

W31a GX 339-4 の X 線と可視光光度曲線のタイムラグ解析：可視光が先行する順相関成分

大間々知輝、植村誠（広島大学）、池田思朗（統計数理研究所）、森井幹雄（Datum Studio (株)）

ブラックホールを中心天体として持つ X 線連星 (BHXR) を多波長で観測するとそれらの光度曲線が時間差 (タイムラグ) を伴って相関することが知られている。特に、X 線と可視光の数ミリ秒から数秒の短時間変動には、相互相関関数 (CCF) が ~ 0.1 秒 X 線が先行した順相関と数秒のタイムラグの反相関を示す奇妙な形になることが知られている。このような形の CCF は、BHXR で数件報告されているがその詳細は分かっていない。我々は、タイムラグの推定、及びその相関した信号を抽出できるスパースモデリングを用いた手法を開発してきた。本解析手法は、光度曲線をフーリエ変換する際にパワースペクトルのスパース性を仮定することで両方の光度曲線に共通する信号のみを取り出すことができる利点がある。

本研究では GX 339-4 の X 線と可視光で観測された短時間変動の解析を行った。このデータでは先行研究で、X 線が 0.15 秒先行する順相関と、X 線が 1 秒先行する反相関、可視光が 4 秒先行する反相関が報告されている。我々の解析では、可視光が先行する反相関成分以外の 2 成分が検出された。この 2 つのラグ成分をそれぞれ抽出、光度曲線の再構成、CCF 解析を行ったところ、X 線が 1 秒先行して反相関する成分は、可視光が 1 秒先行する順相関と 4 秒先行する反相関を示すことを確認した。これは CCF に見られる 2 つの反相関が、実際は、可視光が先行する順相関成分が周期的なことによって作られている可能性を示唆している。このような変動を示す物理現象としては、例えば、円盤内で可視光を放射していた領域がブラックホール近傍に落ち込み X 線を放射するといった描像が考えられる。