

(地上からの)分光観測

可視/赤外線

国立天文台・光赤外研究部

今西昌俊

1.分光観測

可視光と赤外線で少し異なる

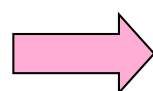
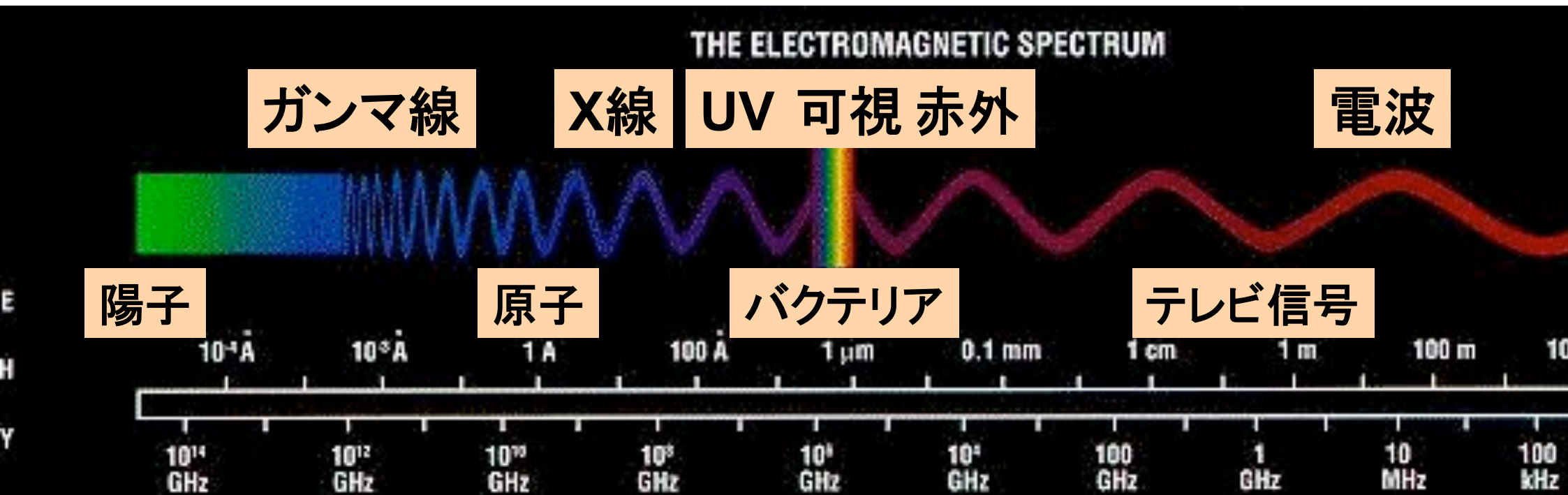
2.実際の観測、解析

赤外分光の例

光は波である

0.3-23ミクロン

1ミクロン=
1000分の1ミリ



波長が長い

すばる望遠鏡は可視光、赤外線望遠鏡



可視光
波長 $0.3\text{-}1\mu\text{m}$

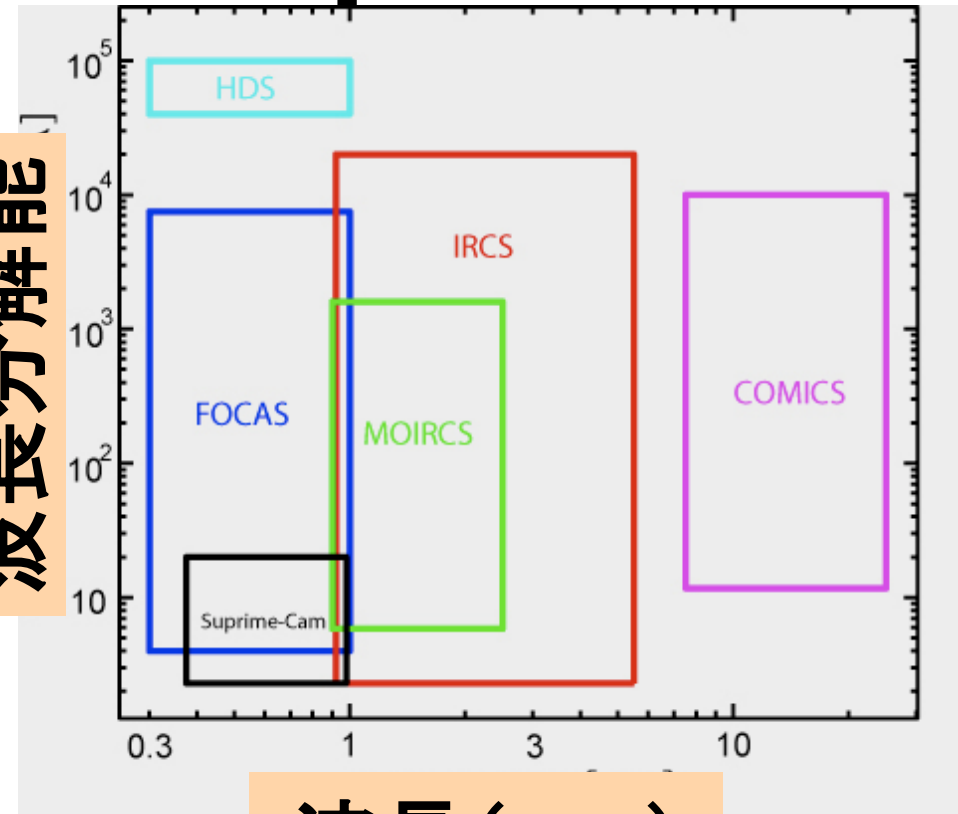
赤外線
波長 $>1\mu\text{m}$

可視光



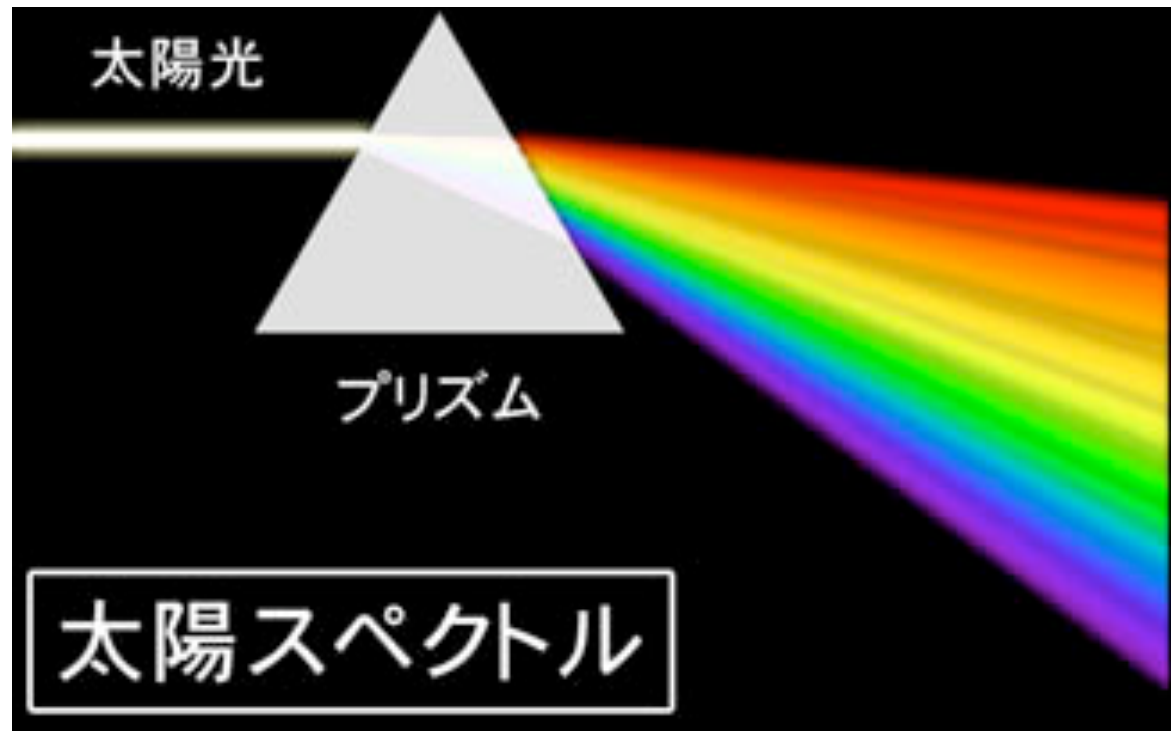
赤外線

波長分解能



波長(μm)

