

相対論的磁気アーケードの膨張と粒子加速

Relativistic expansion of magnetic arcades and particle acceleration

高橋 博之 [1]; 浅野 栄治 [2]; 松元 亮治 [3]

Hiroyuki Takahashi[1]; Eiji Asano[2]; Ryoji Matsumoto[3]

[1] 千葉大・自然科学・数理物性; [2] 千葉大・自然科学・数理物性; [3] 千葉大・理・物理

[1] Dept. Physics, Fac. Sci., Chiba Univ.; [2] Science and Technology, Chiba Univ.; [3] Dept. Physics, Fac. Sci., Chiba Univ.

太陽フレアのメカニズムとして、光球面に両端をアンカーされた磁気アーケードがアンカーポイントでのシア運動によって捻られ膨張し、この磁気ループ中のカレントが形成されて磁気リコネクションを起こすというモデルが提唱されている (Mikic et al. 1988)。

今回はこのモデルをコンパクト星近傍の相対論的プラズマに適用し、相対論的 MHD シミュレーションと PIC 法による粒子シミュレーションを行った結果を報告する。このような磁気ループの膨張は例えば、中心天体と降着円盤を結ぶ磁気ループがあり差動回転している場合に発生し、磁気タワーを形成すること、また磁気タワー中で磁気リコネクションを起こすことが知られている (Kato et al. 2004)。アンカーポイントの回転運動をシア運動で置き換え、相対論的 MHD シミュレーションを行った結果、膨張する磁気アーケード中で磁気リコネクションを起こすことが確認できた。この磁気リコネクションによる粒子加速の可能性を探るため 2.5 次元の PIC コードを用いた数値実験を行った。MHD シミュレーションの場合と同様な初期条件 (ただし PIC を用いたシミュレーションでは計算領域はラーモア半径の数 100 倍程度) から出発して磁気アーケードのアンカーポイントでシア運動を与えた。その結果、磁気アーケードのアンカーポイントでは電荷分離による強い静電場が発生するため、パルサーモデルのような磁力線にそった DC 加速の可能性が示唆されたが今回のシミュレーションモデルではこの電場による加速は認められなかった。強い電場によって加速される粒子は逆符号の電荷を持つ多数の粒子を引き連れて動くため、電場のエネルギーは多数の粒子に渡されていく。またアンカーポイントの静電場は周りのプラズマによって遮蔽されていく。このためアンカーポイントでの DC 加速は起きないことを確かめた。一方アンカーポイントでのシア運動により、誘導磁場が発生するために磁気アーケードは磁気エネルギーを蓄え、膨張していく。これによりプラズマと磁気アーケードは上昇していき、磁気アーケードは次第に反平行の磁場形状を取り始めることがわかった。このシアによって与えられた磁気エネルギーをリコネクションによってどの程度粒子に渡すことができるかについて議論する。