

2020/7/7 流体研報告会

高等研究機構 新領域創成部  
流体科学研究所 航空機計算科学センター

## マルチフィジックスデザイン研究分野

阿部 圭晃

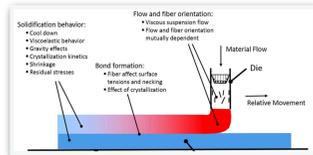
# マルチフィジックスデザイン研究分野

次世代航空工学におけるマルチフィジックス諸問題を、  
最新の計算科学に基づき解決し、新たな航空機設計法の提案を目指す

## 次世代航空工学におけるマルチフィジックス問題

### 航空機の製造

- ・ 航空機用新材料の評価と開発
- ・ CFRP製航空機における3Dプリンタの活用

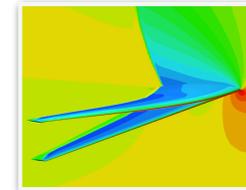
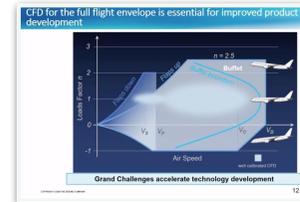


### 航空機の機体設計

- ・ 飛行性能（非巡航時含む）の高精度予測だけでなく  
材料選択まで考慮した多目的最適設計

### 航空機の飛行

- ・ フライトエンベロップ境界（非巡航状態）の予測  
- 離着陸・フラッタ限界・バフエット発生限界の空力構造連成



### 高効率化に向けた新技術

- ・ 剥離制御，後流制御
- ・ 空力騒音低減（特にAir Mobility）

航空機製造から飛行に至るまでの過程を，計算科学の力で再現し，機体設計へと結び付けたい  
→ これまでの機械工学・計算機科学にない新しい分野の創出

異なる物理を繋ぐ  
連成数値解析

+

Modern Hardwareと  
高並列計算機の科学

→

新たな航空機設計法

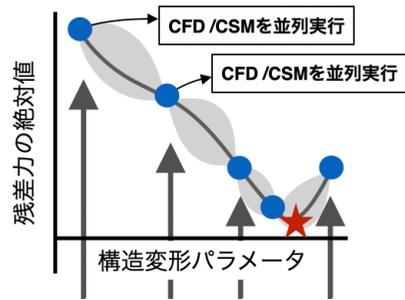
# マルチフィジックスデザイン研究分野

## 異なる物理を繋ぐ 連成数値解析

## Modern Hardwareと 高並列計算機の科学

残差力最小化の原理  
に基づく連成手法の構築

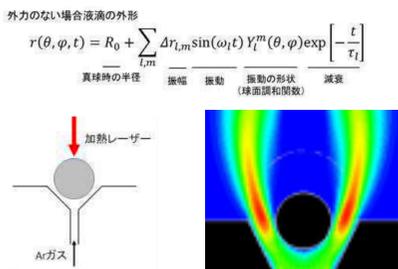
- ・ 応答曲面法を用いた最小残差力点推定法



- ・ 動的問題に対する残差力最小化法の検討  
最適制御/データ同化に基づく最小化

ガスジェット浮遊法を  
用いた熔融金属の物性推定

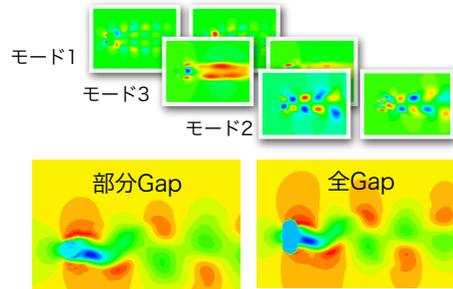
レーザーにより熔融した金属粒子を  
噴流により浮遊させ固有振動数を取得



次元縮約モデルを用いた  
流体構造連成解析

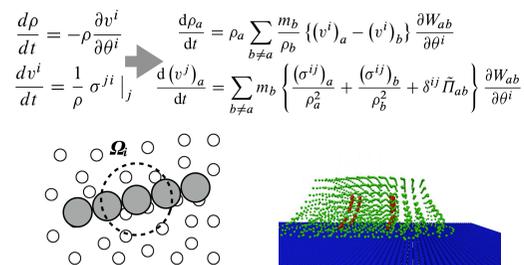
- ・ 構造変形情報を含むPODからの流れ場再構築

GappyPODに基づき構造変形情報の有無が  
流れ場再構築に及ぼす影響を評価



