

# フィルターセット検討 / 検出限界

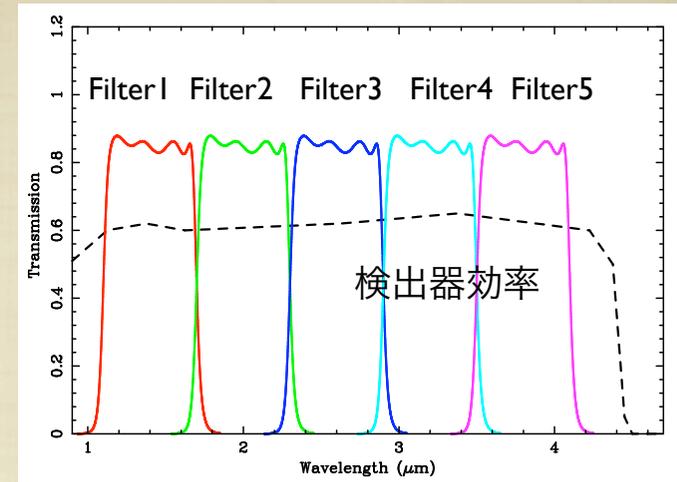
矢部 清人 (京都大学)

# フィルターセット：

これまで1-5 $\mu\text{m}$ を均等に割り付けたフィルターセットを考えてきた

以前のWISH SWで、

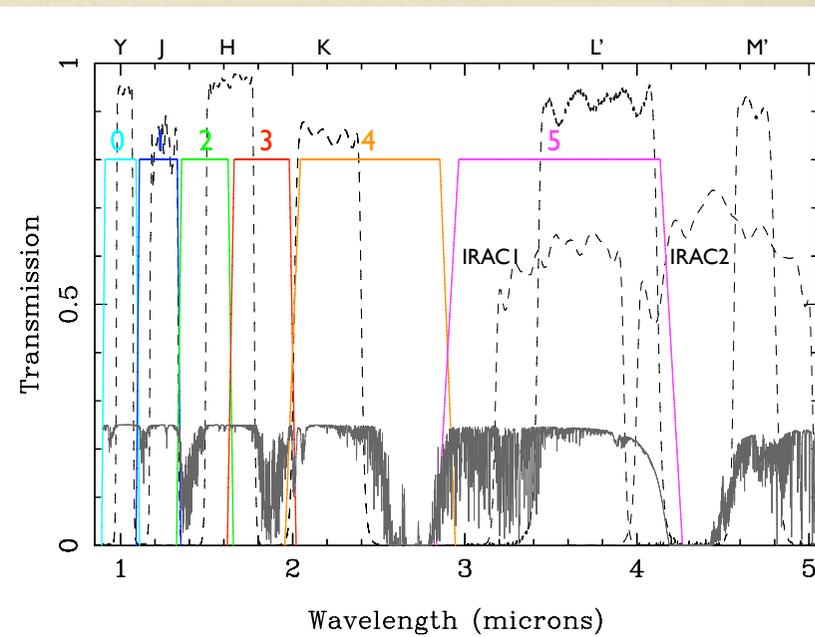
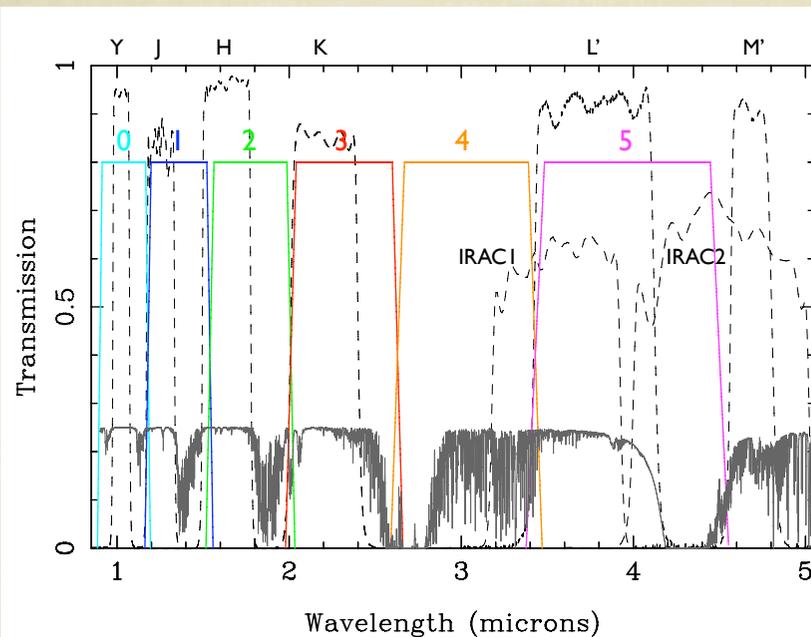
- <2 $\mu\text{m}$ でフィルター数を増やして欲しい (phot-zの精度向上)
- できるだけrest-frameでlow-zでの結果とマッチしたい。ブロードだと情報がなまる恐れがある (SN、QSOサーベイ)
- 3 $\mu\text{m}$ や4 $\mu\text{m}$ のフィルターが欲しい (太陽系天体、低温星サーベイ)
- 各種NBフィルターが欲しい



→ 以下のフィルターセットを検討 (logで等間隔を基本に)

