

EQUULEUS搭載科学観測ミッションPHOENIX, DELPHINUS及びCLOTHの開発および打ち上げ準備状況

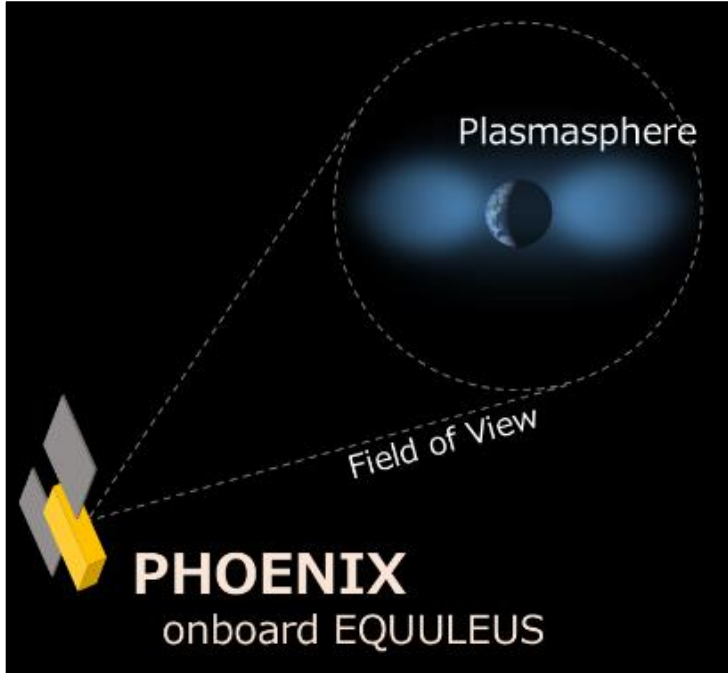
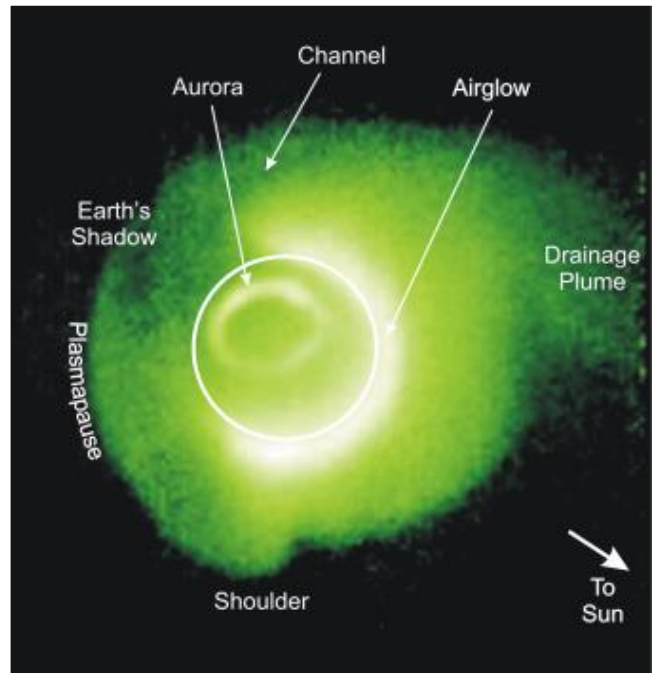
○藤原正寛¹⁾, 近藤宙貴¹⁾, 五十里哲¹⁾, 吉川一朗¹⁾, 吉岡和夫¹⁾, 桑原正輝²⁾, 阿部新助³⁾, 柳澤正久⁴⁾, 布施綾太³⁾, 奥山純吾³⁾, 矢野創⁵⁾, 平井隆之⁶⁾, 新井和吉⁷⁾, 膽澤宏太⁷⁾, 中澤淳一郎⁸⁾, 岩田翔也⁷⁾, 船瀬龍^{5),1)}
1)東京大学, 2)立教大学, 3)日本大学, 4)電気通信大学, 5)JAXA, 6)千葉工業大学, 7)法政大学, 8)総研大

地球-月ラグランジュ点 (EML2) への航行を目指す6Uサイズの超小型宇宙探査機EQUULEUSの3つの理学ミッションについて、各観測機器の概要と現在の開発状況を報告する。

1. 地球磁気圏プラズマ撮像 (PHOENIX)
2. 月面衝突閃光の観測 (DELPHINUS)
3. 地球・月軌道間のダスト検出 (CLOTH)

