

Ca-rich トランジエント iPTF15eqvの可視近赤外解析

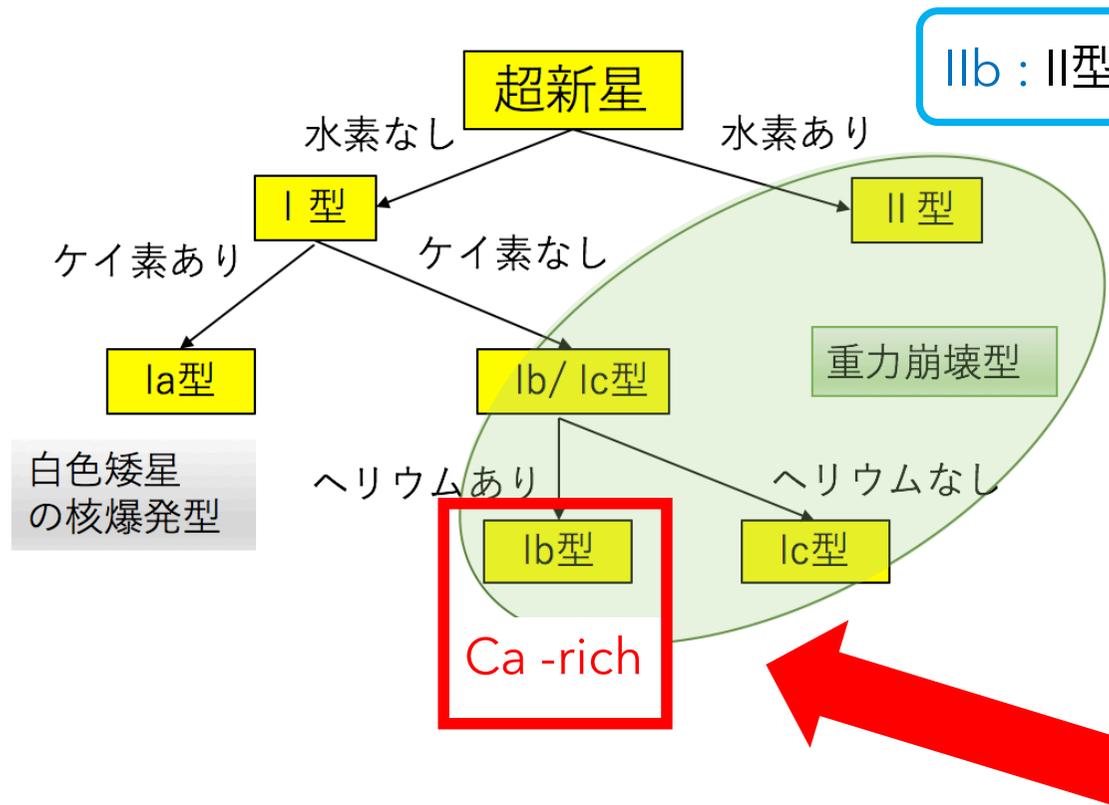
連星系・変光星・低温度星研究会2017

広島大学 河原 直貴 (M2)

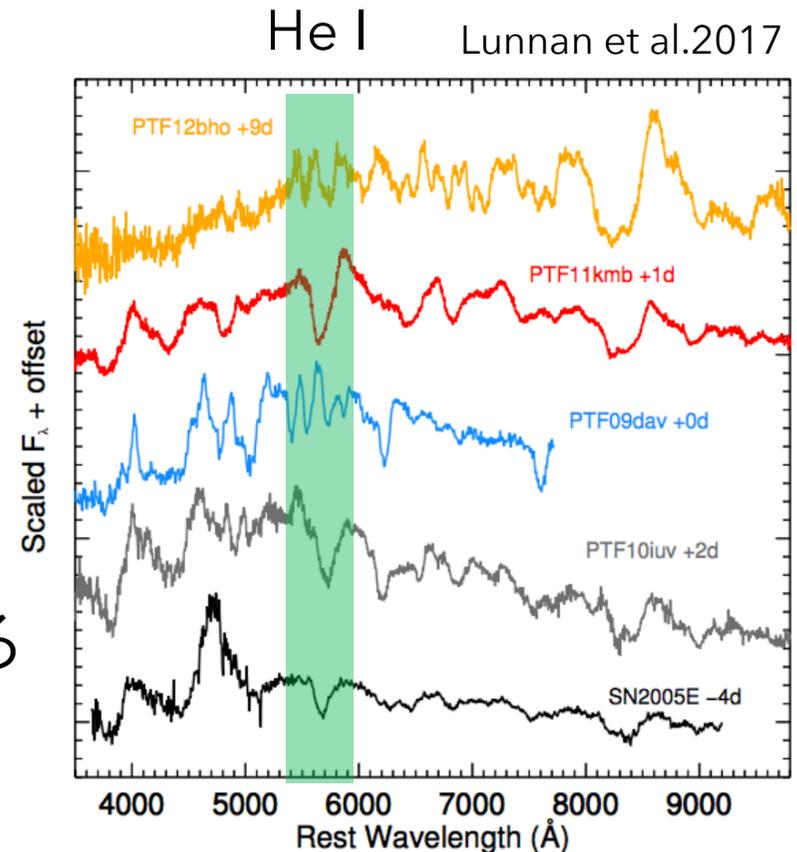
川端弘治、山中雅之、中岡竜也、川端美穂、長木舞子 (広島大)
他かなた望遠鏡チーム

