

近赤外線高分散分光器WINERED：観測モードチェンジャーの統合性能評価

○竹内 智美¹ 大坪 翔悟¹ 猿楽 祐樹¹ 小牧 誠人¹ 佐川 英夫¹ 河北 秀世¹ 池田 優二⁴ 松永 典之² 谷口 大輔³ 吉川 智裕⁵ (1.京都産業大学 2.東京大学 3.東京都立大学 4.株式会社フォトクロス 5.Edechs)

WINEREDは京都産業大学と東京大学、東京都立大学を中心に運用するPI型の近赤外線高分散分光器である(Ikeda+2022)。z,Y,Jバンドにおいて波長分解能 $\lambda/\Delta\lambda=28,000$ と70,000で取得する3つのモードを有しており、比類ないスループット(~ 0.6)を達成していることが最大の特徴である。現在はチリのマゼラン望遠鏡において年2〜3回の限定的な観測ランを実施し、天の川や大小マゼラン銀河の化学組成、系内外の惑星大気科学、ダークマター探査など幅広い分野で成果を挙げている(e.g., Matsunaga+2026)。近年の観測需要増加に応えるべく2027年からはWINEREDを望遠鏡に常時取り付け、期間に縛られない観測が可能な運用体制へ移行する。

従来、観測モードの変更は手動で行われていたため、頻繁なモード変更時には波長安定性が低下するおそれがあり、また夜間のモード変更が困難であることから観測運用に制約を与えていた。そこで我々は、波長安定性の向上と観測運用の柔軟化を目的として観測モードを機械的に交換する観測モードチェンジャーを開発した。本システムの導入により、観測運用を支援するリソースの大幅な削減も期待される。

WINEREDのモード変更は、2種類のエシェル回折格子の切り替えと、3種類のX-disperserの交換が必要である。エシェル回折格子の切り替えは、リニアステージに搭載したフォールドミラーを挿入し、光路を選択することで実現している。さらに、高分散モード用のエシェル回折格子を同一のリニアステージに搭載することで、フォールドミラーとの相対角度の安定性を確保する設計とした。一方、3種類のX-disperserの交換は、WINERED光学定盤内の空間的制約で、一般的なホイールやレール機構の導入が困難であったため、市販の産業用ロボットアームを採用し、筐体内で自由に経路を選択しながら搬送できる構成とした。さらに、光路中での保持機構にはキネマティックカップリングと電磁石を用いることで、高い位置決め精度を実現している。位置決め精度はスペクトル移動量を $\leq 1/20$ pixelに設計しており、単体での性能評価では、エシェル回折格子の切り替え機構は ≤ 0.22 arcsec(要求値： ≤ 0.634 arcsec)、X-disperser交換機構は ± 1.5 arcsec(要求値： ± 10.44 arcsec)の位置決め精度を達成した。

本発表では、観測モードチェンジャーの設計概要とWINERED実機への組み込み、制御系および電気系を含む統合的な性能評価試験を行った結果について報告する。

