

近傍超新星：メートルクラス 望遠鏡との連携

山中雅之(甲南大学)

かなたSNチーム

広島大グループ



川端弘治さん

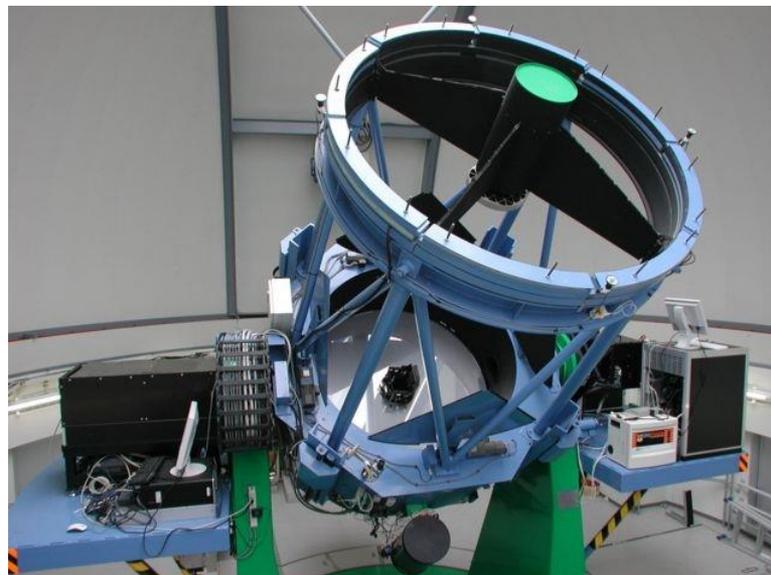


山中

広島大院生

川端美穂さん(D1)
中岡竜也さん(D1)
河原直貴さん(M1)

年5-10天体程度の近傍超新星を
かなた望遠鏡
(BVRIJHKs + 可視分光)で追観測



かなた望遠鏡



光赤外線大学間連携：OISTER

話の流れ

1. 我々は何をしてきたか？ **day scale** の観測
OISTER(1-2m)による特異な超新星の観測

-> ①スーパーチャンドラ・②極超新星

-> 足りない事

①より早期(~**爆発5日後**)の観測

②**<1 day** の観測 **skip**

(前田さん、鈴木さんtalkの復習, Jiangさんtalk)

->我々はどうするか？

->[提案]**Tomo-e + 3.8m + ポストOISTER**

光赤外線大学間連携：OISTER による超新星観測

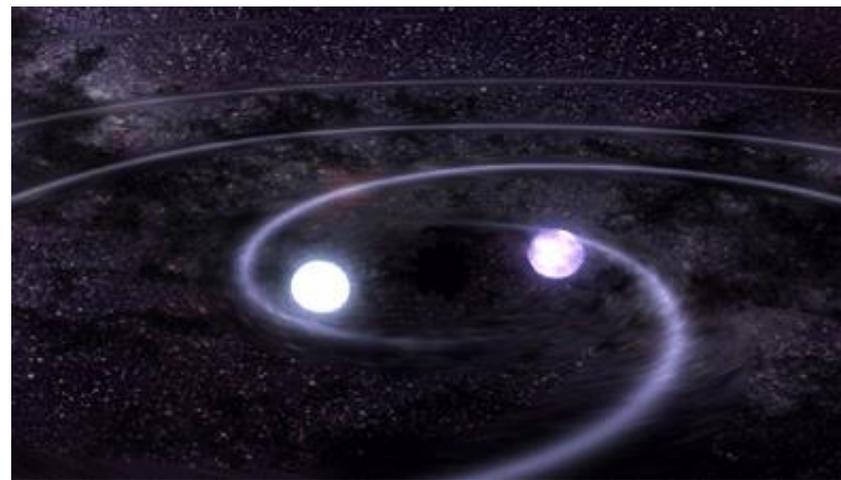


MY et al. 2015
MY et al. 2016
MY et al. 2017
MY et al. submitted

Ia型超新星爆発の親星候補



降着シナリオ
(シングル)

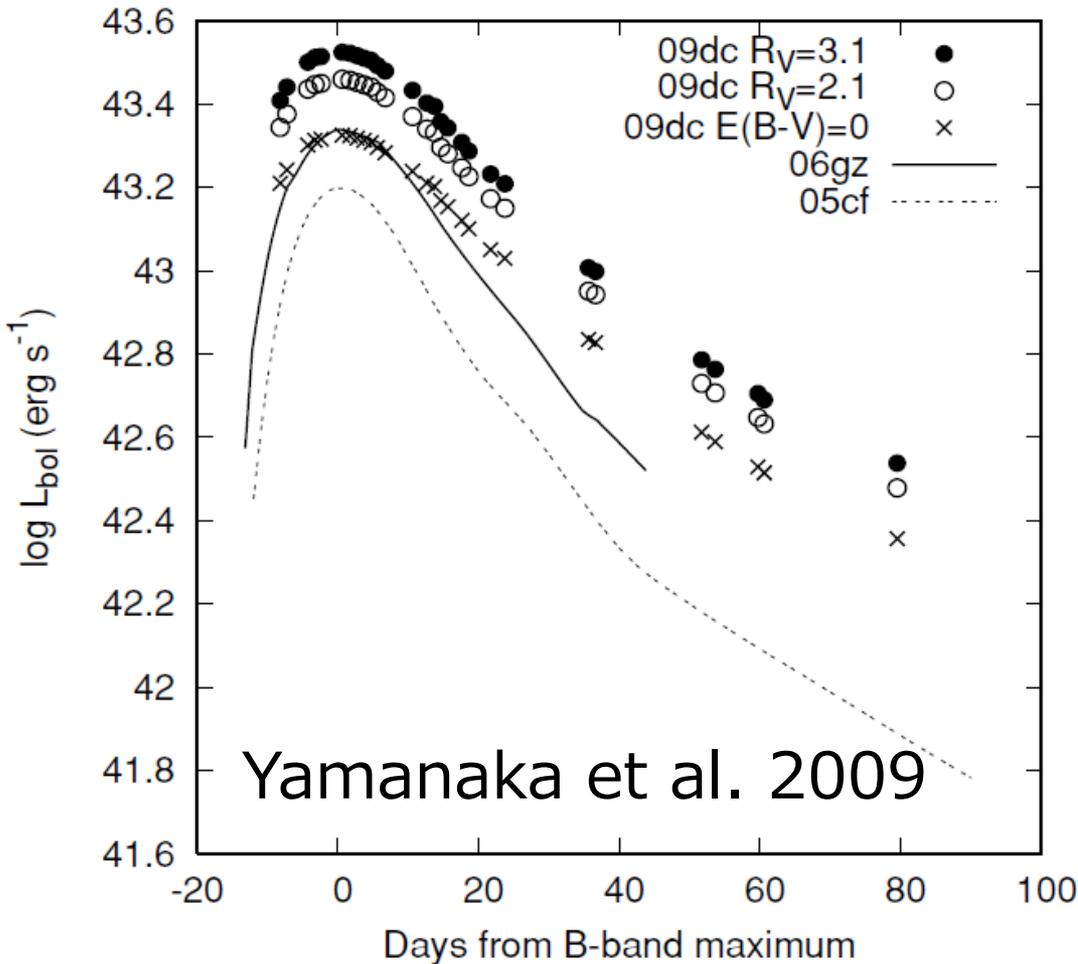


合体シナリオ
(ダブル)