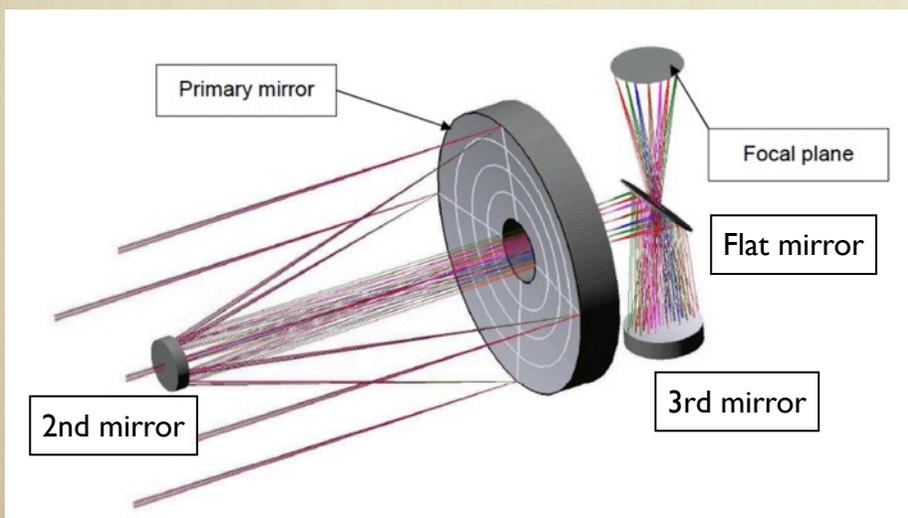
① 1-4.5 $\mu\text{m}$ を6枚でカバー

② 1-2 $\mu\text{m}$ を4枚、2-4.2 $\mu\text{m}$ を2枚でカバー



## 検出限界（計算上の仮定）：

- これらのフィルターセット (Set3, Set4) に対して、検出限界を見積る
- 各コンポーネントからの熱的放射を gray body を仮定して計算
- 温度、emissivity は以下の表を参照
- クライオスタットは検出器の周りを直径 1000 mm、高さ 250 mm の円筒が囲っている
- スパイダーは副鏡の 0.125 の面積を覆っている
- 感度のある波長帯以外では  $1 \times 10^{-5}$  のリークがあると仮定
- 検出器の量子効率 は 0.9 - 4.5  $\mu\text{m}$  で 60% 程度
- その他迷光の影響は考えていない
- 以下、等級はすべて AB 等級

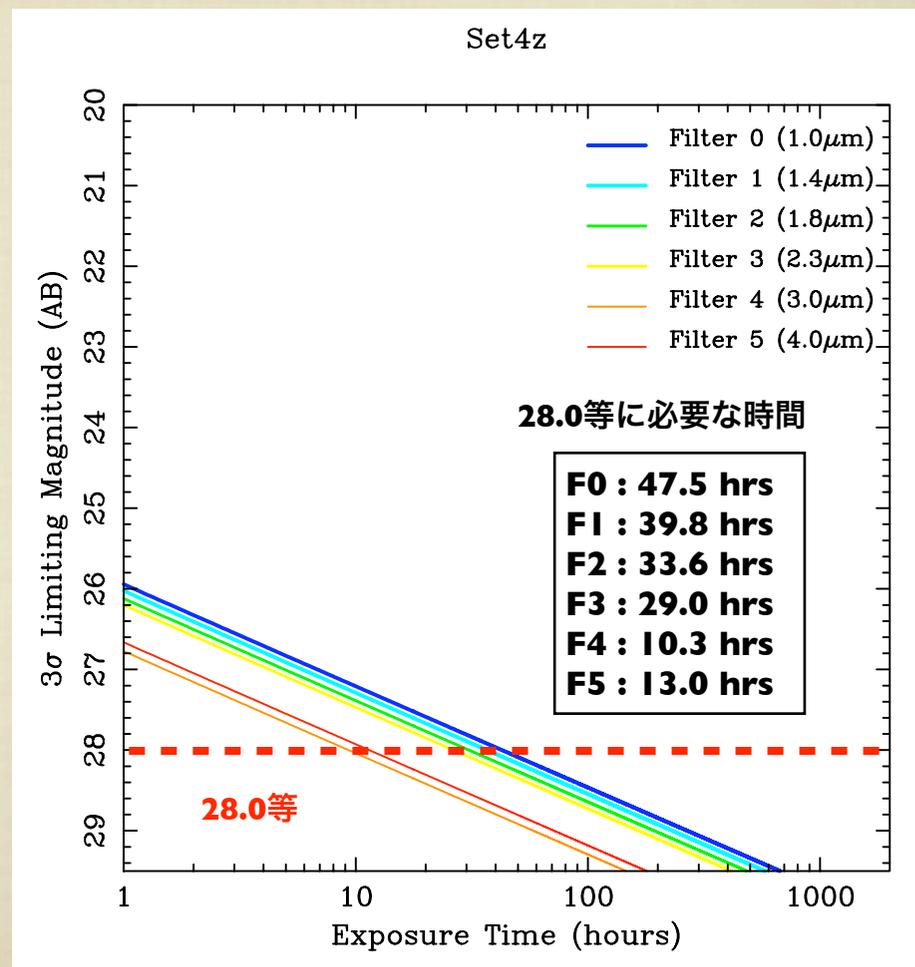
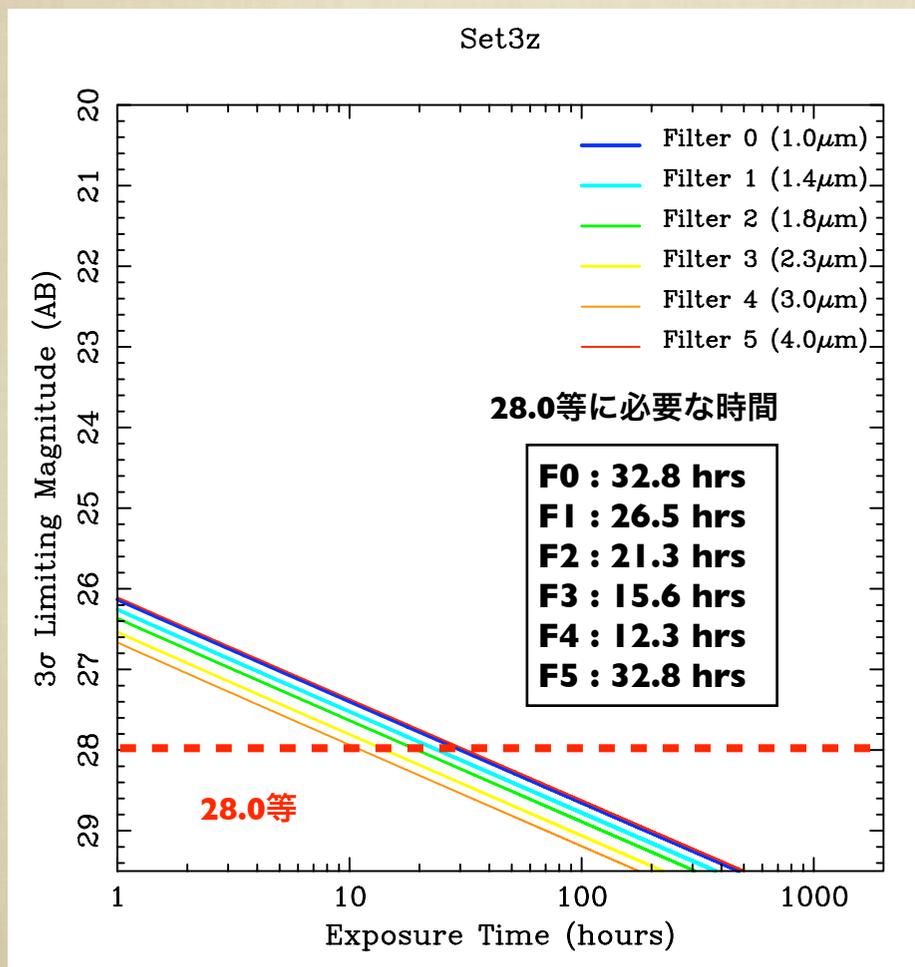


