

1992.1.24 の X 線質量放出を伴う巨大カスプ現象の MHD モデル — slow shock と fast shock がついに同定された ! —

Magnetohydrodynamic Modeling of a Giant Cusped-Loop and Associated X-ray Mass Ejection on Jan. 24, 1992

塩田 大幸[1], 山本 哲也[2], 坂尻 拓真[2], Peng Fei Chen[3], 磯部 洋明[2], 浅井 歩[2], 柴田 一成[1]

Daikou Shiota[1], Tetsuya Yamamoto[2], Takuma Sakajiri[3], Peng Fei Chen[4], Hiroaki Isobe[5], Ayumi Asai[6], Kazunari Shibata[7]

[1] 京大・理・天文台, [2] 京大・理・宇宙物理, [3] 京大・理・花山

[1] Kwasan Observatory, Kyoto Univ., [2] Astrophysics Sci., Kyoto Univ, [3] Astrophysics Sci, Kyoto Univ, [4] Kwasan, Kyoto Univ, [5] Dept. of Astron., Kyoto Univ., [6] Dep. Astron, Kyoto Univ., [7] Kazan Astron. Obs., Kyoto Univ.

<http://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/~s2>

コロナ質量放出 (CME) は、太陽コロナ中の活動現象によって発生することが知られている。その中でも、大規模なアーケード現象は CME を伴うことが多い。

この現象を解析するために、Chen and Shibata (2000) の CME モデルとほぼ同じモデルを用いて、非定常 MHD シミュレーションを行った。このモデルでは、浮上磁場によるリコネクションによって flux rope 周辺の平衡状態が崩され、CME が引き起こされる。本研究では、巨大アーケードに伴う CME のモデルを考えるため、放射冷却、彩層蒸発、重力の効果は無視した。また、熱伝導の効果を検討するため、熱伝導の効果を含む場合と含まない場合の両方の計算を行った。その結果から、以下のことがわかった。

1 熱伝導の効果により、flare では slow shock は conduction front と isothermal slow shock に分離するが、巨大アーケードでは温度が低いため、slow shock は分離していない。ただし、巨大アーケードでも、熱伝導によって断熱で決まる温度よりは低くなっている。(以下の項目 3 参照)

2 flux rope 前面、リコネクション点の上下で、リコネクションジェットに伴う fast shock が生じる。flux rope 前面の shock は CME 前面の interplanetary shock に対応する。

さらに、このシミュレーション結果と、1992 年 1 月 24 日の X 線 helmet streamer 現象 (e.g. Hiei et al. (1993)) の「ようこう」軟 X 線望遠鏡観測結果との比較をしたところ、以下のことが分かった。

3 観測からの推定値とシミュレーションの結果と比較すると、最高温度、X 線強度分布などから熱伝導が効いている場合の方が観測に近く、熱伝導が効いていると考えられる。

4 helmet streamer 現象が発生する直前に、軟 X 線で Y 字型噴出構造が観測されているが、これは磁気リコネクションによって発生する slow shock であり、さらにその Y 字型の中心付近のやや明るい部分は、fast shock に対応している。

これまで、フレアに伴って slow shock や fast shock が観測されたかもしれないと議論されたことはあるが、理論と観測の詳しい比較による検証は一つもなく、これらの shock の確かな同定は、次期太陽観測衛星 (Solar B) に残された課題とされていた。しかし、本研究では、現実的な巨大カスプ MHD モデルの構築に成功したことにより、世界で初めて、リコネクションによる slow shock や fast shock の同定に成功したと言える。

