

●非常に赤い Type IIb SN 2010gi の早期観測●

○奥嶋貴子、川端弘治、山中雅之(広島大学)、新井彰(京都産業大学)、田中雅臣、前田啓一(東京大学)、磯貝瑞希(京都産業大学)、笹田真人、伊藤亮介、小松智之、大杉節、植村誠、吉田道利(広島大学)

序論 Type IIb SNe

- 水素 → 初期で見られるが後期では弱まる・消える。
- ヘリウム → 初期から見えているもの、後期で見られるもの(多様性有)



重力崩壊型超新星のうち、外層の水素をはぎとりつつある親星の爆発か(Type Ib/c SNe の仲間)?

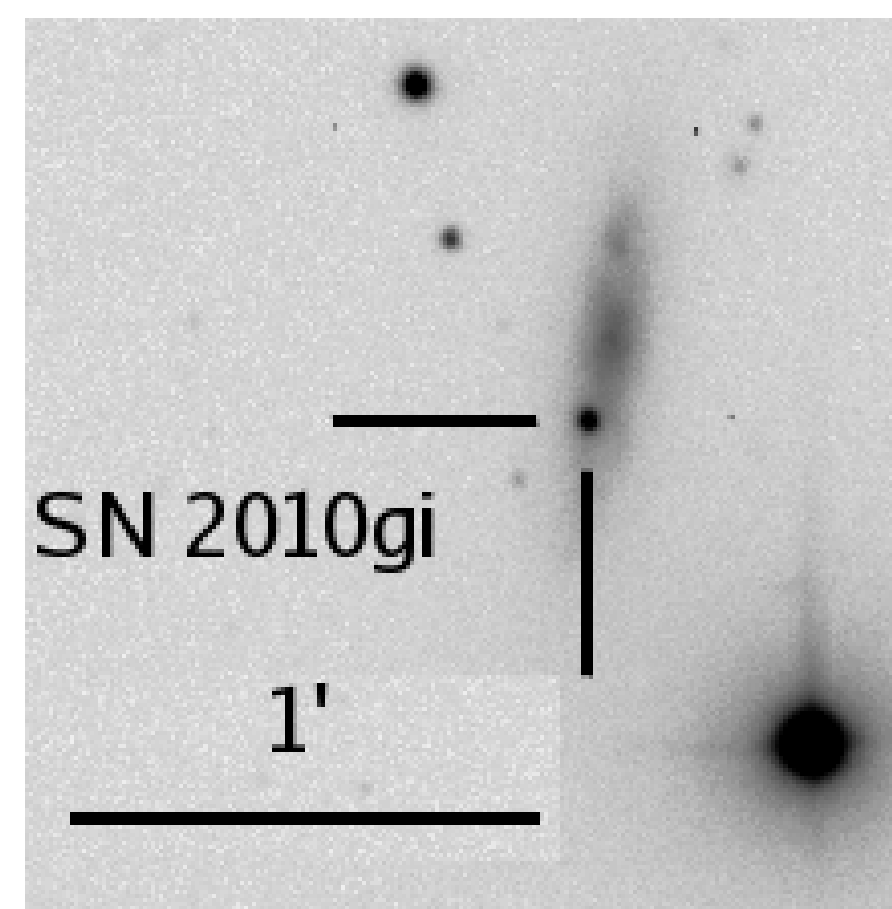
サンプル数の問題
(well-observed Type IIb SNe → SN 93J)

親星や進化の描像へ制限を与えるデータの必要性

- 様々な多様性をもつ Type IIb SN
 - 水素、ヘリウムの挙動
 - 各元素の速度変化および light curve
 - ...運動 E および 質量 → 親星の形態の正体に迫る
- 親星の構造は環境に依存するか?
 - 母銀河の金属量と運動エネルギーの関係は?

