

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

団体名：公立大学法人大阪 大阪公立大学  
発表日：2026年7月22日

2025年度の到達点

「適地評価」「地下環境影響評価」「熱回収率設計」「面的利用評価」の基盤を整備

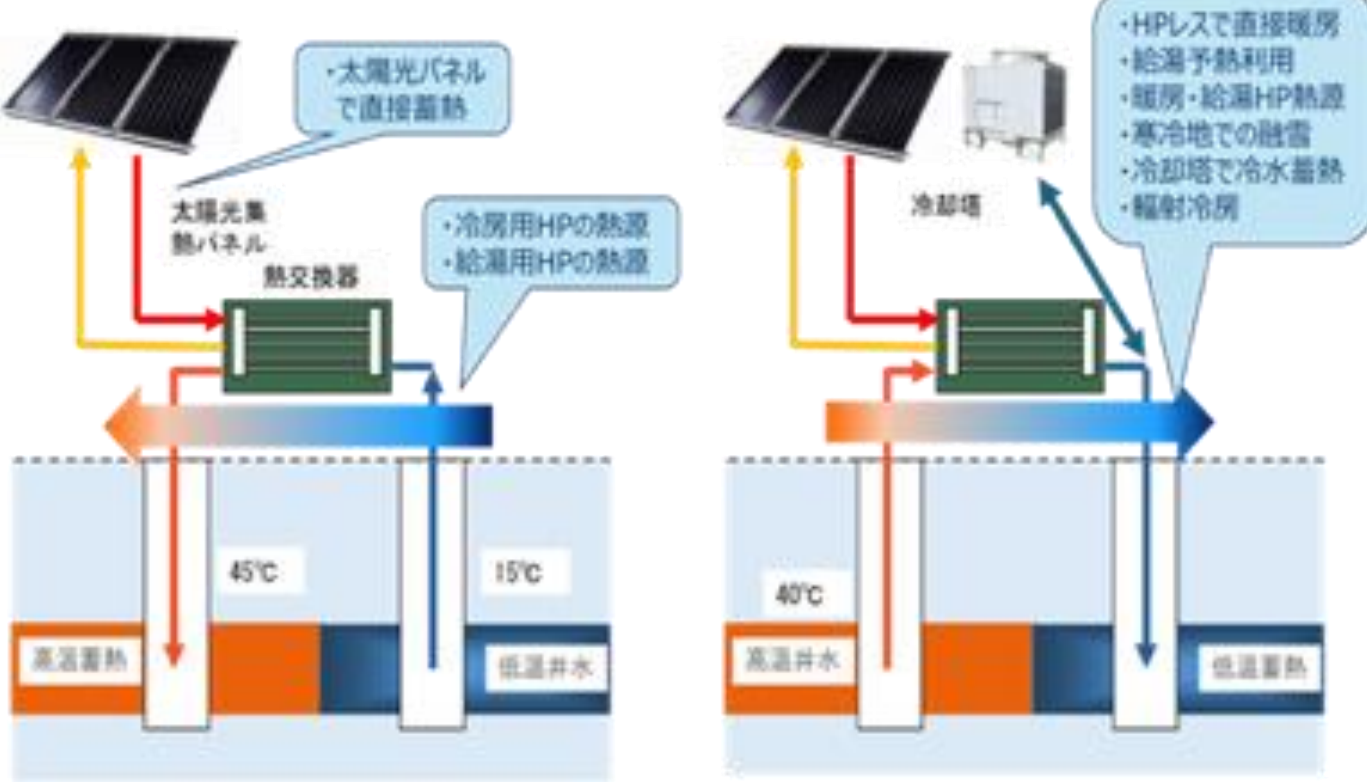
地下空間を活用した大規模蓄熱により、都市再開発・産業施設・第一次産業施設での再エネ熱利用拡大を目指す

事業の目的・目標

【目的】

高温ATESの社会実装を阻む不確実性の低減と導入判断に使用可能な技術基盤の確立

ATESから高温ATESへの展開



- ・太陽熱パネル・冷却塔・高温ATESで構成
- ・再エネ熱利用で一次エネルギー使用量の大幅削減
- ・暖房で熱源機レスの空調システムが実現
- ・カスケード熱利用で帯水層の揚・還水温度差が拡大
- ・蓄熱量増大で面的利用時の高効率運用

