

小諸市の低炭素まちづくり計画で導入した 「下水熱利用ヒートポンプ」について

浅間南麓こもろ医療センター

こもろプラザ

小諸市庁舎

株式会社シーエナジー
資料提供：信州大学高村研究室、株式会社石本建築事務所

■経緯

- ・平成25年3月：小諸市が「第1期小諸市低炭素まちづくり計画」を策定
- ・平成26年1月：小諸市とJA長野厚生連は「エネルギー利用に関する協定」を締結
- ・平成26年3月：公募型プロポーザルにより、エネルギーサービス事業者が決定
- ・平成27年7月：小諸市庁舎竣工
- ・平成29年9月：JA長野厚生連 浅間南麓こもろ医療センター竣工

シーエナジーから
「下水熱利用ヒートポンプ」
をご提案！



図1 第1期小諸市低炭素まちづくり計画¹⁾

■建物概要



写真 1 病院外観²⁾

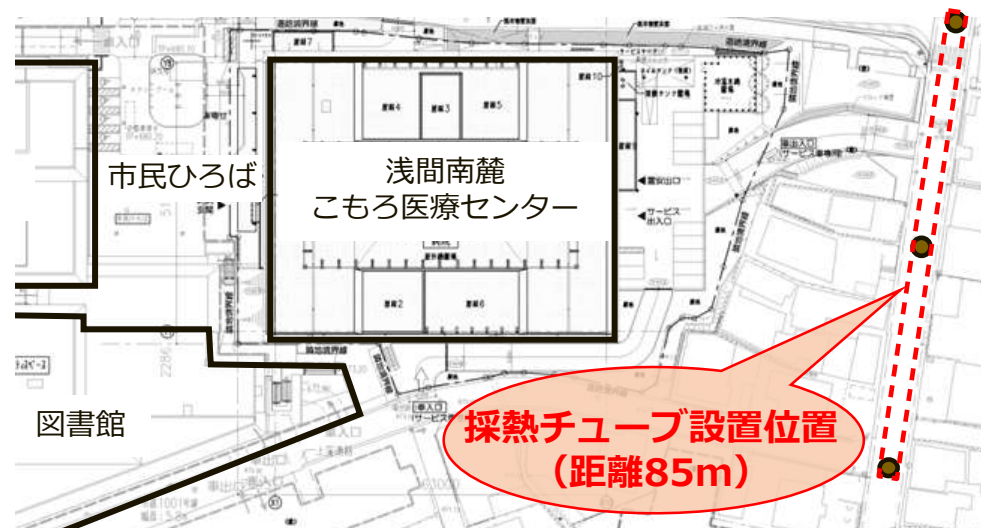


図 2 採熱チューブ設置位置

表 1 建物概要

所在地	長野県小諸市	階数	地上6階 地下1階
用途	総合病院	延床面積	21,102 m ²
病床数	246床	運用開始	2017年12月
給湯方式	中央式 (ボイラ・下水熱利用ヒートポンプ)		
下水道管	分流式 $\phi = 250\text{mm}$		



