

NEDO再生可能エネルギー分野成果報告会2025

プログラムNo.1-4

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/

高温ATESシステムの安定的利用に資する
適地評価とモニタリング手法および
低価格システム設計の技術開発

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 益田晴恵

*団体名 (大) 大阪 / (国) 信州大学

問い合わせ先 大阪公立大学 E-mail: gr-knky-sangaku@omu.ac.jp TEL: 06-6605-3550

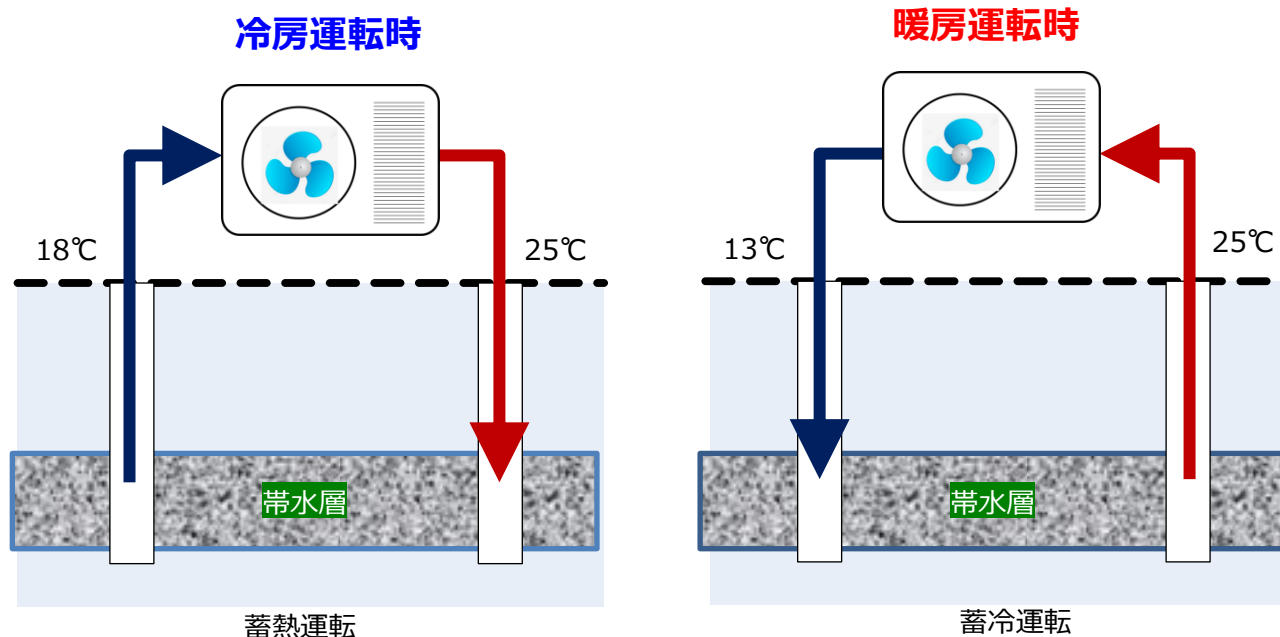
背景1 ATES (Aquifer Thermal Storage System)

