

S2-24



心豊かな未来を拓く
科学技術

マイクロ流路内における水凍結現象の NIRイメージング

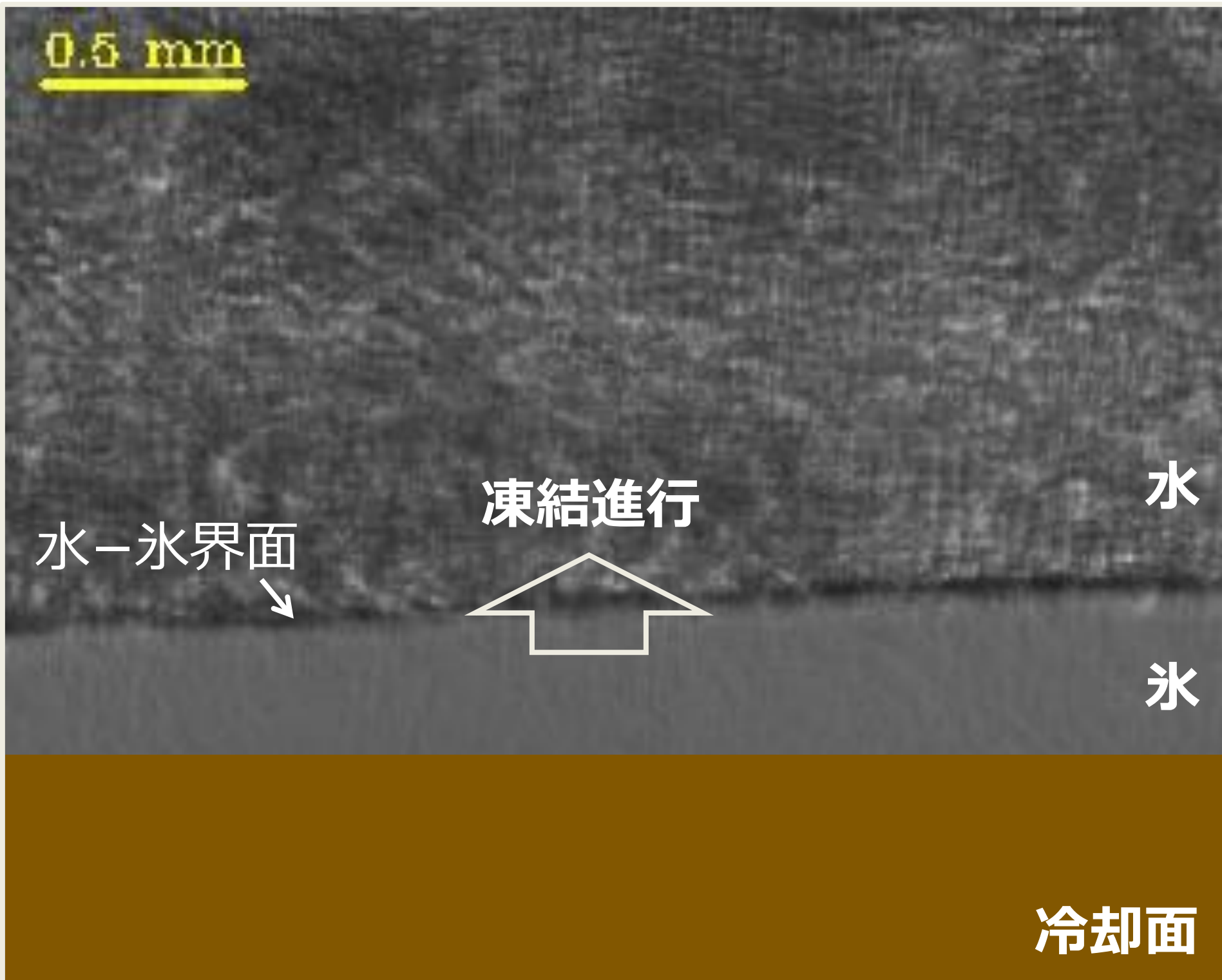
電気・機械工学専攻 助教 山田 格

概要

マイクロスケール凍結過程の可視化 ～非接触 2 次元温度分布を同時測定～

マイクロメートルスケールにおける水の凍結は，航空機，燃料電池など様々な場面で性能劣化などを起こすため，その抑制および制御は重要である．本研究では，水の近赤外吸光特性を用いて水溶液の温度および相状態を同時計測することにより，同凍結現象のメカニズムを解明し，水凍結の抑制，制御技術に寄与することを目的とする．ここでは，近赤外（NIR）吸光特性を用いた温度測定および相状態判別技術について紹介する．

特長



マイクロ流路内凍結現象の様子。（透過光強度を図示．最終的に同実験により 2 次元の温度分布を把握予定）
注：まだ開発段階です．

	温度	相状態（水or氷）	濃度（水溶液）	化学反応
本技術 （近赤外吸光特性）	○ 可能	○ 可能	○ 原理的に単一技術で可能	○ 原理的に単一技術で可能
先行技術1 （赤外線サーモグラフィ）	○ 可能	× 不可能	× 不可能	× 不可能
先行技術2 （可視光）	× 不可能	○ 可能	△ 他技術*との連携で可能	△ 他技術*との連携で可能

