

東京大学・木曾観測所の

活動報告

瀧田 怜

(東京大学 天文学教育研究センター)

Table of Contents

- 木曾観測所概要
- 主要観測装置: モザイク CMOS カメラ Tomo-e Gozen
- 2023 年の活動実績報告

木曾観測所

開所: 1974 年

所在地: 長野県木曾郡木曾町

スタッフ: 6 (観測所) + 3 (三鷹)



望遠鏡

- 105 cm シュミット望遠鏡
 - + 有効口径: 105 cm
 - + 口径比: F/3.1
 - + 視野: ~9 度 (直径)
 - + 観測装置: CMOS カメラ Tomo-e Gozen

- 30 cm 望遠鏡
 - + 大学実習での利用、天体イベント
 - + 特別公開や観望会



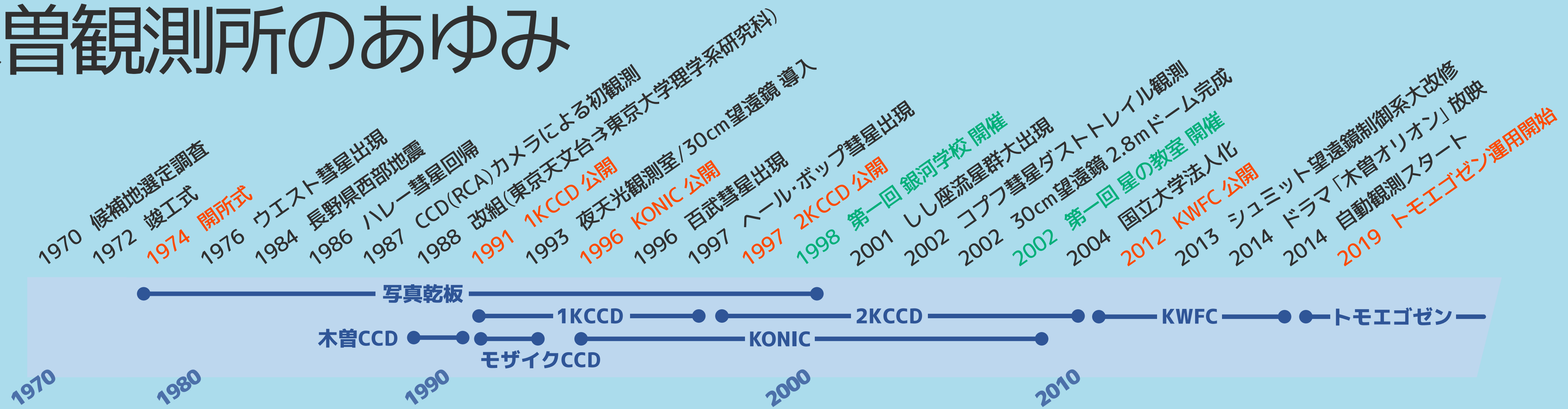
105 cm シュミット望遠鏡



望遠鏡ドーム

<http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/kisoHP/>

木曾観測所のあゆみ



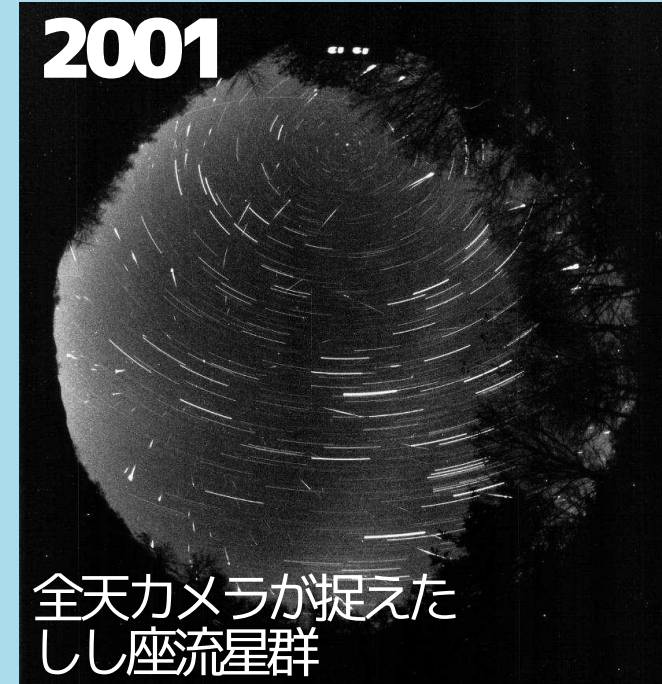
建設予定地の調査



木曾観測所開所&特別公開



第1回銀河学校の集合写真



全天カメラが捉えたしし座流星群



アンドロメダ銀河(KWFC)