観測 SN 2010gi

2010/07/18.51 (UT)
host $z = 0.004146$
 $m - M \sim 31$



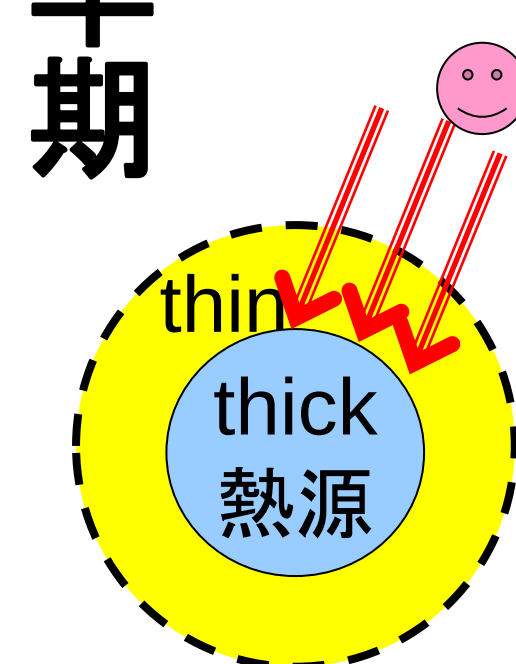
* 広島のアマチュア天文家・坪井氏によって発見

最近の超新星サーベイの傾向

- * 暗い銀河でのサーベイの発達
- 特異な環境(低金属量)
- **新種の超新星の発見**

超新星の進化

早期



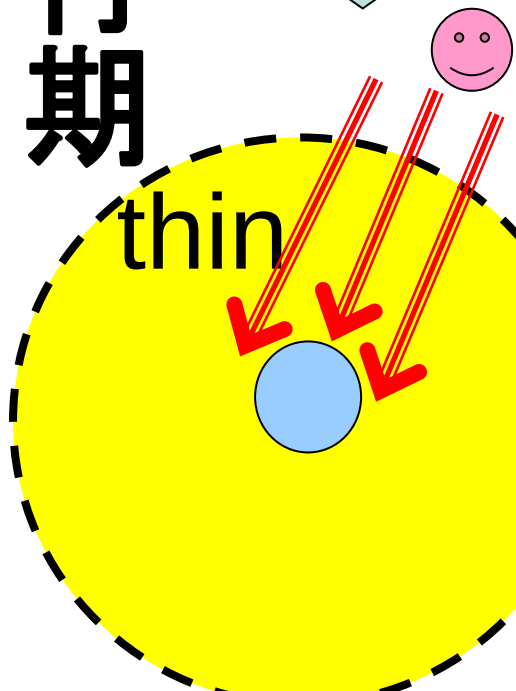
* 超新星成分が明るく光る
