

次世代コネクティビティ

高度化ネットワークのスペクトルとポテンシャルを生かす

高度化されたネットワークは、デジタル社会の未来にとって縁の下の力持ちである。連綿と途切れることのないコネクティビティを実現し、新製品やサービスの開発を促進したり、非効率的なオペレーティングモデルを変革したりする影の主演である。コグニティブ、IoT、ブロックチェーン、高度分析など、データやネットワークに大きく依存するテクノロジーを活用したデジタル化は、日を追うごとに驚異的なスピードで進んでおり、それと歩を合わせるようにコネクティビティの進化が加速している。5G、低軌道衛星、メッシュネットワーク、エッジコンピューティング、超広帯域ソリューションといった次世代のテクノロジーが実現するようになれば、通信の信頼性や性能が桁違いに向上することは間違いない。またソフトウェア・デファインド・ネットワーク（物理的ではなくソフトウェアによって定義されたネットワーク）や、ネットワークの仮想化といった技術を活用することで企業は急速に拡大、進歩するコネクティビティに追随しやすくなる。これから数ヶ月という短い間に、あらゆる分野や地域の企業が高度化されたコネクティビティをフル活用して、あっという間に新しい企業ネットワークを構築し使い始めるようになったとしても、何ら不思議はないのである。

デジタルエクスペリエンス、コグニティブ、クラウドといった既存の価値観を打ち砕くようなエンタープライズテクノロジーは人々の想像力を掻き立て、メディアの見出しをまばゆく飾っている。それに比べて、ネットワーク技術はこれまで日陰の人生を辿ってきた。ネットワークは重大な責務を負っているにもかかわらず、いくぶん華やかさには欠けるのだ。

しかし、こういった状況が変わろうとしている。いよいよ、エンタープライズアーキテクチャの変革をネットワーク技術抜きには語れなくなりつつあるのだ。例えば、激増するモバイル端末、センサー、サーバレスコンピューター、爆発的に生み出される大量の共有データ、自動化。こういったものはすべて、高度な

コネクティビティと差別化されたネットワークを必要としている。もはや高度なコネクティビティはデジタルビジネスの要諦となりつつあるのだ。最新の「Tech Target IT Priorities Survey」では、44%の回答者が翌年の最優先事項としてネットワーク基盤の高度化を挙げている。¹同様に、IT leaders により2018年に行われた調査「Interop ITX and InformationWeek」では、各企業がネットワーク帯域幅の強化、ソフトウェアを活用したネットワークのモダナイズ、あるいは自社が持つネットワークレイバリティの拡大に取り組んでいることが明らかとなっている。²

情報は「単に収集されるもの」から、高度な分析により導き出される示唆や、迅速な意思決定および

業務の自動化を強力に推し進める原動力、といった次元にシフトしつつある。このように、大規模かつスピーディに、どんな場所においてもデータセンターでも、クラウドでも、特に仕事生まれ目標が達成される業務の現場においても情報の「収集」から「分析」「意思決定や業務自動化をドライブするもの」へのシフトを推進することが、今後のCIOの最も重要な役割となるだろう。このような理由で、ビジネスの期待に応えるためのネットワークケイパビリティの向上および維持が、CIOの最優先事項となっているのだ。加速する「次世代コネクティビティ」というトレンドの一例として、各社のCIOは、拡大するデジタルアジェンダを支えるためのコネクティビティ戦略を練り始めている。各社のCIOは、さまざまなデバイスで構成された堅牢かつ扱いやすい分散型のネットワークの構築や、分散型コンピューティングの力を活用することを目的に、ソフトウェア定義型ネットワーク (SDN)、ネットワーク仮想化技術 (NFV)、ネットワークスライシングといった技術が活用できないかどうかを検討している。そのうえ、コネクティビティ戦略において重要な役割を果たす5Gや低軌道衛星通信(LEO)といった通信方式技術を展開するための役職をも定義しようとしている。そして更に重要なことに、各社のCIOは所有するコストを増やすことなく、このようなネットワーク技術要素を管理するにはどうすればよいかを真剣に考え始めている。

これまでに述べたようなネットワーク技術を活用したネットワークモデルは、組織の俊敏性や効率性、競争性を劇的に高めることができる。しかしそれは、エンドユーザやアプリケーションに対してコネクティビティ、セキュリティ、パフォーマンスを確実に提供でき

5Gの到来によって約束されるネットワークパフォーマンスの桁違いな進化は、めったに起きるものではない。

るような場合に限られる。すべてのデジタルエクスペリエンスを快適なものとして実現するためには、いつでもどこにいても無限に途切れることなくネットワークに接続できることが求められる。そしてその期待に応えられなければ、そのデジタルエクスペリエンスはその

もととなっている戦略もろとも失敗とみなされてしまうのである。

5Gの到来によって約束されるネットワークパフォーマンスの桁違いな進化は、めったに起きるものではない。ただし、近いうちに低軌道衛星通信やメッシュネットワークにより、近年においても電波がなかなか届かなかったような地域にも、5G通信網が提供されるようになるだろう。今後1年半から2年間のうちに、多数の先進的なネットワークケイパビリティをどのように商品やサービス、そしてエンタープライズアーキテクチャを強化するのに活用すべきか、多くの企業が真剣に考え始めるだろう。そして、より多くの企業が「次世代コネクティビティ」を手に入れ始めるであろう。

例えば、より強固な通信能力やデジタルテクノロジーケイパビリティが、あなたの店舗、倉庫、現場作業、グローバルのネットワークに戦略上の新たな価値をもたらすと考えられるとする。そうした場合に、ネットワークの技術トレンドはあなたの会社の未来にとってどのような意味合いを持つのだろうか。そして、どのようにあなた自身の「次世代コネクティビティ」を描くだろうか。

コネクティビティの構成要素

高度化されたコネクティビティはネットワークの柔軟性を高め、パフォーマンス上、または可用性上のさまざまな要求事項を満たすようにネットワークの構築ができるようになる。ネットワーク管理フレームワークを活用すれば、各企業はソフトウェアを用いて、ネットワークリソースを動的に柔軟に設定し制御することが可能になる。ネットワーク戦略の策定には、CIOはまず下記に示すコアケイパビリティが自社のデジタルトランスフォーメーションの展開をどのように推し進めるか、検討することから始める必要がある。

高度なコネクティビティは以下のような要素で構成される。

- **5G** : 移動端末向け第5世代通信技術の実現は、単なるスマートフォン向けの新たな通信方式という次元を超えた、劇的な変化が起こることを意味している。5Gのメリットには、高速通信かつ低レイテンシという点あげられるが、最も重要なのは大量のセンサーやスマートデバイスを同時にネットワーク接続できる点である。³では、その変化はどのよう

