

高効率な近紫外線観測に向けた 観測環境調査と観測装置構想

千葉工業大学 惑星探査研究センター

秋田谷 洋・諸隈 智貴

共同研究者:

川端 弘治 (広島大), 浦川 聖太郎 (日本スペースガード協会).

谷津陽一 (東工大)

本講演の概要

一見敷居が高そうな

「近紫外線(=300-400nm~u-band)観測」
を目指します。

「近紫外線の観測環境(透過率・空輝度)」を調査の上、

「目標波長帯を絞った観測装置」を

「低コスト・短期間で製作」して、

「手近な国内外望遠鏡に装着して早期に観測する」

ことを構想しています。

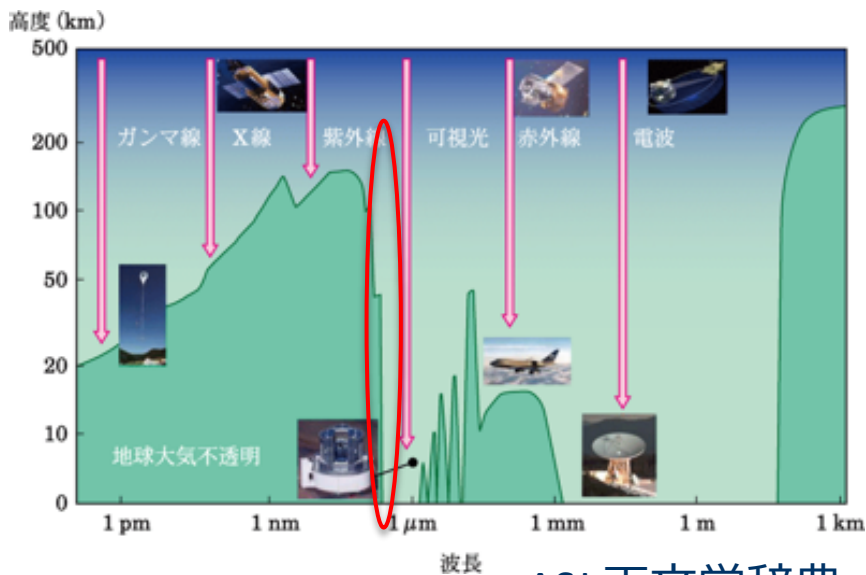
近紫外線

□ ~ 300-400 nm を想定

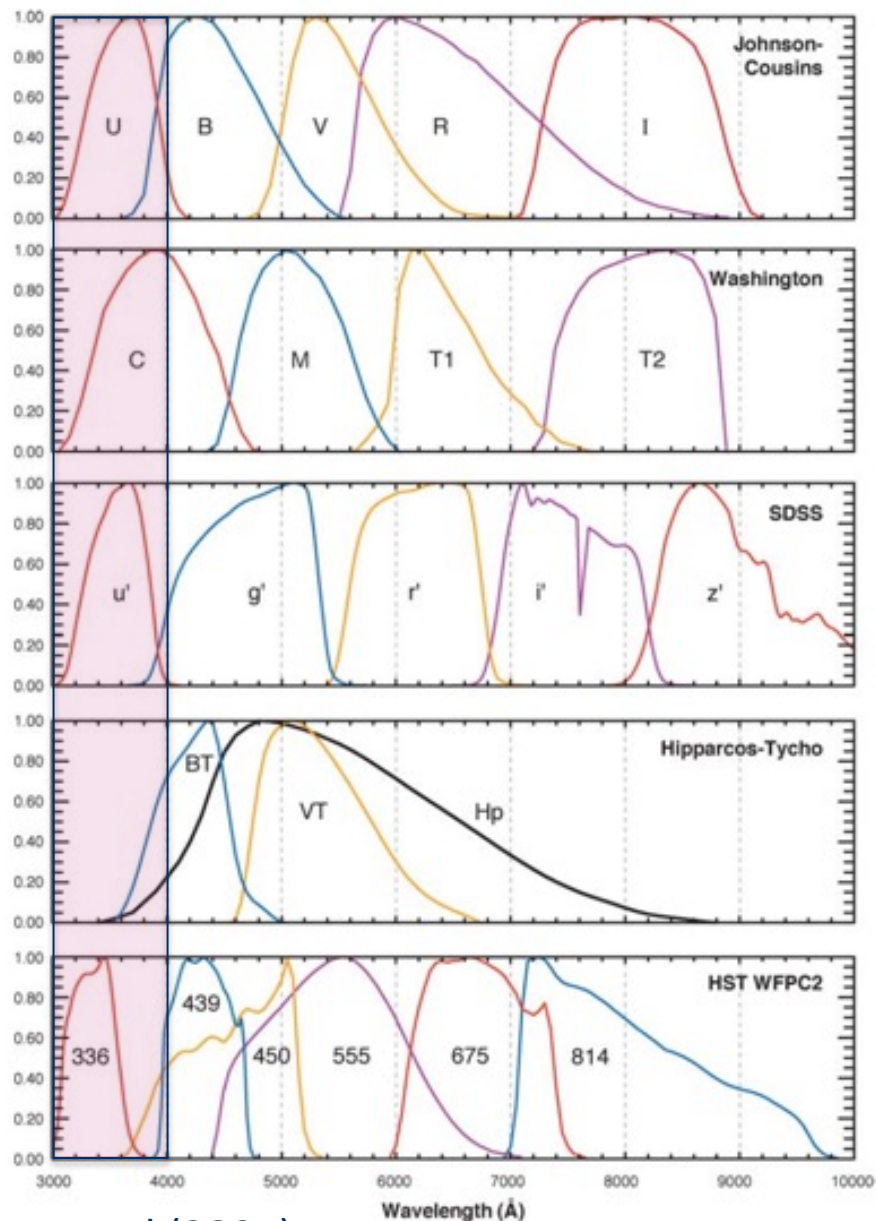
紫外線=「波長が1nmから400 nm程度の電磁波の名称。……」(ASJ 天文学辞典)

