

2021年度成果報告会

再生可能エネルギー熱利用にかかるコスト低減技術開発／
地中熱利用システムの低コスト化技術開発／
ZEB化に最適な高効率帯水層蓄熱を利活用したトータル熱供給システムの研究開発

日本地下水開発(株)
ゼネラルヒートポンプ工業(株)

問い合わせ先
日本地下水開発株式会社
E-mail:webmaster@jgd.jp
TEL:023-688-6000

事業概要

1. 期間

開始 : 2020年1月

終了(予定): 2022年3月

2. 最終目標

高効率帯水層蓄熱を利活用したトータル熱供給システムが建物のZEB化に極めて効果的であることを実証することにより、今後、経済産業省の示したロードマップに従って普及が加速されるZEBに本システムを広く普及させる。それによって、本システム省エネルギー効果により、日本の二酸化炭素排出量の大幅削減に資することが最終目標である。

3. 成果・進捗概要

- ・ZEB適合性評価のための実証建物を完成させた。
- ・高効率帯水層蓄熱を利活用したトータル熱供給システムの実証施設への導入を完了した。
- ・フリークーリング冷房を実施し、モニタリングデータに基づいて効果検証を開始した。
- ・密閉型井戸で洗浄方法を試行して効果検証を行った。
- ・高効率帯水層蓄熱専用ヒートポンプの工場性能試験を実施し、実証施設へ導入した。

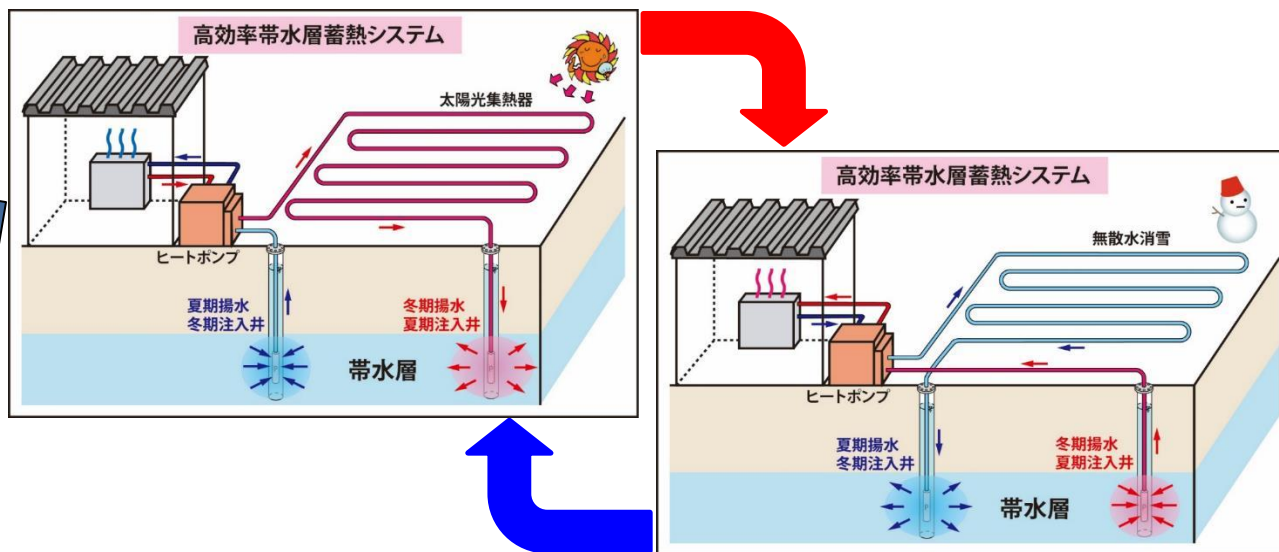
◆研究開発の内容・実施体制

研究開発の背景・内容(課題など)

○2014年度～2018年度のNEDO事業「再生可能エネルギー熱利用技術開発」
の成果を生かした研究開発を行う

○高効率帯水層蓄熱システムでの成果(冷暖房システム)

- ・イニシャルコスト 21%低減
- ・ランニングコスト 31%低減 を実現



○異なるエネルギー源を統一(トータル熱供給システム)

- 1) 冷暖房システム(従来型:オープンループ冷暖房システム)
- 2) 給湯システム(従来型:ガス給湯器)
- 3) 無散水消融雪システム(従来型:地下水方式)

ZEB普及

**本システム
普及**

◆研究開発の内容・実施体制

研究開発実施体制

研究開発責任者

日本地下水開発株式会社: 山谷 睦

日本地下水開発株式会社

・高効率帯水層蓄熱を利活用した
トータル熱供給システムの開発

技術検討委員会

・森谷祐一, 東北大学大学院教授
・内田洋平, 産総研地中熱チーム長
・高橋 徹, 山形県エネルギー政策推進課長
・笹田政克, 地中熱利用促進協会理事長
外部有識者: 藤井光, 秋田大学大学院教授
外部有識者: 吉岡真弓, 産総研主任研究員

ゼネラルヒートポンプ工業株式会社

・高効率帯水層蓄熱を利活用したトータル
熱供給システム専用ヒートポンプの開発

(専用ヒートポンプの開発)

(スケール付着防止機構の有効性検証)

柴 芳郎・再エネ研究所会長、渡邊激雄・再エネ研究所所長、
谷藤浩二・再エネ研究所副所長、正木一郎・再エネ研究所技師、
小倉怜子・再エネ研究所主任、都田皓彦・設計部係
平井千治・取締役製造部長、木下琢也・再エネ研究所主査、
松井貴司・製造部課長、
駒庭義人・再エネ研究所副主幹

(業務全体総括・PL) 山谷 睦・取締役企画開発部部長

(高効率帯水層蓄熱を利活用したトータル熱供給システムの構築・稼働・調整)

(フリークリングと太陽光集熱器による高効率化)

佐藤弘康・工事部次長、佐藤浩之・工事部主査、富樫松吾・工事部補佐

(高効率帯水層蓄熱を利活用したトータル熱供給システムの効率的稼働のモニタリング・シミュレーション・評価)

井上 純・資源環境部次長、黒沼 覚・企画開発部補佐、加藤 渉・企画開発部主査

(ZEB建物への高効率帯水層蓄熱を利活用したトータル熱供給システムの適合性検討・評価)

























鈴木和則・取締役設計部部長、今田和彦・設計部次長、伊藤健大・設計部主任

(井戸洗浄方法検討) 沖田圭右・資源環境部補佐

◆研究開発項目・目標

研究開発項目	目標
(1)高効率帯水層蓄熱を利活用したトータル熱供給システムの開発	1)ZEB実証建物と本システムの適応性評価 2)Hi-ATESTトータル熱供給システム構築とモニタリング 3)フリークーリングによる冷房高効率化 4)太陽熱集熱器による給湯システム高効率化 5)密閉井戸構造井戸洗浄方法の開発 6)システムの技術評価手法確立 ↓ イニシャルコスト 30%低減 ランニングコスト 30%低減 ↓ ZEB普及と共に トータル熱供給システムを普及させる
(2)高効率帯水層蓄熱を利活用したトータル熱供給システム専用ヒートポンプの開発	1)専用ヒートポンプの開発 ヒートポンプ性能 給湯COP=4.3 (給湯17°C→60°C、地下水15°C→10°C) 総合COP=7.1 (冷房+給湯同時運転時) (給湯17°C→60°C、冷水12°C→7°C) 2)スケール防止機構有効性検証 (進行度合いの推定手法検討も)