親星不明

シングル: 伴星からの
星風による濃い星周環境

スーパーチャンドラセカール 超新星 (Super-Ch SN)



吸収無しを仮定

$M(^{56}\text{Ni}) = 1.3 \pm 0.5 M_{\odot}$

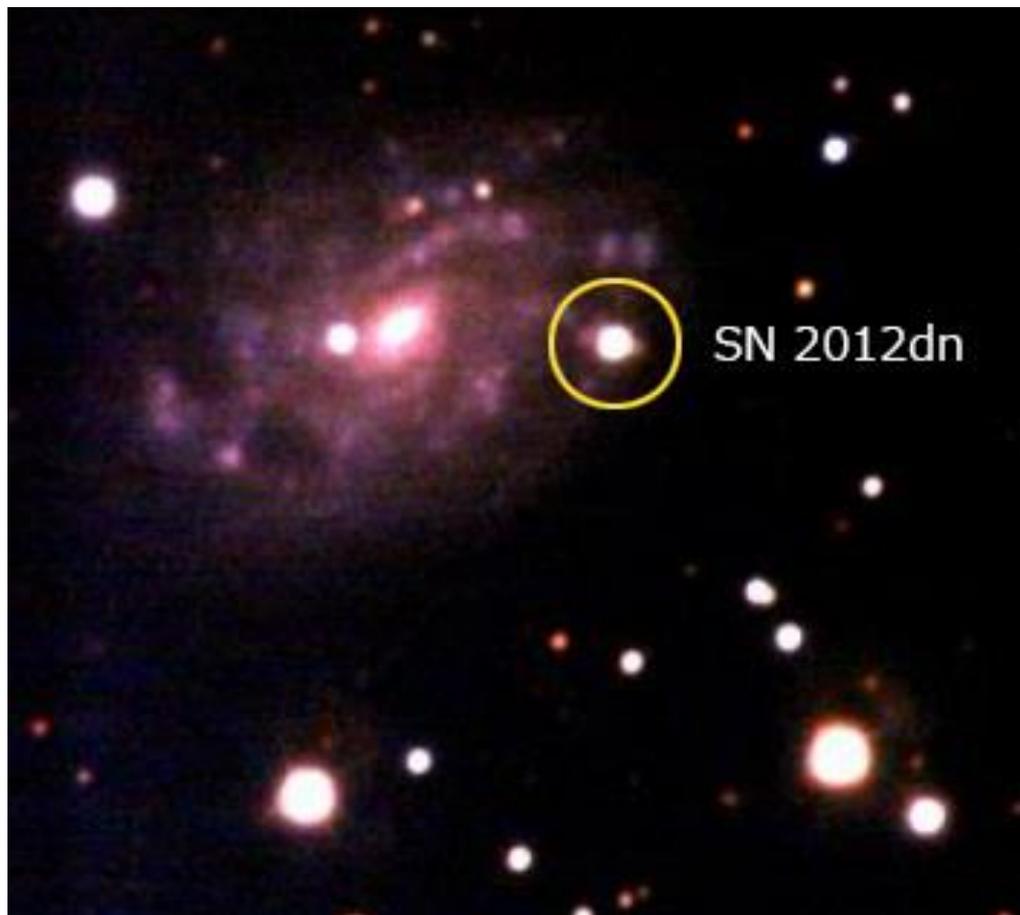
吸収を仮定

$M(^{56}\text{Ni}) = 2.0 \pm 0.5 M_{\odot}$

c.f. Ch限界質量: $1.4 M_{\odot}$

回転の無い白色矮
星では説明不可

SN 2012dn in ESO 462-G016

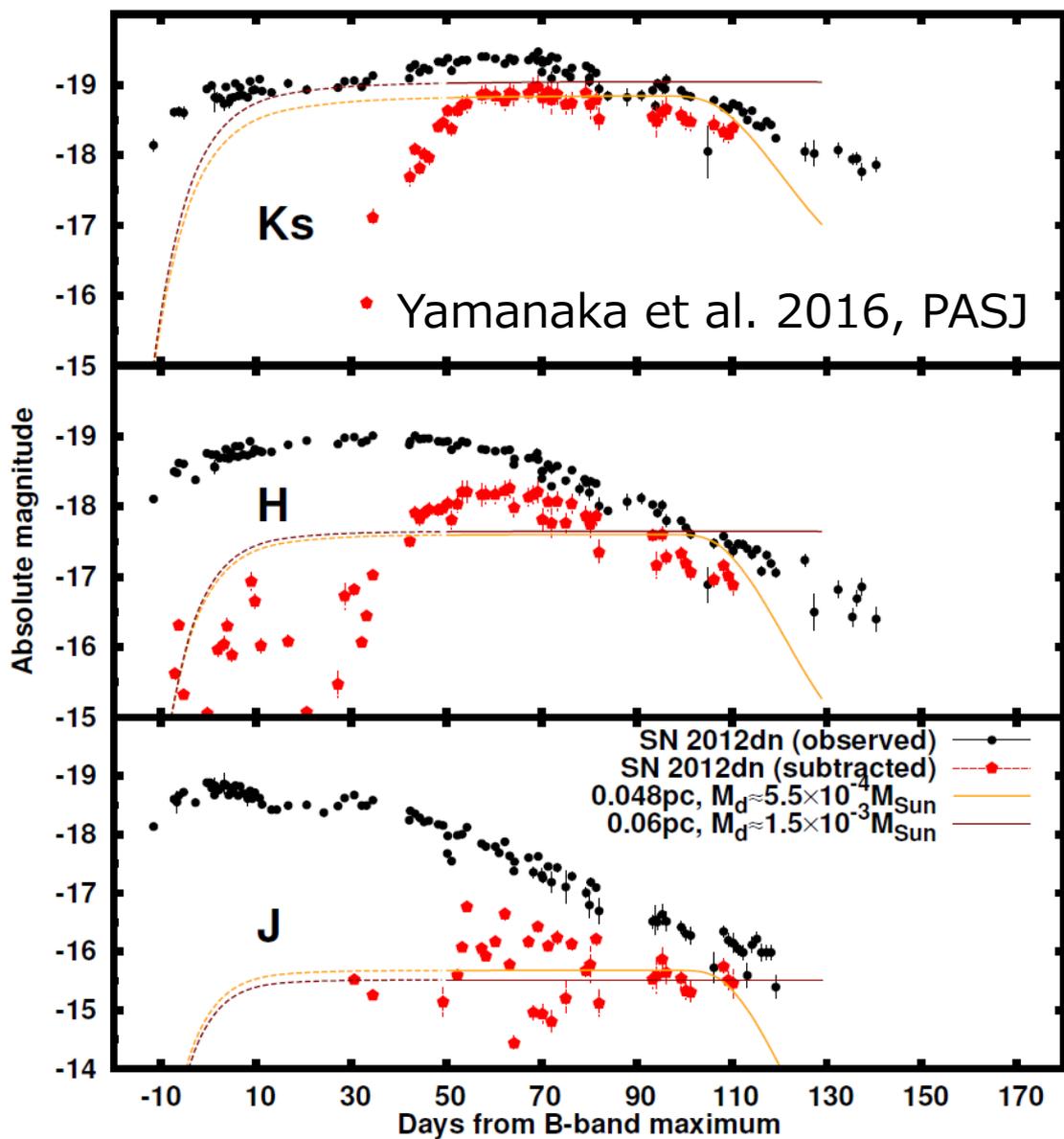


- ✓ 7/8(梅雨) 発見
