

# 近傍Ia型超新星の フォローアップ観測の現況

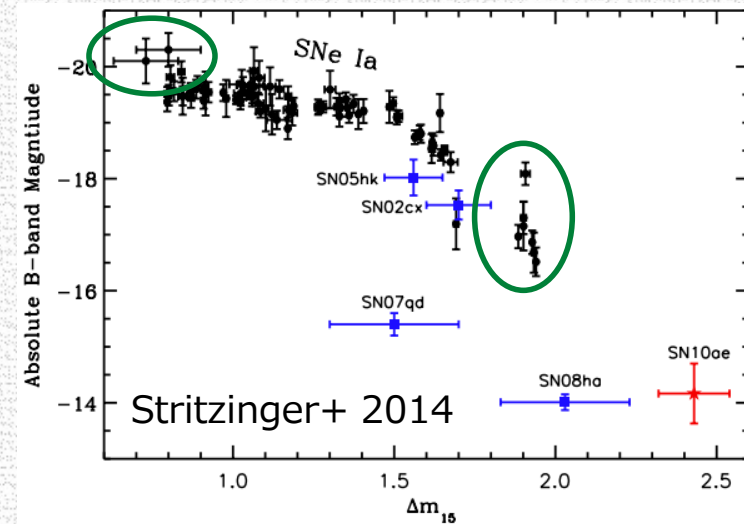
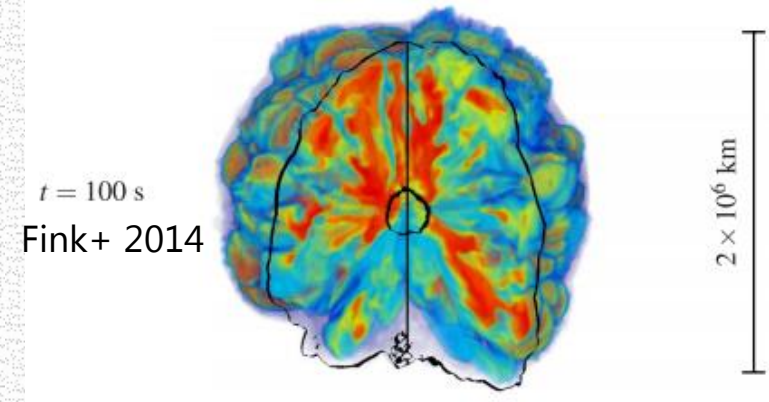
---

川端美穂 (広島大)

川端弘治、山中雅之、高木勝俊、中岡竜也、  
河原直貴 (広島大)、前田啓一 (京都大) 他

# Ia型超新星の未解決問題

- 親星
- 爆発モデル
- 多様性
- 可視-近赤外線域における長期観測は数少ない
- 多バンド、時間的に密な観測によって今までサンプルが少ないために議論ができなかった未解決問題に迫りたい



# フォローアップ観測

- 広島大学かなた望遠鏡  
HOWPol : BVRI測光、分光  
HONIR : BVRIJHKs測光
- 大阪教育大学51cm反射望遠鏡  
Andor : BVRI測光

初期  
進化が早い  
密な観測点  
→ 機動力が高い望遠鏡



- OISTER ToO  
“近傍銀河に出現する特異なIa型超新星の  
可視近赤外線観測”



- すばる望遠鏡  
FOCAS : 測光、分光

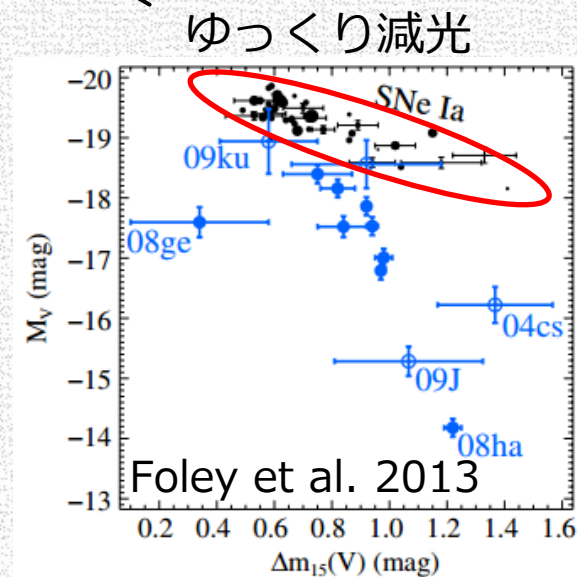
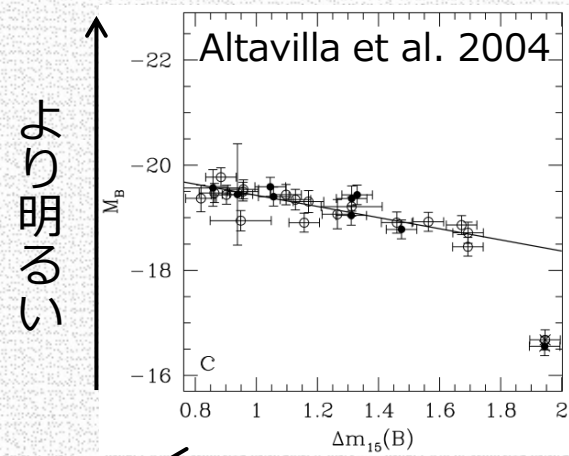
後期  
進化が遅い  
極大から1年経つと7等程度の減光  
→ 大口径望遠鏡

