

消雪井戸における取水深度の特定技術の開発

団体名：（国）金沢大学，（株）エオネックス／（国研）産業技術総合研究所，苫小牧高専

1. 研究開発の背景および目的

(1) 背景

- 今後、地下水を再生可能エネルギー熱資源としての面的活用が必要。
- とりわけ北陸地域は、消雪井戸が各都市に面的に整備されており、これを面的に熱利用することで、初期費用の大幅削減が可能。
- 面的な熱利用のために地下水を揚水する場合、地盤沈下抑制のために水を還元することが必要だが、それぞれの井戸がどの層から取水しているか実態がわからない(図1)。そのため、取水層を正確かつ効率的に評価するための手法や測定機器の開発が必要。

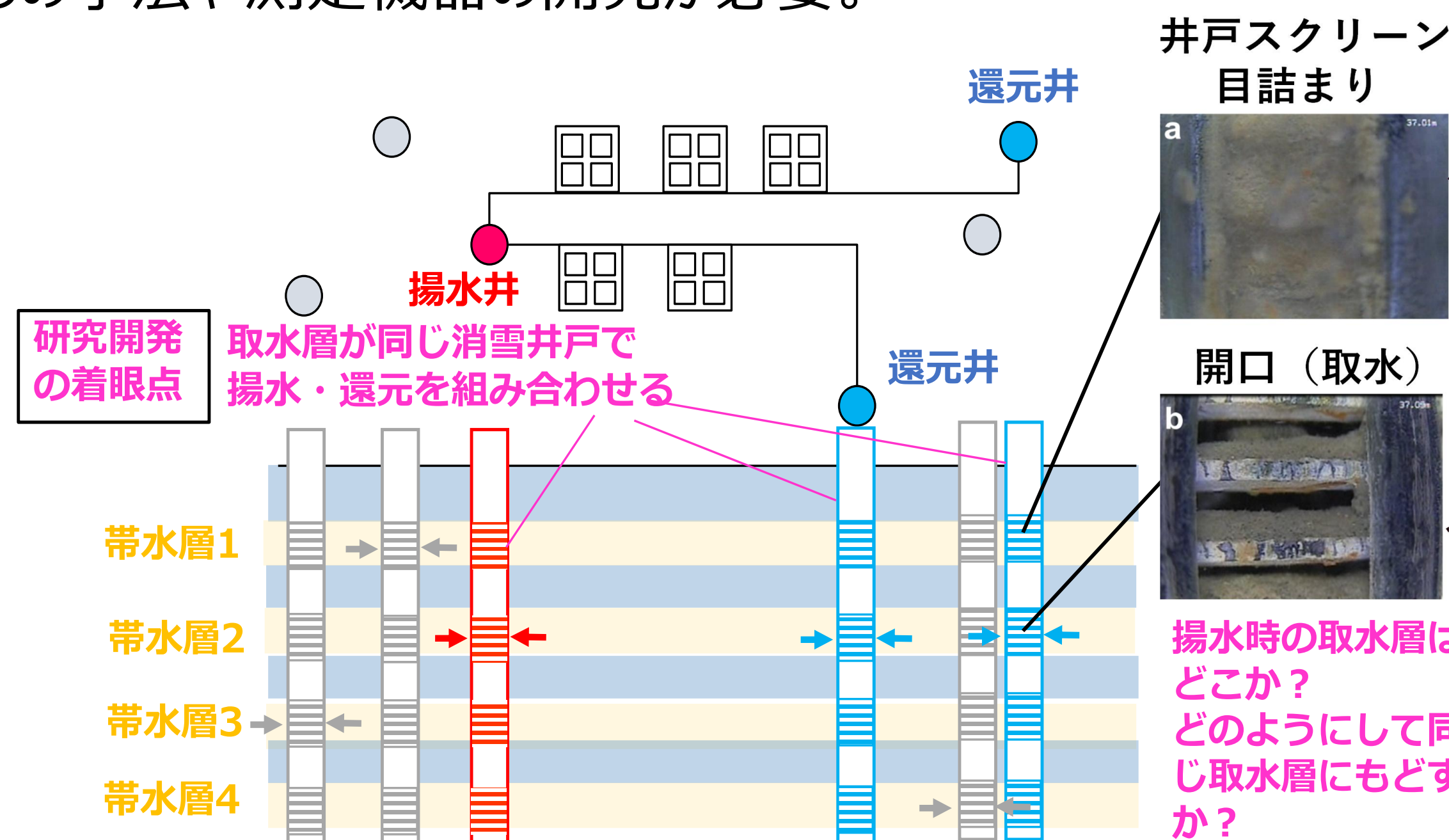


図1 消雪井戸を面的熱利用するための技術課題

(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、精度0.1cm/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(2024年度): 実験に用いる試験機の基本設計を実施(図2)。
- 予定(2025年度): 速い流速条件下で熱源表面上に流向・流速を捉えることができる十分な温度差を発生させることが課題。形状、素材、加熱量などの条件を様々に変えて試験機を作成し、室内実験で性能を検証する。

