

# 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】

### 1.はじめに

天体の爆発現象において有名なものに超新星爆発があるが、その他にも珍しく、謎の多い爆発現象は多く存在する。私たちが考察したのは後者である。爆発現象の性質を探る上で、母銀河(注1)の性質は大きな手掛かりとなる。私たちは3つの爆発現象について母銀河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。

### 2.観測対象

#### ①GRB 050509B

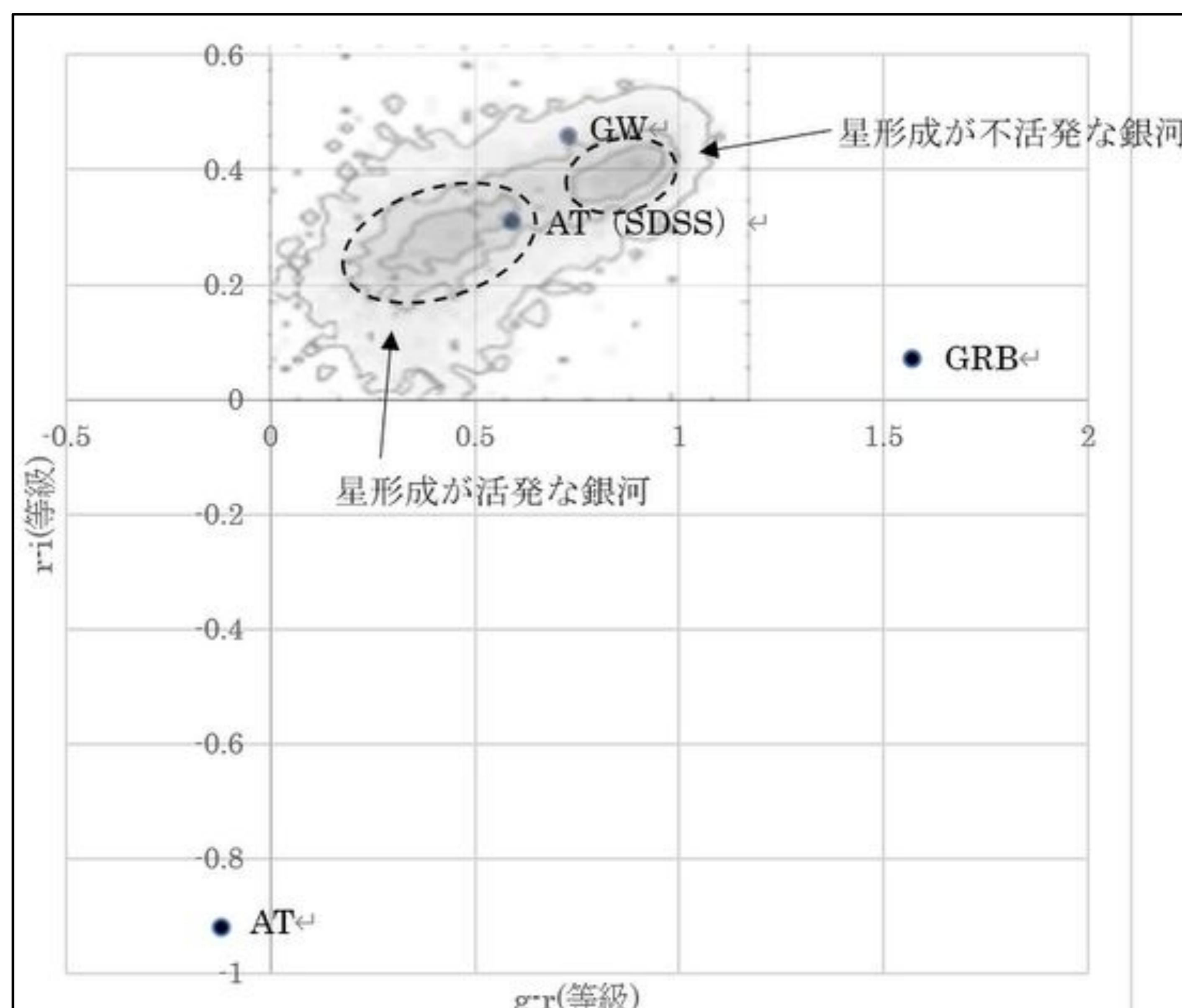
・0.1-2秒程度の爆発で、x・γ線により観測されるショートガンマ線バーストの一つ。  
・史上初めて母銀河が特定されたショートガンマバースト。

