

## 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 /直接膨張式地中熱ヒートポンプシステムと その施工・設置にかかるコスト低減技術の開発

(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)

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(予定): 2022年3月

## 2. 最終目標

- ・初期設置コスト低減
  - ・2023年(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
  - ・年度内に20%の低減
- ・新規開発技術
  - ・4吋ビット
  - ・杭頭キャップ工法
  - ・設計コード
  - ・直膨用ポテンシャルマップ
- ・改良技術
  - ・地中熱HPU
  - ・地中熱交換器
  - ・ボアホール型施工法
  - ・鋼管型施工法

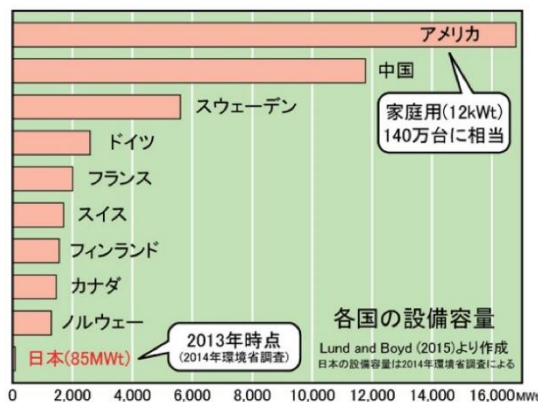
## 4. 研究開発の内容と実施体制

### 1) 研究開発の背景と課題

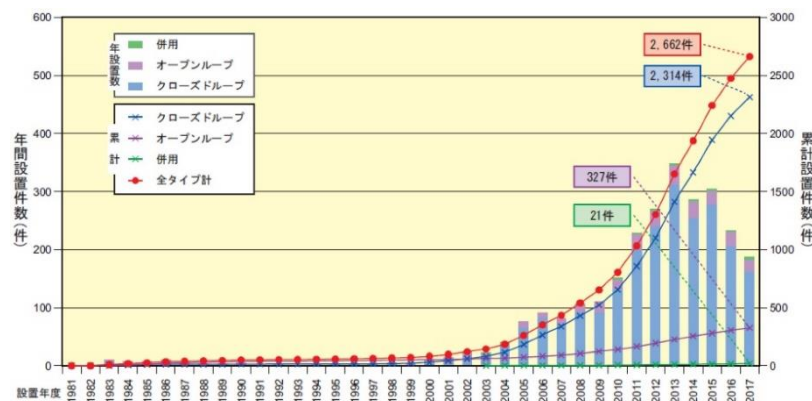
- ・地球温暖化防止、CO2排出量抑制 ← 地中熱ヒートポンプシステムの普及
- ・欧米に比べ低い普及率(容量・1/20、人口当・1/70)
- ・国内での普及にも伸び悩み → 2015年以降伸率に鈍化が
- ・コスト高が大きな要因の一つ → これまでとは違ったアプローチでコストに挑戦
- ・直接膨張式地中熱ヒートポンプシステムが実用化



- ・直膨式地中熱ヒートポンプシステムを用いて技術開発(コスト低減)を行う



各国設備容量 (2016年Lund AND Boyd)

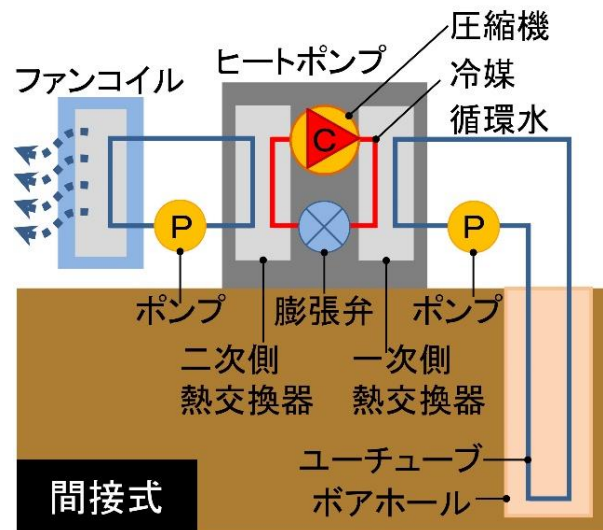
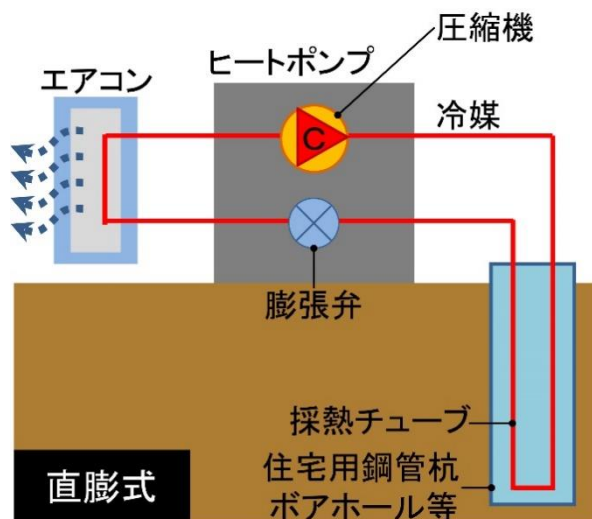


国内設置件数 (2018年環境省)

## 4. 研究開発の内容と実施体制

### 2) 開発技術の概要

- ・直膨式地中熱ヒートポンプシステムの概要とメリット
  - ・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



## 4. 研究開発の内容と実施体制

### 3) 研究開発の項目

- ①地中熱ヒートポンプユニットの開発(ハギ・ボー、トーレイ)
- ②地中熱交換器の開発(ハギ・ボー、トーレイ)
- ③掘削先端工具・工法の開発(ハギ・ボー)
- ④ボアホール型施工方法の改良・開発(ハギ・ボー)
- 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(ハギ・ボー、山梨大学)

コスト削減の目標の根拠一覧表							
現状				2023年目標		2030年目標	
機器等名称	価格	要素分解	価格	価格	削減要素	価格	削減要素
地中熱ユニット	1,000	改造元機原価	450	600	改造→部品供給、廃棄部品	525	量産効果
		加工費	300	250	組立のみ	225	習熟度向上
		追加部品	250	0	無し	0	
設置施工	250	材料	110	85	材料削減	75	量産効果
		手間	140	140		125	習熟度向上
地中熱交換器	450	材料	300	250	材料削減	230	量産効果
		手間	150	110	治具等	100	習熟度向上
ボアホール	1,800	掘削	1,600	1,150	掘削量1/2	900	習熟度向上
		設置	200	200		180	習熟度向上
二次側	400	製品	400	360		340	量産効果
	3,900		3,900	3,145	80.64%	2,700	69.23%

## 4. 研究開発の内容と実施体制

### 4) 研究開発の実施体制

#### 【助成先】

株式会社藤島建設（代表） 事業費：5,415,000

- ・部長 依田 修
- ・課長 大久保宏司
- ・鋼管利用熱交換器に関する設計・施工方法の標準化と設計手法の確立、等
- ・設計手法の確立等
- ・本設杭利用技術の開発
- ・鋼管利用の硬質地盤対応技術開発

株式会社ハギ・ボー 事業費：25,245,000

- ・部長 中澤俊也
- ・小田切理樹
- ・萩原章雄
- ・掘削機の開発、施工方法の標準化
- ・ヒートポンプの開発
- ・地中熱交換器の開発
- ・地中熱マップの構築と整備

