

製造加熱プロセス熱流計測によるデジタルツイン高度化の研究開発

団体名：学校法人東京理科大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人京都大学、国立大学法人東北大学、学校法人加計学園 岡山理科大学、
学校法人東京電機大学、東洋ガラス株式会社、三菱マテリアル株式会社、日本ガイシ株式会社

1. NEDO事業名 先導研究プログラム／エネルギー・環境新技術先導研究プログラム 製造加熱プロセス熱流計測によるデジタルツイン高度化の研究開発

2. 事業の目的・目標

製品品質の維持向上と製造加熱プロセス全体の構成要素を連動させた形でプロセス運転条件の最適化及び総投入熱量の最小化を実現する技術を創出します。

従来に無い 中高温度域における「クリーン製造加熱プロセス」の実現によるCO₂削減

前例のない中高温度領域製造加熱プロセスのデジタルツインを開発します。特に製品品質も予測可能なモデルの開発を通して、製品品質の保証と加熱プロセス運転条件の最適化で過剰投入熱量を削減する「クリーン製造加熱プロセス」基礎原理実証を行います。

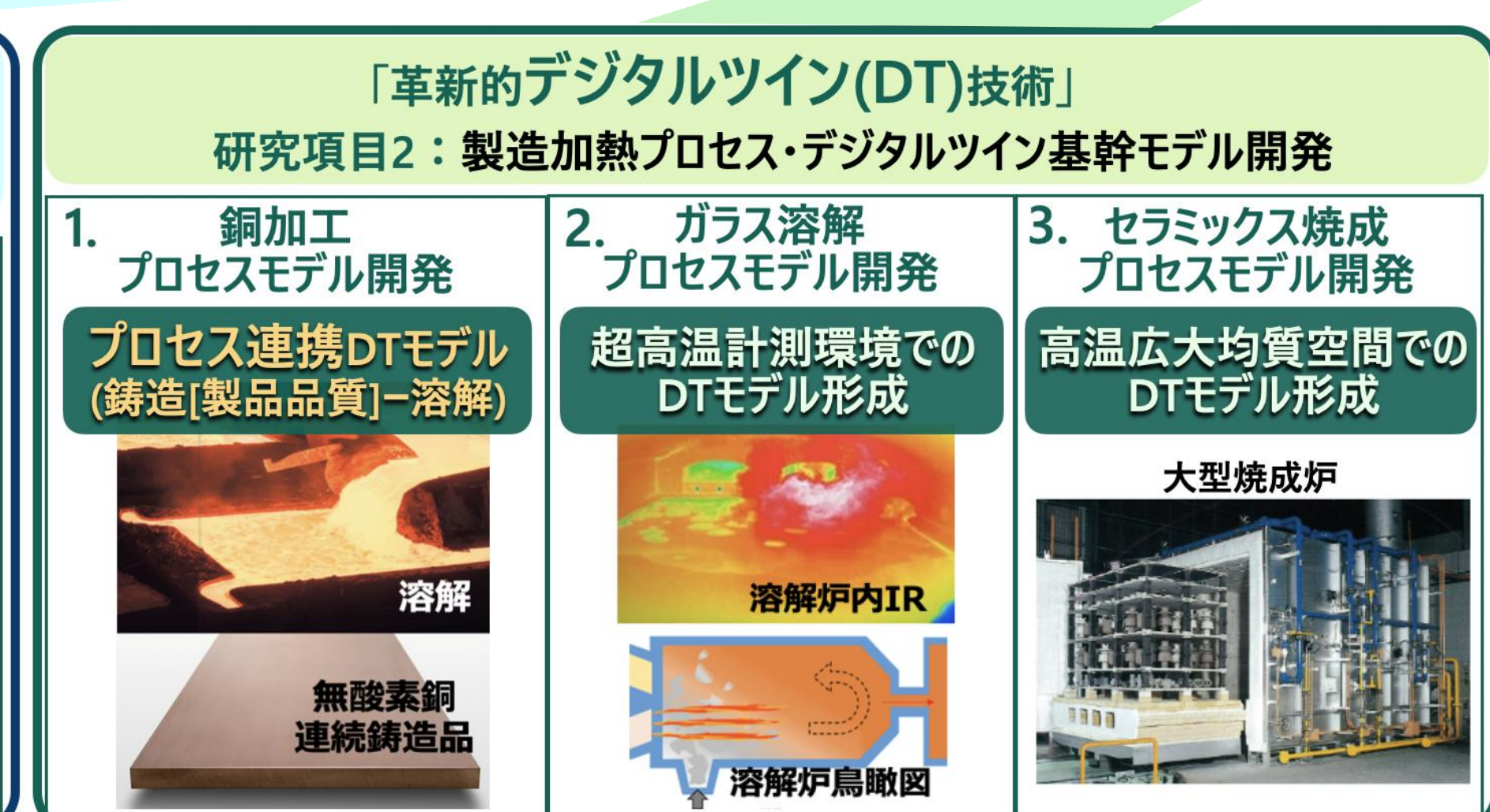
