

A231a 有理関数 CIP 法を用いた磁場のソレノイダル性を保証する MHD コードの開発と水星磁気圏への応用

八木 学(名大)、関 華奈子(名大)、松本 洋介(名大)

探査機 Mariner10 の観測により、水星磁気圏では MHD 近似では無視されている粒子の運動論的効果が重要となる可能性が指摘されている。本研究では、テスト粒子計算を行うことでイオンの粒子性の寄与を定量的に見積もることを計画している。より現実的な電磁場モデルを用いるため、従来のように解析的な関数で与えるのではなく、MHD グローバルシミュレーションを行い、得られた電磁場を用いると言う手法を考案しているが、その際、電磁場が $\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$ を満たしていないと数値的な加減速が生じ、統計処理結果に系統誤差が生じる場合があることが知られている。従って、 $\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$ を確実に満たすような MHD コードが必要であった。

本研究では磁場の代わりにベクトルポテンシャルの時間発展を解く新たな MHD コードを開発した。計算アルゴリズムとしては、有理関数 CIP 法と Adams-Moulton 法および Runge-Kutta 法を組み合わせることで低い数値粘性でも計算が可能なコードを実現した。開発した MHD コードの性能試験としては、Alfven 波の伝播や衝撃波管問題、Kelvin-Helmholtz 不安定などのシミュレーションを行い、理論値等と比較することで精度よく解けることを確認した。Alfven 波の伝播に関しては、磁場を用いたコードより数値的な分散性が少なくなることが判明したため、その理由を解析的に考察した。開発したコードを水星磁気圏に応用し、初期結果として磁気圏境界、カスプ、ショック構造などを再現することに成功した。