



JASMINEカメラサブシステムの 開発検討

鹿野良平,

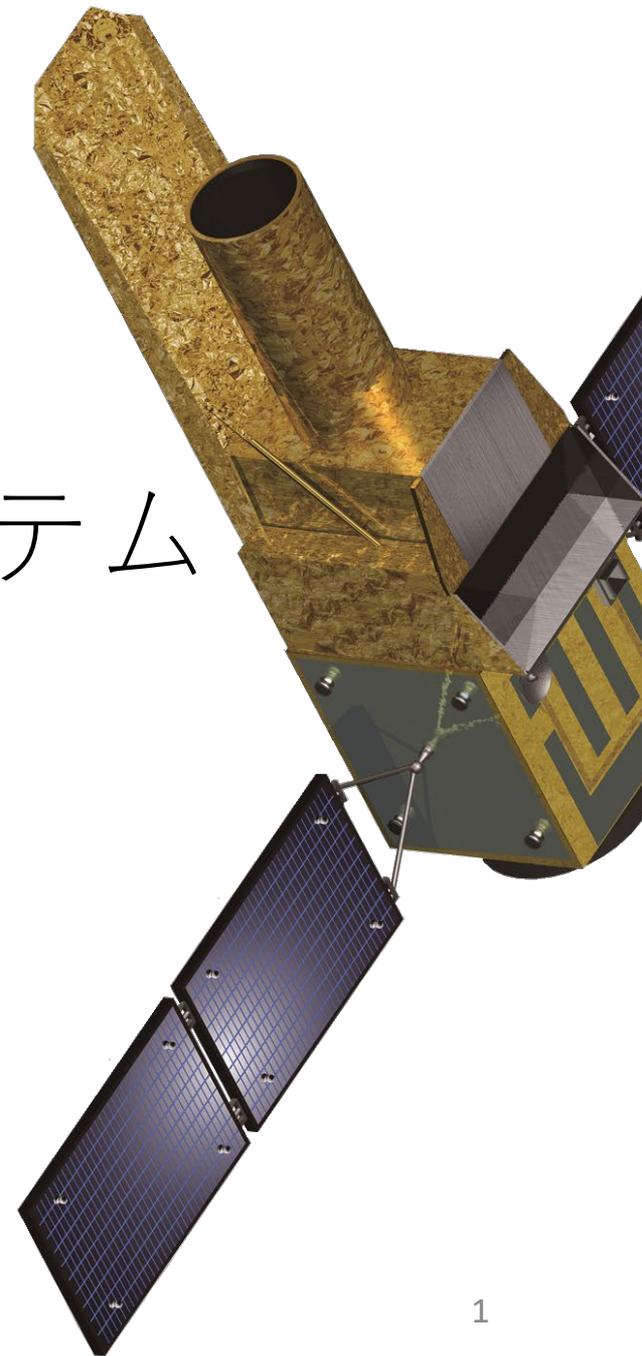
郷田直輝, 宮川浩平, 上田暁俊, 辰巳大輔,

中屋秀彦, 平林誠之, 清水莉沙, 浦口史寛.

満田和久(国立天文台), 片坐宏一(JAXA/ISAS),

小谷隆行(ABC, 国立天文台), 多田将太郎(総研大),

山田良透(京都大学), JASMINEプロジェクトチーム



JASMINE

カメラサブシステム(CSS)

