

3.8mせいめい望遠鏡とかなた望遠鏡による 近傍超新星の追観測

京都大 川端美穂

前田啓一、山中雅之 (京都大)
中岡達也、川端 弘治 (広島大) 他

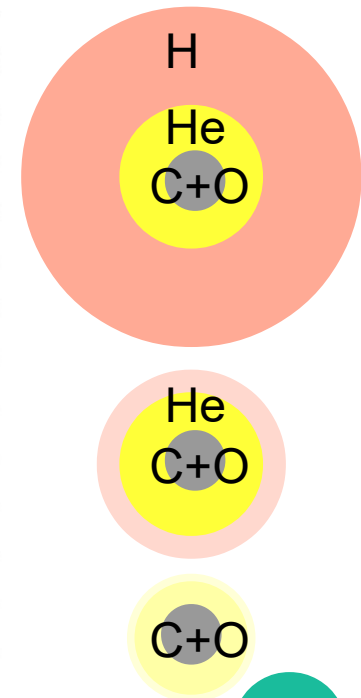
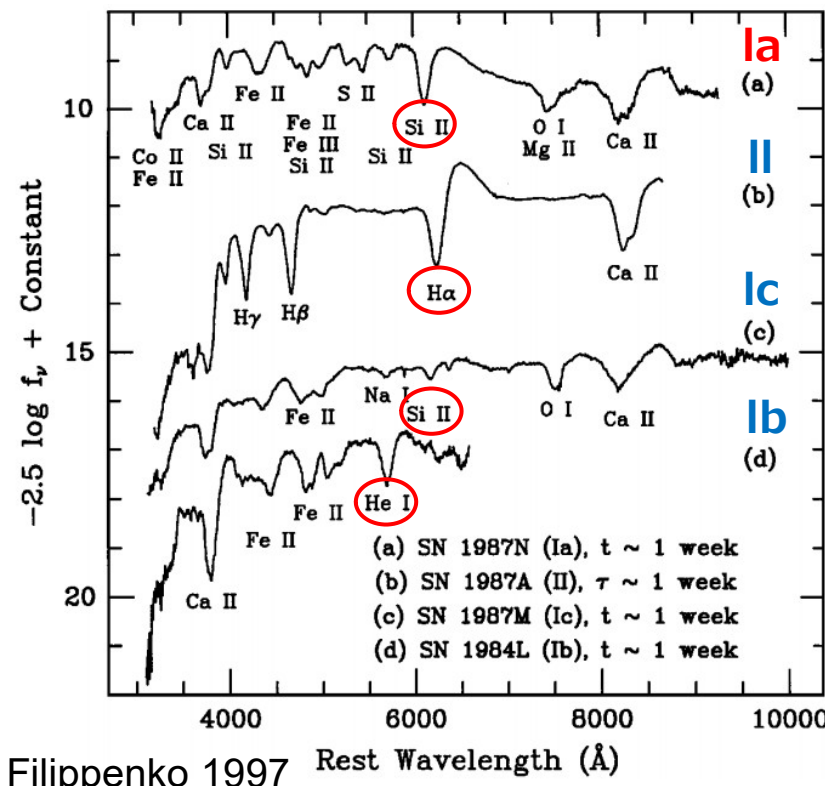
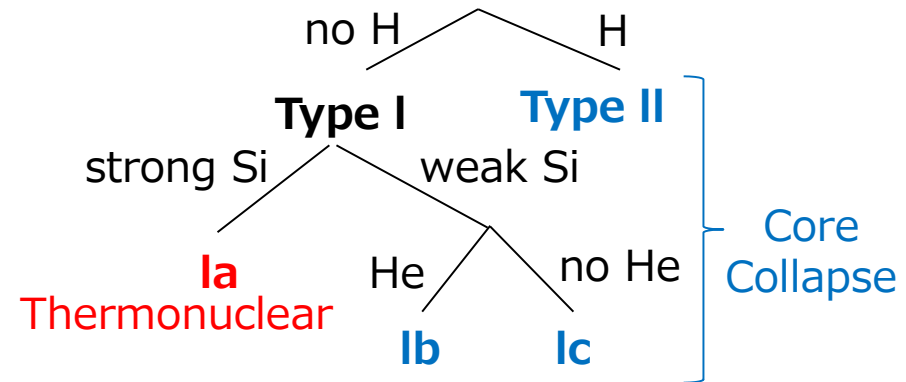
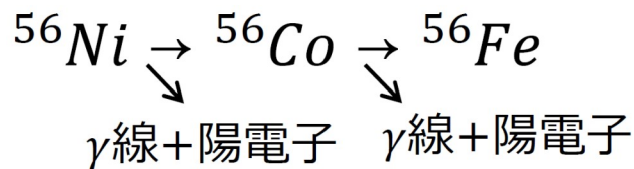
Supernovae



