

成果に関連して出版、もしくは印刷、投稿中の論文リスト

このプロジェクト（同様の過去のプロジェクトも含む）での成果

学会発表

松本仁、浅野栄治、政田洋平、柴田一成、
「相対論的 MHD シミュレーションによるマグネター巨大フレアの研究」、
日本天文学会 2008 年春季年会

成果の概要

Soft Gamma-Ray Repeaters(SGRs) や Anomalous X-Ray Pulsars(AXPs) は 10^{14} - 10^{15} G もの磁場をもつ強磁場中性子星（マグネター）であることが近年明らかになってきた (Duncan & Thompson 1992)。マグネターが引き起こす特徴的な天体現象に巨大フレアがある。巨大フレアはその解放されるエネルギーが 10^{44} erg 以上にも及び、過去に数回観測されているが、その発生機構は未だ解明されていない。巨大フレアの全エネルギーをマグネター自身の回転や伴星からの質量降着に起因した一般的なエネルギー解放機構ではまったく説明できないことが観測からわかっており、それを解決するほぼ唯一の可能性としてマグネターの持つ巨大な磁気エネルギーによってフレアを駆動する機構が提案されている (Thompson & Duncan 1995; Lyutikov 2006; Masada 2008)。

本研究ではマグネターフレアの発生機構を探る前段階として、中性子星およびマグネターの磁気圏において磁気エネルギーが解放された際の流体のダイナミクスがどうなるか探るべく 2 次元相対論的 MHD シミュレーションを行った。具体的な磁気エネルギー解放の手段としては、次のような 2 段階の機構による。まず、星表面の赤道付近にトロイダル方向に速度シアアを与えることでエネルギーを注入した。すると、与えられた速度シアによる流体の運動に引きずられてポロイダル磁場が捻られ、新たにトロイダル磁場が生成される。これを星に蓄えられた磁気エネルギーとみなし、このエネルギーが流体に転化された後に流体及び磁場がどのような挙動を示すか調べた。

得られた結果としては次の 2 点が挙げられる。まず、1 つ目の結果は、新たに生成されたトロイダル磁場による磁気圧によって流体が押し出され、アウトフローが生じ、アウトフローの前線にはショック面が構築されるという結果である（図 1）。マグネターの巨大フレアに付随して観測された電波アフターグローはマグネターから噴出した高速プラズマ中でのシンクロトン放射であることが示唆されており、本研究において生じたアウトフローの存在は、エネルギーが解放された後の流体のダイナミクスに焦点を当てた本研究の意義から考えると重要な成果である。

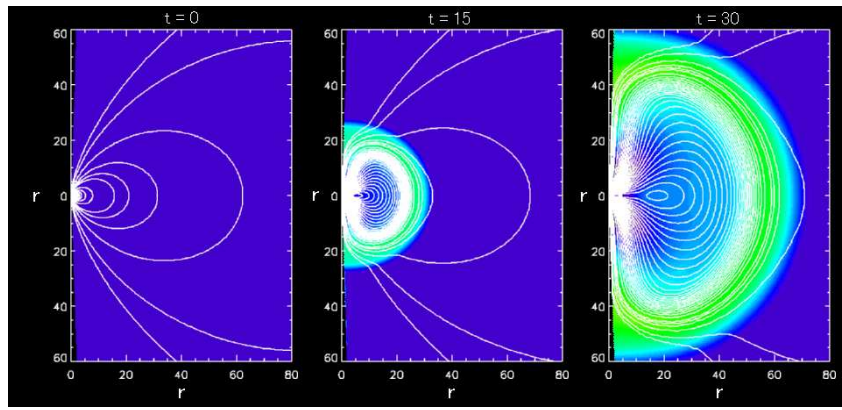


図 1: 磁気圧により押し出されるプラズマのアウトフロー

2つ目の結果はショック面での流体の終端速度がマグネター表面における初期磁場の強度の2分の1乗に比例するという結果である（図2）。これは、ショック面での流体の速度が定常に落ち着いた際はトロイダル磁場も定常に落ち着き、速度シアーによって生成される磁場と移流により磁場が運ばれる分がバランスしていると考ええると2分の1乗を導くことができる。

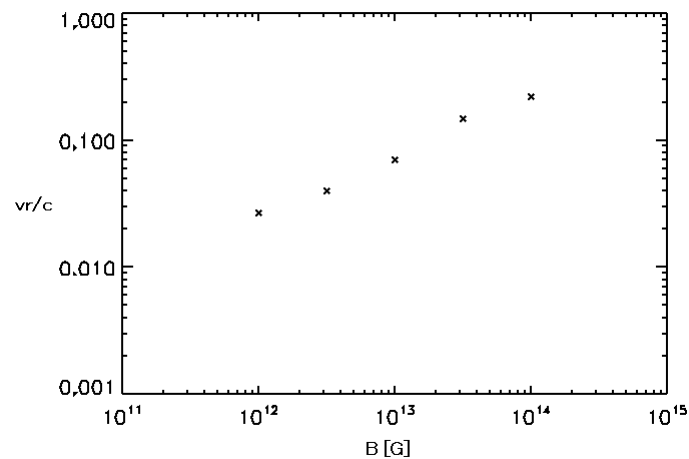


図 2: ショック面における流体の終端速度と初期におけるマグネターの磁場強度の関係

これらの結果は天文学会で発表し、現在論文を執筆中である。