かなた・荒木望遠鏡による
測光・分光解析

(測) → ライトカーブより、 M_{ej} 、
bolometric light curve を求める

(分) → 外層の成分分布・速度

測光 かなた(広島大) 7/19 - 10/6
分光 荒木(京産大) 7/19 - 8/31

移行期



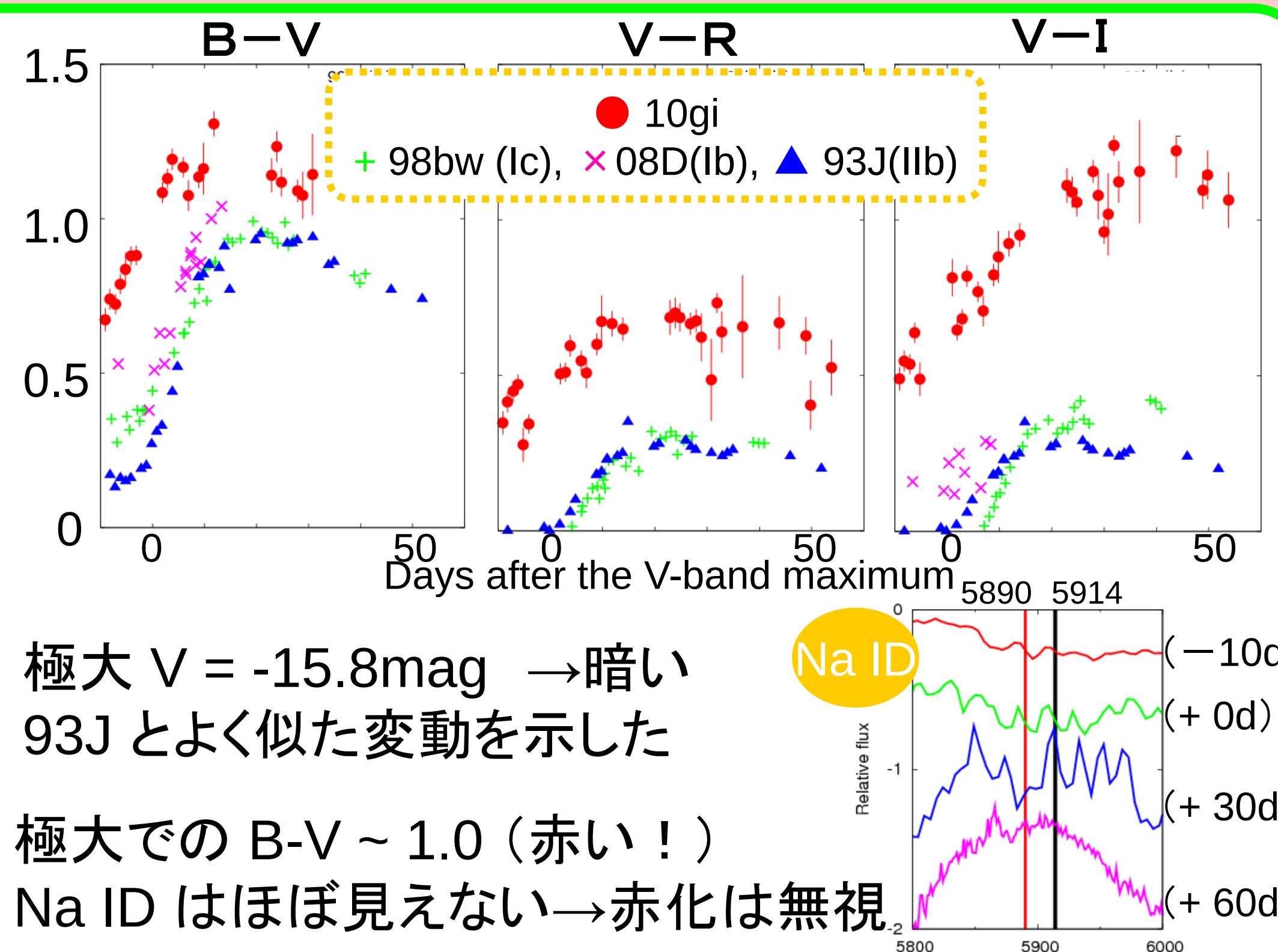
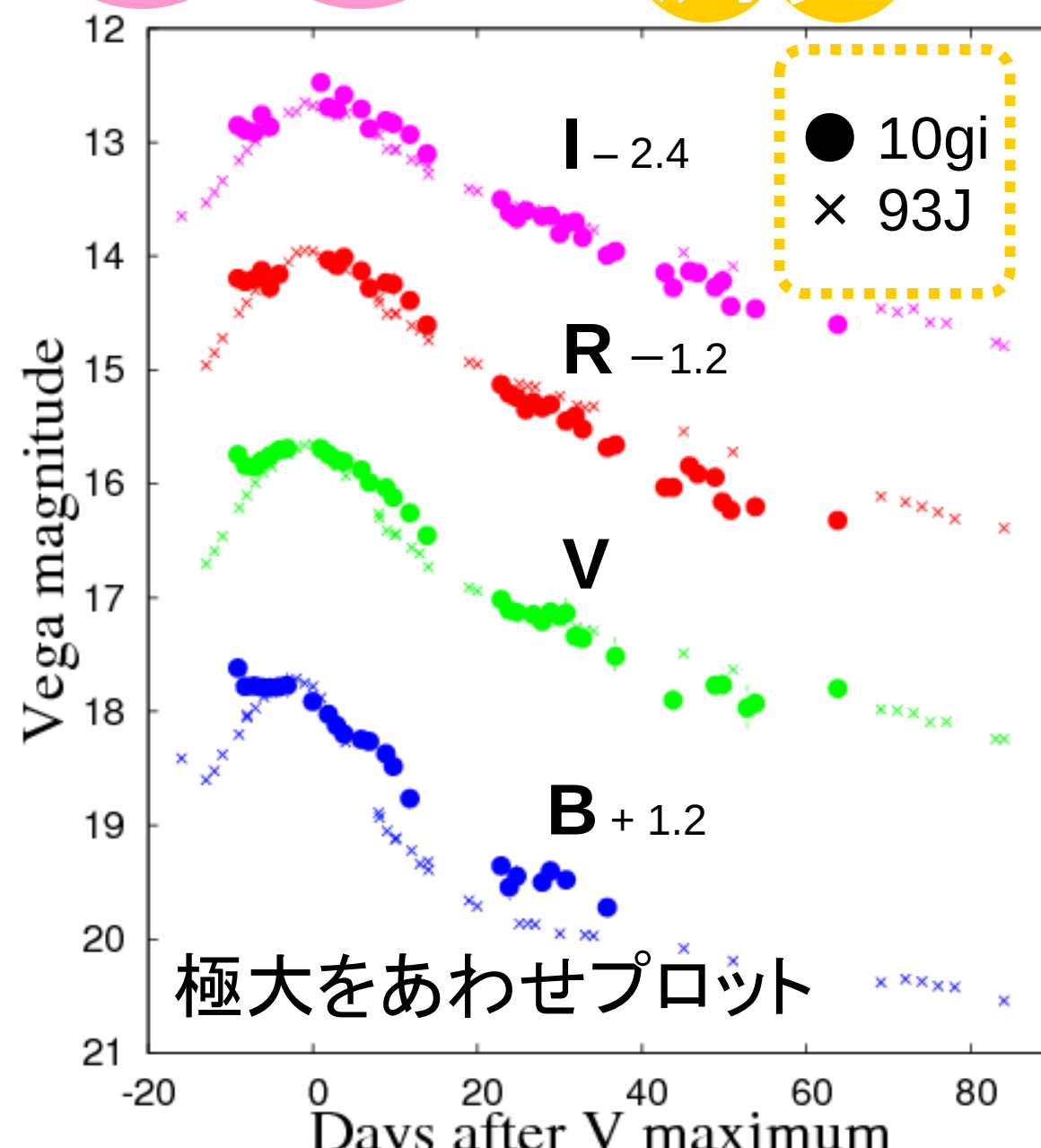
* 超新星本体の成分は暗くなる
→ 母銀河成分が見える