©Australian Astronomical Observatory

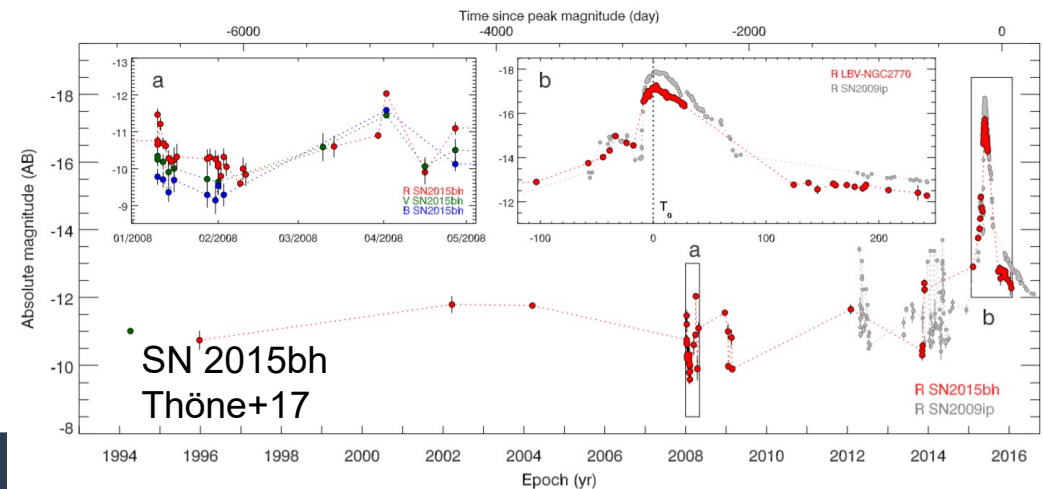
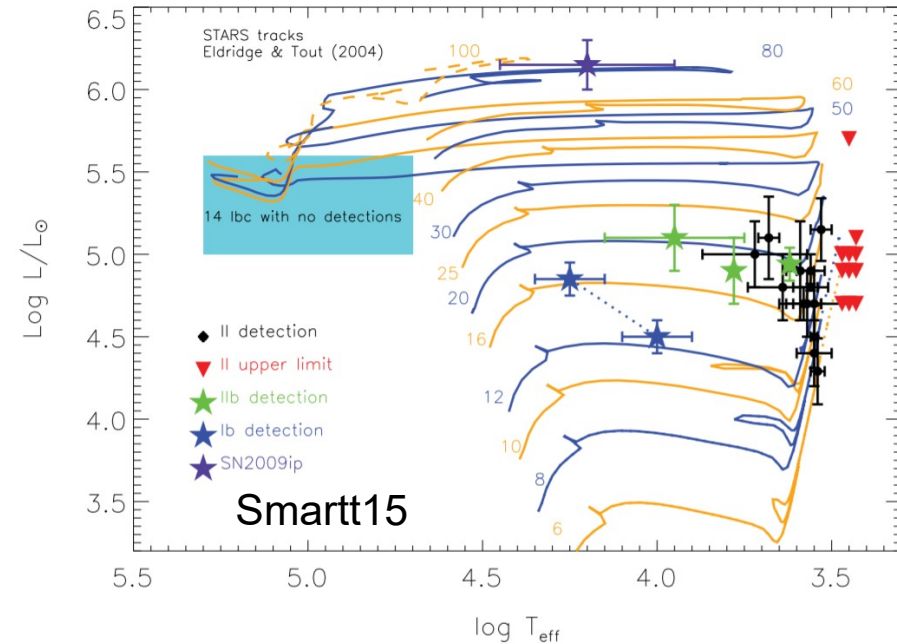
- **Classification**
Spectra @ maximum

- **Energy source**



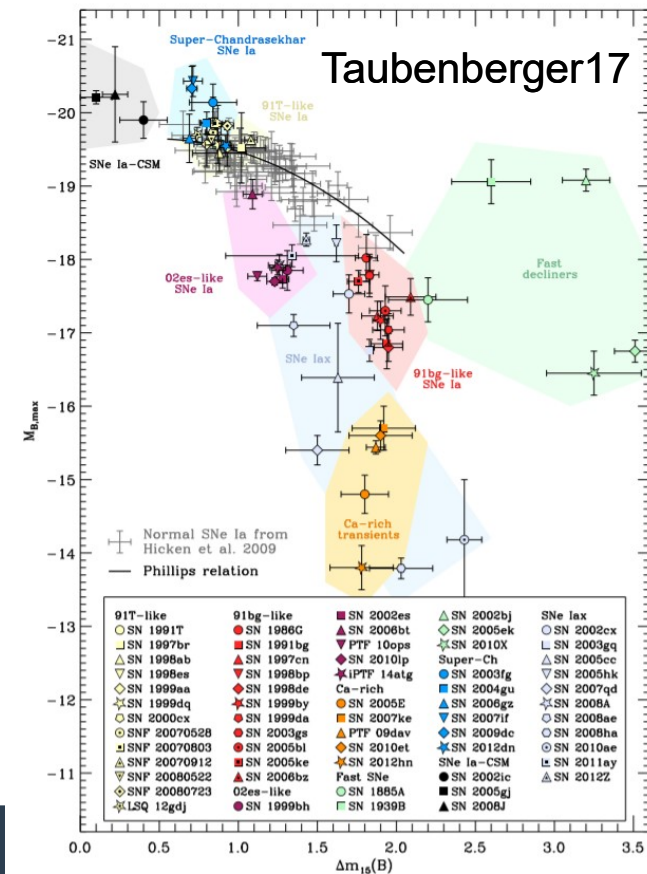
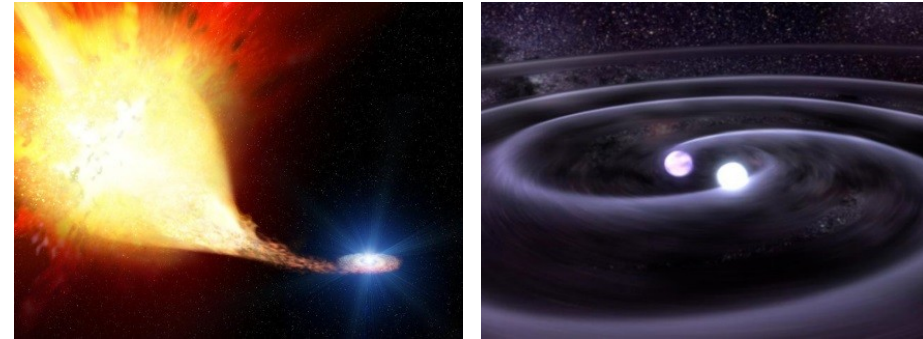
Unresolved problems : Core Collapse SNe