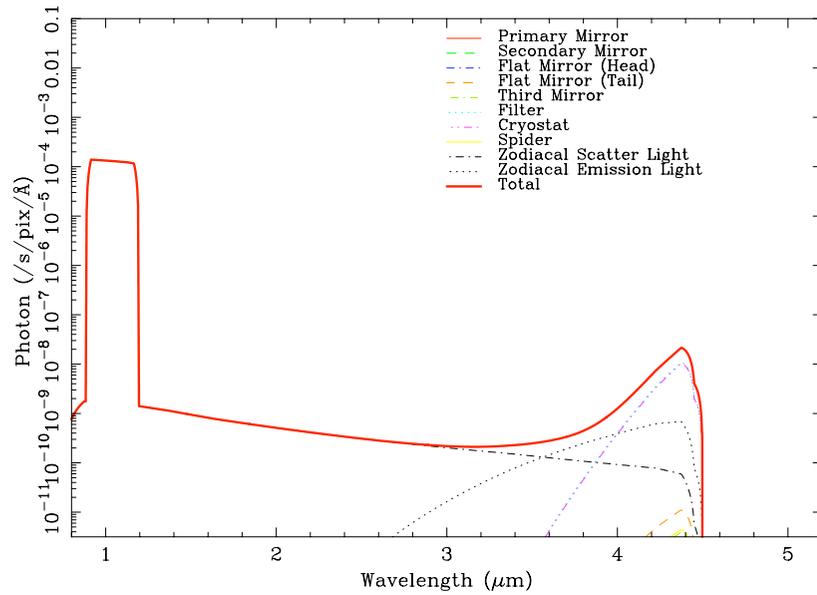
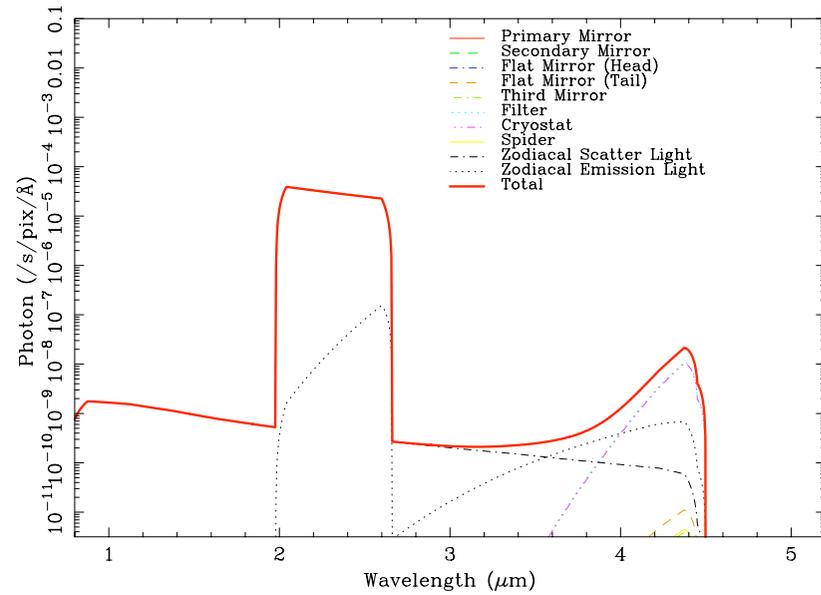
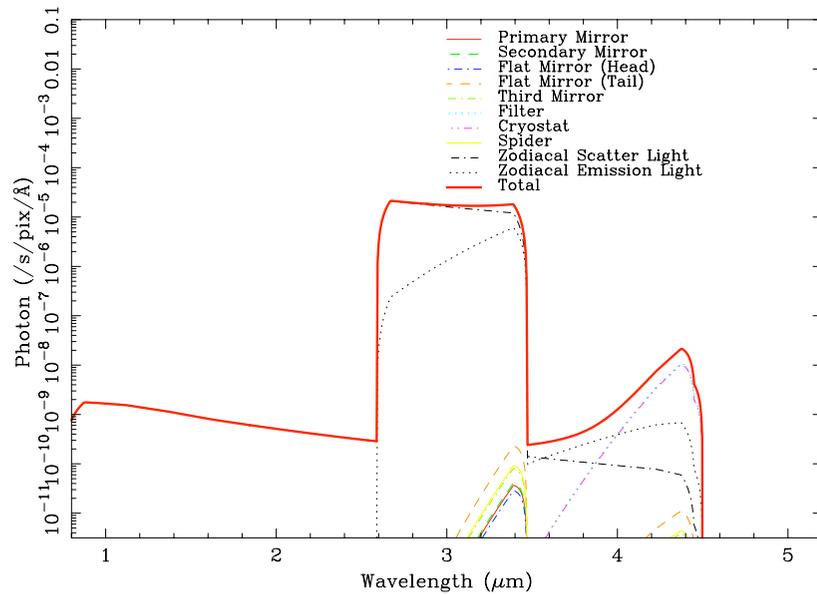
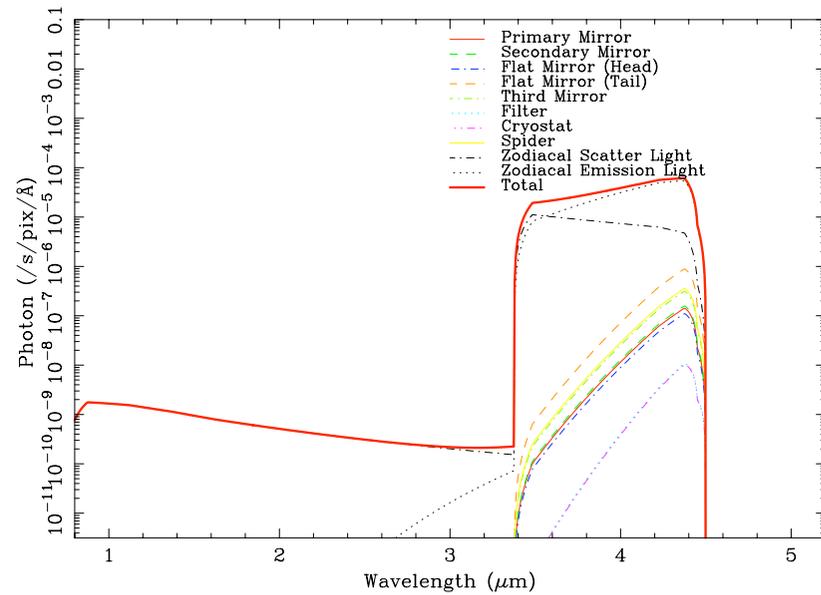
コンポーネント名	温度(K)	emissivity(%)	立体角 (str)
主鏡	100	5	0.036
副鏡	100	5	0.036
平面鏡(表面)	100	5	0.023
平面鏡(裏面)	100	5	0.16
第三鏡	100	5	0.057
フィルター	80	10	2.8
クライオスタット	80	10	2.8
スパイダー	100	90	$4.5 \times 10^{-3}$



