

# CubeSatによる

## 宇宙可視光背景放射観測ミッション：

### VERTECS

○佐野 圭<sup>1</sup>、趙 孟佑<sup>1</sup>、北村 健太郎<sup>1</sup>、寺本 万里子<sup>1</sup>、増井 博一<sup>1</sup>、  
布施 哲人<sup>1</sup>、瀧本 幸司<sup>1</sup>、Necmi Cihan Örgen<sup>1</sup>、Jose Rodrigo Cordova-Alarcon<sup>1</sup>、  
Victor Hugo Schulz<sup>1</sup>、Ofosu Joseph Ampadu<sup>1</sup>、中川 貴雄<sup>2</sup>、宮崎 康行<sup>2</sup>、  
松原 英雄<sup>2</sup>、和田 武彦<sup>2</sup>、磯部 直樹<sup>2</sup>、船瀬 龍<sup>2</sup>、津村 耕司<sup>4</sup>、松浦 周二<sup>3</sup>、  
高橋 葵<sup>5</sup>、五十里 哲<sup>6</sup>、谷津 陽一<sup>7</sup>、軸屋 一郎<sup>8</sup>、青柳 賢英<sup>9</sup>、  
VERTECS collaboration

<sup>1</sup>九州工業大学、<sup>2</sup>JAXA/ISAS、<sup>3</sup>関西学院大学、<sup>4</sup>東京都市大学、  
<sup>5</sup>アストロバイオロジーセンター、<sup>6</sup>東京大学、<sup>7</sup>東京工業大学、  
<sup>8</sup>金沢大学、<sup>9</sup>福井大学

# 本講演の概要

「JAXA 輸送/超小型衛星ミッション拡充プログラム」の枠組みのもと、2022年12月から始動した超小型天文衛星ミッション：

「高精度姿勢制御6U衛星による宇宙可視光背景放射観測で探る天体形成史」

(衛星名VERTECS：Visible Extragalactic background RadiaTion Exploration by CubeSat)

の目指すサイエンス、ミッションの全体像、開発する衛星の概要、高精度姿勢制御バスの共通化について述べる。

# 宇宙背景放射

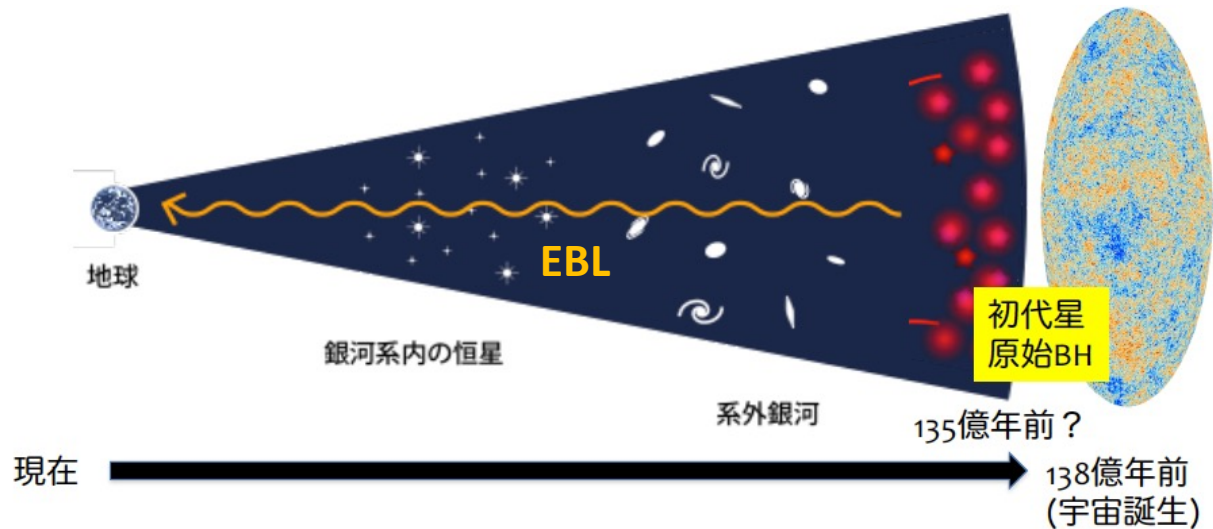
宇宙背景放射（Extragalactic Background Light：EBL）