- Explosion mechanism
 - Final evolution of massive stars
- Progenitor
Single? Binary?
Mass loss before the explosion



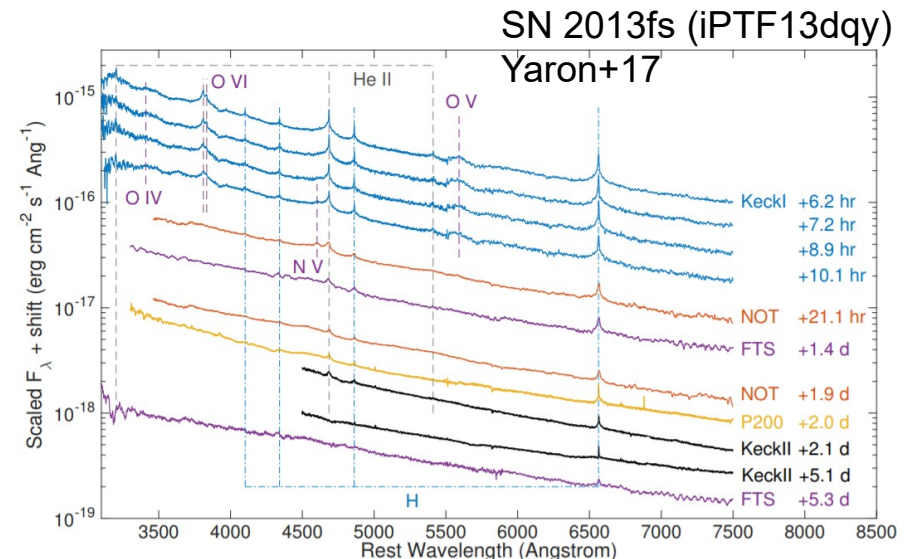
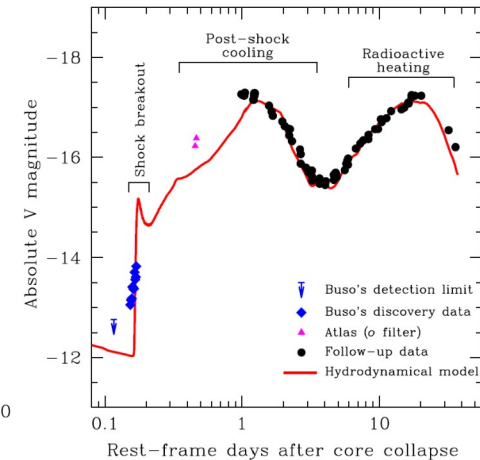
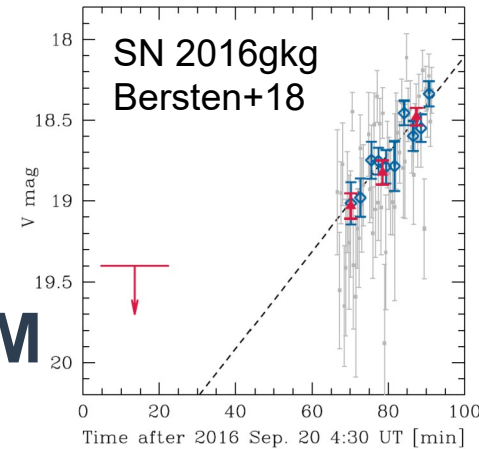
Unresolved problems : SNe Ia

- Progenitor
 - Single Degenerate?
 - Double Degenerate?
- Explosion mechanism
 - Initial ignition point?
 - Detonation? Deflagration?
- Diversity, Peculiar SNe Ia



