

# 吉川(暢)研究室

## [マルチスケール固体力学の新展開]

生産技術研究所 革新的シミュレーション研究センター

Center for Research on Innovative Simulation Software

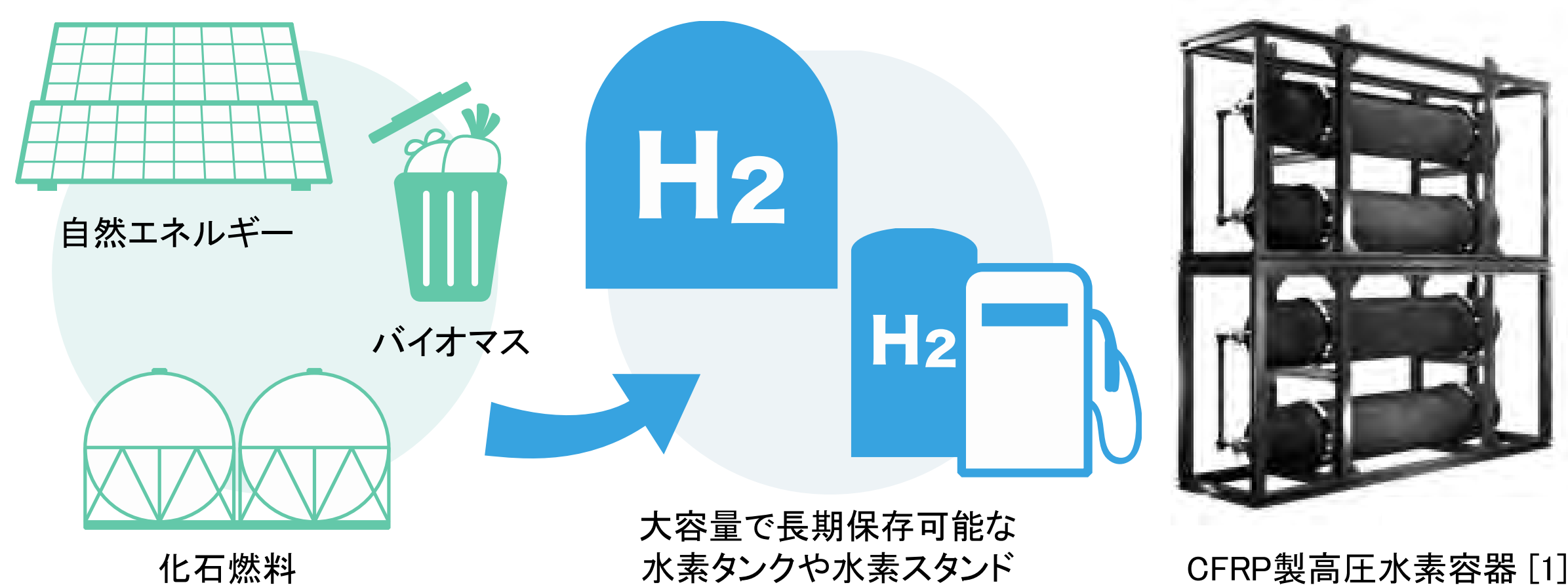
マルチスケール固体力学

機械工学専攻

<http://www.young.iis.u-tokyo.ac.jp>

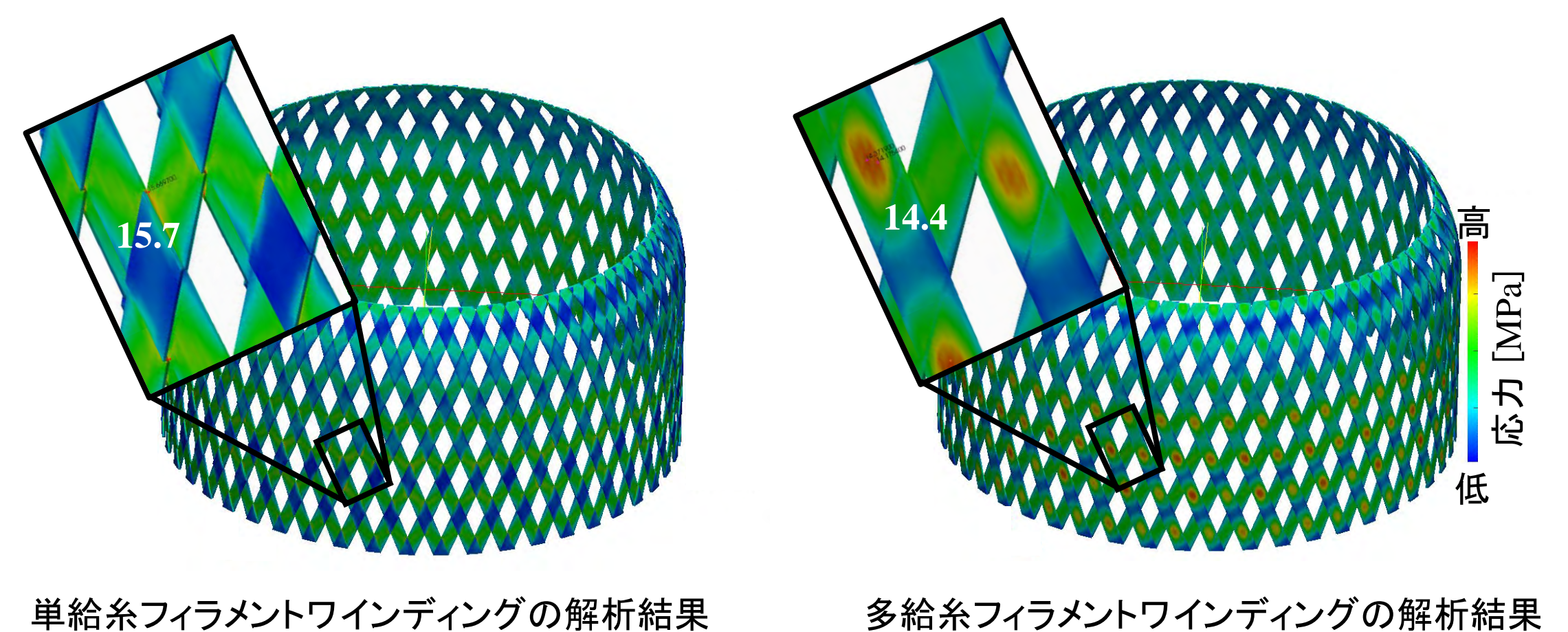
### 水素社会を推進するための高圧水素容器開発

水素社会の実現に向けて、高圧水素マネジメントを支える、大容量高圧水素容器の開発が不可欠である。軽量性と長期信頼性を両立する炭素繊維強化プラスチック(Carbon Fiber Reinforced Plastics, CFRP)製容器の開発を推進している。信頼性を確保するために、マルチスケールシミュレーションに基づいた限界強度設計法の研究を実施している。



