

自己評価報告書

平成23年 4月25日現在

機関番号：13301

研究種目：若手研究（S）

研究期間：2008～2012

課題番号：20674002

研究課題名（和文） 人工衛星による偏光観測の実現とガンマ線バーストの放射機構の
解明研究課題名（英文） Polarization Measurement aboard the Satellite and Solution of
the Emission Mechanism of the Gamma-Ray Bursts

研究代表者

米徳 大輔 (YONETOKU DAISUKE)

金沢大学・数物科学系・助教

研究者番号：40345608

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：物理学 ・ 素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

キーワード：ガンマ線バースト、偏光、宇宙物理、人工衛星、検出器開発

1. 研究計画の概要

宇宙最大の爆発現象である「ガンマ線バースト」の放射機構を解明するために、ガンマ線偏光検出器（GAP）を開発する。小型ソーラー電力セイル実証機 IKAROS に搭載して宇宙空間で観測を行い、年間2～4例程度の明るいガンマ線バーストの偏光度を測定する。ガンマ線偏光検出器を人工衛星に搭載することは世界初の試みとなり、ガンマ線偏光天文学という新分野を開拓する。

2. 研究の進捗状況

平成20年度から21年度の前半にかけてはGAPの開発に専念し、衛星フライトモデルを完成させた。形状は直径17cm 高さ16cmの円筒形で、重量は3.4kg と非常に小型の観測装置となっている。検出器の中心には差し渡し14cmの12角形のプラスチックシンチレータを配置し、その外周には厚さ5mmのCsI(Tl)シンチレータが取り囲んでおり、各シンチレータの発光は小型の光電子増倍管で検出されるシステムである。ガンマ線がコンプトン散乱するときには、偏光方向と垂直に散乱しやすいという特徴があるので、GAPはプラスチックとCsIの同時イベントを観測して、コンプトン散乱の角度依存性を測定できる仕組みになっている。

平成22年5月18日に IKAROS は金星探査機「あかつき」とともにH2Aロケット17号機で打ち上げられた。IKAROS自身の膜展開および加速実証は極めて順調に進み、打ち上げから1か月後には理学観測機器であるGAPに電源を投入することができた。その後、宇宙空間におけるエネルギー較正などを行い、センサー全てが正常に動作することを確

認した上で定常観測モードに移行している。2010年7月7日に発生したGRB 100707Aを検出し、ガンマ線バースト検出器としての動作実証を行うこともできている。現在もGAPは正常に動作し、宇宙空間で観測を続けており、1週間に1イベント程度の頻度でGRBを検出している。

2010年8月26日に発生したイベントGRB100826Aは、GAPの前方20度程度から入射し、極めて明るいイベントであったため、偏光情報のデータ解析を行うことができる。現在、データを慎重に解析している最中で、平成23年度には科学成果として公表できるよう努力している。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している

(理由)

当初の研究計画では平成21年度までに検出器製作を終了し、単体試験・総合試験を経て、平成22年度に打ち上げるという計画であった。既に記述している通り、GAPの検出器開発は、ほぼスケジュール通りに実行され、平成22年5月に種子島宇宙センターから打ち上げられた。現在は宇宙空間で完全な状態で動作し続けており、明るいガンマ線バーストの検出にも成功している。検出器本体に関する論文も日本天文学会の欧文研究報告(PASJ)に受理されており、これまでのところは完全に目標を達成している。

科学成果に関しては今後の努力目標となる。既に観測されているデータ解析を丹念に行うことと、観測を継続する体制が重要と考えている。IKAROSのミッション(太陽帆の展開と光子圧による推進)は達成されているた

め、今後の運用頻度は少なくなるが、2012年頃まで延長運用されるため、その範囲内で最大限の成果が出ることが目標となる。

4. 今後の研究の推進方策

IKAROS 探査機の運用が 2012 年程度まで延長されたため、引き続き運用・観測を行う。平成 23 年度中には第一弾の科学成果を公表できるよう、データ解析に取り組み、論文を執筆することを目標とする。

