

液体推進システム解析技術

報告書番号：R22JG3215

利用分野：研究開発

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2022/20704/>

● 責任者

清水太郎, 研究開発部門第三研究ユニット

● 問い合わせ先

根岸 秀世(negishi.hideyo@jaxa.jp)

● メンバ

大門 優, 福田 太郎, 深澤 修, Ashvin Hosangadi, 根岸 秀世, 中島 健賀, 大野 真司, 外山 雅士, 鶴飼 諭史, 山本 姫子, 山田 梨加, Andrea Zambon

● 事業概要

将来の液体推進システムは、高性能を維持したコストダウンだけでなく、様々なミッション要求に応える必要がある。我々は、高精度 3D-CFD を活用して液体推進システム内部流れを把握することでシステム応答評価ツール用のモデリング開発を行い、シミュレーションを活用したフロントヘビー型液体ロケットや衛星推進系の設計など新規ミッション実現に向けた活動の基盤創出を目指す。

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

システム検討ツールのコンポーネントモデルは従来非常に簡素なものである。計算機科学が発展してきたため、コンポーネントモデルが従来よりも複雑であっても十分設計に利用できること、また高精度の CFD によりコンポーネント内物理現象が明らかになることでより精度の高いコンポーネントモデルの開発が可能となった。対象としている液体推進システム内の現象を明らかにするためには高忠実の CFD 解析が必須であり、システム解析に利用できる幅広いパラメータスタディを行う。JSS はこれら高忠実 CFD 解析に利用している。

● 今年度の成果

システム検討ツールのコンポーネントモデル開発のため、本年度は主に以下の解析を行った。図1は液体ロケットエンジン燃焼室モデル開発のため、亜臨界再生冷却性能解析の結果である。3次元解析結果はスロート前後の2次元流の影響を評価できるため、1次元解析とは冷却剤の沸騰位置が大きく異なる結果となった。今後実施予定の試験結果と比較予定である。図2は人工衛星用のヒートポンプループの配管モデル開発のための、配管分岐部における2相流解析の結果である。分岐部ではクオリティは均等に分かれるわけではなく、流動様式に依存することが確認された。

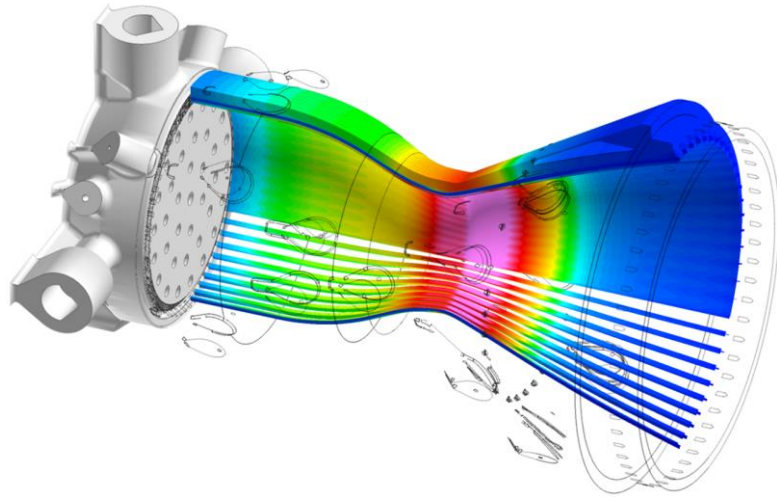


図1: 液体ロケット再生冷却流路および燃焼室壁面の温度分布

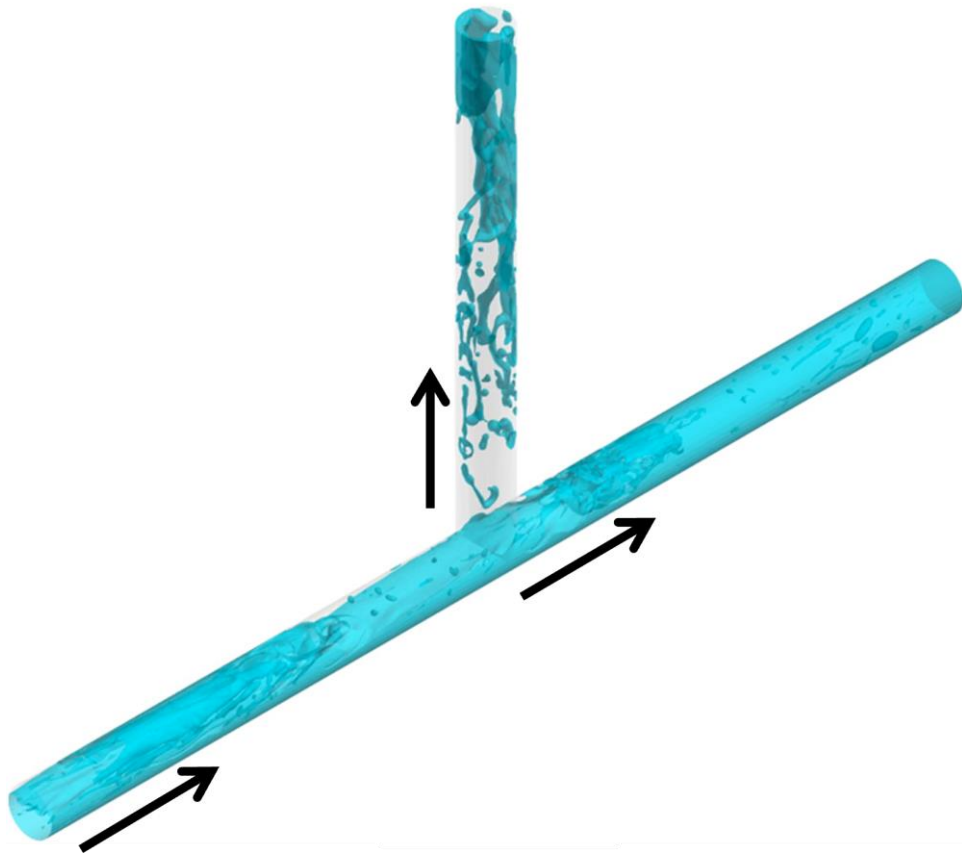


図2: 分岐管におけるVOF等値面

● **成果の公表**

-査読付き論文

Himeko YAMAMOTO, Kaname KAWATSU, Yu DAIMON, and Go FUJII, Development of a Dynamic Response Model Considering Trapped Gas Effect for Spacecraft Liquid Propulsion Systems, Journal of Evolving Space Activities, 2023 (in press)

● **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	1440
1 ケースあたりの経過時間	146 時間

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.47

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	11,854,907.08	0.53
TOKI-ST	267,749.83	0.27
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	0.00	0.00
TOKI-TST	13,978.21	0.37
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	507.74	0.46
/data 及び/data2	188,781.02	1.46
/ssd	2,636.85	0.37

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	11.88	0.05

※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)	1,196.77	0.83

※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