

特集：情報通信技術の進化と当社の役割

常務取締役
半導体イノベーション事業本部長
中島 成



1990年台初頭のインターネットの普及以降、人々はほぼ時間遅れなしに世界中の情報を入手することが可能となり、データ伝送容量は年々増加している（図1）。

送られる情報は、初期は音声や文字であったが、その後、写真や動画が加わり、近年は例えば自動運転に必要なデータや人工知能（AI）、メタバースといった人々の生活を変える技術に活用されつつある。また、通信の主体も人からモノへと広がり、大量のデータが常時飛び交っている。

さて、通信方式には有線通信と無線通信がある。

有線通信の進化に貢献してきたものが光通信で、1970年に初めて石英ガラス光ファイバーが試作され、以降、光ファイバケーブルが普及していった。光通信では、例えば音声などのアナログ信号は、「0,1」のデジタル信号（電気）に変換され、これが光信号に変換されて光ファイバーを通して送られる。受信側では光信号が電気信号に変換され、最後にアナログ信号（音声など）に復調されて情報が伝達される。

一方、無線通信は、1979年に日本電信電話公社（現日本電信電話株）が第1世代の商用サービスを開始し、世界でも同時期に商用利用が始まった。無線通信では、アナログ信号はデジタル信号に変換後、周波数の高い電波（マイクロ波やミリ波）に重畳されて、空間を通して送信される。受信側では、アンテナを通じて電波が電気信号に、さらに

アナログ信号に変換されて情報が伝達される。

それ以降現在に至るまで、光・無線両通信において伝送信号を大容量化する様々な技術の開発が続いている。

光通信では伝送容量増加に対応するため、光素子の動作速度の向上に加え、ファイバー1本に異なる波長の信号を伝送させる波長多重、波である光の位相や偏波を利用した信号変調の多値化、さらに近年では1本のファイバーに複数のコアを形成するマルチコアファイバーの開発が行われている（図2）。

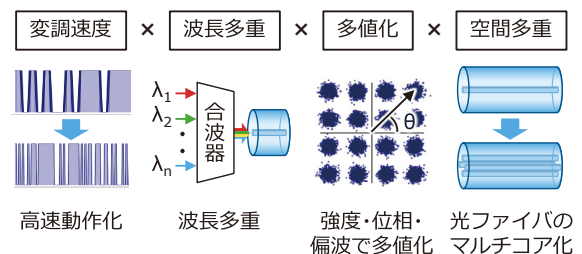


図2 光通信伝送容量の増加技術

また、光ファイバーを伝送する中で光信号は波形が鈍ると共に強度が減衰する。高速に変調された光信号や多値化された光信号は、より顕著に信号波形の劣化の影響を受けするため、大容量で高速変調された信号をできる限り原型に近い波形で送り届けるために光ファイバーやそれを接続するコネクタの低損失化も重要である。

最新の化合物半導体デバイスの性能やこれを駆動・制御するSi ICの進展、光部品の特性向上を踏まえ、必要な伝送距離に応じて最も経済的な組み合わせが社会に実装されている。

無線通信では、携帯電話の第2世代からデジタル信号が導入され10Mbpsの伝送が可能となり、周波数の有効利用、高周波化、信号変調方式の高度化などにより、約10年毎に

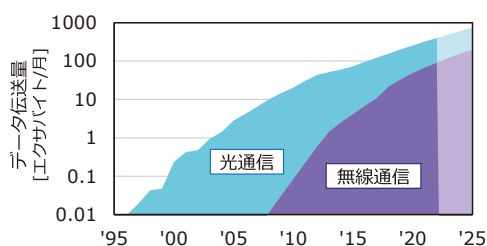


図1 世界のデータ伝送量の推移と予測
(Cisco VNI, Ericsson Mobility Reportを元に作成・推定)

次世代方式が現れ、現在では第5世代に至り最大10Gbpsの伝送が可能となっている（図3）。

また第5世代では、IoT（Internet of Things：あらゆるモノと繋がる）をコンセプトに構成されている。皆さんのお持ちのスマホも、音声通話の目的よりも小型の情報端末として利用されており、これを利用したアプリケーション・サービスが生まれている。