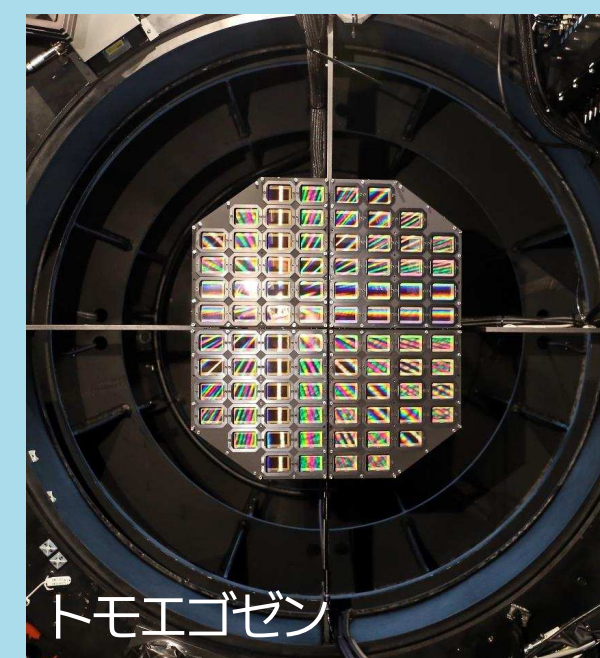
建設中のドームと御嶽山



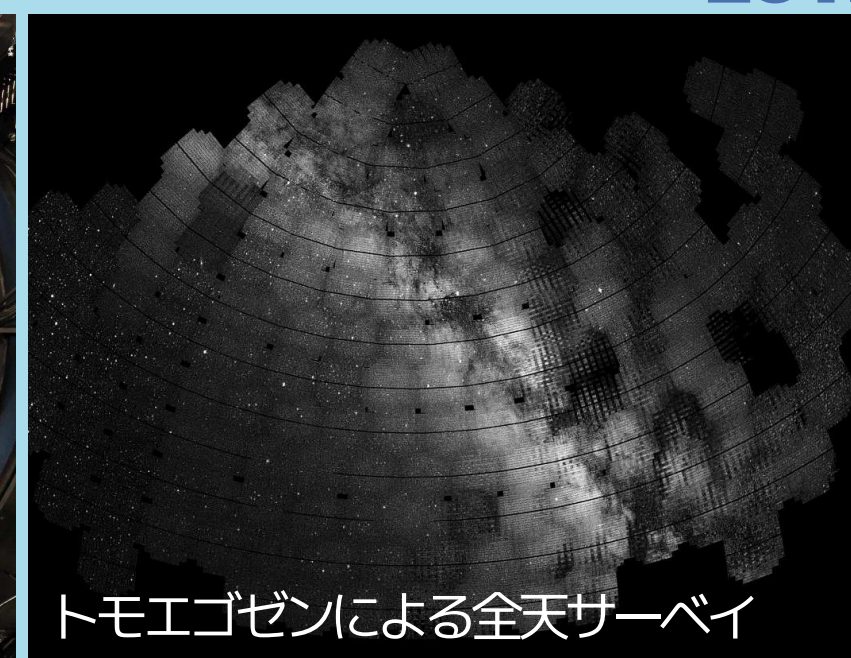
ウエスト彗星(写真乾板)



ハレー彗星(写真乾板)



トモエゴゼン



トモエゴゼンによる全天サーベイ

2019

観測所の活動

観測運用

- Tomo-e Gozen によるサーベイ
気象センサと連動した全自動観測・解析システム
- 共同研究としてのプロジェクト観測

研究・教育活動 & アウトリーチ

- 年間 ~7 本の研究論文 / ~5 本の学位論文 (修士・博士)
- 木曾シュミットシンポジウム (2023/5/30, 31)
- 木曾観測所特別公開 (2023/9/16, 17)
- 8 大学に対して観測実習
- 高校生向け教育プログラム (銀河学校 / 星の教室)
- 「長野県は宇宙県」「星の里づくり推進協議会」
- Youtube による星空配信 (朝日新聞)



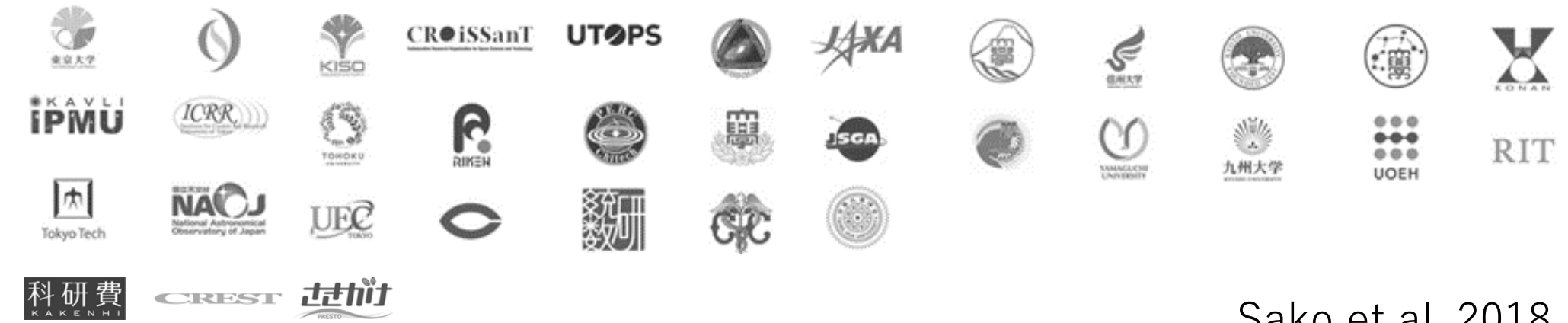
東京大学大学院理学系研究科
附属天文学教育研究センター
木曾観測所



木曾シュミットシンポジウム 2023 (ハイブリッド開催)

世界初の広視野動画カメラによる高頻度の時間軸サーベイ

T O M O E G O Z E N



Sako et al. 2018

カメラ概要

- 視野 20平方度
- 84台のCMOSセンサ (1億9,000万画素)
- 2 fpsの動画 (部分読み出しで~100fpsも可)
- 可視光単色
- 2019年10月より本格運用を開始

データの出力と処理

- 毎夜30TBの画像ビッグデータ
- カメラと直結した計算処理システム
- CPU 200コア, ストレージ 1PB
- 機械学習・最適化アルゴリズムによる逐次処理とアラート生成

