

A234a 天文学における AMR(適合細分化格子)の最近の動向と実際

松本 倫明 (法政大)

AMR(適合細分化格子)は天文学に急速に普及しはじめた数値流体力学の技術である。天文学の分野では10年前からAMRを用いた数値シミュレーションが行われ、現在では多くのAMRコードが開発されている。AMRコードの多くは、単に流体力学を計算するだけでなく、MHDや自己重力をはじめとする様々な物理を実装し、様々なテーマでブレイクスルーを成し遂げている。

AMRでは、格子点間隔が異なる複数の格子を組み合わせる。すなわち、計算領域全体を粗い格子で覆いつつ、細かい構造に対しては、適切な解像度の細かい格子で構造をシャープに捉える。この結果、計算全体の総格子点数を節約しながら、局所的に高解像を得る。さらに、解の変化にあわせて、格子の構造も自動的に変化させ、天体の進化を常に適切な解像度で捉える。したがって、AMRを用いると、広いダイナミックレンジを持ったシミュレーションが可能になる。多くの天体現象は広いダイナミックレンジを呈するので、AMRは天体のシミュレーションにおける大変有効な手法である。

本講演では、まず天文学で用いられている様々なAMRコードの特徴を比較しながら、AMRを用いた最近の研究とその動向を概観する。つぎに、AMRの基本的なアルゴリズムを紹介し、MHD方程式をはじめとする双極型偏微分方程式の解法と、自己重力などの楕円型偏微分方程式の解法について解説する。さらに、講演者が最近開発したAMRコード“SFUMATO”を用いて、AMRが持つ特性についても議論する。様々なテスト計算を紹介しながら、AMRに起因する「悪さ」についても解説する。最後に、AMRを用いた研究の今後の展望について議論する。