

大規模シミュレーションによる 原子炉内複雑熱流動挙動 予測に関する研究

高瀬和之（日本原子力研究開発機構）

平成19年度 地球シミュレータ利用報告会

平成19年1月12日（土）

目的

- 1) Design by Analysisの実現を目指して、大規模シミュレーションを利用した新しい原子炉熱設計手法を開発する
- 2) 原子炉内で起こる複雑な二相流挙動を大規模シミュレーションによって明らかにする
- 3) 原子炉開発における実験への依存度を低減し、効率的な炉心熱設計を達成する

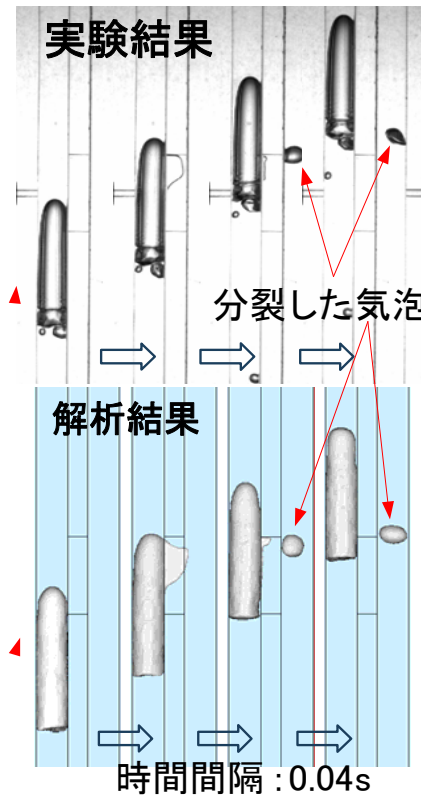
平成18年度までの研究実績

研究実績

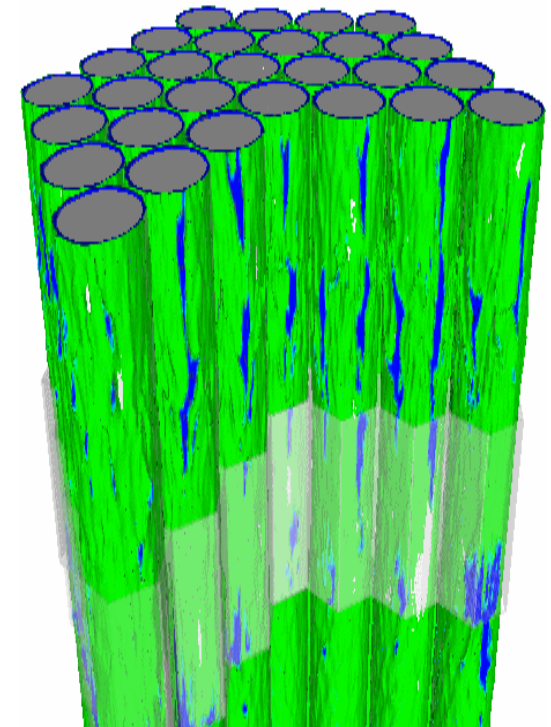
- ・気液界面を高精度で再現できる新しい原子炉熱設計手法の開発
- ・従来の原子炉熱設計手法の改良と高精度化
- ・炉心体系を模擬した大規模二相流シミュレーションの実現

達成項目

- ・気泡流、液膜流等の原子炉内二相流挙動の詳細解析に世界で初めて成功



流路間を移行する気泡の挙動



ここで、青は水、緑は気液の界面 (ポイド率0.5)を表している。

稠密燃料集合体内の二相流挙動

国内外をリードする大規模詳細二相流解析技術の開発に対して学会賞を受賞
日本原子力学会 部会賞(2005)、日本原子力学会 論文賞(2006)
日本機械学会 部門表彰(2007)