本研究課題で、人工衛星を用いたガンマ線偏光天文学という新しい学術分野を開拓してきたため、今後の発展を目指して、より偏光検出感度の高い新しい観測装置の開発を進めていきたい。これは現在計画されている小型科学衛星ボラリスや、次世代のソーラーセイルに搭載することを目標としている。

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 5 件)

(1) D. Yonetoku, T. Murakami, S. Gunji, T. Mihara, T. Sakashita, Y. Morihara, Y. Kikuchi, T. Takahashi, H. Fujimoto, N. Toukairin, Y. Kodama, S. Kubo, & IKAROS Demonstration Team

Gamma-Ray Burst Polarimeter -GAP- Aboard the Small Solar Power Sail Demonstrator IKAROS (査読あり)
PASJ Vol. 63 No. 3 掲載決定 (2011)

(2) D. Yonetoku, T. Murakami, R. Tsutsui, T. Nakamura, Y. Morihara, K. Takahashi
Possible Origins of Dispersion of the Peak Energy Brightness Correlations of Gamma-Ray Bursts (査読あり)
PASJ, Vol. 62, No. 6, (2010)

(3) R. Tsutsui, T. Nakamura, D. Yonetoku, T. Murakami, Y. Kodama, K. Takahashi
Cosmological constraints from calibrated Yonetoku and Amati relation suggest fundamental plane of gamma-ray bursts (査読あり)
JCAP, Issue 08, pp. 015 (2009).

(4) R. Tsutsui, T. Nakamura, D. Yonetoku, T. Murakami, S. Tanabe, Y. Kodama, K. Takahashi
Constraints on w_0 and w_a of dark energy from high-redshift gamma-ray bursts (査読あり)
MNRAS, 394, L31-L35. (2009)

(5) Y. Kodama, D. Yonetoku, T. Murakami, S. Tanabe, R. Tsutsui, T. Nakamura
Gamma-ray bursts in $1.8 < z < 5.6$ suggest that the time variation of the dark energy Is small (査読あり)

MNRAS, 391, L1-L4. (2008)

[学会発表] (計 14 件)

(1) 国際会議招待講演

Gamma-Ray Polarimetry of the Prompt Emission by IKAROS-GAP and Future Missions

(Gamma-Ray Burst 2010 Conference)

パネルディスカッション、口頭講演

Nov 1 - 4, 2010, Annapolis, MD, USA

Daisuke Yonetoku et al.

(2) 国際会議ポスター講演

Gamma-Ray Polarimetry of the Prompt Emission by IKAROS-GAP

(Gamma-Ray Burst 2010 Conference)

Nov 1 - 4, 2010, Annapolis, MD, USA

Daisuke Yonetoku et al.

(3) 国際会議口頭講演

The Spectral Epeak-Luminosity and the Epeak-Eiso Relation: the Origin of Dispersion and Its Improvement

(Deciphering the Ancient Universe with Gamma-Ray Bursts)

19-23 April 2010, Kyoto, Japan

Daisuke Yonetoku et al.

(4) 国際会議ポスター講演+口頭講演

Detector of GRB Polarization Measurements onboard IKAROS

(ポスター賞受賞)

(Deciphering the Ancient Universe with Gamma-Ray Bursts)

19-23 April 2010, Kyoto, Japan

T. Murakami, D. Yonetoku et al.

(5) 国際会議口頭講演

Gamma-Ray Burst Polarimeter -GAP- aboard the Solar Powered Sail Mission

The Coming of Age of X-ray

Polarimetry, Rome, Italy

April 27-30, 2009

Daisuke Yonetoku et al.

他、日本物理学会 4 回、日本天文学会 5 回

[その他]

受賞歴

(1) 第 1 回日本物理学会若手奨励賞

(宇宙線・宇宙物理領域) (2007)

(2) 文部科学大臣表彰

若手科学者賞 (2009)

ホームページ等

<http://astro.s.kanazawa-u.ac.jp/~yonetoku>