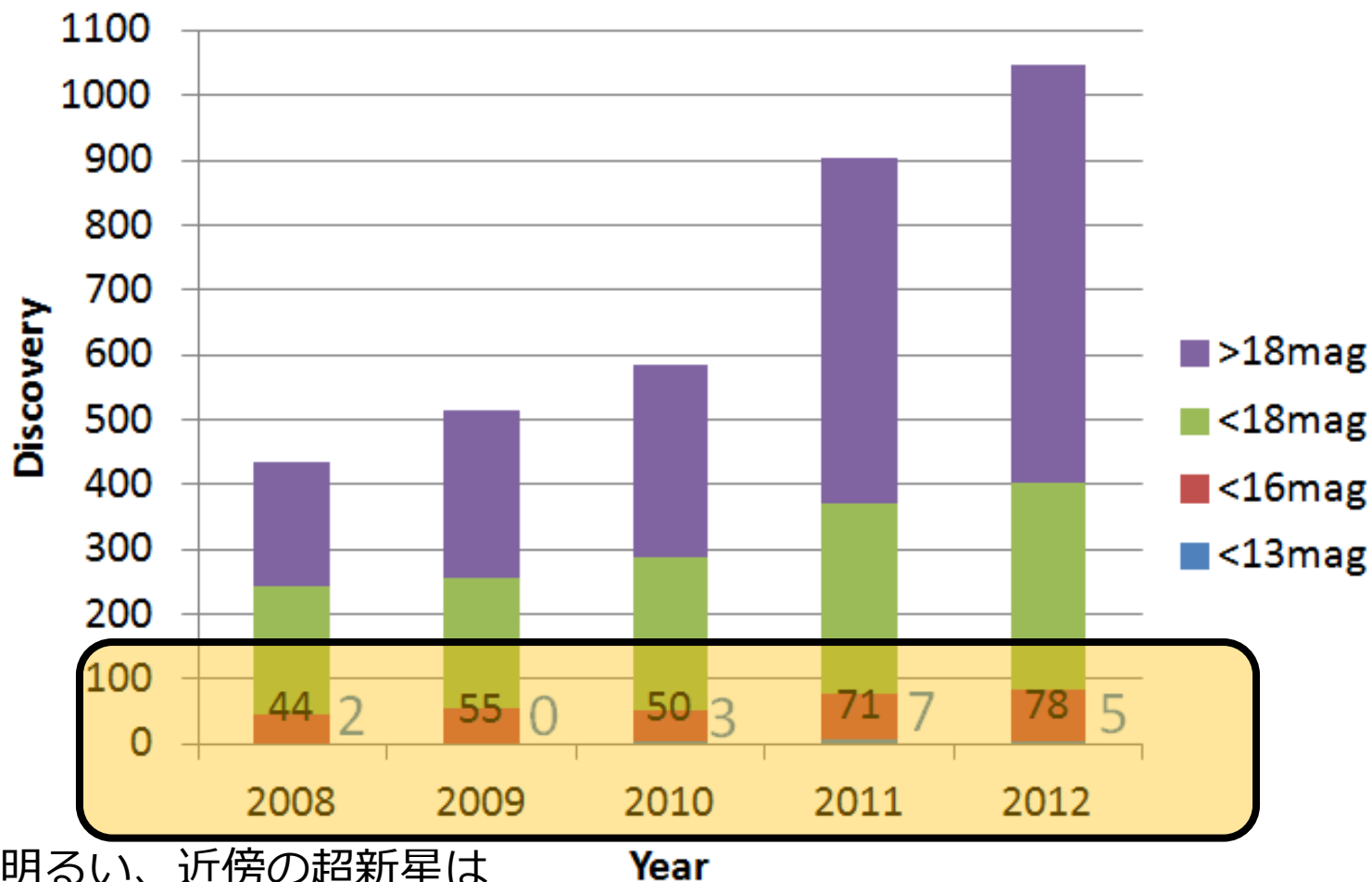


OISTERによる 近傍超新星の徹底追観測

山中雅之 (甲南大学)

前田啓一(京都大)、川端弘治(広島大)、
田中雅臣(国立天文台)、富永望(甲南大)、
高木勝俊、中岡竜也、川端美穂(広島大)
および 光赤外線大学間連携メンバー

超新星の年間発見数

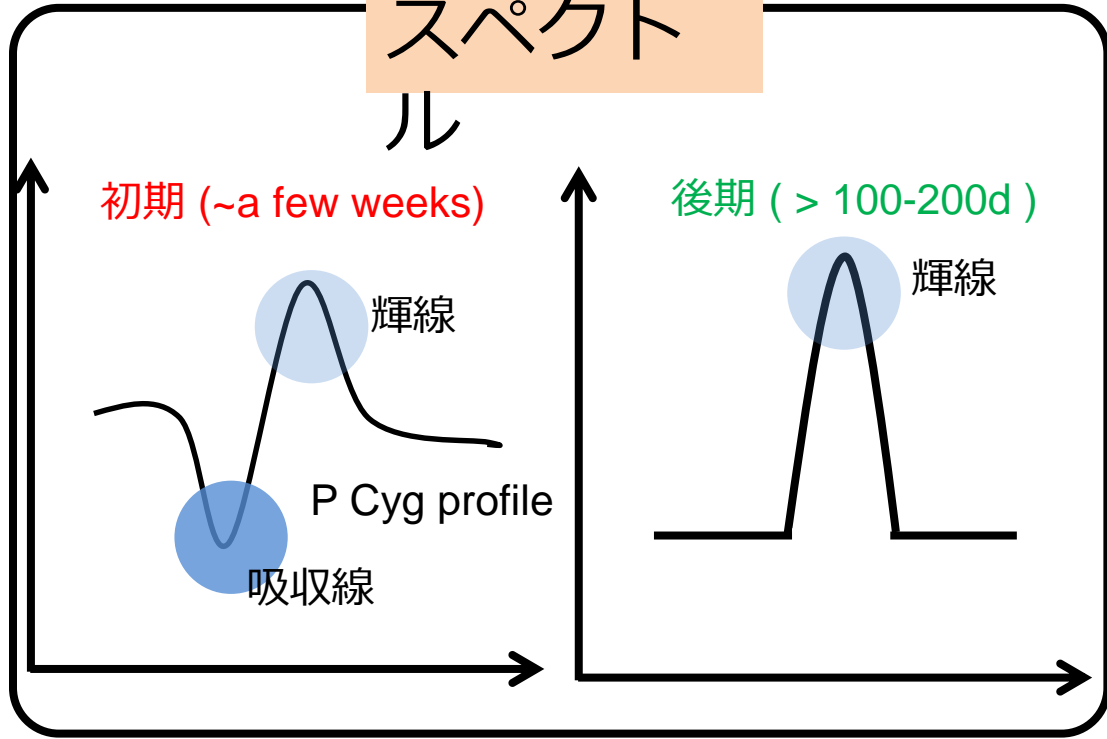
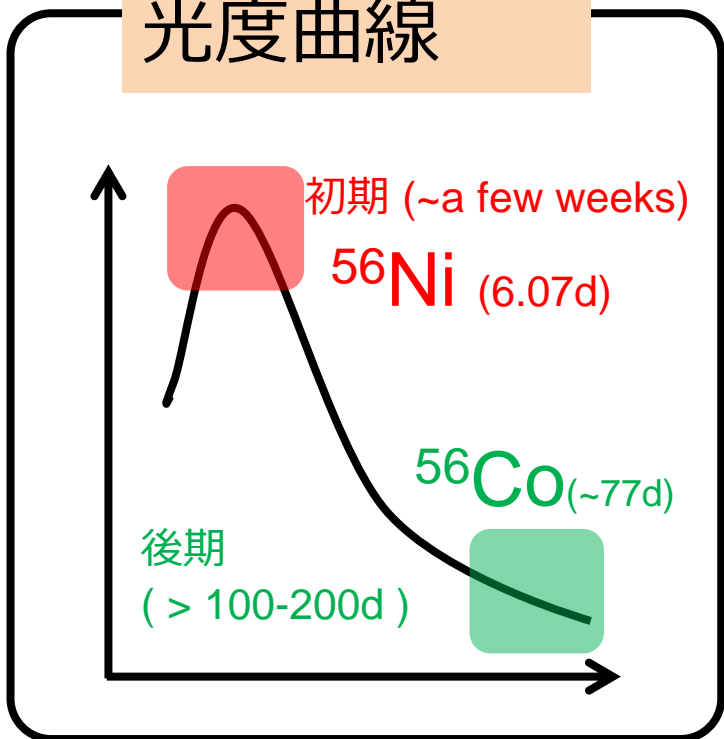