中外テクノス株式会社 事業費：8,999,530

- ・本部長 森廣琢之
- ・主任 井上忠宏
- ・副参与 柳生達哉
- ・社員 西村拓也
- ・係長 上川 徹
- ・設計手法の確立と最適設計評価コードの開発

伊田テクノス株式会社 事業費：7,990,100

- ・本部長 及川直哉
- ・課長 宮下隆志
- ・課長 富澤洋介
- ・本設杭利用技術の開発
- ・鋼管利用の硬質地盤対応技術開発

#### 【外部支援委員会】

地中熱利用システム市場化促進ミーティング  
・埼玉県産業振興公社（埼玉県出先機関）

#### 【共同研究先】

国立大学法人山梨大学  
・教授 武田哲明  
・准教授 船谷俊平  
共同研究内容  
・鋼管利用熱交換器に関する設計・施工方法の標準化と設計手法の確立、等  
・設計手法の確立等

#### 【外部からの指導又は協力者】

日本工業大学  
・学長 成田健一  
指導内容  
・コンソーシアム委員会の委員長

#### 【共同研究先】

国立大学法人山梨大学  
・教授 武田哲明  
・准教授 船谷俊平  
共同研究内容  
・地中熱交換器の開発  
・地中熱マップの構築と整備

#### 【委託先】

株式会社トーレイ  
・横谷哲郎  
・林秀 明  
委託内容  
・ヒートポンプ開発  
・地中熱交換器の開発

#### 【委託先】

富士商事株式会社  
・板垣 淳  
委託内容  
・本設杭利用技術の開発

## 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・ボー ・トーレイ</p>	<p>【目標値】</p> <p>・<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></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・改造による生産体制から部品供給による生産体制検討</li> <li>・改造と部品供給とのコスト・生産性・品質の比較検討</li> <li>・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</li> </ul> <p>・<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></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul> <p>・<u>維持管理体制の構築や販売体制の確立</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・維持メンテナンス体制の整備・展開</li> </ul> <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"> <li>・研究開発開始時点の一般的な地中熱交換HPユニット</li> </ul>
<p>＜低コスト機器の開発＞ (2) 地中熱交換器の開発</p> <p>・ハギ・ボー ・トーレイ</p>	<p>【目標値】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・採放熱量の向上(30%→従来長さの2/3)</li> <li>・冷媒情報も検討した最適な空調用地中熱交換器開発</li> <li>・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</li> </ul> <p>【設定条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・研究開発開始時点の直膨式地中熱交換器</li> </ul>

## 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>&lt;低コスト施工法の開発&gt; (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"> <li>・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"> <li>・施工時間短縮</li> <li>・排出汚泥/残土の縮減</li> <li>・耐久性の向上</li> <li>・地盤対応(砂礫、泥岩、中硬岩までをカバー)</li> <li>・コストダウン</li> </ul> </li> </ul> <p>【設定条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・従来一般的なボーリング工法</li> </ul>
<p>&lt;低コスト施工法の開発&gt; (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"> <li>・在来6吋の1/2の掘削時間 <ul style="list-style-type: none"> <li>・4吋ビットを使用した掘削工法に適する施工法の開発</li> <li>・小型機による施工とプラントのユニット化</li> <li>・地上部施工の標準化・規格化を進める</li> </ul> </li> </ul> <p>【設定条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・従来一般的なボーリング工法</li> </ul>



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

## 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>&lt;低コスト施工法の開発&gt; (7)設計コードの開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・中外テクノス</li> <li>・山梨大学</li> <li>・藤島建設</li> </ul>	<p>【目標値】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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)。</li> <li>・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)。</li> </ul> <p>【設定条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・研究開発開始時点の直膨式地中熱交換器</li> </ul>
<p>&lt;低コスト施工法の開発&gt; (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"> <li>・ハギ・ボー</li> <li>・山梨大学</li> </ul>	<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"> <li>・研究開発開始時点の直膨式地中熱交換器</li> </ul>

## 6. 技術開発の工程

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
(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		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 トーレイ		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 トーレイ	考案・設計								評価・検討											
			試掘							まとめ											
							設計			現場試験											
							試験														

## 6. 技術開発の工程

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
(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				評価			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		仕様検討																		
							情報収集														
			評価							評価											
							設計			改良											
								施工マニュアル													
													実施対応								
														まとめ							

## 6. 技術開発の工程

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
(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				まとめ				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							

## 7. 技術開発の進捗

### ① 直接膨張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30～35m×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