写真 2 マンホール内設置状況

■設備概要

- ・ 既設下水管内に採熱チューブを設置し、下水から熱をヒートポンプで汲みあげて給湯に利用。



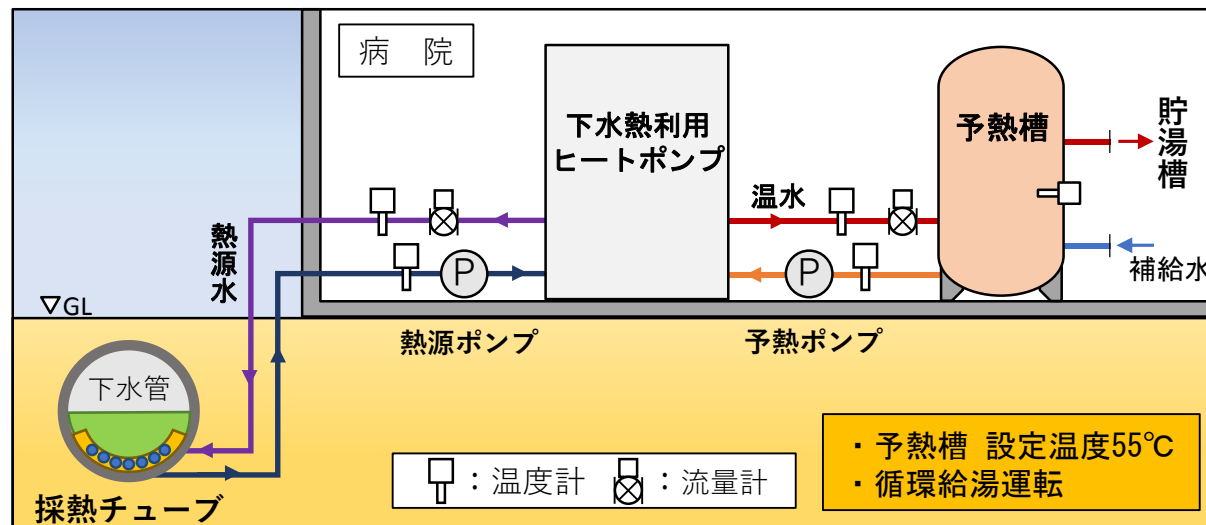
写真3 断面モデル



写真4 下水熱利用HP



写真5 予熱槽



下水温度の特性

- ・ 計測概要
- ・ 外気温度との比較
- ・ 時刻変動

計測概要



図4 下水と外気温度の計測箇所

表2 計測概要

計測項目	下水温度・外気温度
計測箇所	1: 採熱部分 (上流)
	2: 採熱部分 (中間)
	3: 採熱部分 (下流)
	4: 伏せ越し部分
	5: 下水処理場



写真6 対象道路
(計測点1～3)

■計測概要

表 3 計測期間と計測器

計測期間	冬季：2018/2/9～2/18
	春季：2018/5/17～5/26
	夏季：2018/8/24～9/2
	秋季：2018/11/7～11/16
計測器	TR-52i
計測間隔	1 分

