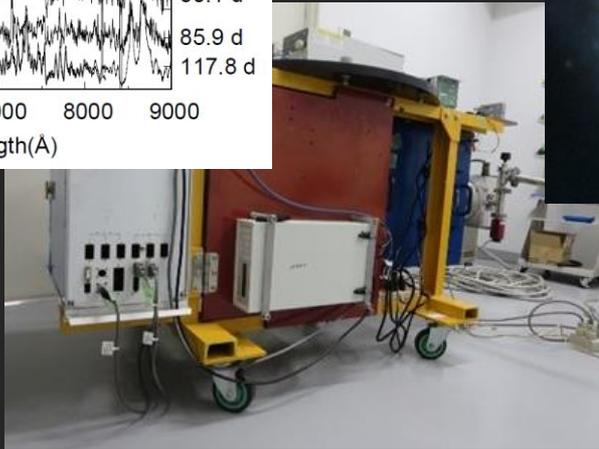
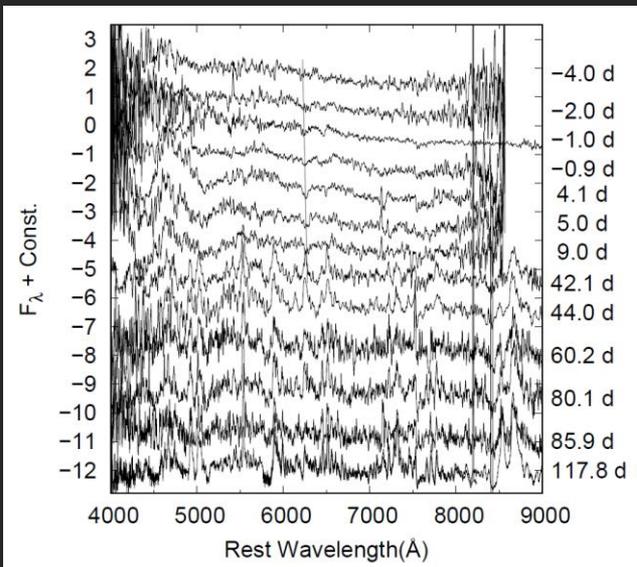


Kools-IFUとTriCCSによる突発天体・時間軸観測

複数装置時代を迎えるせいめいでの突発天体・モニター観測



前田啓一(京都大学), Seimei UM @ online, 2021.08.12

内容

- 超新星観測プログラム紹介(一例として)。
 - 実際の(突発天体)観測遂行の現状。
- ToO即時観測。
 - 現状。
 - 自動アラート and/or 自動観測へ向けて。
- その他のモード(の議論たたき台)。
 - Intranight observations, Slow ToO / time critical, 短時間観測モニタリング。
- TriCCS。
 - 高速モード、分光モード。
- 結局、「誰が観測するか」「どこまで自動化できるか」。
- 「観測所」「ユーザー」どちらの範疇が明確にすることも大事。

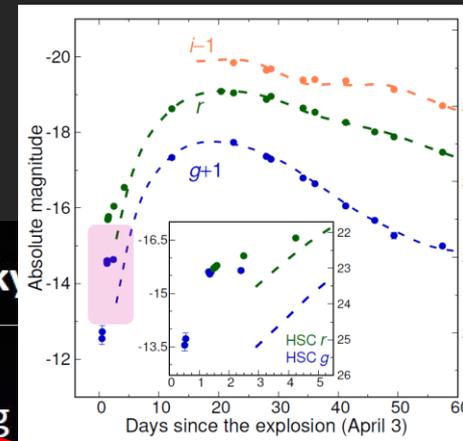
超新星・(近傍)系外突発天体

Some numbers

© Tanaka

* Numbers for all sky

Distance (Mpc)	Volume (Mpc ³)	# of galaxies	# of SNe (yr ⁻¹)	mag (abs mag -15 mag)	mag (abs mag -13 mag)
10	4 x 10 ³	40	0.4	15.0	17.0
30	1 x 10 ⁵	10 ³	10	17.4	19.4
50	5 x 10 ⁵	5 x 10 ³	50	18.5	20.5
70	1 x 10 ⁶	1 x 10 ⁴	100	19.2	21.2
100	4 x 10 ⁶	4 x 10 ⁴	400	20.0	22.0
200	3 x 10 ⁷	3 x 10 ⁵	3,000	21.5	23.5
500	5 x 10 ⁸	5 x 10 ⁶	50,000	23.5	25.5



~ 5 / yr.

~ 50 / yr.