#### ②GW170817

・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。

#### ③AT2018cow

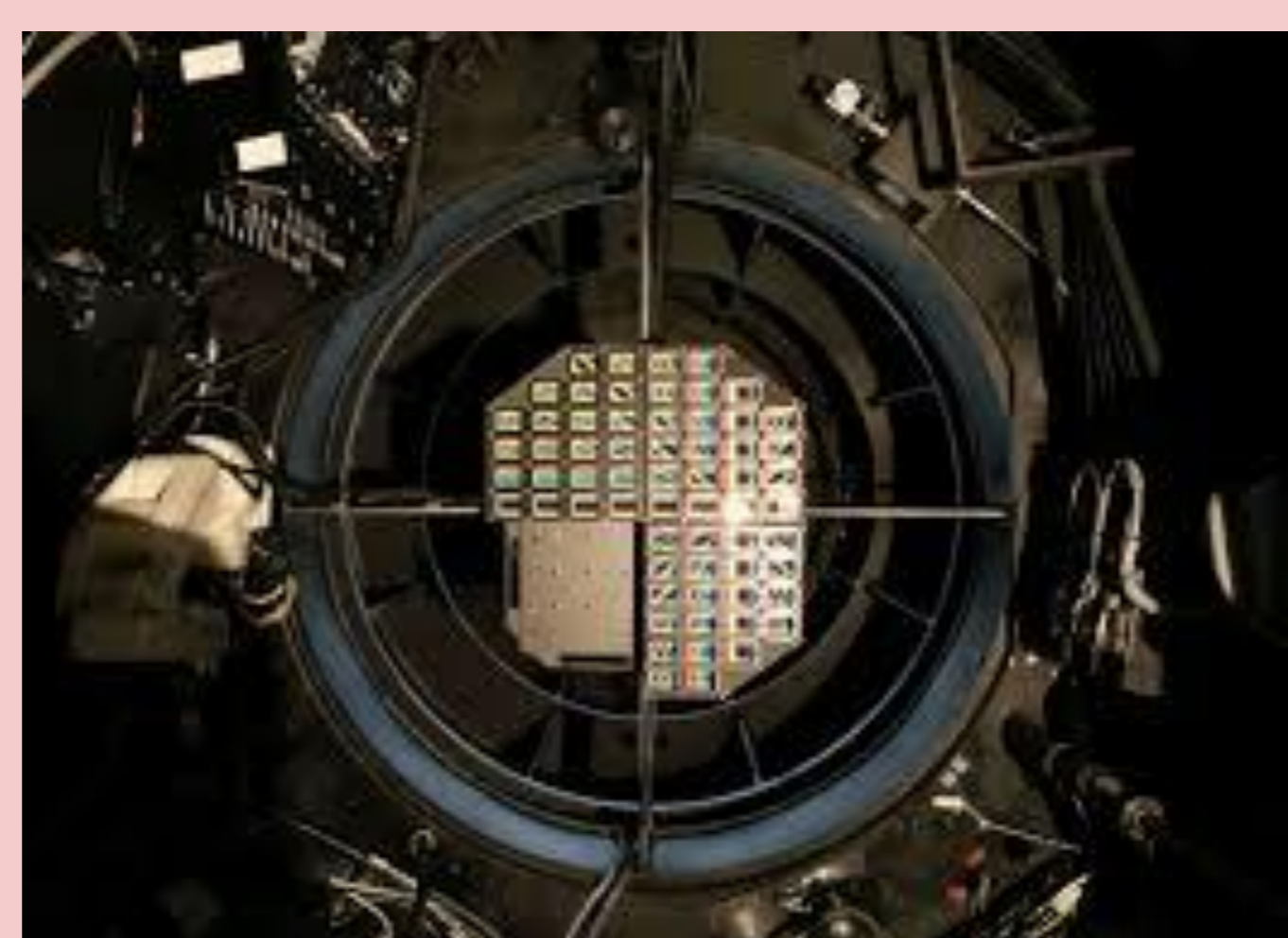
・明るさの変動が極めて早い爆発現象であるRapid Transientの一つ  
・これまでに見つかった似た性質の爆発現象より格段に距離が近く、多くの観測が行われた。



