

農業における地中熱の利活用

岡山市ゼロカーボン研究会 第2回研究会

2022年7月28日(木)

地中熱利用促進協会 事務局長 赤木 誠司



GeoHPAJ

特定非営利活動法人

地中熱利用促進協会

Geo-Heat Promotion Association of Japan

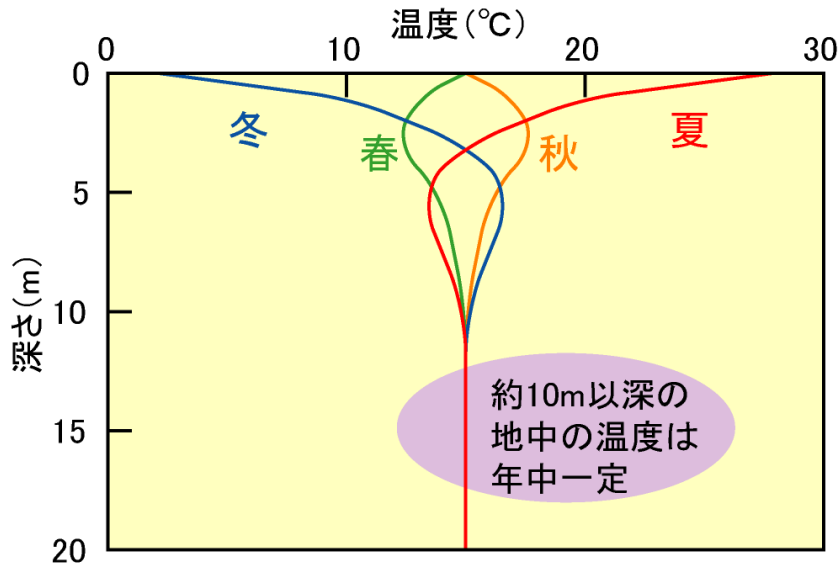
〒167-0051 東京都杉並区荻窪5-29-20 パシフィックアークビル5F

TEL/FAX: 03-3391-7836

☎ <http://www.geohpaj.org/> ✉ geohpajs@geohpaj.org

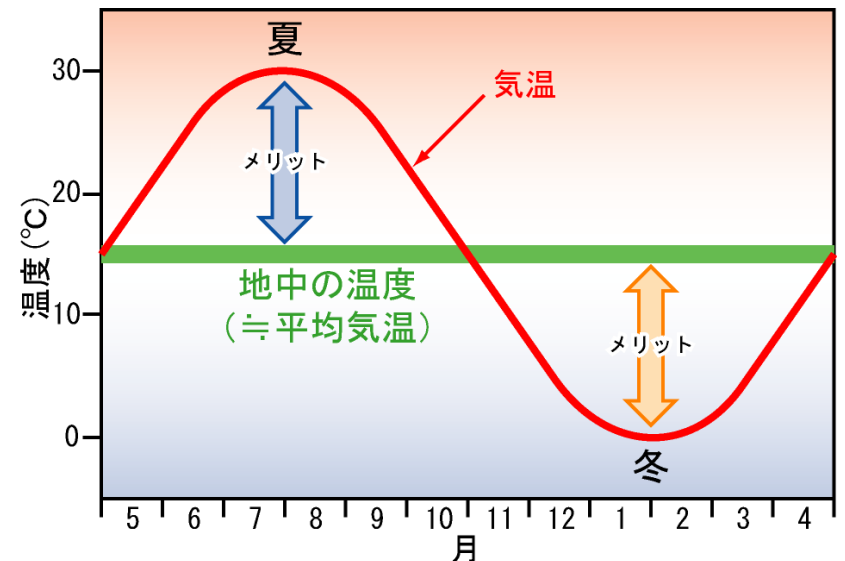
地中熱とは？

地中の温度は**年中一定**（≒平均気温）



この温度特性を空調等に
うまく利用するのが
「**地中熱利用**」です

- ・夏は空気より冷たい
 - ・冬は空気より暖かい
- この温度差が
地中熱利用のメリット
です



地中熱利用の形態

地中熱利用の形態

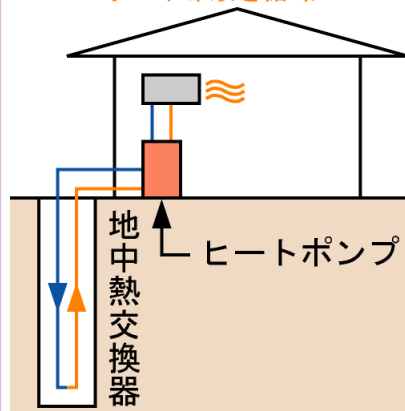