分光：光を色（波長）ごとに分ける



長い波長

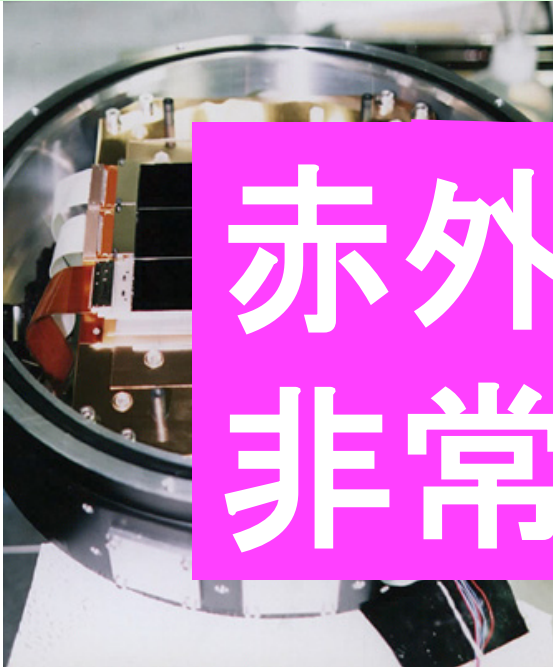
短い波長

赤外線観測は難しい ①

CCDは赤外線に感度がない！

赤外線検出器：InSb, HgCdTe

すばる主焦点CCDカメラ



満月の広さを
一度に観測

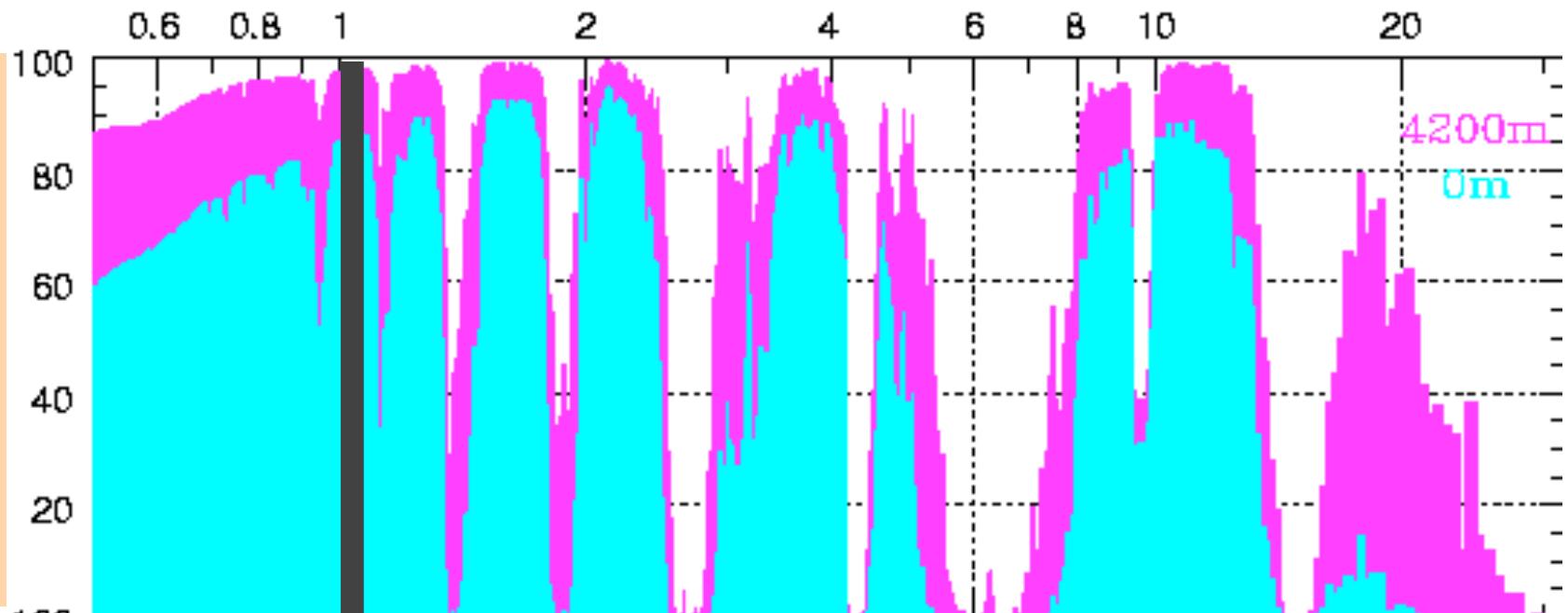


赤外線では
非常に困難

赤外線観測は難しい ②

波長(μm)

透過率(%)

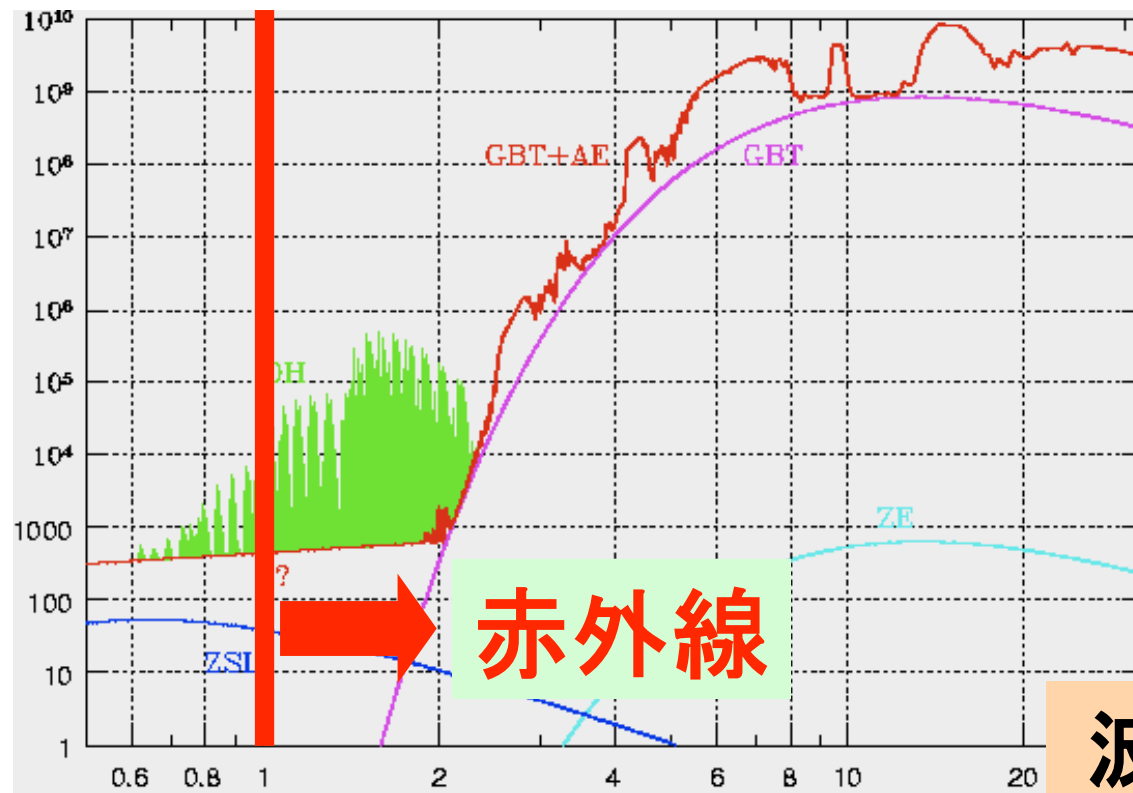


可視光 ← → 赤外線

赤外線観測は難しい ③

(天体以外の)背景放射が大きい

背景放射の強さ



ノイズが大きい

波長(μm)

夜空は、可視光では暗いが、
赤外線では明るい。

赤外線観測は難しい ③

続き

(天体以外の)背景放射が大きい

身近な例

京都哲学の道



蛍：夜は見える
(昼は見にくい)



