

薄い界面を含む工学問題に対する非定常流体解析手法の構築

佐々木大輔, 川本裕樹, 木村泰士, 行光実桜, 井上翔太,
Loup Mael Agulles, 奥村連太郎
(大阪公立大学 大学院工学研究科 航空宇宙海洋系専攻)

滝沢寛之
(東北大学 サイバーサイエンスセンター)

小松一彦
(東北大学 グリーン未来創造機構 グリーンクロステック研究センター)



東北大学サイバーサイエンスセンター

・AOBA-S(ベクトル型)

大阪大学D3センター

・SQUID(GPUノード群)

研究背景と目的

様々な工学機器に対する流体の関わる設計・現象解明

- ・ 狭い隙間や薄い物体
 - ・ 気液界面
- 複雑な流れ

直交格子の利点と課題

- ・ 移動物体問題への適用容易性
 - ・ 物体定義の課題
 - ・ 解析格子数の増大
- AMR法 + IB法

テーマ1「AMR法に対する高速化技術の研究」

- ①二相流に対するAMR法の導入と高速化
 - ・ AMR法による単一気泡の上昇問題の実施(自励式ヒートパイプの模擬)
 - ・ 並列化精度の調査
- ②AMR法のGPU化に向けた基礎検討
 - ・ 完全等間隔ソルバーに対するGPU化の実装

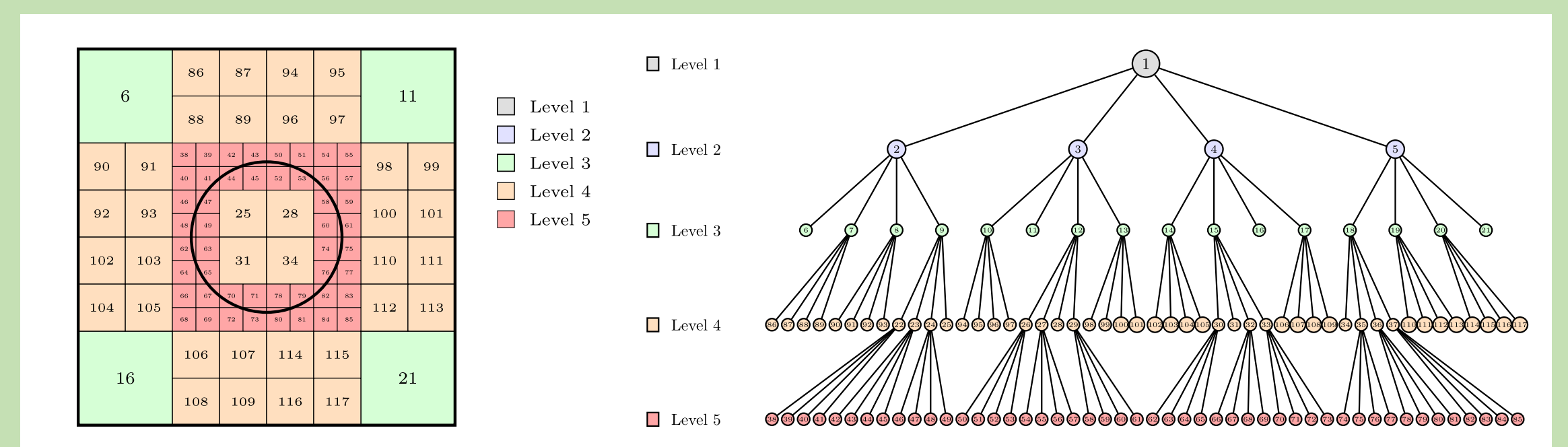
テーマ2「工学問題に対する非定常流体解析手法の研究」

- ①流体構造連成解析による薄い柔軟膜翼の現象解明
 - ・ 薄い柔軟膜翼に対する妥当性の検証
 - ・ AMR法の導入検討
- ②突起を有するブレードの性能予測と改善
 - ・ AMR法によるドローンブレードの解析