平成19年度の研究内容

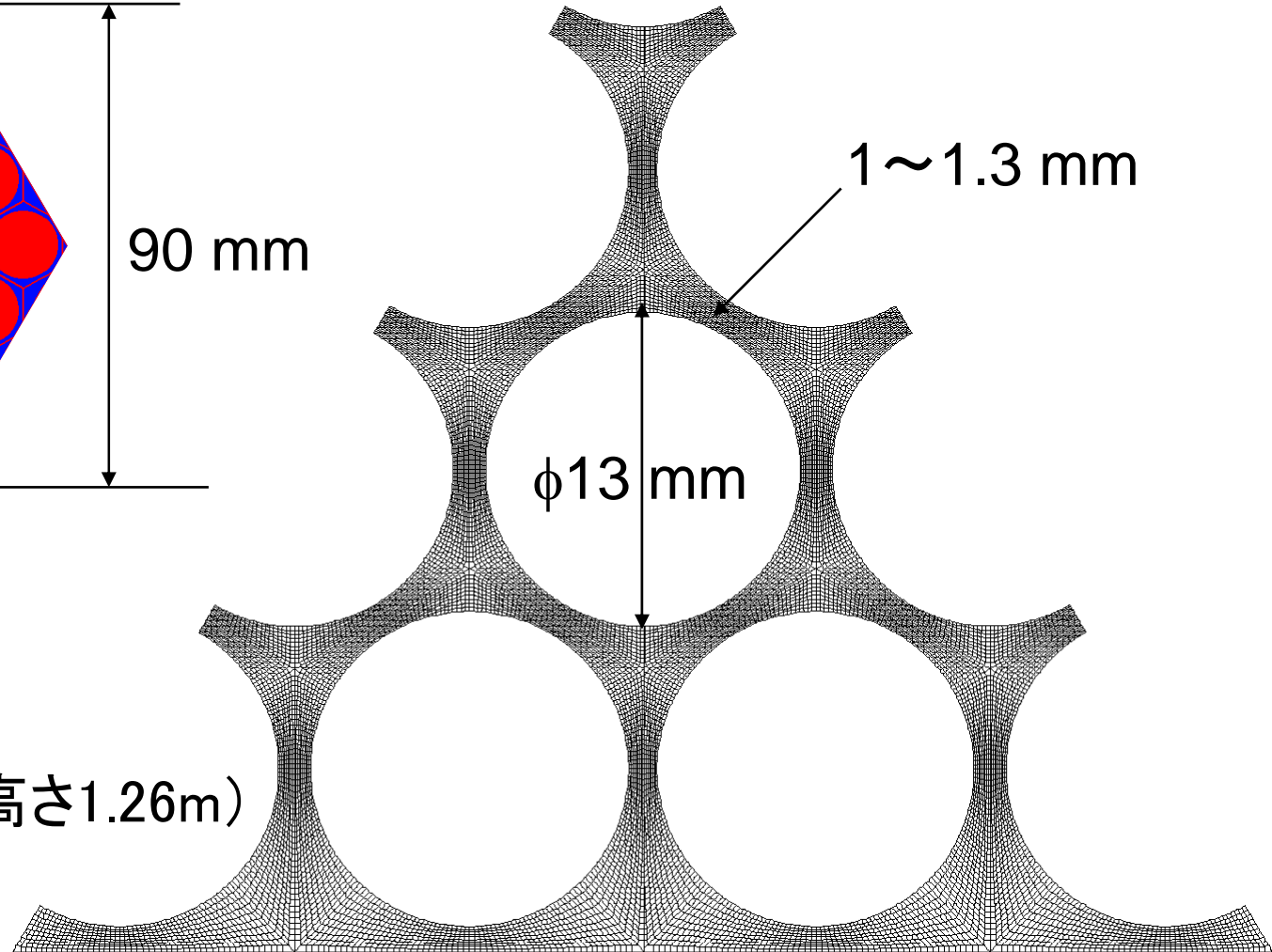
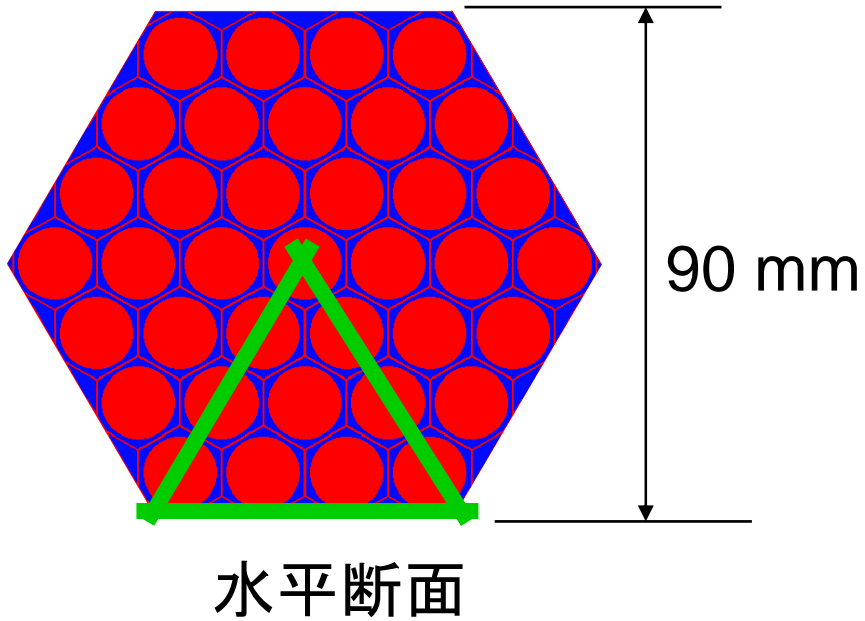
研究内容