ヒートポンプの熱源として利用
温度調節が可能で汎用性が高い

ヒートポンプシステム

住宅・ビル等の冷暖房・給湯、プール・温浴施設の給湯
道路等の融雪、農業ハウスの冷暖房など

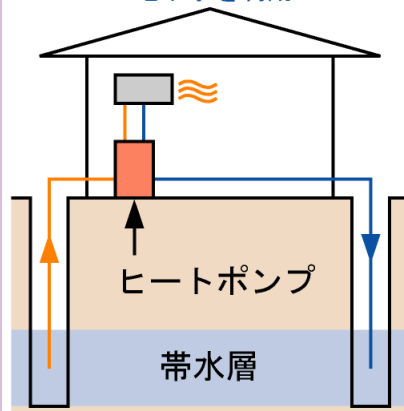
クローズドループ

水・不凍液を循環



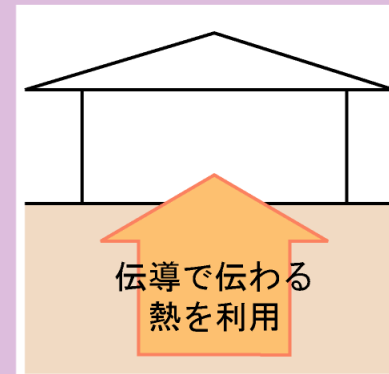
オープンループ

地下水を利用



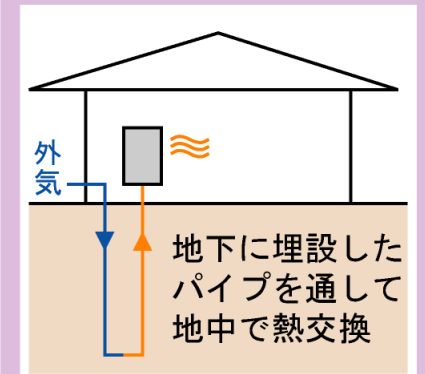
熱伝導

住宅の保温



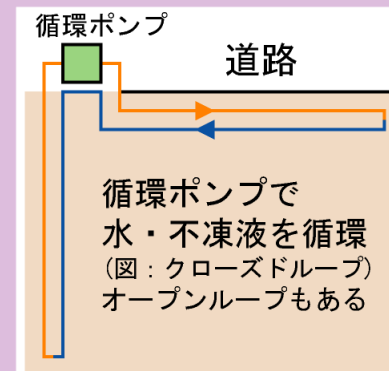
空気循環

住宅等の保温・換気



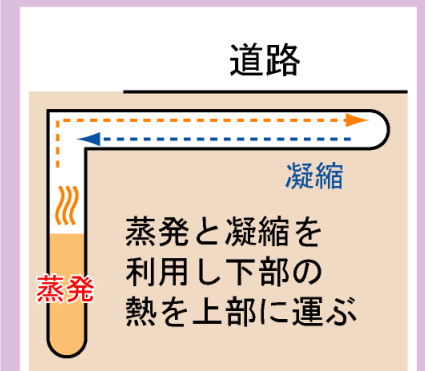
水循環

道路等の融雪等



ヒートパイプ

道路等の融雪



地中熱利用のメリット

汎用性

- ・日本中どこでも利用可能
- ・空調、給湯、融雪等様々な用途に利用可能

安定性

- ・天候に左右されない
- ・季節、昼夜を問わず利用可能

