

# NEDO再生可能エネルギー分野成果報告会2025 プログラムNo.1-6

再生可能エネルギー熱の面的利用システム構築に向けた技術開発  
再エネ熱利用システムに資する要素技術開発

## 潮汐変化を活用した非開削工法による水平型 地中熱交換器の飛躍的性能向上

発表：2025年7月17日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 谷口聡子

○三菱マテリアルテクノ（株）／（国）秋田大学／（株）バイオテックス

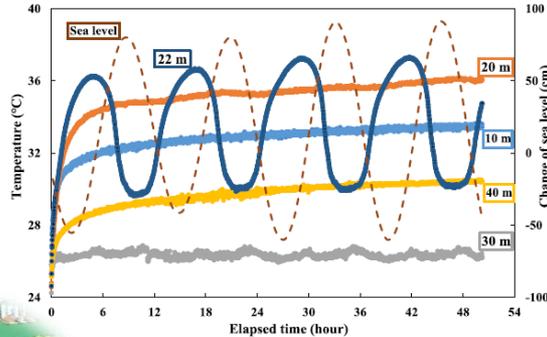
問い合わせ先：三菱マテリアルテクノ（株）営業部東京支店（<https://www.mmtec.co.jp/>）

# 背景および目的

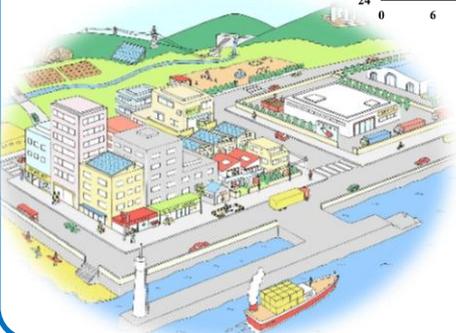
✓国内の地域特性を活かす

## 「潮汐変化と地下水が連動する現象に着目」

- 先行研究では、潮汐変化に伴う温度変化を確認
- 地下水流動により地中熱交換量の大幅な増加を期待
- 国内沿岸部には多くのコミュニティ = 熱需要が存在



(Fujii et al., 2024)