明るい、近傍の超新星は
そろそろ頭打ちか？

“Bright supernovae” <http://www.rochesterastronomy.org/snimages/>

光度曲線

スペクトル



初期 (~a few weeks)

外層

後期 (> 100-200d)

Light Curve (放射起源)

~ ^{56}Ni or ^{56}Co 崩壊

~ ^{56}Ni 質量 (親星質量への制限)

thin

thick

Si, S, Ca
etc.
(for SNe Ia)

光球衰退



γ

γ, e^+

Spectra → Line velocity

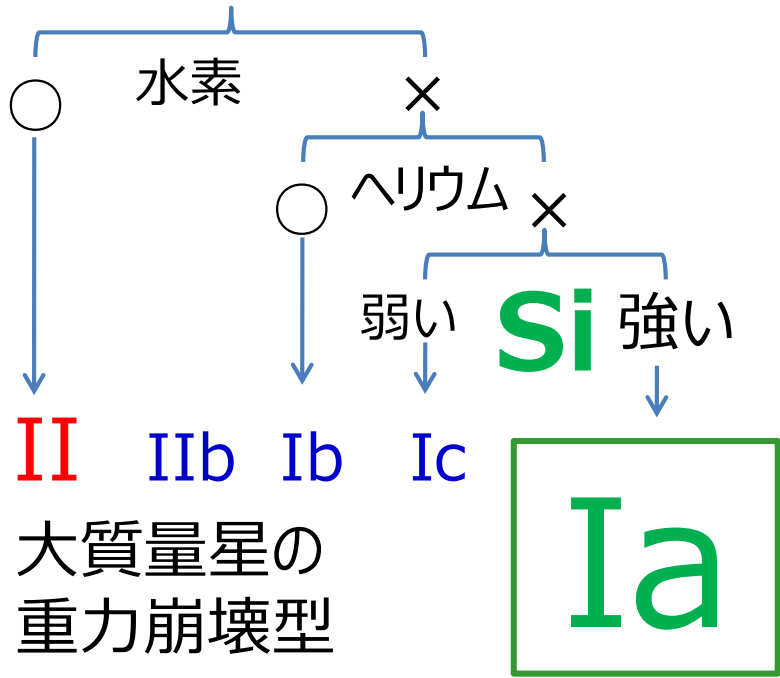
自由膨張のため $v \propto r$

→ 速度構造は膨張大気構造を示唆

→ 爆発モデルへの制限

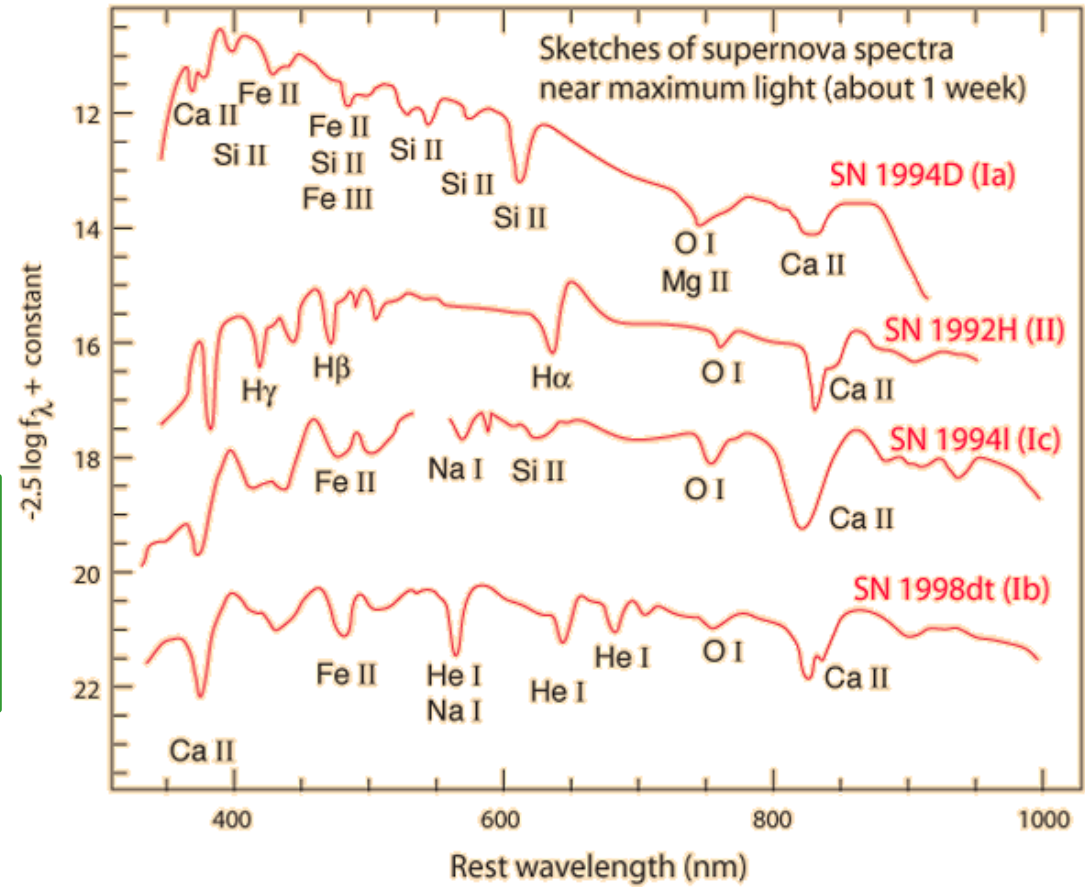
スペクトルによる超新星の観測分類

吸収線

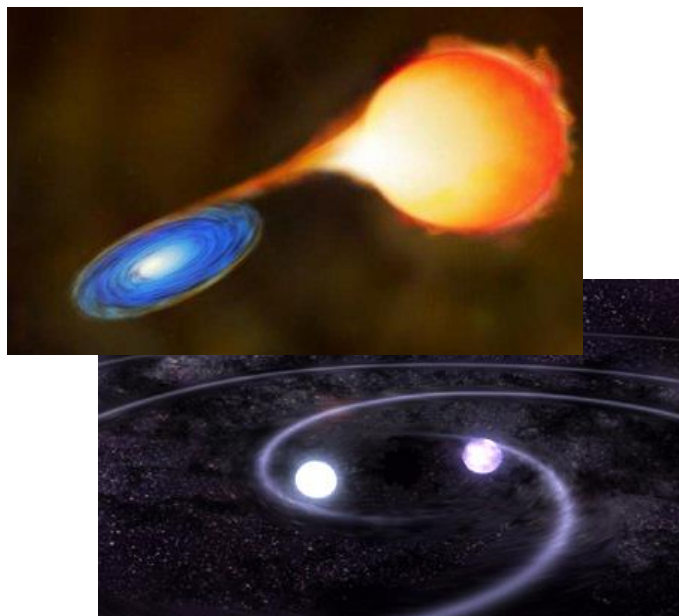


大質量星の
重力崩壊型

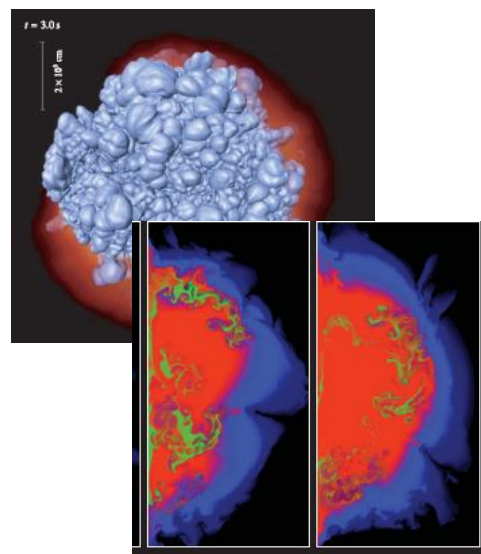
低質量連星系を成す**白色矮星**の**熱核暴走反応爆発**



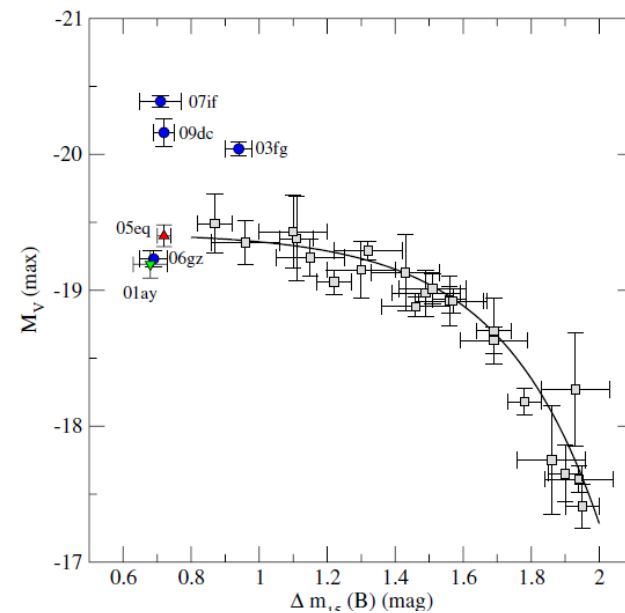
Sketches of spectra from Carroll & Ostlie, data attributed to Thomas Matheson of National Optical Astronomy Observatory.



