

## 複雑形状まわりの高レイノルズ数 LES に向けた超高次精度非構造格子法に関する研究

報告書番号：R20JACA38

利用分野：JSS 大学共同利用

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2020/14482/>

### ● 責任者

浅田啓幸, 東北大学工学研究科

### ● 問い合わせ先

浅田 啓幸(h.asada@tohoku.ac.jp)

### ● メンバ

浅田 啓幸

### ● 事業概要

本研究の目的は、複雑形状まわりの高レイノルズ数流れの高精度 LES に向けて、高次精度非構造格子法である discontinuous Galerkin(DG)法をベースとしたソルバーを開発することである。

### ● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

本研究が目指す DG 法による LES 解析は、膨大な数の計算格子を用いた大規模解析のため、実現するためにはスパコンが必須である。また、DG 法は大規並列計算で高い実行効率を実現でき、スパコン上でその真価を発揮する。

### ● 今年度の成果

今年度は超高次精度 DG 法として空間 8 次精度 DG を構築し、円柱まわりの流れの LES 解析を行うことで、LES への適用可能性について調査した。高次精度 DG 法を用いた LES 解析では、格子で解像できないスケールの流れを解く際に数値不安定性が発生することが知られている。本研究では、まず従来通りに空間 8 次精度 DG 法を構築し、円柱まわりの流れ(直径ベースのレイノルズ数が 3900)の LES 解析に適用することで、この数値不安定性が本当に発生することを確認した。また、その不安定性の様子から、粘性項に問題があると考え、DG 法で粘性項の離散化として広く使われている 2nd Bassi-Rebay 法(BR2 法)について再考した。その結果、BR2 法で用いている大幅な近似が数値安定性に悪影響を与えている可能性があると考え、大幅な近似を行わない BR1 法による離散化の方が安定であると考えた。実際に BR1 法を空間 8 次精度 DG 法に実装し、円柱まわりの流れの LES 解析を行ったところ、BR2 法よりも安定に解析が行えた。図 1 および図 2 は、BR1 法を用いた空間 4 次精度と空間 8 次精度の DG 法による円柱まわりの流れ場の LES 解析結果である。

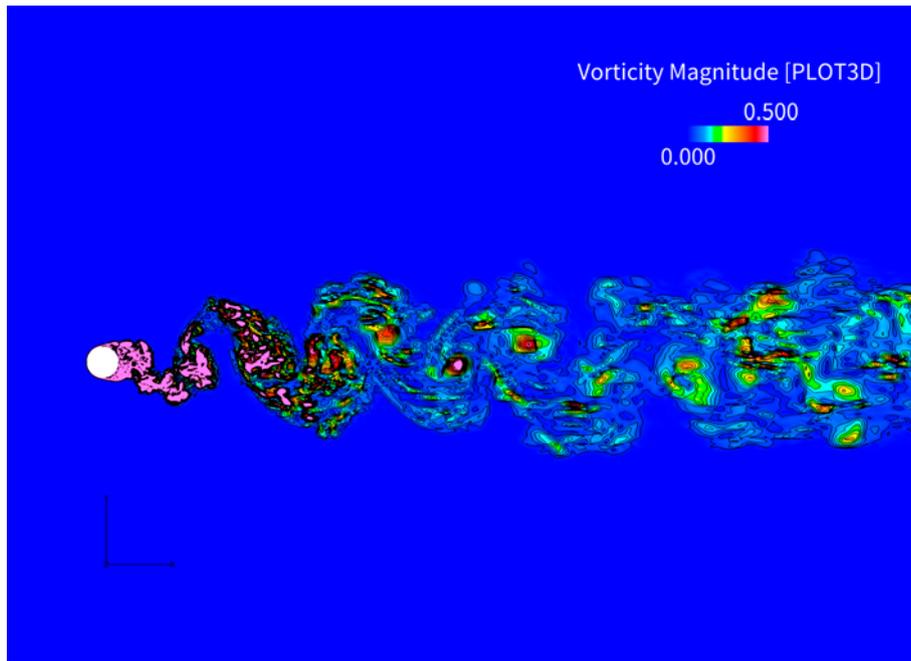


図 1: 空間 4 次精度 DG 法による円柱まわりの流れ(直径ベースのレイノルズ数=3900)

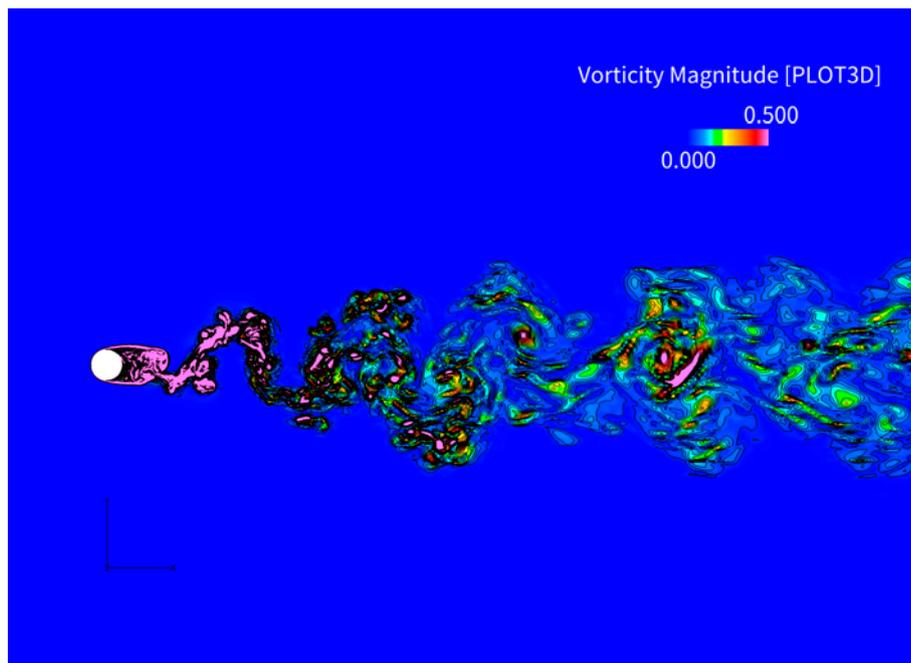


図 2: 空間 8 次精度 DG 法による円柱まわりの流れ(直径ベースのレイノルズ数=3900)

● 成果の公表

なし

## ● JSS 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	700 - 5250
1 ケースあたりの経過時間	125 時間

## ● JSS2 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.00

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	18,640.92	0.00
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	2.38	0.00
/data	2,441.41	0.05
/ltmp	488.28	0.04

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

## ● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.14

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 (%)
TOKI-SORA	758,497.79	0.16
TOKI-RURI	0.00	0.00
TOKI-TRURI	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	2.38	0.00
/data	2,441.41	0.04
/ssd	23.84	0.01

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