

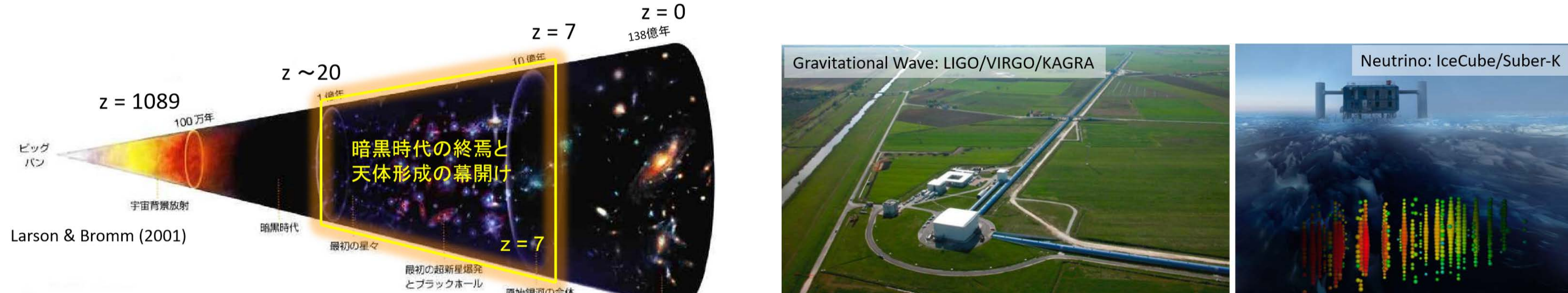
HiZ-GUNDAM搭載近赤外線望遠鏡と取得データのシミュレーション

川端弘治 (広島大)、津村耕司 (東北大)、松浦周二 (関西学院大)、米徳大輔 (金沢大)、
浦田裕次 (台湾国立中央大)、新納悠 (国立天文台)、野田博文 (大阪大)

1. HiZ-GUNDAMプロジェクト

恒星における最大級の爆発現象であるガンマ線バースト(GRB)を用いて初期宇宙や極限時空を探る計画。
重力波天体などに対するマルチメッセンジャー天文学への貢献も。

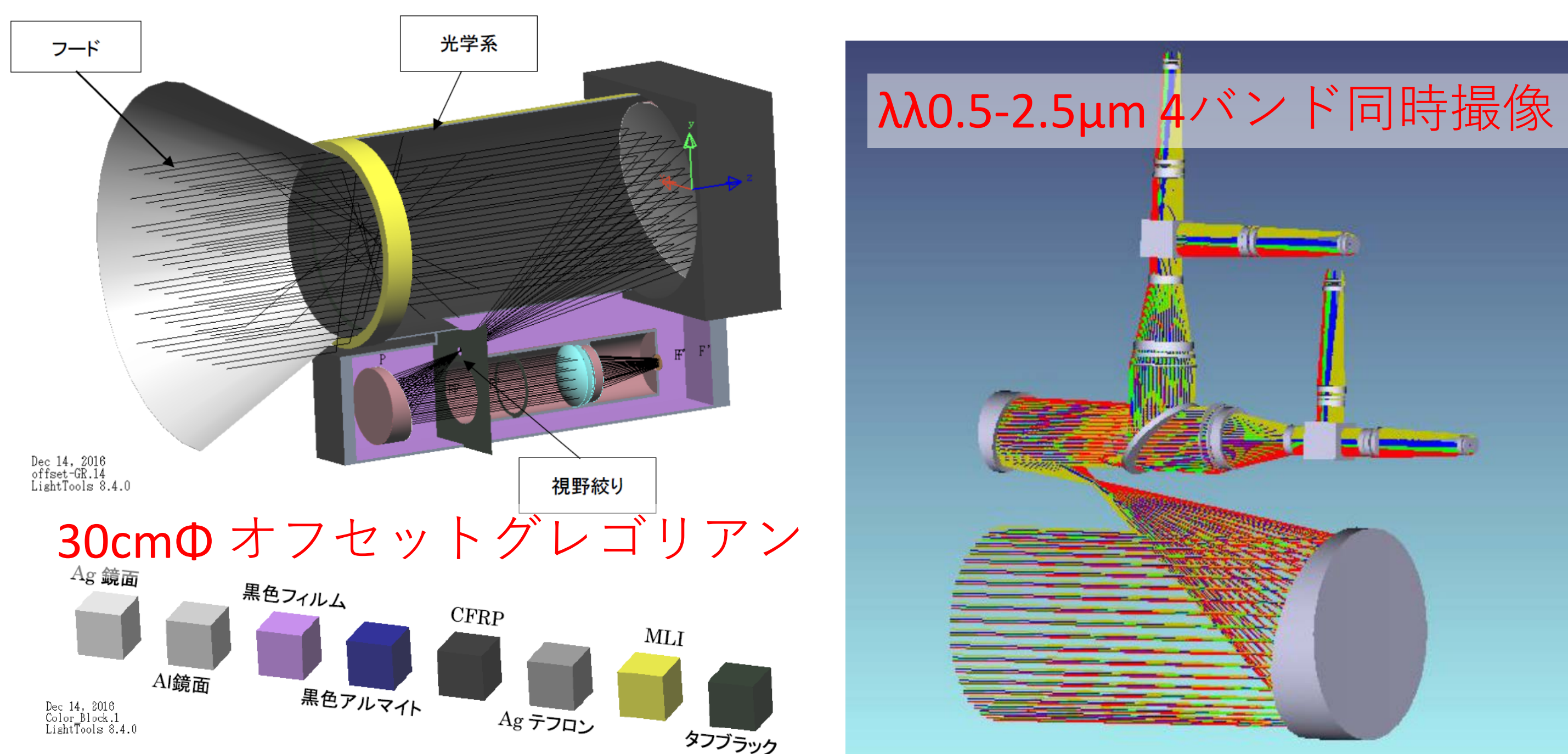
広視野X線望遠鏡による突発天体検出と、衛星姿勢の自律制御による可視光・近赤外線望遠鏡を用いた追観測で、天体の位置とその距離情報(photo-zによる赤方偏移)のアラートを1時間以内に発信。
 $z \geq 7$ の超遠方の候補天体を効率的に発掘し、地上・上空の大型望遠鏡による分光観測を促進して、初期宇宙の開拓をめざす。