# 特異なIa型超新星

- 明るさ-減光速度の相関関係に乗らないIa型超新星が見つかってきた  
→ Iax型超新星

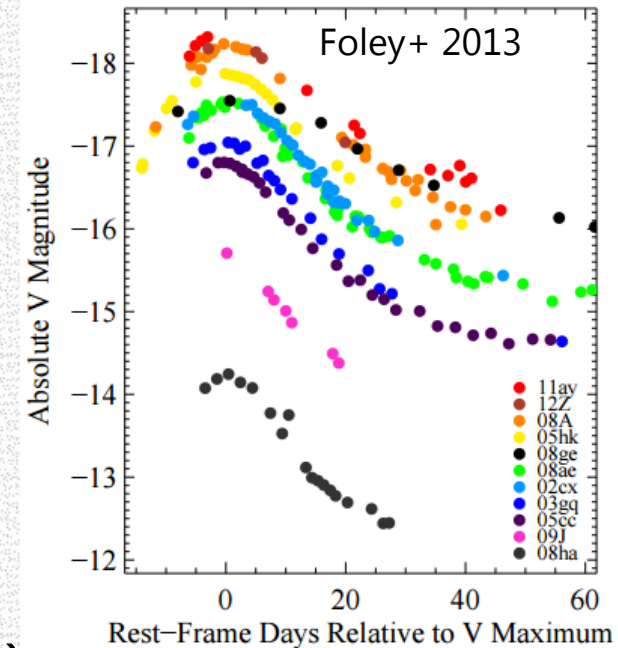
その他の特徴として…

- 放出物質の速度が遅い
- 初期スペクトルはIa型超新星と類似



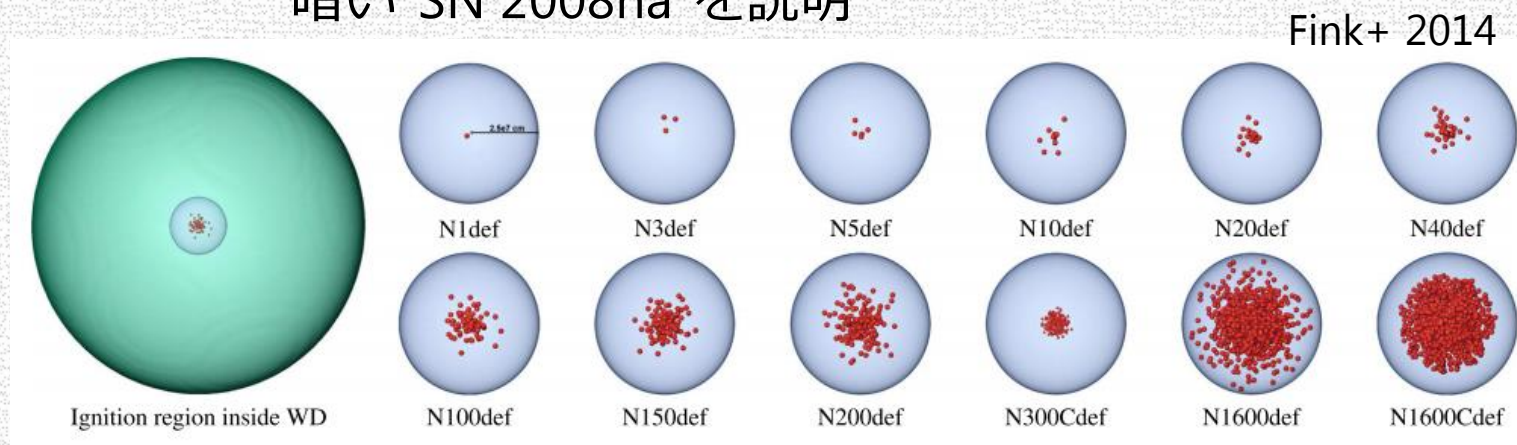
# 特異なIa型超新星

- 爆発メカニズムは？ 不完全なIa型超新星か？
- いくつかの爆発モデルが提唱され、理論的研究が行われている
- Iax型超新星の中で $^{56}\text{Ni}$ 質量( $\sim 0.003 - 0.3 M_{\odot}$ )、爆発エネルギー( $\sim 10^{49} - 10^{51} \text{ erg}$ )とばらつきがある
- 観測例が依然稀少、理解は滞ったまま



