

第5回 全国地中熱フォーラム

- 猛暑時代の地中熱空調 -

講演資料

1 / 28(水) 13:00 - 15:00

工場・倉庫・病院での地中熱利用について

その再エネ熱

ヒートポンプシステムで
有効活用しませんか？



ひーぽんくん™

地中熱源
対応

低GWP冷媒対応製品 続々登場！

高効率
ヒートポンプチラー



■ 低GWP冷媒対応
(R454B※、GWP=466)
※R410A機もございます

■ 高効率

■ 冷暖房能力アップ！

低GWP冷媒対応
ZQS

多機能型
ZQH

ビル用
マルチシステム



再エネ熱を
活用して経費削減！

プロセス
ヒートポンプ



低GWP冷媒
対応機種も登場！

省エネ大賞受賞
透析熱回収
ヒートポンプ



ZO
CLOUD

PCやスマホでいつでも
省エネ・省CO₂・省コストの見える化！

ZO ZENERAL HEATPUMP ゼネラルヒートポンプ工業株式会社



| 本 社 | 〒450-0002 愛知県名古屋市中村区名駅2-25-14 東進名駅ビル7F

| 支社・営業所 | 東京・北海道(札幌)・東北(仙台)・北信越(富山)・西日本(大阪、福岡)

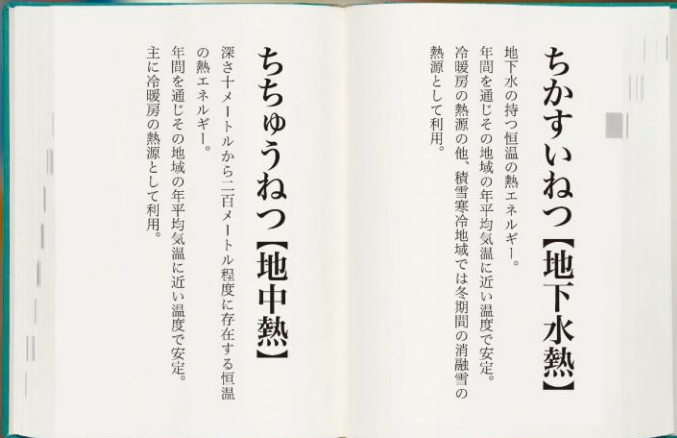
| 工 場 | 名古屋(本社工場・第二工場・第三工場)





広辞苑に載る

エネルギーを目指して



2018年に10年振りに行われた広辞苑の改訂では、約1万語が新たに追加され、10年間の言語の進化と変遷が反映されました。新語として広辞苑に載るには、その言葉が「日本語として定着しているか」または「定着する可能性があるかどうか」が判断基準とされていますが、その中に再生可能な熱エネルギーである「地下水熱」「地中熱」という言葉はありませんでした。今回の改訂において「地下水熱」「地中熱」が広辞苑に掲載されるエネルギーとして社会に認知されるよう、私たちはこれからも「地下水熱」「地中熱」の可能性を追求し続けます。

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

JGDが
取り組んでいる
SDGsの課題



NEDO プロジェクトによって建設した
JESC-ZEB 棟に関する詳細は
右のQRからご覧いただけます



| |
|---|
| 営業所 |
| 青森営業所・岩手営業所・秋田営業所・庄内営業所・福島営業所・北陸営業所・ 長野営業所・鳥取営業所・島根営業所・東京営業所・仙台営業所 |
| 関連会社 |

日本環境科学株式会社・日本水資源開発株式会社



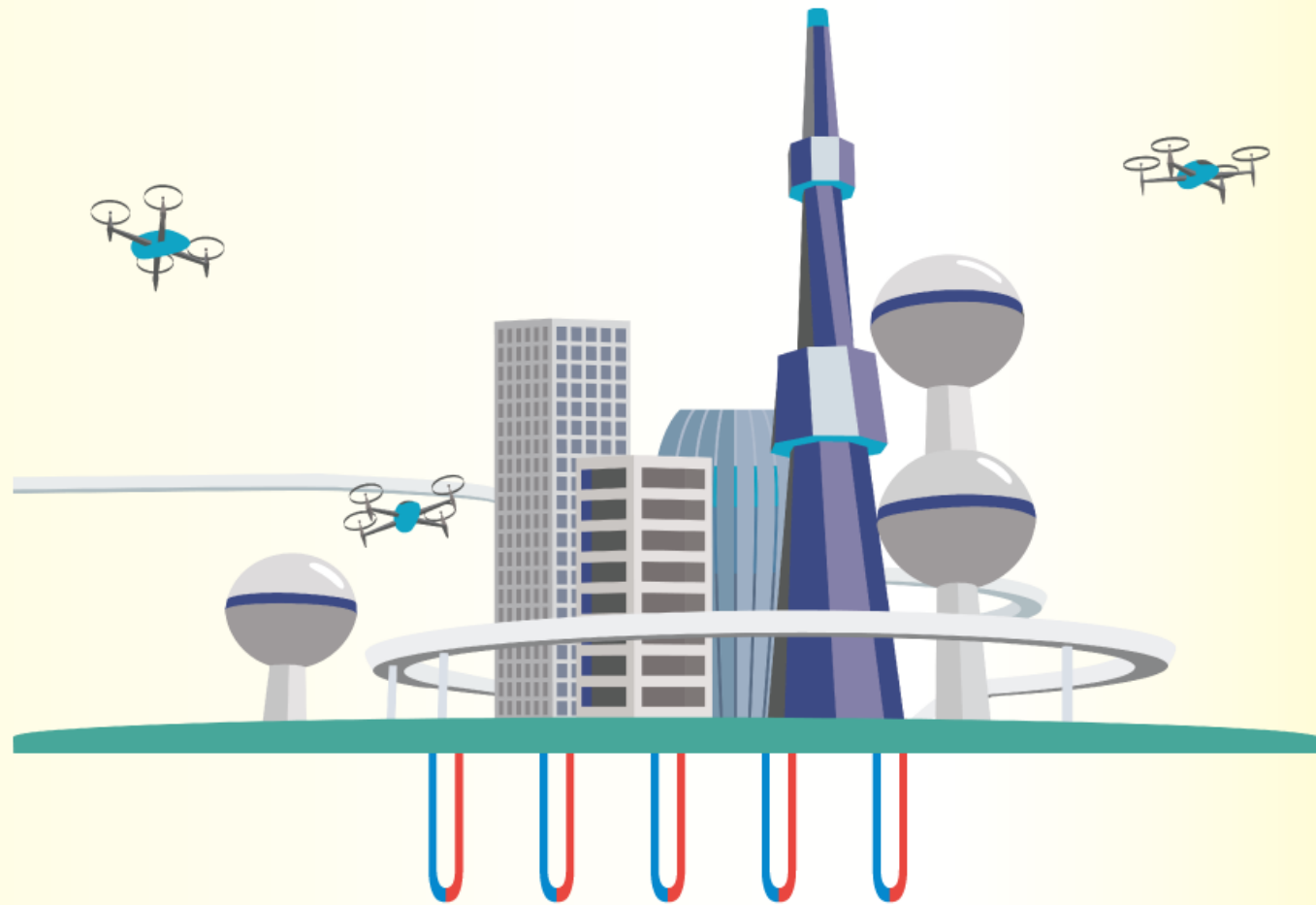
JAPAN GROUND WATER DEVELOPMENT CO., LTD.

日本地下水開発株式会社

本社/〒990-2313 山形県山形市松原777 TEL.023-688-6000 FAX.023-688-4122

未来創造 地中熱

地球と子どもたちの
未来のために



地中熱システムの企画・提案から設計施工・メンテナンス



ミサワ環境技術株式会社

E-mail: info@ecomisawa.com

URL: <https://www.ecomisawa.com>





YBM 80TH ANNIVERSARY

～日進月歩～

創業80周年

経験と実績が豊富なYBMだから安心、 適切で確実なサービスを提供。

ワイビーエムは、施工業者様からのお声を反映し、地中熱交換井掘削機を開発・改良しています。地中熱の掘削工事に最適な機械を提供することができます。また、お客様のニーズに合わせた地中熱システムの提案（コンサルなど）も行います。

◆熱応答試験装置 (TRT)

調査のために坑井を掘削し、地下温度計測や熱応答試験を行います。

熱応答試験の解析法の一つである作図法（循環時法）による解析を標準装備しました。

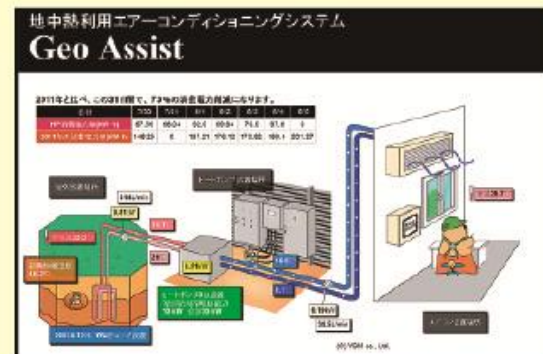
※モンゴルで試験実績あり。



IoT導入で、
スマートフォン・パソコンから
試験の開始・停止、データ
のダウンロードが可能。
(オプション)

◆モニタリングシステム

システム導入後の運転状況をモニタリング。
電力量、温度、COP等を画面にて確認できます。



株式会社 **ワイビーエム**

<https://www.ybm.jp/>



地中熱交換井掘削機 バイブロドリル

バイブロ機能を装備した低騒音急速掘削機



3m
ロッド使用

φ165×φ96
二重管システム
約120m
削孔可能

バイブロドリル ECO-13GT

超低騒音型建設機械指定
承認番号 5324

オフロード法認定建設機械
承認番号 NS2-71



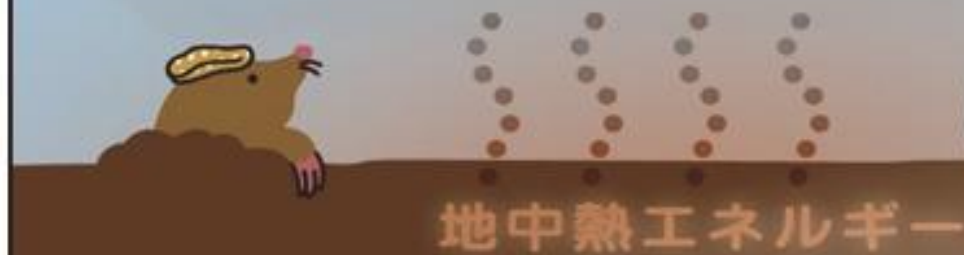
※削孔深度は、地質により制約を受けます。

本社:佐賀県唐津市原1534 TEL(0955)77-1121
東京支社:千葉県松戸市松戸1307-1松戸ビル18階 TEL(047)362-5151
◆営業拠点:中部支店、関西支店、東北営業所、インドネシア事務所

い ま 注 目 の 自 然 エ ネ ル ギ ー

今、一番注目されている **「地中熱ヒートポンプシステム」**とは...

足元の地中熱を利用した自然エネルギーの有効活用



住宅・ビル・農業ハウスの冷暖房
プール・温浴施設の給湯に利用

… システムの開発・施工・販売に取り組んでおります …

山梨県地中熱利用推進協議会

〒400-0845 甲府市上今井町740-4

TEL 055-243-4777 FAX 055-243-4722



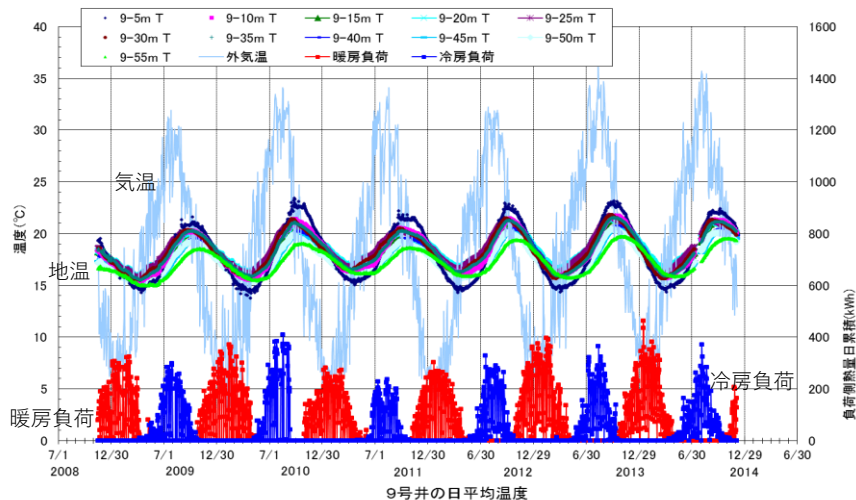


一番町笹田ビル 地中熱利用省エネルギー

このビルの地中熱ヒートポンプは、冷暖房にかかる電気代をおよそ30%節約できています。

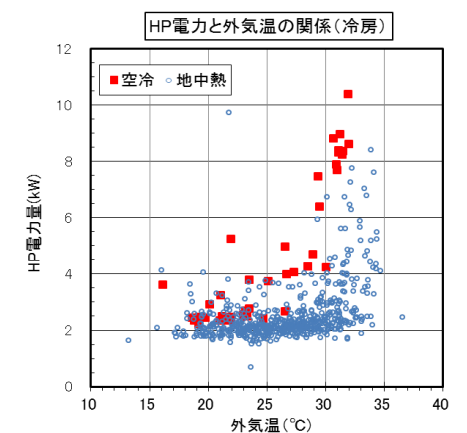
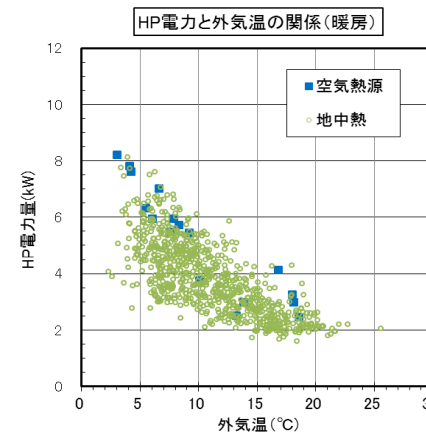
2008年に導入し、これまで安定的に冷暖房ができており、テナントの皆様にご好評をいただいています。

総合ビル管理 株式会社スクリット
03-5570-6435



左図
暖房と冷房の利用熱量のバランスがとれているので、地中温度は5度くらいの温度幅で毎年同じように変化しています。

右図
このヒートポンプシステムでは地中熱と空気熱の切り替えができるようになっています。暖房と冷房をそれぞれのシステムで運転した時の電力量を示してあります。



セミナープログラム

1 / 28(水) 13:00 - 15:00 工場・倉庫・病院での地中熱利用について

- 13:00 - 13:05 主催者挨拶：NPO 法人地中熱利用促進協会 理事長 笹田 政克 氏
- 13:05 - 13:45 基調講演：「気候変動が加速する今日において地中熱利用技術に求められること」 1p
千葉工業大学創造工学部建築学科 教授 若山 尚之 氏
- 13:45 - 14:10 事例紹介：「工場・レストラン・事務所における地中熱利用」 鈴廣蒲鉾本店 廣石 仁志 氏 80p
- 14:10 - 14:35 事例紹介：「物流倉庫における地中熱利用」 ミサワ環境技術株式会社 進堂 晃央 氏 103p
- 14:35 - 15:00 事例紹介：「医療施設における地中熱の活用」 岐阜大学工学部社会基盤工学科 教授 大谷 具幸 氏 139p

講演タイトルをクリックすると該当ページにジャンプします。

後援・協賛

－ 後 援 －

環境省、経済産業省、農林水産省、東京都、日本地熱学会、公益社団法人空気調和・衛生工学会、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、特定非営利活動法人気候ネットワーク、特定非営利活動法人建築設備コミショニング協会、一般財団法人ヒートポンプ・蓄熱センター、公益社団法人日本建築家協会、公益社団法人日本建築士会連合会、一般社団法人建築設備技術者協会、一般社団法人ソーラーシステム振興協会、一般社団法人全国さく井協会、一般社団法人日本建築士事務所協会連合会、一般社団法人日本設備設計事務所協会連合会、一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会（順不同）

－ 協 賛 －

特定非営利活動法人秋田地球熱利用事業ネットワーク、一般社団法人有明未利用熱利用促進研究会、中部地中熱利用促進協議会、東北 ZEB 再エネ熱促進協議会、長野県地中熱利用促進協議会、新潟県地中熱利用促進協議会、福井県地中熱利用研究会、福島県地中熱協同組合、山梨県地中熱利用推進協議会（順不同）

出展者一覧

株式会社アサノ大成基礎エンジニアリング、有明未利用熱利用促進研究会、株式会社アリガプランニング、株式会社イノアック住環境、株式会社イノベックス、株式会社エナジア、株式会社鎌倉製作所、株式会社興和、ジオシステム株式会社、ゼネラルヒートポンプ工業株式会社、ソイルメックジャパン株式会社、株式会社長府製作所、東邦地水株式会社、東北 ZEB 再エネ熱促進協議会、株式会社日さく、日本地下水開発株式会社、日本熱源システム株式会社、株式会社ハギ・ポー、ミサワ環境技術株式会社、三菱マテリアルテクノ株式会社、株式会社森川鑿泉工業所、株式会社リビエラ、株式会社ワイビーエム

基調講演

「気候変動が加速する今日において地中熱利用技術に求められること」

千葉工業大学創造工学部建築学科
教授 若山 尚之

2026年1月28日

気候変動が加速する今日において 地中熱利用技術に 求められること

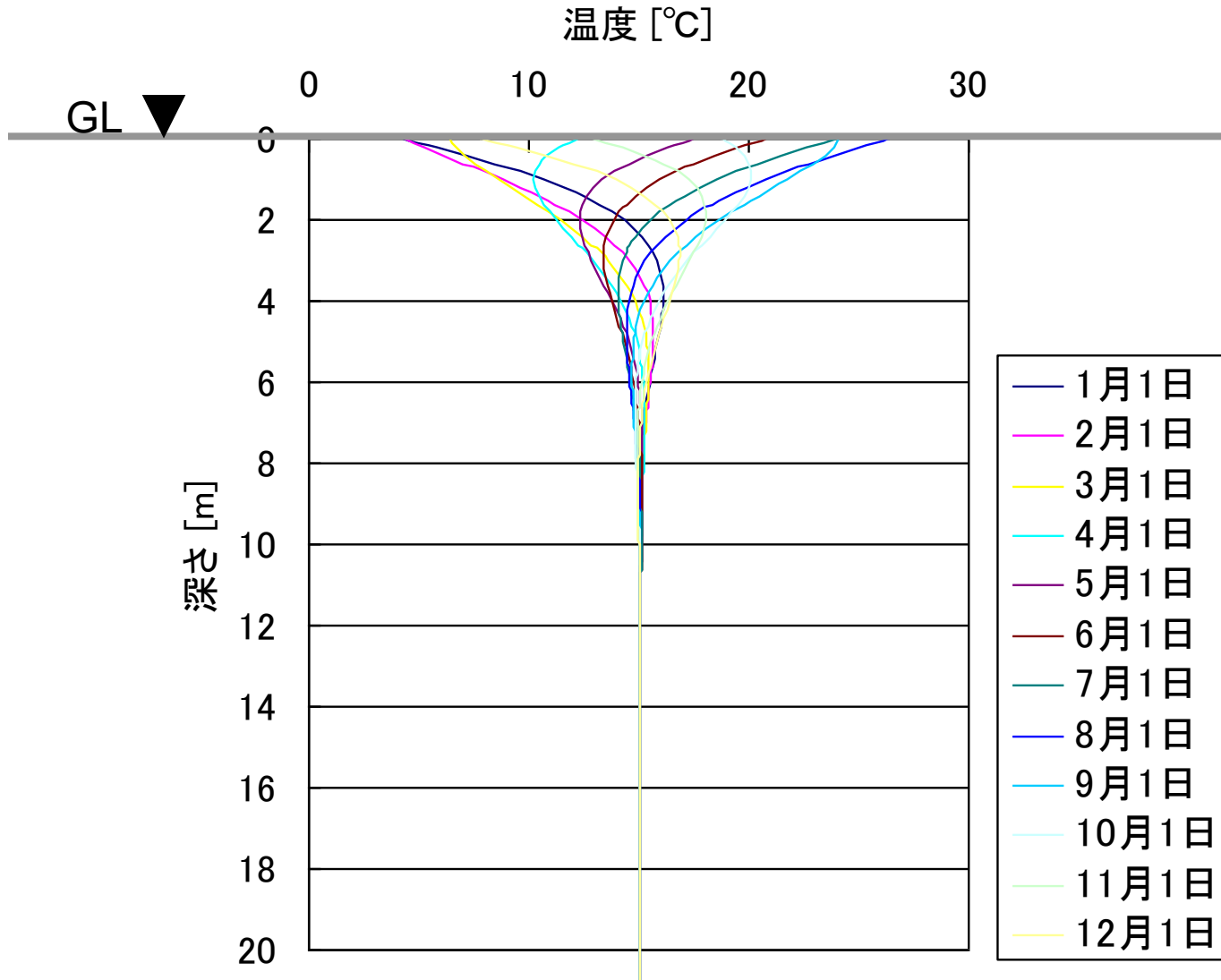
千葉工業大学
創造工学部建築学科
若山尚之

本日の講演の構成

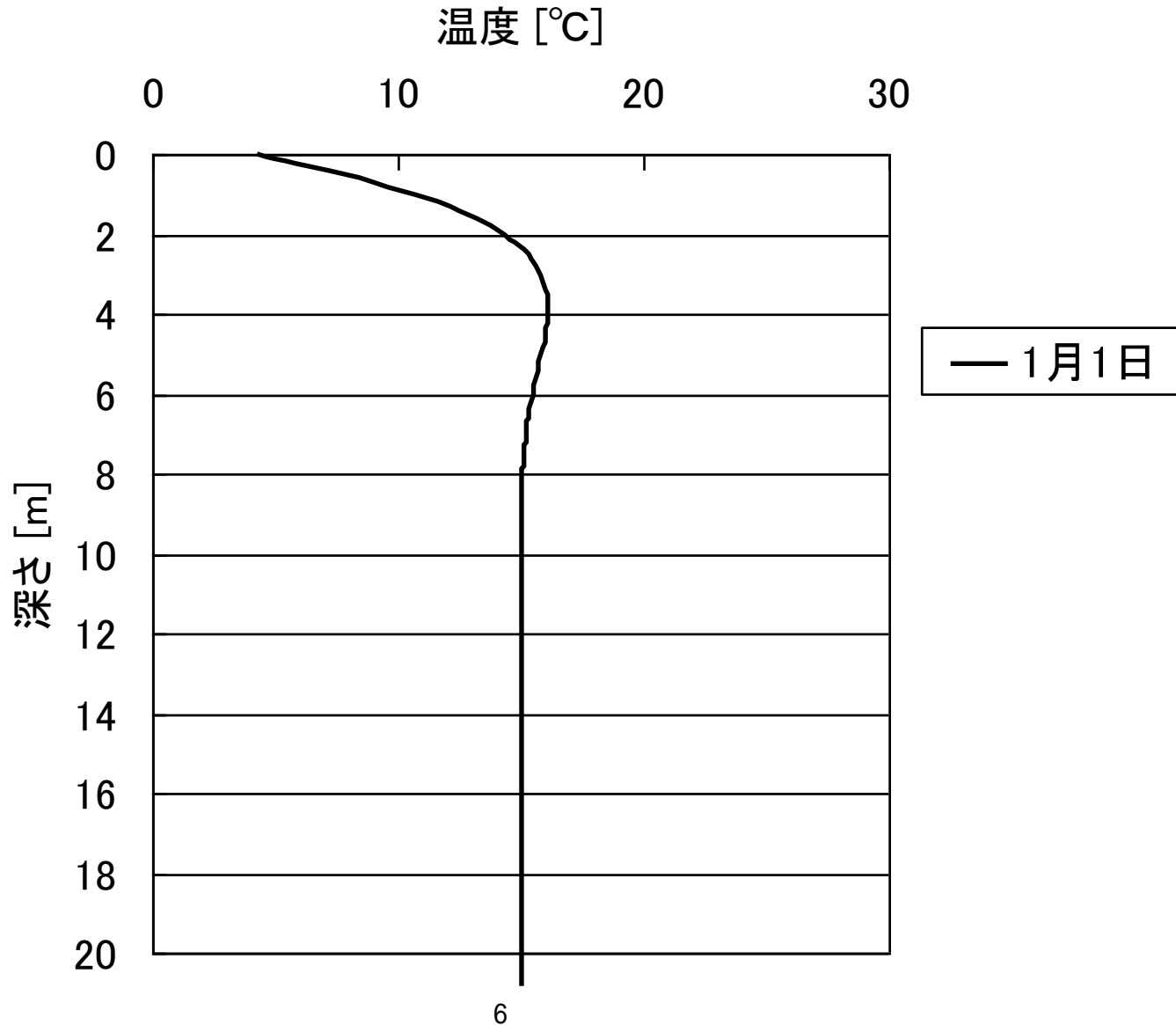
1. 地中熱利用システムの概要
2. 日本の気候の現状
3. 「猛暑時代の地中熱利用」に関する考察

1. 地中熱利用システムの概要

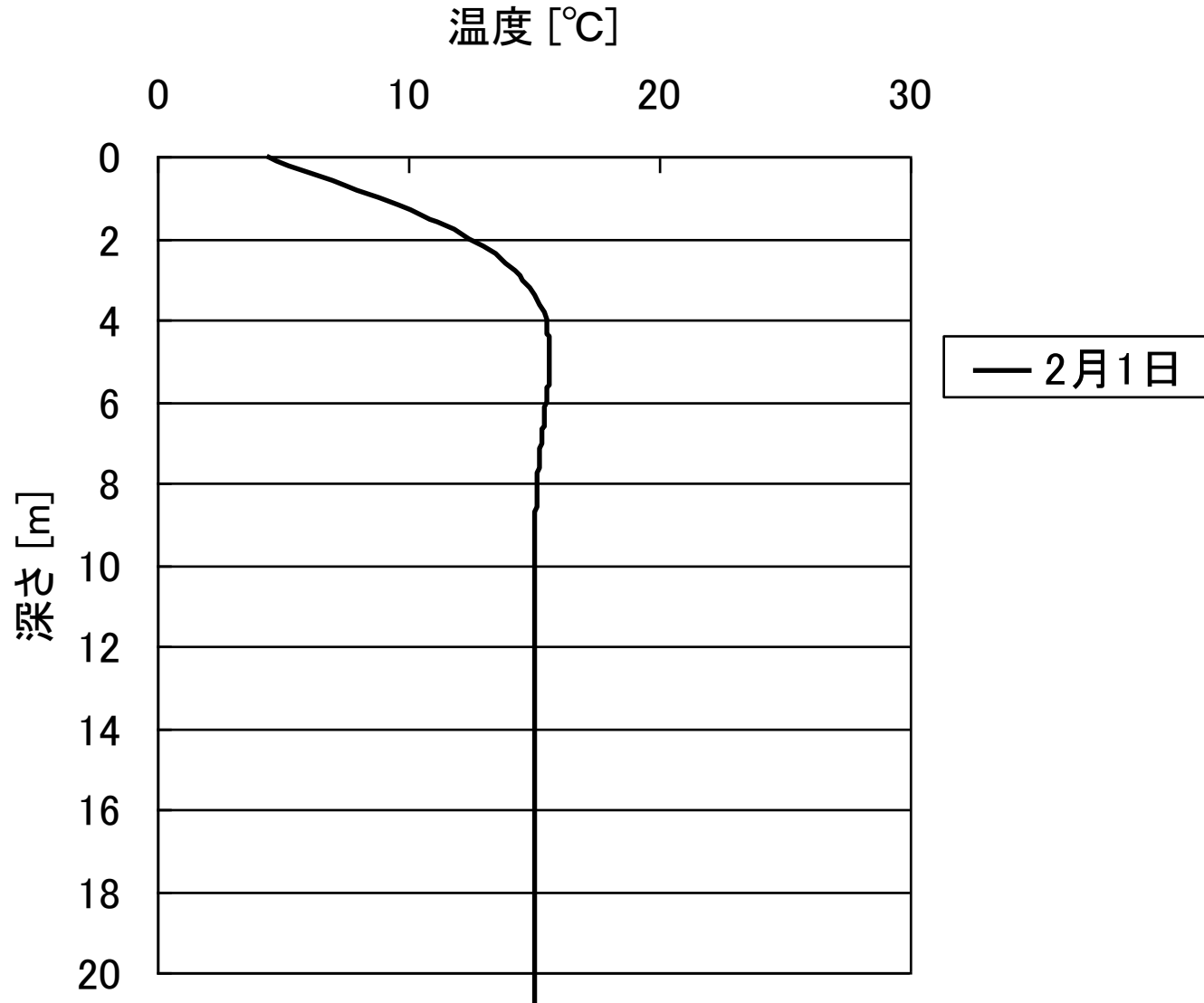
地中の温度分布(各月)



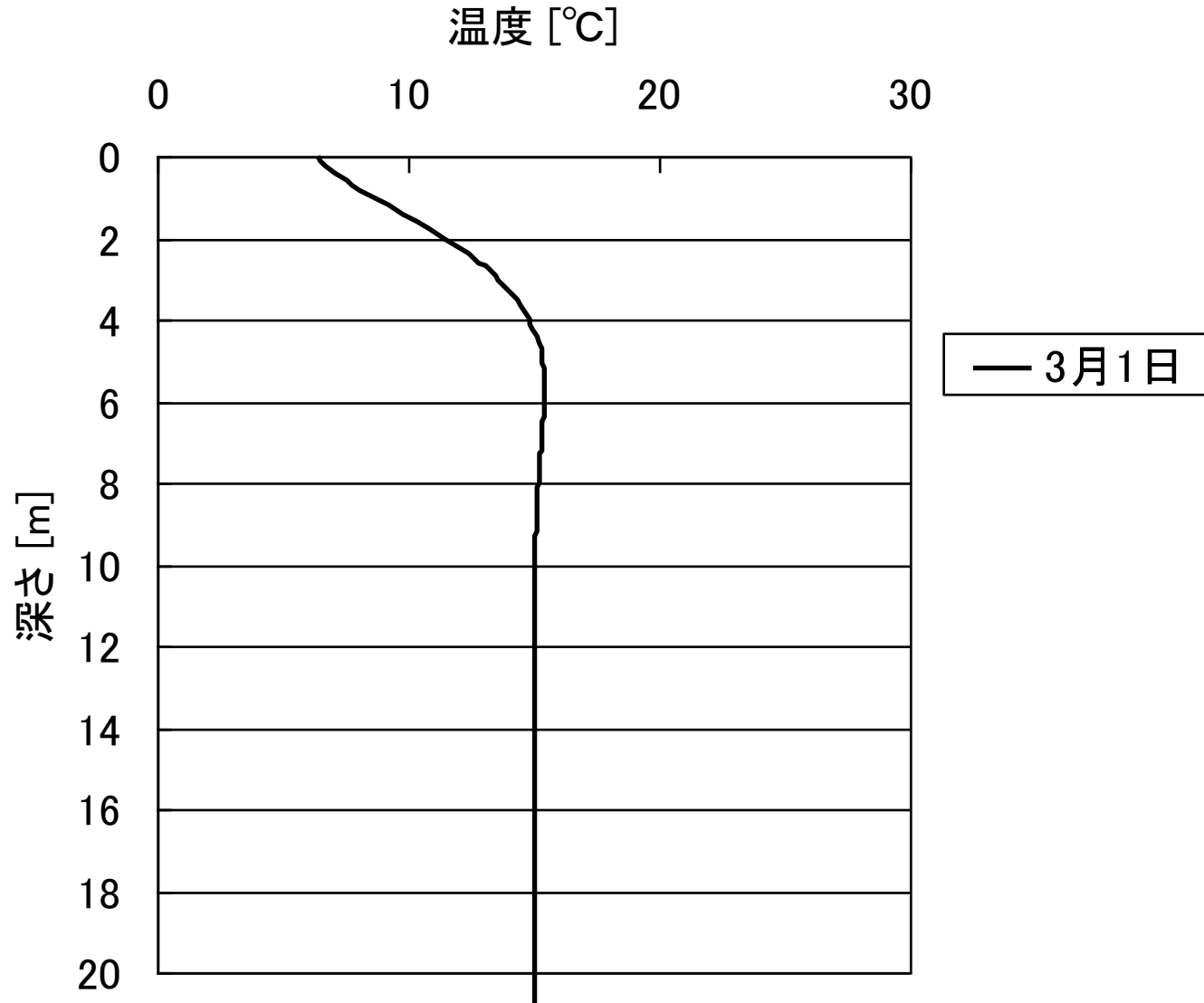
地中の温度分布(1月)



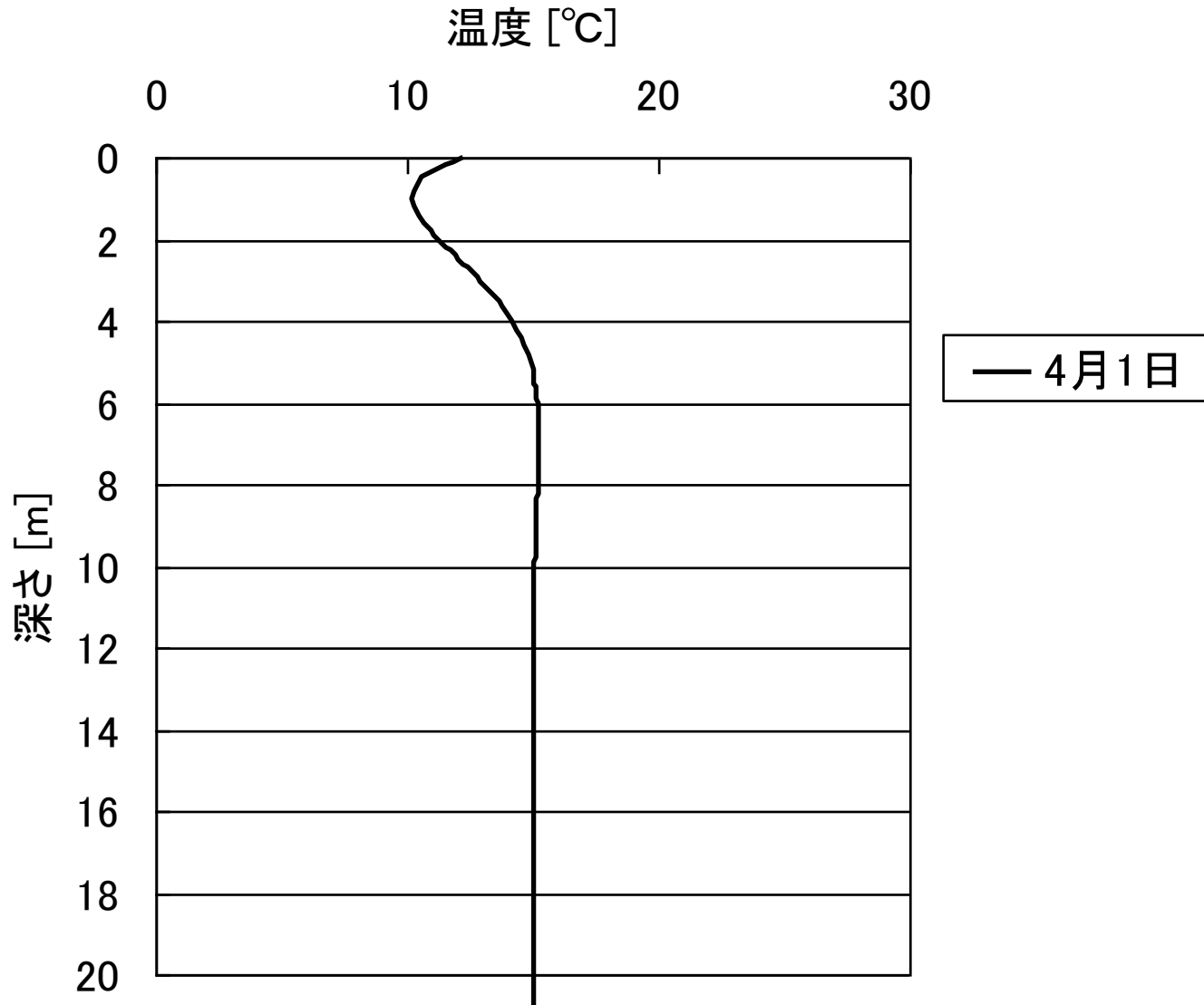
地中の温度分布(2月)



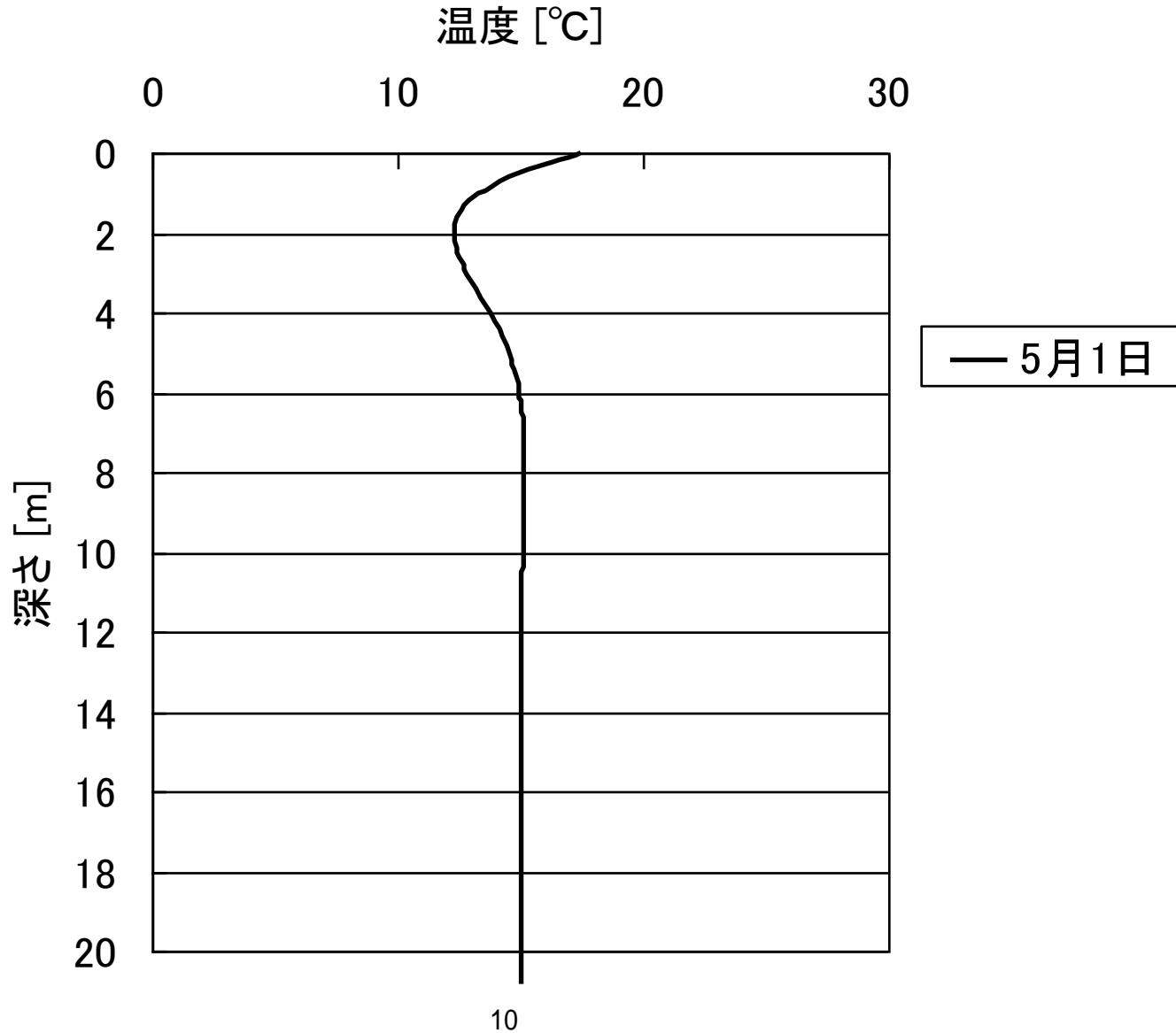
地中の温度分布(3月)



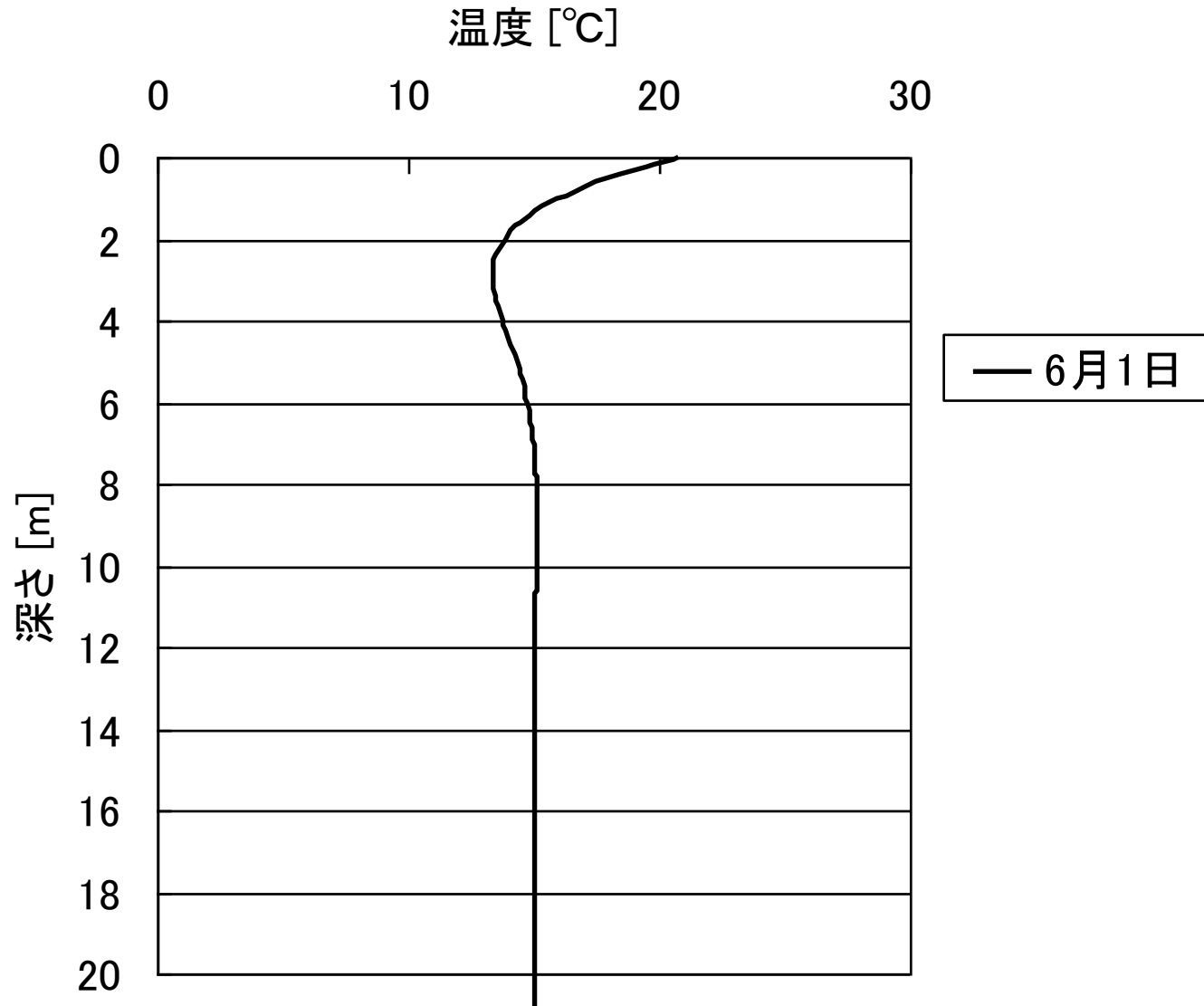
地中の温度分布(4月)



