

DNS 解析に基づく高マッハ数混相乱流 LES モデルの構築

報告書番号：R19JACA11

利用分野：JSS2 大学共同利用

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2019/11401/>

● 責任者

福田 紘大, 東海大学

● 問い合わせ先

福田 紘大, 准教授, 東海大学(fukuda@tokai-u.jp)

● メンバ

福田 紘大, 野々村 拓

● 事業概要

超音速混相乱流の LES モデル構築に向けて, 高 Mach 数・低 Reynolds 数の球周り流れの直接解析 (DNS)を行い, データベースを構築するとともに現象把握を行う。

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

本事業では境界適合格子を用いた高 Mach 数・低 Reynolds 数流れにおける球周り流れの DNS により球周り流れのデータベース構築を行う。計算コストの高い DNS によりデータベースを構築するには大規模解析を多数の条件で実施する必要があるため, 本事業においてスパコンの演算能力は必須である。

● 今年度の成果

3次元 Navier-Stokes 方程式の直接数値解析により Reynolds 数 1,000 以下の遷音速域における静止球周り流れの解析を行った。流れの様相, 流れ構造, 抵抗係数などの基礎特性に対する Mach 数効果を調査した。その結果, (1) 遷音速領域において流れ場が安定化されること, (2) Mach 数の増加による抵抗係数の増加分は連続流れの領域では Reynolds 数に関係なく整理されること, (3) Mach 数による圧力抵抗係数と粘性抵抗係数の増加分はそれぞれ高亜音速以下では Prandtl-Glauert 変換と剥離点位置の移動量でおおよそ整理できること, などを明らかにした。

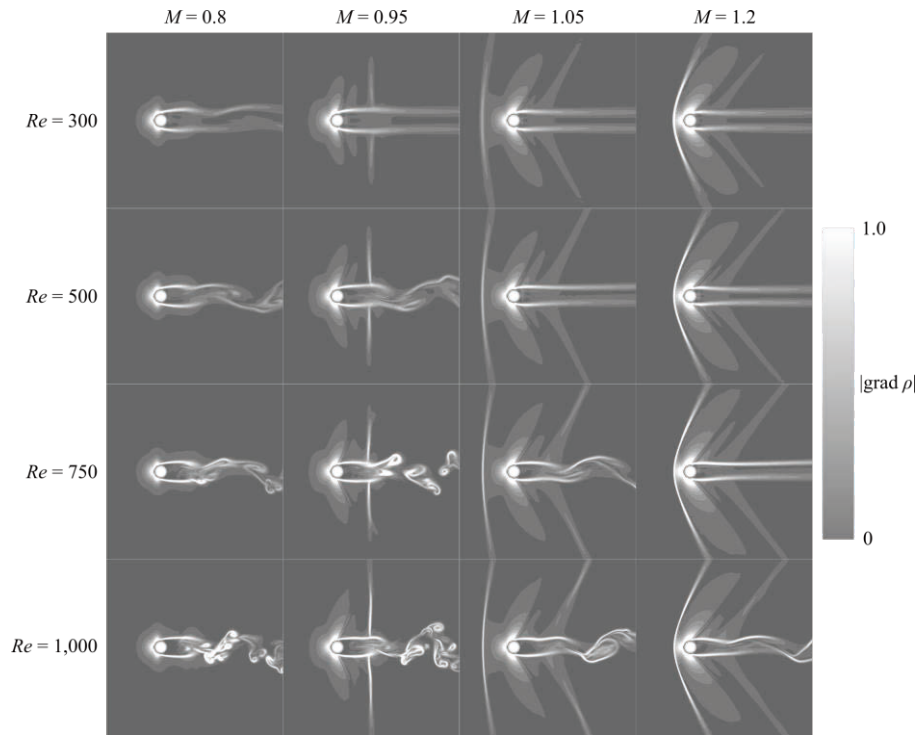


図 1: 単体静止球の後流渦構造に対する Mach 数と Reynolds 数の影響 (密度勾配の絶対値分布)

