

McLean ゼミ (p331-340)

大橋

9.6 PHOTOMETRY

Photometry—天体の明るさを測定すること

視野近傍にある他の天体との相対明るさだけでよい場合と、絶対的な明るさが必要な場合の2通りがある。

用語の説明

- Monochromatic flux

単位周波数(波長)あたりのフラックス。単位 $W/m^2/Hz$ ($W/m^2/\mu m$)

- Magnitudes

等級。単位周波数あたりのフラックスを F とすると、等級 m は

$$m = m_0 - 2.5 \log F + 2.5 \log F_0$$

9.6 PHOTOMETRY

- Vega system : ベガ等級

あらゆる波長においてベガを0等とする等級。そのため、基準となるフラックスが波長によって異なる。

- AB system : AB等級、STMAGとも

0等のフラックスを波長に依存しない定数($10^{3.56}$ Jy)に設定。

$$m_v = -2.5 \log F - 48.6$$

例 : Uバンド 中心波長 $0.3652\mu\text{m}$, 波長幅 $0.0526\mu\text{m}$,

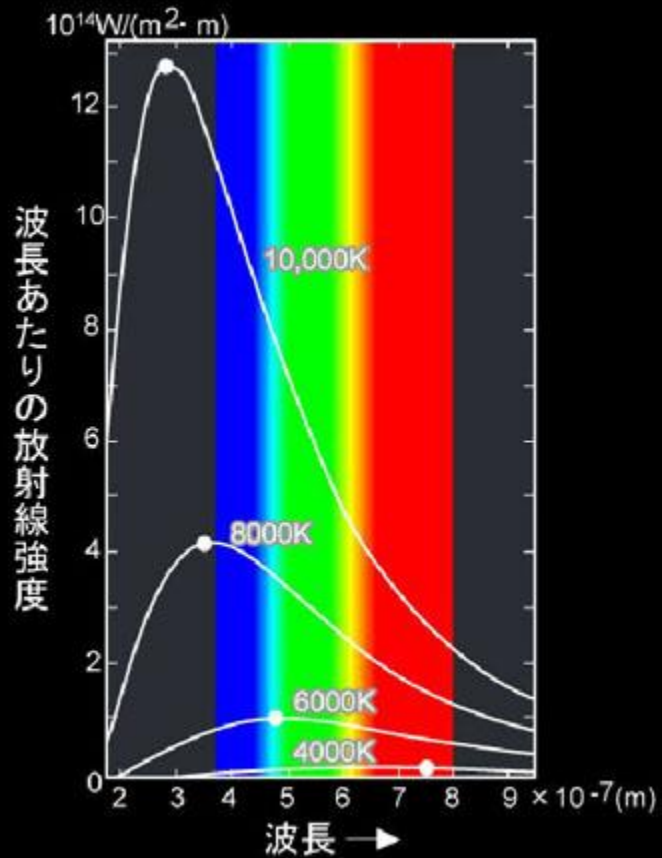
$$F_{0\lambda} = 4.32 \times 10^{-8} \text{Wm}^{-2} \mu\text{m}^{-1} = 1923 \text{Jy}, \text{AB等級} 0.69 \text{mag}$$

- Bolometric magnitude : 輻射等級

フラックスを全波長にわたって積分する等級。0等は $2.52 \times 10^8 \text{Wm}^{-2}$

- Color index : 色指数

異なる2つの波長での等級の差を、天体の温度と対応させたもの



光度情報を得るための2つの基本的な手順

a. Aperture photometry

天体の像が数arcsecに広がっていると仮定し、天体の入っている仮想的なapertureを定める。その周囲に定めた円環のピクセルの数値の平均をスカイとする。明るい天体の場合には大きなapertureを取る必要がある。Irafのapphotなどで使える。

b. Profile fitting or PSF (point-source-function) fitting

点光源の天体の像を関数でフィッティングする。

一般にはGaussian $I(r) = I(0)e^{-r^2/2\sigma^2}$

1 σ 区間には68%、2 σ 区間には98.7%が含まれ、FWHMは2.35 σ

系統誤差の要因

0. 星像の中心の設定が悪いと、apertureやfittingに系統誤差が生じる
1. フィルターの透過バンドのミスマッチ
2. Red leaks
 - 赤外では背景光が急増するため、この影響が大きくなる
3. シャッターの開閉
4. 長時間露光における大気透過率やairmassの変化

