測光標準星の観測

伊藤信成（東大・木曽観測所）

平成 10 年 11 月 19 日

Abstract

Landolt の測光標準星を用いて 2K CCD のカラー変換式 (B, V, R_C, I_C) を求めた。システム変換の精度は $\sigma \leq 0.02$mag であり、カラー変換係数（$V - R_C, R_C - I_C$）は大薮氏の求めた値と一致した。

1　はじめに

2K CCD カメラを用いて測光標準星の観測を行なった。そのデータを用いてカラー変換式を求めたので、結果を報告する。

2　観測

観測は 1998.Nov.10 に行なわれた。観測のパラメータは以下の通り。

天候	Clear	
Seeing Size	$5''$	
露出時間	B	180sec × 2 frame/field
	V	20sec × 2 frame/field
	R	15sec × 2 frame/field
	I	15sec × 2 frame/field
観測領域	SA111	sec z〜2.25
	SA112	sec z〜1.80
	SA113	sec z〜1.28
	SA114	sec z〜1.34
	PG0231+51	sec z〜1.22

3　測光結果

測光は IRAF の apphot パッケージを用いた。その際に用いた主要パラメータの値と以下に示す。aperture の大きさ（ϕ $18''$）は seeing FWHM の 3.6 倍に相当する。

有効最大値	datamax	30,000
スカイ内半径	annulus	8pixel(=12″)
スカイ幅	dannulu	5pixel(=7.5″)
開口半径	apertur	6pixel(=9.0″)
ゼロ点	zmag	0.0

以上のパラメータより求まったInstrumental magnitude を表1に示す。

star	B		V		R		I	
	sec z	mag.	sec z	mag.	sec z	mag.	sec z	mag.
SA111-2093	2.074	-8.187 0.013	2.176	-9.188 0.004	2.250	-10.328 0.009	2.329	-9.510 0.006
SA111-2088	2.074	-6.494 0.008	2.176	-8.496 0.009	2.250	-10.346 0.003	2.329	-9.905 0.015
SA111-1925	2.074	Saturate	2.176	-9.373 0.004	2.250	-10.284 0.003	2.329	-9.364 0.008
SA112-805	1.729	Saturate	1.790	-9.757 0.003	1.833	-10.417 0.002	1.879	-9.311 0.006
SA112-250	1.729	Saturate	1.790	-9.733 0.003	1.833	-10.763 0.002	1.879	-9.864 0.008
SA113-272	1.271	-7.100 0.004	1.284	-7.980 0.008	1.293	-9.049 0.005	1.304	-8.152 0.010
SA113-281	1.271	-5.836 0.008	1.284	-6.658 0.023	1.293	-7.743 0.012	1.304	-6.852 0.004
SA113-163	1.271	-6.435 0.006	1.284	-7.357 0.011	1.293	-8.433 0.007	1.304	-7.565 0.021
SA113-165	1.271	-5.406 0.010	1.284	-6.224 0.025	1.293	-7.299 0.018	1.304	-6.391 0.038
SA113-158	1.271	-7.772 0.004	1.284	-8.756 0.005	1.293	-9.890 0.003	1.304	-9.025 0.005
SA113-153	1.271	-6.586 0.005	1.284	-7.630 0.009	1.293	-8.834 0.008	1.304	-8.017 0.011
SA113-265	1.271	-6.063 0.007	1.284	-6.994 0.014	1.293	-8.119 0.012	1.304	-7.248 0.019
SA113-260	1.271	Saturate	1.284	-9.497 0.003	1.293	-10.472 0.005	1.304	-9.540 0.004
SA113-366	1.271	-6.934 0.004	1.284	-8.344 0.006	1.293	-9.759 0.005	1.304	-9.084 0.005
SA113-372	1.271	-7.280 0.003	1.284	-8.217 0.013	1.293	-9.302 0.004	1.304	-8.446 0.011
SA113-250	1.271	-7.972 0.003	1.284	-8.727 0.005	1.293	-9.713 0.003	1.304	-8.788 0.008
SA113-241	1.271	-5.803 0.010	1.284	-7.482 0.010	1.293	-9.249 0.005	1.304	-8.736 0.006
SA113-337	1.271	-6.903 0.007	1.284	-7.665 0.009	1.293	-8.686 0.006	1.304	-7.789 0.013
SA113-491	1.271	-6.471 0.005	1.284	-7.494 0.014	1.293	-8.664 0.007	1.304	-7.817 0.012
SA114-656	1.307	-7.965 0.002	1.326	-9.220 0.004	1.339	-10.523 0.004	1.353	-9.771 0.003
SA114-654	1.307	Saturate	1.326	-9.902 0.005	1.339	-11.104 0.002	1.353	-10.185 0.006
SA114-531	1.307	Saturate	1.326	-9.771 0.006	1.339	-10.935 0.002	1.353	-10.080 0.005
PG0231+051	1.246	-5.977 0.006	1.230	-5.824 0.041	1.221	-6.139 0.040	1.213	-4.409 0.232
PG0231+051A	1.246	-8.116 0.002	1.230	-9.112 0.005	1.221	-10.210 0.008	1.213	-9.355 0.004
PG0231+051B	1.246	-5.337 0.016	1.230	-7.062 0.012	1.221	-8.989 0.005	1.213	-8.641 0.013
PG0231+051C	1.246	-7.221 0.004	1.230	-8.174 0.005	1.221	-9.261 0.004	1.213	-8.425 0.008
PG0231+051D	1.246	-6.421 0.005	1.230	-7.810 0.008	1.221	-9.286 0.004	1.213	-8.612 0.007
PG0231+051E	1.246	-7.117 0.004	1.230	-8.080 0.010	1.221	-9.142 0.005	1.213	-8.275 0.009

