

■ 事業概要

建築場所：長野県千曲市
敷地面積：11,783.46㎡
建築面積：1,100.80㎡
延床面積：1,999.56㎡
構造規模：RC造2階建

- ・ 老朽化温泉施設の建替
- ・ 温泉地域活性化の拠点の創造
- ・ 市民交流の場の創造
- ・ 健康増進の場の創造

「温泉公園」として整備
(エコロジー温泉モデル)



↑ 旧温泉施設「白鳥園」

■ 設備コンセプト

- 温泉熱「豊富な既存源泉」と、地中熱「豊富な地下水」を利用する複合熱源システム

エコロジー温泉モデル

地域に根差す施設として、地域環境特性や資源を有効活用し、地域活性化・市民交流・健康増進・まちづくりに貢献する施設を目指す

- 元々の温泉源泉は、建物建替後も利用し、温熱源とします
- 当地の豊富な地下水を利用し、冷熱源とします
- 利用用途は、冷房、暖房、床暖房、源泉昇温、浴室給湯、冷水風呂とします
- 源泉昇温・浴室給湯は蓄熱槽を設け、昼間のピーク消費分を夜間に移行します
- システムとして、相互に補うことによる効果の実証試験も併せて行います

取組の背景



↑ 戸倉駅前

■ 「白鳥園」が属する戸倉上山田温泉は善光寺参りでの精進落としての湯として昔から親しまれ、開湯120年を超えます。50以上の源泉があり、湯量も豊富で、その泉質の良さから「美白の湯」として長野県屈指の温泉です。昭和33年に建設され、後に県が取得し、県企業局などが出資した公営企業により運営されてきた大規模温泉施設で、かつては昭和天皇も宿泊された由緒ある宿泊施設です。県の施設としてスタートした「白鳥園」ですが、その後用地も含めて千曲市が取得し、日帰り部門だけの営業を続けてまいりました。

ただし温泉設備に関しては旧型で燃料費の高騰や施設の老朽化に伴う修理等の維持コスト増が運営に支障をきたすようになったため、新規施設の建設を計画しました。

東日本大震災以降、再生可能エネルギーに注目が集まっていますが、当市においても再生可能エネルギーの推進自治体としての姿勢を示すため「新白鳥園」への再生可能エネルギー導入を決定しました。

千曲市の地域特性を活かし、地産地消が可能で市民や企業にPRすることができるシステムの検討を行ったところ、市の中央に流れる千曲川の豊富な伏流水の活用する案が浮上し、検討を重ねました。その結果、既存の温泉量を活かしつつ排湯熱を利用し、また、豊富な地下水を利用する本計画にたどり着きました。

技術の特徴

■ 温泉熱「豊富な既存源泉」と、地中熱「豊富な地下水」を利用する複合熱源システム



- ① 課題1 温泉熱と地中熱の相互利用
- 課題2 複数熱源（温泉熱・井水）の活用
- 課題3 システム制御方法、データ計測等の方法の検討
- 課題4 全国の公設温浴施設には、千曲市同様に井戸・温泉を持つ施設が多いと考えられ、普及を目指します。

② 課題を解決するための仮説

■ 温泉熱・地中熱それぞれの不足部分を補完し合うシステムとして、単独熱源の場合よりも、省エネルギーの面において、廃棄エネルギーを最大限利用し、高効率となる事を実証します。また経営的にも無理のないシステムであるかについて検証します。

③ 実証要素

■ 熱量と消費電力を計測し、機器システムの省エネルギー率と成績係数(COP)等が従来方式より高効率であるかを計測して、実証します。

④ 現実的で無理のないシステムとして施設経営的な面からもデータ(電力消費量データ)を収集し、(ランニングコストが)経営を圧迫しない汎用性のある高効率省エネシステムである事を実証し、そのシステムの普及PRに努めます。

