

学 位 審 査 報 告 書

(ふりがな)	えぐち さとし
氏 名	江口 智士
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 号
学位授与の日付	平成 年 月 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻
(学位論文題目) Suzaku View of the Swift/BAT Active Galactic Nuclei (Swift/BAT サーベイで見つかった新 AGN の「すざく」による観測)	
	(主査) 上田 佳宏 准教授 嶺重 慎 教授 長田 哲也 教授

理 学 研 究 科

(続紙 1)

京都大学	博士（理学）	氏名	江口 智士
論文題目	Suzaku View of the Swift/BAT Active Galactic Nuclei (Swift/BAT サーベイで見つかった新 AGN の「すざく」による観測)		
(論文内容の要旨)			
中心ブラックホールがガスや塵によって深く覆い隠され、その水素柱密度が$N_H > 10^{24} \text{ cm}^{-2}$となる活動銀河核 (AGN) のことを、Compton Thick AGNと呼ぶ。ある理論によれば、すべての AGNはその初期段階にCompton Thickになると予想されており、銀河およびその中心に存在する超巨大質量ブラックホールの宇宙論的進化を解明する重量な手がかりとなると期待されている。しかし、その強い光電吸収の効果のために、Compton Thick AGNの性質は未解明なままである。申請論文では、$N_H < 10^{25} \text{ cm}^{-2}$のCompton Thick AGNを無バイアスに検出できるSwift/BAT全天サーベイに注目し、硬X線(> 10 keV)で明るく輝いている候補天体を日本のX線天文衛星「すざく」で追求観測するという方法により、Compton Thick AGNを取り囲む周辺物質（トーラス）の幾何学的構造を解明した。 第2章では、Swift/BAT AGNの中で過去に軟X線で観測が行われていない最も明るい天体6個を「すざく」で追求観測し、AGNのスペクトル解析で広く用いられている「解析的モデル」で詳細なスペクトル解析を行った。すわなわち、(吸収を受けたべき成分) + (吸収を受けていないべき成分) + (トーラスによる反射成分)である。その結果、AGNは「散乱成分が弱くて反射成分の強い新タイプ」と「散乱成分が強くて反射成分の弱い古典的タイプ」とに分類されることを初めて発見した。散乱成分の強度はトーラス周囲のガス密度とトーラス開口部分の立体角の積に比例するため、新タイプは開口角が非常に小さくスケール・ハイトの大きな、しかも光学的にも非常に分厚いトーラスを持つと結論した。 ところで、上の「解析的モデル」では単に「反射成分」と言及したが、実際のAGNでは降着円盤からのCompton反射とトーラスからのCompton反射の2つが考えられる。一般にCompton反射のスペクトルは反射体の幾何構造に強く依存する。したがって、AGNのスペクトルを正しく解釈するためには各反射体の幾何構造を導入する必要がある。そこで第3章では、池田ら(2009)のモンテカルロ・シミュレーションによるトーラスからの反射モデルを適用し、0.2-100 keVという非常に広範囲のスペクトルを純粋にAGNの幾何構造に基づいて説明することを試みた。この方法で新しい点は、従来の解析的モデルでは「(トーラス周囲のガス密度)×(トーラス開口部の立体角)」という量を「散乱成分の強度」という形でしか得られなかったが、独立したパラメータとして取得できることである。サンプルには、過去に軟X線と硬X線の同時観測が行われていなかったNGC 612とNGC 3081を用いた。この2天体は、従来の解析的モデルでは新タイプと古典的タイプの中間に分類され、非常に似通ったトーラスを持つという結論を得る。しかし、数値モデルを適用してみると、NGC 612は古典的トーラスを持ち、トーラス周囲の散乱ガスの量が極端に少ないことが、NGC 3081は開口角が小さく光学的に非常に分厚い新タイプのトーラスを持つことがわかった。			

(論文審査の結果の要旨)

近年の研究により、銀河の中心に普遍的に存在する超巨大質量ブラックホールの質量と、母銀河のバルジ質量との間に非常に良い相関があることがわかってきた(Magorrian 関係)。これはブラックホールとバルジが共進化したことを示唆しているが、そのメカニズムは不明である。この謎を解明する上で、Compton Thick AGN が鍵となることは各種研究で指摘されているものの、強い光電吸収のために直接検出することさえ極めて困難であった。そこを本申請論文では、サンプル選択にSwift/BATを用い、幅広いエネルギー・バンド高品質 X 線スペクトルを「すざく」で取得するという斬新なアプローチをとることでこの困難を解決し、Compton Thick AGN の幾何構造の一端を見事に解明した。

第2章では、申請者はSwift/BAT AGN 6 天体を「すざく」で追求観測し、それらを標準的な「解析的モデル」で解析することにより、開口角が小さく光学的に非常に分厚いトーラスを持つ「新タイプ AGN」を発見した。同時に、新タイプ AGN とこれまで知られている「古典的 AGN」とが(反射成分の強度)-(散乱成分の強度)という平面上で二分されることを示した。これらは、「AGN はどれも似たような構造をもっており、スペクトルの違いはトーラスの見込み角のみで説明できる」という AGN の統一モデルに一石を投じるものであり、我々の想像以上に AGN は多種多様である可能性を指摘した。

ところで、AGN のスペクトル解析に広く用いられている「解析的モデル」は、本来は降着円盤による反射とトーラスによる反射をひとつのCompton 反射で近似している。反射スペクトルは反射体の形状に強く依存するため、AGN の幾何構造を解明する上で致命的な問題を生じる。そこで申請論文の第3章では、池田ら(2009)のトーラスからの反射スペクトルをモンテカルロ・シミュレーションにより求めた結果を使用して、現実的な降着円盤およびトーラスの幾何構造を仮定することで反射成分を個別に分解することを試みた。AGN のスペクトルをトーラスの幾何構造だけから決定するという研究はこれが初めてあり、その意義は非常に大きい。加えて申請論文では、従来の「解析的モデル」では似通ったトーラスを持つという結果を得る NGC 612 および NGC 3081 をこの新しい数値モデルで解析し、両者が実は全く異なるトーラス構造を持つことを暴き出した。これは、申請者の観測手法および解析手法が AGN の構造を解明する上で非常に有効であることを示すものである。

以上から、本申請論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 23 年 1 月 14 日に論文内容とそれに関連した口頭試問を行い、合格と認めた。