

巻/頭/言

5G～6Gにおける光・高周波デバイスへの期待

Prospect of Optical and High Frequency Devices in 5G Systems and Beyond



中沢正隆

Masataka Nakazawa

マクスウェルの波動方程式で表される電磁波の利用は、周波数の高低を問わず、通信の発達歴史そのものである。1900年頃に行われたヘルツの電波の実証、さらにはマルコーニによる無線通信は、現代ではスマートフォンに代表される日常生活に不可欠なツールになっている。光通信は1960年のレーザーの発明とともに光ファイバが開発され、EDFA(Erbium-Doped Fiber Amplifier)やWDM(Wavelength Division Multiplexing)技術を経て今日の超大容量通信を支えている。このような無線通信と光通信の両者は同じ電磁波で記述されるが、今までは別々に技術開発されてきており、両者を結ぶ、すなわち光・無線技術を一体化した技術はまだ出現していない。

その一方で、最近ではスマートフォン、センサ、マシン、さらに車までが1つにつながったインテリジェントな共有型社会の創出のために、高効率で柔軟な情報通信ネットワークの出現が切望されている。すなわち、多様な情報と通信インタフェースに対応でき、各種のセンサ情報を平常時にも災害時にも素早く伝達・処理できるしなやかなICT(Information and Communication Technology)インフラである。この実現のためにはSDN(Software Defined Networking)又はNFV(Network Functions Virtualization)と呼ばれるような仮想化技術が重要であるが、仮想化で最も遅れているのが別々に成長してきた光と無線のアクセス網である。もし光と無線の間で電磁波の波としてのコヒーレンスを完全に保持できる“フルコヒーレント通信方式”がアクセス網で実現できれば、伝送媒体に依存することなく全てのレイヤでの仮想化が完成し、極めて柔軟なネットワークができる。そうなれば、大規模災害への備え、サイバーセキュリティ対策、エネルギーの安定的・効率的な供給が可能なスマート社会が実現できるであろう。

我々は、2013年に光と無線の枠組みを超えた議論を行う場として、光と無線に関する産学官の専門家45名で構成される“次世代アクセスネットワーク検討会”を発足させている⁽¹⁾。将来のIoT(Internet of Things)に求められる

ものは何であるかを念頭に、課題の抽出と課題解決に向けた議論を重ねた。その結果、“フルコヒーレントな光無線融合システムによる自律分散協調型ネットワーク”という方向性を2014年5月に提言した。デジタルコヒーレント伝送技術の発展によって光の電界を高度に操作しつつある今、無線通信との境界がなくなろうとしており、新たな光と無線の一体型アクセスネットワークの開発に向けてまさに機が熟してきたといえる。

その光と無線を一体化した情報通信ネットワークの実現には先端的な光・高周波デバイスの開発が不可欠である。すなわち、キャリア周波数が5桁にもわたる電磁波を一体化した伝送媒体として使いこなすためには、光信号と無線信号を自在に変換することのできる超広帯域/超高コヒーレント光・電子融合型の集積デバイス、又は光と無線のヘテロジニアスな集積化技術の開発が極めて重要である。さらには、小型の低消費電力光モジュールの実現、UTC-PD(Uni-Traveling-Carrier PhotoDiode)の広帯域化、GaN(窒化ガリウム)又はInP(リン化インジウム)のHEMT(High Electron Mobility Transistor)の高出力・広帯域化、半導体レーザーの超高速化・狭線幅波長可変技術も望まれる。これらの技術開発は、計測・分光・イメージングをはじめとする光・ミリ波～テラヘルツ科学などマイクロウェーブフォトンクス分野への波及効果も極めて大きい。一方で、無線の方からは新たな光・高周波デバイスを組み込んだマッシュMIMO(Multiple Input Multiple Output)の小型アンテナアレー技術、高密度分散アンテナ、小型軽量のRF(Radio Frequency)モジュール技術の開発が欠かせない。

これら電磁波のコヒーレンスを活用した新たな光・高周波デバイス技術は、学術と産業の両面で世界を牽引(けんいん)し、我が国の情報ネットワークの高度化と光電子デバイス産業の発展、ひいてはこの分野での国際競争力を向上させることができる。まさに光・高周波デバイスの出番といえよう。

(1) 次世代アクセスネットワーク検討会報告書(2014)
<http://www.roec.tohoku.ac.jp/result/data/M00040.pdf>