

トモエゴゼンを用いた超新星の可視光多色撮像 データから得られる考察

銀河学校2024 B班:

渡辺 椋太(2024年卒)【宮城県仙台二華高等学校】、山中 秀仁(高3)【栄光学園高等学校】、富澤 佳乃賀(高3)【青森県立弘前高等学校】、
長谷川 寿一(中等6)【海陽中等教育学校】、三好 礼真(高3)【白百合学園高等学校】、雲出 彩恵(高専3)【明石工業高等専門学校】、
山谷 剛瑠(高専2)【福島工業高等専門学校】、片山 泰賀(高2)【麻布高等学校】、三浦 まそら(高2)【長野県立諏訪二葉高校】、
小林 千恵子(高2)【富士見高等学校】、米納 大翔(高2)【安田学園高等学校】

1. イントロダクション

超新星は、恒星が寿命を終える際に爆発的な発光を起こす突発天体で、スペクトルや光度曲線の概形などによる分類が存在する。

マルチバンドでの測光観測を行い3つの超新星の光度変化を追跡し、光度曲線から超新星を分類、考察した。

図1.1 超新星の分類[1]

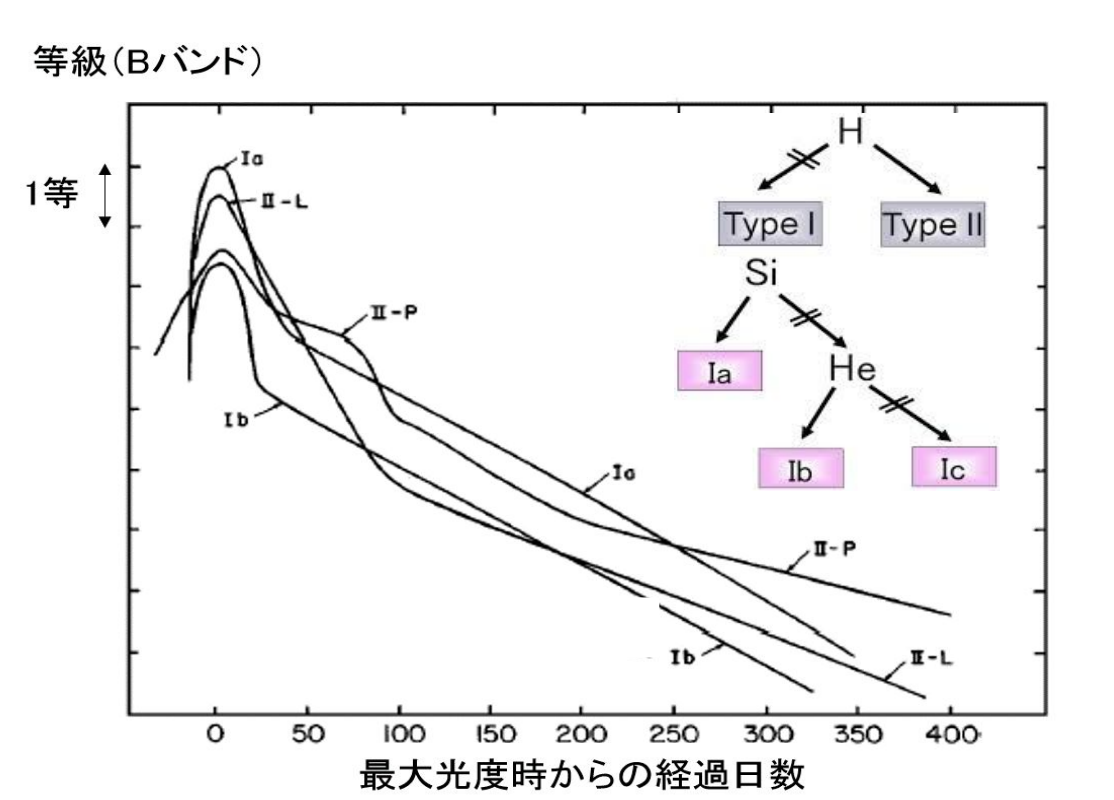
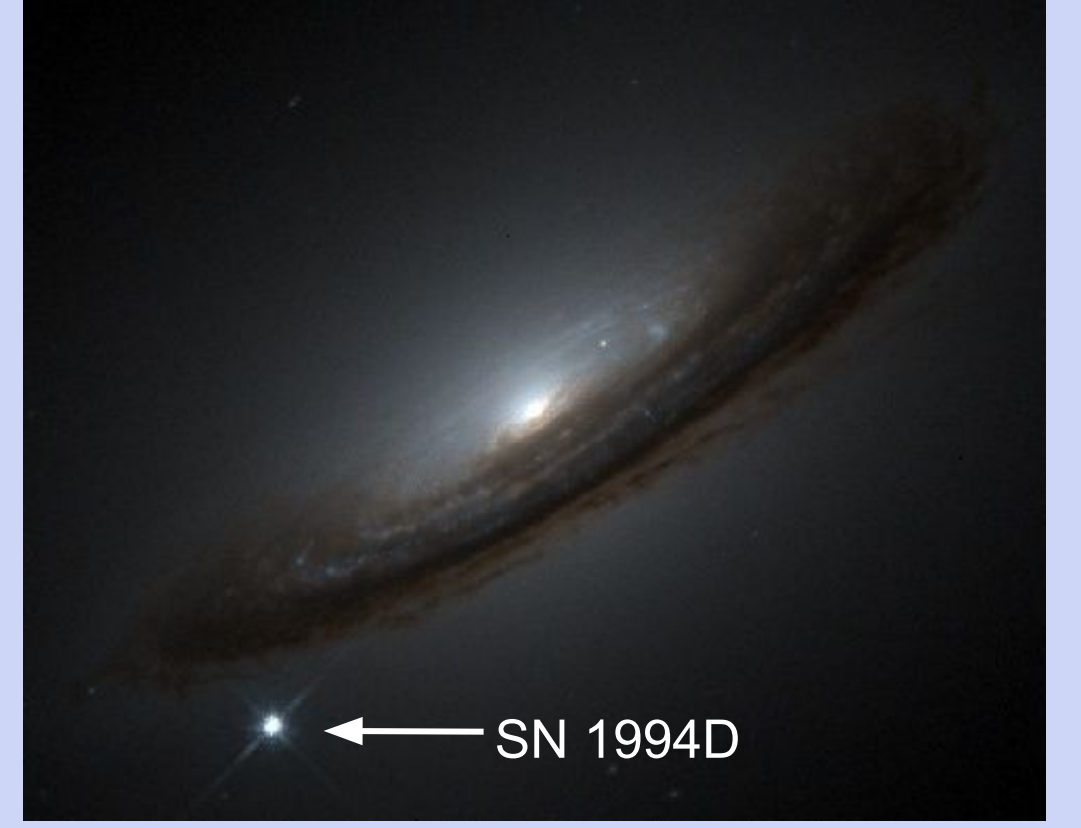


