

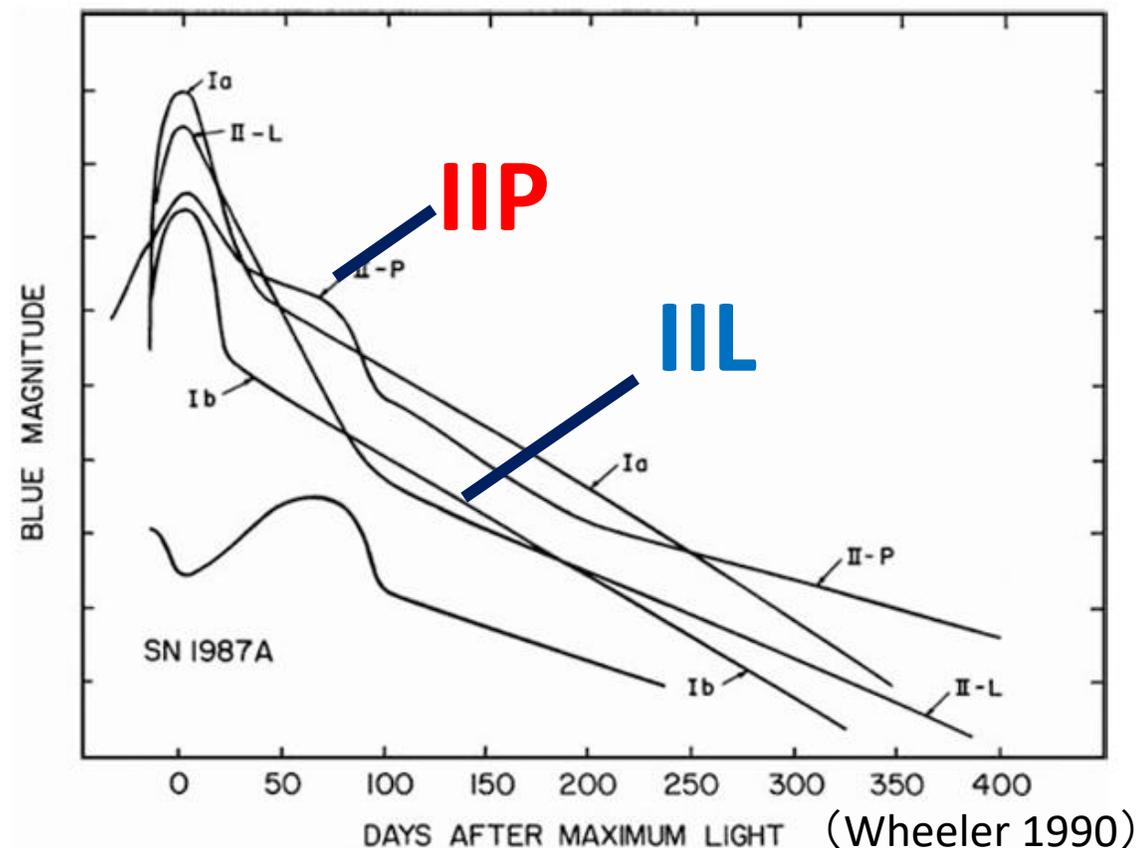
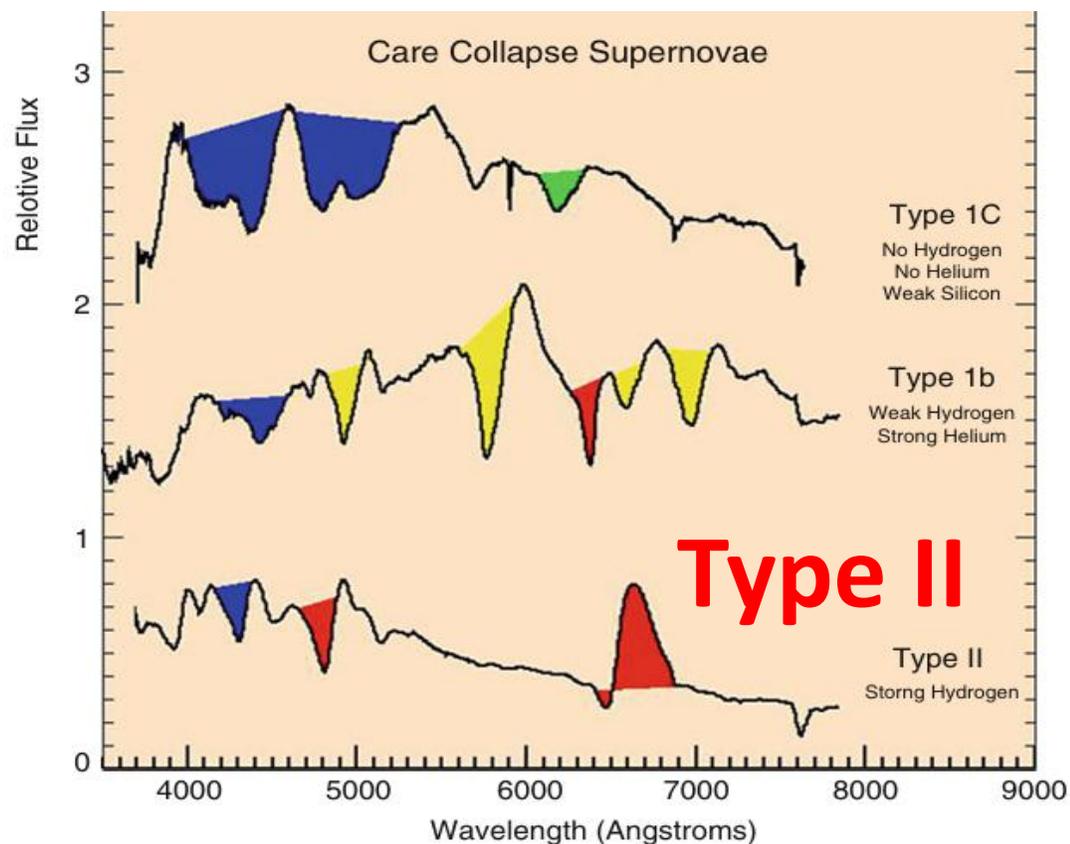
# 非常に明るい特異なIIP型超新星SN 2023gfoの観測的研究

