2 高周波無線とミリ波イメージング

実利用が視野に入ってきたミリ波、テラヘルツ波

長く産業的に未開拓だった100GHzを超えるミリ波、テラヘルツ波を活用することが近年可能になりつつある。高速通信やイメージングへの応用が期待されており、NTTマイクロシステムインテグレーション研究所（以下、MI研）では実利用に向けた様々な研究を行っている。

産業的に未開拓の周波数帯

電磁波は電波から光波まで産業に役立てられているが、両者の中間に位置するミリ波、テラヘルツ波と呼ばれる周波数帯は未開拓の領域だった（注：マイクロ波、ミリ波、テラヘルツ波の順に波長が短い）。

「長年様々な分野で研究はされてきたものの、特にテラヘルツ帯で実用的な出力が得られないことが大きな課題の一つでした。近年電子デバイスの進歩によりこの課題を克服しつつあり、実利用に向けた研究が始まっています。“高周波”であることから高速・大容量通信、また“波長が短い”ことから高解像度イメージング技術への応用が期待され、私どもでは特に100GHz以上の周波数を使い様々な研究を行っています。」（光マイクロ波応用システム研究グループリーダ 主幹研究員 久々津 直哉氏）

基盤となるデバイスの研究開発

ミリ波、テラヘルツ波の研究開発においては、高周波帯で動作する高速な電子デバイスや、この周波数帯を測定する計測技術の開発が非常に重要な要素となっている。そこでNTTフォトニクス研究所が持つInP-HEMT、UTC-PD技術を応用したミリ波、テラヘルツ波帯発生システムや、電気光学（EO）効果を有するデバイスを利用した目に見えない電界を可視化するためのEOプローブシステム、といったデバイスのインテグレーションをMI研で行っている。NTTではこうした技術を光ファイバの敷設が困難な川などの障害物がある地域での高速無線通信に活用したり、この後紹介するような放送の分野に活用することを考えている。

NTTマイクロシステムインテグレーション研究所
スマートデバイス研究部
光マイクロ波応用システム研究グループリーダ
主幹研究員　**久々津 直哉**氏

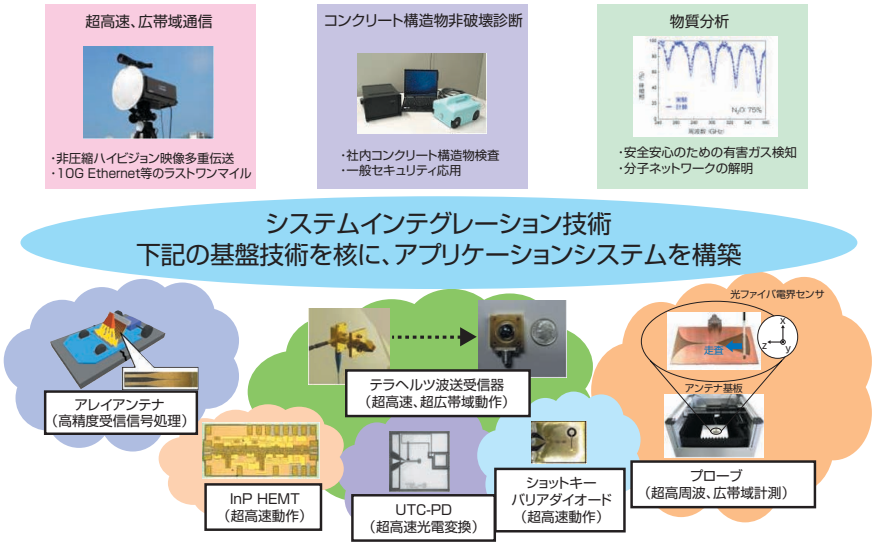

図1　ミリ波・テラヘルツ波の研究開発

高周波無線通信による ハイビジョン画像の非圧縮伝送

スポーツ中継などで、映像を送るFPU（Field Pickup Unit）という無線中継伝送装置がある。伝送速度が限られていることからハイビジョン信号はエンコード後に送信し、受信