原子炉燃料集合体内の水-蒸気沸騰二相流に関する大規模シミュレーションを実施し、結果の妥当性を検証する。

成果

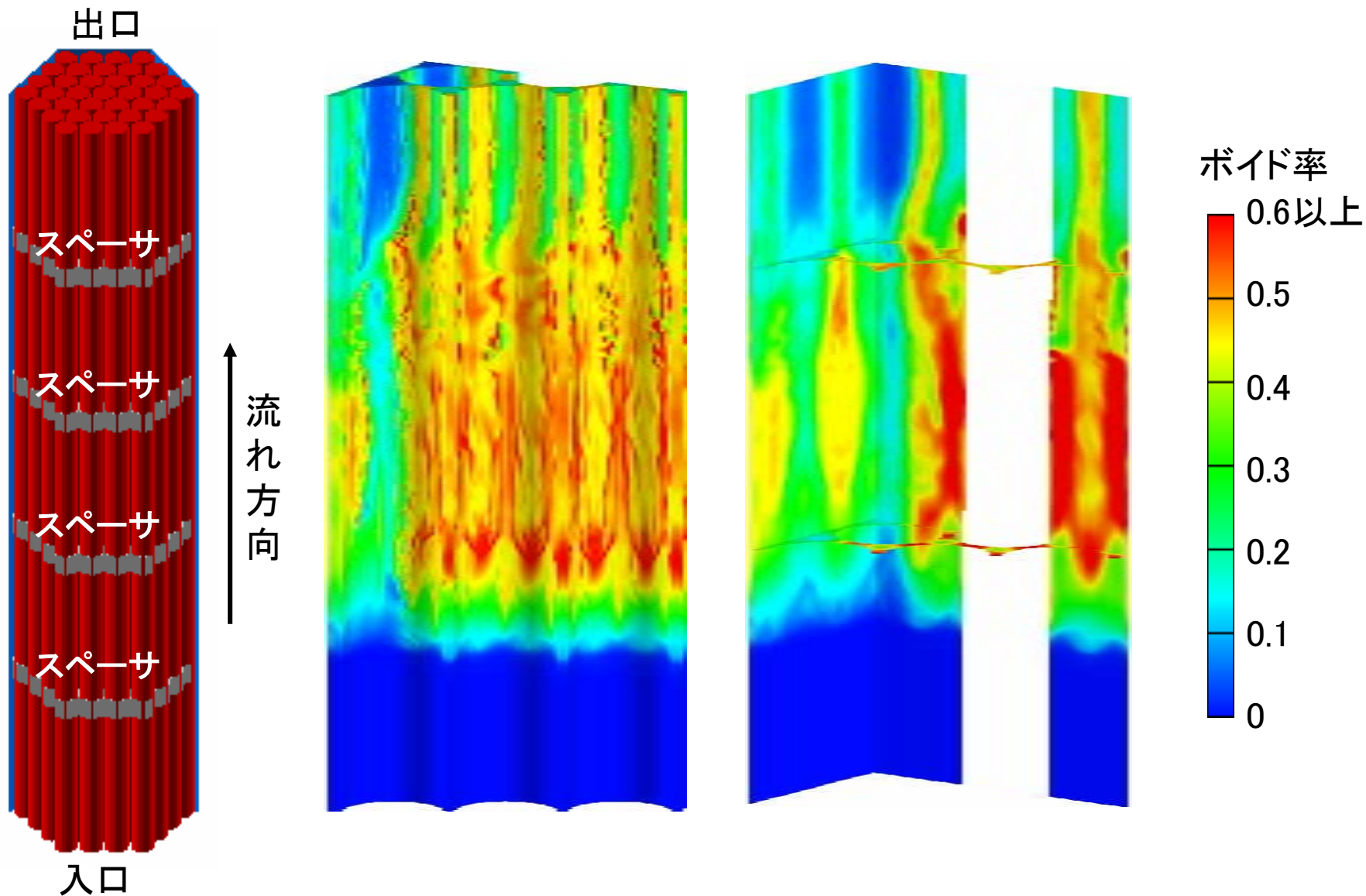
炉心出力分布に依存する燃料集合体内沸騰二相流挙動の定量予測に成功し、シミュレーションを主体とする原子炉熱設計手法開発を大きく前進できた。

