

光赤外線天文学大学間連携に おける突発現象・超新星爆発の 多バンド多モード追観測

山中雅之

(京都大学岡山天文台)

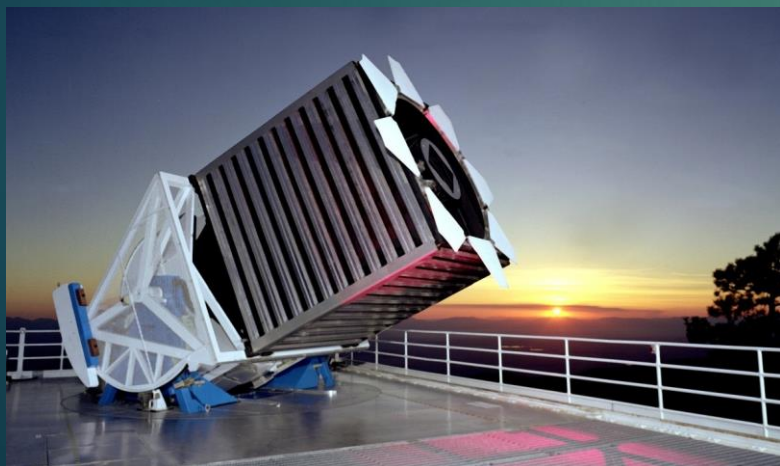
超新星 SN1987A

大マゼラン雲で発見。
最後に肉眼で見えた(2等)

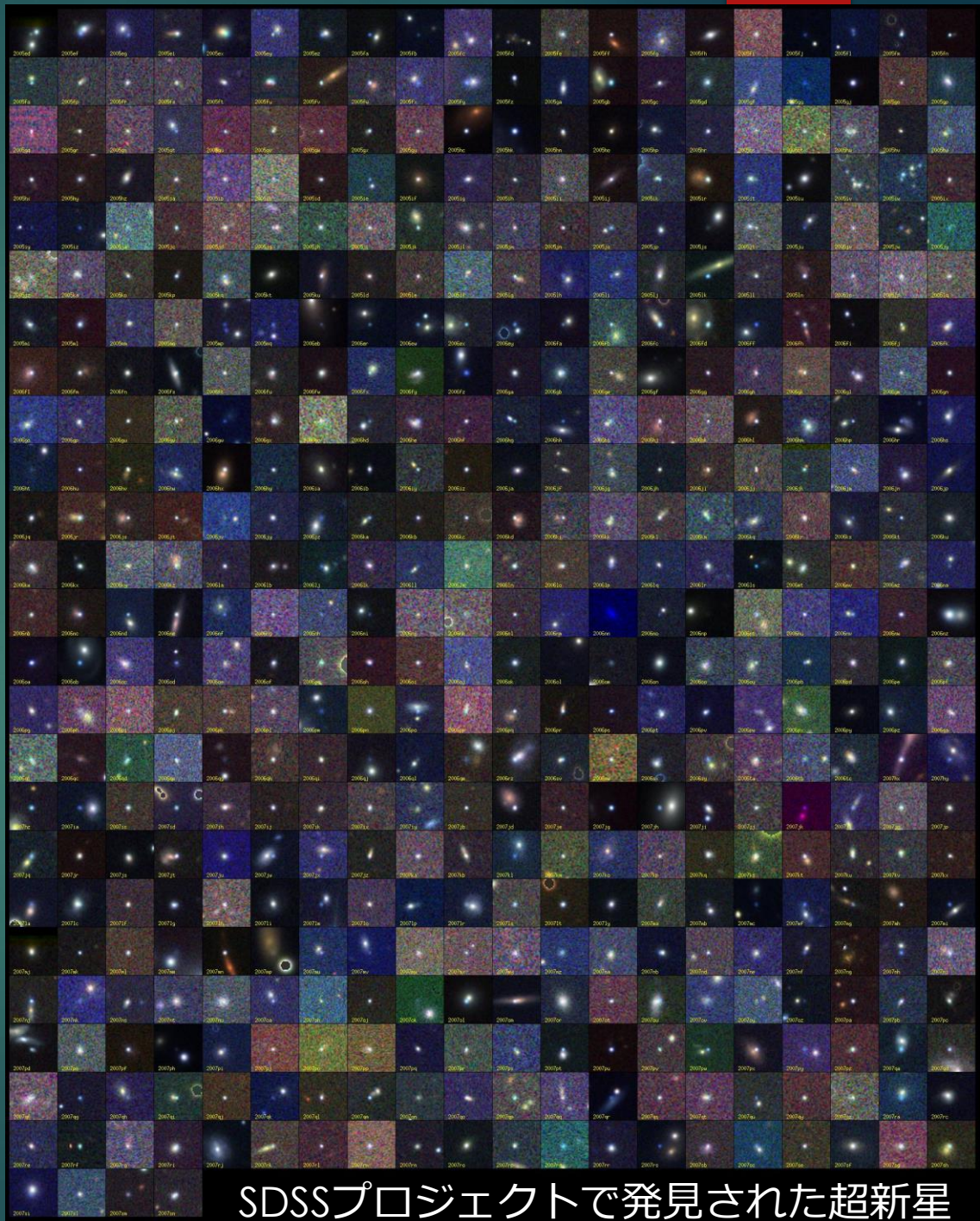
外の銀河に目を
向ける (多い)



探索対象も多い



口径2.5メートル望遠鏡
アパッチポイント天文台
米国アリゾナ州



SDSSプロジェクトで発見された超新星

銀河で起こる超新星は点源

ただの点：
超新星と星の区
別がつかない…

どうやって
超新星と知るか



渦巻き銀河 M74と超新星 SN2002ap
150cm 反射望遠鏡 (B1分, V, R20秒露出)



Gunma Astronomical Observatory

光を虹に分ける (分光)