Ca-rich トランジェント → 特異な超新星

超新星爆発：大質量星が寿命の最後に起こす爆発

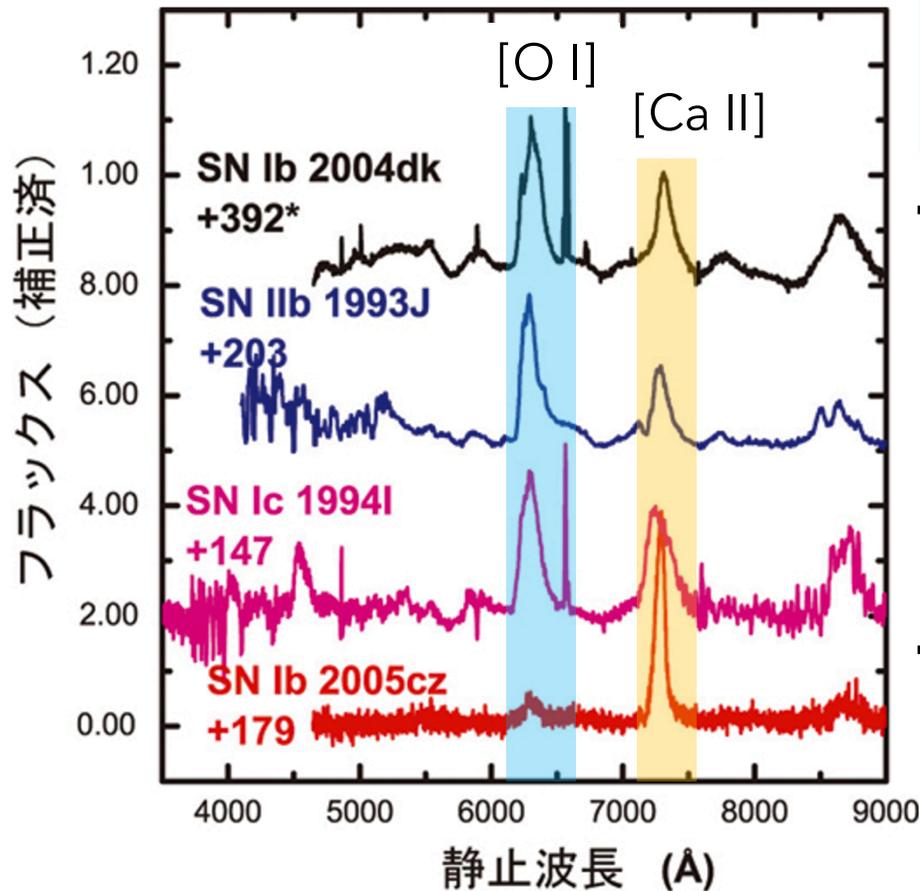


ヘリウムの吸収線が見える



Ca-rich トランジェント

Kawabata et al. 2010



後期スペクトル
親星の構造、爆発機構を反映

重力崩壊型超新星
[O I]、[Ca II]が見える

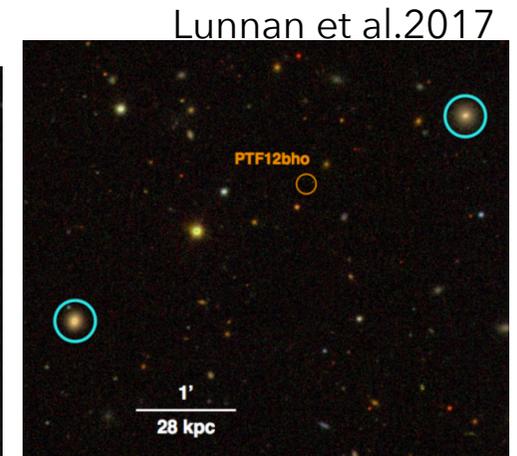
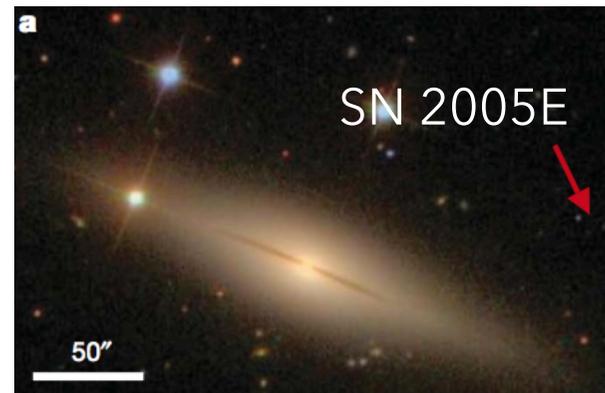
Ca-rich トランジェント
[O I]に比べて[Ca II]強い

奇妙な爆発をしている？

母銀河/爆発メカニズムの候補

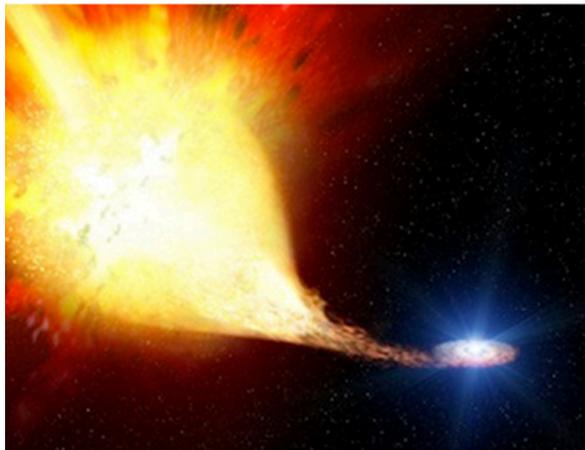
<母銀河>

- 楕円銀河が多い
- 母銀河から離れている



<爆発メカニズム>

白色矮星起源の熱核暴走反応



© ESA and Justyn Maund (QUB)

8 – 10 M_{\odot} の重力崩壊



本研究の背景/目的

謎

◆ Ca-rich トランジェント

- 環境→WD起源?
- 観測→WD?重力崩壊?