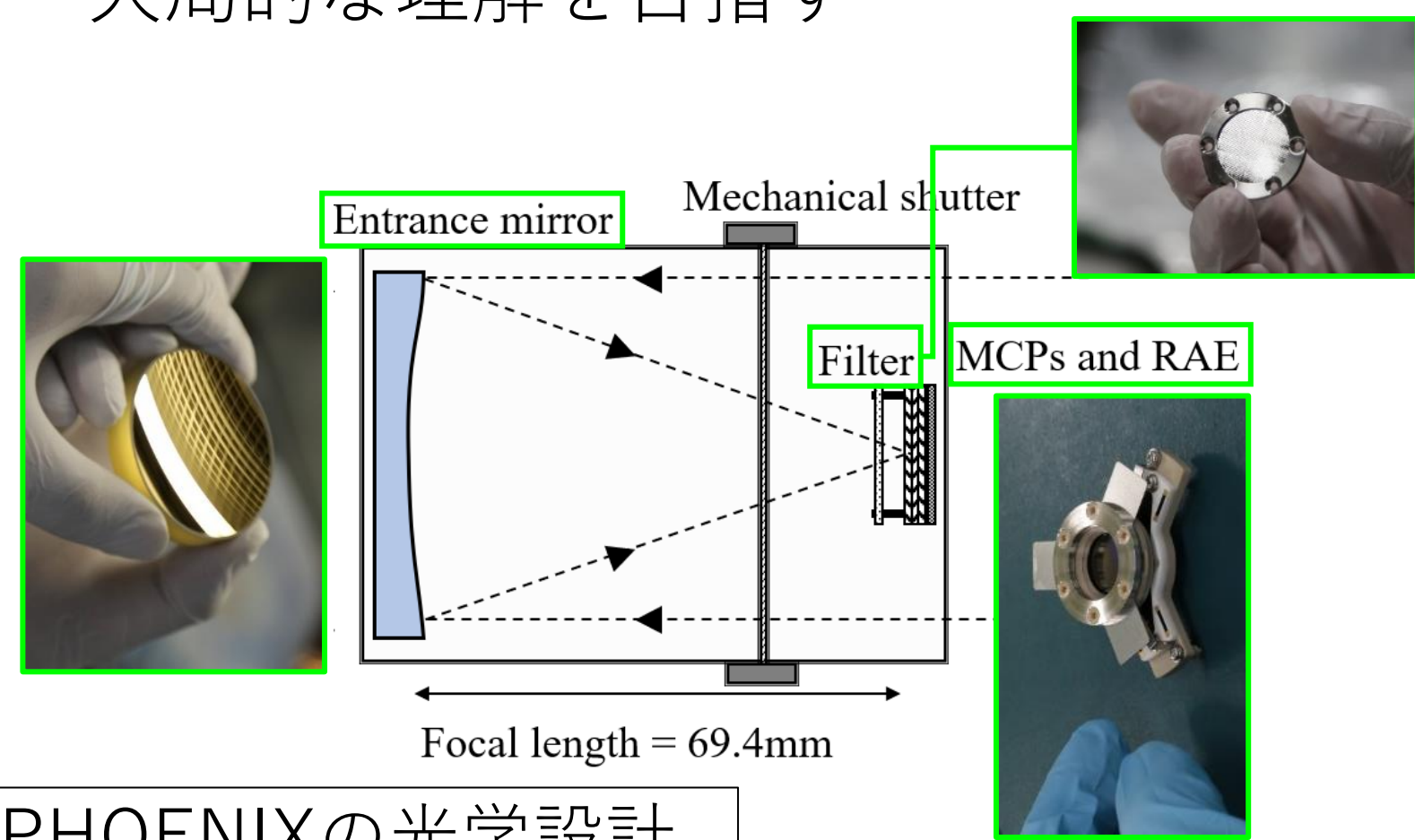
PHOENIX (Plasmaspheric Helium ion Obserbation by Enhanced New Imager in eXtreme ultraviolet)

- ・観測対象
地球磁気圏プラズマ(He⁺)
- ・地球磁気圏プラズマ
 - H⁺, He⁺などから構成
 - He⁺の輝線発光 (30.4 nm: 極端紫外光) は観測可能
- ・科学目標
 - EML2からのHe⁺の輝線発光観測により、プラズマ圏の動的描像の大局的な理解を目指す

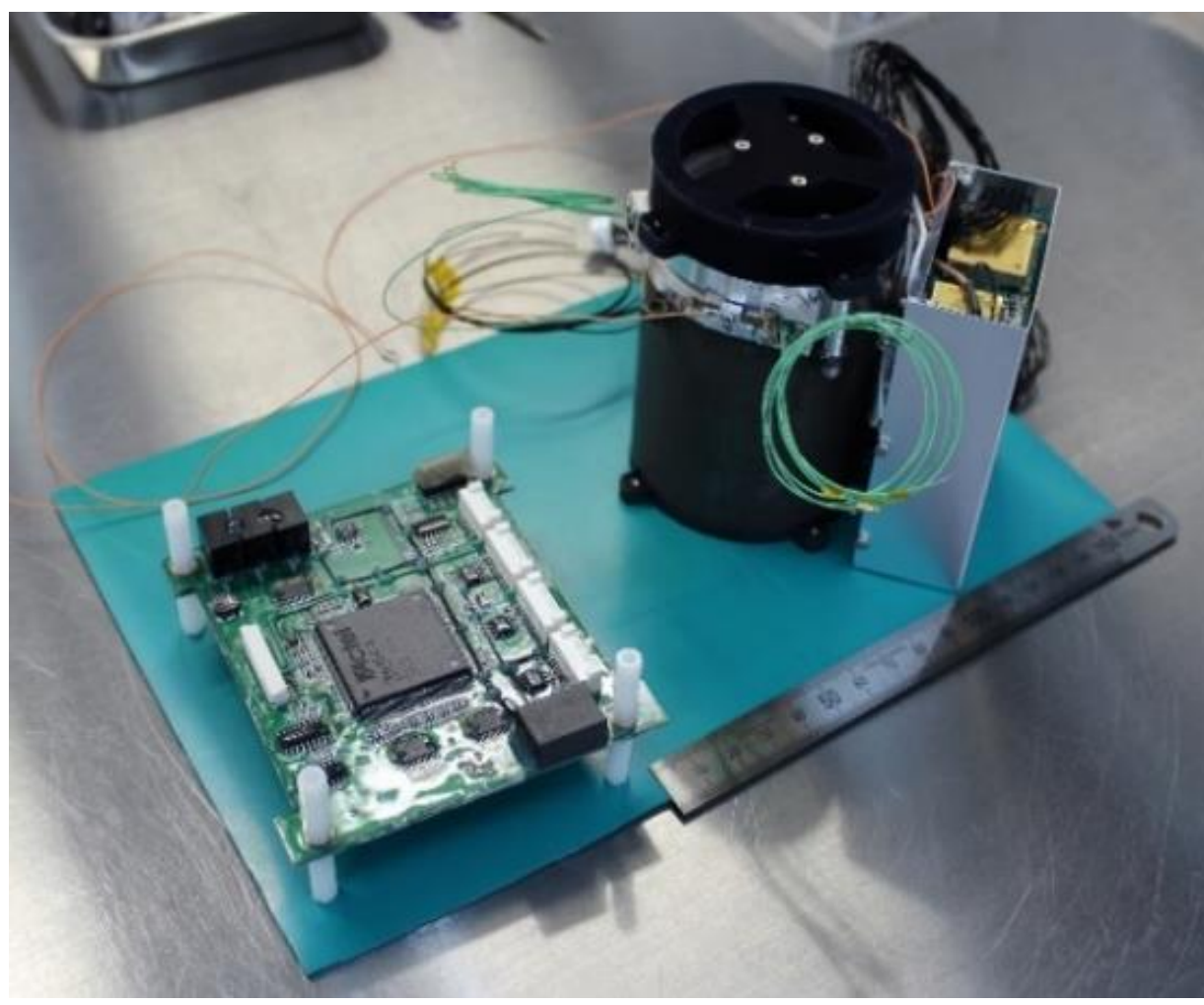
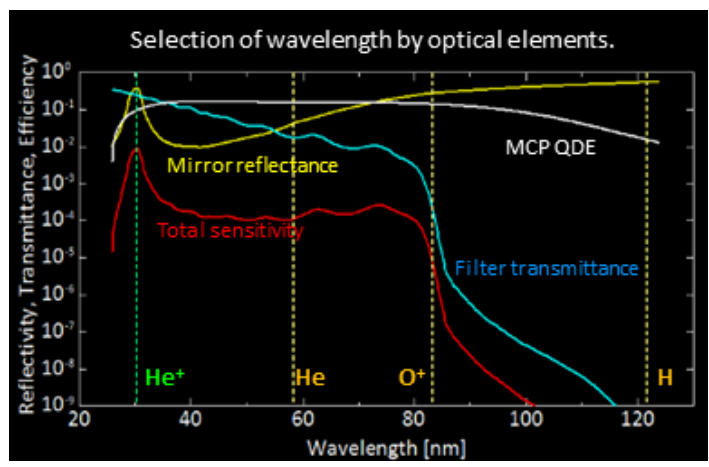