図1.2 超新星と母銀河



2. ターゲットと観測

日時: 2024年3月18日,21日,26日

場所: 東京大学木曽観測所

望遠鏡: 105 cmシュミット望遠鏡

撮像装置: Tomo-e Gozen

対象: SN2023ixf, SN2024acn, SN2024djz

フィルター: B, V, R, I

積分時間: 60 s (0.5 s × 120フレーム)

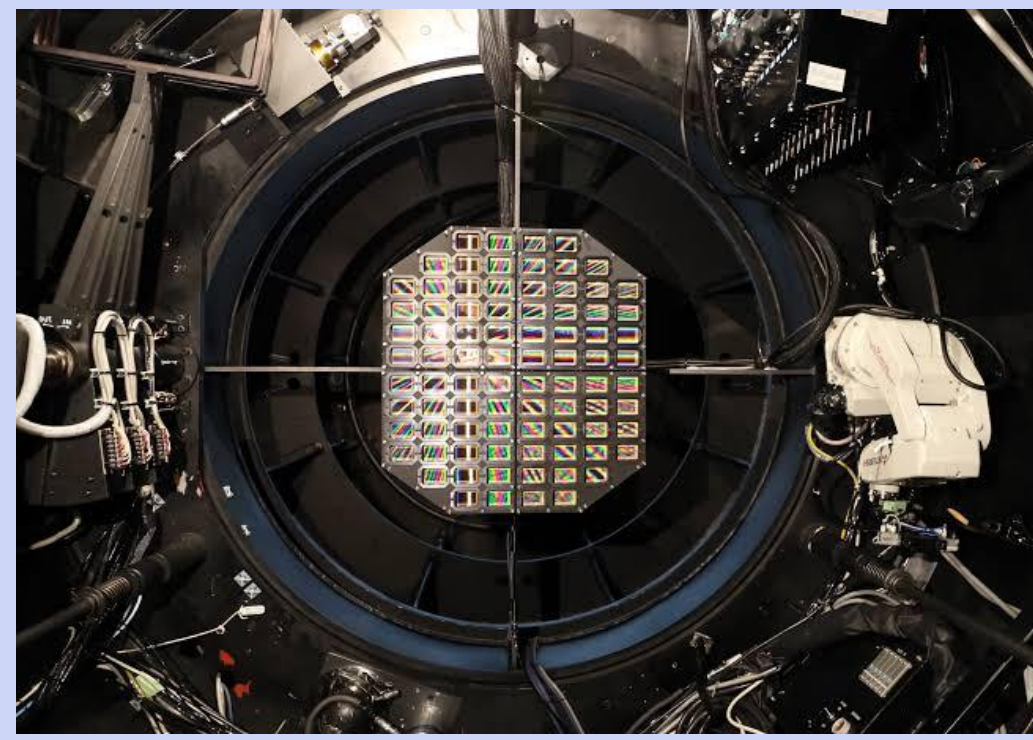


図2.1 Tomo-e Gozen

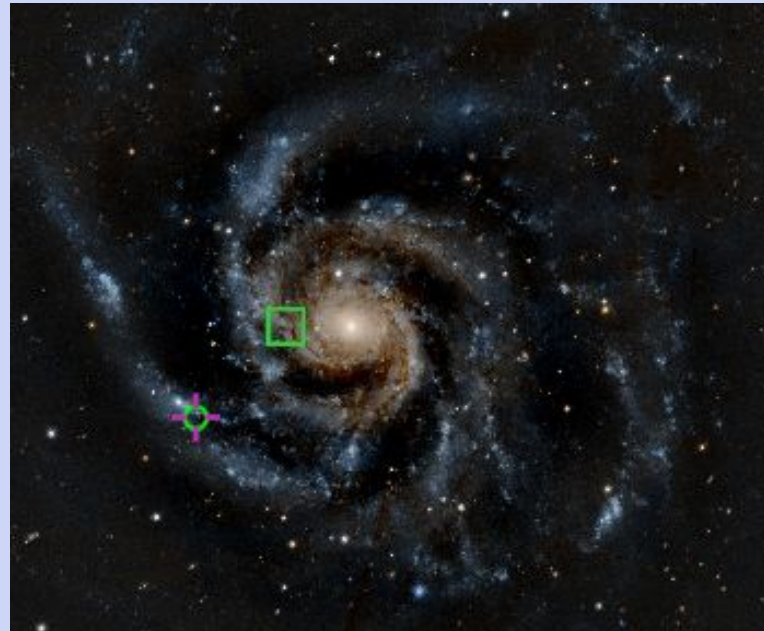


図2.2 SN2023ixf



図2.3 SN2024acn

