

平成 21 年 6 月 15 日現在

研究種目：若手研究（スタートアップ）
 研究期間：2008～2008
 課題番号：20840050
 研究課題名（和文） 高感度ガンマ線広帯域観測によるガンマ線バースト付随のジェット構造の解明
 研究課題名（英文） Study of the jet structure of Gamma-ray Burst using wide-band and high sensitive gamma-ray observation
 研究代表者 大野 雅功 (OHNO MASANORI)
 独立行政法人宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部・研究員
 研究者番号：50509875

研究成果の概要：本研究の達成のための最重要課題である高感度ガンマ線広帯域観測は 2008 年度打ち上げられたガンマ線観測衛星 Fermi を用いたガンマ線観測が必要不可欠である。本研究では Fermi 衛星の打ち上げ前から現地の米国において観測準備を進め、打ち上げ後も初期運用に積極的に参加することで、Fermi 衛星の解析手法を確立した。実際、確立した解析手法を用いることで、いくつかのガンマ線バーストの発見に研究代表者は大きく貢献した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
20年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
年度			
総計	1,200,000	360,000	1,560,000

研究分野：X線天文学

科研費の分科・細目：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、相対論的ジェット、ガンマ線観測、すざく衛星、Fermi 衛星

1. 研究開始当初の背景

ガンマ線バースト(GRB)はほぼ光速のジェットを持つ宇宙最大規模のジェット系であると考えられている。ガンマ線バーストのジェットの理解は宇宙におけるジェット機構全般の理解に繋がる重要な研究であるが、従来の観測は観測範囲が限定された感度の低いものでしかなかったために、ジェットで加速された電子からのシンクロトロン放射由来と思われる放射成分のみしか観測できず、系の電場や磁場の大きさなどといった重要な物理量を様々な仮定を置くことでしか推定できなかった。これらのパラメータを独立に決定する為には、従来よりも高いエネルギー

領域で期待される逆コンプトン散乱成分など、従来とは異なる放射成分をとらえることが必要不可欠である。過去の観測により、MeV-GeV の領域で別成分の放射の存在が示唆されており、注目されているが、決定的な感度不足により十分な議論がなされていない。すなわち、MeV-GeV 領域に及ぶ広帯域高感度観測が、GRB のジェット構造を解き明かす重要な鍵となる。

2. 研究の目的

本研究では、GRB の高感度広帯域観測を行うことで、従来よりも高いエネルギー領域(MeV-GeV)において、シンクロトロン成分と

は異なる放射性成分をとらえることで、GRB ジェットの物理構造などを明らかにすることを目的とする。従来では感度不足で不可能と言われていた GRB の広帯域高感度観測であるが、2008 年に打ち上げられた新たなガンマ線観測衛星 Fermi により実現可能となる。Fermi 衛星で実現する過去とは桁違いの高感度観測により、

(1)GRB からの MeV-GeV 放射成分を多くのサンプルで徹底的に調べ、(2) MeV-GeV 放射成分の起源について調べ、従来のシンクロトロン放射成分と比較することで、系の電場や磁場などの物理量を制限し、さらに、(3)GeV 領域で予言されるスペクトルのカットオフから観測的に直接ジェットの運動速度を制限する。以上から、ジェットの電場、磁場といったエネルギー情報に加え、運動速度といった力学情報も合わせることで、GRB ジェットの構造に迫ることができる。

3. 研究の方法

本研究では、Fermi 衛星により実現する MeV-GeV 領域の高感度観測に加えて、すざく衛星搭載ガンマ線バースト検出器を組み合わせた観測を目指す。すざく衛星 GRB 検出器はシンクロトロン成分に対して世界最高感度を誇っており、いずれの放射成分に対しても世界で最高の観測を行うことを行う。すなわち、本研究での鍵となるこれら二つの衛星のデータを解析する為に以下のような方法で研究を行う。

