

星周物質との相互作用の兆候が 捉えられた低光度IIP型超新星 SN2016bkvの測光分光観測

広島大学

中岡 竜也

川端弘治, 山中雅之, 川端美穂, 河原直貴
長木舞子, 安部太晴, 廣地諄, 植村誠(広島大)
田中雅臣(国立天文台), 前田啓一(京都大)

講演のポイント

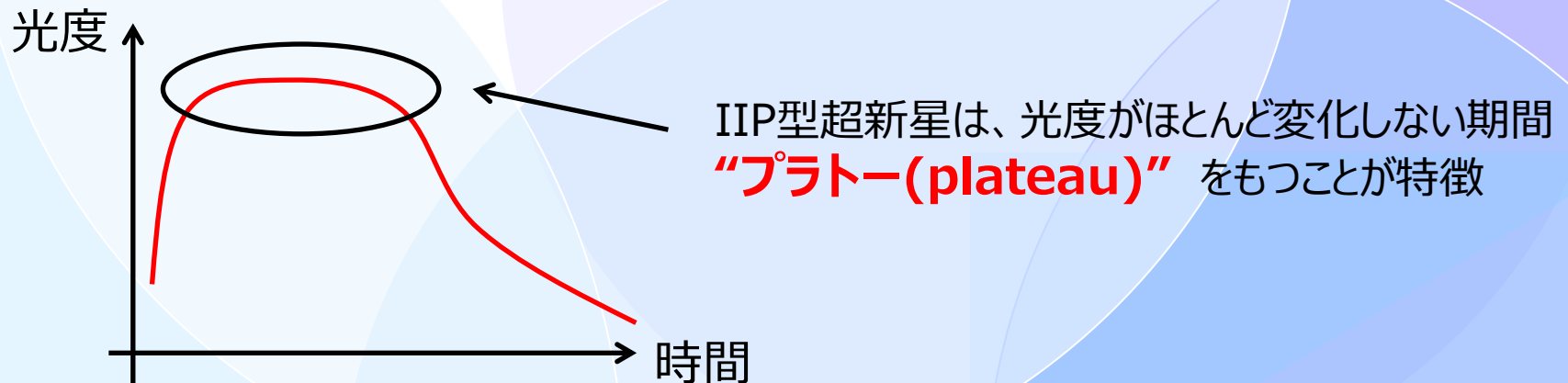
低光度IIP型超新星 (LL SNe IIP)

- ・典型的IIP型超新星より約2等暗い
- ・プラトーの長さは~140日 (過去のIIP型超新星で最も長い)

$$t_{sn} \propto E^{-\frac{1}{6}} M_{ej}^{\frac{1}{2}} R_0^{\frac{1}{6}} \kappa^{\frac{1}{6}} T_I^{-\frac{2}{3}} \quad (\text{kasen et al. 2009})$$

→ 親星は典型的IIP型超新星よりも重い可能性が高い

II型超新星 → 早期スペクトルに水素の吸収線が見られる



講演のポイント

低光度IIP型超新星 (LL SNe IIP)

- ・典型的IIP型超新星より約2等暗い
- ・プラトーの長さは~140日 (過去のIIP型超新星で最も長い)

$$t_{sn} \propto E^{-\frac{1}{6}} M_{ej}^{\frac{1}{2}} R_0^{\frac{1}{6}} \kappa^{\frac{1}{6}} T_I^{-\frac{2}{3}} \quad (\text{kasen et al. 2009})$$

→ 親星は典型的IIP型超新星よりも重い可能性が高い

星周物質(CSM)との相互作用

- ・爆発4日後~7日後にかけて約1等の増光
- ・スペクトルに吸収線なし + 水素等の輝線

相互作用の兆候

→ 爆発6年前から $\sim 10^{-3} M_{\odot}/\text{yr}$ の質量放出率

超新星の星周物質の形成

大質量星の質量放出

星の進化の最終段階における質量放出



中心からの
放射圧

(JAXA)

大質量星のみ

連星相互作用

連星によってはぎ取られた外層の一部が星周空間へ放出

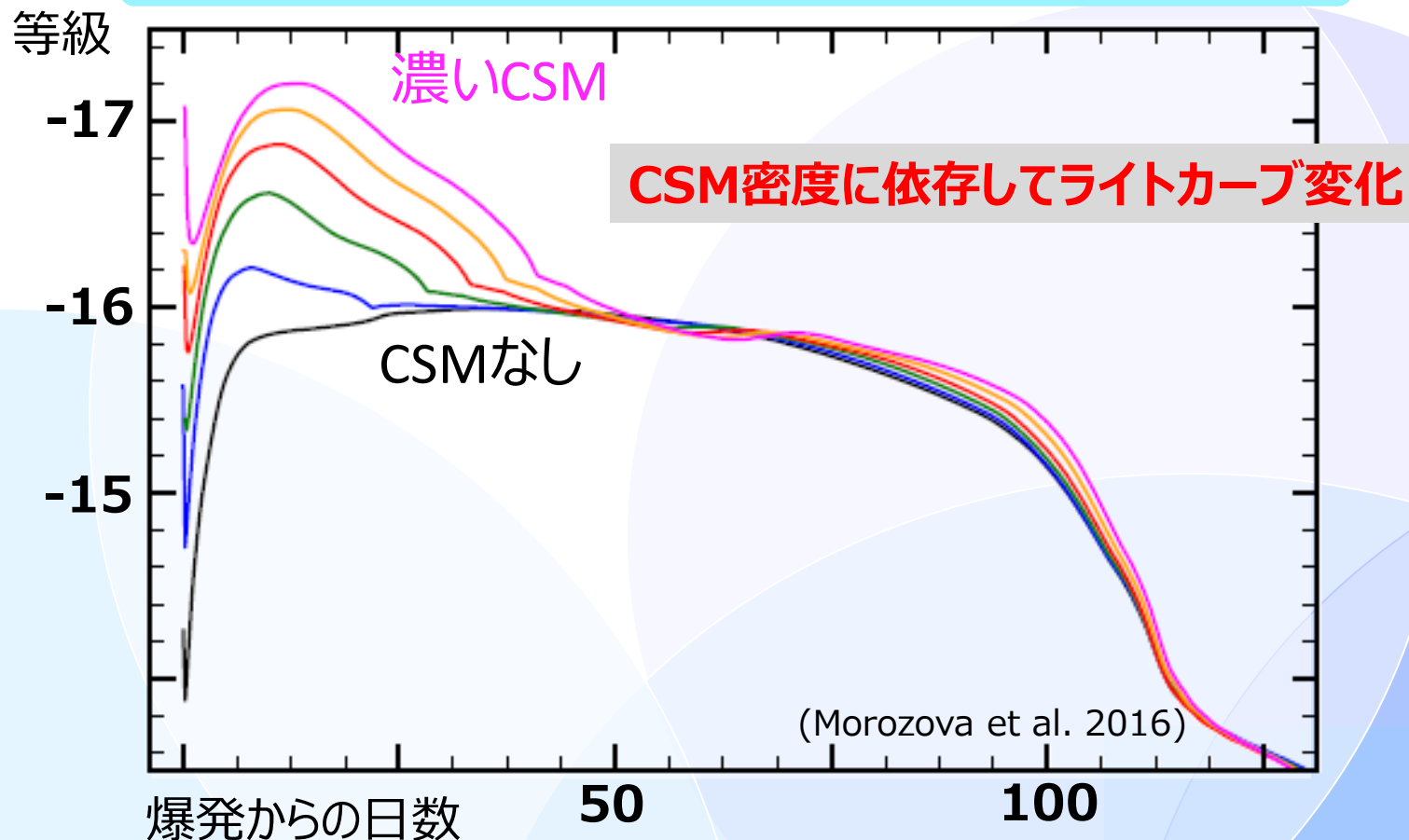


(ESA)