滞水層蓄熱システム

- 蓄熱ポテンシャルが非常に大
- 蓄熱・蓄冷により、エネルギー循環が可能
- 冷暖房の切り替えが可能
- 再生余剰電力の熱転換が可能（蓄電池と同効果）

- 帯水層での移流速度に依存
- 地下環境への影響が不確定
- 設置費用が（他設備と比べると）高額
- 井戸管理・運営に専門的な知識が必要

水質を知る：水が原因の問題に対する予防と対策措置が講じることが可能



背景 2 ATES設置状況と高温ATESへの挑戦

ATESの設置状況

【海外】 特にオランダで先行（3000例以上）



【国内】

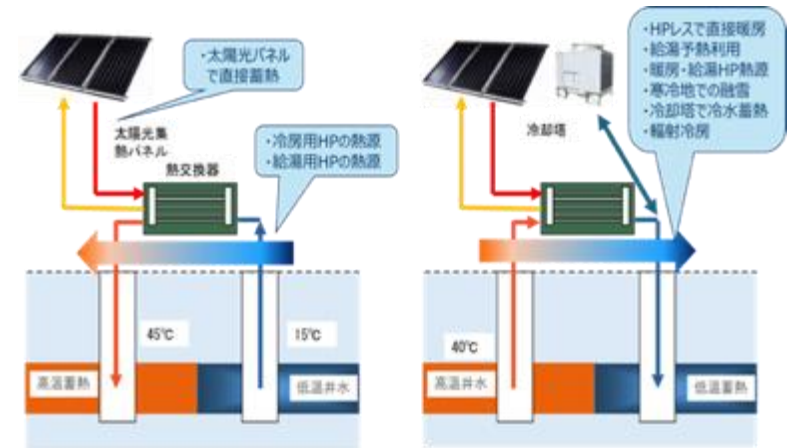
井戸性能・地盤沈下影響を評価

→ 実用性を検証済

採用例が増加中

- ・大阪うめきたⅡ期再開発地区（2カ所）
- ・大阪万博会場
- ・アミティ舞洲（障害者スポーツセンター）
- ・三菱重工 神戸造船所（2カ所）
- ・三菱重工 高砂工場（実証実験場所）

高温ATESへの展開



- ・ 太陽熱パネル，冷却塔，高温ATESによる構成
- ・ 再エネ熱利用による一次エネルギー使用量の大幅削減
- ・ 暖房に直接利用可能な**熱源機レスの空調システム**
- ・ 低温再生デシカントによる潜熱・顕熱分離空調
- ・ カスケード熱利用による帯水層の揚・還水温度差が拡大
- ・ 蓄熱量増大による面的利用時の高効率運用

課題

- ・ 地下環境影響評価法の確立
- ・ 適地選定の手法確立
- ・ 設置・運用の低コスト化

(赤字：POCでの実施内容)

- 1 大阪平野地質情報データベースの作成
- 2 同平野の帯水層分布の3次元マッピング

- 温熱（太陽光・排熱など）

省エネ効果の算定

熱需要

水中ポンプ

スクリーン

難透水層

透水層

難透水層

透水層

難透水層

帯水層・適地の推定

化学・生物学的変化の観察

（温熱蓄熱時）

帯水層マッピングと環境影響範囲による地域区分の設定方法

公共施設

生物活性と目詰まり対策

地熱/パネル

・HPLにて地熱利用
・地源予熱利用

冷却塔

冷却塔連環冷却

地質

化学・生物学的変化の観察

(温熱蓄熱時)

による地域区分の設定方法

公共施設 (夏季冷熱利用時)

ビル・商工業施設 (冬季温熱利用時)

第一次産業施設 (例：省エネ養殖水加温)

高温ATESの実証実験と面的利用の検討（FY2027-2028）

研究開発の進捗（FY2024成果）

1 試験井戸の構築

○ 井戸掘削工事の概要

- ・ 大阪公立大学構内でのソニック掘削手法*（-58m）
- ・ 井戸径（150mm）の内管設置
- ・ 内管外筒部に20組の熱電対設置
→ 加温実験中の孔内温度の変化を詳細観察