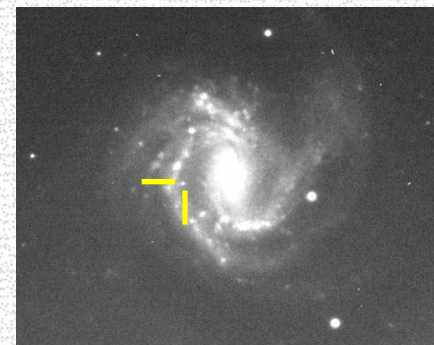
# 特異なIa型超新星

- 白色矮星内を熱伝導によって亜音速で伝わりながら燃える  
爆発エネルギーが小さく、残骸が残される ( $M_{bound} \sim 1.0 M_{\odot}$ )  
→ “残骸が残る弱い爆燃波モデル”
- Fink et al. 2014 : CO WDでの発火点の数を変え、  
広い範囲で計算 ( $^{56}\text{Ni}$ 質量 :  $0.09 - 1.32 M_{\odot}$ )
- Kromer et al. 2015 : CO WDの爆発。Iax型超新星でも暗い  
暗い“SN 2008ha”を説明

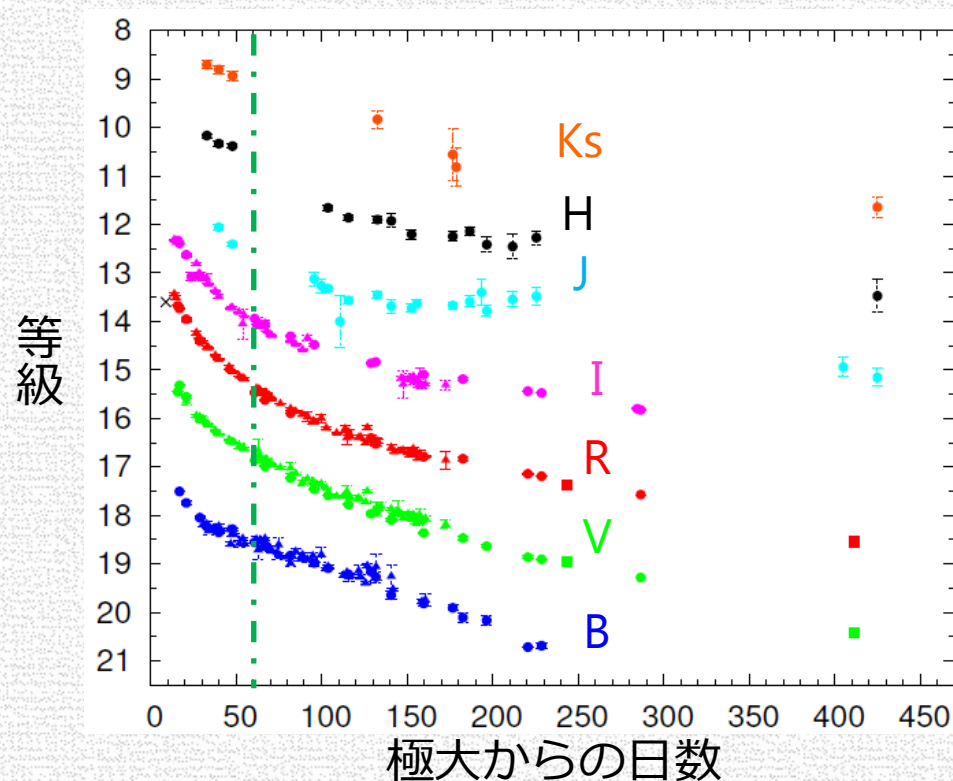


# 特異なIa型超新星

- SN 2014dt
- 母銀河: M61 (12.3Mpc)
- 発見日: 2014年10月31日  