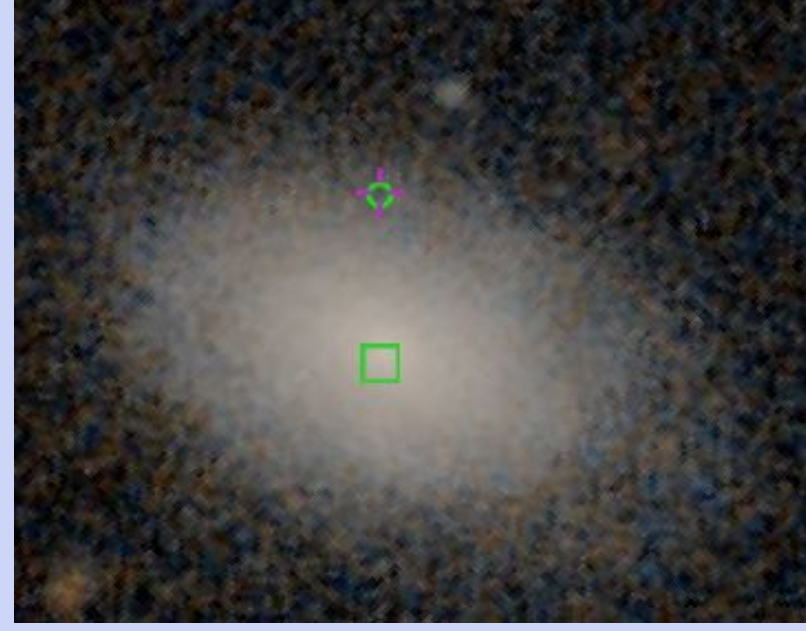


図2.4 SN2024djz

4. 解析結果

・SN2023ixf

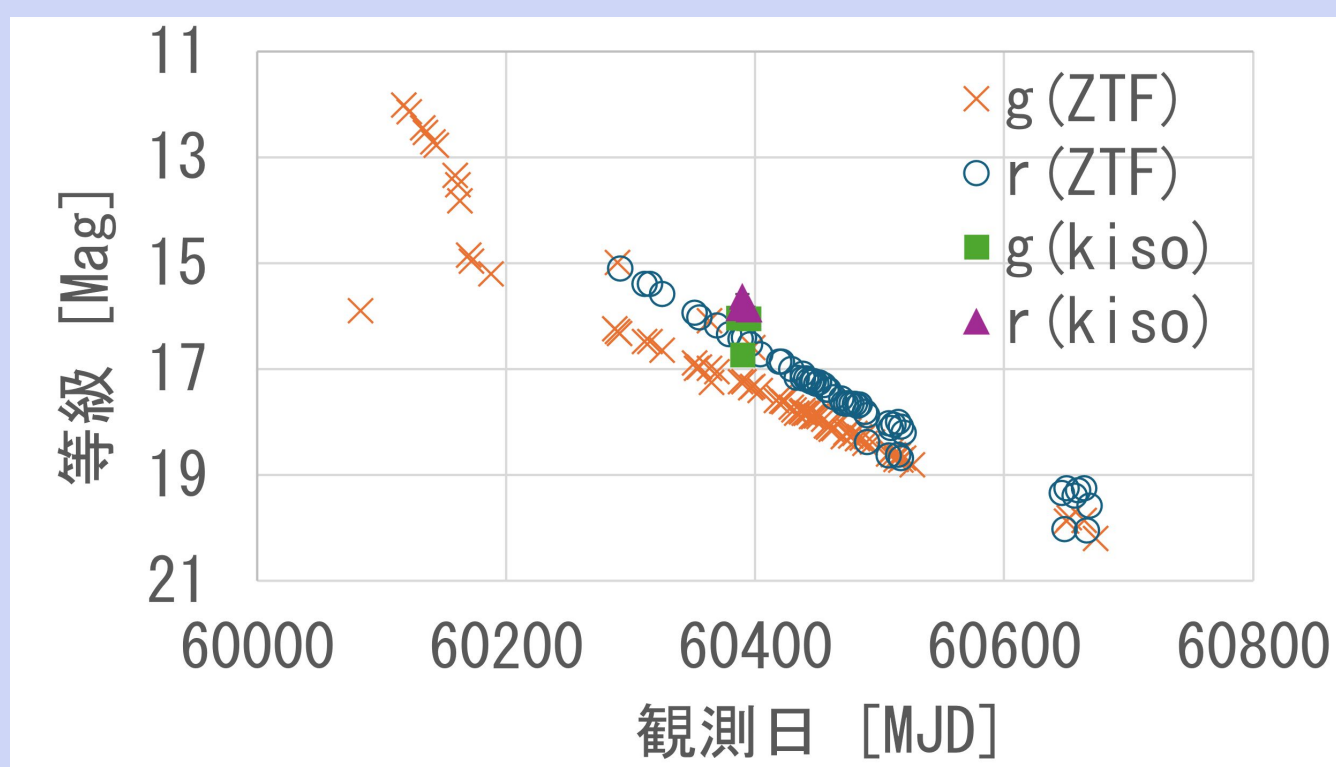


図4.1 SN2023ixfの光度曲線

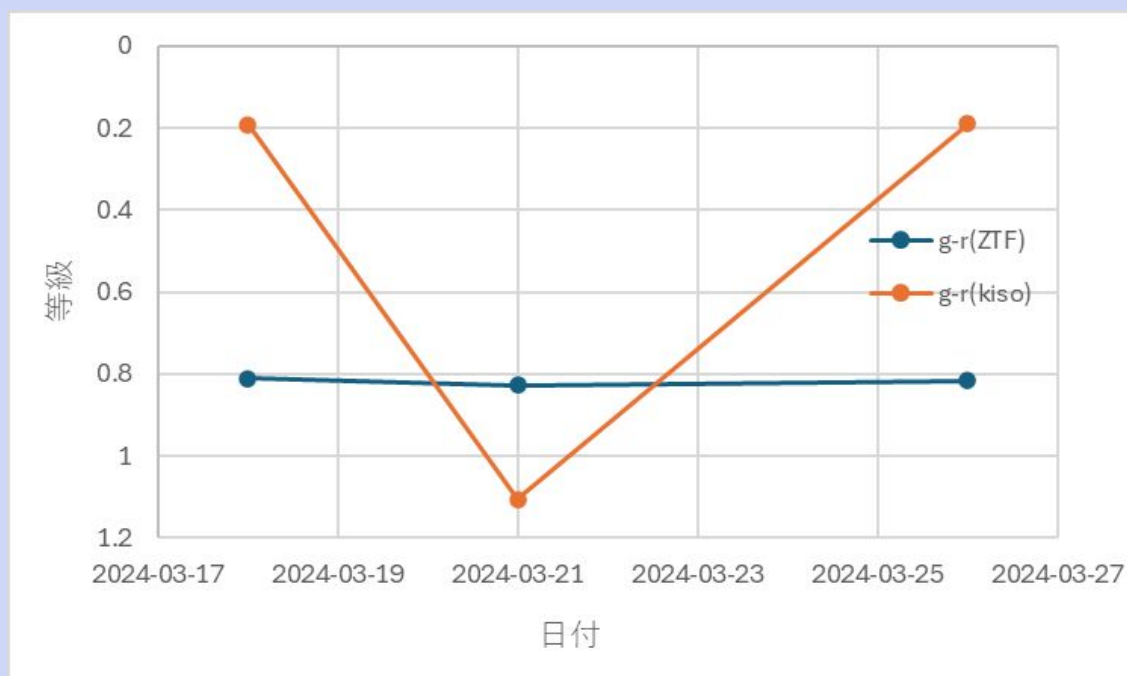


図4.2 SN2023ixfのカラー曲線

・SN2024acn

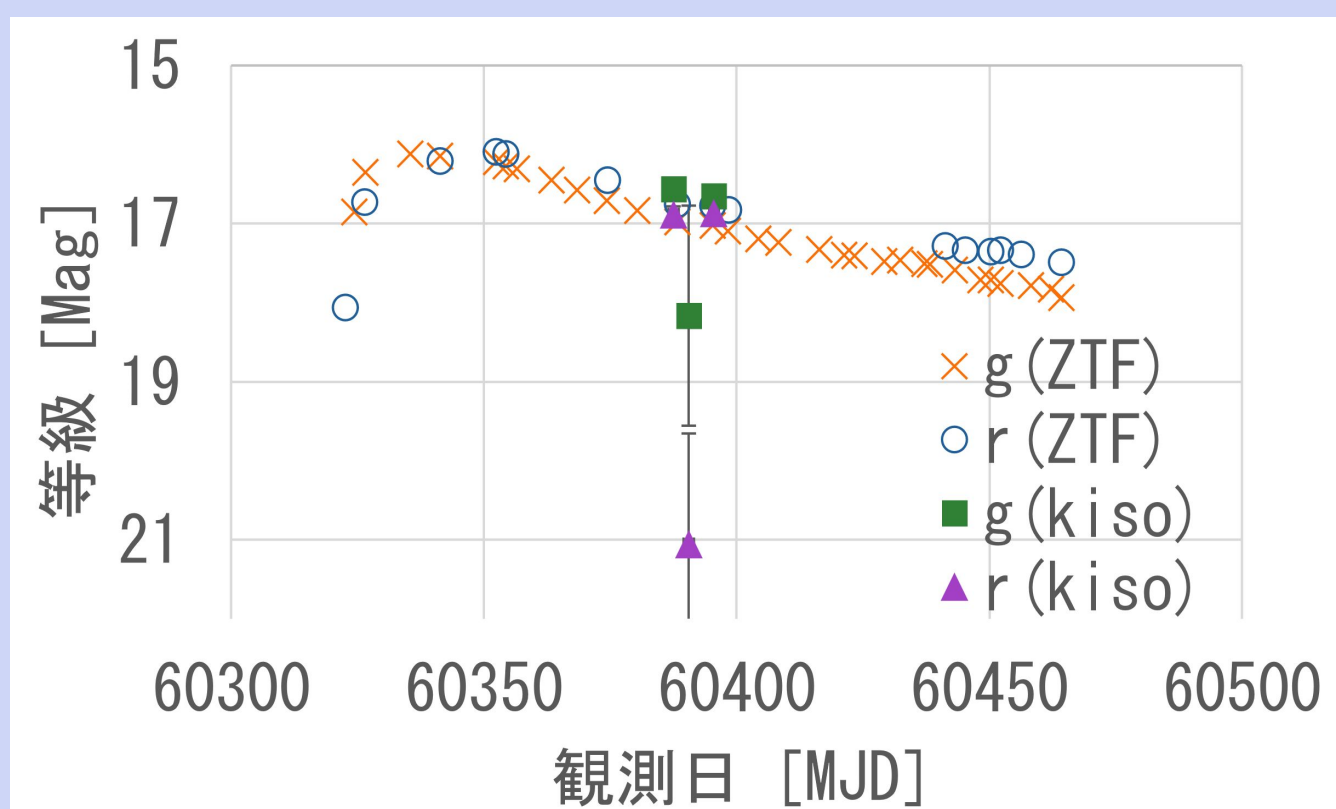


図4.3 SN2024acnの光度曲線

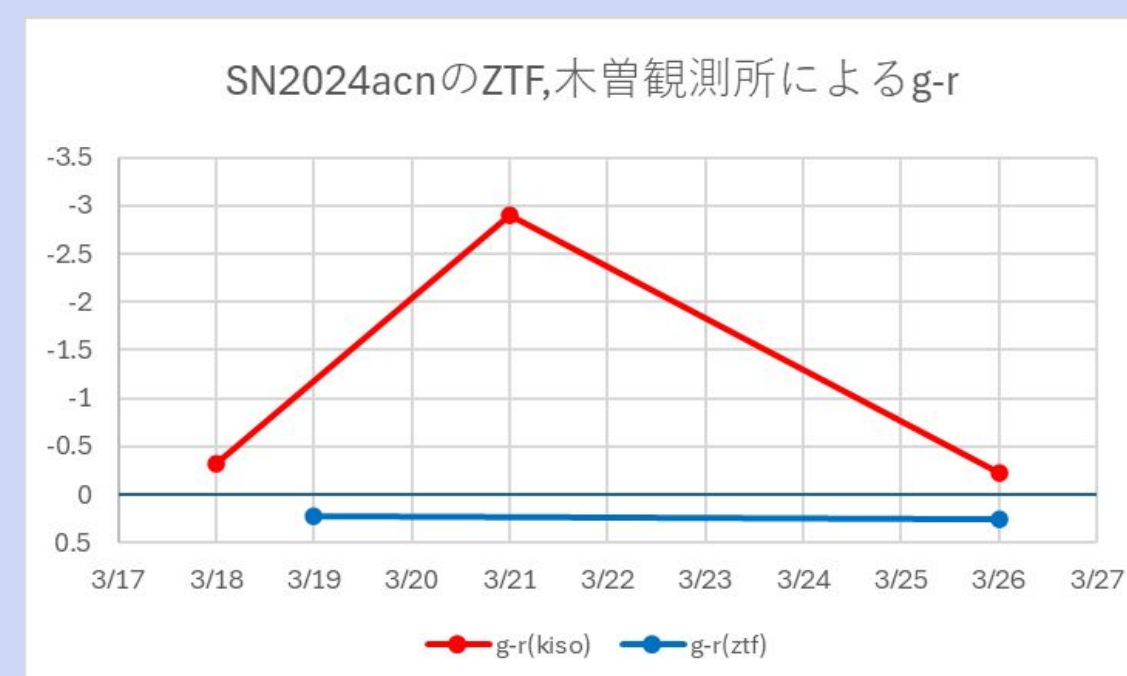