(図3)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。

### 3.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 $\alpha$ フィルターで撮像し、連続波と H $\alpha$ 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。



(図1)Tomo-e Gozenの内部。それぞれの CMOSイメージセンサーが異なる波長を観測する。  
引用元  
[http://www.iaa.s.u-tokyo.ac.jp/kisohp/NEWS/tomoe\\_q2\\_firstlight.html](http://www.iaa.s.u-tokyo.ac.jp/kisohp/NEWS/tomoe_q2_firstlight.html)

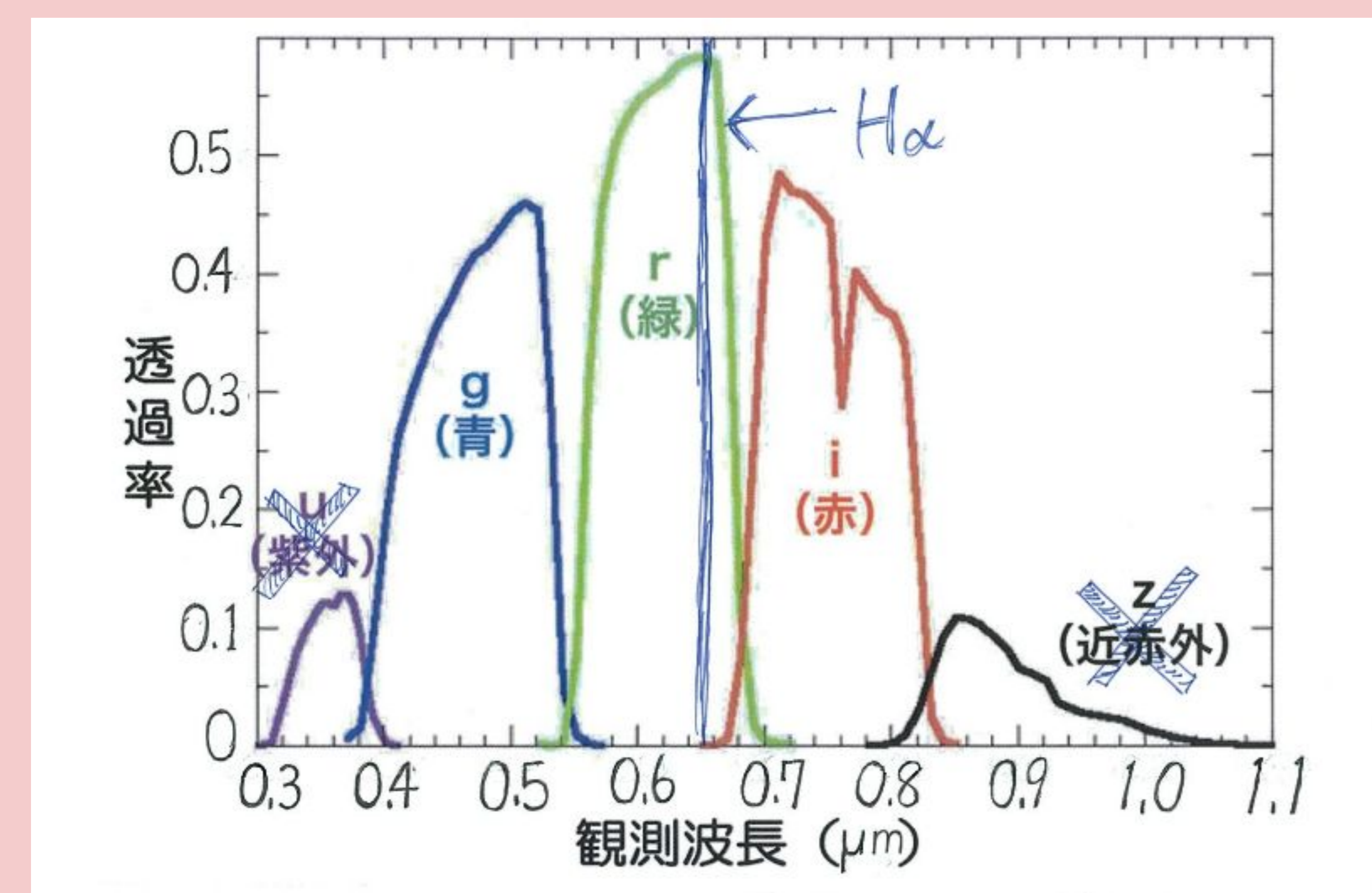
### 4.結果

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 $\alpha$ 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3.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(参照:図3.点AT SDSS)をもとに行った。

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

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

### ☆銀河の色から分かること



(図2)フィルターの透過率

同じ年齢を持つ星の集まり(例えば星団)は年齢に応じたスペクトルをもつ。内包する星の1つ1つを観測することは難しい場合が多いが、星団や銀河といった「星の集まり」を捉えることにより、内包される星の特徴を推測することができる。

#### ・質量による星の特徴

大質量星→短寿命、青い

小質量星→長寿命、赤い

#### ・年齢による星の特徴

若い星集団→青い

年老いた星集団→大質量星が死滅→赤い

### 5.考察

#### 5.1 GRB 050509B

・観測結果: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。  
・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。  
・大質量星の爆発の原因を探ると、以下の4つの説が挙げられる。それぞれ否定される要素がないため、すべて仮説として採用する。  
