

V105a 月面天文台 TSUKUYOMI における電圧増幅システムへの性能要求

松本健, 大西利和, 小川英夫 (大阪公立大学), 井口聖, 山崎康正 (自然科学研究機構国立天文台), 山内大介 (岡山理科大学), 土屋史紀 (東北大学), 高橋慶太郎 (熊本大学), 山田亨, 磯部直樹, 岩田隆浩, 宇佐美尚人, 関本裕太郎, 宮崎康行, 佐伯孝尚, 森治, 吉光徹雄 (JAXA 宇宙科学研究所)

月面の裏側での 50 MHz 以下の低周波電波観測には、地球の電離層による反射や人工電波源での電波汚染により、地上では困難とされてきた宇宙再電離期以前の観測的研究の実現が期待される。我々、月面天文台 TSUKUYOMI では、暗黒時代に相当する中性水素 21 cm 線グローバルシグナル検出を目標としたシステム設計を進めている。

理論モデルから予測される CMB に対して約 40 mK ほどの微小な吸収線の検出には、平坦な周波数特性を 1-50MHz 帯にわたる広帯域で実現することが重要である。扱う波長が長いことから、アンテナ・プレアンプ間を集中定数回路による電圧増幅を行い、広帯域性能を保持する。周波数が小さくなるにつれ放射抵抗の値が減少するショートダイポールによるアンテナ受信により、主な雑音源となる銀河系からの前景放射がもつ 3 桁以上に及ぶ温度差を抑制する。松本他 2024 年春季年会では、アンテナがもつリアクタンス成分とプレアンプがもつ入力容量・回路の浮遊容量の相互作用が、周波数応答やアンテナ感度に大きく影響を与えることを示した。今回我々は、回路の容量性も考慮した雑音見積を行い、プレアンプの雑音電圧密度を $2\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 以下に保ち、回路全体の浮遊容量を 25 pF に抑えることで、前景放射に比べて観測量への影響が十分小さい受信機雑音を達成できることがわかった。本講演では、前景放射の強度分布やアンテナのビームパターン、月面上での周辺環境など、より詳細なアンテナ受信電圧の推定をもとに導き出されるプレアンプの性能要求を紹介する。