

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026 プログラムNo.B1-2-05

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/

消雪井戸における取水深度の特定技術の開発

発表：2026年7月22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 富田アルバート昇平

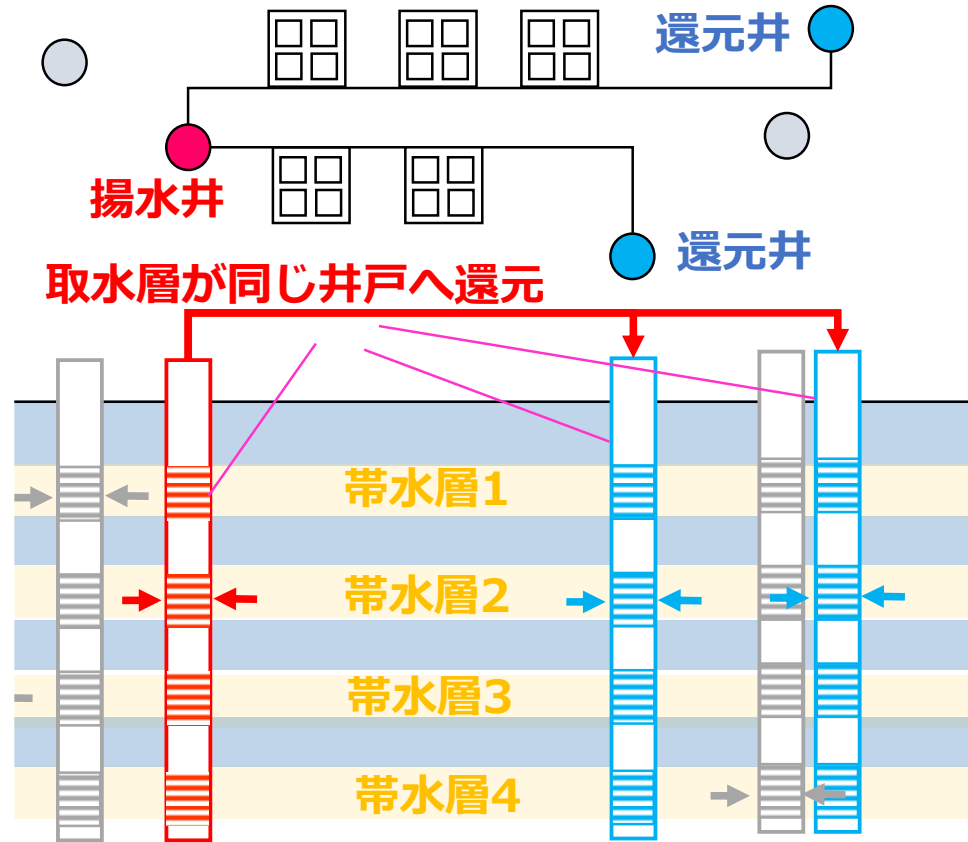
団体名 (国) 金沢大学、(株) エオネックス、(国研) 産業技術総合研究所、苫小牧高専

問い合わせ先 (国) 金沢大学 E-mail: y-sakata@se.kanazawa-u.ac.jp

【背景】消雪井戸群を地下水熱の面的利用へ

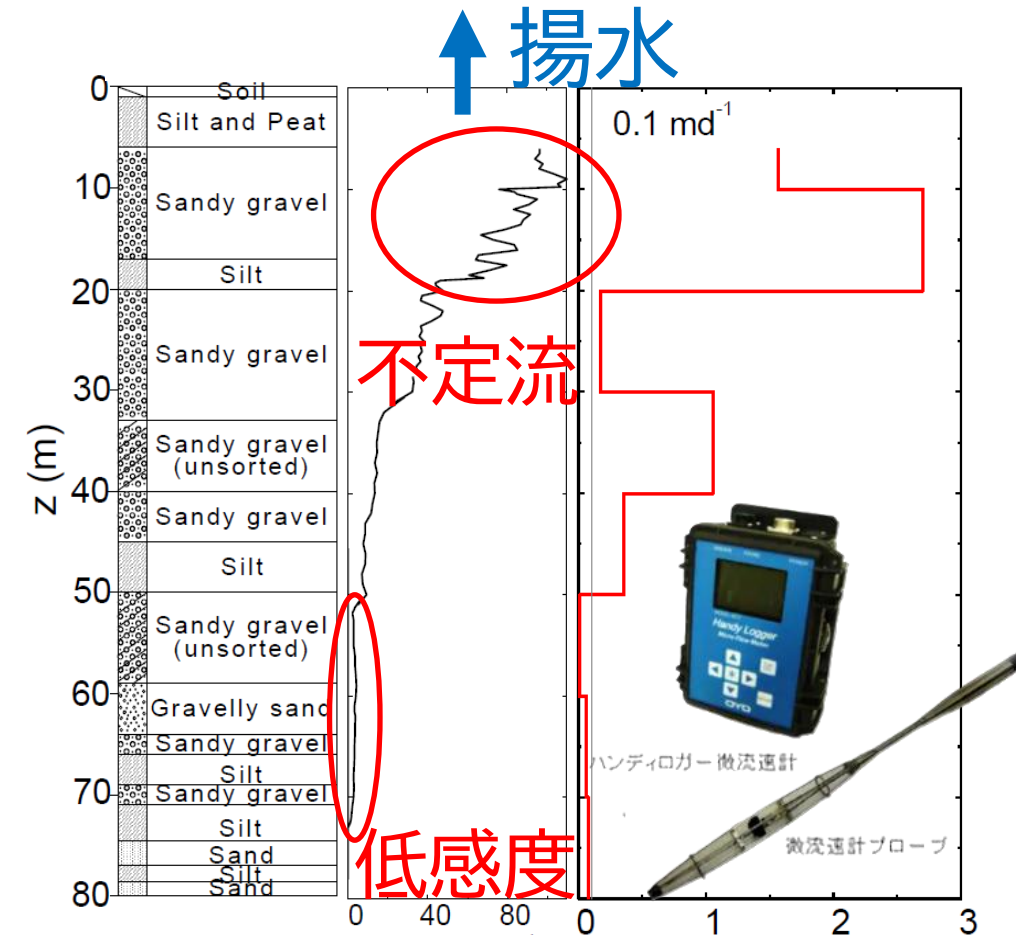


金沢市の消雪井戸分布
(エオネックス・金沢市, 2017)