設備の概要

A. 温泉排湯熱「豊富な既存源泉」と、地中熱「豊富な地下水」を相互利用（夏・冬の空調熱源切替）する複合熱源システム

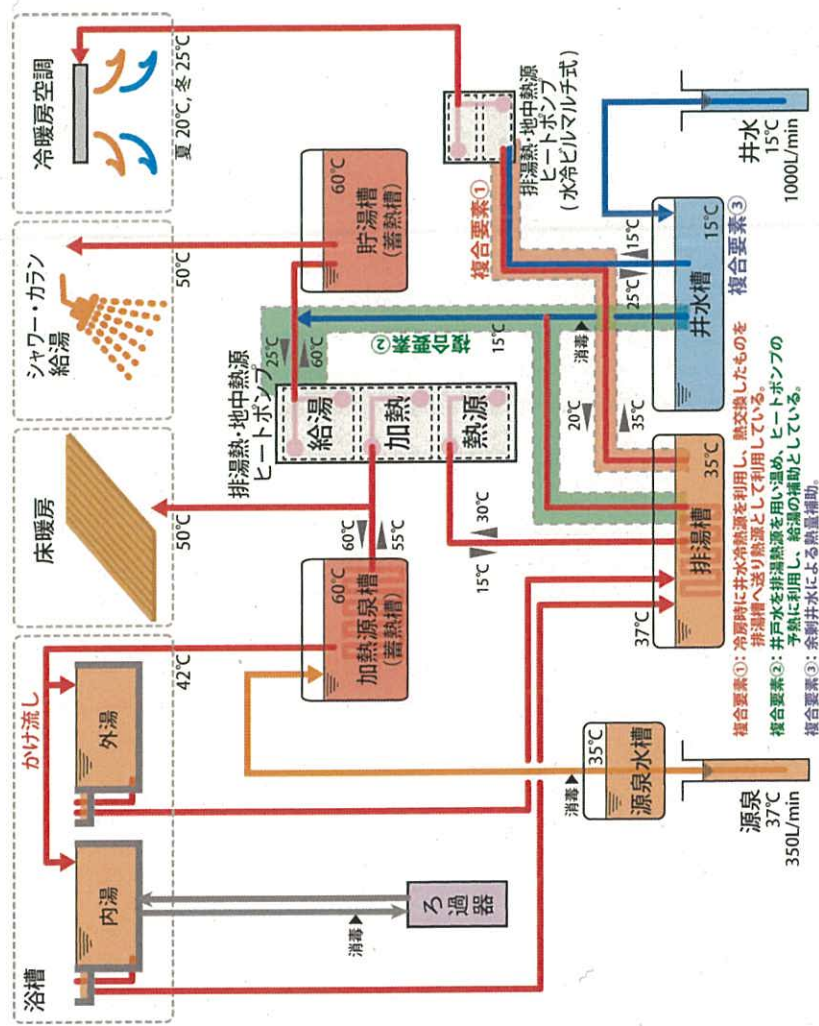
+

B. 複合要素（熱源の相互利用）の積み重ねによる、省エネルギー効果

複合要素①：冷房時に井水熱源を利用し、熱交換したものを排湯槽へ送り熱源として利用している。

複合要素②：井戸水を排湯熱源で温め、ヒートポンプの予熱に利用し、給湯の補助としている。

複合要素③：余剰井水を熱量補助に用いている。



システムイメージ図

■ 温泉排湯・地中熱 ヒートポンプシステム - 従来システムとの比較 - 「期待される省エネルギー効果」

	比較従来システム (ガスボイラー)	温泉排湯・地中熱 ヒートポンプシステム
システム構成	ガスボイラー	温泉排湯・地中熱 ヒートポンプシステム
年間ランニングコスト	25, 252千円	7, 897千円
省エネ性	218 kl (原油換算)	124 kl (原油換算)
環境性 CO2排出量	440 t	219 t

