

# 大規模粒子法による大型クルーズ船の浸水解析

共同研究拠点: 東京工業大学 共同研究分野: 超大規模数値計算系応用分野



## 研究の背景・目的 -なぜ本研究が必要か-

海上に浮かぶ巨大な閉鎖空間といえる船舶において、衝突や座礁により船内への浸水が生じた場合の安全性向上や効率的な避難誘導は重要な課題であるが、従来の技術開発はその大半が基礎研究レベルに留まっている。これは、想定される様々な損傷シナリオに対して、浸水状況を正確に予測することが困難であり、安全向上策の評価が容易ではないことが挙げられる。

こうした状況を打破すべく、本研究では粒子法による浸水計算をコア技術とした損傷船舶の浸水シミュレーションについて、GPUスパコン上での大規模並列計算を実行可能とすることで飛躍的な高速化を図り、複雑な船内区画を有する大型クルーズ船への適用を実現する。これにより、船内浸水状況の経時変化を明らかにし、船舶の損傷時安全性向上の検討に資する数値シミュレーションとして確立する。

## 粒子法をコア技術とする損傷船舶の浸水シミュレーション -どのような技術を使うのか-

### 1) 計算領域分割法

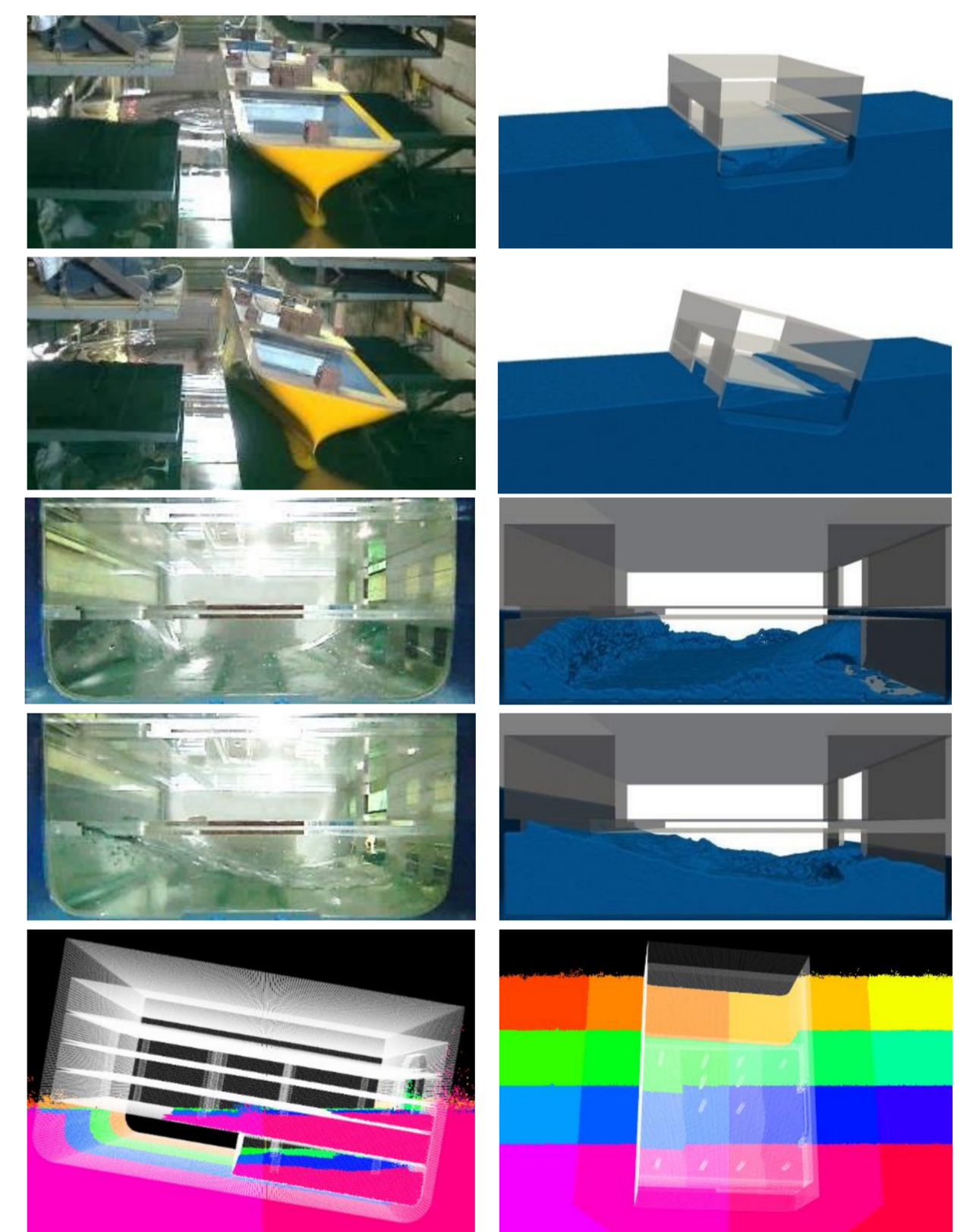
損傷破孔の位置・大きさによって流入速度や浸水経路が大きく異なるため、その都度計算格子の変更を要する解法は不向きである。また、船体の急激な傾斜やダウンフラッディングなどの強非線形自由表面流れを取り扱う必要性から、粒子法は有力な解法となる。ただし、粒子法による全船解析は非効率であるため、計算領域分割を行い、複雑な浸水が生じる損傷部のみを粒子法により、その他の非損傷部はポテンシャル理論により流場を計算して流体力を得る。