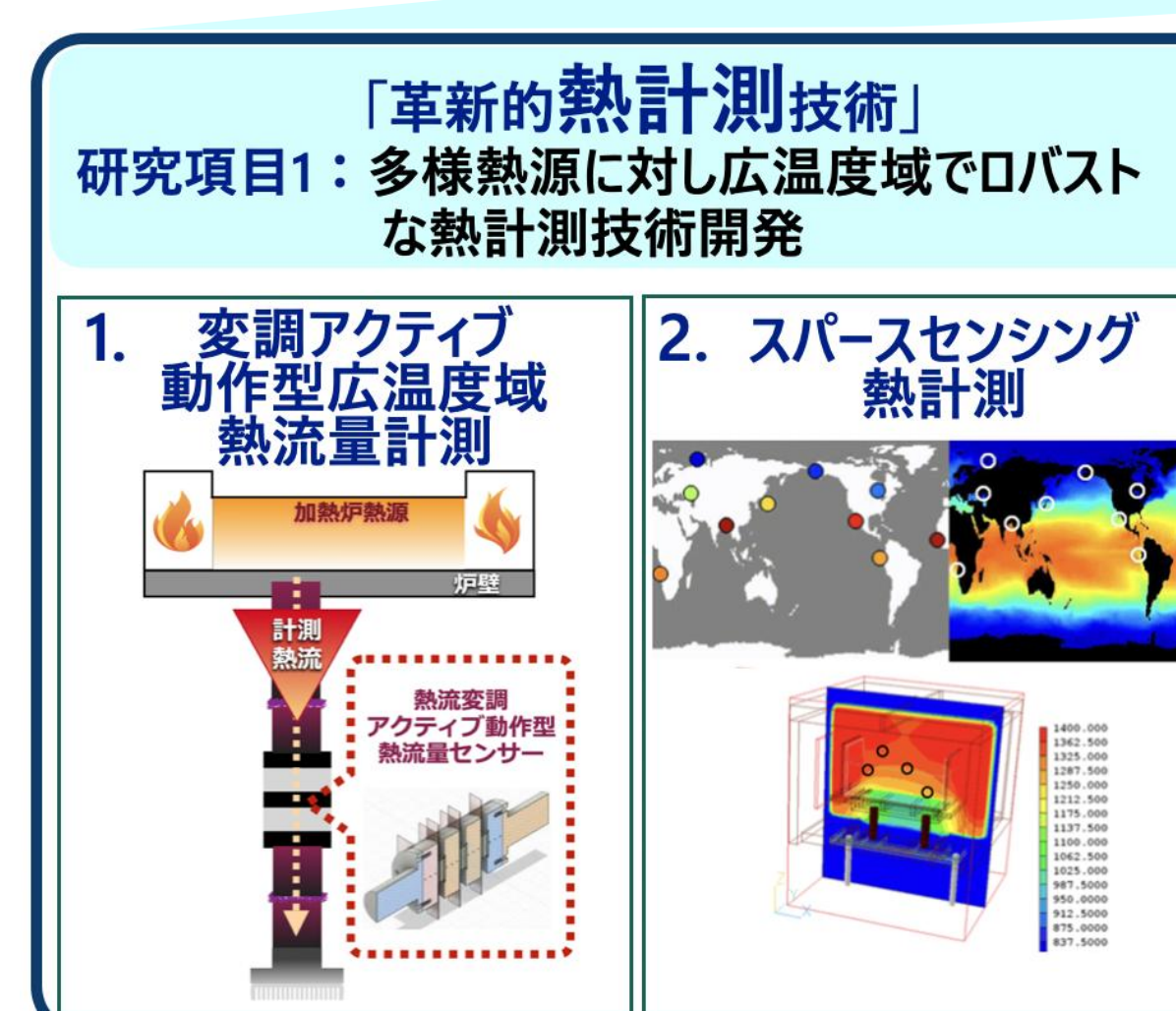
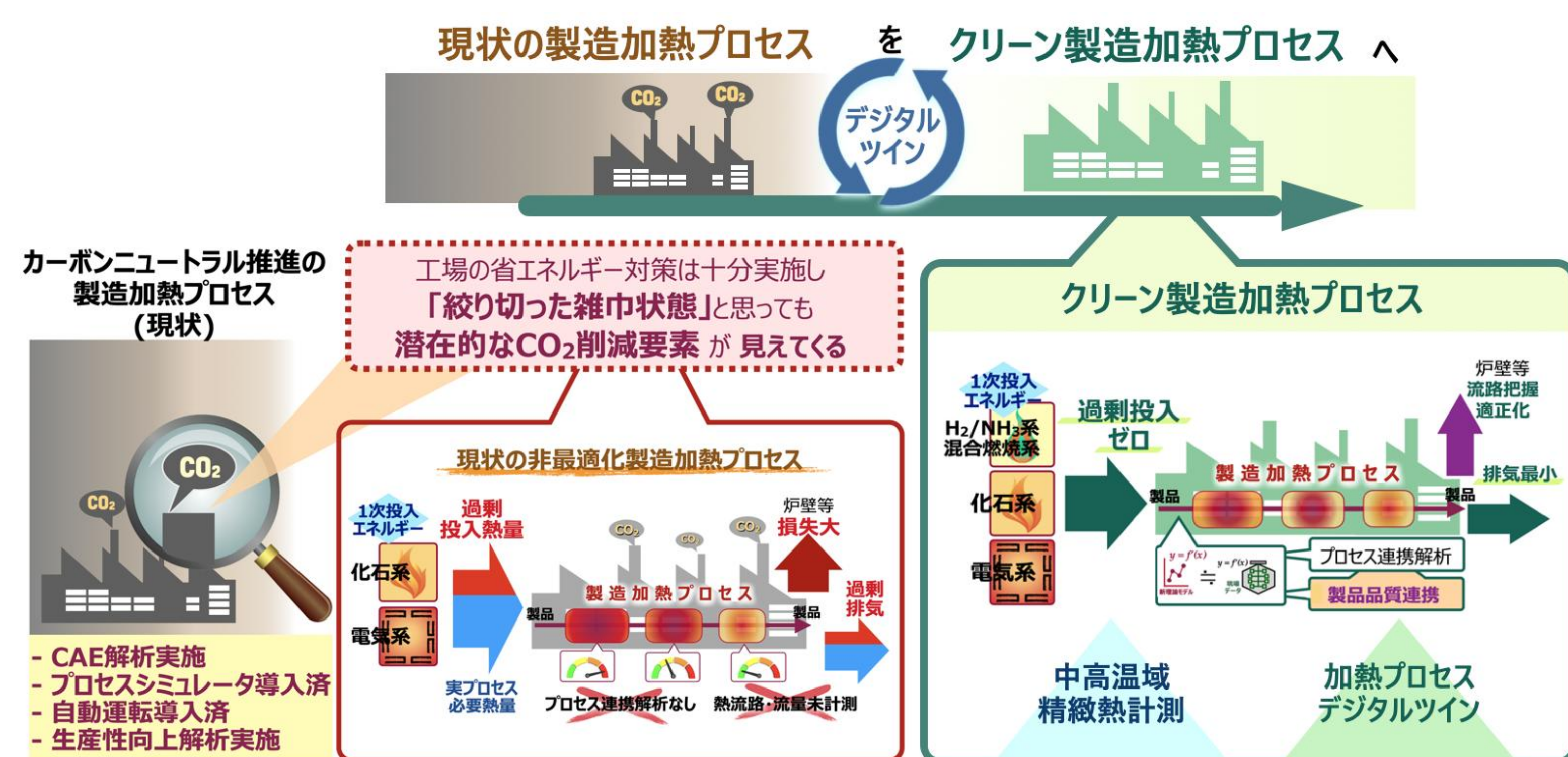
製造加熱プロセスにおける潜在的な削減可能熱量の見える化に向けて、従来は実現が難しいとされてきた「中高温度域における熱流量の精緻計測(独自技術)」を実現する技術を開発します。

