OHS/CISCO 試験観測結果報告 2

2000.6　OHS/CISCO 開発グループ

観測日時：2000年5月19日–24日

観測場所：国立天文台 すばる観測所

観測装置：Subaru + OHS + CISCO (19-23日), Subaru + CISCO (24日)

観測概要：

5/19：望遠鏡関係のトラブルにより夜半過ぎからの観測となった。測光標準星を撮った後、観測手順の練習として53W002に向ける。しかし、pointing精度がかなり悪く、53W002だと思って観測した天体は、翌日になってからすぐ近くの別な銀河だった事が判明する。この日は抽象化コマンドのテストと、観測手順の確率が最優先だったため、露出時間を500secに短縮し分光標準星導入時のコマンドテストに時間をかけた。

5/20：この日も望遠鏡関係のトラブルで夜半近くからの観測となったが、前日の経験で観測手順自体は全く問題なく進行した。天体を夜光除去領域に導入する段階での簡易解析の工夫や撮像の露出時間を伸ばすなどした結果、53W002本体の位置を確認でき、無事にdataを取得することができた。

5/21：この日は日曜で望遠鏡関係の昼間の作業が全くなかったため、望遠鏡は関係のトラブルは無く、抽象化コマンド関係で軽微なerrorが出た程度であった。9時間強の全観測時間の内、分光の実露出時間合計は4時間近くに達しており、満足できる稼働率となった。

5/22：オペレータが変わり、観測開始時にかなり手間取った。OHS側も、マスクミラーのカバーが全開せずに途中で止まってしまうというトラブルがあり(原因はすぐに判明したが)、結局、観測開始は10時になってしまった。その後は大きなトラブルはなく順調に観測が行なわれた。日の出直前に観測を打ち切り、Dome flatを取得した。

5/23：望遠鏡のfocusが合わず、off focus像が2つに分裂する状態の中、解決策を調べてもらっている間に z>5 QSOの観測を強行した。とりあえずスペクトルを取得後、解決策を色々と試したがどれもうまく行かなかったが、最終的には無事復旧し夜半過ぎに観測を再開した。その後は順調に観測することができた。

5/24：昼間の内にOHSからCISCO単独でのモードに切り替えて観測。前日直したはずのfocus状態がまた悪い上、pointingが大幅にずれている。この日も正常な状態に戻せたのは10時頃だったので、観測を新しいNarrow band filterの試験をかねて4C+40.36の Hα imagingと、OHSとの性能比較のためのテスト分光に絞った。相変わらずseeingが悪かったのが残念だった。

取得 data :

日時	観測天体	filter	露出時間
5/19	FS27	H	10s × 12= 120
		J	10s × 12= 120
	(53W002)	H	20s × 12= 240
		$JHGr$	500s × 4= 2000
	SAO030251	$JHGr$	20s × 12= 240
	SAO047144	$JHGr$	5s × 12= 60
5/20	FS23	H	5s × 12= 60
		J	5s × 12= 60
	4C-00.54	H	50s × 12= 600
		$JHGr$	1000s × 4= 4000
	SAO120300	$JHGr$	20s × 12= 240
	FS27	H	10s × 12= 120
		J	10s × 12= 120
	53W002	H	50s × 12= 600
		$JHGr$	1000s × 4= 4000
	SAO030251	$JHGr$	20s × 12= 240
	SAO030361	$JHGr$	20s × 12= 240
5/21	FS21	H	5s × 12= 60
		J	5s × 12= 60
	PC1247+3406	H	50s × 6= 300
		$JHGr$	500s × 4= 2000
	SAO063109	$JHGr$	2s × 12= 24
	SAO063174	$JHGr$	5s × 12= 60
	4C-00.62	H	50s × 12= 600
		$JHGr$	1000s × 4= 4000
	SAO121294	$JHGr$	2s × 12= 24
	53W002 A	H	50s × 12= 600
		$JHGr$	1000s × 8= 8000
	SAO030245	$JHGr$	2s × 12= 24

