

乱流燃焼場を対象とした化学反応計算手法に関する研究

報告書番号：R18JTET25

利用分野：技術習得方式

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2018/9046/>

● 責任者

青山剛史, 航空技術部門数値解析技術研究ユニット

● 問い合わせ先

小松 湧介 (ksw.koma2@asagi.waseda.jp)

● メンバ

小松 湧介

● 事業概要

宇宙航空研究開発機構(JAXA)はマッハ 5 で巡航する極超音速航空機の実現を目指した研究開発を進めている。この研究開発の第一段階として、S-520 探査ロケットを用いた極超音速条件下での飛行試験である極超音速統合制御実験(HIMICO)が計画されている。現在までに超音速風洞試験およびエンジンの燃焼試験が行われており、燃焼試験においてはある実験条件で燃料が自己着火することが確認されている。しかしながら、自己着火条件の定量的な評価やエンジンの性能評価に必要なデータが不十分なのが現状である。そこで、実験データを補間することや燃料の自己着火の条件を明らかにすることを目的として、CFD 解析を行う。

● JSS2 利用の理由

実燃焼器スケール(数千万セル規模)で化学反応を含む流れ場の数値解析を行うと、計算コストが非常に大きくなる。そこで、現実的な時間で数値解析を行うために、並列化を行うことができる JSS2 を利用した。

● 今年度の成果

JAXA が開発した高速流体解析ソルバ FaSTAR を基盤に、化学種輸送方程式と Arrhenius 型反応モデルの実装を行って、詳細な化学反応機構を考慮する反応性流体解析ソルバを開発した。ソルバの検証のため、ドイツ航空宇宙センターDLR(Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt)が行った超音速拡散燃焼試験を対象にして CFD 解析を行った。この CFD 解析から得られた温度分布および流速分布は、実験結果とほぼ定量的に一致した(図 1, 2)。また、極超音速統合制御実験用ラム燃焼器を対象にした CFD 解析では、主流空気温度の違いで自己着火が起きる場合と自己着火が起きない場合の差が出ることを確認できた(図 3)。

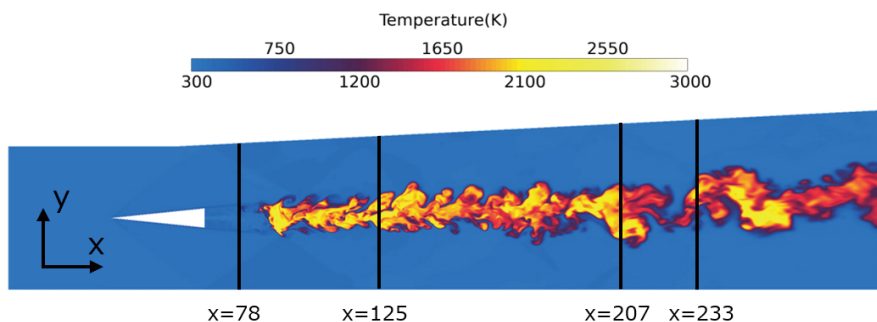


図 1: スクラム燃焼器内の瞬時の静温分布

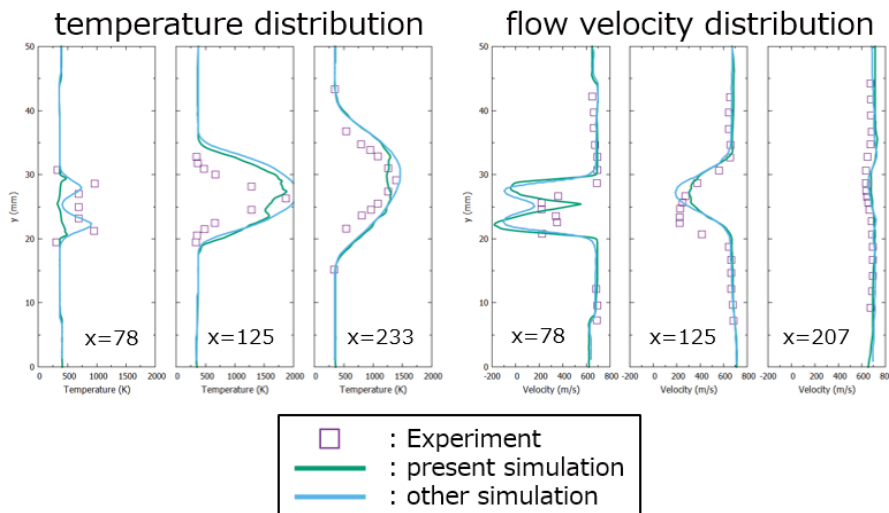


図 2: 時間平均した温度分布と流速分布

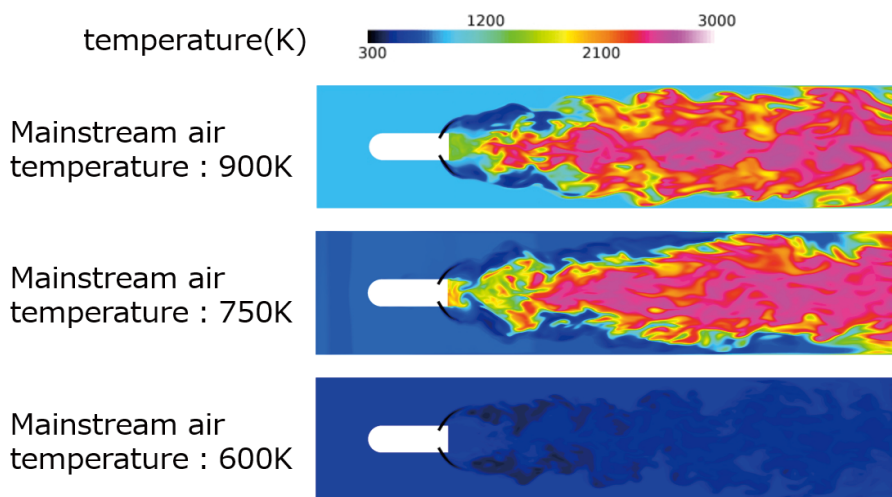


図 3: 主流空気温度を変化させた場合のラム燃焼器内の温度分布

● 成果の公表

なし

● 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	非該当
プロセス並列数	256 - 1024
1 ケースあたりの経過時間	400 時間

● 利用量

総資源に占める利用割合^{※1} (%) : 0.79

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	7,228,258.25	0.88
SORA-PP	13,694.94	0.11
SORA-LM	1,663.04	0.78
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	476.84	0.49
/data	9,765.63	0.17
/ltmp	1,953.13	0.17

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