

光赤外線大学間連携を 通じた近傍超新星の 即応追観測

山中雅之

広島大学 宇宙科学センター

報告内容

- 研究体制：人・装置・体制
- 研究報告：
 - 極超新星 SN 2016coiにおけるヘリウムの検出
 - 近傍IIP型SN 2017eaw(観測継続中)
- 提案中：Tomo-e Gozen/3.8m望遠鏡即時観測計画への“かなた望遠鏡”としての参加

かなたSN team

広島大グループ



川端弘治
(センター長・教授)



山中(特任助教)

広島大院生(5名)

川端美穂(D2)

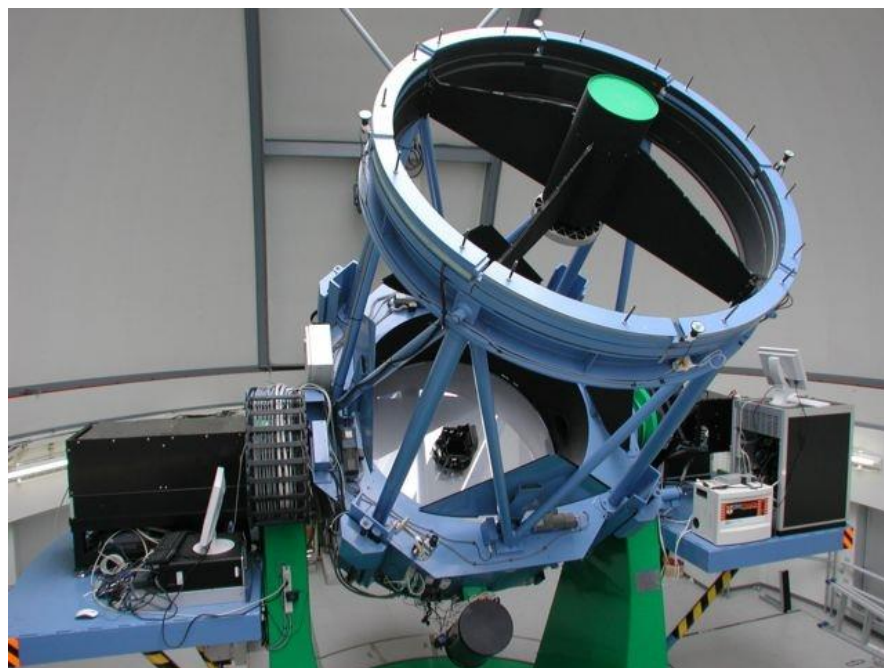
中岡竜也(D2)

河原直貴(M2)

長木舞子(M1)

大坪一輝(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

HOWPoI

BVRIZ'+Yバンド 測光

可視分光(R~400)

可視偏光撮像

HONIR

VRI+JHKsバンド 2色同時撮像

可視近赤外線 分光 (R~300)

可視近赤外線偏光撮像

可視近赤外線偏光分光



北海道大学
大学院理学研究院附属天文台



東京大学
木曾観測所



京都大学
京大屋上観測所



兵庫県立大学
西はりま天文台



鹿児島大学
入来観測所



石垣島天文台



●協力機関
群馬県 県立くま天文台
京都産業大学 神山天文台
日本スペースガード協会 美星スペースガードセンター



東京工業大学
明野観測所



埼玉大学



国立天文台
岡山天体物理観測所



広島大学
東広島天文台



東京大学
アタカマ天文台



名古屋大学
南アフリカ天文台

光赤外線大学間連携事業(突発現象に関連して)

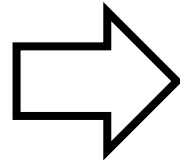
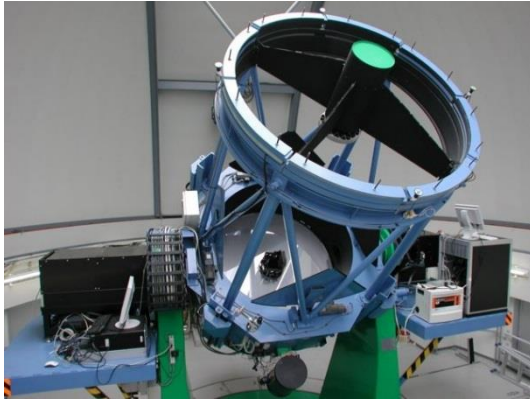
全体の体制

- 2016年度までの事業に引き続き17年度よりも継続
- 新体制：各機関にて研究員・助教など公募・審査中
- 山中は2017年5月1日より特任助教として広島大に着任

サイエンス・追観測

- 重力波・ニュートリノ対応天体を含む突発現象・変動現象の機構・起源などの解明が目的. 柔軟で機動的追観測を実施
- 多様な装置で同時的・連続的な多波長・多モード観測が可能
- 連携参加組織内研究者に観測提案権利 (Co-Iなら外部OK)
- 2017年9月現在 柔軟的運用中 (※)
- それぞれの機関で構成員・装置の可能な範囲で観測を実施
- 明るいIIP型超新星 SN 2017eawのフォローアップはこれを基に観測体制を構築

光赤外線大学間連携での超新星観測



ToO依頼



かなた望遠鏡の初期観測
ATEL/TNSの報告内容
✓ 20-50Mpc以内 (Mvに依る)
✓ 爆発直後

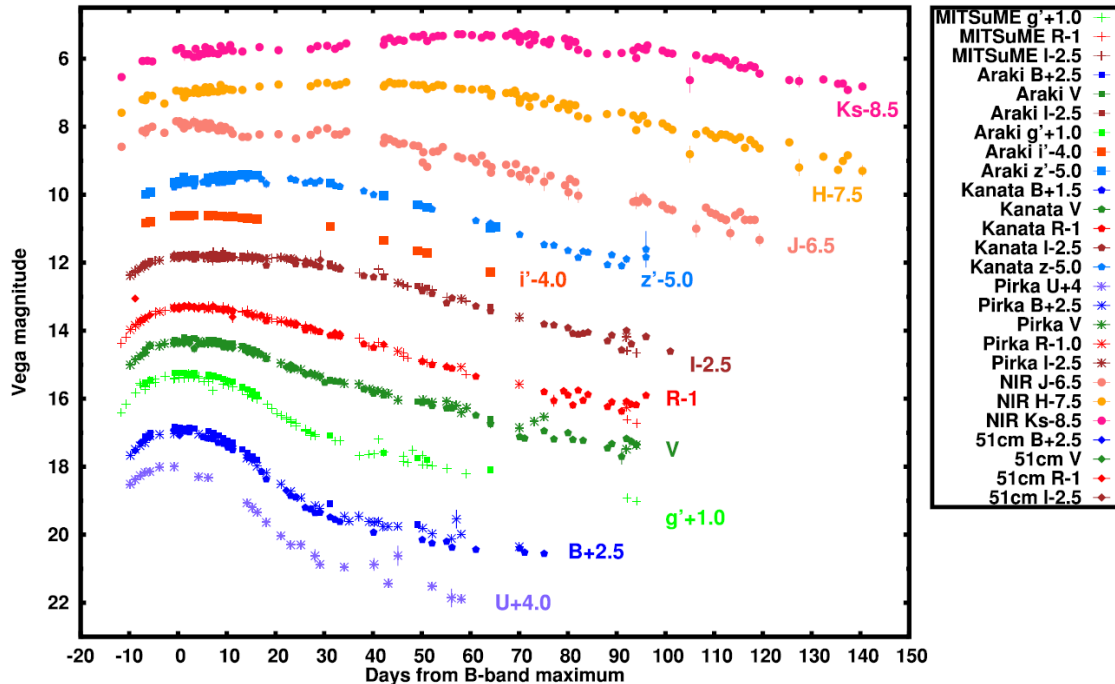
- 強み
- ①天候リスク・装置不安定性の回避
-> **重要なフェーズ**で確実に観測できる
 - ②多モード・多波長の装置
-> = **可視近赤外撮像**・**可視分光**の連続観測の実現

