

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 /直接膨張式地中熱ヒートポンプシステムと その施工・設置に係るコスト削減技術の開発

発表者名: 依田 修 (藤島建設)

(株)藤島建設、(株)ハギ・ボー、中外テクノス(株)、伊田テクノス(株)
(国)山梨大学、(株)トーレイ、富士商事(株)

2023年2月2日

問い合わせ先
株式会社藤島建設・依田 修
E-mail: yoda@fujishima.co.jp
TEL: (048)767-3715

事業概要

1. 期間

- ・開始:2019年7月
- ・終了:2022年3月

2. 最終目標

- ・初期設置コスト低減
 - ・2022年3月(事業終了時点)→20%低減
 - ・2030年 →30%以上低減(投資回収年数8年以下)

3. 成果・進捗概要

- ・コスト低減
 - ・初期設置コストの20%低減
- ・新規開発技術
 - ・4吋ビットの開発
 - ・杭頭キャップ工法
 - ・設計コード
 - ・直膨ポテンシャルマップ
- ・改良技術
 - ・地中熱HPU4吋ビットの開発
 - ・地中熱交換器
 - ・ボアホール型施工法
 - ・鋼管型施工法

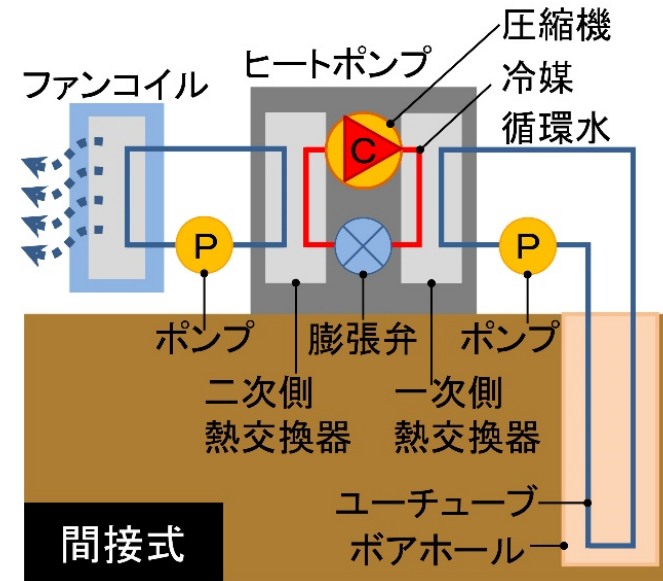
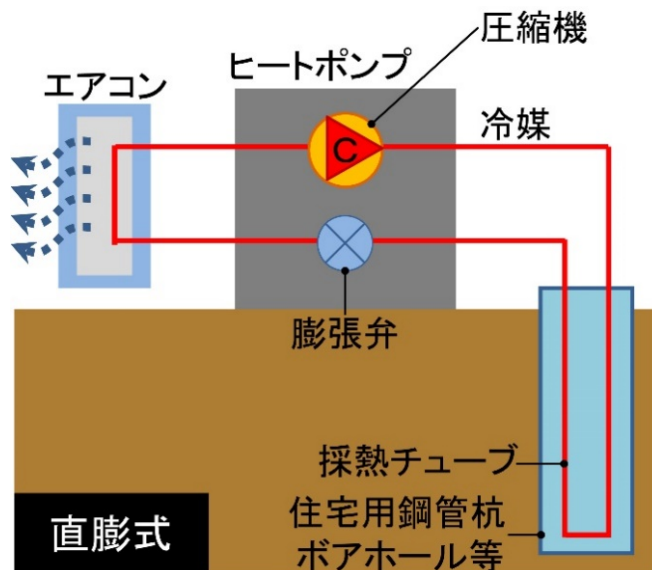
4. 研究開発の内容・実施体制

(1) 研究開発の背景と課題および技術の概要

- ・地球温暖化防止、CO2排出量抑制 ← 地中熱ヒートポンプシステムの普及
- ・欧米に比べ低い普及率(容量・1/20、人口当・1/70)
- ・国内での普及にも伸び悩み → 2015年以降伸率に鈍化が
- ・コスト高が大きな要因の一つ → これまでとは違ったアプローチでコストに挑戦



- ・直膨式地中熱ヒートポンプシステムを用いて技術開発を行う



4. 研究開発の内容・実施体制

- ・直膨式地中熱ヒートポンプシステムのメリット
 - ・製造コストの削減←「一次側・二次側熱交換器」、「(循環)ポンプ」が不要
 - ・熱交換ロスが少ない←「一次側・二次側熱交換器」が不要
 - ・消費電力の削減←「(循環)ポンプ」が不要
 - ・地中熱交換器設置コストが少ない
 - ←地中熱交換器は短い←冷媒の「凝縮・蒸発」が地中の熱交換器内で完了
 - ←地中熱交換器(採熱チューブ)自体が銅管で細い

(2) 研究開発の内容

- ①地中熱ヒートポンプユニットの開発(ハギ・ボア、トーレイ)
- ②地中熱交換器の開発(ハギ・ボア、トーレイ)
- ③掘削先端工具・工法の開発(ハギ・ボア)
- ④ボアホール型施工方法の改良・開発(ハギ・ボア)
- ⑤本設鋼管杭利用工法の開発(伊田テクノス、富士商事、藤島建設)
- ⑥鋼管埋設型施工方法の改良・開発(藤島建設、山梨大学)
- ⑦設計コードの開発(中外テクノス、山梨大学、藤島建設)
- ⑧直膨式専用地中熱ポテンシャルマップの構築

4. 研究開発の内容・実施体制

(3) 研究開発実施体制



5. 研究開発項目・目標

| 研究開発項目 | 目標(具体的、数値、設定条件) |
|--|--|
| <p>＜低コスト機器の開発＞ (1)地中熱ヒートポンプユニットの開発</p> <p>・ハギ・ポー ・トーレイ</p> | <p>【目標値】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・<u>直接膨張式地中熱ヒートポンプエアコンユニットの開発</u> <ul style="list-style-type: none"> ・改造による生産体制から部品供給による生産体制検討 ・改造と部品供給とのコスト・生産性・品質の比較検討 ・一般住宅のLDを1台で賄うことに特化した専用機の開発 ・<u>直接膨張式給湯用専用地中熱ヒートポンプシステムの開発</u> <ul style="list-style-type: none"> ・これまでの直膨式に比較しより高効率な専用ユニットの開発 ・<u>維持管理体制の構築や販売体制の確立</u> <ul style="list-style-type: none"> ・維持メンテナンス体制の整備・展開 <p>→・試作品評価完了(2021年頃)を目途として協議</p> <p>【設定条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・研究開発開始時点の一般的な地中熱交換HPユニット |
| <p>＜低コスト機器の開発＞ (2)地中熱交換器の開発</p> <p>・ハギ・ポー ・山梨大学</p> | <p>【目標値】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・採放熱量の向上(30%→従来長さの2/3) <ul style="list-style-type: none"> ・冷媒情報も検討した最適な空調用地中熱交換器開発 ・性能を担保したままでの熱交換器更なるボリュームの削減 <p>【設定条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・研究開発開始時点の直膨式地中熱交換器 |

5. 研究開発項目・目標

| 研究開発項目 | 目標(具体的、数値、設定条件) |
|---|---|
| <p>＜低コスト施工法の開発＞ (3)掘削先端工具・工法の開発</p> <p>・ハギ・ボー</p> | <p>【目標値】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新型4吋ビットの開発(在来6吋の1/2の掘削断面) <ul style="list-style-type: none"> ・施工時間短縮 ・排出汚泥/残土の縮減 ・耐久性の向上 ・地盤対応(砂礫、泥岩、中硬岩までをカバー) ・コストダウン <p>【設定条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・従来の一般的なボーリング工法 |
| <p>＜低コスト施工法の開発＞ (4)ボアホール型施工法の改良・開発</p> <p>・ハギ・ボー</p> | <p>【目標値】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・在来6吋の1/2の掘削時間 <ul style="list-style-type: none"> ・4吋ビットを使用した掘削工法に適する施工法の開発 ・小型機による施工とプラントのユニット化 ・地上部施工の標準化・規格化を進める <p>【設定条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・従来の一般的なボーリング工法 |

5. 研究開発項目・目標

| 研究開発項目 | 目標(具体的、数値、設定条件) |
|---|---|
| <p>＜低コスト施工法の開発＞ (5)本設鋼管杭利用工の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・伊田テクノス ・富士商事 ・藤島建設 | <p>【目標値】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・建物を支持する本設杭に熱交換器を挿入できるようにする <ul style="list-style-type: none"> ・何処でも、誰でも使えるよう、技術評価を取得する。 ・小型機械の選定と施工法の改良 <p>【設定条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・熱交換用の専用鋼管使用から本設鋼管杭への変更 |
| <p>＜低コスト施工法の開発＞ (6)鋼管埋設型施工法の改良・開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・藤島建設 ・山梨大学 | <p>【目標値】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地上配管の最適化工法の開発 <ul style="list-style-type: none"> ・地中熱交換器の地上配管部の最適化工法の開発 ・最適化工法による施工法の開発 ・硬質地盤でのコストを抑制する施工法の開発 <p>【設定条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・研究開発開始時点の直膨式地中熱交換器 |

