第8回 光赤外線天文学大学間連携ワークショップ 2017/12/14,15 国立天文台（三鷹キャンパス）

減光速度の大きな極超新星の観測的研究

研究グループ

大坪一輝、山中雅之、川端弘治、高木勝俊、中岡竜也、川端美穂、河原直貴（広島大学）、前田啓一（京都大学）

概要

重力崩壊型超新星の中でも、スペクトルに水素やヘリウムが見られない超新星はIc型と分類される。その中でも、より爆発エネルギーが大きい超新星は極超新星と呼ばれる。しかしながら、極超新星とIb/c型超新星の関係性は自明ではなくその起源には不明瞭な点が多い。2014年4月18日に発見されたSN 2014asの分光によって、初期の極超新星との類似性が報告された。我々は広島大学所有のかなた望遠鏡を用いて、4月21日から7月1日までSN 2014asの追観測を行った。また、極大光度からおおよそ100日後にすばる望遠鏡でも観測を行った。その結果、光度曲線は**非常に大きな減光速度を示した**事がわかった。また、スペクトルにおいては幅の広がったケイ素とカルシウムの吸収線を見出した。これは平均的な極超新星に一致する。極大光度付近においては、ケイ素の吸収線速度がSN 1998bwよりもやや大きな値(～19000km/s)を示した。これらの観測量を使って爆発エネルギーと噴出物質の質量を調べたところ、よく調べられているややエネルギーの大きなSN 2002apと比べて、爆発エネルギーは大きく、ejecta の質量は同程度であると推定された。これは**極超新星の爆発パラメータの多様性を示唆**する。

背景

極超新星…Ib/c型超新星の一種。（基本的にIc型。）一般的な超新星に比べてエネルギーが一桁大きい。
スペクトルの吸収線の幅が広がっているという特徴を持つ。
Ib型超新星…スペクトルにヘリウムの吸収線が**見える**
Ic型超新星…スペクトルにヘリウムの吸収線が**見えない**
スペクトルの吸収線は親星の外層組成を反映→親星進化モデルへの制限が与えられる