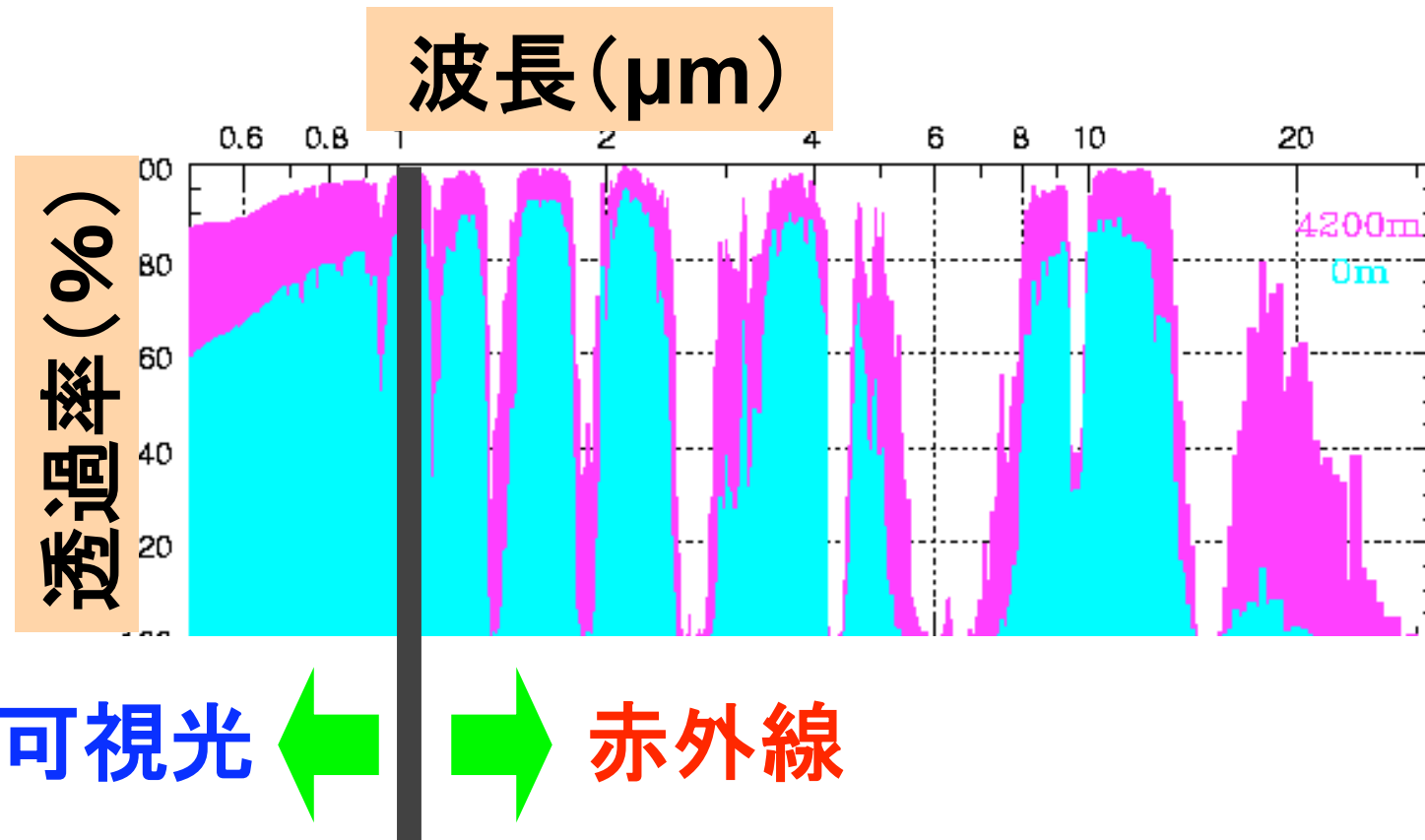
可視光に比べて、発展が遅れてた

地上からの天文分光観測



地球大気を通して観測する

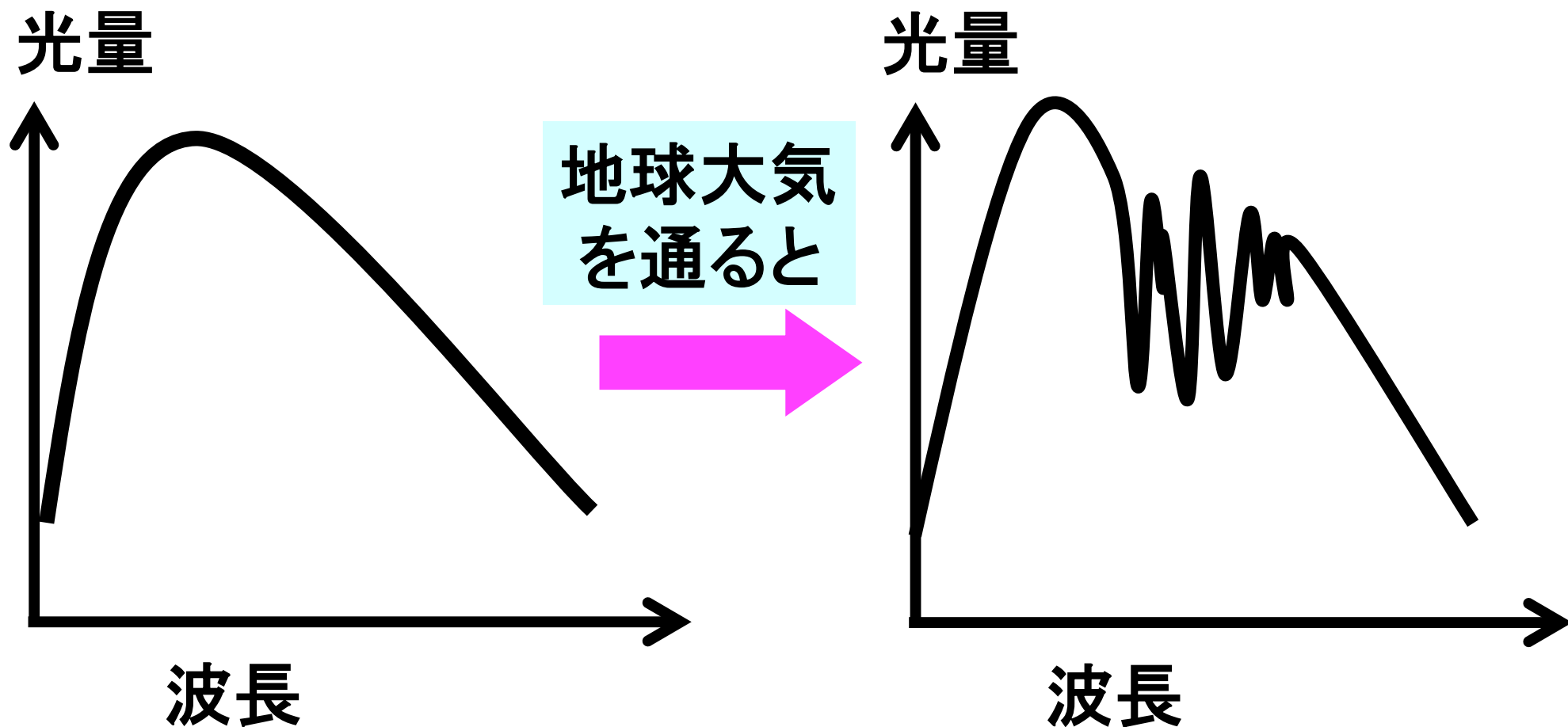
すべての波長で100%透過するわけではない
補正が必要(特に赤外線)



