

木曾Tomo-e Gozenカメラによる 超広視野突発天体サーベイ計画

諸隈 智貴(東京大学), 富永望(甲南大学), 田中雅臣(国立天文台)

前田啓一, 太田耕司, 松林和也(京都大学)

酒向重行, 大澤亮 (東京大学)

Tomo-e Gozen開発チーム

Tomo-e Gozen Supernova Survey検討チーム

東京大学・木曽観測所

- 長野県木曽郡木曽町
- 105cmシュミット望遠鏡
- 1974年ファーストライト
- 以降、**共同利用観測**を実施
 - **2016年度をもって終了**
- 所長: 土居 ==> 小林 (2016/4-)
- 現行CCDカメラ: Kiso Wide Field Camera (KWFC)
 - 2012/4より観測開始
 - **大規模観測他の“サーベイ観測”を中心に**
 - 超新星(KISS), 銀河面変光星(KISOGP), 重力波電磁波
対応天体フォローアップ, MAXI transient, etc...
- **新CMOSカメラ: Tomo-e Gozen**

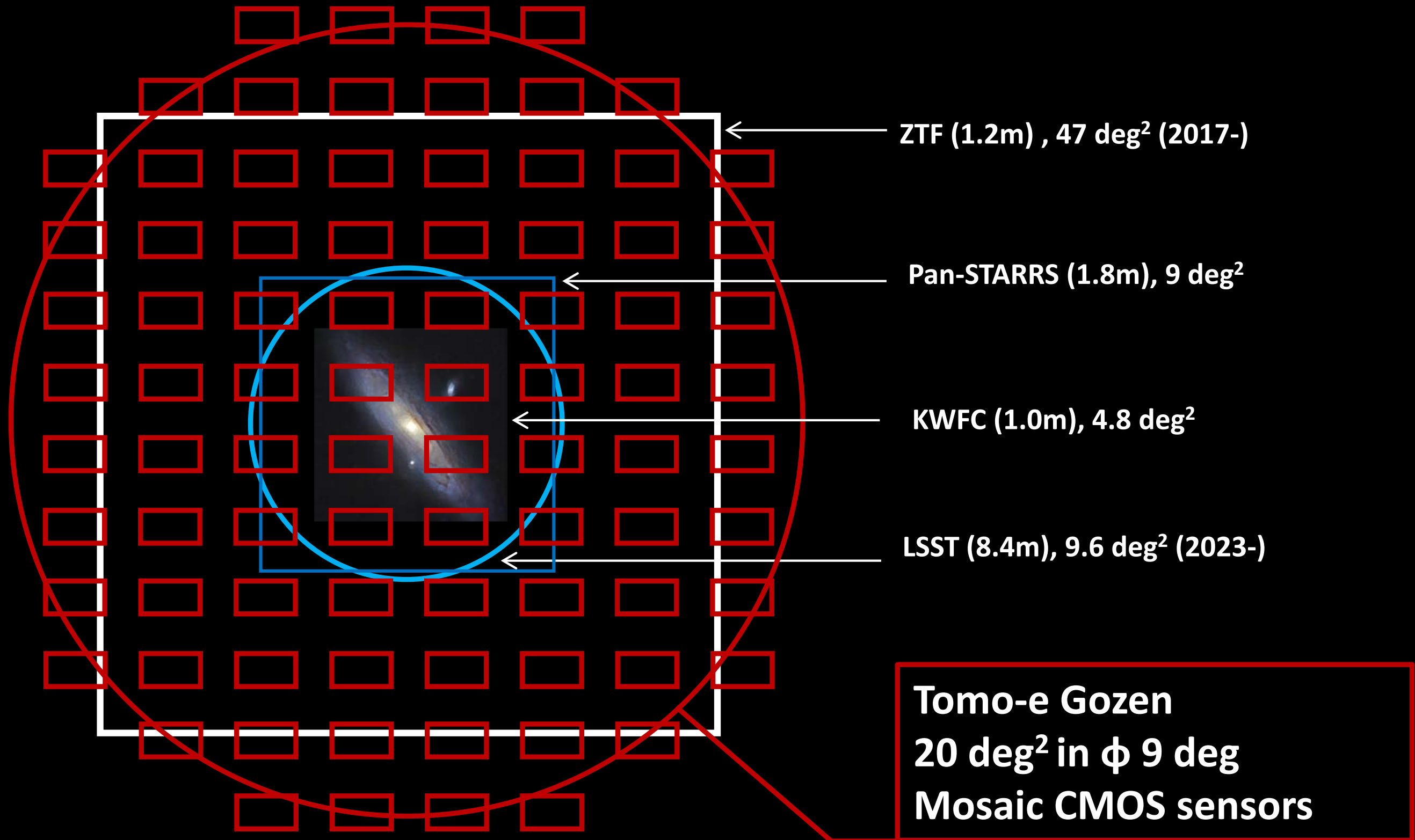
[3.8m初期サイエンスの展望]

