

W12a 相対論的遠心力風の加速効率と構造

柴田 晋平 (山形大学)

磁化した中心天体が回転するとき、遠心力でプラズマが加速されるとする遠心力風の加速効率については長年議論されてきたが明確な答えが得られていなかった。中心天体の磁場は基本的にダイポールで閉じた磁場構造を持つが、遠心力によって開いた磁場構造を作ることによってエネルギー流出のパスが作られ、中心天体の回転エネルギーが解放される。この閉じた磁場から開いた磁場が作られるプロセスを最近明らかにすることができた(2024年春年会)。

軸対象定常モデルで、さらに精密な解析を進めている。共回転しながら磁場に沿って流出し、光円柱のすぐ内側でローレンツ因子が発散する解があることを見つけた。その結果、流体の運動エネルギー密度が増加し磁場のエネルギー密度に達したときに磁気リコネクションが起こり開いた磁場を作り出す。この時の条件を用いると、最大加速可能なローレンツ因子が $\gamma_{\max}(2M)^{-1/2}$ で、リコネクション領域のサイズが $R_L(2M)^{-1/2}$ であると見積もることができる。ここで、 M はペアプラズマ密度の Goldreich-Julian 密度に対する比 (multiplicity)、 $\gamma_{\max}$ は起電圧に相当するローレンツ因子、 R_L は光円柱の半径である。ここから、遠心力風の加速効率を推定することができる。結果的には、プラズマ密度が高い時 ($M \gg 1$) は中心天体の回転エネルギーのほとんどはポインティングエネルギーとして出ていくことがわかった。

ポロイダルな磁場が Alfvén surface で regular になるための poloidal current 分布があることが force-free model から示唆されているが、一方、磁場に沿った流れが critical point を通る条件から poloidal current が決まる。両者が self-consistent になるかどうかについて検討を行った。