小質量星($8M_{\odot}$ 以上)でも起こる

星周物質との相互作用 ～ライトカーブ～

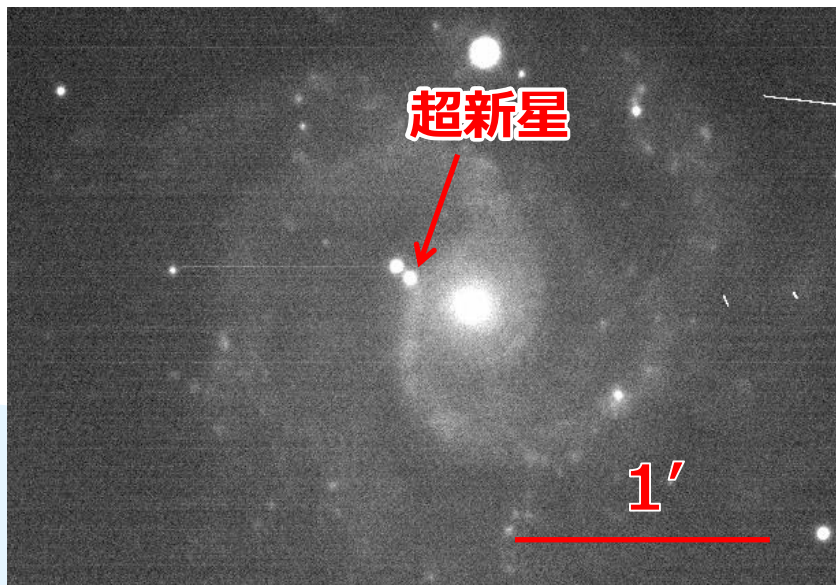
CSM密度によるIIP型超新星のライトカーブ変化



- ・ごく一部のIIP型超新星に見られる
- ・LL SNe IIPの観測例はない

観測天体: SN2016bkv

観測機器



2016年5月12日 Kanata/HOWPol
測光: 27晩 / 分光: 18晩

母銀河	NGC3184
母銀河までの距離	13.0 Mpc
発見日	2016年3月21.5日
発見者	板垣 公一

広島大学
かなた望遠鏡



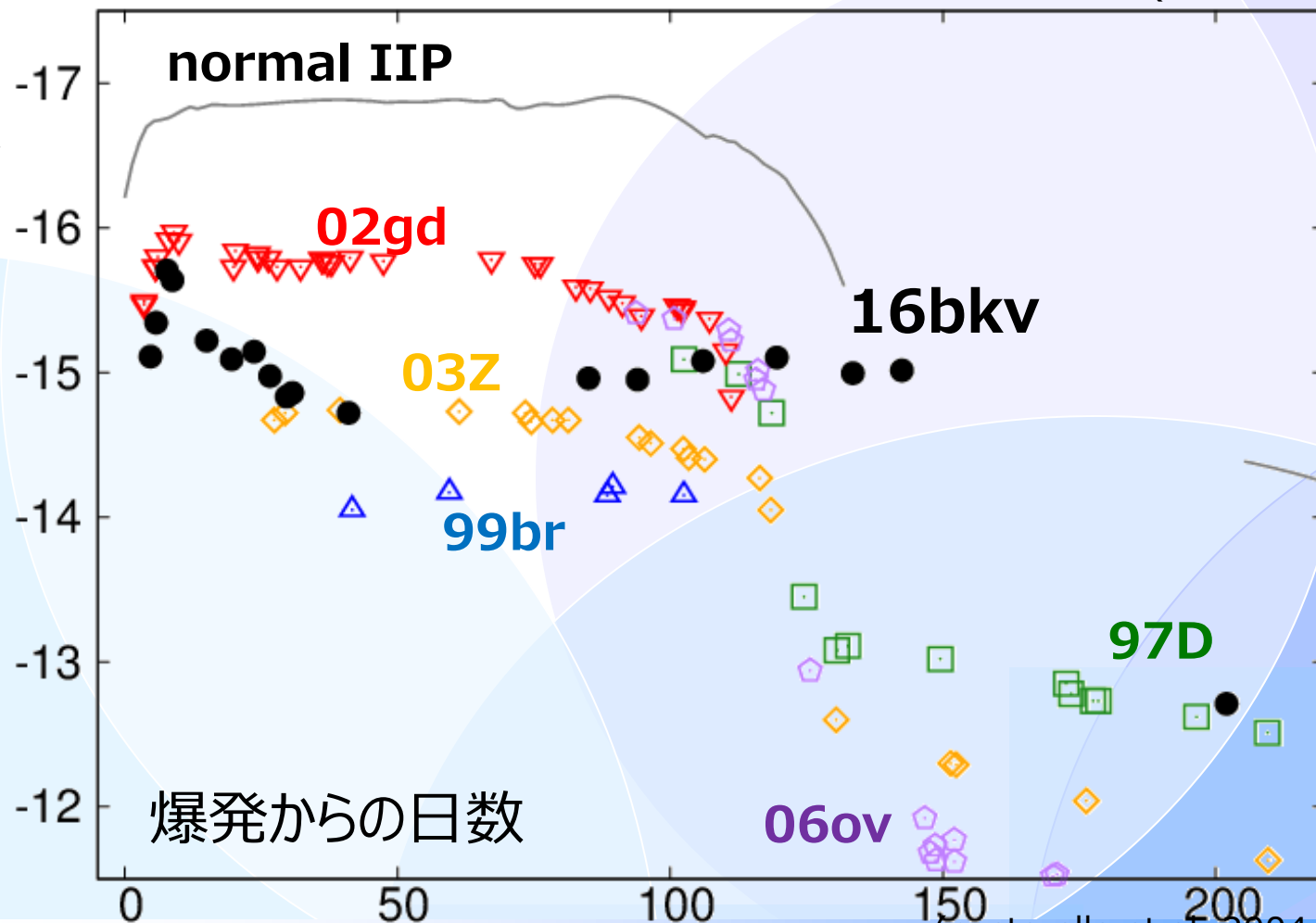
初期から観測できた
最も近いLL SN IIP
(SN 2003Z: 23 Mpc)

SN2016bkv ライトカーブ比較

他の LL IIP型超新星と比較(R band)

(我々の銀河の吸収等を補正済)