- 宇宙初期から現在までに放出された全放射の積算

可視光～赤外線の宇宙背景放射

- 宇宙初期の天体やブラックホールなど  
未知天体からの放射を含む

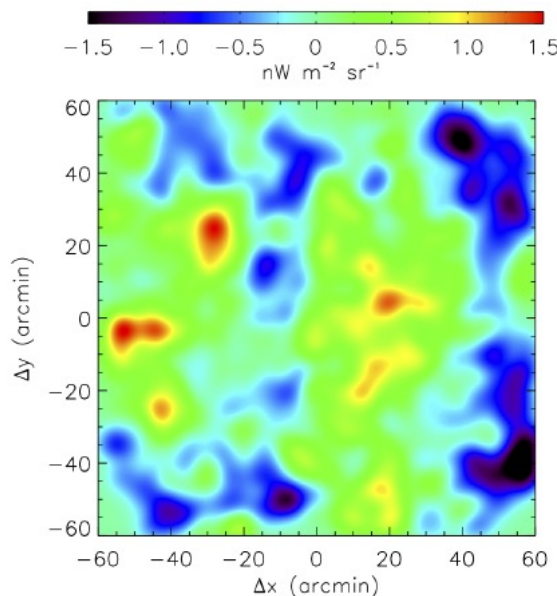
→大型望遠鏡でも  
検出が困難な暗い  
天体も含んだ天体  
形成史の全貌を  
解明するために  
重要な観測量



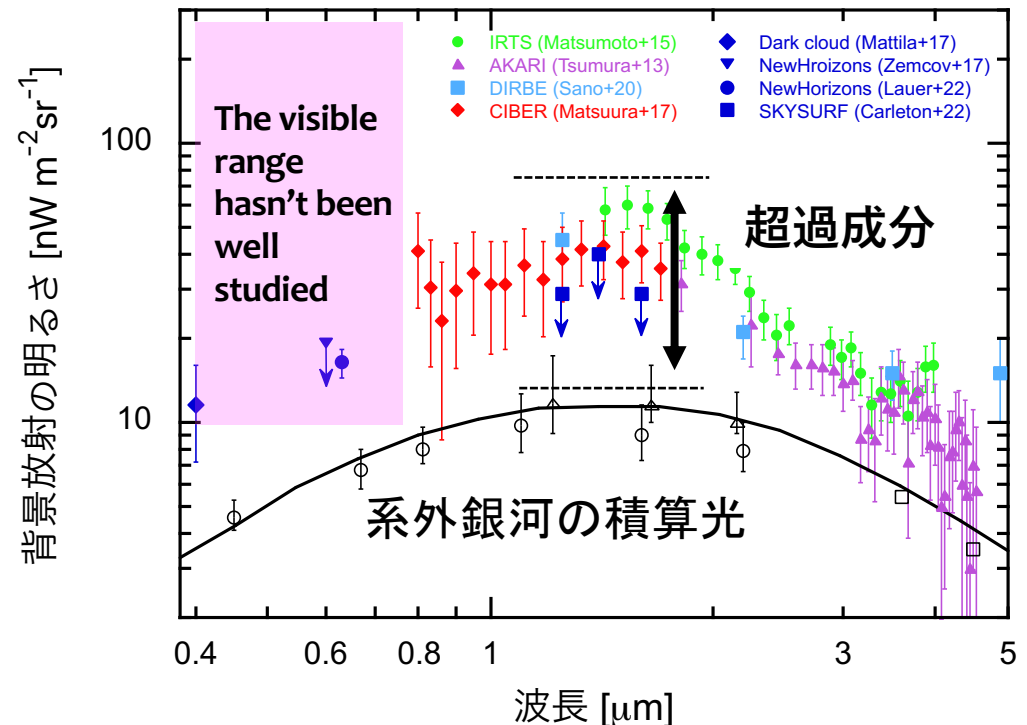
宇宙背景放射（EBL）の概念図

# 近赤外線EBLの超過成分

- ・これまでのロケット実験CIBER等の観測によると、近赤外線EBLの明るさおよび空間ゆらぎが、既知の銀河の積算値より数倍大きい。
- ・超過成分の候補として、近傍宇宙の銀河ハロー浮遊星や、宇宙初期のブラックホール等があるが、未解明



CIBERで観測されたEBLのゆらぎ  
(Zemcov et al. Science 2014)