超新星の親星質量とエネルギーは、極超新星とIb/c型超新星の分布に不連続性が見られる（図1）。
疑問：極超新星とIb/c型超新星の起源は同一なのか？

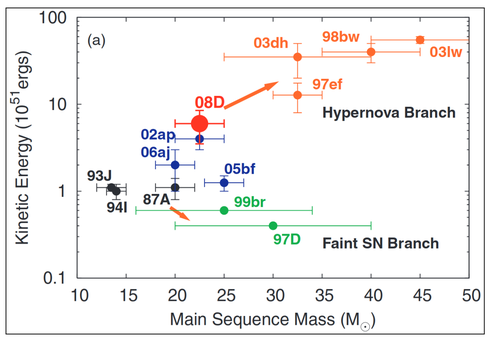

図1 モデル計算に基づく超新星の親星初期質量と爆発エネルギー（Tanaka et al. 2009）

観測

広島大学所有のかなた望遠鏡（1.5m鏡）にて2014年4月21日から7月1日まで16夜、BVRIバンド測光及び分光観測を実施。

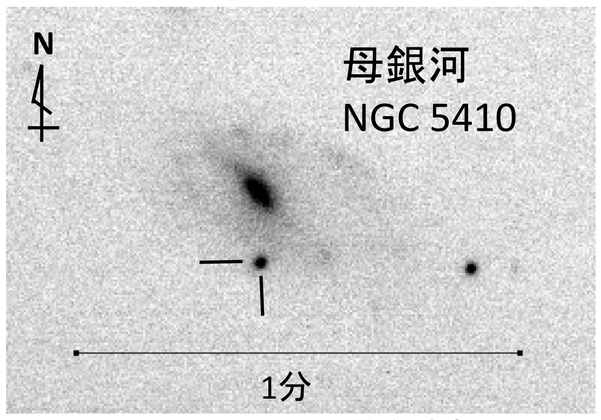

図2 Kanata/HOWPolで取得された
SN 2014asの視野（Rバンド）

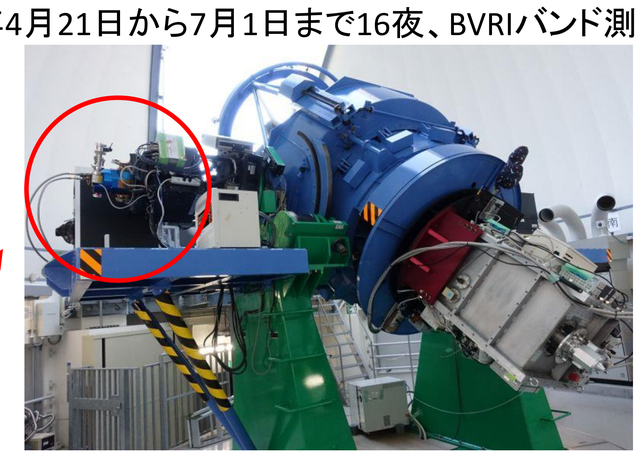

図3 観測に使用したKanata望遠鏡及び
可視偏光撮像分光装置HOWPol

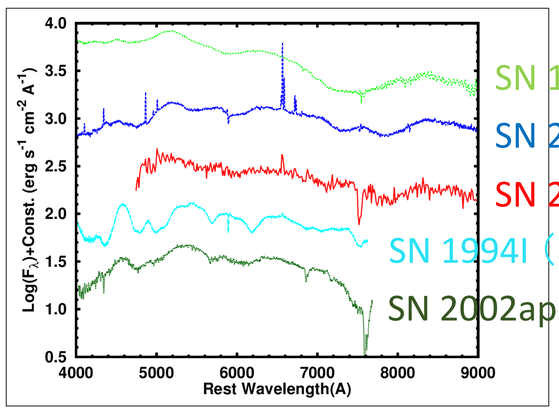

図4 他の超新星とのスペクトルの比較
スペクトルに極超新星の特徴の一つである
幅の広がった吸収線（SiII,CaII）が確認できる。

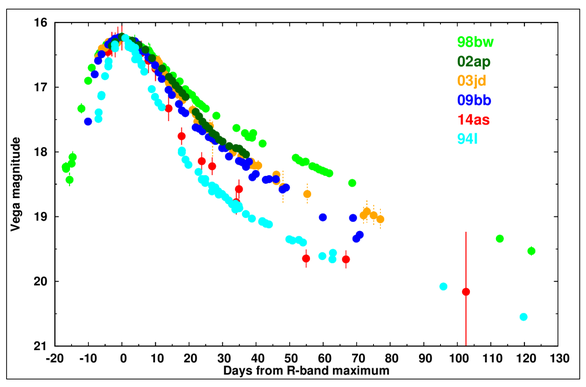

図5 他の超新星とのライトカーブの比較
SN 1998bw（Clocchiatti et al. 2011）
SN 2002ap（Gal-Yam et al. 2002）
SN 2003jd（Valenti et al. 2008）
SN 2009bb（Pignata et al. 2011）
SN 2014as
SN 1994I（Richmond et al. 1996）
Rバンド。他の極超新星と比べて
減光速度が大きい事が分かった。

