

# 無衝突衝撃波における多スケールプラズマ波動を介した非熱的電子加速 Nonthermal Electron Acceleration at Collisionless Shocks Associated with Multi-scale Plasma Waves

天野孝伸, 他  
Takanobu Amano, et al.

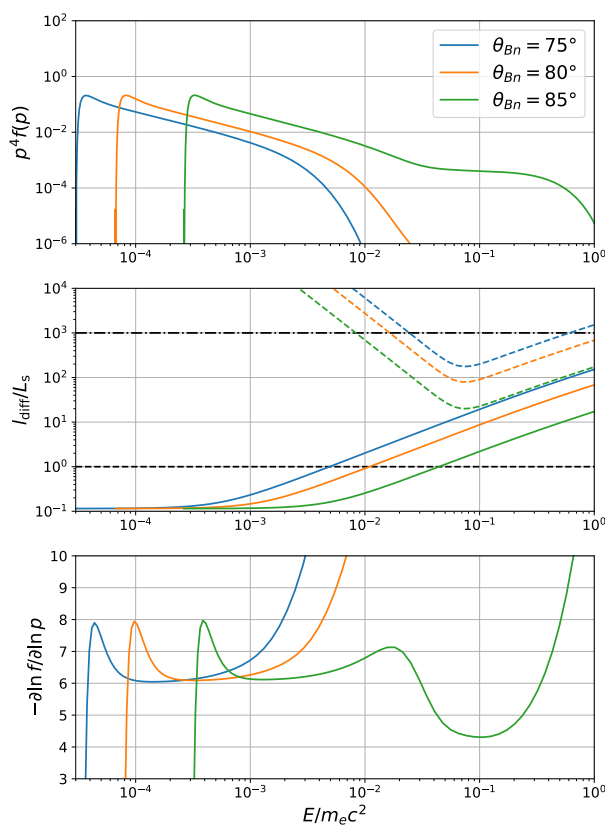
東京大学 地球惑星科学専攻  
Department of Earth and Planetary Science, University of Tokyo

宇宙空間に存在する無衝突衝撃波は古くから高エネルギー加速源の最有力候補として考えられてきた。実際に、超新星残骸衝撃波をはじめとする天体衝撃波からは相対論的電子からの非熱的放射が観測されており、宇宙線電子が加速されていることが確かめられている。一方で、太陽圏内で発生する衝撃波の人工衛星による直接観測からは相対論的電子の加速はほとんど起きていないことが示唆されている。相対論的電子の加速は標準的な統計的衝撃波加速 (Diffusive Shock Acceleration; DSA) で理解できるが、これはジャイロ半径の小さな非相対論的電子には適用できないことが知られている。

我々は、この太陽圏内の衝撃波と天体衝撃波で見られる相対論的電子加速の有無が、非相対論的エネルギーから相対論的エネルギー領域への「注入」効率の違いによって理解できると考えている。このことをより定量的に調べるために、我々が近年提唱した統計的衝撃波ドリフト加速 (Stochastic Shock Drift Acceleration; SSDA) と呼ばれる電子加速モデルを拡張し、標準的な DSA との統一的なモデルを構築した。このモデルは有限な衝撃波遷移層の幅を考えたもので、移流拡散方程式を解くことでエネルギースペクトルを再現することができる (図参照)。このモデルでは、低エネルギーでは高周波の平行伝播ホイッスラー波、中間エネルギーでは低周波の斜め伝播ホイッスラー波、高エネルギーではさらに低周波のイオンサイクロトロン波動と、それぞれ共鳴散乱することで最終的には相対論的エネルギーを獲得した電子が DSA に注入されるものとする。すなわち、電子の注入には幅広い周波数帯の波動が十分な強度を持つ必要がある。

本講演では我々の構築した電子加速モデルの概要を示し、これら多スケールのプラズマ波動

の必要性を議論する。また、それぞれのスケールの波動について考えられる励起メカニズム、およびその衝撃波パラメータ依存性について議論する。特に、これまで得られている数値シミュレーションや直接プラズマ観測結果を交えて、現在の理解および今後の研究の方向性を示す。



(上段) 理論モデルによって再現されたエネルギースペクトル, (中段) 拡散長と衝撃波の幅の比, (下段) 各エネルギー帯における局所的なスペクトルのベキ指数.