

Ic型超新星SN2023cptの可視近赤外線観測

P09 広島大学 M1 熊野朱里

太陽の約8倍以上の質量を持つ恒星は重力崩壊型超新星となって一生を終えると考えられている。また、太陽の約30倍以上の質量を持つ星の中には、ウォルフ・ライエ星のように進化の最終段階で大量の外層大気を放出するものもあると考えられているが、このような大質量星の進化過程は、どのような超新星となるかも含め、いまだよく判っていないことも多い。超新星は主に観測されるスペクトルの特徴によって分類され、水素の吸収線が見られないものをI型と呼ぶ。I型の中でもケイ素の吸収線が弱く、ヘリウムの吸収線も見えないものはIc型と呼ばれている。Ic型超新星は、渦巻銀河など星形成率の高い場所でよく発見され、スペクトルには鉄やカルシウムの吸収線が見られる。このような超新星の親星は、上記のようなウォルフ・ライエ星や、伴星との相互作用によって水素・ヘリウムの外層を剥ぎ取られたような比較的大質量な星が候補の一つと考えられる。我々は、2023年2月27日に発見された超新星SN2023cptについて、広島大学1.5mかなた望遠鏡を用いて、2023年3月2日から同年8月4日の期間において、可視近赤外域の継続的観測を行った。SN2023cptの発見2日後に観測されたスペクトルは、水素やヘリウムの吸収線が見られず、鉄やカルシウムの吸収線が見られることからIc型超新星であると考えられる。SN2023cptは、典型的なIc型超新星であるSN2007grと比較して、光度変化は緩やかであり、絶対等級が暗い特徴を持つ。解析の結果、過去に観測されたIc型超新星のスペクトルと比較して、Arnett modelの式から放出質量が6-12 M_{\odot} と爆発エネルギーが4-16 $\times 10^{51}$ ergと推定された。