- ✓ **最も近い**super-Ch SN候補
(=distance ~ **30 Mpc**)
- ✓ **早期に**identify (**極大1週間前**)

R.A. 20:23:36.26
Decl. -28:16:43.4
高度 < 30度

史上最も多くの情報を提供しうるスーパーチャンドラ候補
徹底した**可視近赤外線観測**によりその描像を明らかにする。

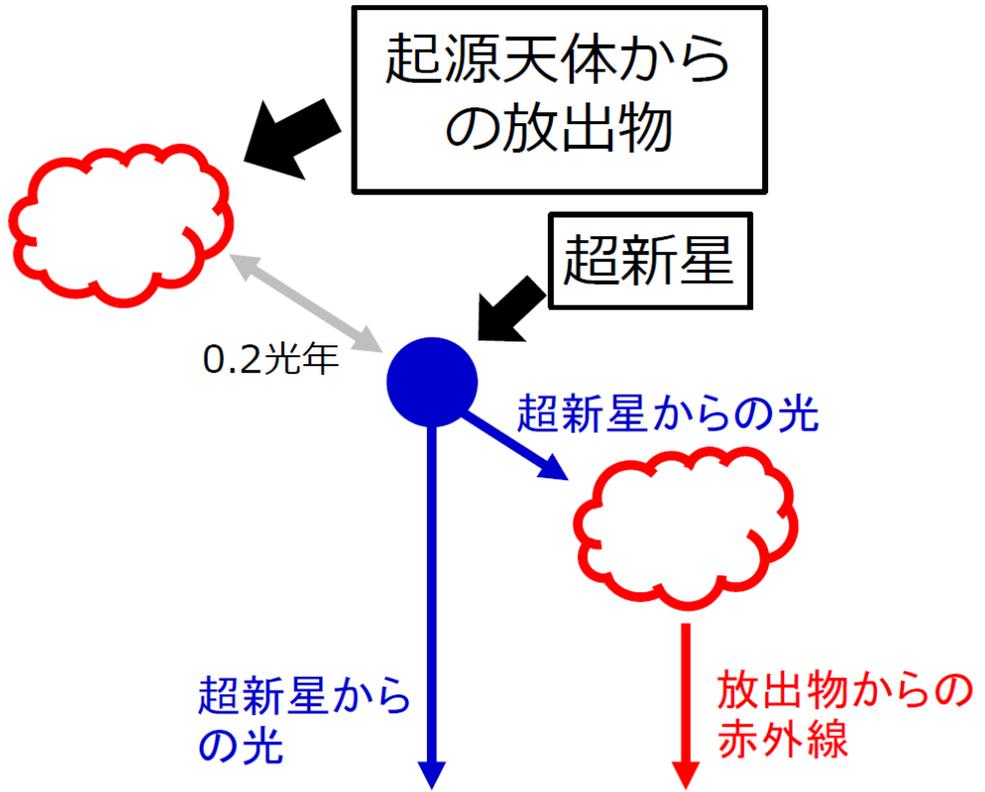
SN 2012dn : J, H, Ksバンド差分光度曲線



SN 2012dn の
J, H, Ks フラックスを
SN 2009dcで引き算
(本質的な超新星成分を
SN 2009dcと仮定)