□ 広義での「(地上からの)可視赤外線観測天文学」における「最短波長帯」

□ ~U-band, u-band



ASJ 天文学辞典



Bessel (2005)

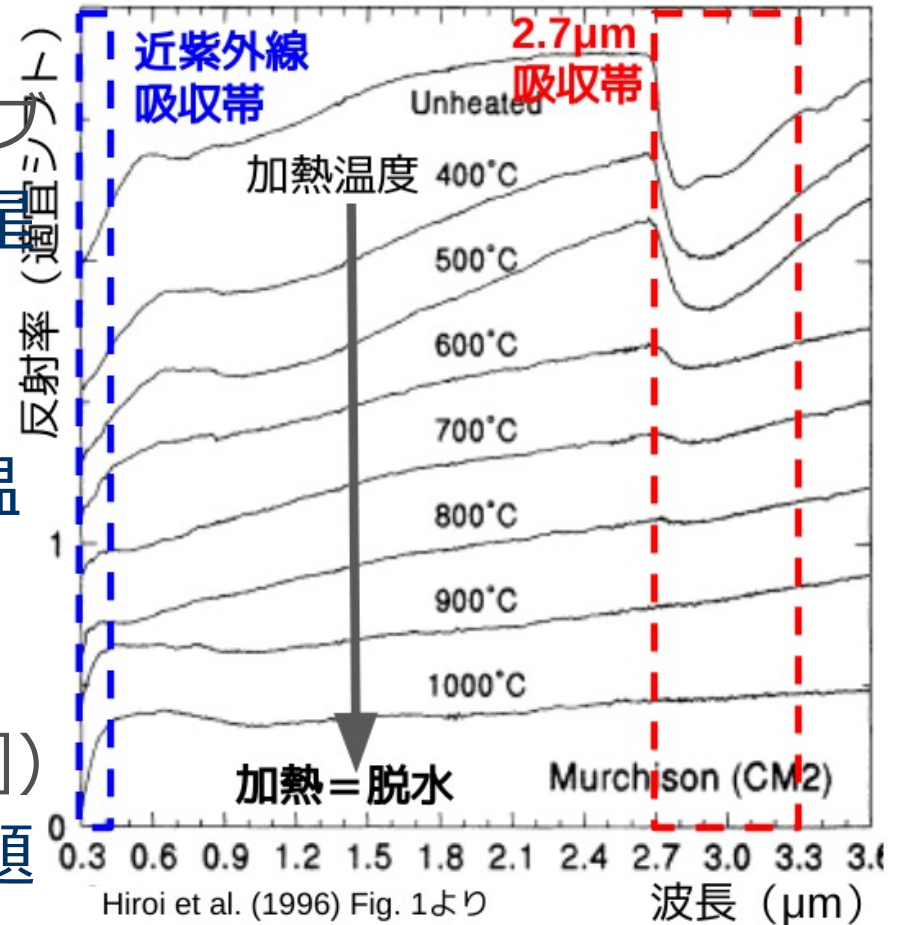
サイエンスケース

加熱したマーチソン隕石 (~C型小惑星と同等) の反射スペクトル

- C型小惑星近紫外線吸収帯
 - 水の含有・脱水過程のプロブ
- 重力波対応天体・中性子星連星合体における「青いキロノバ」成分の検証
- 突発天体: 高エネルギー・高温現象の黒体放射

$$T_{\text{peak}} \sim 3e6[\text{nm} \cdot \text{K}] / \lambda[\text{nm}]$$
$$\sim 1e4 \text{ K} / (\lambda[\text{nm}] / 300[\text{nm}])$$

近紫外線の観測が重要な研究課題は今でも多い

