

電波と光波をつなぐ計測技術

—テラヘルツ波を使うために—

「電磁環境研究室では、近い将来、様々な応用開発が進むと期待されているテラヘルツ波帯(0.1THz～10THz)の電磁波の精密な電力測定や、物質との相互作用の研究をしています。」



福永 香 (ふくなが かおり)

電磁波計測研究所
電磁環境研究室 研究マネージャー

電磁波を使ってモノの劣化や不具合を診断する仕事をしています。電気と化学、科学と文化、日本と西欧など、異分野・異文化をつなぐフィールドワーカーです。



藤井 勝巳 (ふじい かつみ)

電磁波計測研究所
電磁環境研究室 研究マネージャー

中学生のとき、アマチュア無線とアキバに出会い、好きなアンテナはログペリと答えて大学院の面接試験を通過。直流からTHz帯まで、とにかく電波を正しく測りたいメトロロジストです。



水野 麻弥 (みずの まや)

電磁波計測研究所
電磁環境研究室 主任研究員

テラヘルツ波帯の基礎検討をコツコツ行いながら、いつかテラヘルツ波を利用した医学応用を実現したい、と考えているエンジニアです。



登坂 俊英 (とうさか としひで)

電磁波計測研究所
電磁環境研究室 研究員

電磁波の測定から対策まで行います。未知の分野に対して好奇心旺盛で実験好きな研究者です。

はじめに

電磁環境研究室では、情報通信に用いられる電磁波が、他の目的で用いられる電磁波や電気・電子機器が動作する際に、外にもれ出してしまいう電磁波などと影響を与え合わないよう、電波の環境を守るための測定・評価・対策の研究をしています(図1)。その中でも、未踏周波数と呼ばれるテラヘルツ波帯(0.1THz~10THz)の電磁波は、まだ電力も周波数も国際標準の「ものさし」がありません。そのため発振器(光源)の出力もいわば

自己申告です。それでも実用上は困らないという応用分野も多いですが、それぞれがテラヘルツ波帯を使いたいとなった場合に、相互に影響を及ぼさない環境をつくるため、まず、テラヘルツ波の電力とその減衰量を正確に測ることが必要と考えています。

テラヘルツ波帯は境界領域

テラヘルツ波帯は光と電波の間の周波数領域にあり(図2)、低周波側(電波側)からはミリ波帯を超える無線通信技術に、高周波側(光側)



図1 電波の環境を守るための測定・評価・対策の研究の概念図

からは赤外を超える分光技術(特定の周波数の吸収特性から物質の性質を探る手法)として用いられようとしています。学問分野としても、電波と光は別の工学分野と認識され、研究者の情報交換の場である学会も異なることが多いため、その境界は未開拓でした。また周波数帯の使い方も、電波側は、周波数を細かく分配して専有するのに対して、光側の分光技術は周波数を極めて広帯域に使い、物質ごとに吸収しやすい周波数を評価するなど、大きな違いがあります。物理量の単位も周波数、波長、波数が、それぞれの分野で使われており、測定方法も、

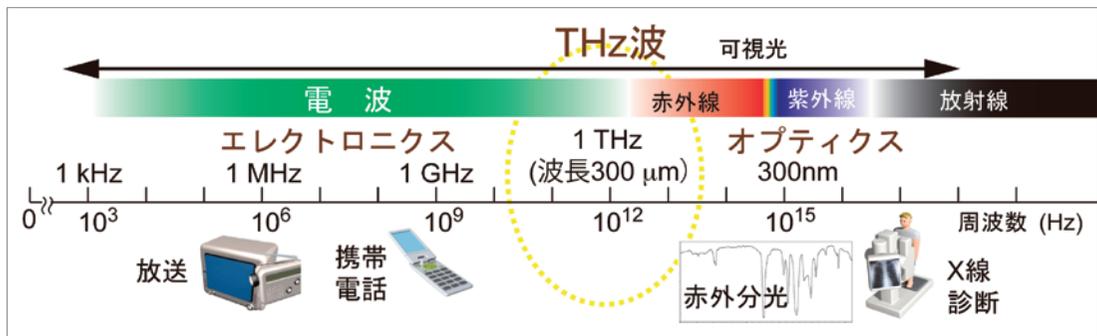


図2 電波と光の間にあるテラヘルツ波

電波側は導波管をつないで測る文化、光側はレンズで集めて測る文化があります。その異なる計測文化を結びつけるのも私たちの仕事です。

● テラヘルツ波を測る

今、無線通信では、60GHz帯が映像伝送や高速データ伝送、70GHz帯が自動車の衝突防止レーダに用いられていますが、情報端末の高性能化にあわせて、ハイビジョン画像のリアルタイム無線伝送など、超高速大容量の情報通信技術が必要とされており、120GHz帯や300GHz帯の無線通信利用の開発が進められています。その周波数帯の通信機器の性能を評価したり、電波を割り当てたり、また、これらの電波によって生じる混信や妨害の低減や、生体への影響の評価のためには、まず、高周波電力を、単に強い・弱いで表すだけでなく、「この無線機からの出力電力は何Wです」と言ったぐあいに、単位を付けて表現できるよう、国際単位系のSI基本単位にトレーサブルな(遡ることができる)測定を正しく行えるようになる必要があります(図3)。また、電力強度の測定可能範囲を拡げるために不可欠な

