

ひとみ望遠鏡の性能評価の進捗

● 溝口小扶里, 松下真人, 土佐誠 (仙台市天文台)

概要

仙台市天文台には、口径 1.3m のひとみ望遠鏡がある。ひとみ望遠鏡には撮像用冷却 CCD カメラと中分散分光器、眼視用装置が設置されており、これまで、それぞれの装置について性能評価を行ってきた。カセグレン焦点に設置されている撮像用冷却 CCD には U, B, V, Rc, Ic, C₂ など 11 種類が備え付けられており、様々な観測に対応できるようになっている。今回、散開星団 M67 を観測し、U, B, V, Rc, Ic フィルターに関して色変換式の変換係数をチップごとに求めた。また、ナスミス分光焦点に設置されている中分散分光器には、2 種類のスリット (1.35秒と 2 秒) と 3 種類のグレーティング (中分散 5000 モード: 1,714 本/mm, 中分散 6500 モード: 1,800本/mm, 低分散モード: 600 本/mm) がある。全 6 種のセッティングで、中心波長をグレーティングのブレイズ波長に設定し、昨年は未測定であったセッティングも含めて、それぞれの波長分解能を測定した。その結果、ブレイズ波長における波長分解能は、1.35秒スリットの中分散 5000 モードで R~8730, 中分散 6500 モードで R~9928, 低分散モードで R~2787, 2 秒スリットでは各モードで R~3988, R~5322, R~1343 となり、設計値よりも高い波長分解能を得られることを確認した。本講演では、新たに行った性能評価の進捗と今後の観測の展望について発表する。

観測装置

冷却CCDカメラ (カセグレン焦点)

CCDチップ	E2V CCD44-82 x 2枚
ピクセル数	2048(H) x 4096(V) x 2枚
ピクセルサイズ	15 x 15 μm
センサーサイズ	30.7 x 61.4 mm x 2枚
最低露出時間	4秒
オーバーヘッド	約30秒
視野	32.6' x 32.6'
ピクセルスケール	0.48"
冷却方法	ヘリウムガス冷却
フィルター	U,B,V,R,I,C ₂ ,C ₃ ,CO+,H ₂ O,H ₂ O _c



中分散分光器 (ナスミス焦点)

	中分散 5000	中分散 6500	低分散
グレーティング (本/mm)	1714	1800	600
ブレイズ波長 (Å)	5000	6500	5000
CCD上での波長幅 (Å)	980	980	3660
スリット幅	2種類 (1.35", 2")		

CCD画素数 (pixel)	4096x4096
画素サイズ(mm)	0.009
CCD冷却方法	ペルチェ 電子冷却方式

測光補正観測

〈概要〉

測光観測によって天体の等級を求める場合、使用しているフィルターやCCDなどによって系統誤差が生じてしまう。そこで、測光標準星を含む散開星団M67を撮像し、系統誤差を補正するための色変換式の変換係数を求めた。

〈方法〉

M67をU, B, V, Rc, Icバンドで撮影。Uバンドは120秒, Bバンドは30秒, V, Rc, Icバンドは8秒の露出時間で各チップ5枚ずつ撮影し、バンドごとに位置合わせをした後、合成した。測光はIRAFを使用し、山中他(2007)で使用されていた16天体について aperture photometryで行った。色変換式は以下のように立てた。今回測光した天体の標準等級は、Johnson&Sandage(1955)とChevalier&Illovaisky(1991)の値を使用した。

