

高エネルギー粒子ハイブリッドシミュレーションモデルの検討 Investigation of Energetic Particle Hybrid Simulation Model

天野 孝伸^{1*}
AMANO, Takanobu^{1*}

¹ 東大
¹University of Tokyo

宇宙空間には熱的なガスだけでなくエネルギーの大きく異なる高エネルギー成分が共存する系がしばしば見られる。高エネルギー成分の数密度は熱的成分に比べて無視出来るほど小さいが、そのエネルギー密度は無視できない量になっている。星間空間における熱的成分と銀河宇宙線、地球内部磁気圏における電離圏起源の低エネルギー成分と環電流粒子などはその典型例である。

このような系の一つの大きな特徴として、熱的成分と高エネルギー成分でジャイロ半径に代表される典型的な空間スケールが大きく異なる点が挙げられる。このため、熱的成分だけであれば流体的な扱いで十分な巨視的なスケールにおいても、一般には高エネルギー成分の運動論的効果の寄与が無視できない。実際に高エネルギー成分はエネルギーや運動量輸送、また種々のプラズマ不安定性へ影響を及ぼし、ひいては巨視的な動力学に対しても無視できない影響を及ぼす可能性が示唆されている。その一方で熱的イオンの運動論効果を考慮した古典的なハイブリッドモデルは、熱的成分の典型的空間スケールを分解する必要があり、2成分間の大きな空間スケール差が計算コストを無用に増大させてしまう。

以上のような問題意識を踏まえて、本研究では低エネルギー成分を流体とし、高エネルギー成分のみを運動論的に扱う数値計算モデル(高エネルギー粒子ハイブリッドモデル)について議論する。過去の類似の研究においては、しばしばアドホックな手法によって高エネルギー成分の寄与を考慮する手法がとられていた。本研究ではこれに対して、これまで我々が独自に開発してきた準中性2流体コードの自然な拡張として高エネルギー成分を自己無撞着に組み込むことが出来ることを示す。また、いくつかの予備的な数値シミュレーション結果からモデルの妥当性について議論したい。

キーワード: 数値シミュレーション, プラズマ, 宇宙線
Keywords: numerical simulation, plasma, cosmic rays