これまでの実績



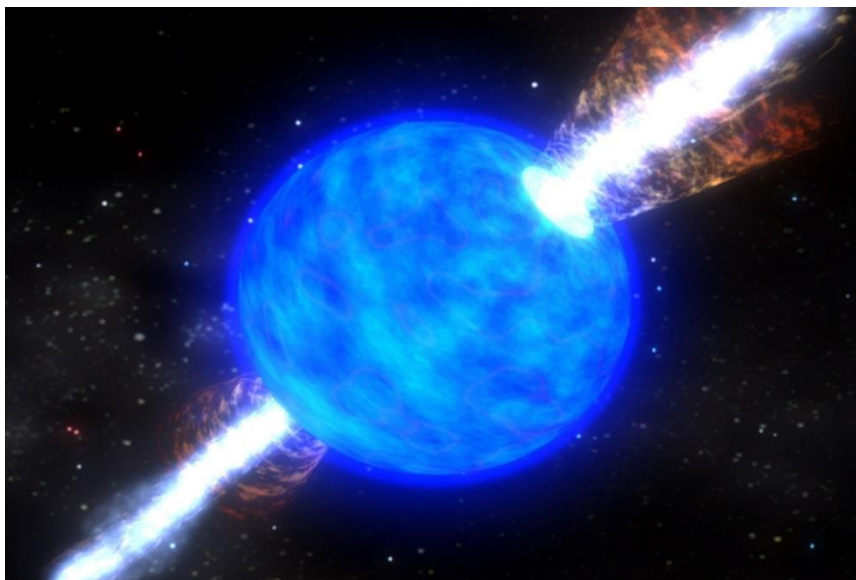
これまで観測した超新星
 青: 出版済、緑: 投稿中、
 水色: 現在論文準備中

- SN 2010jl
- SN 2011by
- SN 2011dh (MY+ submitted)
- SN 2011fe
- SN 2012Z MY+ 2015
- SN 2012aw (Nakaoka+ in prep)
- SN 2012dn MY+ 2016
- SN 2013ge MY+ submitted
- SN 2016coi MY+ 2017
- SN 2017eaw MY+ in prep

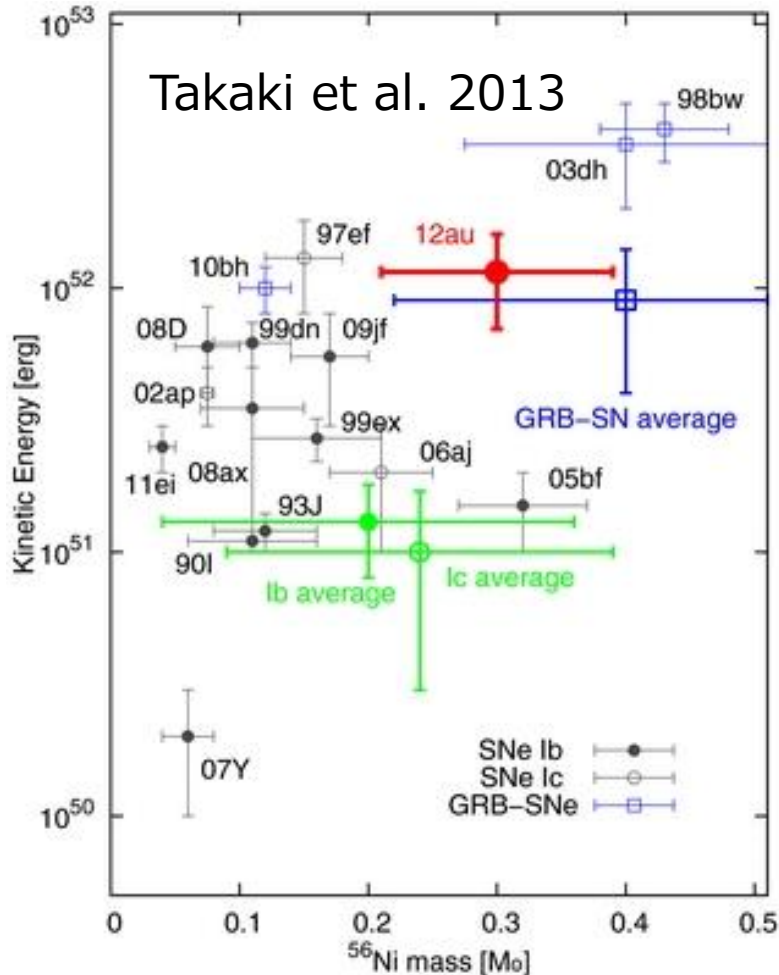


Yamanaka et al. 2016

極超新星



<https://www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2003/0618rosettaburst.html>



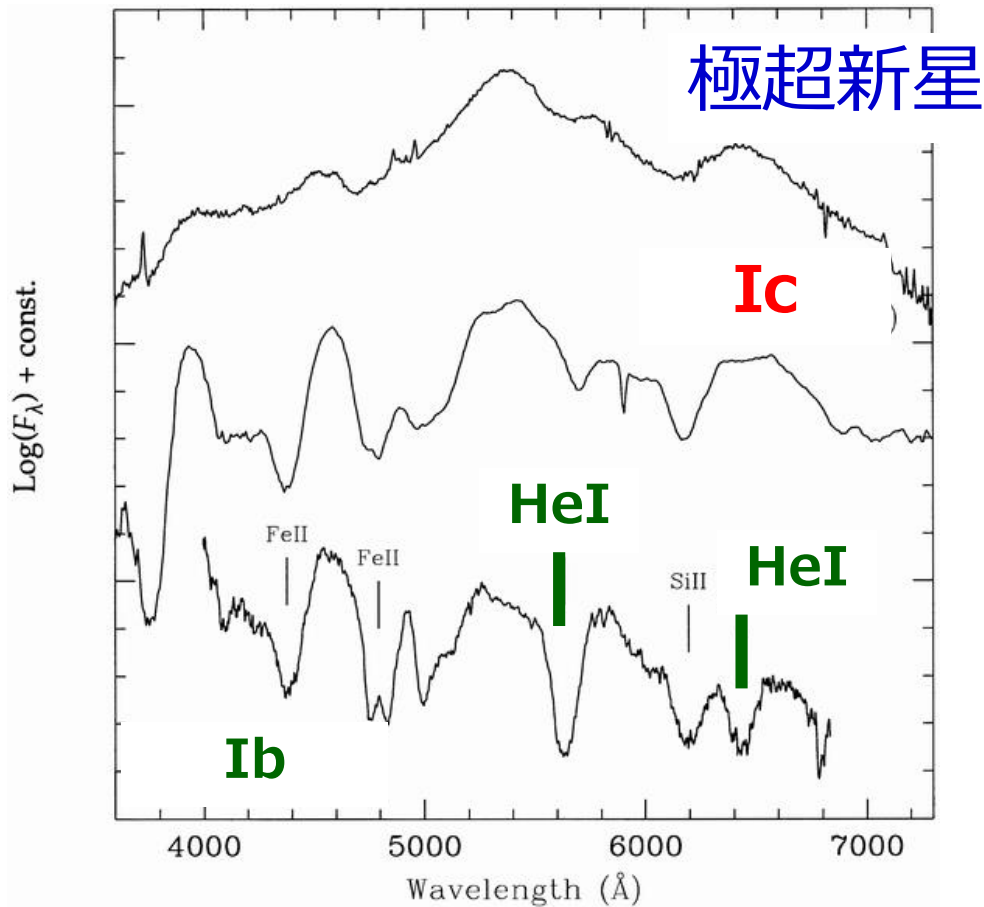
極超新星

典型的超新星よりエネルギー桁大
(ただし、全てIc型。Ibは例無し)