5. 研究開発項目・目標

| 研究開発項目 | 目標(具体的、数値、設定条件) |
|---|---|
| <p>＜低コスト施工法の開発＞ (7)設計コードの開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・中外テクノス ・山梨大学 ・藤島建設 | <p>【目標値】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地中熱交換器内の冷媒の流動状況の予測と、伝熱性能を評価する(冷媒流動シミュレーション)。 ・鋼管表面温度の判定値を用いて地中熱交換器の構成(深さ、本数)を最適化する(設計コード)。 <p>【設定条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・研究開発開始時点の直膨式地中熱交換器 |
| <p>＜低コスト施工法の開発＞ (8)直膨式専用ポテンシャルマップの構築</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ハギ・ポー ・山梨大学 | <p>【最終目標】</p> <p>地盤情報を地中熱情報として整理し地中熱ポテンシャルマップの出力から地中熱交換器の仕様を決める設計手法を構築する。</p> <p>【設定条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・研究開発開始時点の直膨式地中熱交換器 |

6. 技術開発の成果

6.1 事業全体の進捗

| 研究開発項目 | 担当 | 2019 | | | | 2020 | | | | 2021 | | | | |
|---------------------------|----------|------|----------|-----|-----|------|-----|-------|-----|------|-----|-------|-----|----|
| | | 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)直接膨張方式地中熱 ヒートポンプの開発 | ハギ・ボートレイ | | 考案・設計・試作 | | | | | 試験・評価 | | | | 試作 | | 試験 |
| (2)直接膨張方式地中熱 交換器の開発 | ハギ・ボートレイ | | 情報収集 | | | 考案 | | 設計 | | 試作 | | 試験 | | |
| (3)掘削先端工具・工法 の開発 | ハギ・ボートレイ | | 考案・設計 | | | 試掘 | | 評価・設計 | | 試験 | | 試掘・評価 | | |

6. 技術開発の成果

6.1 事業全体の進捗

| 研究開発項目 | 担当 | 2019 | | | | 2020 | | | | 2021 | | | |
|--------------------------|------------------------|------|-------|-----|------|-----------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|
| | | 1 Q | 2 Q | 3 Q | 4 Q | 1 Q | 2 Q | 3 Q | 4 Q | 1 Q | 2 Q | 3 Q | 4 Q |
| (4)ボアホール型施工方法の簡素化と施工の規格化 | ハギ・ボートレイ | | | | | 仕様検討・一部試作 | | | | | | | |
| | | | | | | 実地対応 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | まとめ | |
| (5)本設鋼管杭利用工法の開発 | 伊田テクノス 富士商事 藤島建設 | | 考案・設計 | | | | 試作 | | | | | | |
| | | | | | | 試験・設計 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | まとめ | | | |
| (6)鋼管埋設型施工法の改良・開発 | 藤島建設 山梨大学 | | | | 情報収集 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 改良 実施対応 | | | |
| | | | | | | | | | | | まとめ | | |

6. 技術開発の成果

6.1 事業全体の進捗

| 研究開発項目 | 担当 | 2019 | | | | 2020 | | | | 2021 | | | |
|------------------------------|------------------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 Q | 2 Q | 3 Q | 4 Q | 1 Q | 2 Q | 3 Q | 4 Q | 1 Q | 2 Q | 3 Q | 4 Q |
| (7)設計コードの開発 | 中外テクノス 山梨大学 藤島建設 | 既存データ分析評価 | | | | → | | | | コード開発 | | | |
| | | | | | | | | | | まとめ → | | | |
| (8)直接膨張方式地中熱 ポテンシャルマップの開発 | ハギ・ボー 山梨大学 | 解析手法検討・データベース作成 | | | | → | | | | 整理 → | | | |
| | | | | | | | | | | 評価 → | | | |
| | | | | | | | | | | まとめ → | | | |

6. 技術開発の成果

6.2 ①直接膨張方式地中熱ヒートポンプの開発(ハギ・ボー、トーレイ)

2次試作機による運転を行い、目下データの取得・解析を実施。
試作機のベースは業務用のシングルエアコンのためレシーバタンクを内蔵していること、
デストリビュータを用いたことと併せ、HP⇔BHの配管長を等しくしていない。
各熱交換器温度に差が生じていないことからほぼ均等流が確保されている模様。
試作機では計測機器取付のため冷媒配管は実施工と異なっているが、
配管の取り回しをよりシンプルにすることが可能となる。

今後は採熱配管を30m×2本として3次試作を行う。
その際、筐体内の配管を更に簡素化して現地での施工効率の向上を図る。



〔分岐管筐体内組込〕



〔室外機設置全景〕



〔室内機・計測器設置全景〕

〔計測機器類類〕

6. 技術開発の成果

6.2 ②直接膨張方式地中熱交換器の開発(ハギ・ポー、山梨大学)

30m×2本での地中熱交換器作成にあたり、30m×3本で実施の知見をもとに配管容積や表面積をこれに揃える形で製作を行う。また今回は配管サイズを選択を性能重視で行ったため、今回は市場性を考慮した配管材を用いることとする。