消雪井戸を面的利用
するための課題

【背景2】従来技術の課題



微流速計による測定例
(Sakata et al. 2017)

微流速計の課題

- 耐久性が低い
- 低流速で低感度
- 高流速で低精度



温度応答型を採用

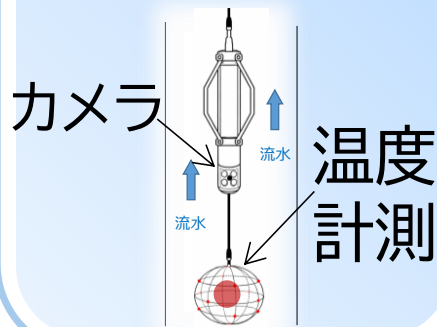
※乱流対応の
流速計は未開発

研究開発項目

- 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

【開発フェーズ】

①ハードウェア

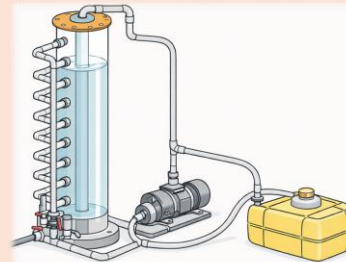


②ソフトウェア

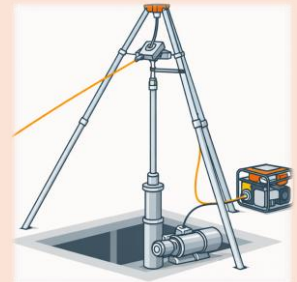


【データ取得・検証フェーズ】

③室内試験



④実証試験



開発目標

2026年度中間目標

- ①試作機の完成
- ②AI解析手法の確定
- ③④実験・検証による校正・教師データ収集

2028年度最終目標(参考)

- ① 実機完成と現地実証, 精度確認
- ②～④AI解析ソフトの実証, 適用限界整理
→0.01～1m/sの層流～乱流に対応
($\phi 500\text{mm}$ で約100～1万L/minの検知精度)

成果①孔内流向流速計の開発

製作した試験機

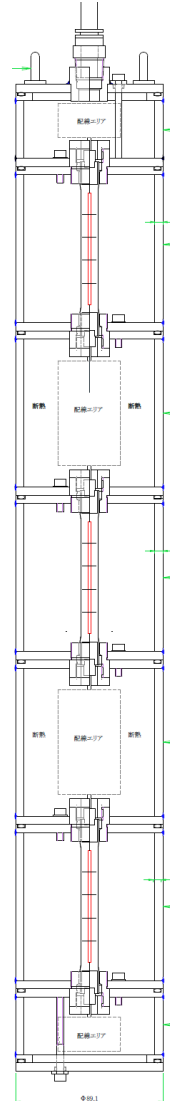
熱 源	形状	直径 mm	出力 kW
タイプA: ハロゲン ヒーター型	球	90	2
	球	130	1
	円柱	90	2.5
タイプB: 電熱線型	球	90	0.4
	球	130	0.8
	円柱	40	1.1
	円柱	90	1.1
	円柱	130	1.4