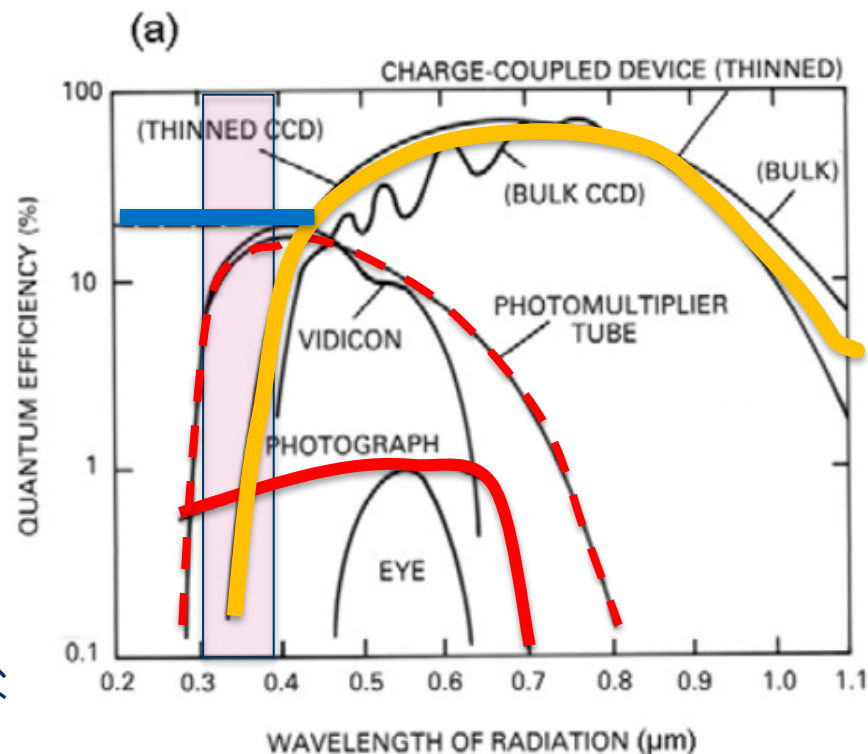


近紫外線をとりまく観測装置環境

1. 写真乾板・光電子増倍管時代
 - U-bandは標準の1つ
2. アレイ検出器(CCD・CMOS)時代
 - 感度ピークが長波長側に移行・広帯域化
 - 長波長側への関心の高まり。移行（光赤方偏移天体・発展した赤外線観測との接続）
3. 近年は近紫外線感度をもつアレイ検出器も出てきた（長波長側とのトレードオフは必要）

現状分析(私見)

- 広帯域化で観測波長の選択肢が広がった。
→空の透過率が低い・光学系コストが高い近紫外線は削られがち
- 近紫外線の科学的価値が低下したわけではない
→良サイトの大きい計画では対象になる。しかし、効率是最適とも限らない



McLean (2008)

“Electronic Imaging in Astronomy (2nd ed.)”