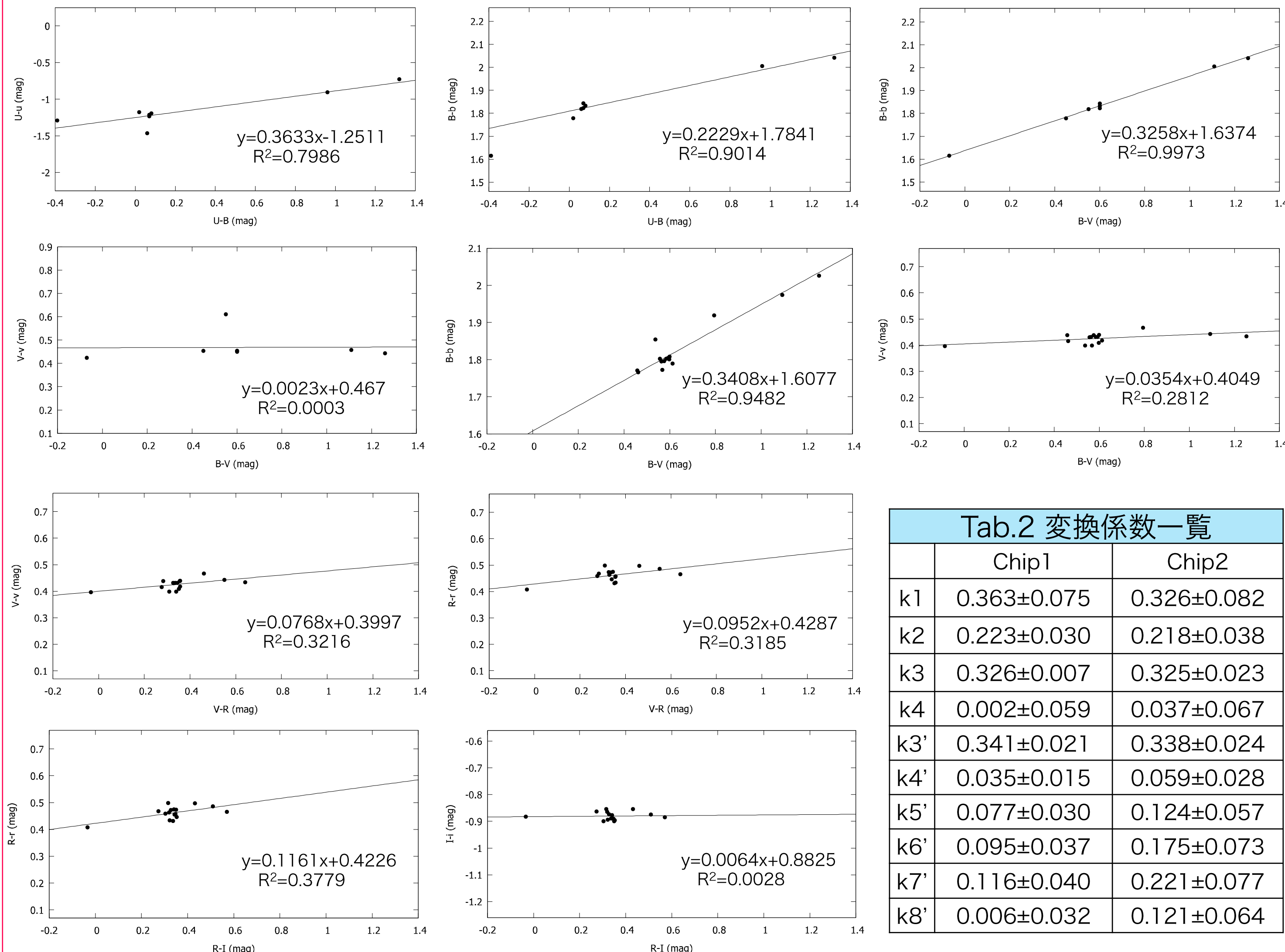
色変換式

$$\begin{aligned} U-u &= k1(U-B) + C1 \quad \dots (1) \\ B-b &= k2(U-B) + C2 \quad \dots (2) \\ B-b &= k3(B-V) + C3 \quad \dots (3) \\ V-v &= k4(B-V) + C4 \quad \dots (4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B-b &= k3'(B-V) + C3' \quad \dots (5) \\ V-v &= k4'(B-V) + C4' \quad \dots (6) \\ V-v &= k5'(V-R) + C5' \quad \dots (7) \\ R-r &= k6'(V-R) + C6' \quad \dots (8) \\ R-r &= k7'(R-I) + C7' \quad \dots (9) \\ I-i &= k8'(R-I) + C8' \quad \dots (10) \end{aligned}$$

〈結果・まとめ〉

主に使用するバンドの変換係数を求めることができた。Chip1とChip2では値が異なり、Chip1の方が全体的に値が小さい傾向があることもわかった。Chip1の色指数に対する機械等級と標準等級の差を取ったグラフと変換係数の一覧を以下に示す。