等級

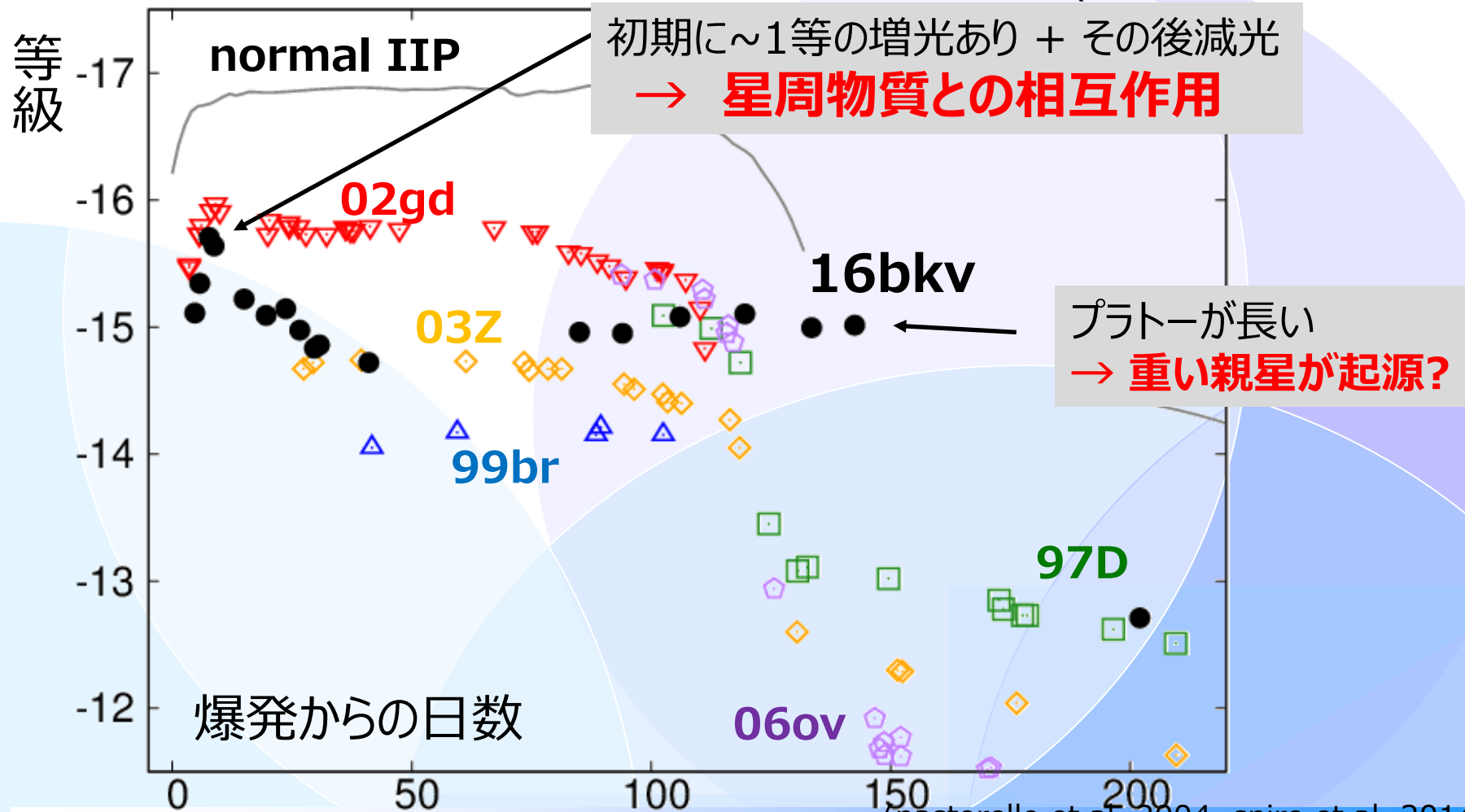


(pastorello et al. 2004, spiro et al. 2014)

SN2016bkv ライトカーブ比較

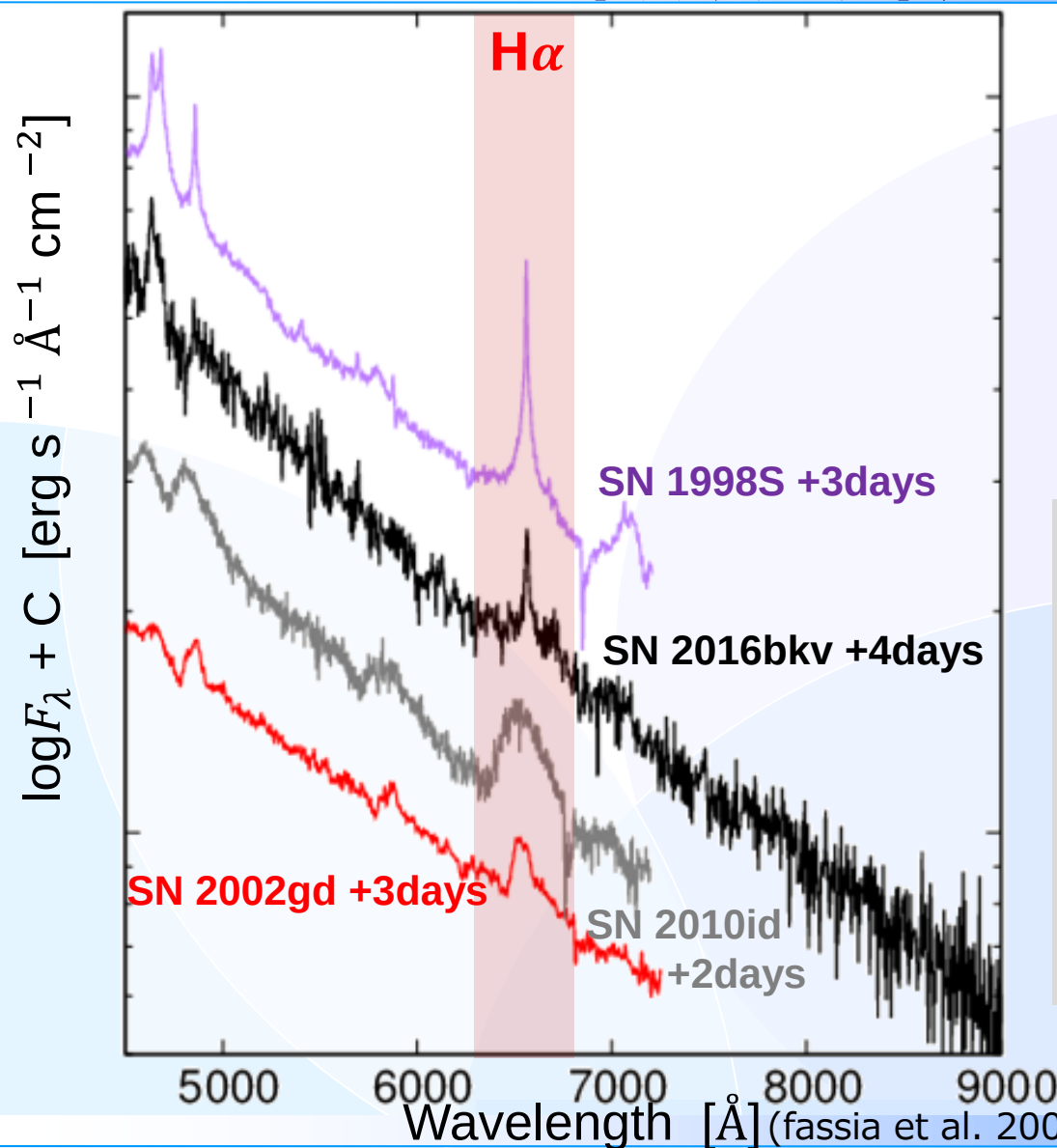
他の LL IIP型超新星と比較(R band)

(我々の銀河の吸収等を補正済)



(pastorello et al. 2004, spiro et al. 2014)

