

高速流中の微粒子間の流体力学的干渉に関する研究

報告書番号：R23JACA55

利用分野：JSS 大学共同利用

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2023/24093/>

● 責任者

永田貴之, 名古屋大学

● 問い合わせ先

永田貴之(takayuki.nagata@mae.nagoya-u.ac.jp)

● メンバ

野々村 拓, 永田 貴之

● 事業概要

流れ場に配置した複数の粒子周りの圧縮性流れを Reynolds 数 $O(10^2)$ において Navier-Stokes 方程式の直接数値解析により調べる。これにより、亜音速から超音速流れ中の微粒子間の流体力学的干渉効果に関する基礎的知見を得る。粒子の揚力や抗力、モーメント係数に対する干渉の影響を明らかにするとともに、流れ場の速度分布や圧力分布など詳細な情報からその流体现象を調べる。本研究で対象とする流れ場は高速流れ中の微粒子が移流、衝撃波や乱流、剪断層を通過する際の条件を想定している。申請者のこれまでの研究で得られた単体粒子周りの高速流れの知見に加えて粒子間の流体力学的干渉を明らかにすることで圧縮性固気混相流の高精度モデリングに向けた基礎的知見を獲得する。

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

本研究では直接数値シミュレーションを行うため、大規模並列計算が必要となる。

● 今年度の成果

今年度は埋め込み境界法による多数粒子周り流れの解析準備を行った。埋め込み境界法はレベルセット関数を用いたゴーストセル法により実装した。非等間隔直交格子を生成し、等間隔領域に静止粒子が100個配置された場に垂直衝撃波が通過する計算までを行った。格子解像度は粒子に対して10点であり、流体力による粒子の運動も考慮した。検証のため、粒子と流体の密度比は1として粒子の運動が生じやすい条件で解析を行った。図は2時刻での密度分布をそれぞれ示す。半透明の等値面は衝撃波面に相当する。垂直衝撃波と干渉する粒子群周りの流れおよび粒子の移動が計算できている。

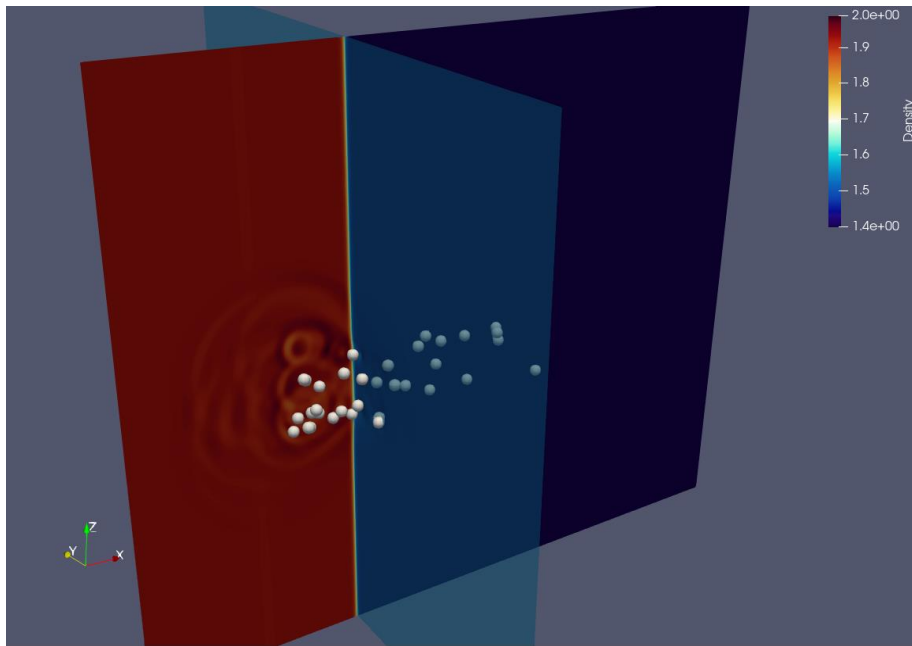


図 1: 垂直衝撃波と干渉する粒子群周りの密度分布

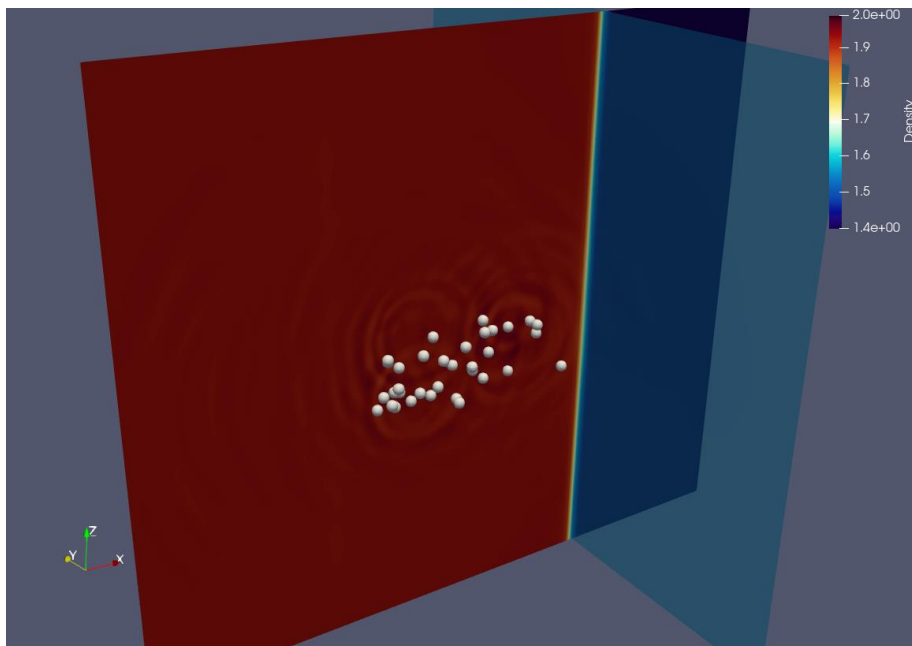


図 2: 垂直衝撃波と干渉する粒子群周りの密度分布

● 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	OpenMP
プロセス並列数	8 - 143
1 ケースあたりの経過時間	10 時間

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.26

内訳

計算資源		
計算システム名	CPU 利用量(コア・時)	資源の利用割合※2 (%)
TOKI-SORA	7,007,238.75	0.32
TOKI-ST	0.00	0.00
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	0.00	0.00
TOKI-TST	0.00	0.00
TOKI-TGP	0.00	0.00
TOKI-TLM	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	54.45	0.05
/data 及び/data2	11,057.22	0.07
/ssd	0.00	0.00

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	20.55	0.07

※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

● ISV 利用量

ISV ソフトウェア資源		
	利用量(時)	資源の利用割合※2 (%)
ISV ソフトウェア(合計)	0.00	0.00

※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