

衝撃波における初期イオン加速

太陽フレア活動に伴う衝撃波を介して粒子が加速されることが知られている。例えば「プロトン現象」では、コロナ質量放出 (Coronal Mass Ejection, CME) と続く衝撃波形成によって MeV から GeV 程度にまで粒子が加速され、それらの高エネルギー粒子が地球に到達することが知られている。しかしながら、その粒子加速過程は十分に解明されていない。標準理論とされる「衝撃波統計加速」においても流入プラズマを予備的に加速させる「注入過程」が必要とされており、さまざま仮定や単純化のうえで議論されている。そこで、各物理量が精度よく決定できる地球前面定在衝撃波（バウショック）を観測することで、注入過程に相当するイオンの初期加速過程を調べた。

用いたのは、日米合同で打ち上げた地球磁気圏尾部探査衛星 Geotail が 1995 年 10 月 19 日に取得したデータである。この日は数時間に渡って太陽風が安定しており、アルフベッマッハ数とプラズマベータがそれぞれ 2.9, 0.02 と算出されている（なお、衝撃波法線方向と上流磁場がなす角度（衝撃波角）は時間にともなって変動していた）。そして衝撃波遷移層内部をよく分解できている 1 つのイベントについて重点的に解析した結果、遷移層から磁力線に沿って上流に流出するイオンビームを観測した。従来この沿磁力線ビーム (Field Aligned Beam, FAB) の生成について、下流で熱化したイオンの裾野が上流に漏れ出した結果とする説と、上流からの流入イオンの一部が衝撃波面でピッチ角散乱をうけて反射する説の 2 つが考えられていた。今回の観測では、速度分布形状やテスト粒子計算によるエネルギー変化などの考察から、後者の説を支持する結果を得た。また、数時間に渡って FAB を観測したことから統計解析を行い、衝撃波角依存性を明らかにした（図参照）。比較的大きい角度（ ~ 75 度）まで FAB が形成されることが分かった。

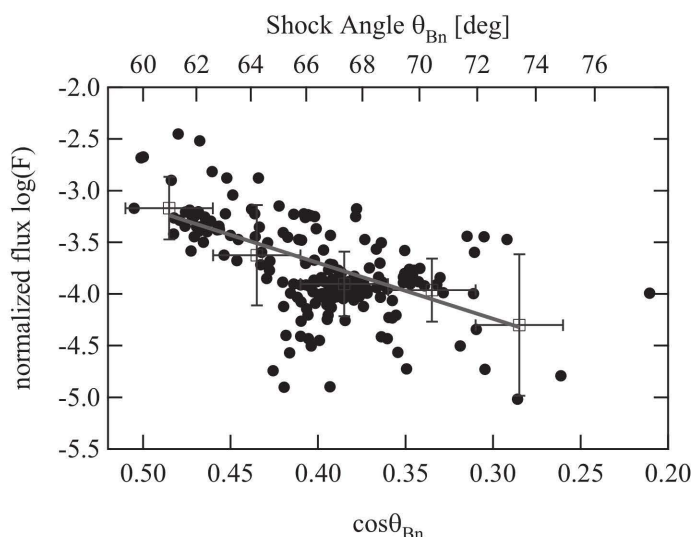


図: 沿磁力線イオンビームフラックスの衝撃波角依存性。直線は散布された点を 5 区間に分けた結果に対する χ 二乗フィット。

Reference:

Oka et al., JGR, 110, A05101, 2005.

(岡 光夫 記)