

超新星搜索最前線：世界の動向

諸隈 智貴

(東京大学・天文学教育研究センター)

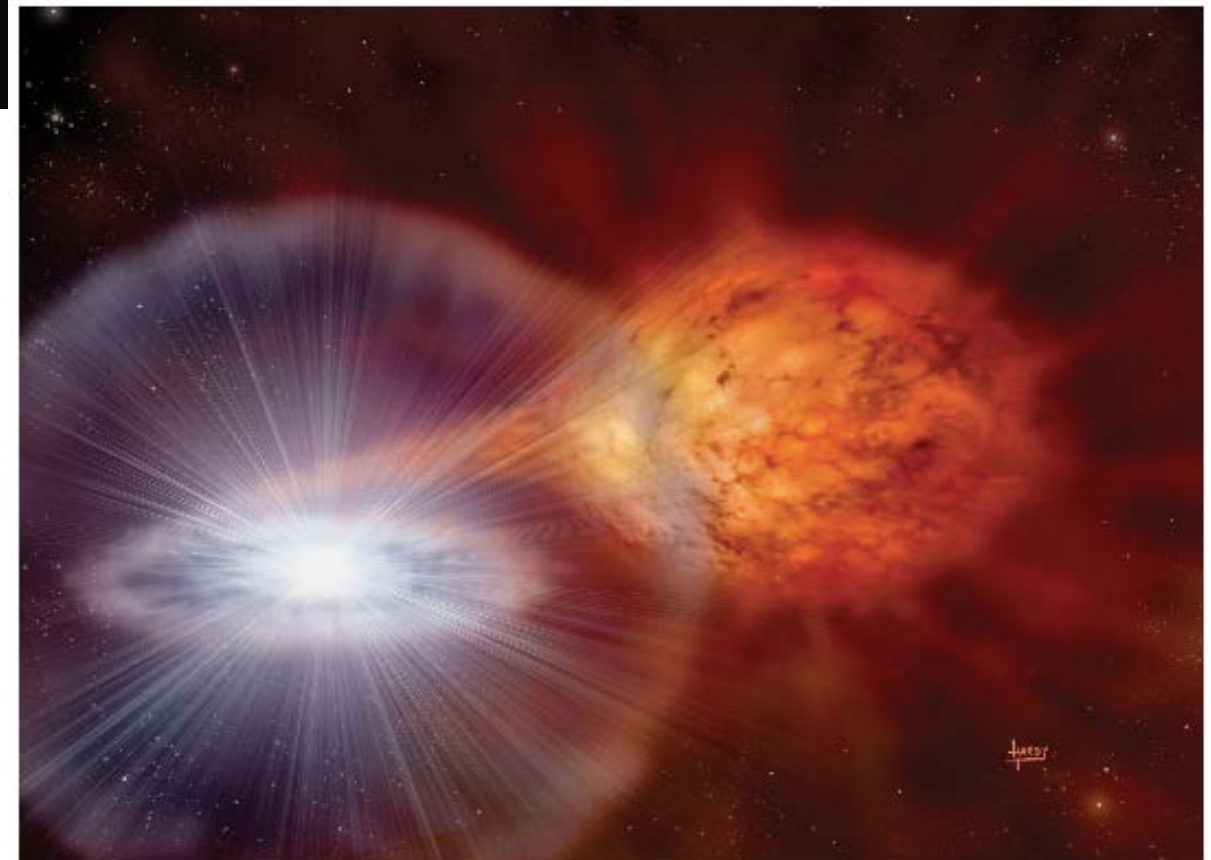
講演内容

- 超新星爆発
- 世界の超新星探査観測
- 105cm木曾シュミット望遠鏡での超新星探査観測
 - KWFC (CCDカメラ): Kiso Supernova Survey (KISS)
 - アマチュア天文家の皆様との共同研究
- Tomo-e Gozen (CMOSカメラ)超新星探査観測
 - アマチュア天文家の皆様との共同研究(再) !?!?

超新星 = 星の最期の大爆発



www.eso.org

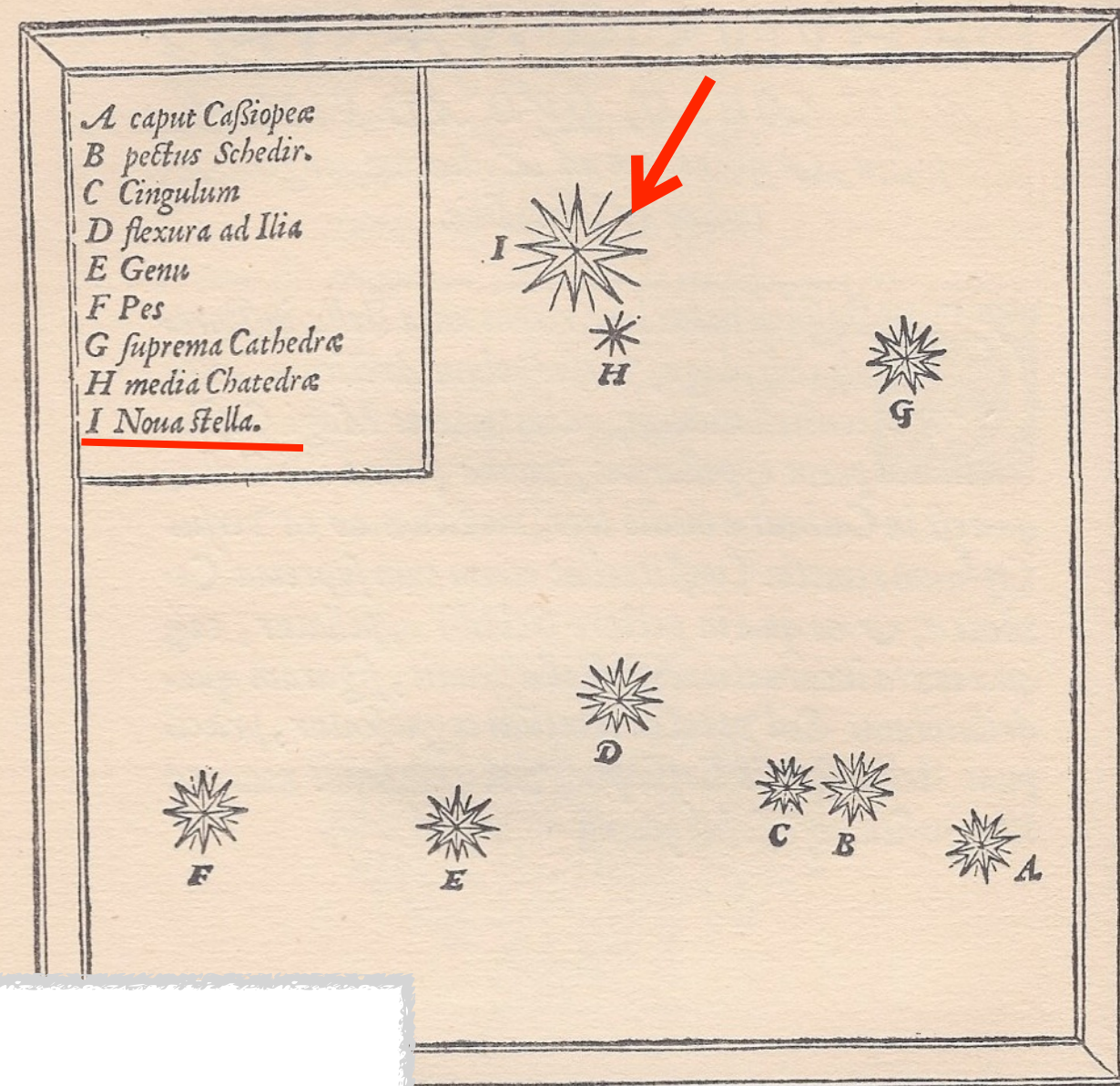


超新星

supernova スーパーノヴァ

super = 超

nova = 新しい(新星)



ON SUPER-NOVAE

BY W. BAADE AND F. ZWICKY

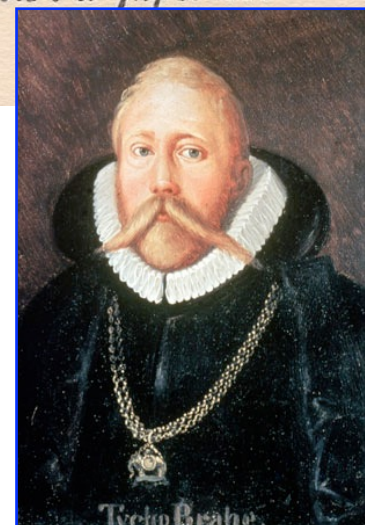
MOUNT WILSON OBSERVATORY, CARNEGIE INSTITUTION OF WASHINGTON AND CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY, PASADENA

Communicated March 19, 1934

A. *Common Novae*.—The extensive investigations of extragalactic systems during recent years have brought to light the remarkable fact that there exist two well-defined types of new stars or novae which might be distinguished as common novae and super-novae. No intermediate objects have so far been observed.

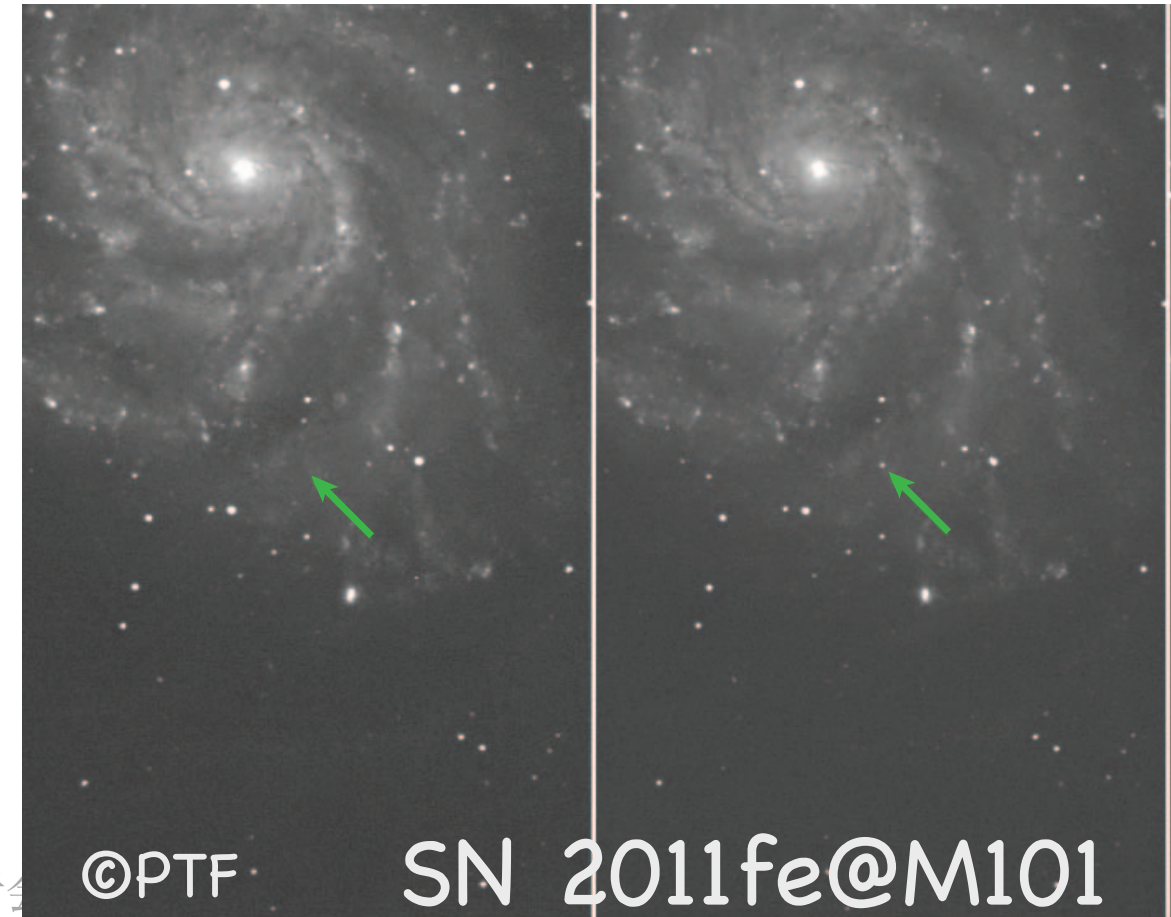
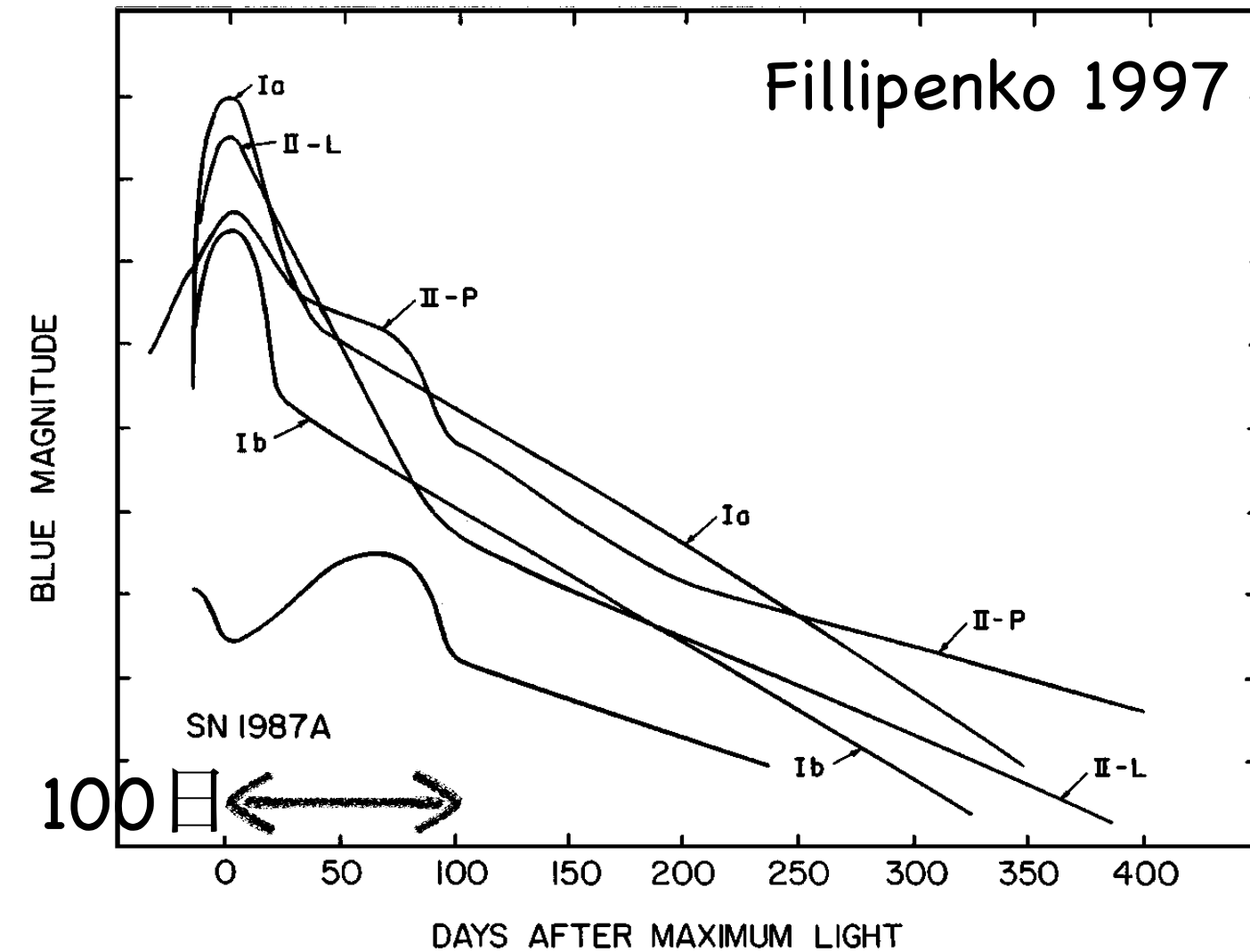
Common novae seem to be a rather frequent phenomenon in certain stellar systems. Thus, according to Bailey,¹ ten to twenty novae flash up every year in our own Milky Way. A similar frequency (30 per year) has

