

ロケットエンジンおよび超音速飛翔体用エンジンに関する燃焼流体の研究

報告書番号：R17JACA01

利用分野：JSS2大学共同利用

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2017/4274/>

● 責任者

坪井伸幸 九州工業大学大学院工学研究院機械知能工学研究系

● 問い合わせ先

坪井伸幸 tsuboi@mech.kyutech.ac.jp

● メンバ

小塚悟史, 岩井麻衣子, 岩佐聡洋, 荒木天秀, 吉田啓祐, 坪井伸幸, 西川佳希, 宇崎友規, 高橋竜二,
吾郷愛由, 小澤晃平, ジュルデヒ シヤムニコラ

● 事業概要

国産ロケットエンジンおよび超音速エンジンの開発において、ノズルや燃焼器に関する評価やそれに関連する基礎研究を数値解析により実施する。

<http://www.mech.kyutech.ac.jp/rfd/index.html>

● JSS2 利用の理由

国産ロケットエンジンおよび超音速エンジンの開発において、学術的・実用的に重要な流体燃焼現象を明らかにし、効率的な数値計算手法を開発する。

● 今年度の成果

極低温超臨界圧力下の水素噴流と一様水素流の3次元数値解析を実施し、混合過程における圧力の影響を評価した。その結果、噴流の軌跡は運動量流束比に大きく依存し、また圧力やレイノルズ数が影響を及ぼすことについても確認された(図 1,2)。さらに、遷臨界噴射条件では、極低温噴流は主流をより高くまで貫通した軌道を通ることが示された。そして、噴流軌道予測のため、超臨界の影響を考慮した新しい噴流軌道のスケーリング則を提案した。

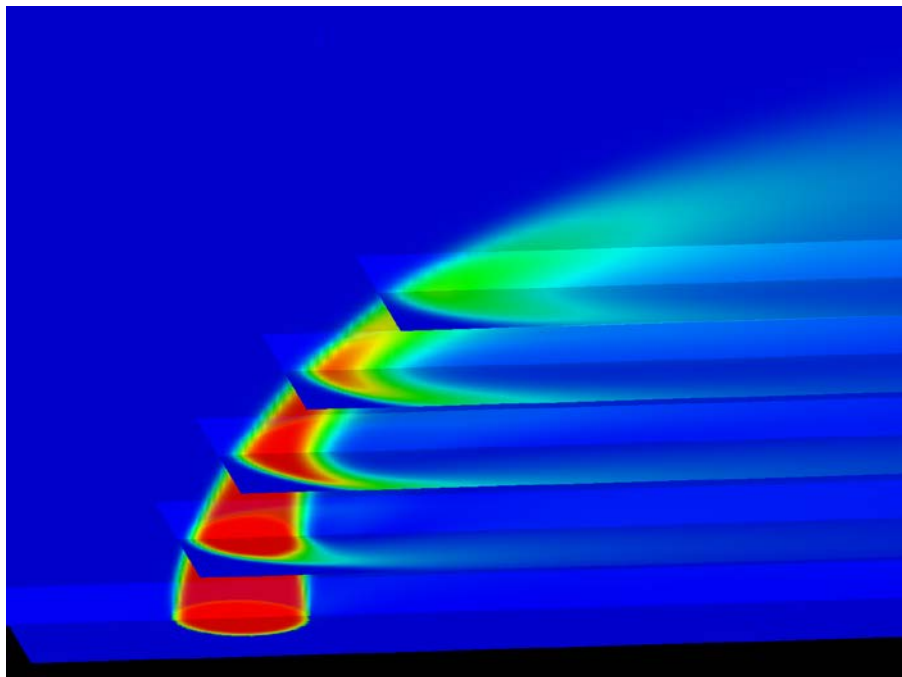


図 1 噴射口近傍の時間平均密度分布

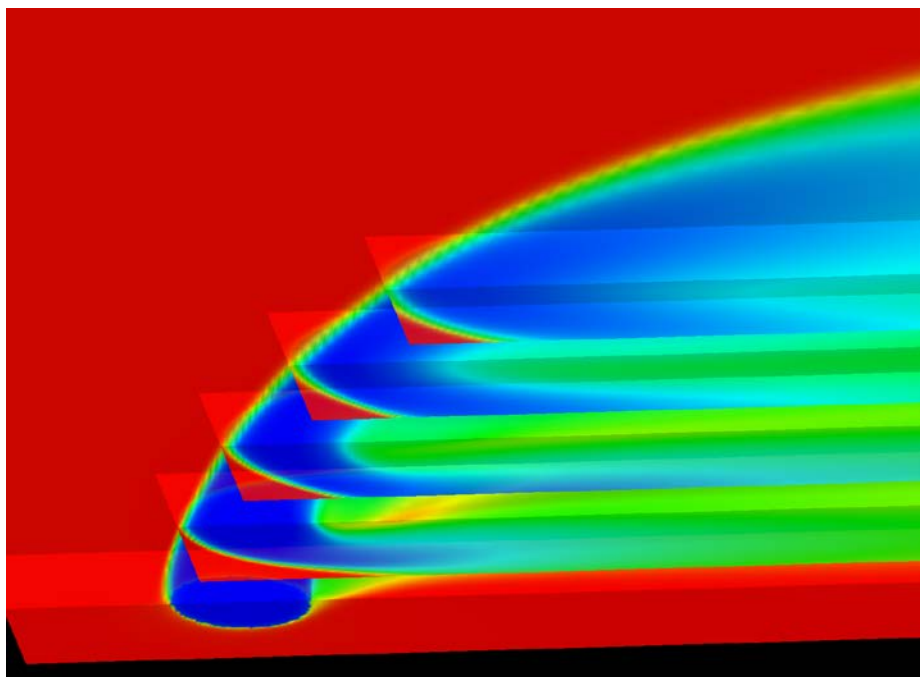


図 2 噴射口近傍の時間平均温度分布

● 成果の公表

● 口頭発表

- 1) 荒木天秀,武藤大貴,寺島洋史,坪井伸幸,“圧力発展方程式を用いた超臨界・多成分噴流に関する数値解析”,第 31 回数値流体力学シンポジウム,E04-1,2017 年 12 月