星の光はいろんな色を持つ

ガスに含まれる組成を知ることができる



ある星のスペクトル

吸収線



水素

吸収線



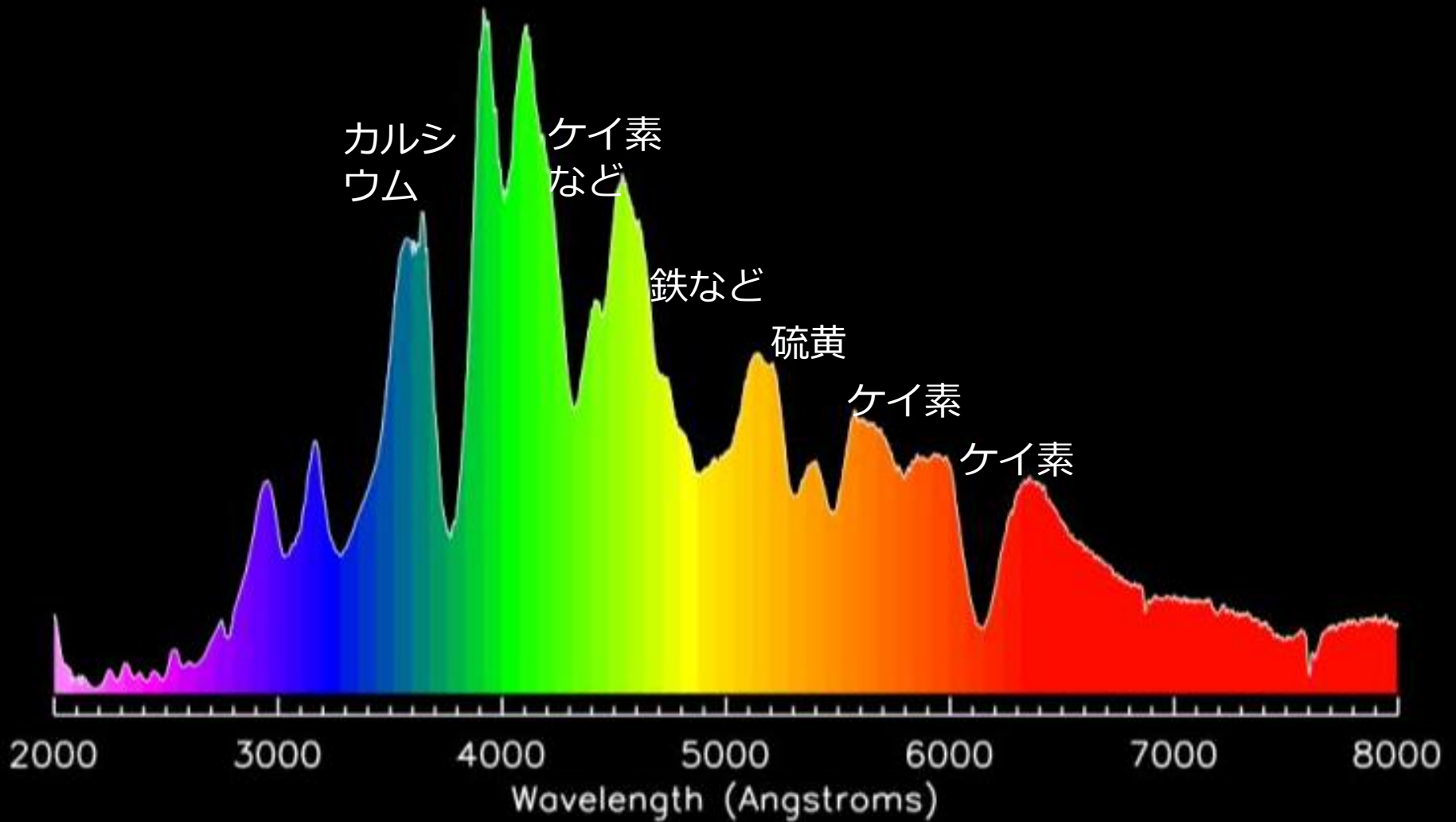
ヘリウム

吸収線

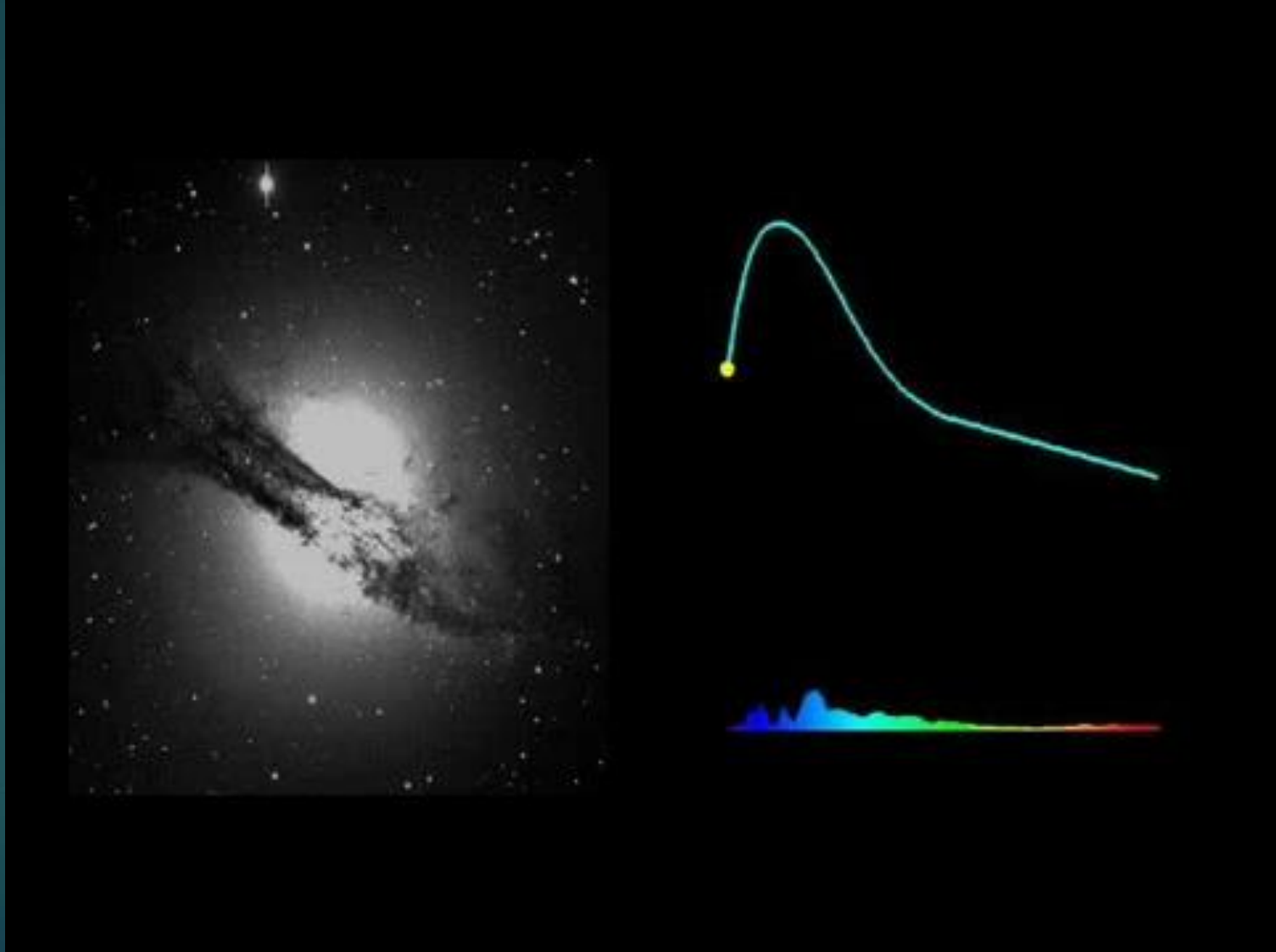
吸収線

スペクトルの決まった位置に吸収線が見られる

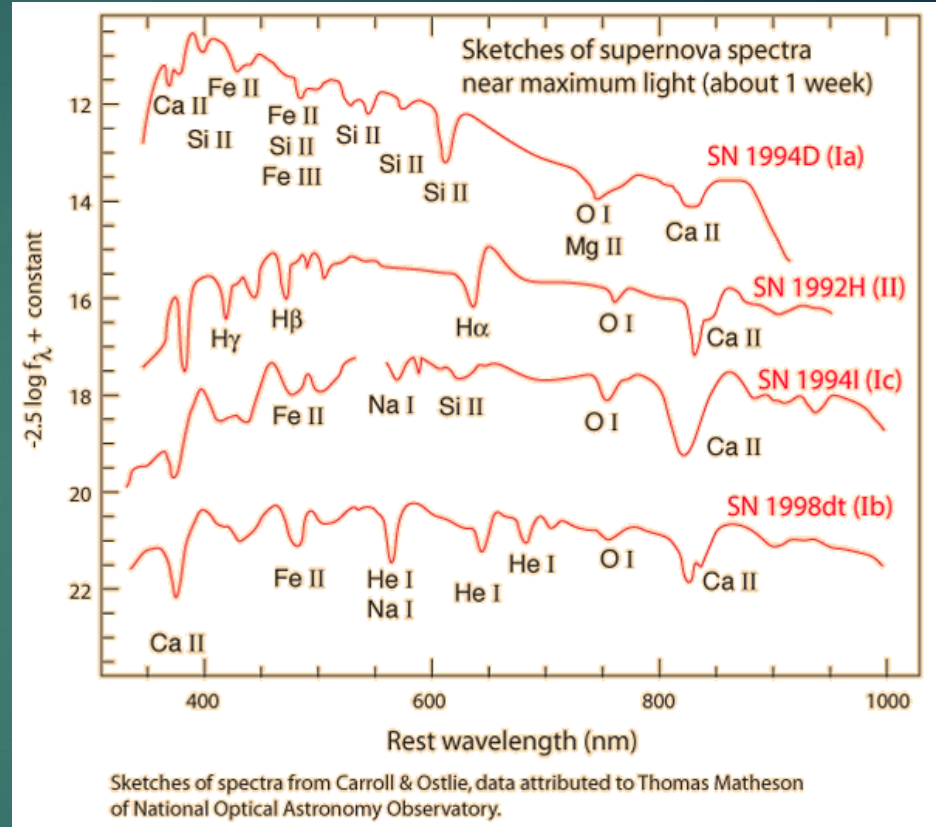
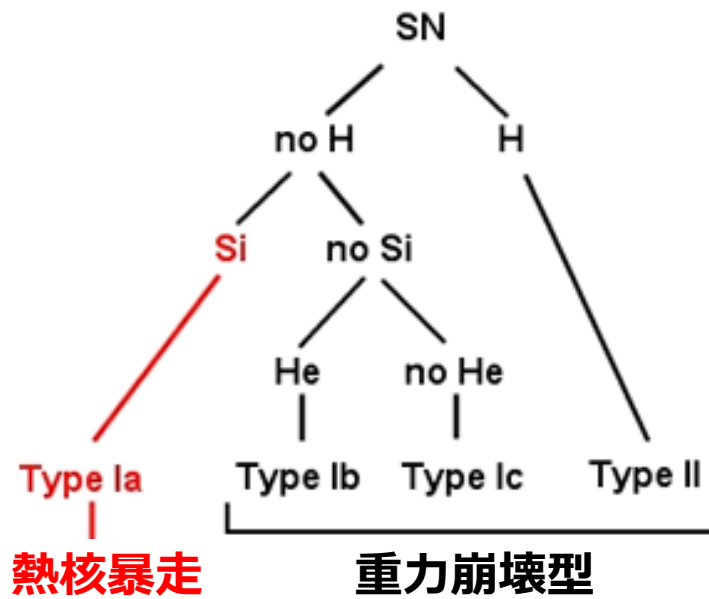
超新星のスペクトル (Ia型)