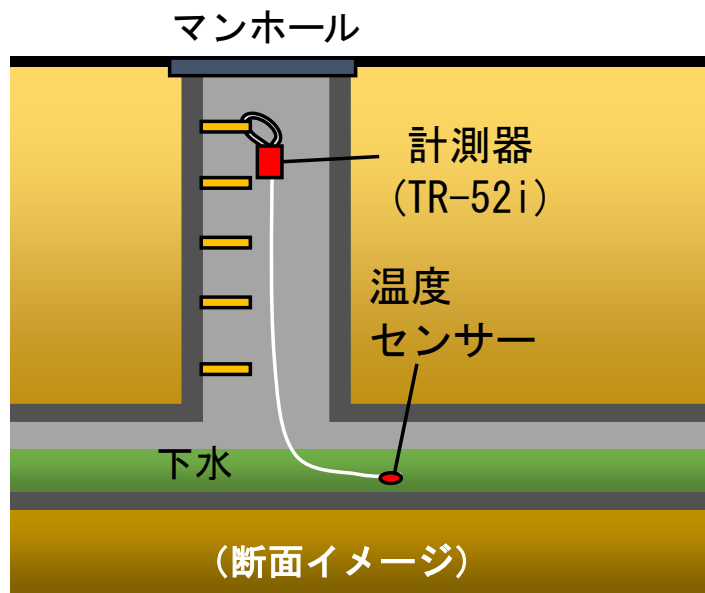


図 5 計測器取り付け状況



写真 7 計測器取り付け状況

■下水温度と外気温度の比較

- 下水温度と外気温度の実測を計8回行った結果を示す。

計測間隔：1分、各計測期間：10日間

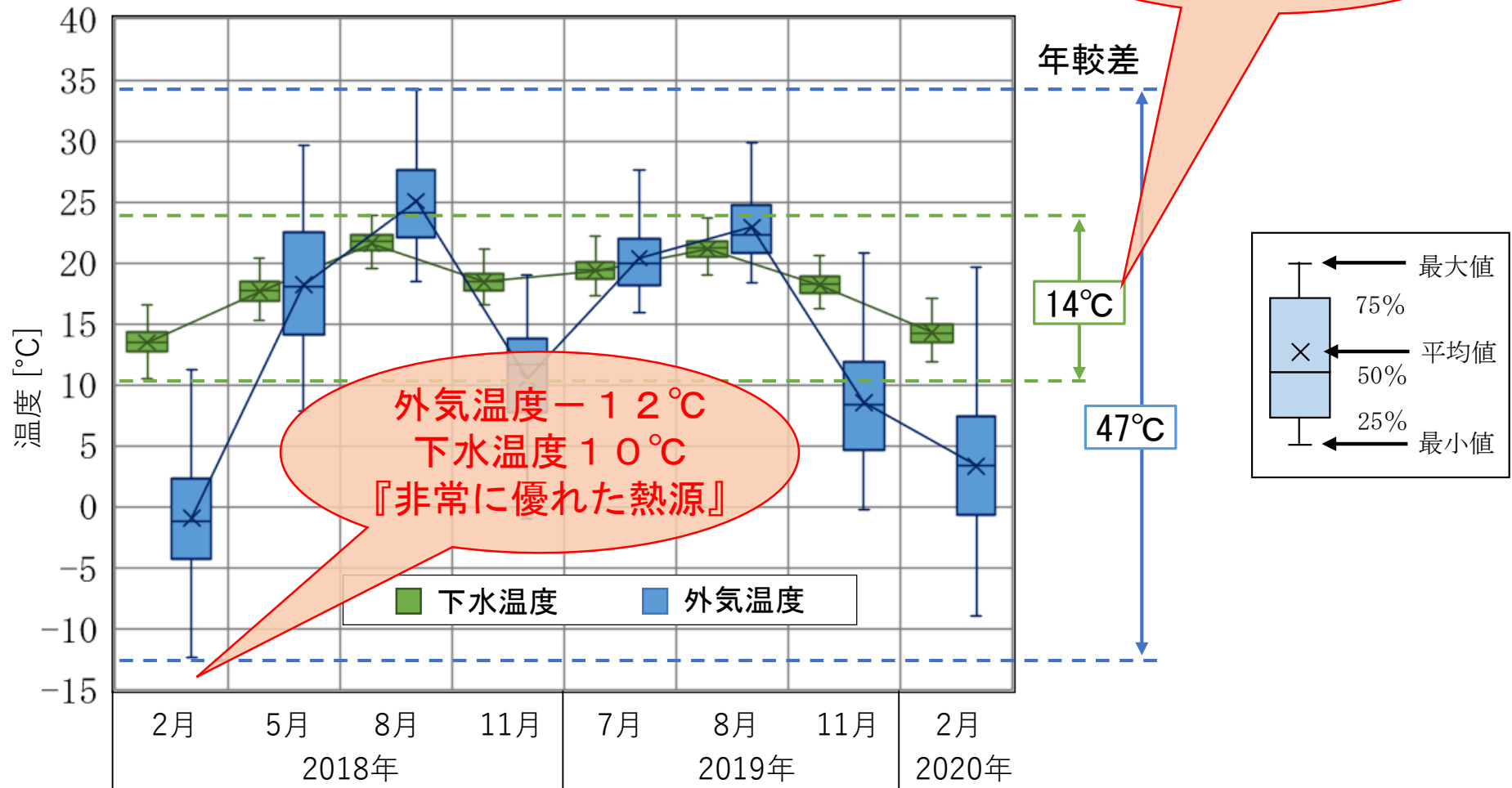
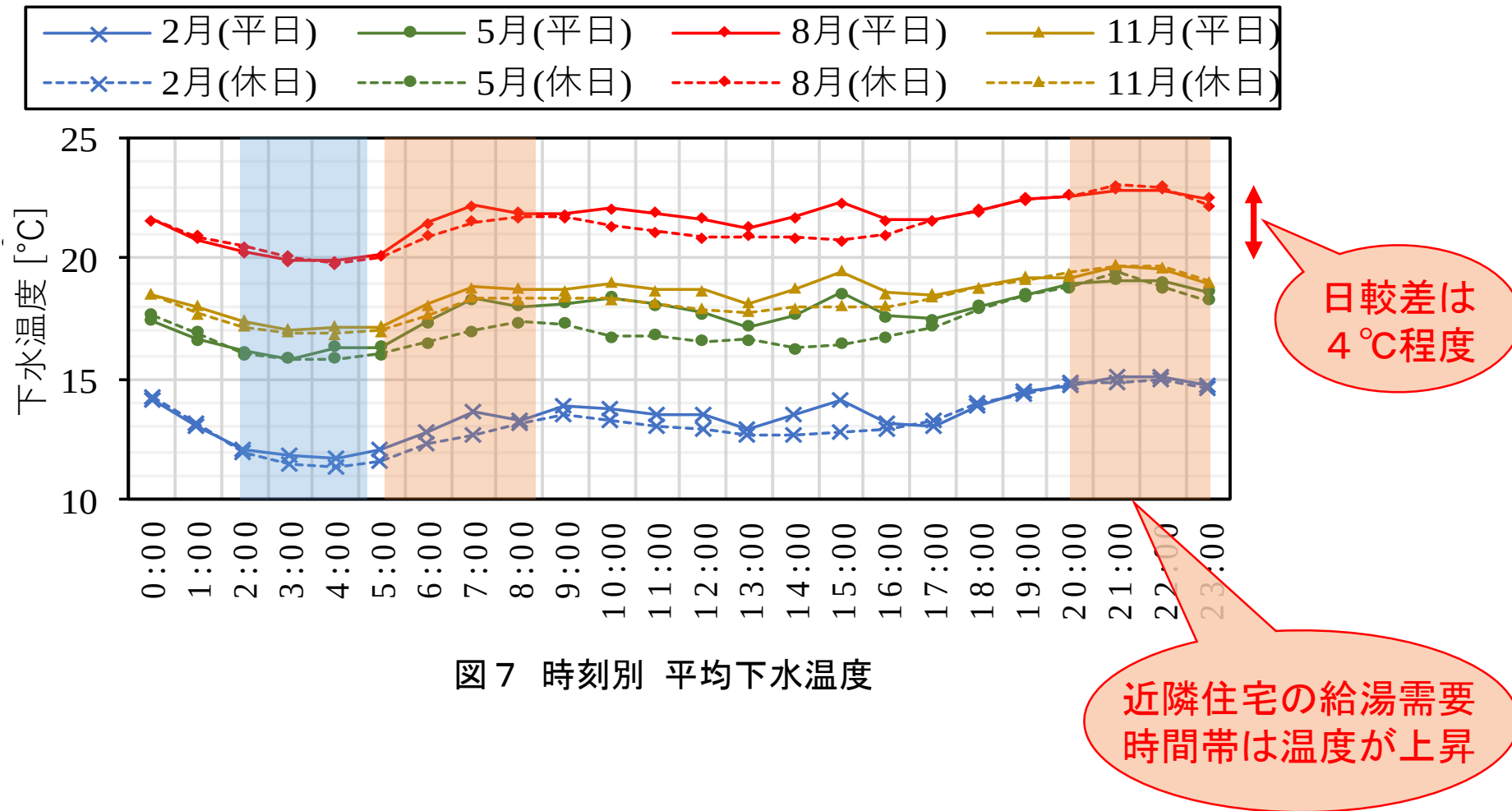