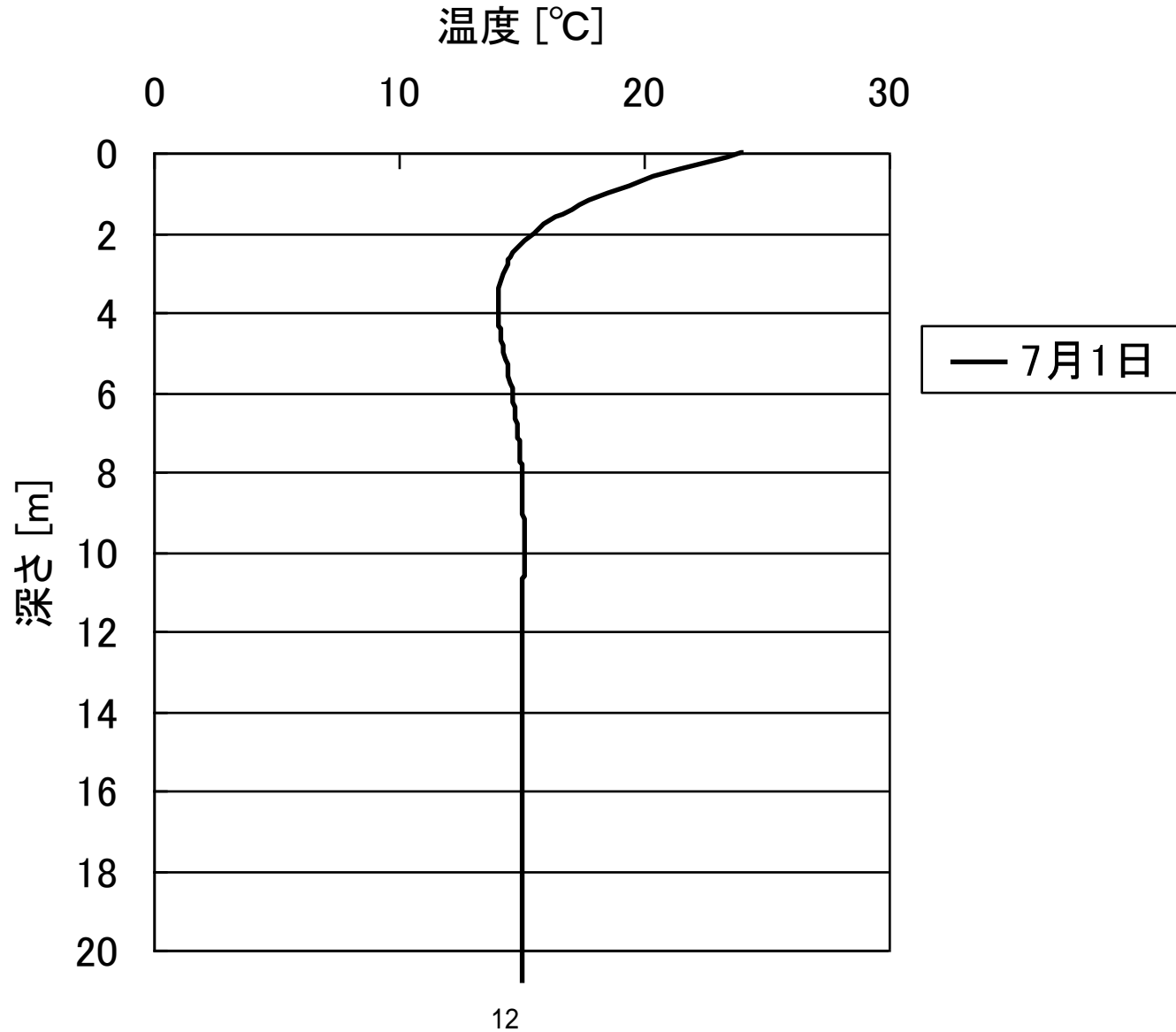
地中の温度分布(5月)



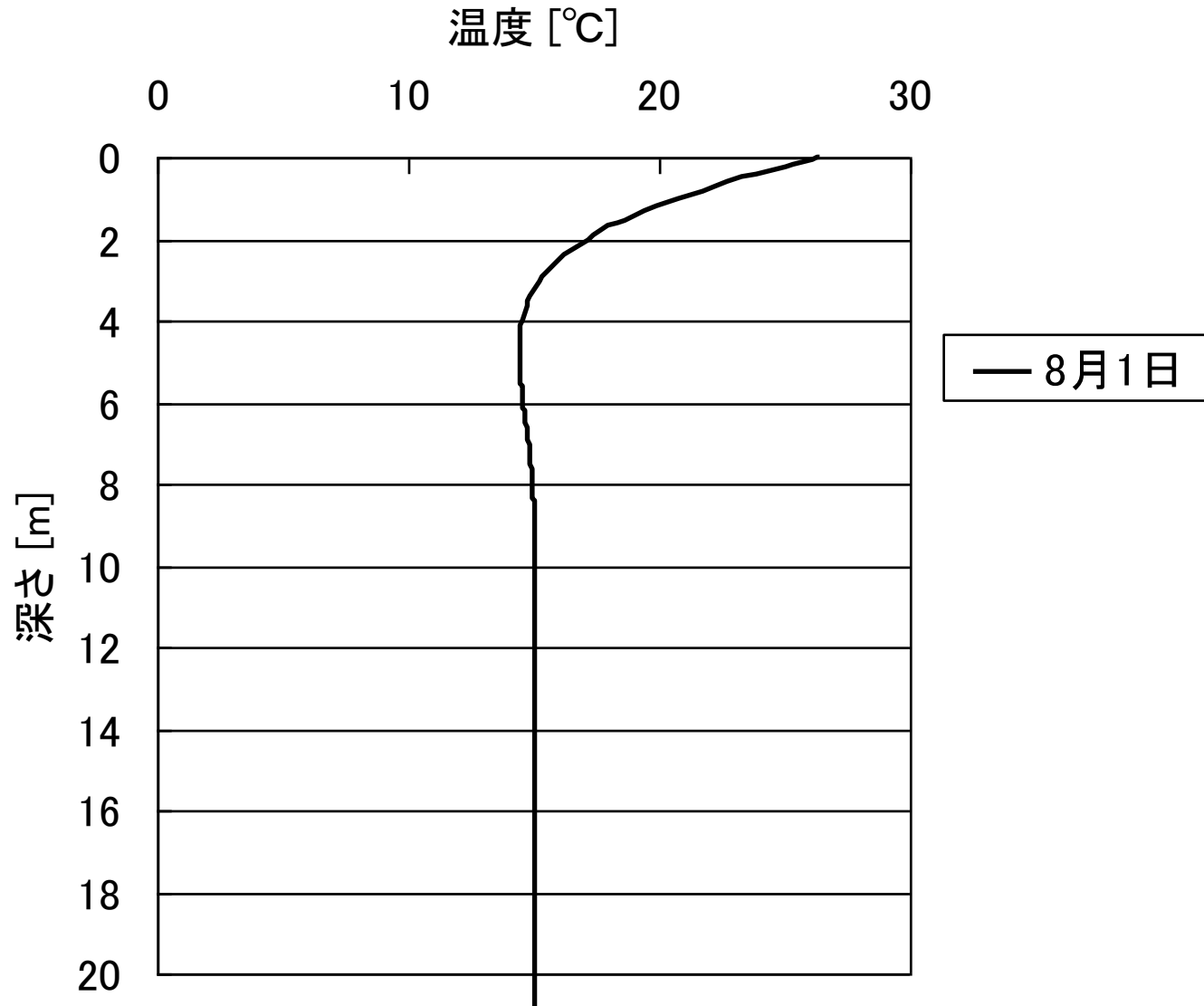
地中の温度分布(6月)



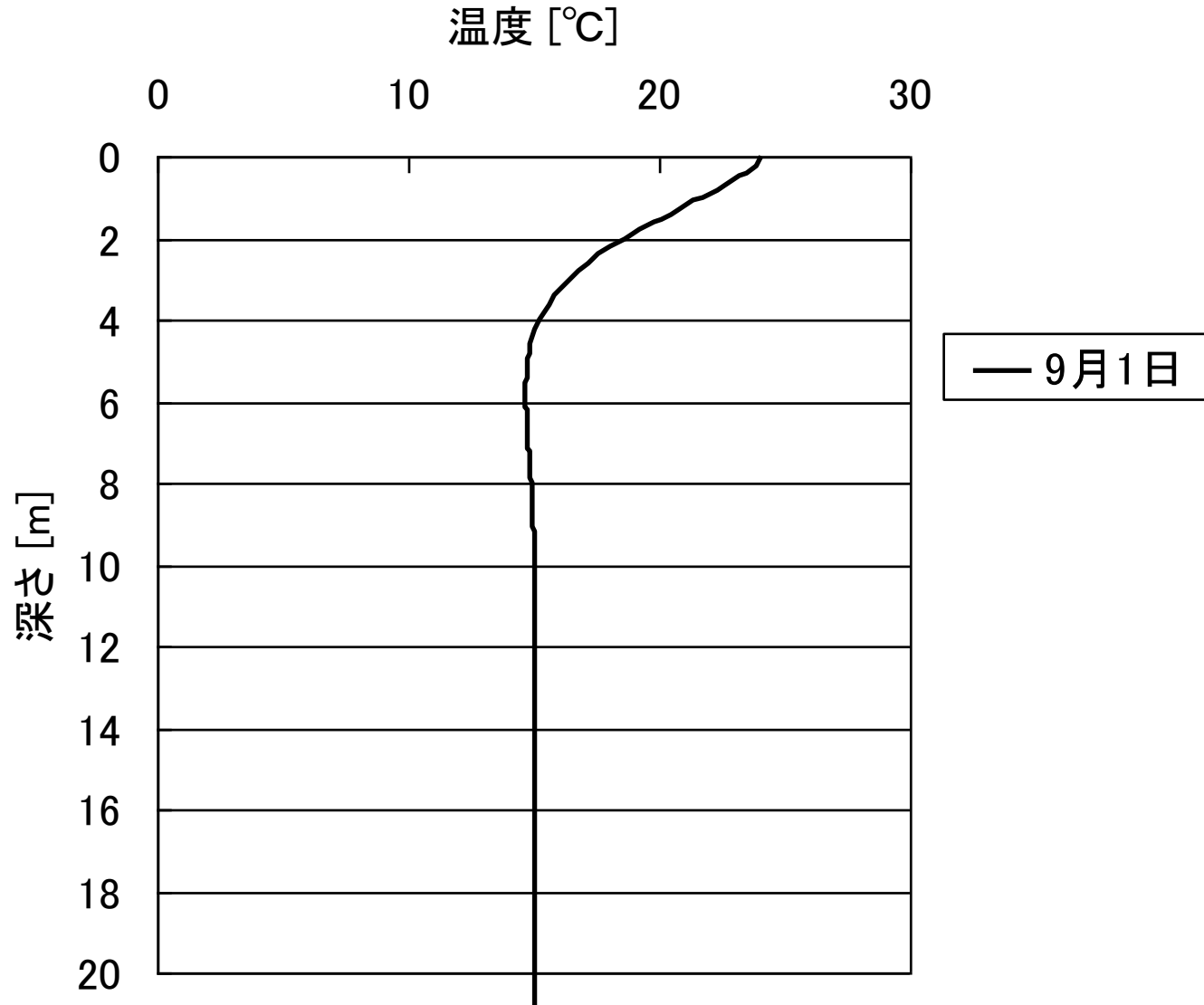
地中の温度分布(7月)



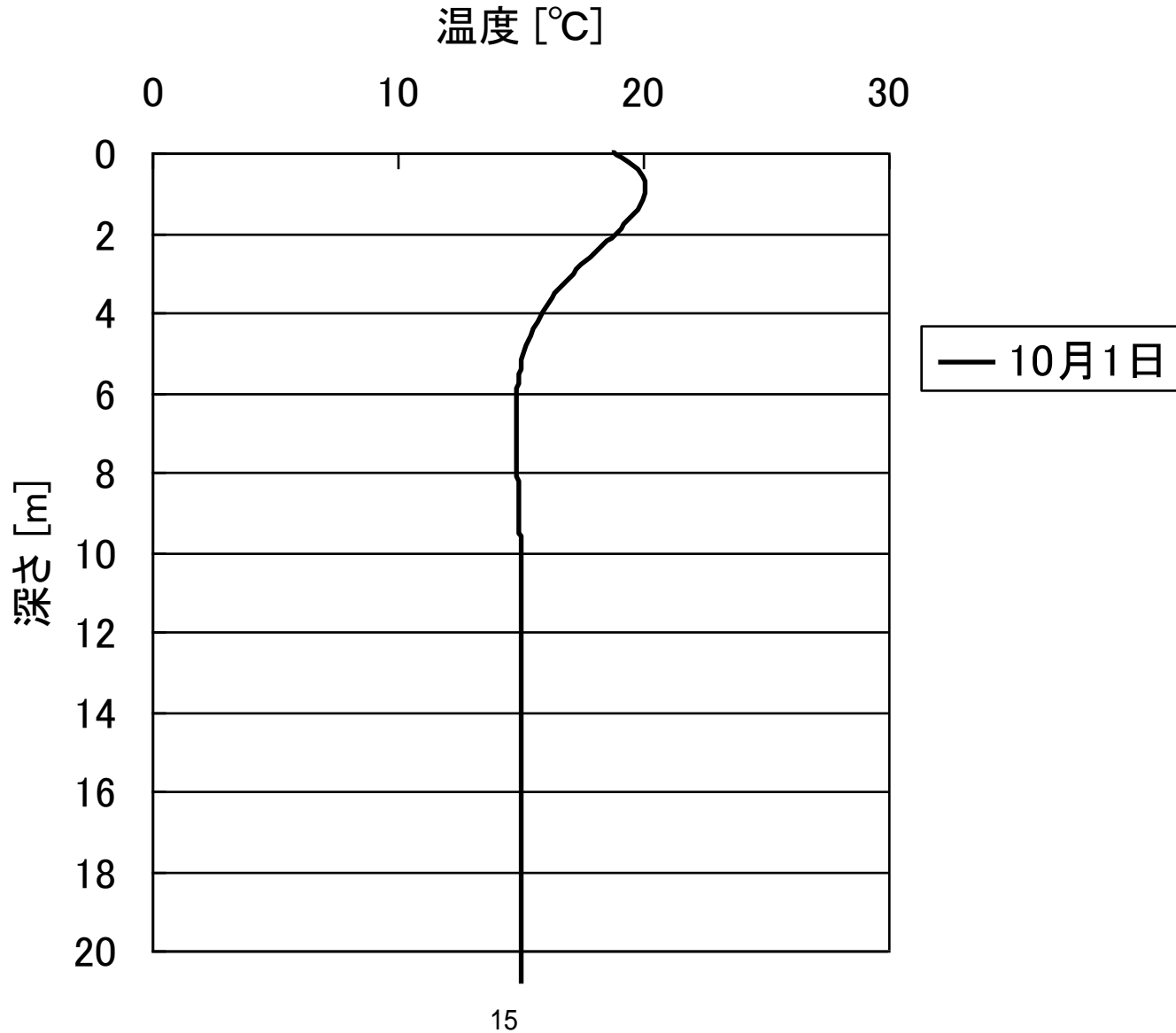
地中の温度分布(8月)



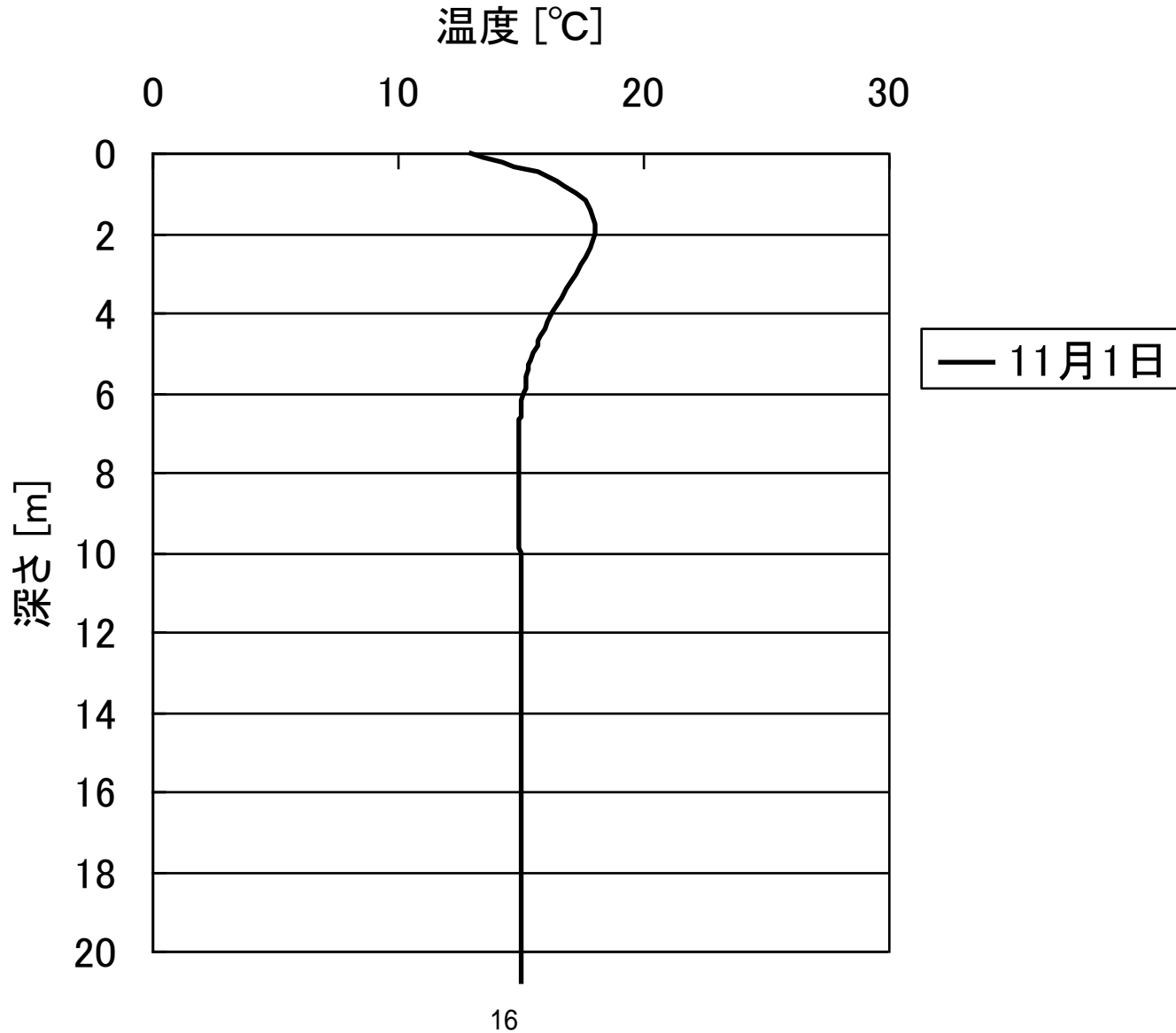
地中の温度分布(9月)



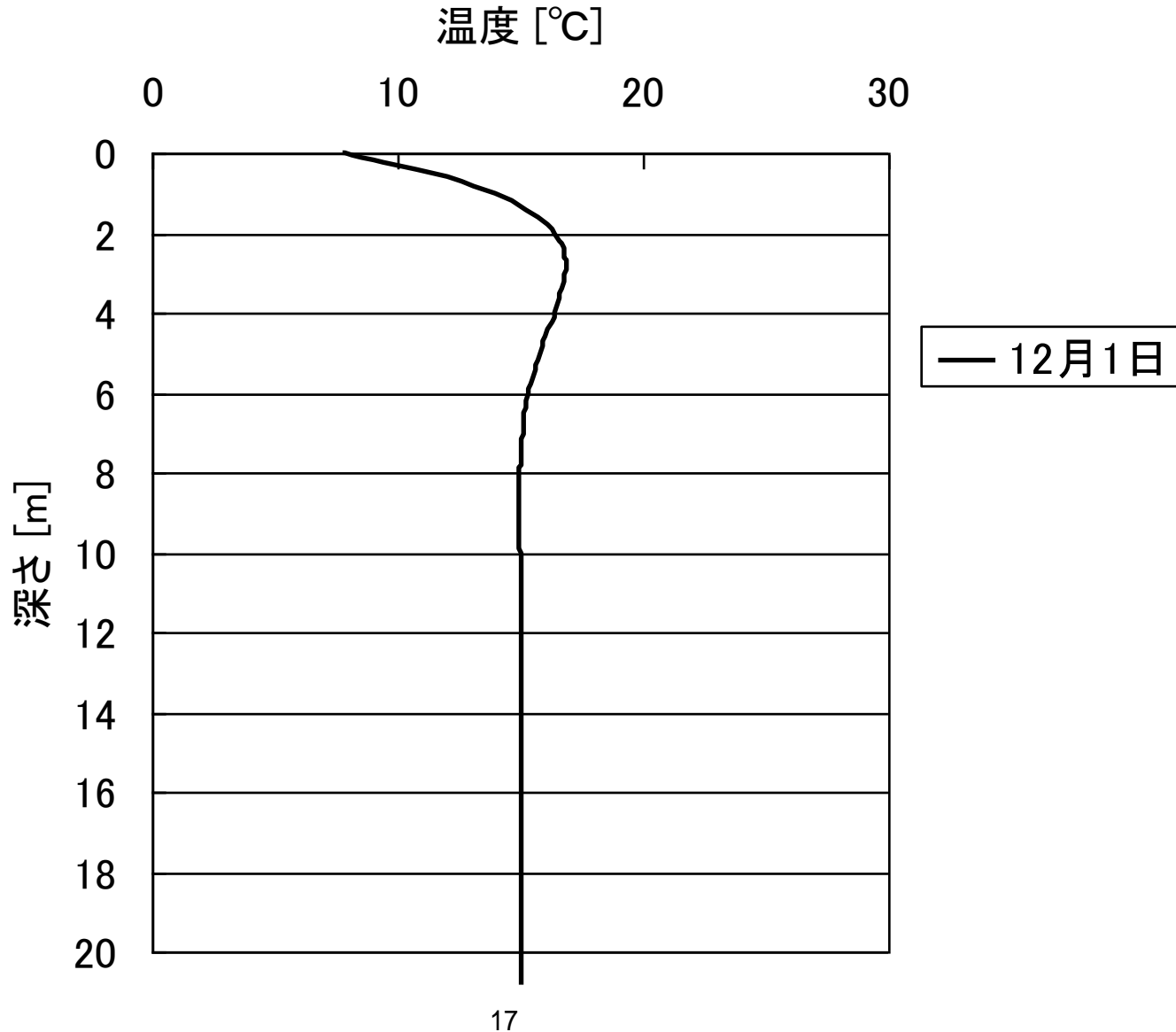
地中の温度分布(10月)



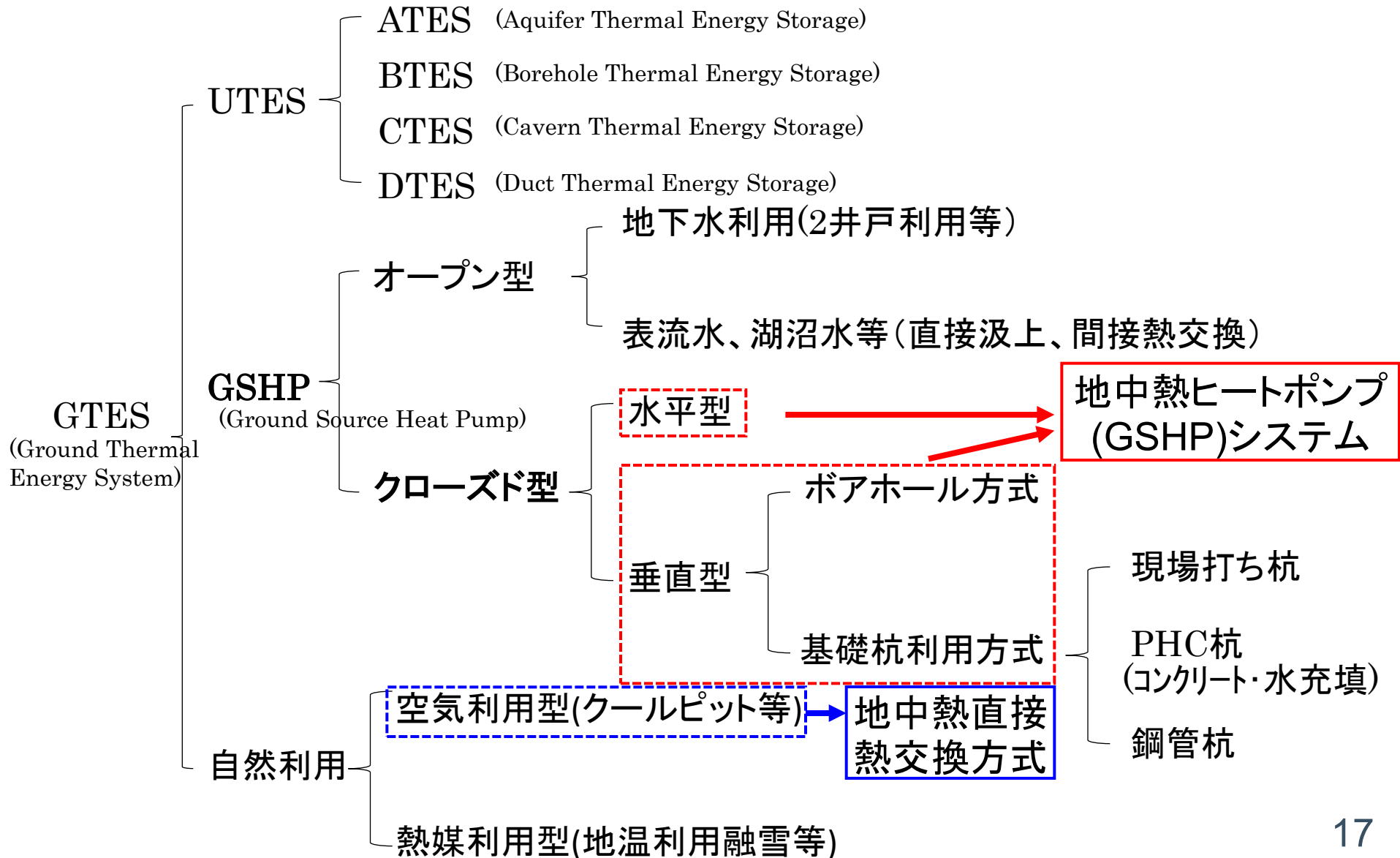
地中の温度分布(11月)



地中の温度分布(12月)

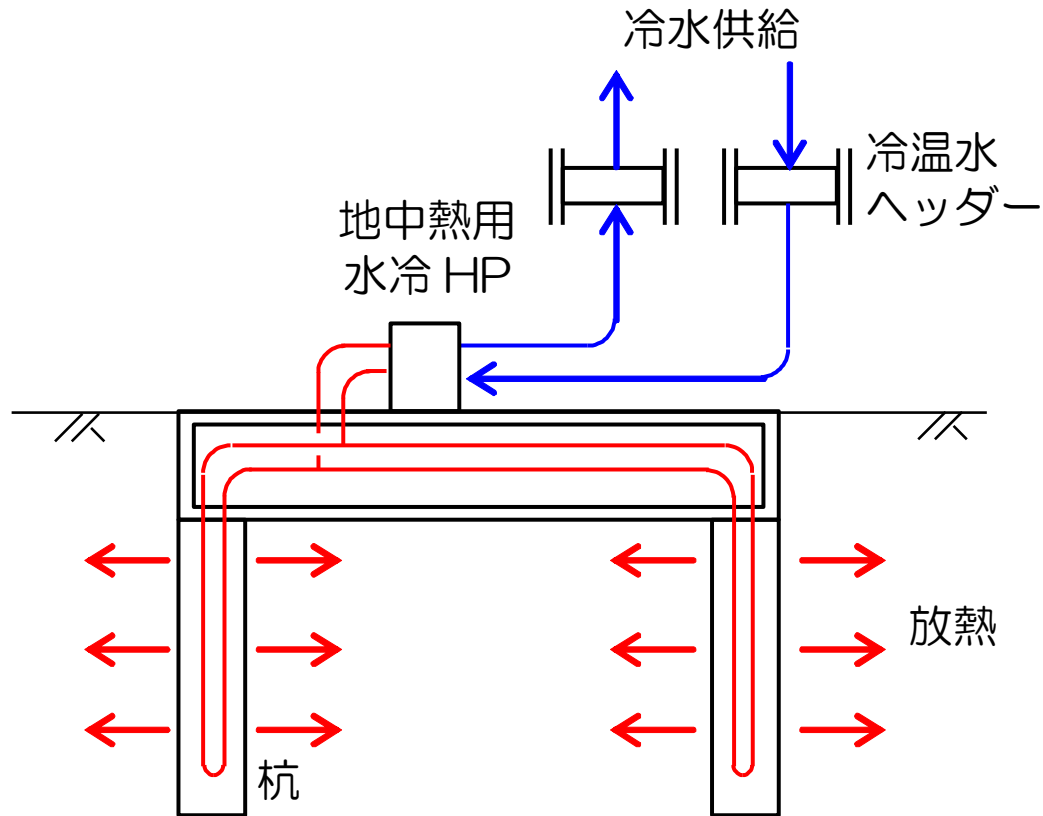


地中熱利用システムの分類



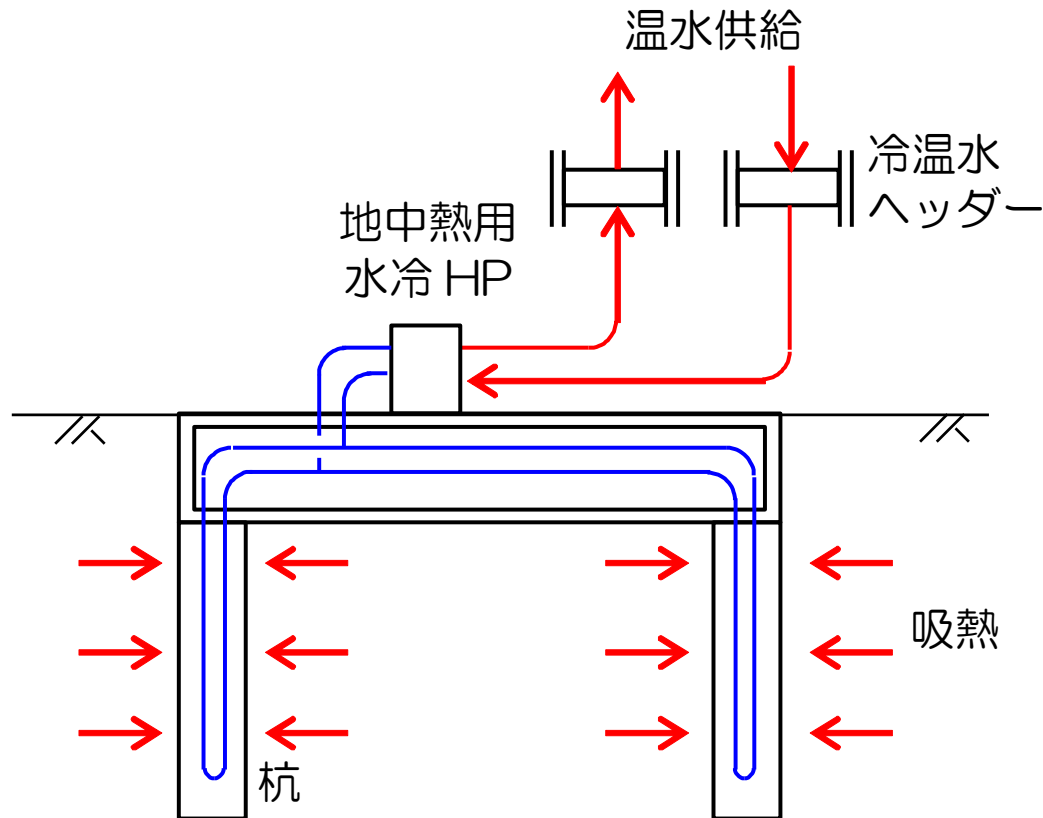
地中熱利用技術の概念

■ 夏季



地中熱利用技術の概念

■ 冬季



採熱管 (Uチューブ)



[ロール巻出荷時]



[U字部拡大図]

地中熱利用システム導入のメリット

- 採熱温度の安定性
→ 高効率システムの実現と安定性
- 排熱を空気中に放出しない
→ ヒートアイランド現象緩和効果
- 地面があれば実現可能
- 維持管理が容易
- 地盤の蓄熱性の活用

地中熱利用システム導入のデメリット

- 地中熱交換器(採熱管)施工費の高さ
- ヒートポンプ機種限定
- 寒冷地では熱源水を不凍液とする点
- システムの普及度が低い
- 地盤の蓄熱性による季節末期の性能低下

導入事例

基礎杭(現場打ち杭)利用型地中熱 ヒートポンプシステム

F大学附属O中学高等学校

建築概要

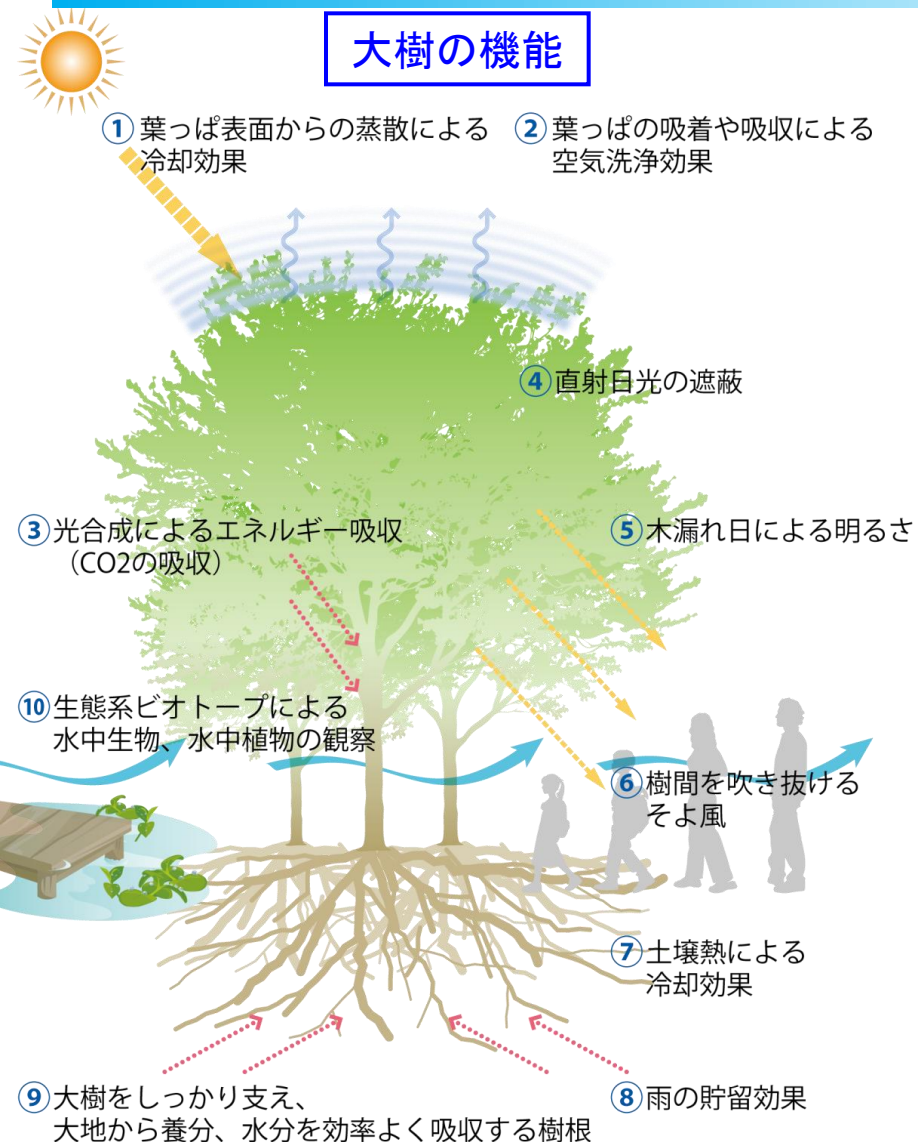
- 延床面積 32,831m²
- 建築面積 7,451m²
- 高さ 28.55m
- 主体構造 SRC造
- 工程 平成20年9月1日着工
平成22年2月28日竣工予定