(1)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。  
(2)寿命を迎えた星が最期に爆発した。  
(3)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。  
(4)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。

#### 5.2 GW170817

・観測結果: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。  
・先行研究\*2との比較: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。

#### 5.3 AT2018cow

・観測結果:母銀河は青いため、星形成が活発であると言える。  
・先行研究からの考察: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いる。  
・強いX線が観測される一方γ線線はほぼなく、黒体放射に近いが僅かにHeとCOの吸収線をもつ。  
・HeとCOの吸収線が見られることから白色矮星(注3)との関連が推測され、その規模の大きさからブラックホールによる潮汐破壊だと考えられ、光度進化の速度から中間質量ブラックホール(※)による白色矮星の潮汐破壊であると考えられることができる。

(※)2020年4月銀河外縁部で中間質量ブラックホールを発見\*3  
アメリカのニューハンプシャー大学のDacheng Linらの研究チームが欧州宇宙機関のX線天文衛星「XMM-Newton」の観測データから発見したX線源「J2150-0551」。

### 謝辞

ご協力いただいた、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等を成分に持ちうる。

### 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, 16110

\*3 Lin, D., Strader, J., Romanowsky, A. J., Irwin, J. A., Godet, O., Barret, D., ... & Remillard, R. A. (2020). Multiwavelength Follow-up of the Hyperluminous Intermediate-mass Black Hole Candidate 3XMM J215022. 4-055108. *The Astrophysical Journal Letters*, 892(2), L25.