超新星のスペクトル・明るさは 時々刻々変化する

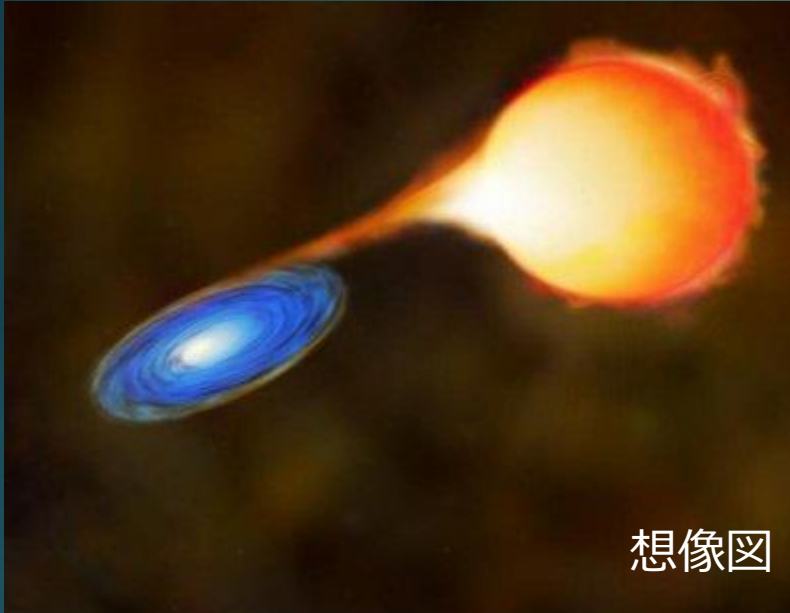


超新星スペクトルは多様性を有する



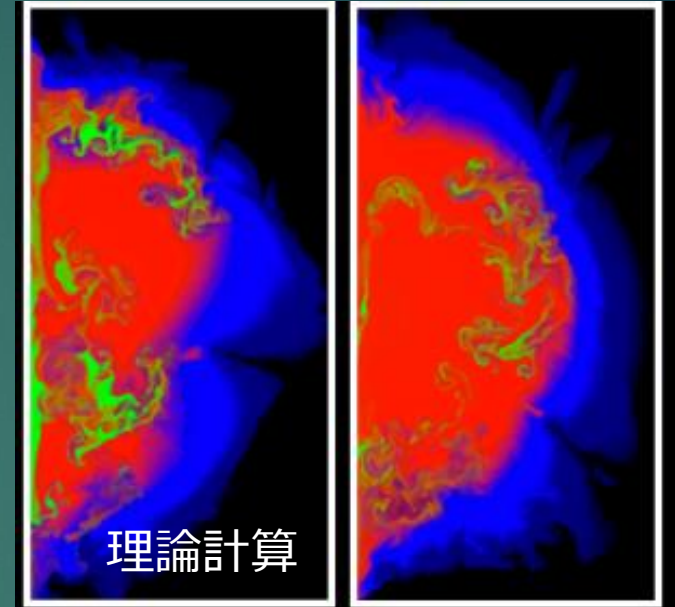
膨張ガス中の元素とそれらの速度を反映

未解決問題：多様性の起源



想像図

どんな星が爆発？



理論計算

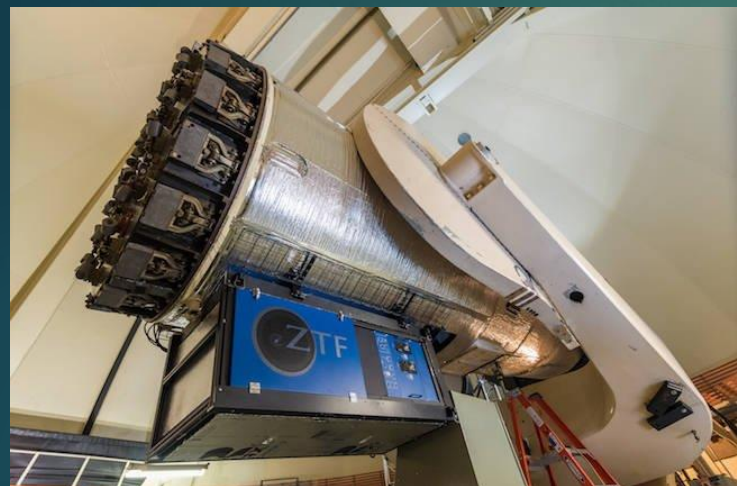
Kasen et al. 2009

どのように爆発？

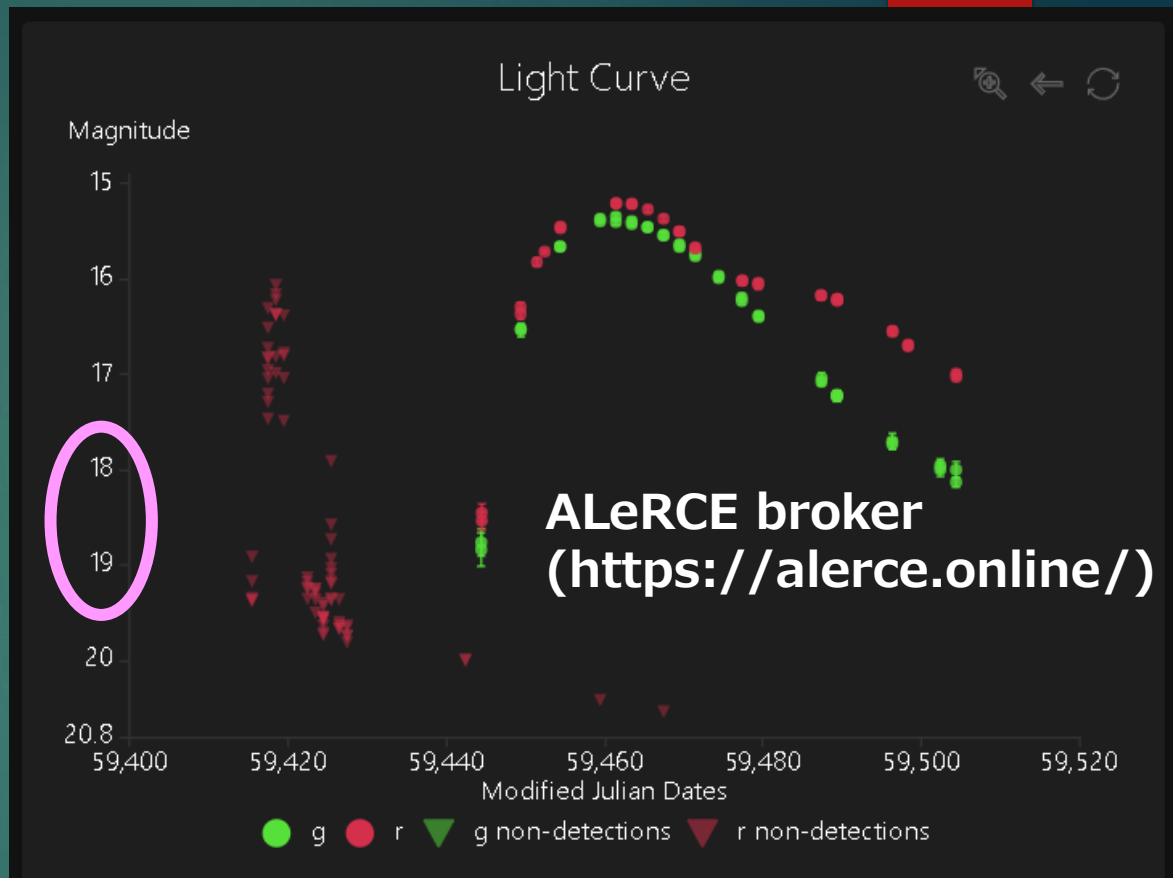
->爆発後間もない時期にこれらを
解くカギが眠っている

超新星に革命：広視野探査の発展

Zwicky Transient Facility (ZTF)



パロマー48インチ
シュミット望遠鏡



多くの新天体が増光初期の段階で発見されるように

日本人アマチュア天文家も負けていない



山中先生、
また超新星
を発見しま
した。

2018年までの私
「板垣さんの見
つける超新星暗
いんだよな…」



爆発して間もない超新星を見つける板垣さん恐るべし…

京都大学岡山天文台 “せいめい望遠鏡”



口径 3.8メートル：東アジア最大
(世界に同クラスの望遠鏡10台程度)
最先端の開発技術
手作り：低コスト
駆動速度：高度3度/秒、方位4度/秒
アクセスが良い
迅速な観測が可能



暗い時期から観測できるよ！

せいめいの観測装置（稼働中）

分光



KOOLS-IFU (19A-)

(Matsubayashi et al. 2019)