環境対応手法

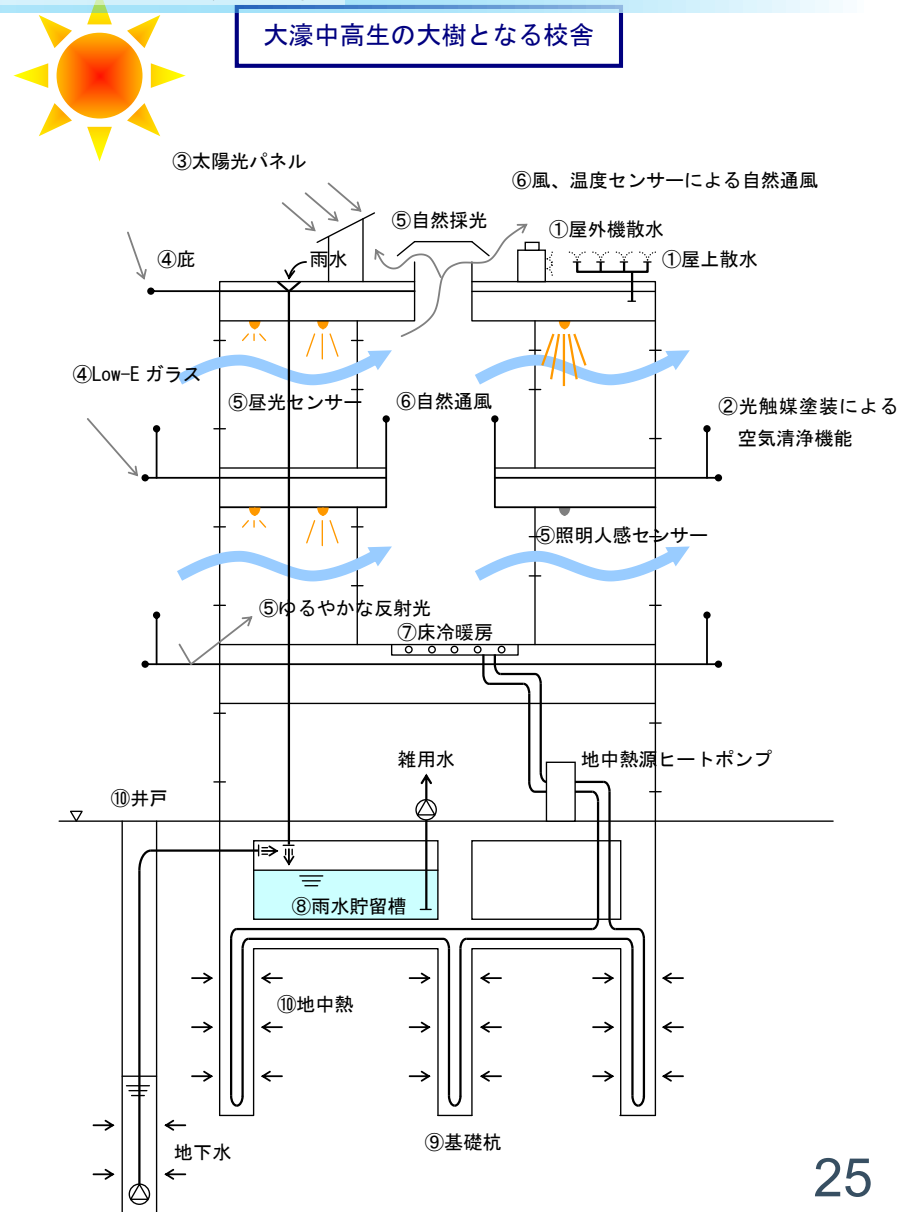
バイオミミクリー

→大樹の機能を校舎の機能に活用する。

大樹の機能



大濠中高生の大樹となる校舎



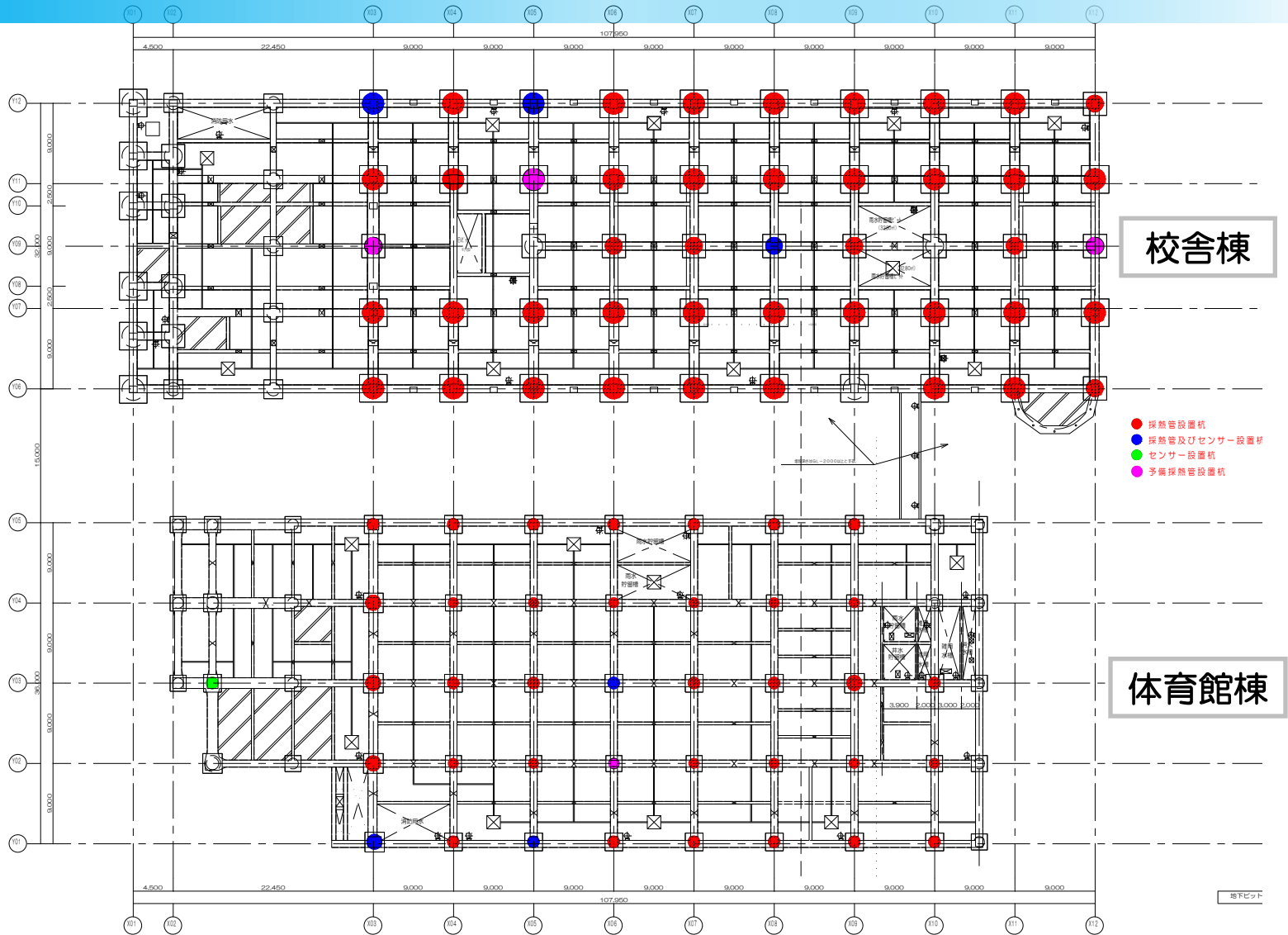
建物全景

-1-
地中熱概要

導入事例

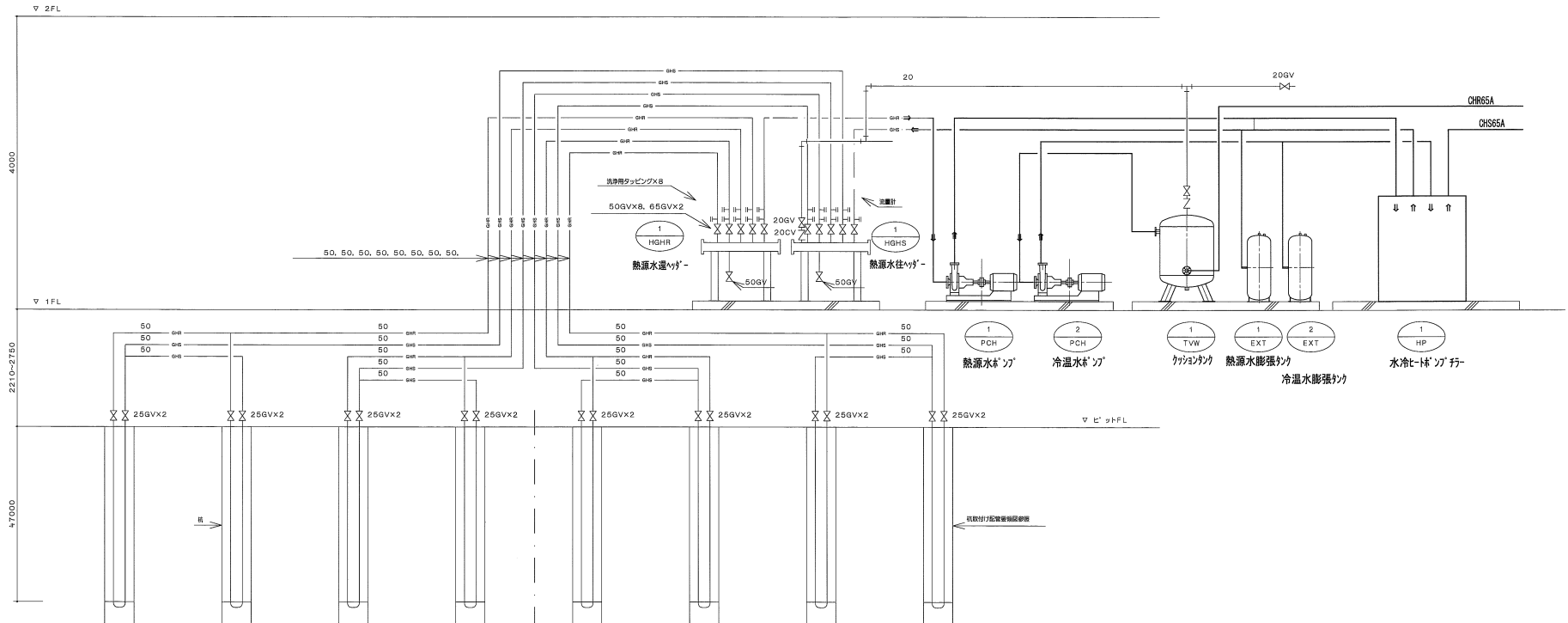


設計概要：基礎杭利用範囲

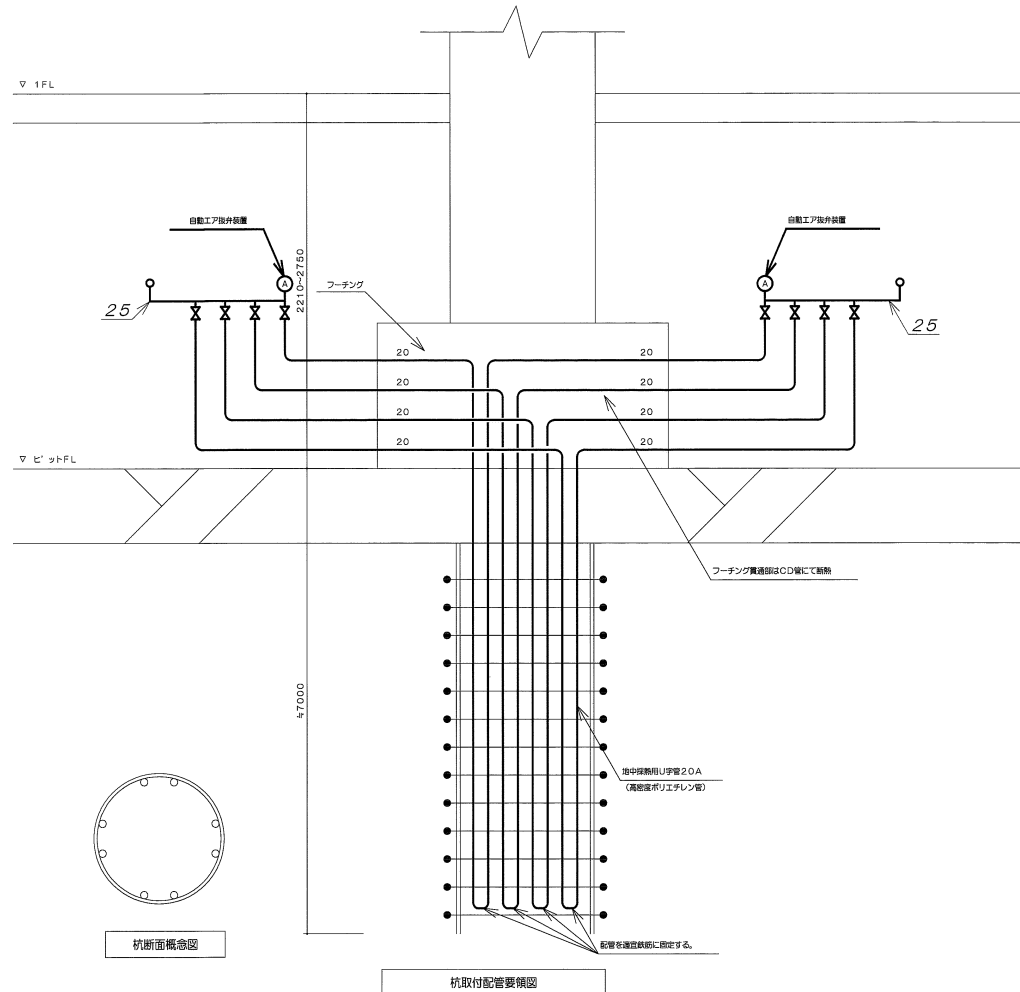


※採熱管設置杭 校舎棟46本＋体育館棟38本＝84本

設計概要：地中熱配管系統図



設計概要：杭廻り配管施工要領図



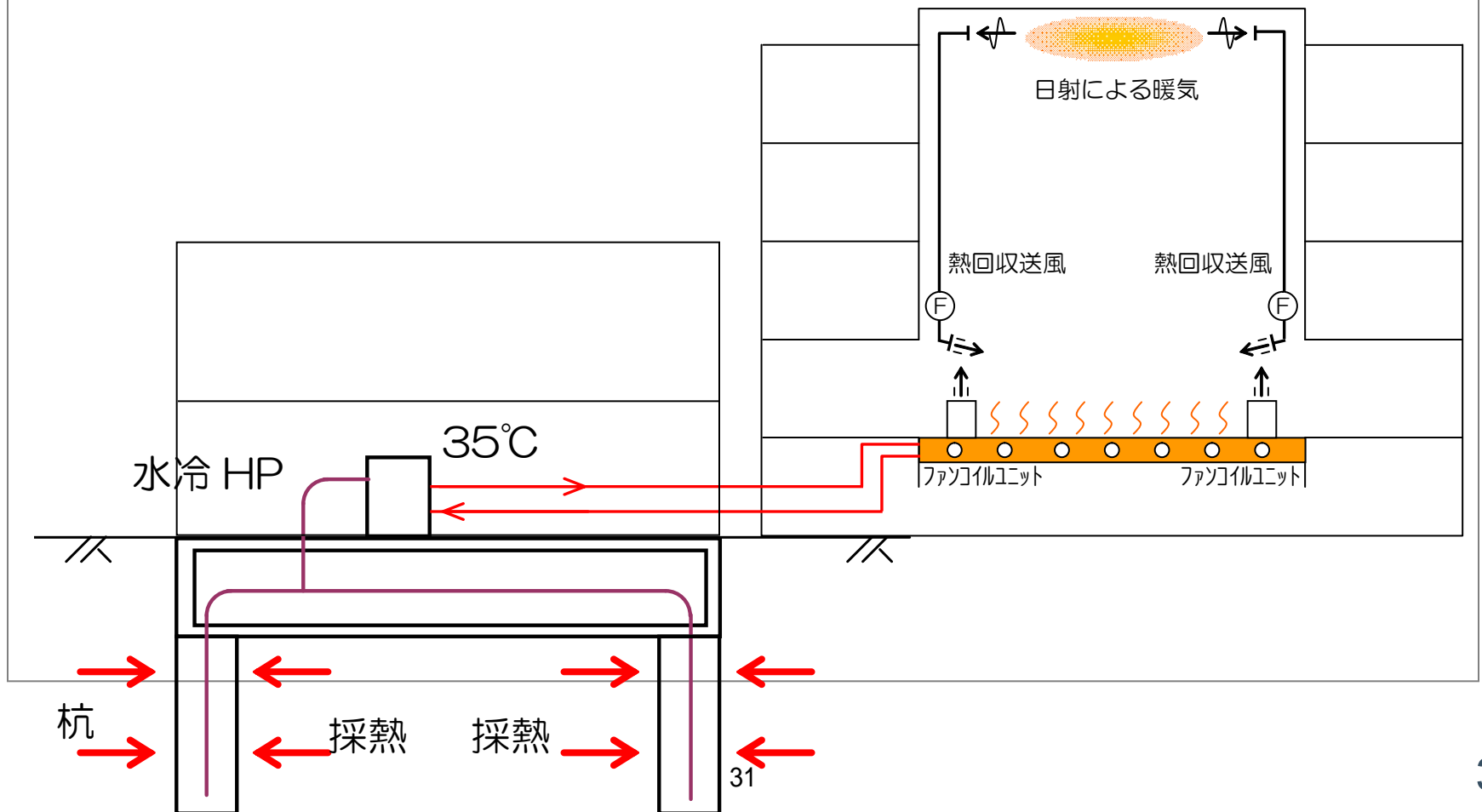
- 杭取付配管要領図
- 注記) 1. 杭長さ7m位置まで探熱管を設置する。
 2. 杭工事の際には、杭頭部保護用の仮設SGP管40mmを2m各管に覆う。
 その後、断熱用(保護用)CD管28mmを3m各管に覆い、フーチング内に設置する。
 3. 探熱管は、90°の位置に4セット設置する。
 4. 主筋中間位置に固定する。
 5. 建築工事と施工要領等十分に協議を行うこと。
 6. 杭養生中の探熱管の保護について、十分な対策を講ずること。
 7. 杭工事完了後に熱伝導試験を行うこと。

冬季地中熱利用概念図

躯体蓄熱も利用した床暖房、ファンコイルユニットによる暖房を行う

[体育館棟]

[校舎棟]

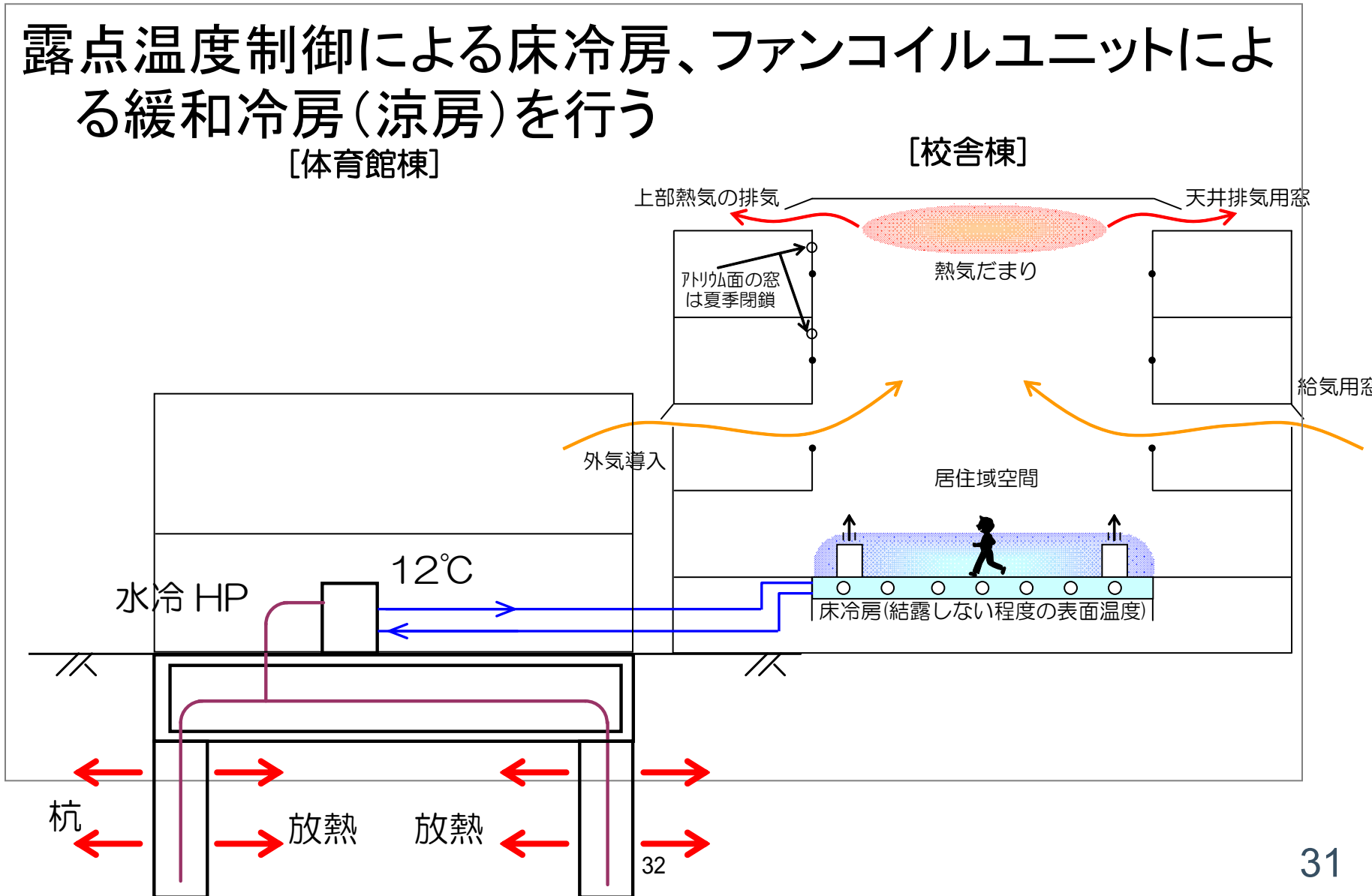


夏季地中熱利用概念図

露点温度制御による床冷房、ファンコイルユニットによる緩和冷房(涼房)を行う

[体育館棟]

[校舎棟]



施工状況：鉄筋籠への採熱管取付



施工状況：鉄筋籠建て込み



施工状況：配管工事



2. 日本の気候の現状

関東地方の気候変動現状認識

1) 外気温度 (2020年度版)

外気温の高温に関する項目を赤色、
低温に関する項目を青色で表記

過去10年の記録を黄色表示とした。

| 千葉 (千葉県) | 1位 | 2位 | 3位 | 4位 | 5位 | 6位 | 7位 | 8位 | 9位 | 10位 | 統計期間 |
|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| 日最高気温の高い方から (°C) | 38.5 (2015/8/7) | 38.4 (2013/8/11) | 37.8 (2004/7/20) | 37.8 (2001/7/24) | 37.7 (2016/8/9) | 37.6 (1994/8/3) | 37.4 (2018/7/23) | 37.4 (2013/8/10) | 37.4 (2007/8/11) | 37.3 (2010/7/21) | Apr-66 May-19 |
| 日最高気温の低い方から (°C) | -0.3 (1967/2/12) | 0.2 (1967/2/11) | 0.6 (1984/1/21) | 1.2 (1990/2/1) | 1.3 (1996/2/17) | 1.6 (1996/2/18) | 1.8 (2003/1/3) | 1.8 (1969/3/4) | 1.9 (1984/1/31) | 1.9 (1974/1/21) | Apr-66 May-19 |
| 日最低気温の低い方から (°C) | -5.2 (1967/2/13) | -5.1 (1970/1/17) | -5.1 (1968/2/13) | -5 (1976/1/22) | -4.9 (1981/1/13) | -4.6 (1983/1/23) | -4.6 (1970/1/28) | -4.4 (1977/3/6) | -4.4 (1967/1/17) | -4.2 (1985/1/18) | Apr-66 May-19 |
| 日最低気温の高い方から (°C) | 29.1 (1994/8/4) | 28.7 (2013/8/11) | 28.4 (2004/7/21) | 28.3 (2018/7/23) | 28.3 (2004/8/19) | 28.2 (1990/8/23) | 28.1 (2008/8/15) | 28.1 (1994/8/7) | 28 (2019/8/16) | 28 (2018/8/15) | Apr-66 May-20 |
| 月平均気温の高い方から (°C) | 29 (2010/8) | 28.7 (1995/8) | 28.5 (2019/8) | 28.5 (2013/8) | 28.4 (1994/8) | 28.3 (2007/8) | 28.2 (2018/7) | 28.2 (2012/8) | 28.1 (2018/8) | 28.1 (1973/8) | Apr-66 May-20 |
| 月平均気温の低い方から (°C) | 2.1 (1984/2) | 2.6 (1984/1) | 2.9 (1977/1) | 3.2 (1985/1) | 3.3 (1968/2) | 3.6 (1986/2) | 3.7 (1970/1) | 3.7 (1967/1) | 3.8 (1978/2) | 3.8 (1974/1) | Apr-66 May-19 |
| 年平均気温の高い方から (°C) | 17.2 -2018 | 16.8 -2016 | 16.8 -2004 | 16.7 -2015 | 16.6 -2013 | 16.6 -2010 | 16.6 -2007 | 16.6 -1999 | 16.6 -1990 | 16.4 -1994 | 1966年 2020年 |
| 年平均気温の低い方から (°C) | 13.8 -1984 | 14.2 -1970 | 14.3 -1981 | 14.6 -1986 | 14.6 -1976 | 14.7 -1983 | 14.7 -1974 | 14.7 -1969 | 14.7 -1968 | 14.8 -1971 | 1966年 2019年 |
| 日最高気温35°C以上年間日数 (日) | 10 -2010 | 6 -2013 | 6 -1995 | 5 -2018 | 5 -2007 | 4 -2015 | 3 -2017 | 3 -2004 | 3 -2001 | 3 -1994 | 1966年 2019年 |
| 日最低気温0°C未満寒候年間日数 (日) | 64 -1984 | 60 -1970 | 52 -1977 | 46 -1968 | 44 -1971 | 43 -1967 | 41 -1974 | 34 -1986 | 30 -1975 | 29 -1978 | 1966寒候年 2019寒候年 |
| 日最低気温25°C以上年間日数 (日) | 48 -2018 | 48 -2010 | 45 -2011 | 43 -2012 | 42 -1999 | 38 -1994 | 34 -2019 | 34 -2015 | 33 -2004 | 33 -2000 | 1966年 2020年 |

← 直近5年間に
集中している

← 日最低気温という
ことは真夜中の温度

← 熱帯夜の
年間日数

※千葉地方気象台データより分析

低温に関する青色ランキングが一つも無い

関東地方の気候変動現状認識

1) 外気温度 (2024年度版)

外気温の高温に関する項目を赤色、
低温に関する項目を青色で表記

過去10年の記録を黄色表示とした。

| 千葉 (千葉県) | 1位 | 2位 | 3位 | 4位 | 5位 | 6位 | 7位 | 8位 | 9位 | 10位 | 統計期間 |
|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| 日最高気温の高い方から (°C) | 38.5 (2015/8/7) | 38.4 (2013/8/11) | 37.8 (2004/7/20) | 37.8 (2001/7/24) | 37.7 (2016/8/9) | 37.6 (1994/8/3) | 37.4 (2018/7/23) | 37.4 (2013/8/10) | 37.4 (2007/8/11) | 37.3 (2010/7/21) | Apr-66 May-24 |
| 日最高気温の低い方から (°C) | -0.3 (1967/2/12) | 0.2 (1967/2/11) | 0.6 (1984/1/21) | 1.2 (1990/2/1) | 1.3 (1996/2/17) | 1.6 (1996/2/18) | 1.8 (2003/1/3) | 1.8 (1969/3/4) | 1.9 (1984/1/31) | 1.9 (1974/1/21) | Apr-66 May-24 |
| 日最低気温の低い方から (°C) | -5.2 (1967/2/13) | -5.1 (1970/1/17) | -5.1 (1968/2/13) | -5 (1976/1/22) | -4.9 (1981/1/13) | -4.6 (1983/1/23) | -4.6 (1970/1/28) | -4.4 (1977/3/6) | -4.4 (1967/1/17) | -4.2 (1985/1/18) | Apr-66 May-24 |
| 日最低気温の高い方から (°C) | 29.1 (1994/8/4) | 28.9 (2022/8/9) | 28.7 (2022/8/2) | 28.7 (2020/8/11) | 28.7 (2013/8/11) | 28.5 (2020/8/16) | 28.4 (2020/8/12) | 28.4 (2004/7/21) | 28.3 (2022/8/3) | 28.3 (2018/7/23) | Apr-66 May-24 |
| 月平均気温の高い方から (°C) | 29.4 (2023/8) | 29 (2020/8) | 29 (2010/8) | 28.7 (1995/8) | 28.5 (2019/8) | 28.5 (2013/8) | 28.4 (1994/8) | 28.3 (2023/7) | 28.3 (2007/8) | 28.2 (2018/7) | Apr-66 May-24 |
| 月平均気温の低い方から (°C) | 2.1 (1984/2) | 2.6 (1984/1) | 2.9 (1977/1) | 3.2 (1985/1) | 3.3 (1968/2) | 3.6 (1986/2) | 3.7 (1970/1) | 3.7 (1967/1) | 3.8 (1978/2) | 3.8 (1974/1) | Apr-66 May-24 |
| 年平均気温の高い方から (°C) | 18.1 -2023 | 17.2 -2018 | 17.1 -2021 | 17 -2020 | 16.8 -2019 | 16.8 -2016 | 16.8 -2004 | 16.7 -2022 | 16.7 -2015 | 16.6 -2013 | 1966年 2024年 |
| 年平均気温の低い方から (°C) | 13.8 -1984 | 14.2 -1970 | 14.3 -1981 | 14.6 -1986 | 14.6 -1976 | 14.7 -1983 | 14.7 -1974 | 14.7 -1969 | 14.7 -1968 | 14.8 -1971 | 1966年 2024年 |
| 日最高気温35°C以上年間日数 (日) | 10 -2010 | 7 -2023 | 6 -2013 | 6 -1995 | 5 -2018 | 5 -2007 | 4 -2015 | 3 -2017 | 3 -2004 | 3 -2001 | 1966年 2024年 |
| 日最低気温0°C未満寒候年間日数 (日) | 64 -1984 | 60 -1970 | 52 -1977 | 46 -1968 | 44 -1971 | 43 -1967 | 41 -1974 | 34 -1986 | 30 -1975 | 29 -1978 | 1966寒候年 2024寒候年 |
| 日最低気温25°C以上年間日数 (日) | 67 -2023 | 48 -2018 | 48 -2010 | 45 -2011 | 43 -2012 | 42 -1999 | 38 -1994 | 36 -2022 | 34 -2020 | 34 -2019 | 1966年 2024年 |

← 熱帯夜の状況は
2024年度が更に
悪化している

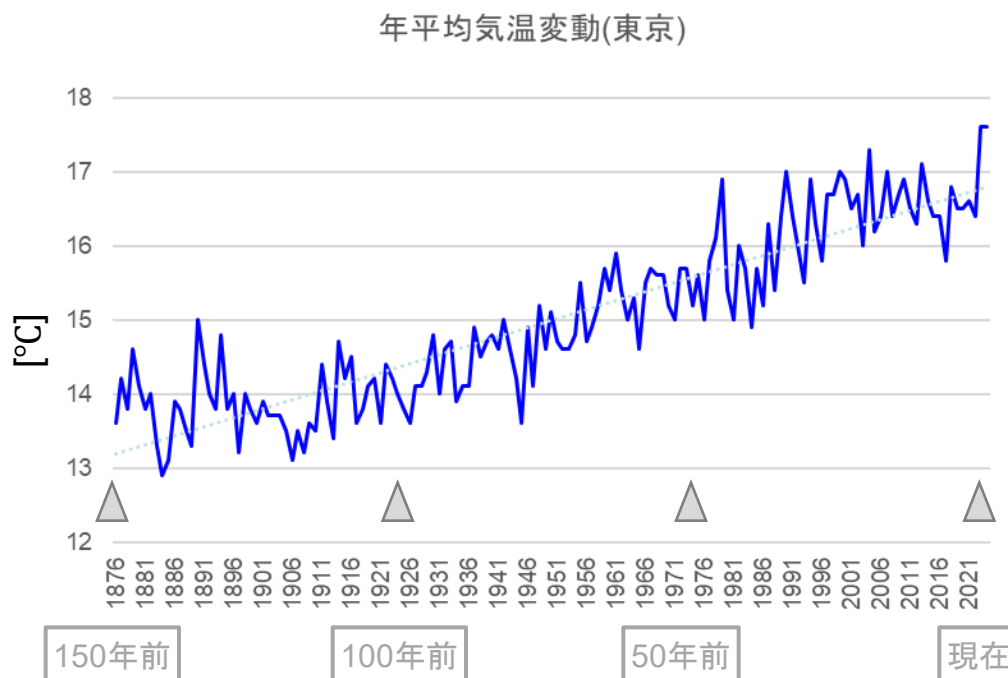
← 月平均気温も
上昇している

← 年平均気温が
ほぼ直近10年で
占められてしまった。

← 熱帯夜の
年間日数

年平均気温変動(東京)

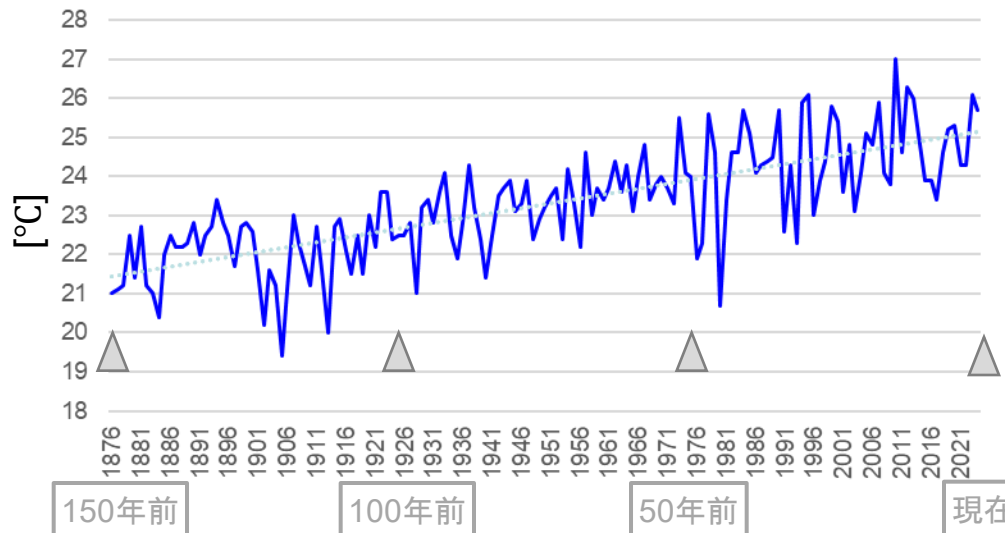
- 東京ではこの150年間で概ね4℃上昇していることがわかる。これは地球温暖化だけではなく、都市化に伴うヒートアイランド現象の影響も大きいことが予想される。
- 地中熱利用システムへの影響を考えると、地中温度は外気温度に連動するため、年平均外気温度と地中平均温度が近似する。
→ 地中温度が年間を通して緩やかに上昇する。



日最低気温8月平均値変動(東京)

- 外気温の上昇が建築運用に与える影響についてどのように考えるべきか。
→設備を用いないパッシブ計画に影響が大きい。
- パッシブ計画では冬季以外での室内冷却のための換気計画に大きな影響がある。
→下図は8月最低気温変動だが、100年前は最低気温、すなわち夜間の外気で十分涼気を導入できたことがわかる。
- 地中熱利用システムへの影響はどう考えるべきか
→夏だけではなく年間を通しての気候(外気温度)が影響を与える。

日最低気温8月平均値変動(東京)

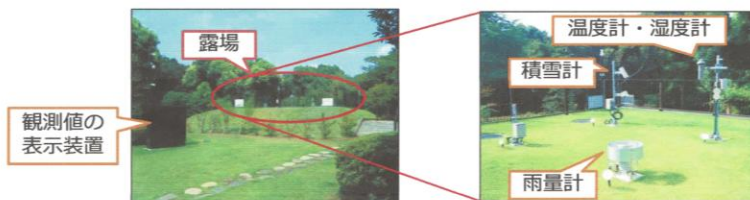


○気象庁の外気温度観測場所について

- 2014年より気象庁の東京データは以下のような緑地に囲まれた、更に芝植栽上での観測ということである。東京都心部のビルが林立し、更に道路、歩道ともアスファルトやコンクリートで舗装されている状況とは異なる状況での外気温度データである。
- 東京都心のビジネス街の外気温度は、周辺環境を考慮すると気象庁気象データよりも更に高いことが予想される。

北の丸公園の露場について

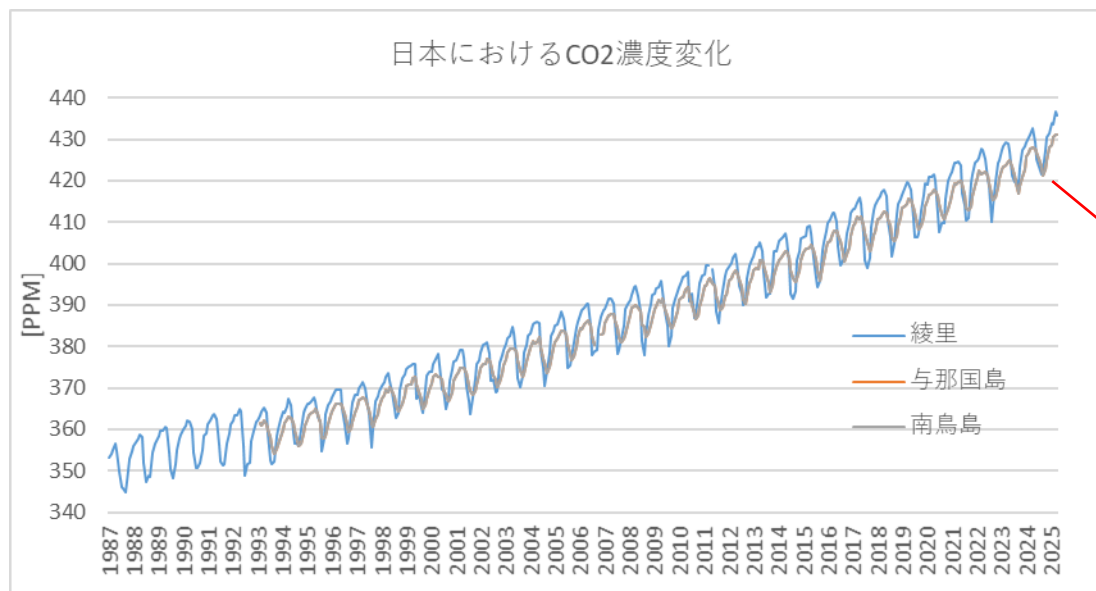
- 北の丸公園内に露場を整備し、測器を設置
 - 十分な天空開放度も確保
- 観測項目
 - 気温、相対湿度、気圧、降水量、積雪の深さなど(※ 風、日射量は2007年から科学技術館の屋上で観測)



■ 東京気象台観測露場に関する解説

■ 大気中のCO2濃度について

- 20世紀末(1990年代)から例外の年なく確実に上昇している。
- 各年での季節変動は陸域の植物光合成が夏季は優勢になりCO2濃度が低下し、冬季は呼吸や土壌からのCO2放出が優勢になりCO2濃度が高くなる。
- 3地点とも人的活動からは隔絶されているものの岩手県三陸の街、綾里が最も人間の生活エリアに近いが、各データはほぼ同様な変動を示している。なお、25年2月26日、綾里周辺で大規模な山火事が発生した。山火事は固定化されたCO2を大気中に放出することになる悲しい出来事だが、世界中で頻発している。



最新情報では
年間最低濃度が
420ppmを上回っ
ている

- 東京の外気温度はこの1世紀で細かい変動はあるものの確実に上昇傾向にある。
- 同様に夏季の日最低気温も確実に上昇してきている。
- 夏季最低気温の上昇は建築のパッシブ省エネルギーシステムにマイナスの影響を与えている。
- 東京都心部のビル密集地域における外気温度は気象庁のデータよりも高いと推定される。

3. 猛暑時代の地中熱利用に関する考察

GSHPシステムの特徴再確認

外気温の上昇傾向を考慮した場合、1章でのコメントは変わるか？

・排熱を空气中に放出しない
→ ヒートアイランド現象緩和効果



①都心部での導入
が期待される

・採熱温度の安定性
→ 高効率システムの実現



②GSHPシステムの
運転効率への影響

・地面があれば実現可能

・維持管理が容易

・地盤の蓄熱性の影響

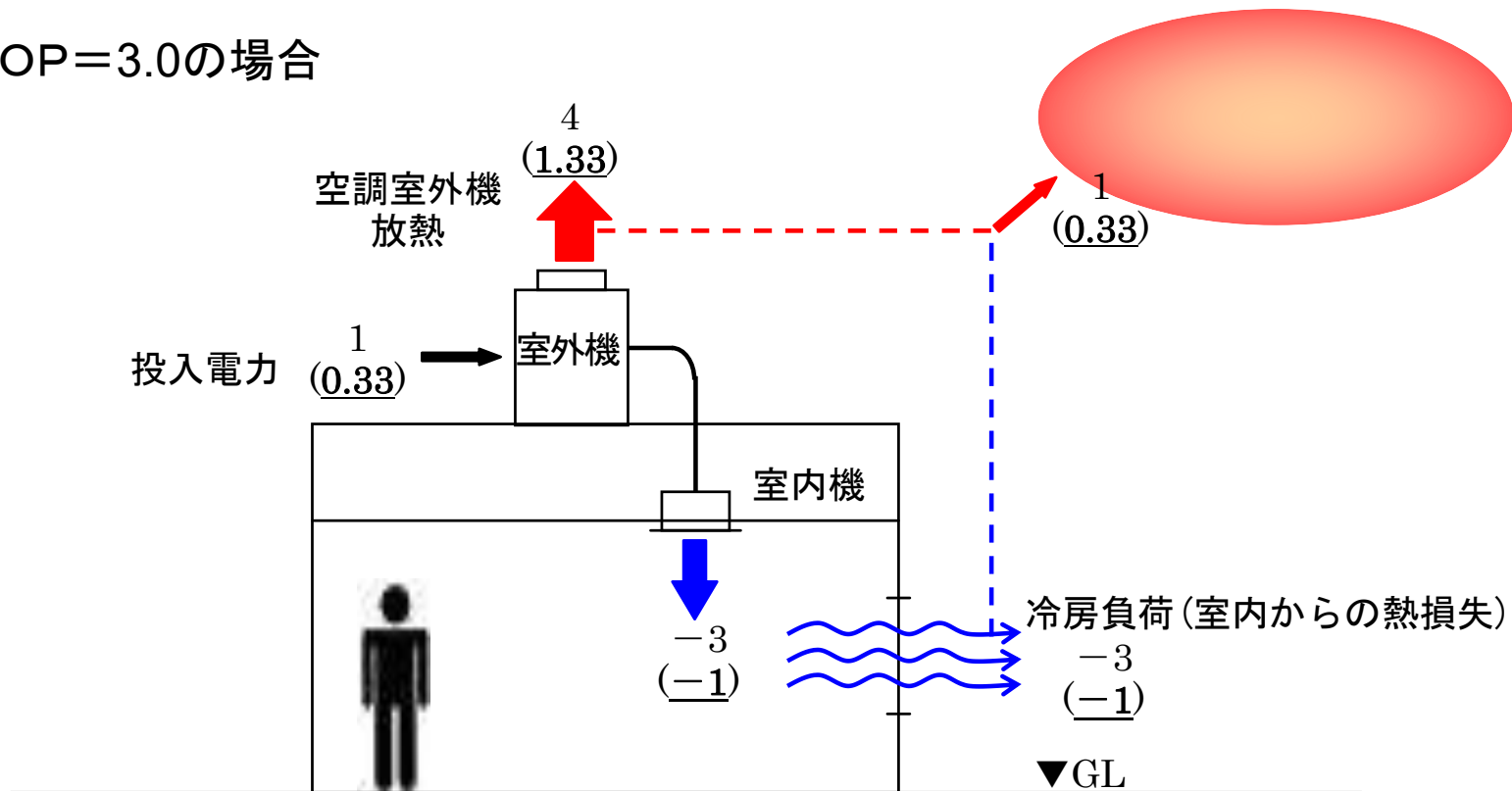


③蓄熱性に
関する検討

①地中熱利用システムのヒートアイランド現象緩和効果検討

空冷HP熱収支概念図

■ COP=3.0の場合

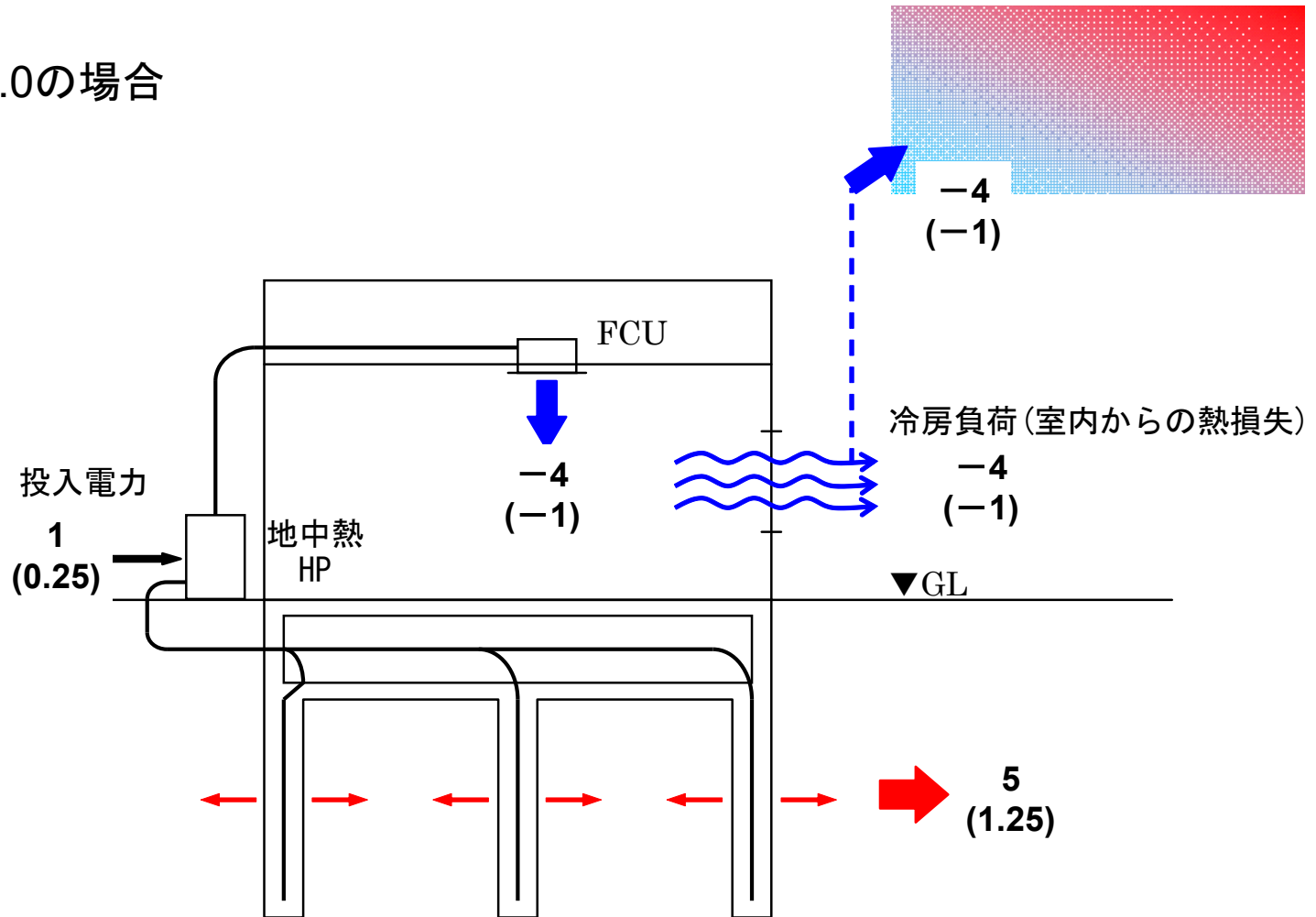


※収支数値上段:熱源入力基準
下段:室負荷基準

※熱源機器の熱収支のみ記載

地中熱HPシステム熱収支概念図

■ COP=4.0の場合

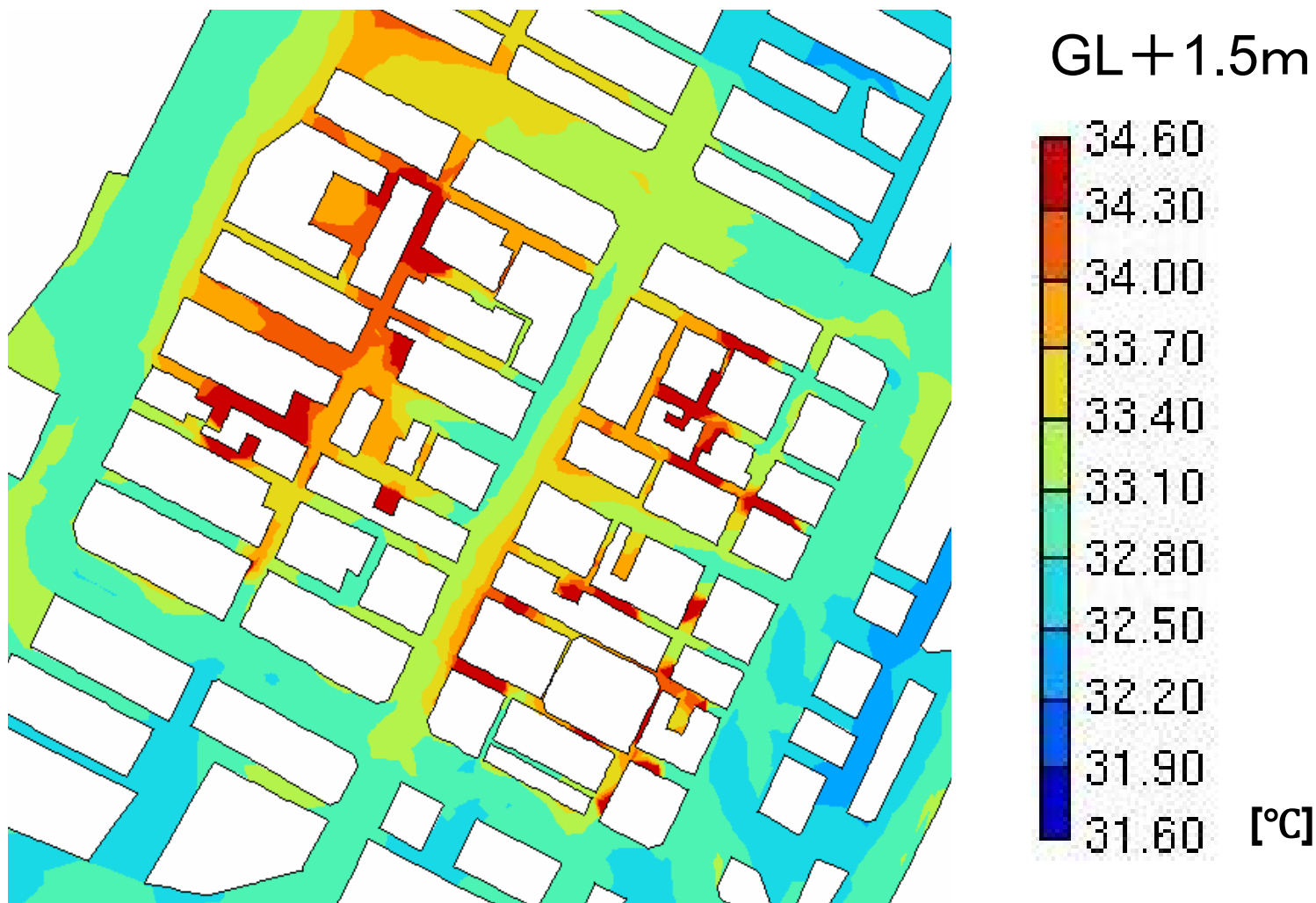


※収支数値上段: 熱源入力基準
下段: 室負荷基準

※時間差での地中から地上への
放熱は表現していない

シミュレーション結果 (基本ケースでの水平気温分布)

