

## M37a 太陽フレアにおける衝撃波粒子加速の数値シミュレーション

内藤統也 (国立天文台)

太陽フレアの impulsive phase からは、更 X 線からガンマ線に至る高エネルギー放射が観測されている。近年の「ようこう」衛星、Compton ガンマ線天文台衛星の観測によれば、この放射のスペクトルの連続成分は非熱的であり、非熱的エネルギー分布に加速された電子、陽子の存在が示唆されている (Masuda et al. 1994 Nature; Alexander and Metcalf 1997 ApJ)。また、太陽フレアで観測されているガンマ線のライン成分からも、高エネルギー粒子の存在が示唆されている。太陽フレアにおいて荷電粒子を加速する機構として、直流電流による加速、電磁流体波の乱流による統計的加速、衝撃波による統計的加速が提唱されている。しかし、どの加速機構の寄与が最も大きいかを検証する観測的、理論的な議論は確立されていない。

衝撃波加速は様々な天体現象へ適用されているが、加速時間が遅いことがしばしば問題となっている。太陽フレアにおいても粒子衝突によるエネルギー損失に打ち勝って impulsive phase の間に粒子を加速できるかが問題とされてきた。我々はこれまでの研究で、impulsive flare において、衝撃波に対し磁場が十分に斜めに交差していれば、加速効率が向上し、粒子加速が起ることを示した (Tsuneta and Naito 1998 ApJL)。本研究ではこのモデルに基づき、加速された粒子のエネルギースペクトル、空間分布、時間変動を示す。具体的な方法としてはモンテカルロ法を用いて数値シミュレーションを行い、太陽フレアの衝撃波における粒子加速を調べた。加速領域の構造として、太陽フレアは上空の磁気リコネクションが引き金となって起り、リコネクション点下の二つの slow shock にはさまれた領域をプラズマが太陽に向かって超音速で流れ、磁気ループと衝突して

fast shock を生じていると仮定した。このプラズマが fast shock を通過する間に、

一部の粒子が周辺磁場で散乱され衝撃波面を繰返し交差して、衝撃波をはさんで上流下流の流体の速度差を利用して加速される。得られたエネルギースペクトルは、fast shock に対する磁場交差角が大きい程硬くなる。また、空間的には閉じ込めが効いている fast shock 上流側でスペクトルが硬くなっている。これらの結果から、太陽フレアにおける衝撃波粒子加速の特徴をまとめ、観測と比較して議論する。