

溶接変形・残留応力解析の大規模高速化はなぜ必要か？



継手レベルしか解析できない
(実用構造物は20万要素以上)

多数の継手を含む実用構造物全体を解析することができる

構造影響、溶接順序の影響、座屈等の全体変形、治具等の効果、多層溶接の影響 等について検討可能になる

適正施工条件の選定、製造コストの削減、製造時間の短縮(試作レス化)に繋がる

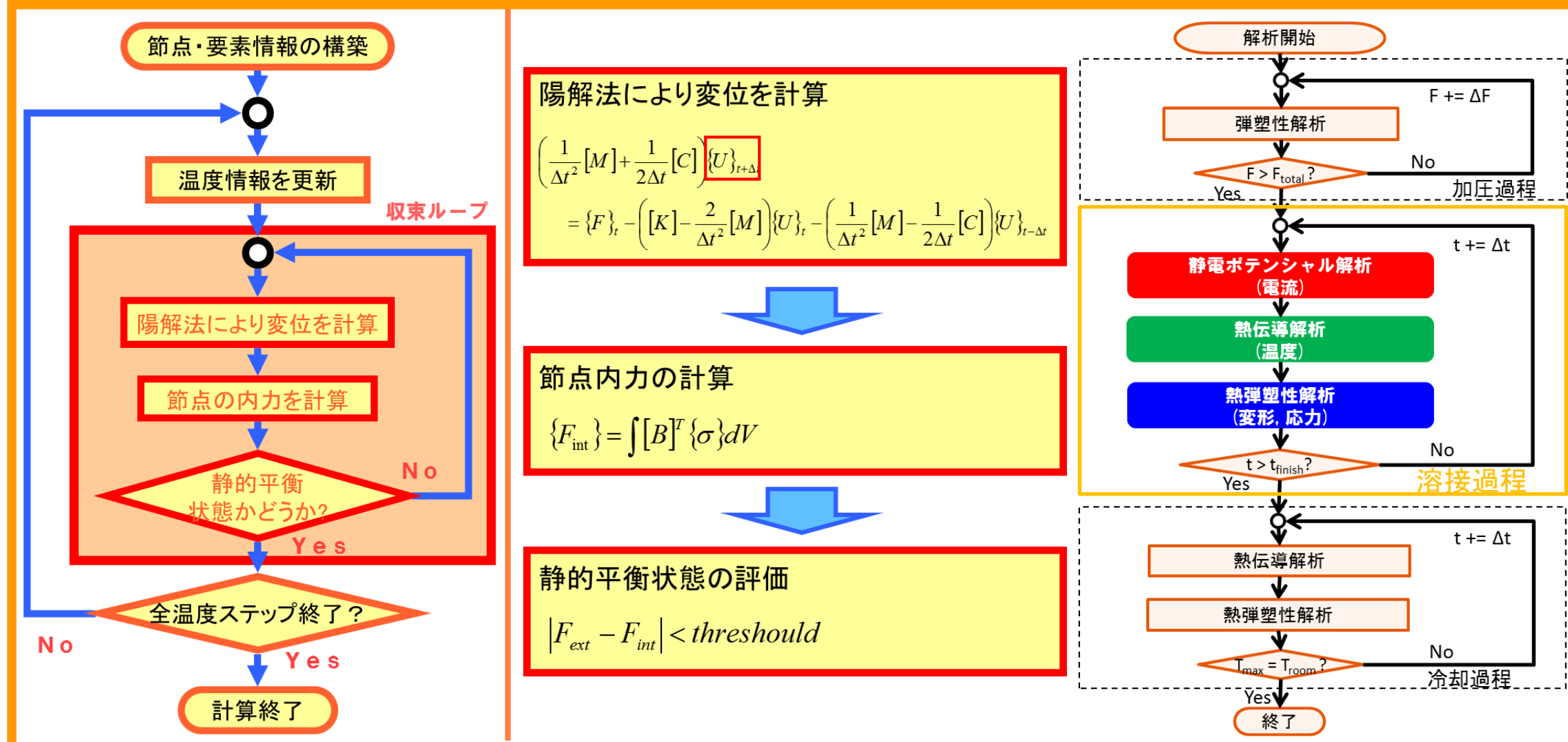
溶接変形・残留応力解析

○基礎理論は非線形FEM熱弾塑性解析法

- ・非線形問題(弾塑性、座屈、割れ、接触、...)
- ・逐次解析(溶接トーチの移動を模擬)
- ・材料定数の温度依存性
- ・溶接線上の要素がかなり細かい
- ・溶接パス数が数十から数百パス
- ・数十万ステップ以上
- ・実用構造物は20万要素以上

