

消雪井戸における取水深度の特定技術の開発

団体名： 国立大学法人金沢大学、株式会社エオネックス／国立研究開発法人産業技術総合研究所、苫小牧工業高等専門学校
発表日：2026年7月22日

1. 研究開発の背景および目的

(1) 背景

- 地下水は、再生可能エネルギー熱資源として面的利用が期待される。
- 北陸地域では消雪井戸が都市域に広く整備されており、これらを活用することで、熱利用システムの初期費用を大幅に削減できる可能性がある。
- 揚水を伴う地下水熱利用では、地盤沈下抑制のため、適切な帯水層への還元が必要である。一方、既存井戸では主な取水深度が不明な場合が多く、取水層を効率的に評価する手法の開発が求められる。

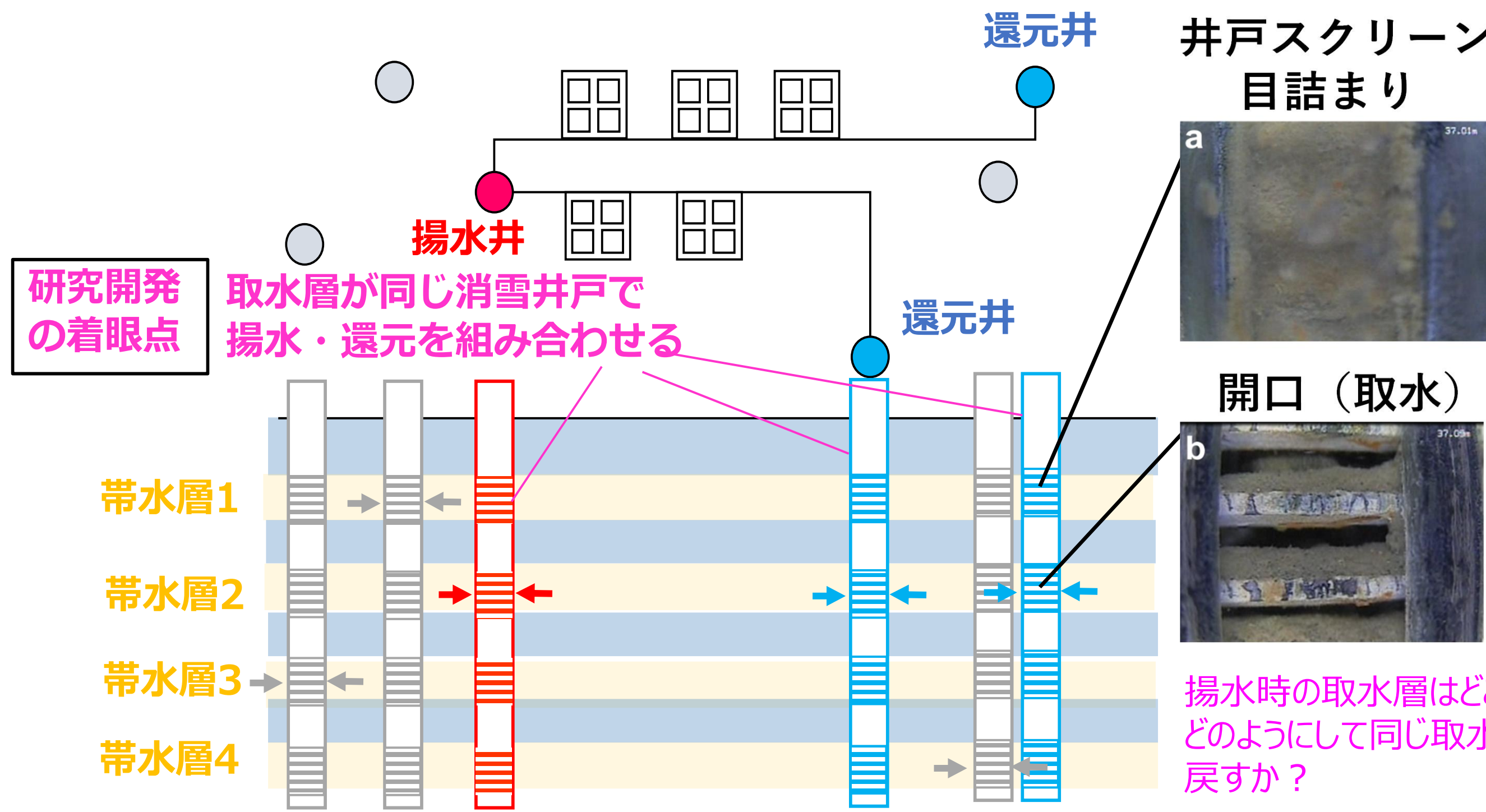


図1 消雪井戸を面的熱利用するための技術課題

(2) 目的

面的利用する地区ごとに多数の消雪井戸群から効率的に同一な取水層となる井戸の組合せを抽出する技術として、以下に挙げる、井戸の取水深度を特定する技術の研究開発を行う。

- ① ボアホールカメラ内蔵三次元配置温度センサによる孔内流向流速計の開発
- ② 孔内温度時空間分布のAI高速解析 アルゴリズムの開発
- ③ 機器校正・教師データ取得のための室内再現試験
- ④ 実消雪井戸による開発機の実証試験

2. 研究開発の目標

2026年度中間目標