1と2は光学系の設計で排除できる。

3は検出器が大きくなると、最大0.1s程度の差が生じてしまうが、double-screen Bonn shutterにより大きく改善された。

Bonn shutter

FIG. 4A

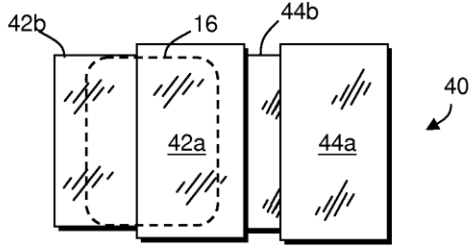


FIG. 4B

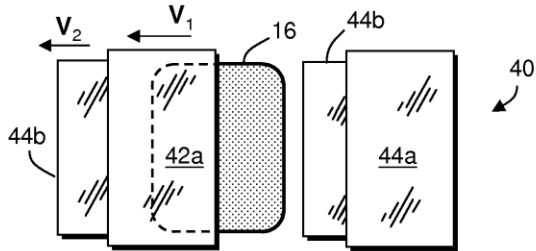
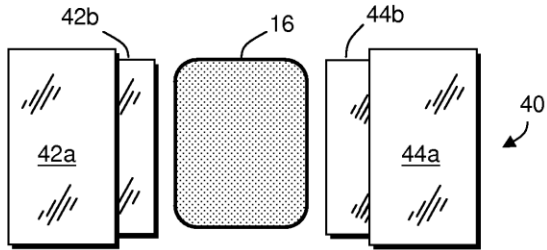


