

研究種目：特定領域研究（計画研究 A02）

研究期間：2007～2010

課題番号：19047003

研究課題名（和文）ガンマ線バーストの光学・近赤外残光から読み解く太古の宇宙

研究課題名（英文）Deciphering the Ancient Universe with Optical/Near-infrared Afterglow of Gamma-Ray Bursts

研究代表者 太田 耕司 (Ohta Kouji)

京都大学大学院理学研究科・教授

研究者番号：50221825

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：天文学

キーワード：ガンマ線バースト、光赤外線天文学、初代星、銀河形成進化、天体形成史、重元素進化、宇宙再電離

1. 研究計画の概要

人類がまだ見たことのない太古の宇宙—宇宙が誕生して 2-10 億年頃までの謎の時代—をガンマ線バーストの可視・近赤外線残光を用いることによって、宇宙における天体形成の歴史等の問題に迫ることを目指す。この目標のために、大きく分けて、二つの具体的な方法でアプローチする。

(1) 既存の中小口径望遠鏡群に必要な諸機能をつけ、可視と近赤外線で可及的速やかに残光の検出を目指す。その主な対象は、国立天文台岡山天体物理観測所の 91cm 望遠鏡のドーム・望遠鏡駆動の高速化と広視野赤外線カメラの完成、国立天文台石垣島 1m 望遠鏡の可視 3 色同時カメラの設置、宇宙科学研究所 1.3m 望遠鏡の高速駆動化、可視・近赤外線の多色同時観測化等である。また、既存の岡山 50cm 可視 3 色同時撮像装置等を運用して、ガンマ線バーストの可視残光検出を行う。

(2) 興味深い残光が発見されれば、すばる望遠鏡による詳細な分光観測を早期に進め、そこから物理的性質を導き出すことを目指す。その為に観測装置に必要な機能強化を行う。具体的には、可視撮像分光観測装置 (FOCAS) の赤側での感度の各段の向上を狙って新 CCD を搭載したカメラとすること、近赤外線撮像分光観測装置 (MOIRCS) 用に低分散素子や高分散素子の高効率化をめざした開発を行い、これを装着することである。

この他、ガンマ線バーストの母銀河及びその関連銀河の研究、銀河間物質の物理等関連する研究を進める。

2. 研究の進捗状況

(1) 中小口径望遠鏡群の機能強化については、石垣島 1m 望遠鏡搭載可視 3 色同時カメラは予定より早く搭載できた。岡山 91cm 望遠鏡は稼働するようにはなったものの、性能を出すために主鏡の再蒸着を行う等の改良を行った。宇宙研 1.3m 望遠鏡の可視・近赤外同時カメラの導入は当初予定より容易に行えたが、望遠鏡駆動系改修には予想外の時間がかかった。現在は通常観測可能な状態になっている。岡山 50cm 可視望遠鏡は順調に稼働し、多くの残光観測結果の報告を発信している。石垣島望遠鏡による報告も行っている。特筆すべきこととして、2009 年に、岡山 188cm 望遠鏡によって、人類が知る最遠方天体の記録をやぶるガンマ線バーストの近赤外での検出に成功したことが挙げられる。これにより、宇宙誕生後 6 億年の宇宙にガンマ線バーストが存在し、観測可能であることが立証された。ただ、残念ながらこのガンマ線バーストは比較的暗く、詳細な観測は困難であった。

(2) すばる望遠鏡観測装置の機能強化については、可視撮像分光観測装置は、平成 21 年度末までには製作とテストが終了し、平成 22 年度にはすばる望遠鏡に装着され、観測可能となっている。近赤外線撮像分光観測装置用新分散素子は、開発・製作が行われ、ある程度は試験も終了した。今後さらなる試験を経て観測装置に搭載予定である。なお、2008 年 9 月にガンマ線バーストの最高赤方偏移の記録が更新されたが、この測光にも寄与した。

その他、ガンマ線バーストの母銀河やそれに関連する銀河の研究、ガンマ線バーストの残光を背景光とした銀河間空間の研究等も活発に進めた。

3. 現在までの達成度

③

(理由)