- 2) Maiko Iwai, Keisuke Yoshida, Youhi Morii, Nobuyuki Tsuboi and A.Koichi Hayashi, "Two-dimensional Numerical Analysis on Shock Flame Interaction in Premixed Gas of Hydrocarbon/Oxygen with Multi-Step Reaction Model," 26th ICDERS(International Colloquium on the Dynamics of Explosions and Reactive Systems) , 1050, Aug. 2017
- 3) Maiko Iwai, Keisuke Yoshida, Youhi Morii, Nobuyuki Tsuboi, A.Koichi Hayashi, Tetsuro Obara and Shinichi Maeda, "Numerical Analysis on Shock/Flame Interaction in Hydrocarbon/Oxygen Premixed Gas – Difference in the Propagation Types-," ISEM 2017(The 6th International Symposium on Energetic Materials and their Applications) , O02-3, Nov. 2017
- 4) Toshihiro Iwasa, Keiichiro Fujimoto, Daiki Muto, Nobuyuki Tsuboi, "Numerical Simulations of Transverse Jet in Supersonic Crossflow toward an Understanding of Interaction Mechanism," 31st International Symposium on Shock Waves (ISSW), SBM000350, Nagoya, Japan, July 2017.
- 5) 岩佐聡洋, 藤本圭一郎, 武藤大貴, 坪井伸幸, "液体ロケットタンク破壊時の燃料噴流と超音速気流の干渉メカニズム," 平成 29 年度衝撃波シンポジウム, 1A3-4, 2018, 3.
- 6) Satoshi Kozuka, Daiki Muto, Hiroshi Terashima, Nobuyuki Tsuboi, "Numerical Study of Cryogenic Hydrogen Jet in Crossflow under Supercritical Pressures," Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology, E6-2, Seoul, Korea, October 2017.
- 7) Ryuji Takahashi, Nobuyuki Tsuboi, Takashi Tokumasu, Shin-ichi Tsuda, "Validation of applicability of classical mixing rule in a van der Waals type equation of state for oxygen-hydrogen mixture system", The 13th International Symposium on Experimental and Computational Aerothermodynamics of Internal Flows, ISAIF13-S-0074, Okinawa, Japan, May, 2017.
- 8) Ryuji Takahashi, Nobuyuki Tsuboi, Takashi Tokumasu, Shin-ichi Tsuda, "Validation of classical mixing rule coupled with a cubic equation of state for the thermodynamic properties in oxygen-hydrogen mixture system", The Ninth JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference, TFEC9-1422, Okinawa, Japan, October, 2017.
- 9) Ryuji Takahashi, Nobuyuki Tsuboi, Takashi Tokumasu, Shin-ichi Tsuda, "Validation of classical mixing rule in van der Waals type equation of state applied to a non-ideal binary mixture fluid", Fourteenth International Conference on Flow Dynamics, CRF-49, Miyagi, Japan, November, 2017.
- 10) 高橋竜二, 坪井伸幸, 徳増崇, 津田伸一, "二成分 Lennard-Jones 流体における対応状態原理の成立性", 日本機械学会 九州支部 第 71 期総会・講演会, F12, 2018, 3 月.
- 11) Tomoki Uzaki, Tomoyuki Muta, Nobuyuki Tsuboi, Yusuke Maru, Kazuhisa Fujita, "A Numerical and Experimental Approaches on Aerodynamic Characteristics of Waverider with Orbiter", 31th International Symposium on Space Technology and Science, g-21, June, 2017.
- 12) 宇崎友規, 坪井伸幸, 丸祐介, 藤田和央, "Orbiter を搭載した Waverider 模擬形状の数値解析及び風洞実験による空力特性の評価", 日本航空宇宙学会西部支部講演会 2017, S007, 2017, 11.
- 13) Yoshiki Nishikawa, Nobuyuki Tsuboi, Takashi Ito, Satoshi Nonaka "Aerodynamic Characteristics Steady on Reusable Sounding Rocket using Numerical Calculation", 31th International Symposium on Space Technology and Science, 2017-g-22, Ehime, Japan, May 2017.
- 14) 西川佳希, 坪井伸幸, 野中聡, 伊藤隆, 小澤晃平, 武藤智太郎 "再使用実験機の帰還時の空力特性評価に関する数値解析", 第 61 回宇宙科学技術連合講演会, 2J13, 2017, 10.

● JSS2 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	72
1 ケースあたりの経過時間	83.00 時間

● 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.26

内訳

計算資源		
計算システム名	コア時間(コア・h)	資源の利用割合※2 (%)
SORA-MA	2,047,352.81	0.27
SORA-PP	200.55	0.00
SORA-LM	0.00	0.00
SORA-TPP	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	133.51	0.09
/data	1,335.14	0.02
/ltmp	27,343.76	2.06

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