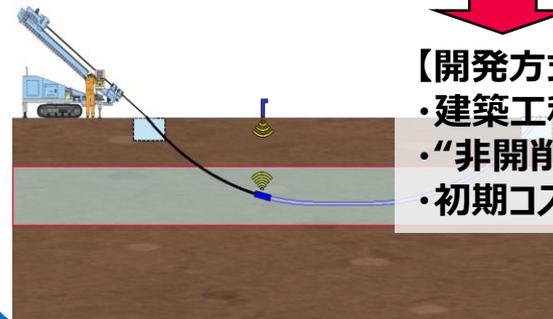


✓地中熱発展のためには、  
新たな地中熱交換方式の確立が必要

## 「HDD工法による地中熱交換器の設置」



- 【従来方式】
- 土木建築工事の工程に依存
  - 開削工事を伴う
  - 高コスト

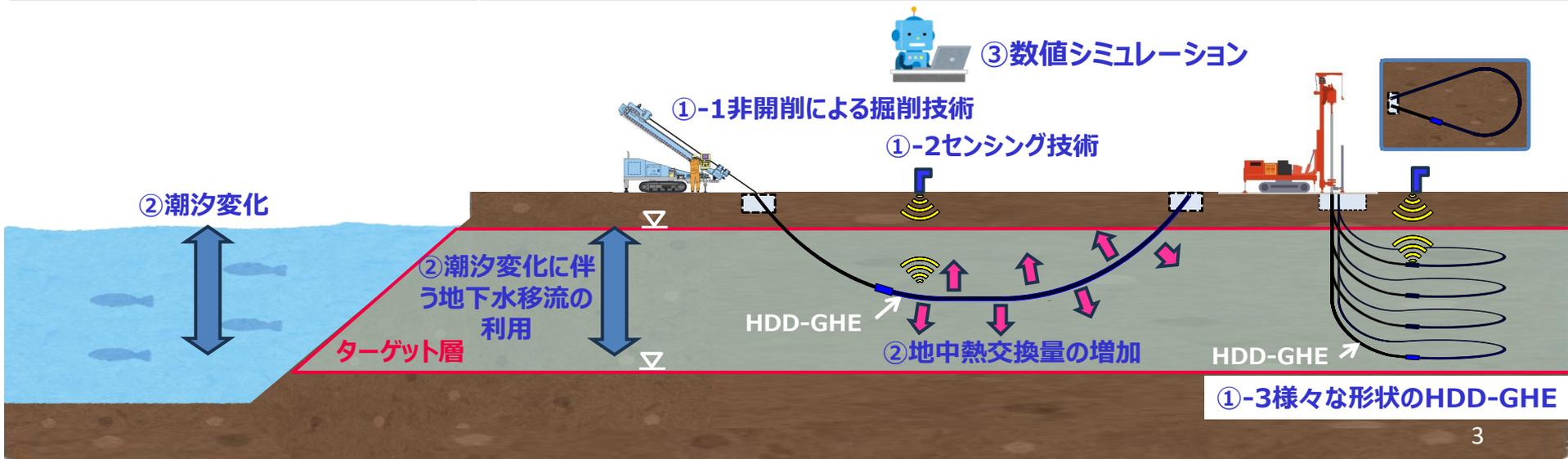


- 【開発方式】
- 建築工程に左右されない
  - “非開削”による施工が可能
  - 初期コスト低減が期待できる

将来的な面的熱利用を視野に、国内では未だ実用化されていない  
新たな地中熱利用システム確立のための要素技術開発を行う。

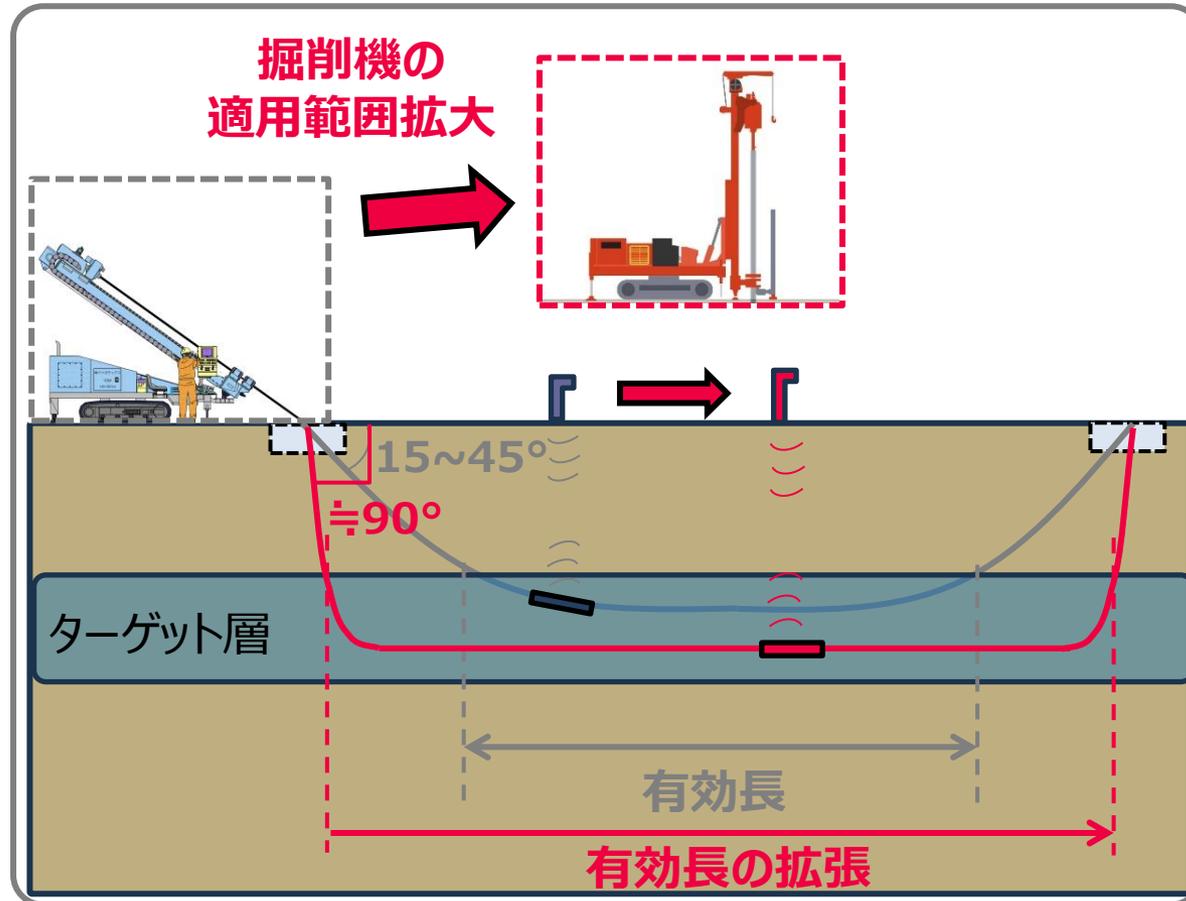
# 開発項目・実施内容

| 開発項目                         | 内容   |
|------------------------------|--|
| ① HDD工法による新たな地中熱交換器設置方式の開発   | ・非開削による水平型地中熱交換器（HDD-GHE）の設置深度に最短距離で到達するための <u>センシング技術の開発</u><br>・ <u>垂直型掘削機を利用した新たな非開削によるHDD-GHEの設置・掘削技術の開発</u> |
| ② 潮汐変化活用型地中熱利用システムの性能評価      | <u>潮汐変化に伴い発生する地下水移流を利用して地中熱交換量を増加</u> させるための、フィールド試験での実証による技術開発  |
| ③ 潮汐変化活用型地中熱数値シミュレーションモデルの開発 | 潮汐変化を活用したHDD-GHEの数値シミュレーションモデルを構築・検証し、感度計算を通して設計パラメータを最適化することによる <u>システム設計技術の確立</u>                              |



# 開発項目・実施内容

**開発項目①**：新たな地中熱交換器設置方式の施工手法の設計・検討  
HDD-GHEを目標とする所定深度へ最短で到達させ、従来よりも断面的な有効長を拡張するための受発信機の開発を行う。



- ✓ 掘削機の適用範囲を広げ、プレイヤーの増大と市場規模の拡大によりコストを削減
- ✓ 汎用性の高い地中熱源方式としての普及を目指す

# 開発目標

2024年度の取組み

| 開発項目                         | 2026年度<br>(中間)                                    | 2028年度<br>(最終)  |
