

東北 DIMM と広大 DIMM の同時比較観測 最終報告

沖田博文 (東北大)

2008/11/14

1 概要

東北 DIMM は 2007 年に AIR-T-40(南極 40cm 赤外線望遠鏡)に取り付けてシーイングを測定する装置として開発したものである。東北 DIMM に関する詳細な原理等は「南極サイト調査用 DIMM(シーイング測定装置)の開発と試験観測結果」(沖田博文、2008 年)で示してあるので詳細は省略するが、得られたシーイング値が妥当かどうか検証されていない。そこで東広島天文台所有の広大 DIMM と同時比較観測を行い、シーイング値が正しく得られているのか検証を行った。この最終報告では前回のレポート(東北 DIMM と広大 DIMM の同時比較観測)のデータを解析し直し、さらに 3 夜の追加観測で得られたデータを報告する。観測結果は東北 DIMM は広大 DIMM の誤差の範囲内で同じシーイング値を返しており、さらにシーイング値の時間変動も同じ傾向が見られた。よって東北 DIMM はシーイング測定装置として正しく機能することが示された。

なお広大 DIMM は岡山天体物理学観測所で運用されている京大 DIMM との同時観測において、得られたシーイング値が妥当であると結論づけられている。この点は「広島大学 1.5m 望遠鏡移設値シーイングのモニター装置開発と測定」(千代延真吾、2005 年)を参照されたい。

2 観測装置

東北 DIMM、広島 DIMM のスペックを表 1 に記す。なお東北 DIMM は物理 A 棟屋上の天体観測ドーム(小)の中に設置されている AIR-T-40(南極 40cm 望遠鏡)に取り付けられており、広大 DIMM は天体観測ドーム(小)から西に 5m 程離れたところに、直接屋上に設置して観測を行った。

3 データ解析

観測から得られたデータはそれぞれ以下に示す方法で解析を行った。

3.1 東北 DIMM

東大 TAO 計画で使用された UT-DIMM 用のシーイング解析ソフトをそのまま使用した。これは東大天文センターの本原健太郎氏が開発したものである。出力された結果は天頂角補正を行っていないので、

DIMMZ.cpp を用いて天頂角を補正する。DIMMZ.cpp は天頂角を補正するプログラムであり、沖田が製作した。

またヒストグラムを描く為のデータを出力するプログラム (DIMMhist.cpp)、シーイング値の分散を計算するプログラム (sigma.awk) も使用した。

3.2 広大 DIMM

広大 DIMM は京大 DIMM のシーイング解析ソフト、seemon2 でシーイング値を得ている。このソフトでは天頂角補正も行われるが、天体の高度は観測地の経度緯度による。よってソフトは観測地毎にコンパイルし直さないと正しい値を得ることはできない。

今回はコンパイルせずに観測を行った為、DIMMCN.cpp というプログラムを書いて時刻・観測地を補正しさらに天頂角を補正した。広大 DIMM の場合も東北 DIMM と同様にヒストグラムを描く為に DIMMhiroshimahist.cpp、シーイング値の分散を計算する sigma.awk を使用した。

4 観測

広大 DIMM との比較は以下の 4 夜の観測で行った。

4.1 2008 年 7 月 13 日

2008 年 7 月 13 日 (日)~14 日 (月) にかけて最初の比較観測を行った。観測には α Lyr(ベガ) を用いた。東北 DIMM は 0 時 3 分から 4 時 9 分まで観測を行い、広大 DIMM は 0 時 52 分から 2 時 12 分まで観測した。広大 DIMM の観測時間が短いのは、ソフトが不安定でいつの間にかコンピューターがフリーズして観測が終了しており、このことに気づけなかった為である。

4.2 2008 年 10 月 3 日

2008 年 10 月 3 日 (金)~4 日 (土) にかけて観測を行った。前半夜は AIR-T-40(南極 40cm 望遠鏡) の極軸調整を行っていた為、東北 DIMM の観測データがない。観測には α Lyr(ベガ)、 α And(アルフェラッツ)、 α Cyg(デネブ)、 α Aur(カペラ) を用いた。

