

第2節 市場規模等の定量的な検証

本節では、第1節で行ったICTに係る全体構造の整理を踏まえつつ、それぞれの市場の規模や成長性等を将来動向も含めて定量的に分析する。併せて、それぞれの市場における特徴的な近年のトレンドについて分析する。

1 関連市場の規模と成長性

前節の整理に従い、IoT時代のICT産業を「コンテンツ・アプリケーション」「プラットフォーム」「ネットワーク」「デバイス・部材」の大きく4つのレイヤー（階層）に分類し、関連市場の規模と成長性を定量的に把握する。

本項では、各レイヤーにおける代表的な市場・品目について概観し、第2項以降でそれぞれ具体的な市場規模や今後の見通し、また近年のトレンド等の事例について紹介する。「コンテンツ・アプリケーション」や「デバイス・部材」レイヤーでは、ウェアラブルやセンサー等、近年のIoTのトレンドに直接関連する市場を取り上げる。「プラットフォーム」や「ネットワーク」レイヤーにおいてはIoT市場に関するデータが限られているため、関連市場の動向を概観しながらIoTに関連する動向やインパクトは定性的に触れるものとする（図表2-2-1-1）。

図表2-2-1-1 各レイヤーの対象市場・品目

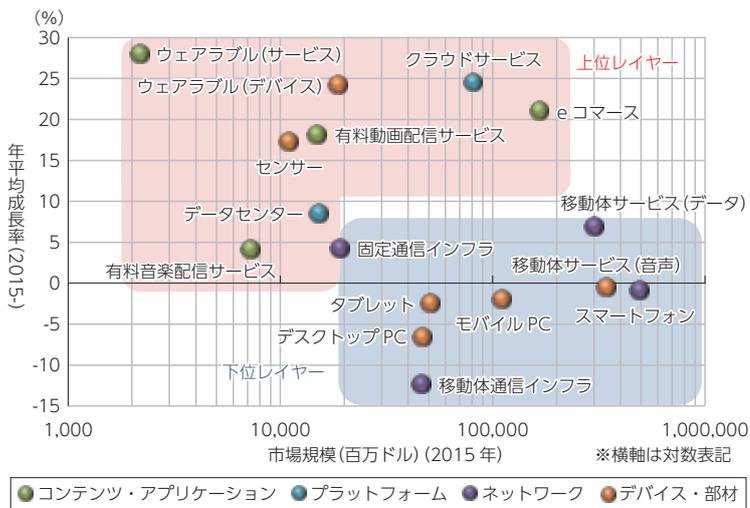
レイヤー	市場・品目
コンテンツ・アプリケーション	eコマース、有料動画配信サービス、有料音楽配信サービス、ウェアラブル（サービス）
プラットフォーム	データセンター、クラウドサービス（IaaS/CaaS/SaaS/PaaS）
ネットワーク	移動体通信サービス（音声）、移動体通信サービス（データ通信）、移動体通信インフラ、固定通信インフラ
デバイス・部材	デスクトップPC、モバイルPC、タブレット、スマートフォン、ウェアラブル（デバイス）、センサー

（出典）総務省「IoT時代におけるICT産業の構造分析とICTによる経済成長への多面的貢献の検証に関する調査研究」（平成28年）

まず、各レイヤー・市場について、グローバルレベルでの市場規模と成長性（予測ベース）を概観する。全体的には、「ネットワーク」「デバイス・部材」の下位レイヤーは、すでに世界的に普及していることから、移動体を中心としてその規模は大きいですが、成長率の観点からはとりわけ「デバイス・部材」レイヤーは低く、スマートフォンを中心に急速に成長した「人」向けデバイスの成長は今後鈍化することが予想される。特に、スマートフォンについては過去の情報通信白書においても、グローバルレベルでの成長トレンドを取り上げてきたが、2015年後半から中国を中心とした新興国市場の成長が鈍化している。とりわけ、低価格端末の流通増加を要因として、年平均成長率がわずかにマイナス成長となっている。

他方「コンテンツ・アプリケーション」や「プラットフォーム」の上位レイヤーは、現在の市場規模は前述の下位レイヤーと比べて小さいが、成長率が高いことから、今後ICT産業の付加価値は全体的に上位のレイヤーへとよりシフトしていく蓋然性が高い。ただし、「プラットフォーム」レイヤーもコモディティ化の激しさが指摘されており、例えば、データセンターについては、クラウドインフラのコモディティ化や仮想化による設備投資金額の抑制が進み、金額ベースでは成長率の押し下げも指摘される（図表2-2-1-2）。

図表2-2-1-2 主要グローバルICT市場の規模と成長性



※市場ごとの年平均成長率の期間は次のとおり：
 2014年→2015年：センサー
 2015年→2016年：データセンター
 2015年→2019年：移動体通信インフラ、移動体サービス（音声）、移動体サービス（データ）、eコマース、有料動画配信サービス、有料音楽配信サービス
 2015年→2020年：上記以外

（出典）eMarketer（eコマース）、JEITA（センサー）、IHS Technology（その他）

第2章 IoT時代におけるICT産業動向分析

爆発的に増大するデータトラフィック量を支えるICTインフラや関連サービス・アプリケーションの市場は成長を続けている。IHS Technologyによれば、企業等のICT支出^{*1}の面からみてみると、世界のICT市場規模は2015年時点で約2兆ドルに達しており、2020年に向けて年平均成長率7.0%で拡大を続ける（図表2-2-1-3）。

一方で、これらのICTインフラを利用する需要側と提供する供給側の双方において次のような潮流が見られる。第一に、市場全体としては拡大傾向が見られるものの、先進国を中心に引き続き経済の不安定性がリスク要因となっていることから、企業がICT設備投資を控える傾向も内在している。第二に、こうした投資環境も相まって、多くの企業がコロケーションやクラウド事業者へのアウトソース等でデータセンターに係る運用の統合を進めている。第三に、データセンターやクラウド等のICTインフラを取り巻く技術的变化がみられ、具体的にはサーバー関連技術における仮想化の流れを背景に、運用等に係る効率性が飛躍的に向上している。最後に、爆発的なデータ量の増大を背景として、大規模なICTインフラの運用においては、従来の設計にはとらわれない、規模や要件に見合った「破壊的な」設計が求められている。そのため、そのような設計を実装する必要があるユーザー企業が必要なハードウェアを自らの手で開発する取組が進んでいる。具体的には、FacebookのOpen Compute^{*2}やYahoo!のComputing Coop^{*3}等が挙げられる。こうした企業は、従来からサーバーなどの自社開発をしており、オープンソース化を通じて互いに知識や経験を共有することで、自らハードの開発力をより高めようとしている（図表2-2-1-4）。

図表 2-2-1-3 世界のICT市場の推移



図表 2-2-1-4 ICTにおける近年のトレンド



(出典) 総務省「IoT時代におけるICT産業の構造分析とICTによる経済成長への多面的貢献の検証に関する調査研究」(平成28年)

2 コンテンツ・アプリケーション

1 eコマース市場

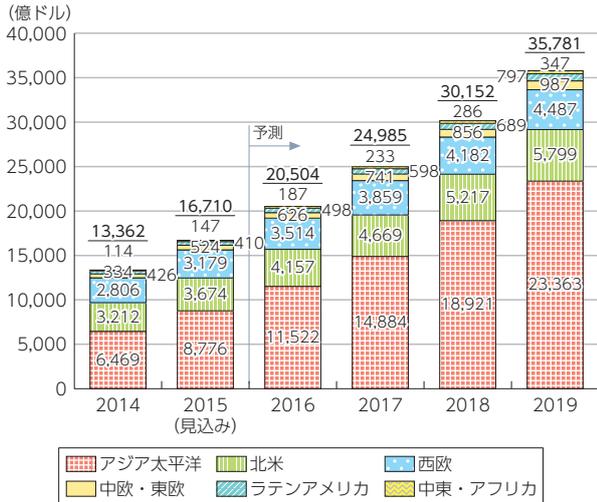
世界の商取引額は、2015年時点で約22兆ドルに達し、経済成長に伴い拡大を続けている（eMarketer調査に基づく）。そのうち、eコマース（電子商取引）による取引額は急成長し、2015年で約1.7兆ドルに達しているが、これは商取引額全体でみると1割弱に過ぎない。このように、eコマースは、インターネットで利用されているサービスとしてグローバルに広く普及しているものの、まだまだその成長余地は大きいといえる。eMarketerによれば、eコマース市場は、2019年には現在の約2倍の3.5兆ドルまで拡大すると予想している。地域別でみると、アジア太平洋地域による貢献が大きく、2015年時点では同地域の市場規模が全体の約半分を占めているが、2019年時点には約65%まで増加する予想となる（図表2-2-2-1）。商取引額のうちeコマースが占める割合でみると、全世界が2019年時点で12.8%であるのに対して、アジア太平洋は20%を超える水準に達すると予想される（図表2-2-2-2）。

*1 IHS Technology社のレポートでは、ICT支出は、企業のICT関連機器、ソフトウェア、サービスへの支出の合計と定義されている。

*2 データセンターで使用されるサーバーやストレージ、ネットワーク機器、ラック、空冷装置などのハードウェアの設計図をオープンソースとして開発・公開するプロジェクト。米Facebookが2011年に開始したものが、現在は米Open Compute Projectファウンデーションという組織がプロジェクトを推進している。

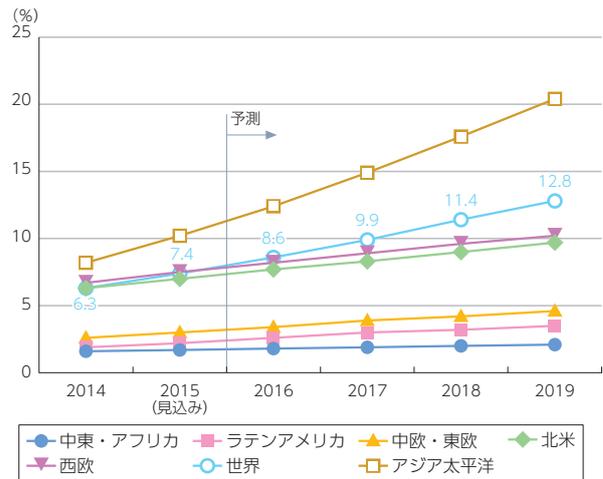
*3 米Yahoo!がデータセンター用に設計した電力効率を大幅に改善する処理技術。

図表 2-2-2-1 eコマース市場規模の推移及び予測



(出典) 総務省「IoT時代におけるICT産業の構造分析とICTによる経済成長への多面的貢献の検証に関する調査研究」(平成28年)

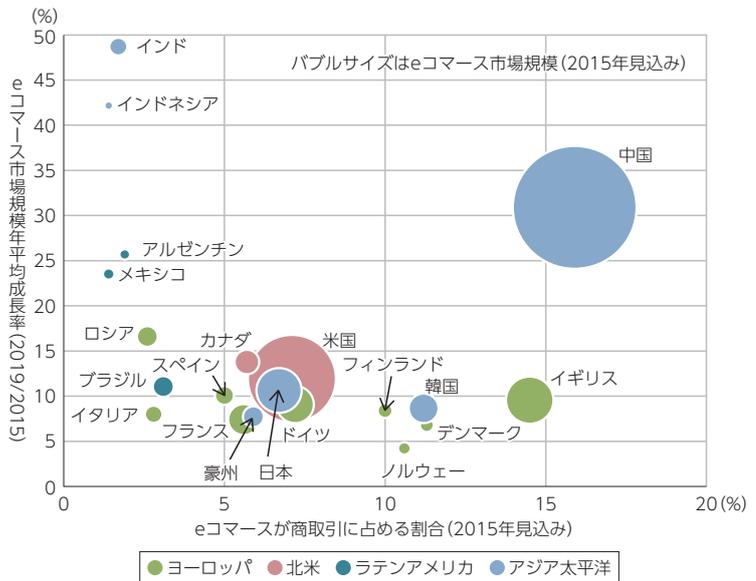
図表 2-2-2-2 商取引に占めるeコマースの割合(金額ベース)の推移及び予測



(出典) 総務省「IoT時代におけるICT産業の構造分析とICTによる経済成長への多面的貢献の検証に関する調査研究」(平成28年)

国別で見ると、規模及び成長性の観点から、中国の存在感が非常に大きい。中国は、米国と比べても、eコマースが商取引に占める割合も成長率も高く、今後世界のeコマースをけん引することがみとれる。成長率の観点からは、中国の他、インドやインドネシア、南米諸国の高さが指摘される。日本の市場は、規模は異なるものの、商取引に占める割合及び成長率が米国やドイツと類似しており、eコマース市場の成熟度や経済的なインパクトはこれらの国と比較的近いと考えられる(図表2-2-2-3)。

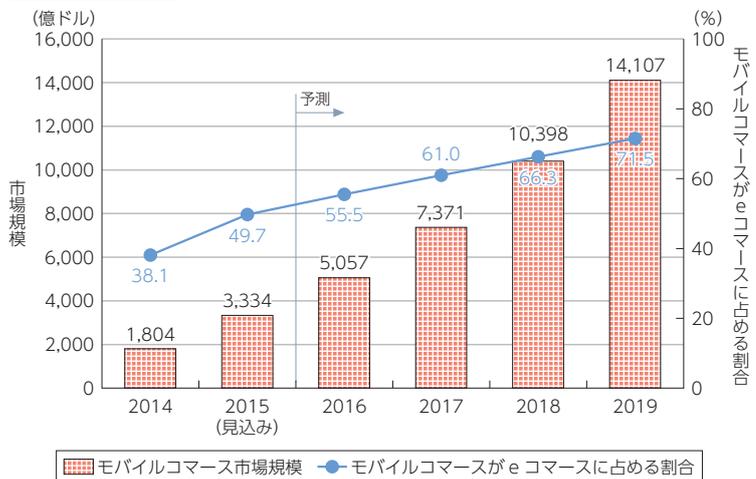
図表 2-2-2-3 諸外国のeコマース市場の規模と成長性



(出典) 総務省「IoT時代におけるICT産業の構造分析とICTによる経済成長への多面的貢献の検証に関する調査研究」(平成28年)

eコマース市場の成長要因としては、モバイルコマースが挙げられる。急速に普及するスマートフォンやタブレット端末等のモバイル端末を利用し、商品の検索から決済までを行う習慣が広く普及している。前述したとおり、市場のけん引役である中国のモバイルコマース市場についてみると、2015年時点で約0.3兆ドルと既にeコマース市場全体の半分を占めている。同市場の成長は続き、2019年までに1.4兆ドルまでに拡大し、モバイルコマースの割合は70%強まで増加すると予想される(図表2-2-2-4)。

