

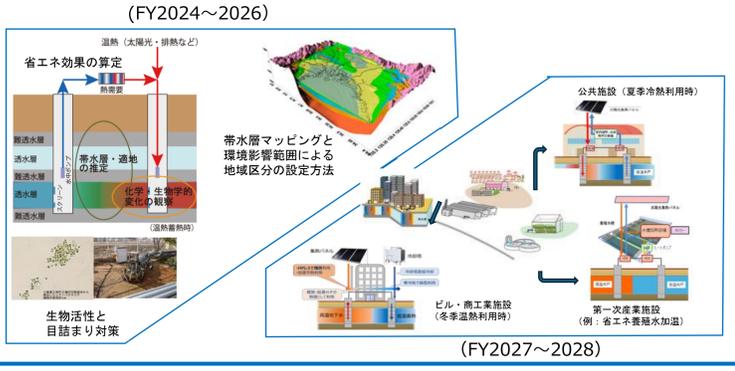
# 再生可能エネルギー熱の面的利用システム構築に向けた技術開発/再生エネルギー熱利用システムに資する要素技術開発 高温ATESシステムの安定的利用に資する適地評価とモニタリング手法 および低価格システム設計の技術開発

団体名: 公立大学法人大阪、国立大学法人信州大学

## 1 研究の概要

- FY2024~2026: 高温ATES導入のためのガイドライン作成
- 1 試験井戸・地下水加熱設備を用いた加温実験と水質・生物叢分析
  - 2 適地選定のための大阪平野地質情報データベース・帯水層分布の3次元マッピング作成
  - 3 低価格・運用の容易な高温ATESの設計
  - 4 高温ATESの面的利用による導入効果算定
  - 5 高温ATES導入ガイドライン作成

- FY2027~2028: 高温ATESの展開と面的利用の検討
- 1 本学体育館での高温ATES実証実験 (避難所施設)
  - 2 社会実装のために普及活動
  - 3 陸上養殖・野菜工場などの一次産業施設への導入検討
  - 4 都市域における面的利用時のアドバンテージ評価

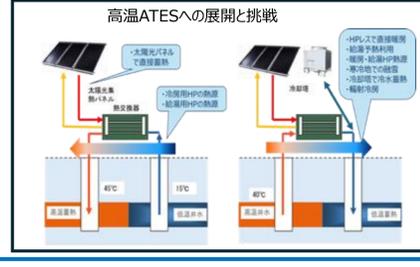


## 2 研究背景

ATES (Aquifer Thermal Storage: 帯水層蓄熱)  
特にオランダで先行普及 (3000例以上)

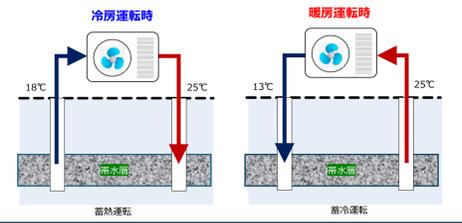


- 【国内】  
井戸性能・地盤沈下影響を評価 → 実用性を検証済  
→ 採用例は増加中
- ・大阪うめきたⅡ期再開発地区 (2カ所)
  - ・大阪万博会場・アミティ舞洲 (障害者スポーツセンター)
  - ・三菱重工 神戸造船所 (2カ所)
  - ・三菱重工 高砂工場 (実証実験場所)



- 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



- 高温ATESの特徴
- ・太陽熱パネル、冷却塔、高温ATESによる構成
  - ・再生エネルギー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
  - ・低温再生エネルギーによる潜熱・顕熱分離空調
  - ・カスケード熱利用による帯水層の場・透水温度差の拡大
  - ・蓄熱量増大による面的利用時の高効率運用

