

# KISSプロジェクトで発見された 特異なII型超新星KISS15sの測光分光追観測

小久保 充, 土居 守, 諸隈 智貴 (東京大学), 田中 雅臣(国立天文台), 富永 望(甲南大学), KISS collaboration

E-mail: mkokubo@ioa.s.u-tokyo.ac.jp

## 概要

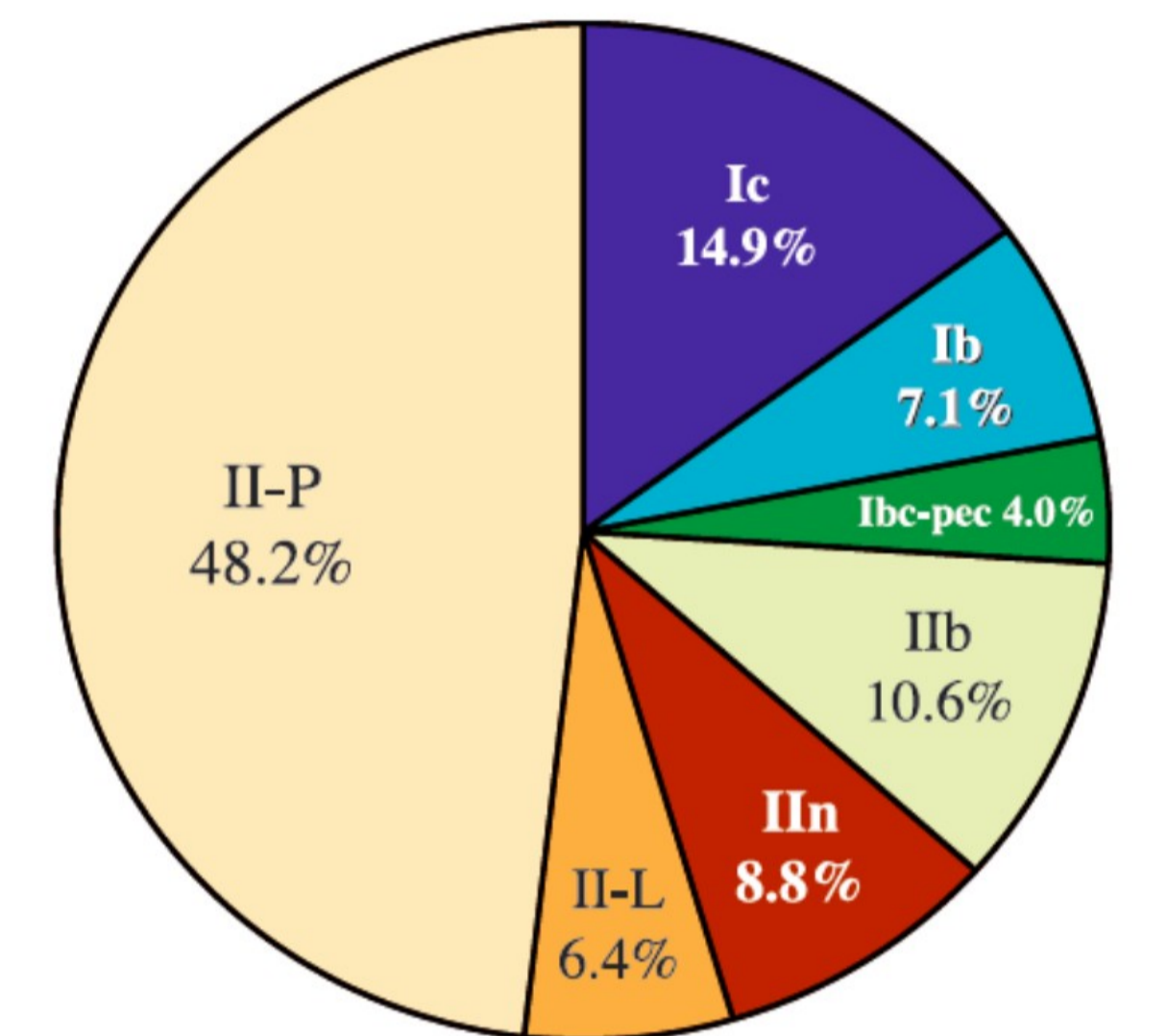
KISS15sは、2015年9月18日のKISSの観測によって、 $g = 19.71 \pm 0.07$  magの超新星候補天体として発見された。母銀河は、SDSSによる測光/分光データから $z=0.038$ の星形成銀河であると見られる。KISSによる発見の翌日9月19日には、なゆた望遠鏡/LISSによる低分散分光スペクトルが得られ、特徴的な線幅の広いH $\alpha$ 輝線が検出されたことから、II型超新星であると同定された。KISSによる測光観測は2016年2月まで続けられ、同時にアパッチポイント天文台ARC3.5m望遠鏡/DISによって2回の低分散分光、1回の高分散分光データが取得された。KISS15sの著しい特徴として、2015年9月から2016年2月の観測までにほとんど光度が変化しなかった点が挙げられる。また、H $\alpha$ の線幅が非常に広い(半値全幅 $\sim 15000$ km/s)ことも特徴の一つである。光度や線幅から推定される親星の質量放出率は0.05太陽質量/年以下となるが、このような質量放出率はII型超新星の親星が青色超巨星であるという一般的な理解と矛盾しない。KISS15sのスペクトル、光度曲線が示す特異な性質については、再びKISS15sが観測可能になる2016年9月以降に再開を予定している測光および分光追観測により原因を解明していく予定である。