◆研究開発のスケジュール

研究開発項目	担当	2019				2020				2021				2022				2023							
		1 Q	2 Q	3 Q	4 Q	1 Q	2 Q	3 Q	4 Q	1 Q	2 Q	3 Q	4 Q	1 Q	2 Q	3 Q	4 Q	1 Q	2 Q	3 Q	4 Q				
ZEB実証建物 設計・準備 建築工事	日本地下 水開発 (株)				 	 																			
(1)高効率帯水層蓄熱を利活用 したトータル熱供給システムの開発 1)実証建物とシステム適応性評価 2)モニタリング 3)フリークーリング冷房高効率化 4)給湯システムの高効率化 5)井戸洗浄方法の開発 6)システムの技術評価手法確立	日本地下 水開発 (株)					 				 	 			 				 							
(2)高効率帯水層蓄熱を利活用 したトータル熱供給システム専用ヒート ポンプの開発 1)設計 2)製作・性能試験 3)山形フィールドへ設置・調整 4)モニタリング 5)スケール防止機構有効性検証	ゼネラル ヒートポ ンプ工業 (株)				 	 				 										 	 				

ZEB実証施設の完成(JESC-ZEB棟)

『ZEB』達成



2021年6月1日
建築物省エネルギー性能評価表示制度
(BELS)において ☆5

ZEB実証施設(JESC-ZEB棟)の概要

◎建物概要

階 数	地上2階
建築面積	285.0m ²
延床面積	562.5m ²
構 造	鉄骨造

◎熱負荷

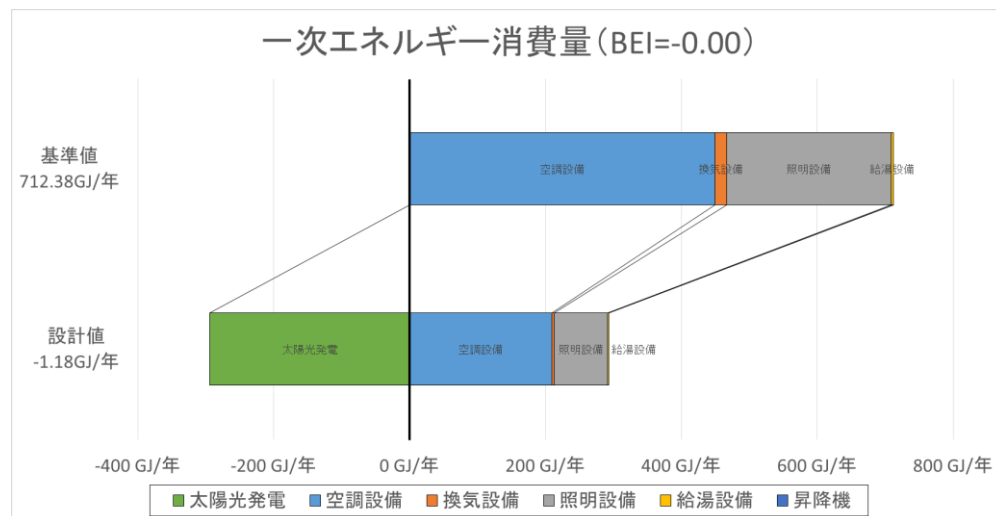
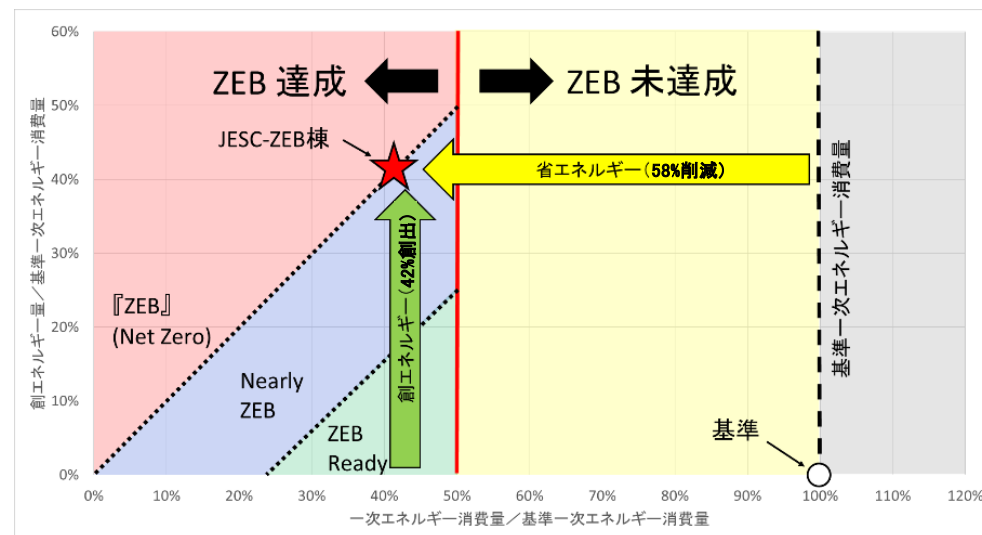
	熱負荷
冷房負荷	64 W/m ²
暖房負荷	35 W/m ²

◎省エネルギー技術、創エネルギー技術

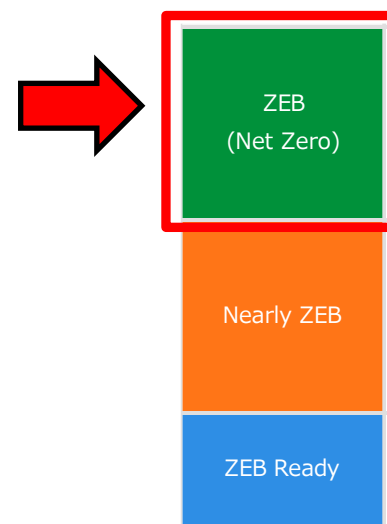
外皮断熱	外 壁	気泡コンクリート、厚さ=150mm 現場吹付ウレタン、厚さ=40mm
	屋 上	現場吹付ウレタン、厚さ=60mm スタイロフォーム、厚さ=100mm
	2F天井	グラスウール、厚さ=100mm
窓	アルミ断熱サッシ、Low-E複層ガラス	
換気装置	全熱交換器システム	
外部ブラインド	本社屋の西側窓に設置	
照明	LED照明	
給湯・冷暖房・無散水消雪	高効率帯水層蓄熱を利活用したトータル熱供給システム	
真空管式太陽熱温水器	84本(14本/セット×6セット)	
太陽光発電パネル	30.7kW(307W×100枚)	

ZEB実証施設: JESC-ZEB棟の一次エネルギー消費量(設計値)

	設計一次エネルギー消費量(GJ/年)	基準一次エネルギー消費量(GJ/年)
空調設備	209.59	449.41
換気設備	3.26	17.35
照明設備	78.82	241.45
給湯設備	1.45	4.17
昇降機	0.00	0.00
太陽光発電	-294.30	0.00
合計	-1.18	712.38