4.3 2008 年 10 月 9 日

2008 年 10 月 9 日 (木)~10 日 (金) にかけて観測を行った。前半は天候が思わしくなかったが徐々に回復し観測を実施した。特筆すべきは翌朝の 6 時 2 分まで東北 DIMM で観測ができたことである。この日の仙台の日出時刻は 5 時 40 分であり、太陽が昇ってきた後も、限定的ではあるが観測が行えることが判明した。なお、この日の観測には α Aur(カペラ) を用いた。

4.4 2008 年 10 月 13 日

2008 年 10 月 13 日 (月)~14 日 (火) にかけて観測を行った。日没前の 16 時 22 分から東北 DIMM では観測を行うことができた (日没は 17 時 2 分)。広島 DIMM は 21 時頃まで不調で動作しなかったがその後回復

し、明け方まで観測を実施した。観測には α Lyr(ベガ)、 α Aur(カペラ) を用いて行った。

5 観測結果

観測結果を図 1~4 に示す。図上が東北 DIMM、図下が広島 DIMM で得たシーイングを示しており、横軸は観測時刻 (JST) を表している。10 月の観測は長時間に及ぶ観測でありデータ解析の都合から、いわゆる「30 時間制」すなわち深夜 1 時=25 時、深夜 2 時=26 時 .etc で記した。

6 考察

観測日毎に得られたシーイングの時間変化・ヒストグラム・平均/Median 値を考察していく。それぞれ図 1~4 がシーイングの時間変化、図 5~7 がヒストグラム、表 2~5 が平均/Median 値である。

なお後述するが 10 月 13 日観測の広大 DIMM の値は時刻補正が正しく行えなかった為正しくない。

6.1 2008 年 7 月 13 日

まず、前回のレポート (2008 年 8 月 29 日) の解析は間違っていた事を指摘する。これは広大 DIMM の解析ソフトが正しい時刻から 20 分早めた時刻になるように「補正」をしていたのが原因で、このことから広大 DIMM の時刻は 20 分ずれていた。また観測地の緯度経度の補正もしていなかった為、天頂角補正も正しく行えていなかった。

なので、この点をふまえて解析をやり直した。その結果は東北 DIMM と広島 DIMM とで 1 時 20 分頃までシーイングが悪い、その後いったんシーイングが良くなり 1 時 45 分頃まで徐々にシーイングが悪化する、といった傾向が一致するものであった。ヒストグラムでは広島 DIMM の広がり大きいのが、これは東北 DIMM に比べ観測時間が短いことによるものと考えられる。

6.2 2008 年 10 月 3 日

前述の通り、前半夜は東北 DIMM で観測が行えなかった。よって同時観測を行った 23 時以降に着目する。23 時~23 時 30 分頃はシーイング値は東北 DIMM、広大 DIMM 共に悪い値を示し、また 24 時 10 分以降の観測から、両方の DIMM で同じようにシーイングの変化をとらえている。

広大 DIMM から、この日全体のシーイングは安定しておらず、値は大きく変化していることが読み取れる。ヒストグラムは目立ったピークのない形を示しているが、これはこの日のシーイングの変動が大きかったことに影響したのだと考えられる。

6.3 2008 年 10 月 9 日

観測結果から、観測日は非常に大気の安定した日であったと考えられる。シーイング値の時間変動もあまりなく、安定して小さい値を示している。広島 DIMM で見られるデータの欠損はパソコンのフリーズ等で生じたものである。共 DIMM とも、28 時付近のシーイングの悪化をとらえていることが見て取れる。

またヒストグラムはこの日の安定したシーイングを反映して、集中度の高い形を示している。

6.4 2008年10月13日

この日の観測では広大 DIMM を制御するパソコンの時刻が再起動のたびに大幅に狂い、時刻の補正がうまく行えなかった。その為広大 DIMM のシーイング値の時間変化と東北 DIMM の時間変化は比較できない。また広大 DIMM のシーイングも天頂角補正を行う関係から正しい値を得ることができなかった。よってこの日の観測結果は解析に使用することはできない。参考までにヒストグラムを示す。

