

P58b 陰解法を用いた磁場の散逸過程の数値解法

松本倫明 (法政大学)

星形成において磁場は重要な役割を担うので、磁場の散逸過程を正確に取り扱うことは、星形成の数値シミュレーションにおいて重要である。磁場の散逸過程として (1) 両極性拡散、(2) ホール効果、(3) オーム散逸が知られている。これらの支配方程式は放物型偏微分方程式であるため、陽解法を用いた場合には膨大なタイムステップが必要になる問題があった。とくに適合格子細分化 (AMR) 法のような高解像シミュレーションでは、この問題は深刻である。この問題を回避するために様々な数値解法が提案されてきたが、本研究では放物型偏微分方程式の数値解法の王道である陰解法を採用した。

本研究の陰解法の概要はつぎの通りである。(1) 両極性拡散、(2) ホール効果、(3) オーム散逸の支配方程式を陰的に差分化した。陰的な差分としてクランクニコルソン法を採用し、時間精度を2次精度とした。この差分化された方程式にもとづき、ニュートン法によって解を収束させる。解の収束を加速するために、FMG サイクルにもとづく AMR マルチグリッド法を採用した。解の収束は高速で、典型的に1度のFMG サイクルで残差を1%以下に減らす。

本 AMR マルチグリッド法の特徴は、少ない演算量である。合成グリッド法を採用することにより、他の AMR マルチグリッド法で採用されている MLAT 法よりも格段に演算量を減らすことに成功した。たとえば、AMR レベルの段数が10段の場合、典型的に20%程度まで演算量を減らすことができる。

本講演では、いくつかのテスト計算と性能評価の結果について報告する。