室外機ユニット内部

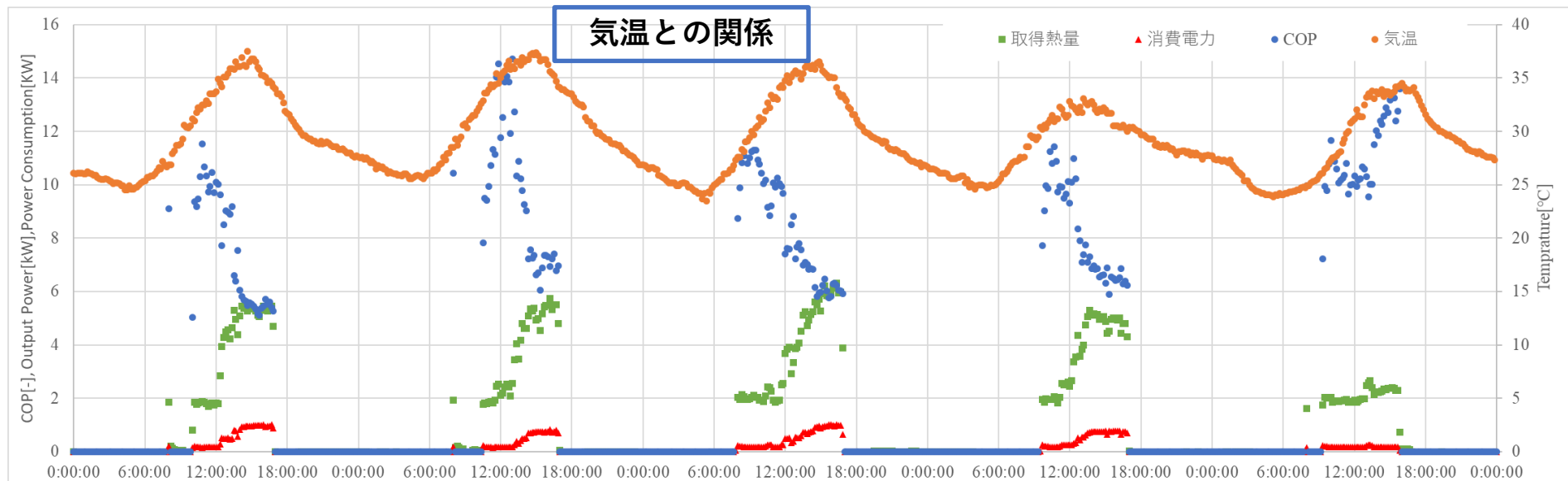


室内機/計測機器設置

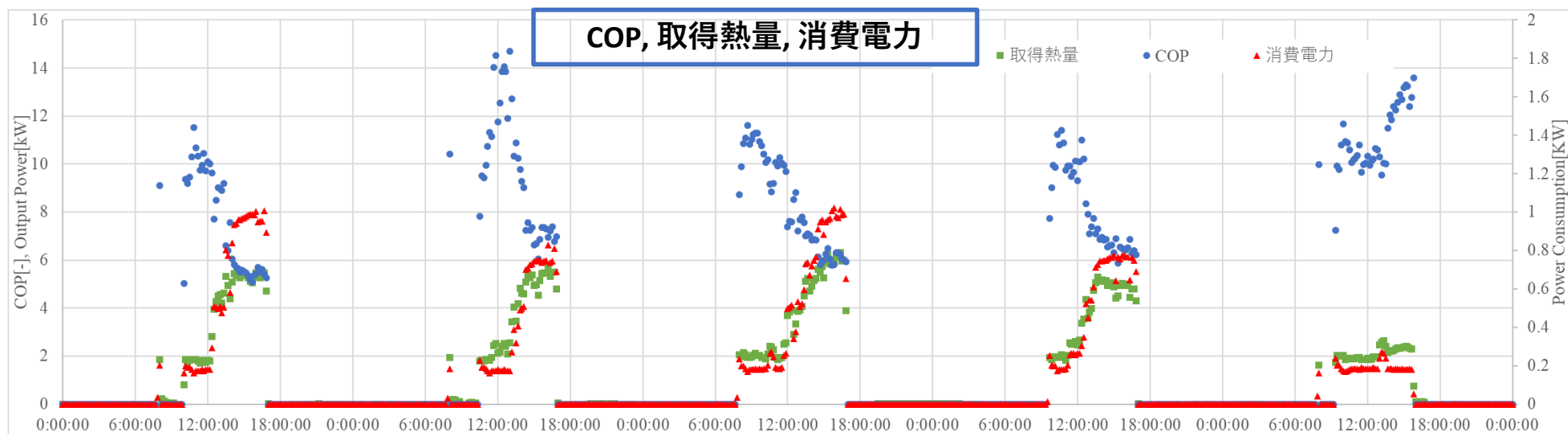
# 試作機運転データ #1

(2021/8/8～8/13 8:00～17:00 23℃設定)

気温との関係

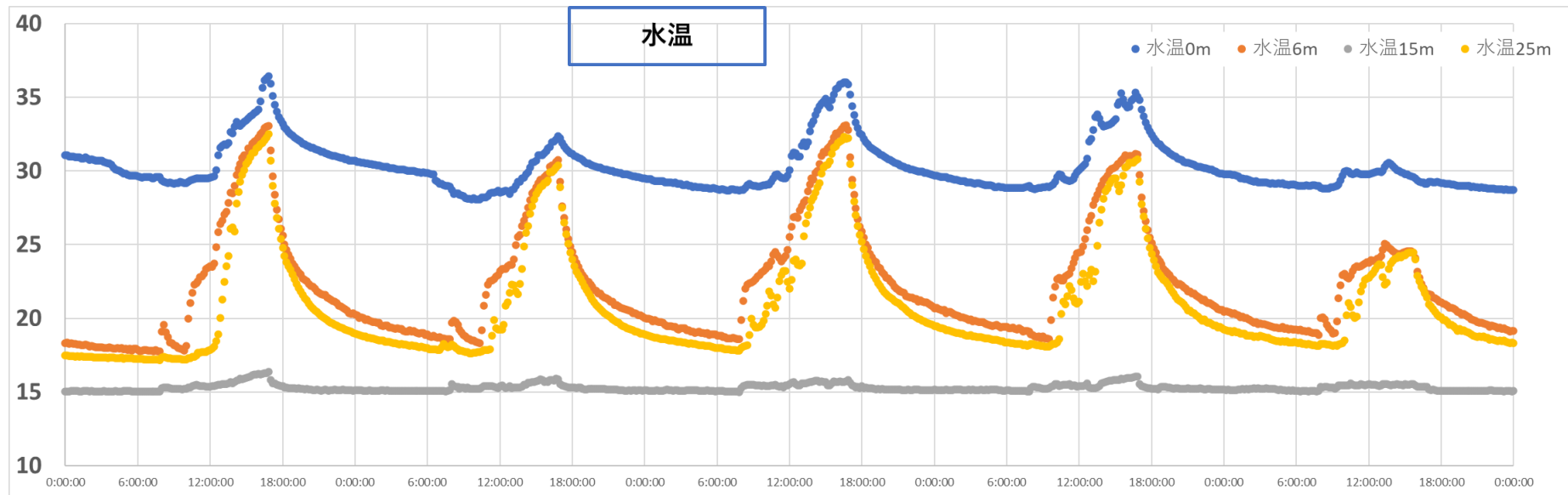
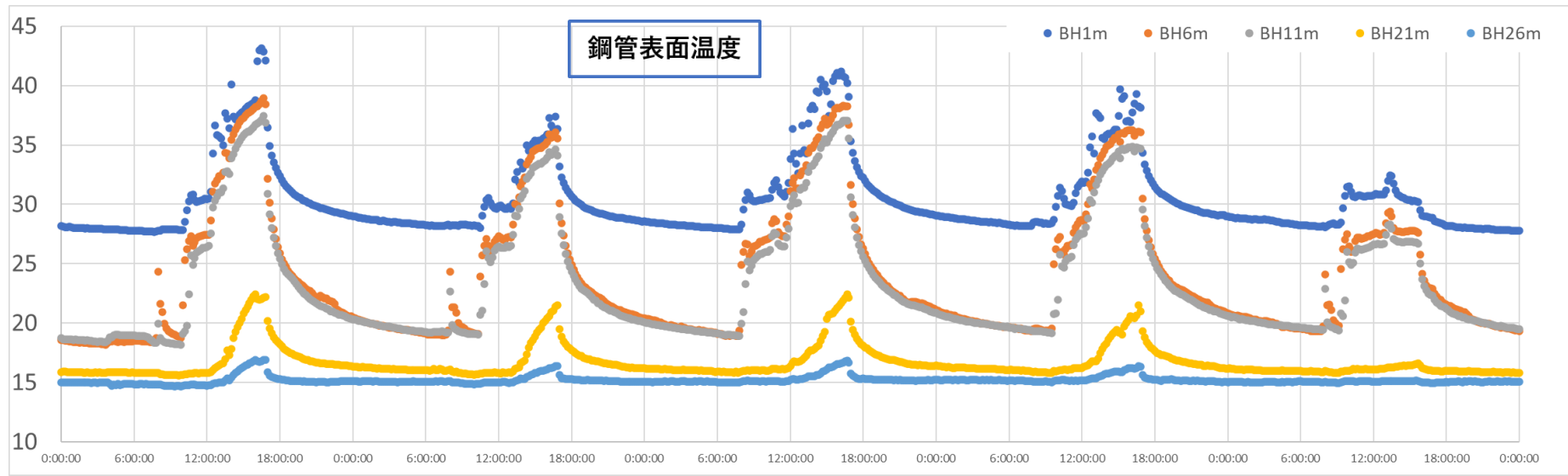


COP, 取得熱量, 消費電力



## 試作機運転データ #2

(2021/8/8～8/13 8:00～17:00 23℃設定)





## 7. 技術開発の進捗

### ② 直接膨張方式熱交換器の開発(ハギ・ボー、トーレイ)

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】

SGP65A×30m×3本



〔熱交換器設置全景〕

## 7. 技術開発の進捗

### ③ 掘削先端工具・工法の開発(ハギ・ボー)

1次試作としてPDCリングビット(コーン型))を用いた刃先を製作。

住宅地での施工を見込み、小型の回転掘振動式掘削機にて試験施工。

ビットの性能と施工機械の相性を検証。

2次試作では、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硬質地盤層での自立孔を想定した「全断面掘削ビット」を試作

#### 【4インチ径全断面ビットの製作】

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を試掘で検証。



(外径φ126mm 硬質地盤層用先端チップ)



## 7. 技術開発の進捗

### ④ ボアホール型施工法の開発(ハギ・ボー、山梨大学)

従来のコンクリートトラフを用いた施工方法に変え埋設型の施工方法を検討する。機械的強度に劣る銅管の保護が第一としながら、土中埋設方法とすることでコストダウンを図る。

