

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

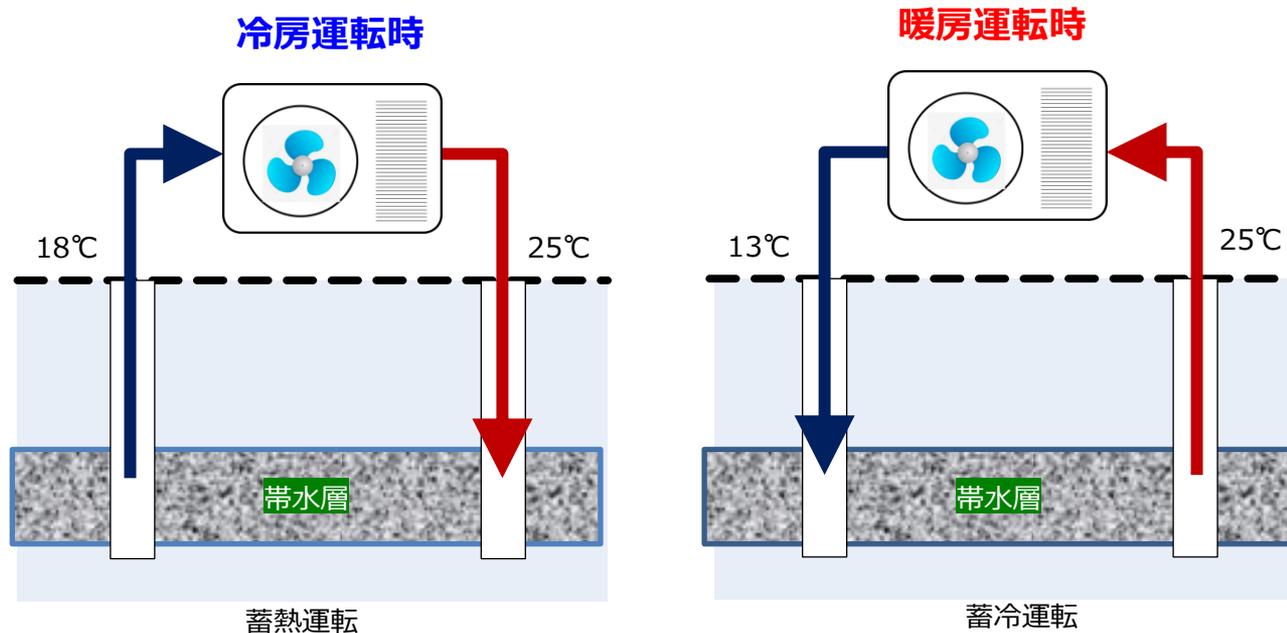
背景1 ATES (Aquifer Thermal Storage System)