## 1. II型超新星

重力崩壊型超新星(Ib, Ic, II型)は、8太陽質量以上の大質量星の進化の最終段階としてのコアの重力崩壊と衝撃波の発生によって生じる爆発現象である。Ib, Ic型超新星と比較して、II型超新星は強い水素輝線/吸収線を持つ(=水素外層を持つ)種族であると定義されるが、さらにII型超新星にはII型超新星というスペクトル分類種族が存在する(図1; Smith et al 2011)。

II型超新星は、特に強いバルマー輝線光度を示し、幅の広い輝線( $\sim 1000-10000$  km/s)と幅の狭い( $\sim 100$ km/s)輝線が同時に観測されるという可視スペクトル上の特徴を持つ。さらに、II型は他のII型超新星に比べて一般に明るく、光度が数100日の長きに渡って持続するという性質を持つ。これらの可視スペクトルや光度曲線の特徴から、II型超新星は、重力崩壊型超新星のうち、爆発直後から濃い星周物質との強い相互作用を示している種族であると理解されている; すなわち、高光度青色変光星(Luminous Blue Variable)が示すような質量放出が爆発の直前まで継続して星周物質を形成していたため、超新星爆発に伴う高エネルギー放射による光電離や、衝撃波の伝播による衝撃波加熱が即座に近傍の星周物質との相互作用を開始したと解釈される(Gal-Yam et al. 2009)。

このような解釈によると、II型で観測される連続光や幅の狭い輝線は、親星の質量放出期に形成された星周物質を主な起源とする放射であり、II型を詳細に研究することは大質量星の進化の最終段階の物理状態を探るうえで非常に重要である。