Within a few days : Core Collapse SNe

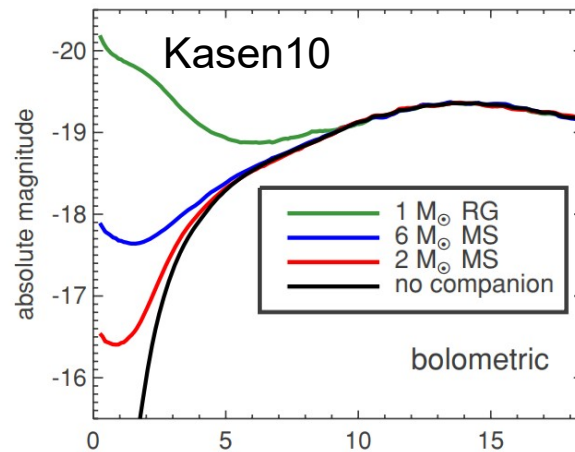
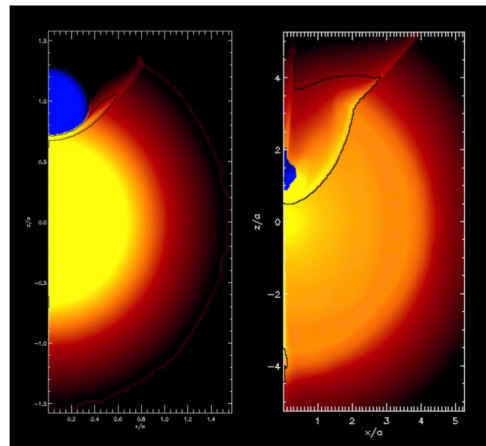
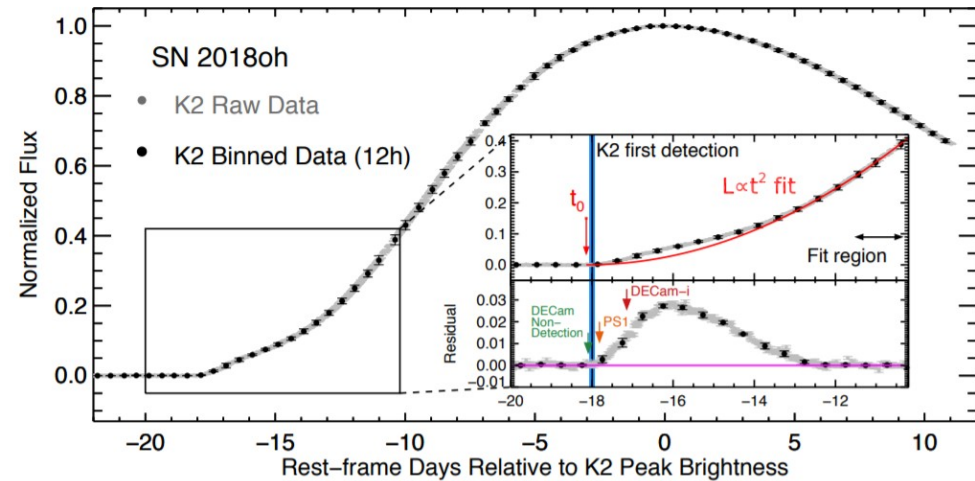
- Shock breakout
- Recombination from dense CSM Ejected during final ~ 1 year prior to explosion ($10^{-3} M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$)
- Constraint progenitor properties and final stages of massive star evolution



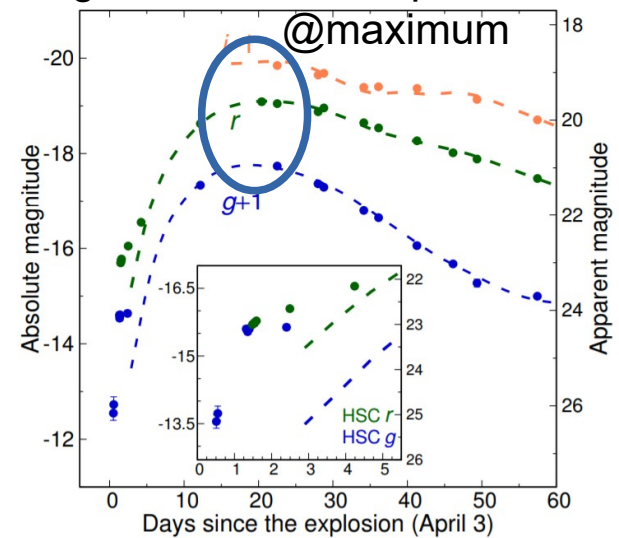
Within a few days : SNe Ia

- Excess in early light curve
- Companion (or CSM) interaction
- Ni distribution
- He detonation
- Spectroscopy and multi-band photometry need

