V203a 波面揺らぎの移動を利用した LGS uplink jitter の変化の推定

米田隼, 峰崎岳夫 (東京大学)

補償光学 (AO) では波面測定用光源としてレーザーガイド星 (LGS) が使用される。レーザーは地上からの送信時、観測望遠鏡の受信時の両方で同じ大気揺らぎを通るので、LGS を用いて測定する観測望遠鏡開口内の波面のうち、LGS 送信望遠鏡と同じ開口で観測される波面の傾き (tip-tilt) 成分は 0 になる。また他の部分でも tip-tilt 成分は送信時の tip-tilt (uplink tip-tilt) の影響を受ける。このため LGS では天体光の tip-tilt ゆらぎを測定することはできず、受信時の tip-tilt (downlink tip-tilt) は自然ガイド星 (NGS) で測定する必要がある。LGS の uplink tip-tilt を推定できれば NGS が不要となり、AO の Sky Coverage 向上、システムの簡略化、観測のオーバーヘッド削減を見込めるため、様々な推定手法が研究されている。例えば Reeves et al.(2016) はトモグラフィーを利用する手法を提案し、大気高層ほど uplink tip-tilt を精度よく推定できることをシミュレーションを用いて示した。

ここで我々は新手法を提案する。固定パターンの大気揺らぎが望遠鏡の開口を横切るという仮定の下では波面の tip-tilt を除いた 2 次以上のモードは形状を保って観測されるので、風上方向の波面揺らぎを遡って将来時間の uplink tip-tilt の時間変化を推定する手法である。uplink tip-tilt の変化がわかれば、観測望遠鏡で受信する LGS の波面から downlink tip-tilt の変化を取り出して tip-tilt 補正を行うことで焦点面での星像の動きを止められる。あとは tip-tilt 補正の制御原点を調整すれば星像を任意の位置に導入することができる。本手法で必要な大気揺らぎの移動方向と速度の情報は波面揺らぎの時空間相関解析やトモグラフィーから求められ、本手法は原理的に地表層の大気揺らぎに対しても効果がある。MATLAB の大気揺らぎのシミュレーションでこの手法を検証した結果、状況を単純化した 1 層の大気揺らぎで原理を確認した。