本計画の狙い・意義 (TBD)

Q. 近紫外線の透過率はそこまで低いのか?

A. 端からあきらめるほど低くはありません。国内でも実施するに値します。

Q. 近紫外線対応すると装置コストがかかるのでは?

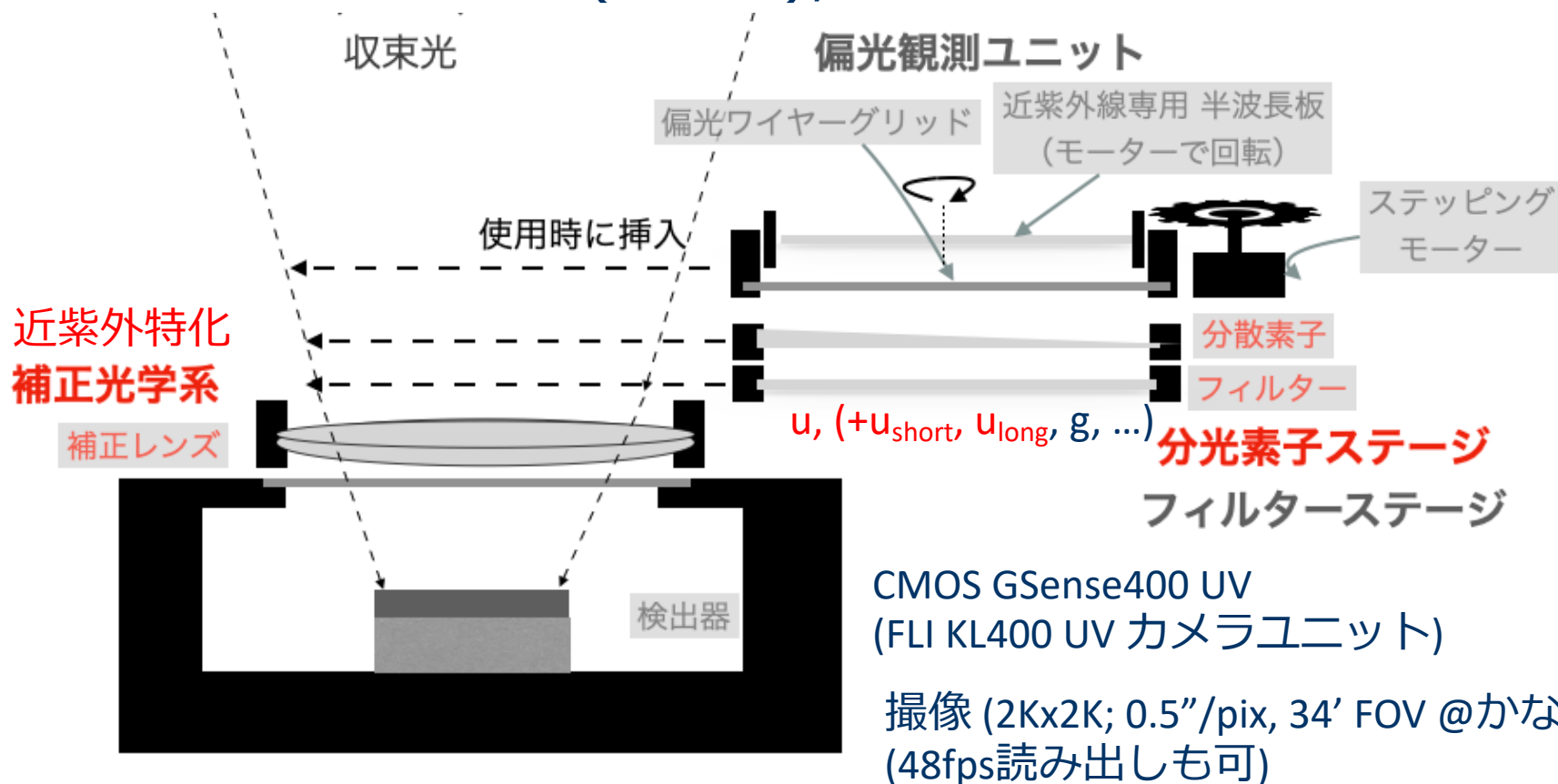
A. 欲張りません。近紫外線のみを追求した検出器・光学系の装置でコストを抑えます。

