

A123a 斜め衝撃波による電子の加速と捕捉・解放

樋田美栄子(名大)、上野雅之(名大)、大澤幸治(名大)

電子のジャイロ周波数とプラズマ周波数の比 $|\Omega_e|/\omega_{pe}$ の比が1を超えるような比較的強磁場中では、磁場に対して斜め方向に伝播する衝撃波は電子の超相対論的加速を引き起こす [1]。衝撃波の伝播速度 v_{sh} 、光速 c 、波の進行方向と外部磁場とのなす角 θ との間に、 $v_{sh} \sim c \cos \theta$ の関係がある時、この加速はローレンツ因子が $\gamma > 100$ となるような電子を生成すること、加速電子はエネルギーの増減を繰り返しながら主パルス内部に捕捉され続けるが示されている [2]。その一方で、電子が強い捕捉状態から解放されて、衝撃波の外へと抜け出す機構が存在するのかが、重要な課題として残されている。

この電子の加速と捕捉に関する従来の研究は、外部磁場が一様で一次元的な衝撃波を仮定したものであった。本研究では、空間2次元速度3次元の相対論的電磁粒子コードを用いて、円筒状の波面を持つ斜め衝撃波の伝播とそれに伴う電子の加速についてシミュレーションを行った。波面に曲率があると波面の位置により $c \cos \theta - v_{sh}$ の値は異なるが、そのような条件下でも、電子の超相対論的な加速と捕捉が起こることを示した。さらにそれに加えて、捕捉電子が高エネルギー状態を保持したまま衝撃波の前方へと解放されることを見出した。これらの高速電子は、波に捕捉されている間に θ が減少する向きに移動する。そして、粒子の波面法線方向の速度 $c \cos \theta$ と波の伝播速度 v_{sh} との差が増加したことが、衝撃波からの解放を引き起こしたものだと考えられる。

[1] N. Bessho and Y. Ohsawa: Phys. Plasmas **6** (1999) 3076.

[2] A. Zindo, Y. Ohsawa, N. Bessho, and R. Sydora, Phys. Plasmas **12**, (2005) 052321.