→ 11月3日より観測開始

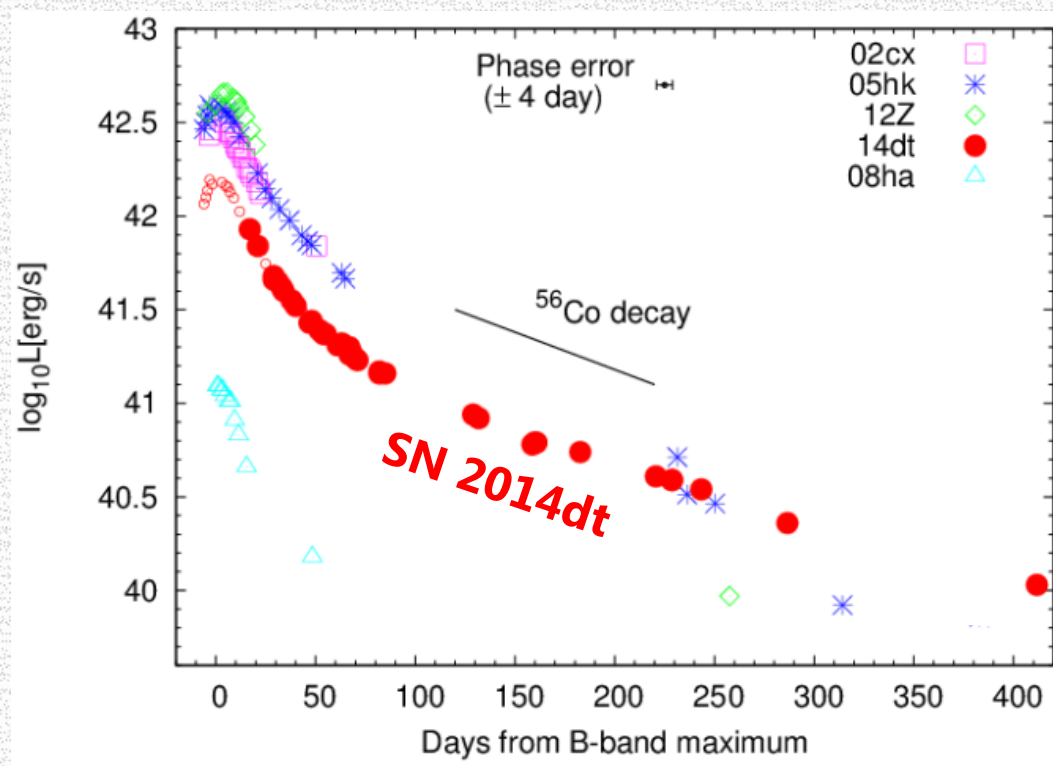


- 発見が遅れたため、  
極大は逃したものの、  
極大後~430日に亘る  
多バンド観測は初めて
- 60日を過ぎたころから、  
光度曲線が緩やかに



# 特異なIa型超新星

- 可視域での放射を、全放射の60%と仮定  
→ 長期の多バンド観測によって  
総放射光度を得ることができた
- 後期になると近赤外域での放射の寄与が大きくなる  
→ より正確に求めるために  
後期まで近赤外観測を行いたい
- やや暗め、  
光度変化が緩やか



# 特異なIa型超新星

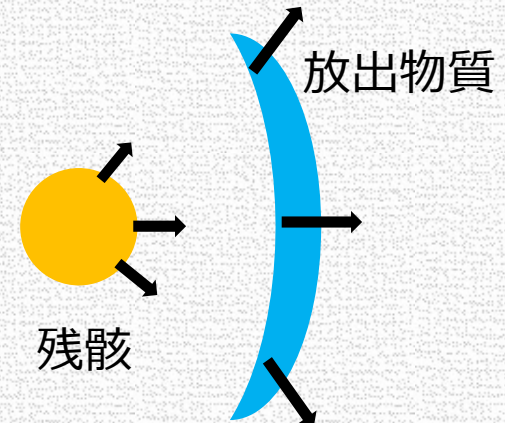
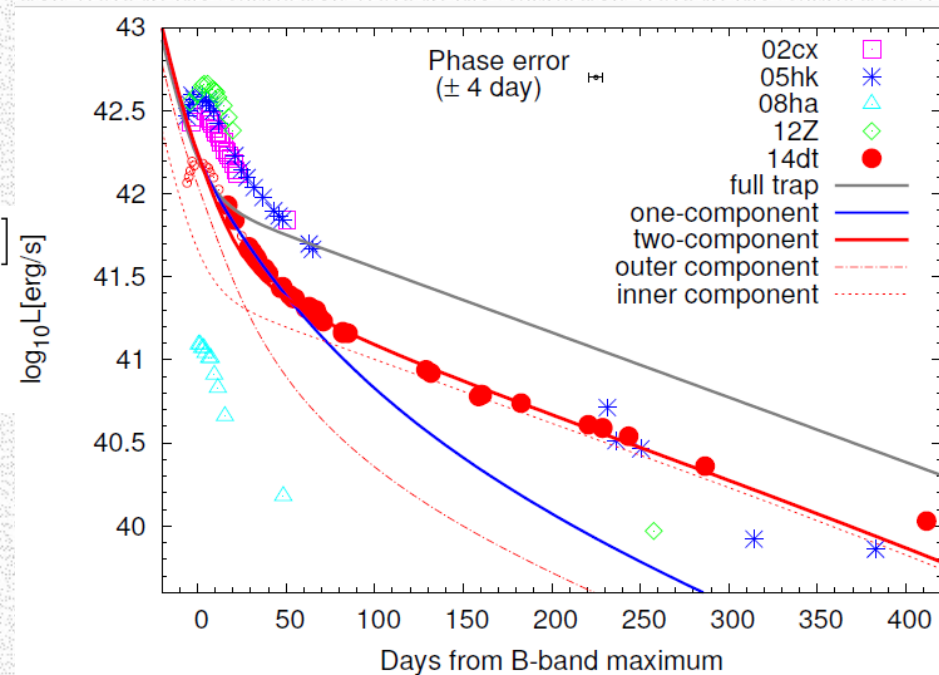
- 総輻射光度曲線とモデル曲線 (Maeda et al. 2010)と合わせる

