

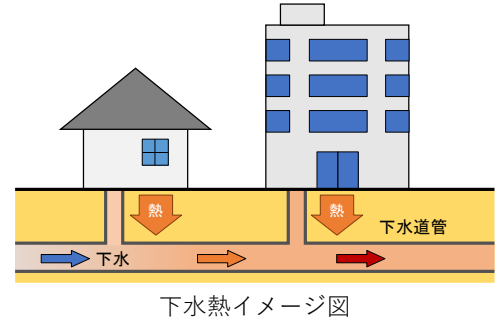
寒冷地の病院に導入された下水熱利用ヒートポンプの実態評価 及び運用改善策と環境負荷低減効果の検証



信州大学 工学部 建築学科 高村研究室 Takamura-lab.

■ 研究背景

下水は居住地域に必ず存在し、外気と比較して温度が安定しているため、有効な熱源であると考えられる。近年は未利用エネルギーの活用法として、下水熱利用システムが注目されている。これまでの研究では、都市域を対象とした解析や実験が多く、地方都市で実際に導入された事例は少なかった。



■ 研究目的

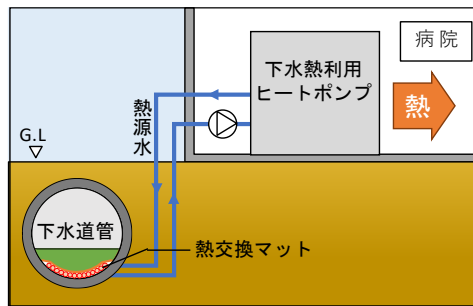
寒冷地の病院に導入された下水熱利用ヒートポンプ（以下、HP）運用実態を評価する。また、実測結果に基づき熱交換部分の特性と下水熱利用システムが有効な条件を明らかにし、従来システムと比較した環境負荷低減効果を検証する。



熱交換部の断面モデル▶

■ 対象システムの概要

対象	下水熱利用HP
分析項目	下水温度、地中温度、BEMSデータ*1
測定期間	2017年12月～2020年11月



下水熱利用HPの概要



下水熱利用HP

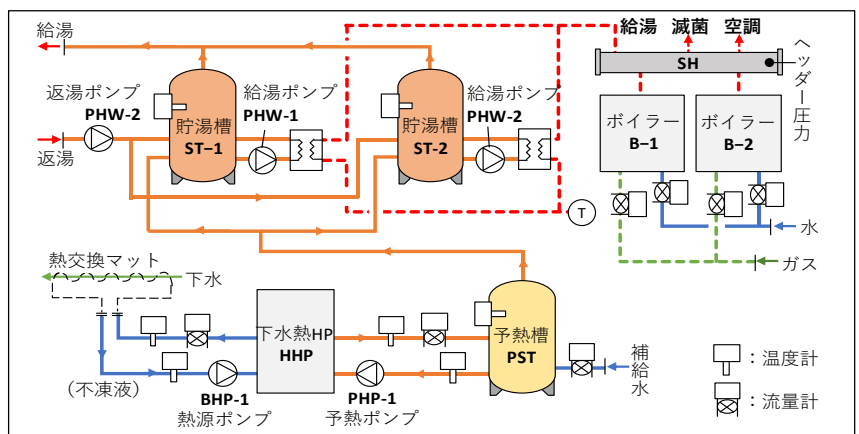
*1 Building Energy Management System
: 建築物のエネルギー管理システム