省エネルギー性・省CO₂性

- ・空気より熱源としての温度条件に優れるため、高効率
- ・化石燃料からの転換でCO₂大幅削減

ピークカット効果

- ・効率が外気温に左右されないため、ピークカットに大きな効果

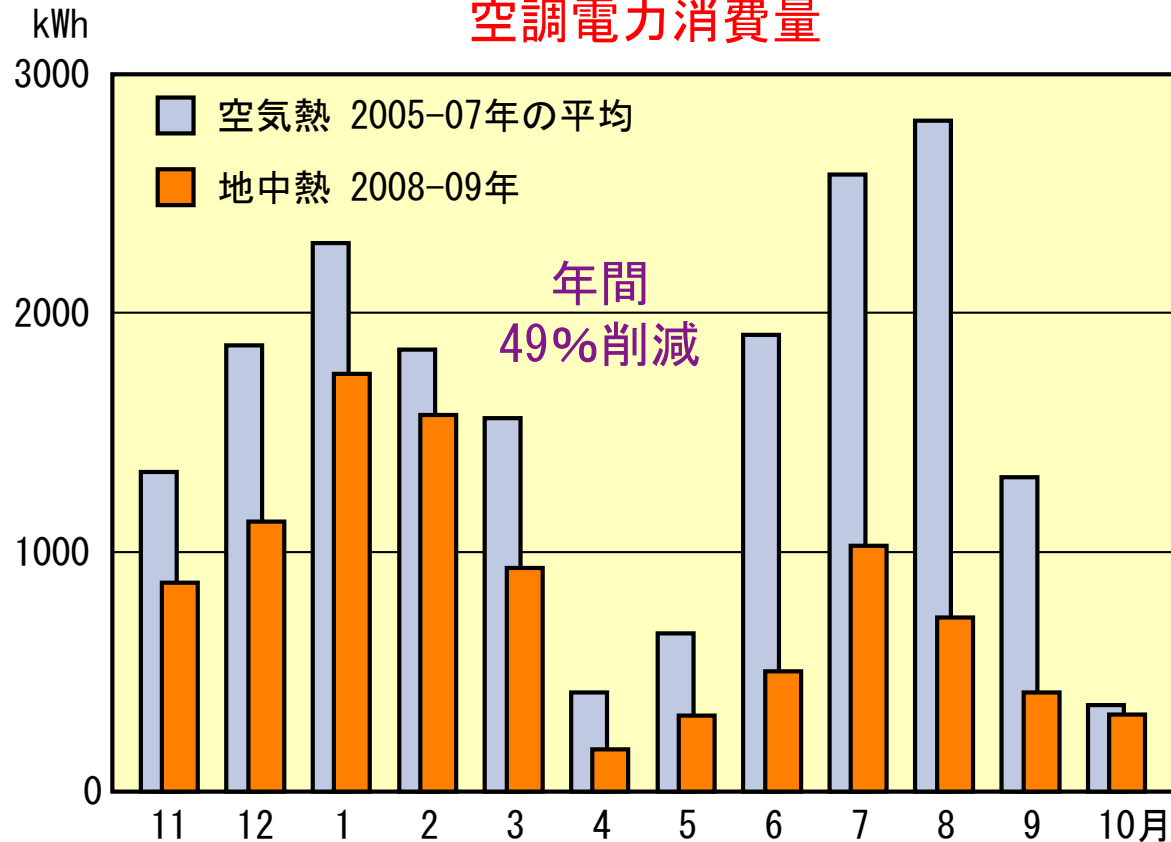
ヒートアイランド抑制効果

- ・冷房排熱を外気に排出しないためヒートアイランド現象を抑制

導入効果

都内のオフィスビル

空調電力消費量



地中熱交換器：ボアホール75m×8本

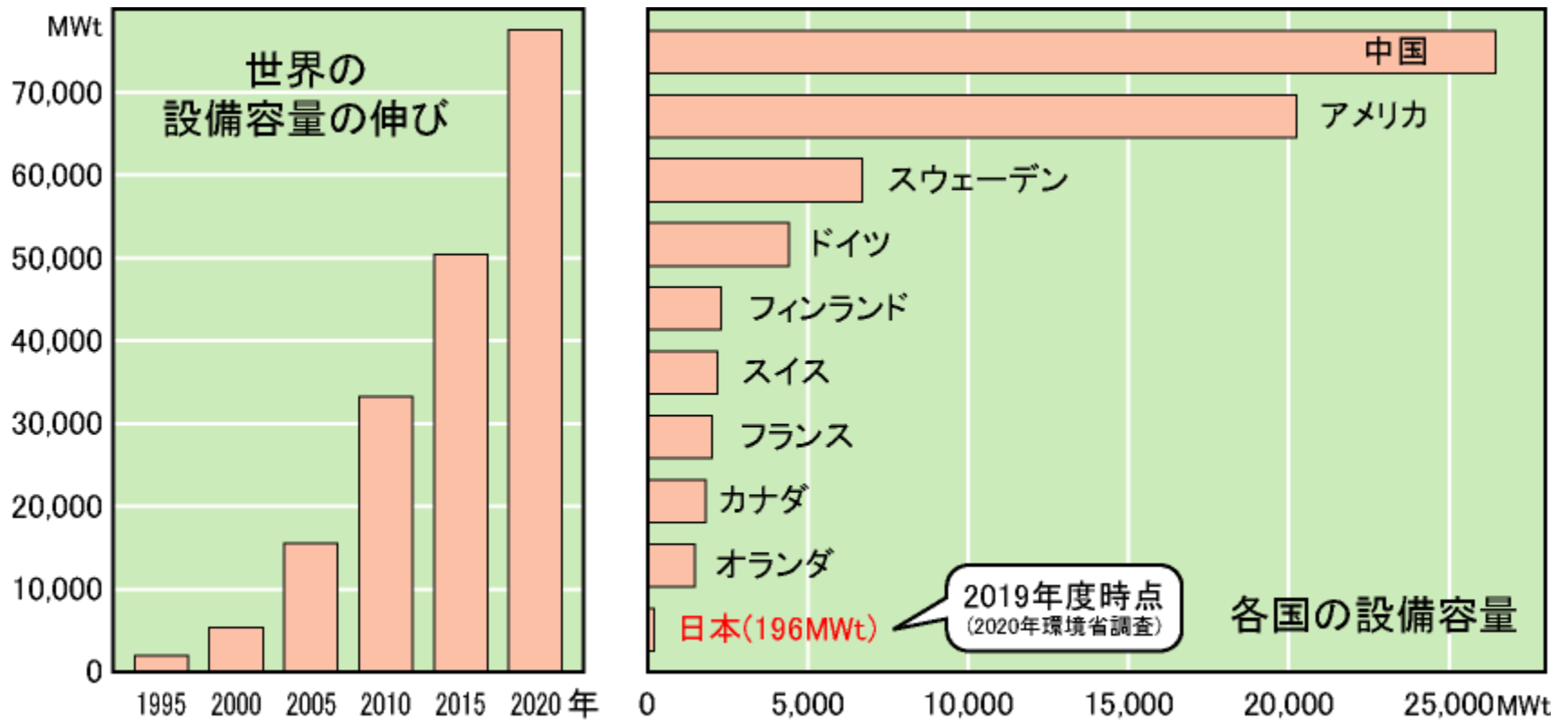
空調面積：303m²

ヒートポンプ：冷房 58.3kW、暖房 65.6kW

COP：年平均 4.3、暖房 3.6、冷房 5.8

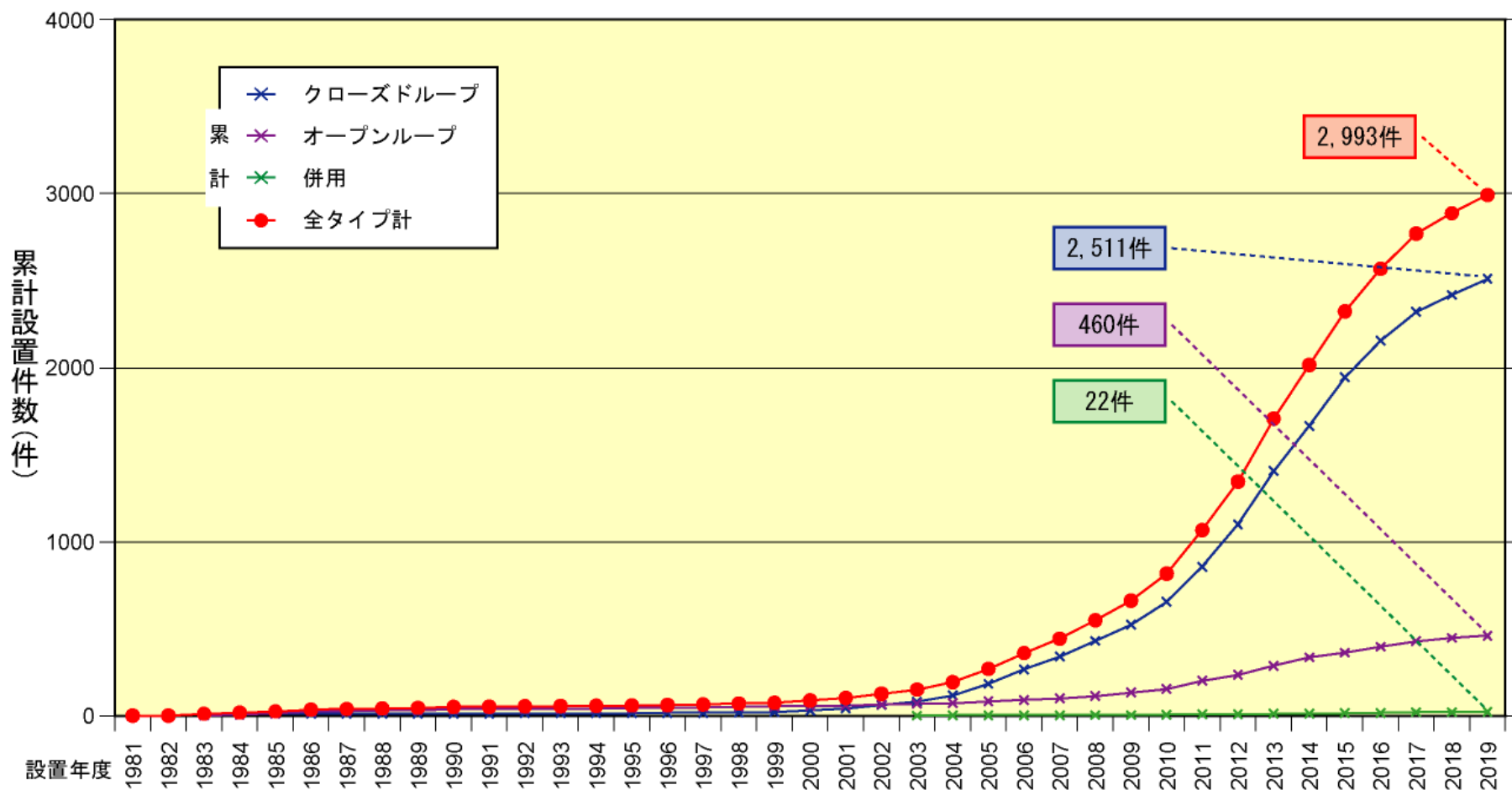
笹田(2010)

地中熱ヒートポンプシステム 世界の普及状況



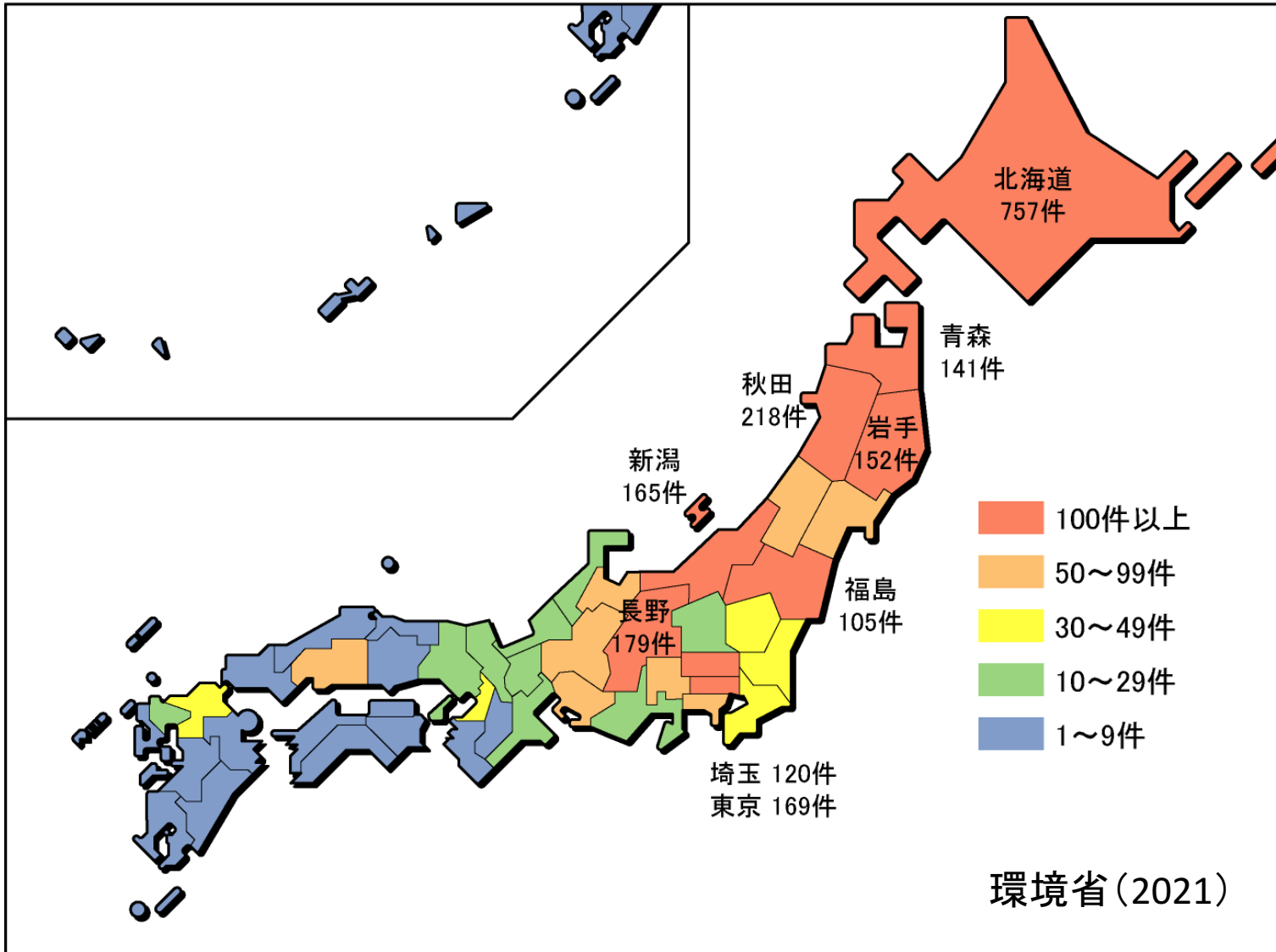
Lund and Toth (2020)より作成 (日本の設備容量は2020年環境省調査による)