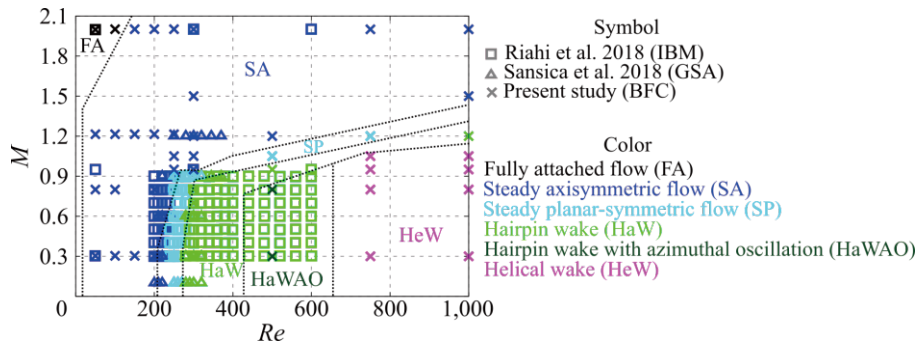


図 2: 圧縮性低 Reynolds 数流れにおける静止球周りの流れの様相の分布

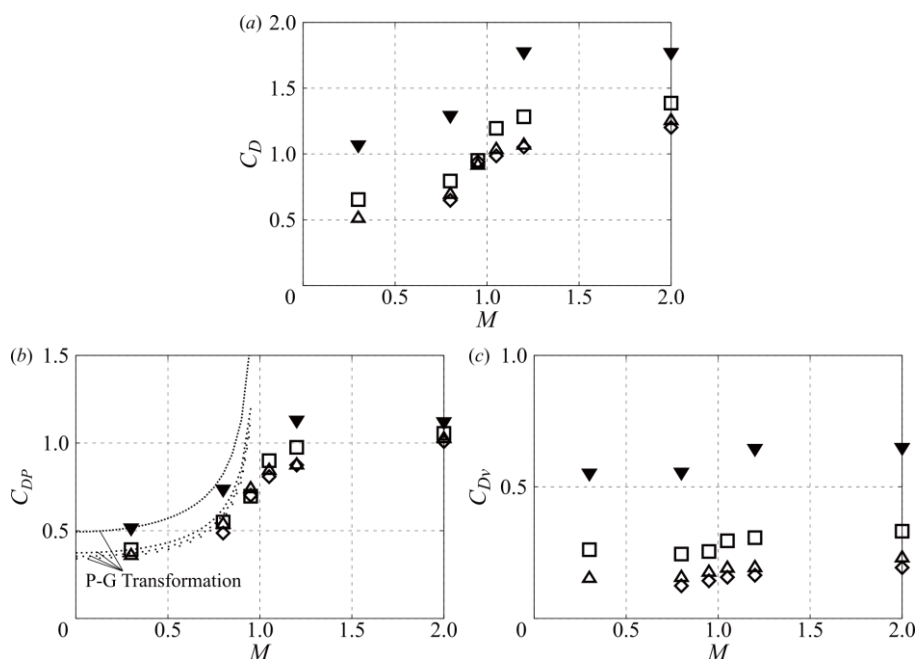


図 3: 抵抗係数に対する Mach 数と Reynolds 数の影響

● 成果の公表

-口頭発表

永田貴之, 野々村拓, 高橋俊, 福田紘大, "Reynolds 数 300-1000 の遷音速微小粒子周りの流れ場と抵抗係数に対する Mach 数・Reynolds 数効果の考察," 第 51 回流体力学講演会/第 37 回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム, 1E08, 東京, 7 月 (2019)

-その他

第 51 回流体力学講演会/37 回航空宇宙シミュレーション技術シンポジウム 優秀発表賞 Reynolds 数 300-1000 の遷音速微小粒子周りの流れ場と抵抗係数に対する Mach 数・Reynolds 数効果の考察 2019 年 9 月

● 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	16 - 289
1 ケースあたりの経過時間	200 時間

● 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.29

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	2,523,635.64	0.31
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	42.35	0.04
/data	24,530.76	0.42
/ltmp	3,044.58	0.26

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	18.89	0.48

※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