

P137a 超大規模並列計算に向けた、テレグラフ方程式を用いた重力ソルバーの開発

前田龍之介、井上剛志、犬塚修一郎（名古屋大学）

主に大規模並列系計算機からなるスーパーコンピューターの性能進化によって、高分解能計算や複雑な物理過程を考慮した数値シミュレーションが実行可能になり、天文学の研究は大きく発展してきている。ここで、現代の最高性能のスーパーコンピュータは富岳であり、最大で約 2,500,000 コアの並列計算が実行可能である。将来的には、さらなるスーパーコンピュータの発展によって、より大規模な並列シミュレーションが可能になると期待されるため、天文学で用いられているシミュレーションコードも富岳やそれ以上の大規模並列計算に適応していく必要がある。

宇宙において自己重力は、星形成・星間現象など様々な場面で重要であるため、現在までに多くの自己重力入りのシミュレーションがなされてきた。ここで、一般的なシミュレーションコードで用いられている自己重力ソルバーはマルチグリッド法と呼ばれる緩和法の一つであり、重力場を複数の分解能で緩和させることにより、素早くポアソン方程式を解く手法である。しかしながら、高度な並列化が難しいマルチグリッド法は 10,000 コア以上の計算機で効率的に利用することが難しく、富岳クラスの計算機の全性能を用いた超大規模並列計算を行うためには、並列化効率の良い新たな重力ソルバーを開発する必要がある。そこで本研究では、波動方程式に拡散の項を加えたテレグラフ方程式を用いた、並列化効率の良い重力ソルバーを開発した。本研究で考えているテレグラフ方程式による重力ソルバーは、拡散による波の減衰の効果により、波動方程式を用いた重力ソルバー (Hirai et al. 2016) と比べて、よりはやく収束可能であることがわかった。また、本研究ではテレグラフ方程式の拡散係数をパラメータとして計算を行い、重力場の計算にとって最も効率の良い拡散係数を導出した。