日時	観測天体	filter	露出時間
5/22	6C1232+39	H	50s × 18= 900
		$JHGr$	1000s × 4= 4000
	SAO063098	$JHGr$	5s × 12= 60
	AS31-1	H	5s × 12= 60
		J	5s × 12= 60
	4C+10.48	H	50s × 6= 300
	3C362	H	50s × 12= 600
		$JHGr$	1000s × 4= 4000
	SAO102533	$JHGr$	5s × 12= 60
	FS35	H	5s × 12= 60
		J	5s × 12= 60
	Dome Flat	$JHGr$	10s × 144= 1440
5/23	FS20	H	10s × 12= 120
		J	10s × 12= 120
	SDSSp J120823	H	50s × 12= 600
	.82+001027.7	$JHGr$	500s × 4= 2000
	SAO119221	$JHGr$	5s × 12= 60
	53W002	$JHGr$	1000s × 4= 4000
	SAO030245	$JHGr$	2s × 12= 24
	4C+40.36	H	50s × 12= 600
		$JHGr$	800s × 4= 3200
	SAO066868	$JHGr$	10s × 12= 120
5/24	FS27	K'	5s × 12= 60
		H	5s × 12= 60
		J	5s × 12= 60
	4C+40.36	K'	20s × 96= 1920
		$N215$	50s × 144= 7200
		$JHGr$	200s × 6= 1200
	SAO047356	$JHGr$	5s × 12= 60