親星

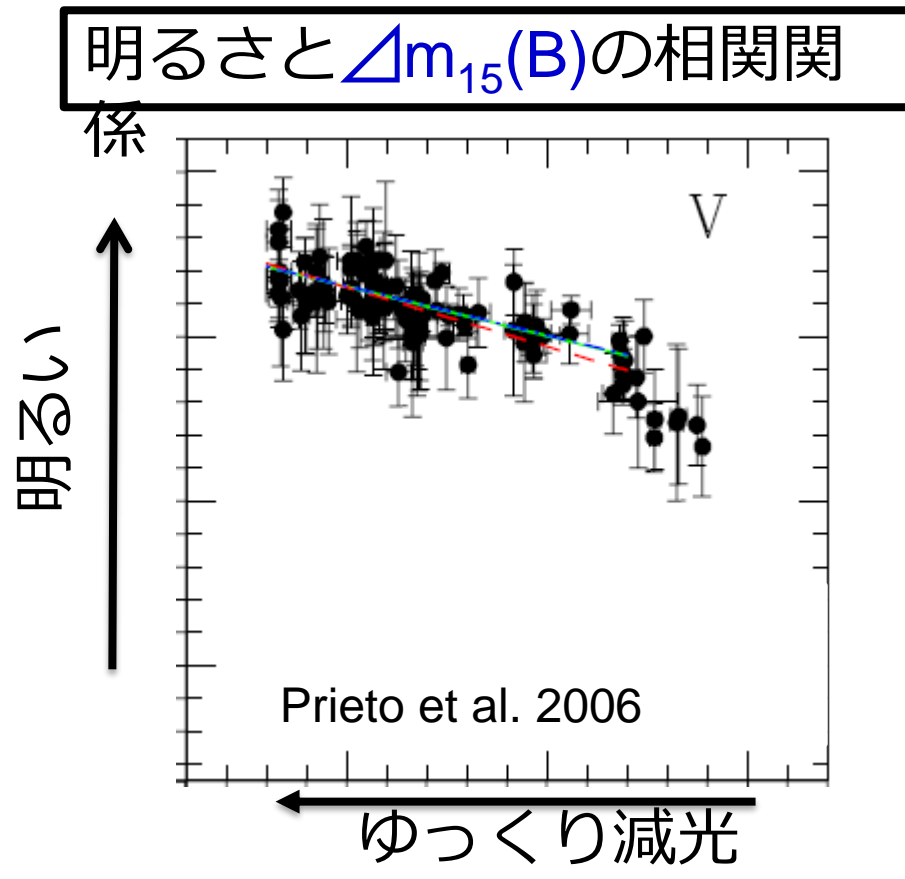
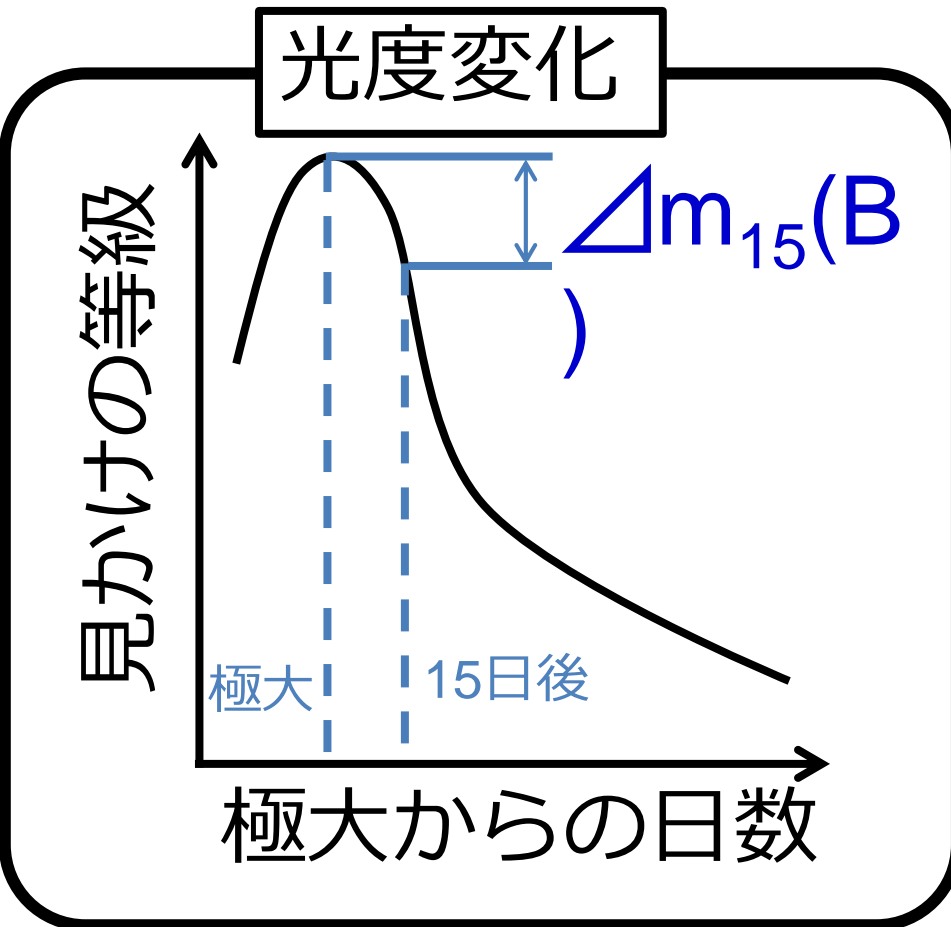