関連講演 S4-003 (米徳) P-016/017 (坂本/有元)

2. 近赤外線望遠鏡と観測機器

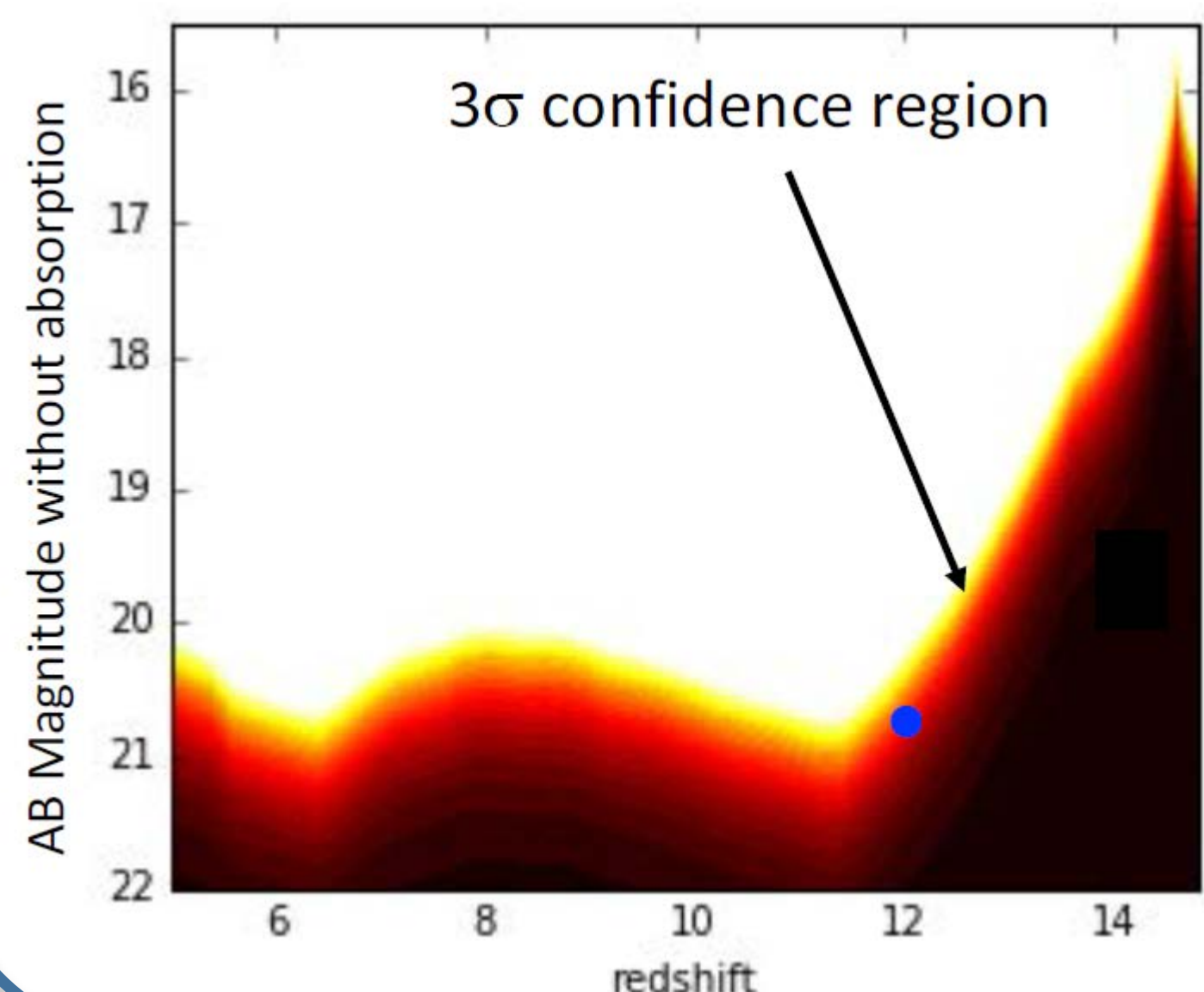
望遠鏡の有効径は30cm。その光学系にはオフセット・グレゴリアン系ないしリッチー・クレチアン系を採用。後置光学系にはダイクロミックミラーを3ヶ用いた4バンド同時撮像系を採用する予定。



