

岡山天体物理観測所におけるシーイング観測

上田篤¹、柳澤顕史²、沖田善一²、小矢野久²、乗本祐慈²、浦口史寛²、高遠徳尚²、大杉節¹、吉田道利² (1、広島大学、2、国立天文台)

2002年9月25日

概要

昨年度、岡山天体物理観測所 188cm 反射望遠鏡のカセグレン・オートガイダのデータをもとに、シーイングを評価し、平均的に 1.5arcsec($\lambda=660\text{nm}$) が得られた。今回、太陽クーデ望遠鏡に Differential Image Motion Monitor(DIMM) を取り付けて太陽ドーム付近のシーイングを評価したところ、シーイングサイズの最頻値は transverse 方向 0.9-1.1arcsec、longitudinal 方向 1.1-1.3arcsec($\lambda=550\text{nm}$)、subarcsec の環境になった割合は 18%であった。

1 目的

これまで岡山天体物理観測所のシーイングは定量的な評価はされてこなかった。しかし去年、188cm 反射望遠鏡のカセグレン・オートガイダのデータをもとに 188cm 反射望遠鏡付近のシーイングの評価がなされた。

今回は、DIMM で独立にシーイングの評価をする。太陽ドームを選んだ理由は、赤外シミュレータの移設候補地の 1 つであること、また他の観測を妨げることなく、いつでも観測ができるからである。

2 測定方法

今回は 7 月下旬から 9 月下旬の間で 9 日間、太陽ドームの太陽クーデ望遠鏡に DIMM を取り付けて測定を行った。DIMM とは、1960 年代初頭には、Stock らによってシーイング評価の手段として用いられていた道具で、望遠鏡の振動によらないのでそれ以外の要素(ドームシーイングやナチュラルシーイング)で決まるシーイングを決めることができる。

今回使用した DIMM は、高遠・浦口モニターと呼ばれるもので、同型のものが Subaru でも利用されている。以下にこのシーイングモニターの全体像とジオメトリを載せておく。

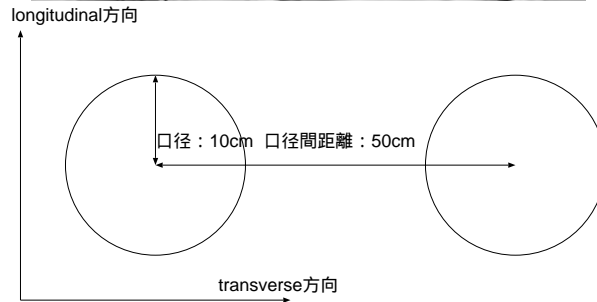


図 1: シーイングモニターの全体像とジオメトリ

3 整約方法

星像は点像分布関数で表され、Gaussian を回転した形で表される。よって、シーイングは点像分布関数の半値幅で表される。

$$FWHM(w\tau/d) = 0.98 \times \frac{\lambda}{r_0}$$

w: 風速
d: 口径
 τ : 露出時間
 r_0 : Fried's parameter r_0 [cm]

(1)

今回用いた高遠・浦口モニターからのデータ出力は、天頂距離の依存を補正した Fried's parameter r_0 が計算されて出力される。よって波長 λ を決めてやれば、(1) からシーイングが求まる。

(1) 式によってシーイングの天頂距離の補正をしたが、今回はさらに風速、風向、CCD の露出時間の補正をするために以下の式を用いて補正した。

$$FWHM = \frac{FWHM(w\tau/d)}{\sqrt{0.5}(\text{or}\sqrt{0.62})} \quad (2)$$

$\sqrt{0.5}$:transverse方向のシーイングを求めるときの定数
 $\sqrt{0.62}$:longitudinal方向のシーイングを求めるときの定数

3.1 注意事項

整約方法でいくつか注意することがあるので述べておく。

1. $\lambda=550\text{nm}$ 、 $\tau=1/100\text{s}$ 、 $d=10\text{cm}$ である。また、 w は 30m/s と仮定した。
2. 浦口・高遠モニターは S (望遠鏡間の距離) $=5d$ という関係を持つジオメトリだが、 $S=4d$ という関係をもつジオメトリと仮定しているので、求めたシーイングの値は上限値である。
3. $\sqrt{0.5}$ 、 $\sqrt{0.62}$ という値は、それぞれ $S=4d$ という関係のジオメトリにおける風速、風向、露出時間の補正の longitudinal 方向、transverse 方向の係数の平均値である。
4. シーイング測定したとき、CCD が 45° 傾いていたのだが、その補正はしていない。

