

CIB観測ロケット実験 CIBER-2



河野有哉, 松浦周二, 橋本遼, 瀧本幸司, 木田有咲,
野田千馬, 中川智矢, 長尾亜美, 萩原里紗 (関学大)
佐野圭 (九工大), 津村耕司 (東京都市大), 高橋葵 (ABC)
松本敏雄, 和田武彦 (JAXA/ISAS), Micheal Zemcov (RIT)
James Bock (Caltech/JPL), Daehee Lee (KASI)
Shiang-Yu Wang (ASIAA), ほか CIBER-2 チーム



目次

- ・ 観測ロケット実験CIBER-2について

CIBER-2の観測目的

CIBER-2実験概要

CIBER-2観測装置仕様

望遠鏡・光学系

実験スケジュール

- ・ 較正試験

波長較正

積分球を用いた絶対感度較正

絶対感度較正試験セットアップ

絶対感度較正の測定結果

較正システムの誤差要因

- ・ 観測結果

取得したフライトデータ

フライトデータを用いた較正係数

- ・ まとめ

CIBER-2の観測目的

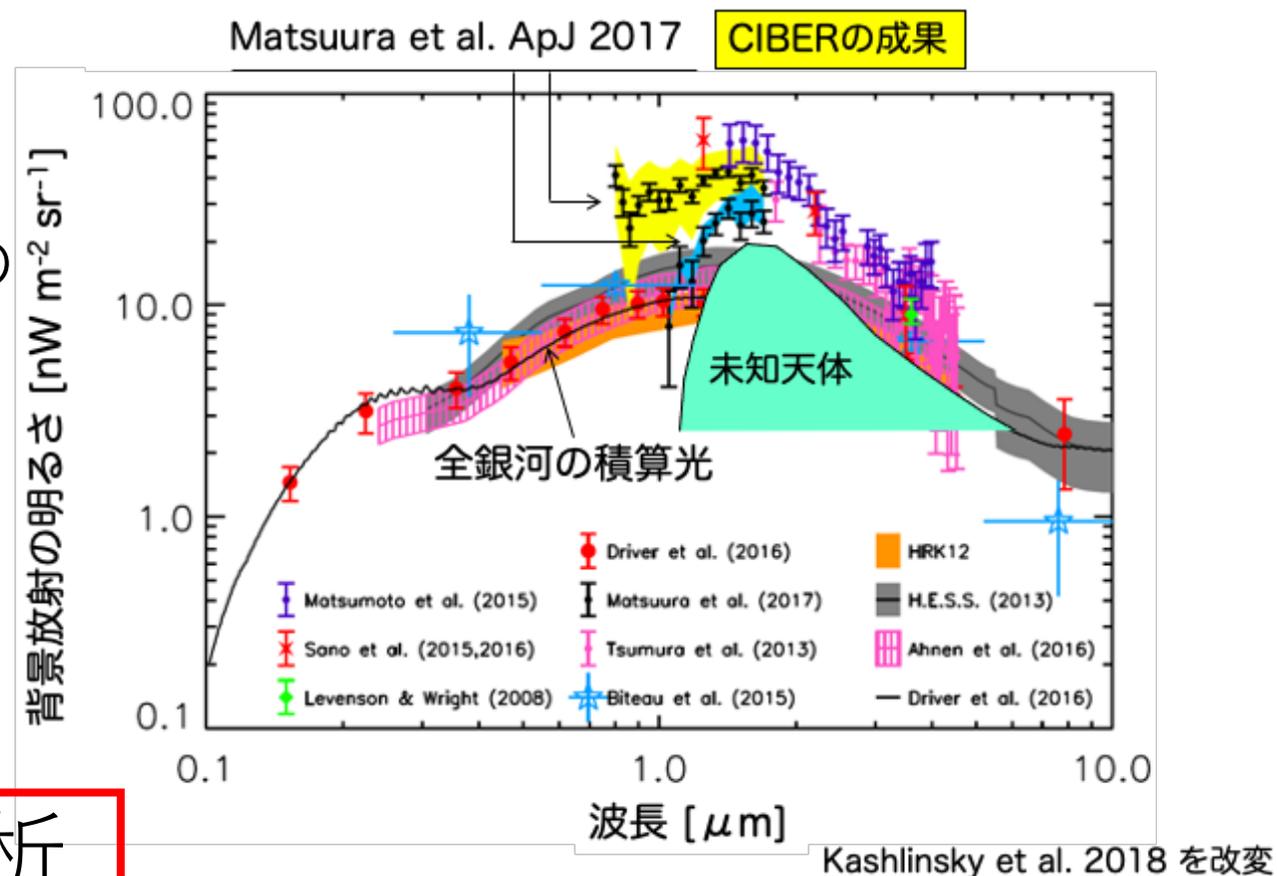
宇宙赤外線背景放射(CIB)：

- ・我々の銀河系外からの背景光

CIBER等の結果より銀河の積算光の2倍程度明るい成分の確認

-
- ・銀河ハロー星
 - ・初代星、原始BH等の可能性

天体形成メカニズムの解析
のための重要な観測量

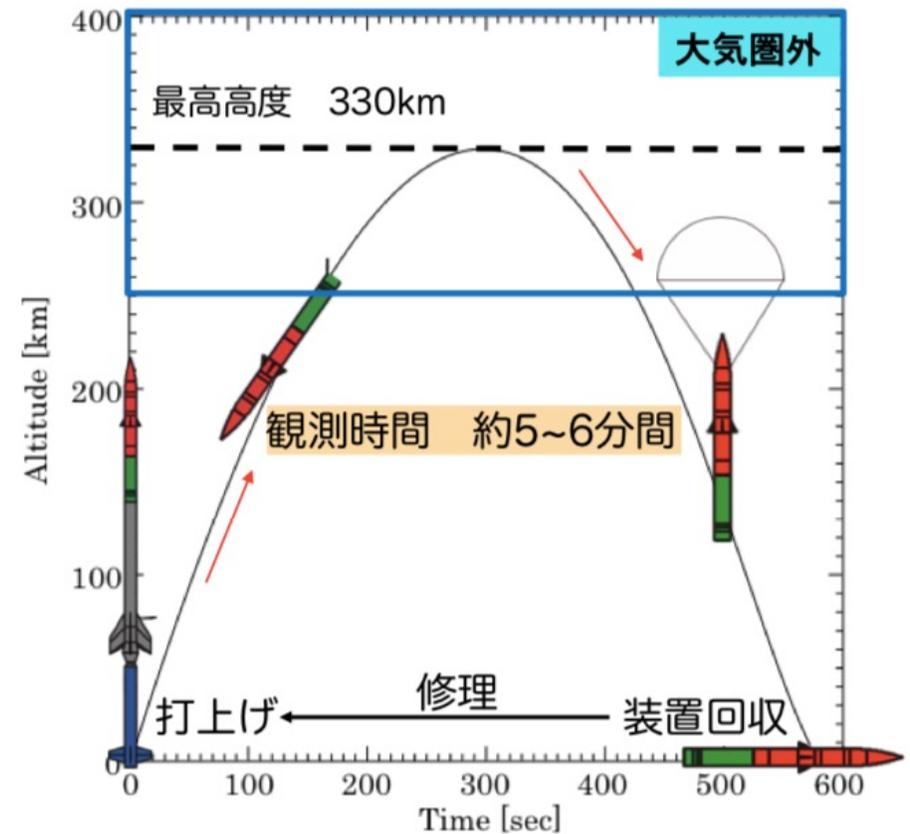


CIBER-2実験概要

CIBER-2(Cosmic Infrared Background Experiment – 2):
NASAの観測ロケットを用いた国際共同実験(日米韓台)
大気圏外での観測を実施