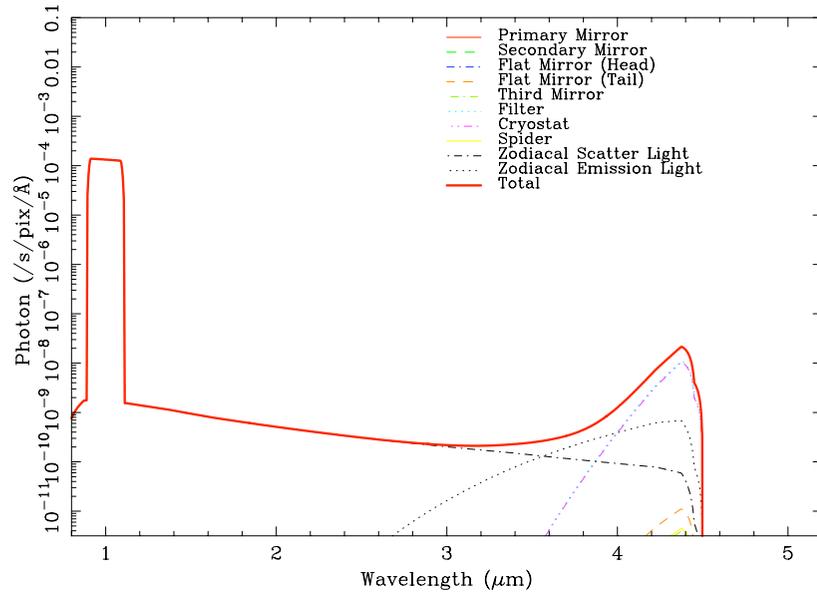
# 検出限界：

- ある積分時間でS/N=3となる等級を求める
- PSFのFWHM=0.5"、aperture=0.6"Φ、1回の露出時間は300秒
- Set3：最短波長と最長波長で限界等級が浅い
- Set4：短波長ほど限界等級が浅い
- フィルターの幅が狭くなりS/Nが悪くなったのが原因と思われる

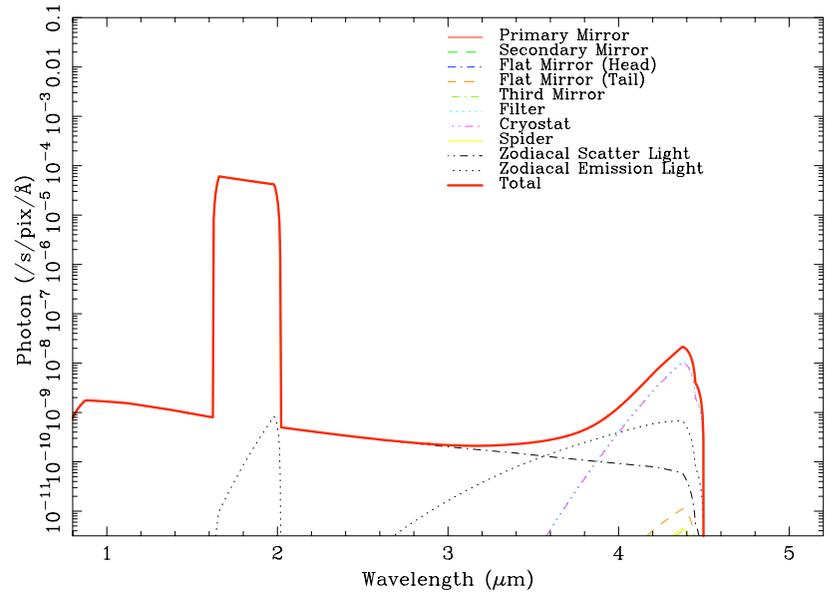


Filter 0 (1.0 $\mu$ m)Filter 3 (2.3 $\mu$ m)Filter 4 (3.0 $\mu$ m)Filter 5 (4.0 $\mu$ m)

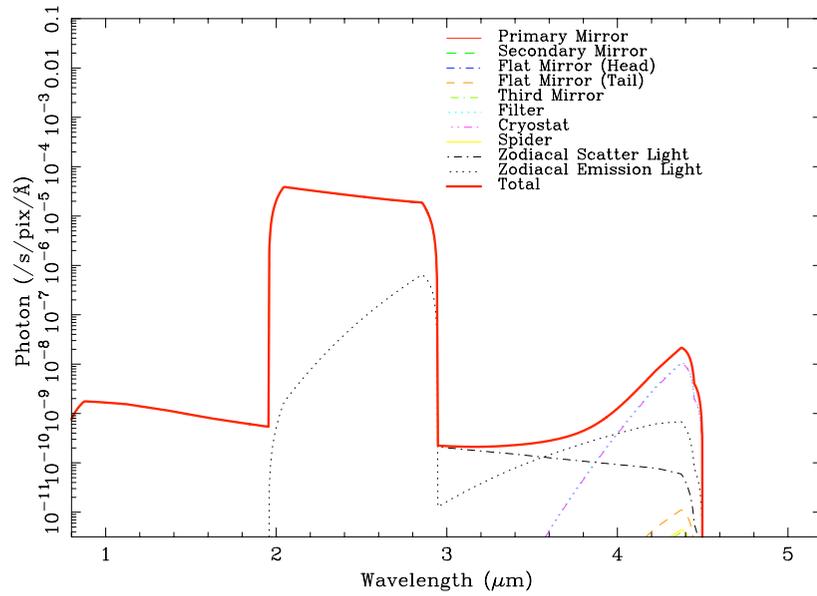
Filter 0 (1.0 $\mu$ m)