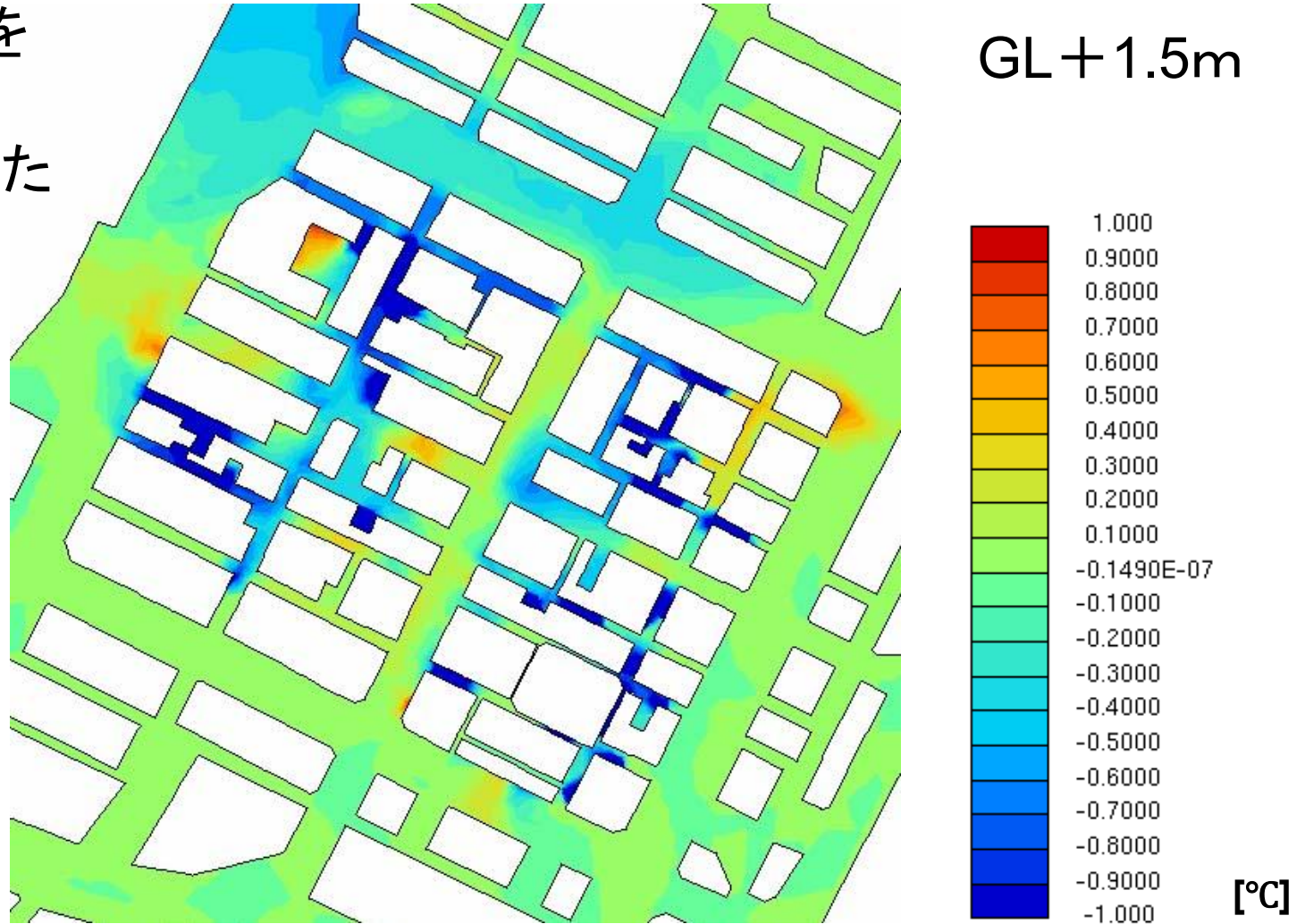
[空気熱源利用時を想定]



シミュレーション結果 (基本ケースに対する温度変動)

[GSHP利用時を想定]

※空調排熱を
100%
地中へ放熱した
場合



①ヒートアイランド現象緩和効果について まとめ

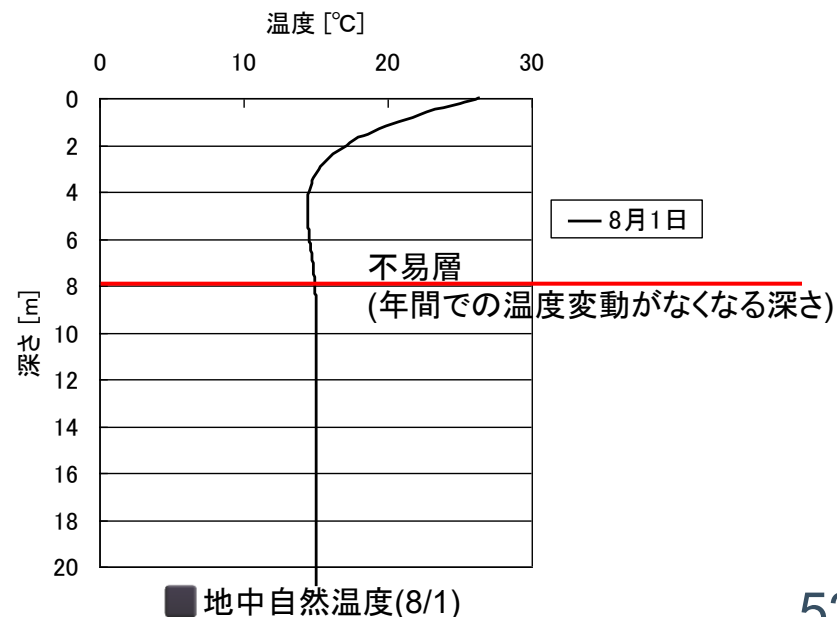
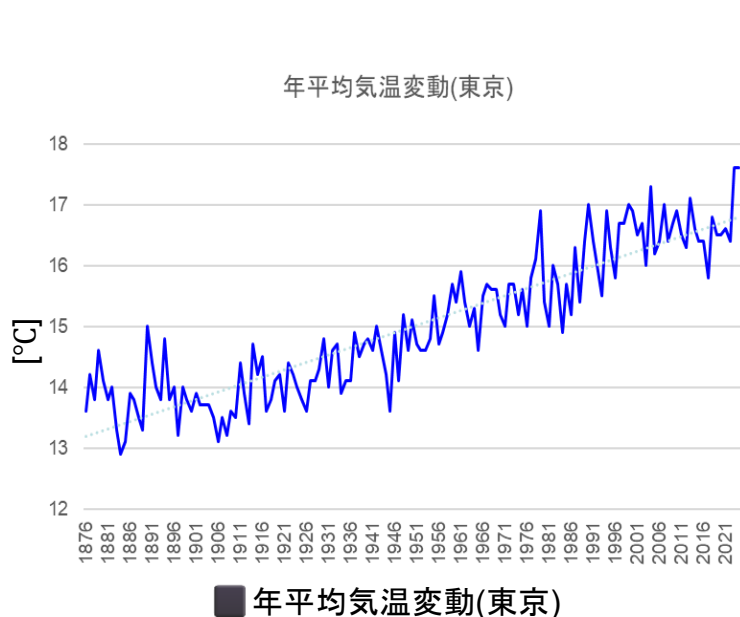
- ・GSHPシステムの特長として、夏季冷房運転時は地上に温排熱を排出しないという特性は、**ヒートアイランド現象緩和効果**が期待される。
- ・各地域で適正規模のGSHPシステムが適正割合で導入されれば、地中の温度上昇も平均的となることが予想されるため、計画的な推進が望ましい。

②外気温度上昇によるGSHPシステムの 効率について

1) 近未来(10年先)の予測: GSHPの性能について

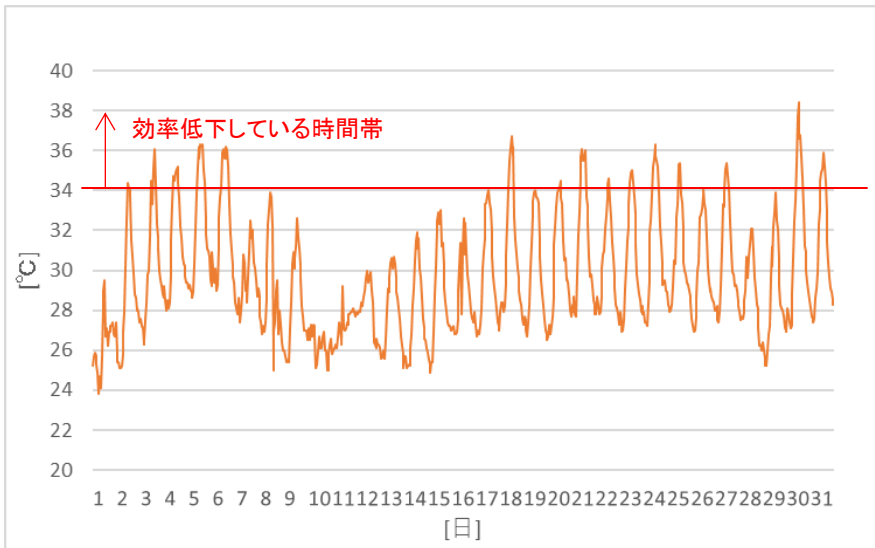
- 来年以降の外気温を予測することは難しいが、仮にこれまでの気象データの傾向が継続すると想定すると、25年後の外気温は 0.5°C 程度上昇すると推定され、10年後の2035年には 0.2°C 程度の外気温の上昇となる。
- 外気温はグラフにも表れているが平準化された平均温度としても毎年 1°C を超えて変動しているが、外気温変動に伴う地中の温度変動は2m深さ程度までであり、不易層以下はほぼ一定温度で保たれる。

→以上の近未来予測が成り立つ場合、GSHPシステムは現在と同程度の効率で稼働すると推定される。

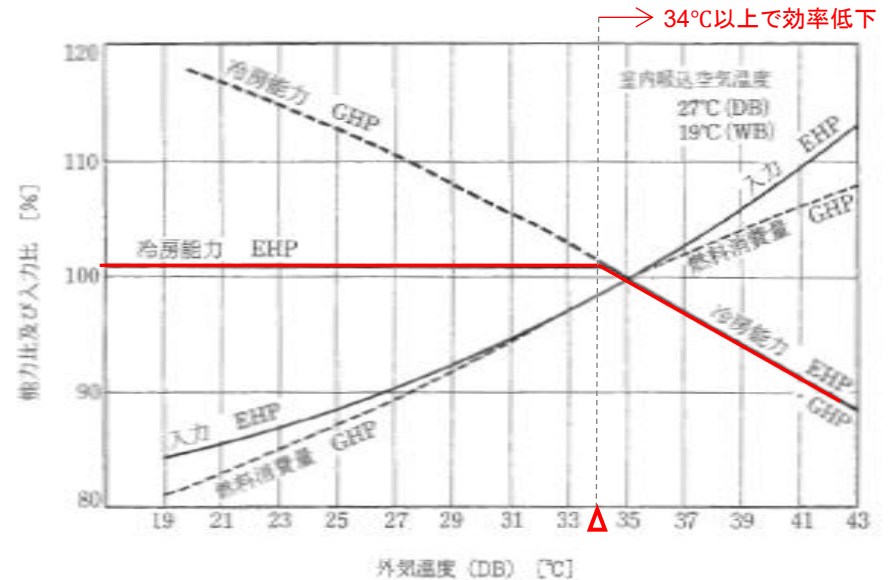


1) 近未来(10年先)の予測: 空気熱源(ASHP)について

- 一般的な空調システムはビルマルチをはじめとして大半が空気熱源(ASHP)であるため、外気温度が空調・熱源の効率に直接影響する。そのためGSHPと異なり、年平均気温ではなくそのときの外気温度が直接影響を及ぼす。
 - 東京の2025年8月の外気温度変動を見ると、月の半分以上で効率低下が発生していると推察される。
 - 東京都心ビル街は下記気象庁気温データよりも高いと推測され、影響を受ける期間、時間は更に長いと思われる。
- 空気熱源システムは既に外気温度上昇の影響を受けており、近未来(10年先)では更に影響が大きくなると推定される。



■ 2025年8月の気温変動(東京)



■ パッケージ空調機の外気温度補正表

※国土交通省建築設備設計基準より

2) 更に未来の予測

- 仮に近未来予測の延長で温度上昇が続いた場合、50年後には 1°C 以上外気温度が上昇し、地中温度も緩やかに追従する。
 - 仮に地中平均温度が 1°C ($16.6 \rightarrow 17.6^{\circ}\text{C}$)上昇した場合のGSHPシステムについてシミュレーションを行った。
→夏季冷房平均COP: $3.7 \rightarrow 3.6$ 冬季冷房平均COP $4.2 \rightarrow 4.3$
 - 同様に地中平均温度が 2°C ($16.6 \rightarrow 18.6^{\circ}\text{C}$)上昇した場合
→夏季冷房平均COP: $3.7 \rightarrow 3.6$ 冬季冷房平均COP $4.2 \rightarrow 4.4$
- 年平均外気温度が $1 \sim 2^{\circ}\text{C}$ 上昇した場合でも、空気熱源システムとは異なりGSHPシステムは若干の効率低下にとどまると推定される。

③地中の蓄熱性に関する検討

③地中の蓄熱性に関する検討

- 地中熱利用システム全般に関わるが地盤の特性として熱伝導が緩やかに進むという蓄熱特性がある。冷房運転では地盤の温度が上昇する。この蓄熱特性を正しく理解しないと、GSHPシステムの性能を有効に利用することができなくなるため、この「蓄熱性」について以下の手順で検証を行う。
- ③-1 負荷特性の違いによる性能検証
 - ③-2 昼夜間での蓄熱利用

③-1 負荷特性の違いによる性能検証

(1) 分析の目的

GSHPシステムの特徴である蓄熱性が性能に与える影響について検証を行う。

- ・負荷特性の違いによる冷暖房の性能検証

- 建物用途によるGSHPシステムへの適性

- ・10年継続運転した場合の性能検証

- 長期運用による性能への信頼性

- 季節間採放熱での建物用途による回復度

③-1 負荷特性の違いによる性能検証

(2) 分析方法

まず、東京周辺が該当する温暖地域において、建物用途の負荷特性を想定し、その条件でGSHPを地中採放熱管の距離毎に運用した場合の性能予測をGSHPシミュレーションソフトであるグランドクラブを用いて行う。計算期間は1年と蓄熱性を考慮した10年で実施する。

| | |
|------------|--|
| 想定地域 | 東京 |
| 想定空調面積 | 4,000m ² を単純に1/10として400m ² と想定 |
| 土壌有効熱伝導率 | 2(W/m・K) |
| ボアホール掘削深さ | 80(m) |
| ボアホール設置間隔 | 5m |
| ボアホール本数 | 12本・10本・8本・6本 |
| シミュレーション期間 | 1年／10年 |

③-1 負荷特性の違いによる性能検証

(3) 空調負荷設定条件

前項の条件を設定した上で建物用途は業務用途では最も一般的な事務所、年間で冷房負荷過大な商業、暖房が比較的多いホテルを想定する。負荷は全負荷相当運転時間を用いて年間負荷パターンを設定した。

○各用途負荷想定条件一覧表

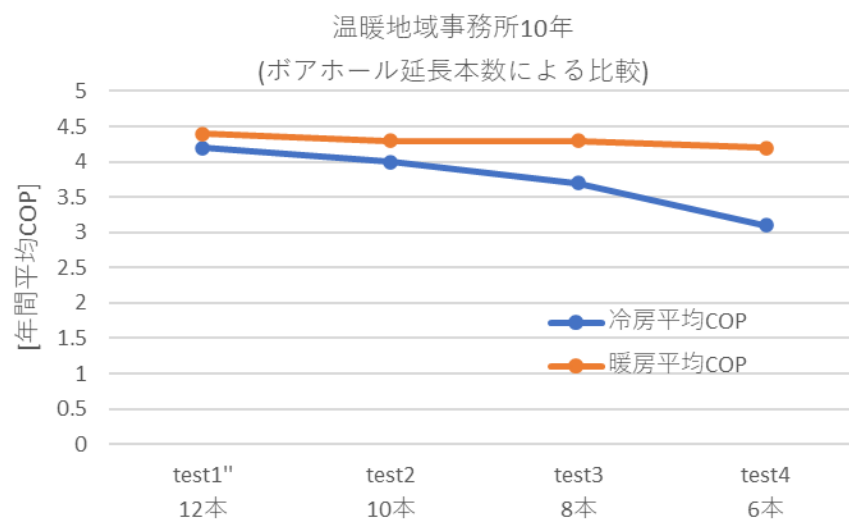
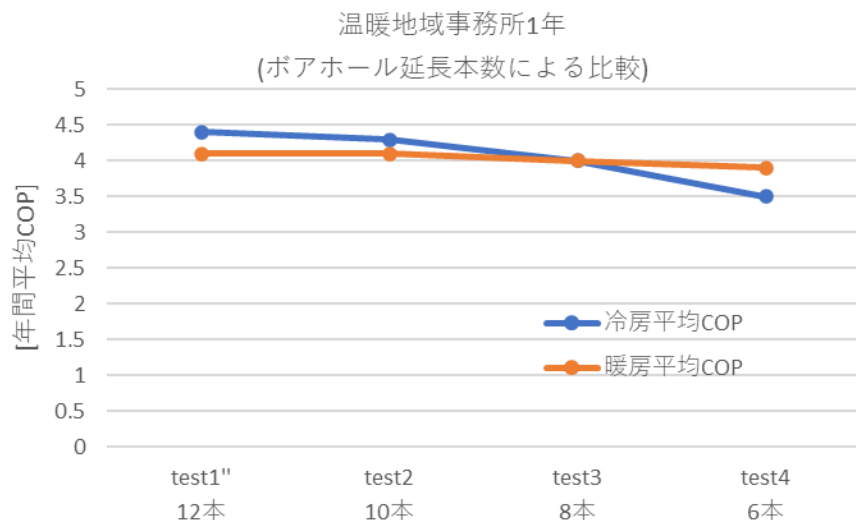
| 建物用途 | 事務所 | 商業 | ホテル |
|-----------------------|-----|------|-----|
| 延床面積(m ²) | 400 | 400 | 400 |
| 冷房負荷(kW) | 48 | 56 | 36 |
| 暖房負荷(kW) | 36 | 36 | 32 |
| 冷房全負荷相当 運転時間(hr/年) | 800 | 1000 | 900 |
| 暖房全負荷相当 運転時間(hr/年) | 500 | 300 | 900 |

※前提条件は空気調和衛生工学会などのデータより引用

③-1 負荷特性の違いによる性能検証

(4) 分析結果：温暖地域事務所

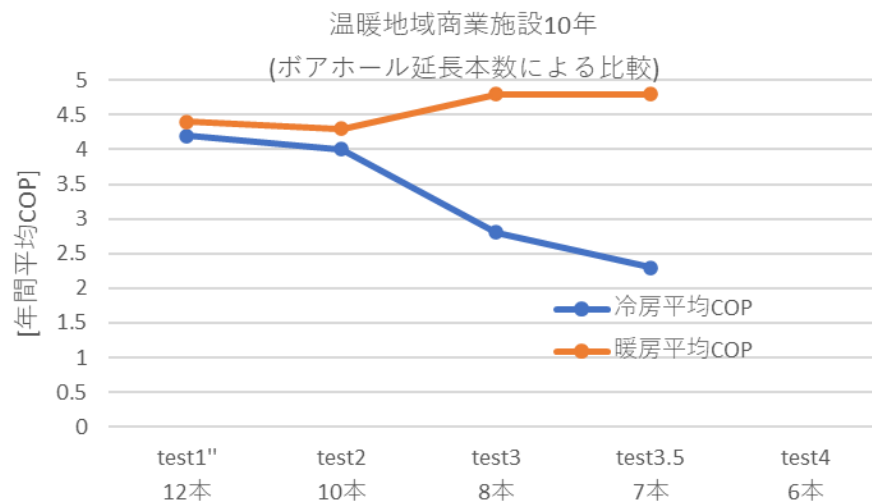
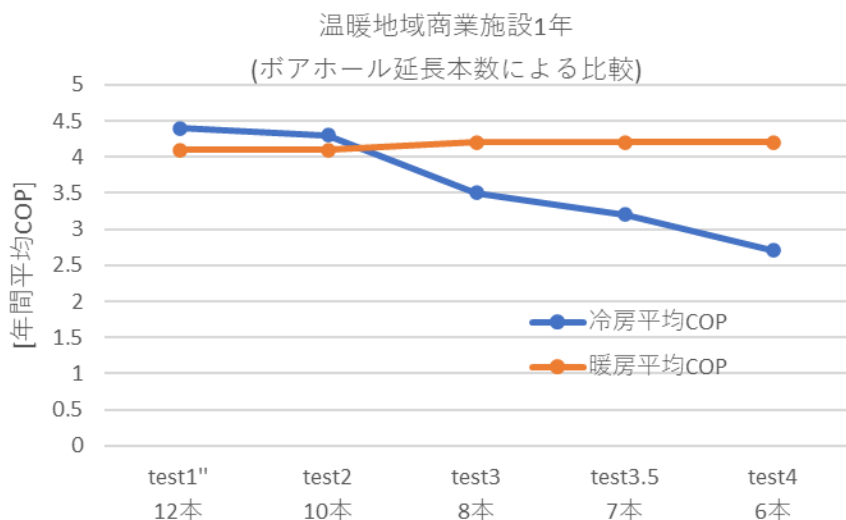
事務所のシミュレーション結果では冷房COPが採熱条件の最も厳しいtest4で低下しているものの暖房は採熱管総延長では大きな差が出なかった。この結果であれば6本での運用も可能と推定できる。



③-1 負荷特性の違いによる性能検証

(5) 分析結果：温暖地域商業

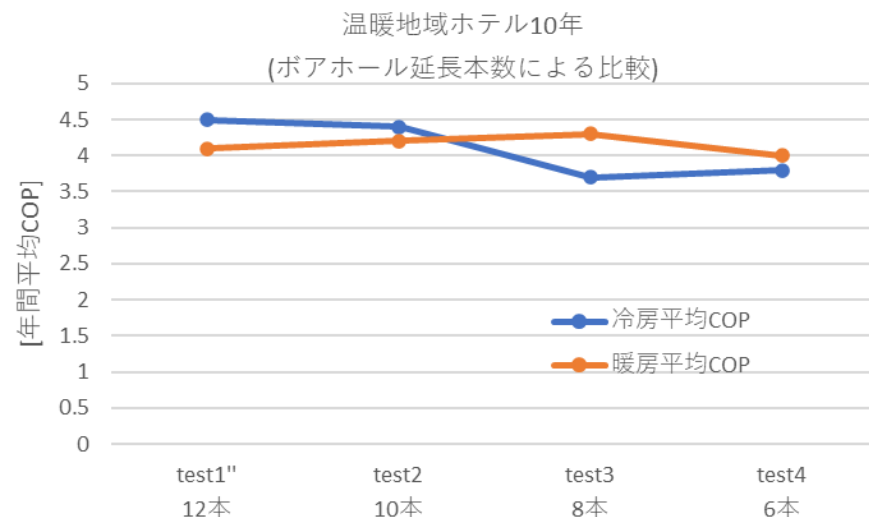
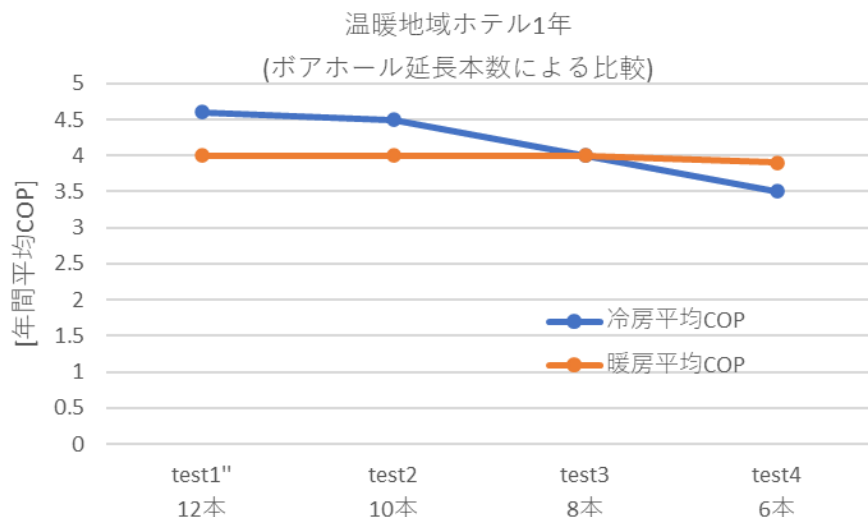
温暖地域では冷房負荷過多である商業用途では採熱管条件が8本で大きくCOPが低下し、6本では大幅に低下する結果であったが、10年運用ではHPの運転条件を満たせなかった。暖房COPは逆に安定しているものの冷房がメインの用途では地中熱での運用が厳しいと推察される。



③-1 負荷特性の違いによる性能検証

(6) 分析結果：温暖地域ホテル

温暖地域では年間での暖房負荷が最も多いホテルが冷房の性能も高い結果であり、更に10年運用では6本でも性能が回復していた。温暖地域では暖房負荷の多い建物用途は地中熱利用システムに適しているといえる。



③-1 負荷特性の違いによる性能検証

(7)まとめ

- ・冷房過大条件の場合、冷房性能が著しく低下
→商業用途などでの単純適用は回避すべき
(熱源の部分採用であれば可能)
- ・年間冷房/暖房負荷が均衡し、夏季に温熱負荷がある
場合、冷房/暖房とも高い性能の維持が見込まれる
→年間で給湯負荷が見込まれる用途(ホテル、病院等)
は温暖地域で優位性が期待されるとともに、外気温度上
昇傾向にも追従可能

③-2 昼夜間での蓄熱利用とは

- 夏季の冷房運転による排熱により地盤温度を上昇させて蓄熱した状態で冬季の暖房運転が開始できれば季節間蓄熱として機能する。欧州では主流な考え方である。
- 季節間で土壌の蓄熱性を活用できるのであれば昼夜間でも可能なのではないか、という観点で設計された事例を紹介する。

③-2 昼夜間での蓄熱利用

-3-
猛暑時代の
地中熱利用

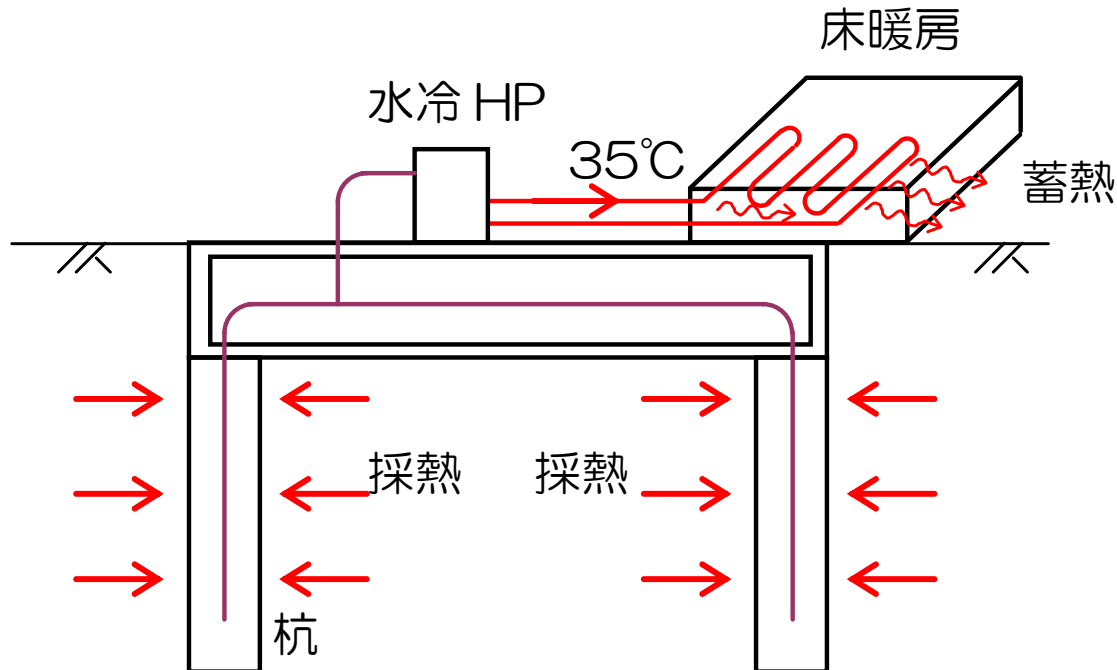
昼夜間蓄熱

1) F病院地中熱システム概要



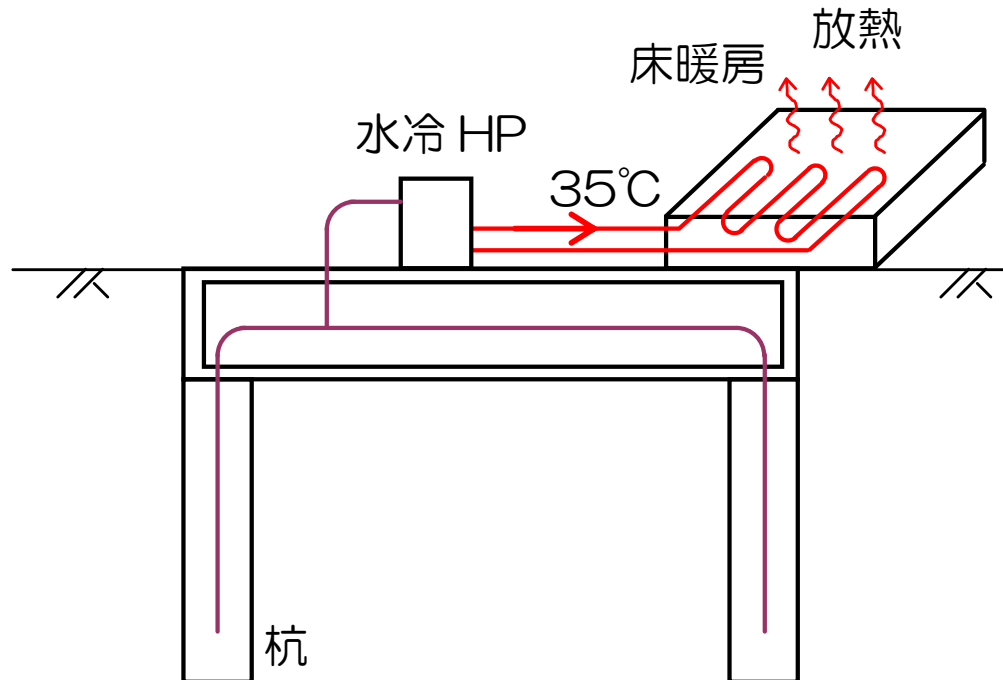
③-2 地中熱システム運用概念図 冬季夜間運転モード

深夜電力にて夜間に躯体蓄熱を行う



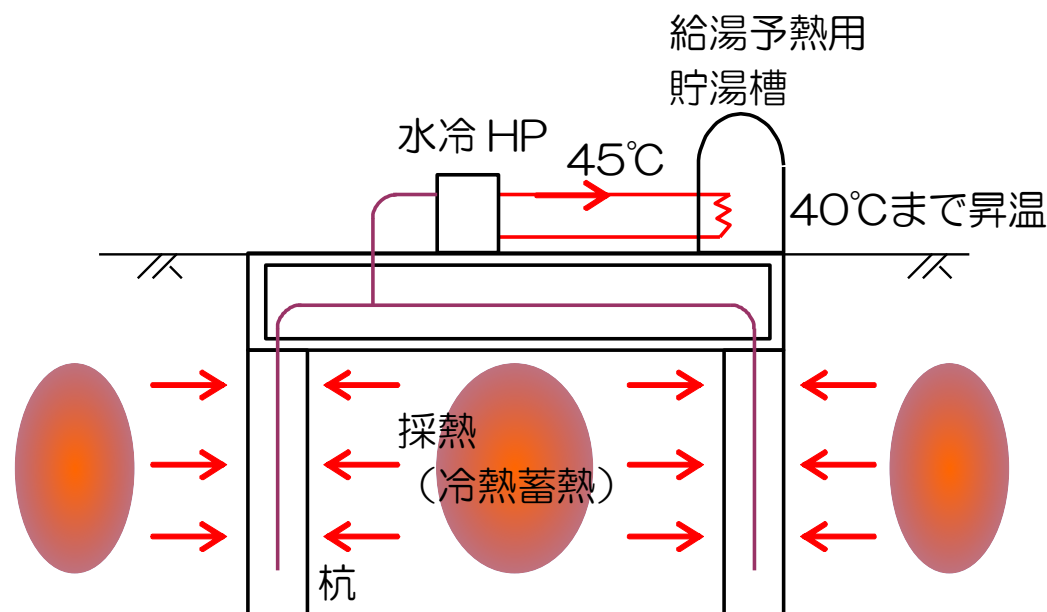
③-2 地中熱システム運用概念図 冬季昼間運転モード

蓄熱された躯体より放熱、一部追掛加熱を行う



③-2 地中熱システム運用概念図 夏季夜間運転モード

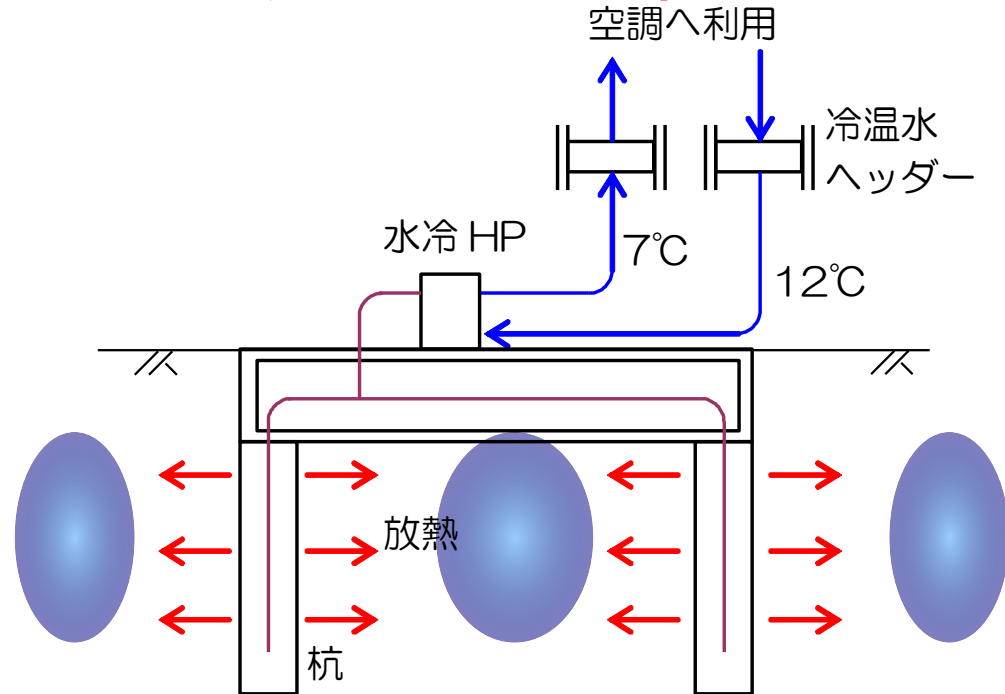
深夜電力で給湯予熱槽に給湯加熱(温熱蓄熱)
→ 土壤内へ冷熱放熱(冷熱蓄熱)



③-2 地中熱システム運用概念図 夏季昼間運転モード

冷熱を空調用に供給

→ 土壌内へ温熱放熱 (温熱蓄熱)



③-2 昼夜間での蓄熱利用

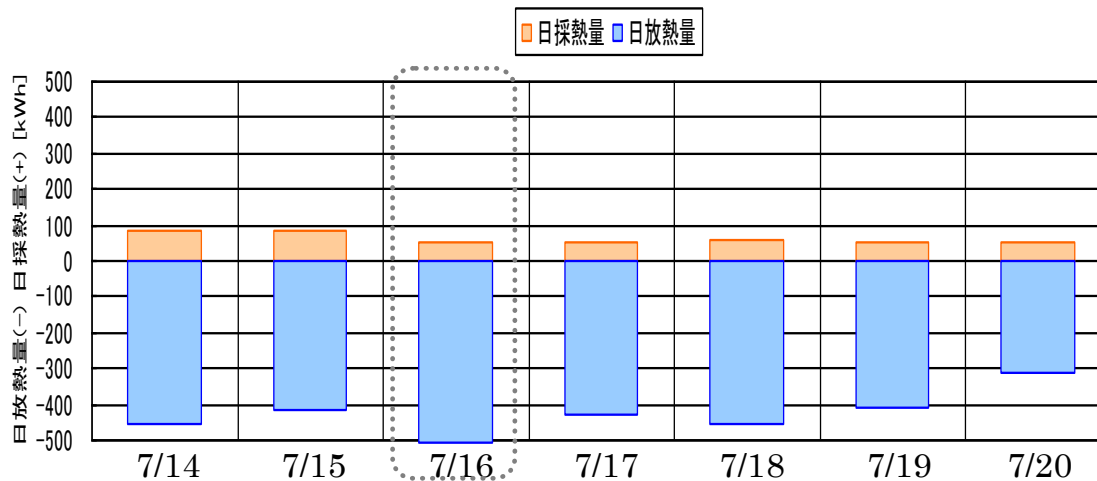
2) F病院地中熱システム再検証

③-2 数値解析結果比較

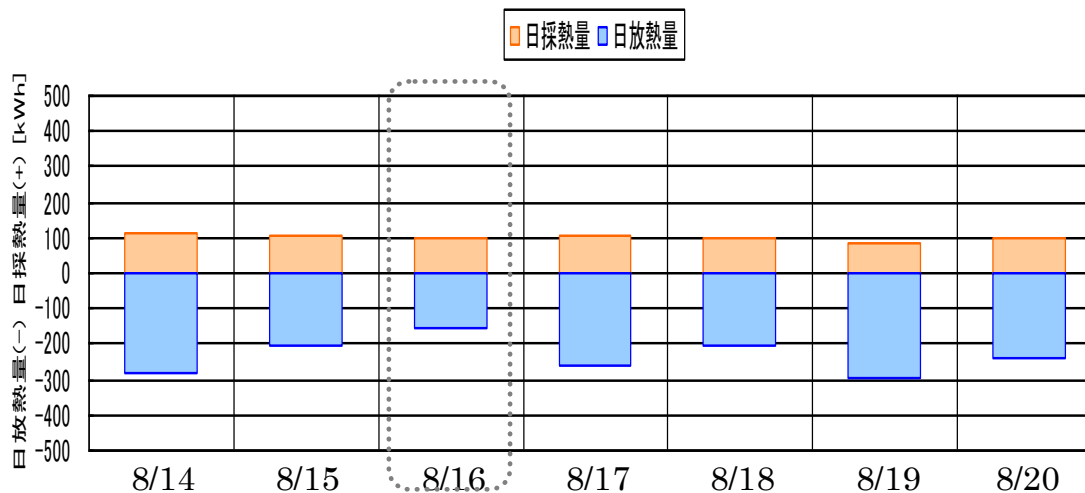
| | | 冷房のみ | 昼夜間採放熱 | |
|-----------|---------------------|--------|--------|--------|
| | | CASE1 | CASE2 | CASE3 |
| 床暖房時 | 供給熱量 [MWh] | 35,883 | 35,857 | 35,787 |
| | GSHP圧縮機 動力 [MWh] | 6,295 | 6,519 | 6,507 |
| | 平均COP | 5.7 | 5.5 | 5.5 |
| 冷房時 | 供給熱量 [MWh] | 51,127 | 50,541 | 63,740 |
| | GSHP圧縮機 動力 [MWh] | 13,818 | 12,034 | 15,935 |
| | 平均COP | 3.7 | 4.2 | 4.0 |
| 給湯 予熱時 | 供給熱量 [MWh] | - | 31,791 | 50,873 |
| | GSHP圧縮機 動力 [MWh] | - | 7,065 | 11,562 |
| | 平均COP | - | 4.5 | 4.4 |

③-2 地中との採放熱収支

[改善前]



[改善後]



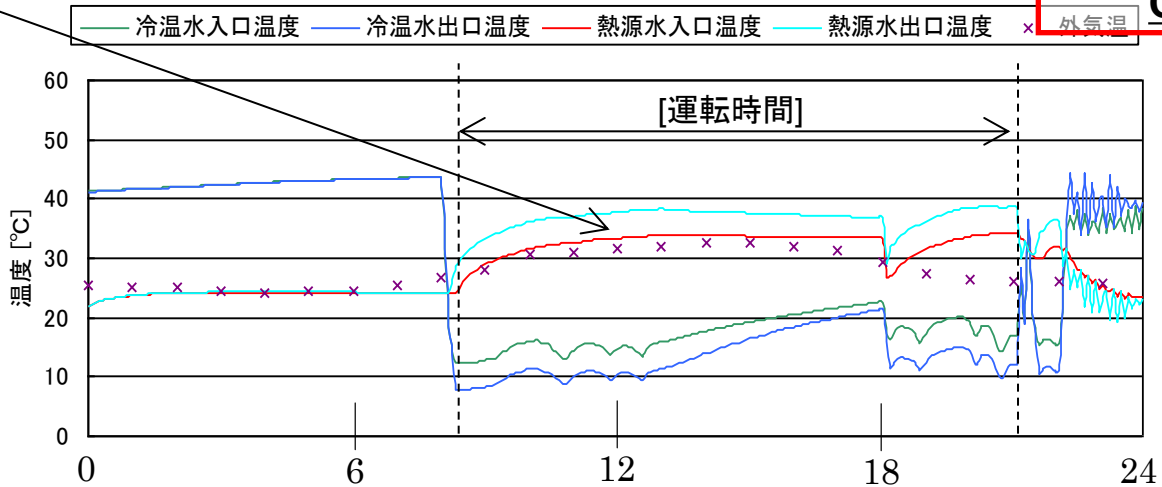
冷水運転推定
COP:3.6

GSHP 出入口水温

給湯予熱運転推定
COP:5.0

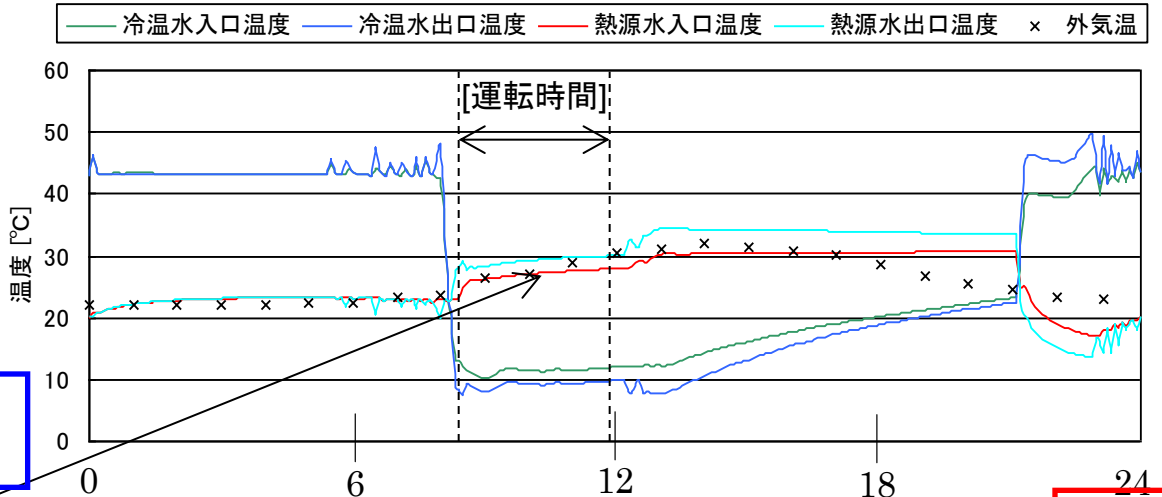
熱源水還水温度が33°Cまで上昇

[改善前]
7/16



[改善後]
8/16

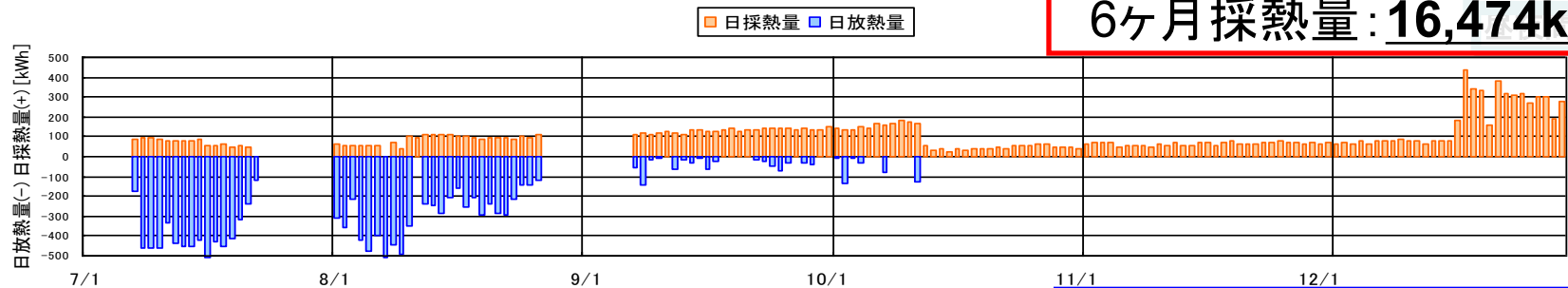
冷水運転推定
COP:4.8



熱源水還水温度が28°Cに回復

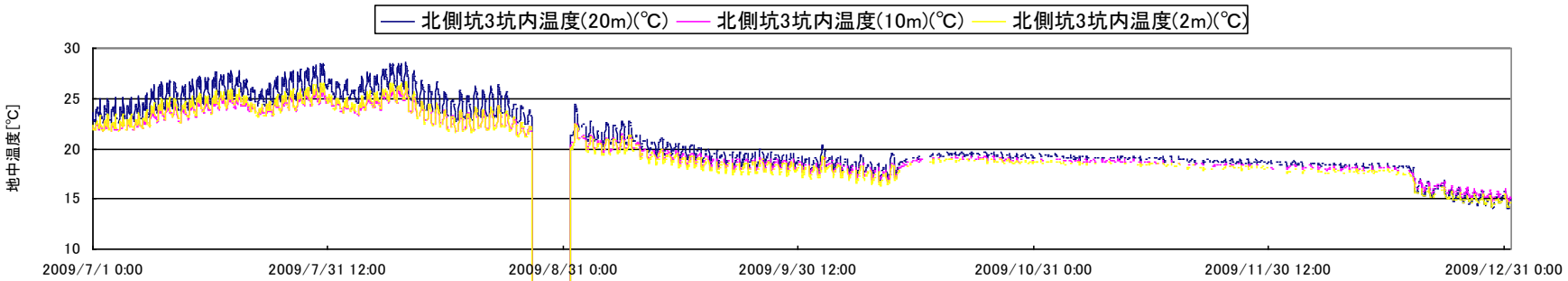
給湯予熱運転推定
COP:4.5

6ヶ月採熱量: **16,474kWh**

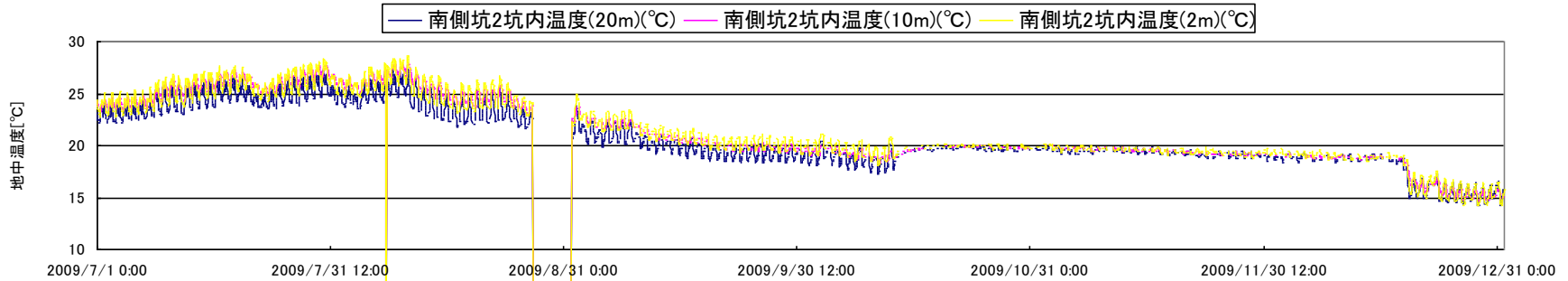


採放熱収支

6ヶ月放熱量: **-14,491kWh**



北側坑内毎時温度変動



南側坑内毎時温度変動

③-2 昼夜間での蓄熱利用

(3)まとめ

- ・竣工直後は設計意図通りに運用されていなかった。
→竣工後の実測検証は必須。コミッショニングレベルまでできるとなおよい。
- ・運用改善後は昼夜間蓄熱の効果が発揮されていた。
→温暖地域で夏季温熱負荷がある場合はシステムとして有効な運用が期待される。
- ・季節間での地中採放熱量もほぼ均衡しており、季節間蓄熱も機能していた。
→年間を通した冷房/暖房高効率運転を実現できた。