---

鹿児島大学理工学研究科 1年 難波 莉子

# II型超新星

- ・ $8M_{\odot}$ 以上の星による重力崩壊によって引き起こされる
- ・スペクトルで水素のfeatureが見られる



# 超新星爆発の多様性

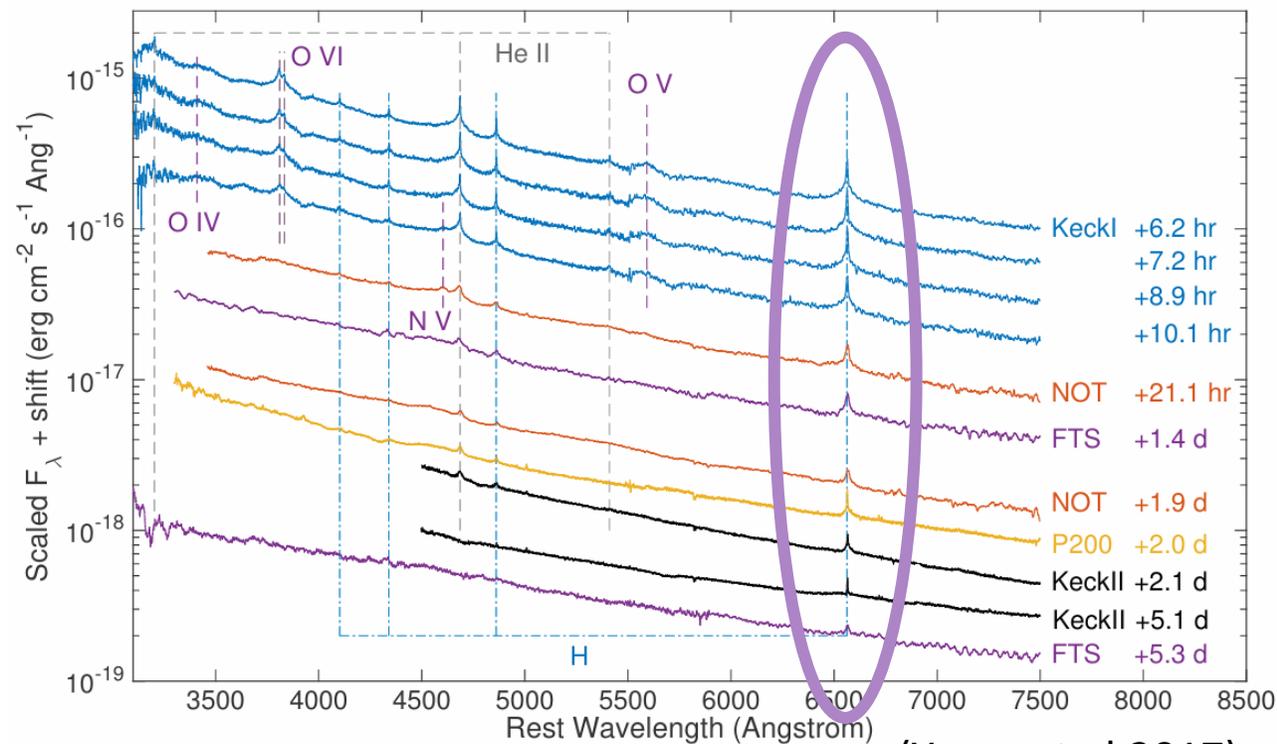
近年、突発天体の早期観測が活発に  
⇒特異な超新星が多く発見

SN2023ixfのように

dense CSM(星周物質)を持つType II

⇒爆発前の親星の多様性や活動性？

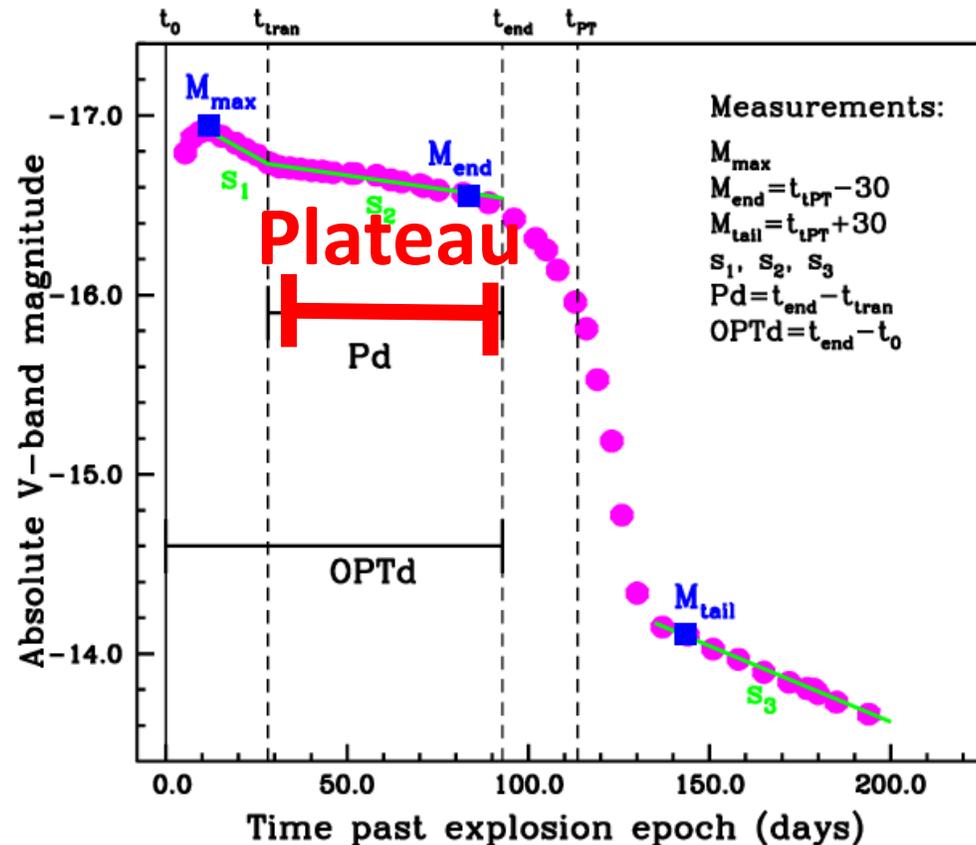
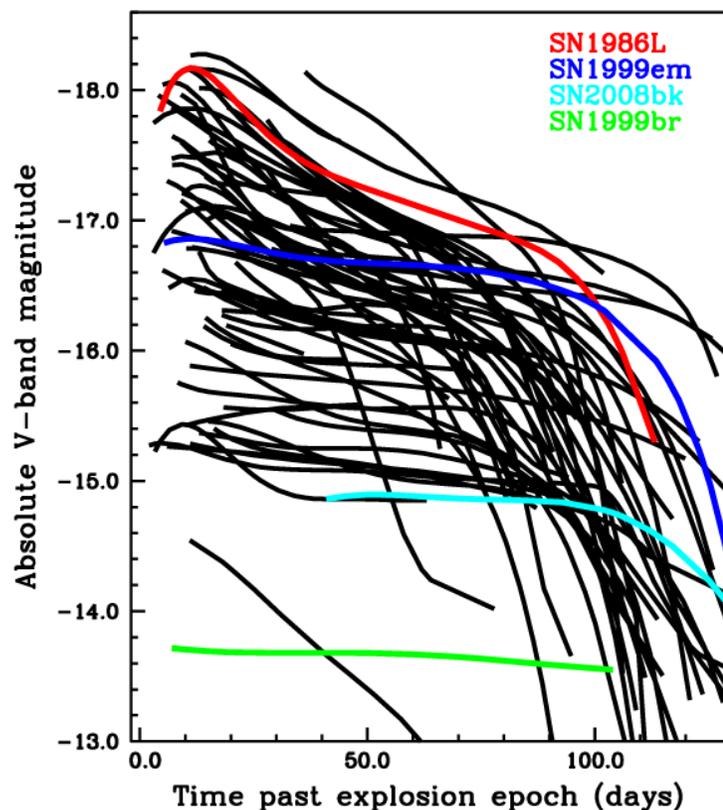
早期観測による  
CSM由来のH $\alpha$ 輝線