観測運用

- 全天領域の動画サーベイ (2 fps)
- 特定領域の高頻度サーベイ (2 fps)
- 特定領域の高速モニタリング (>10 fps)
- 即時の広域追観測 (重力波, ニュートリノ等)



望遠鏡焦点に搭載されたトモエゴゼンカメラ 84台のCMOSセンサが並ぶ



東京大学木曾観測所
105cmシュミット望遠鏡



「巴御前出陣図」
東京国立博物館蔵
Image: TNM
Image Archives

詳細はTomo-e Gozenウェブサイトを参照

<https://tomoe.mtk.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/>



トモエゴゼン計画の研究グループ, 約50名が参加

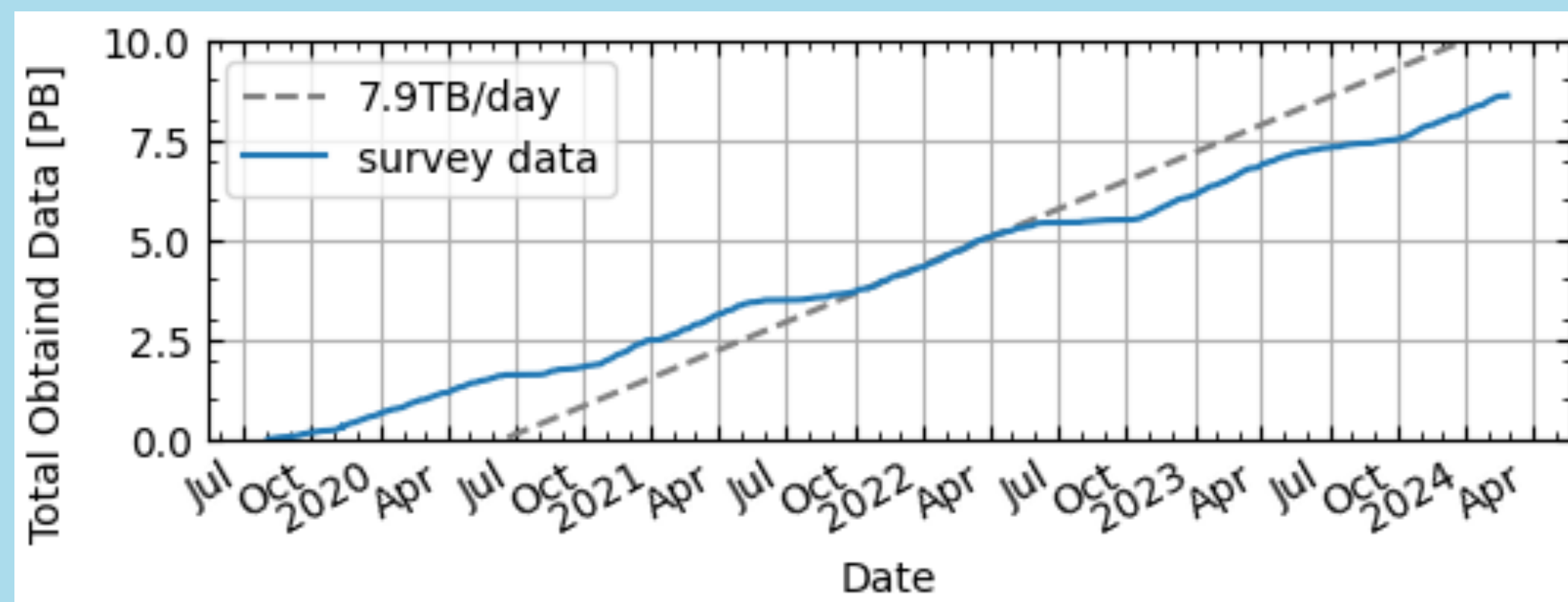
最近の観測実績

定常観測プログラム

- 突発天体サーベイ
- + 全天サーベイ (2fps, 9s, 前半夜)
- + 高頻度サーベイ (2fps, 6s, 後半夜)
- > 地球接近天体サーベイ (フォローアップ)