真のスペクトル

我々はこれを知りたい

観測スペクトル



装置の透過率も波長依存

標準星も同時に観測

標準星：スペクトルの形(と明るさ)が既知

スペクトルは、ある温度の黒体放射で近似できる

天体のスペクトル = 真のスペクトル X 地球大気の透過率

標準星の観測スペクトル = 黒体放射 X 地球大気の透過率

天体の真のスペクトル =

$$\frac{\text{天体の観測スペクトル}}{\text{標準星のスペクトル}} \times \text{黒体放射}$$

1.分光観測

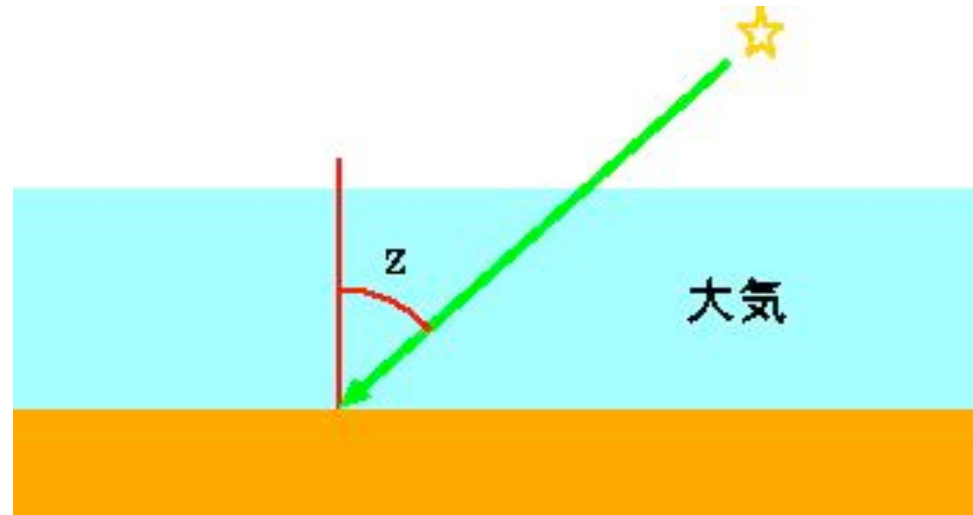
可視光と赤外線で少し異なる

2.実際の観測、解析

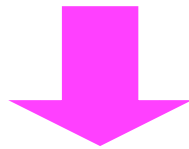
赤外分光の例

Airmass

$$=1/\cos(z)$$



**Airmassが大きく異なると、地球大気の
透過率の様子も異なる。**



天体と標準星のAirmassの違い < 0.1 が一般

特に赤外線

星の型

明るい

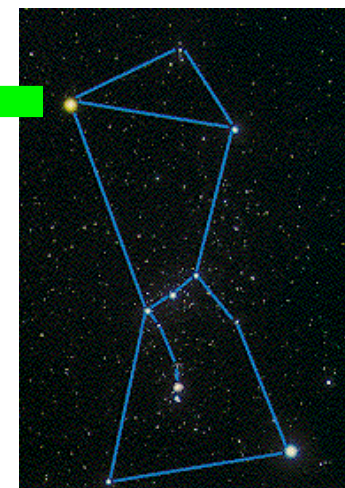
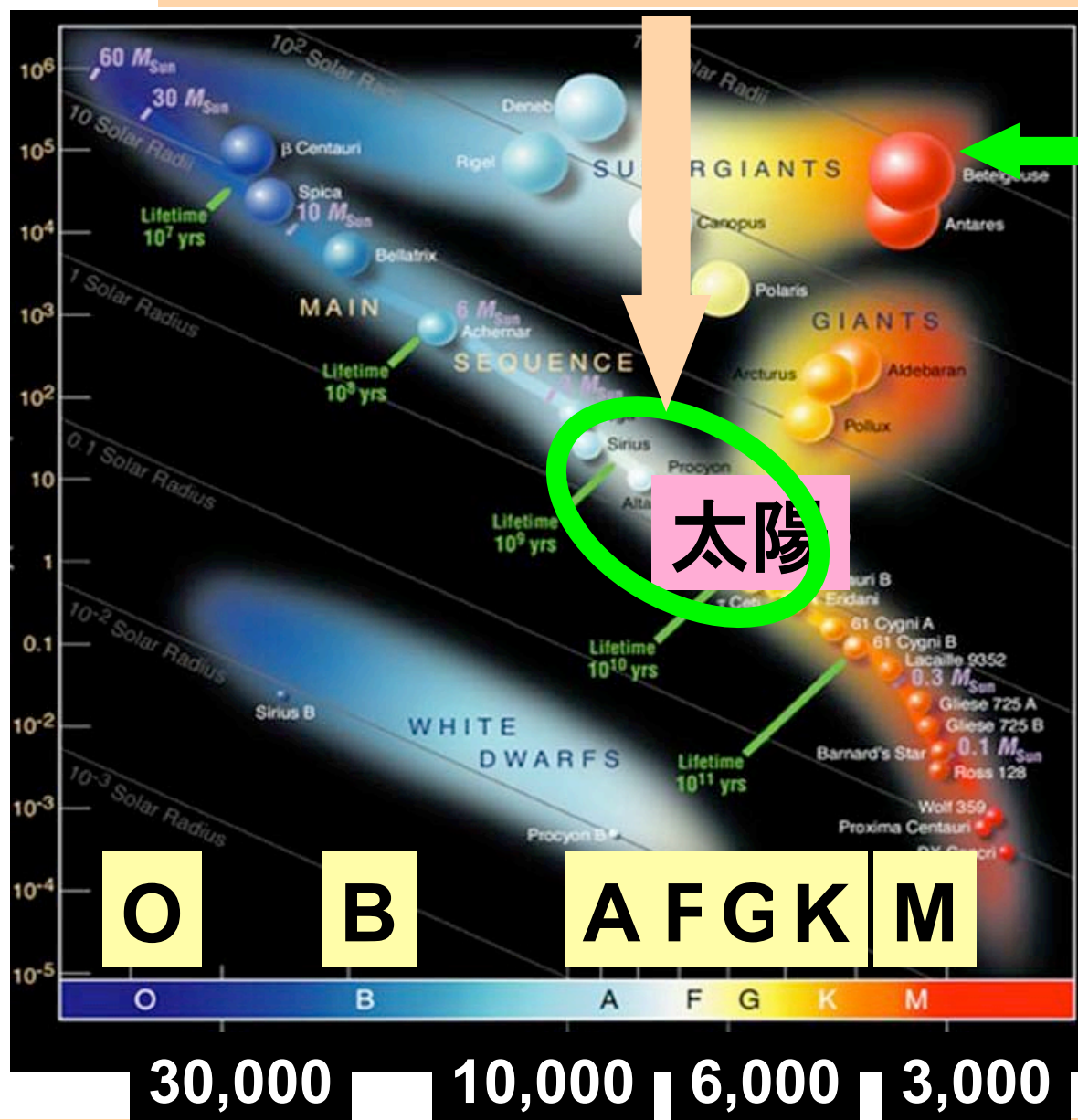


光度(明るさ)



暗い

A,F,G型主系列星:標準星



高温



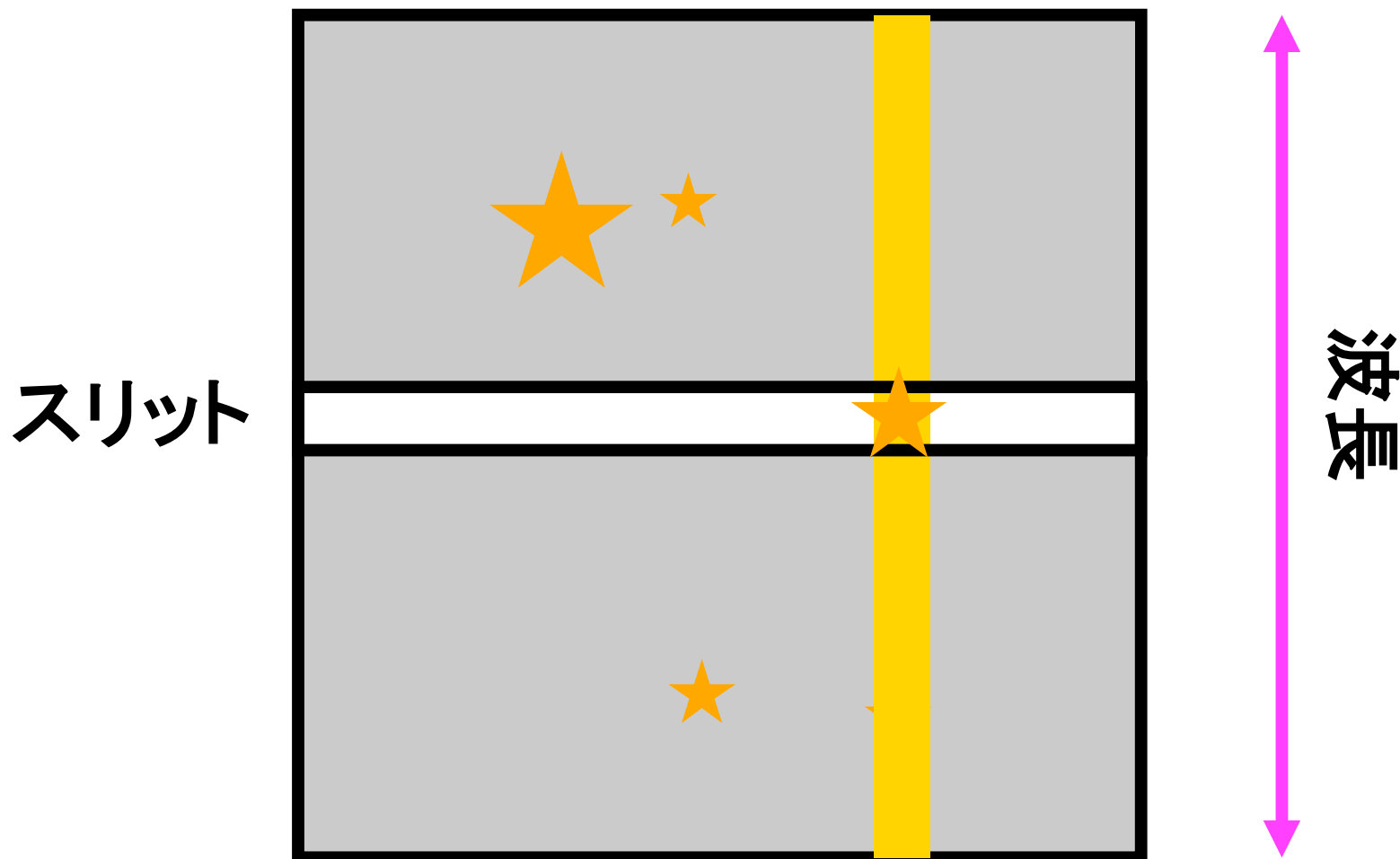
温度 (K)