爆発モデル



多様性

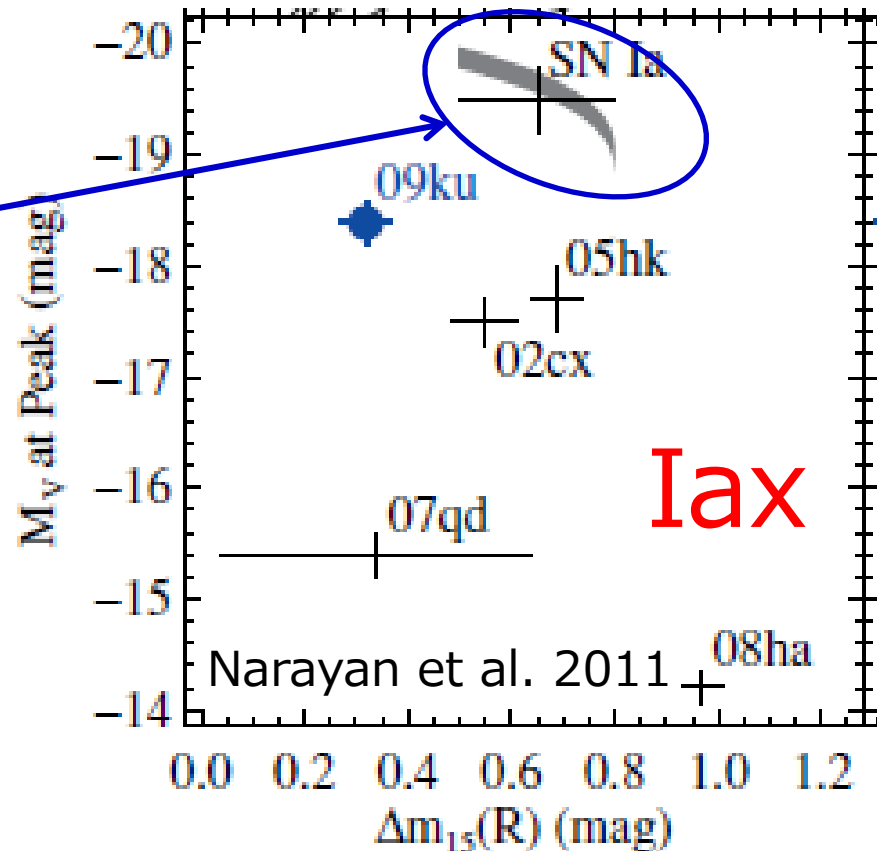
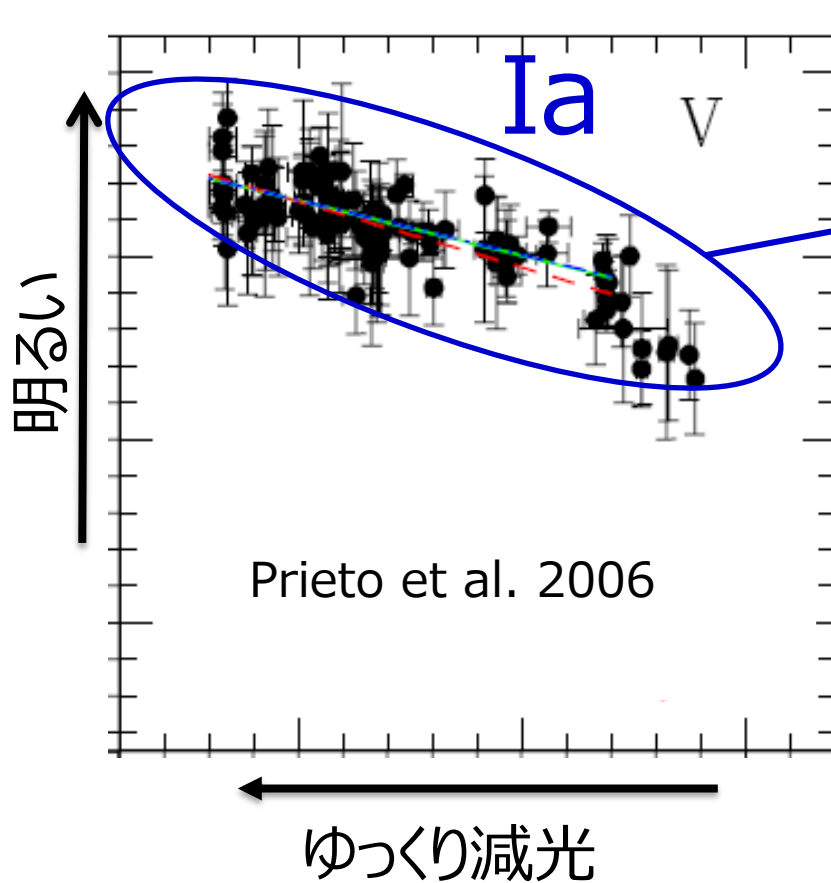
1. 爆発起源が未解明
2. 多様性の発見