図表 2-2-2-4 中国モバイルコマース市場の推移及び予測



(出典) 総務省「IoT時代におけるICT産業の構造分析とICTによる経済成長への多面的貢献の検証に関する調査研究」(平成28年)

2 コンテンツ配信サービス市場

インターネット上のサービスの代表例としてコンシューマ向けのコンテンツ配信サービスが挙げられる。当該サービスのビジネスモデルは、一般に「広告収入型モデル」（主として無料）と「課金型モデル」（有料）に大別される。これまでインターネット広告の拡大とともに、とりわけ前者のモデルが急成長してきたところである。

例えば、動画コンテンツ分野においては、世界的な広告収入型モデルの代表例として「YouTube」が挙げられる。2005年に設立したYouTubeは、2006年にGoogleに買収され、Googleの広告事業とともに、その規模を大きく拡大してきた。YouTube事業に係る売上規模や収益性は公表されていないが、同社は2015年10月に米国で先行して有料動画配信サービス「YouTube Red」を開始し、事業開始から約10年にしてYouTubeの有料化に踏み切った。2016年内には日本や欧州、豪州等米国以外でもサービス提供を予定している。同社の動きは、従来の広告収入型モデルに係る収益性の課題を示唆していると言える。

こうした有料のコンテンツ配信サービスの新たな潮流として、従来のダウンロード課金型から、月額料金を支払うことで見放題・使い放題で利用できる定額制（サブスクリプション）サービスが台頭している。インターネット関連サービスの課金・決済プラットフォームや、ストリーミングサービスが提供しやすい固定・移動体ブロードバンド環境が整ってきたことなどが背景として挙げられる。映像分野では多くのプラットフォーム事業者や通信事業者の展開が見られる（図表2-2-2-5）。我が国では、2011年にHulu、2015年にはNetflixが参入し話題を呼んだが、地上波による無料放送が根付いていること等を背景に有料サービス事業に苦戦したHuluは、その後事業を日本テレビ放送網へ売却している。

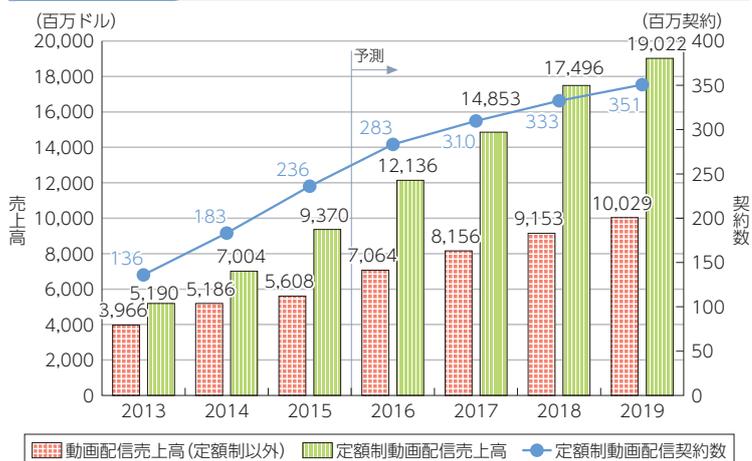
図表2-2-2-5 主な定額制動画配信サービス（国内で利用できるサービス）

サービス	サービス開始期	サービス概要
Netflix	米国：1998年 日本：2015年	米国においてDVDのオンラインレンタルサービスから参入し、現在は動画配信サービスを中心に全世界へ展開している。独占配信、オリジナル配信作品も保有しており有料サービス加入者数は全世界で7500万。日本国内では、ソフトバンクの携帯電話料金やブロードバンドサービスと一括支払い可能。
Amazonプライムビデオ	米国：2011年 日本：2015年	日本では2015年よりサービスを提供している。有料サービスのプライム会員は動画以外のコンテンツ（音楽等）も利用可能であり、ネット通販サービスにおいても優遇を受けられる。
Hulu	米国：2008年 日本：2011年	2万本以上のコンテンツを視聴でき、国内の有料サービス加入者数は130万人に達する。
NTTドコモ dTV	日本：2015年	12万本以上のコンテンツを視聴でき、国内の有料動画配信サービスでは最大規模。

（出典）総務省「IoT時代におけるICT産業の構造分析とICTによる経済成長への多面的貢献の検証に関する調査研究」（平成28年）

実際に、世界の課金型動画配信サービスの売上高推移を見てみると、これまでも定額制が半分強を占めていたが、2015年実績ではその差がさらに拡大した。IHS Technologyによれば、今後も定額制サービスの契約数、売上高は増加を続け、定額制以外の売上高を大きく突き放し、有料動画配信サービス市場をけん引していくと見られている（図表2-2-2-6）。

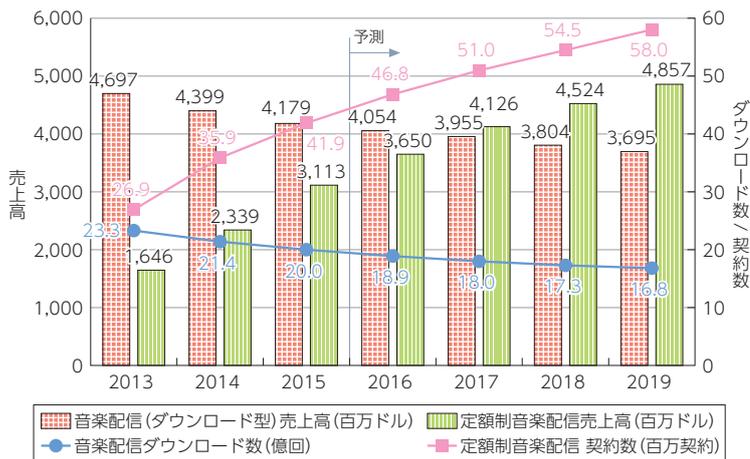
図表2-2-2-6 世界の動画配信売上高・契約数の推移及び予測



（出典）IHS Technology

一方、音楽分野においても同様のトレンドがみられる。AppleのiTunesに代表されるように、従来の有料音楽配信サービスでは音楽コンテンツのダウンロード課金型モデルが主流であったが、定額制サービスの売上高が急速に拡大している。現在の代表例としては、欧州発のSpotifyや米Pandoraなどが挙げられ、我が国でも2015年夏頃よりAppleやLINE等の多くの事業者がサービス提供を開始した。IHS Technologyによれば、2017年には両者の売上高は逆転すると予想される。このように、音楽配信市場においては、世界的にみれば、ビジネスモデルの転換期を迎えている状況である（図表2-2-7）。

図表2-2-7 世界の音楽配信売上高・契約数の推移及び予測

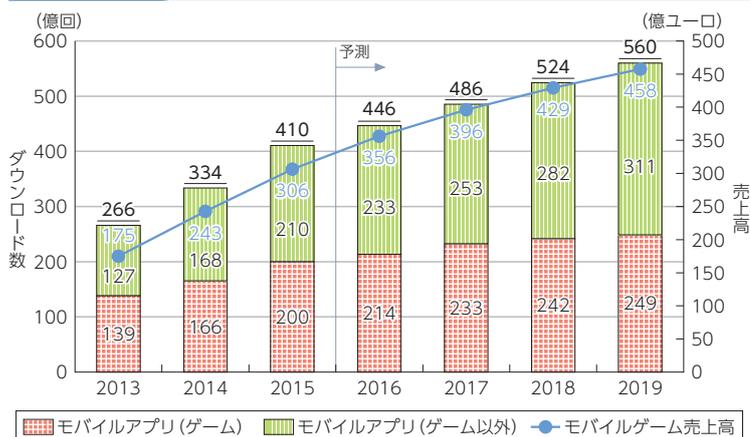


(出典) IHS Technology

3 モバイル向けアプリ市場

モバイル向けのアプリ市場については、グローバルレベルでは、スマートフォンの普及等を背景に、ダウンロード数は引き続き拡大する見込みである。前項の図表2-2-1-2（主要グローバルICT市場の規模と成長性）でみたように、スマートフォン端末市場は成熟し、成長率は鈍化する見込みであるが、他方で、アプリの活用が進む段階に入っていると考えられる。アプリのダウンロードの約半分を占めていたモバイルゲームの成長はやや鈍化する見込みであるが、その売上高はダウンロード数以上の成長率で拡大すると予想されている（図表2-2-8）。すなわち、ゲーム内課金など、規模から収益性重視へとビジネスモデルがシフトしている点が指摘される。

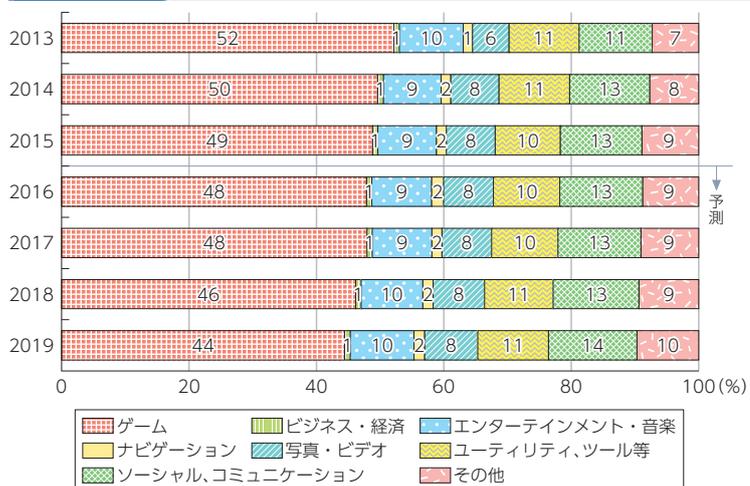
図表2-2-8 世界のモバイル向けアプリダウンロード数及びゲーム売上高



(出典) IHS Technology

一方で、これまでは「ゲーム」が先行してモバイル向けコンテンツ市場のけん引役になってきたが、今後は「エンターテインメント・音楽」や「ソーシャル、コミュニケーション」といった、ゲーム以外のアプリの成長が期待される（図表2-2-9）。

図表2-2-9 世界のモバイル向けアプリダウンロード数のタイプ別比率



(出典) IHS Technology

3 プラットフォーム

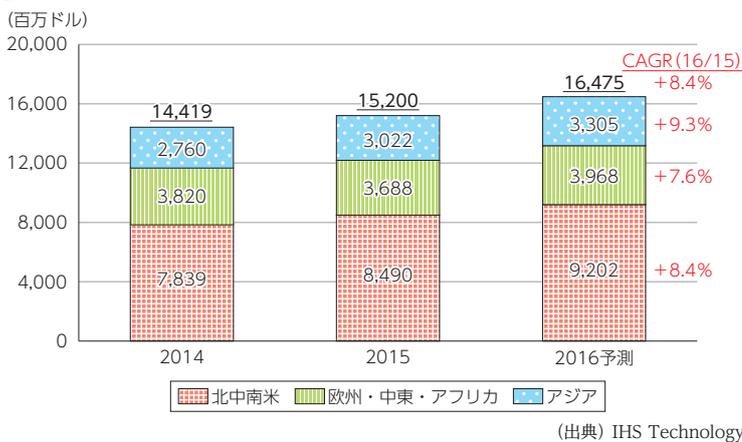
1 データセンター市場

爆発的に増大するデータトラフィックの保管や処理等を担うデータセンター市場の動向についてみる。データセンターとは、コンピューター（メインフレーム、ミニコンピューター、サーバー等）やデータ通信装置等を設置・運用することに特化した施設の総称であり、データセンターサービスとは主に企業の情報システムをデータセンターで監視・運用・管理等を行うサービスである。具体的には、サーバー設置スペースを顧客に貸し出す「ハウジング/コロケーション」、データセンター事業者が所有するサーバーを顧客に貸し出す「ホスティング」、ネットワークを通じてサービスの形で必要に応じて利用する「クラウドコンピューティング」が挙げられる。仮想化技術、後述するクラウド、ビッグデータといったトレンドを受けて、ICTシステムを実質的に支えるデータセンターの重要性は増している。米シスコ社によれば、今後世界のデータセンター市場において流通するデータトラフィックはさらに拡大し、2014年に3.4ゼタバイトであったのに対して、2019年までにその約3倍の10.4ゼタバイトに達するという^{*4}。

IHS Technologyによれば、世界のデータセンター市場規模は2015年時点で152億ドルに達しており、今後も堅調に拡大が予想される。とりわけ、アジア地域における市場の拡大が大きく、概ね横ばいが続く欧州・中東・アフリカ (EMEA) 全体の市場規模に迫りつつある (図表2-2-3-1)。

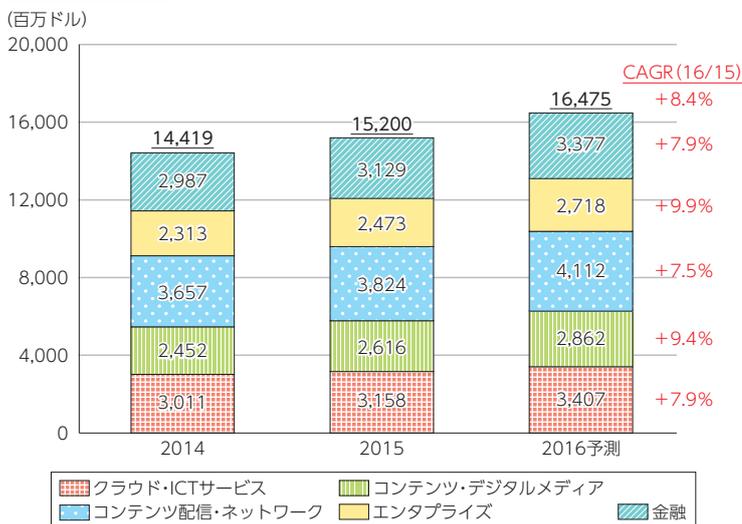
次に、データセンター市場を分野・用途別でみる。主要用途として「クラウド・ICTサービス」「コンテンツ・デジタルメディア」「コンテンツ配信・ネットワーク」「エンタプライズ」「金融」の5つ^{*5}に分類すると、現在最も大きいのが「コンテンツ配信・ネットワーク」であり、次いで「クラウド・ICTサービス」となっている。いずれも今後引き続き高い成長率で拡大することが予想されるが、中でも高いのが「エンタプライズ」「コンテンツ・デジタルメディア」である (図表2-2-3-2)。