Q. 近紫外線だけでサイエンスができるのか?

A. 欲張りません。他の波長は他の望遠鏡・装置に任せます。

装置概念設計案

- 撮像(u-band, 狭帯域, ...; FOV 17' @1.5m, F/12.2), スリットレス分光(R~40), 直線偏光



望遠鏡: 初期は東広島天文台かなた1.5m 第2ナスミス焦点を想定。

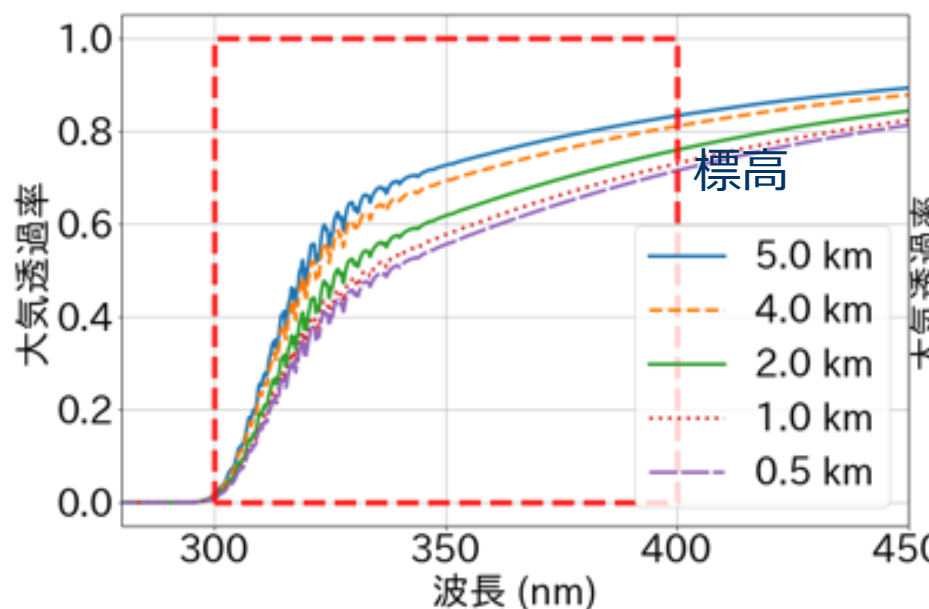
将来的には、国内外で使える望遠鏡へ持ち込み。(アリゾナ大と検討開始)

観測環境検討1: 大気透過率

LOWTRAN7 大気モデル (Kneizys+88)

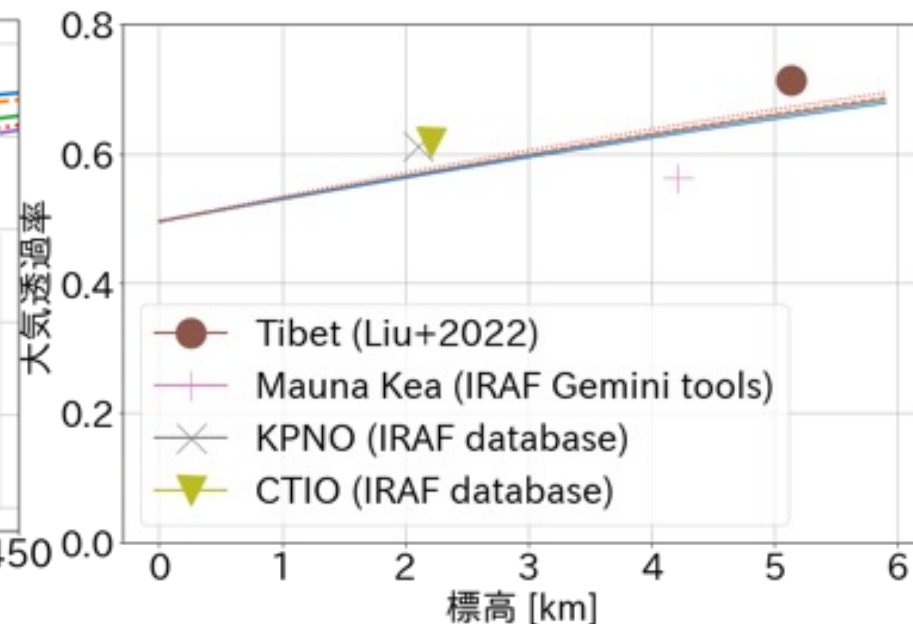
利用例: https://gitlab.com/hiroshi.akitaya/site_survey

