

多層格子磁気流体力学計算による太陽嵐の発生過程の研究

井上 諭(ニュージャージー工科大学)

本研究では、多層格子法を実装した電磁流体力学(MHD)シミュレーションコードを用いて、観測事実に基づいて太陽フレアの発生からコロナ質量放出(CME)の種となる大規模な磁気フラックスロープの噴出過程の再現を行った。初期条件は、太陽表面の観測磁場から上空の磁場をフォースフリー近似に基づいて数値的に外挿した3次元の磁場を与えた(図 1(a))。太陽フレアの発生過程において、図 1(a)に見られるような磁気エネルギーが蓄積されたねじれた磁力線群は必要だが、それは十分条件ではない。ねじれた磁力線群を不安定化させる何らかのトリガーがさらに必要であると考えられている。本研究で取り扱った活動領域 12371 では、ビックベア太陽物理観測所が有する Goode Solar Telescope での高分解能観測により、フレアの前兆現象となる浮上磁場を太陽活動領域の局所領域で観測した (Wang et al. 2017)。この局所領域浮上磁場を含めた計算を実施するためには、多層格子法が有力となる(図 1(a))。本計算では多層格子を用いることで、局所的な領域でトリガーされるフレアの発生から、ねじれた磁気フラックスロープがどのような過程を経て形成され放出されるのかを調べた。

図 1(a)は活動領域 12371 で発生した M6.5 フレアが発生する直前の 3 次元の磁場構造で、太陽の表面の磁場から外挿されて数値的に求められた。磁力線の色は電流密度を表しており、色が赤い箇所は電流が強く流れており、エネルギーが蓄積されている箇所である。本研究では、エネルギーが蓄積された磁力線の真下に、観測事実に従って浮上磁場を与えた。用いた多層格子は 4 層で、それぞれ 128x128x128 の格子点で構成されており、840 コア用いて計算を実施した。結果を図 1(b)に示す。浮上磁場を与えた結果、ねじれた磁力線同士が磁気リネクションを起こしてつながりかわり、磁気フラックスロープが形成されて上昇する様子が再現された。つまり、局所的に与えた小さな浮上磁場がフレアの発生源になりえることを世界で初めて示した。特に、上昇する磁気フラックスロープの下に強い電流構造が再現され、フレアが発生している様子がうかがえる。本年はパラメータサーベイの途中で計算時間を使い切ってしまう実施できなかったが、今後は別の場所に浮上磁場を与えてフラックスロープの形成から放出までの過程を調べる。

参考文献

[1]Wang, H., Liu, C., Ahn, K. et al. (2017) “High-resolution observation of flare precursors in the low solar atmosphere”, *Nature Astronomy*, 1, 0085

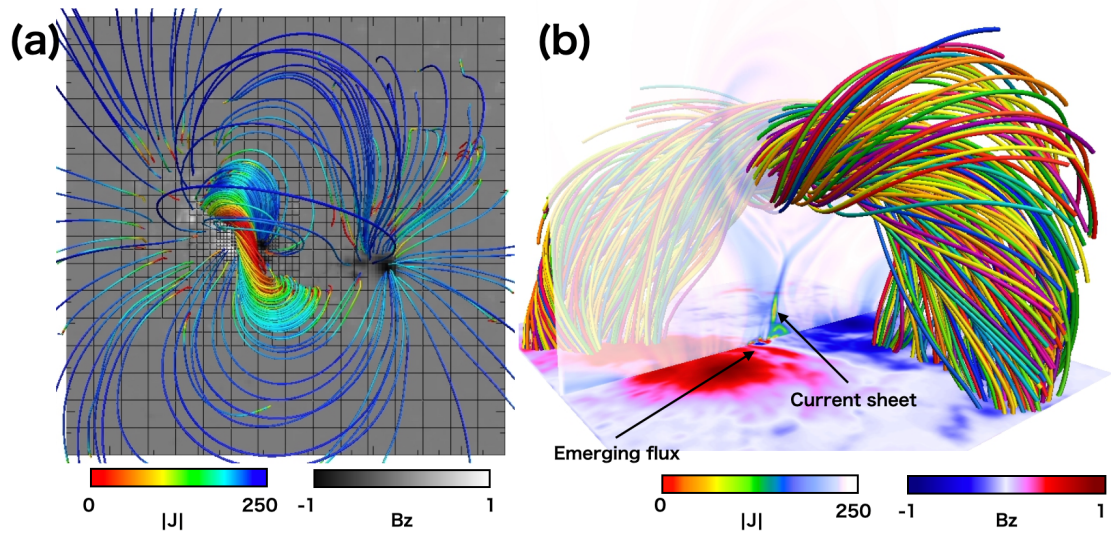


図1(a)活動領域12371の観測磁場から外挿された磁力線。磁力線の色は電流密度を表しており、赤い領域に強い電流密度が流れている。(b)MHDシミュレーションの結果。浮上磁場をエネルギーが蓄積された磁力線の真下に与えると、大規模な磁気フラックスロープを形成して上空へと上昇していく様子が再現された。