図表2-2-3-1 世界のデータセンター市場の地域別売上高推移



(出典) IHS Technology

図表2-2-3-2 世界のデータセンター市場の分野別売上高推移



(出典) IHS Technology

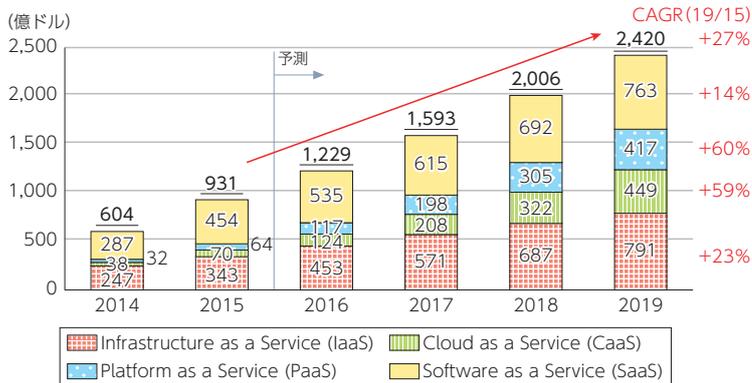
*4 GCI Report 2014-2019 (2015年10月公表) 1ゼタバイト (ZB) = 1兆ギガバイト (GB)

*5 クラウド・ICTサービス: IaaSほかクラウドサービスを展開するベンダー (Amazon, Salesforce.com, Microsoft等) 向け。
 コンテンツ・デジタルメディア: SNSや電子商取引、動画などのデジタルコンテンツ・メディアサービス業者 (eBay, DIRECTV, Yahoo!, Facebook, Google等) 向け。
 コンテンツ配信・ネットワーク: ネットワーク系のICTインフラ提供を主力とする事業者 (AT&T, China Mobile等のキャリア)。
 エンタプライズ: 官公庁、教育、ヘルスケア、小売業などの一般事業者のシステム向け。
 金融: 金融機関 (Barclays, JPMorgan Chase, London Stock Exchange, 野村証券等) のシステム投資向け。

2 クラウドサービス市場

クラウドサービスとは、インターネット上に設けたりソース（サーバー、アプリケーション、データセンター、ケーブル等）を提供するサービスであり、前述したデータセンターはクラウドを構成する要素の一部と捉えることができる。米シスコ社^{*6}によれば、クラウドサービス市場の拡大により、2019年までに世界のデータセンターに係るトラフィックのうち83%がクラウド上を流通し、またデータセンターにおける処理量の約80%がクラウド上で処理されると予想されている。

図表 2-2-3-3 世界のクラウドサービス市場の売上高推移



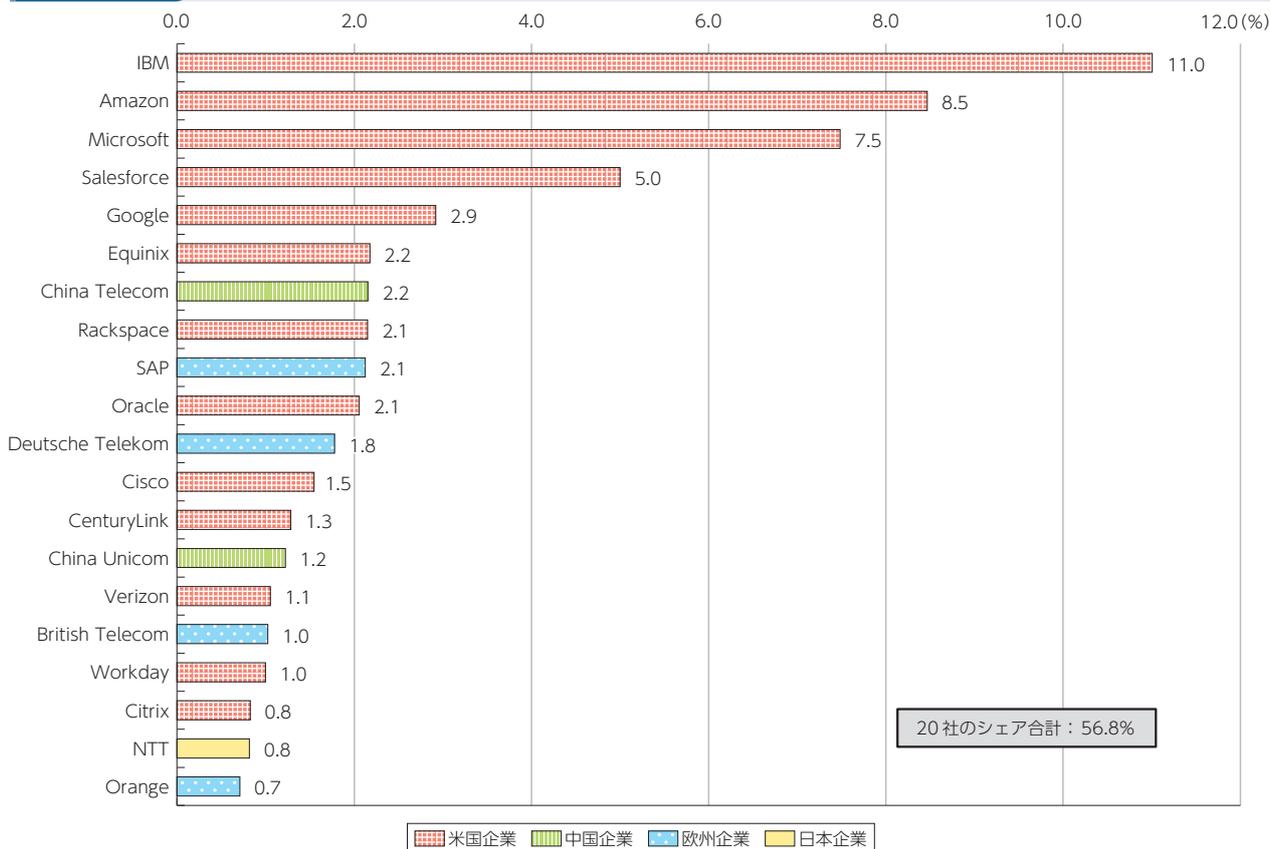
クラウドサービスの需要が急増している背景として、AWS（アマゾン ウェブ サービス）をはじめとするメガクラウドサービスの普及などが挙げられる。こうしたサービスの普及により、従来はユーザーが所有するICTプロダクトをデータセンターが預かる「ハウジング」がデータセンタービジネスの中心だったのに対して、ICTプロダクトは「所有するもの」から「利用するもの」へと、企業の意識が変わってきている。また、クラウドサービスに係るセキュリティや機能向上が進んだことなどから、企業の情報系システムやインターネット関連システム、開発環境などにおいて、クラウドサービスの利用が進展している。

IHS Technologyによれば、世界のクラウドサービス市場規模は2015年時点で931億ドルに達しており、データセンター市場の約6倍の規模となっている。また、2019年に向けては、従来市場を構成していたIaaS（Infrastructure as a Service）やSaaS（Software as a Service）に加え、CaaS（Cloud as a Service）、PaaS（Platform as a Service）が急成長することが予想される^{*7}（図表2-2-3-3）。コンテナ型仮想化サービス^{*8}や、ビッグデータ解析サービスが市場をけん引すると予想されている。

こうした今後のICT産業の成長を支えるクラウドサービス市場においては、米国を中心とするグローバルICT企業の存在感が強い。2015年時点では、上位5位までに位置する米国企業で市場の約35%を独占しており、市場全体でも約半分が米国企業である（図表2-2-3-4、図表2-2-3-5）。このように、今後のデータトラフィックの拡大及びそれに伴うICTビジネスのけん引にあたっては、引き続き米国企業が主導することが予想される。

*6 Cisco VNI: Forecast and Methodology, 2014-2019.
 *7 インターネット経由でソフトウェアパッケージが提供される「SaaS (Software as a Service)」、インターネット経由でハードウェアやICTインフラが提供される「IaaS (Infrastructure as a Service)」、そして、SaaSを開発する環境や運用する環境がインターネット経由で提供される「PaaS (Platform as a Service)」、またクラウドの上ではほかのクラウドのサービスを提供するハイブリッド型の「CaaS (Cloud-as-a-Service)」が挙げられる。
 *8 「コンテナ」技術とは、複数のOSバージョンを必要とするICTシステムを1つのOS環境に集約できる技術であり、クラウドサービスの普及において重要な技術の一つと言われている。代表的サービスとしてDockerが挙げられる。

図表 2-2-3-4 世界のクラウドサービス市場における上位20社の市場シェア（2015年）

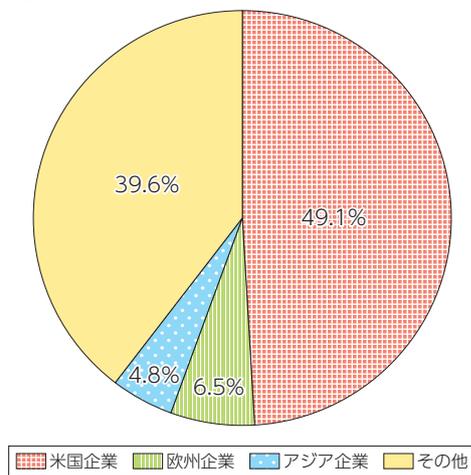


(出典) IHS Technology

前節で概観したようにネットワークに接続するデバイスの数は爆発的に拡大しており、これらのデバイスが生成するデータは指数関数的に増加している。こうした膨大なデバイスやデータを従来のようにクラウドで運用していくためには多大なコストと手間がかかる。また、高いリアルタイム性が求められるアプリケーションや、ビッグデータを扱うサービスは、クラウドコンピューティングで処理しきれず、遅延が発生してしまう課題がある。

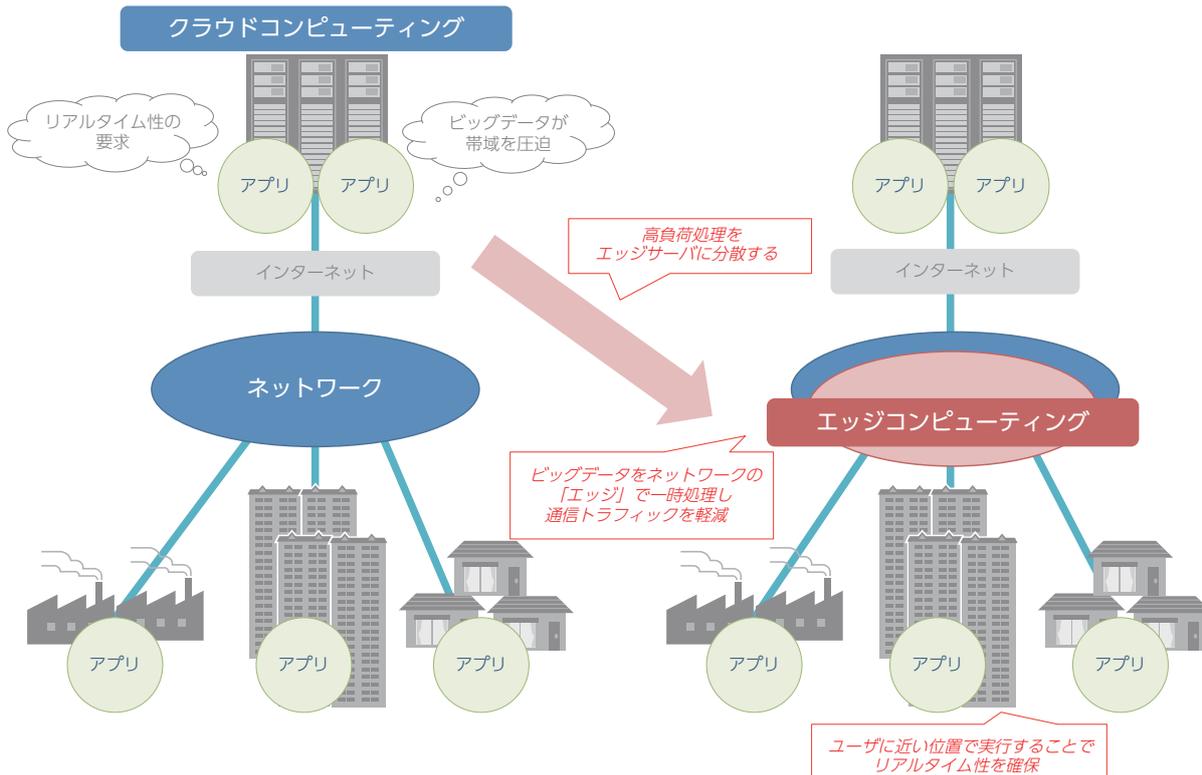
こうした課題の解消に向け、近年の技術的トレンドの一つとして「エッジコンピューティング」が挙げられる。エッジコンピューティングとは、従来のクラウドコンピューティングを、ネットワークのエッジにまで拡張し、物理的にエンドユーザーの近くに分散配置するという概念である。ネットワークの「エッジ」とは、通信ネットワークの末端にあたる、外部のネットワークとの境界や、端末などが接続された領域を指す。すなわち、データとその処理をクラウドに集約するのではなく、データが生成される場所に近い部分にアプリケーションを配置することで、より多くのデータを活用し、価値を引き出すことを目的としている（図表 2-2-3-6）。

