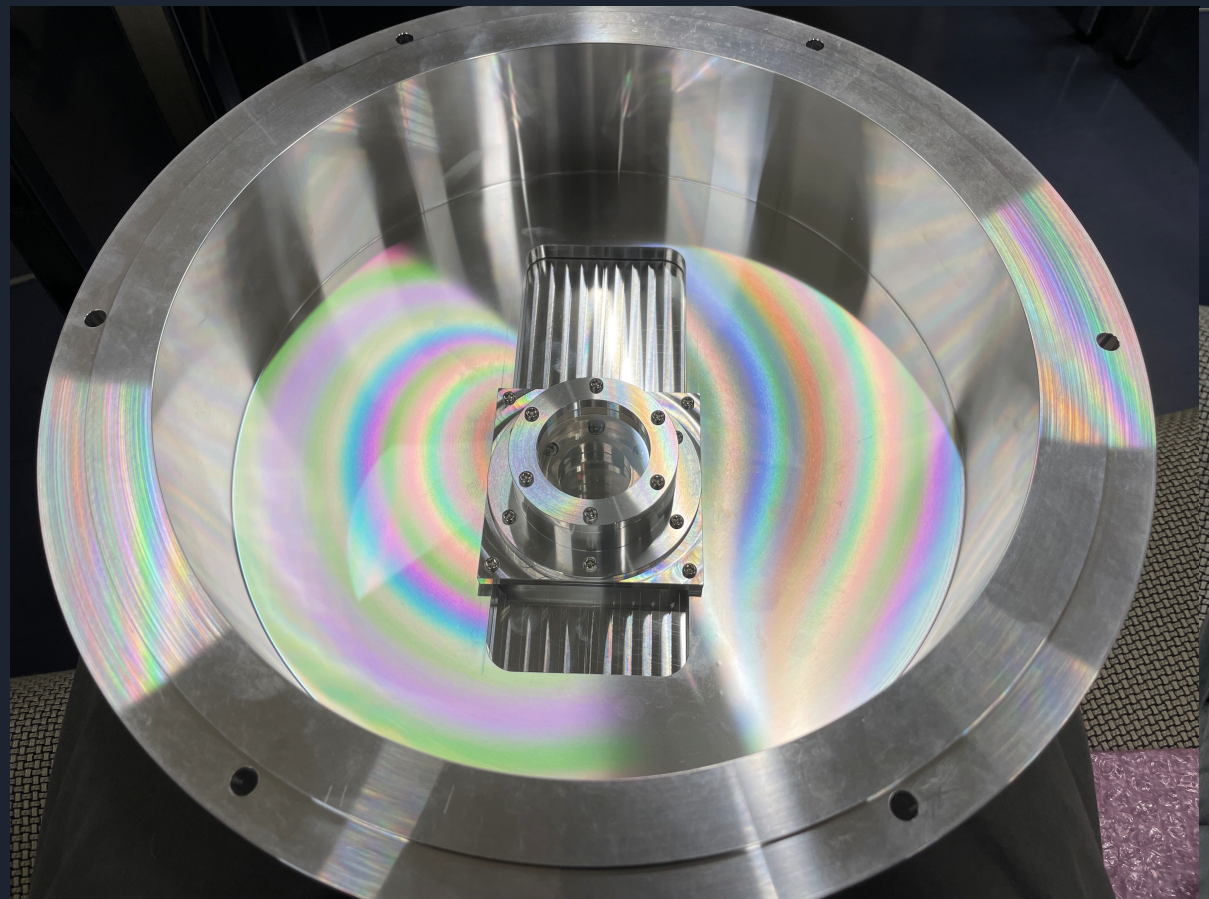
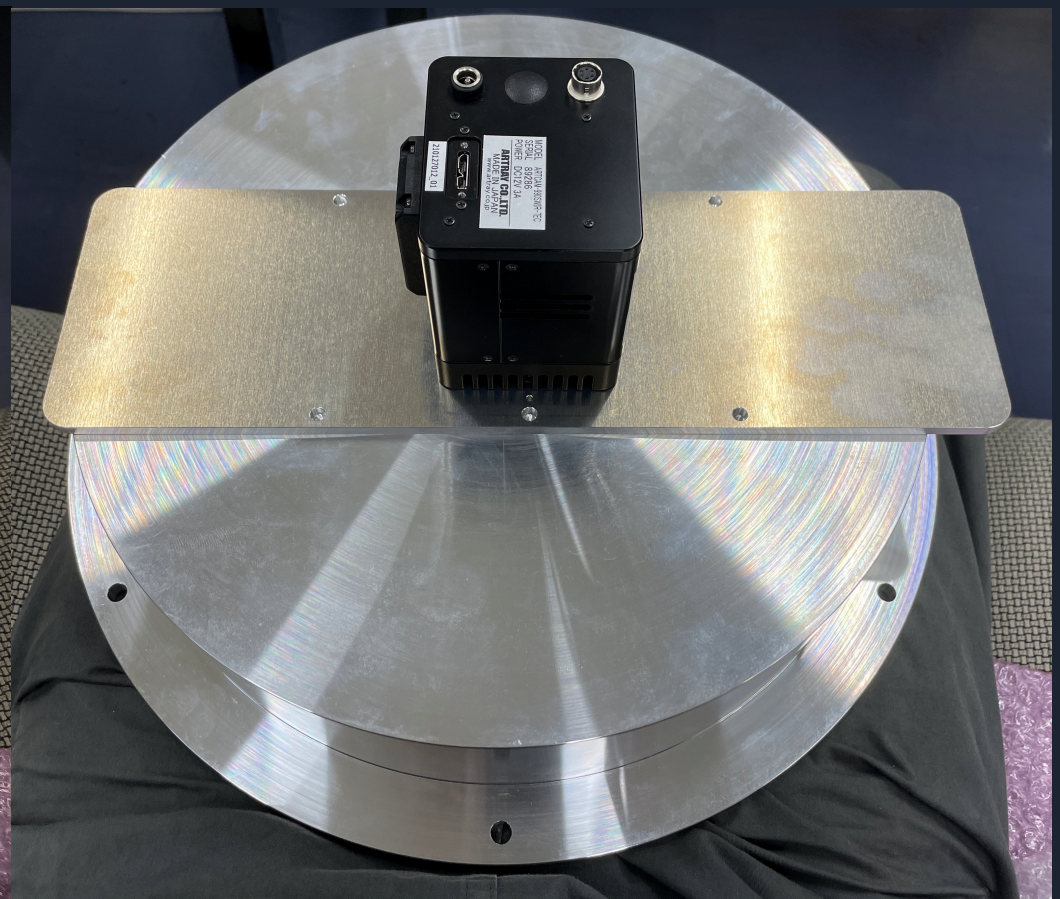
PRIME望遠鏡H-bandテストカメラの開発と展望