すばる望遠鏡による分光解析
(分) → 内層の成分分布・速度
→ 母銀河の金属量

分光 すばる 9/30
極大から +60 日目

結果

測光

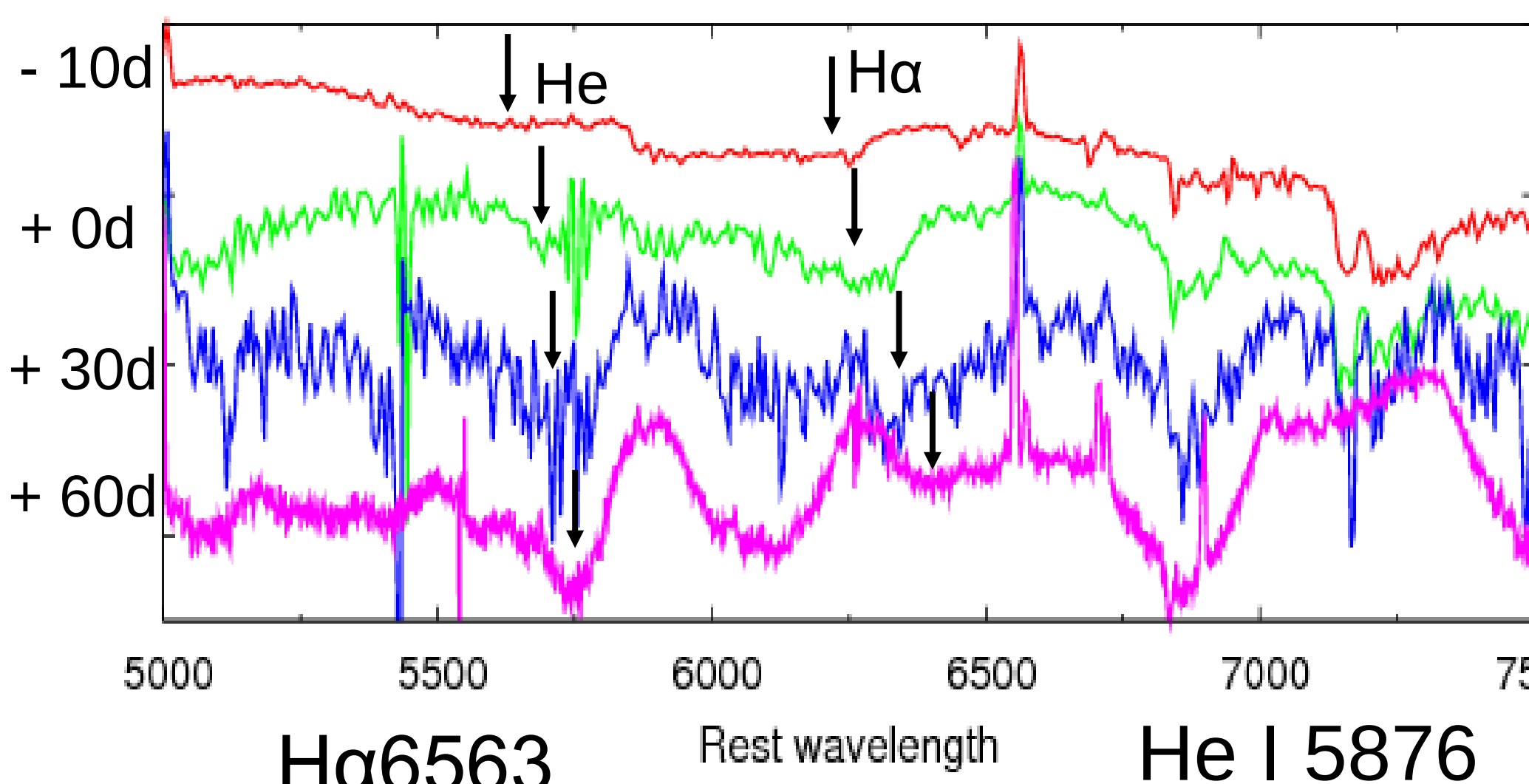


極大 $V = -15.8\text{mag}$ → 暗い
