

太陽コロナ質量放出における磁気リコネクションの数値的研究 (修士論文)

コロナ質量放出とは、太陽フレア、フィラメント噴出、X線巨大アーケード現象といった太陽大気中の活動現象に伴い、およそ10億tものプラズマが惑星間空間に放出される現象です。このコロナ質量放出が地球にむかって来た場合、地球磁気圏に多大な影響を及ぼします。そのため、コロナ質量放出がどのようにして引き起こされているのかその物理過程を明らかにし発生を予測して行く研究が宇宙天気予報として世界中で精力的に行われてきています。一方で、近年の衛星観測によって、太陽フレアやフィラメント噴出といった活動現象では磁気リコネクション(磁力線のつなぎ換え)によってエネルギーが解放されていると考えられるようになりました。コロナ質量放出はこれらの活動現象に伴って発生しているため、コロナ質量放出においても磁気リコネクションが重要な役割を果たしているのではないかと考えられます。

そこで本研究では、磁気リコネクションによって引き起こされるコロナ質量放出のモデルをもちいて、2.5次元電磁流体シミュレーションを行いました。その結果と実際の太陽の観測結果とを比較して、コロナ質量放出の進化の過程における磁気リコネクションの果たす役割について調べました。

比較の結果、磁気リコネクションに伴う衝撃波が、Y字型の噴出構造として観測されていることが明らかになりました。また、磁気リコネクションに伴うスロー衝撃波はY字型構造を形成した後もフラックスロープの周りの磁力線に沿って伝搬し続け螺旋状の衝撃波面を形成することが明らかになりました。このスロー衝撃波の外側では密度が極端に減少しており、この密度の減少した領域がディミング(コロナ質量放出の足元周辺における減光現象)として観測されていると示唆されます。さらに、多くのコロナ質量放出で観測される three-part structure (明るいコア、その周りに暗い空洞、さらにその周りに明るいループがある構造)がシミュレーションでよく再現されていました。シミュレーション結果に見られた three-part structure の空洞部はディミング領域と繋がっていて、その発生に磁気リコネクションが重要な役割を果たしていることが明らかになりました。

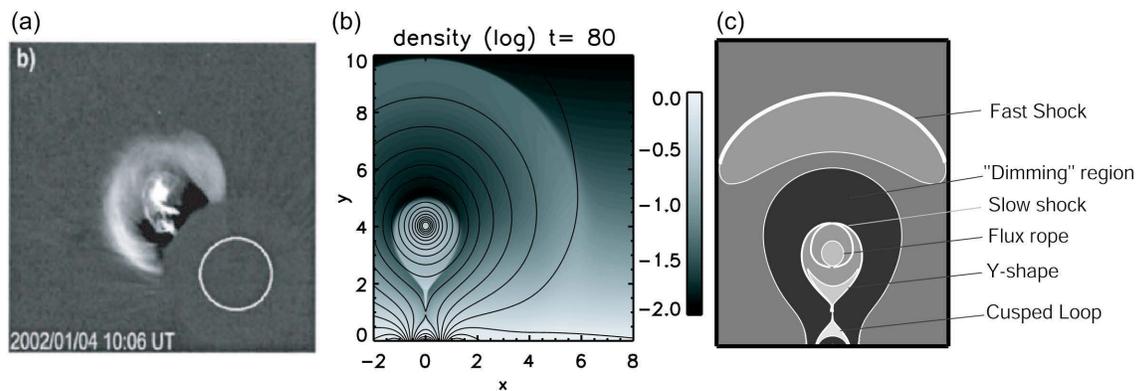


図: (a) SOHO 衛星によるコロナ質量放出の観測例 (Cremades & Bothmer 2004)。 (b) シミュレーション結果 (色: 密度分布、実線: 磁力線)。 観測とよく似た構造が形成されている。 (c) シミュレーション結果を表した概略図。

Reference: Shiota, D. et al. (2003) PASJ, 55, L35.

(塩田 大幸 記)