* ビット先端に回転と振動を与えて掘削する工法



ソニック掘削機

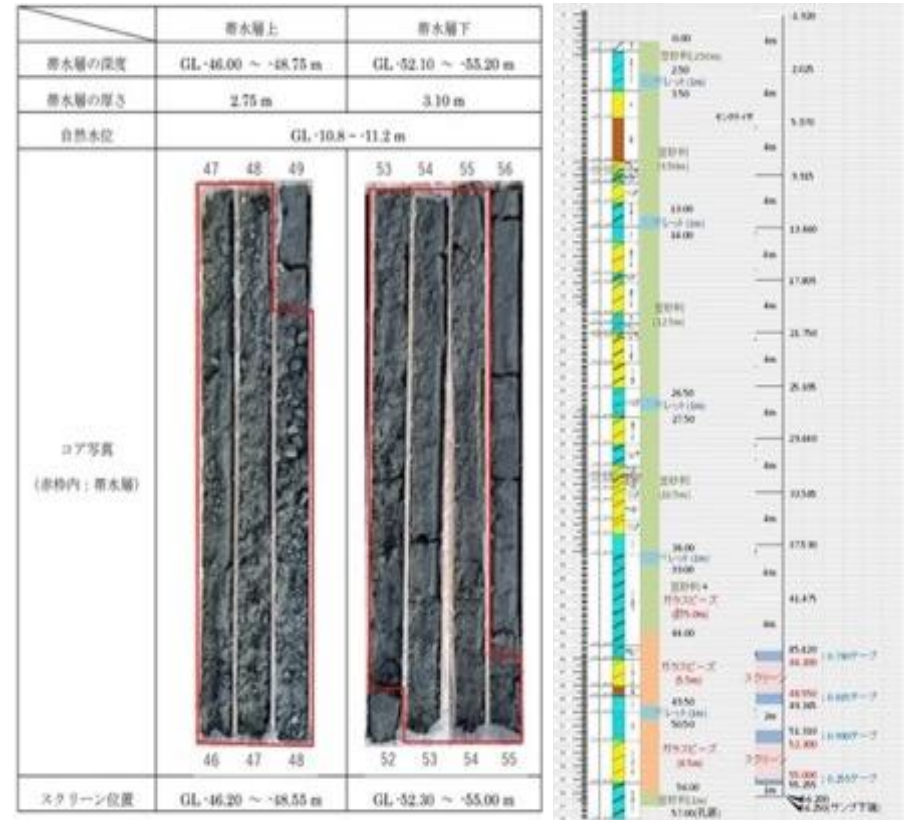


内管挿入時の熱電対設置作業

○ コアと柱状図

掘削コアの観察によるストレーナー位置の決定

①-46.2~-48.5m ②-52.3~-55.0m



赤枠部分：帯水層となる砂礫層・砂層

地質柱状図

研究開発の進捗（2024年度成果）

2 加温装置の構築

○ 設置工事の概要

井戸内部

- ① 水中ポンプ
- ② 加温水の還水管
- ③ 観測装置用ガイド管

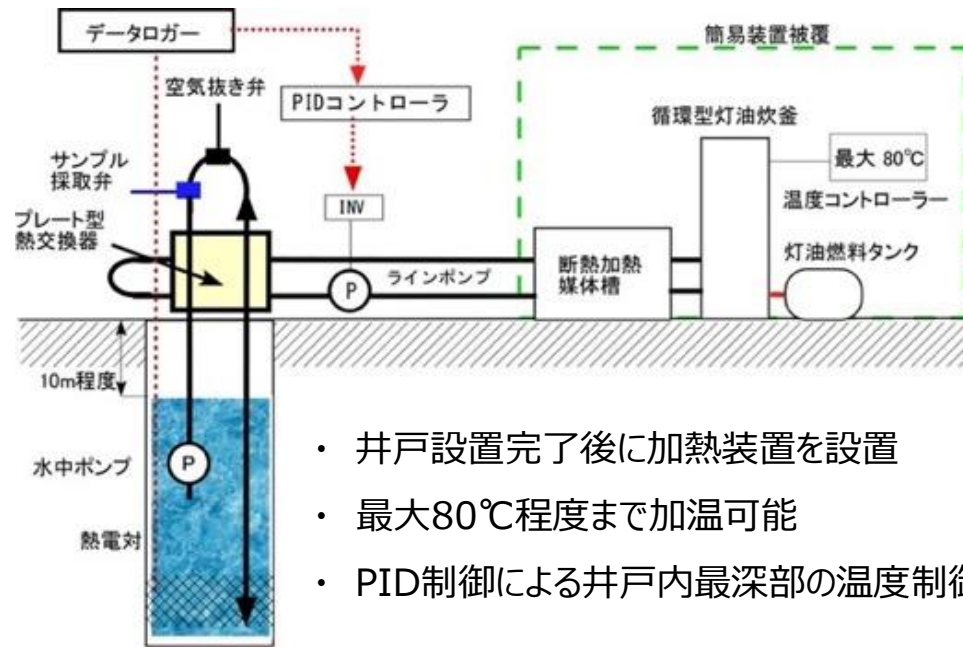
地上部

- ① 加温用ボイラ
- ② 加温媒体槽
- ③ ラインポンプ
- ④ 熱交換器（井水・加温媒体）

計測・制御部

- ① 温度調節用PID制御装置
- ② 熱電対・各種計測器用データロガー
- ③ 水位計・流速計・pH/ORP計
粒子カウンターなどの設置

加温装置の概要



- ・ 井戸設置完了後に加熱装置を設置
- ・ 最大80℃程度まで加温可能
- ・ PID制御による井戸内最深部の温度制御



加温装置全景



井戸管・加温装置接続部

研究開発の進捗（FY2024成果）

3 水質・生物活性分析

○ 溶存化学成分の測定

帯水層・地下環境影響評価のために実施

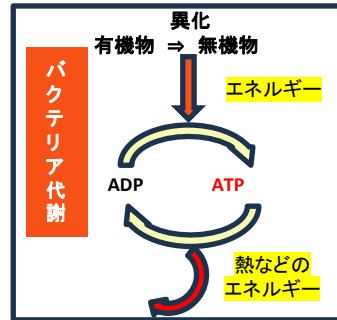


イオンクロマトグラフィーの新規導入



実証装置での採水作業

○ 生物活性・微生物叢解析の準備



- ATP（アデノシン 3リン酸）分析手法の確認
- 環境DNAを用いた微生物叢解析準備
- 目詰りの要因となる種と病原性種の検出

○ 地下水水質・生物活性の予察的分析結果

井戸洗浄直後に地下水を採取、水質分析とATP分析を実施