4 変換式

Instrumental magnitude から標準システムの magnitude への変換は次の式で行なわれる。

$$\text{等級} \quad : \quad m = m_i + C_z + C \cdot (m_i - m_{i'}) + k_i \cdot F(z) \tag{1}$$

$$Color \quad : \quad (m_1 - m_2) = \alpha\ (m_{1'} - m_{2'}) + C_{12} \tag{2}$$

前節の測光結果を用いて、C_z(等級ゼロ点), C(カラー変換係数), α (カラー変換係数),C_{12}(カラーゼロ点)を求めると以下のようになる。大気減光係数は観測日により大きく異なるので、観測日毎に決定する必要があるが、参考のためにNov.10 の係数も示しておく。

$$B = b + 22.066(\pm 0.024) - (0.123 \pm 0.010)(b-v) - 0.265(\pm 0.019) sec\ z \quad \sigma = 0.019 \tag{3}$$

$$V = v + 22.132(\pm 0.015) - (0.039 \pm 0.008)(b-v) - 0.168(\pm 0.012) sec\ z \quad \sigma = 0.013 \tag{4}$$

$$R = r + 22.462(\pm 0.018) + (0.210 \pm 0.009)(v-r) - 0.088(\pm 0.010) sec\ z \quad \sigma = 0.016 \tag{5}$$

$$I = i + 21.601(\pm 0.028) + (0.218 \pm 0.026)(r-i) - 0.053(\pm 0.010) sec\ z \quad \sigma = 0.017 \tag{6}$$