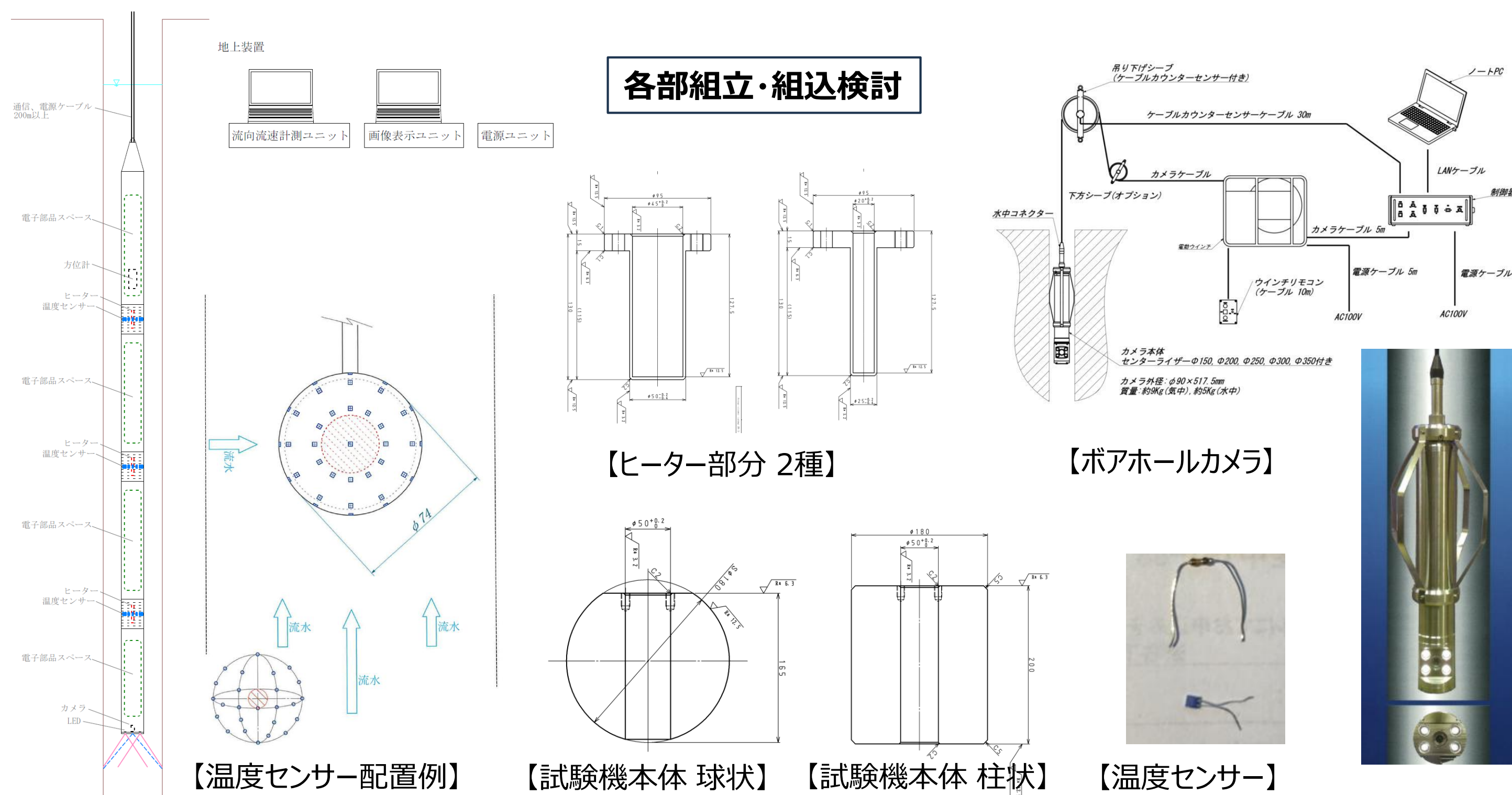


図2 孔内流向流速計の設計

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(2024年度): ANSYS FluentとQuickersimで室内実験の初期モデルを作成し、温度上昇・速度変化の再現性を確認。熱源直径が小さいほど上下表面の温度差が大きくなることを確認(図3)。