低温

地上分光観測

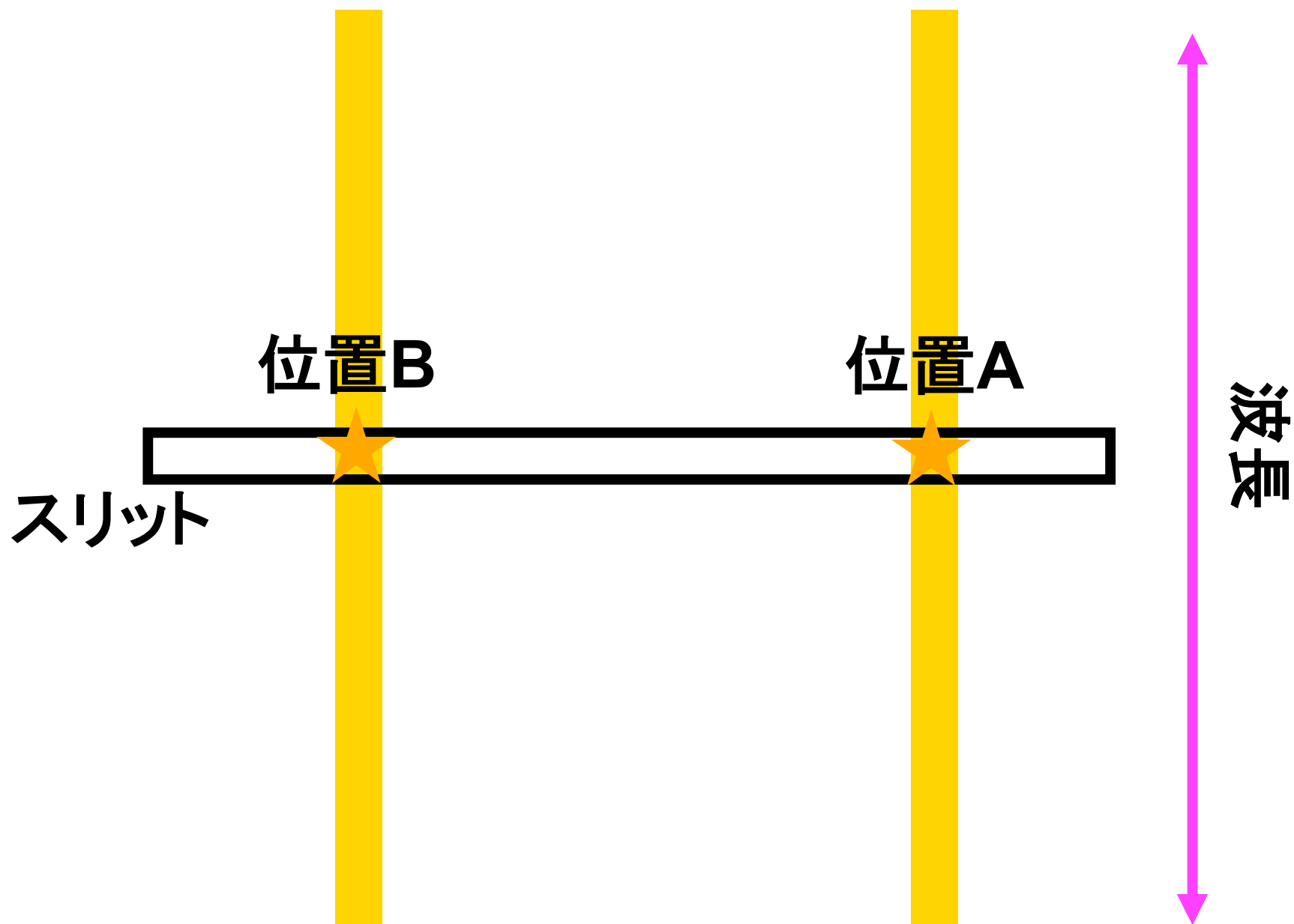
スリットを用いる



別の天体からの信号、不要な背景放射を除去

地上分光観測

スリットの数ヶ所で天体を観測



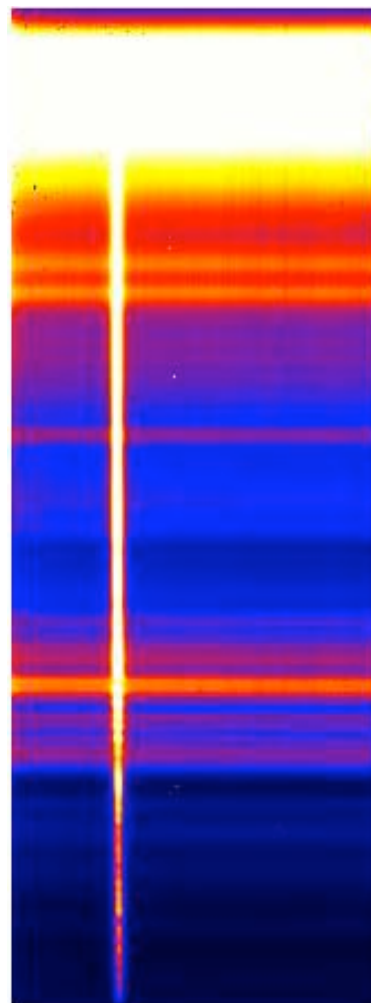
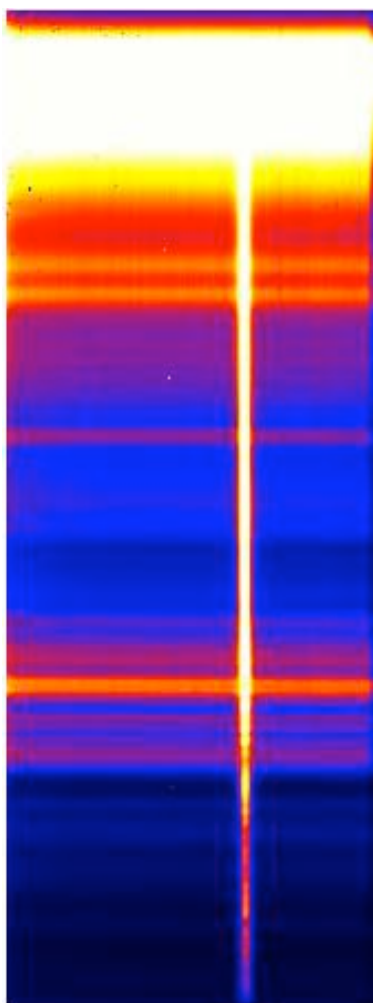
標準星(明るい)のデータ