【研究開発の4本柱】

1 高温ATES導入時のガイドライン作成

- ・GWHP・ATES・高温ATESの選択的設置法を確立する必要
- ・高温蓄熱時の帯水層の化学・生物学的環境影響の予測・評価

2 省エネ効果算定

- ・太陽熱・冷却塔・高温ATES運用モデル化と省エネ効果の算定

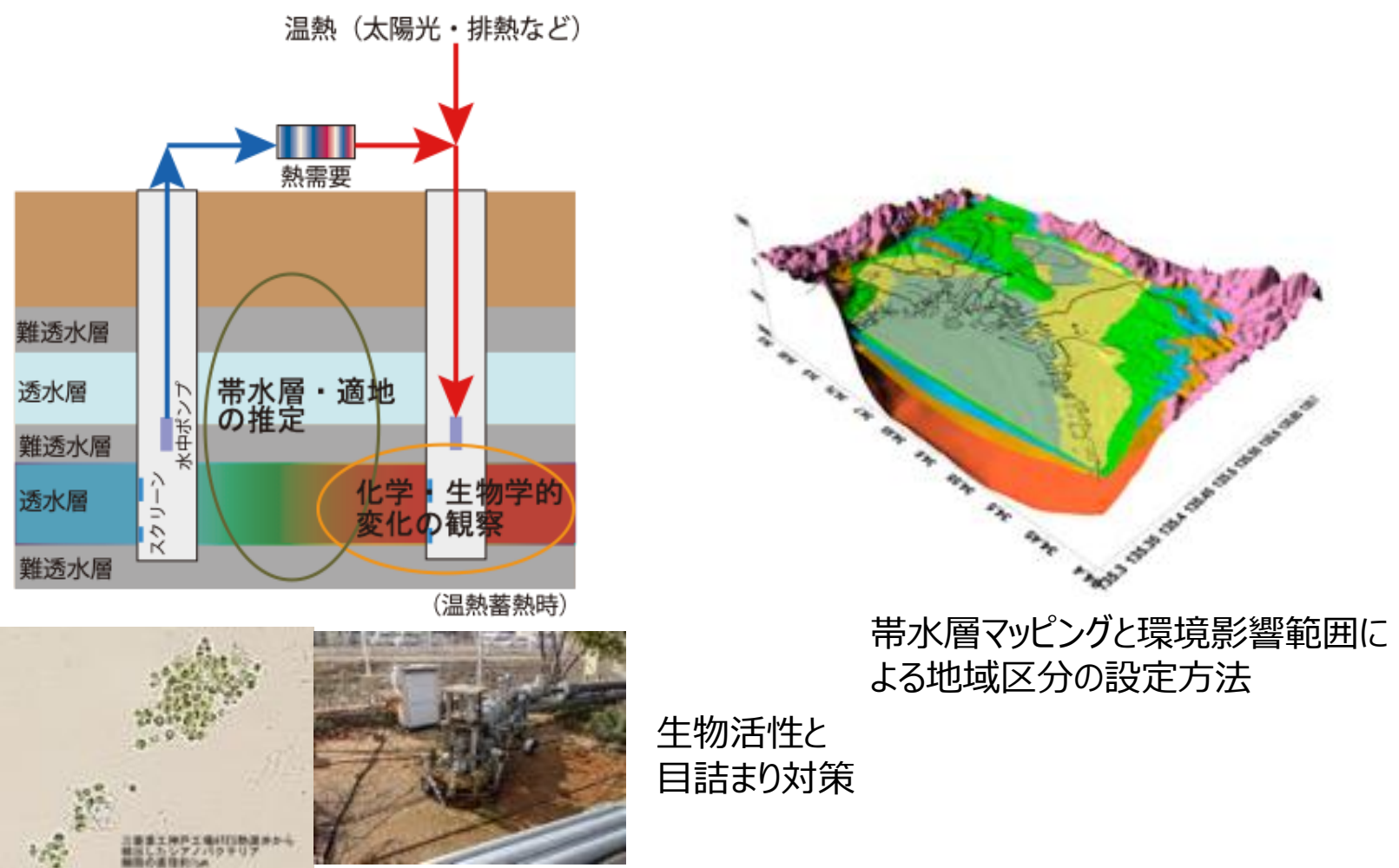
3 低コスト・小容量高温ATESシステムの設計手法の確立

- ・小規模施設に適用可能な低コスト設計の実現
- ・面的利用を見据えたスケラブルなシステム設計法の確立

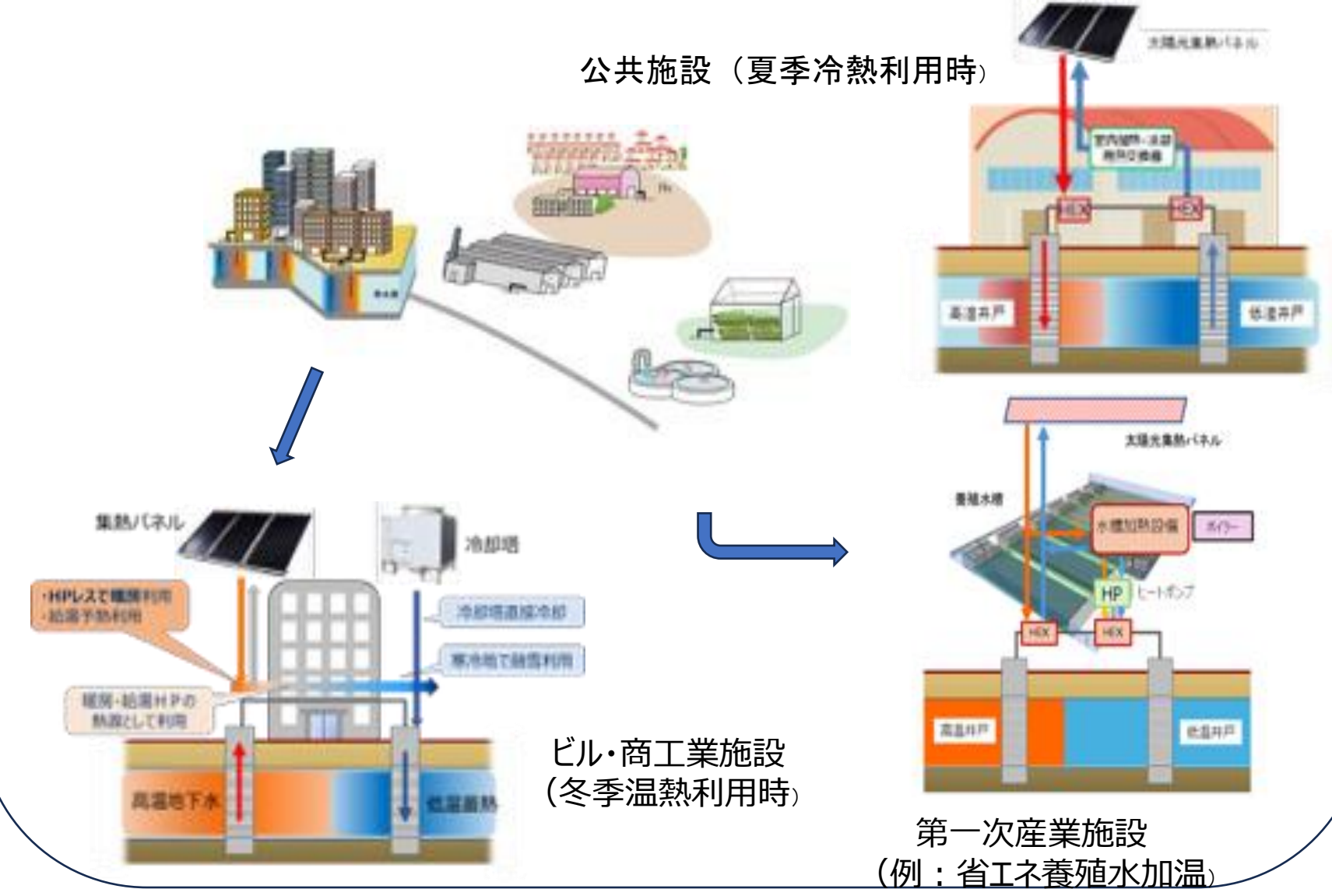
4 面的利用検討

- ・都市街区モデルと熱源水・冷温水ネットワークの構築
- ・市街区単位での高温ATESの導入効果

高温ATES導入のためのガイドライン作成（2024-2026FY）



高温ATESの実証実験と面的利用の検討（2027・2028FY）



設計指針の整理

| 項目     | 通常ATES    | 高温ATES    | 設計上の留意点                 |
|--------|-----------|-----------|-------------------------|
| 温度レベル  | ～25℃（温熱井） | 50℃～（温熱井） | 温度レベルの相違による密度差増大        |
| 浮力の影響  | 小さい       | 非常に大きい    | 浮力による上昇流発生              |
| 熱拡散    | 小         | 大         | 熱伝導・移流・浮力などの複合効果による熱塊拡散 |
| 熱干渉    | 小         | 大         | 冷熱井の顕著な熱回収率低下           |
| 回収率安定性 | 高い        | 冷熱井戸の低下   | 時間の経過に伴い悪化              |
| 帯水層厚依存 | 小         | 大         | 高温ATESでは厚さが必要           |
| 井戸距離依存 | 中         | 非常に大      | 距離重要                    |
| 透水係数依存 | 小         | 大         | 高透水係数で顕著な変化             |
| 温度依存物性 | 不要        | 必須        | 物性の浮力評価が必要              |