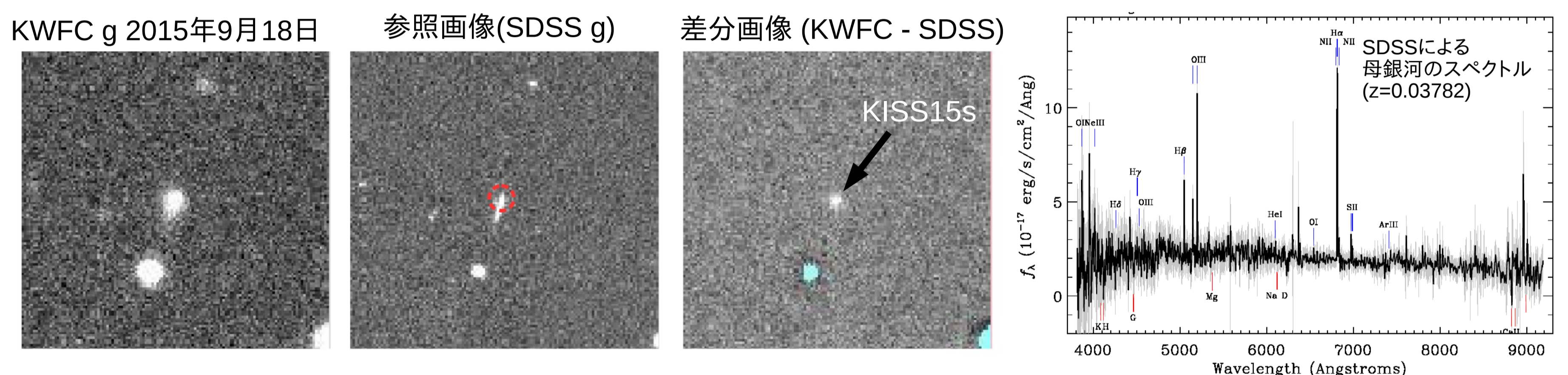


Core-Collapse SN Fractions  
図 1: 重力崩壊型超新星の割合  
Smith et al. 2011

## 2. KISSプロジェクトで発見されたII型超新星KISS15s

### 2.1: 木曾KWFCによる発見 (2015年9月18日)

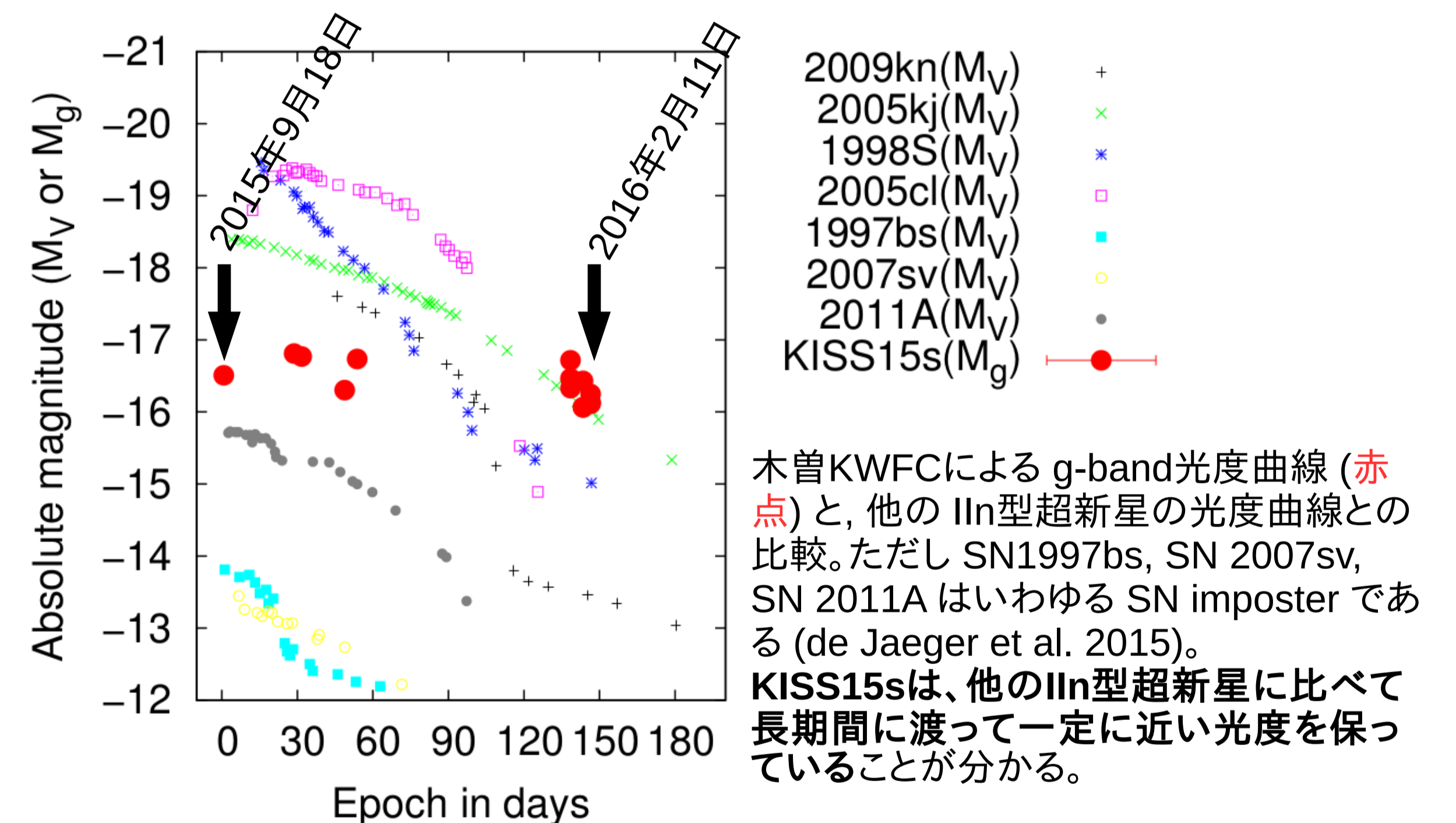
木曾超新星探査KISS(Morokuma et al. 2014)による2015年9月18日の観測(観測フィールドKSFJ0307-0018)によって、赤方偏移 $z=0.038$ の星形成銀河中心から3秒角離れた位置に発見された(右図)。KSFJ0307-0018の観測は2014年12月23日以降行われていなかったため、KISS15sの爆発時期については強い制限は得られていない。2015年9月18日時点での等級は $g=19.71 \pm 0.07$ 等であり、母銀河の赤方偏移から絶対等級は $M_g = -16.31$ 等であると評価された。木曾KWFCによる測光観測は、visibilityの限界である2016年2月初旬まで行われた(右図 光度曲線)。



### 2.2: 2.0mなゆた望遠鏡/LISSによる超低分散分光観測 (2015年9月19日)

KISSで発見された超新星候補の即時分光観測を行うため、我々は西はりま天文台2.0mなゆた望遠鏡に低分散分光器LISS(Line Imager and Slit Spectrograph; Hashiba et al. 2014, 小久保 他 2015)をPI装置として搭載し、なゆた望遠鏡公募観測を通じて低分散分光観測を行ってきた。KISS15sについても、発見の翌日のうちになゆた望遠鏡/LISSによって分光観測が実施された。

LISSによる低分散分光スペクトル中には、非常に特徴的な線幅の広いH $\alpha$ 輝線が検出された。LISSによる観測に加え、後に得られた光度曲線や分光追観測などの情報を集積することで、KISS15sはII型超新星であると同定された。



木曾KWFCによるg-band光度曲線(赤点)と、他のII型超新星の光度曲線との比較。ただしSN1997bs, SN2007sv, SN2011AはいわゆるSN imposterである(de Jaeger et al. 2015)。KISS15sは、他のII型超新星に比べて長期間に渡って一定に近い光度を保っていることが分かる。

