

学位論文要旨

Global Current Circuit Structure in a Resistive Pulsar Magnetosphere Model (電気抵抗を含むパルサー磁気圏モデルの大域電流回路構造)

氏名 加藤 祐悟

パルサー磁気圏は強い磁場と電子陽電子のプラズマから構成されている。それを記述するのに電磁流体的方程式を解く手法や粒子的に取り扱う方法が考えられてきたが、計算資源（施設）の関係上現実的な状況でもものにはほど遠い状況である。より簡単な記述であるフォースフリー近似もあるが、パルサー磁気圏の外側は真空と接続しており、その領域ではフォースフリー近似は満たされない。そのため散逸を考慮する必要があり、本学位論文では電気抵抗を含む電流密度モデルを用い、フォースフリー近似の計算を拡張する試みを行った。

本研究では距離に依存する電気伝導度を導入し、電磁場のみを時間発展させる形式で数値計算する。軸対称を仮定し、二次元球座標系で、先行研究で考えられた電流密度モデルとマクスウェル方程式を組み合わせて解いた。それが定常となるまで時間発展させ自己矛盾がない安定な解を得ることに成功した。得られた磁気圏の解の磁場、電場、電流密度分布の大域構造を調べた。特に、形成されたポロイダル電流回路構造を分析した。モデルとして導入した電気伝導度が増加するに従って、電流回路構造がより外側へ向かって拡大する。同時に光円柱（ライトシリンダー）から、外に向かいポインティングフラックスの減少率はより小さくなる。電流回路構造の拡大と電磁エネルギー輸送の対応関係が明確に見られた。計算に用いた電気伝導度の大きさは現実的な値にはほど遠く、計算の都合上、その値は小さな範囲に限られるが、そのパラメータ依存性から現実的な場合は光円柱から非常に遠方まで広がっていることが示唆される。あるいは、非常に大きな電気抵抗がプラズマの性質により生成され、星に非常に近い場所で電磁気学的エネルギーが粒子の運動エネルギーに変換するかもしれない。いずれにしても、何らかの散逸機構を同定したモデルと組み合わせることで、パルサー磁気圏構造の理解に進む。また、他の手法と相補的であり、組み合わせることにも役立つであろう。

なお、本論文は以下の専門紙に発表済みである。

Yugo. E. Kato, ApJ (2017) 850:205