|------------------------------|---|---|
| ① HDD工法による新たな地中熱交換器設置方式の開発   | HDD-GHEの設置深度に最短距離で到達する <u>受発信器の設計、試作品を完成</u> する。  | ・HDD-GHEの導入コストを従来方式(ボアホール方式)に比べ、 <u>50%以上削減</u> する。<br>・受発信機の開発を含む非開削による新たなHDD-GHEの設置技術は <u>実用化レベルで完成</u> する。 |
| ② 潮汐変化活用型地中熱利用システムの性能評価      | 1つのサイトで熱応答試験データから従来方式に比して <u>地中熱交換量の増加を示す</u> 。   | 1つのサイトで熱応答試験データおよび冷暖房運転データによる実証により潮汐変化活用型が従来方式に比して <u>2倍以上の熱交換量</u> となることを示す                                  |
| ③ 潮汐変化活用型地中熱数値シミュレーションモデルの開発 | 1つのサイトの試験データを基に、 <u>数値シミュレーションモデルの構築及び検証</u> を行う。 | 1つのサイトで試験データによる <u>モデルの精緻化</u> および構築・検証した数値モデルを実際に設置し、 <u>冷暖房運転の最適化を実現</u> する                                 |

※フィールド試験・・・各サイトの候補地3ヶ所から1か所を選定

2024～2026年度：サイトA 佐賀県（温暖地）

2026～2028年度：サイトB 秋田県（寒冷地）

# 研究成果（進捗概要）

## 開発項目①.1 海外先行技術ヒアリング

### □ HDD-GHEの実態について米国企業へヒアリングを実施

- ・HDDによる地中熱交換器の設置は既に認知・実用化されている。
- ・HDD-GHEの施工は垂直型よりも作業人数を減らすことができるため、掘削費が安価。
- ・広い敷地が必要なため、都市部よりも地方への導入が多く、設置深度が浅い場合が多い。
- ・地中熱交換器のタイプは、“Uチューブ方式”が一般的。

### □ 国内での実用化に向けた課題整理

#### ・敷地の制約

敷地に余裕のある地方や特定の場所への導入が望ましい。

#### ・技術的課題

地質条件に応じた設計の最適化が必要。特に日本国内の地質は多様であり、地域ごとに異なる地質条件に対応するための技術的な調整が求められる。地中熱交換器の設置深度や角度の最適化も重要。