- アルカリ度が約3meq/Lを占める淡水
- 陽イオン組成はNa-Ca-Mg優勢
- イオンクロマトグラフィーと既存の設備（ICP-OES）との分析結果比較
 - 相対誤差2%以内
- 総ATP濃度は 6×10^{-11} 程度
 - 大阪層群中の地下水としては一般的な値と判断
- 環境DNAのための採水法の確認

研究開発の進捗（FY2024成果）

4 帯水層分布マップ作成

○ 地質情報の取得と整理

- ・国土地盤情報・関西圏地盤情報DB取得
- ・ボーリング交換用データ（XML形式）で整備
- ・PostgreSQLおよびPostGISを用いたボーリング交換用データの管理・処理

PostgreSQL：フリーオープンソースのデータベース管理システム

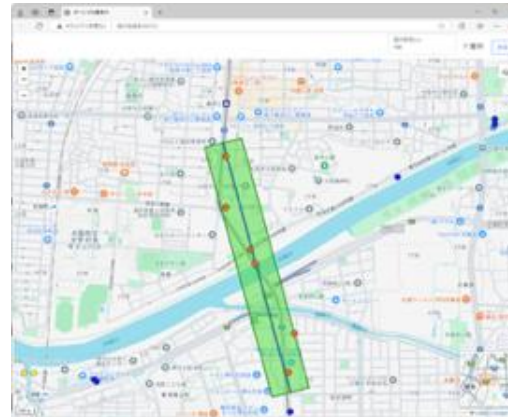
PostGIS：地理空間情報を扱うPostgreSQLの拡張モジュール

主な取得情報

- ・経度緯度情報
- ・ボーリング基本情報（孔口標高，総掘進長）
- ・土質岩種区分（下端深度，土質岩種名）
- ・標準貫入試験（開始深度，打撃回数）
- ・孔内水位

データベース活用例

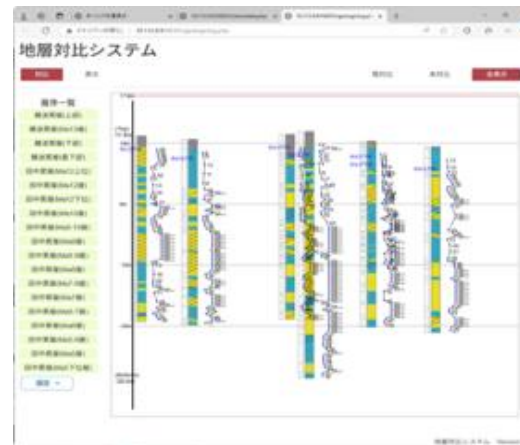
測線の設定



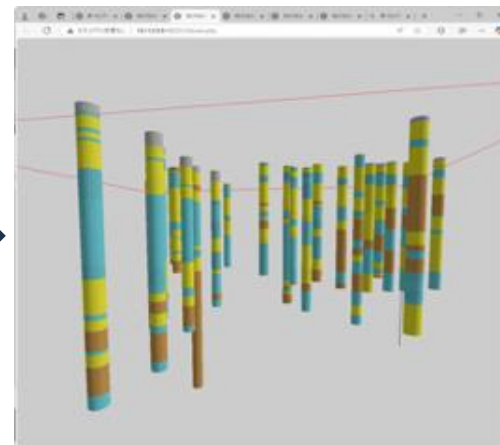
表示するボーリングデータの選択

ボーリング番号	経度	緯度	孔口標高	総掘進長
1001	139.75	35.68	100.00	100.00
1002	139.76	35.69	101.00	101.00
1003	139.77	35.70	102.00	102.00
1004	139.78	35.71	103.00	103.00
1005	139.79	35.72	104.00	104.00