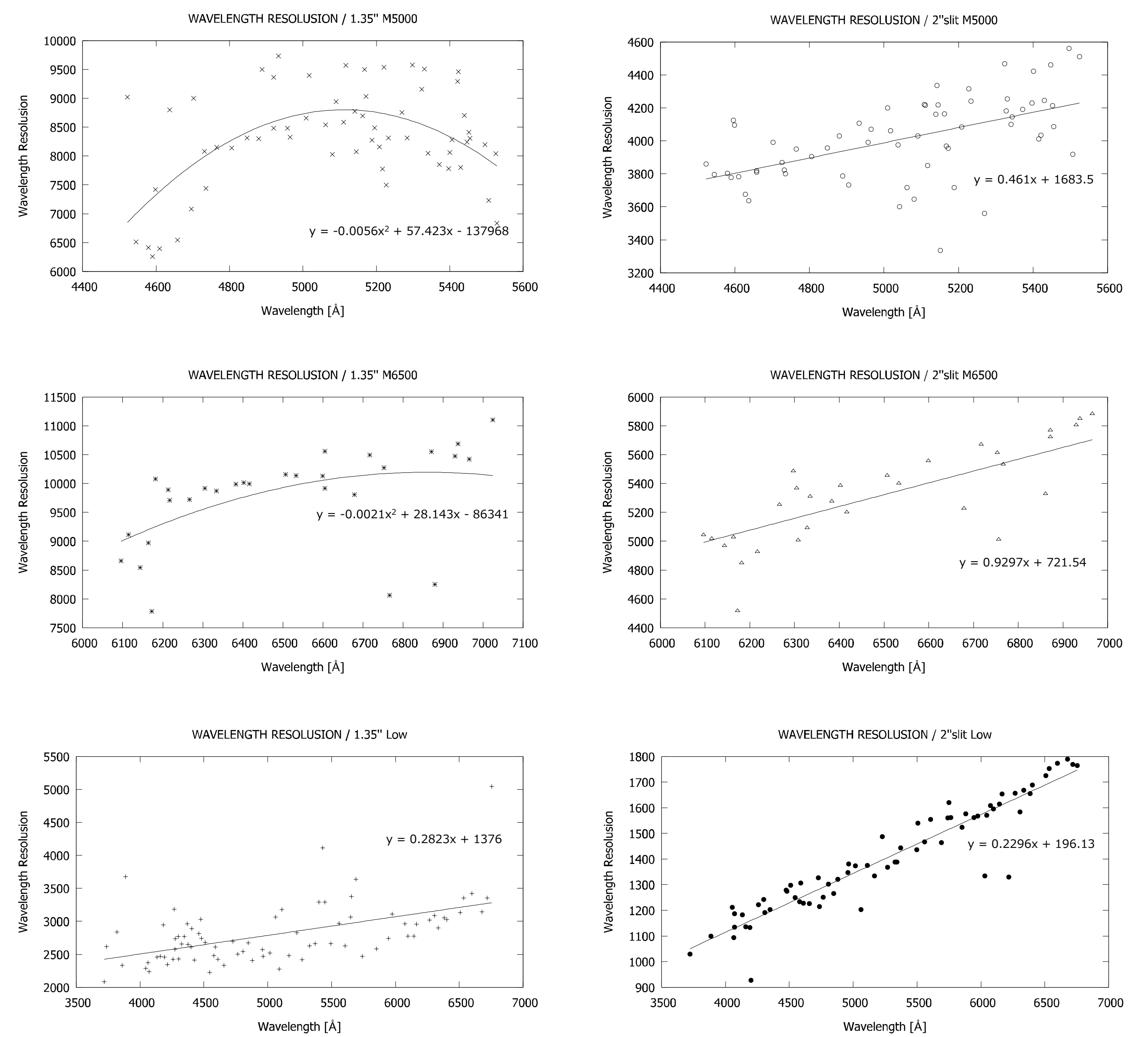
波長分解能

〈測定方法〉

1.35"スリットおよび2"スリットの各グレーティングモードで、中心波長をグレーティングのブレイズ波長に合わせて設定し、それぞれの比較光源データを取得した。一次元化した比較光源スペクトルの輝線に対し、IRAFのsplotタスクでk-kコマンドによるガウシアンフィッティングを行い、ピーク波長 (center) をλ₀、強度半値幅 (gfwhm) をΔλとして波長分解能 (R = λ₀/Δλ) を算出した。

〈結果・まとめ〉

算出した波長分解能をプロットし、得られた近似線関数からブレイズ波長における波長分解能を求めた (Tab.1, Tab.2)。その結果、どのセッティングにおいても設計値よりも高い波長分解能を得られ、1.35"スリットの中分散グレーティングでは視線速度に換算して30-35km/s のドップラーシフトを検出可能であることを確認した。



モード	中分散5000	中分散6500	低分散
設計値	R~5400	R~5400	R~1800
実測値	R~8730	R~9928	R~2787
(前回実測値)	未測定	R~9500	未測定
波長範囲(Å)	4515-5530	6090-7025	3085-6795

モード	中分散5000	中分散6500	低分散
設計値	R~3380	R~3380	R~1190
実測値	R~3988	R~5322	R~1343
(前回実測値)	R~4000	R~5500	R~1190
波長範囲(Å)	4515-5530	6090-7025	3080-6790

課題

- k1-4の導出に使用したサンプル数が少なかったため、数を増やして再度変換係数を求めてみる。
- 天体同士が近接しており、aperture測光では拾いきれない天体が多かった。今後はPSF測光を行ってサンプル数を増やし、結果を比較してみたい。

- 設計値よりも高い波長分解能であることの原因について現在調査中である。原因としては、①スリット幅が設計値よりも狭い、②分光器CCDカメラの変更に伴い焦点距離が変化した、ことなどが考えられる。スリット幅の詳細な測定を行うとともに、分光器設置当初 (旧CCDカメラ) の比較光源データから波長分解能を測定し、現行カメラとの相違がないか確認を行う。

参考文献

- 山中雅之,内藤博之,定金晃三 2007,西はりま天文台年報,第17号,4頁
- 高木悠平,新井彰,森鼻久美子 2014,兵庫県立大学天文科学センター紀要,第2号,1頁
- Chevalier, C.&Illovaisky, S.A. 1991, A&AS,90,225
- Johnson, H.L. & Sandage,A.R. 1955,Apj,121,616

- 新井彰,高木悠平,本田敏志,坂元誠,鳴沢真也,伊藤洋一 2012,西はりま天文台年報,第22号,34頁