天体以外の放射が
消えて、見やすくなる

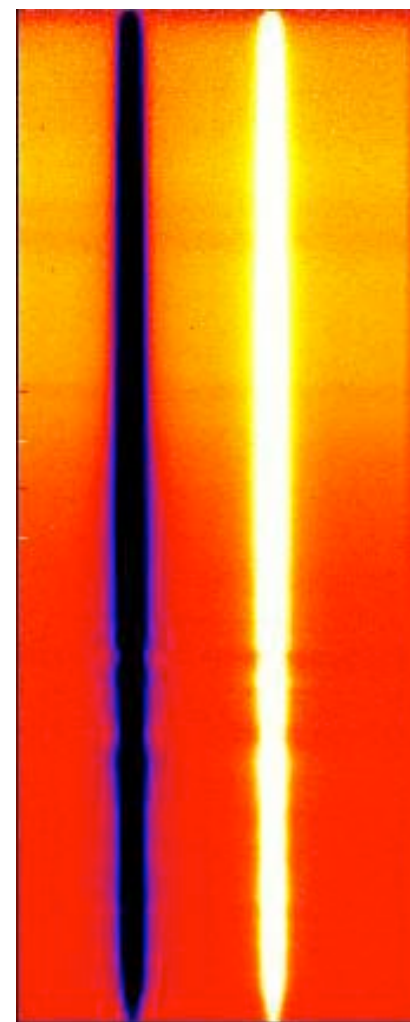
波長

位置A

位置B



A-Bの
差し引き



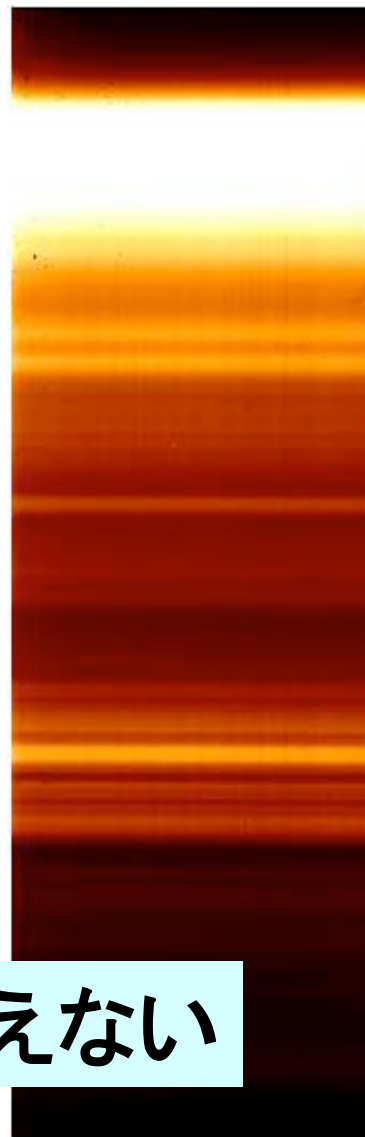
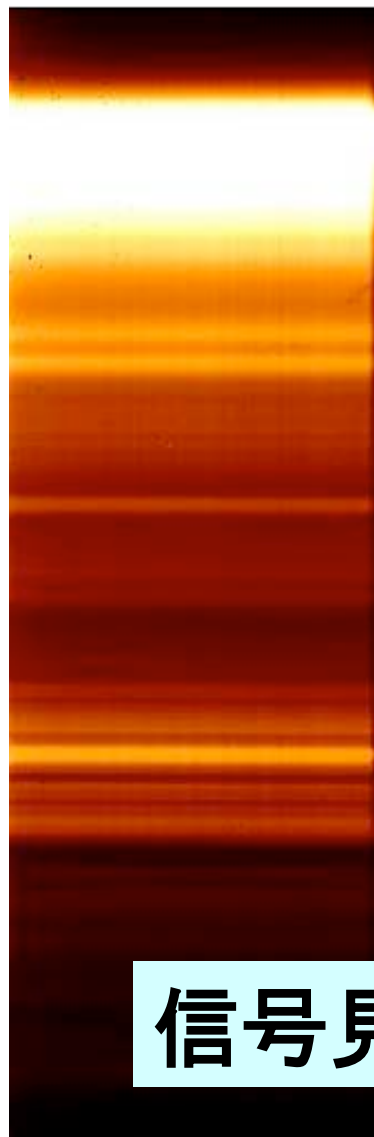
可視では不要な場合もある

