

## 低レイノルズ数・高マッハ数条件下での翼の流れ場、及び空力特性の検討

報告書番号：R22JACA18

利用分野：JSS 大学共同利用

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2022/20586/

### ● 責任者

森澤征一郎, 沖縄工業高等専門学校

### ● 問い合わせ先

森澤 征一郎(morizawa@okinawa-ct.ac.jp)

### ● メンバ

森澤 征一郎, 松野 隆

### ● 事業概要

現在、火星大気中や地球環境の成層圏のような高々度を飛行する無人航空機の研究が盛んに行われている。これらの環境では、大気密度が地上付近と比べて非常に小さく、大気温度も小さい。そのため、流体力学的な流れ場は、低レイノルズ数かつ高マッハ数となり、既存の航空機の流れ場と大きく異なる。そのため、これらの航空機を設計するために必要な様々な空力データが必要とされる。

本研究の目的は、このような低レイノルズ数かつ高マッハ数条件下での空力特性と流れ場の関係を調べ、この条件下での特有の流体现象を明らかにする。さらには、今後このような条件下で適した空力デバイスの設計を模索する。

### ● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

CFD による 3 次元形状に対するパラメトリックスタディは計算コストが非常に高い。そのため、スパコンのような大規模なメモリ及び CPU での計算が不可欠であり、JSS3 の利用は不可欠なものである。

### ● 今年度の成果

今年度は、鳥類の形状を模倣し翼端を複数分岐させた隙間のある翼端デバイス wing\_grid(図 1)と同じスパン長さを有する矩形翼に関してマッハ数 0.20(低亜音速・非圧縮性流れ)及び 0.74(遷音速・圧縮性流れ)の計算を実施し、両翼に関する空力特性の違いを考察した。

図 2 に wing\_grid と矩形翼の空力係数の結果を示す。図 2(a)よりマッハ数 0.74 の wing\_grid の揚力係数(CL)は、すべての迎角(AoA)で矩形翼の CL よりも小さく、迎角が大きくなるにつれてこれらの翼の CL 差は広がっている。逆にマッハ数が 0.20 のときの wing\_grid の CL は、すべての迎角でマッハ数 0.74 のときのこれらの翼の CL 差は大きく、マッハ数 0.20 のときの迎角に対しても同様の傾向が

観察された。

次に図 2(b)よりマッハ数 0.20 と 0.74 の wing\_grid の抗力係数(CD)は矩形翼の CD を上回り、マッハ数が 0.20 の両者の CD 差はすべての迎角でほぼ同じであるが、マッハ数が 0.74 のそれは迎角が大きくなると小さくなり矩形翼の CD は wing\_grid のそれに近くなっている。また、wing\_grid の CD は迎角が大きくなるにつれて大きくなり、マッハ数 0.74 の矩形翼はマッハ数 0.20 の矩形翼より高くなる。

さらに図 3 に wing\_grid 有無の影響を評価するために、迎角 0° の正規化した翼弦方向 (x/c) に対する圧力係数(Cp)の分布と迎角 6° での正規化した垂直方向(z/t) の Cp 分布を示す。その結果、図 3(a)より wing\_grid では、2 段目以降のサクションループが欠落しているが、第 1 段で大きな圧力差を生みだしている。一方、図 3(b)より両翼で抗力ループのみが存在しており、特に wing\_grid の各段での抗力ループが大きくなっている。特に、wing\_grid の第 1、第 2 段での抗力ループの面積が非常に大きいのが特徴的であった。

