

収納・進展性を考慮した火星探査ドローン向けブレードの空力最適設計

報告書番号：R24JACA59

利用分野：JSS 大学共同利用

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2024/27456/

● 責任者

金崎雅博, 東京都立大学

● 問い合わせ先

金崎雅博(kana@tmu.ac.jp)

● メンバ

金崎 雅博, 河野 日香, 松野 隆, 中川 巧, 徳尾野 陸

● 事業概要

本研究では、火星探査ヘリコプタをロケット輸送に適した大きさ・形状に収納するためのロータブレードの概念として、厚みの薄い Corrugated 翼型を利用したブレードを考案し、空力・推進の観点で数値計算と最適設計を行った。最適設計では二次元の翼型評価に基づく運動量理論による評価と、ベイズ最適化による大域的探索を行い、NASA の火星ヘリコプターに対して優秀な翼型を得た。最適設計の結果を三次元の重合格子法による CFD により、確認を行うとともに、構造成立性の基本的な評価も行い、解が有望であることを確認した。

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

本研究では、大域的最適化法を用いた最適設計を実施する。設計対象を断面翼型形状とするため、翼素運動量理論に対し、設計解ごとに 2 次元翼型評価が必要となる。低コスト評価法であることによって、進化計算の適用が可能となったものの、Navier-Stokes 方程式を支配方程式とする数値計算であることから、JSS3 の利用が必須である。確認の計算のために、重合格子法に基づく数値計算を実施する際にも、JSS3 の能力が必要となる。

● 今年度の成果

本研究では、前年度の検討の結果から、ベイズ最適化の一つである Tree-structured Parzen Estimator による翼型最適設計を実施した。その結果、初期翼型や比較の基準とした NASA の火星ヘリコプターに用いられる翼型よりも空力性能のよい Corrugated 翼型を取得した。これを実際に回転翼ブレードに用いた例を重合格子法による CFD により評価 (図 1) し、凹凸が剥離の抑制などに有用であることが理解された。

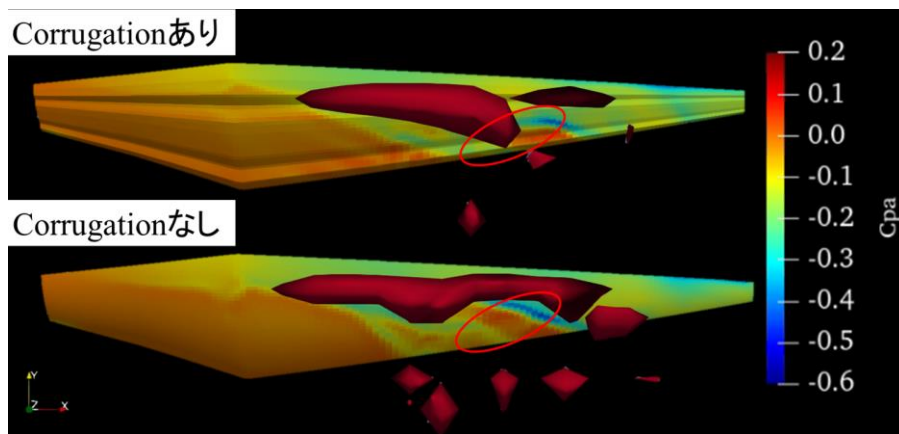


図 1: Corrugated 翼型によるブレードに対する CFD の結果.

● 成果の公表

-口頭発表

徳尾野 陸, 金崎雅博, 玉置義治, 今村太郎, 「低レイノルズ数環境における回転翼機への適用に向けた corrugated 翼型の最適設計」, 第 68 回宇宙科学連合講演会, 4I18, 姫路市, 2024 年 11 月.

● JSS 利用状況

● 計算情報

プロセス並列手法	MPI
スレッド並列手法	OpenMP
プロセス並列数	32
1 ケースあたりの経過時間	2 時間

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.14

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	3,229,461.33	0.15
TOKI-ST	191,407.37	0.20
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	4,069.43	0.29
TOKI-TST	0.00	0.00
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	0.00	0.00
/data 及び/data2	2,535.00	0.01
/ssd	0.00	0.00

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	0.00	0.00

※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)	608.62	0.42

※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