

ブラックホール連星Swift J1727.8-1613のアウトバースト中における可視光短時間変動の起源

○大塚 天心¹ 木邑 真理子² 酒向 重行³ Kaushik Chatterjee⁴ (1.金沢大学大学院 2.金沢大学 3.東京大学 4.Indian Institute of Science)

低質量X線連星は主星がブラックホールもしくは中性子星、伴星が低質量星である近接連星系である。伴星から主星への質量輸送により降着円盤と呼ばれるガス円盤が形成される。時折、円盤内の水素の部分電離により熱不安定がトリガーされ、アウトバーストと呼ばれる一時的な増光が観測される。このアウトバースト中、ミリ秒から数秒スケールの短時間変動が多波長域で観測されることがあるが、この起源は50年来の謎である。起源を特定できない原因として、可視光とX線の高時間分解能での同時観測例が限られていることが挙げられる。しかし近年、可視光観測技術の向上により高時間分解能観測が可能となり、X線との同時観測例も増加している。

本研究では、2023年8月にアウトバーストを起こしたブラックホール低質量X線連星 Swift J1727.8-1613 に着目した。先行研究により、主星がブラックホールであり、短時間変動が確認されている (Mata Sanchez et al., 2025, Vincentelli et al., 2025)。私達は、岡山天文台のせいめい望遠鏡に搭載されている TriCCS を用いて、この天体のアウトバースト初期の可視光変動を、g, r, iの波長帯で高速同時観測した。得られたデータから、分スケールの短時間変動が検出された。パワースペクトルには低質量X線連星に特徴的なred noiseが確認された。また、3つの異なるバンドの可視光ライトカーブについて、状態空間モデルを用いたタイムラグのベイズ推定を行った結果、長波長側の変動が短波長側の変動に対して1秒程度遅れていることが示唆された。また、ライトカーブの時間ビンを変更して同じ解析を行ったところ、0.5秒ビンングでは短波長側が遅れる一方で、2秒以上のビンングでは長波長側が遅れる傾向が確認された。この結果は、変動の時間スケールによって異なる物理過程が支配的になっている可能性を示唆している。さらに、Insight-HXMTによる同時X線観測データとのタイムラグ解析を行ったところ、可視光変動がX線変動に対して約40秒遅れていることが分かった。このタイムラグと可視光帯域で長波長側の変動が遅れる傾向は、X線照射で期待される特徴と整合的である。しかし、そのタイムラグは想定される降着円盤半径に対応する光行時間と比べて著しく長く、単純なX線照射のみでは説明が困難である。本講演では、これらの解析結果を元に、可視光短時間変動の起源について議論する。