

火星ヘリコプターのローター空力特性に関する数値的研究

報告書番号：R18JACA41

利用分野：JSS2 大学共同利用

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2018/8981/>

● 責任者

佐藤 允, 工学院大学

● 問い合わせ先

佐藤 允, 工学院大学(msato@cc.kogakuin.ac.jp)

● メンバ

佐藤 允, 小笠原 大地, 鈴木 陽大

● 事業概要

火星の洞窟、縦穴探査を目的とした火星ヘリコプターの研究開発プロジェクトが JAXA 宇宙研・東北大等が中心となって進められている。火星の大気環境は地球と比べると密度が約 1/100、音速は約 3/4 であるため、低レイノルズ数かつ高マッハ数でも高性能を発揮できるヘリローターの開発が必要不可欠である。現在、JAXA 宇宙研大山研究室では、火星大気を模擬した低圧環境におけるローター推力を実験的に測定する研究を進めている。しかし、本実験は真空チャンバー内で行われるため、ローター周り流れについて調べることは極めて困難である。そこで本研究では実験と同様の条件でローター周り流れに関する数値解析を行うことにより、流れ場の特性を明らかにすることを目的としている。

● JSS2 利用の理由

JAXA で開発された回転翼に関する流体解析ソルバー「rFlow3D」を用いた、3 次元回転翼周り流れに関する大規模数値シミュレーションを行うため。

● 今年度の成果

今年度は低レイノルズ数における回転平板翼周り流れの数値解析を行った。本解析は東北大学で行われた実験[1]を模擬しており、対象とする流れは図 1 に示すような形状の回転平板翼周りの流れである。パラメータとしてレイノルズ数(3,870-77,300)と迎角(0-30)および平板のアスペクト比(2 および 4)を変化させた。ここでは主にアスペクト比 4 のケースの結果について示す。数値解析ソルバーには JAXA で開発された rFlow3D を用いている。

図 2 は推力係数とトルク係数の実験値との比較を示している。迎角が 25 deg. 以上の大迎角条件を除き、実験値と良く一致していることが各レイノルズ数の条件で確認できた。図 3 はレイノルズ数 77,300、迎角 20 deg. のケースにおける渦構造を示している。ここで、等値面は圧力で色付けされてい

る．前縁剥離渦と翼端渦の放出および翼端ではこれらの渦同士が干渉していることが確認できた．図4は翼表面摩擦係数の実験[1]との比較をレイノルズ数 7,730, 迎角 20 deg. のケースについて示している．結果より数値解析結果は実験結果とおおむね一致しており，前縁剥離渦と翼端渦の挙動を数値解析によって十分に再現できていることが確認できた．

[1]大河内雅喜, "低レイノルズ数環境下におけるロータ空力特性の実験的研究", 東北大学修士論文, (2013).

