V116a 100 GHz 帯導波管型周波数可変フィルタによる局部発振器雑音低減効果の検証

中島 拓, 高橋 靖 (公立諏訪東京理科大学), 小林 和宏, 加藤 渉, 西村 良太 (名古屋大学), 新沼 浩太郎 (山口大学)

ミリ波・サブミリ波帯望遠鏡では、受信機の高感度化は最も重要な研究課題の一つである。ヘテロダイン受信機の局部発振器 (以下 LO) 系の雑音成分が受信機システム全体の雑音を上昇させ、観測データの S/N 比を悪化させることが知られている。特に、原振のマイクロ波帯信号発生器や、その後段に配置される能動周波数通倍器で発生する振幅雑音の寄与が大きいことが分かっている (Fujii et al. 2017 など)。この LO 系の振幅雑音は、周波数的には主信号の両側に広がるサイドバンド雑音であるため、主信号のみを通すような狭帯域のバンドパスフィルタ (以下 BPF) を用いると、低減できることが確認されている (入山 2020; 横山 2021)。

我々は、共同利用観測などにおいて任意の LO 周波数に設定できるように、通過帯域の周波数が広帯域に渡って連続的に可変な導波管型 BPF を提案し、まずは 100 GHz 帯受信機向けに試作と評価を行ってきた。その結果、75–115 GHz の範囲でサイドバンド雑音の遮断特性が 20 dB 以上となるような可変 BPF の開発に成功した (堀 2023; 谷川 2025)。今回、この可変 BPF を野辺山 45 m ミリ波望遠鏡に搭載された HINOTORI プロジェクトの 86 GHz 受信機システムに使用し、受信機雑音温度の低減に効果があるかを検証した。同受信機の LO 系で発振可能な 85–115 GHz において、BPF の有無による受信機雑音温度の変化を調べたところ、周波数の依存性はあったものの、ほぼ全ての周波数で雑音が低減した。例えば、LO 周波数 115 GHz ではフィルタ無しの雑音温度が 97.6 K であったのに対し、フィルタを使用するとほぼ半分の 50.1 K となった。講演では、他の周波数も含めた測定データを報告するとともに、実機搭載で明らかとなった可変フィルタの課題についても述べる。