図表 2-2-3-5 世界のクラウドサービス市場における主要事業者の国籍別シェア（2015年）



(出典) IHS Technology

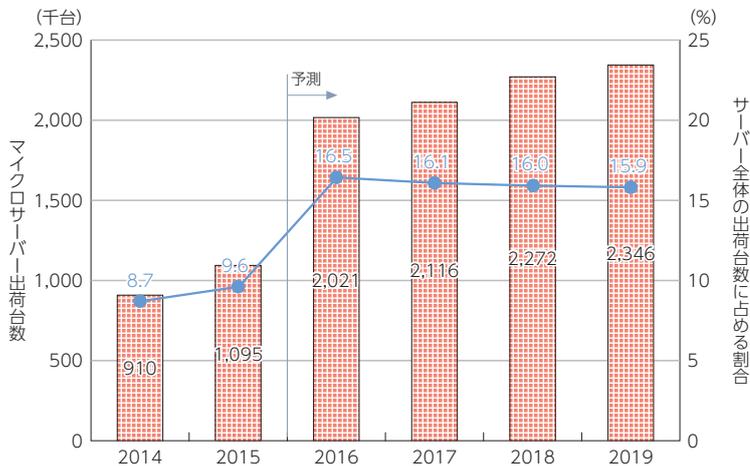
図表 2-2-3-6 エッジコンピューティングのコンセプト



(出典) 総務省「IoT時代におけるICT産業の構造分析とICTによる経済成長への多面的貢献の検証に関する調査研究」(平成28年)

類似する概念として、米シスコが独自に提唱するフォグコンピューティング（クラウド（雲）に対して、ネットワークのエッジ側に配置される領域をフォグ（霧）と称している）が挙げられる。クラウドと端末等の間にフォグのレイヤーを設けて、フォグで必要な処理を行い、さらにフォグとクラウドが連携することによって処理の効率化を実現できるのが、フォグコンピューティングのメリットである。ネットワークに大量のデバイスが接続し、爆発的にデータトラフィックが生成される今後のIoTの時代においては重要な技術基盤になる。フォグコンピューティングは、処理をエッジ側で実行できる機能等を搭載したルーター等のネットワーク機器が流通することで実現していく。実際に、こうしたネットワーク機器の市場化は進展しつつあり、その代表的製品であるマイクロサーバー^{*9}市場（出荷台数）は、2015年から2016年にかけて大きく成長し、以降は緩やかに拡大していくことが予想されている（図表 2-2-3-7）。

図表 2-2-3-7 マイクロサーバー市場（出荷台数）の推移及び予測



※サーバー全体はPCサーバー、エンタープライズサーバー、メインフレーム・スパコンのすべてのサーバーの合計

(出典) IHS Technology

エッジやフォグコンピューティングは、ディープラーニングなどの人工知能（AI）技術と組み合わせることで、様々なサービス・アプリケーションの実装が考えられる。先進的な事例として、ファナック、シスコシステムズ、Preferred Networks、ロックウェルオートメーションの4社が発表した、製造業の現場で稼働する機械を自動制御するための日本発のIoT共同開発プラットフォーム「FIELD system」(FIELD: FANUC Intelligent Edge Link and Drive) が挙げられる^{*10}。ファナックは、主に工作機械用・産業用ロボット

^{*9} 一つのボードにCPUほかチップセット、電源、冷却ファンほか周辺部品がユニット化された小型のIoT/エッジコンピューティング向けサーバー。
^{*10} <http://www.fanuc.co.jp/ja/whatsnew/notice/osirase20160418.html>

第2章
IoT時代におけるICT産業動向分析

を手掛ける日本の電気機器メーカーであり、また Preferred NetworksはIoTにフォーカスしたリアルタイム機械学習技術のビジネス活用を専業とする日本のベンチャー企業である。FIELD systemはフォグ層に位置するアプリケーション開発用のプラットフォームであり、製造現場やディープラーニングに必要なアプリケーションがセットで提供される。CNC(コンピュータ数値制御装置)、ロボット、工作機械、各社のセンサーなどからデータを受け取り、フォグでデータを処理する分散協調型の機械学習により、機械同士のリアルタイム連携を実現し、産業用ロボットの生産性向上を図るといふ。従って、クラウドとのデータの送受信は最小限に抑えることができ、セキュリティの確保やクラウド側での負荷軽減が可能になる。ファナックは、このように全てをクラウドに委ねないアーキテクチャを「エッジ・ヘビー」と表現している(図表2-2-3-8)。

図表2-2-3-8 FIELD systemの概要



(出典) ファナック資料

4 ネットワーク

1 固定ブロードバンド・移動体通信サービス

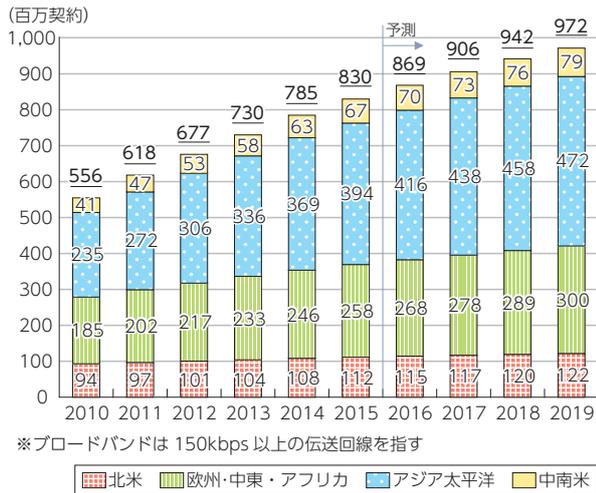
ア 固定ブロードバンドサービス市場

世界の固定ブロードバンドサービス(xDSL・CATV・FTTx)契約数は、2015年時点で約8.3億契約であり、10億規模に向けて引き続き堅調に拡大することが予想される。地域別で見ると、主として中国等のアジア太平洋地域が市場をけん引し、2019年時点で同地域が全体の約半分を占めると予想される(図表2-2-4-1)。

イ 移動体通信サービス市場

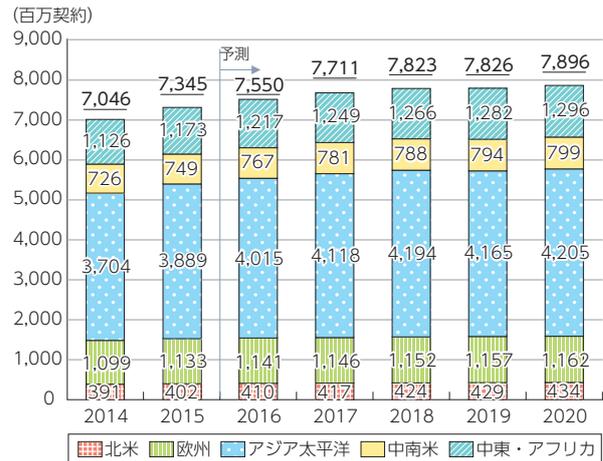
世界の移動体通信サービス契約数は、2015年時点で約73億契約である。今後は成長率が鈍化し、緩やかに成長していくことが予想される。地域別で見ると、固定ブロードバンドサービスと同様にアジア太平洋地域がけん引していきことが予想される(図表2-2-4-2)。

図表2-2-4-1 世界の固定ブロードバンドサービス契約数の推移及び予測



(出典) IHS Technology

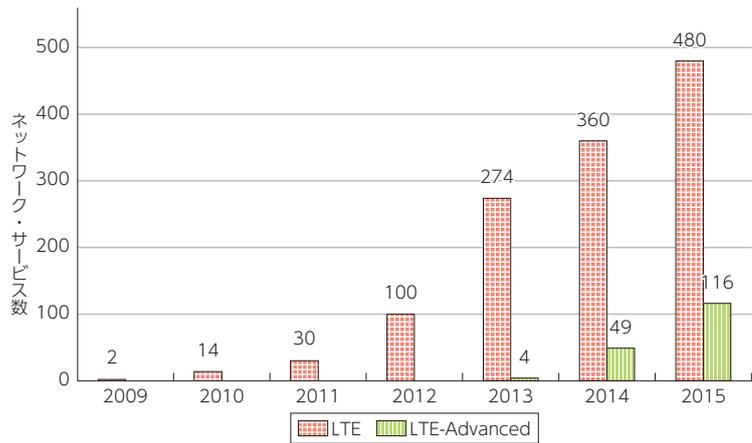
図表2-2-4-2 世界の移動体通信サービス契約数の推移及び予測



(出典) IHS Technology

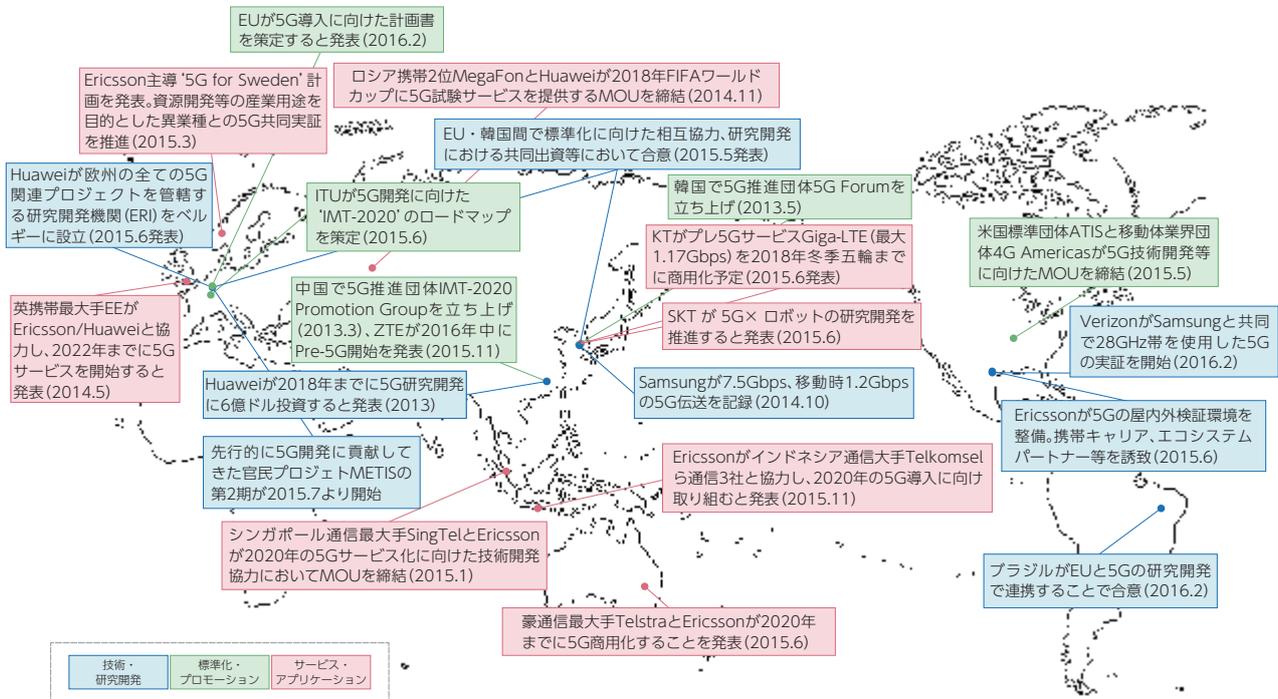
グローバルでは、現在もLTE方式のネットワーク・サービスの数は増え続けており、GSAによれば2015年時点で480事業者・サービスに達している。480事業者のうち、116の事業者がさらに高度化を図ったLTE-Advanced方式によるネットワーク・サービスを提供しており、その他多くの事業者が商用化に向け準備を進めている(図表2-2-4-3)。さらに、2020年前後に導入が期待されている次世代の移動通信システム(5G:第5世代移動通信システム)のネットワーク及びサービス革新に向けて、研究開発や標準化など世界中で取組が進んでいる(図表2-2-4-4)。

図表2-2-4-3 世界のLTEネットワーク・サービス数の推移(累積)



(出典) Global Mobile Suppliers Association (GSA)、2016年1月

図表2-2-4-4 5Gに関する各国の取組状況



(出典) 総務省「IoT時代におけるICT産業の構造分析とICTによる経済成長への多面的貢献の検証に関する調査研究」(平成28年)

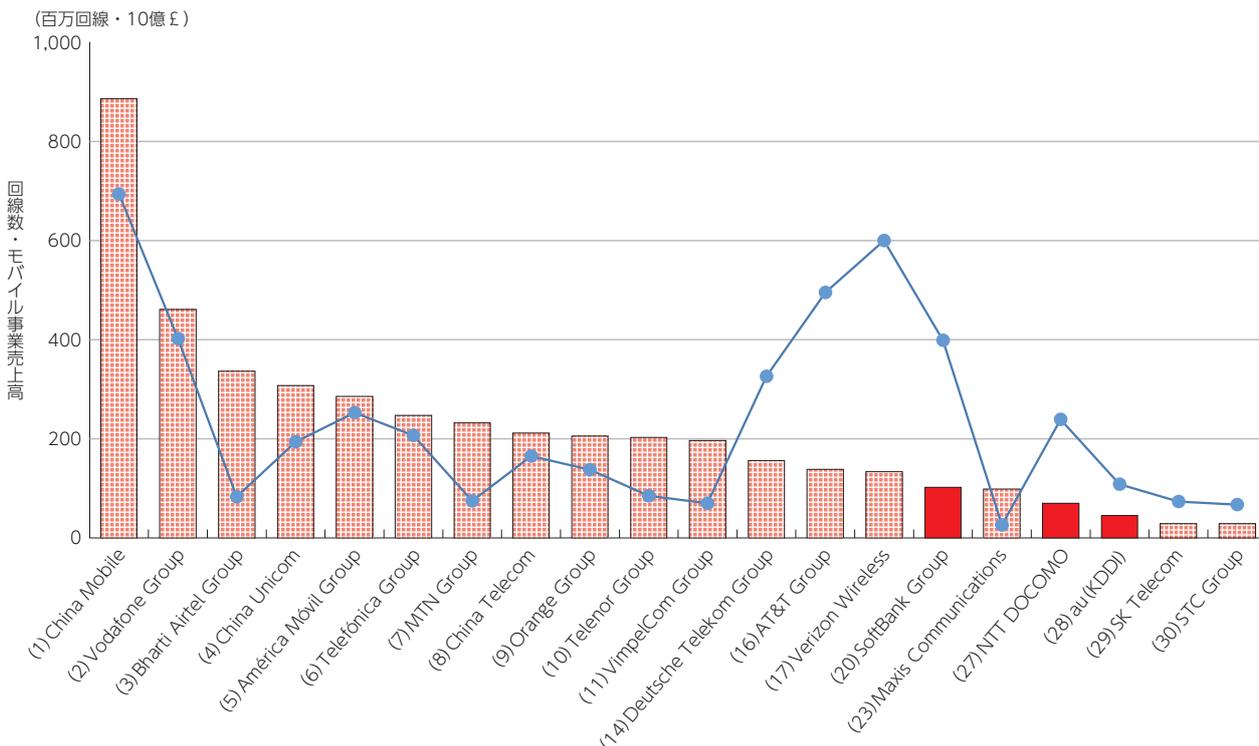
グローバルの移動体通信事業者の回線数を順位づけると、中国のChina Mobileが8億強と群を抜いており、モバイル事業売上高でも世界1位である。なお、同国のChina Unicom及びChina Telecomもともに10位以内に入っており、世界最大の契約数規模を有する中国の市場を実質3社で占有している。中国では、TD-LTE規格^{*11}によるサービス提供に注力しており、2013年12月にChina Mobileが開始したのを皮切りに、現在3社すべてがTD-LTEの商用サービスを展開している。米AppleのiPhone 6がTD-LTE規格に対応して話題となったが、中国の通信事業者によるTD-LTE規格の採用と推進が寄与したと言われている。このように、中国市場の動向は世界のICT産業のエコシステムに多大なインパクトをもたらしている。