図6 下水温度と外気温度

■下水温度の時刻変動



ヒートポンプの運用実績

- ・ 採熱量
- ・ 消費電力量
- ・ 生成熱量
- ・ システム効率

■採熱量（下水から採取した熱量）

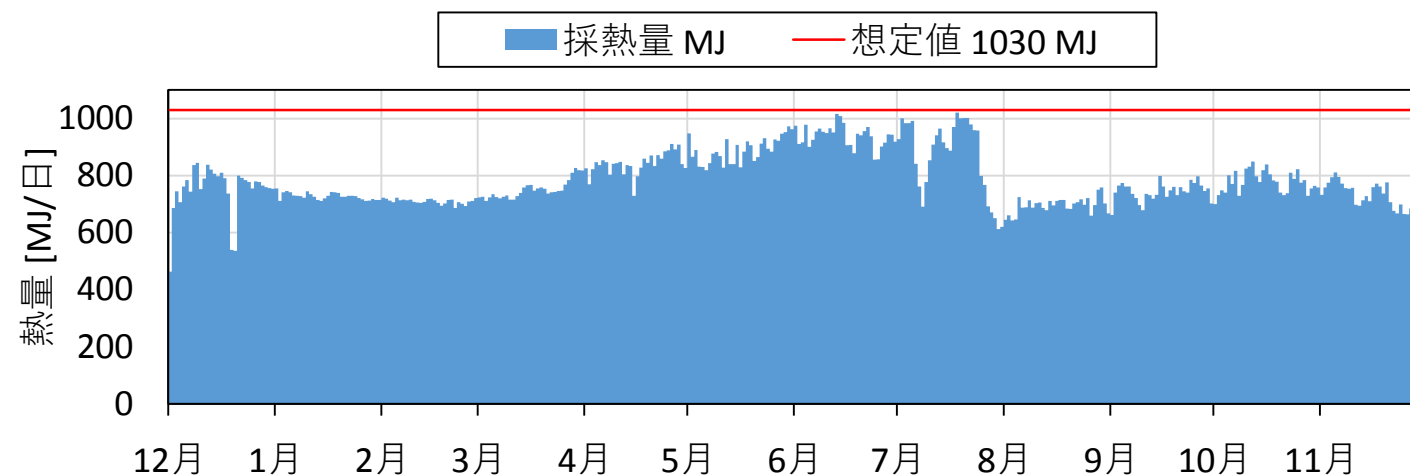


図8 採熱量の日積算値の推移

熱量 算出式

$$Q = \rho \cdot c \cdot V \cdot \Delta T$$

ρ : 密度

c : 比熱※

V : 流量

ΔT : 温度差

※熱量はBEMSデータによる
(比熱 $c=4.2\text{kJ/kg/K}$ で算出)