産学連携コンソーシアムを設置し社会実装に向けた成果の横展開およびバリューチェーン構築を図ります。



製造加熱プロセス デジタルツインコンソーシアム

製造加熱プロセスにおける潜在的な削減可能熱量の見える化

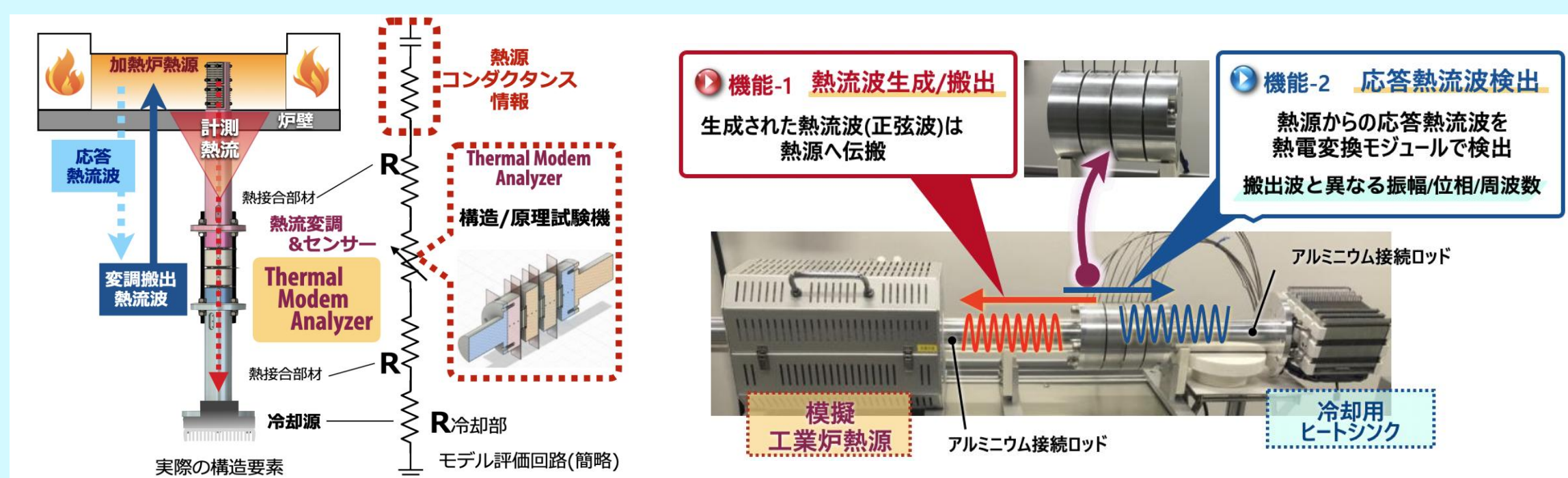


3. 2024年の主な成果

研究項目 1. 多様熱源に対し広温度域でロバストな熱計測技術開発

1-1. 熱流変動アクティブ動作型広温度域熱流量計測技術の開発

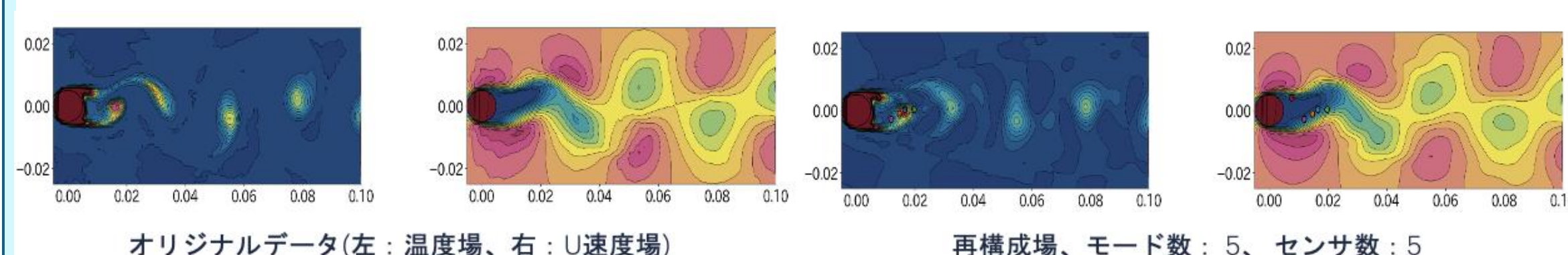
中高温度域の製造加熱プロセスにおいて、能動的に熱流路を探索・精緻計測するハードウェア・ソフトウェア融合型熱流量センサーの技術開発に取り組んだ。



1-2. スパースセンシング熱計測技術の開発

加熱炉の内部状態を高精度かつ高速に可視化・予測するため、従来のデータに基づく帰納的なアプローチに、物理法則に基づく演繹的なアプローチを融合した革新的なスパースセンシング技術開発に取り組んだ。