4 結果

4.1 一日のシーイングの移り変わり

一日のシーイングの移り変わりをグラフにしたものが図1から図5である。

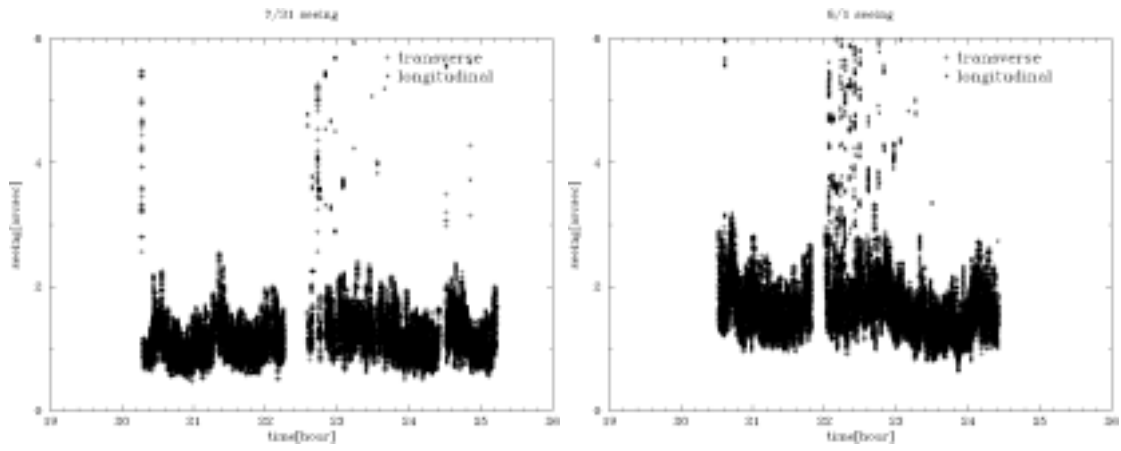


図 2: 左は7月31日のシーイングの変化、右は8月1日のシーイングの変化

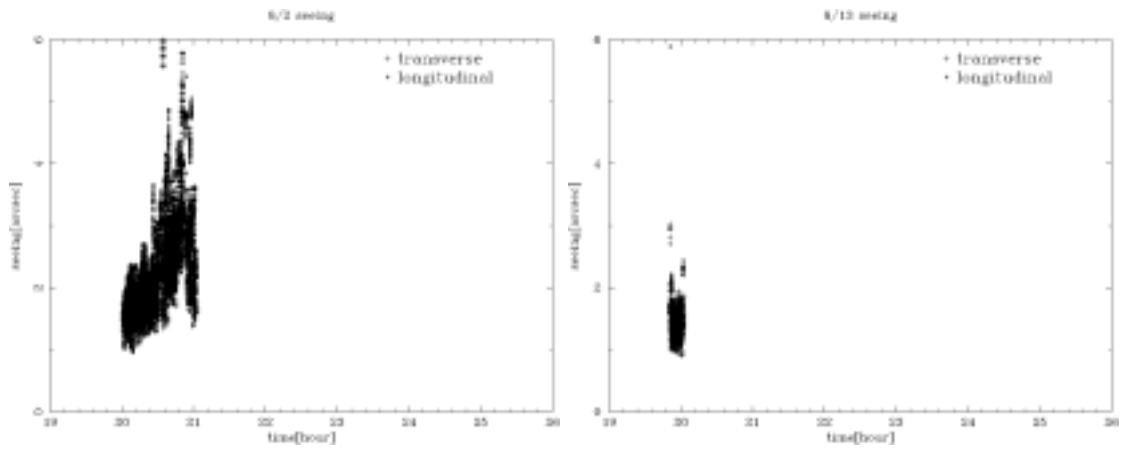


図 3: 左は8月2日のシーイングの変化、右は8月13日のシーイングの変化

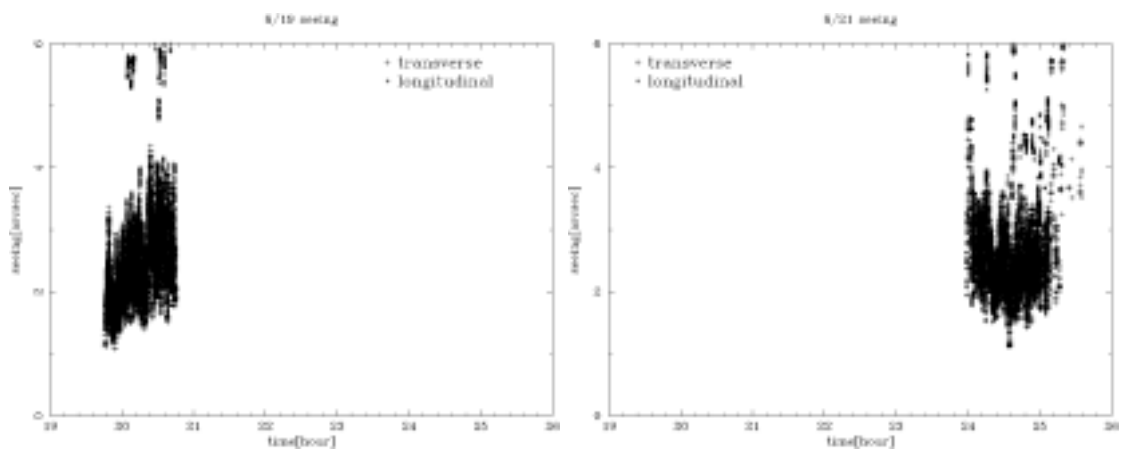


図 4: 左は8月19日のシーイングの変化、右は8月21日のシーイングの変化

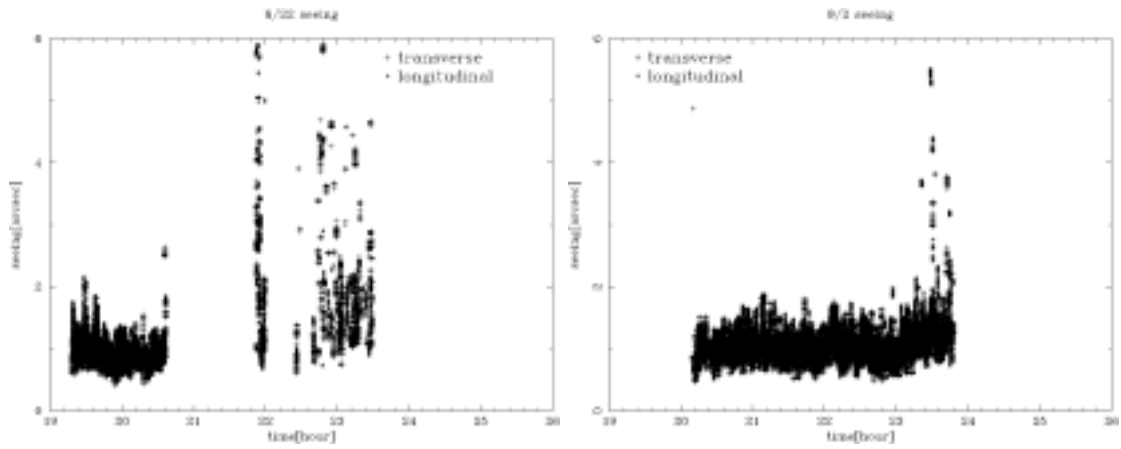


図 5: 左は 8 月 22 日のシーイングの変化、 右は 9 月 2 日のシーイングの変化