#### ・経済性

HDD方式の導入コストは垂直型に比べて安価であるが、設置深度や地質によって熱交換効率が大きく変動することに留意。

#### ・継続的な情報収集

引き続き適用可能性のための情報収集を行う。

# 研究成果(進捗概要)

## 開発項目②.1 サイトAにおける

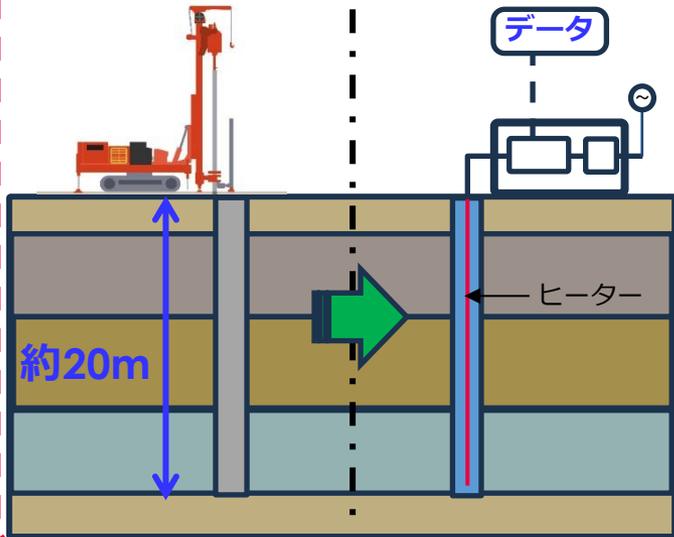
- ・簡易熱応答試験実施
- ・適正地層評価、選定

### 2.1ボーリング・熱応答試験 (2024)

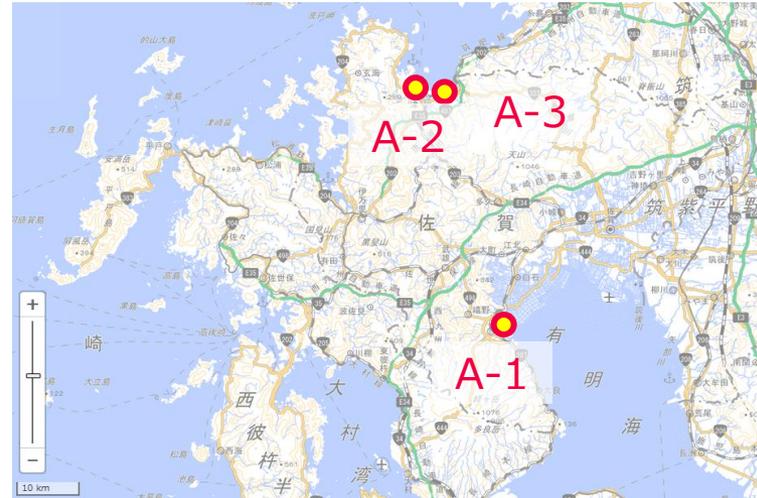
- ・適地評価の選定  
(A-1～A-3の3か所で実施)

地質調査ボーリング

ヒーター  
簡易熱応答試験



試験実施場所  
(サイトA：佐賀県)