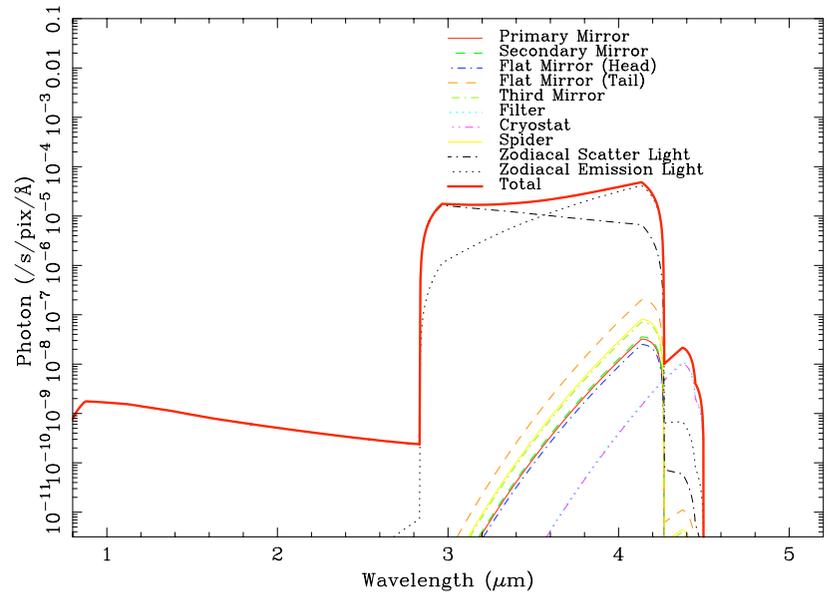
Filter 3 (2.3 $\mu$ m)



Filter 4 (3.0 $\mu$ m)

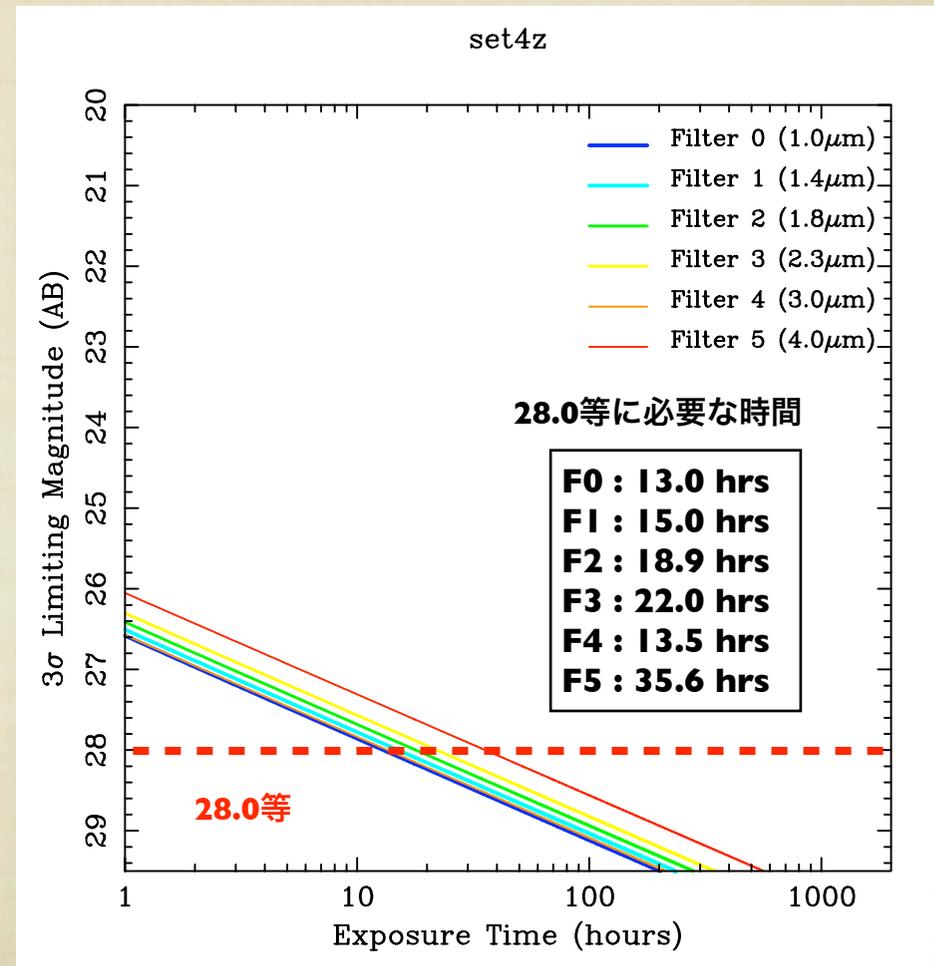
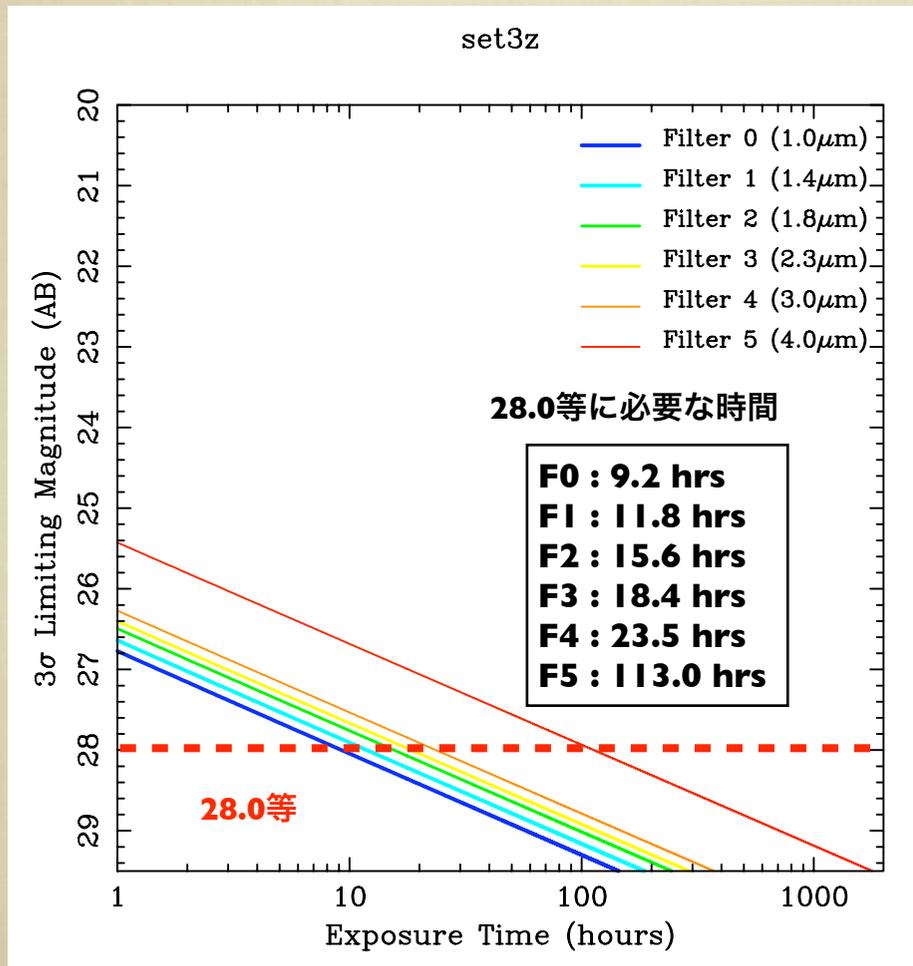