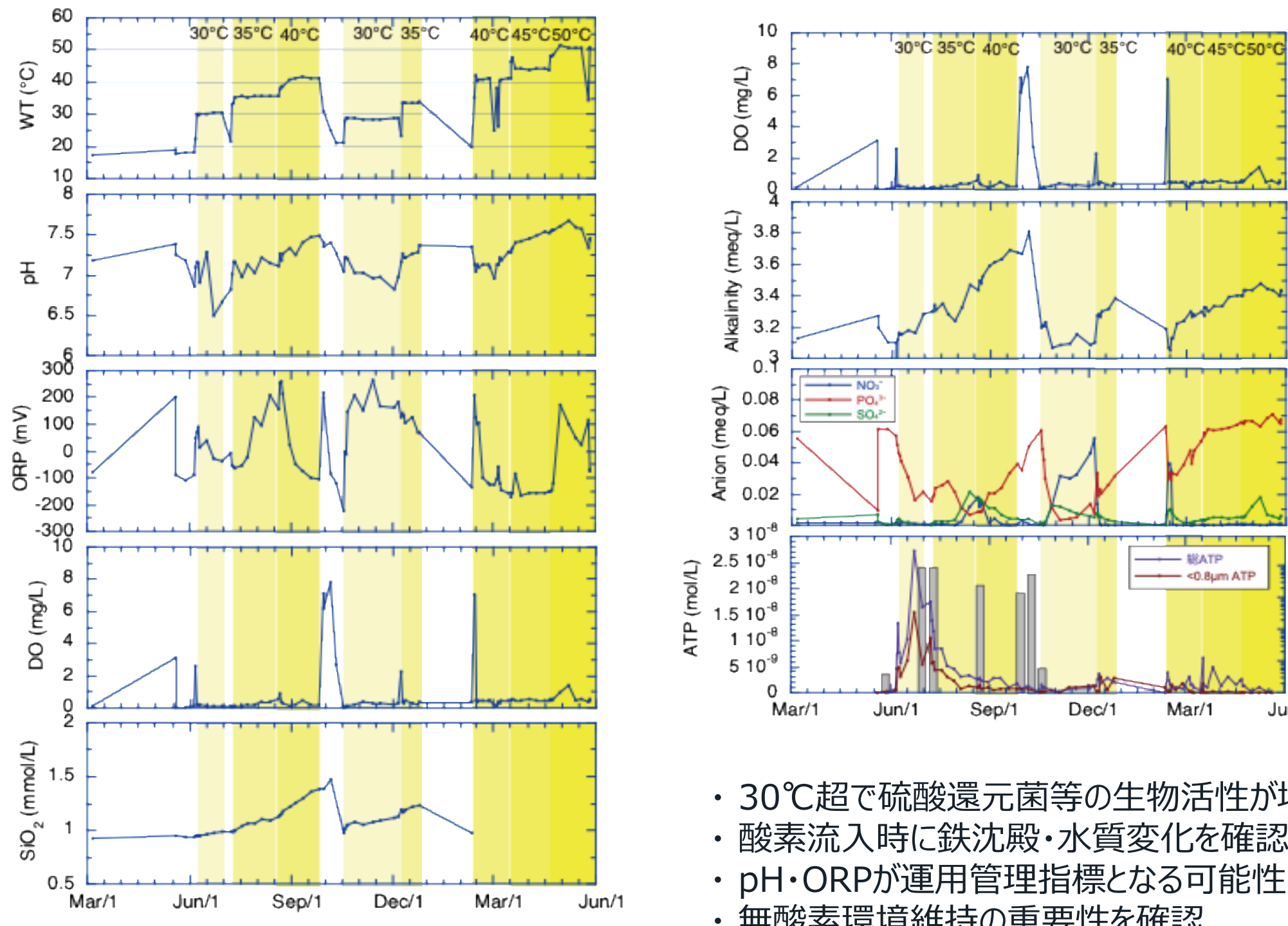
- ・温度依存物性を考慮した解析が必要
- ・冷熱井の回収率がシステム性能を決定
- ・井戸間距離は重要設計因子
- ・帯水層厚さが不足すると成立困難

