

HiZ-GUNDAM赤外線望遠鏡 MONSTERによる 高赤方偏移GRB残光同定 シミュレーション

2025-8-7

千葉工業大学 天文学研究センター
秋田谷 洋 (あきたや ひろし)、
HiZ-GUNDAMチーム

千葉工業大学 天文学研究センター

2024年
4月設立

(現在
2年度目)



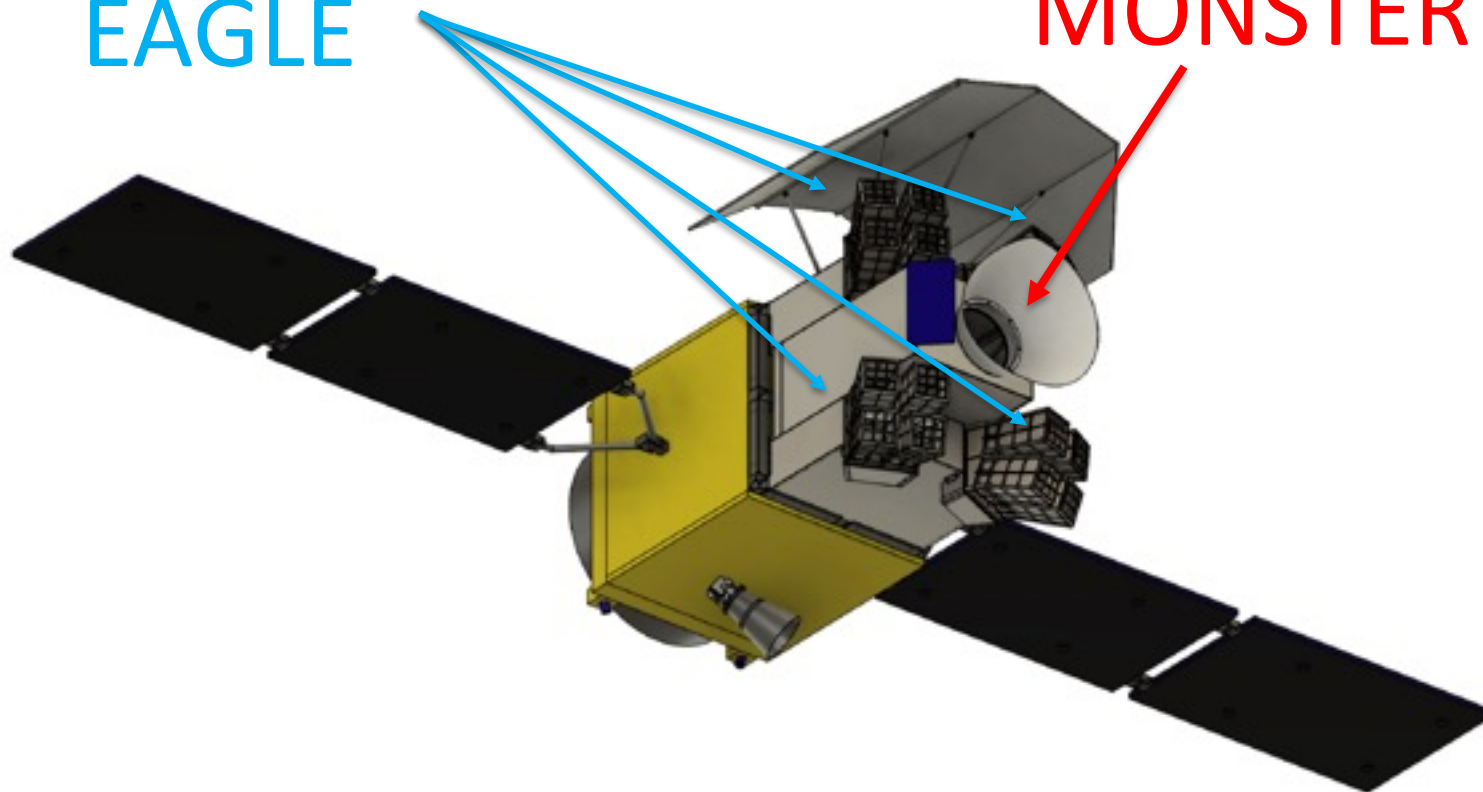
HiZ-GUNDAM

X線望遠鏡

EAGLE

可視・赤外線望遠鏡

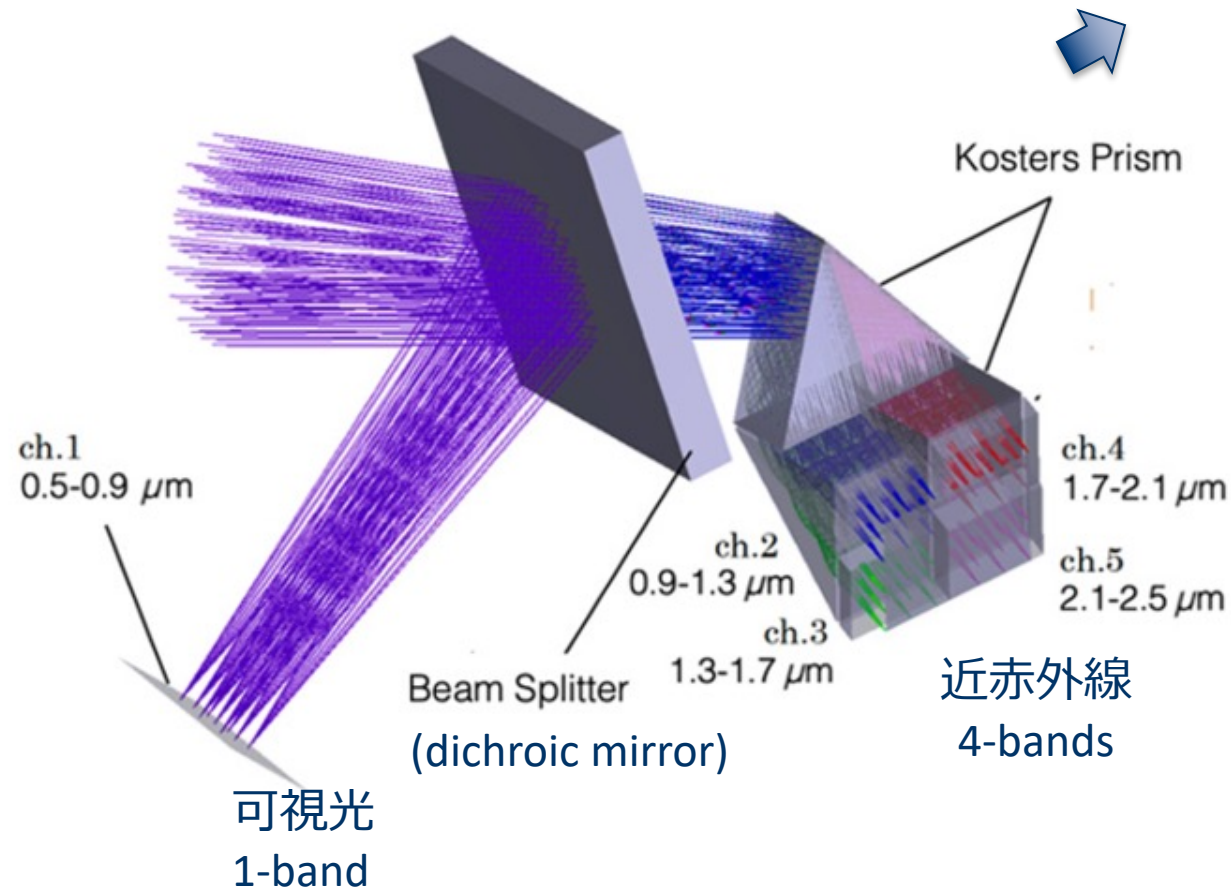
MONSTER