1. Introduction

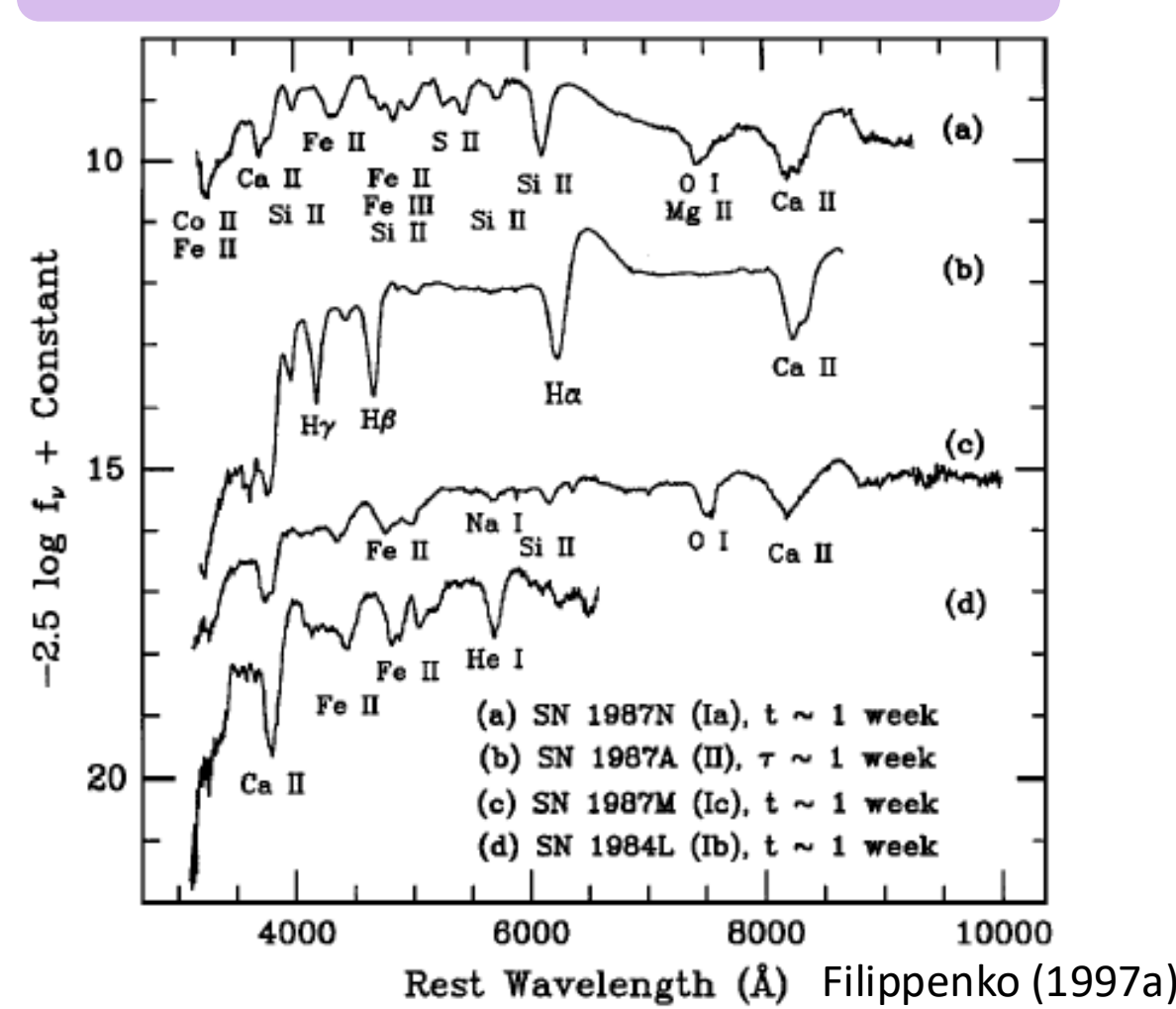
超新星爆発

初期質量が8-10 M_{\odot} 以上の質量を持つ恒星が一生の最後に起こす爆発現象

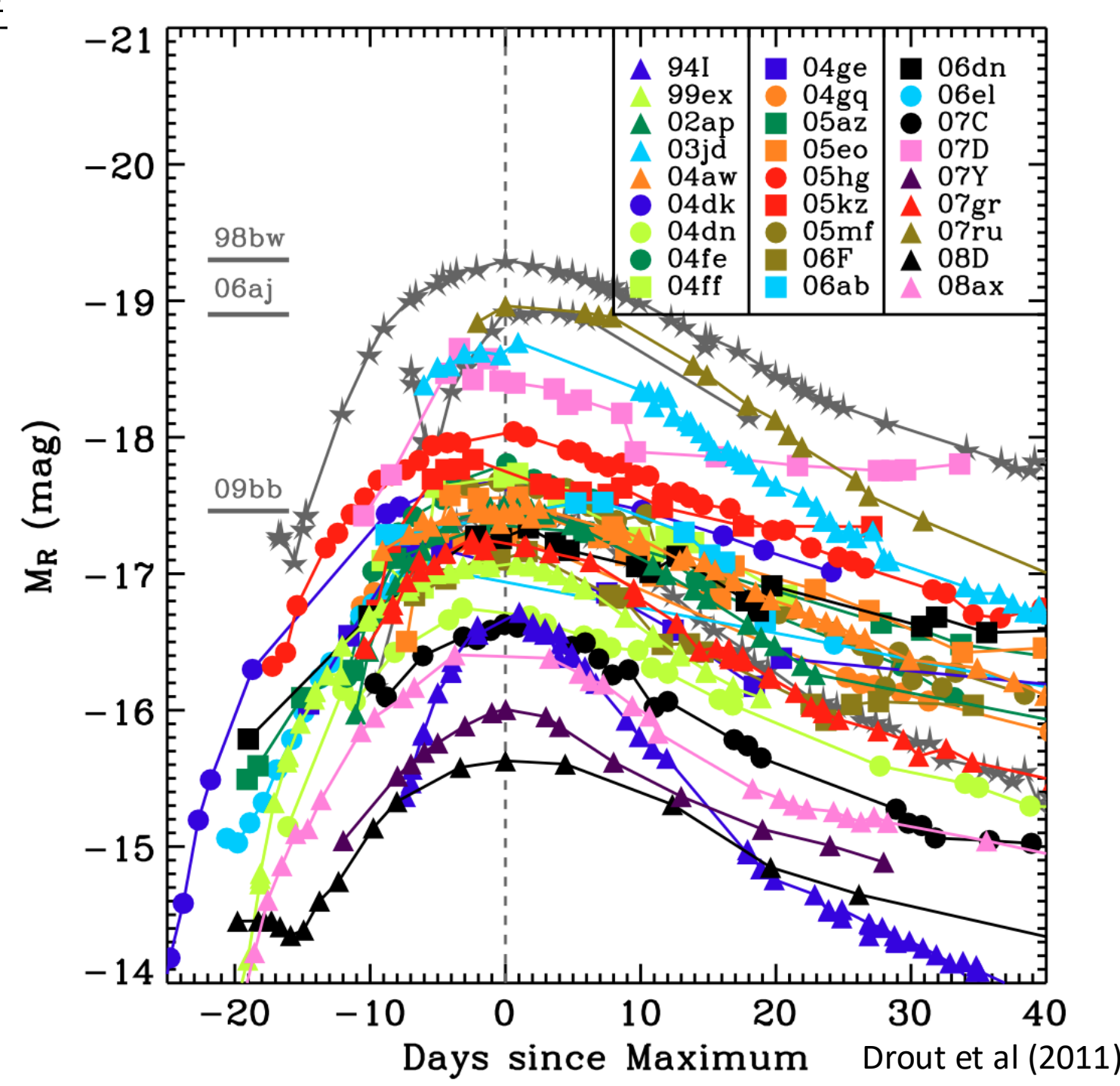
超新星の分類

スペクトルに水素の吸収線 × → I型
 ケイ素の吸収線 弱 → Ic型
 ヘリウムの吸収線 ×

超新星の種類とスペクトル



Ic型超新星の比較



Ic型超新星の親星と超新星爆発の関係性について観測結果をもとに推定する

3. Reference Star

HOWPolによる標準星測光を現在撮影できておらず、Johnson-cousinフィルターのカタログがないため、SDSSカタログから、変換して比較星等級を求めた。Jester et al. (2005), Rodgers et al. (2005)の式を用いてB,V,Rc,Icを求める。

