200円（乳幼児無料）

2. エネルギー診断

施設全体のエネルギー使用量は、過去3年間平均（2009年度～2011年度）が12,834GJ/年でした。その割合は電力が45%、燃料（LPG、灯油）が55%です。エネルギー消費

原単位（原油換算消費量÷延べ床面積）は8,046MJ/(m²・年)となり、一般的な事業所と比較してやや大きな値です。言い換えれば、省エネルギーの改善余地が大きいということです。特に、源泉水の汲み上げの都合から、利用されずに捨てられる源泉水があり、まずはこの熱回収が望ましいと考えます。

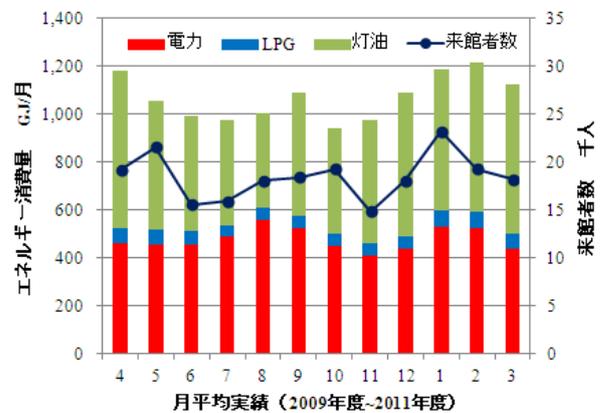


図1 エネルギー消費状況

月平均実績を図1に示します。灯油は給湯ボイラおよび冬季の灯油ストーブに使用される燃料です。LPGは食堂の調理エネルギーで、今回の事業提案には考慮しません。

このデータから、給湯エネルギーは冬季が夏季の約1.5倍であることがわかります。また、2011年度のデータに着目すると、日最大電力は7月が151kW、年間平均電力は61kWで日最大電力の40.4%になります。夏季および冬季に日最大電力が発生していることから、空調設備の稼働による影響が著しいといえます。現状は、デマンド監視装置を設置して、最大需要電力の上昇を抑制しています。したがって、灯油を電力に置換しつつ、契約電力を増加させないことが肝要です。

3. 現状把握

源泉水は2種あり、泉質が異なるため浴槽を分けて湯張りしています。その特徴を表1に示します。さく井当初、湧出量（動力揚湯）は第1号源泉が51.90/分、第2号源泉が165.00/分でした。2010年度に温泉井の改修回復工事を実施していますが、2013年7月時点の湧出量は

*1 川田工業㈱事業企画本部 ECO 事業室 室長

*2 川田工業㈱事業企画本部 ECO 事業室 係長

*3 川田テクノロジーズ㈱技術研究所 主幹

表中に示した値です。

表1 温泉の特徴

	第1号源泉	第2号源泉
湧出	1993年9月	2002年9月
泉温	33.0℃	53.1℃
泉質	ナトリウム-炭酸水素塩・塩化物泉	ナトリウム-塩化物泉
湧出量	約34ℓ/分	約93ℓ/分

既往システムは、経年劣化に伴い改修・改良工事などを重ねており当初設備と大きく異なりますが、概ね図2に示すとおりです。第1号源泉は内風呂に使用していません。湯温が約32℃で湯張りにはぬるく、灯油ボイラで循環加温しており、熱エネルギーが不足している状態です。一方、第2号源泉は約50℃で高温なため加水しており、気泡風呂で掛け流し、露天風呂で掛け流し・循環式を併用しています。地下貯湯槽が満水になると排湯しており、その量はおよそ45m³/日で熱エネルギーが潤沢です。また、シャワーおよび給湯には、サージタンクに約19℃の井水を充填して、灯油ボイラで炊きあげて、出口温度60℃で使用しています。



内風呂 (第1号源泉)



露天風呂 (第2号源泉)