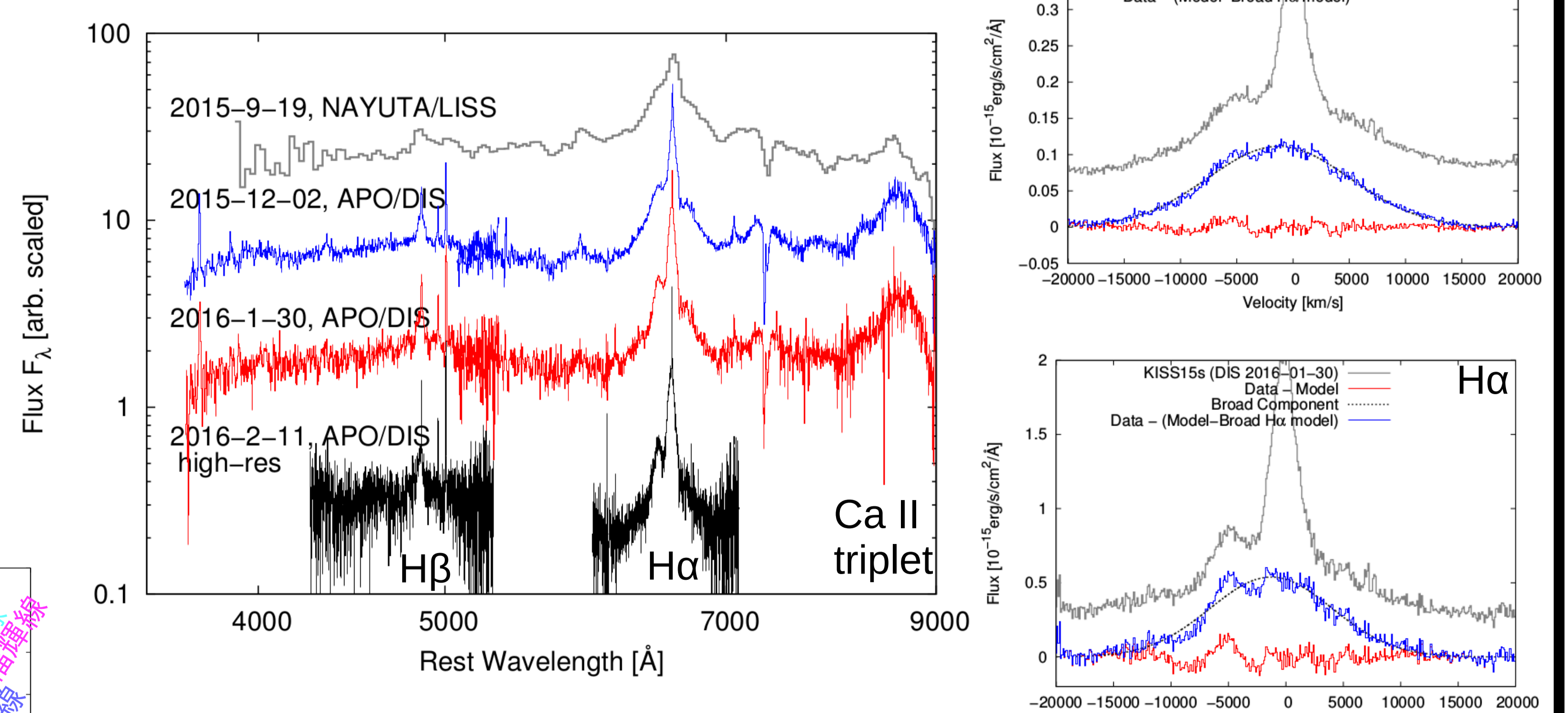
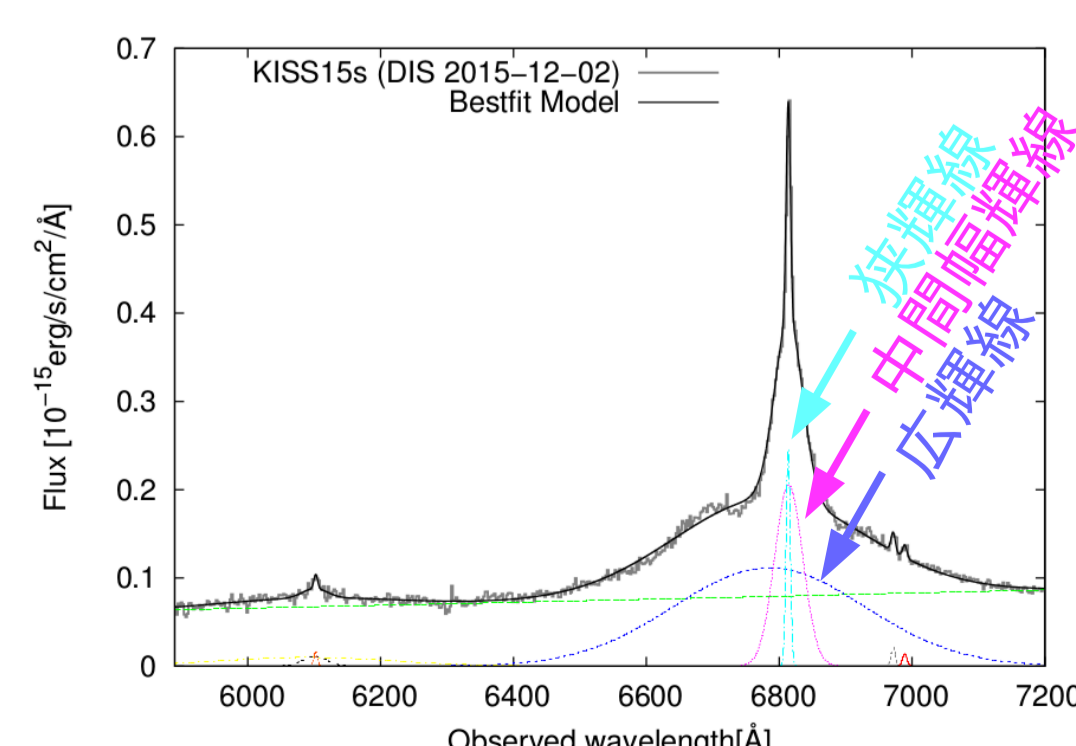
### 2.3: ARC 3.5-meter / DISによる中分光、高分散分光観測 (2015年12月-2016年2月)

