

60cm太陽望遠鏡用の補償光学系の開発

三浦則明、横山文人、桑村進¹⁾、馬場直志²⁾

¹⁾北見工大 ²⁾北大工

Adaptive Optics System for 60cm Solar Telescope

Noriaki MIURA, Fumihito YOKOYAMA, Susumu KUWAMURA,¹⁾ Naoshi BABA²⁾

Abstract

We develop a solar adaptive optics system at the 60 cm domeless solar telescope in the Hida Observatory, Japan. Our system is designed for compensating low-order wavefront errors, and currently uses a deformable mirror with 52 electromagnetic actuators, a Shack-Hartmann wavefront sensor with a 6x6 microlens array and standard personal computers. It worked so as to suppress image variation in our solar observations when small sunspots were available for wavefront sensing. We show the details of our system and results of solar observations.

Key Words: Adaptive Optics, Solar Observation

1 はじめに

天文用の補償光学系 (Adaptive Optics、以下AO) は地球大気による天体像の劣化をリアルタイムで補正する装置であり、地上望遠鏡においては必須の装置となっている。実際、様々な太陽観測所においても、AOの設置が急速に進んでいる¹⁾。

我々は京都大学附属飛騨天文台の60cmドームレス太陽望遠鏡への設置を目的として、実験的なAO装置の開発を行ってきた²⁻⁶⁾。我々のAO装置は可視域で動作し、比較的低次の波面揺らぎを補正するように設計されている。この実験的なAO装置を用いて、2008年9月に太陽観測を実施し、低コントラスト物体である粒状斑を波面センシングのターゲットに用いた場合でも、装置が有効に動作することを確認した。

今回、これまでの成果をもとに、ドームレス太陽望遠鏡に常設するAO装置の導入を行った。ここでは、その装置の概要と、2009年11月に実施した常設AO装置を用いた最初の観測の結果を述べる。

2 装置概要

ドームレス太陽望遠鏡は 20m の塔上に設置されており、望遠鏡からの光は地上レベルにある垂直分光器のスリット上で結像するようになっている。AO を使用する際には、途中で斜鏡を入れ、光を AO 装置に導入しゆらぎ補償を行ったのち、同じビームを本来の望遠鏡光路に戻すようにする (図1)。

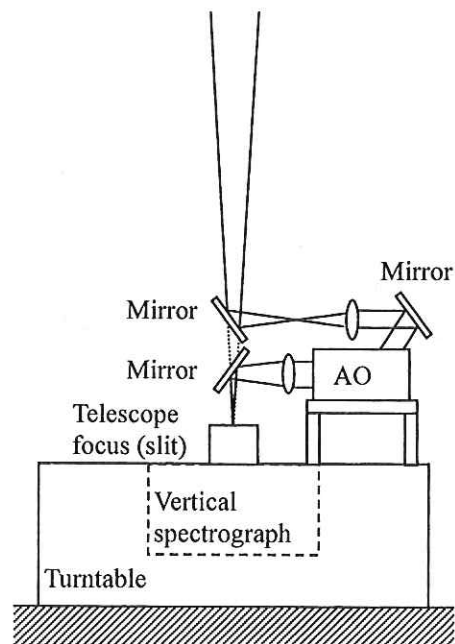


図1 ドームレス太陽望遠鏡 (垂直分光器) に AO を導入したときの光路概略図

図2は設置したAOの光学系である。望遠鏡からの光をレンズ系でリレーし、望遠鏡の瞳像を Tip-tilt 鏡上、可変形鏡上、スキャン鏡上でそれぞれ結像させる。Tip-tilt 鏡は像の全体的なシフトを補正するため、可変形鏡は波面ゆらぎによる像の劣化を補正するためのものである。スキャンミラーは太陽表面を分光しながら走査するために組み込まれたものである。

参考文献

この AO システムは、位置ずれセンサーからの情報もとに tip-tilt 鏡を制御する、および波面センサーからの情報をもとに可変形鏡を制御するという二つの独立した closed-loop 系よりなる。装置の制御には一般的な PC を用いており、装置が非常に低コストになるのが特徴である。可変形鏡には 52 個の電磁型アクチュエーターを持つものを採用した。波面の乱れを検出する波面センサーは Shack-Hartmann タイプであり、955fps の高速取り込みが可能な CCD カメラと 6x6 のマイクロレンズアレイよりなる。本装置では波面ゆらぎ位相をゼルニケ多項式で展開しその係数を求める際、ピストンを除いた 9 項まで使用することにした。

- 1) T. R. Rimmele, "Recent advances in solar adaptive optics," Proc. SPIE, **5490**, 34-46 (2004).
- 2) N. Miura et al., "Solar Adaptive Optics System Based on Software Control," Opt. Rev., **13**, 338-345 (2006).
- 3) N. Miura et al., "Performance of Software-based Solar Adaptive Optics System," Opt. Rev., **14**, 159-160 (2007).
- 4) N. Miura et al., "Solar Adaptive Optics System at the Hida Observatory," Proc. SPIE, **7015**, 70156U (2008).
- 5) N. Miura et al., "Solar adaptive optics system using electromagnetic deformable mirror" Opt. Rev. **16**, 558-561 (2009)
- 6) N. Miura, et al, "Advances in solar adaptive optics system at the domeless solar telescope of the Hida observatory," Proc. SPIE, **7239B**, 7239B-30 (2009).

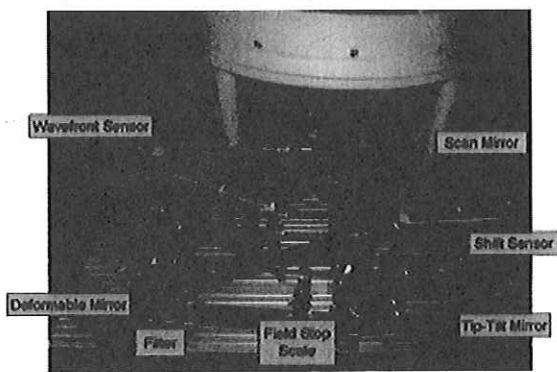


図2 AO装置の光学系

(2009年12月21日受付, 2010年1月15日受理)

3 観測

2009年11月にAO常設装置の導入が終了し、太陽観測を実施した。観測波長は650nmで、装置の動作周波数は920Hzであった。波面センシングのターゲットには太陽黒点を用いた。図3はAOを動作させていない場合とさせた場合に観測された太陽黒点像である。AOを動作させた場合には、特に黒点内部でより微細な構造が現れているのが確認できる。ただし、シーイングがよくなかったため、粒状斑をターゲットとした波面センシングには成功していない。

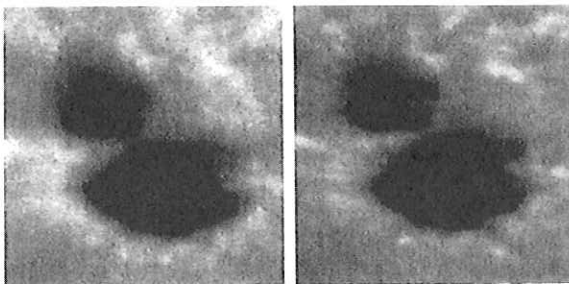


図3 太陽黒点像、AOなし(左)とAOあり(右)の場合