

## 科学研究費補助金研究成果報告書

平成 24 年 6 月 11 日現在

機関番号：12608

研究種目：特定領域研究

研究期間：2007～2010

課題番号：19047002

研究課題名（和文）ガンマ線バーストで読み解く太古の宇宙・研究の総括

研究課題名（英文）Coordination of the Research for

Deciphering the Ancient Universe with Gamma-Ray Bursts

研究代表者 河合 誠之 (Kawai Nobuyuki)

東京工業大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号：80195031

研究成果の概要（和文）：特定領域「ガンマ線バーストで読み解く太古の宇宙」はガンマ線バーストを手段として星と銀河が形成され始める初期の宇宙を探ることを目的とする。本特定領域の研究全体を統括し、各研究班の調整および領域外関連研究分野研究者を含めた情報交換を目的として、領域シンポジウム（毎年度）と国際シンポジウム（2回）を開催した。さらに関連研究会の実施および参加の支援、市民講演会・高校生講座などを通じた研究成果の市民への普及などの活動を行った。これらの活動の結果、ガンマ線バースト研究は天文学・宇宙物理学の重要な領域として定着した。

研究成果の概要（英文）：The scientific research on the priority area “Deciphering the Ancient Universe with the Gamma-Ray Bursts” aims at exploring the early Universe where the first generation of stars and galaxies were being formed, using the gamma-ray burst as a probe. In order to facilitate the collaboration among the research groups in and outside the research area, we organized yearly domestic symposia and two international symposia. In addition, we performed public outreach activities such as lectures for general public and high school students. With these activities, the gamma-ray burst study has been established as an important area in astronomy and astrophysics.

交付決定額

(金額単位：円)

|         | 直接経費       | 間接経費 | 合計         |
|---------|------------|------|------------|
| 2007 年度 | 5,700,000  | 0    | 5,700,000  |
| 2008 年度 | 7,600,000  | 0    | 7,600,000  |
| 2009 年度 | 7,600,000  | 0    | 7,600,000  |
| 2010 年度 | 10,800,000 | 0    | 10,800,000 |
| 年度      |            |      |            |
| 総計      | 31,700,000 | 0    | 31,700,000 |

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：ガンマ線バースト・天体形成史・銀河形成進化・宇宙再電離・初代星・重元素進化・光赤外線天文学・X線天文学・ $\gamma$ 線天文学

## 1. 研究開始当初の背景

ガンマ線バースト (GRB) は1973年に発見が明らかにされてから四半世紀にももの間、その起源が謎とされてきたが、1997年に残光が発見されたことから宇宙論的遠方の現象であることが明らかになった。2003年に超新星を伴うGRBが見つかったことなどから、その多くが大質量星一生の最後の重力崩壊に伴って発生することが確実視されるにいたった。本科研費の始まる直前の2005年には、研究代表者の河合を中心とするチームが前年に打ち上げられたSwift衛星によって検出されたGRB050904を「すばる」望遠鏡を用いて分光観測し、赤方偏移6.3という宇宙初期に発生したことを明らかにするとともに、発生時代の宇宙当時最遠方記録を更新したとともに、宇宙年齢9億年という初期宇宙の電離度や重元素などの測定に成功した。これにより、ガンマ線バーストをプローブとして最も古い銀河や星が作られ始める太古の宇宙を探ることができることが実証された。

日本の研究者はガンマ線バーストの理論研究、「ぎんが」やHETE-2衛星によるX線・ $\gamma$ 線観測、前述の「すばる」の観測などさまざまな分野で成果をあげつつあり、研究会も定期的に実施していたが、この機会にさらに研究を緊密に進めるべきとの認識が高まった。

## 2. 研究の目的

本特定領域研究では、GRBを手段として、太古の宇宙における星と銀河の形成の歴史を解明することを目的として、A01「爆発的X線・ $\gamma$ 線から探るガンマ線バーストの起源と環境」、A02「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」、

A03「ガンマ線バーストの起源の理論的研究」という3つの計画研究と公募研究を実施する。総括班は領域の研究計画全般を統括し、領域の推進に必要な調整を行なう。さらに、研究会・学会等において関連研究分野（高赤方偏移天体と高エネルギー天体現象）と積極的に情報交換を行なって本領域の研究立案に役立てるとともに、ホームページ等を通じて本領域の成果を研究コミュニティおよび社会に還元する。

## 3. 研究の方法

毎年度初頭に計画研究と総括班構成員、公募研究代表者（2年度目以降）を集めて領域全体会議を行い、領域内の情報交換と研究方針の確認を行う。また、各年度の後半に、領域外の研究者も多数交えて領域シンポジウムを実施する。さらに、国際会議を開催し、国内外のガンマ線バースト観測コミュニティと積極的に情報の交換を行い、協力関係を築き、必要に応じて少人数の国際研究協力打合せを行なう。さらに、ホームページを作成して関連研究コミュニティと一般社会に研究成果を広報する。実施メンバーとして代表者、分担者の他に、上にあげた会議実施担当者および事務担当者の片岡淳（東京工業大学・理工学研究科・助教、途中で早稲田大学に転出、）谷津陽一（東京工業大学・理工学研究科・助教）、国際シンポジウム担当の長滝重博（京都大学・理学研究科・准教授）、広報担当の渡部潤一（自然科学研究機構 国立天文台 准教授）、山岡均（九州大学・理学研究科・助教）、および評価担当の佐藤勝彦（東京大学 大学院理学研究科物理学専攻教授）、家正則（自然科学研究機構 国立天文台 教授）、寺澤敏夫（東京工業大学

