

7 テラヘルツ波リモートセンシング

7 Terahertz-wave Remote Sensing

7-1 テラヘルツ波リモートセンシング総論

7-1 Introduction to Terahertz-wave Remote Sensing

笠井康子

KASAI Yasuko

要旨

テラヘルツ波は技術的にエレクトロニクスとオプティクス・フォトニクスの境界領域であることから、その発生・制御・検出が困難であった。長い間、人類にとって未踏の周波数領域であったが、近年ではテラヘルツギャップと呼ばれる技術的困難を克服しつつあり、その進歩は著しい。

地球観測の歴史の中でもテラヘルツ波を用いた観測はこれまであまり例がない。しかし、近年の技術の急展開により、テラヘルツ波を利用したリモートセンシング観測が可能になってきている。NICTでは、デバイス開発や素子開発を行う研究チームとの緊密な連携を武器に、世界に先駆けてテラヘルツ波地球惑星大気リモートセンシング研究開発を行っている。これらの研究の一部を紹介する。

There have been only a few technique with THz technology for atmospheric remote sensing observations. The development of the observation technique is quite difficult in this frequency region, because THz region is technically the boundary area between the electronics and the opt-fotonics. However, recently, THz technology has made tremendous progress. In NICT, we are developing the THz remote sensing on the powerful collaboration with device development research center.

[キーワード]

テラヘルツ, 大気放射伝達, リモートセンシング, 水蒸気観測, 大気汚染物質, 温暖化物質, 氷雲
Terahertz, Atmospheric radiative transfer, Remote sensing, Humidity, Green house gas, Polluted gas, Ice cloud

テラヘルツ波観測はマイクロ波観測と赤外観測の間における周波数に相当するが、この領域はいまだに“地球観測周波数のギャップ”として存在し、実際に周波数を横断して連続した観測を行った例はこれまで存在しない。マイクロ波観測側からテラヘルツ域観測への挑戦は最近 20 年の間に続けられており、例えば、2002 年に打ち上げられたスウェーデンの Odin/SMR 衛星、2009 年に打上げ予定の日本の国際宇宙ステーション搭載/超伝導サブミリ波リム放射サウンダ JEM/SMILES などの衛星ではサブミリ波と呼ばれるサブテラヘルツ領

域における観測を開拓している。また、2004 年 7 月に米国 NASA が打ち上げたマイクロ波リム放射計 (MLS/AURA) では 2.5 THz 領域の OH 観測測器を搭載している [2]。一方、赤外観測側からもテラヘルツ域観測への取組は行われており、例えば、米国 NASA ラングレーでは、最近、気球搭載 FIRST 測器によりテラヘルツ域の水蒸気と雲の同時観測に成功している [1]。

テラヘルツ領域は地球長波長放射の 50 % 以上を占めており、温暖化の理解に対しても非常に重要な周波数帯であることは、長い間、指摘され続

けている(図1)。また、テラヘルツ波は観測手段としても有用である。「電波」と「光波」の境界領域であることから、両者の性質を同時に重ね持つ。最も大きな特徴は「電波の透過性」と「光の指向性(空間分解能の良さ)」を重ね持つ点である。例えば、現在、IPCC(地球温暖化パネル)でも取り上げている地球温暖化メカニズムにとり鍵となる氷雲に対しては以下の利点がある。氷雲はその薄さ

とサイズと散乱特性から、電波でも光でもその微物理過程を観測することは厳しい。光(赤外・可視・紫外光)を用いる観測は雲の存在により光が反射するため、雲の中身を観測することができない。一方、電波は雲を透過すること、氷雲のサイズが電波の波長よりも小さめのために、観測が困難である。しかし、テラヘルツ波を用いると、雲を透過しつつ、雲の観測が可能になる。そして、我々の研究によりテラヘルツ波はその波長から、数百 μm 氷雲のサイズを観測するのに最適であることが分かってきた。また、この周波数帯は地球大気中に存在する水蒸気を観測するにあたって最適な周波数であることも垣間見えてきている。例えばテラヘルツ波を用いれば、その水蒸気観測の感度のフレキシビリティを生かして、都市型集中豪雨の局所的予測なども可能になるかもしれない。