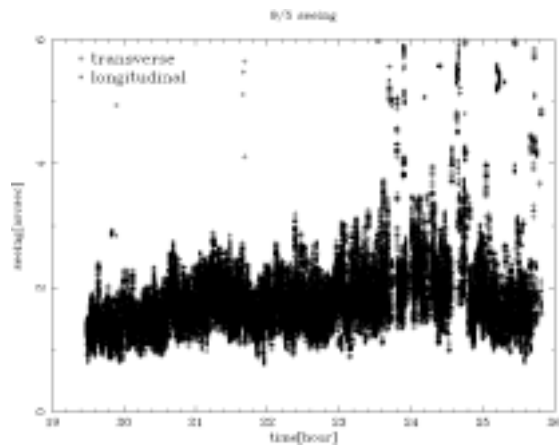


図 6: 9 月 5 日のシーイングの変化

4.2 ヒストグラム

一日のシーイングの移り変わりから r_0 、シーイング、累積割合を transverse 方向、longitudinal 方向についてグラフにしたものが図 6 から図 8 である。また、これらのグラフをまとめたものが表 1 である。

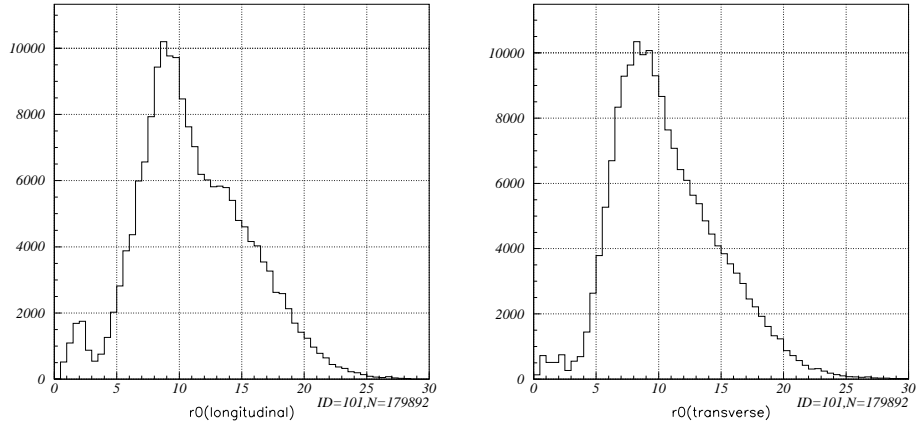


図 7: 左はlongitudinal 方向の Fried's parameter r_0 のヒストグラム、右は transverse 方向の Fried's parameter r_0 のヒストグラム:縦軸 [count]、横軸 [cm]