*nam verò huius stellæ à fixis aliquibus
e constellatione, exquisito instrumento,
utorum capacj, aliquoties observavi. In-
distare ab ea, quæ est in pectore, Schedir
partibus 55. minutis: à superiori*



超新星爆発

= 星の最後の大爆発



親星: 連星? 質量?

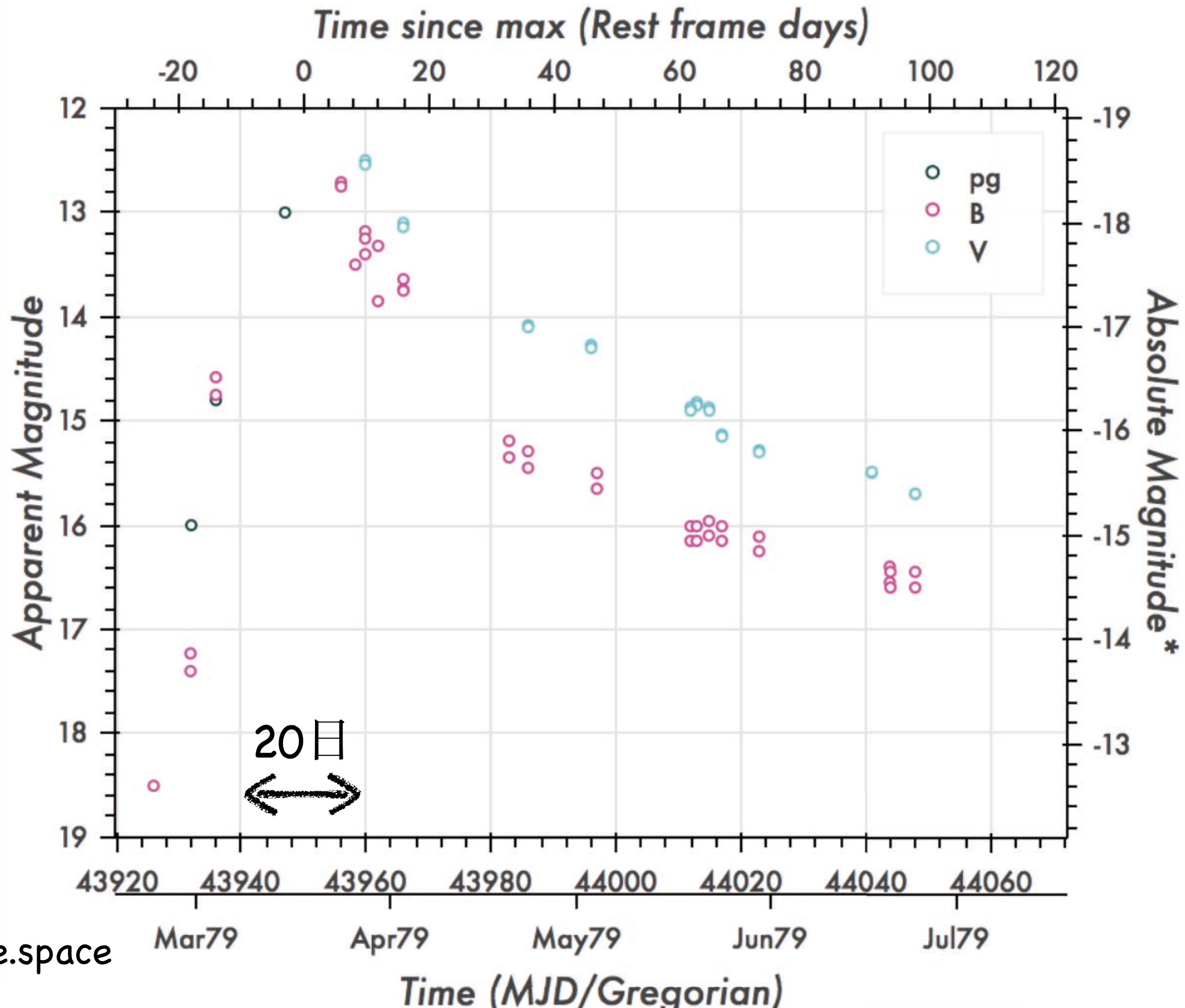
爆発前: 質量放出? 小爆発?

ダスト形成?

重力波? ニュートリノ?