$$L = M(^{56}\text{Ni}) e^{(-t_d/113\text{d})} [\epsilon_\gamma (1 - e^{-\tau}) + \epsilon_{e^+}]$$

$$\tau = 1000 \times \frac{(M_{ej}/M_\odot)^2}{E_{51}} t_d^{-2}$$

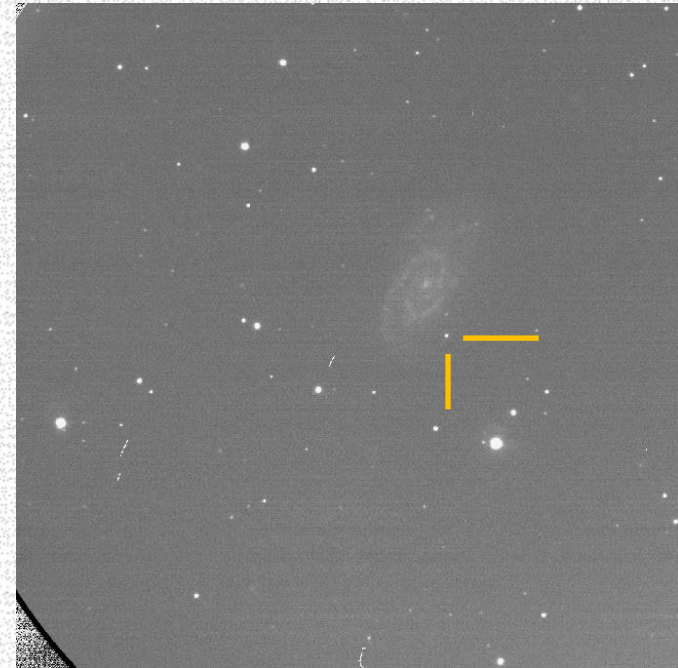
$\epsilon_\gamma$  :  $\gamma$ 線のエネルギー流入  
 $\epsilon_{e^+}$  : 陽電子のエネルギー流入  
 $t_d$  : 爆発からの日数  
 $M_{ej}$  : 放出物質の質量  
 $E_{51}$  : 爆発エネルギー  $E_k$   
 ( $10^{51} \text{erg}$ で規格化)

- 2成分モデル(光度Lを2つの項の和)で後期までよく合う  
 → 密度が高く、膨張していない成分  
 “残骸が残る弱い爆燃波モデル”で説明できる



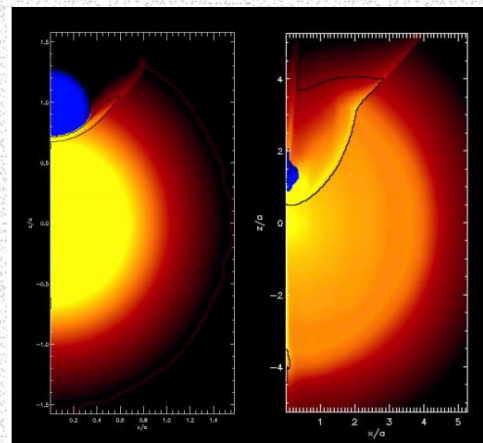
# Ia型超新星

- 30Mpcほどの近傍銀河にいくつかIa型超新星
- SN 2017erp
- 母銀河: NGC 5861 (26Mpc)
- 発見日: 2017年6月13.6日  
→ 6月14日より観測開始
- 非常に初期のIa型と報告あり (ATel10490)  
→ 伴星への相互作用が見られるか?  
迅速に密な観測が必要
- かなた望遠鏡 / HOWPol  
(HONIRは実験室で調整中)
- Swift / UVOT