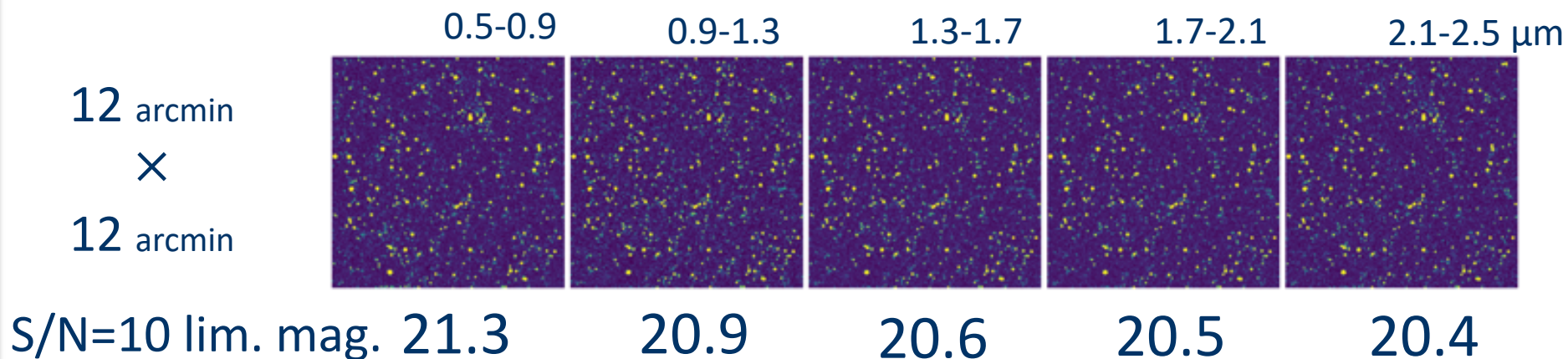
MONSTER 可視・近赤外線 5-band撮像

堀 友哉 (広島大学) ポスター

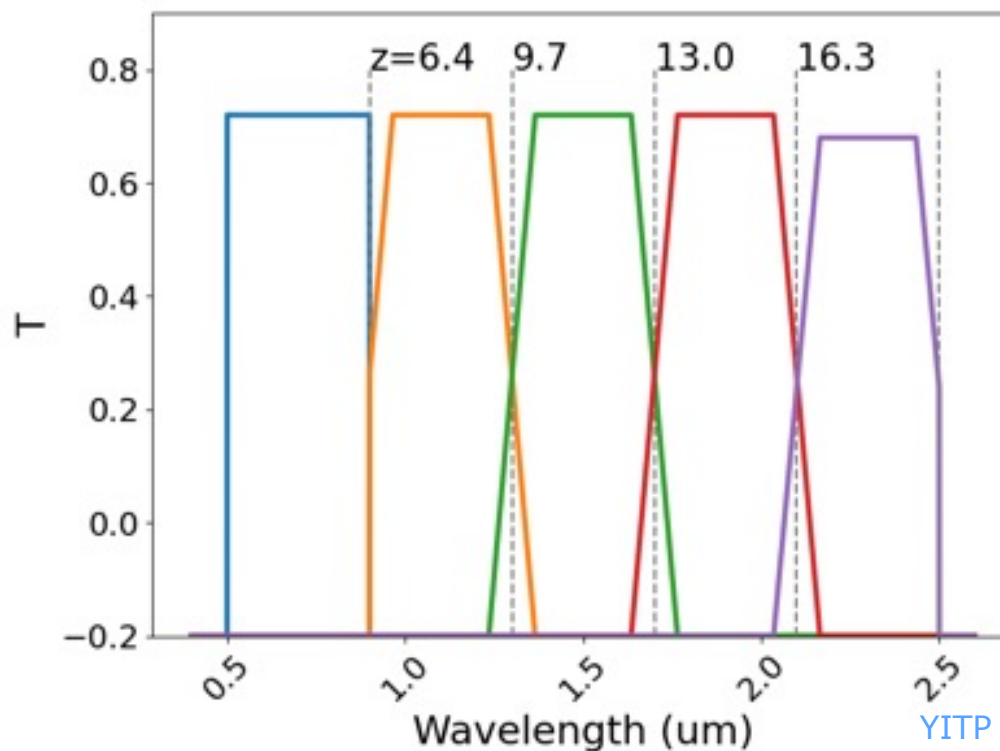
"HiZ-GUNDAM / MONSTER用ケスタープリズムの性能評価"



MONSTER 可視・近赤外線 5-band撮像



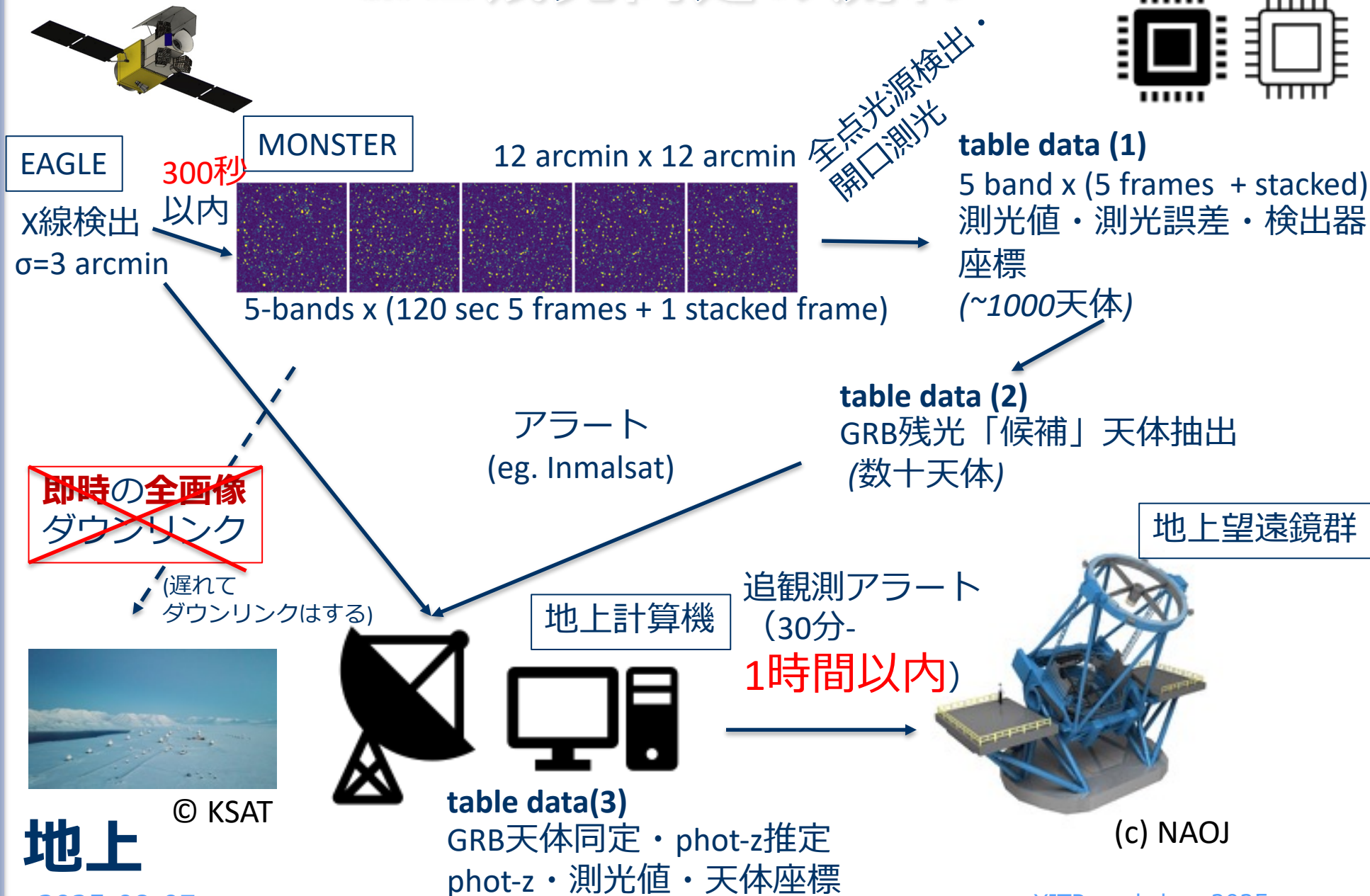
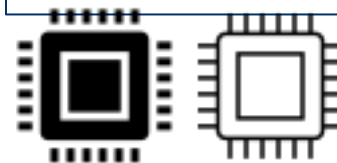
120 sec x 5 frames