年間数十個の(近傍)超新星に対し、早い段階からの観測が可能。
特に年間5天体程度は、爆発直後から観測(逃したくないターゲット)。

超新星にはさまざまな「個性」=しっかりしたデータがとれると、たい
てい「変な・面白い振る舞い」が見える。

超新星・(近傍)系外突発天体

Observing schedule for 3.8-m SEIMEI Telescope (2021A)

Feb-2021

	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
Date		1	2	3	4	5	6
Observer (PROP-ID)		行方(21A-K-0009) 前田(21A-N-CT02)	行方(21A-N-CN03) 前田(21A-N-CT02)	行方(21A-N-CN03) 行方(21A-N-CN03)	行方(21A-N-CN03) 行方(21A-N-CN03)	行方(21A-N-CN03) 行方(21A-N-CN03)	栗田(21A-K-0015) 前田(21A-K-0001)
Grism		B/R/6	B/R/6	B/R/6	B/R/6	B/R/6	B/R/6
Date	7	8	9	10	11 ●	12	13
Observer (PROP-ID)	栗田(21A-K-0015) 前田(21A-K-0001)	磯部(21A-N-CN12) 磯部(21A-N-CN12)	磯部(21A-N-CN12) 磯部(21A-N-CN12)	磯部(21A-N-CN12) 磯部(21A-N-CN12)	磯部(21A-N-CN12) 磯部(21A-N-CN12)	磯部(21A-N-CN12) 磯部(21A-N-CN12)	前田(21A-K-0001) 前原(21A-K-0013)
Grism	B/R/6	B/R/6	B/R/6	B/R/6	B/R/6	B/R/6	B/R/6
Date	14	15	16	17	18	19	20
Observer (PROP-ID)	前田(21A-K-0001) 前原(21A-K-0013)	前原(21A-N-CN10) 前原(21A-N-CN10)	前原(21A-N-CN10) 前原(21A-N-CN10)	前原(21A-N-CN10) 前原(21A-N-CN10)	前原(21A-N-CN10) 前原(21A-N-CN10)	前田(21A-K-0001) 前原(21A-K-0013)	前田(21A-K-0001) 前原(21A-K-0013)
Grism	B/R/6	B/R/6	B/R/6	B/R/6	B/R/6	B/R/6	B/R/6
Date	21	22	23	24	25	26	27 ○
Observer (PROP-ID)	前原(21A-K-0013) 前原(21A-K-0013)	栗田(21A-K-0015) Engineering (TriCCS)	栗田(21A-K-0015) Engineering (TriCCS)	Engineering (Tel.) Engineering (TriCCS)	Engineering (Tel.) 前田(21A-K-0001)	Engineering (Tel.) 前田(21A-K-0001)	前原(21A-K-0013) 前原(21A-K-0013)
Grism	B/R/6	B/R/6	B/R/6	B/R/6	B/R/6	B/R/6	B/R/6
Date	28						
Observer (PROP-ID)	前原(21A-K-0013) 前原(21A-K-0013)						
Grism	B/R/6						

ToO: 発見後即時分光(今後は撮像も)。初期の高頻度観測。
 クラシカル: (半夜x2)を5-6日おき(長期間の追観測)。2021Bは9月頭~11月中旬(2.5か月)。visibilityが合わない天体はToOで。

岡山, 京大+広大, Tomo-e関係者

観測の遂行

- コロナ以前：
 - 岡山現地(川端m, 山中) + 岡山滞在(京大学生等)。
- コロナ後：
 - 岡山現地(川端m, 山中, 磯貝) + 京大からリモート。
- 現地の関係者の負担が大きい。
- 京大⇒岡山滞在で現地負担を減らせるはずだったが、コロナ。結局、リモート時の「待機」要員で負担減らず。
- 2021Bは京大(+ α)⇒岡山復活したい(コロナ第5波...)。
- いずれにしろ、毎週(+ ToO)の観測は人手が大変...。
 - 将来的なキュー観測、自動観測に期待している。

究極の突発天体・時間軸遠鏡に向けて...