→可視-近赤外域でCIBERより10倍高い
感度でCIBを測定

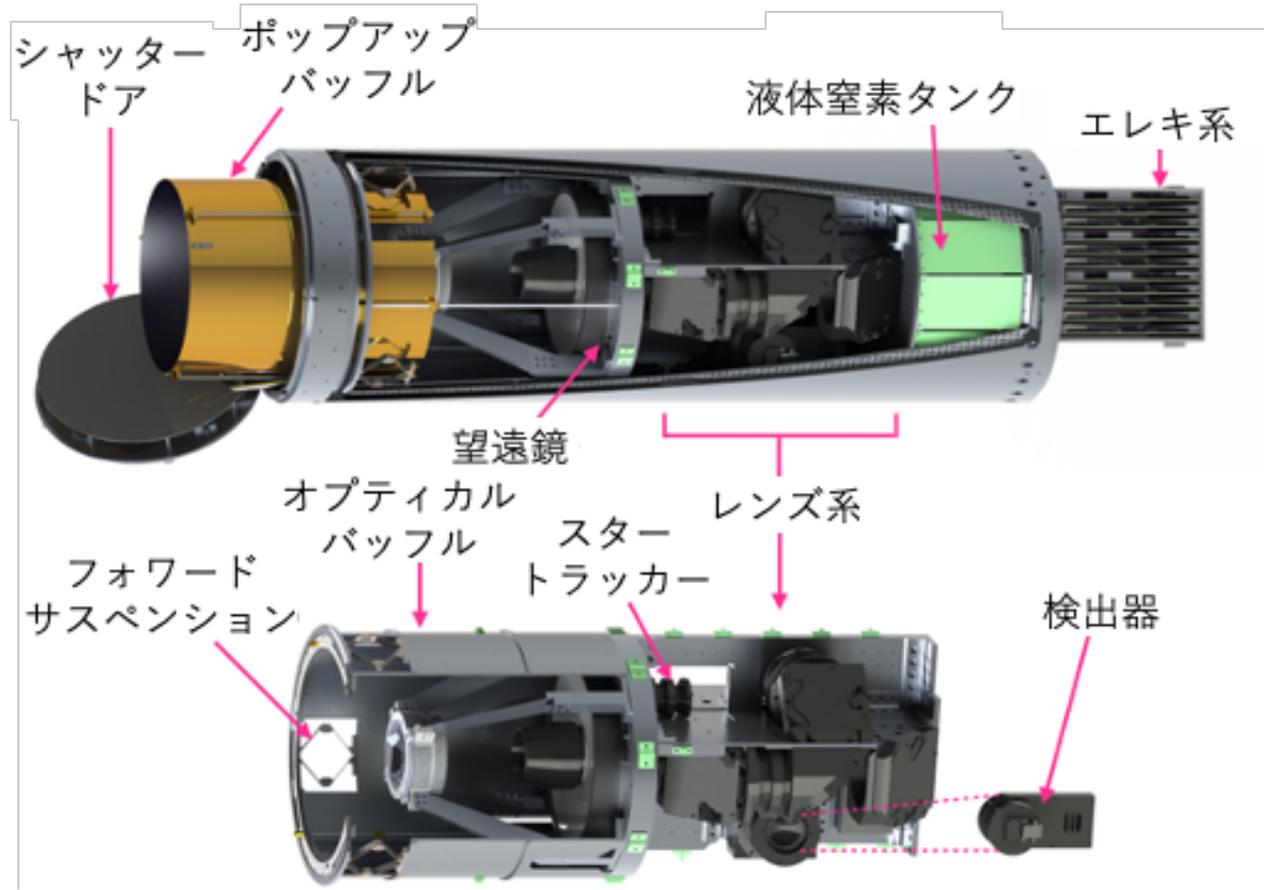
→日本は望遠鏡・光学系を開発



打ち上げ時のタイムスケール

CIBER-2観測装置仕様

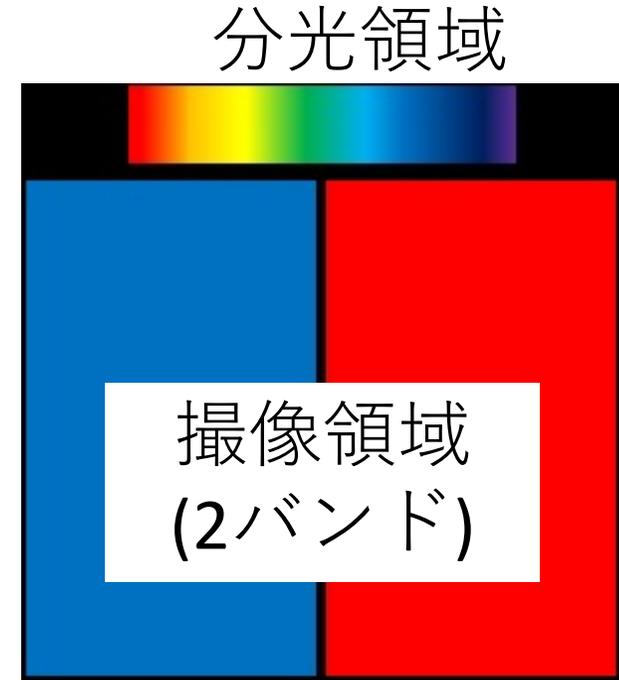
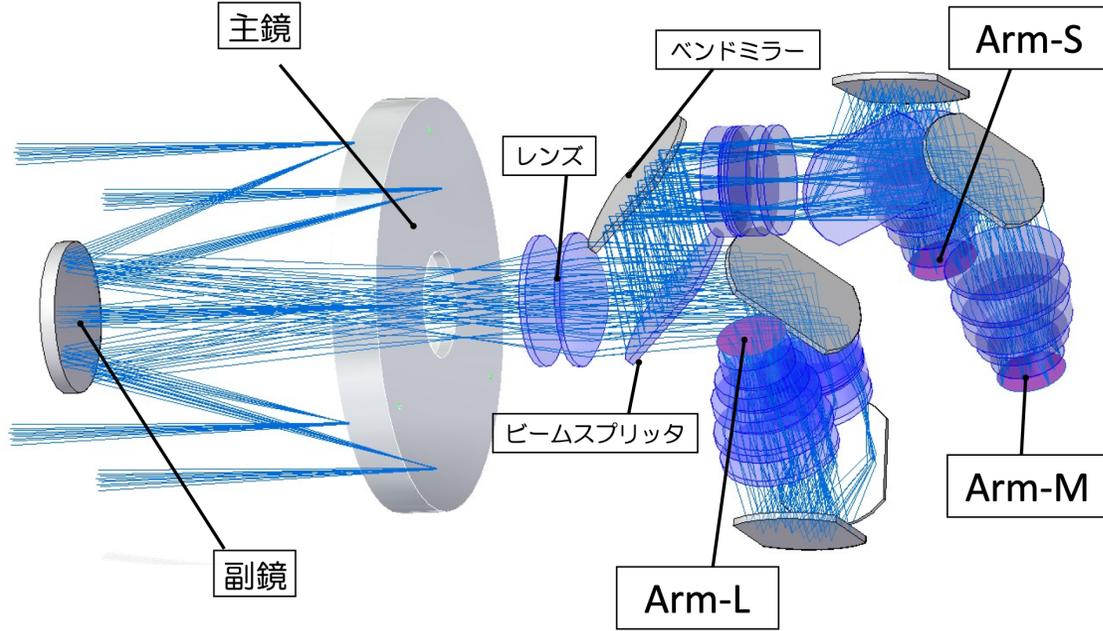
CIBER-2観測装置(3D-CADモデル)