光度曲線、スペクトル進化（速度）から
エジェクタ質量(M_{ej})・運動エネルギー(E_k)を推定

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

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

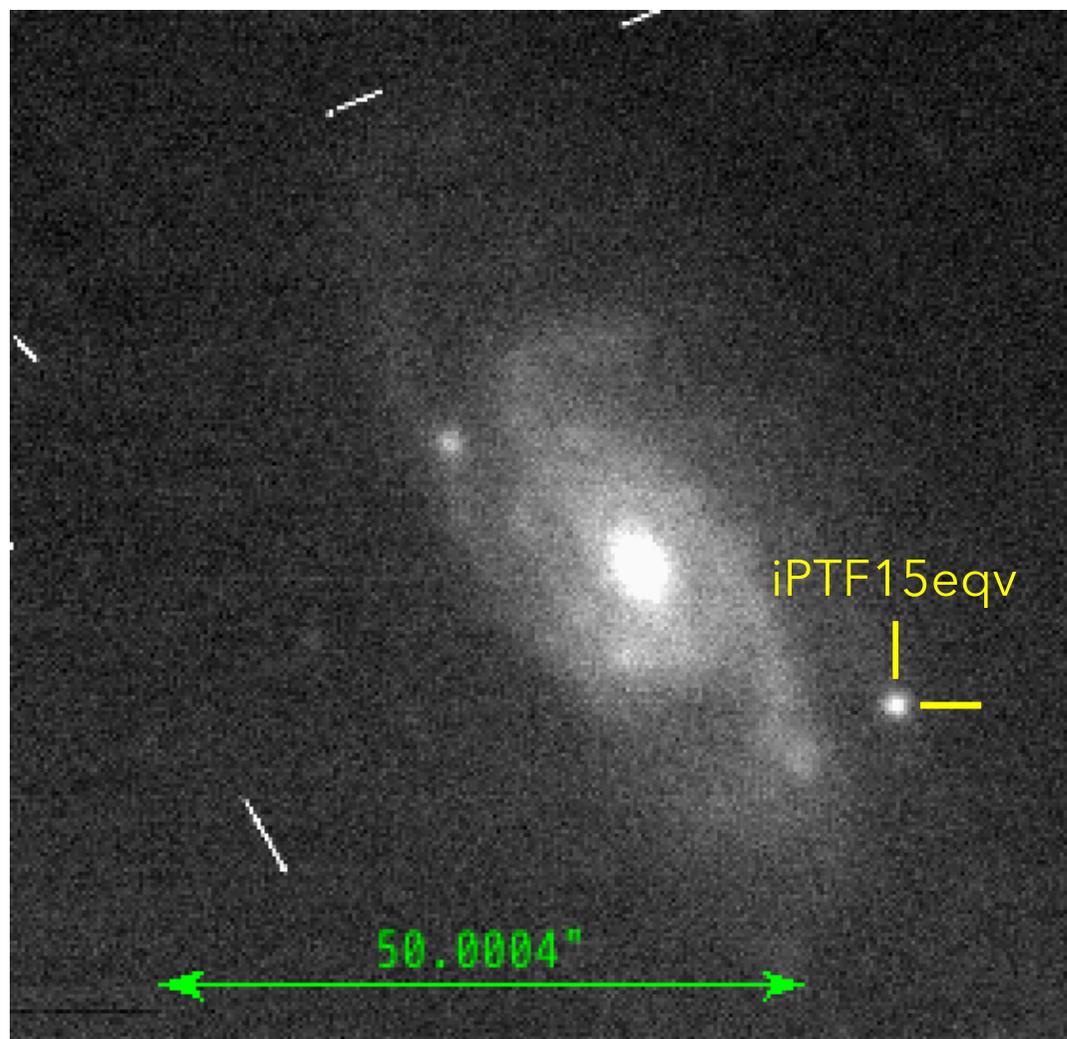
Arnett + 1982



親星シナリオに制限を与える！

本研究では近傍銀河に[Ca II]が強い超新星が現れたので観測を行った

iPTF15eqv (PSNinNGC3430)



(2015/10/03 R-band)

発見日:2015年9月27日

発見者:板垣 公一

母銀河: NGC 3430 (d~30.4Mpc)

RA:10h52m11.4s

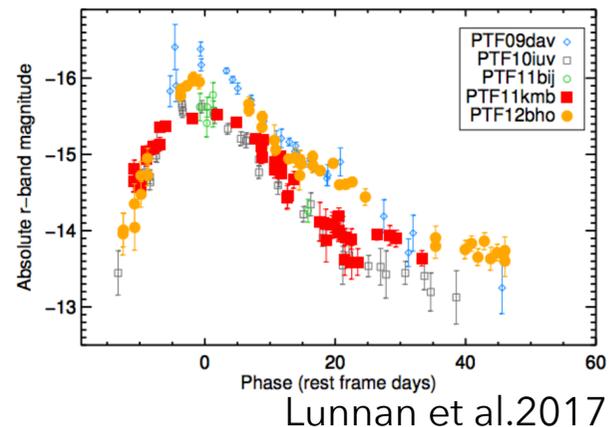
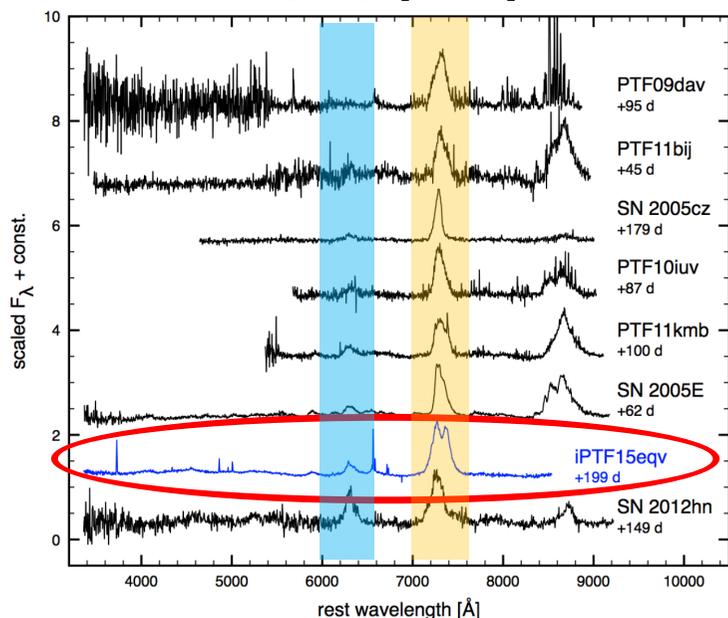
DEC:+32d57m02s

渦巻き銀河に現れた！

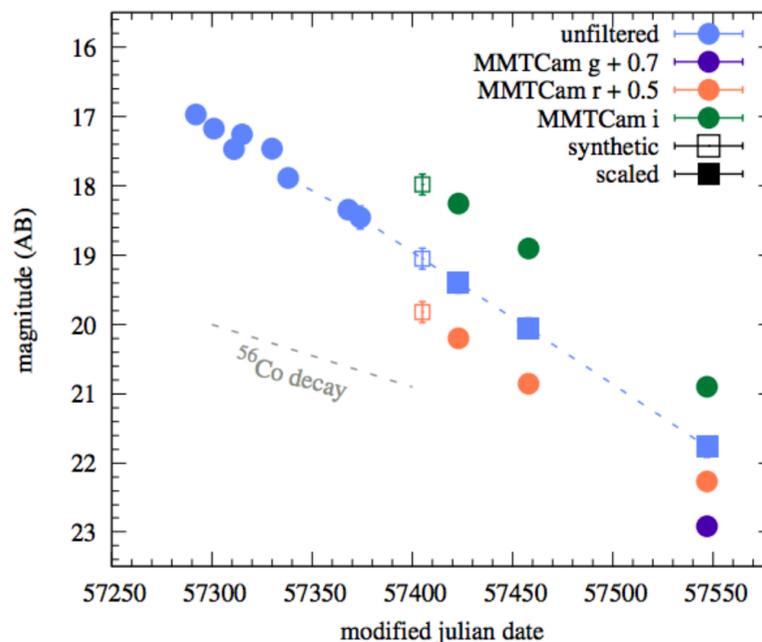
先行研究

先行研究：Milisavljevic et al. 2017
 ネビュラフェイズに特化

<Ca-richとのスペクトル比較>
 [O I] [Ca II]