赤外線超過成分：
Ksバンド50dまで
急激に増光した後に、
フラットな変化を示す
：NIR エコーを示唆

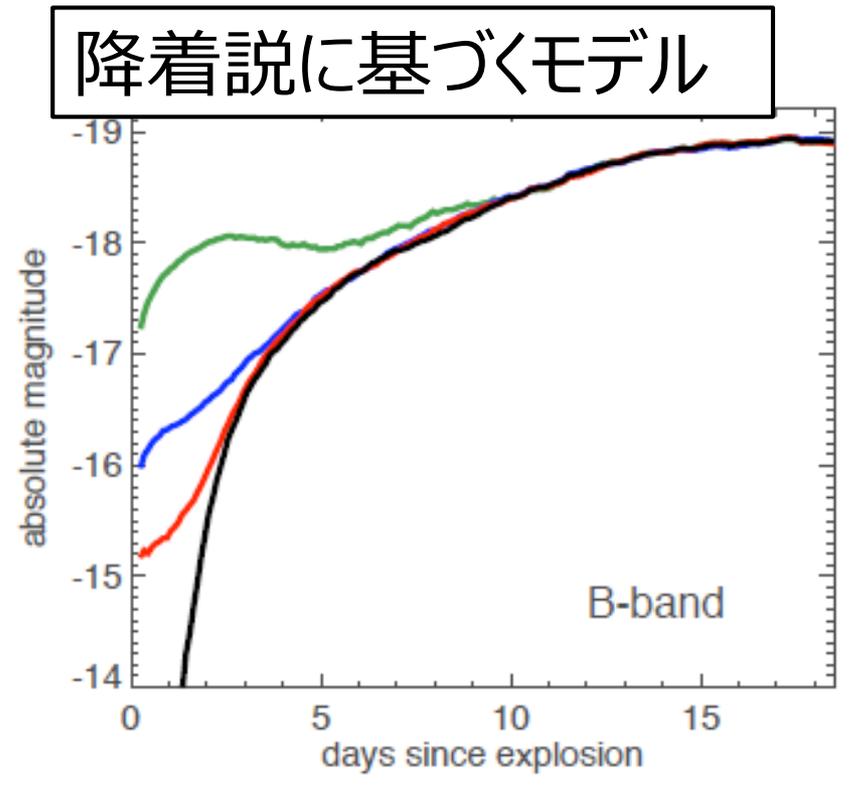
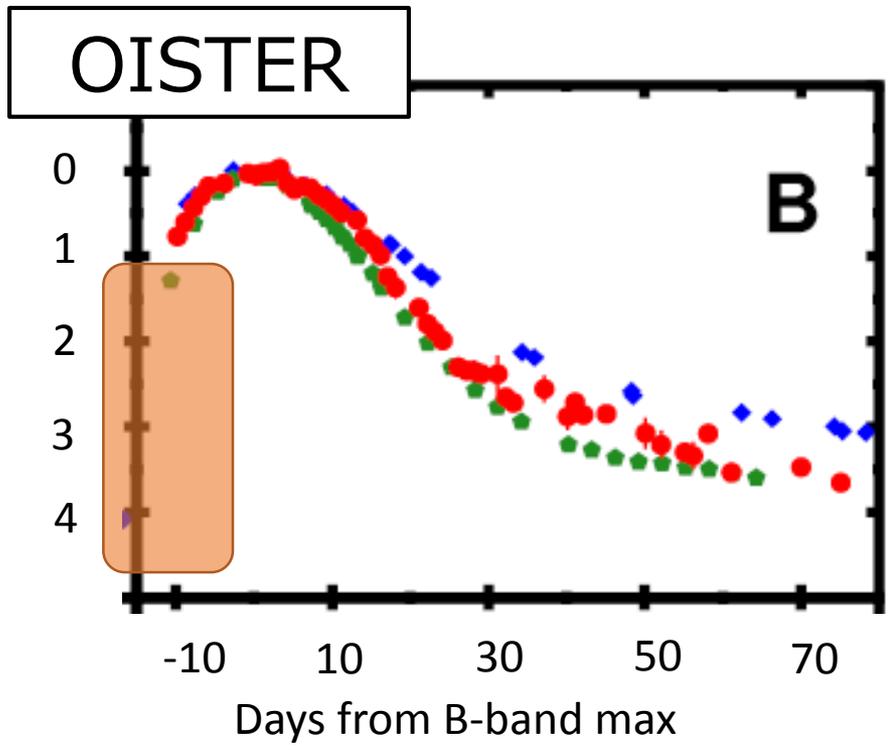
SN 2012dnの親星：降着シナリオ



**降着シナリオ
->星周物質**

より詳細な幾何構造
モデル-> 長尾さんtalk

SN 2012dn : 最も早期のデータ 極大12日前 -> 爆発 5-10日後程度に相当



Yamanaka et al. 2016

Kasen 2009

降着シナリオ->エジェクタ-伴星の相互作用
の兆候、捉えられたかも...
-> より早期の観測が必要！

極超新星

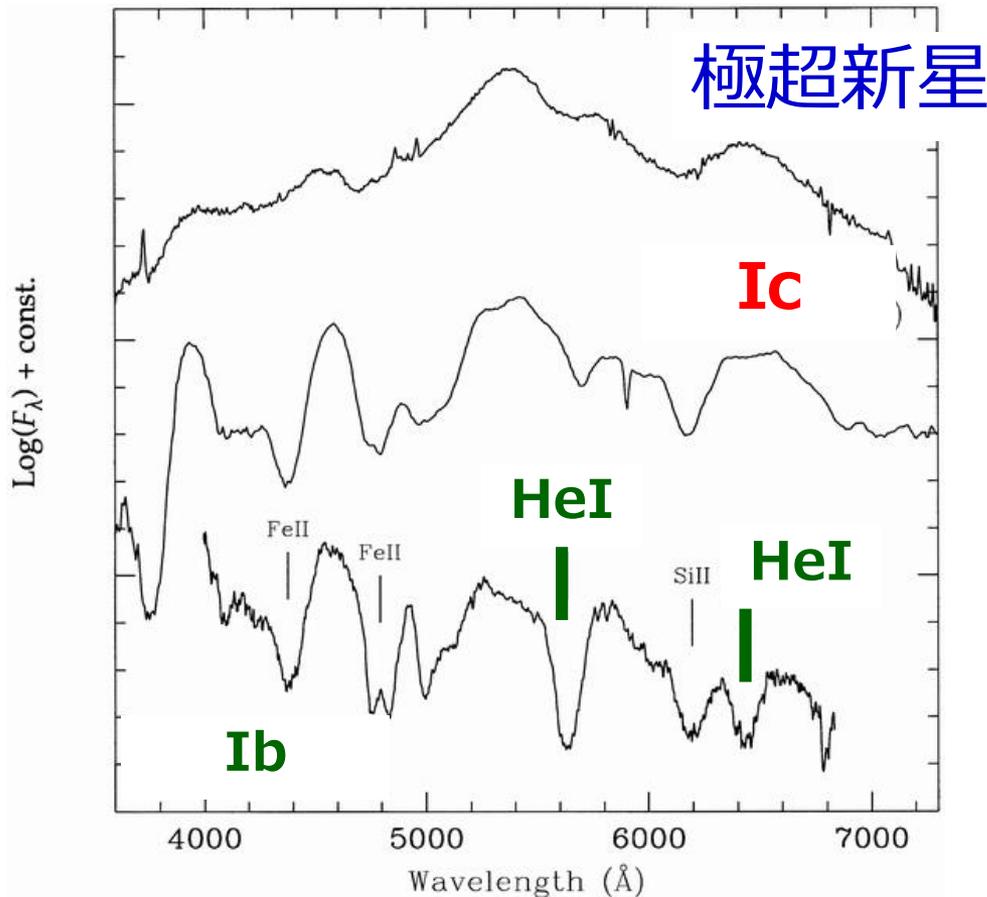


極超新星
典型的超新星より
エネルギー桁大

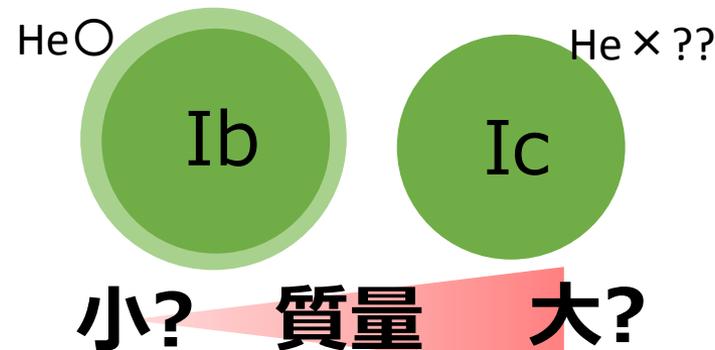
稀にガンマ線バーストに付随して発見
大質量星から進化したWR星？

-> **親星直接検出例無し！** (Ibで1例)

