

ロータブレードの最適化

報告書番号：R21JCMP11

利用分野：競争的資金

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2021/18509/>

● 責任者

牧野好和, 航空技術部門航空プログラムディレクタ付

● 問い合わせ先

木村 桂大(kimura.keita@jaxa.jp)

● メンバ

木村 桂大, 杉浦 正彦, 菅原 瑛明, 竹川 国之, 田辺 安忠

● 事業概要

JAXA, DLR, ONERA の3機関が所持するヘリコプターブレードの解析ツールおよび最適化手法の検証及び知見の蓄積を目的として、各種飛行条件のブレード形状最適化を各機関にて進めている。今年度はホバリング条件における CFD 解析に加えて前進飛行条件におけるブレード形状の最適化を進めた。最適化においては、得られた設計解の性能を正確に評価することが求められ、CFD 解析による性能評価は詳細な流体現象を考慮した設計において重要となる。本報告書では CFD 解析結果の一部を紹介する。

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

CFD を用いた最適化において、設計変数を変化させた多数のケースを CFD 解析で実施する必要があり、スパコンの利用が必須となる。DLR/ONERA も同様の HPC 利用の解析を実施しており、スパコンを利用した結果を用いた比較・検討が適切である。

● 今年度の成果

JAXA-DLR-ONERA の3機関で共通のロータブレード最適化問題を設定し、CFD を用いた形状最適化と、互いの CFD ソルバーの精度検証を行った。

図1に最適化時の性能評価に用いた CFD の解析格子を示す。背景格子と重なる形で存在するブレード格子が、計算の進行に応じて移動することでヘリコプターブレードの回転運動を表現している。

図2に本研究において実施する2つの条件であるホバリング条件と前進飛行条件におけるロータブレード周りの流れ場の例を示した。各流れ場の条件に応じて最適なブレードのコード長とねじり角分布を最適化によって探索した。CFD を用いた最適化においては図のようにブレードから発生した翼端

渦による局所的な風速変動による性能変化を表現でき、より実条件に則した設計が可能になる。

図3にはホバリング性能の指標であるフィギュアオブメリットを示した。実験値と比較して良好な一致が得られており、最適化時の性能評価ツールとしての検証を行うことができた。