Filter 5 (4.0 $\mu$ m)



# 検出限界 (apertureの取り方を変える) :

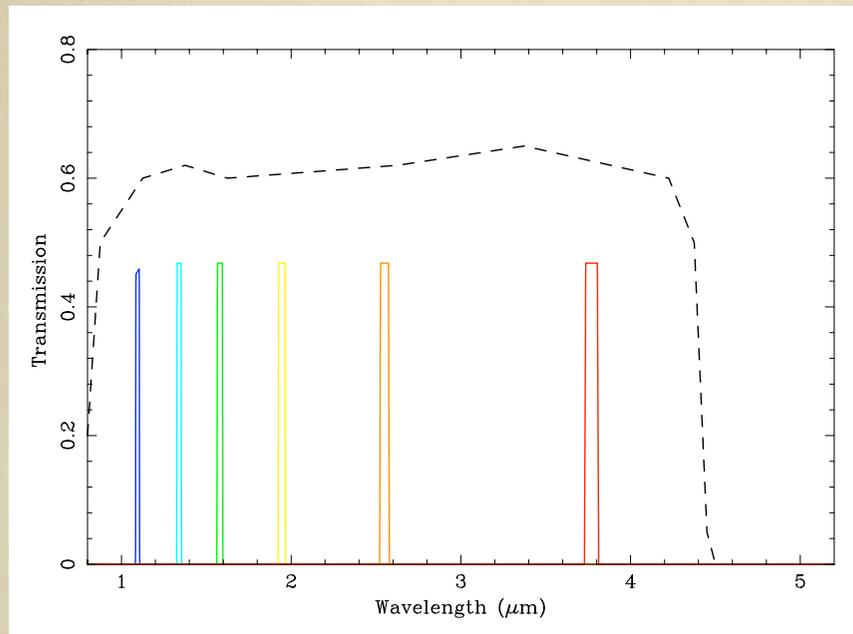
- ある積分時間でS/N=3となる等級を求める
- PSFのFWHMは回折限界に達していると仮定、aperture=2xFWHM
- Set3 : 最長波長は限界等級が浅い
- Set4 : 長波長側で限界等級が浅いが全体的にバランスが良い?
- apertureの取り方などは今後の課題



# 狭帯域フィルター（その1）：

1-4 $\mu\text{m}$ で6枚の狭帯域フィルターを考えてみる  
→ フィルター幅は $\lambda/\Delta\lambda=50$ となるように設定  
→  $z\sim 8$ から $z\sim 30$ までのLAEを狙う

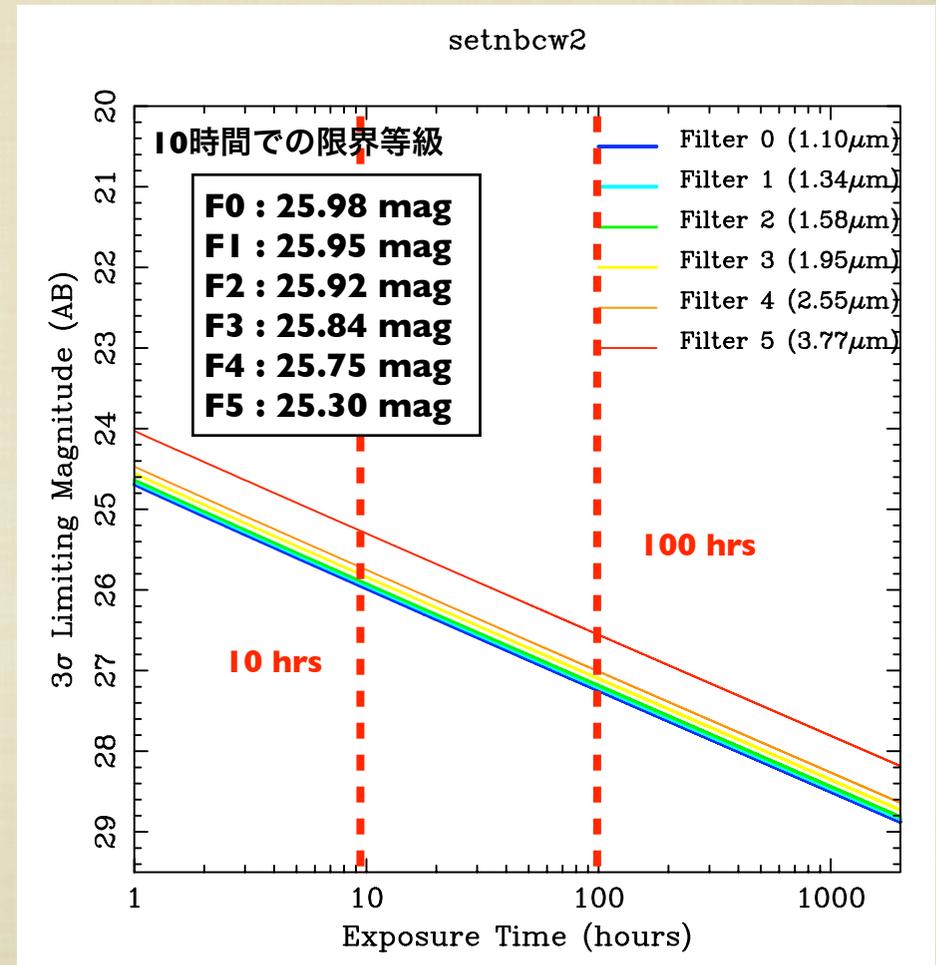
**F0** :  $\lambda=1.095\mu\text{m}$ ,  $\Delta\lambda=0.022\mu\text{m}$  →  $z\sim 8$  Ly $\alpha$   
**F1** :  $\lambda=1.340\mu\text{m}$ ,  $\Delta\lambda=0.026\mu\text{m}$  →  $z\sim 10$  Ly $\alpha$   
**F2** :  $\lambda=1.580\mu\text{m}$ ,  $\Delta\lambda=0.032\mu\text{m}$  →  $z\sim 12$  Ly $\alpha$   
**F3** :  $\lambda=1.945\mu\text{m}$ ,  $\Delta\lambda=0.040\mu\text{m}$  →  $z\sim 15$  Ly $\alpha$   
**F4** :  $\lambda=2.550\mu\text{m}$ ,  $\Delta\lambda=0.052\mu\text{m}$  →  $z\sim 20$  Ly $\alpha$   
**F5** :  $\lambda=3.770\mu\text{m}$ ,  $\Delta\lambda=0.076\mu\text{m}$  →  $z\sim 30$  Ly $\alpha$