総合まとめ

- 1) GSHPシステムは夏季のヒートアイランド現象緩和効果が期待できる。
- 2) 外気温度の上昇傾向は空気熱源システムには大きな影響を与えるが、GSHPシステムにとっては軽微な影響と推察される。
- 3) 「地中蓄熱性」を正しく理解してシステム構築すると効率が改善される。
- 4) 「地中蓄熱性」を更に活用する観点から昼夜間蓄熱も適切に運用すれば高効率なシステム構築が期待される。
- 5) 同様に季節間蓄熱は冷房・暖房双方の効率を向上させる。

総括

地中熱に関する正しい理解



適正な地中熱HPシステムの着実な導入



猛暑でも効率低下しない
熱源システム実現

「正しい理解と着実な導入」が、気候変動が加速する今日において「地中熱利用技術にもとめられること」なのだろう。

おわり

ご清聴ありがとうございました。

事例紹介

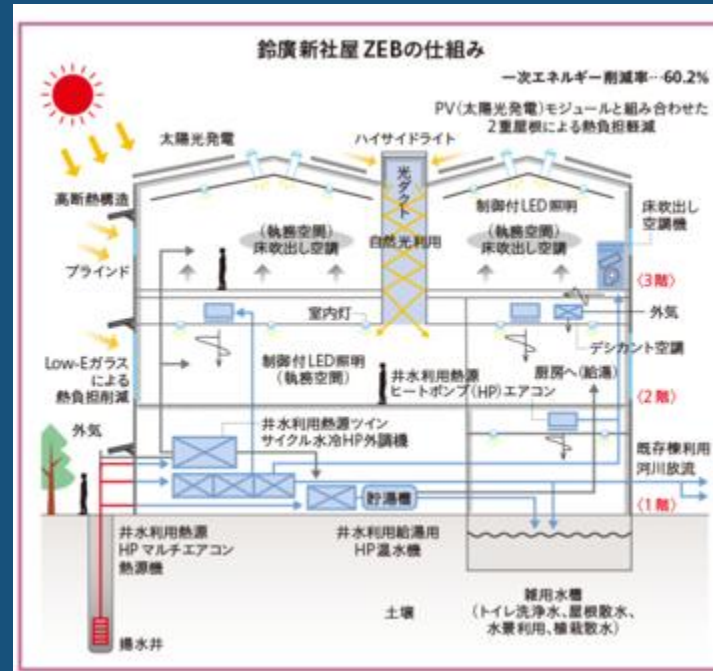
「工場・レストラン・事務所における地中熱利用」

鈴廣蒲鉾本店
廣石 仁志



鈴廣かまぼこ





02

環境への取り組み



再生可能エネルギーへの取り組み



エネルギーの地産地消で地域を元気に

小田原ひのきの活用

資源環境型ビジネス

森づくり活動





地中に眠るエネルギーで空調を変える

地中熱・地下水熱による省エネの実際

1. エネルギー賦存状況

<導入事例>

2. レストランの換気

3. 工場全館の空調

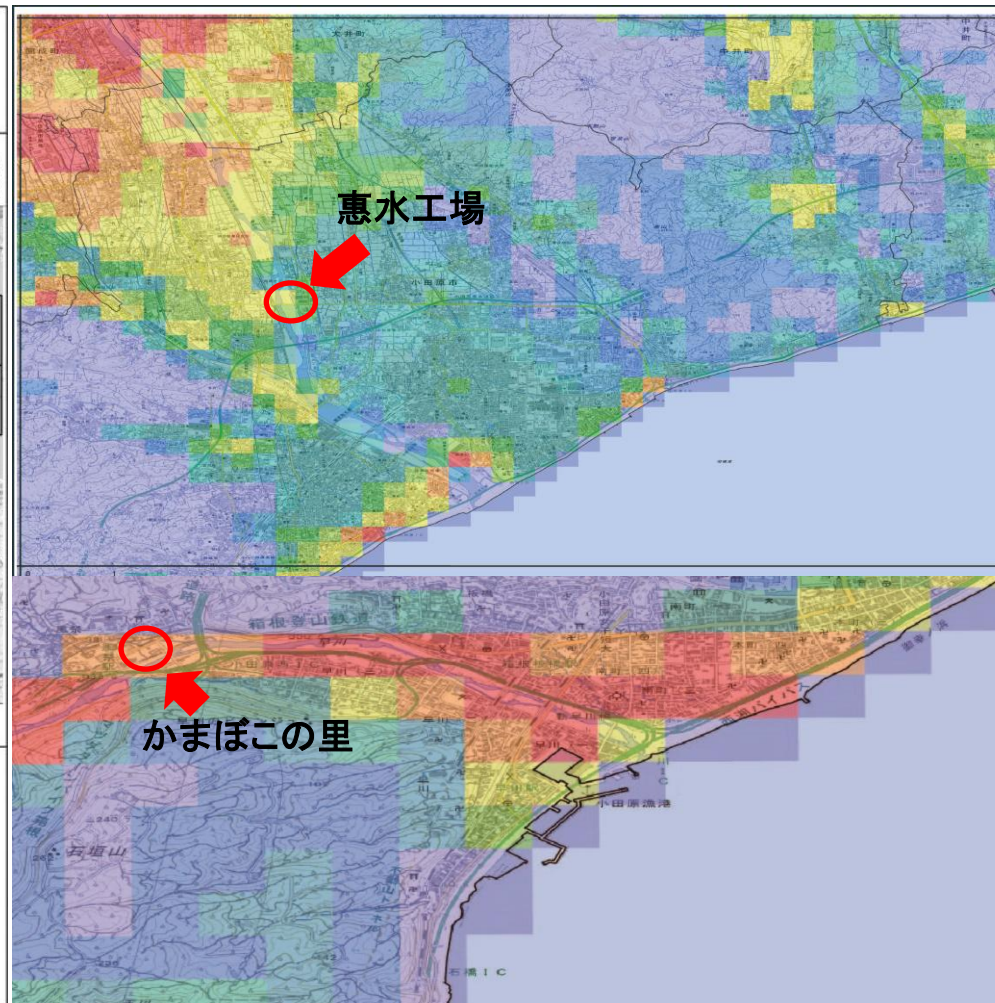
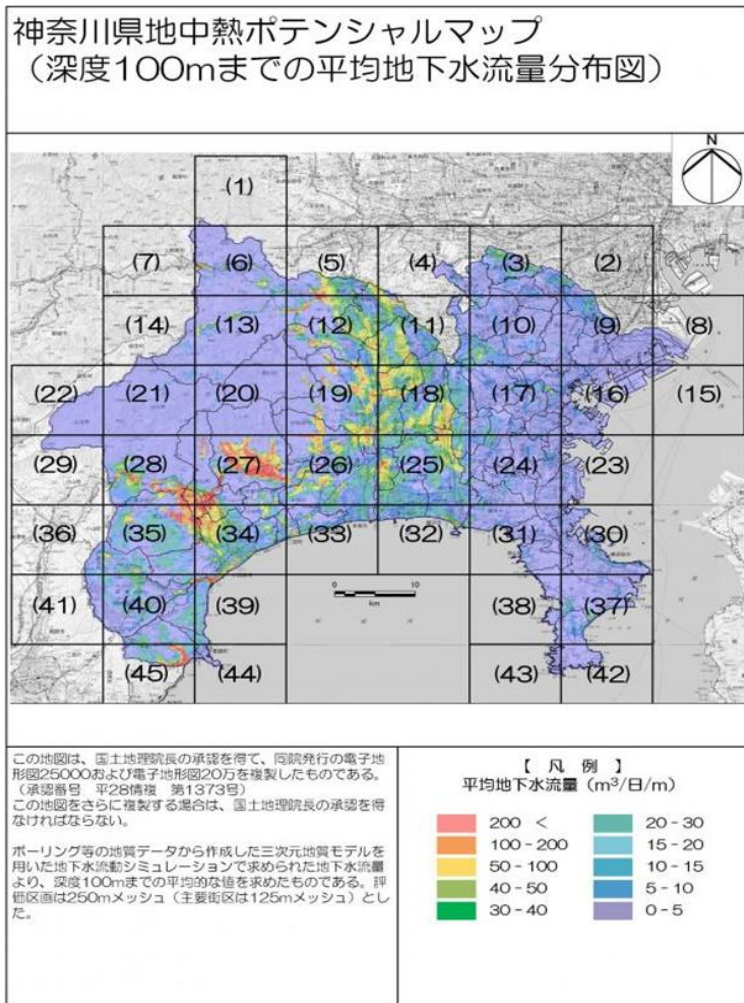
4. 事務所の空調

5. 導入外気の1次処理

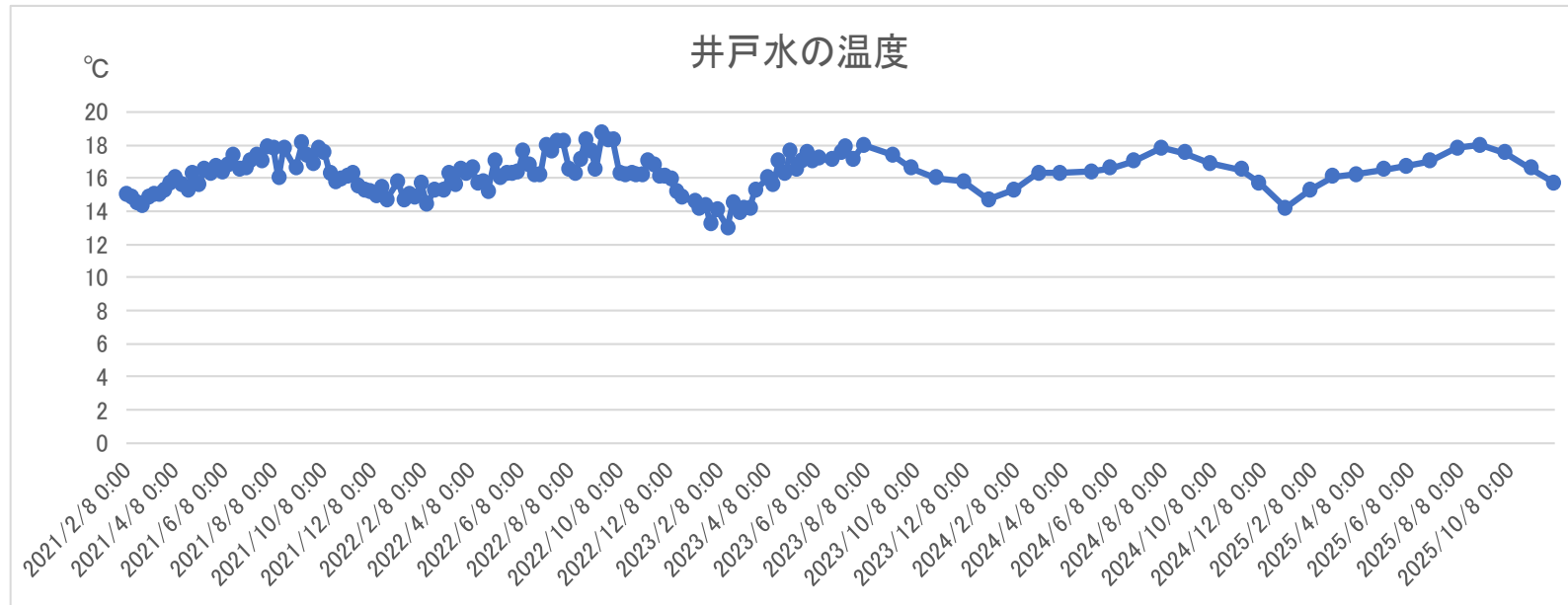


1. エネルギー賦存状況

引用: 神奈川県庁環境農政局 脱炭素戦略本部室 地中熱ポテンシャルマップ(深度100mまでの平均地下水流量分布図)
<https://www.pref.kanagawa.jp/docs/e3g/geothermal/chikasui.html>



① 地下水の温度推移



2. えれんなごっそ（ビュッフェ形式レストラン）換気の導入事例



① 地中熱換気システム・マイクロコージェネレーションシステム 概略図

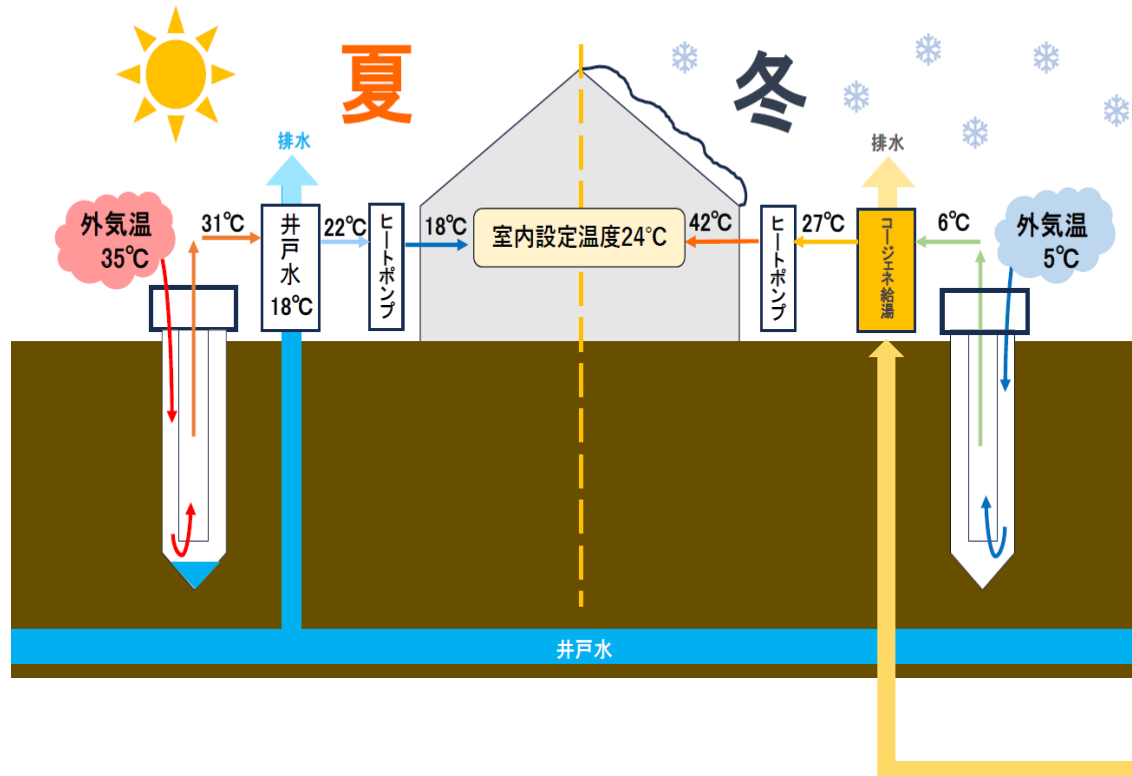


地中熱利用換気システム 2014年1月導入

※再生可能エネルギー熱事業者支援対策事業費補助金 (2013年度 補助率1/3)

- ・換気システムとして導入。
- ・地中熱と井戸水を利用したハイブリッドシステム

えれんなごっその換気システム



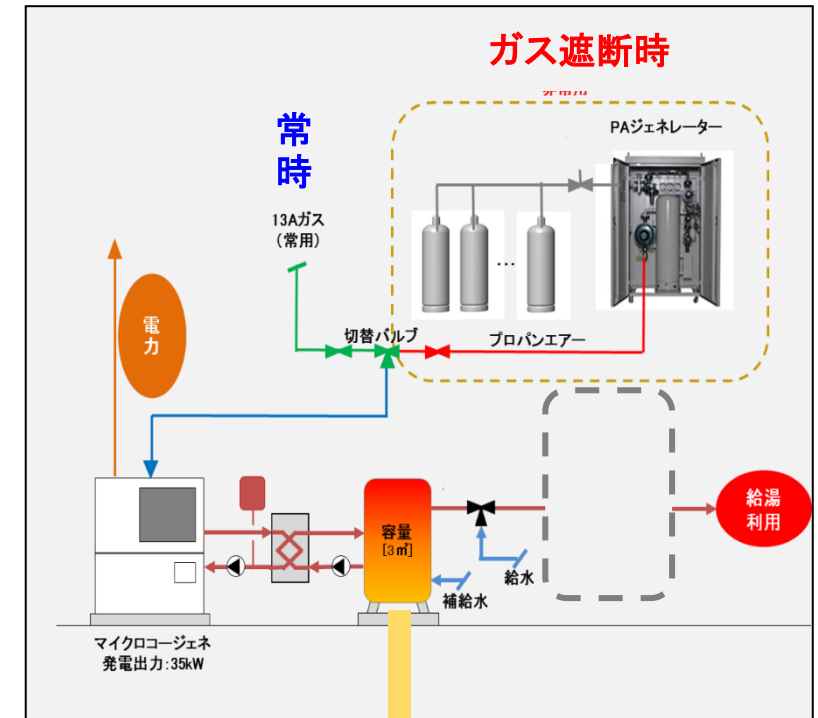
<概略図>

マイクロコージェネレーション(35kw)

※分散型電源導入促進事業費補助金 (2014年度 補助率1/3)

- ・通常時;ピークカット
- ・非常時;非常用電源

<システムフロー図>

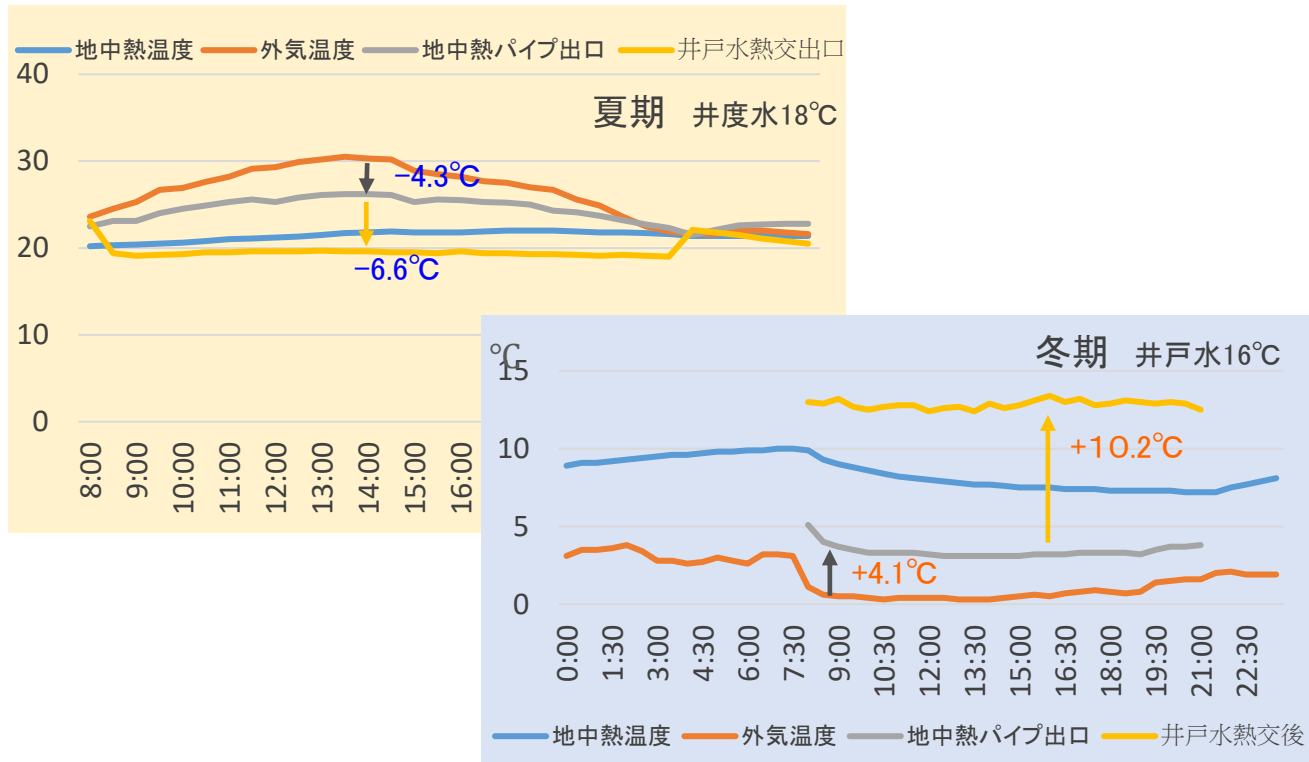


暖房期は温水供給

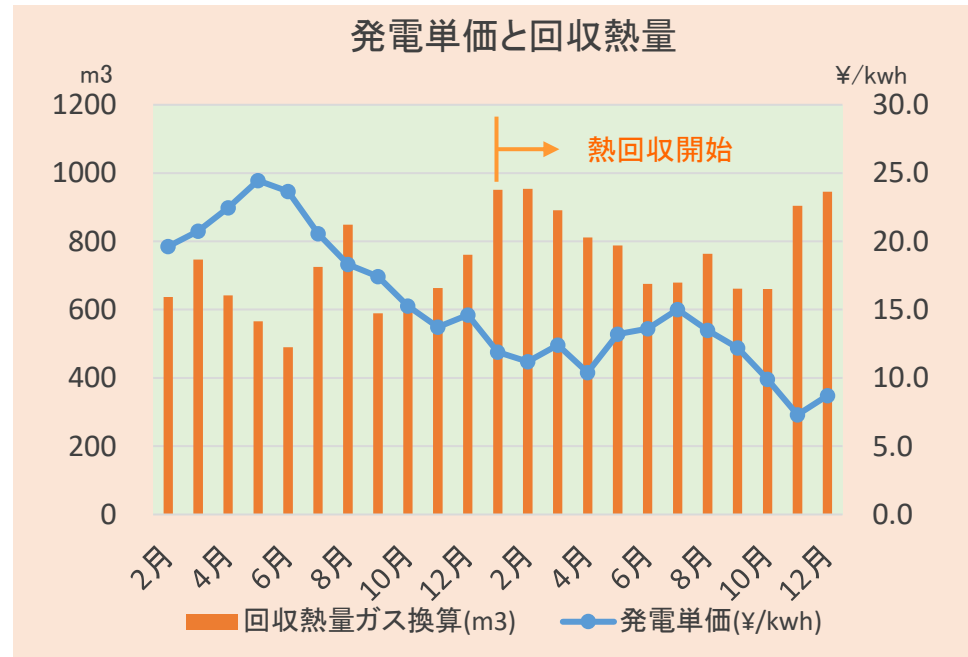


② 導入効果

地中熱利用換気システム



マイクロコージェネレーション(35kw)



—導入効果—

電気削減量 60,000kwh/年 14%削減
 CO2削減 27t-co2/年
 経済効果 1,300千円/年 (2014年)
 投資回収年数 10年

—導入効果—

コージェネレーション

・暖房期に排熱回収で生成されたお湯は地中熱換気システムへ供給

熱回収率 64%→92%

発電電力単価 ¥14/kwh→¥10/kwh

(削減率28%、買電価格¥22/kwh (2015年))

・35kwピークカット

3. 恵水工場全館空調の導入事例





① 地下水熱利用HP冷温水発生機導入経緯と概略図

(1) 経緯

- ・ガス炊き吸収式冷温水発生器の不具合多発。
導入後21年経過
- ・システムエネルギー効率が20%低下していた。

(2) 考慮したこと

- ・熱源をガスからメンテナンス性の良い電気へ変更する。
- ・ランニングコストの低減。
- ・更新機器がオーバースペックにならないようにする。
- ・契約電力を上昇させない。
- ・補助金の活用。

※再生可能エネルギー事業者支援事業費補助金 地中熱利用(2016年度 補助率1/3)

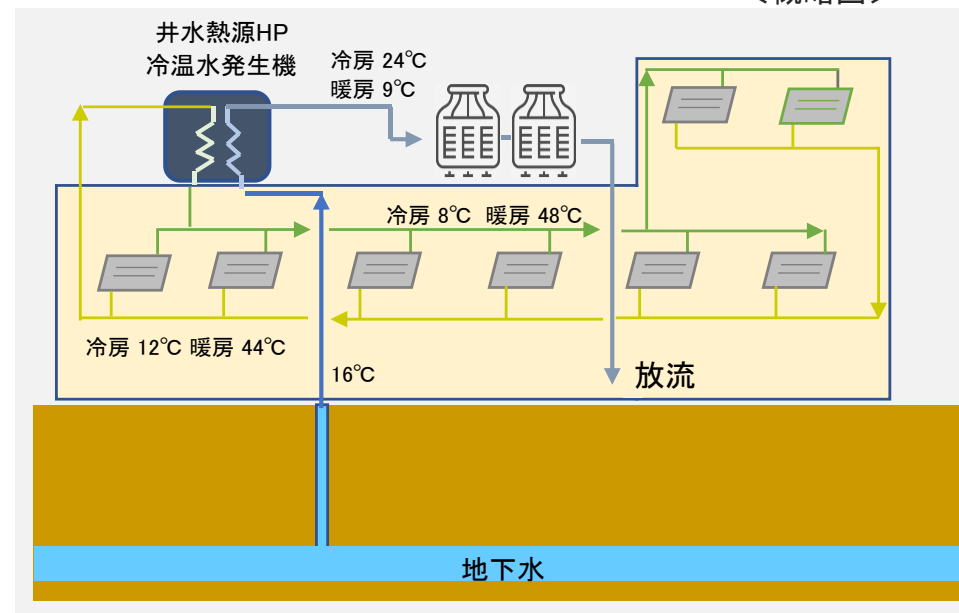


フィージビリティ・スタディ

- ・地中熱(井戸水)の利用が適する
- ・休止井戸を活用
- ・熱源のみの更新ファンコイルは既存流用
- ・デマンド警報出力による冷凍機出力の力制御
- ・冷凍機→インバーター制御
- ・冷却水ポンプ→流量制御

2017年1月導入

<概略図>





② 導入効果

ガス炊吸収式冷温水発生機



電気設備容量 63kwh/2台
+都市ガス



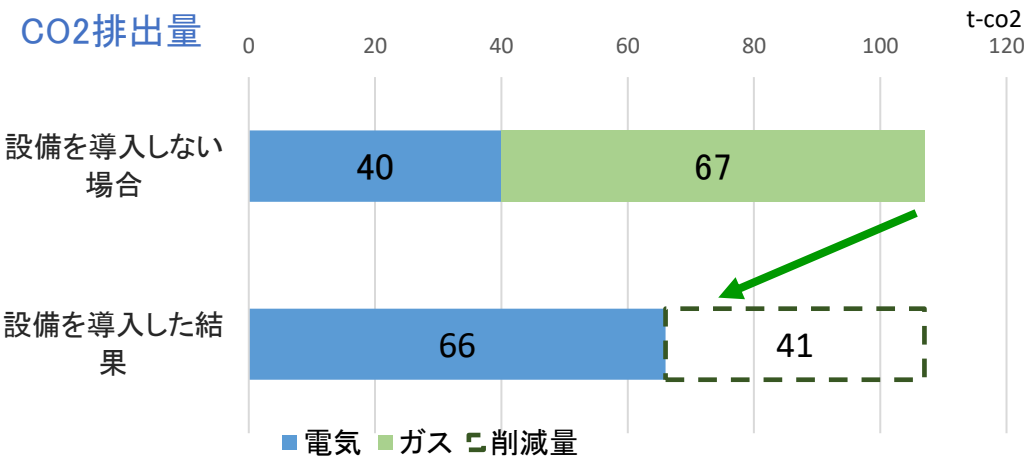
井戸水熱源HP冷温水発生機



電気設備容量 155kwh/2台

- ・CO2排出量 38%削減。
- ・熱源排水のカスケード利用
冷却塔3台の補給水⇒水処理剤削減。
- ・クーリングタワー撤去⇒洗浄労務負担削減。
- ・デマンド制御 ⇒ 契約電力の見直しなし。

経済効果 3,670千円/年(2017年)
投資回収年数 15.4年



4. 本社事務所空調の導入事例

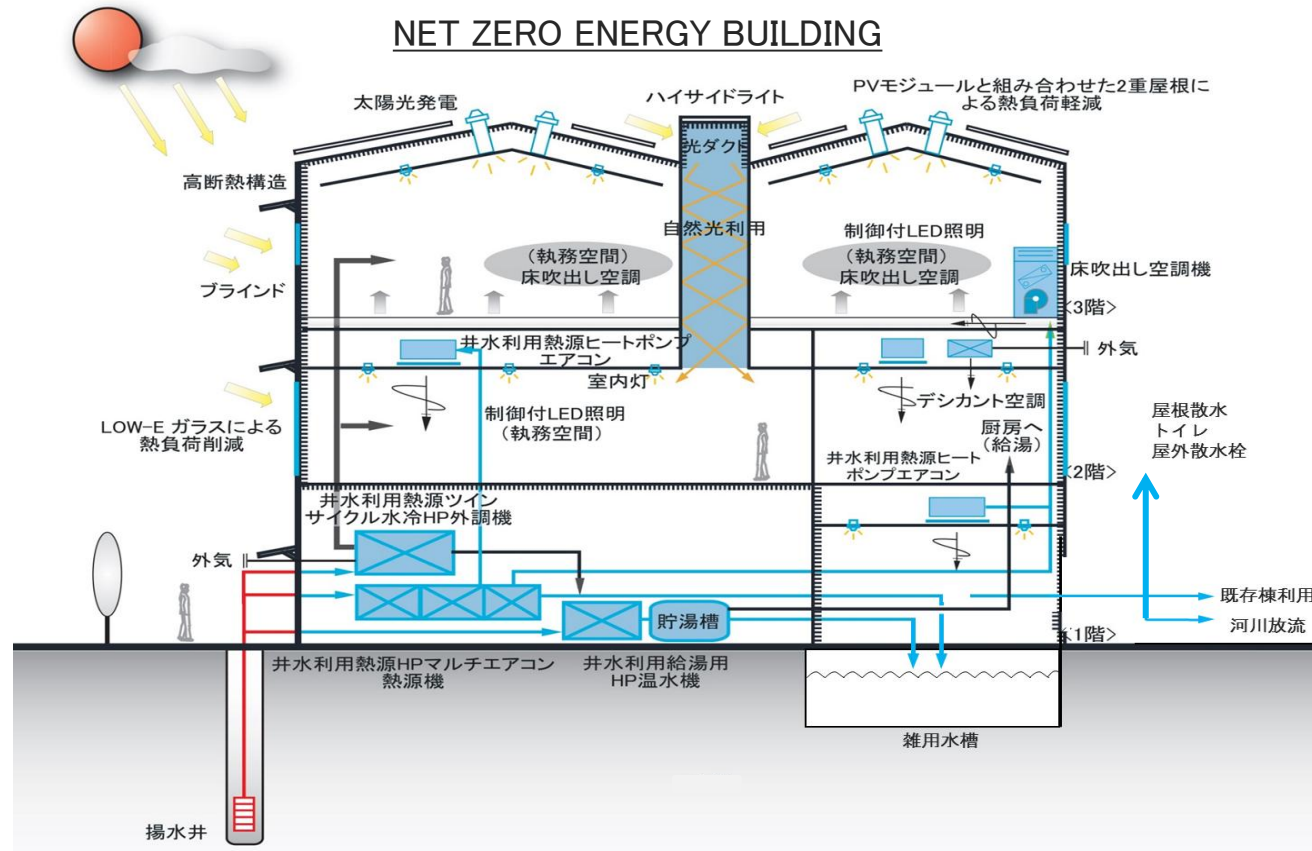


① 本社空調概略図

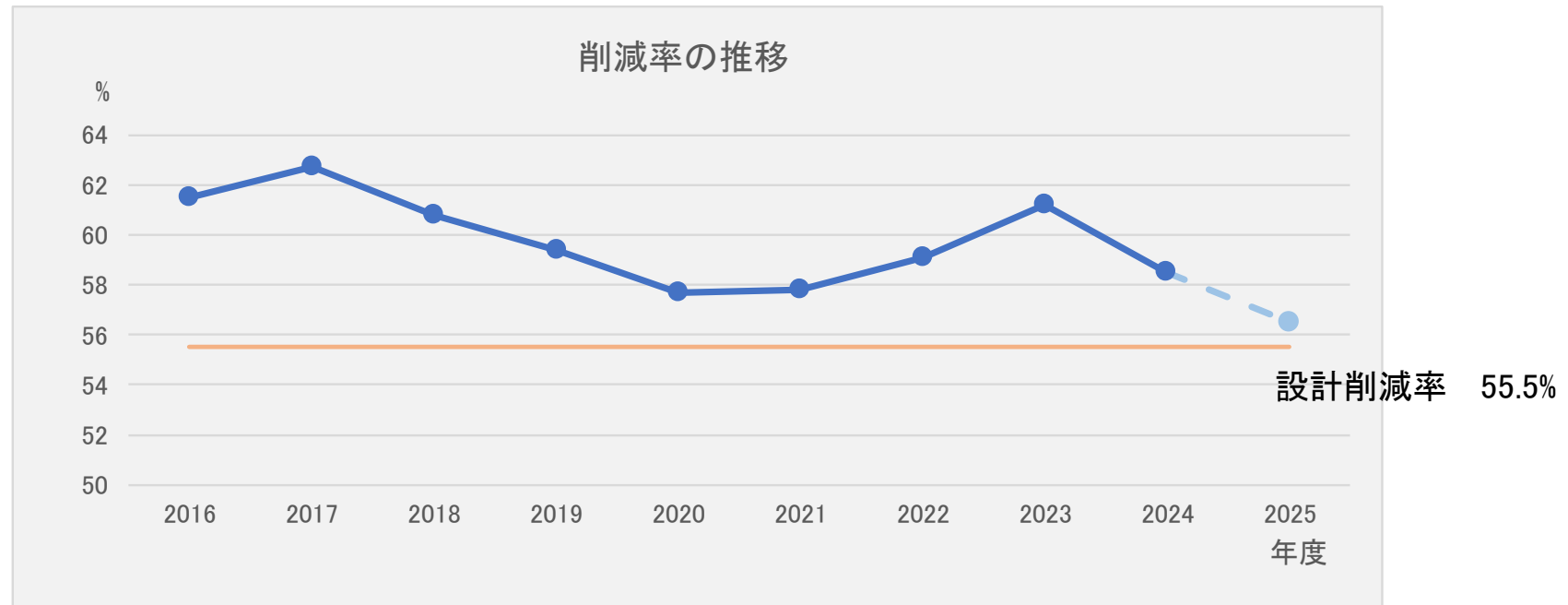


※ZEB実証事業補助金(2014年度採択 補助率2/3)

<概略図>



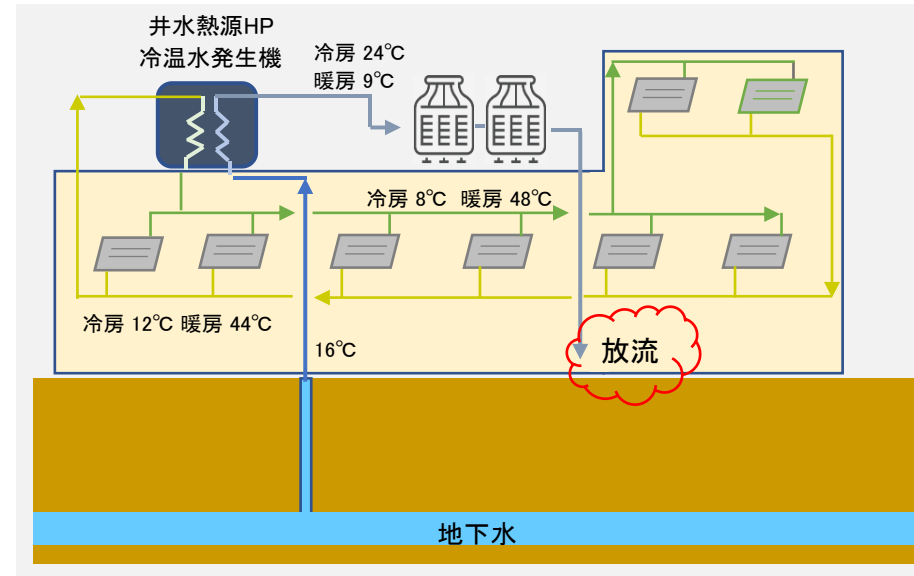
② 導入効果



5. 導入外気の1次処理



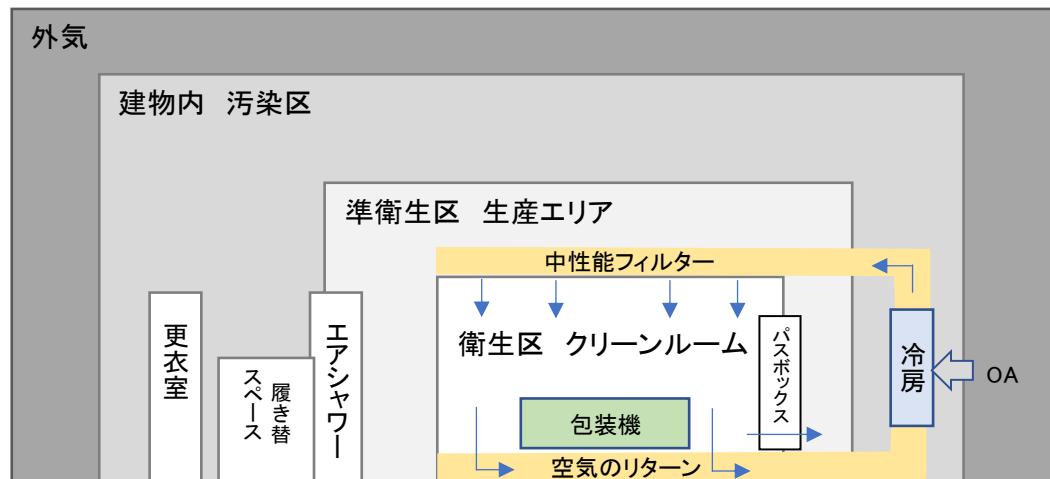
恵水工場 包装場クリーンルーム導入外気負荷処理の軽減



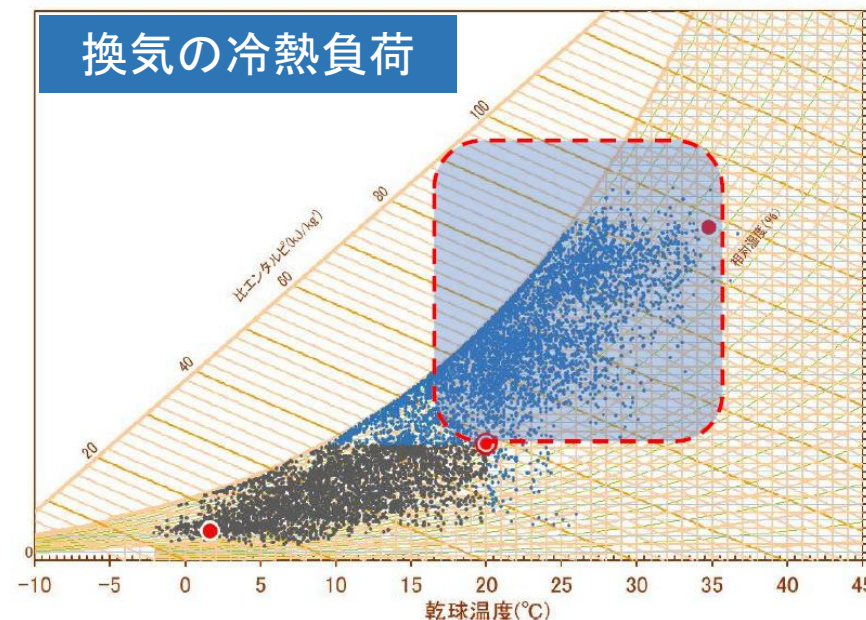


① 導入外気の現状把握

<概略図>



- ・室内温度 20°C
- ・第2種換気(陽圧)
- ・導入外気
 - 風量 102m³/分
 - 圧力 397Pa
 - 稼働時間 8,760h/年



室温 20°C
24時間運転の換気負荷4,905時間
が冷房負荷となる

② シミュレーション



シミュレーション 結果

気象データプロット

地点 **小田原**

対象年 **24年度** 年

空調開始 **0** 時

空調停止 **24** 時

- 設計外気条件 (国交省 建築設備設計基準 令和3年度版)

夏 乾球温度 34.8 °C 相対湿度 58 % 絶対湿度 20.6 g/kg' 比エンタルピ 87.8 kJ/kg'

冬 乾球温度 1.7 °C 相対湿度 41.7 % 絶対湿度 1.8 g/kg' 比エンタルピ 6.2 kJ/kg'

- 設計室内条件

| 乾球温度 | 相対湿度 | 絶対湿度 | 比エンタルピ | 露点温度 |
|----------------|-------------|-----------|-------------|--------|
| 20.0 °C | 50 % | 7.2 g/kg' | 38.4 kJ/kg' | 9.1 °C |

- 外気負荷の算出

冷却・除湿負荷 **39,916** kW/年 (1,000m³/hあたり) 対象時間数 **4,905** 時間

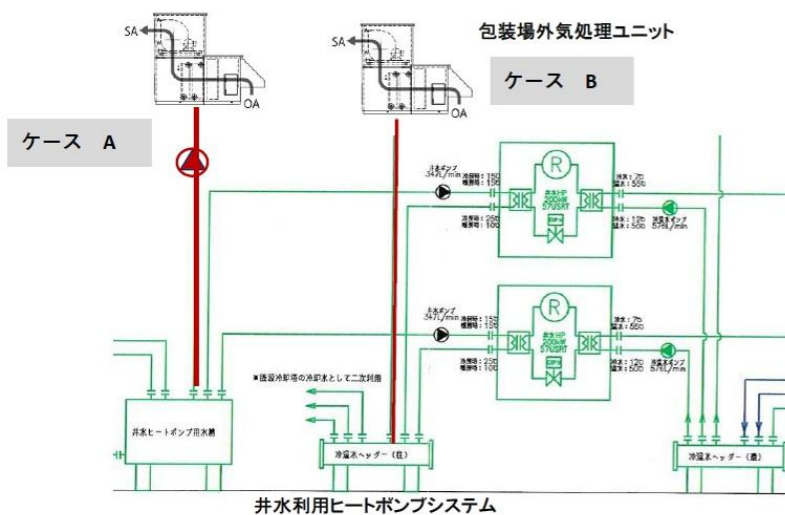
換気冷却負荷合計 39,916kwh × 4.5 = 179,622 kWh/年
包装場年間負荷 117,579kwh × 2.71 = 318,639kWh/年
換気負荷率 56.4%