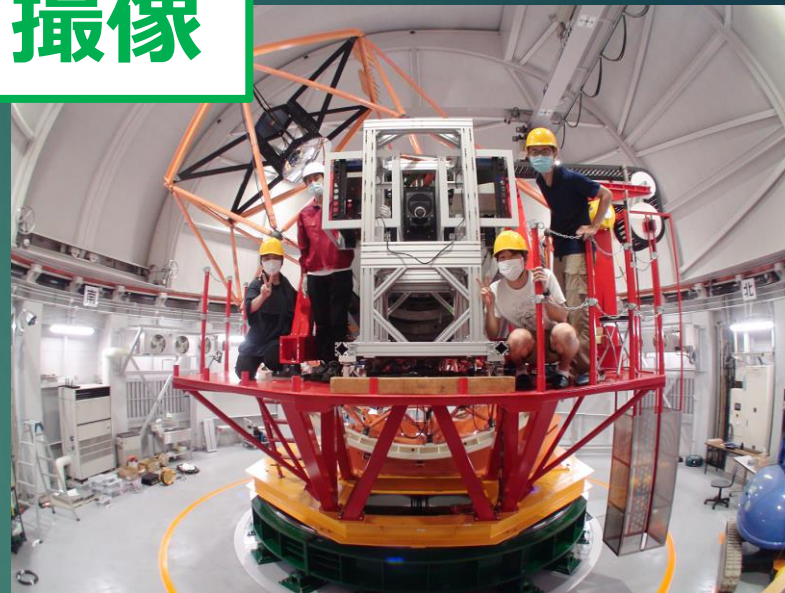
低分散

VPH-blue R~500	4100-8900 Å
VPH-red R~800	5800-10200 Å

中分散

VPH 495 R~1500	4300-5900 Å
VPH 683 R~2000	5800-8000 Å

撮像



TriCCS (21A-)

$g' + r' + I'$ or z' バンド3色同時撮像

視野: $6.4' \times 11.3'$

CMOS → 高速撮像可能

17-18等台の超新星を
分光できるように！

板垣さん発見 + せいめい・かなた分光同定



SN 2019yvq

RA/DEC (2000) Type Redshift
12:27:21.850 +64:47:59.82 SN Ia 0.009
186.841042 +64.79995

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

Reporting Group	Discovering Data	Discovery Date
None	Source	2019-12-28 17:47:43.000
	None	
	Discovery Mag	Filter
	16.7	Clear-

Reporter/s
Koichi Itagaki

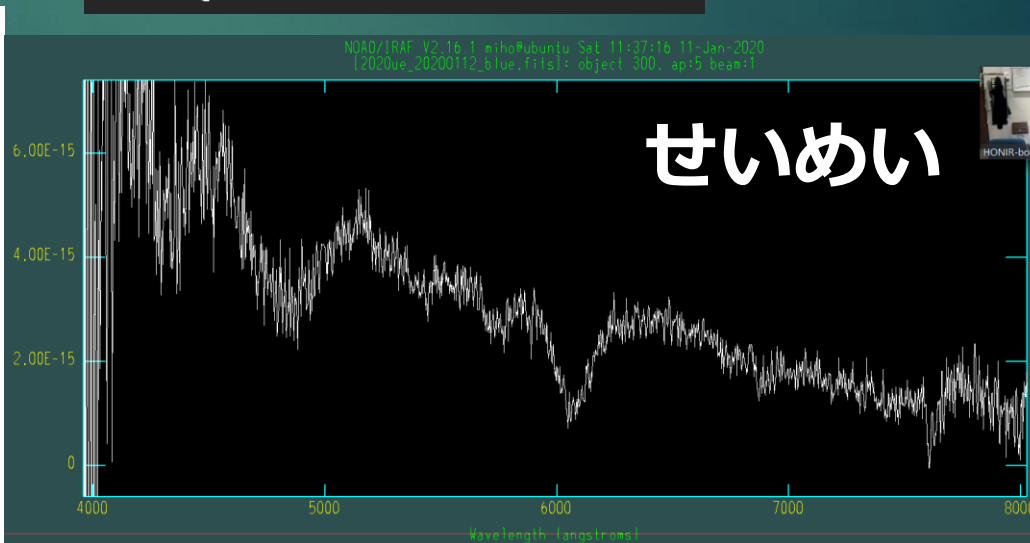
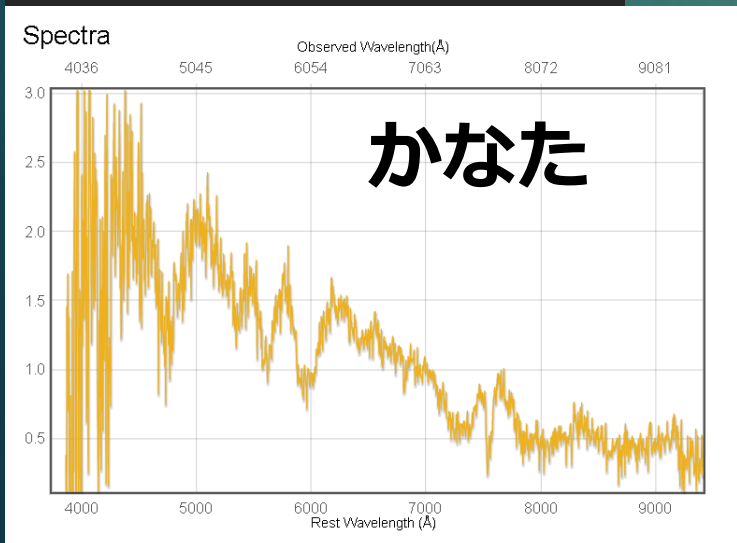
SN 2020ue

RA/DEC (2000) Type Redshift
12:42:46.780 +02:39:34.13 SN Ia 0.003
190.694917 +2.659481

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

Reporting Group	Discovering Data	Discovery Date
None	Source	2020-01-12 17:20:56.000
	None	
	Discovery Mag	Filter
	15	Clear-

Reporter/s
Koichi Itagaki



SN 2019yvq 発見の衝撃： Type Iaの減光過程を捉えた



SN 2019yvq

RA/DEC (2000) Type Redshift
 12:27:21.850 +64:47:59.82 SN Ia 0.009
 186.841042 +64.79995

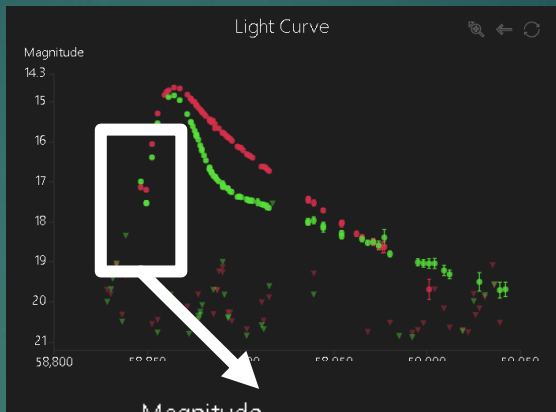
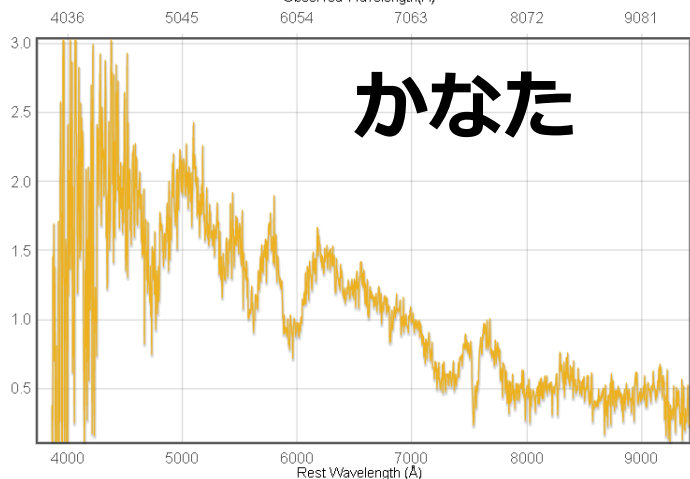
[Discovery Report](#) [Classification Report](#)

Reporting Group	Discovering Data Source	Discovery Date
None	None	2019-12-28 17:47:43.000
		Discovery Mag Filter
		16.7 Clear-

Reporter/s
Koichi Itagaki

Spectra

Observed Wavelength(A)



ZTFライトカーブの一部を拡大
板垣さんの点を打つと



大学間ネットワーク (光赤外線天文学大学間連携)

