

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：R17JTET25

利用分野：技術習得方式

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2017/4350/>

● 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

極超音速旅客機の実現に向け、極超音速条件での機体・推進の統合制御技術の実証を目指した研究開発が進められている。実験機に搭載されるラムジェットエンジンの性能取得に必要なデータを燃焼試験だけで取得するのは困難であり、実験データの補間や燃焼器内の現象把握のため数値解析が必要とされている。そこで、JAXAが開発した高速流体解析ソルバ FaSTAR を基盤にして詳細反応機構を考慮した熱流体解析ソルバを開発する。また、開発したソルバの検証として2次元形状を対象にした解析を行う。

● JSS2 利用の理由

実燃焼器スケールで化学反応を含む数値解析を行うと、計算コストが非常に大きくなる。そのため、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、詳細反応機構を考慮できる熱流体解析ソルバを開発した。また、LU-SGS 法と Point-Implicit 法を組み合わせた時間積分法を実装した。

検証計算として2次元管内予混合流れを対象に本ソルバで数値解析を行い、解析解と定量的に一致する結果を得た(図1)。さらに、Burrows と Kurkov が行った超音速拡散燃焼実験を対象にした解析では、化学種質量分率や温度の分布に比較的大きな誤差が出たものの、それらの最大値については実験結果と一致する結果を得た(図2, 3)。

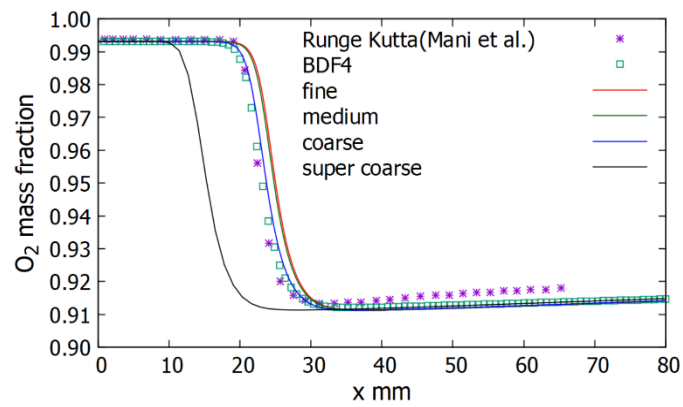


図 1 主流方向の O2 質量分率分布(実線：解析結果,プロット：解析解(定圧仮定))

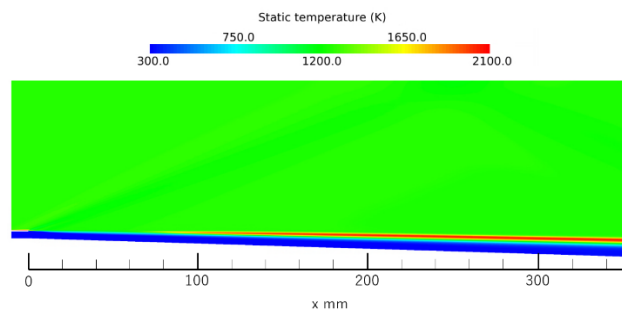


図 2 テストセクション内の静温分布

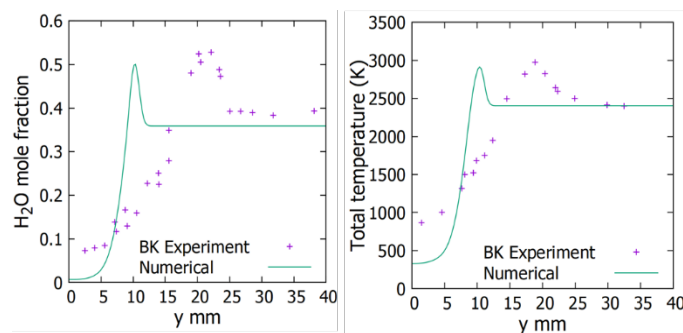


図 3 テストセクション出口の H2O 質量分率分布(左)および全温分布(右)(実線：解析結果,プロット：実験結果)

● 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	N/A
プロセス並列数	32 - 64
1 ケースあたりの経過時間	120.00 時間

● 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.68

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	5,618,850.84	0.75
SORA-PP	3,882.99	0.05
SORA-LM	1.60	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	476.84	0.33
/data	9,765.63	0.18
/ltmp	1,953.13	0.15

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