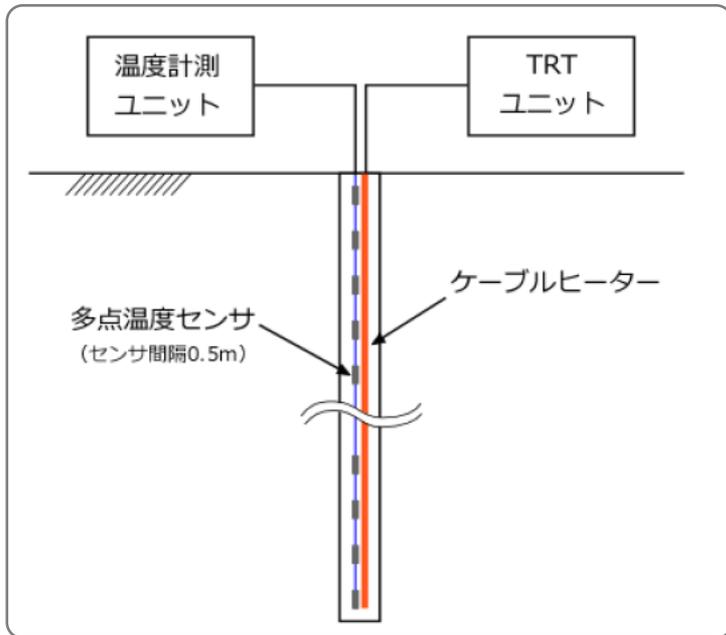


### 各地点の地質調査結果

| 調査No. | 地層概要         | 地質概要      | 水位    |
|-------|--------------|-----------|-------|
|       | 深度(m)        |           |       |
| A-1   | 0.00～1.95m   | 盛土        | 1.50m |
|       | 1.95～13.75m  | 粘性土       |       |
|       | 13.75～17.80m | 礫混り土砂     |       |
|       | 17.80～21.00m | 砂質土       |       |
| A-2   | 0.00～2.40m   | 盛土        | 2.30m |
|       | 2.40～8.65m   | 砂質土       |       |
|       | 8.65～21.00m  | 軟岩(風化花崗岩) |       |
| A-3   | 0.00～18.70m  | 砂質土       | 3.90m |
|       | 18.70～21.00m | 軟岩(風化花崗岩) |       |

# 研究成果(進捗概要)

ケーブルヒーター簡易TRT 模式図

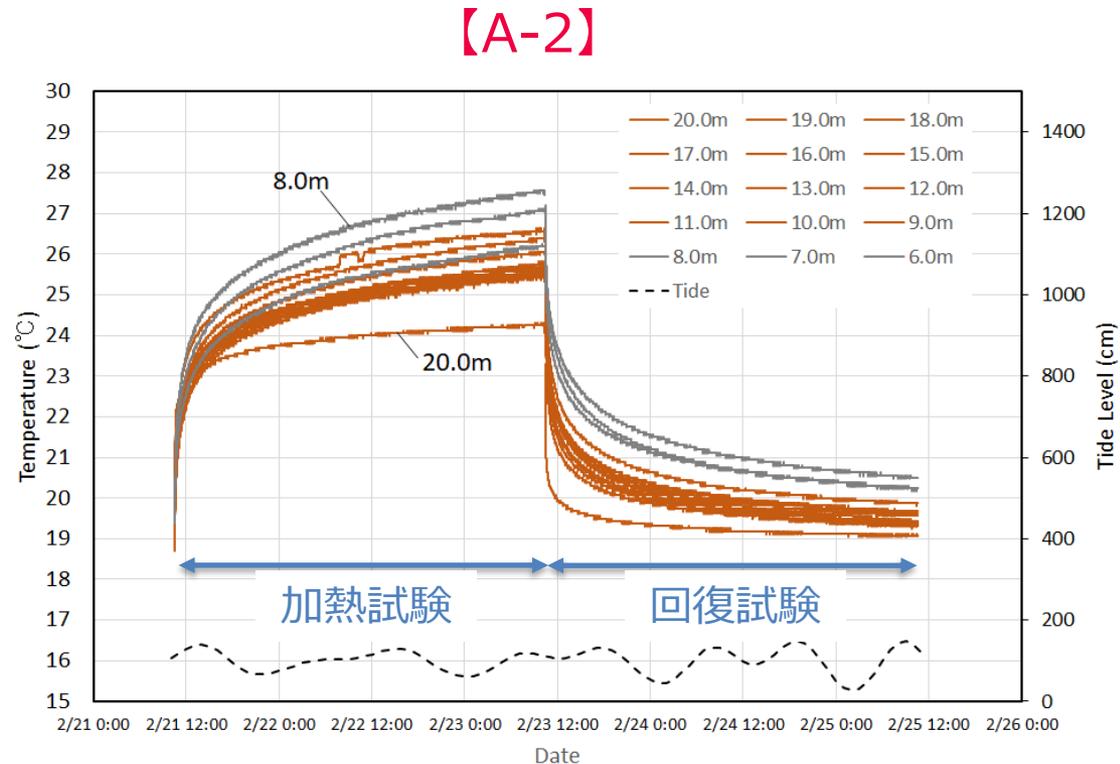


## 試験条件

A-1~A-3同条件で試験を実施

- ・熱負荷：20 W/m
- ・加熱時間：48 時間
- ・回復時間：48 時間以上

各地点の試験結果 (深度別温度推移:5~20m)