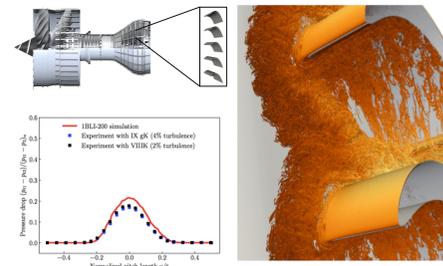
一般化座標SPH法による  
繊維入り樹脂流れの解析

一般テンソル解析表現に基づくSPH法の定式化  
SBCM法による繊維挙動表現との連成



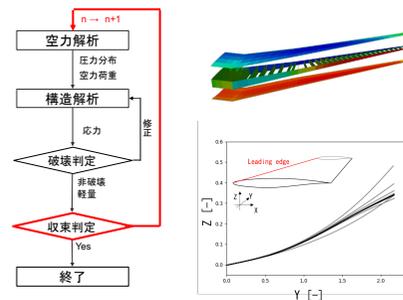
GPGPUに基づく  
高精度流体解析

- ・ 低圧タービン翼周りの直接数値解析  
4000以上のGPU並列を用いた  
高精度非構造法 (FR) による初の解析



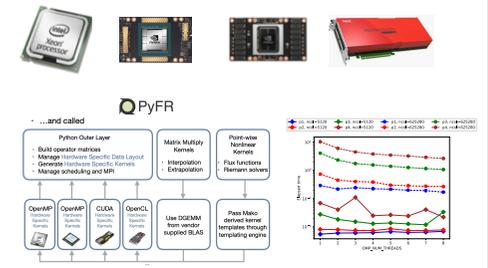
複合材航空機主翼  
の最適設計

航続距離・翼構造重量の多目的最適化  
CFRP (繊維・樹脂) の破壊判定



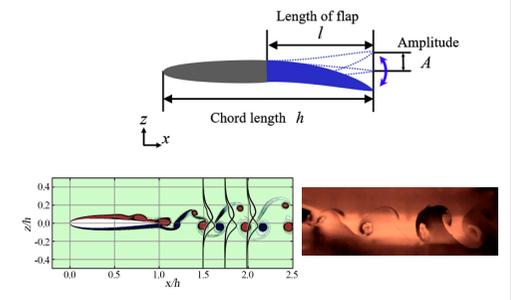
異なる計算機で  
実行可能な流体解析ソルバ

- ・ 非構造高精度手法の汎用化  
GPU・CPUに加え、ベクトル計算機  
におけるFR法の高効率実装と性能評価



動的モーフィング翼による  
後流渦列制御

後流特性の悪い物体に対し、  
動的モーフィング翼を取り付けた流体制御



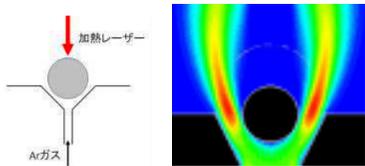
# マルチフィジックスデザイン研究分野

現代工学の基幹分野である材料工学・流体力学・設計工学は、多くはそれぞれ独立に活用されており、包括的かつシームレスに扱う分野は存在しない。本研究分野では「**流体科学，材料科学，設計学，計算機科学の融合による新たな融合領域『マルチフィジックスデザイン』の創成**」を目的とし、航空工学への適用を端緒として学生教育・社会実装を広く展開する。

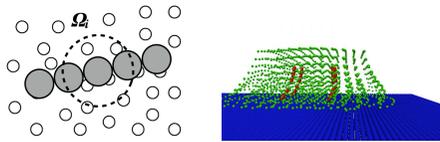
## 次世代航空工学におけるマルチフィジックス問題

### 航空機の製造

ガスジェット浮遊法を用いた溶融金属の物性推定

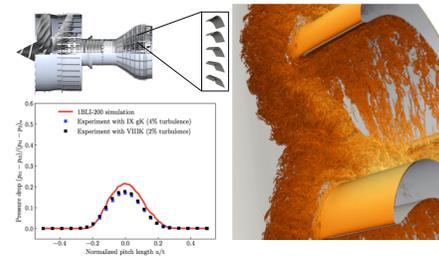


一般化座標SPH法による繊維入り樹脂流れの解析

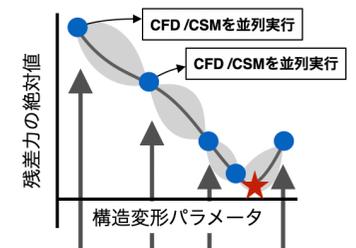


### 航空機の飛行

GPGPUに基づく高精度流体解析

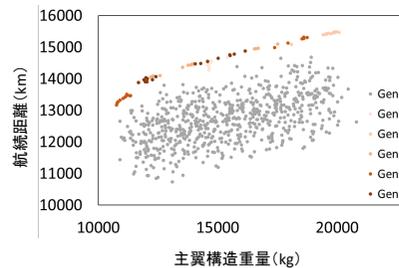
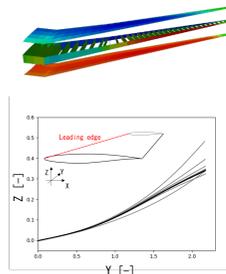


残差力最小化の原理に基づく連成手法の構築



### 航空機の機体設計

複合材航空機主翼の最適設計



### 高効率化に向けた新技術

動的モーフィング翼による

後流渦列制御

