

2002年後半のシーイング観測結果

本原顕太郎

平成 15 年 1 月 16 日

概要

2002 年 10 月の三鷹、2002 年 11 月から 12 月にかけてのチリ・アタカマでのシーイング測定結果を報告する。

1 三鷹での観測

システム動作試験と三鷹でのデータチェックのために 2002/10/28,29 の二日に渡って測定を行った。

観測のログは以下の通り

Time Started(JST)	Duration Time	Star	Comment
2002/10/28 18:32	10m47s	β Cyg (Albileo)	Focus Check and Pixel Scale Check
21:35	21m53s	15 κ Cas (4.2mag)	Seeing looks bad
22:39	35m25s	28 ν Cas (4.6mag)	
2002/10/29 17:01	6m28s	β Cyg (Albileo)	Focus Check and Pixel Scale Check
20:03	45m00s	24 η Cas (3.4mag)	

表 1: 三鷹でのシーイング観測ログ

1.1 シーイング

シーイングのプロットは以下の通り。

上段が Alt. 方向に開いた開口部のペアから算出したシーイング、下段が Az. 方向のペアから算出したもの。また、緑線が開口ペアの間隔方向の揺らぎから算出したシーイング (S_l)、赤線が間隔と垂直の方向の揺らぎから算出したシーイング (S_t)。

また、表 2 に各測定についての平均値と標準偏差を示す。

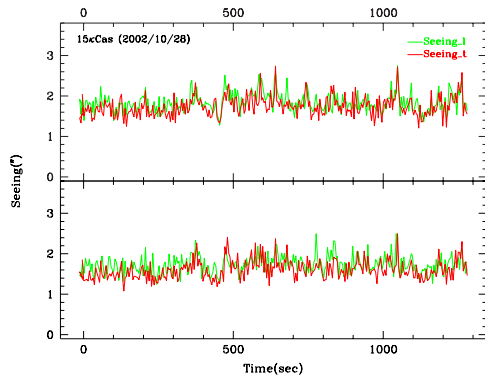


図 1: 15κ Cas (2002/10/28) のシーイングの時間変動

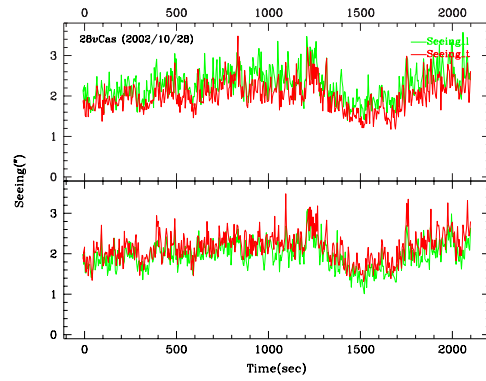


図 2: 28ν Cas (2002/10/28) のシーイングの時間変動

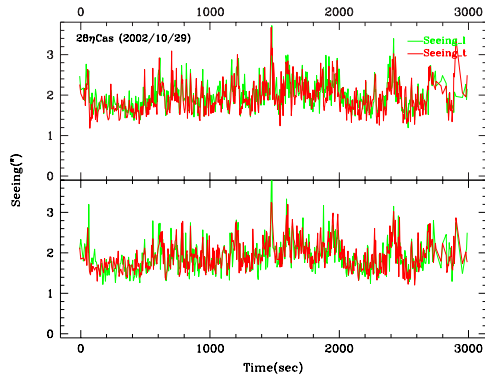


図 3: 15κ Cas (2002/10/28) のシーイングの時間変動

Date	Star	Alt. Pair		Az. Pair	
		S_l (")	S_t (")	S_l (")	S_t (")
2002/10/28	15κ Cas	1.83 ± 0.233	1.74 ± 0.245	1.73 ± 0.220	1.61 ± 0.234
2002/10/28	28ν Cas	2.29 ± 0.389	2.02 ± 0.367	1.96 ± 0.333	2.16 ± 0.358
2002/10/29	24η Cas	2.00 ± 0.343	1.94 ± 0.368	1.91 ± 0.368	1.93 ± 0.353

表 2: シーイングの観測結果

2 チリでの結果

チリでの観測は、天気にもあまり恵まれなかったこともあり 11/30, 12/3, 12/4 の 3 晩のみであった。取得したデータはテープ 5 本でほぼ 5 時間。

観測の概要を以下にまとめる。

観測場所：

11/29に Co. Chajnantor と Co.Chascon の鞍部の、TAO 気象モニタ設置場所横の高台の上 (標高 4950m) に設置した。しかしながら 11/30 の観測で、風が非常に強いことが分かり、12/4 に ASTE 横のコンテナの東隣 (標高 4840m) に移動した。

