



Title	Circinus X-1 observed with Ginga
Author(s)	牧野, 至洋
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38088
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	まきの 野 至 洋
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 0 5 9 0 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 5 年 3 月 25 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	Circinus X-1 observed with Ginga (「ぎんが」で観測したコンパス座X-1)
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

コンパス座X-1 からやってきたX 線を日本の天文衛星「ぎんが」に搭載された大面積比例計数管で1987年8月21-26日, 1989年3月29日4月4日, 1991年2月22日-25日の3回にわたって観測した。1989年の観測は, 特に貴重なデータが取得され, 増光前, 増光中, 増光後でのエネルギー・スペクトルの詳細な変化とともに色-色図上と色-強度図上に特徴的な模様が観測された。また, 1989年の観測では準周期的変動(QPO)が観測され, QPOのX線強度の時間の遅れとともに, QPOのエネルギー・スペクトルも観測された。

観測された殆どのエネルギー・スペクトルは, 約1 keVの温度の黒体輻射と約2 keVの温度の黒体輻射の2成分モデルで近似することができる。増光中のエネルギー・スペクトルは, このモデルだけでは近似できないが, 高温黒体輻射の反射成分と鉄の輝線を取り入れることにより, いくつかのエネルギー・スペクトルは近似できる。この場合, 高温黒体輻射からでたX線では総て, 低温の物質に吸収され直接は観測されず, 反射された成分だけが観測される。他の増光中のいくつかのエネルギー・スペクトルは, このモデルでさえ近似出来なかった。この増光中の現象は次のように理解できる。近星点付近で, 新たにロッシュ袋から流出した物質が中性子星の周りに円盤として降着し始め, その物質が高温成分のX線を吸収し, 反射すると考えられる。最後はこの新たな降着物質は, 大きな降着円盤を形成すると考えられる。

QPOの中心周波数は, 低温黒体輻射のエネルギー束と相関しているが, 高温黒体輻射のそれとの相関はない。QPOと低周波雑音(LFN)のエネルギー・スペクトルがパワー・スペクトル密度関数から計算して求められる。それらのエネルギー・スペクトルは, 低温黒体輻射成分のエネルギー・スペクトルよりは, 硬いが, 高温黒体輻射のエネルギー・スペクトルよりは僅かに柔らかい。QPOのエネルギー・スペクトルは逆にコンプトン散乱を受けた黒体輻射モデルでよく近似できたが, LFNのエネルギー・スペクトルは逆コンプトン散乱を受けた黒体輻射モデル, 黒体輻射モデル, 希薄高温ガスによる制動輻射モデル, 巾関数のモデルでは, 近似出来なかった。異なるエネルギー・チャンネル間のX線強度中のQPOの時間の遅れが得られる。基準のエネルギー(2.3-4.6 keV)よりも高いエネルギーのX線の時間の遅れは, コンプトン散乱により説明できるが, それよりも低エネルギー側のX線の遅れは, コンプトン散乱では満足に説明できない。

QPOの結果はTennantの結果と比較される。その結果, 同じQPOの中心周波数に対して2-10 keVのエネルギー束は15%大きいことが分る。中心周波数10-20 HzのQPOに対してビート・フリークエンシー・モデルを適用すると

磁気モーメント $4.4 \times 10^{27} \text{ Gauss cm}^3$ 中心天体の回転周波数 123 Hz が得られる。しかし、QPO の中心周波数は、X 線束の凹関数であるが、ビート・フリークエンシー・モデルは凸関数であるこれはビート・フリークエンシー・モデルと矛盾している。

論文審査の結果の要旨

本論文はコンパス座 X-1 (CirX-1) よりの X 線を天文衛星「ぎんが」搭載の大面积比例計数管で観測したデータを解析し、この X 線星における X 線放射メカニズムを研究したものである。この研究により以下の新事実が明らかになった。

- (1) X 線の増光直前から直後を除いて X 線のエネルギー・スペクトルは温度の違う 2 つの黒体放射成分 (約 1 keV の低温黒体放射成分と約 2 keV の高温黒体放射成分) でよく近似できる。このうち約 1 keV の黒体放射成分は降着円盤より放射されている X 線と考えられる。
- (2) X 線増光の直前から直後の X 線のエネルギー・スペクトルは、高温黒体放射成分の低温物質による反射によるとして、ほぼ説明出来る。この現象は次のように理解できる。近星点付近で高密度星の重力のために伴星より流出した物質が、高密度星の周りの降着円盤の周辺に物質を増加させ、円盤の周辺部が盛り上がる。この盛り上がりにより高温黒体放射成分が反射される。その後この円盤周辺部の盛り上がりは無くなり、降着物質は大きな降着円盤を形成し増大した強度の X 線が観測される。
- (3) X 線増光後の一時期に準周期振動 (QPO) を観測した。この準周期振動の中心周波数は、低温黒体放射成分の強度とともに増加する。この内 $10\text{-}20 \text{ Hz}$ の中心周波数の変化はビート・フリークエンシー・モデルで説明できる。これより低温黒体放射成分は降着円盤よりの放射と考えて矛盾しない。このモデルを用いると CirX-1 の高密度星は中性子星で、その磁気モーメントは、 $4.4 \times 10^{27} \text{ Gauss cm}^3$ 、回転周波数は 123 Hz と推定される。但しビート・フリークエンシー・モデルでは QPO の中心周波数の変化は X 線強度に対して凸関数が期待されるが、観測された中心周波数の変化は X 線強度に対して凹関数である。
- (4) QPO と低周波雑音の元となっている X 線のエネルギー・スペクトルをパワー・スペクトル密度関数を用いて求めた。これらのエネルギー・スペクトルは、低温黒体放射成分のエネルギー・スペクトルより硬く、高温黒体放射のエネルギー・スペクトルより僅かに柔らかい。従ってこれらの X 線は降着円盤の内縁部分付近で放射されていると考えられる。
- (5) X 線増光後 4 日以上にわたり、異なるエネルギーの時間変動の間に特異な遅れの現象が発見された。この現象は、これまでにブラックホール候補天体の GX 339-4 と GS 1124-683 でのみ観測されているものである。

以上の研究結果は、高密度連星系の X 線星での X 線放射メカニズムの研究に新たな知見を加えたものであり、博士 (理学) の学位論文として充分価値あるものと認める。