

母銀河の解析から爆発天体の性質を探る

銀河学校2019A班：

河村 菜々子 (2019年卒) 【高田高等学校】、北川 陽斗 (高2) 【滝高等学校】、
近藤 大航 (高2) 【灘高等学校】、平井 大源 (高2) 【早稲田高等学校】、
米村 優輝 (高2) 【中央大学附属高等学校】、竹内 遥 (高2) 【お茶の水女子大学附属高等学校】

要旨：それぞれの母銀河を観測することで、GRB 050509B、AT2018cow、GW170817の3つの爆発現象が発生した天体の性質を調べる。また、爆発現象の経緯や原因について考察する。

1 はじめに

私たちは3つの爆発現象について母銀河(注1)の色から銀河を構成する星の傾向を考え、爆発現象の正体を考察した。GRB 050509Bはショートガンマ線バーストとしては史上初めてその母銀河が特定された。GW170817は史上初めて同じ天体からの電磁波と重力波が観測された爆発現象である。AT2018cowはRapid Transientと呼ばれる、明るさの変動が極めて早い爆発現象で、これまでに見つかった似た性質の爆発現象より格段に距離が近く多くの観測が行われた。

2 観測・解析

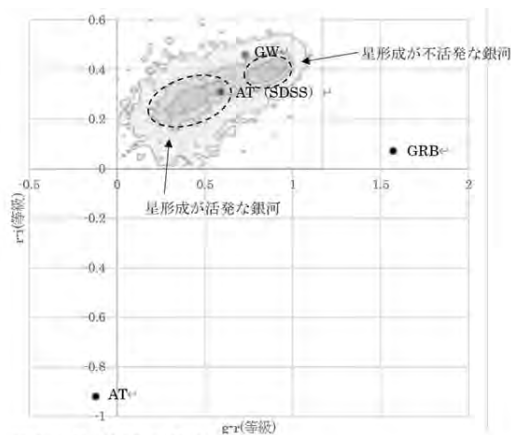
東京大学木曾観測所 105cm シュミット望遠鏡に搭載されているカメラ Tomo-e Gozenを用いて、GRB 050509B、GW170817、AT2018cowの母銀河を観測した。広帯域g-band, r-band, i-bandと狭帯域 H α フィルターで撮像し、連続波とH α の画像を得た。得られた画像データを解析して各銀河の明るさを測定した。

3 結果

各銀河のg-band, r-band, i-bandの等級が得られた(表1)。赤方偏移が大きいため今回使用したフィルターではH α を捉えられなかった。AT2018cowについて、観測により得られた値(図1.点AT)は一般的な銀河とかけ離れた値をとってしまったので、考察はSDSS(注2)のデータ(図1.点AT SDSS)をもとに行った。

(表1)各銀河のg-band, r-band, i-band, H α の等級

	G-band	R-band	I-band	H α -band
GRB	19.38	17.81	17.74	-
GW	14.11	13.38	12.92	13.39
AT	15.25	15.37	16.29	-
AT(SDSS)	15.63	15.04	14.73	-



(図1)各銀河の色(二色図)

(Optical Galaxy Properties *1 資料に加筆)
色の濃さが銀河の数分布を表す。

4 考察

4.1 GRB 050509B

観測結果から母銀河は赤いため、星形成は活発ではなく、年老いた恒星が多いと言える。そのため、中性子星やブラックホールなどの、大質量星の死骸が十分あると考えられ、爆発に関与している可能性が高い。大質量星の爆発する原因として、中性子星が重力波放射で角運動量を失い、長い時間を経て衝突・合体したものが考えられる。また、寿命を迎えた星が最期に爆発した、中性子星と連星系をつくる赤色巨星の活発化によりその物質が流れ込んで爆発した、ブラックホールの付近でガスが高速回転して降着円盤またはジェットが発生し、近づいてきた巨大ガスのかたまりがすぐに飲み込まれて一時的にガンマ線を放出した、という仮説も考えられる。

4.2 GW170817

観測結果から母銀河は赤いため、星形成は活発ではなく、年老いた恒星が多いと言える。重力波の観測によると、この爆発現象は中性子星同士の衝突によるものであると考えられている。若く重い恒星が少ないこの銀河において中性子星が存在することは観測結果と矛盾せず、先行研究*2を支持する結果になった。

4.3 AT2018cow

観測結果から母銀河は青いため、星形成が活発であると言える。爆発現象自体の観測より分かった、超新星爆発と同程度の規模だが、数日程度という非常に短い時間で暗くなっており、また、強いX線が観測される一方 γ 線はほぼなく、黒体放射に近いが僅かにHeとCOの吸収線をもつことに矛盾しない爆発現象として、中間質量ブラックホールによる白色矮星(注3)の潮汐破壊を考えた。

謝辞

ご助力いただいた、東京大学天文学教育研究センター木曾観測所、NPO法人 Science Stationの関係者の皆様に感謝の意を表します。

用語

注1: 現象の起きた天体の属する銀河(本研究はいずれも天の川銀河以外で発生した爆発現象を扱った。)

注2: The Sloan Digital Sky Surveyの略称。国際的な広域観測プロジェクト。主にアパッチポイント天文台の専門望遠鏡による観測データを扱う。

注3: 太陽程度の質量の星の残骸で、H・He・C・Oなどを成分に持ちうる。

参考文献

SDSS

<<http://skyserver.sdss.org/dr15/en/tools/chart/navi.aspx>>

*1 Optical Galaxy Properties <<https://cosmo.nyu.edu/mb144/manyd.html>>

*2 Abbott, B. P., et al., 2017, Phys. Rev. Lett., 119, 161101