AAVSOカタログ

B-V	B-V error	B	B error	V	V error
0.737	0.072	15.308	0.043	14.571	0.058

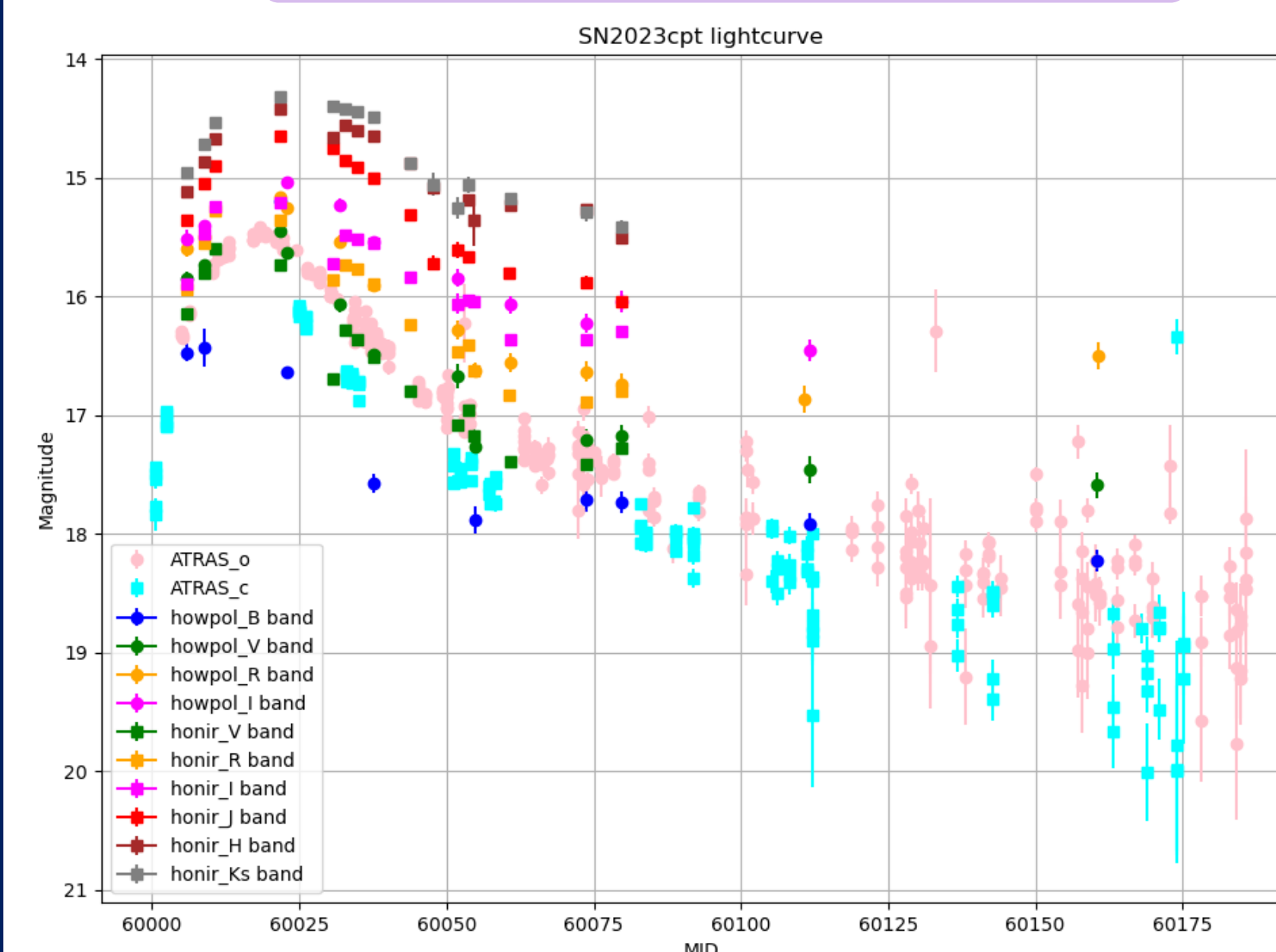
計算結果

band	B	V	R	I
mag	15.28	14.58	14.16	13.76

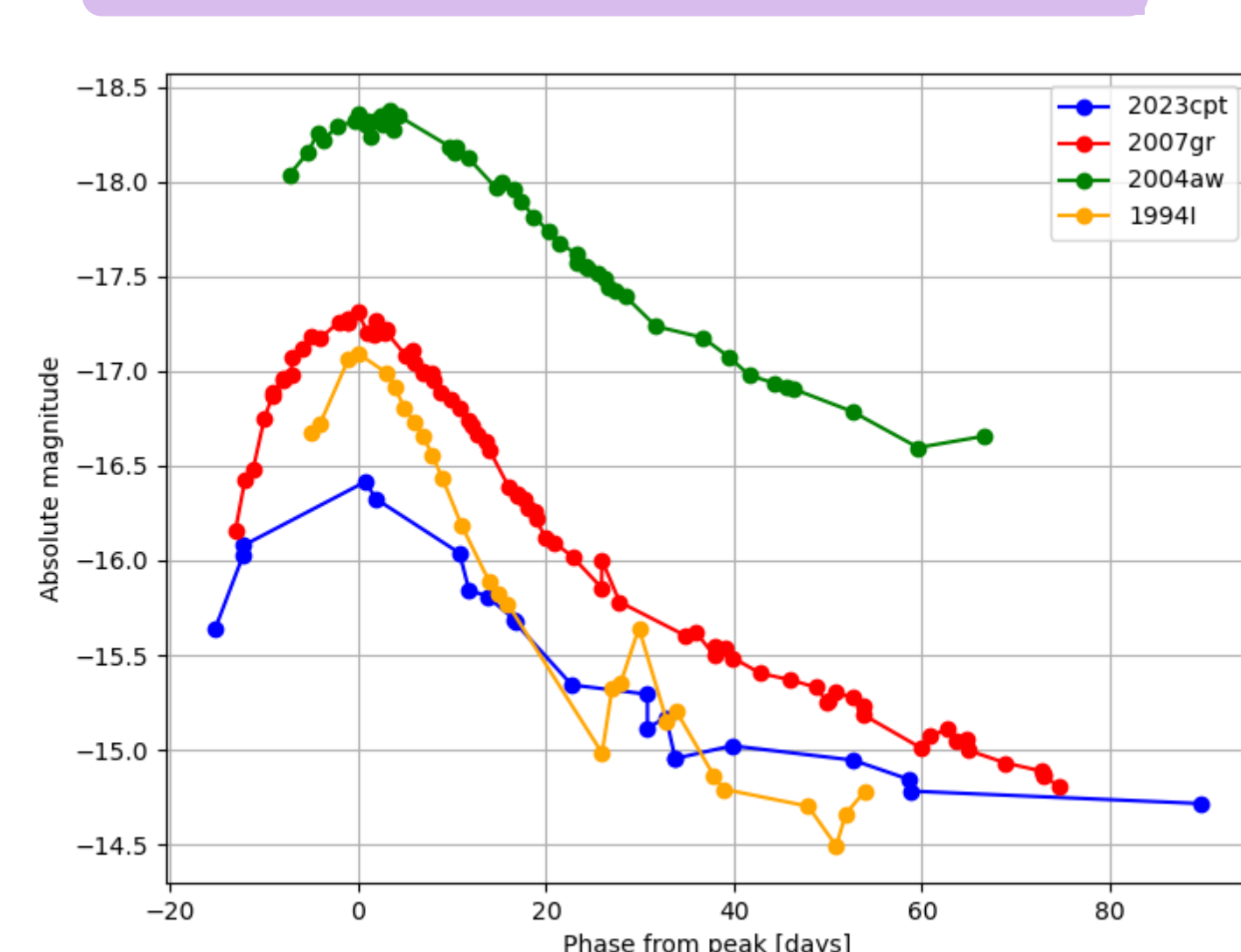
導出したB,Vの値はAAVSOの等級の誤差範囲内であった。Rc,Icの値も同様に近い値を導出しているとして測光を進めた。