Dimitriadis+18



Jiang+17 Ti absorption line



Tomo-e + Seimei + Kanata

- Tomo-e

Optical wide-field and high-cadence surveys



- Seimei + KOOLS

Optical spectroscopy



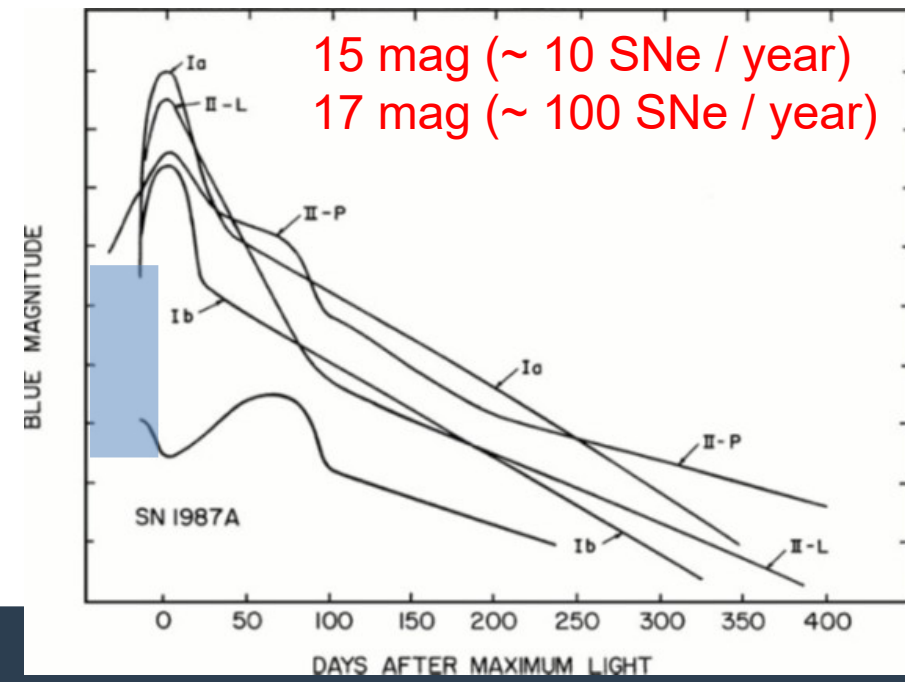
- Kanata + HOWPoI/HONIR

Optical + NIR photometry (+ spectroscopy)



	Tomo-e SN Survey
instrument	Tomo-e Gozen
sensor	CMOS
readout time	~0 sec
period	2018/9-
survey area [deg ²]	10,000
cadence	2 hours / 1 day
exposure time / visit	3 sec
depth	18 mag / 19 mag
filter	no (~g+r)
#(SBOs), #(SNe) / yr	5, 1000
data storage	daily-stacked image SN cutout images
reference	-

© Morokuma



Follow-up Observation (Apr. - Jun. 2019)

- Seimei + KOOLS

Classical (7 nights +α)

1 night / 5-6 nights

→ ~40 % (bad weather + troubles)

ToO (5 + 4 nights)

- Kanata

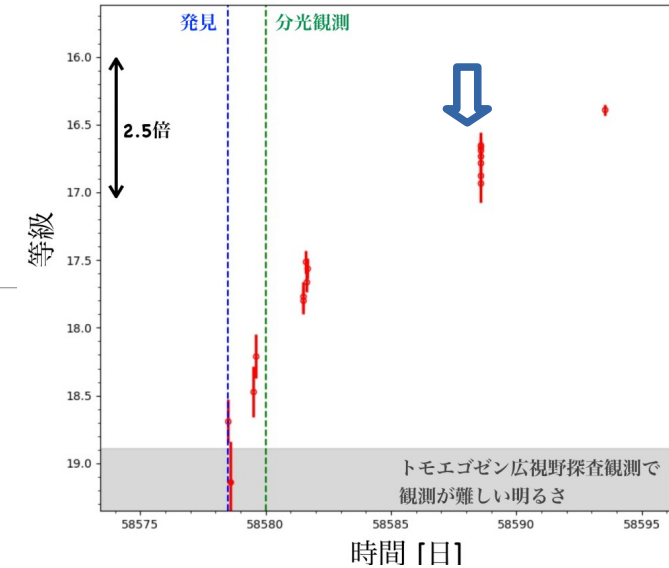
+ HOWPoI / HONIR

日	月	火	水	木	金	土	
	1	2	3	4	5●	6	
			前田 BR	前田 BR			
7	8	9	10	11	12	13	
		前田 BR	前田 BR	井上 B	井上 B	行方 6	行方 6
14	15	16	17	18	19○	20	
行方	上田(ToO) RB	前田 RB	前田 RB				
21	22	23	24	25	26	27	
前田 BR	前田 BR				前田 BR	前田 BR	
28	29	30					
和田+嶺重 BR	和田+嶺重 BR	和田+嶺重 BR	和田+嶺重 BR	和田+嶺重 BR	和田+嶺重 BR	和田+嶺重 BR	

Follow-up Observation - Tomo-e SN

東京大学木曾観測所トモエゴゼンによる超新星 SN 2019cxx の発見について

東京大学木曾観測所は新装置トモエゴゼンを用いて超新星の新発見に成功しました。その後、国内外の望遠鏡により追跡観測を実施した結果、Ia型と呼ばれる種類の超新星であることがわかり、「SN 2019cxx」という名前がつけました。発見時には爆発後10日程度(最大光度10日程度前)であったと考えられ、発見後も増光しています。今後、トモエゴゼンを用いた大規模な広視野探査観測を継続し、超新星の爆発直後の早期発見を行なっていきます。