2025年度の主な成果

01

昇温実験：地下環境リスクを可視化

深度58m・スクリーン5mの試験井戸水を対象に昇温実験を実施

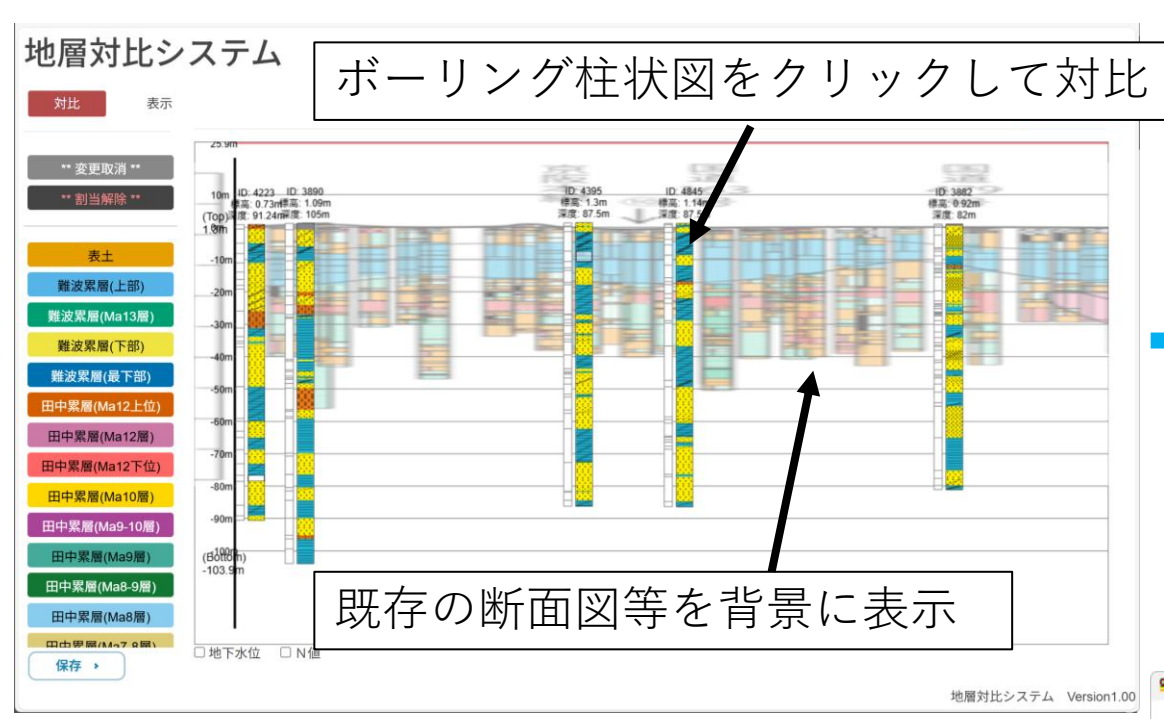


- ・30℃超で硫酸還元菌等の生物活性が増加
- ・酸素流入時に鉄沈殿・水質変化を確認
- ・pH・ORPが運用管理指標となる可能性
- ・無酸素環境維持の重要性を確認

