



階層型直交格子法を用いた 航空機高揚力装置の近傍場音響予測

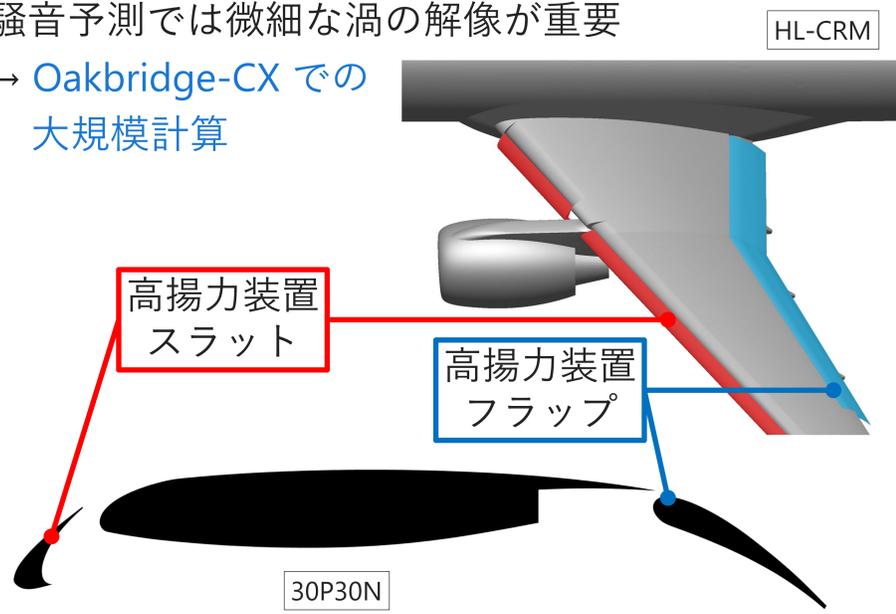
拠点課題ID EX19309

○菅谷圭祐 今村太郎 (東京大学大学院 航空宇宙工学専攻)



直交格子CFDによる航空機空力騒音予測

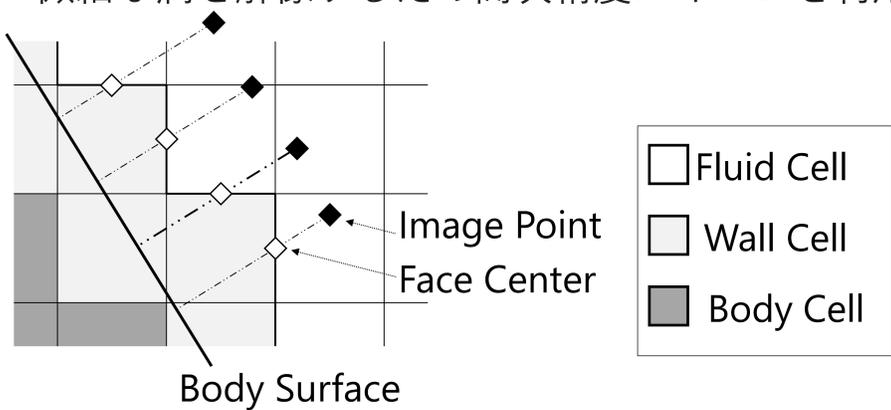
- 航空輸送の需要の高まりに伴い低騒音化が必要
- 着陸時の主要な騒音源である高揚力装置と降着装置は形状が複雑，計算格子の生成が困難
 - 直交格子CFDで高揚力装置周りの流れを解析し騒音予測の精度を調査
 - 直交格子は複雑形状に対し自動格子生成が可能
- 騒音予測では微細な渦の解像が重要
 - Oakbridge-CX での大規模計算



計算手法

直交格子流体ソルバ UTCart による非定常流解析¹

- 直交格子CFD では格子が壁面に沿わない
 - 埋め込み境界法 (IB法) + 壁関数で壁近傍の流れをモデル化
- 微細な渦を解像するため高次精度スキームを利用



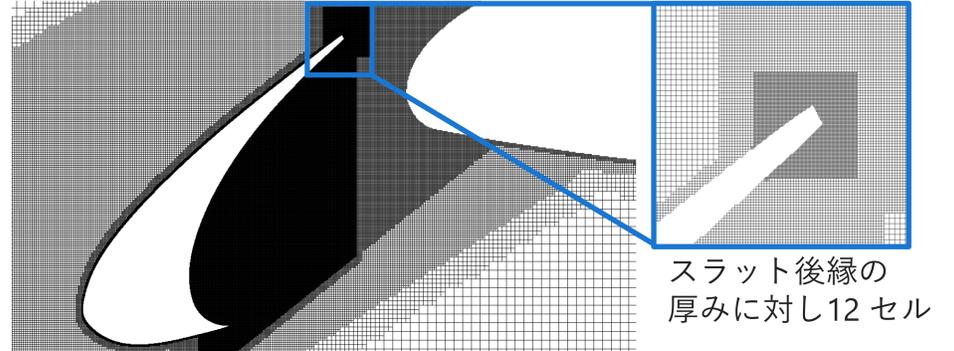
$u_{t,FC}$	$u_{t,IP} - \left\{ \frac{\partial f_{wall}}{\partial y^+} (y^+) \right\} (y_{IP}^+ - y_{FC}^+) u_\tau$ (Wall function)
$u_{n,FC}$	$u_{n,IP} \frac{d_{FC}}{d_{IP}}$ (Non-penetrating)