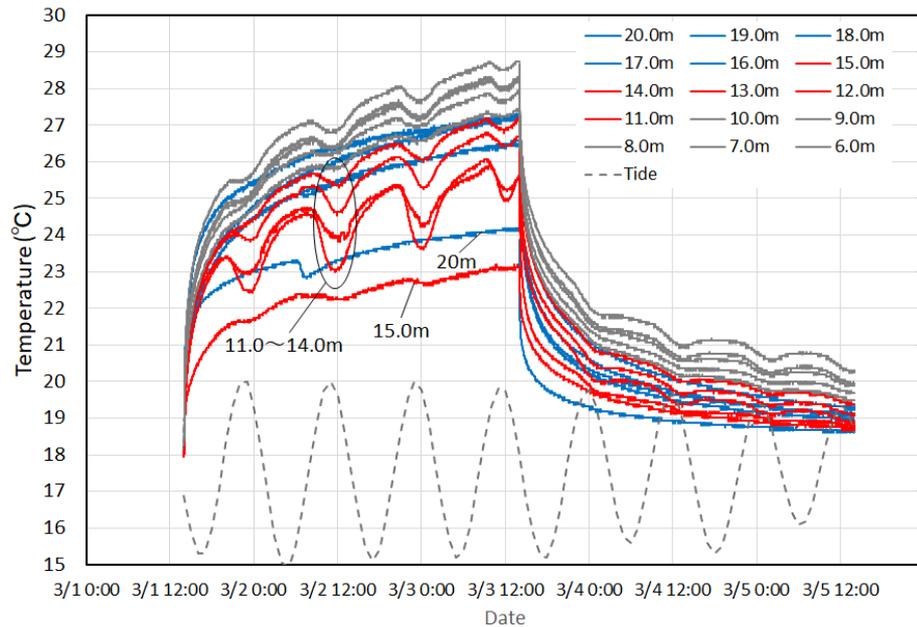


一般的な熱応答試験の結果であった。  
(潮汐の影響は受けていない)

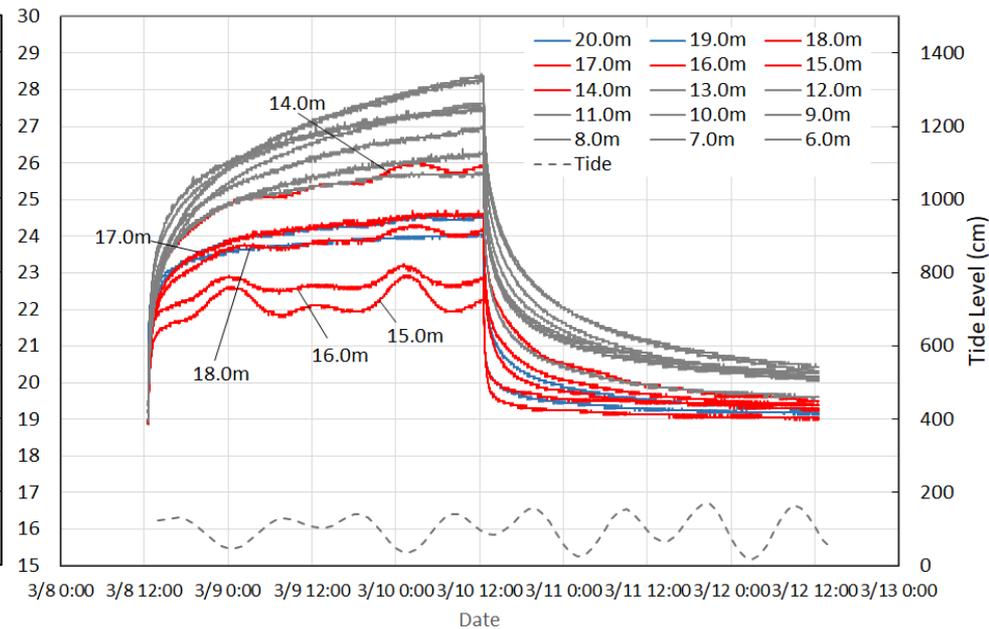
# 研究成果(進捗概要)

各地点の試験結果 (深度別温度推移:5~20m )