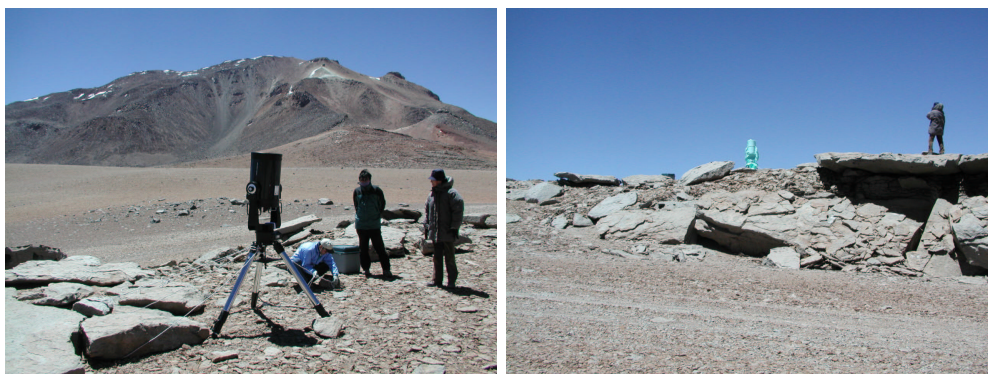


図 4: 11/30,12/3 の観測場所である TAO 気象モニタ横の高台。



図 5: 12/4 の観測場所である ASTE(左) とそのコンテナ陰に設置した望遠鏡 (右)

2002/11/30：

- 日没: 20:02 (GPS によると)
- 場所: 気象モニタ横高台
- 天気: 快晴。風が強い。望遠鏡の Alt 方向の振動がかなり大きく、CCD の視野の半分近く振れている。
- メモ: CCD 根元の BNC コネクタが不調。一応動作している。
- 観測: Star #20 のデータを 1 時間ほど取得したものの風による振動がひどい。22:37 ころ撤収。

2002/12/1：

観測準備中に CCD 根元の BNC コネクタが破損。観測断念。

2002/12/3 :

- 場所: 気象モニタ横高台
- 天気: 夕刻まで曇り、時々小雪が舞う天気。22:00 頃から晴れ上ってきた模様 (推測)。なお、現地に到着したのは 24:00 頃
- 観測: 25:00 ころから Star #52 のデータを 1 時間取得した。その後 26:20 ころから風が強くなり振動がひどくなったため中断。車を寄せて風よけにしようとしたが全く効果なし。風速は 5m/s 以上か。けっきょくそのまま観測断念して下山。

2002/12/4 :

- 場所: ASTE コンテナ東陰
- 天気: 昼間は曇り、日没前から晴れ上ってくる。強い西風、薄い Cirrus が出ているか? コンテナ陰はほとんど無風。
- 観測: 21:00 過ぎから 3 時間に渡ってデータ取得。その後、25:00 ころにポリビア側から雲が来たため撤収。

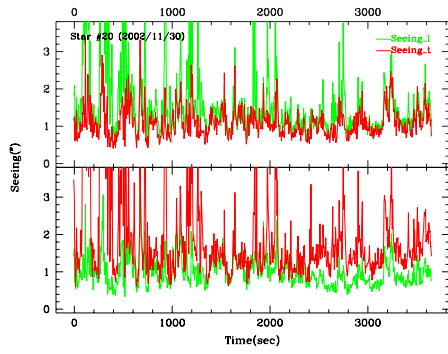
取得データのログは下表の通り。なお、チリ標準時 (CST) はサマータイムの時期だったため日本との時差は 12 時間だった。また、ID はビデオテープの番号でもある。

ID	Time Start(CST)	Star	Comment
1	2002/11/30 21:38	Star #20	RA=02h19.4m Dec=-02°58', 2.1mag
2	2002/12/03 25:10	Star #52	RA=05h39.7m Dec=-34°04', 2.6mag B7IV
3	2002/12/04 21:20	Near #21	~4mag, #21:RA=02h38.3m Dec=-40°19'
4	22:37	Star #31	RA=03h58m Dec=-13°30'
5	23:45	Star #31	RA=03h58m Dec=-13°30'