### 2) GPUスパコンを用いた大規模粒子法

複雑な船内構造を有するクルーズ船の浸水状況を解析するためには、外部領域を含めて一億超の粒子が必要となる。現在までに、陽的MPS法にもとづく浸水解析コードをハイブリッド並列計算に最適なコードへと拡張し、TSUBAME3.0上において、4200万粒子を用いた水密区画への浸水計算が問題なく行えることは確認済みであり、一億程度の粒子を用いた浸水解析に向けて大きな障害は見られない。

### 3) 鏡面壁境界と壁粒子自動生成

クルーズ船の船内は複数のデッキに分かれており、薄板に対する水粒子の貫通防止が重要となる。鏡面粒子の動的な生成・配置を行う鏡面壁境界の導入がこの問題の解決に有効であり、さらに初期データとして用意する壁粒子は粗密の制約を受けないため、STLデータからの壁粒子の自動生成が可能となり、移動を伴う複雑形状を対象とした場合でも前処理に要する手間は少ない。



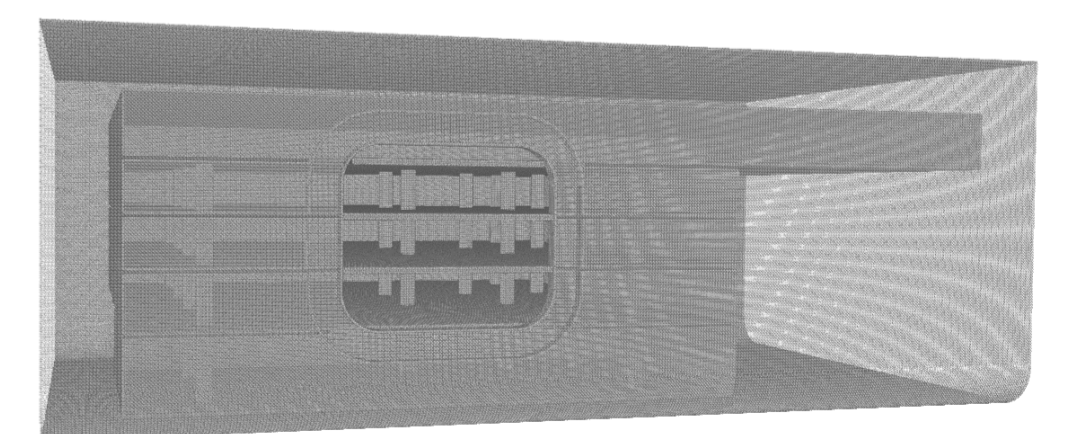
船内浸水シミュレーションの計算例

## 大型模型船を用いた水槽試験 -どのように精度を保証するのか-

全長3.5mの模型船を用いた水槽試験により計測された船体姿勢と船内浸水状況の経時変化について、同一条件で行った数値計算との比較検証を行う。さらに、区画内部に閉じ込められた空気の影響についても検討を行う必要がある。



模型実験の結果(船体姿勢の変化と船内浸水の様子)



自動生成された壁粒子

## 今後の研究計画

- 1) TSUBAME3.0を用いたクルーズ船の浸水シミュレーション
- 2) 模型実験結果との比較によるシミュレーションの精度検証
- 3) 区画内部の空気影響を考慮できるアルゴリズムの開発
- 4) 想定される損傷シナリオに対する多ケースシミュレーション

## 研究体制

代表者	橋本博公	神戸大学海洋底探査センター
副代表者	青木尊之	東京工業大学学術国際情報センター
課題参加者	末吉 誠	九州大学応用力学研究所
課題参加者	大学院生2名	神戸大学海事科学研究科