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】

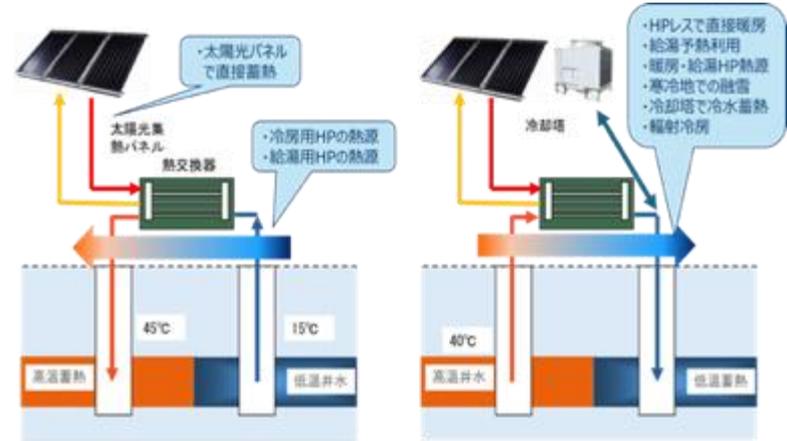
井戸性能・地盤沈下影響を評価

→ 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

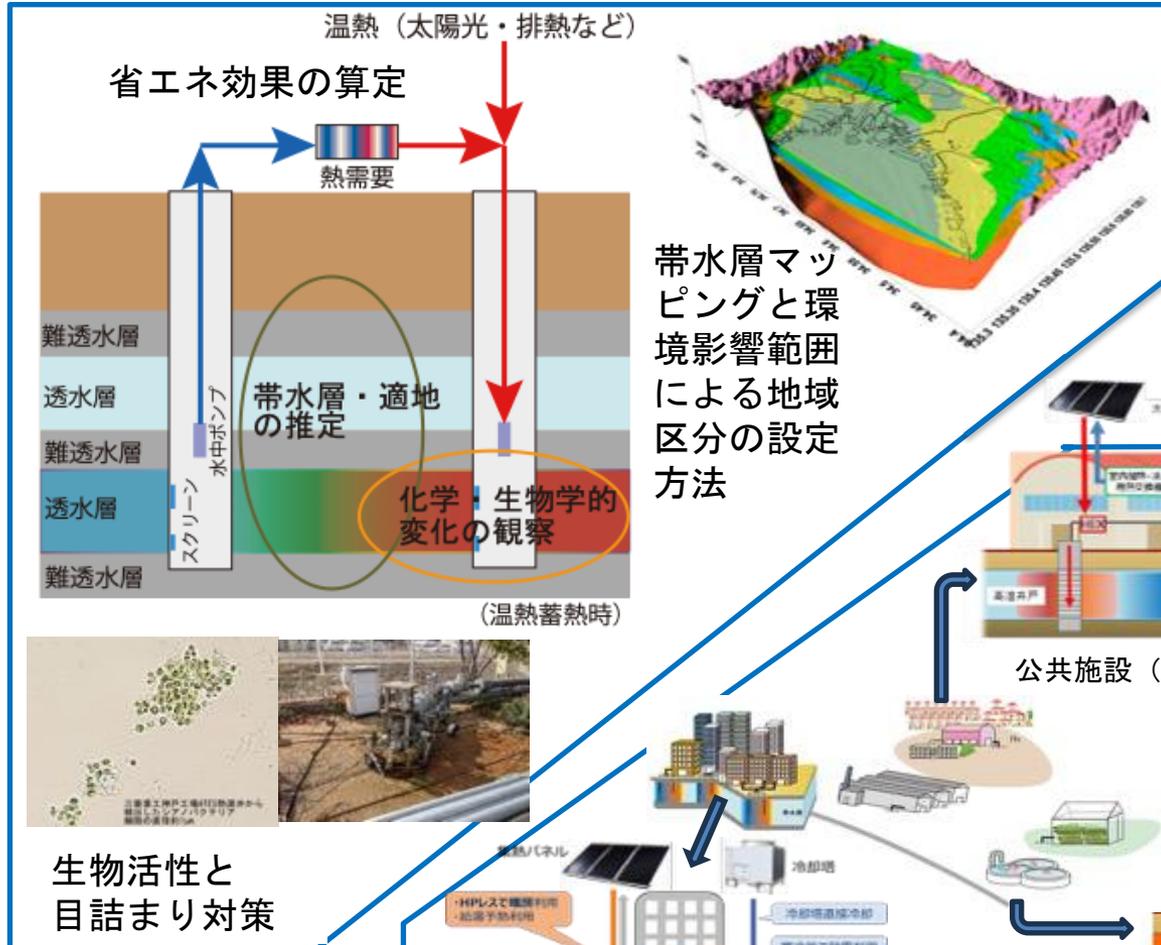
- ・ 地下環境影響評価法の確立
- ・ 適地選定の手法確立
- ・ 設置・運用の低コスト化

本事業の概要と研究内容

(赤字：POCでの実施内容)

