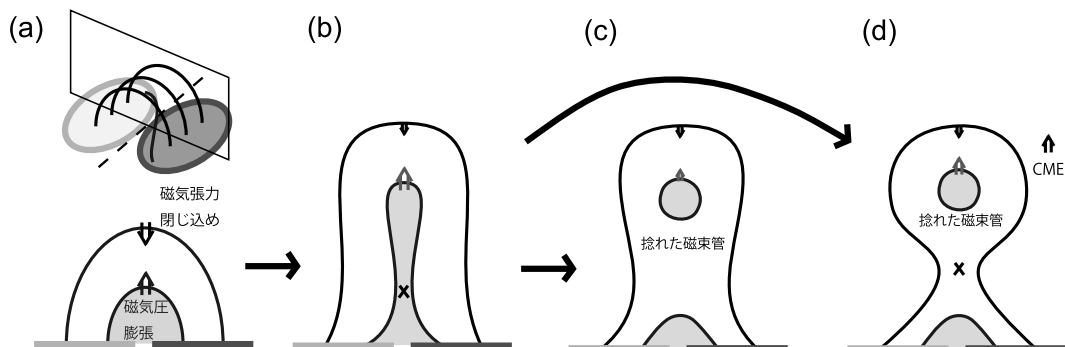


テアリング不安定性によるアーケードのシア運動・捻れた磁束管の形成・噴出の関係についての定量的研究

コロナ質量放出 (CME) は、大量の磁束と共にコロナプラズマが惑星間空間に放出される爆発現象である。多くの CME は、その内部に捻れた磁束管 (電流を含んだ磁場) 構造を持っており、そのことから CME は、電流が流れているエネルギーの高い磁場構造を惑星間に放出することでエネルギーに低い状態に落ち着く現象と考えられる。しかし、捻れた磁束管がどのように形成されるか、つまりエネルギーがどのように蓄積されるかの問題や、爆発的なエネルギーの解放がどのようなきっかけで始まるかの問題は、いまだに未解決の太陽物理学の重要課題である。またその条件と、その捻れの度合いを表す物理量「磁気ヘリシティ」との関係についても明らかになっていない。

現在提唱されている CME モデルの多くは、最初からコロナ中で平衡状態にある捻れた磁束管を考え、その平衡状態の崩壊について議論するモデルと、初期条件として単純なアーケード磁場を仮定し太陽表面のシア運動によってエネルギー蓄積され、リコネクションに至る過程を調べるモデルの 2 通りのグループに大分することができる。後者のモデルでは捻れた磁束管はアーケード磁場のリコネクションの結果形成されるが、前者のモデルで議論される平衡状態に落ち着く過程は再現されていない。これらの間は、どのようにつながっているのだろうか? この点を明らかにするため、本研究では、単純なアーケード磁場の内部にシア運動を注入する 2 次元球座標 MHD シミュレーションを行い、捻れた磁束管の形成過程とリコネクションによるエネルギー解放過程の関係について調べた。

アーケード磁場 (図 a) はシア運動によってエネルギーが蓄積されていくと、磁気圧によって鉛直方向に伸び、磁気中性線上空に鉛直の電流シートを形成する (図 b)。電流シート内部ではテアリング不安定性 (リコネクションによって電流シートが細切れになる不安定性) が成長し、捻れた磁束管が形成される。形成された捻れた磁束管のその後の挙動は、アーケード外側のシアされていない磁場との相対的な関係によって CME へ成長するかどうかの違いが生じた。つまり、外側のシアされていない磁場が相対的に少ないときは CME として飛び出していき (図 d)、外側磁場が多い時は、捻れた磁束管は閉じ込められ上空で平衡状態に落ち着いた (図 c)。さまざまな分布のシア運動による時間変化の違いを調べ、外側の磁場と磁気ヘリシティ入射量とコロナ磁場の不安定化の定量的な条件が得られた。



アーケード磁場のシアと捻れた磁束管の形成とコロナ質量放出の関係の模式図

Reference: Shiota, D., et al., 2008, JGR, 113, A03S05.

(塩田 大幸 (名古屋大学) 記)