- 予定(2025年度): 高精度な解析をするには高い計算コストが課題。これに対し、並列計算やワークステーション導入を検討。実験条件に合わせてモデルを改良し、初期教師データを作成後、機械学習の予備検討を実施。

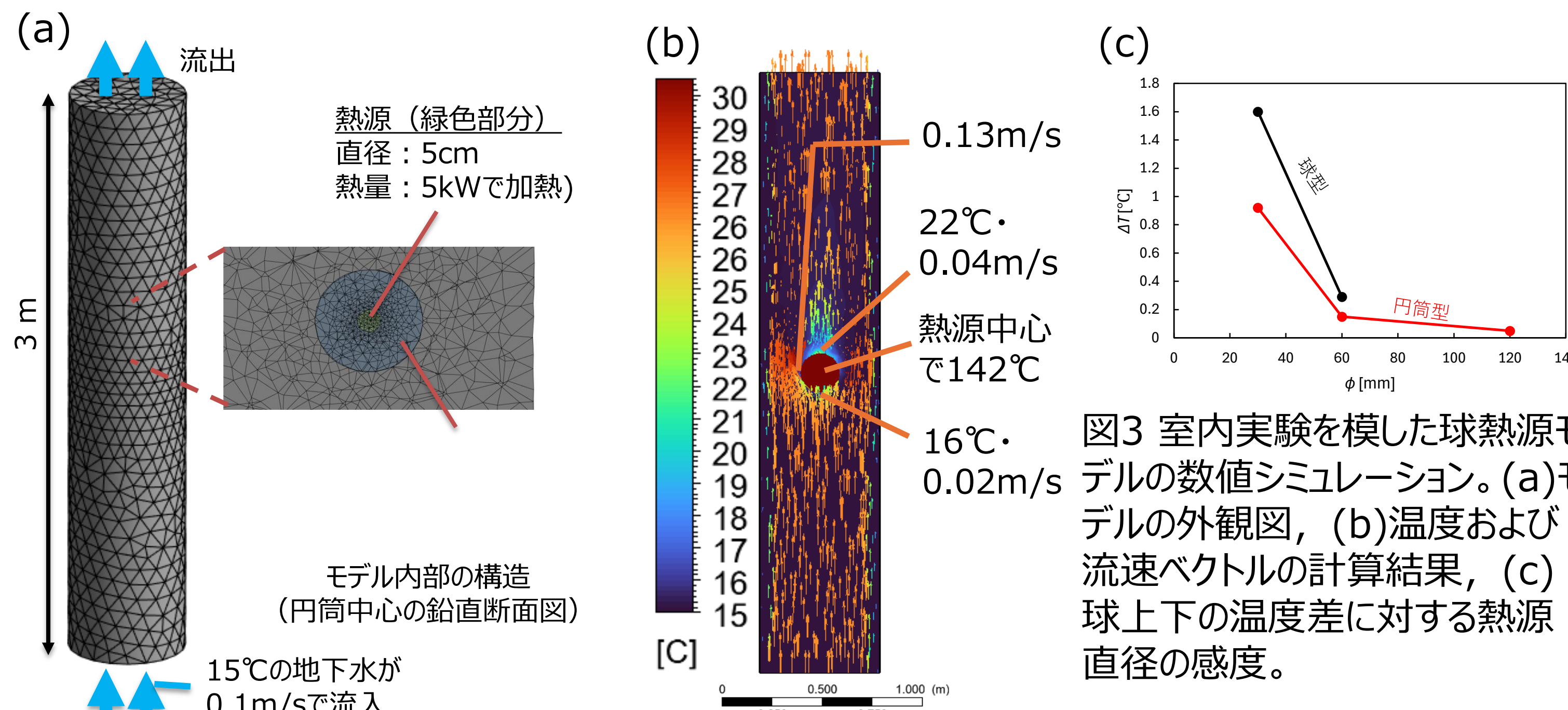


図3 室内実験を模した球熱源モデルの数値シミュレーション。(a)モデルの外観図、(b)温度および流速ベクトルの計算結果、(c)球上下の温度差に対する熱源直径の感度。

