

伊藤 武*

Takeshi ITO*

日米で、光ファイバ伝送システムが現場環境に持ち込まれ、本格的にその実用化が開始されたのは1976年でした。同じ頃、光波長多重(WDM)伝送の概念が生まれ、実験が始まった。その嚆矢は石尾氏、三木氏らが行った、波長784nm、825nmと858nmの三つの発光ダイオードを光源に、プリズムを分波器に使用しての数kmの多モード光ファイバによる3波長多重伝送実験でした。光源のスペクトルは伝送ビットレート8Mbpsのおよそ100万倍もの広がりでした。波長間隔を周波数に換算すると10THz以上でした。

この20年余の光ファイバ通信の進展と浸透は目を見張るものですが、そのなかでWDMは益々重要性を増し、当初は伝送システムを構成するための選択肢の一つにすぎなかったのが、現在では21世紀に向けての通信システムの構築には欠かすことのできない役割を担っている。その現れの一環として、光ファイバ通信で使用する波長配置の標準化が国際電気通信連合(ITU)で進んでいる。基準は193.1THz(波長1552.52nm)です。最小間隔として25GHzが検討されている。

インターネットを中心とするコンピュータ通信の最近の急速な膨張により通信容量増大の要求は熾烈です。例えば、太平洋を横断する通信トラフィックではデータが音声を既に上回っている。データ通信トラフィックの需要増に応えるため、China-USケーブルネットワークやJapan-USケーブルネットワークに代表される光海底ケーブルシステムを2000年末までに太平洋に布設する複数のプロジェクトが次々と進行中です。一本の光海底ケーブル当たりの伝送容量は100Gbps程度です。布設後2、3年で500Gbpsを超える容量増の予定が織り込まれているシステムもある。

一方、国内に立ち返ってみると、動画ベースの情報伝達を前提に1ユーザ当たり10Mbpsの伝送容量が必須と考えると、日本のネットワーク全体に必要な容量は100Tbpsを超えるとの試算がある。このような大容量伝送システムを時分割多重(TDM)だけで構築するのは技術的に困難です。TDMの重要性が減るわけではないが、WDMが必然となる所以です。1波長チャンネル当たりの伝送ビットレートと波長多重数の積で決まる光ファイバ当たりの総伝送容量の上限はシステム長に依存するが、両者のかね合いは、2.4~40Gbpsの8~128波長多重の組み合わせが当面の選択の範囲です。

WDMが必要とされる理由は、単に伝送容量増だけではない。電話サービスを主体にしたネットワーク構成を、テキスト、音声、静止画、動画など種々の情報通信に柔軟に対応できるネットワークへの再構築、あるいは、新たな構築が求められる時代です。それには、通信ノードで行われる伝送パスの識別やルーティングに波長を利用するのが得策です。WDMによる伝送路の大容量化と、波長ルーティングによる大容量ノードを組み合わせ、伝送情報に依存しない共通の通信系を低コストで実現するのが狙いです。この概念はフォトリックネットワークあるいは光波ネットワークと呼称され、世界各国で競って研究され、開発が進められている。

WDMが一層現実的になったのは、光ファイバ増幅器(EDFA)の出現により光損失の補償が極めて容易になり、10000kmにも及ぶ長尺光ファイバで、数10nmの波長(数THzの周波数)幅にわたる広帯域での透明性が保証された1980年代後半以降です。加えて、プレーナ光回路(PLC)のアレイ導波路回折格子(AWG)に基づく高密度波長合分波器と、EDFAや半導体光増幅器を活用する高速・大容量の光ゲートや光スイッチとの組み合わせによる波長に敏感な種々の高機能光回路の開発がWDMの展開の場を広げている。

言うまでもなく、WDMの鍵を握るのは半導体レーザーです。開発当初の基本的な構成においても、現在開発が進められている複雑で高度な構成においても、その事情は全く同じです。構成要素の数に占める割合では減っているが、高度な機能と優れた性能を実現する観点からは、半導体レーザーの果たす役割の重要性はむしろ増えていると思われる。それは、例えば、微細で正確な波長制御が動的に行えるような、今まで以上に洗練された半導体レーザーが実現すると、WDM通信の形態を変革する力を秘めていると考えるからです。

* 千葉工業大学 電子工学科 (〒 237-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1)

* Chiba Institute of Technology, 2-17-1 Tsudanuma, Narashino, Chiba 237-0016