かなり前の超新星：光度曲線

Photometry for SN1979B

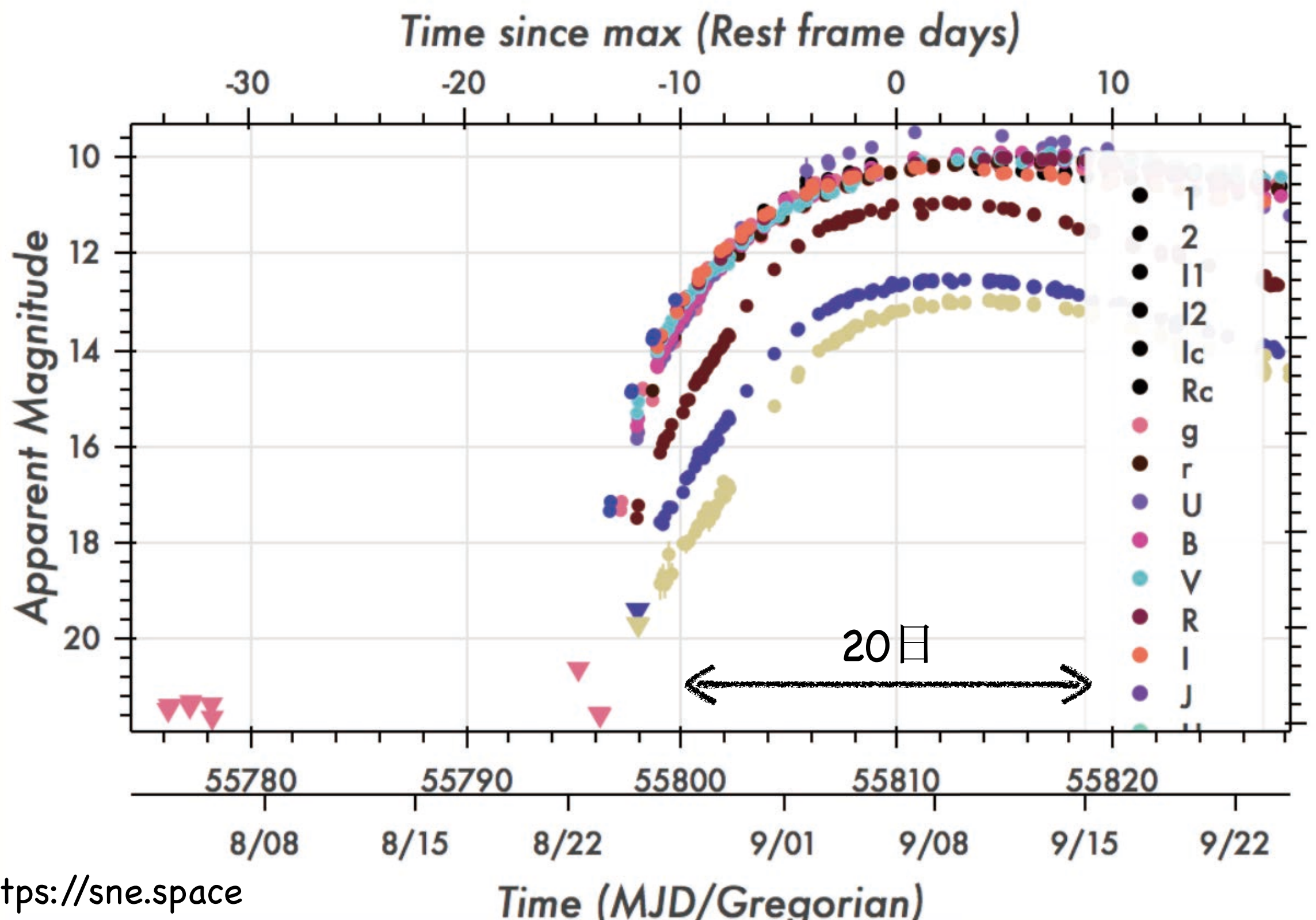


<https://sne.space>

超新

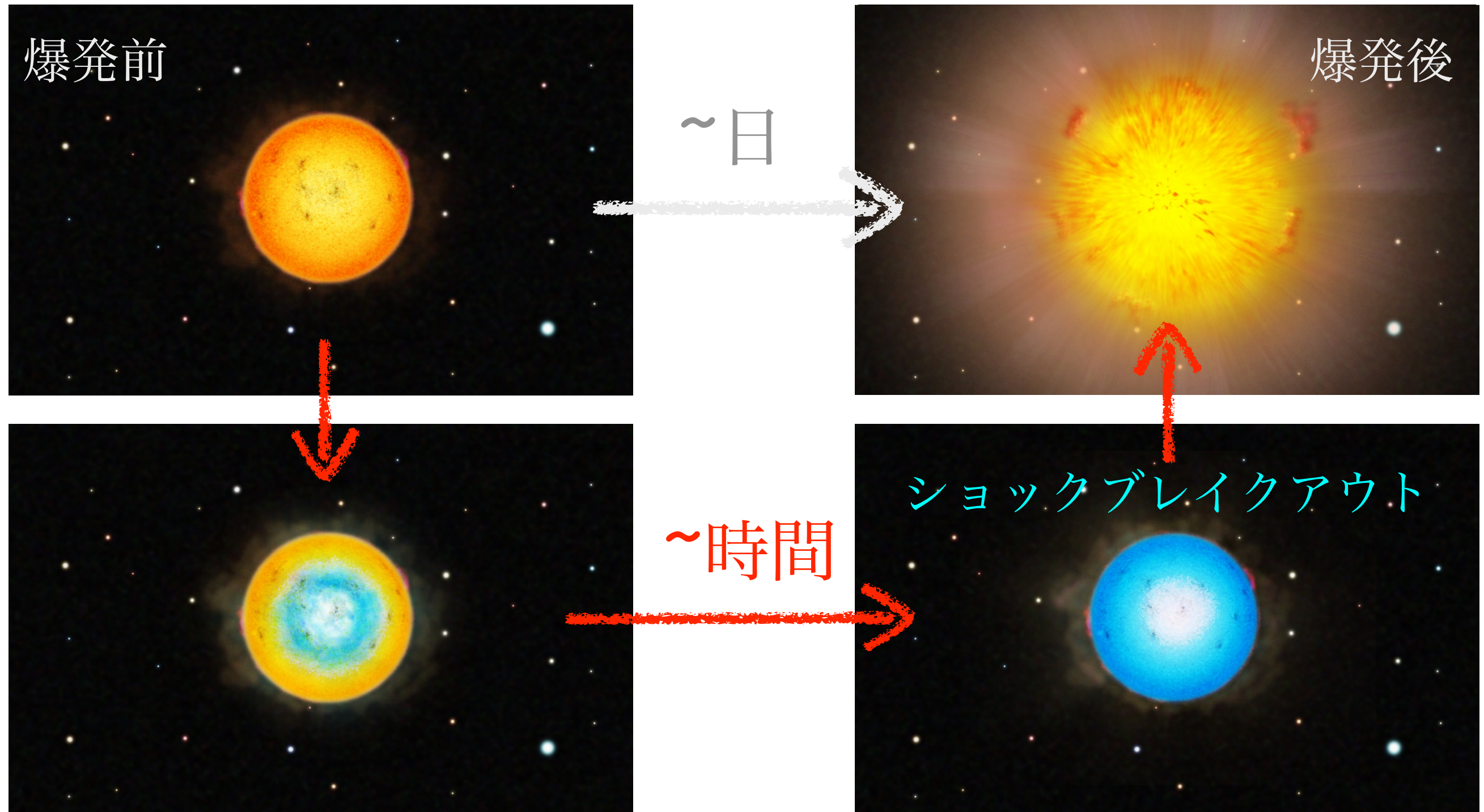
最近の超新星: 光度曲線

Photometry for SN2011fe



<https://sne.space>

超新星爆発の瞬間



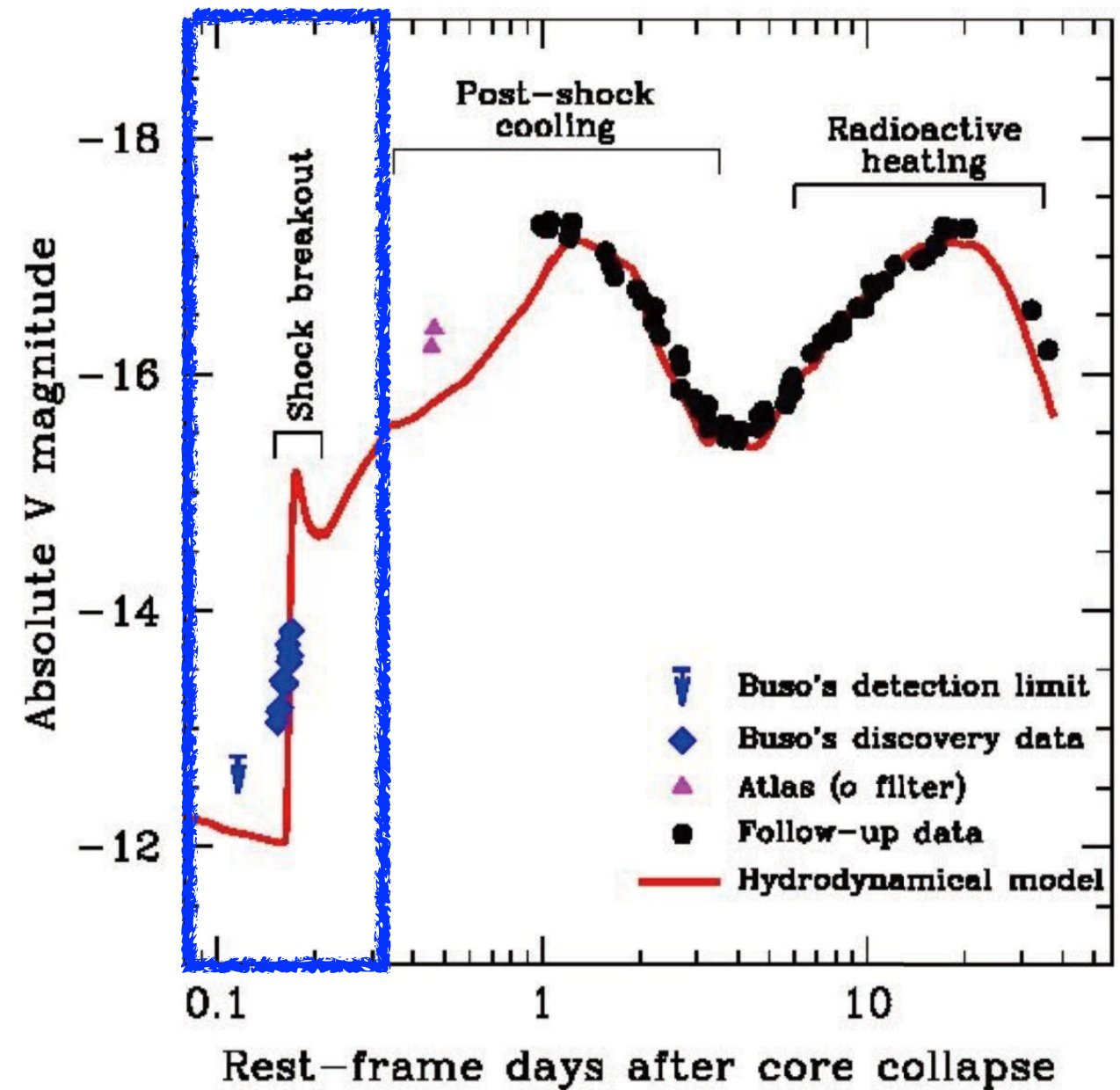
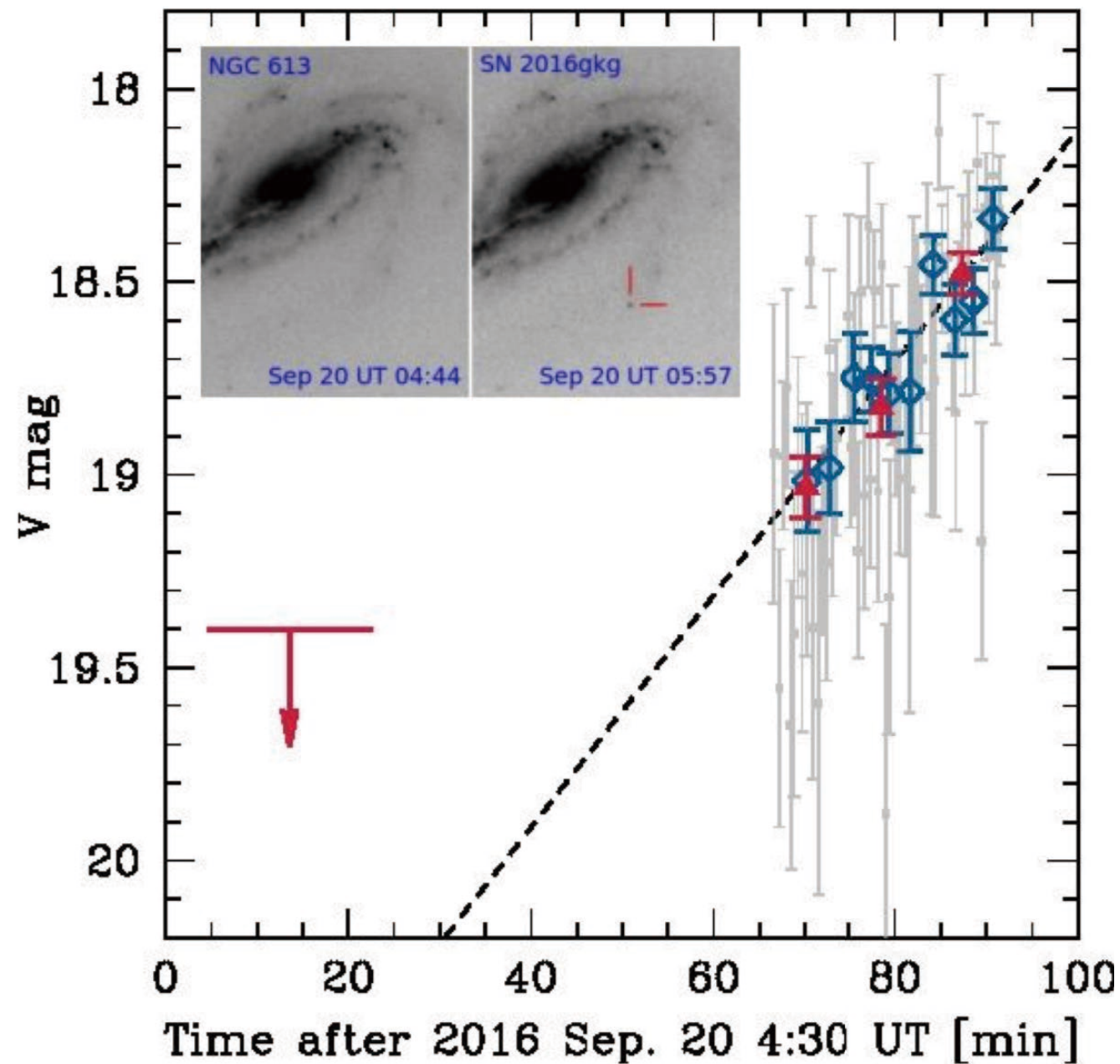
超新星爆発の瞬間