これに因って生じ得る支障は分岐管や、スロート部を設けるなどして対処することを検討している。

50AのSGP鋼管への挿管可能なサイズ検討も併せて行う。

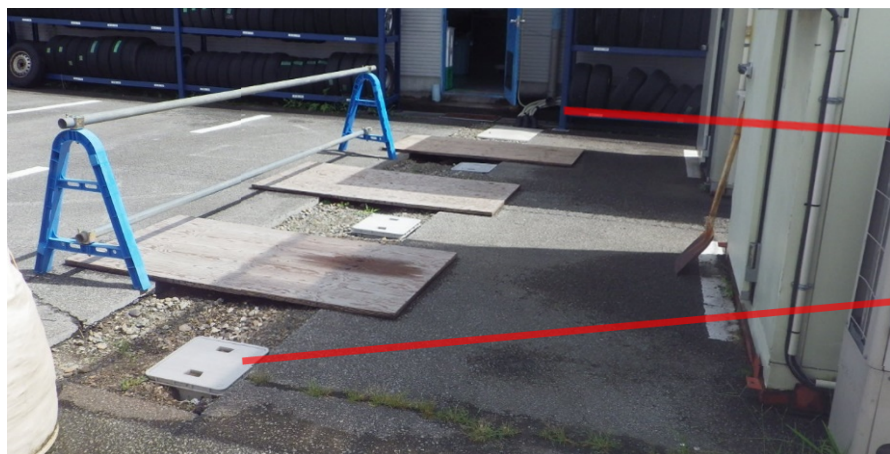
これらの相乗効果で熱交換器を含めたHPの一次側配管の更なるコストダウンを図る。

【地中熱交換器設置】

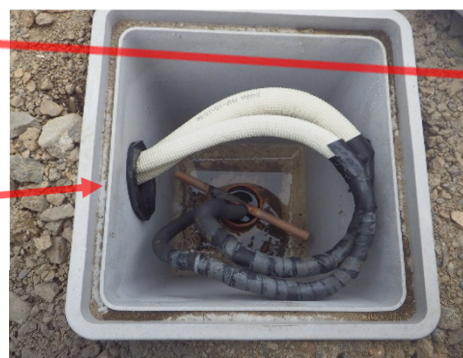
2次試作機は(株)トーレイ敷地内に設置 SGP65A×30m×3本

従来のコンクリート製溜柵+コンクリートトラフに代えて、塩ビ製雨水柵+FEP管(波付硬質合成樹脂管)へ

⇒従来と比べコスト、施工性も向上したが、更なる施工の簡略化が必要



〔熱交換器設置全景〕



〔熱交換器頂部納り〕



〔FEP管布設状況〕

6. 技術開発の成果

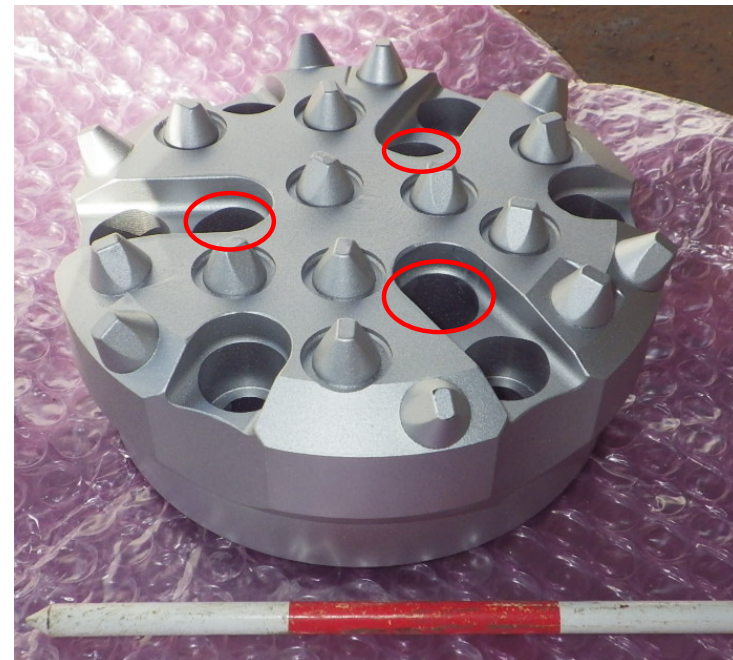
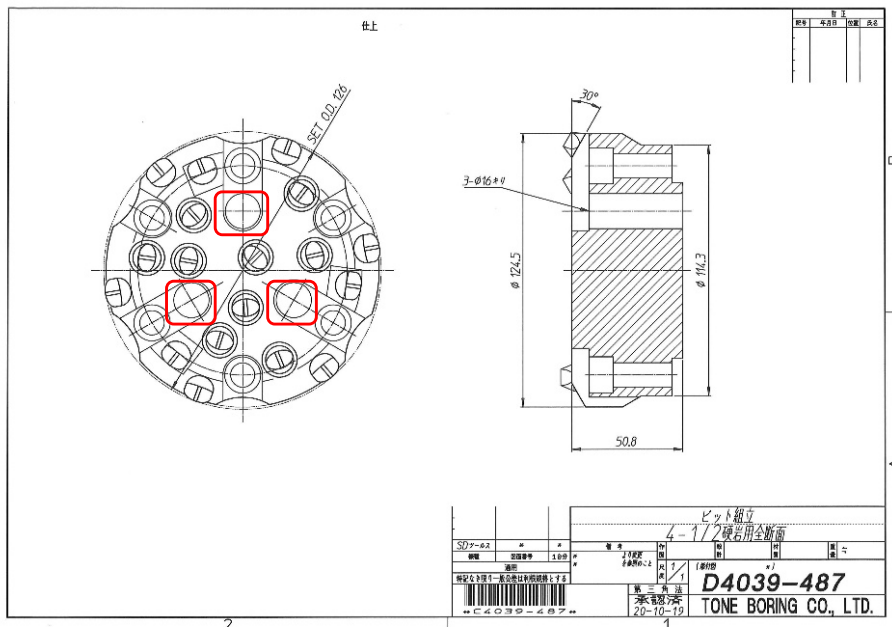
6.2 ③掘削先端工具の開発(ハギ・ボー)

3次試作として全断面ビット(4-1/2吋)の刃先を製作。
小口径の全断面型とすることで切削残土及びスライムの減少を見込みコストダウンを図った。
引き続き超高速回転振動式掘削工法の施工機械の適合性を検証する。

硬質地盤層へ対応するため先端チップの材質・配列の見直しと同時に、循環用泥水の噴出孔の孔径/配置/孔数の異なる(3孔/1孔)2種類を作成し、その違いも併せて検証した。

【全断面ビット(4-12/吋)の製作 TYPE.I】

ソニックドリル用ロッドへの取り付けと掘削機との適合性及び泥水噴出孔に因る違いを試掘で検証。



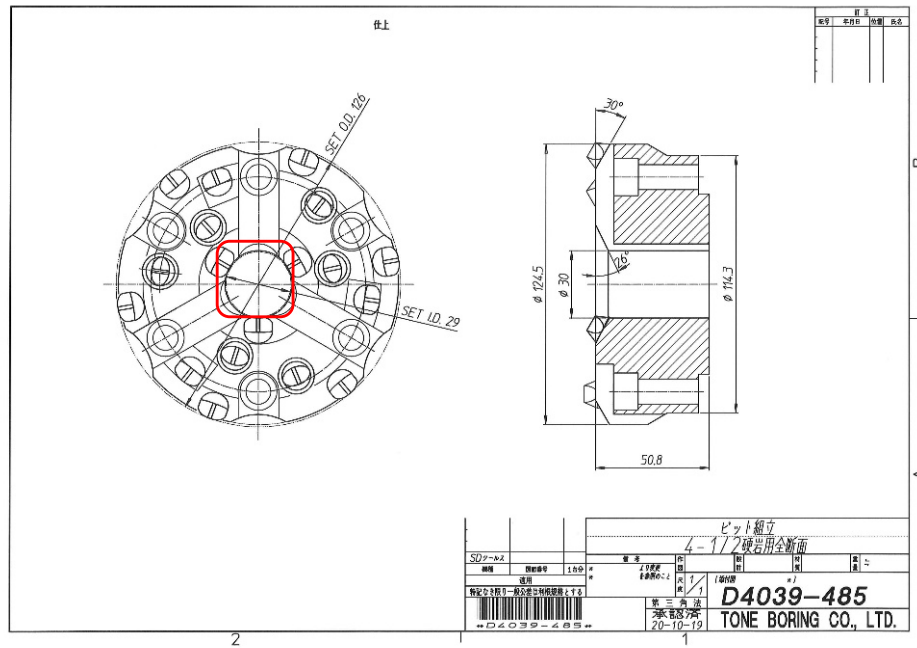
(ビット組立・硬岩用全断面(4-1/2吋) TYPE.I ラジアルホール型

6. 技術開発の成果

6.2 ③掘削先端工具の開発(ハギ・ボー)

【全断面ビット(4-1/2吋の製作 TYPE.II)】

ソニックドリル用ロッドへの取り付けと掘削機との適合性及び泥水噴出孔に因る違いを試掘で検証。



(ビット組立・硬岩用全断面TYPE.II センターホール型)

6. 技術開発の成果

6.2 ⑤本設鋼管杭利用工法の開発(伊田テクノス、富士商事、藤島建設)

1. 実証事項

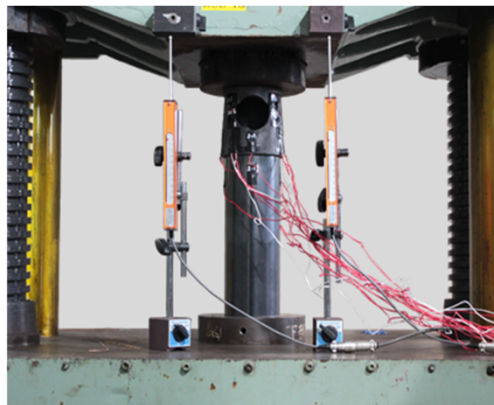
- ・熱交換器挿入用鋼管としての機能を有していること
- ・建築物の荷重を支持する構造用鋼管としての機能を有していること