FIG. 4C



40

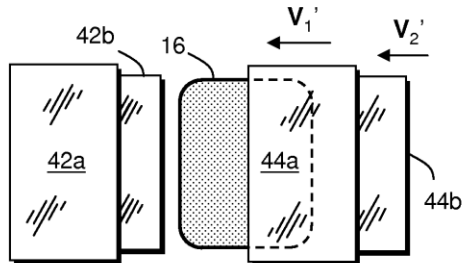


FIG. 4D

40

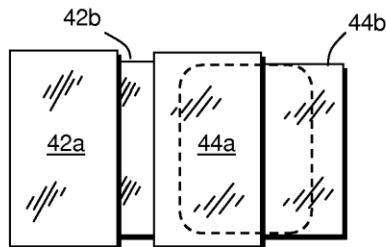


FIG. 4E

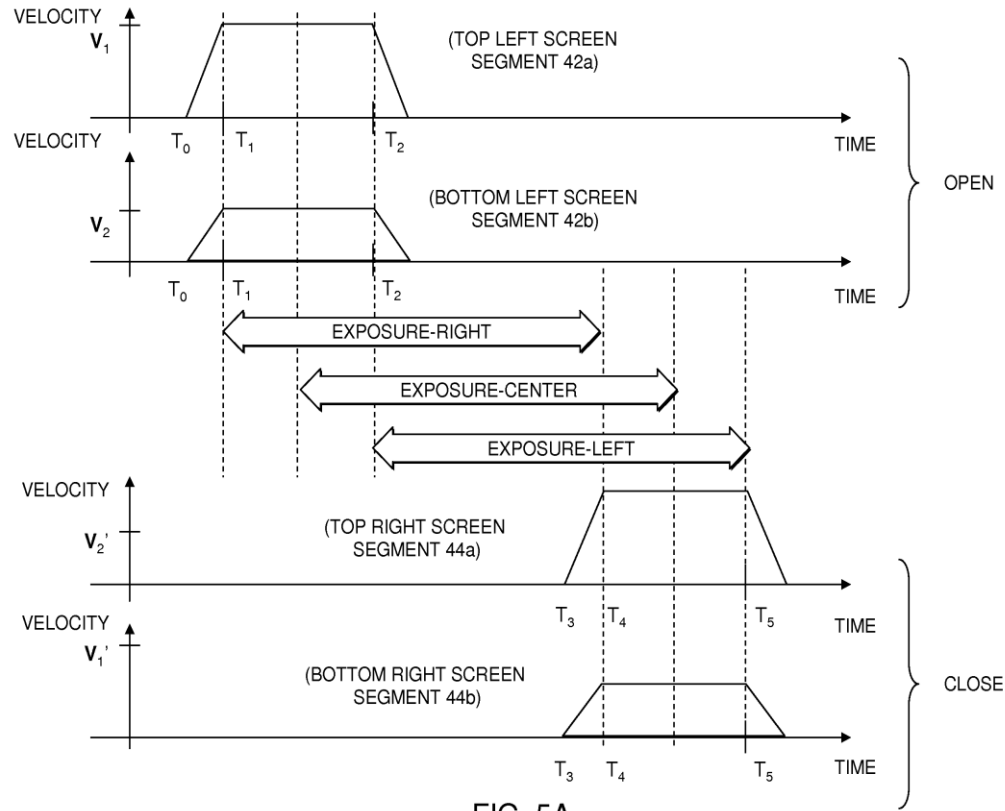


FIG. 5A

測光が終了すると、標準星と比較して数値を校正する必要がある。

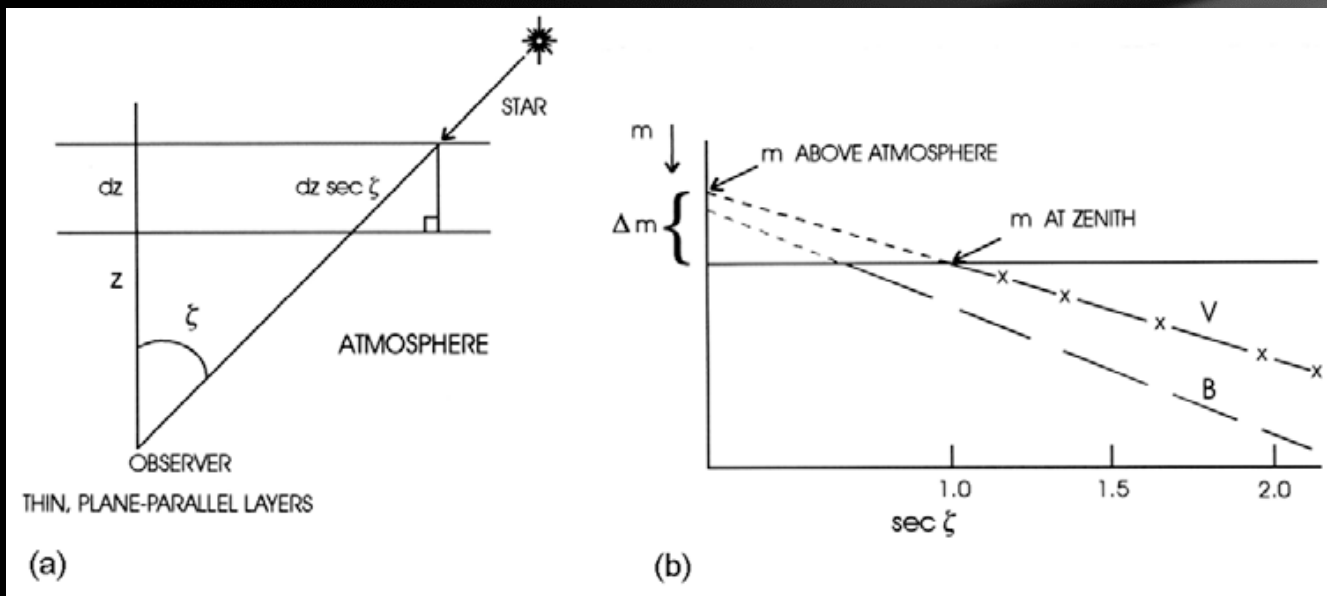
4つ目のairmassとは天頂角 Z のsecant ($\sec Z$)のことで、平行平板近似における大気の厚さに比例(Fig 9.13)

$$I(\zeta) = I_0 e^{-\alpha_\lambda \sec \zeta / 2.5}$$

両辺の対数を取って

$$m = m(\zeta) - \alpha_\lambda \sec \zeta$$

$m(\zeta)$ を縦軸に、 $\sec \zeta$ を横軸にとると、傾きが α_λ を、 y 切片が m を与える



機械等級 instrumental magnitude

$$IM = -2.5 \log (\text{counts/s})$$

決めるべき変数は

1. ゼロ等級：1 count/sの天体が何等に相当するか
2. 色補正：色指数が測光システムの変換に与える影響とは
3. 減衰率 α_λ ：大気の透過に伴う減衰

これから、等級は

$$m = -2.5 \log \left(\frac{\text{counts}}{s} \right) - \alpha_\lambda * \text{airmass} + \beta * \text{color} + ZP$$

で与えられる。

長時間露光におけるairmass Xは

$$X = \frac{X_0 + 4X_{1/2} + X_1}{6}$$

とするのが良い。