

## 直交格子積み上げ法を用いた航空宇宙用推進機関の内部流れ場の数値解析

報告書番号：R21JACA52

利用分野：JSS 大学共同利用

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2021/18269/>

### ● 責任者

小川 秦一郎, 大阪府立大学

### ● 問い合わせ先

小川 秦一郎(ogawa@aero.osakafu-u.ac.jp)

### ● メンバ

小川 秦一郎, 佐々木 大輔

### ● 事業概要

本研究では、固体燃料ロケットエンジン(SRM)及びスクラムジェットエンジンを対象に、以下の研究目標がある。固体燃料ロケットエンジンについては、エンジン内の圧力振動の発生メカニズムを明らかにすることである。スクラムジェットエンジンについては、着火に影響を与えるキャビティ内の混合プロセスを明らかにすることである。これらの目的を達成するために、エンジン内部の流れ場を容易に解析できる解析ソルバーが必要である。

そこで、本研究では、計算性能の更なる向上のために、複雑形状を対象とした解析にも容易に対応が可能な直交格子をベースとする Building-Cube Method(BCM)を用いた内部流れ用の流体解析ソルバーを開発する。また、航空宇宙推進機関(固体燃料ロケットエンジン及びスクラムジェットエンジン)内部の複雑な流れ現象の解明を目的とする。

### ● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

直交格子積み上げ法を用いて、固体燃料ロケットエンジンやスクラムジェットエンジンを解析するため、大きな計算資源が必要である。そのため、大容量メモリが利用でき、高速演算が可能なスーパーコンピュータの利用が必要不可欠である。

### ● 今年度の成果

本年度は、開発してきた内部流れ用の Building-Cube Method (BCM)ソルバーを用いて航空宇宙推進機関(固体燃料ロケットエンジン及びスクラムジェットエンジン)の流れ場を解析した。固体燃料ロケットエンジンは、Arian5 の SRM モデル(キャビティと Inhibitor を含む)を対象に SRM 上部から流入した流れ場の検証解析を行った。図 1 に Arian5 の SRM モデルの軸方向流速の可視化結果を示す。スクラムジェットエンジンは、 $L/D = 3$  のキャビティを対象に検証解析を行った。図 2 に  $L/D = 3$  のキャ

ビティのマッハ数の可視化結果を示す。これらの検証解析結果より、構築した BCM ソルバーは、固体燃料ロケットエンジンとスクラムジェットエンジンの流れ場を解析することができる。