地中熱ヒートポンプシステムの設置件数

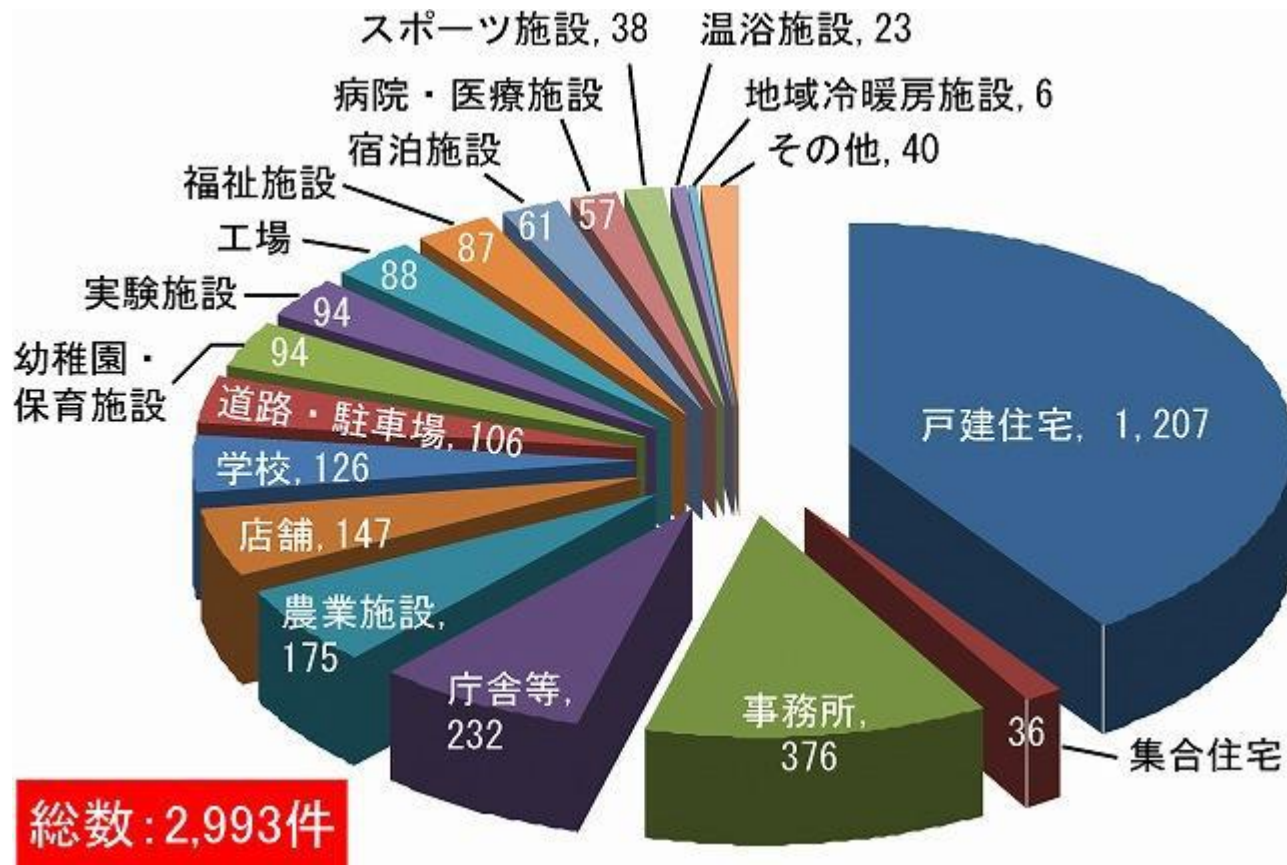


環境省(2021)

地中熱ヒートポンプシステム普及状況



地中熱ヒートポンプシステム 導入箇所別設置件数



環境省(2021)

導入事例 横浜市役所

横浜市での地中熱利用の経緯

2012～13年

地中熱利用空調実証試験(泉区総合庁舎)

ボアホール/ダブルU字管、80m×4本

冷房:28.0kW、暖房:31.5kW

2016年

金沢区総合庁舎

杭方式/場所打ち杭、25m×26本

冷房:89.6kW、暖房:100.8kW

南区総合庁舎

ボアホール/ダブルU字管、100m×6本

冷房:22.4kW、暖房:25.0kW

2020年

新庁舎(アトリウム空調)

杭方式/場所打ち杭、20～30m×66本

冷房:378kW、暖房:425kW



新庁舎外観



地中熱交換器設置の様子
(写真提供:横浜市)



地中熱空調を行っているアトリウム
(写真提供:横浜市)

(地中熱利用促進協会 ニュースレター368号 他)

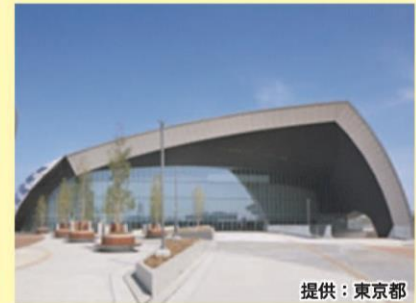
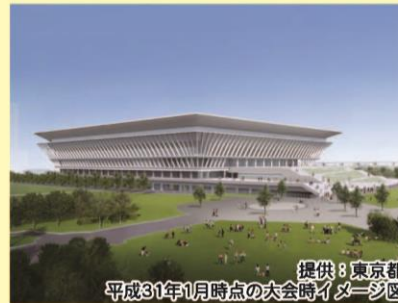
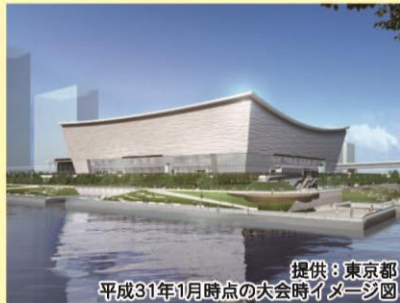
東京オリンピック・パラリンピック施設にも