4. Lightcurve

SN 2023cptのライトカーブ



Ic型超新星のR-bandの比較

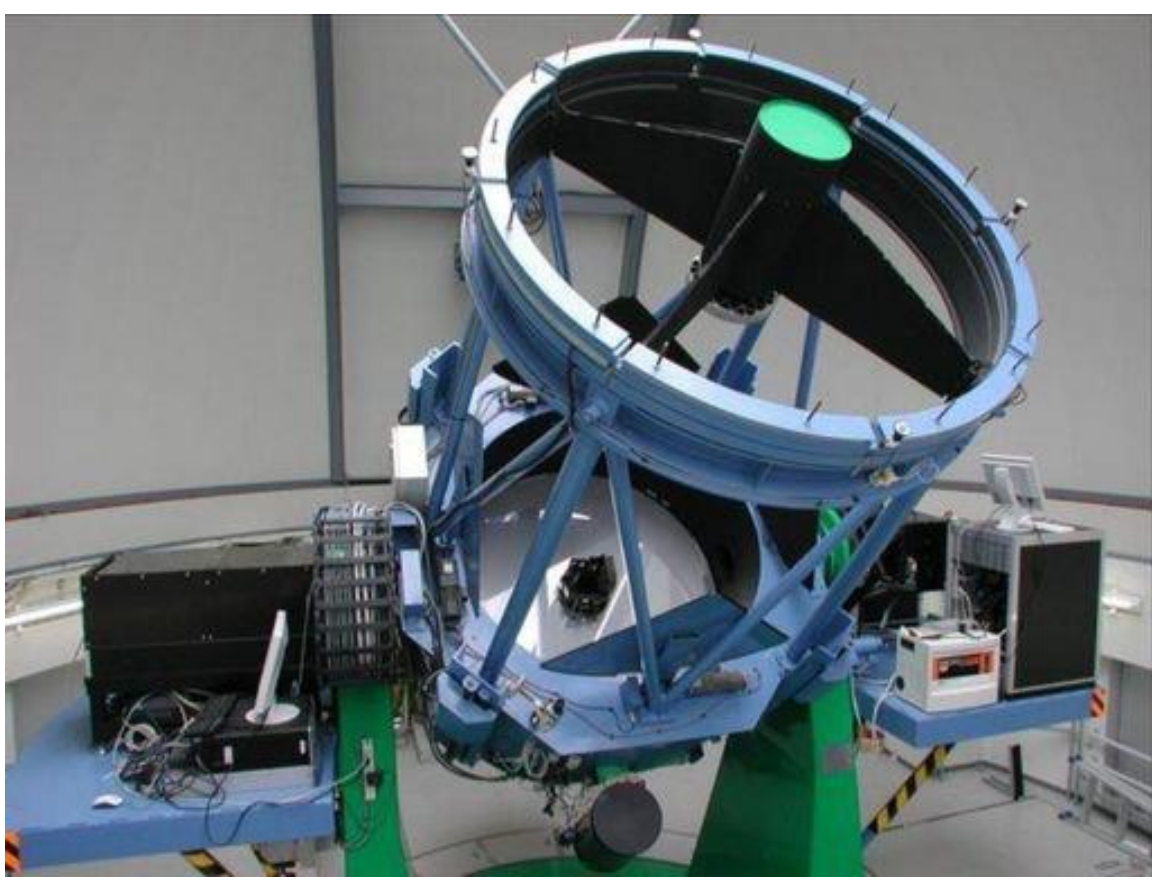


他のIc型超新星と比較して

- 絶対等級が暗い
- Peakからの減光が緩やか

	peak時のR-bandの絶対等級(mag)	減光率 (mag day ⁻¹)
SN2023cpt	-16.42	0.05
典型的なIc型超新星 (SN2007gr)	-17.29	0.06
明るいIc型超新星 (SN2004aw)	-18.35	0.03
減光が早いIc型超新星 (SN1994I)	-17.07	0.08

2. Observation and Object: SN2023cpt



かなた望遠鏡

HOWPol

(Hiroshima One-shot Wide-field Polarimeter)