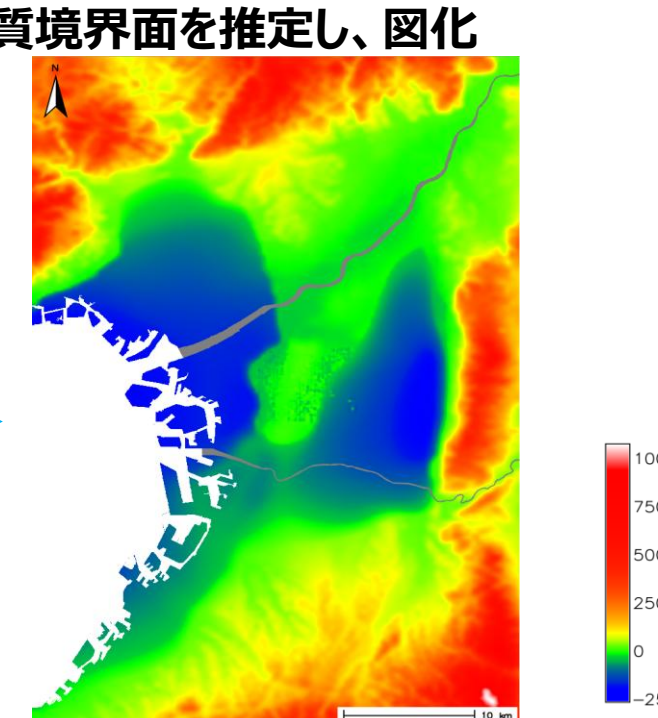
02

適地評価：大阪平野3D帯水層マップを構築

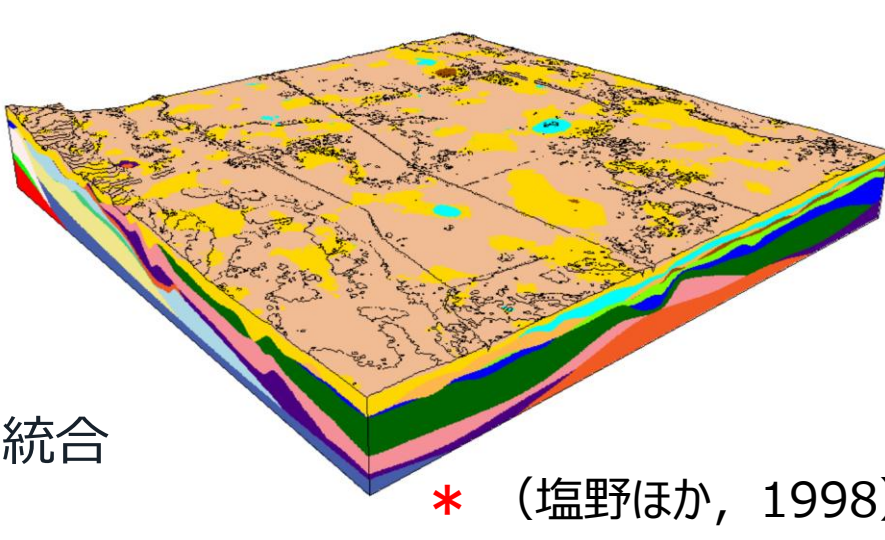
1. 地質データベースの作成と地層対比



2. ボーリングデータや露頭データから地質境界面を推定し、図化



3. 地質構造の論理モデル\*に基づいて、3次元地質モデル（GL～深度50m）を構築

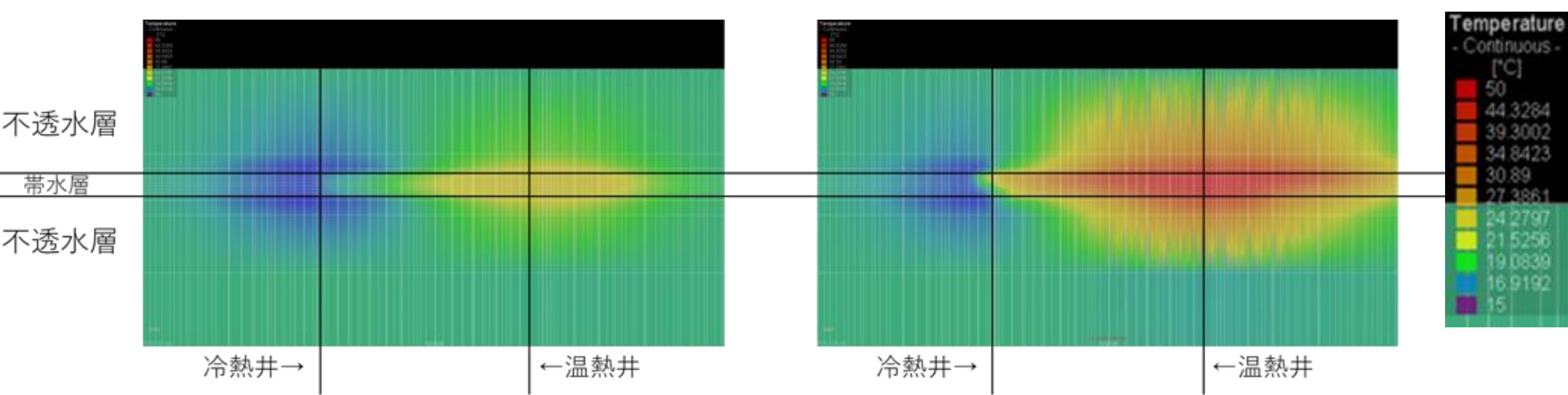


- ・ボーリングデータ・露頭データを統合
- ・鍵層の空間分布を図化
- ・深度50mまでの地質構造を三次元可視化