*例えばシュリーレン法など

本技術が拓く心豊かな未来社会の姿

応用できる可能性のある設備

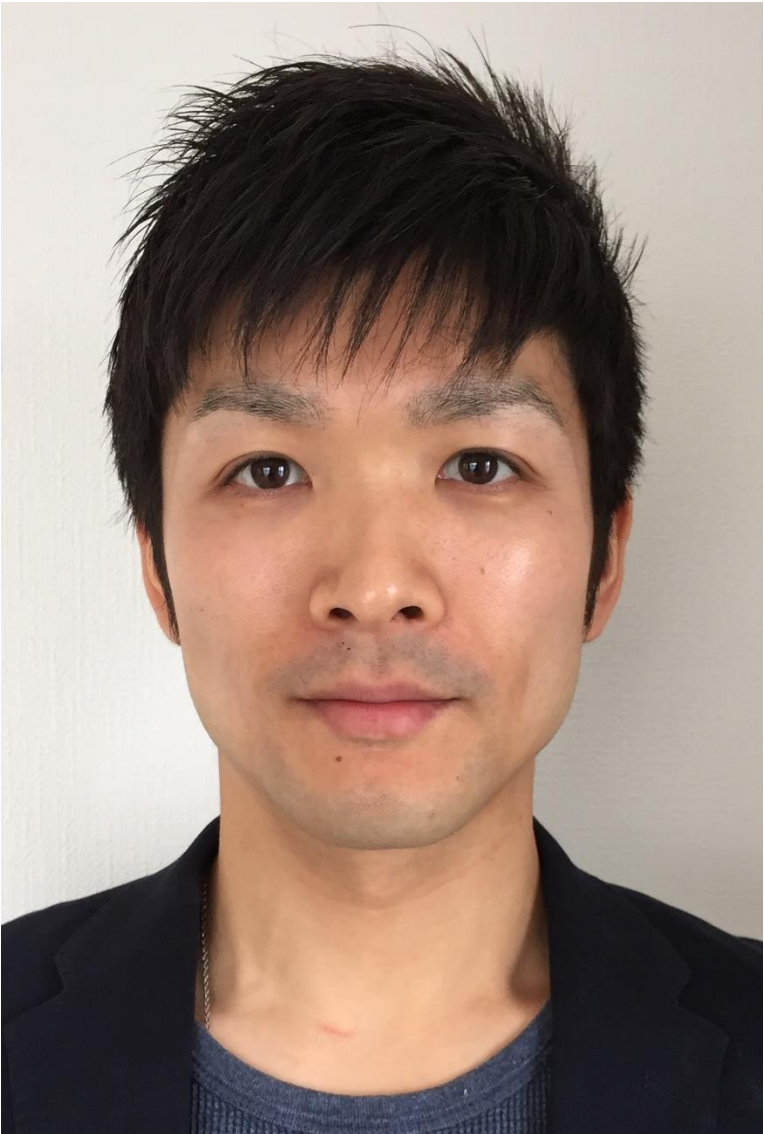
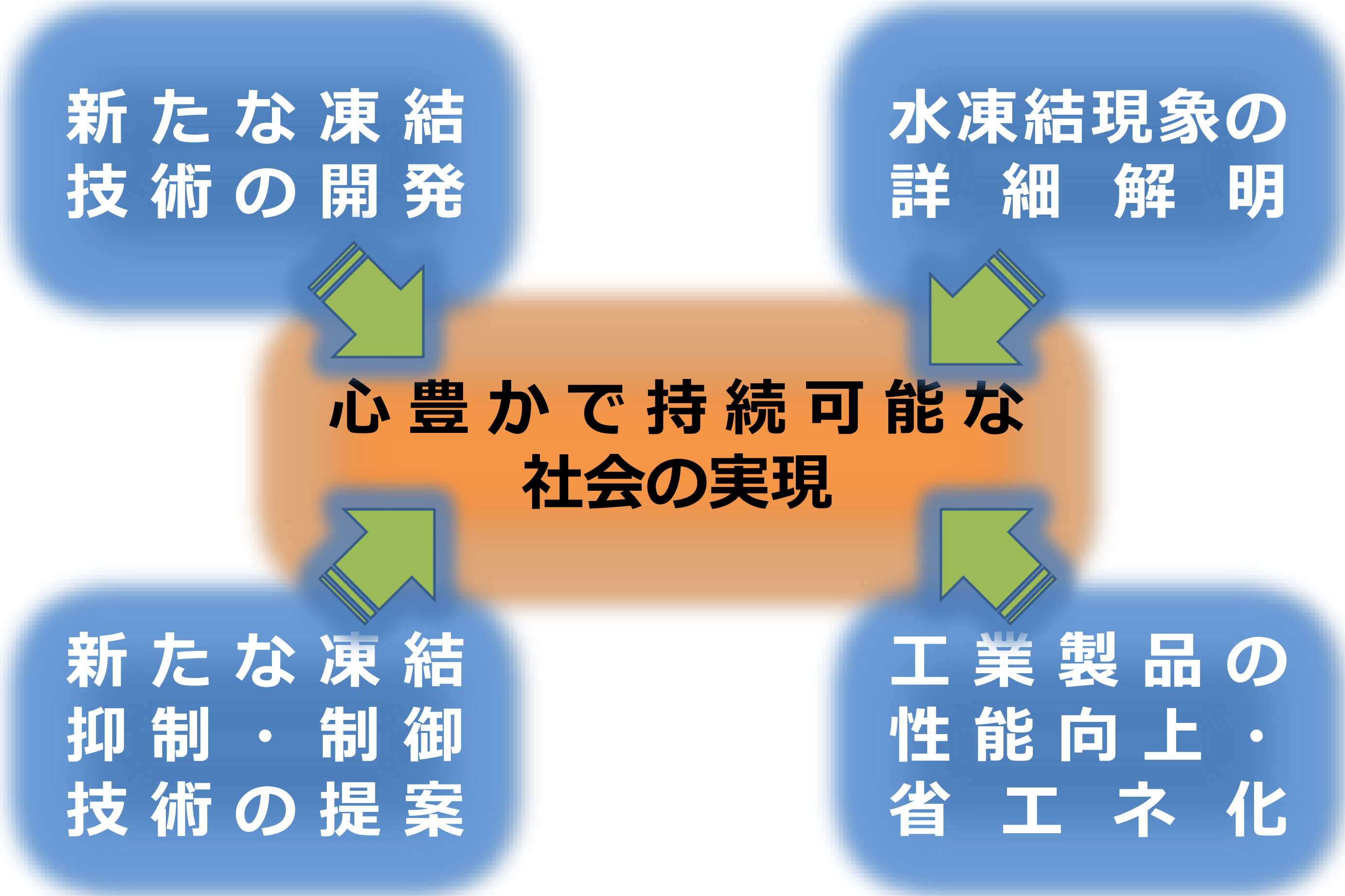
- 熱交換器，冷凍機器，食品製造工場など
- 航空機（機体に衝突する液滴の凍結の抑制など）
- 生体関連機器（細胞の冷凍保存など）