トモエゴゼンが発見した超新星 SN 2019cxx

超新星 SN 2019cxx の発見

トモエゴゼンを用いた超新星探査観測では、その超広視野観測性能を生かして、1晩の間に空の同じ領域を複数回観測することにより、超新星爆発直後の天体の発見を目指します。その後、トモエゴゼン自身及び他の望遠鏡との連携観測により、その明るさの変化を調べ、超新星爆発のメカニズム及び爆発前の星の様子を詳しく調べることを主目的としています。木曾観測所では、トモエゴゼンで次々に獲得する大量の観測データに対し、独自開発した解析ソフトウェアを用いて、超新星のように新しく現れた天体を即時に発見します。トモエゴゼンは2019年4月5日夜に本天体を検出し、その後、4月6日、4月8日と明るくなっていることがわかりました。つまり、爆発後間もない超新星の候補天体と考えられます。この天体は、以下の追跡観測により、SN 2019cxxという名前がつけました。

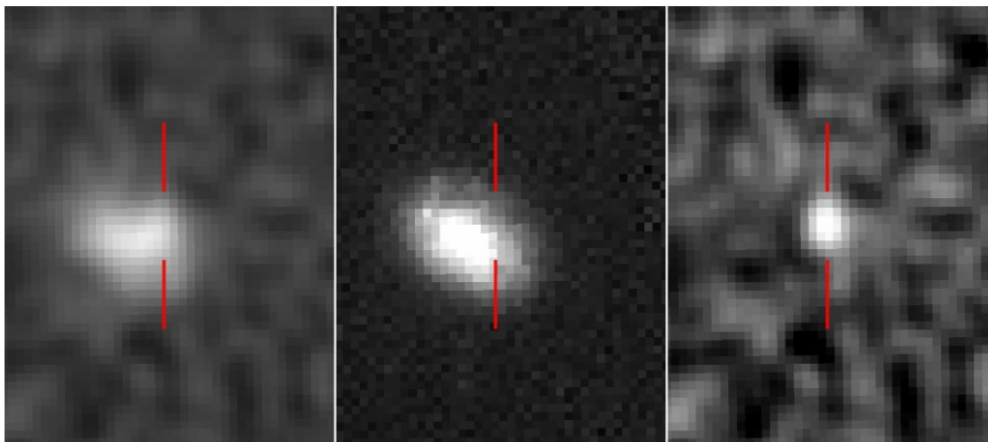
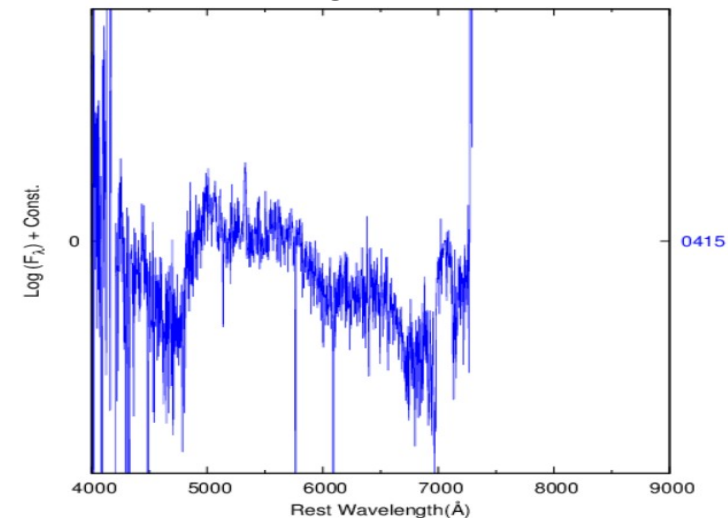


図2. SN 2019cxxの発見画像。左から順に、トモエゴゼンでの発見画像、パンスタース計画により取得された参照画像、両者の引き算画像。引き算処理によりトモエゴゼン画像において新天体がうつつていることがわかる。

Spectrum of 19cxx (Seimei+KOOLS) SN? Background??



Tomo-e + OISTER

- Optical and Infrared Synergetic Telescopes for Education and Re-search (OISTER)
- 時間的に密なデータの取得
- 悪天候によるデータ欠損をできる限り減らす
- 広い波長域・多モードでの観測



