



将来のネットワークインフラの実現に向けて



総務省 総合通信基盤局 電気通信事業部 電気通信技術システム課 主査

あおき ゆうき
青木 裕樹

1. はじめに

昨今、あらゆるモノがインターネットにつながることで新たな付加価値をもたらすIoT (Internet of Things) や、ネットワークを介した高精細映像配信等の新たなサービスが進展しつつある。さらに、2020年には第5世代移動通信システム (5G) の実現が想定されている。将来的にはこれらの高度なICTサービスは社会に広く普及していくことが想定され、それらを支えるネットワークインフラの重要性や国民生活、社会経済活動への影響力はますます大きくなっていくものと考えられる。

こうした状況を踏まえて、総務省では、平成29年1月から「将来のネットワークインフラに関する研究会」を開催し、2020年から2030年頃までを想定した、ICTを最大限に活用する社会を支えるネットワークインフラを実現するための技術課題、推進方策等を検討してきた。本稿では、本研究会で取りまとめられた報告について紹介する。

2. 背景

ネットワークを流通するトラフィック量は、固定通信、移動通信ともに増加の一途をたどっており、今後も、4K・8K等の高精細な映像を高品質に配信するサービスの需要が高まっていくことが考えられる。さらには、近年のIoTの進展により、ネットワークにつながるデバイスの数は爆発的に増大することが見込まれる。また、5Gでは、「超高速」だけでなく、「超低遅延」や「多数同時接続」といった多様なサービスの実現が期待されている。

一方で、ネットワークに対する要求条件の多様化に対応するため、SDN (Software Defined Networking) やNFV (Network Functions Virtualization) 等の技術により、ネットワークを柔軟に構成するソフトウェア化の技術が進展している。

人材という観点では、我が国においては、長期にわたり人口減少が続いていくものと予想されており、近年はネットワークの保守・運用に携わる人材を供給する電気通信工学系専攻の大学卒業生数についても減少傾向で推移しており、ネットワークインフラを保守・運用する人材の確保が困難になっていくことが予想される。

3. ネットワークインフラの役割と進化の方向性

かつてのネットワークインフラは、電話中心の社会インフラであり、音声通話用途に特化した少数の電気通信事業者によって維持されてきた。その後、インターネットの発展に伴い、世界中のどこからでも安価にデータ通信を行うことが可能となり、ネットワークインフラは、社会経済活動を支える「情報の流通網」としての役割を果たしてきた。

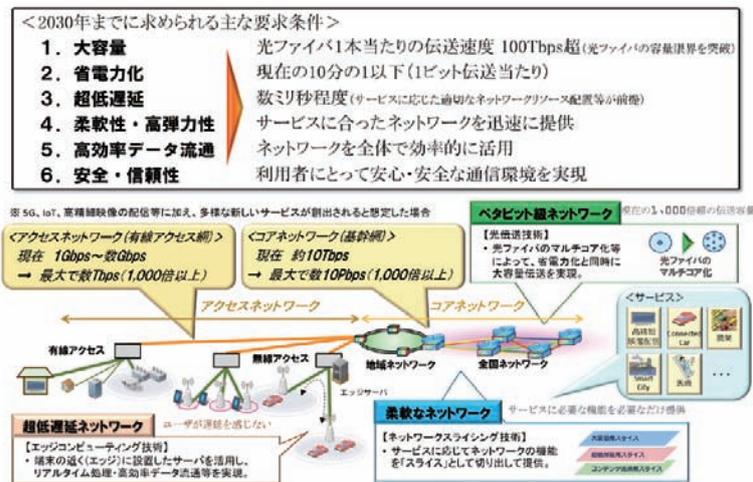
2030年頃には、5GやIoT、あるいはコネクテッドカーや高精細映像配信等の新しいサービスが普及・成熟期を迎え、ネットワークインフラは、ミッションクリティカルな様々なサービスをセキュアに提供する「社会システムの神経網」へと進化していくと想定される。