$\Delta m_{15}(B)$: 減光率
極大等級と15日後の等級の差
明るさと極めて良い相関

光度変化のみで距離の推定が可能
⇒宇宙論研究に応用

Iax型：絶対光度が暗くてバラつく

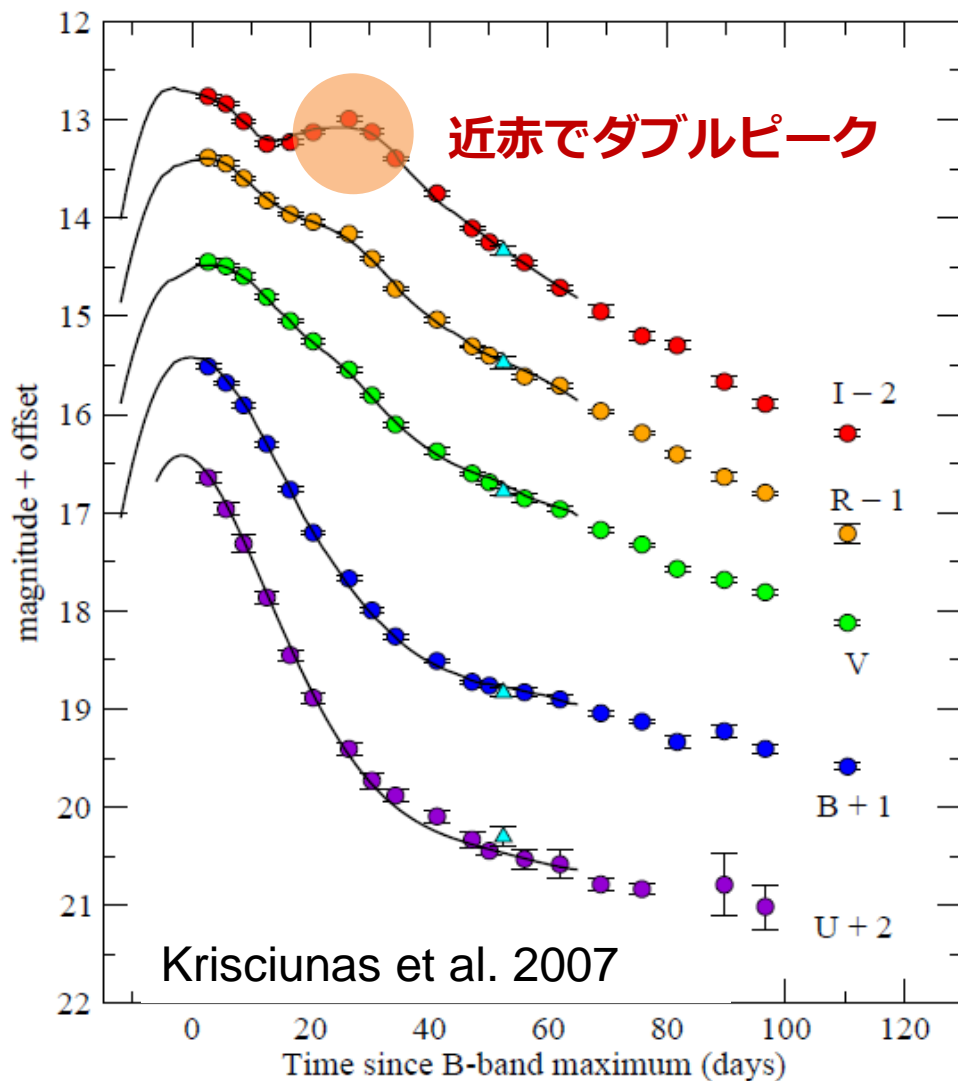


光度曲線から予測
されるより**かなり暗い**

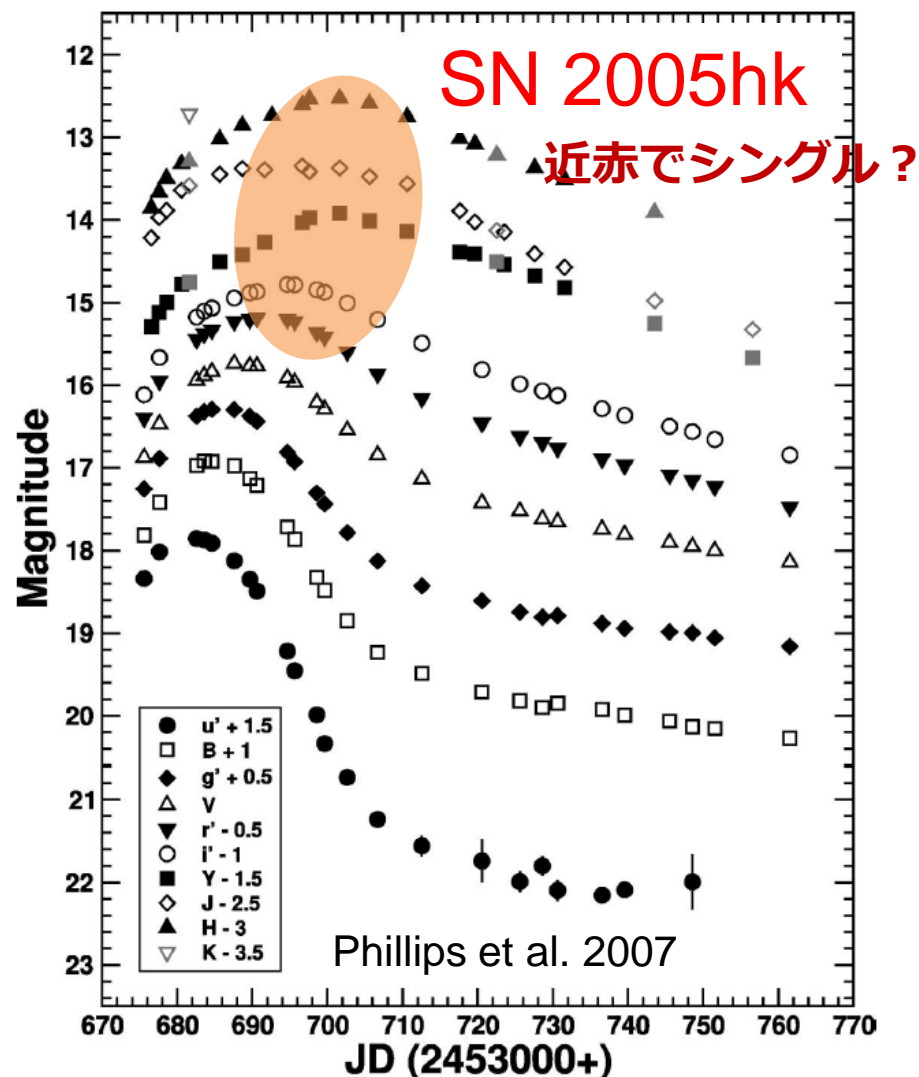
Iax型超新星

光度曲線

Ia型



Iax型



光赤外線大学間連携を通じたToO観測



国立天文台
岡山天体物理観測所

東京大学
木曾観測所

北海道大学(名寄)

西はりま天文台

コッタミア天文台
エジプト

広島大学(東広島)

東京工業大学(北社)

ぐんま天文台

京都産業大学
神山天文台

鹿児島大学(入来)

国立天文台
石垣天文台

名古屋大学
(南アフリカ)

東京大学
(チリ)

美星スペースガード
センター

OAo/MITSuME

OAo/WFC

埼玉大 55cm

京都大
40cm

最大口径 2m

高い機動性

国際的に希少性の高い近赤外線観測装置を複数持つ
天候に関係なく取得可

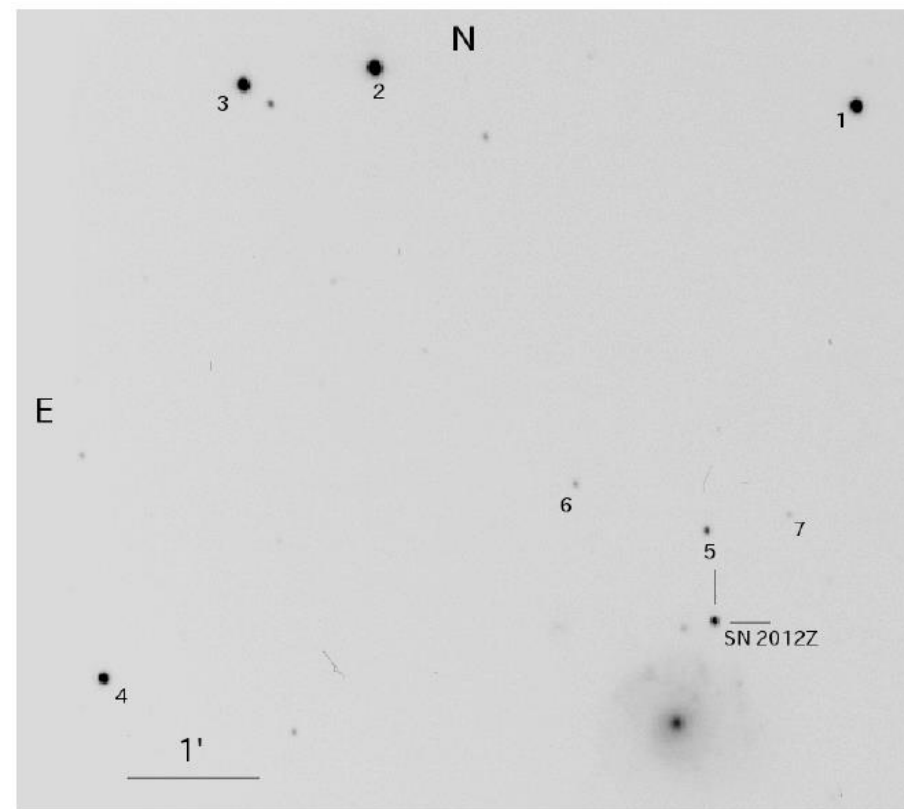
**-> 確実な即応的、
可視-近赤外線同時的観測**

Iax型の候補天体SN 2012Z：増光中の発見

1/29 発見時18等 NGC
1309(20Mpc)

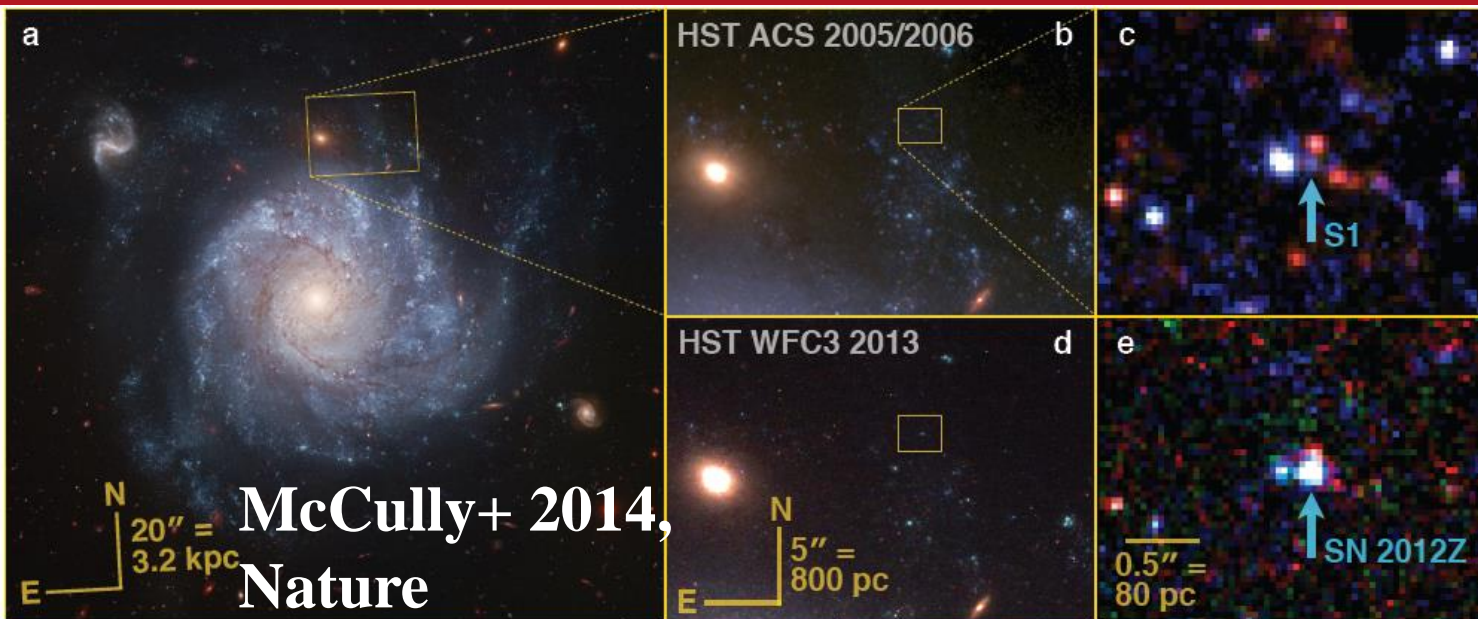
2/1スペクトル：**Iax型のprototype**
SN 2005hkの極大1週間前に類似
(ATEL 3901)

2/2 Swift/UVOT V~15.5 mag
Feb.2.
⇒ 2.5等もの増光：**爆発直後!**
(ATEL 3909)