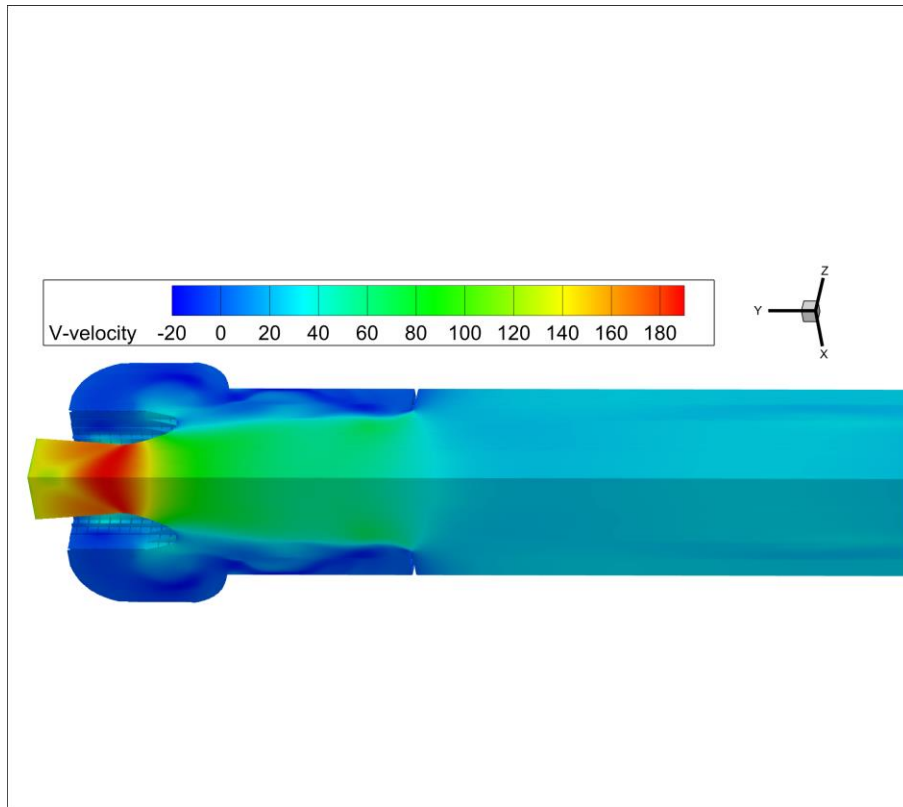


図 1: Ariane5 の SRM モデルの軸方向流速の可視化結果(1/4 モデル)

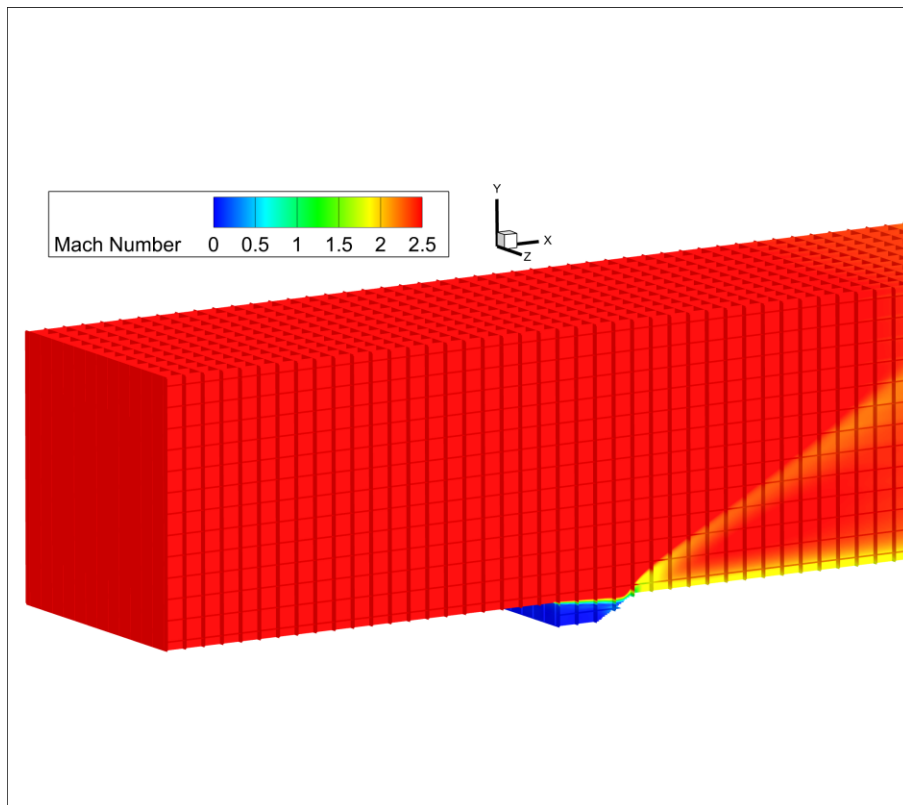


図 2:  $L/D = 3$  キャビティのマッハ数の可視化結果

## ● 成果の公表

なし

## ● 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 - 5
1 ケースあたりの経過時間	221 時間

## ● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合<sup>※1</sup> (%) : 0.02

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 <sup>※2</sup> (%)
TOKI-SORA	0.00	0.00
TOKI-ST	9,787.25	0.01
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	41,912.61	3.12
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 <sup>※2</sup> (%)
/home	13.33	0.01
/data 及び/data2	30,000.00	0.32
/ssd	133.33	0.03

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 <sup>※2</sup> (%)
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)	0.08	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