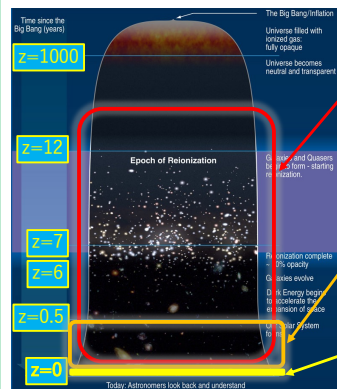


ガンマ線バーストを用いた初期宇宙・極限時空探査計画 HiZ-GUNDAM

坂本 貴紀 (青山学院大学), 米徳 大輔, 有元 誠, 澤野 達哉, 軸屋 一郎 (金沢大学), 三原 建弘 (理化学研究所), 津村 耕司, 宮坂 明宏 (東京都市大学), 郡司 修一 (山形大学), 秋田谷 洋 (千葉工業大学), 平賀 純子, 松浦 周二 (関西学院大学), 土居 明広, 坂東 信尚, 篠崎 慶亮, 松原 英雄, 前田 良知, 富田 洋, 和田 武彦 (JAXA), HiZ-GUNDAM プリプロ候補チーム

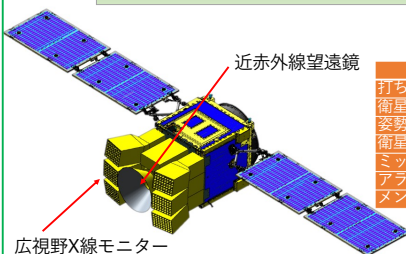
時間領域天文学とマルチメッセンジャー天文学



- ・ガンマ線バースト (GRB)
 - 初代星 (Pop-III)
 - 宇宙再電離
 - 重元素合成
- ・重力波 (Short GRB?)
 - NS-NS, NS-BH, BH-BH
 - macronova/r-process
 - TeV/PeV ニュートリノ
 - SN Shock Breakout
 - Tidal Disruption
 - Fast Radio Burst
 - AGN
- etc.
- ・恒星スーパーフレア
- ・銀河系内突発天体

HiZ-GUNDAM ミッション

- (1) X線による突発天体 (GRB / Short GRB など) の検出
- (2) 自律制御で姿勢変更を行い、300秒以内に追観測を開始
可視光・近赤外線望遠鏡で残光・キノコワアを追観測
- (3) 「詳細な方向」「測光赤方偏移」「明るさ」を1時間以内にアラート
- (4) GRB発生から1.5時間以内に大型望遠鏡による詳細な分光観測
TAO, すばる, VLT, Keck, Gemini, JWST, E-ELT, GMT, TMT, etc.



HiZ-GUNDAM	
打ち上げスケジュール	2030年頃 (公募型小型5号機)
衛星軌道	太陽同期極軌道 (twilight)
姿勢変更速度	1 deg/sec
衛星質量	約 440 kg
ミッション期間	> 3 years
アラート送信方式	民間衛星通信, VHF (SVOM地上局)
メンバー数	84名/32機関 (韓, 英, 伊, 等を含む)

広視野X線モニター

ロブスターアイ光学系 (Lobster-eye optics; LEO)

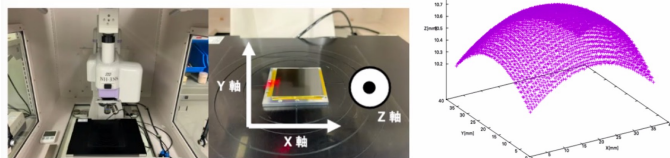
40 mm x 40 mm grid, 6 μm x 20 μm cells.