Tomo-e Gozen (巴御前)

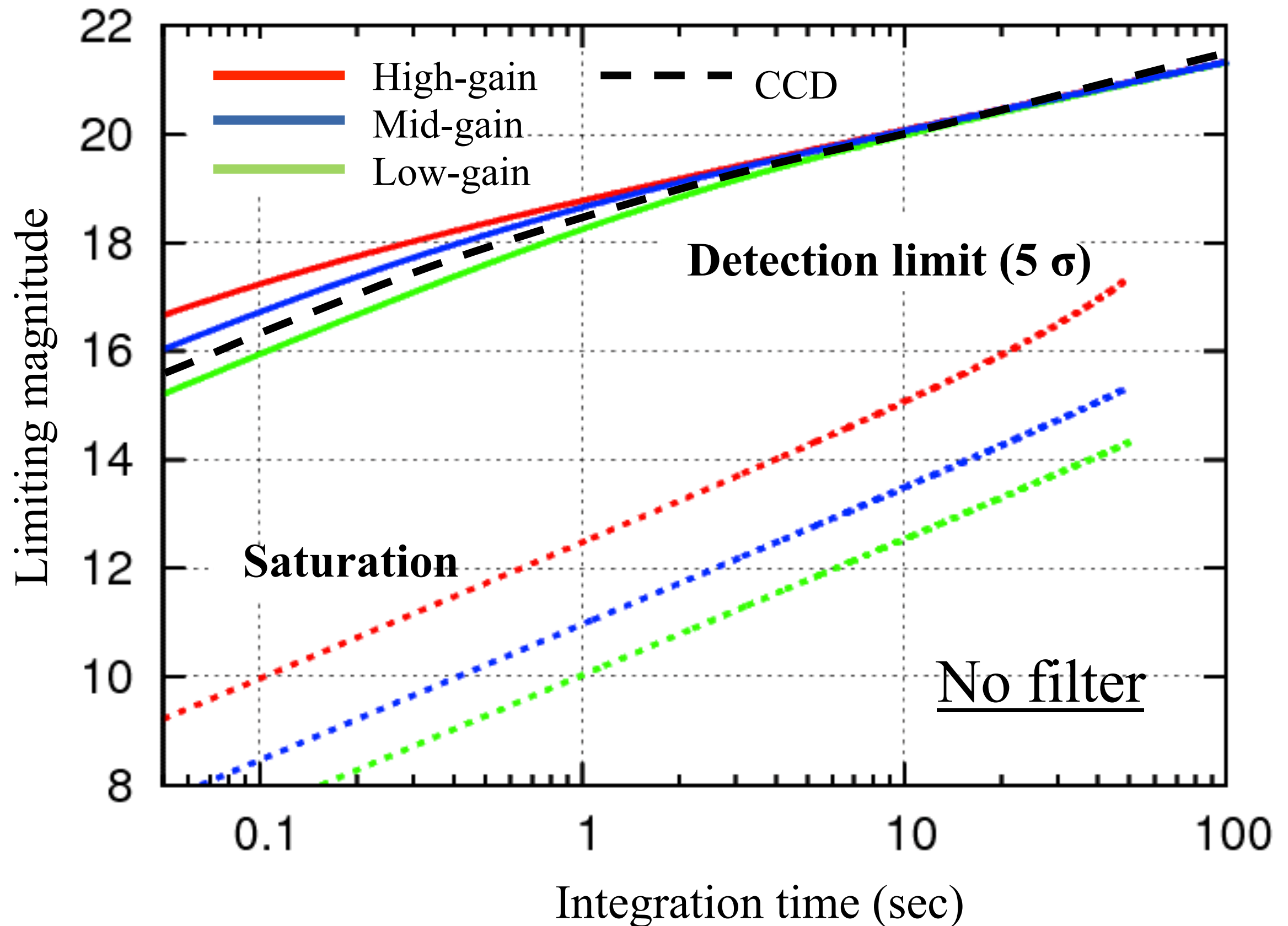
- 84 CMOSセンサー
- 視野20平方度
 - 105cmシュミット全焦点面(9度直径)
- 読み出し時間ほぼゼロ
- 低い暗電流
- 低い読み出しノイズ
- 短時間積分ではCCDに勝る効率
- データ量: 30TB/晩 (LSSTの2倍)
- プロトタイプ機で3度の試験観測(2015/11以降)
- 参考文献
 - Sako et al. 2016, SPIE (計画全体)
 - Ohsawa et al. 2016, SPIE (データ解析)