その他・共同研究プログラム

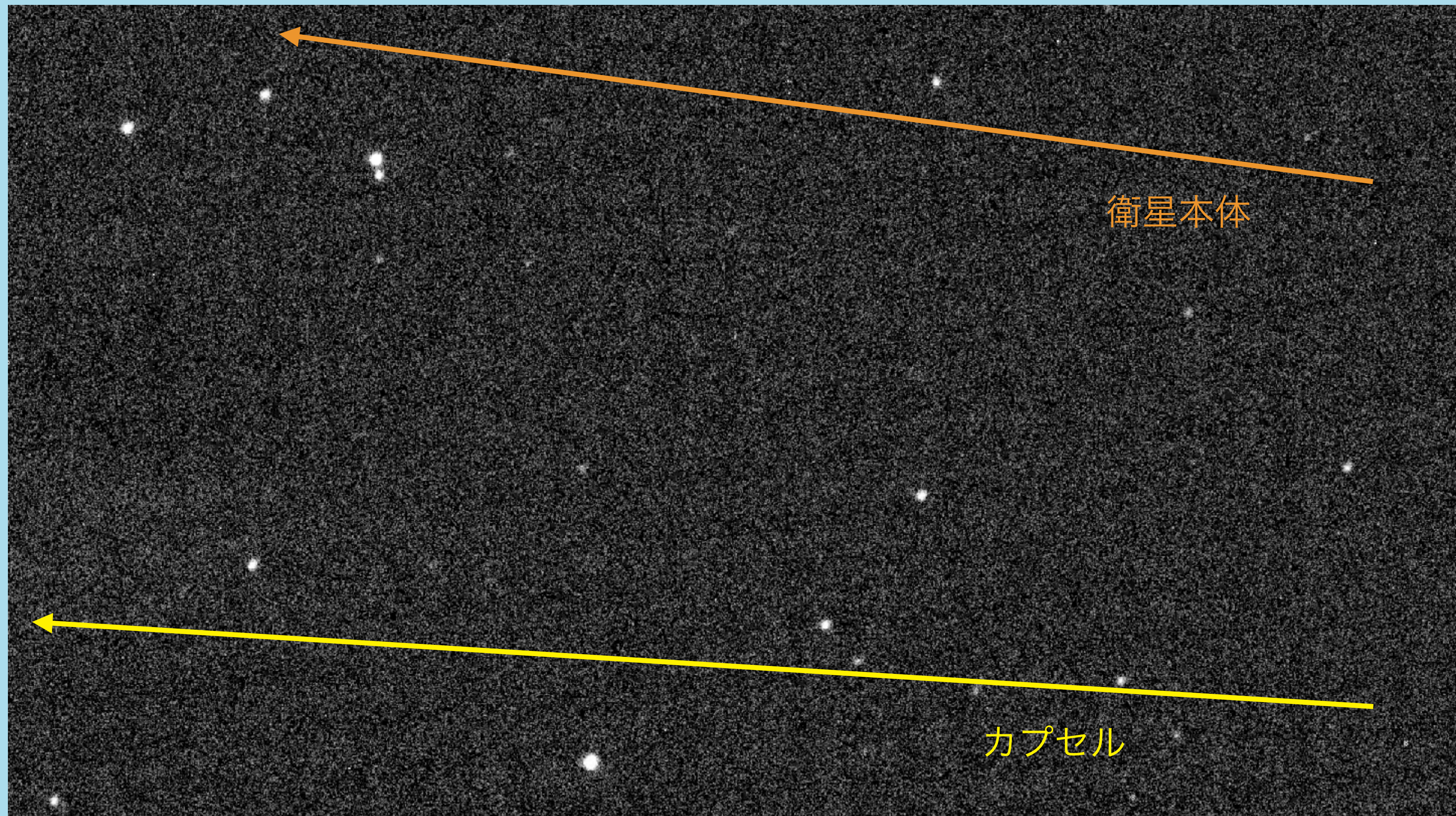
秒スケールモニタリング観測 / 複数拠点連携同時観測 /
 低金属量星サーベイ試験 / 太陽系天体フォローアップ /
 IceCube アラートフォローアップ / X 線連星モニタリング /
 GRB フォローアップ / MAXI フォローアップ



Project (@2023)	N(exp)
All-Sky Survey	70055
High-Cadence Survey	155666
NEO follow-up	1204
GW follow-up	5966
GRB/MAXI/IceCube	768
CHIME/FRB	581
Education	562
OISTER	79