(Yaron et al.2017)

# IIP型超新星

- 光度が一定の時期を持つ(80~120日)
- 親星は赤色超巨星
- 重力崩壊型のうち6割を占める



## 絶対等級(Anderson 2014)

- peak-15~-18magに分布
- 光度が大きいほどプラトートの傾き大

# 本研究天体

Target: **SN 2023gfo**

発見日: 2023/4/20 (ATLAS, cband)

発見等級: 16.2 mag,

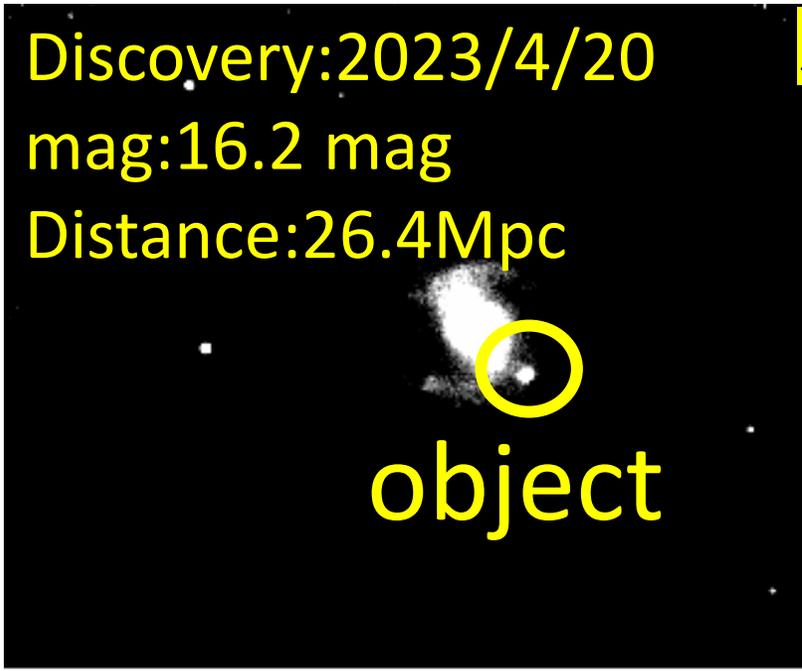
Host Galaxy: NGC 4995

距離: 26.4 Mpc (redshiftと独立)

Discovery: 2023/4/20

mag: 16.2 mag

Distance: 26.4 Mpc



object

# 観測

近赤外線観測: 鹿児島大学1m望遠鏡 (kSIRIUS)

可視光線観測: 広島大学1.5mかなた望遠鏡 (HOWPol), Growth India Telescope (GIT)

分光(R=500)観測: 京都大学岡山天文台  
せいめい望遠鏡 (KOOLS)