IMAGE衛星により観測された地球磁気圏プラズマHe⁺の発光(2000)

PHOENIXによるHe⁺観測のイメージ図



・PHOENIXの光学設計 (ミラーやフィルタ, MCPにより検出する光の波長を選別) →30.4 nmに最適化



PHOENIX FM

PHOENIX 諸元	
質量	約538 g
電力	1.5~1.8 W
寸法(※望遠鏡部分)	6.6 cm x 6.6 cm x 10 cm
FOV	8 x 8 deg (8 R _E x 8 R _E)
空間分解能	< 0.1 deg (0.1 R _E)
時間分解能	10 ~ 60 mins

FM統合環境試験

振動試験, 熱真空試験 (シャッター開閉含む) を実施し, 要求性能を満たしていることを確認した

CLOTH (Cis-Lunar Object detector within Thermal insulation)

- ・観測対象
惑星間ダスト、EML2ダスト
- ・科学目標

世界で初めてEML2領域におけるダスト環境を計測し、その起源を明らかにする

- ・工学目標

地球周回衛星及び深宇宙探査機のMLIに微粒子衝突センサ機能を付与するSmartMLIコンセプトの宇宙実証

- ・探査目標

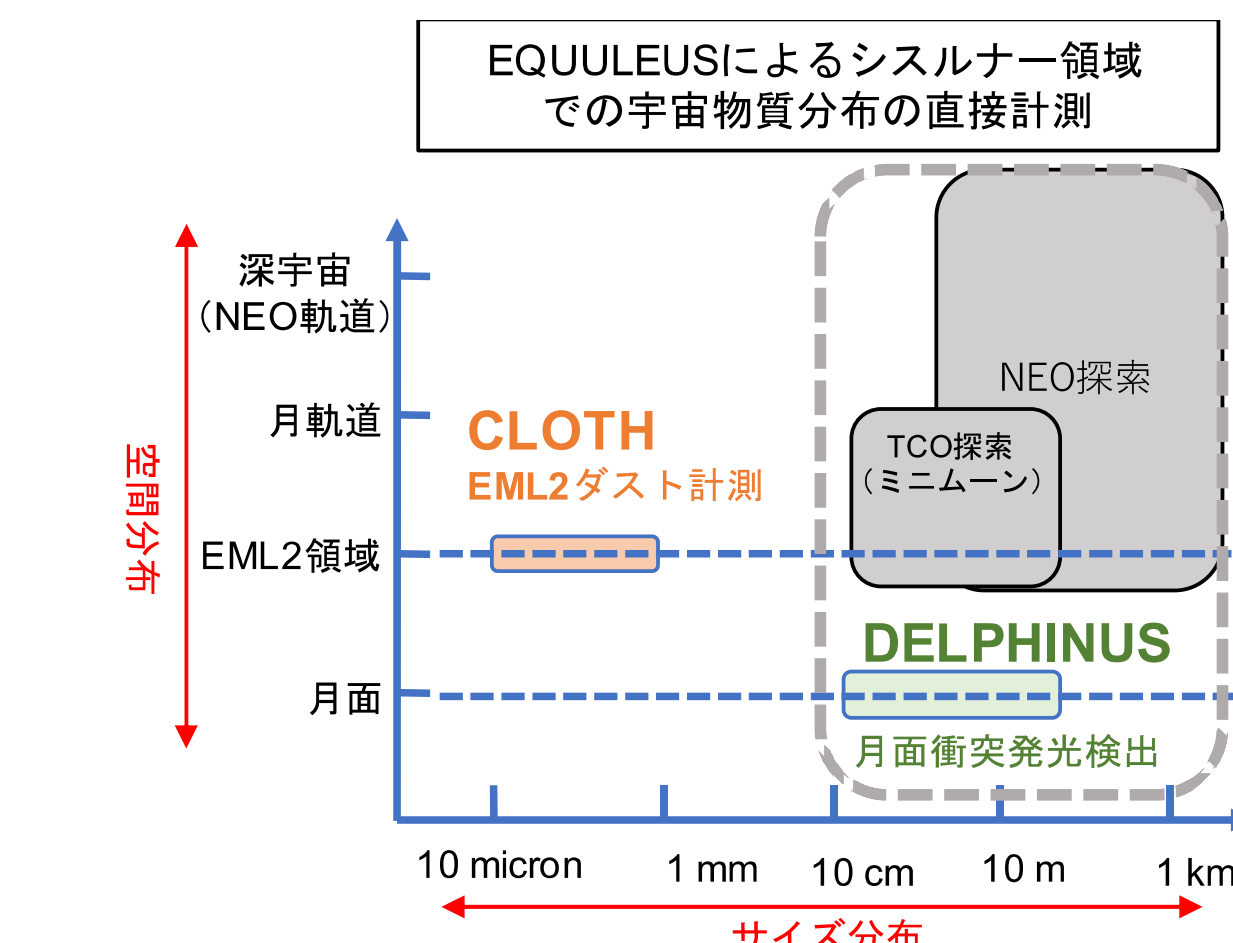
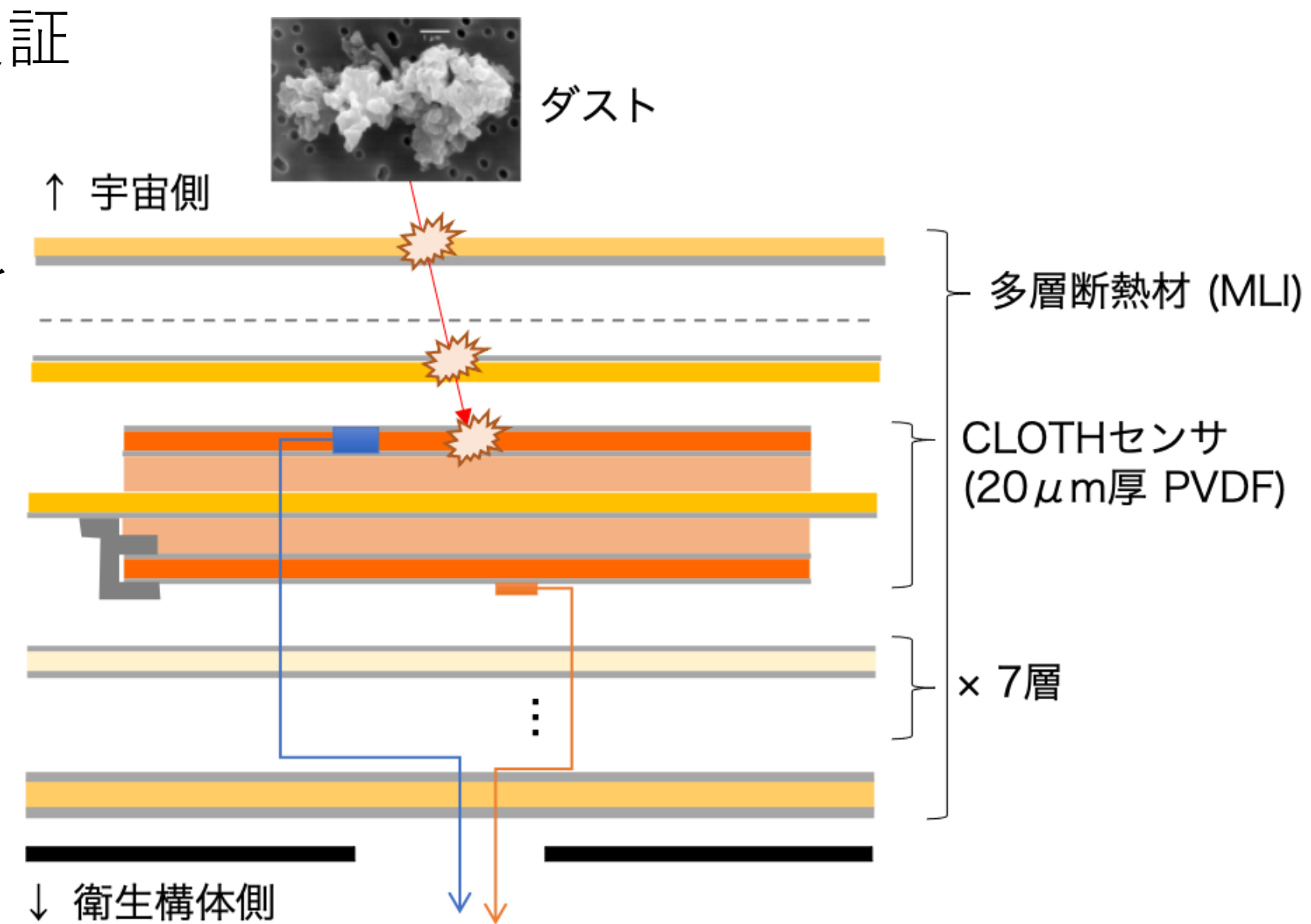
将来、有人宇宙活動に利用するであろうEML2領域のダスト環境を把握し、リスク評価を行う



CLOTH 信号処理基板



EQUULEUSの多層断熱材と一体化したCLOTHセンサ部



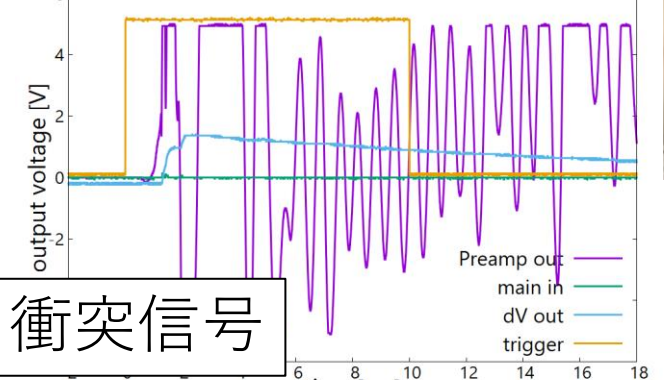
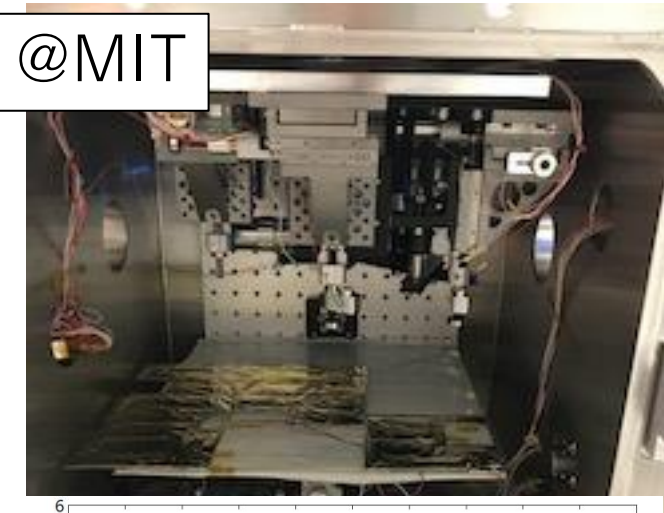
フライトモデル単体振動試験・恒温槽試験