今後の課題

- 温度測定と水-氷界面同定の同時計測の精度向上
- マイクロ流路内における凍結現象の実験的解明
- 数値シミュレーションとの比較
- 燃料電池など実機における凍結現象の観察

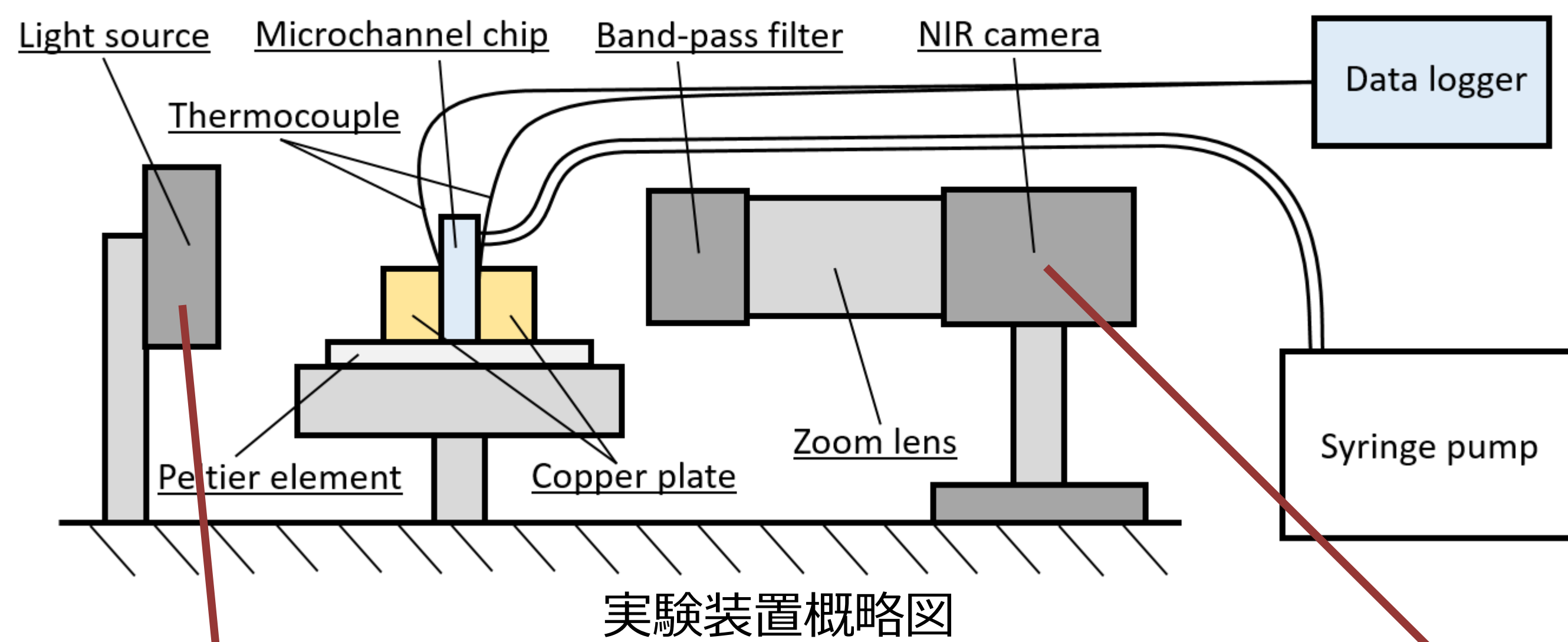
求める連携先とメッセージ

- 【求める連携先】
 - 空調機メーカー，冷凍機メーカー，燃料電池関係 他
- 【メッセージ】
 - 学術的な面から主にアプローチしております．応用的な側面からのご意見をお聞かせできれば幸いです．