溶接力学解析はモノづくりにおいて有用なツールであるが解析速度が遅いのが問題

理想化陽解法FEM



理想化陽解法FEMを用いることで、これまで解析出来なかった大規模問題が解析可能に

溶接変形問題への応用：船体建造時の溶接組立シミュレーション

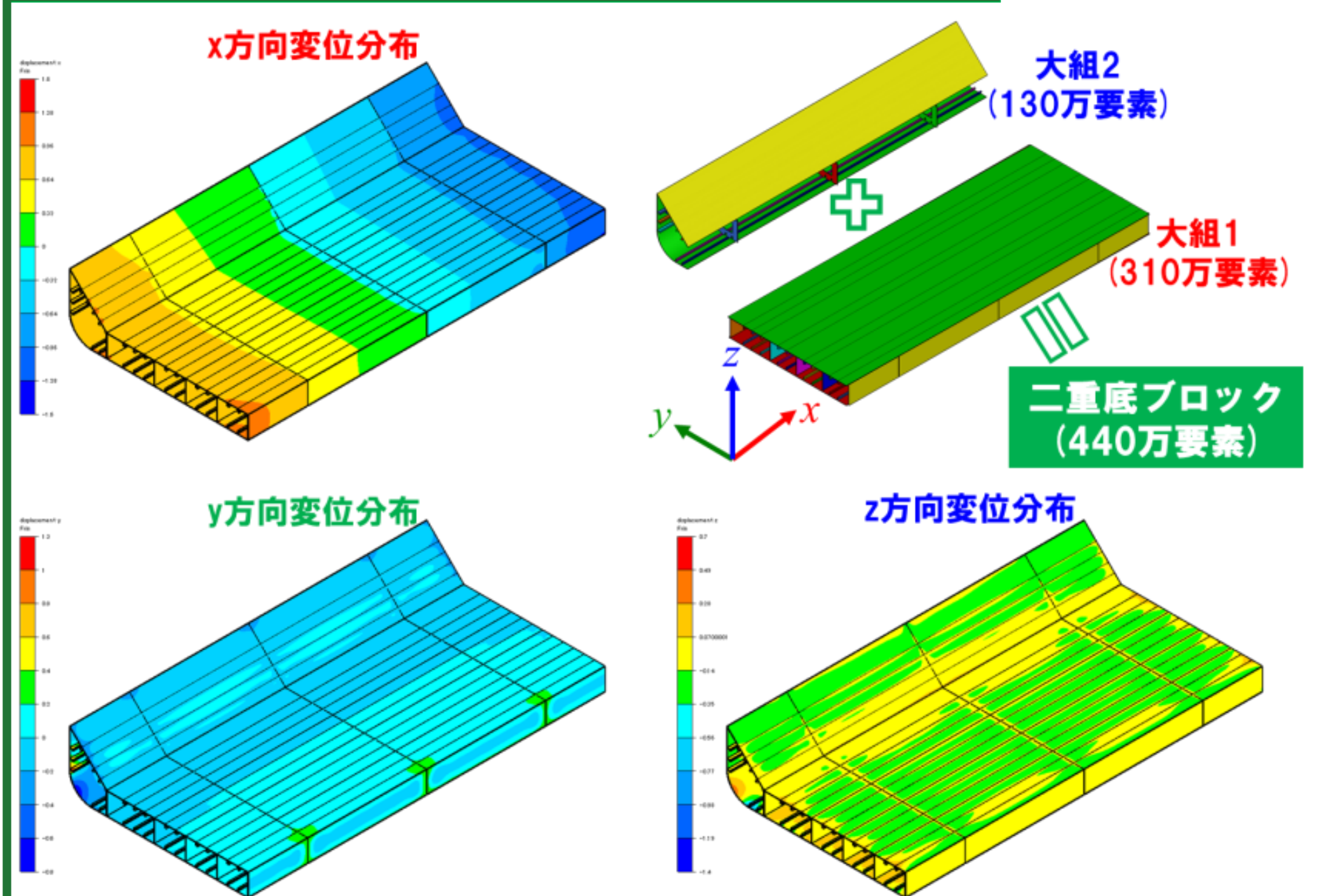
- ・船体二重底ブロックを模擬したモデル
- ・パーツ数：42
- ・溶接線：69本
- ・総節点数：550万 (1650万自由度)
- ・総要素数：440万
- ・総荷重ステップ数：20万