#### 【従来型施工例】

コンクリートトラフ+改良柵⇒土中埋設方式に

【検討中の資材・施工方法】



熱交換器設置全景



電線配線用埋設FEP管



従来工法(コンクリートトラフ+改良柵)

## 7. 技術開発の進捗

### 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

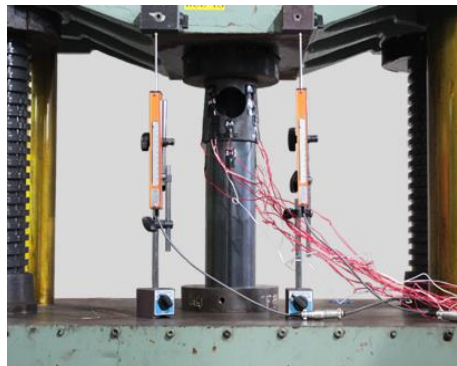
- ・熱交換器挿入用鋼管としての機能を有していること
- ・建築物の荷重を支持する構造用鋼管としての機能を有していること

#### 2. 成果

- ・杭頭キャップの考案・設計・試作・実証試験・まとめを実施
- ・評価には工法名『地中熱キャップ工法』として性能証明を取得



杭頭キャップ試作品



実証試験

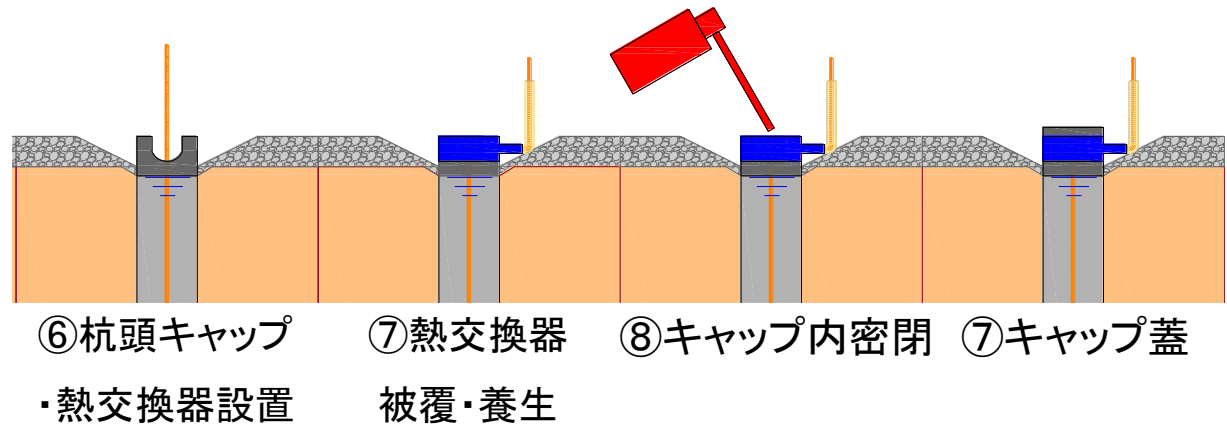
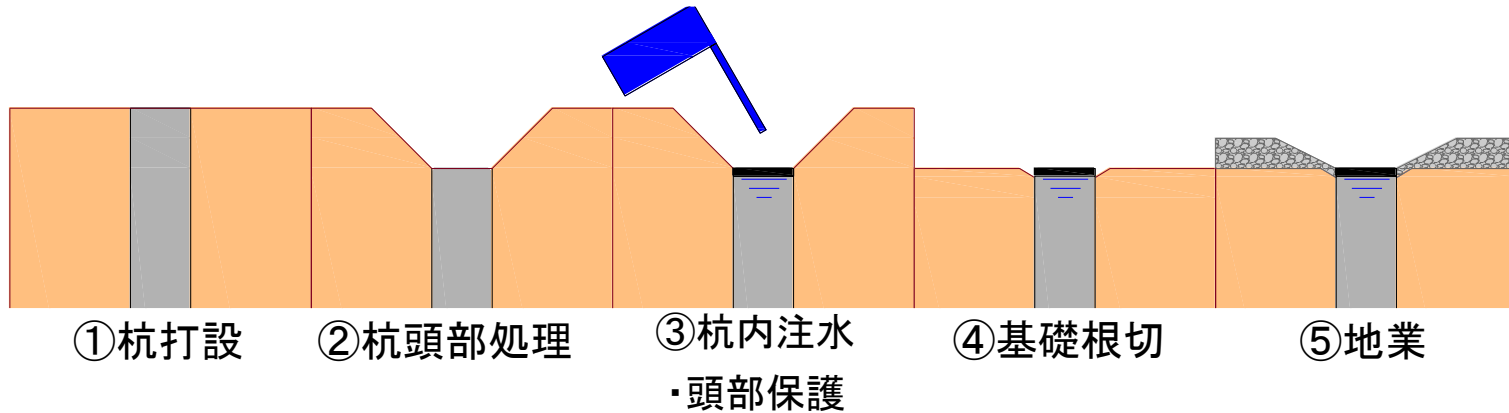