Bersten+2018, Nature

Victor Buso氏 (アルゼンチン), 16インチ望遠鏡

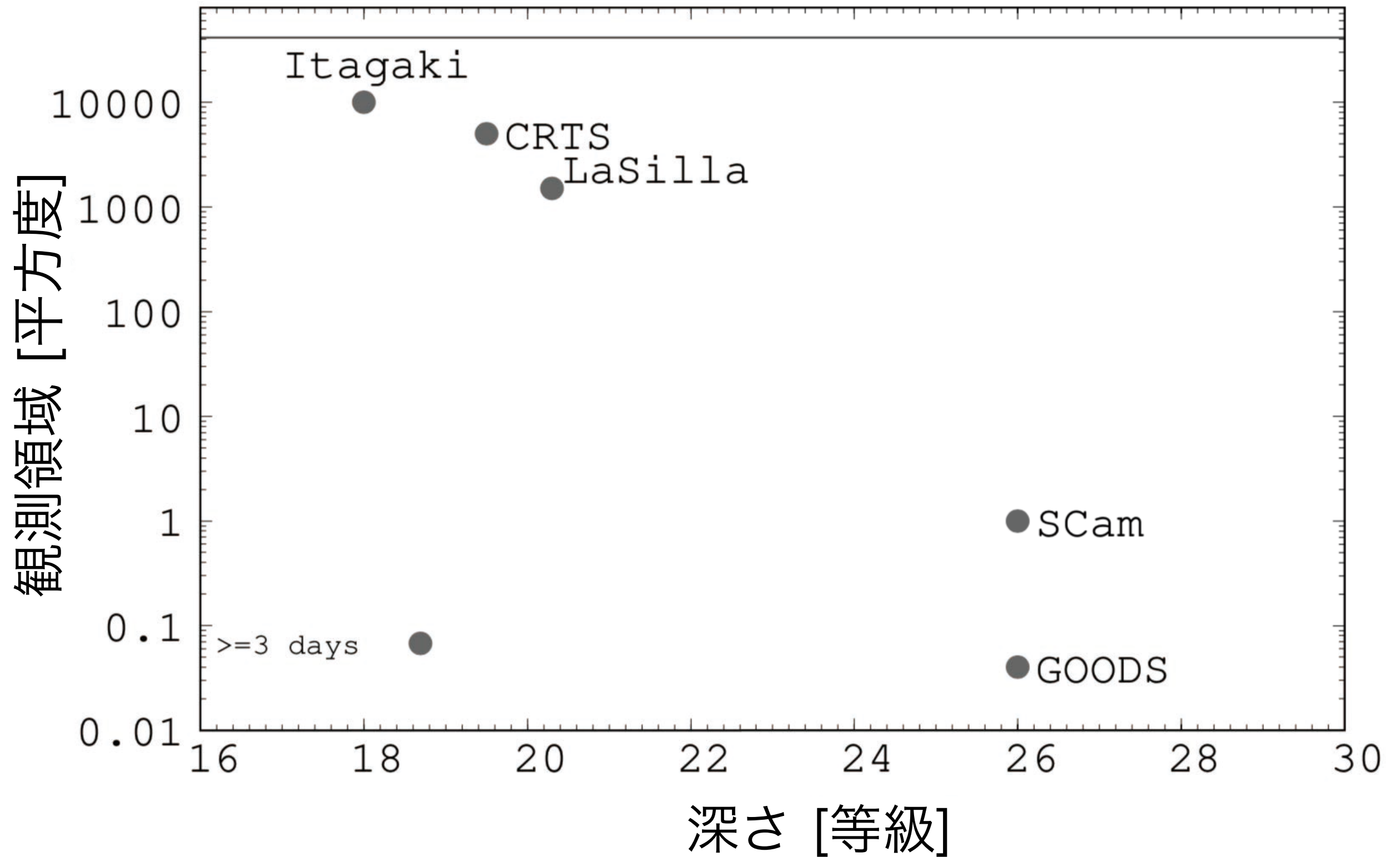
SN 2016gkg@NGC 613

Figure 1



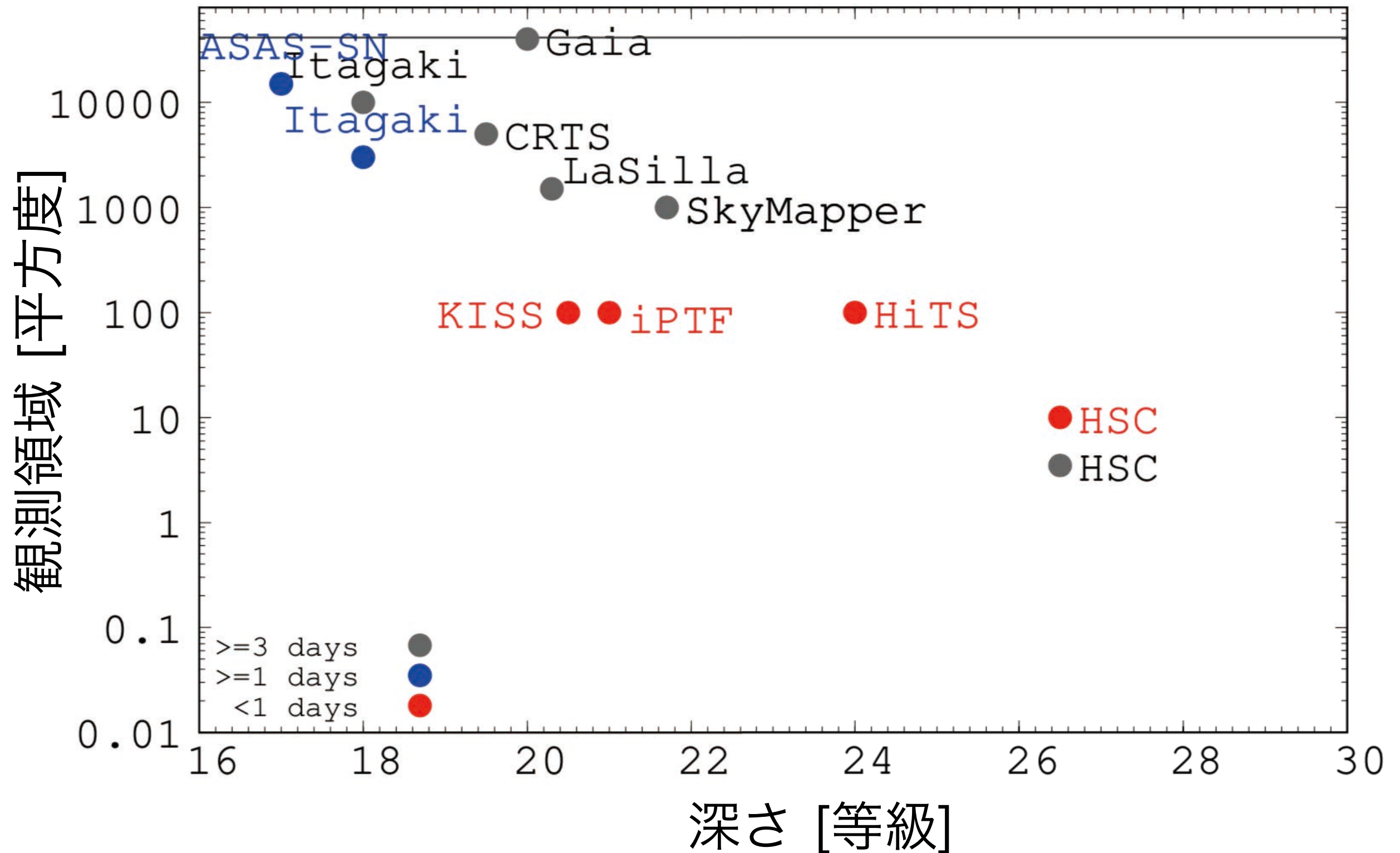
世界の超新星探査観測

year 2002



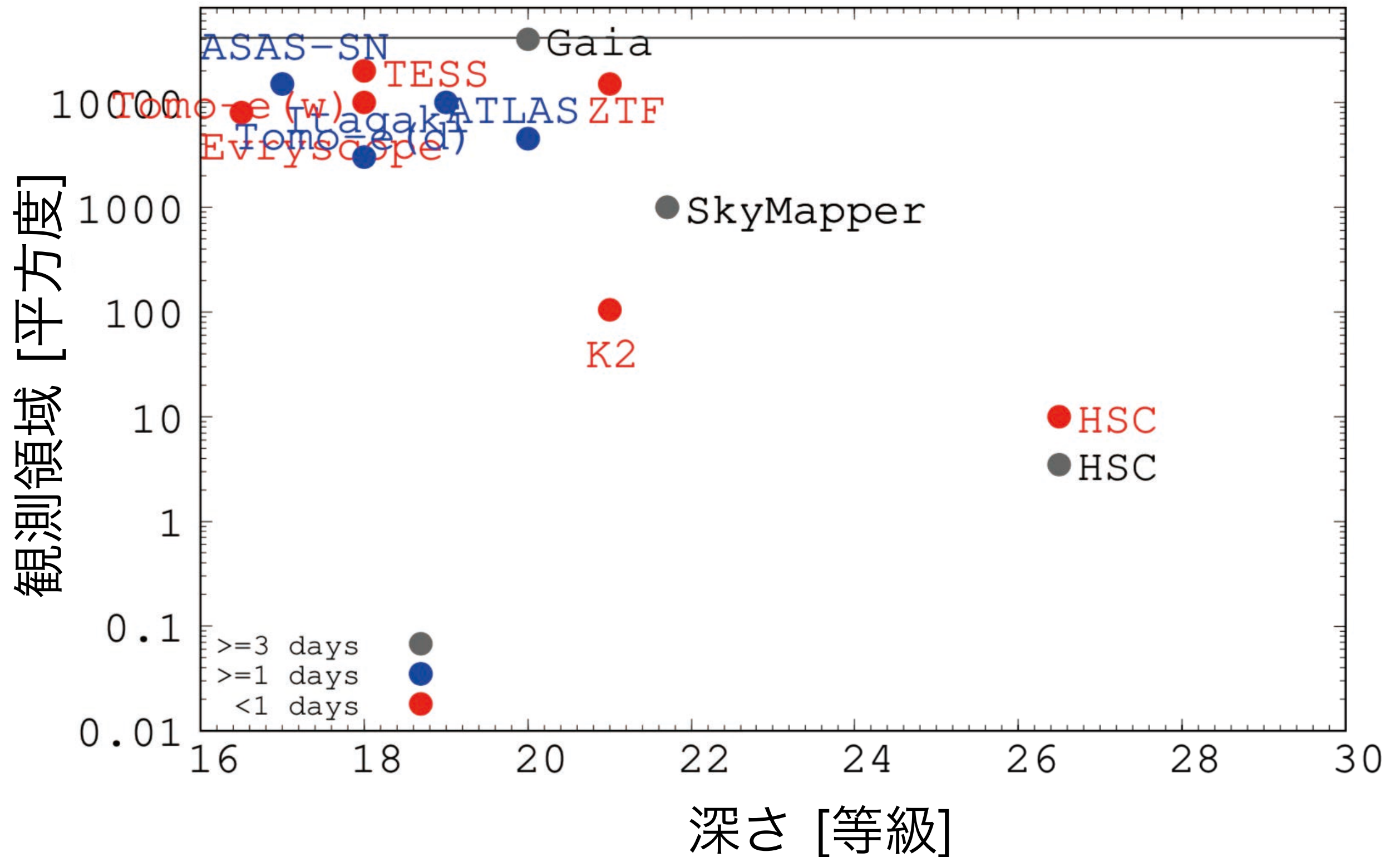
世界の超新星探査観測

year 2015



世界の超新星探査観測

year 2018

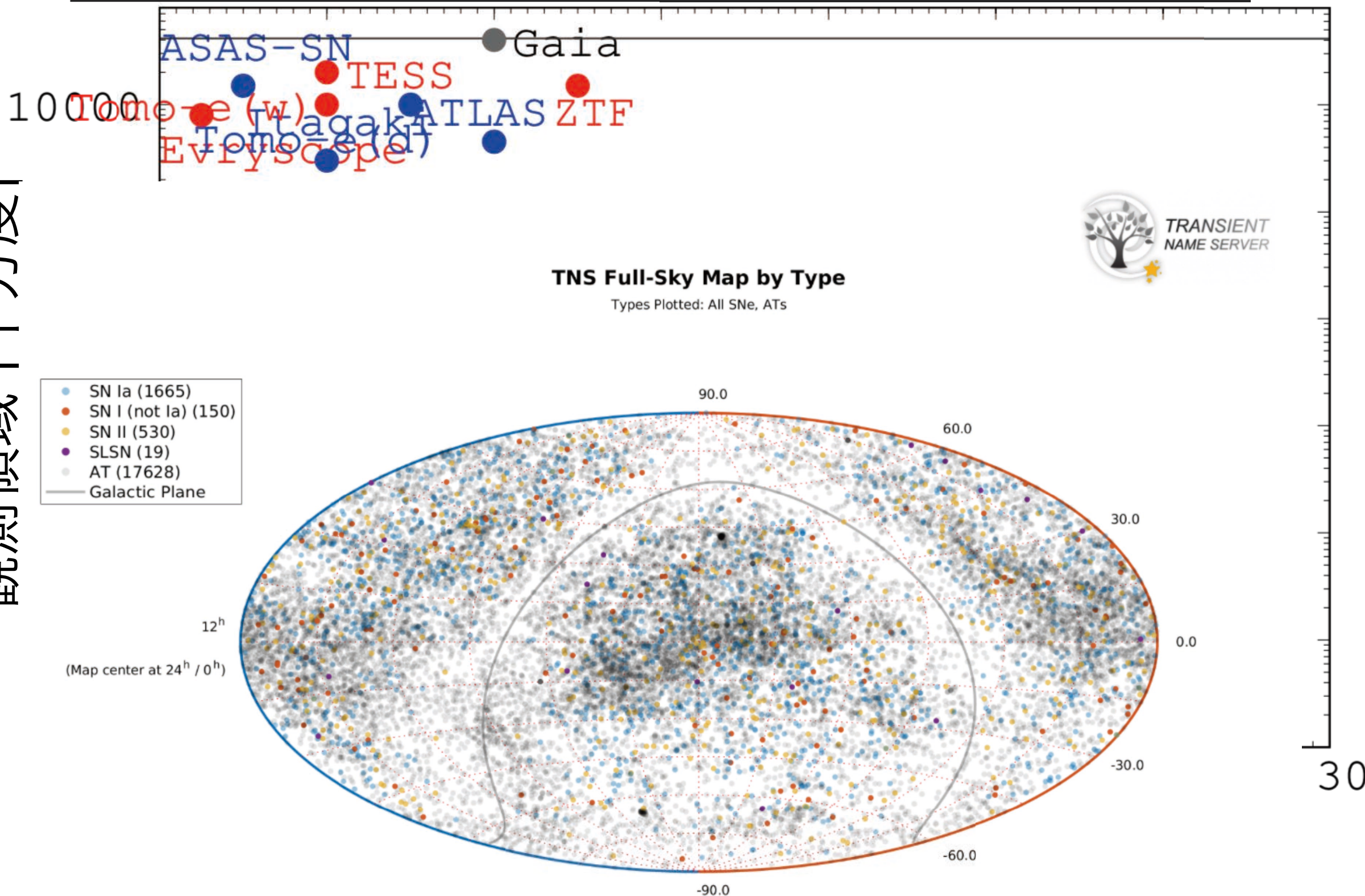


PUBLIC transients (ATs) reported since Jan 1, 2016

20332

PUBLIC classified SNe reported since Jan 1, 2016

2391



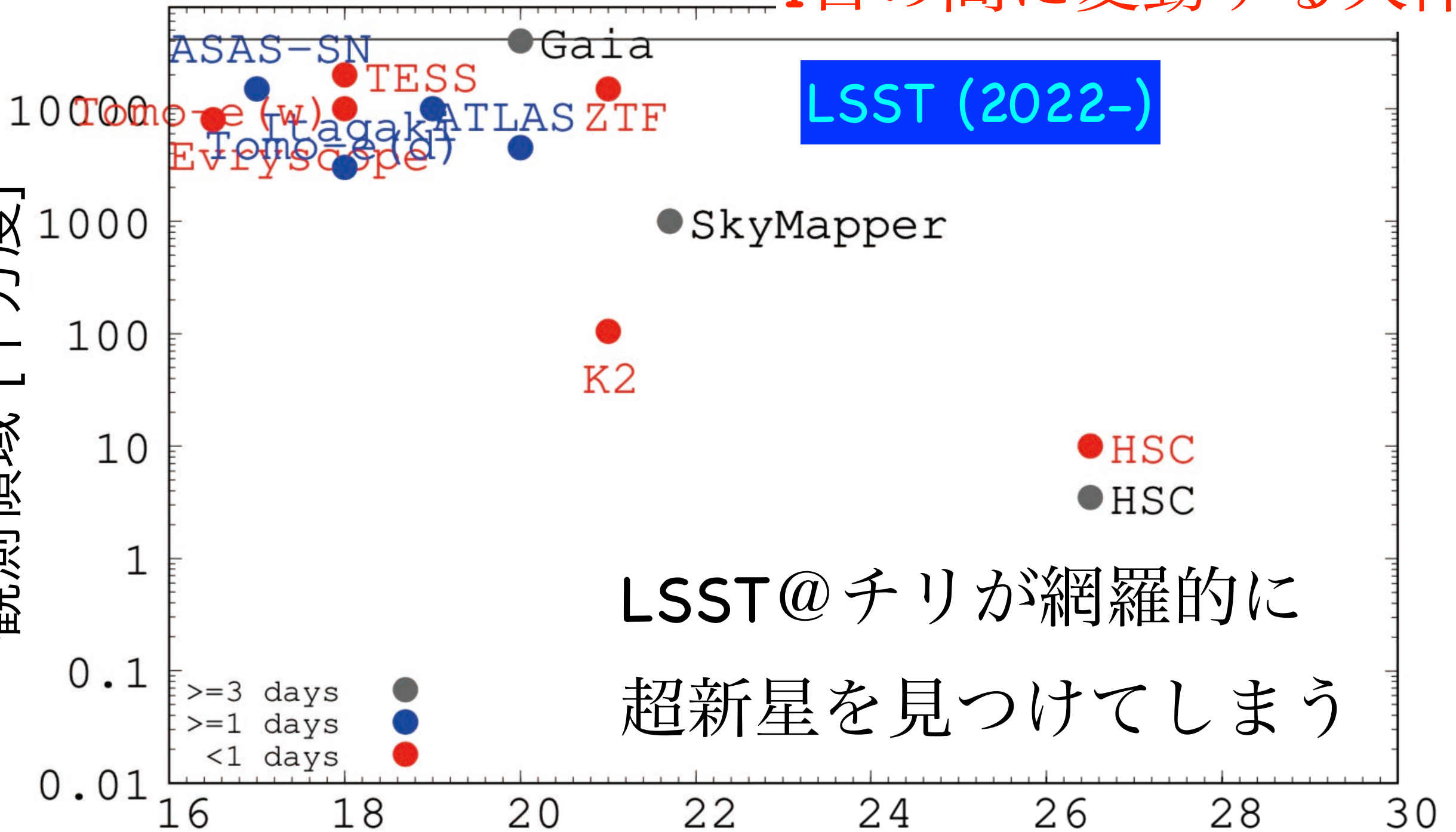
世界の超新星探査観測

爆発直後

1日の間に変動する天体

year

観測領域 [平方度]