OSIRIS-REx 地球帰還

<https://www.youtube.com/watch?v=XDQcdTaY9w4>



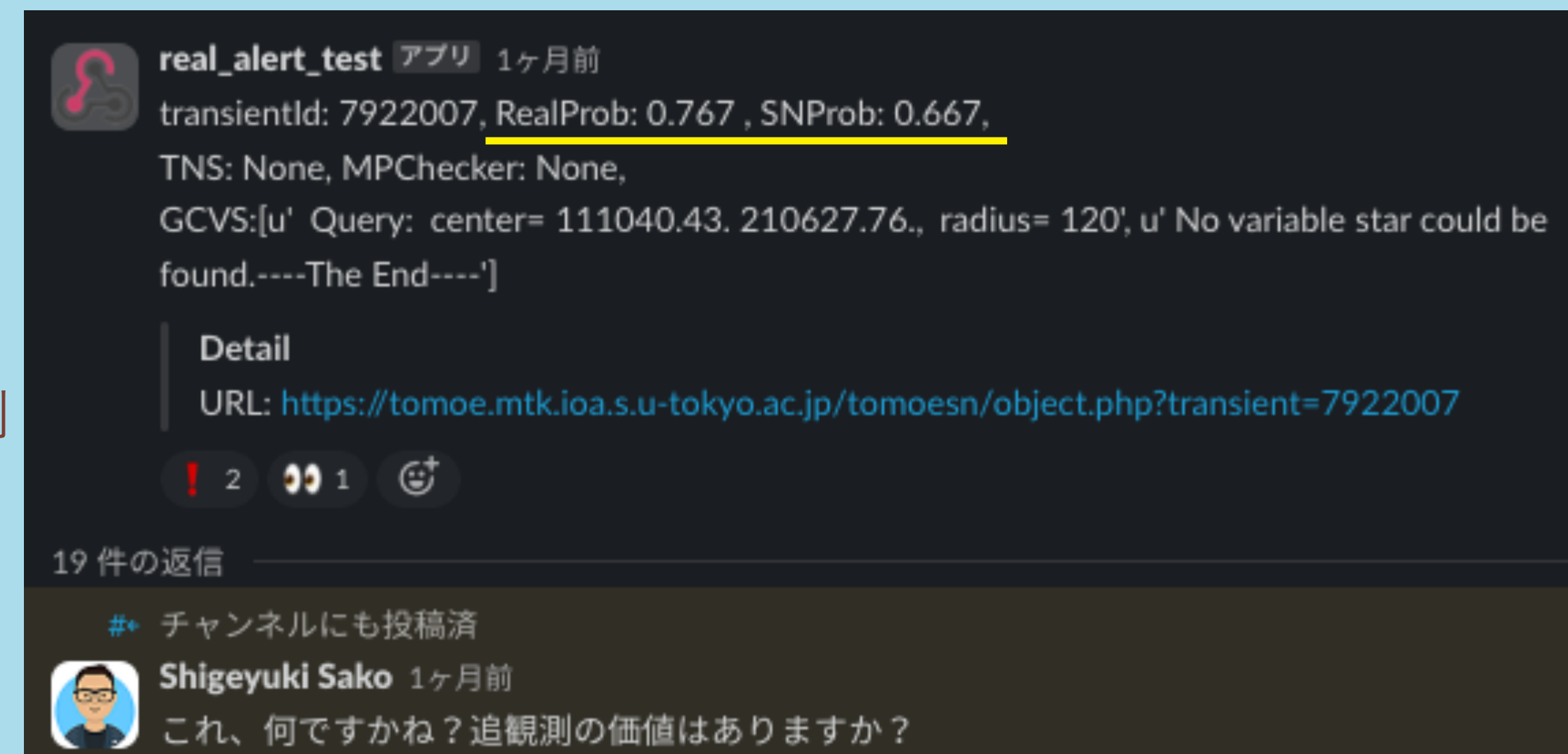