93J とよく似た変動を示した

極大での $B-V \sim 1.0$ (赤い!)
Na ID はほぼ見えない → 赤化は無視

分光

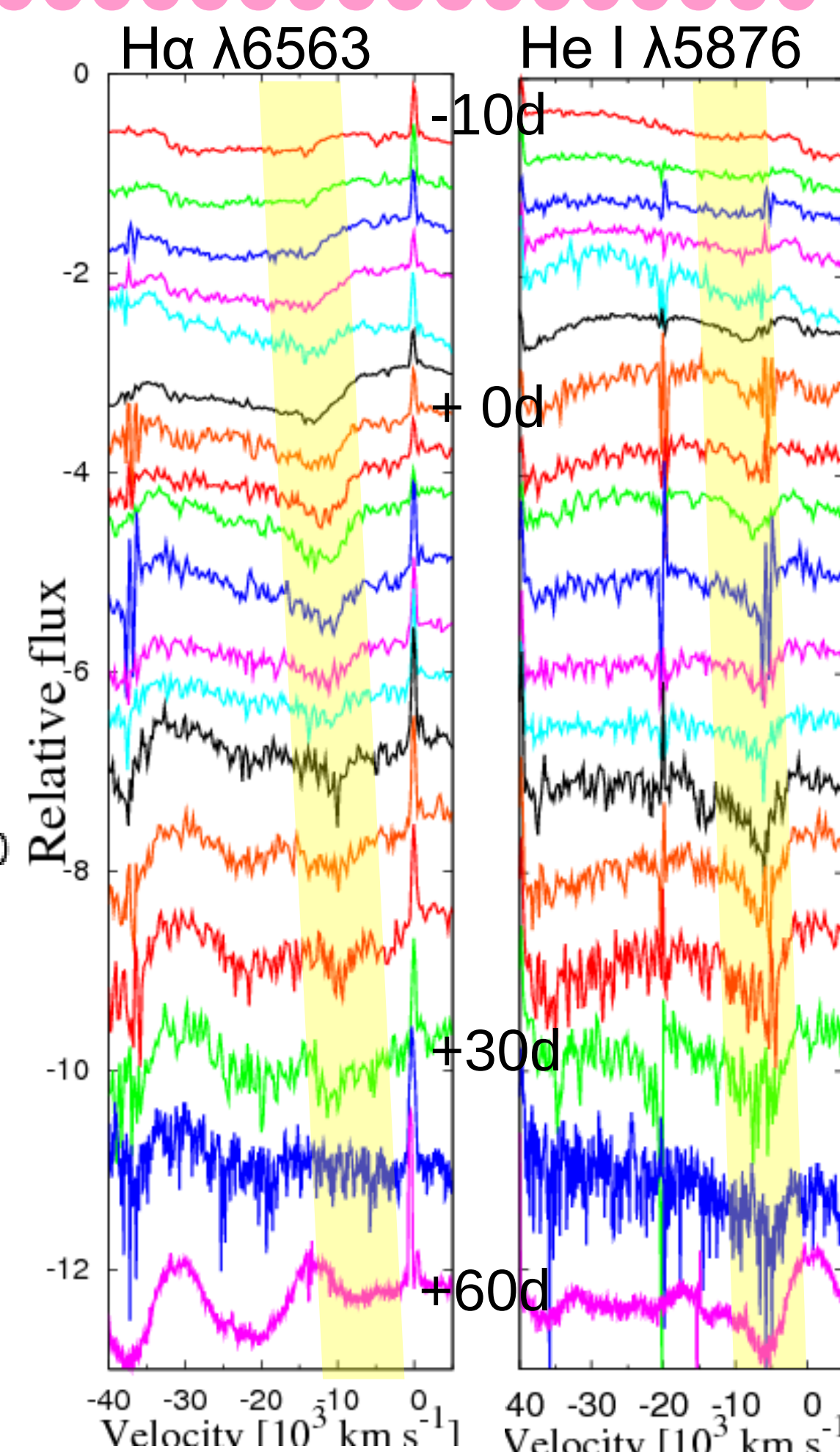
荒木望遠鏡(京産大)で -10d ~ +30d、すばる望遠鏡で +60d のスペクトルを取得した。