極超新星の最外層は？



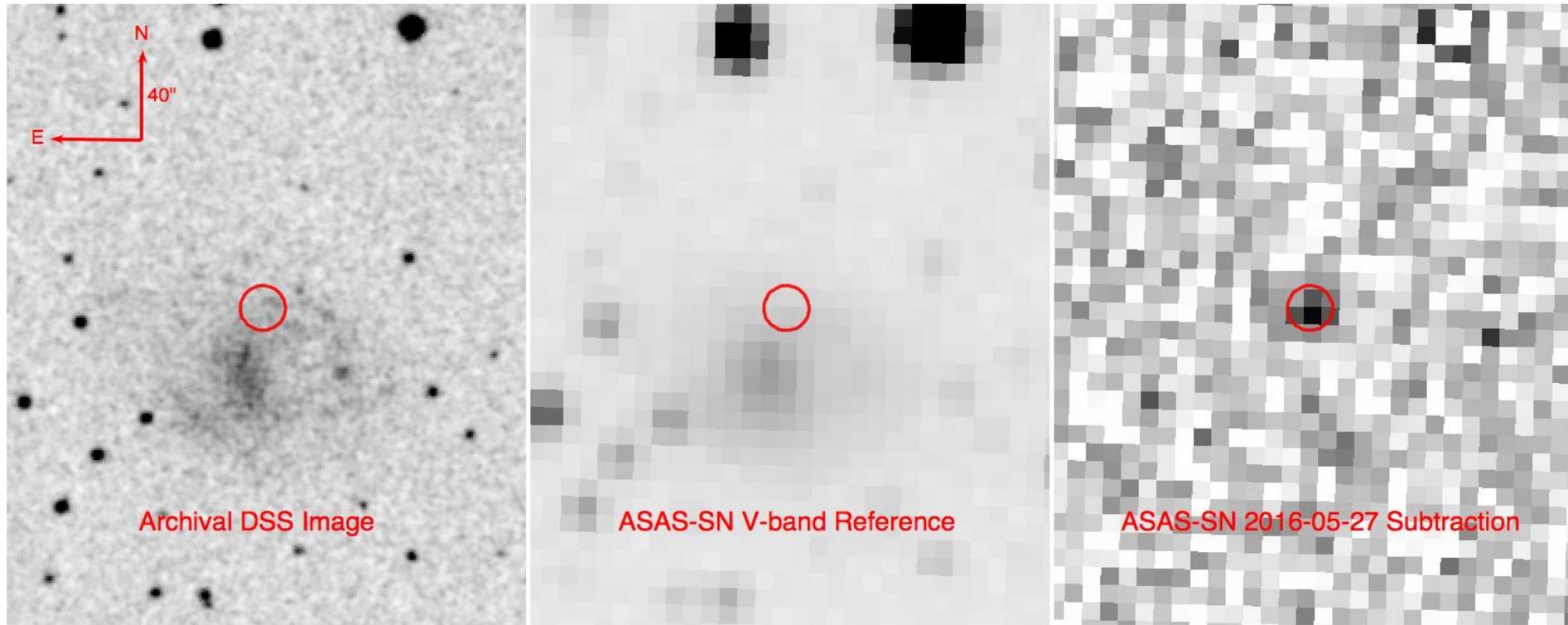
Galama et al. 1998, *Nature* **395**, 670-672



ガンマ線バーストに付随
エネルギーの大きい
極超新星(Ic型)のみ

古典的な親星進化：
ヘリウム外層残る？

SN 2016coi



ASASが **17.2Mpc**の近傍銀河UGC 11868で発見

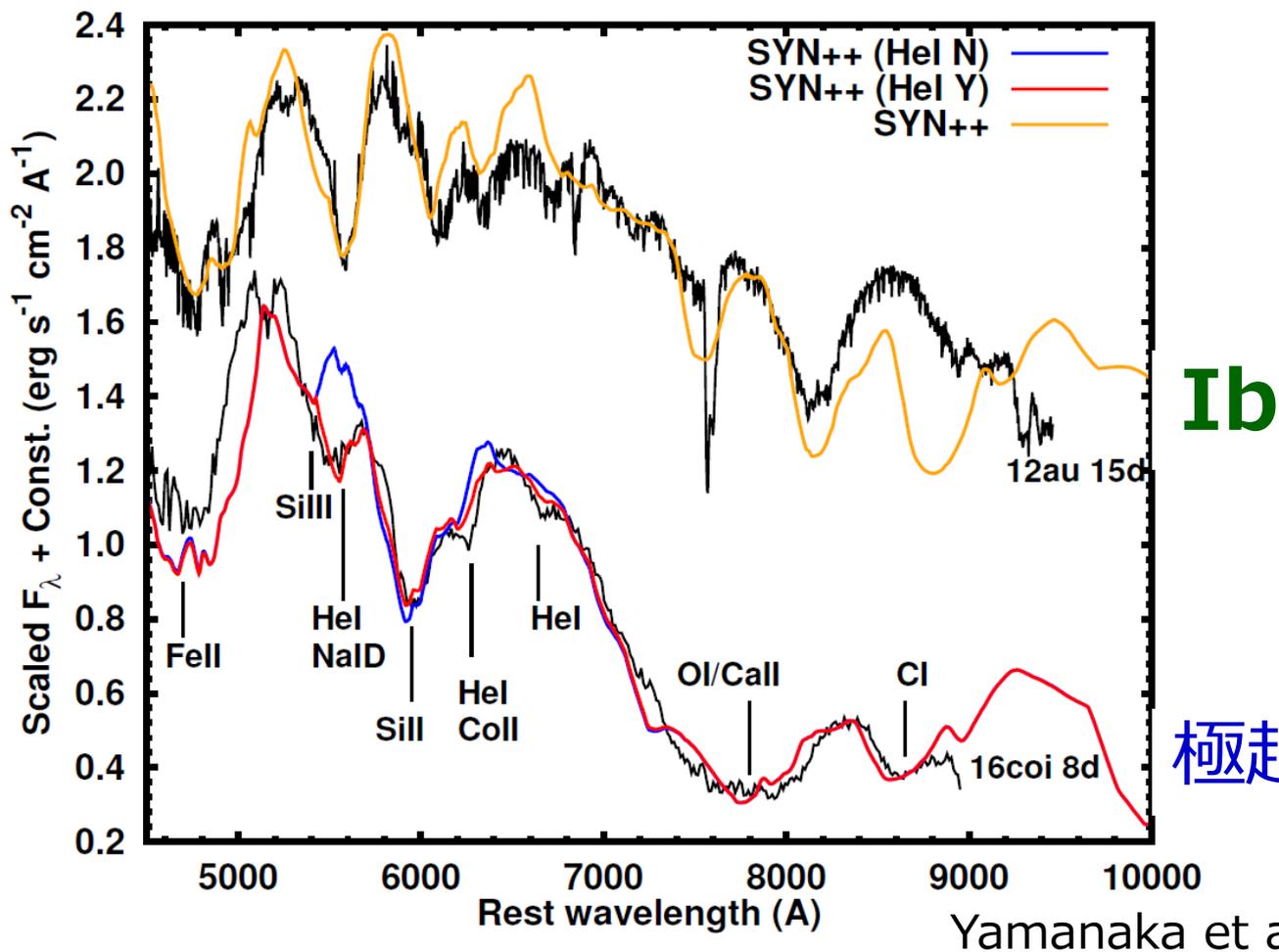
(ASASSN-16fp; ATEL 9088)

