



| | |
|--------------|--|
| Title | Time Variations of X-rays from Cygnus X-1 and its Implications for the Accretion Process |
| Author(s) | 根來, 均 |
| Citation | 大阪大学, 1995, 博士論文 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://doi.org/10.11501/3100503 |
| rights | |
| Note | |

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

| | |
|---------------|---|
| 氏 名 | ね 根 来 均 |
| 博士の専攻分野の名称 | 博 士 (理 学) |
| 学 位 記 番 号 | 第 1 1 7 2 1 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狀は、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、減少時の形狀は、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 の黒体輻射による軟 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 - 20 keV 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 $1/(\gamma - t)^a$ 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。