解析体系

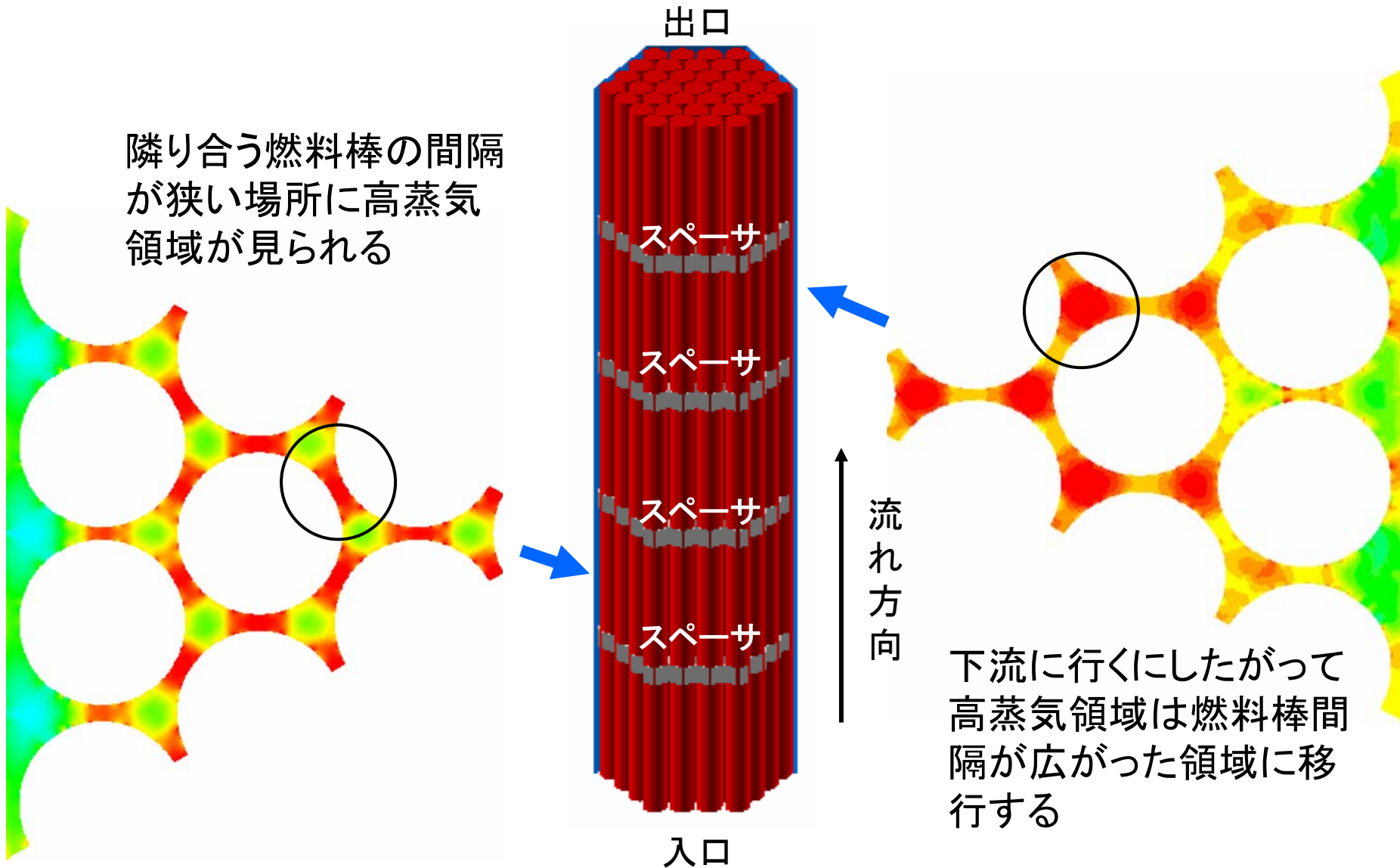


水平方向: 1/6領域
流れ方向: 実寸大 (高さ1.26m)