目的天体は一般に暗い

位置A

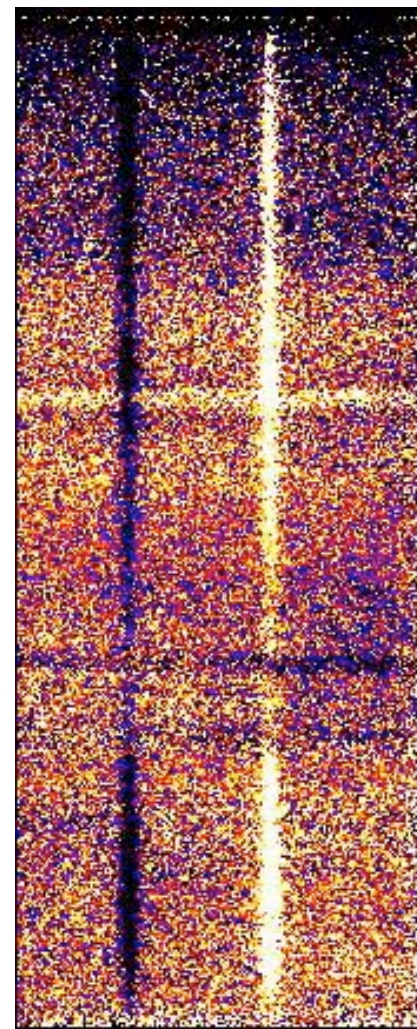
位置B

波長



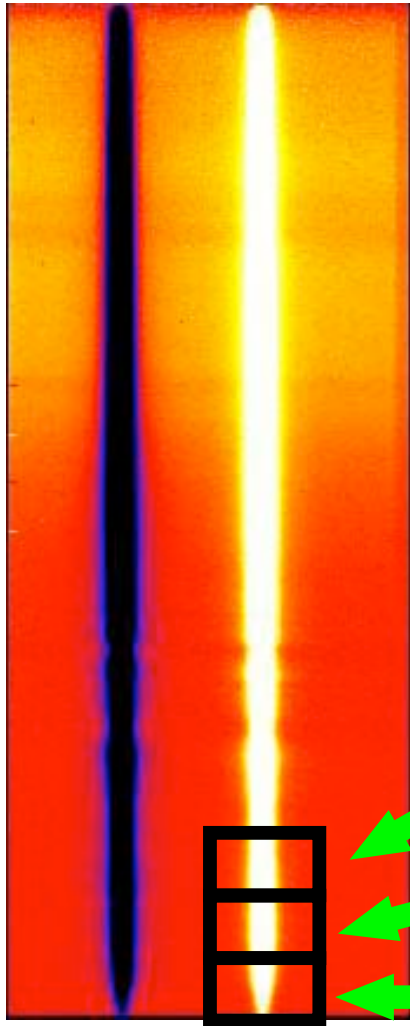
信号見えない

A-Bを
足し合わせ



スペクトルの抽出

波長



縦方向の各ピクセル(=各波長)
の信号の足し合わせ

変な振る舞いをする
ピクセルのデータは
周囲の信号から外挿

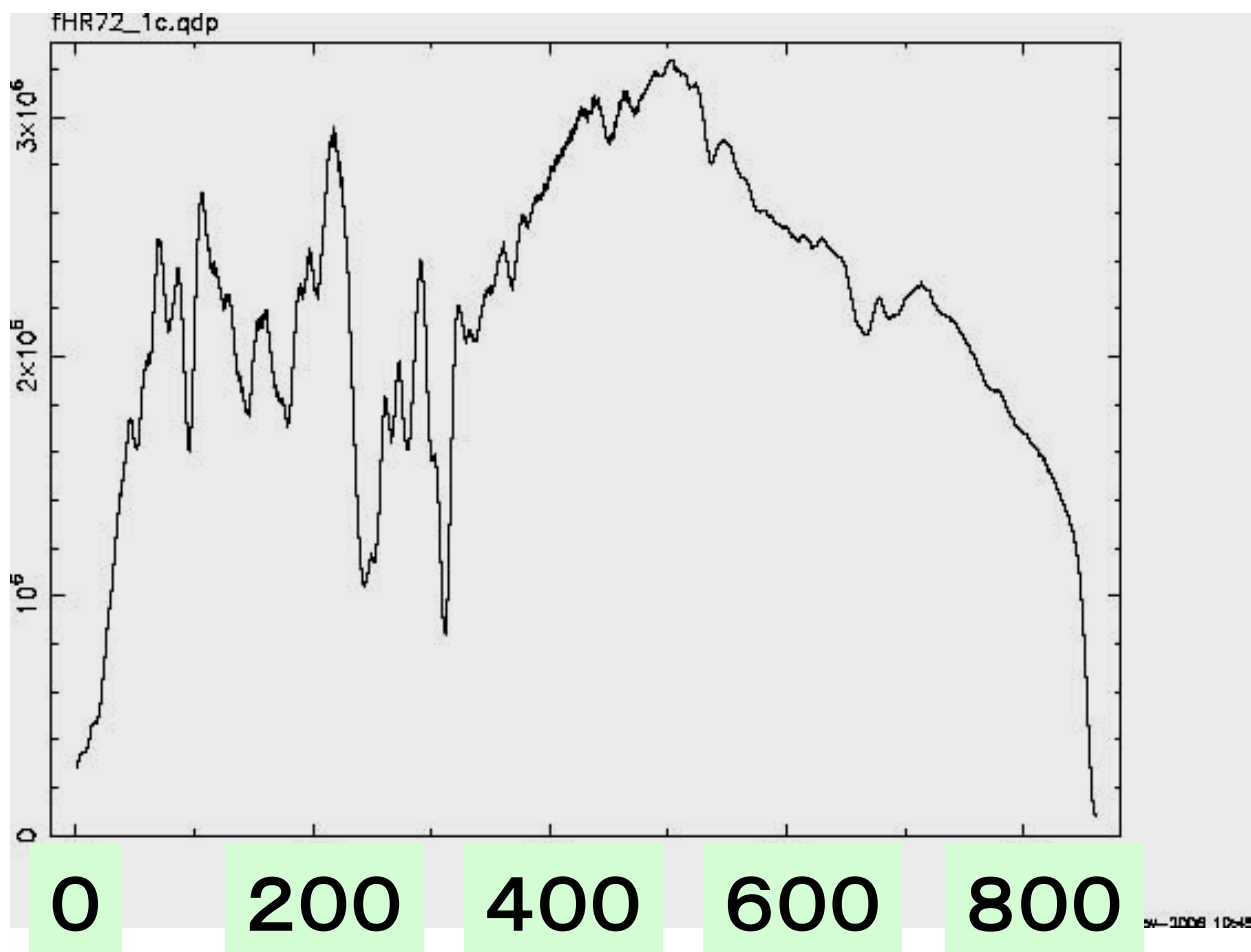
Pixel-3(波長3)

Pixel-2(波長2)

Pixel-1(波長1)

観測スペクトル(標準星)

信号



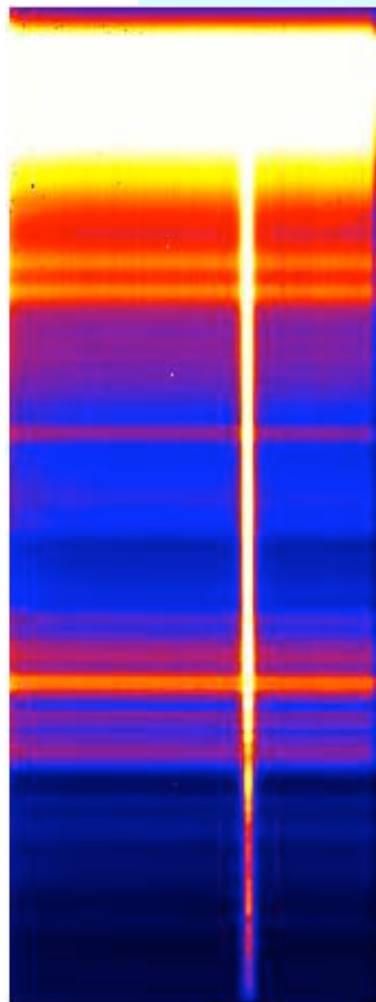
縦方向のピクセル番号

波長較正

波長のわかっている細いラインを観測し、
縦方向のどこに来るか求めて、
縦方向のピクセル番号と波長を対応付ける。

ランプ(アルゴン、ネオンなど)
や、地球大気のラインを使用

波長



3.901um

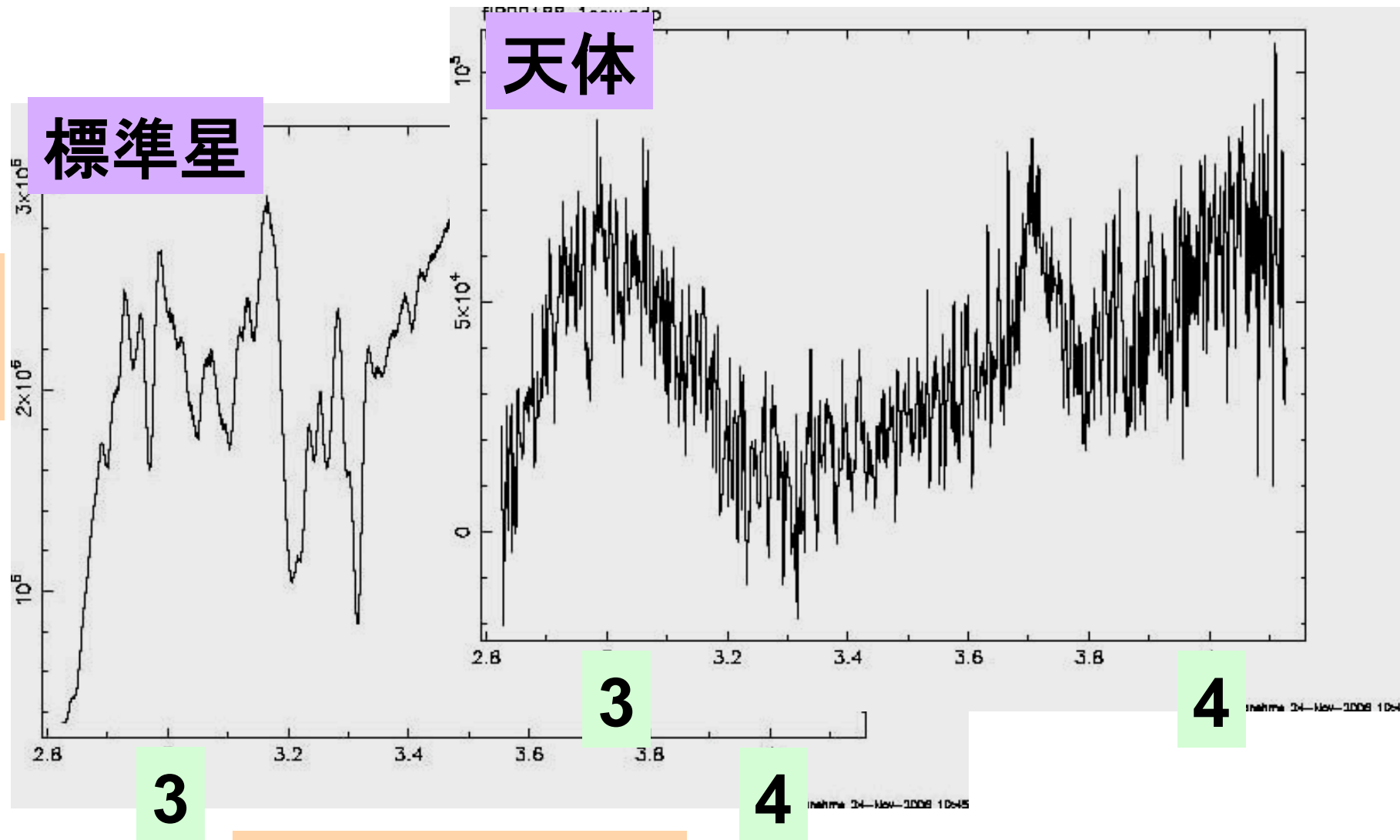
3.315um

波長較正後の観測スペクトル(標準星、天体)

信号

標準星

天体



波長(ミクロン)

