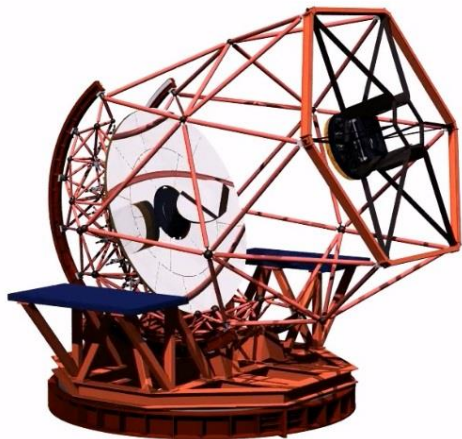


3.8m/OISTER/Kanata follow-up observations of bright SNe



北海道大学
大井町観測所

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
西ノ町天文台

鹿児島大学
入来観測所

石垣島天文台

協力機関
群馬県 県立ぐんま天文台
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

東京大学
アタカマ天文台

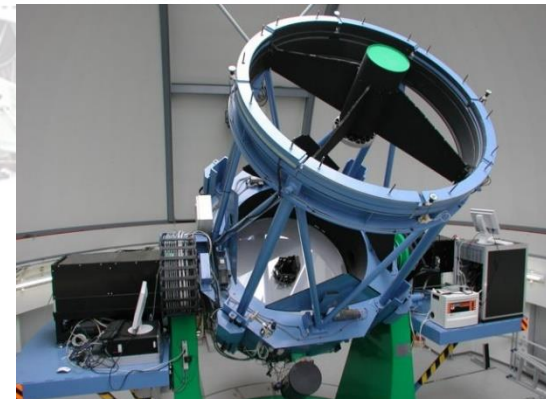
東京工業大学
野観測所

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

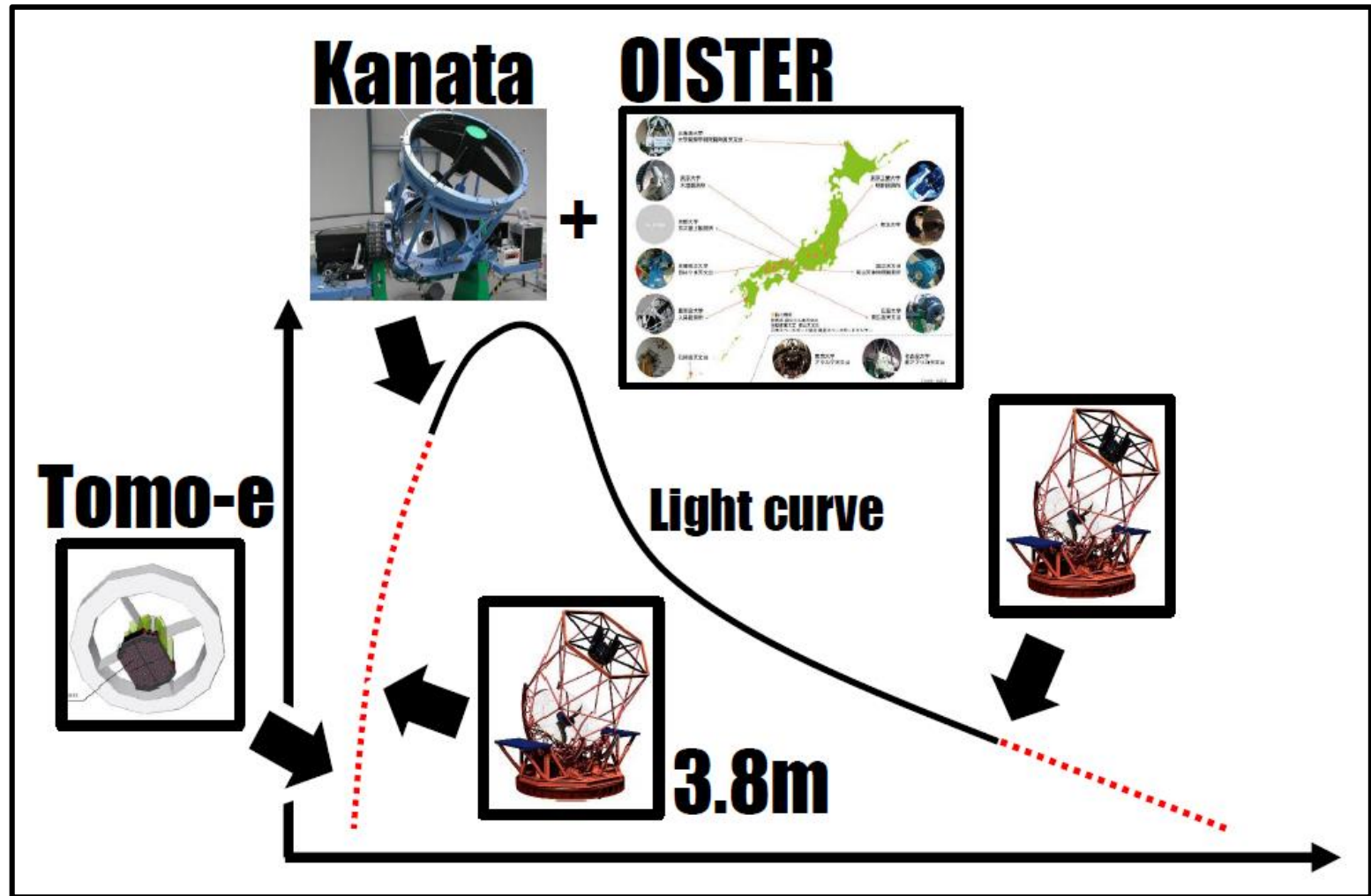
山中雅之
広島大学 宇宙科学センター
Masayuki Yamanaka
Hiroshima Univ.



Today's topics

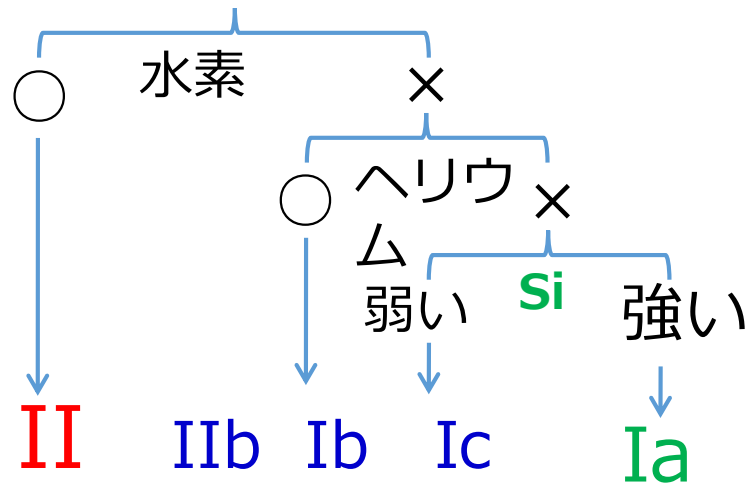
- ・ 超新星未解決問題、簡単に紹介
 - > 星周物質をプローブとする親星推定(前田さん講演参照)
 - > 外層構造(=親星物質)から親星制限
 - > 超早期(~数日スケール)の機動的分光(Tomo-e Gozenとの連携必須：諸隈さん講演)
- ・ 体制
 - かなた望遠鏡＋大学間連携との連携観測
 - > Light curve + spectral evolution：必須
 - > 増光してからテール期まではかなた
 - > 紫外＋近赤外線：さらにOISTERで