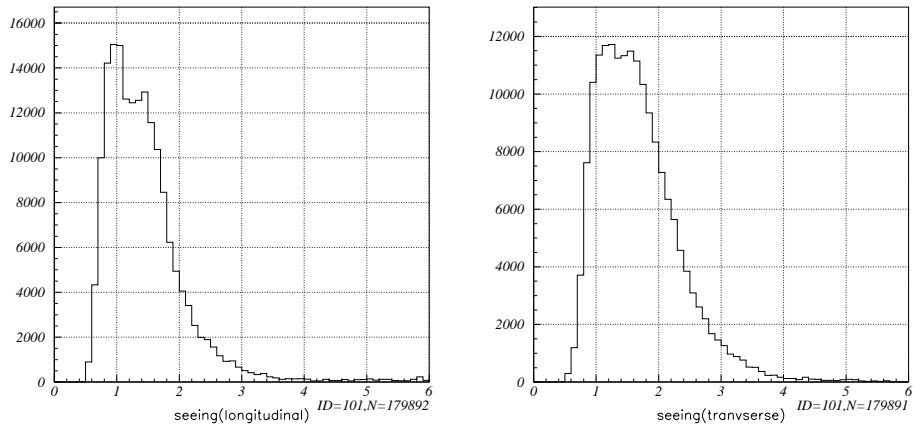


図 8: 左はlongitudinal 方向のシーイングのヒストグラム、右は transverse 方向のシーイングのヒストグラム:縦軸 [count]、横軸 [arcsec]

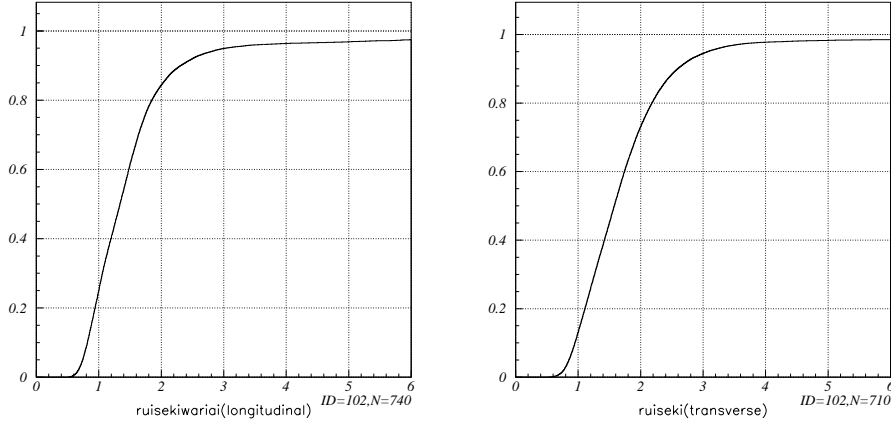


図 9: 左は longitudinal 方向のシーイングの累積割合、右は transverse 方向のシーイングの累積割合:縦軸 [累積頻度]、横軸 [arcsec]

表 1: まとめ

	transverse 方向	longitudinal 方向
最頻値 (r_0)	8.5-9.0	8.0-8.5
最頻値 (シーイング)	0.9-1.1	1.1-1.3
sub-arcsec の頻度	18%	18%
≤ 1.5 arcsec の頻度	50%	50%

5 まとめ

1. 今回得られたシーイングは、太陽クーデームシーイングとナチュラルシーイングの合わさった値である。
2. 今回得られたシーイングの最頻値は $\lambda=550\text{nm}$ のとき、transverse 方向 0.9-1.1[arcsec]、longitudinal 方向 1.1-1.3[arcsec] であった。
3. また、 $\lambda=660\text{nm}$ に換算すると 1.1-1.5[arcsec] となるので、74 インチオートガイドで蓄積されたシーイングデータの解析結果と比較すると、ほぼ同様の結果が得られており、太陽クーデでも 74 インチと同様のシーイング環境である可能性が高い。

参考文献

- [1] 188cm 望遠鏡ドーム内シーイングモニターについて、浦口史寛
- [2] DIMM Traget の選択、柳澤顕史
- [3] 岡山天体物理観測所の簡易シーイング統計、柳澤顕史
- [4] The ESO differential image motion monitor、M.Sarazin and F.Roddier
- [5] Image motion as a measure of seeing quality、H.M.Martin