

M38a 磁気ヘリシティ対消滅モデルに基づくフレア発生の数値シミュレーション

草野完也、三池悠、真栄城朝弘（広島大先端）、横山央明（東京大理）、桜井隆（国立天文台）

我々はこれまでにベクトル磁場観測データの解析より、多くの活動的な領域で正負両符号の磁気ヘリシティが同時にコロナ領域へ供給されていることを明らかにしてきた（真栄城ら，2002年度秋季年会）。これらの結果は、フレアなどコロナ活動がヘリシティの対消滅過程と関係していることを示唆している（草野ら，2002年度秋季年会）。本研究では、ヘリシティ対消滅モデルに基づいた大規模3次元数値シミュレーションを実施することにより、プラズモイドの放出を含めた一連のフレア発生機構を統一的に解明することを目指す。

数値計算は、Force-Free条件を満たすアーケード磁場のヘリシティを反転させる光球面シア運動を磁気中性線近傍に与えることで実施された。数値スキームは2次精度差分法とRunge-Kutta-Gill法で構成され、 $256 \times 256 \times 1024$ 点の構造化非一様格子が用いられた。計算の結果、ヘリシティ反転からプラズマ放出へ至る3次元過程を数値的に再現することに成功した。これらの過程は、以下の4つの段階から構成される。第1に、磁力線の反転によって電流層が形成され、抵抗テアリングモードが成長する。第2に、非線型段階に達したテアリングモードによる磁気リコネクションが磁気アーケードに沿った方向の磁束の対消滅を引き起こす。第3に、その結果として磁気アーケードは平衡条件を保つことができなくなり、内部に向かって崩壊し、新たな電流層を磁気中性線上に形成する。最終的に、新たな電流層が第2のリコネクションを引き起こし、大規模なプラズモイドの放出が生じる。

これらの結果に基づいて、我々はヘリシティ反転層における抵抗不安定性の結果として磁気アーケードの内部崩壊が起きることがフレア発生のトリガ機構であるとする理論モデルを提唱する。このモデルは、三池らがTrace 1600Åのデータ解析から最近見出したプリフレアフェーズにおけるヘリシティ反転線での発光や、フレア主フェーズにおけるtwo-ribbon構造の発生、および突発的なプラズモイド放出などを統一的に説明するものである。