6.5 考察のまとめ

今回行った4夜の比較観測の結果から、広大 DIMM で観測されたシーイングの変化は東北 DIMM でも検出でき、さらに両 DIMM の平均/Median のシーイング値はほぼ一致していると言える。ヒストグラムはその日のシーイングの安定具合によって形が大きく変わることが分かったが、シーイングが安定している日は両 DIMM で差がほとんど見られない。

東北 DIMM の開発の目的はある瞬間のシーイングの値を求めることではなく、南極ドームふじに大型望遠鏡を設置した時に見込まれる星像の大きさを求めることにある。よって東北 DIMM の観測結果が統計的に広大 DIMM に一致していればよく、平均/Median のシーイング値・ヒストグラムの形が一致する事は、東北 DIMM はシーイング測定装置として正しく機能しているということになる。

7 まとめ

2008年7月13日、10月3日、10月9日、10月13日の4夜にわたって東北 DIMM と広大 DIMM の同時観測を行った。薄雲の影響やパソコンのフリーズ等でデータが取得できなかった時間があるものの十分な観測時間で比較が行えた。観測結果から東北 DIMM は広大 DIMM の誤差の範囲内で同じシーイング値を返し、またシーイング値の時間変動も両 DIMM で同じように観測された。両 DIMM のヒストグラムは大気が安定した日はほぼ同じ形を示す。よって東北 DIMM はシーイング測定装置として正しく機能していると結論づけられる。

参考文献

- [1] 沖田博文『南極サイト調査用 DIMM(シーイング測定装置)の開発と試験観測結果』(レポート、2008)
- [2] 沖田博文『DIMM 観測とデータ解析』(レポート、2008)
- [3] 沖田博文『DIMM のピクセルサイズ測定』(レポート、2008)
- [4] 沖田博文『東北 DIMM と広大 DIMM の同時比較観測』(レポート、2008)
- [5] 千代延真吾『広島大学 1.5m 望遠鏡移設シーイングのモニター装置開発と測定』(広島大学卒業論文、2005)
- [6] 東大 DIMM <http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/kmotohara/seeing/index.html>
- [7] 南極赤外線 2m 望遠鏡プロジェクト <http://ayashi.astr.tohoku.ac.jp/antarctica/index.html>