過渡応力分布

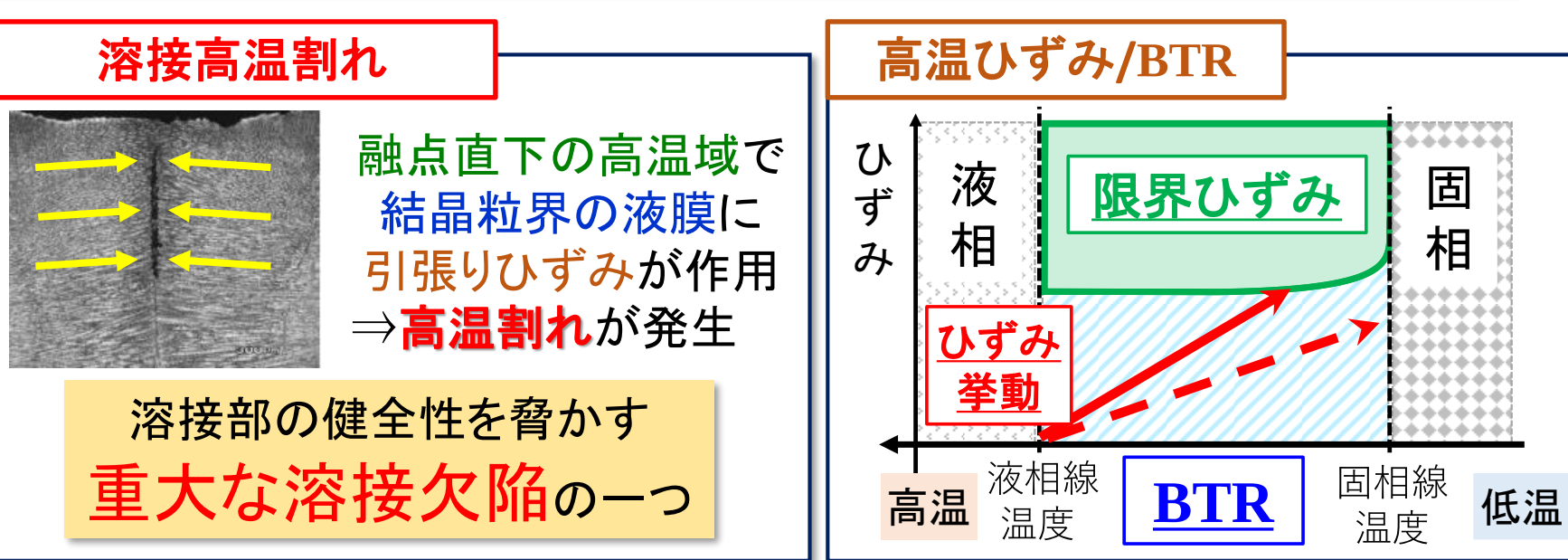
1650万自由度の溶接組立解析が可能

船体建造時の組立変形解析結果

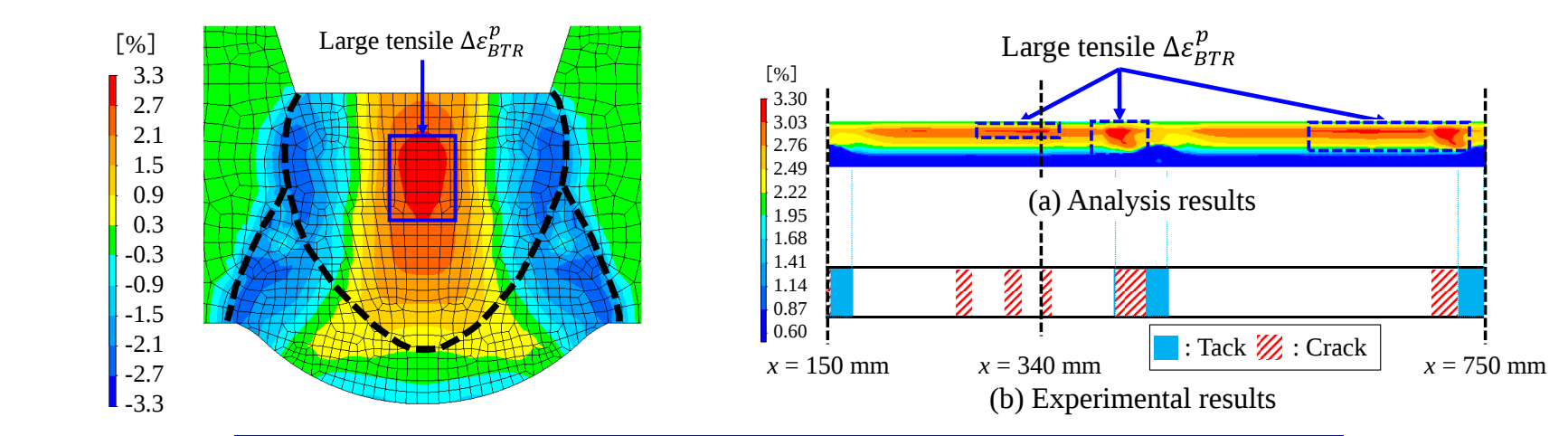


実大構造物の溶接変形・残留応力の解析が可能

