

低レイノルズ数・高マッハ流れに空力特性の不確定性定量評価

報告書番号：R24JACA18

利用分野：JSS 大学共同利用

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2024/27512/

● 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

火星大気中及び地球の高高度を飛行する無人航空機に関する研究が盛んに行われている。火星の例で言えば、大気密度は地上付近での地球の大気密度の 100 分の 1、大気温度も低いため音速も下がる。高高度を飛行する無人航空機においても同様である。これらの無人航空機の飛行条件は低レイノルズ数・高マッハ数となり、既存の航空機のそれは異なる。そのため、設計に必要な空力データが不足している。加えて、飛行する際には気流や大気温度によって生じた擾乱の影響などの不確定要素も多く、安定にかつ性能的にも優れた空力設計を行う必要がある。本研究ではこれらを定量化し、その結果を基にロバスト性能に優れた空力設計を目指す。

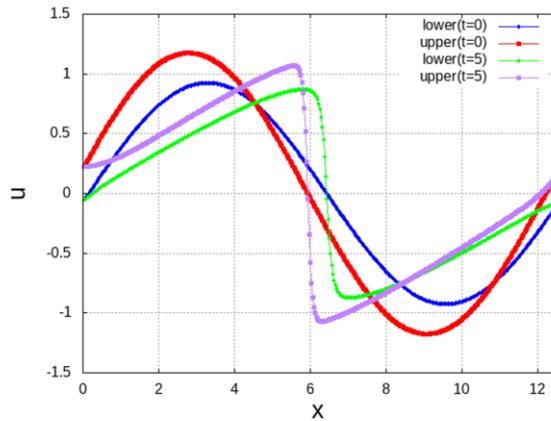
● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

CFD による不確実性の定量化によ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。

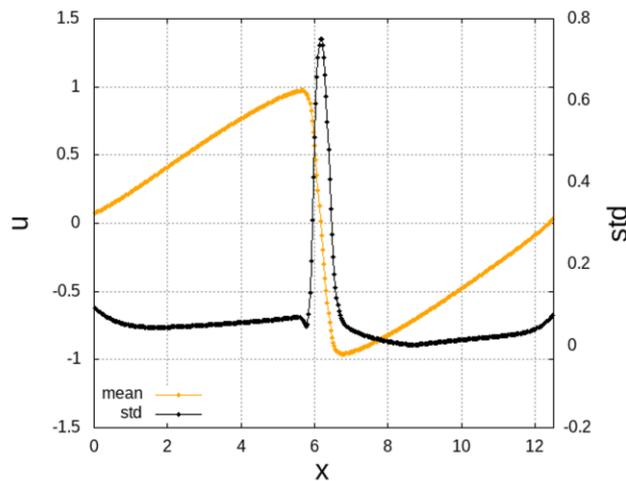
● 今年度の成果

本年度は、Non-Intrusive Polynomial Chaos(NIPC)を Burgers 方程式に適用し、速度に確率的な擾乱を与えた際の衝撃波の発生・伝搬過程における不確実性評価を行った。その一例として単一波長である sin 波の振幅・位相に擾乱を与えた際の結果を図 1 に示す。なお、図 1(a)は与えられた初期条件と $t = 5$ での計算結果である。ここで、上側は与えられた不確実性が最大するとき、下側は与えられた不確実性が最小のときを示す。図 1(b)は、図 1(a)に示した $t = 5$ における計算結果の平均と標準偏差を示している。その結果より、図 1(b)より $x = 0$ および 12 付近で分布が上方に曲がり非対称な標準偏差の分布を示した。これは、図 4(a)における $t = 5$ での計算結果の $x = 0$ および 12 付近の分布と関係がある

と考えられる。今後はこれらの解析を進めるとともに、NIPC を Navier-Stokes 方程式に適用し、高マッハ数・低レイノルズ数条件下における翼面上におけるはく離渦の不確実性を定量化し、揚力および圧力分布に与える影響を明らかにする。



(a) Initial conditions and computation results ($t=5$).



(b) Mean and standard deviation at $t=5$.

Fig. 1 Results with uncertainties in amplitude and phase.

図 1: 振幅・位相に関する不確実性を考慮した結果

● 成果の公表

-ポスター-

N. Gima and S. Morizawa, "Uncertainty Quantification in Compressible Flow Fields with Different Initial Conditions," Twenty-first International Conference on Flow Dynamics (ICFD2024), OS23-27, Sendai, Japan, November 18-20, 2024.

● 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	0.00	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	163.33	0.11
/data 及び/data2	3,380.00	0.02
/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)	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