

天体電磁流体现象への招待

*京都大学大学院 理学研究科附属天文台

柴田一成†

Invitation to Astrophysical MHD Phenomena

Kazunari SHIBATA, Kwasan Observatory, Kyoto University

20世紀初頭から現代に至る天文観測の急速な発展によって、我々の宇宙は人類が19世紀には予想もしなかった激しい現象に満ちていることが判明した。その代表例は宇宙そのものである。1930年代のハッブルの法則の発見によって宇宙膨張が判明し、1960年代には宇宙全体がビッグバンと呼ばれる大爆発で始まったことが確立された。また、そのころには、宇宙の主要構成要素である星々(恒星)は、理想気体の近似が良く成り立つプラズマ流体のかたまりであること、恒星は星間ガスが重力収縮して形成されること、恒星は核融合反応で解放されたエネルギーで光り輝き、時間とともに進化し(構造が変わり)、最後はエネルギー発生(核融合)が止まると死を迎えること、などがわかってきた。これは恒星にかぎった話ではない。あらゆる天体(惑星、太陽系、銀河、銀河団、、、)は、生成、進化、終末(死)を経るものであるという進化論的宇宙観が確立された。

20世紀の後半には、可視光以外の天文学、電波天文学や赤外線天文学、X線天文学などの大発展のおかげで、天体は単に進化するだけでなく、爆発やジェットをとめないながら、誕生し、死んでいくものであることが判明し、19世紀の人類の常識であった「永遠の静かな宇宙」という宇宙観とは全く異なる「爆発だらけの宇宙」という新しい宇宙観が確立した。このようなきわめてダイナミックな天体现象を理解するための基礎原理がマクロな世界の物理学を記述する流体力学であり、とりわけ、宇宙のバリオンの99%を構成すると言われるプラズマのマクロな振る舞いを記述する基礎原理が電磁流体力学(=流体力学+電磁気学)である。

天体现象の特徴をまとめると次のようになる。

(1)天体には地上の実験室にあるような壁はないので、流れは止まることなく容易に超音速流となる。その結果、

衝撃波がいたるところに発生する。

(2)空間スケールが巨大なので、レイノルズ数(=VL/ν、V=流速、L=特徴的な長さ、ν=粘性係数)が巨大となる。その結果、乱流がいたるところに発生する。

(3)同様の理由で、磁気レイノルズ数(=VL/η、η=磁気拡散係数)が巨大となる。その結果、一度生成された磁場は容易に消滅せず、乱流、重力収縮、天体回転などにより増幅され、しばしば力学的にも重要になる。電磁流体力学が重要となる所以である。

本特集では、上記の理由で宇宙流体力学の分野の中でも天体電磁流体现象に焦点をあて、その代表例として以下のテーマを選んだ。各テーマは実は天体现象に広く応用できる普遍的な物理を理解するための出発点(ひな形)となるものである。そして、各テーマに関して世界の最先端で活躍中の若手研究者のみなさんに、ご自身の最新研究成果の紹介を中心とした解説をお願いした：

宇宙ジェット(中村雅徳氏)

星間空間の乱流(岩崎一成氏)

降着円盤の乱流(鈴木健氏)

太陽ダイナモ(堀田英之氏)

太陽フレアにともなう衝撃波(高棹慎介氏)

この特集記事をきっかけとして、流体力学会のみなさんに天体電磁流体现象の魅力を知っていただき、天体電磁流体现象の研究に参入いただければ大変幸いである。

(2017年6月5日)

*〒606-8502 京都市左京区北白川追分町

理学研究科 4号館(宇宙物理学教室) 4階

†E-mail: shibata@kwasan.kyoto-u.ac.jp