

完全圧縮性二流体プラズマモデルに対する数値シミュレーション

三好 隆博 [1]; 松本 洋介 [2]; 草野 完也 [3]
[1] 広大・理・物理; [2] 千葉大理; [3] 名大 S T E 研

Numerical simulation for the fully compressible two-fluid plasma model

Takahiro Miyoshi[1]; Yosuke Matsumoto[2]; Kanya Kusano[3]
[1] Phys. Sci., Hiroshima Univ.; [2] Chiba University; [3] STEL, Nagoya Univ

The rapid development of computer power and numerical techniques for the magnetohydrodynamic (MHD) equations have enabled us to realize high-accuracy large-scale MHD simulations of various space plasmas. On the other hand, it has recently been discussed that the importance of linkages between macro- and micro-processes in complex plasma phenomena. Since the MHD model is scale-free, MHD may be inadequate as a first approximation model of complex plasmas.

In recent years, some numerical methods for extended MHD which includes particle-scale effects as the Hall term in a generalized Ohm's law have been actively developed. However, high-accuracy numerical simulations for extended MHD may essentially be difficult from the viewpoint of numerical techniques. Therefore, in this study, we investigate the feasibility of the numerical simulation for the fully compressible two-fluid plasma model with local charge separation. Since the fully compressible two-fluid equations can be described as conservation laws with stiff source terms, state-of-the-art techniques for the neutral fluid model may be applied straightforwardly. In particular, a preliminary simulation test of the fully compressible two-fluid equations using typical upwind numerical methods is reported.

計算機性能の急速な発展と電磁流体力学 (MHD) 方程式に対する数値技法の向上により、様々な宇宙プラズマの超精密な大規模 MHD シミュレーションが実現可能になってきた。一方、最近になって、プラズマ複雑現象におけるマクロスケール過程とミクロスケール (粒子スケール) 過程の連環の重要性が議論されている。MHD 方程式はスケールフリーであり、そのため MHD モデルはプラズマ複雑現象の第一近似モデルとして不十分であると考えられる。

近年、Hall 項など粒子スケールの効果を一般化オーム則に限定的に導入した拡張された MHD モデルの数値技法の開発が精力的に進められている。しかし、拡張された MHD モデルの精密な数値シミュレーションは、数値技法的な観点から本質的に困難であると予想できる。そこで本研究では、局所的な電荷分離の効果も含んだ完全圧縮性二流体プラズマモデルに対する数値シミュレーションの実現可能性について検討を行った。完全圧縮性二流体方程式は、固いソース項を持つ保存則として記述できるため、中性流体に対する最新の数値技法を比較的容易に拡張できると期待できる。特に本報告では、完全圧縮性二流体方程式の一次元問題に対し代表的な風上型数値解法を適用し、予備的数値実験を行った。