- ① 三次元配置温度センサによる孔内流向流速計の試作機を完成。
- ② AI高速解析アルゴリズムに用いる機械学習のメソッド（ニューラルネットワーク等）を確定させ、ラップトップ上で入出力など実証可能なフレームワークを完成。
- ③④ 室内実験・実証試験により試作機の機器校正・AI高速解析アルゴリズムの教師データ収集→実機制作に向けた課題整理・実機の基本設計を実施。

2028年度最終目標（参考）

孔内流向流速計の実機を完成・実証し、0.01～1m/sの測定が可能であることを確認し、クラウドからスマホ等で運用可能なアプリとしてパッケージ化。

3. 研究開発の進捗・予定

① 三次元配置温度センサによる孔内流向流速計の開発

- ・ **成果(2025年度):** 8種類の試験機を製作し、性能を確認（表1,図2）。
- ・ **課題・予定(2026年度):** 孔内流れを高精度に計測するには、温度センサの配置や取り付け方法の最適化が課題。2026年度は、解析・室内実験結果を踏まえ、実証試験にも対応した改良試験機を製作。

表1 2025年度に製作した試験機

熱源	形状	直径mm	出力kW
タイプA: ハロゲン ヒーター型	球	90	2
	球	130	1
	円柱	90	2.5
タイプB: 電熱線型	球	90	0.4
	球	130	0.8
	円柱	40	1.1
	円柱	90	1.1
	円柱	130	1.4

