

●非常に明るい II 型超新星 SN 2010jl の初期観測●

○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)、守屋堯、前田啓一、田中雅臣(IPMU)、笹田真人、伊藤亮介、山崎翔子、佐藤久之、大杉節、吉田道利、植村誠、秋田谷洋(広島大学)

序論

II 型超新星...水素のスペクトル線が見られる重力崩壊型超新星
II 型超新星...幅の広い P-Cygni 型の H α 線は見られない

motivation

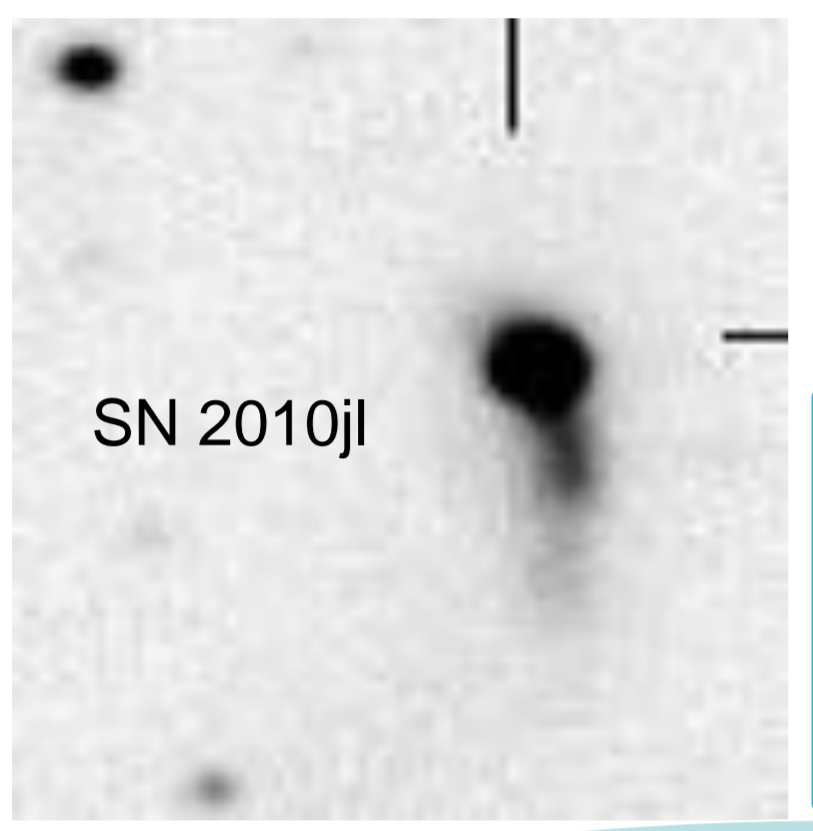
II 型は CSM との相互作用が認められており、明るいクラス ($M_v < -18$ 等) に属する。さらに近年、絶対光度が極めて明るい ($M_v \sim -22$ 等) 特異な超新星も発見されつつあり、その放射起源について未解明な点が多い。本研究においては、可視近赤外線観測によって放射起源に制限を与えることを目的とする。

細い(100km/s \sim)輝線
+
幅の広い輝線
特徴的なプロファイル

親星が爆発前に放出した星周物質と爆発による高速の ejecta との相互作用による輻射の卓越

...ほかの II 型超新星に比べて明るい理由

観測 SN 2010jl



UGC 5189A で発見された明るい II 型超新星

2010/11/02.06 (UT)
host 42.3Mpc
->非常に近い!