図4.4 SN2024acnのカラー曲線

・SN2024djz

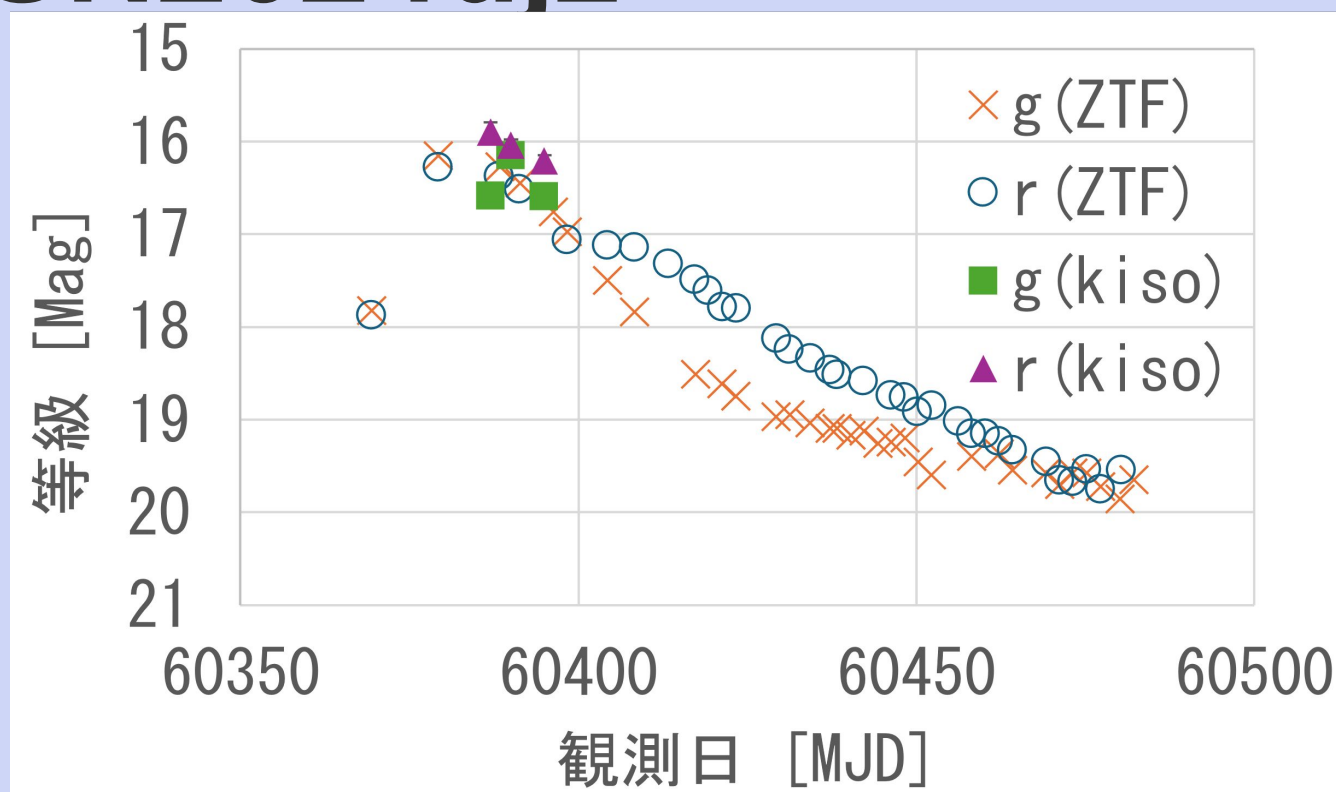


図4.5 SN2024djzの光度曲線

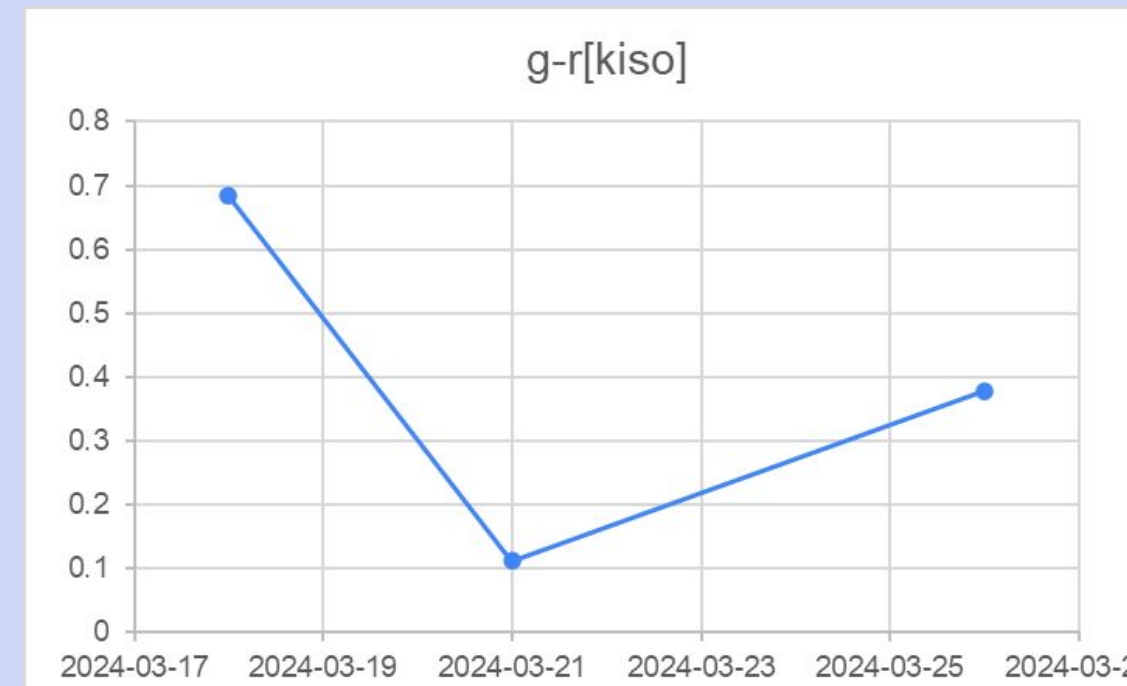


図4.6 SN2024djzのカラー曲線

3. 解析方法

① 一次処理(ダーク減算・フラット割り)を行った画像に対してAPT(Aperture photometry tool) [2]を用いて超新星を測光

② 木曽観測所で4つの観測バンド(B,V,R,I)を用いて測光した結果をZTFの観測バンド(g,r,i)に補正

③ 木曽での測光値とZTFの測光値[3]を用いて各バンド(g,r,i)の光度曲線を作成