Telescopes in OISTER

- ① 北海道大学
ピリカ望遠鏡
1.6m
- ② 埼玉大学
SaCRA望遠鏡
0.55m
- ③ 東京大学
木曾シュミット望遠鏡
1.05m
- ④ 東京工業大学
MITSuME明野
0.5m
- ⑤ 京都大学
0.4m望遠鏡
- ⑥ 兵庫県立大学
なゆた望遠鏡
2.0m
- ⑦ 東京工業大学
MITSuME岡山
0.5m
- ⑧ 京都大学
せいめい望遠鏡
3.8m
- ⑨ 広島大学
かなた望遠鏡
1.5m
- ⑩ 鹿児島大学
1.0m望遠鏡
- ⑪ 国立天文台
むりかぶし望遠鏡
1.05m

東京大学
miniTAO
1.0m 運用休止中

名古屋大学
IRSF1.4m望遠鏡

チリ

南アフリカ

大学間ネットワーク (光赤外線天文学大学間連携)

- 2011年に発足。10大学と1機関が協定。
- 各望遠鏡が持つ多様な機能を活かす。
- 超新星爆発や重力波・ニュートリノ放射源の解明を至上命題とする。
- せいめい望遠鏡の建設・運用も目的の1つ。3.8メートルの集光力を活かし、即応分光する役割が期待されている
- 山中は2019年4月から実務マネージャー

⑪ 国立天文台
むりかぶし望遠鏡
1.05m

11

東京大学
miniTAO
1.0m 運用休止中

名古屋大学
IRSF1.4m望遠鏡

④ 東京工業大学
MITSuME明野
0.5m

望遠鏡の役割分担

ピリカ望遠鏡



紫外線

なゆた望遠鏡



スペクトル
= 元素・速度

かなた望遠鏡



偏光
-> 形状

赤外線



IRSF望遠鏡

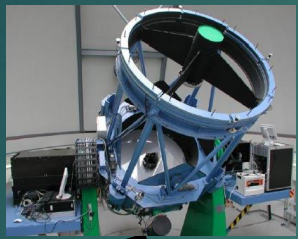
明るさ



ミツメ望遠鏡

大学間連携を活用する戦略

かなた 大学間連携



+



=

明るさ
組成
形状

明るさ

?

明るさの
変化

発見



せいめい

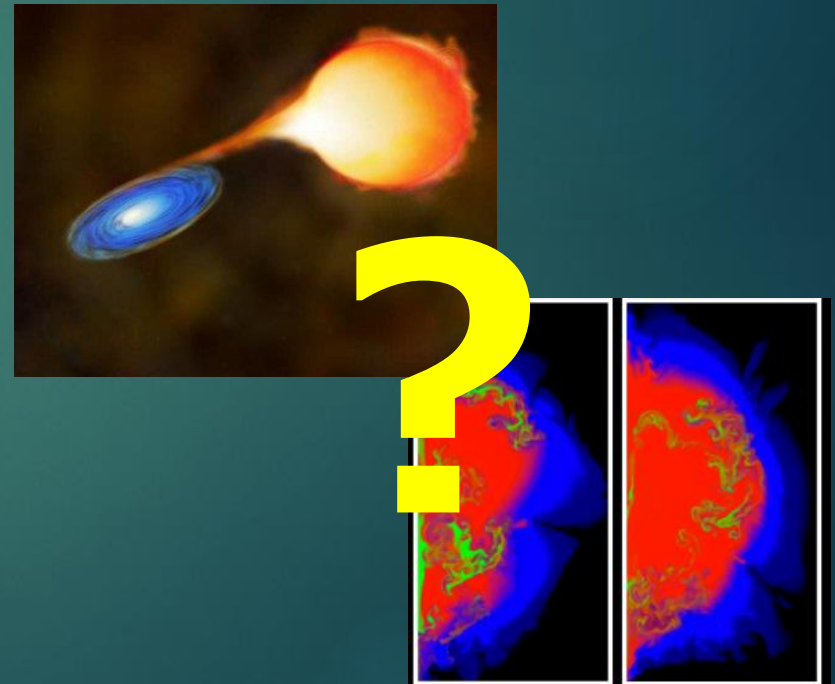
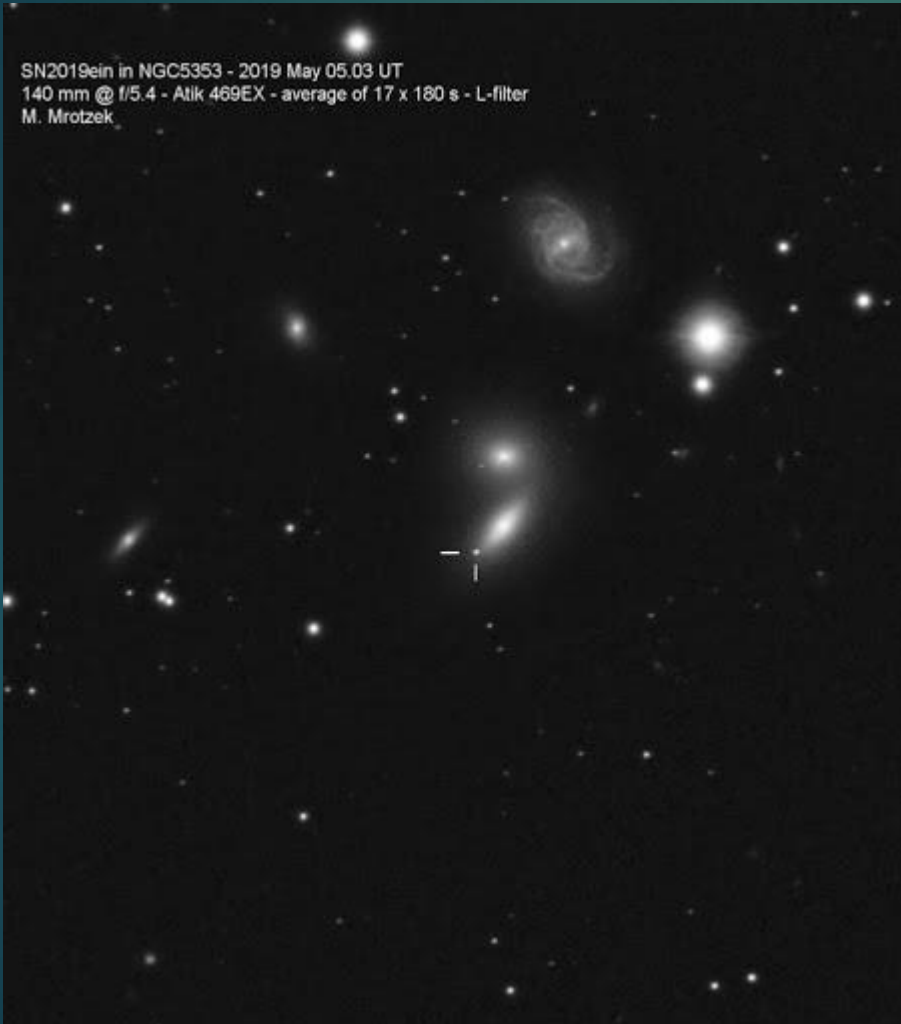