中国の事業者以外では、欧州を拠点とするグローバルキャリアVodafone Group及びTelefónica Groupが上位に入っている。日本の事業者としてはソフトバンクグループ、NTTドコモグループ、au(KDDI)が上位に入っている。3社ともモバイル事業売上高で見ると比較的高く、特にソフトバンクグループは2013年のスプリン

*11 3.9世代移動通信システムのLTE(Long Term Evolution)規格の一種で、上り方向と下り方向の多重化に時分割多重(TDD:Time Division Duplex)方式を採用したもの。主に中国政府や中国の携帯電話事業者が推進していたが、携帯電話方式の標準化機関3GPPによって標準の一部として採択されている。日本では、ソフトバンク「Softbank 4G」やBWA(Broadband Wireless Access)の新たな方式として採用されている。

トの買収効果で売上高が大幅に増加した（図表2-2-4-5）。

図表2-2-4-5 主要事業者の回線数及び移動体事業売上高（2015年）



※カッコ内は回線数の順位を表す。日本の事業者の順位を掲載するため、11位以下は間引きして掲載している。

■ 回線数 (M2M含む) ● モバイル事業売上高

(出典) 総務省「IoT時代におけるICT産業の構造分析とICTによる経済成長への多面的貢献の検証に関する調査研究」(平成28年)

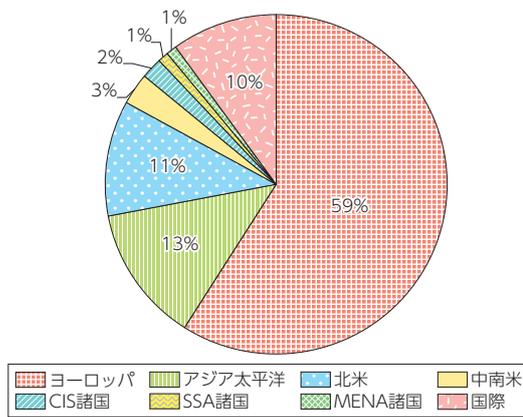
ウ MVNO市場

我が国では、いわゆる「格安SIM」に代表されるように、MVNO (Mobile Virtual Network Operator)^{*12} サービスに関する認知や普及が近年進展している。世界のMVNO市場はどのような状況だろうか。GSMA Intelligenceによれば、グローバルのMVNO数は、2015年6月時点で、30か国において事業者が存在する(5年間で10か国増、事業者数は約70%増)。一方で、過去15年間で、210事業者が統合または撤退しており、世界各国で移動体通信市場の競争が激化していることから、強固なビジネスモデル無くしては高いリスクが存在することについて示唆している^{*13}。

MVNOの事業者数を地域別構成比で見ると、最も多いのがヨーロッパであり59%となっている。次いで、アジア太平洋が13%、北米が11%となっている(図表2-2-4-6)。

主要国のMVNO市場の発展状況を見ると、欧州地域、特にドイツとデンマークの普及率が高い。2014年12月から2015年9月までの成長率で見るとMVNO促進策を推進している韓国が高い。日本は韓国に次ぐ成長率であり、今後、他国の普及率と同水準まで伸びる余地があると考えられる(図表2-2-4-7)。

図表2-2-4-6 世界のMVNOサービスの地域別シェア (2014年末時点)



※「国際」は国・地域に特化しないグローバルサービスを指す。

(出典) GSMA^{*14}

*12 電波の割当てを受けて移動通信サービスを提供する通信事業者 (MNO: Mobile Network Operator) から移動通信ネットワークを調達して、エンドユーザーに対して移動通信サービスを提供する仮想移動体通信事業者。

*13 <http://www.fiercewireless.com/europe/story/report-number-mvnos-exceeds-1000-globally/2015-09-02>

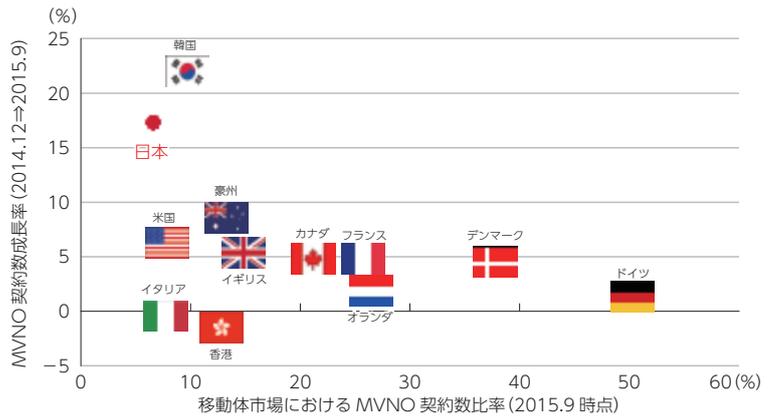
*14 <https://www.gsmaintelligence.com/research/2015/02/the-global-mvno-footprint-a-changing-environment/490/>

エ M2M市場

IoTが注目を浴びる以前より、通信事業者のネットワーク回線に接続されるM2M (Machine to Machine) は多くの分野において活用されてきた。米シスコによれば、通信事業者のネットワーク等に接続される世界のM2M接続数は2015年時点で6億回線、2020年時点でその約5倍の31億回線に上ると予測されている。また、従来M2Mは主として2Gや3Gネットワークへの接続であったが、今後は4GネットワークやLPWA (Low Power Wide Area) ネットワーク^{*15}の普及に伴い、当該ネットワークへ接続されるM2Mが急速に普及し、2020年時点ではM2M接続全体のうち4Gが34%、LPWAが28%を占めると予測されている(図表2-2-4-8)。

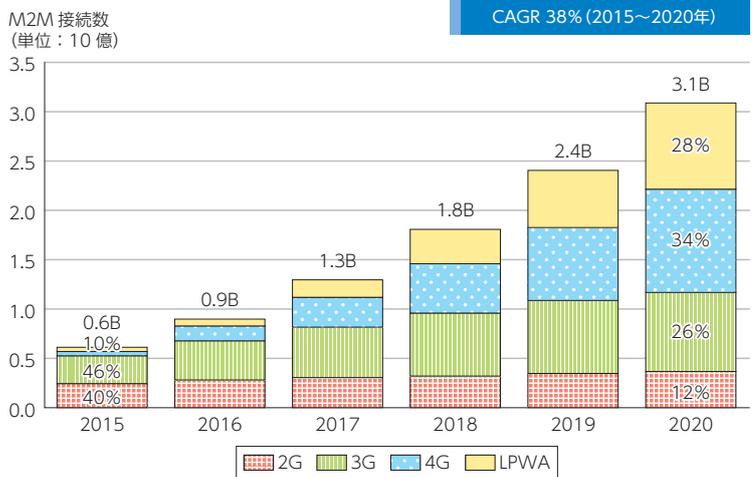
世界全体では増加が予想される中、現在のM2Mの普及状況は諸外国で異なる。通信ネットワークを利用するM2M回線数及び普及率を国別でみると、OECDの統計によれば、M2M回線数は米国が約4,400万回線と最も高く、次いで日本が約1,200万回線となっている。他方、M2Mの普及率(人口100人あたりM2M回線数)でみると、スウェーデンが66.7回線と他国と比べても群を抜いて高い。また、ノルウェーやフィンランド、デンマークなど北欧諸国が上位を占めていることが分かる。OECDの統計によれば、これらの国は、モバイルブロードバンド契約数の人口普及率も同様に高く、M2Mに限らず移動体通信インフラの利活用がとりわけ進展していると考えられる(図表2-2-4-9)。

図表2-2-4-7 各国のMVNO市場の状況



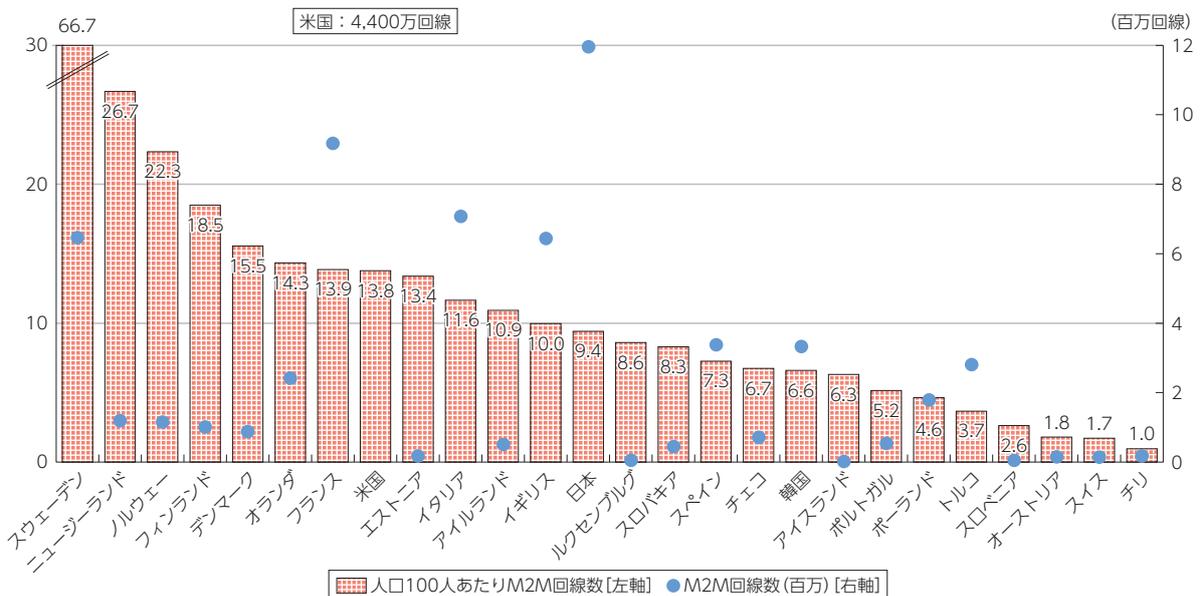
(出典) 総務省「IoT時代におけるICT産業の構造分析とICTによる経済成長への多面的貢献の検証に関する調査研究」(平成28年)

図表2-2-4-8 世界のM2M接続数の推移及び予測



(出典) Cisco VNI Mobile、2016年

図表2-2-4-9 通信ネットワーク上のM2M回線数の諸外国比較



(出典) OECD

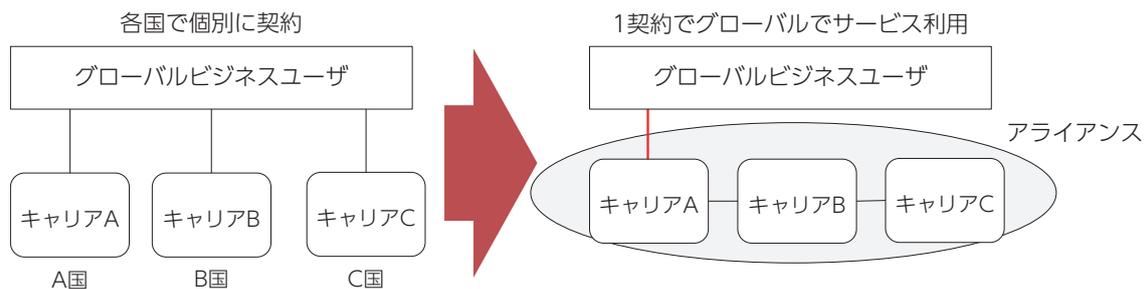
*15 低消費電力と幅広い地理的範囲が要求される M2M/IoT に特化した通信規格の総称。

スマートフォン等の個人用端末の普及が飽和しつつある中、IoTの実現に向け、各国の通信事業者は自社のモバイル通信サービスを活用したM2Mサービスの提供を戦略的に進めている。M2MやIoTにおけるビジネスモデルが確立できていない一方で、接続数の増大に伴いコストが増加しているという課題に直面している。

このため通信事業者においては、①M2Mサービスの統一プラットフォーム化、及び②セールスコストの削減が大きな課題となっている。①の統一プラットフォーム化は、顧客ごとにM2Mのサービスを個別に構築するのではなく、M2Mの機能を共通プラットフォーム化し、サービスの導入・運用コストを下げるというモデルである。プラットフォーム事業者としてはJasper Technologies^{*16}が最大手であり、多くの通信事業者にプラットフォームを提供している。我が国ではNEC、富士通、NTTデータ等が同様のプラットフォームを提供している。②のセールスコストの削減においては、1契約で多くの端末規模を獲得できるB2Bモデル、特に大規模ユーザーとなるグローバル企業の獲得が重要となる。グローバル企業の獲得においては、Vodafoneなど全世界にネットワーク網を有する超大手通信事業者に対抗するため、各国通信事業者はワンストップで国内外にサービスを提供できる環境を整備する必要があり、通信事業者間のアライアンスを強化している。特に、同じプラットフォームを採用している通信事業者間において連携が進んでいる（図表2-2-4-10）。

