

受付 ID	15a-14
分野	宇宙

宇宙規模流動現象解明のための計算科学

Computational science for cosmic-scale flow phenomena

石原 卓

名古屋大学大学院工学科

1. 研究目的

本プロジェクトでは宇宙分野と流体分野の連携を図り、乱流の計算科学的方法を駆使して、惑星の形成過程および宇宙惑星生命の謎にせまることを目的としている。具体的な連携としては、宇宙分野の専門家と数値流体力学分野、特に乱流の計算科学、の専門家の協働により、宇宙規模流動現象解明のための具体的な問題および条件設定を行い、カノニカルな乱流の直接数値計算(DNS)を活用した大規模な数値実験を行う。また、エクサスケールのスーパーコンピュータを用いた超大規模数値実験の実現に向けて、メニーコア計算機用の乱流&粒子追跡の並列コードを開発し、高効率化を実施する。

2. 研究成果の内容

流体分野と宇宙分野の連携が進み、乱流の直接数値計算に基づく粒子追跡シミュレーションにより、粒子の濃集のレイノルズ数依存性、粒子の濃集に対する圧縮性や磁場の影響の理解が進んだ。得られた成果を天文学会にて発表し、宇宙分野の多くの研究者の関心を引くことができた。圧縮性乱流の並列 DNS コードへの粒子追跡コードの組み込みに成功し、圧縮性乱流 DNS を用いた粒子追跡シミュレーションが実現できた。以上の成果により、共同研究が発展し「ポスト「京」で重点的に取り組むべき社会的・科学的課題に関するアプリケーション開発・研究開発」萌芽的課題：「原始惑星系円盤乱流と微惑星形成」の申請が実現した。

3. 学際共同利用として実施した意義

圧縮性乱流コードを Xeon Phi 向けに書き換え、ネイティブ実行とオフロード実行を可能にした。その性能測定結果から、コードの Xeon Phi 向け高速化・高効率化の指針を得ることができた。現在、その指針に従い、流体計算における従属変数ごとに配列を用意するような実装を進めている。

4. 今後の展望

圧縮性乱流 DNS コードに基づく粒子追跡の大規模計算を行い、圧縮性乱流中の粒子運

動の特徴を明らかにする。得られた成果をまとめ、論文を発表する。

5. 成果発表

(1) 学術論文

なし (執筆中)

(2) 学会発表

- ・ 石原卓, 江野畑圭, 小林直樹, 白石賢二, 中本泰史, 梅村雅之, 原始惑星系円盤乱流と微惑星成長, 日本天文学会 2016 年春季年会, 2016 3/14-3/17 首都大学東京 (基調講演)
- ・ 古谷 眸, 江野畑圭, 石原卓, 白石賢二, 芳松克則, 岡本直也, 梅村雅之, 原始惑星系円盤における圧縮性乱流場中の粒子運動 日本天文学会 2016 年春季年会 2016 3/14-3/17 首都大学東京
- ・ 小林直樹, 江野畑圭, 石原卓, 白石賢二, 梅村雅之, 乱流の「第一原理計算」による原始惑星系円盤中の粒子運動に対する鉛直重力の影響, 日本天文学会 2016 年春季年会 2016 3/14-3/17 首都大学東京
- ・ 小林直樹, 江野畑圭, 石原卓, 白石賢二, 梅村雅之, 乱流の直接数値計算による原始惑星系円盤中の粒子運動に対する鉛直重力の影響の解析, 日本天文学会 2015 年秋季大会 2015 9/9-9/11 甲南大学
- ・ 江野畑圭, 石原卓, 白石賢二, 森下浩二, 中本泰史, 梅村雅之, 微惑星形成過程解明のための乱流の直接数値計算と粒子追跡, 日本天文学会 2015 年秋季大会 2015 9/9-9/11 甲南大学
- ・ 高橋良輔, 江野畑圭, 岡本直也, 芳松克則, 石原卓, 白石賢二, 梅村雅之, 電磁流体乱流の直接数値シミュレーションによる原始惑星系円盤内の粒子運動の解析, 日本天文学会 2015 年秋季大会, 2015 9/9-9/11 甲南大学

(3) その他

使用計算機	使用計算機に○	配分リソース*
HA-PACS		
HA-PACS/TCA		
COMA	○	
※配分リソースについては 32node 換算時間をご記入ください。		