Items	Parameters			
Telescope type	Offset Gregorian			
Aperture size	30 cm			
Focal length	183.5 cm			
F number	F6.1			
Field of view	34 arcmin x 34 arcmin			
FoV per pixel	2 arcsec x 2 arcsec			
Image size	3 pixel x 3 pixel			
Integration time	10 minutes (2 minutes x 5 frames)			
Observation Band (μm)	0.5-0.9	0.9-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5
Band width	0.4 μm	0.6 μm	0.5 μm	0.5 μm
Limiting Magnitude mag (AB)	21.4	21.3	20.9	20.7
Focal detector	HyViSi	HgCdTe	HgCdTe	HgCdTe

望遠鏡光学系には、迷光を最小限にするようオフセット・グレゴリアン系の採用を検討中。但し高いアラインメント精度を要求。

比較項目	リッチー・クレチアン	オフセットグレゴリアン
中心遮蔽	無	無
Ch.1	0.10%	0.00006%
Ch.2	0.11%	0.00008%
Ch.3	0.15%	0.00011%
Ch.4	0.16%	0.00009%



長波長側の2バンドで捕らえることにより、低赤方偏移のダスト減光を受けたGRBと高赤方偏移GRBとを切り分けて、赤方偏移 $z \leq 12$ までのGRBを割り出すことが可能。
時間変動やX線での星間吸収量の情報も加味して精度を向上。

3. Akari/IRCデータを用いたシミュレーション

	あかり IRC/N2	HZG/NIR(ch4)
主鏡有効径	68.5cm	30cm
検出器	InSb	HgCdTe
ピクセルフォーマット	412 x 391 (30 μm)	1024 x 1024 (18.5 μm)
視野	10' x 9.5'	34' x 34'
ピクセルスケール	1.46"/pix	1.99"/pix
典型的な星像FWHM	~3pix ~ 4.4"	~1pix ~ 2"
典型的な露出時間	44.41sec	120sec
バンド波長域	$\lambda_c=2.43\mu\text{m}$ $\Delta\lambda=0.68\mu\text{m}$	$\lambda_c=2.25\mu\text{m}$ $\Delta\lambda=0.5\mu\text{m}$
読み出しノイズ	30.6e-	20e-
ダーク	0.2e-/s	0.3e-/s
変換効率 to Jy	4.342e-7 ADU/exposure	

今回の解析で参照したデータ:
20090708/AKARI_IRC_5200921_015

frame ID	Filter	Ref. star count (ADU)	TM-SAA(sec)
F011207300_N---04_N	Dark		
F011207305_N	N2	58159	21240.4
F011207310_N	N2	58300	21694.1
F011207311_N	N2	59050	21790.4
F011207313_N---17_N	Dark		