に実現されるだろうか。その仕組みを紐解いてみよう。5G通信では、多彩なデバイスやアプリケーションの要求に応えられるよう、さまざまな通信プロトコルが共存しており、それらを併用しても通信が途切れることのないようコントロールされる。「次世代コネクティビティ」においては、数十億の相互に接続されたデバイスが直接やりとりを行っており、デバイスの追加や取り外しはこれまでに考えられないほどシームレスに行えるようになる。このような環境下では、接続された大量のデバイスとそれらの間でやりとりされる膨大な量の情報を管理することが重要となってくる。これまでにない規模で、大量かつ同時に行き交う情報を管理するためには、多様なネットワーク技術が必要となる。5Gはこのような多種の技術を統合するかのようには振る舞うのである。更には、基本的な情報のやりとりでは、従来よりも小さな電力しか消費しないため、センサーのバッテリー寿命を延ばし、将来性を持った

51

Deloitte Globalの予測によると、2020年末には51社がサービスを提供しているエリアの範囲で、5Gサービスを提供し始めるであろう。

さまざまなIoT活用事例の実行可能性を拡大させるのである。

通信事業者は、5G革命を本格化させている。デロイトは、2019年には5G通信が広く普及すると予想している。2018年に5Gを試行していた通信事業者は72社であったが、2019年末にはそのうちの25社が、サービスを提供しているエリアのかなり広い範囲で、5Gサービスを提供し始めるであろう。⁴ 2020年には更に26社が続き、5Gサービスを提供する通信事業者の総数が倍以上になると予想される。⁵

さらに、規制当局から承認を得ることができれ

ば、企業はプライベートローカルエリアネットワークを5Gテクノロジーで展開するなど多様な使い方ができるようになる。工場の生産現場といった産業上の利用においても、ローカルエリアネットワークがWi-Fiから5Gに置き換わり、ネットワークの信頼性やパフォーマンス、そして予測可能性が著しく向上するだろう。このような5Gのケイパビリティによって、ロボットを場所に縛られずに使用したり、遠隔で操作したりすることが可能になり、より柔軟性のあるオペレーションを実現できるようになる。

- **低軌道衛星**：企業はこれまで長年にわたり、巨大で高高度に位置する静止衛星を使って、辺境と外界とをつないできた。これらの衛星は目的に適合するものの、信頼性や応答のスピードにおいて光ファイバやケーブルベースのインターネットに後れを取っており、ハイコストにもなり得る。そのような中、「新宇宙開発競争」と銘打たれるように、Space X社やOneWeb社などの団体によって小型の低軌道衛星が開発されている。クラスター状に配置されるそれらの小型低軌道衛星により、高パフォーマンスのブロードバンド通信が地球上のいかなる場所でも利用できるようになる。また、低軌道衛星は、農村地域や過疎地域で利用できるようになるだけでなく、エネルギー、鉱業、運輸、金融といった、僻地で事業を行う業界においても欠かせないネットワークインフラツールとなるだろう。⁶

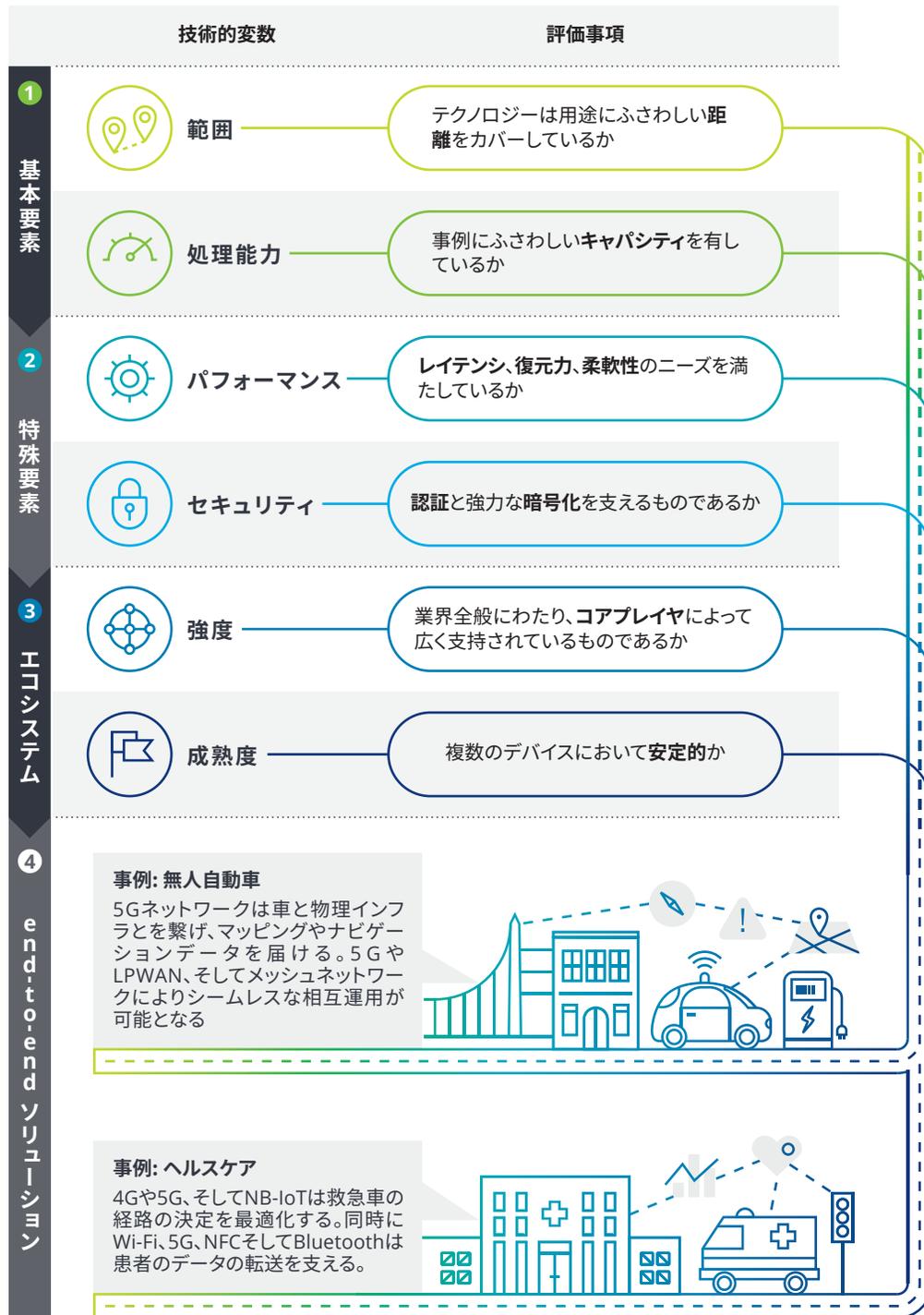
進歩するコネクティビティの選択肢はますます多様化しているが、そのような選択肢をモニターし、管理するため各社のCIOは次に紹介するネットワーク管理技術を使用して、コネクティビティスタックの一部を仮想化しようとしている

- **ソフトウェア・デファインド・ネットワーク**：SDNはスイッチやルータなどのネットワーク機器から構成される、物理ネットワークの上に位置するソフトウェアである。長年、この技術は主にデータセンタ領域内での使用に限られていたが、現在はワイドエリアネットワーク（SD-WAN）にまで広がっており、データセンタ、銀行支店、店舗、そして複数地点にあるアプリケーション同士を繋げている。物理機器は従来通りデータパケットを転送しているが、SDNソフトウェアはそのパケットの転送先をコントロールする。SDNモデルでは、ソフトウェアによってネットワークを設計・管理できるため、柔軟

図 1

コネクティビティ技術の選定に向けた評価事項

end-to-endのソリューション設計にあたり、コネクティビティの構成要素をまずは考えよう



出所：Deloitte analysis.