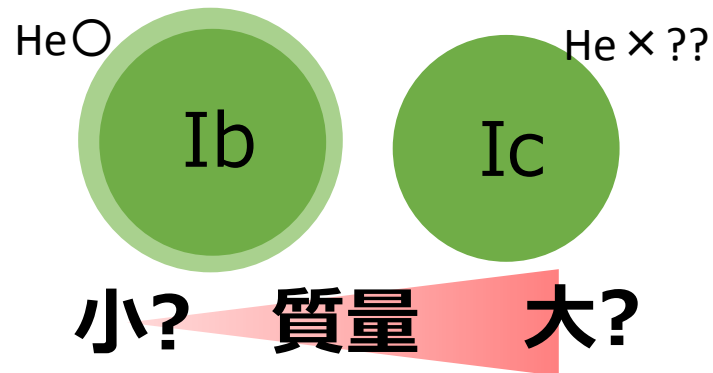
稀にガンマ線バーストに付随して発見

大質量星から進化したWR星？ -> **親星直接検出例無し！**

極超新星の最外層は？



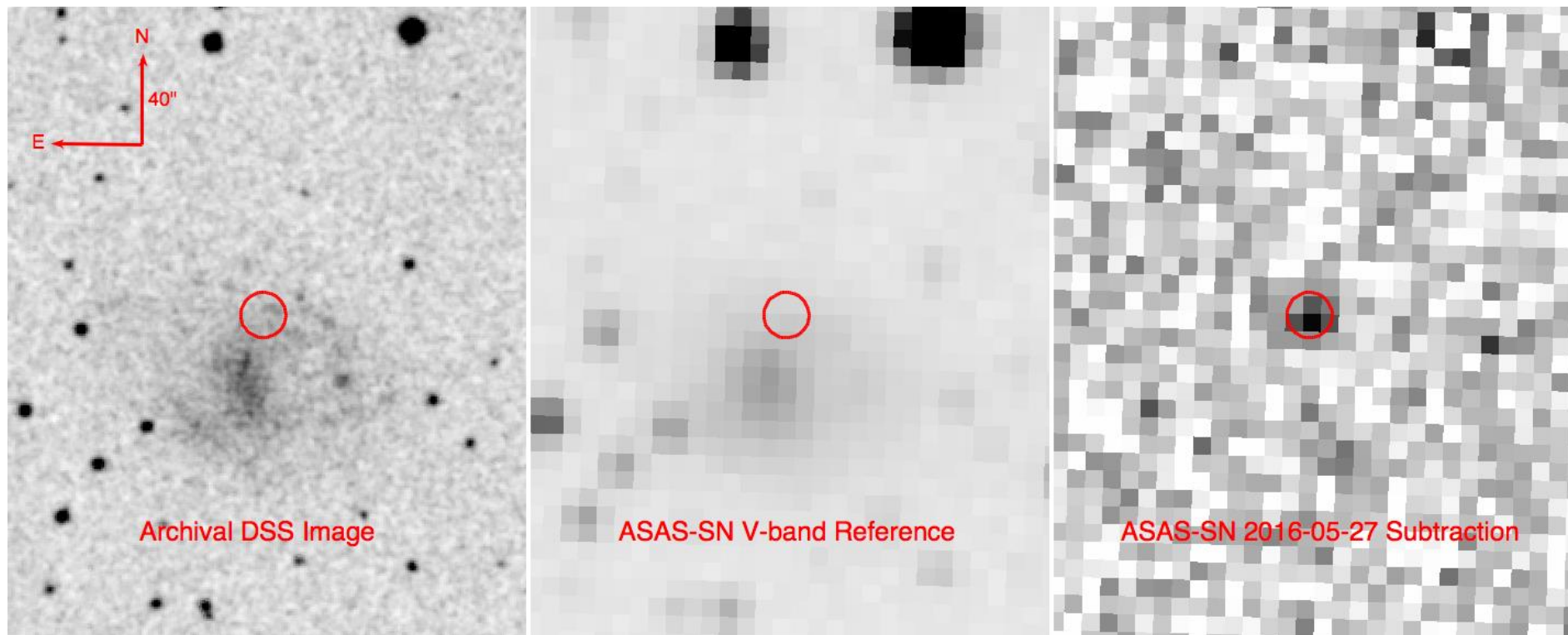
Galama et al. 1998, Nature



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

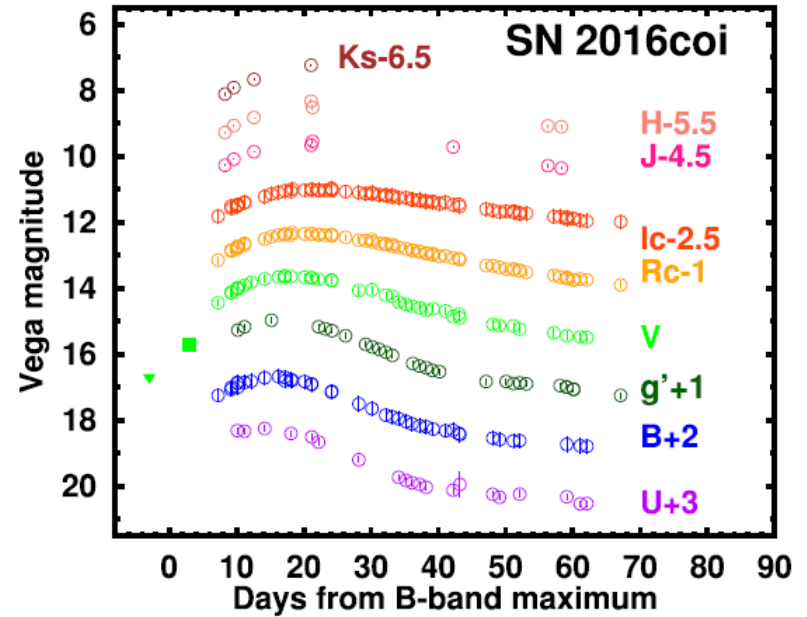
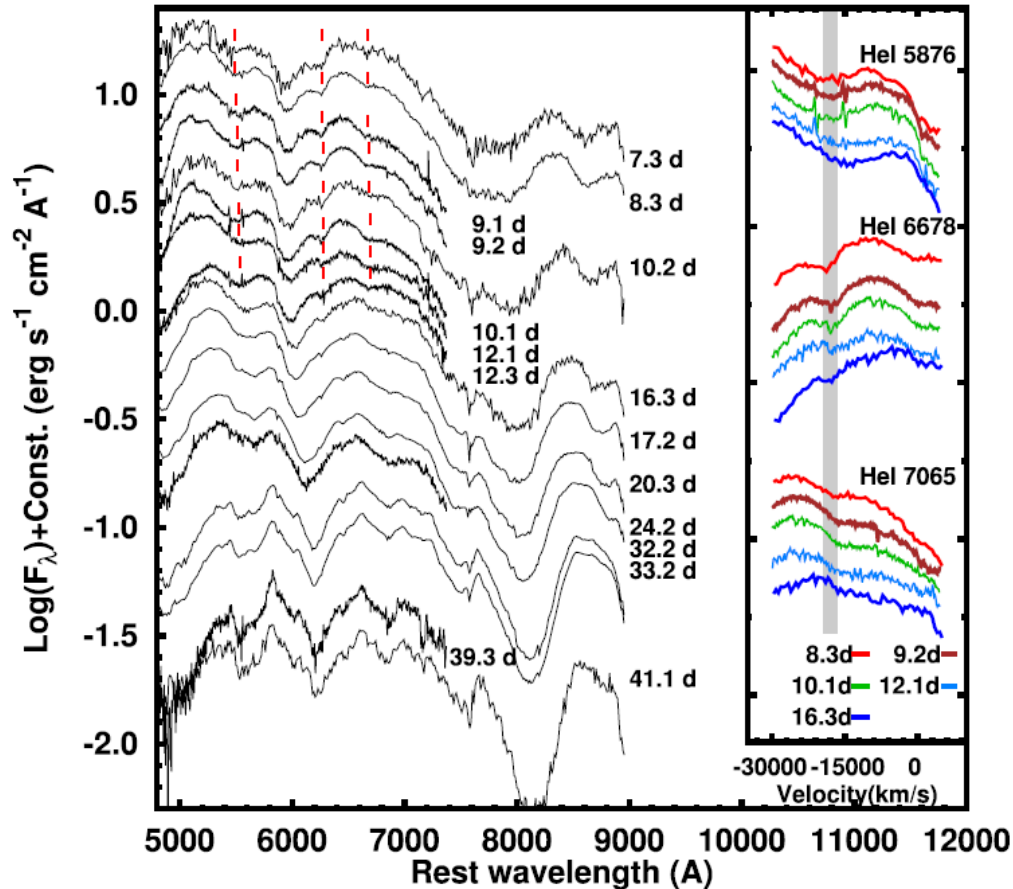
(ASASSN-16fp; ATEL 9088)