時系列での観測イメージ

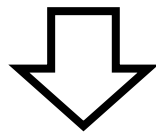


超新星の分類と対応する親星・爆発メカニズム

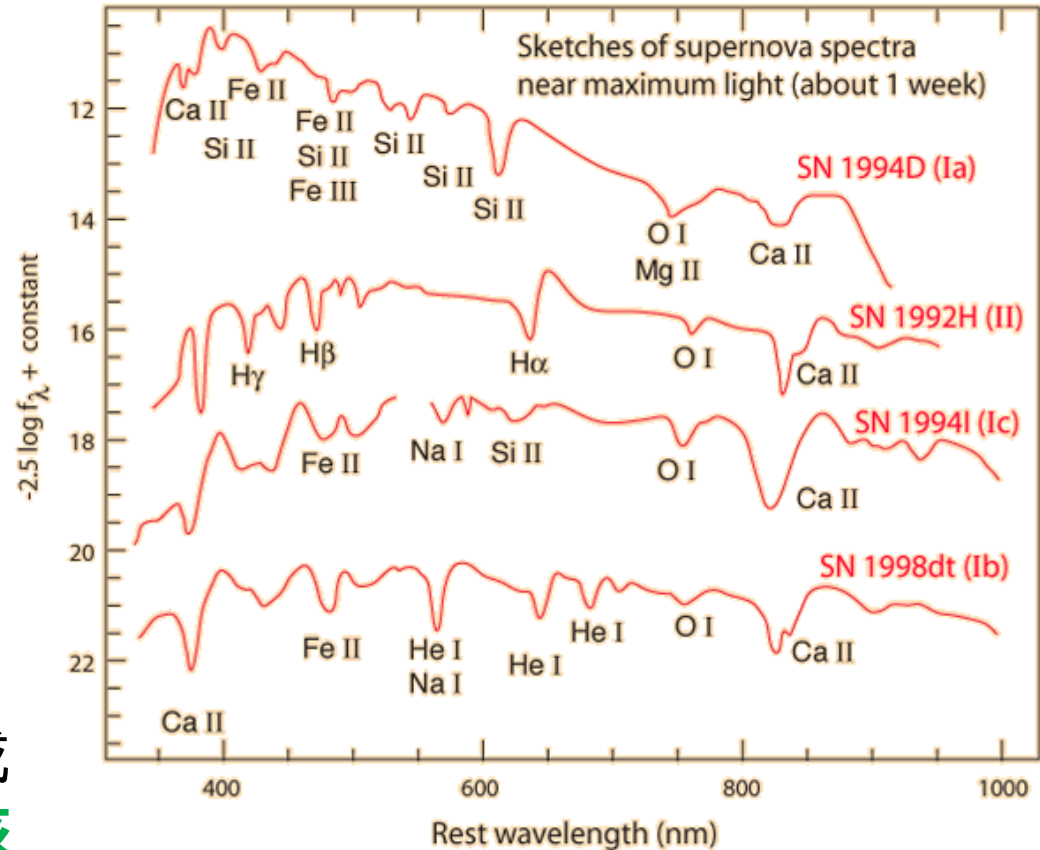
吸収線



大質量星の
重力崩壊型

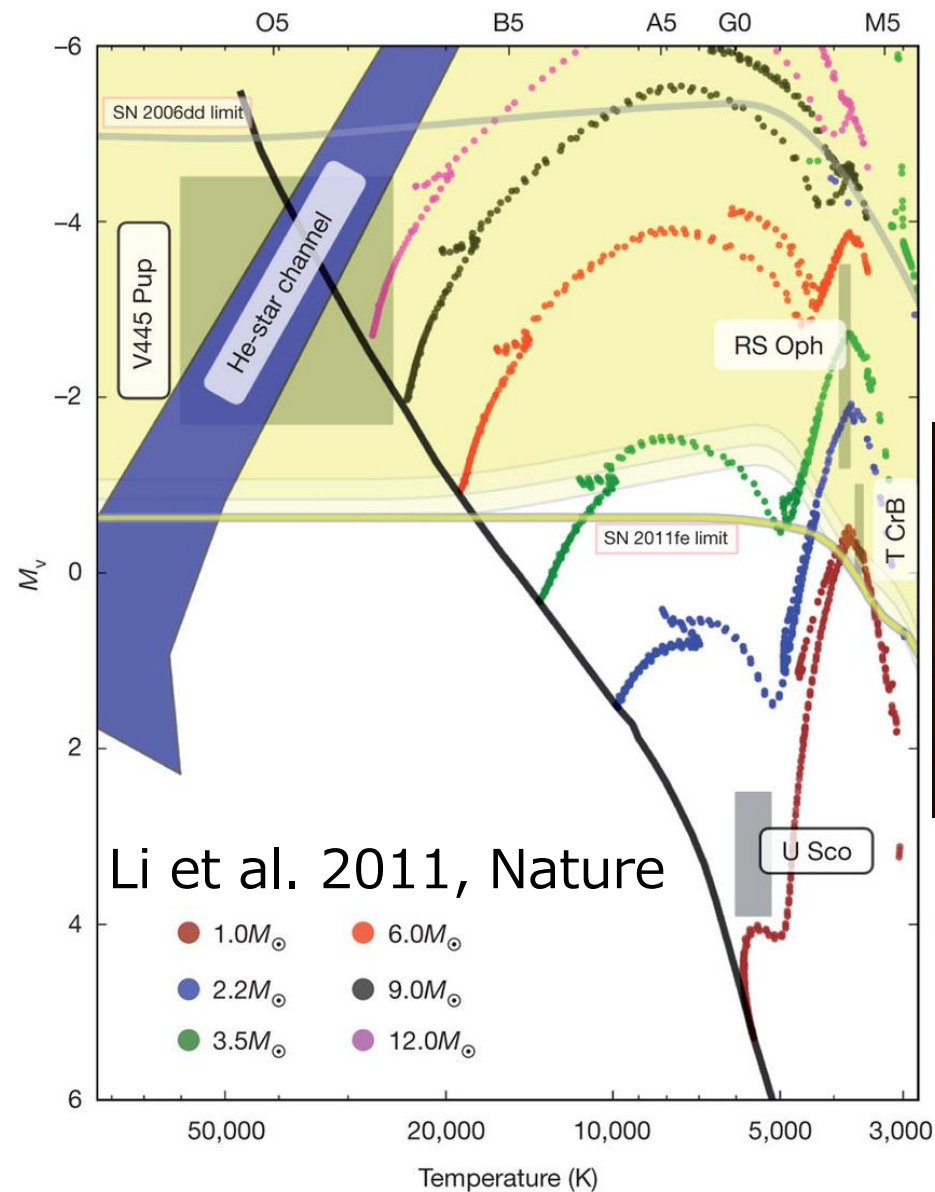


低質量連星系を成
す**白色矮星**の**熱核
暴走反応爆発**



Sketches of spectra from Carroll & Ostlie, data attributed to Thomas Matheson of National Optical Astronomy Observatory.

Ia型超新星親星問題



連星系を成す白色矮星

過去40年で最も近いIa
型

=SN 2011fe

HSTで親星未検出



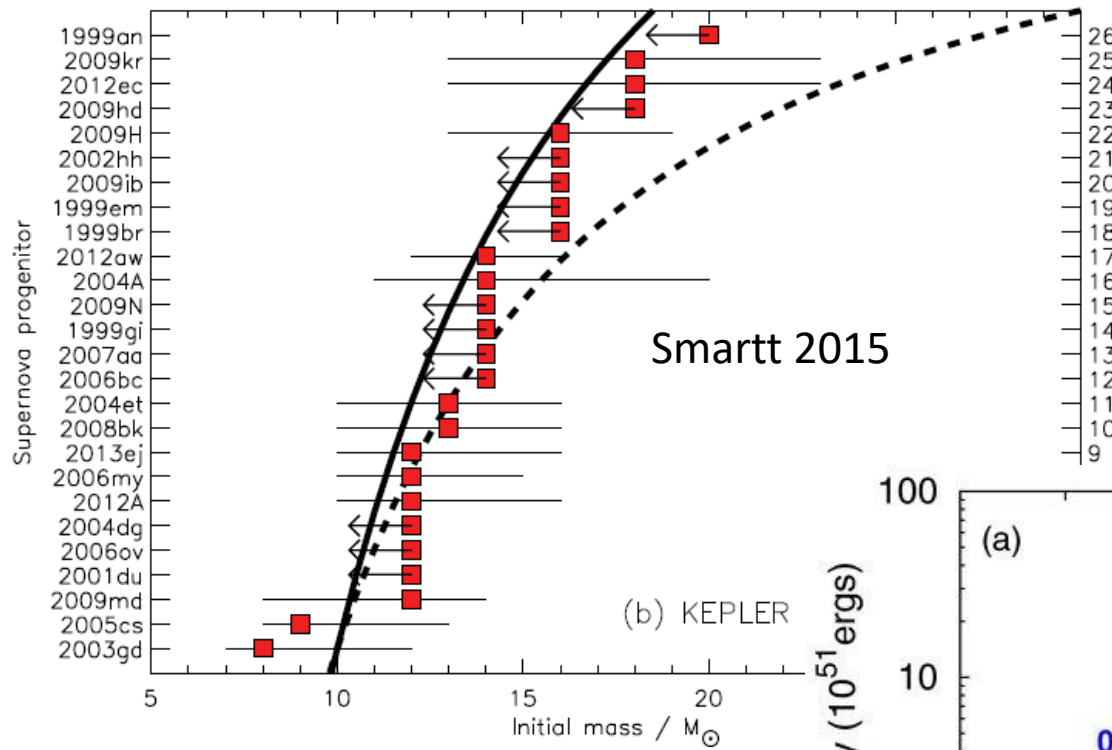
降着シナリオ

合体シナリオ



親星・爆発モデル未決着

重力崩壊型超新星親星問題



IIP型親星

= **赤色超巨星**

(HSTで受かる)

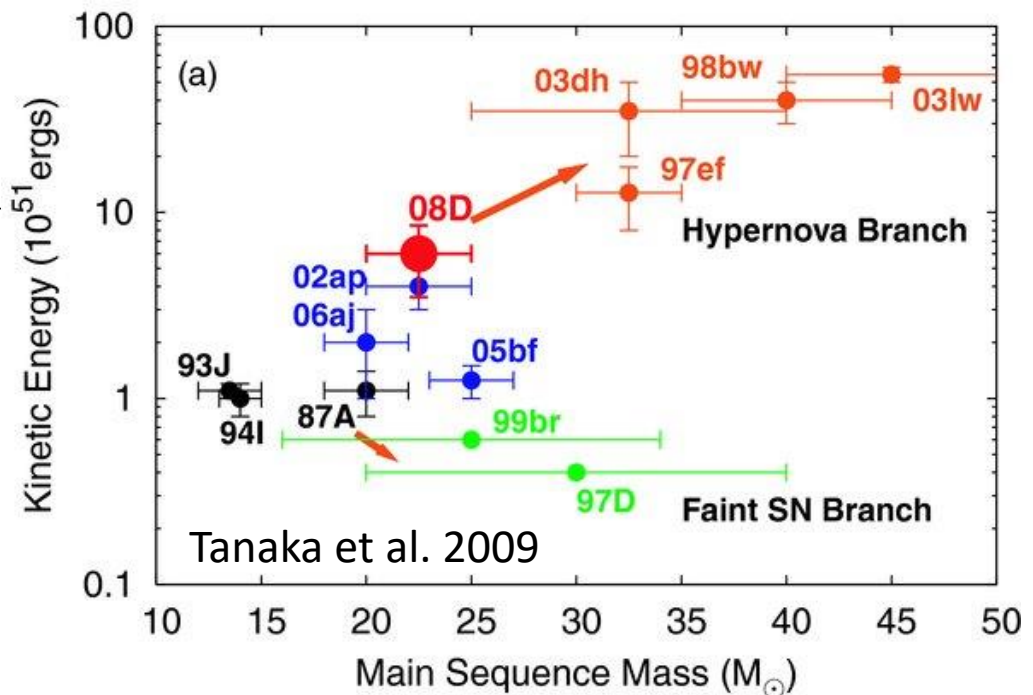
超初期現象の物理検証

(諸隈さん講演)

Ib/c型親星

= **WR星?? (不明)**

(HSTで受からない)



かなたSNチーム

<広島大学>



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)

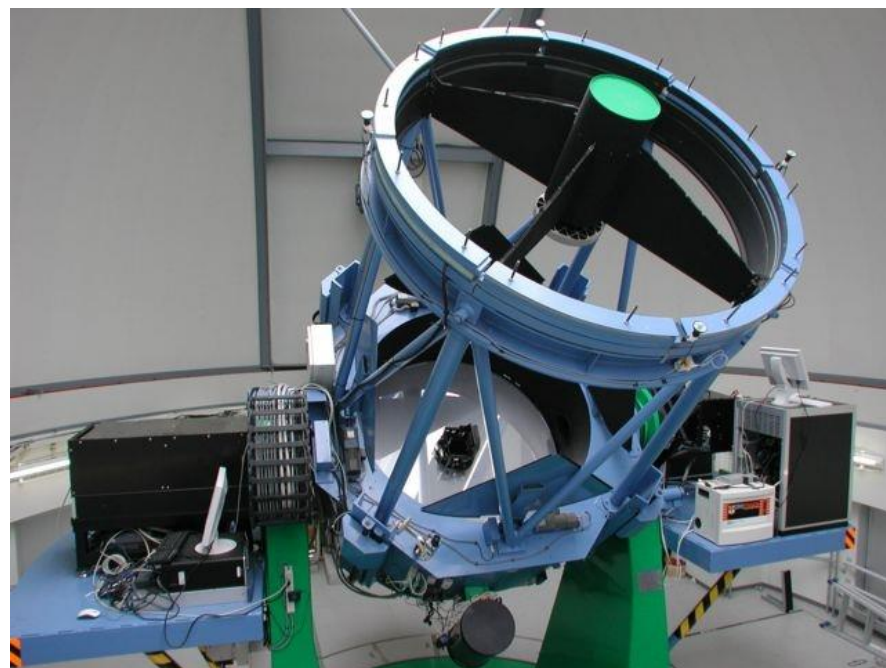
中岡竜也(D2)