<光度曲線>



□ [Ca II]/[O I] ~ 10

Ib: [Ca II]/[O I] ~ 0.5

□ 爆発日の不定性が大きい

□ Carich トランジェントと Ib/c の中間

□ 重力崩壊型シナリオを示唆

望遠鏡/観測装置

<望遠鏡>

かなた望遠鏡 (1.5m)

場所：東広島天文台 (広島県)

<検出器>

- **HOWPoI**

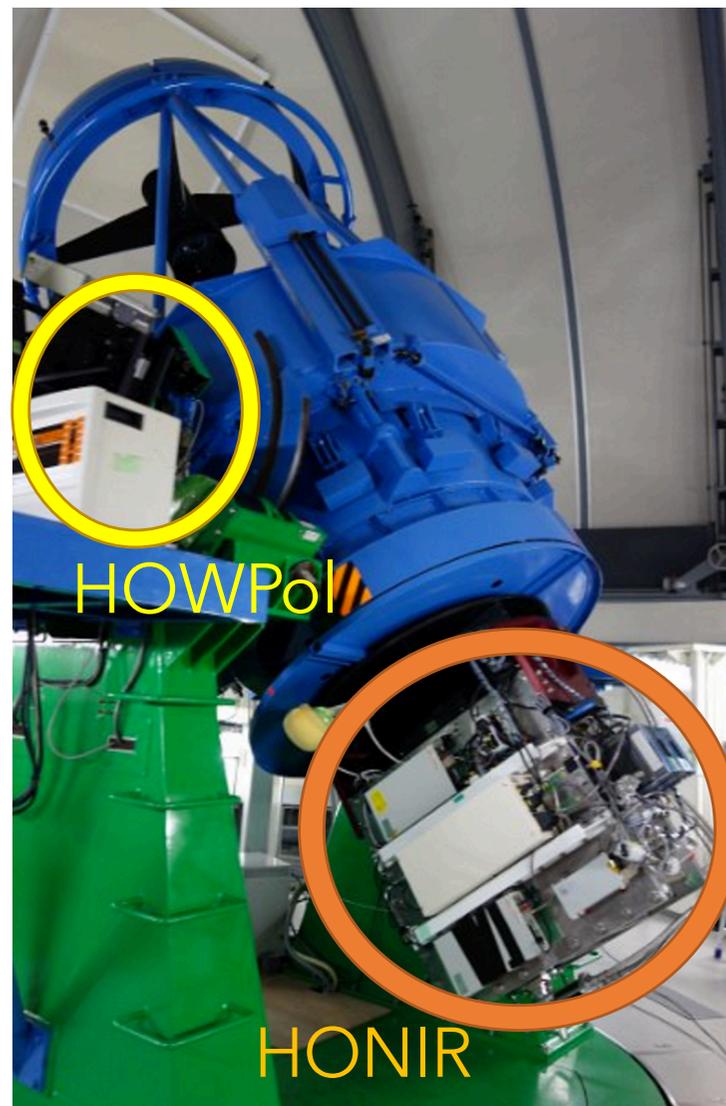
可視 - 測光、分光

- **HONIR**

可視 & 近赤外 - 測光

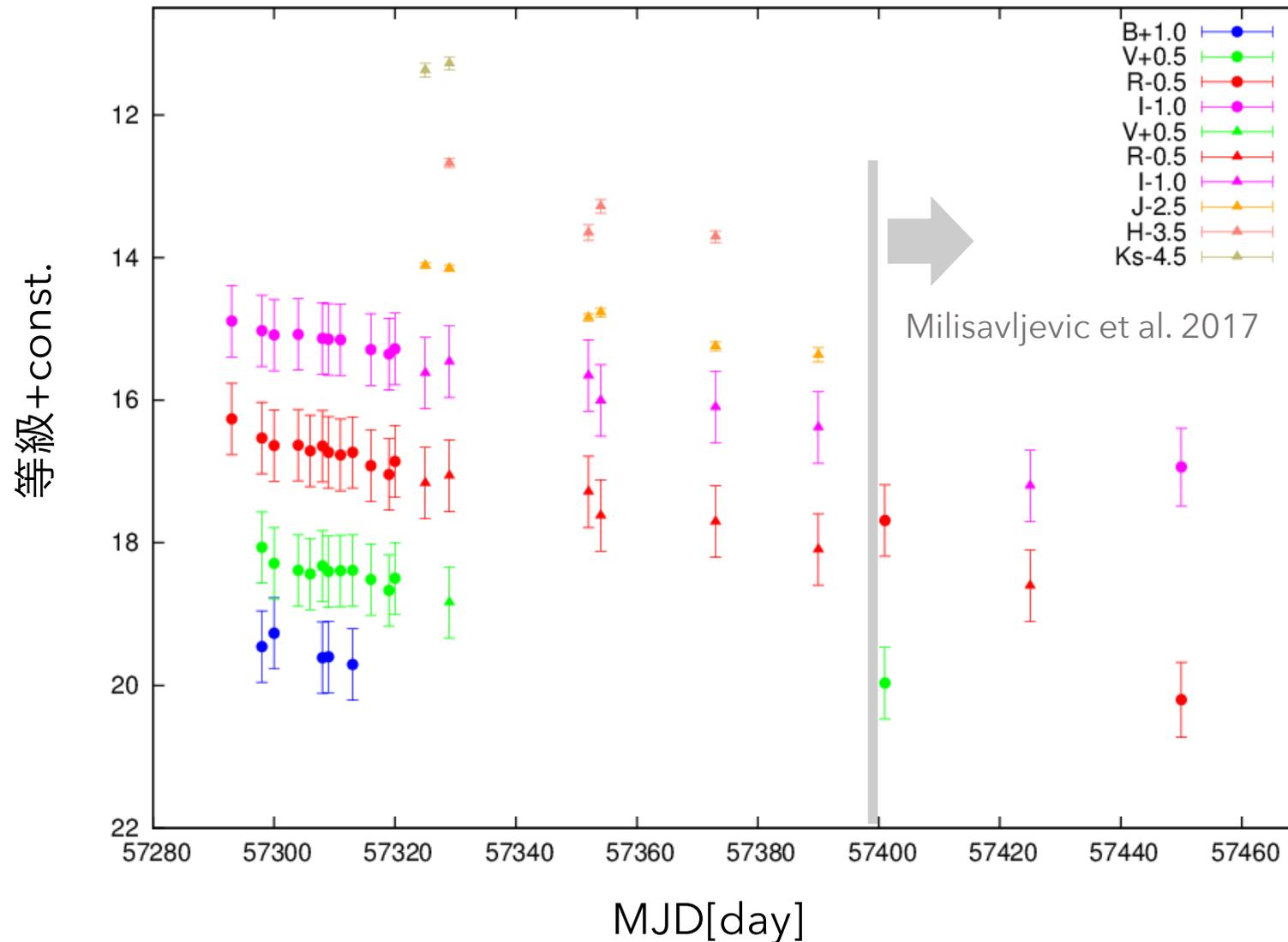
2015年9月28日より
かなた望遠鏡で観測開始

- 測光 (21晩)
- 分光 (12晩)



光度曲線 (BVRIJHKs)