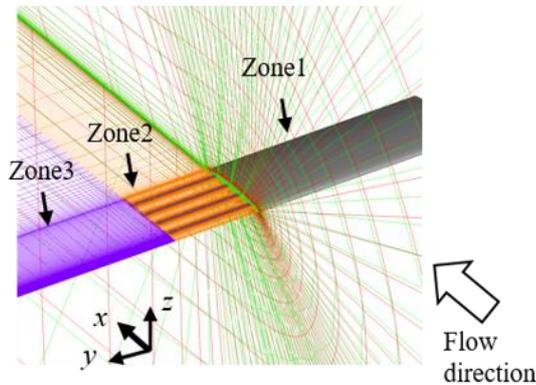


図 1: 翼端デバイス wing\_grid の計算格子

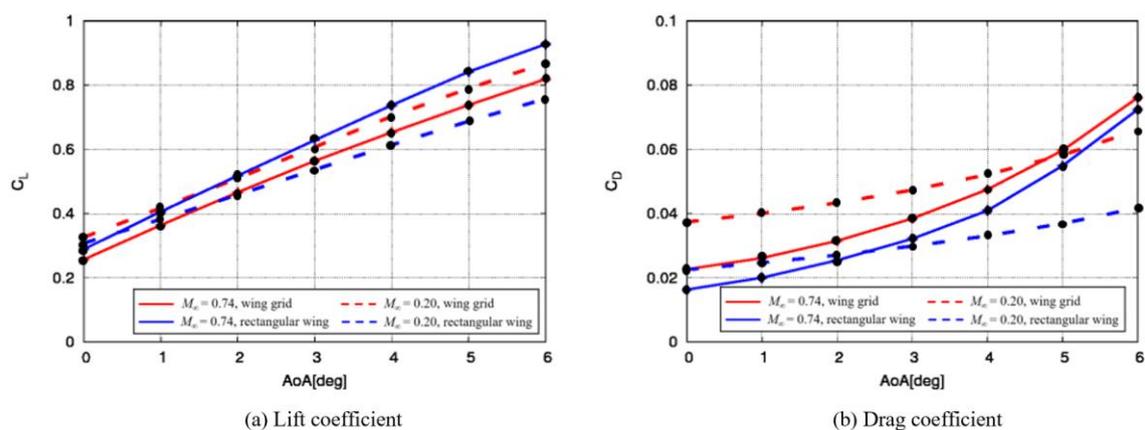


図 2: wing\_grid と矩形翼の空力係数

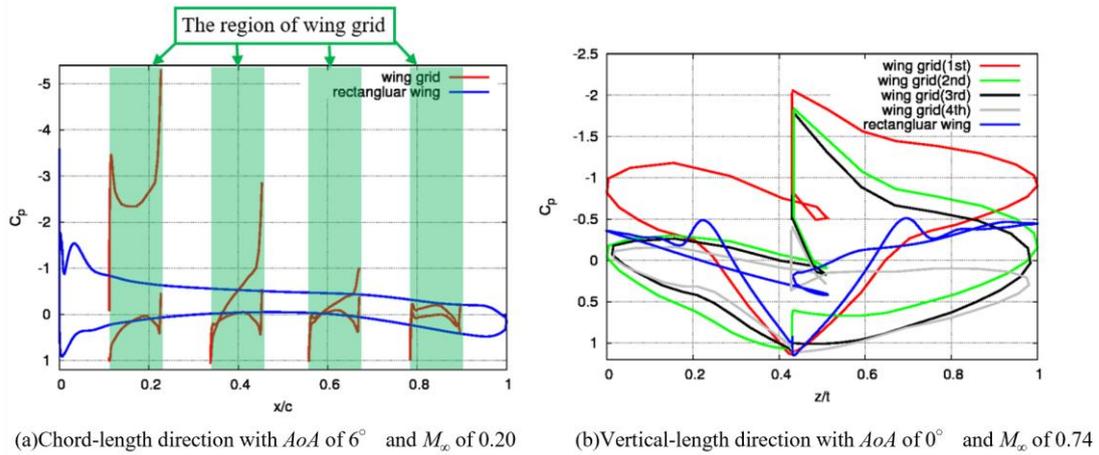


図 3: 翼端付近での圧力係数の分布

### ● 成果の公表

-査読付き論文

Seiichiro Morizawa, and Shigeru Obayashi, "Investigation of a Planar Wing with Wing Grid using CRM.65.airfoil," Bulletin of National Institute of Technology, Okinawa College, No.16, pp. 61-72, 2022. ISSN:2345-2136.

### ● 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	自動並列
プロセス並列数	1
1 ケースあたりの経過時間	300 分

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.00

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	58.67	0.00
TOKI-ST	0.00	0.00
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	0.00	0.00
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	169.17	0.15
/data 及び/data2	3,438.33	0.03
/ssd	58.33	0.01

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)	0.00	0.00

※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