常温①→+50°C①→-20°C①
→+50°C②→-20°C②→常温②

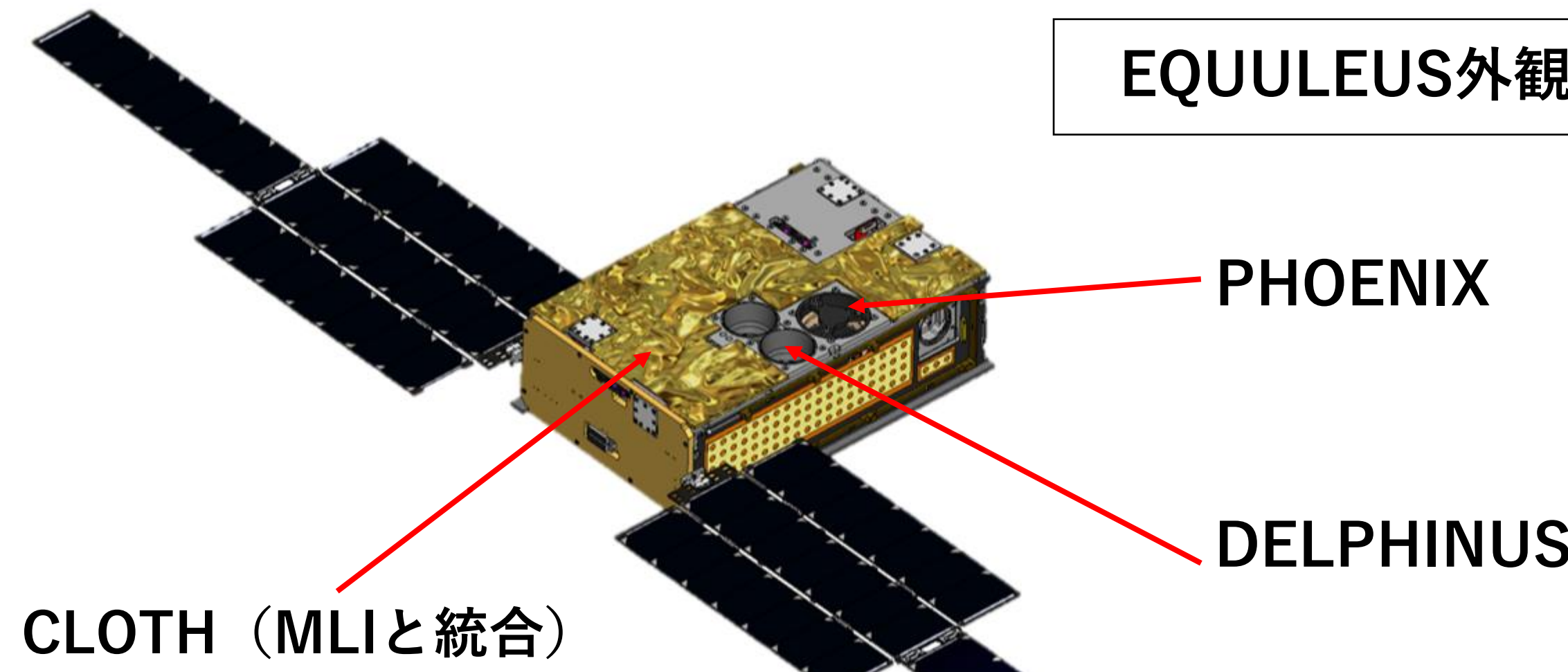
温度サイクル&各軸加振後に正常動作することを確認した

フライトスペア単体微粒子衝突試験



検出速度6 km/s、粒径20 μmの衝突で十分な信号強度を確認した (検出下限粒径については引き続き較正中)

衝突速度	検出可能ダスト粒径範囲
1 km/s (EML2ダスト)	~29 ~ ~1300 μm
12 km/s (惑星間ダスト)	~4 ~ ~35 μm



EQUULEUS外観

PHOENIX

DELPHINUS

CLOTH (MLIと統合)

DELPHINUS (DEtection camera for Lunar impact PHenomena IN 6U Spacecraft)