水と蒸気の3次元分布予測結果

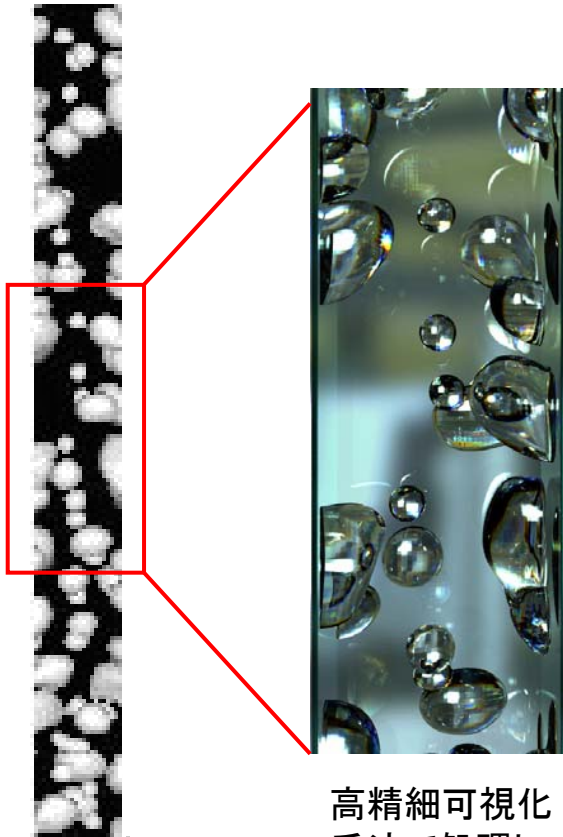


チャンネル間を移行する蒸気挙動 の形状依存性を発見



高精細可視化による検証

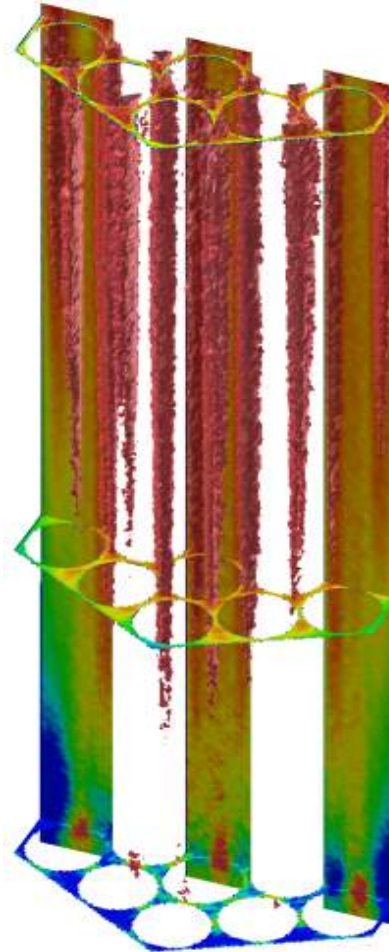
気泡流解析結果



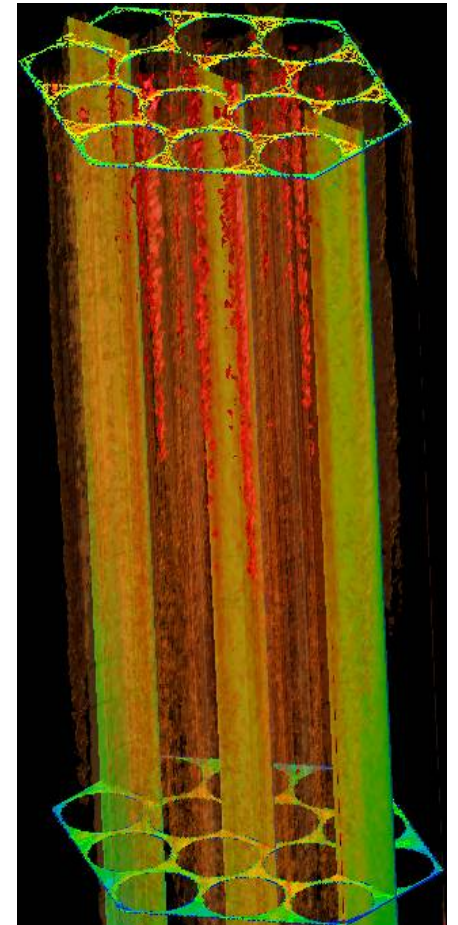
市販の可視化ソフトウェアによる結果

高精細可視化手法で処理した結果

燃料集合体内水-蒸気3次元分布



解析結果



計測結果

今年度の達成事項と今後の課題

- 炉心出力分布に依存する燃料集合体内の沸騰二相流挙動の定量予測に成功
- 最適設計に重要であるチャンネル間を移行する蒸気挙動の形状依存性を発見
- シミュレーションを主体とする原子炉熱設計手法の開発を大きく前進
- 今後の課題として、炉心体系への拡張、開発した手法の総合評価、最適設計の可能性評価など