

多波長・ニュートリノ観測による ロングガンマ線バースト発生機構検証システムの提案

第 15 回 君が作る宇宙ミッション ASTRO 班

富田 慶吾 (高 3) 【千葉県立船橋高等学校】、大平 一徹 (高 3) 【慶応義塾高等学校】
新堀 恵蓮 (高 2) 【神奈川県立茅ヶ崎北陵高等学校】、川端 菜月 (高 2) 【京都府立南陽高等学校】
高井 みく (高 1) 【兵庫県立加古川東高等学校】、丹野 喬瑛 (高 1) 【日本大学高等学校】

1. 背景

ガンマ線バーストとは、ごく短い時間に非常に強力なガンマ線が放出される宇宙最大の爆発現象のことである。現象の継続時間が 2 秒以上のものを「ロングガンマ線バースト(以下 LGRB とする)」という。LGRB は質量が太陽の約 25 倍以上の恒星の極超新星爆発によってジェットが発生することで起こることが考えられている。しかし、そのジェットの発生機構についてはわかっていない。

2. 現在の仮説モデル

2. 1. 火の玉モデルの仕組み

このモデルによるガンマ線の放射過程は次の通りである。極超新星爆発によって光子、電子、陽電子からなる火の玉が放出される。この火の玉が膨張するにつれて球殻状のバリオンを形成する。放射源はさまざまな速度をもつ多数の球殻を放出し、球殻の広がりにより衝突が起こり、内部衝撃波・外部衝撃波を放射する。それにより γ 線、X 線、可視光、電波の残光を放射する。[1][2]

2. 2. 極超新星爆発とニュートリノ

極超新星爆発の発生の際に、ニュートリノが放出されると考えられている。

3. 他の研究の紹介

偏光を用いてガンマ線放射メカニズムの解明を目指す LEAP プロジェクトが進められている。この計画では高性能のガンマ線偏光計を製作し、ISS にて観測を目標としている。この偏光観測により、ガンマ線の放射が内部衝撃波によるシンクロトロン放射のものか、光学に薄くなった光球から散乱されてきたものかを見分ける。ガンマ線放射メカニズムの特定は、ジェットの発生機構の特定にも大いにつながると考えられる。[3]

4. コンセプト

LGRB のジェット発生機構を解明する。その方法として、既に考えられている仮説を複数の観測方法により立証する。LGRB のジェット発生機構を解明することにより考えられる成果として、以下の点があげられる。

- ・ LGRB を用いた初期宇宙の研究につながる。
- ・ 極超新星についての研究の発展が考えられる。

5. 手法

多波長・ニュートリノの観測手法として表 1 の手法を組み合わせた同時観測を提案する。

表 1 多波長・ニュートリノ観測の手法

手法	装置	手法	装置
バースト監視	ISS(MAXI)、Fermi	X 線偏光	PolariS
ガンマ線偏光	INTEGRAL 望遠鏡、ISS(LEAP)	電波偏光	ALMA 望遠鏡
可視光偏光	かなた望遠鏡(HOWPol)	ニュートリノ	アイスキューブ

6. まとめ

ガンマ線バースト研究では放射過程の仮説や放射源の候補はいくつか挙がっているが、それらの検証には至っていない。本ミッションでは LGRB が極超新星爆発による火の玉モデルあることを多波長偏光とニュートリノの併用観測によって検証する。

Reference:

- [1] 小林史歩『相対論的プラズマとガンマ線バースト』プラズマ核融合学会誌 第 78 巻 第 7 号 (2002).
- [2] 小林史歩『ガンマ線バーストと火の玉』天文月報 第 95 巻第 2 号 (2002).
- [3] S.Gunji『Present Status of Large Area Polarimeter (LEAP) Project』第 16 回宇宙科学シンポジウム (2016)