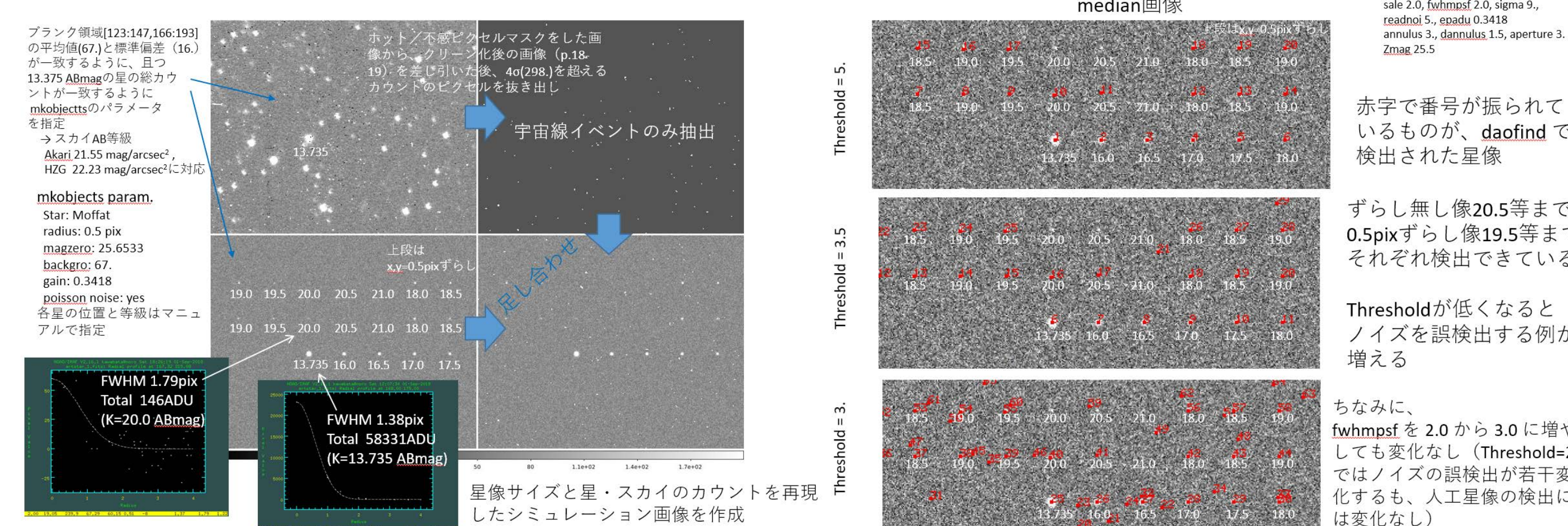


- データの特徴 (サマリ)
 - 多数のゴマメ模様がある。
 - ダーク差し引き、ホットピクセル・不感ピクセルのマスクだけではゴマメ模様を取り除ききれない
 - 簡便なアルゴリズムで、1ピクセルスケールのゴマメ模様はほぼ完全に除去可能
- スカイ輝度:
 - 67 ± 16 ADU/pix $\rightarrow +21.55$ AB mag/arcsec²
 - 黄緯+30°換算値は +20.91 AB mag/arcsec²
- 宇宙線イベント ($> 4\sigma$):
 - 1041ピクセル/133.23sec $\rightarrow 0.053893$ 個/mm²/sec
 - 2割ほどは複数ピクセルに亘るイベント