上空

GRB残光同定の流れ

統合SMU (MPU)



GRB残光同定における課題

- データ処理・通信リソースの制限
 - 画像の即時ダウンリンク不可 → × 地上での即時画像処理
 - 機上への天体カタログ搭載不可 → × 既存天体との差分
 - 機上統合SMUの処理速度遅い → 機上処理が限定的
- 課題
 - 機上で早期に点光源の抽出・測光を完了する。
 - 機上でアラートする天体数を絞る：擬天体(星、銀河、QSOs, etc.)からGRB候補の抽出
 - 地上でGRB残光を1天体に同定する。 **photo-zを推定する。**

GRB SED model

1. GRB rest frame SED

- power-law

$$F_{\text{GRB}}(\nu) \propto F_{\nu 0} \left(\frac{\nu}{\nu_0} \right)^{-\beta}$$

- dust extinction

$$F_{\text{GRB+dust}}(\lambda) \propto \alpha_{\text{dust}}(\lambda) \cdot F_{\text{GRB}}(\lambda)$$

2. Red-shifted SED

- red-shifted

$$\lambda' = \lambda \cdot (z + 1)$$

- Ly α dumped

$$F_{\text{GRB}z}(\lambda')(z) = F_{\text{GRB+dust}}(\lambda') \cdot \epsilon_{\text{Ly}\alpha}$$

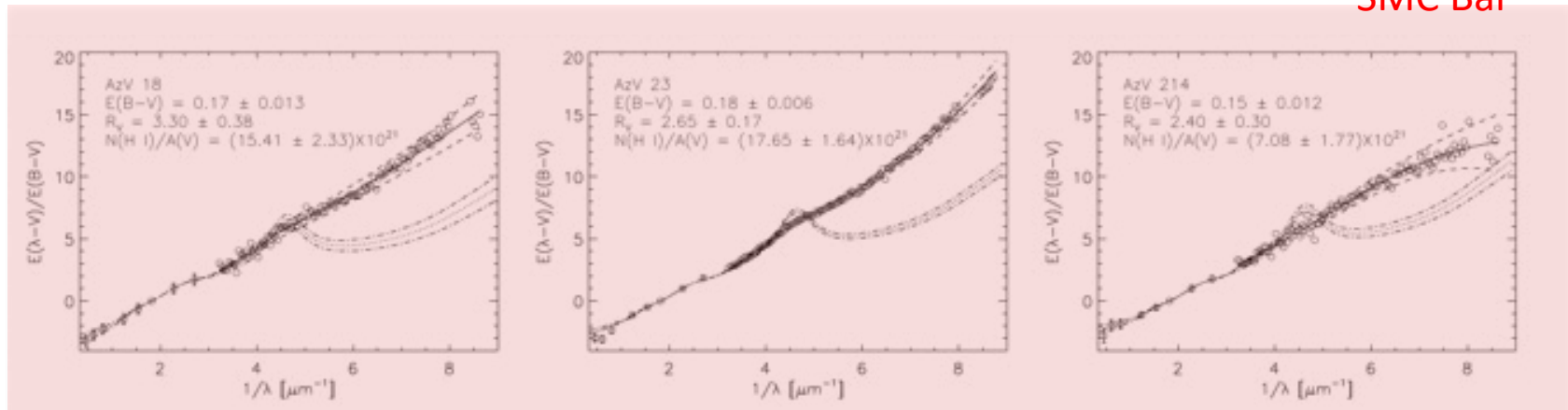
$$\epsilon_{\text{Ly}\alpha} = 1 \text{ (for } \lambda > z + 1 \text{) or } 0 (\lambda \leq z + 1)$$