タイプA・球

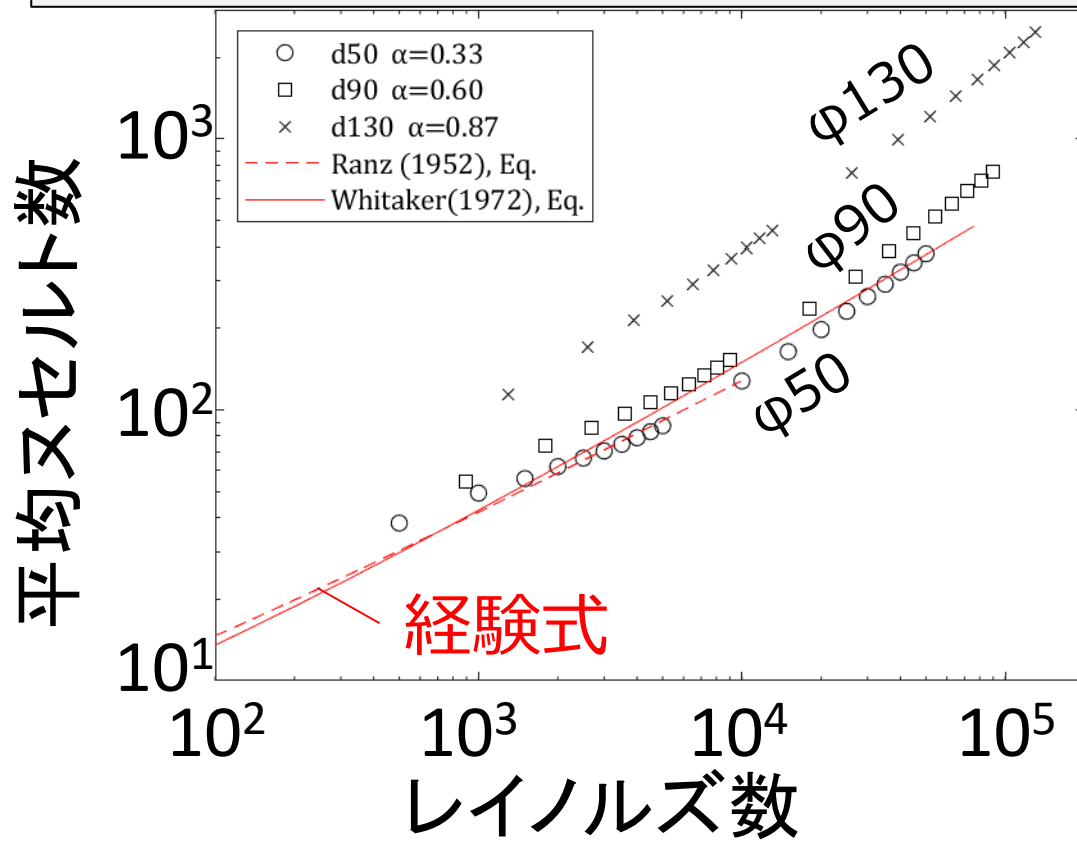


タイプB・球

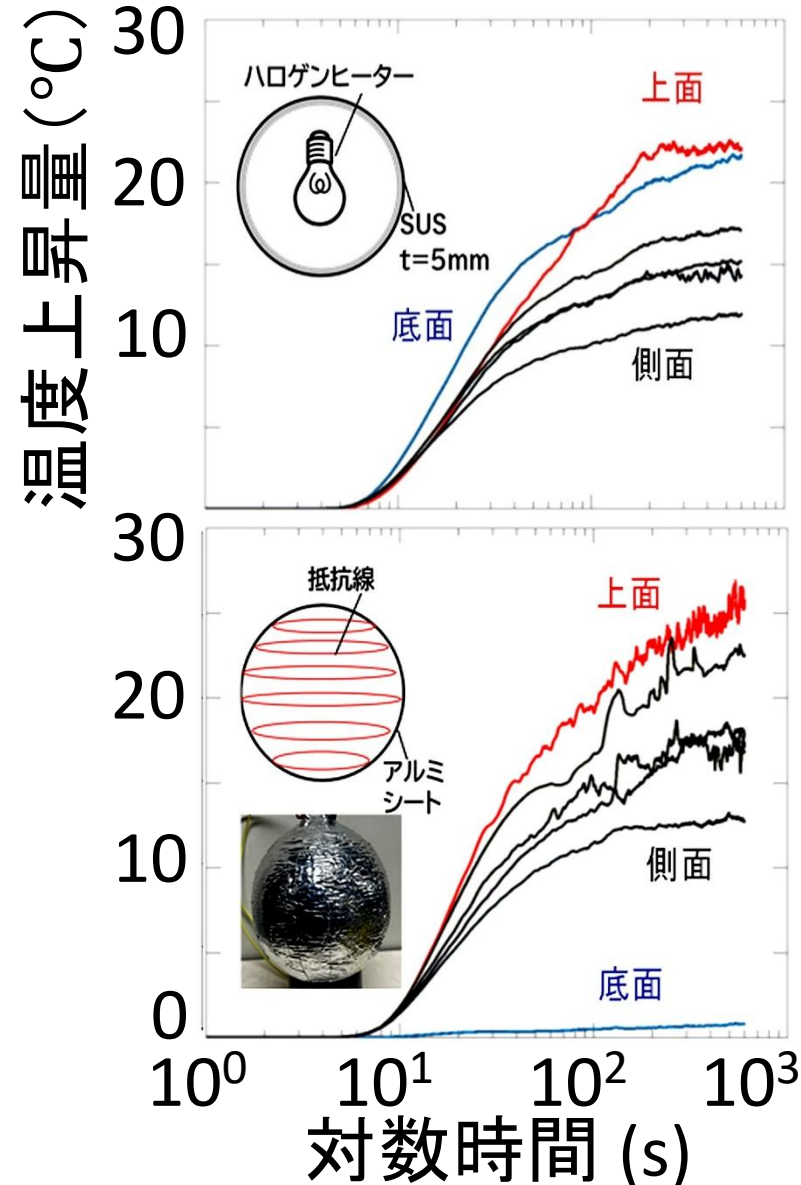


成果①孔内流向流速計の開発(つづき)