鹿児島大学1m望遠鏡

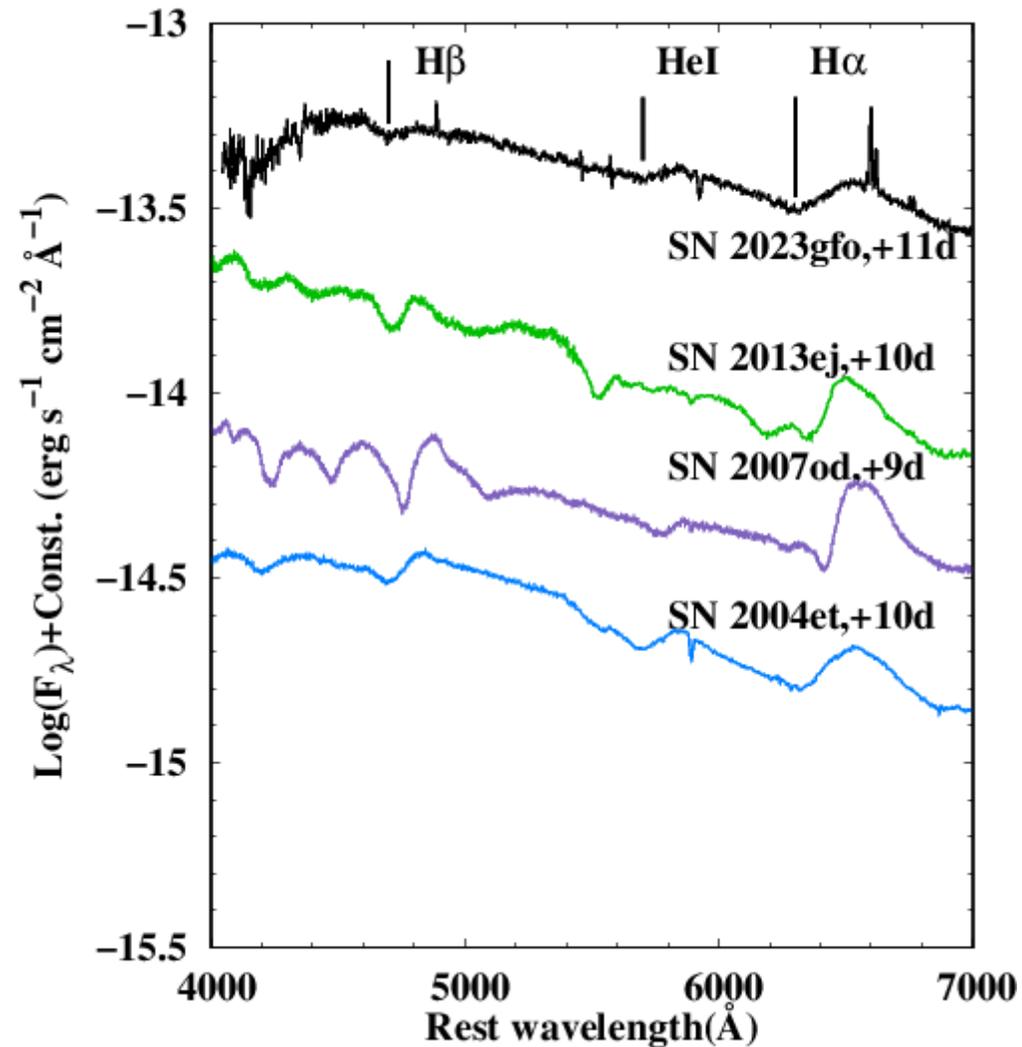
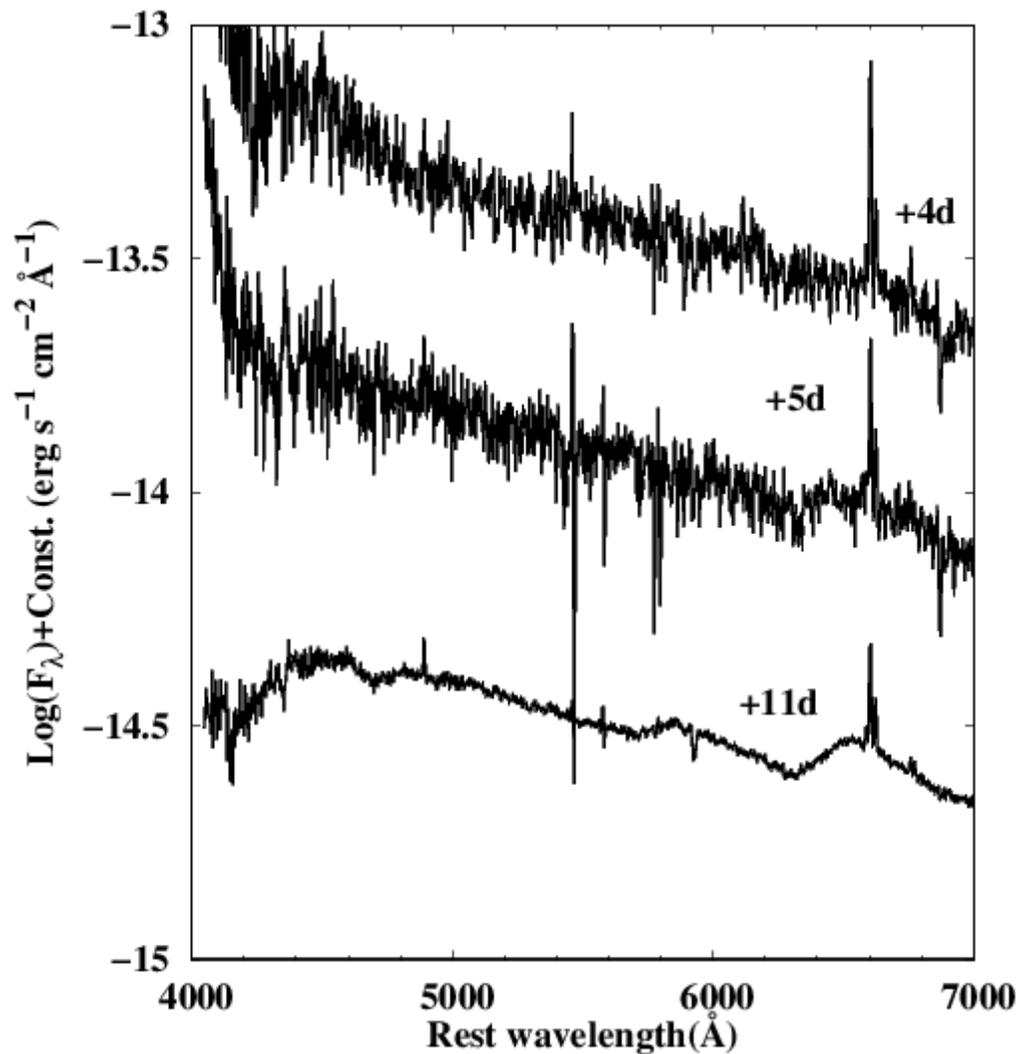