- 妄想だが、5年程度のタイムスケールではこれ位やらないと取り残される(LCOやZTF-Growthなどでは段階的に実装されている)。

望遠鏡側の運用や観測手順を意識しなくて良いレベルでの観測キュー生成・観測申請。



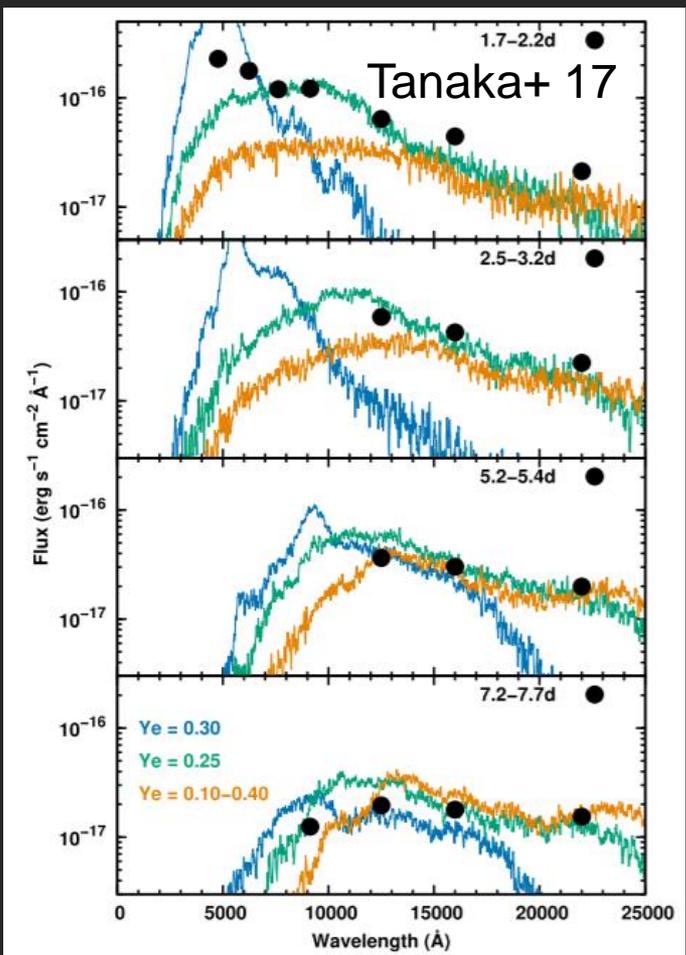
キューに沿った自動導入・観測。

自動アラートシステム。
(当該プログラム天体の)観測最適化・自動キュー生成。
解析処理自動化。

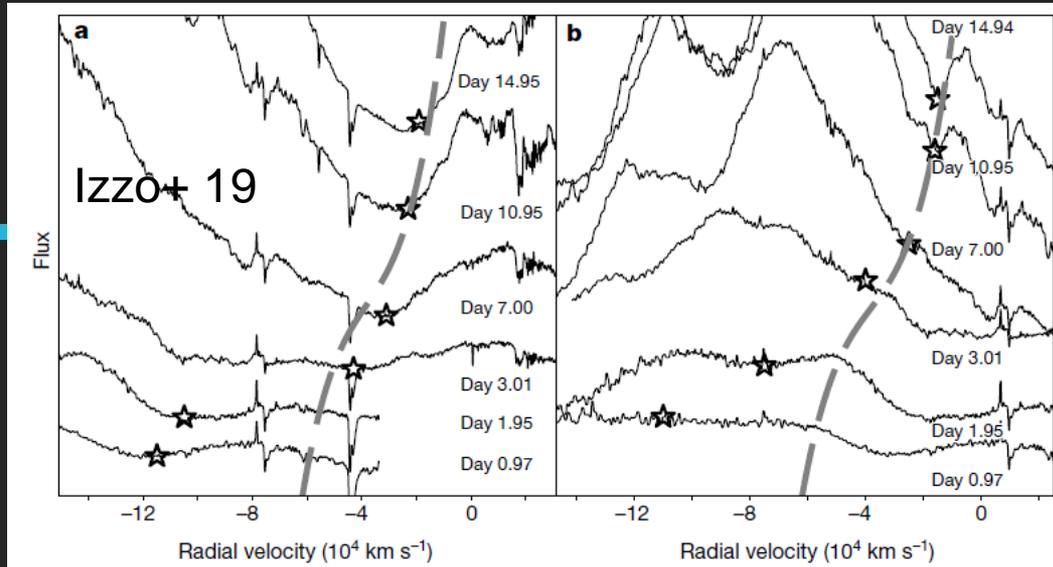