山 響 (大阪大学, M1), PRIMEコラボレーション





Index

・開発の背景
・開発目的
・テストカメラの設計
・テストカメラの性能（シミュレーション）
・テストカメラの製作
・展望とまとめ

Index

- 開発の背景
- 開発目的
- テストカメラの設計
- テストカメラの性能（シミュレーション）
- テストカメラの製作
- 展望とまとめ

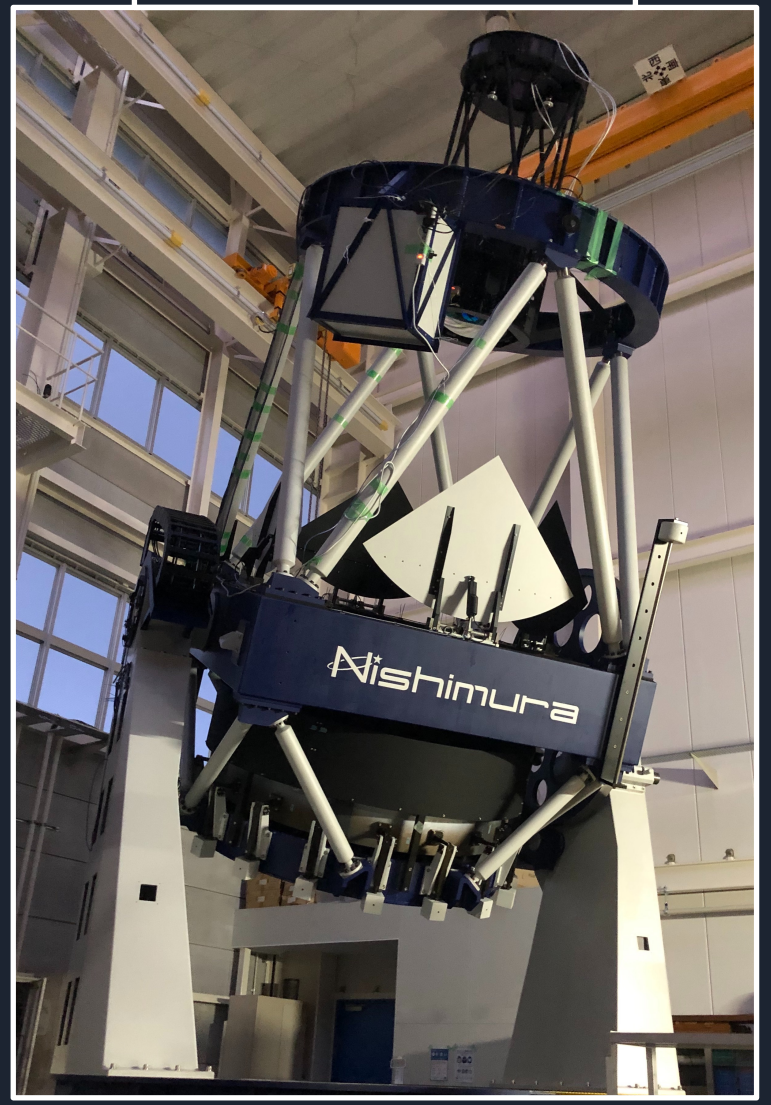
PRIME望遠鏡

(PRime-focus Infrared Microlensing Experiment)

- 南アフリカ共和国サザーランド観測所
- 2021年度完成予定
- 口径：1.8 m
- 銀河系中心方向の広視野近赤外線
  重力マイクロレンズサーベイ
- *Roman Space Telescope*との同時観測

世界初！

PRIME望遠鏡



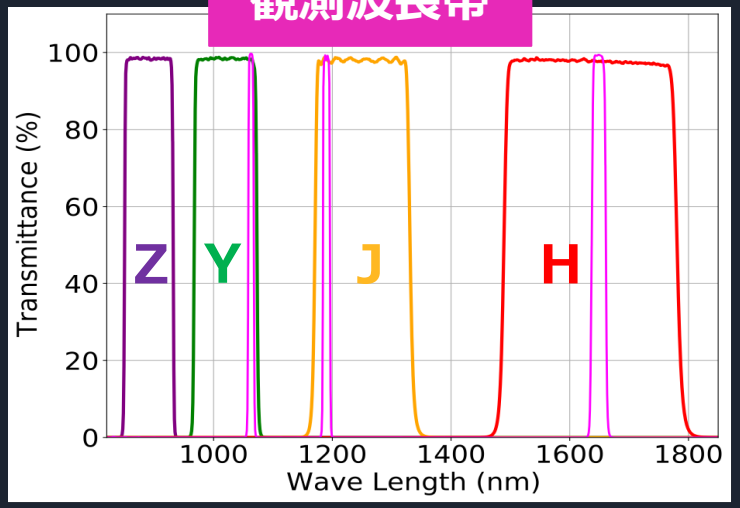
PRIME camera (仮称)