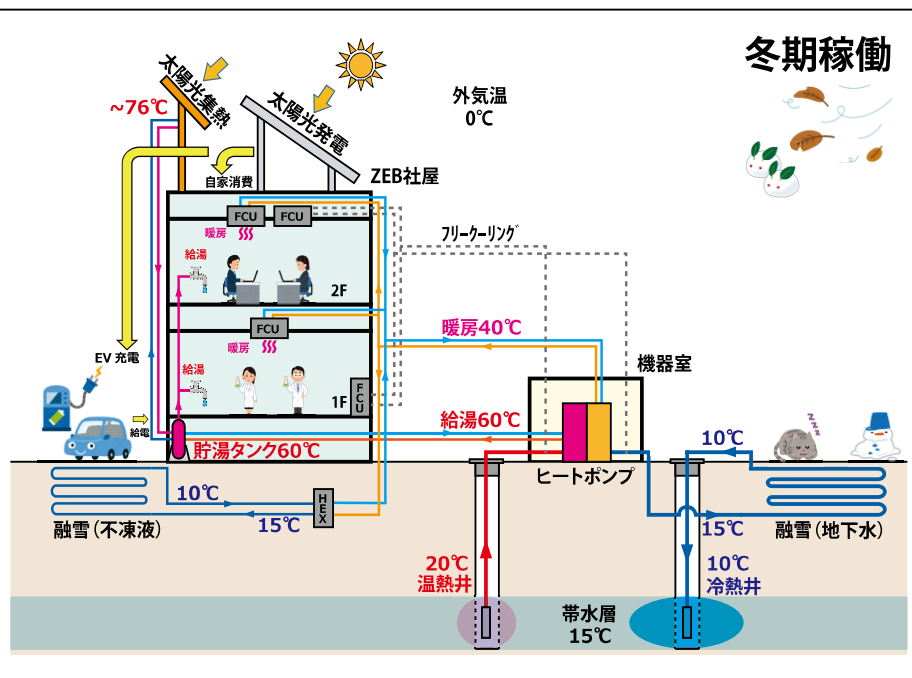


※BEI (Building Energy Index) 一次エネルギー消費量設計値を基準値で除した数値。
BEI ≤ 0.00となる場合は『ZEB』と判定される。