- ・導入適地評価の基盤を整備

03

高温ATES特有の蓄熱挙動と支配要因の評価

FEFLOWによる50℃注水時の密度差・浮力流動・熱干渉を解析



熱干渉による冷熱井の熱回収率低下が顕著

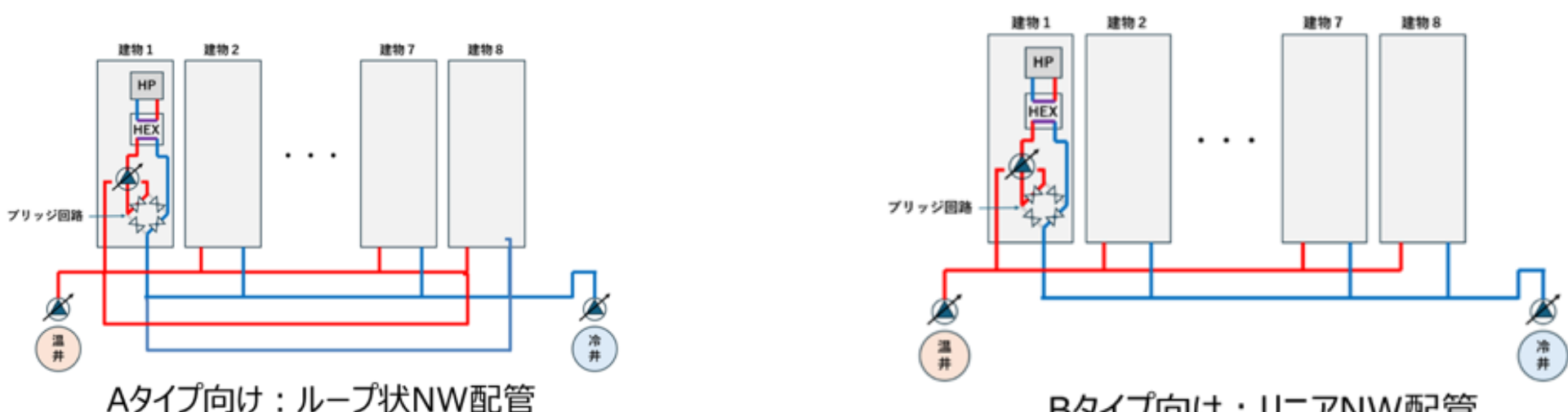
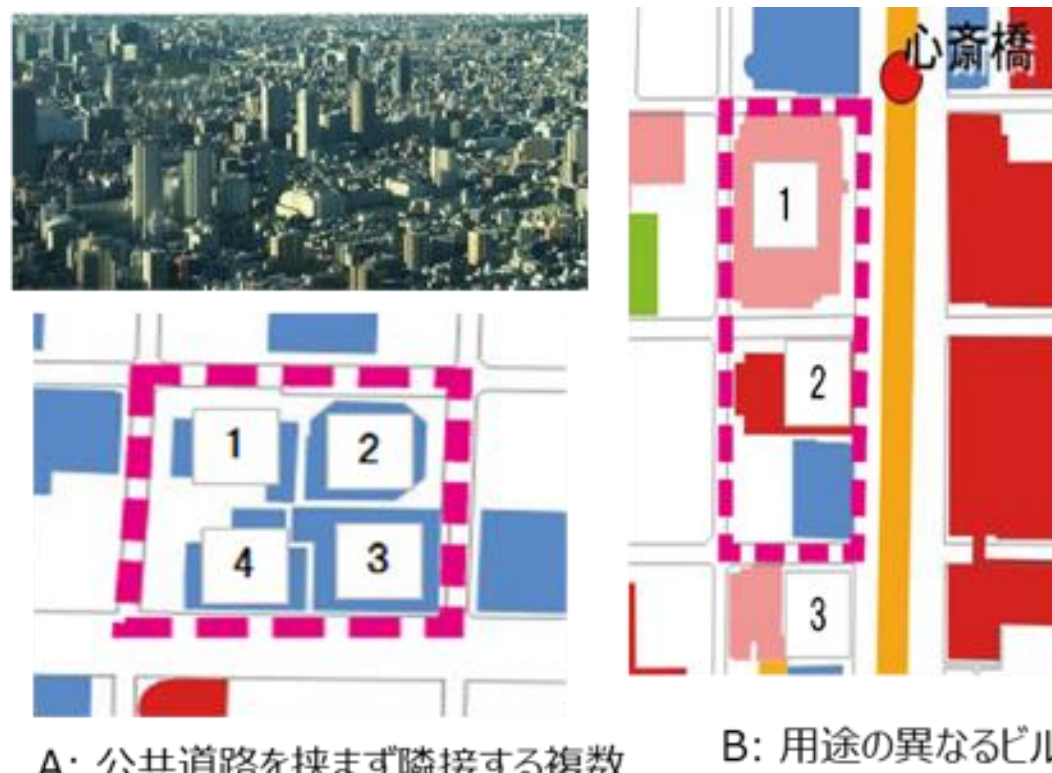
- ・浮力項・粘性項が、地下水流動および熱輸送に対して支配的
- ・温度依存物性を考慮した解析が、熱挙動評価に不可欠
- ・帯水層厚さの不足では蓄熱量が確保できず、熱回収性能が制約
- ・高透水係数では、対流および熱拡散の影響により熱回収率が低下