- 検出器…H4RG-10 ×4 (Pixel size : 10 μm× 10 μm)
- 観測波長帯…Z, Y, J, H の４波長帯 + narrow band
  -> サーベイでは主にH-bandを使用
- 冷却温度…Filterで-166 ℃、Detectorで-193 ℃
- 視野…1.206 ° × 1.206 °
- 限界等級…18.7等 (Vega等級、積分時間100 s)

NASA/GSFCにて製作中！
（2022年3月末完成予定）

PRIME camera

観測波長帯



Index

・開発の背景
・開発目的
・テストカメラの設計
・テストカメラの性能（シミュレーション）
・テストカメラの製作
・展望とまとめ

H-bandテストカメラ

目的：
1. PRIME望遠鏡のH-bandにおける光学調整
2. PRIME cameraが故障、遅延した場合にScientificなデータを取得

要求：
1. PRIME cameraの全視野で光学調整可能にする
2. PRIME cameraに近い限界等級（18.7等）のカメラにする

Index

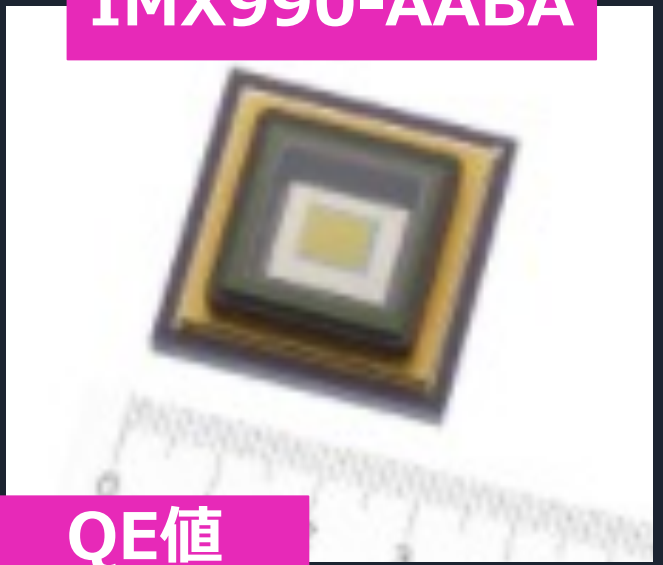
- 開発の背景
- 開発目的
- テストカメラの設計
- テストカメラの性能（シミュレーション）
- テストカメラの製作
- 展望とまとめ

検出器

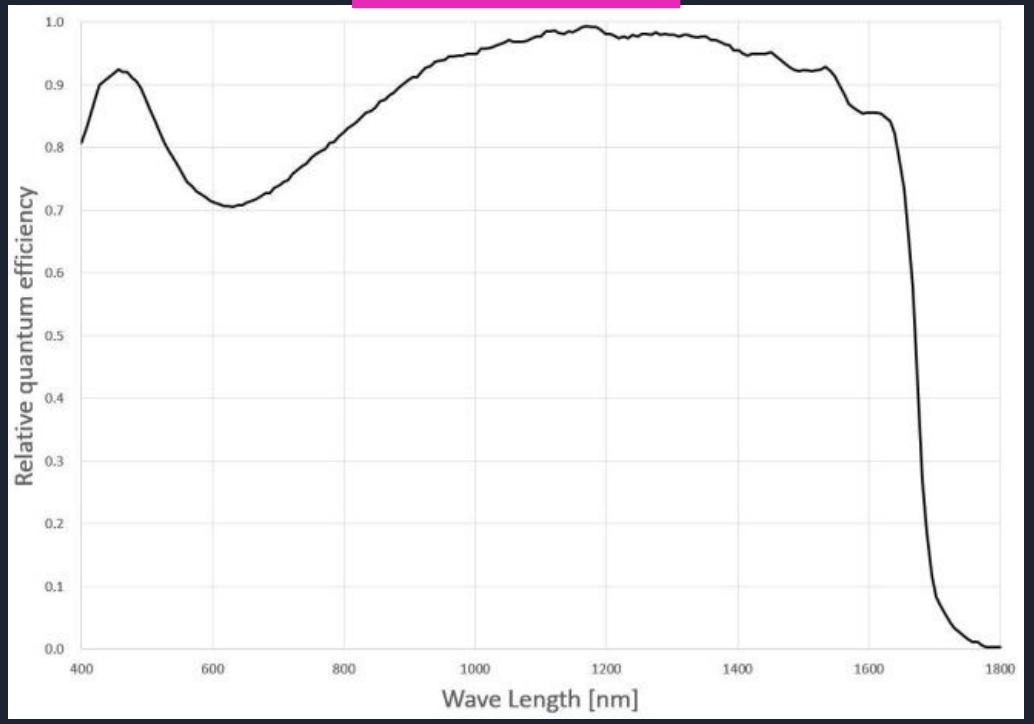
・検出器：IMX990-AABA 冷却素子内蔵 (SONY)

