

W19b 非対称ナル干渉と補償光学を融合した系外惑星直接検出のための超高コントラスト撮像法(4)

西川淳、田村元秀(国立天文台)、横地界斗、黒川隆志(東京農工大)、村上尚史(北大)、ABE Lyu(ニース大)、小谷隆行、村上浩(宇宙研)、TAVROV Alexander(ロシア宇宙研究所)、武田光夫(電通大)

距離 10pc にある地球型系外惑星は主星と 0.1 秒の離角で可視光で $1E10$ の強度比がある。そのダイナミックレンジを得るには、位相マスクなどのコロナグラフ手法と、スペックルノイズを抑える $\lambda/10000$ rms の波面制御が必要である。我々の発明した非対称ナル干渉 (UNI)+位相振幅補正 (PAC) 法は、望遠鏡側の初段補償光学 (FAO) と最終段コロナグラフ (Cor) の間に設置し、波面補償と恒星光除去を交互に 2 回ずつ行なう 4 段階のコロナグラフ光学系を構成する (2008 年秋 W62a、A&A 489, 1389、天文月報'09.3、光学'08.10)。UNI は恒星を控えめに (1/100) 減光し、FAO で残った波面誤差を拡大する ($\lambda/1000 \times 10$ 倍 = $\lambda/100$ に)。続く PAC の AO で波面を再補正すれば ($\lambda/1000$ でよい、Cor も同精度)、AO の限界を超えた高い波面精度 ($\lambda/10000$ 相当) のシステムになる。

実験：コリメート光を 2 つに分け、UNI 部 (偏光を利用したナル干渉計、村上 2008 年秋 W61a)、PAC 部 (シャックハルトマンセンサー、BMC 社 6x6 素子 DMx2 台)、最終段 Cor 部 (共通光路 3D-Sagnac 干渉計、Tavrov 2006 年秋 V69a、Yokochi Opt.Lett. 34, 1985)、で構成した。前回報告済みの位相誤差に続いて今回は振幅誤差も拡大の後の再補正ができた (位相誤差 $\lambda/110 \times 6.9$ 倍 = $\lambda/16$ $\lambda/96$ 、振幅誤差 $4.3\% \times 3.7$ 倍 = 16 到達精度 rms は位相誤差 $\lambda/640$ 、振幅誤差 0.82% 相当である。Cor 焦点面で観測されるスペックルノイズは PAC により 0.15 倍減少し ($1.8E-4$ $2.9E-5$ [理論より効果が小さいが])、瞳面と焦点面両方で本手法の実証に成功した。今後は可変形鏡の制御精度を上げ散乱光を減らすなどの対策を講じて高いダイナミックレンジを目指す。