性を飛躍的に向上させることができる。⁷

- **ネットワーク仮想化技術**：専用物理ネットワーク機器が提供する経路制御、スイッチング、暗号化、ファイアウォール、WAN高速化やロードバランシングといったネットワーク機能は、NFV（ネットワーク仮想化技術）によって、仮想化ソフトウェアに置き換えることができる。仮想ネットワークは専用のハードウェアを用意せずとも、物理ネットワーク機能と何ら変わりなく動作する。NFVは通常はコモディティサーバを使用して配備する。仮想化により、こうしたネットワークサービスを必要に応じて縦横に拡張することが可能なのである。⁸ NFVによって、マルチメディア音声や発展型パケットコアルーティング、そして無線アクセスネットワークなどといったサービスは、現在すべてクラウド環境上で動作することが可能となっている。そのクラウド環境には、ネットワークインフラとして低コストかつ汎用的なコンピューティングプラットフォームが使用されている。

SDNとNFVは相互に補完しあえるテクノロジーである。SDNはネットワーク機能を集中管理しているが、そのネットワーク機能について、専用ハードウェア機器によって提供されているのか、仮想ネットワーク機能であるのかは問わないのだ。

ITにおける重要性

「高度化されたコネクティビティ」は、イーサネット、Wi-Fi、ギガビットブロードバンド、4G LTEをはじめとする広域ネットワークなどの、既存のローカルエリアネットワーク技術と合わせて利用することができる。こうすることで、企業のCIOは自社のネットワークを、多様なニーズ（図1参照）に応じて自由に組み替えることができるようになる。クラウドコンピューティングのインフラを容易に拡張できるのと同じように、企業はSDNとNFVを用いることで、特定のアプリケーションやエンドユーザの要求に応じてネットワークのケイパビリティを自由自在に操ることができるようになるだろう。

次世代コネクティビティ戦略を策定するにあたって

は、次に紹介する需給要因を考慮する必要がある。

- **エンドデバイスにおけるリアルタイム処理や低レイテンシがますます強く求められている**：産業オートメーションやバーチャルリアリティ、オートノマス・デジジョン・メイキング（自律的な意思決定）といった技術を採用するためには、（デバイスとクラウド間の往復時間について）超低レイテンシを実現する高度な処理能力が求められる。

このような場面においては、デバイスに可能な限り近くに配置されたサーバ（ミニクラウド）で、リアルタイム性が求められるデータ処理を行うことが望ましい。そして、それ以外のデータの収集・蓄積や処理をクラウドサービスプロバイダやデータセンタ企業に託すのがよいだろう。この「ミニクラウド」はエッジコンピューティングの名でも知られており、エンドデバイスとの低レイテンシのコネクティビティが欠かせない場面において有用なモデルである。このエッジコンピューティングは今後、大容量のデータが生成および移行されるIoTネットワークに大変革をもたらすといえるだろう。最小限のコンピューティングパワーと低速度のコネクティビティしか有していないIoTデバイスが、ネットワークの周縁部でデータを処理することが可能になるのである。このモデルは、セントラルリポジトリまでのネットワークトラフィックを減少させるため、電気通信事業者と企業の両者の効率を高めることができる。⁹

- **監視及び管理すべきコネクテッドデバイスが増加する**：5Gの登場により、コネクテッドデバイスの数と種類は、企業内部において急激に増加すると予想されている。これらのデバイスはさまざまなオペレーティングシステムやコンピューティングストレージ、そしてネットワーク機能を持っていることが多い。各社のCIOやITチームは、企業ネットワークへの不正デバイスの接続防止やデバイスレベルでのセキュリティポリシーの管理、あるいは不正デバイスによるネットワークストームの脆弱性の防止といったように、新たなエンドポイントセキュリティに関する要件や課題に対応する必要に迫られている。

• **IT人材モデルが進化している**：「Tech Trends 2018」の「テクノロジーの再構成」章で紹介したように、新たな常識に立ち向かえるようIT人材のスキルアップや再教育を行うのと同様に、人材モデルも進化していくことが必要となる。進歩するコネクティビティの中で、どの地域や業界においてもSDNやNFVに関する専門知識を持った人材を十分

に確保できるというわけではない。同様にエンタープライズアーキテクチャは、確実にデータが効率的かつ安全に転送されるようにしつつ、企業ネットワークの周縁部とクラウドやデータセンタとでアプリケーションを分けて配備していくことが求められるだろう。

最前線からの学び

可能性の発掘：BHP社のコネクティビティが可能にする安全性と生産性



自動掘削、自動運転トラック、リアルタイムのサプライチェーン分析。こうしたテクノロジーは、それまで伝統的な産業であった鉱業を、より効率的で、より収益性が高く、そしてより安全な産業へと変革させた。オーストラリアのメルボルンに本拠を置くBHP社は、世界中の鉱物、石油やガスの採掘と加工を行う鉱業会社である。BHP社は、前述のようなテクノロジーを最大限に活用してバリューチェーンを自動化することで、生産性向上、プロセス効率化、そしてコスト削減を実現した。最先端技術を駆使した野心的とも言える戦略を支えているのが、次世代の通信インフラである。¹⁰

BHP社はIIoT（Industrial IoT：製造業におけるIoT）、デジタルメッシュ、Wi-Fi、4G LTEといったテクノロジーを活用した統合遠隔オペレーションセンター（Integrated Remote Operations Centers: IROCs）を2013年に立ち上げた。¹¹IROCsは24時間365日稼働し、鉄鉱石鉱山オペレーションにおける「Pit to port（鉱山採掘から輸送、港湾にいたる出荷までの流れ）」をリアルタイムで可視化して作業員に提供する。採鉱のプランニング、スケジューリング、制御や分析を担うチームは、一か所のセンターに居ながらにして、採鉱におけるサプライチェーンネットワーク全体を瞬時に、まるで現地に居合わせるかのように見ることができ、驚くほど効率よく仕事ができるのである。BHP社は、IROCsを成功に導くためにさまざまな取り組みを行った。2,000km以上におよぶ自社ネットワークの拡大、相互接続された遠隔操作施設の設