④ バンド変換時に生じる補正誤差と測光時の誤差をどちらも2乗しその和の平方根を取ることで総合的な誤差を求める

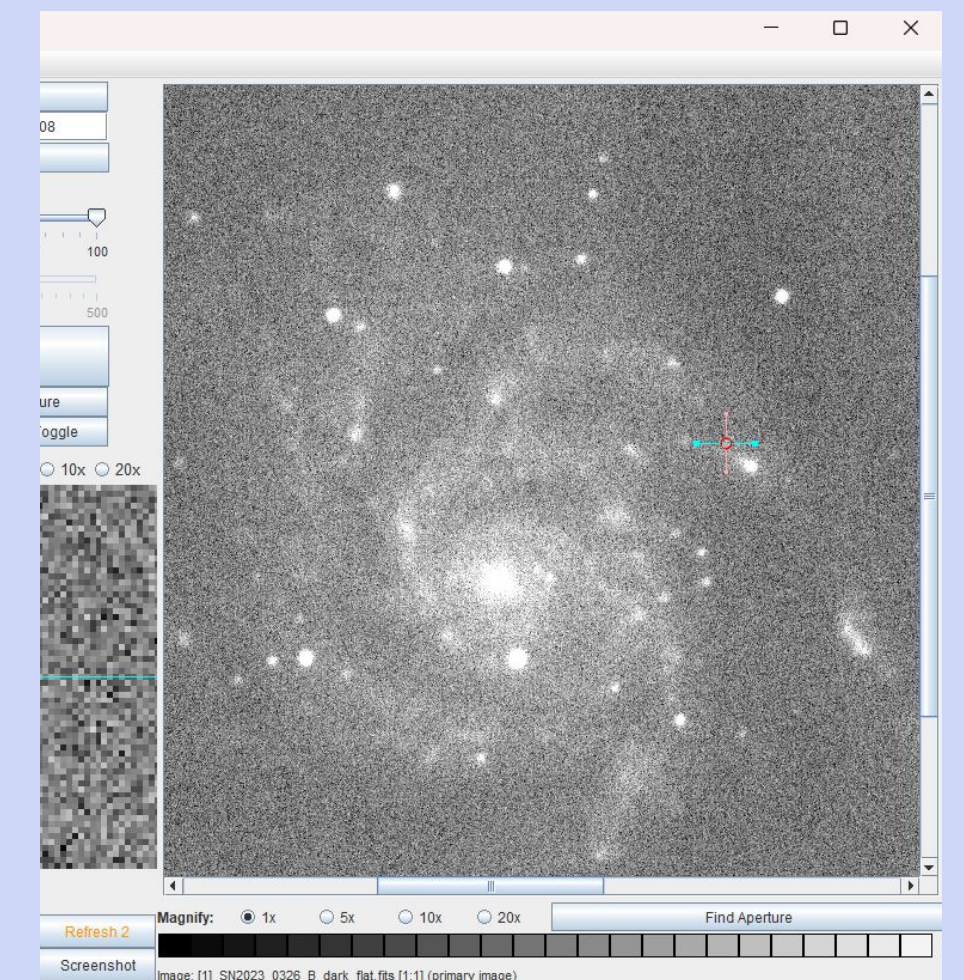


図3.1 測光の様子

$$g = 0.477B + 0.523V - 0.104 \pm 0.013$$
$$r = 0.107B - 0.107V + R + 0.119 \pm 0.009$$
$$i = 0.126B - 0.126V + I + 0.343 \pm 0.013$$

図3.2 変換式と補正誤差

5. 考察

SN2023ixf

スペクトルから水素の輝線が見える → II 型
光度曲線が線形に減少している (図4.1) → II -L型

SN2024acn

スペクトルから水素の輝線が見える → II 型
Plateau(= 平坦な)状態がみられる (図4.3) → II -P型

SN2024djz

水素の輝線が無く、ケイ素の吸収線 → I a型
光度曲線の概形も一致する(図4.5)

木曽での観測値とZTFの観測値の差

木曽の観測値では母銀河の成分を取り除いていないがZTFでは母銀河の成分を補正しているため観測値に差が出ていると思われる。

母銀河であるM101の渦状腕の部分に存在するSN2023ixfは、観測値との差がgバンドで1.2等級だがrバンドでは0.6等級であり、gバンドのほうが観測値との差が大きいことがわかる。これはM101のカatalog値[5]と一致する。