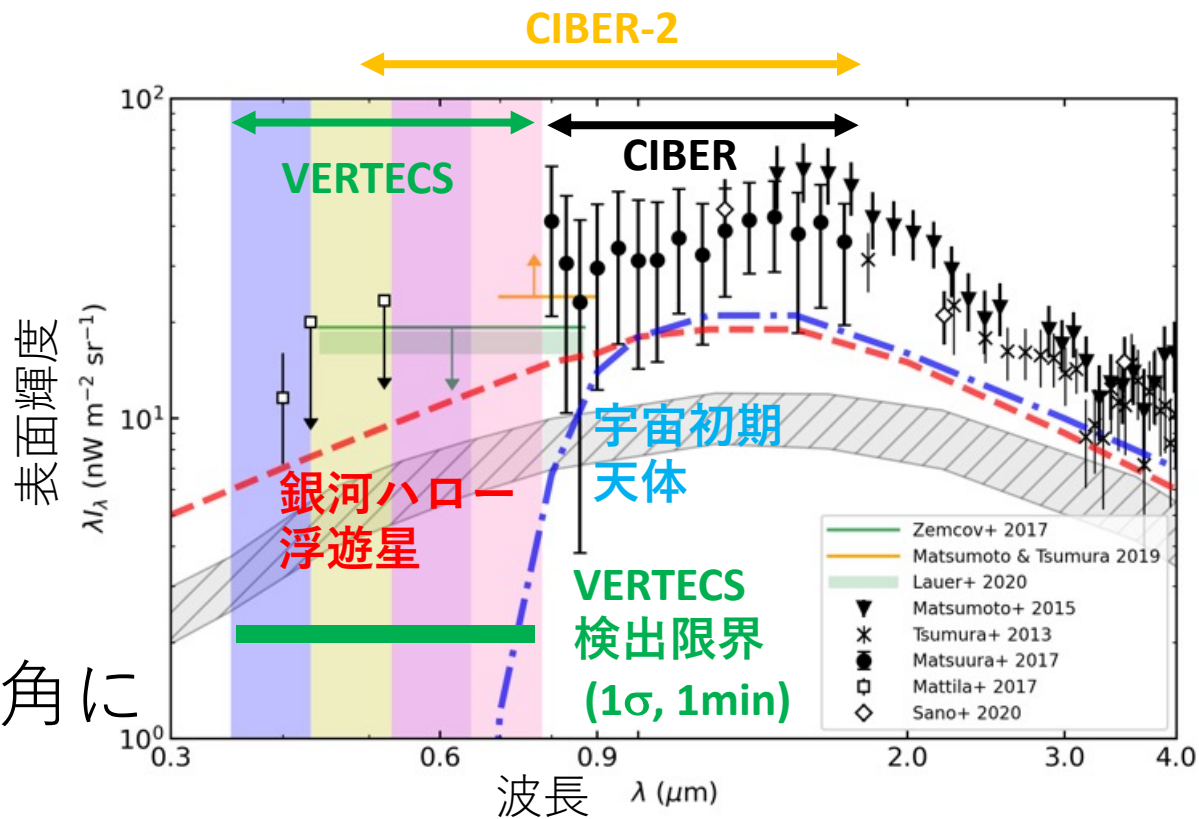


# VERTECSによる可視域でのEBL観測

EBLの起源解明

→波長800nm以下の  
スペクトル形状の  
測定が重要

EBLの検出感度は、  
観測装置の  
集光面積×観測立体角に  
依存



→**広視野の小型望遠鏡を搭載するCubeSat**により実現可能