有明アリーナ

東京アクアティクスセンター

武蔵野の森総合スポーツプラザ

東京オリンピック・パラリンピックの施設では、再生可能エネルギーの積極的な導入が検討され、地中熱も3つの施設で導入されます。



実施競技
オリンピック
パラリンピック

バレーボール
車いすバスケットボール

水泳(競泳、飛込、アーティスティックスイミング)
水泳

バドミントン、近代五種(フェンシング)
車いすバスケットボール

地中熱利用設備容量*

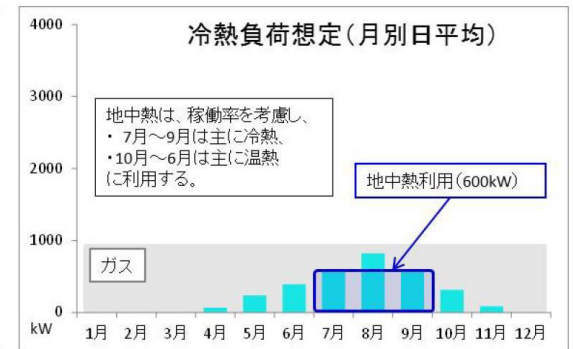
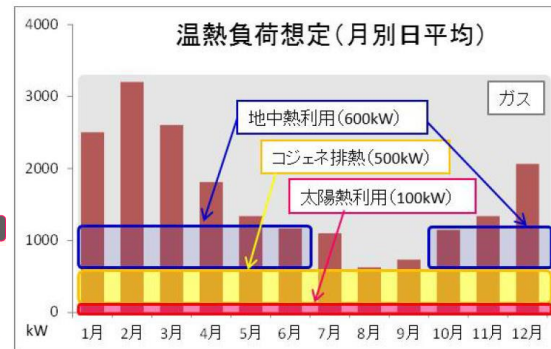
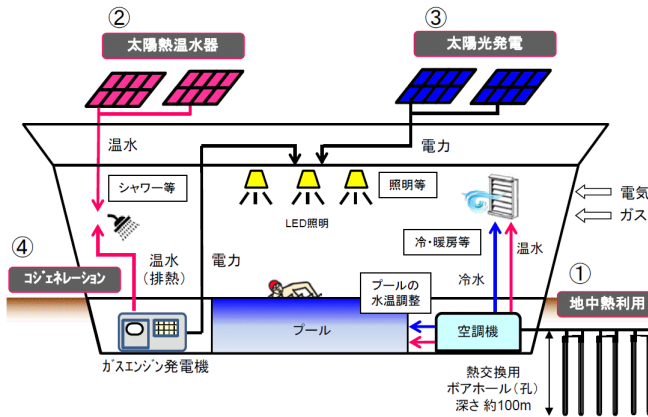
550kW

600kW

冷却能力406.8kW、加熱能力461.7kW

* 出典：東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会 持続可能性に配慮した運営計画 第二版(平成30年6月)

環境省「地中熱利用システム」より



「アクアティクスセンター(仮称)新築工事基本設計」より

岡山県の導入状況

ヒートポンプシステム件数	・・・ 9件
戸建住宅	3
事務所	3
幼稚園・保育施設	1
道路(融雪)	1
実験施設	1

(環境省 2020年度地中熱利用状況調査)

【参考】 就実こども園

(一財)ヒートポンプ・蓄熱センター
蓄熱情報誌 COOL&HOT 2014 No.46 P18

https://www.hptcj.or.jp/Portals/0/data0/common/images/P18_CH47.pdf

熱源	鋼管杭利用 11m×60本
冷暖房能力	冷房 38.0kW 暖房 43.0kW



エコキュートがやってきた

就実大学・短期大学附属幼稚園 保育所

就実こども園

【建物概要】

住所：岡山県岡山市中区五川1-1-1
延床面積：1889.89㎡
竣工：2012年4月

最新機種を導入と地中熱の有効活用で夏季の電気使用量を大幅抑制

就実こども園は、岡山市の就実大学・就実短期大学附属幼稚園に、認可外の保育施設を併設した認定こども園。2012年4月に開園された大学の保育所の施設とともに、教員の研修や学生の学習支援などの役割も担い、新しい研究成果などが蓄積されている。下バックが、これから、さらなる高い教育・保育が期待されている。

夏場には幼稚園100人、保育所42人、合計152人、コルクの床や自然光を取り入れた施設コンセプトを踏襲しての施設では、年間を通じて空調があまりに、地中熱を活用する先進的なシステムも導入した。夏のエアコンに比べて消費電力が40%も少ない地熱ヒートポンプを導入している。このほか、太陽熱利用設備やLED照明を積極的に導入するなど、子どもの安全・安心に気を配りながらも、省エネルギーに配慮した施設になっている。

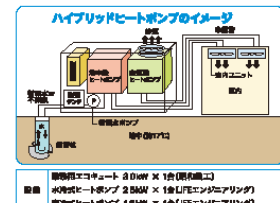
今回導入した機器はエコキュートにおいて、自然冷熱(COOL)のヒートポンプは夏場トップクラスのCOP4.07を達成し、ランニングコストは石油給油機やガスボイラーの約1/5で済む。また、大蓄熱槽蓄熱システムは、



就実大学・短期大学附属幼稚園 保育所 就実こども園 園長 竹川 麗子

蓄熱槽を一度に低コストでランニングを稼げることで他施設が不要となり、省エネルギーと経済性を両立している。貯熱ユニットの設置は4000Lの貯熱容量を確保することにより、熱効率的な蓄熱システムを採用。空調用エネルギーの削減は、夏季ピーク時のおおむねの電気使用量の削減を達成することができた。先進的な地中熱ヒートポンプや蓄熱槽な蓄熱用エコキュートの採用が大きく寄与している。

古川園子園長は、たとえば、夏場に子どもが外出して帰ると、汗ばんでお風呂に入っても、すぐには汗が乾かずに、冬場も暖かく、本音が「快適」と、と話す。保護者の声もまた、冬は蓄熱用エコキュートを使っても、汗ばかたがやがや乾かす。冬には安心です。と、エコキュートをはじめ、



3割削減
一次エネルギー消費削減効果
-30%
従来分と比較

導入したシステム全体の効果は、大変満足しているようだ。また、就実こども園では、心身の発達と健康増進を重視して、地産地消をはじめ、食育に「ほたけ」の力を入れている。その中で、環境は美化新築を推進しているが、古川園長は、衛生面と環境管理の間から高く評価している。