- ◆ 画素　　：130万画素 (1280×1024)
- ◆ センサ　　：InGaAsイメージセンサ
- ◆ 検出波長帯　　：400~1700 nm

IMX990-AABA



QE値

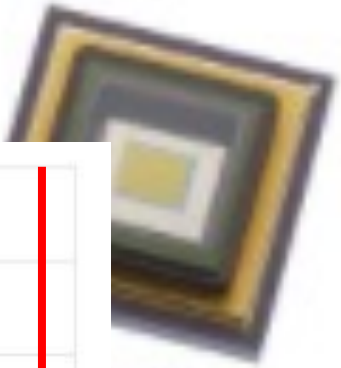


検出器

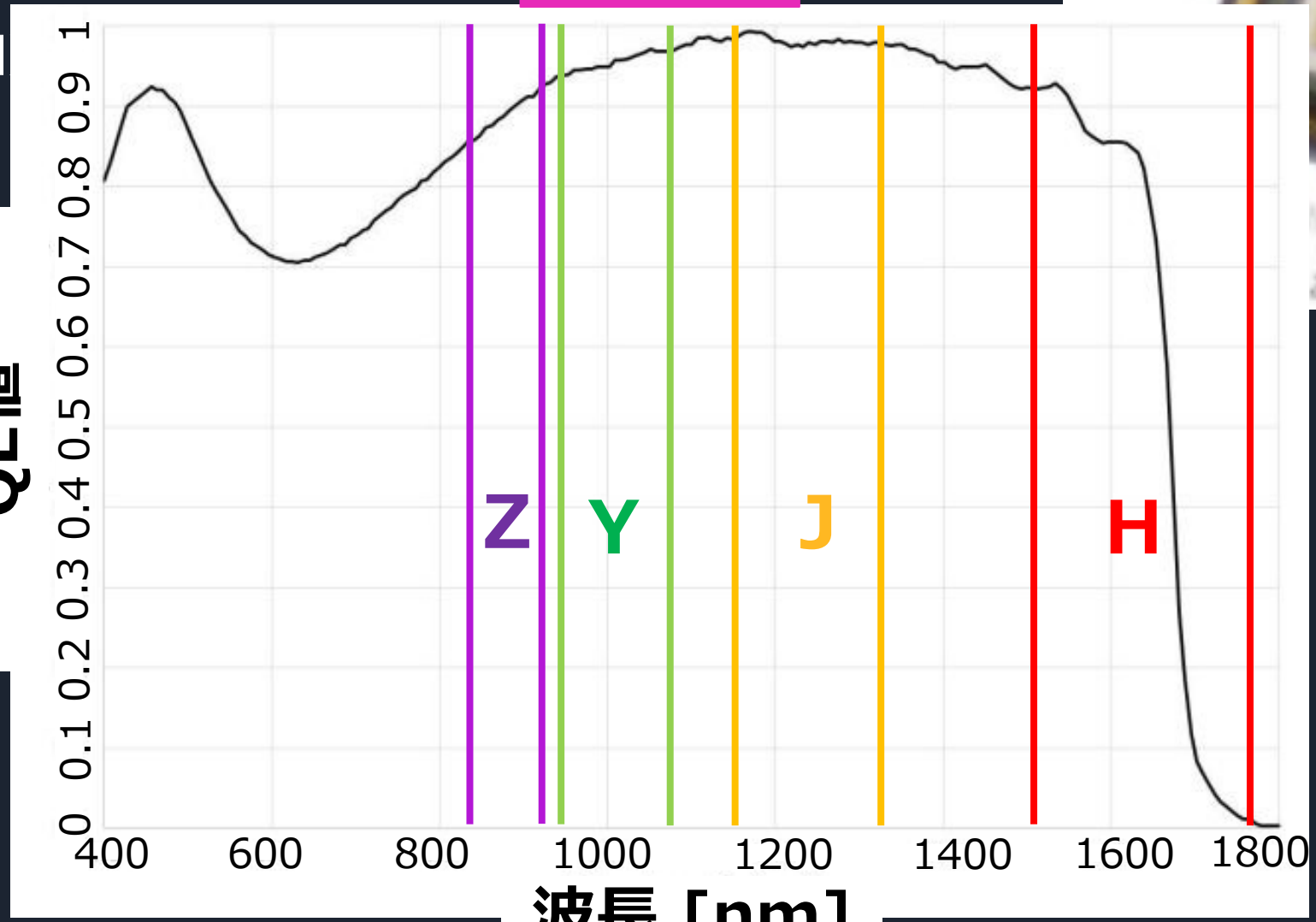
・検出器：IM

- 画素
- センサ
- 検出波長

IMX990-AABA



QE値



検出器

・検出器：IMX990-AABA 冷却素子内蔵 (SONY)

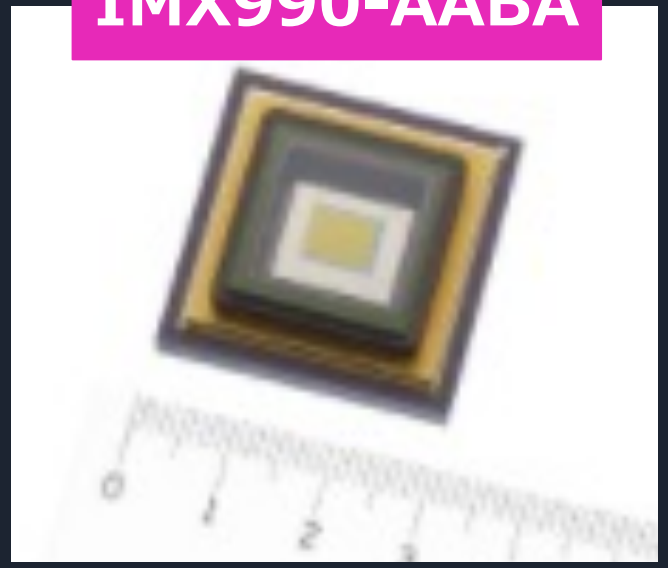
- 画素　　：130万画素 (1280×1024)
- センサ　　：InGaAsイメージセンサ
- 検出波長帯　　：400~1700 nm
- ピクセルサイズ　：5 μm×5 μm
- 暗電流 (15 ℃)　：3000 $[e^-/pixel/s]$