04

面的利用：都市街区モデルで導入効果を検討

仮想街区と熱ネットワークを構築

- ・エネルギー供給システムの構成要素の整理
- ・システム全体のライフサイクル構成の検討
- ・高温ATESを導入した面的エネルギーネットワークシステムの基本構成を設計
- ・仮想街区対象としたシミュレーションによる省エネルギー効果評価と解析上の課題を抽出



実用化・事業化の見通し

都市再開発1地区あたりの導入効果（試算）



| 比較項目 / 達成年度                                | 2030年             | 2050年                |
|--------------------------------------------|-------------------|----------------------|
| 導入地区数                                      | 10                | 200                  |
| CO <sub>2</sub> 削減量 (t-CO <sub>2</sub> /年) | 38,000            | 716,800              |
| 累積投資 (20億円/EACH)                           | 200               | 3,840                |
| 年間売上 (億円/年)                                | 15                | 288                  |
| 省エネルギー効果 合計 (kL/年, 原油換算)                   | 15,000            | 288,000              |
| 省エネルギー効果 1地区あたり (kL/年)                     | 1,500             | 1,500                |
| 費用対効果 (円/t-CO <sub>2</sub> ) (単年度) ※       | 39,500            | 2,100                |
| 費用対効果 (円/t-CO <sub>2</sub> ) (累積) ※        | 190 (2030年～2050年) | 210 (2050年水準での後10年間) |

対象：都市再開発地区（延床約15万m<sup>2</sup>）熱需要：180 kWh/m<sup>2</sup>・年（業務施設の代表値）年間熱需要：2.7×10<sup>7</sup> kWh/年（27 GWh）対比システム：空冷ヒートポンプ+ボイラ VS 高温ATES+再エネ熱（太陽熱等） 全国費投入額：15億円

社会実装の出口

|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| 都市再開発<br>地域熱供給・DHC連携 | 産業施設<br>排熱・太陽熱の季節蓄熱    |
| 第一次産業<br>養殖・温室の低炭素熱源 | 公共施設<br>避難施設の冷温熱レジリエンス |

課題と今後の取組

2026

(1) 高温ATESのガイドライン作成

全体： ガイドラインを2026年度中に完成

水質： 水質変化の原因を統計解析から理論的に解明

適地評価： 大阪平野でのGL～100m深度での帯水層分布の可視化

生物活性： 温度分布シミュレーションとの整合による生物活動影響範囲の推定

蓄熱技術： 帯水層の熱伝達特性と蓄熱・熱回収効率向上のためのケーススタディ

(2) 高温ATESと太陽熱蓄熱による省エネルギー効果評価

- ・蓄熱効率・熱回収率の解析を継続
- ・太陽熱および冷却塔を組み合わせたシステム評価を実施
- ・省エネルギー・性およびCO<sub>2</sub>削減効果を定量化