SN2016bkv 早期スペクトル



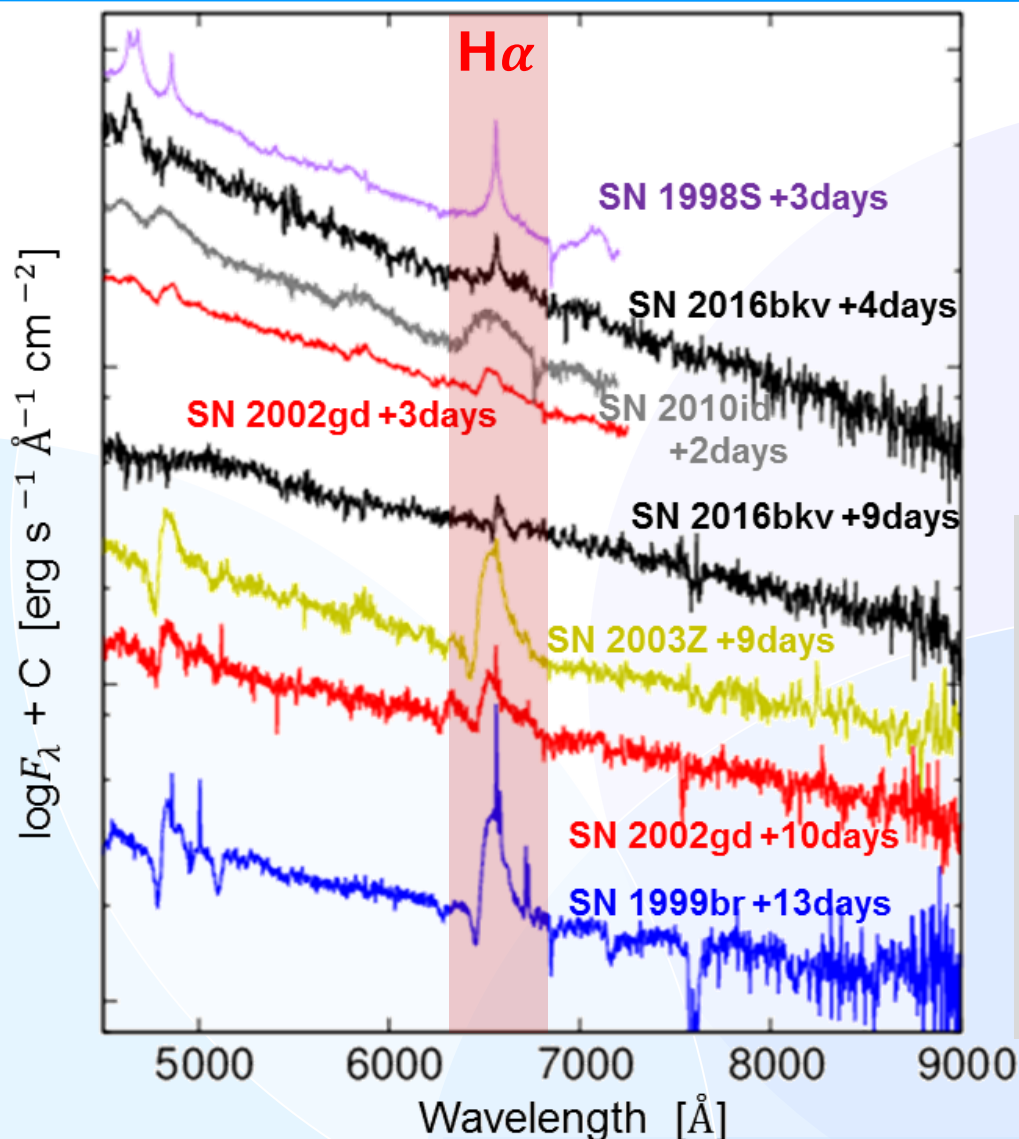
$H\alpha$ の形状

98S (IIn), 16bkv
→ 狭い輝線

10id, 02gd
→ 吸収線あり

(fassia et al. 2001, avishay et al. 2011, spiro et al. 2014)

SN2016bkv 早期スペクトル



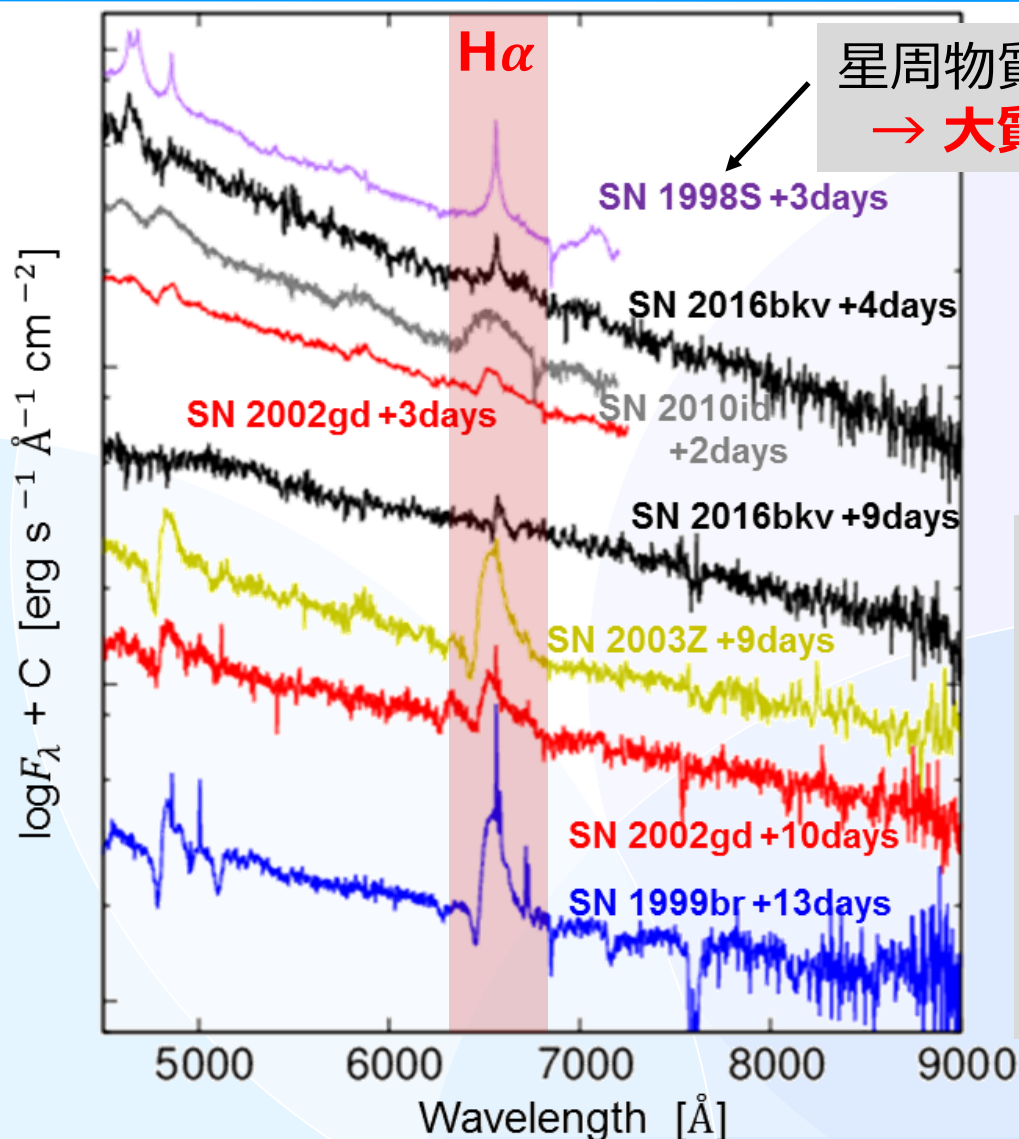
H α の形状

98S (IIn), 16bkv
→ 狭い輝線

10id, 02gd, 03Z, 99br
→ 吸収線あり

(fassia et al. 2001, avishay et al. 2011, spiro et al. 2014)