LSST@チリが網羅的に
超新星を見つけてしまう

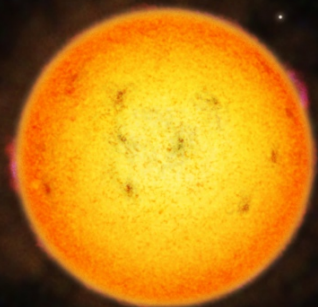
深さ [等級]

木曾シュミット望遠鏡@長野県

2012-2015: Kiso Supernova Survey (KISS)

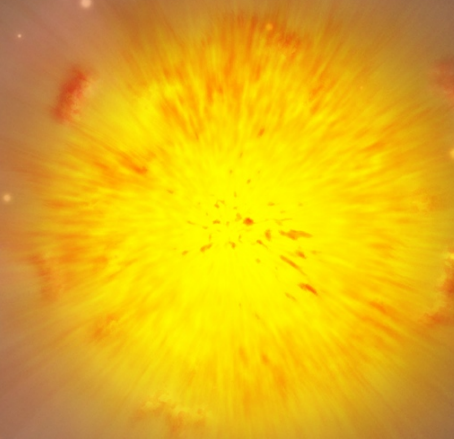
2018-: 超新星探査観測(Tomo-e Gozenカメラ)

爆発前

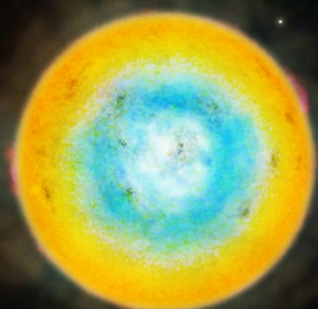


~日

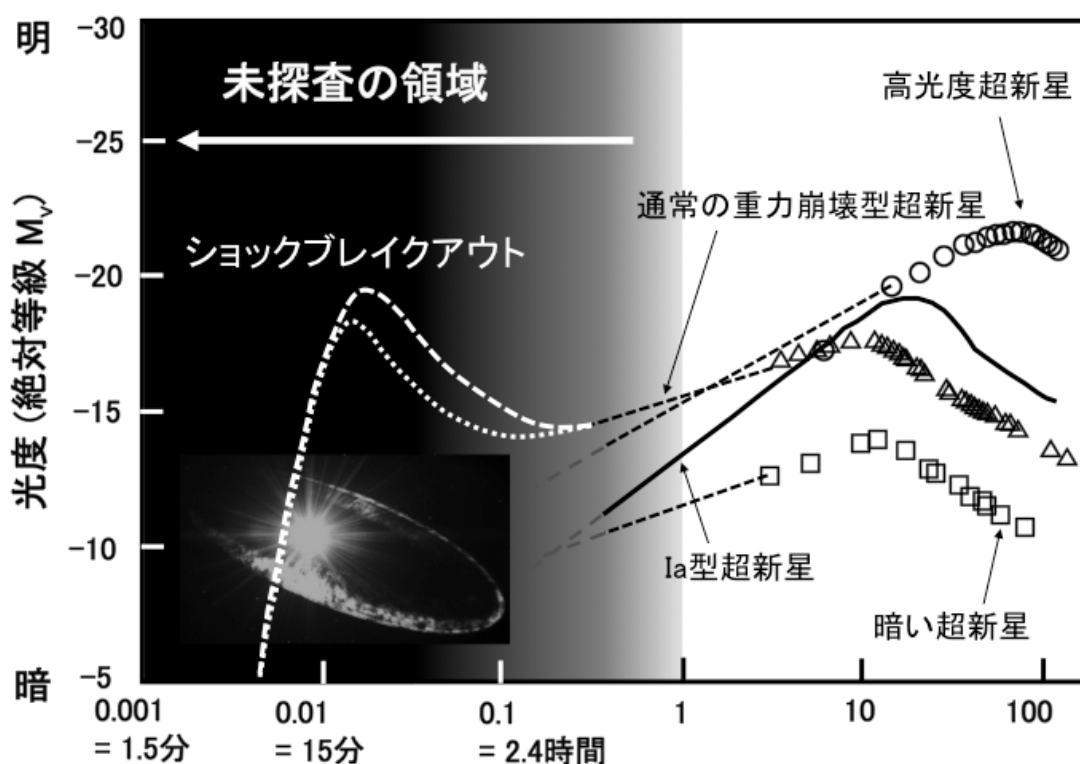
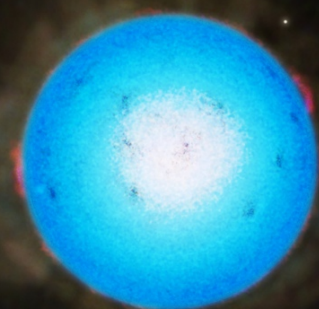
爆発後



