特集≫≫　地球温暖化対策，環境対策

下水道法改正後大規模な地域全体の下水熱回収システム導入

長野県諏訪市の地域災害拠点病院におけるエネルギーサービス事業

柘　植　康　司

2018 年 7 月に政府は，エネルギー政策の基本的な方向性を示すために，新しいエネルギー基本計画が閣議決定した。今後，急速に普及する再生可能エネルギーを安定的かつ有効に活用していくため，地域に存在する再生可能エネルギーを地域内で効率的に活用する「エネルギーの地産地消」が注目を集めている。

今回，日本赤十字社諏訪赤十字病院（長野県諏訪市）において，ヒートポンプの熱源として下水熱や地中熱を活用したエネルギーサービス事業（以降，ES 事業）について紹介する。

キーワード：エネルギーサービス，MCP，地産地消型再生可能エネルギー，下水熱利用，補助金制度活用

1．下水熱を活用した ES 事業について

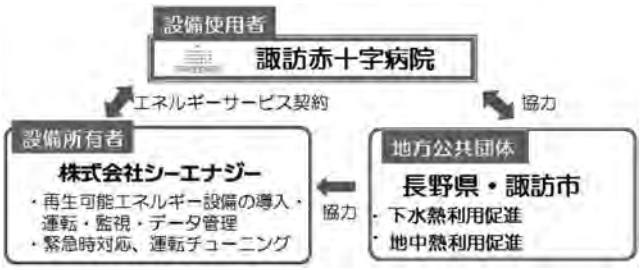
(1) 日本赤十字社　諏訪赤十字病院 ES 事業概要

本 ES 事業は，諏訪市の「地球温暖化対策実行計画」に基づき，再生可能エネルギー導入を図る事業である。

地域災害拠点病院である諏訪赤十字病院の管理棟増築に合わせて，下水熱・地中熱・空気熱および排熱利用など，地域特性に応じた複数の再生可能エネルギーを導入する（**図―1**）。

図―1　地域特性に応じた複数の再生可能エネルギー活用

(2) 実施体制（図―2）



図―2　実施体制図

(3) 病院の概要（表―1，写真―1）

表―1

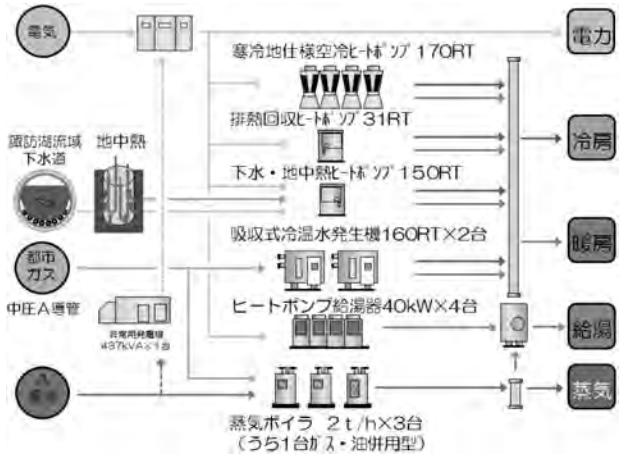
建築主	諏訪赤十字病院（地域災害拠点病院）
所在地	長野県諏訪市湖岸通り五丁目
設立	平成 13 年 4 月 2 日
病床数	455 床（一般 425 床・精神 30 床）
延床面積	34,813 m^2
工期	2016 年 10 月～ 2018 年 1 月

写真―1　諏訪赤十字病院外観

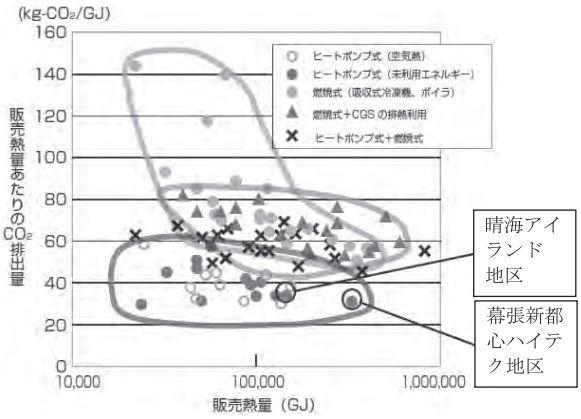
(4) MCP（医業継続計画）と経済性・環境性を配慮した熱源システム（図―3）

① MCP 対策：熱源を多重化（電気・都市ガス・A 重油）している。災害時は，電気・都市ガスが，遮断されても病院の医療活動が継続できるよう，手術室や ICU などの空調・滅菌などが可能なシステムとした。

