

斜め衝撃波での高エネルギー電子の加速効率

Acceleration Efficiency of High Energy Electrons in Oblique Shock Waves

天野 孝伸 [1]; 星野 真弘 [2]

Takanobu Amano[1]; Masahiro Hoshino[2]

[1] 東大・理・地球惑星; [2] 東大・理・地球物理

[1] Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo; [2] Earth and Planetary Sci., Univ of Tokyo

無衝突衝撃波は宇宙空間における高エネルギー粒子の生成源の有力な候補として考えられており、これまでも様々な研究がなされてきているがその物理過程の理解は十分にされているとは言い難い。

衝撃波粒子加速の理論の中でも最も広く知られているのは標準フェルミ加速理論であるが、この理論では加速プロセスに入るためにはあらかじめある程度高エネルギーまで加速する必要があり、また加速エンジンに入った後も典型的な加速時間と放射によるエネルギーロスを考えると宇宙において観測される高エネルギー粒子の存在を説明するには不十分である。特に電子については、ジャイロ半径が小さいため背景のMHD波動と共鳴しにくく、フェルミ加速が効率的に働くためには陽子と同程度のジャイロ半径を持つようなエネルギーまであらかじめ加速しなければならない。このいわゆる「宇宙線の注入問題」への一つの解の可能性として、近年注目を浴びているのは電子サーフィン加速である。

超新星残骸などのマッハ数の非常に大きな衝撃波では、衝撃波面付近で上流の電子と反射イオンとの間の速度差から2流体不安定が起こり、大振幅波動を励起することが示唆されている。垂直衝撃波においてはこの波の作るポテンシャルが磁力線に垂直方向になり、ポテンシャルに捕捉された粒子が、選択的に非常に高エネルギーまで加速されるというプロセスが考えられている。この加速モデルでは非常に短い時間（電子のジャイロ周期）スケールでの加速が可能であり、注入問題を説明できる可能性がある。

さらに最近では斜め衝撃波においては、垂直衝撃波の場合よりも加速効率が良くなるとの報告もされている。しかしその物理プロセスの理解や、加速効率、最高エネルギーの評価はまだできていない。

本研究ではこれらの背景を踏まえ、高マッハ数の斜め衝撃波の構造と衝撃波における電子加速を議論する。衝撃波角や光速とアルフベン速度の比といったパラメータと加速効率の関係について詳細に議論する予定である。また最近のシミュレーション結果では比較的マッハ数の小さい衝撃波で、イオンと電子の質量比を実際に近づけた場合には衝撃波面付近で変形2流体不安定と呼ばれる不安定が励起されることも報告されているが、これと本研究で着目する2流体不安定との関係についても議論したい。