置、有線テレビ監視システムの構築、ダウンタイムの管理システムの構築、自社ネットワーク全体へのセキュリティ対策の導入などである。

BHP社の次なるステップは、コネクティビティをさらに拡張して、自動化と効率化の範囲をバリューチェーン全体に広げることだ。すでに4G LTEの導入、列車の運行計画策定におけるエッジコンピューティングの活用、そして自動追跡信号の実装によって、鉄道網の制御や監視を行うことができるようになった。こうした対策の導入によって、同社は列車同士の最小間隔を短縮し、鉄道網のキャパシティを倍増させることに成功した。同社はまた、これらの技術を、業務機能が網羅された既存のレガシーシステムと統合すると同時に、通信インフラが内包するサイバーセキュリティリスクに対処する方法も模索している。

上述したプロジェクトを通じて、会社の収益面でも、プロセス効率性の面でも、すでに効果が出始めている。この成功によって、コネクティビティ戦略は全社的な支持を集めており、現在ではBHP全社のビジネス戦略の柱となっている。近い将来、同社は堅固な通信インフラを拡大・維持し、運用センターと採鉱現場の双方から未来のイノベーション、未来の業務を支えるインフラにしようと計画している。

BHP社は鉱業業界の変革をこれからもリードし続けるだろう。そしてコネクティビティの進歩は、遠隔安全システム、センサー、未来の運搬機、自動掘削と貨物船による仮想採鉱¹²、車両や装置のメンテナンス時期の予測や分析といった技術の導入、展開を加速させるだろう。¹³

順風満帆：MSCクルーズが提供するゲスト用ネットワーク



クルーズの利用客がかつてないほどに増加している。¹⁴また、航海距離がどんどん長くなっているため、陸地である目的地から遠く離れた洋上でも、陸地

とおなじようにネットワークに「繋いで」いられるというのは、それほど簡単なことではない。しかし現在では、陸上生活ではもちろんのこと、船に乗っても家族や友人とオンラインで繋がりたいと思うし、船内の設

備や娯楽、イベントなどのクルージング体験をすぐに検索して申し込めるような環境を、顧客は求めている。そのために、MSCクルーズは7つの海上のどこであつても、高速で安定したコネクティビティを実現するとともに、デジタルを活用した新しいサービスやカスタマエクスペリエンスの開発に積極的に取り組んでいる。

「お客様に最高の満足を提供する手段として、テクノロジーはまさに生命線なのです。私たちは、今後も長期にわたって、お客様の要望に応えることのできるテクノロジーとインフラを備えた客船の開発に尽力する必要があります。」こう話すのは、chief business innovation officerのLuca Pronzati¹⁵である。

MSCは、MSCフォー・ミーと呼ばれる客船のデジタルイノベーションプログラムを2017年初頭に立ち上げ、その数ヶ月後にはMSC メラビアをデビューさせた。MSCメラビアは、顧客の好みと行動に応じて最適な洋上体験を提供するための10か年計画の一部として、100億米ドルを投じられたクルーズ船であり、デジタルと行動設計の専門家によって共同で設計された。¹⁶これだけの規模で、世界に認められる洋上体験を乗客に提供するために、世界初かつ世界一のクルーズ船には堅牢な通信インフラが不可欠であった。

Pronzatiが思い描く客船とは、スマート・コネクテッドシティ（訳注）に近いが、そこに洋上であるという複雑さが追加されている。そして同時に、MSCクルーズの理念である「カスタマエクスペリエンスを劇的に高める真のイノベーションの提供」を具現化するような先進的なテクノロジーを備えている。MSCは乗客と乗組員、洋上と陸上、そしてクルーズ船同士のコネクティビティを確立するというチャレンジに対し、様々な視点からアプローチを行った。こうして対象、場所、距離によらないコネクティビティを可能にしたのが衛星通信、ブルトウス・ビーコン、エッジコンピューティング、オンプレミス位置情報サービス、センサーといった、高度化されたネットワーク技術である。マリタイム・エグゼクティブのレポートによると、MSCのすべての客船はMarlink社の25の通信衛星と32本のビームで構成されるVSATネットワークの専用帯域に接続されている。¹⁷

乗組員と乗客に対して高度化されたコネクティビティを提供するためには、MSCの既存のクルーズ船に対しては大きな再整備が必要になるものの、

2026年までに造船される新規のクルーズ船には、求められる機能が実装されているだろう。MSCクルーズの公表によると、一つの客船あたり、船内に張り巡らされた3,000個のセンサー、16,000基のWi-FiやNFCビーコンなどの接続ポイント、700のデジタルアクセスポイント、358枚の「話し、答える」スクリーン、そしてRFID/NFCが実装された2,244室の客室によってMSCフォー・ミー構想は実現されている。こうしたテクノロジーによって、乗客は、乗船手続きや行きたい場所へのアクセスを容易に行えるようになったり、スケジューリングサービスを受けたり、ネットワークを介した寄港地観光ツアー予約や物販が可能になったり、船内での子供の居場所が把握できるようになるなどの形で、さまざまな恩恵を受けることができる。乗組員にとっても、船上作業や、絶えず変化する乗客の要望への対応が容易になるという利点がある。

高度化されたコネクティビティは、最先端のテクノロジーとデジタルエクスペリエンスへの道を開拓しつづけている。2019年には、スタッフによる乗客の特定をサポートする顔認識技術や、寄港地観光ツアーの仮想体験を可能にするバーチャルリアリティ技術の導入が予定されている。加えてMSCは、船内のメッシュネットワークを活用し、AIプラットフォームを搭載した世界初のクルーズ船（全客室に音声アシスタント機能を搭載する予定）を開発しようとしている。MSCのデジタルコンシェルジュは、MSC社のビジネスに特化されており、立ち上げ時点で中国語を含む7言語に対応し、航海を通じてシームレスなオペレーションが実現することになる。

Pronzatiは語る。「すべては、お客様のご満足のためなのです。高速で安定した通信をお客様は期待しており、我々はそれにお応えしたいと思っています。無論、洋上という物理的な制約があるため、適切な通信帯域を特定するのは我々にとって難しい課題です。しかし、技術が進歩するにつれて、インフラやサービスが整い、顧客満足度を更に高めることができるようになっていくでしょう」

（訳注）スマート・コネクテッドシティとは、先端技術を用いて、生活インフラ・サービスを効率的に管理・運営し、環境に配慮しながら、人々の生活の質を高め、継続的な経済発展を目的とした新しい都市