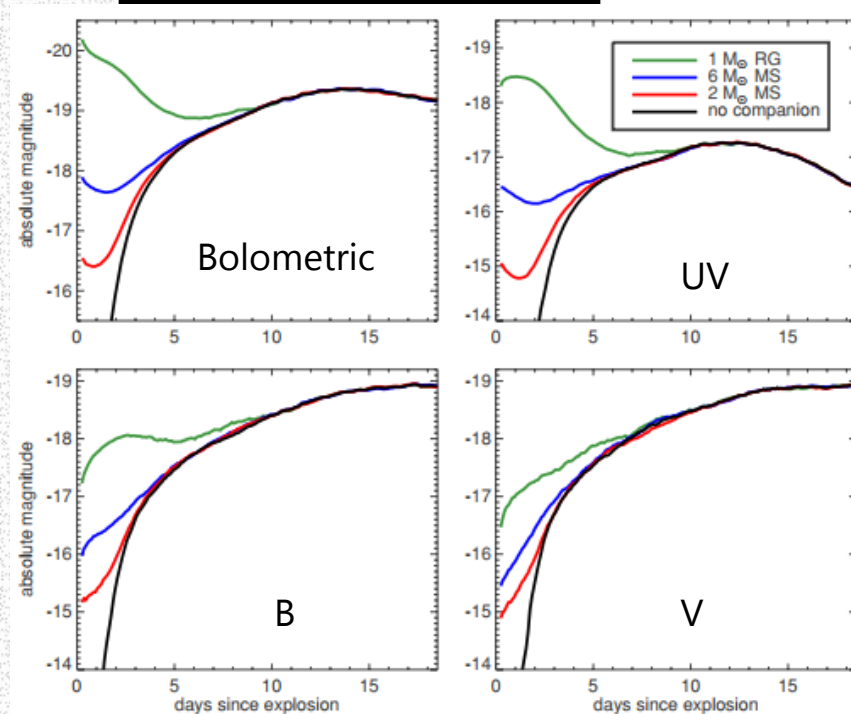


# Ia型超新星

- 初期の紫外域での超過  
→ 伴星との相互作用  
親星を制限する手がかり
- 爆発後、数日程度見られる  
→ 同時期の多バンド観測から  
colorを調べることで、  
モデルに制限を与えることが可能
- 発見直後からのToO観測でも  
重要な制限を与えられる