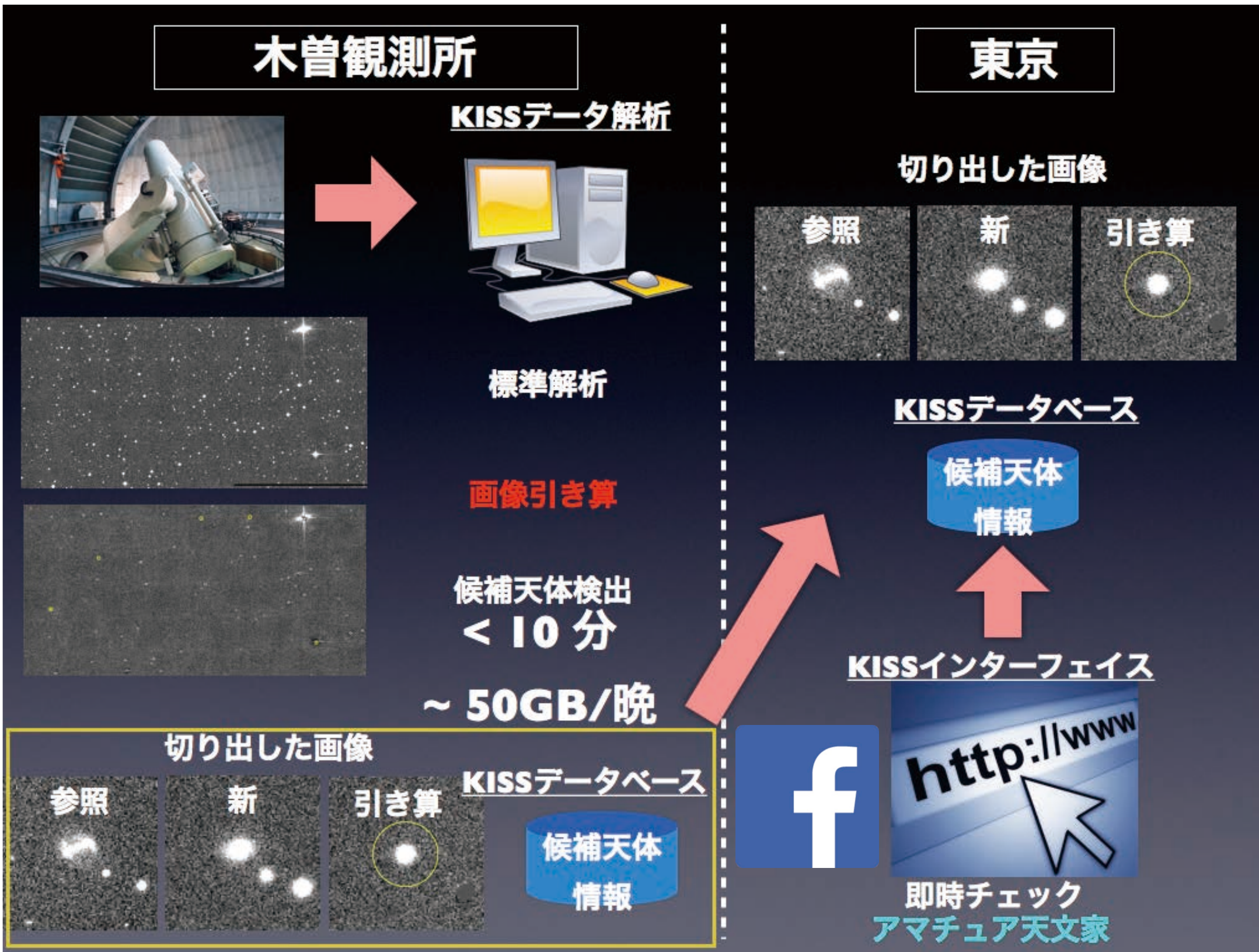
ショックブレイクアウト



~時間

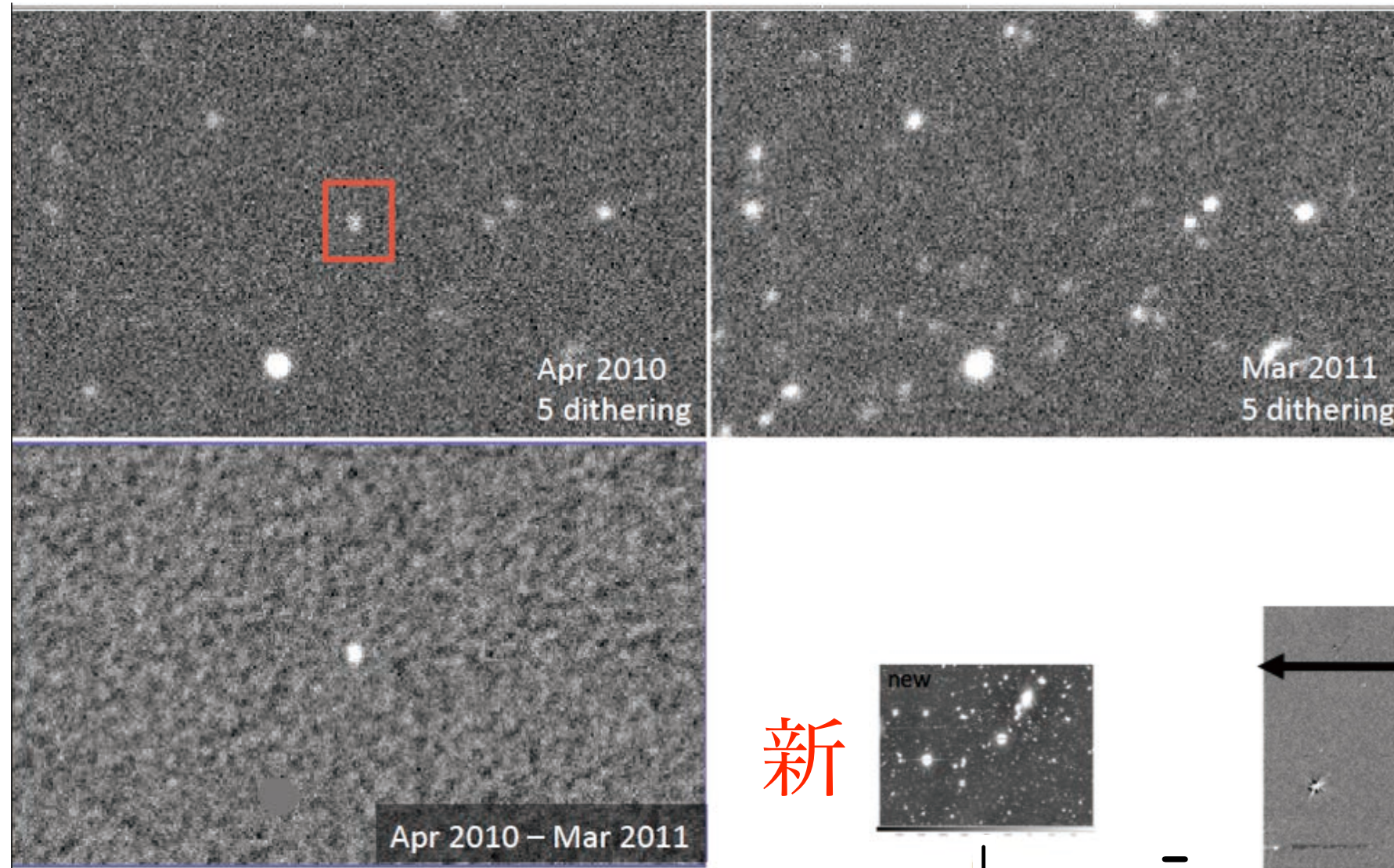


アマチュア天文家の皆様との共同研究

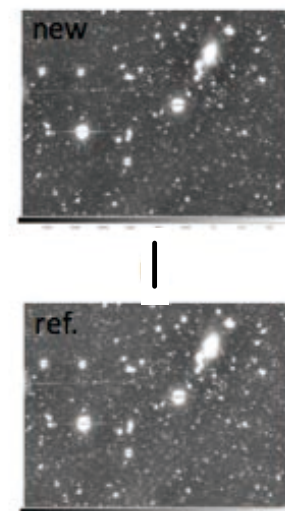


日本+世界で
追観測

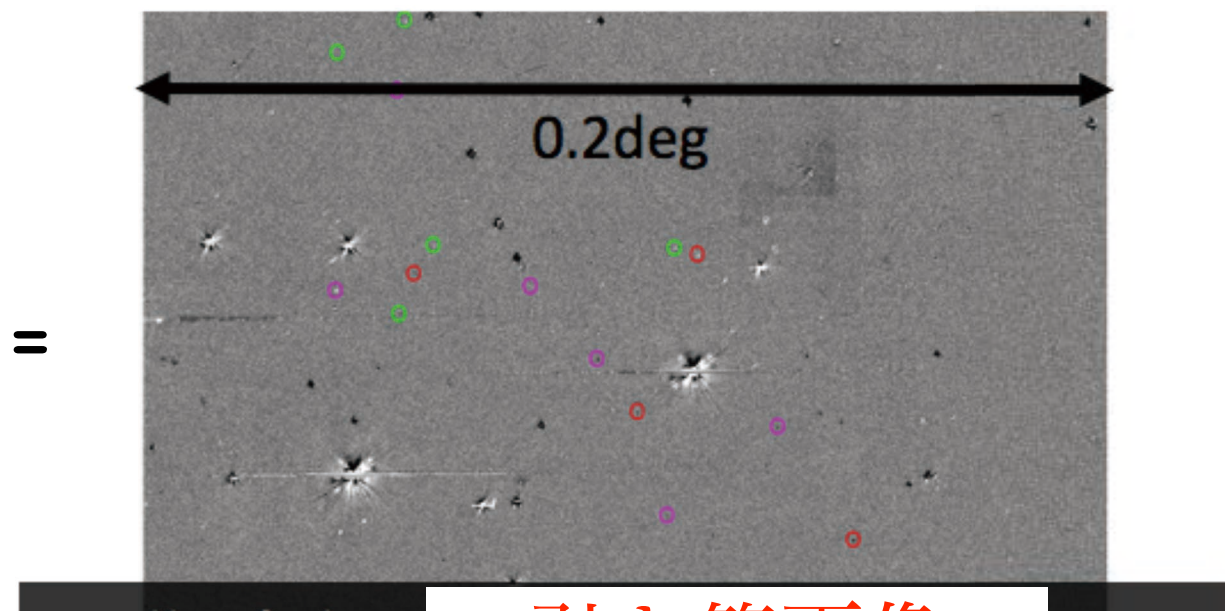
機械学習の応用



新
古



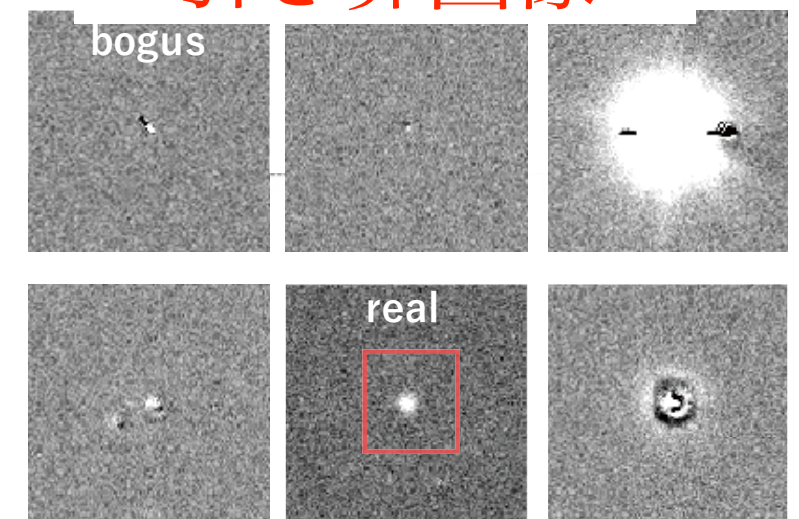
=



引き算画像

引き算画像

- 「画像の引き算」が完璧ではない.
- 本物 1 vs 偽物 1000 ==> 1日1万天体
- 機械学習でも1 vs 10くらいにしかない.
- 1/100に減るのはうれしい.



KISS

KISO Supernova Survey

[MyPage](#) [Candidate](#) [TopPage](#)

Hello morokuma san! (userid = 4)

[LogOut](#)

List of Reduced Data

Selected date

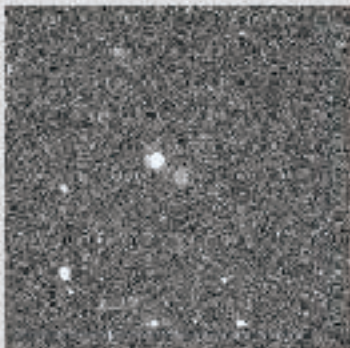
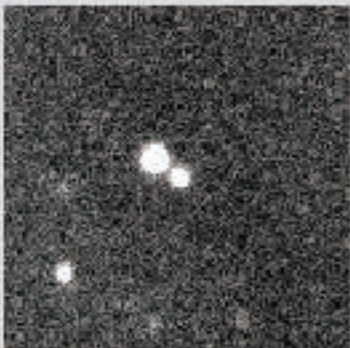
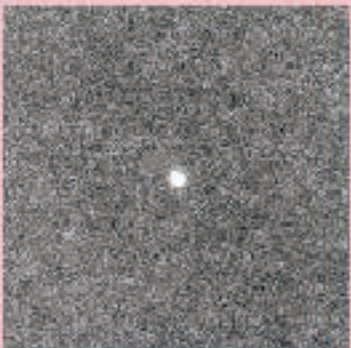
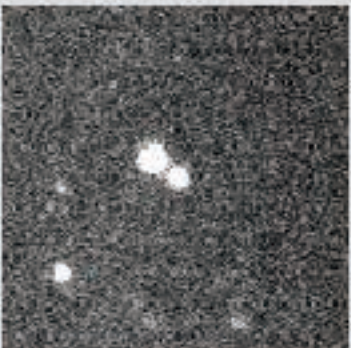
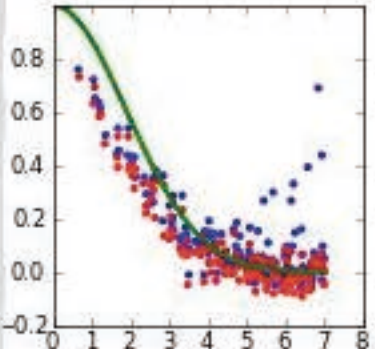
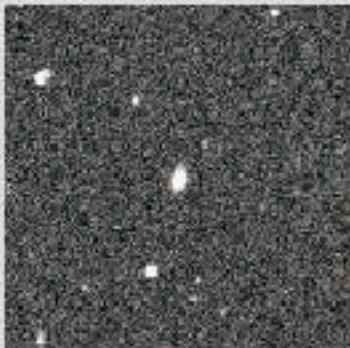
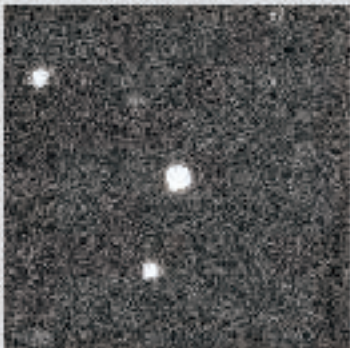
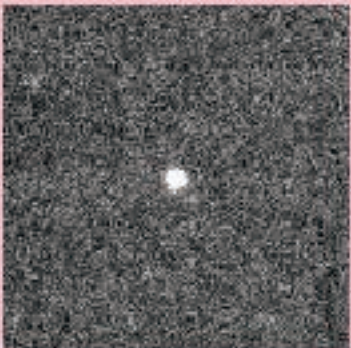
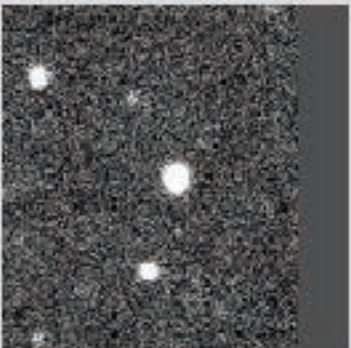
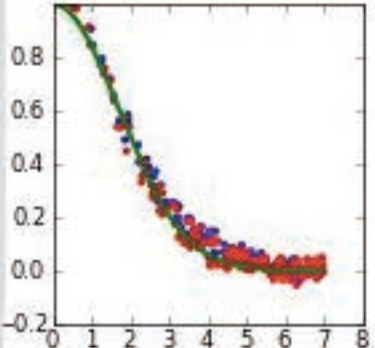
2012-11-18

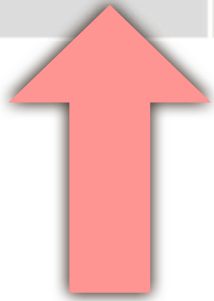
Selected object

%%

Total number selected: 53

No	Request	Date	UT	Object	ExpID	Filter	Limit Mag	Reduced date (newest)
1	submit	2012-11-18	18:29:39	KSFJ0745+2025	0022414	g	17.85	2012-11-19 04:00:02
2	submit	2012-11-18	18:23:06	KSFJ0753+3116	0022413	g	20.19	2012-11-19 03:50:12
3	submit	2012-11-18	18:16:39	KSFJ0800+3604	0022412	g	20.15	2012-11-19 03:42:30
4	submit	2012-11-18	18:10:12	KSFJ0804+4030	0022411	g	0.00	2012-11-19 03:31:51
5	submit	2012-11-18	18:03:54	KSFJ0744+3925	0022410	g	20.89	2012-11-19 03:26:00
6	submit	2012-11-18	17:57:01	KSFJ0948+5300	0022409	g	0.00	2012-11-19 03:17:27
7	submit	2012-11-18	17:50:20	KSFJ0826+2800	0022408	g	0.00	2012-11-19 03:12:05

No	Request	FitsID	Reference (2' x 2')	New (2' x 2')	Subtracted (2' x 2')	Previous (2' x 2')	Profile 7pix
1	source ID 669371 submit	2012-11-18 KSFJ0753+3116 0022406_0					new sub 
	unbookmark	score 0 1 2					
2	source ID 669258 submit	2012-11-18 KSFJ0804+4030 0022404_0 KISS12r					new sub 
	bookmark	score 0 1 2					



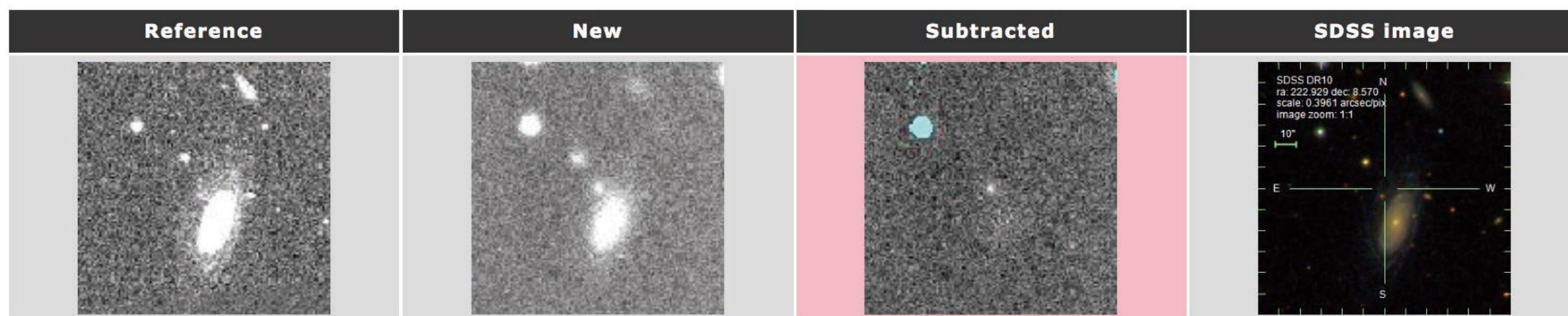
SDSS

KWFC

KWFC

リアルタイムでの確認(KISSメンバー＋アマチュア天文家)

KISS14n



source ID: **1313597**

SDSS

Navigation tool

Explore

NED

near position search (1' radius)

Offset Calculation in altair

```
bash /raid/kiss/pipeline/calcoffset.sh 222.9288689 8.5701321
```

Please Add the SDSS possible Host coordinates in degrees. You do not need to remove ',' and just copy RA/Dec Decimal.

Position		Position (decimal degree)		Field
14:51:42.93	+08:34:12.5	222.9288689	8.5701321	KSFJ1451+0945

Discovery date	Discovery magnitude (prelim)	Limiting magnitude	Filter
2014-03-31.68	13.1475	19.77	g

Redshift	Type	Alias
0.06	Type Ia	SN2014an

Coordinator: Nozomu Tominaga

Last non-detection: 24th Feb. (marginal det. on 28th Mar)

なぜ協力を仰いだか？

- 候補が多すぎて「辛い」.
 - 「画像の引き算」が完璧ではない.
- 観測しながら天体チェックをするのはかなり大変.
 - データは自動で解析.
 - その後、観測も自動になったが、やはり依然として大変.
- 1人だと見落としもある.
- 望遠鏡は持っていない(自分で観測はしない)が、何らかの形で天文学に関わりたい、というアマチュアの方が多くいらっしゃった. (「星なかまの集い」)

アマチュア天文家によるご協力

- 2012-2015年
- ~20人のアマチュアの方々の参加
- 大量の偽物の変動天体から本物(1000個に1個)を選び出す
- 27天体のCBET/ATel報告中、17の報告に貢献
 - 共著者として報告文章に名前を記載

[Sign on](#)

[SAO/NASA ADS Astronomy Abstract Service](#)

- [Find Similar Abstracts](#) (with default settings below)
- [Electronic On-line Article \(HTML\)](#)
- [Also-Read Articles](#) (Reads History)
- [Translate This Page](#)

Title: Supernova 2014cf

Authors: [Morokuma, T.](#); [Tominaga, E.](#) [Matsumoto, N.](#); [Tanaka, M.](#); [Mameta, K.](#); [Fukuda, S.](#); [Tomita, K.](#); [Morrell, N.](#); [Phillips, M.](#); [Hsiao, E. Y.](#)

Publication: Central Bureau Electronic Telegrams, 3944, 1 (2014). Edited by Green, D. W. E.