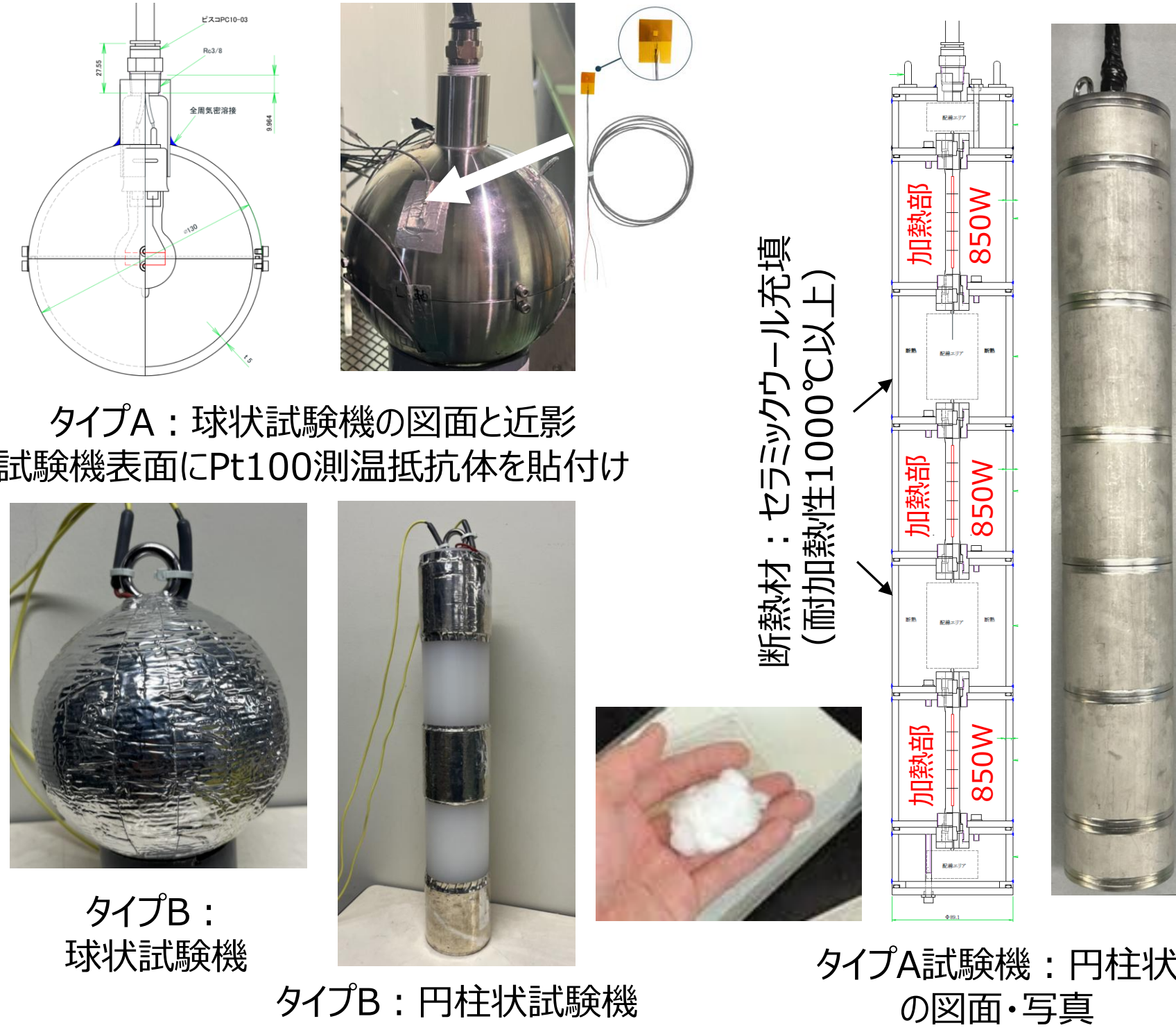


図2 2025年度に製作した試験機の近影および図面

② 孔内温度時空間分布のAI高速解析アルゴリズムの開発

- ・ **成果(2025年度):** CFD解析結果を教師データとしてNNを構築し、流速・流向を高精度に推定可能なAI解析アルゴリズムを開発(図3, 4)。
- ・ **課題・予定(2026年度):** 室内実験データで再学習し、CFD解析と実測との差異を補正した流速・流向推定アルゴリズムへ改良。