せいめい望遠鏡



かなた望遠鏡

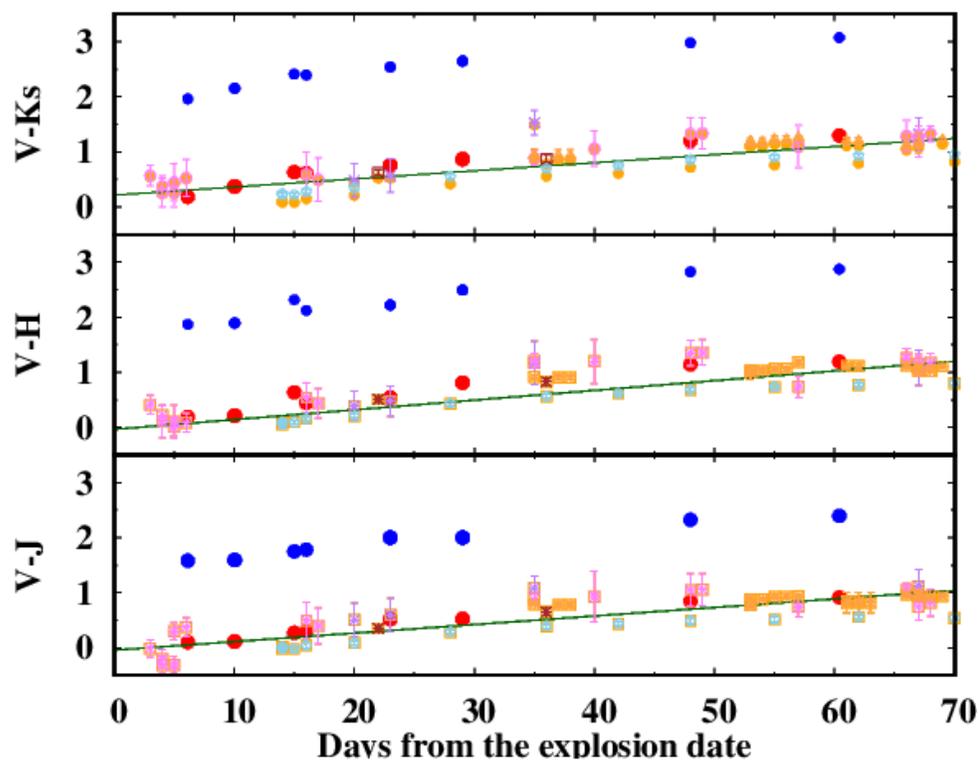
# 分光データ



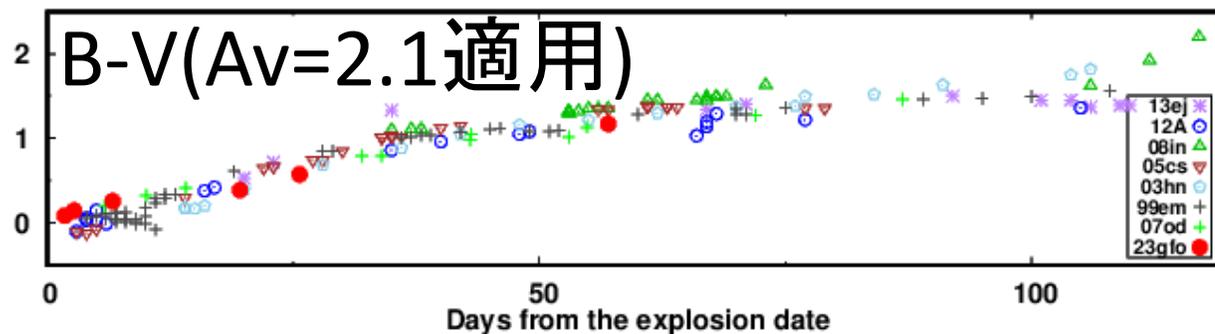
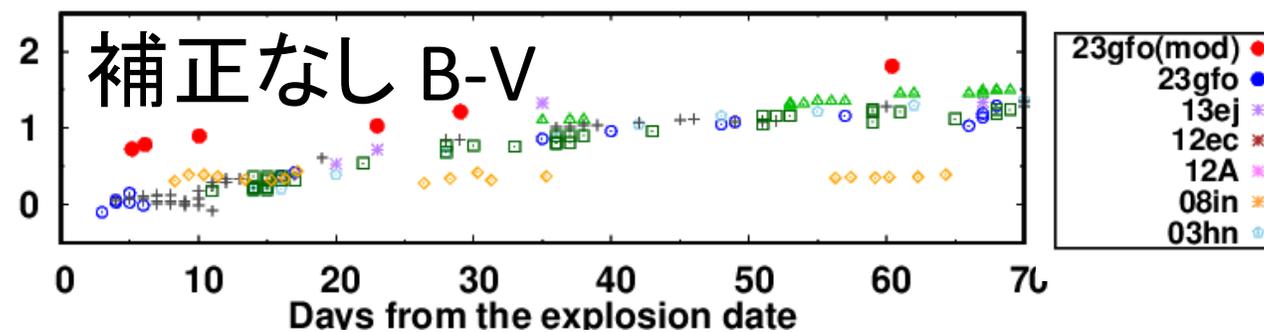
- H $\alpha$ 吸収線より、+11dの速度  $v_{23gfo} = 13800 \text{ km/s}$

# 減光補正

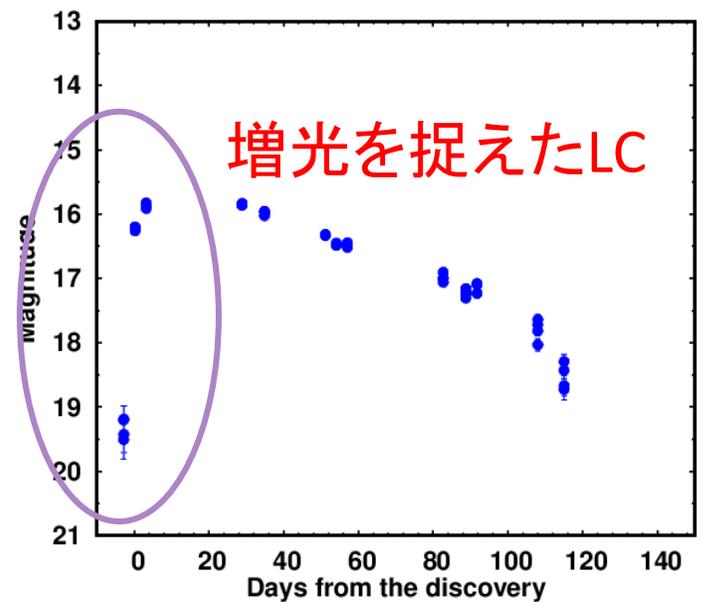
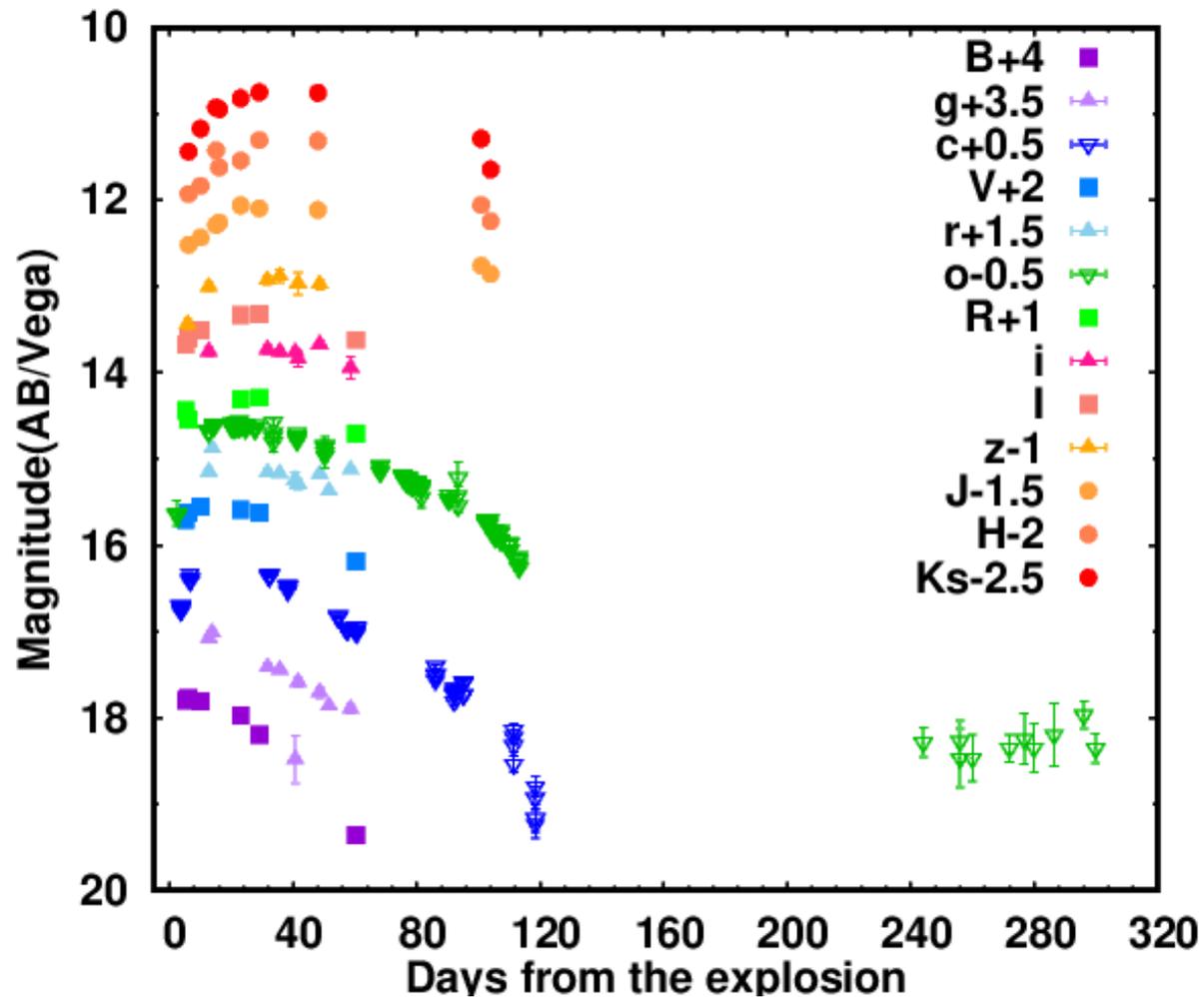
- SN2023gfoは赤く、可視光で暗い( $M_{vPeak}=15.6\text{mag}$ )
- B-Vで求めた減光量  $A_v=1.55\pm 0.6$  不定性大
- 近赤外線でも求めた減光量 $\Rightarrow A_v=2.1\pm 0.13$   $A_v=2.1$  採用