■ 対象施設の概要

対象地	長野県小諸市
建物用途	総合病院
給湯設備	ボイラー、下水熱HP



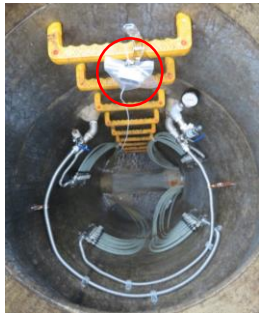
対象施設の外観



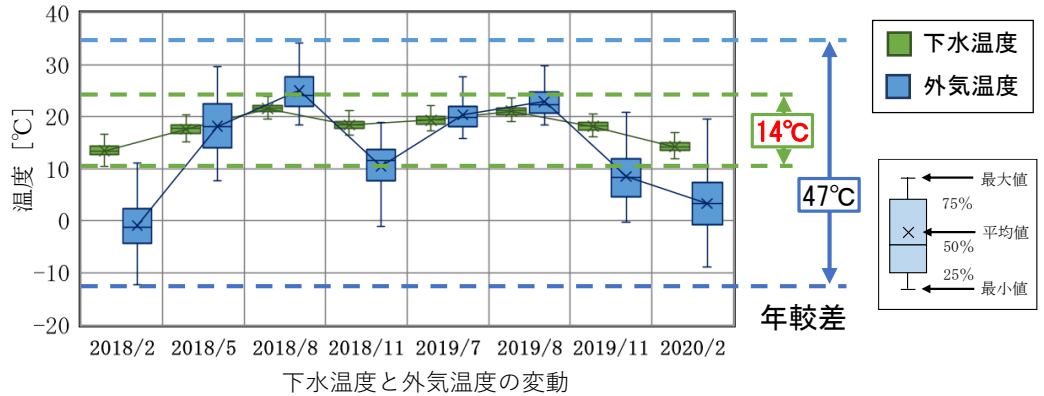
対象施設の給湯システムの概要

■ 下水温度の計測

熱源となる下水温度の特性を把握するために下水温度の計測を行った。下水温度は外気温度と比較し、**年較差・日較差が小さい**ことが明らかとなった。

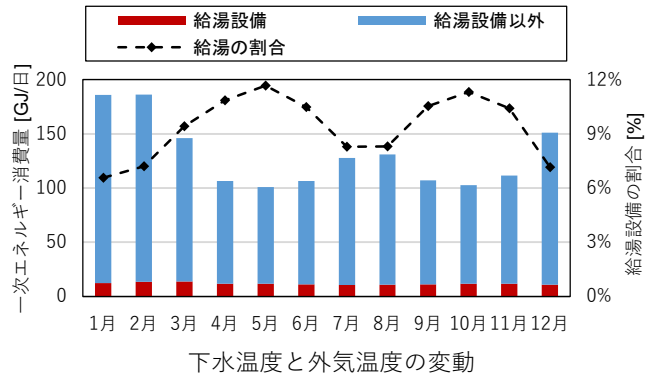


計測状況



■ 建物全体の運用実態の把握

BEMSデータから建物全体の**運用実態**を把握した。建物全体の一次エネルギー消費量に占める**給湯設備の割合は年平均値で9%**であり、年間を通して変動は小さかった。また、建物全体に占める下水熱HPの一次エネルギー消費量は0.7%であり、建物への影響は小さいと推察される。

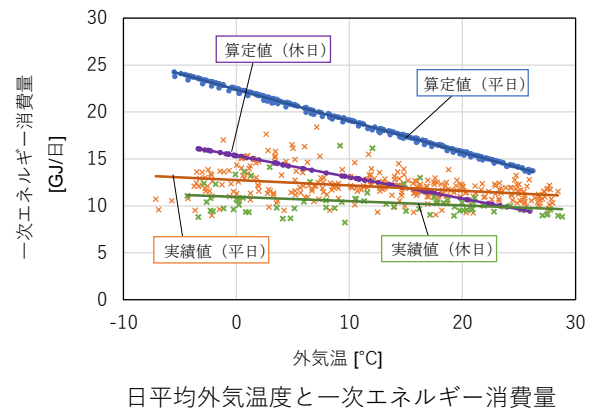
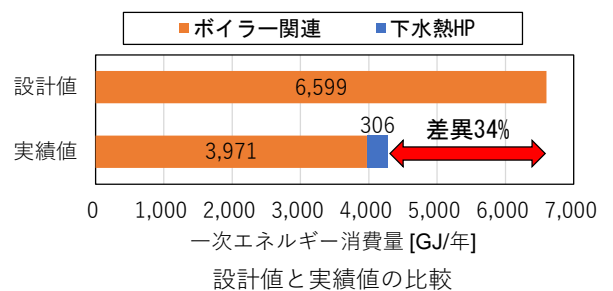


