

課題名 (タイトル) :

スケーラブルな粒子法コードによる天体物理シミュレーション

利用者氏名 : 中里 直人

理研での所属研究室名 : 和光研究所 基幹研究所 戎崎計算宇宙物理研究室

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

粒子法は、有限要素法や有限体積法等と並んで、幅広い分野のシミュレーションで利用されており、計算科学における最も重要な手法の一つである。特に宇宙のシミュレーションにおいては、自己重力のために密度分布が非一様に進化するため、粒子法は幅広く利用されてきた。一方で、大規模な並列計算機上で、効率がよくスケーラブルな並列粒子法コードを実現することは容易ではない。本研究では、大規模並列計算機でも効率が良くスケーラブルな並列シミュレーションコードを新規に開発し、それにより天体物理シミュレーションをおこなう。

2. 具体的な利用内容、計算方法

本研究では、粒子法の中でも特に天体物理シミュレーションで重要な、粒子間の自己重力相互作用計算及び Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) 法による流体シミュレーション計算をターゲットとし、ノードが CPU と GPU の組み合わせからなる並列クラスターのための最適化をおこなう。これにより、宇宙論パラメーターの決定に必要な役割を果たす白色矮星の超新星爆発過程や、銀河の形成進化のシミュレーションを大規模化することを目指す。今年度の簡易利用では、RICC 計算機における最適な実装を調査するため、基礎的なテストと小規模な並列化をおこなう。

3. 結果

RICC の GPU クラスターにおいて、これまで開発してきた GPU で高性能な SPH シミュレーションコードを動作させるための基礎的な調査をおこなった。幾つかの修正は必要であったが、シングルノードで OpenCL が動作することを確認した。ま

た、シングルノードでの OpenCL プログラムのマルチコア CPU での実行についても確認した。今後この結果をもとに、MPI と組み合わせたマルチノードの並列化をおこなう

4. まとめ

本研究では、天体物理シミュレーションのためのスケーラブルな SPH 法コードの開発を目的としている。本年度の利用では、RICC の GPU クラスターでの、OpenCL プログラムの動作確認及び、シングルノードでの SPH 法コードの動作確認をおこなった。

5. RICC の継続利用を希望の場合は、これまで利用した状況

今年度は、年度末からの利用であったため、本格的なプログラム開発や最適化をおこなうことができなかつたため、来年度は継続して、マルチノードでの並列化と最適化をおこなう。

6. 利用研究成果が無かつた場合の理由

OpenCL による SPH 法コードの動作確認はできたが、現 GPU クラスターでは、シングルノードでの性能は決して高性能ではない。そのため、マルチノードでの並列化を終えるまでは成果発表は差し控える必要があるため