高温ATES導入のためのガイドライン作成 (FY2024-2026)

- 1 試験井戸・温熱施設を用いた加温実験と水質・生物叢分析
- 2 帯水層蓄熱の経済効果算出
- 3 低価格・運用の容易な高温ATESの設計
- 4 導入ガイドラインの作成
- 5 面的利用による導入効果算定



- 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

加温実験時の地下水中の生物活性分析

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

加温装置の概要

○ 設置工事の概要

井戸内部

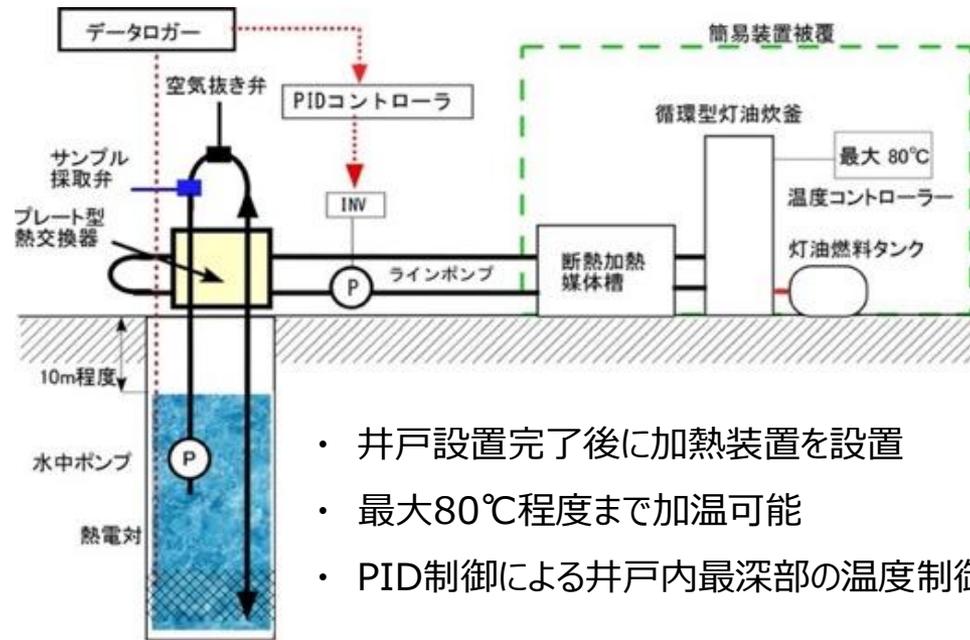
- ① 水中ポンプ
- ② 加温水の還水管
- ③ 観測装置用ガイド管

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

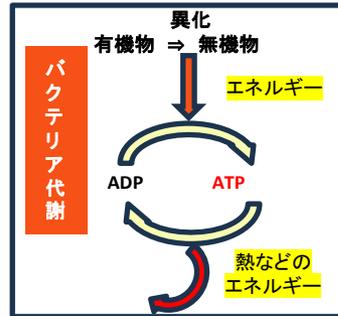


イオンクロマトグラフィーの新規導入



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