観測所のフィルターの透過特性が標準システムと大きく異なる場合、カラー変換は 1 次でなく 2 次項まで必要になる場合がある。そこで、上記変換式により変換された等級とカタログ等級との残差をカタログ・カラーに対してプロットしてみる。結果を図 2 に示す。残差に有意なカラー依存性は見られないので、カラー変換は 1 次項までで十分であると考えられる。
またカラー・カラー変換の係数を求めた結果は以下のようになる。

$$(B-V) = (0.904 \pm 0.008)(b-v) - 0.181(\pm 0.009) \quad \sigma = 0.014 \tag{7}$$

$$(V-R) = (0.709 \pm 0.012)(v-r) - 0.390(\pm 0.014) \quad \sigma = 0.019 \tag{8}$$

$$(R-I) = (1.123 \pm 0.028)(r-i) + 1.346(\pm 0.024) \quad \sigma = 0.019 \tag{9}$$

$$(V-I) = (0.874 \pm 0.007)(v-i) + 0.684(\pm 0.013) \quad \sigma = 0.012 \tag{10}$$

$$\tag{11}$$

R バンド・フィルターが変則的なため、R バンドを含むカラーの変換係数の 1 からずれが、大きくなっている。

図 1 ：観測所等級（変換前）と標準システム等級の差の airmass に対するプロット

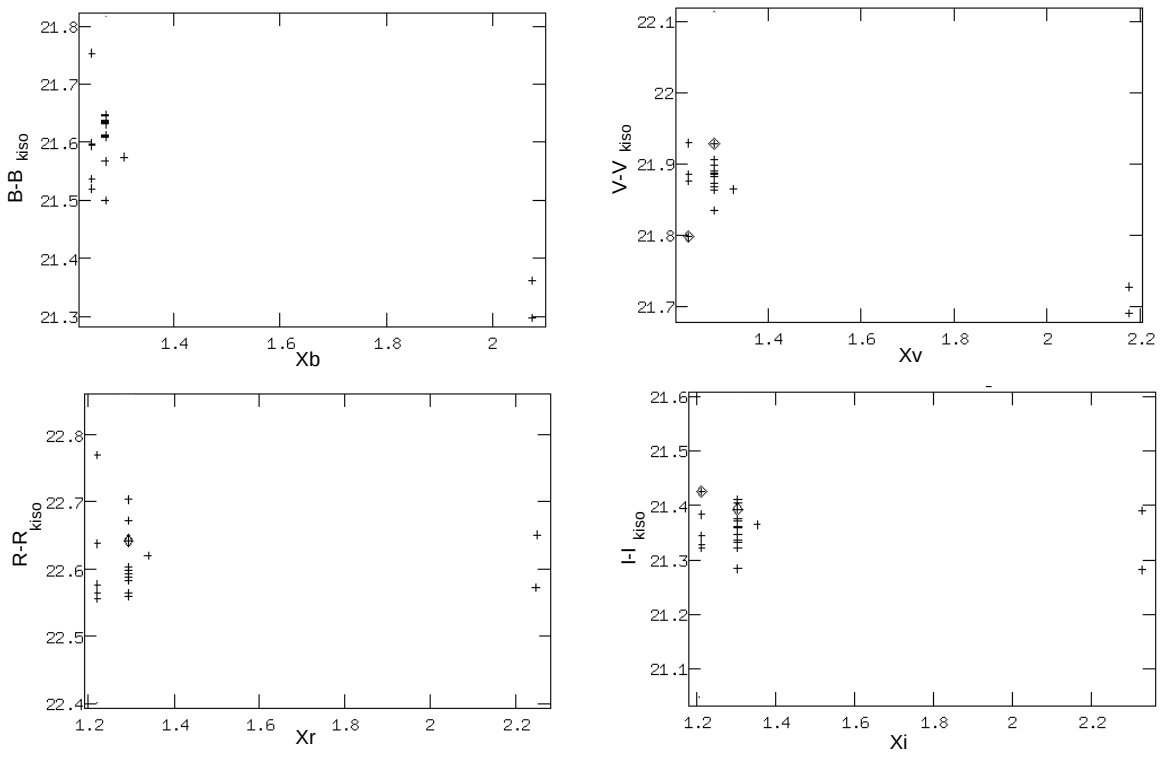

図 2 ：等級変換後の残差のカタログ・カラーに対するプロット