OISTERでのToO観測を要請

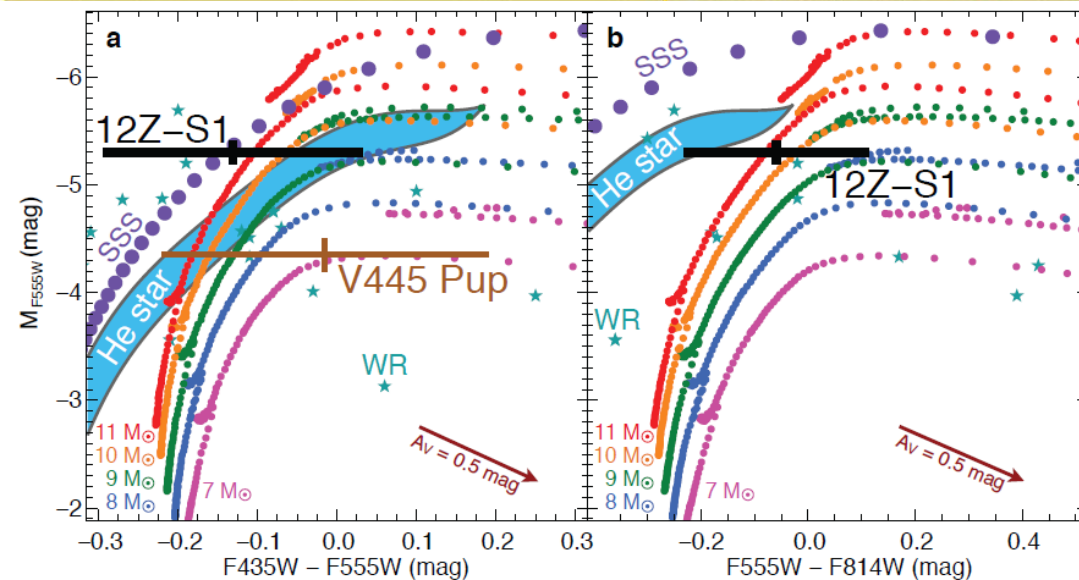
SN 2012Zの親星：過去画像で直接検出



爆発前

爆発後

McCully+ 2014,
Nature

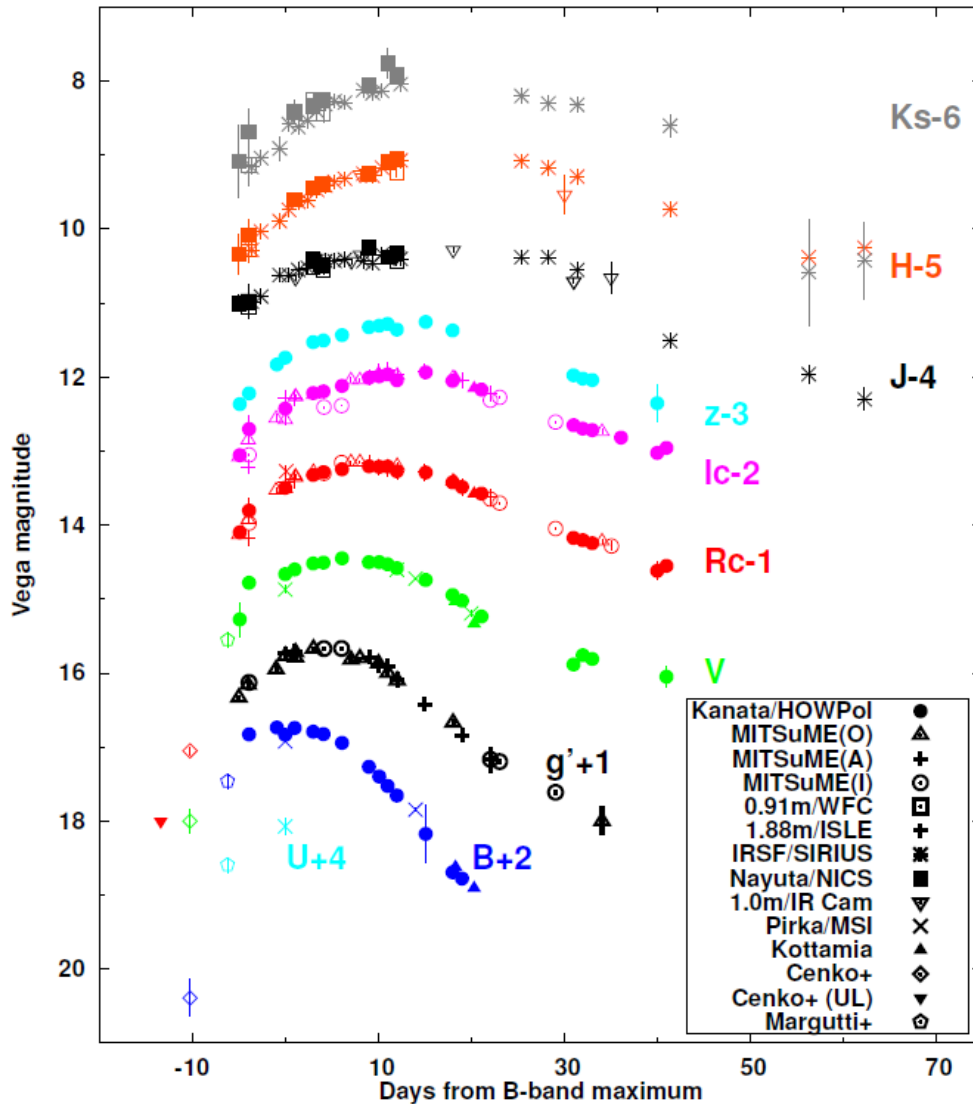


As with the Hubble Heritage image
the progenitor system S1 in the deep,
same scale as the panels above.

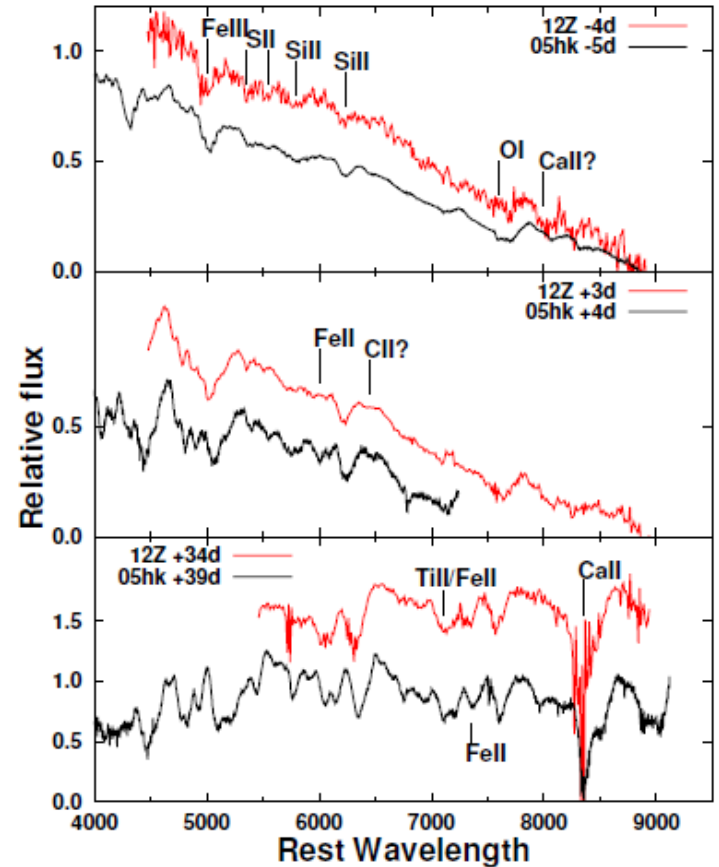
爆発前に青い点源を検出
-> HR図上ではHe星に近い
-> 伴星!?

