

1 躍進するテラヘルツ技術

1 Terahertz Technology Striding Toward Further Progress

井筒雅之

IZUTSU Masayuki

テラヘルツ技術が脚光を浴びている。電波や光波が社会生活に深く浸透する中であって、電波と光波との遷移領域にある電磁波、テラヘルツ波は、未開拓な周波数領域として、ほとんど手つかずのまま残されてきた。しかし、このところのテラヘルツ技術開発の急速な進展によって、光波や電波とは一味違った、新しい可能性を持った周波数領域として、テラヘルツ波が注目を集め、様々な応用の可能性についても研究され始めている。従来技術では実現することの難しい、新しいセンシングや通信への応用が期待される。

テラヘルツ波は、周波数 1 THz (自由空間中の波長、300 μm) を中心とする領域の電磁波である。0.3 THz (300 GHz) ~ 3 THz (波長 1 mm ~ 100 μm) の周波数領域であると書かれていたり、あるいは、もう少し広い目に 0.1 THz (100 GHz) ~ 10 THz (波長 3 mm ~ 30 μm) と定義されたりするが、いずれにせよ、電波と光波の境界領域である。電波は、電荷の加速度運動によって生じると考えることができる。一方、光波は、量子化されたエネルギー順位間での状態遷移に伴って発生すると理解される。雑音の主体が熱雑音である電波に対して、光波では温度とは無関係な量子雑音がドミナントである。量子雑音と熱雑音の比は $h\nu/(kT)$ で与えられる。ただし、 ν は電磁波の周波数、 T は絶対温度、また、 h と k は、それぞれ、プランクの定数及びボルツマン定数である。ちなみに、 $T=273\text{ K}$ (0°C) のときに $h\nu=kT$ を満たす周波数 ν は 5.6 THz (波長は 53 μm) である。すなわち、人間が快適と感じる辺りの温度範囲では、5 ~ 6 THz 付近の周波数帯で量子雑音と熱雑音の大きさが同程度となる。

テラヘルツ波が広く注目を集め、研究開発にはずみが付きだしたのは、発生技術や計測技術が

整ってきて、様々な利用法を考えることができるようになり始めたからと言える。分子の回転順位など、テラヘルツ領域には物質の様々な吸収帯があって、テラヘルツ帯分光を用いれば、これまで不可能であった微量な化学物質の同定も可能になると期待される。種々の物質に対する、他の波長域とはかなり異なった反射・透過特性も活用できそうである。一方、様々な吸収があることから、帯域を選べば、大気中の伝搬距離をせいぜい数 10 m 以下に抑えることもできるので、この特性を利用し、秘匿性の高い短距離通信を実現できる可能性もある。ただし、様々な物質、媒体のテラヘルツ帯分光特性は、やっとデータの集積が始まった段階であり、テラヘルツ帯開拓を進める上で、伝搬特性データの集積・整備は喫緊の課題である。

情報通信研究機構 (NICT) では、かねてより、テラヘルツ波の発生や検出に関して地道に研究開発を進めてきていて、長い研究の伝統がある。フェムト秒光パルスを利用したテラヘルツ帯パルス信号の発生や、テラヘルツパルスを用いた時間分解分光技術、あるいは、独自の半導体材料を用いたテラヘルツ帯から遠赤外光検出用アレーデバイス、さらに最近では、テラヘルツ帯量子カスケードレーザにも成功している。また、各種材料の分光特性データの収集にも着手している。

本特集号では、NICT で進めている、このような研究開発に関する取り組みの一端を紹介している。これまでに得られた成果をまとめるとともに、今後のテラヘルツ技術研究開発の展開について考究する。テラヘルツ技術が一層の飛躍を遂げる上で、契機の一つとなることを期待するものである。



いづつ まさゆき
井筒雅之

高級研究員（新世代ネットワーク研究
センター担当） 工学博士
光エレクトロニクス
izutsu@nict.go.jp