

平成22年度北海道大学情報基盤センター共同研究成果報告書

1. 研究領域番号 A 1 大規模計算機シミュレーション
2. 研究課題名 粒子法に基づく流体コードの大規模並列化
3. 研究期間 平成22年10月1日 ～ 平成23年3月31日
4. 研究代表者

氏 名	所属機関・部局名	職 名	備 考
岡崎 敦男	北海学園大学・工学部	教授	

5. 研究分担者

氏 名	所属機関・部局名	職 名	備 考
大宮 学	北海道大学・情報基盤センター	教授	
河内 明子	東海大学・理学部	准教授	
高田 順平	香港大学・理学部	ポスドク	
内藤 統也	山梨学院大学・経営情報学部	教授	
長瀧 重博	京都大学・基礎物理学研究所	准教授	
早崎 公威	京都大学・理学部	研究員（科学研究）	

6. 共同研究の成果

Smoothed Particle Hydrodynamics 法（以下、SPH 法）は粒子法の一つで、流体を広がりを持った粒子の集団で表す方法である。この方法は、非常に柔軟な設定・シミュレーションが可能であることに加えて、密度の高い領域ほど高精度で計算されるという性質を持つため、天体物理学の分野で広く用いられている。私たちも、これまで、SPH 法を用いて様々なシミュレーションを行ってきた。しかし、並列化に Open/MP を用いていたため、用いることのできる計算資源が 1 ノード内に限られてしまい、計算の規模を大きくすることができなかった。

本共同研究の目的は、大規模で高速な並列計算を可能にするために、共有メモリ並列化されている現コードに対して、MPIを用いた大規模並列化とチューニングを行うことである。それにより、より大きな粒子数・計算領域を用いた計算や、系の変化を長く追いかける計算が可能となり、観測とのより密接比較ができるようになるものと期待した。

コードの改良は日立製作所の協力を得て実施した。まず、現行のコードでテストシミュレーションを行い、性能プロファイルを取得した。その結果、負荷の高い上位 4 サブルーチンで計算時間の 80%、上位 6 サブルーチンで計算時間の 90%を占めていることが判明した。そのうちの大きな部分は近傍粒子を求める部分であった（SPH 法では、各流体粒子が約 50 個の近傍粒子を持つ）。そこで、近傍粒子を求める部分を含む 2 つのサブルーチンの MPI 並列化（部分並列化）を実施し、残りのサブルーチンに対しては SMP チューニングを行った。衝突恒星風の計算で約 23 万個の粒子を用いて、

(研究成果のつづき)

ある時間進むのに要する計算時間を比較したところ、改良前のコードで 9.0 分 (SR11000、1 ノード使用) だったのに対し、改良後には 4.6 分 (SR11000、4 ノード使用) となり、パフォーマンスは 2.0 倍であった。

SPH 法で用いられる近傍粒子の計算が大規模並列化困難なため、現在の改良では 4 ノード使用にとどまっている。近傍粒子計算のアルゴリズムを改良することにより、より多くのノードに対してもパフォーマンスが向上するようにしていきたいと考えている。

【本共同研究で得られた研究成果】

(1) 査読論文

Okazaki, A.T., Nagataki, S., Naito, T., Kawachi, A., Hayasaki, K., Owocki, S.P., Takata, J.
"Hydrodynamic Interaction between the Be Star and the Pulsar in the TeV Binary PSR B1259-63/LS-2883", Publications of the Astronomical Society of Japan, 投稿中

(2) 学会、国際会議での発表

- Okazaki, A.T., Nagataki, S., Naito, T., Kawachi, A., Hayasaki, K., Owocki, S.P., Takata, J.
"Interaction between the Be star and the compact companion in TeV gamma-ray binaries",
IAU Symp. 272, Active OB Stars: Structure, Evolution, Mass Loss & Critical Limits,
2010 年 7 月 19~23 日, パリ (フランス)
- Okazaki, A.T., Nagataki, S., Naito, T., Kawachi, A., Hayasaki, K., Owocki, S.P., Takata, J.
"Interaction between the Be star and the compact companion in TeV gamma-ray binaries"
日本天文学会 2010 年秋季年会、2010 年 9 月 22~24 日、金沢大学 (金沢市)
- Okazaki, A.T.
"Simulations of accretion in binaries formed by an OB star plus a compact object",
Workshop on Variable Galactic Gamma-Ray Sources, 2010 年 11 月 30 日~12 月 3 日,
ハイデルベルグ (ドイツ)