

V108a 北半球最高感度ミリ波サブミリ波ヘテロダイン受信システム LMT-FINER I. デジタルサイドバンド分離広帯域分光計ファームウェアの開発

田村陽一, 萩本将都, 谷口暁星, 山本宏昭 (名古屋大), 川邊良平, 鎌^二剛, 小嶋崇文 (国立天文台), 酒井剛 (電気通信大), 原田健一, 谷口達, 小関研介 (エレクトクス工業), 田中邦彦 (慶応大), 廿日出文洋, 竹腰達哉, 河野孝太郎, 吉村勇紀 (東京大), 井上昭雄 (早稲田大), 橋本拓也 (筑波大), 他 FINER チーム

近年、遠赤外線輝線の ALMA 観測による宇宙再電離「前期」(赤方偏移 $z > 8$) の開拓が目覚ましい (橋本他 2018, 田村他 2019 等)。また、こうした科学的要求に応える広帯域中間周波数を備える受信機フロントエンド (小嶋他 2017) など、「ALMA2」を支える要素技術が着々と実現している。ところが、それを十分に活かす広帯域バックエンド (分光計や相関器) が存在せず、事実上分光赤方偏移探査の効率を制限している。

本講演では、大型ミリ波望遠鏡 LMT 50 m と組み合わせることで北半球で最高感度を実現する、120–360 GHz 帯ヘテロダイン受信機「FINER」のための分光計ファームウェアの開発を報告する。LMT-FINER は、ALMA に比して 40% の集光面積、同等の標高 (4600 m)、4.5 倍広い分光帯域をもたらす。これにより、ALMA と同等の分光探査効率を、ALMA ではアクセスが困難な北天 ($\delta > +30^\circ$) で達成し、未分光のまま残された北天の $z \sim 8-11$ の「前」再電離期候補天体を [O III] $88 \mu\text{m}$ ・[C II] $158 \mu\text{m}$ 輝線で分光同定しその星間物理を探る計画である。

本分光計では、2 チャンネルの高速 (20.48 Gsps) 3 ビット A/D 変換器と FPGA を採用し、アナログハイブリッドの複素ゲインのアンバランスをデジタル的に補正する。この結果、位相と振幅の補正精度がそれぞれ $< 2^\circ$ と $< 0.4 \text{ dB}$ を満たし、 $> 25 \text{ dB}$ というサイドバンド分離比 (SRR) を達成しうる演算性能を示すことがわかった。これは、SRR が A/D 変換器の spurious-free dynamic range によって制限されるレベルに到達していることを示す。