Tomo-e Gozen Field-of-View



Tomo-e Gozen Sensitivity

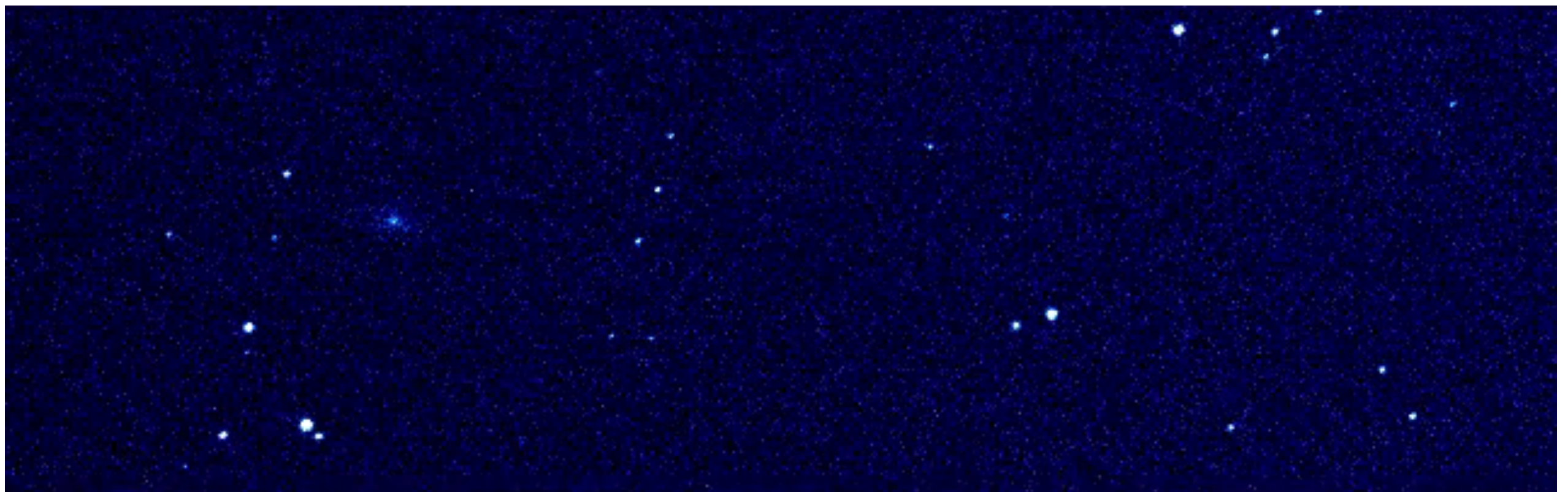




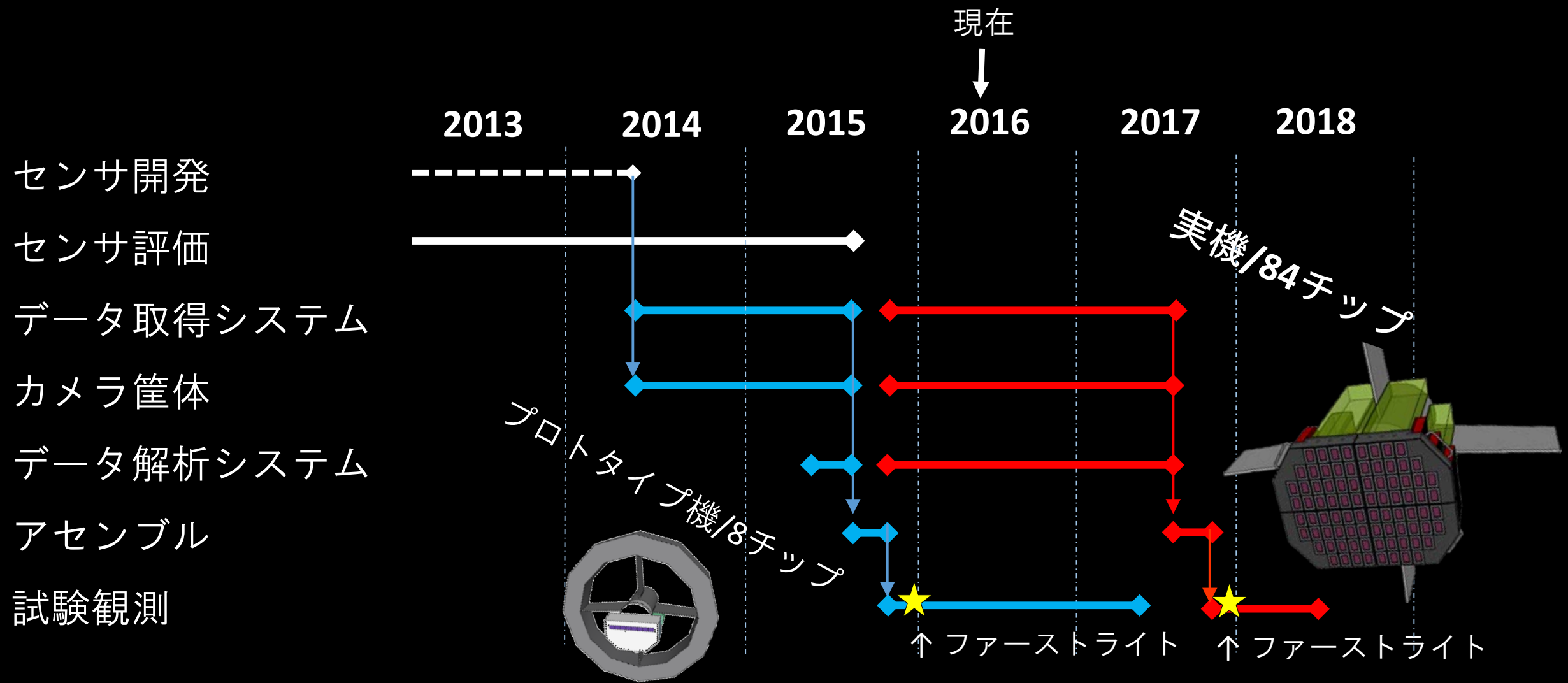
M42/オリオン星雲

0.5 sec x 5018 frames

