

Seeing Effects on the OAO 188-cm Telescope

浮田信治、神谷浩紀、柳澤顕史(OAO)

1. はじめに

岡山188-cm望遠鏡では0.6秒角の星像が得られることがある。その光学系のHartmann定数は0.25秒角と測定されており、大気揺らぎなどに由来するseeing image sizeは0.4秒角と非常によい。我々の先輩達が188-cm望遠鏡のサイトに岡山を選んだ理由の一つである。ところが**実際には星像は3-4秒角にも劣化している場合**がある。星像劣化は光の伝搬経路中の空気の揺らぎにより発生する。上層大気層、接地境界層、観測ドーム、望遠鏡鏡筒内、主鏡表面などに起源を持つ5つの成分がある。OAOではDIMM等によるサイトのseeing測定はこれまでもあるが、後者3要因がどれほど寄与しているかの調査は未だにない。

我々は188-cm望遠鏡に**全自動分光観測システムを構築**することを目指し、主鏡や鏡筒部の温度測定から熱歪みによる焦点位置の変化を予測&補正する**オートフォーカス機能**の実験を観測ユーザと共に昨年の秋より行っている。その**パイプロダクト**として星像サイズ測定データが得られ、気象タワーで測定されている外気温・風向風速等のデータや気象庁が高松市で測定している高層気象データ(ウインドプロファイラー)も取り寄せて、これらの諸要因の影響について調査を行った。

2. Seeing測定データの解析と結果

解析には2014年11月から2015年6月上旬までの214回のfocus-checkデータを用いた。附図1(右下に表示)に示すように、測定が風上に向けて行われた場合、星像サイズが大きいことがあり、風のために望遠鏡が振動しているかも知れないと疑われている。この時の追尾誤差を角度エンコーダログデータから推定すると0.2-0.4秒角程度でしかなく、詳細は不明である。ここでは振動の影響は小さいとして解析を行った。以下の解析では光学系起源の星像ボケ補正をあらかじめ行っている。

望遠鏡やドームの各所で発生している温度差とseeing image sizeとの関係を図1から図3に示した。天頂離角依存性は補正していない。**いずれも温度差が大きい時にseeingが悪く、この要因を軽減することでseeingの改善が期待できる。**

一方、超音波風向風速計による風乱流成分の値とseeing(天頂離角依存性補正済み)の間にはよい相関が見られる(図4)。ところが風速自身とはさほどよい相関は見られず(図5)、特に上層大気の風速とは無関係のようである。74ドームの不動点は地上高10mと背が低いので周辺の立木による**接地境界層で発生する乱流の影響を受けている**様子がわかった。約20年前にドーム近傍の樹木の伐採を行い、seeingが2秒角程度から1秒角程度に劇的に改善した。その後、2002-2003年に行われた C_t^2 タワーによる温度揺らぎの測定から接地境界層のスケールハイトは最頻値6-8mと推定され(和田etal,2004)、74ドームは接地境界層の影響を頻繁に受けていることが明らかになった。**ドーム近傍の樹木の伐採を再び行えば、seeingの改善が期待できる。**

Reference: 和田晋平他、国立天文台岡山天体物理観測所(OAO)サイト調査:接地境界層の評価、国立天文台報Vol.7,pp29-39, (2004)

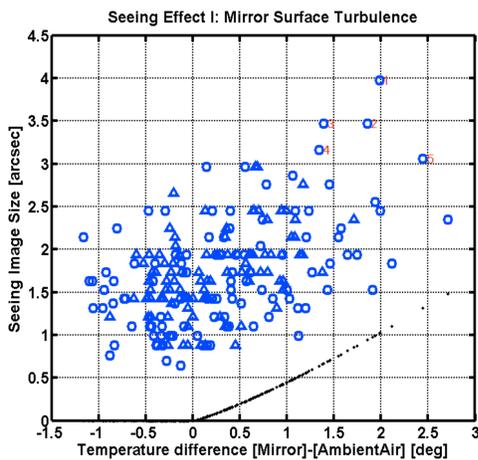
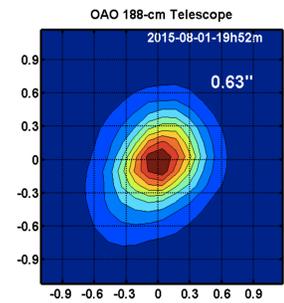


