

M33a コロナ加熱詳論と太陽風の質量流速の起源

平山 淳

「コロナ加熱と高速・低速太陽風の吹くわけ」を次のように考える。コロナ磁束管のひねり V_θ により必然的に磁束管の半径方向に電場が向き、結果として電荷が生じる。発生した電荷による磁場に平行な準静的電場の大きさは $10 \times (\text{ループ半径}/100\text{km}) \times (\text{Dreicer 電場})$ 程度であり、電子は $V_b = (2-3) \times \text{電子熱速度 } V_{Te}$ 程度に加速される。電子密度の約 10^{-3} のビーム電子 n_b はプラズマ粒子との古典クーロン衝突により熱化され、コロナは百万度になる (RTV-law も導出される)。入射エネルギー ($\rho V_\theta^2 V_A \approx 3 \times 10^5 \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$) の減衰長は 0.4 太陽半径程度で、高速風も吹ける結果となった。(Dreicer 電場より大きな電場だが、エネルギー入射率が有限の為加速は無制限ではない。バルク電子の逆流の為、余分な電流は流れず、ジュール熱ではなくて、摩擦熱。)

前回に続き次を議論する。(1) 全加熱率は、 $\frac{1}{2} m_e n_b V_b^2 \times 3\nu_0 (V_{Te}/V_b)^3 \approx 3 \times 10^{-5} \text{ erg cm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ ($\nu_0=10\text{s}^{-1}$) で与えられるが、SOHO 観測による FeX, XI, SiVII, VIII 等大きな輝線幅は、電子ビームによるイオンの加熱率が電荷の二乗に比例するクーロン衝突頻度で決まっていることで自然に説明できる。(2) 電子ビームによりイオンサイクロトロン波が発生する可能性があるが、全体の energetics は上記で決まっていると考える。(4) 太陽風の質量流束 ρV の起源は、 10^5K の遷移層がコロナからの熱伝導を放射で逃がしきれずに、thermal flare のように evaporation-upflow になる為と考える。(閉じたループも同様に考えると、常に下降速度が見かけ上あることが理解できる。) コロナ磁場の強さと磁束の急速な広がりにより関係なく ρV が決まっているとする (電子密度 10^9 cm^{-3} の遷移層で 1km s^{-1} の速度、Wang-Sheeley とは全く異なる)。その結果、高速・低速によらず太陽風は全て超音速になるので、星間空間で全圧力が小さいという条件は、太陽側で決まった条件により自然にみたしている。よって、超音速、超アルペン速の太陽風から星間空間の条件を教わるという摩訶不思議さは消える。約 80 天文単位へ到達する前に小さいコロナ穴等は消滅!