可視光だけでなく、近赤外線まで含めた長期間にわたる精度の良い観測が可能である希少な例



広島大学かなた望遠鏡および京都産業大学荒木望遠鏡を用いて可視近赤外線波長域で約200日間の測光・分光観測を行った。



かなた望遠鏡

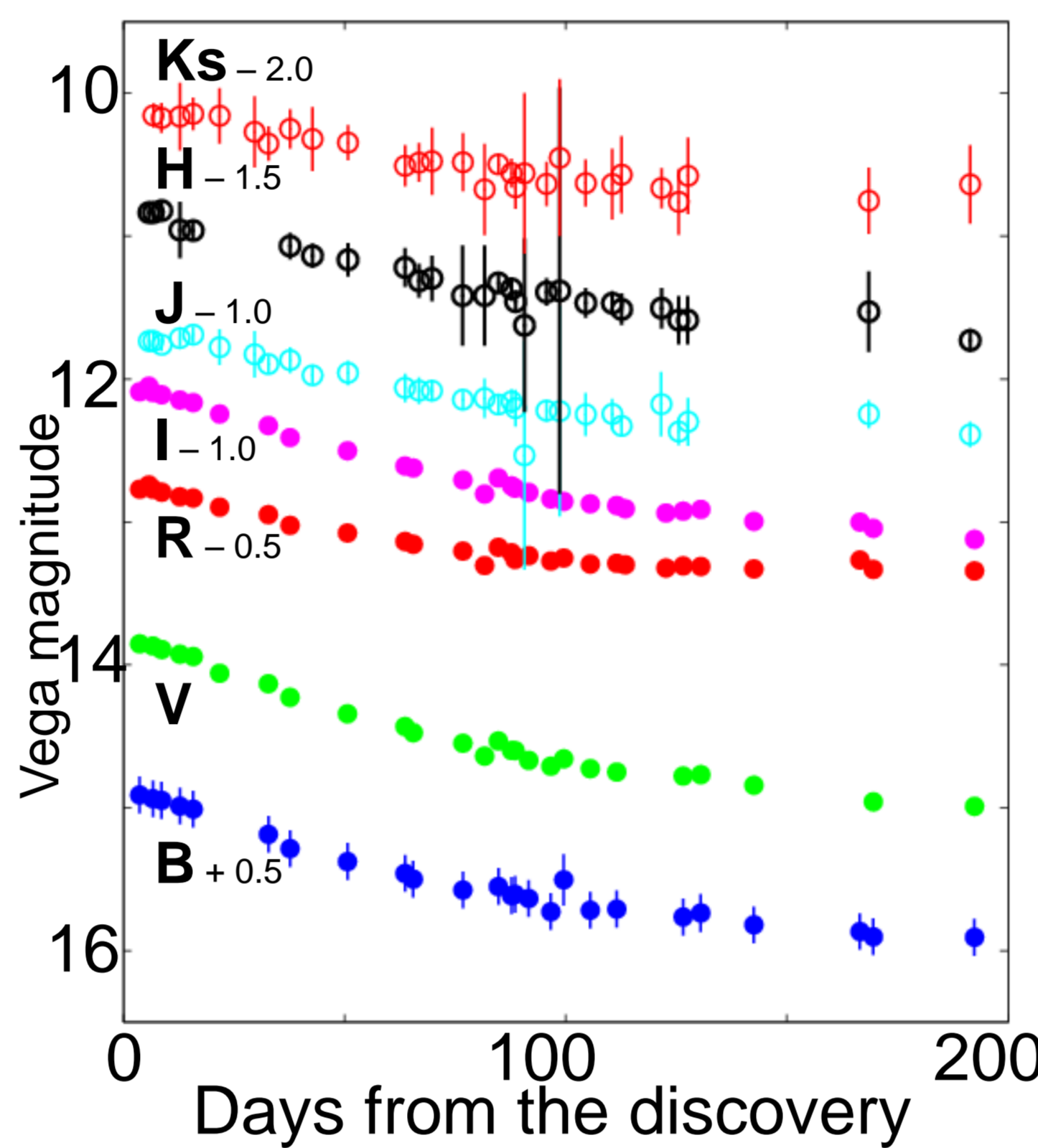
- 1.5m Kanata/HOWPol B,V,R,I image
- 1.5m Kanata/TRISPEC J,H,Ks image
- 1.5m Kanata/HOWPol R \sim 400 (4500-9000Å)
- 1.3m Araki/LOSA/F2 R \sim 550 (4000-8000Å)

