

P13a フレア温度とエミッション・メジャーの普遍スケール則

柴田 一成、横山 央明 (国立天文台)

太陽フレアの最高電子温度 (T) とエミッション・メジャー ($EM = n^2V$) の間には相関がある (T は EM とともに増大する) ことが知られている (e.g., Feldman et al. 1995, Yuda et al. 1997)。ただし、 n は電子密度、 V は体積。この関係は、通常のフレアよりエネルギーの小さなマイクロフレアでも成立しており (Shimizu 1995)、一方、太陽フレアより何 100 倍– 何千倍もエネルギーの大きな恒星フレア (Algol, UX Ari など) も同じ相関の延長上にくることが知られている (Feldman et al. 1995)。さらに興味深いことには、最近あすかで発見された原始星フレア (Koyama et al. 1996, Tsuboi 1996) の温度と EM も同じ相関にのることがわかっている。この相関が成立する温度と EM の範囲は、 $T = 4 \times 10^6 - 10^8 \text{K}$, $EM = 10^{44} - 10^{55} \text{cm}^{-3}$ もの広い範囲に及び、共通の普遍的な物理機構が働いていることを予感させる。

最近われわれは、フレアループ頂点付近の最高温度 (T)、ループの長さ (L)、コロナ磁場 (B) の間に成り立つ簡単なスケール則を理論的考察にもとづいて導いた (Yokoyama and Shibata 1998, 本年会の横山と柴田の講演参照) : $T \approx [B^3 L / (2\pi\kappa_0 \sqrt{4\pi\rho})]^{2/7} \propto B^{6/7} L^{2/7}$ 。ただし、 ρ はフレア前のコロナ密度、 κ_0 は熱伝導定数である。この式は、磁気リコネクションによるエネルギー解放と熱伝導による冷却との釣り合いから導かれ、太陽フレアの 2次元シミュレーションによる実験でも成り立つことが確認されている。

さて、フレアループの電子数密度 n がガス圧と磁気圧のつりあい (蒸発プラズマを磁気圧で閉じ込める条件) から決まるとすると、上のスケール則より、 n が B と T の関数として表せ、結局、エミッション・メジャーは

$$EM = n^2 L^3 \propto T^{16/7} B^{-5}$$

となる。これは上の経験的な相関関係を良く説明する。さらにこれは原始星フレアにおいても太陽フレアと同様に磁気リコネクションによるエネルギー解放が重要な役割を果たしていることを強く示唆していると言える。