初期の極超新星 (ATEL 9090)

-> **SN 2002ap以来**の近傍銀河での極超新星：OISTERでToO

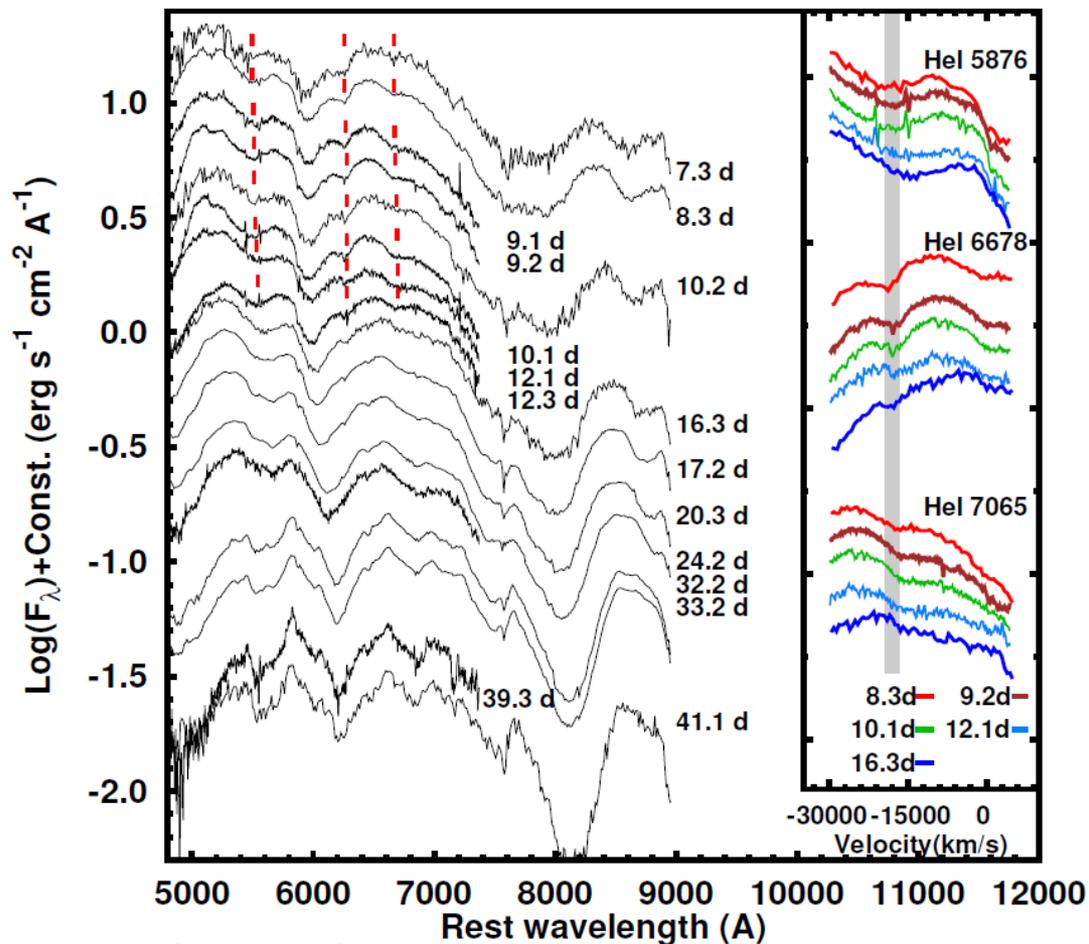
->その後、初期に**ヘリウム**を検出(MY+, ATEL 9124)

極超新星では非常に稀なヘリウム検出



簡易モデルスペクトルで
ほぼ完璧に再現

極超新星に多様性？



大気が膨張 =
光球面が後退
-> **より早期**に分光：
より外層の元素

He I 爆発12日後で消える
(まだ**極大5日前**)

早期だから
ヘリウム見えた
-> 他の極超新星も？

Yamanaka et al. 2017

数日でも早い時期からの分光観測が重要！

Tomo-e Gozen / 3.8mグループ への提案(要望?)

- **特異or稀な天体であれば数日でも早期**からの観測がクリティカルな情報を供給しうる
- 仮に<1 day の大増光現象でなくとも、**30Mpc以内程度で限界等級が数日以内に決まっている**ようなSN候補の発見はリスト内で数日は目立つようにして欲しい
- 3.8mだけでなく**かなたSNグループ**にも情報を提供して欲しい

