

レーリレーレーザーガイド星用レーザー送信光学系の開発

○米田 隼¹ 峰崎 岳夫¹ 吉岡 孝高¹ (1.東京大学)

中小望遠鏡に可視光補償光学（AO）を導入し回折限界に迫る角度分解能が得られれば、大望遠鏡の近赤外AOに匹敵する高分解能が期待できる。AOの波面測定に利用されるレーザーガイド星において主流の形式であるナトリウムレーザーガイド星はレーザー光源が非常に高価であるため、中小望遠鏡への導入は非現実的である。そこで我々は安価な産業用レーザーを利用可能なレーリレーレーザーガイド星（RGS）方式に注目して研究を進めてきた。従来のRGSは波面センサー直前に高速シャッター機構を必要として光学系が複雑化・大型化するため、装置スペースの限られた中小望遠鏡において、広視野化に必須である複数RGS実装の障壁であった。我々は、SPADイメージセンサーを波面センサーに使用することでRGSに必要な高速シャッター機構を波面センサーに一体化する独自のRGSシステムを開発中である。本方式により波面測定光学系の単純化・小型化が可能になり、中小望遠鏡への複数RGS実装の制約が解消される。これまでに、SPADカメラを用いたレンジゲートイメージングの地上実験、および自然星による感度・波面測定の実証を完了している（2026年春季年会V221a）。

本講演では、レーザーを上空に照射しガイド星を生成するオンスカイ実験のためのレーザー送信光学系の設計製作状況について報告する。光源には波長532 nm、繰り返し周波数10 kHz、平均出力約1 Wの高出力レーザーを使用する予定である。光学系は凹レンズと凸レンズを組み合わせたガリレオ式ビームエキスパンダーで構成される。光源から出力される直径1mm程度のビームは、大気のフリード長と同程度の約50mmまで拡大され上空へ打ち出される設計である。小径の平凹球面レンズはリニアステージに搭載されて位置調整が可能であり、ビームのフォーカスを調整して上空の所定の高度でビーム径を最小化させる役割も担う。凸レンズには平凸球面レンズではなくアクロマートレンズを使用して球面収差を低減し、上空でのビームの収束を良好にする。

今後は実際にレーザーを上空へ照射するオンスカイ実験を実施し、送信光学系のフォーカス機構の動作検証、実空環境下でのレンジゲートイメージング動作の確認、および生成したガイド星を用いた波面測定を行う予定である。