Publication Date: 08/2014

Origin: [CBAT](#)

Objects: 2014cf

Bibliographic Code: [2014CBET.3944....1M](#)

Abstract

[CBET 3944](#) available at [Central Bureau for Astronomical Telegrams](#).

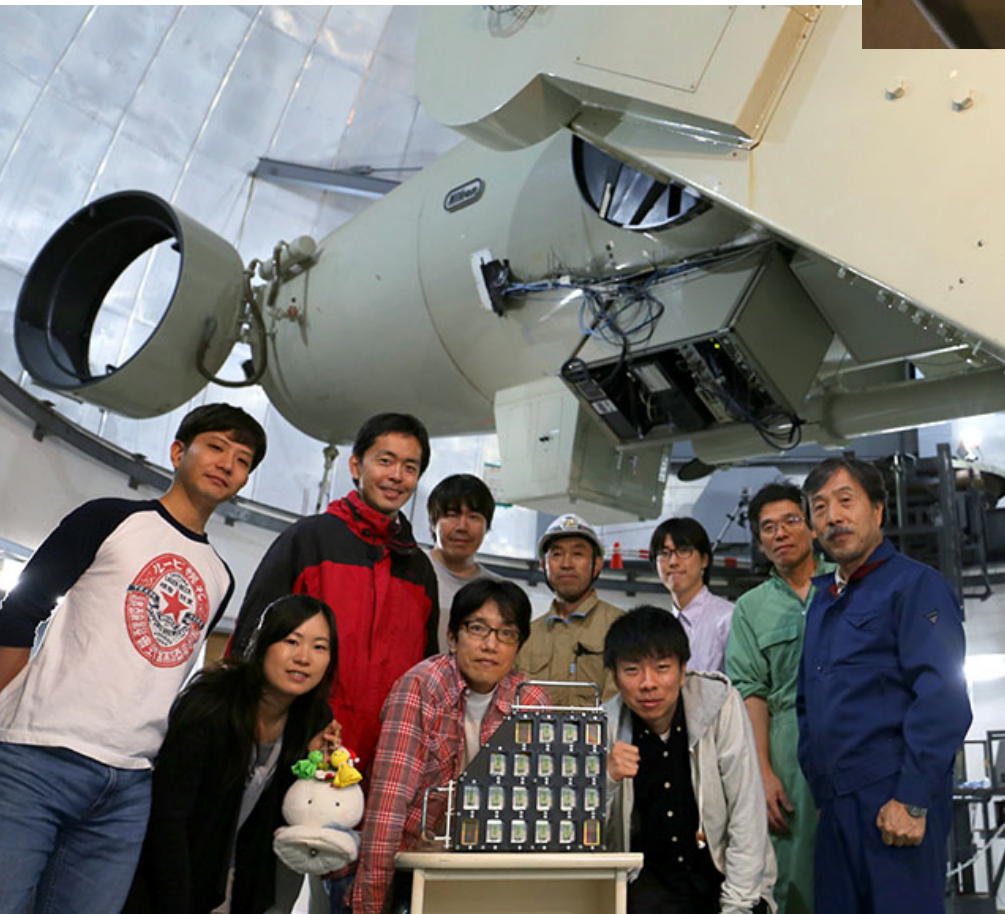
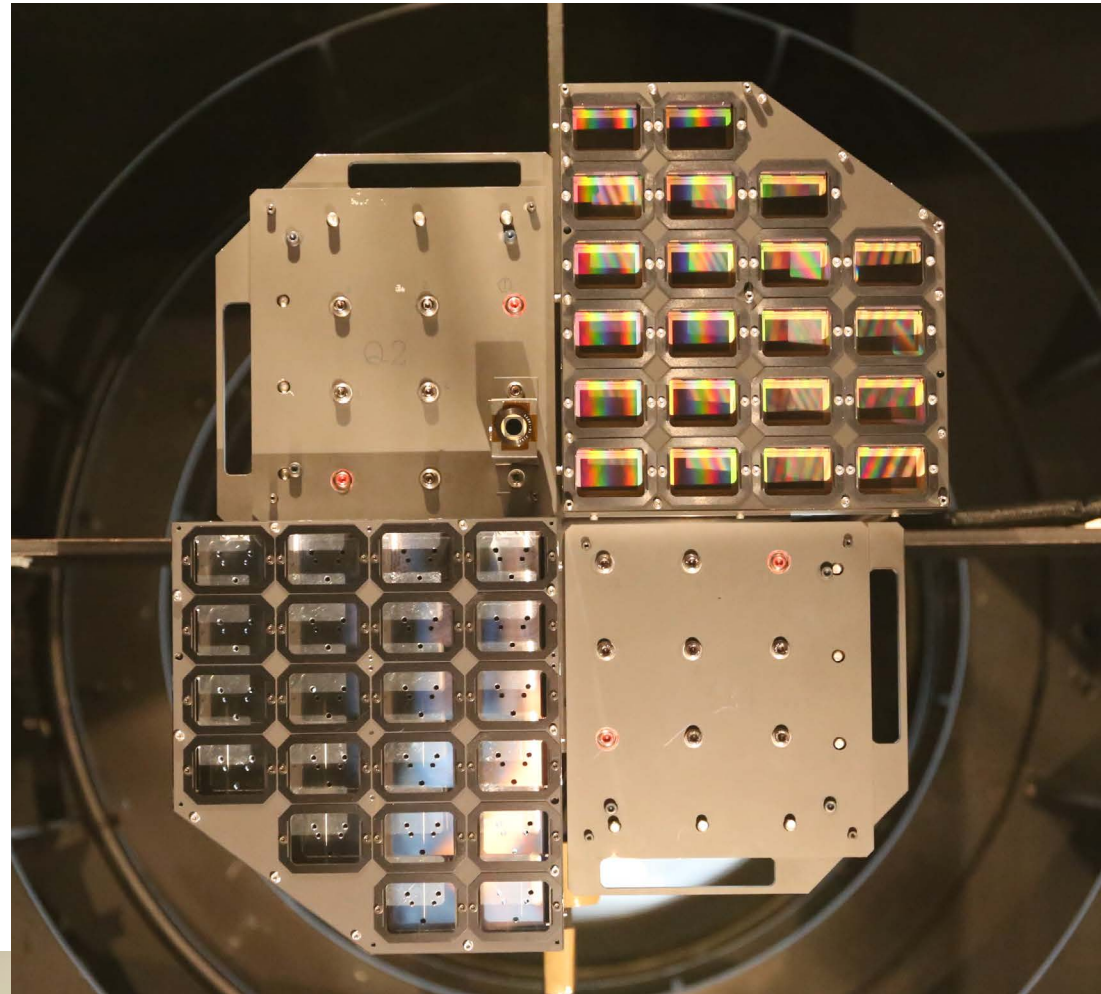
[Bibtex entry for this abstract](#) [Preferred format for this abstract](#) (see [Preferences](#))

Tomo-e Gozen (巴御前)

CMOSセンサ84枚

視野: 20平方度
(KWFC: 4平方度)

2時間ごとに半天観測
18-19等級

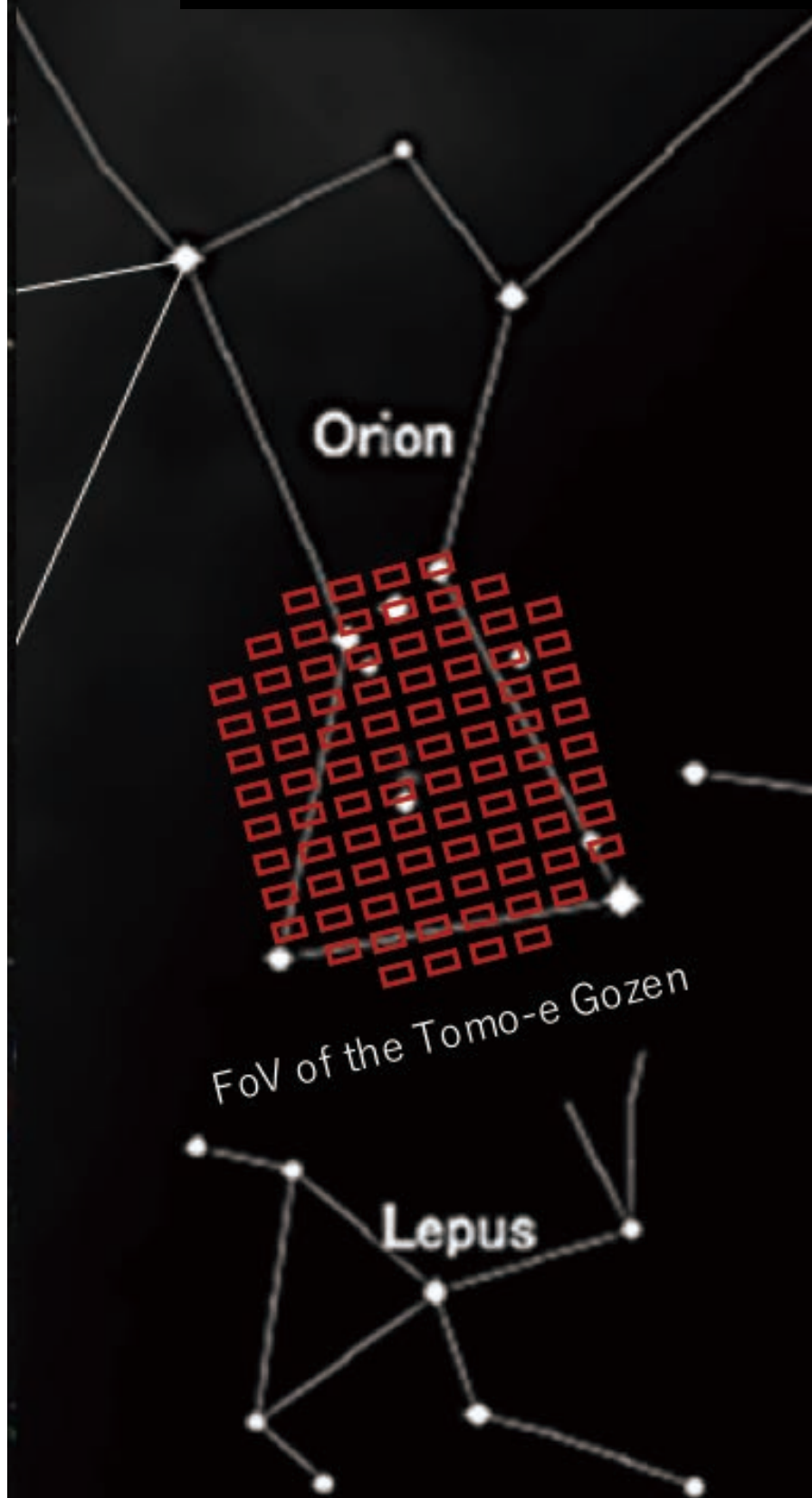


第2回新天体搜索者会議

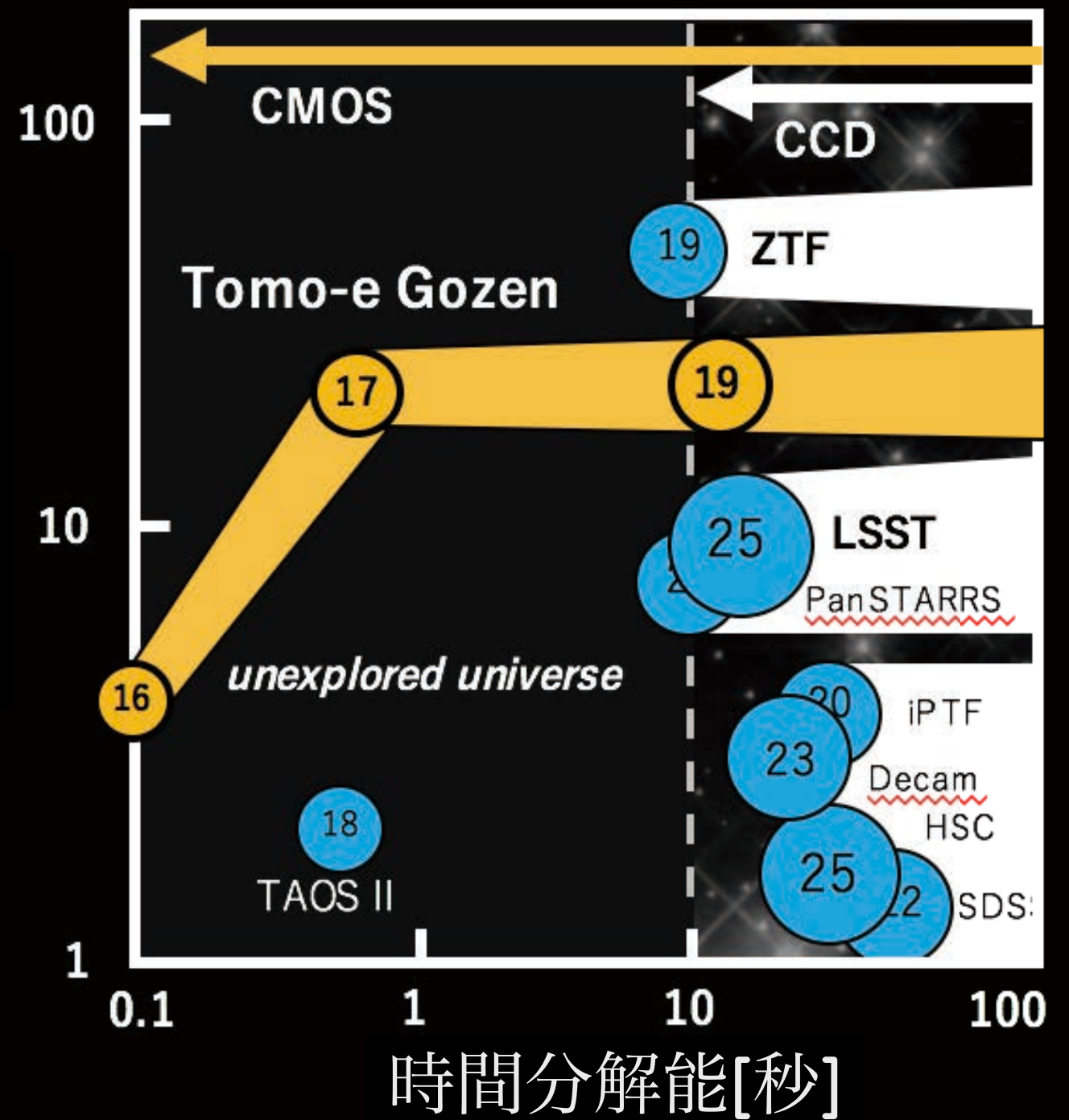
薮関月作, 「巴御前出陣図」,
東京国立博物館,
©Image: TNM Image Archives