建築技術性能証明書

## 7. 技術開発の進捗

### 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)

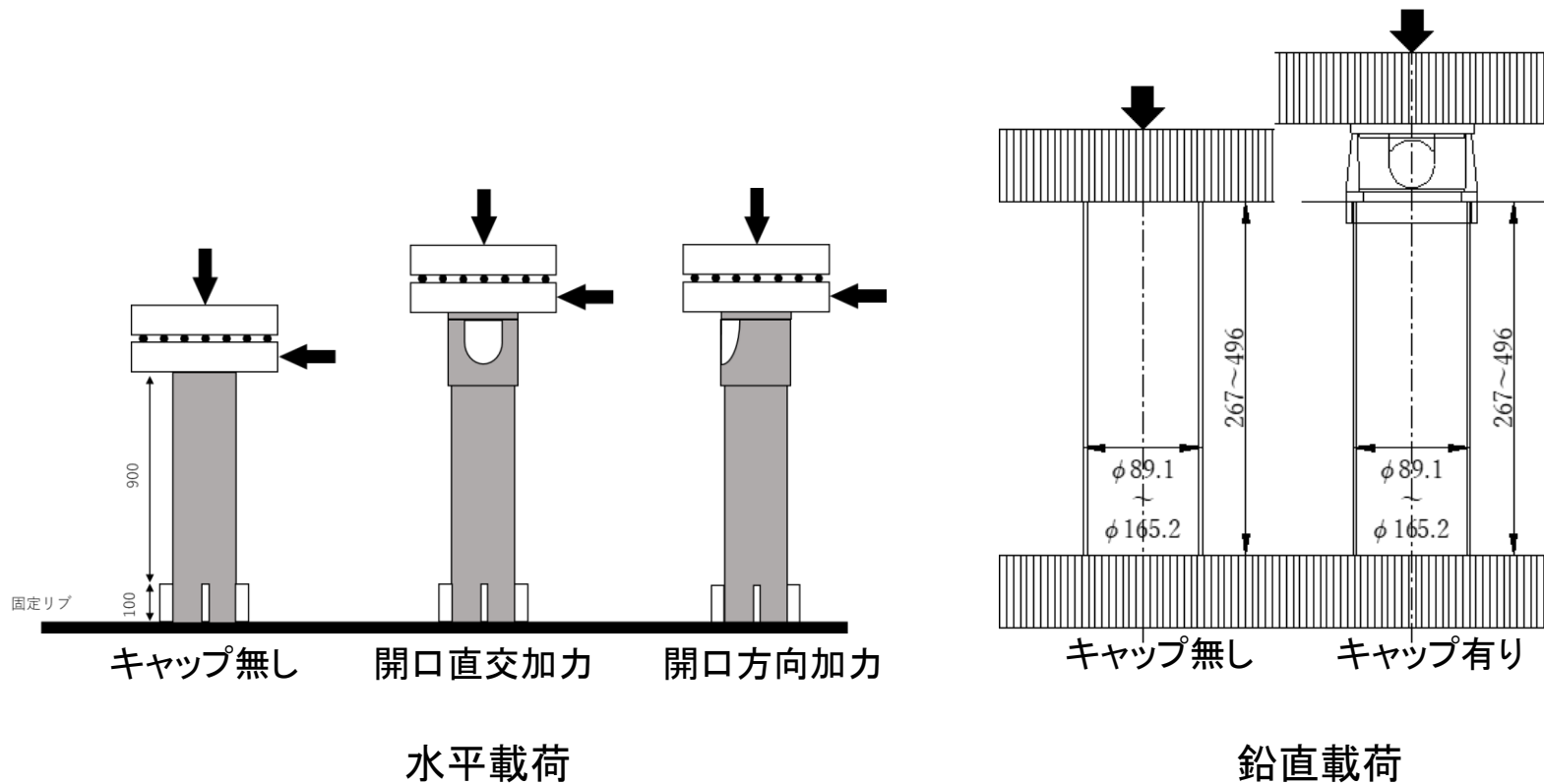
#### 3. 1. 現場施工試験概要



## 7. 技術開発の進捗

### 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. 2. 単体性能確認試験概要(水平荷重・鉛直荷重)





## 7. 技術開発の進捗

### 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. 3. 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



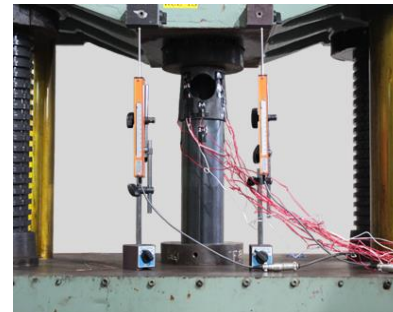
熱交換器養生



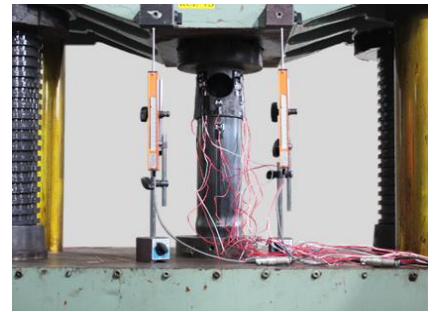
水平載荷



載荷完了



鉛直載荷



載荷完了

## 7. 技術開発の進捗

### 4. 事業化に向けての見通し

- ・杭頭キャップ工法の開発により本設鋼管を地中熱交換器として有効利用することで掘削設置費の低減に見通しが得られた。

掘削・設置費（定価価格として試算）

【設定条件】12m×15本

2019年現状	熱交換用 専用鋼管	1,200(千円)	
2023年目標	本設鋼管利用工法	800(千円)	低減率 33.3%
2030年目標	本設鋼管利用工法	600(千円)	低減率 50.0%

### 5. 完了後の方針

- ・戸建て住宅では小口径鋼管による地盤補強は一般的に行われている補強工法である。  
杭頭キャップ工法は、基礎と鋼管との接合工法であることから、一般的な接合工法として他業者の小口径鋼管に対しても地中熱交換器を適用することが可能である。  
自社、他業者に係らず拡販が見込める。