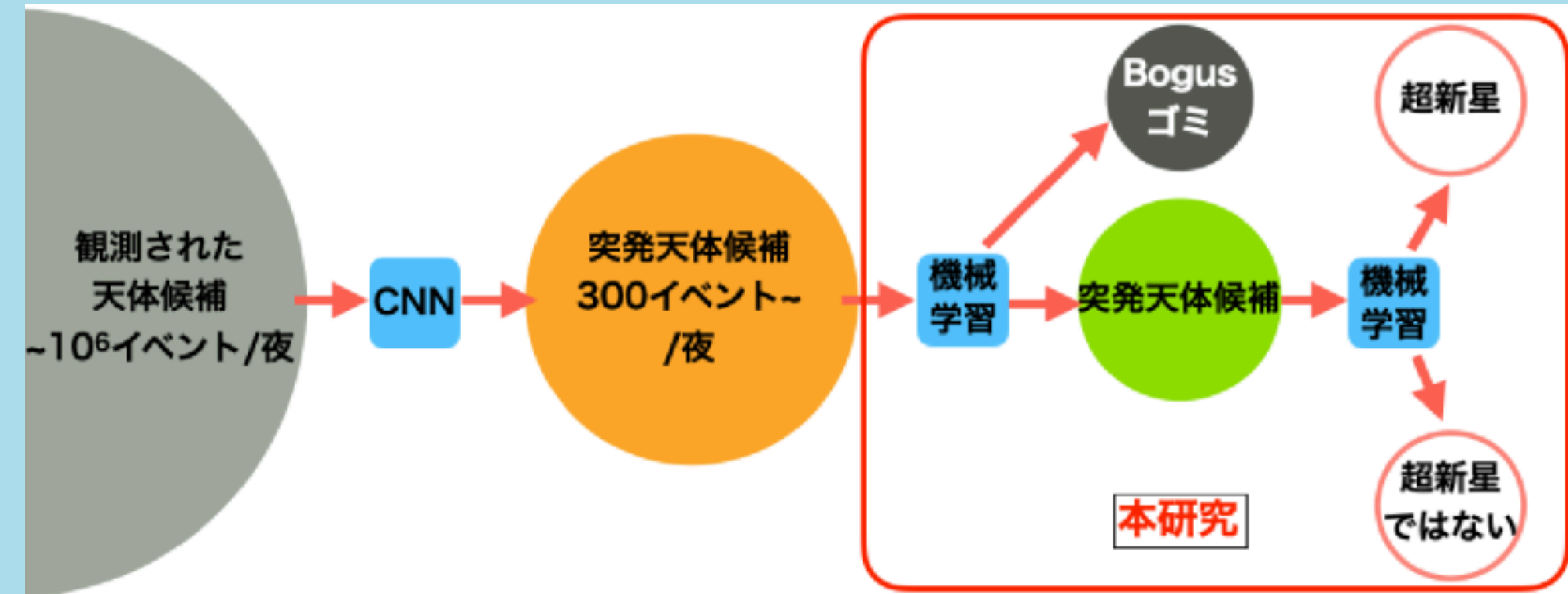
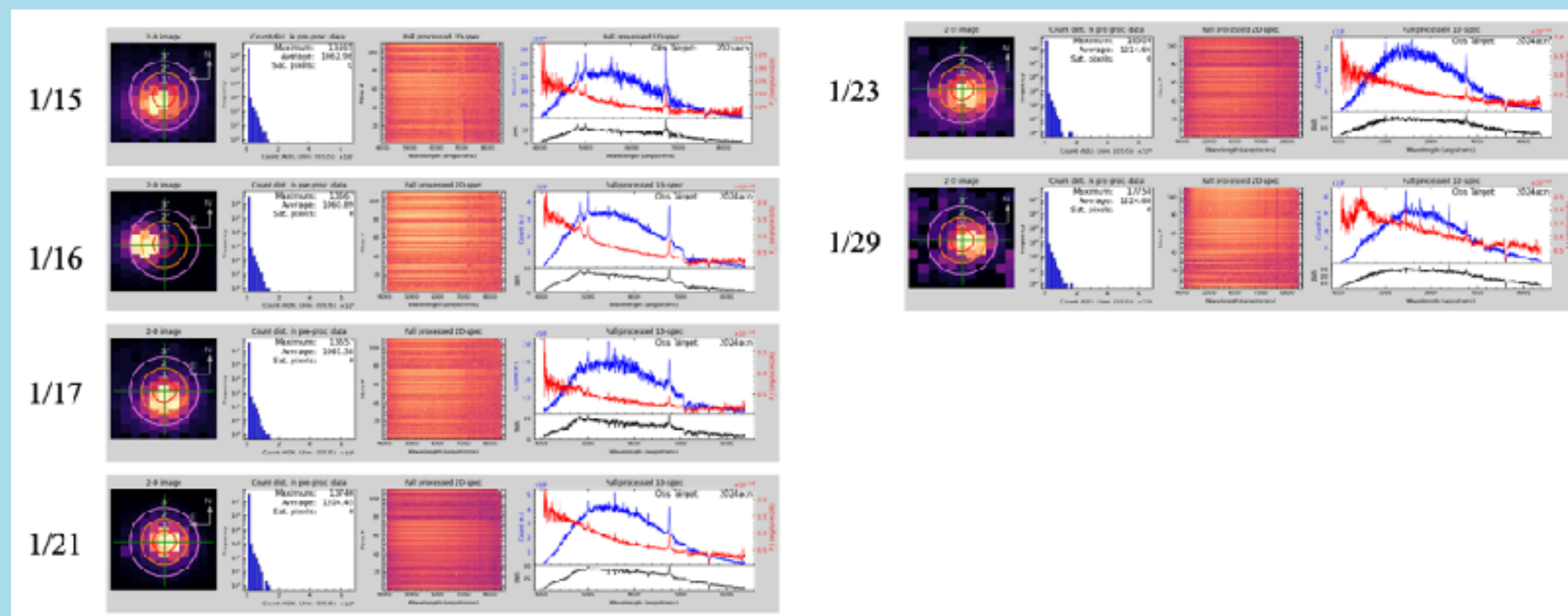
突発天体サーベイ