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(口径1.5m)

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

宣伝：かなた望遠鏡リモート観測開始 @山中居室（2017年9月初旬から）



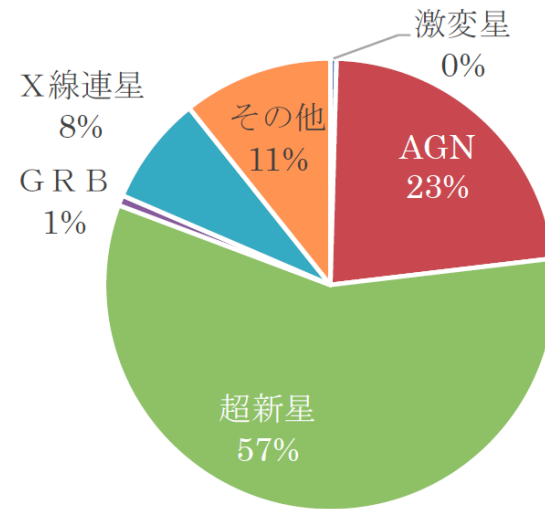
リモート観測の様子、鹿児島大M2山口さん、
東京大M1吉田さん滞在(2017/12/5)

- ・ 観測者の安全性・利便性を確保するため、リモート観測を開始（特に冬場路面凍結など不安）
- ・ 大学からの安全なリモート観測
 - ドーム入口に機械警備導入
 - 警備導入時にのみ(つまりドーム内に人がいない時)、観測実行可能
 - 雨センサーを望遠鏡制御に
- ・ リモート移行に伴うマイナーな不具合はあるものの、概ね良好

- ・ リモート室はH307(山中の居室)、学生研究室は2Fであるので徒歩2分
- ・ 観測に携わる学生数の増加を期待
- ・ 2名でのオペレーションが必須であったのが、1名での観測可能

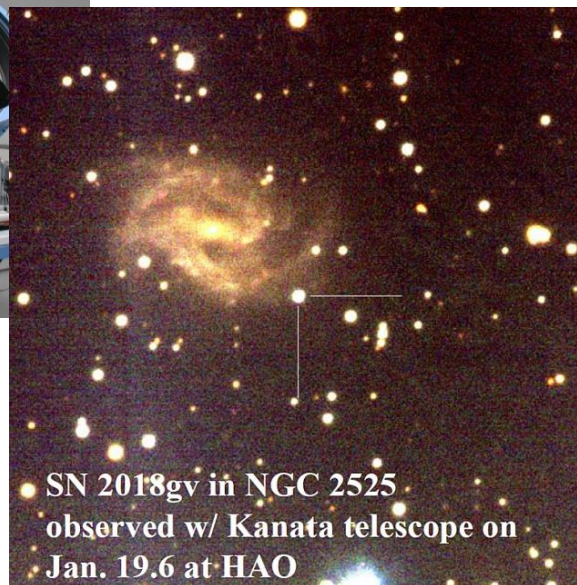
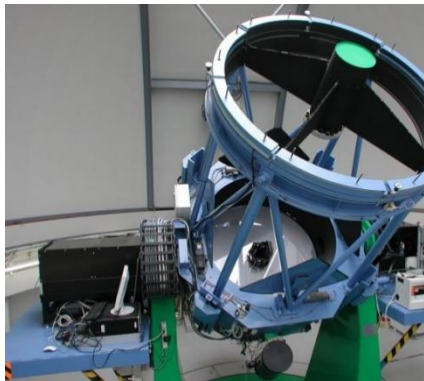
かなたにおける超新星観測

	20夜以上データのあるSNe
2015	9
2016	9
2017	13



(集計：植村)

2017年3月—2017年9月の観測対象。



15等台に到達しうる
初期の超新星
(=20-50Mpcより近傍)を
BVRIJHKs+specで追観測

かなたにおける超新星観測

-追観測体制の構築

-追観測する条件

- 発見情報：TNS(後述), ATEL, vsnet, vsolj, 発見者からの直接メールなど
- apparent magnitude < 18 mag
- distance < 20-50Mpc (e.g., 13mag @ 100Mpc -> Go!)
- 初期スペクトルに特異なfeature
(ATEL, TNS, **自前のスペクトル**)
 - >ここを3.8mで得られると強い！
- 初期にまとまったデータが得られれば、100-200日程度追う
 - > Kanata/HOWPol 19mag in R band S/N~10
17mag (分光) S/N~10

-重点的に追観測しない天体 (実際はします)

- それ程距離が近くなく、極大付近のデータが得られない
- 特に、よく知られた典型的なタイプは追わない
 - 3.8m 望遠鏡とのシナジーで活かせるのでは

かなたにおける超新星観測

-追観測体制の構築

-追観測する条件

-発見情報：TNS(後述), ATEL, vsnet, vsolj,
発見者からの直接メールなど

-apparent magnitude < 18 mag

-distance < 20-50Mpc (e.g., :

-初期スペクトルに特異なfeature
(ATEL, TNS, **自前のスペクトル**)

->ここを3.8mで得られると

-初期にまとまったデータが得ら

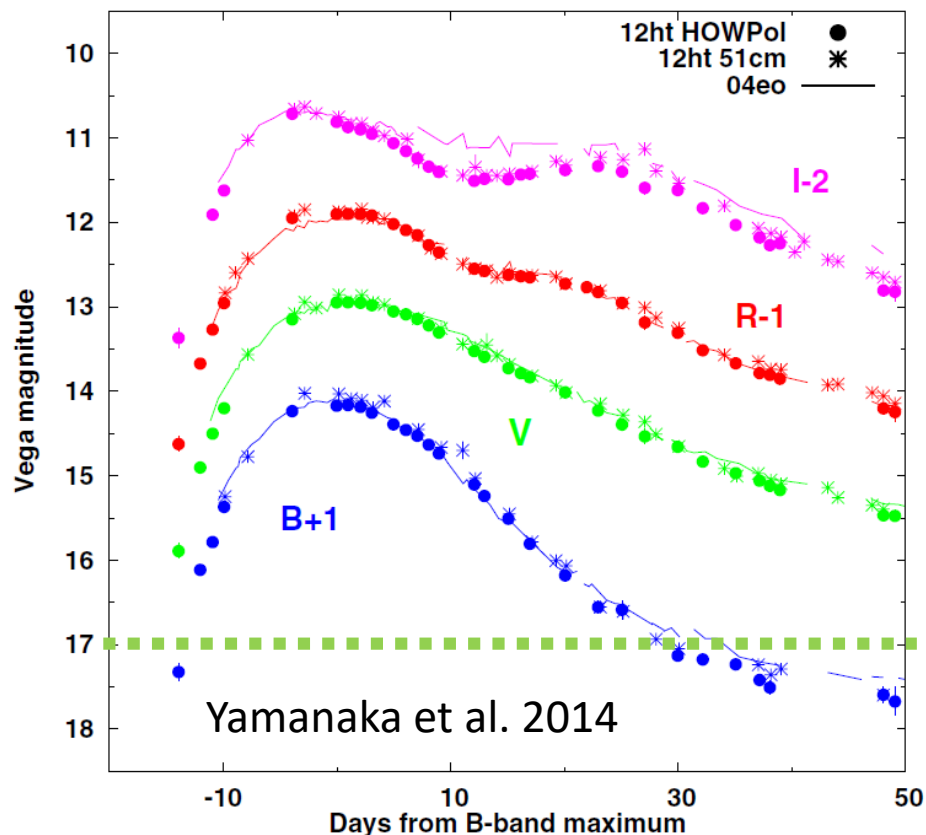
-> Kanata/HOWPol 19mag i
17mag

-重点的に追観測しない天体 (実際)