VERTECSでは、新観測ロケット実験**CIBER-2** (P-005松浦ほか参照) と合わせて、多波長で総合的な**EBL**研究を行う。

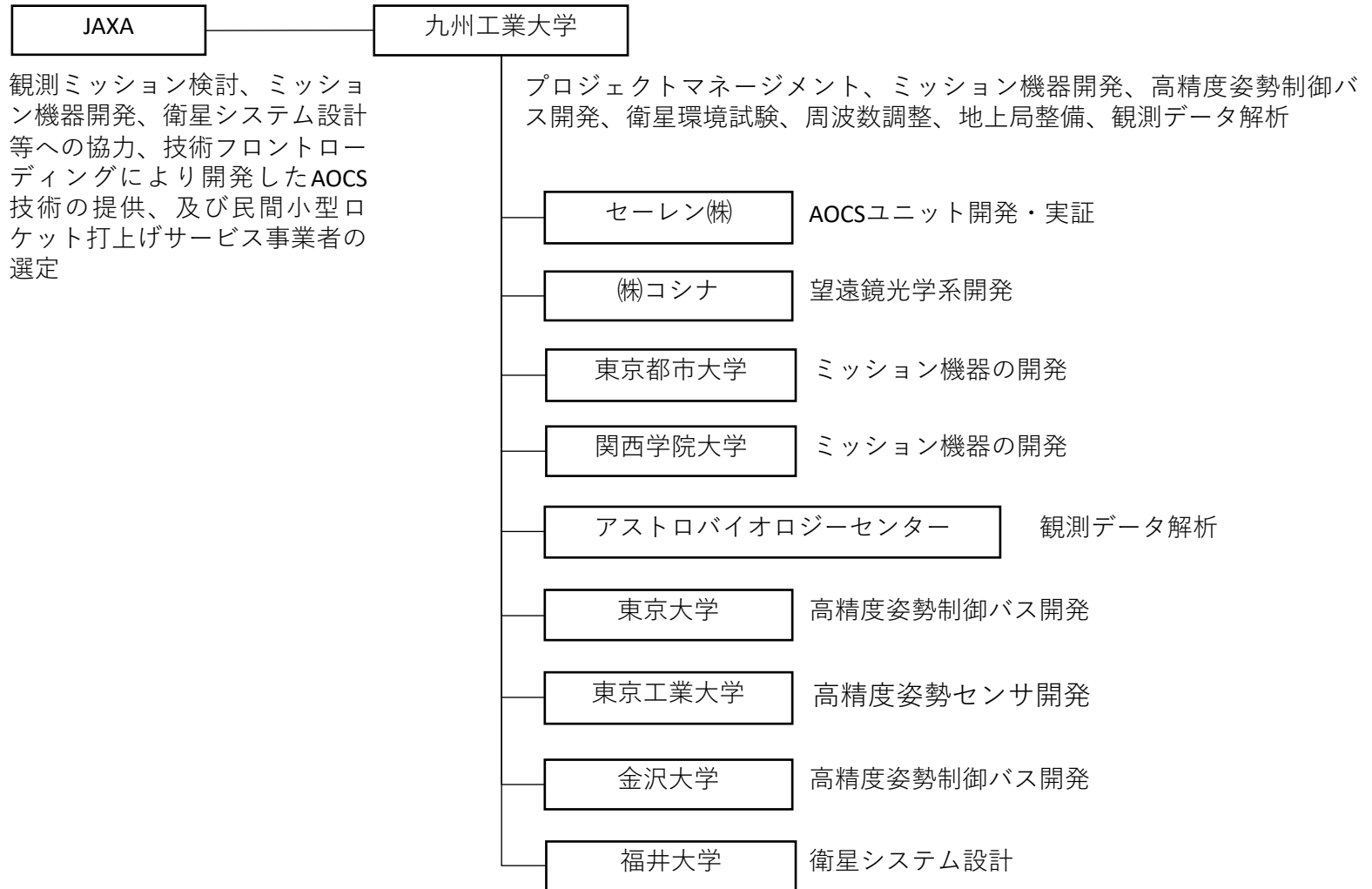
・ JWST等による個々の天体観測による研究と相補的

# JAXA輸送/超小型衛星 拡充プログラム

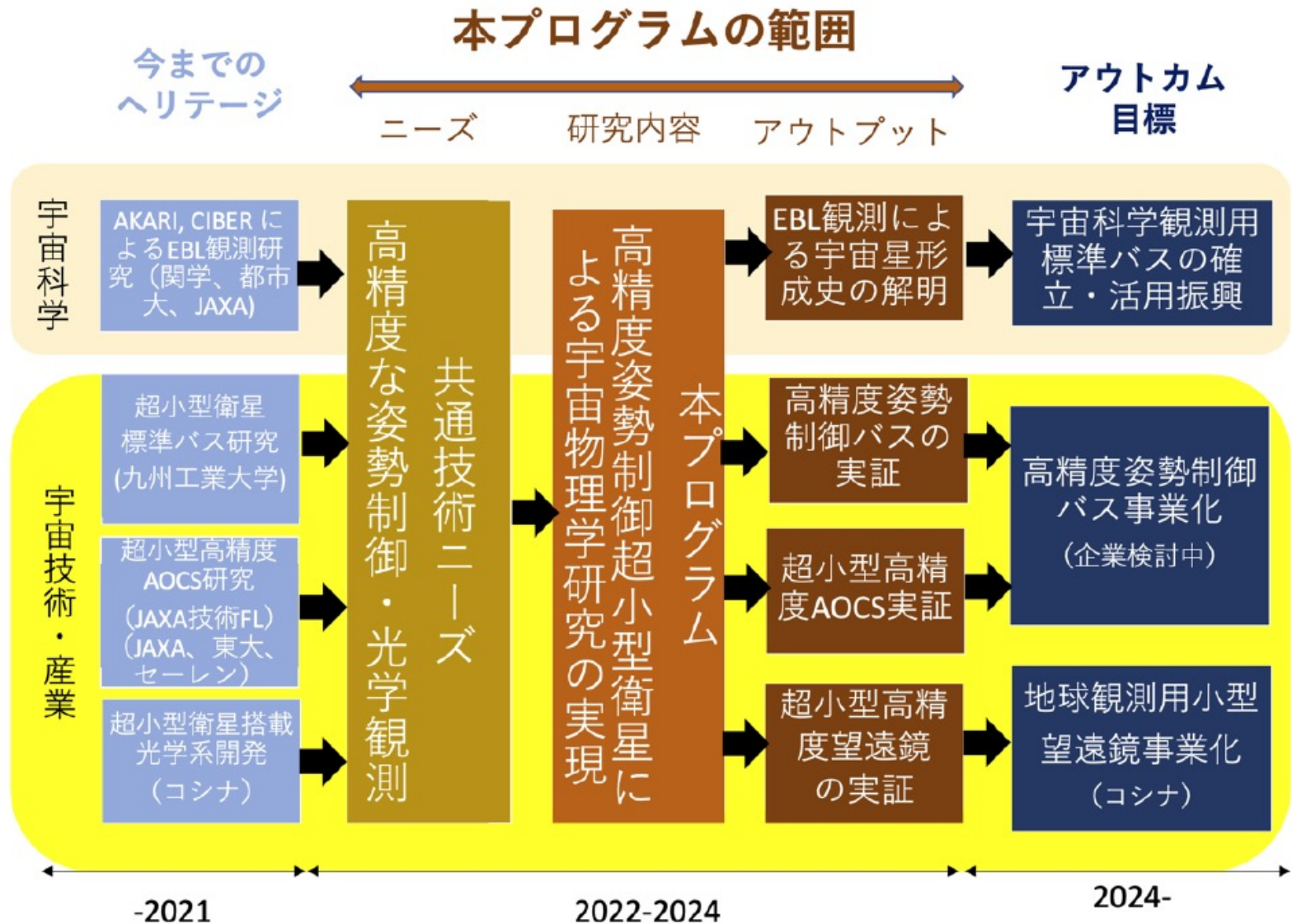
- ・ 大学、企業、JAXAが共同で超小型衛星開発を実施する新規プログラム
- ・ 今年度の衛星開発フェーズ案件として、本ミッション「高精度姿勢制御6U衛星による宇宙可視光背景放射観測で探る天体形成史」が選定された。
- ・ 開発する衛星は今から2年後を目処に、JAXAが選定する打ち上げ輸送サービスで打ち上げられる計画
- ・ EBLに関する世界一級の成果創出を行うとともに、参画企業はその成果に基づいて事業の創出を目指す。