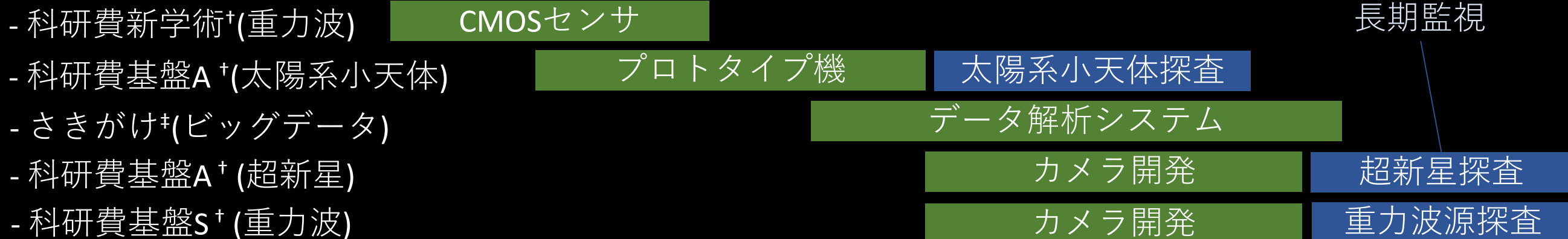
0.1 sec (10 Hz)
部分読み出し



Tomo-e Gozenの開発のタイムラインと予算

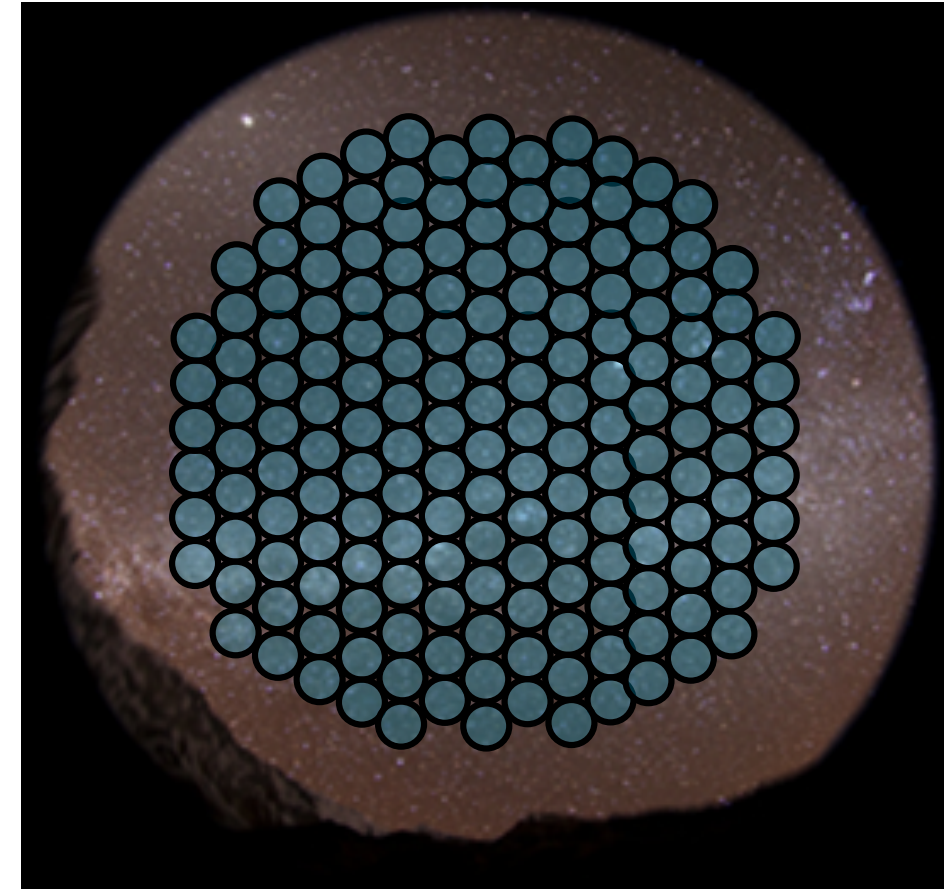


開発予算



Tomo-e Gozen超新星サーベイ

- 10,000平方度/晩
- 3秒積分 / pixel ==> ~18 mag
- 2時間cadence
- フィルターなし
- ~100 Mpc以内の近傍超新星をサーベイ
 - ~1000超新星/年
- 科学的目的
 - 爆発直後の観測から親星の解明へ: ~数天体/年
 - (重力崩壊型)超新星ショック・ブレイクアウト
 - Ia型超新星: single degenerate? double degenerate?
 - 未知の突発天体
 - 他の既知の変動天体