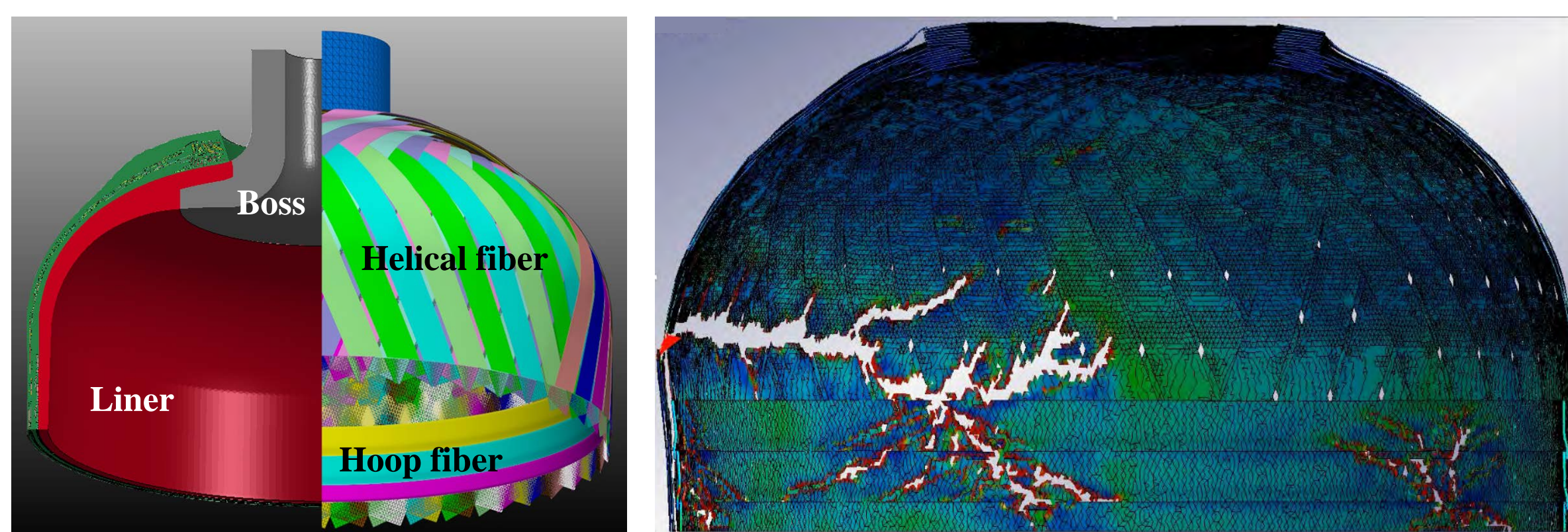
### 多給糸フィラメントワインディング法の優位性実証<sup>†</sup>

CFRP製高圧水素容器はフィラメントワインディング(FW)法により製造される。従来の単給糸FW法は、繊維束の交差部に応力が集中し、強度の向上に限界があった。そこで、100本程度の繊維束を同時に、交差することなく巻きつける多給糸FW法を開発し、優位性をシミュレーションにより明らかにし、あわせて、シミュレーションに基づいた多給糸FW法のための最適設計手法を構築している。



