

1. 研究領域名：ブラックホール天文学の新展開

2. 研究期間：平成14年度～平成18年度

3. 領域代表者：牧島 一夫（東京大学・大学院理学系研究科・教授）

#### 4. 領域代表者からの報告

##### （1）研究領域の目的及び意義

アインシュタインの一般相対論によれば、極限に圧縮された天体の周囲には「事象の地平線」が発生し、その内部からは光さえも逃げ出せない。これがブラックホールで、数ある宇宙の謎の中でも極めつけの現象である。これは自然認識の根幹にかかわる問題として、学問的のみならず、一般社会からの関心も大きい。日本はブラックホール研究において、小田稔による世界初の候補天体の指摘(1971)、佐藤文隆・富松彰によるアインシュタイン方程式の新しい解の発見(1972)などに始まり、「はくちょう」「てんま」「ぎんが」「あすか」のX線衛星シリーズの活躍などを通じ、実験・理論の両面から世界を牽引してきた。日本を含むこうした研究により1990年半ば以降、ブラックホールが宇宙に実在することは、一段と確実にようになってきた。そこで本研究領域は、日本の誇るブラックホール研究を一段と発展させ、ブラックホールに関する科学的な知見を格段に拡大することを目的として、平成14年度から5年計画として設定された。その方法論は、ブラックホールに吸い込まれる物質や吹き出す物質からの放射を高精度で観測すべく、世界最高の性能をもつ観測機器を開発して宇宙に送り出し、あるいは準備を整えること；それらを用い、大気圏外からブラックホール(候補)天体を実際に観測すること；得られたデータを解析するとともに、観測結果をそれと密着した理論や計算機シミュレーションと比較すること、などである。

##### （2）研究成果の概要

本研究領域では、HETE-2衛星を運用し、Swift衛星の装置校正に貢献し、2005年7月10日には「すざく」(Astro-E2)衛星を宇宙に送り出した。将来に向けては、ガンマ線衛星GLASTおよび国際宇宙ステーション搭載MAXI装置の準備を整えるとともに、ブラックホール観測に新たな局面を開く技術として、高精度のX線分光を目的としたX線カロリメータ、各種のX線偏光検出器、新型CCD素子、ガンマ線のコンプトンカメラなどを開発し、いくつかの気球実験を実行した。呼応した理論研究も、数値シミュレーションをおもな武器として広汎に展開された。

こうした研究の結果、ガンマ線バーストは宇宙遠方でブラックホールが誕生するさい発生することを突き止め、巨大ブラックホールから一般相対論的な効果を検出することに成功し、天の川銀河の中心に潜む巨大ブラックホールの活動性を暴き、近傍宇宙でガスに深く埋もれた巨大ブラックホールを発見した。また中質量ブラックホールの候補となる一群の天体を確認し、ブラックホールにガスが降着する際に4つの状態をとることを見出した。ブラックホールから噴出するジェットや、ブラックホール形成に関連した元素の合成にも新しい知見を得た。これにより、「あすか」などで確立した世界最先端のブラックホール研究を、「すざく」などにより大きく発展させ、次期計画であるNeXT衛星などを柱とした将来のさらなる飛躍につなぐことができたと考えられる。

#### 5. 審査部会における所見

##### A（期待どおり研究が進展した）

ブラックホール観測に新たな局面を開くガンマ線・エックス線検出器の開発、衛星・気球による観測、およびシミュレーション・理論研究を有機的に推進し、ブラックホールの科学的知見を拡大することに貢献したと評価する。ブラックホール誕生の瞬間の観測に成功し、またガンマ線・エックス線放射・ジェット生成などブラックホールの活動性を解明して、ブラックホールの生成と進化に関する知見を格段に深めた。ブラックホール研究に必要なエックス線・ガンマ線検出の次世代技術を開発し、将来の観測技術を開拓することに貢献したと考える。衛星観測の実現に遅れが生じたものの、既存装置を用いた観測も含めてその制約の中で、当初の計画に沿って優れた成果を上げたと判断する。