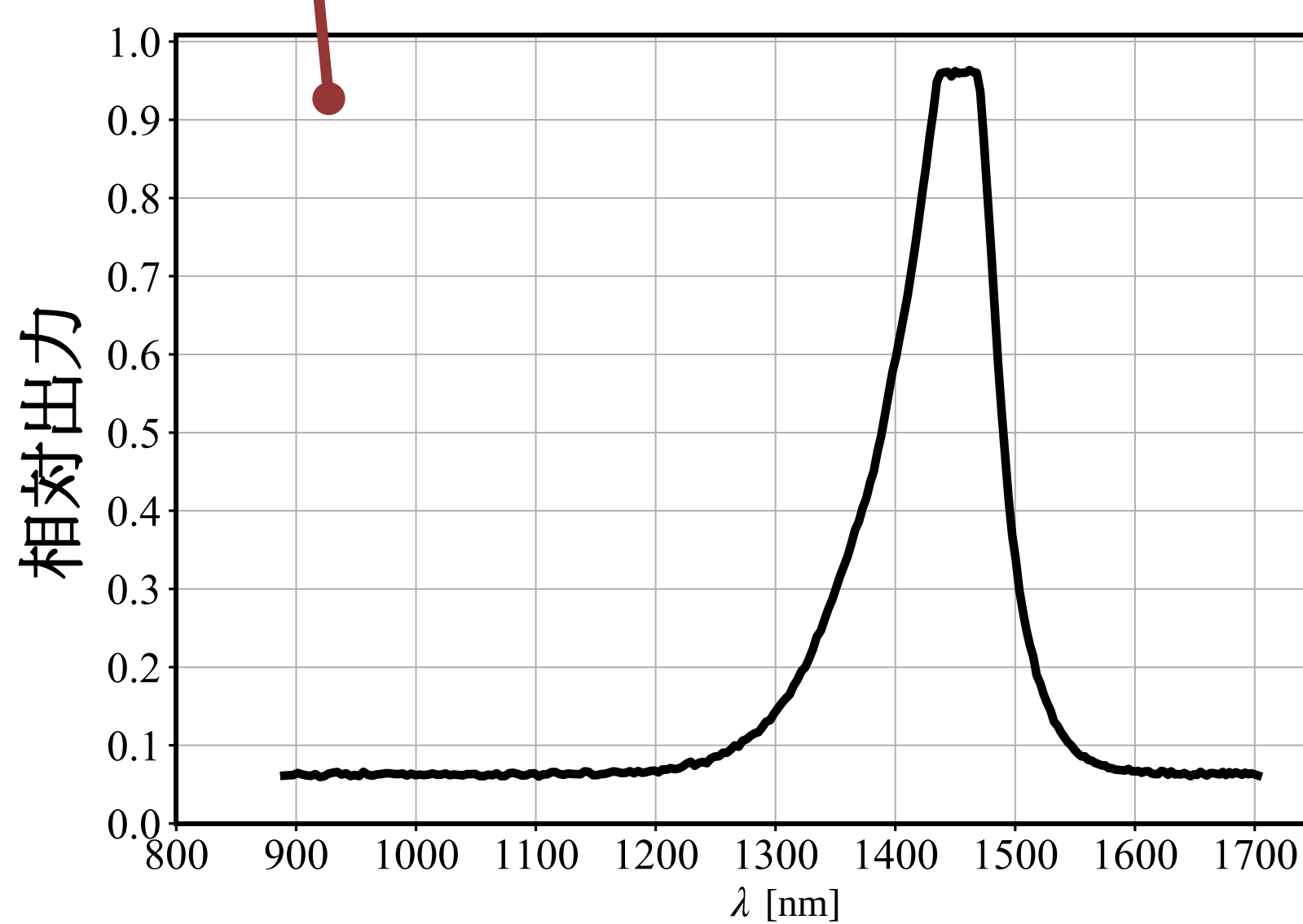


特長が発揮される仕組み

水の近赤外吸光度 温度依存性 & 相状態依存性

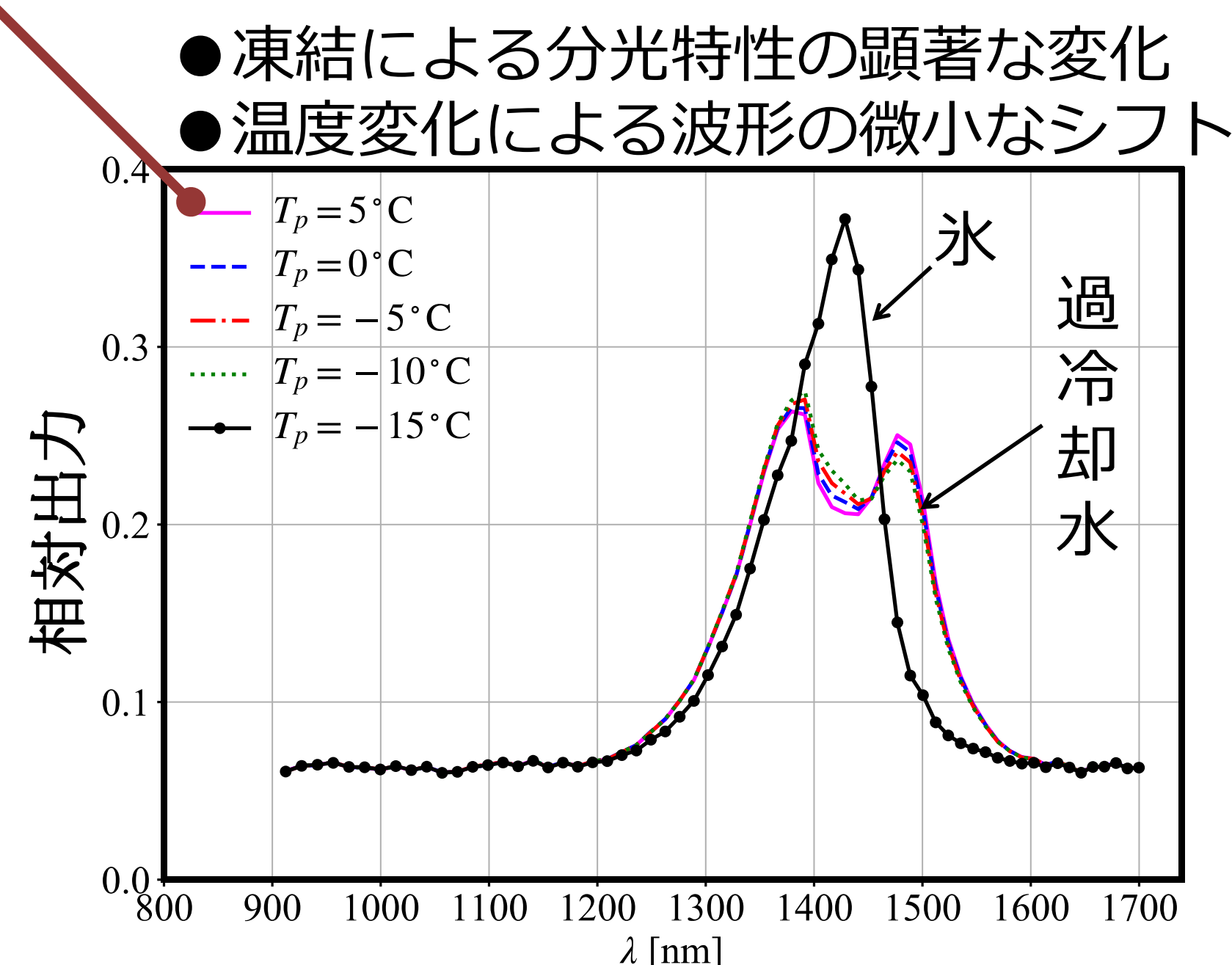


実験装置概略図



光源（近赤外LED）の分光特性

温度変化