手法

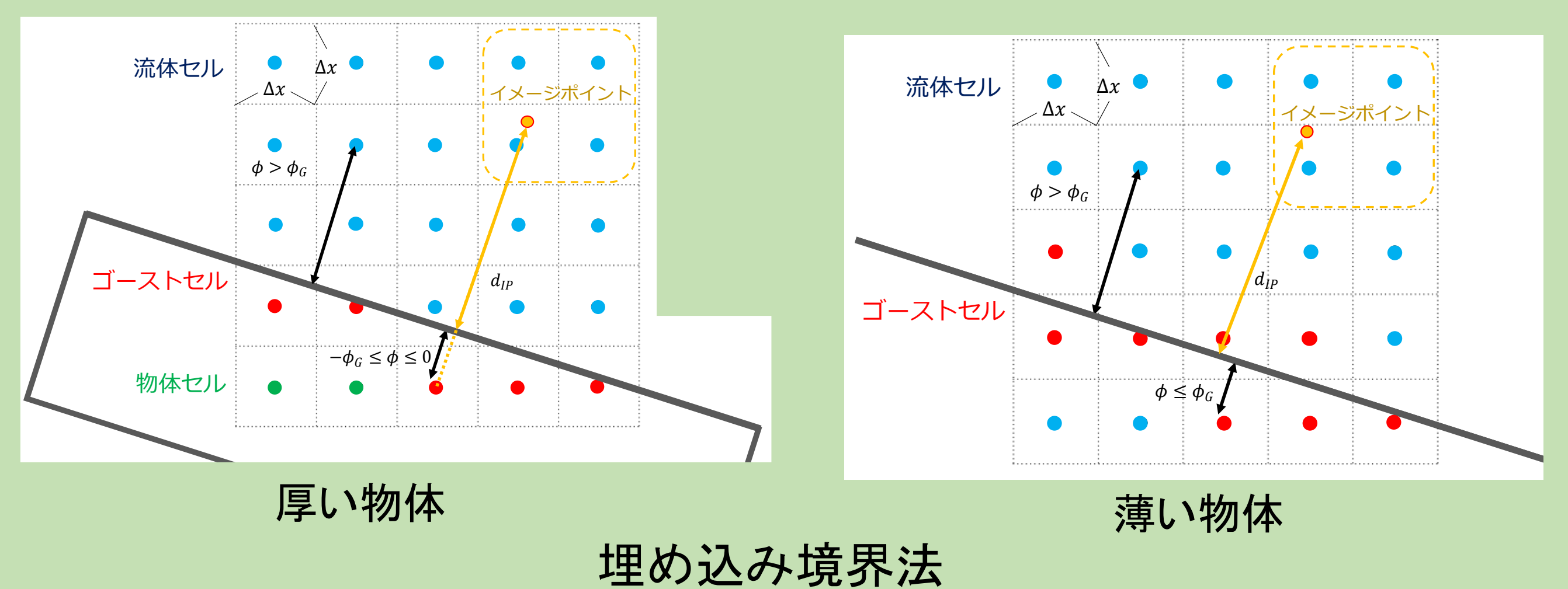
動的適合格子細分化法 (AMR法)

- ・ 直交格子法に基づく3次元非圧縮性流体解析手法
- ・ ブロック単位で格子の細分化・粗大化判定を行うAMR法
- ・ 埋め込み境界法による物体表現
- ・ Ghost Fluid法による気液相変化



極薄い物体に対する流体構造連成解析手法

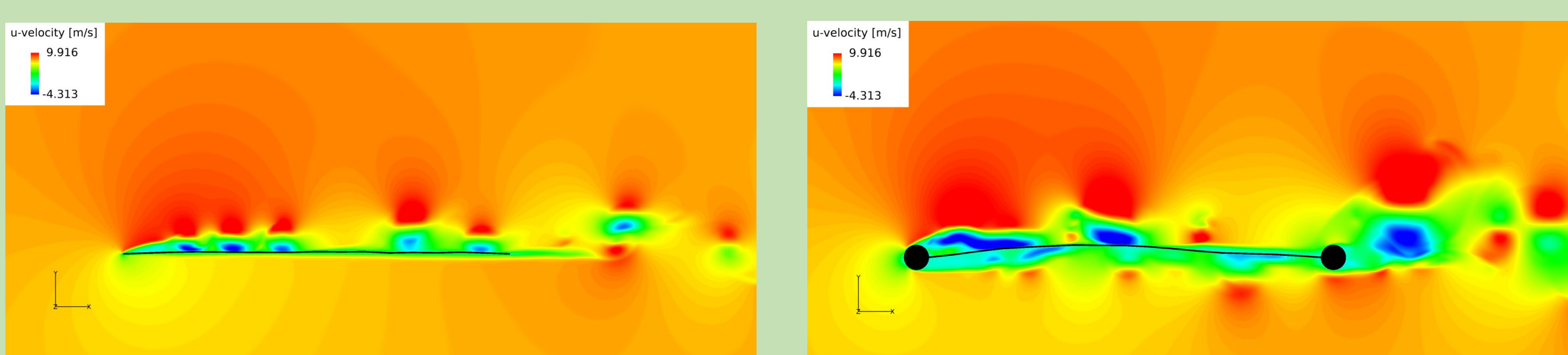
- ・ 2次元非圧縮性流体解析と多粒子系モデルによる構造解析を用いた流体構造連成解析手法
- ・ 完全等間隔直交格子
- ・ 格子幅よりも薄い物体を表す埋め込み境界法 (IB法)
- ・ 多粒子系モデルによる膜翼のモデル化