-それ程距離が近くなく、極大付

-特に、よく知られた典型的なタ

- 3.8m 望遠鏡とのシナジーで



かなたにおける超新星観測

-追観測体制の構築

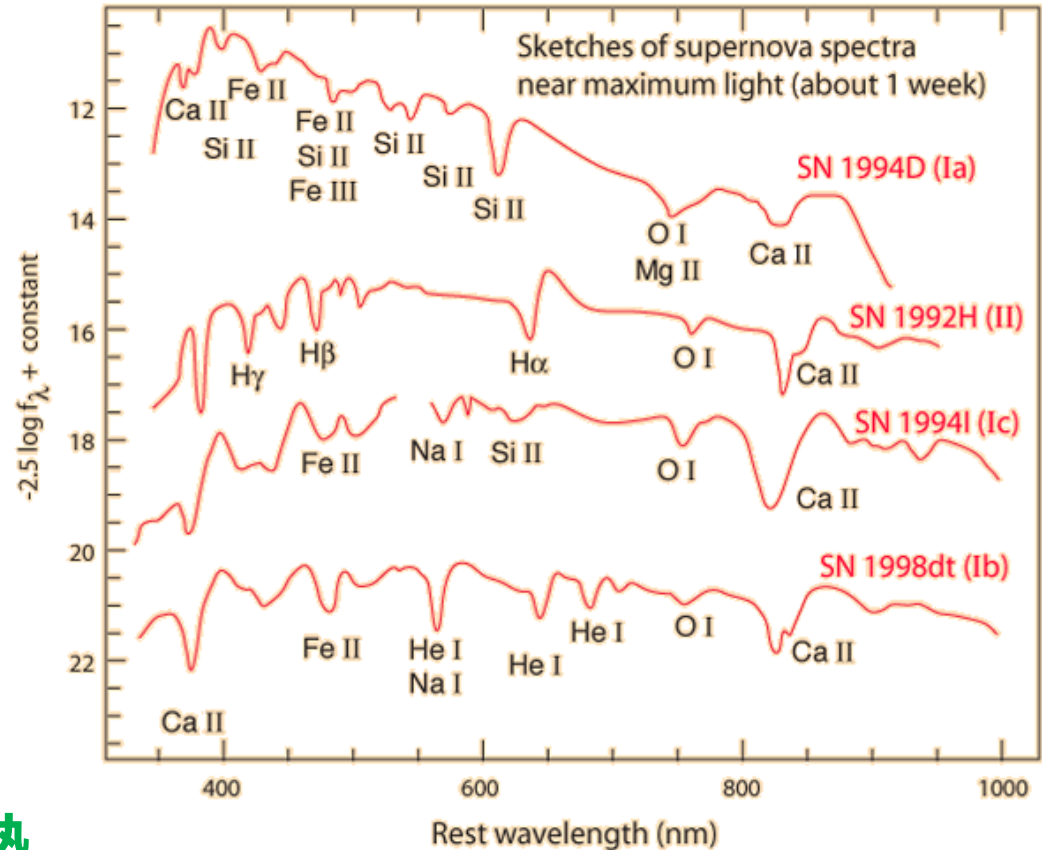
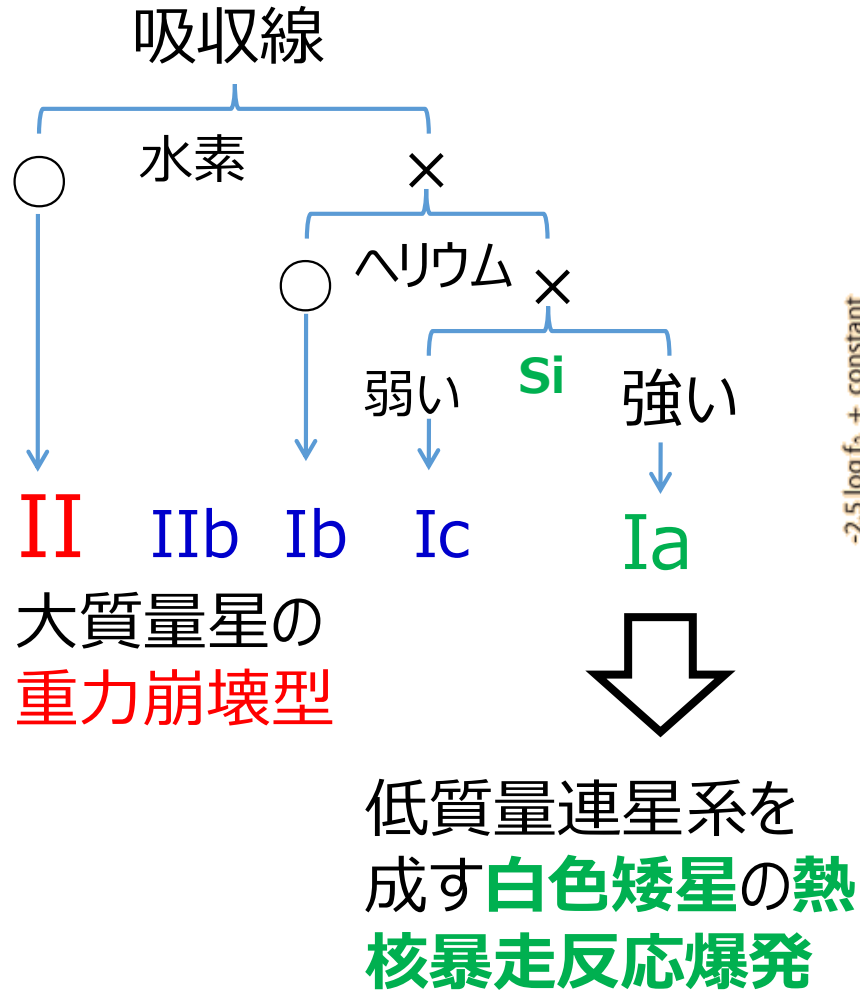
-追観測する条件

- 発見情報：TNS(後述), ATEL, vsnet, vsolj,
発見者からの直接メールなど
- apparent magnitude < 18 mag
- distance < 20-50Mpc (e.g., 13mag @ 100Mpc -> Go!)
- 初期スペクトルに特異なfeature
(ATEL, TNS, **自前のスペクトル**)
 - >ここを3.8mで得られると強い！
- 初期にまとまったデータが得られれば、100-200日程度追う
 - > Kanata/HOWPol 19mag in R band S/N~10
17mag (分光) S/N~10

-重点的に追観測しない天体 (実際はします)

- それ程距離が近くなく、極大付近のデータが得られない
- 特に、よく知られた典型的なタイプは追わない
 - 3.8m 望遠鏡とのシナジーで活かせるのでは

超新星の分類と対応する親星・爆発メカニズム



Sketches of spectra from Carroll & Ostlie, data attributed to Thomas Matheson of National Optical Astronomy Observatory.

Transit Name Server (TNS)

イスラエルのワインツマン研究所超新星グループが管理する
新天体発見報告ウェブサイト

発見日等級

RADEC

発見前限界等級

分類

(=初期スペクトル)

追観測

などの情報

SN 2018gv

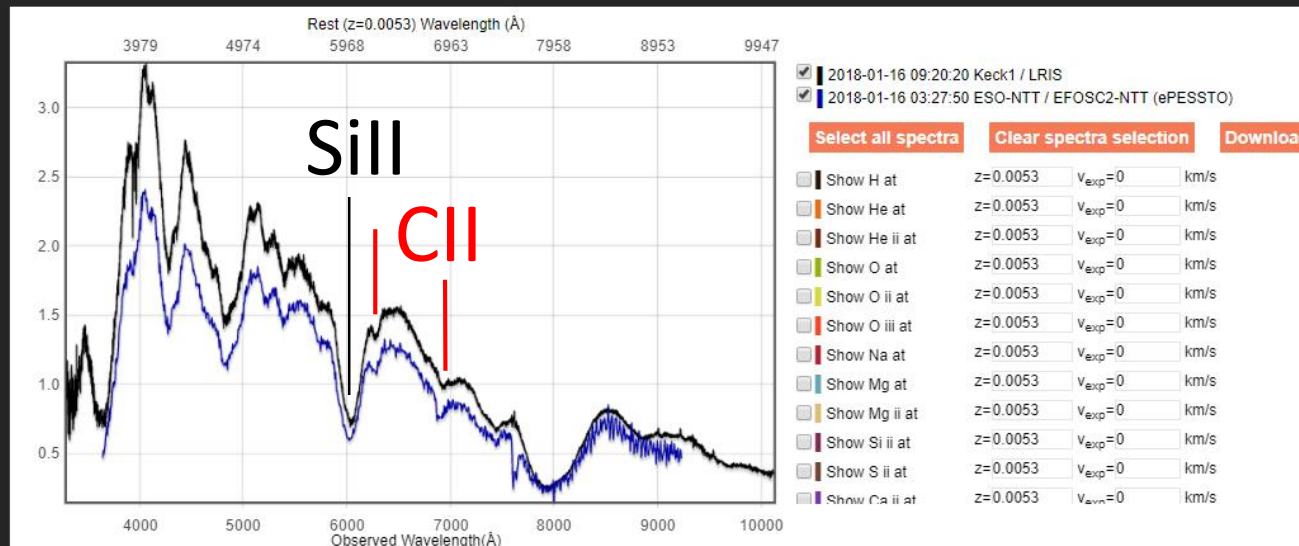
RA/DEC (2000) **08:05:34.61 -11:26:16.30** Type **SN Ia** Redshift **0.0053**
121.394208 -11.437861

[Discovery Report](#) [Classification Report](#)

Discovery Date **2018-01-15 16:21:06** TNS AT **Y** Public **Y** Host Name **NGC 2525** Discovery Mag **16.5** Filter **Clear-**

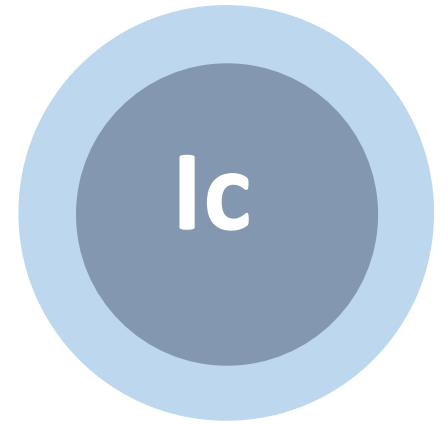
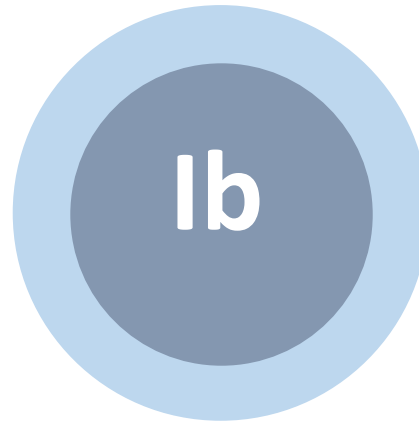
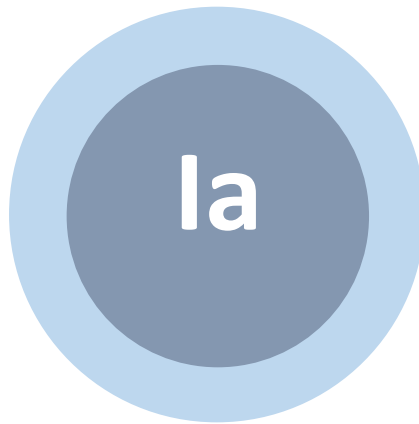
Discoverer/s
Koichi Itagaki

NED SIMBAD
PanSTARRS-1 SkyMapper
WISE DSS



吸収線、何を見ている？

外層構造（親星・爆発メカニズムに制限）



見えて然る
べきもの

Si

He

Si, C

見えたら面
白いもの

C, O

H

(H), He

早期分光からの外層構造制限

極超新星にヘリウム外層

-> 極大5日前には消えた

-> **数日スケール**で良いので

早期からの分光観測が重要

初期 (~a few weeks)