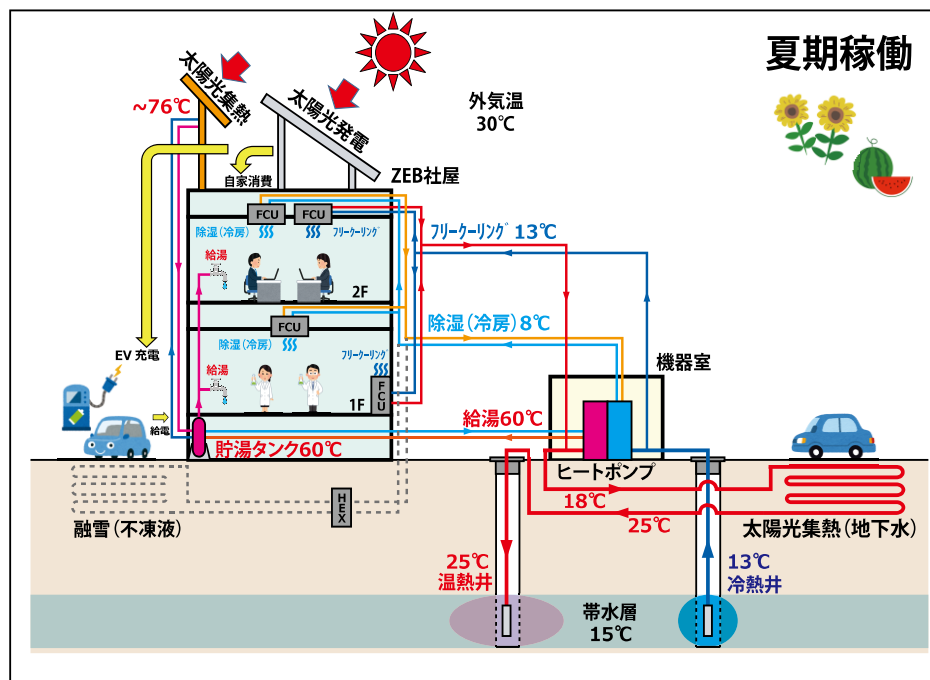


高効率帯水層蓄熱を活用したトータル熱供給システム

冬期稼働

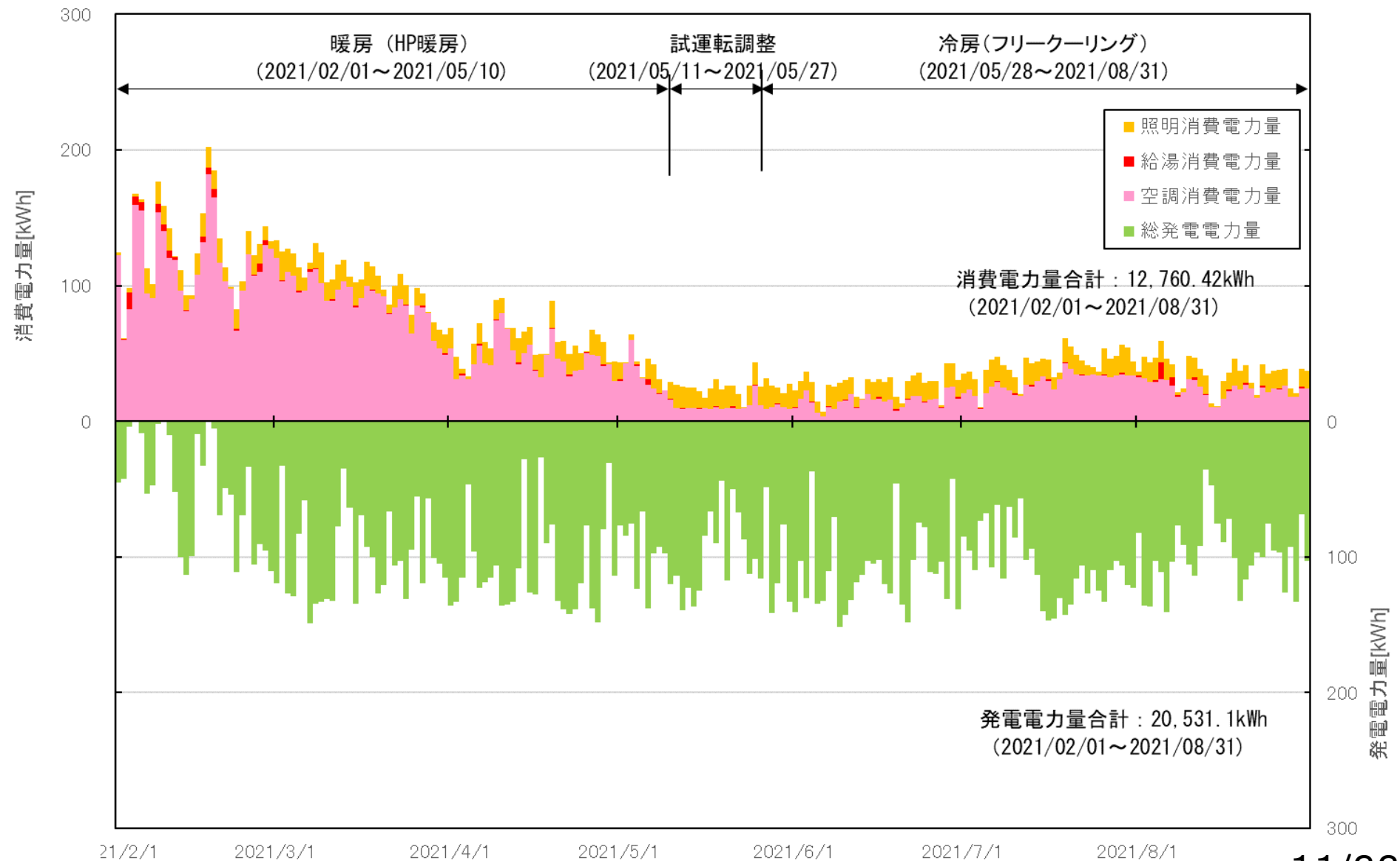


夏期稼働

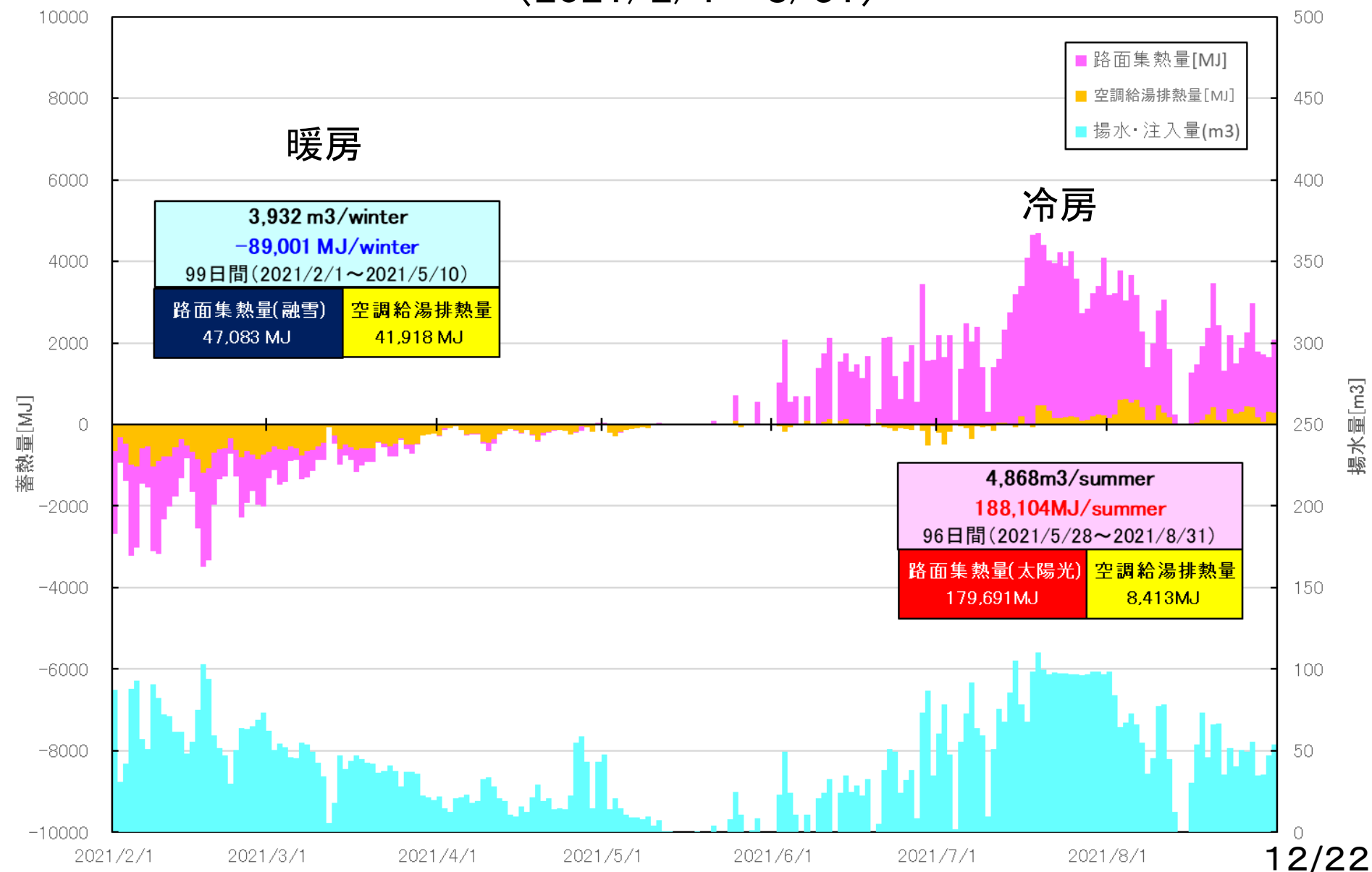


- ZEB事業所への適応性評価ならびに低コストでの設計・評価手の確立
- 冷暖房＋給湯に対応可能な専用ヒートポンプの開発
- 太陽熱利用による給湯の高効率化
- 夏期は冬期に蓄熱した冷熱によるフリークーリングでヒートポンプレス冷房
- 冬期は夏期に蓄熱した温熱による暖房＋給湯＋無散水消雪、3種類の熱需要に対応

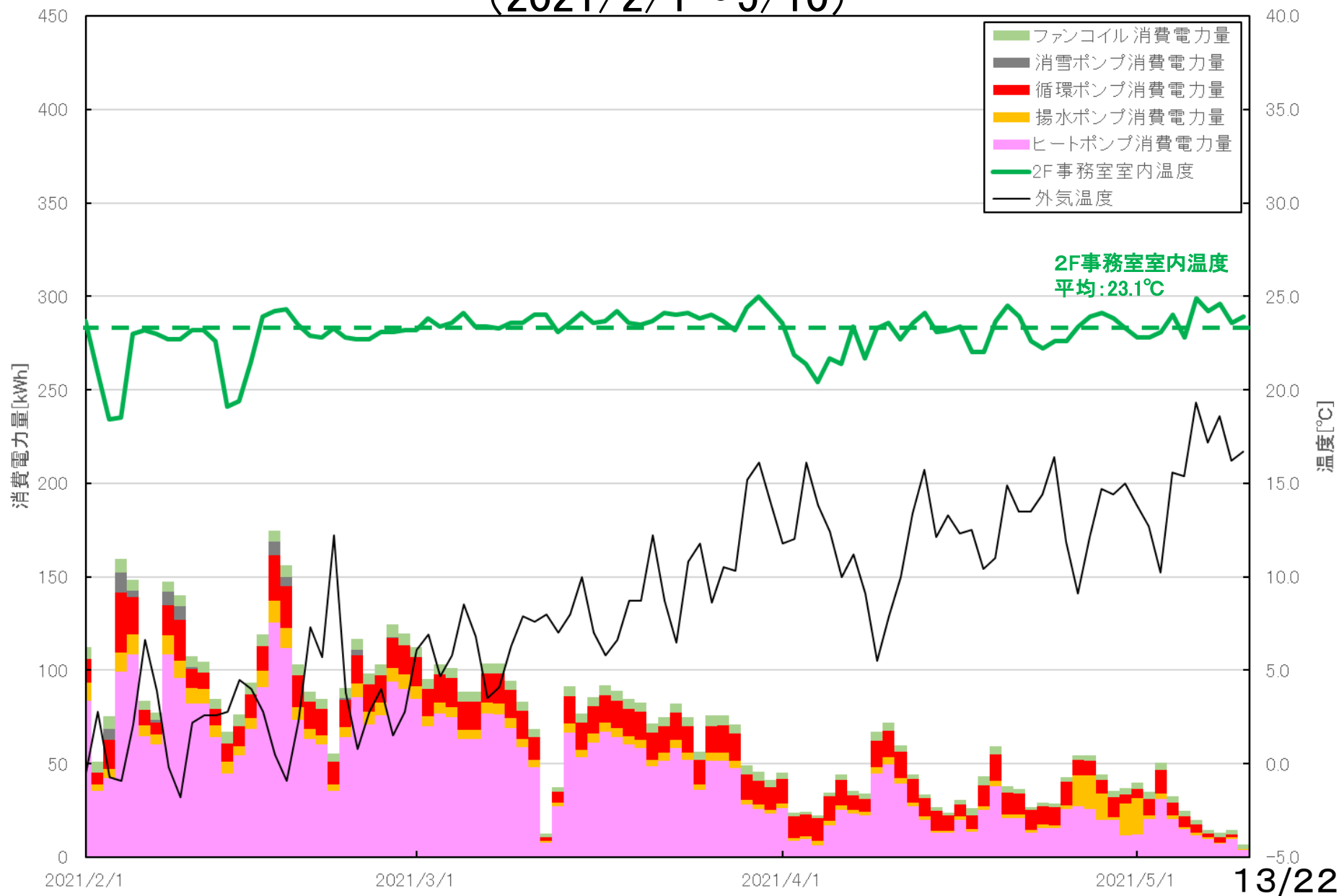
ZEB実証施設の発電電力量と消費電力量(2021/2/1~8/31)