私の見解

PROFESSOR THEODORE RAPPAPORT, NEW YORK UNIVERSITY,
TANDON SCHOOL OF ENGINEERING

世界全体のデータ通信量はこれまでのところ年間50%ずつ増加し続けているが、¹⁸この先の4年間でその増加率は70-80%にまで達すると私は予測する。なぜこれほどの飛躍的な増加が見込まれるのか。それは、5G通信の登場によりデータ通信量が指数関数的に増加するためである。企業は年々増加し続けるデータ通信量に対応するためにより太い情報通信のパイプを求め続けている。基地局をはじめとする5G通信インフラが2019年から2020年にかけて実用化され、広く利用可能になると、5G通信のインパクトはあらゆる場面で実感できるようになるだろう。街中でも、田舎でも、急成長するIoTエコシステムの中でも、そしてあなたの工場やオフィスでも。

5G通信のポテンシャルについて考えてみよう。はじめに、モバイルデバイスはあたかも見えない光ファイバーケーブルに接続されているかのような速度で通信が可能になるだろう。ネットワークの世界において、これは歴史的な大イベントである。多くの人々がその実現を疑っていたことが、ついに現実となるのである。また、この事実は私の長年の主張の正しさを裏付けている。ミリ波（現在使用されている電波より高い周波数帯）を用いることで、従来のモバイル通信性能を凌駕することができる、という主張である。

2011-12年、テキサス、そしてニューヨークにて我々はミリ波を用いた実証実験を行った。¹⁹そして、指向性アンテナを用い特定の方向に電波を選択的に射出することで、同一の周波数帯・放射電力の条件下においてより優れたカバレッジ（電波の送受信が可能な範囲）が得られることを示した。また、より高い周波数帯の電波を用いるほど、カバレッジとS/N比（ノイズの度合いを表す指標）ともにより優れた性能が得られることも示した。これらの結果は直感的には理解しづらいものではあるが、その正当性は既に実証されているのである。（なお、これらの性能は降雪・降雨の影響は受けるものの、アンテナ数や放射電力の増強により補うことができる）

既存の周波数帯よりも高周波の帯域を含む5G通信は、4G通信を性能面で数桁上回っている。5G通信によって、従来、物理的なケーブル接続を不可欠としていたアプリケーションは、モバイルデバイス上でも滞りなく動作するようになる。これまで光ファイバーケーブルや銅線により接続されてきたあらゆるものを想像してみたい。これからは、データセンタにおいても、オフィスビルにおいても、あらゆるデバイスはワイヤレスで動作するようになるだろう。アプリケーションはもちろんのこと、ネットワーク機器までも、物理的なケーブル接続から解放するのである。かつて4G通信はワイヤレス通信の革命を引き起こした。4G革命はすべての人々（少なくとも都市部では）の日常生活の中に携帯電話を浸透させた。銀行の送金、会話や移動など、日常のあらゆる活動が携帯電話で行われるようになったのである。5G通信はかつての4G革命を、全世界に広げることになるだろう。ワイヤレス通信を我々の生活のあらゆる場面、そして想像もできないような新しい用途にまで浸透させるのである。

この世界規模のワイヤレス革命には、もう一つの側面がある。5G通信のおかげで、これまで電波が十分に届かなかった僻地でも、都市部と同様の高速通信が行えるようになるだろう。アメリカの地方・郊外をはじめ、世界中には音声伝送用に何十年も前に設置された銅線が大量に残存している。これらの銅線は、光ファイバーケーブルに取り換えることもできる一方で、インバンド方式のバックホール、つまりは5G通信によるワイヤレス通信に切り替えることも技術的には可能である。これまでのケーブルによる接続はワイヤレス通信に簡単に置き換えることができる。5G通信の周波数帯をデジチェーン上の大小の通信基地局に割り当てること、そして通信の流れを地方向けのインターネットや公共スイッチングネットワークに向けることで、物理的な接続はワイヤレスに置き換えることができるのである。

通信事業者にとって、5G通信の登場はFortune 500に入るような主要顧客の企業活動により深く入り込むことで、現在までにない価値を提供できる絶好のチャンスとなる。例えば、通信事業者が5G通信の一部の周波数帯を特定のユーザや用途に対して割り当て、仮想ネットワークを構築するという比較的新しいコンセプトについて考えてみよう。²⁰特定の地域においてロボットの制御をするために、レイテンシの少ない高周波数帯での通信を必要とする工場があるとすると、このような顧客に対しては、5G通信により特定の周波数帯を割り当てることで仮想的なネットワークを提供することができる。それだけでなく、政府が管理・販売している膨大な帯域とミリ波を用いることで、顧客の要望に応じて特定の周波数帯での通信を提供することができるのである。更には、キャンパスネットワーク（ビル群をとりまとめるネットワーク）を形成しているような大企業は、ビル同士をミリ波機器により接続でき

るようになるだろう。ミリ波機器の信頼性が向上し、導入が容易になればIT部門はあたかもその場に機器があるかのように、社内ネットワークの柔軟な管理ができるようになる。また、オンキャンパスネットワークで用いるワイヤレス通信インフラを活用すれば、周波数帯の異なる製品を一時的にネットワークに接続することもできるようになるのである。

5G通信の登場はすぐそこに迫っている。現在こそ組織のネットワーク戦略を考えるべき時ではないだろうか。

リスクの視点から

未来志向の企業にとって、様々な種類のネットワーク、社内のネットワークの境界および外部接続ネットワークとの相互作用など、これらすべてを理解することは、今後の課題となる。すでに多くの基幹ネットワークは、ワイヤレス技術、メッシュネットワーク、IoTセンサーなどの様々なデバイスを経由して、社員だけでなく外部ベンダ、顧客、委託先や一般の人々が複数の場所からアクセスできる状況になっており、多くの脅威にさらされている。しかし、この10年でテクノロジーが飛躍的に進化したにも関わらず、旧態依然としたアプローチで自社のネットワークを保護しようとしている企業も多い。ネットワーク、ユーザ、それらに接続しているデバイスすべてをカバーするセキュリティを確保するために、現在こそ新しい戦略を採用すべきである。

- 構築：**ファイアウォールで保護された単一のネットワークは、もはや時代遅れである。コネクティビティが進化し、ネットワークの中には5G、LTE、ソフトウェア定義ネットワーク、MPLS(Multi-Protocol Label Switching)、Wi-Fi、通信衛星などが混在するようになる。さらに、デバイス（あるいは“モノ”）の数と性質は指数関数的に拡大し、その結果、ネットワークの範囲と複雑さは今後我々の想像をはるかに超えるものになるだろう。そのため、単一のネットワークモデルやプロトコルの要件を満たすようにセキュリティ機能を構築するだけではもはや不十分であり、防御の手薄なチャネルから脆弱性の危険にさらされる。こうした課題を解決するためには、データ、デバイス、ユーザIDレベルでセキュリティコントロールが行われるよう、ネットワークやプロトコルを設計、検証、構築する必要がある。
- セグメンテーション：**大規模でフラットなネットワークでは、内部または外部の悪意のある第三者に、ネットワークに接続されているすべてのシステムに自由にアクセスされてしまう可能性がある。このリスクは、第三者が（内部者のように）ネットワークに接続する権限を持っていたり、外部への接続権限が外部者によって無断で変更されたりする場合に顕在化する。そのため、ネットワークを細かく分割することは、安全で復旧しやすい環境を構築す

