

低コスト回転翼評価手法と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：R23JACA59

利用分野：JSS 大学共同利用

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2023/24097/

● 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

秦 力也, 長谷川 奈南, 金崎 雅博, 松野 隆, 西村 大生

● 事業概要

火星探査ヘリコプタや、地上での可搬型無人ドローンなどでは、収納性の制約から、折り畳みが必要となる。低コストなブレード評価法として、翼素運動量理論に基づく手法があるが、地上での高アスペクト比ブレードに対しては翼素の空力性能を 75%スパン位置で代表させることで実用的な評価が可能とされてきた。その一方で、火星環境でのブレードに対しては、高 Fidelity な数値流体力学と乖離した結果が観測されている。そこで、本研究では代表断面の最適位置や、翼素の空力係数を与えるための断面数を検証したうえで、進化計算を用いた火星探査ドローン向けの最適設計を行った。

● 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、進化計算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

展開収納を考え、翼断面に Corrugated 翼型(第 1 図)を用いることを検討した。Corrugated 翼型の設計においては、ベイズ最適化である Efficient Global Optimization の援用を考えたが、ガウス課程回帰における over fitting などの問題が観測され、設計に利用できるカーネルの検討から行った。具体的には、Matern kernel でユーザーが与えるパラメータである指数と獲得関数の探索パラメータを変化させ、設計を試み、良好と思われる組み合わせを見出した。

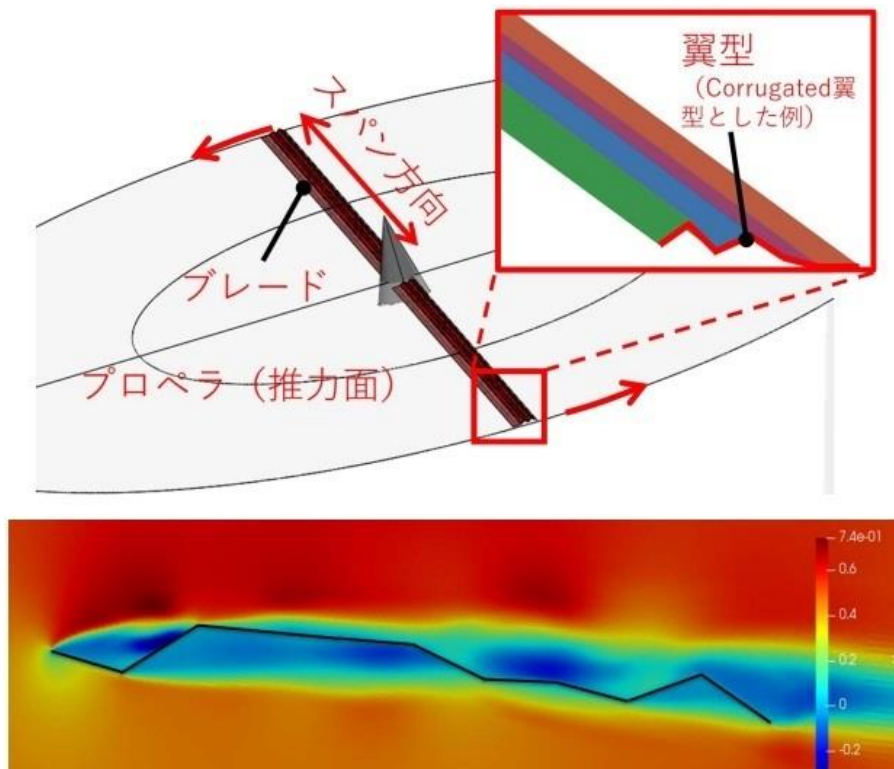


図 1: Corrugated airfoil による折り畳みを考慮したブレードと、断面形状の CFD 実施例.

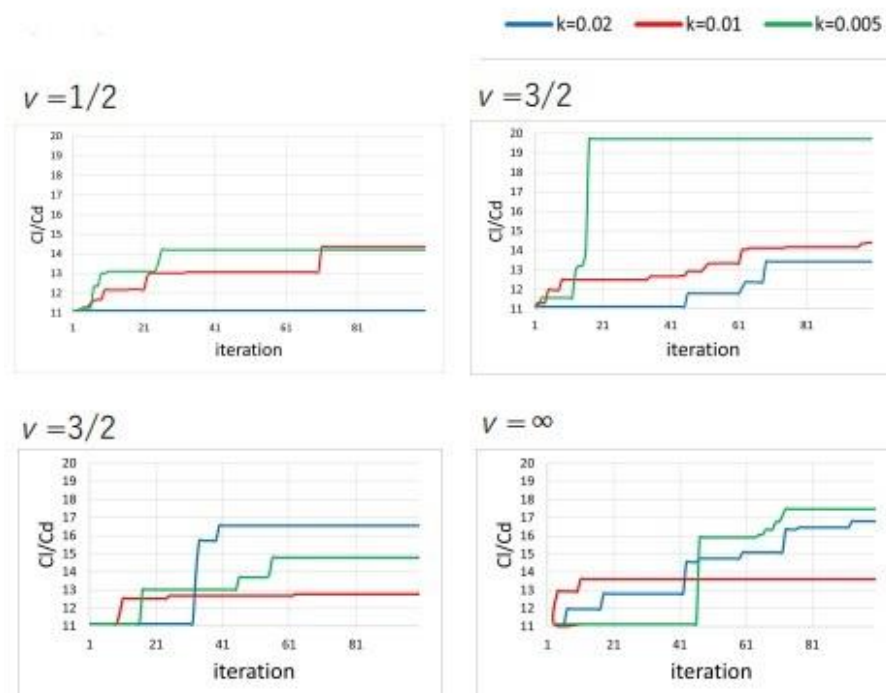


図 2: カーネルパラメータ選択のための検証

● 成果の公表

なし

● 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 (%) : 0.01

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	3,772.69	0.00
TOKI-ST	52,225.02	0.06
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	147.61	0.01
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	7,485.00	0.05
/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)	67.37	0.03

※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