## 7. 技術開発の進捗・予定

### ⑥鋼管埋設型施工法の改良・開発(藤島建設、山梨大学)

#### ・開発項目

- ・最適化施工法の開発※1
- ・硬質地盤対応※2

#### ・今年度の成果

- ・情報収集と仕様検討

#### ・今年度の課題

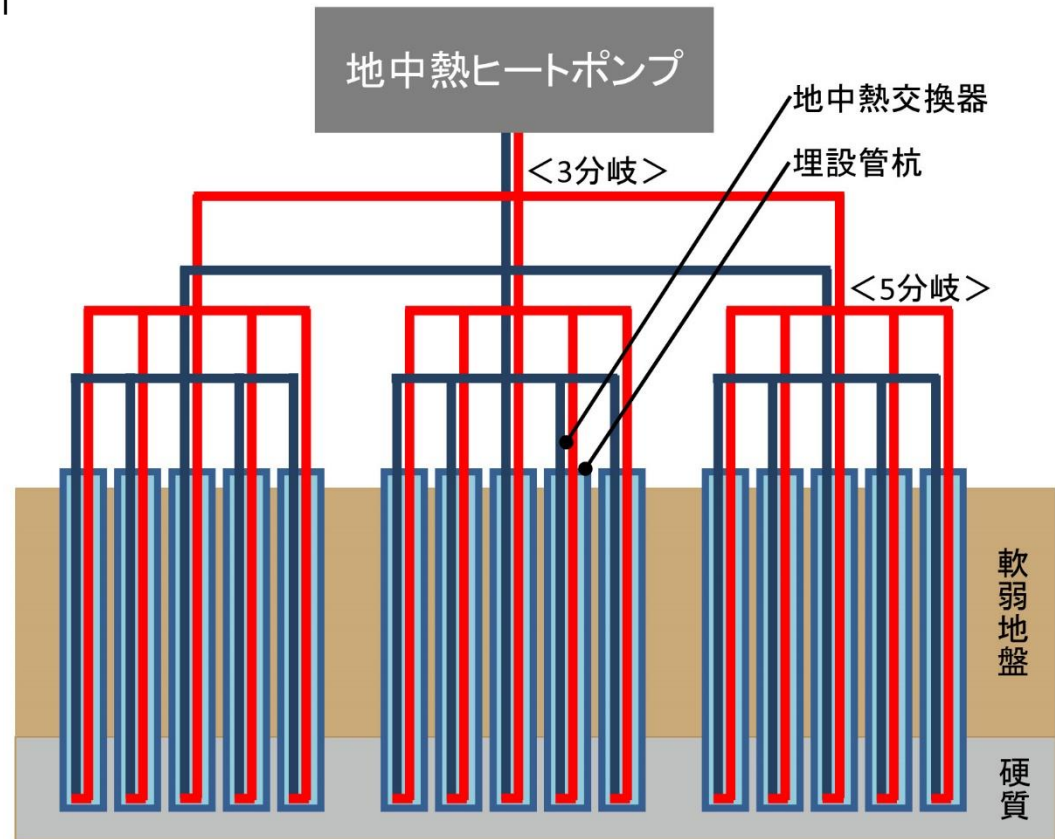
- ・施工のマニュアル化

※1

地上に多くの分岐部を有しているため、地上部配管の最適化工法(配管方法の合理化と施工法の標準化)の開発

※2

先端部の硬質地盤での施工法の開発

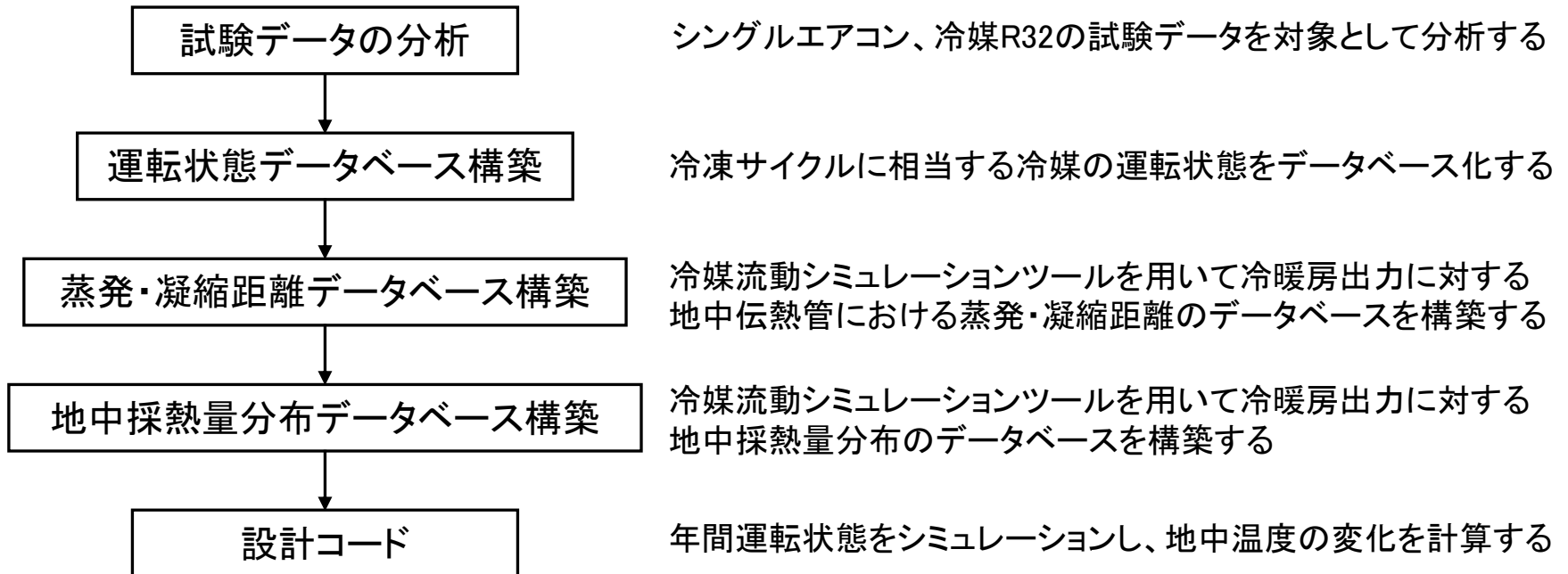


地中熱交換器地上配管模式図

## 7. 技術開発の進捗

### ⑦ 設計コードの開発(中外テクノス、山梨大学、藤島建設)

設計コードの開発手順を以下に示す。



現在、暖房運転時のデータベース構築が完了した。  
引き続き、冷房運転に対するデータベースの構築に着手している。

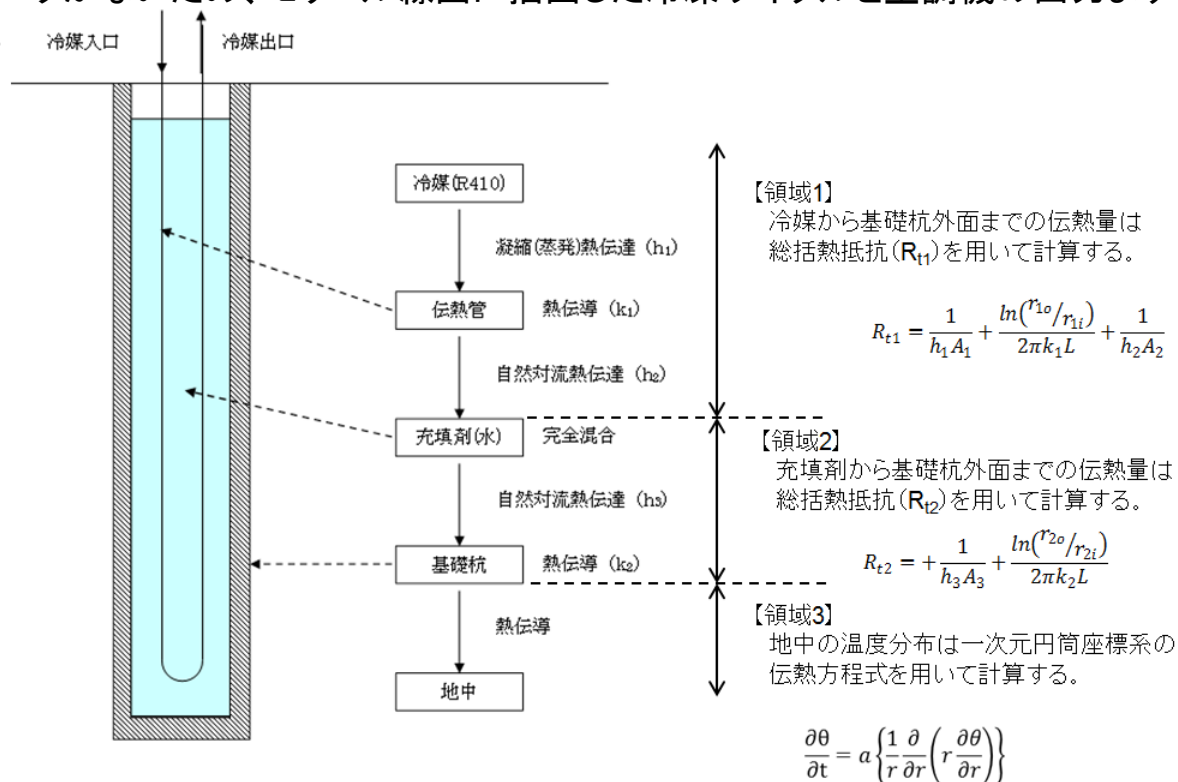
## 7. 技術開発の進捗

### ⑦ 設計コードの開発(中外テクノス、山梨大学、藤島建設)

#### 【試験データ分析】

直膨式地中熱ヒートポンプの運転状態を試験データを用いて分析した。

- ・採熱管の伝熱シミュレーションは1本の地中採熱管を対象として、採熱管を中心とする半径5mまでの地中領域における伝熱状況を計算する。
- ・計算条件は藤島建設生産管理センターにて実施した試験データを用いて与えた。ただし、冷媒流量については計測データがないため、モリエル線図に描画した冷凍サイクルと空調機の出力より予測値を仮定して与える。

