

V135a ミリ波補償光学の開発 I. プロジェクトの概要

田村陽一, 上田哲太郎, 島田優也 (名古屋大), 川邊良平, 齋藤正雄, 南谷哲宏, 大島泰 (国立天文台), 小川英夫, 大西利和, 木村公洋, 岡田望, 橋本育実 (大阪府立大), 栗田光樹夫 (京都大), 河野孝太郎, 竹腰達哉, 谷口暁星 (東京大学)

電波望遠鏡において、鏡面精度を担保したままアンテナを大口径化・高周波化することは、あらたな天文学領域を開拓するうえで重要だ。我々は、風負荷・熱変形・重力変形による主鏡面精度の低下を実時間で補償する光学システム「ミリ波補償光学」の創出をめざし、その波面センサの開発を進めている。ミリ波補償光学の要素技術は、波面計測技術と鏡面制御技術に大別される。このうち後者は赤外補償光学技術の転用が可能のため、障害にはならない。したがって、問題は、電波の波面をいかに実時間で「計測」するか収斂する。

そこで我々は、電波天文学のネイティブな波面計測技術である開口合成干渉法を利用した波面計測センサを提案する。大気の変動が波面劣化の原因になる可視赤外領域と異なり、(サブ)ミリ波領域ではおもに望遠鏡光学系の予測不可能な変形が波面劣化を引き起こす。したがって、光学系の変形を適切な時間・空間スケールで計測することが要請される。波面センサの動作原理は、以下のとおりである：参照信号を発生させ、望遠鏡主鏡面の各所に設置した複数の送信機で送信する。それらの信号を受信機で「観測」する。各送信機の信号は周波数等で符号付けしておく。参照信号と受信信号の間の位相差を測定すれば、波面を計測・再構築することが可能だ。目標は、送信機信号の位相を 1° r.m.s. の精度 (20 GHz 帯で駆動する場合の $40 \mu\text{m}$ r.m.s. の光路長測定精度に相当)、および 10 Hz の頻度で決定することである。本講演では、この波面計測センサの動作原理と現在の開発状況、および野辺山 45 m ミリ波望遠鏡における実証実験の計画を紹介する。