(さまざまなプログラムの)観測最適化・望遠鏡レベルでのキュー生成。

とはいえ、とりあえずは現状でできることから(本講演)。

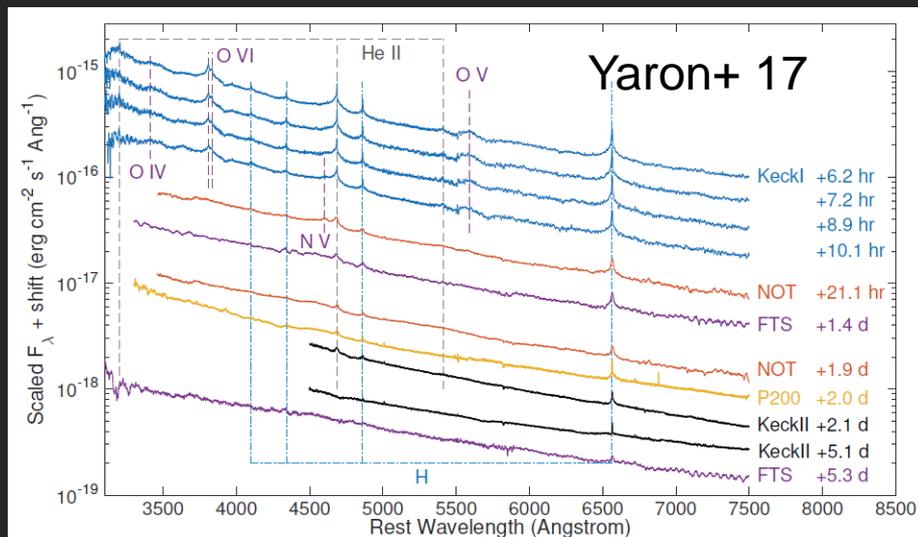
ToO即時観測



重力波天体



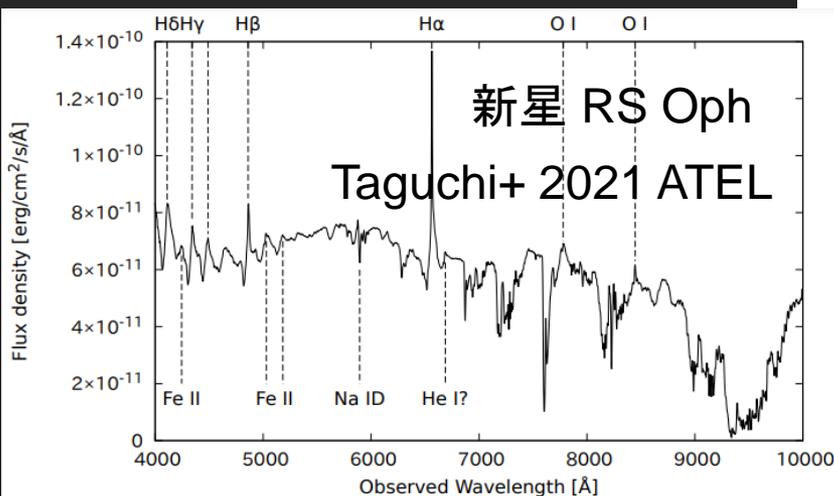
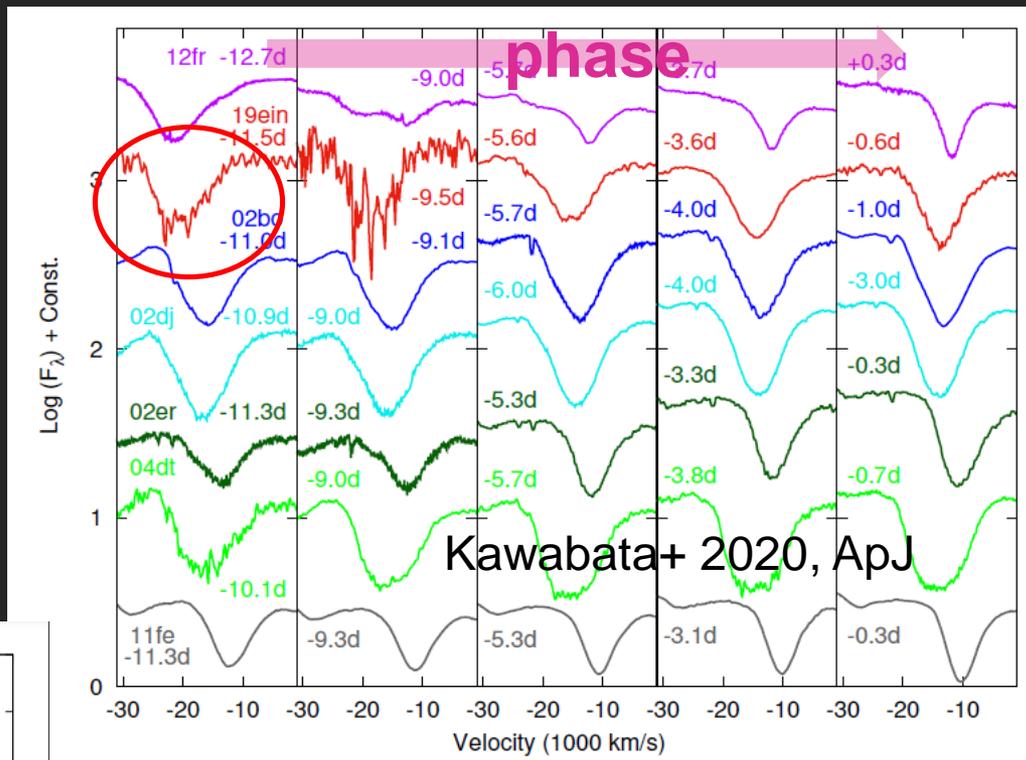
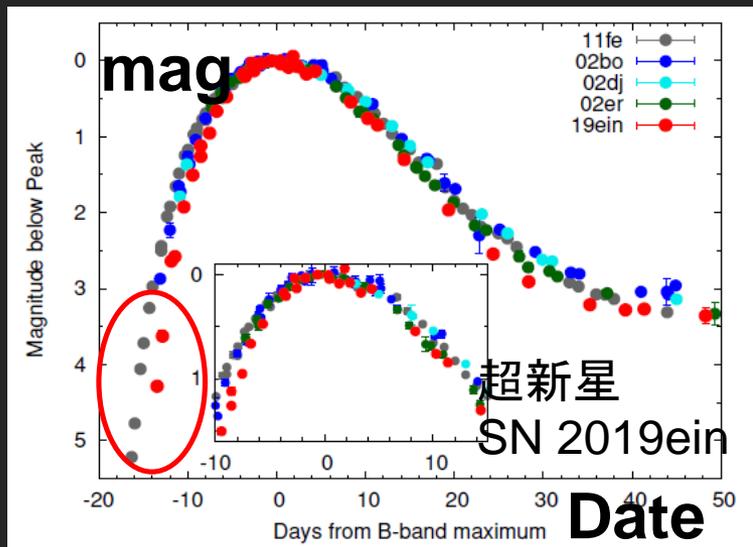
ガンマ線バースト(+超新星)