撮像

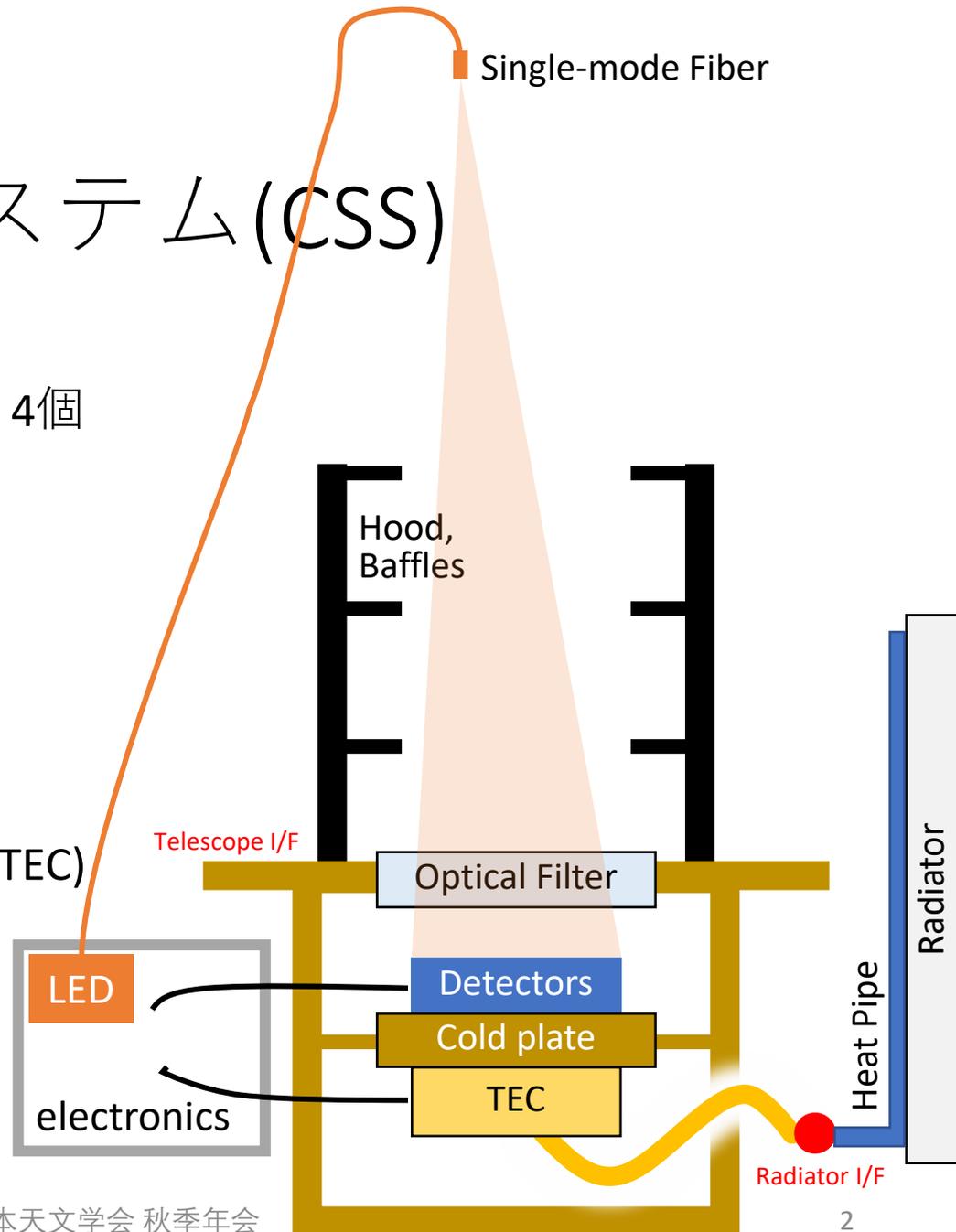
- 検出器: InGaAs(2kx2k) × 4個
- 視野: ~0.5度□
- 画素: ~0.5秒角□
- 露光時間: ~10秒
- 読出時間: ~1秒