る上で重要な戦略となる。ネットワークの分割を検討する際、ネットワークレベルの分割（システム管理者の通信と、一般ユーザや重要なビジネスアプリケーションの通信とを分割する）と、マイクロセグメンテーションの考え方を適用したデバイスレベルでの分割の両方を考慮する必要がある。

- ゼロ・トラスト・ネットワーク：**ゼロ・トラスト・アーキテクチャには多くのメリットがある。ゼロ・トラスト・アーキテクチャとは、ユーザとデバイスが社内にある

データ、デバイス、ユーザIDレベルでセキュリティコントロールが行われるよう、ネットワークやプロトコルを設計、検証、構築する必要がある。

か、外部にあるかに関わらず、それらすべてが識別、認証されなければならないとする考え方である。ゼロ・トラスト・アーキテクチャはIDおよびアクセス管理、多要素認証（MFA：Multifactor authentication）、暗号化、リスクスコアリング、ルールベース・アクセス制御といった方法論からなり、「仮に内部者であっても信用しない」といった厳格なガバナンスポリシーを適用する。したがって、ユーザが自分の作業に必要な最低限のアプリケーションやサーバリソースにアクセスできるよう設定することになる。²¹

- 自動化：**セキュリティ管理プロセスを自動化することにより、企業はある程度のサイバーリスクに耐えることができるようになる。自動化によって潜在的な脅威への対応スピード、敏捷性が増すためである。仮に自動化の仕組みが成されていない場合、セキュリティインシデントが発生した後、エンジニアはインシデントの検知、発生しているセグメントの特定、対象ネットワークの切断、解決策の検討を行う必要があり、対応が完了するまでに多くの時間を要することになる。もしセキュリティ管理プロセスが自動化されているクラウド内、またはソフトウェア・デファインド・ネットワーク環境内でインシデントが発生した場合は、大規模な障害に至る前にわずか数分で修復できるだろう。今後、自動化はAIによって人手を介さずに、インシデントの検

知、攻撃の抑制、適切な復旧方法の特定と適用といったすべてのプロセスが実行できることを目指して設計されるだろう。²²

次世代コネクティビティの利点は、そのスピード、敏捷性、そして「ソフトウェア・ドリブンであること」という性質にある。ネットワークの速度向上、セキュリティ管理プロセスの自動化が進むにつれて、そのスピード、柔軟性、復旧力を持ったセキュリティメカニズムが、潜在的な脅威をこれまでよりも迅速に識別し、そして対処することが可能になる。また企業にとって、今後は信頼あるパートナーとエコシステムを形成することが重要になる。そのパートナーにはセキュ

リティ対応力を持ったクラウドプロバイダから、数多くのネットワーク接続ポイントを強力に保護している第三者のAPIプロバイダなどが挙げられる。彼らは、各企業の取組みと彼らが持つセキュリティ対策のノウハウ、脅威を検知するツールを組み合わせた相乗効果を生み出すことになるだろう。ただし、今後新しいテクノロジーとセキュリティプロトコルを採用したとしても、既存のサイバーリスク管理プロセスを実行した上で、従来のインフラを維持管理することも必要である。ネットワークの多様化、複雑化が進むにつれて、セキュリティおよびリスクに関する管理プロセスの自動化と調和が極めて重要になるからだ。

さあ、はじめよう

「次世代コネクティビティ」が勢いを増すとともに、デバイスやアプリケーションのために差別化された、それぞれの目的に合ったネットワークをサポートする新しいケイパビリティが、今後世界中どこでも利用可能になるだろう。あなたの会社に適したネットワークモデルのグランドデザインを描くためには、どのようなステップを踏めばよいのだろうか。最初のステップは、シナリオをプランニングし、あなたのビジネスと次世代コネクティビティに十分配慮したモデルを構築することである。これにより、あなたの会社の事業戦略に沿ったコネクティビティロードマップにおいて、戦略的オプションを練り上げることができるのである。

シナリオを計画する作業の一環として、以下のような質問を検討してみよう。

▶ 事業戦略という文脈において、高度化されたコネクティビティはどこで、どのように大きな影響を生み出すことができるのだろうか

高度化されたコネクティビティは、ITと業務双方の成長を加速させるための企業内の触媒となりうる。この触媒としての可能性と、その可能性を生かすタイミングを把握しておくことが、顧客や社内のデジタルトランスフォーメーションを推進するための重要な鍵となるだろう。ある意味では、デジタルトランスフォーメーション、企業の敏捷性、モビリティ、サーバレスコンピューティングといったクラウド技術は、すべて高度化されたコネクティビティに依存している。ただし、コネクティビティが高度であるがゆえに、ネットワークプロトコルの多様化、デバイスの台数や種類の急増、エッジコンピューティングといった形でネットワークが非常に複雑となりがちである。さらに、こうしたコネクティビティはもう利用可能な状況になっており、これまででないスピードと規模で進化し続けるだろう。自社の事業・テクノロジー戦略を考慮しながら、どういったケイパビリティが自社に変革をもたらすのかを検討したうえで、どのタイミングで導入すべきかを評価し、「次世代コネクティビティ」導入に向けた戦略とロードマップを策定する必要がある。

▶ 高度化されたネットワークはエンタープライズアーキテクチャにどのような影響を与えるのか

5G、低軌道衛星、ソフトウェア・定義ネットワーク (SDN)、仮想ネットワーク (NFV) といった技術が高度化する一方で、処理能力やストレージも進化し、システム基盤やデータアーキテクチャに重要な影響を与えている。例えば、作業現場のセンサーや、アプリケーション上あるいはモバイルデバイス上のテレメトリ (遠隔操作により計測データを収集・分析する技術) の普及によって、保存、分析、利用されるデータ量は飛躍的に増加する。エンタープライズアーキテクチャを検討する上では、デバイス、エッジ、クラウド、データセンタ間で分散処理のメリット、デメリットについて検討すべきである。また、高度化されたコネクティビティを導入する手法やタイミングについても考慮が必要である。

コネクティビティとクラウドに関する戦略を策定する際には、自社のデジタルトランスフォーメーションにおける課題に沿った戦略的ゴールを設定する必要がある。クラウドとコネクティビティは、企業の業務効率化にどのように役立つのだろうか。大量なデータを配信し、処理する能力はいつどこで必要とされるのか。どのようにして顧客、ビジネスパートナー、グローバルの業務を効果的に結び付けるのか。新製品やサービスに役立てるためには、クラウドやネットワークをどのように構築すればよいのか。そういった課題について検討する必要がある。