相変化



透過光の分光特性

相変化による波形の変形

透過光強度の変化で相変化の
判別が可能

温度変化による波形の微小なシフト

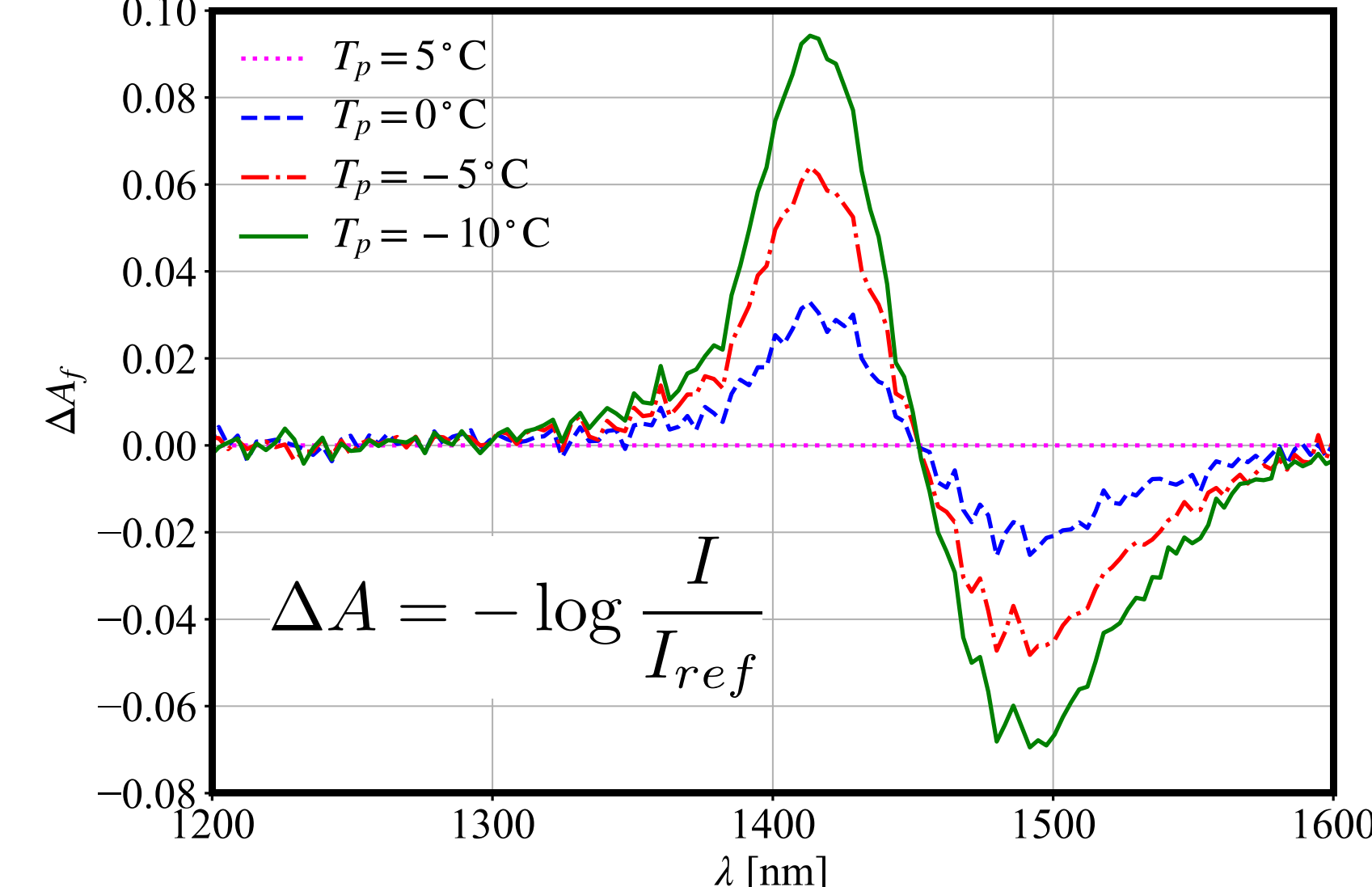
吸光度(A)と温度の関係に線形性

$$A = -\log \frac{I}{I_0} = f(T)$$