# 研究体制

《組織体制》



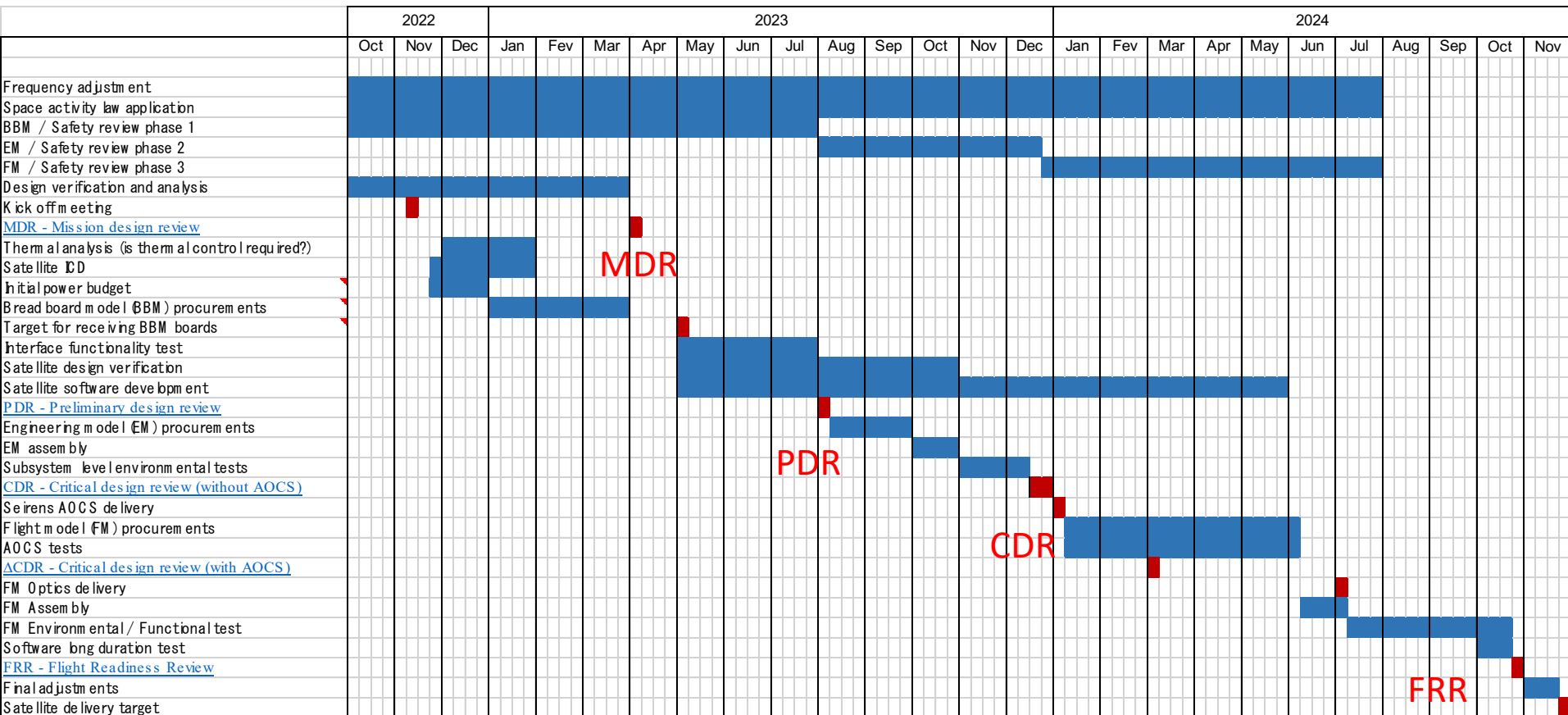
# 本プログラムの全体構想



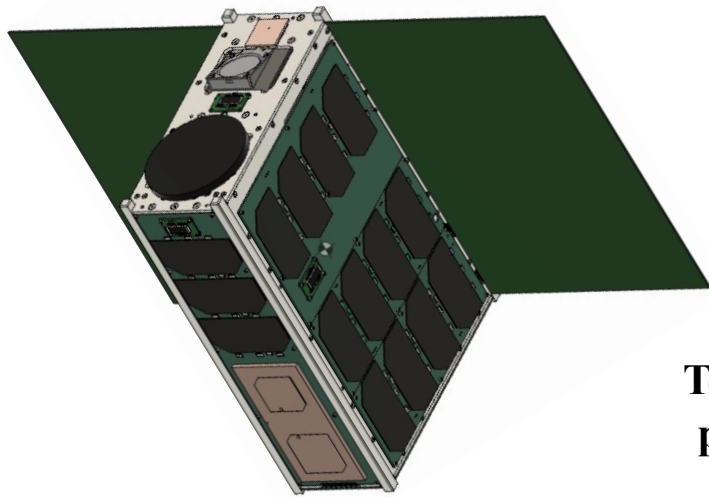


# 衛星開発スケジュール

従来の衛星開発におけるシステム工学に対し、低価格・  
 短期間・効率良いLean Satelliteの概念による衛星開発  
 →迅速な科学成果創出に挑戦

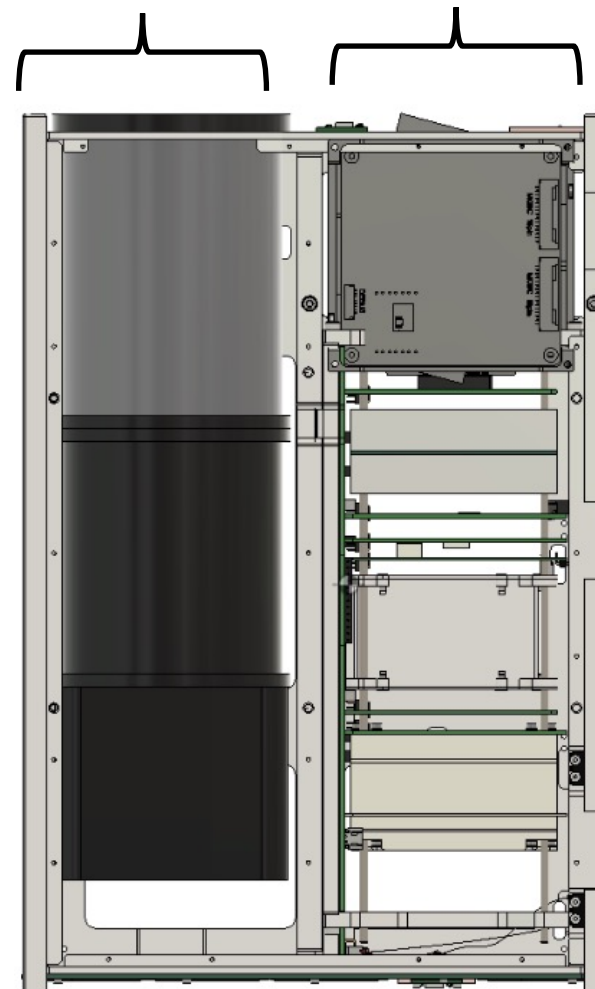