3. HZG 5-band photometric magnitudes

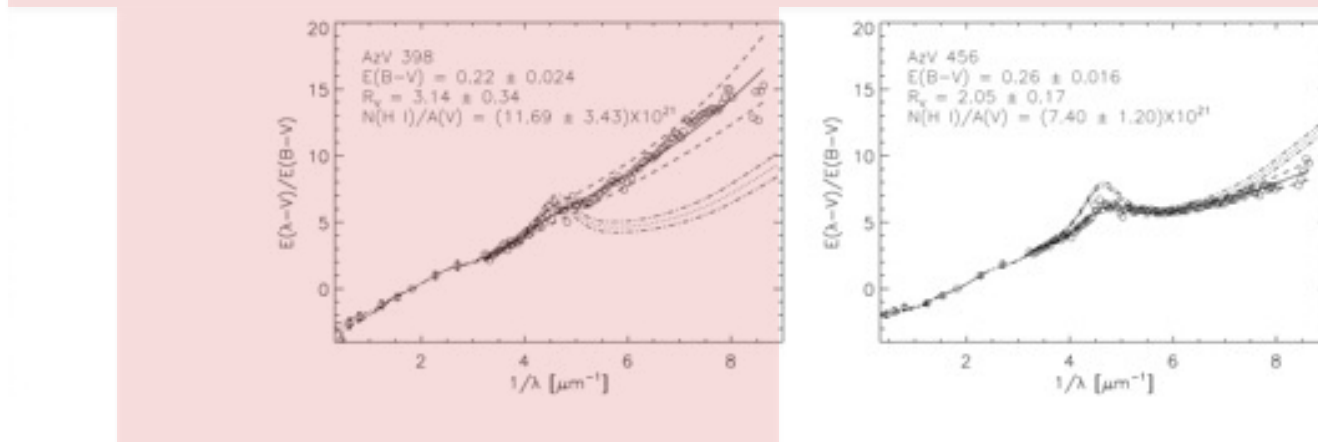
dust extinction model

- Dust extinction model (Gordon+03)
 - SMC Bar 平均, $R_V = 2.74 \pm 0.13$

SMC Bar



SMC Wing



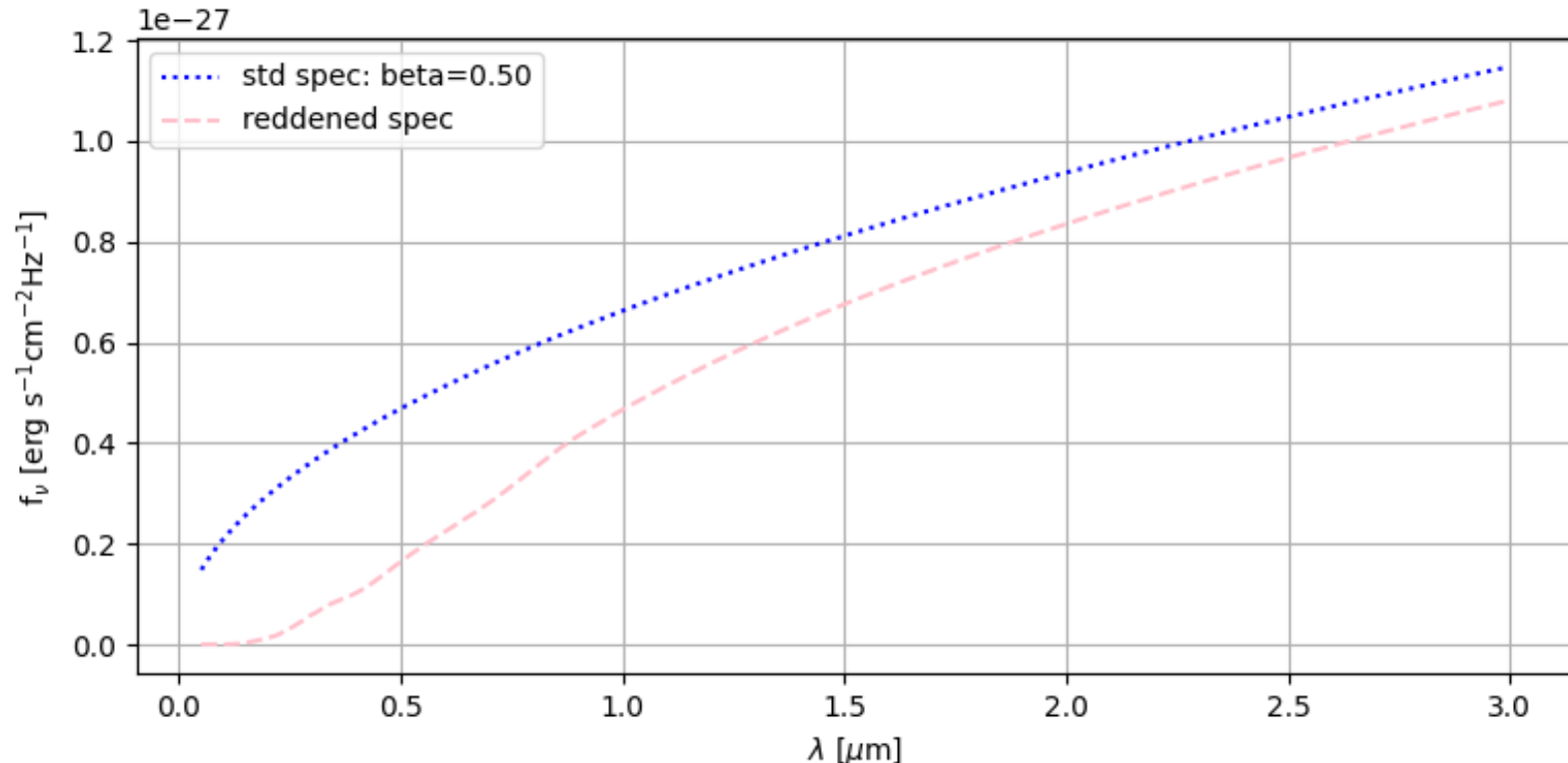
Gordon+03

(1) GRB rest frame SED w/ dust extinction

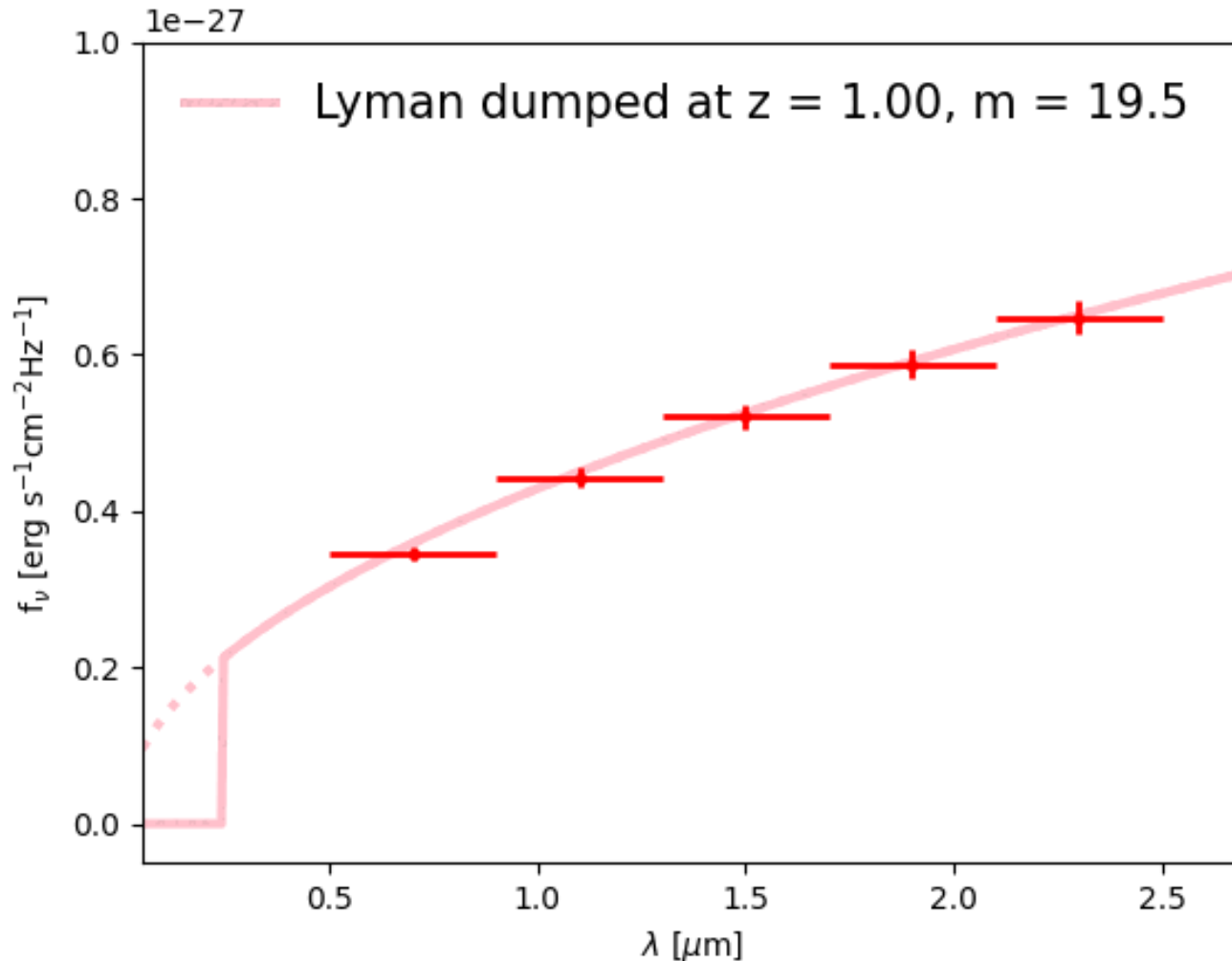
$$F_{\text{GRB}}(\nu) \propto F_{\nu 0} \left(\frac{\nu}{\nu_0} \right)^{-\beta}$$

$$\beta=0.5, R_V=2.74, A_V = 1.0$$

$$F_{\text{GRB+dust}}(\lambda) \propto \alpha_{\text{dust}}(\lambda) \cdot F_{\text{GRB}}(\lambda)$$

