

テラヘルツ波リモートセンシング：宇宙からの観測とデータ Terahertz Remote Sensing: Observations and Data from Space

黒田 剛史[†] 笠井 康子^{†‡}Takeshi KURODA[†] and Yasuko KASAI^{†‡}[†] 国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT) テラヘルツ研究センター [‡] 東京科学大学

概要

テラヘルツ波は高い分光性能と地下浅部に対する透過特性を有し、地球観測や惑星探査のための有力なリモートセンシング手法として注目されている。NICT は JAXA と共同で国際宇宙ステーション搭載超伝導サブミリ波サウンダ SMILES を開発し、従来観測が困難であった BrO などの地球大気超微量成分を高精度に観測(図 1)、成層圏オゾン化学の理解向上やオゾン層回復の定量評価に貢献した。また ESA 木星氷衛星探査計画 JUICE に搭載されたサブミリ波分光計 SWI ではテラヘルツアンテナの開発を担い(図 2)、2031 年の木星系到達以降は木星大気・ガリレオ衛星の観測を通して、氷衛星における地下海の存在や水循環過程の解明などに貢献することが期待されている。さらに将来的な有人活動が見込まれる火星についても、気象予報や生命維持に関わる温度・風速場や大気組成の観測検討を行っている(図 3)。

近年は月・惑星資源探査を目的としたテラヘルツセンサの小型軽量化技術とその実利用に向けた取り組みを進めている。超小型火星探査機 TEREX の開発に続き、月面地下浅部の誘電率分布を観測する TSUKIMI (Lunar Terahertz Surveyor for Kilometer-scale Mapping)計画が現在進行中で、0.28 THz および 0.49 THz 帯の受動観測により、月面地下数 cm から数十 cm の領域の誘電率分布を全球キロメートルスケールで推定し、水氷やレゴリスの物理特性の把握を目指している。テラヘルツ波は赤外線観測より深部、マイクロ波観測より浅部に感度を持つため、これまで十分に探査されていない地下浅部の情報取得が可能で、また観測データと放射伝達モデルを組み合わせることにより、水氷存在量や地下構造の推定精度向上と将来の月面資源利用や探査拠点建設に向けた基盤情報の提供を目指している。

【参考文献】 [1] Kasai and Sagawa, *SPIE Newsroom* (2013); [2] 笠井他, *日本惑星科学会誌「遊・星・人」* **34**, 178-186 (2025); [3] Kasai et al., *Planet. Spa. Sci.* **63-64**, 62-82 (2012).

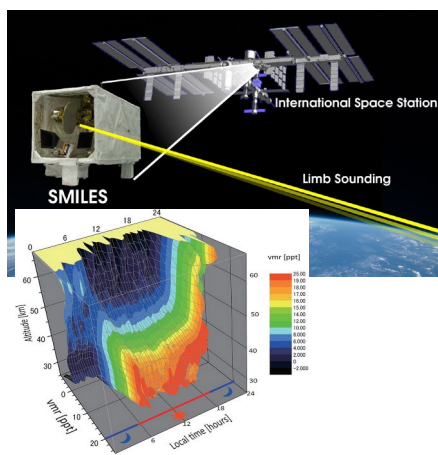


図 1. SMILES と BrO 時空間変動の観測結果[1]

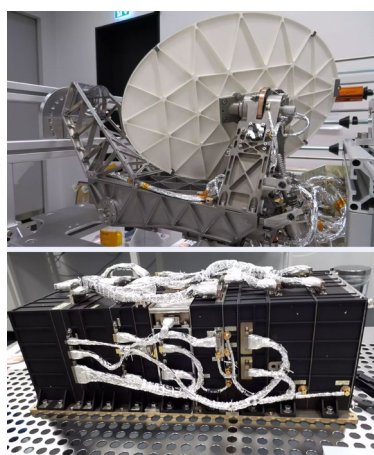


図 2. 開発中の JUICE/SWI 測器の画像[2]

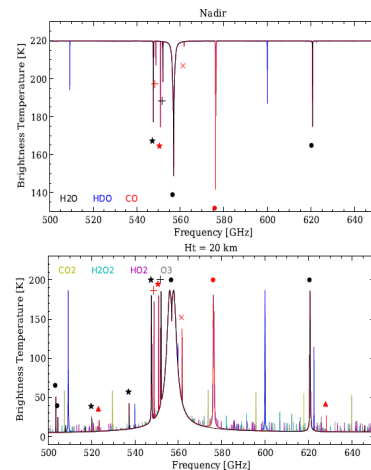


図 3. 火星大気観測スペクトルのシミュレーション結果[3]

Abstract

Terahertz remote sensing is a powerful tool for Earth observation and planetary exploration because of its high spectral resolution and subsurface sensing capability. This presentation introduces recent activities at NICT, including atmospheric observations by SMILES and antenna development for JUICE/SWI. It also presents the TSUKIMI mission, which aims to map lunar subsurface dielectric properties and potential water-ice resources using passive terahertz observations, together with future prospects for Mars exploration.