

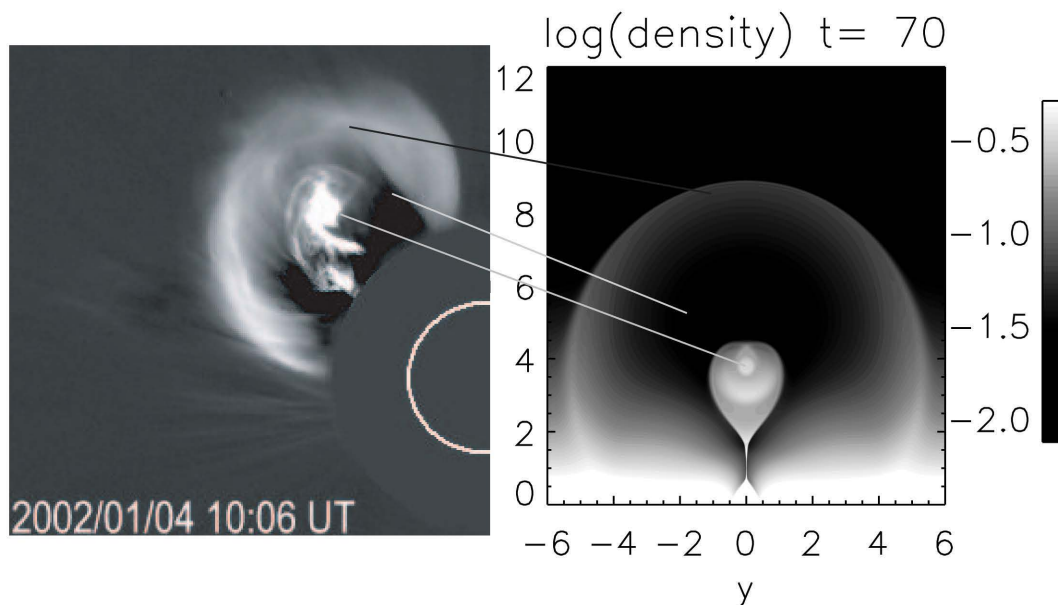
5.4 学位論文

コロナ質量放出と付随する現象の数値的観測的研究 (博士論文)

コロナ質量放出は、太陽コロナの磁場の活動の結果として発生する最も激しい爆発現象のひとつである。磁場の活動の結果により発生する爆発現象は、多くの天体プラズマで見られる共通の性質であり、その点からコロナ質量放出やフレアなどの太陽コロナの爆発現象は天体プラズマの性質を研究する上での絶好の雛形である。さらに、地球に向かってきたコロナ質量放出は、地球磁気圏との相互作用により地球周辺の宇宙空間に重大な影響を及ぼす。人類が宇宙空間へ進出する上で、コロナ質量放出の発生メカニズムを理解し予測していく必要があり、これらの研究は「宇宙天気」と呼ばれ近年盛んに行われてきている。

コロナ質量放出の発生のメカニズムを理解する上で、フレア・フィラメント噴出との関係を明らかにすることがきわめて重要であるが、コロナ質量放出が発見されて以来まだに明らかにされていない重要課題の一つである。多くの観測事実から、フレアはコロナ質量放出の結果で起きているものに過ぎないとがんが得る研究者が多い。しかし、「ようこう」衛星軟X線望遠鏡の観測により、コロナ質量放出を伴うフィラメント噴出に、フレアと同様の巨大なアーケードが形成されていることが発見された。巨大なアーケードは、その特徴がフレアと共通であるため、フレアと共通の物理プロセス「磁気リコネクション」によって形成されていると考えられている。この巨大アーケードの発見により、コロナ質量放出・フレア・フィラメント噴出は磁気リコネクションによる磁気エネルギー解放現象として統一的に解釈できることが提唱されたが、まだ広く受け入れられているわけではない。

本研究では、コロナ質量放出における磁気リコネクションの役割を明らかにするために、磁気リコネクションモデルに基づいたコロナ質量放出の2.5次元電磁流体シミュレーションを行なった。このシミュレーションは、現実のコロナで重要な物理過程である熱伝導の効果を考慮したものである。さらに、シミュレーション結果と観測結果との詳細な比較を行った。その比較の結果、磁気リコネクションに伴う衝撃波およびリコネクションに伴う電磁流体力学的振る舞いが、「ディミング」などのコロナ質量放出に伴う様々な現象の形成、コロナ質量放出内部の複雑な構造(図参照)に寄与していることを明らかにすることに成功した。



図(左):SOHO 衛星 LASCO 観測装置によるコロナ質量放出の観測画像 (Figure 15b of Cremades & Bothmer 2004)。(右):コロナ質量放出の2次元シミュレーションによって得られた密度分布 (log 表示)。LASCO 観測装置で得られる画像は、密度分布に比例した明るさが得られるため、これらの図はよい比較対象になる。シミュレーションではコロナ質量放出の典型的な構造である three-part 構造 (明るいコア、暗い空洞、少し明るい外縁ループ) がよく再現されており、その3つの構造の対応関係を実線で示してある。

さらに本研究では、以上に述べたシミュレーションを用いた研究の観測的裏付けをとるため、コロナ質量放出と巨大なアーケードの関係について統計的手法を用いた観測的研究も行っている。また、昨年打ち上げが成功した太陽観測衛星「ひので」搭載の極紫外線撮像分光装置による分光撮像観測結果をシミュレーション結果から合成する手法の開発も行い、磁気リコネクションに伴うプラズマの流れの検出可能性について評価を行った。

(塩田大幸 記)