アラートシステムの開発 (星野さん修論@電通大)

- ランダムフォレストによる2段階の分類
- Real/Bogus 判定 (~10/day)
- SN/non-SN 判定 (a few/day)
- 2023-12 から 2024-01 の2ヶ月間で**二つの超新星を発見**
- 2024acn (SN II), 2024ahe (SN Ia)
- 最後は人が判断しており、報告は一日遅れ
=> 全自動化が今後の課題

超新星追観測 (-> 越さん講演)

- Tomo-e Gozen で発見した超新星 2024acn を OISTER で追観測



観測成果

わい新星のサブ秒スケール変動の可視 - X線同時観測

Nishino+, 2022, PASJ, 74, L17

地球接近小惑星の高速自転

Beniyama+, 2022, PASJ, 74, 877

FRB の可視 - 電波同時観測

Niino+, 2022, ApJ, 931, 109

赤色矮星の秒スケールのフレア探査

Aizawa+, 2022, PASJ, 74, 1069

hour-day 時間スケールの突発天体探査

Oshikiri+, 2024, MNRAS, 527, 334

低輝度超新星 SN2021gmj の観測

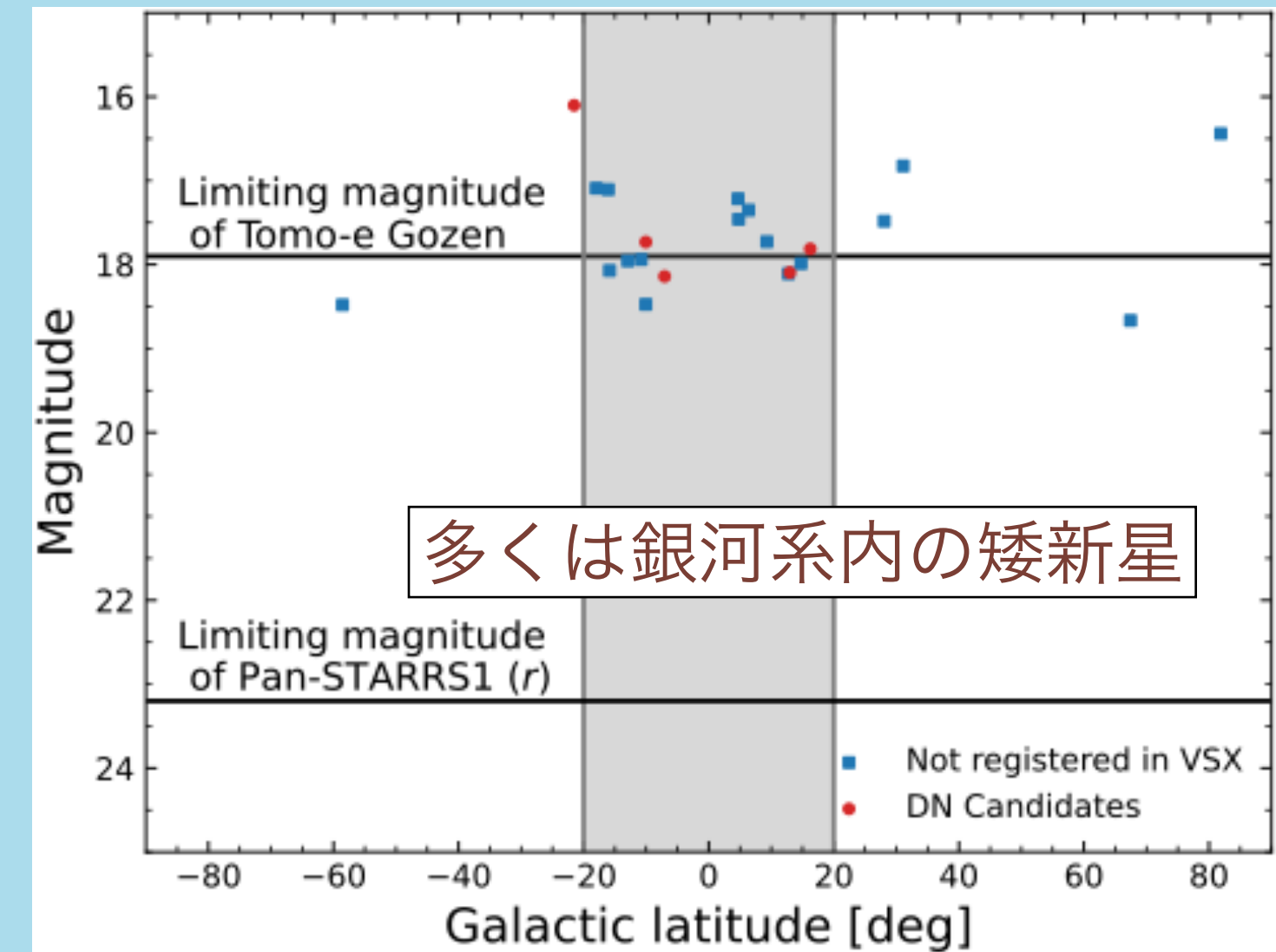
Murai+, 2024, MNRAS, 528, 4209

超新星の発見 (SN2024acn, SN2024ahe)

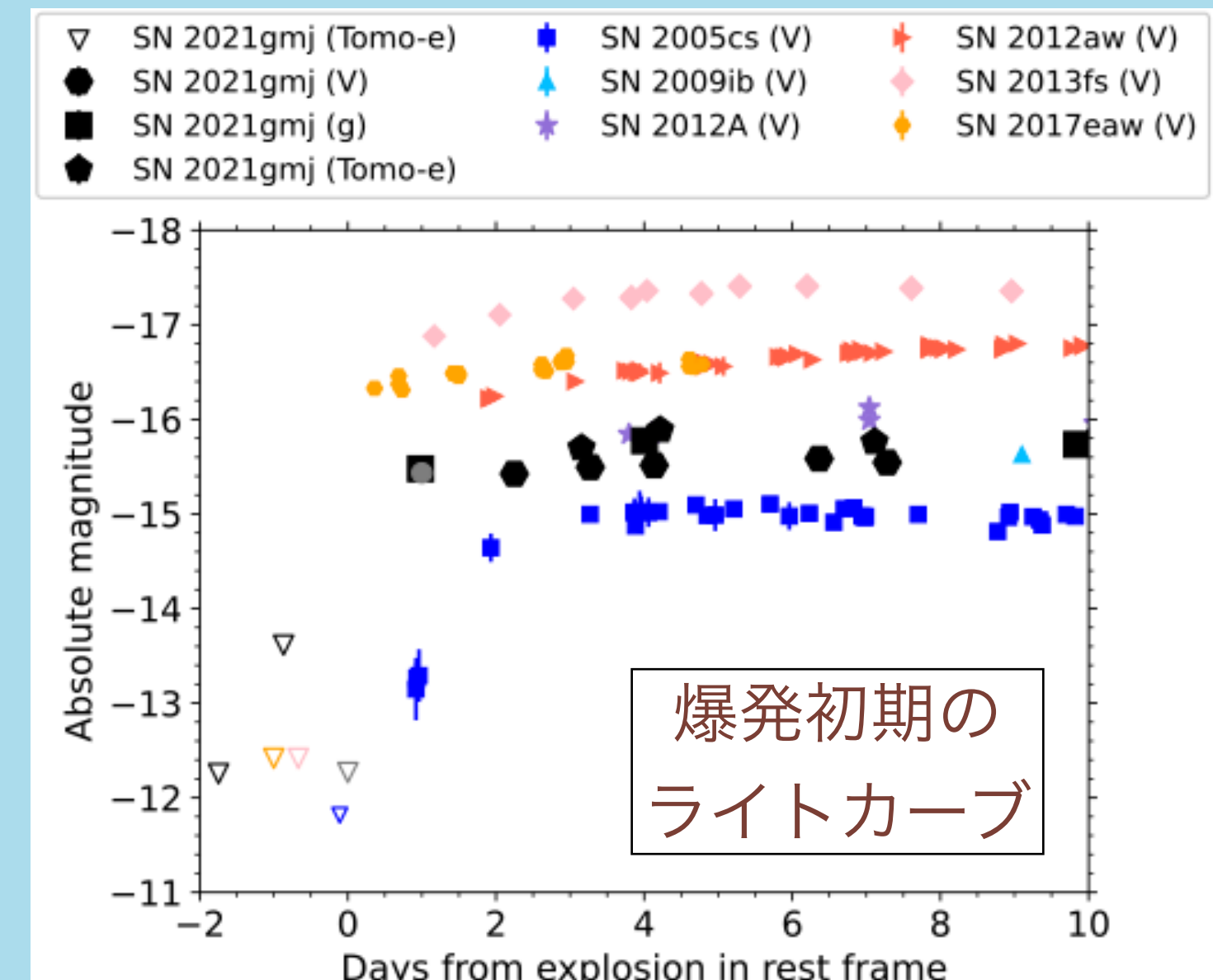
<https://www.wis-tns.org/object/2024acn>

<https://www.wis-tns.org/object/2024ahe>

Oshikiri et al.



Murai et al.



