

圧力・温度・位置・変形量同時計測に基づく非定常空気力学現象の解明と高効率制御

報告書番号：R23JCMP19

利用分野：競争的資金

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2023/24104/

● 責任者

中北和之, 航空技術部門航空環境適合イノベーションハブ

● 問い合わせ先

小島 良実(kojima.yoimi@jaxa.jp)

● メンバ

阿部 晃大, 今井 雅人, 小西 晃平, 宮本 一熙, 中北 和之, 小島 良実, 小椋 圭大, 菅原 瑛明, 斉藤 光祐, 弓野 拓海

● 事業概要

翼周りの流れを対象とした圧力・温度・位置・変形量同時計測法を確立し, その手法を用いた弾性変形, 移動を伴う翼における非定常空気力学現象の解明, 航空機離着陸時に問題となる風切り音を抑制する高効率制御法の検討を進める.

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

微小な非定常空気力学現象を CFD によって高忠実に再現するためには高密度な格子が必要であり, 生産されるデータサイズは膨大となる. よって, より大きな計算資源と高度なコンピュータが不可欠であるため JSS を利用する.

● 今年度の成果

本年度は, TE ノイズの CFD による現象解明および, ヘリブレード風洞試験データを用いた CFD 解析技術の確立に関する研究に関する数値解析を行った.

NACA0012 翼回りから発生する TE ノイズ(翼後縁ノイズ)について, FaSTAR を用いて格子の影響の調査と, 解析解と風洞試験のギャップを埋めるため少ない観測点でデータ同化を行うシステムの構築を行った. 格子の影響の調査より, TE ノイズは格子依存性が強く, 境界層内における挙動が境界層外格子にも依存性を持つことが確認された. さらに, 翼面上における TE ノイズ由来の圧力変動について, 振幅と壁面摩擦係数分布に相関が確認された. また, 構築したデータ同化システムを用いてデータ同化実験を行ったところ, 共分散膨張を用いたアンサンブルカルマンフィルタにより TE ノイズを伴う流れ場を再構築できる可能性が示唆された.

模型変形量計測(MDM)を用いた変形を伴うヘリコプタブレード周りの CFD 解析技術に取り組ん

でいる。本研究で使用した MDM はステレオデジタル画像相関と呼ばれる方法で取得されたもので、瞬時画像から数十万点の計測点数が得られる。本年度は、これらの大規模変形計測データから変形翼の CFD 解析に必要な 3 次元変形翼形状の推定技術を構築し、JSS3 のリソースを用いてデータ処理を行った(図 1)。

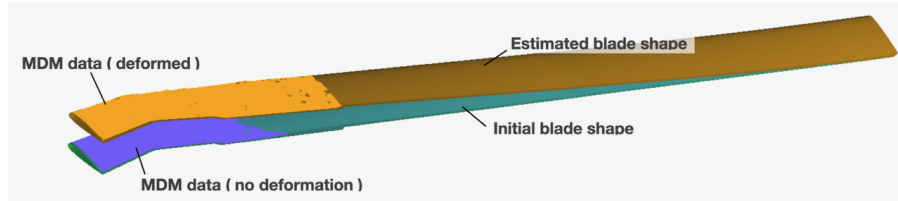


図 1: MDM により得られたブレードの計測データ点群と、本手法により推定したブレード全体の変形形状

● 成果の公表

-口頭発表

1. 齊藤 光祐, 弓野 拓海, 菅原 瑛明, 田辺 安忠, 亀田 正治 (2023) "マルチロータ間の空力干渉の数値シミュレーション," 第 55 回流体力学講演会/第 41 回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム (2023 年 7 月 12 日, 国立オリンピック記念青少年総合センター, 東京都渋谷区), 1E13.
 2. 弓野 拓海, 菅原 瑛明, 田辺 安忠, 亀田 正治 (2023) "Multirotor Lift Offset (MRLO)を用いたマルチロータの空力性能解析," 第 61 回飛行機シンポジウム (2023 年 11 月 15 日, 北九州国際会議場, 福岡県北九州市), 1B07.
 3. 小西 晃平, 弓野 拓海, 齊藤 光祐, 今井 雅人, 菅原 瑛明, 田辺 安忠, 中北 和之, 亀田 正治 (2023) "ホバリング時のロータブレードまわり流れにおける空力弾性変形の効果," 第 61 回飛行機シンポジウム (2023 年 11 月 17 日, 北九州国際会議場, 福岡県北九州市), 3B02.
- Imai, M., Nakakita, K. and Kameda, M. (2023) "DMD analysis of simultaneous pressure and deformation data of a deformed wing measured by random-dot PSP," AIAA Aviation 2023 Forum (12-16 June 2023, Manchester Grand Hyatt, San Diego, CA, U.S.A.), AIAA 2023-3537.

● 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	1 - 720
1 ケースあたりの経過時間	120 時間

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 1.82

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	32,789,996.70	1.48
TOKI-ST	4,796,759.67	5.18
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	19,590.93	1.49
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	2,550.46	2.12
/data 及び/data2	233,777.75	1.44
/ssd	16,252.62	1.54

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	26.78	0.10

※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)	2,388.79	1.08

※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