

マルチスケール問題としての磁気リコネクションと宇宙プラズマ

Magnetic reconnection in astronomical plasmas as a multi-scale problem

草野 完也 [1]; 杉山 徹 [1]; 三好 隆博 [2]; 井上 諭 [3]; 塩田 大幸 [4]

Kanya Kusano[1]; Tooru Sugiyama[1]; Takahiro Miyoshi[2]; Satoshi Inoue[3]; Daikou Shiota[4]

[1] 地球シミュレータセンター; [2] 広大院・理・物理; [3] 広大・先端; [4] 京大・理・天文台

[1] ESC/JAMSTEC; [2] Grad. Sch. Sci., Hiroshima Univ.; [3] ADSM, Hiroshima Univ; [4] Kwasan Observatory, Kyoto Univ.

<http://www.es.jamstec.go.jp/esc/research/Holistic/index.ja.html>

素過程レベルのミクロスケールプロセスとバルクとしてのマクロスケールダイナミクスの相互作用によってシステム全体の時間変化が支配されるマルチスケール問題は、プラズマのみならず固体、流体、化学、生物など様々な分野で近年クローズアップされている。注目するスケールの現象に特化した情報を扱うために開発されてきた従来の方法論の多くは、こうしたマルチスケール問題に直接適用することはできない。低周波数長波長プラズマ現象のみをとり扱うことができる電磁流体力学 (MHD) はその一例である。しかし、太陽フレアや磁気圏サブストームのエネルギー解放を支配する磁気リコネクションでは、拡散領域において MHD 近似が衝突周波数の減少と共に破綻することが指摘されている。そのため、拡散領域における粒子運動論とその環境としての MHD の相互連関が重要な役割を果たすと考えられている。さらに、太陽コロナのような宇宙プラズマ現象ではシステムスケールが極めて大きいため、拡散領域に至るまでのダウンスケールプロセスにおいて様々な非線形 MHD 現象が励起されると考えることができる。その意味で、磁気リコネクションは最も典型的なマルチスケール問題である。

本講演では、太陽フレアの非線形現象と実験室プラズマの比較を基にマルチスケール問題としての磁気リコネクションについて議論すると共に、最近実施された高磁気レイノルズ数領域におけるリコネクションの高精度シミュレーション結果を紹介する。また、近年行われている非 MHD モデルのリコネクション研究に関するレビューを行うと共に、リコネクション問題をはじめとするマルチスケール問題を解決するための新しい方法論として開発が進められている連結階層シミュレーションの基本概念とその課題について紹介する。