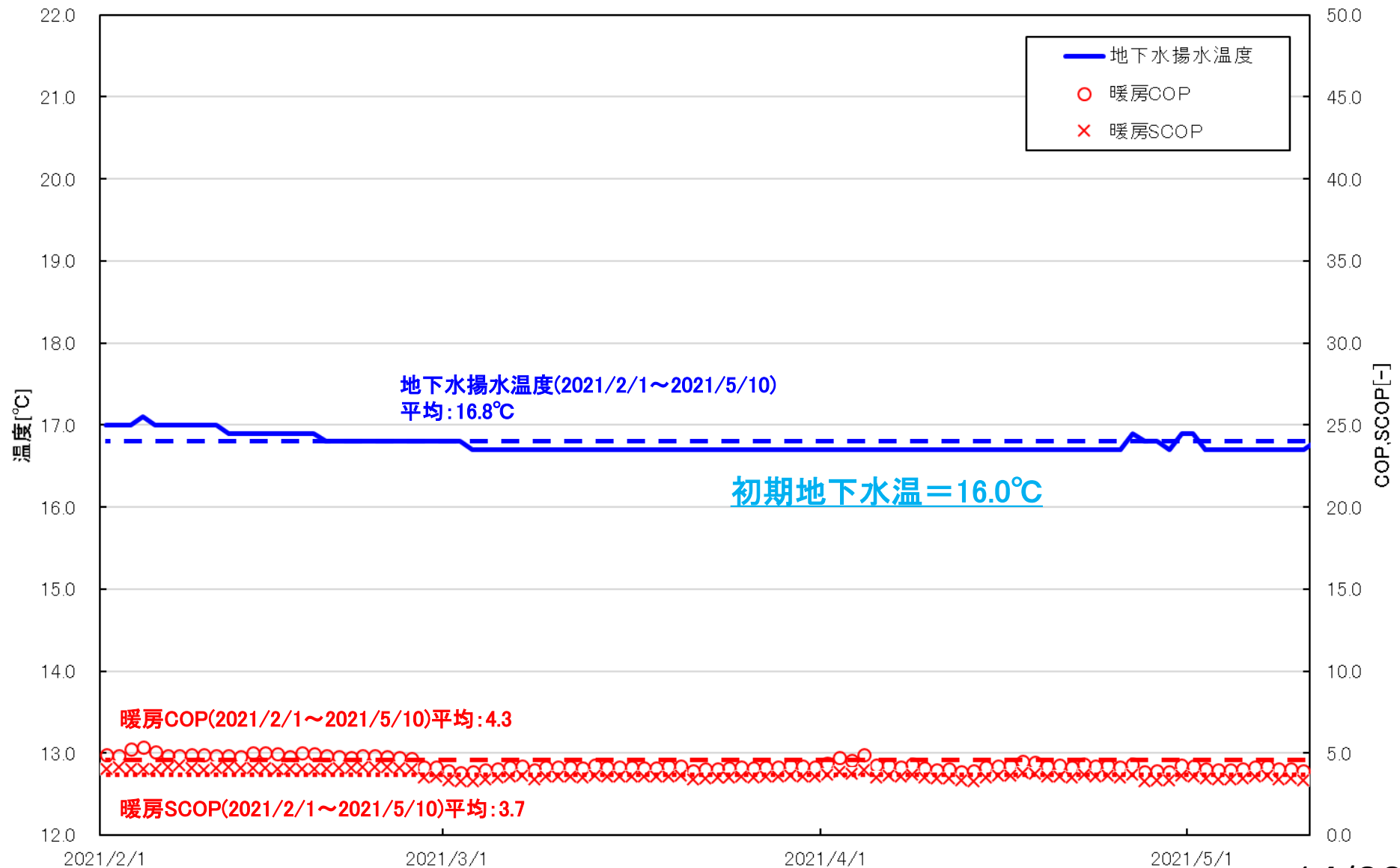
ZEB実証施設の冷暖房稼働に伴う地下水量と集熱量 (2021/2/1~8/31)



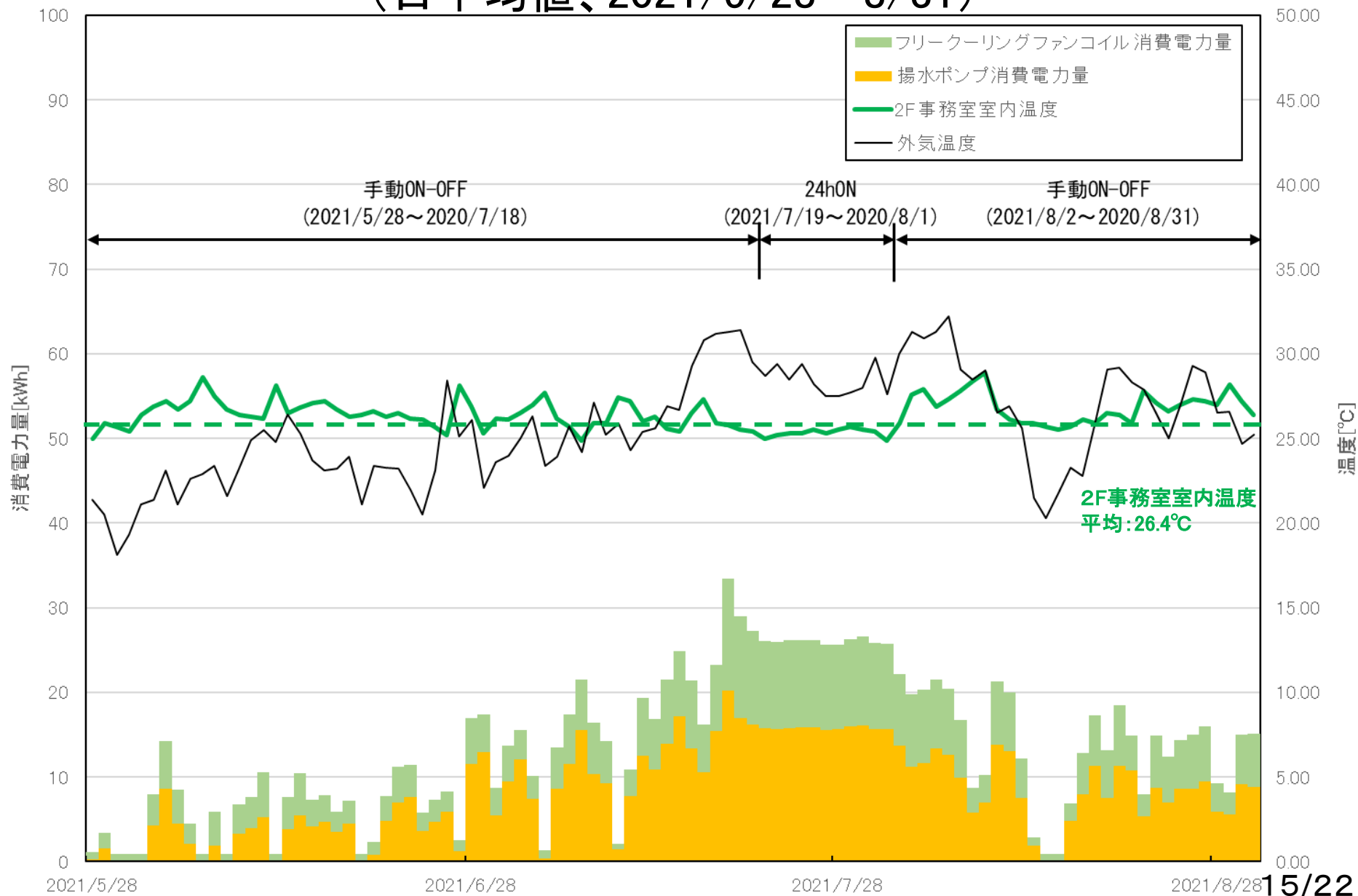
ZEB実証施設における暖房時の室温と消費電力量(日平均値) (2021/2/1~5/10)