③ 機器校正・教師データ取得のための室内再現実験

- 成果(2024年度): 室内実験装置の設計を完了し、制作に時間を要する外管(φ600)の加工も完了した(図4)。
- 予定(2025年度): 実験装置の部材を調達・組み立て、各種条件で実験を行い、試験機の仕様を検討しつつ初期教師データを取得。

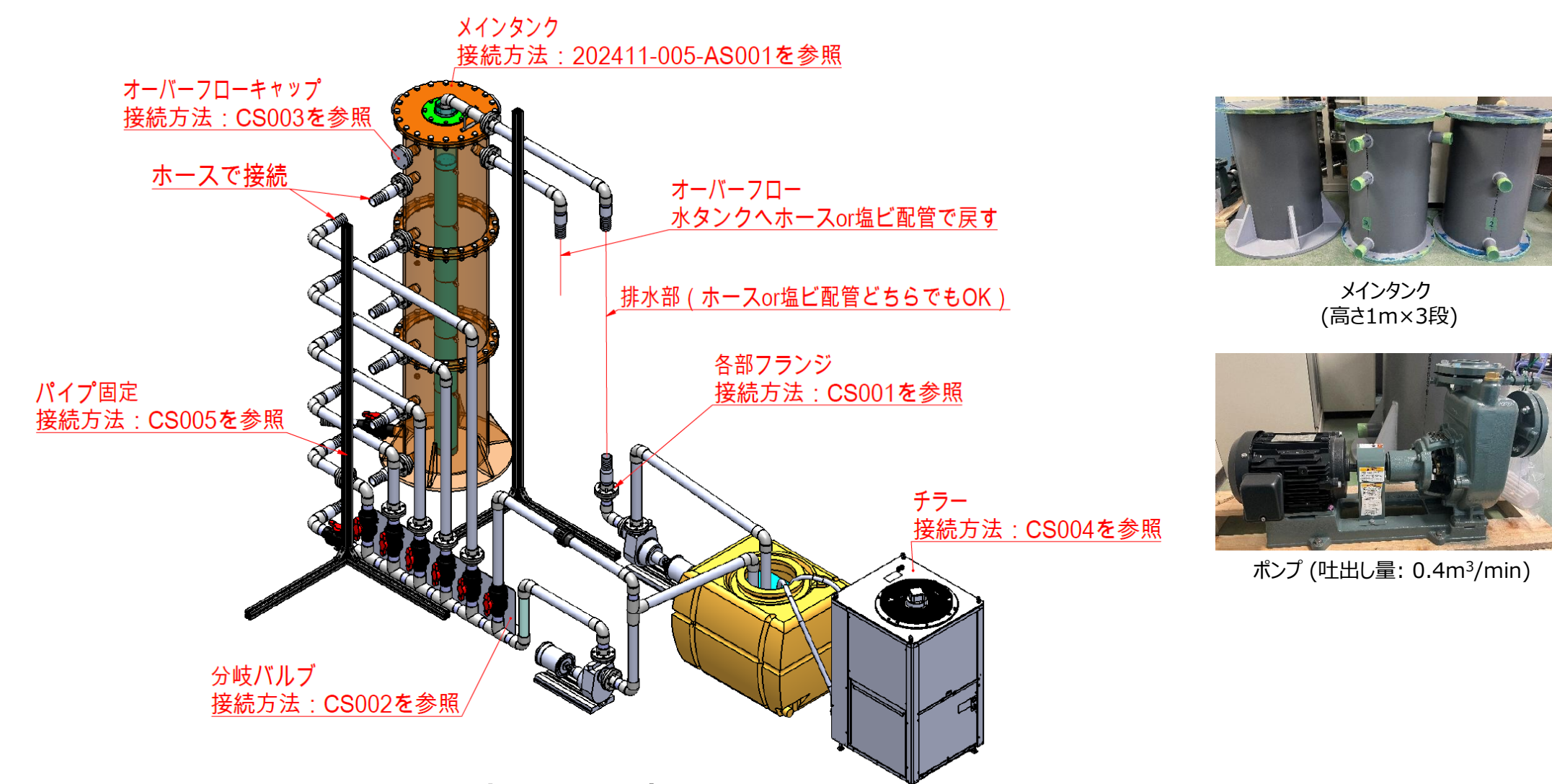


図4 室内再現実験の概要

④ 実消雪井戸による実証実験

- 成果(2024年度): 実証試験を行う金沢大学宝町キャンパス（金沢大学病院）での消雪井戸に関する資料を収集(図5)。
- 予定(2025年度): 実証試験で用いる井戸の現地調査・既存資料に基づいて、金沢市内の他の消雪井戸データとともにGIS上で情報を整理する。