II 型超新星において、近赤外線の密な観測は稀である

結果

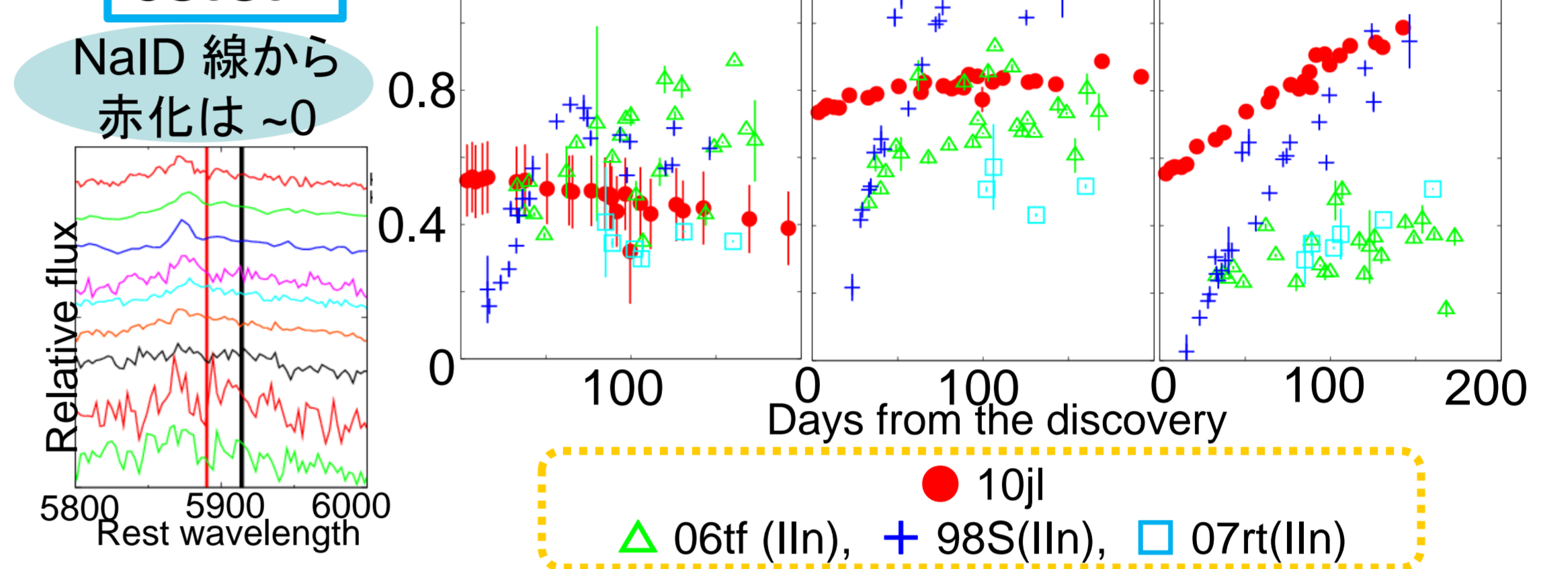
II 型では希少な近赤外領域についても、約 200 日間追った。

測光



観測開始日が最も明るく $V \sim 14$ mag, $K \sim 12$ mag. 200日間で $\Delta V \sim 1$ mag, $\Delta Ks \sim 0.5$ mag の緩やかな減光を示した...他の II 型 (08iy など) で報告例のある近赤外での緩やかな増光は見られなかった。