2. 成果

- ・本設鋼管を熱交換器として有効利用するための技術として『地中熱キャップ工法』の性能証明を取得した。



杭頭キャップ試作品



実証試験

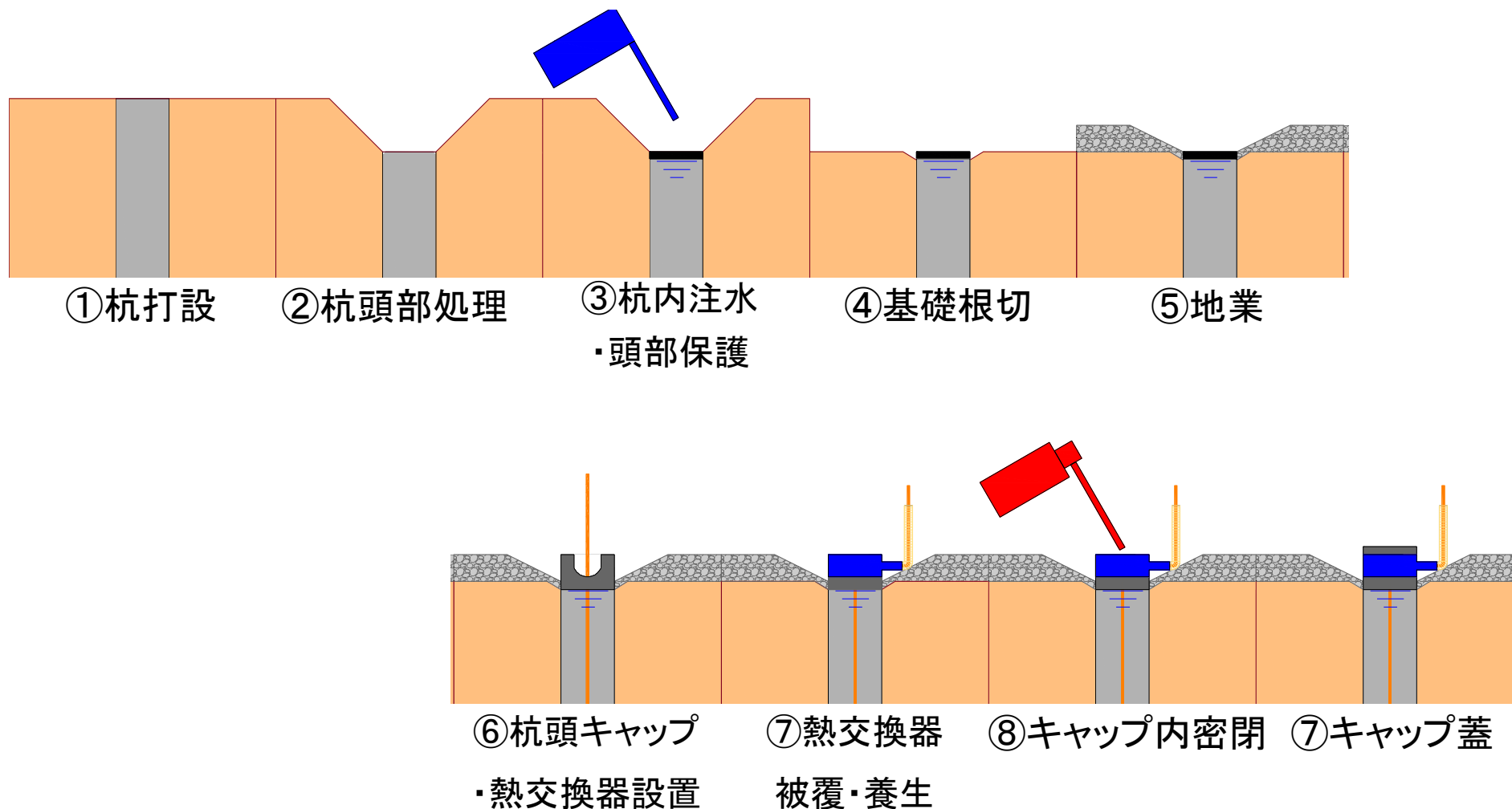


建築技術性能証明書

6. 技術開発の成果

6.2 ⑤本設鋼管杭利用工法の開発(伊田テクノス、富士商事、藤島建設)

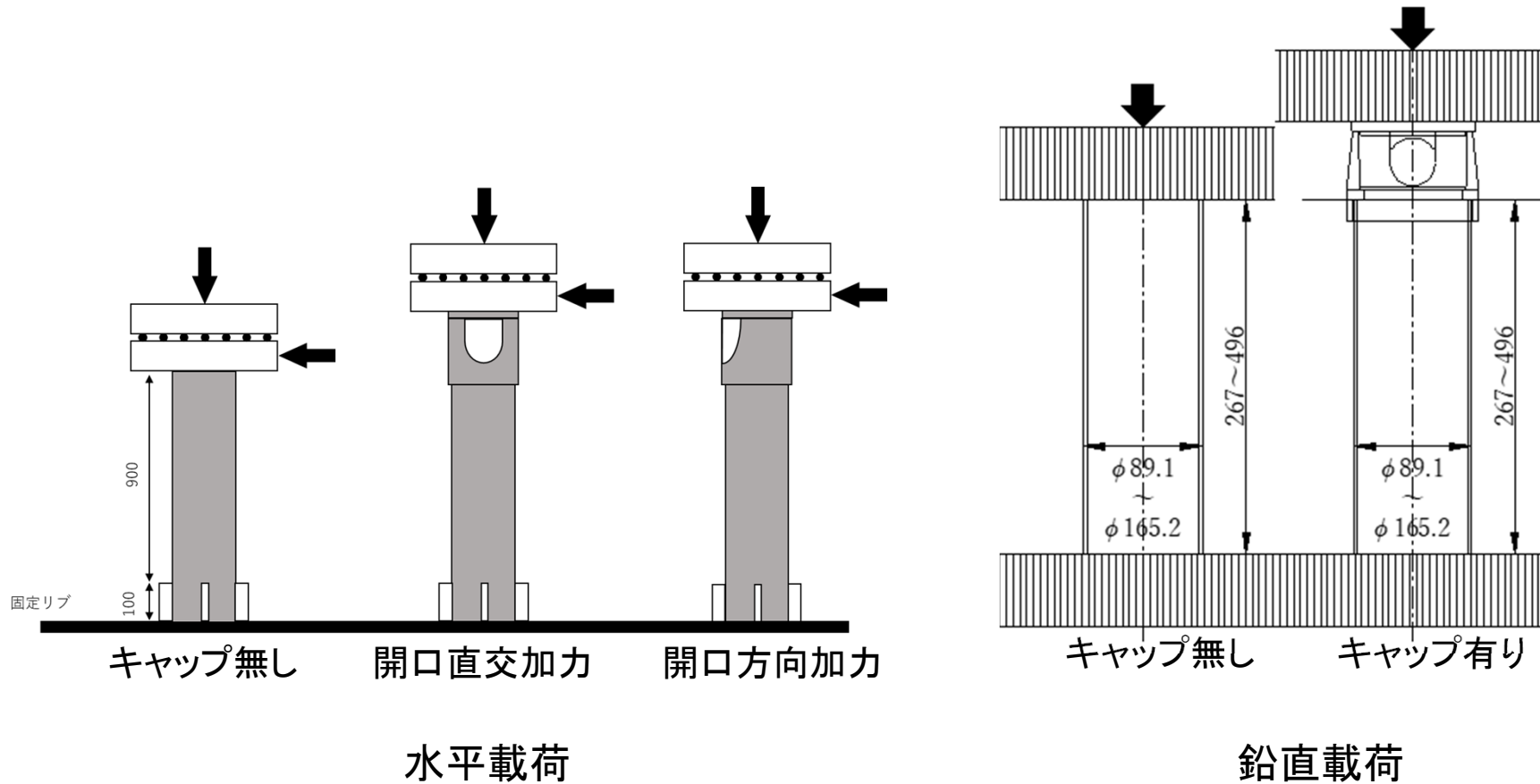
3. 現場施工試験概要



6. 技術開発の成果

6.2 ⑤本設鋼管杭利用工法の開発(伊田テクノス、富士商事、藤島建設)

4. 単体性能確認試験概要(水平荷重・鉛直荷重)



6. 技術開発の成果

6.2 ⑤本設鋼管杭利用工法の開発(伊田テクノス、富士商事、藤島建設)