業界最小

H4RG-10 (10 μm× 10 μm)以下のピクセルサイズを実現！

IMX990を内蔵したカメラを使用 →

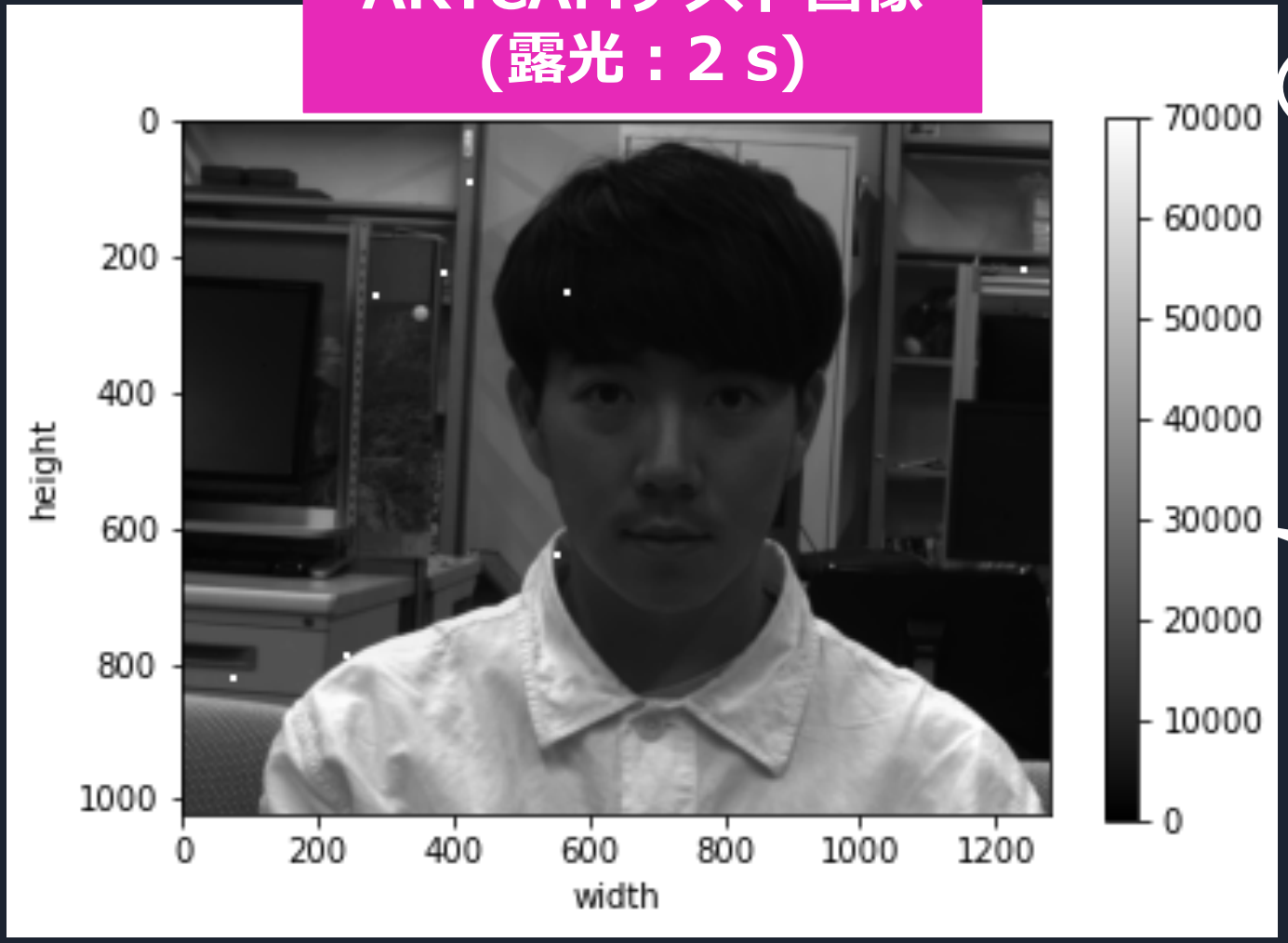
IMX990-AABA



ARTCAM-990SWIR-TEC

検出器で撮影したテスト画像

ARTCAMテスト画像
(露光：2 s)