- 可視 撮像、偏光、分光
- GRB自動観測

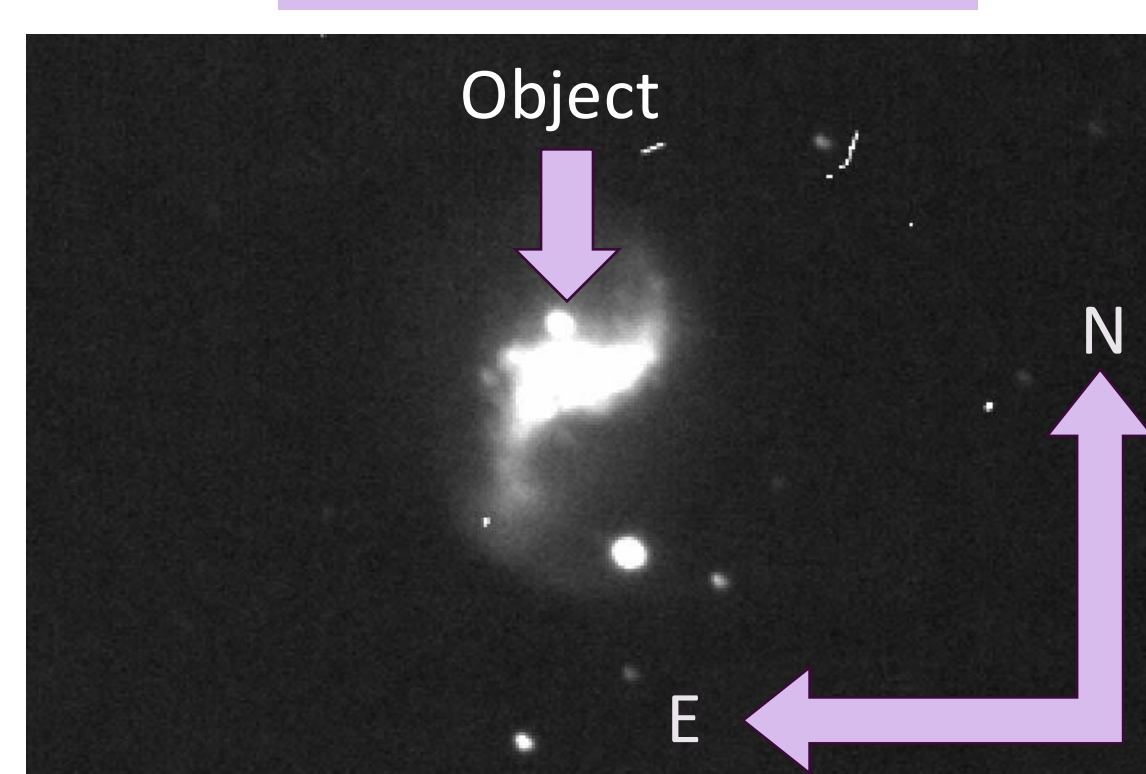
HONIR

(Hiroshima Optical and Near-InfraRed camera)

様々な撮像モード + 可視・近赤外同時取得

- 撮像
- 分光
- 偏光
- 偏光分光

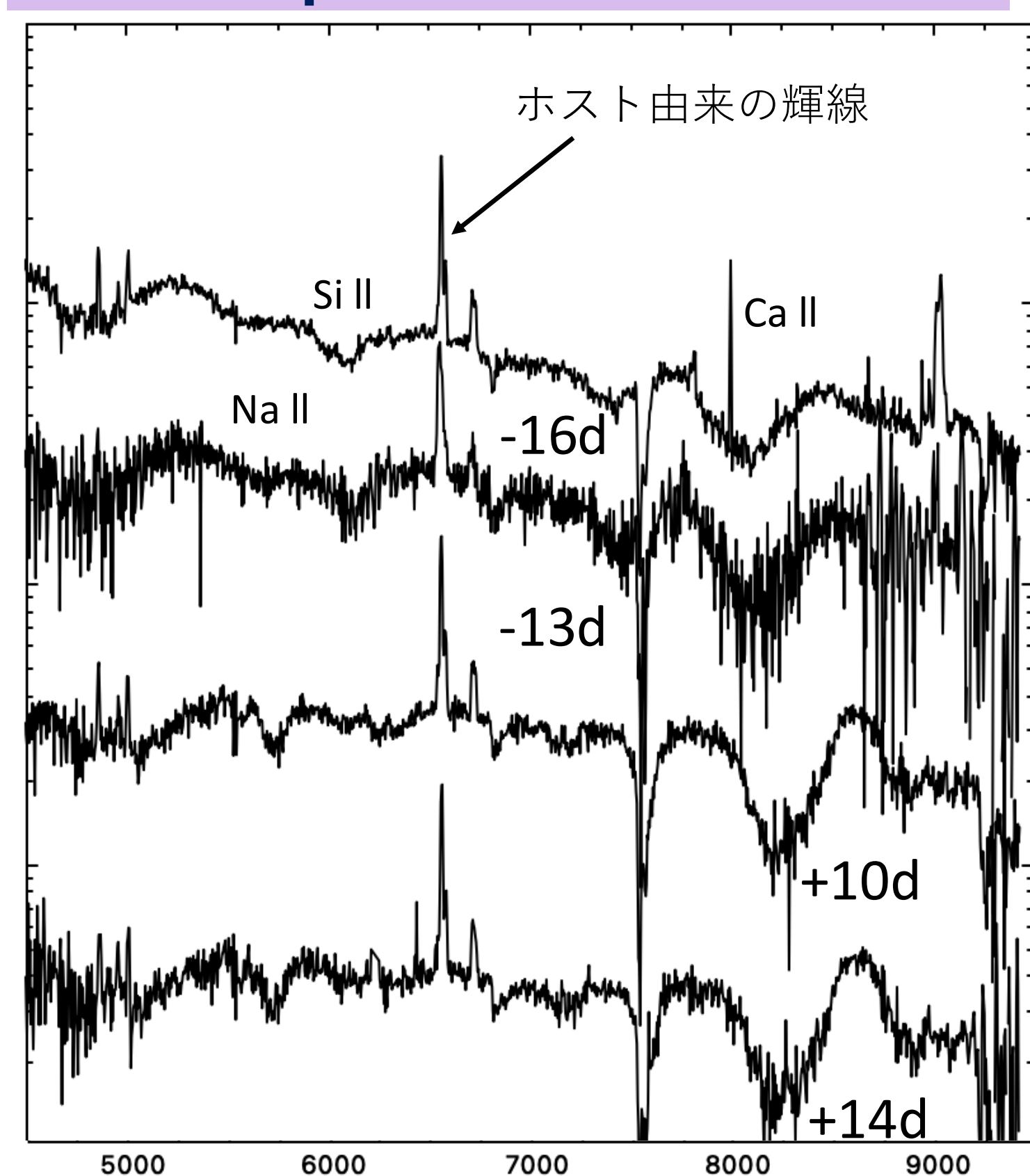
R-bandの画像



Host galaxy	NGC5915
Distance	21.41 Mpc
Discovery	2023/2/27
observation period	2023/3/2 ~ 2023/8/4