試験機径や温度センサー等,
解析・実験を踏まえて試験
機を改良中

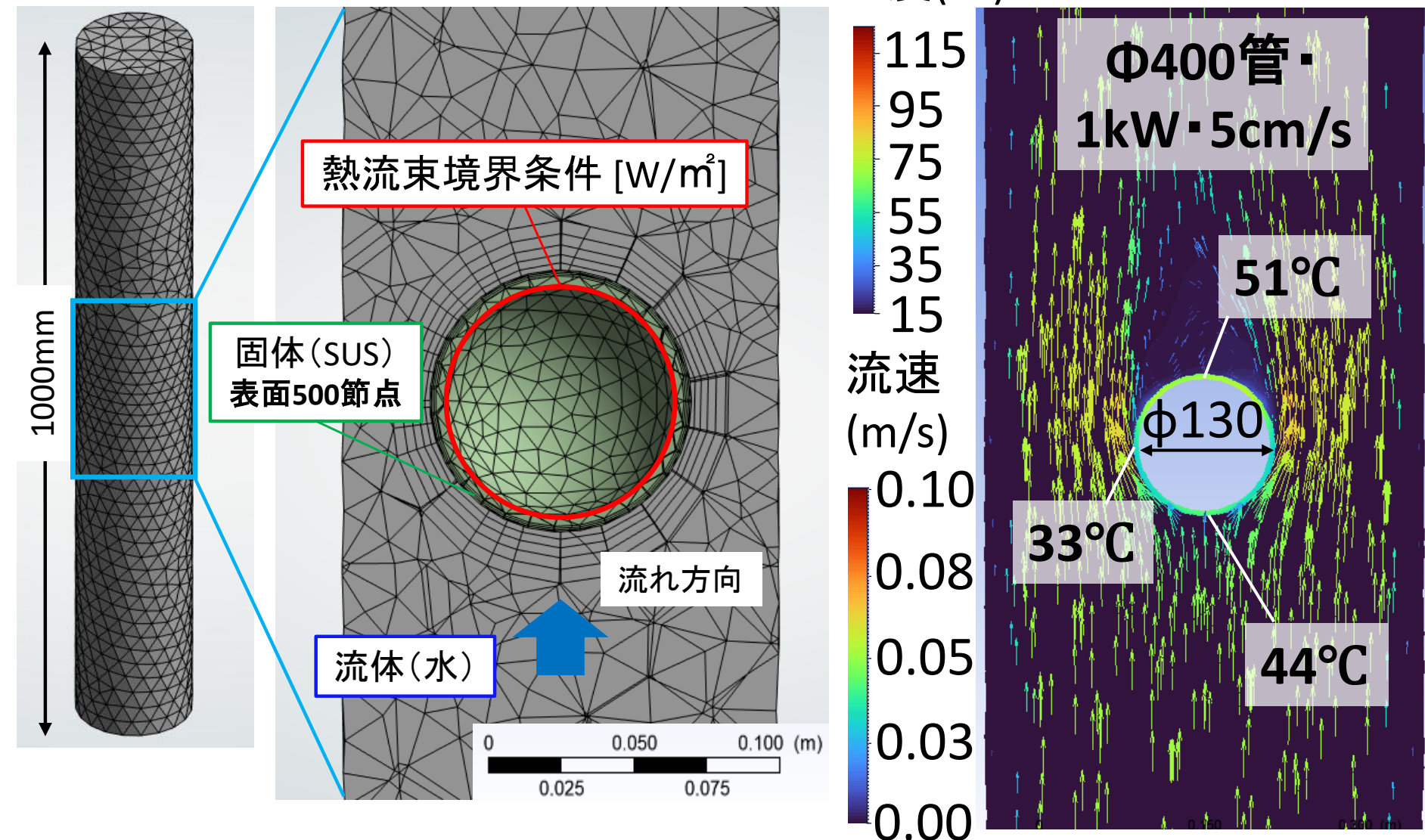


CFD解析による境界の影響評価



加熱方式の比較

成果②AI高速解析アルゴリズムの開発



CFD解析のモデル概要および解析結果例

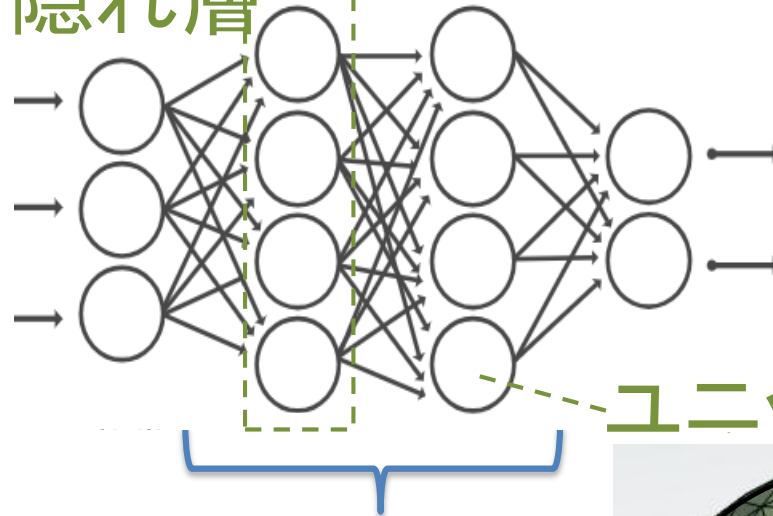
成果②AI高速解析アルゴリズムの開発(つづき)

<ニューラルネットワークによる流向流速の推定>

<説明変数>

- 温度推移
- 管径
- 球径
- 加熱量
- 座標

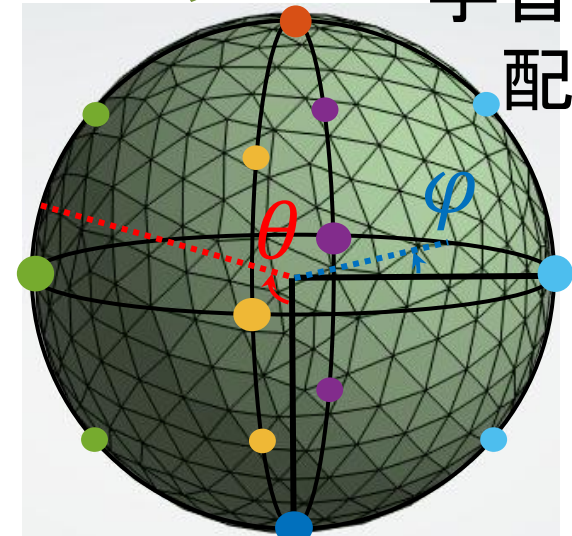
隠れ層



<目的変数>

- 流速
- 天頂角 θ
- 方位角 φ

学習点の配置



学習条件の比較ケース

学習点数	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

設定流向
(不変)

成果②AI高速解析アルゴリズムの開発(つづき2)

