

1 緒言：形の見え始めた第三世代光ネットワーク

1 Introduction: Technology Catch up with Dream on Third Generation Optical Network

淡路 祥成 山本 直克

AWAJI Yoshinari and YAMAMOTO Naokatsu

1 まえがき

特段オーソライズされた概念ではないが、今ここで立ち止まり世界を取り巻くデマンドや技術レベルを俯瞰すれば、これから拓かれる光ネットワークは第三世代と位置づけて良いのではないかと思うに至る。

光通信の第一の特質は超低損失素材であるシリカで製造された光ファイバを伝送媒体として用いることで、無線や電信ではなしえなかった長距離伝送を可能としたことであり、現在 0.14 dB/km : 100 km 伝送後の信号減衰率 97 % という光ファイバが商用化されている。

第二の特質は、実用的な伝送距離を飛躍的に延伸するとともに、電波に比べて圧倒的に広範な周波数資源を信号伝送に供することが可能な多波長一括光増幅器により、地球上をあまねく網羅する長距離・大容量ネットワークを実現したことである。

2000 年代初頭から始まるインターネットの世界的な興隆、情報爆発を物理的に支えたのは光ファイバネットワークであることは論を俟たないが、現代に至る高度化された光通信技術でも、実のところごく一部の物理リソースを利用しているに過ぎない。

帯域にしてみれば、商用化の中心は C バンド (波長 1,530 ~ 1,565 nm : 周波数帯域 4.4 THz) であり、シリカファイバの透過特性から考えられる潜在的な周波数資源全体からすれば最も低損失な領域わずか 3 ~ 4 程度である。

空間利用効率であれば、直径 250 μm の被覆までを光ファイバの構造の最小単位とすれば、単一モードファイバにおいてわずか 9 μm のコアのみが信号伝送に割り当てられており、断面積比で 0.13 % である。

現代の光通信インフラの有り様は経済的合理性追求の結果であるが、一方で絶え間ない容量増加の要求に対して、ついには容量逼迫が懸念されるようになってきた。主たる理由は、光ファイバ 1 本あたりの容量限界、ファイバケーブル埋設管路の収容断面積の上限、海底ケーブルシステムの収容ファイバ数の上限等々、複数の要因が挙げられるものの、総じて「最も安い設

備」としての光通信インフラを使い尽くした結果である。光通信インフラの設備投資の大半は土木工事であり、無軌道に既存の技術に基づくファイバの増設をできるわけではなく、経済的合理性の損益分岐点の見直しが行われようとしている。すなわち、新たな波長帯域の実用化及び空間利用効率のアップグレードであり、技術的な観点からはこれを第三世代と位置づけられるのである。具体的な実現手段として空間多重技術及びマルチバンド伝送技術を中心とした最先端の光ネットワーク技術について **2** にて述べる。

また、来るサイバーフィジカル社会では種々の洗練されたアプリケーションがサービスされ、従来の 10 ~ 100 倍に相当する Tbps に迫るデータ伝送容量が要求されると考えられている。多くのアプリケーションでは、自動運転や拡張現実感 Google などのように「わずかな移動」ともなうことが多く、最終的なアクセス手段はワイヤレス通信が一般的となるが、一方で、大量の情報を伝送・蓄積・処理するデータセンタやエッジクラウド等では第三世代光ファイバネットワークが必須となることから、ユーザに近いアクセス網では光ファイバネットワークと無線ネットワークをシームレスに接続することが必要となる。すなわち光と電波の境界を意識せずに通信インフラを稼働させることが求められる。しかしながらこのような Tbps 級データ伝送において、光と電波の伝送メディアを効率的に相互変換することは従来の技術による経済的な実現が困難であり、革新的なデバイス・システム技術開発が求められている。**3** では、「光・電波融合」をキーワードとして、このようなデバイス・システム技術の研究開発について述べる。デバイス領域では光信号と電波信号を 1 チップ内で効率的に変換・処理するための「マッシュ集積デバイス技術」を、システム領域では光や電波などの伝送メディアを調和的に利用する「伝送メディア調和型アクセス基盤技術」の研究開発を推進している。また、**4** ではデバイス研究開発の基盤となる先端 ICT デバイスラボについて紹介する。

1 緒言：形の見え始めた第三世代光ネットワーク

淡路祥成 (あわじ よしなり)

ネットワーク研究所
フォトリック ICT 研究センター長
博士(工学)
光伝送

【受賞歴】

2020年 第65回(令和元年度)前島密賞
2016年 フジサンケイ ビジネスアイ
第30回先端技術大賞特別賞
2012年 第44回市村学術賞 貢献賞



山本 直克 (やまもと なおかつ)

ネットワーク研究所
フォトリック ICT 研究センター
副研究センター長/
ネットワーク研究所
先端 ICT デバイスラボ
ラボ長
博士(工学)

半導体ナノ材料、光デバイス、光・電波融合

【受賞歴】

2021年 電子情報通信学会通信ソサイエティ
チュートリアル論文賞
2015年 ITU Kaleidoscope Academic
Conference 2015 最優秀論文賞