

M31a 三次元磁気流体シミュレーションを用いたフレアループトップにおける乱流の調査

柴田健吾, 高棹真介 (大阪大学)

ひので衛星の極端紫外線撮像分光観測により、太陽フレアのループトップ領域には乱流を示唆するライン幅の増加が見られることが明らかになった (Hara et al. 2008)。ループトップ領域に形成される乱流は電子加速の観点から注目されている。なぜならば、乱流は磁場をかき乱すことで磁力線に垂直な方向の拡散を促進させたり (Kong et al. 2019)、また電子の閉じ込めに関わるミラー反射を弱めたりするはたらきがあるため、乱流の強度によっては電子の加速機構に影響を及ぼし得るからである。したがって電子加速を理解するためにもループトップ領域における乱流の振る舞いを理解することは必須である。ループトップ領域はフレアループ全体の大きさと比較しておよそ 10 から 100 分の 1 以下と小さいことが予想されており、十分に空間分解した観測が困難であるため、数値シミュレーションを用いたモデリングが必要になる。

我々は三次元の磁気流体シミュレーションを実施し、ループトップ領域に形成される乱流の起源および成長の仕方について調べた。その結果、フレアループの形成に伴ってループトップ領域に高圧のプラズマを囲う曲がった磁力線構造 (bad curvature) が形成され、そこから ballooning 不安定性が生じ、乱流が生まれることが分かった。また、この乱流はループトップの振動 (Takasao & Shibata 2016) によって増幅されながら非一様な構造に成長することを発見した。さらに乱流の Mach 数は典型的に 0.1 から 0.3 程度と、Kontar et al. (2017) による観測結果よりもやや小さいものの、ほぼ同程度のオーダーになり得ることも分かった。