様式 C-7-2

自己評価報告書

平成　２３　年　５　月　９　日現在

機関番号：16301
研究種目：若手研究（B）
研究期間：2008～2011
課題番号：20740109
研究課題名（和文）X 線観測による成長中の巨大質量ブラックホールの探索と質量降着過程の解明
研究課題名（英文）X-ray observational study of growth of supermassive black holes

研究代表者　寺島　雄一（TERASHIMA YUICHI）
愛媛大学・大学院理工学研究科・准教授
研究者番号：20392813

研究分野：数物系科学
科研費の分科・細目：天文学・天文学
キーワード：　ブラックホール、降着円盤、銀河、Ｘ線天文学

１．　研究計画の概要

銀河の中心に存在する巨大質量ブラックホールは、宇宙が始まってかなり早い段階でその種が作られ、主に質量降着によって巨大質量に成長したと考えられている。本研究では、ほとんど理解されていないそのような物理過程を、2 つの観測的アプローチによって理解することを目指す。X 線強度変動に着目した全く新しい手法による質量成長中のブラックホールの探索を行うとともに、激しい質量降着を起こしている天体の詳細観測から質量降着過程の物理を理解する

２．　研究の進捗状況

本研究の第一のアプローチは、XMM ニュートン衛星でこれまでに観測された膨大な X 線観測データから、質量成長中の巨大ブラックホールを探索する手法を開発し、データの系統的な解析を行うものである。質量成長中のブラックホールの候補となる天体は、質量が比較的小さく、大きい質量降着率であることが期待される。そこで、X 線強度変動の激しさが質量の小ささと密接に関係することを利用して、候補天体を見つけ出す手法を開発し、大量のデータの解析を進めた。まず、ニュートン衛星で観測された天体のカタログをもとに、強度変動が激しいものについて、変動の振幅に着目してデータを解析し、変動の激しさを定量化した。次に、質量降着率が大きいときには、ブラックホール周辺の降着円盤が明るく輝くことが期待されるので、スペクトルを解析し放射の光度を求めた。このような解析を多数の天体のデータに対して行い、実際に質量成長中のブラックホール候補天体を見つけることに成功した。また第二のアプローチは広帯域 X 線スペクトルの形状から、ブラックホールへの質量降着の過程を調べることである。これについても、スペクトル解析を順調に進め、質量降着を担っている降着円盤からのスペクトルについての成果を発表してきている。特に、視線上の物質が比較的少なく、物質の吸収の影響が小さい天体について、信頼できるスペクトル形状の測定を行い、降着円盤からの放射スペクトルを求めることができた。

3.　現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している。

(理由)

第一のアプローチによる、探索手法の開発とデータ解析、第二のアプローチによるデータ解析の双方とも計画通り、またはそれ以上に進んできている。前者については、実際に探索を行うまではどれほど多数の成長中のブラックホールを発見できるか確定的にはわからないものであったが、実際に多くのブラックホールが激しい質量成長を起こしており、期待以上に手法が有効であることがわかった。また、降着円盤からの軟 X 線が極端に強い特異な天体を初めて発見することができた。この天体は質量降着過程理解の鍵を握る重要なもので、これについても当初の計画以上の発見である。

4.　今後の研究の推進方策

最終年度である今年度は、蓄積された大量のデータを統計的に扱うことで、これまでの成果の総まとめを行い、論文や国際研究会などで発表していく。　また、広帯域スペクトルの詳細な解析結果については、いくつかの特徴的な天体に着目して成果をまとめ、質量降着過程を明らかにする。

５． 代表的な研究成果
（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 38 件）
(1) ``Iron line profiles in Suzaku spectra of bare Seyfert galaxies''
Patrick, A.R., Reeves, J.N., Porquet, D., Markowitz, A.G., Lobban, A.P., & Terashima, Y. 2011, MNRAS, 411, 2353-2370(査読有)

(2) ``Scattered X-rays in Obscured Active Galactic Nuclei and their Implications for Geometrical Structure and Evolution''
Noguchi, K., Terashima, Y., Ishino, Y., Hashimoto, Y., Koss, M., Ueda, Y., & Awaki, H. 2010, ApJ, 711,144-156 (査読有)

(3) ``A New Sample of Buried Active Galactic Nuclei Selected from the Second XMM-Newton Serendipitous Source Catalogue''
Noguchi, K., Terashima, Y., & Awaki, H. 2009, ApJ, 705, 454-467 (査読有)

(4) ``X-Ray Spectral Variability of the Seyfert Galaxy NGC 4051 Observed with Suzaku''
Terashima, Y., Gallo, L. C., Inoue, H., Markowitz, A. G., Reeves, J. N., Anabuki, N., Fabian, A. C., Griffiths, R. E., Hayashida, K., Itoh, T., Kokubun, N., Kubota, A., Miniutti, G., Takahashi, T., Yamauchi, M., & Yonetoku, D. 2009, PASJ, 61, S299-316 (査読有)

(5) ``Implication for Super-Critical Accretion Flow in the Narrow-Line Seyfert 1 Galaxy PKS 0558-504''
Haba, Y., Terashima, Y., Kunieda, H., & Ohsuga, K. 2008, PASJ, 60, 487-491 (査読有)

〔学会発表〕（計 22 件）
(1)``Strongly variable AGNs found in the Second XMM-Newton Serendipitous Source Catalogue",
Kamizasa, N., Terashima, Y., & Awaki, H., The First Year of MAXI: Monitoring variable X-ray sources, Aoyama, Tokyo, 2010.11.30-12.2

(2) ``X-ray observations of outflows in radio-quiet AGNs'',
Terashima, Y.
``Accretion and Outflow in Black Hole Systems", Kathmandu, Nepal, 2010.10.13 (招待講演)

(3) 上笹尚哉・寺島雄一・粟木久光,「XMM-Newton衛星を用いたX線強度変動が激しい活動銀河核の探索」,日本天文学会 2010 年秋季年会, 金沢大学、2010. 9.22-9.24

(4) ``AGN observations with Suzaku'',
Terashima, Y.
``X-RAY ASTRONOMY 2009: PRESENT STATUS, MULTI-WAVELENGTH APPROACH AND FUTURE PERSPECTIVES'', Bologna, Italy, 2009.9.10 (招待講演)

〔図書〕（計 1 件）
「ピーターソン活動銀河核」和田桂一、粟木久光、亀野誠二、谷口義明、寺島雄一、長尾透 共訳、丸善(2010 年)、302 ページ