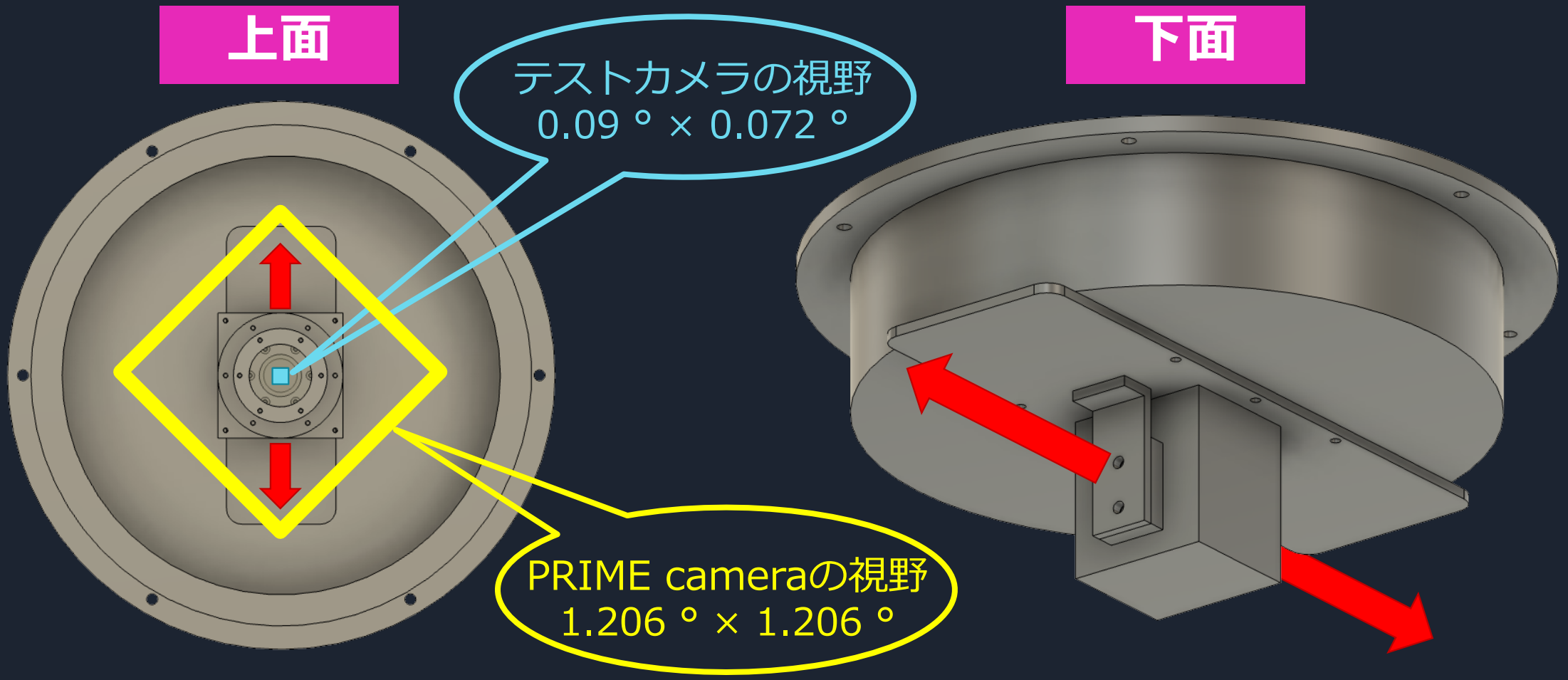


ダーク引き・フラット割り済
白点はDead Pixelだと考えられる

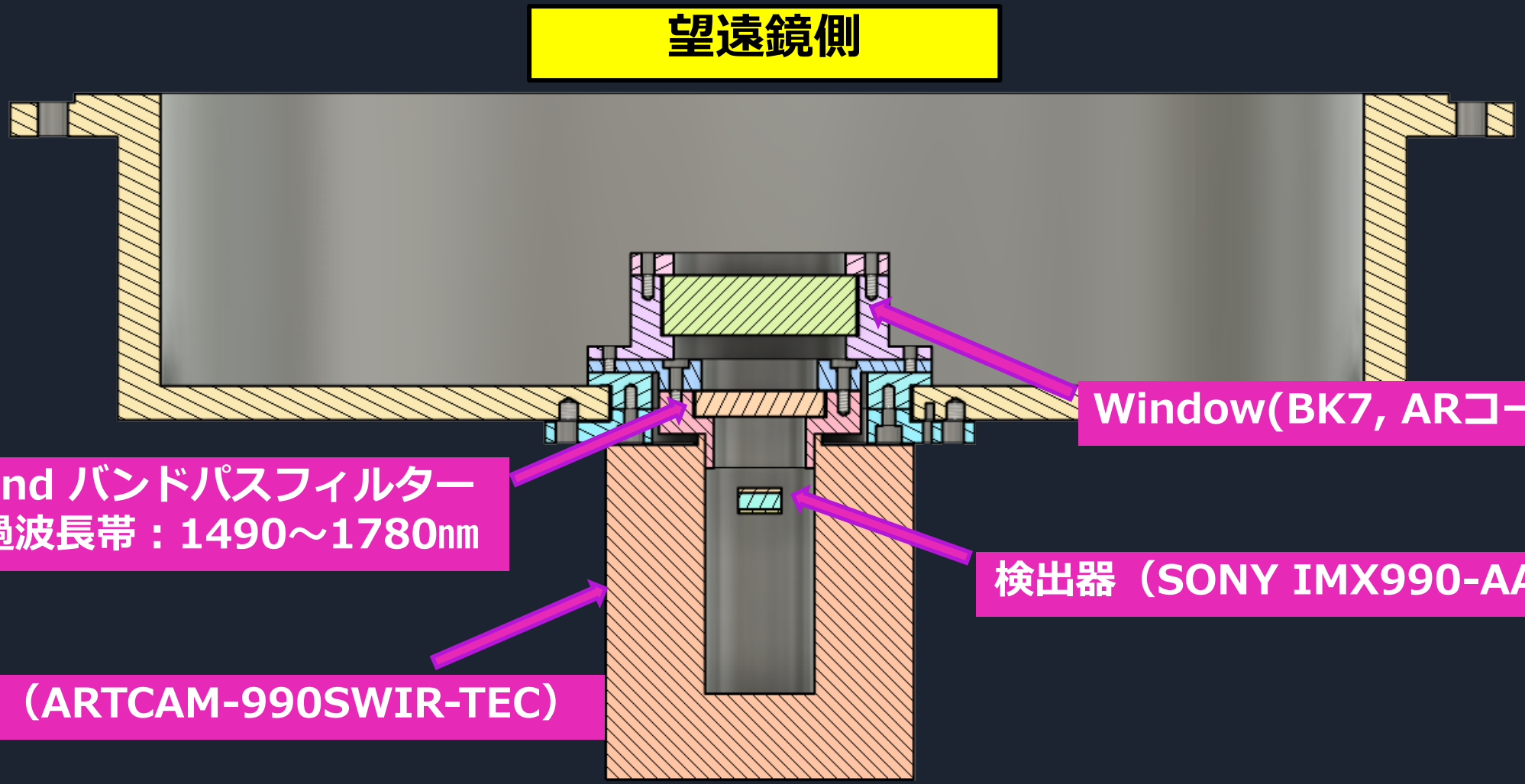
講演者の写真

テストカメラ設計

要求１：PRIME cameraの全視野で光学調整可能にする



テストカメラ設計


望遠鏡側
Window(BK7, ARコート)
H-band バンドパスフィルター
・透過波長帯：1490～1780㎚
検出器（SONY IMX990-AABA）
カメラ（ARTCAM-990SWIR-TEC）

Index

・開発の背景
・開発目的
・テストカメラの設計
・テストカメラの性能（シミュレーション）
・テストカメラの製作
・展望とまとめ

テストカメラ性能（シミュレーション）

