

論文審査の結果の要旨

氏名 佐藤 悟 朗

本論文は7章からなり、第1章は研究内容の概説であり、第2章ではこの論文の主題であるガンマ線バースト現象について概括し、第3章は本論文で用いた観測データを取得した Swift 衛星について述べ、第4章では論文提出者が中心になって行った Swift 衛星の BAT 検出器の較正と応答および観測データへの適用について述べ、第5章では本論文に用いたガンマ線バーストの事例とその解析について述べ、第6章では観測された事例の光度変化曲線の折れ曲がりを経済論的ジェットにおけるシンクロトロン衝撃波モデルにより解釈する場合の問題点について述べ、第7章では以上で議論したガンマ線バースト現象についてのまとめを行っている。また、付録では Swift 衛星で観測されたガンマ線バーストの光度曲線の一覧と、スペクトル解析の高エネルギー側への延長法について記している。

ガンマ線バーストは、数ミリ秒から数十秒の間に多数のガンマ線が天球上の特定位置から飛来する現象であり、1967年に核爆発監視衛星により偶然発見されて以来その正体は不明で、長い間宇宙物理学の謎として大きな関心が払われてきた。巨大な爆発のエネルギーからは遠方の天体とは考えにくかったが、到来方向の分布は天球上で一様に分布し、銀河系内起源とも矛盾していた。1997年になって、BeppoSAX 衛星が X 線観測でガンマ線バーストの残光現象を発見し、天体の位置が正確に決まるようになってからは多波長の観測が進み、母銀河の距離が赤方偏移から測られるようになって宇宙論的な距離にあることが示された。巨大すぎるエネルギーの問題は、爆発が相対論的ジェット状に集中しているとして理解されるようになった。しかし、現象が天球上でランダムに発生するため、発生位置を迅速に決定して多波長で残光を測定できた例数は少なかった。Swift 衛星は、広視野ガンマ線バースト検出器と、迅速に方向を変えられる残光観測用 X 線望遠鏡・紫外線望遠鏡を搭載し、このような事例を一気に増やすことを狙って 2004 年に打ち上げられた。本論文はこの Swift 衛星による

最初の 10 ヶ月のガンマ線バースト観測データに基づいている。

論文提出者は、第 4 章に述べられているように Swift 衛星 BAT 検出器の応答関数の構築を行い、観測装置の較正を通じて衛星ミッション全体に大きく貢献しているが、本論文の主眼は第 5 章と第 6 章で述べられているガンマ線バーストおよびその残光現象の解析とその解釈に置かれている。

第 5 章では、Swift で観測されたガンマ線バーストの光度曲線やエネルギースペクトルについて系統的な解析を行い、また、Swift により早期 X 線残光が観測された 2 例の現象について調べ、早期減光成分と、X 線フレアの特徴を確認したことについて述べている。

第 6 章では、ガンマ線バースト発生後のある時期に急速に減光率が増加するジェットブレイク現象について調べ、赤方偏移が測定されかつ観測データの良く揃った 3 例を詳しく解析し、等方放射を仮定したエネルギーとスペクトルのピークエネルギーの相関関係はこれまで知られた Amati の関係を満たすが、シンクロトロン衝撃波モデルを用いてジェットの開き角による補正を加えた場合に見られていた Ghirlanda の関係を仮定して予想される時間帯には、いずれもジェットブレイクが観測されていないことを見出した。これは、Ghirlanda の関係を利用してガンマ線バーストから初期宇宙を探る試みに制限を与える重要な結果であり、いっそうのデータの集積が待望される。

なお、本論文第 4 章の主要部分は Ann Parsons、Derek Hullinger、鈴木雅也、高橋忠幸、田代信、中澤知洋、岡田祐、高橋弘充、渡辺伸、Scott Barthelmy、Jay Cummings、Neil Gehrels、Hans Krimm、Craig Markwardt、Jack Tueller、Ed Fenimore、David Palmer との共同研究であり、第 6 章は山崎了、井岡邦仁、高橋忠幸、中澤知洋、中村卓史、当真賢二、Derek Hullinger、坂本貴紀、田代信、Ann Parsons、Hans Krimm、Scott Barthelmy、Neil Gehrels との共同研究であるが、いずれも論文提出者が主体となって研究を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。