

## 普遍的な LES を実現する SGS 応力方程式型モデリングの研究

報告書番号：R19JCMP08

利用分野：競争的資金

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2019/11428/

### ● 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

松山 新吾(smatsu@chofu.jaxa.jp)

### ● メンバ

松山 新吾

### ● 事業概要

本研究では SGS 応力の輸送方程式を解くことにより, 対象とする流れ場に合わせたチューニングを全く必要としない普遍的な LES の実現を目指す. SGS 応力方程式は空間フィルタリング操作から厳密に導出されるものであるが, 式に含まれる相関項についてモデリングを必要とし, その良し悪しが LES の解析精度を決める. そこで, 乱流噴流の DNS データベースを利用したアプリオリテストにより相関項のモデリングを行い, 新たな SGS 応力方程式型 LES モデルを確立する.

参考 URL: <https://kaken.nii.ac.jp/ja/grant/KAKENHI-PROJECT-18K03963/>

### ● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

SGS 応力方程式の相関項をモデリングするためのアプリオリテストには DNS による統計データが必要となる. 本研究で目指すような  $Re > 10000$  以上の高レイノルズ数条件で DNS を実施するには 10 億点オーダーの格子点数が必要であるため, スパコン上でのみ実行が可能な大規模解析になる. したがって, 本研究の遂行にはスパコンが必須である.

### ● 今年度の成果

DNS データベースを利用したアプリオリテストによりモデリングされた SGS 応力輸送方程式を LES に組み込み,  $Re=10000$  の平面乱流噴流に対する LES 解析を実施した. プレリミナリーな結果ではあるものの, アプリオリテストの結果と類似した SGS 応力の分布が得られた(図 1).

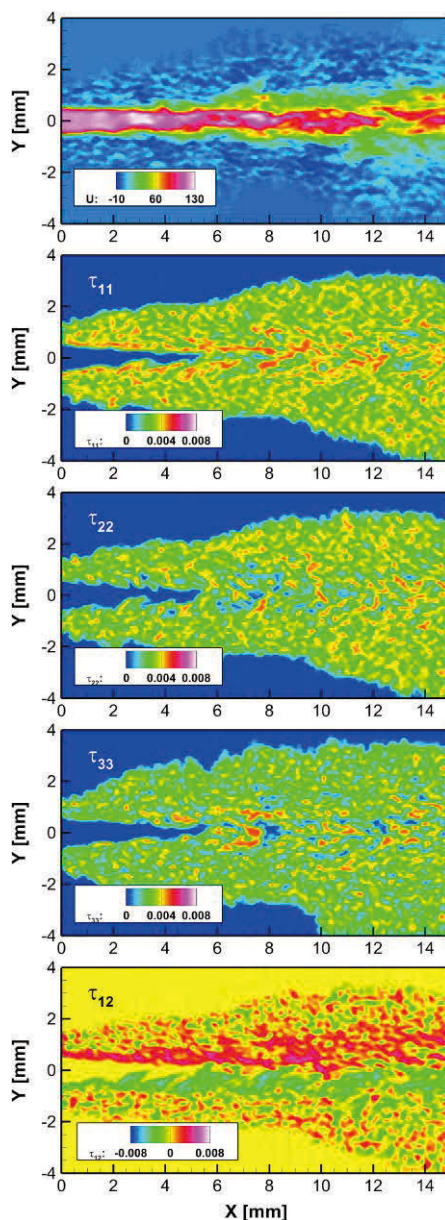


図 1: LES により得られた瞬時場の分布. 速度  $u$  および SGS 応力 ( $\tau_{11}$ ,  $\tau_{22}$ ,  $\tau_{33}$ , and  $\tau_{12}$ ).

## ● 成果の公表

-査読なし論文

- 1) 松山 新吾, "SGS 応力輸送方程式型の LES モデリングに向けた平面乱流噴流 DNS データによるアプリアリテスト", 日本流体力学会年会 2019 講演論文集, 2019.
- 2) 松山 新吾, "SGS 応力輸送方程式型モデルによる平面乱流噴流の LES", 第 33 回数値流体力学シンポジウム講演論文集, A09-4, 2019.
- 3) 松山 新吾, "SGS 応力輸送方程式型モデルによる平面乱流噴流の LES", 第 35 回生研 TSFD シンポジウム講演論文集, 2020.

-口頭発表

1) 松山 新吾, "SGS 応力輸送方程式型の LES モデリングに向けた平面乱流噴流 DNS データによるアプリオリテスト", 日本流体力学会年会 2019, 2019.

2) 松山 新吾, "SGS 応力輸送方程式型モデルによる平面乱流噴流の LES", 第 33 回数値流体力学シンポジウム, 2019.

## ● 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	750 - 1500
1 ケースあたりの経過時間	660 時間

### ● 利用量

総資源に占める利用割合<sup>※1</sup> (%) : 0.03

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 <sup>※2</sup> (%)
SORA-MA	303,526.40	0.04
SORA-PP	2.15	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 <sup>※2</sup> (%)
/home	342.25	0.29
/data	1,628.02	0.03
/ltmp	279.02	0.02

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