側でデコードしているが、演算処理に時間がかかり遅延が生じることが問題になっていた。そこでNTTは120GHz帯の高速性を利用した無線通信装置を開発し、昨年度までNHK、フジテレビジョンと共同で、ハイビジョン信号を非圧縮のまま送受信する実証実験を総務省による委託研究の一環として実施し、北京オリンピックでのトライアル中継などで高い評価を得た（図２）。この実験システムの伝送速度は最大10Gbpsで、1.5Gbps／チャンネルを要するハイビジョンでは最大6チャンネル、最近普及し始めている3D映像では左右2チャンネル必要だが、それでもハイビジョン品質の3Dカメラからの非圧縮映像を最大3チャンネルを同時に伝送することが可能だ。

その後もInP HEMTのアンプ出力を改善するなどの研究を進め、北京オリンピックの時点で３kmだった伝送距離は５kmまで伸びている。

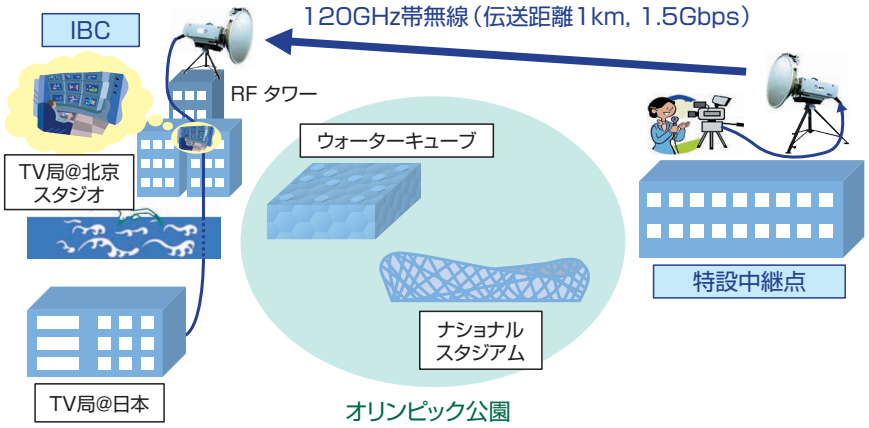

図２　ハイビジョン映像の非圧縮伝送実証実験（北京五輪において）

危険ガス検知やコンクリートの非破壊検査への応用

物質には固有の指紋スペクトルと呼ばれる特性があり、テラヘルツ波帯の共鳴周波数の測定により物質の同定、組成分析が可能であることがわかっている。例えば空港の手荷物検査で違法な薬物を判別するような用途への応用が考えられる。

一方、光波だと拡散されてしまうような煙が充満している空間においても、光と比較して波長が長いテラヘルツ波はより遠くまで到達可能で、しかもX線と比較して人体への影響が小さく安全という性質がある。NTTでは情報通信研究機構（NICT）からの委託を受け、これらの性質を利用して遠隔からの危険ガス検知を行う研究を進めている。この技術は肌から吸収されてしまうような危険ガスが発生している災害現場で、二次災害の防止や被災者救済に役立つことが期待されている。

また、空港などで服の上から体の線まで判別できるような画像を得るスキャナーの使用が話題になったが、これは数メートルの距離からミリ波を照射し、反射したミリ波を画像処理で補完する技術によって実現しており、ミリ波イメージングの分野では一般的な考え方だという。これに対し、NTTが研究しているミリ波イメージングは、方向性が異なっている。「ミリ波を照射する対象物が遠い場合、所望の解像度を得るためにミリ波送受信システムに画像処理機能が加わり複雑になります。NTTではこれを画像処理で補うのではなく、『ミリ波の特性を活かして詳細にセンシングできる距離、対象物への応用』に特化しています。」（久々津氏）

例えば、NTTはコンクリートの構造物を多く持つため、ひび割れ検査に対するニーズがあるが、壁紙などの下に隠れたひび割れは検査が難しい。その点ミリ波は壁紙を透過できることから、ミリ波イメージングによる非破壊検査の研究を進め、持ち運び可能な大きさの検査機器「クラックスキャン」を開発、すでに実用化の段階にある。

実利用に向けた課題

100GHzを超える周波数帯での無線通信の実利用にあたっては、まず周波数の割り当てが必要になるが、国際的にも国内的にも、これら周波数帯の使い方についての議論が必要な状況だ。久々津氏は、「現在は考えられる適用領域について、多角的に研究が進められている段階ですが、今後は、使い方を決めて、100GHz超の周波数を有効に使うための標準化活動を行うことも重要と考えています」と述べている。