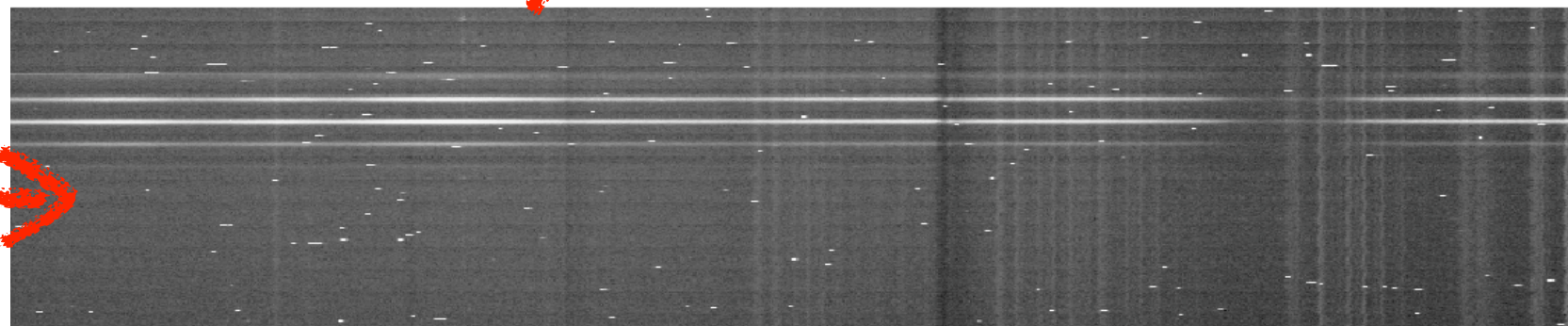
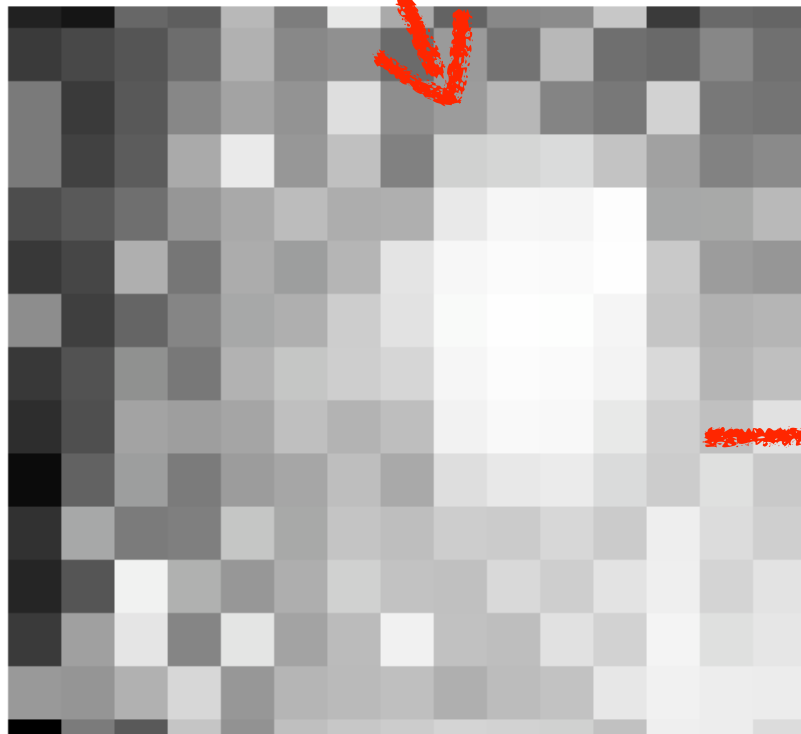
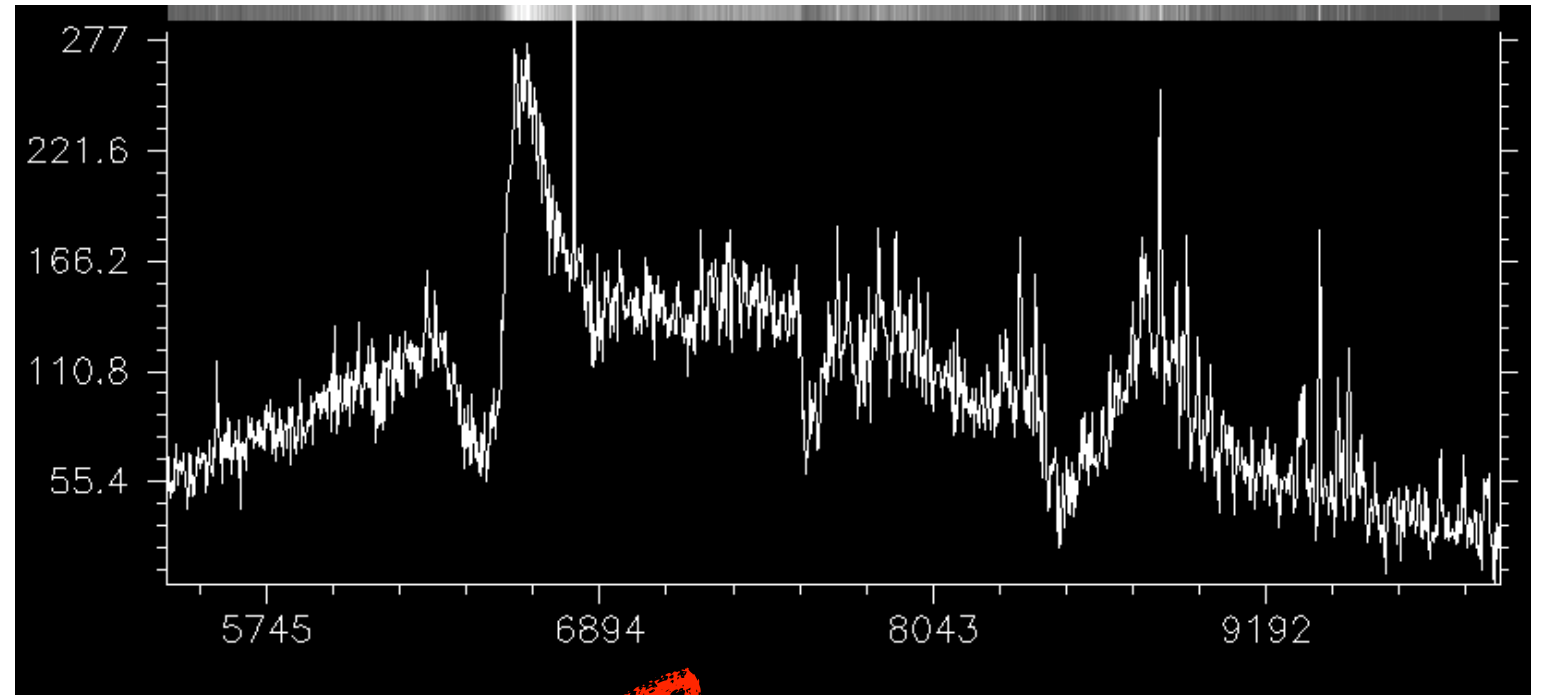
	Tomo-e SN Survey	KISS
装置	Tomo-e Gozen	KWFC
センサ	CMOS	CCD
読み出し時間	~0秒	120秒
期間	2018/9-	2012/4-2015/9
サーベイ面積 [deg2]	10,000	50-100
cadence	2時間 / 1日	1時間
積分時間/visit	3秒	180秒
深さ	18 mag / 19 mag	20-21 mag
フィルター	なし	g
fitsデータ保存	1日足し合わせ画像 天体の切り出し画像 (全ては保存できない)	全データ保存