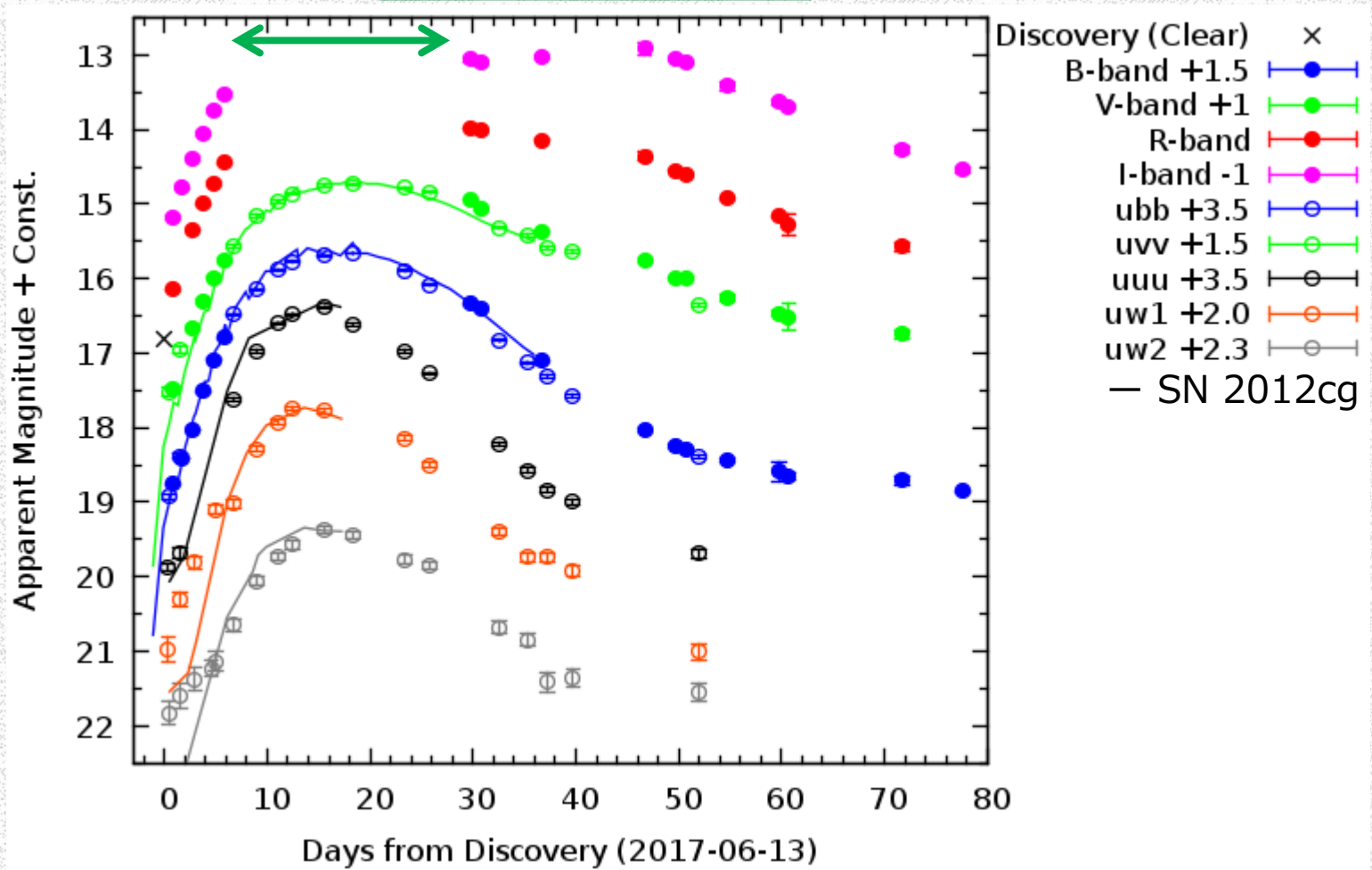


Kasen+ 2010



# Ia型超新星

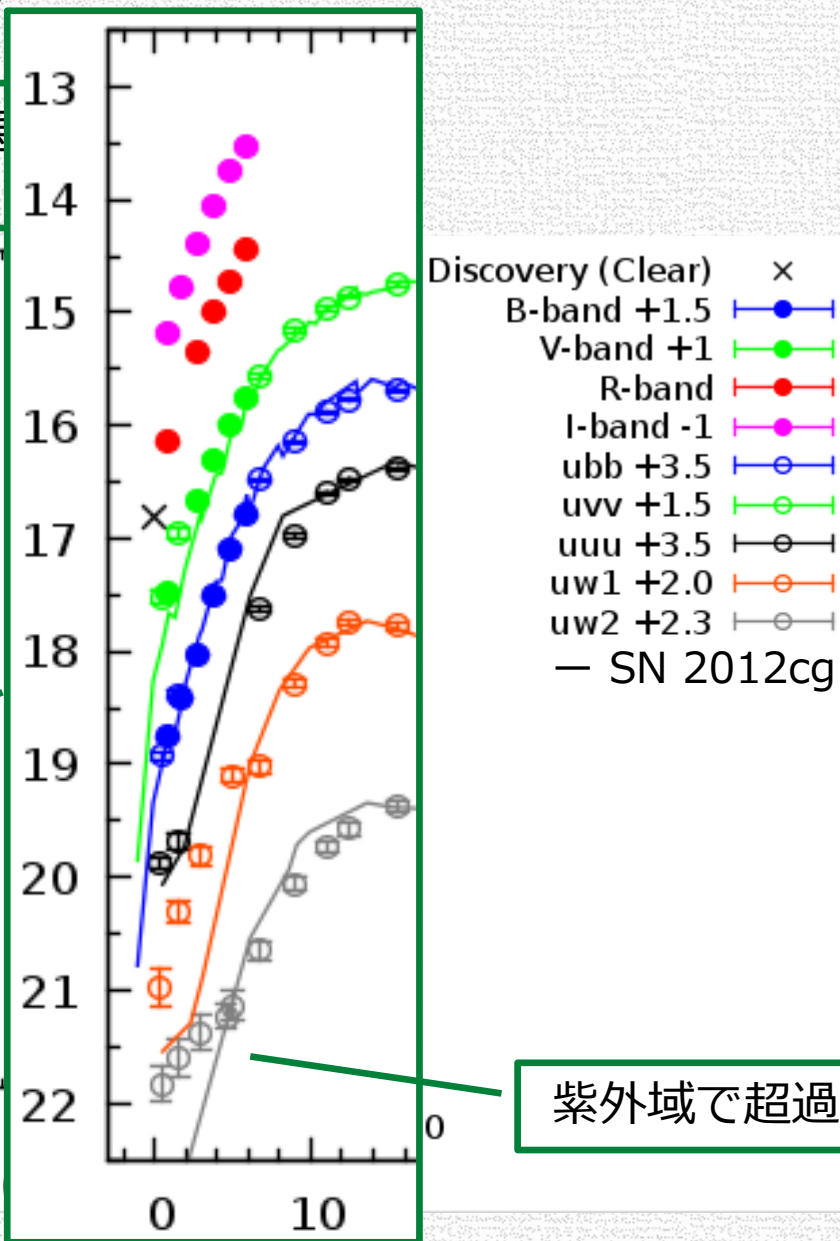
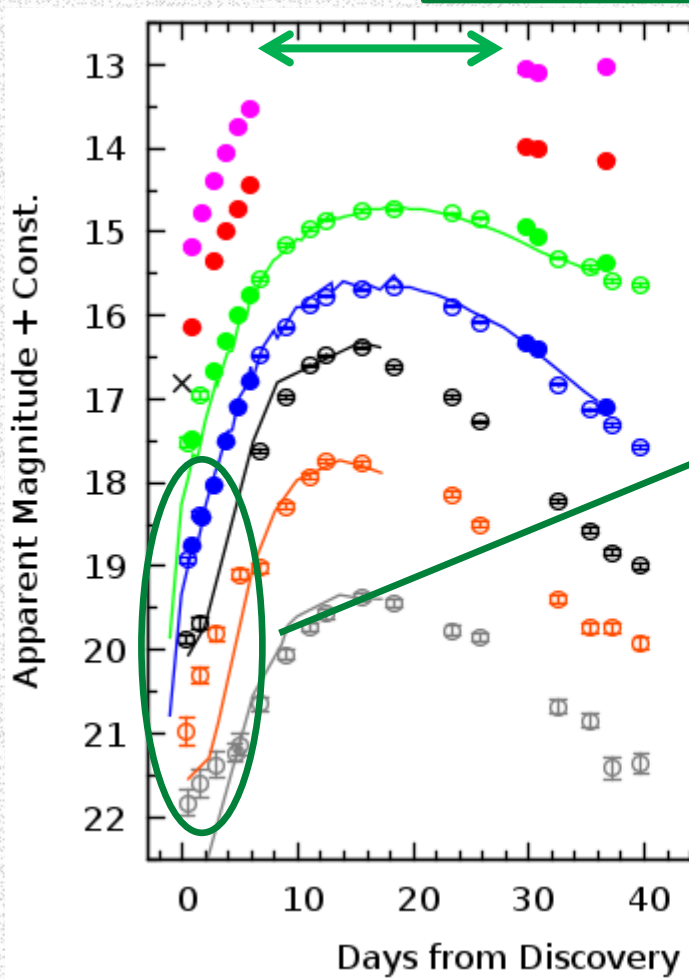
天候が悪く、  
観測できていない…