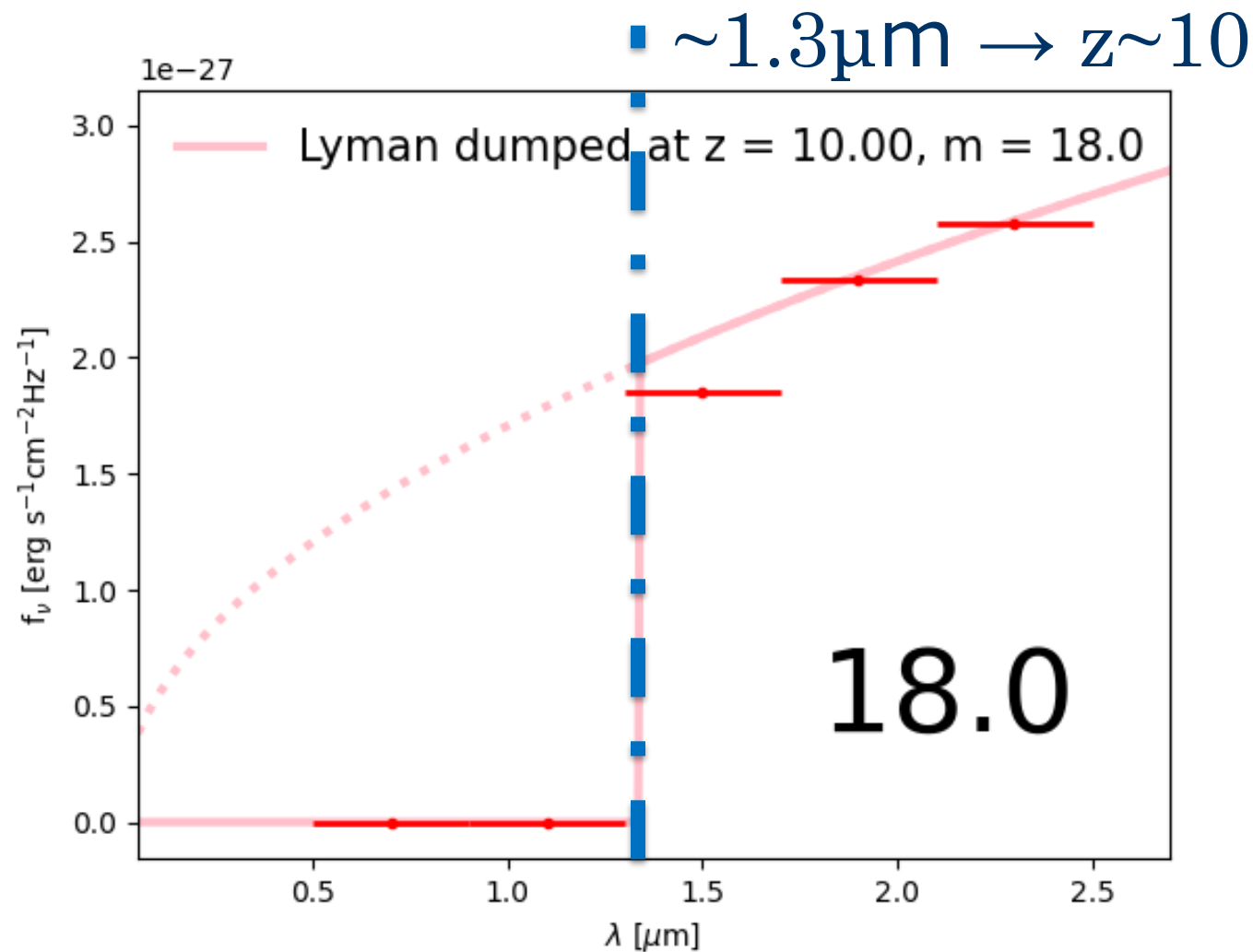


(2) (3) Red shifted SED & MONSTER's photometric magnitudes

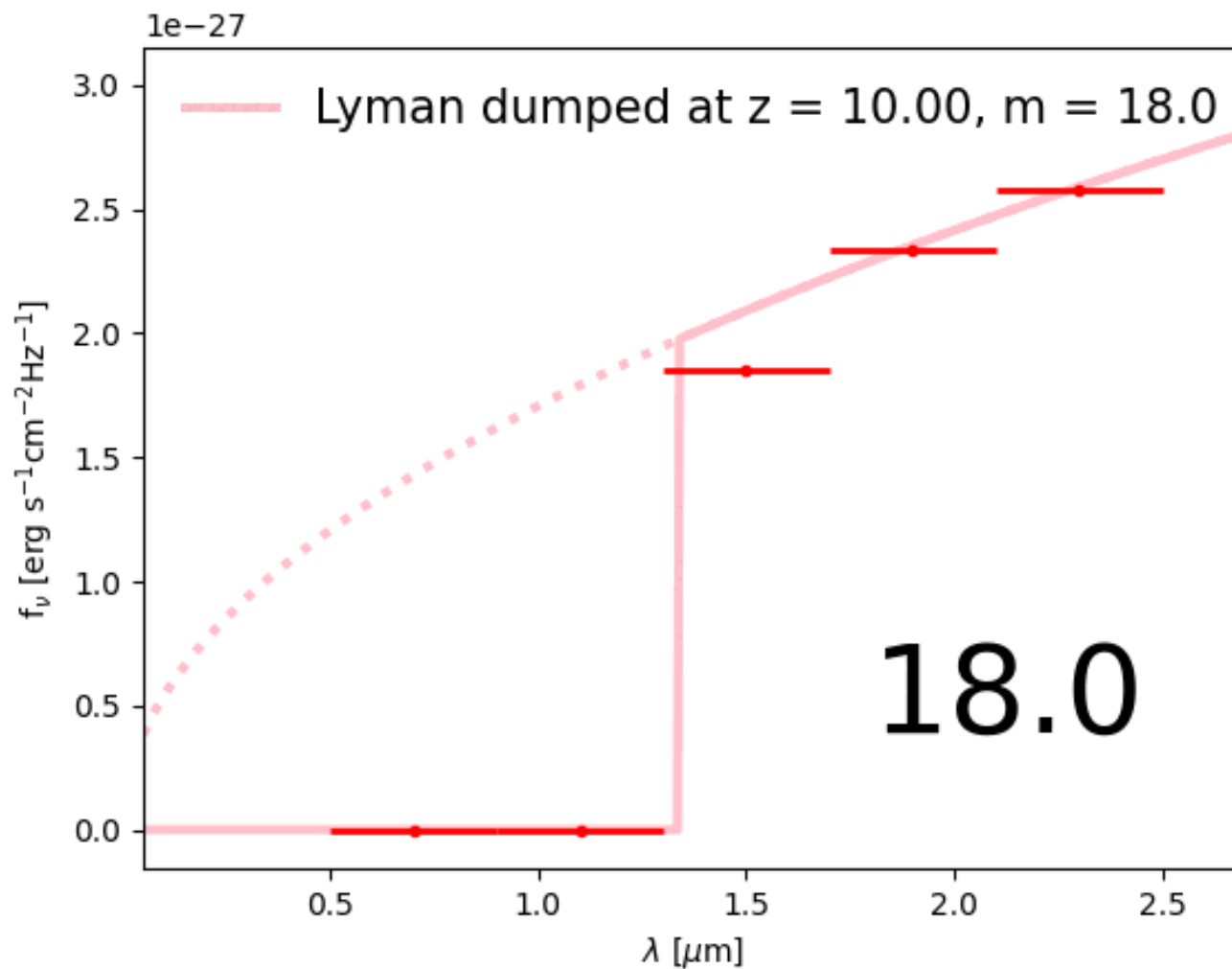


$$m_{18} = 19.5 \text{ ABmag (@1.8}\mu\text{m)} A_V=0.5, z=1 \rightarrow 19$$