■ その他の省エネルギー対策（エコロジー・温泉モデル）

省エネ機器の導入や自然エネルギー活用など、細かな省エネルギー対策の積み上げを図り、水光熱費を削減します。

太陽光発電パネル

全熱交換器による排熱回収

LOW-E複層ガラス

人感センサー

床暖房による局所空調

LED照明

ブラインドによる日射遮蔽

各室制御可能なビルマルチエアコン

縦長重力換気窓による自然通風

実証要素

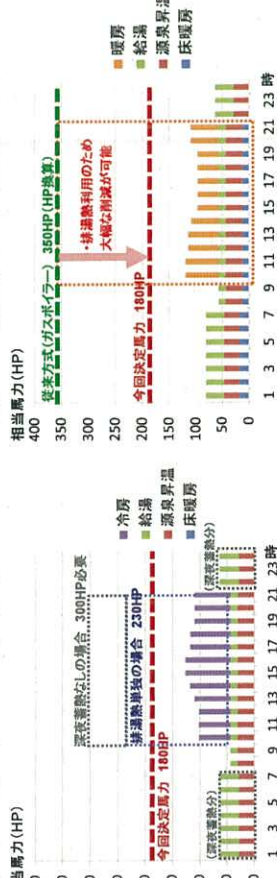
■ 温泉熱と地中熱の相互利用
A.複合熱源システムの検証

温泉熱・地中熱それぞれを補完し合うシステムとして、単独熱源の場合よりも、省エネルギーの面において、廃棄エネルギーを最大限利用し、高効率となる事を実証します。また経営的にも無理のないシステムであるかについて検証します。

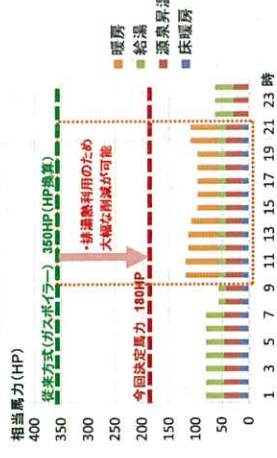
単独利用の場合、高負荷連続運転時の熱源回復ロスを見込んだ相当規模の設備が必要になります。当施設では、複合熱源を採用するため、万一、一方の熱源が不足する際には、他方が補い安定化するように配慮することで、設備規模を抑える事ができます。

COP (成績係数)	暖房	瞬間給湯	冷房
排湯熱+井水熱 (今回)	5.10	4.57	6.13
排湯熱単独	5.10	4.57	2.85
井水熱単独	4.46	4.38	6.13

○ 夏期の1日の稼働想定(ピーク時)排湯熱+井水熱



○ 冬期の1日の稼働想定(ピーク時)排湯熱+井水熱



B.複合要素の実証

複合要素①: 冷房時に井水熱源を利用し、熱交換したものを排湯槽へ送り熱源として利用している。
複合要素②: 井戸水を排湯熱源で温め、ヒートポンプの予熱に利用し、給湯の補助としている。

→ 熱量と消費電力を計測し、機器システムの省エネルギー率・成績係数(GOP)等の効果を計測により実証します。

複合要素③: 余剰井水を熱量補助に用いている。

→ 熱源の相互利用による効果を11%と仮定し、予想通りの効果が出るかを計測により実証します。
井戸から必要熱源は257229kcal/hで、取得可能温度差を15-10℃の5℃とすれば、井水量は857.4L/minあれば足りませんが、ポンプ容量は500L/min×2台なので、井水が143L/min余ります。この余りを熱量に換算すれば、143L/min×5℃×60min/h=42900kcal/hとなり、この分を、排湯熱槽に回します。

● 高温ヒートポンプ 213634 Kcal/h ● 地中熱ヒートポンプ 200046/456580 Kcal/h ● 合計456580 Kcal/h
213634/456580×100=46% 200046/456580×100=43% 42900/456580×100=11% となります。