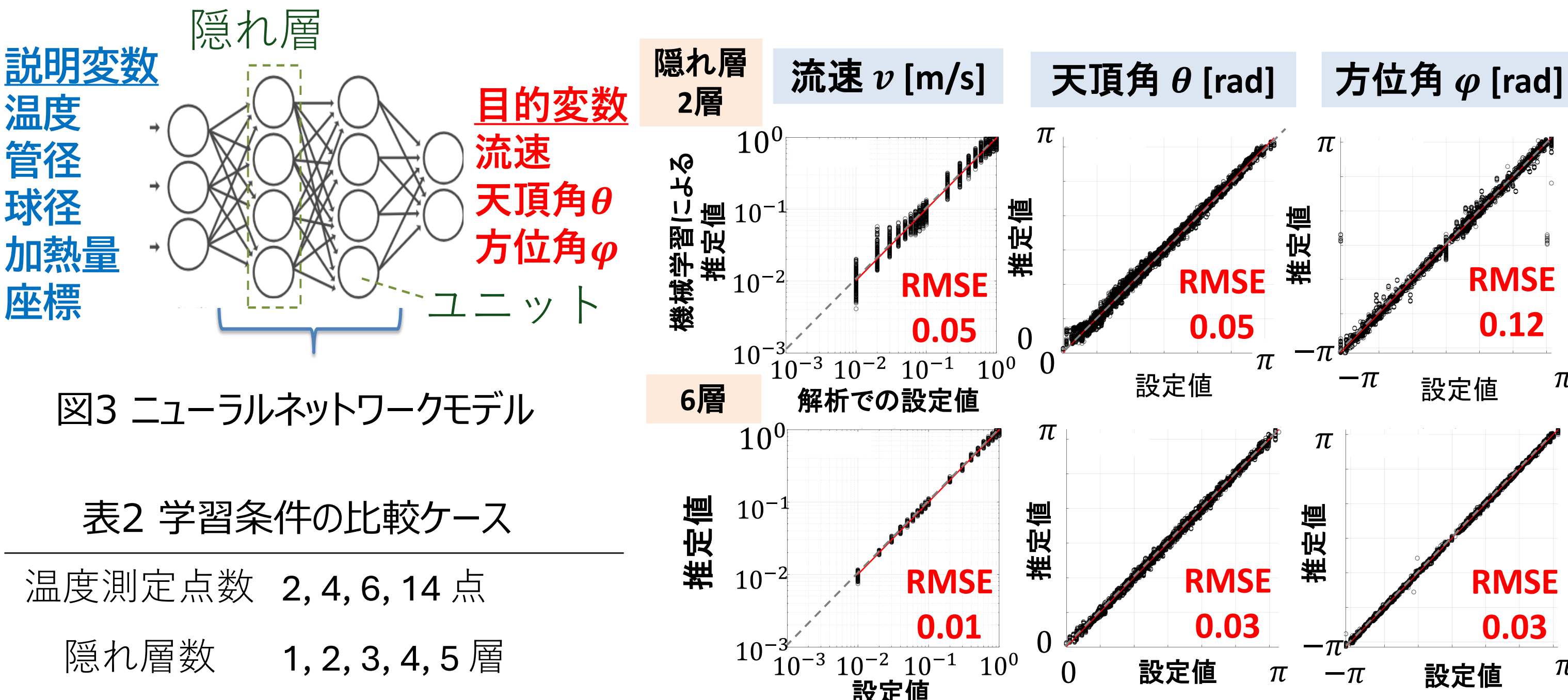


図3 ニューラルネットワークモデル

表2 学習条件の比較ケース

温度測定点数	2, 4, 6, 14 点
隠れ層数	1, 2, 3, 4, 5 層
ユニット数	2, 3, 4, 6, 8, 10 個

図4 ニューラルネットワークモデルによる推定結果

③ 機器校正・教師データ取得のための室内再現実験

- ・ **成果(2025年度):** 室内実験装置を構築し、井戸内流れを模擬した実験により、試験機の仕様検討とAI解析用教師データの取得を進めた。
- ・ **課題・予定(2026年度):** 改良試験機の性能確認・校正を行う。取得したデータを教師データとして蓄積、AI解析アルゴリズムの改良に活用する。