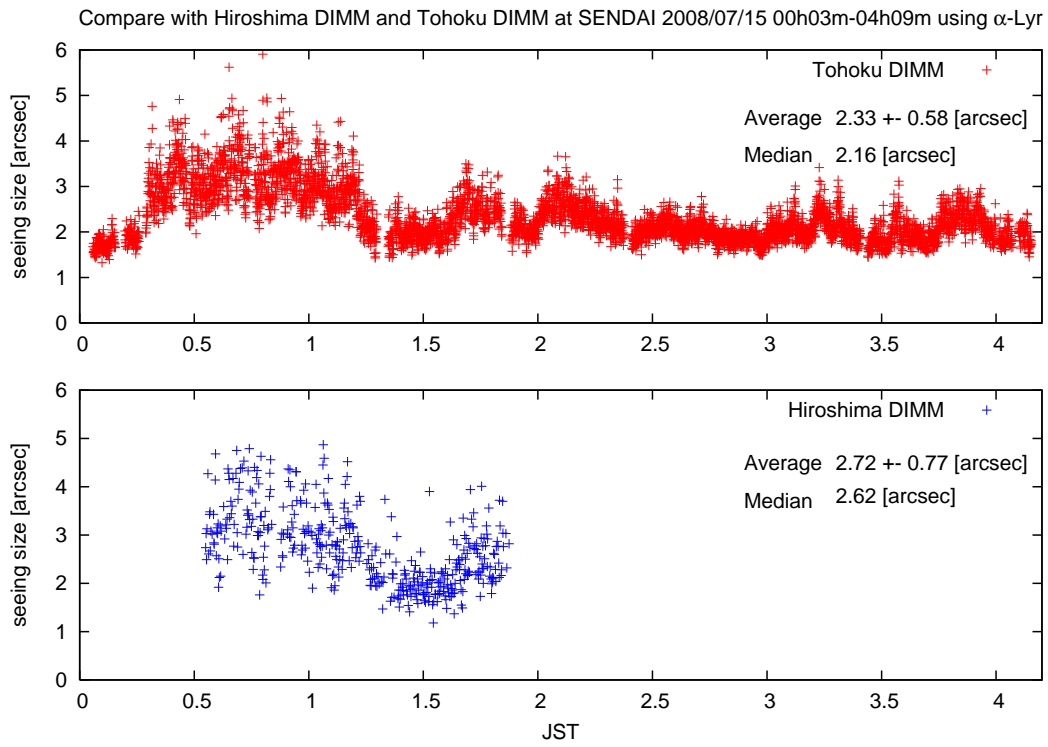


図1 2008年7月13日

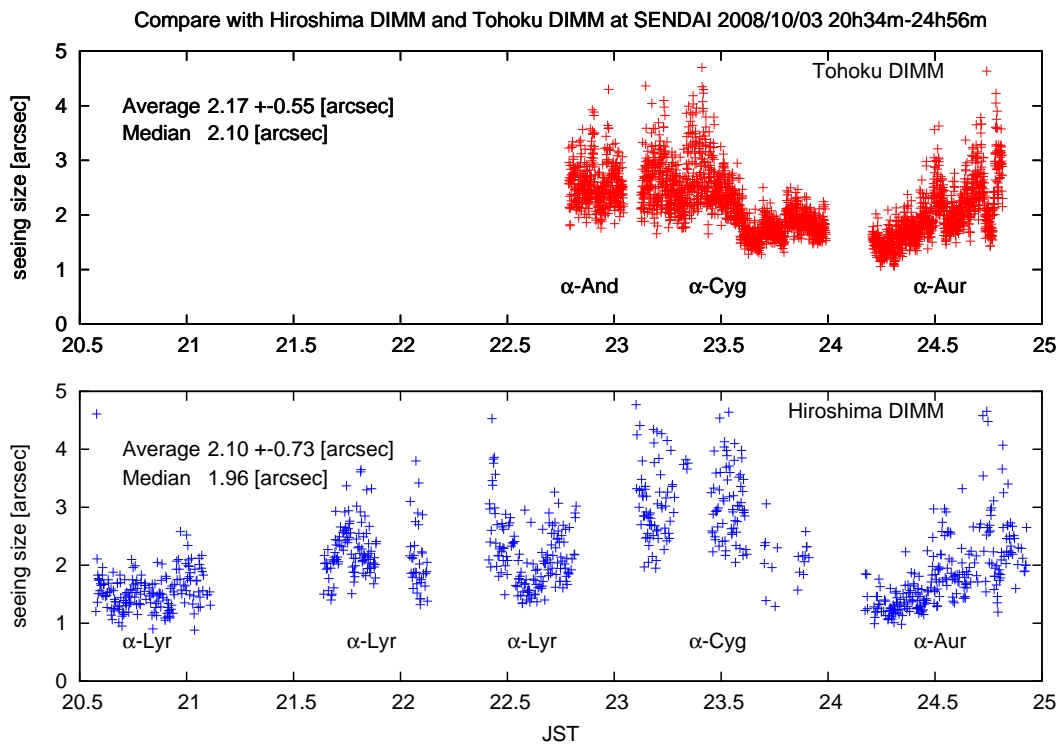


図2 2008年10月3日

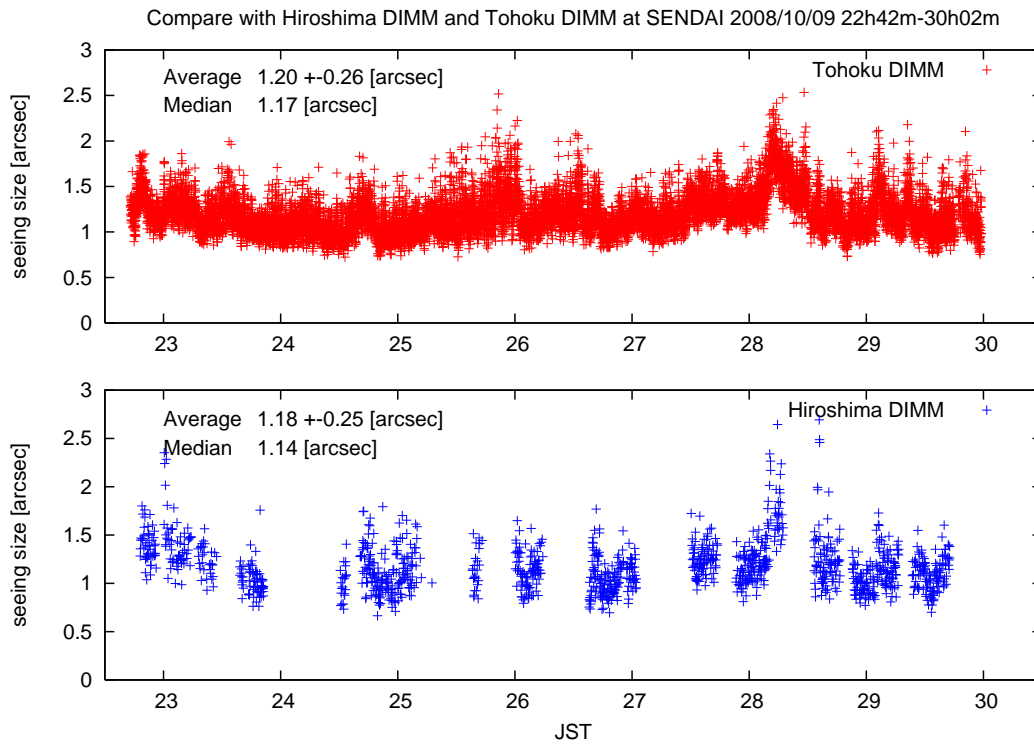