昨年度の結果および今年度の進捗

極薄の柔軟膜翼に対する流体構造連成解析 (Re:30000)

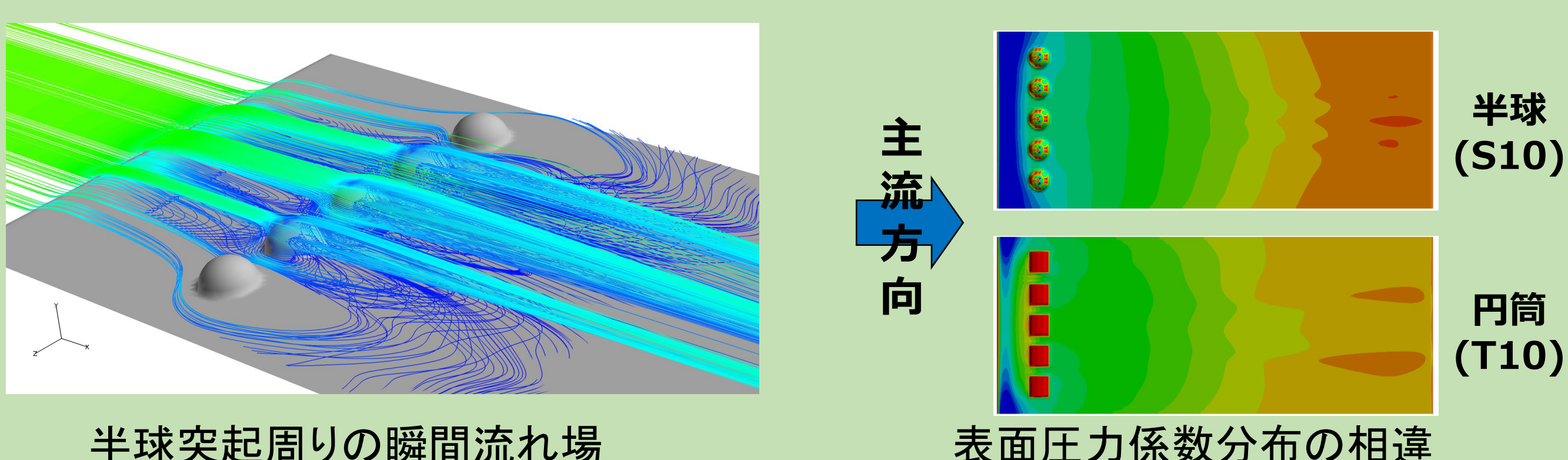
- ・ 予ひずみを与えた厚みのない柔軟膜翼
- ・ 実験で使用する円柱状の支持装置の影響評価



支持装置の有無による瞬時速度場(極大値)の相違

突起を有する平板翼の空力性能向上 (Re:10000)

- ・ 突起による揚抗比変化: 平板翼 ≈ 半球(S10) > 円筒(T10)