その他

中間赤外線全天雲モニタの開発 (Tsutsuki+, 2022, SPIE)

- 1 素子の放射温度計に代わる気象観測装置
- 街明かりや月の影響を受けずに雲を判定

サーベイ計画の動的な作成

上記雲モニタと連動し、雲を避けることで観測の効率化

雲分布の近未来予測 w/ ConvGRU (ConvLSTM)

直近 10 分間の雲画像から次の 10 分間の雲分布を予測



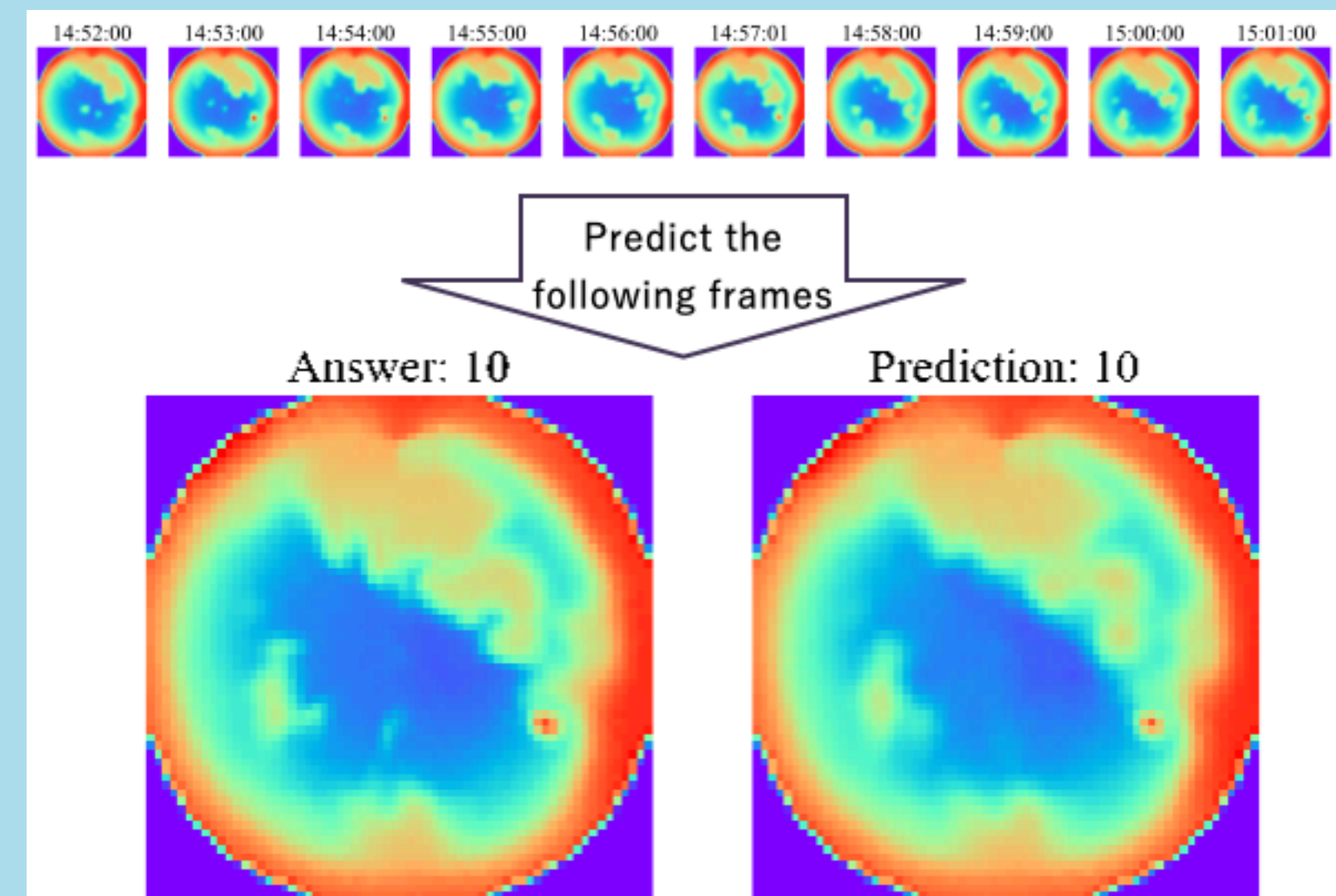
各種 follow-up

重力波 O4, GRB, MAXI, IceCube, etc.

SINET6 + mdx

松本 DC 経由で SINET に接続

実測 6--7 Gbps, スタック画像のリアルタイム転送
データ活用基盤 mdx を利用した情報発信



まとめ



T O M O E
G O Z E N

Tomo-e Gozen による観測が継続中

突発天体サーベイ / 地球接近天体サーベイ

=> 機械学習によるアラートシステムにより、**超新星2天体を発見**

旗艦プロジェクト以外にも共同研究として観測を実施

広視野動画観測 / 移動天体観測 / X線連星モニタリング / etc.

中間赤外線全天雲モニタによる動的なサーベイ計画の実行

雲分布の未来予測を元に、今後晴れる領域を自動で観測

SINET6 + mdx

高速ネットワークを利用した情報発信、データ利用の促進

今後の検討事項

カメラシステムの安定化 / 解析システムの機能強化

データの長期アーカイブの検討 / 観測所ネットワーク環境の強化



SN 2024acn

RA/DEC (2000)	Type	Redshift
11:10:40.441 +21:06:26.87	SN II	0.031
167.668505874 +21.1074646977		

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

Reporting Group	Discovering Data Source	Discovery Date
Tomo-e Gozen	Tomo-e Gozen	2024-01-13 19:30:26.000