図3 2008年10月9日

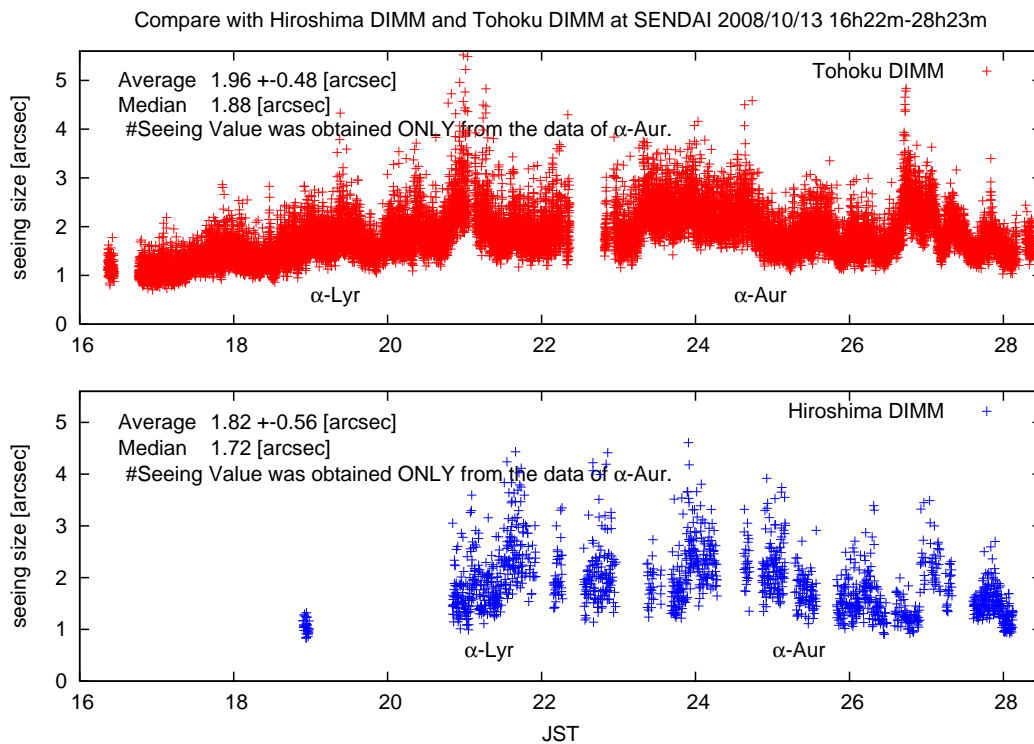


図4 2008年10月13日

Histogram of Tohoku DIMM and Hiroshima DIMM at SENDAI 2008/07/15 00h03m-04h09m using α -Lyr