図表2-2-4-10 通信キャリア間のM2Mアライアンスの状況

アライアンス名称	参加通信キャリア
M2M World Alliance	NTTドコモ（日本）、Telefonica（スペイン）、KPN（オランダ）、VimpelCom（ロシア）、Rogers（カナダ）、Telstra（オーストラリア）、SingTel（シンガポール）、Etisalat（UAE）ほか
Global M2M Association	Deutsche Telekom（ドイツ）、Orange（フランス）、Telecom Italia（イタリア）、TeliaSonera（スウェーデン）、Bell Mobility（カナダ）、Softbank（日本）ほか
Bridge Alliance	Airtel（インド）、AIS（タイ）、CSL（香港）、CTM（マカオ）、Globe（フィリピン）、Maxis（マレーシア）、MobiFone（ベトナム）、Optus（オーストラリア）、SingTel（シンガポール）、SK Telecom（韓国）、STC（サウジアラビア）、Taiwan Mobile（台湾）、Telkomsel（インドネシア）、Softbank（日本）ほか



（出典）総務省「IoT時代におけるICT産業の構造分析とICTによる経済成長への多面的貢献の検証に関する調査研究」（平成28年）

2 通信機器

ア 固定通信機器市場

通信インフラは、様々なネットワーク機器・設備やそれを支える技術によって成り立っている。例えば、前述した固定ブロードバンドサービスなど、光ファイバー網を介した大容量の通信が増大しており、こうした大容量の伝送の要求に応えるためにWDM^{*17}などの光ネットワーク技術の高度化への取組が続いている。近年では、固定ブロードバンドアクセスや後述する移動体通信サービスの拡大に伴い、それを支える基盤としてこうした光ネットワーク技術の利用が進展している。

その代表的な製品である光伝送機器の市場規模についてみると、IHS Technologyによれば、近年は横ばいで推移してきたところ、今後はアジア太平洋地域を中心とする通信インフラ整備の進展に伴い、拡大していくと予想されている（図表2-2-4-11）。

*16 2016年2月4日に米シスコがJasper Technologies買収の意向を発表している。
 (<http://www.cisco.com/web/JP/news/pr/2016/006.html>)

*17 Wavelength Division Multiplexing（波長分割多重）の略。1本の光ファイバー上に波長の異なる複数の光信号を多重化して大容量データを伝送する技術であり、これにより既存の光ネットワークを有効活用してコストを抑えながら大容量トラフィックへ柔軟に対応することができる。

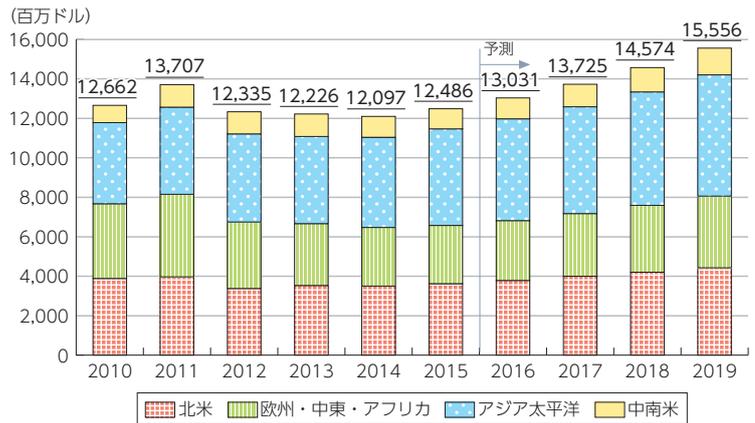
イ 移動体通信機器市場

移動体通信サービスの成長が鈍化することが予想されるなか、移動体通信機器市場を形成してきたマクロ基地局^{*18}市場（2G/3G/LTE）も、2G/3G機器のライフサイクルの終焉とともに、2015年をピークに年平均成長率12.3%で縮小していき、2020年には2015年時点の約半分の規模になると予想される。移動体通信システムの世代別で内訳をみると、2015年実績では、これまで大勢を占めた2G/3G基地局市場をLTE基地局市場が逆転している（図表2-2-4-12）。

他方、今後LTE-Advancedの本格化及び5Gの導入に向けては、主としてカバレッジを確保するためのマクロ基地局を補完し、システム全体において超高速・大容量のサービスを提供するためのインフラとして、スモールセルの整備展開が進展する見込みである。既に、LTE-Advancedのネットワークにおいても導入されつつある。グローバルでみると、スモールセルは、現状はルーラルエリアや遠隔地における整備が主であるが、エンタプライズ向け需要による押し上げ効果により、2016年には約16億ドルに達すると予想される。地域別でみると今後アジア太平洋地域を中心に大きく成長し、2019年には約24億ドル規模まで拡大すると予想される（図表2-2-4-13）。

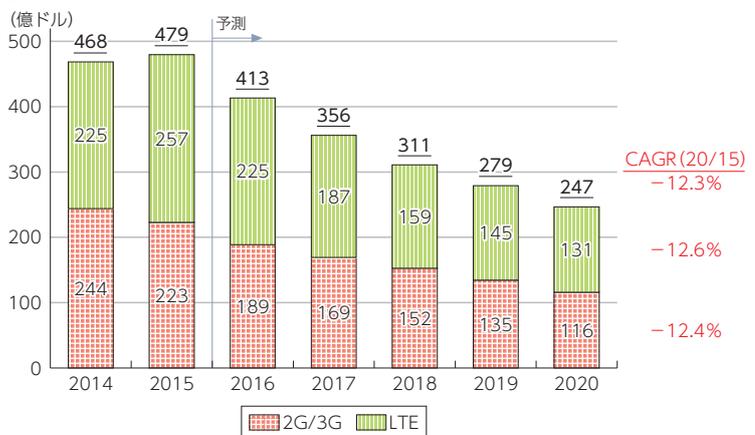
移動体通信機器市場における事業者シェアの推移を示す。従来Ericssonが首位を維持してきたところ、HuaweiやZTE等の中国ベンダーが着実にシェアを拡大している状況である。こうした中国ベンダーに押されながらも、端末事業を売却するなどで選択と集中型の経営を図ってきたNokiaは、通信インフラ事業を強化しており、2015年4月にAlcatel-Lucentの買収を発表した^{*19}。経営統合により業界シェアを高め、Ericsson及びHuaweiと競争する体制を整える見通しである。当該の合併により、市場の8割程度を3社が占めるなど、寡占化が一層進みつつある（図表2-2-4-14）。

図表2-2-4-11 世界の光伝送機器市場（出荷金額）の推移と予測



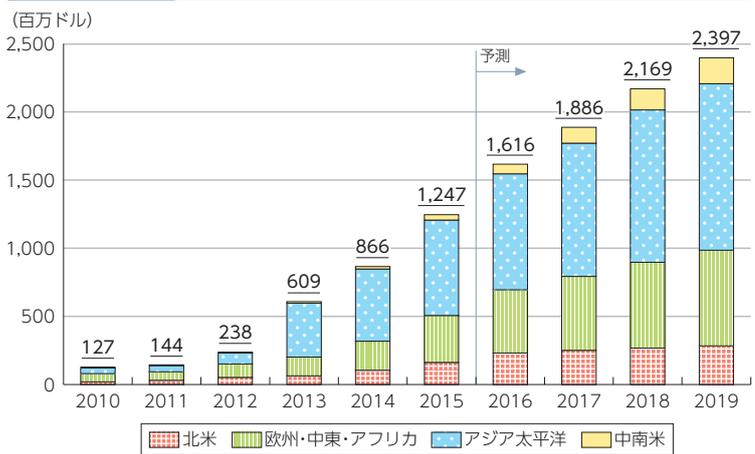
(出典) IHS Technology

図表2-2-4-12 移動体通信機器（マクロ基地局）市場の推移及び予測



(出典) IHS Technology

図表2-2-4-13 世界のスモールセル市場（出荷金額）の推移及び予測

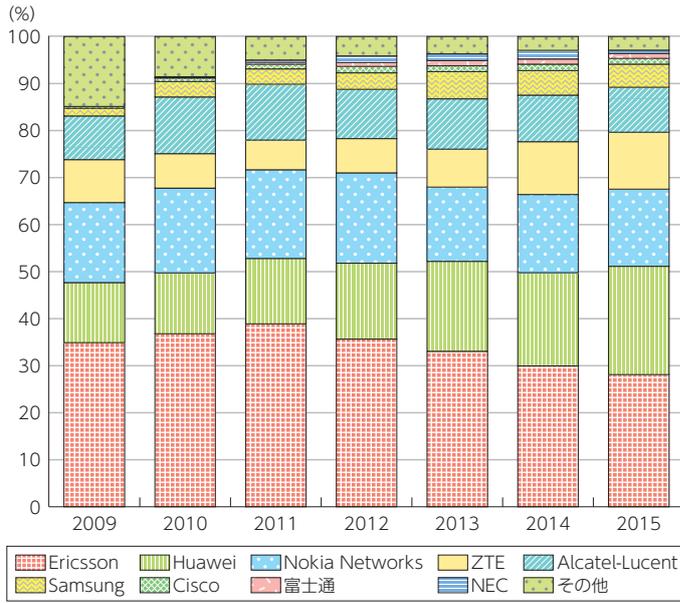


(出典) IHS Technology

*18 半径数百メートルから十数キロメートルに及ぶ通信エリアを構築するための基地局であり、移動体サービスのカバレッジを確保するために利用されてきている。

*19 <http://company.nokia.com/en/news/press-releases/2015/04/15/nokia-and-alcatel-lucent-to-combine-to-create-an-innovation-leader-in-next-generation-technology-and-services-for-an-ip-connected-world>

図表 2-2-4-14 世界の移動体通信機器市場における事業者シェアの推移



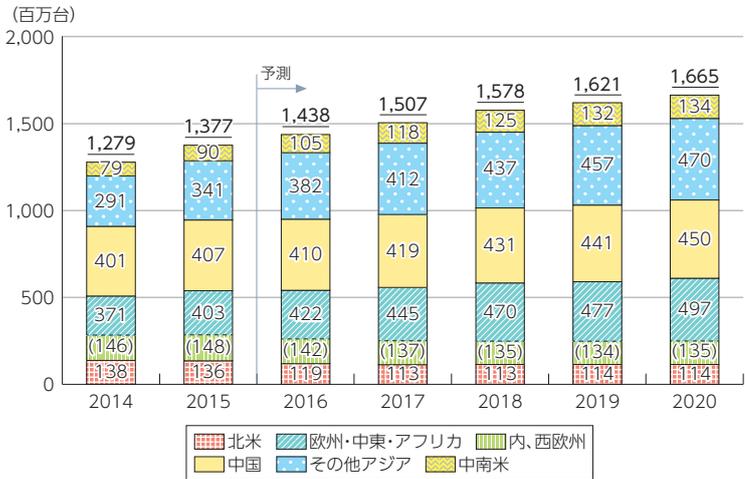
(出典) IHS Technology

5 デバイス・部材

1 ハンドセット(端末)

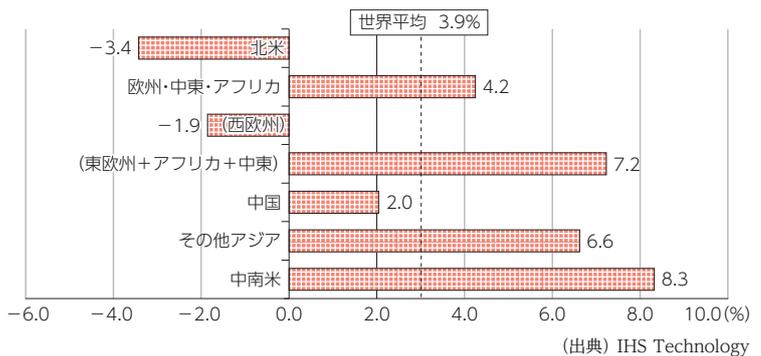
現在のハンドセットの代表的製品であるスマートフォンの市場は、中国以外のアジア諸国（ASEAN等）、中南米、アフリカが市場のけん引役になっている。中国やインドなどの巨大市場で出荷の伸びは鈍化傾向にあり、特に中国では需要の一巡と供給過多が発生し、2015年以降新規需要は急速にスローダウンした。現在、スマートフォン市場が立ち上がっているインドもインフラの遅れや端末価格が一般ユーザーにとって高額であることから伸び悩んでいる。主要市場では需要が一巡、今後は買い替え需要に移行し、2020年には16億台に達すると予想されている（図表2-2-5-1、図表2-2-5-2）。

図表 2-2-5-1 世界のスマートフォンの出荷台数推移及び予測



(出典) IHS Technology

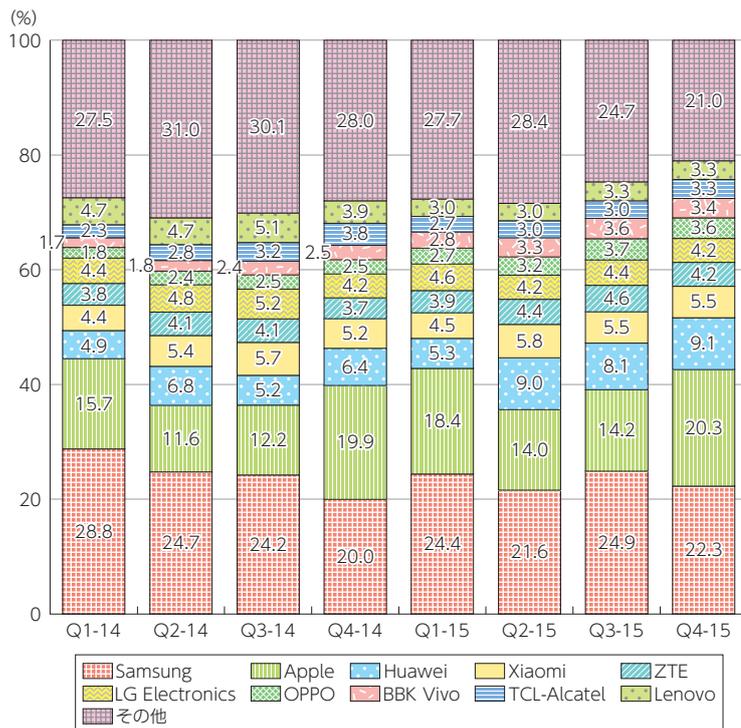
図表 2-2-5-2 スマートフォンの出荷台数の地域別年平均成長率 (2015-2020年)