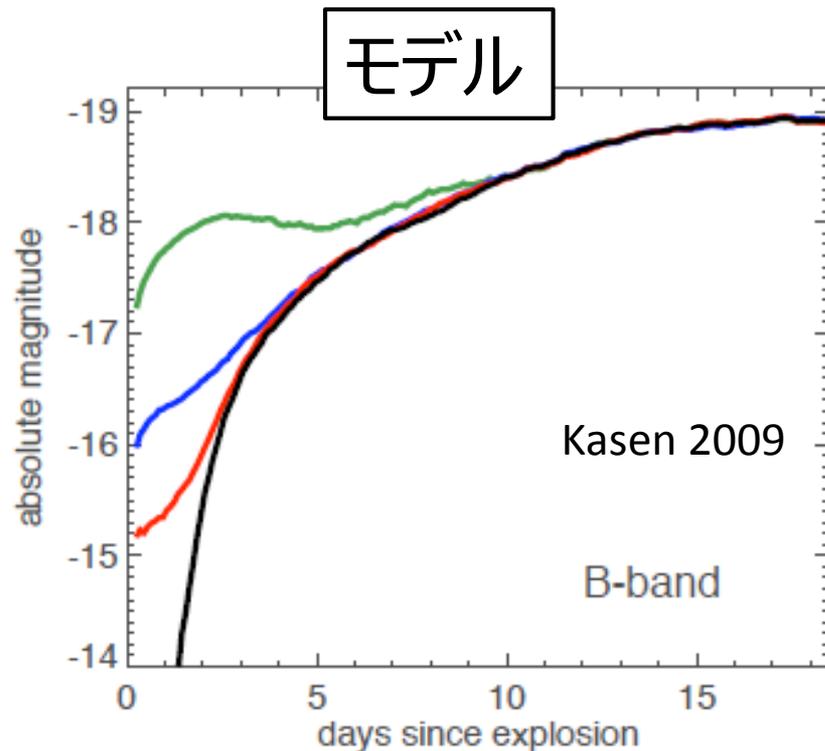
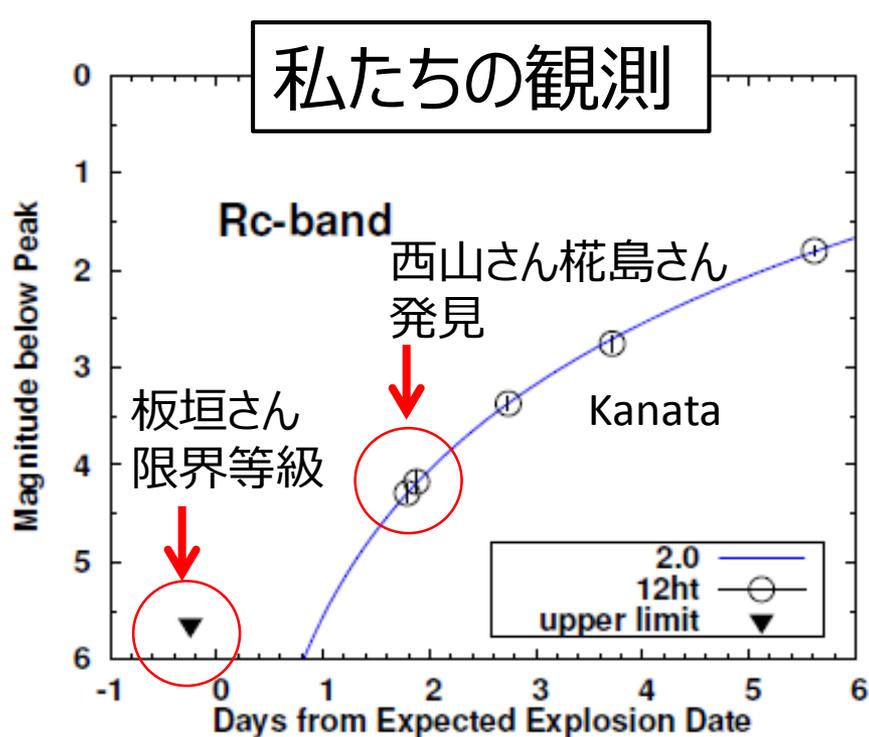
理由① 近赤外線など多色での観測：CSM??

理由② ピーク付近で~**13-15mag**ならば**追観測は、1-2m**で充分。18mag程度までかなたに任せて、その後再び3.8mで観測再開?

(その間、3.8mはTomo-e新天体の即時分光に備えるのが良い??)

一方で、短時間変動は…

我々の場合（2時間の変動）

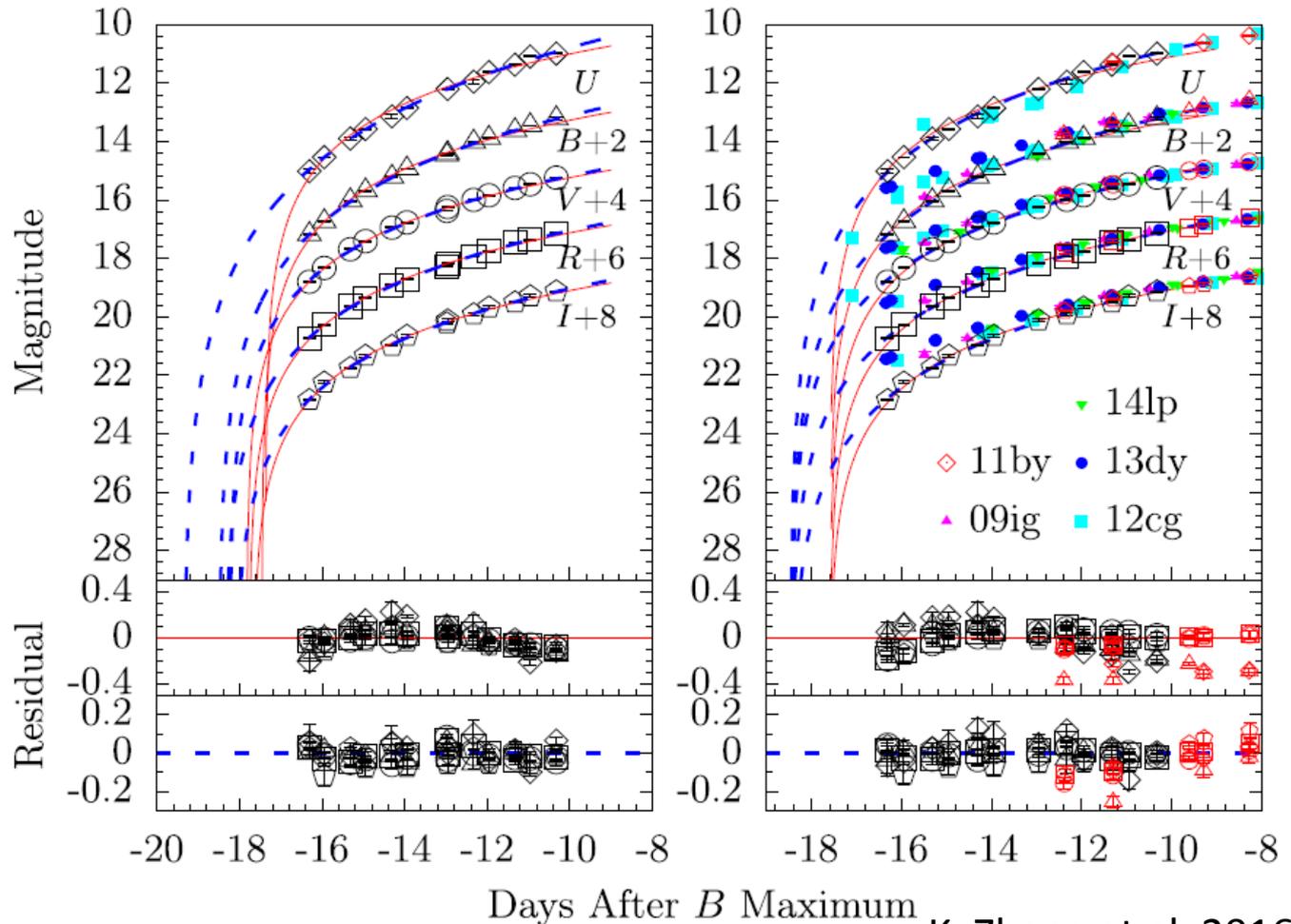


Yamanaka et al. 2014, ApJ, 782, L35

爆発後2.0日以内から1夜毎の測光観測 -> 史上4例5例目
滑らかな増光 -> ある条件で予言される光度は棄却

強力なアマチュアとの連携

中国・アメリカの協力(11fe+alpha)