外層

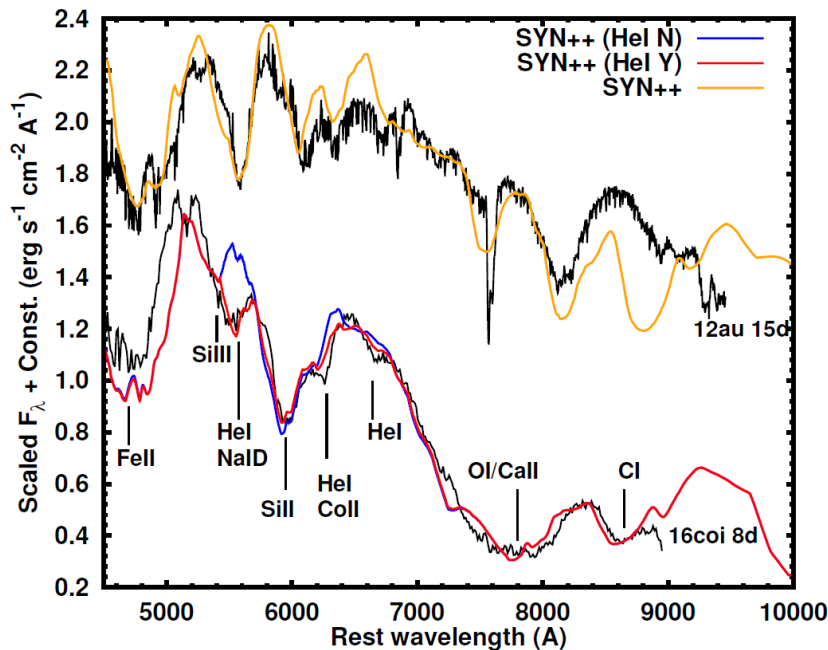
後期 (> 100-200d)

thin

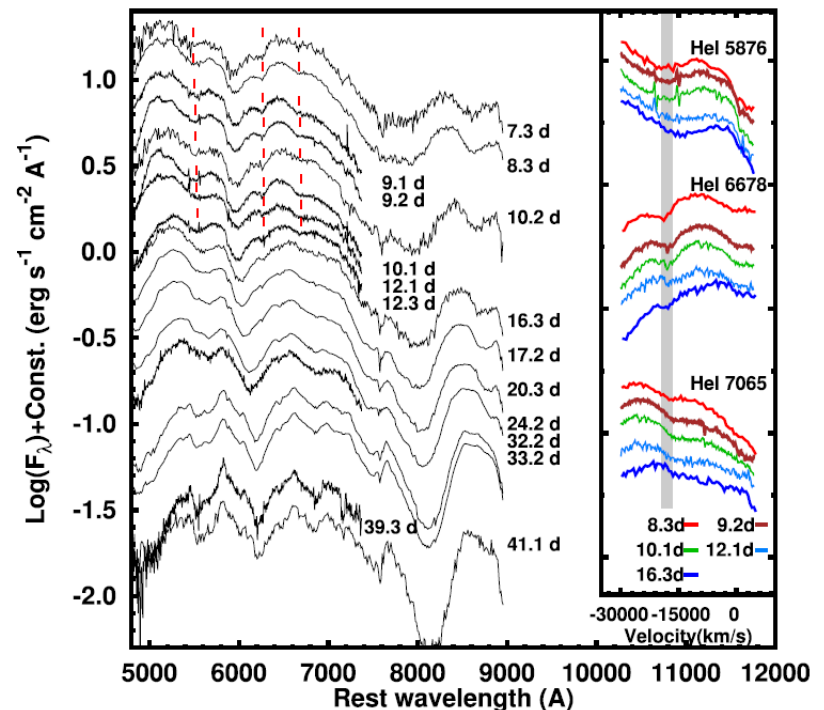
thick

H, He etc.
(IIb/Ibc)
C, O
(Ia)

光球衰退

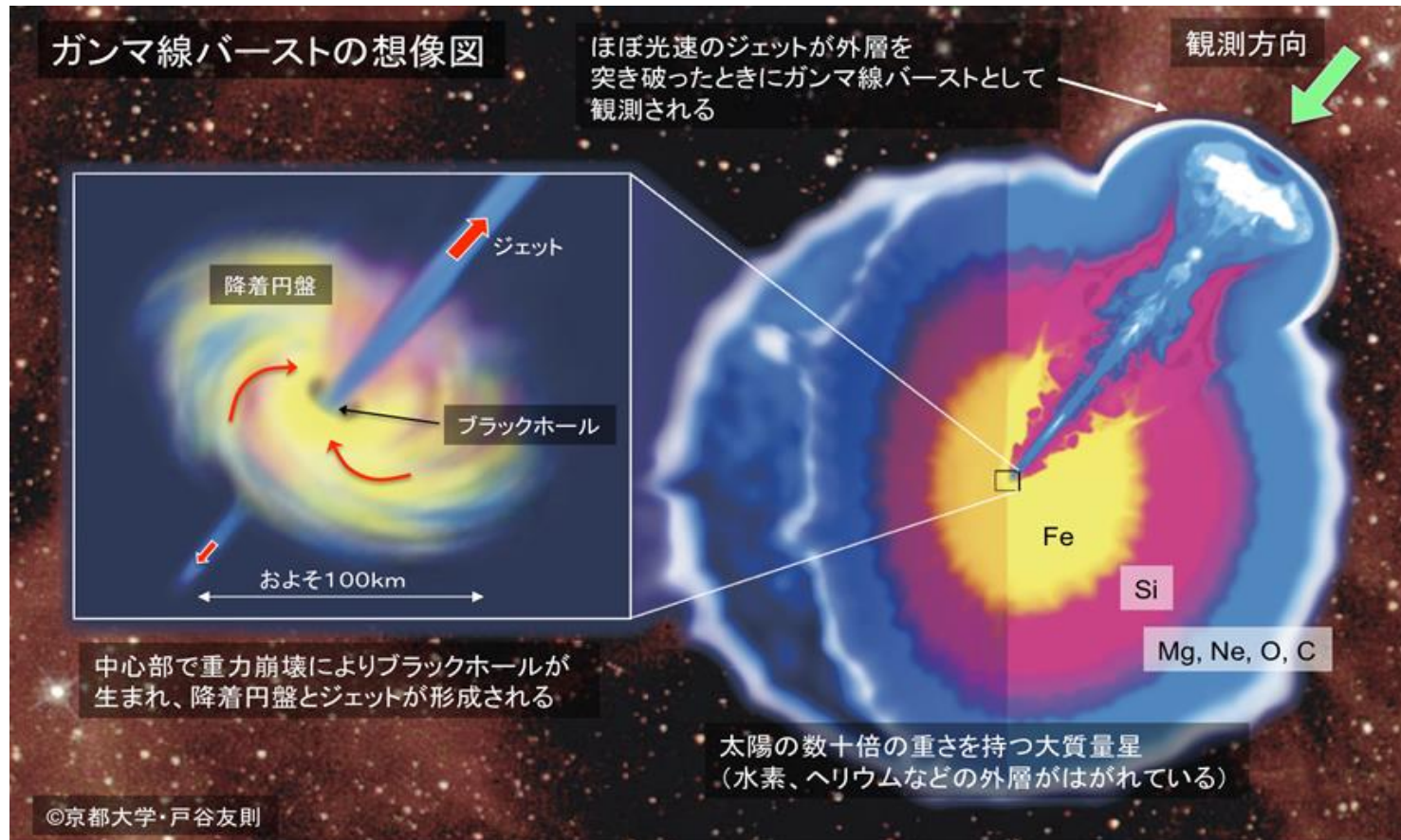


Yamanaka et al. 2017



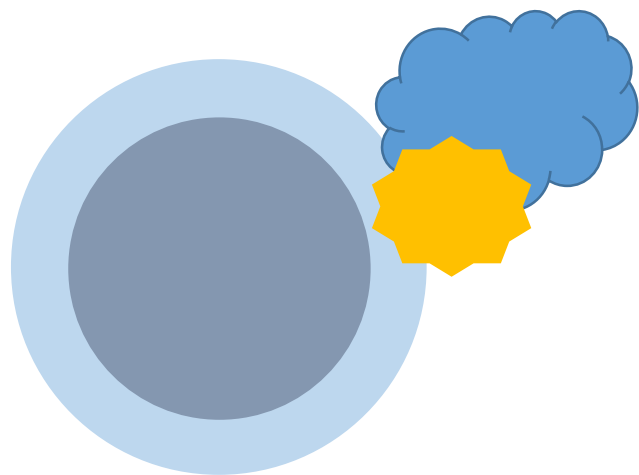
極超新星の親星

- > 外層ヘリウムが存在：WR星の外層剥ぎ取りモデルを支持
- > (共通見解を得つつあった)従来の観測的見解にインパクト

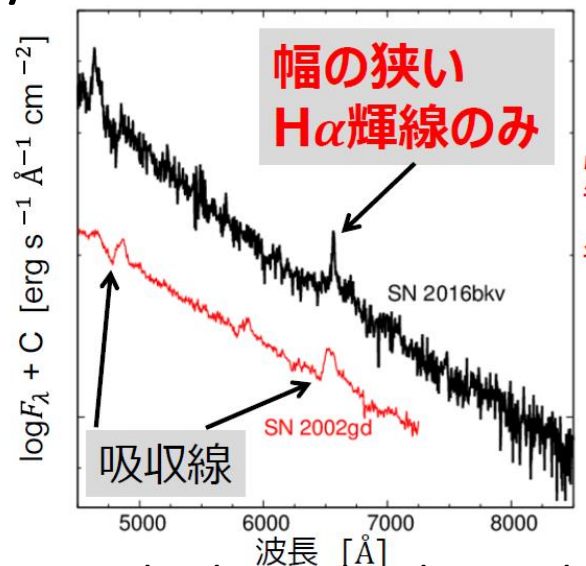
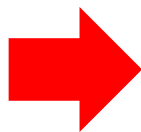


