

1. はじめに

当協会では、今後の光産業の発展を見定め、光技術の研究開発を方向づけることを目的に、1996年度より光テクノロジーロードマップ策定活動を実施している。この活動は、情報通信、情報記録、ディスプレイ、光エネルギー、光加工の分野において、多くの国家プロジェクトの発足の基盤の一つとして、光産業技術の発展に幅広く貢献してきた。2011年度からは、新たに“2030年代に向けた光技術のロードマップ”の策定を開始した。光技術分野として、今後の発展が期待される、情報処理フォトンクス、安全・安心フォトンクス、光ユーザインタフェース、光情報通信、光加工・計測の5分野を選定し、5ヶ年計画で、年度ごとに各分野のロードマップを策定している。単に技術を羅列するのではなく、社会像をまず描くことで課題を想定し、解決に必要な技術に展開していく手法を採用しており、社会ニーズを出発点としていることが特長としてあげられる。

4年目にあたる2014年度の光情報通信・テクノロジーロードマップ策定にあたり、技術戦略策定委員会と光技術動向調査委員会の下に、産学9名のこの技術領域の専門家が参加した光情報通信技術合同専門委員会を設置して、ロードマップの策定作業を進めた。今後、顕在化してくる高齢化、地球温暖化、情報爆発などの社会問題を解決し、豊かで、安全・安心な社会を構築していくためには、2030年には現在の1,000倍の情報量を伝送できる高速・大容量化と現在の1/1000の低電力化を実現する光情報通信技術が必要とし、これをロードマップのニーズに掲げた。

ロードマップの対象領域をデータセンタ、メトロ・コア、アクセス・モバイルの3領域とし、合同専門委員会メンバが、ネットワークの高信頼化・保守簡易化、ネットワークの柔軟性向上・ソフトウェア連携、データセンタ、光アクセス、伝送方式、光ノード、光ファイバ、光スイッチ、光集積、シリコンフォトンクスの各技術分野を担当して、将来社会のニーズ、その実現に必要な技術および研究開発時期を提示することでロードマップを完成させた。

2. 光テクノロジーロードマップ

今日の情報化社会は、増大するトラフィック需要に対して数々の革新的な光情報通信技術を開発することにより、経済的に応える形で実現されてきた。グローバルな光通信ネットワークは世界を結びつけており、地球的規模での距離も克服している。情報化社会が発展すると、個人の端末の多様化や台数の増大に伴い、端末から発せられるトラフィックが増大することに加えて、IoT (Internet of Things)、M2M (Machine to Machine) など、様々なデバイスから、様々な帯域、様々なタイプのトラフィックが発生すると考えられる。今後、光情報通信技術が、これらの要求に答えていく際には、地球温暖化回避に寄与できるサステイナブルなアプローチが必須で、さらに、高齢化社会の到来、労働人口の減少、災害に強いインフラの実現も視野に入れた対応も必要となる。

電話サービスは、距離を超えて主に人と人を結びつけてきたが、今後はコンピュータなど人以外が通信と連携することで、新

しい価値やサービスが創造されていくと考えられる。このような光情報通信を使う立場からの重要な要素として、今後もますます増大するトラフィックを転送するための高速化、コア・メトロ・アクセスからデータセンタやモバイルなどへの光情報通信の適用領域の拡大、通信サービスの使いやすさ向上やサービスの高信頼化があげられる。一方、光情報通信を提供する立場からは、地球温暖化対策への貢献としての低電力化・小型化、少子・高齢化社会に備えた少ない人手で維持できる社会インフラの保守運用の簡易化、さらに、社会基盤としての高信頼なネットワークインフラの実現が重要となる。このように、本年度の光情報通信・テクノロジーロードマップ策定にあたっては、「光通信を使う側」および「光通信を提供する側」のニーズを明確化したうえで、関係分野の技術動向調査を通じて、必要となる光技術とニーズを関連付けた。

従来から、光情報通信の適用領域はコア・メトロネットワーク、アクセスネットワークが一般的だが、最近ではモバイルトラフィックを収容する光アクセスネットワークとしてモバイル分野も含まれると考えられる。また、クラウドによる新しいサービスは、トラフィックがデータセンタへ集まる傾向があるため、今回のロードマップではデータセンタを一つの領域として取り上げた。

以下、データセンタ、メトロ・コア、アクセス・モバイルの各領域のロードマップについて概説する。

2.1 データセンタ領域

データセンタ領域の特徴の一つとして、価格競争力があり、最先端の高速光伝送技術ではなく、標準化され広く使われるようになった経済的な技術が採用される傾向がある。このため、低電力化、小型化、高速化をニーズに技術ロードマップを策定した。

