

論文審査の結果の要旨

氏名 野田 博文

本論文は八章からなる。第一章では、研究の動機が述べられている。ほぼすべての銀河の中心には巨大ブラックホールが存在すると考えられており、そこに十分な質量降着が起きると、活動的銀河中心核(AGN)として広い波長の電磁波が放出される。特に、巨大ブラックホール近傍の高エネルギープラズマからは強い X 線が放出されるので、その物理状態を探るために、X 線観測は強力な手段である。しかし、観測される X 線スペクトル形状は複雑で、その放射機構は未だ解明されていない。特に、熱的あるいは非熱的な素過程で生成される一次 X 線放射成分と、それが周辺物質によって反射や吸収を受けることによって生成される二次成分を分離することは容易ではない。本論文は、多くの AGN が X 線で顕著な時間変動を示すことを用いて、できるだけモデルに依存しない方法で複数のスペクトル成分を分離し、その起源を解明することを試みたものである。

第二章では本研究の背景として、巨大ブラックホール、AGN の一般的な性質と、X 線観測について述べられている。AGN はいくつかの種類に分類されるが、本研究で扱うのは、I 型セイファート銀河である。その X 線スペクトルを説明するモデルは複数存在するが、現在の観測装置の性能のもと、従来の解析方法では異なるモデルの違いを区別できない。本研究では、特定のスペクトルモデルを仮定せず、独立に変動しているスペクトル成分を抽出する新たな解析手法を考案し、それによって各成分の起源を明らかにすることを目指した。

第三章では本研究で用いる観測装置、すざく衛星について説明されている。すざく衛星は 0.2 keV から 70 keV という広いエネルギー範囲において、高感度、高エネルギー分解能でセイファート銀河のスペクトルを測定することができ、本研究の目的に最適である。第四章では、本研究で用いたすざくの観測データについて説明されている。すざくアーカイブから、本研究の手法に適した、十分に明るく、変動が大きく、観測時間が長いセイファート I 型銀河が選ばれた。

第五章では、軟 X 線領域(0.5-3 keV)で明るく、激しい時間変動を示すセイファート I 型銀河の解析結果について述べられている。論文提出者は、Mrk509 と呼ばれる AGN において 0.5-3 keV 強度の時間変動成分が 3-10 keV 強度のそれと比例していることに着目し、変動成分の分離を試みた。そこで、細分したエネルギーバンド間の強度相関関係から異なった時間変動を示すスペクトル成分を分離する新たな手法(Count-Count Correlation Positive Offset 法; C3PO

method)を考案し、速く変動する比較的硬いスペクトル成分とゆっくり変動する比較的低温のスペクトル成分を抽出することに成功した。論文提出者は、前者を「広帯域一次成分(Broad-band Primary component)」、後者を「軟 X 線一次成分(Soft Primary component)」と呼んでいる。前者は光子指数がおよそ-1.8 のべき関数で表され、従来から知られていた一次成分と同一と考えられる。後者は、降着円盤からの X 線光子が、低温で濃いコロナによる逆コンプトン散乱を受けた一次成分と考えられる。

第六章では硬 X 線(3-45 keV)で明るく、激しい時間変動を示すセイファート I 型銀河の解析結果について述べられている。論文提出者は、先と同様に細分したエネルギーバンド間の強度相関から、異なった時間変動を示すスペクトル成分を抽出した。それにより、硬 X 線領域のエネルギースペクトルは、上に述べた広帯域一次成分の他に、「硬 X 線一次成分(Hard Primary component)」と「非電離降着円盤による反射成分」からなることがわかった。硬 X 線一次成分の存在は、本研究で初めて明らかになったもので、それは光子指数がおよそ-1.5 で強い吸収を受けている。非電離降着円盤による反射成分は、以前から知られていたもので、二次成分と考えられる。

第七章は議論である。解析の結果から、セイファート I 型銀河のエネルギースペクトルは、それまでに知られていた広帯域一次成分の他に、独立に変動する軟 X 線一次成分と硬 X 線一次成分、さらに二次成分として非電離降着円盤による反射成分で説明されることが示された。それを説明するモデルとして、AGN の X 線輻射領域は、それまで考えられてきた単一の電子温度と光学的厚みを持ったプラズマではなく、異なるパラメーターを持つ複数のプラズマから成っていることが提案されている。第八章は結論として、以上の結果がまとめられている。

以上に述べたように、本論文は、セイファート I 型銀河の X 線データに対し、異なる時間変動を示すスペクトル成分を分離する新たな方法を考案し、それによって、複数の一次成分の存在を初めて明らかにしたものとして、高く評価できる。なお、本論文は、櫻井壮希氏、山田真也氏、牧島一夫氏、内山秀樹氏、中澤知洋氏、鳥井俊輔氏との共同研究であるが、論文提出者が主体となって観測・解析・結果のまとめを行ったもので、論文提出者の寄与は十分である。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。

以上