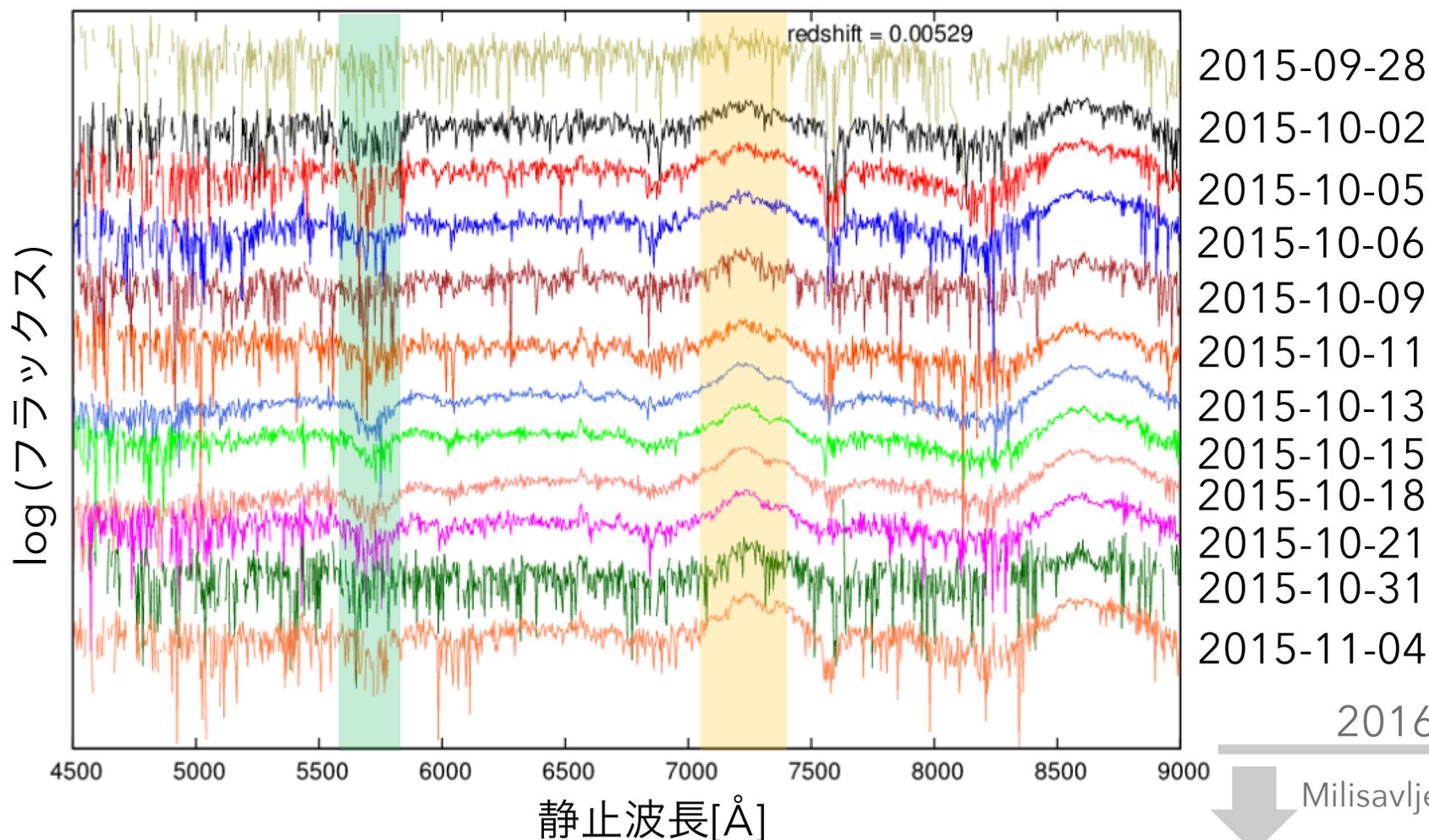
2015年9月28日以降の光度曲線



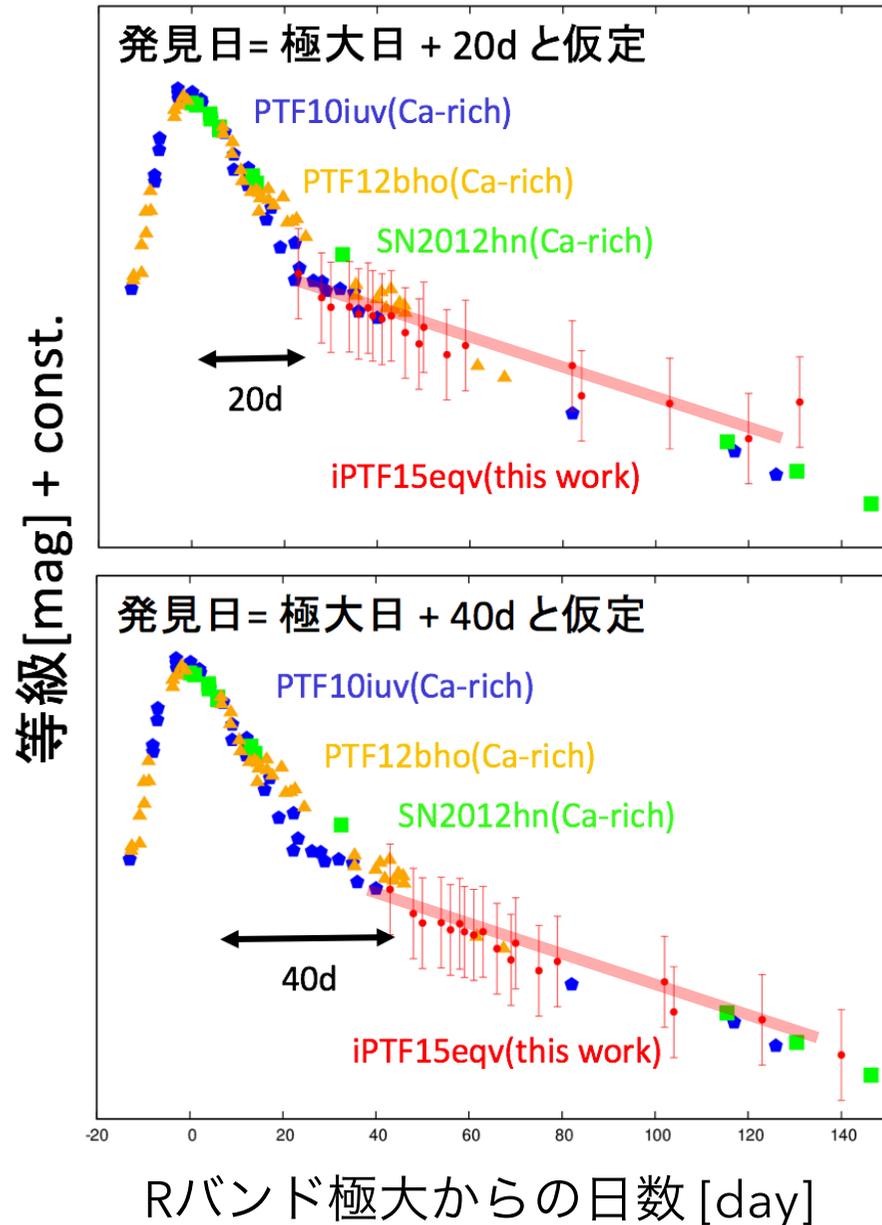
スペクトル進化

2015/09/28~2015/11/04のスペクトル進化

He I [Ca II]