(出典) IHS Technology

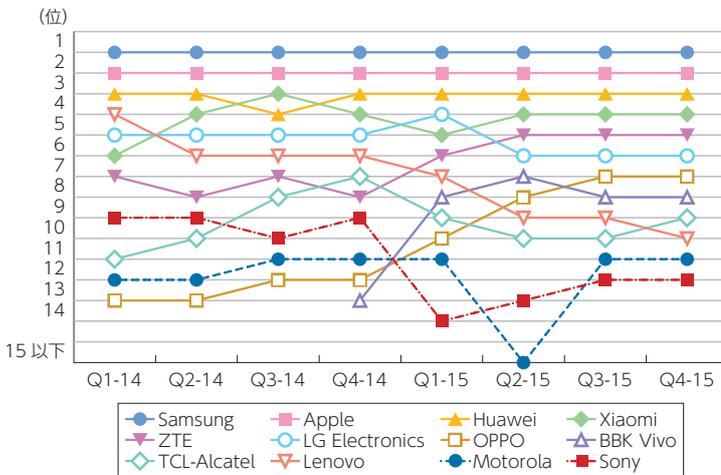
スマートフォンの事業者別シェアについて、過去2年間の四半期毎の推移をみると、Samsungは首位を維持しながらも、徐々にシェアが低下していることが分かる。一方で、Huawei、Xiaomi、ZTEなど中国ベンダーのシェアが、巨大な中国市場の拡大を背景に、上昇傾向にあり、出荷台数ランキングをみても、同国ベンダーが順位を上げている。しかしながら、IHS Technologyによれば、中国市場においては過剰在庫の調整が2015年後半から行われており、300社以上あるともいわれる中国系の中堅・中小ベンダーにおいては今後再編・淘汰が進むことが予測されており、競争状況は引き続き流動的であることが予想される。日本企業としては、Sonyが2014年初期には10位以内に位置していたが、他ベンダーの上昇に伴いランキングは下がっている（図表2-2-5-3、図表2-2-5-4）。

図表 2-2-5-3 スマートフォン出荷台数事業者別シェア推移



(出典) IHS Technology

図表 2-2-5-4 スマートフォン出荷台数ランキング

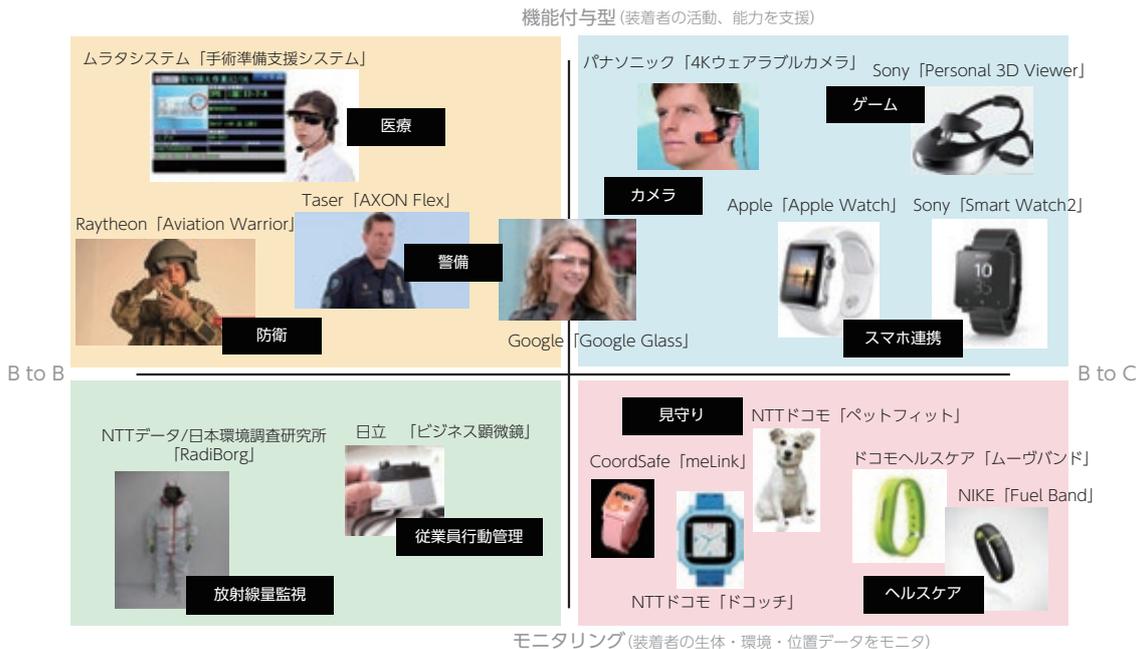


(出典) IHS Technology

2 ウェアラブル

IoT時代におけるHuman-to-Object Communication 端末としてウェアラブル端末が注目されている。ウェアラブル端末は、ウェアラブルカメラやリストバンド型活動量計、スマートウォッチなど製品種別が幅広く、電子・電気メーカーだけでなく通信事業者、医療機器メーカー、スポーツメーカー等様々な業種が端末の開発及び附随するサービスの提供に参入している。現在流通している主な製品を対象と機能で4つの領域に分類することができる。一般消費者向け（BtoC）の機能付与型（装着者の活動や能力を支援するもの）としてはカメラやスマートウォッチ、モニタリング型（装着者の生体、環境、位置データ等をモニタリングするもの）としてはリストバンド型の活動量計等のヘルスケア用品やGPS機能によって装着者の位置データ等を保護者等が監視する見守り目的の端末等がある。一方、業務用（BtoB）では、機能付与型として、医療、警備、防衛等の分野で人間の高度な作業を支援する端末、モニタリング型としては従業員や作業員の作業や環境を管理・監視する端末が既に実用化されている（図表2-2-5-5）。

図表 2-2-5-5 ウェアラブル端末の例

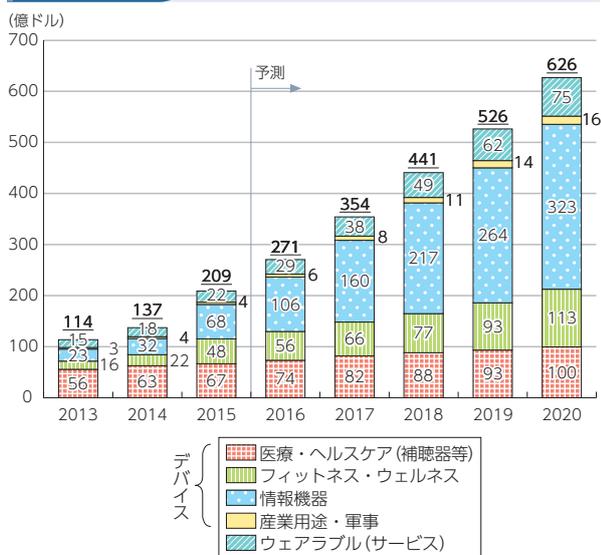


(出典) 総務省「IoT時代におけるICT産業の構造分析とICTによる経済成長への多面的貢献の検証に関する調査研究」(平成28年)

ウェアラブルの市場規模と成長性についてみると、「デバイス」と「サービス（デバイス上の付加価値）」で分けると、前者の売上高が大きな割合を占めていることが分かる。種別でみると、2014年時点では医療・ヘルスケア系デバイスが約半分程度を占めているが、今後はフィットネス・ウェルネス系デバイスや、情報機器系デバイスが大きく成長することが予想される（図表 2-2-5-6）。

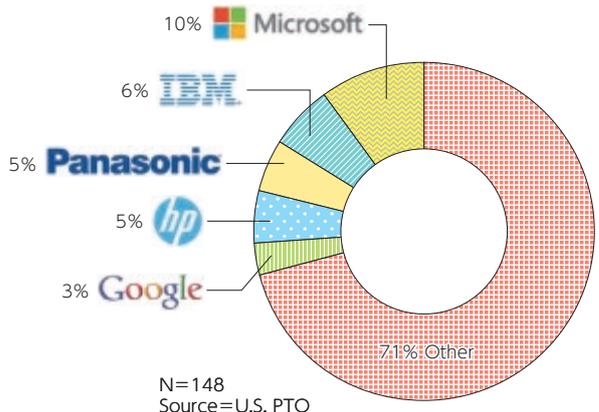
ウェアラブル端末の技術としては小型化、低消費電力型などが重要となる。現在各メーカーが様々なウェアラブル端末を開発してはいるものの、実際に大きなヒットとなったり革新的な技術として注目されているものは多くない。米国で2003年から2013年に申請されたウェアラブル技術の特許出願件数では、上位5社^{*20}に大手ICT企業が並ぶものの、特許出願件数は上位5社をあわせても30%程度に過ぎず、規模に関わらず多数の企業が現在技術開発に取り組んでいると考えられる^{*21}（図表 2-2-5-7）。

図表 2-2-5-6 ウェアラブル（デバイス・サービス）市場の推移及び予測



(出典) IHS Technology

図表 2-2-5-7 米国におけるウェアラブル技術の特許出願企業の内訳 (2003-2013)



(出典) Hanover Research

*20 出願件数が多い順に、Microsoft (米)、IBM (米)、Panasonic (日)、Hewlett Packard (米)、Google (米) となっている。

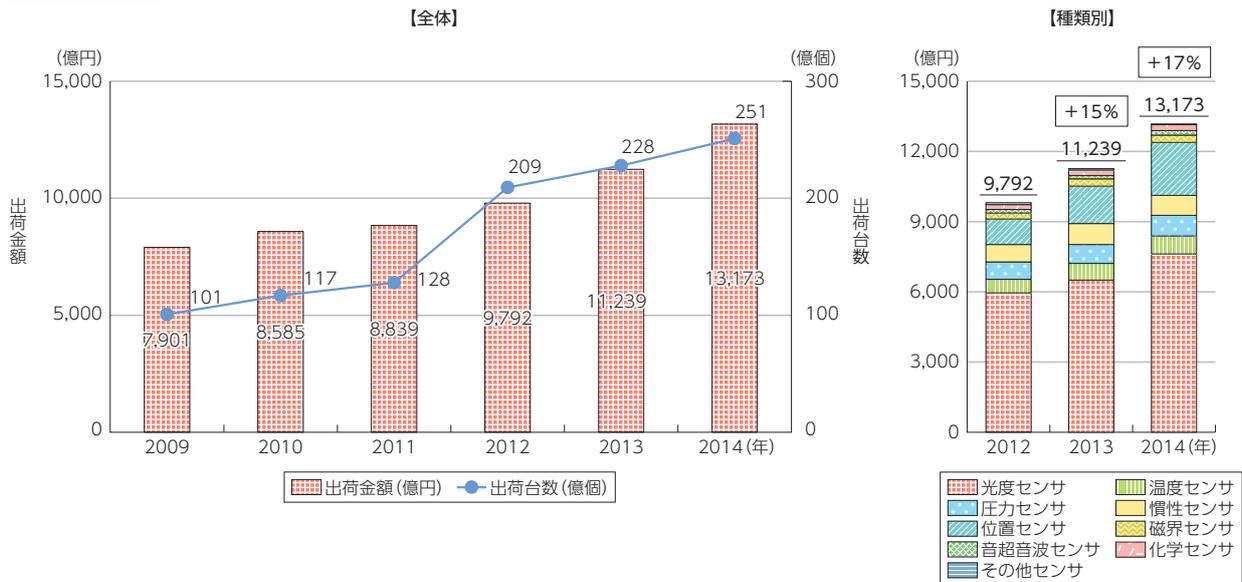
*21 <http://www.hanoverresearch.com/2014/03/13/the-rise-of-the-wearable-tech-market/?i=internet-it>

3 センサー

JEITAによれば、2014年におけるセンサーの世界出荷台数は251億個、出荷金額は1兆3,173億円であり、金額では3年連続で二桁以上のプラス成長となっている。種類別では、2014年の金額構成比で最大構成は、光度センサー58%、位置センサー17%となっている（図表2-2-5-8）。2014年の数量構成比では、温度センサー47%、位置センサー21%、光度センサー20%となっている。

JEITAによれば、2011年時点での日系企業のセンサー出荷金額は8,839億円で、世界需要の1兆8,290億円の約5割を占めている。日本にはロームや村田製作所等、センサー技術では高い競争力を持つ企業が多く存在することから、製造、利用の両面においてセンサー市場をけん引する立場であるといえる。

図表2-2-5-8 世界のセンサーの出荷金額及び台数の推移

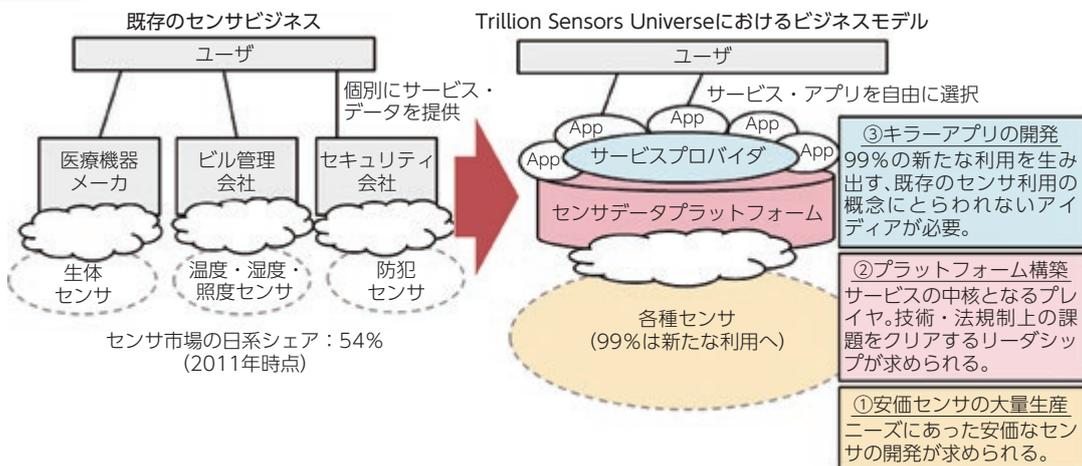


(出典) JEITA

一方、米国では、毎年1兆個のセンサーが活用される“Trillion Sensors Universe”が2023年までに実現するという、起業家Dr.Janusz Bryzek氏が提唱したビジョンが支持を集めている。同ビジョンが実現された場合、1兆個のセンサーのうち1%程度が既存用途に活用されるものであり、残りの99%のセンサーは新たな用途に用いられると指摘されている。