断面表示



3次元表示



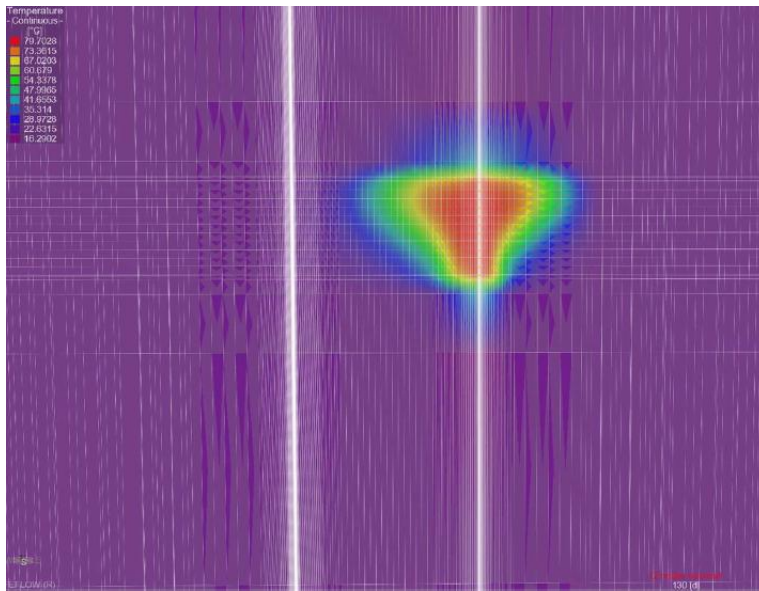
研究開発の進捗（FY2024成果）

5-1 高温ATESの蓄放熱特性モデル化および面的利用システムシミュレーション

○ 高温蓄熱の蓄放熱特性シミュレーション

流体解析アプリケーション（FEFLOW）の導入

高温化に伴う浮力の影響評価



井戸間距離：100m 帯水層厚さ：10m
初期地下水温度：18℃ 環水温度：80℃
透水係数： 1.73×10^{-3} (m/s) 注入後120日

高温化による影響は大

- 高温ATESのモデル同定
→ 実証試験時の揚水温度応答による各種パラメータの同定
- 高温ATESの揚水温度推定法
→ 無次元化平均揚水温度と無次元化井戸間距離の回帰モデルの改良
- 地下水流速の影響解析
→ 地下水流速を考慮したシミュレーション

帯水層厚さ・井戸間隔・揚水体積・地下水温度・地中温度
加熱温度・透水係数などをパラメータとするシミュレーション解析

研究開発の進捗（FY2024成果）

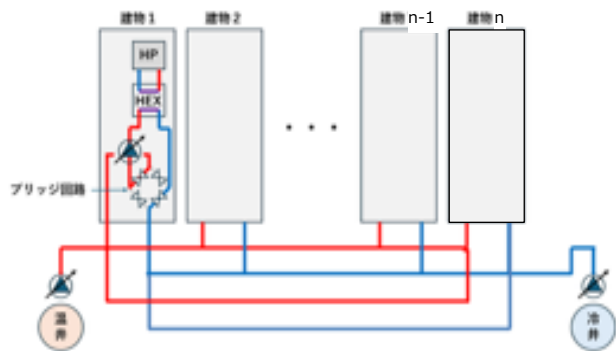
5-2 高温ATESの蓄放熱特性のモデル化および面的利用システムシミュレーション