冷却

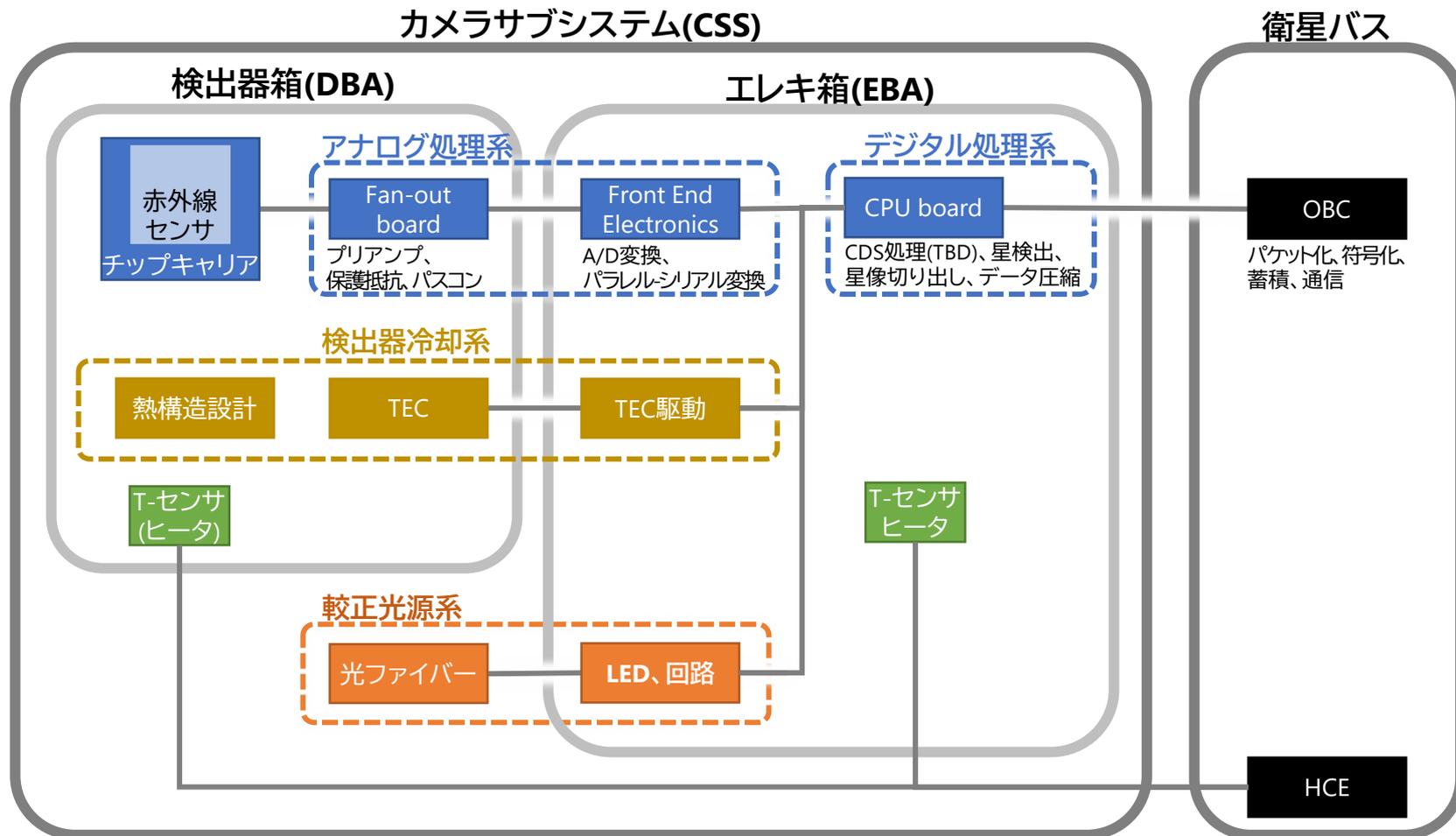
- 検出器温度: 170~175 K
- 方式: 放熱板 + ペルチエ(TEC)

光学

- 観測波長: 1.0~1.6 μm
- フラット校正光源
(LED + Single-mode fiber)



