

N15b MHD 星風のкориメーション

岡本 功 (国立天文台)

Heyvaerts and Norman (1989), Chuieh, Li and Begelman (1991) 以来、ここ 10 年間星風・円盤風を問わず、一般的に電磁流体風はトロイダル磁場のフープストレスによって漸近的に放物形あるいは円筒形にкориメイトすると考えられている (これを “Hoop Stress Paradigm” ということにする)。筆者はこのパラダイムが物理的に誤りであると主張する。

Heyvaerts and Norman の MHD 星風кориメーション論において、見落とされていたことが二点ある。一つは、MHD ではよく電流 \mathbf{j} は $(c/4\pi)\nabla \times \mathbf{B}$ で消去されて、電流が流れる方向性について見落とされる傾向がある。彼等はいわゆるトランス・フィールド方程式の漸近形 (アルフヴェン点より十分外) を導いているが、これは $\rho v_p^2/R \approx (1/c)j_{\parallel} B_t$ と等価である。 R は磁力線の曲率半径で、 $R > 0$ のとき磁力線は極方向へ、 $R < 0$ のとき極から離れる方向へ曲がるものとする。 $B_t < 0$ であるとき、磁場に平行な電流が中心に流れ込むと ($j_{\parallel} < 0$)、 $R > 0$ であるが、もし $j_{\parallel} > 0$ の領域があるならば、そこでは $R < 0$ で、磁力線は極から離れる方向へ向かう。このように、磁力線のкориメーションは中心天体・磁気圏・風域を含めた系全体としてどう電流系が閉じるかという問題と密接に絡んでいる。Heyvaerts and Norman は、トランス・フィールド方程式の漸近形を用いずに、ベルヌーイ積分だけから磁力線のグローバルなкориメーションを結論しているが、これは基本的に誤っている。

もう一点は因果律に関係する。彼等はモデル磁場形状を用いて、磁力線が無遠で $\varpi/z \rightarrow 0$, $\varpi \rightarrow \infty$ のようなトポロジーをとるといっているが、そのような境界条件を課したためにそうなるのであって、上流の解に対し無限遠でそのような条件を課することは因果律に反する。

風領域だけで電流系が閉じるようなモデルを考えると、極側では $R > 0$, $j_{\parallel} < 0$, 赤道側では $R < 0$, $j_{\parallel} > 0$ となるような準動経的な磁力線構造を造ることが可能である。