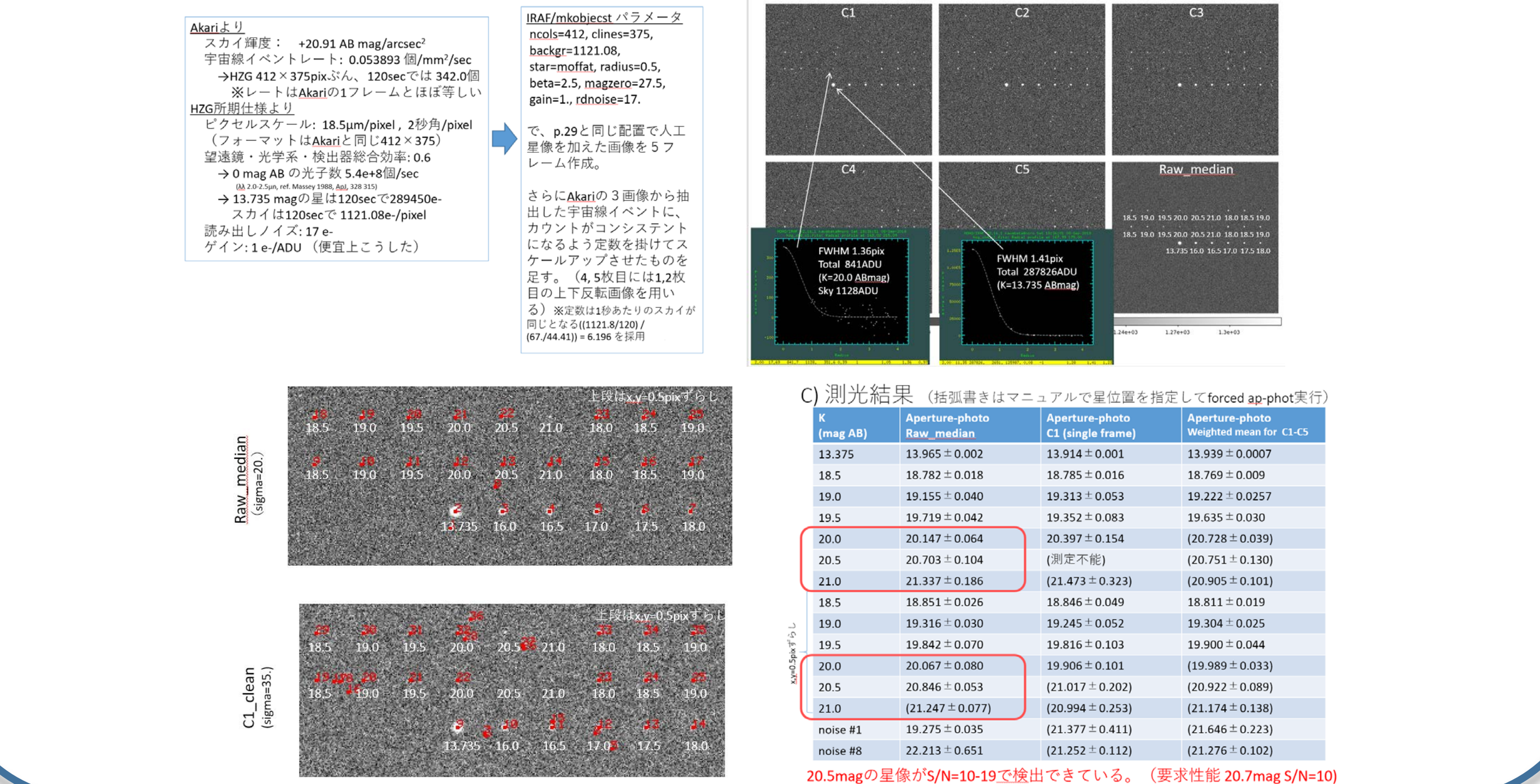
HZG/Ch.4のシミュレーションデータ3通りを作成し、星像自動検出を試験

- Akariのダーク引き・マスクだけ施した画像(ごまめ除去前)を3x3pixelビンニングし、ダーク画像から見出した宇宙線イベントをカウントx9倍して足す。
- Akariの1フレームに写り込んだプランクスカイと標準星のカウントとコンシステントになるように、人工的な星像を加え、抽出した宇宙線イベントをそのまま足し合わせたフレームを計3つ作成。
- Akariデータから導出されたスカイ輝度と宇宙線イベントがコンシステントとなるよう、且つシステム感度が所期性能を再現するように人工的に合成した2分露出のフレームを5枚作成。
※感度(総合効率、露出時間)までHZGの所期性能に合わせた評価がC)

- では星像サイズが依然 $> 2\text{pix}$ と大きく(HZGでは $\sim 1\text{pix}$)有意なシミュレーションとはいづらい
- では $K=20.0$ AB magの人工星像が3フレームのmedian画像上で $S/N=7$ で検出でき、 $K=20.5$ magの星像も $S/N=3$ で検出できた。フレーム毎でも $K=18.5-19.0$ までは取りこぼしなく自動検出できた。



C) では、median画像を作成することで宇宙線イベントを効率よく消すことができること、**K=20.5 magの人工星像がS/N=10-19で検出でき、要求性能とほぼコンシステントであることを確認した。**



4. 宇宙線イベントによる誤検出レートの見積もり

Akari/IRC 133.23secで1041ピクセル $\rightarrow 0.053893$ 個/mm²/sec
HZG Ch.4の2分露出フレームでは、 $2.2134e-3$ 個/pixelのレートで宇宙線イベントが載る

HZGでは2分露出を5フレーム撮像し、計10分露光の画像を得てGRB残光等を検出する。
露光中の姿勢制御誤差は星像の半値幅(2秒角)より小さく、median画像を作ることによって、宇宙線を効率的に排除可能
この場合、GRB位置決定精度領域内の同一ピクセルに3フレームで宇宙線が載る(=median画像で残り、星像として誤検出される)レートは、 $(2.2134e-3)^3 \times 6361.72\text{pix}^2 = 6.896e-5$ 、つまり**14500セットに1回程度と問題にならないレベル**。 Ch.3との相関を取ればさらに減らせる。