低電力化は、増大するデータを電力増加無く処理するには不可欠である。2015年時点で、約10mW/Gbpsの電力を要しているが、光集積技術・シリコンフォトンクス技術の進展により、2020年頃にはその1/10程度、2030年頃にはその1/1000程度まで低電力化が進むと予想する。小型化は、これまで以上に増大するデータを、同じフットプリントで収容するために必須である。低電力化と同様に光集積技術・シリコンフォトンクス技術の飛躍的進展により、現状の100個/チップ程度から、2020年頃には300個/チップ、2030年頃には3,000個/チップの高密度実装が実現されると考えられる。高速化は、基本的には標準化された技術が順次導入されていくと想定し、2020年頃には400 Gbpsイーサネットが広く採用され、2030年頃には1Tbpsイーサネットの本格的導入が始まると予想される。

これらに加えて、データセンタの保守運用簡易化に向け、管理集約技術の進展により、一人の保守者で運用できる範囲が飛躍的に広がると想定される。2030年頃には、データセンタが人手を介さずに自らを管理運用可能となり、故障に対しても自己修復が可能になると考えられる。また、これらのネットワークを接続する光ファイバも、扱いが簡単となり、より運用稼働の負荷が低減される。さらに、光空間通信技術により、データセンタ内の装置間を光ファイバの接続作業をすることなく接続す

ることも可能になると考えられる。

2.2 メトロ・コア領域

メトロ・コア領域では、高精細映像などの大容量コンテンツの増大を想定し、2015年を基準にして2030年はファイバあたり1,000倍の大容量化を目標にした。モバイル・アクセス技術の進展と相まって、利用者がどこにいてもシームレスにクラウド、すなわち、大容量コンテンツの配信を担うデータセンタにつながることで、ビッグデータを活用した各種アプリケーションなど、高い価値を提供するサービスが可能となる。また、SDN (Software-Defined Networking) などのソフトウェア技術によりネットワークとアプリケーションの連携が加速され、パブリックビューイングなどのイベントにおいて、大容量の回線をアプリケーション自らがネットワークと連携することで設定できるようになり、新たなサービスの展開も期待される。

約1,000倍の大容量化は種々の組み合わせが考えられ、例えば、チャンネル当たりの速度を100Gbpsから1Tbpsに10倍、波長多重数は現状と同じ、光ファイバ伝送時のモード数が1モードから6モード、光ファイバコア数を1コアから19コアに増やすことで、現状の約10Tbpsから10Pbpsになる。一方で、同レベルの低電力化も重要で、現状の約400mW/Gbpsを、比較的距離の短いメトロ向けであれば1/1000、長距離となるコア向けでは1/100を目標とした。今後は、メトロ系トラフィックの増加が予想されることから、光スイッチ技術や光ファイバの低損失化などの進展により、メトロ・コア全体平均としてほぼ1/1000を達成できるとした。

ネットワークインフラ高信頼化に関しては、障害回避における光空間通信技術の活用、インフラ寿命の適切な予測・監視による劣化モニタリングなどが進展すると想定している。また、人口減・高齢化社会に応える保守運用の簡易化に向けては、次世代の冗長配備設計技術や故障監視・保守技術による無人化、IoTやM2Mを用いた次世代監視技術による故障予測などにより、運用の効率化が進むと考える。

2.3 アクセス・モバイル領域

いつでも、どこからでも、端末種別や帯域制限を気にすることなくデータセンタに接続し、各種アプリケーションやサービスを楽しむためには、これまでのFTTH (Fiber to the Home) やモバイル・ワイヤレスにとらわれない、これらが融合した世界を実現する必要がある。モバイル・ワイヤレスでは、5Gに代表されるように、約1,000倍の大容量化に向けた技術開発が加速している。これらは主にワイヤレス技術であるが、2030年頃には高速化するワイヤレス・アクセスを収容する光アクセスにも広帯域化が求められるので、トラフィックは現在の約1,000倍程度になるとした。

アクセス・モバイル領域では、伝送距離も比較的短いことから、光アクセス帯域は現在の1Gbpsから1Tbpsとなり、同時に低電力化が必要で、現状の約400mW/Gbpsを1/1000である400 μ W/Gbpsにすることとした。1,000倍に高速化されたインタフェースカードを1/1000の消費電力で実現し、さらに小型化することで種々の端末で使用できるようにする。同時にワイヤレ

ス機能と融合し、インタフェースの種類によらず広帯域に接続できるインタフェースカードを実現する必要がある。

また、異種ネットワーク間のオフロード技術あるいはローミング技術や、M2Mのネットワークとクラウドを結びつけていくことも重要で、これらの異種アクセス技術を同時複数的に活用して広帯域化、接続性向上、高信頼化等を実現することも必要である。さらに、ユーザの体感性能・満足度をモニタリングする技術とのコラボレーションにより、QoE (Quality of Experience) を最適化するネットワークを構築することが望まれる。

2030年代の社会を豊かで安全・安心なものとしていくためには、さらに進化した情報化社会であることが不可欠で、そのために光情報通信技術による高速・大容量通信の実現が必要となってくることは誰も否定しないであろう。将来社会を支える基盤である光情報通信技術を発展させていくことは、光産業の発展に寄与するものであり、今回、光情報通信・テクノロジーロードマップとして提示できたことは、大きな意義を持つものである。本ロードマップが2030年に向けた光技術の研究開発の方向性の指針となることを期待する。