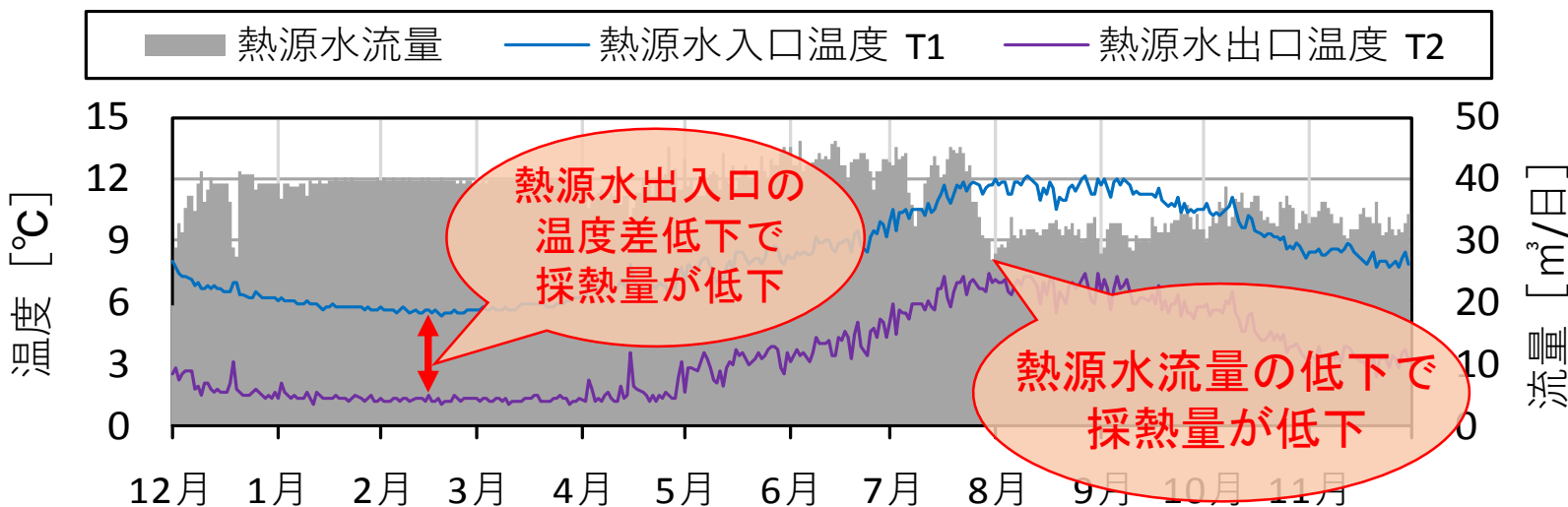
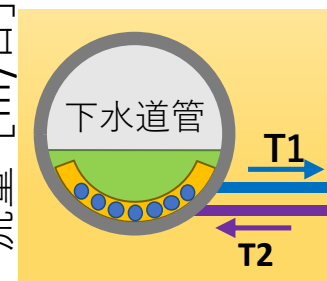


図9 熱源水出入口温度と熱源水流量の季節変動



断面イメージ

消費電力量と温水温度

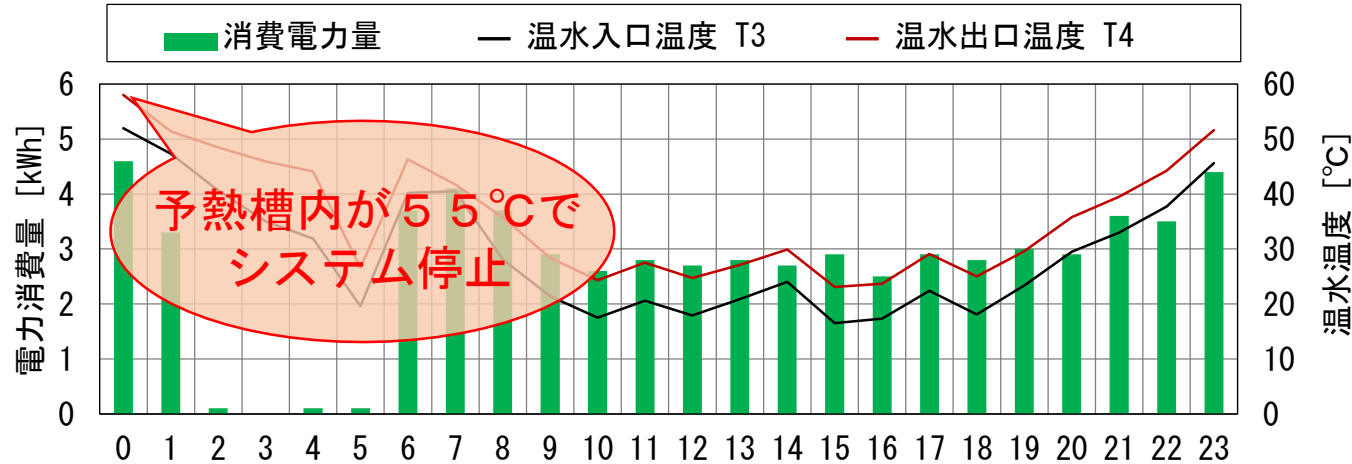


図 1 0 温水出入口温度と消費電力量の変動※
(夏期代表日)