詳細な輝線プロファイルの変化を観測するため、2015年12月から2016年2月の期間中に3回、アパッチポイント天文台(APO) Astrophysical Research Consortium (ARC) 3.5-meter telescopeの分光器Dual Imaging Spectrograph (DIS)による分光データを取得した。特に2016年2月11日の分光データは、速度分解能30-40 km/s程度の高分散分光モードで取得された。

現在のところ、輝線のスペクトルプロファイルに変化が観測された以外には、大きなスペクトル形状の変化は観測されていない。H $\alpha$ の輝線プロファイルをスペクトル分解すると、波長分解されていない狭輝線、FWHM $\sim 2000$  km/sのポストショック星周物質領域を起源とする中間幅輝線、超新星イジェクタ放射を起源とするFWHM $\sim 15000$  km/sの広輝線に分解できる(e.g., Smith et al. 2008)。

中間幅輝線のH $\alpha$ 輝線光度から推定される親星の質量放出率は $M_{\text{dot}} < 0.05 M_{\text{sun}}/\text{yr}$ 程度であり、II型超新星の親星がLuminous Blue Variableであるという理解と矛盾しない(Kiewe et al. 2012; Taddia et al. 2013)。

2016年9月以降の測光・分光追観測により、さらに詳細な物理過程の解明を目指す。



これまでに得られた分光データ(左図)。特徴的な幅の広い輝線(FWHM $\sim 15000$  km/s)が全epochで観測されている。2015年9月から2016年2月まで、大きなスペクトル変化は観測されていない。ただし、H $\alpha$ プロファイルの非対称性に变化が見られる(右図)。