# Ia型超新星

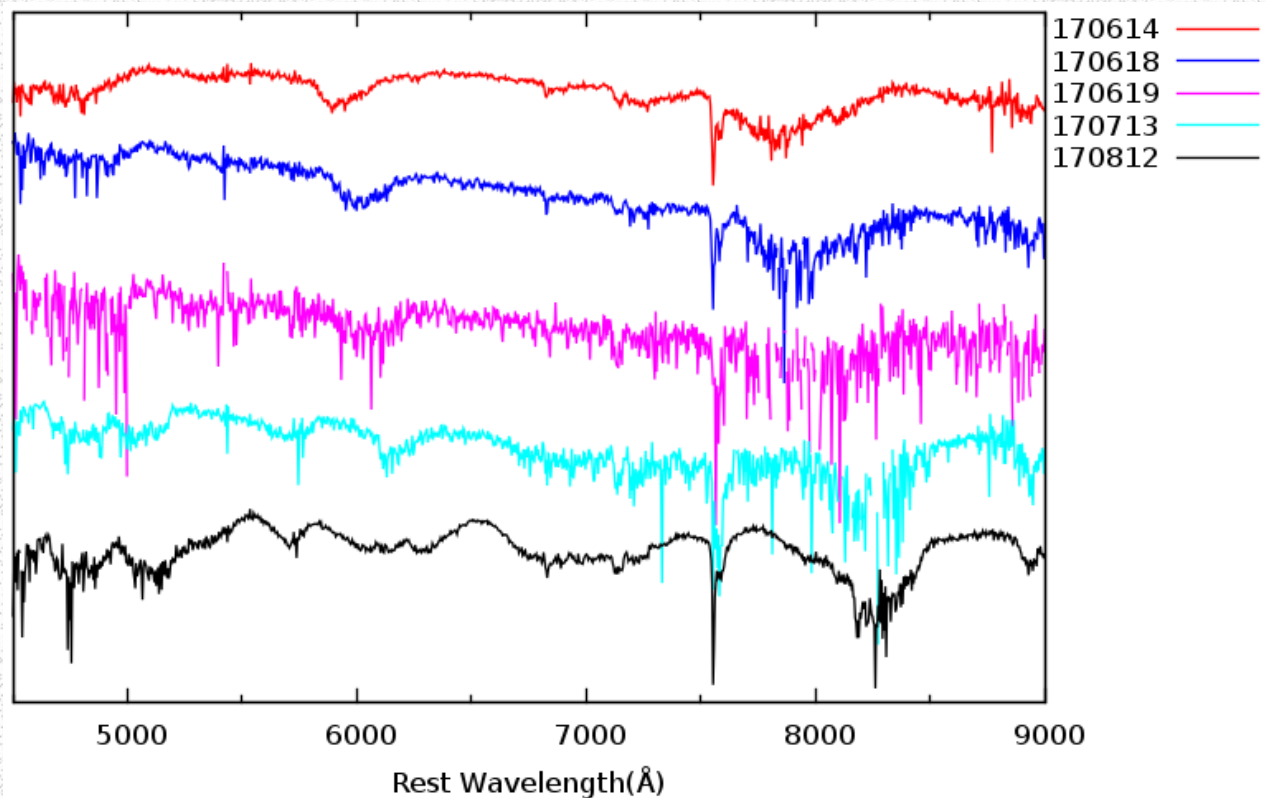
拡大

天候が悪  
観測できて



# Ia型超新星

- スペクトルにおいて伴星との相互作用の証拠は？
  - 有意にH $\alpha$ の輝線は見られない
  - ただし、まだデータが不足
  - サンプル数を増やす必要がある



# 今後

- 近傍銀河で発見された超新星について
  - 迅速な多バンド測光、分光観測
- データ欠損をできるだけ少なく
  - 特に極大付近では爆発パラメータの決定に重要
- より広帯域で
  - 紫外 – 近赤外域
- 長期に亘る継続的な観測
  - 極大付近：毎夜、～中期：数日に一回 の観測
- 多モードでの観測
  - e.g., 偏光観測、高分散分光観測

3.8m望遠鏡は中期観測など、今まで観測を諦めていた時期のデータの取得が可能  
→ OISTERでぜひ観測を！