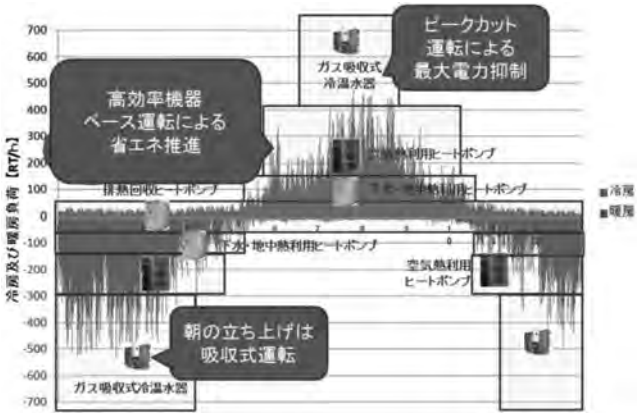
②経済性：各熱源機器の特性に応じた運転パターンを計画した。1 年間の冷房負荷を＋側，暖房負荷



図―３　MCP と経済性・環境性を配慮した熱源システム



図―５　地域冷暖房の実績に見る CO_2 排出量
出典：ヒートポンプ・蓄熱センター



図―４　熱源機の年間運転パターン

を－側に示す（**図―４**）。

③環境性：地域特性に応じた再生可能エネルギーの積極的な利用を検討した。検討に当たり参考にした資料を示す（**図―５**）。このグラフは，地域冷暖房における販売熱量当たりの CO_2 排出量を示しており，数字が低いほど環境性に優れている。晴海アイランド地区及び幕張新都心ハイテク地区で，共通していることが「再生可能エネルギーをヒートポンプで活用している」ことである。

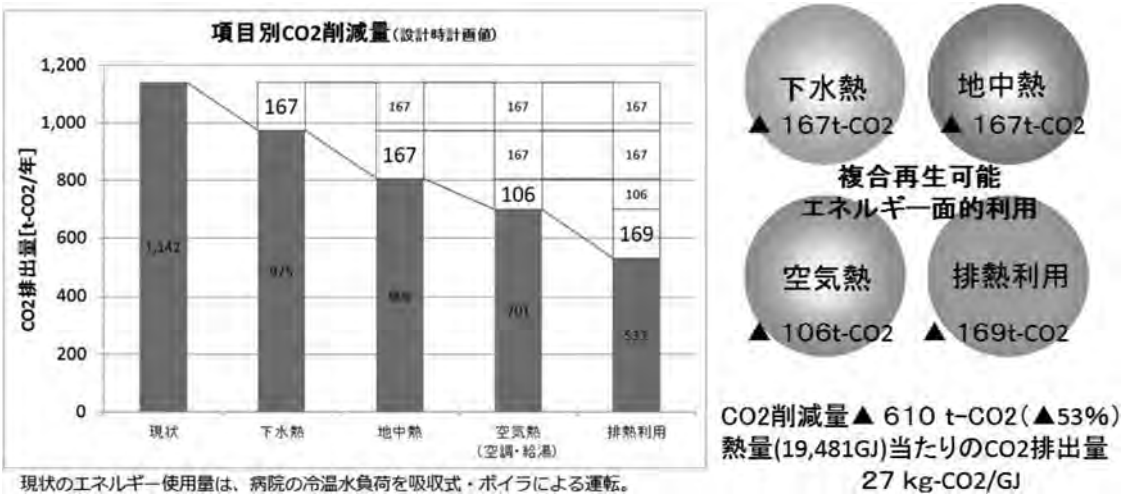
効率の高いヒートポンプを優先運転し，省エネルギーを図り，ピーク発生時には，最大電力抑制の為，都市ガスによる吸収式冷温水器を運転し，電気代・ガス代の合計が，最少となるよう運転する。