とはいえ、いまだ「テラヘルツ波リモートセンシング観測」は見事に未成熟かつ発展途上な分野であり、世界の先端を行っている NICT においても、手探りで「何ができるのか」を探っている状態である。7章では我々が開発しているテラヘルツ波リモートセンシングの一部について紹介を行う(図2)。

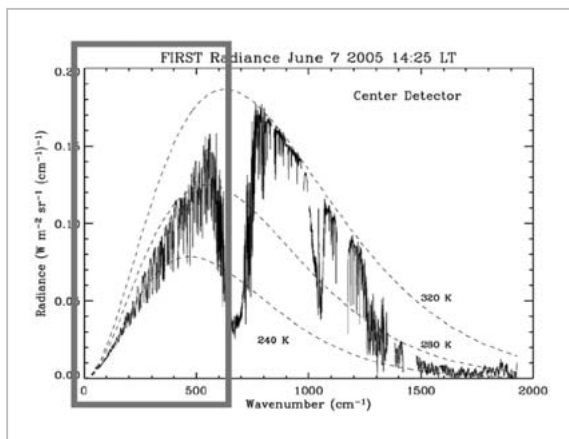


図1 テラヘルツ周波数範囲(□で囲った部分)と地球放射の関係

RadianceはInfrared spectrum recorded by FIRST, Martin G. Mlynczak et al. GRL, 33, GLO25114, (2006)より引用[1]

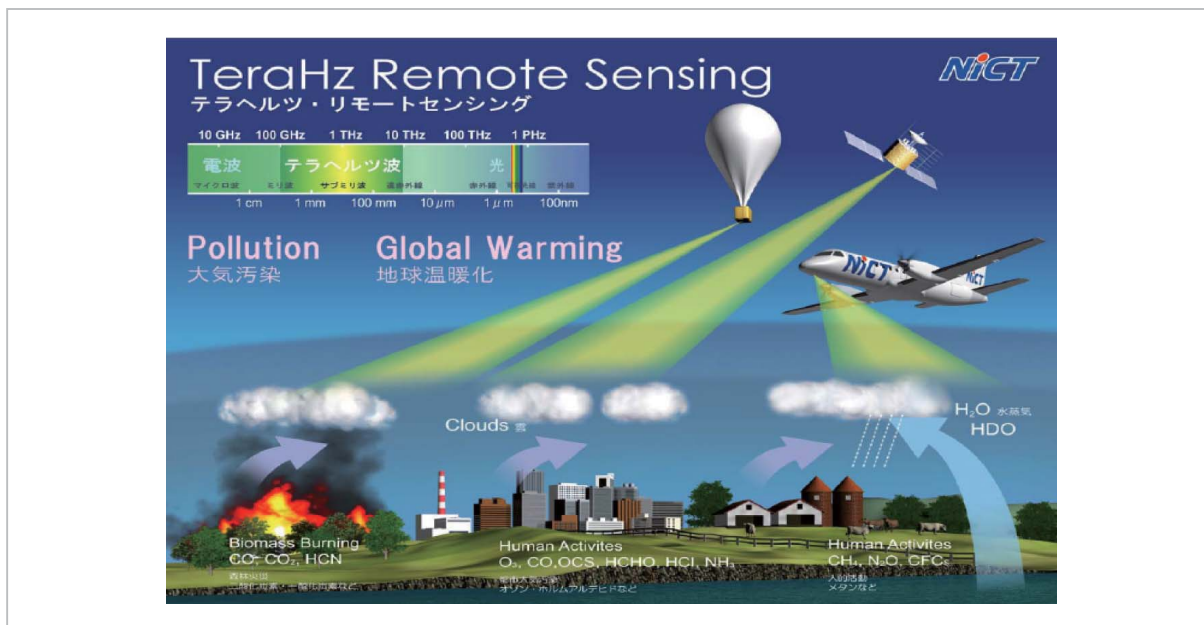


図2 NICT テラヘルツ波リモートセンシング

参考文献

- 1 Martin G. Mlynczak. et al, "First light from the Far-Infrared Spectroscopy of the Troposphere (FIRST) instrument", GRL, 33, GL025114, 2006.
- 2 Waters, J. W. et al. "The Earth Observing System Microwave Limb Sounder (EOS MLS) on the Aura satellite", IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing 44, No.5, 2006.

かさい やすこ
笠井康子

電磁波計測研究センター環境情報セン
シング・ネットワークグループ主任研
究員 博士(理学)
大気分光リモートセンシング