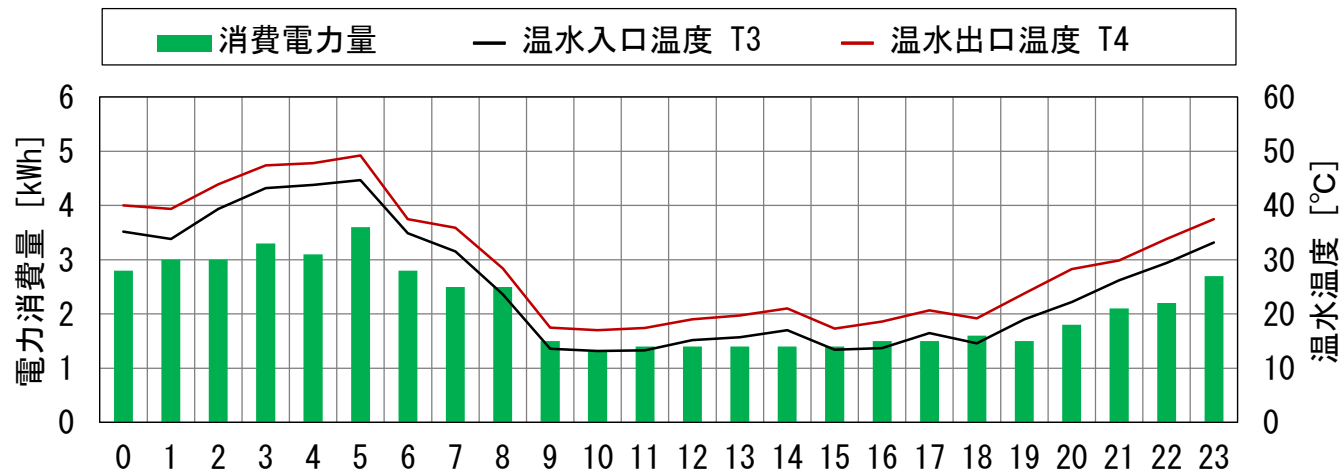
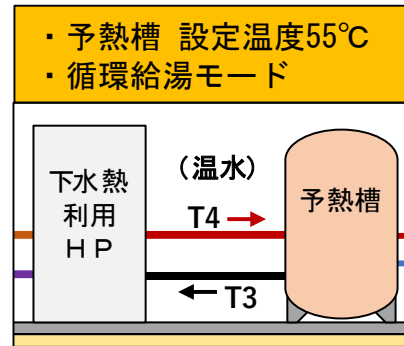


図 1 1 温水出入口温度と消費電力量の変動※
(冬期代表日)



■ 生成熱量

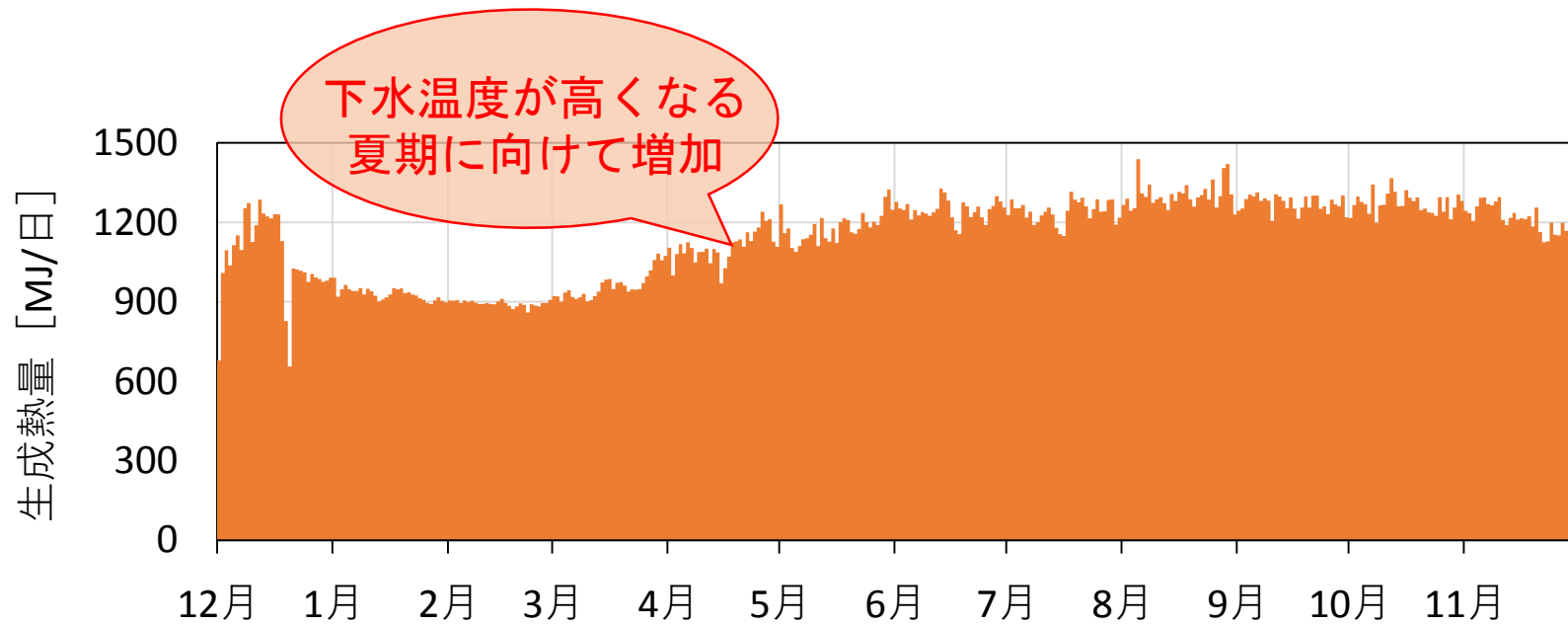
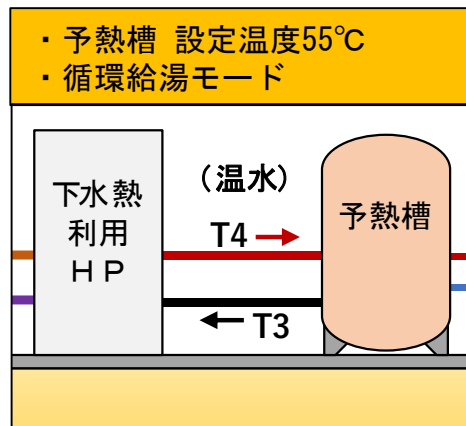