SN2016bkv 早期スペクトル



星周物質との相互作用

→ 大質量星の進化の最期の質量放出？

H α の形状

98S (IIn), 16bkv

→ 狭い輝線

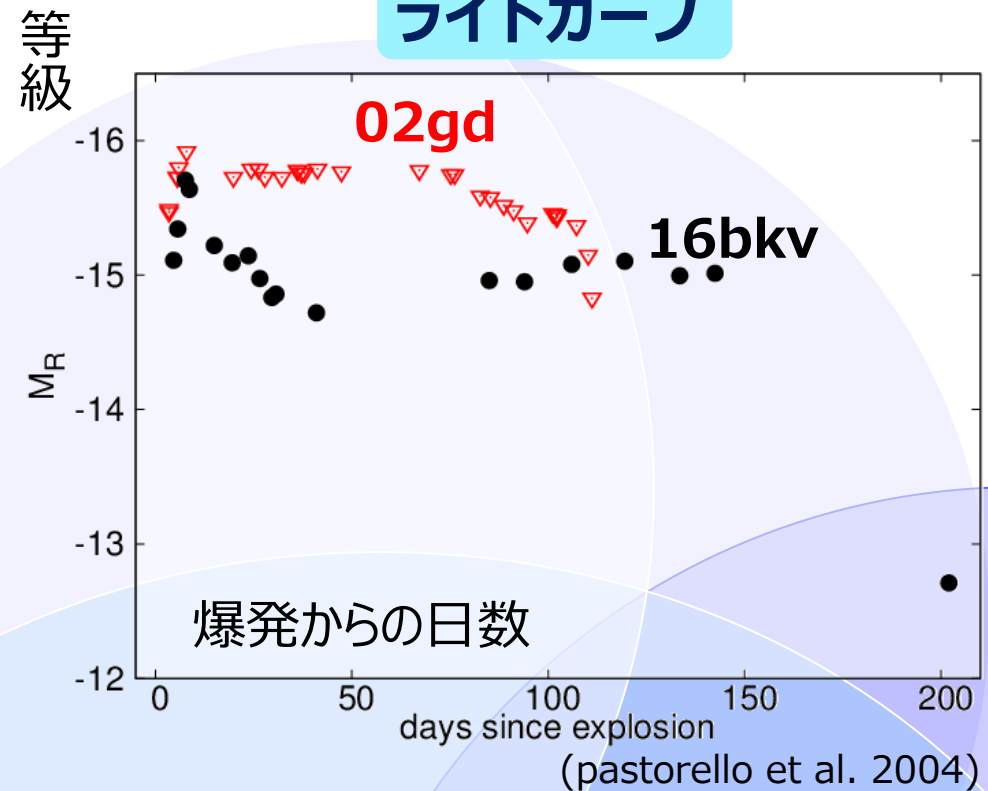
10id, 02gd, 03Z, 99br

→ 吸収線あり

(fassia et al. 2001, avishay et al. 2011, spiro et al. 2014)

