The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Study of the X-ray Spectral Components in Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies
Author(s)	Takahashi, Hiroaki
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/27468
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【56】

氏　　名	高　橋　宏　明（たか はし ひろ あき）
博士の専攻分野の名称	博　士（理学）
学 位 記 番 号	第　２５８３７　号
学位授与年月日	平成 25 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 理学研究科宇宙地球科学専攻
学 位 論 文 名	Study of the X-ray Spectral Components in Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies （狭輝線１型セイファート銀河のＸ線スペクトル成分の研究）
論 文 審 査 委 員	（主査） 教　授　常深　　博 （副査） 教　授　芝井　　広　　教　授　高原　文郎 京都大学名誉教授　小山　勝二　　准教授　林田　　清

論 文 内 容 の 要 旨

活動銀河核(Active Galactic Nuclei; AGN)は太陽の 100 万倍以上の質量を持った超巨大ブラックホール(Super Massive Black Hole; SMBH)に周囲の物質が降着して輝く銀河中心核である。本研究では AGN の中でも SMBH が小さく、質量降着率の高い、狭輝線１型セイファート銀河(Narrow Line Seyfert 1 Galaxy; NLS1)をＸ線天文衛星すざくで観測し、その観測成果を報告する。特に、AGN の一次放射成分であるべき関数型成分と軟Ｘ線超過成分に着目し、SMBH が大きく、降着率の低い Broad Line Seyfert 1 Galaxy(BLS1)の観測結果と比較対照することで、降着率の高い SMBH まわりのコロナと降着円盤の状態を明らかにするのが目的である。

最初の対象は TonS180 と呼ばれる NLS1 で、0.25-55keV のＸ線スペクトル(15keV 以上は初めての測定)を説明するために、電離した降着円盤表面からの反射成分を考慮する必要があることを明らかにした。軟Ｘ線超過成分の一部はこの反射成分が担っており、結果として降着円盤からの熱放射は円盤内縁温度 75eV で説明できる。これは、スリムデスクと呼ばれるモデルで予想される温度に近い。

次に対象としたのは、Mrk110、SWIFTJ212745.6+565636、IGRJ16185-5928 という 3 個の NLS1 である。NLS1 に関してコロナ電子温度の測定は数個の天体に限られ、しかも誤差が大きかったが、今回のすざく衛星を用いた観測で、Mrk110 と SWIFTJ212745.6 に関して、電子温度を 10-30keV という範囲に制限することができた。一方、IGRJ16185 では下限値 60keV が得られた。過去の観測結果も参照し、NLS1 のサンプルの電子温度の平均値は 11+/-2keV と、BLS1 のサンプルのそれ(22+/-3keV)に比べて有意に低いことを明らかにした。この結果は、NLS1 では降着率の高さを反映し円盤から放射される低エネルギー光子のエネルギー密度が高く、結果としてコンプトン冷却がより強く働いている証拠と考えられる。

最後に、NLS1 の中でも電波強度が強い珍しいクラス(Radio Loud NLS1)に属する RXJ1633+4718 を観測した。すざく衛星で 4 回の観測を行い、そのうち 2 回は、かなた望遠鏡、VLBI を用いた多波長準同時観測も行なっている。得られた X 線スペクトルは、これまでの AGN の X 線観測では前例のないもので、べき関数成分は数 keV でおれまがりをみせており、軟 X 線成分は（反射成分の寄与なしで）40-90eV の内縁温度をもつ円盤からの熱輻射で近似できる。近赤外-軟 X 線成分全体が、スリムデスクモデルで説明できる AGN としては初めての観測例となった。一方、数 keV のおれまがりは Synchrotron Self Compton 放射では説明できず、電子温度の異例に低い(1.5keV)コロナからの逆コンプトン放射と解釈した。一般の NLS1 よりさらに降着率が高くコンプトン冷却がさらに効いた状態となっていると考える。また、円盤が裸の状態でみえていることから、コロナが円盤全面を一様に覆っていることはなく、ごく一部に局在化していることが要求されている。