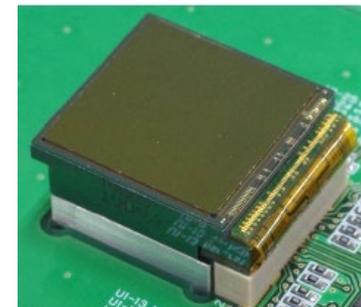
CSSエレクトロニクス ブロック図



今回の報告内容

- 検出器開発
 - 開発項目
 - 性能検証試験
 - 耐環境試験
- 検出器箱(DBA)：熱構造
 - 概念検討
 - 要素試験：TEC冷却特性評価
- フラット校正光源

検出器開発



2019年度に国立天文台が国内メーカーと共同開発した撮像センサ(右記)を改良中

開発項目

1. InP基板除去と反射防止コートの高立 (放射線飛程軽減と高感度化)
2. 大フォーマット化 (10 μ m画素化で 2k x 2kに)
3. 放射線耐性向上 (読出しIC部の改良)

2021年度：[項目1]を128x128素子で試作

→ 現在測定準備中(次ページ)だが、80%の高感度達成の見込み

2022年度：[項目2][項目3]について、2k x 2k素子の試作を実施中

読出しIC部試作 と センサ付素子の試作

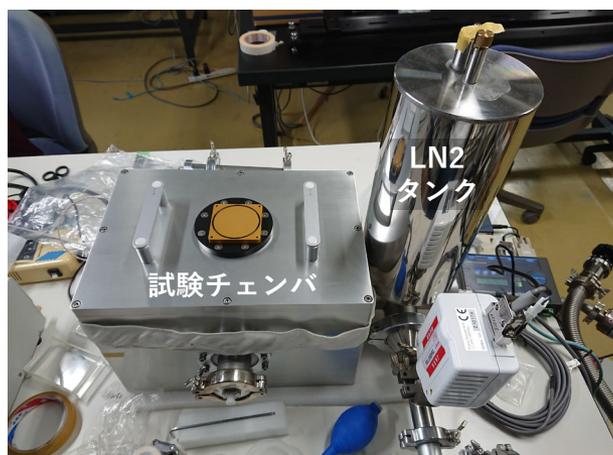
2019年度開発品の諸元

| | |
|-------------------|-----------------|
| センサ素材 | InGaAs |
| センササイズ | 19.2 × 19.2 mm |
| 画素数 | 1280 × 1280 |
| 画素サイズ | 15 × 15 μ m |
| Cut-off波長 | 1.6 μ m |
| 読出しノイズ | |
| - double sampling | ~10e- |
| - multi sampling | ~4e- |
| 暗電流@130K | < 0.1 e-/s/pix |
| パッケージ | 3辺バツタブル |

検出器性能検証試験

現在、検出器性能試験環境を準備中(下図)

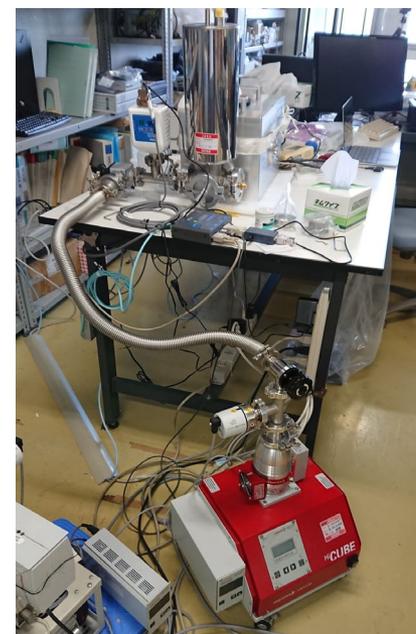
- ~2022年8月：試験系の冷却性能(170K)を確認
- 2022年9月：試験エレキの駆動準備中(I/F, ソフト)
- 2022年10月～：性能評価予定