CSMは親星制限のprobe (前田さん講演参照)

ejecta/CSM shock interaction

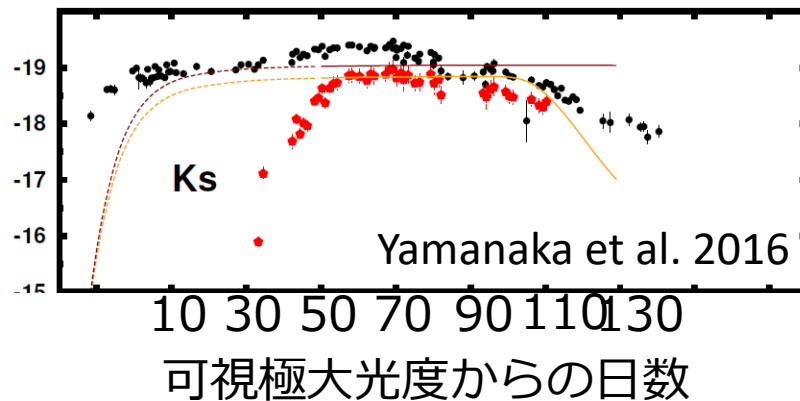


爆発直前における親星の質量損失活動に制限



Nakaoka et al. submitted

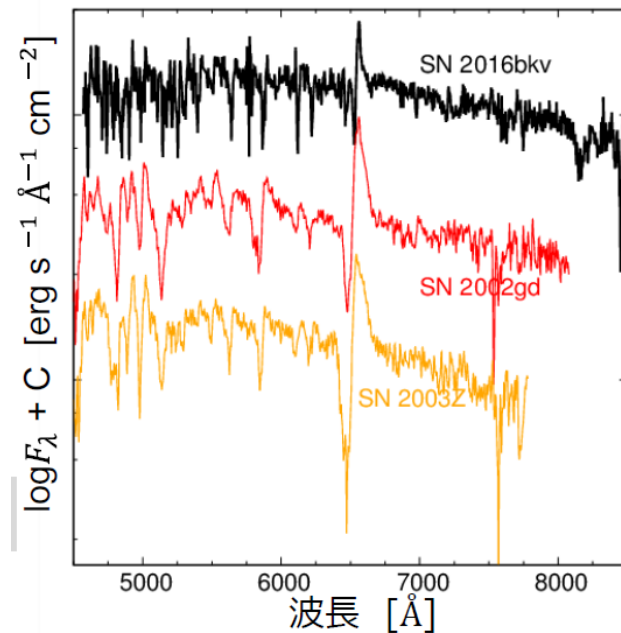
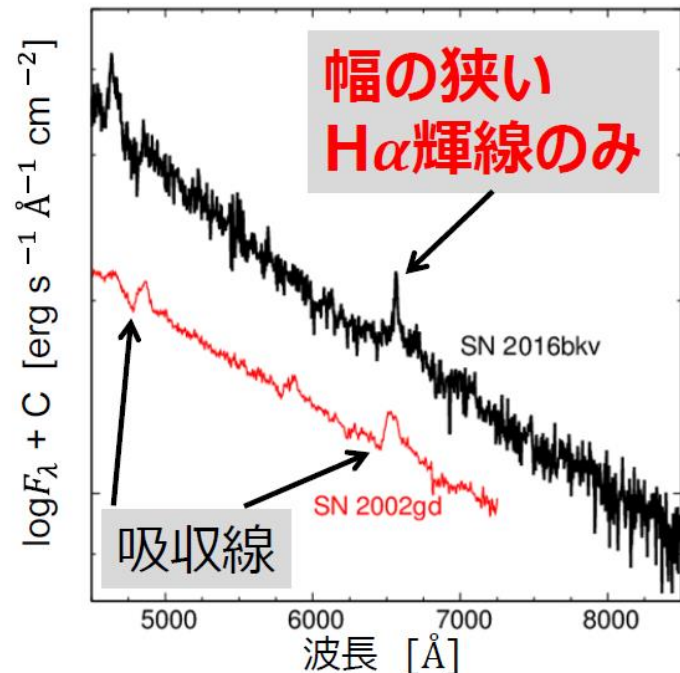
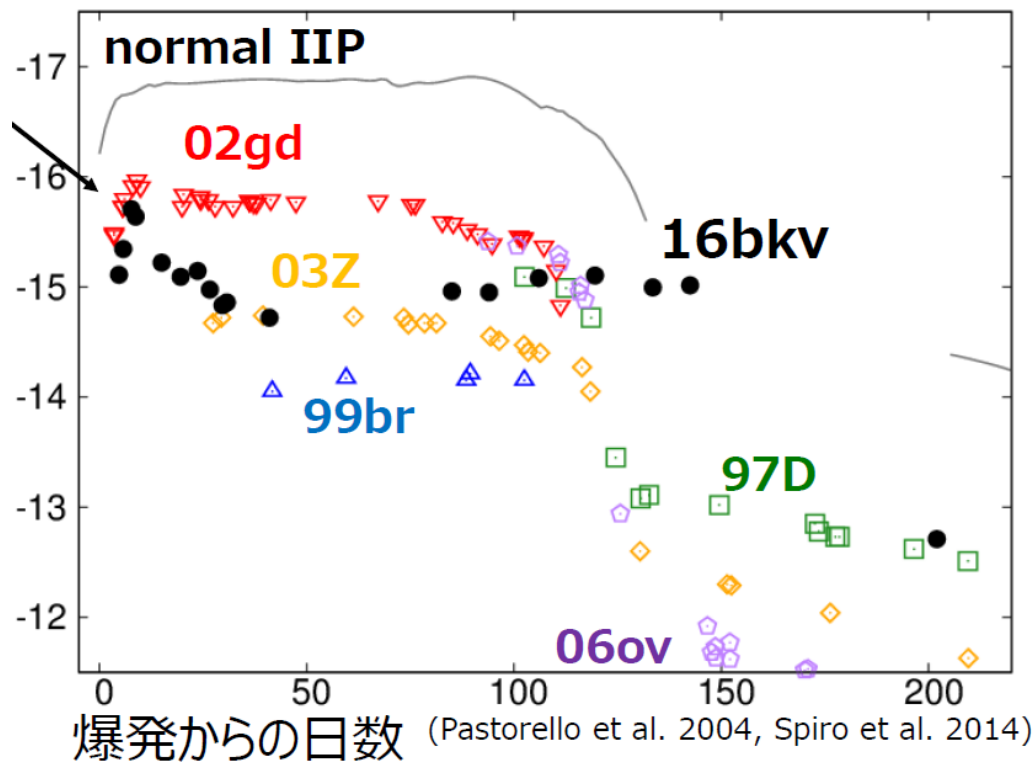
NIR emission from CS dust



早期観測からの 星周物質への制限

例：低光度IIP型超新星に
おけるCSMの検出

Nakaoka et al., submitted to ApJ



光赤外線大学間連携事業(突発現象に関連して)

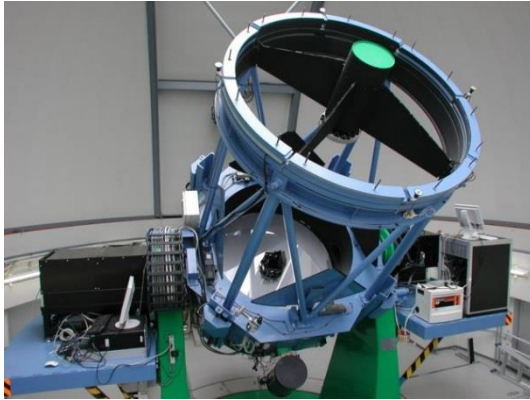
全体の体制

- 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

光赤外線大学間連携での超新星観測



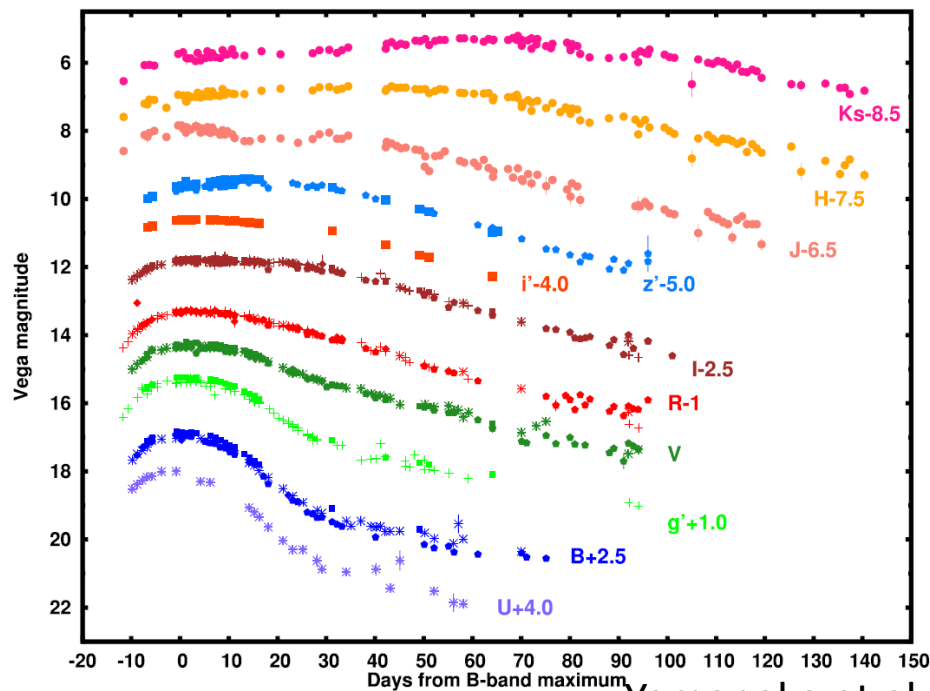
⇒
ToO依頼

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

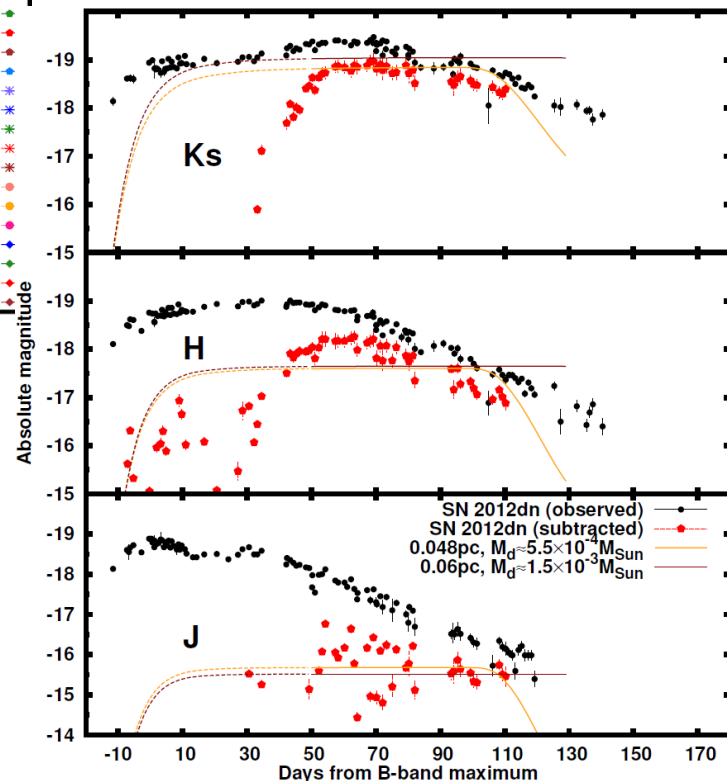


- 強み
- ①天候リスク・装置不安定性の回避
-> **重要なフェーズ**で確実に観測できる
 - ②多モード・多波長の装置
-> = **可視近赤外撮像**・**可視分光**の連続観測の実現