隠れ層
2層

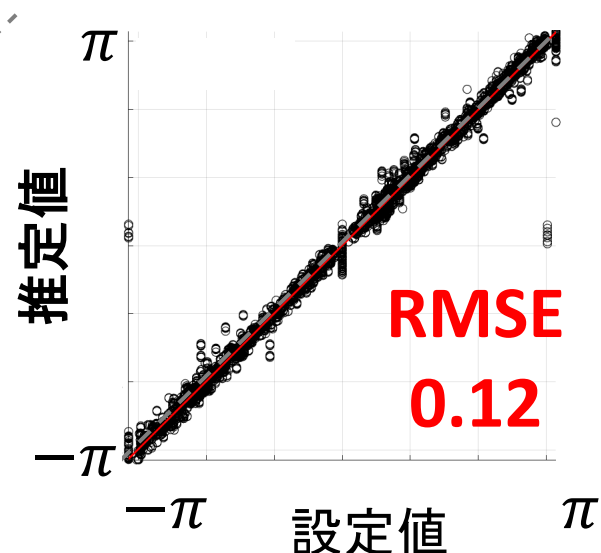
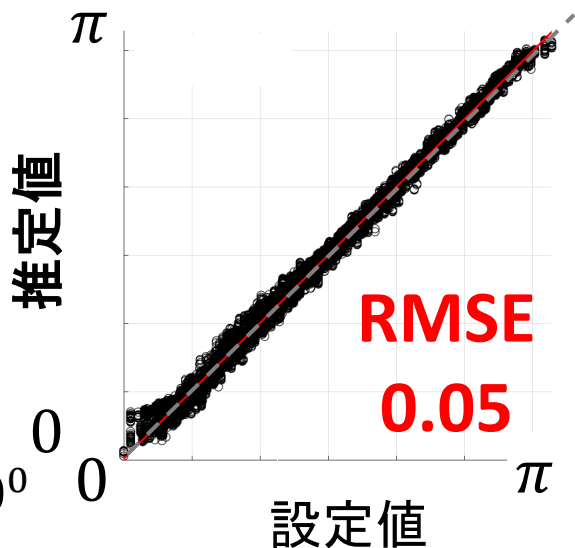
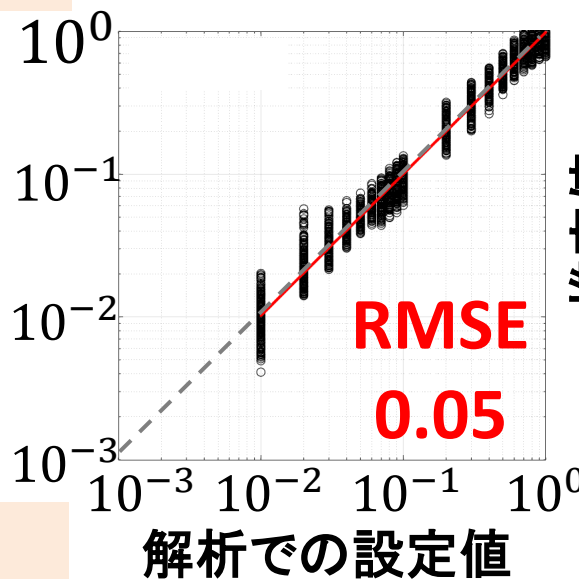
流速 v [m/s]

天頂角 θ [rad]

方位角 φ [rad]

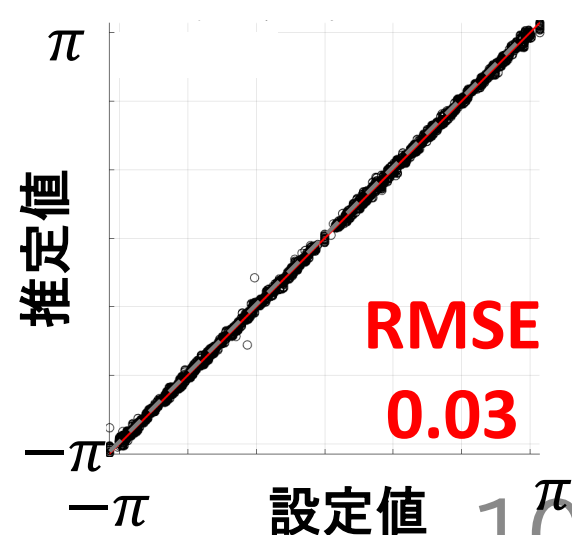
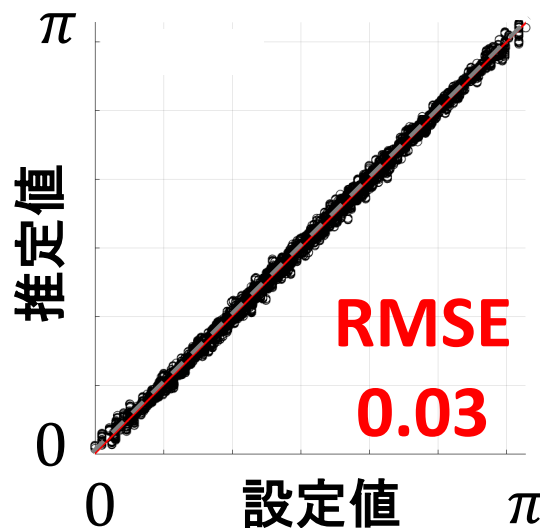
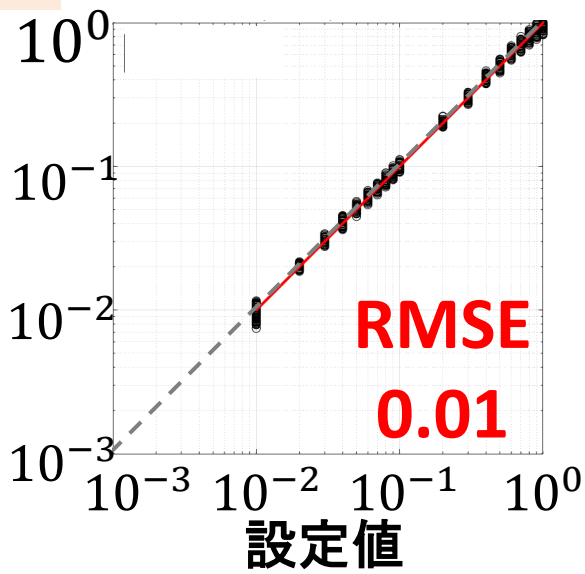
機械学習による

