

《公開！ ウチの研究室(8)》

富山大学工学部

宇宙プラズマ研究室

宇宙プラズマ研究室 (PAFS 研) は、1991 年に新しくスタートして今年で 6 年目に入る。今年、大学院後期博士課程が創設されて 3 年目で、当研究室より博士 (二人) が誕生する予定である。現在、博士後期課程に 3 名、博士前期課程に 3 名、4 年生が 8 名在籍している。

工学部電子情報工学科に所属しており、計算機工学が主看板であるが、研究対象は宇宙プラズマである。理論シミュレーションによるいろいろな宇宙プラズマの素過程の解明が研究目標である。現在の研究分野は、(1)太陽プラズマ (2)電子・陽電子プラズマ (3)星形成域などの弱電離プラズマ、の 3 つの分野になる。もう少し詳しく研究内容を紹介すると以下のようである。

(1) **太陽フレアプラズマ**：太陽フレアの発生機構、フレアに伴う高エネルギー粒子加速機構を過去 20 数年間いろいろな角度から研究を続けている。主に、電流ループの合体過程の物理を理論シミュレーション、そして最近はいくつかの観測データと比較しながら研究を進めてきた。これらの詳細は、今年 Space Sci. Review 誌 (7 月号) にオランダの de Jager 教授と共著でレビューを発表した。

ようこうで観測された、新しいフレア (増田フレアとよばれている) の説明を、3 次元粒子シミュレーション及び MHD シミュレーションを行なったのが昨年の成果であった。図 1 に示したのが、Ap. J. Letter (1995 年 8 月 20 日号) に出た増田フレアのシミュレーションモデルで、電子のエネルギースペクトルが double power 則になるのは、思いがけない結果であった。電子加速に関しては電流ループの合体時に形成される誘導電場による直流的加速、そして

ホイッスラー波による統計加速などが考えられている。最近 Zhao 等は電流ループ合体時に作られる温度異方性により、ホイッスラー波が効率よく励起されることをみつけた。

(2) **電子・陽電子プラズマ**：最近地上実験室で作られ始めた電子・陽電子プラズマのいろいろな素過程を 3 次元粒子シミュレーションを用いて調べている。また、このプラズマは銀河中心核、パルサー磁気圏などに存在する可能性があり、その基本的物性が、電子・イオンプラズマとはいろいろな点で異なる。これまでの成果は、電子ビームによりアルフェン波が励起 (Zhao 等 Phys. Plasmas 1994. 1 月, 12 月号) されることを示した。最近では電流ループの合体现象が、イオン・電子プラズマとは異なることをみつけた (Zhao 等 Phys. Plasmas. 1996. 3 月号)。又、磁場を横切る電子・陽電子プラズマ雲から、電磁波が効率よく放射される (北西等 Phy. Rev. (E) 1996, 6 月号) ことなどがわかり、銀河中心核での現象への応用を考えている。

(3) **弱電離プラズマ**：上記の 2 つのプラズマに比較して、低温域でのプラズマの非線形力学の研究に最近着手した。これは、星形成領域でのフィラメントの形成のモデルが動機であった。又、Brandenburg & Zweibel が 1994 年の Ap. J. Letter で、Ambipolar 拡散効果は、鋭い構造を形成することを発表した事とも関連している。非線形アルフェン波が Ambipolar 拡散効果により、電流フィラメント構造を伴う事がわかった (鈴木&坂井 Ap. J. 7 月号 1996)。

弱電離プラズマは太陽の光球面近傍の浮上磁束管の形成でも重要である。最近微小サイズの磁束管の観測が始まった事に刺激され磁束管の衝突過程をいろいろな角度から調べ始めている。図 2 は、'Moving Magnetic Feature' のシミュレーションの結果 (坂井&Ryutova, 1996)

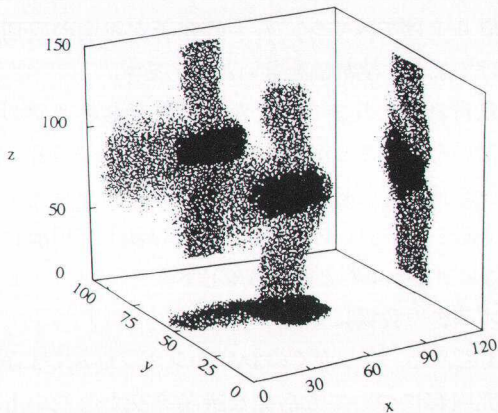


図1 電流ループとプラズマ雲の衝突過程の粒子シミュレーション。X方向に進むプラズマ雲がループに衝突して、ループが曲がる。この時生成される電場で電子加速が生じる。

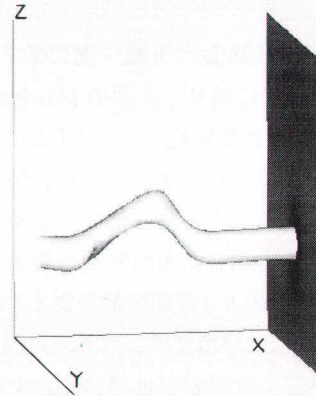


図2 X方向に伝播する磁束管のキンクのシミュレーション。X方向の磁場強度(=0.6)の等値面を示す。

でソリトンのように磁束管のキンクが伝播していく。

以上が、最近の研究内容と、最近の成果の紹介であるが、詳しくは当研究室で出しているプレプリント (PAFS シリーズ) 及び論文 (最近のリストなどは <http://www.ecs.toyama-u.ac.jp/ecs/cs3>) などを参照されたい。4年生の卒論研究では、主に粒子及びMHDシミュレーションを行なっ

ている。3年生後期には、プラズマ物理の基礎の講義を行うが、宇宙物理、天文学の基礎は、ほとんど研究テーマをやりながら各自がマスターしていく状況で、今後は、各分野の専門家に、非常勤をお願いしたいと考えている。また、宇宙プラズマの理論シミュレーション研究に意欲ある大学院生の参加は大歓迎である。

坂井純一 (富山大学)

