

V142a 月面天文台構想に向けたアンテナ設計と地上観測実験の展望

松本健, 國年悠里, 中川凌, 東野康祐, 山崎康正, 大西利和, 小川英夫 (大阪公立大学), 井口聖 (自然科学研究機構国立天文台), 月面天文台検討グループ

月面で実施する 10 MHz 以下の低周波電波観測は、地球の電離層による電波遮断/人工電波やオーロラ等の自然電波による電波障害の影響を受けないため、地上では観測困難であった宇宙再電離以前の科学研究の実現が期待される。これまで我々は、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対象とした『月面天文台構想』の概念設計について報告してきた (井口他 2023 春季年会)。本講演では 5 m のダイポールアンテナとプリアンプを含む広帯域電圧増幅システムの設計・雑音見積の結果について紹介する。

理論モデルから予測される CMB に対して約 40 mK という微小な吸収線を検出するためには、1-50 MHz 帯にもわたる広帯域観測が要求され、特にその周波数特性を抑えることが重要である。銀河系からの前景放射が主要な雑音源であり、その強度は周波数の約 -2.5 乗に比例する ($\sim 1.6 \times 10^7$ K@2 MHz)。ショートダイポールは周波数が低くなるほど放射抵抗の値が小さくなるため、システムの実効的な雑音温度が上昇する。これらの性質から、プリアンプの雑音電圧密度が ~ 2 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 程度以下であれば、前景放射由来の雑音温度に比べて十分低いシステム実効雑音温度を観測帯域全体で得られることがわかった。扱う波長が長く、広帯域性能を保証するには集中定数回路によるシステムが前提であり、アンテナ・プリアンプ・抵抗雑音を組み合わせた原理実証も行なっている。また、月面では周辺環境も考慮したアンテナの指向特性などの性能測定は難しく、限られた観測情報と詳細なモデル化による周波数特性の抑制が必要である。本講演ではアンテナの設置精度や校正手法について原理を交えて紹介し、実機ダイポールアンテナを用いた地上観測実験の検討内容・測定結果についても報告する。