○ 高温ATES空調設備連係システムシミュレーション

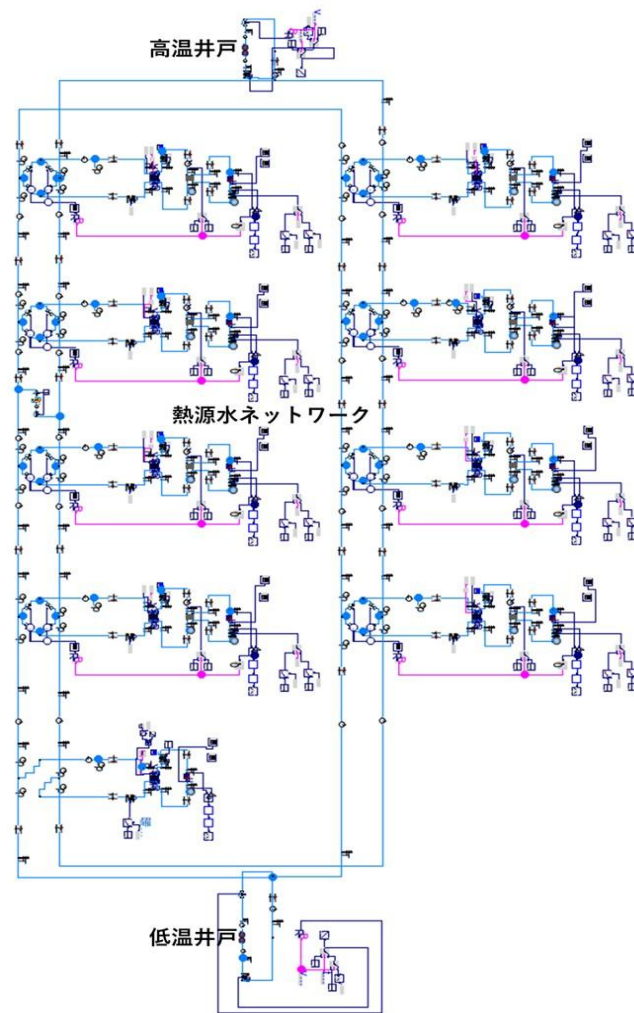
- ・太陽熱パネルを組み込んだ高温ATESのシミュレーション
 - 1) 太陽熱パネル組み込み高温ATESモデルのシミュレーション
 - 2) 実証試験設備（体育館）内システムシミュレーション
 - 3) 陸上養殖施設のシステムシミュレーション

○ 面的利用システムシミュレーション

- ・複数建物に高温ATESからの熱源水を供給熱源水ネットワークシステムを想定
- ・導入時の環境性および経済性を評価



複数建物へのループ状熱源水供給NW配管



Dymolaによる面的利用ネットワークのモデル化 ※

※ FY2024中部電力ミライズ殿との共同研究成果（ATES単一熱源）に太陽熱、コジェネ排熱、燃料電池、デシカントなどを加えて評価

研究開発の進捗（FY2024成果）

6 高温ATESに関する普及活動 後半の課題であったが、前倒しで実施中

○ メディアなどへの情報発信

- ・ 地中熱利用に関する積極的情報発信
- ・ 万博会場でのATES展示（9月）

○ 地中熱利用の宣伝活動と研究提案

- ・ 研究計画の後半に計画していた活動を前倒しで開始
- ・ 地中熱利用に関心を持つ団体（地方公共団体・企業など）との積極的交流および情報交換
- ・ 井戸掘削時には見学会を実施、現場で意見交換を実施

○ 関連企業との協同打診

- ・ 太陽光集熱パネル業界
- ・ ゼネコン・サブコン・設計会社など
- ・ 井戸掘削・地盤調査企業

今年度作業

1) 試験井戸を用いた昇温実験および分析

- ・ 昇温スケジュールによる水質・微生物叢変化の観察・分析
- ・ 井戸内部での温度分布の計測

2) 化学的・生物学的評価手法の開発

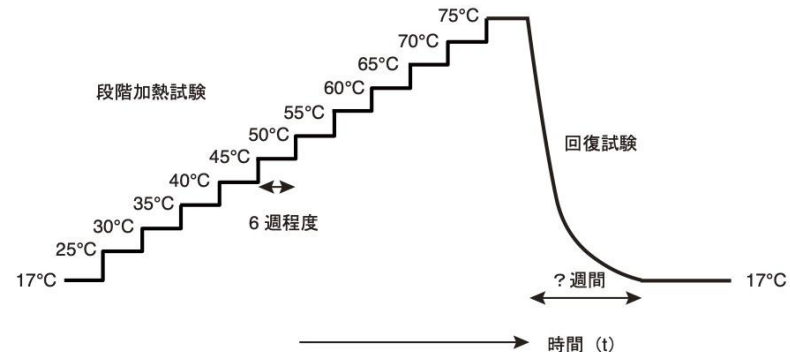
- ・ 水質・微生物叢の温度への応答を解析
- ・ 帯水層内での化学的・生物学的変化の予測評価

3) 帯水層の3次元マッピング作成

- ・ データソースの拡充
- ・ ボーリング交換用データの整備・管理・処理
- ・ マッピング手法の検討

4) シミュレーションによる高温ATESのアドバンテージ創出

- ・ パラメータスタディによる高温ATES内の熱流束解析
- ・ 実証事業を対象とするシステムシミュレーションの実施



試験井戸：今後の昇温・回復スケジュール