以上の NLS1 の観測結果によって、降着率の高い SMBH におけるディスクとコロナの状態を、X 線観測を通して明らかにした。

論文審査の結果の要旨

高橋君は、「Study of the X-ray Spectral Components in Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies」（狭輝線 1 型セイファート銀河の X 線スペクトル成分の研究）というタイトルで論文を執筆し、公聴会で発表した。

ほぼすべての銀河の中心核には太陽の 100 万倍以上の質量を持つ超巨大ブラックホール(Super Massive Black Hole;SMBH)が存在する。このうち、物質降着が激しく起こり、銀河全体に匹敵するエネルギーを放射しているのが活動銀河核(Active Galactic Nuclei; AGN)である。AGN からの放射は全波長域にわたるが、特に SMBH 近傍から放射される X 線は重要である。AGN の X 線スペクトルは様々な成分で構成されるが、エネルギーの冪乗の形で表されるべき関数型成分が一次成分としてもっとも重要である。この成分は、降着円盤から放射される低エネルギー光子が、SMBH あるいは降着円盤を覆うコロナにある高エネルギー電子で逆コンプトン散乱されて放射されたものと考えられている。

本研究では AGN の中でも SMBH 質量が小さく、質量降着率の高い、狭輝線 1 型セイファート銀河(Narrow Line Seyfert 1 Galaxy; NLS1)を X 線天文衛星すざくで観測した。観測結果を、SMBH の質量が大きく、質量降着率の低い Broad Line Seyfert 1 Galaxy(BLS1)の観測結果と比較対照することで、降着率の高い SMBH まわりのコロナと降着円盤の状態を明らかにすることが本研究の目的である。

最初の対象は TonS180 と呼ばれる NLS1 で、0.25-55keV の X 線スペクトル(15keV 以上は初めての測定)を説明するために、電離した降着円盤表面からの反射成分を考慮する必要のあることを明らかにした。

次に対象としたのは、Mrk110、SWIFTJ212745.6+565636 (SWIFTJ2127)、IGRJ16185-5928(IGRJ16185)という 3 個の NLS1 である。今回のすざく衛星を用いた観測で、Mrk110 と SWIFTJ2127 は電子温度を 10-30keV に制限することができた。一方、IGRJ16185 では下限値 60keV を得た。こうして、過去の観測結果も参照し、NLS1 のサンプルの電子温度の加重平均は 11+/-2keV となり、BLS1 のサンプルのそれ(22+/-3keV)に比べて有意に低いことを明らかにした。この結果は、降着率の高い NLS1 では円盤から放射される低エネルギー光子のエネルギー密度も高くなり、結果としてコンプトン冷却がより強く働いている証拠と考えられる。

最後に、NLS1 の中でも電波強度が強いことで珍しいクラス(Radio LoudNLS1)に属する RXJ1633+4718 を観測した。得られた X 線スペクトルは、これまでの AGN の X 線観測では前例のないもので、べき関数型成分は 3-6keV でおれまがりをみせており、軟 X 線超過成分は（反射成分の寄与なしで）40-90eV の内縁温度をもつ円盤からの熱輻射で近似できる。これは、近赤外-軟 X 線成分全体が、スリムデスクモデルで説明できる AGN としては初めての観測例となった。一方、3-6keV のおれまがりは Synchrotron Self Compton 放射では説明できず、異例に低い電子温度(1.5keV)を持つコロナからの逆コンプトン放射と解釈した。つまり、一般の NLS1 より更に降着率が高く、コンプトン冷却も更に効いた状態となっていると考えられる。また、円盤が直接みえていることから、コロナが円盤全面を一様に覆っているのではなく、局在化していることも判った。

以上のように、NLS1 の観測結果によって、降着率の高い SMBH(NLS1)におけるディスクとコロナの状態を、X 線観測を通して明らかにした。よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。