初期に見られた水素は次第に遅くなり、8/30 (+30d)に消えた。

初期... "箱型" プロファイル(速度幅は2万km/s) ⇒ 速度の異なる二成分に

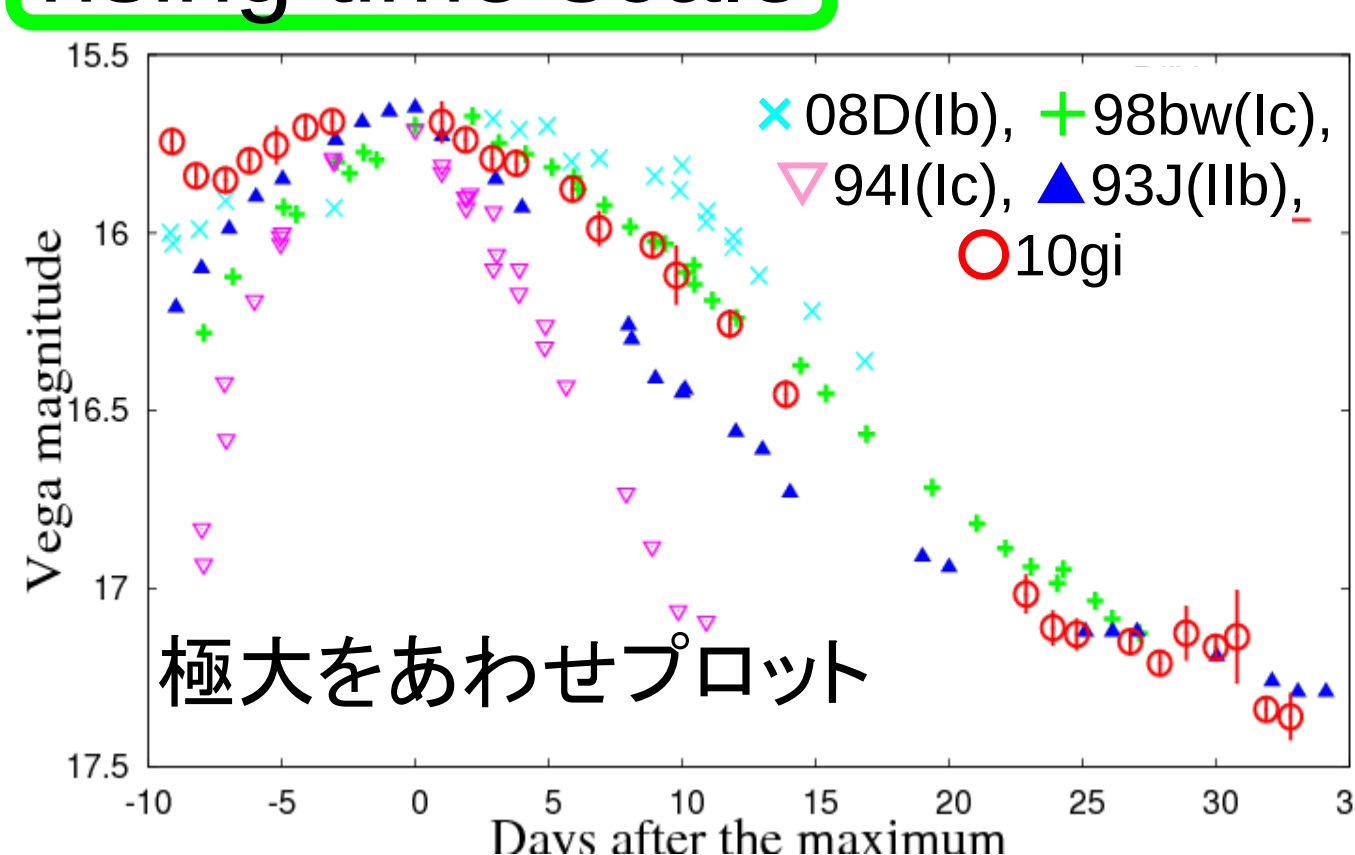
次第にラインが深くなっていった。
He I 6678, 7065 でも同じような傾向が見られた。



議論

- 1) M_{Ni} を求める
- 2) E_k を求める

rising time scale



観測値 $L_{max} \sim 4.1 \times 10^{41} \text{ erg}$,
 $t_r \sim 12-18 \text{ days}$