透過率 vs 波長/標高



Model: Subarctic winter

u-band 透過率・モデル&実測値



- ものすごく悪いわけではない
- 標高依存性が大きすぎるわけでもない

国内低標高ではモデルより悪くなることは予想される

(日本特有の水蒸気、人間活動によるエアロゾル) → 文献調査・実測を進める

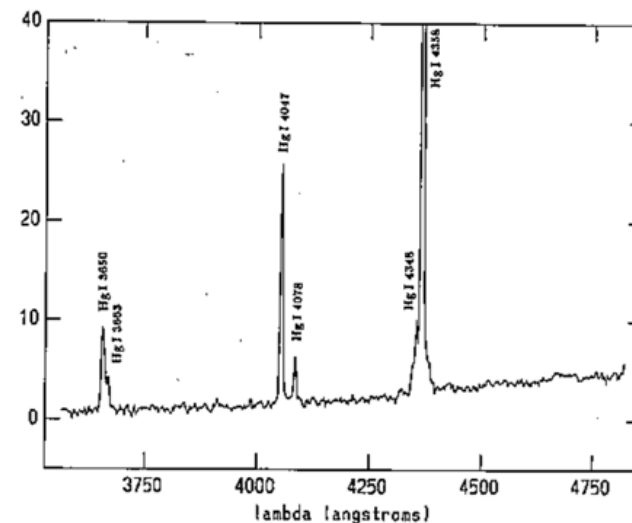
観測環境検討2: 空の輝度

文献調査

- APO: $\mu \sim 22.01$
[mag/arcsec²] [SDSS web page]
- 国内(特に最近は?) → 情報少ない

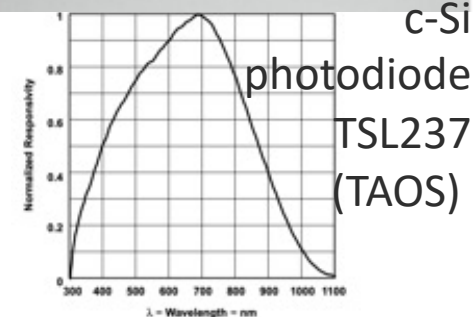
国内サイトで空輝度を測定する

- Sky Quality Meter (Unihedron社)改造
 - 標準フィルター・レンズ除去
 - SDSS b, g, rフィルター装着
- CMOSカメラ + 簡易分光器