# 衛星全体の構成



Telescope payload

ミッション部      バス部



AOCS

AOCS adapter board

S-band  
Access board  
OBC  
EPS

Battery

Mission Board

X-band

Component

Subsystem

ミッション部

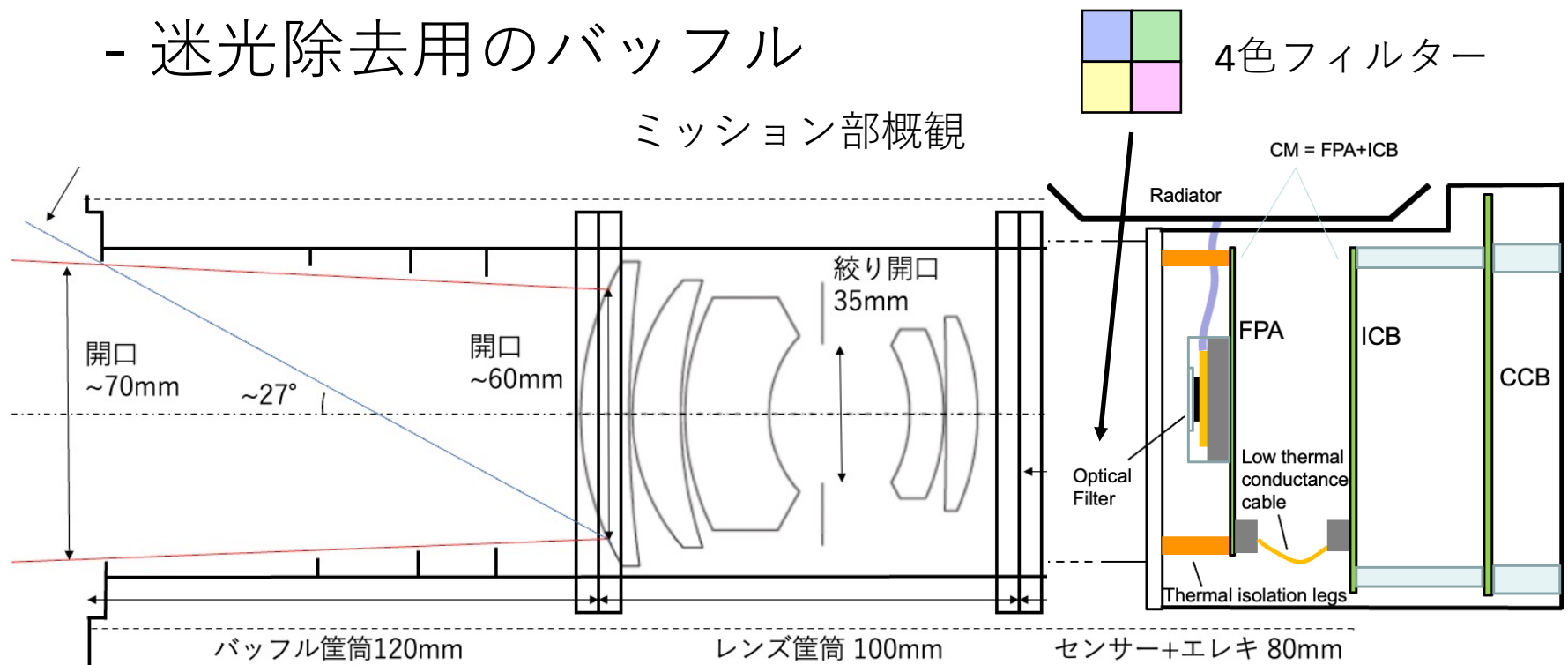
望遠鏡+バッフル (2U)  
センサー+電気系 (1U)