せいめい

経過日数

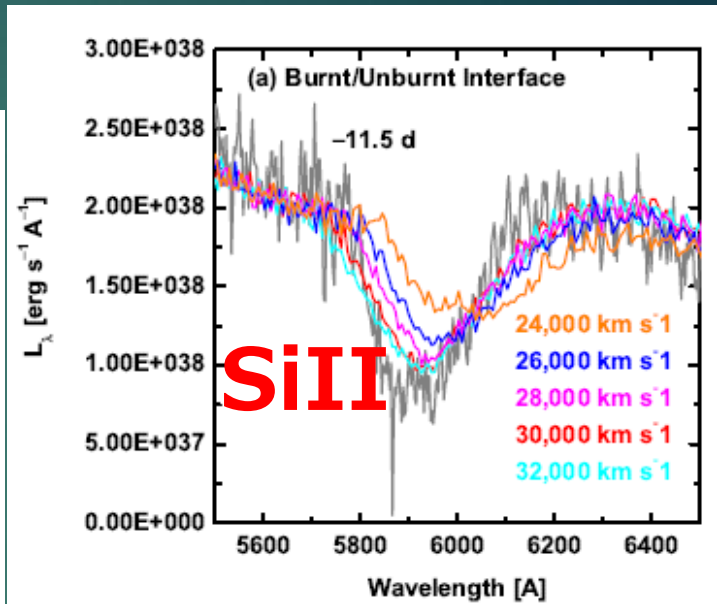
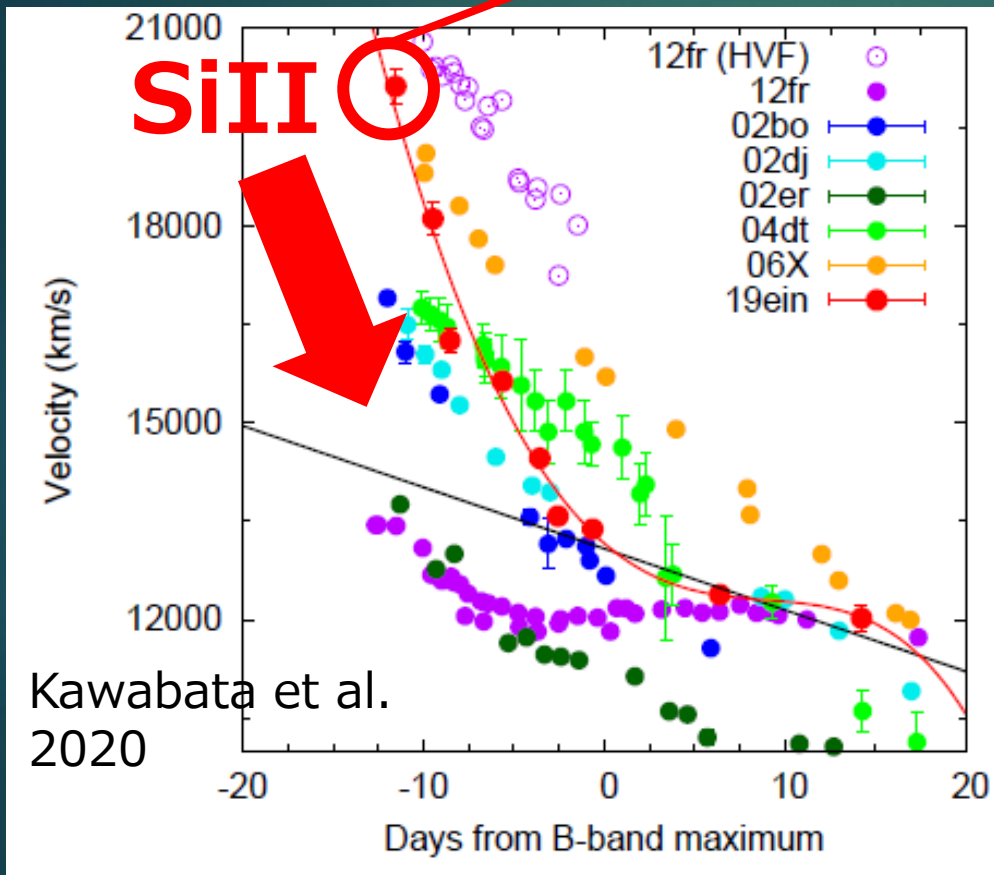
爆発初期の観測の好機

2019年5月1日
超新星SN 2019ein
7800万光年の銀河で発見
初期のIa型超新星

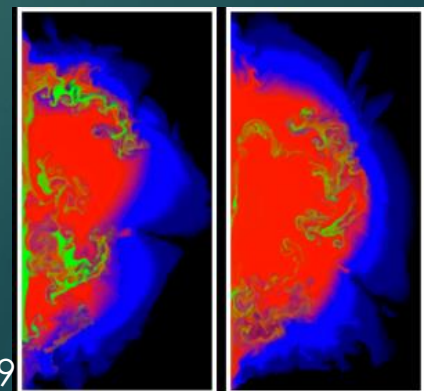


せいめい+かなた+OISTERによる観測

爆発後わずか3.7日後に得られたせいめいスペクトル



輻射計算モデルとの比較
->よく合っている



高速膨張するIa型超新星には
例がない速度進化

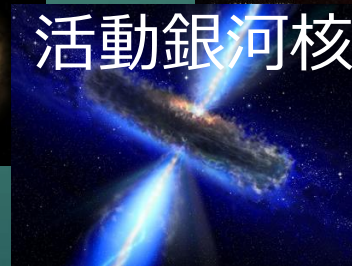
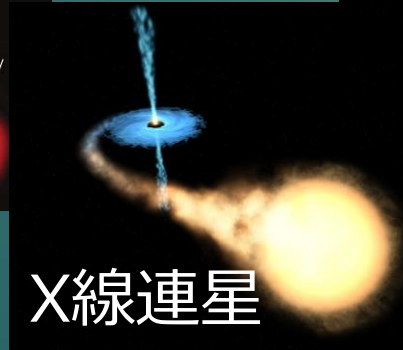
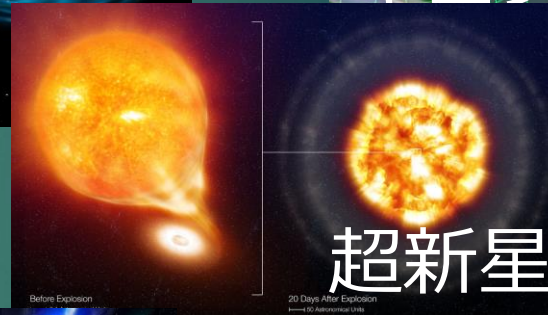
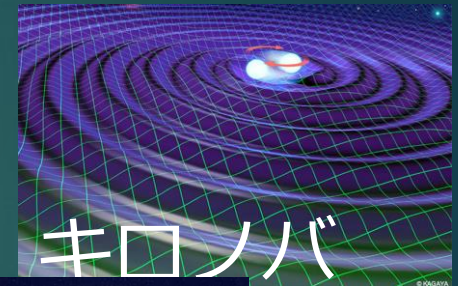
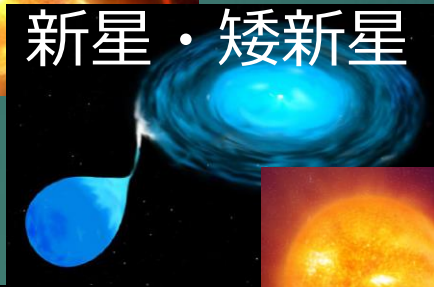
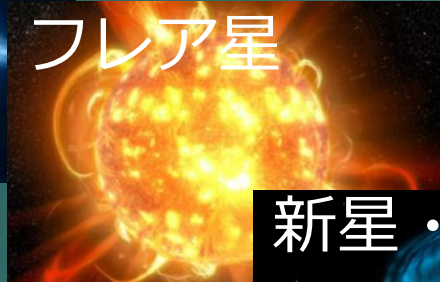
まとめ

- ▶ 超新星爆発は多様性に富みその起源（どんな星がどのように爆発したか）は依然未解決
- ▶ 近年、広視野サーベイ望遠鏡の活躍が劇的に状況を一変させ爆発初期の発見が相次いでいる
- ▶ せいめい望遠鏡が始動し、即応的にスペクトルを得ることができるようになる
- ▶ 多くの超新星で新たな多様性・発見が相次いでいる
- ▶ 未だ超新星の本質に対する理解は発展途上にある



