

状態空間モデルを用いたブラックホールX線連星MAXI J1820+070の変動モード解析：I. モード分解

○植村 誠¹ 高橋 弘充¹ 大間々 知輝² 辻本 匡弘² 池田 思朗³ (1.広島大学 2.宇宙航空研究開発機構 3.統計数理研究所)

ブラックホールX線連星におけるX線時間変動の起源を理解することは、降着流の構造やダイナミクスを解明する上で重要である。従来の時間変動解析では、各エネルギー帯で観測される変動が異なる物理起源を持つ複数の放射成分の重ね合わせとなるため、各成分固有の変動特性を分離して調べるのが困難であった。近年、状態空間モデルを用いて放射成分を潜在変数として扱うことで、このスペクトル混合の問題を回避する解析手法が提案されている。

本研究では、ブラックホールX線連星 MAXI J1820+070 の2018年low/hard状態における観測データに対して状態空間モデルを適用し、その潜在空間において固有値モード分解を行うことで、物理的に異なる時間変動モードの抽出を試みた。その結果、(1) 降着率ゆらぎに対応する非振動モード、(2) 周波数1.50 HzのType-C QPOに対応するQPOモード、(3) ブラックホール近傍の高温降着流に由来する広帯域振動モード、の3種類の主要な変動モードを同定した。

さらに、モード分解とインパルス応答関数解析を組み合わせることで、降着流内における変動の伝播過程を調べた。その結果、降着円盤から内側の高温降着流へ向かう内向きの変動伝播を支持する証拠が得られた。また、軟X線過剰成分は再放射起源と整合的であり、高温降着流の変動に対して約1.6秒の遅れを伴う応答を示した。これらの結果は、状態空間モデルがX線時間変動と降着流の物理構造を直接結び付ける有力な枠組みであることを示している。