また、ネットワークのソフトウェア化とともに、IT (Information Technology) で用いられていた技術がCT (Communication Technology) でも用いられるようになってきており、ネットワークリソースの管理の一部を電気通信事業者以外のサービス提供事業者が担うような形態も出現してきている。ソフトウェアが担う割合がより大きくなっていくことが想定されるが、そのような場合においても、高速化、安全・信頼性の確保等のハードウェアが担う役割の重要性に変わりはなく、将来のネットワークインフラは、主にハードウェアの領域で解決を図る「ネットワークの高速化」と、ソフトウェアの領域やネットワーク構造の変化によって解決を図る「ネットワーク制御の高度化」という方向で進化していくことが想定される。

4. ネットワークインフラに求められる機能

将来のネットワークインフラは、ミッションクリティカルな様々なサービスを支える社会基盤として、品質の多様化、耐災害性、中立性、セキュリティ等に対応するための機能が求められる。安心・安全な通信環境を提供することを前提としながらも、様々なサービス提供事業者が多種多様なサービスを提供し、それぞれのアプリケーションが水平連携することが可能となるような共通プラットフォームへの期待が高まっていくものと考えられる。

2030年までにネットワークインフラに求められる主要要求条件を図1に示す。増大を続けるトラフィックを安定的に



■ 図1. 将来のネットワークインフラに求められる主要要求条件

収容していくため、現状の光ファイバ1本当たりの容量限界を超える100Tbps超の伝送速度を実現する「大容量」化が求められる。その際、ネットワークインフラ全体の消費電力を現在と同等程度の消費電力で実現することが理想的であり、1ビット伝送当たりで現行の10分の1以下の「省電力化」も求められることになる。また、5Gでは、「超高速」だけでなく、「超低遅延」等の要求条件が挙げられており、無線システムの性能向上に応じて、有線ネットワークの能力向上も求められる。特に、無線通信では「1msec」の超低遅延を実現することが求められているため、有線ネットワークにおいてもサービスに応じた適切なネットワークリソース配置等を可能とした上で数msec程度の「超低遅延」が求められるものと想定される。さらに、多様化・高度化が進むユーザーニーズへ対応するという観点から、ソフトウェア化されたネットワーク機能を提供する「柔軟性」と、光ネットワークの伝送容量を状況に応じて割り当てる「高弾力性」によって、サービスに合ったネットワーク機能を迅速に提供することが求められる。

一方、安定的に収容していくためには、「大容量」だけでなく、ネットワークを効率的に活用するという観点も重要であり、エッジコンピューティング技術等の活用によるトラフィックの地域分散処理や、データセントリック技術を導入すること等によって、「高効率データ流通」を実現していくことが必要である。加えて、ソフトウェア化の進展に伴い、ネットワークインフラやサービスの提供に関わる事業者が多様化し、さらにその関わり方が複雑化していくことが想定される。このような場合においても、ネットワークインフラ全体として「安全・信頼性」を確保していくこ