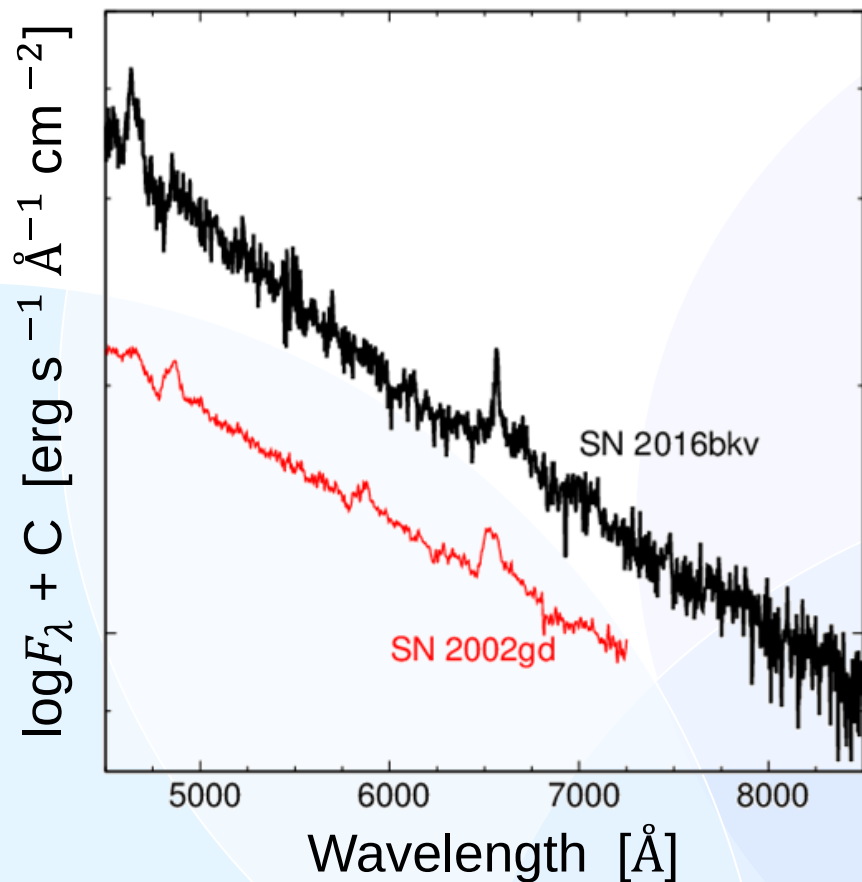
SN2016bkv ライトカーブ・スペクトル比較

ライトカーブ



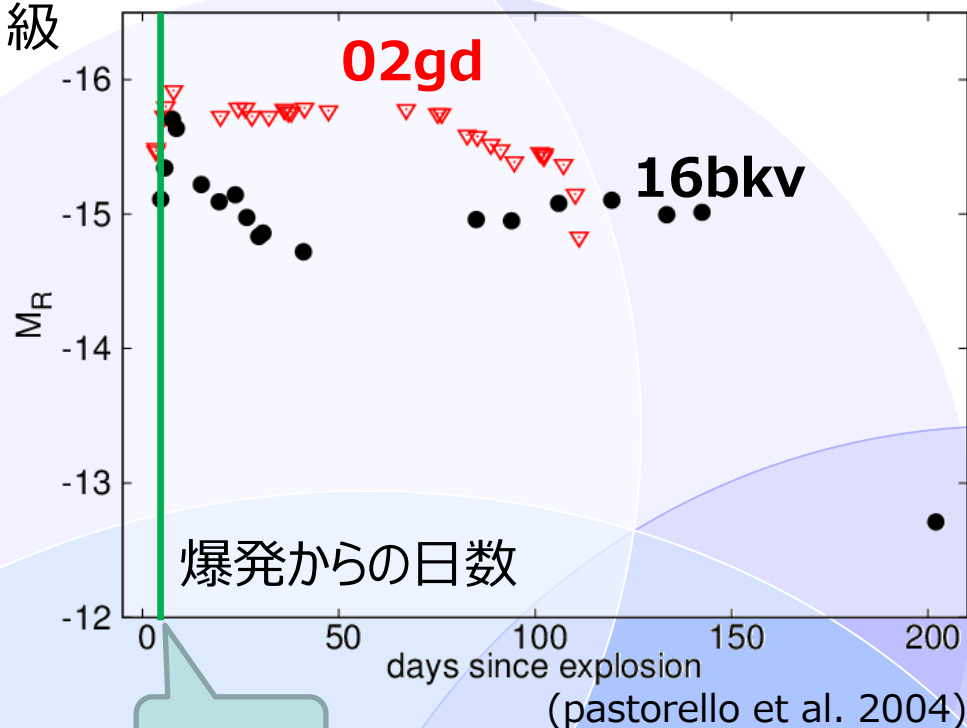
SN2016bkv ライトカーブ・スペクトル比較

爆発4日後



ライトカーブ

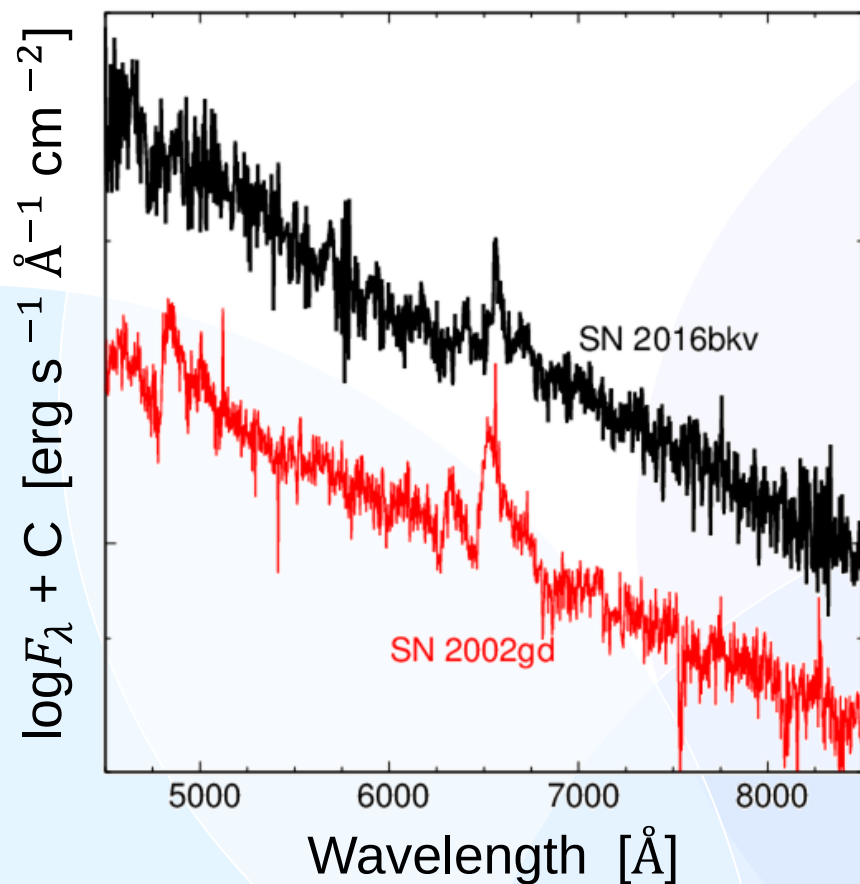
等級



4日

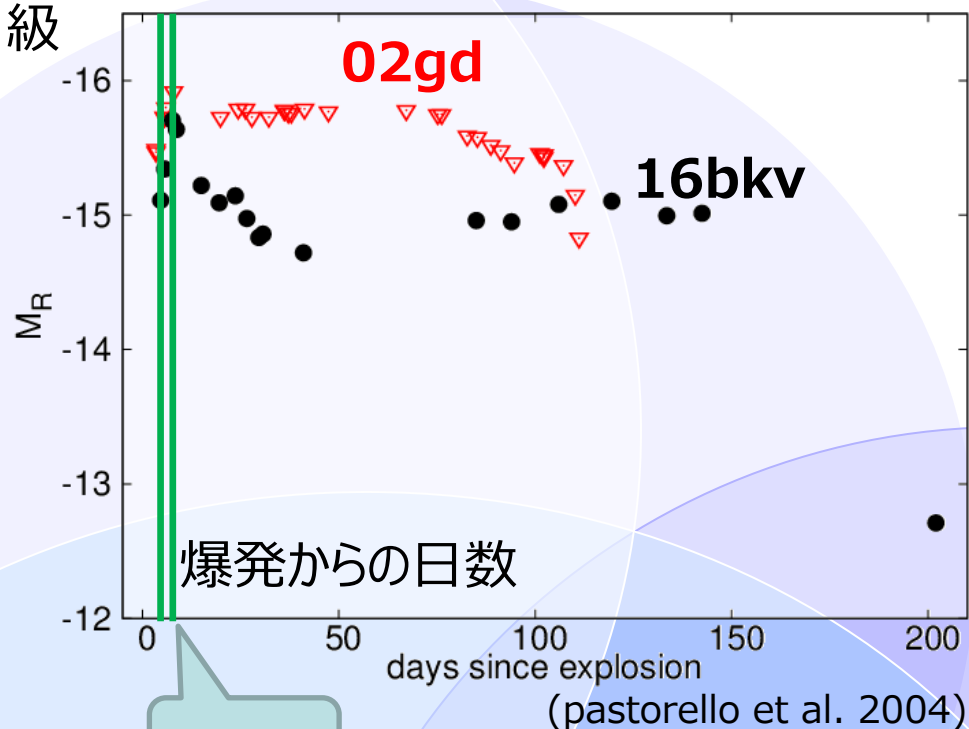
SN2016bkv ライトカーブ・スペクトル比較

爆発7日後



等級

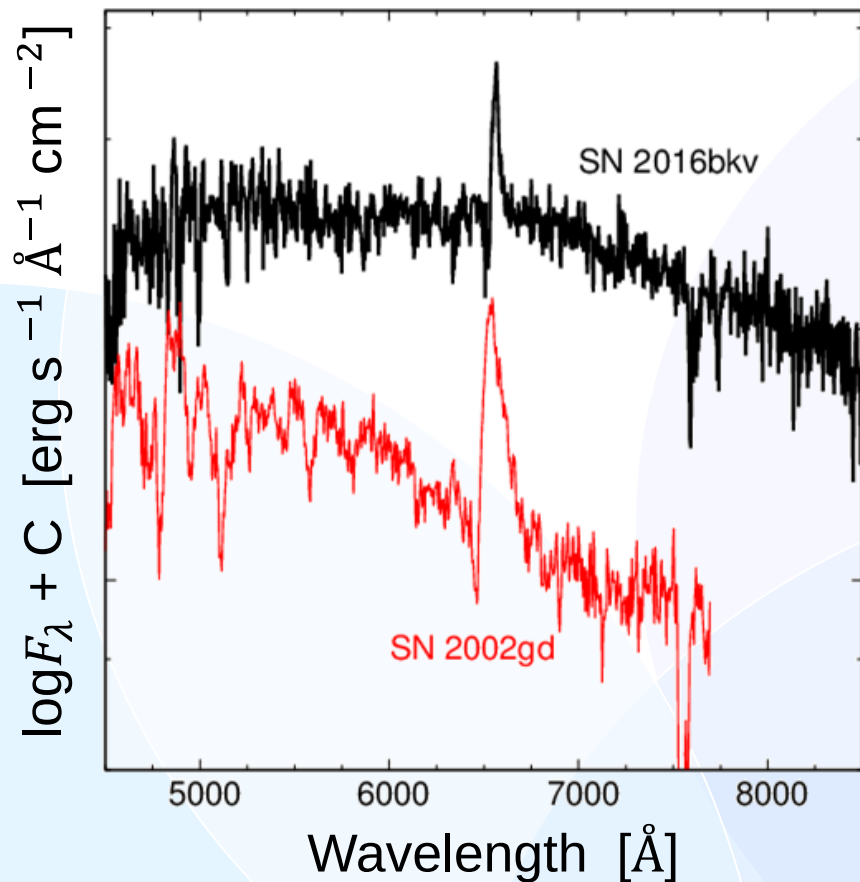
ライトカーブ



7日

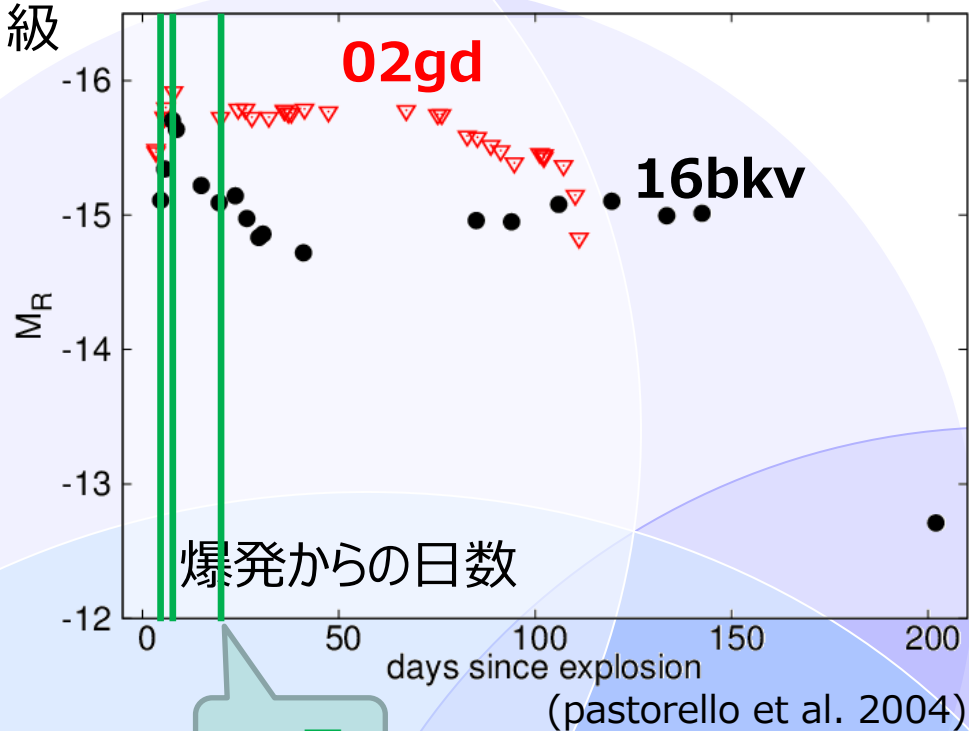
SN2016bkv ライトカーブ・スペクトル比較

爆発20日後



等級

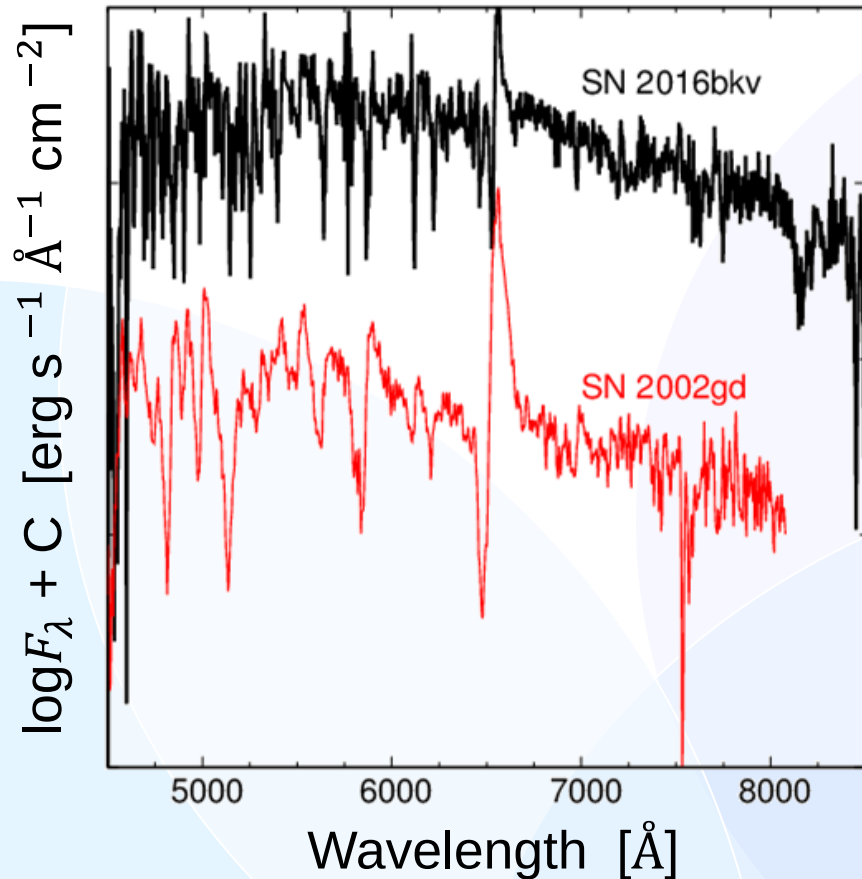
ライトカーブ



20日

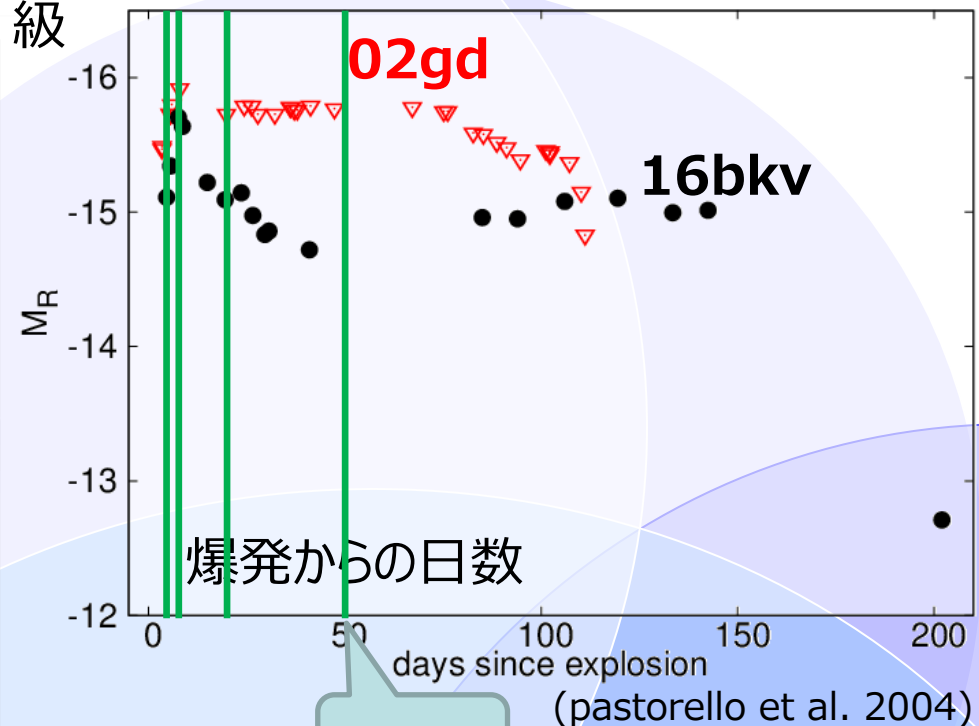