■ WEBプログラムの設計値と実績値の比較

建築物の省エネ基準への適合確認には、**WEBプログラム**が用いられるが、実際の使用状況との違いにより、**設計値と実績値に差異が生じる**と想定される。WEBプログラムの入力項目、算出過程及び出力項目ごとに、**算定値と実績値を比較**し、差異が生じる項目を明らかにした。実績値は設計値に対して**34%小さく**、特に**冬期に差異が大きかった**。また、休日より平日の差異が大きく、算出項目ごとでは給湯量による差異が大きかった。

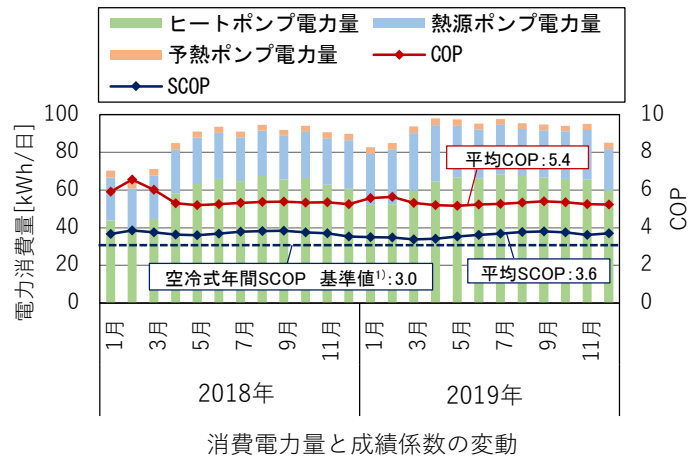
算出項目ごとの相対誤差

項目	誤差	項目	誤差
外気温度	1%	熱源運転効率	-16%
日積算給湯量	-79%	給湯負荷	-28%
給湯温度	-2%	一次エネルギー消費量	-34%
運転時間	0%		



■ 運用実態の評価

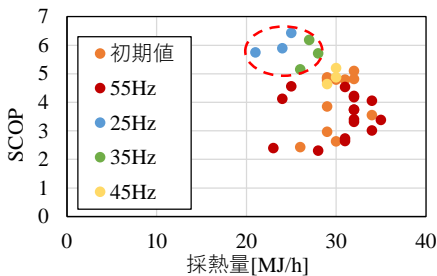
下水熱利用システムの電力消費量、COP及びシステムCOPの結果を示す。システムCOPは年間を通して変動が小さく、いずれの月も空冷式HP給湯器の性能基準値¹⁾を上回った。また、ポンプ類の消費電力量はシステム全体の3割を占めたことから、ポンプ動力を含めた効率の検討が重要であることが明らかとなった。



1)環境省:地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック<補助事業申請用>

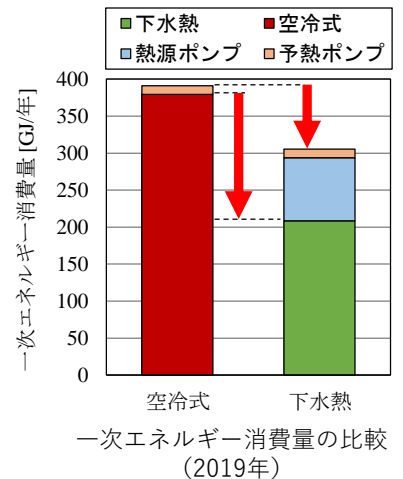
■ ポンプ運用改善策の検証

熱源ポンプの運用改善を目的にインバータ周波数を変更し、周波数を下げた場合に改善効果が示された。



■ 環境負荷低減効果の試算

空冷式HPとの一次エネルギー消費量の比較を行った。HP単体では43%、ポンプ動力を含めたシステム全体で19%のエネルギー消費量削減効果を確認した。



■ 下水熱利用システムの適用可能条件と導入効果の検討

これまでに分析した実績値に基づき、地中部分と下水道管における熱交換量を数値解析することで、下水管路までの距離・埋設深さによる土中温度の影響を考慮した下水熱利用システムが有効な条件を検討する。また、実際の負荷の状況に即して、従来の熱源設備を変更した際の環境負荷低減効果を定量化する。