要求２：PRIME cameraに近い限界等級（18.7等）のカメラにする

検出器を出荷時の状態で使用
内蔵ペルチェで15 ℃に冷却

→ 限界等級は17.4等

より限界等級をPRIME cameraに近づけたい！

検出器の冷却温度を設定値より下げて、
暗電流の影響を小さくしよう！

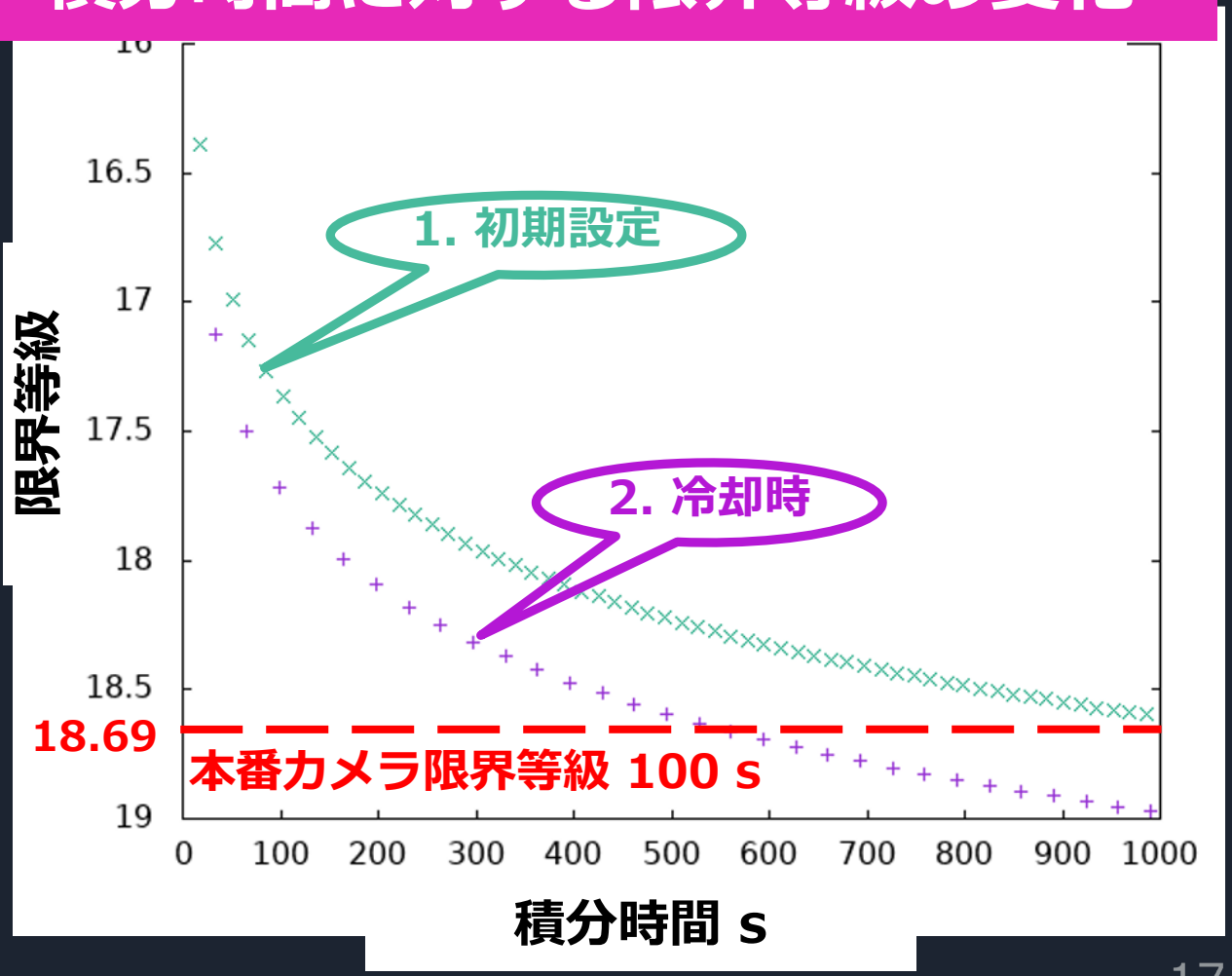
テストカメラ性能（シミュレーション）

・条件
Seeing　　：1.4“
筐体温度　　：17 ℃

1.ペルチェの初期設定　　：15 ℃
→ 暗電流　　：3000 $[e^-/pixel/s]$
→ 露光時間　　：17 s/回
2. ペルチェの下限　　：5 ℃
→ 暗電流　　：1100 $[e^-/pixel/s]$
→ 露光時間　　：33 s/回

