

# 9 テラヘルツ研究の今後の展開への期待

## 9 Prospect for Research and Development of Terahertz Technology in Future

斗内政吉

TONOUCHI Masayoshi

### 1 はじめに

近年、テラヘルツ電磁波応用への期待は大きく高まっている [1]–[3]。長年、未開拓電磁波として研究開発が進められてきたが、その用途は電波天文と分析科学に限られていた。1980年代半ばに、極短光パルスを利用したテラヘルツ波の発生及び時間領域分光法 (TDS) が誕生し、分析科学にブレークスルーをもたらした。90年代半ばにはイメージング応用への可能性が示され、以来、新しいセンシング・イメージング技術として急速に発展してきている。その研究開発が引き金となって、様々なテラヘルツ研究へと展開も始めた。21世紀に入って、非線形光学効果を用いた高出力光テラヘルツ波変換、テラヘルツ帯量子カスケードレーザーなど光源開発から、非破壊検査・バイオ分析・セキュリティ技術などの応用研究としても幅広く取り組まれるようになった。そのような世界的動きの中で、1990年代初期のころから、情報通信研究機構 (NICT: 当時通信総合研究所 CRL) はテラヘルツ TDS の追試に入り、90年代半ばには、超伝導体からのテラヘルツ波の発生を見いだすなど、オリジナルな研究の展開も可能となった。2000年前後から、ヨーロッパを中心に、テラヘルツ研究活動が活発化してきたが、2004年度に総務省の委託によりテラヘルツテクノロジー動向調査報告書がまとめられ、我が国のテラヘルツ研究に大きな流れを作ることとなった。同調査では、テラヘルツ波・テラヘルツフォトリクス・テラヘルツエレクトロニクスを包括的に推進することで、単なる分析科学としての利用だけではなく、テラヘルツ情報通信から、安全安心技術、バイオ生体医療医薬品検査応用など、広大な応用展望を明ら

かにし、以来、世界的な流れを形成することとなった。これまでのそのようなテラヘルツ分野の創成において、NICT は我が国の中心的役割を果たしてきており、今後は世界をリードすることが期待される。

### 2 テラヘルツ技術の課題

テラヘルツ技術の開く未来に明確な分野として、情報通信とセンシングがある。将来的にはそれらの融合により新しい展開も期待される。NICT が今後果たす役割の中で最も重要なテーマは、テラヘルツ情報通信分野の開拓、特にテラヘルツ無線があげられる。今のところ、センシング技術の開発とその応用探索が主な研究として広まっているが、テラヘルツ情報通信は大きなマーケットが期待され、我が国の産業展開に極めて重要である。現在、民間企業が、長期的な視野に立った研究開発が難しい中、国策として同研究を推進する責務があるであろう。

情報通信に加えて、現在進められているセンシング技術の研究開発も重要である。特に、国として取り組むべき課題に、安全・安心応用がある。現在までに理化学研究所を中心として、郵便物内の危険物・禁止薬物の非開封検査システムの開発が進められており、優れた成果を上げている。現在 NICT でも、火災現場でのガス検知・人命救助システムの研究開発に産学官連携で着手しており、重要な研究開発を担っている。テラヘルツ波の安全・安心応用は、食の安全から災害・テロ対策までを対象とする。このような広範囲の研究開発の推進には、安全・安心応用のためにテラヘルツ研究開発ネットワークの構築が不可欠である。

すなわち、NICTが THz Network of Excellence の母体として果たす役割に期待したい。

上記の二つの大きな流れに対して、それを支える基盤技術開発を加速させる役割も大きいであろう。要素技術としての重要な研究開発課題は、(1) テラヘルツ光源開発、(2) テラヘルツ検出器・カメラの開発、(3) システム開発、(4) 標準化技術及び(5) ソフトウェアである。光源としては、主に光テラヘルツ波変換を用いたもの、電子デバイス光源及びテラヘルツ量子カスケードレーザーがある。我が国の光源開発では、共鳴トンネルダイオード、二次元プラズモンデバイス並びに様々な電子材料からのテラヘルツ発生など、SCOPE 制度の支援の下、大きな成果が得られている。その他、差周波混合・チェレンコフ放射・パラメトリック放射などの非線形効果の利用などと併せて更なる光源開発が重要であろう。その中で、量子カスケードレーザーについては、我が国は大きく遅れていた。これは、高度なナノ半導体材料の作製技術を要することで、個人研究での着手が難しかったためである。NICT では、同デバイスの開発を進めており、GaAs 系では世界レベルに達してきた。また、GaSb 系などオリジナルな研究開発もできるようになっており、今後の発展に期待したい。

テラヘルツ検出器・カメラの研究開発については、米国が、DARPA など国防基盤技術として推進してきたこともあり、我が国が大きく遅れていると言わざるを得ない。そのような中、総務省のテラヘルツ災害システム開発では、NEC グループがテラヘルツカメラ開発に加わっており、早急なキャッチアップに期待したい。一方、電波天文などに利用できる超伝導テラヘルツ検出器では、NICT 王 鎮らのグループが世界トップレベルにあり、その利用も重要であろう。

システム開発では、我が国のテラヘルツ TDS

の開発をリードしてきた功績は大きい。海外に十年ほど遅れてスタートしたが、NICT で培った技術を民間に移行し、分光装置としていち早く商品化されたことで、我が国のテラヘルツ技術が世界に認められることにつながった。今後は、我が国の有する光技術(フェムト秒ファイバーレーザーなど)を駆使し、更に発展するであろう。また、現在進められている災害時の有毒ガス検知技術の開発により、システム化研究が加速するであろう。

NICT が取り組むべき重要な課題に、標準化システム及び EMC 研究がある。未開拓電磁波の産業応用を加速させるために、研究開発に合わせて、同技術を開発する必要がある。特に、総務省として、電磁波の周波数標準や電力標準などへの取組が必要である。

以上の技術開発と併せて産業展開に必要なものとして、データベースの構築がある。未知の領域であることから、多くのデータの取得とそのための標準化技術の立ち上げが必要である。NICT 福永らは、データベースの立ち上げに既に取り組んでおり、今後、関係機関の協力を得て、データベース化と公開を進めていいただきたい。

### 3 まとめ

今後のテラヘルツ研究分野の開拓において、NICT の果たす役割は極めて大きい。その方向性として、産学官連携により幅広い研究開発は言うまでもなく、THz Network of Excellence の構築やデータベース・標準・通信規格など国として取り組むべき課題の解決に期待したい。特に、未開のテラヘルツ情報通信の扉を開くことは、我が国の将来を担う大きな事業となるであろう。私も微力ながら、そのような知の創造と技術革新を生むネットワークの一端を担えればと願っている。

#### 参考文献

- 1 テラヘルツ技術, オーム社.
- 2 "テラヘルツ波技術の現状と展望", 応用物理, Vol.75, No.2, pp.160, 2006.
- 3 "Cutting-edge terahertz technology", Nature Photonics 1 (2), pp.97-105, 2007.

とのうちまさよし  
斗内政吉

大阪大学レーザーエネルギー学研究センター教授 工学博士  
テラヘルツデバイス

テラヘルツ研究の今後の展開への期待