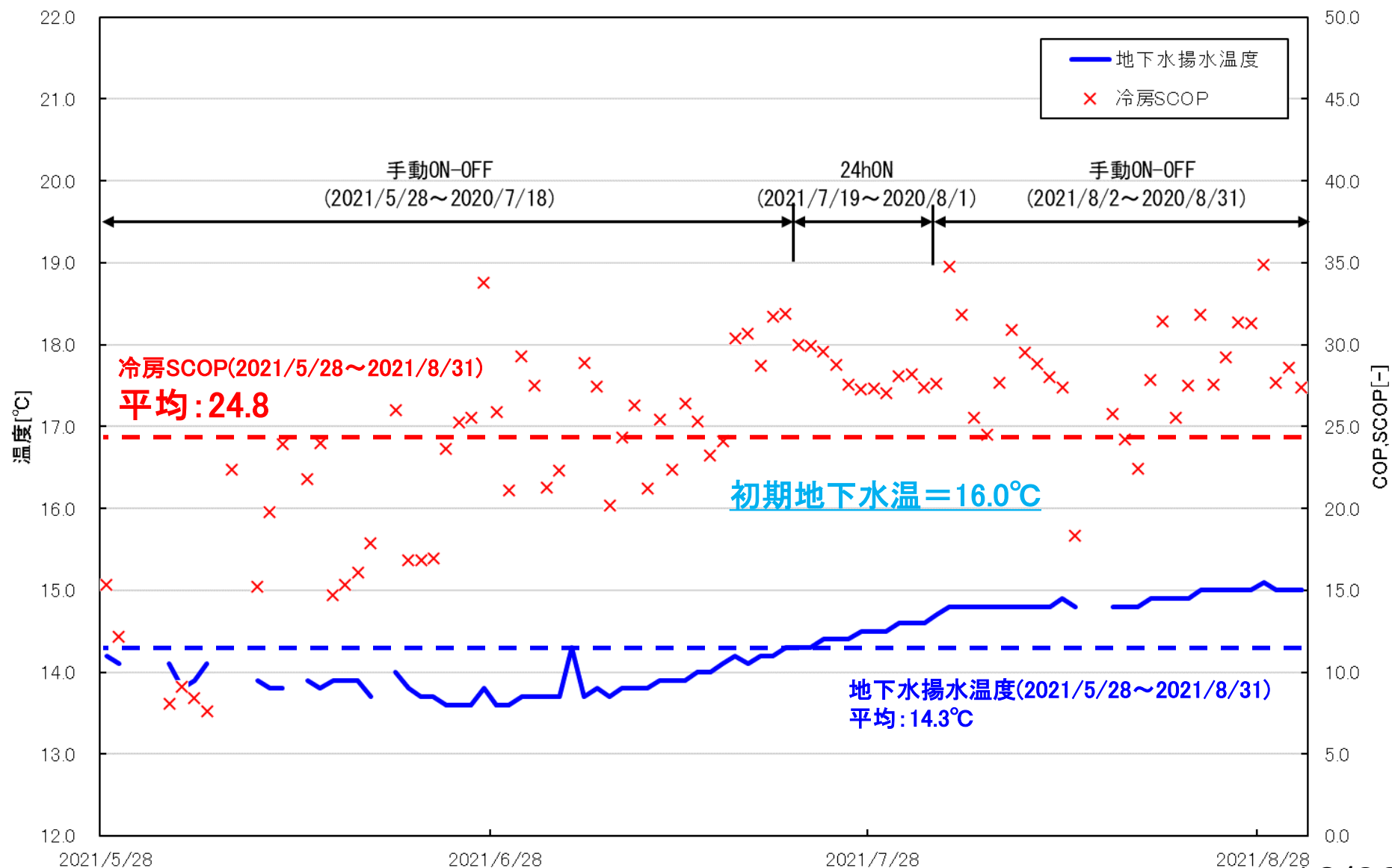
ZEB実証施設における暖房時の地下水揚水温度とCOP、SCOP (日平均値、2021/2/1～5/10)