## NBの連続光に対する限界等級

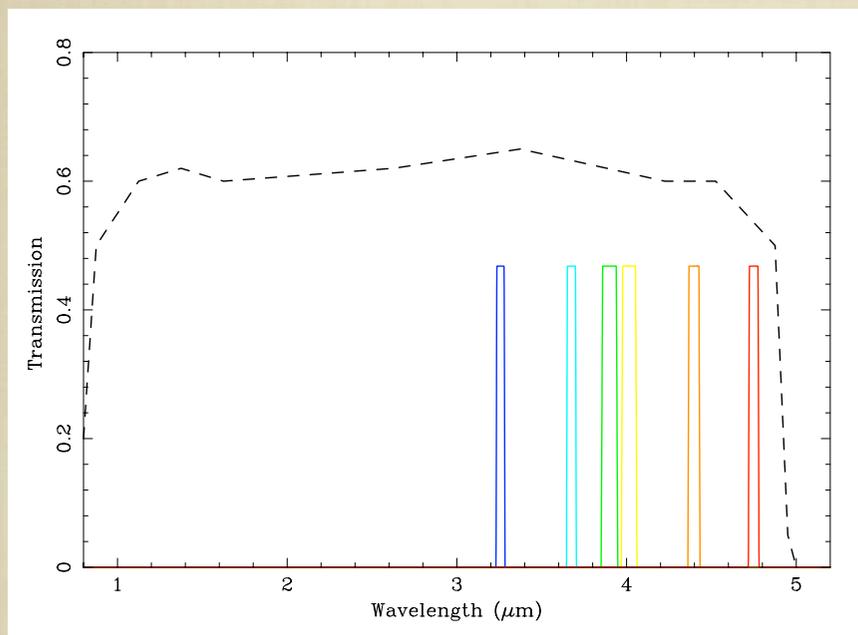
→ 10時間積分で25-26等

→ 100時間積分で27等程度



# 狭帯域フィルター（その2）：

- 3-5 $\mu\text{m}$ で6枚の狭帯域フィルターを考えてみる
- HSCで見つかったLAEのH $\alpha$ やH $\beta$ を狙う
- NB816, (NB921)はWISHでH $\alpha$ ができる
- その他はSPICAとの組み合わせ？