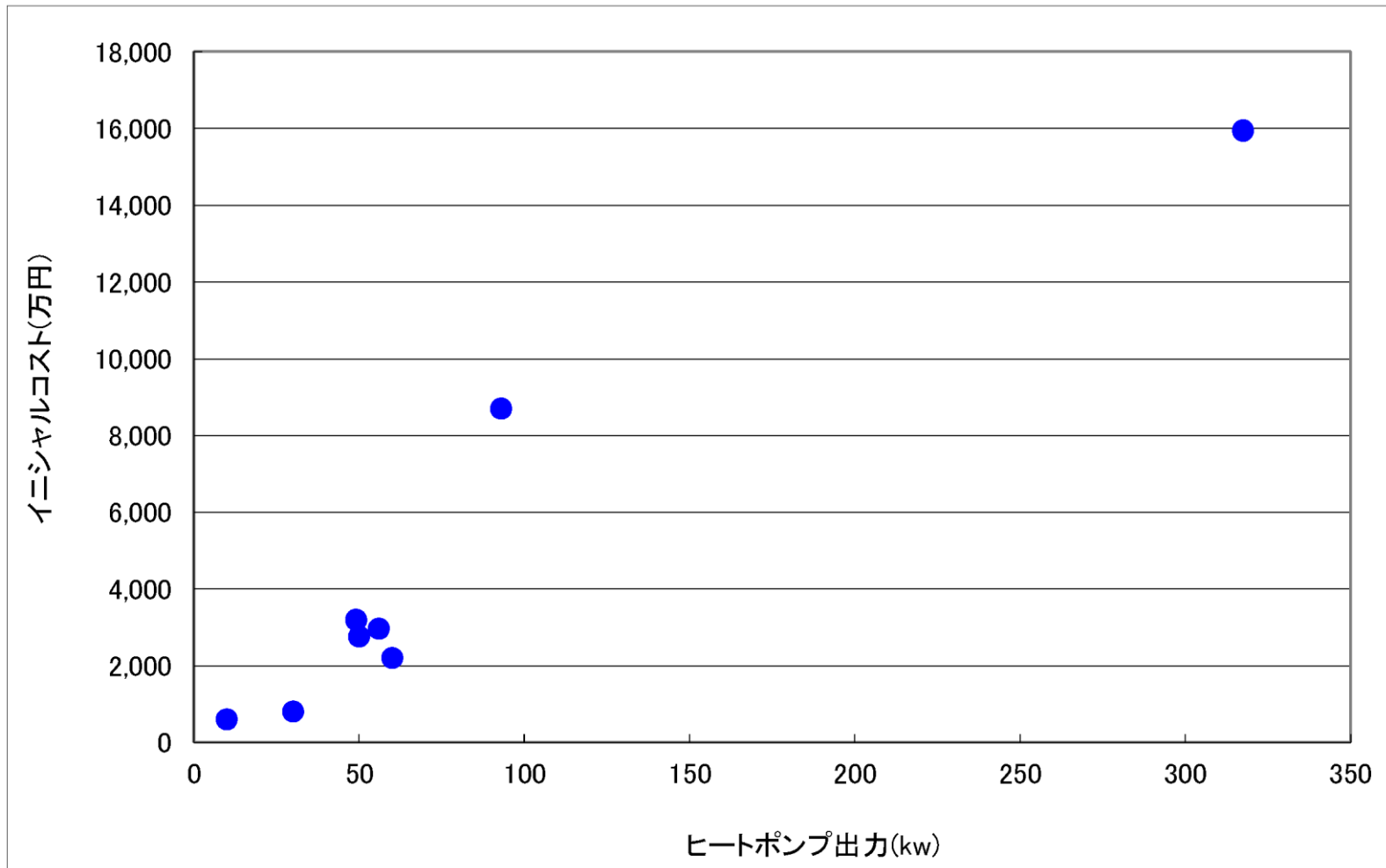


蓄熱用エコキュート



ハイブリッドヒートポンプ(水冷式、空冷式)

イニシャルコスト



ヒートポンプ出力あたりのイニシャルコストの事例(クローズドループ)
環境省「地中熱利用にあたってのガイドライン改訂版(平成30年3月)」

【環境省】再生可能エネルギー情報提供システム [REPOS(リーポス)]

ホーム

サイトの
目的と概要

本サイトの
使い方

再生可能エネルギー
ポテンシャルメニュー

地域脱炭素化
促進支援メニュー

データと
報告書

その他
(分析ツール等)

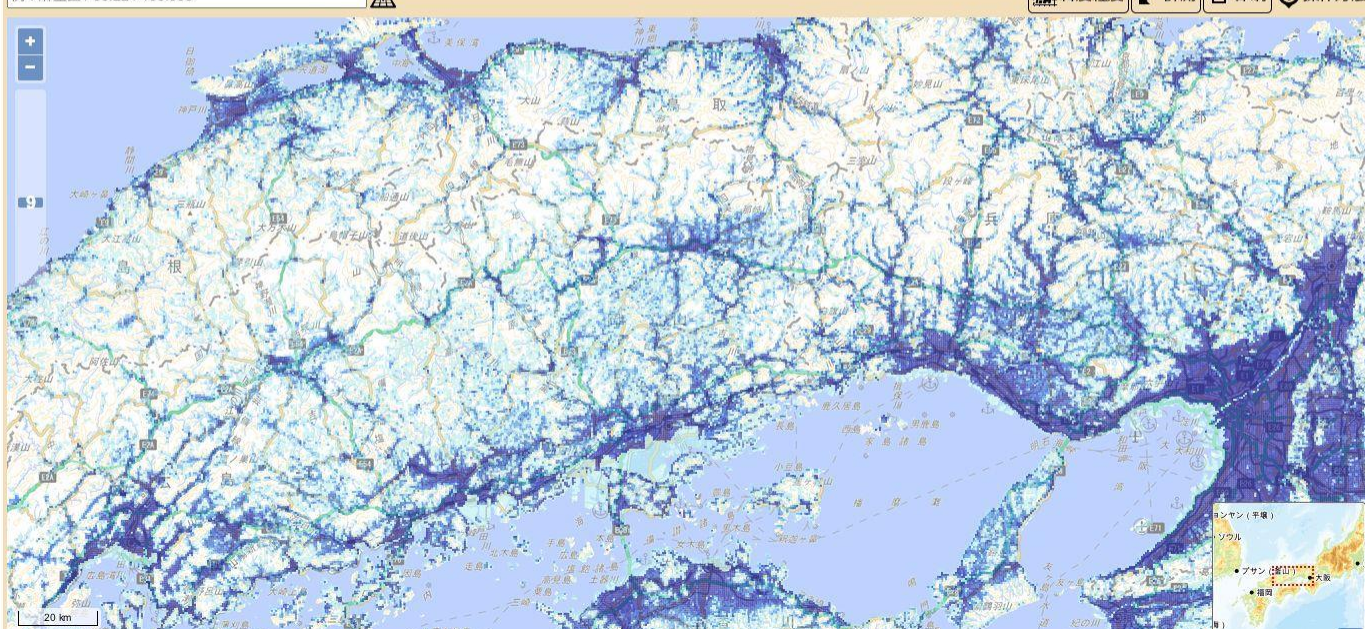
ホーム > 再生可能エネルギーポテンシャルメニュー > 地中熱 > 地図

地中熱：地図

概要とデータ利活用方法

ツール説明

例：麻生区 / 35.224 135.333



地中熱

▼ ポテンシャル

地中熱導入ポテンシャル

▼ 背景図

- 地理院地図 (淡色地図)
- 地理院地図 (色別標高図)
- 地理院地図 (写真)
- OpenStreetMap

凡例

ポテンシャル

- 地中熱導入ポテンシャル
- 0.05億MJ/年/km² 未満
 - 0.05 - 0.1億MJ/年/km²
 - 0.1 - 0.2億MJ/年/km²
 - 0.2 - 0.5億MJ/年/km²
 - 0.5億MJ/年/km² 以上