多バンド光度曲線とスペクトル

UBq'VRIZJKs light curves



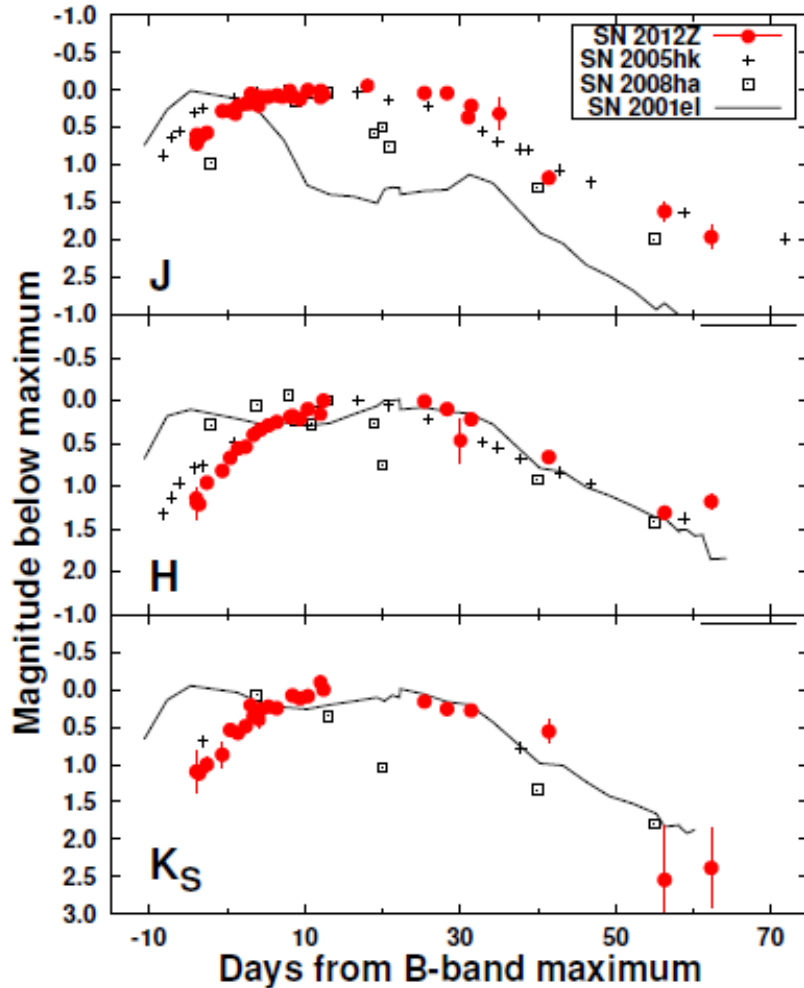
スペクトル(05hkとの比較)



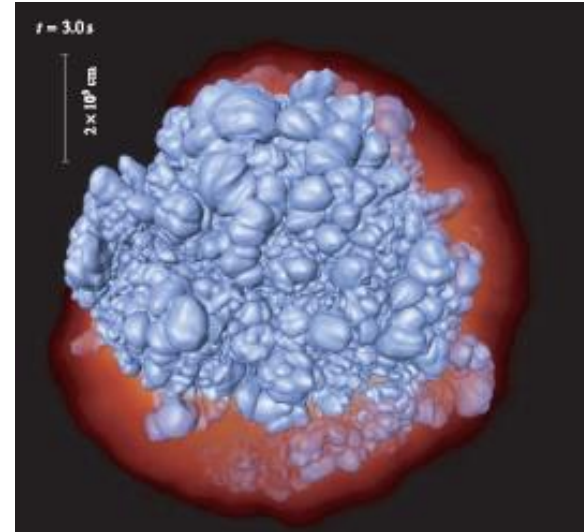
SN 2012ZはType IaのプロトタイプであるSN 2005hkによく似ている

-> 波長方向に密に観測成功

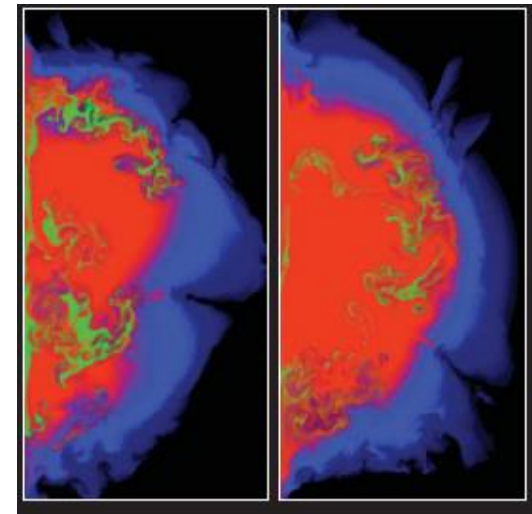
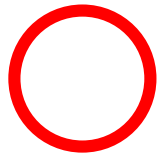
J, H, Ks-band Light Curves



解釈：ミキシングが強い



Iax?



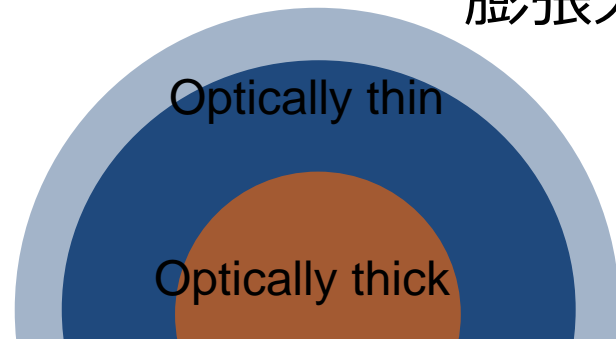
Ia?



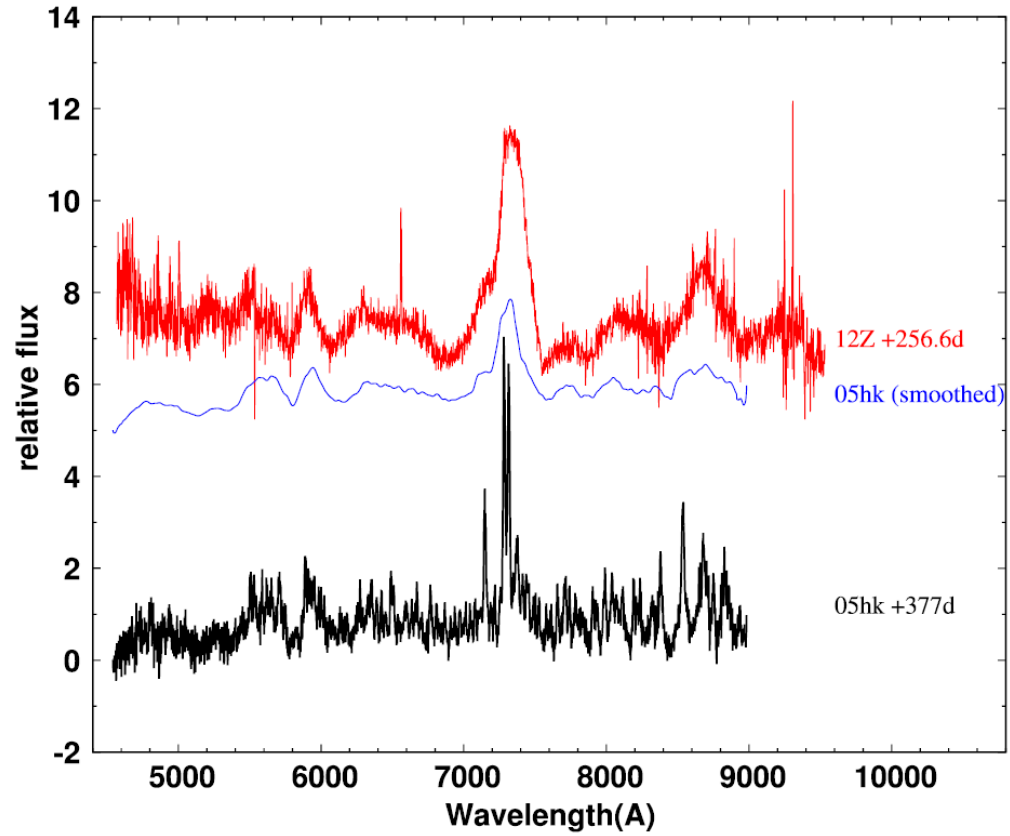
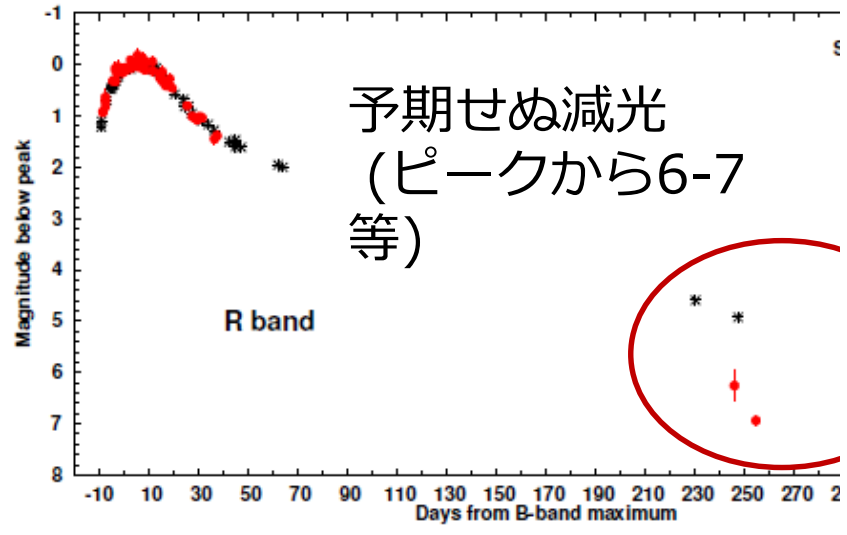
05hk, 08haによく似ている。
どのバンドにおいてもsingle peak