他の計画との比較

	tel [m]	FoV	area	cadence	depth	detector	note
PTF	1.2	7.3	8,000	5 days	R~20.6	CCD	Palomar 48" Law+2009
ZTF	1.2	47	数1,000?	a few hours	r~21	CCD	Palomar 48" 2018-
ASAS-SN	8 x 0.14	120	20,000	~1 day	~17	CCD	Haleakala & CTIO sites
CRTS	1.5+0.7+0.5	1.2+8.1+4.2	1,200	30 min (x4)	19-20	CCD	2 x USA + Australia
TESS	4 x 0.105	2300	2,300	27-day continuous	I~18	CCD	downlink ~2weeks
Evryscope	24 x 0.061	8000	8000?	2 min 1 day	V~16.5 V~19	CCD	CTIO site
KISS	1.05	4	100	1 hr	g~20-21	CCD	Kiso
Tomo-e	1.05	20	10,000	2 hrs 1 day	g~18 g~19	CMOS	Kiso

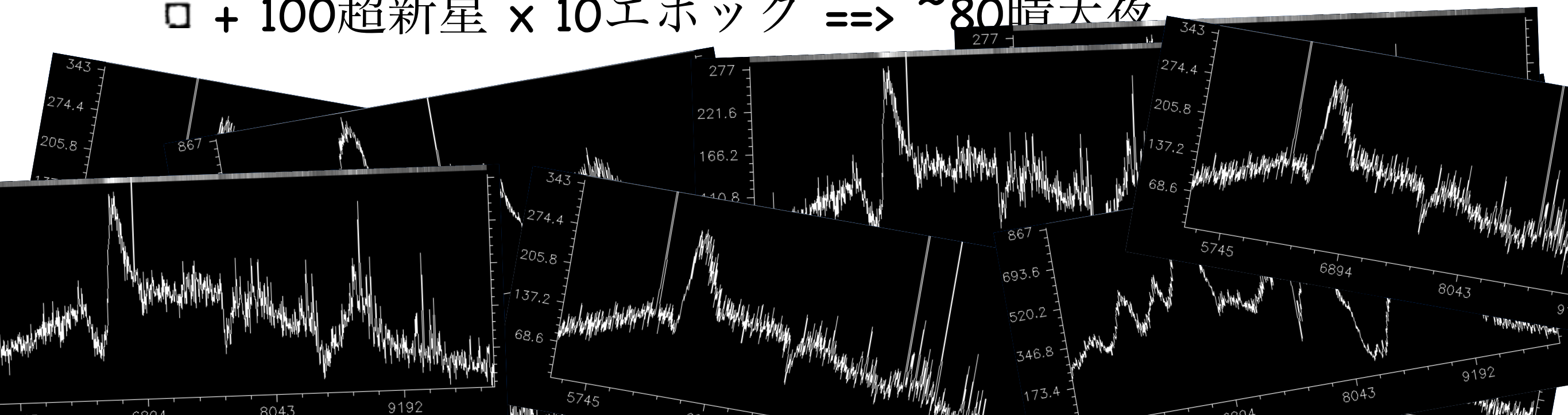
京都3.8m/KOOLS-IFUでの即時分光 “flash spectroscopy”

- Tomo-e Gozen超新星サーベイは2018年夏に開始
- IFUは超新星分光に最適



京都3.8m/KOOLS-IFUでの即時分光 “flash spectroscopy”

- Tomo-e Gozen超新星サーベイは2018年夏に開始
- IFUは超新星分光に最適
- ToO観測/キュー観測
- 感度: 18.5 mag ==> 19.5 mag (19.9 mag)
 - 30分積分, $R \sim 600-800$, $S/N \sim 10$ per resolution
- Tomo-e Gozen超新星は10分(以下)でOK
- 観測時間
 - 1000超新星 $\times$ 1エポック ==> ~ 40 晴天夜
 - + 100超新星 $\times$ 10エポック ==> ~ 80 晴天夜



自分たちで発見 ==> 自分たちで追観測

- 木曾/Tomo-e Gozenでほぼ全天サーベイ
 - 主なターゲットは超新星だが、変光星他も見つかる
 - 銀河面も自然と観測することに？ (要検討)
- 18-19magより明るい突発天体を即時に追観測
 - 日本の持つ望遠鏡で

まとめ

- 木曾105cmシュミット望遠鏡の新広視野CMOSカメラTomo-e Gozen開発中
- 2018年から超新星サーベイ開始予定
- 10,000平方度、2時間cadence
- 18等級より明るい突発天体を日本全国でフォローアップ観測しませんか？
- いっしょにサーベイ検討しませんか？
- データは一部捨てざるを得ません
 - いっしょに「捨てない」/「残す」情報を検討しませんか？