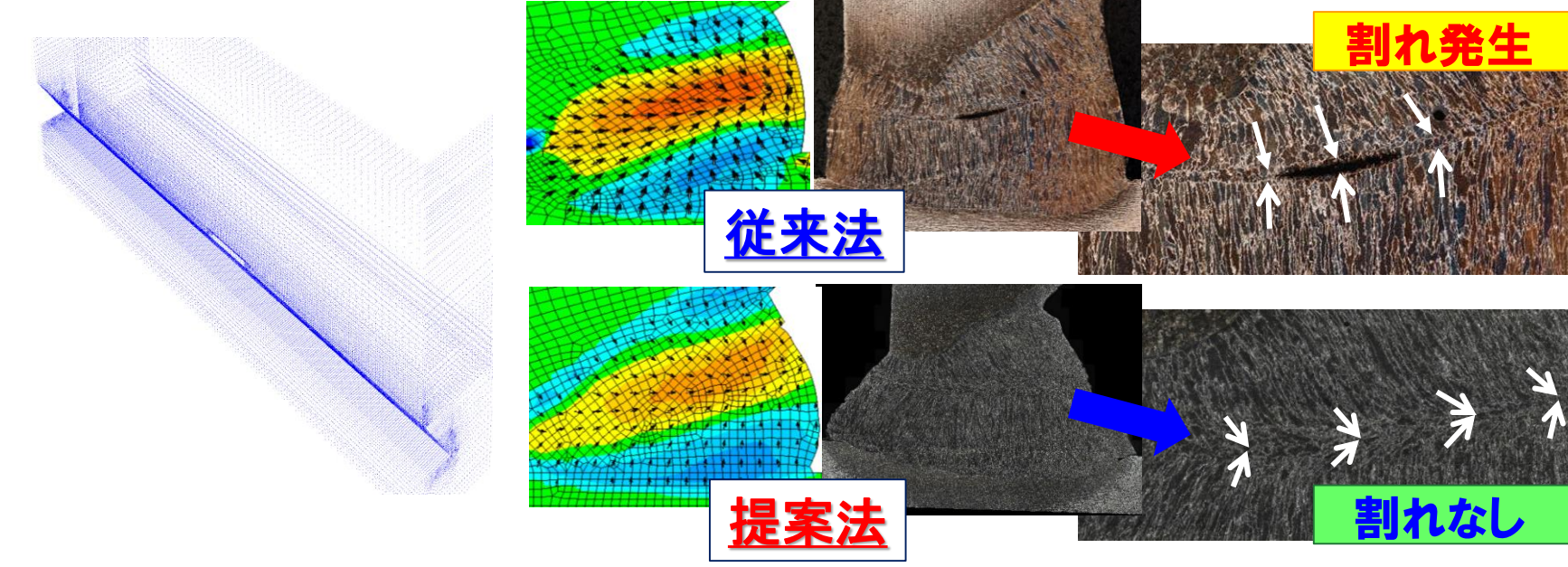
溶接高温割れ問題への応用：溶接高温割れの高精度予測



立体ウィービングによる割れ防止法の提案

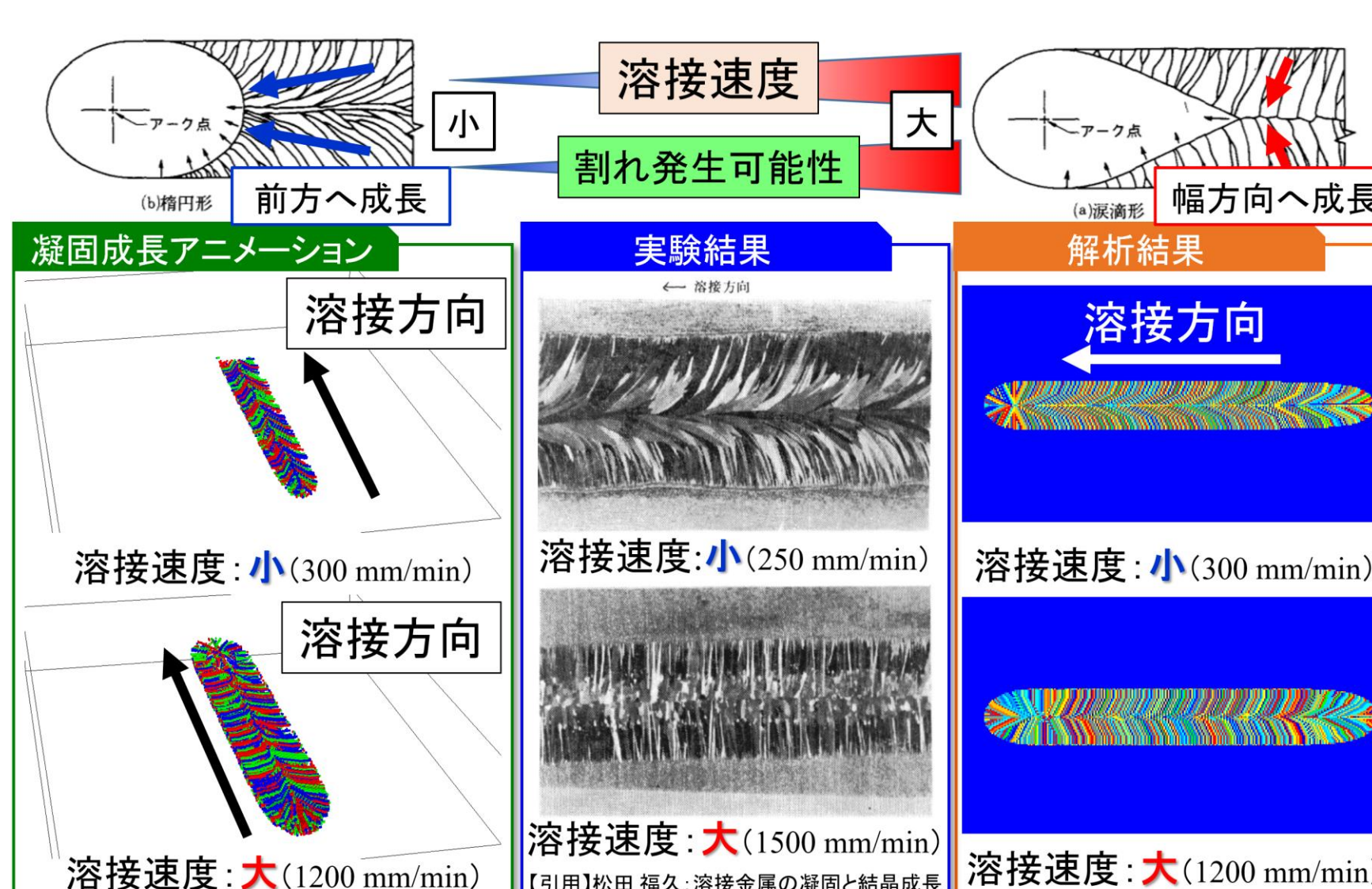