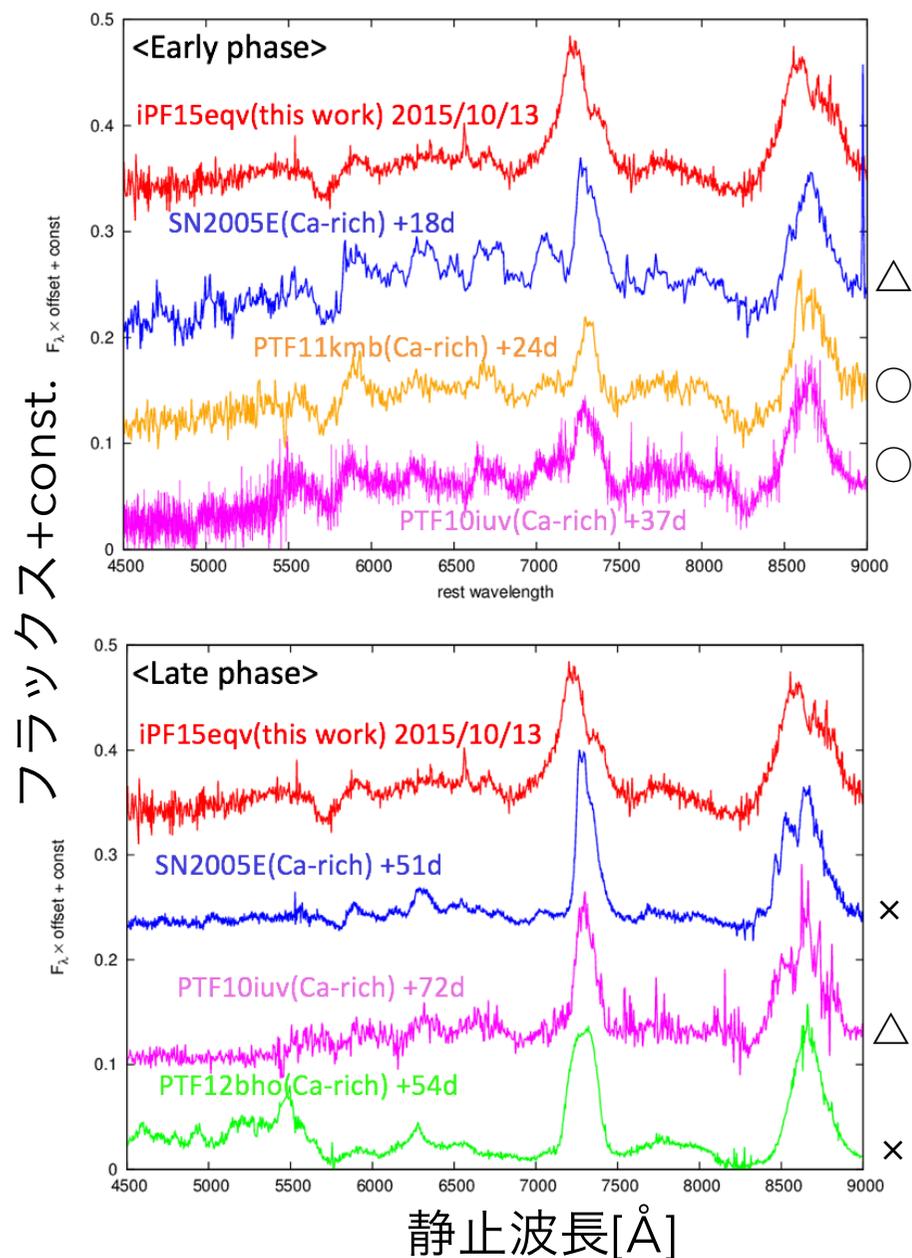
極大日の推定 (ライトカーブ)



Ca-rich トランジェントと
光度曲線をフィッティングする
ことにより極大日を推定

発見日 = 極大日 + 20d
以降はよく合う

極大日の推定 (スペクトル)