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

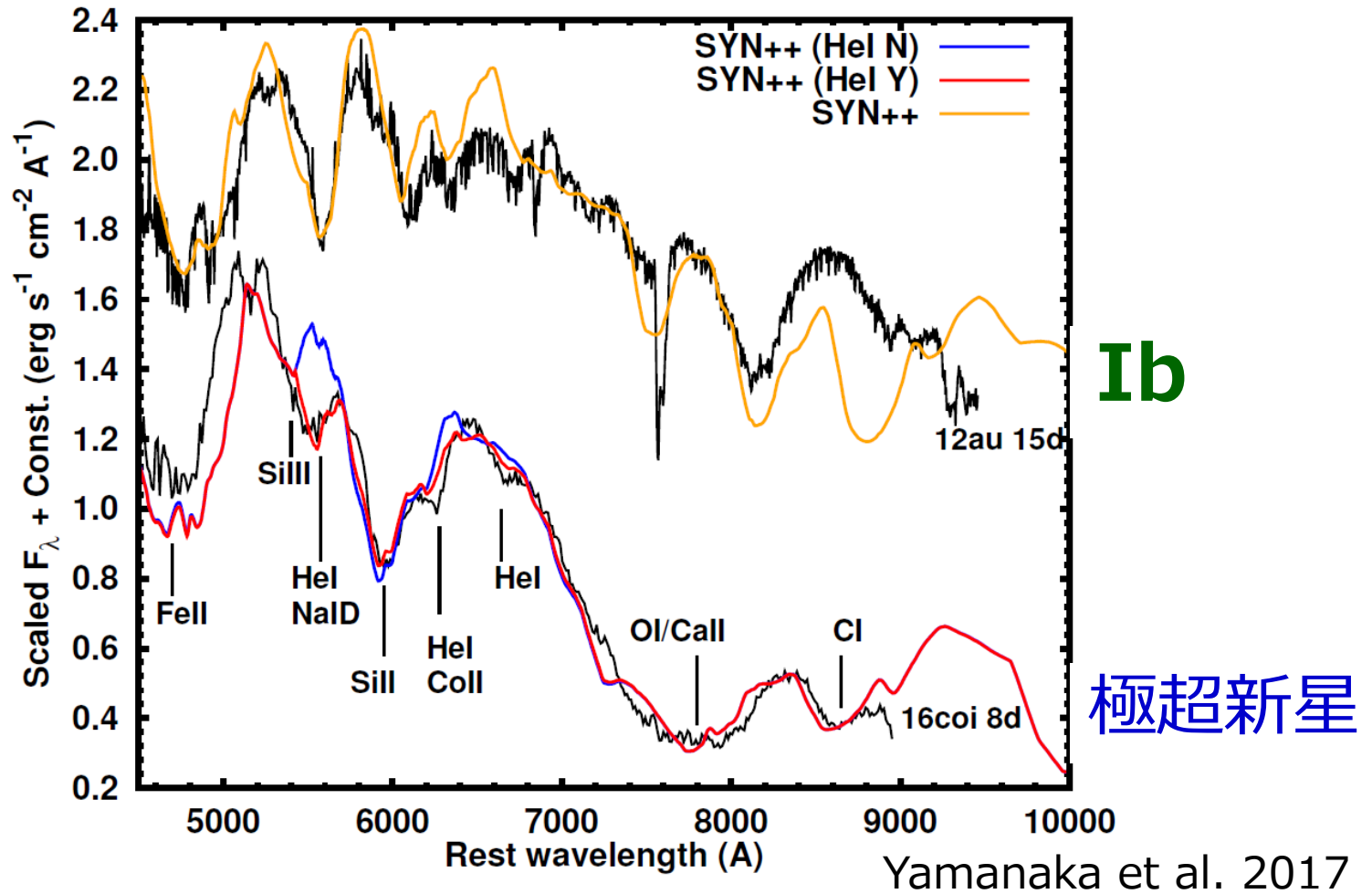
->その後、初期に**ヘリウム**を検出(MY+, ATEL 9124)

ライトカーブ & スペクトル



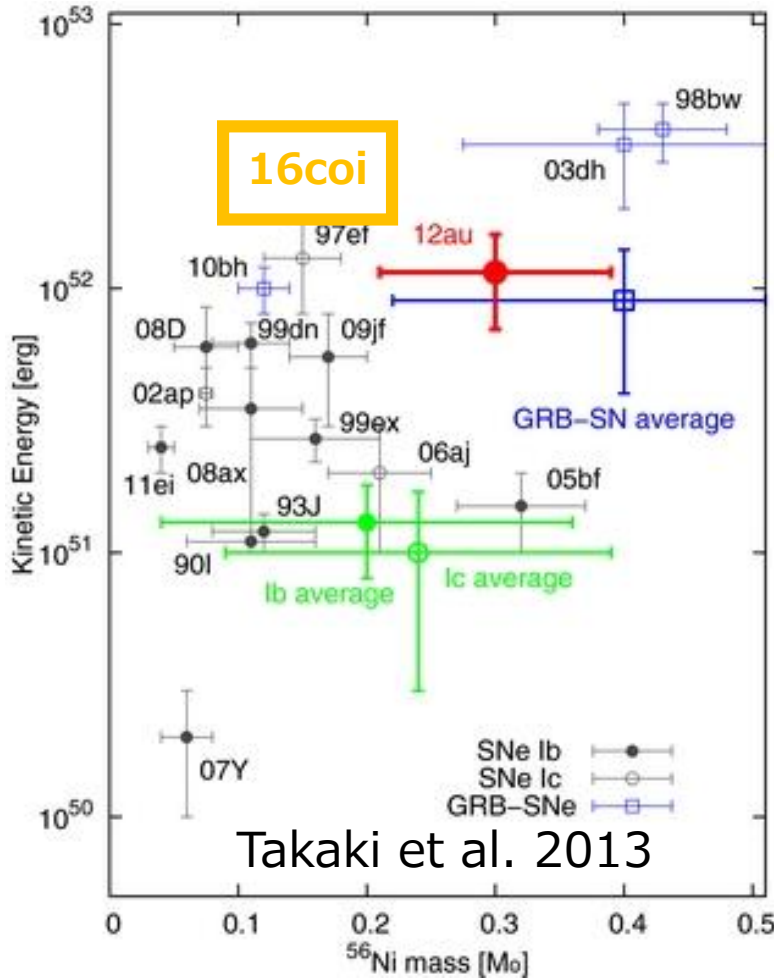
爆発日推定5月24日(増光時間(Bバンド極大日ー爆発日)~17日)
 幅の広い吸収線(SiII 6355, OI 7774, CaII IR triplet)が見られる。
 初期にヘリウムの吸収線が見られる。極大到達前にHeI見えなくなる

極超新星では非常に稀なヘリウム検出



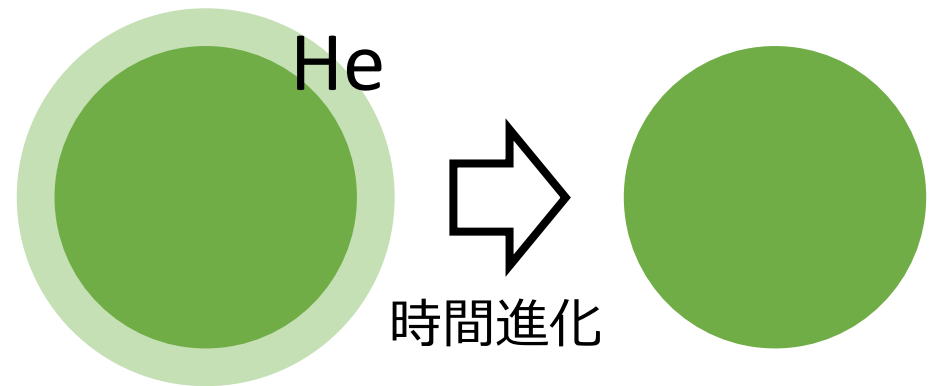
モデルスペクトル(syn++)でほぼ完璧に再現
→ヘリウムの含まれるエジェクタを含む極超新星