- ・DELPHINUSとは
EQUULEUSに搭載する可視光域(380nm~750nm)モノクロCCDカメラ・システム

- ・観測対象

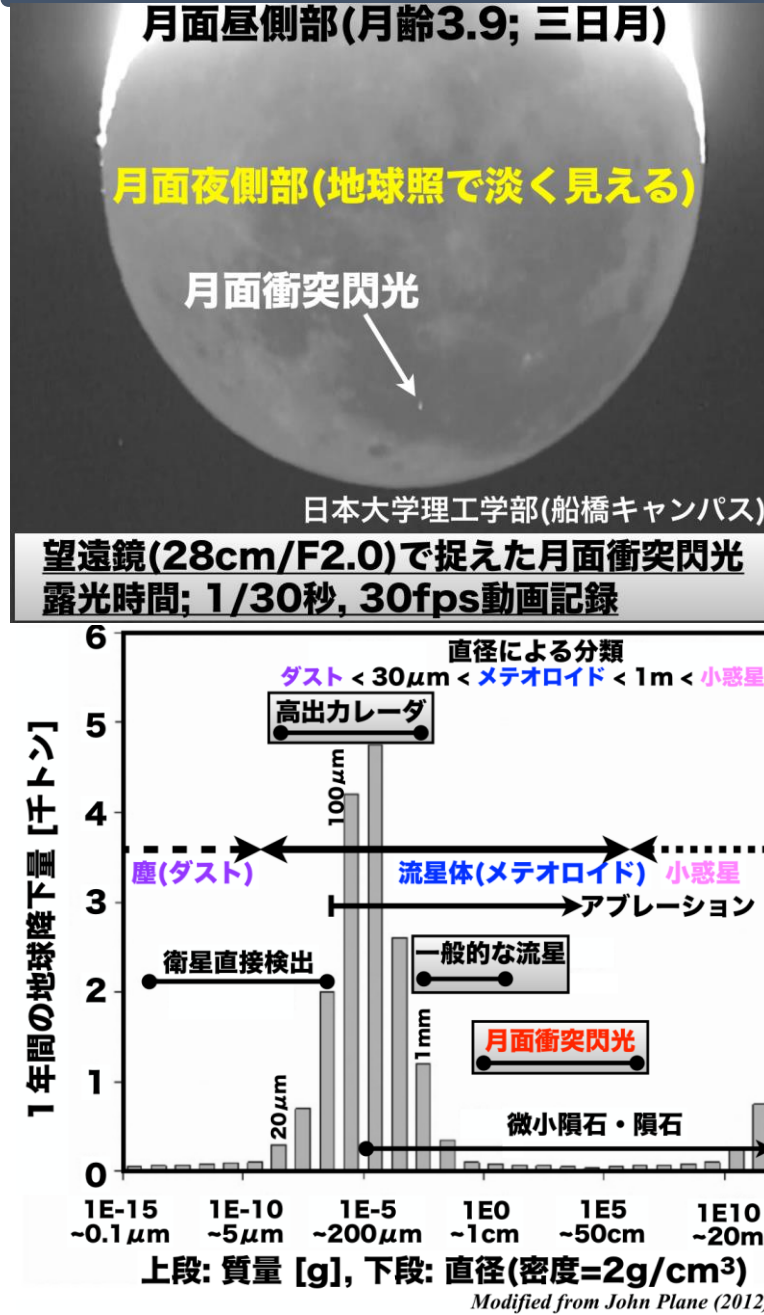
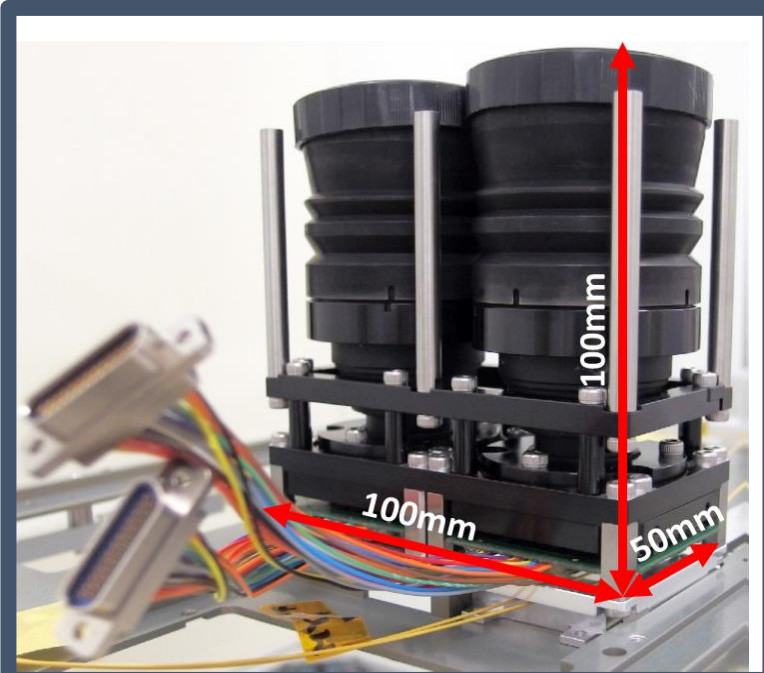
1. 月面衝突閃光 (Lunar Impact Flash; LIF)
2. NEO(地球近傍小天体)・TCO(地球重力圏捕獲天体)

- ・月面衝突閃光

- 数十km/s, 直径cm~mのメテオロイド (流星体) が月面に衝突して発生する発光現象
- 発光は極短時間(0.01-0.1秒)で、可視近赤外波長域で観測される(要求4等級: 地上観測では9等級に相当)

- ・科学目標

- シスルナ空間に流入するメテオロイドのサイズ分布と時間変化を明らかにする(30日間で約129個検出)
- 未解明領域となっている小惑星・彗星とダストの間のサイズの領域を解明する