関連した ToO プロポーザル

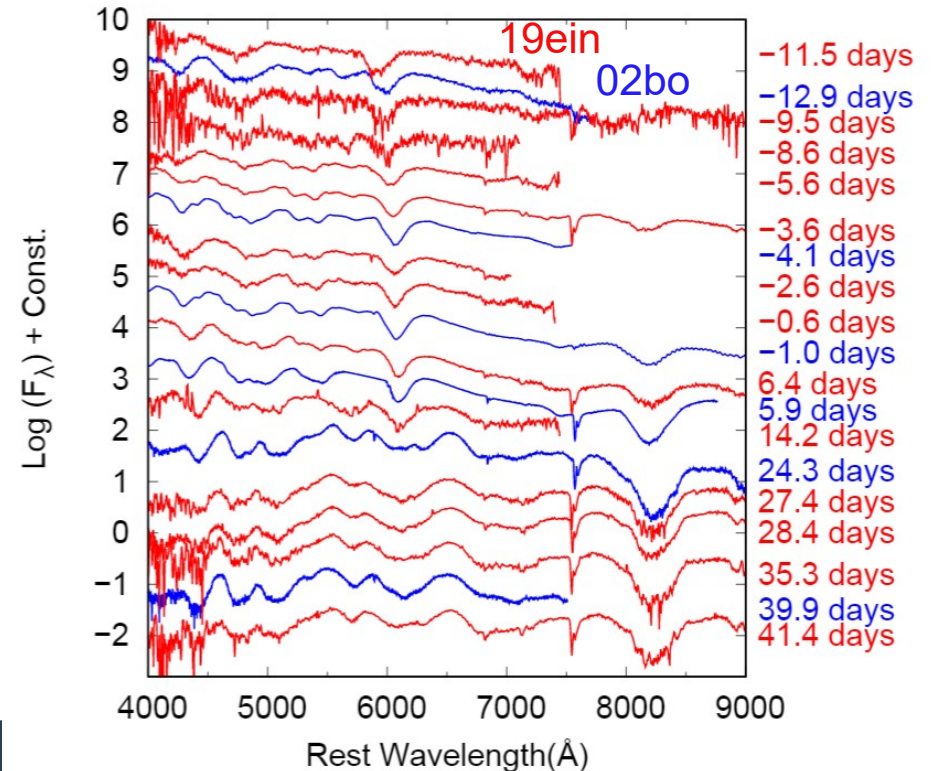
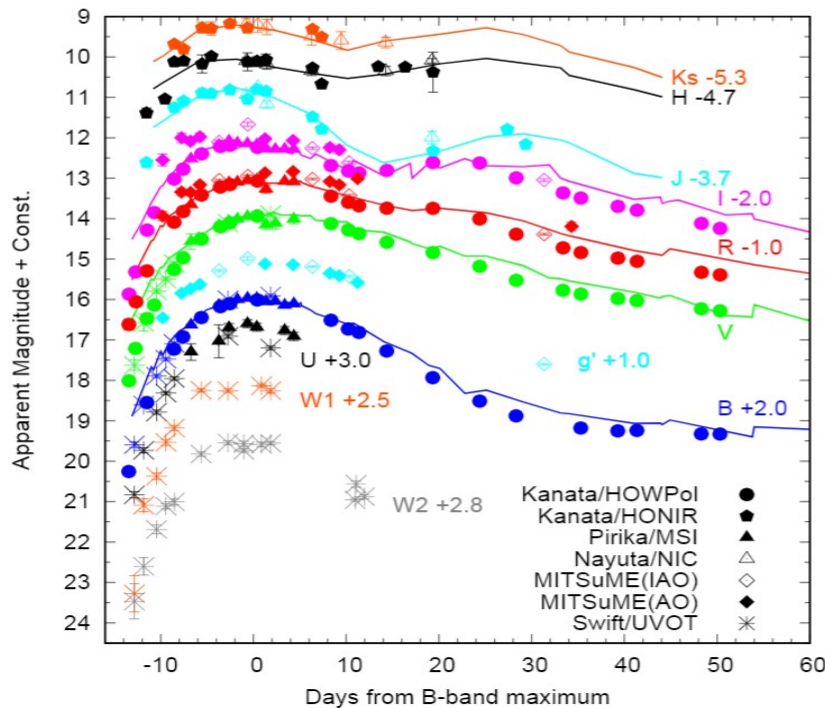
- 特異な性質を持つ外層剥ぎ取り型超新星の ToO 観測 (山中雅之)
- 即応可視近赤外線観測に基づく IIP 型超新星の星周構造の究明 (山中雅之)
- 近傍銀河に出現する特異な Ia 型超新星の可視・近赤外線観測 (川端美穂)

SN 2019ein (Type Ia @ NGC5353)

- High velocity
Si II 6355 : ~ 20000 km/s @ -12 days
- Seimei + Kanata + OISTER ToO