▶ コネクティビティに関するトレンドは企業の予算にどう影響するのか

「次世代コネクティビティ」というトレンドが勢いを増してくると、ネットワークの機能とパフォーマンスに対するユーザの期待は高まるだろう。ベンダは、新製品や新サービスを構築するに要した多大な投資を回収できるような価格を設定することが考えられる。一方で、こうしたテクノロジーがより一般的に利用可能になるために競争が激しくなり、価格の下押し圧力につながる事が想定される。その結果、企業は高度化されたコネクティビティに対する費用対効果について判断する必要がある。価格はしばらくの間変動する可能性があり、企業はコストとビジネス価値を考慮しながら、高度化されたコネクティビティに対するユーザとシステムの需給バランスを継続的に保つことが求められる。CIOは向こう数年間、継続的に起こる変化を子細に分析し、ネットワーク戦略に落とし込むことが求められるだろう。

▶ コネクティビティの高度化はIT部門、ネットワーク部門にどのような影響を与えるのだろうか

高度化されたコネクティビティは、自動化のレベルを強力に押し上げる可能性がある。結果として、IT組織の主な責務はエンジニアリング、ITと運用技術の融合の促進といった領域にシフトされるだろう。現時点でこうしたシフトが進んでいないようであれば、これを実現するための組織変革が求められるかもしれない。また、SDNとNFVで構築されたネットワークを導入するのであれば、ネットワークサービスプロバイダ選定の再検討も必要となる。もちろん、こうした影響は、どのケイパビリティをどこから調達するのか、どのように既存のインフラに組み込むかという方針によって異なってくる。

要点

企業活動を左右するような重要な情報は、それが生み出される場所から、必要とされる場所へ素早く届けられなければならない。大量に生み出される情報を、しかるべき場所に速やかに集めるために、コネクティビティの変革は必要不可欠なものであり、「次世代コネクティビティ」はこうした変革を象徴するトレンドである。業界を問わず、ネットワークに接続されるデバイスが爆発的に増加することで、コネクティビティの変革は加速される。綿密に練られた戦略のもと、5G、低軌道衛星、SDN、NFVといったテクノロジーを活用すれば、ネットワークの柔軟性、効率性、迅速性が桁違いに向上することを、企業のリーダーは強く認識するようになっている。「次世代コネクティビティ」を実現するために、あなたは自社の戦略をどのように描くのだろうか。

執筆



DAN LITTMANN is a principal with Deloitte Consulting LLP for the Technology, Media, and Telecommunications (TMT) practice. He has more than 20 years of experience in the telecommunications practice and specializes in helping companies develop flexible strategies capable of adapting to the rapid pace of technological, competitive, and regulatory change. Littmann also focuses on wireless and wireline economics. He has been widely published on topics such as global wireless technology, spectrum, and fiber network economics.



AJIT PRABHU is a principal in the Technology, Media, and Telecommunications practice with Deloitte Consulting LLP. He specializes in designing and implementing transformational growth and profitability strategies enabled by advanced technologies. Prabhu brings a combination of industry and consulting perspectives to his client engagements, drawn from experience in a variety of positions—senior executive, entrepreneur, general manager, R&D engineer, and consultant.

RISK IMPLICATIONS



KIERAN NORTON is a principal in Deloitte & Touche LLP's Cyber Risk Services practice and has more than 20 years of industry experience. He also leads Deloitte's infrastructure security offering, where he helps clients transform their traditional security approaches in order to enable digital transformation, supply chain modernization, speed to market, cost reduction, and other business priorities.

SENIOR CONTRIBUTORS

Andries van Dijk

Director
Deloitte Consulting B.V.

Hans van Grieken

Director
Deloitte Consulting B.V.

Tim Paridaens

Director
Deloitte

Erich Paulini

Director
Deloitte Consulting Pte Ltd.

Timo Perkola

Director
Deloitte

Peter Stojkovski

Partner
Deloitte Touche Tohmatsu

Tim Krause

Independent strategic adviser
Deloitte Consulting LLP

Luke Baylis

Senior manager
Deloitte MCS Limited

Divij Jain

Senior manager
Deloitte MCS Limited

Ryan Luckay

Manager
Deloitte Consulting LLP

Johannes Fuhrmann

Consultant
Deloitte

参考文献

1. Kate Gerwig and Chuck Moozakis, "As 2018 budgets rise, network upgrades become a priority," *2018 TechTarget IT Priorities Survey*, February 2018.
2. Stan Gibson, *2018 State of Infrastructure*, Interop ITX and *InformationWeek*, 2018.
3. Sacha Segan, "What is 5G?," *PC Magazine*, October 2, 2018.
4. *TelecomLead*, "72 mobile operators are testing 5G," February 21, 2018.
5. Paul Lee et al., *Technology, Media, and Telecommunications Predictions 2019*, Deloitte Insights, December 11, 2018.
6. Nathan Hurst, "Why satellite internet is the new space race," *PC Magazine*, July 30, 2018.
7. Patrick Nelson, "Private 5G networks are coming," *Network World*, November 7, 2018.
8. Ibid.
9. Brandon Butler, "What is edge computing and how it's changing the network," *Network World*, September 21, 2017.
10. Input from Jacques Wannenburg, BHP VP of technology enterprise systems, and Paul Karan, BHP manager of security operations.
11. Anmar Frangoul, "How remote control centers are changing the way mining operations are carried out," *CNBC*, July 4, 2018.
12. Matthew Stevens, "BHP's reverse track on Rio Train robot trains," *Financial Review*, October 15, 2017.
13. Diane Jurgens, "Creating the future of mining—integration and automation," BHP, November 1, 2017.
14. Cruise Lines International Association, "CLIA 2018 cruise industry outlook," December 2017.
15. Interview with Luca Pronzati, MSC Cruises chief business innovation officer, September 28, 2018.
16. MSC Cruises, "MSC Cruises launches fleetwide, game-changing digital innovation program MSC for Me," March 8, 2017.
17. Tony Munoz, "Smarter with Marlink," *Maritime Executive*, April 21, 2018.
18. Ericsson, "Ericsson mobility report: Q2 2018," August 2018.
19. Theodore Rappaport et al., "Millimeter wave mobile communications for 5G cellular: It will work!," *IEEE Access* Vol. 1, May 10, 2013.
20. SDxCentral, "What is 5G network slicing?," accessed December 5, 2018.
21. Jon Oltsik, "Google network security sans perimeter," *CSO*, May 13, 2015.
22. Nitin Mittal et al., *AI-fueled organizations*, Deloitte Insights, January 15, 2019.