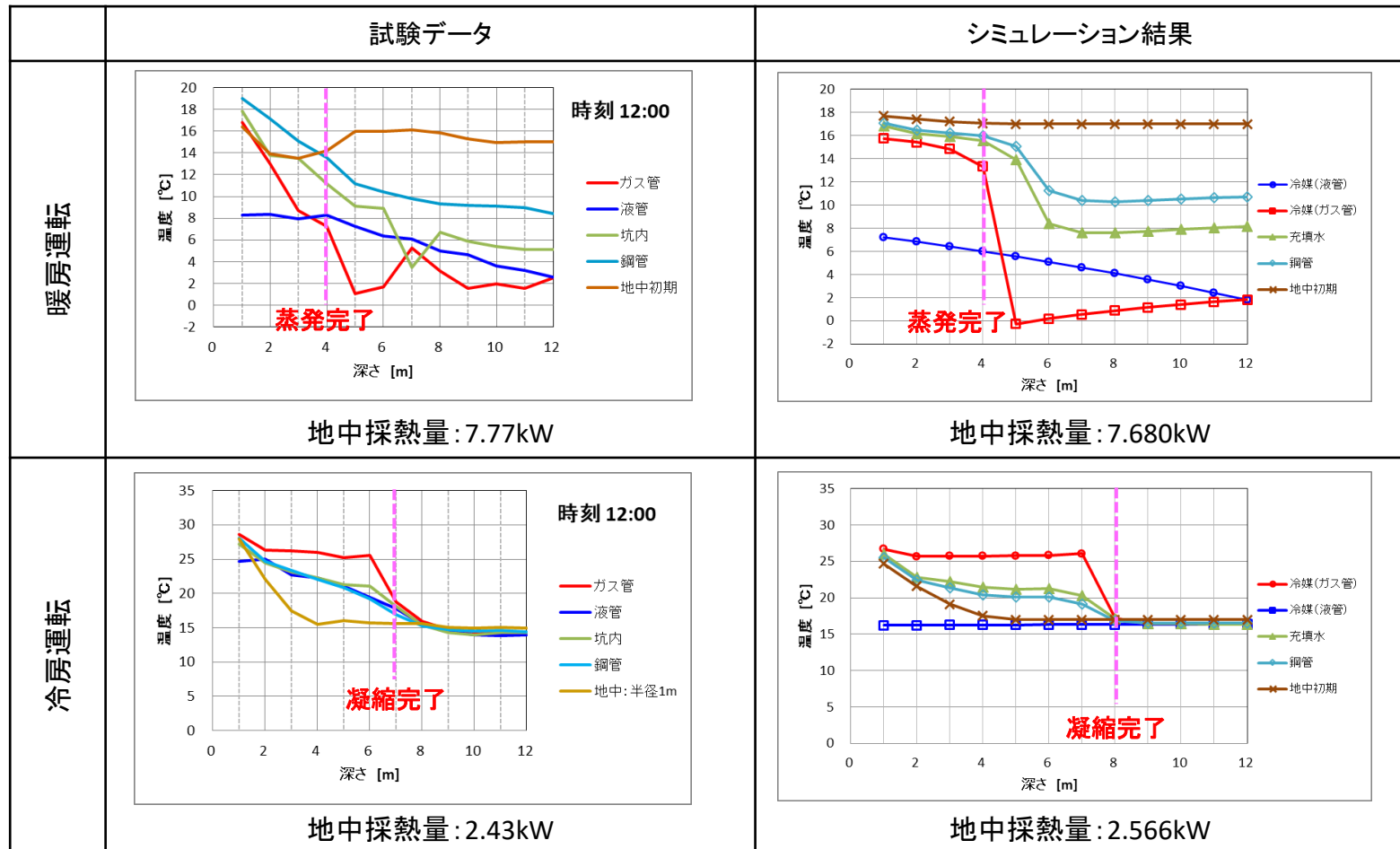


シミュレーションモデル図

# 7. 技術開発の進捗

## ⑦ 設計コードの開発(中外テクノス、山梨大学、藤島建設)

採熱管内部の温度分布が試験データと異なることから、自然対流熱伝達式、地中伝熱計算方法等を見直し、採熱管内の冷媒伝熱流動における特徴的な現象を再現する結果が得られた。

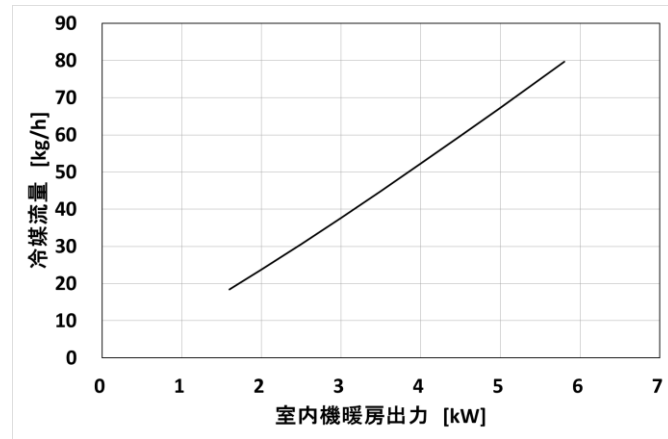


## 7. 技術開発の進捗

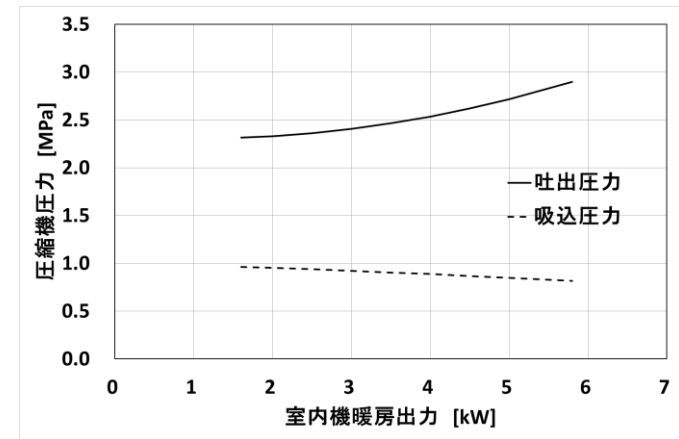
### ⑦ 設計コードの開発(中外テクノス、山梨大学、藤島建設)