(3) 低コスト・小容量高温ATESシステムの設計

- ・2027年度実証実験に向けた設備設計を実施
- ・小容量井戸を用いた低コストシステムの成立性を検証
- ・共同研究企業との連携を拡大し、実証体制を構築

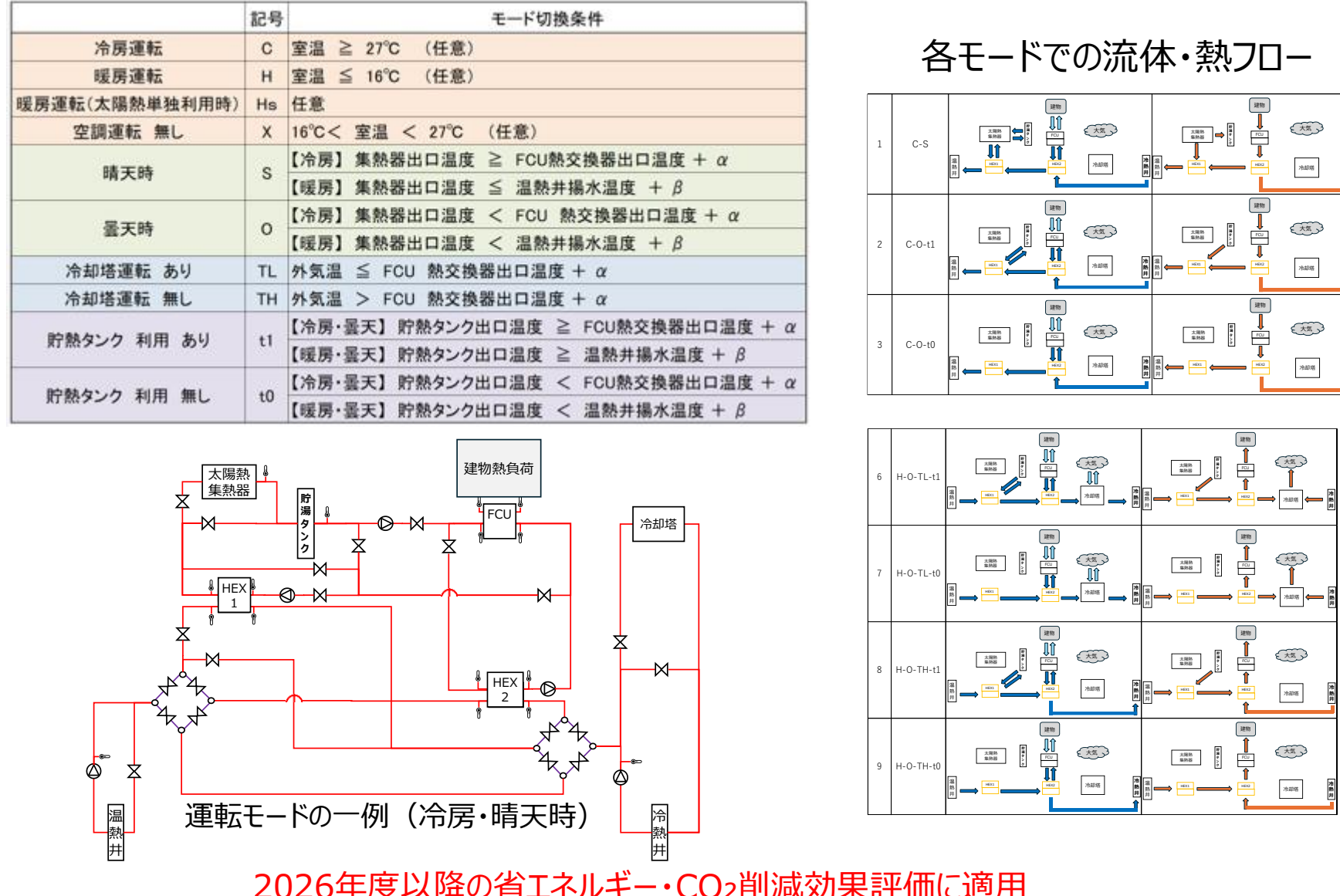
(4) 高温ATESの面的利用に関する検討

- ・都市街区を対象とした省エネルギー効果解析を実施
- ・第一次産業施設および防災拠点への適用可能性を評価
- ・最適運用手法の検討と社会実装に向けた普及活動を推進

実証事業に向けた基本設計

太陽熱利用高温ATESシステムの構築

- ・高温ATES、太陽熱利用設備などを統合したシステムモデルを構築
- ・熱需要変動への対応を考慮し、14種類の運転モードを定義
- ・省エネルギー効果、CO<sub>2</sub>削減効果および経済性評価の基盤となる解析環境を整備



情報発信・社会的関心・広報

学会発表（11件）他、高温ATES技術の普及活動を積極的に実施



大阪万国博覧会での出展  
(2025.9.13-15)



第5回脱炭素経営EXPO（関西）への出展  
@インテックス大阪（2025.11.19～21）