

極超音速機の熱・空力特性予測技術の研究開発

報告書番号：R22JDA201G20

利用分野：航空技術

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2022/20654/>

● 責任者

溝渕泰寛, 航空技術部門 航空機ライフサイクルイノベーションハブ

● 問い合わせ先

松山 新吾(matsuyama.shingo@jaxa.jp)

● メンバ

藤井 啓介, 松山 新吾, 高橋 英美, 山本 貴弘

● 事業概要

極超音速で飛行する飛翔体周りには強い衝撃波が発生し、衝撃波に圧縮された高温気体から機体へ強い熱伝達が生じる。本研究ではそのような極超音速機周りの流れ場を CFD により再現し、機体へ加わる空力・加熱を正確に評価する技術を確立することを目的とする。

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

極超音速飛翔体の飛行条件ではレイノルズ数が高いことが多く、乱流加熱を評価する必要性が生じる。本研究では Direct Numerical Simulation (DNS) と Large Eddy Simulation (LES) による乱流解析により乱流加熱を高精度に評価することを目指すため、必然的に三次元非定常解析を実施しなければならない。このような大規模三次元解析は計算コストが非常に高く、スーパーコンピュータを使用した解析が必須である。

● 今年度の成果

極超音速流における境界層の乱流遷移は今だ予測が難しい問題である。乱流遷移のメカニズムを明らかにして、設計に使用できるような遷移の予測モデルを構築するデータを取得するため、 $M=5$ における平板境界層の乱流遷移に対する DNS を実施した。図 1 の結果は向かい合うように配置した 2 枚の平板上で境界層の乱流遷移が生じる過程を解析したものである。下側に配置した平板上で人工的な擾乱を付加することにより乱流境界層を発生させ、その乱流境界層が放射するノイズが上側に配置した境界層へ到達して乱流遷移を引き起こす過程が DNS により捉えられた。

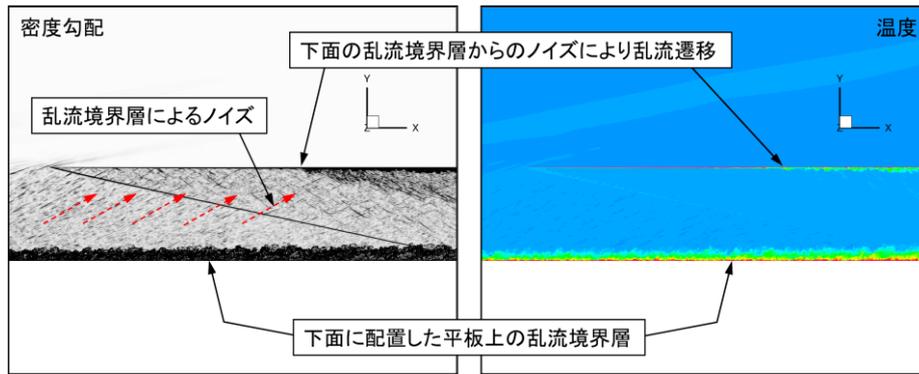


図1: 向かい合うように配置した2枚の平板上の境界層で生じる乱流遷移のDNS(マッハ5).

● 成果の公表

-口頭発表

松山 新吾, "境界層外部からの擾乱による極超音速境界層の乱流遷移のDNS", 第54回流体力学講演会/第40回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム, 1C04, 2022.

● 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, 自動並列
プロセス並列数	500 - 4000
1ケースあたりの経過時間	150 時間

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 1.99

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	53,651,316.60	2.34
TOKI-ST	58,872.35	0.06
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	33,862.03	2.27
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	276.74	0.25
/data 及び/data2	3,656.65	0.03
/ssd	674.93	0.09

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	1.94	0.01

※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)	463.62	0.32

※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