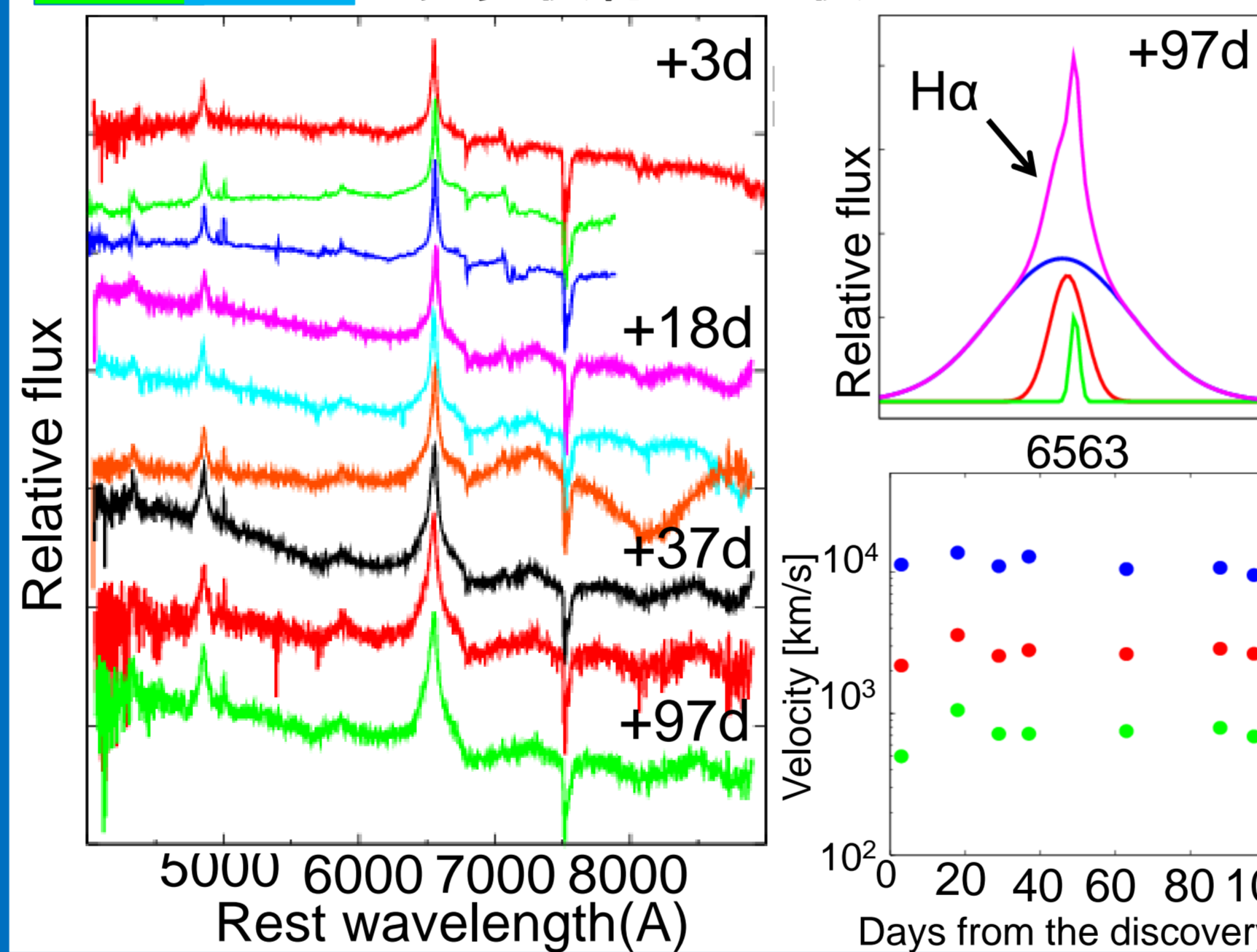
color



NaID 線の等価幅より、赤化量は ~ 0 と仮定 (Patat et al.(2011), Smith et al(2011)) し、のちの議論で使用。color は多様性に富んでいるが、どのカラーでも発見直後から非常に赤かった。その後、B-V, V-R は他の II 型と同程度だが、V-I は依然赤い。