宇宙研 1.3m 望遠鏡の高速化が地震の影響のため遅れることになり、観測開始が予定より数か月の遅れた。また、同望遠鏡用近赤外検出器の劣化が予想外に早く、これを改修するための時間も必要になる。岡山 91cm 望遠鏡の広視野赤外カメラも観測可能ではあるが、まだその性能がフルに発揮されておらず、もう少し改良の余地があるため当初予定より少し遅れていると考えられる。なお、すばる望遠鏡近赤外線撮像分光装置の新グリズム製作も当初繰越で遅れていたが、その後順調に進み、予定に追いついた。

4. 今後の研究の推進方策

(1) 岡山 91cm 望遠鏡と宇宙研 1.3m 望遠鏡については、観測を進めつつも、まだ若干の改良が必要なのでこれを行う。その他の望遠鏡については、これまで通り観測を実施する。近赤外線での撮像観測が可能になったので、今後本格的に高赤方偏移ガンマ線バースト検出をめざす。

(2) 上記のように高赤方偏移ガンマ線バーストの検出が期待されるので、すばる望遠鏡による詳細な追究観測を行う機会が増えるものと期待される。連携をよくして素早い観測実施を目指す。

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 12 件)

* Kobayashi, M.A.R., Totani, T., 他 1 名
Ly α Emitters in Hierarchical Galaxy Formation ApJ, 670, 919-927 (2007) 有

* Niino, Y., Totani, T.
Intracluster Short Gamma-ray bursts by Compact Binary Mergers ApJ 677, L23-L26 (2007) 有

* Yonetoku, D., 他 41 名
Spectral Evolution of GRB 060904A Observed with Swift and Suzaku - Possibility of Inefficient Electron PASJ 60, 352-260 (2008) 有

* Tsutsui, R., Nakamura, T., Yonetoku, D., 他 3 名
Redshift-dependent Lag-luminosity relation in 565 BATSE Gamma-ray Bursts MNRAS 386, L33-L37 (2008) 有

* Kodama, Y., Yonetoku, D., 他 4 名
Gamma-ray Bursts in $1.8 < z < 5.6$ Suggest that the Time Variation of the Dark Energy is Small MNRAS 391, L1-L4 (2008) 有

* Totani, T., 他 4 名
Delay Time Distribution Measurement of Type Ia Supernovae by the Subaru/XMM-Newton Deep Survey and Implications for the Progenitor PASJ 60, 1327-1346 (2008) 有

* Greiner, J., 他 46 名 (Totani (10 番目), Aoki (31 番目) を含む)
GRB 080913 at Redshift 6.7 ApJ 693, 1610-1620 (2009) 有

* Aoki, K., Totani, T., Hattori, T., Ohta, K., 他 5 名

No Evidence for Variability of Intervening Absorption Lines toward GRB 060206: Implications for the MgII Incidence Problem PASJ 61, 387-394 (2009) 有

* Yabe, K., Ohta, K., 他 5 名
Stellar Populations of Lyman Break Galaxies at $z \sim 5$ ApJ 693, 507-533 (2009) 有

* Kajino, H., Ohta, K., 他 7 名
Lyman Break Galaxies at $z \sim 5$: Rest-frame Ultraviolet Spectra III ApJ 704, 117-125 (2009) 有

* Niino, Y., Totani, T., Kobayashi, M.A.R.
Probing the Long Gamma-ray Burst Progenitor by Ly α Emission of Host Galaxies ApJ 707, 1634-1641 (2009) 有

* Tsutsui, R., Nakamura, T., Yonetoku, D., 他 4 名

Constraints on w_0 and w_a of Dark Energy from High-redshift Gamma-ray Bursts MNRAS 394, L31-L35 (2009) 有

[学会発表] (計 1 件)

橋本哲也、太田耕司、青木賢太郎、他 3 名
A Large Extinction for a 'Dark' GRB080325 in a Dusty Massive Galaxy
2010 年 3 月 25 日 日本天文学会春季年会(広島)

[その他]

* 2007, 2008, 2009 年度に GCN サーキュラーをそれぞれ 17, 11, 15 件を発信。

* 米徳大輔 第 1 回日本物理学会若手奨励賞 (2007)、ガンマ線バーストにおける Spectral Peak Energy - Luminosity 関係式の発見とその宇宙論への応用

* プレスリリース: 2009 年 4 月 30 日
人類がみたこれまでで最も遠い天体—岡山天体物理観測所 188cm 望遠鏡が捉えた 131 億光年かなたの大爆発