2022/9/13-15



日本天文学会 秋季年会



検出器耐環境試験

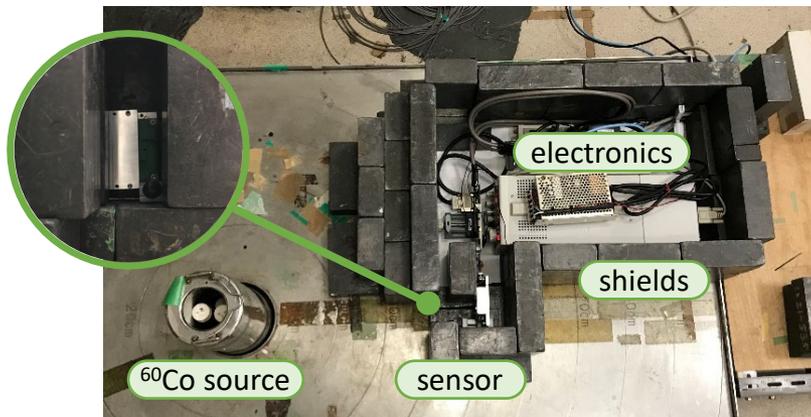
～2021年度：Total Doseの放射線試験(下記)にて良好な結果

2022年度：今年度試作品(読出しIC部)で、更なる環境試験実施

- ① 重粒子線照射試験(機能エラー確率確認), ② 振動試験

^{60}Co ガンマ線照射試験

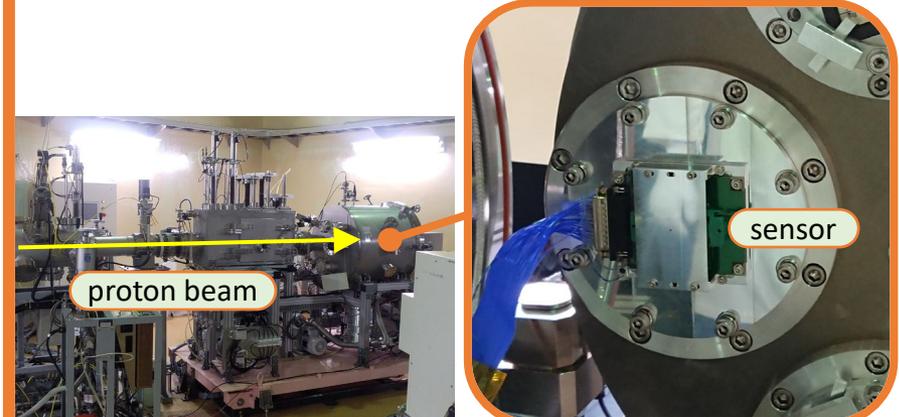
2020/09/18 @ 東工大(2021年春季年会)



照射量: 25.8 krad (> 軌道環境)