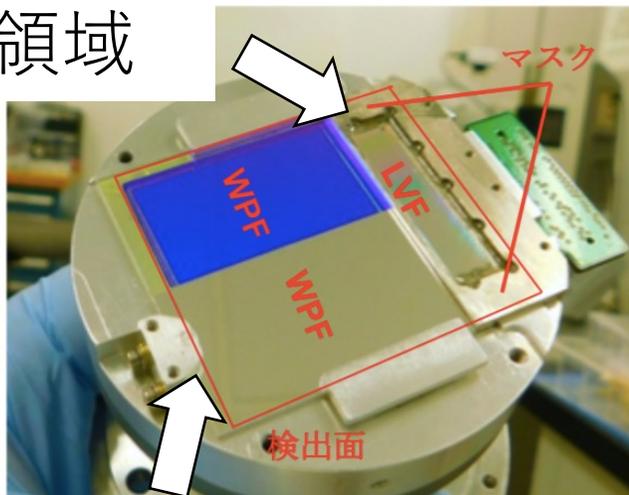
観測装置の仕様

望遠鏡口径	φ28.5 cm
レンズ系	非球面を含む15枚
視野角	2.3° x 2.3°
測光バンド	0.5~2.0 μm (6バンド)
分光手法	Linear Variable Filter(LVF)
分解能	R~20

望遠鏡・光学系



分光領域



撮像領域(2バンド)