分光

広島大学かなた望遠鏡および京都産業大学荒木望遠鏡で、発見後約100日後までのスペクトルを取得した。



H α については、三つのガウシアン関数でフィットできた。

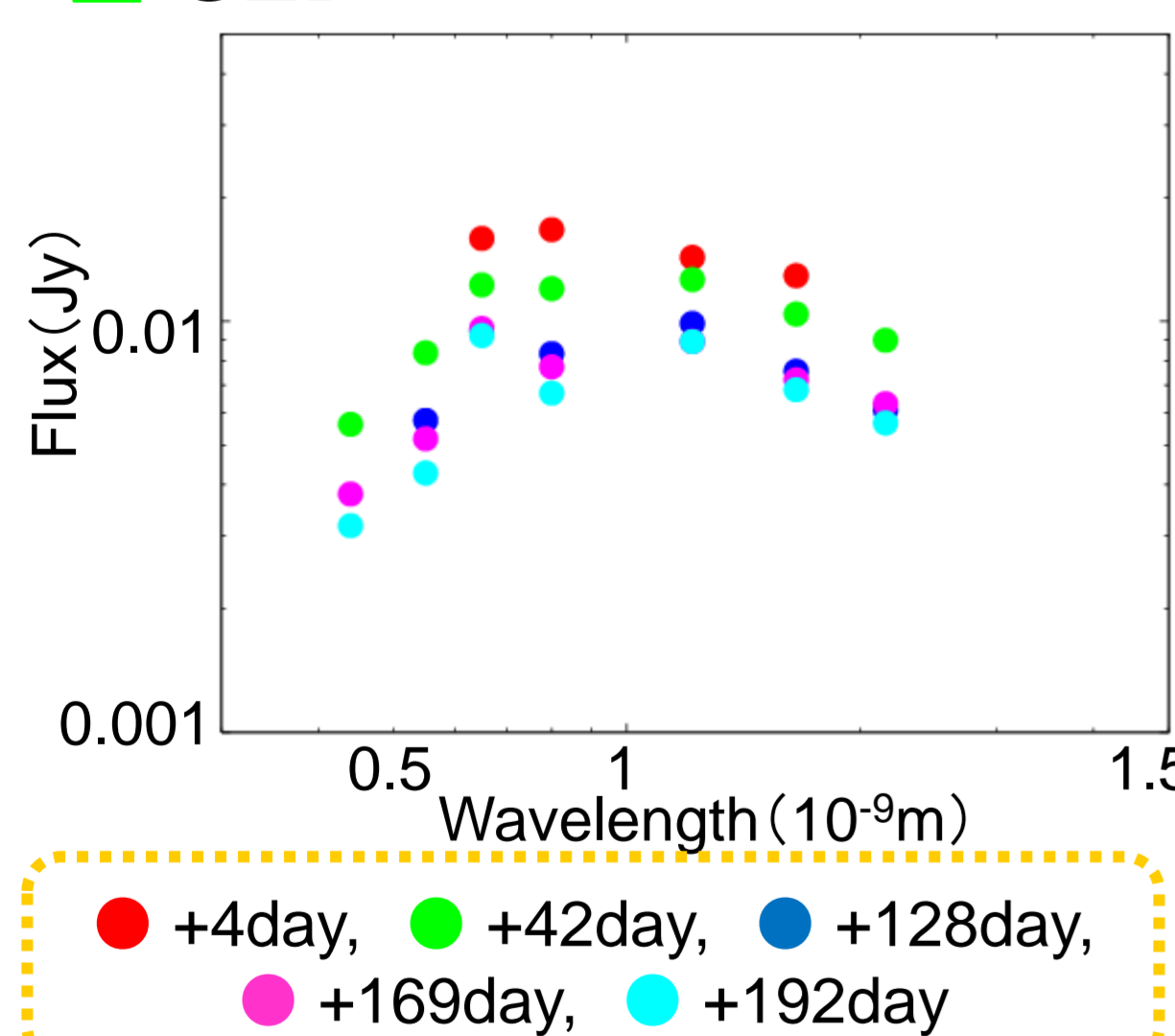
それぞれの膨張速度を求めてプロットすると、どの速度も発見後 100 日ではあまり変化していないことがわかった。

卓越している成分の 3 つの速度はそれぞれ、親星からの星風起源と考えられる narrow なライン (速度幅 < 800 km/s)、星間物質との相互作用によると思われる中間的な幅のライン (速度幅 \sim 2000-3000 km/s)、爆発による噴出物質起源の幅の広いライン (速度幅 \sim 17000 km/s) であることがいえる。