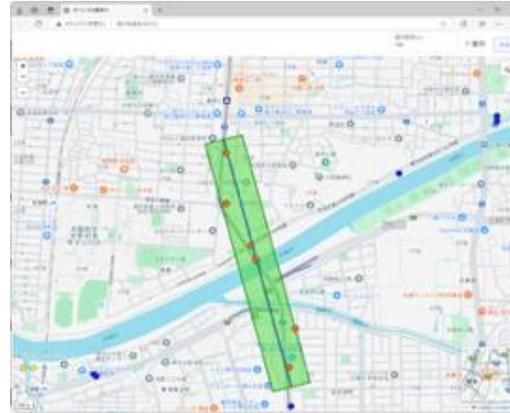
PostGIS : 地理空間情報を扱うPostgreSQLの拡張モジュール

主な取得情報

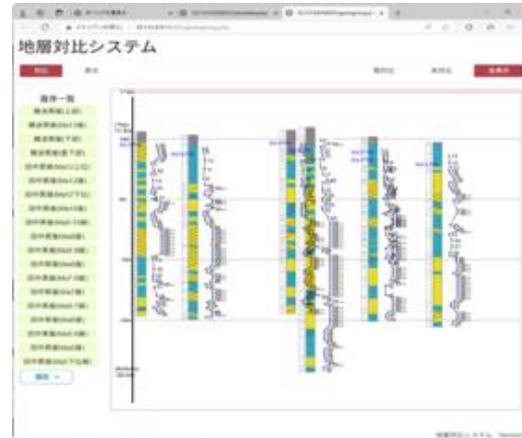
- ・経度緯度情報
- ・ボーリング基本情報 (孔口標高, 総掘進長)
- ・土質岩種区分 (下端深度, 土質岩種名)
- ・標準貫入試験 (開始深度, 打撃回数)
- ・孔内水位

データベース活用例

測線の設定

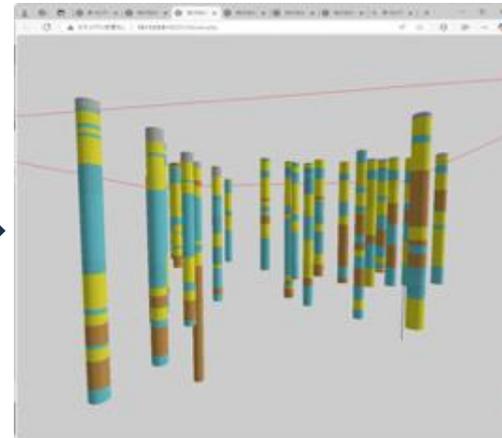


断面表示



表示するボーリングデータの選択

3次元表示



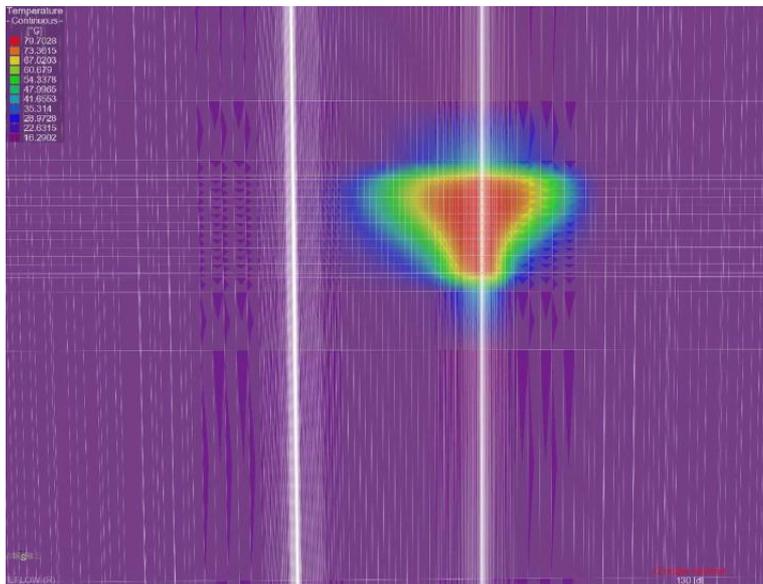
研究開発の進捗（FY2024成果）

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）

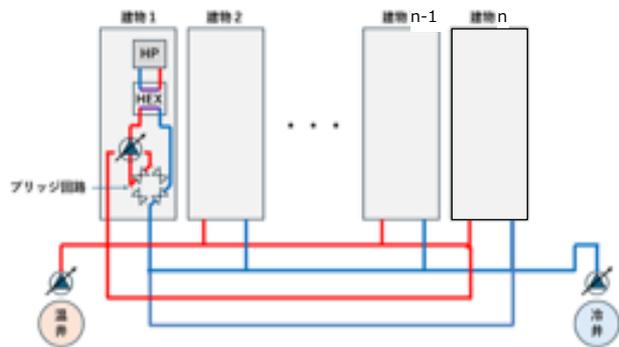
5-2 高温ATESの蓄放熱特性のモデル化および面的利用システムシミュレーション

