

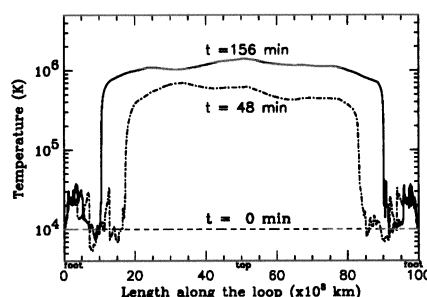
Alfvén 波によるコロナループ加熱のMHDシミュレーション

森安 聡嗣 (京都大学大学院 理学研究科 附属天文台)

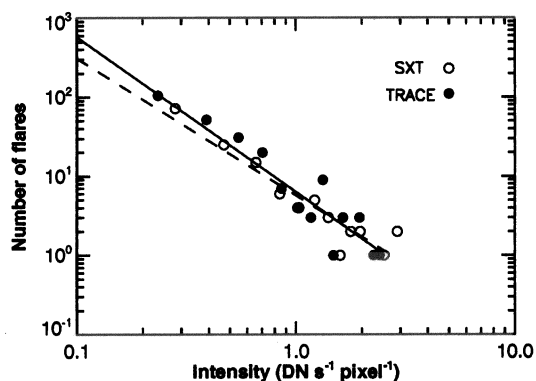
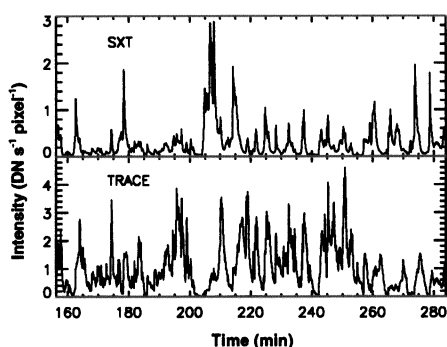
太陽コロナは数 100 万度にも達する高温プラズマであり、光球に比べ 2 桁も高いこの高温を実現する加熱メカニズムは太陽物理学の大きな謎である。コロナは磁気圧優勢のプラズマであることが知られているので、加熱は磁場と関連しているはずである。そこで現在有力な考え方として、磁場を伝わる波動、Alfvén wave によってエネルギーをコロナへ運ぶ [Alfvén wave 説]、小さなフレア (磁気リコネクションによるエネルギー解放現象) が頻繁に起こることでコロナを加熱する [微小フレア説] の 2 つがある。

Kudoh&Shibata(1999)によると、光球上のランダムな $\sim 1\text{km/s}$ の運動が、光球からコロナへと抜ける磁束管の足下を振ることで torsional Alfvén wave を発生させれば、静穏コロナを加熱させるのに十分なエネルギーが Alfvén wave によってコロナに伝えられることがわかった。そこで今回、Alfvén wave によるコロナ加熱を実現するべく、Kudoh&Shibata(1999)と同様の手法を浮上磁気ループ (全長 10^5 km) に適用し、それに放射冷却、熱伝導も加えた 1.5 次元 MHD シミュレーションを行った。

その結果、光球上の平均 $\sim 1\text{km/s}$ 以上の運動が磁束管の足下を振ると、初期に 1 万度であったプラズマが 100 万度以上に加熱された (右図)。加熱の仕組みを追うと、torsional Alfvén wave (非圧縮の横波) の非線型効果によって圧縮波 (縦波) が励起され、それが shock wave に成長し、その shock heating でプラズマを加熱していた。shock wave はループの両側から絶えず伝播して断続的にプラズマを加熱し、それと熱伝導、放射冷却がつりあって準定常状態を得た。



さらに、このシミュレーション結果を、Yohkoh/SXT、TRACE/171Å で観るとどのように観測されるか計算した。ループの頂上を「観測」してみると、shock による断続的な加熱を反映する激しい時間変動を示した (下左図)。これはまるで小さなフレアが頻発しているかのような振る舞いで、この増光の統計をとってみると、その増光量と数とが、power-law 型の分布を示し (下右図)、まさにフレアが従っている頻度分布と同様のものが得られた。傾きは、Yohkoh/SXT: ~ -1.7 、TRACE/171Å: ~ -1.9 であった。この結果から、微小フレアはリコネクションのあらわれではな



く、torsional Alfvén wave 起源の shock heating を見ている可能性がでてきた。現在の観測精度では、これら 2 つを見分けるのは困難である。Solar-B(2006) 等、次世代の高精度観測が待たれる。