(1) Fermi 衛星初期運用とすざく衛星同時解析体制の確立

Fermi 衛星は 2008 年度夏打ち上げであるため、本研究の初年度では主に Fermi 衛星の初期運用、解析手法の確立を行う。初期運用の段階では、Fermi 衛星の較正も途上であるため、主に MeV-GeV 放射成分が従来の予測から超過しているかどうかに着目した解析を行う。超過が見られればそれだけで大きなインパクトであり、仮に超過が見られなくても Fermi 衛星の高い感度から放射成分に非常に強い制限をかけることが可能である。

(2) Fermi/すざく衛星による広帯域高感度観測の実現

初期運用中から確立した解析手法を用いることで、Fermi 衛星とすざく衛星を用いた解析を行う。Fermi 衛星で MeV-GeV 領域の超過成分が認められた場合、その起源を探る為にすざく衛星で抑えたシンクロトロン成分の情報が重要になる。特に、時間変動の振る舞いを比較することで、超過成分が電子起源なのか陽子起源なのかを切り分けることができ、系の物理量を制限することが可能となる。また Fermi 衛星の較正が進むと、GeV 領域で期待されるカットオフも高い精度で検出することが可能となる。

4. 研究成果

本年度は Fermi 衛星が無事打ち上がり、研究方法にある予定通りに、Fermi 衛星の初期運用に積極的に参加し、解析手法の確立に成功した。特に Fermi 衛星で検出したガンマ線バーストの自動解析システムを独自に立ち上げ、チームに公開することで、GRB 監視体制への大きな貢献を果たした。GRB 監視体制については、日本に帰国後も日本グループ内で監視体制を立ち上げ、日米欧 3 局体制の中の重要な役割を取りまとめている。現在までに Fermi は 10 近くのガンマ線バーストの検出に成功しているが、この中のいくつかは、研究代表者が主導して初期解析を行い、検出情報を迅速に世界に発信することに大きく貢献した。すでにいくつかの論文が発表されたが、研究代表者も解析で大きく貢献している。これらの貢献を評価され、現在新たな論文を主導している。

このように、Fermi 衛星に関しては予定通り、もしくはそれ以上の成果を上げるとともに、Fermi 衛星 GRB グループ内で、日本グループを主導して貢献できるように大きく力を注ぎ、大きな成果をおさめている。

また、すざく衛星に関しても、打ち上げから継続している軌道上較正を主導して進めることで、より正確な科学成果を発表できるよう貢献してきた。今年度はすざく衛星の成果を論文や多くの国際、国内学会で発表するなど、多くの成果をおさめた。同時に、すざく衛星と Fermi 衛星を同時に解析する為の準備を進めており、Fermi 衛星のデータが公開になる 1 年後にはすざく衛星と同時に解析した結果を論文として発表する予定である。

5. 主な発表論文等

(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 1 件)

大野 雅功、他、

Time-evolution of Peak Energy and Luminosity Relation within Pulses for GRB 061007: Probing Fireball Dynamics,
Publication of the Astronomical Society of Japan,
61 巻 p201-p211 (2009) 査読あり

[学会発表] (計 3 件)

大野 雅功、他、

Review of GRB results

with Suzaku

Frontiers of Space Astrophysics:
Neutron Stars & Gamma Ray Bursts、
2009年4月2日、エジプト アレキサン
ドリア

大野 雅功、他、

New probes of GRB prompt emission properties
using wide-band spectroscopy by Suzaku
Wide-band All-sky Monitor

Frontiers of Space Astrophysics:
Neutron Stars & Gamma Ray Bursts、
2009年4月3日、エジプト アレキサン
ドリア

大野 雅功、他、

「すざく」衛星搭載硬 X線検出器広帯
域全天モニタ部 (HXD-WAM) の現状
(VII)

日本天文学会春期年会

2009年3月26日 日本、大阪

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大野 雅功 (OHNO MASANORI)

独立行政法人宇宙航空研究開発機構

宇宙科学研究本部

研究員

研究者番号: 50509875

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者