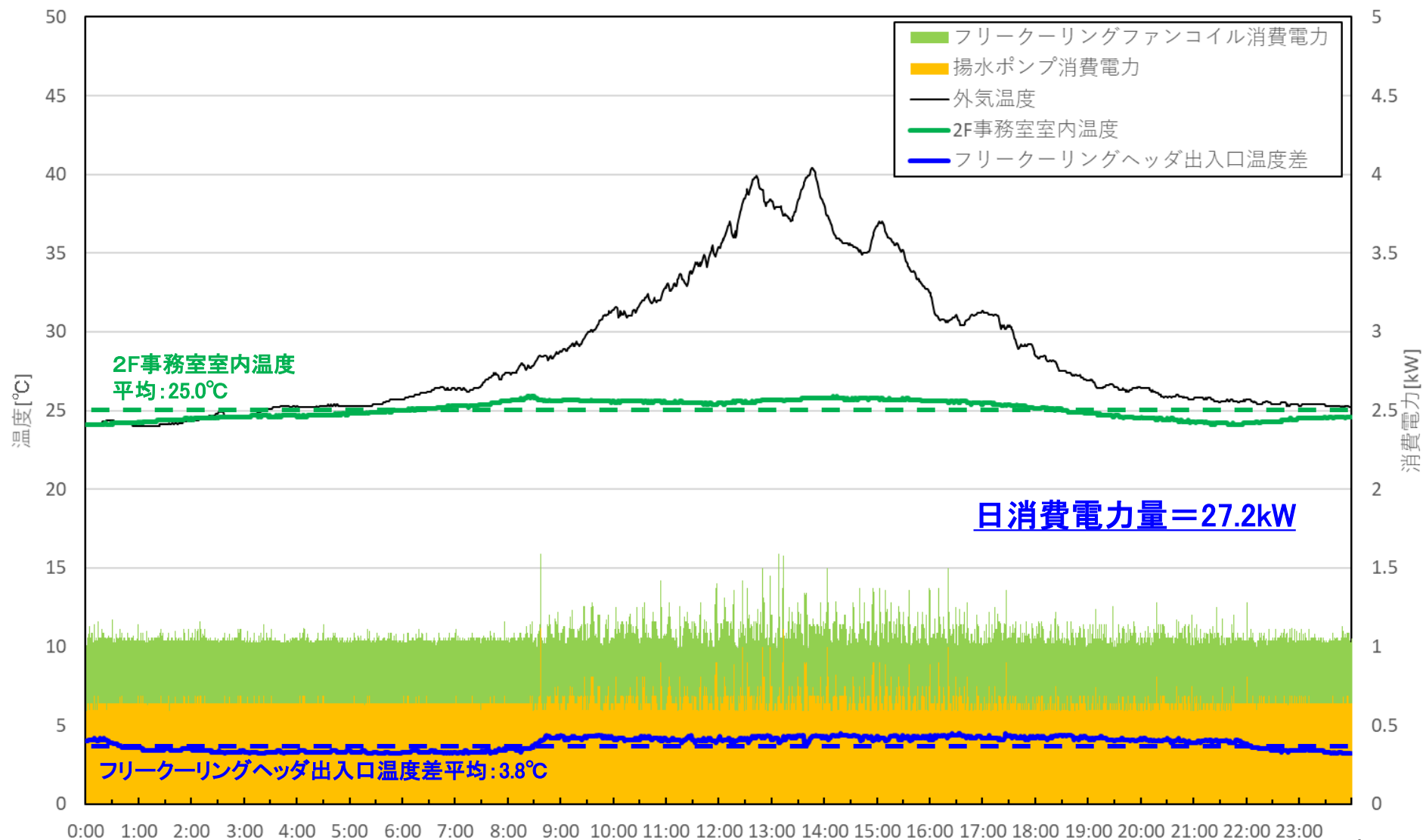
ZEB実証施設におけるフリークーリング冷房時の室温と消費電力量 (日平均値、2021/5/28~8/31)



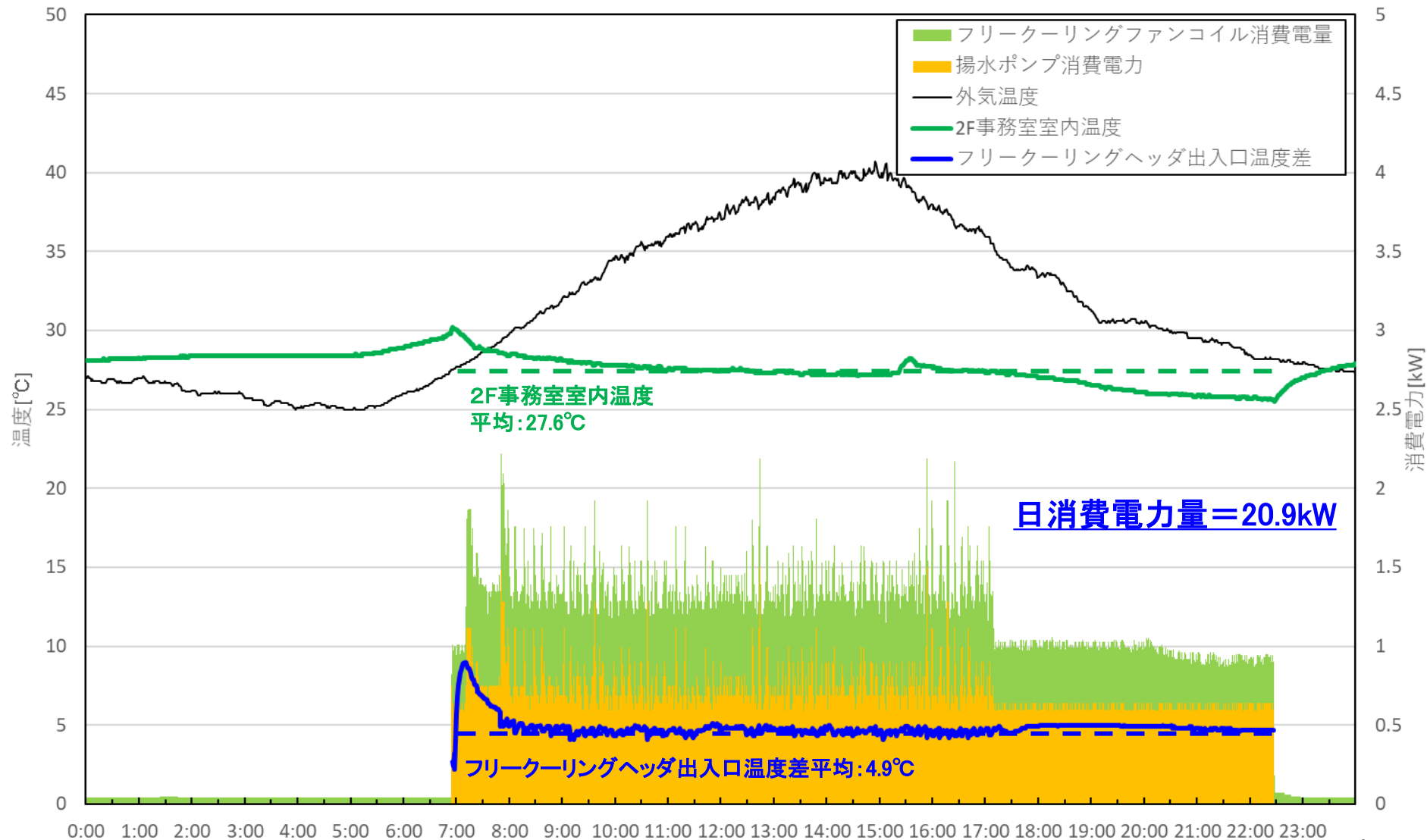
ZEB実証施設におけるフリークーリング冷房時の地下水揚水温度とSCOP(日平均値、2021/5/28~8/31)



ZEB実証施設における24時間フリークーリング冷房時の状況 (2021/7/22)



ZEB実証施設におけるON-OFFフリークーリング冷房時の状況 (2021/8/3)



フリークーリングの省エネ効果を試算

- フリークーリング時の消費電力量
揚水ポンプ＋ファンコイル

1,289 kWh (実測値)

- フリークーリングの冷熱をヒートポンプで作った場合の消費電力量

揚水ポンプ＋ヒートポンプ＋ラインポンプ＋ファンコイル

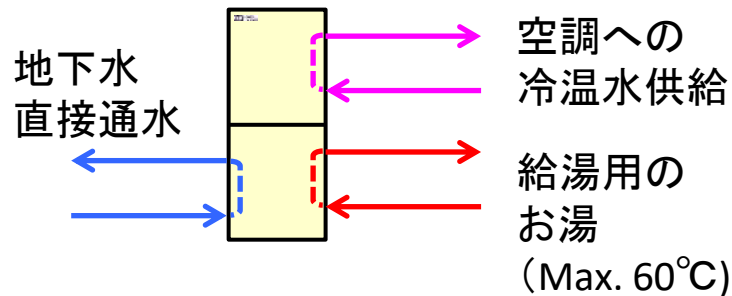
9,215 kWh (ヒートポンプとラインポンプは
定格値で試算)