解釈



1. Ib/c型超新星のさらなる
多様性を示唆

2. より早期からの観測でより
多くの極超新星でHe見える？



膨張とともに光球の後退
->より早期であればより外層が見える

II型超新星の 初期にCSM兆候

Yaron et al. 2017, Nature

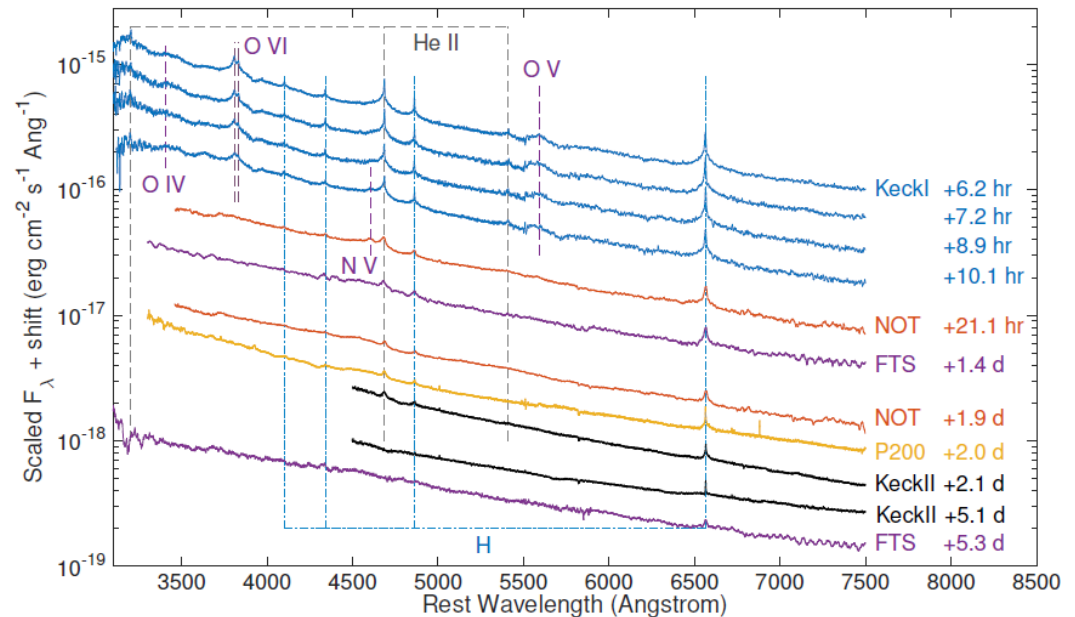
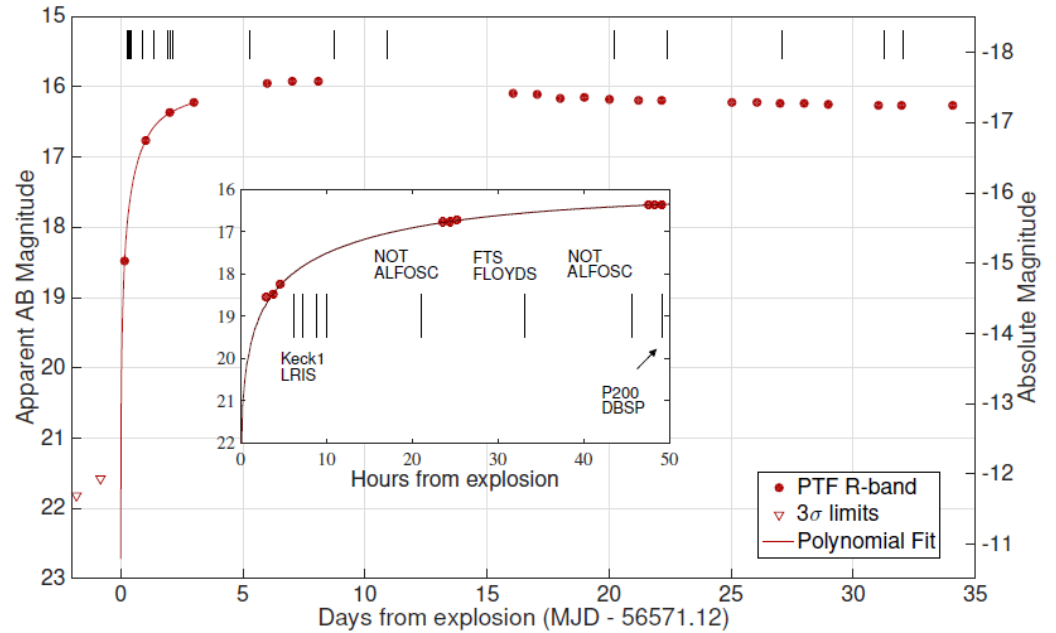
初期輝線

電離したCSM起源



進化最終段階における
一時的な大きな質量損失?

中岡講演参照



まとめ

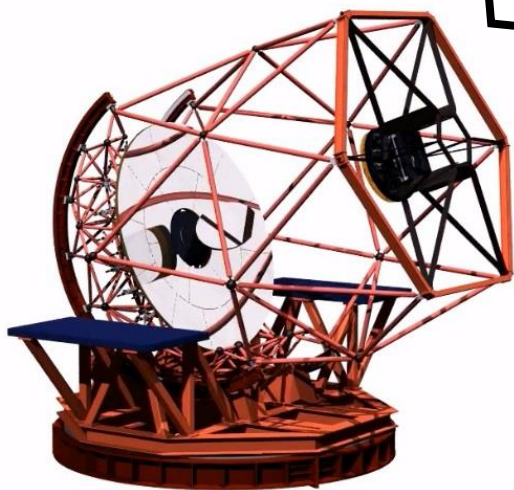
- 光赤外線大学間連携を通じて近傍超新星の追観測を実施してきた。
- ヘリウムを示す極超新星の発見。Ib/c型超新星の多様性を示唆する
- 明るいIIP型超新星の超早期可視近赤外線観測を実現。今後、より詳細を議論する予定

Tomo-e Gozen 発見天体の追観測提案

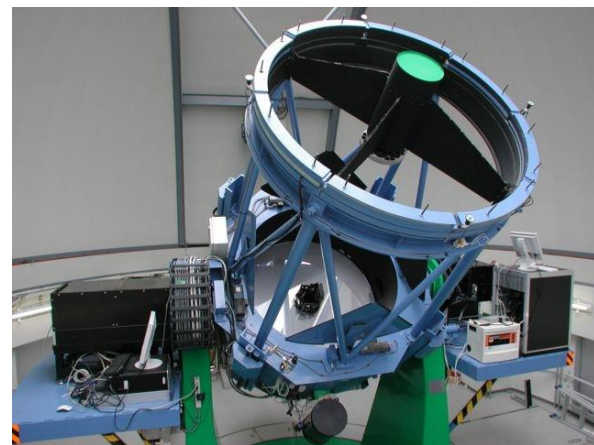
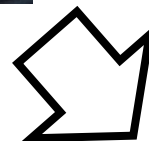
発見