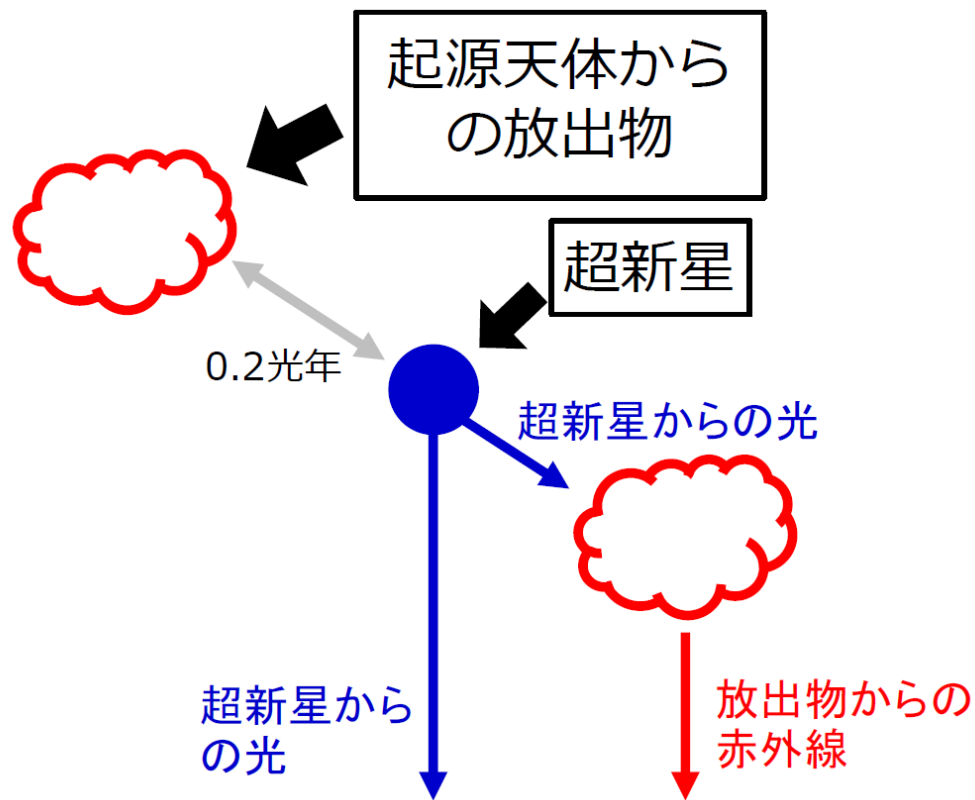
スーパーチャンドラセカル超新星の長期可視 近赤外線モニター観測を実現



Yamanaka et al. 2016



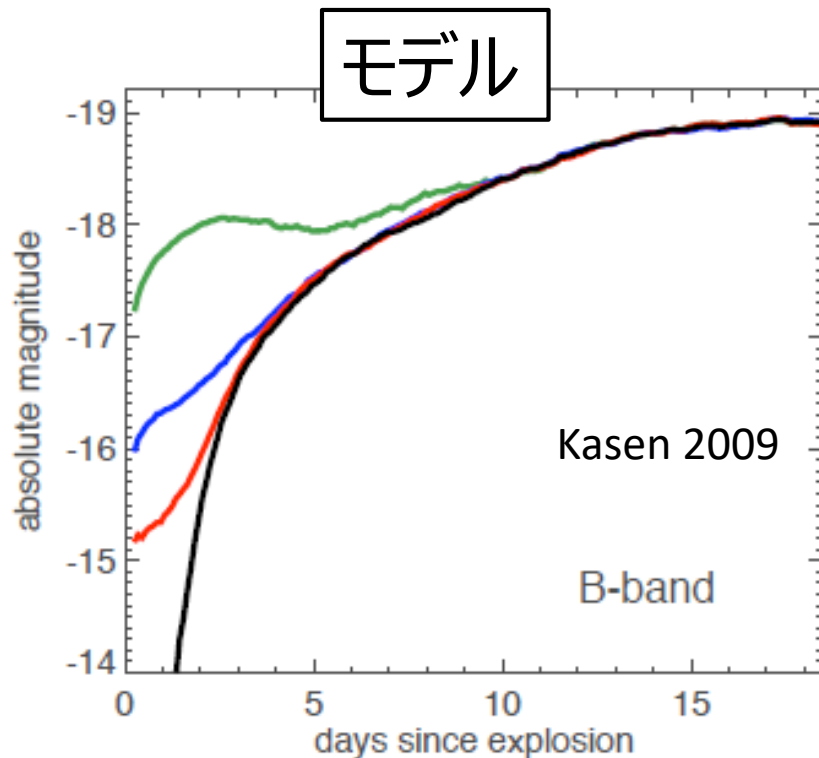
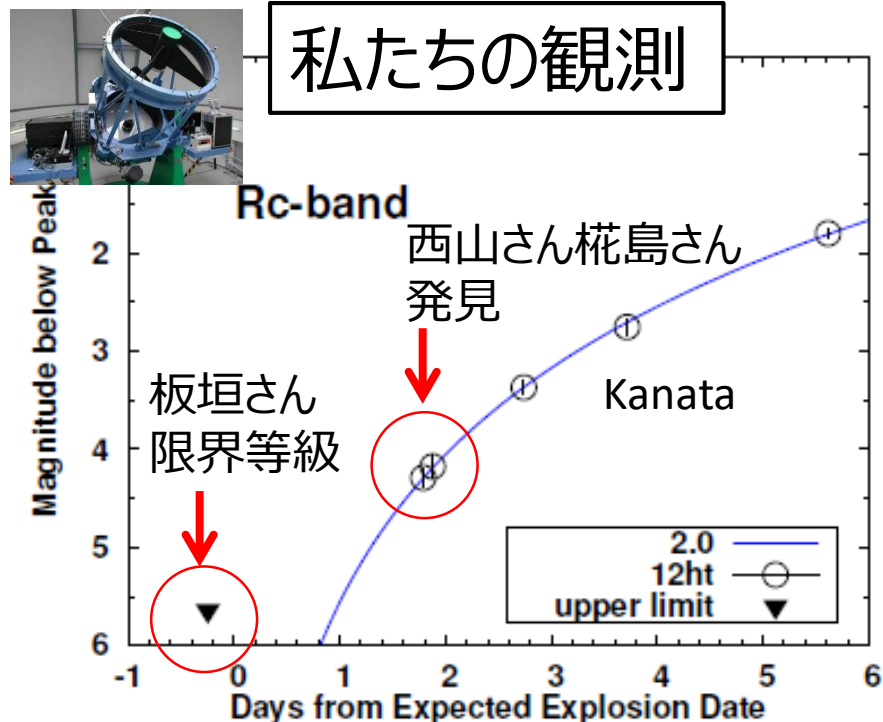
SN 2012dnの親星：降着シナリオ