I : 輝度値 0 (下付き): 光源

- 凍結による分光特性の顕著な変化
- 温度変化による波形の微小なシフト

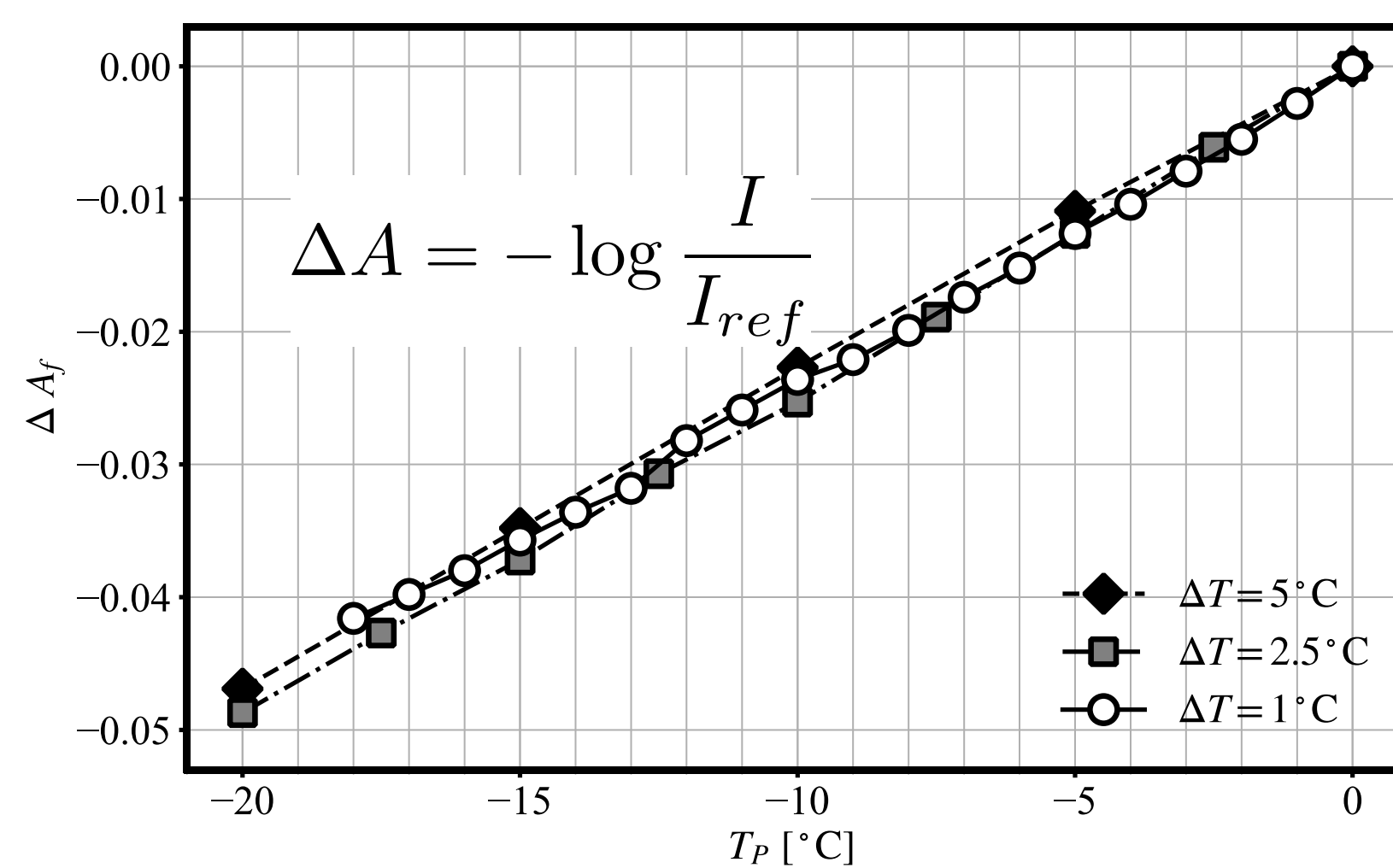
- 温度変化による吸光度差の変化
- 1420 nmおよび 1500 nm 付近で顕著



吸光度差 (ΔA)