超新星

できるだけ早い段階での即時観測が鍵の一つ

ToO即時観測(せいめいでの例)



その他の例:
川端mさん 講演(超新星)
田口さん 講演(新星)

ToO発動システム(共同利用 + 京大時間)



二つのシステムが混在:
⇒将来的には統一?
分けておいた方が良い?

個人的な印象:
(現時点では)京大システムが使いやすい印象。

ToO時間の管理も京大システムがやりやすい?

“自動観測”はどちらでも対応可能(?)

“自動アラート”への対応は共同利用の方が簡単(??)

ToO Request Form for Kyoto U. Time

残り持ち時間と観測スケジュールをチェックし、ToOが発動可能か確認します。
発動可能であれば**ToO申請フォーム**が出現するので、そこからToOを発動させてください。
本日利用可能なGrismと天候はページ下部から自分で確認してください。
緊急の場合は、Web申請後に観測室の専用回線(080-3455-8082)や観測者に直接連絡してください。
その他、[京大観測時間情報はこちら](#)。 [ToO monitorはこちら](#)。

Proposal ID:
21B-K-0004

Date:
2021/08/10

Time:
From 18:00 to 18:30
Cf. 天文薄明: 20:37 -- 27:45
航海薄明: 20:03 -- 28:20
市民薄明: 19:30 -- 28:52
日没・日出: 19:03 -- 29:19

Confirm the Availability

京大時間:
Web interface
(機具システム)

確認結果 ---> ToO発動可: 持ち時間あり、かつ京大時間です

ToO申請フォームに必要事項を記入しToOを発動してください。

超新星・突発天体サーベイ

Survey	Depth (mag)	Area (deg ²)	Cadence
BlackGEM	21.5	10,000	2 weeks
DES	23.5	5,000	1 week
KMTNet	~21	~6,000	1 day
MOA	~21	~1,000	1 day
TNTS	20.0	2,000	?
PTSS	20.5	4,000	1 day
HSC	25	800	1 day
Tomo-e	18/19	7,000	2 hr/1 day
ZTF	21	23,000	3 days
	21	2,000	1 day
	21	6,000	2 hr
ASAS-SN	17	40,000	1 day
DLT40	20	600 gal	1 dat

Ongoing surveys
(not complete)

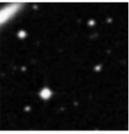
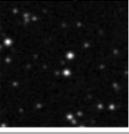
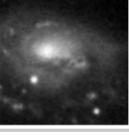
© Tanaka