○ 高温ATES空調設備連係システムシミュレーション

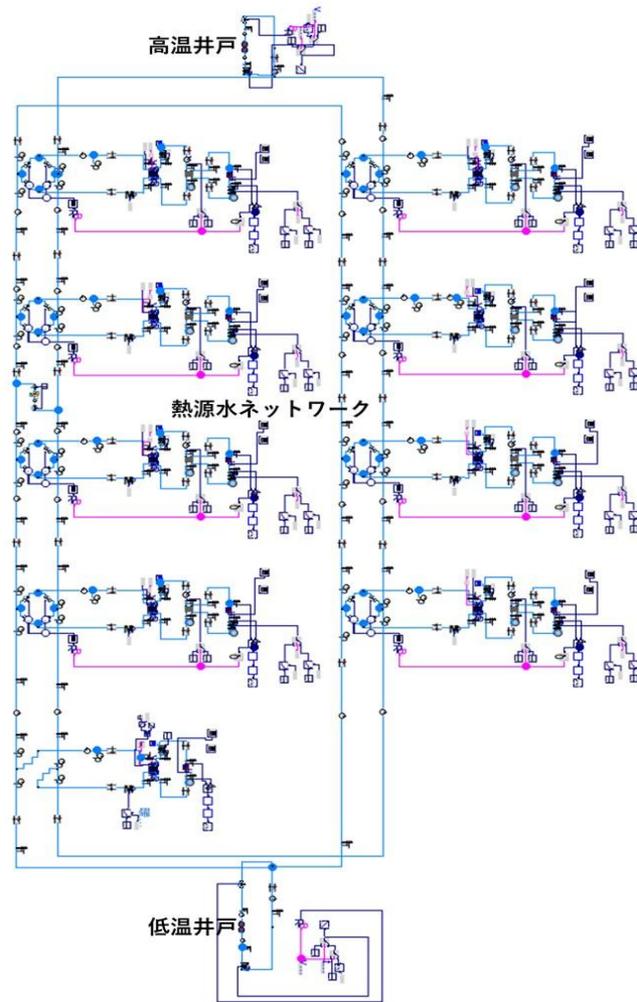
- 太陽熱パネルを組み込んだ高温ATESのシミュレーション
 - 1) 太陽熱パネル組み込み高温ATESモデルのシミュレーション
 - 2) 実証試験設備（体育館）内システムシミュレーション
 - 3) 陸上養殖施設のシステムシミュレーション

○ 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中部電力カ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

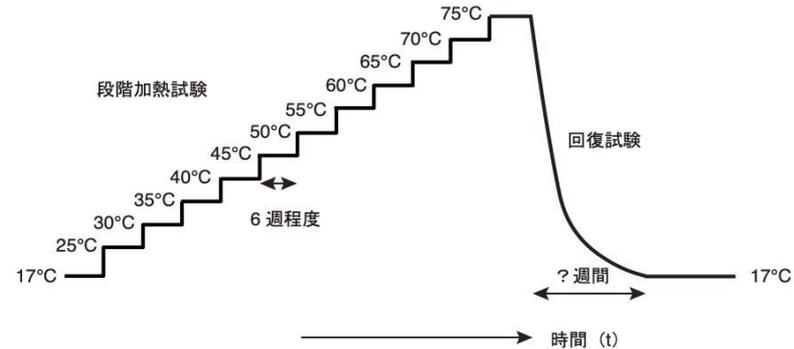
- ・ 水質・微生物叢の温度への応答を解析
- ・ 帯水層内での化学的・生物学的変化の予測評価

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