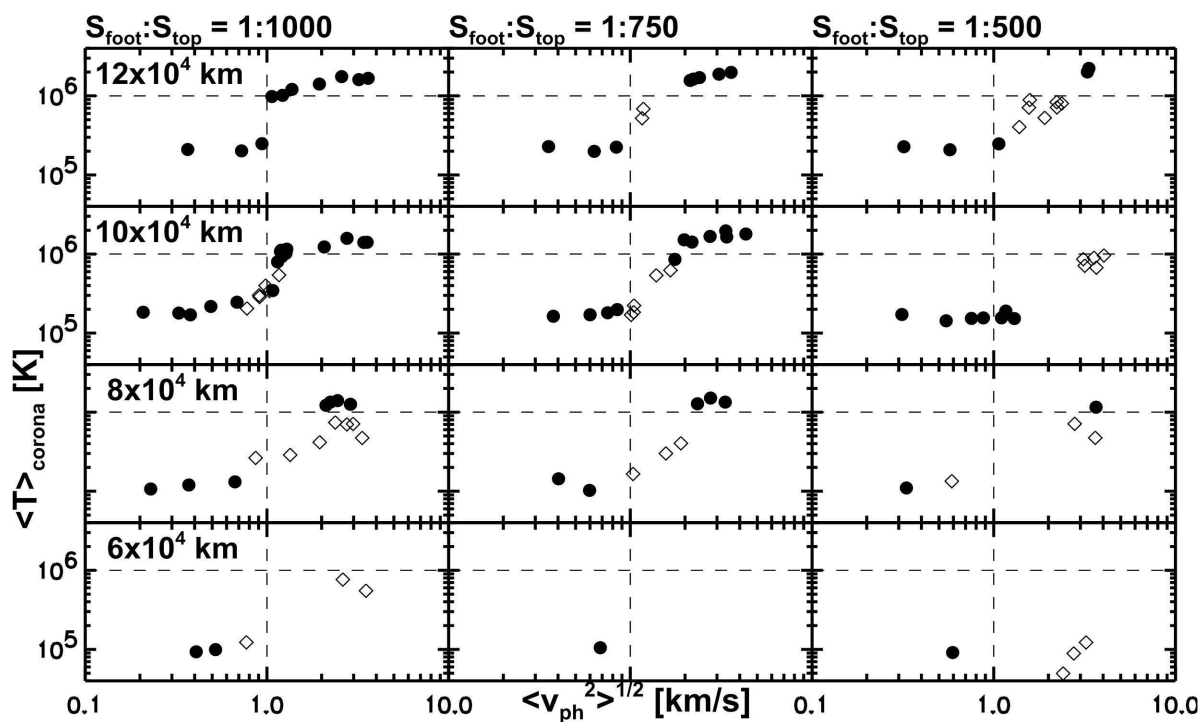


非線型アルフヴェン波によるコロナ加熱：様々なコロナループ

太陽コロナは100万度にも達する高温プラズマで、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の解明は太陽物理学の重要課題です。コロナは磁場を反映したループ等の様々な構造で満たされていて、加熱は磁場に関連していると考えられています。それは、光球等の下層の運動によって磁場が変形されることで磁気エネルギーが蓄えられ、それが何らかの方法で熱に換わり、プラズマを加熱するというものです。

Kudoh & Shibata (1999) による、「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振れアルフヴェン波を発生させれば、静穏コロナを加熱させるのに十分なエネルギーがアルフヴェン波によってコロナに伝えられる」という結果を受け、同様の手法を応用して、浮上磁気ループ中のコロナ加熱の1.5次元MHDシミュレーションを行ったところ、初期に1万度であったプラズマを100万度以上の温度まで加熱することに成功しました。振れアルフヴェン波(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、それが衝撃波に成長し、その衝撃波加熱によって100万度のコロナが実現しました。

ループの長さ(つまり磁場の強さ)を様々にとり、光球上の運動の強さを変えて計算した結果は図のようになった。各パネルは[横軸:光球面の平均速度、縦軸:実現したコロナの平均温度]を表し、黒丸は定常状態が得られたケース、菱形はコロナ(高温の温度構造)が出来たり壊れたりする非定常なケース。ここからわかる定性的なことは、ループが長いほど、断面積が大きい(磁場が弱い)ほど、光球上のより小さな(実際にありそうな)運動によってコロナ加熱が起ることです。どちらもアルフヴェン波がループを通るのにより時間がかかる場合にあたり、ためにエネルギーの散逸が起りやすいと考えられます。



Reference: Moriyasu, S. et al. (2004) ApJ, 601, L107.

(森安 聡嗣 記)