(5) CO_2 削減効果

複数の再生可能エネルギーの導入による CO_2 削減効果を示す（**図―６**）。病院の冷暖房・給湯に使用に関する CO_2 排出量を約 53％削減する計画であり今後，性能検証を通じて，下水熱と地中熱の採熱量や，中間期の空気熱ヒートポンプのシステム COP 比較などにより，より最適な運転パターンを検証･確立する。

2. 諏訪市地域特性に応じた再生可能エネルギー

熱源システムの中でも特に地域特性に応じた地中熱と下水熱利用について示す（**図―７**）。



図―６　再生可能エネルギー項目別 CO_2 削減量

図―７　下水熱・地中熱採熱イメージ

（1）温泉地域での効率的な地中熱利用

諏訪市では，地中熱利用潜在量マップを整備し，積極的に地中熱導入促進に取り組んでいる（**図**―８）。本事業はこのマップを活用した第１号案件で，エネルギー原単位及び稼働率の高い病院において，ダブルUチューブにより地中熱をヒートポンプで活用する。

図―８　地中熱利用潜在量マップ
出典：諏訪市

（b）下水熱採熱方式

採熱方式は，下水管の管底に採熱管を設置する方式を採用した（**写真**―２）。この方式の特徴は，下水を直接取水せず，下水と間接的に熱交換を行うことで，必要な熱のみを有効利用できる。直接熱交換する方式に比べ，採熱量は減るものの，メンテナンス性に優れ

図―９　諏訪湖流域下水道排水イメージ
出典：長野県諏訪湖流域下水道事務所

（2）諏訪地域全体の下水熱（諏訪湖流域下水道）を有効利用

（a）諏訪湖流域下水道（口径 900 ～ 2400 mm）について

病院が立地する諏訪湖畔周囲には，その道路の地下に「諏訪湖流域下水道（口径 2000 mm）」が敷設されている。この下水道には，約 661 km^2 の市町村（岡谷市・諏訪市・茅野市・下諏訪町・富士見町・原村・立科町）の工場や生活排水が流れており，長野県がまとめて処理している。この都市全体の排熱をヒートポンプで活用する（**図**―９）。

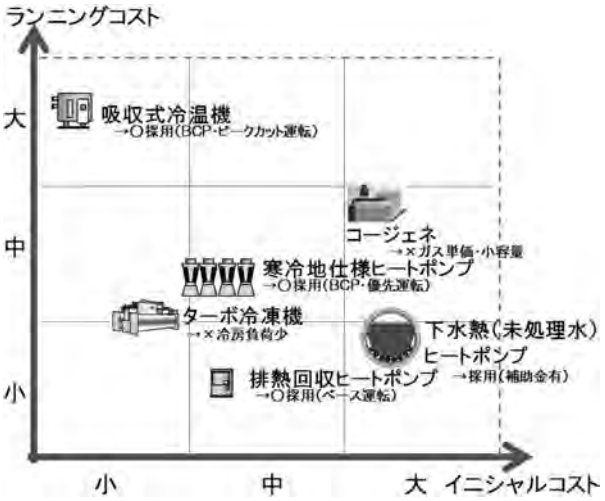
写真―２　下水管断面図イメージ　採熱管管底設置方式
出典：東亜グラウド工業㈱

た方式である。

また採熱管を取り付ける下水管路は，供用後約 38 年を経過しており，管更生の方法・時期も未定であったため，アンカーによる固定を最小限として，管更生が実施される場合においても，取付け外しが比較的容易なマグマロックによる固定とした。