● 補正前データ



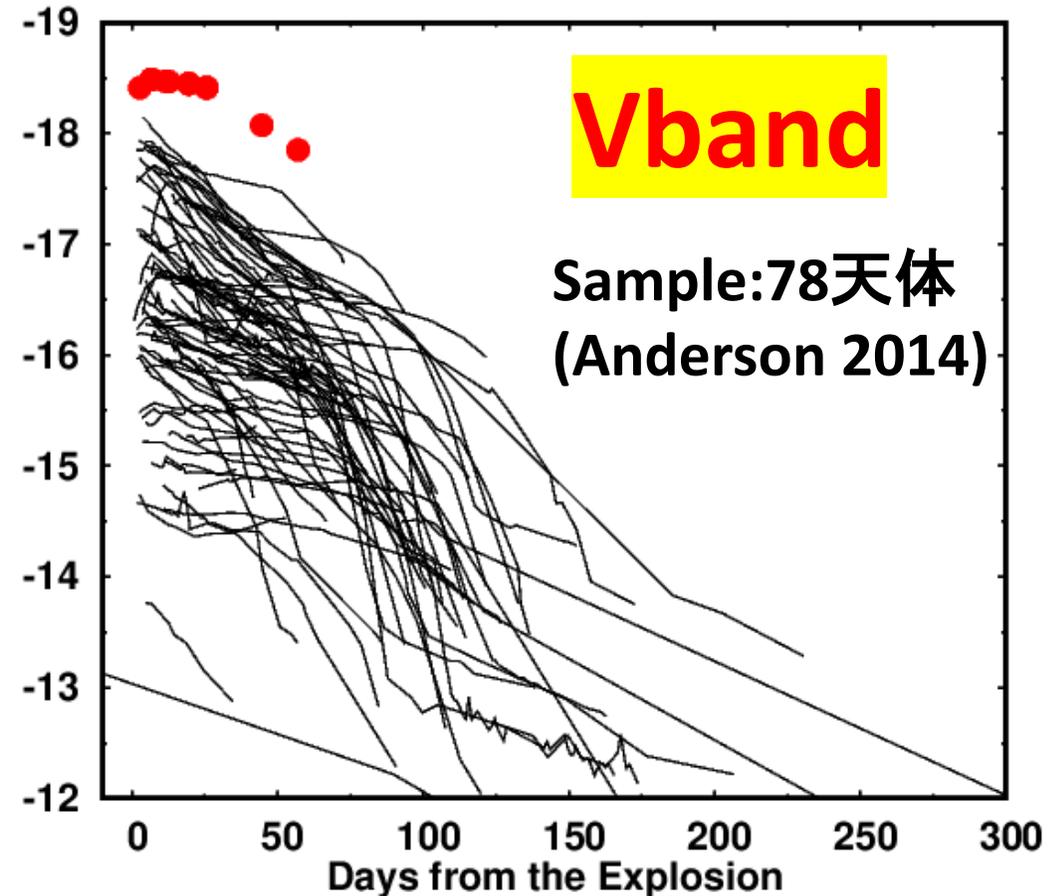
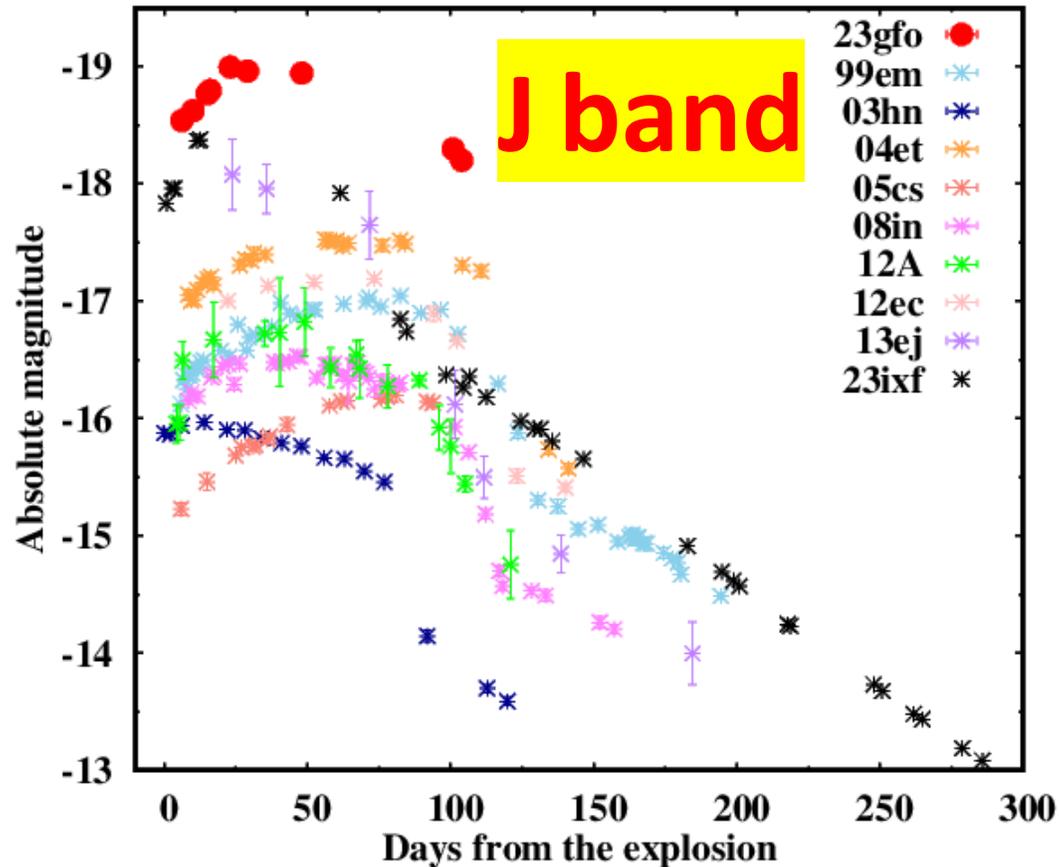
# Optical & NIR Light curve