溶接高温割れ発生位置を高精度に予測



立体ウィービングを用いた高温割れ防止法を提案

柱状晶凝固成長簡易解析手法の開発

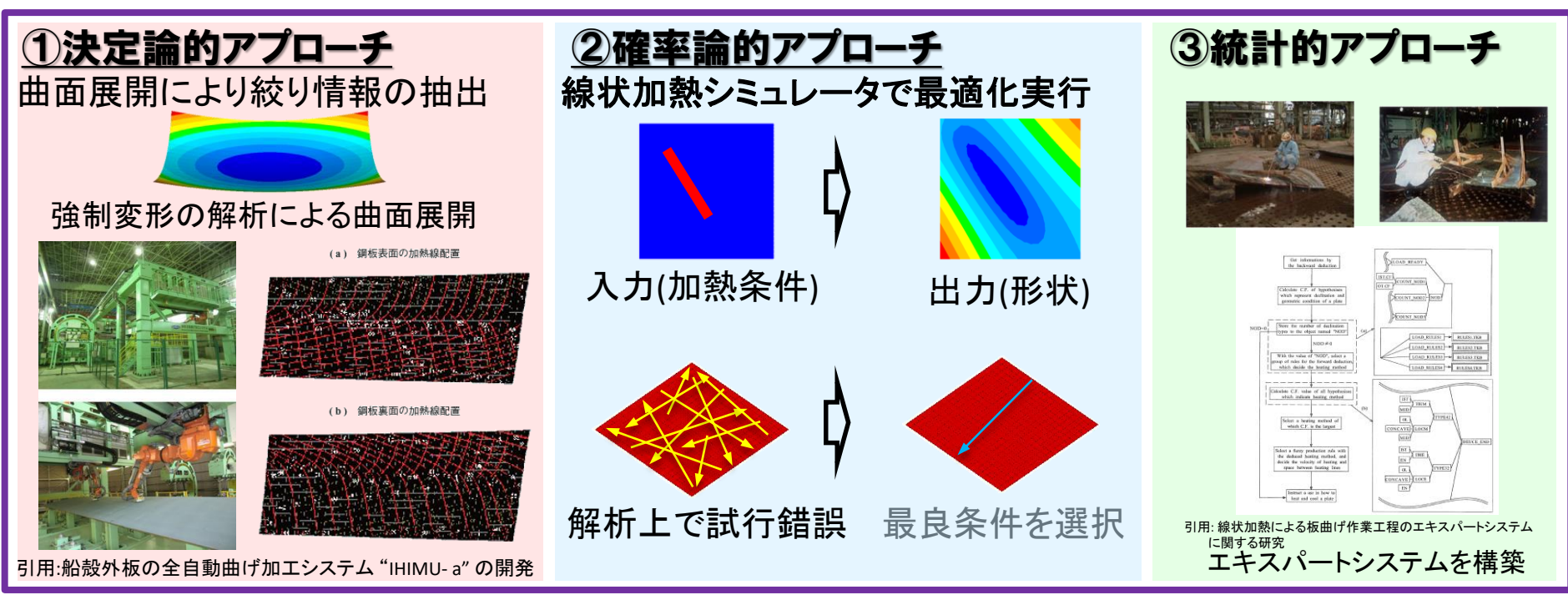
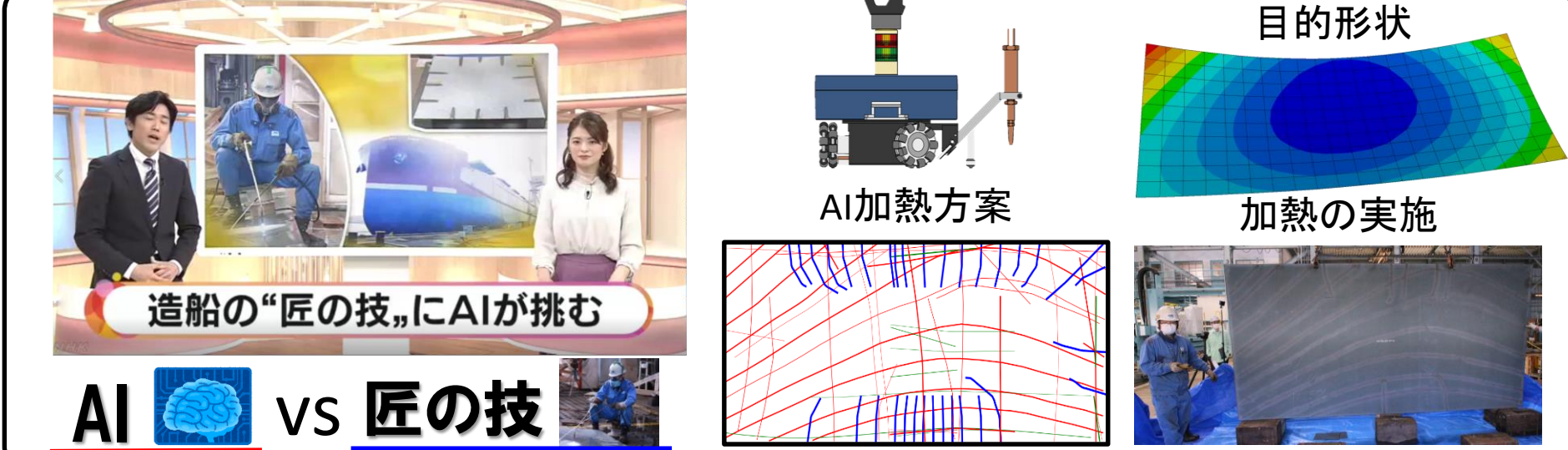


