

V229b 点回折干渉計方式を用いた補償光学用波面センサの開発3：波面測定実験

津久井遼, 木野勝, 山本広大 (京都大学), 佐藤美那, 遠西美重, 松谷晃宏 (東京工業大学), 栗田光樹夫 (京都大学)

宇宙における生命探査のため、地球型の太陽系外惑星の直接観測を目指す動きが活発化している。こうした惑星と主星との光度比は 10^{-7} 以下であり、直接観測には極限補償光学装置が不可欠である。本装置の心臓部である波面センサには、1-6 kHz のフレームレートと数十 nm の測定精度との両立が求められる。すなわち、光量が少ない状況 (光子数 $N \sim$ 数十個) においてもフォトンノイズによる測定誤差を生みにくい波面センサが必要である。そこで我々は新方式の波面センサ (Tsukui et al., 2020) を開発している。本方式は、光学面検査で用いられてきた点回折干渉計と位相シフト干渉法を応用したものである。我々はこれまでに、本方式の核となる TiO_2 製の光学素子を製作した。さらに我々は、製作した光学素子を用いて実験室内で波面測定を行い、本方式の測定精度と測定レンジを評価した。光源には波長 800 ± 100 nm の白色光を用い、可変形鏡により被測定波面を成形した。

測定精度の評価では、sensitivity factor として知られる β_p を評価した。フォトンノイズによる波面の測定誤差 σ [rad] は、光子数 N に対して $\sigma = \beta_p / \sqrt{N}$ で表される。 β_p が小さいほどフォトンノイズの影響が小さく、現在主流のピラミッド波面センサでは $\beta_p \gtrsim 1.4$ である (Guyon, 2005)。対して本方式を試験した結果、平面波に対して $\beta_p \simeq 1.0$ 、サインカーブ型の波面 (P-V 80 nm) に対して $\beta_p \simeq 1.4$ だった。なお、 $N \lesssim 60$ での測定誤差は $\sigma = \beta_p / \sqrt{N}$ のカーブを外れ、一定値付近に留まった。この振る舞いはシミュレーション結果とも整合した。

測定レンジの評価では、サインカーブ型の波面形状を検出できる範囲を評価した。その結果、測定レンジは Strehl 比 $\gtrsim 1\%$ に相当する P-V $\lesssim 600$ nm だった。講演では以上の実験について詳細を述べる。