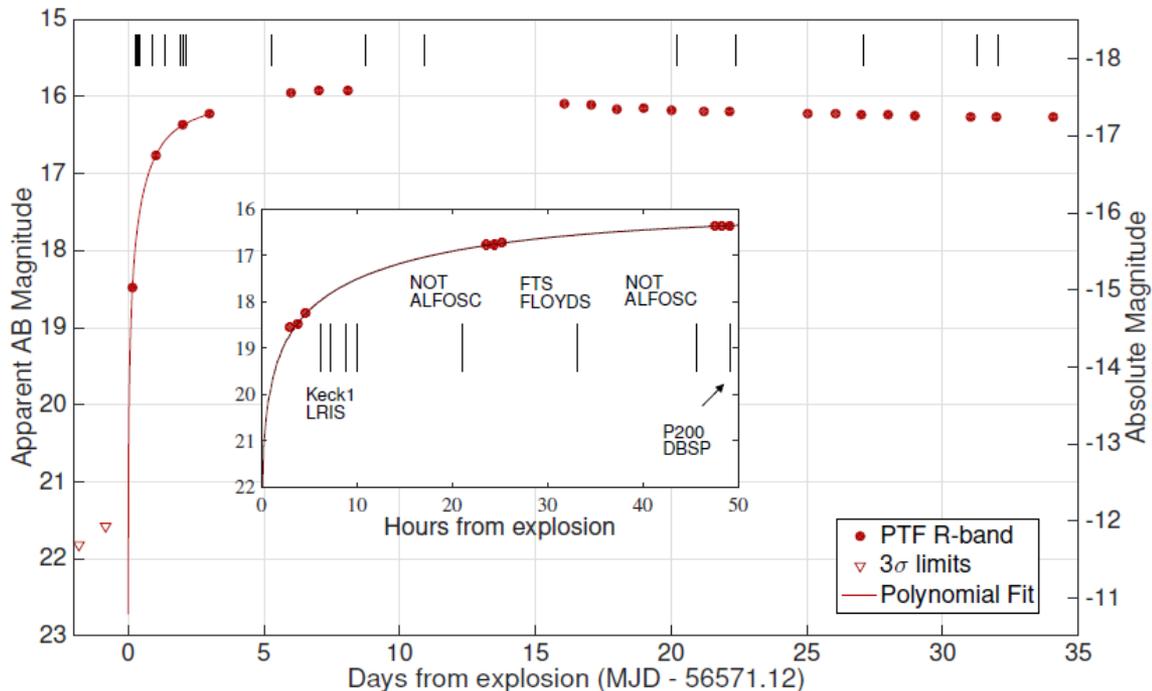


K. Zhang et al. 2016

SN 2011fe : KAIT (76cm) + LJT (2.4m)

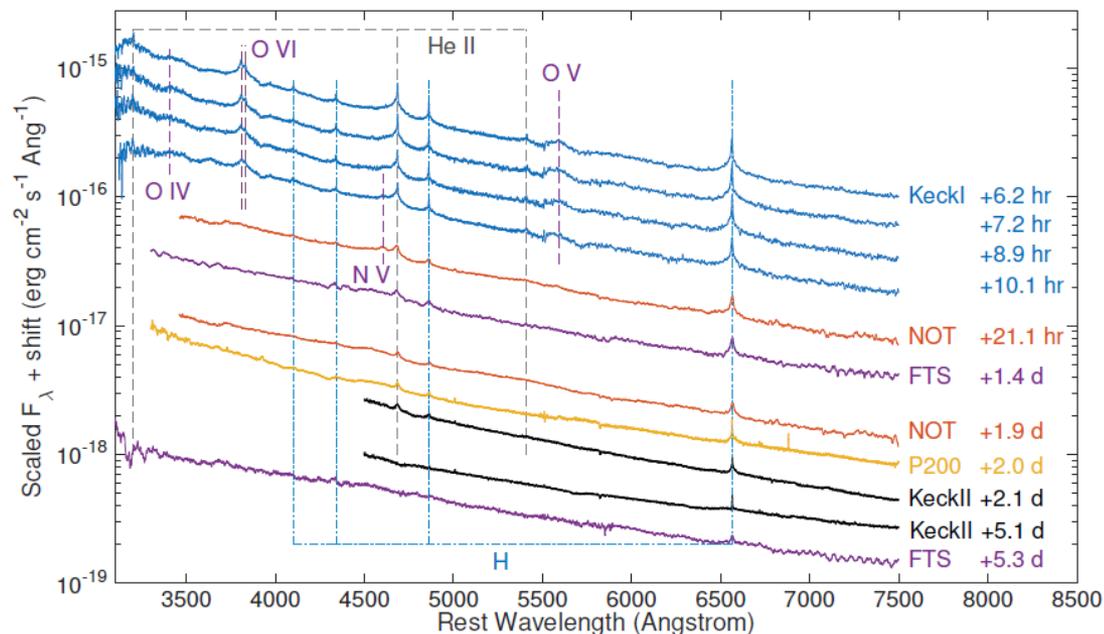
PTFの例 (SN 2013fs)

カリフォルニア+
ハワイ+
カナリア諸島



~数時間程度で
輝線変動

->
星周物質との
相互作用?
(前田さん、鈴木さんtalk)



Yaron et al. 2017, Nature

Tomo-e + 3.8m で短時間？
-> ポストOISTERで!!



まとめ

- 我々は、これまでかなた望遠鏡・光赤外線間連携を通じて明るい近傍超新星をday scaleでフォローアップしてきた。
- 特異・稀な超新星の描像にインパクトのある絵を書き加えてきた。
- 一方で、爆発直後のhour scaleの観測はうまくいっていない（←自分たちの発見でない）
- Tomo-e Gozen + 3.8mの即時対応が整えばシステムを駆動できるかもしれない。