

A04a Magnetar および Collapsar モデルに基づく r-process 元素合成

藤本 信一郎 (熊本高専), 小野 勝臣, 橋本 正章 (九州大学)

中性子星およびブラックホール (BH) へと重力崩壊する高速回転大質量星に基づくガンマ線バーストの中心エンジン・モデルはそれぞれ Magnetar および Collapsar モデルと呼ばれ、ロングガンマ線バーストの有望なモデルと考えられている。Magnetar モデルでは、回転原始中性子星内で磁場が増幅され、ニュートリノと磁場の影響により、超相対論的ジェット形成が期待される。一方 Collapsar モデルでは重力崩壊の際に形成された BH に $0.1M_{\odot}/s$ を越える降着率で恒星外層部のガスが降着する。降着ガスは Collapsar の高速回転のため高い角運動量を持ち、BH まわりに降着円盤を形成する。円盤内で磁場が増幅され、超相対論的ジェットが生成されることが考えられている。

本研究では、ニュートリノ輸送を Leakage スキームで近似し、電子比 Y_e の進化を考慮した 2 次元磁気流体コードを用いて、一様で回転軸に平行な磁場を持つ Magnetar モデルに基づいた $25M_{\odot}$ 回転大質量星の重力崩壊および Collapsar モデルに基づいた $40M_{\odot}$ 回転大質量星の重力崩壊・円盤形成の数値実験を行なった。その結果 Magnetar モデルと Collapsar モデル共に増幅された磁場により、回転軸に沿ったジェットが形成されることを示した。また $40M_{\odot}$ Collapsar モデルでは、降着円盤から放射されるニュートリノ低光度であるが、 $25M_{\odot}$ Magnetar モデルでは、原始中性子星から照射されるニュートリノは高光度 ($> 10^{52} \text{erg/s}$) であることが分かった。

さらに数値実験から得られたジェットの物理状態に基づき、ジェットの化学組成を計算した。 $40M_{\odot}$ Collapsar モデルでは、中性子過剰 (電子比 $Y_e < 0.25$) なガスが放出され、3rd peak 核 (質量数 $A \sim 195$) が形成される。一方、 $25M_{\odot}$ Magnetar モデルの場合、原始中性子星から照射される高光度ニュートリノの吸収により、放出ガスの極度の中性子過剰状態は解消され、3rd peak 核は放出されない。