必要熱源量	各熱源	機器比率	必要熱源	熱源入口温度	熱源出口温度	温度差	必要熱源水量	備考	実証熱源比率
			Kcal/h	℃	℃	℃	L/min	L/min	
高温ヒートポンプ排湯熱源	0.52	213634	35	15	20	5	178.0	350	46.3
地中熱ヒートポンプ排湯熱源	0.48	200046	35	15	20	5	166.7	43.3	
地中熱(井水)	0.00	0	0	15	10	5	0.0	1000-857=143	11.0
地中熱(地中熱)	1.00	257229	15	20	5	5	857.4	100.0	

井水の採熱温度域の差動により余った分を排湯熱に送る量が、温熱域で再配分し、11%と仮定する。
冷熱・温熱全体で割り振ると半分の5.5%となる。

■ 実証のための計測内容について

熱量と消費電力を計測し、機器システムの省エネルギー率と成績係数(COP)等が従来方式より高効率であるかを計測により実証します。

○ 回路内熱量計測(回路内作用部を抜いて、温度差(温度計、入出で2箇所)と流量計があれば、当回路の熱量が分かります。これを1セットとします。)

● 温度計測点 35点

● 水位計測 5点

● 流量計 12点

○ 電力量計及び稼働時間計測

● ヒートポンプ モジュール毎に電力量計 チララー:2点、ビルマル:5点

● システムCOP計として、ポンプ消費電力

● チララー系ポンプ群として1点、ビルマル系ポンプ群として1点

● カウンター(シーケンサー電磁接触器)を各所にとり、バルブ開閉時間、ポンプ稼働時間を計測。

→ 計測場所

① 熱源回路に4セット(源泉、排湯熱、井水熱2本)

② 加熱回路に1セット(昇温、床暖)

③ 給湯回路に1セット

④ 井水予熱給湯回路に1セット

⑤ ビルマル熱源回路に5セット

いずれも回路内詳細計測は電動バルブ開閉時間、ポンプ稼働時間により、内部を確認します。

新規性

元々の温泉源泉は、建物建替え後も温熱源として利用し、当地の豊富な地下水は、冷熱源とし、熱源種類及び用途(利用側)の組合せにおいて、相互に不足分を補うことで、機器使用度合いの平準化をはかります。

また、蓄熱槽の昇温に夜間電力を使用して電力負荷平準化に貢献することで複合的な高効率システムとして構成する事に先進性があります。

類似の環境をもった温浴施設は全国にも多くあると考えられる事、これからの時代のニーズでもあるという事から普及させる価値・メリットは多分にあります。

汎用性

● システムを構成するそれぞれの単体機器等は、いずれも汎用性のある市販品ですので、再生可能エネルギーを容易に普及できるシステムとしてPRできます。

● 源泉井戸、地下水井戸をもった温浴施設において、それぞれの不足分を補い合う高効率なシステムであり、さらに夜間電力を使用し電力負荷平準化に貢献しますので、地域資源の利用・電力負荷平準化による社会全体への電力安定供給等の社会問題、社会のニーズに応えられます。

● また、システム同士を複合した合理的なシステムとして、広く全国に存在する温浴施設等において、現代社会のニーズに応えられるシステムとして普及することもできます。

● 今回の実証実験の結果により、当市における他の公共施設はもちろん、市内の老朽化した民間施設への普及が見込めます。

平成26年度の成果と今後の展開

平成26年度は3月末時点で施設の完成には至らず、出来形としては7割程度でした。竣工は8月末で、試運転等の準備を行った後、10月初旬に正式開業する見込みです。なお実証実験は開業に合わせて、速やかに行う予定で準備を進めています。

今後の展開について、実験により効果が確認されれば、当市と同様な井戸、源泉を持つ温浴施設は全国に多くあるため、全国的な普及が見込まれるほか、市内温泉街の旅館ホテル等の一部は老朽化しているところもあるため、PRを行うことで、採用を働きかけたいと考えています。

なお、「新白鳥園」の経営は指定管理制度に基づき民間事業者に委託しますが、今回のシステム導入によりランニングコストが抑えられることが見込めるため、入場料収入等だけで黒字運営を目指すことを条件として公募しました。