

Title	Time Variations of X-rays from Cygnus X-1 and its Implications for the Accretion Process
Author(s)	根來, 均
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3100503
DOI	10.11501/3100503
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	根 来 均
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 11721 号
学位授与年月日	平成7年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科物理学専攻
学位論文名	Time Variations of X-rays from Cygnus X-1 and its Implications for the Accretion Process (白鳥座X-1星からのX線の時間変動と降着過程に対してそれが示唆する事)
論文審査委員	(主査) 教授 宮本 重徳 (副査) 教授 池谷 元伺 教授 池内 了 助教授 常深 博 助教授 郷田 直輝

論文内容の要旨

ブラックホール候補天体は、共通して激しく不規則なX線の強度変化を示す。その原因を調べるため、X線天文衛星「ぎんが」の大面积比例計数管で1987年8月5-6日と1990年5月9-11日に得られた、最有力ブラックホール候補天体、白鳥座X-1星のデータを解析した。そして、この天体からのX線が示す短時間変動の特徴とそれに伴うエネルギースペクトル変化を明らかにした。得られた特徴は、時間変動の原因がブラックホールに降着する物質の密度揺らぎによる可能性を強く示すものであった。

白鳥座X-1星からのX線強度の時間変動を特徴付ける、ショットと呼ばれるバースト的な現象の平均的特徴を得るため、それらのピークを揃えて多く重ね合わせるという新しい解析方法を用いた。1987年時と1990年時のショットの平均的形狀は、ともにほぼ時間対称で、増加減少ともに時定数約0.1秒と約1秒の2つの指数関数の和で近似的に表された。また増加時の形狀は、ピーク時の時刻を0とした $1/(\gamma - t)^{\alpha}$ ($\gamma \sim 0.03$ 秒, $\alpha \sim 0.7$)型の関数でも近似的に表された。1987年時のショットの2つの指数関数の時定数は、1990年時のそれらに比べ、約50%ほど大きかった。また、増加時のショット形状は、数時間の時間尺度で安定しており、それぞれのピーク強度にも依存しなかった。それに対して、減少時の形状は、すくなくとも数時間の時間尺度で変化しており、ピーク強度にも依存した。また、ショットの発生する直前の強度の減少や、それに続く一時的なわずかな強度の増加も認められた。これらのショットの特徴が観測されたパワースペクトルの約1 Hz以下 (10^{-3} Hz以上)の構造と一致することも確認した。

ショットのエネルギースペクトルは、ピーク強度に達するまでは、観測された平均的なスペクトルより軟らかくほぼ一定であった。スペクトルは、ピーク強度に達するとほぼ同時に急激に硬化し、その後も強度の減少とともに硬化を示し、平均的なスペクトルに近いスペクトルを示した。ショットのスペクトルは、ピーク強度前に顕著な、約 2×10^6 Kの黒体放射による軟X線が高温電子に逆コンプトン散乱を受けた時に期待されるスペクトルと、ピーク強度後に顕著な、巾関数の和で表すことが出来た。またこれらの成分以外に、ショットが軟らかいスペクトルを持つ事と、ショットでは説明できないパワースペクトルの約1 Hz以上の成分から、硬いスペクトルの存在も示唆されている。これらの成分のうち、ショットの軟らかいスペクトル(コンプトン散乱された成分)は、これまで度々観測された数keV以上の過剰な軟X線成分の原因を説明する。また、これらの成分は、ブラックホール候補天体のエネルギースペクトルに共通した、7-20keVにわたる広くて浅い吸収構造とそれ以上の硬X線の過剰成分の原因の一部も説明する。その結果、これまで思われていたより、降着円盤によるX線の反射成分の寄与が小さくなることがわかった。

ショットの時間幅はピーク強度に依存しないので、ショットの大きさと時定数が降着円盤の動径方向の距離に依存するような、降着円盤の不安定化や磁場の再結合によってショットが生じているとは考えにくい。そこで、降着円盤に密度揺らぎが生じ、降着量に時間変化が生じた場合に期待される光度変化を解析的に求めたところ、その変化は、先の $1 / (\gamma - t)^{\alpha}$ 型の関数で表されることが分かった。以上のことから、ショットは、降着円盤での密度揺らぎによる非定常的な重力エネルギーの解放により生じていると考えられ、ピーク強度後の輻射は、大部分の X 線を出している領域にショットによりエネルギーが供給されたためと考えられる。

論文審査の結果の要旨

ブラックホール候補 X 線星からの X 線は、不規則なショット状の激しい短時間変化を示すことが知られている。根来君はこれらのショットを重ね合わせる事により、そのエネルギースペクトルが、最大強度のところで急に硬化することを見つけ、その原因が中心天体に降着する物質の密度揺らぎに起因する可能性を示した。これらの成果は、今後のブラックホール候補 X 線天体の研究に大いに寄与するもので、博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。