

5 研究活動

5.1 太陽磁場活動望遠鏡 (SMART)

太陽磁場活動望遠鏡 (SMART) が捉えた太陽フレアに伴う 3 連続衝撃波

太陽フレアは、太陽系で最大の爆発現象である。爆発が起これば、衝撃波が発生することは想像できると思う。太陽でもフレアが発生すると、しばしば衝撃波が発生し、コロナ中を伝搬する。しかし、衝撃波の伝搬の様子を観測した例は非常に少ない。

京都大学・飛騨天文台の太陽磁場活動望遠鏡 (SMART) は、太陽表面のわずか上空の彩層と呼ばれる層から出る $H\alpha$ 線という光を観測している。太陽フレアによって衝撃波が発生すると、衝撃波はコロナ中を伝搬するが、その際、彩層を押さえ付けながら伝搬することがある。その押さえつけられた場所は、衝撃波の速さで移動して行き、 $H\alpha$ 線で波が伝わるように観測される。この現象は 1960 年代に発見され、発見者の名前にちなんで「モートン波」と呼ばれている。つまり、モートン波は、衝撃波が伝わっていく様子を示している。我々は京都大学・飛騨天文台の太陽磁場活動望遠鏡 (SMART) を用いて、世界で初めて 3 連続で発生したモートン波を発見した。この 3 連続モートン波は、2005 年 8 月 3 日に観測されたもので、このデータを解析することで、次の 3 つのことが分かった。

(1) 3 連続で発生したモートン波 (衝撃波) を初めて発見した。この発見は、観測能力 (空間分解能力、波長分解能力、時間分解能力) の優れた、最新の太陽磁場活動望遠鏡 (SMART) を用いて初めて行うことができた。従来の望遠鏡でも、このフレアを観測していたが、3 連続のモートン波を観測することは出来ていなかった。このことは、今まで考えられていた以上の頻度で衝撃波が発生している可能性があることを意味している。

(2) 2 つの衝撃波が合体する様子を初めて観測した。1 番目に発生した衝撃波の伝搬速度は遅く、2 番目に発生した速く伝搬する衝撃波に追いつかれ、ふたつの衝撃波が合体した。そして、合体により衝撃波の強さが強くなったことが電波のデータからわかった (次ページ図)。

(3) 3 つのモートン波 (衝撃波) の発生には、瞬間的なエネルギーの解放と、フィラメントの噴出が強く関係していることが分かった。フィラメントとは、冷たいプラズマガスの塊で、太陽の磁場に蓄えられたエネルギーが解放される際に、噴き出すことがある。今回、3 連続のモートン波が観測されたが、各々のモートン波の発生時刻には、瞬間的なエネルギーの解放が観測されていた。そして、各々のモートン波に対応して、フィラメントも 3 度噴出しており、それらの噴き出す方向や速度は、対応するモートン波の伝搬した方向や速さと関係していることが分かった。これまで、モートン波の発生メカニズムについては、はっきりと分かっていなかったが、今回の発見により、フィラメント噴出がモートン波を発生させているという説を立てることができた。

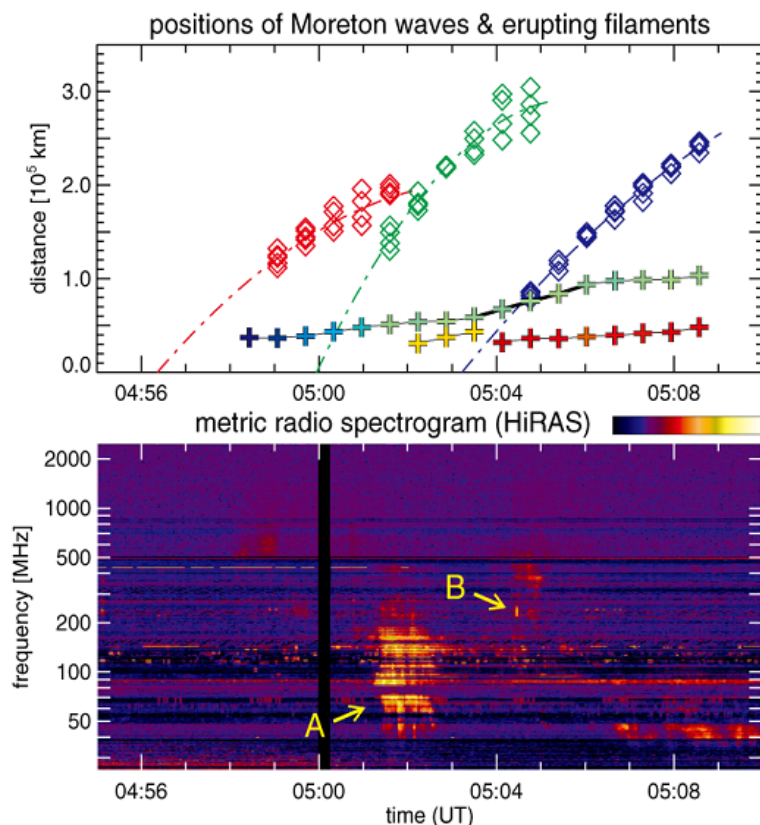


図: 3連発モートン波の時間発展を示したグラフ。横軸は時刻。上のグラフは、縦軸がフレア地点からの距離で、各時刻でのモートン波の波面の位置が◇で示してある。赤色が1発目、緑色が2発目、青色が3発目のモートン波の波面の位置。このグラフを見ると、1発目のモートン波(赤色◇印)に2発目のモートン波(緑色◇印)が追いついている様子がよくわかる。+印は噴出したフィラメントの位置を示しており、フィラメントも3度噴出しているのが分かる。下のグラフは電波の強さを表したもので、1発目と2発目のモートン波が合体した時刻に、強さが増しているのが分かる(矢印A)。また、3発目の衝撃波(色◇印)と最初に噴出したフィラメント(青-緑色の+印)がぶつかった瞬間にも、電波の信号が強くなっているのがわかる(矢印B)。

このように、3連続モートン波の発見は、太陽フレアによって発生する衝撃波が、これまで考えられてきた以上に頻繁に発生していて、時にはお互いが合体するなど、複雑に伝搬している可能性があることを示している。太陽フレアで発生した衝撃波は、宇宙空間を伝搬し、地球磁気圏や地球の周りを周る人工衛星などに影響を与えることがあるため、研究を進めることが大切である。今回、衝撃波の発生メカニズムを解明する有力な証拠を得たことは、衝撃波研究の進展の大きな一歩であるといえる。

Reference: Narukage, N., Ishii, T.T., Nagata, S., Ueno, S., Kitai, R., Kurokawa, H., Akioka, M., Shibata, K., 2008, ApJ, 684, L45.

(成影 典之 (宇宙航空研究開発機構) 記)