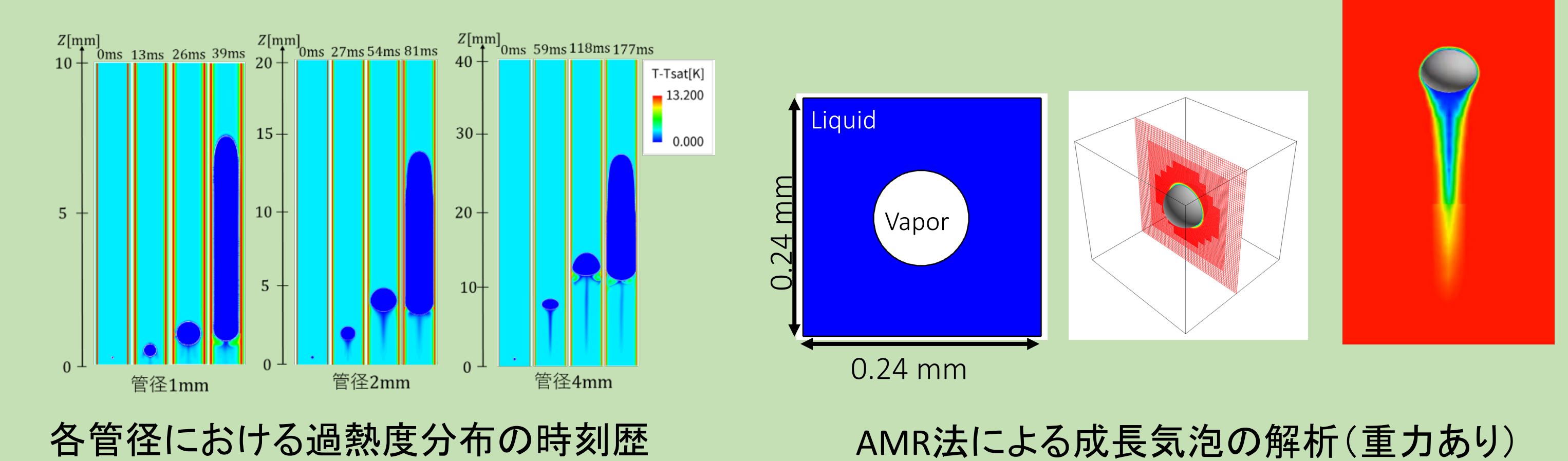


半球突起周りの瞬間流れ場

表面圧力係数分布の相違

ヒートパイプを模した円管内気泡の相変化を伴う上昇解析

- ・ 完全等間隔格子からAMR法への移行

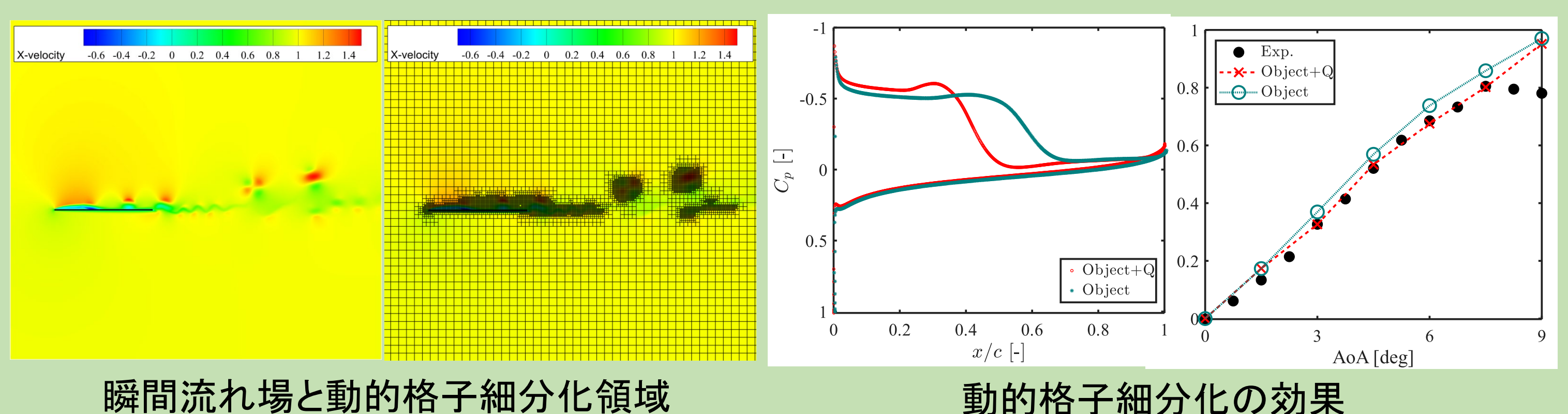


各管径における過熱度分布の時刻歴

AMR法による成長気泡の解析(重力あり)

動的AMRによる平板翼周りの流体解析 (Re:10000)

- ・ 翼上面の層流剥離泡, 後流の渦放出に対する動的格子細分化



瞬間流れ場と動的格子細分化領域

動的格子細分化の効果

今後の展望

- ・ AMR法の解析精度評価
- ・ AMR法のGPU化に向けた検討
- ・ 極薄い物体に対する流体構造連成解析手法の拡張



大阪公立大学

大阪公立大学大学院工学研究科
航空宇宙海洋系専攻航空宇宙工学分野
教授 佐々木大輔

住所: 堺市中区学園町1-1

Email: daisuke.sasaki@omu.ac.jp

WEB: <https://www.omu.ac.jp/eng/sasaki/>