

低コヒーレント環境におけるホログラフィック Shack-Hartmann 波面センサーによる 波面計測の数値的評価

Numerical Evaluation of Wavefront Measurement by Holographic Shack-Hartmann Wavefront Sensor for Low-coherent Light

和歌山大システム工 ○ 最田 裕介, 野村 孝徳

Wakayama Univ. ○ Yusuke Saita and Takanori Nomura

E-mail: saita@sys.wakayama-u.ac.jp

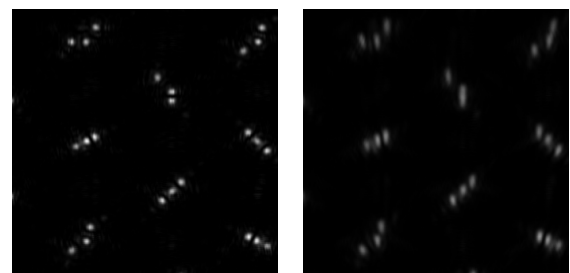
外乱により波面が歪められるような環境においては正しい結像関係が成り立たず、対象物の高解像な観測が困難である。特に、天文分野においては大気乱流による波面収差の影響が顕著であるため、この収差を取り除く必要がある。このような分野においては、従来から波面収差を補正するための補償光学システムが利用されてきた [1]。これは、波面収差を計測するための波面センサーと歪んだ波面を補正するための波面補償器から構成されている。波面センサーにはいくつか方式があるが、Shack-Hartmann 波面センサーはマイクロレンズアレイと撮像素子から構成され、入射してきた計測光波が各マイクロレンズによって集光されることにより、波面勾配分布が集光スポットの変位ベクトルマップとして検出される幾何光学的手法である。集光スポットは波面の勾配に応じてマイクロレンズ領域に対応する撮像素子上の検出域内を変動するが、非常に大きな収差波面が入射した場合はこの領域内に集光スポットが収まらず計測誤差となる。我々はこの波面勾配に対するダイナミックレンジを拡大するためにホログラフィック Shack-Hartmann 波面センサーを提案してきた [2]。提案手法では計算機合成ホログラム技術に応用したマイクロホログラムアレイにより、撮像素子上で Fig. 1 に示すように検出域ごとに識別可能なパターン像の変位が取得できるためダイナミックレンジが拡大される。これまでは時間的コヒーレンスの高い光波を計測対象として提案手法の実証をおこなってきたが、よりコヒーレンスの低い光波に対する計測については考慮できていない。本稿では、提案手法において計測光波のコヒーレンスが低い場合においても計測可能であるかどうかを検証した。

計測光波は中心波長 632.8nm で波長幅をもったデフォーカス波面を想定し、スペクトル分布の半値全

幅 (FWHM) を変えて提案手法による波面計測シミュレーションをおこなうことにより、光波のもつスペクトル帯域幅による計測への影響を検証した。FWHM を 10nm, 100nm とした場合に得られたパターンマップの一部分を Fig. 2 (a), (b) にそれぞれ示す。これらは最も収差の大きな波面の外周部に相当する箇所であるため、パターンの形状が歪んでいる。また、狭帯域の場合に比べ広帯域の場合のほうがパターンの歪みの度合いが大きいことがわかる。これは計測光波のもつ波長成分がマイクロホログラムアレイの設計波長から離れるほど撮像素子面におけるデフォーカス量が大きくなるためであると考えられる。しかしながら、これらからは Fig. 3 (a), (b) のような位相分布が計測され、計測誤差には大きな違いはみられなかった。これらの結果より、低コヒーレント環境においても提案手法による波面計測が可能であることが実証された。

参考文献

- [1] N. Hubin, *et al.*, Science **262**, 1390 (1993).
- [2] Y. Saita, *et al.*, Optica **2**, 411 (2015).



(a) (b)

Fig. 2 Pattern maps numerically obtained at the FWHM of (a) 10nm and (b) 100nm.

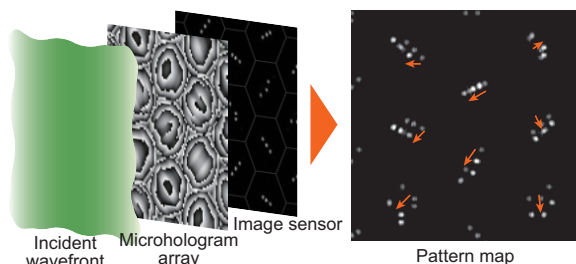
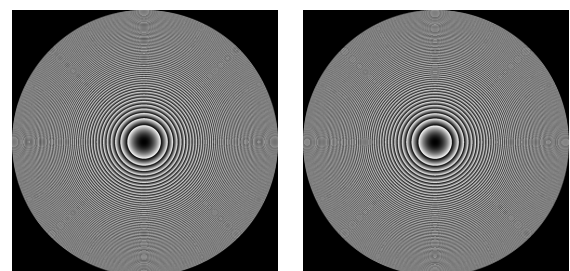


Fig. 1 Schematic diagram of the holographic Shack-Hartmann wavefront sensor.



(a) (b)

Fig. 3 Phase distributions measured at the FWHM of (a) 10nm and (b) 100nm.