・結果
100 sで比較すると0.3等深くなる
17.7等程度に！

積分時間に対する限界等級の変化



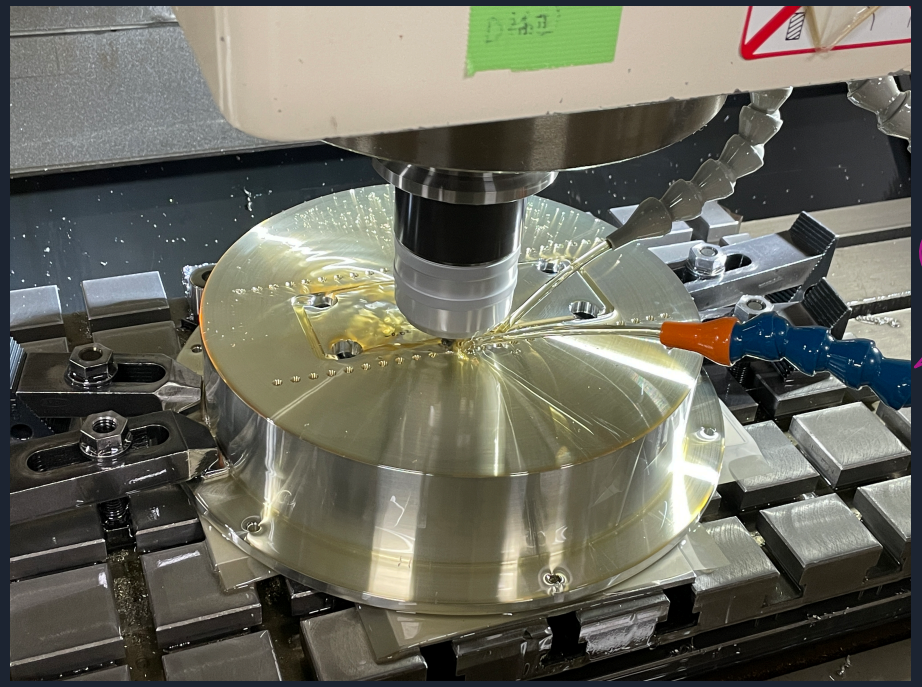
Index

・開発の背景
・開発目的
・テストカメラの設計
・テストカメラの性能（シミュレーション）
・テストカメラの製作
・展望とまとめ

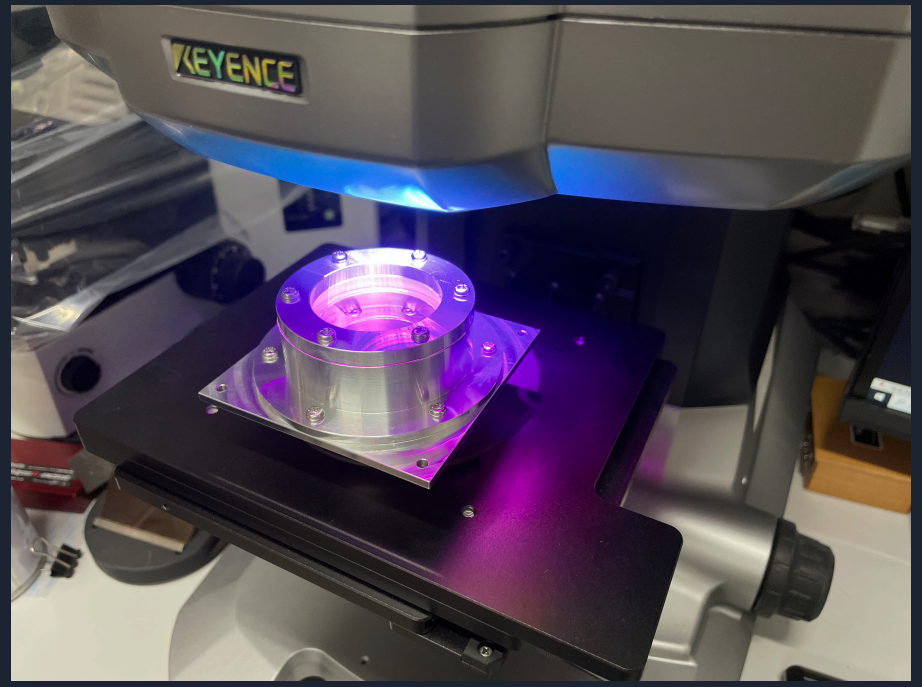
テストカメラ製作・公差測定

- テストカメラ筐体の製作は問題なく完了（阪大工作室）

- 筐体組み上げ後の公差測定（傾き・ピストン方向）を行いたい
  → 高精度測定器ではサイズ、形状の観点から不可能、、、
  → ユニット毎に公差測定を実施



加工の様子



公差測定

Index

- 開発の背景
- 開発目的
- テストカメラの設計
- テストカメラの性能（シミュレーション）
- テストカメラの製作
- 展望とまとめ

展望

現在
- 検出器のゲイン、暗電流を解析中

今後
- PRIMEは12月6日から現地インストール
  → o株の出現で2022年3月以降に延期、、、

- 暗電流が大きいので更に検出器を冷やしたい
  → しかし検出器内蔵のペルチェでは3～5℃程度までしか冷やせない
  → 外部からの強制冷却を検討

- PRIMEの光学調整、PRIME camera完成までの観測を行う

- テストカメラの役割を終了後、検出器を多波長同時観測カメラに転用
  → 突発天体の観測やPRIMEの追観測を行う

まとめ

PRIME cameraの全視野で光学調整可能なテストカメラを開発

テストカメラの限界等級は積分時間100 sで17.7等程度である

PRIMEの現地インストールは2022年3月以降