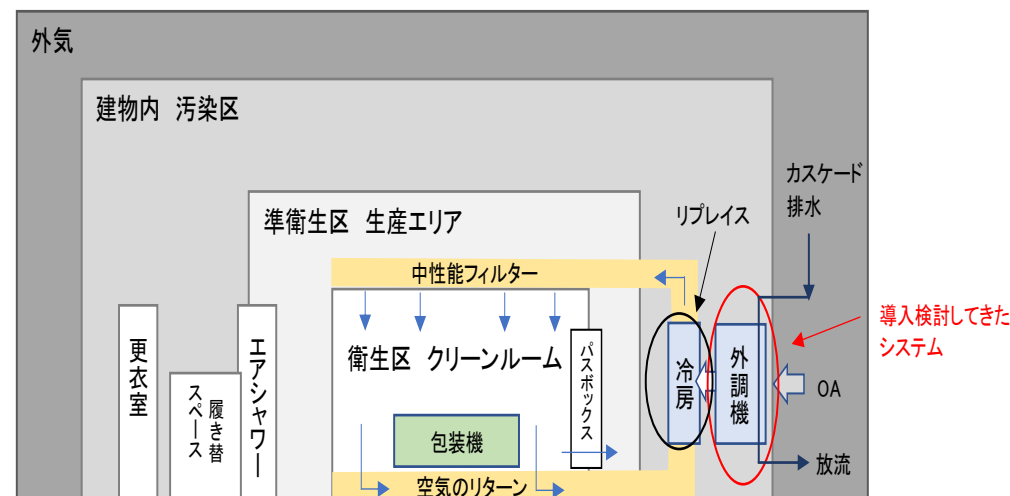
③ 導入外気負荷処理軽減システムの検討

包装場の空調システムを 導入外気処理の井水利用システムへ変更することを検討し 省エネルギー化を目指す

<検討したシステム>



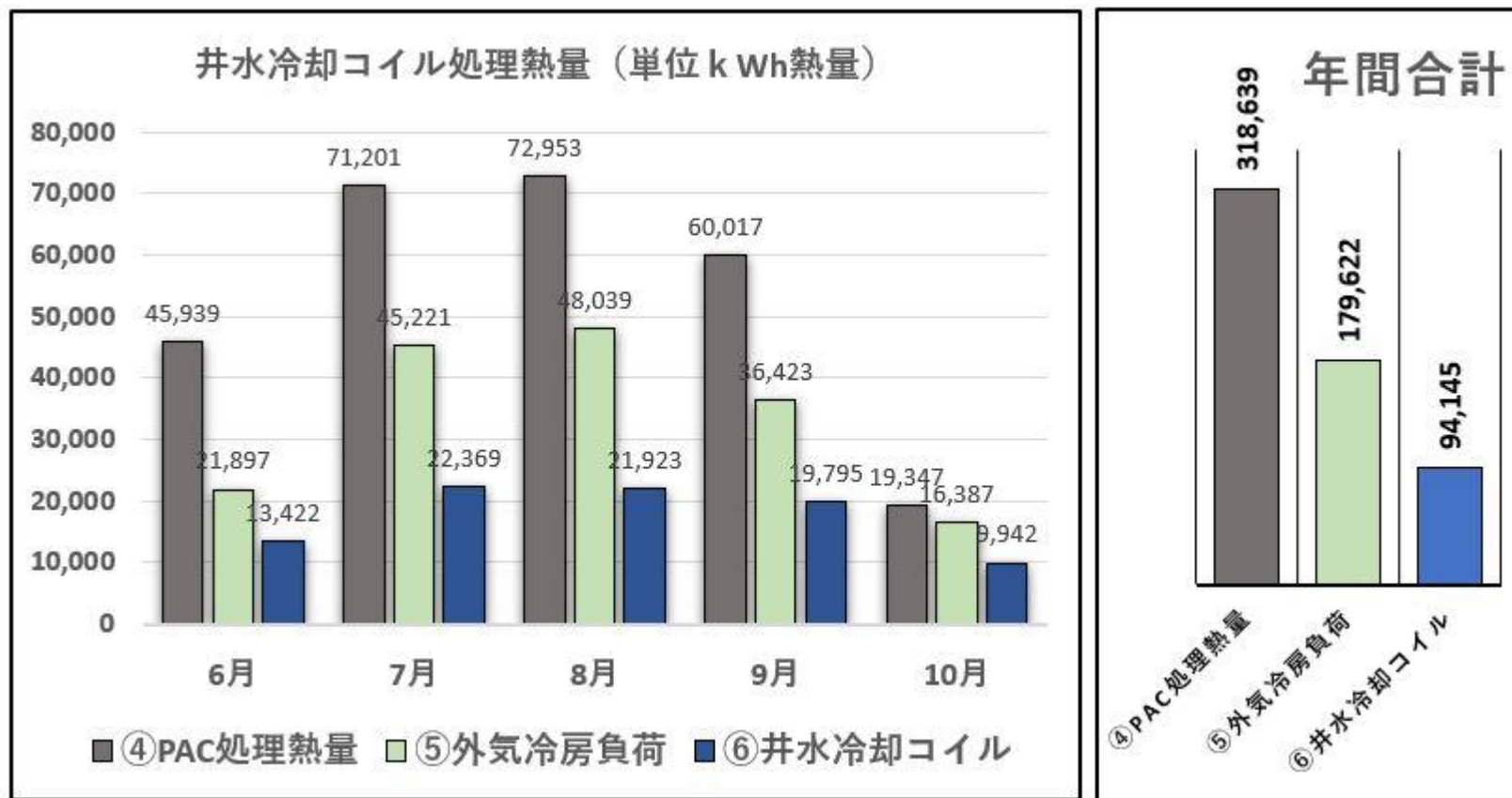
<概略図>



| 検討項目 | 供給水 | 効率 | 費用 | エネルギー | その他 |
|------|---------|----|------|-------|-----------|
| ケースA | 井戸水原水 | 高 | 高 | 増エネ | 任意で供給停止可能 |
| ケースB | カスケード排水 | 低 | やや安価 | 省エネ | 空調停止で供給停止 |



④ 導入効果 (ケースB24時間運転)





④ SII 特設WEBサイト掲載 <省エネ診断事例>

令和6年度補正 地域エネルギー利用最適化・省エネルギー診断拡充事業 省エネ診断・伴走支援

小田原箱根商工会議所

鈴廣かまぼこ株式会社

神奈川県小田原市/製造業

従業員数 200名

令和6年度補正予算
伴走支援
47,850 円

事業概要

水産練り製品事業・魚肉たんぱく加工事業を中心に、原料開発・企画・研究・製造・販売・店舗開発・飲食レストランや体験型博物館の運営など多角的な事業を展開する会社です。

事業所全体の省エネ効果

エネルギー削減量
(原油換算値)
8.3 kJ/年

CO₂削減量
14.5 t-CO₂/年

費用削減額
100.6 万円/年

※各欄は、下記の設備内蔵の合計にて公表しています。

登録診断機関からのコメント

本伴走支援は以下2つのフェーズに分けて実施しました。

1. 包装場の空調システムを導入外気処理の井水利用システムへ変更することを検討し、省エネルギー化を目指す。
2. 補助金申請に必要な同システムおよび更新パッケージエアコンの導入効果を求めるツール（独自）の作成を行い、37,137kwh/年の電力量削減、原油換算値8.3 kJ/年を削減する試算を得る。

導入外気処理の井水利用システムを検討

- 包装場は高清潔区域で第2種換気のため、従来の空気・空気熱交換器が適用できない環境です。そこで、冷却コイルを用いた井水直冷方式の空調導入を中心に、システム設計・設備構成・計算ツール・運用評価を総合的に検討しました。
- 本計画にもとづき構築したシミュレーションツールを用いて、包装場の外気処理における井水冷却システムの効果を定量的に評価。
- 運転時間を365日24時間としたケースAと、既存空調機とその配管を活用し、365日8～20時間（既存空調の運転時間）としたケースBを比較した結果、ケースAの削減率は75.6%、ケースBの削減率は30.1%となり、24時間運転による熱利用の優位性が明らかとなりました。

| | 冷却負荷の 年間合計 (kWh) | 冷却コイル処理熱量の 年間合計 (kWh) | 削減率 (%) |
|------|---------------------|--------------------------|------------|
| ケースA | 186,000 | 140,688 | 75.6 |
| ケースB | 108,364 | 32,590 | 30.1 |

導入効果を求めるツール（独自）の作成と効果の算定

- 検討結果をもとに、活用を検討していた補助金の省エネルギーに関する技術データの提供を行いました。
- 具体的には、井水利用に加え、当事業所は食品工場特有の条件（低温設定、外気導入による高清潔域の圧力制御、24時間運転）を有しているため、標準的な空調算出ツールでは対応が困難でした。そのため、当該補助事業の効果算定ガイドラインを踏まえ、独自の算出ツールを用いて効果の算定を行いました。

事業者様の声

老朽化した空調を更新することによりどれだけの効果が出るのか、具体的に検証するために支援を受けました。設備更新についてはいくつかのパターンを提示してもらい、より効果の高い方法を選択し、設備更新を決定することができました。



出来ることから一歩ずつ

小さな現実を積み重ね

大きな成果を目指して

取り組んでいます

2026年 1月 鈴廣かまぼこ株式会社



事例紹介

「物流倉庫における地中熱利用」

ミサワ環境技術株式会社
進堂 晃央

第5回全国地中熱フォーラム

—猛暑時代の地中熱空調—

物流倉庫における地中熱利用

発表者：ミサワ環境技術(株)進堂晃央

目次

1. はじめに
2. 物流施設が直面する課題
3. ロジクロス名古屋みなどの施設概要
4. 空調熱源システムの概要
5. 設計段階での主な取り組み
6. 施工状況
7. その他物流施設への導入事例
8. まとめ

目次

1. はじめに
2. 物流施設が直面する課題
3. ロジクロス名古屋みなどの施設概要
4. 空調熱源システムの概要
5. 設計段階での主な取り組み
6. 施工状況
7. その他物流施設への導入事例
8. まとめ

はじめに

地中熱利用の意義と国内導入の課題



出典: 南三陸町 地中熱利用パンフレット

😊 導入のメリット

省エネ・脱炭素

高効率運転により消費電力を抑制し、ランニングコスト削減とCO2排出量削減に寄与

環境改善

外気へ排熱を出さないため、都市部のヒートアイランド現象の緩和に貢献

😞 普及を阻む最大の課題

高額なイニシャルコスト

一般的な空調設備と比較して、導入費用が高額

目次

1. はじめに
- 2. 物流施設が直面する課題**
3. ロジクロス名古屋みなとの施設概要
4. 空調熱源システムの概要
5. 設計段階での主な取り組み
6. 施工状況
7. その他物流施設への導入事例
8. まとめ

物流施設が直面する課題

課題①

社会的要請「グリーン物流」

脱炭素（カーボンニュートラル）への急務

- ✓ サプライチェーン全体でのCO2排出量削減要請
- ✓ エネルギー価格高騰によるランニングコスト増大
- ✓ 荷主・企業からの選定基準としての「環境性能」

課題②

現場の課題「労働環境の改善」

深刻化する「暑さ」と「人手不足」

- ✓ 近年の猛暑による庫内温度の上昇（熱中症リスク）
- ✓ 「2024年問題」を背景とした人材確保難
- ✓ 「選ばれる倉庫」になるための快適な作業空間提供

解決の鍵

これらを同時に解決する「地中熱利用」に注目！！

- ✓ 大空間でも高効率・省エネな空調システム。
- ✓ 安定した熱源による快適性の確保。

目次

1. はじめに
2. 物流施設が直面する課題
- 3. ロジクロス名古屋みなどの施設概要**
4. 空調熱源システムの概要
5. 設計段階での主な取り組み
6. 施工状況
7. その他物流施設への導入事例
8. まとめ

ロジクロス名古屋みなとの施設概要

| | |
|------|----------------------------|
| 名称 | ロジクロス名古屋みなと |
| 場所 | 名古屋市港区品川町 |
| 施主 | 名古屋みなとデベロップメント特定目的会社 |
| 設計 | (株)三菱地所設計 |
| 監理 | (株)フクダ・アンド・パートナーズ / (株)フジタ |
| 施工 | (株)フジタ |
| 構造規模 | 地上4階建て 柱RC・梁S造 |
| 延床面積 | 約125,200㎡ |



ロジクス名古屋みなとの施設概要

先進技術の採用

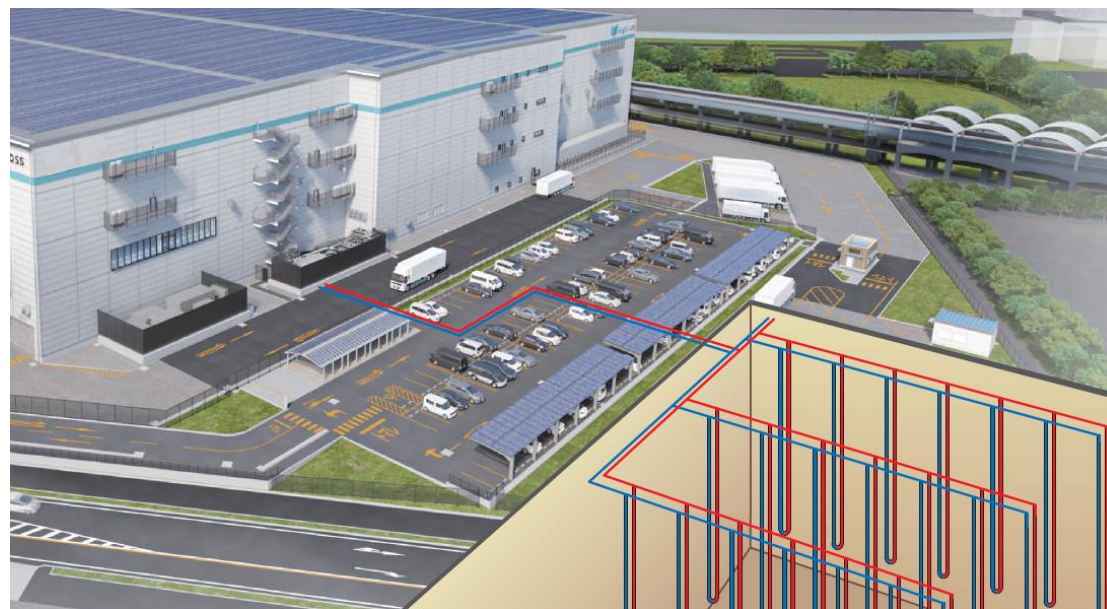
地中熱空調 × 壁面太陽光発電

トータルでのCO2削減

ランニングコスト（運営時） + エンボディドカーボン（建設時等）の両面からアプローチ

新たな価値の創出

日本初の国際認証（Living Future）取得へ
地域と働き手に優しいサステナブル設計

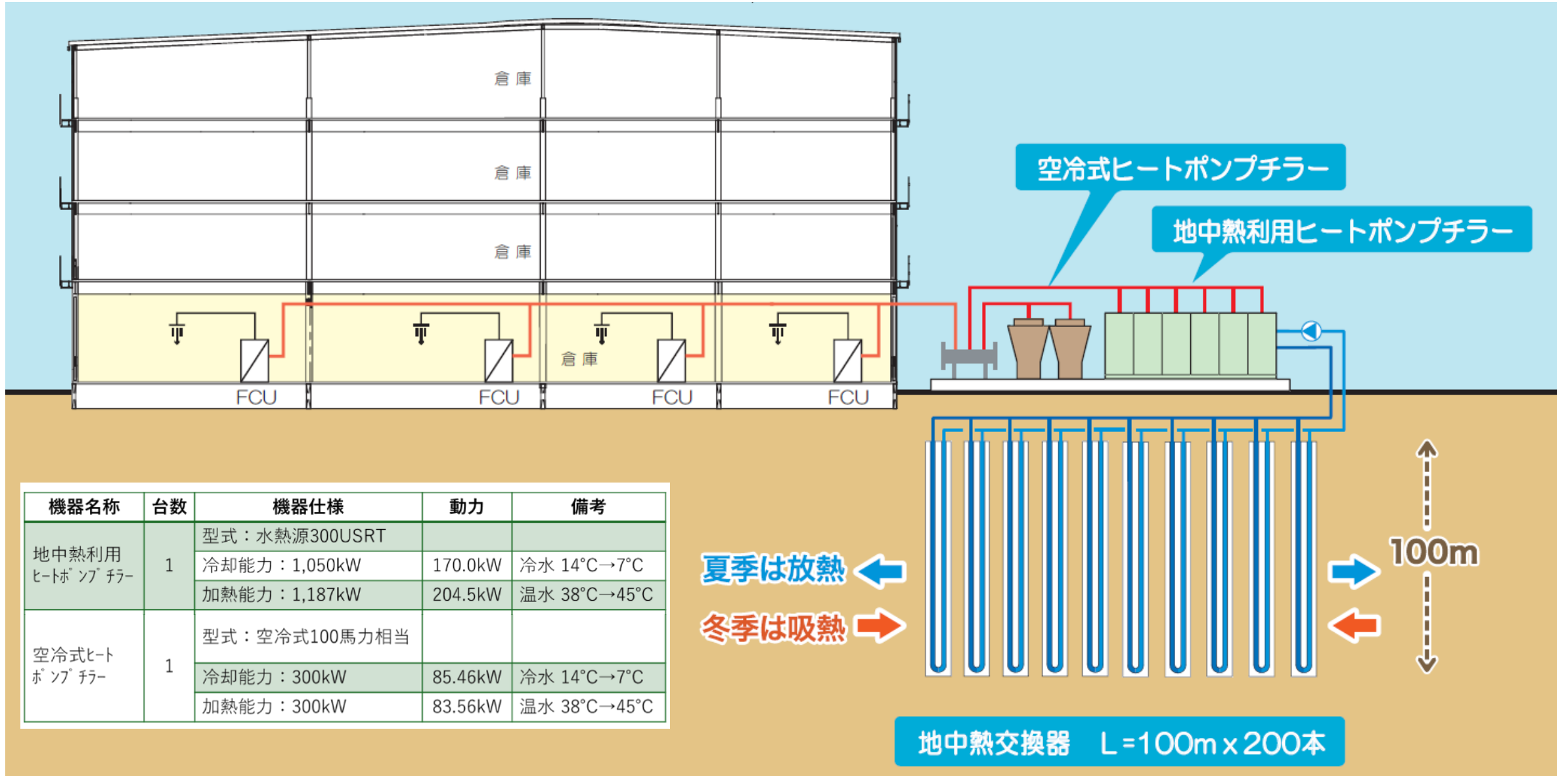


国内最大規模の地中熱利用システムを導入

目次

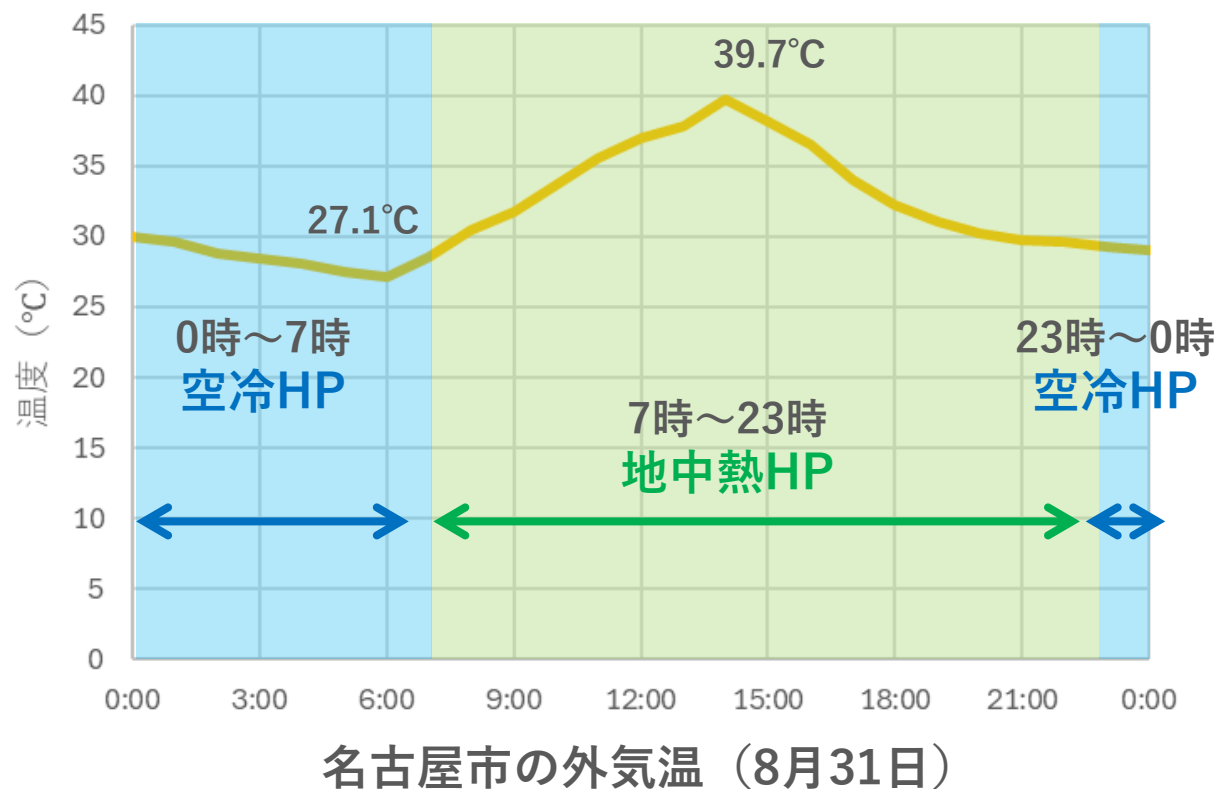
1. はじめに
2. 物流施設が直面する課題
3. ロジクロス名古屋みなどの施設概要
- 4. 空調熱源システムの概要**
5. 設計段階での主な取り組み
6. 施工状況
7. その他物流施設への導入事例
8. まとめ

空調熱源システムの概要



空調熱源システムの概要

地中熱HPと空冷HPの使い分け



昼間: 07:00 ~ 23:00 (16h)

- ✓地中熱ヒートポンプチラー (ON)
- ✓外気温が上昇 (35°C以上になることも)
- ✓空冷式の効率が悪化。
- ✓少ない電力で大きな冷却効果が得られる (高COP)
- ✓ピーク電力の抑制にも貢献。

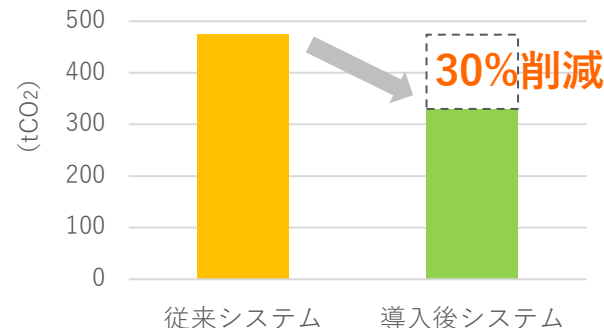


夜間: 23:00 ~ 07:00 (8h)

- ✓空冷式ヒートポンプチラー (ON) / 地中熱 (OFF)
- ✓外気温が低下し、空冷式の効率が良くなる
- ✓外気温が下がれば空冷式でも高効率運転が可能
- ✓地中熱を止めることで、地中温度の回復を促す



CO₂排出量(計画値)



エネルギー効率の「良いところ取り」

目次

1. はじめに
2. 物流施設が直面する課題
3. ロジクロス名古屋みなどの施設概要
4. 空調熱源システムの概要
5. **設計段階での主な取り組み**
6. 施工状況
7. その他物流施設への導入事例
8. まとめ

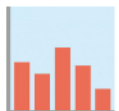
設計段階での主な取り組み

最大の課題「初期投資」を克服する2つのアプローチ



設計精度向上のため熱応答試験を実施

【技術的最適化】熱応答試験（TRT）の実測
机上の計算ではなく、実測データに基づく設計で「安全率（余裕）」を削ぎ落とし、
地中熱交換器の本数・長さを最適化



多様なケーススタディによる最適システムの構築

【システム最適化】ハイブリッド運用のシミュレーション
「地中熱100%」にこだわらず、空冷とのベストミックスを検証し、過剰投資を防ぐ

設計段階での主な取り組み

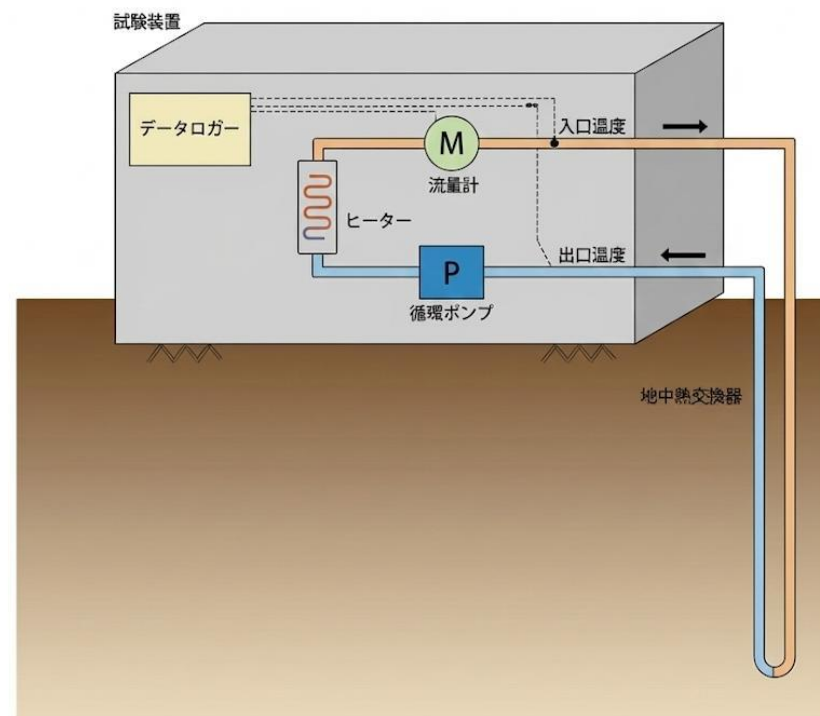
設計精度向上のため熱応答試験を実施

一般的な地質データ(机上計算)では安全率を大きく取り、地中熱交換器の本数が過剰になりがち、、、。

試験の目的: 地盤特性の正確な把握
(地盤特性: 地中温度、有効熱伝導率、熱抵抗)

熱応答試験の手順

- ① 地中温度測定
- ② 温水循環試験: 60時間以上
- ③ 温度回復試験: 72時間以上
- ④ 試験結果の解析

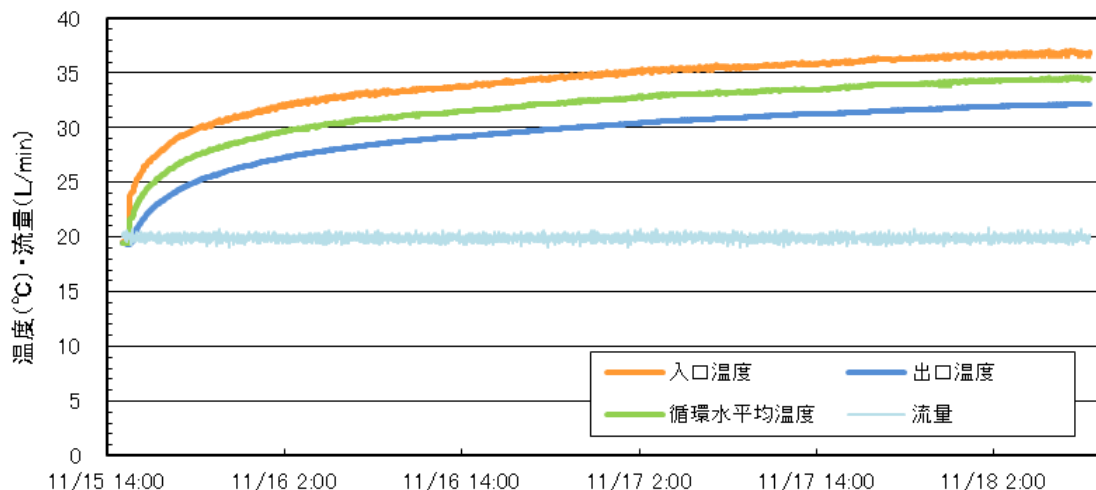


「推測」を「実測」に置き換えることで、無駄のない適正な地中熱交換器の本数算出

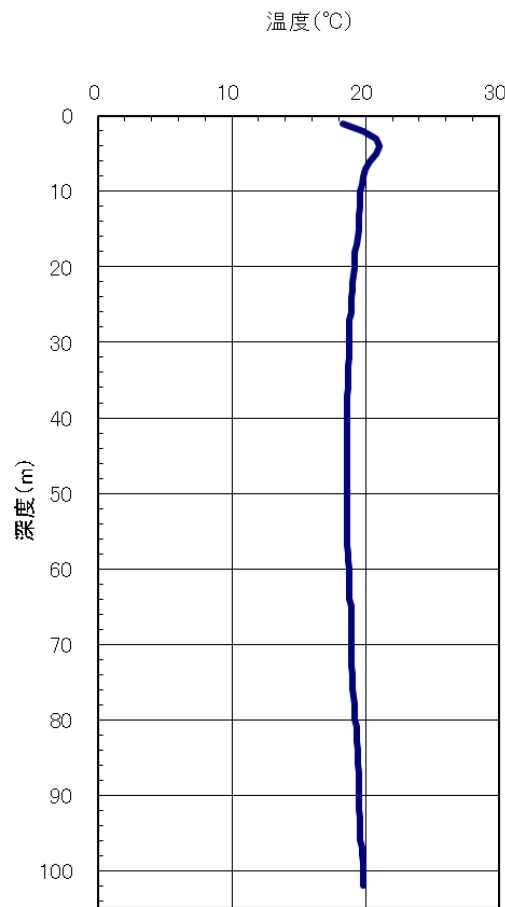
設計段階での主な取り組み



設計精度向上のため熱応答試験を実施



| 試験結果 | |
|------------|--------------|
| 平均地中温度 | 19.0°C |
| 地盤の有効熱伝導率 | 1.76 W/(m・K) |
| 地中熱交換器の熱抵抗 | 0.061 m・K/W |



| 標高 | 層厚 | 深 | 柱 | 土 | 色 | 記 |
|-----|-------|--------|---|--------|----|--|
| (m) | (m) | (m) | 状 | 質 | 調 | 事 |
| | | | 図 | 区 | | |
| | 1.50 | 1.50 | | 埋土 | 埋土 | |
| | | | | 砂 | | 砂を主体とする。 GL-7m~8m間、貝混り砂。 GL-22m~27m間、シルトを挟む。 |
| | 25.50 | 27.00 | | シルト混り砂 | 灰色 | 砂とシルトの互層。 |
| | 37.00 | 64.00 | | 砂礫 | | 砂礫を主体とする。 |
| | 10.00 | 74.00 | | シルト | | シルトを主体とする。 |
| | 13.00 | 87.00 | | 砂礫 | | 砂礫を主体とする。 |
| | 7.00 | 94.00 | | シルト混り砂 | | 砂を主体とする。 GL-98m~100m間、シルトを挟む。 |
| | 11.00 | 105.00 | | | | |

設計見直し

冷房能力・熱源水温度を再評価
 地中熱交換器の必要本数を削減
 100m × 200本に決定

地中熱交換器の最適化 → 初期コストを大幅削減

設計段階での主な取り組み

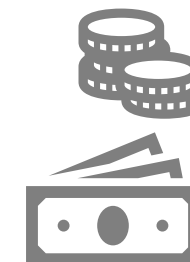


多様なケーススタディによる最適システムの構築

ハイブリッド運用の多角的な検討を通じ、空冷式との最適な熱源ミックスを導出
 地中熱100%にこだわらない設計で過剰投資を回避し、経済合理性を最大化

| 検討ケース | 元計画 | 減額案 1 | 減額案 2 | 減額案 3 | 減額案 4 | 減額案 5 |
|---------|-------------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|
| 空調対象エリア | 事務所+倉庫 1,850kW | 同左 | 同左 | 事務所のみ 700kW | 1F倉庫のみ 1,100kW | 1F倉庫のみ 1,100kW |
| 水冷・空冷比 | 水冷57% 空冷43% | 水冷47% 空冷53% | 水冷37% 空冷63% | 水冷100% | 水冷74% 空冷26% | 水冷64% 空冷36% |

最適システム → 初期コストを大幅削減



目次

1. はじめに
2. 物流施設が直面する課題
3. ロジクロス名古屋みなどの施設概要
4. 空調熱源システムの概要
5. 設計段階での主な取り組み
- 6. 施工状況**
7. その他物流施設への導入事例
8. まとめ

施工状況

地中熱交換器施工エリア



出典：画像 @2025Airbus, Maxar Technologies, 地図データ@2025 Google Maps

施工状況

地中熱交換器設置状況

限られた作業エリアにおける輻輳と工程調整

5台同時稼働による進捗管理の複雑化

- ✓ 狭小エリアへの重機5台配置による作業干渉の回避
- ✓ 進捗のバラつきに即した日々の工程再調整

掘削・配管の並行作業に伴うスペース競合

- ✓ 工期遵守のための「追いかけ施工（並行作業）」
- ✓ 錯綜する動線整理と作業スペースの厳格な管理



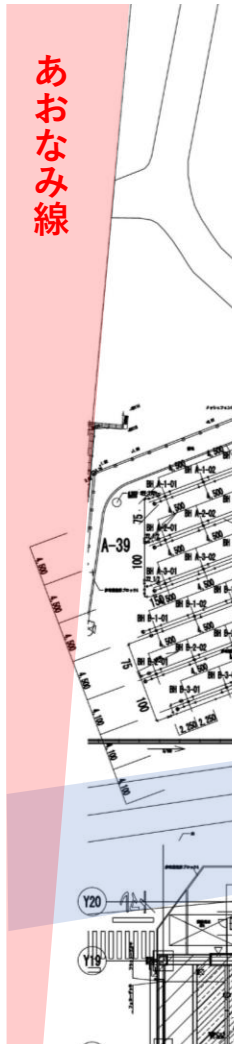
施工状況

地中熱交換器設置状況



施工状況

周辺環境への配慮



近隣住宅地への騒音・交通対策

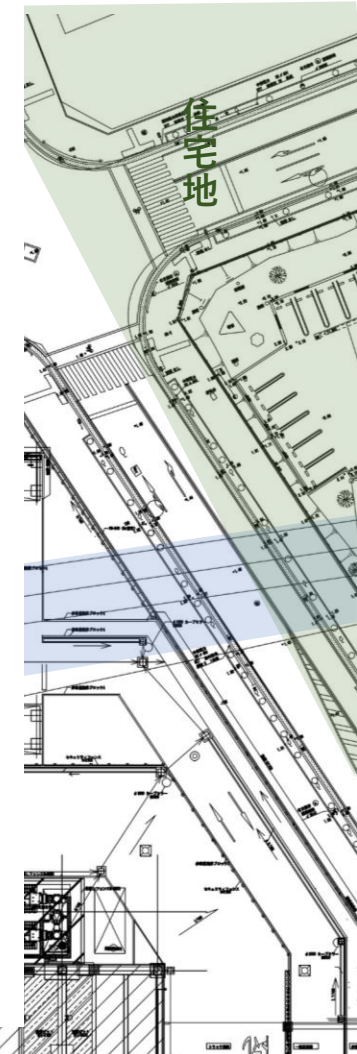
- ✓ 搬入車両のルートおよび時間帯を厳格に管理
- ✓ 住民生活に配慮した搬入計画により騒音トラブルを回避

