

V107a DESHIMA 2.0: 超広帯域分光器の大気放射除去のための多変量解析を用いた大気成分分離手法の開発

山中 珠里, 田村 陽一 (名古屋大学), 谷口 暁星, 竹腰 達哉 (北見工業大学), 池田 思朗, 藤田 真司 (統計数理研究所), 遠藤 光 (TU Delft), 唐津 謙一 (SRON), 西村 優里 (筑波大学, TU Delft)

DESHIMA 2.0 (DEep Spectroscopic HIgh-redshift MApper) は、マイクロ波運動学的インダクタンス検出器 (MKID) と超伝導フィルターバンク技術を併用した超広帯域 200–400 GHz 分光器であり (Taniguchi et al. 2022)、2024 年に ASTE 望遠鏡での性能評価・科学観測を実施した。本装置は chop-and-nod 法と chopper-wheel 法を組み合わせ、取得した時系列分光データ (時間 \times 周波数の行列) に背景除去・帯域透過特性補正・大気吸収補正を行う。しかし、全分光検出素子に共通して観測される大気由来の時間変動成分 (相関雑音) が残留する課題があった。

そこで我々は、多変量解析、特に因子分析 (FA) と独立成分分析 (ICA) に基づく新たな較正法を提案する。本手法では、OFF 点のスペクトルを多変量解析して ON 点の相関雑音を推定し、それを上述の較正法に適用することで相関雑音を除去する。相関雑音に加え各分光検出素子 (MKID) に固有の雑音を適切に取り扱うため、従来用いられてきた主成分分析 (PCA, 例えば Laurent et al. 2005) ではなく、脳磁図記録 (MEG) のために考案された因子分析を前処理とする独立成分分析 (FA+ICA, Ikeda & Toyama 2000) を用いた。本講演では、DESHIMA 2.0 の時系列分光データに対して FA+ICA と PCA を用いた大気成分分離手法の検証結果を報告する。検証から、FA+ICA がより優れた雑音推定性能を示すことがわかった。これは、従来法 (PCA) が MKID 固有の雑音を区別しないまま相関雑音を誤推定するためである。本結果は、DESHIMA 2.0 をはじめとする直接光子検出器アレイによる観測データに対し、FA+ICA がより優れた雑音推定性能を発揮する可能性を示すものである。