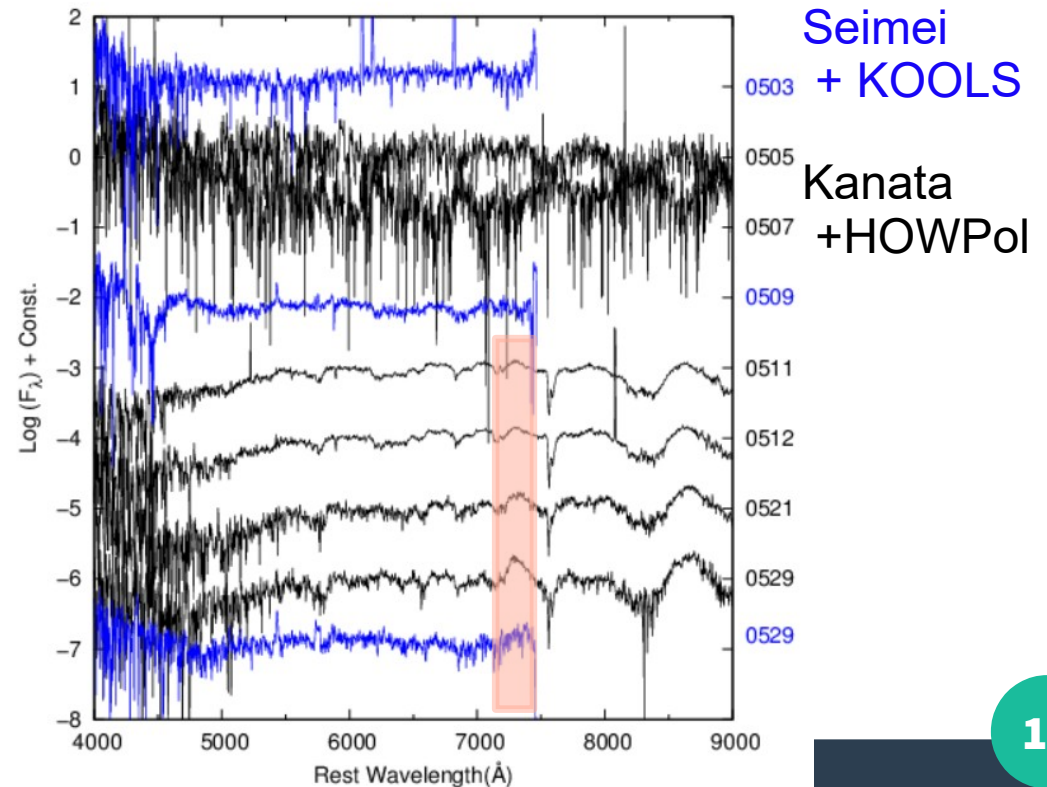
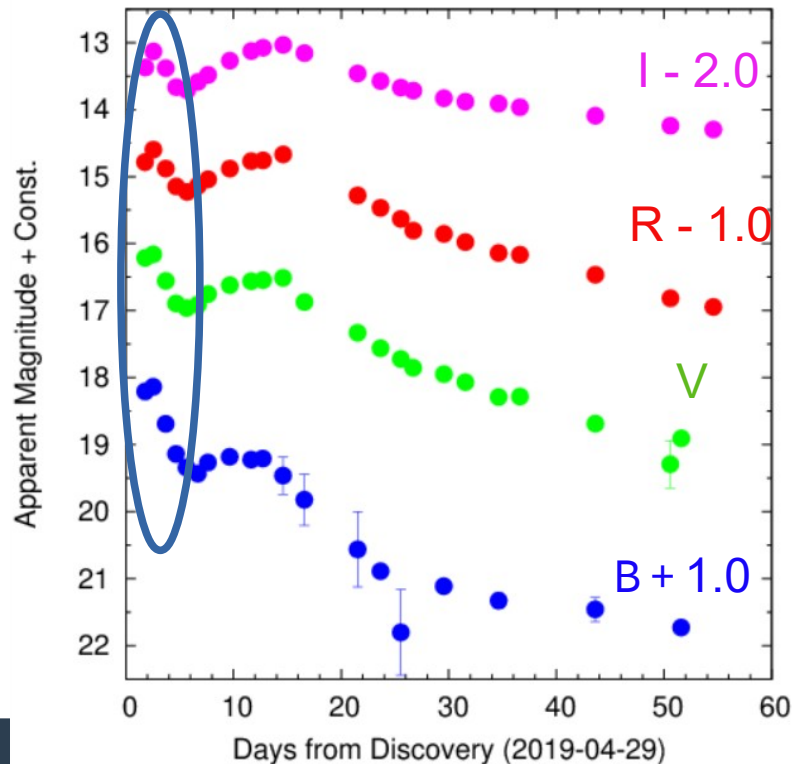
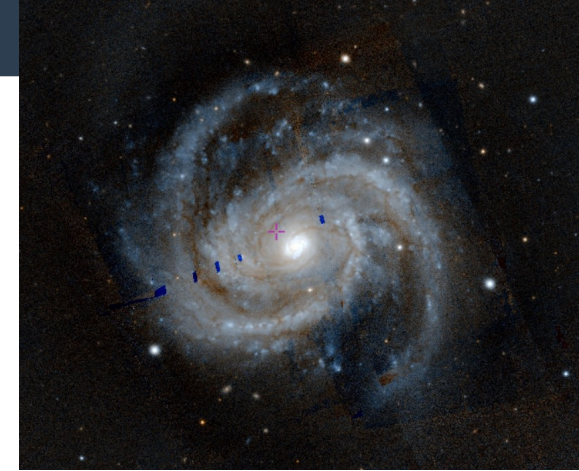


After 2 days from the explosion



SN 2019ehk (Ca-rich @ M100)

- Ca-rich object: Unknown nature
- Shock cooling + Radioactive heating
- Photospheric spectra + [Ca II] emission



Summary

- **SNe within a few days after the explosion have information of progenitor and explosion mechanism.**
- **Early discovery + Follow-up observation
(Spectroscopy + Multi-band photometry)**
- **Seimei (Classical + ToO)**
In last semester, we got good data of nearby young SNe.
(Next semester : 2 half nights / week ?)