- FS star

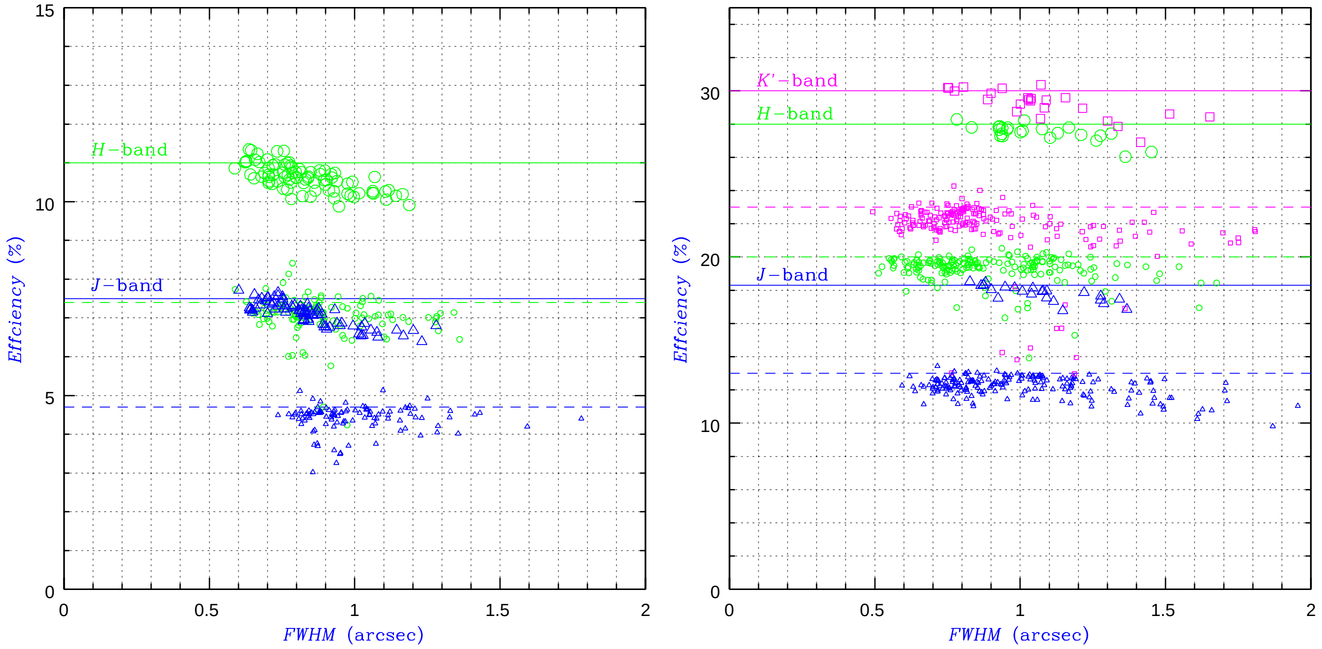

図 1: 左) 5/19-23 の OHS+CISCO による FS20,FS21,FS23,FS27,FS35,AS31-1 の観測結果。右) 5/24 の CISCO による FS27 の観測結果。どちらのグラフも小さい symbol は 2 月の観測結果を表している。 ImR のクリーニングの結果、どちらも大幅に改善され、カセグレンでの効率 (K' で 30.3%) と同じ値が得られた。但し、 CISCO の読み出し回路の Amp board がカセグレンでの観測時のものと異なるため、 conversion factor が変化しており、その測定値の不定性による差がある程度含まれている。

図 1 から得られる結果は以下の通りである。

	J-band	H-band	K'-band
OHS+CISCO(Ns_IR)	7.5%	11.0%	—
CISCO(Ns_IR)	18.6%	28.3%	30.3%
CISCO(Cs_Opt)	19.0%	27.5%	30.3%

前回に比べほぼ 150% 効率が上がった。 ImR 1 面あたり 10% 反射率が向上した事になるが、上述の通り、 Ns_IR と Cs_Opt での効率は完全に同じというわけではない。