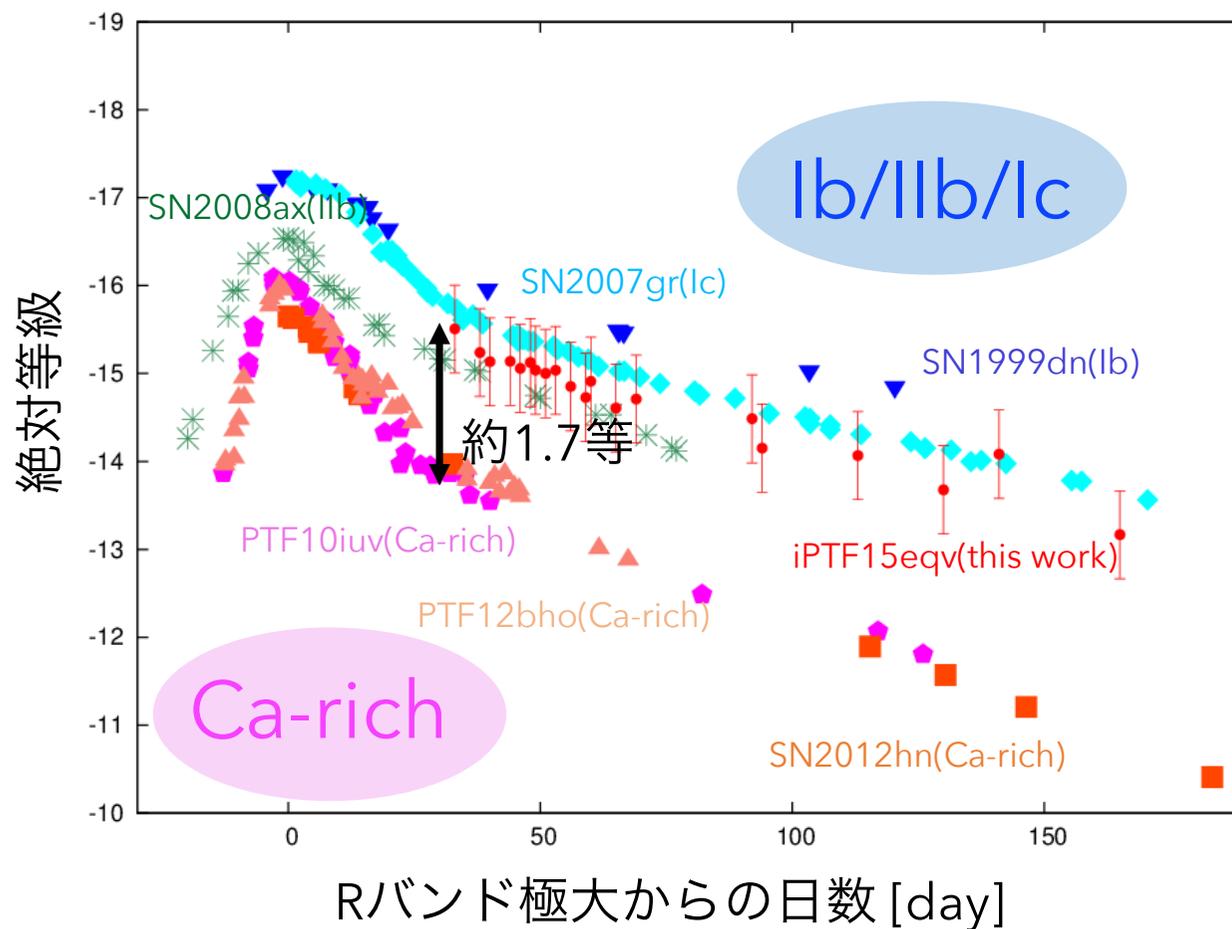


Ca-rich トランジェントと
スペクトル比較
することにより極大日を推定

- +20から+40d (上図)
似ている
- 50d以降 (下図)
スペクトル強度比が異なる
[O I] が見える

光度曲線フィッティング
スペクトル比較より
発見日 = 極大日 + 30d
を採用

光度曲線の比較



Ca-rich トランジェント

$M_R \sim -16$

と比べて1.5~2等
近く明るい

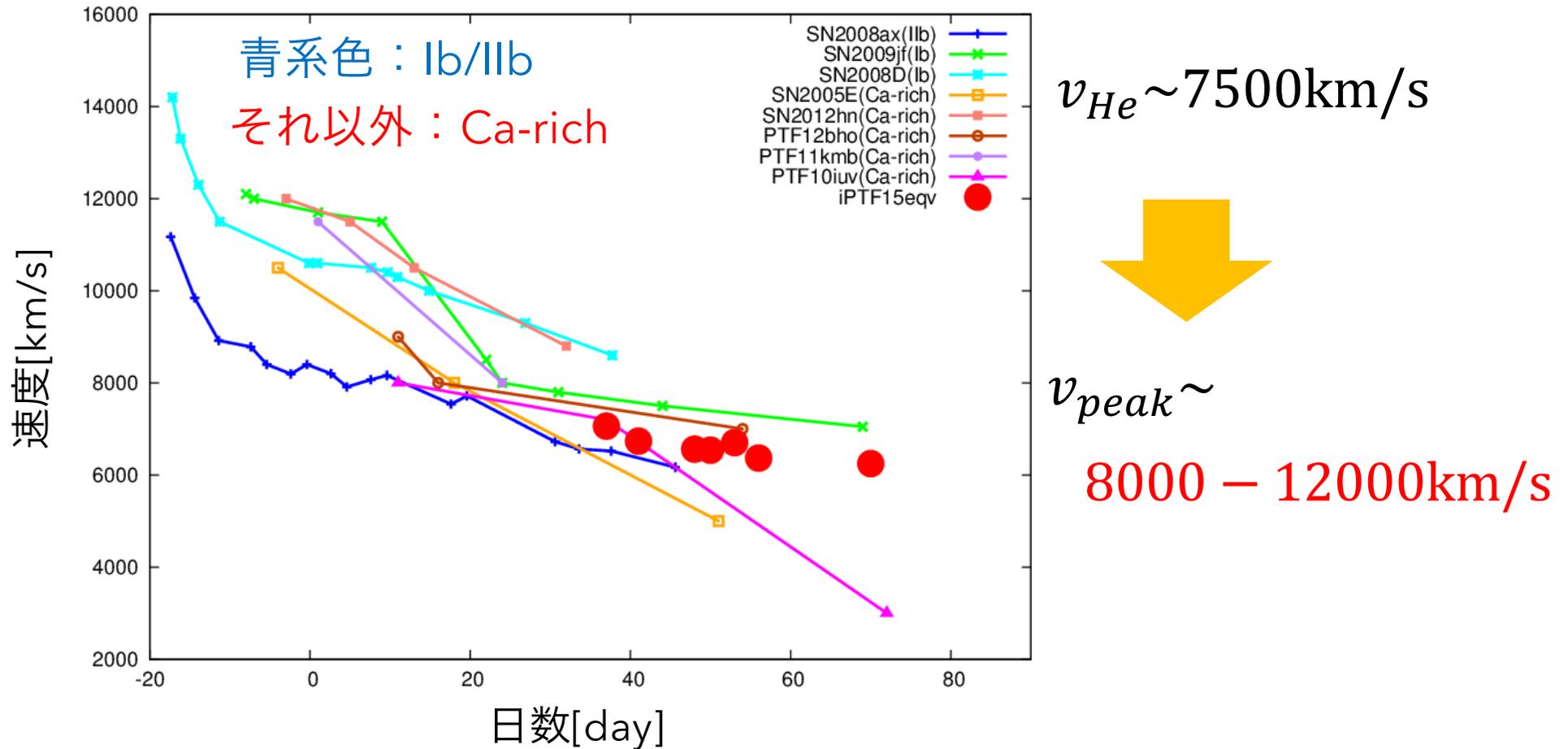
絶対等級 (極大日)