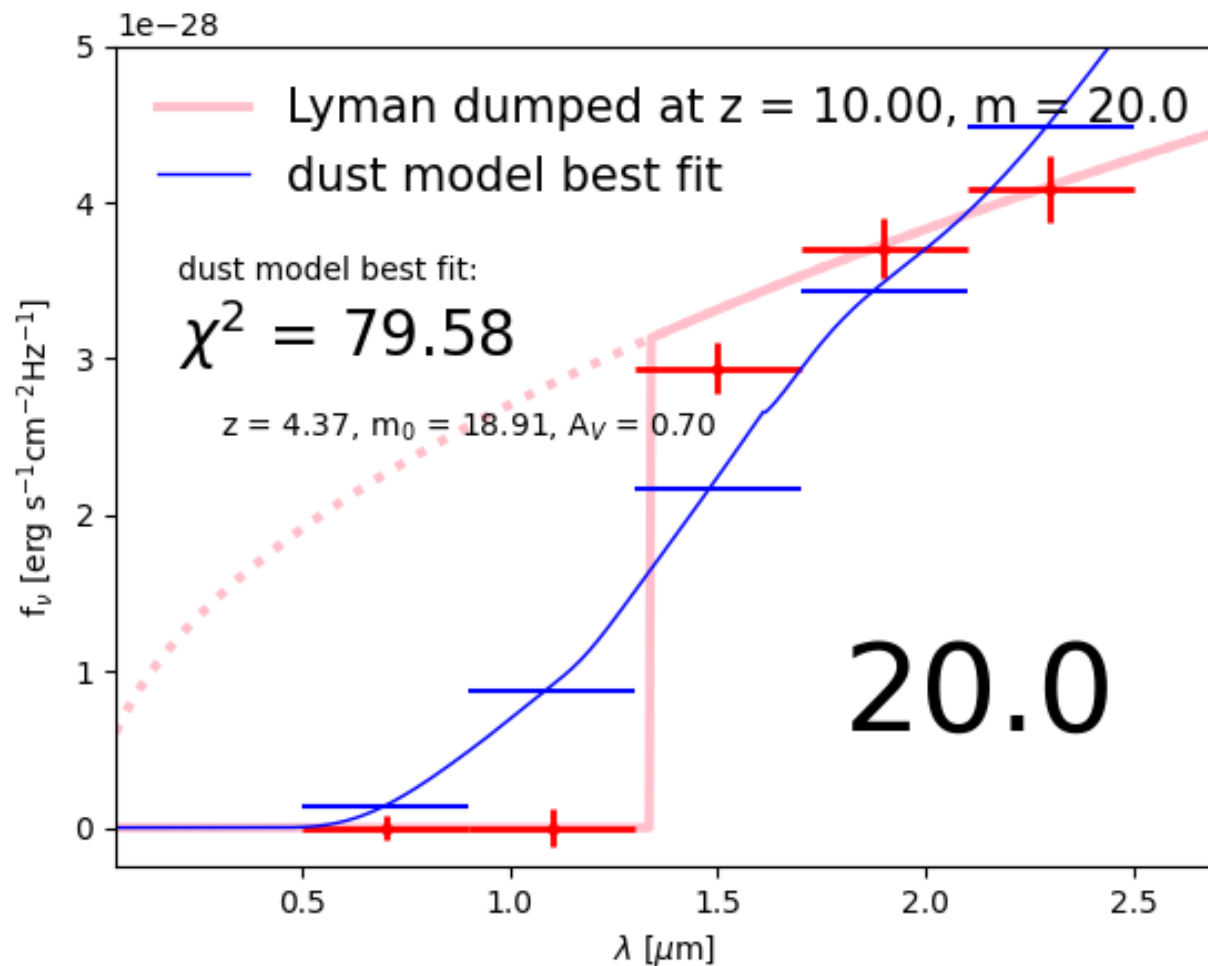
$z=10$, $m_{18}=18.0$ AB mag (at $1.8\mu\text{m}$)



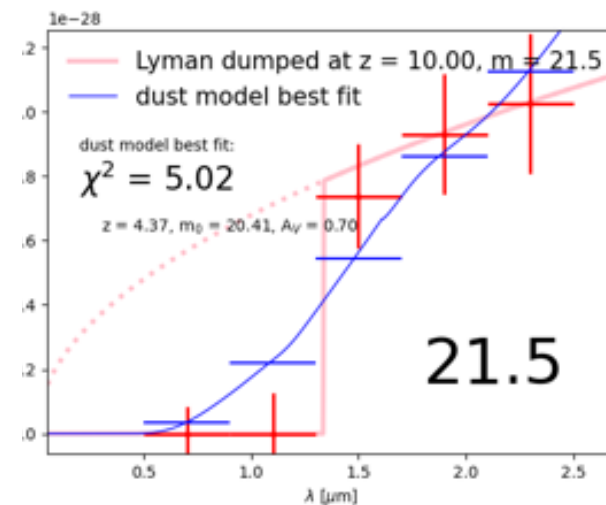
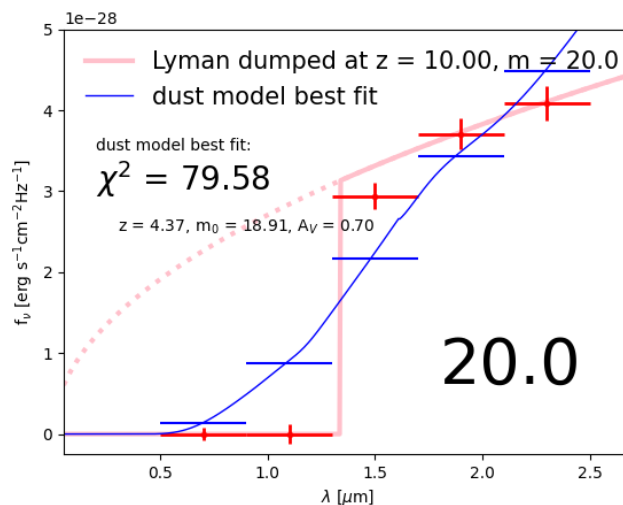
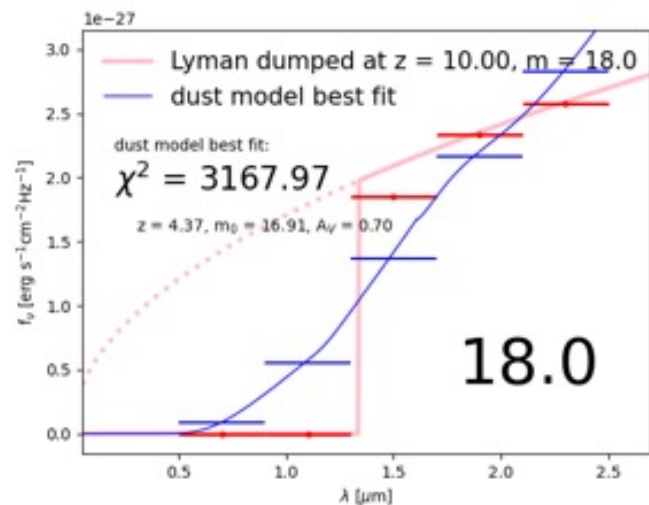
$z=10$, $m_{AB}=18.0 \rightarrow 23.0$ mag