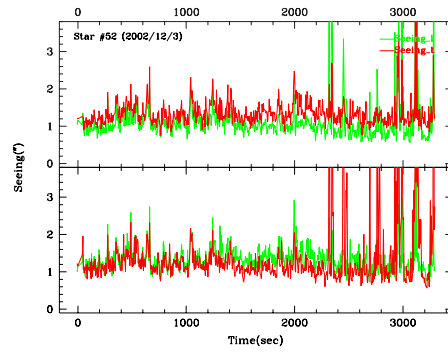
表 3: チリでのシーイング観測ログ

2.1 シーイング

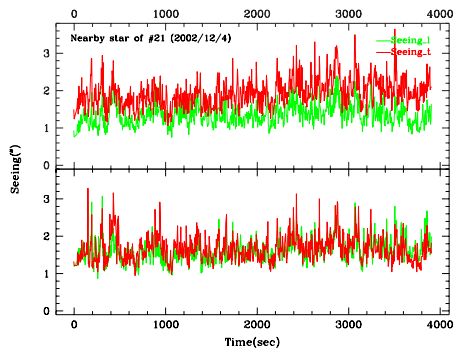
シーイングのプロットは以下の通り。



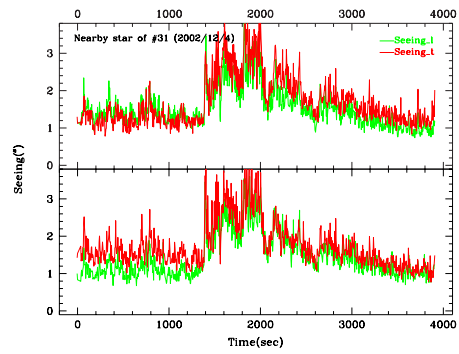
☒ 6: Star #20 (2002/11/30)



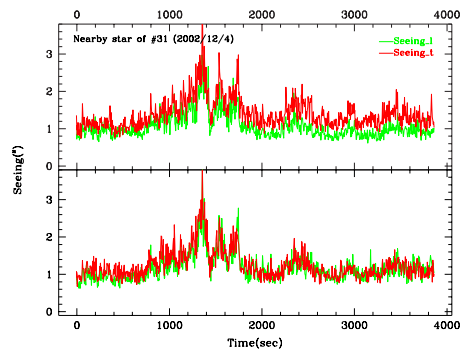
☒ 7: Star #52 (2002/12/3)



☒ 8: Near #21 (2002/12/4)



☒ 9: Star #31 (2002/12/4)



☒ 10: Star #31 (2002/12/4)

また、表 4 に各測定についての平均値と標準偏差を示す。

Date	Star	Alt. Pair		Az. Pair	
		S_l (")	S_t (")	S_l (")	S_t (")
2002/11/30	Star #20	1.62±1.249	1.09±0.399	1.00±0.396	1.95±1.701
2002/12/3	Star #52	1.12±0.616	1.35±0.332	1.34±0.335	1.38±1.093
2002/12/4	Near #21	1.36±0.289	1.94±0.380	1.63±0.314	1.68±0.347
2002/12/4	Star #31	1.54±0.523	1.70±0.662	1.45±0.574	1.75±0.609
2002/12/4	Star #31	1.06±0.313	1.40±0.399	1.17±0.353	1.24±0.379

表 4: シーイングの観測結果

この結果に対するコメント述べておく。

- シーイングの値は平均すると $1 - 1.2''$ かそれ以上と推定される。これは次の節で述べる積分時間の効果がどの程度あるかに依るだろう。
- 2002/11/30 の測定では、図 6 から読み取れるようにたまに $\sim 0.6''$ 程度のシーイングが安定して出ていることがあった。
- 図 6 から見て取れるように、一方の揺らぎから測定したシーイングが他方よりも非常に大きくなっていることがある。これは、望遠鏡の風による振動のために星像が伸びてしまい、重心の測定位置が非常に不安定になっているため。
- 全体として S_l と S_t の値が結構 ($\sim 0, 3''$) 違う。原因はおそらく上空の風の影響 (望遠鏡振動ではない) だと考えている (Martin et al. 1987; Sarazin & Roddier 1990; Soules et al. 1996)。

2.2 積分時間の補正項

DIMM 方式のシーイング測定の前提は、単一積分時間が十分に短くてその間の星像の移動はほとんど無視できる、ということである。しかしながらビデオレートのデータ取得は実効積分時間は $1/30\text{sec}$ で、しかもインターレースのために $1/60\text{sec}$ の積分時間を互い違いに 2 回行うことになる。この間の星像の動きについては測定できないため、その間の揺らぎはならされてしまい、実際のシーイングよりも小さい値が測定されると予想される。