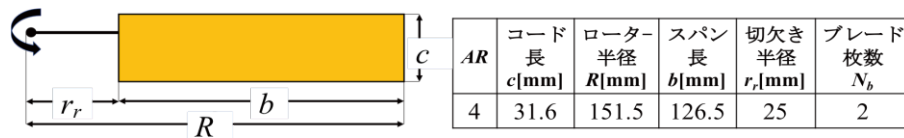


図 1: 解析対象の模式図および形状

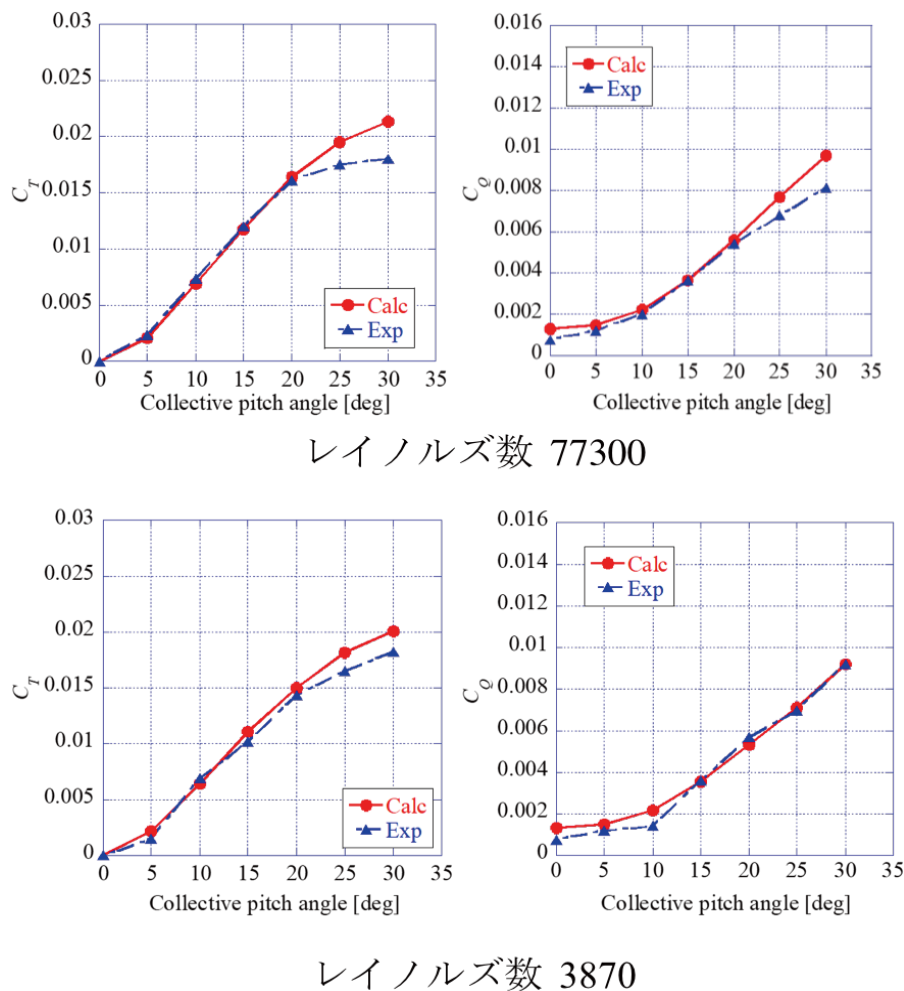


図 2: 推力係数とトルク係数の比較

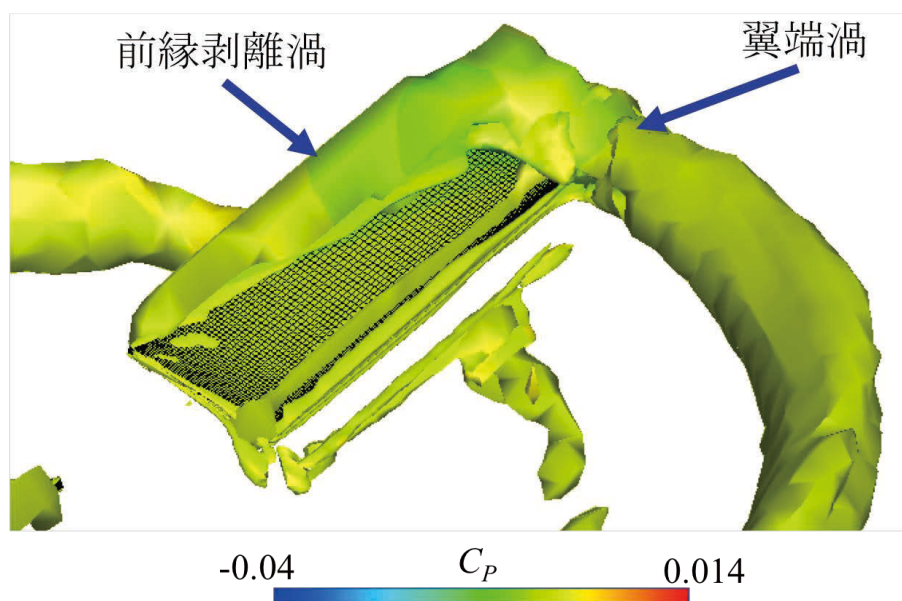


図 3: 平板翼周りの渦構造

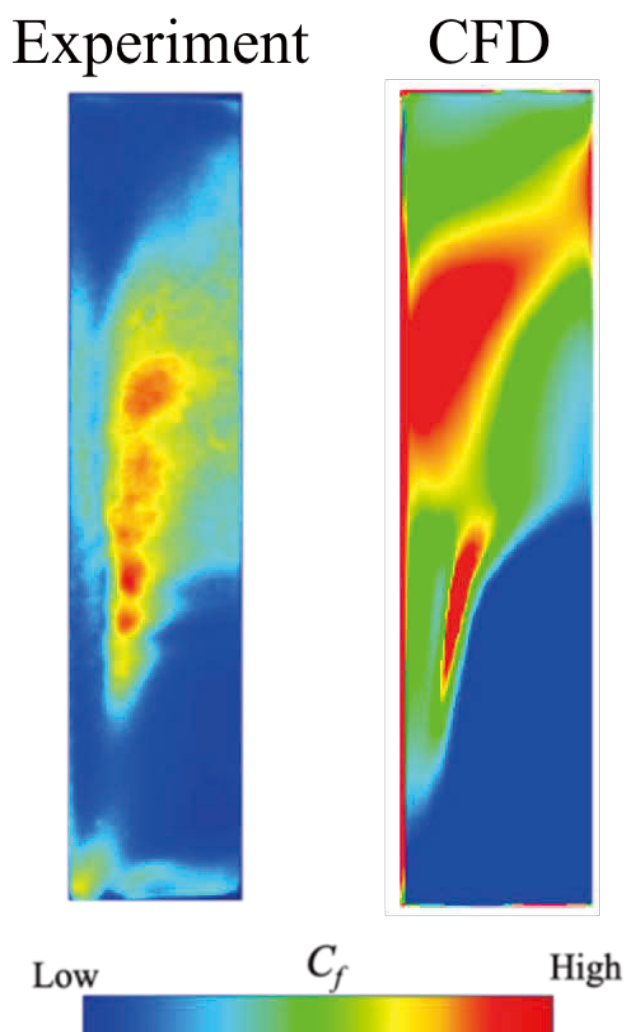


図 4: 表面摩擦係数の比較

● 成果の公表

-口頭発表

小笠原大地, 佐藤允, 田辺安忠, 菅原瑛明, "rFlow3D を用いた回転平板翼流れに関する数値解析", 第 1 回火星ヘリコプター研究会, 2019.

● JSS2 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	400 時間

● 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.17

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	881.82	0.00
SORA-PP	269,181.44	2.15
SORA-LM	0.00	0.00
SORA-TPP	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	19.07	0.02
/data	19,531.26	0.34
/ltmp	3,906.25	0.33

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