	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	-

Tomo-e SN survey

© Morokuma

新天体監視システム（超新星の場合）

2021vbb		discovered: 2021-07-09 11:03:50.400 R.A. = 20:33:37.531, Decl. = -11:22:53.98 Mag: 21.97 Host: null (z=0.0) Remark: (References: TNS Tomo-e)	WISEAJ000734.39+062748.1	00h07m34.4s	+06d27m48s	>30000	0.413247
2021vba		discovered: 2021-08-05 09:45:21.000 R.A. = 04:38:19.090, Decl. = +60:16:51.20 Mag: 16.7 Host: null (z=0.0) Remark: Hostless transient at galactic latitude 08.8 deg (References: TNS Tomo-e)	NGC6931	20h33m41.3s	-11d22m08s	3549	0.011838
2021vaz		discovered: 2021-08-05 18:30:05.000 R.A. = 05:42:01.760, Decl. = +69:22:36.10 Mag: 17.5 Host: NGC1961 (z=0.0) Remark: (References: TNS Tomo-e)	WISEAJ043833.65+601628.0	04h38m33.6s	+60d16m28s	22024	0.073165
2021vay		discovered: 2021-08-05 01:49:19.488	NGC1961	05h42m04.6s	+69d22m42s	3934	0.013122
			CGCG329-011	05h43m23.0s	+69d25m51s	4108	0.013703

川端システム

他に、ZTFデータ監視
(系内天体含:田口)なども。

現状: 手動
将来: 自動?
(ターゲット選定
+トリガー)

ToO

照会

Selection
(母銀河情報など)

Transient Name Server (TNS)

SN 2021vaz



[public survey集約]

Tomo-e SN server

(田中さん講演)

transientid (variableid)	Name	Ra, Dec Date (mag)	Ref	New	Sub	SDSS DR15 Ref	PS1 gri 3-color Ref	paramcand cncncand	mark
7662831 (88643235)	202106aaacq	176.20479, 19.79675						2	2
7662830 (51819046)	202106aaacp	176.22761, 19.77695						2	2
7662827 (109413)	202106aaaco	155.36763, 36.45247						2	2
7662826 (188035)	202106aaacn	185.48311, 1.38298						2	2

照会

ToO即時観測の実行

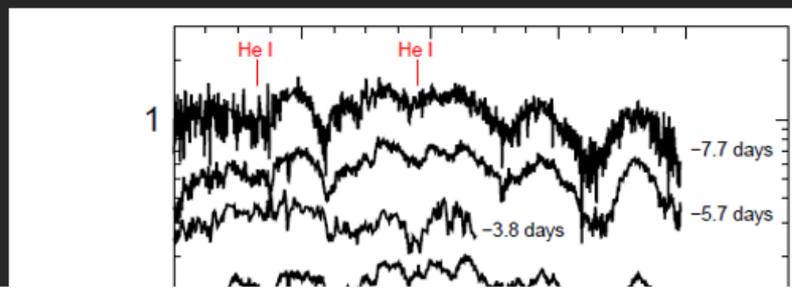
- 現状：
 - 代理観測(もともとの観測者)。
 - 精神的ハードル? 複雑な手順はパス。
 - リモート(+現地待機)。
 - 現地待機者は? もともとの観測者 or 現地共同研究者。
 - 現地の共同研究者。
 - 現地の研究者への負担(長期的に大問題)。
 - ユーザー側からすると、代理 or リモート(もとの観測者待機)が望ましい?
- 将来：
 - 無人リモート (vs. 代理: そもそもリモートか?)
⇒ 自動 and/or キュー観測?

現地研究者によるToO実行

せいめいによる爆発直後からの分光観測

- Ia型超新星 SN 2019ein (Kawabata et al. 2020)。
- 2019年5月1日発見。
- 同日にせいめい+かなた望遠鏡で観測開始。