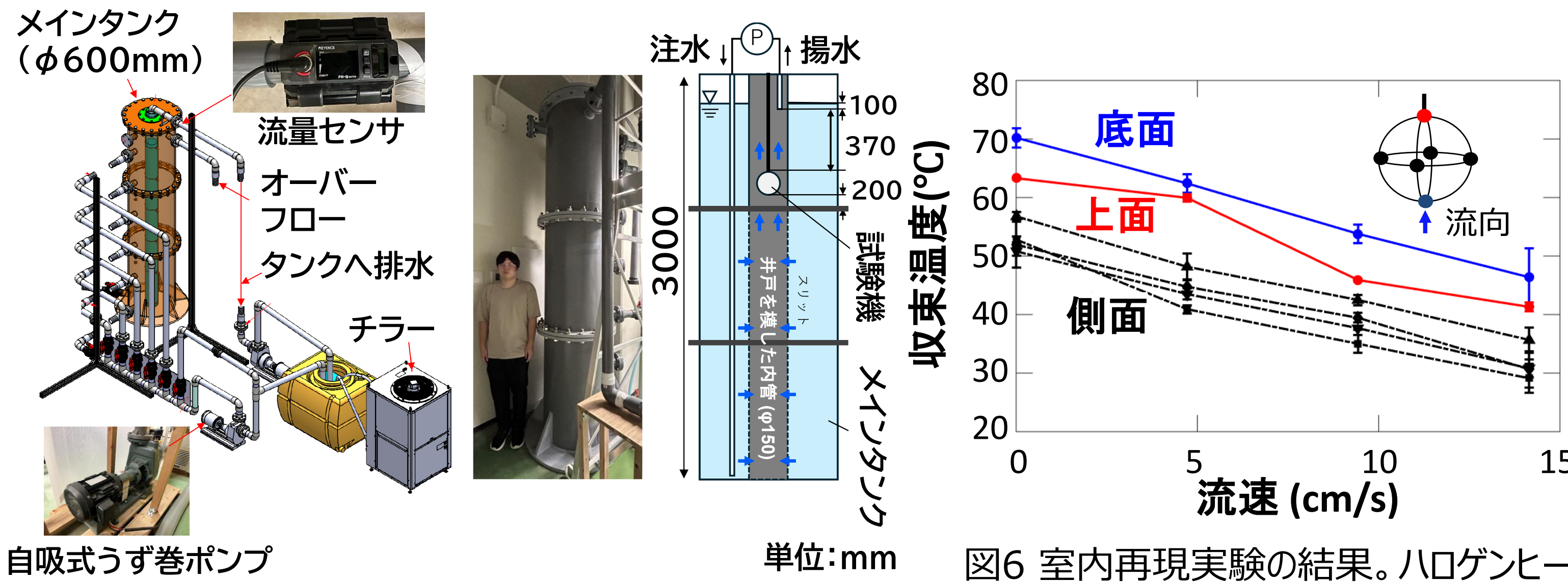


図5 室内再現実験の概要

図6 室内再現実験の結果。ハロゲンヒーター型、球径90mm、熱量0.8kW。

④ 実消雪井戸による実証実験

- ・ **成果(2025年度):** 金沢大学宝町キャンパスにある実証試験候補井戸（図7）の現地調査と資料収集を行い、実証試験に向けた課題を整理。
- ・ **課題・予定(2026年度):** 実消雪井戸で改良試験機による計測を行い、現地での推定精度と実用化課題を検証。