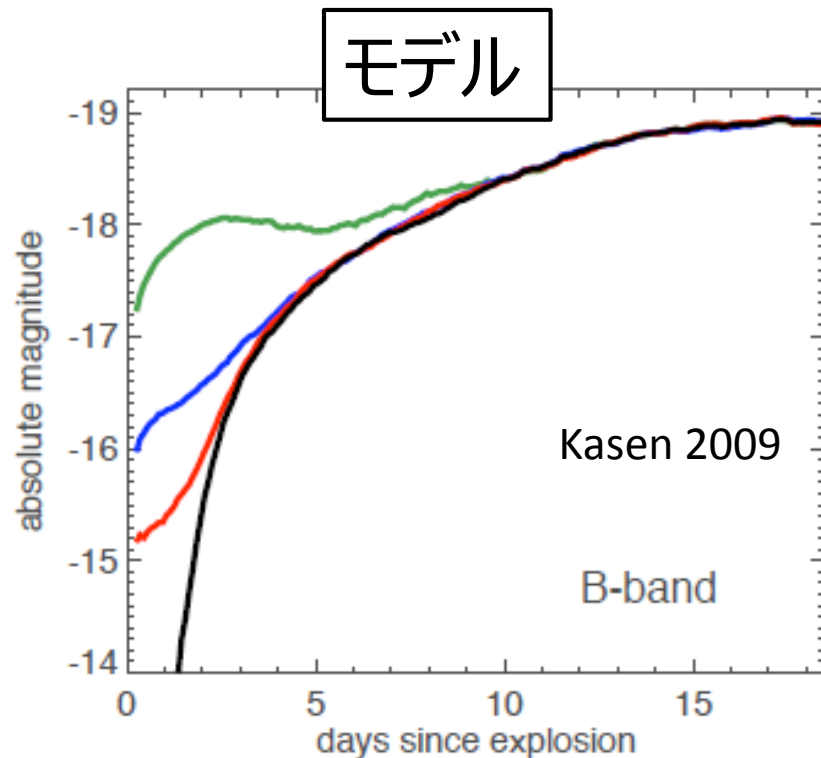
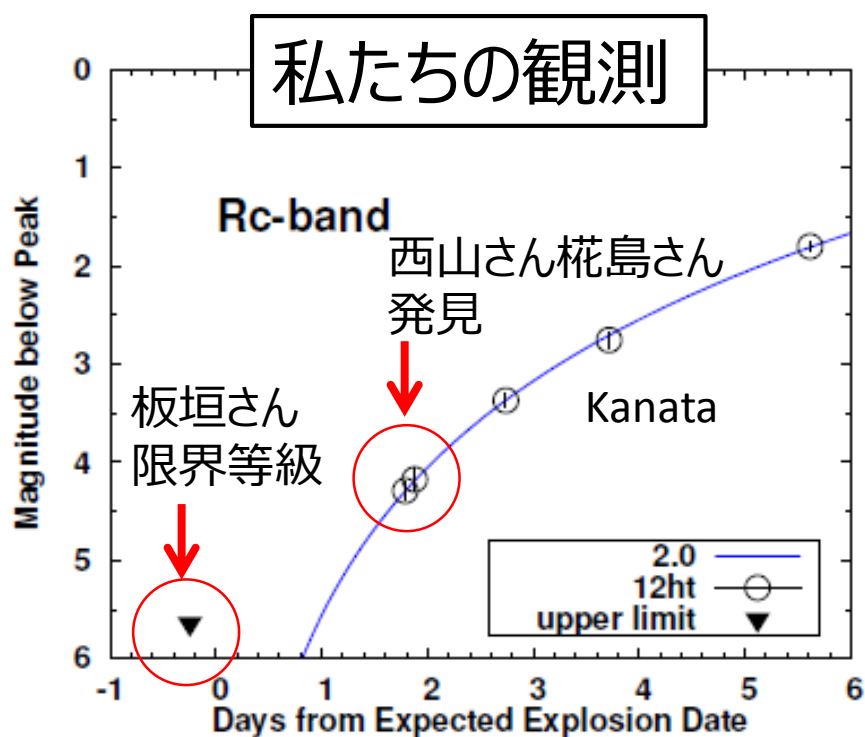
分光



測光



これまでの我々のbest effort

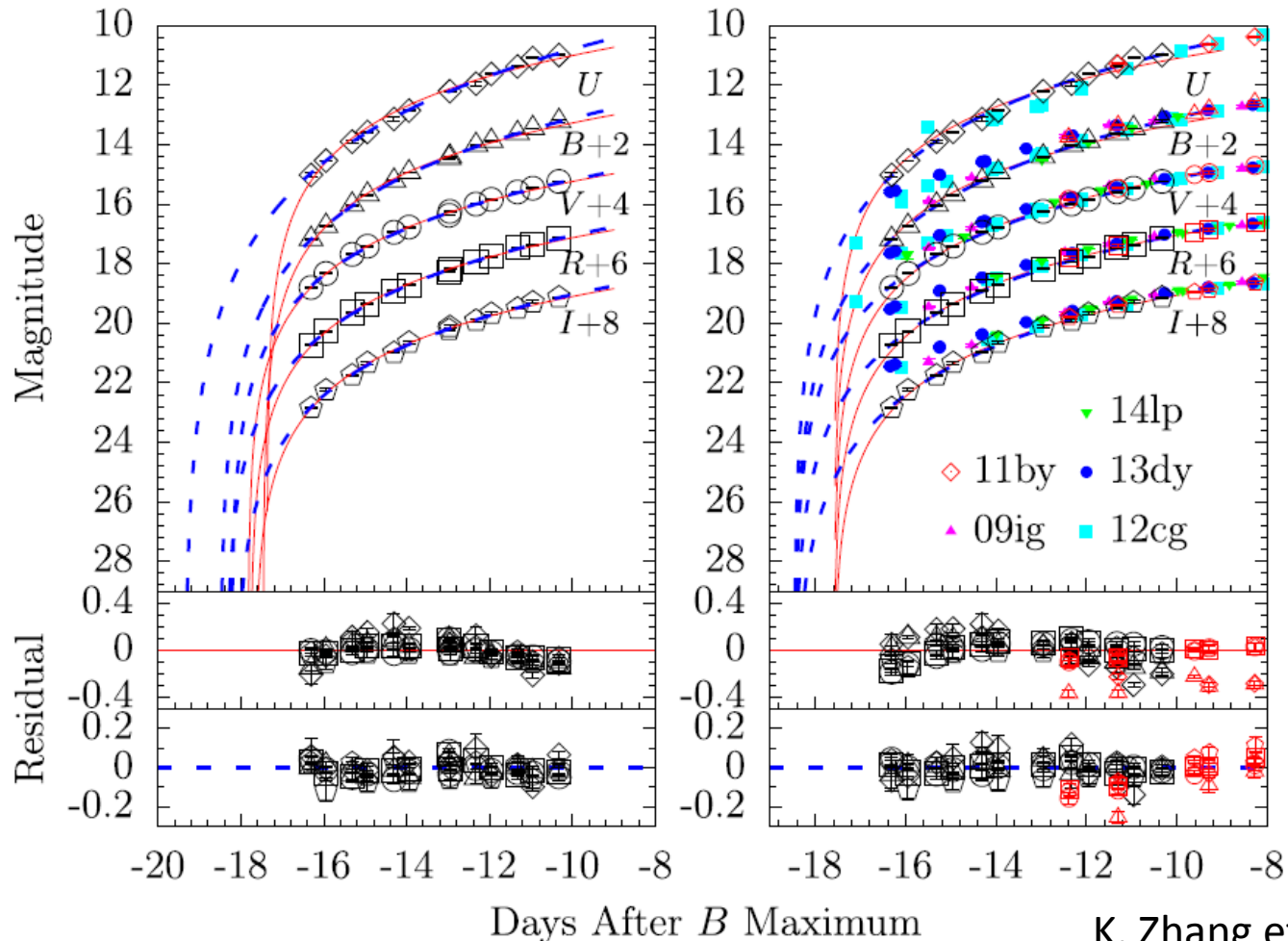


Yamanaka et al. 2014, ApJ, 782, L35

爆発後2.0日以内から1夜毎の測光観測 -> 当時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

世界における最先端時系列観測の例



K. Zhang et al. 2016

SN 2011fe (40年に一度程度)
: KAIT (76cm) + LJT (2.4m)

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 の大增光現象でなくとも、**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