▶バックアップスライド

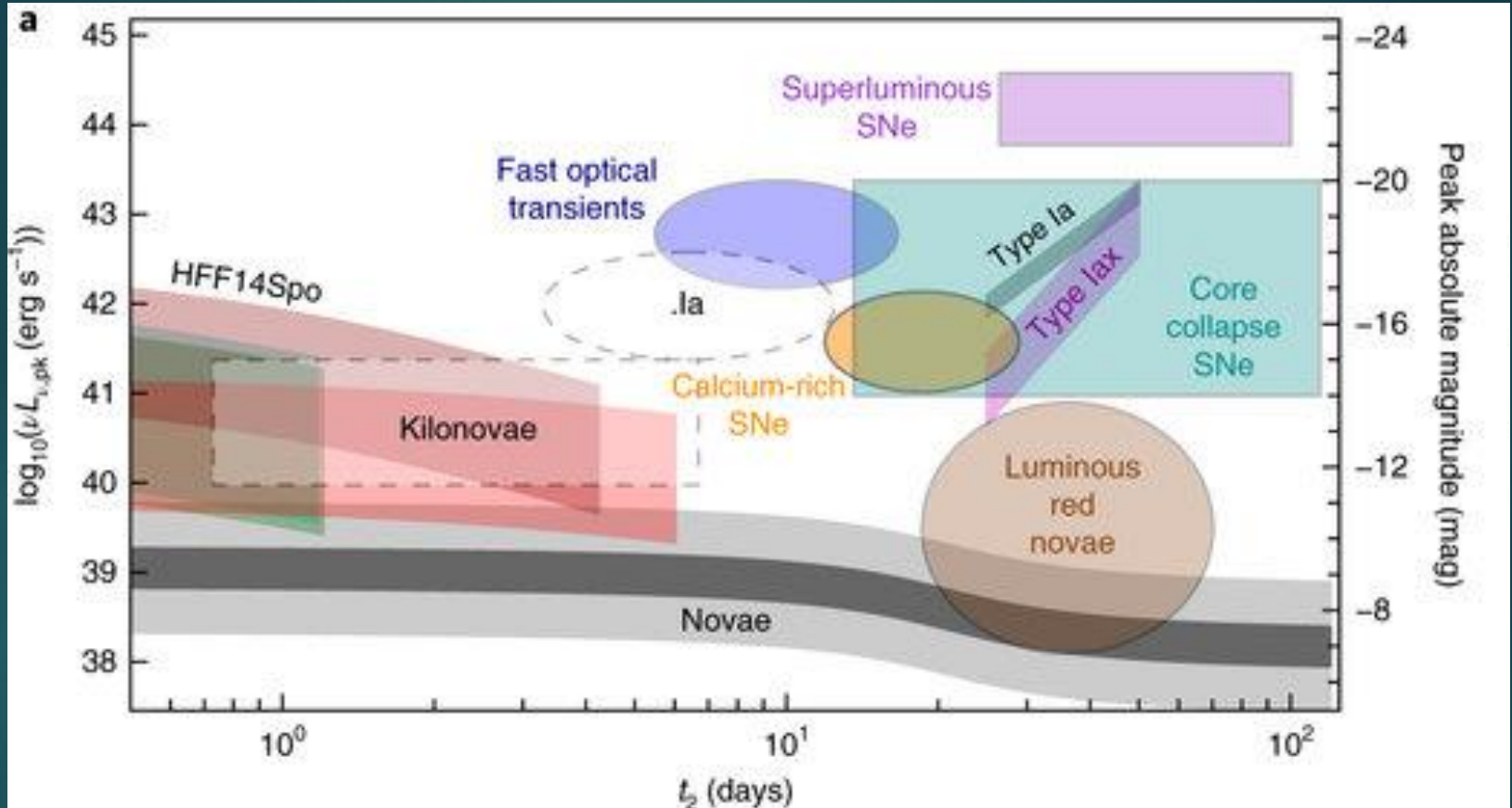
時間領域天文学



一過性・あるいはタイムクリティカルな事象 =
柔軟性・機動性が求められる

明るさとタイムスケールから見る多様性

明るさ



明るさが半分になる時間

Rodney et al. 2018, Nat. Ast.

超新星が爆発するイメージ



www.spacetelescope.org

天の川銀河では**400年**未発見

増光した段階から超新星を観測したい

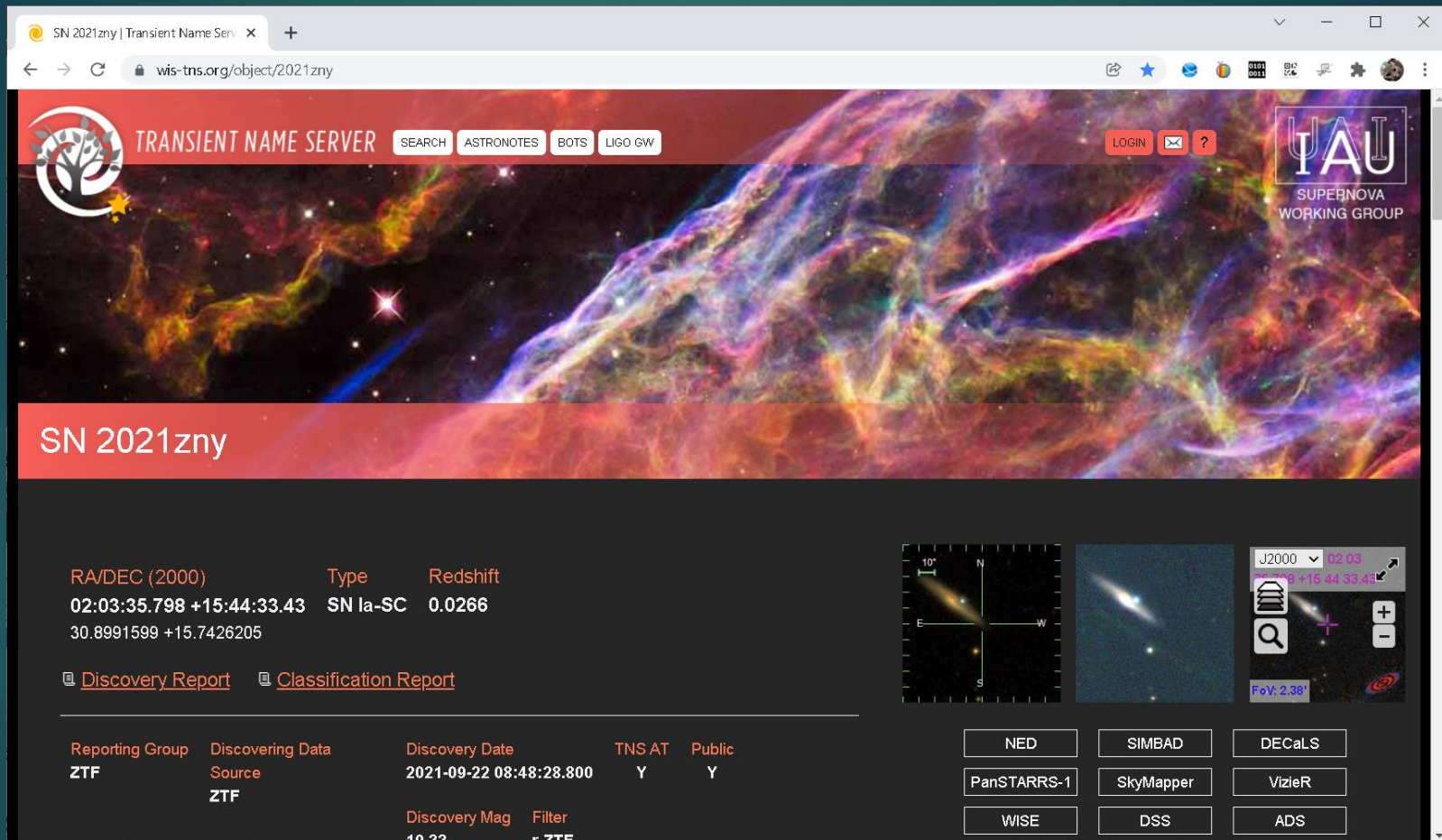
しかし、発見直後の増光段階の超新星はまだ暗い
大きな口径で素早く観測できる望遠鏡が必要

しかも時々刻々明るさやスペクトルが年化
-> その時にしか得られない情報



どうやって観測
しよう…

Transient Name Server (TNS): 突発現象データベース



The screenshot shows the TNS website interface for SN 2021zny. The page features a header with the TNS logo, navigation links (SEARCH, ASTRONOTES, BOTS, LIGO GW), and a LOGIN button. The main content area displays the object name 'SN 2021zny' and a large, colorful image of a supernova remnant. Below the image, there is a table of coordinates and classification information, and a section for reports. A sidebar on the right contains a sky map, a zoomed-in image of the supernova, and a search interface. At the bottom, there are buttons for various astronomical databases (NED, SIMBAD, DECaLS, PanSTARRS-1, SkyMapper, VizieR, WISE, DSS, ADS).

TRANSIENT NAME SERVER

SEARCH ASTRONOTES BOTS LIGO GW

LOGIN

IAU SUPERNOVA WORKING GROUP

SN 2021zny

RA/DEC (2000)	Type	Redshift
02:03:35.798 +15:44:33.43	SN Ia-SC	0.0266
30.8991599 +15.7426205		

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

Reporting Group	Discovering Data Source	Discovery Date	TNS AT	Public
ZTF	ZTF	2021-09-22 08:48:28.800	Y	Y