撮像・分光
同時観測が可能

実験スケジュール

2020年

ペイロード組み上げ，および振動試験合格@NASA WFF

NASAのロケット打ち上げ基準クリア

3月 打ち上げ基地(WSMR)へ輸送したがCOVID-19流行により基地閉鎖

2021年

5月 基地の再開

打ち上げ作業のためWSMRへ展開

最終校正試験

6月 第1回打ち上げ

} 今回の本題

2022年

12月 第2回打ち上げ予定



目次

- ・ 観測ロケット実験CIBER-2について

CIBER-2の観測目的
CIBER-2実験概要
CIBER-2観測装置仕様
望遠鏡・光学系
実験スケジュール

- ・ 校正試験

波長校正
積分球を用いた絶対感度校正
絶対感度校正試験セットアップ
絶対感度校正の測定結果
校正システムの誤差要因

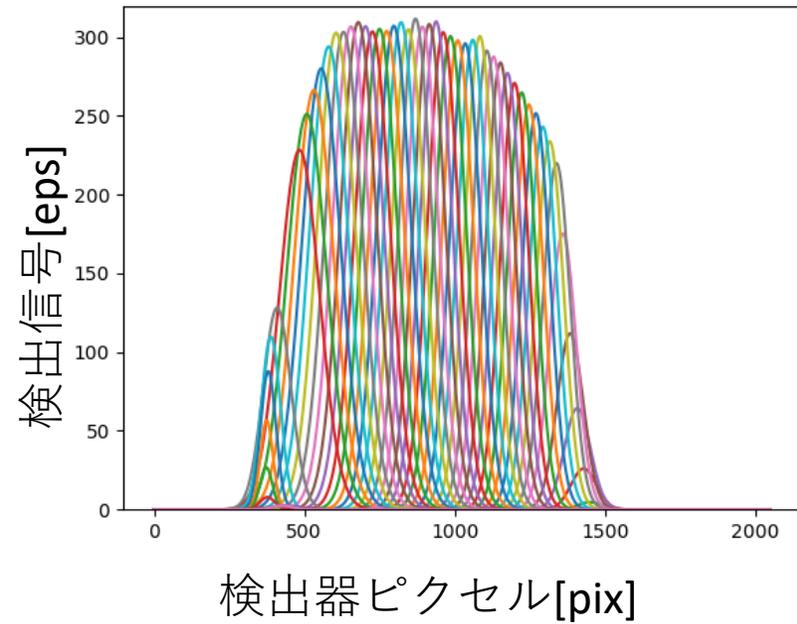
- ・ 観測結果

取得したフライトデータ
フライトデータを用いた校正係数

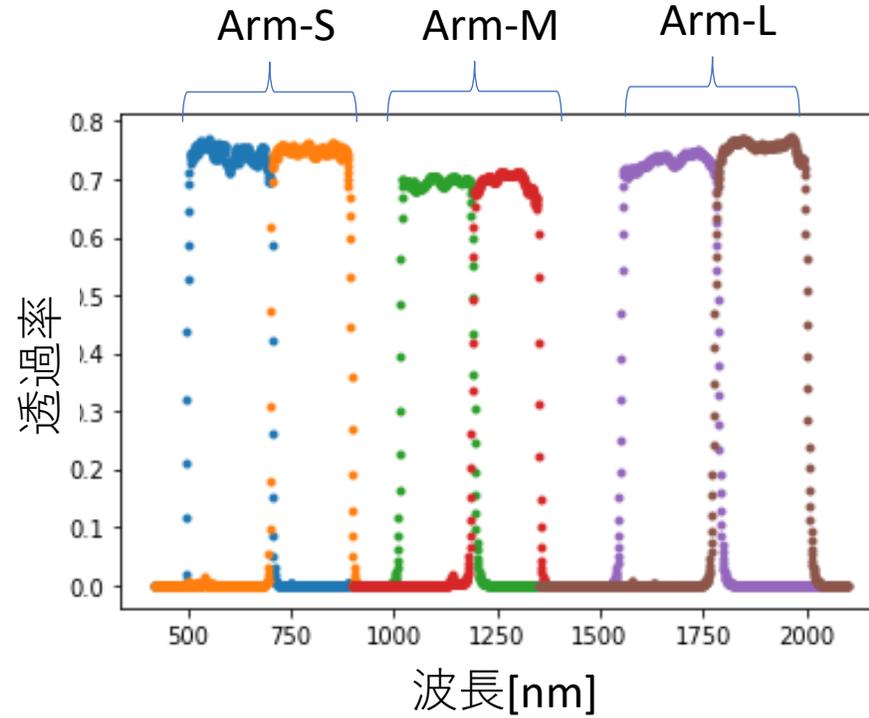
- ・ まとめ

波長較正

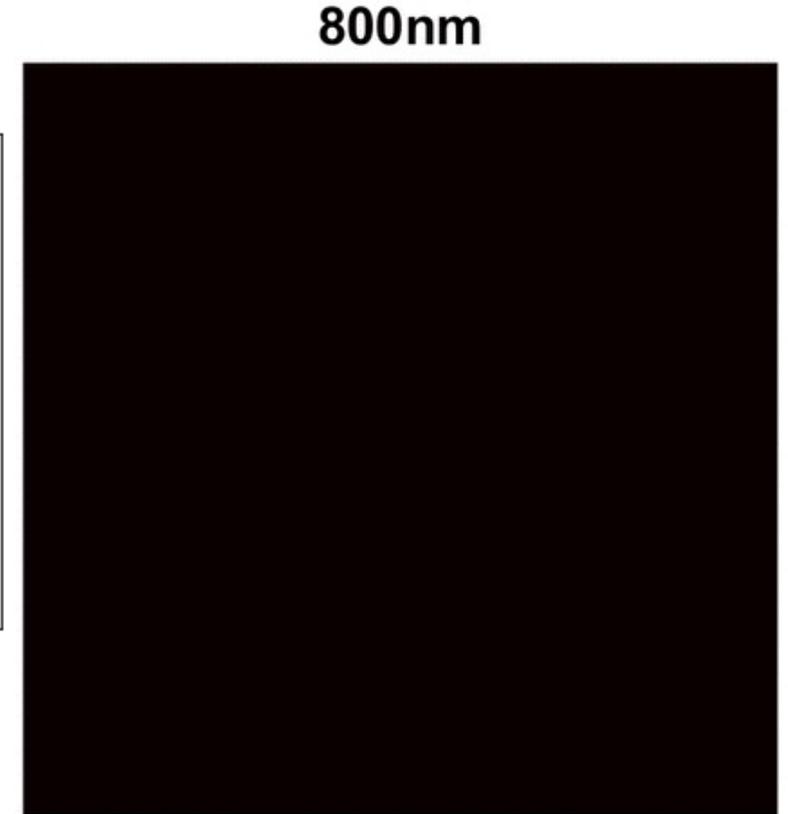
検出器のピクセル位置に対応する波長の対応づけ



Arm-Mの分光領域におけるピクセルごとの強度分布



撮像領域の透過率

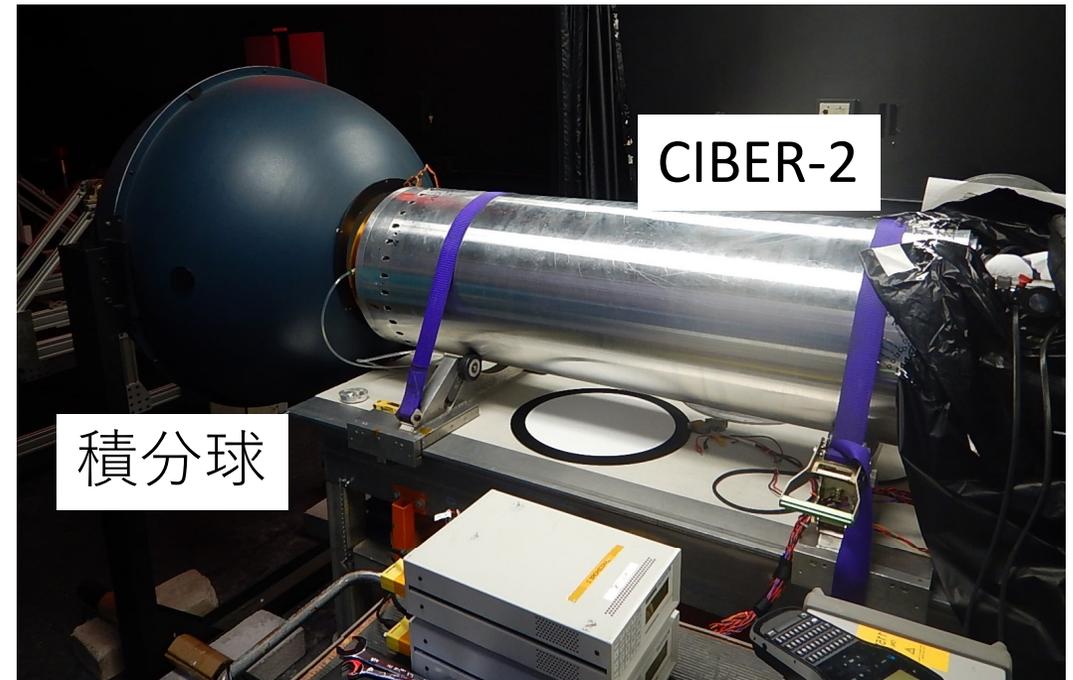
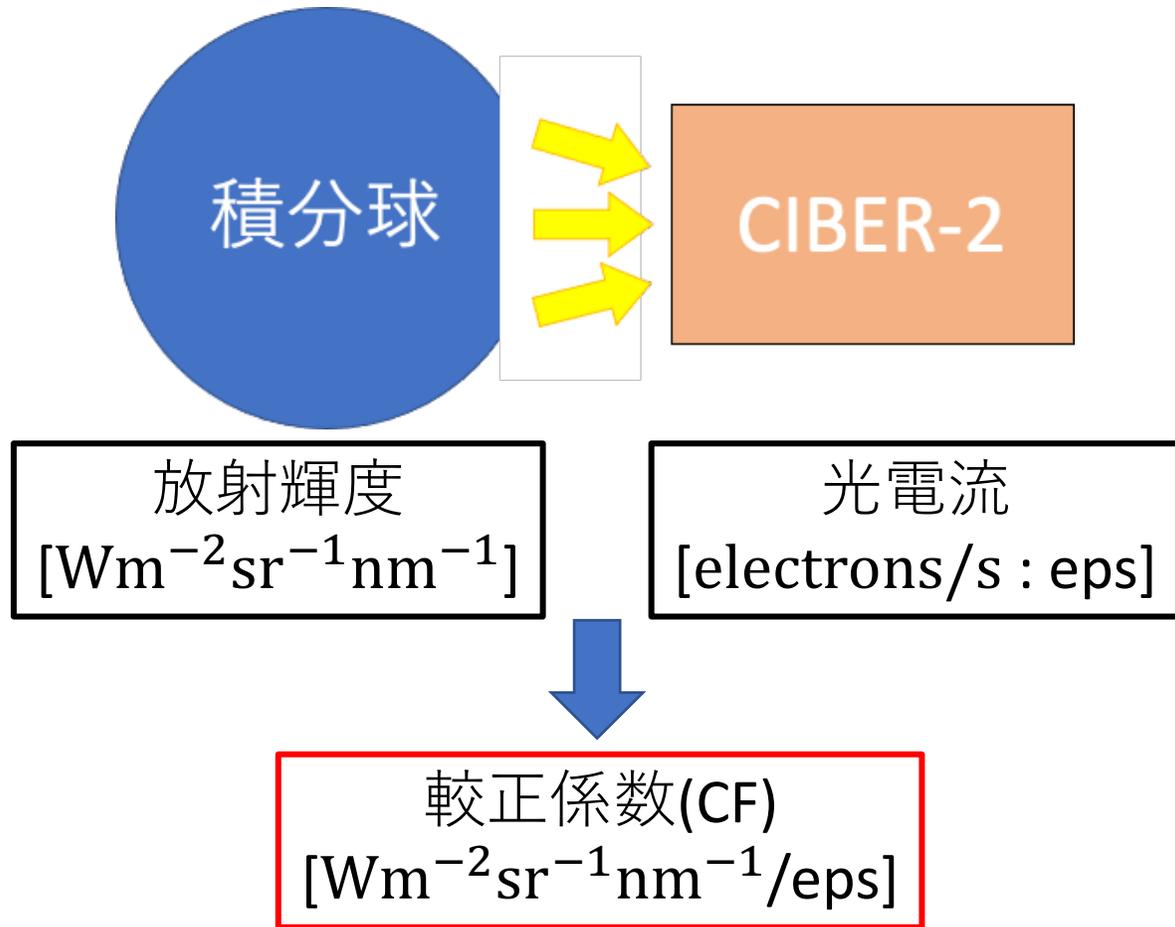


