

V226b すばる望遠鏡試験観測データによる多素子 Shack-Hartmann 波面センサー波面再構成手法の評価検討

田邊ひより, 秋山正幸 (東北大学), 美濃和陽典, 大野良人, 寺尾航暉 (国立天文台), 大金原 (オーストラリア国立大学)

補償光学では地球大気による波面の乱れを推定するために Shack-Hartmann 波面センサー (SHWFS) を用いる。SH-WFS は、瞳面を離散的に分割したサブ開口毎に参照位置からの光の重心位置ずれによりサブ開口内での波面の傾きを測定する。高速読み出し検出器の開発により SH-WFS の素子数は増加しており、8m 望遠鏡で 32×32 約 1000 素子のサンプリングまで到達している。素子数の増加によってより細かい波面の構造が見えるようになり、空間周波数の広い領域でパワースペクトルの評価ができるようになった。

本研究では、すばる望遠鏡において SH-WFS を用いて自然ガイド星、レーザーガイド星を観測したデータを使用し、再構成する際の 2 通りの手法を比較評価した。手法の 1 つ目は滑らかな解を選択するフィルターを付け加えた上で最小二乗法や特異値分解を用いて逆問題を解く方法であり、2 つ目は最小分散推定を用いて大気モデルやノイズの統計性質を計算に含むことでフィルターを付け加えることなく逆問題を解く方法である。この再構成手法の検証には位相構造関数の傾きを Kolmogorov の乱流モデルと比較することによって行った。Kolmogorov の乱流モデルの位相構造関数の傾きは 1.667 であるが、SH-WFS のようにサブ開口内で平均化する離散的な測定の場合には、SH-WFS を用いて測定されたデータを使用した際の位相構造関数の傾きは 1.400 となる。

観測データに対してパワースペクトルの傾きを求めた結果、最小分散推定を用いた時の傾きが 1.407 となり最も近い値を取った。このことから最小分散推定を用いた時が波面再構成手法であると結論づけた。