図 1 2 生成熱量の日積算値



システム概要

熱量 算出式

$$Q = \rho c V \Delta T$$

ρ : 密度

c : 比熱※

V : 流量

ΔT : 温度差

※熱量はBEMSデータによる
(比熱 $c=4.2\text{kJ/kg/K}$ で算出)

季節ごとの平均値

	生成熱量 [MJ/日]
冬期	964
中間期	1194
夏期	1265
年間	1142

■システム効率

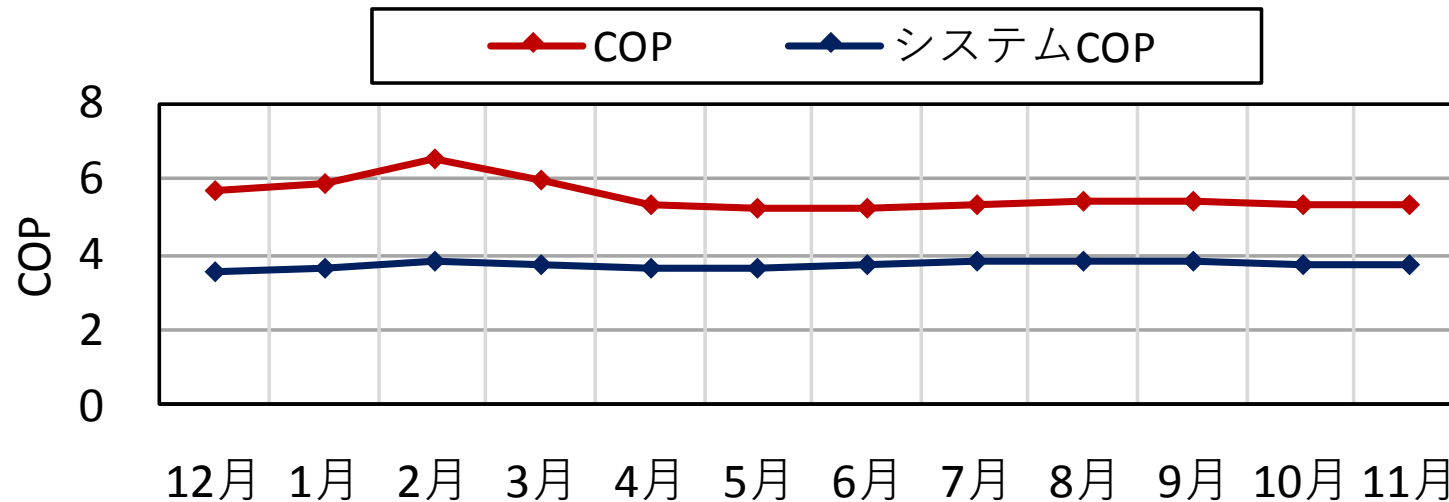


図 1 3 日平均COPと日平均システムCOP

システム効率の算出

$$\bullet \text{ COP} = \frac{Q_2}{E_2 \times 3.6}$$

$$\bullet \text{ システムCOP} = \frac{Q_2}{(E_1 + E_2 + E_3) \times 3.6}$$

Q_2 : 生成熱量[MJ/日]

E_1 : 熱源ポンプ消費電力量[kWh/日]

E_2 : ヒートポンプの消費電力量[kWh/日]

E_3 : 予熱ポンプ消費電力量[kWh/日]