大学院理工学研究科理学研究流動機構 教授) が研究協力者として加わった。

#### 4. 研究成果

当初の計画通り、毎年度初頭の領域全体会議を開き、それまでの研究の実施状況の報告と研究方針の確認を行った。また、各年度の後半に、公開領域シンポジウムを実施した。(第一回:2008年1/21-23東工大大岡山、第二回:2008年11/27-29国立天文台三鷹、第三回2009年9/24-26下呂温泉、第四回2011年2月7-9日東工大大岡山、第五回2012年2月6-8日)。また、2010年4月19-23日には国際会議“Deciphering the Ancient Universe with Gamma-Ray Bursts”を京都で開催し、150名を越える研究者が参加した。2012年3月12-16日にはIAUシンポジウム“Death of Massive Star”を日光にて開催し、外国人99名を含む158名が参加し、本研究の成果が発表された。また、MAXI国際ワークショップ(2008年6月,2011年11-12月)、Fermi衛星公開シンポジウム(2009年3月)の共催、Fermi宇宙ガンマ線望遠鏡の研究協力会議(2009年3月、9月)、Swift衛星の5周年記念会議(2009年11月)などの領域メンバー参加支援、国際的なガンマ線バースト研究コミュニティとの交流、情報交換、および協力関係を築くための小集会を行った。他に、平成19年度より、計画研究A03(理論)班が中心となって、ガンマ線バースト関係の最新論文速報会をTV会議システムを用いて毎週実施。公募研究を含む他の研究班のメンバーも参加し、理論と観測の連携による研究を推進した。また、市民向け講演も積極的に実施した。

#### 5. 主な発表論文等

発表論文、学会発表は、各研究班の報告書に記載。

[その他]

ホームページ等

<http://www.hp.phys.titech.ac.jp/grb/>

<http://www.hp.phys.titech.ac.jp/iau279/>

一般向け講演・講義(23件)

1. 河合誠之「宇宙の一番星を探せ」大田区民大学講義 2009年6月3日 東工大教室
2. 河合誠之「宇宙の一番星を探せ(続)」大田区民大学フォローアップ講座 2009年7月15日東工大
3. 河合誠之 「ガンマ線バースト:巨大爆発で探る宇宙の果てとブラックホールの誕生」夢ナビライブ2010(高校生向け講義) 2010年7月15日東京フォーラム
4. 河合誠之 「ガンマ線バースト:巨大爆発で探る宇宙の果てとブラックホールの誕生」夢ナビライブ2011(高校生向け講義)2011年7月16日 東京ビッグサイト
5. 河合誠之 「ガンマ線バースト:宇宙の果ての大爆発」2011年8月6日七夕講演会
6. 太田耕司 2007年度 第5回花山天体観望会「星雲と星団」 講演
7. 太田耕司 2008年度 県立奈良高等学校SSH「生まれたての銀河を探して」 講演
8. 太田耕司 2008年度 京大GCOE市民講座「銀河の誕生と成長の謎にせまる」講演
9. 太田耕司 2009年度 滋賀県多賀教育委員会 「七夕の星、銀河系、銀河宇宙」講演
10. 太田耕司 2009年度 京都府立洛東高

- 等学校 「天の川と銀河」 講演
11. 太田耕司 2009年度 京大 ELCAS  
「銀河の誕生と成長に迫る」 講演
  12. 太田耕司 2010年度 NPO法人宇宙星空  
ネットワーク 「銀河の誕生と宇宙の  
一番星」 講演
  13. 太田耕司 2010年度 京都コンピュ  
ター学院 「宇宙の果ての銀河の姿と  
は？」 講演・実習
  14. 太田耕司 2010年度 兵庫講座 「生  
まれたての銀河を探す」 講演
  15. 太田耕司 2010年度 京都府立西舞鶴  
高等学校 「科学的宇宙観の変遷」  
講演
  16. 野本憲一 柏キャンパス一般公開[講演]  
「超新星で探る宇宙の進化」 2010年10  
月30日
  17. 井岡邦仁 招待講義「ガンマ線バースト  
とブラックホール」最新の天文学の普  
及をめざすワークショップ広島大学,  
9/17, 2008
  18. 井岡邦仁 招待講義「ガンマ線バースト  
と高エネルギー宇宙物理」筑波大オー  
プンコースウェア講義、筑波大学,  
11/21, 2007
  19. 山崎了 「宇宙一の爆発現象：ガンマ線  
バースト」, 高等学校1・2年生対象模擬  
授業 (2011年1月8日, 青山学院大学)
  20. 山崎了 「宇宙で見られる爆発現象」広  
島大学オープンキャンパス (2009年8月  
7--8日, 広島大学)
  21. 山崎了 「ブラックホール誕生の瞬間:  
ガンマ線バースト」広島大学公開講座  
世界天文年企画 (2009年8月3日, 広島  
大学)
  22. 山崎了 「宇宙ジェットに迫る!」, 高

校生対象イベント「素粒子と宇宙・天  
文への招待」(2008年11月24日, 広島大  
学)

23. 山崎了 「宇宙で見られる爆発現象」,  
広島大学オープンキャンパス (2008年8  
月7-8日, 広島大学)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

河合 誠之 (KAWAI NOBUYUKI)

東京工業大学・大学院理工学研究科・教  
授

研究者番号：80195031

### (2) 研究分担者

中村 卓史 (NAKAMURA TAKASHI)

京都大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号：80155837

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