推定値



6層

推定値



成果③機器校正・教師データ取得のための室内再現実験

メインタンク
($\phi 600\text{mm}$)



流量センサ

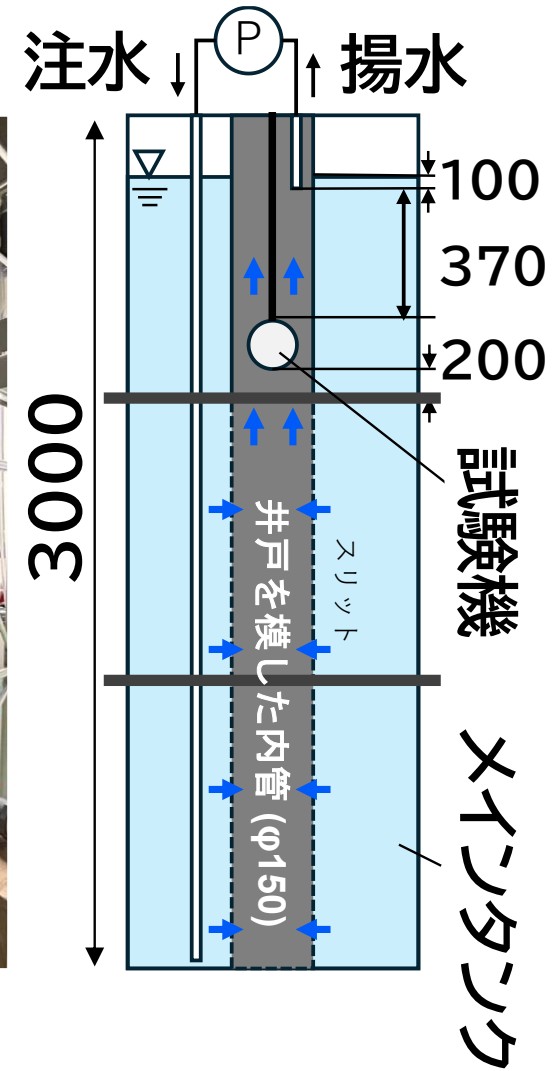
オーバー
フロー

タンクへ排水

チラー



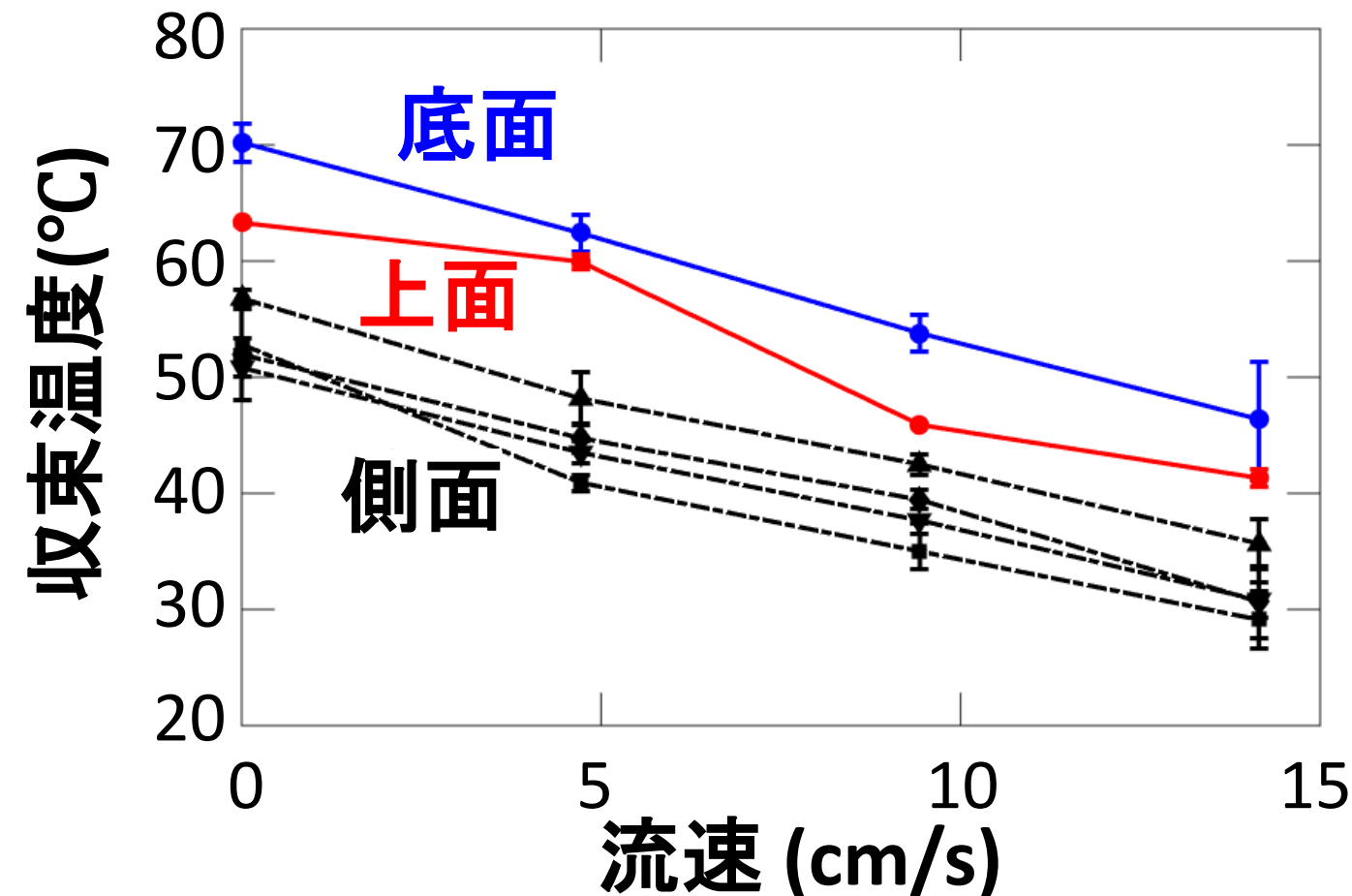
自吸式うず巻ポンプ