(3) 再生可能エネルギー利用の課題（イニシャルコスト低減）

病院の冷暖房に必要な設備において，イニシャルコストとランニングコストのイメージを図―10 に示す。



図―10　冷暖房設備コスト比較イメージ

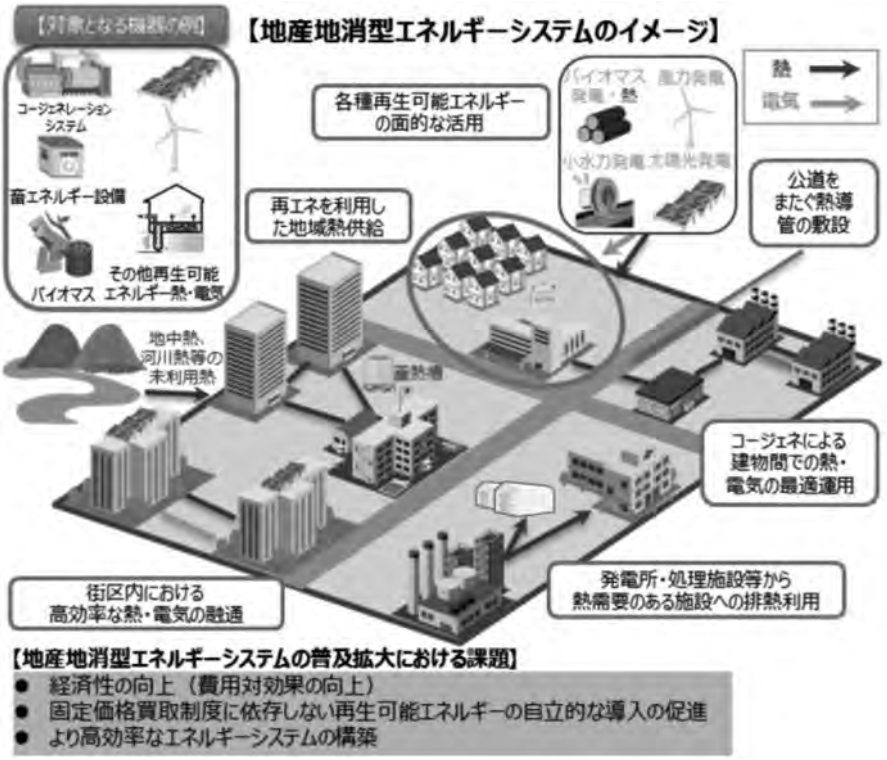
最もコストの安い排熱回収ヒートポンプは，冷暖房のバランスが取れた時に運転する。寒冷地仕様（空冷式）と比べると，下水熱・地中熱ヒートポンプシステムは，前述の地域冷暖房の実績から見ても，高効率でランニングコストは安価である。一方イニシャルコストは，採熱設備，熱搬送配管が余分にかかるため 3 倍以上高価だ。

この再生可能エネルギー利用の課題に対し，国等の支援を頂き，解決できた。今後の普及促進に向け，重要なポイントとなるため，本 ES 事業での支援内容を紹介する。

3. 再生可能エネルギー利用促進に向けた国の支援（補助金制度の活用　イニシャルコスト低減策）

本 ES 事業では，一般社団法人低炭素投資促進機構の公募する「地域の特性を活かしたエネルギーの地産地消促進事業費補助金（経済産業省）」の採択（平成 28・29 年度）を受け，下水熱・地中熱利用の採用が決定した。

この補助金は，「地域に存在する地中熱等の再生可能エネルギー等を一定規模のエリアで面的に利用する地産地消型のエネルギーシステムの構築を世界に先駆



図―11　イニシャルコスト低減策　補助金制度の活用
出典：経済産業省

けて推進するため，事業化可能性調査やマスタープラン策定，再エネ設備等の導入に係る支援事業を推進するとともに他地域への展開を図る」ことを目的に，地方公共団体との綿密な連携により，補助率が３分の２と設定されており，下水熱等の地産地消型エネルギーシステムの事業性の改善に大きく貢献する国の支援策となる（**図―11**）。

4. 今後の展開について

改正下水道法施行により，これまで下水熱の利用は，処理場近辺から，下水管があれば可能となった。下水道普及率が80％に迫り，全国の地下は下水管網が張り巡らされている状況において，まとまった熱需要がある場所では近傍の下水管から熱エネルギーをより回収可能となり，約1800万世帯の冷暖房熱源に相当する大きなポテンシャルがあるとしている。

特に下水管の劣化更新に合わせて熱交換機を設置することができれば，下水道管理者・熱利用者それぞれにメリットがあり，大きな事業性改善が期待できる。

下水熱の採熱量１kWあたりにかかる建設費用は，ボアホール（クローズドループ）方式の地中熱利用と同等の建設費用となり，再生可能エネルギーの中でも下水熱利用のポテンシャルは高く，波及が期待できる。

今後も，総合エネルギーサービス企業としてお客さまに最適なエネルギーサービスを構築し，地域特性に応じた再生可能エネルギーを活用し，光熱水費削減と低炭素地域の推進を目指したい。

JCMA

［筆者紹介］
柘植　康司（つげ　こうじ）
㈱シーエナジー　技術部　設計課
課長補佐