REPOSによる地中熱導入ポテンシャル

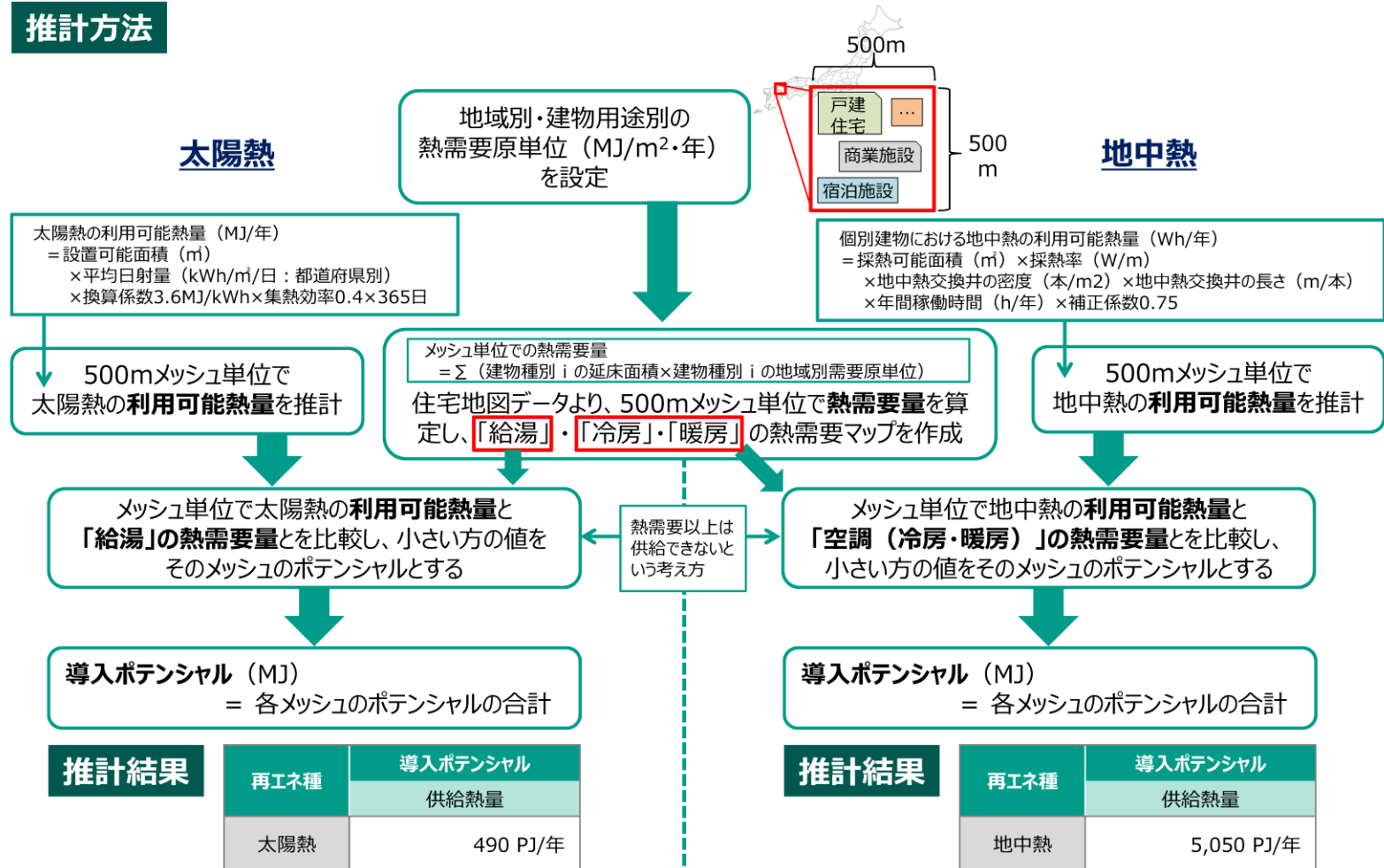
[REPOS] 導入ポテンシャル推計方法

太陽熱・地中熱の導入ポテンシャル

(太陽熱：平成25年度推計)
(地中熱：平成27年度推計)



推計方法



【NEDO】再エネ熱の導入ポテンシャル

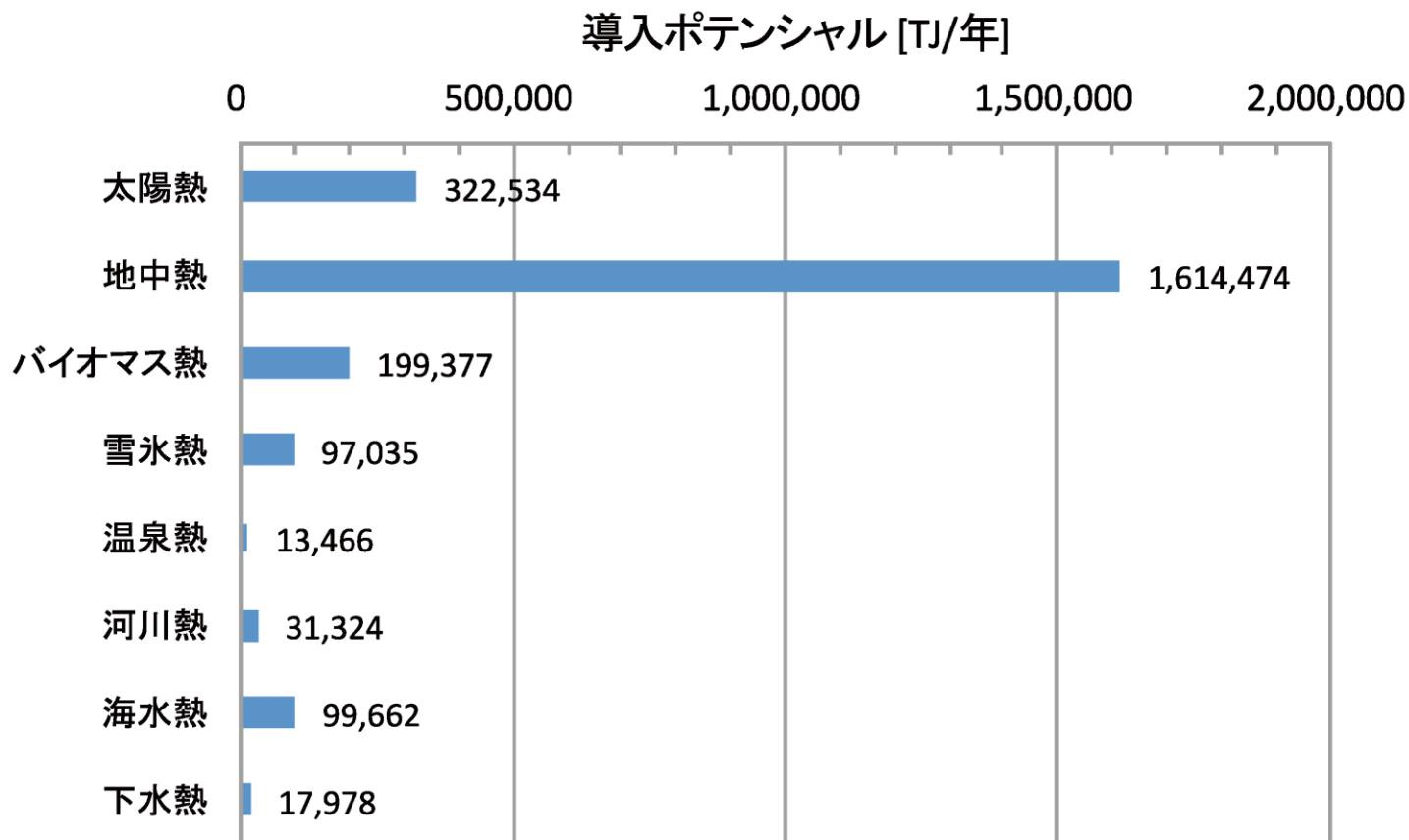


図21 各種再生可能エネルギー熱の国内導入ポテンシャル

出典：平成29年度成果報告書「再生可能エネルギー熱利用システムの普及に向けた技術開発に関する調査」(NEDO, 2018年1月)を基にNEDO技術戦略研究センター作成