3. Spectral Evolution

SN2023cptのスペクトル

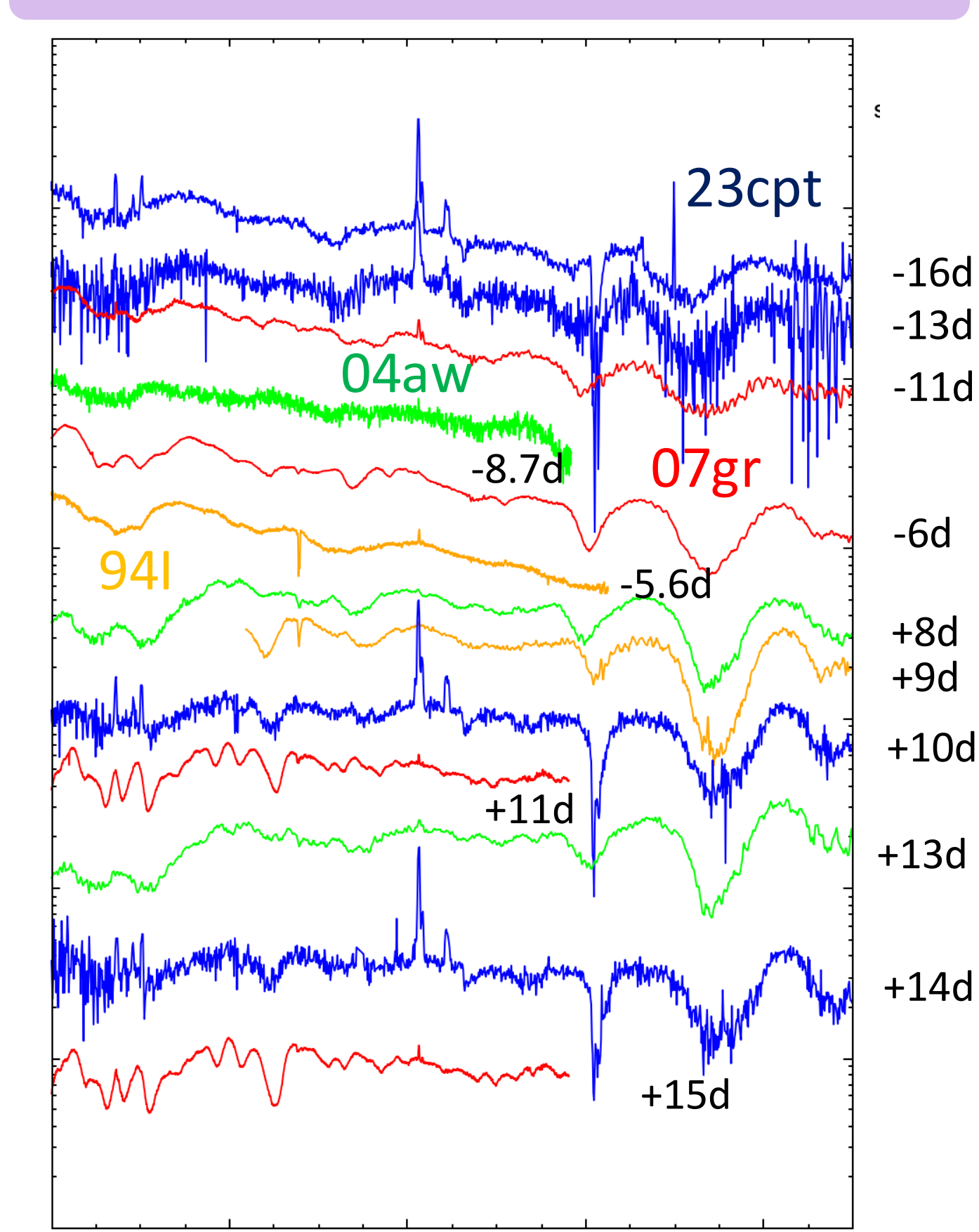


SN2023cptのスペクトルの特徴

→ Ic型超新星の特徴と一致

- Ca[II], Si[II]の吸収線が浅い
- 吸収線の進化が緩やか

Ic型超新星のスペクトルと比較



増光時のSi[II]の膨張速度

Phase from V-peak	膨張速度(km/s)
-16 day	1.28×10^4
-13 day	1.09×10^4

5. Progenitor Parameter

スペクトルから得られた膨張速度とSN2007grのパラメータから、SN2023cptの親星のパラメータを推定する。

Arnett modelの式

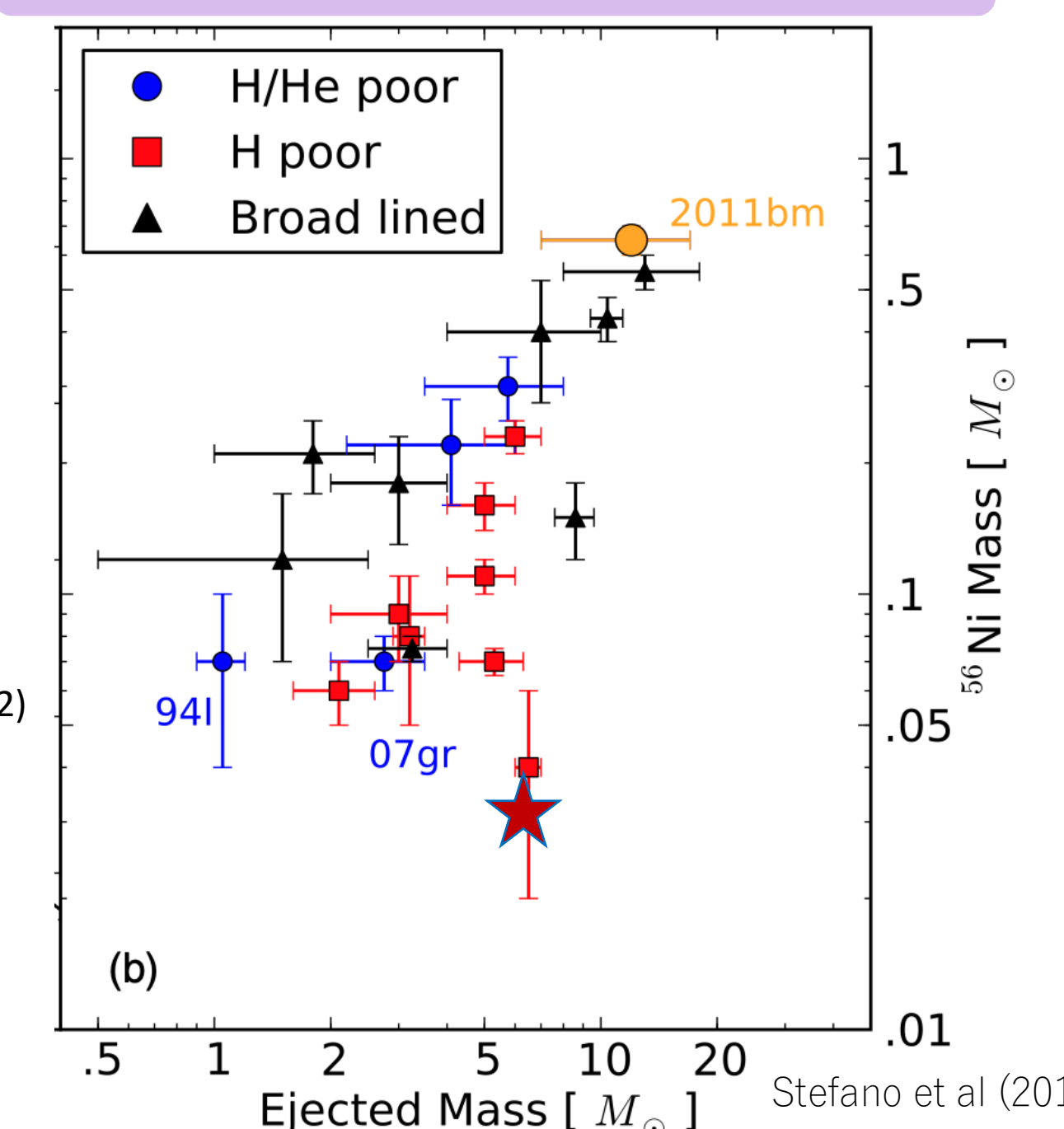
$$t_r \propto \kappa^{1/2} M_{ej}^{3/4} E_k^{-1/4} \text{ and}$$

$$v \propto E_k^{1/2} M_{ej}^{-1/2}$$

Arnett model (Arnett 1982)

t_r : 爆発からの増光日数 E_k : 爆発エネルギー
 M_{ej} : 放出質量 v : 膨張速度

放出質量と⁵⁶Ni質量の比較



SN2007grとSN2023cptのパラメータ

SNe	Rise time (d)	⁵⁶ Ni mass (M_{\odot})	Ejecta mass (M_{\odot})	Explosion energy (10^{51} erg)	Si II (km/s)
SN2023cpt	18-20	0.03	6-12	4-16	1.09×10^4
SN2007gr	12.3 ± 2.5	0.07 ± 0.02	2.0-3.5	1-4	9.34×10^3

Valenti et al. (2008a)

Summary

- Ic型超新星の中でも暗く、⁵⁶Ni質量が小さい超新星
- SN2007grと比べると絶対等級はより暗いが、減光率は低い
- ⁵⁶Ni質量と放出質量の関係から、親星は外層を大きく剥ぎ取られていたと考えられる。