議論

放射起源・機構について

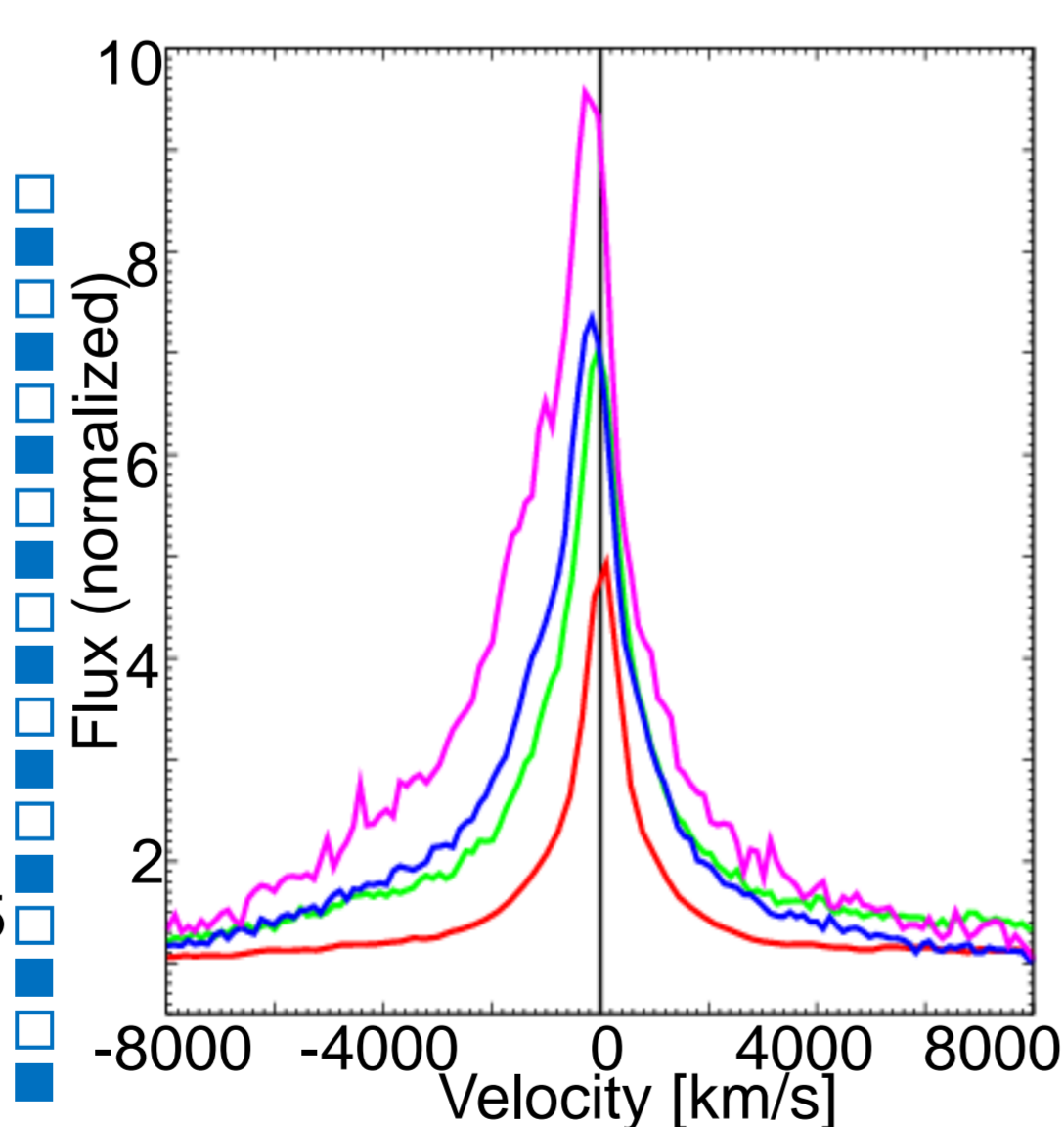
SED



可視光放射を再現するような黒体放射では J,H,Ks バンドにおいて flux の超過が見られた。このときの黒体温度は $T \sim 4000$ K であるが、観測された輝線を形成する温度 ($\sim 10000 - 20000$ K) とは一致しない。また、R バンドのバンプは H α の寄与と見られる。