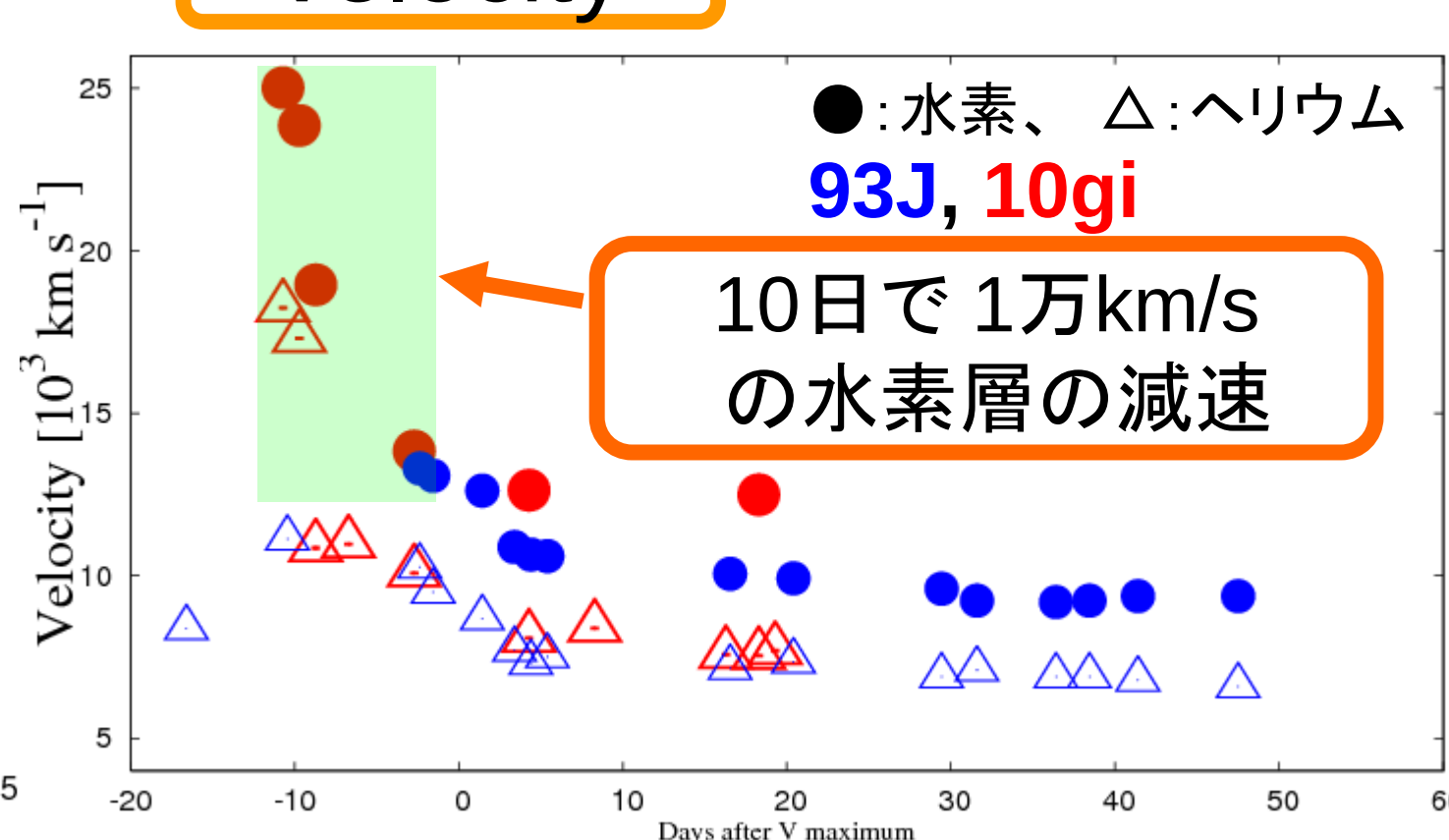
導出式

$$L_{max} = \left(6.45 e^{\frac{t_r}{8.8d}} + 1.45 e^{\frac{t_r}{11.3d}} \right) \times \left(\frac{M_{Ni}}{M_{\odot}} \right) \times 10^{43} \text{ erg/s}$$

$$M_{Ni} \sim 0.014 - 0.021 M_{\odot}$$

親星の形態(質量など)へ迫る

velocity



観測値 $v \sim 8 - 10 \times 10^3 \text{ km/s}$

94I との比で求める

$$t_r \propto K^{1/2} \cdot M_{ej}^{3/4} \cdot E_k^{-1/4}$$
$$v \propto E_k^{1/2} \cdot M_{ej}^{-1/2}$$