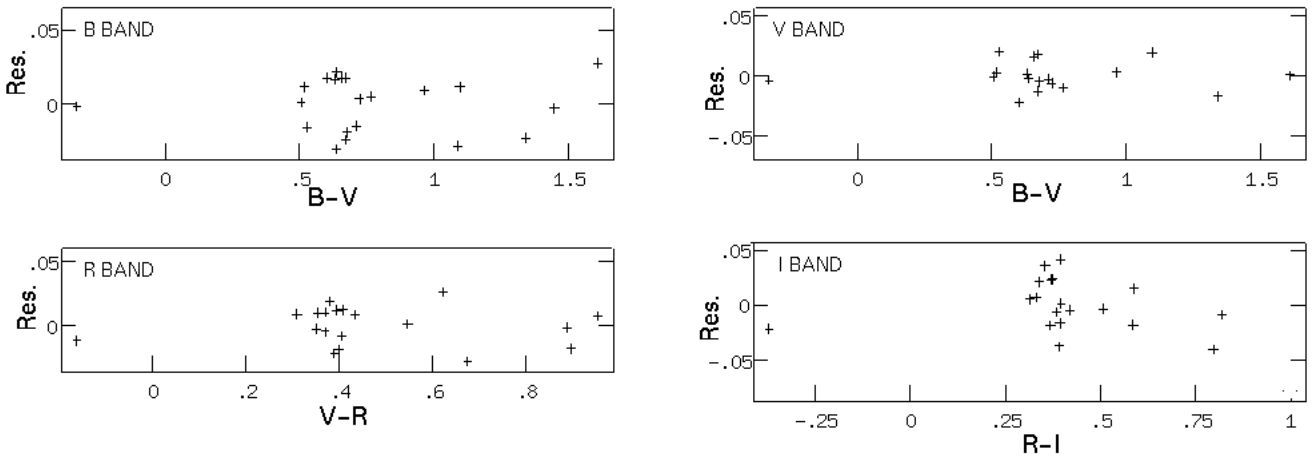

図 3 ：等級変換後の残差のカタログ等級に対するプロット

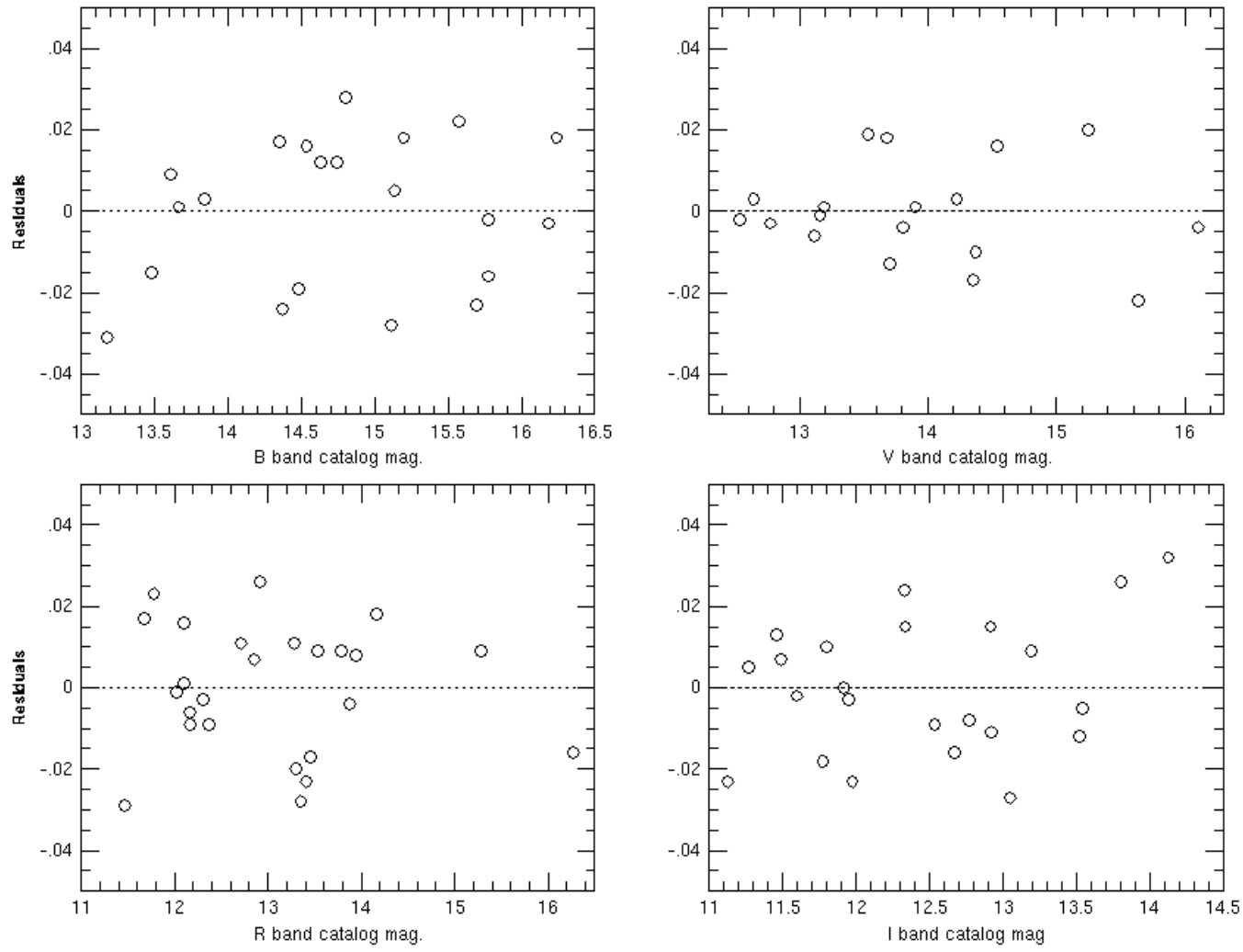

図４：観測所カラーとカタログ・カラーの相関

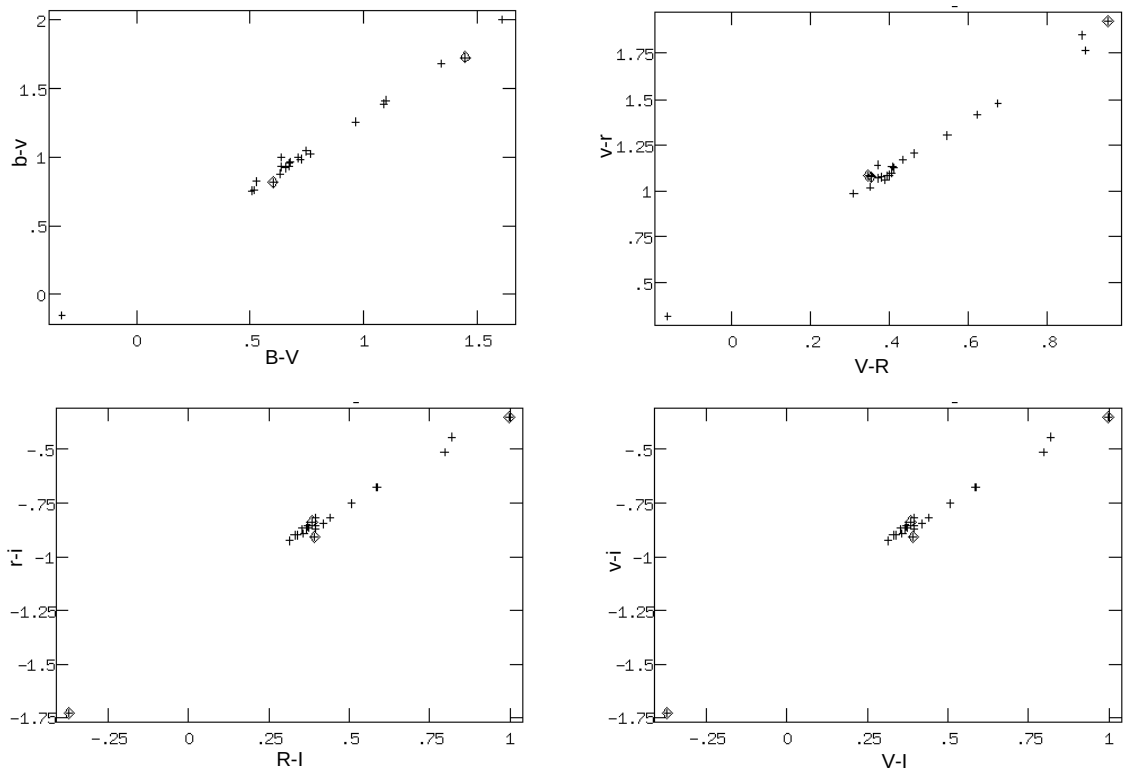
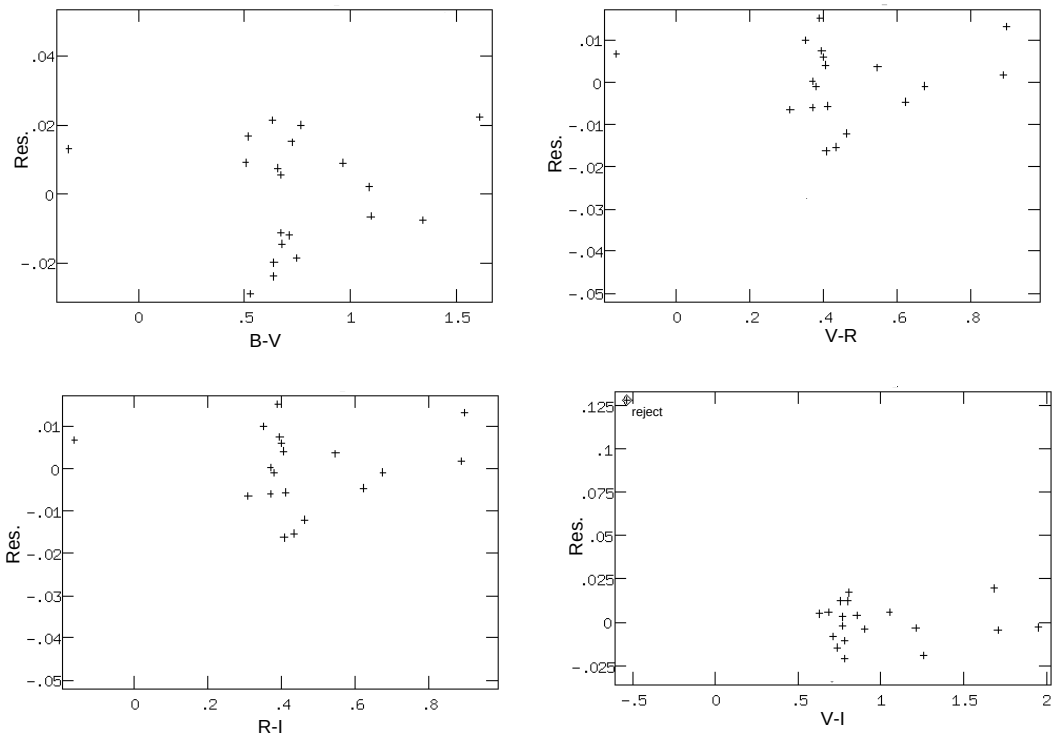
図５：変換後のカラーとカタログ・カラーの残差のカタログ・カラーに対するプロット