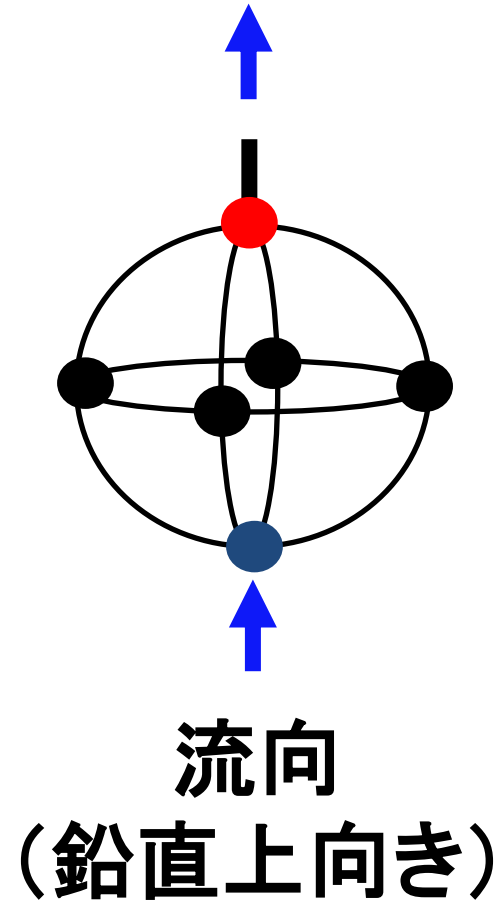
室内実験装置の概要

成果③室内再現実験(つづき)

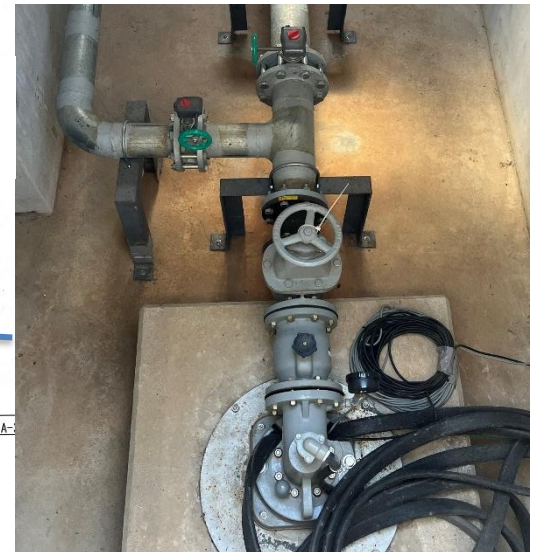
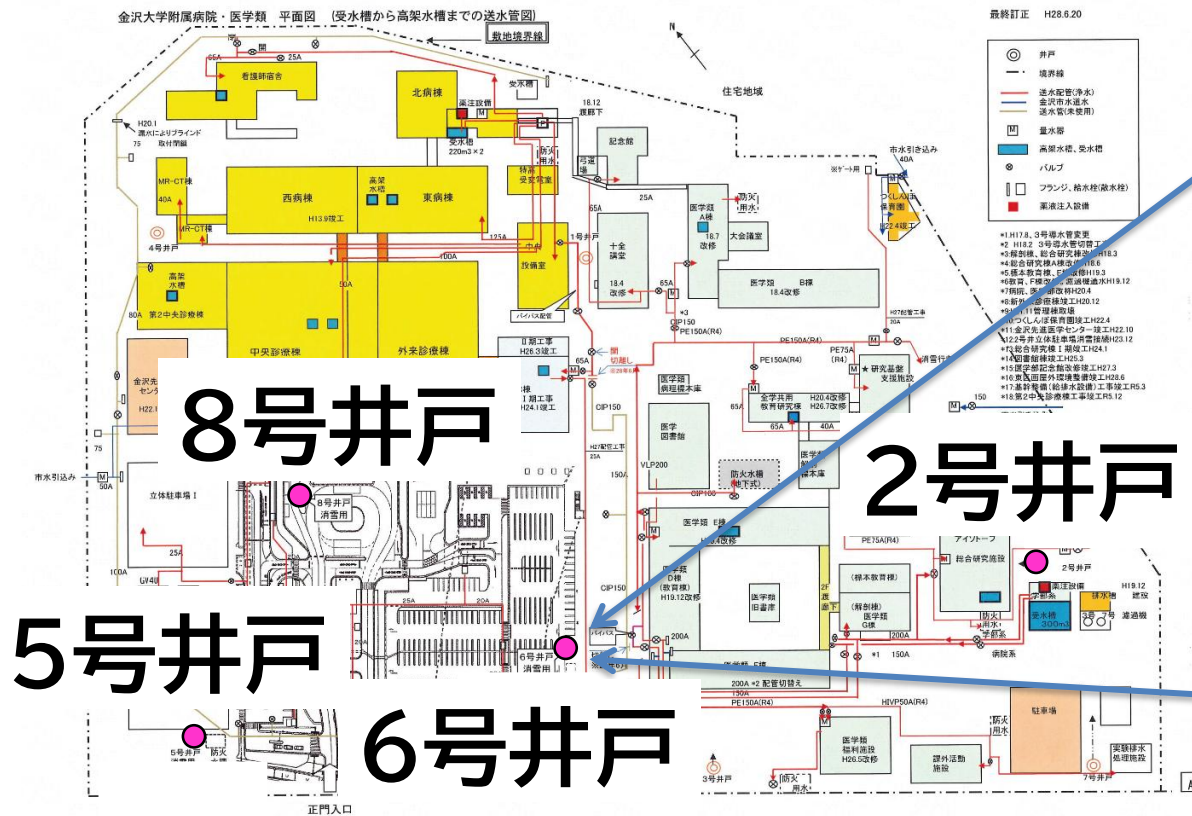
- 収束温度は流速と負の相関
- 側面が最も冷やされる傾向 = CFDと一致