本課題は東京大学情報基盤センター「若手・女性利用者推薦」2019年度後期課題として行われた。計算結果の可視化には、Intelligent Light University Partner Program (UPP) の提供を受け、FieldView を用いた。ここに感謝の意を表す。

- Tamaki, Y., and Imamura, T., "Turbulent Flow Simulations of the Common Research Model Using Immersed Boundary Method," *AIAA J.*, 2018.
- Fifth Aerodynamics Prediction Challenge (APC-V). [2020/06/01 参照]
- Murayama, M., et al., "Experimental Study of Slat Noise from 30P30N Three-Element High-Lift Airfoil in JAXA Kevlar-Wall Low-Speed Wind Tunnel," *AIAA 2018-3460*, 2018.

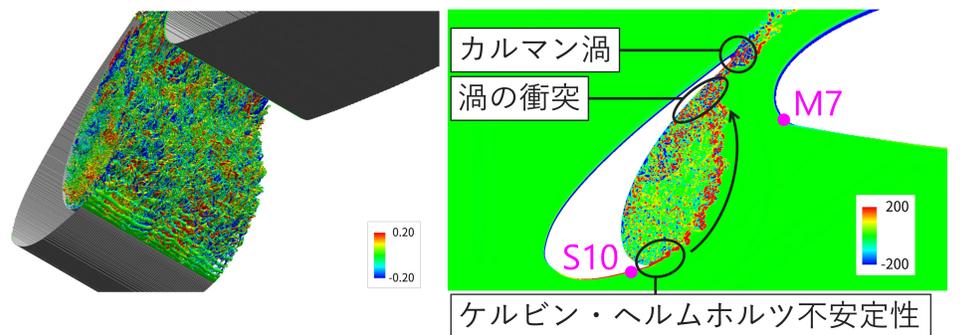
計算格子

- スラットの内側と後縁で格子を細分化
- 格子のセル数は 1.04 億
 - 高揚力装置の騒音解析では大規模計算
- METIS による領域分割 (896 分割)

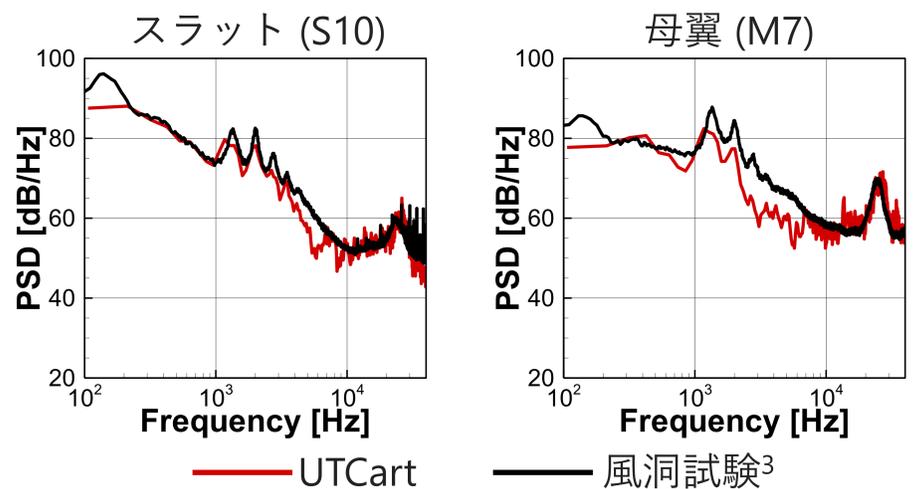


計算結果

- 計算対象：30P30N高揚力装置²
- 一様流マッハ数：0.17, 迎角：5.5 [deg]
- 翼弦長基準のレイノルズ数： 1.71×10^6
- 消費トークン：7800 [node Hour]
 - 一度の計算で割当トークンの 90% を消費



- 風洞試験の結果と表面圧力のPSDを比較³
- 1~4 kHz, 20kHz のピークを再現
 - K-H 不安定性による渦，カルマン渦の再現
 - スラット内側の微細な渦



まとめ

- 階層型直交格子による高揚力装置の空力騒音予測
- 壁近傍の流れIB法と壁関数でモデル化
- 高次精度スキーム + スラットで格子を細分化
- 1~4kHz, 20 kHz のPSDのピークが風洞試験と一致