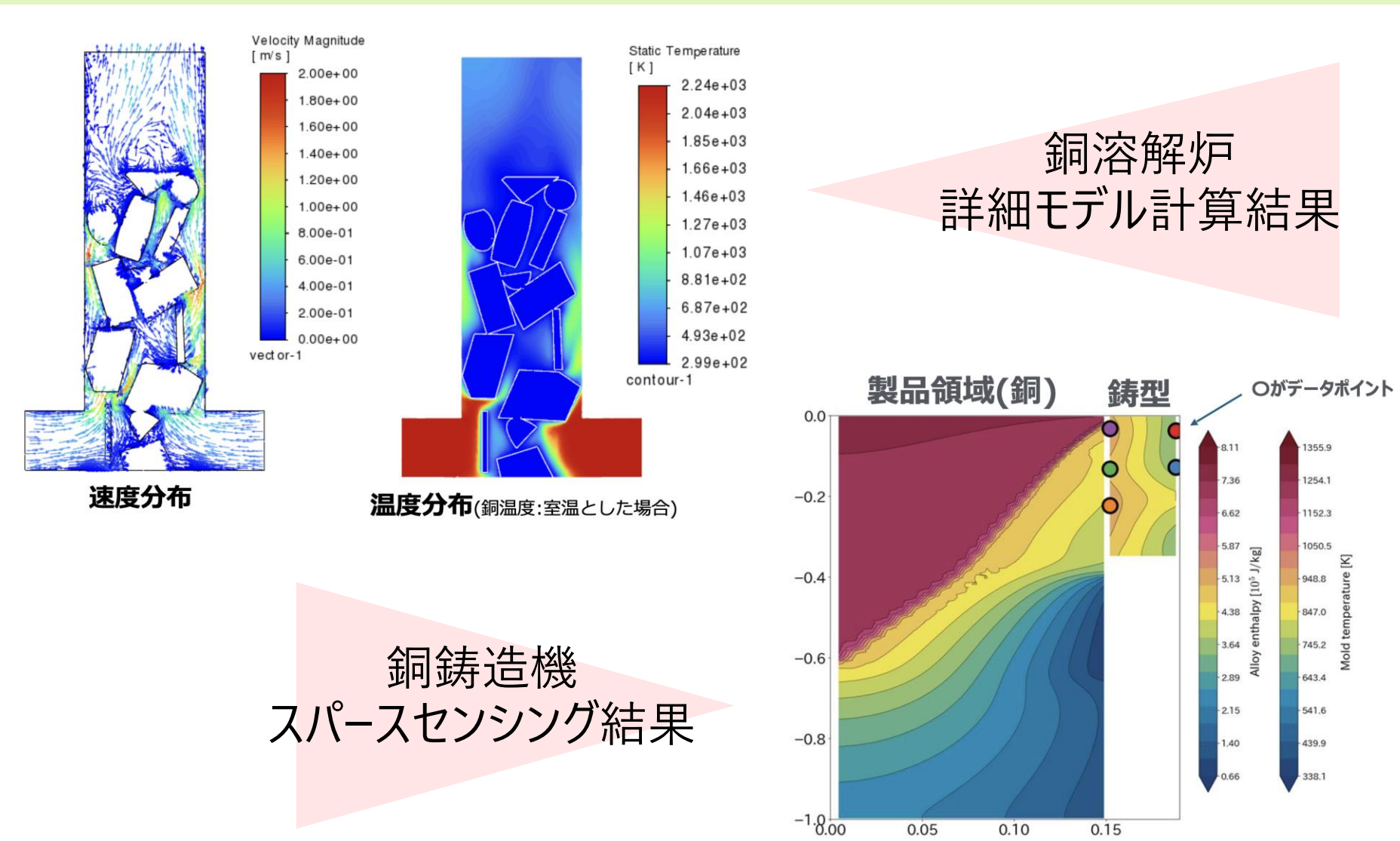
数値計算データへのデータ駆動型スパースセンシング適用結果



研究項目 2. 製造加熱プロセス・デジタルツイン基幹モデル開発

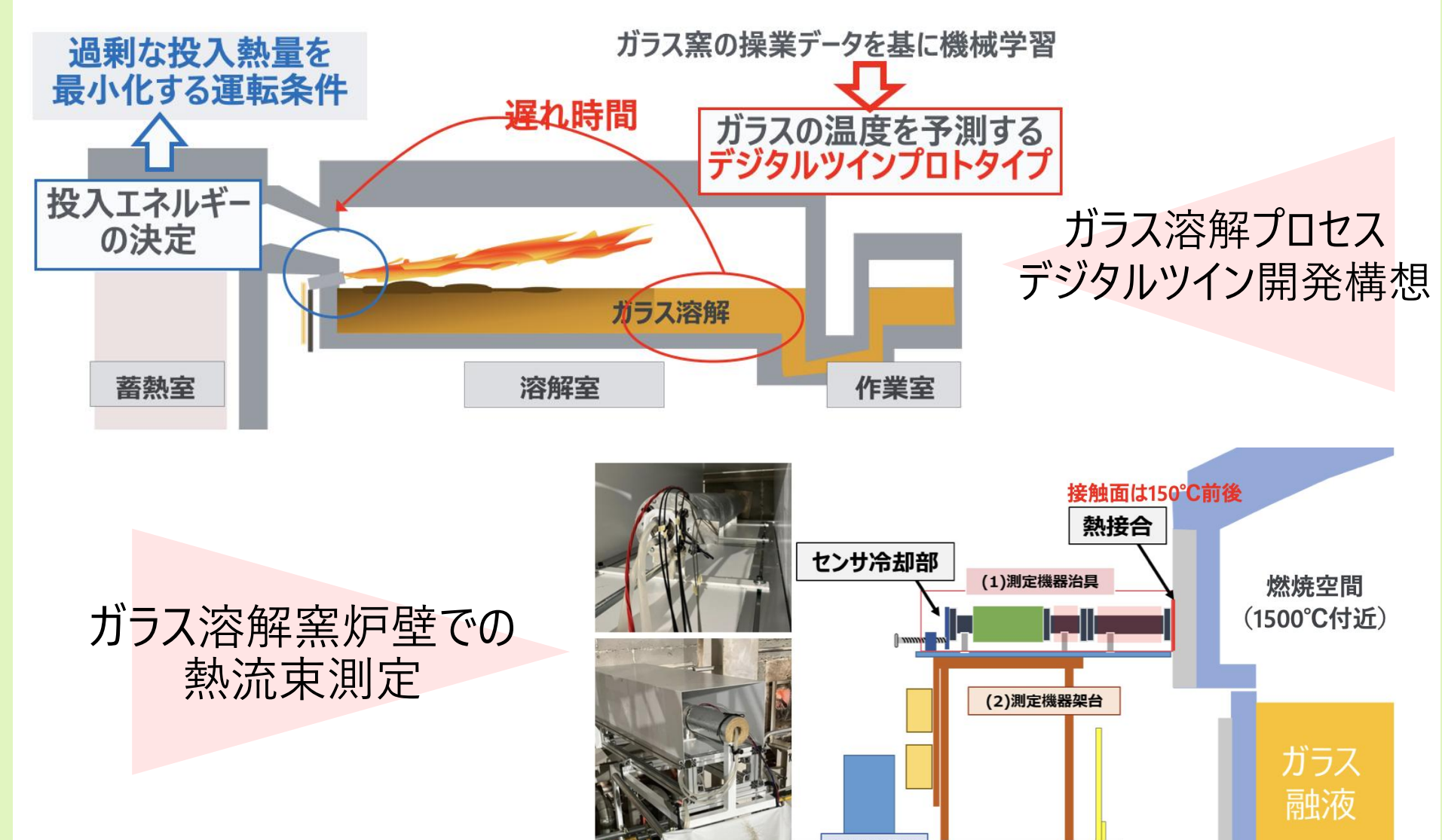
2-1. 銅鑄造プロセスにおけるモデル開発

銅溶解炉加熱プロセス全構成要素連動によるプロセス運転条件最適化及び総投入熱量最小化を実現するためのデジタルツインモデル基盤技術開発に取り組んだ。