Martin (1987) は 1 層の単純なモデルを用いて、乱流の動く方向が揺らぎを測定した方向により平行な方が S_l が実際の値よりも小さく測定されることを示した。(Martin 1987, Fig8a,b) それによると

- 風に平行なアパーチャ の S_t, S_l の値はあまり大きくは変わらないが、実際の値よりもかなり小さくなる可能性がある
- 風に垂直なアパーチャ の S_t, S_l の値は大きく変り、 S_l がより実際の値に近くなる

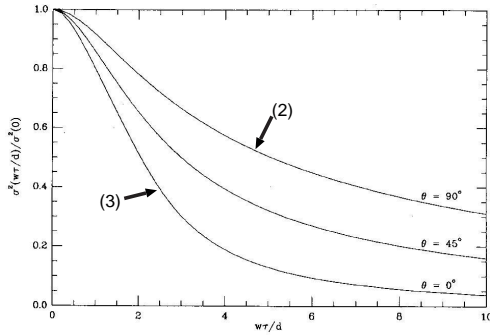


FIG. 8a—Ratio of measured mean square differential image motion to actual motion, for wind speed w , exposure time τ , and aperture diameter d . The aperture separation $s = 2d$, and motion is measured parallel to the aperture separation ($\psi = 0$). The angle θ is the wind direction with respect to the motion axis, as defined in Figure 5. The ratio depends on s/d , ψ , θ , and $w\tau/d$.

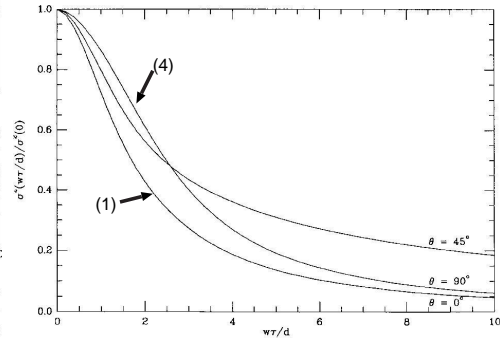


FIG. 8b—Same as Figure 8a for motion measured perpendicular to the aperture separation ($\psi = 90^\circ$).

図 11: Martin (1987) の Fig 8a, 8b。图中的 (1)~(4) は次図の風と揺らぎの測定方向との対応。

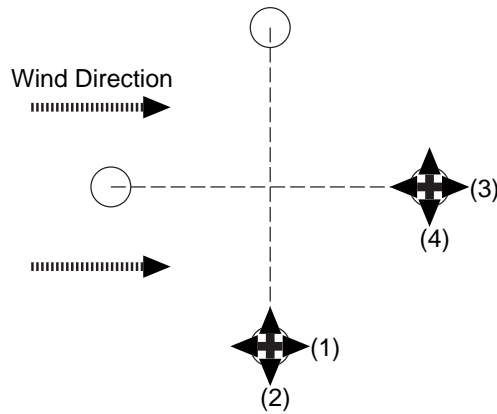


図 12: 上図の (1)~(4) の測定方向。

とすることができる。(図 11,12)

先の S_l と S_t の値の違いはおそらくはこれに起因し、その場合、算出された 4 つの値について最も大きい値がより現実に近い、と考えられる (アパーチャ の上空の風向きに対する配置にもよるが)。それでもまだ factor 2 近く underestimate している可能性も捨てきれない。

この値の補正は難しいが、風向きを確定できれば 4 つのシーイングの値を 図 11 に当てはめることによって求めることができるかもしれない。

これは今後の課題となるだろう。

3 今後の課題

3.1 風対策

チリでの測定は非常に強い風 (場合によっては風速 10m/s 以上と思われる) の中に行った。その際、風のために望遠鏡の Alt. 軸が大きく振動してしまう現象に見舞われ、データ取得に支障を来たした。

車は実質的に風よけとしては役に立たず、今後何らかの風対策が必要だろう。

3.2 ウェッジの取り付け角度

観測中にフォーカスを変えると視野中の 4 つの像が大きく回転する現象が見られた。

チリから帰国後ウェッジの頂角の方向をレーザーを使って測定したところ、この取り付け角度が設計に比べて 45° 程回転していることが判明した。次回以降の観測では、これを設計値になるように修正しなければならない。

このウェッジの角度については別レポートで報告する予定。

References

Martin H.M., 1987, PASP, 99, 1360

Sarazin M. & Roddier F., 1990, A&A, 227, 294

Soules D.B., Drexler J.J., & Draayer B.F., 1996, PASP, 108, 817