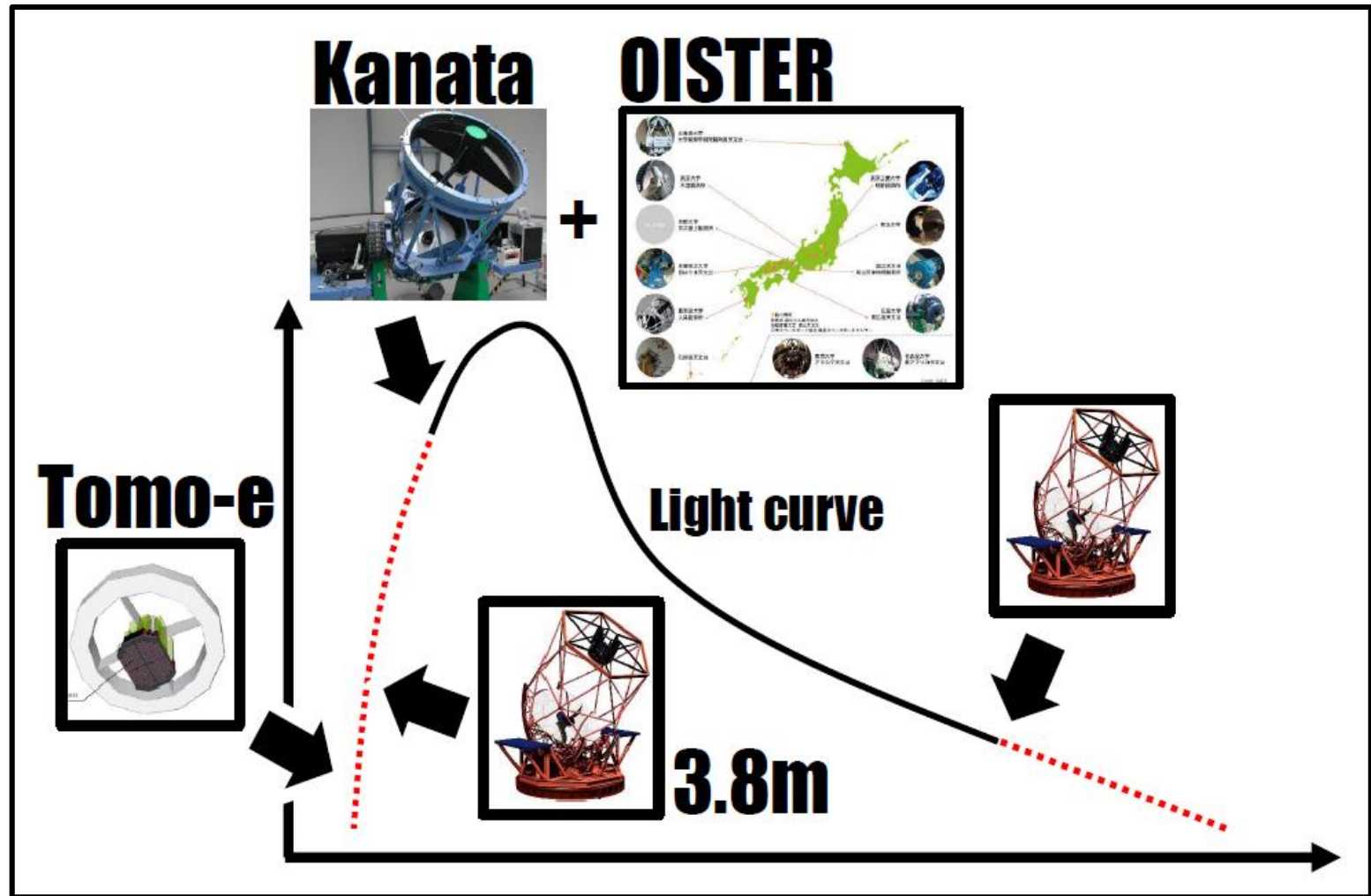
理由① 近赤外線など多色での観測：CSM ??

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？

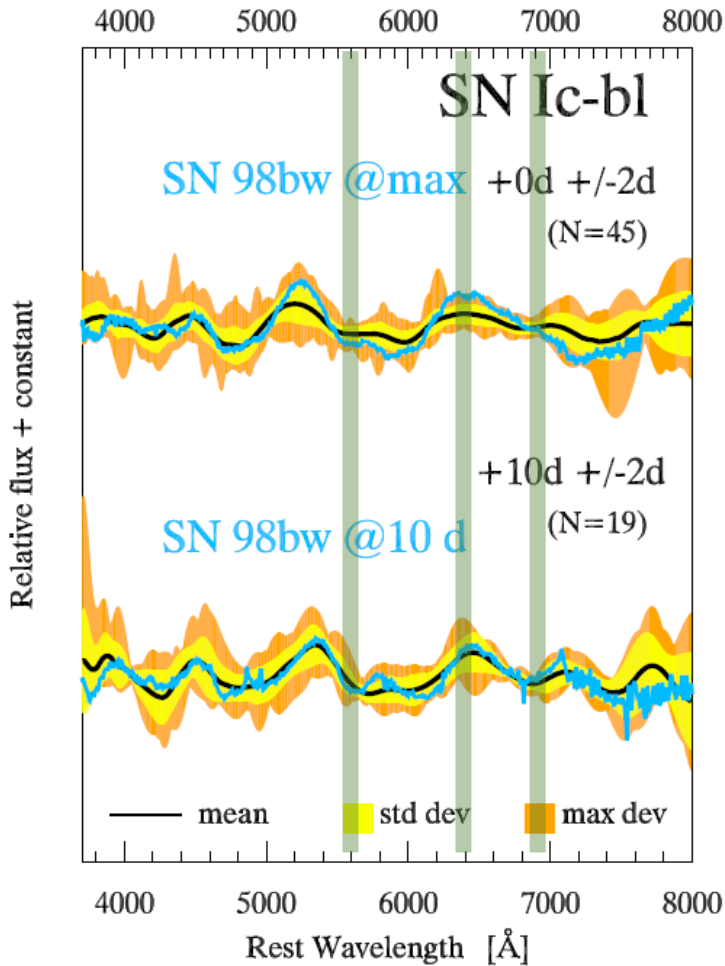
(その間、3.8mはTomo-e新天体の即時分光に備えるのが良い??)

3.8m/Tomo-e Gozen WS スライドより

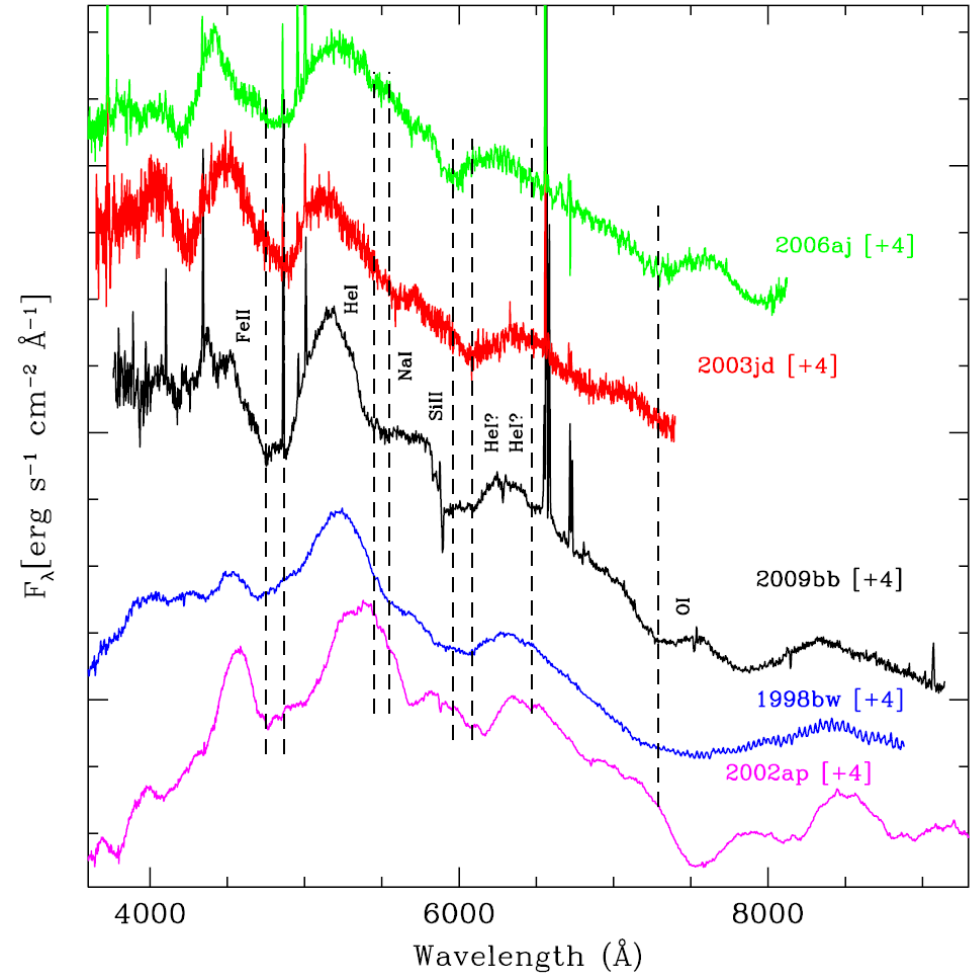
Tomo-e Gozen 発見天体の追観測提案



一方で観測では極超新星にHe無い/弱い



Modjaz+ 2016



Pignata+ 2011

統計的解析：可視でよく知られる3つの
ライン：極超新星にHe見えない

ある極超新星に非常に弱いHe I?