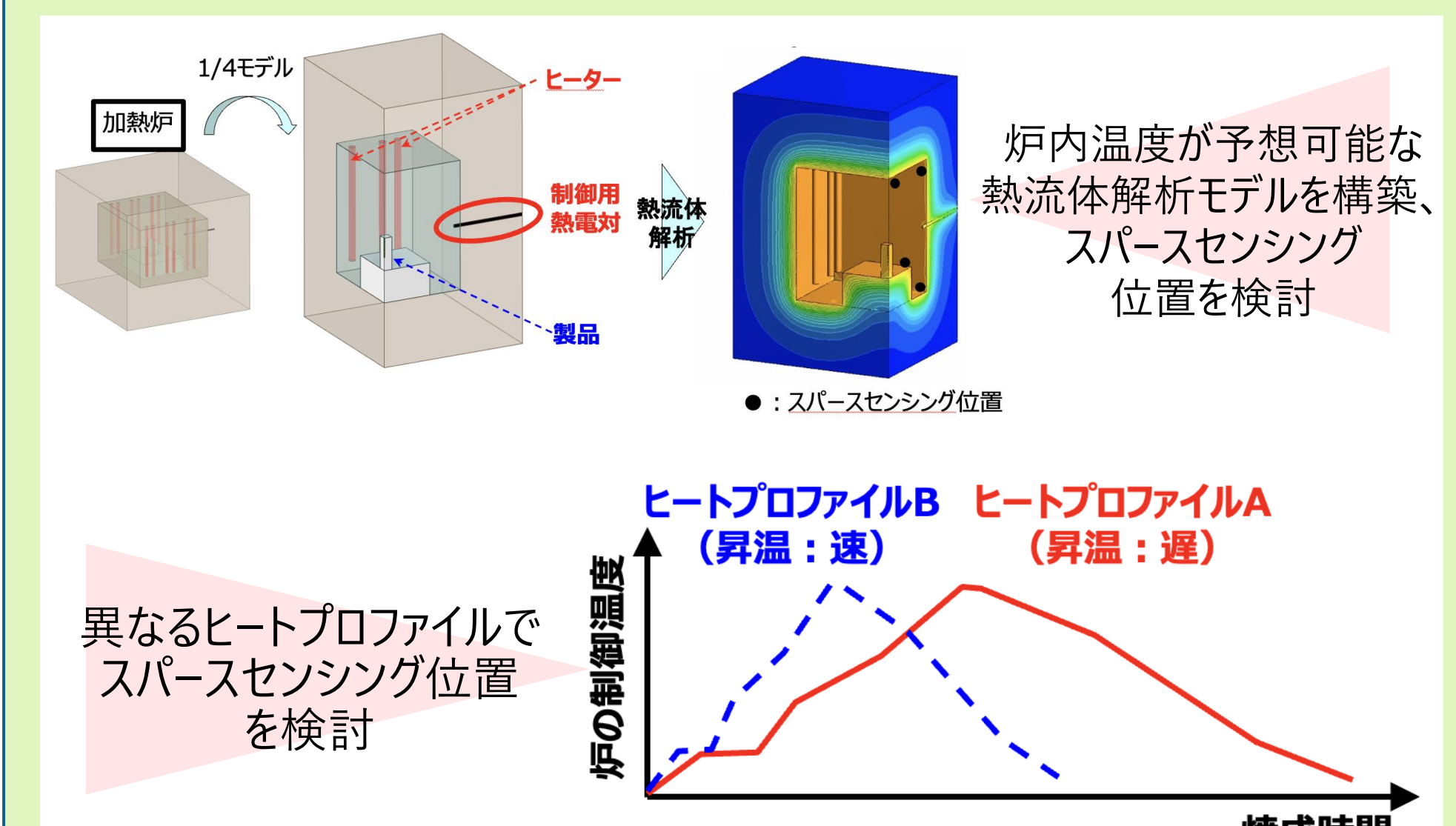
2-2. ガラス溶解プロセスにおけるモデル開発

ガラス溶解プロセスにおいて、ガラスびん品質を維持しつつ溶解炉温度管理の最適運転を実現するデジタルツインモデル開発に取り組んだ。



2-3. セラミックス焼成プロセスにおけるモデル開発

セラミックス製造プロセスにおいて過剰にエネルギーを投入している焼成炉を対象として、投入エネルギー量を最小化するための操炉温度プロファイルの最適化技術開発に取り組んだ。



4. 課題と今後の取組

熱計測技術の多様な加熱プロセス環境へのマッチング
製造加熱プロセスデジタルツイン最適化の原理・機能検証

5. 実用化・事業化の見通し

熱流量センサー本体の実用化開発及び多様熱源対応バリエーション開発
複数産業分野の加熱プロセスで計測実装試験およびデジタルツインモデル化