すばるによる分光フォローアップ:内部構造

膨張大気



8.2m Subaru with EICAS



OISTER OPTICAL AND NEAR-INFRARED OBSERVATIONS OF TYPE IAX SUPERNOVA 2012Z*

MASAYUKI YAMANAKA^{1,2,3,4}, KEIICHI MAEDA^{5,6}, KOJI S. KAWABATA³, MASAOMI TANAKA⁷, NOZOMU TOMINAGA^{1,6}, HIROSHI AKITAYA³, TAKAHIRO NAGAYAMA^{8,9}, DAISUKE KURODA¹⁰, JUN TAKAHASHI¹¹, YOSHIHIKO SAITO¹², KENSHI YANAGISAWA¹⁰, AKIHIKO FUKUI¹⁰, RYO MIYANOSHITA⁹, MAKOTO WATANABE¹³, AKIRA ARAI^{11,14}, MIZUKI ISOGAI^{7,14}, TAKASHI HATTORI¹⁵, HIDEKAZU HANAYAMA¹⁶, RYOSUKE ITOH⁴, TAKAHIRO UI⁴, KATSUTOSHI TAKAKI⁴, ISSEI UENO⁴, MICHITOSHI YOSHIDA³, GAMAL B. ALI¹⁷, AHMED ESSAM¹⁷, AKIHITO OZAKI¹³, HIKARU NAKAO¹³, KO HAMAMOTO¹³, DAISAKU NOGAMI^{2,5}, TOMOKI MOROKUMA¹⁸, YUMIKO OASA¹⁹, HIDEYUKI IZUMIURA¹⁰, AND KAZUHIRO SEKIGUCHI⁷

¹ Department of Physics, Faculty of Science and Engineering, Konan University, Okamoto, Kobe, Hyogo 658-8501, Japan; yamanaka@center.konan-u.ac.jp

² Kwasan Observatory, Kyoto University, 17-1 Kitakazan-ohmine-cho, Yamashina-ku, Kyoto, 607-8471

³ Hiroshima Astrophysical Science Center, Hiroshima University, Higashi-Hiroshima, Hiroshima 739-8526, Japan

⁴ Department of Physical Science, Hiroshima University, 1-3-1 Kagamiyama, Higashi-Hiroshima 739-8526, Japan

⁵ Department of Astronomy, Graduate School of Science, Kyoto University, Sakyo-ku, Kyoto 606-8502, Japan

⁶ Institute for the Physics and Mathematics of the Universe (WPI), University of Tokyo, Kashiwa, Japan

⁷ National Astronomical Observatory of Japan, 2-21-1 Osawa, Mitaka, Tokyo 181-8588, Japan

⁸ Department of Astrophysics, Nagoya University, Chikusa-ku, Nagoya 464-8602, Japan

⁹ Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University, 1-21-35 Korimoto, Kagoshima 890-0065, Japan

¹⁰ Okayama Astrophysical Observatory, National Astronomical Observatory of Japan, 3037-5 Honjo, Kamogata, Asakuchi, Okayama 719-0232, Japan

¹¹ Nishi-Harima Astronomical Observatory, Center for Astronomy, University of Hyogo, 407-2 Nishigaichi, Sayo-cho, Sayo, Hyogo 679-5313, Japan

¹² Department of Physics, Tokyo Institute of Technology, 2-12-1 Ookayama, Meguro-ku, Tokyo 152-8551, Japan

¹³ Department of CosmoSciences, Hokkaido University, Kita 10, Nishi 8, Kita-ku, Sapporo, Hokkaido 060-0810, Japan

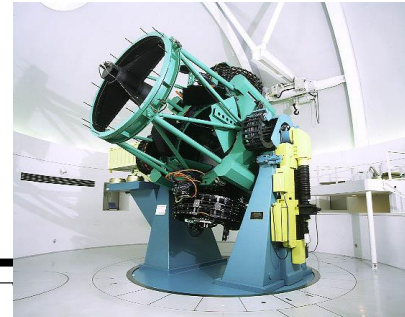
¹⁴

すばると大学間連携との連携(有本さん講演)
連携としては、5本目

スーパーチャンドラセカール超新星



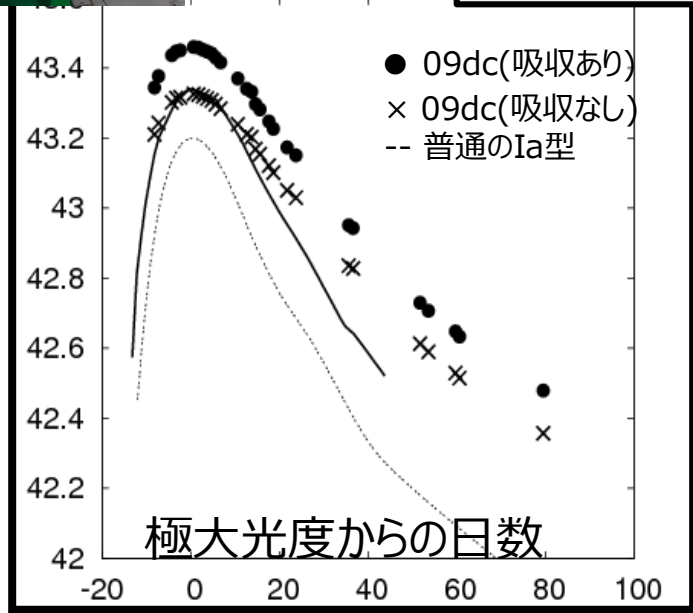
広島1.5m
Kanata



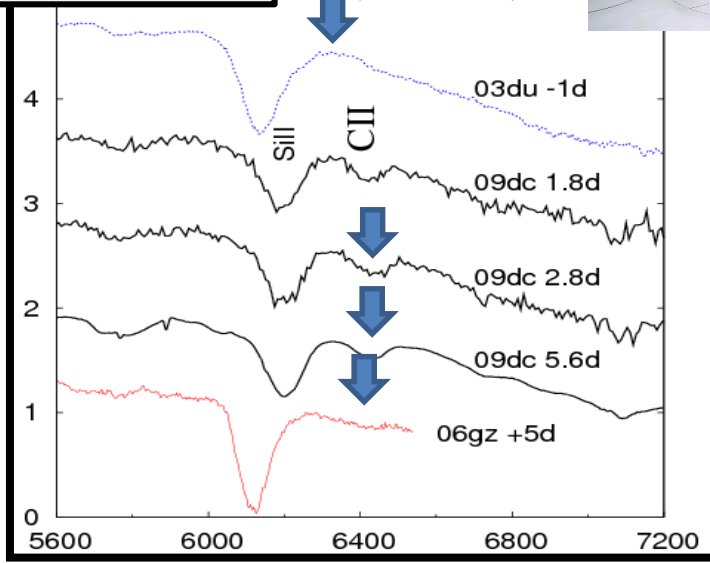
ぐんま
1.5m

Yamanaka et al. 2009

明るさ



明るい
ゆるやかな減光



強い炭素の吸収
遅い膨張速度 ~8000km/s

回転のない白色矮星の爆発では説明不可



降着

親星不明

連星合体



密度の高い星周環境 -> 降着シナリオを支持

星周環境の兆候->親星にアプローチ

- 光赤外線大学間連携による超新星爆発の徹底追観測を実施
SN 2012Z出版済、SN 2012dnコア共著者回覧中
- Iax型超新星で、近赤外線光度曲線がシングルピークであることを見出した。これは混合の強い爆発起源であることを支持
- スーパーチャンドラセカール候補SN 2012dnに強い近赤外線の超過を捉えた。ライトエコーモデルで説明可能であり、局所的な星周物質の存在を示唆。30年以上の未解決問題である親星の正体として、単縮退シナリオを支持
- 近傍超新星の追観測の国際的競争は極めて激しいが、個別天体を対象に、可視+近赤外線を徹底観測するシステムとしては、強みを発揮
- 今後も、近傍超新星のToO可視+近赤外線観測を実施予定