せいめい・かなたで観測したカルシウム過剰超新星



SN 2019ehk (Nakaoka, Maeda+ 2020):
2019年4月29日発見。
2日後からかなた+せいめいで
観測開始。

川端mさん(せいめい)や中岡さん(かなた)などが張り付いている状態。ユーザー側の問題ではあるけども(+コロナ)。

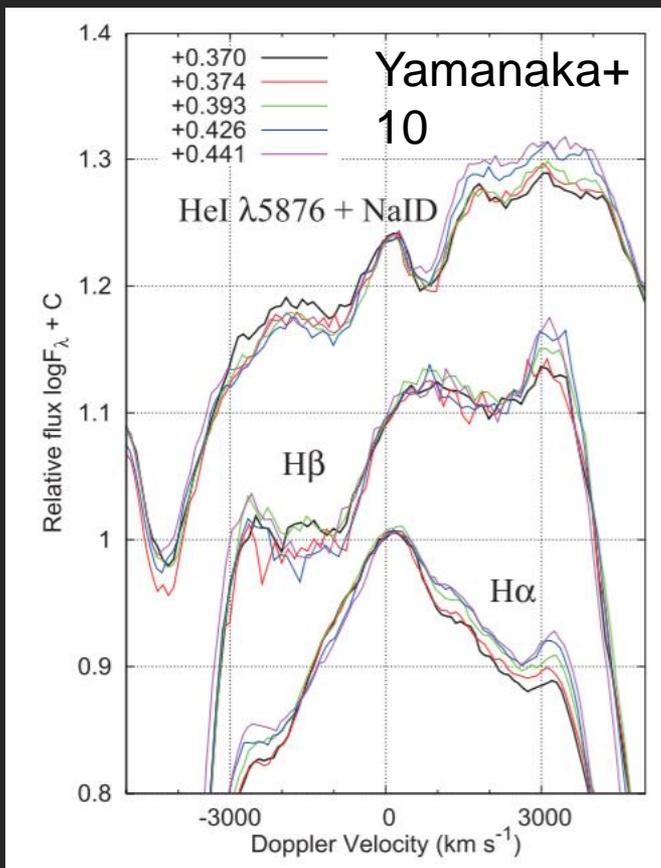
自動ToOアラート？

- 点源に対するKoolsやTriCCS低速撮像であれば、原理的にはそれほど難しくない (tomoe: 田中さん講演)。
 - 候補天体判定はユーザ側の問題 (TNS, tomo-e, ...)。
 - 共同利用はstraightforward?
 - 京大時間はシステムに変更必要か。
- 自動アラートなら、defaultは代理観測？ (リモートが進んでいても?)
 - そもそも自動アラートの意義・恩恵。
 - ガイド星やスカイ領域、キャリブレーション指定は？
 - 前原さん自動スクリプトである程度対応？
 - 詳細はユーザ側でtuningが必要？
 - 観測順位優先度などの判定は？
- 自動観測スクリプトを代理観測者に流してもらう？
- こころへんは、キューに移行すればそもそも問題は無いのかも。

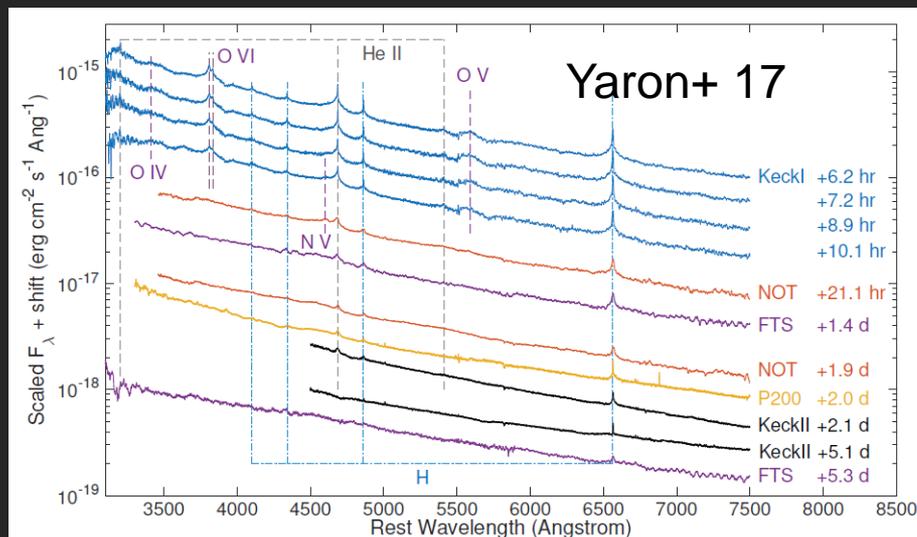
自動観測？

- 将来的には”全自動”を目指す(はず)？
- 当面は自動観測スクリプトによる観測代行？
 - 共同: 基本的に対応可能？
 - 京大: 自動スクリプト生成も？自動アラートは別口？

