

ロータブレードの最適化

報告書番号：R20JCMP11

利用分野：競争的資金

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2020/14505/>

● 責任者

牧野好和, 航空技術部門航空システム研究ユニット

● 問い合わせ先

木村 桂大(kimura.keita@jaxa.jp)

● メンバ

田辺 安忠, 杉浦 正彦, 菅原 瑛明, 竹川 国之, 木村 桂大

● 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。今年度は第一段階としてホバリング条件におけるブレードの最適化と数値シミュレーション結果の比較を実施した。最適化プロセスでは、得られた設計解の性能を正確に評価する必要があり、局所的な流体現象を考慮した設計では、CFD による評価が重要となる。ここでは各機関で実施した CFD 解析の検証結果の一部を報告する。

● 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

最適化ツールにて設計解の性能評価を担う CFD ソルバーについて、JAXA-DLR-ONERA の3機関でベースライン形状・ホバリング条件の CFD 解析を実施・比較することで各機関が所有する CFD ソルバーの精度検証を実施した。

図 1 に JAXA(JSS)で実施した数値解析の計算格子の外観を示す。直方体ベースの背景格子の中でブレード格子が回転する移動重合格子系のソルバー(rFlow3D)を使用して数値解析を実施した。

図 2 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の比較を示した。横軸はブレードが発生している推力の大きさを表している。実験値および DLR・ONERA の数値解析の結果と比較をし、幅広い推力範囲で同程度のホバリング性能を示しており、性能予測ツールとしての精度が十分なもの

であることが確認できた。

図3には代表ケース・代表断面における翼面の摩擦応力分布を示す。各機関使用した乱流モデリングが異なっており、翼前縁($x/c \sim 0.1$)周辺での摩擦応力の差分が確認できる。主としてこの摩擦応力の差分が図2の性能予測結果の差として現れており、差分として妥当な範囲内であることが確認できた。

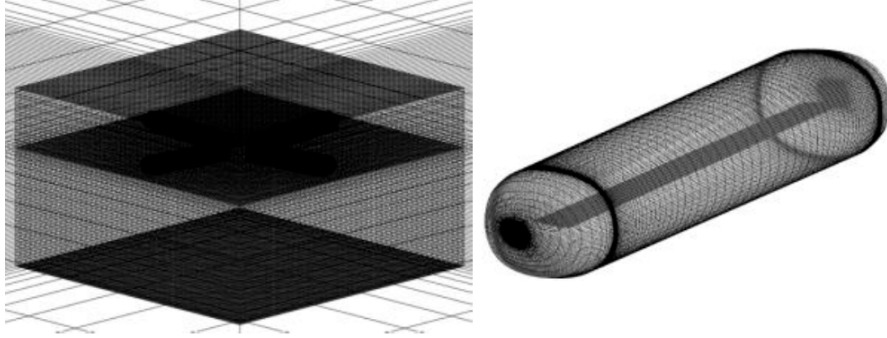


図1: 計算格子概略(背景格子+ブレード格子)