高周波減衰量標準の開発、空間を飛び交う電波の出入り口であるアンテナの利得や指向性の測定、周波数変換器(ミキサ)の変換損失の測定など、「テラヘルツ波を測る」ために必要な技術の確立を目指し研究開発を行っています。さらに、300GHz帯の無線通信を視野に入れ、電波を空間に発射した際の伝搬モデルの確立や、伝搬路上に存在する壁やプラスチックといった各種材料からの反射や遮蔽・吸収量の評価、電波の絶対強度測定に関する研究開発を行っています。

● テラヘルツ波で測る

電磁波を物質に照射した時の物質固有の吸収特性から材料の特性を探究するのが分光技術です(図4)。従来から用いられている、テラヘルツ波より周波数の高い中赤外領域においては、測定法がマニュアル化され、あらかじめ様々な物質の電磁波に対する応答が集められたデータベースが存在します。そのため何かわからない試料の応答を、データベースと照合して物質が何かを明らかにすることができるなど技術整備が進んでいます。一方、テラヘルツ波帯での分光技術は、水素結合などの弱い分子間の作用を感度良く捉えることができ、中赤外領域では困難な有機・無機複合体等の特性を評価できると期待されています。しかし、試料の状態や光学系の違いによって取得したデータが異なってしまうなど、まず正確にデータを取得するための手法が未だ確立されていません。そこで、同じ試料を異なる装置で測定し、データを比較したり、値が異なる理由を考察することによって、テラヘルツ分光装置を正しく選び、使うための方法を検討しています。また、様々な



図3 110GHzまでの電力計較正システム
現在、110GHz以上の電力計を較正するためのシステムを開発中。

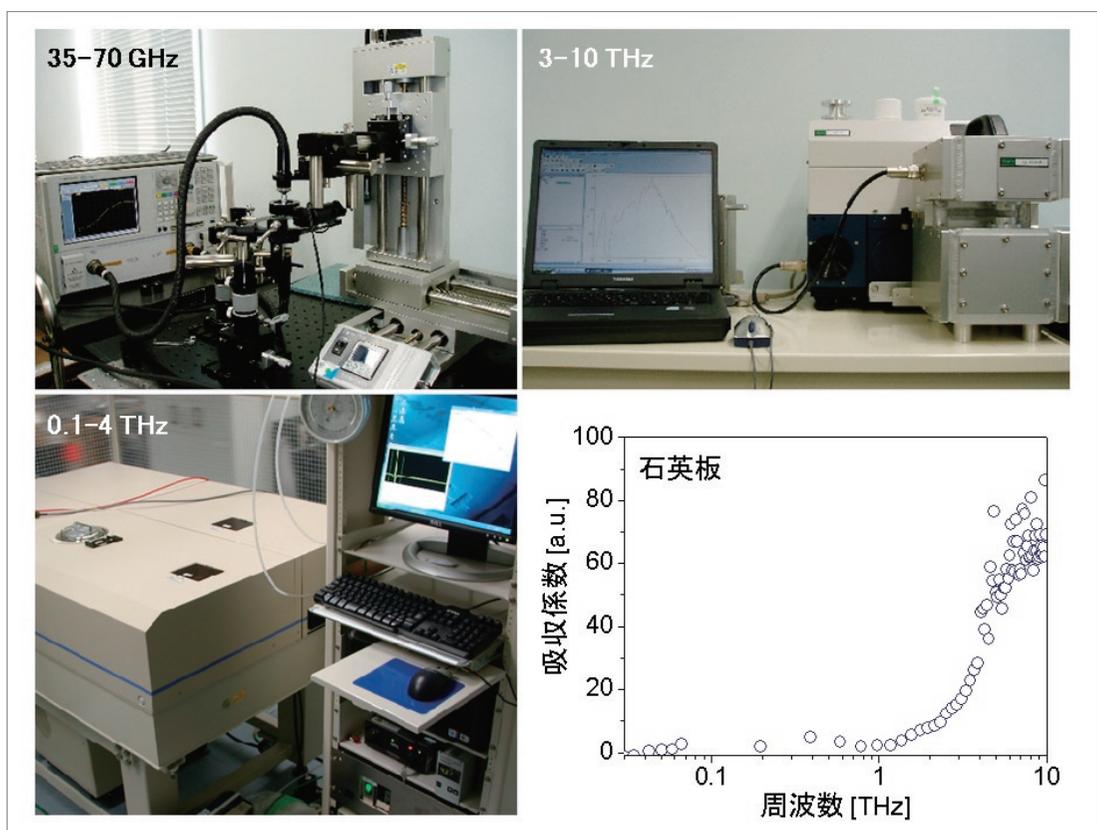


図4 分光システムと測定例

材料の吸収特性をデータベースに構築、その特性がなぜ現れるのかについても、シミュレーション等で検討をはじめています。さらにテラヘルツ波は不透明なモノの内部を壊さずに見るイメージング技術としても実用化が進められていますので、どのくらい小さいものまで見えるか、などの評価も行う予定です。

● まとめ

以上のように、私たちは、様々な応用開発が進むテラヘルツ波帯の電磁波を正しく測れるようになる、という地味ながらも、エンジニアリングの基本中の基本である「測る」という仕事に誇りをもって取り組んでいます。