【A-1】



【A-3】



深度11~15m付近で潮汐変化とは逆の温度変化を示しており、温度変化が著しい。

深度14~18m付近で潮汐変化とは逆の温度変化を示しており、全体的に温度上昇が小さい。

# 研究成果（進捗概要）

- ✓ サイトAの3地点にて、各地点の地質状況を把握し、簡易熱応答試験を実施。
- ✓ 潮汐変化の影響と想定されるデータを取得。
- ✓ 地中熱交換量の飛躍的性能向上が期待できる候補地は2か所であると判断。

|           | A-1           | A-2       | A-3               |
|-----------|---------------|-----------|-------------------|
| 簡易TRT結果   | ◎：潮汐影響ありと推定   | ○：通常の挙動   | ◎：潮汐影響ありと推定       |
| 地質        | 粘土層～砂礫層       | 軟岩（風化花崗岩） | 砂質土～軟岩            |
| ①変化が著しい深度 | 11-15m        | -         | 14-18m            |
| ②期待できる深度  | 15m（砂礫）       | -         | 14-18m（砂）         |
| HDD施工性    | △：砂礫層         | ×         | ◎                 |
| 特記事項      | GHEの向き検討/干満差大 | -         | 温度変化小<br>汎用性のある地域 |

**2025年度の試験対象地点は、「A-3」とする。**

- ①全体的な温度上昇が小さいこと
- ②地層的にHDD施工が容易であること
- ③国内各所にある普遍的な場所と想定（実用的なデータの取得を期待）

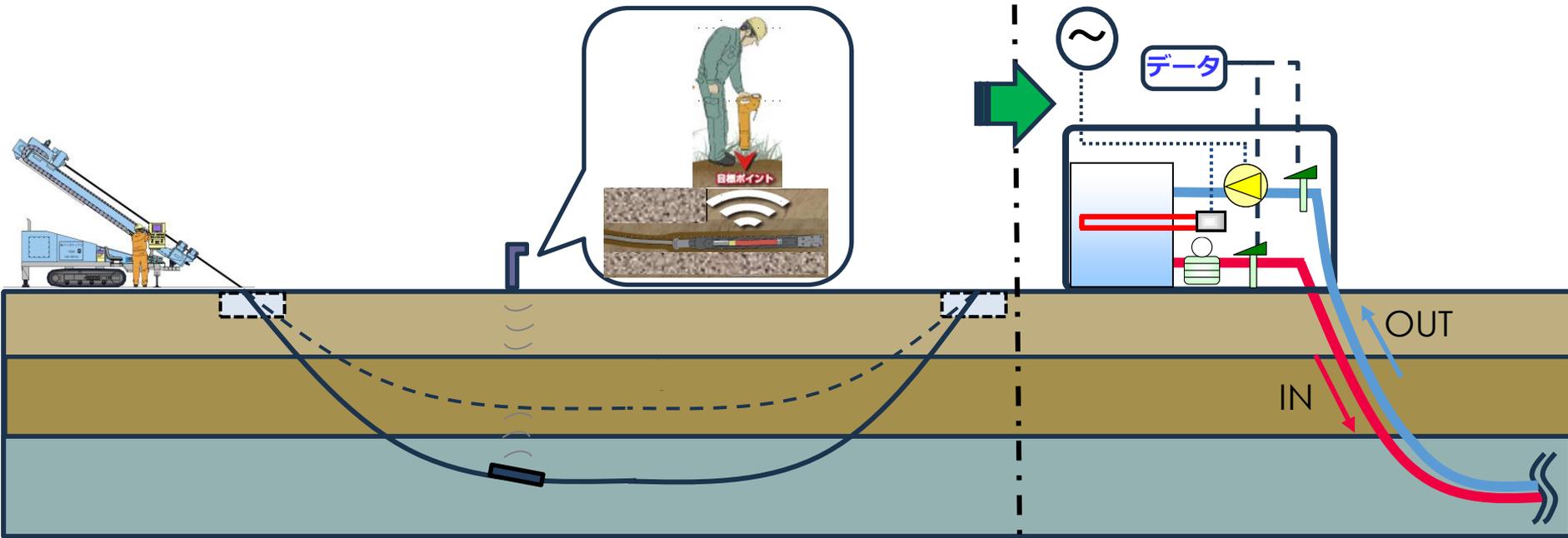
# 今後の予定(2025年度～)

## 2.2 HDD工法による地中熱交換器設置工事 (2025)

- ・ サイトA (A-3) にて、4パターンのHDD-GHEを設置
- ・ ダブルUチューブ (25A) 方式

## 2.3 熱応答試験 (2025)

- ・ 温水循環試験にて各HDD-GHEの性能比較評価



## 2.4 冷暖房運転の評価 (2026)

- ・ 実用化・事業化を見据え、年間を通じて潮汐変化に伴う冷暖房運転の評価を行う

以上