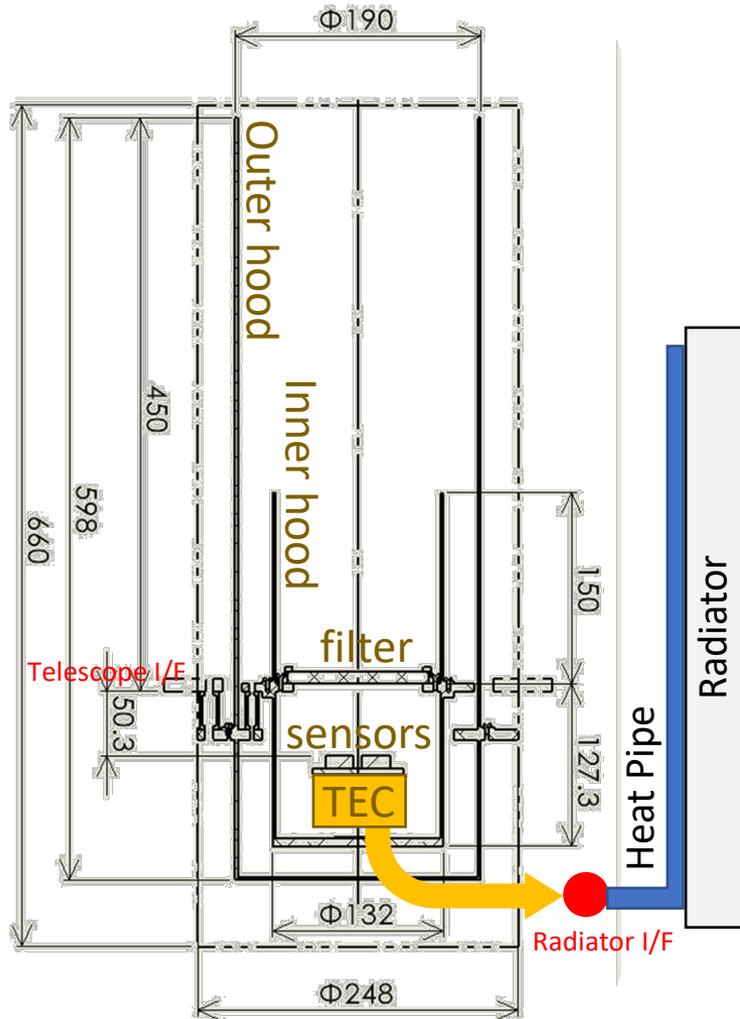
8MeV陽子線照射試験

2021/06/18 @ QST高崎(2022年春季年会)



照射量: 8.2×10^{10} MeV/g (> 軌道環境)

検出器箱(DBA): 熱構造検討



2021年度：概念検討実施

- ペルチェ素子(TEC)の選定。
 - 常温部(Outer)と中温部(Inner)の二重構造で、検出器冷却部を断熱する熱設計。
 - 強度・剛性の初期解析。
- ➔ 検出器を175K以下に冷却する設計解はある。



現在(2022年度)