バス部

AOCS (1U)  
S-band受信機  
S-band送信機  
X-band送信機  
OBC  
電源系  
展開型太陽電池パドル

# ミッション部の構成

- 要求仕様
  - 口径数cmの視野3度以上の望遠鏡光学系
  - 空間分解能  $< 10$  arcsec
  - 低ノイズ (1 e)、低暗電流 ( $< 1$  eps) のセンサー
  - センサーの冷却機構
  - 迷光除去用のバッフル



# 姿勢制御系の概要

本ミッション：長時間露光における  
10秒角/1分間程度の姿勢安定性が必要

→JAXA技術フロントローディングで開発された  
1Uサイズの統合型姿勢制御ユニットを採用

外国製品との比較

Item	XACT-15	iADCS400	Developed Module
Size mm	100 × 100 × 50	95 × 96 × 67	91 × 90 × 90
Mass kg	0.9 kg	1.15 kg	1.2 kg
Stability deg (1 $\sigma$ )	0.003 deg (10 arcsec)	0.003 deg (10 arcsec)	0.003 deg (10 arcsec)
Max MTQ output	0.1 Am2	0.4 Am2	0.37 Am2
Max RW torque	4 mNm	2.5 mNm	4 mNm
Max RW Momentum	15 mNms	15 mNms	5 mNms



Ikari et al. (2022)

# 衛星バス部の構成

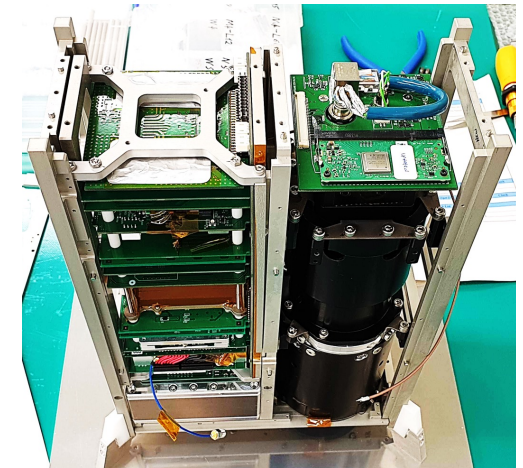
## KITSUNE

- 九州工業大学等が開発した地球観測用6U衛星
- 2022年3月にISSから放出、稼働中



## VERTECS

- KITSUNEのOBC、電源系、通信系の構成に基づいて、前述の姿勢制御系を組み合わせることで、**高精度姿勢制御バス**（VERTECSバス）を開発



6U衛星 KITSUNE

超小型衛星利用シンポジウム2022

[https://aerospacebiz.jaxa.jp/cubesatlv2022/5-2\\_detail\\_mission.html](https://aerospacebiz.jaxa.jp/cubesatlv2022/5-2_detail_mission.html)

# 地上運用の概要

- テレコマ運用（S帯、定常時1日1パス）
  - 九工大主局（従局検討中）でリアルタイム運用
- データダウンリンク（X帯）
  - 商業サービスを利用し、国内外アンテナでリモートダウンリンク（計画運用）
- 以下、詳細（現在検討中）

帯域	用途	運用単位	パラメータ	値	コメント
S帯	コマンドアップリンク	1パス/日	通信レート	32 kbps	HKデータ
	データダウンリンク				
X帯	データダウンリンク	1パスについて	通信時間	5分	サイエンスデータ 最低4パス必要 リモートダウンリンク（計画運用）
			通信量	1500 Mbits (187.5 MB)	
		4パス/日	総通信量	6000 Mbits (750 MB)	
		8パス/日	総通信量	12 Gbits (1500 MB)	

# 超小型衛星バス部の共通化

天文衛星ミッションの課題：

ミッションの巨大化・長期化による  
斬新なアイデアの埋没、研究を推進する人材の減少

解決方策：超小型衛星を利用した宇宙科学の促進  
→VERTECS単体にとどまらず、VERTECSバスを  
共通化することで、超小型衛星による先鋭的な  
宇宙科学ミッションを迅速・確実・安価に実現

バス部共通化の課題：

リソース制約（volume、mass、power、data rate..）、  
指向要求制約、運用制約を考慮する必要がある。

# まとめ

- ・ JAXA 拡充プログラムの枠組みのもと、宇宙可視光背景放射の観測を目的とする6U天文衛星 VERTECS の開発を進めている。
- ・ 2年間という短期間で衛星を開発し、宇宙可視光背景放射の起源解明という、天体形成史研究における世界一級の科学成果創出に挑戦する。
- ・ 本ミッションに基づいて、高精度姿勢制御バスを共通化し、将来の宇宙科学ミッションの高信頼性化、迅速化、低コスト化を図る。