

太陽コロナにおける eruption

神田 夏央 (名古屋大学大学院 理学研究科)

Abstract

フレアとは、太陽表面に蓄えられた磁場のエネルギーがプラズマとして開放される現象である。フレアには太陽表面からコロナ中に放出する (eruptive-flare) イベントと、放出しない (confined-flare) イベントがあることはよく知られている。ただ、この二つを分ける原因はよくわかっていない。そこで、太陽フレアの外形に関する論文・RONALD L. MOORE (2001) を紹介する。

その上で、2011 年 2 月 18 日に観測された小規模な eruption イベントを紹介する。このイベントには 4 つの特徴がある。

1. eruption 直前に起こる浮上磁場 (emerging flux) から eruption の終わりまでの時間が 10 分程度と短い。
2. eruption の規模が小さい。
3. erupt されるプラズマが数万～数千万度と幅広い温度で存在する。
4. 青色に大きくドップラーシフトしている。

これらの特徴を軸にこのイベントを見ていくことで、eruption の特性の解明を目指す。

1 Introduction

フレアとは磁場爆発であることは知られている。この爆発の前での磁場の外形、爆発中での磁場の変化の仕方はどんなものか。また、磁場爆発の重要な側面となっているリコネクションについて、リコネクションとは爆発現象においてその引き金となる必要不可欠なものなのか、単に爆発に付随して起こる現象なのか、さらにリコネクションはどの場所で、どのようにして起こるのか、というようなことを MOORE et al. (2001) ではようこうの SXT を中心に、爆発の初期段階におけるコロナの X 線構造の変化を調べることで調査している。

多くのフレアや CME では、二組以上のバイポールが相互作用をしながら起こるが、シングル・バイポールイベントも数多く観測されていて、特にツーリボンフレアはシングル・バイポールイベントとして現れることが多いので、ここではシングル・バイポールイベントに焦点を当て調査している。

バイポール磁場の外形を描くために、バイポールを core field と envelope field の二つの領域に分けて考える。core field はバイポールの中性線の近辺を指し、envelope field はその周りを囲んでいる領域を指す。彩層のイメージを見ると、core field は暗いフィラ

メントを形成し、バイポール爆発はしばしばフィラメントの爆発として観測される。

放出する爆発では、たびたび CME と長寿命のツーリボンフレアを生み出す。フィラメントの中と core field はひねりあって爆発するフラックスループになる。このループが CME などとして外へ放出する。これに対し、放出しない爆発では短寿命の瞬間的なフレアを生み出し CME などは起こらない。

ようこう以前には、core field はフィラメントをトレースしただけの図で観測されていたが、フィラメントの有無に関わらず core field はフレア爆発と同様な方法で爆発するため、より高度な映像が必要となってきた。ようこうの SXT によってフィラメント爆発の有無に関わらず、core field は観測可能となった。また、core field が爆発する際にしばしばシグモイドと呼ばれる S 字の形を作り、その後フレア爆発し、バイポールの中の中性線をまたぐようにアーケイドを形成する。

この論文では、観測装置の性能に対し十分ゆっくり変化し、かつ大きすぎない爆発を選んで調査、議論している。

2 Eruption model

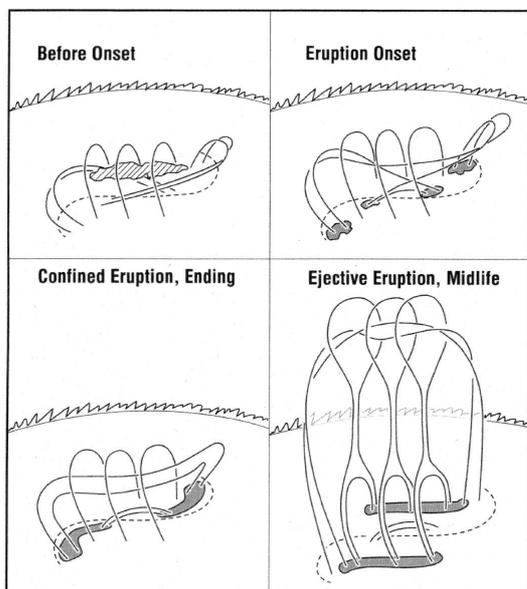


図 1: フレアモデル

図 1 にシングル・バイポール磁場爆発におけるモデルを描いた。この図は 3 次元モデルで代表的な線のみで描かれていて、フレア爆発のキーとなる発達段階である。

図 1 の左上は爆発の直前の段階で、右上はリコネクションが起き始めている段階。左下はリコネクションが起きたが、放出しないイベントの場合の図であり、それに対し右下は外部に膨張するプラズモイドがせりあがっている放出するイベントの場合の図である。

このように、リコネクションが起こるとその後の爆発の動きには、フラックスロープがバイポール内に束縛されるものとバイポールの外にフラックスロープが放出するものとの 2 通りの爆発がある。何が原因でこの二つを分けるかということはまだ解明されていない。

放出するかしないかはとても大切な事項である。ここからは、実際の放出するイベントである 2011 年 2 月 18 日の eruption を見ていく。

3 Data

「ひので」の EIS による分光観測、「SDO」の AIA によるイメージング観測、「ひので」の SOT と XRT によるイメージング観測によるデータを用いて、2012 年 2 月 18 日の eruption event の解析を行う。EIS のスキャンステップは 5 秒角で、スリット幅が 2 秒角、露光時間は 8 秒であるので、6 分で 1 枚の EIS データを取ることになる。AIA では温度別の観測が可能であり、撮影の時間幅は 12 秒である。SOT では CaIIH を用いる。XRT では軟 X 線の波長帯における観測を行う。

4 Results

上に示した観測機でこのイベントを見ると、いずれも浮遊磁場の発生から、10 分程度で爆発現象が完結していた。これは一般的な eruption と比べて短い。また「ひので」の SOT の映像から見て、このフレアの大きさ（バイポール間の距離）は 20 秒角程度であった。一般的に 100 秒角程度の大きさのフレアが多いことから、この eruption の規模は小さいと言える。

「ひので」の観測において、低温（1 万度程度の温度）に対応する波長を写す SOT の CaIIH から、高温（1000 万度程度）に対応する波長を写す EIS の FeXXIV のどちらにおいても eruption がはっきりと写っていたことから、この eruption は高温から低温まで広い温度幅を持っているということが言える。

「ひので」の EIS による分光観測を行うと、eruption の部分だけ大きく青色にドップラーシフトしていて、その速度を計算すると約 100k m/s 程度であった。爆発前にはこのようなシフトは見られなかったので、爆発の間に急激に加速されたと考えられる。

5 Discussion

この eruption には以上のような特徴があった。このイベントは eruption の瞬間に 1000 万度まで加熱されていたり、100km/s のような高速まで加速されたりと瞬間的なイベントである。この急速な動きの

2013 年度 第 43 回 天文・天体物理若手夏の学校

原因を探ることは、現時点ではまだ想像の域を脱しないが、コロナ加熱などの謎の鍵となる要素の解明につながる可能性もあると考えている。