技術の特長の根拠となる実験データ等

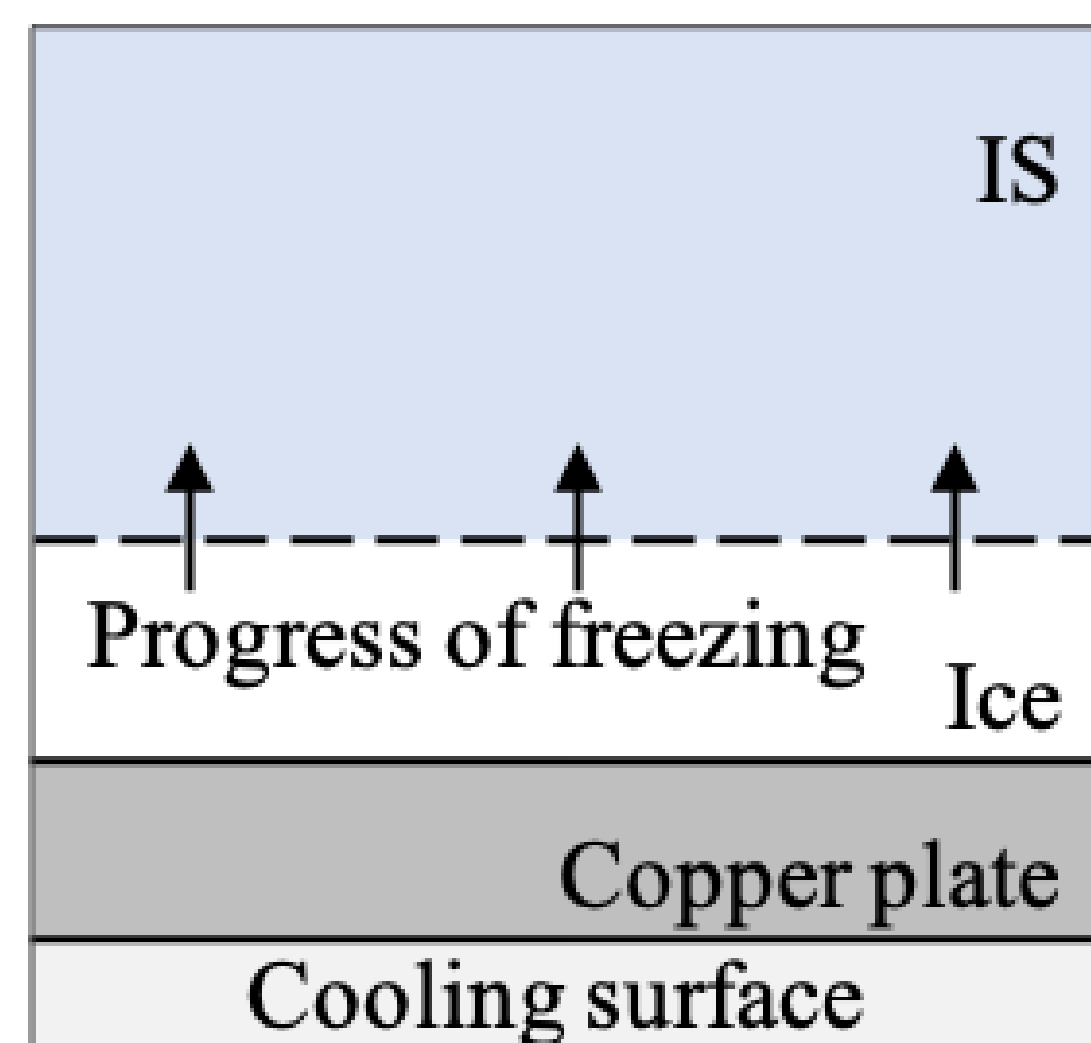
- 過冷却水における ΔA の
温度依存性の確認



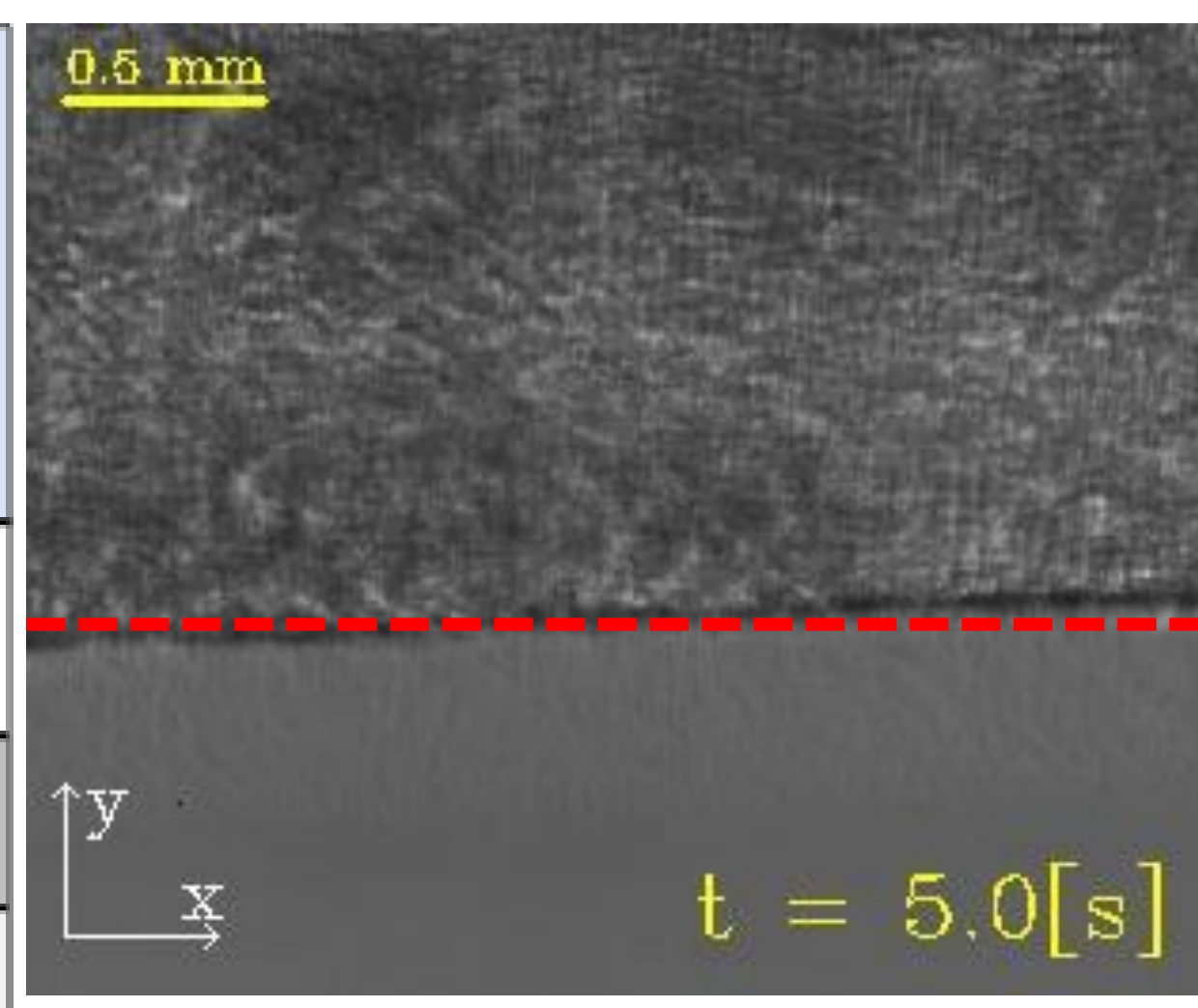
- 水の温度と ΔA は線形的な関係
- 冷却速度などに依存せず物質固有の特性

凍結過程における水温の
非接触測定が可能

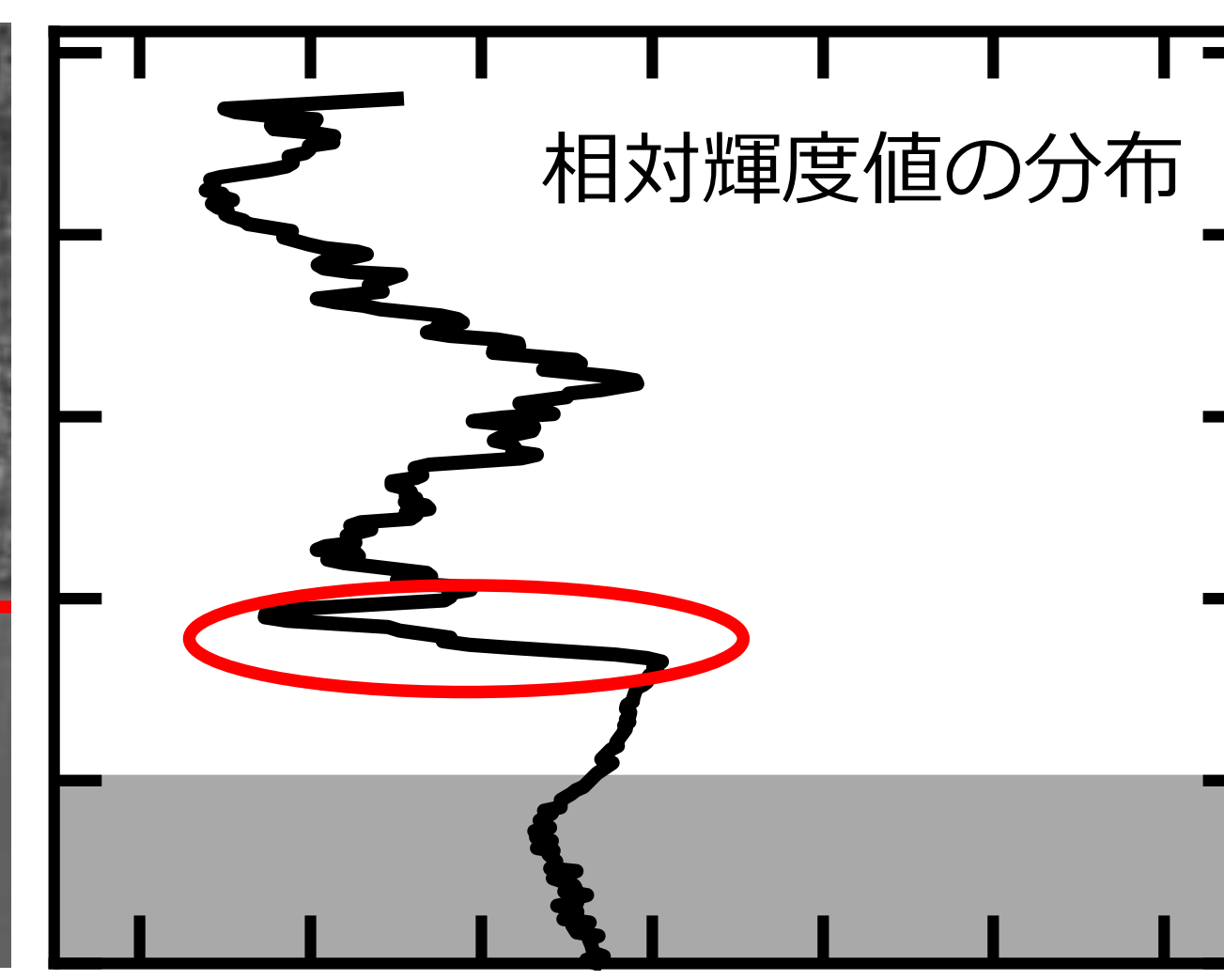
- 凍結進行における水-氷界面の同定



実験のイメージ図



実際の撮影画像



相対輝度値の分布

- 水-氷界面が撮影画像と輝度値の分布（急激な変化部分）で一致

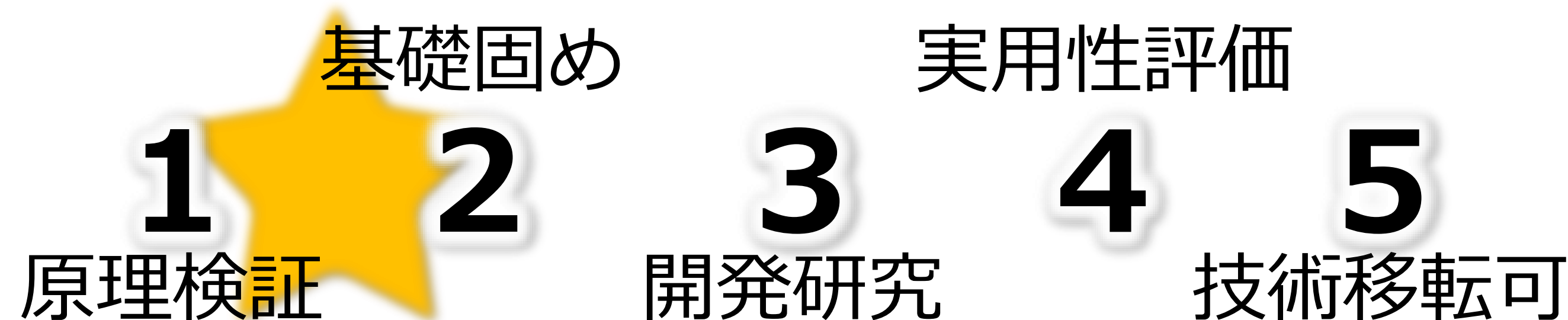
相判別と温度測定の同時計測が可能であることを示唆

試作品の状況

提示可

※提供の際は諸手続が必要となるため、下記問合せ先までご連絡願います。

研究フェーズ



文献・特許の情報

- 山田格, 渡邊佳月, 玉野真司, 森西洋平, マイクロ流路内における 1 次元氷結現象の NIR イメージング, 第 56 回日本伝熱シンポジウム (あわぎんホール, 徳島), 2019 年 5 月.
- Erik O. Johansson, Toru Yamada, Bengt Sundén, Jinliang Yuan, Modeling mesoscopic solidification using dissipative particle dynamics, International Journal of Thermal Sciences, Vol.101, pp.207-216, (2016).

【お問合せ】名古屋工業大学 産学官金連携機構

〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町字木市29番

TEL:052-735-5627 FAX:052-735-5542

E-mail: nitfair@adm.nitech.ac.jp URL: <https://technofair.web.nitech.ac.jp/>