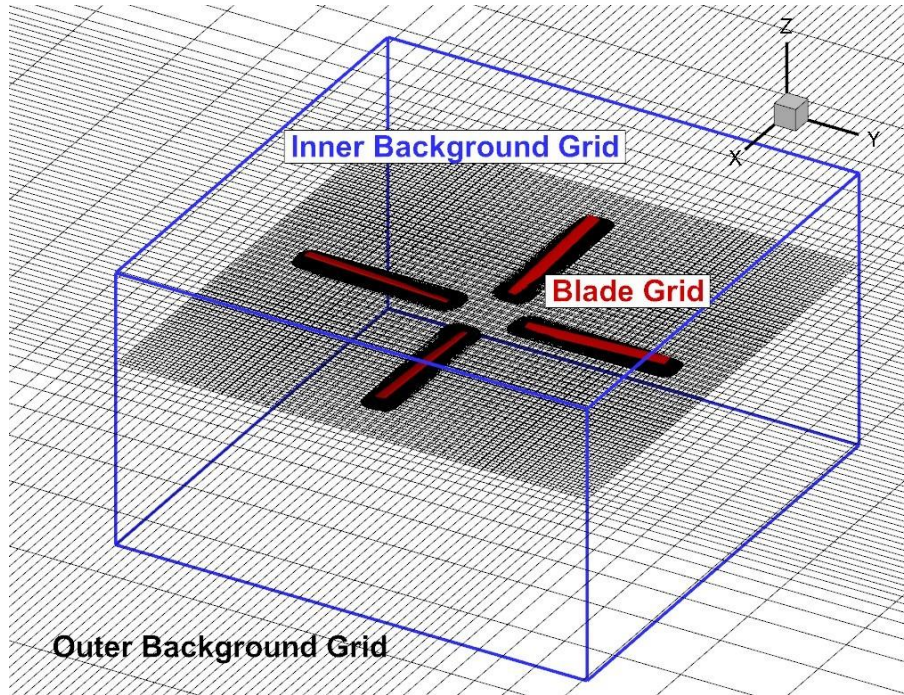


図1: CFD 解析格子

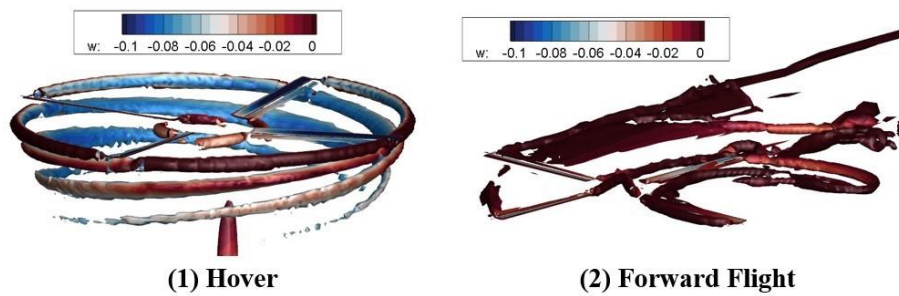


図2: ホバリングと前進飛行条件の解析例(可視化はQ値による)

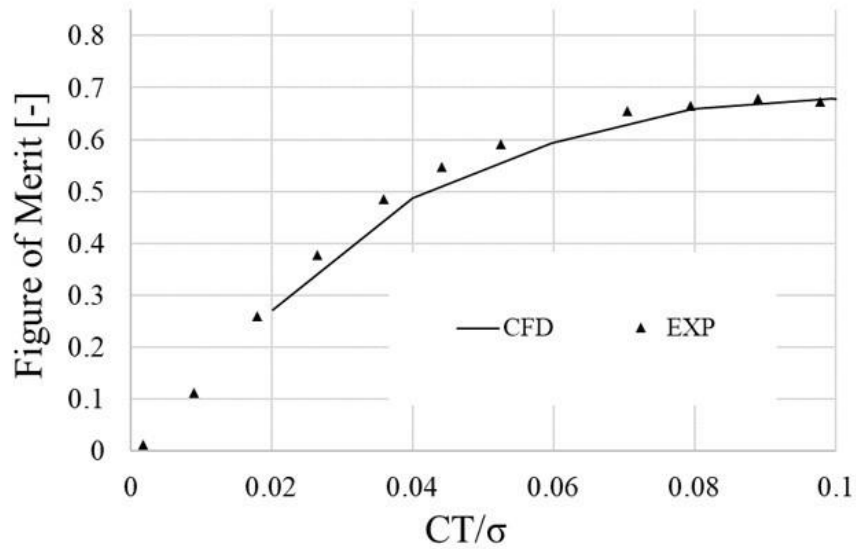


図3: ロータ推力 - フィギュアオブメリット(ホバリング効率)

● 成果の公表

-口頭発表

Gunther Wilke, Joelle Bailly, Keita Kimura, and Yasutada Tanabe, "JAXA-ONERA-DLR Cooperation: Results from Rotor Optimization in Hover", 47th European Rotorcraft Forum, September 8th, 2021, Virtual, UK

● JSS 利用状況

● 計算情報

プロセス並列手法	非該当
スレッド並列手法	OpenMP
プロセス並列数	1
1 ケースあたりの経過時間	200 時間

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 1.49

内訳

計算資源		
計算システム名	CPU 利用量(コア・時)	資源の利用割合※2 (%)
TOKI-SORA	22,117,640.55	1.08
TOKI-ST	3,737,820.50	4.60
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	8,435.02	0.63
TOKI-TST	324,368.38	6.81
TOKI-TGP	0.00	0.00
TOKI-TLM	0.00	0.00

ファイルシステム資源		
ファイルシステム名	ストレージ割当量(GiB)	資源の利用割合※2 (%)
/home	1,527.81	1.52
/data 及び/data2	12,287.23	0.13
/ssd	1,518.94	0.39

アーカイバ資源		
アーカイバシステム名	利用量(TiB)	資源の利用割合※2 (%)
J-SPACE	9.18	0.06

※1 総資源に占める利用割合：3つの資源(計算,ファイルシステム,アーカイバ)の利用割合の加重平均

※2 資源の利用割合：対象資源一年間の総利用量に対する利用割合

● ISV 利用量

ISV ソフトウェア資源		
	利用量(時)	資源の利用割合※2 (%)
ISV ソフトウェア(合計)	872.53	0.61

※2 資源の利用割合：対象資源一年間の総利用量に対する利用割合