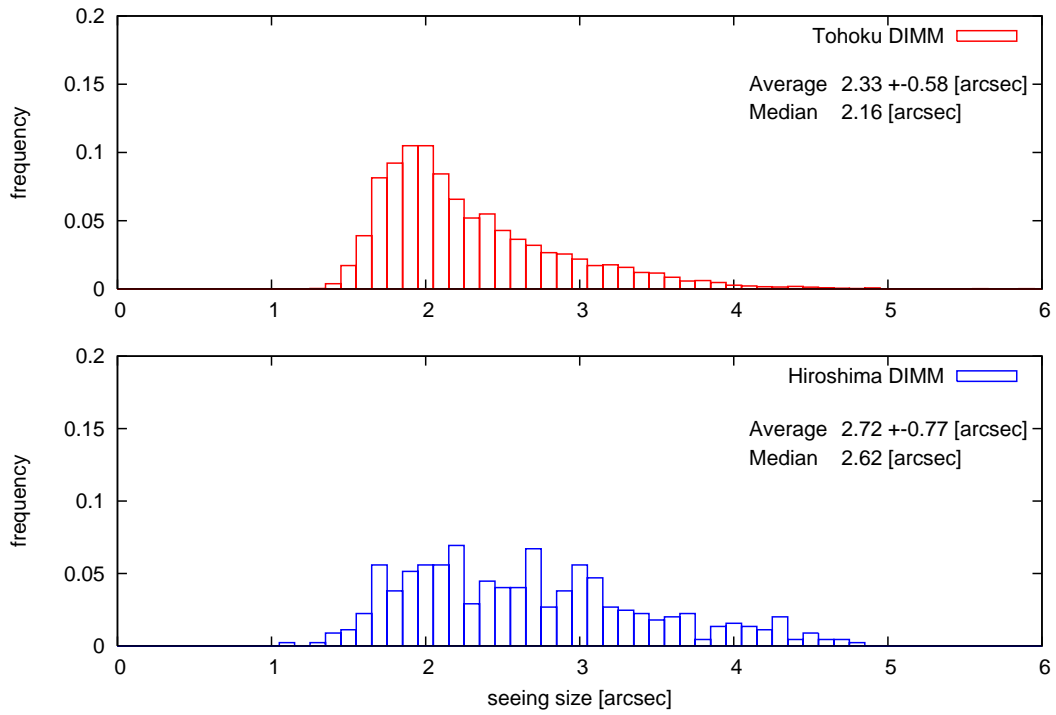


図5 2008年7月13日

Histogram of Tohoku DIMM and Hiroshima DIMM at SENDAI 2008/10/03

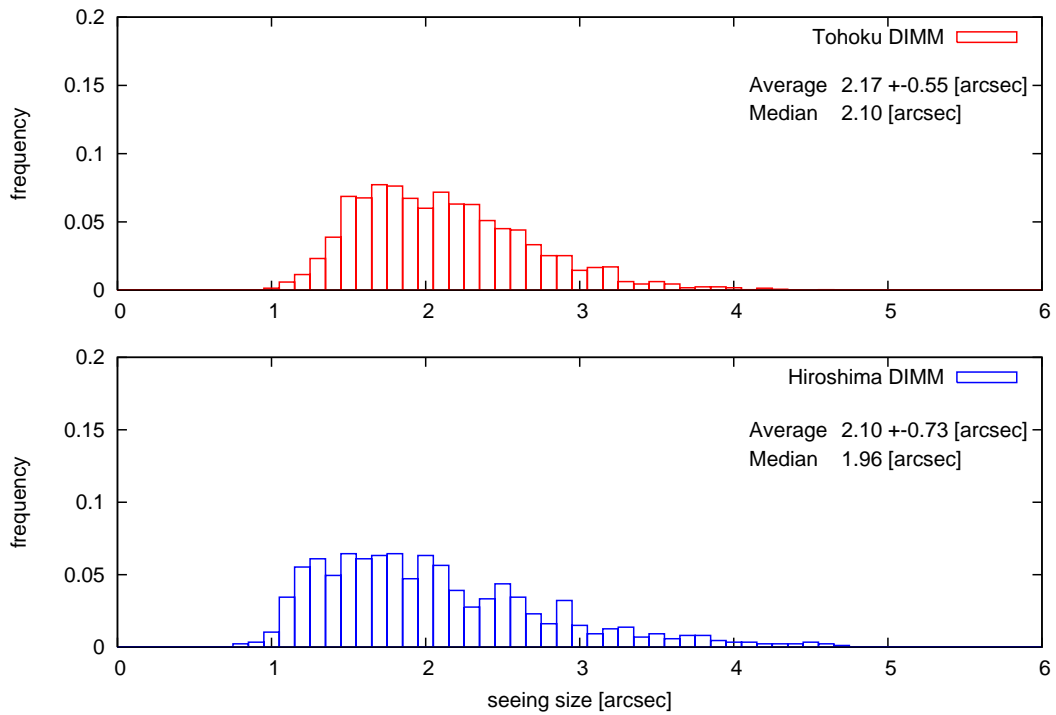


図6 2008年10月3日

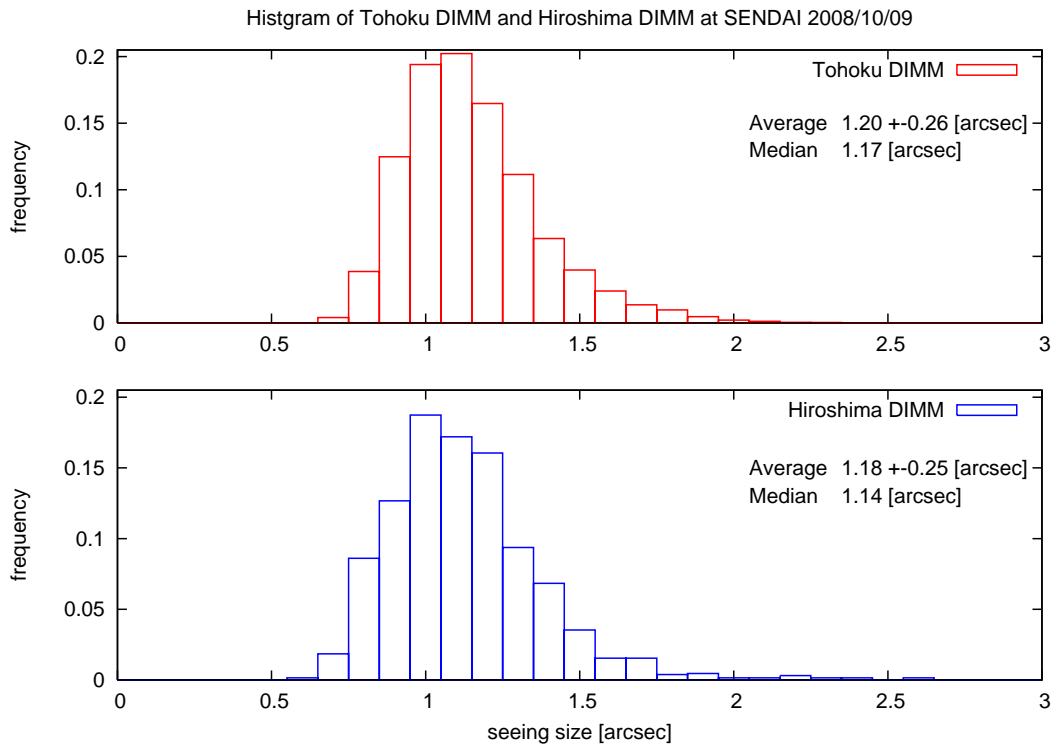


図 7 2008 年 10 月 9 日

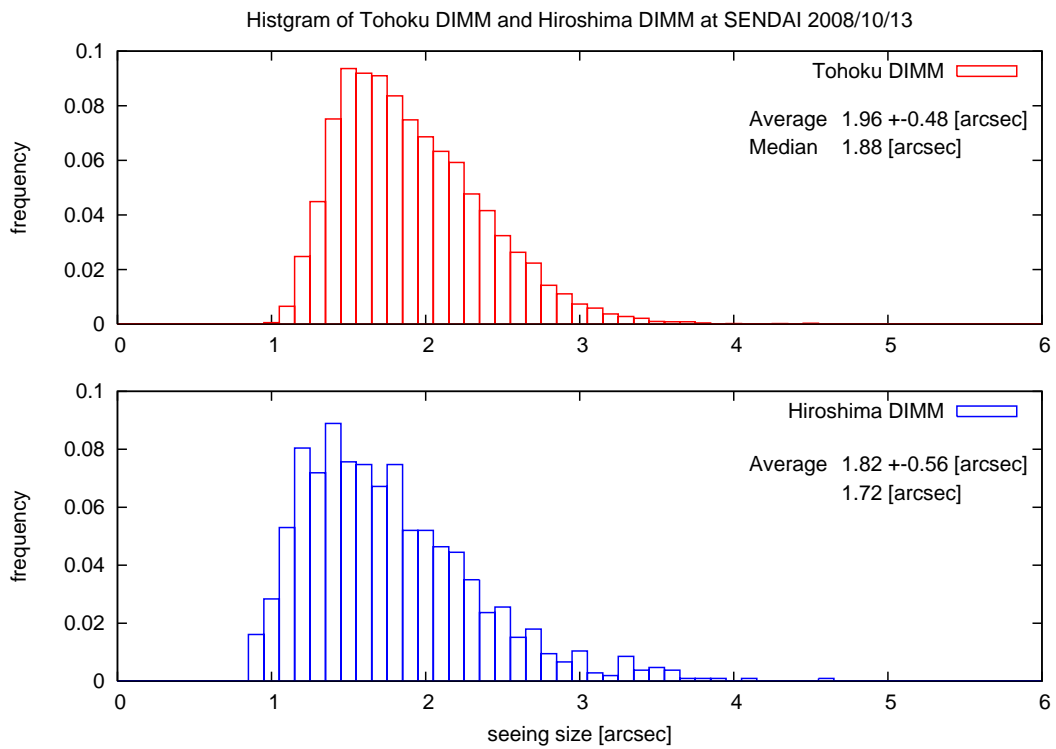


図 8 2008 年 10 月 13 日