4. 省エネシステム

本提案は、温泉排湯を利用した灯油消費量の削減に特化しました。例えば、サージタンク投入前に井水を加温すれば燃料消費を削減できます。この熱源には、使用されないまま排湯される第2号源泉が適当です。また、浴槽からオーバーフローした排湯を熱源にして、第1号源泉および給水をヒートポンプ（以下、HP）で加温すれば、灯油ボイラの稼働率を低減できます。また、COP (Coefficient of Performance, 成績係数) が優れるエコキュート（以下、EC）で加温することも一助になります。これらを踏まえて、図3に示したシステムを構築しました。



給湯用HP (37kW@2台)



給湯用EC (6kW@6台)

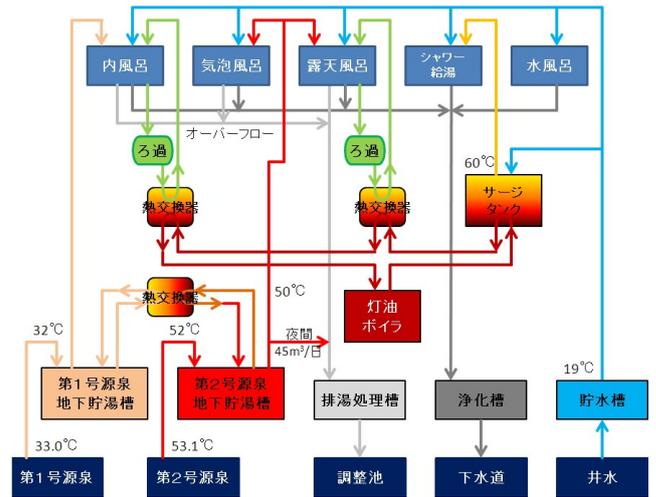


図2 既往システム

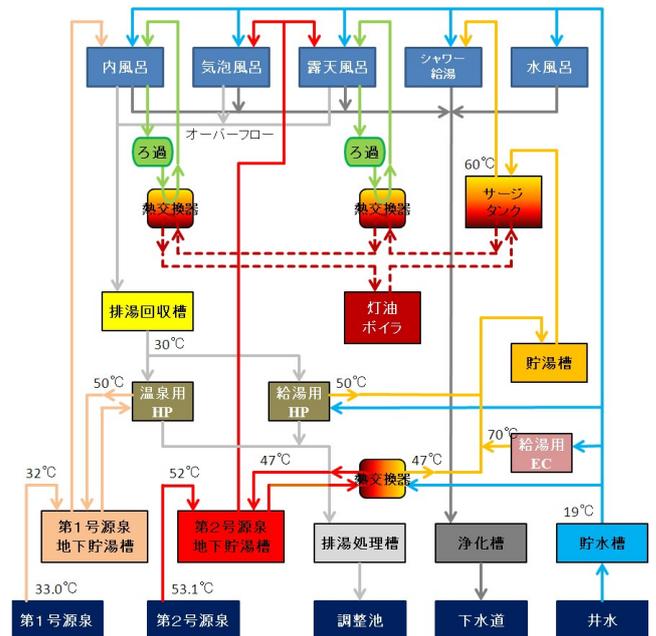


図3 省エネシステム (点線部：エネルギー削減対象)

おわりに

温泉施設は、曜日や時間帯、季節などにより、エネルギー消費が変動します。現状は、施設管理者が手動でオペレーションしていますが、この作業は経験則に基づくところが大きく、煩雑かつ多大な労力を要しています。人的負担を軽減するためにも自動化あるいは半自動化が望ましいと考えます。本システムでは主要部位に各種センサーを設置して、稼働時におけるエネルギー負荷を常時モニタリングしています。また、シーケンサを介してデータログを取っているため、機器制御にフィードバックできます。今後は、計測データを分析するとともに、設備改良を加えながら最適化を図る予定です。

本事業は「平成24年度次世代型熱利用設備導入緊急対策事業」として、設備改修費の一部に助成制度を活用したことを付記します。