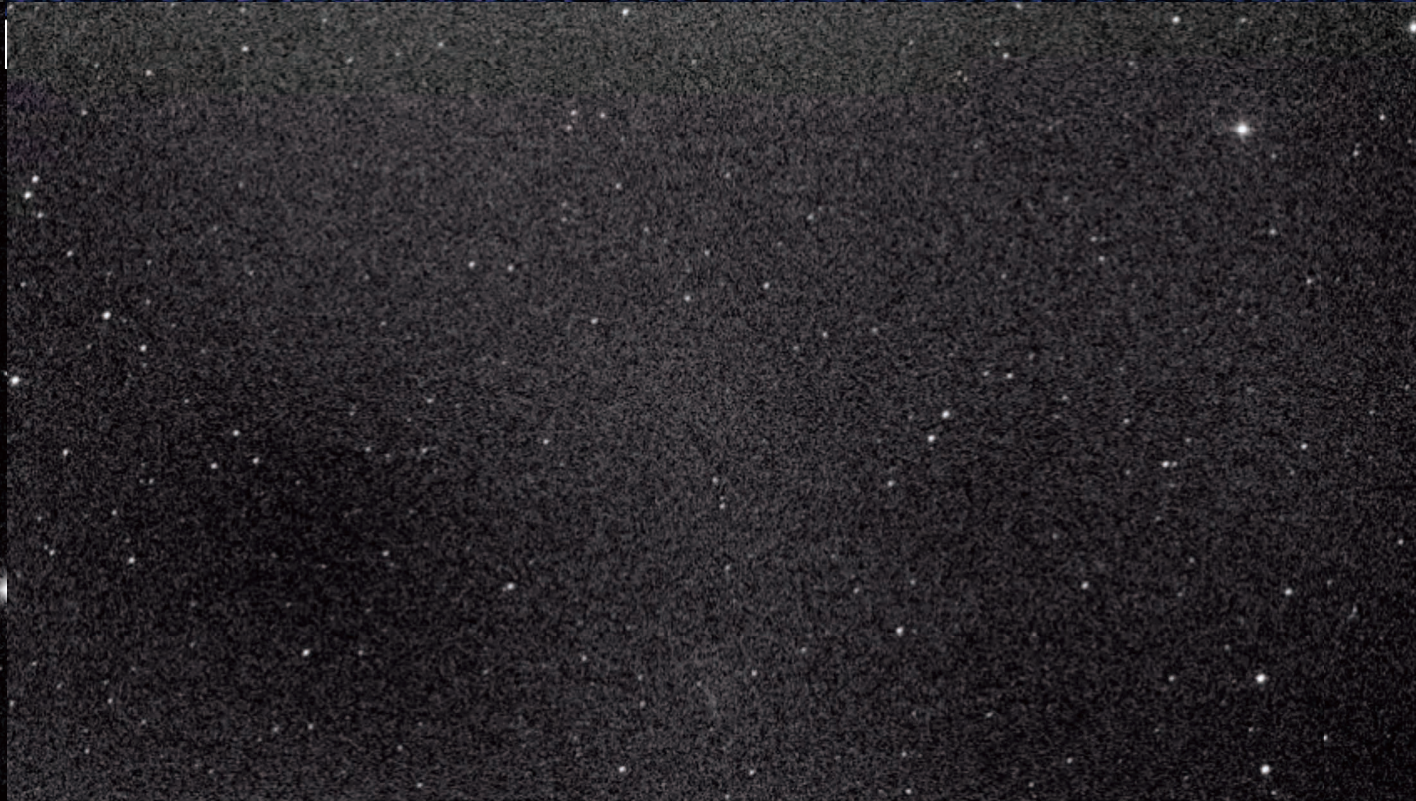
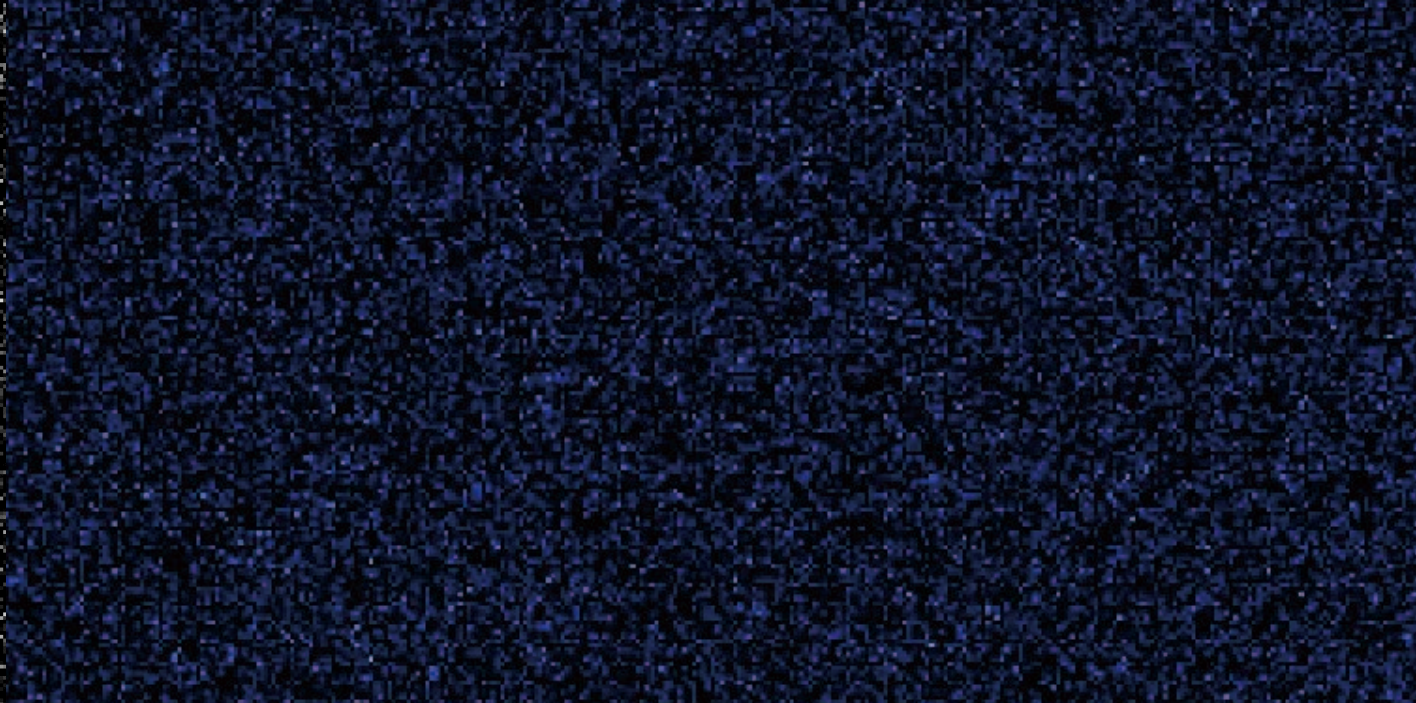
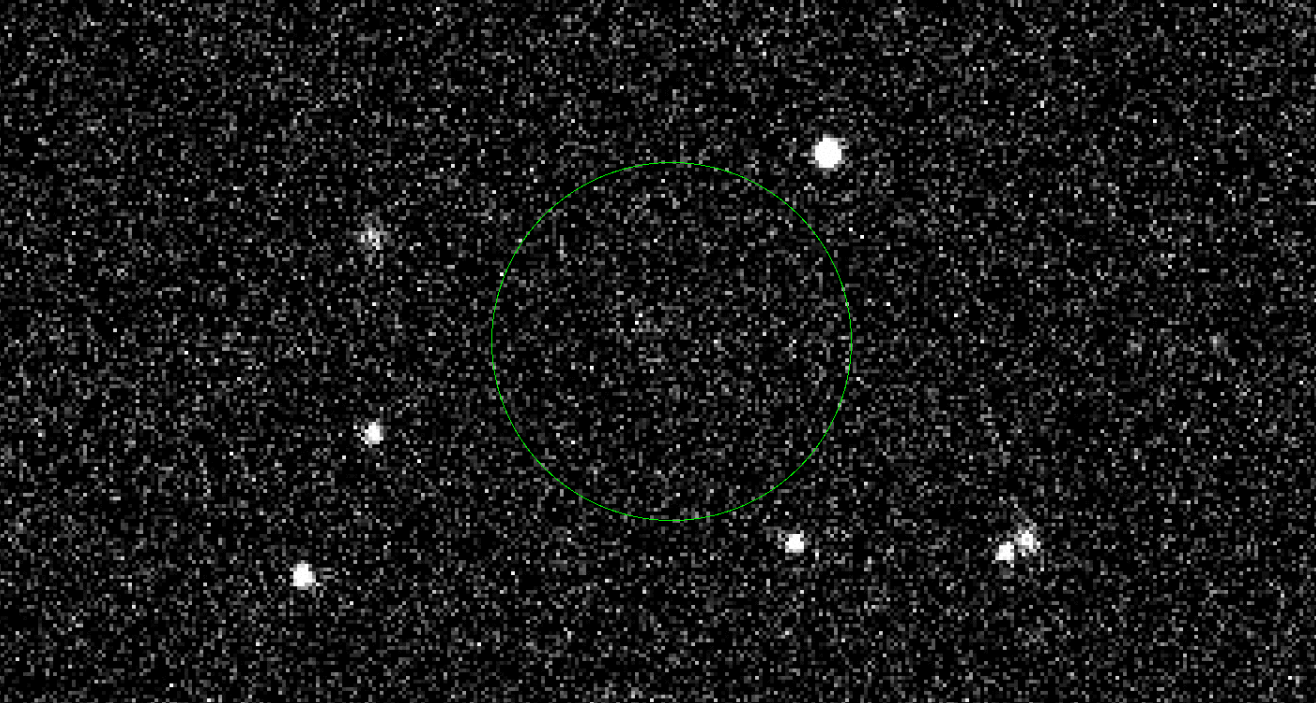
突発現象に対するサーベイパワー



視野 [平方度]



The numbers in the circles show limiting magnitudes.



Tomo-e Gozenで実現するサイエンス

- 超新星
- 重力波電磁波対応天体(キロノバ)
- ニュートリノ電磁波対応天体
- 彗星
- 小惑星
- 流星
- 地球接近天体(NEO)
- デブリ
- パルサー
- (スーパー)フレア, 激変星
- ガンマ線バースト
- 高速電波バースト(Fast Radio Burst)
- 活動銀河核・相対論的ジェット
- X線衛星で見つかった突発天体(ブラックホール連星など)
- 未知(考えもしていない)天体...

Tomo-e Gozen探査観測への参加？

即時追観測が(より)重要！(より)困難！

- (1) 「天体チェック」(KISSでやってきたことと同じ)
- (2) 「追観測」

Tomo-e Gozenで検出 ==> 情報共有 ==> 追観測

- (3) 「観測データ共有(提供)」

Tomo-e Gozenでも有名銀河を自然と観測する。
偶然とった皆さんのデータを共有させていただく。

まとめ

- 世界中で超新星探査観測が精力的に行われている。
- 「爆発してすぐに(前も)見つける」のが最先端。
- 木曾シュミット望遠鏡で2012年以降探査観測を行なっている。
- 候補天体を絞って(機械学習も使って)いるが完全ではない。
- 目視による即時確認 ==> 即時追観測(他望遠鏡)につなげたい。
- ご興味のある方はお知らせください。
 - 諸隈(東京大学): tmorokuma@ioa.s.u-tokyo.ac.jp
 - 富永(甲南大学)
- 超新星に名前つけられます。
 - Transient Name Server (TNS): <https://wis-tns.weizmann.ac.il>