SN2016bkv ライトカーブ・スペクトル比較

爆発50日後



ライトカーブ

等級



爆発からの日数

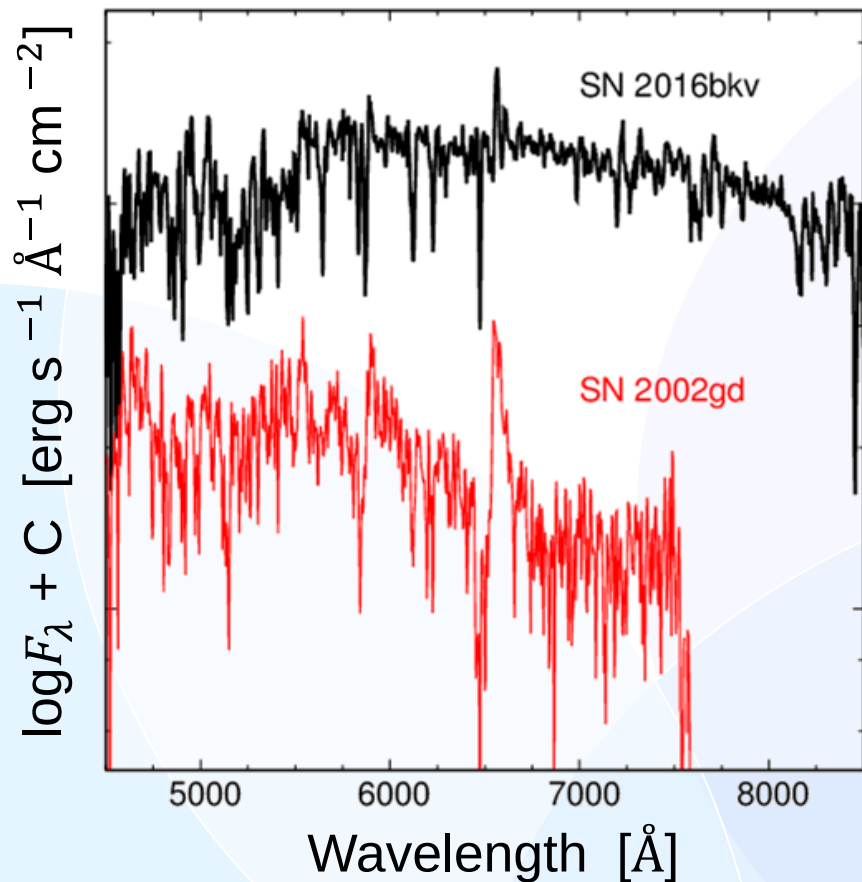
days since explosion

(pastorello et al. 2004)

50日

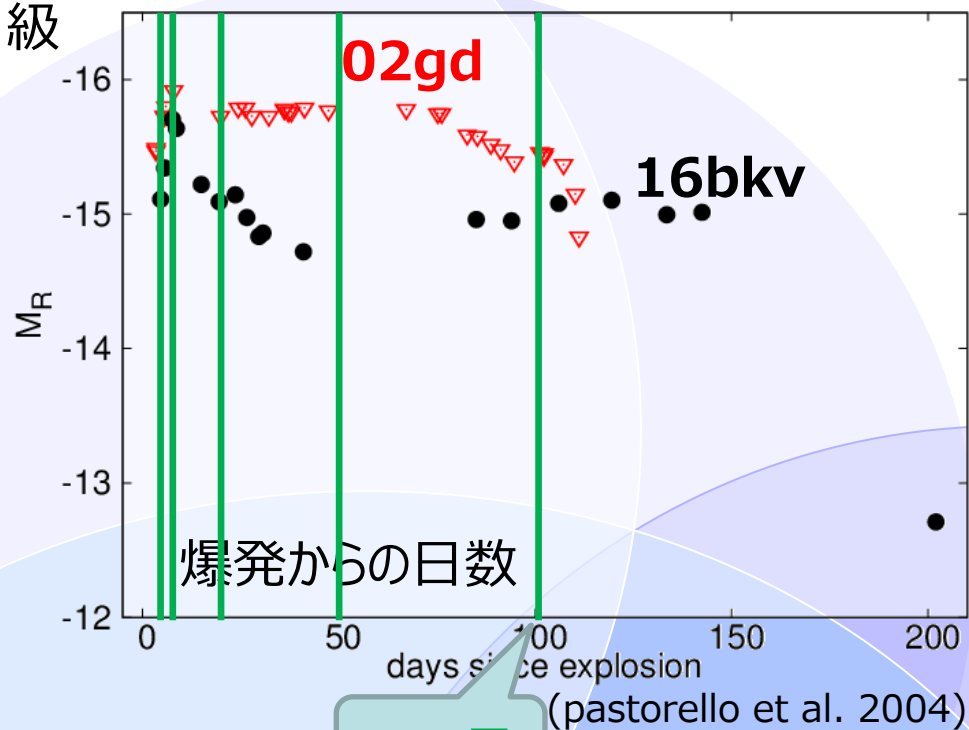
SN2016bkv ライトカーブ・スペクトル比較

爆発100日後



等級

ライトカーブ



100日

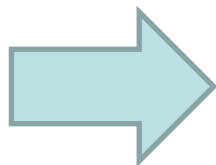
・bump期に大きな違い

CSMのパラメータ

ショックで光っていると仮定

膨張する超新星

CSM



$$L = 4\pi r_{\text{CSM}}^2 \cdot \frac{1}{2} \frac{\dot{M}}{v_{\text{CSM}}} v_{\text{ej}}^3 \epsilon$$

(moriya et al. 2014)

r_{CSM} : CSM半径

v_{CSM} : CSMの速度

$\dot{M}$: 質量放出率