Discovery Mag: 19.33 Filter: r-ZTF

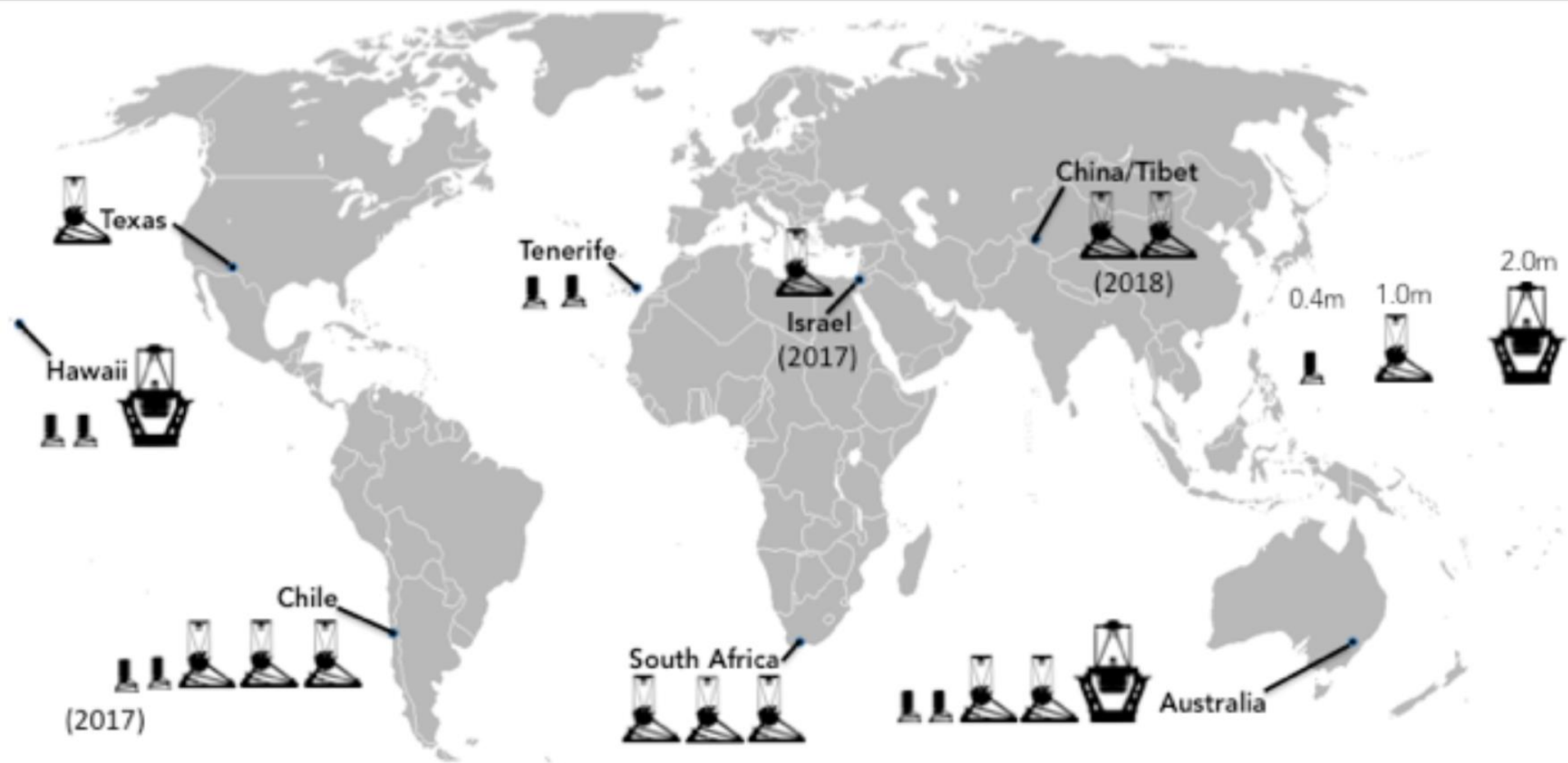
NED SIMBAD DECaLS

PanSTARRS-1 SkyMapper VizieR

WISE DSS ADS

- 発見される超新星が報告され全世界に発信
- ・ 発見日時・RA/DEC・等級などが随時更新
 - ・ 突発現象・超新星のタイプ・赤方変異など

世界のライバルたち : Las Cumbres Observatory

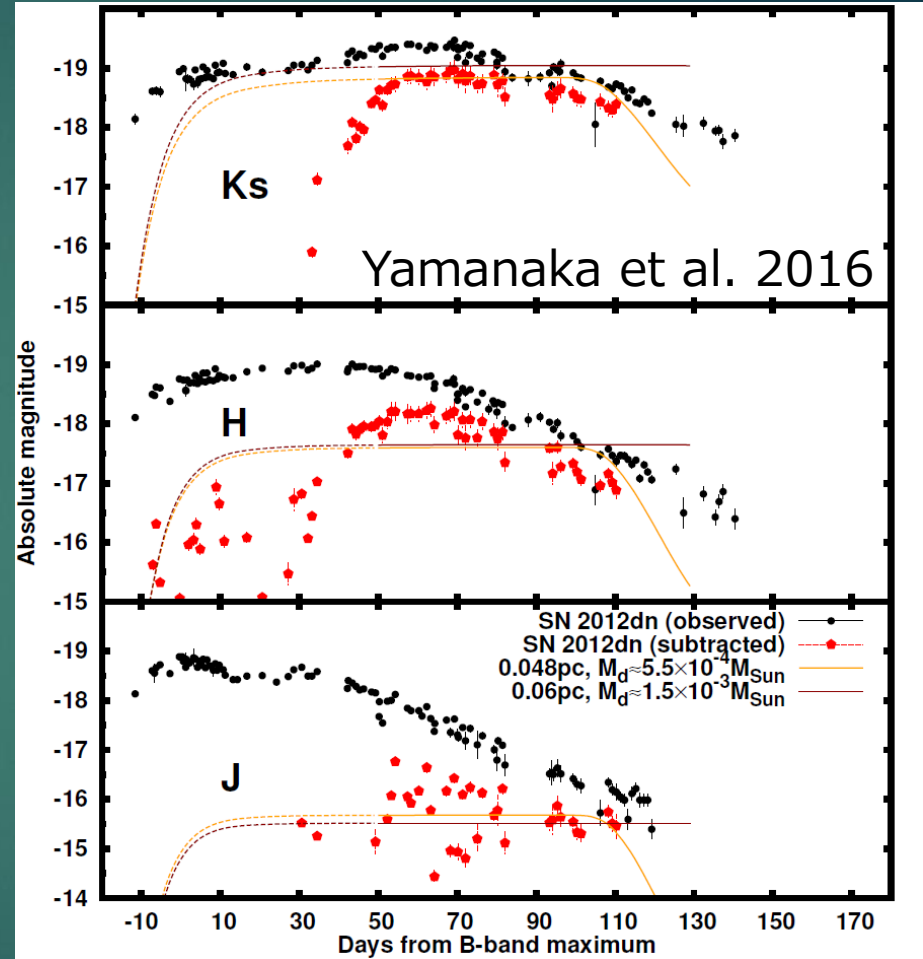
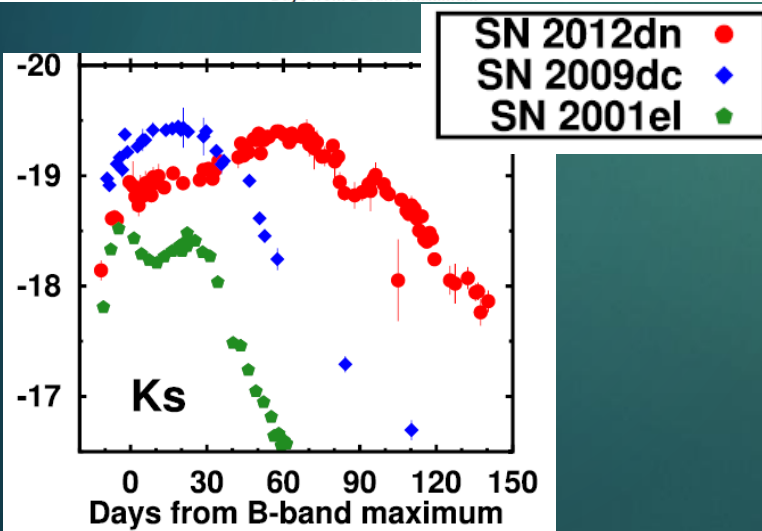
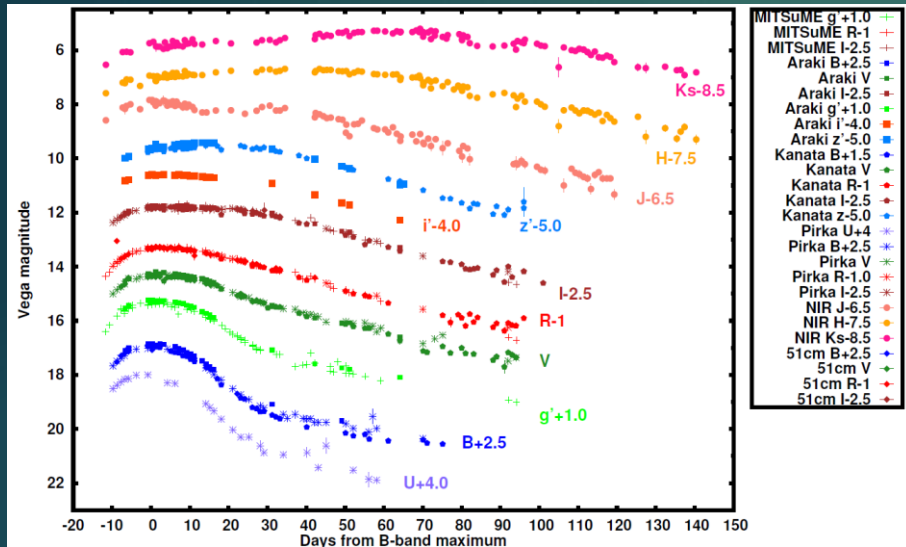


小口径ロボティック望遠鏡による可視光の
測光・分光フォローアップ観測
(明日の平松さんの講演をお楽しみください！)

<https://lco.global/>

2016年の成果例：スーパーチャンドラセカール超新星 周りの星周ダストからの赤外放射

超新星の可視・近赤外線同時観測で
予期せぬ赤外超過が判明。



強い赤外放射：
0.1-0.2pc にある星周ダストからの
再放射 → single degenerate を支持