焦点面X線検出器 (pnCCD or 大面積CMOS)

読み出しボード CAPREO

項目	パラメータ
エネルギー帯域 (keV)	0.4 - 4 keV
光学系	ロブスターアイ光学系
Module aperture size	192 x 192 mm ²
モジュール数	16
視野	> 1.0 str (全体)
焦点距離	300 mm
焦点面検出器	pnCCD/CMOS
検出器数	16
感度	~ 1 x 10 ⁻¹⁰ (erg/cm ² /s) @100 秒
位置決定精度	~ 3 分角

LEOの3次元形状測定



LEOのX線性能評価

青学に設置した 8 m X線ビームライン (左図) を用いて、4枚の FM LEO のX線集光性能を実施。1.4 keV (Al ターゲット) のX線を LEO に照射し、焦点面に設置した CMOS センサーでX線集光像を焦点距離を変えながら取得 (右図)。集光像の中心部分の PSF が最も小さくなった時をベストな焦点距離とすると、4枚の焦点距離の平均は 292 mm となり、各 LEO の分散は 6 mm 程度であった。

近赤外線望遠鏡

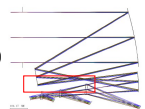
- ・軸外し光学系 + フィールドストップによる迷光除去
- ・0.5 - 2.5 μm を4バンドに分割し、4バンド同時測光
- ・オールアルミで熱収縮を相似変形として吸収
- ・常温アライメント → 200 K 低温環境で結像性能を保つ

項目	Parameters
望遠鏡	Three Mirror Anastigmat (TMA)
口径	30 cm
焦点距離	183.5 cm
F 値	F6.1
視野	34' x 34' (17' x 17')
Integration time	10 分 (2 分 x 5 フレーム)
観測帯域 (μm)	0.5-2.5 (4-5 分割)
限界等級 (AB)	20.7-21.4
焦点面検出器	HvYiSi/HgCdTe

【現在の構成】

- ・4つの検出機で4バンド同時撮像
- ・可視1バンド + 近赤外3バンド
- ・Hawai-1RG (H1RG) x 3 が高額

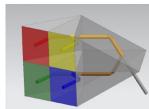
近赤外線チャンネルの3バンド同時撮像には、3つのH1RGが必要(高額)



【改訂案】

- ・ケスタープリズム (Greiner & Laux 2022) で近赤外線チャンネルを4分割し、1つのH1RGで受ける

- (メリット)
- ・検出器数削減(コスト削減)
 - ・近赤外線観測バンド数増
- (デメリット)
- ・視野縮小
 - ・プリズムの製作実現性



LEOのフレーム設計、アライメント

2枚のLEO

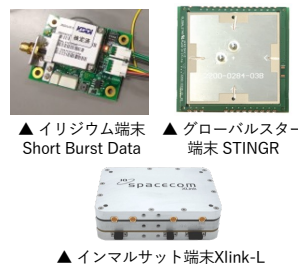
LEO 2枚をマウントできるフレームの設計、製造し、LEO 2枚をまたいでX線の集光性能の確認を行っている。また、3x3でLEOをマウントできるフレームの設計への着手も開始。LEO とフレームとの固定方法の検討も開始。

pnCCD の性能評価

pnCCD の性能評価のため、市販品である pnCCD Color X-ray Camera (CXC) を用いての性能評価を実施中。0°C という比較的高温な状況でも 164.5 eV @ 5.9 keV というエネルギー分解能を持ち、またエネルギー閾値も 0.3 keV であった。

速報システム

- ・民間衛星通信: イリジウム、グローバルスター、インマルサットの利用
- ・イリジウムは ARICA/ARICA-2 や KOYOH などのキューブサットや超小型衛星での宇宙実証が進行中
- ・グローバルスターは東工大 HIBARI で宇宙実証が継続中
- ・インマルサットはキューブサットで利用可能な通信端末 XLink-L を IQ spacecom が販売。この端末の購入を検討中
- ・SVOM 地上局の利用
- ・HiZ チーム主体で日本に SVOM 小笠原局を設置する事で貢献。HiZ での利用への友好的協力体制の構築を目指す。



今後の展望

来年2-3月にダウンセクション、ミッション定義審査(来年度)を経て、プロジェクト化を目指す。