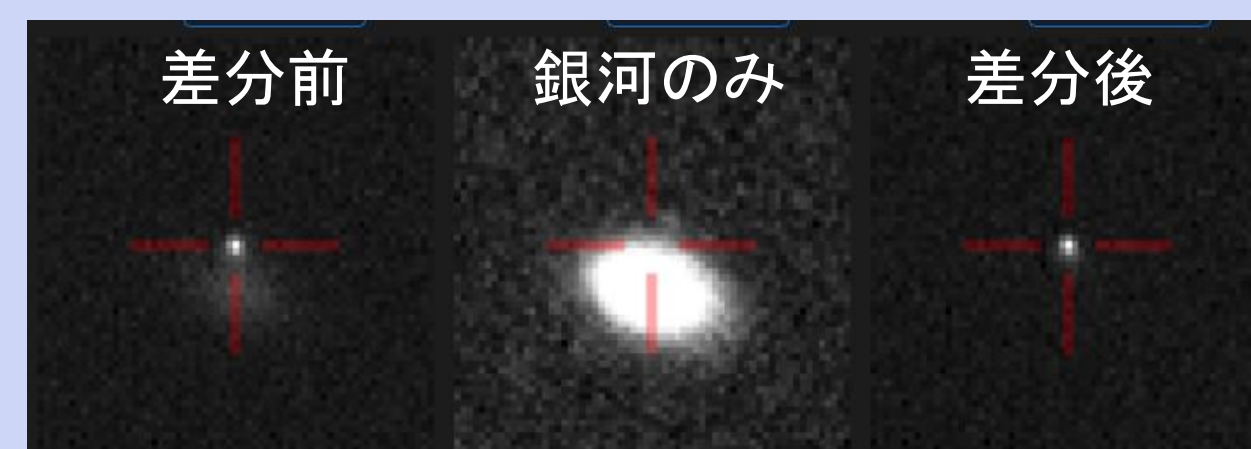


図5.4 ZTFによるSN2024djzの差分画像例

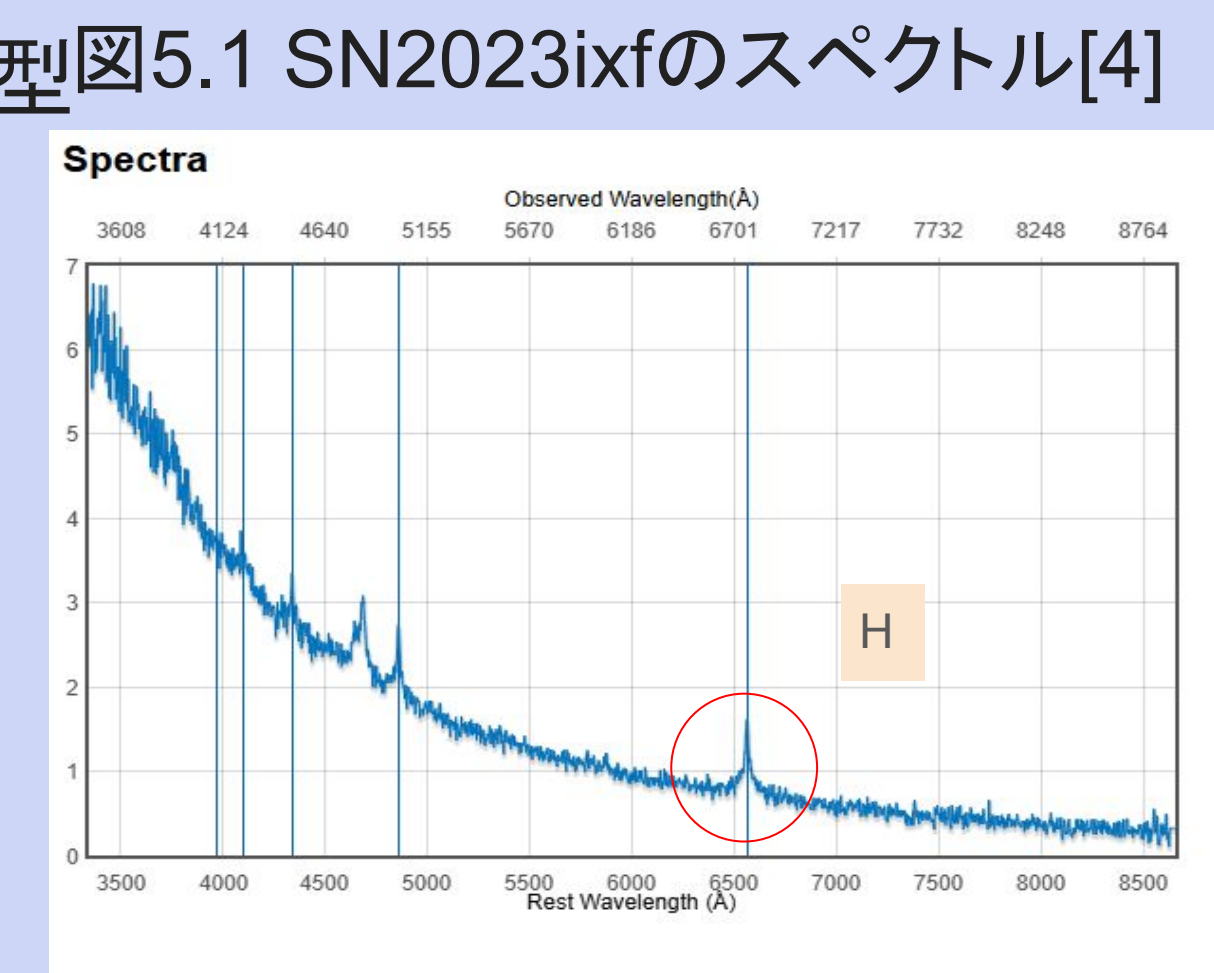
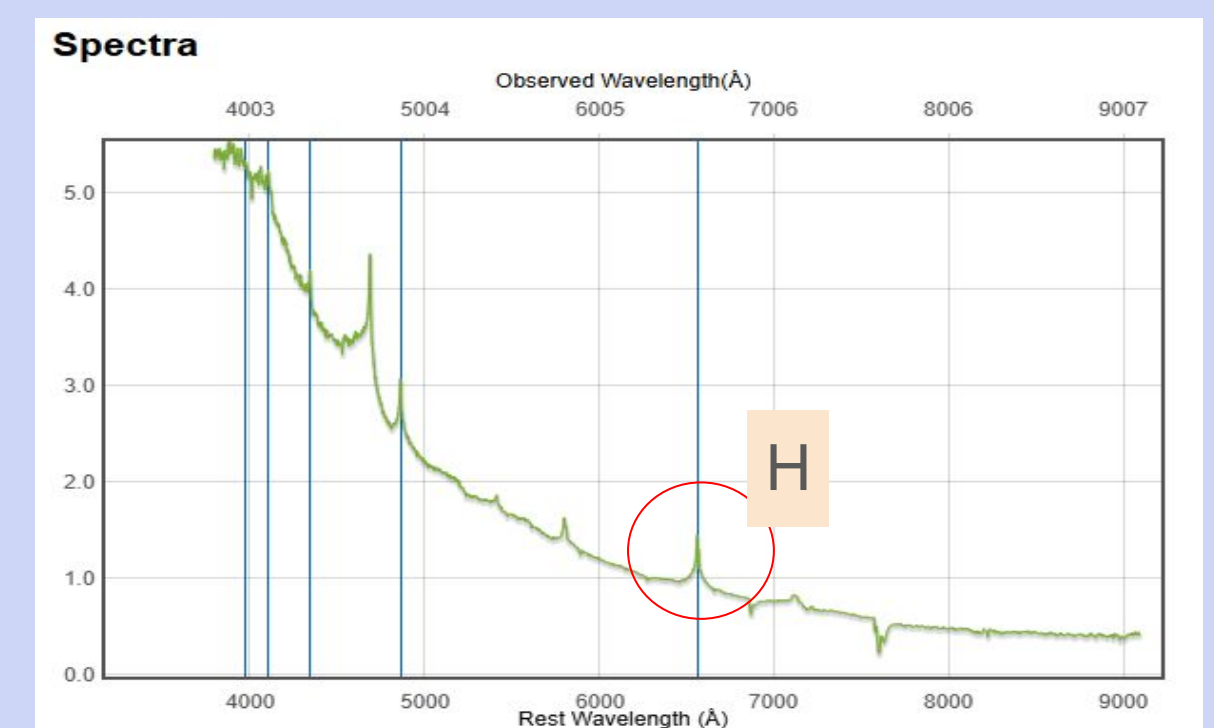