5. 現場施工試験・単体性能確認試験状況



杭頭処理



杭頭養生



熱交換器挿入



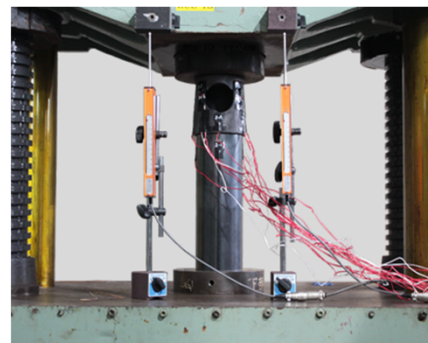
熱交換器養生



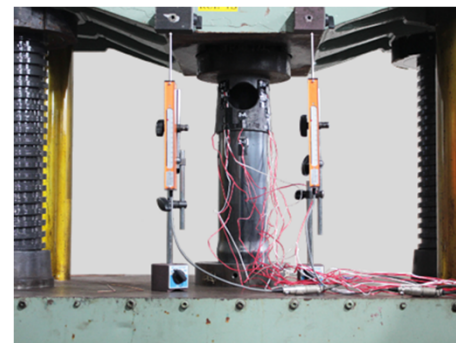
水平載荷



載荷完了



鉛直載荷



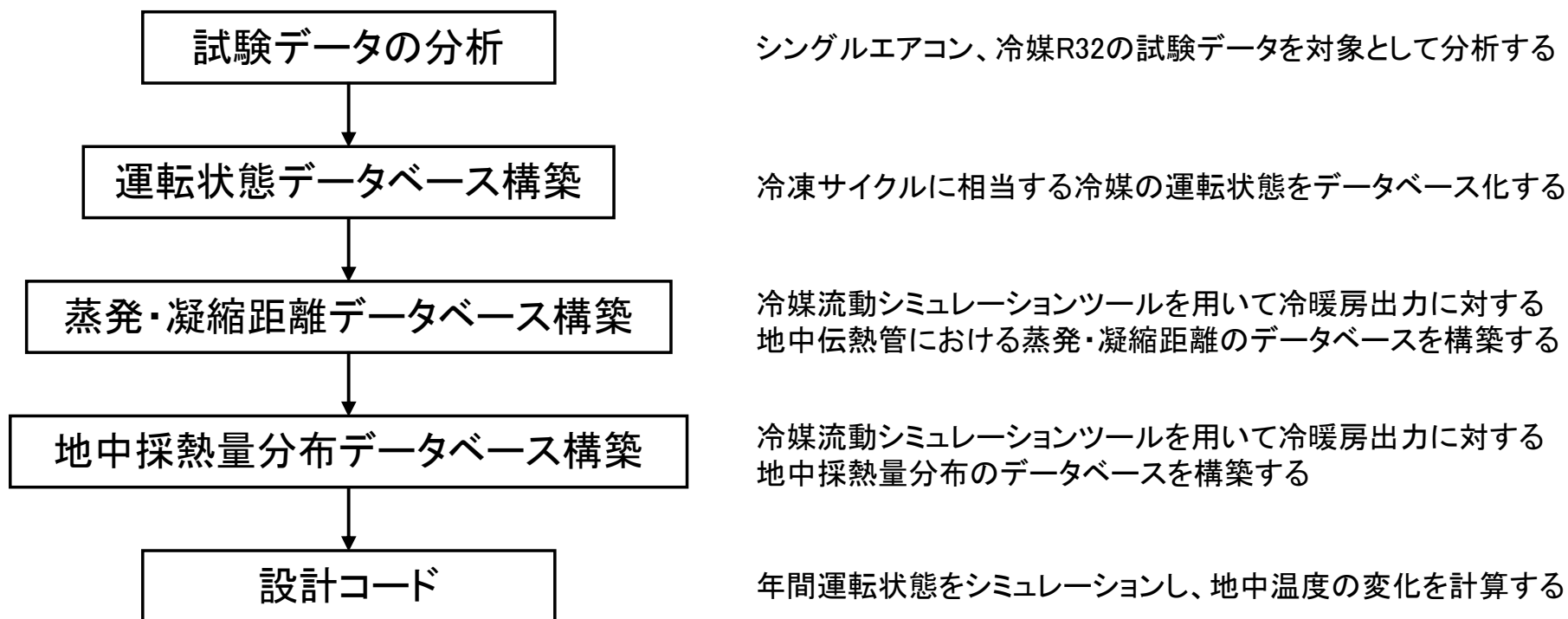
載荷完了

6. 技術開発の成果

6.2 ⑦設計コードの開発(中外テクノス、山梨大学、藤島建設)

実施内容・結果

設計プログラムは年間の運転シミュレーションを実施し、鋼管表面温度の変化を計算することで地中熱交換器仕様の妥当性を評価した。
設計コードの開発手順を以下に示す。

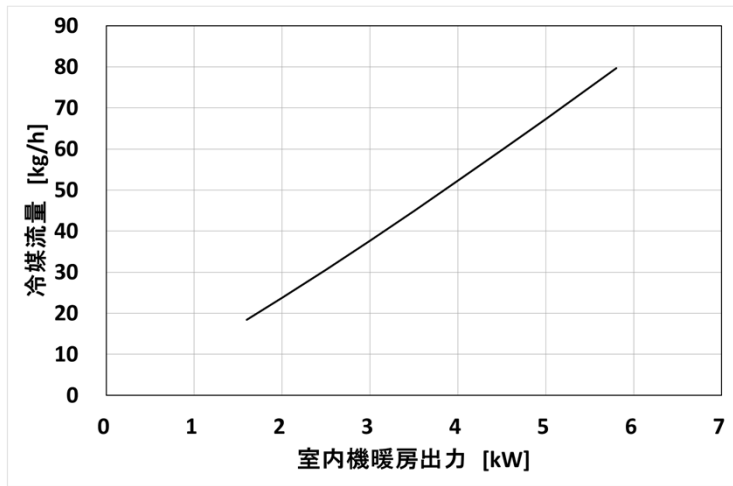


6. 技術開発の成果

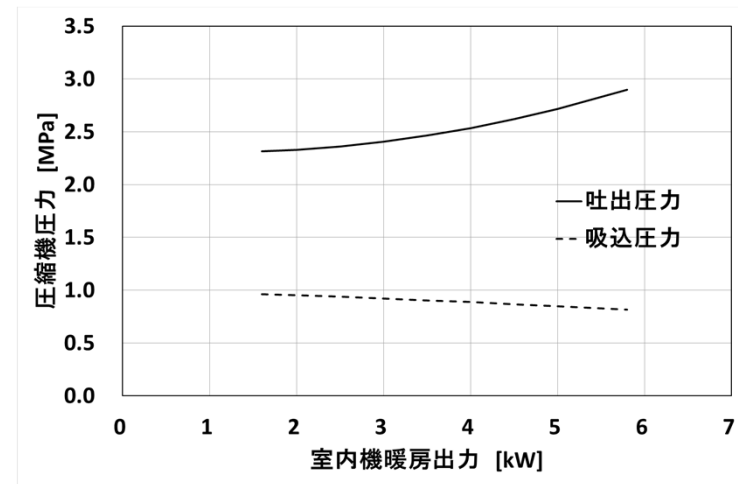
6.2 ⑦設計コードの開発(中外テクノス、山梨大学、藤島建設)

実施内容・結果【運転状態データベースの構築】

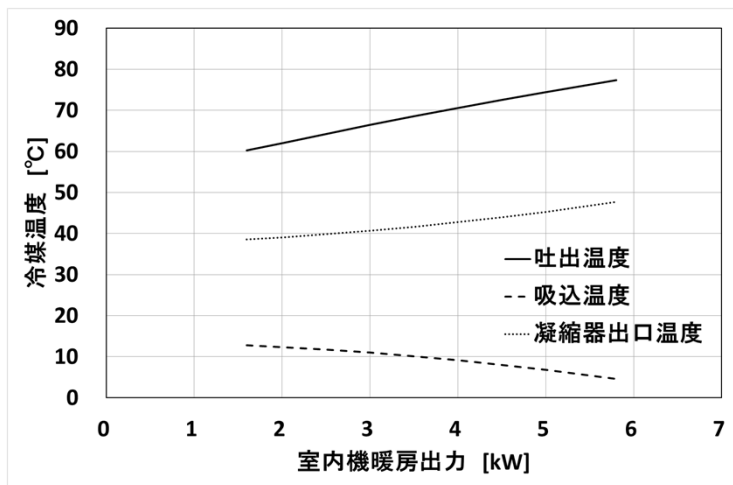
試験データを用いて直膨式地中熱ヒートポンプの運転状態データベースを作成した。



暖房出力と冷媒流量の関係



暖房出力と吐出・吸込圧力の関係



暖房出力と冷媒温度の関係

このデータを冷媒流動シミュレーションの計算条件として
冷暖房出力と地中熱交換器の蒸発距離の関係を算出する。

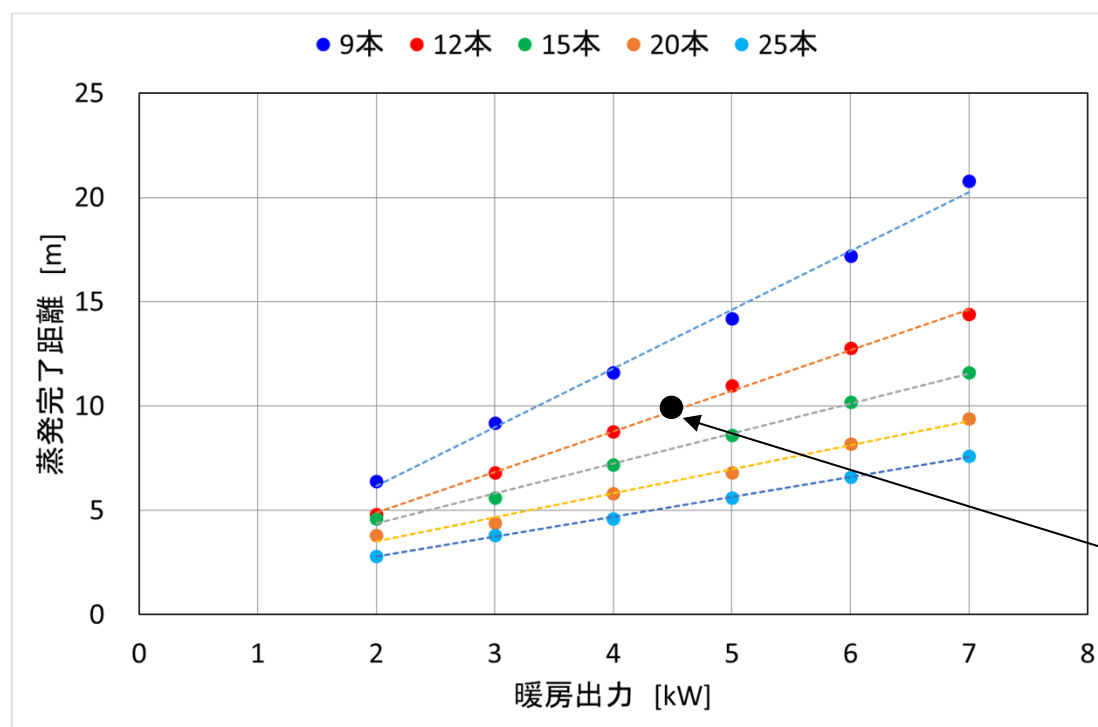
6. 技術開発の成果

6.2 ⑦設計コードの開発(中外テクノス、山梨大学、藤島建設)