近傍GRB残光との区別

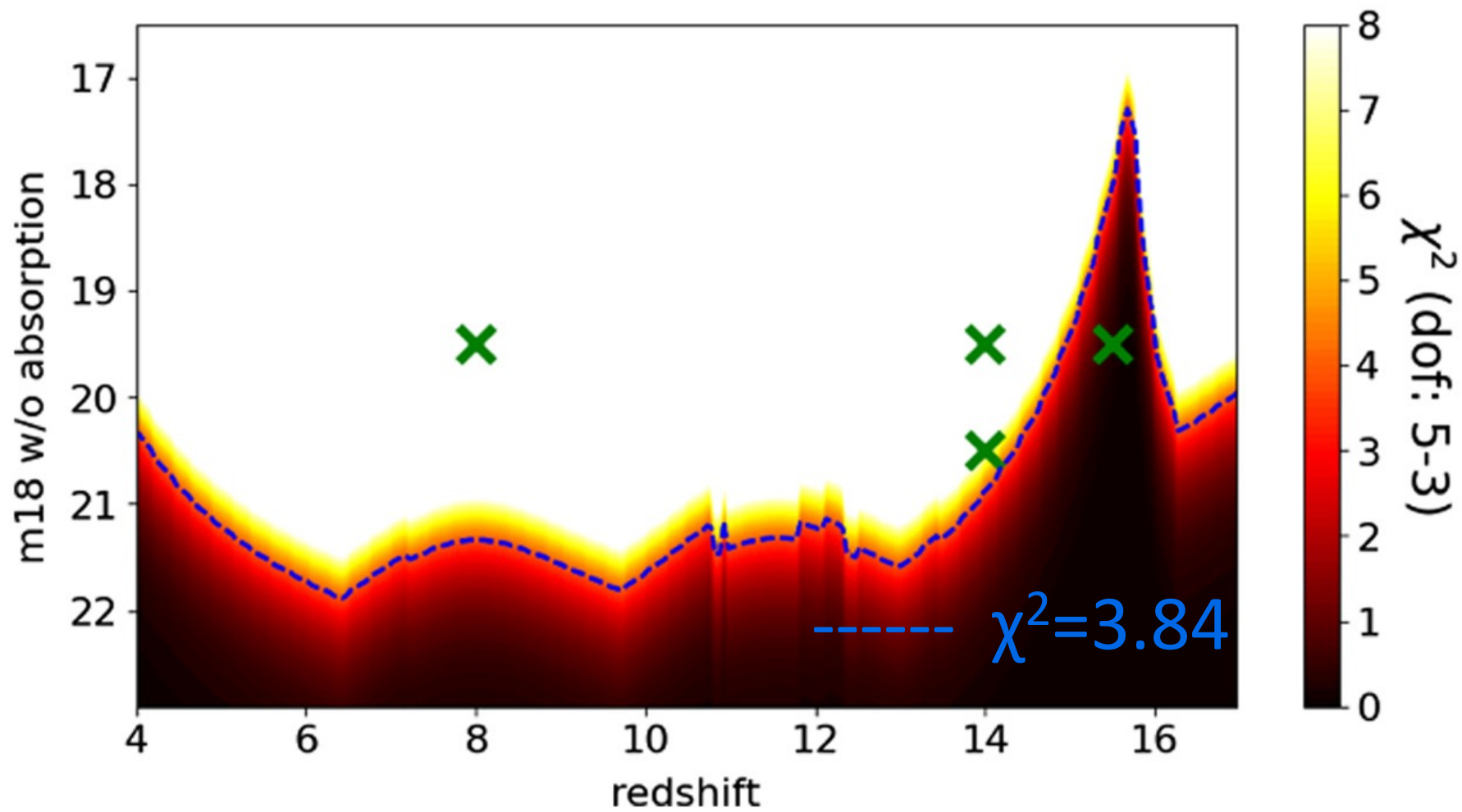


dust減光した近傍GRB残光と区別できるか？



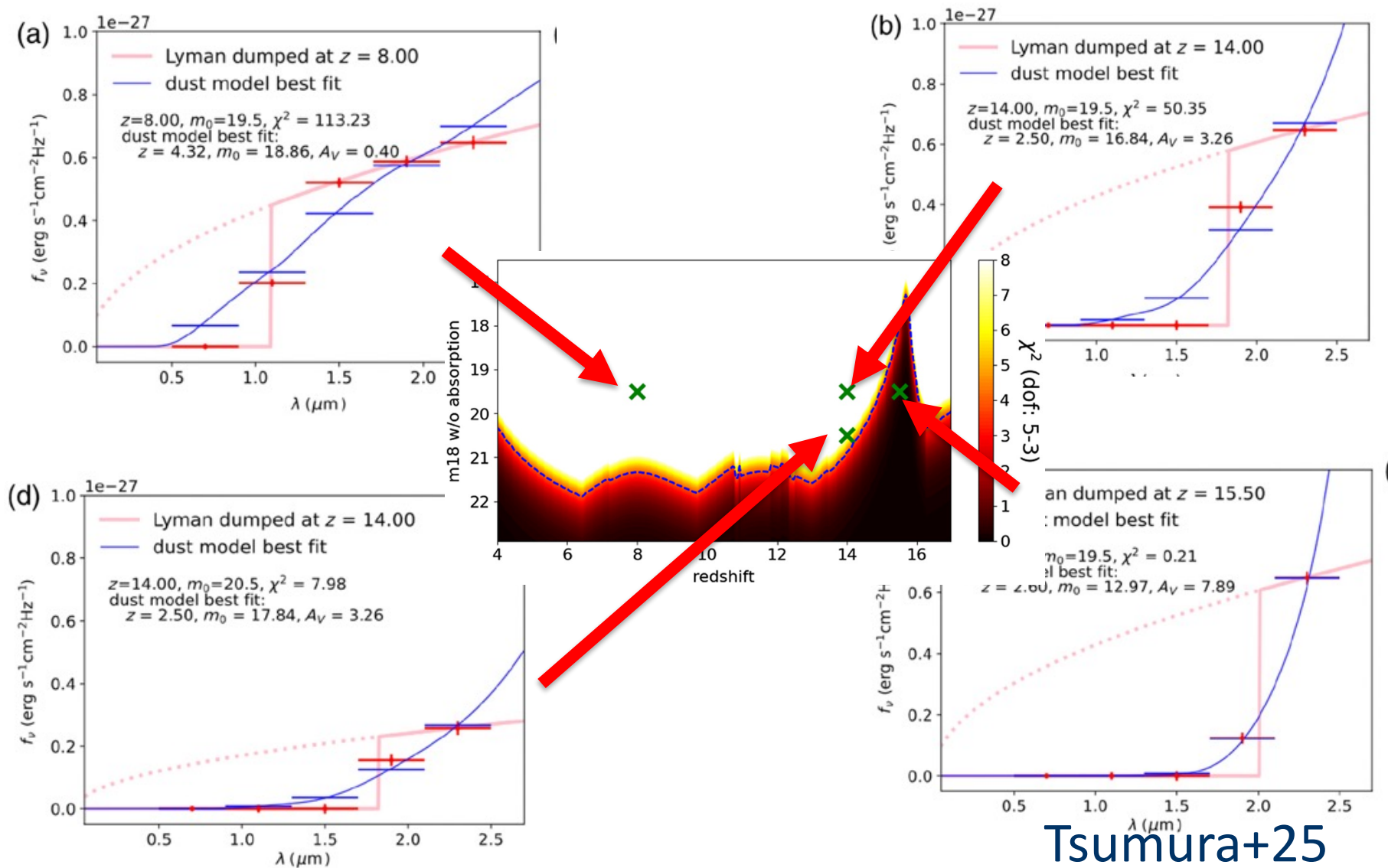
- MONSTER観測を模擬したhigh- z GRB残光 SED (m_0 , z 可変)を作成
- dust 減光したGRB残光モデルをfitting
 - 測光点x5、free parameter (z , A_V , m_0) $\rightarrow$ DoF = 2
 - best-fittingの χ^2 (m_{18} , z) を得る
 - $\chi^2 > 3.84$ (95% at DoF=2)であれば、「dust 減光した近傍GRB残光」であることを棄却できる

