

マグネター巨大フレアに伴う中性子過剰ガスからX線・ガンマ線放射

○藤本 信一郎¹ 本上 侑吾² 勝田 哲² 寺田 幸功² (1.熊本高専 2.埼玉大学)

マグネターは表面磁場が典型的に 10^{13} Gを越える強磁場中性子星である。その磁気エネルギーを源にX線から γ 線に亘ってアウトバーストを起こす。その中でも最大エネルギー(10^{44} - 10^{47} erg)のバーストは巨大フレアと呼ばれる。稀な事象であり、これまで銀河系内、小マゼラン星雲でそれぞれ2つ、1つの巨大フレアが観測されている(系外銀河では7候補天体)。系内マグネターの巨大フレア後に電波が検出され、巨大フレアに付随する質量(10^{-8} - 10^{-6}) M_{sun} の高速な放出ガスの存在が示唆されている。

SGR1806-20では、巨大フレアから1000秒程度後にMeV帯域の γ 線増光が観測された。Patel等(2025)は、このMeV帯域 γ 線をマグネターから放出されたr過程元素の崩壊に伴う核 γ 線放射として解釈し、観測された光度曲線と γ 線スペクトルを大まかに再現できることを示した; 崩壊したr過程元素は、質量 $10^{-6} M_{\text{sun}}$ 、速度 $0.1c$ (c は光速)をもつ中性子過剰ガス(電子比0.4程度)中のr過程元素合成により生成されたと仮定された。

本研究では、Patel等(2025)と同様な球対称等速膨張モデルと核反応ネットワークを用いて、速度 $0.1c$ 、質量 $10^{-6} M_{\text{sun}}$ の場合の放出ガスの温度・密度・化学組成の時間発展を見積もった。ただしPatel等(2025)では未考慮の核異性体を介した崩壊・内部転換X線・組成依存不透明度を考慮して、X線・ γ 線の光度曲線とスペクトルを見積もった(P25モデル)。Bransgrove等(2026)で提案されたより高速($0.3c$)で大質量($2 \times 10^{-5} M_{\text{sun}}$)な放出ガスの場合(B26モデル)も考慮した。

その結果、以下のことが判明した; (1) P25モデルでは、200keV以上でPatel等(2025)と同程度のスペクトル進化が得られた。ただ核異性体の影響を考慮してもCOSI衛星による小マゼラン星雲(50kpc)内の天体からの核 γ 線検出は難しい。

(2) 近傍(3kpc以内)の系内天体であれば、NuSTAR衛星を用いて20-30keV帯域で内部転換X線が検出可能である。

(3) B26モデルでは、小マゼラン星雲内の天体であっても、COSI衛星による200keV以上の帯域での検出は可能である。ただ放出ガスが高速($0.3c$)であるため、Doppler効果によるラインの広がりにより、個々の原子核に起因するラインを分離することは難しい。

(4) 10kpc離れた系内天体では、30-80keV, 10-30keV, 10keV以下で、巨大フレアからそれぞれ数1000秒, 1万秒程度, 数万秒でNuSTAR衛星での検出が可能となる。