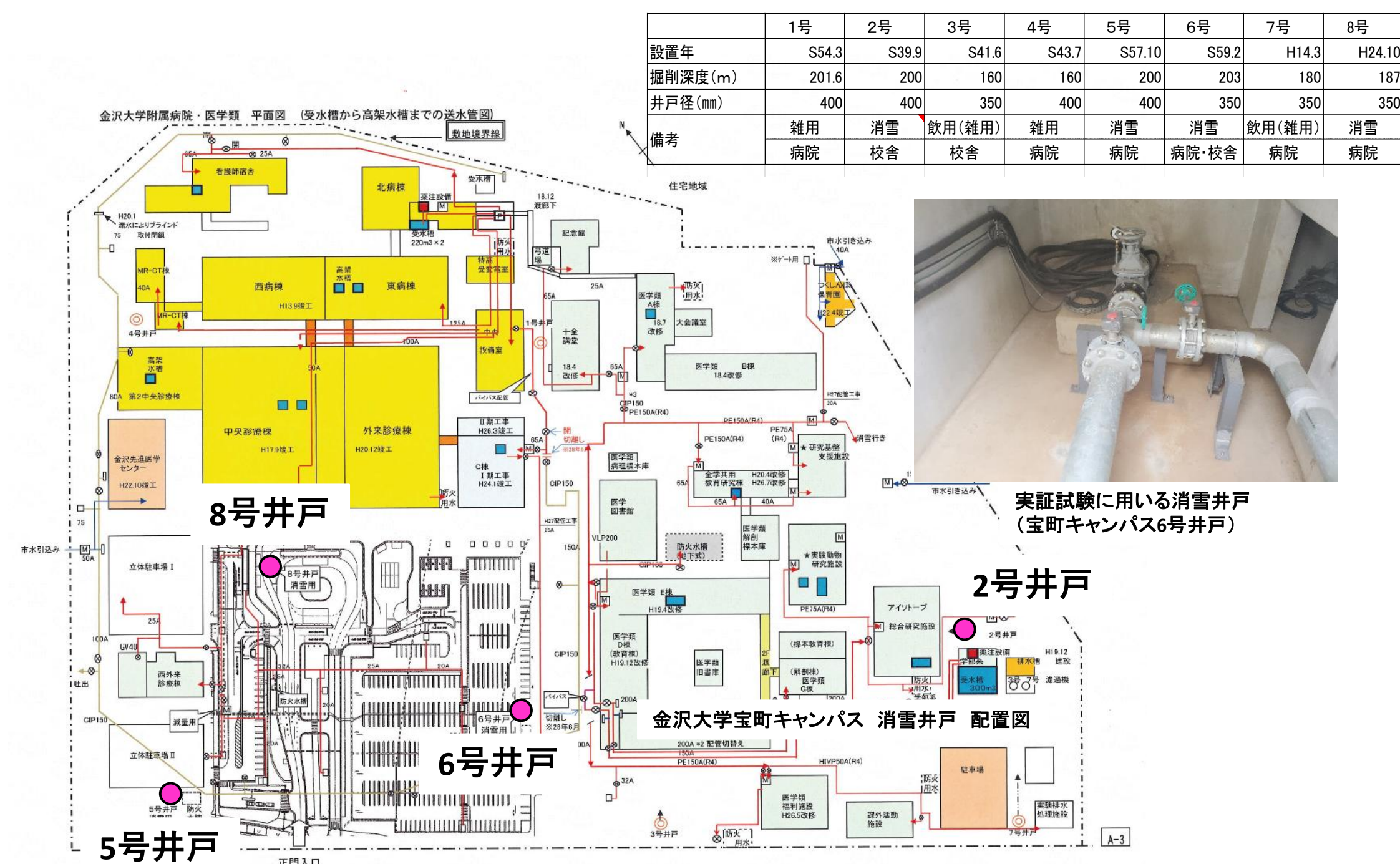


図5 実証試験を行うための金沢大学宝町キャンパスの消雪井戸

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。