- 高温ATES実現のための課題
- ・ 地下環境影響評価法と水質管理手法の確立
  - ・ 適地選定手法の確立
  - ・ 設置・運用の低コスト化

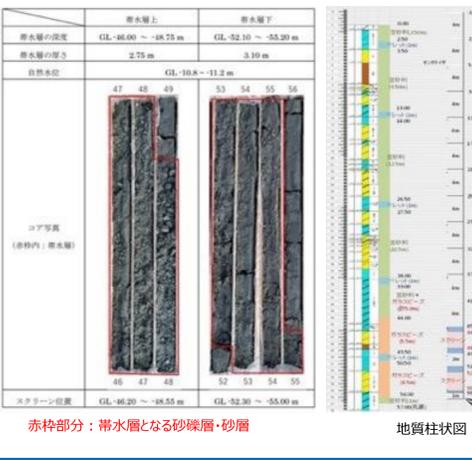
## 3 2024年度の実施内容

### 3-1 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)
  - ・ 内径 (150mm) の井戸内管設置
  - ・ 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



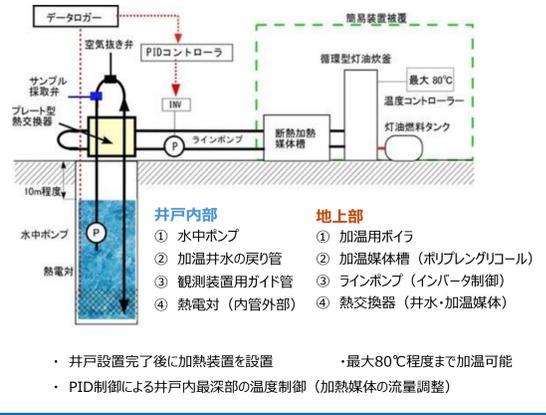
- コアサンプルの採取と柱状図作成
- 掘削コアの観察によるスレーナー位置の決定
- ①-46.2~48.5m ②-52.3~55.0mの2層にスクリーン設置



### 3-2 加温装置の構築



- 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



### 3-3 水質・生物活性分析

○ 溶解化学成分の測定  
帯水層・地下環境影響評価のために実施

○ 生物活性・微生物叢解析の準備

- ・ ATP (アデニン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
- ・ 目録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 $6 \times 10^{-11}$ 程度  
→ 大阪府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  
現在、定温加熱を行い定期採水を実施

### 3-4 帯水層分布マップ作成

○ 地質情報の取得と整理

データベース活用例

表示するボーリングデータの選択

3次元表示

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、総掘進長など)
- ・ 土質岩種区分 (下端深度、土質岩種名・コード)
- ・ 標準貫入試験 (開始深度、打撃回数)
- ・ 孔内水位

### 3-5 高温ATESの蓄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

目的

- ・ 高温帯水層での温度分布の不均質性・蓄熱効率の明確化
- ・ 太陽熱エネルギーを活用した面的利用時のエネルギー・経済・環境側面からの評価

○ 高温蓄熱の蓄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ATESのモデル同定
- 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ケーススタディ

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°C 環水温度: 80°C  
透水係数:  $1.73 \times 10^{-3}$  (m/s) 注入後120日

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・透水係数などのパラメータ → シミュレーション解析

○ 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を次の3条件で実施

- 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) を想定した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するネットワークシステムを想定
- ・ Dymolaによるモデル化およびシミュレーション
- ・ 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

ループ構成例 (Dymola)

## 4 2025年度の実実施計画と課題

- 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内の熱流束算定
  - ・ 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

試験井戸加熱試験の実施概要

- ・ 5°C刻みで75°Cまで昇温予定
- ・ 昇温に対する水質・微生物叢の応答
- ・ 井戸・帯水層内の熱分布変化

昇温・回復スケジュール

## 5 実用化・事業化の見通し

社会実装のために、高温ATESの普及活動を進めている。具体的には以下のような活動を行っている。

- 1) 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)
- 2) 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て開始
  - ・ 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
- 3) 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
- 4) ATES構成技術を活用したスタートアップ企業の設立検討
  - ・ ゼネコン・サブコン・設計会社、井戸掘削・地質調査会社