- 低温(~200K)でのTEC冷却性能を実測中。
- 実測結果を踏まえた概念検討の再評価。

TEC冷却特性評価

試験環境測定

- LN2と温調ヒータのみで高温ステージを $Th=200K$ に維持 → 温調ヒータ電力 Ph_0 を測定

本測定

- TECを定電流駆動(電流 I)し、様々な熱負荷(電力 Pc)を印加。

吸熱量

$$Q_c = P_c$$

排熱量

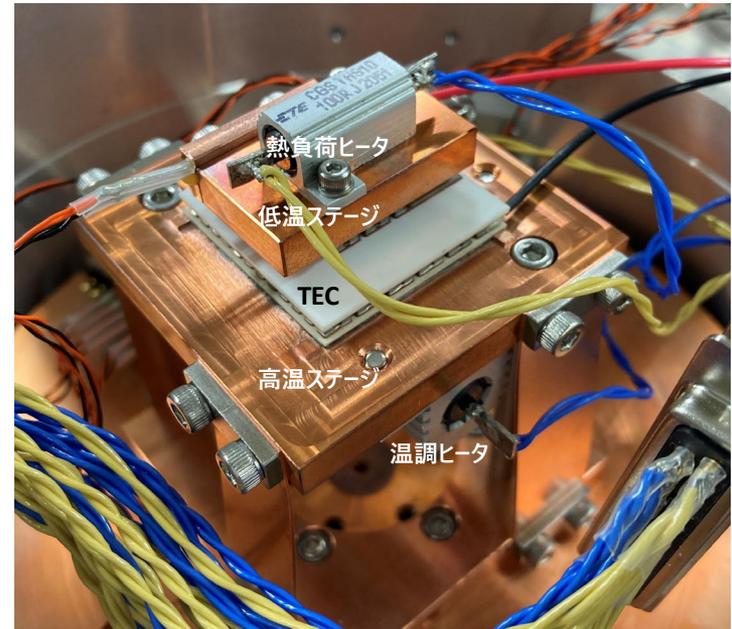
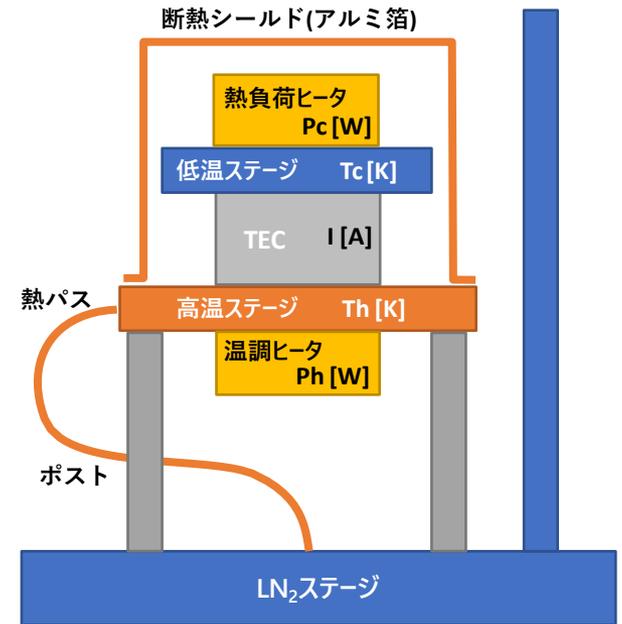
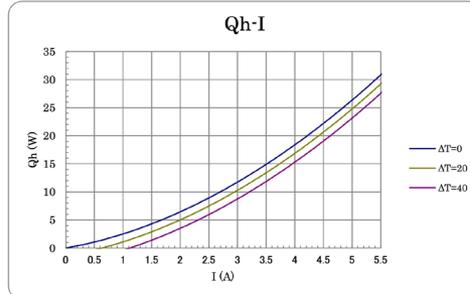
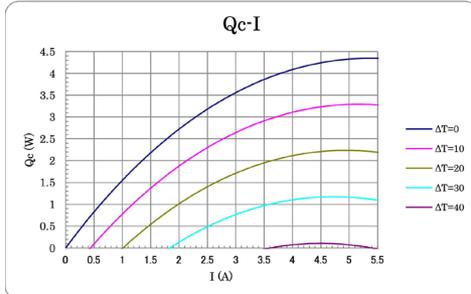
$$Q_h = Ph_0 - Ph$$

冷却度

$$\Delta T = Th - Tc$$

- 様々な I で測定し、低温での下記特性を作図。

$Th = -70^\circ C$

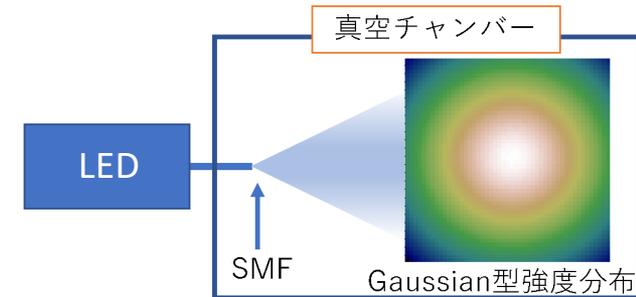


フラット校正光源

事前校正に加え、軌道上の観測環境での校正と経年変化モニタも想定した、LEDとSingle-mode Fiber(SMF)でのフラット校正光源を開発中。黒体炉光源によるフラット事前校正と、軌道上での恒星によるフラット校正との併用を検討中。

画素間感度ムラ計測

SMFの出射光の強度分布がガウス型なことを利用し、それとの差分で画素間感度ムラを計測。単純な系ゆえ衛星搭載も検討中。



画素内感度ムラ計測・画素位置揺らぎ計測

SMFがほぼ点光源であることを利用し、複数パターンのサイン波型干渉縞との差分を総合して算出。

