

V127b 超広帯域ヘテロダイン同時受信技術構築に向けた周波数分波器の設計

小嶋崇文、Alvaro Gonzalez、Matthias Kroug、浅山信一郎 (国立天文台)、鵜澤 佳徳 (情報通信研究機構)

電波天文観測において超広帯域ヘテロダイン同時受信技術は今後構築すべき課題の一つである。天文観測をはじめとする微弱信号の分光計測が必要な分野にとって、現象を大局的かつ正確に理解するためには周波数軸上の情報をより多く、高感度かつ同時に検出できることが望ましい。計測中の条件に変動が懸念される場合や対象物自体が時間変化する場合などは特に重要な技術である。しかしながら、例えば ALMA Band 8 (RF: 385-500 GHz) では1偏波で同時受信できる帯域幅は最大 8 GHz であり、RF 周波数帯域幅に対してわずか 7% である。これは、受信機を構成する IF アンプの帯域がボトルネックとなっているためである。非常に広帯域な低雑音アンプも開発されつつあるが、現状では量子雑音限界の感度を確保したまま全 RF 帯域をカバーすることは難しい。

今回、同時受信帯域の広帯域化にむけて、マルチバンド型受信機の可能性について検討した。当受信機は、次のようなシステムを想定している。(a) 周波数分波器 (マルチプレクサ) を用いて Δf 間隔で RF を分割。(b) Δf 間隔で並んだ LO 電力を発生させマルチプレクサで周波数分割。(c) RF 信号と LO 電力を結合させ各々のチャンネルの SIS ミキサに入力。(d) 個々の RF 帯域幅 Δf と同程度の帯域幅を持つ IF アンプを各チャンネルに実装し、ダウンコンバートされた全信号を同時に増幅。今回 385–500 GHz 帯において 20 GHz 間隔で分割する RF マルチプレクサを設計した。ハイブリッド結合型オンチップマルチプレクサを採用し、現在までに導波管型に比べて小型で、チャンネル間に周波数ギャップがなく入力信号の周波数情報損失が生じない設計解を見出している。

本講演では、当受信機の実現可能性や生じうる課題などについて議論したい。