実施内容・結果【蒸発・凝縮距離データベースの構築】

作成した直膨式地中熱ヒートポンプの運転データベースを用いて地中熱交換器における冷媒の蒸発完了距離を求めた。

戸建住宅の制約された敷地に設置可能な地中熱交換器の本数において、必要な空調出力を満足する地中熱交換器の深さを決める基準となる。



例えば、4.5kWの暖房能力に対して地中熱交換器12本とすると必要な深さは10mとなる。

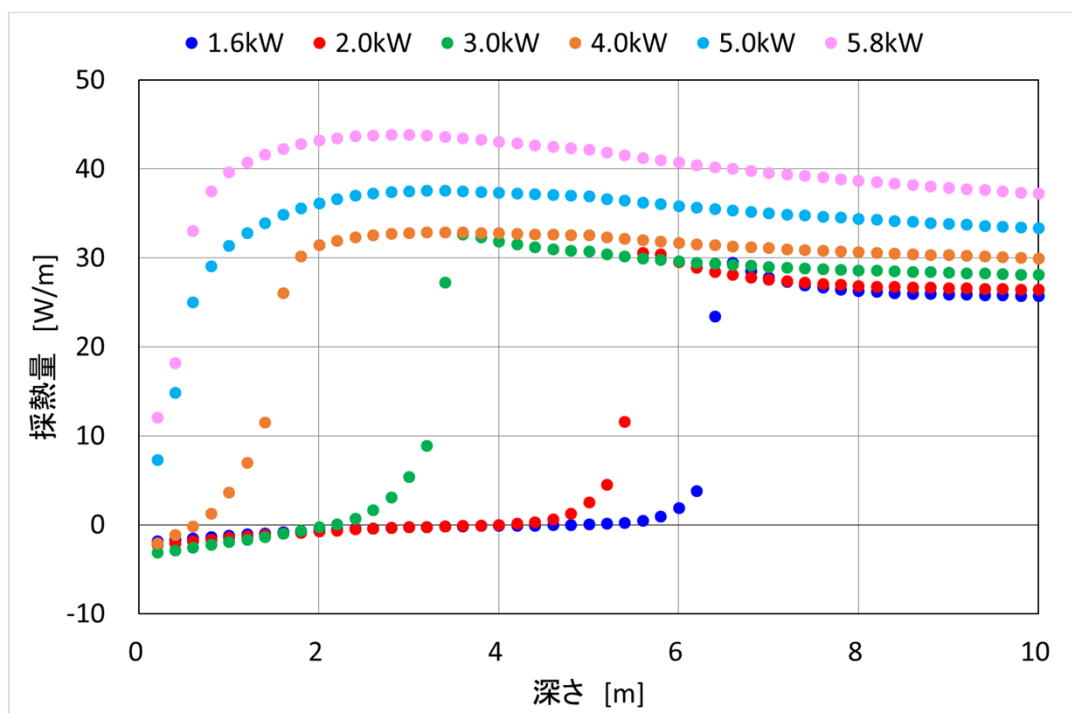
冷媒流動シミュレーションツールにより求めた暖房出力と蒸発距離の関係

6. 技術開発の成果

6.2 ⑦設計コードの開発(中外テクノス、山梨大学、藤島建設)

実施内容・結果【地中採熱量分布データベースの構築】

地中熱交換器の構成が深さ10m×12本に対して、暖房出力に依存する地中採熱量分布を示す。地中採熱量分布は設計プログラムのデータベースとして組込む。



冷媒流動シミュレーションツールにより求めた暖房出力と蒸発距離の関係

6. 技術開発の成果

6.2 ⑦設計コードの開発(中外テクノス、山梨大学、藤島建設)

実施内容・結果【1年間の運転シミュレーション】

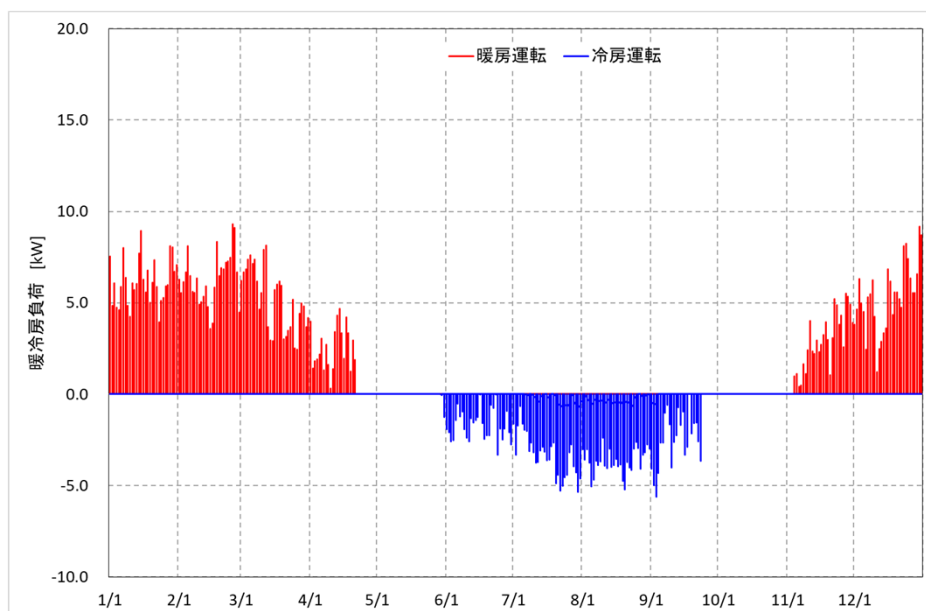
設計プログラムを用いて1年間の運転シミュレーションを実施した。

計算対象とする熱負荷は建研の一次エネルギー消費量計算に用いられる6地域の標準住宅LDKを空調機の定格出力に相当する床面積に合わせた。

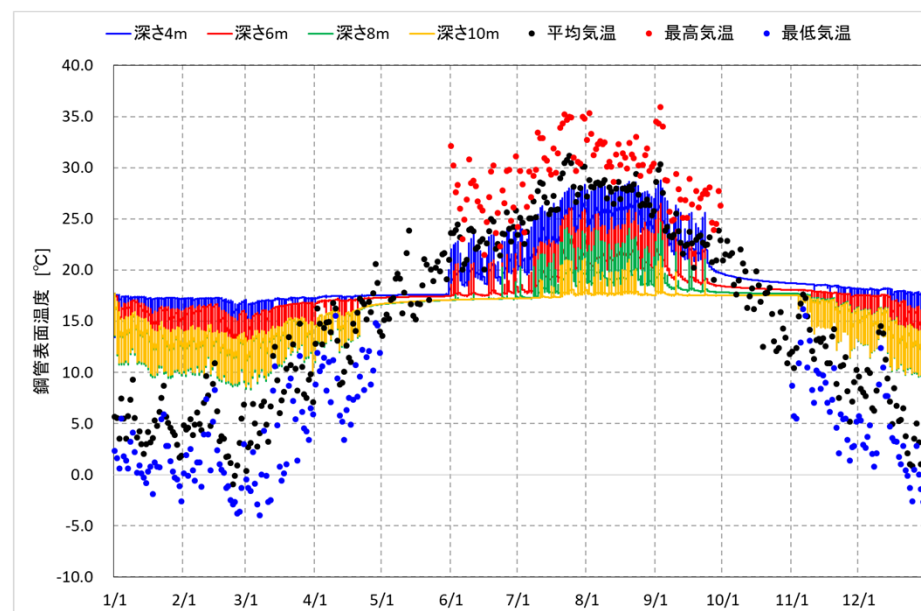
6地域は甲府市、さいたま市、神戸市、東京23区、大阪府全域などの気候条件に相当する。