Arm-Mのモノクロメータスキャンの様子

積分球を用いた絶対感度較正

絶対感度較正：観測データ(光電流)→表面輝度(天体の物理量)

積分球を用いて面光源を再現

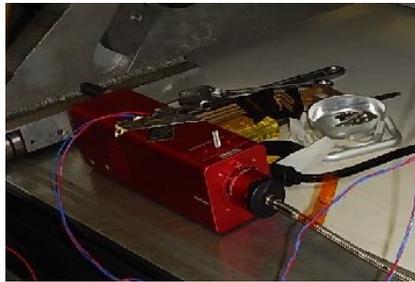


絶対感度校正試験セットアップ

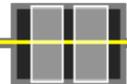
2種類の校正光源を用いて0.5-2.0 μm で感度校正

- 可視域：

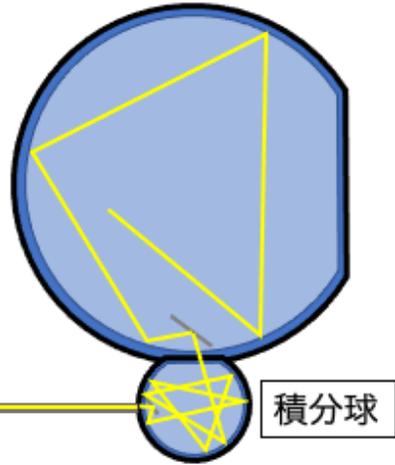
タングステンハロゲンランプ (~2800K)



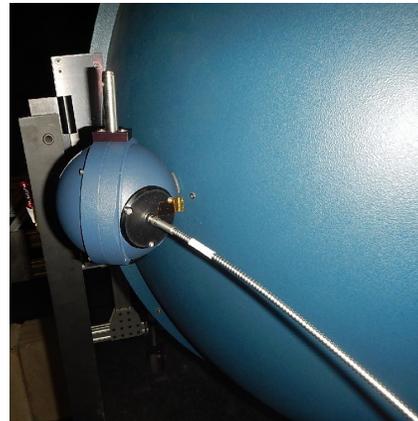
ハロゲン光源



減衰器

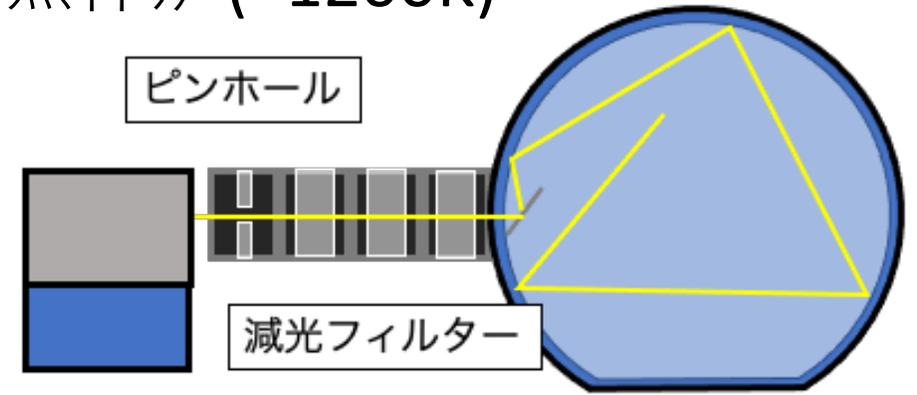


積分球



- (可視~)近赤外域：

黒体炉 (~1200K)

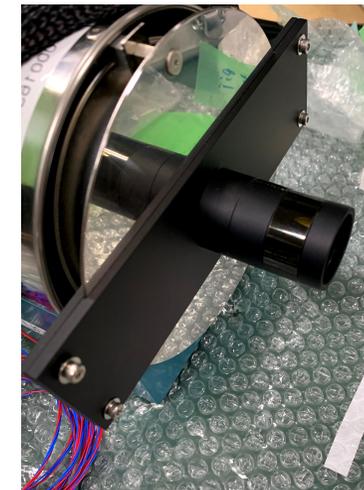


ピンホール

減光フィルター

黒体炉

積分球



較正システムの誤差要因

タングステンハロゲンランプの時間安定性	0.06%/hour
タングステンハロゲンランプの温度安定性	$0.2 \pm 0.08\%/^{\circ}\text{C}$
黒体炉の時間安定性	0.06%/hour
黒体炉の温度安定性	0.04%/ $^{\circ}\text{C}$
NIST準拠光源の較正精度①	1.5%
黒体炉の較正精度②	0.3%

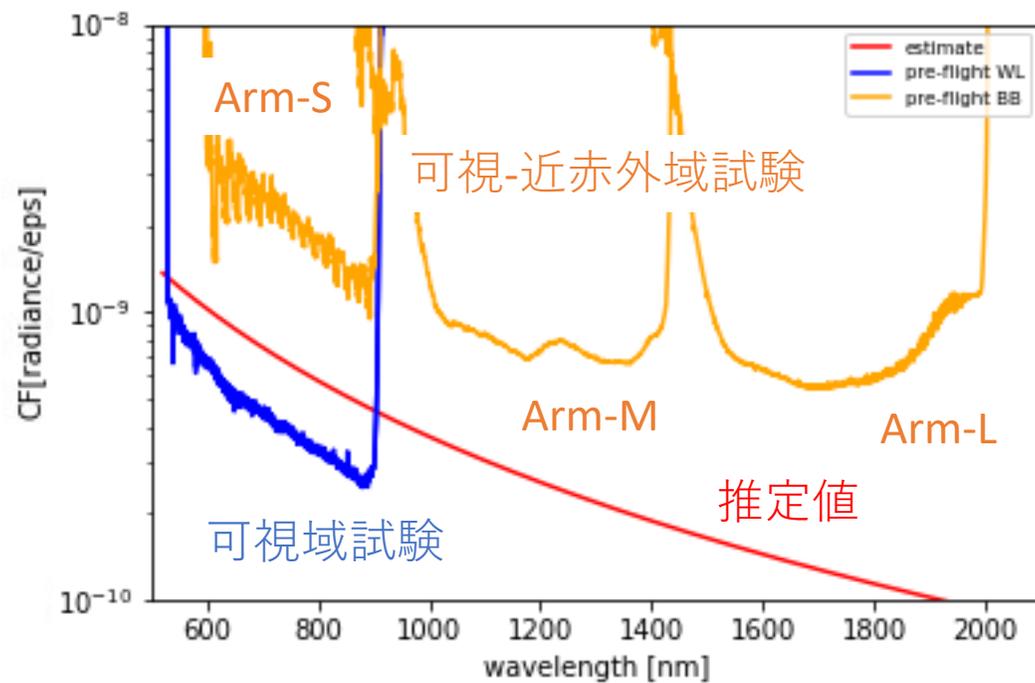
①と②の測定での分光器の感度の相違	2%
分光器の補正関数精度	1%
減光フィルター透過率の測定誤差	0.5%/枚
面光源の強度不定性	最大0.5%