収束温度と流速の関係



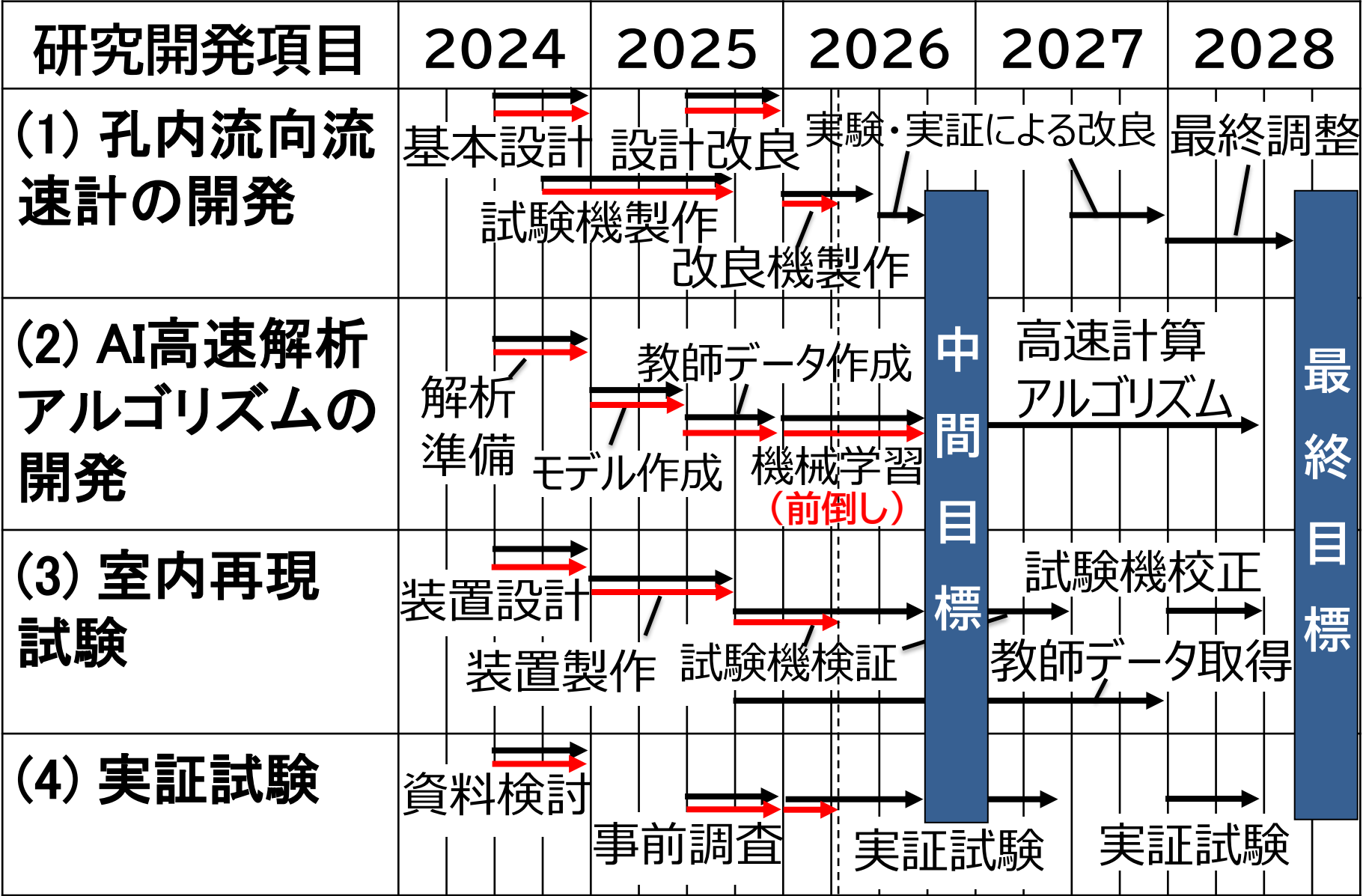
成果④実消雪井戸による開発機の実証試験



	2号	5号	6号	8号
設置年	S39	S57	S59	H24
掘削深度 m	200	200	203	187
井戸径 mm	400	400	350	350

金沢大学の消雪
井戸の概要と
視察の様子

研究スケジュール



↑ 2026年7月現在

まとめ

- 流向流速計の試作機, 室内実験装置を作成
- CFD教師データに基づくニューラルネットワークにより, 流速・流向を高精度に推定可能なアルゴリズムを構築
- 今後は, 実験データによる再学習を通じて, 実測データに基づく流向・流速推定アルゴリズムへ改良

ご清聴ありがとうございました