### CFRP製高圧水素容器の衝撃損傷評価

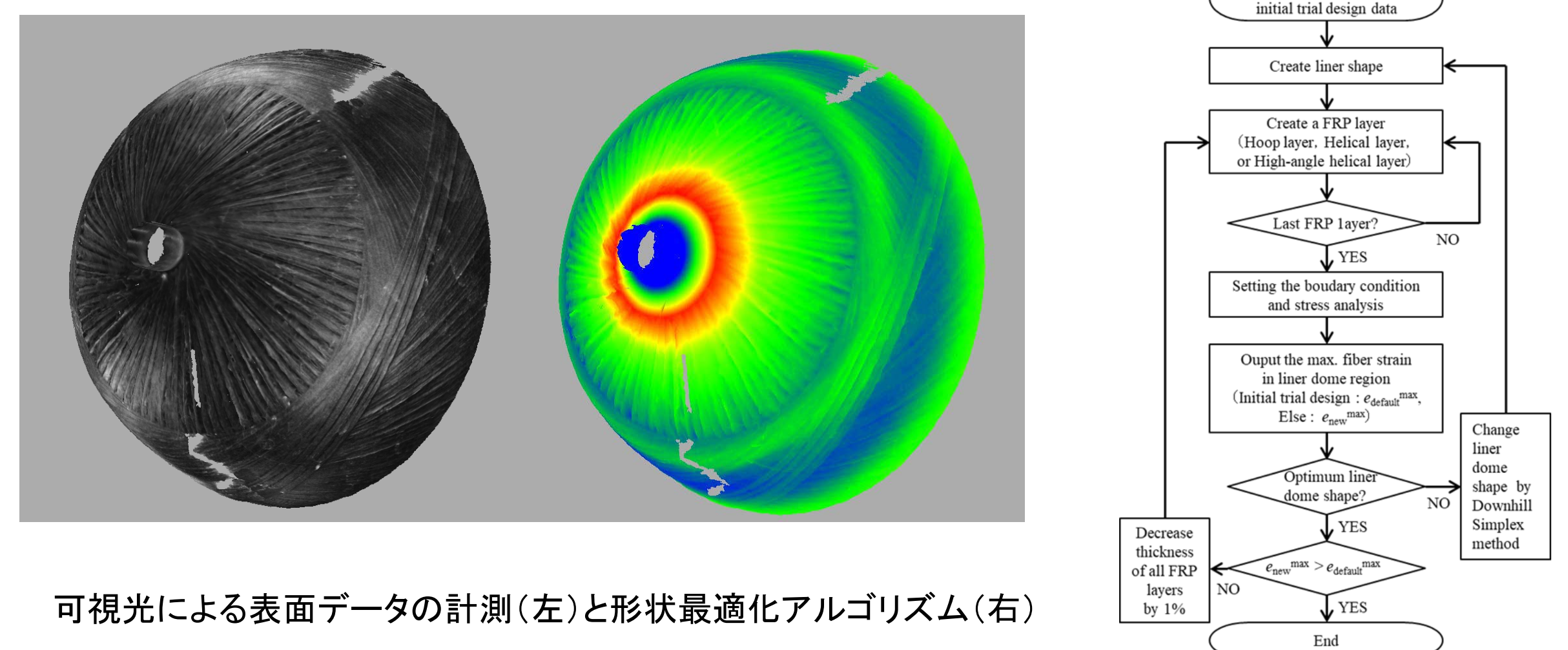
燃料電池自動車用CFRP高圧水素容器は、その使用環境から高い信頼性が求められる。その確保のため長時間を要するシリーズ試験が課されている。その合理化のため、落下により発生する衝撃損傷評価手法を、炭素繊維束と樹脂を区分するメソスケールシミュレーションに基づき開発している。