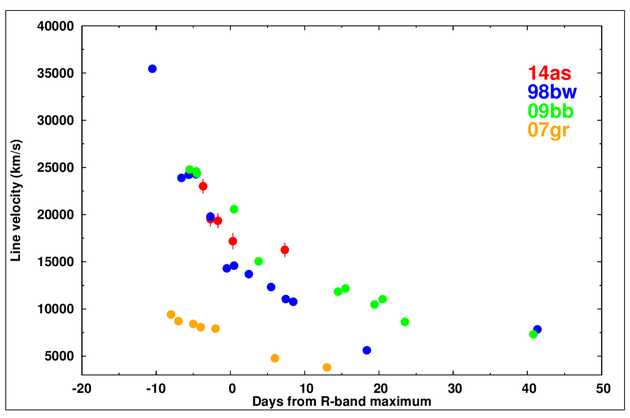

図6 他の超新星との線速度の比較（SiII）

極大光度付近において、SN 1998bwより
やや速い速度を示している。
CaIIよりもSiIIの線速度の方が精度よく
求まったので、今回はSiIIを用いた。

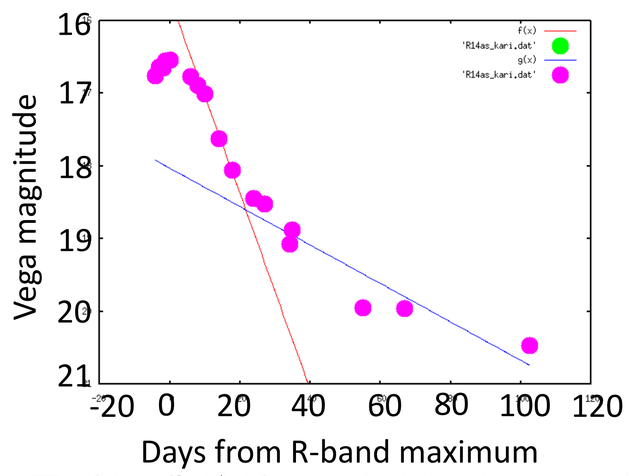

図7 折れ曲がり部分でタイムスケールを求める時のグラフ
（SN 2014as、Rバンド）

現在解析中であるが、**Mej=4.5（solar mass）、Ek=23（$\times 10^{51}$ erg）**と求まった。タイムスケールはライトカーブのrising、tail、折れ曲がりの部分をそれぞれ他の超新星と合わせ、それらを平均化した数値を使用した。折れ曲がる部分は図7の様に、2つの直線をfitして求めた。

まとめ

SN 2014asの観測を通して得られた観測量と爆発パラメータから、以下のシナリオを考察する。
①極超新星と典型的なIb/c型超新星間の爆発エネルギー・ejecta質量の連続性を示唆。
→親星の初期質量の連続的分布を示唆？
→Ib/c型超新星・極超新星の起源は同一であり、単に初期質量の分布で説明できる？
②SN 2014asが本質的に極超新星であり、その爆発エネルギーやejecta質量が小さく特異な天体。
→極超新星の多様性を示唆。
→質量の違いだけでは説明しづらいかも？他の物理が必要？→e.g., 回転？？金属量？？

今後の課題として、より多角的に（e.g., light curveモデルとの比較など）爆発エネルギー・噴出物質質量の推定を行う。

SN 2014asはこの辺りにplotされる

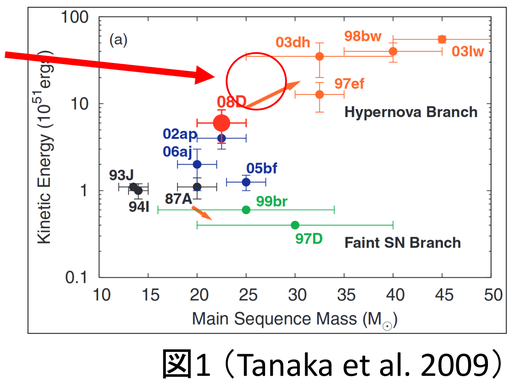

図1（Tanaka et al. 2009）

参考文献

Tanaka et.al 2009, ApJ, 692, 1131
Takaki et.al 2013, ApJL, 772, L17
Pignata et al. 2011
Modjaz et al. 2014
Gal-Yam et al. 2002
Clocchiatti et al. 2011
Richmond et al. 1996