季節ごとの平均値

	COP	SCOP
冬期	6.0	3.7
中間期	5.3	3.7
夏期	5.3	3.8
年間	5.5	3.7

■一次エネルギー消費量とCO2排出量

- ・ 同程度の加熱能力を有する空冷式ヒートポンプとの比較を示す。

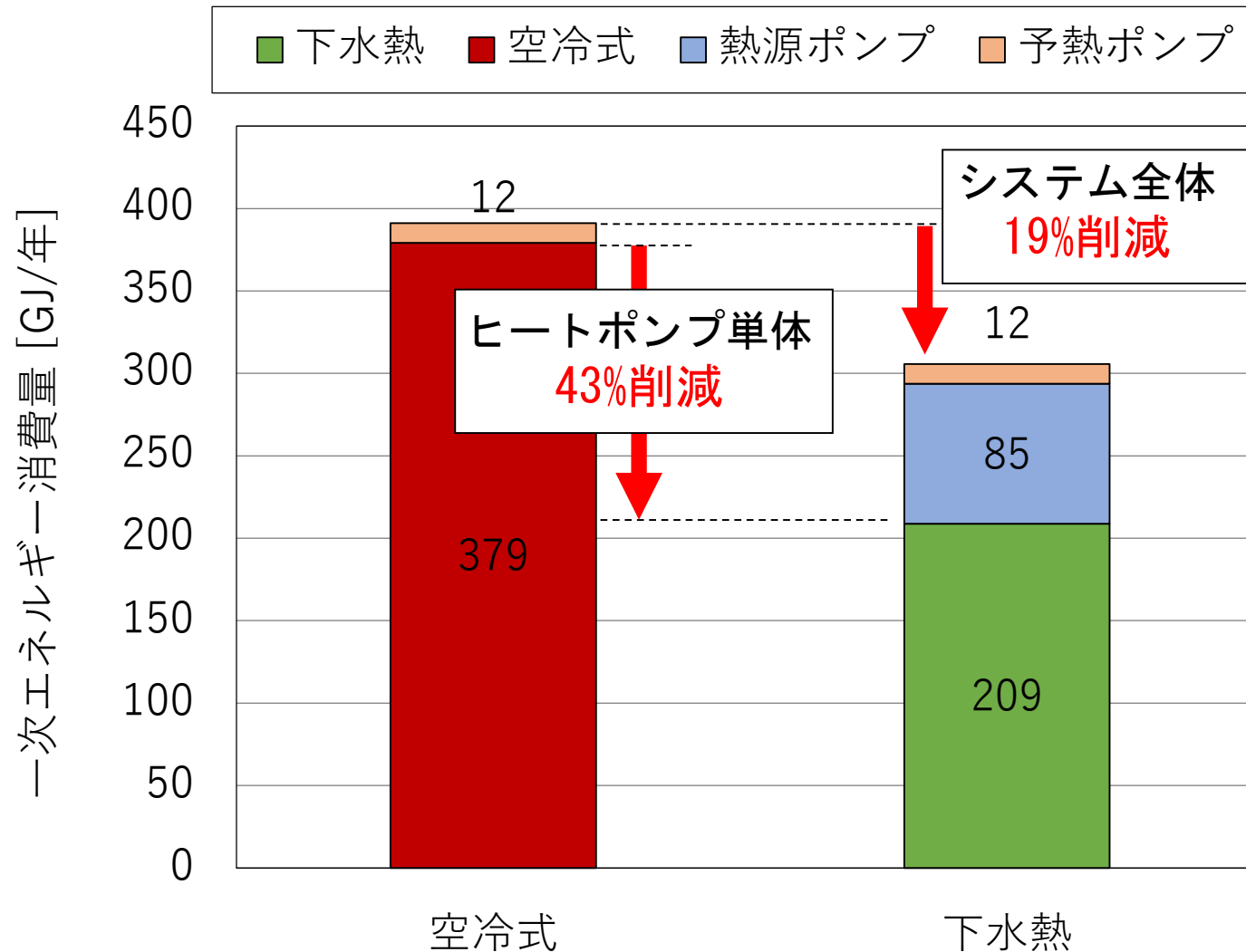


図 1 4 年間一次エネルギー消費量の比較 (2018年)

■まとめ

□下水温度の特性

- ・ 下水温度は外気温度に比べて日較差・年較差が小さいことから、安定的な熱源として期待できる。
- ・ 下水温度は近隣住民の給湯需要によって時間帯で変動することが分かった。

□下水熱利用H Pの運用実績

- ・ 下水熱利用H Pの採熱量、生成熱量が下水温度によって差が生じることが分かった。今後、下水熱を利用するためには下水温度の把握が重要である。
- ・ ポンプの消費電力量がシステム全体の3割以上を占めており、下水熱利用システムではポンプの省エネ化・高効率化が必要である。
- ・ 空冷H Pと比較して、一次エネルギー消費量の削減率は下水熱利用H P単体では43%、システム全体では19%であった。

An aerial photograph of a city, likely in Japan, showing a mix of residential and commercial buildings. In the background, there are green, forested mountains under a blue sky with some clouds. A white rectangular text box is superimposed over the center of the image.

ご清聴ありがとうございました。