単一の温度では説明できず、低温放射の寄与が考えられる。

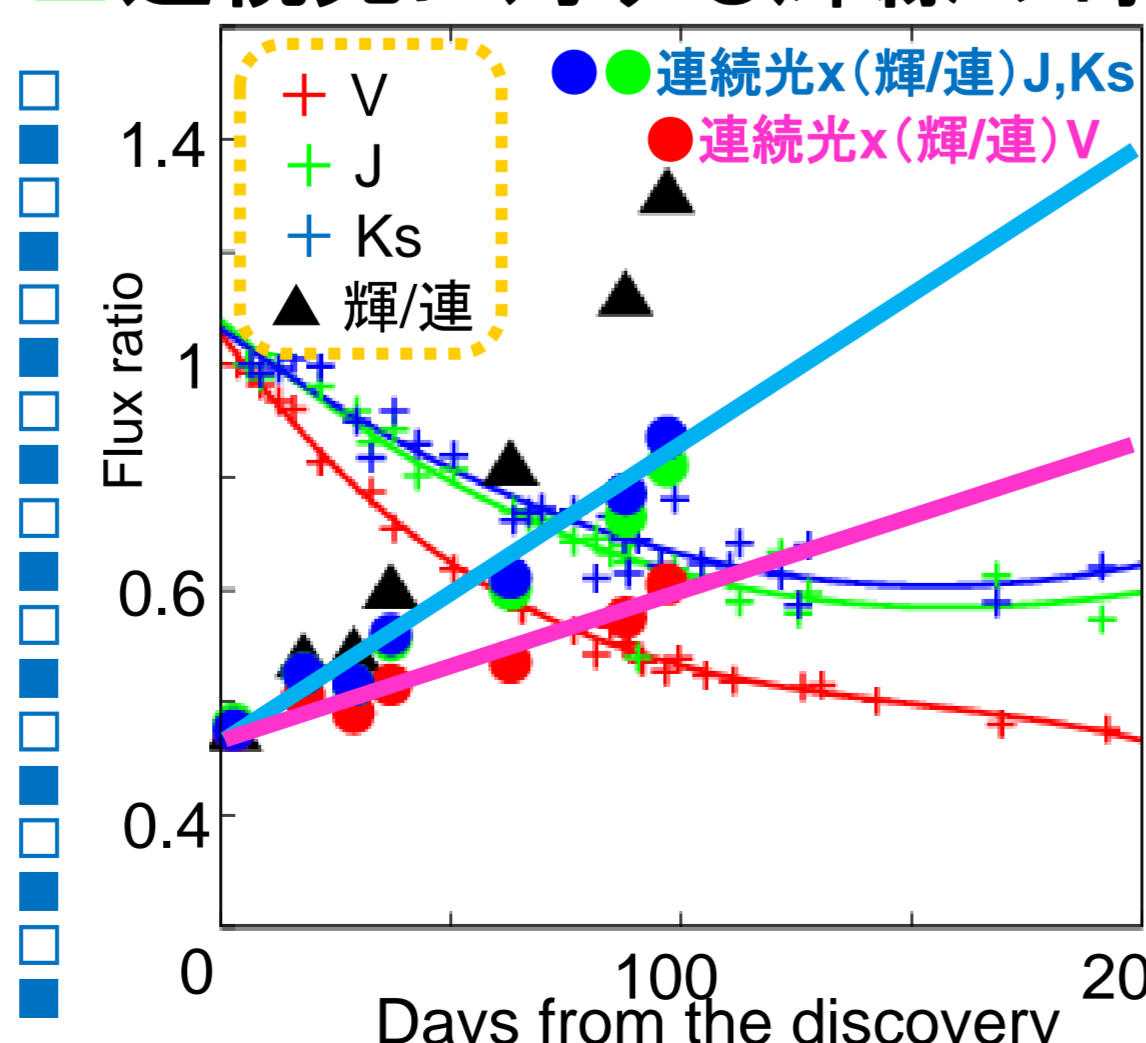
スペクトルの非対称性



H α 輝線プロファイルの連続光に対する相対強度の変化を示す。日が経つにつれて全体の相対強度は上がっている。また、青方偏移した成分が相対的に強くなっており、非対称性が増している。観測者側に膨張運動する大気の光学的に厚い面が広がっていることが示唆される。これは、膨張大気の拡散効果を弱くする程の濃い星周物質 (CSM) と相互作用の可能性が考えられる。