v_{ej} : 超新星の膨張速度

ϵ : 変換係数 (0.1)

16bkvのパラメータ

L (初期の増光量) : 4×10^{41} erg/s

r_{CSM} (等速膨張を仮定) : $2300 R_{\odot}$

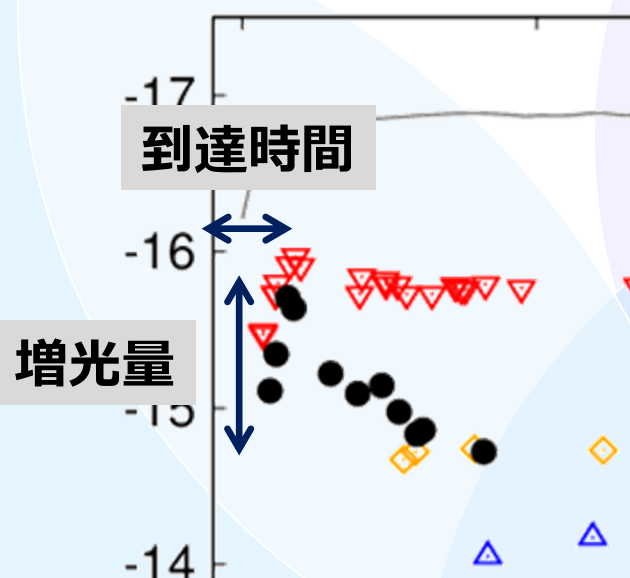
v_{ej} (光球膨張速度) : 3000 km/s

$v_{\text{CSM}} = 10$ km/s を仮定すると

爆発6.1年前

$$\dot{M} = 5.0 \times 10^{-3} M_{\odot}/\text{year}$$

(VY CMa: $10^{-3} M_{\odot}/\text{year}$)



まとめと今後

星周物質(CSM)との相互作用

- ・爆発4日後～7日後にかけて約1等の増光
 - ・スペクトルに吸収線なし + 水素等の輝線
- 相互作用の兆候

→ 爆発6年前から $\sim 10^{-3} M_{\odot}/\text{yr}$ の放出率

今後

後期観測の実施

- ・急減光後、小口径望遠鏡では分光が困難
→ 中～大口径望遠鏡で実施

