

フォトニクスが拓くミリ波・テラヘルツ波計測

Millimeter wave and THz wave measurements based on photonics

阪大院基礎工 久武 信太郎

Graduate School of Eng. Sci., Osaka Univ., Shintaro Hisatake

E-mail: hisatake@ee.es.osaka-u.ac.jp

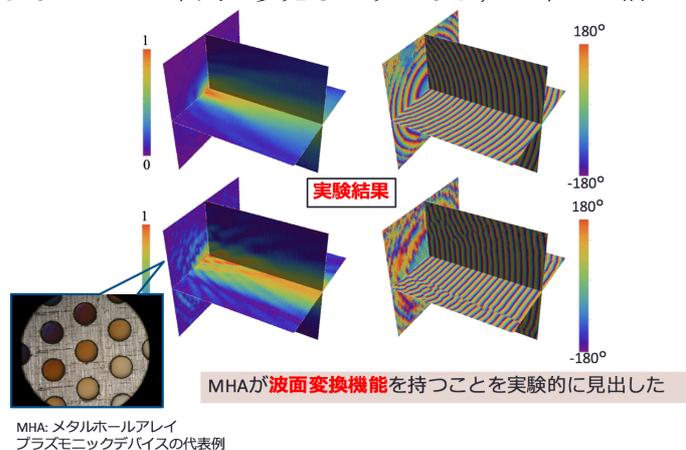
ミリ波・テラヘルツ波「を」測定する技術とミリ波・テラヘルツ波「で」測定する技術、私が最近開発しているこれら計測技術の中身はまさしくフォトニクスです。

数十 GHz から数 THz のミリ波・テラヘルツ波帯には、様々な分子のいわゆる指紋スペクトルが存在しております。また、タンパク質の機能発現に重要な関わりをもつ振動モードがこの周波数帯に存在しているのでは？とも言われております。ミリ波・テラヘルツ波は生命科学や分析化学のツールとして注目を集めており、ここではミリ波・テラヘルツ波「で」精密に測定する技術が求められます。一方、自動車に標準装備されつつある衝突安全装置の一部には、24 GHz、76 GHz 帯のミリ波レーダが利用されており、100 Gbps を超える高速無線通信のために 300 GHz 帯や 600 GHz 帯のテラヘルツ波の利用が検討されております。従来の情報通信に利用されていた「電波」と比べて一桁程度以上高い周波数の電磁波を用いるこれらアプリケーションでは、電波をビームとして用いることから、その放射パターン計測が重要となります。つまり、ミリ波・テラヘルツ波「を」精密に測定しなければなりません。ミリ波・テラヘルツ波は、今後積極的に産業活用されるべき資源であり、この周波数帯の計測技術の開拓は不可欠です。

フォトニクスにとってみれば、数テラヘルツの帯域幅をカバーすることは造作も無いことで、この広帯域性は電気技術に対する大きなアドバンテージです。「高周波の位相を精密に測るには、フォトニクスは不安定でしょ！」と思われがちですが、もちろんそんなことはありません。フリーランニングレーザを用いた広帯域周波数同調性と、振幅計測の SN 比に制限される理論限界位相検出感度の達成は同時に可能です。つまり、光コムや光位相同期技術を使わなくとも、電気のベクトルネットワークアナライザにひけをとらない位相測定精度で数 THz にわたる測定帯域が連続的にカバーできます。光ファイバの先端に HR ミラー付き電気光学結晶を装荷すれば、超低擾乱な光読み出し型電界センサとなります。同軸ケーブルは被測定電磁界を大きく乱しますが、光ファイバは誘電体できており、被測定電磁界を大きく乱しません。この事実はフォトニクスの中で閉じておればあまり意識されないかもしれませんが、高周波電磁波を計測する上では、大きな特長となります。

本講演では、我々が開発しているミリ波・テラヘルツ波精密計測技術、特に電界可視化技術についてご紹介いたします。「産業活用のために計測技術の開拓が不可欠」と上述しましたが、実は自らの興味からメタマテリアルの電磁応答を可視化する必要に迫られたことが本計測技術開発のもともとの動機でした(図)。ところが最近、本技術がこの周波数領域での標準的な計測手法とならないかと本気で夢見るようになり、1 年ほど前から社会実装を目指して産業界へのインタビュ

ュー活動を行っております。産業界へのインタビューから、自励発振デバイスから放射されるミリ波・テラヘルツ波の空間分布を、波源とは非同期で可視化することに大きなニーズがあることがわかり、開発を開始しました。講演では社会実装にむけた“もがき”の活動についても少し触れたいと思います。



MHA: メタルホールアレイ
プラズモニクデバイスの代表例

図: ホーンアンテナから放射されたテラヘルツ波(上)は MHA により平面波に変換された(下)。

日頃からご議論頂きます、永妻忠夫大阪大学教授と小林哲郎大阪大学名誉教授に感謝申し上げます。本研究成果の一部は、国立研究開発法人科学技術振興機構の研究成果展開事業(先端計測分析技術・機器開発プログラム)と科研費(15K13383)のサポートに基づきます。