結晶成長解析を基に高温割れ解析の高度化を実現

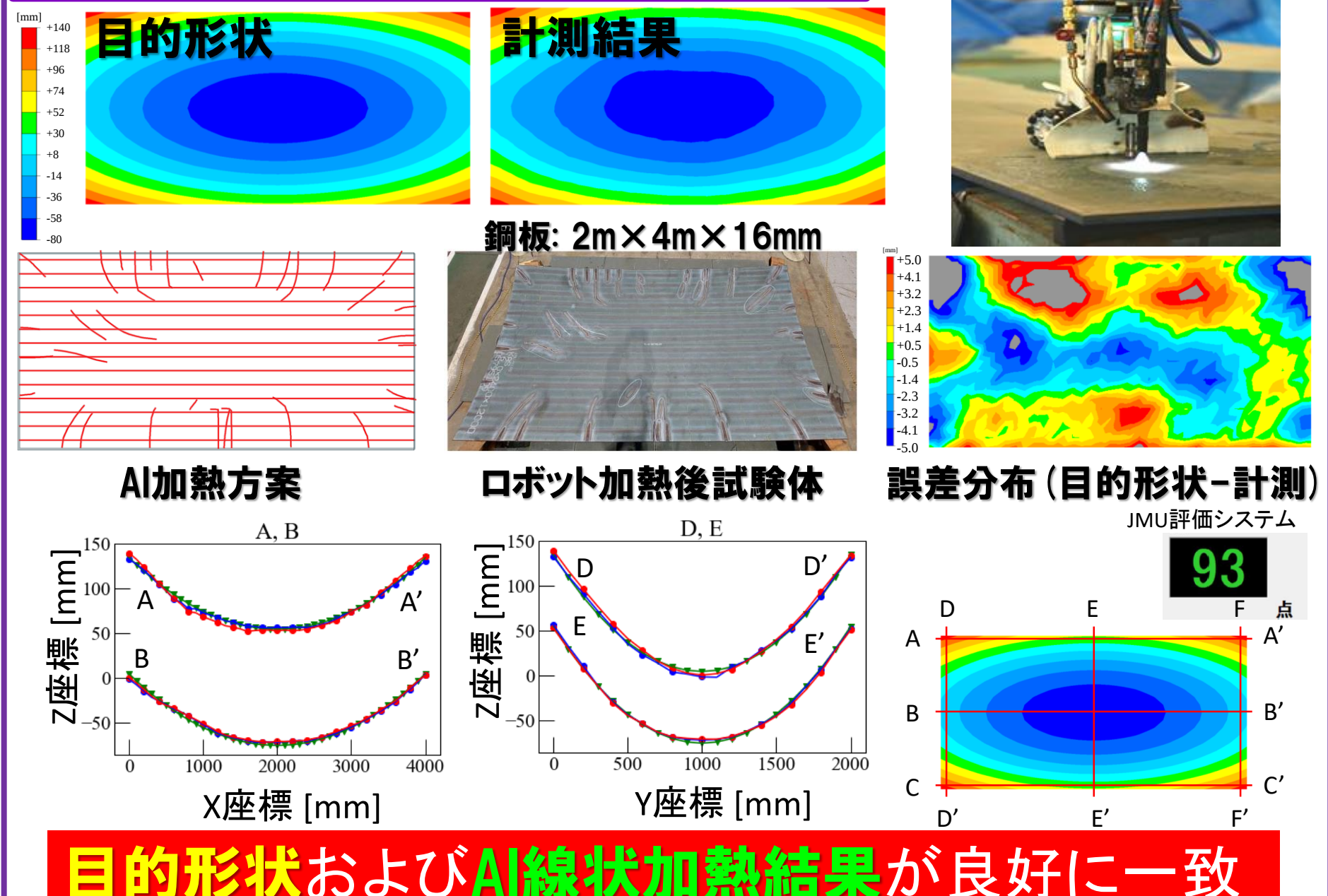
線状加熱問題への応用：AI線状加熱の開発



熟練技能者による作業の問題点：技術習得には10年以上必要、熟練技能者の減少、技術伝承、プレス型なしで非可展面の作成は困難

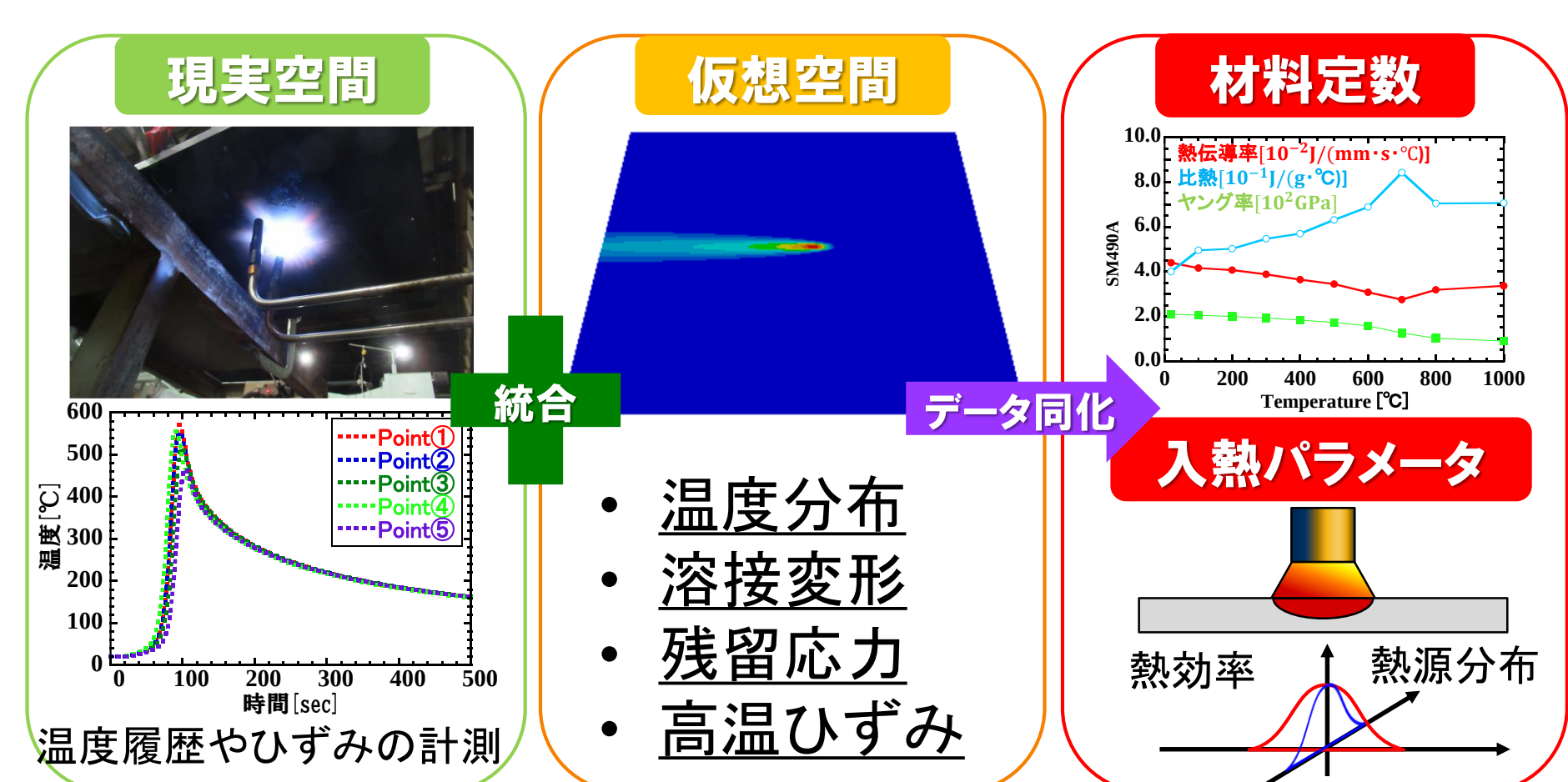