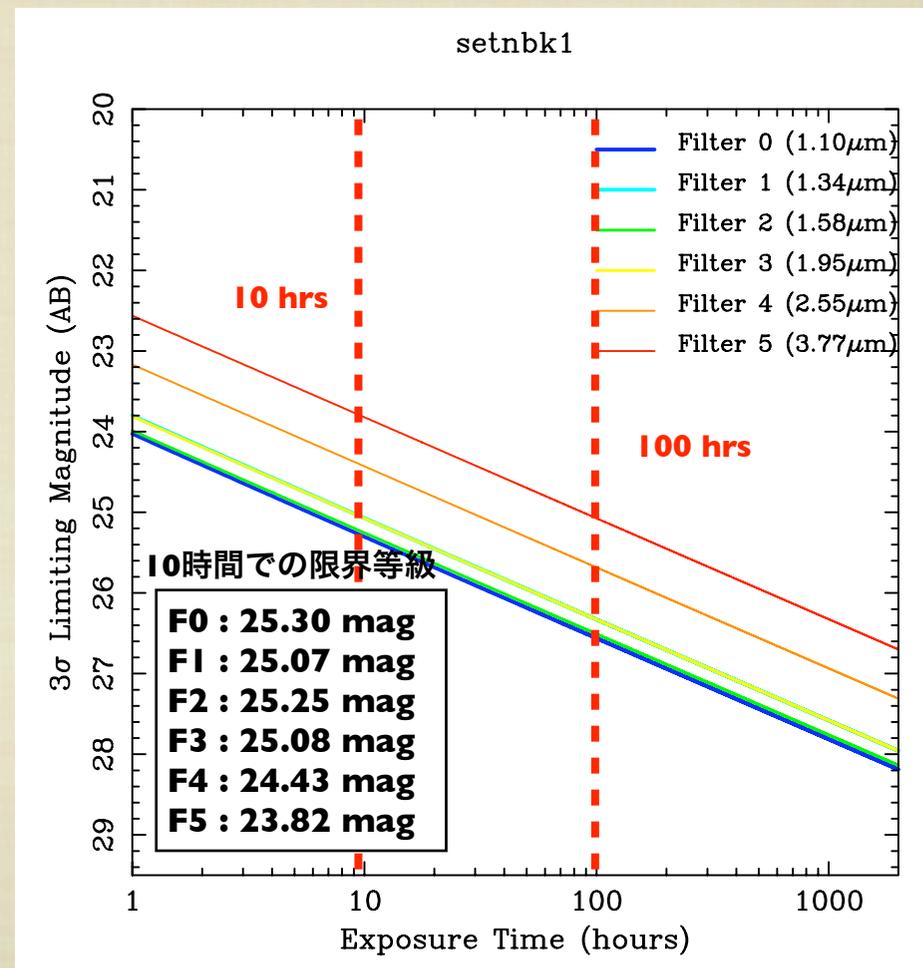


## NBの連続光に対する限界等級

→ 10時間積分で24-25等

→ 長波長側はかなり厳しいか

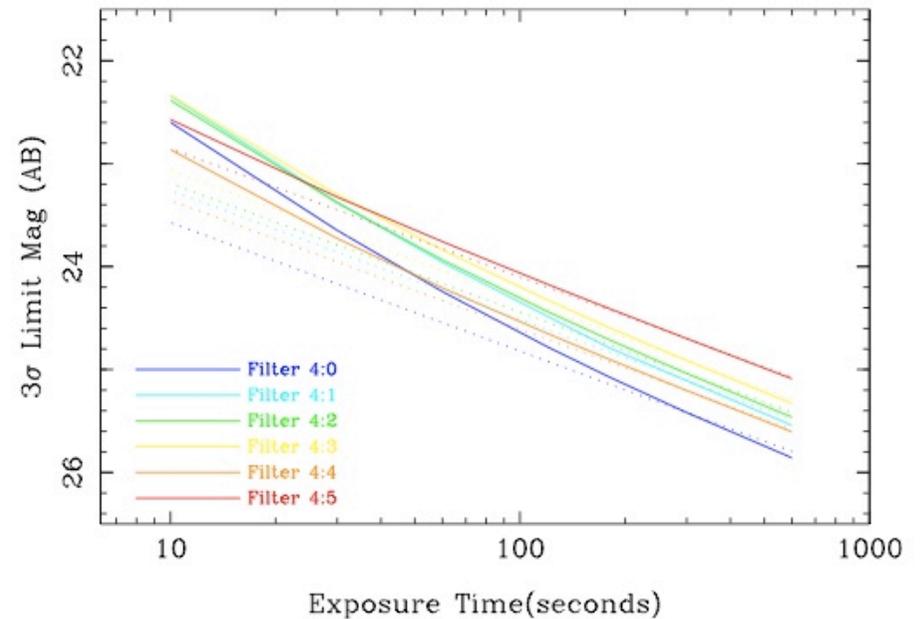
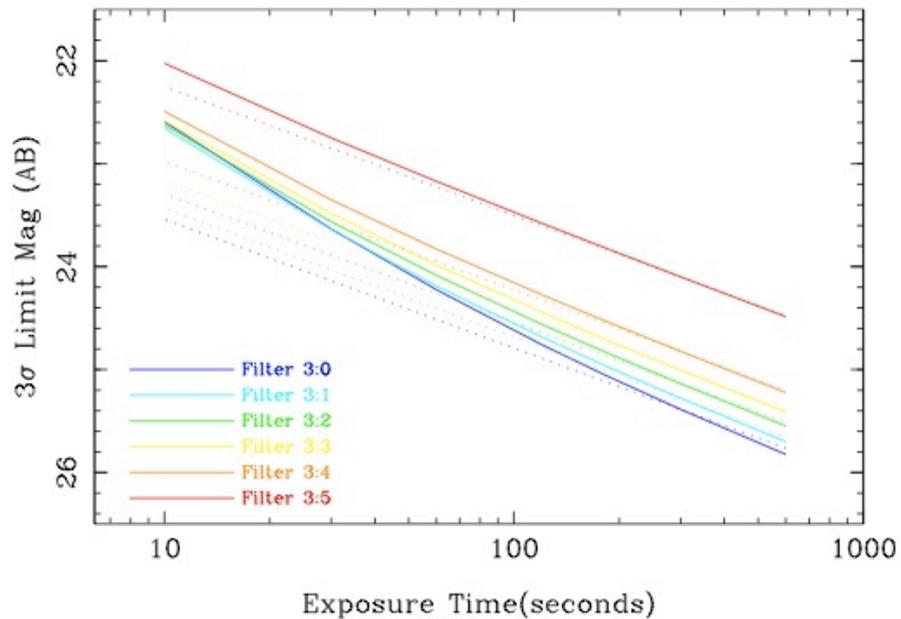
- F0 :  $\lambda=3.257\mu\text{m}$ ,  $\Delta\lambda=0.048\mu\text{m}$  → z=5.70 (NB816) H $\beta$
- F1 :  $\lambda=3.675\mu\text{m}$ ,  $\Delta\lambda=0.053\mu\text{m}$  → z=6.56 (NB921) H $\beta$
- F2 :  $\lambda=3.899\mu\text{m}$ ,  $\Delta\lambda=0.089\mu\text{m}$  → z=7.02 (NB973) H $\beta$
- F3 :  $\lambda=4.015\mu\text{m}$ ,  $\Delta\lambda=0.084\mu\text{m}$  → z=7.26 (NB1006) H $\beta$
- F4 :  $\lambda=4.397\mu\text{m}$ ,  $\Delta\lambda=0.065\mu\text{m}$  → z=5.70 (NB816) H $\alpha$
- F5 :  $\lambda=4.749\mu\text{m}$ ,  $\Delta\lambda=0.057\mu\text{m}$  → z=8.77 (NB119) H $\beta$



## 短時間露出：

- 600秒以下の短時間露出での検出限界を見積もった
- 1回の露出+読み出しでのS/N=3の限界等級
- その他の条件は長時間の場合と同様

**100秒以下の露出では、background limitedの場合に期待されるものよりも限界等級が浅くなる**  
→ 読み出しノイズが効いてくるからだと思われる



点線：background limitedの場合の限界等級

## まとめ：

- フィルターセット案として2つを提案 (logで等間隔を基本に)
  - (1) 1-4.5 $\mu\text{m}$ を6枚でカバー (2) 1-2 $\mu\text{m}$ を4枚で、2-4.2 $\mu\text{m}$ を2枚でカバー
- これらのフィルターについてこれまでと同様の方法で限界等級を計算
- 黄道光は極方向の3倍の値、理想的な温度設計で黄道光limitedになっているとして点源に対する $3\sigma$ 限界等級を計算した。
- Set3：最短波長と最長波長で限界等級が浅い
  - 28.0等に達するのに必要な時間は大体10-30時間
- Set4：短波長ほど限界等級が浅い
  - 28.0等に達するのに必要な時間は大体10-50時間
- NBフィルター ( $z=8-30$ のLAE)  $\lambda/\Delta\lambda=50$ で幅を設定
  - 10時間で25-26等、100時間で27等程度
- NBフィルター (HSCで見つかるLAEの $H\alpha$ や $H\beta$ )
  - 10時間で24-25等、5 $\mu\text{m}$ 付近は厳しそう
- 短時間積分
  - 露出時間が短いほど、読み出しノイズが効き、background limitedで期待されるよりも、限界等級が浅くなる