● +3day, ● +37day, ● +63day, ● +97day

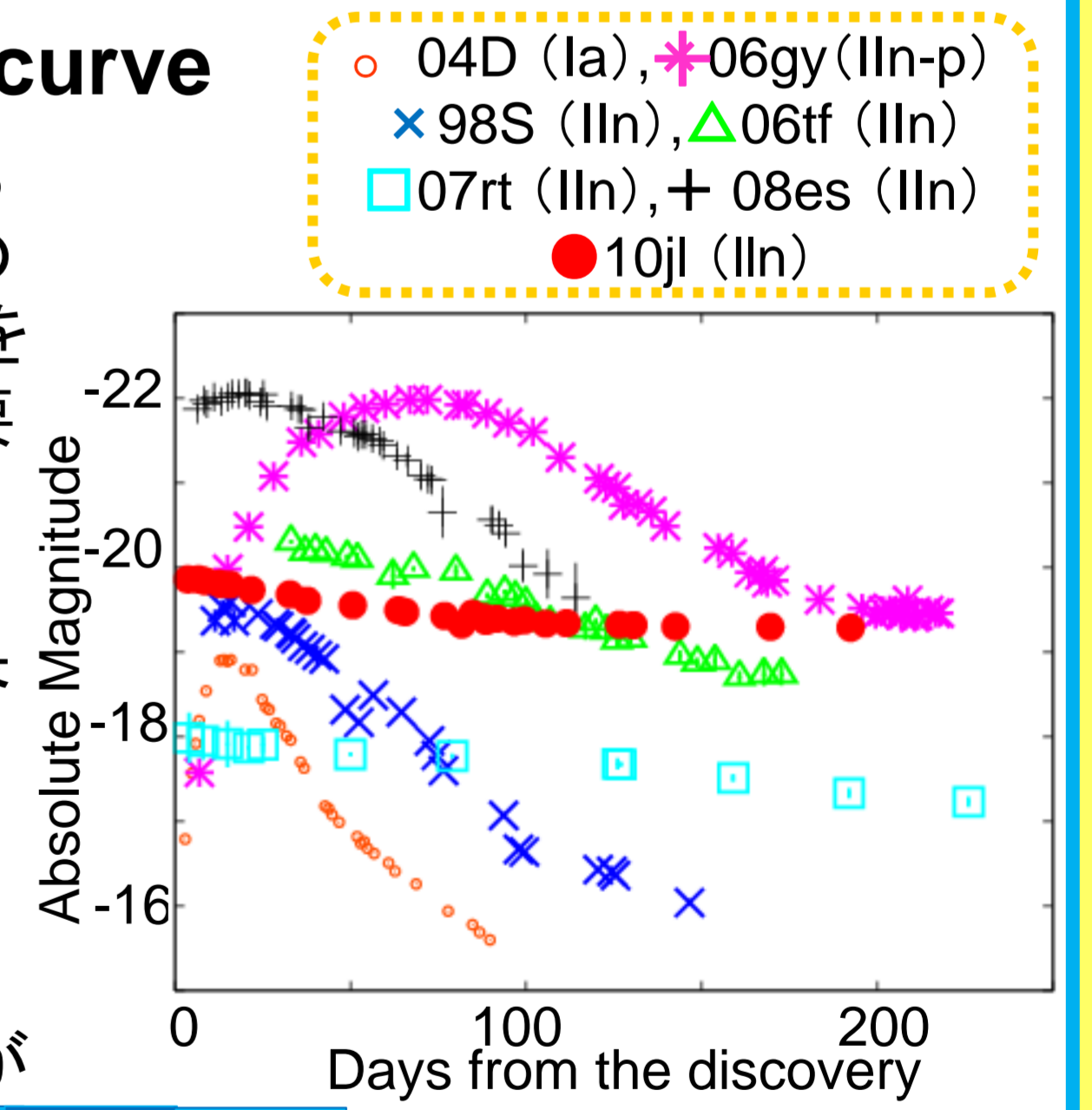
連続光に対する輝線の寄与



連続光成分 (+) は、可視と赤外において color が異なる様子が見られた。輝線/連続光の比 (\blacktriangle) の動きから、連続光成分に対して輝線成分が大きくなっていることがわかった。両者を掛け合わせた輝線成分 (\bullet) は増加しており、輻射補正のためには輝線強度の影響は無視できない。

Bolometric light curve

赤外超過が初期から見られていることから、通常の方法 (可視 6 割の仮定) を採用するには注意が必要である。正確な bolometric light curve を描くためには、より長波長域での測光が要求されるであろう。単に R バンドの絶対等級と比較すると、10jl は特別に明るいグループには属さないことがわかる。



まとめ

可視近赤外領域について包括的な観測を行った。近赤外領域についてこれほど密な観測は初めてである。H α の輝線について 3 つの異なる速度成分に分解できた。加えて、H α の輝線においては非対称性が強くなったことが認められた。これらは濃い CSM と ejecta が強い相互作用をしていたことを支持する。SED においては、単一温度だけで説明できる黒体放射ではなく、近赤外領域での超過を見出した。これは、噴出物質中に低温成分が生成された可能性が示唆される。連続光に対する H α 輝線の寄与は増加傾向にある。よって 10jl の放射は CSM との相互作用が重要な役割を担っていたと結論付ける。