FM性能評価試験

- ・FM統合環境試験

各種環境試験 (恒温槽試験, 熱真空試験, 振動試験) を終え, LIF検出モードでの長時間運用に問題がないことを確認した

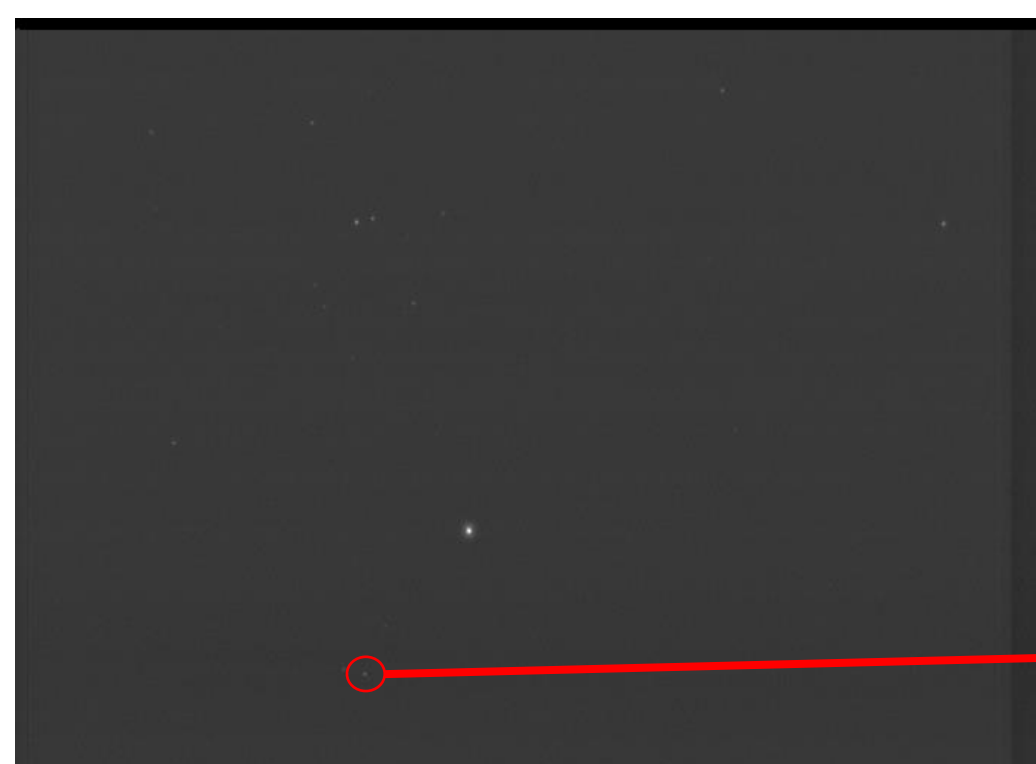
- ・SW/HWシミュレーション試験

- 恒星撮像試験の取得データを基にLIF検出アルゴリズムの検証及び性能を評価した

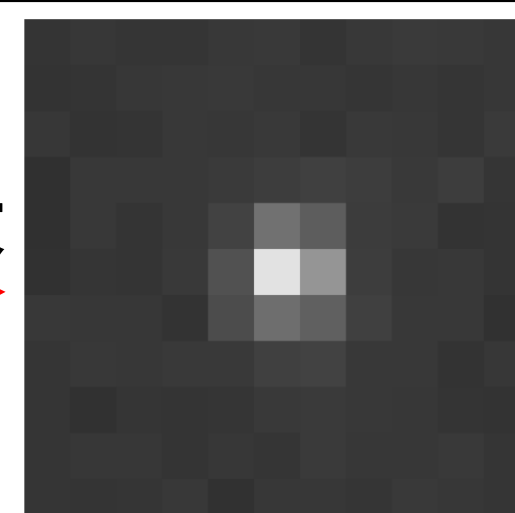
1. SWシミュレーション試験

FPGA内部でLIF模擬光を生成し, 自動検出&保存に成功した

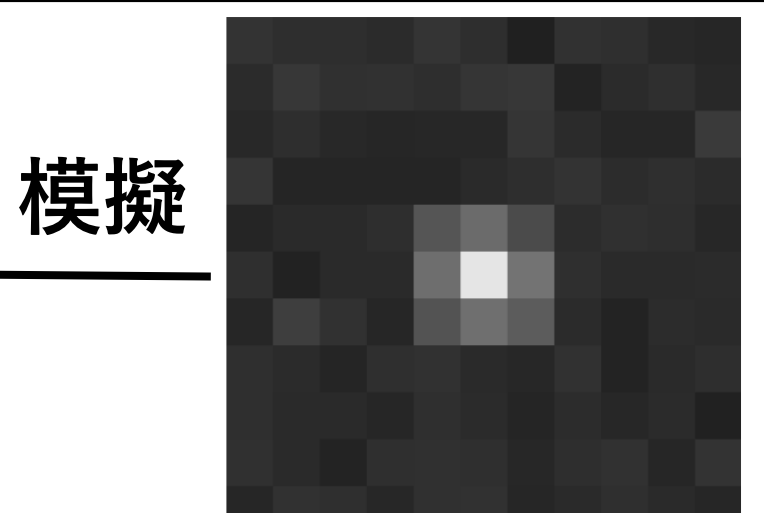
地上からの恒星撮像



拡大