図5.2 SN2024acnのスペクトル[4]

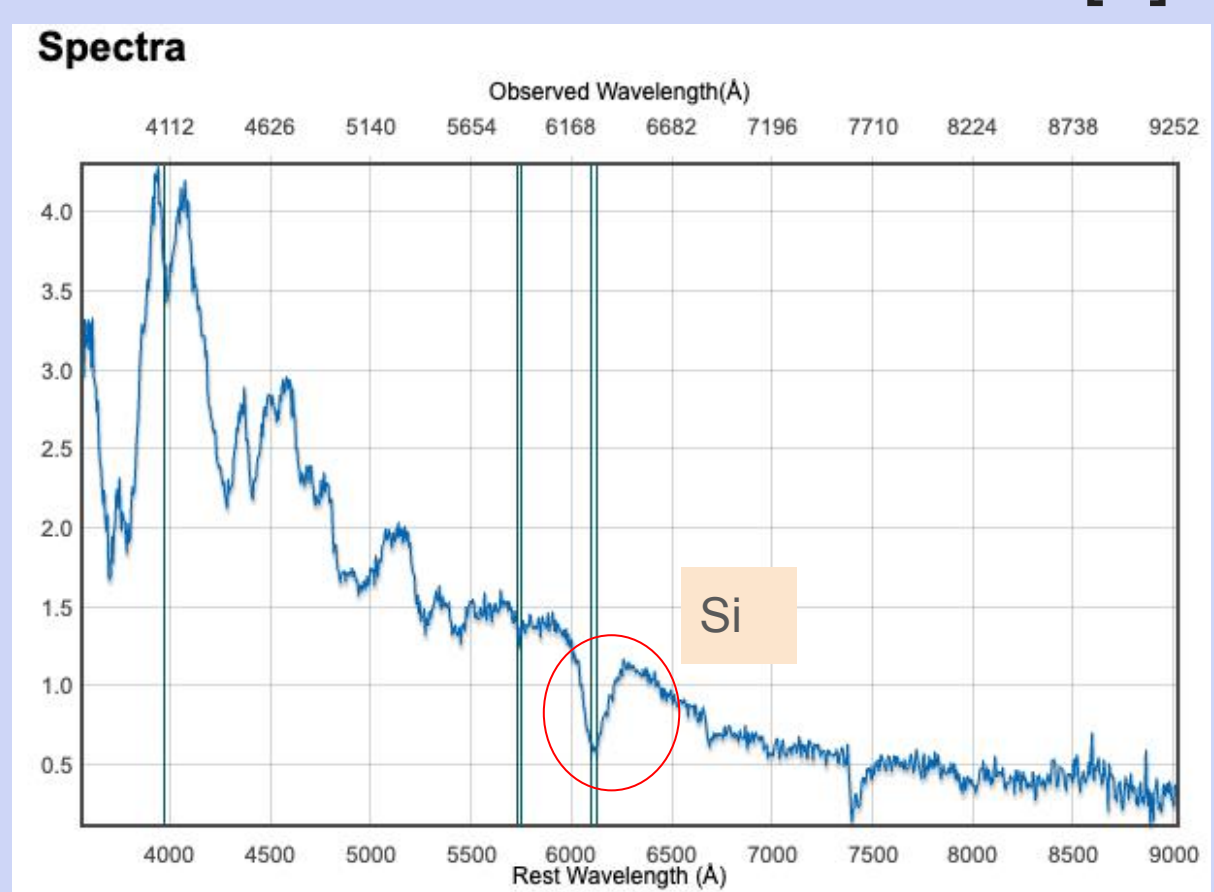


図5.3 SN2024djzのスペクトル[4]

今後の展望

- ・母銀河成分を取り除き、より正確な測光解析を行う。
- ・他の超新星の光度曲線と今回得た光度曲線をフィッティングし、より正確な超新星の分類を行う。

参考文献

- [1] 天文学辞典「光度曲線(超新星の)」https://astro-dic.jp/light-curve_supernova/
- [2] <https://www.aperturephotometry.org/>
- [3] ALERCE ZTF Explorer, <https://alerce.online/>
- [4] Transient Name Server, <https://www.wis-tns.org/>
- [5] Sloan Digital Sky Survey, <https://cas.sdss.org/dr6/en/>

謝辞

本研究の実施にあたり、東京大学木曽観測所職員の皆様ならびに銀河学校2024スタッフの皆様には多大なるご協力をいただきました。この場をお借りして深く感謝申し上げます。