**降着シナリオ
->星周物質**

一方で、初期増光(??)との関係性は不明

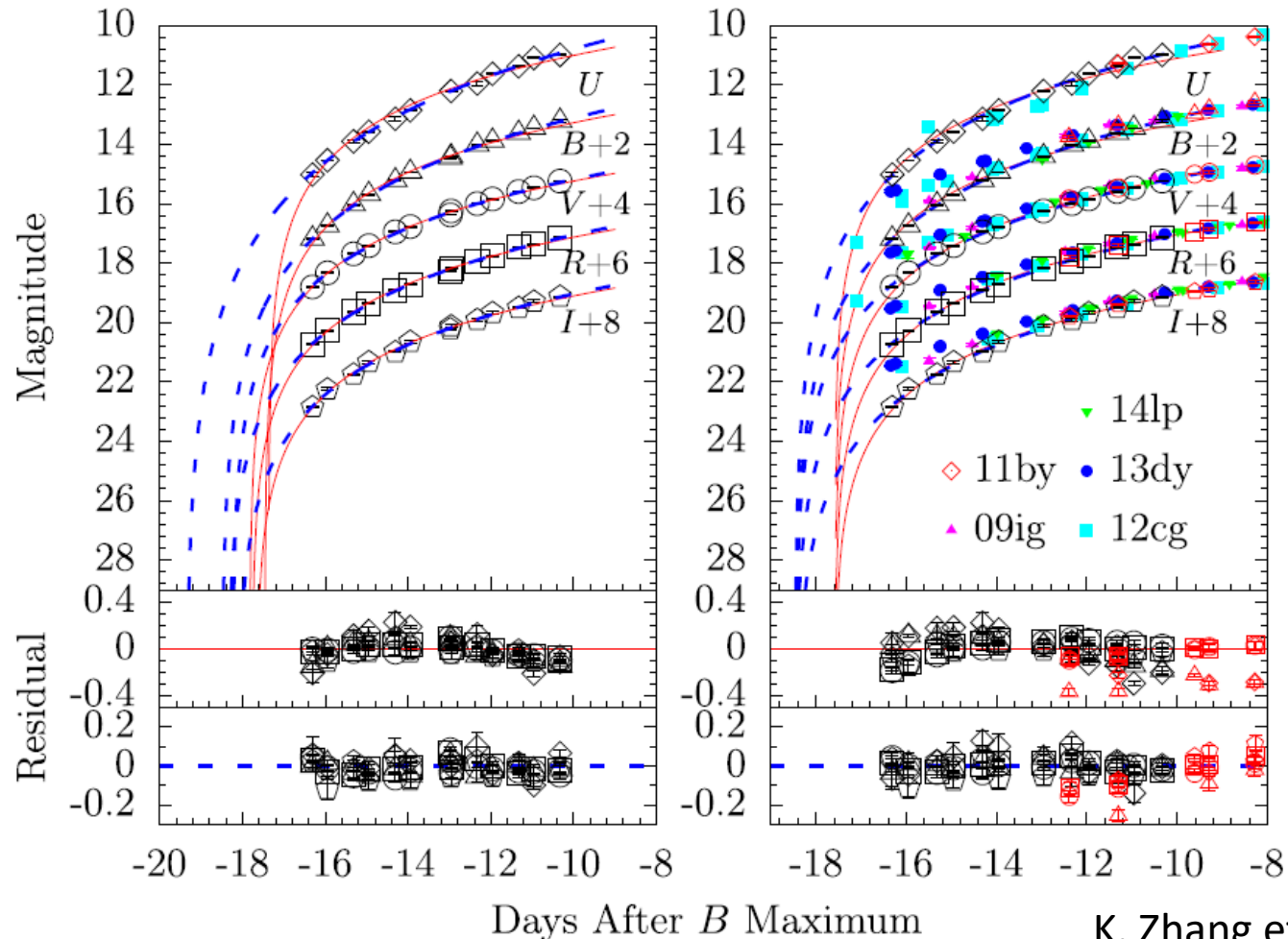
早期観測における我々のbest effort



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

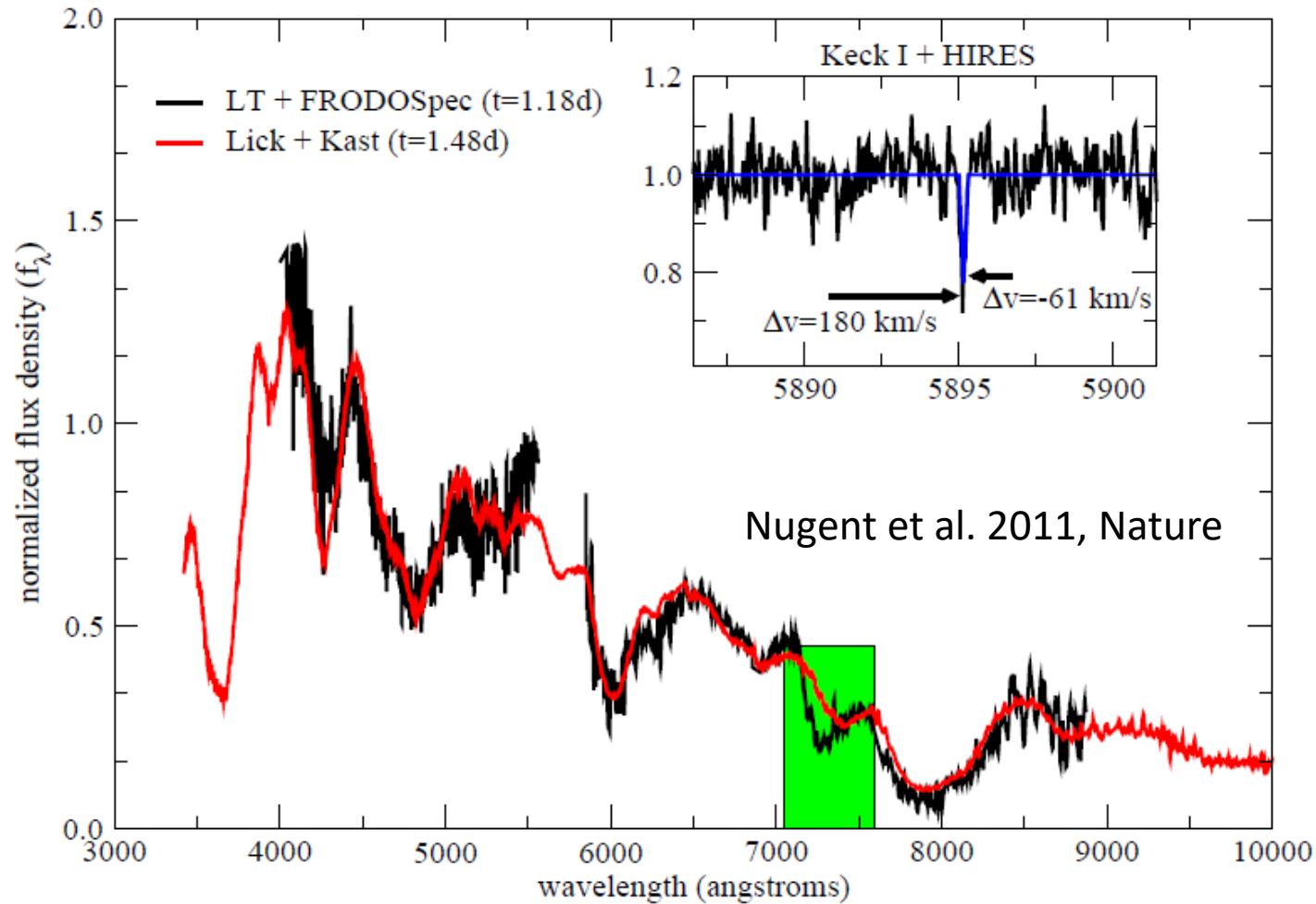
世界における最先端時系列観測の例



K. Zhang et al. 2016

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

Extremely early-phase spectrum



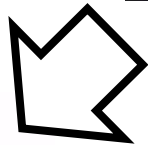
High-velocity component oxygen lines = 親星WD直接成分

Tomo-e Gozen 発見天体の追観測提案

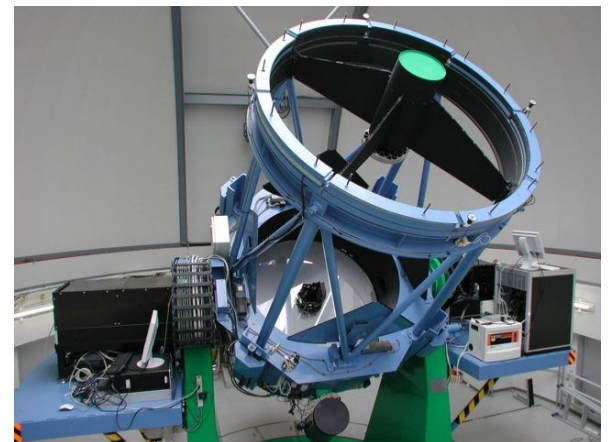
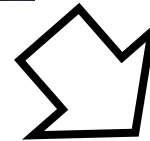
発見



分光



測光



Kanata/3.8m共同観測研究@超新星

- **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候補は即応分光観測すべき

戦略① 3.8m/KOOLS-IFUによる分光は初期に限定

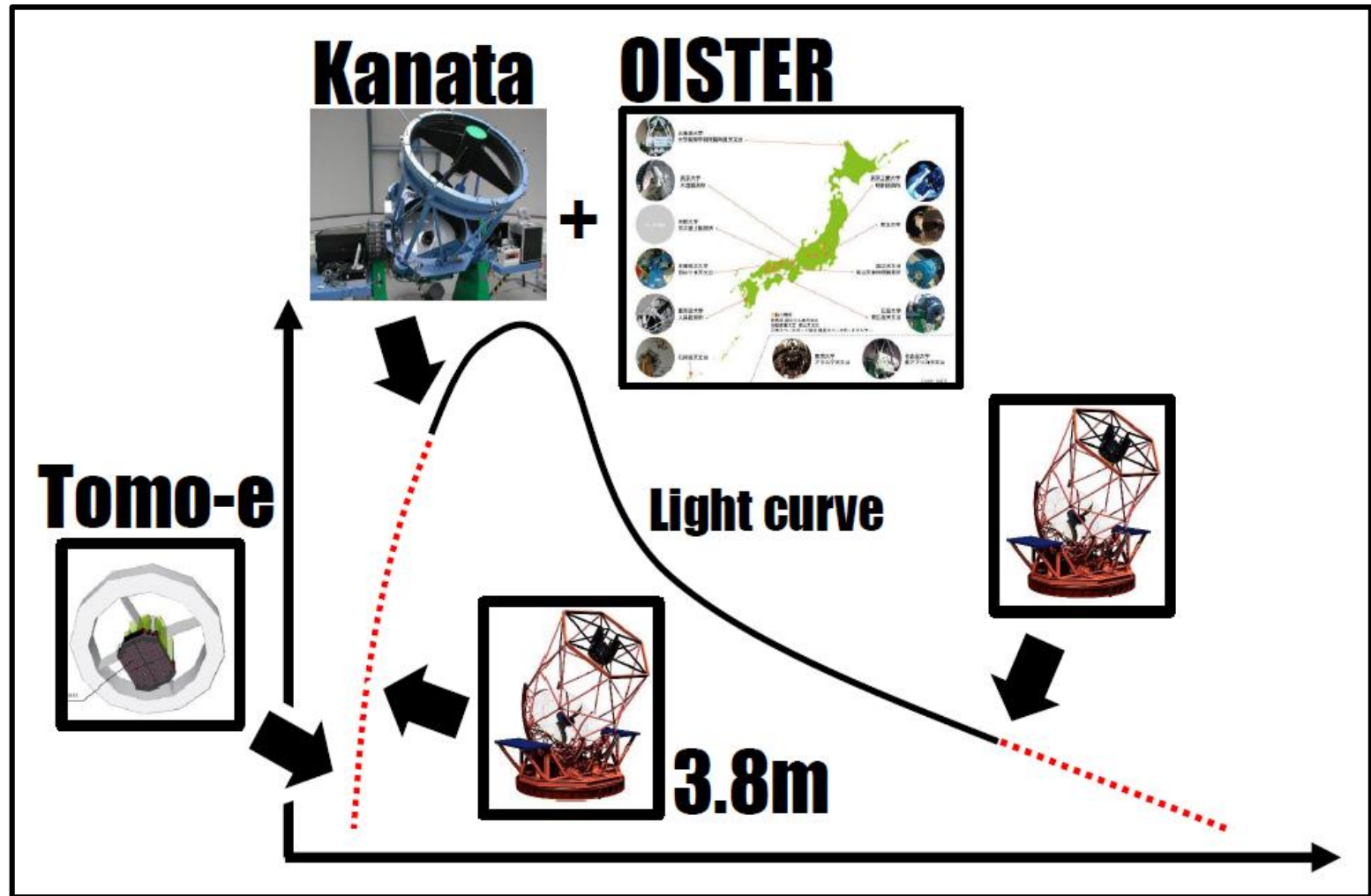
戦略② ピーク付近で~**13-15mag**ならば追観測は、**1-2m**で充分。18mag程度までかなたに任せて、その後再び3.8mで観測再開？

戦略③ 近赤外線(w/ 連携)など多色で追観測：NIR echo??

(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 スライドを修正

時系列での観測イメージ



まとめ

- 初期の超新星分光：星周物質・親星・爆発外層構造に制限（=強力）
- 数時間-数日のタイムスケールで初期から分光が必要(3.8mでやって欲しい)
- 17等より明るくなった後のフォローアップ：かなたで(BVRIJHKs+spectra)継続