Ⅱ型超新星の親星＝赤色超巨星

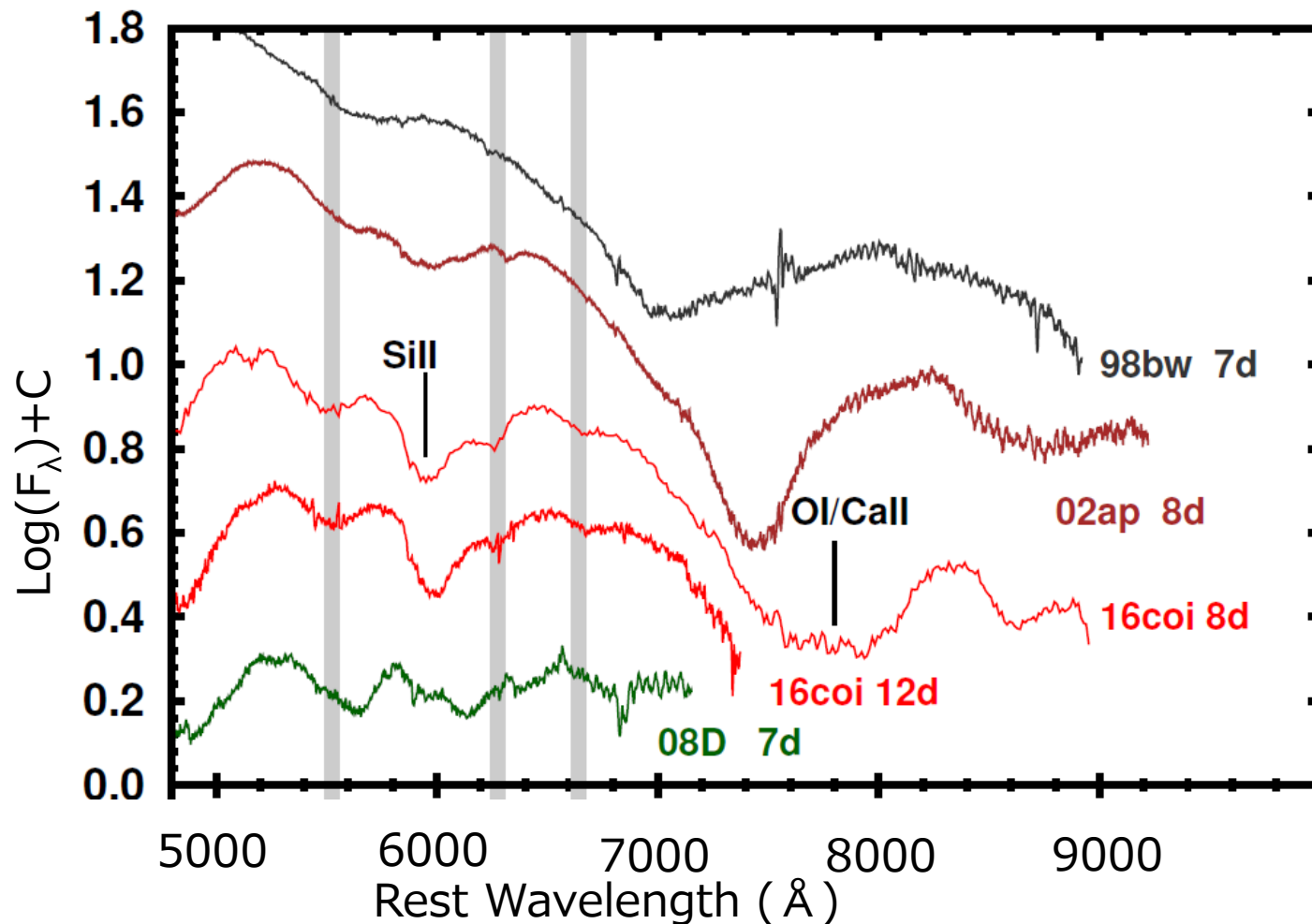


<http://www.astron.pref.gunma.jp/inpa/ku/gallery/cons/cons1/slidd03.html>

緩やかな質量損失? 10km/s

-> **進化最終段階と質量損失の関係：不明**

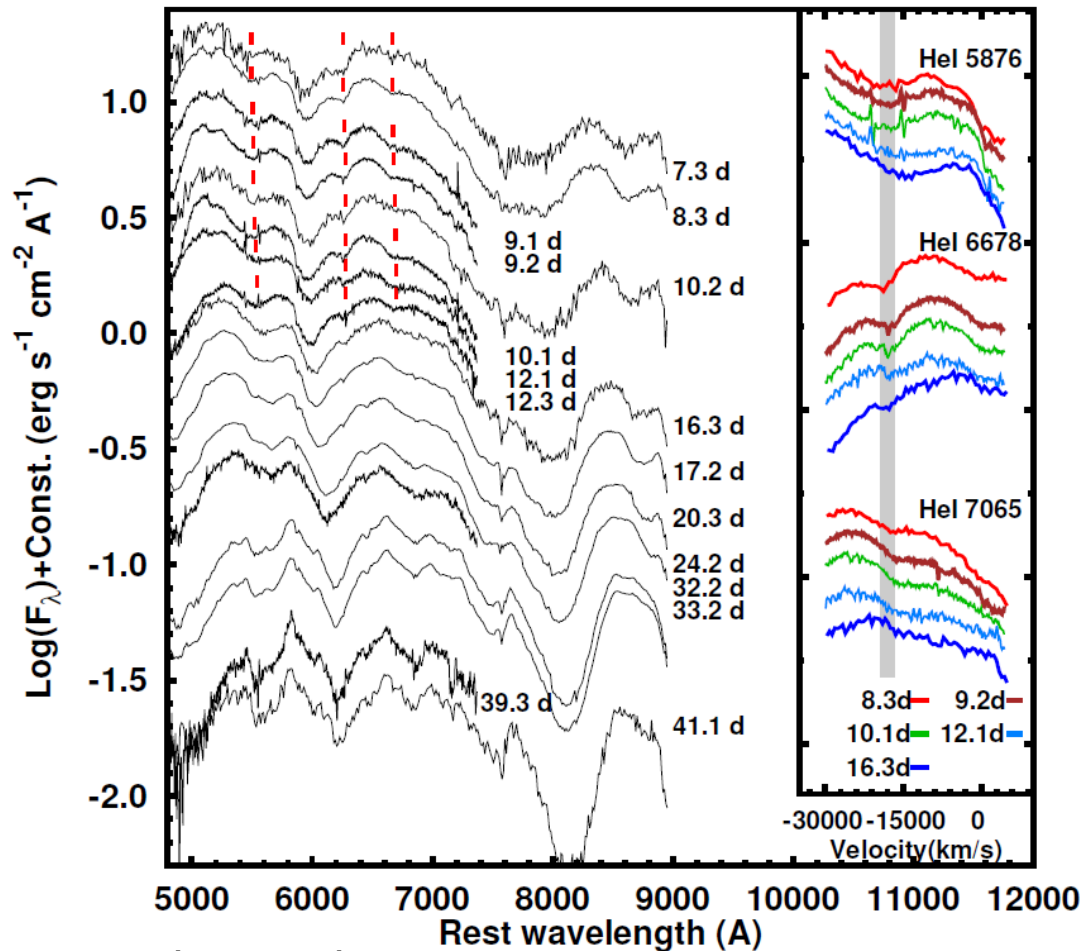
SN 2016coi : 極超新星



爆発後12日までHeの吸収？

膨張速度 16,000km/s@極大付近～極超新星

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

HeI 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！