絶対感度較正用の面光源の放射輝度は精度:2%程度

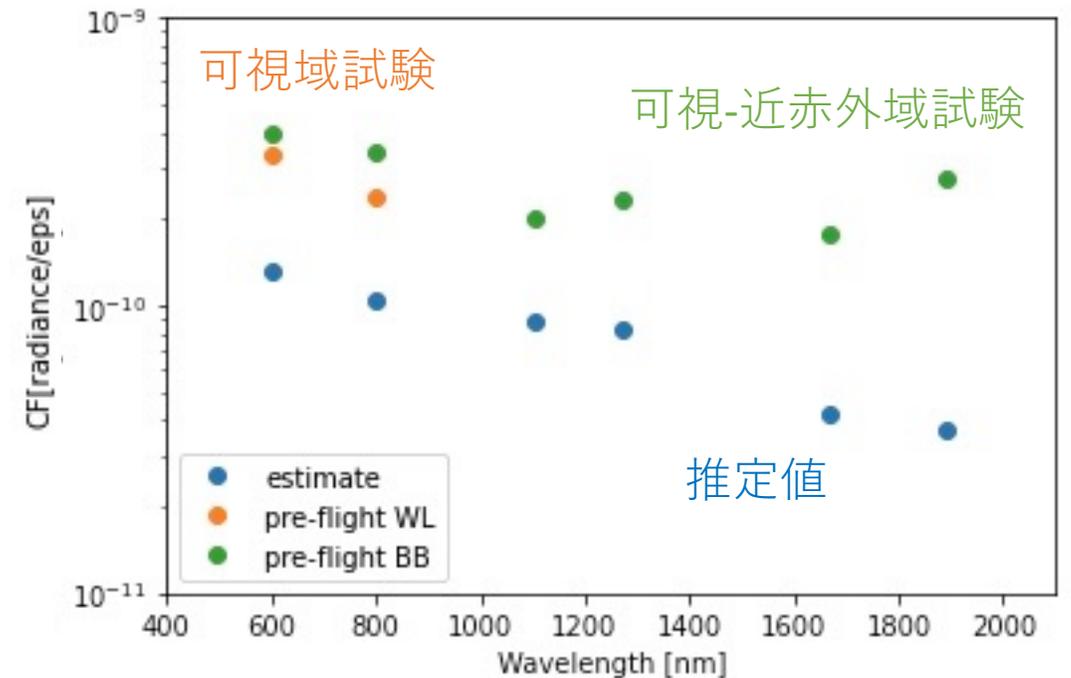
絶対感度較正の測定結果

装置の仕様から算出されたCFの推定値と比較

→較正試験の結果と推定値にズレが確認



分光領域



撮像領域

目次

- ・ 観測ロケット実験CIBER-2について

CIBER-2の観測目的
CIBER-2実験概要
CIBER-2観測装置仕様
望遠鏡・光学系
実験スケジュール

- ・ 較正試験

波長較正
積分球を用いた絶対感度較正
絶対感度較正試験セットアップ
絶対感度較正の測定結果
較正システムの誤差要因

- ・ 観測結果

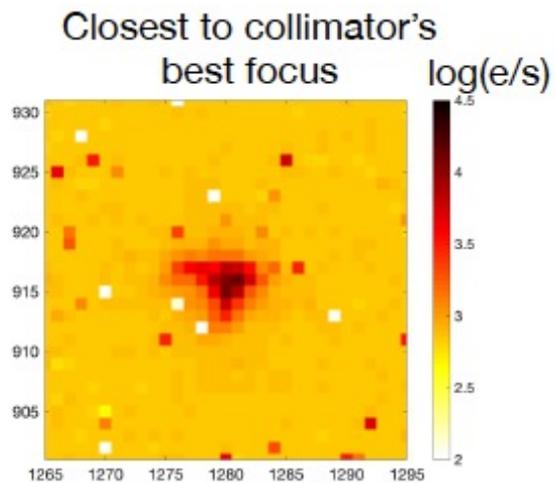
取得したフライトデータ
フライトデータを用いた較正係数

- ・ まとめ

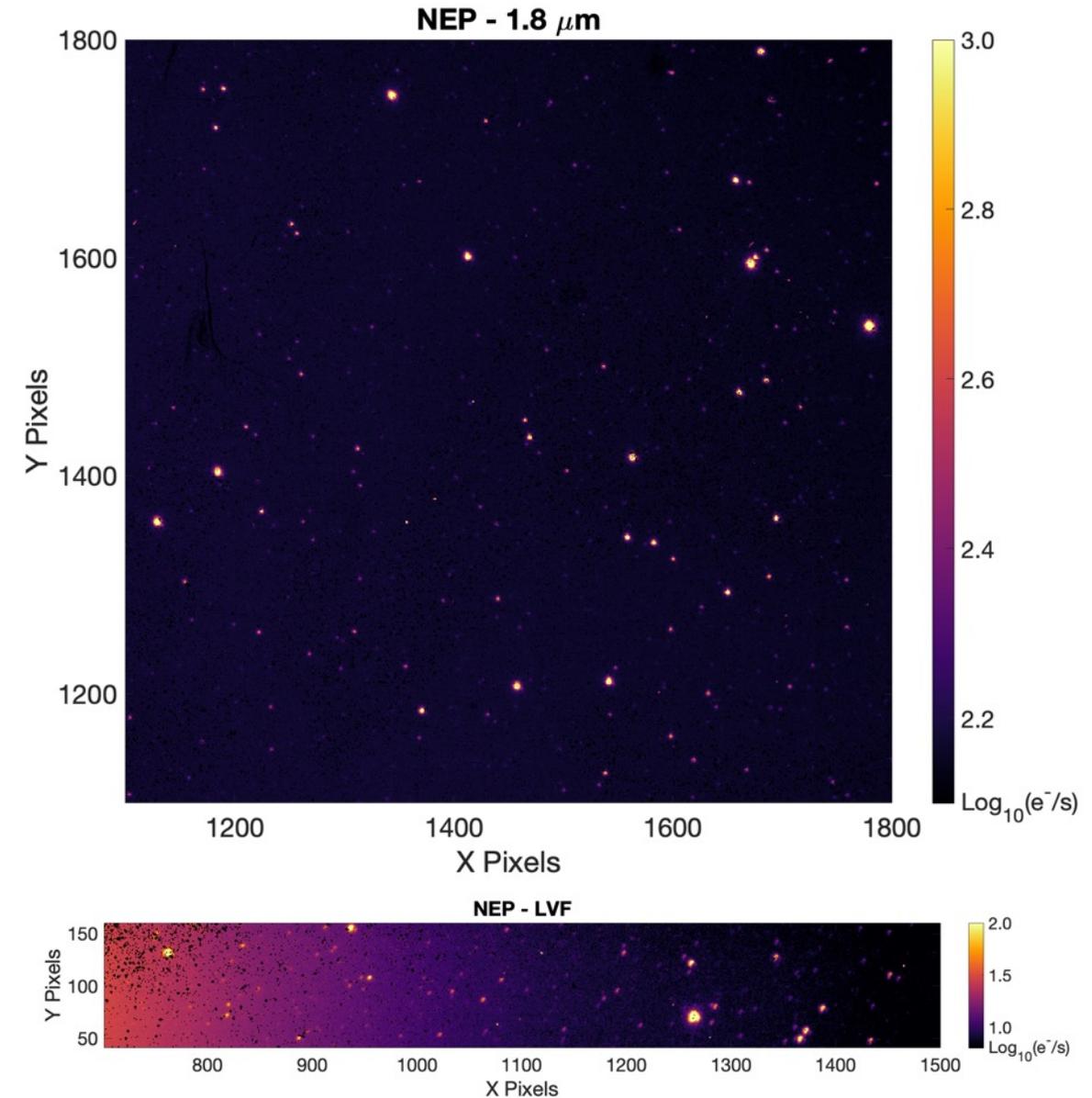
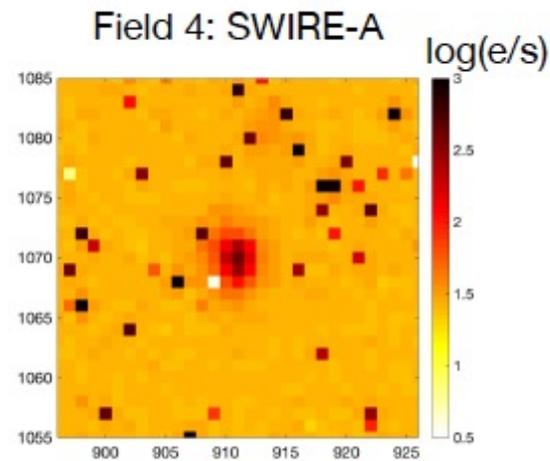
取得したフライトデータ