高圧送電線直下での接触防止策

- ✓ バックホー等の重機に「レーザーバリア」を設置
- ✓ ブーム高さの物理的制限を徹底し、架空線との離隔を確保

鉄道近接施工における影響監視

- ✓ 鉄道高架橋脚の傾斜・変位確認を毎日実施
- ✓ 線路および構造物への影響がないことを確認



施工状況

地中熱交換器設置状況

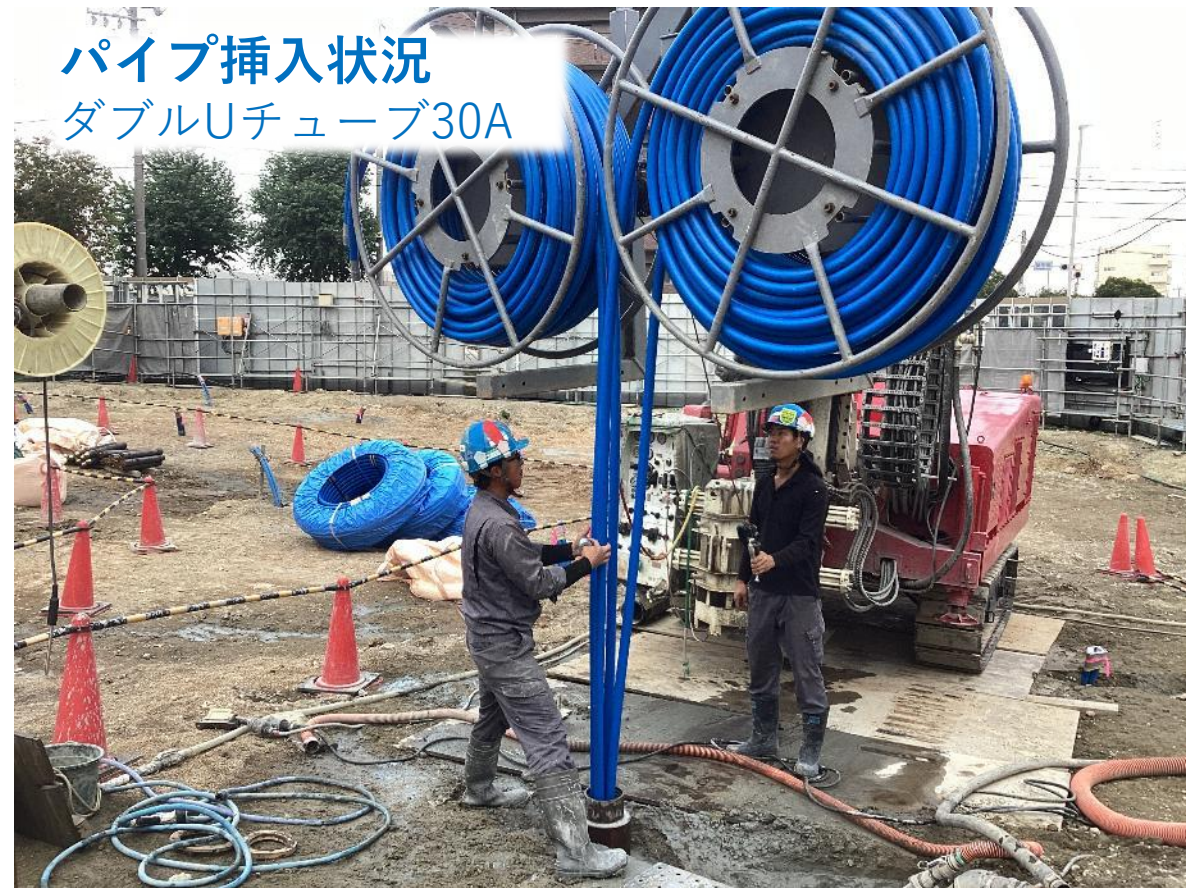
掘削状況

ソニックドリル：SD-160



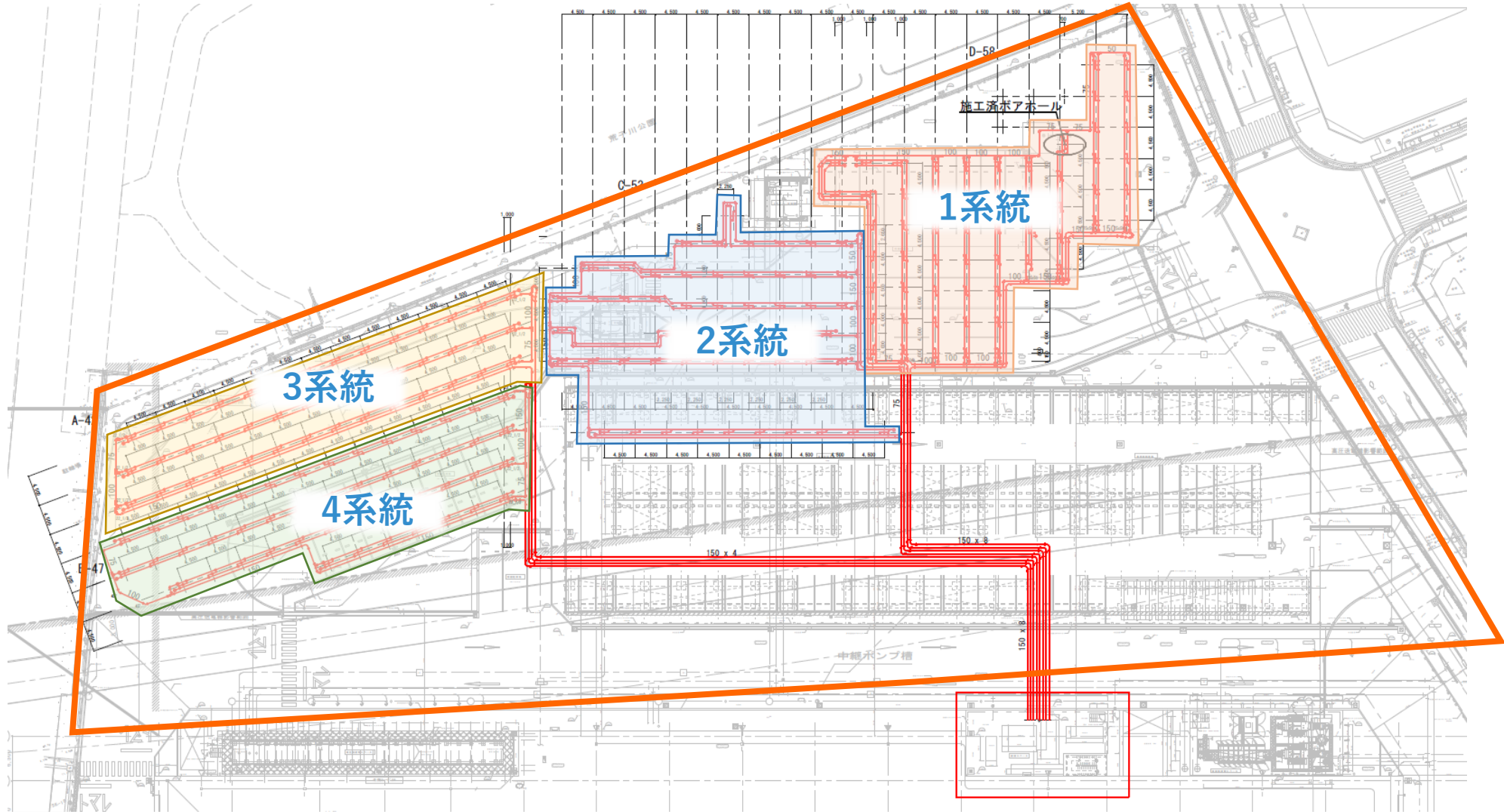
パイプ挿入状況

ダブルUチューブ30A



施工状況

熱源水配管施工エリア



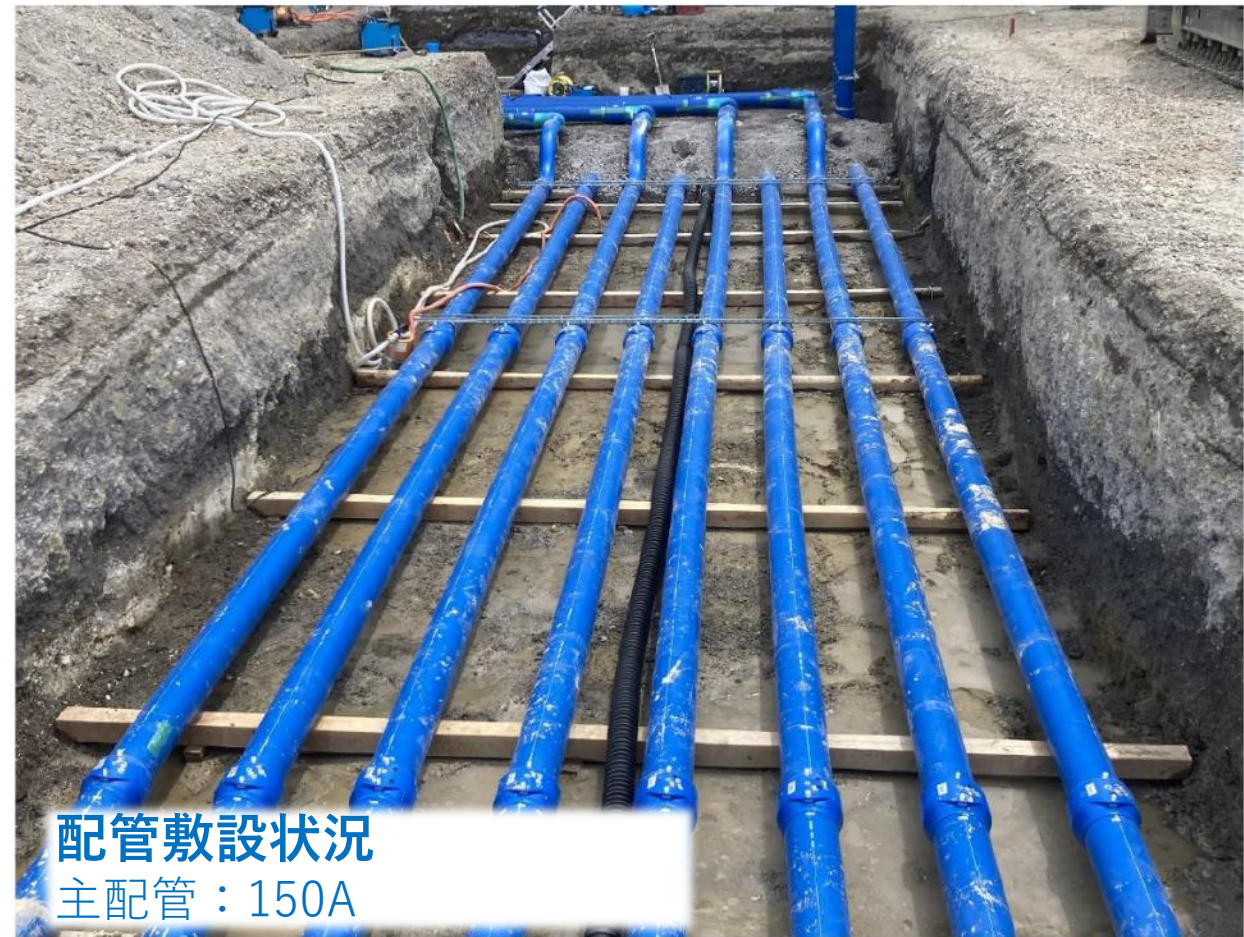
施工状況

熱源水配管敷設状況



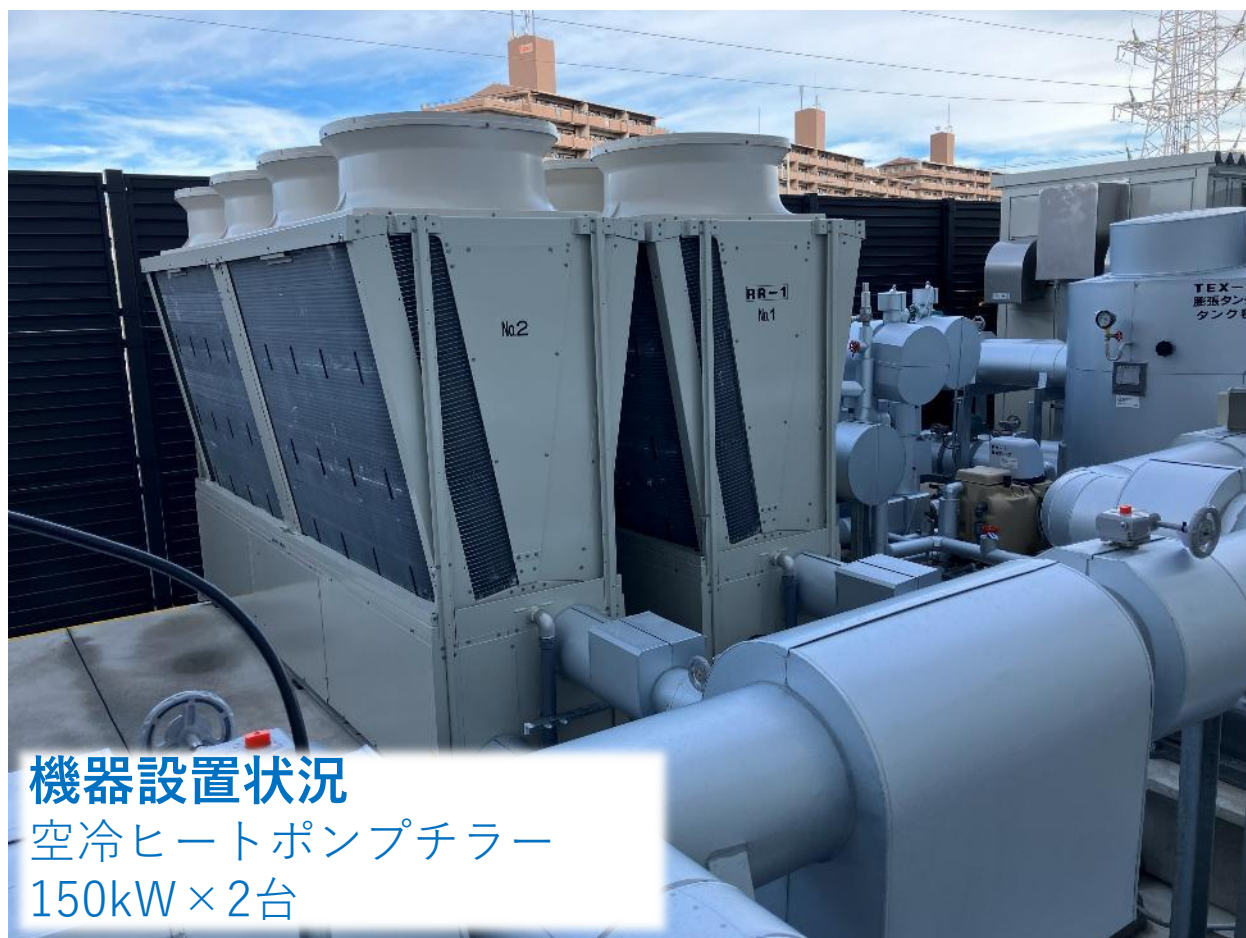
施工状況

地中熱交換器 横引き配管状況



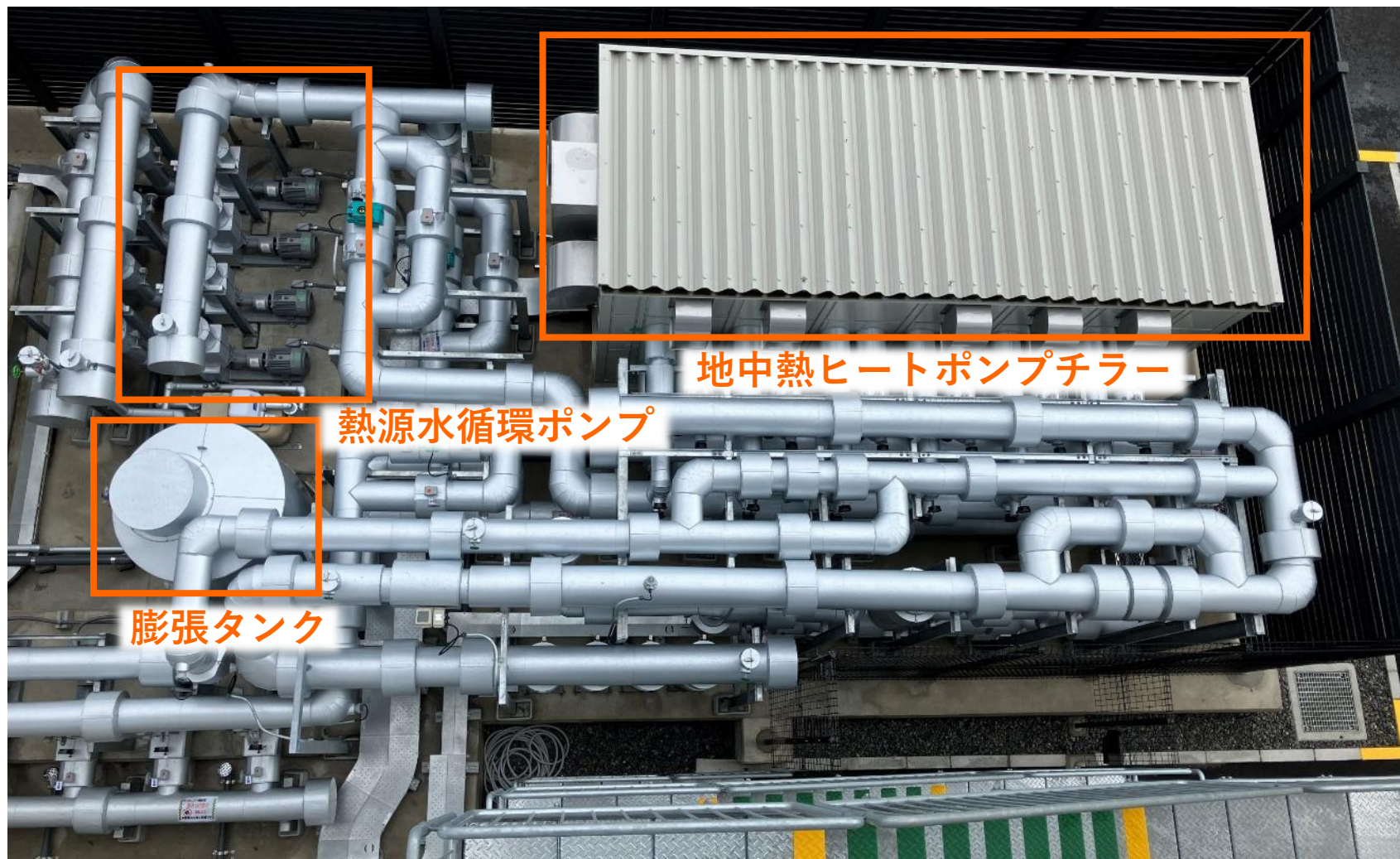
施工状況

ヒートポンプチラー設置状況



施工状況

機器廻り配管状況

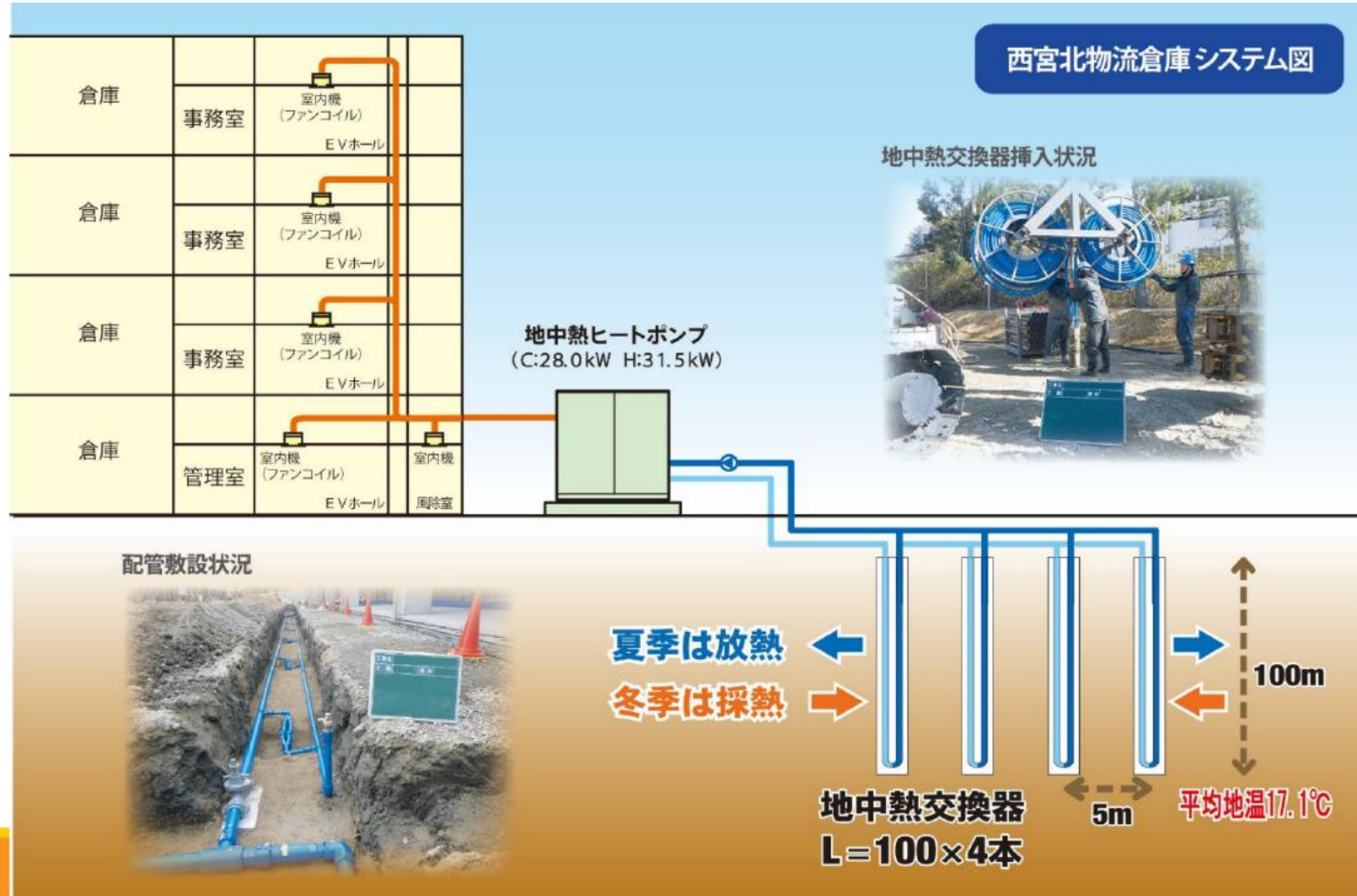


目次

1. はじめに
2. 物流施設が直面する課題
3. ロジクロス名古屋みなとの施設概要
4. 空調熱源システムの概要
5. 設計段階での主な取り組み
6. 施工状況
7. その他物流施設への導入事例
8. まとめ

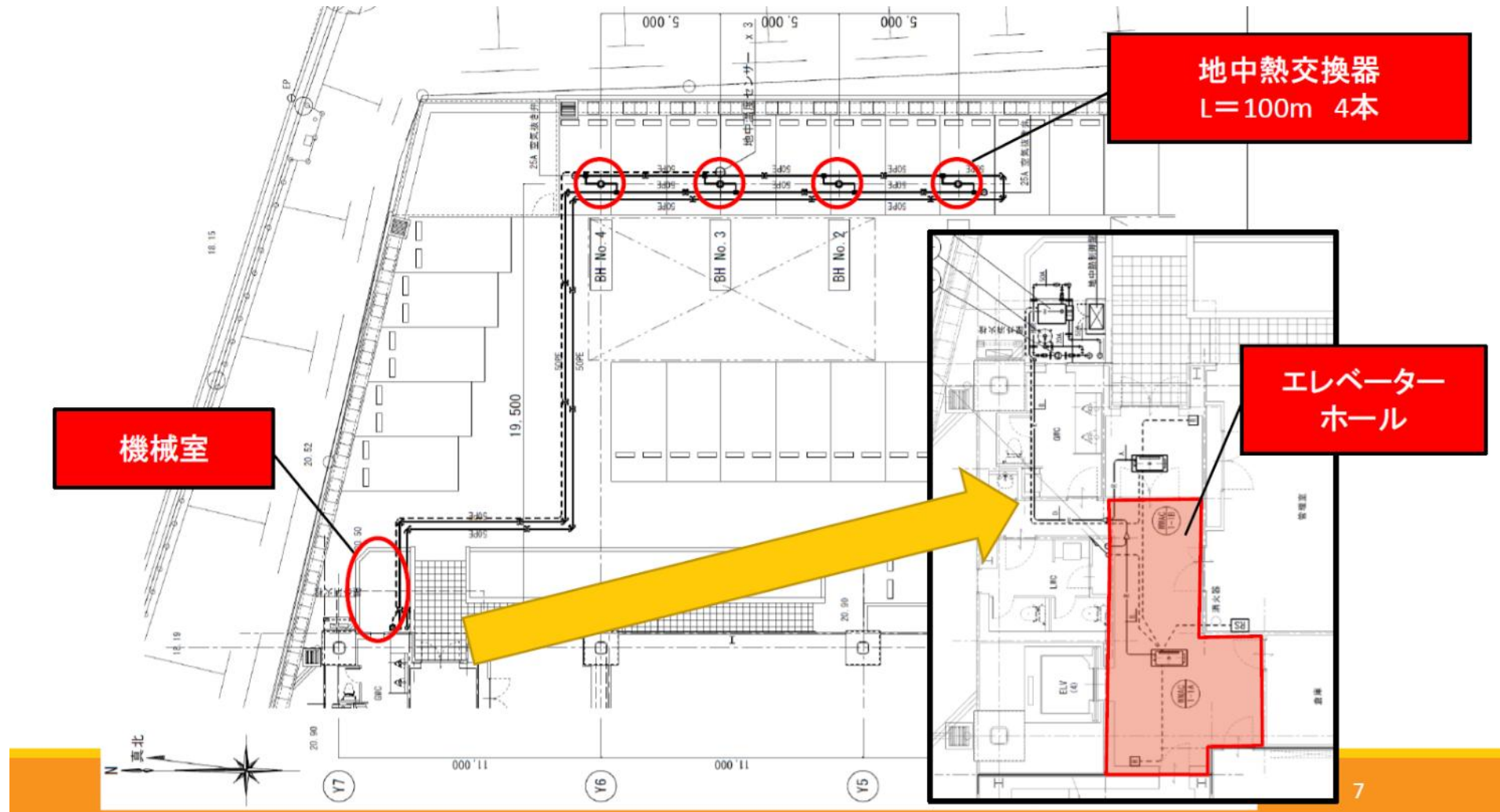
その他物流施設への導入事例

西宮北物流施設



その他物流施設への導入事例

西宮北物流施設



目次

1. はじめに
2. 物流施設が直面する課題
3. ロジクロス名古屋みなとの施設概要
4. 空調熱源システムの概要
5. 設計段階での主な取り組み
6. 施工状況
7. その他物流施設への導入事例
8. まとめ

物流施設における地中熱利用の成果と今後の展望

「脱炭素」と「労働環境改善」の同時実現

- ✓ 地中熱の安定性を活かし、猛暑下でも快適な庫内環境を確保すると同時に、CO2排出量の大幅削減を達成
- ✓ 「グリーン物流」と「人材確保」という業界全体の課題に対する有効なソリューションであることを実証

技術的工夫による「経済合理性」の確立

- ✓ 熱応答試験による設計最適化と、空冷式とのハイブリッド運用（昼夜使い分け）により、過剰投資を回避
- ✓ イニシャルコストの課題を克服して事業性を確保

施工課題の克服とノウハウの蓄積

- ✓ 限られたヤードでの重機輻輳や、鉄道・住宅等の周辺環境に配慮した難易度の高い施工を無事故で完遂
- ✓ 本件で得られた知見を活かし、今後の物流施設における「標準的な環境スペック」としての普及・展開を目指す

ご清聴ありがとうございました

事例紹介

「医療施設における地中熱の活用」

岐阜大学工学部社会基盤工学科
教授 大谷 具幸

医療施設における地中熱の活用

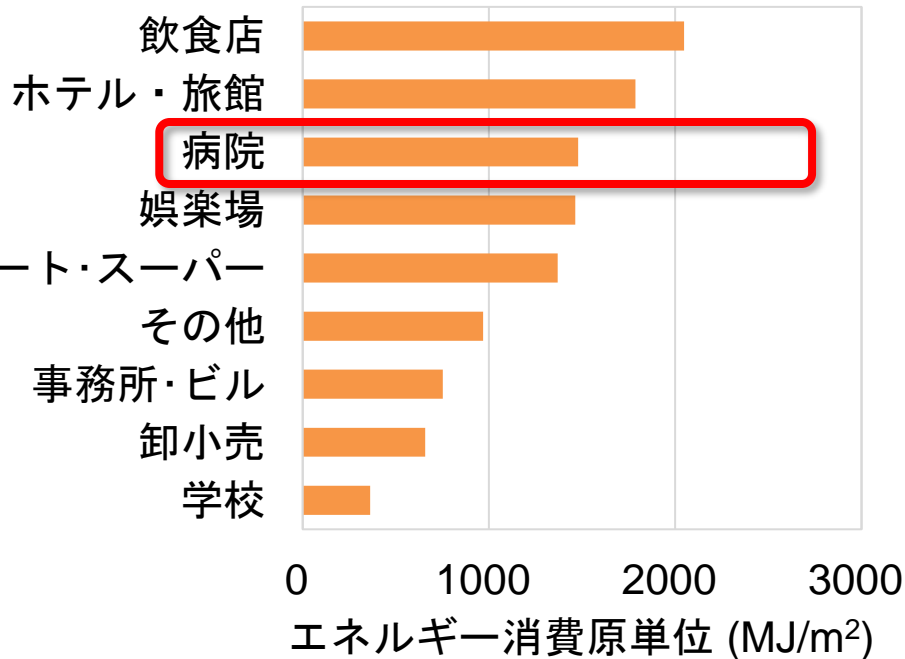
大谷 具幸 (岐阜大学)



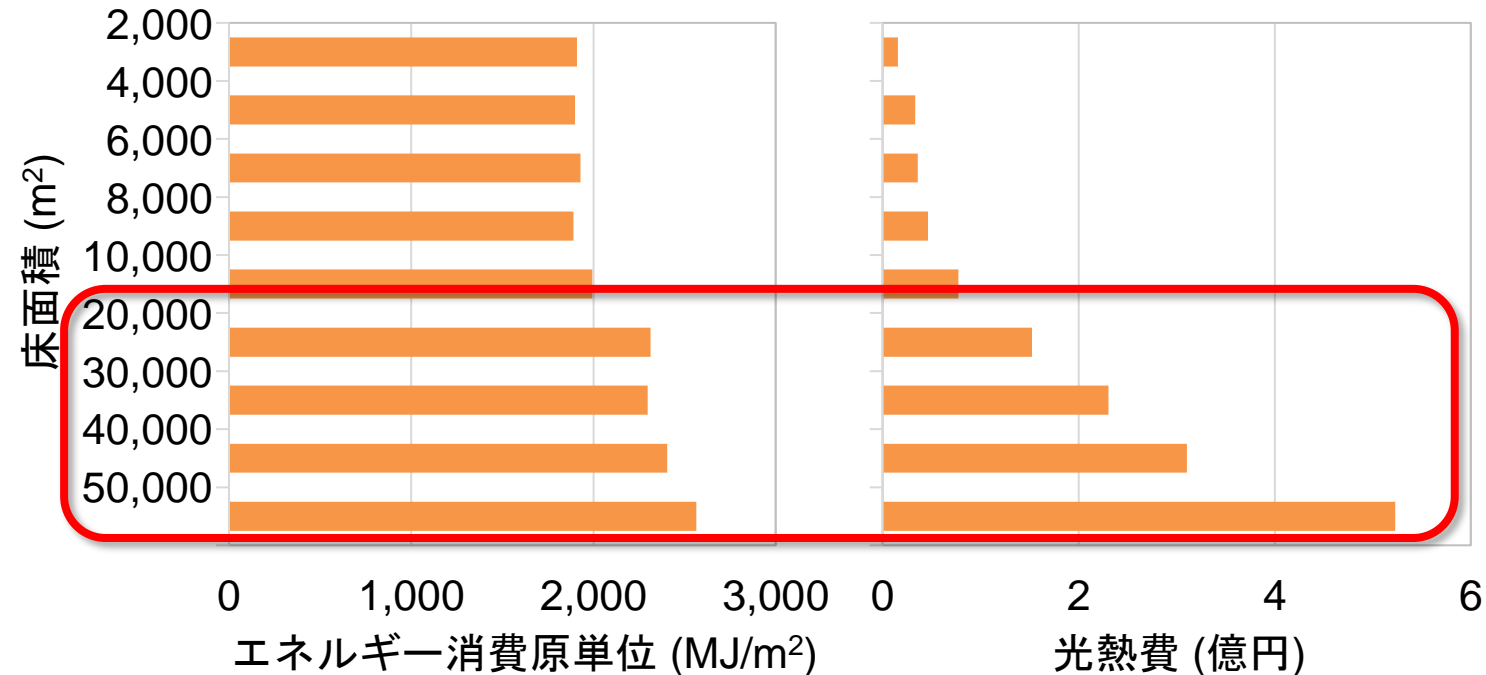
病院の床面積あたりエネルギー消費原単位

- 床面積あたりエネルギー消費原単位は、業務部門の建築物の中でも病院は大きな値を示す
- 規模が大きな病院ではさらに大きな値となり、2,000 MJ/m²を超え、光熱費が数億円に及ぶ場合がある

業務部門

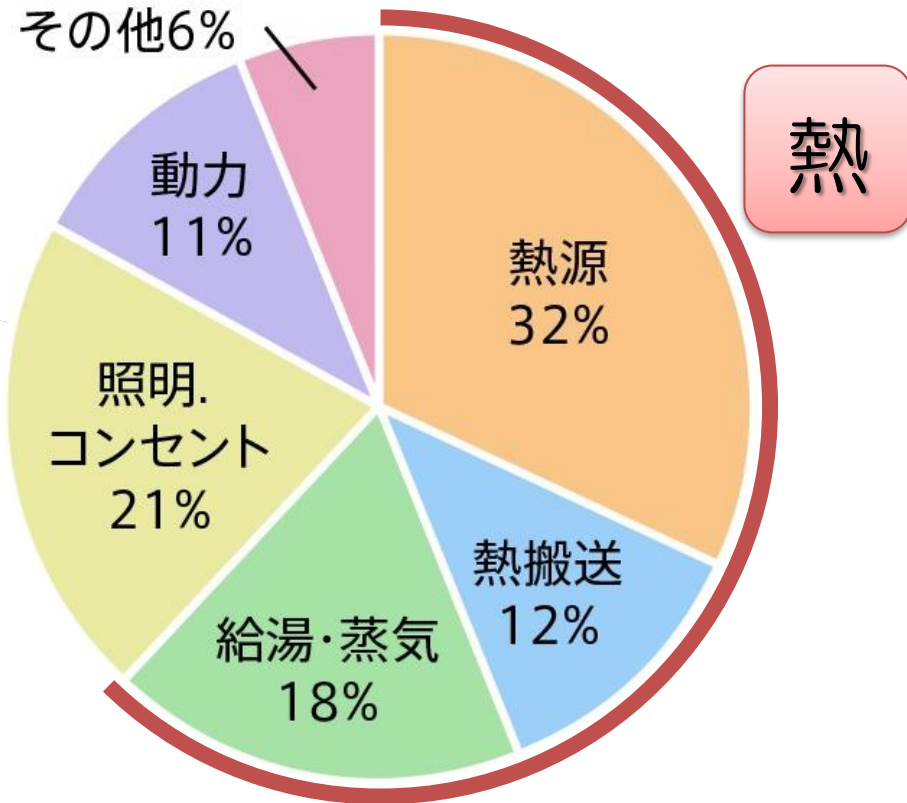


規模が大きな病院

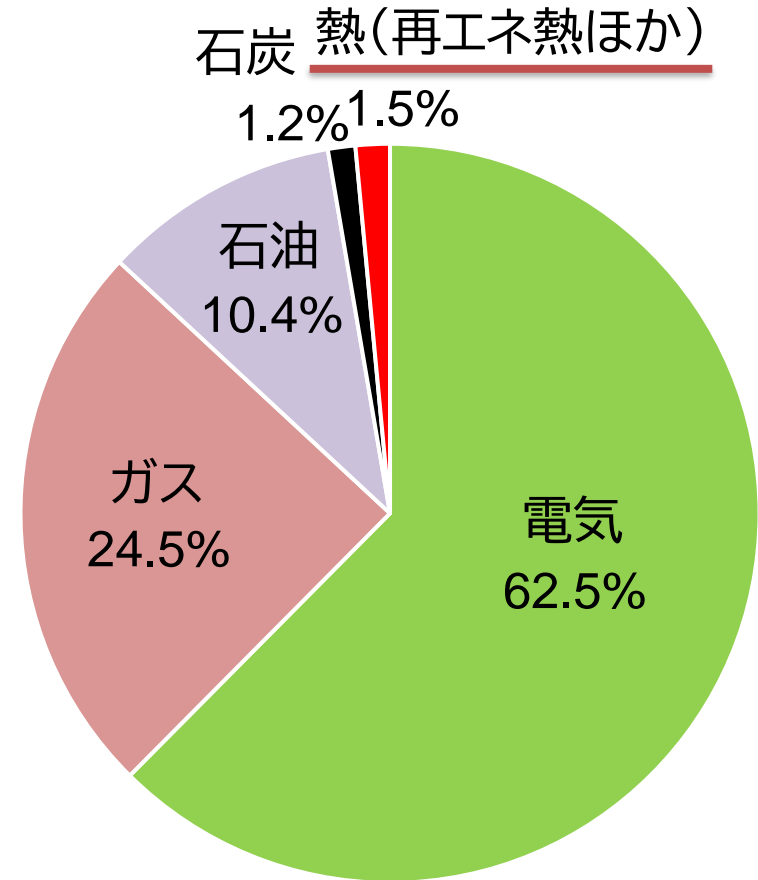


再エネ熱でどれだけの熱需要を賄っているか

需要（病院）



供給（業務部門）



● 5学部 1学環 8研究科+医学部附属病院

● 土地面積：約 65 万 m²

● 建物面積：約 31 万 m²

● 学生数：7,340 人

● 教職員数：2,470 人

(2025年5月1日現在)



1981年～

2004年～

概要

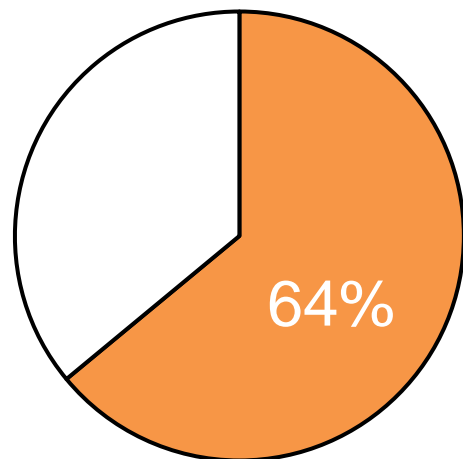
- 土地面積：124,336 m²（医学部・附属病院共有）
- 建物面積：77,175 m²
- 病床数：614 床（一般 577 床・精神 37 床）
- 職員総数：1,515 名（大学全体の 63 %）

医療機関の指定承認状況

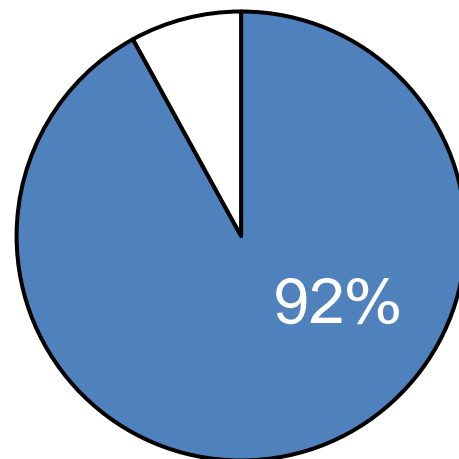
- 特定機能病院（2004年）
- 基幹災害医療センター（2011年）
- 難病診療連携拠点病院（2019年）
- 都道府県がん診療連携拠点病院（2006年）
- エイズ治療の中核拠点病院（2007年）
- 肝疾患診療連携拠点病院（2007年）
- 原子力災害拠点病院（2018年）
- 岐阜県アレルギー疾患医療拠点病院（2018年）

大学全体に占める割合

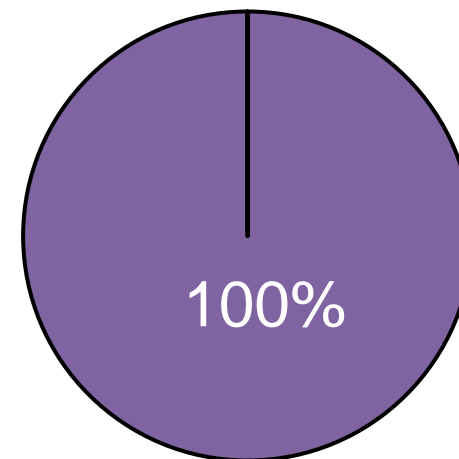
電気



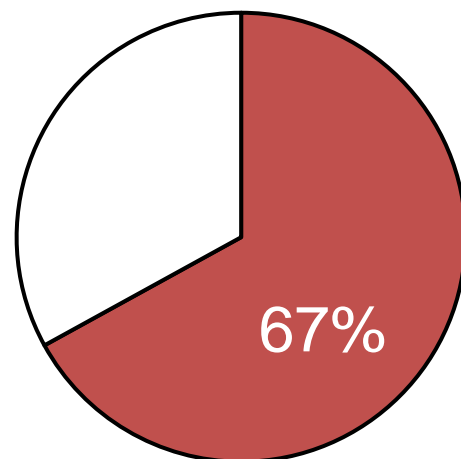
ガス



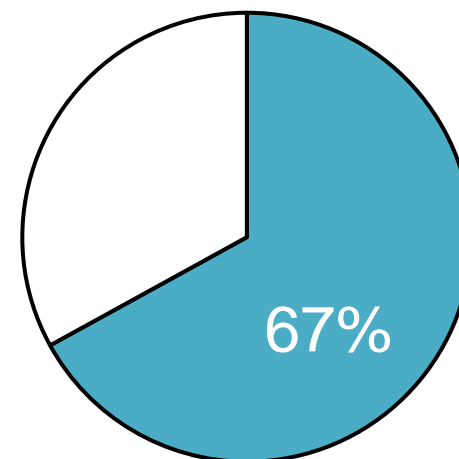
重油



一次エネルギー



CO₂排出量

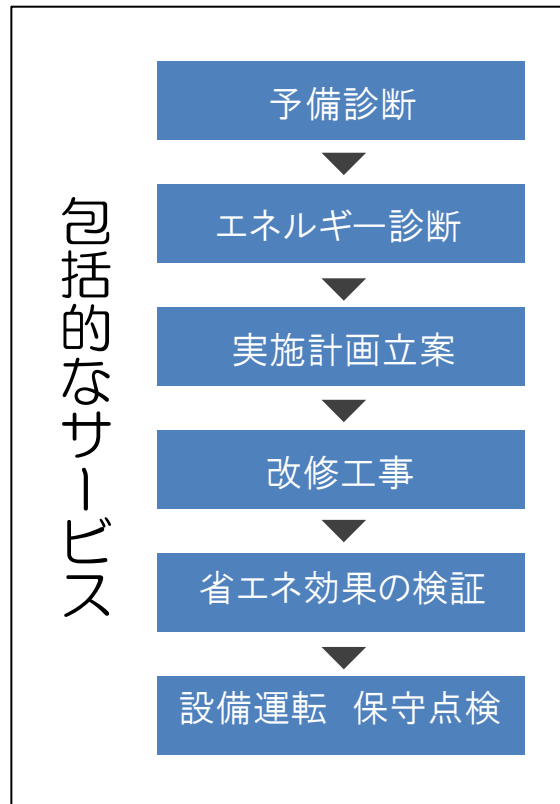


- 空調に吸収式冷温水機を用いていたためランニングコストがかさんでいた
- 既設の井戸があり、キャンパス内での井水利用量は近隣住民との間で合意が定められているものの、当時はまだ余裕があった
- ESCO事業による設備改修を公募。その応募提案の中に井水利用の地中熱利用システムを含む
- 既設の井戸を活用することによりイニシャルコストを低減
- 岐阜大学柳戸キャンパス上水には学内の井戸（深度110 m）からの井水を利用
- この井水はボトリングして岐阜大学生協で販売

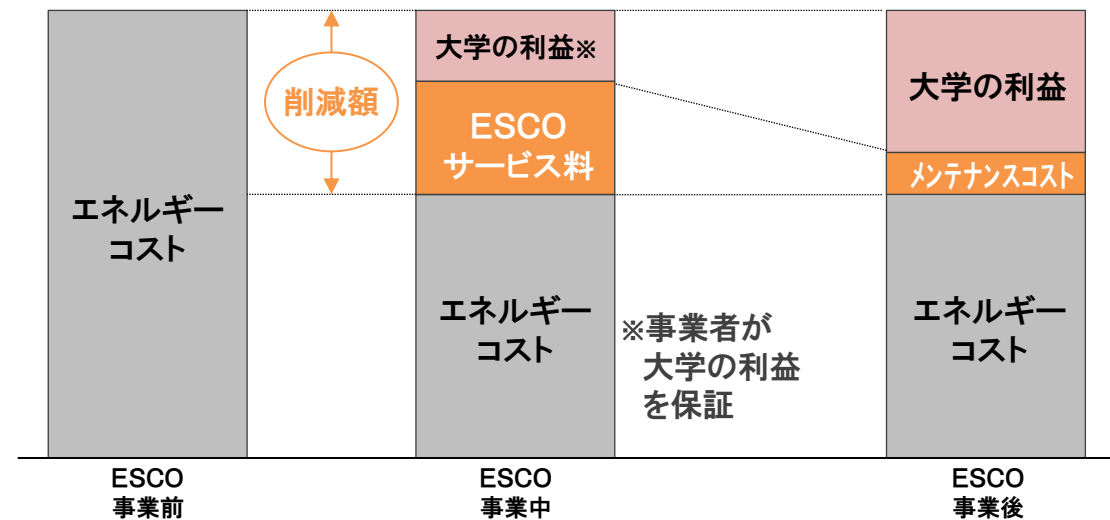


ESCO事業とは？

- 省エネに関する包括的なサービスを行う事業者との契約によって、省エネの推進、環境負荷の低減及び光熱水費の効率的な削減を図るためのしくみ
- 依頼者側には省エネ効果が保証されており、ESCO事業者は省エネ効果の一部を報酬として受け取れる

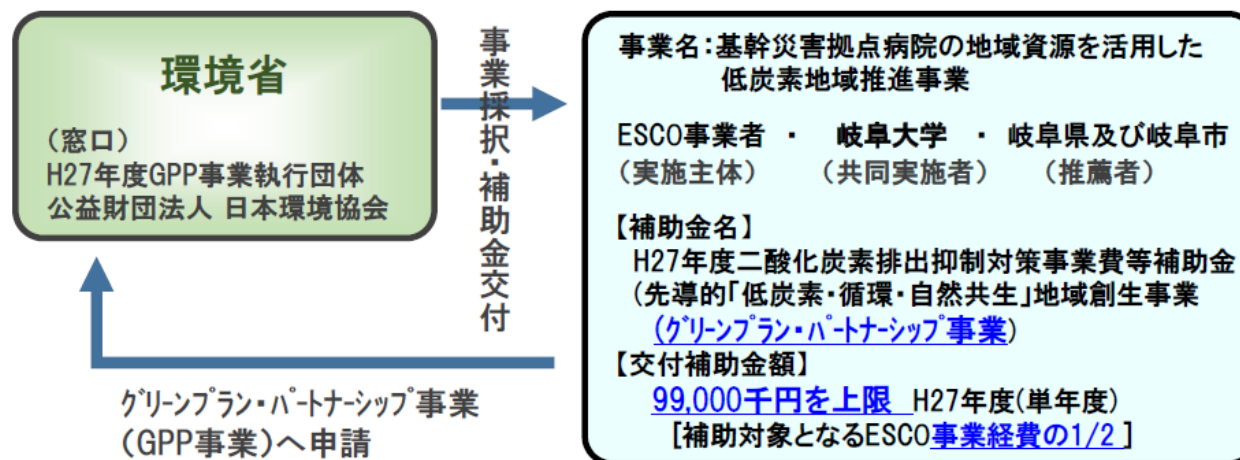


シェアード・セービング方式

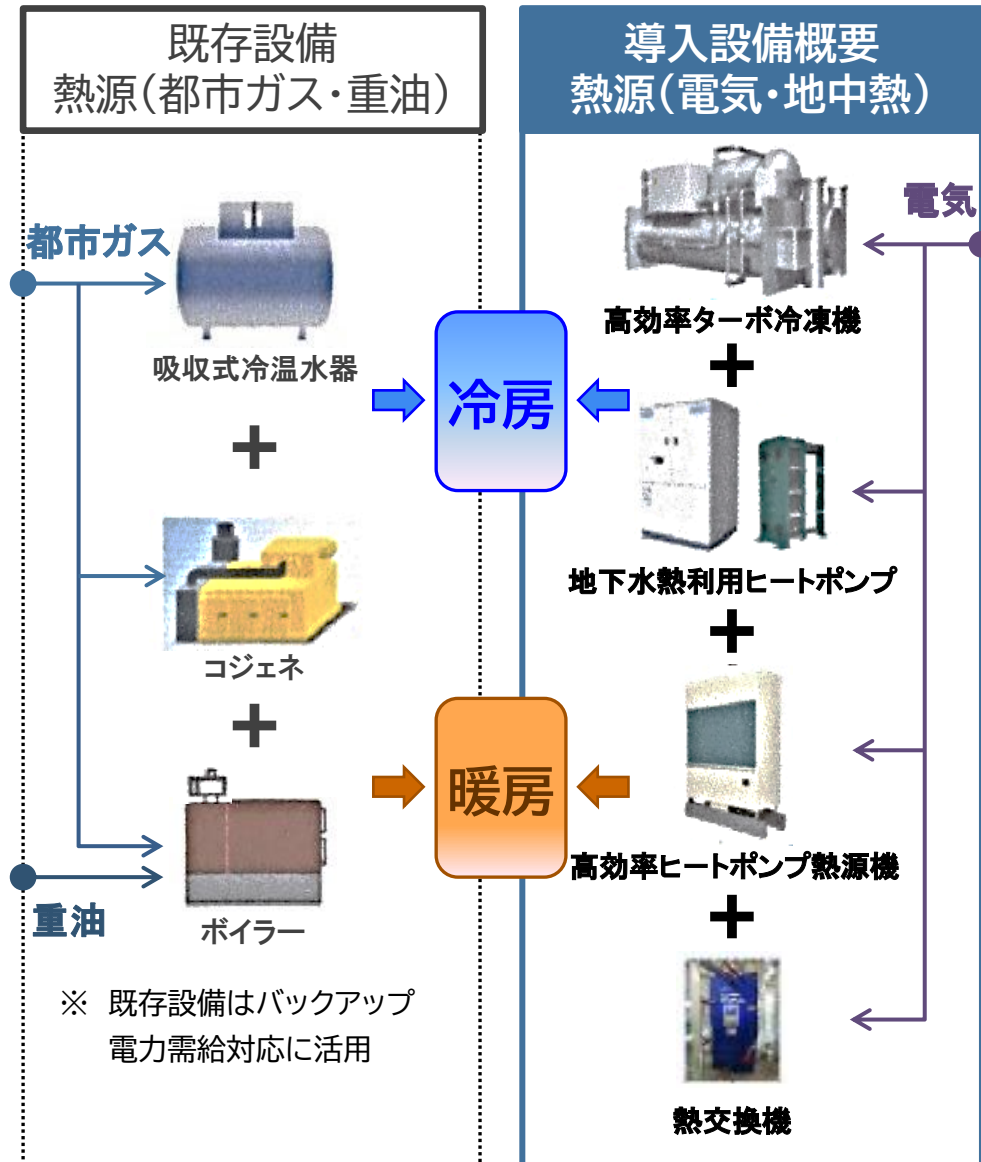


ESCO契約期間（5年間）でサービス料を支払う
（削減される光熱費を原資として、新たな大学の
経費負担は発生しない）

| 事業内容 | |
|------|--|
| 事業名称 | 基幹災害拠点病院の地域資源を活用した低炭素地域推進事業 |
| 導入設備 | 地下水熱利用ヒートポンプ, 高効率ターボ冷凍機, 高効率ヒートポンプ熱源機, LED照明ほか |
| 事業内容 | 本事業は岐阜県及び岐阜市の「地球温暖化対策実行計画」に基づく、「民生業務部門のCO ₂ 削減対策」のフラグシップ事業です。岐阜市域の地域資源である豊富な地下水を空調熱源に利用し、これまで空調熱源の全てを化石燃料で賄っていたもののうち、約90%（うち48%地中熱）を高効率ヒートポンプの運転とし、低炭素化を図る。今後、地産地消の地中熱利用普及促進により、地域産業の活性化と低炭素地域推進計画を推進します。 |



| | |
|------|---|
| 2007 | 「岐阜市地球温暖化対策指針」を策定 「岐阜市地球温暖化対策推進委員会」を設置 |
| 2009 | 「岐阜市環境基本計画」を策定（2010～2013年度） 「岐阜市地球温暖化対策実行計画協議会」を設置 |
| 2011 | 「岐阜市地球温暖化対策実行計画」を策定 <u>スマートシティぎふ実証事業を開始（～2015年度）</u> |
| 2012 | 「環境アクションプランぎふ2012」を策定 |
| 2013 | 「岐阜市環境基本計画」を策定（2014～2017年度） |
| 2015 | <u>地中熱ヒートポンプシステム設置補助金の交付を開始（～2019年度）</u> |