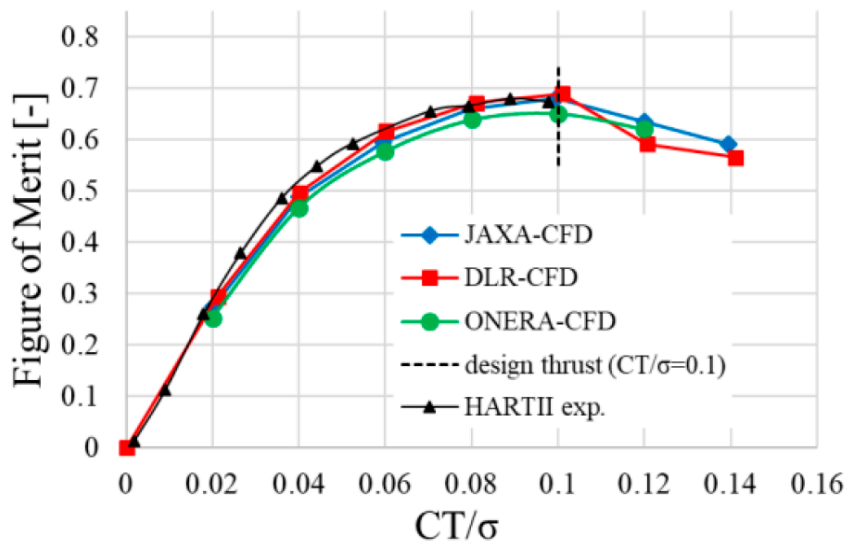


図2: ブレード発生推力とホバリング効率(FoM)の関係

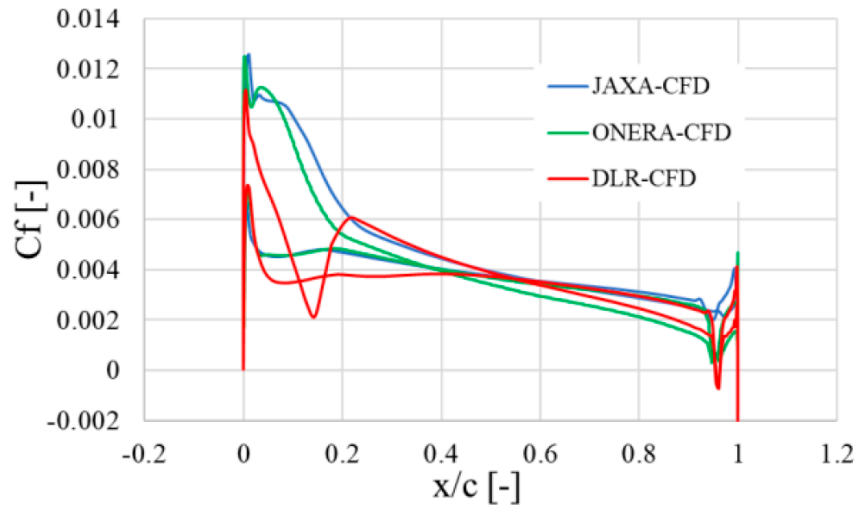


図 3: ブレード代表断面における表面摩擦応力分布

● 成果の公表

-査読なし論文

KIMURA Keita , SUGIURA Masahiko , SUGAWARA Hideaki , TANABE Yasutada , WILKE Gunther , BAILLY Joelle , TAKEKAWA Kuniyuki, "Cooperative Research on Rotor Blade Optimization between JAXA-ONERA-DLR: Results of Phase I",JAXA Special Publication: Proceedings of Fluid Dynamics Conference / Aerospace Numerical Simulation Symposium 2020 Online,JAXA-SP-20-008,59-67 (2021-02-08)

-口頭発表

KIMURA Keita , SUGIURA Masahiko , SUGAWARA Hideaki , TANABE Yasutada , WILKE Gunther , BAILLY Joelle , TAKEKAWA Kuniyuki, "Cooperative Research on Rotor Blade Optimization between JAXA-ONERA-DLR: Results of Phase I",Fluid Dynamics Conference / Aerospace Numerical Simulation Symposium 2020 Online, September 28-30, 2020.

● 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

● JSS2 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.60

内訳

計算資源		
計算システム名	コア時間(コア・h)	資源の利用割合※2 (%)
SORA-MA	689,493.57	0.13
SORA-PP	563,193.90	4.41
SORA-LM	1,583.29	0.93
SORA-TPP	104,624.97	9.87

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	3,603.33	3.30
/data	6,886.43	0.13
/tmp	955.59	0.08

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	6.24	0.21

※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

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.77

内訳

計算資源		
計算システム名	コア時間(コア・h)	資源の利用割合※2 (%)
TOKI-SORA	422,205.40	0.09
TOKI-RURI	1,031,095.38	5.90
TOKI-TRURI	140,829.28	11.35

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	4,602.21	3.15
/data	12,181.43	0.20
/ssd	1,082.17	0.57

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	6.24	0.21

※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