#### 【運転状態データベースの構築】

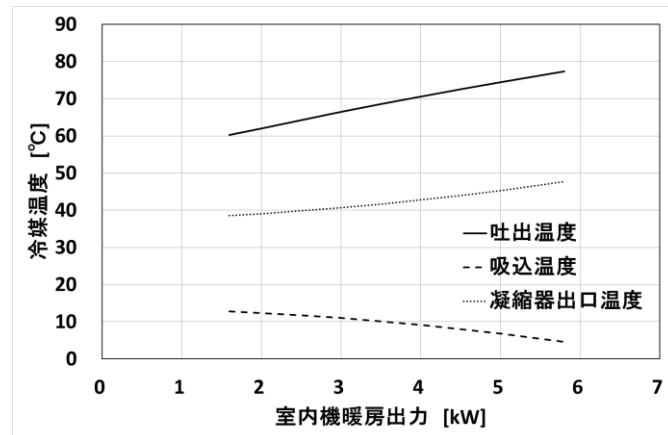
試験データを用いて直膨式地中熱ヒートポンプの運転状態データベースを作成した。



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暖房出力と地中熱交換器の蒸発距離の関係を算出する。

## 7. 技術開発の進捗

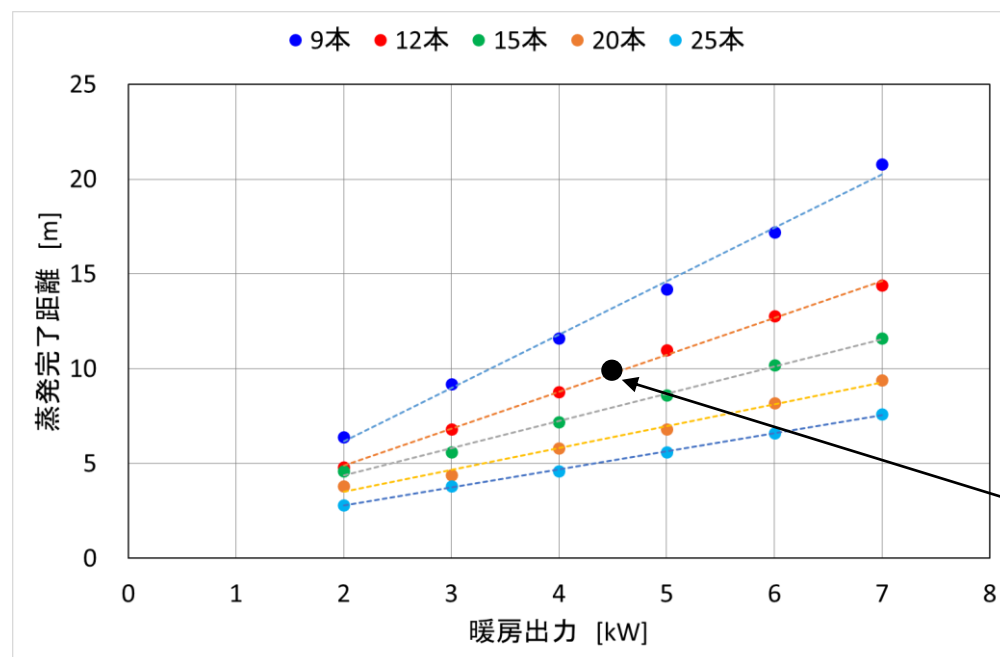
### ⑦ 設計コードの開発（中外テクノス、山梨大学、藤島建設）

#### 【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。

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



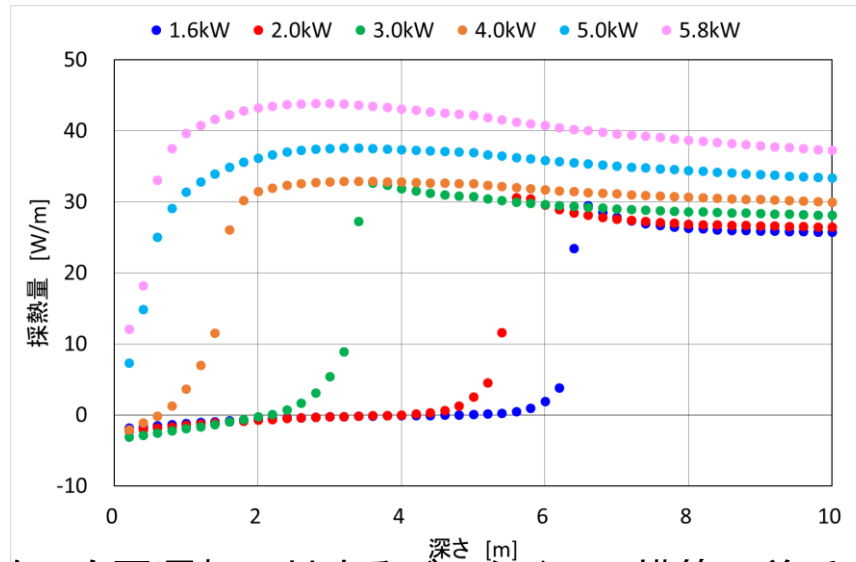
例えば、4.5kWの暖房能力に対して地中熱交換器12本とすると必要な深さは10mとなる。

## 7. 技術開発の進捗

### ⑦ 設計コードの開発（中外テクノス、山梨大学、藤島建設）

#### 【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、暖房出力に依存する地中採熱量分布を算出した。  
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。



設計コードは、年間の運転状態を計算し、  
地中の温度変化を計算する。

現在、冷房運転に対するデータベース構築に着手し、年間運転状態の計算プログラムを作成中。

# 7. 技術開発の進捗

## ⑧ 直膨式専用地中熱ポテンシャルマップの構築(ハギ・ポー、山梨大学)

### ・作業内容と成果

山梨県内および埼玉県地盤データ(さく井・地盤調査柱状図等)収集・整理



地層状況のコンパイル・データベース化

(1m毎に工学的分類にしたがって地層区分をおこなう)



熱伝導率の文献値(5~40mの加重平均)をあてはめ、地中熱ポテンシャルマップとして、設計に役立つ指標の1つとして活用予定

項目	井戸番号	地層	深度	地層区分	修正深度	加重平均	...
1	81	HB 00012	35.5107170	130.5061669	298	12	10.71
2	84	HB 00015	35.6525538	130.5268111	296	41.25	40.58
3	85	HB 00016	35.6525538	130.5268111	296	55	40.58
4	89	HB 00020	35.5844183	130.5712122	250	101	32.39
5	90	HB 00021	35.5858088	130.5610662	200	1107	40.39
6	99	HB 00030	35.6403781	130.5470204	267	45.85	39.27
7	104	HB 00035	35.6468778	130.5791822	260	999.83	40.29
8	110	HB 00044	35.5917221	130.565005	250	250	34.35
9	114	HB 00045	35.5834407	130.5440072	250	20.85	21.20
10	115	HB 00046	35.5834407	130.5440072	250	22	11.20
11	116	HB 00047	35.5834407	130.5440072	250	22	11.20
12	117	HB 00048	35.5834407	130.5440072	250	22	11.20
13	118	HB 00049	35.5834407	130.5440072	250	40	30.58
14	119	HB 00050	35.5834407	130.5440072	250	44.5	40.58
15	122	HB 00053	35.6418558	130.5768433	250	120	35.29
16	131	HB 00062	35.6941847	130.5412553	338	52.25	38.45
17	135	HB 00066	35.6660811	130.5762289	286	90.75	39.32
18	136	HB 00067	35.6204867	130.5762289	279	41.25	40.32
19	137	HB 00068	35.6461783	130.5440080	277	114.5	40.32
20	140	HB 00071	35.6344756	130.5691569	261	122.3	32.45
21	144	HB 00075	35.5972826	130.5753080	250	104	40.45
22	145	HB 00076	35.6243733	130.5620044	257	71	40.51
23	146	HB 00077	35.6704462	130.5413953	297	24.75	25.37
24	147	HB 00078	35.6481635	130.5767044	259	115.9	30.32
25	149	HB 00080	35.6831833	130.5620044	270	107.25	40.39
26	150	HB 00081	35.6243733	130.5620044	257	71	40.51
27	152	HB 00083	35.6414172	130.5696119	365	90.75	38.25
28	154	HB 00085	35.5811462	130.5940192	312	149.9	40.79
29	155	HB 00086	35.7095839	130.5852080	561	70.5	40.70
30	156	HB 00087	35.6454325	130.5501119	268	100	40.58
31	157	HB 00088	35.6717135	130.5481548	260	120	40.58

作業内容(具体例)井戸データ収集・整理状況



## 8. 事業展開に向けた現状の確認

### ①コスト削減状況

- ・現時点で15%程度の削減達成
  - ・年度末までには、地中熱交換器や内機の見直しにより、目標の20%削減達成の見込み

### ②量産体制の確立

- ・先進的技術を促進する提携メーカーとの折衝継続
  - ・直膨式地中熱交換器の優位性の訴求
    - ・実証による性能の証明と情報公開
    - ・地中熱交換器設置での現場施工の品質の確保  
→施工標準の確立と品質保証
- ・販売体制の確立
  - ・販路の拡大(安定した生産量の確保)
    - ・ハウスメーカー
    - ・管材商社 etc
- ・販売方法の変更
  - ・「地中熱」と言う認知度の低い言葉からの脱却

### ③実証データ

- ・現在データの収集と検証を実施→当初の目標値達成の見込み

## 9. コスト削減へ向けた状況

### ①計画時

戸建住宅向け（出力 10kW 級）		現状	2023 年目標		2030 年目標	
				低減率		低減率
イニシャルコスト	千円	3,900	3,145	21%	2,700	30%
地中熱ヒートポンプユニット	千円	1,000	850	15%	750	25%
ヒートポンプ設置・配管	千円	250	225	10%	200	20%
地中熱交換器	千円	450	360	20%	330	28%
掘削・設置	千円	1,800	1,350	25%	1080	40%
二次側設備	千円	400	360	10%	340	15%
ランニングコスト	千円/年	100	80	20%	70	30%

### ②現状

		現状価格	2021年現状		2030年目標	
			目標価格	低減率	目標価格	低減率
イニシャルコスト	千円	4,400	3,750	15%	3,070	30%
設計	千円	500	450	10%	350	30%
地中熱ヒートポンプユニット	千円	1,000	800	20%	750	25%
ヒートポンプ設置・配管	千円	250	200	20%	200	20%
地中熱交換器	千円	450	450	0%	330	27%
掘削・設置	千円	1,800	1,450	19%	1,100	39%
二次側設備	千円	400	400	0%	340	15%
ランニングコスト	千円	100	90	10%	80	20%