

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：R18JCMP08

利用分野：競争的資金

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2018/8986/

● 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 (smastu@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/>

● JSS2 利用の理由

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

$Re = 1500, 3000, 7000$, および 10000 について空間 9 次精度の DNS 解析を 1 億~13 億点の計算格子により実施した(図 1). また, DNS データを利用したアプリオリテストにより SGS 応力の特性について調査を行った(図 2).

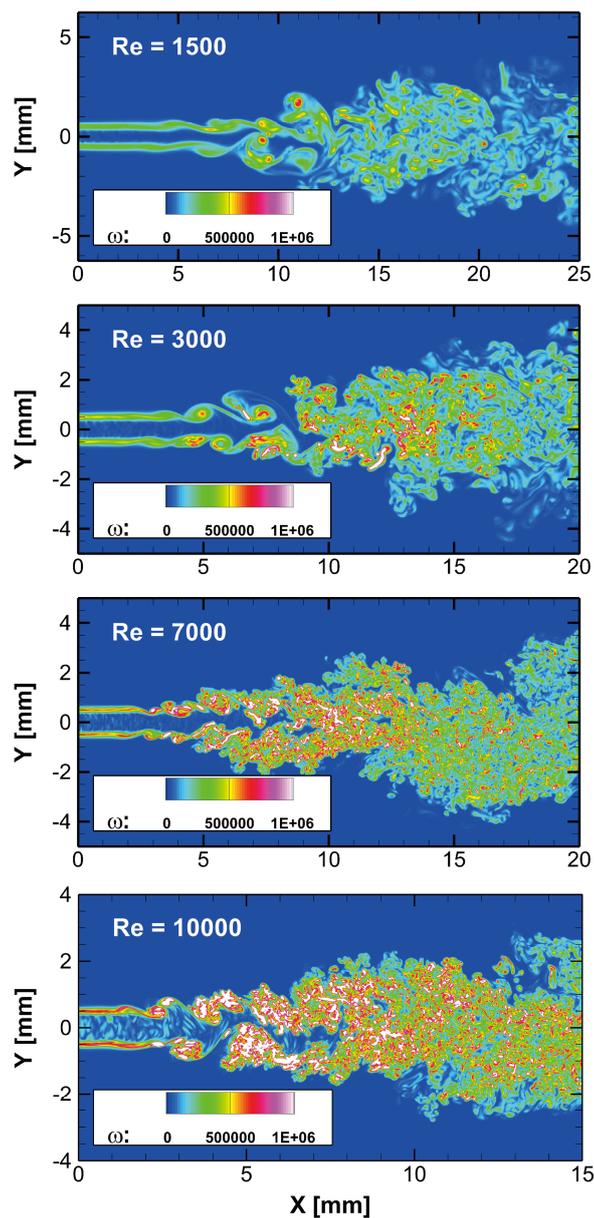


図 1: 瞬時の渦度分布($z = 0$). 上から, $Re = 1500, 3000, 7000$ および 10000 に対する解析の結果. 査読なし論文 [1,2] からの引用.

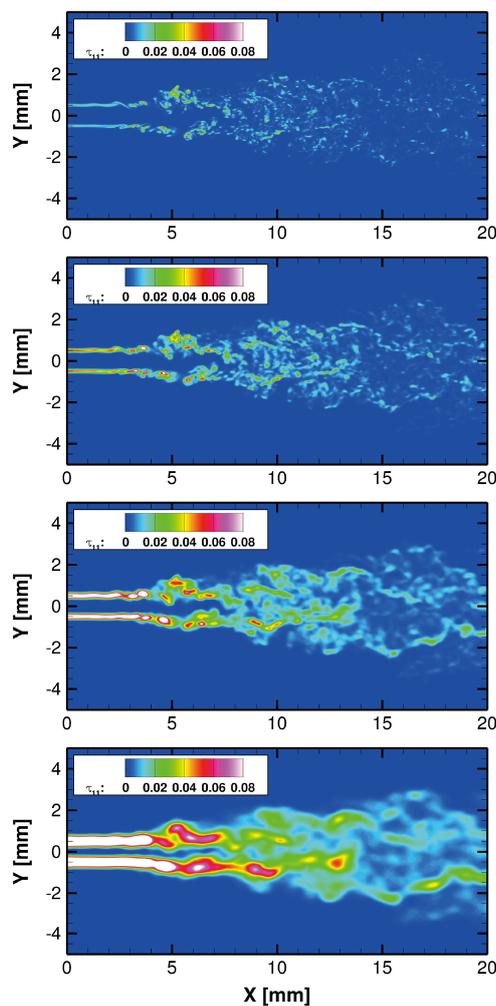


図 2: 瞬時の SGS 応力分布($z = 0$). $Re = 10000$ の DNS データに対し、空間フィルタサイズを変化させて SGS 応力を評価した結果. 査読なし論文 [2] からの引用.

● 成果の公表

-査読なし論文

- 1) 松山 新吾, "平面乱流噴流のレイノルズ数依存性に関する DNS", 第 50 回流力講演会/第 36 回 ANSS 講演論文集, 3E02, 2018.
- 2) 松山 新吾, "SGS 応力輸送方程式型の LES モデリングを目指した平面乱流噴流 DNS データによるアプリオリテスト", 第 34 回数値流体力学シンポジウム講演論文集, C08-3, 2018.

-口頭発表

1) 松山 新吾, "平面乱流噴流のレイノルズ数依存性に関する DNS", 第 50 回流体力学講演会/第 36 回 ANSS, 2018.

2) 松山 新吾, "SGS 応力輸送方程式型の LES モデリングを目指した平面乱流噴流 DNS データによるアプリオリテスト", 第 34 回数値流体力学シンポジウム, 2018.

● 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	1100 - 1500
1 ケースあたりの経過時間	150 時間

● 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 1.24

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	11,629,578.57	1.42
SORA-PP	0.00	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	399.29	0.41
/data	1,899.35	0.03
/tmp	325.52	0.03

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