

テラヘルツ波リモートセンシングによる地球惑星探査

THz remote sensing for Earth and Planetary exploration

笠井康子

Yasko Kasai

情報通信研究機構 テラヘルツ研究センター

和文概要

現在、宇宙からの衛星リモートセンシングにおいては、光や電波、または赤外域の電磁波を使うことが観測の主流を担っている。それに対し、10-20年ほど前まで「未開拓周波数」と呼ばれたテラヘルツ電磁波は、比較的、最近に使用されるようになった周波数帯である。テラヘルツセンシングは、電波と光（赤外光）の両者の性質が混在する特徴を有し、近距離においては高解像度の透過センシングなどを実現して来た。衛星搭載機器としては、「超小型軽量化」と同時に「周波数高分解能分光計測」を達成するという、他の周波数にはない圧倒的な優位性を持つ。

近年のテラヘルツ技術進歩は著しく、高利得アンテナやハイパワー出力デバイスなどの新しい技術が開拓され、地球や惑星において、例えば氷雲の観測など、これまで困難であった新たな物理量を測定している。地球観測では上層大気成分の観測を目的として、2002年に欧州のSMR

(Submillimeter-wave Radiometre)、2004年にNASAのMLS(Microwave Limb Sounder)、2009年にNICT/JAXAの超伝導サブミリ波放射サウンダSMILESが、そして2017年にはNASAの超小型衛星ICEcubeが打上げられている。テラヘルツを用いた宇宙探査はまだ開始されたばかりのフェーズである。最初の深宇宙探となったESAのROSETTA衛星搭載MIRO(Microwave Instrument for the Rosetta Orbiter)は2014-2016年において小惑星帯で観測を行い、酸素同位体を計測するなどにより原始太陽系形成プロセスの解明に迫った。また、2022年にはESAの木星圏探査ミッションJUICE/SWI(Submillimeter-wave Instrument)、さらには火星小型探査機の打上げが予定されている。講演では地球や惑星を観測対象とするテラヘルツ波リモートセンシングにおいて、背景、観測技術、産業応用、経済効果に関する最新の成果や問題点等を広く紹介すると共に、今後の展望について述べる。

Abstract

Currently, optical and/or radio-wave were used for the most of satellite remote sensing technique in the electromagnetic wave ranges. Terahertz (THz) wave techniques are relatively newcomer for the Earth and planetary remote sensing observation. THz sensing has unique characteristics, which has both radio-wave and optical, such as transmission and high-resolution sensing. The verified point of THz for satellite system is, THz realized “micro-satellite” with “high resolution spectroscopic observation” simultaneously. Several satellite instruments have been launched to observe Earth’s atmospheric compositions, such as, European satellite SMR (Submillimeter-wave Radiometre) in 2002, MLS(Microwave Limb Sounder) from NASA in 2004, Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder (SMILES) by NICT/JAXA, and cube sat ICEcube from NASA in 2017. The satellite planetary observation with THz instrumental technique onboard the spacecraft going to deep-space are still at the initiation stage. Rosetta/MIRO(Microwave Instrument for the Rosetta Orbiter) was the first THz instrument onboard a spacecraft in deep-space. JUICE/SWI which is planned to be launched in 2022 for the observations of Jupiter and its icy satellites, and expectations for the terahertz instrument on the Mars orbit which has still never been adopted. I would like to introduce the background, overview, business applications, economical effects, measurement technique, and future prospective of THz remote sensing.