OHS 本体部での透過率は、

	J-band	H-band	K'-band
OHS 本体部	40%	39%	—

となる。これは、もちろん前回の測定値 38-39% とほぼ同じ値である。第 3 鏡から ImR までの透過率は現状では判断不能である。

● 現時点での性能と今後の課題

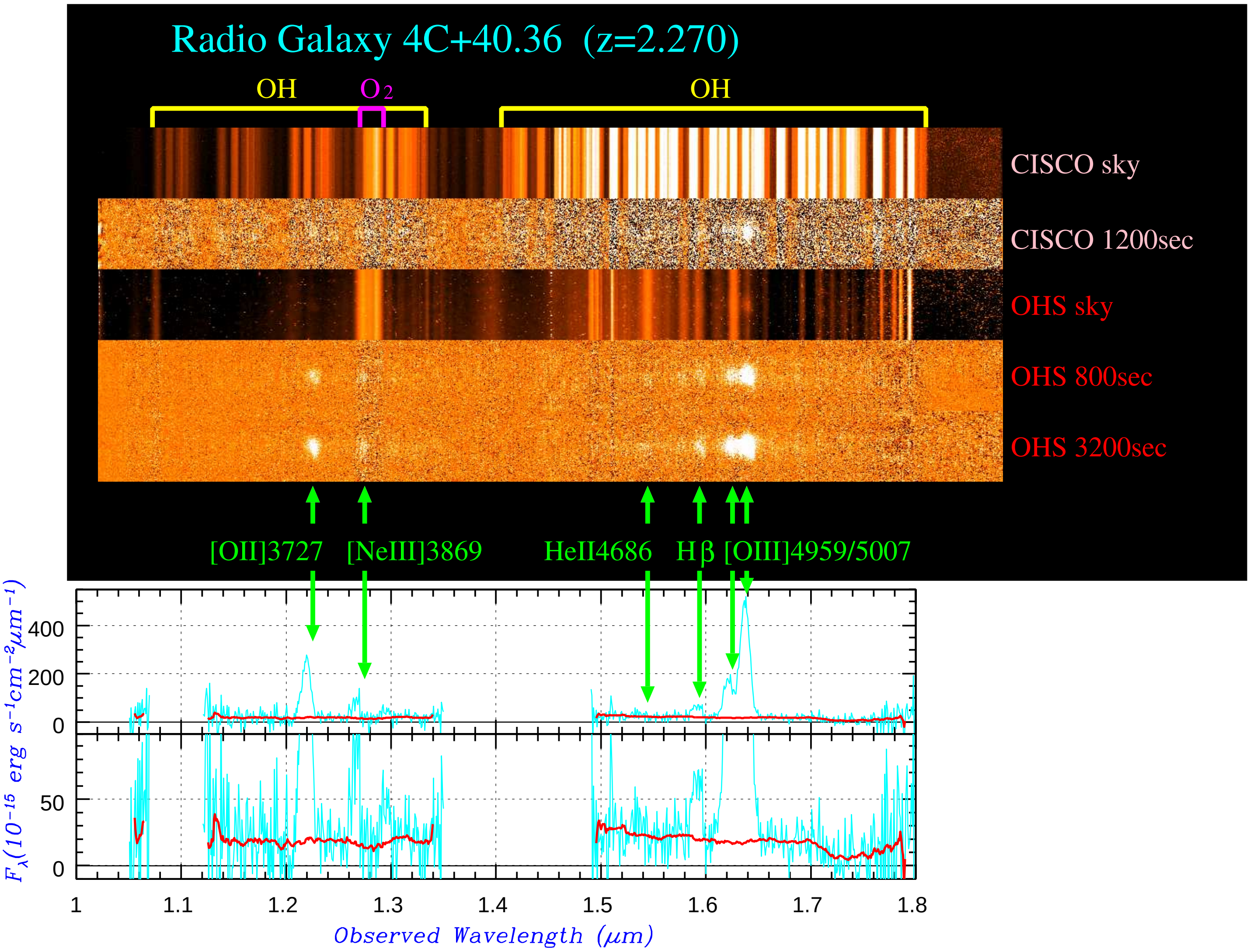

図 2: Radio Galaxy 4C+40.36 (z=2.270) の OHS を用いない場合と用いた場合の取得スペクトルの比較。 CISCO 単独での 1200sec 観測と OHS を用いた状態での 800sec 観測を比較しても、OHS を用いた方が S/N がいいことは一目瞭然である。

上図からも分かるように、J,H-band (下段グラフの plot してある部分) 両端で夜光輝線の抜け残りが存在しているが、これは前回の試験観測後のレポートでも報告した通り、1.3m カメラミラーの形状の歪みが原因で夜光マスクから輝線がはみ出ている事が原因であるものと考えられ、次回試験観測では夜光マスクをそれに応じて修正したものを用いることにより、この部分での夜光輝線もほぼ除去できるものと考えている。上図の 2 つの観測結果は 23,24 日別々に取得されたものであるが、この image から band 両端部以外の部分での夜光除去率を算出すると、$1''$ slit であるにも関わらず H-band で 30、J-band で 13 となっている。しかし、今回の観測では OHS 全体を覆う暗幕が間に合わなかったため Nasmyth 台上での遮光を行なうことができず、残っている夜光輝線と装置周辺の迷光のレベルがほぼ同じ量となっているため、OHS の性能はまだ完全には発揮されていない。

前回と同様に、現状での noise 源と性能比較を行なってみた。

焦点	Background$^{1)}$	noise	object$^{2)}$	S/N	Gain$^{3)}$
Cs_Opt	1590	21	100	4.8	
Ns_IR	1590	21	100	4.8	
Ns_IR+OHS(Feb)	70(30+40)$^{4)}$	6.4(4.5+4.5)$^{5)}$	27	4.2	-0.14
Ns_IR+OHS(May)	45(20+25)$^{4)}$	3.7(3.6+1.0)$^{5)}$	39	10.5	+0.85
Step 1	30(20+10)$^{4)}$	3.1(2.9+1.0)$^{5)}$	39	12.6	+1.05
Step 2	20(20+0)$^{4)}$	2.6(2.4+1.0)$^{5)}$	39	15.0	+1.24

1) 値は全て slit 1″.0, 露出時間 200sec での ADU 値に規格化
2) Cs_Opt=100 とし、透過効率で換算
3) Ns_IR に対する相対 gain、単位は magnitude。
4) 残りの sky background + ナスミス室内の明るさ
5) Background noise + Read noise (3.5e/ADU で換算)