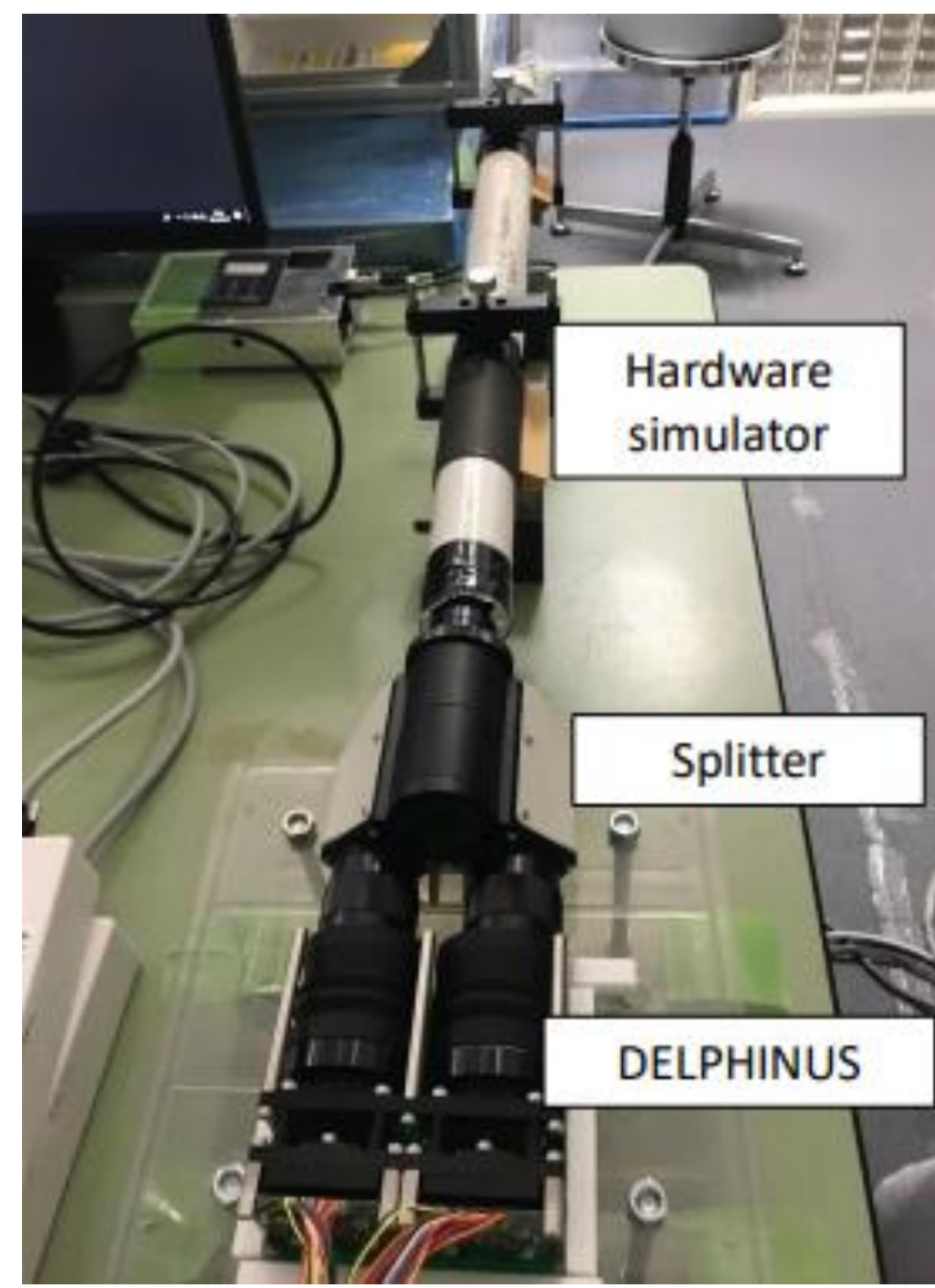
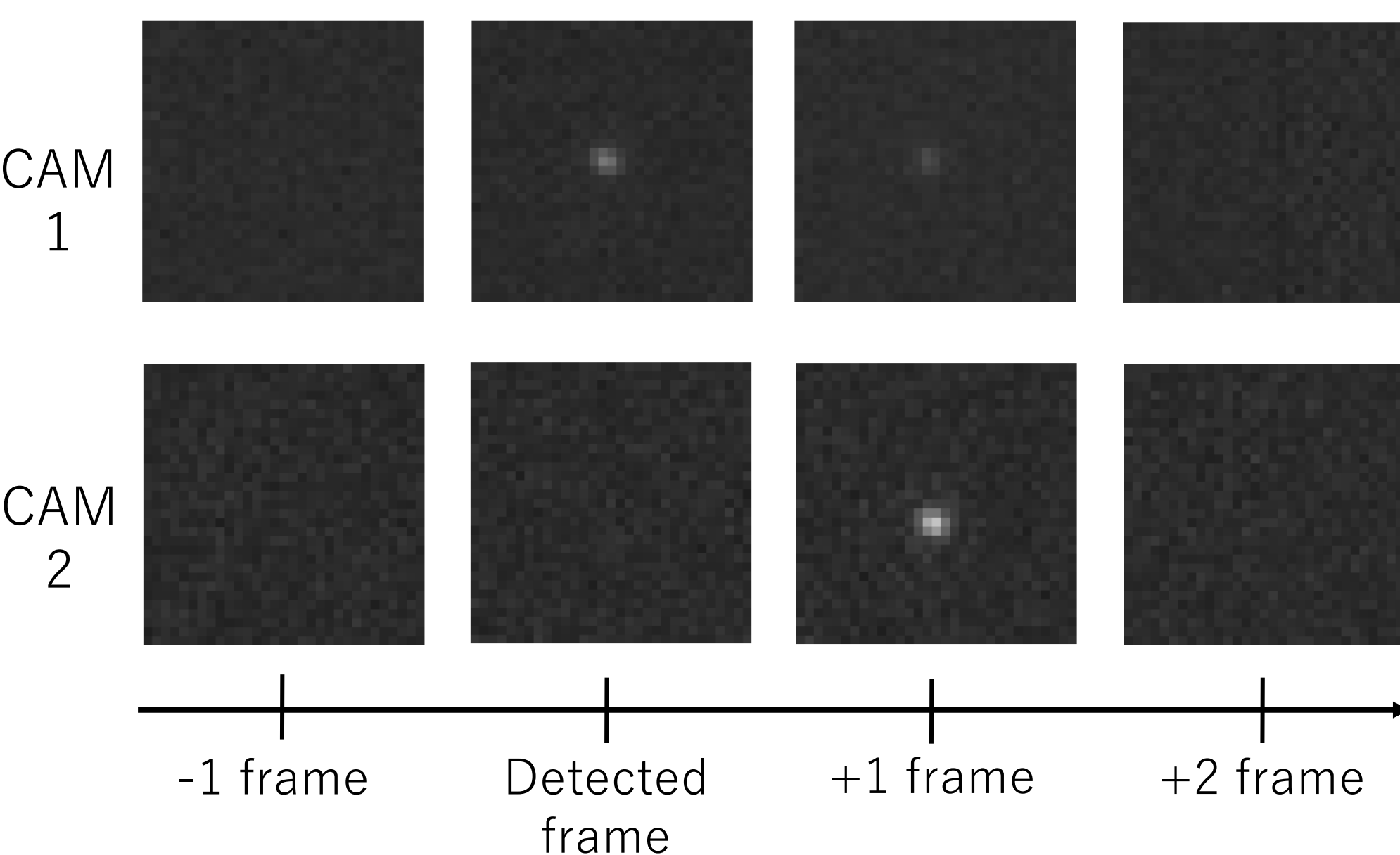
4等級恒星



LIF模擬光 (SW)

2. HWシミュレーション試験

- ・LIF模擬光を両カメラに同時出力するHWシミュレータを作成 (電通大)
- ・作成した画像処理アルゴリズムにより模擬光の自動検出&保存に成功した



まとめ

EQUULEUSに搭載される3つの科学観測機器であるPHOENIX, DELPHINUS, CLOTHの概要について述べた。

現在NASAへの引き渡しを終え, 運用手順の洗練化のためフライトシミュレータを用いた運用訓練を実施するなど, 打上げ前の最終準備を進めている。