AI線状加熱による変形結果



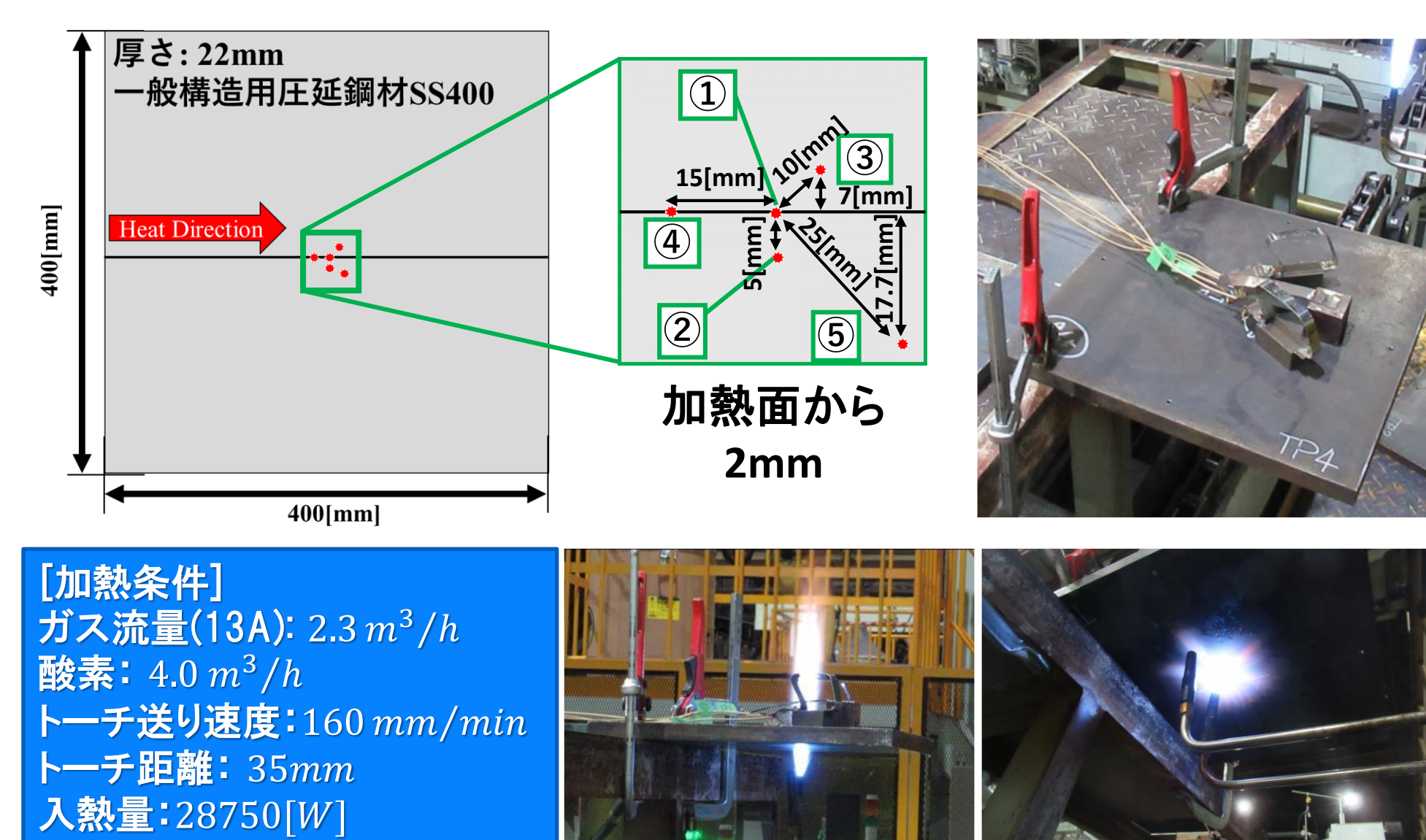
任意の目的形状を得るためのAI加熱方案を得ることができた

デジタルツイン技術への応用



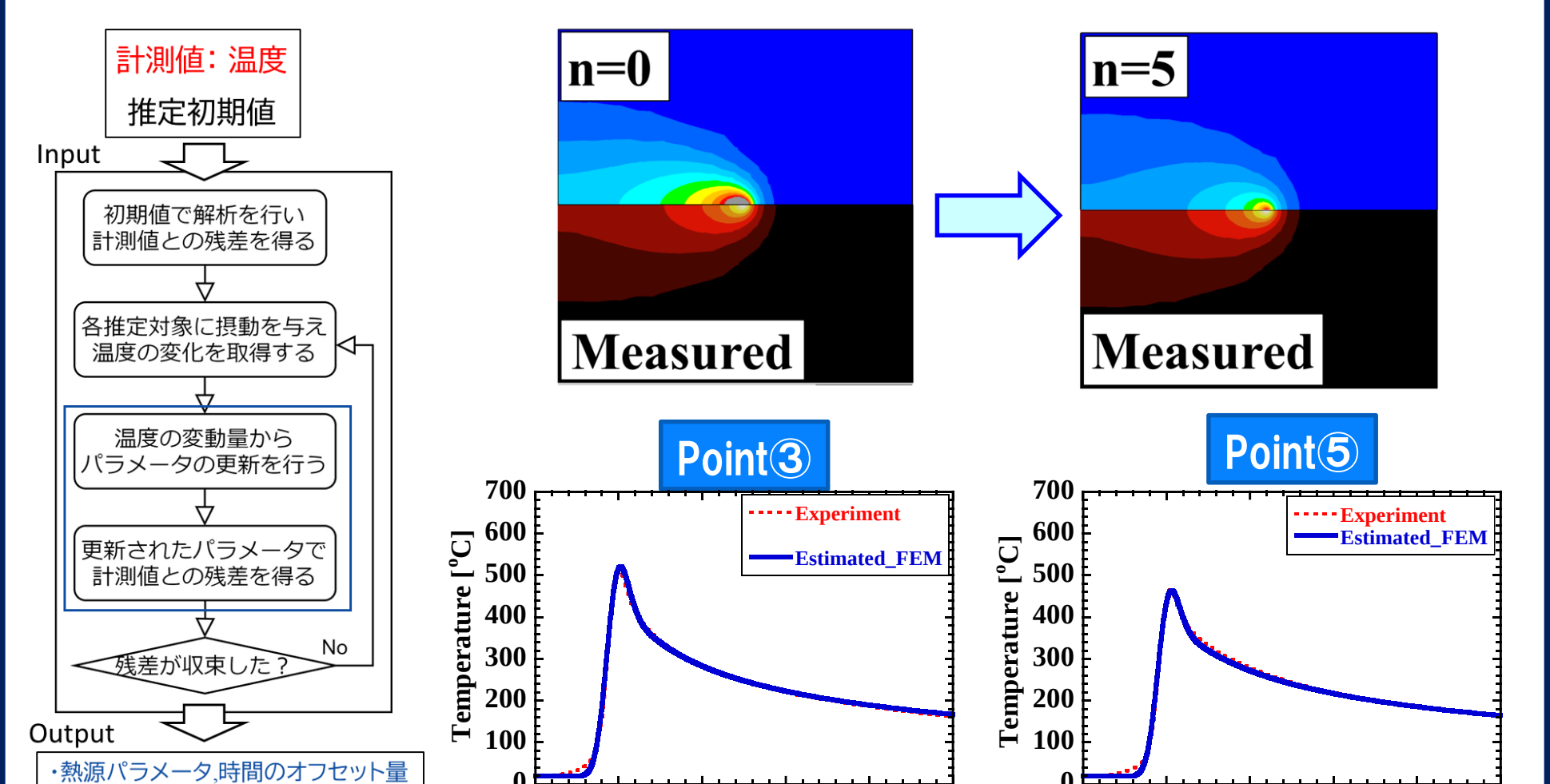
仮想空間上に物理情報を再現

ガス加熱試験



ガス加熱による温度場

熱伝導現象のデジタルツイン結果



・ガス加熱時の温度場を再現可能
・熱伝導パラメータ・材料定数を同定可能

まとめ

本報告では、超高速力学解析手法である「理想化陽解法FEM」を用いた応用事例について紹介した。理想化陽解法FEMを用いることで、実大構造物の詳細な溶接変形・残留応力解析が可能になることが分かった。また、高速解析が必要な、AIの教師データ作成の際、あるいは、データフィードバックが必要なデジタルツイン等においても活用できることを示した。