- ・ATLASで増光発見(cband)  
→光度曲線より爆発日:MJD=60050.6
- ・**可視光LC**:爆発からすぐにpeakへ  
⇒+50日で約0.5~1等減光
- ・**NIR LC**:爆発後40日でpeak~緩やかに減光
- ・プラトー=109dと推定  
⇒一般的なプラトーの長さに相当

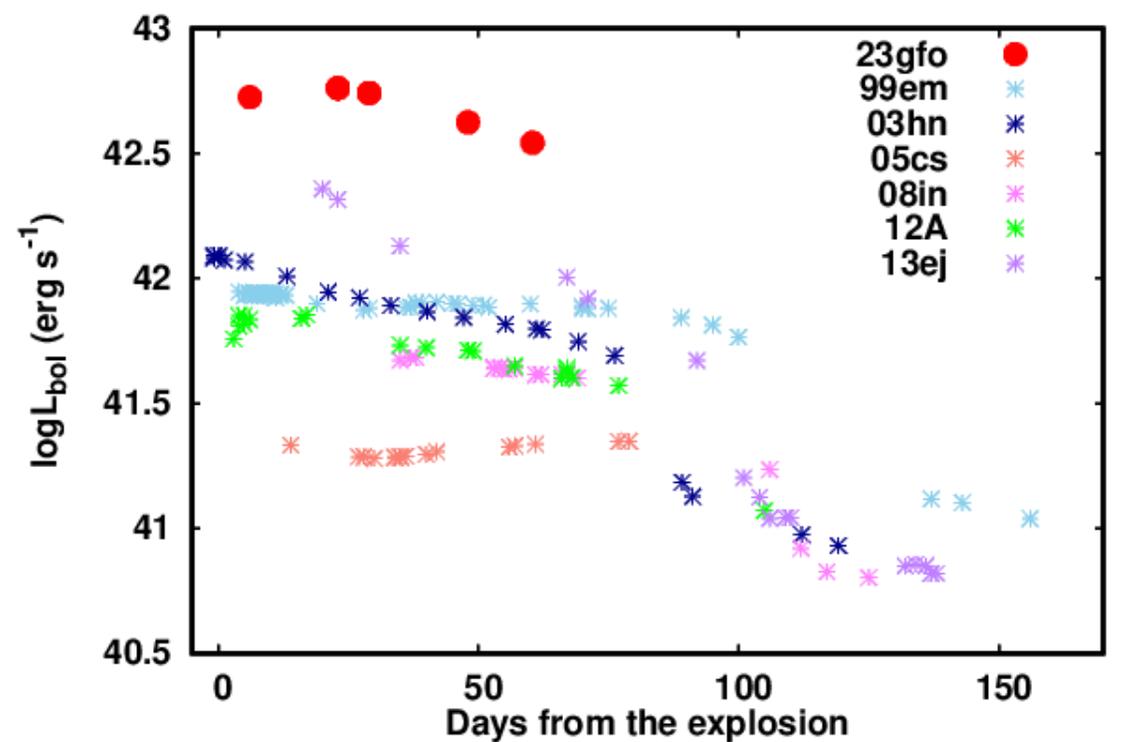
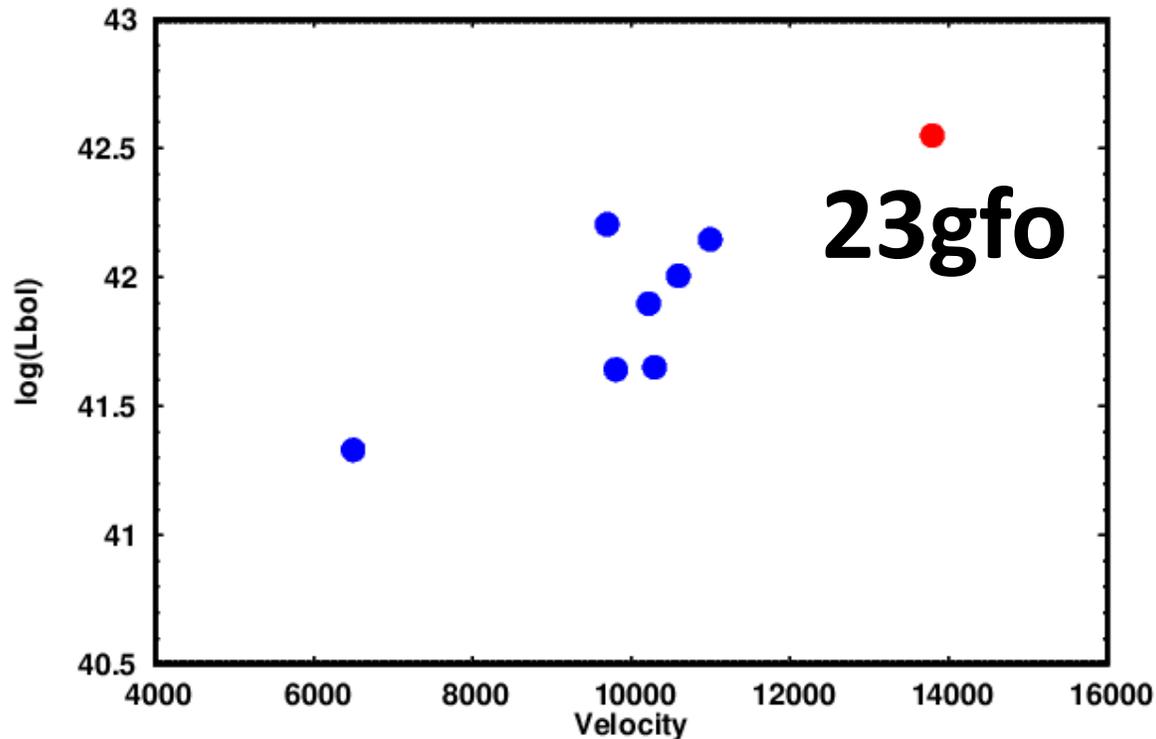
# 絶対等級Light curve

- Host Galaxyまでの距離は26.4Mpc (Tully Fisher法)
  - 近赤外線: 先行研究天体と比較して明るい
  - Vbandでもピーク-18.5magと比較天体の中でも明るい
- 観測史上最も明るいIIP型のひとつ??