とが重要である。

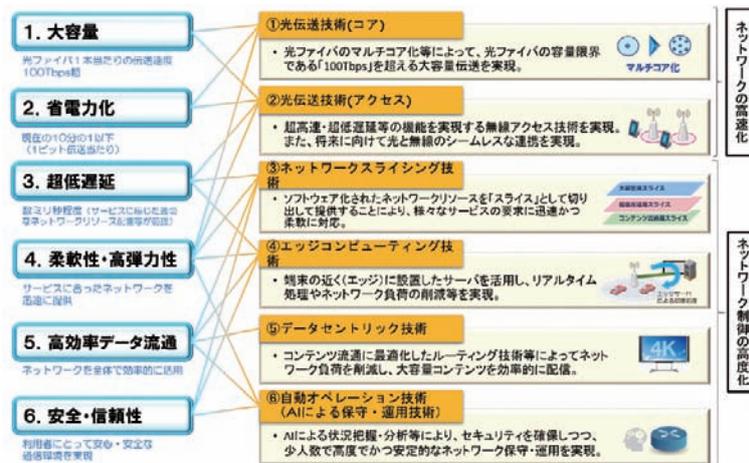
5. 技術課題・推進方策

2030年頃までのネットワークインフラに求められる要求条件を実現するためには、「ネットワークの高速化」を実現する「①光伝送技術(コア)」及び「②光伝送技術(アクセス)」、「ネットワーク制御の高度化」を実現する「③ネットワークスライシング技術」、「④エッジコンピューティング技術」、「⑤データセントリック技術」及び「⑥自動オペレーション技術(AIによる保守・運用技術)」が鍵となる(図2)。ネットワークインフラ技術の進展イメージを図3に示す。また、これらの新しい技術を実現する上であわせて検討すべき課題として、「制度面の課題」や「ネットワーク技術の高度化と国際連携」がある。

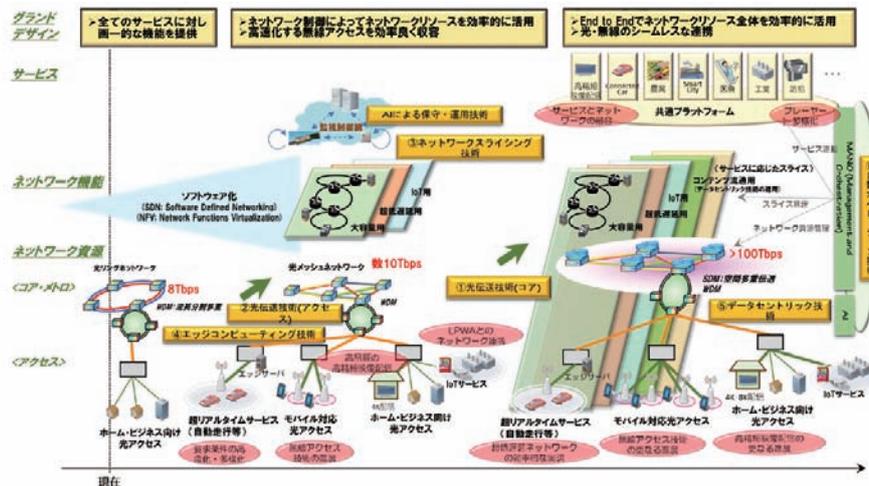
5.1 ネットワークの高速化

① 光伝送技術(コア)

2030年頃までには、コアネットワークを流通するトラフィックが数100Tbpsを超え、従来の光ファイバの容量限界に到達することが予想される。波長多重だけでなく、空間多重による光伝送技術を活用し、伝送容量の向上を図ることが必要である。また、情報量が爆発的に増大する中で、ネットワーク設備を単純に増強していくと、消費電力が増大するほか、装置の設置スペースを確保することが困難になるため、光伝送技術を高度化することにより、消費電力を抜本的に抑制すると同時に装置の小型化を実現していくことが必要となる。



■ 図2. 要求条件と主要技術



■ 図3. ネットワークインフラ技術の進化イメージ

② 光伝送技術 (アクセス)

無線アクセス技術の急速な進展に伴い、無線アクセス回線を低コストで効率良く収容する光アクセス回線を実現することが必要になってくる。光アクセス回線は、ネットワーク構成が場所によって異なる上、コアネットワークに比べて効率的なネットワーク構築が要求される。多値変調技術等の光コアネットワークで活用されている技術を光アクセス回線の利用環境に応じてフレキシブルに適用するための技術開発を推進し、低廉なデバイスを用いた高速化を図ること等により、光アクセス技術の「大容量化」を効率的に実現していく必要がある。

5.2 ネットワーク制御の高度化

③ ネットワークスライシング技術

多様化・高度化が進むユーザーニーズに対応するため、

電気通信事業者以外のサービス提供事業者によるネットワークリソースの活用自由度の拡大に対する要求が増大していくことが想定される。2030年頃には、サービスの要求に応じてダイナミックに変化するEnd to Endでのネットワークスライシングが実現していくものと想定される。また、マルチベンダ化が進むことにより、ネットワーク全体での品質の把握・確保が困難となるため、瞬時に把握するための技術開発も必要である。さらに、ネットワークリソース全体の管理・運用の手法を確立するとともに、その責任主体を明確にしていくことが必要になってくる。

