

実習 6 小望遠鏡による基礎観測実習 (2015)

小嶋洋平
学籍番号 05152003
天文学科所属

実習実施日 2015 年 10 月 30 日

1 目的

タカハシ製の 21cm カセグレン望遠鏡（反射式、赤道儀）に CCD カメラを取り付け、様々なバンドフィルターを用いて三鷹の天文台でどこまで星が見えるか観測する。その際、限界等級を算出し、それについての理解を深める。

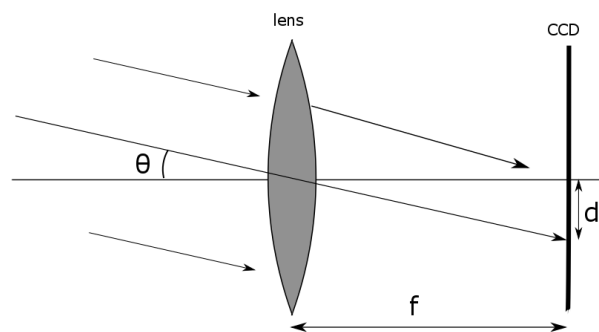
今回は観測中に望遠鏡が故障してしまったため故障前に V バンドで観測していた一つの星のみについて解析することになった。

2 観測準備

2.1 カメラのピクセルスケールの理論値の算出

望遠鏡の焦点距離と CCD のピクセルサイズからピクセルスケールを算出することができる。そのためにはプレートスケールという値が必要になる。

図 1



プレートスケールとはレンズに対して角度 θ で入射した光がスクリーン（CCD）上にどれほどの大きさの像をつくるかを示したものであり図 1 のような関係にある（今回は屈折式のため正確には図のようにならないがイメージを掴み

やすくするため簡略化した) 変数に対して

$$\tan \theta = \frac{d}{f}$$

という関係が成り立つが θ は十分小さいと考えてよいので $\tan \theta \simeq \theta$ が成り立ち、整理すれば次の式が成り立つ。

$$\frac{\theta}{d} = \frac{1}{f}$$

この $\frac{\theta}{d}$ がプレートスケールに値しており、今回のカメラシステムでは 85.3arcsec/mm である。よって CCD のピクセルサイズが $7.4\mu\text{m} \times 7.4\mu\text{m}$ であることを考慮すればピクセルスケールは

$$85.3 \times 7.4/1000 = 0.63\text{arcsec/pix}$$

となる。

2.2 CCD カメラへのフィルター導入

今回フィルターは broad band として UBVR の 5 つと narrow band として H α H β S2O3 の 4 つを用意した。これらの内実際に CCD に導入したのは UBVR と H α S2 である。フィルタ透過率と CCD カメラの量子効率を考慮した実行透過率は図 2 と図 3 のようになる。

図 2 broadband の実行透過率

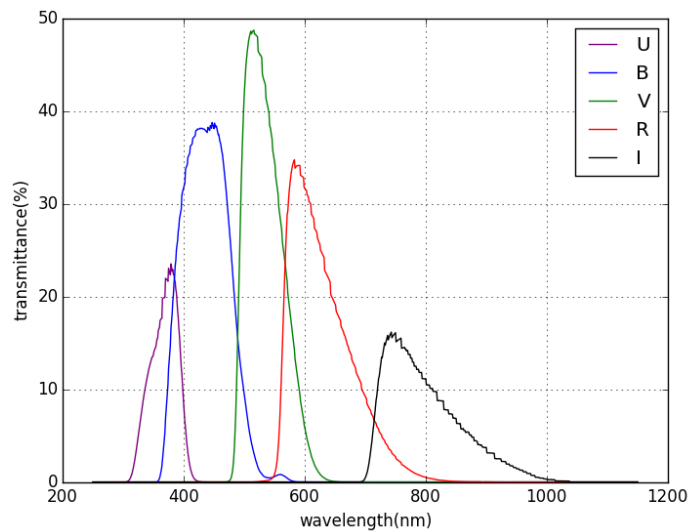
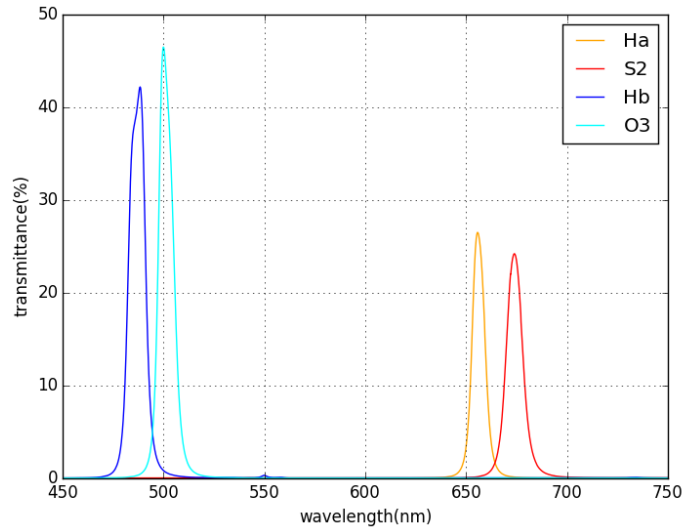


図3 narrowband の実行透過率



ただし量子効率についてはサンプル数が少なかったため、線形補完により最近接のサンプル同士の中点を算出し総数を2倍に増やした。

また観測に用いたVバンドの特性を求めると中心波長 λ_{eff} は

$$\lambda_{eff} = \frac{\int_0^{\infty} \lambda T(\lambda) d\lambda}{\int_0^{\infty} T(\lambda) d\lambda} = 534.5 \text{ nm}$$