電波は周波数により伝搬距離や繋がり易さが異なるが、その用途は通信だけでなく、レーダなど様々なセンシング、加熱、電力伝送など多岐にわたる。そのため、無線通信に割り当てられた限られた周波数資源の中で、如何に大容量化を図るかが重要となる。周波数の利用効率を高める信号変調方式の高度化に伴い、信号間の干渉が課題となるため、これを抑制する歪特性の改善も重要である。

図4は、2030年に想定される情報通信社会の姿である。

すでに第6世代無線技術が提唱されているが、この技術はもはや無線技術というより、情報通信技術全般を指すものと思われる。通信領域は、地上のみならず、海上、空、宇宙にまで広がり、伝送速度は100Gbps、遅延速度0.1msec以下、同時接続端末数は1千万台/km²以上と計画されて

いる。これらを利用した無人工場、自動運転、AIの活用、物理空間とサイバー空間の一体化、メタバースなどが普及し、日常生活では、我々は通信を意識せず当たり前に行っている世界になると考えられる。

この実現に向けてはさらなるデータ伝送量の増加が必須であり、それに伴い消費電力の増加が深刻になっている。

現在の技術の延長線上で機器の低消費電力化が劇的に進まなければ、情報ネットワーク全体の消費電力は、2030年には現在の5倍の2,400TWh/年になるとの試算⁽¹⁾も示されている。カーボンニュートラルの観点からも、消費電力の抑制は必然のことである。そのために機器の低消費電力化や、これまで電気配線であった領域（例えばサーバ間やサーバ内の数m以下の通信）の光化、さらには電気―光変換をなくして、光信号のみで伝送を行うなどオール光ネットワーク構想（IOWN）も検討が進んでいる。

電気配線の光化で鍵を握る技術は、シリコンフォトニクスである。この技術はSi ICで培われてきた高度な微細加工を用いて、光導波路、結合器などの光素子を超小型化し、Si半導体基板上に作製するものである。

今後は、シリコンフォトニクスと化合物半導体の集積、光ファイバーや光コネクタとの結合技術が必要となってくる。

当社は材料（母材、化合物半導体基板）から、光デバイスと電子デバイス、光ファイバーとケーブル、光コネクタ、ファイバー接続機などの光部品、通信システムまで広く研究開発から製品化を担っている世界でも数少ない企業である。これら情報通信のインフラを構成する技術を垂直・水平に統合・融合することで、システム全体として大容量かつ低消費電力な最適ソリューションを提案・提供することが可能となる。その意味で、より良い社会のサステナブルな実現のために、当社の果たす役割は大きい。

本特集では、研究所、事業部、関連会社から17件の投稿があった。これらにより、当社グループが目指す「安心」「快適」な社会貢献に加え、「グリーン」な環境社会の実現に貢献することを期待する。

参考文献

(1) JST-LCS報告書（2021年2月）

・IOWNは日本電信電話㈱の登録商標です。

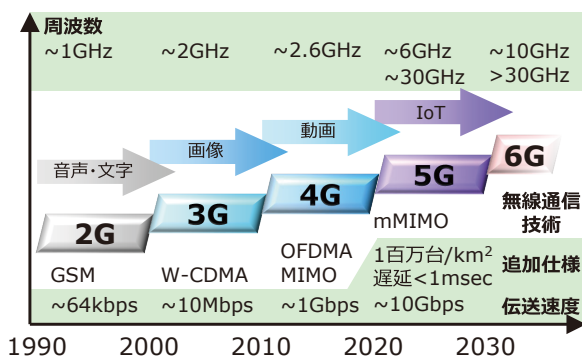


図3 無線通信技術の世代ごとの進化

略号

GSM: Global system for mobile communications

CDMA: Code Division Multiple Access

OFDMA: Orthogonal Frequency Division Multiple Access

MIMO: Multi Input Multi Output

mMIMO: massive MIMO



図4 2030年の情報通信社会の姿