

M16a 太陽・恒星フレアのHR図：EM - Tダイアグラム

柴田一成 (京大理)、横山央明 (国立天文台)

太陽・恒星フレアのエミッションメジャー ($EM = n^2 L^3$) は温度 (T) とともに増大することが知られている。(ただし、 n は電子密度、 L はフレアサイズ、また、 EM 、 T は、フレア時のそれぞれのピーク値をとる。) これはマイクロフレアや、原始星フレアに対しても成り立っており、 $6 \times 10^6 < T < 10^8$ K、 $10^{44} < EM < 10^{56} \text{cm}^{-3}$ という広いパラメータ領域で成り立つ (統計的な) 相関関係である。一昨年、Shibata and Yokoyama (1999, ApJ 526, L49) は、熱伝導と彩層蒸発を含む磁気リコネクションの数値シミュレーションと理論に基づいて、この相関関係を良く説明する次のようなスケーリング則を発見した：

$$EM \simeq 10^{48} (B/50\text{G})^{-5} (T/10^7\text{K})^{17/2} (n_0/10^9\text{cm}^{-3})^{3/2} \text{cm}^{-3}$$

ただし、 B は磁場強度、 n_0 はプリフレア電子密度である。観測から EM, T, n_0 がわかりさえすれば、フレアを分解して観測できなくても、このスケーリング則より、磁場強度 B がわかり、さらにはフレアループのサイズ L もわかる。これは星を分解して観測できなくても星の光度と表面温度だけ (HR図上の位置) から星のサイズがわかるというのに似ている。フレアのEM-T関係は、いわば、フレアのHR図とも言えよう。今回の年会では、このようなEM-T関係の重要性に鑑み、このダイアグラムの物理的意味と理論的予言を詳しく調べた結果を報告する。主な結果は以下の通り。1) EM-Tダイアグラムには禁止領域 (磁気ループによるプラズマの閉じ込めができない領域) が存在する。2) フレアはピーク温度がリコネクション加熱 = 熱伝導冷却で決まる系列であり、放射冷却は効いていない。密度は圧力平衡 (磁気圧 = ガス圧) または熱伝導 = エンタルピーフラックス (彩層蒸発) から決まる。これに対して、加熱時間が長引いて定常的になると加熱 = 熱伝導 = 放射冷却が成り立ち、密度は放射冷却 = 熱伝導で決まる。これは、コロナの系列であり、 $EM \propto T^{15/2}$ for $T < 10^7$ K, $EM \propto T^{13/2}$ for $T > 10^7$ K となる。太陽コロナ活動領域のEM-T関係 (Yashiro 1999) は、この理論的予測とほぼ合っている。