鋼管の表面温度は、深さ方向の採熱量に分布があるため冬場は深層部の温度が低下し、夏場は浅層部の温度が上昇する傾向にある。

鋼管表面温度と外気温度を比較すると、冬場の鋼管最低温度は8.3°C、夏場の鋼管最高温度は28.9°Cであり、外気温度に比べて採熱に有効な温度となっている。



暖冷房負荷



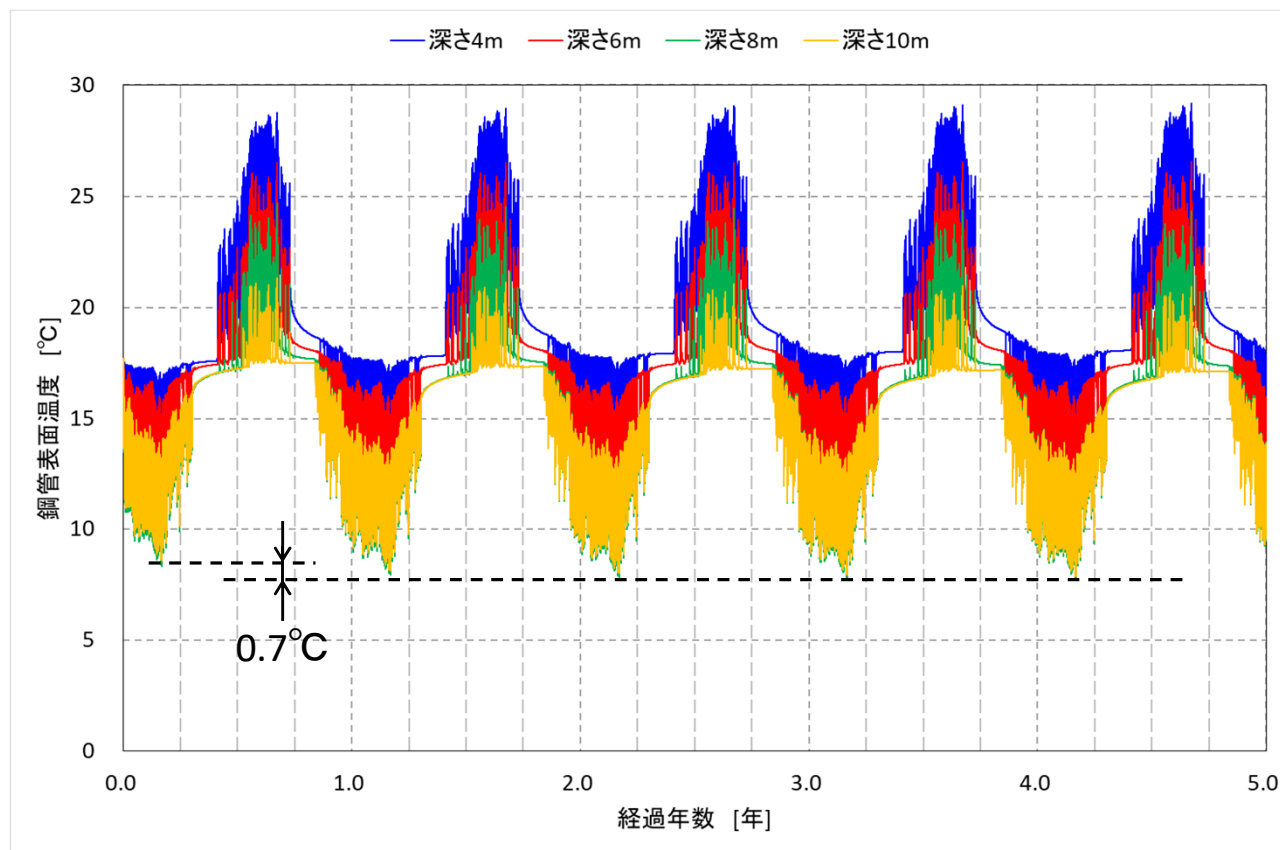
鋼管表面温度

6. 技術開発の成果

6.2 ⑦設計コードの開発(中外テクノス、山梨大学、藤島建設)

実施内容・結果 【5年間の運転シミュレーション】

6地域を対象とした5年間の運転シミュレーションを実施した。
5年目の鋼管表面最低温度は1年目に比べて0.7°Cの低下となる。



6地域における鋼管表面温度の変化

6. 技術開発の成果

6.2 ⑦設計コードの開発(中外テクノス、山梨大学、藤島建設)

実施内容・結果【ANSYS Fluent(深さ方向の伝熱を考慮)との比較】

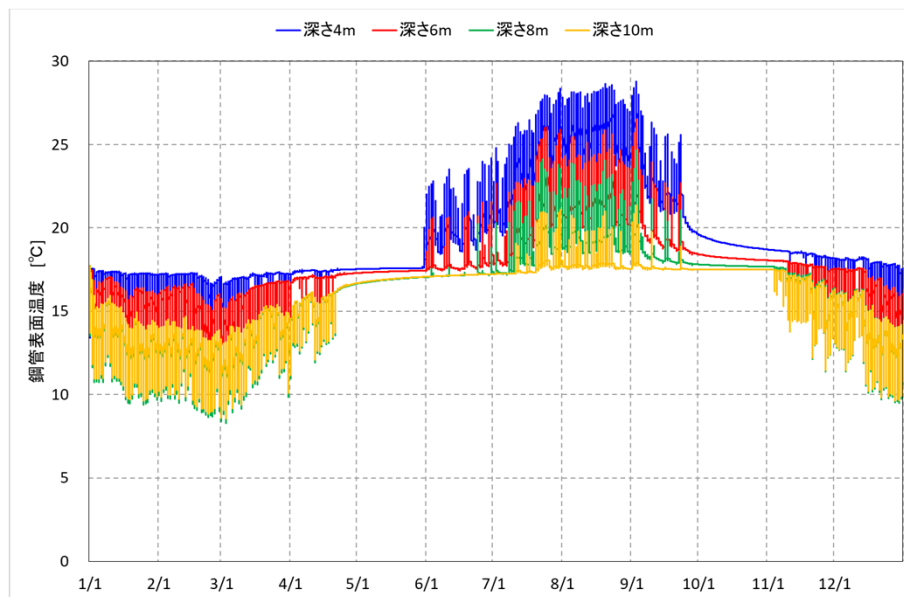
6地域を対象とした1年間の運転シミュレーションの計算結果を比較した。

ANSYS Fluentは深さ方向の伝熱を考慮した二次元軸対称の計算を実施した。

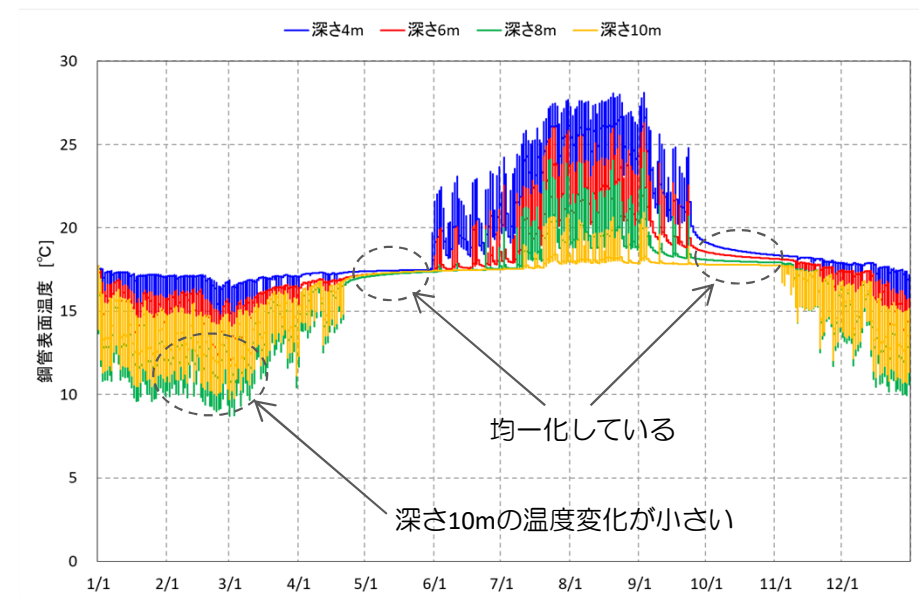
ANSYS Fluentは深さ方向の伝熱を考慮しているため温度が均一化される傾向にある。

相違点として、設計プログラムの深さ10mの温度変化はANSYS Fluentに比べて大きくなっている。

原因として、ANSYS Fluentは深さ10m以深への伝熱を考慮することで最深部の温度変化が小さく抑えられていると考えられる。



設計プログラムの計算結果



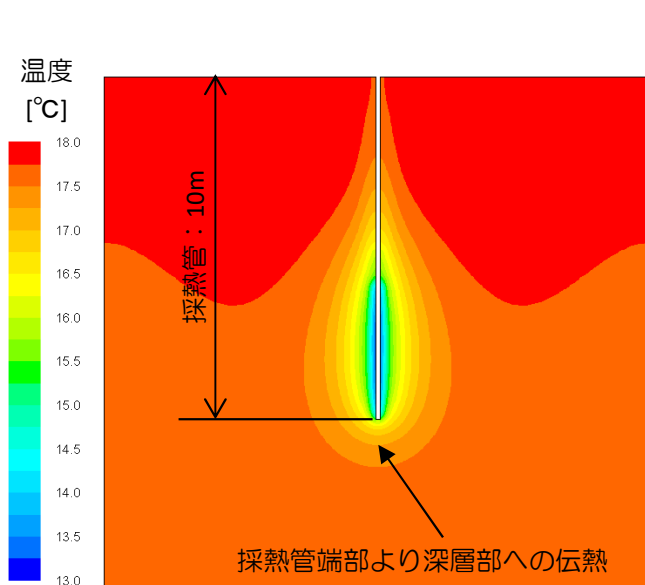
ANSYS Fluentの計算結果

6. 技術開発の成果

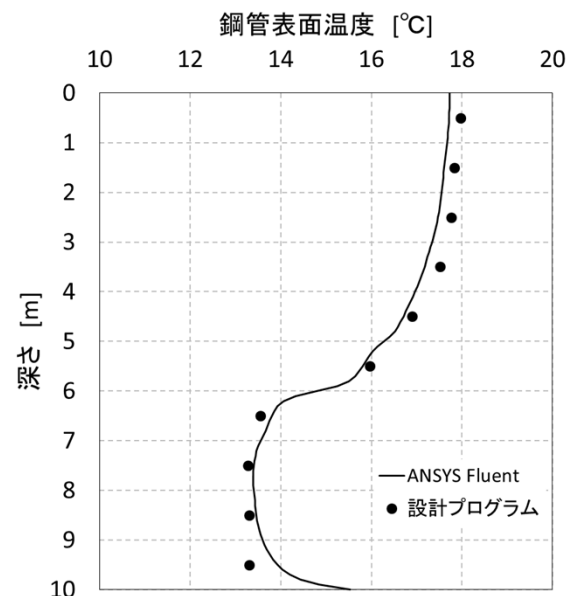
6.2 ⑦設計コードの開発(中外テクノス、山梨大学、藤島建設)