図1. seeingサイズと主鏡表面と近傍2cmの空気の温度差の関係(mirror-seeing)。下部に並んでいる黒点はモデルから予想される星像劣化の量。

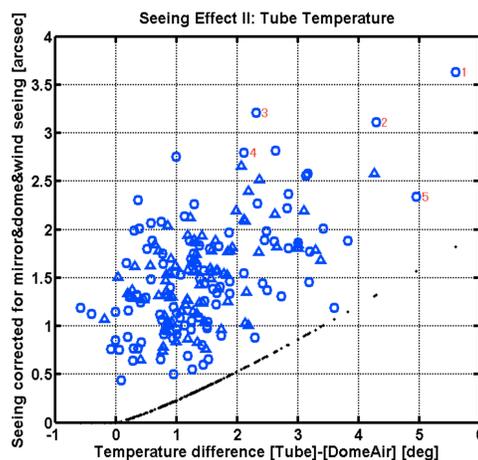


図2. 鏡筒部とドーム内気温との差に対する補正済みseeingサイズとの関係(tube-seeing)。下部の黒点は星像劣化の推定量。

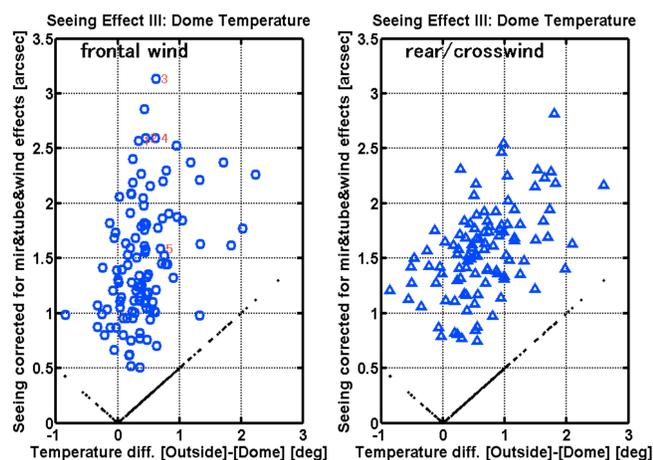


図3. ドーム内気温は外気温に比べて高い。その要因のひとつがHIDESのCCD用冷凍機からの排熱である。温度差が大きい場合にseeingが悪い。正面の風の場合(左パネル)、望遠鏡が揺れている可能性もある。

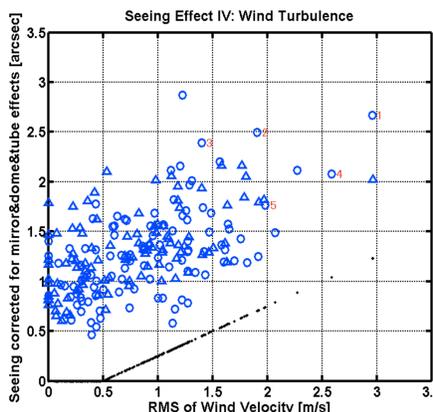


図4. 風乱流成分(毎秒の風速値の1分間のrms値)と補正済みseeingとの間のよい相関。下部の黒点は星像劣化の推定値。

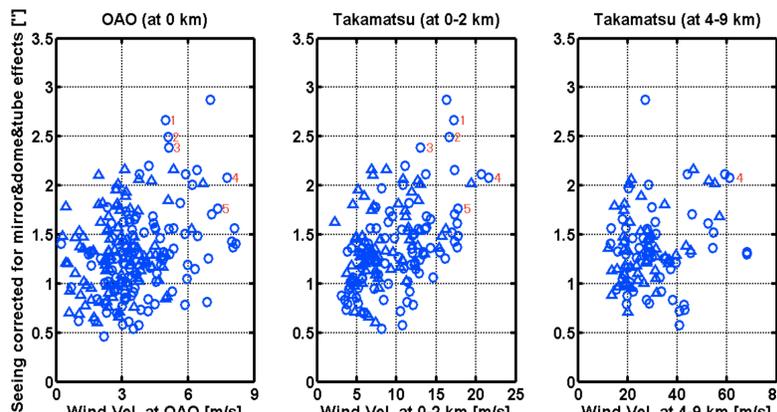
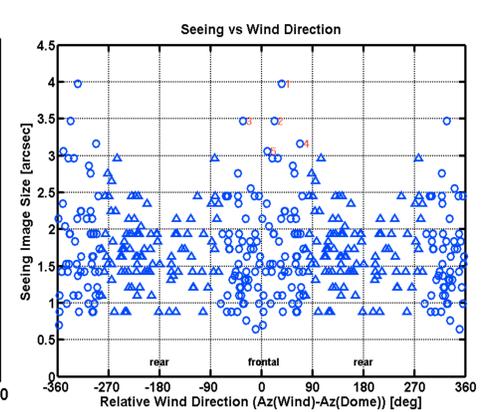


図5. OAO及び気象庁高松に於ける風速と補正済みSeeingサイズとの相関。中央パネルの高松低空の風速はやや相関がありそうであるが、**上層大気の風速とは相関は無さそうである**(右パネル)。これは意外な結果である。図4の結果も加味して、接地境界層での乱流が支配的であろうことを示唆している。



附図1. 風がドーム開口部から吹き込んでいる時に星像サイズが大きい。特に大きな5つに番号を付け、他の図の上でも対応がつかうようにした。