

N13a パルサー磁気圏でのプラズマ対生成

広谷幸一（国立天文台）、柴田晋平（山形大学理学部）

かにパルサー・Geminga は、TeV 線を強く放射する天体として知られている。これらの若いパルサーでは、星の自転に伴って磁気圏の外側（星半径の数十倍 - 数百倍離れたところ）で電圧降下が生じて、電子・陽電子 (e^\pm) の対生成雪崩と γ 線放射が実現していると考えられている。従来の研究では、対生成したプラズマの電荷密度分布がマクスウェル方程式に与える影響を考慮せずに、単に 10^{10} V/m もの強い電場を外側の磁気圏のほぼ全領域で仮定して X 線観測を説明していた。しかし、この様に自己支持的でないプラズマ対生成の理論では、TeV 線が観測値よりも強く放射され過ぎるという問題を生じていた。

そこで我々は、定常的な対生成雪崩が自己支持的に維持される機構を定量的に調べるために、次の手順で解析を行なった：(1) プラズマ分布によって電場が遮蔽される効果を考慮に入れてマクスウェル方程式を解き、磁力線に沿った電場 (E_{\parallel}) を自己矛盾無く求める。(2) E_{\parallel} によって加速される e^\pm が曲率放射によるドッキングを受けながら運動するとき、逆コンプトン散乱・対生成・対消滅を衝突項に考慮して、磁力線に沿った 1 次元のボルツマン方程式を解く。(3) γ 線は曲率放射・逆コンプトン散乱によって生成するので、やはり磁力線に沿って運動する。そこで、 γ 線のボルツマン方程式も 1 次元的に解く。

適当な境界条件を課して上述のプラソフ微分方程式系 (1)-(3) を解いた結果、次の結論を得た。(A) 対生成領域での電圧降下は中性子星表面の起電力の 5% 以下であり、TeV 線を作り過ぎるという問題は解決する。ただし、X 線や近赤外線の放射量やスペクトルは磁気圏の幾何形状に大きく依存するので、これらの問題についてはさらに詳しい研究が必要である。(B) 対生成領域の trans-field thickness が薄くなれば、マクスウェル方程式中で 3 次元効果が重要になり、結果として対生成領域はヌル面 (Goldreich-Julian charge density が 0 になる面) よりも外側に、光円柱に向かって広がった分布になる。この結論は、パルサー風による角運動量の持ち出し効率を議論する上で都合がいい。