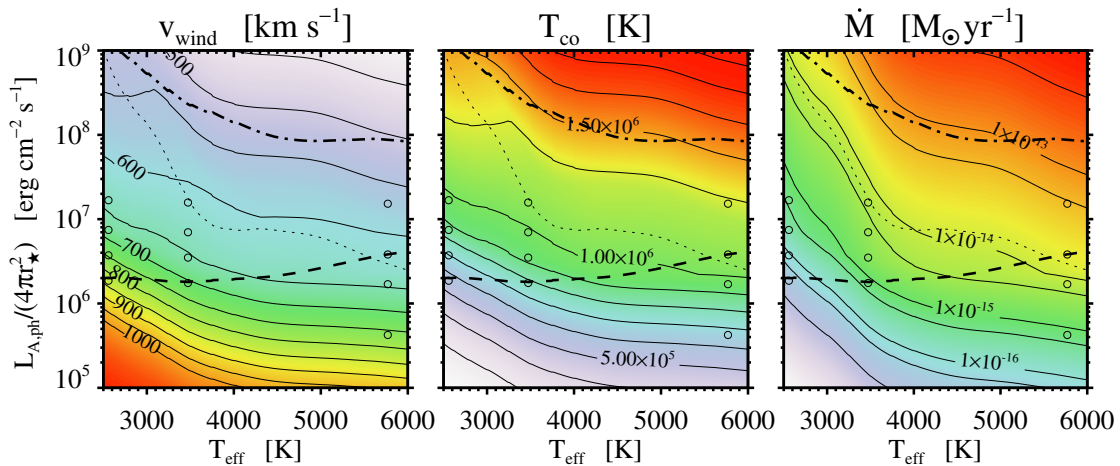


非線形アルヴェン波モデルに基づく太陽・M型主系列星の彩層・コロナ・恒星風構造の体系的理解 (博士論文)

太陽やM型主系列星 (M型星) の恒星大気・恒星風では、プラズマの熱エネルギーや運動エネルギーに比べて磁気エネルギーが圧倒的に大きい。こうした環境下では、アルヴェン波が磁気エネルギーの輸送を担い、恒星大気の加熱や恒星風の駆動に際して重要な役割を果たすと考えられている。そこで本研究では、このアルヴェン波が恒星大気を加熱し恒星風を加速する過程が、太陽とM型星でどのように異なるのかを議論すべく、一次元磁気流体数値シミュレーションを実行した。本論文第2章では、まず太陽大気・太陽風に関するシミュレーション結果を報告する。この章では、太陽彩層中をアルヴェン波が輸送できるエネルギーには上限がある可能性が示唆された。第3章では、同手法をM型星の恒星大気・恒星風構造の再現に用いた。下図は、本研究の結果から推定された、主系列星の恒星風速度 (v_{wind})、コロナ温度 (T_{co})、恒星風質量損失率 (\dot{M}) の典型値を表す。各図において、横軸を主系列星の有効温度 (T_{eff})、縦軸を光球から放射されるアルヴェン波のエネルギーフラックス ($L_{\text{A,ph}}/(4\pi r_{\star}^2)$) としている。主系列星の光球から放射されるアルヴェン波のエネルギーフラックスの典型値は鎖線で表されており、この鎖線を $T_{\text{eff}} = 5770$ K (太陽) から低温側に辿ることで、M型星 ($T_{\text{eff}} = 2300 - 3800$ K) の恒星コロナは太陽コロナに比べて相対的に温度が低く、M型星の恒星風は太陽風に比べて高速だが、質量損失率は極めて低いことが見て取れる。



主系列星の恒星風速度 (v_{wind})、コロナ温度 (T_{co})、恒星風質量損失率 (\dot{M}) の典型値。鎖線は主系列星に典型的な $L_{\text{A,ph}}/(4\pi r_{\star}^2)$ の値、一点鎖線は主系列星で想定される最大の $L_{\text{A,ph}}/(4\pi r_{\star}^2)$ の値を表す。点線は v_{wind} が恒星の脱出速度に等しくなる線に対応する。

Reference:

Sakaue, T. and K. Shibata 2020. ApJ, 900(2):120.

Sakaue, T. and K. Shibata 2021. ApJL, 906(2):L13.

(坂上峻仁)