χ^2 distribution for various (z, m_{18})



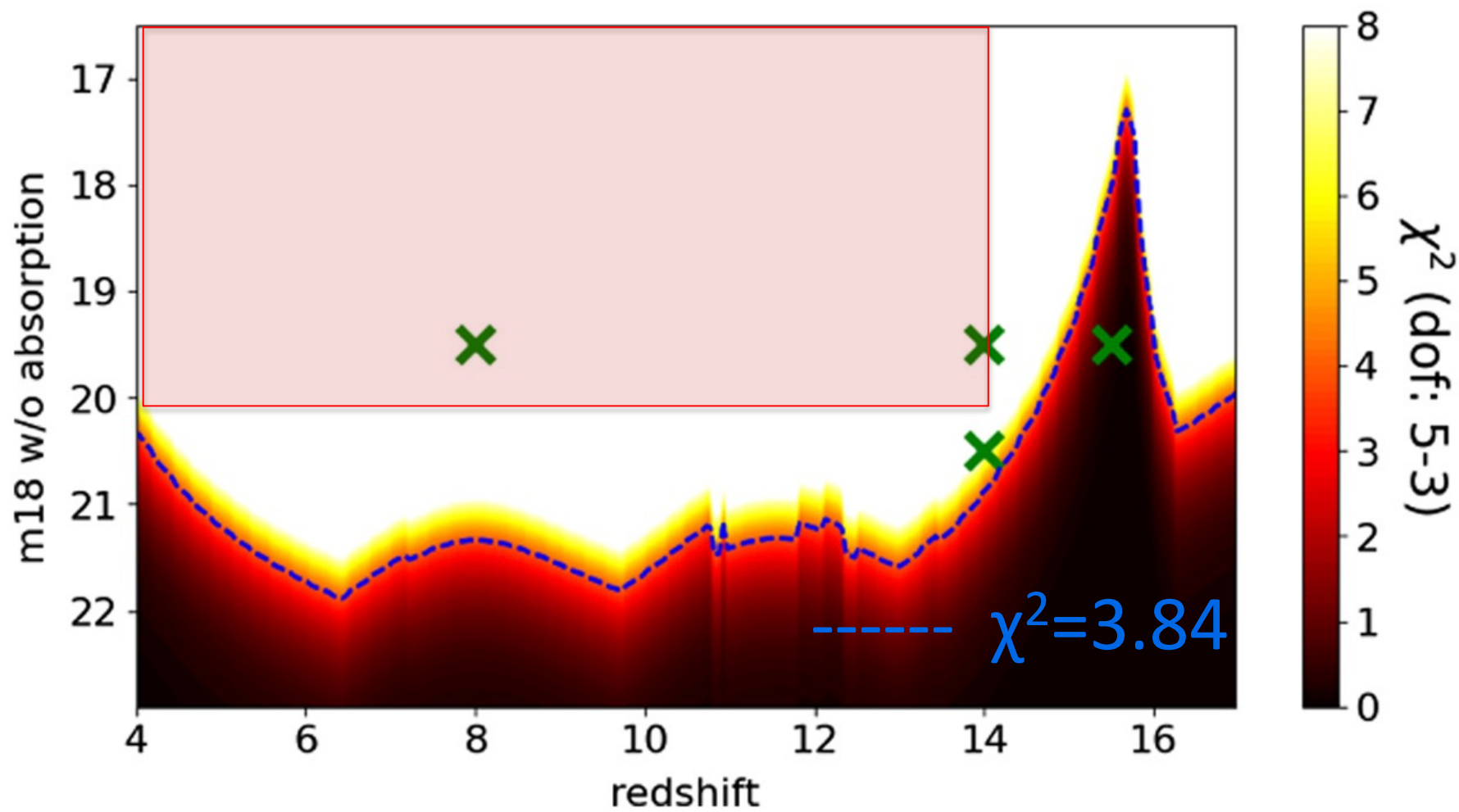
Tsumura+25

χ^2 distribution for various (z, m_{18})



Tsumura+25

$z < 14, m_{18} < 20$ ABmag 近傍GRB残光と区別可能



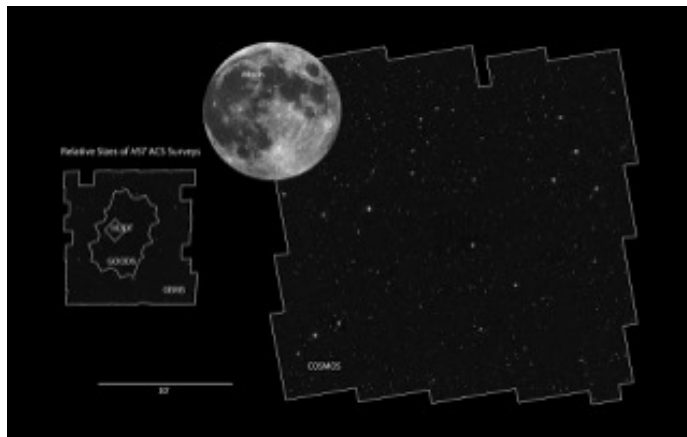
Tsumura+25

今後の課題

- 機上で早期に点光源の抽出・測光を完了する。
- 機上でアラートする天体数を絞る：擬天体(星、銀河、QSOs, etc.)とGRB残光候補の区別・抽出
- 地上でGRB残光を1天体に同定する。photo-zを推定する。

擬天体とGRB残光候補の区別・抽出

COS
MOS



(c) California Institute of Technology

新沼・郡司 (山形大)ほか

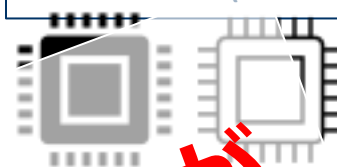
2 deg^2
 $> \sim 24 \text{ mag}$
 (for $0.5\text{-}2.5\mu\text{m}$)



上空

まとめ

統合SMU (MPU)

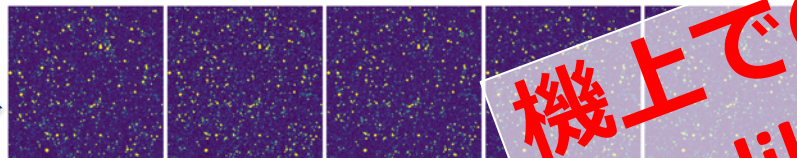


EAGLE

MONSTER

12 arcmin x 12 arcmin

X線検出
 $\sigma = 3$ arcmin



5-bands x (5 frames + 1 stacked frame)

機上でのGRB like天体絞り込みが課題

table data (1)
5-bands x 5 frames + stacked
測光値・測光誤差・検出器座標
(~1000天体)

table data (2)
GRB残光「候補」天体抽出
(数十天体)

アラート
(eg. Inmarsat)

~~即時の全画像
ダウンロード~~



© KSAT

地上

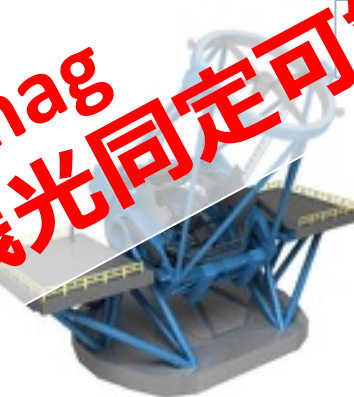
地上計算機



table data (3)
GRB天体同定・phot-z推定
phot-z・測光値・天体座標

$z < 14, < 20$ ABmag
high-z GRB残光同定可能

望遠鏡群



追観測
(30分-
1時間以内)
(c) NAOJ

まとめ

16:00-17:00 Discussion on high-z GRB