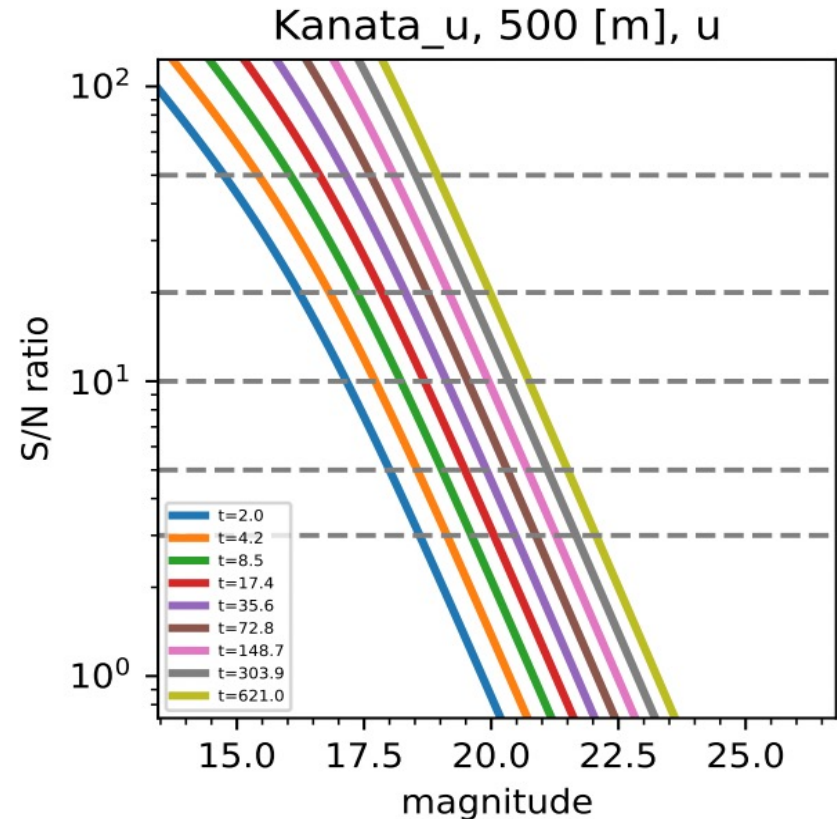
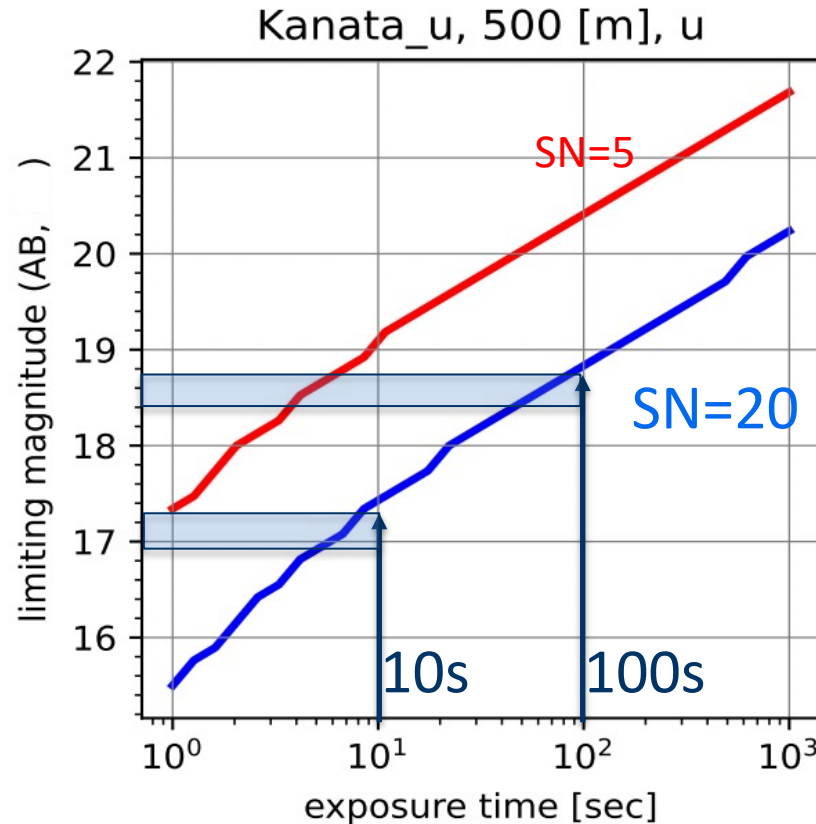
岡山夜光輝線 (Iye+91)

Unihedron web page



u-band 限界等級

東広島かなた1.5m, UV特化CMOSセンサー・光学系, h=500mの理想透過率



S/N=20
16.5-17.5 ABmag (10 秒積分)
18-19 ABmag (100 秒積分)

タイムライン

- FY2022 (今年度)
 - 装置概念設計・光学設計
 - 観測環境評価(机上)
 - 基本機器購入(CMOSカメラ・SQMほか)
(いまここ)
- FY2023 (来年度)
 - 観測環境調査
 - 装置本体製作(外部資金次第)
- FY2024-
 - 観測(国内、海外展開)

まとめ

- 「近紫外線(=300-400nm~u-band)観測」を目指して、
 1. 「この波長に絞った観測装置」を
 2. 「低コスト・短期間で製作」して、
 3. 「手近な望遠鏡に装着して早期に観測」します。
- 「基礎検討」「観測環境調査」「外部資金確保」を進めています。
- 2-3年内の装置製作・観測実施を目指します。

共同研究歓迎します

- 近紫外線観測サイエンス
- 透過率・空輝度サイト調査
(既存サイトの有益な文献情報も期待)
- 装置開発
- 望遠鏡

謝辞 (観測環境・機器調査等)
泉浦秀行氏、金井昂大氏、鎌田有紀子氏、宮崎聡氏、大塚雅昭氏、酒向重行氏、笹田真人氏、内海洋輔氏、柳澤顕史氏