実施内容・結果【ANSYS Fluent(深さ方向の伝熱を考慮)との比較】

1年間運転後の地中温度分布を示す。深さ10m以深への伝熱状況を確認することができる。ANSYS Fluentは深さ方向の伝熱を考慮することで鋼管表面温度が均一化される傾向にあることから、深さ方向の伝熱を考慮していない設計プログラムは安全側の評価となっている。設計プログラムは深さ方向の伝熱影響を考慮していないが、1年間の鋼管表面温度の変化を実用的な精度で計算できることが確認できた。



地中温度分布
(ANSYS Fluent)



鋼管表面温度分布の比較

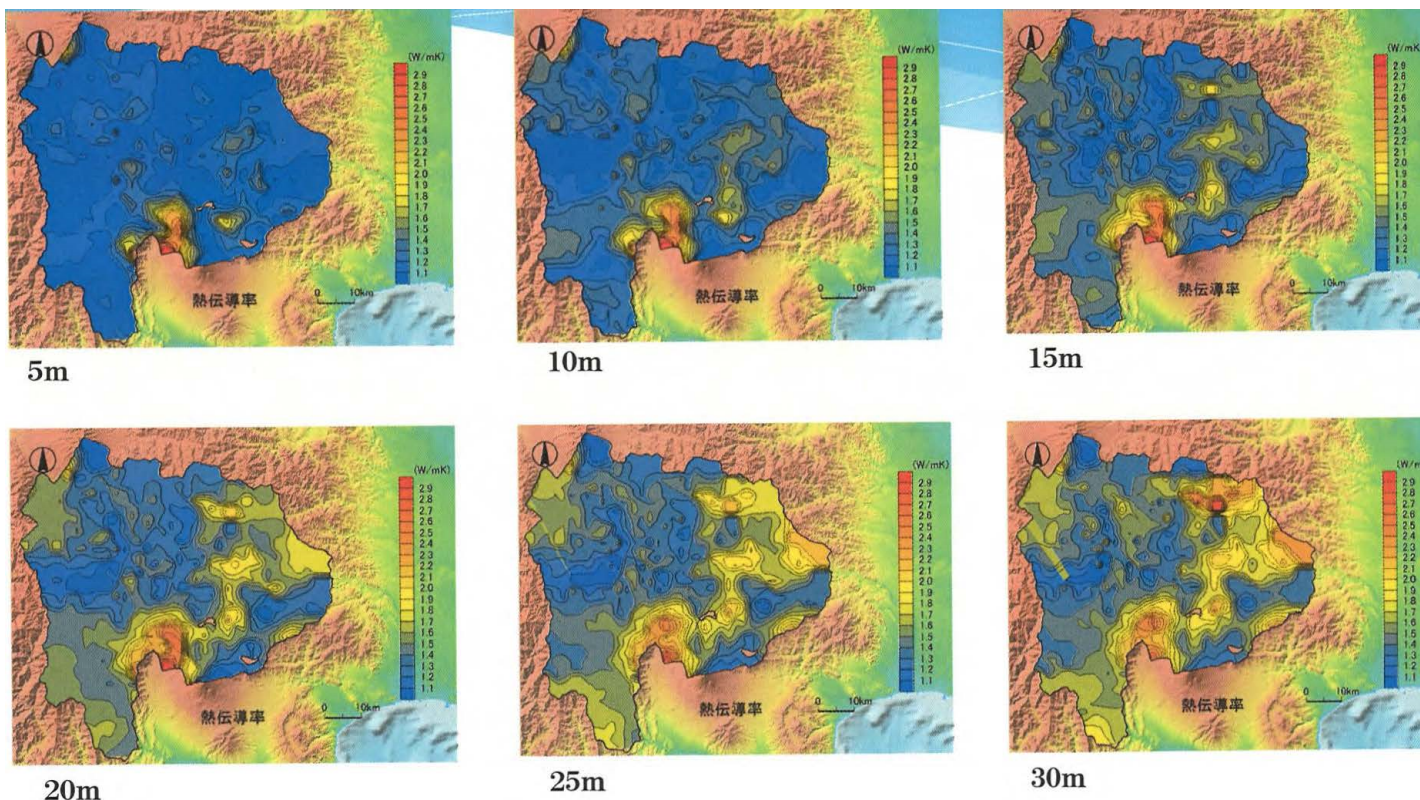
6. 技術開発の成果

6.2 ⑧ポテンシャルマップの開発(ハギ・ボー、山梨大学)

実施内容・結果【地中採熱量分布データベースの構築】

1. 地質別熱伝導率一覧表の作成.
2. 山梨県内の井戸データを元に井戸柱状図より深さ方向に地質を確認.
3. 各地質毎に熱伝導率を付与し, 深度方向に熱伝導率を加重平均して, 有効熱伝導率を算出.
4. 有効熱伝導率を井戸データ緯度経度より山梨県・埼玉県地図へマッピング化.
5. 任意の緯度経度における有効熱伝導率の算出方法を検討.

山梨県



6. 技術開発の成果

6.3 成果一覧表

| 成果項目 | 従来技術(比較対象)と 研究開発技術 | | 成果 | 2021年度目標 (項目別とトータル) | | 2021年度実績 (項目別とトータル) | |
|------------------|-----------------------|------------|--------------------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|
| | | | | | | | |
| 地中熱ヒートポンプユニットの開発 | 空冷型の改造 | 直膨型の新規製造 | メーカーとの折衝と試算 | 15% 低減 | 20% 低減 | 20% 低減 | 21% 低減 |
| ヒートポンプ設置・配管 | - | 標準化と施工法見直し | ユニット化等 | 10% 低減 | | 10% 低減 | |
| 地中熱交換器の開発 | 間接型流用の設計法 | 直膨式専用の設計法 | 直膨式専用設計法(設計コード)の適用 | 20% 低減 | | 33% 低減 | |
| 掘削・設置のコスト低減 | 熱交換用専用鋼管 | 本設鋼管利用技術 | キャップ工法完成 | 25% 低減 | | 22% 低減 | |
| | 従来掘削機の流用 | 小口径刃先の開発 | 小口径施工法の開発 | | | | |
| 二次側設備の低減 | 間接式より流用 | 直膨式専用機器の流用 | 実証試験によるコストダウンの実施 | 10% 低減 | 10% 低減 | | |

7. 実証試験に関して

①検討状況

- ・現在開発を進めている機器は一般住宅を対象としている。
- ・設計コードの開発の応用としては、小規模事務所や農業用施設などの中型システムでの適用も可能。
- ・既存施設(藤島建設試験場やトーレイ事務所)の中で実証試験を進めている。

②今後の見通し

- ・夏期のデータの収集完了。
- ・冬期のデータの収集と解析、データベースの構築を進める。
- ・データベース化完了。

③課題

- ・今後多くの実証データの収集を実施施設の中で進め、更なる精度の向上を図る。

8. 行動計画にかかる方針

①検討項目

- ・外部支援委員会の活用

研究開発の実施体制中にある『埼玉県産業振興公社』、他再生可能エネルギー熱の啓蒙・啓発や普及・促進活動を行う事業者等の活用の検討。

- ・埼玉県地中熱利用促進協会

- ・山梨県地中熱利用推進協議会

- ・補助金などの支援システムの拡充

『埼玉県』や埼玉県下各市では地中熱システム導入に補助制度が充実している。

このような制度を他自治体へも導入するような活動を上記外部機関等と実施する。

- ・脱炭素実施に向けた施策の中で、地中熱の有効性を訴求する。

②今後の見通し

- ・「脱炭素施策」実現と「SDGs」達成に向け活動の活性化を進める。

③課題

- ・製造コストや設置費用の縮減のため不断の生産性向上や技術改良活動の維持。
妨げうる要因の想定。

- ・コンソーシアム内および社内での事業化イメージの共有化。