-16.5 - -18.0



Ibc型と似た等級、重力崩壊型？

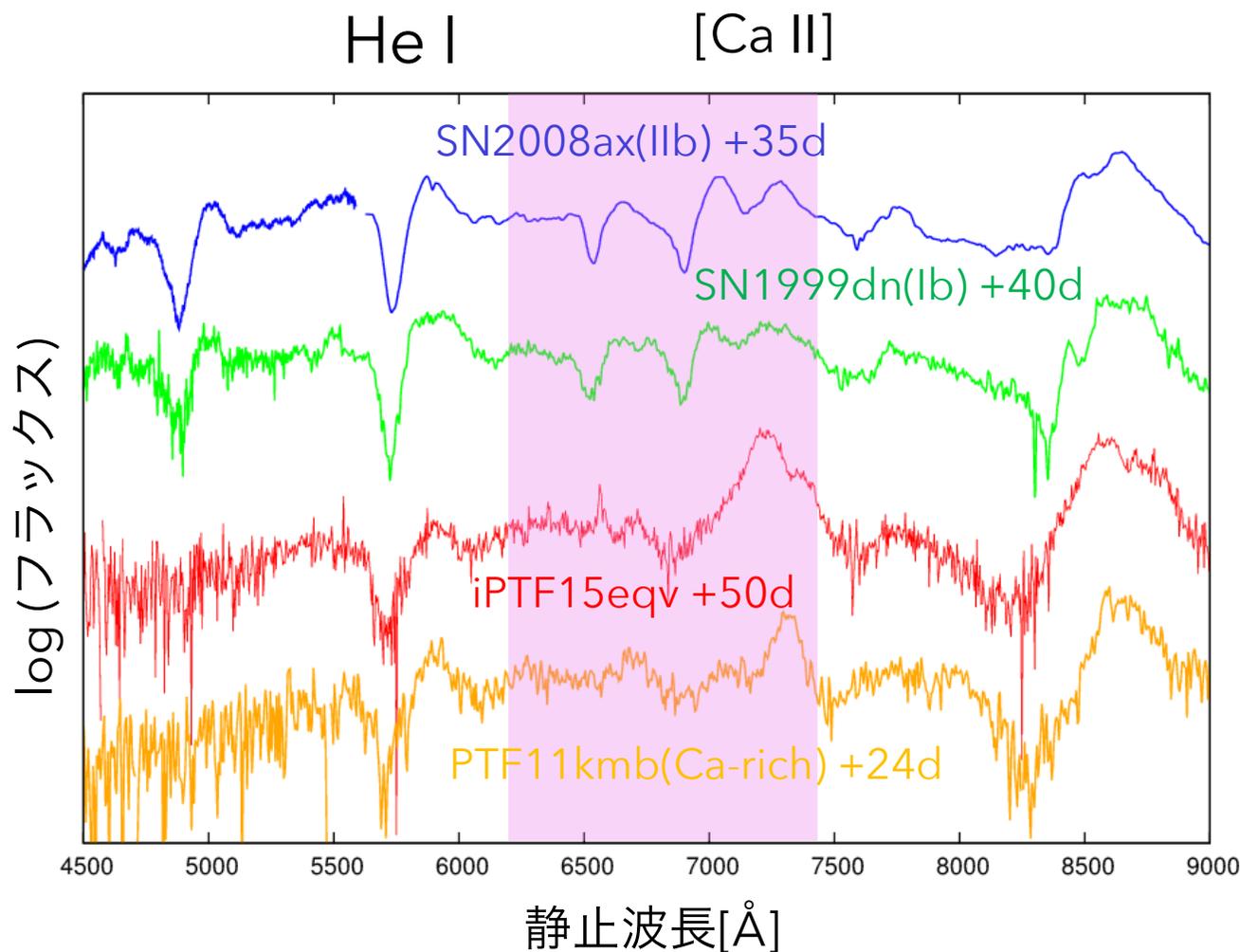
Heの吸収線速度



- Ib/IIbとCa-richの速度進化に大きな差はない
- iPTF15eqvも矛盾しない

早期スペクトル比較

早期のスペクトル比をIb/IIb、Ca-richと比較



<Ib/IIb>
[Ca II] 見えない

<Ca-rich>
[Ca II]の禁制線
見える
He ($\lambda\lambda$ 6678, 7065)
見えない

議論

| 観測結果 | Ca-rich | Ibc型 |
|---------------------|---------|------|
| 光度曲線進化 | ○ | ○ |
| 絶対光度 | △ | ○ |
| v_{He} | ○ | △ |
| 早期のスペクトル | ○ | × |
| [Ca II]/[O I](先行研究) | ○ | × |
| 母銀河(先行研究) | △ | ○ |

多くの観測結果がCa-richトランジェントの特徴と一致した一方で、Ibcの特徴とは一致しない点もあった。
iPTF15eqvの発見はCa-richトランジェントの多様性を示唆する

結果と今後

- iPTF15eqvの近赤外光度曲線、先行研究より早期の可視光度曲線およびスペクトルのサンプルの取得に成功した
- 早期の観測結果より初期から[Ca II]の禁制線が見えており、Ca-richトランジェントであるとわかった
- 絶対光度は -16.5 - -18.0 と Ca-richとしては明るい、予想されるシナリオとは矛盾しない
- 今後はエジェクタ質量(M_{ej})・運動エネルギー(E_k)を求め、シナリオに制限を与える