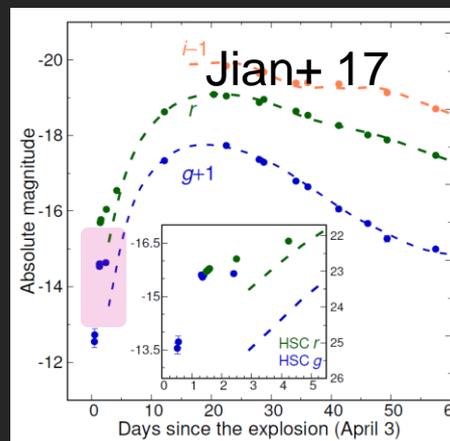
ToO + intranight observations



新星 (田口+でも面白いデータがある)



超新星・分光 (せいめいは、今後の目標)
超新星・測光 (TriCCS稼働で、実行可能性大)



一晩ぶち抜きは、さすがにToO申請側で観測か。
夕方/夜半+明け方などもあり得る。代理観測で対応できるか？

“予約”ToO (slow ToO)

- 数日～一週間後の枠にあらかじめToO。
 - 多波長同時観測、即時を必要としないToOなど。
 - TriCCS稼働に伴い、かなり増加する？
 - 一晚/半晩ぶち抜き or 一天体短時間。
- 観測者は？
 - (共同利用ToO実施要項) ToO 観測は原則、当該観測夜の共同利用観測者が実施する。時間的に可能な場合、申請者が岡山分室・岡山天文台まで来て観測を実施しても良い。
 - (京大時間ToO実施要項) 観測作業は現地観測者(クラシカル観測者等)に依頼することができるが、不在の場合は提案者の責任で観測を行う。
- 超新星観測では、基本はToO提案側で観測している。
- 一天体など短時間観測の場合には代理観測依頼も。
 - 時間的余裕があるからToO側で vs. 短時間で回数が多いとやってられない。
 - 前者が正論だが、突発天体ではToOのかけやすさは鍵(e.g., Gemini/キュー)。

“予約”ToO (slow ToO): TriCCS

- 高速モード (S21Bは京大時間のみ) や非恒星追尾などのnon-standard observations。
 - 代理観測はなかなか難しいか。
 - 新納さん (FRB)、紅山さん (太陽系内天体) など講演。

短時間観測＋低頻度天体(クラシカル)

- 実際に発生した案件：
 - 週～月に一回の既知天体短時間観測モニタリング。
- ToOで出すべきなのか、クラシカルなのか。
- 柔軟に対応すればよいのでしょうけど。
 - ユーザー側で考えろ、と言われそうだけど。
 - こういうやり方がある、という情報共有は重要かも。
- クラシカル(相乗り)で、同晩プロポーザル間で観測者含め調整？
- 観測所側としては、スケジューリングが面倒？

Time critical vs. ToO

- TriCCS稼働で、以下の混在が今後加速。
 - Time critical(時間分解)。
 - Slow ToO + time critical(多波長+時間分解)。
 - Rapid ToO(即時観測)。
- 優先順位付け、ToO短時間割り込みなど。
 - 2021B京大時間では、仮ルールで運用。
 - いくつかのTime criticalへのToO割り込みは事前調整。
 - ToO優先度を流用した排他ルール。

TriCCS高速モード(2021Bは京大時間のみ)

- (共同利用にむけて)無視できないファクター。
 - 装置習熟者(+装置安定性)。
 - Kools-IFUのように、多数の研究者が観測に精通している装置ではない。
 - 低速撮像はむしろ簡単かもしれないが、高速モードはそうとも限らない(特に立ち上げ期)。
 - データ量とデータ転送。
 - 10ms x 4時間でSSD飽和(~7 TB / CMOS)。
 - 観測後のデータ吸出し。
 - リモート観測の場合、データ転送も大きな問題。
 - 2021B京大時間では、データ保存+転送は観測者の責任。

TriCCS分光モード(2022-???)

- スリット分光モード開発中(松林さん)。
- Kools-IFUより深くなることを期待して。
- 天体導入の手間が入る。
 - ToO代理観測の際にはハードルになるかも。
 - PSF自動判定・自動スリット導入システムのようなものを作れると良いけど...(開発人員)。
 - それほど難しくないか?(前原さんシステム流用で十分?)
- ハード+ソフト開発に興味のある人は是非お知らせください。

まとめ

- 超新星観測プログラム紹介(一例として)。
 - 実際の(突発天体)観測遂行の現状。
- ToO即時観測。
 - 現状。
 - 自動アラート and/or 自動観測へ向けて。
- その他のモード(の議論たたき台)。
 - Intranight observations, Slow ToO / time critical, 短時間観測モニタリング。
- TriCCS。
 - 高速モード、分光モード。
- 結局、「誰が観測するか」「どこまで自動化できるか」。
- 「観測所」「ユーザー」どちらの範疇が明確にすることも大事。