日本のコンサルタントの見解

次世代の通信インフラ5Gの到来が意味するもの

現行の通信規格4Gの10~100倍の通信速度で超低レイテンシを実現し、数十億台ものデバイスを同時にネットワーク接続できる次世代の通信規格が5Gである。5Gが自動車産業や医療現場などに普及することで、IoT・AIによる自動制御やAR/VRなどを活用した遠隔からのオペレーションの実現が加速すると考えられている。

本編に記載されている通り、世界最大の鉱業企業であるBHPビリトンは、次世代の通信インフラを最大限に活用することで遠隔オペレーションセンタを立ち上げるなど、積極的にバリューチェーンの自動化を推し進め、生産性向上やコスト削減の実現に成功している。企業は、5Gの活用を模索し、従来の人手を要するオペレーションからAIに委ねるオペレーションへと次々にシフトしていくと考える。その結果、様々な産業において、地理的な制約を受けにくくなり、これまで以上に自動化された社会が到来するのである。

英調査会社IHS Markitによると、世界全体での5Gによる経済効果は2035年までに最大で12.3兆ドルに達し、世界のGDPを2020~2035年に3兆ドル押し上げると予想されている。日本においては、総務省が5Gによる経済効果を約46.8兆円と試算し、特に交通分野や製造業・オフィス関連での効果が大きいと見込んでいる。今後、5Gによる新たなビジネスチャンスが急速に広がっていくことが想定されている。

一方で、5Gの普及は企業にとってメリットだけをもたらすものではない。様々な形態の大量のデバイスが新しい通信規格で接続する「ヘテロなIT環境」は、サイバー攻撃を受けやすく、情報保護の観点においても十分なセキュリティをどのように確保するのかが問われることも意味している。このような世界規模での社会インフラの革命を目の前にして、日本のIT産業はどう取り組むべきなのか、また5Gを活用する企業のCIOに求められる、果たすべき役割は何なのか、以降にて考えていきたい。

日本のIT産業はどう取り組むべきなのか

日本は、2020年の東京オリンピック・パラリンピック

開催に合わせて5Gによるサービスを開始することを目標に、通信事業者が実用化に向けた実験を開始している状況にある。しかし、通信インフラの整備に必要な資金の問題などを抱えており、国策として取組んでいる他国との競争に遅れを取らないかが懸念されている。

日本経済新聞社の調査によると、2015年では7位であった光通信速度が2018年には23位に転落している。原因は、光回線の接続装置が年々増加するデータ通信量に対応できず、通信インフラへの投資が鈍化しているためであると指摘されている。オフィスや自宅においては無線LAN経由で光回線を利用することが多いため、このままでは5Gを導入しても接続装置がボトルネックになり、本来の通信速度が得られない。また、5G対応基地局などの通信インフラの整備には多額の投資が必要であり、これら資金面での課題を解決しなければならない。

総務省は、2020年の実用化に向けたロードマップを発表し、国際連携や産学官の連携を強調している。通信事業者は、資金面や技術面などの課題に対して政府や研究機関に協力を仰ぎつつも、投資に見合った回収をどのようにして実現するのか、マネタイズの検討が急務といえる。一時的な回収で終わらないよう、オリンピック以降も見据えた長期的な視点での検討が重要といえる。

また、通信機器メーカーも単独で取り組むのではなく、商品化に一早く動き出しているアメリカや中国、韓国に遅れを取らないよう、5Gの普及に必要な各プレイヤーとのアライアンスを推進すべきである。例えば、ソフトウェア開発会社と連携し、デバイスの管理ツールやセキュリティ対策ソフトウェア等の開発を先行するといった取組みである。先行している海外企業を圧倒するには、同種のプレイヤーと手を組むことも視野に入れる必要があるだろう。日本のIT産業がここで立ち上がらなければ、日本の社会インフラの変革は遅れを取り、ビジネスチャンスを逃してしまうことになる。日本は官民をあげた積極的な投資活動を通じて、昨今のデジタル技術と5Gを活用した新しいビジネスの創造をリードすべき時期に来ている。

日本のCIOが果たすべき役割とは

本編では、ビジネスの期待に応えるためのネットワークケイパビリティの向上をCIOの優先事項として挙げている。具体的には、拡大するデジタルアジェン

ダを支えるためのコネクティビティ戦略の立案や、5Gや低軌道衛星通信などの革新的な通信技術の展開を推進するための役割を新設するなどの取組みがある。

日本企業においては、先進的な通信技術の到来に備え、自社のIT戦略や組織、アーキテクチャの在り方を見直し、ネットワークの整備などに新規投資していくような舵取りは難しいのが実情である。既存システムのメンテナンスやビジネス部門からの日々の要望への対応に追われているケースが多く、定量的な効果が見えにくい新規投資は先送りになりがちであるからだ。

そのような状況を打破するためには、現場から声を上げるだけでなく、CIO自らがネットワークケイパビリティの向上の必要性を経営層に訴求していくことが有効ではないだろうか。先進的な技術が今後自社のビジネスに与える影響を理解し、競合他社に取り残されないためにも、取組みの必要性・意義を十分に示していく役割が求められる。既存ビジネスの保守的な投資に留まるのではなく、海外競合の動向を掴み、技術トレンドを踏まえた新たなビジネスの創出に資するIT投資をしていくための、長期的なビジョン・IT投資計画を策定すべきである。なお、「攻め」のITだけに目を向けるのではなく、「守り」のITについても注意したい。自社を取り巻くネットワーク環境が大きく変わること、セキュリティ対策など従来のガバナンス態勢では凌ぎ切れない局面を迎えるからである。

加えて、「モノ」や「カネ」だけでなく「ヒト」、IT組織についても今後必要な知識・スキルを兼ね備えた人材の育成・獲得に向けた施策が必要である。経済産業省の「IT人材の最新動向と将来推計の調査結果」によると、今後の人口減少の影響に伴い、2030年にはIT企業およびユーザ企業を対象に約79万人ものIT人材が不足すると指摘している（2016年時点では約17万人が不足していた）。今後、必要なIT人材を獲得していくのは益々困難になるといえる。AI等のデジタル技術の活用を推し進め、保守・運用といった定型的なオペレーションは極力自動化し、戦略や企画立案といった非定型の業務に人を割り当てられる体制を現在から準備すべきである。

最後に

5Gや低軌道衛星通信などのネットワークの革新的な進化によって、全く新しい価値を生み出す「破壊的イノベーション」が起こり得る状況にあるといえる。各企業は従来製品・サービスの向上を進める「持続的イノベーション」に固執しないよう、注意が必要だろう。日本企業のCIO自身が「Chief “Information” Officer」から「Chief “Innovation” Officer」へとトランスフォームし、率先して新たな変革に取り組む姿勢を示すのも打ち手の一つではないだろうか。日本企業がこの機会を逃さずに躍進することを期待したい。

執筆者



斉藤 宏樹 シニアマネジャー

金融、製造およびエネルギー産業を中心に多様なインダストリーに対して、IT投資・コストマネジメント、ITガバナンス強化、IT組織変革、システム化構想等のIT Business Management領域を軸としたコンサルティングサービスを数多く提供。