今回の観測では、前回の時に比べ予想通り大幅に S/N を上げることができた。その原因として挙げられるのは、

- dark lane と OHS slit の位置合せに細心の注意を払った。
- CISCO の slit を OHS の slit 幅の 2 倍から 1.4 倍に狭め、迷光の寄与を減らした。
- 露出時間を 1000sec にし、6 回の Multiple sampling を行なうことにより、読み出し noise の寄与を大幅に削減した。
- ImR の cleaning により、透過率が大幅に向上した。

で、全て同程度の寄与が重なって現状で既に 0.85mag の gain を産み出す結果となっている。次回の試験観測時に追加する対策は

- 背景光の寄与を減らすため、cold stop 径を 15% 減らし、IR Nasmyth でのビームサイズとほぼ同じ大きさにする。
- 波長帯両端での除去率を高めるため、修正した新しい夜光 mask と交換。
- OHS 全体を暗幕で覆い、迷光を無くす。

の 3 点で、これらにより上表 Step 1 程度に到達するものと予想される。Step 2 は越えることのできない限界の値で、この値に近づけるよう今後も修正を行なっていく。

● その他

今回の試験観測結果速報を
http://www-cr.scphys.kyoto-u.ac.jp/member/iwamuro/OHS_QL/
(ID: OHS_QL,PW: ohscisco) に置いています。

● 次回試験観測計画

CISCO cold stop 交換、 OHS 夜光 mask 交換、 OHS 暗幕取り付けを行った後、夜光を用いて全体の光学調整を行ない、以下の観測天体の観測を行なう。今回は観測日が 5 日間であるため CISCO 単独モードでの比較の観測は行なわず、全て OHS の性能試験観測を行なうものとする。

次回の性能試験観測の目的

- $1''$ slit (電波銀河) と $0''.5$ slit (QSO) での観測性能比較
- 迷光の寄与を抑えることによる性能向上の確認
- 天文学的 data の取得

観測候補天体 list

電波銀河	R.A.(2000)	Dec.(2000)	z	PA
4C +10.48	17h10m06.5s	+10d31m06s	2.349	52
4C +48.48	19h33m05.2s	+48d11m42s	2.343	29
PMN J2106-2404	21h06m58.1s	-24d05m11s	2.491	54
4C +23.56	21h07m14.8s	+23d31m45s	2.483	51
4C +19.71	21h44m07.5s	+19d29m15s	3.594	-3
4C +40.02	00h30m48.8s	+41d10m54s	2.428	—
z>4.35 QSO	R.A.(2000)	Dec.(2000)	z	H-mag
PC 1415+3408	14h17m55.0s	+33d54m42s	4.600	19.6
B3 1428+422	14h30m23.7s	+42d04m37s	4.715	19.2
PSS J1443+2724	14h43m31.2s	+27d24m37s	4.420	17.6
SDSSp J145118.77-010446.2	14h51m18.8s	-01d04m46s	4.672	18.8
SDSSp J152740.52-010602.6	15h27m40.5s	-01d06m03s	4.410	18.7
SDSSp J153259.96-003944.1	15h32m59.9s	-00d39m44s	4.620	18.6
SDSSP J160501.21-011220.0	16h05m01.2s	-01d12m20s	4.920	18.9
Q 2203+29	22h06m02.7s	+29d30m02s	4.406	19.1
BR 2237-0607	22h39m53.6s	-05d52m19s	4.558	16.6
BR 0019-1522	00h22m08.0s	-15d05m39s	4.528	17.3
SDSSp J003525.29+004002.8	00h35m25.3s	+00d40m03s	4.750	18.6
PC 0036+0032	00h38m59.6s	+00d48m59s	4.510	20.2
Q 0051-279	00h54m15.5s	-27d42m08s	4.395	18.4
Other Galaxies	R.A.(2000)	Dec.(2000)	z	Comment
DLA 2233+131	22h36m19.2s	+13d26m18s	3.153	PA=-20, $2''.5$ に QSO(z=3.295)
DSF 2237+116 C02	22h40m08.3s	+11d49m05s	3.333	K=20.4,LBG(Lyα 弱)
MLG93 G2	00h03m28.6s	-26d03m52s	3.428	HST 有