半値幅 $\Delta\lambda$ は

$$\Delta\lambda = 74.0 \text{ nm}$$

平均透過率 T_{eff} は

$$T_{eff} = 33.0\%$$

のようになった。

2.3 観測ターゲット

simbad を用いて検索し、観測ターゲットは β -アンドロメダ (bet And) に決定した。simbad に掲載されている bet And の情報は以下の通りである。

表1 betAnd の情報

FK5	01 09 43.924 +35 37 14.01
Umag	5.58
Bmag	3.62
Vmag	2.05
Rmag	0.81

3 観測

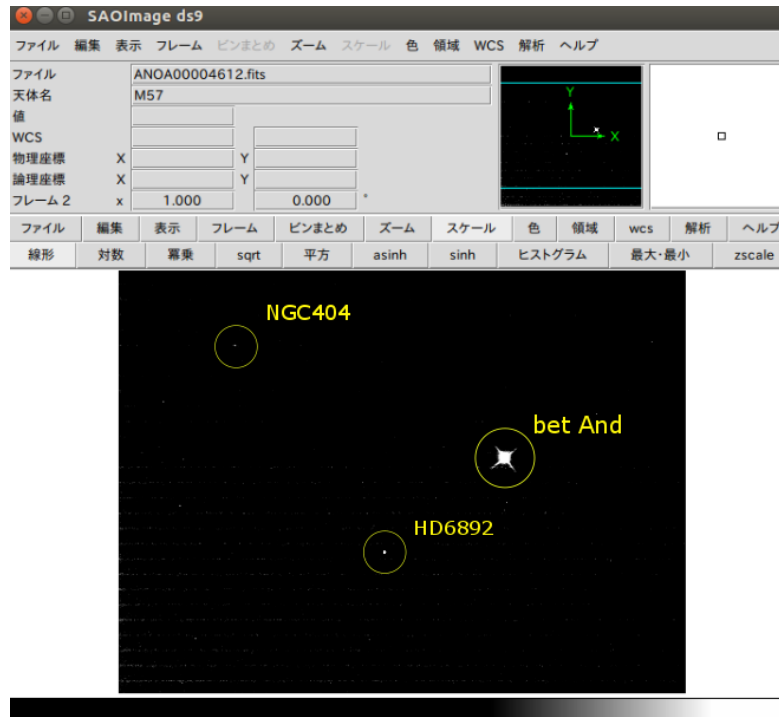
観測の際、本来なら接眼レンズを装着する部位に CCD カメラを取り付け撮像した。場所は三鷹の天文学教育センターの前の広場である。予定では様々なバンドでいくつかの星を撮像する予定であったが望遠鏡の故障により V バン

ドのデータしか得られなかった。表 2 は観測時の記録である。

表 2 観測

天体名	exposure time(s)	時刻	備考
bet And	0.1	20:11	moffat は 2.43

図 4 観測結果の fits ファイル



4 解析

4.1 観測で得たカメラのピクセルスケール

ピクセルスケールを観測データから得るためには離角がわかっている二つの星を同時に観測する必要がある。今回の観測ではこの二つの星として bet And 付近にある HD6892 と NGC404 という星を用いた。これらの二つの星の simbad でのデータは以下の表の通りである。この二つの星の離角は座標から算出すると 396.5arcsec である。一

表 3 HD6892 の情報

ICRS	01 09 59.289 +35 42 06.48
Bmag	9.02
Vmag	8.56

表 4 NGC404 の情報

ICRS	01 09 27.1 +35 43 05
Bmag	12.56
Vmag	11.73

方 fits ファイル上での二つの星の座標は (422.5,774.5) と (958.5,1522.5) で間のピクセル数は 920.2 なのでピクセルスケールは

$$0.43\text{arcsec/pix}$$

である。これは理論値よりも解像度が良い値になっている。原因としては fits に映る二つの星が HD6892 と NGC404 ではない可能性が考えられる。

4.2 システム効率

得られた fits ファイルを解析する。システム効率とは望遠鏡に入射した星からの光子のうち CCD で電荷となって読み出しされたものの割合のことで単位時間に天体から望遠鏡に入射した光子数を s_i 、同じく単位時間に CCD で生じた電荷の個数を n_i とおくとシステム効率 η は

$$\eta = \frac{n_i}{s_i}$$

となる。解析には iraf の apphot という開口測光モードを用いる。このモードは iraf 上で noao と打ち、次に digiphot と打つとこのモードが現れる。その際 apphot の設定は

表 5 apphot の設定 (初期値から変更したもののみ記す)

annulus	12
dannulus	10
apertures	5

とした。この設定で開口測光すると bet And の count は 1.84×10^5 となったのでこれをもとに n_i を算出すると

$$n_i = 1.74 \times 10^6 \text{e}^-/\text{s}$$

となった。また 2.03 等である bet And を今回用いた望遠鏡と CCD に導入した V バンドで観測したときに得られる s_i (これは理論値である) は

$$s_i = 3.98 \times 10^7 \text{個} / \text{s}$$

なのでシステム効率は

$$\eta = 4.4\text{e}^- / \text{個}$$

4.3 等級原点

1 秒間の露出で 1 カウントの信号生じさせる天体の等級を意味する等級原点 Z_{mag} は

$$Z_{mag} = 2.03 + 2.5 \log \frac{1.84 \times 10^5}{0.1} = 17.7$$

となった。

5 参考文献

- 小望遠鏡による基礎観測実習 (2015) テキスト