

V106a 宇宙の暗黒時代における中性水素 21 cm 線グローバルシグナルを検出するための月面電波分光システムに要求する感度

山崎康正、井口聖 (自然科学研究機構国立天文台)、松本健、大西利和 (大阪公大)、山田亨、磯部直樹 (JAXA 宇宙科学研究所)、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)、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)

我々は標準宇宙論の検証を目指して、月面において暗黒時代における中性水素 21 cm 線を検出する TSUKUYOMI 計画を推進している。21 cm 線がレッドシフトした信号を空間的に平均すると 1–50 MHz に渡り CMB に対して最大 40 mK@15 MHz の吸収プロファイルとして検出されると予想されている (グローバルシグナル)。 5σ での検出精度を達成するための感度要求を検討した。システム雑音温度は、天の川銀河からのシンクロトロン放射、アンテナが受信する電力のうち天体方向の割合 η 、初段増幅器由来の雑音で決まる。初段増幅器については雑音電圧や入力容量を抑える設計により低雑音化が期待出来る。一方で、アンテナの高さや地面の誘電率、周囲の構造体によってビーム、つまり η が変化するため、感度の観点から詳細に調査する必要がある。波長がアンテナ高さの 2 倍よりも長い時、地面とのカップリングが卓越し、 η が 0.5 より小さくなる。逆にそれよりも短い時、地面での反射により η が 0.5 より高くなる。例えば、5 m ダイポールアンテナと誘電率 3 の地面を仮定すると、アンテナ高さを 7 m 以上にする事で、10 MHz 以上の周波数で η を 0.6 まで最大化出来る。誘電率を 2–10 まで変化させると地面での反射率の変化に伴って η が 0.5–0.7 まで変化するが感度にはほとんど影響ない。以上の結果に加え、アンテナ高さ、アンテナ台数、積分時間、周波数分解能、初段増幅器の雑音電圧や入力容量を考慮した感度の検討結果を報告する。