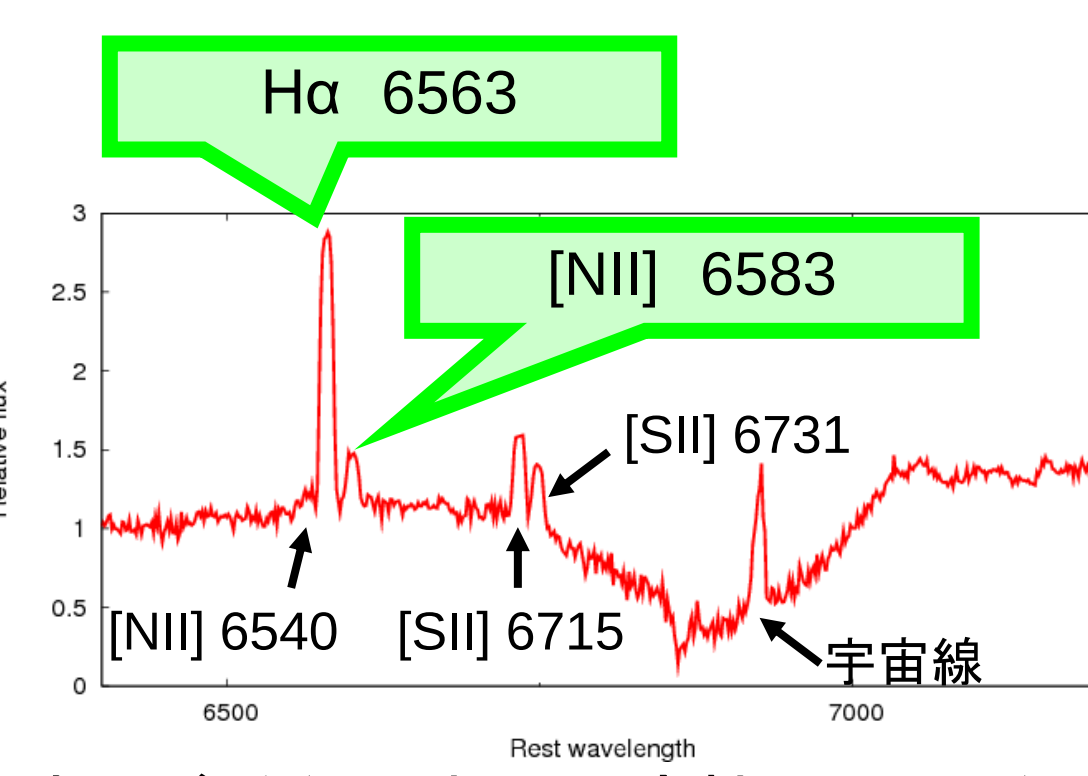
$$M_{ej} \sim 1.2 - 2.6 M_{\odot}, E_k \sim 0.7 - 1.7 \times 10^{51} \text{ [erg/s]}$$

- 3) metallicity を求める

親星の出来る環境との関係はあるか?

$$N2 = \log \left(\frac{[NII] \lambda 6583}{H\alpha} \right)$$
$$12 + \log \left(\frac{O}{H} \right) = 9.37 + 2.03 \times N2 + 1.26 \times N2^2 + 0.32 \times N2^3$$

Pettini & Pagel (2004)



波長が近く、吸収の不定性によりにくい

$$10gi \Rightarrow 12 + \log(O/H) \sim 8.34(6)$$

平均値

Type Ib ... 8.66
Type Ic ... 8.626
Type II ... 8.58
(Anderson+, 2010)
GRB-SNe ... 7.60
(Modjaz+, 2008)

通常の

Type Ib/c, II より低金属量
しかし GRB SNe ほど低くは無い

まとめ

・我々は、広島大学かなた望遠鏡、京都産業大学荒木望遠鏡を用いて、Type IIb SN 2010gi の密な観測に成功した。
→ 貴重な Type IIb SN の良いサンプルを取得。

・Na ID から、星間赤化は無視可能であり、10gi は本質的に非常に暗く、赤いことがわかった。

・H α は得意なプロファイルを示し、また10日で1万 km/s の急激な減速を示した。

・低い光度から小さい M_{Ni} が見積もられた。(赤化の不定性?)

・親星の形態と環境の関係について議論した。... やや金属量は低い。

	極大 V	増光 t_r	減光	color B-V	速度 10^3 km/s	運動 E 10^{51} erg/s
93J	-14.3	>10	-	0.3	8-10	1.2-1.3
94I	-16.1	10	速い	0.6	10	1
10gi	-15.8	12-18	遅い	1.0	8-10	0.7-1.7

M_{ej} から main-sequence mass ($M_{MS} \sim 10-20 M_{\odot}$) を求めることが出来る

● $E_k - M_{MS}$ については、93J および 94I と同じ、典型的な超新星のもつ値 ($\sim 1 \times 10^{51} \text{ erg}$) に位置。

● しかし $M_{Ni} - M_{MS}$ については、93J および 94I の典型値 ($\sim 0.08 M_{\odot}$) より小さい M_{Ni} を示す。

放射物質量は典型的ながら、Ni 合成量は典型値の数分の一