 消費電力量 約86% 削減

高効率帯水層蓄熱を活用した トータル熱供給システム専用ヒートポンプの開発

【本開発の内容と目標】

地下水と冷媒が直接熱交換できる
モジュール型冷暖房給湯ヒートポンプ
を開発する



本研究開発の目標

- ・給湯COP 4.3 [従来型+0.6]
(補給水17°C→出湯60°C、地下水15°C→10°C)

- ・冷却運転+給湯運転の総合COP 7.1
[従来型+0.4]
(冷水12°C→7°C、補給水17°C→出湯60°C)

※空調単独に関しては、新規開発要素が無いため目標設定も無し。

＜系統毎の運転方法＞

運転モード	第1系統	第2系統
冷房時	冷水※1	—
暖房時	温水	—
給湯時	—	給湯
排熱回収	—	給湯+冷水※2

※1 冷水は、冷温水回路へ

※2 冷水は、フリークーリング回路へ

専用ヒートポンプの給湯性能検証

◇ 給湯単独運転時の目標：給湯COP 4.3

(補給水17°C→出湯60°C、地下水15°C→10°C)

に対し、

補給水20°Cの条件で、給湯COP 4.04
(93%達成)

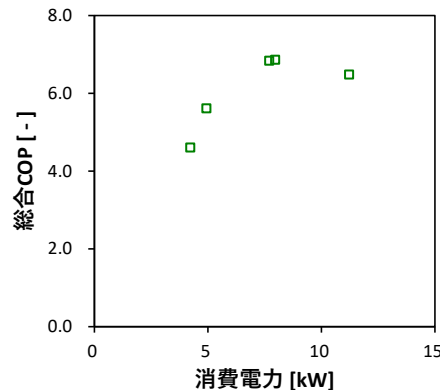
◇ 冷却運転＋給湯運転時の目標

：総合COP 7.1

(冷水12°C→7°C、補給水17°C→出湯60°C)

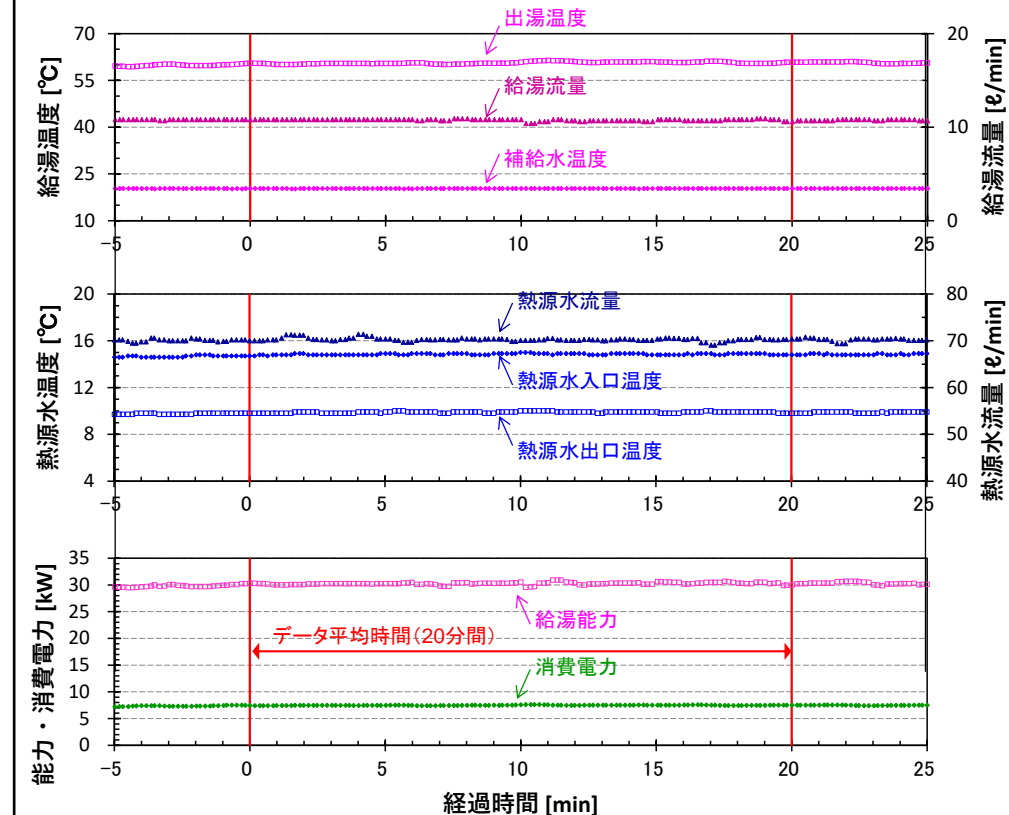
に対し、

補給水20°Cの条件で、総合COP6.86
(96%達成)



消費電力と総合COPの関係

工場での測定状況の例：給湯時



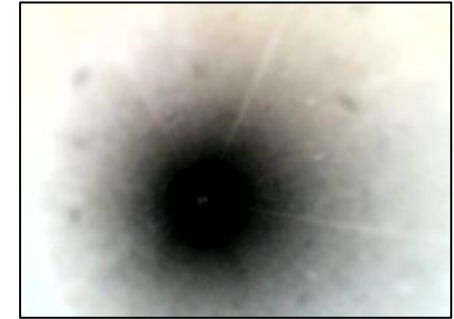
熱交換器内へのスケール付着防止機構の有効性検証

フィールド試験のデータが蓄積され始める本年度から、有効性検証を行っている。

<検証内容>

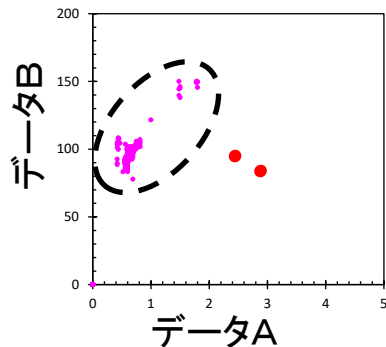
- ・システムを長期稼働させた場合の効果持続性を検証
- ・より安価なスケール付着防止機構の検討
- ・熱交換器内のスケール付着の進行度合いを推定する手法の検討(例えば、下図イメージ)

フィールド試験機の熱交換器内部
(実負荷でのヒートポンプ運転後の状況)

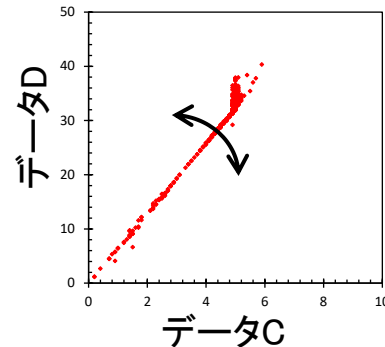


※前PJ実施中からの約3年半の運転
では、顕著な**スケール付着は無かった**。
(本PJと同じ井戸を使用)

ある値の範囲外の場合
スケールが付着と予測



傾き等の傾向が変わった際に
スケールが付着と予測



ある値以下の場合
スケールが付着と予測