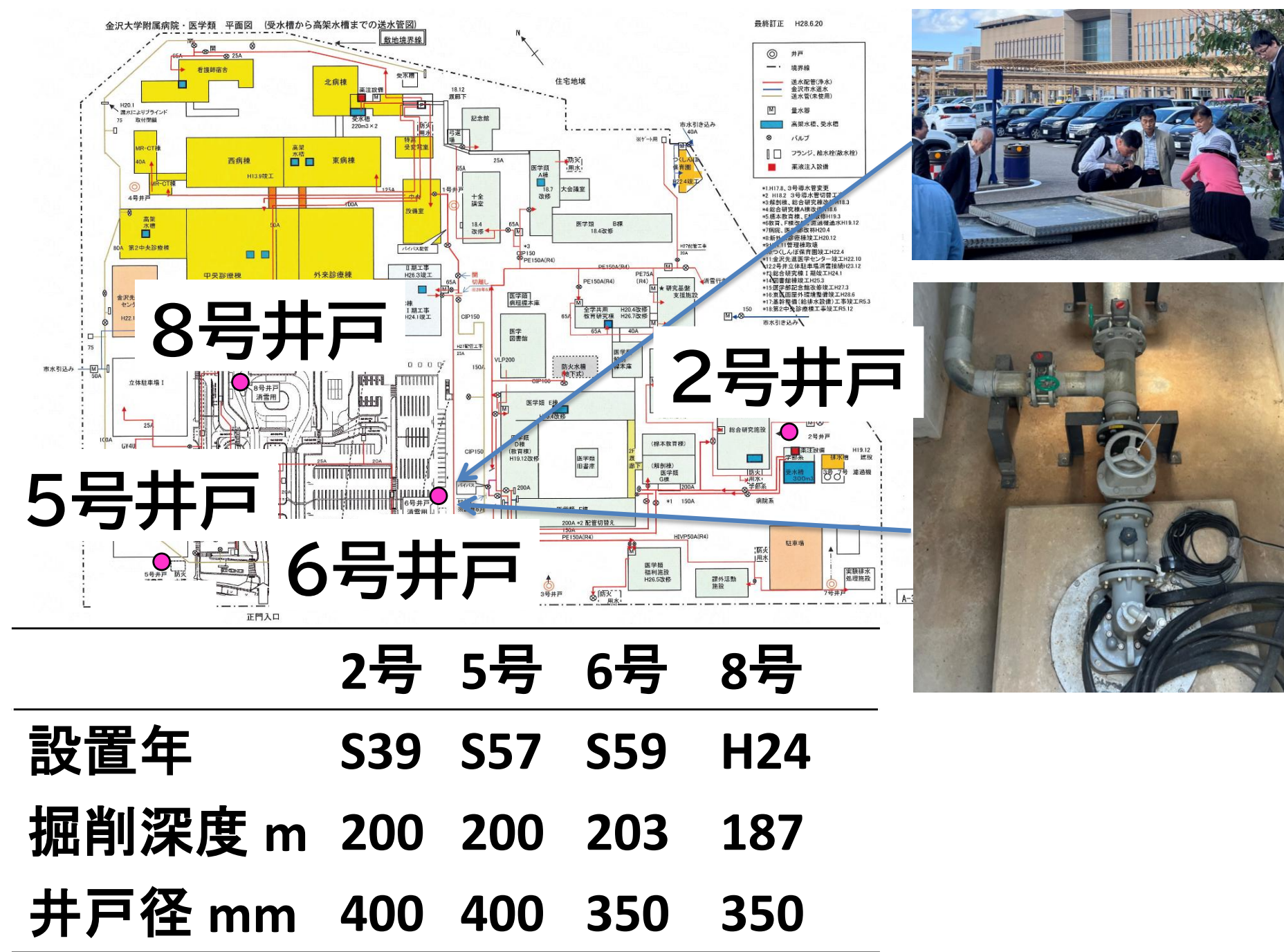


図7 実証試験を行うための金沢大学宝町キャンパスの消雪井戸

4. 実用化・事業化の見通し

- ・ 地中熱利用のための揚水・還元深度特定技術は、再生可能エネルギー活用と地盤沈下抑制の両立に資する革新的な技術である。
- ・ 本技術を、気候変動により利用機会が減少している消雪井戸に適用して有効活用することで、より経済的に脱炭素型社会の構築に貢献できる。
- ・ 2027～2028年度に試作機製作し、北陸地域の消雪井戸を活用した地域展開を起点に、2030年度に生産・販売開始を予定。
- ・ 国内外に競合製品はなく三次元流向流速計として高い優位性を有する。
- ・ (株)エオネックスと金沢大学が産学連携で実用化を推進し、2033年度には全国展開を視野に入れている。