- 検出器の正常動作を確認
- 星像から打ち上げ前後で大きな焦点ずれがないことを確認

光学試験



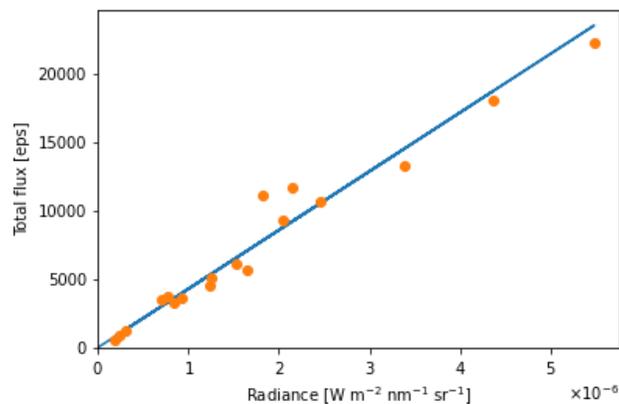
フライトデータ



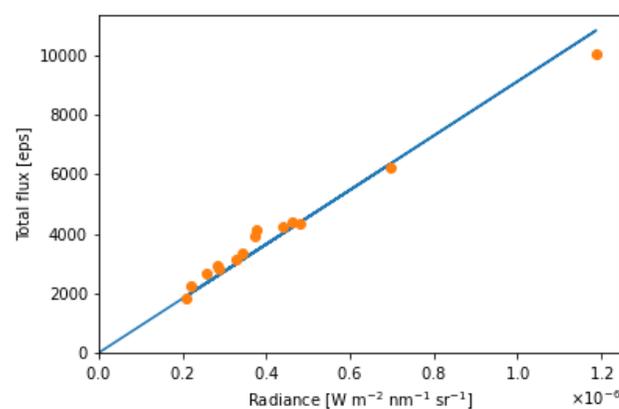
フライトデータを用いた較正係数の導出

フライトデータから星を取り出し、カタログ値からCFを導出

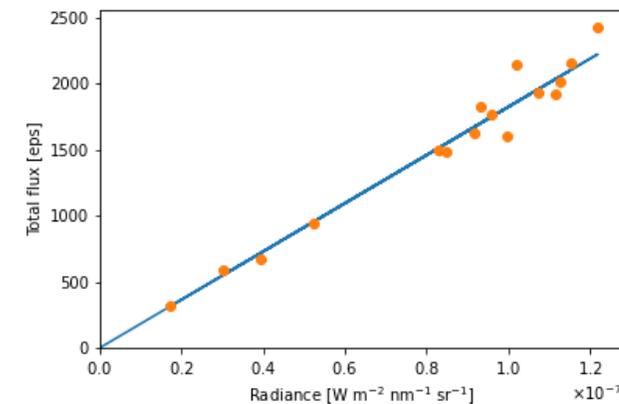
R band



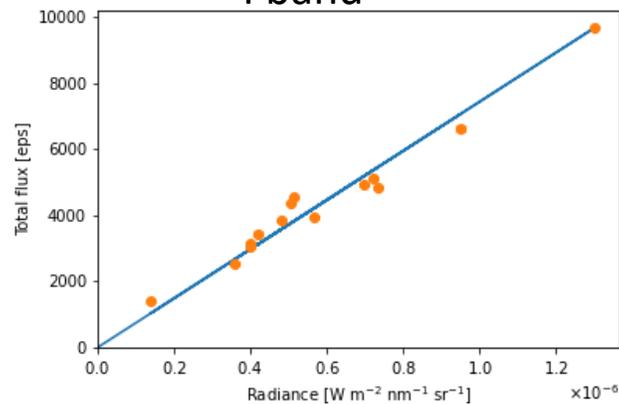
Z band



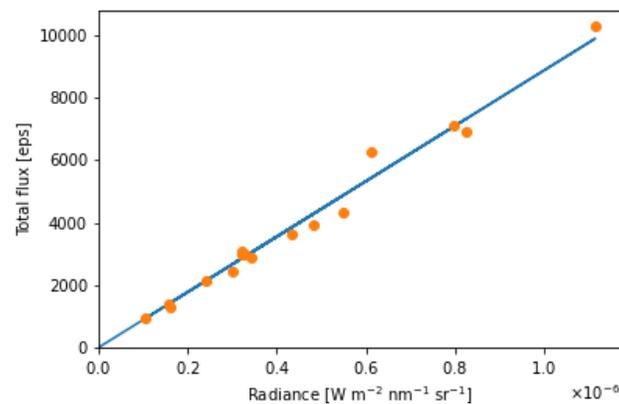
H band



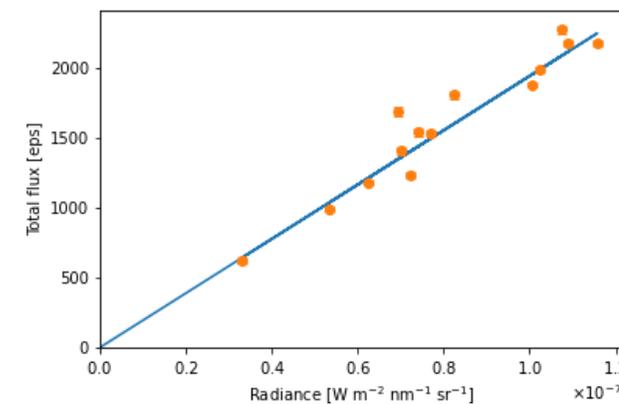
I band



J band



HK band

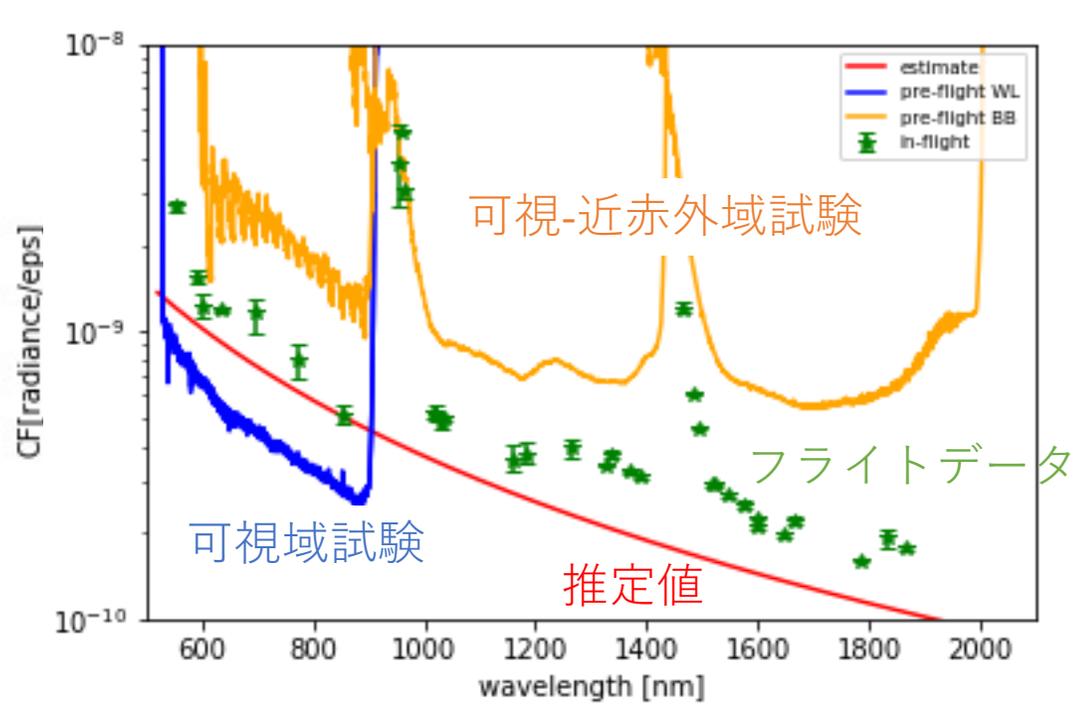


撮像領域

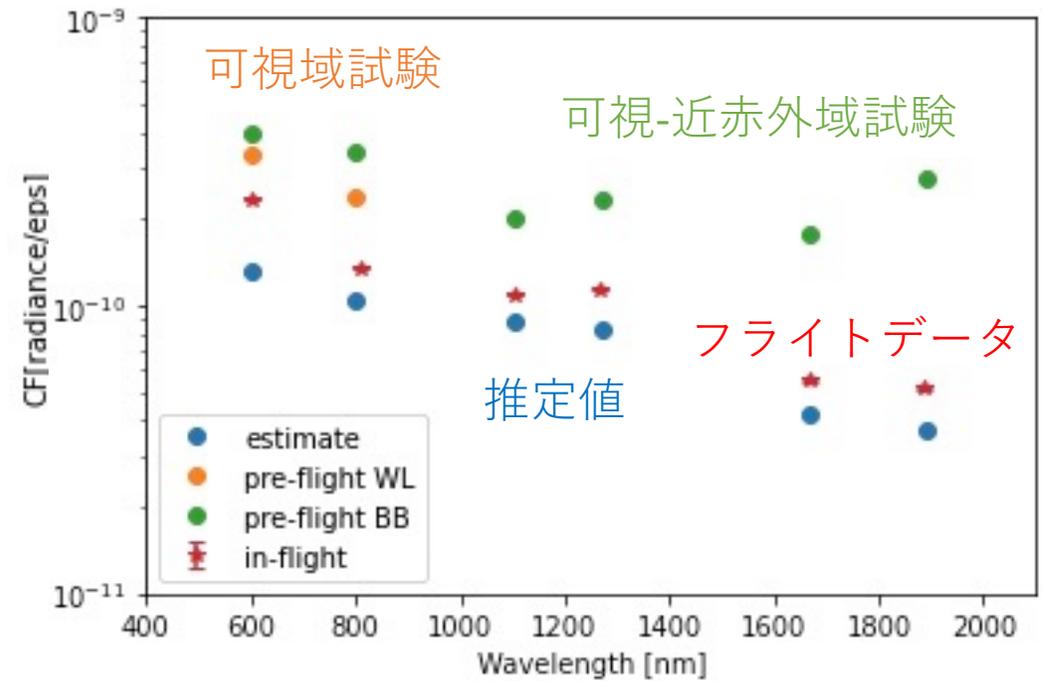
フライトデータを用いた較正係数の導出

フライトデータで得られたCFは推定値に近い結果に

- ・・・感度較正試験結果のズレ原因調査中，再測定実施の予定



分光領域



撮像領域

目次

- ・ 観測ロケット実験CIBER-2について

CIBER-2の観測目的
CIBER-2実験概要
CIBER-2観測装置仕様
望遠鏡・光学系
実験スケジュール

- ・ 較正試験

波長較正
積分球を用いた絶対感度較正
絶対感度較正試験セットアップ
絶対感度較正の測定結果
較正システムの誤差要因

- ・ 観測結果

取得したフライトデータ
フライトデータを用いた較正係数

- ・ まとめ

まとめ

- 観測ロケット CIBER-2 第 1 回打ち上げ成功
- 絶対感度較正の結果と推定値とのズレ原因調査中
- 今回は技術実証フライトという位置付け→科学成果のため解析中
- 第 2 回打ち上げ(2022年12月)に向けて改修作業を進める。

ご清聴ありがとうございました