

学位申請論文公開講演会

日時：2026 年 02 月 06 日(金) 16:00~

申請者：作田 皓基 (Uxg 研)

場所：物理会議室 (C207) およびハイブリッド

接続先の問い合わせ先：三石郁之(mitsuisi_@u.phys.nagoya-u.ac.jp)(@は@に置き換え)

題目：A Systematic Study of Young Stellar Objects Using XMM-Newton
(XMM-Newton を用いた Young Stellar Objects の系統的研究)

主論文の要旨

Young Stellar Object (YSO) は恒星進化の初期段階にある若い星であり、定常的な強い X 線活動を示す他、急激な増光現象であるアウトバーストも多く観測される。さらに、その X 線は原始惑星系円盤の光蒸発を駆動し惑星形成環境に直接影響を与えることから、YSO の X 線研究は恒星進化及び惑星形成の理解において重要といえる。

YSO の X 線放射機構として、恒星ダイナモで形成された磁気ループの再結合(磁気リコネクション)と、原始惑星系円盤からの物質降着(磁気圏降着)の、二つの物理過程が有力であり、未だ議論の余地がある。本研究では、XMM-Newton で観測された X 線で明るい YSO に着目し、静穏及びアウトバースト状態におけるエネルギースペクトルを取得する。多温度モデルを用いた系統的分光解析により、YSO の X 線放射機構の解明を目指す。

星団カタログから年齢が 10 Myr 以下であると記載された星団を XMM-Newton のアーカイブデータから探し、X 線で明るい YSO を 51 天体得た。30 天体でアウトバーストが観測され、その立ち上がり・立ち下がり時間の関係は、磁気リコネクションシナリオと矛盾しない。また、静穏状態の温度が 0.4 - 3 keV、アウトバースト状態の温度が 0.5 - 10 keV、放射量度は両状態とも $10^{52} - 10^{56} \text{ cm}^{-3}$ に分布した。この結果も磁気リコネクションシナリオと矛盾せず、見積もられるアウトバースト状態の磁場強度とループ長はそれぞれ 10 - 1000 G, $10^{10} - 10^{12} \text{ cm}$ であった。静穏状態では、単一磁気ループの仮定で 10^{13} cm の大規模磁気ループ、多数磁気ループの仮定で多重の磁場構造の存在が示唆された。さらに、Neupert 効果や温度と放射量度の時間変化の相違、Rossby 数と X 線活動度の関係など、磁気リコネクションシナリオで予想される観測的特徴も確認された。X 線光度と質量/半径の関係は $< 10^{-8} M_{\text{Sun}} \text{ yr}^{-1}$ の降着率に相当し、磁気圏降着シナリオと明らかな矛盾はなかった。一方、温度と質量/半径の関係は磁気降着シナリオで考えられる温度より高温である。しかし、多温度モデルで検出された最も低温な成分の温度においては一部説明できる天体が存在する。また、静穏状態とアウトバースト状態の温度、放射量度、X 線光度に正の相関が見られ、アウトバーストの規模は静穏状態の活動度に依存する可能性が示唆された。

本研究では、XMM-Newton を用いた X 線で明るい YSO の時間・分光解析を実施し、磁気リコネクション及び磁気圏降着のモデルと比較した。その結果、多くが前者と無矛盾であり、観測的特徴についても同様の傾向を示した。一方、後者は多くの天体で説明が難しい。