④ エッジコンピューティング技術

自動走行、遠隔制御等の超低遅延なリアルタイムサービスの実現に向けて、ネットワークに対してEnd to Endで数msec程度の低遅延化の要求が高まっていくことが想定さ



れ、超低遅延化や、プライバシー情報の除去、上りトラヒックの一次処理等の効率的なデータ処理を可能とするエッジコンピューティング技術の導入が鍵となる。エッジ機能の適切な配置場所はサービスの要求条件によって異なってくると考えられ、配置場所の調整は、基本的にはインフラ事業者とサービス提供事業者等の当事者間で行うものと考えられるが、関係事業者間の連携・協調に資するため、類型プロファイルの整理や標準化等の検討が必要になってくると考えられる。

⑤ データセントリック技術

高精細映像配信等の映像系サービスに対するトラヒック占有率が大幅に増加することが見込まれる。その際、コアネットワークへの負荷が過大にならないようにするためには、膨大なトラヒックを効率的に収容するための新しい技術が必要である。そのため、コンテンツ流通に最適化された「データセントリックネットワーク」の実現に向けて、ICN (Information Centric Networking) /CCN (Content Centric Networking) 等の技術開発を推進していくことが必要である。

⑥ 自動オペレーション技術 (AIによる保守・運用技術)

ネットワークインフラの運用のマルチプレーヤー化、通信機器・機能の分散配置・動的再配置等により保守・障害対応が複雑化していくことが考えられる。また、ネットワークの保守・運用を担う人材が減少していくことが予想され、ネットワークインフラを効率的に保守・運用するためには、AIを活用することが考えられる。運用管理データの増加・複雑化もあり、標準化や適用ルール等の整備も必要となる。

5.3 制度面の課題

ネットワーク機能のソフトウェア化が進展し、設備ベースで管理・提供される従来の形態から、論理的に切り分けられる機能ベースで管理・提供される形態に変化していくことが想定される。設備の構成、プレーヤー、機能分担等の変化を踏まえて、ネットワークや端末に係る技術基準等のルールが、将来的にも有効に機能するかどうかという観点から検証を行うことが必要である。また、ネットワークインフラの保守・運用に携わる人材に求められるスキルが変化してきていることを踏まえ、「電気通信主任技術者」や「工事担任者」等の技術基準に関連する制度について

も検証を行うことが必要である。

5.4 ネットワーク技術の高度化と国際連携

OTT (Over The Top) の影響力が増大し、ネットワーク機器についても、その市場構造に変化が見られつつある。こうした中でも、国際競争力の確保と国際協調の両面からバランス良く取り組むことが必要である。特に、光伝送技術 (コア/アクセス) やネットワークスライシング技術等は、我が国が強みを有する技術分野であり、産学官連携による技術開発によって、国際競争力を一層強化していくことが必要であると考えられる。

6. 将来のネットワークインフラの実現に向けて

ネットワークインフラの発展によって実現するサービスは、多種多様な「IoTサービス」、ユーザが遅延を感じない「超リアルタイムサービス」、現在の1,000倍超の伝送容量による「高精細映像配信サービス」の実現が想定される (図4)。

将来のネットワークインフラの進展を支えるのは技術革新であり、我が国が強みを有するネットワーク技術を最大限活かして、今後も世界の先頭を切ってネットワークの高度化に取り組んでいくことが必要である。また、社会システムの神経網であるためには、当然のことながら誰もが安心して安全にネットワークインフラを活用できる環境を確保することが不可欠である (図5)。



■ 図4. ネットワークインフラの発展によって実現するサービス



■ 図5. 将来のネットワークインフラの実現に向けて