

W217a 系外惑星直接観測のための Speckle Area Nulling を用いたダークホール制御

大矢正人 (日本大学/国立天文台), 西川淳 (国立天文台/総研大), 堀江正明 (日本大学), 佐藤克磨 (東京農工大学/国立天文台), 村上尚史 (北海道大学), 小谷隆之 (国立天文台), 田村元秀 (東京大学/国立天文台), 熊谷紫麻見 (日本大学), 田中洋介 (東京農工大学), 黒川隆志 (東京農工大学/国立天文台)

太陽系外惑星、特に、地球型惑星の観測では、恒星と惑星のコントラスト比で可視・近赤外域で8~10桁が必要とされている。そのためには、恒星の回折光を除去するステラコロナグラフを用い、それでは除去できないスペックルを $\lambda/10000\text{rms}$ 精度の補償光学によって低減する。通常の補償光学では難しいので、焦点面の特定の領域のスペックルが消えるように可変形鏡を動かすダークホール制御を行う。常用されているダークホール制御法 (Electric Field Conjugation) は光学モデルの助けが必要だが、我々は光学モデルを必要としない Speckle Area Nulling (SAN) 法を開発した。可変形鏡に正弦波状の波面を印加すると、最終像面では特定の位置に変調電場が発生する。正弦波の振幅、空間的な位相、波数は、変調電場の振幅、偏角、位置に対応している。この関係を用いて、可変形鏡で四種類の正弦波状の波面を加えて、任意のスペックル電場に対して、測定と補正電圧を導出でき、広い制御領域に対しては、正弦波の重ね合わせで、面積的に一括で補正することができる。12x12の可変形鏡と渦マスクコロナグラフを用いた波長671nmの単色光の実験で、光軸中心から $1\sim 4.5\lambda/D$ の領域では、 $3E-5$ から $1E-6$ まで0.03倍低減した。それは、初期波面誤差が $\lambda/60\text{rms}$ で振幅誤差が 0.03rms のシミュレーション結果に近い。更にコントラストを改善するには、アクチュエーター数の多い可変形鏡が必要な可能性が高い。