# Bolometric LC

- ・先行研究天体と比較
- ・爆発初期から光度が非常に大きい。  
最大光度  $L_{bol} = 5.8 \times 10^{42}$  erg/s



## Luminosity vs velocity

- ・先行研究天体と比較  
⇒光度、速度ともに大きい
- ・光度と速度に正の相関  
⇒(Hamuy 2002)光度速度関係に従う

# 非常に大きな親星半径をもつSN2023gfo

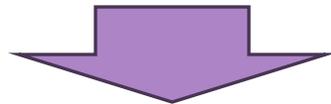
・SN 2023gfoの超新星および親星の物理量( $E_k, M_{ej}, R_{pro}$ )を  
(1)式(Kasen&Woosley2009)で求めた。

スケーリングのためSN 2005cs, SN 2008in, SN 2012Aの物理量を参照

$$\begin{aligned} t_{\text{sn}} &\propto E^{-1/6} M_{\text{ej}}^{1/2} R_0^{1/6} \kappa^{1/6} T_{\text{I}}^{-2/3}, \\ L_{\text{sn}} &\propto E^{5/6} M_{\text{ej}}^{-1/2} R_0^{2/3} \kappa^{-1/3} T_{\text{I}}^{4/3}. \end{aligned} \quad \text{--- (1)}$$

$E_k$ :爆発総エネルギー  
 $M_{ej}$ :ejecta質量  
 $R_{pro}$ :親星半径

	E(x10 <sup>51</sup> erg)	M(M <sub>☉</sub> )	R(R <sub>☉</sub> )
2023gfo	2.1	14	4488
Typical IIP	0.5	15	700



結果: SN2023gfoの親星半径は非常に大きい値

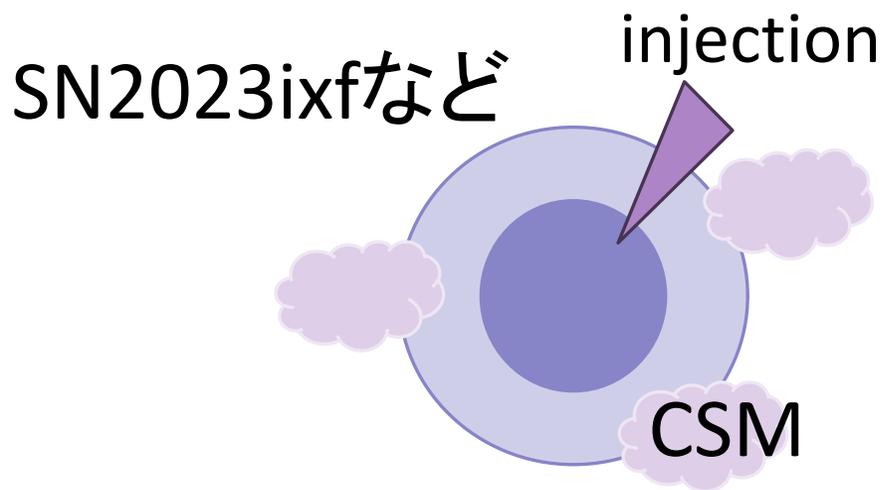
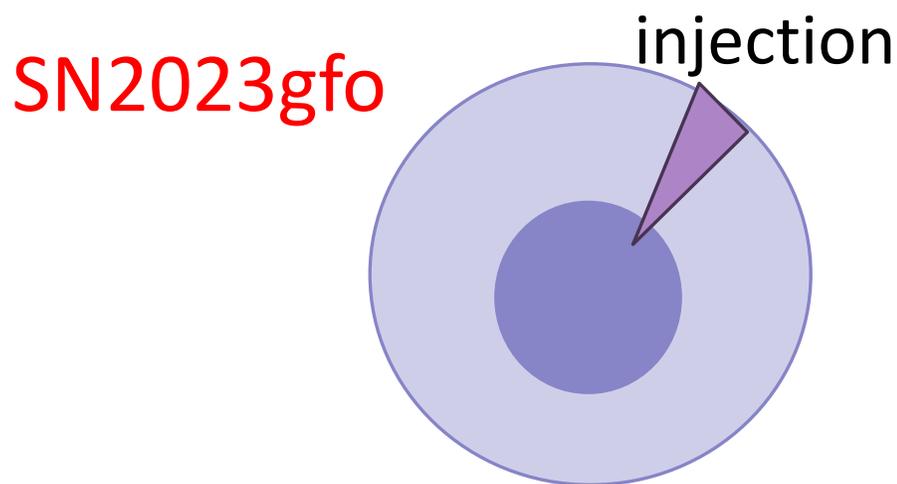
# 半径の大きい親星

半径が大きな超新星SN2009kf 半径: $6125R_{\odot}$ ,  $M_{v,tpt} = -18.4 \text{ mag}$

(Ouchi et al.2021)より、Pre-SN injectionが起こった可能性

同様にSN2023gfoもpre-SN injection が起こっている可能性?

Pre-SN injection:爆発前、外層内部でエネルギーが放出⇒半径が膨張



光度が非常に大きく、半径が大きい超新星の特性を説明可能

# Summary

- SN2023gfoは光度が非常に大きいIIP型超新星
  - 光度曲線よりプラト<sup>o</sup>ーの長さは109日
  - 爆発後11日のスペクトルからH $\alpha$ 速度を13800km/sと推定
  - Popov(1993)による解析よりSN2023gfoは非常に大きな半径を持つ
  - 大きな光度と半径をもつ超新星では、Pre-SN injectionが起こった可能性(Ouchi et al2021)
- ⇒SN2023gfoでもPre-SN injectionが起こった可能性がある
- なぜ親星がこのような多様性を持つのか解明されることが期待