	東北 DIMM	広大 DIMM
望遠鏡	AIR-T-40	Meade LX200GPS-20
口径 [mm]	400	203
焦点距離 [mm]	5190	2000
開口直径 [mm]	74	50
開口間距離 [mm]	250	144
プリズム頂角 [arcsec]	30	50
ピクセルサイズ [arcsec/pixel]	0.390×0.455	0.403×0.451
カメラ	WAT-100N	WAT-100N
露出時間 [sec]	1/1000	1/1000

表 1 観測装置スペック

	東北 DIMM	広大 DIMM
平均値 [arcsec]	2.33±0.58	2.72±0.77
Median[arcsec]	2.16	2.62

表 2 2008 年 7 月 13 日

	東北 DIMM	広大 DIMM
平均値 [arcsec]	2.17±0.55	2.10±0.73
Median[arcsec]	2.10	1.96

表 3 2008 年 10 月 3 日

	東北 DIMM	広大 DIMM
平均値 [arcsec]	1.20±0.26	1.18±0.25
Median[arcsec]	1.17	1.14

表 4 2008 年 7 月 13 日

	東北 DIMM	広大 DIMM
平均値 [arcsec]	1.96±0.48	(1.82±0.56)
Median[arcsec]	1.88	(1.72)

表 5 2008 年 7 月 13 日