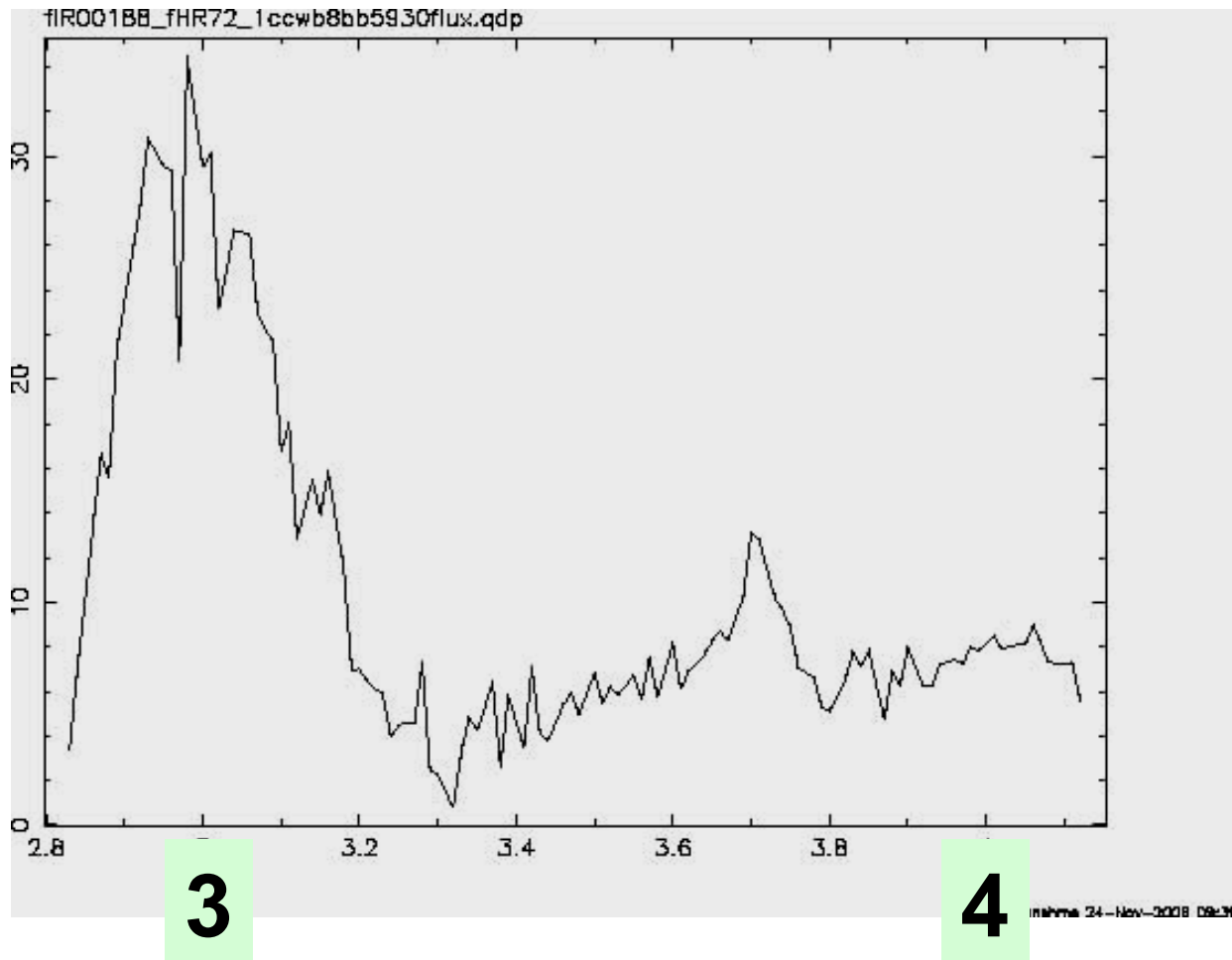
天体のスペクトル = 真のスペクトル X 地球大気の透過率

標準星の観測スペクトル = 黒体放射 X 地球大気の透過率

$$\text{天体の真のスペクトル} = \frac{\text{天体の観測スペクトル}}{\text{標準星のスペクトル}} \times \text{黒体放射}$$

天体の真のスペクトルの形状

信号



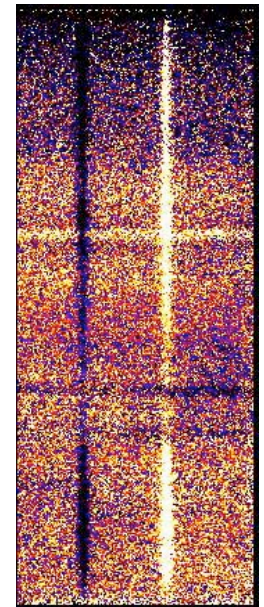
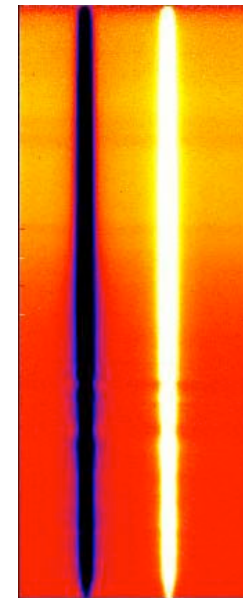
波長(ミクロン)

光量(フラックス)補正

1. スリット分光データの信号量と積分時間から、天体のフラックスを求める

標準星の明るさは既知

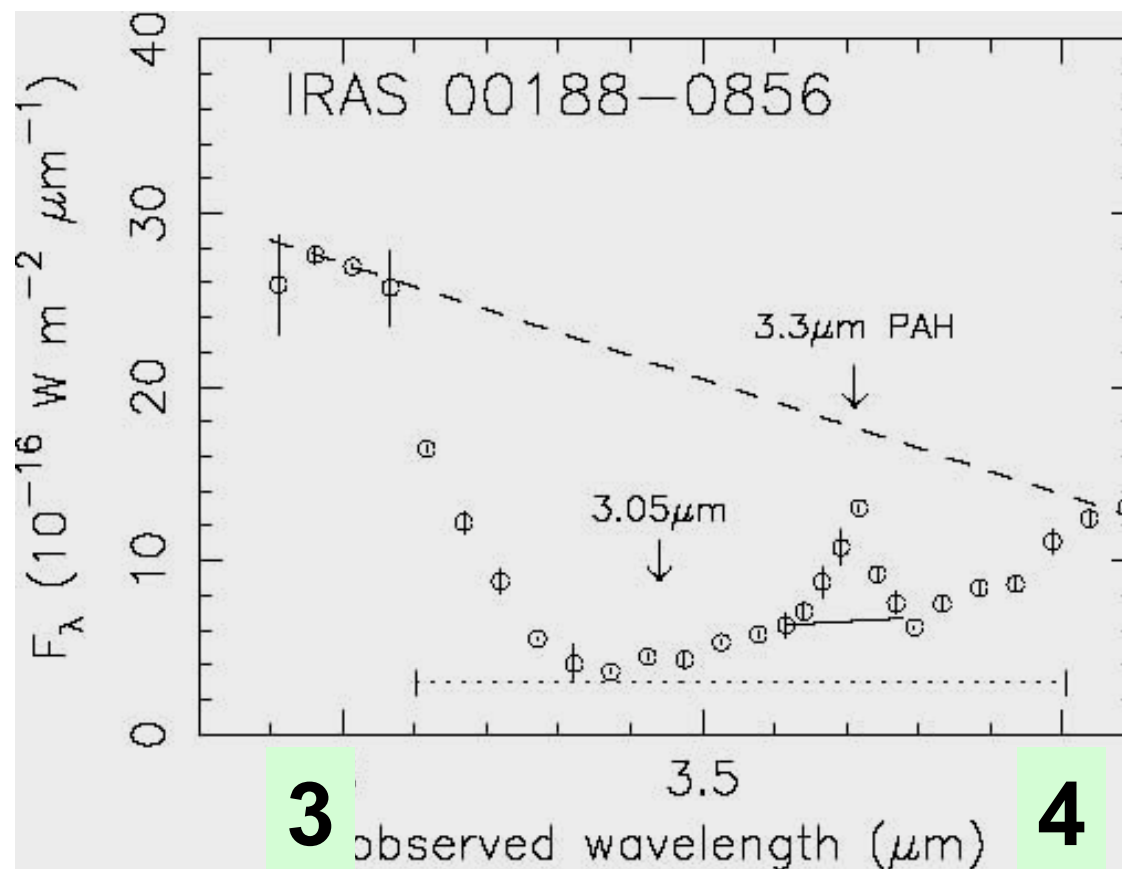
望遠鏡の追尾精度がよく、スリットからのずれが無視できることが前提。すばるはOK。



2. 天体を小さなアパーチャーで別途測光観測し、フラックスを求める

天体の真のスペクトル(フラックス補正後)

光量



3

4

波長(ミクロン)

End