出典：NEDO「TSC Foresight」Vol.41

農業での地中熱利用 ～動機～

- ◎原油価格高騰によるコスト負担を軽減したい
- 出荷調整等、付加価値を高め販路を拡大したい
- 環境配慮により販路を拡大したい

特徴の比較

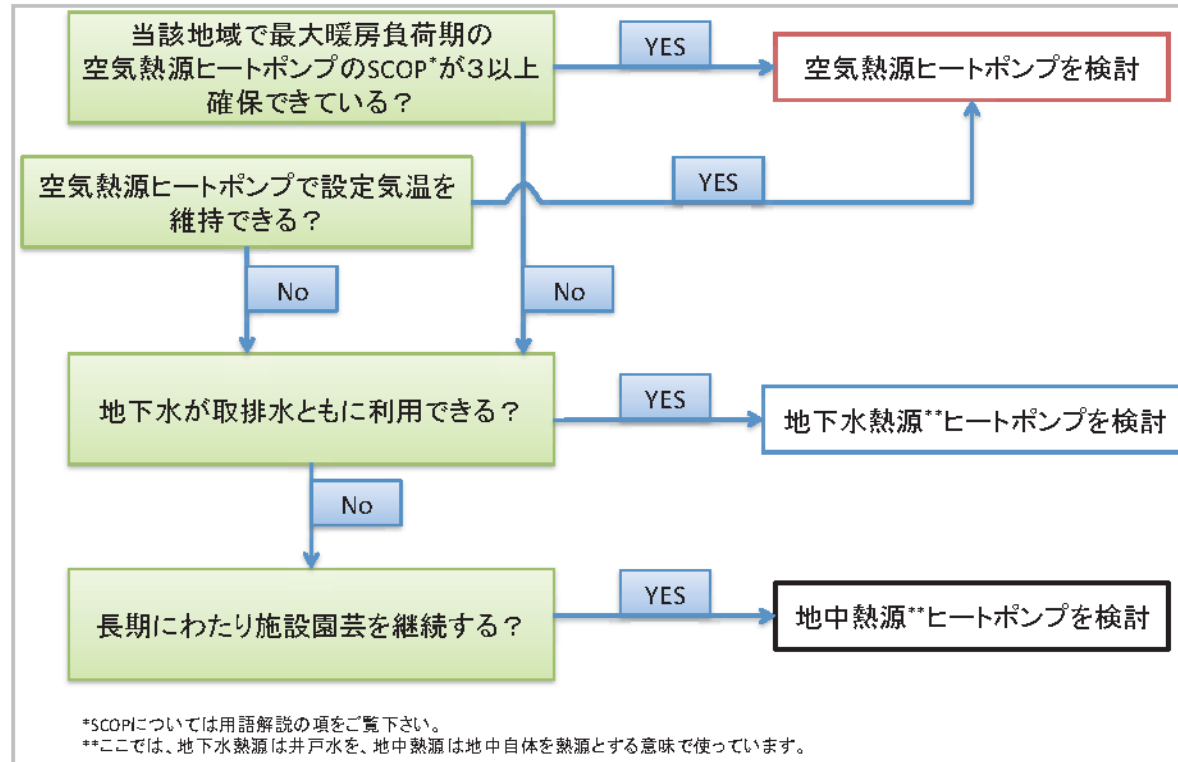
	ヒートポンプ			燃油 暖房器
	地中熱		空気熱	
	クローズド	オープン		
イニシャルコスト	△	○	○	◎
ランニングコスト	◎	◎	○	△
省エネ・省CO2	◎	◎	○	△
メンテナンス性	◎	○	◎	△
冷房・除湿	可	可	可	不可
デフロス	無	無	発生	無
能力・効率	安定	安定	変動	安定

検討の際のポイント

- 熱源利用可能な農業用水(既存井戸)の存在
⇒熱源の費用を大幅に抑えることができる
- 冷房・除湿の必要性
⇒出荷時期調整や収穫回数、収量増大により、収益増
- 温度・湿度管理の必要性
⇒特にキノコ類など、ヒートポンプによる温度管理が適している
- 環境配慮の必要性
⇒顧客から取引に際し環境配慮を求められている

【参考】検討フローチャート

フローチャート「地中熱ヒートポンプを検討する余地があるか？」



出典：(国研)農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所
「ハウス暖冷房に地中熱ヒートポンプの導入をお考えの皆様へ」

農業での利用事例

空調

農業施設（新潟県園芸研究センター）

クローズド
ループ

- イチゴの超促成栽培の実証試験施設（H25.8～H27.6）
- 暖房コストの削減量調査（42%削減）、越後姫の収量調査（125%増加）
- **新潟県研究会が計画～調査を支援**



実験施設外観



ヒートポンプ



クラウン(茎)の加温冷却



越後姫

【データ】

種別: クローズドループ

場所: 聖籠町

新潟県園芸研究センター

竣工: 2013.8

用途: 越後姫栽培

出力: 温水6kW、冷水4kW

ポアホール: 100m(W) × 1本

補助金: なし

エネルギー削減率: 調査中

(対 灯油暖房)

出典: 新潟県内地中熱ヒートポンプ
導入事例集 2021年9月版

農業での利用事例

空調

農業施設（刈羽村とうりんぼ）

クローズド
ループ

オープン
ループ

2020年
竣工

- いちご「越後姫」のハウス空調とスーパー超促成栽培
- かんがい水確保を考えたオープンループの併用

【データ】

種別：クローズド・オープン併用

施主：刈羽村

竣工：2020.3（ハウス空調更新）

用途：ハウス空調・クラウン加温
（クローズドシステム：ハウス空調）

出力：暖房31.5kW、冷房28.0kW × 2台

ボアホール：100m（W）× 12本

（オープンシステム：クラウン加温）

出力：暖房6.0kW冷房5.0kW × 4台

水源井：No.1 φ100 × 64.0m

No.2 φ150 × 64.0m

補助金：令和2年度経産省

エネルギー構造高度化

・転換理解促進事業



出典：新潟県内地中熱ヒートポンプ
導入事例集 2021年9月版



ボアホール掘削作業



クラウン加温配管



空調ヒートポンプ（中央）
井水受水槽（手前）



クラウン加温用ヒートポンプ（左）
空調ヒートポンプ室内機（右）

農業での利用事例

菌床しいたけ栽培工場 あしつきの森

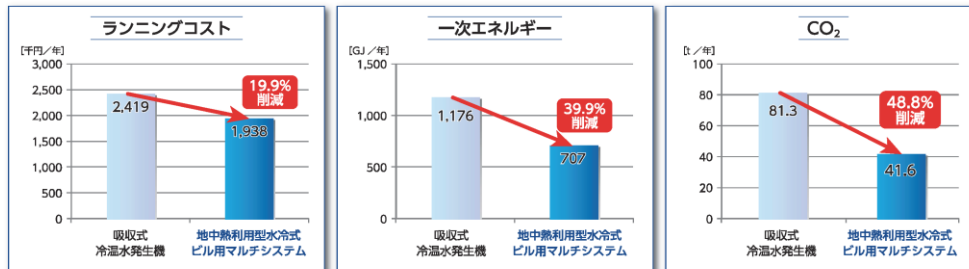
設備概要

所在地	富山県高岡市
設置年月	2018年4月
方式	オープンループ
能力	冷房224kW、暖房252kW(10馬力×8台)



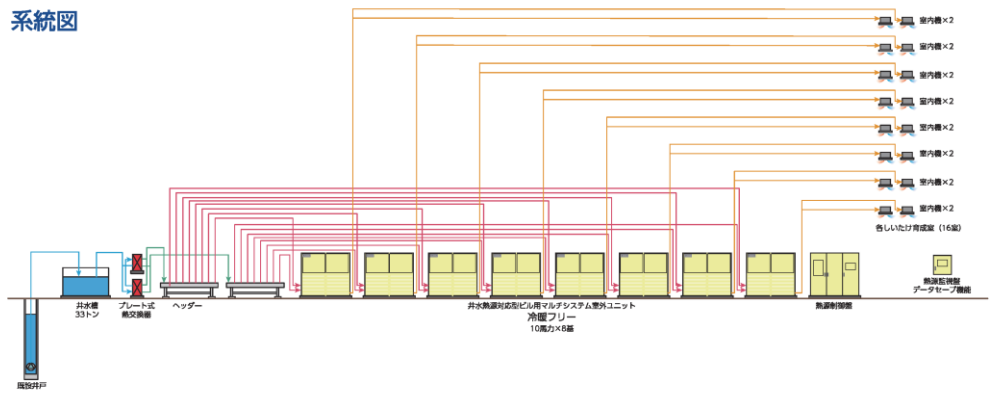
外観

吸収式冷温水発生機と地中熱利用型水冷式ビル用マルチシステムとの比較



↑ヘッダー / ヒートポンプ↓

系統図



ご清聴ありがとうございました



GeoHPAJ

特定非営利活動法人

地中熱利用促進協会

Geo-Heat Promotion Association of Japan

〒167-0051 東京都杉並区荻窪5-29-20 パシフィックアークビル5F

TEL/FAX: 03-3391-7836

☎ <http://www.geohpaj.org/> ✉ geohpajs@geohpaj.org