地中熱利用システムの導入経緯

- ESCO事業者を公募した際、応募者（採択事業者）の技術提案基本方針の1つ目として「豊富な長良川地下水を「最大限活用する地中熱利用」など高効率システムの採用」が提案されていた

期待される効果

- CO₂排出量削減
- 省エネ化
- 光熱費削減保証
- 災害時の熱源多重化による基幹災害拠点病院のBCP(医療機能維持能力)の強化
- 岐阜県及び岐阜市のフラグシップ事業として、県内外の災害拠点病院への高い波及効果

①. エネルギーハイブリッド化と地下水熱利用

高効率ターボ冷凍機の導入

従来のガス熱源による冷水製造工程に電気式高効率ターボ冷凍機の導入



地下水熱利用ヒートポンプの導入

地下水熱利用ヒートポンプを導入し、年間冷温水のベース運転を行うことでの省エネ化



②. 照明のLED化

LED照明の採用

照明のLED化により消費電力の削減、照明の長寿命化の実現



③. BEMSによる設備最適運転

BEMSによる見える化

空調機の最適制御の導入、自動制御の導入、計量ポイントの増強によるエネルギー消費の見える化

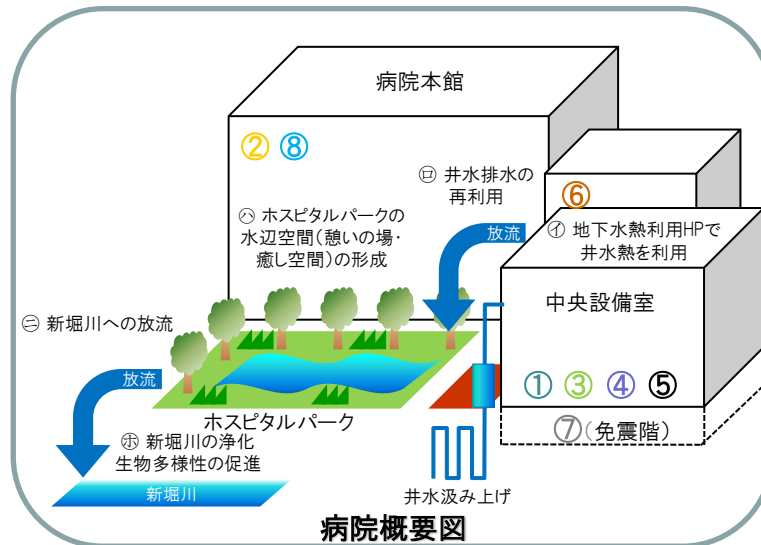
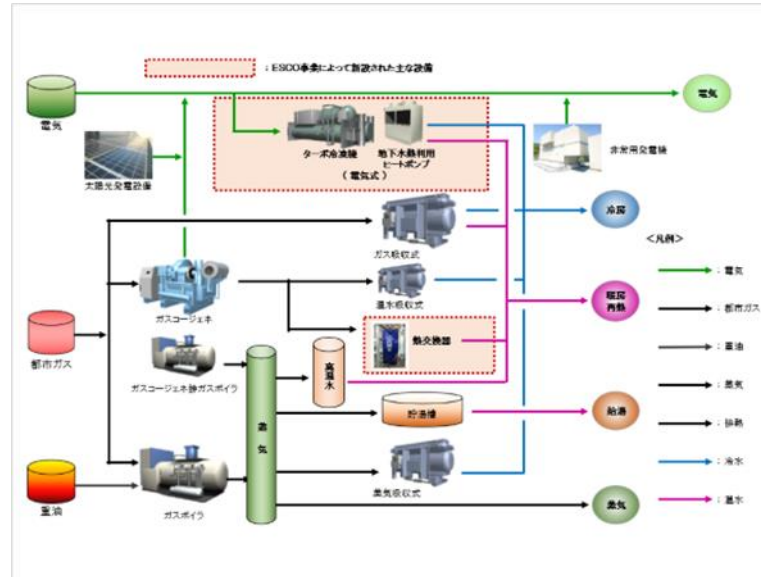
監視パネル



④. ポンプのインバータ制御

インバータ化

ポンプのインバータ化により最適な流量制御を行い、搬送動力の低減



⑤. CGS(ガスコージェネ)排熱有効活用

熱交換器の増設

CGS排熱を従来の冷水製造に加え、熱交換器による温水再熱利用を導入し、排熱を有効活用



⑥. 暖房熱源の高効率化

高効率熱源機の導入

蒸気から温水への熱交換工程に高効率ヒートポンプ給湯機を新設することで、蒸気生成量の低減



⑦. 免震階断熱

放熱損失低減

免震階の蒸気管接続部、バルブ等未保温部分を保温し、放熱損失の低減



⑧. その他(運用面の対策)

適正化による間欠運転

病院外調機・空調機の間欠運転、厨房・電気室給排気ファンの間欠によるエネルギーの削減



- 井水槽 370 m³ × 2
- 非常用発電装置 1000 kVA × 1
- CGS (コジェネレーション) 発電出力 590 kW × 3
- 吸収式冷凍機 1759 kW (500 RT) × 2
- 吸収式冷凍機 193 kW (55 RT) × 3
- 吸収式冷温水器 2462 kW (700 RT) × 2
- ターボ冷凍機 2461 kW (700 RT) × 1
- 地中熱ヒートポンプ 360 kW (102 RT) × 2

ESCO事業により
追加された主な設備

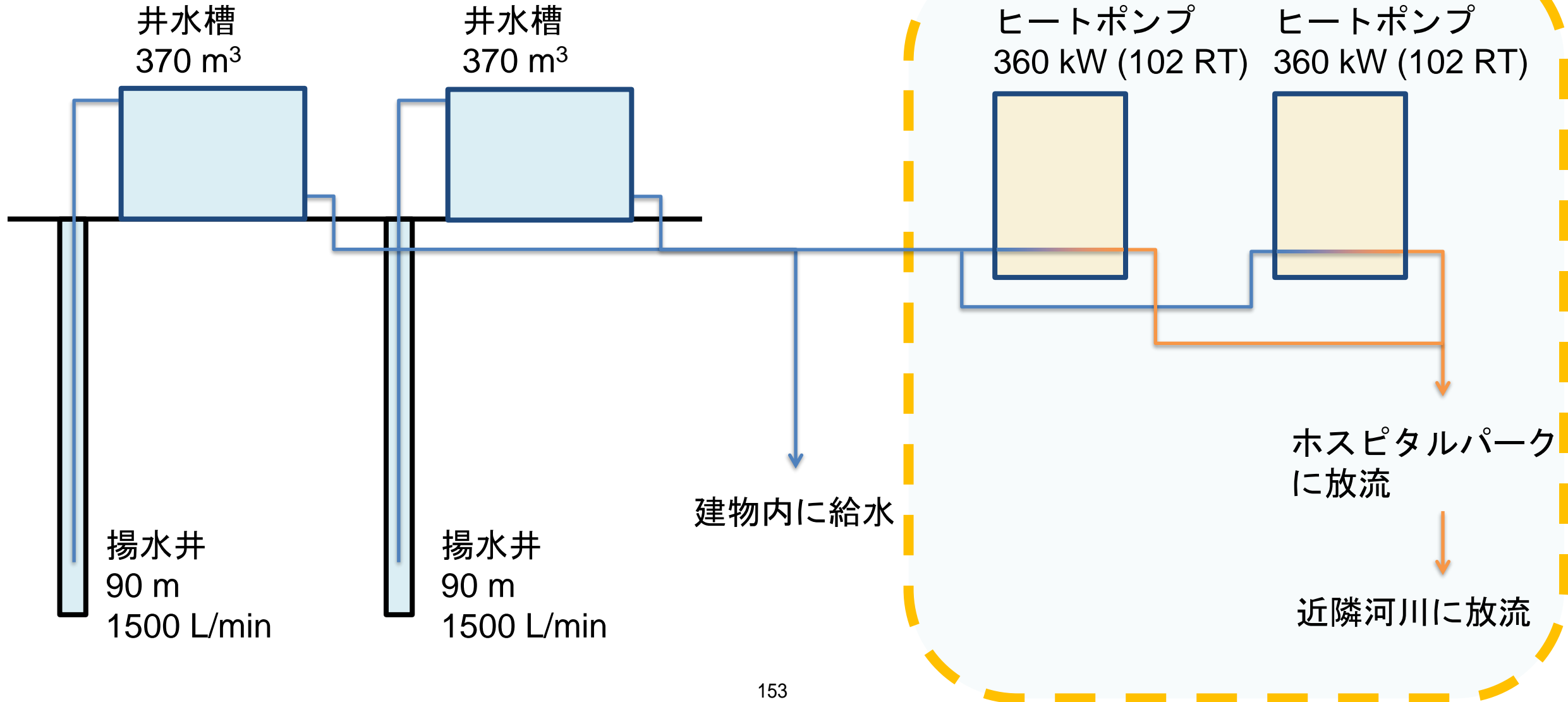


ターボ冷凍機



地中熱ヒートポンプ

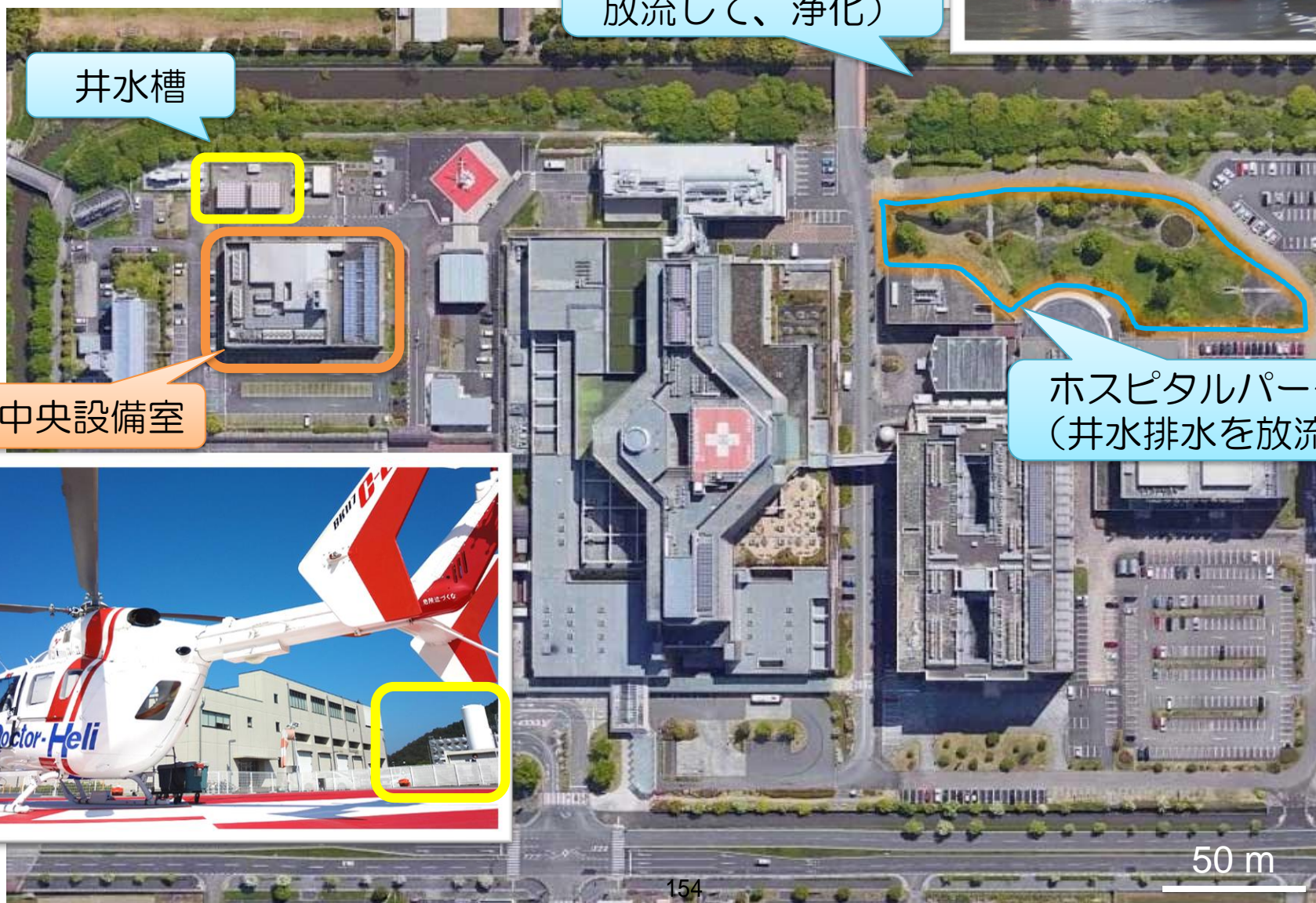
追加された設備



病院地区 全景



新堀川（井水排水を放流して、浄化）



井水槽

中央設備室

ホスピタルパーク
（井水排水を放流）



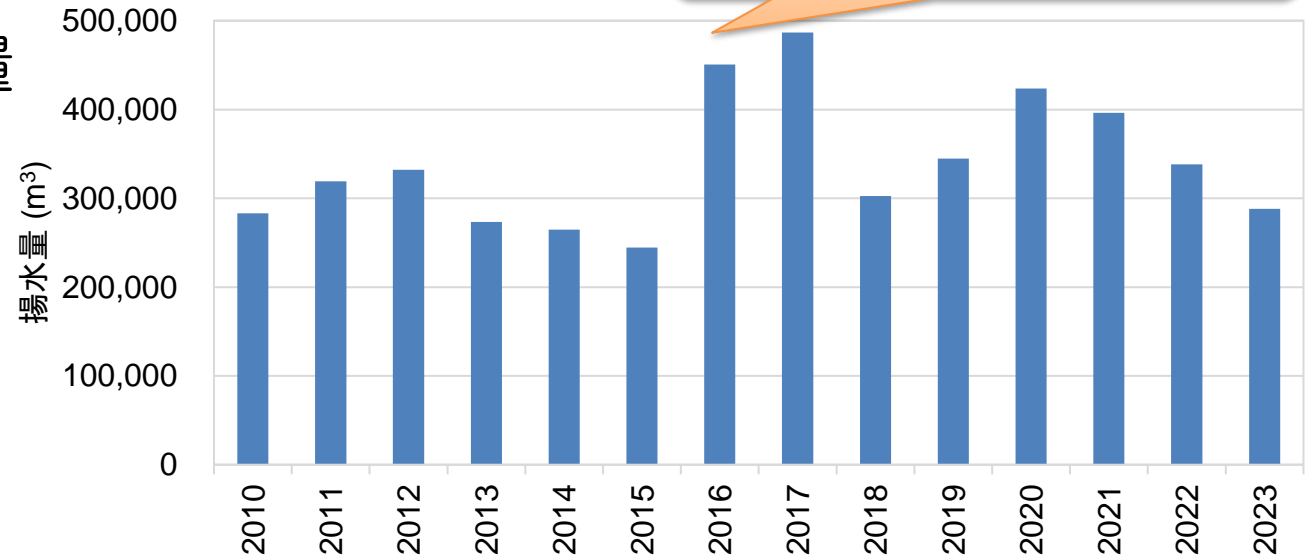
50 m

井水消費量

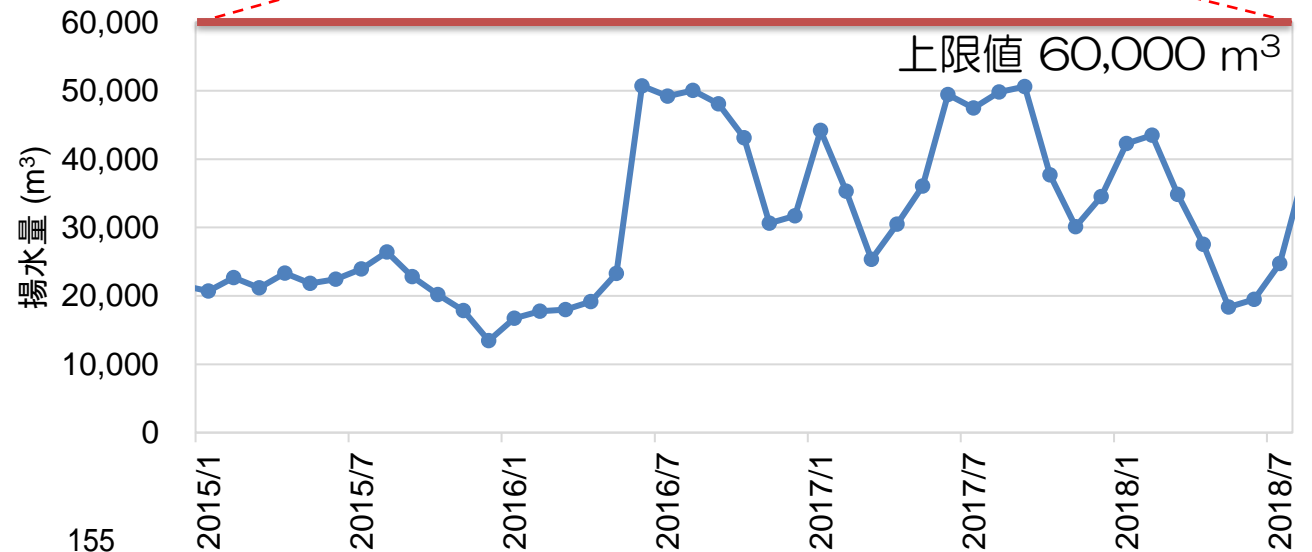
地中熱ヒートポンプ
利用開始

- 地中熱利用ヒートポンプの利用開始に伴って揚水量は増加した
- 月別揚水量は大学全体としての上限值以下に抑えられている

年間揚水量

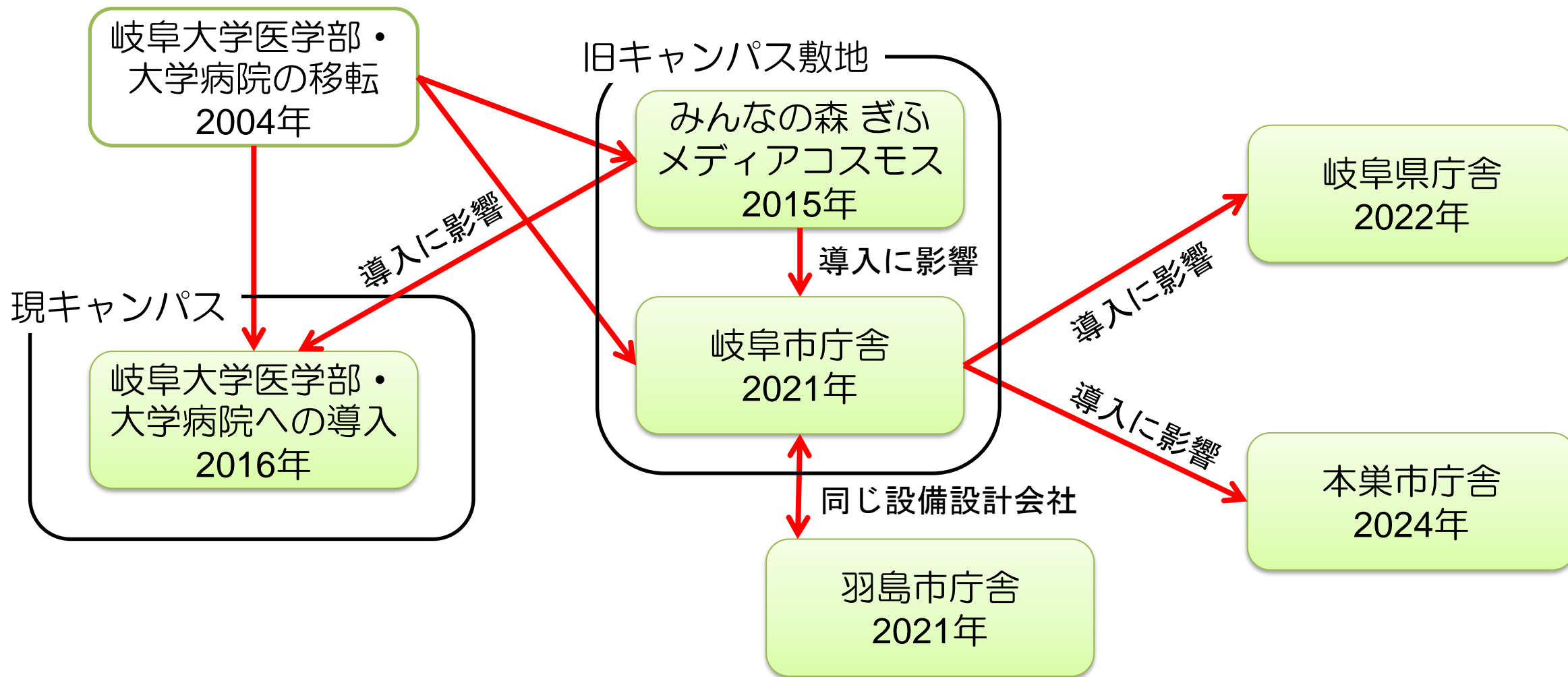


月別揚水量



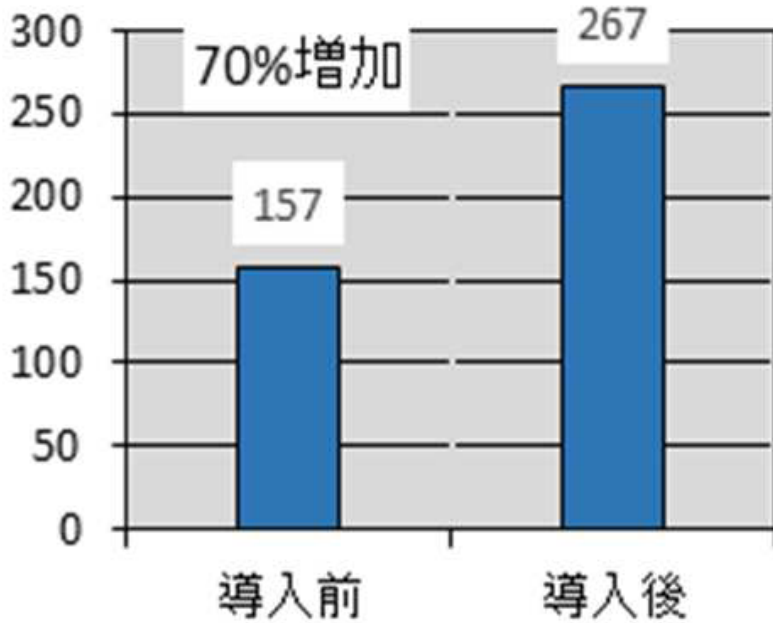
岐阜大学病院を起点とした地中熱ドミノ

- 岐阜大学医学部・大学病院のキャンパス移転を起点として、公共施設等に地中熱利用システムが導入され、地中熱ドミノが実現

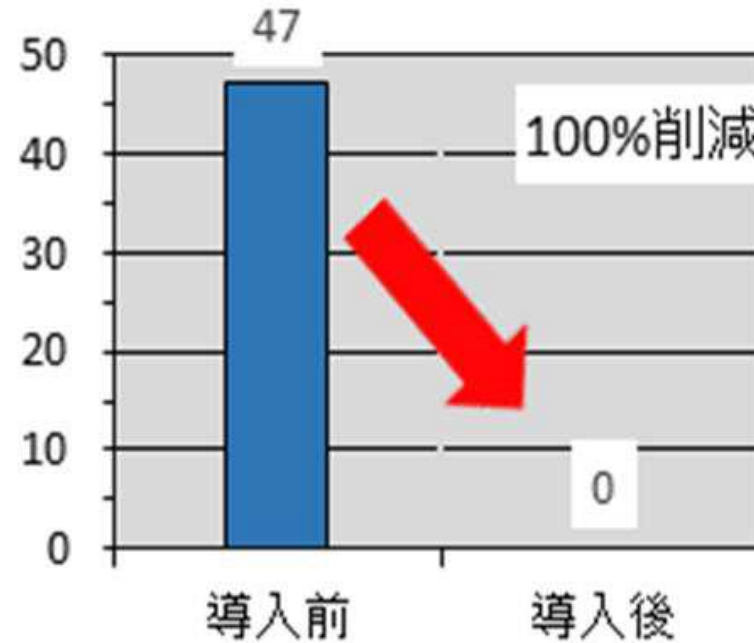


- ガスボイラー（液化石油ガス）と空気熱源ヒートポンプの併用から地中熱ヒートポンプへの更新により、ランニングコスト（年間エネルギー使用料金を79%削減

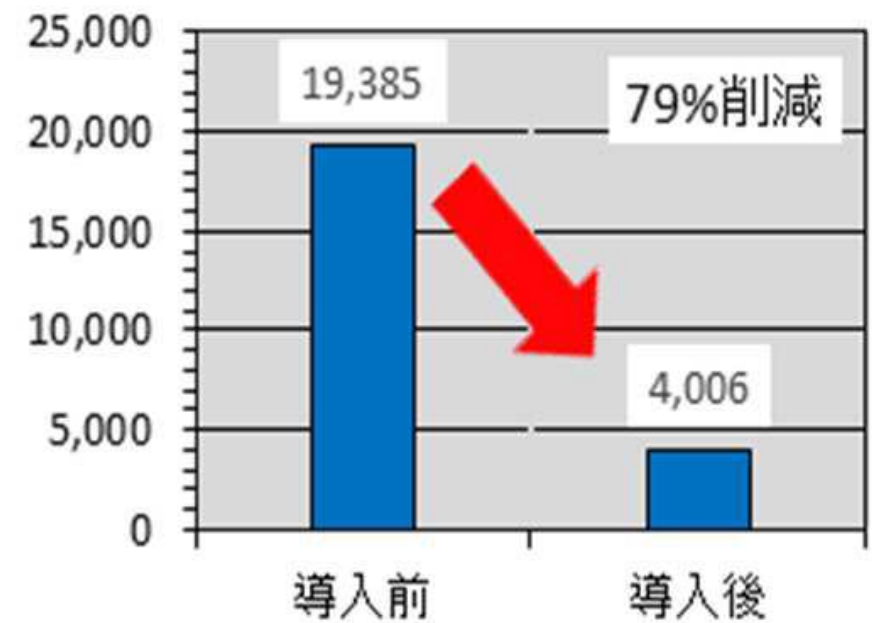
消費電力量



消費LPG量

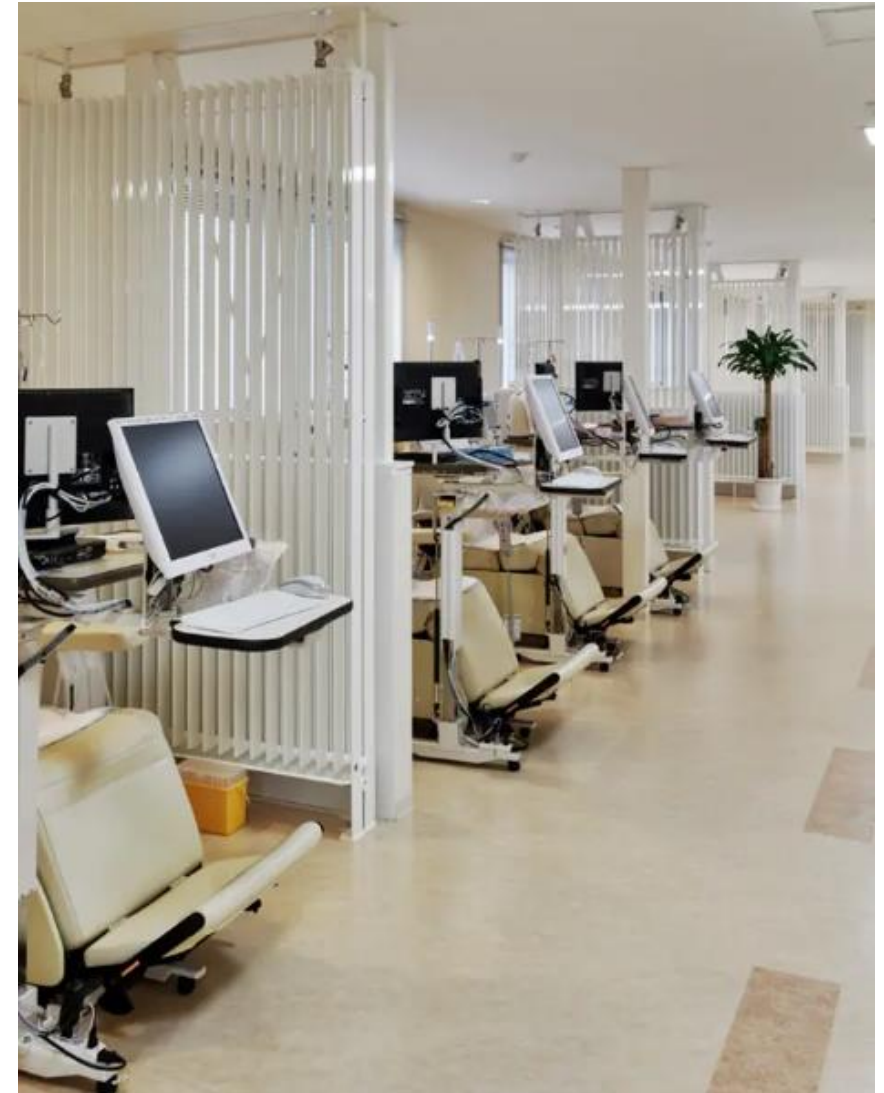


エネルギー使用料金



- 導入前の値は、導入後のデータを基に推計
- 単価は電力15 円/kWh、ガス360 円/kgとしている

- 地中熱ヒートポンプでは、地中の熱源温度と室内の放熱温度の差が小さいほど消費電力量が小さくなるため、放射空調を用いると省エネとなる。
- 放射空調は気流の発生を生じないため、患者様への負担の少ない快適な環境を作り出すことができ、医療施設への導入に適している。

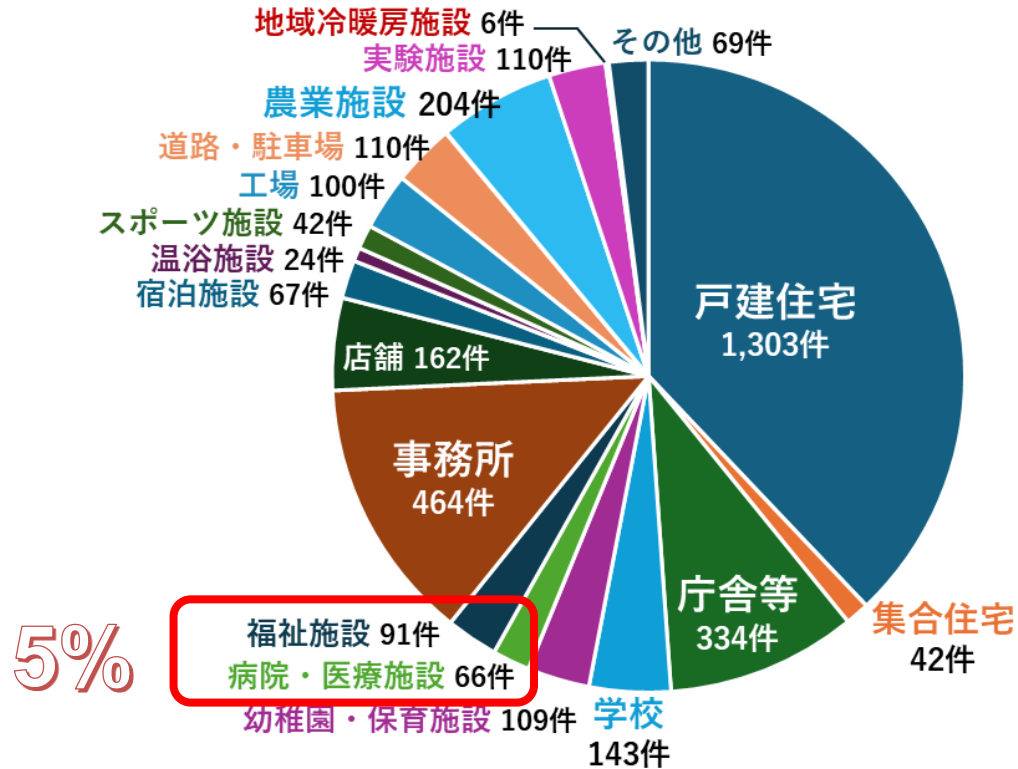


透析室における放射空調の導入例（ピーエス工業）

地中熱ヒートポンプの普及状況：施設別累計設置件数と容量 ²¹

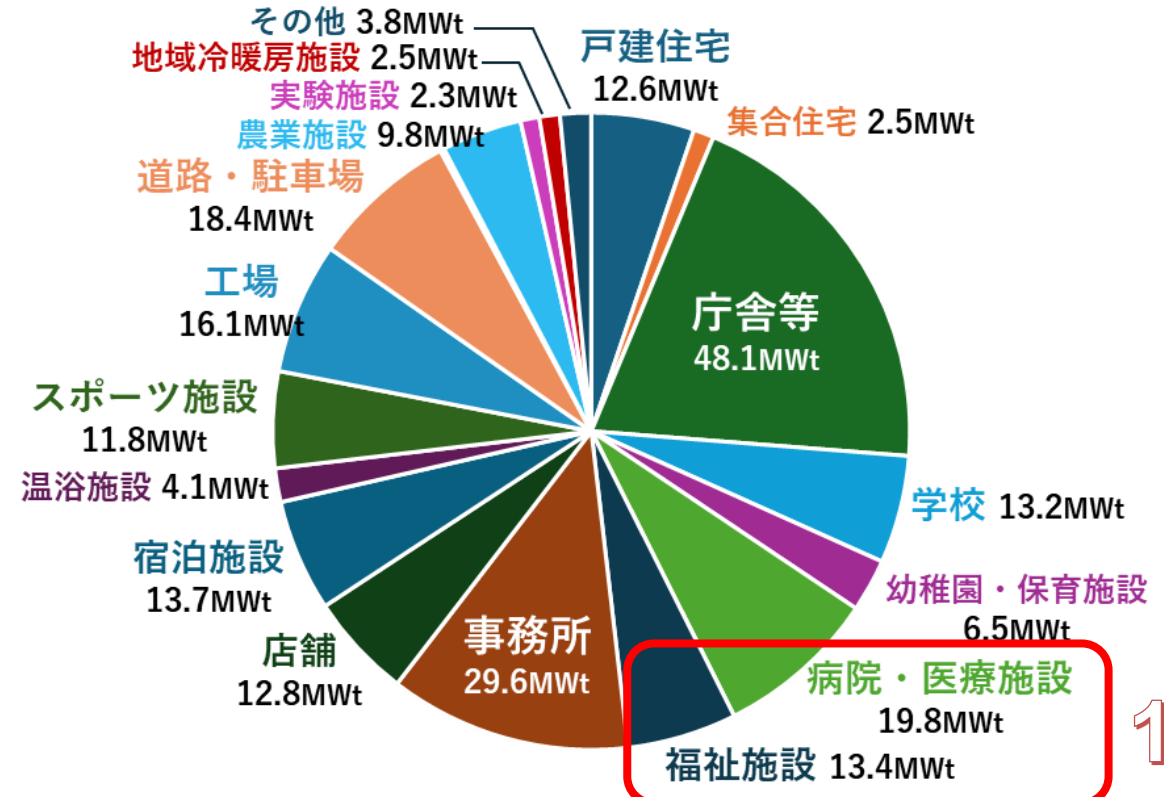
- 病院・医療施設・福祉施設の件数は少ないものの、容量は庁舎等に次いで多く、1件あたりの容量が大きい。

施設別累計設置件数



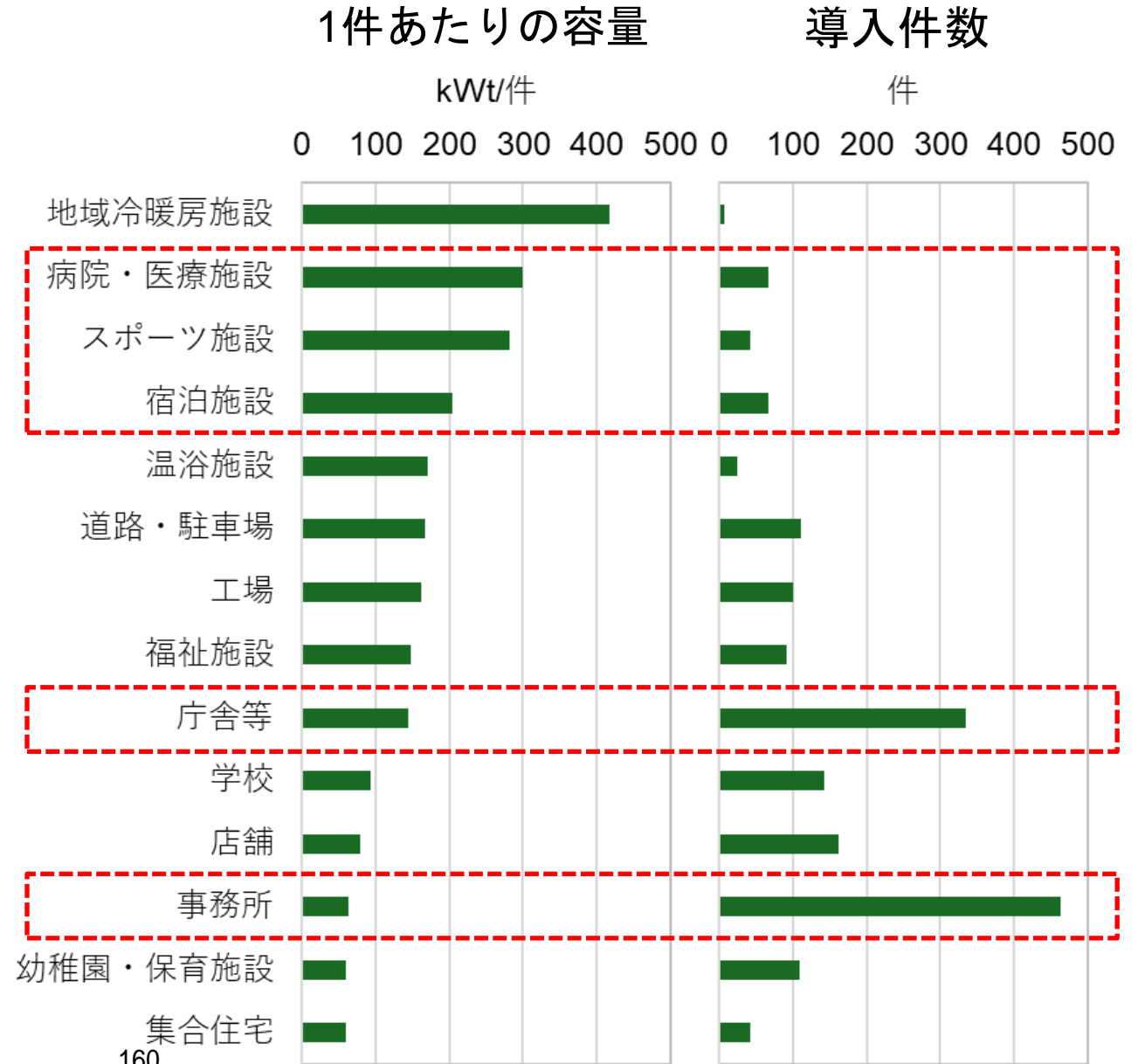
総数: 3,436件

施設別累計設置容量



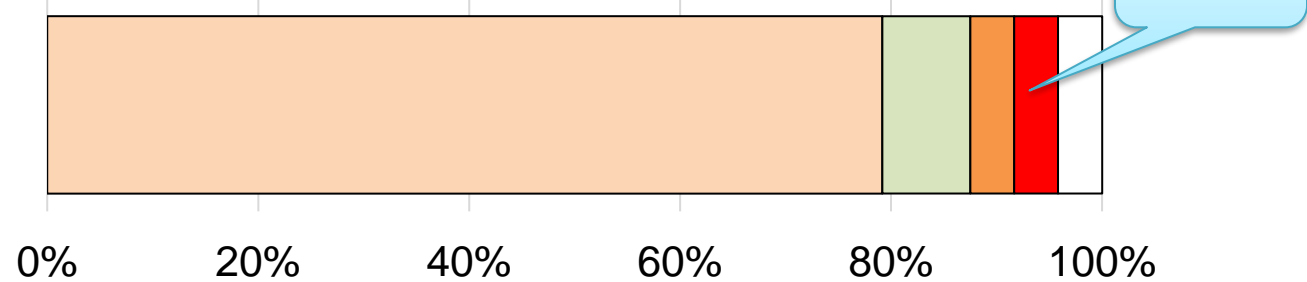
総容量: 241.0MWt

- 地中熱システムの1件あたりの容量が比較的大きく、導入件数が多い事例は病院・医療施設、スポーツ施設、宿泊施設、庁舎等、事務所である。
- 熱需要の大きい施設では、複数熱源を用いることにより、地中熱の稼働率を高めることができる。



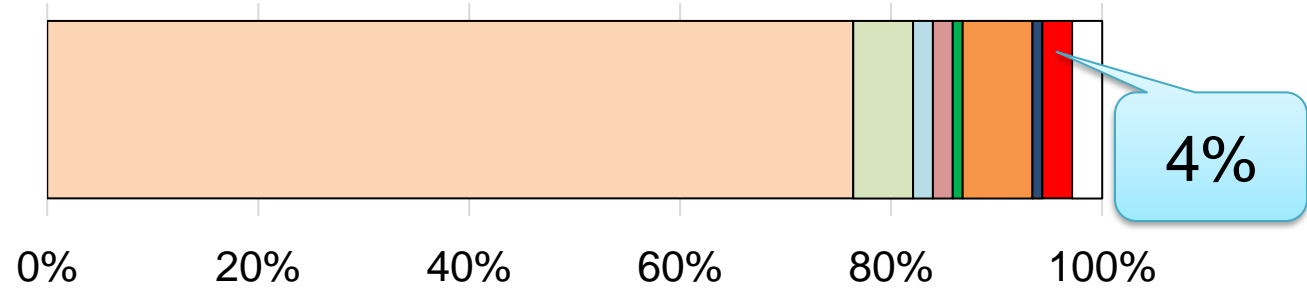
規模が大きな病院への再生可能エネルギーの導入・検討状況 ²³

導入した再生可能エネルギー

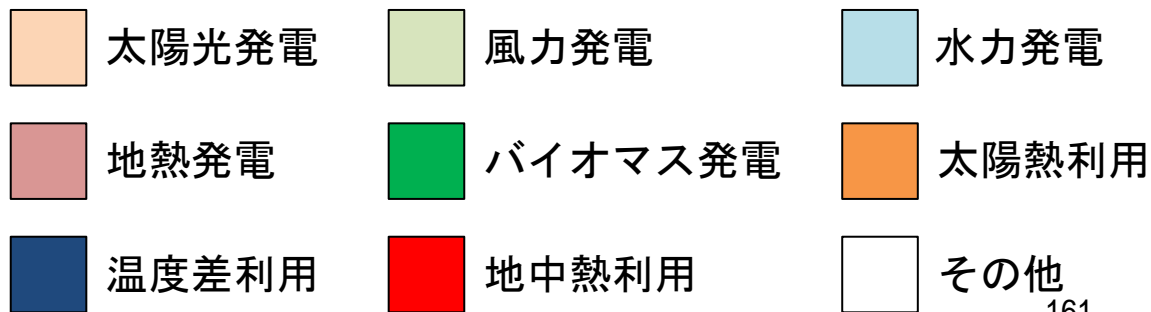


再生可能エネルギーとして地中熱を導入した病院、導入を検討している病院ともにきわめて少ない

導入を検討している再生可能エネルギー



病院関係者に地中熱利用の存在は十分には知られておらず、病院の脱炭素化を支援する企業等の存在が求められる



アンケート調査の対象：床面積 2000 m² 以上の民間病院
病院における地球温暖化対策推進協議会 (2024)

- 病院でのエネルギー需要は大きく、中でも熱源、給湯等の熱需要が大きい
- 岐阜大学病院では設備改修に伴って地中熱利用ヒートポンプ等を導入
 - 既設井戸を活用するとともに、ESCO事業により新たな資金を捻出することなく、CO₂排出量の18%削減を実現
 - 最近の電力・ガス単価をもとに試算すると、ランニングコスト22%減となる
- 岐阜大学医学部・大学病院のキャンパス移転を起点として、公共施設等に地中熱利用システムが導入され、地中熱ドミノが実現
- 地中熱の導入件数はいまだ少ないものの、病院・医療施設・福祉施設の容量は大きな割合を占めている
- 病院関係者に地中熱利用の存在は十分には知られておらず、病院の脱炭素化を支援する企業等の存在が求められる