Type IV 高圧水素容器のメソスケールモデル(左)と衝撃解析の結果(右:繊維方向ひずみ)

### CFRP製高圧水素容器のモデリングと形状最適化<sup>†</sup>

FW成形した高圧水素容器の実形状に基づいた数値解析が可能となるように、表面形状データを取得し有限要素モデルに導入するソフトウェアを開発した。容器のドーム形状とフィラメントのワインディング経路の数理表現モデルを提案し、高圧水素容器の形状最適化アルゴリズムを構築した。

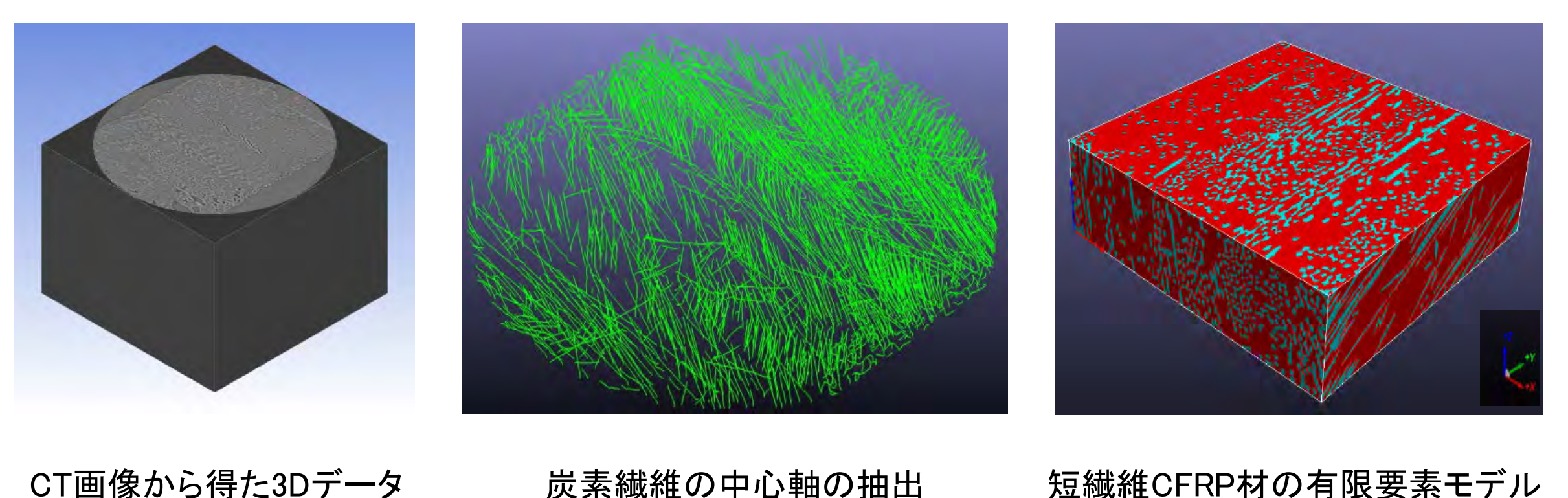
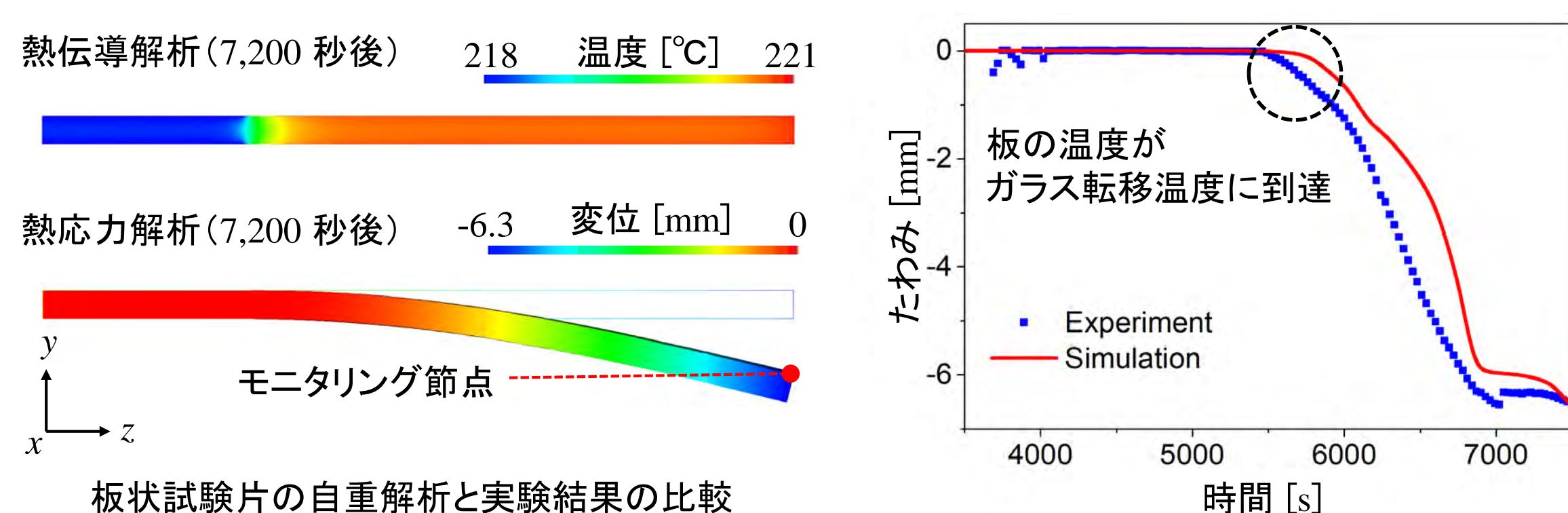


### 熱可塑性CFRP製造シミュレータの開発<sup>††</sup>

CFRPは、熱硬化性と熱可塑性に大別される。量産性の観点から熱可塑性CFRPの活用に期待が高まっている。プレス成形時の温度むらにより残留ひずみや繊維配向不正の初期欠陥が発生する。構造物の高信頼性を実現するため、それら初期欠陥を評価可能な熱可塑性CFRP製造シミュレータを開発している。

### 短繊維熱可塑性CFRPの強度モデル構築<sup>†††</sup>

短繊維熱可塑性CFRPは、射出成形やプレス成形が可能なることから、複雑形状製品の低コスト化に貢献すると期待されている。一方、炭素繊維の密度と方向が不規則に分布するため、成形後の強度予測が困難であった。問題解決のため、実態に即して炭素繊維と樹脂を明確に区分するミクロスケールモデルを作成する手法を開発した。ミクロスケールシミュレーションにより非線形破壊を統計的に取り扱う強度モデルの構築を行っている。



[1] サムテック株式会社, <http://www.samtech.co.jp>, 2018/4/28 inspected. † 本研究は、NEDOより委託を受けて帝人株式会社及び村田機械株式会社との共同研究により実施したものです。  
†† 本研究は、文部科学省プロジェクト「ポスト「京」重点課題8「近未来型ものづくりを先導する革新的設計・製造プロセスの開発」」において実施したものです。††† 本研究は、新構造材料技術組合からの助成を受けて実施したものです。