従って、センサー市場において日本企業が優位な立場を維持していくためには、固定概念にとらわれず、新たなセンサー利用を生み出していくことが重要となり、具体的な課題として①より安価なセンサーの大量生産（既存の強み）、②異なる分野のセンサーデータの収集・共同利用を可能にするプラットフォームの構築、③膨大なセンサー情報を活用したサービス・アプリケーションの開発等を実現していく必要があると考えられる（図表2-2-5-9）。

図表2-2-5-9 トリリオンセンサーのコンセプト



(出典) 総務省「IoT時代におけるICT産業の構造分析とICTによる経済成長への多面的貢献の検証に関する調査研究」(平成28年)

地球規模で広がる ICT 利活用

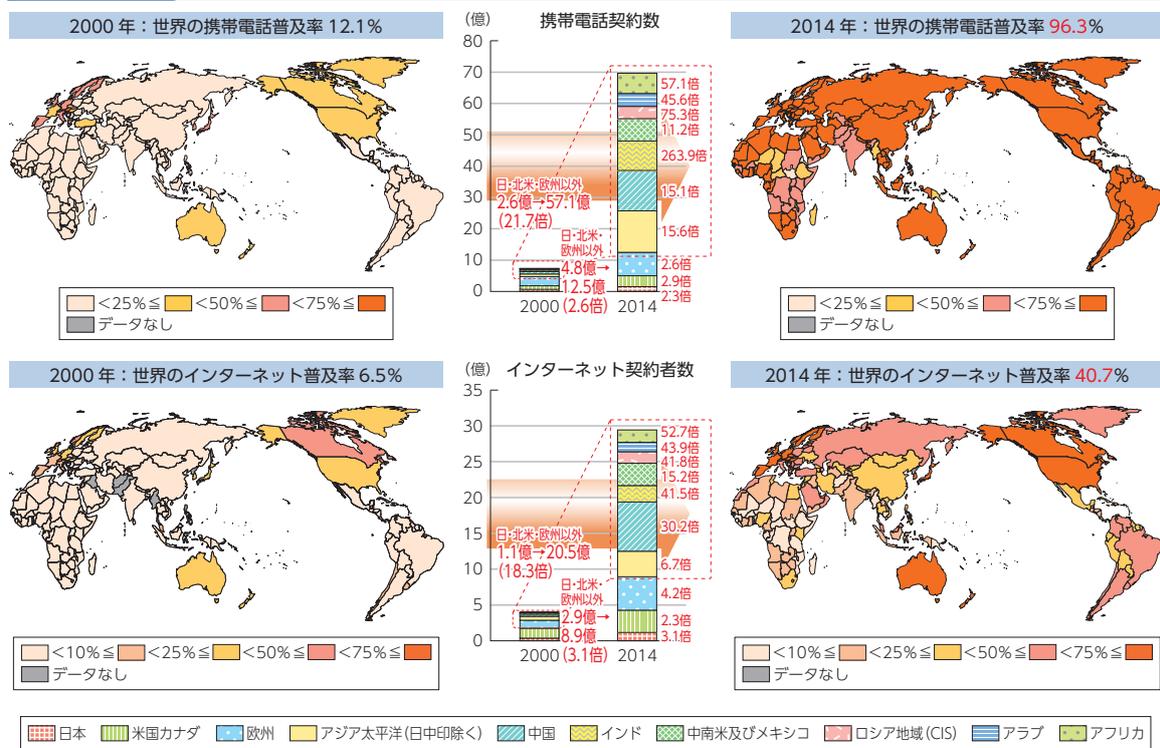
経済成長や社会的課題解決のためにICTを利活用する動きは、先進国にとどまらず、アジア・アフリカなどの新興国や途上国においても広がっている。とりわけ、モバイルの普及は著しく、教育、医療など様々な分野で生活や産業に変革をもたらしている。こうした地球規模でのICTの広がりを、データと事例から概観する。

○モバイルを中心とした世界的なICTの浸透

モバイルを中心として、ICTの全世界への普及が進んでいる。

図表1は、2000年時点と2014年時点の世界における携帯電話及びインターネットの普及状況を示したものである。携帯電話普及率は2000年の12.1%から2014年には84.2ポイント増の96.3%、インターネット普及率は2000年の6.5%から2014年には34.2ポイント増の40.7%となっている。国・地域別で見ると、携帯電話はインドで爆発的な普及を見せており、2000年から2014年で契約数が263.9倍に拡大した。その他の地域においても途上国を中心に大幅に契約数を伸ばしている。

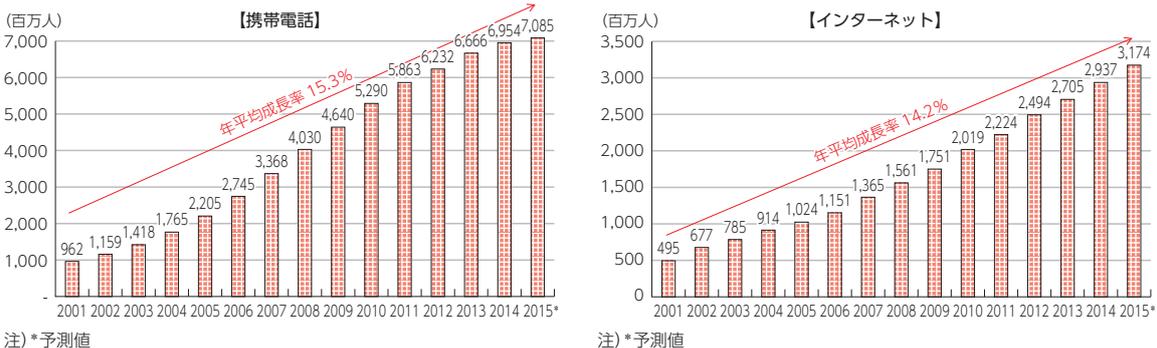
図表1 世界における携帯電話及びインターネット普及率の変化



携帯電話の加入数としては、2015年（予測）で70億を超えており、近年その伸びに多少の鈍化は見られるものの増加を続けている*22。インターネット加入数についても、2001年から2015年にかけて年平均成長率14.2%で成長を続けており、加入数が2001年からの14年で、4億9,500万から31億7,400万に増加した（図表2）。

*22 新興国を中心にプリペイドSIMカード利用が主流の国も多く、加入数と実際の携帯電話利用者数（ユニークユーザー数）は一致していない。

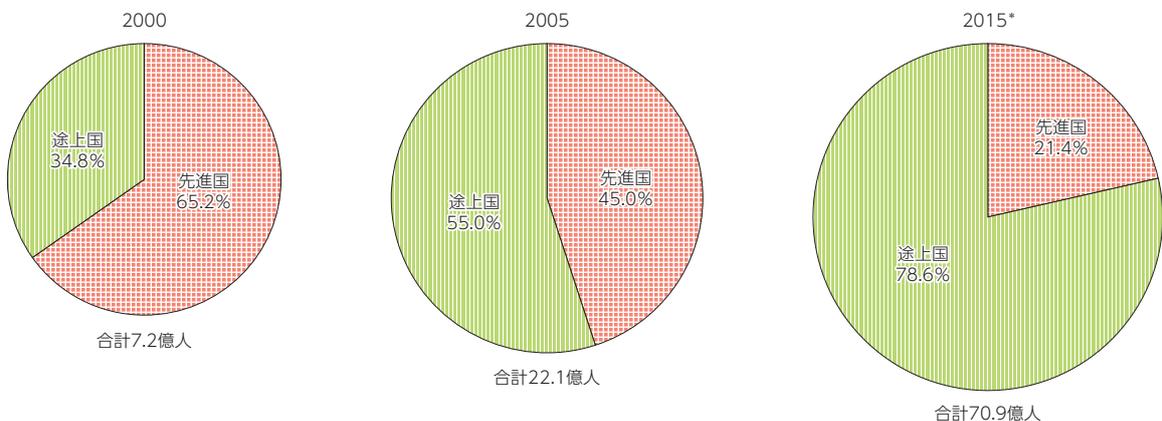
図表2 世界の携帯電話及びインターネットの加入数の推移



(出典) 左図:ITU「Global mobile-cellular subscriptions, total and per 100 inhabitants, 2001-2015」
右図:ITU「Global numbers of individuals using the Internet, total and per 100 inhabitants, 2001-2015」

携帯電話加入者数の増加は途上国によるところが大きい。2000年時点で途上国の世界シェアは34.8%であったが、2015年(予測)では世界シェアの78.6%を途上国が占めている。実際の加入者数でみた場合、2000年から2015年で途上国の携帯電話加入者数は約22.3倍に拡大した(図表3)。

図表3 携帯電話加入者の世界シェア推移

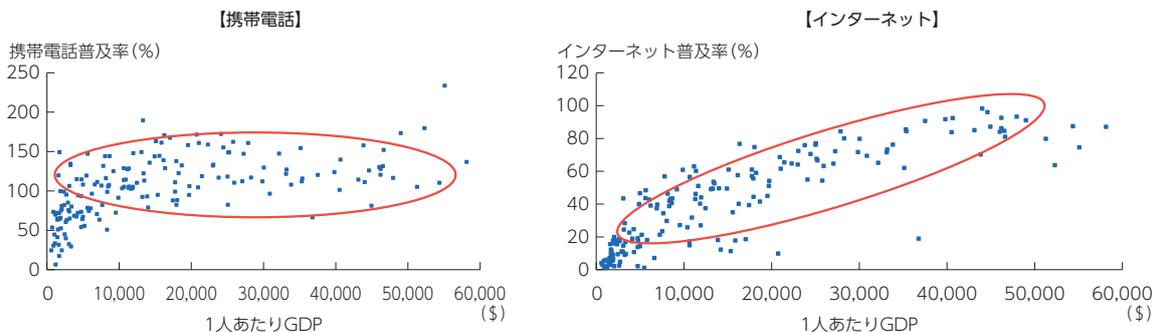


先進国/途上国の分類はUN M49 (<http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/definitions/regions.aspx>)に基づく
注) *予測値

(出典) ITU「Mobile-cellular subscriptions, by level of development」

携帯電話普及率について、一人あたりGDPとの相関関係を見ると、携帯電話については一人あたりGDPがそれほど高くない国でも携帯電話の普及率が高くなっている国も少なくなく、経済状況にはそれほど関わりなく、携帯電話が広く普及している状況がうかがえる。一方、携帯電話とは異なり、個人におけるインターネット普及率と一人あたりGDPの間には比較的相関関係がみられ、一人あたりGDPが高い国ほどインターネットの普及率も高い傾向がみられた(図表4)。

図表4 一人あたりGDPと携帯電話及びインターネット普及率(2014年)



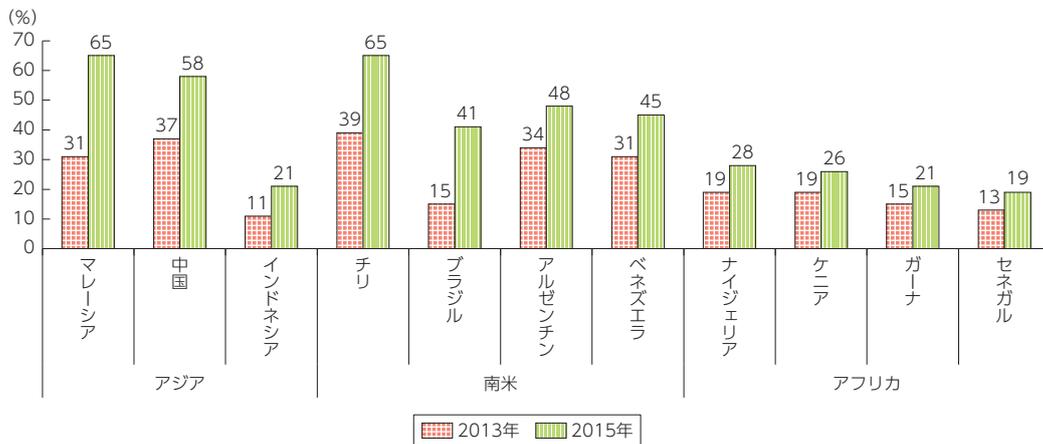
(出典) 一人あたりGDP:IMF「World Economic Outlook」October 2015
携帯電話普及率、インターネット普及率:ITU「ICT Facts and Figures 2015」

第2章
IoT時代におけるICT産業動向分析

途上国における携帯電話の急速かつ急激な普及は、固定電話と比較してインフラ整備にかかるコストが低かったこと、端末のコモディティ化や中古端末の流通により低価格で端末の購入が可能となったことなどが要因としてあげられる。

携帯電話、インターネットの普及を背景に、アジアや南米の新興国・途上国では、ここ数年で急速にスマートフォンの普及が進んでいる国がある。2013年と2015年でのスマートフォン普及率を比べると、マレーシアでは34ポイント、チリ、ブラジルでは26ポイント、中国では21ポイント増となっている（図表5）。

図表5 スマートフォン普及率の増加の高い国における普及率の推移（アジア・南米・アフリカ）



(出典) Pew Research Center, “Smartphone Ownership and Internet Usage Continues to Climb in Emerging Economies” より作成

スマートフォンの普及につれ、それに関連するアプリの利用が広がっているが、その中でも特にSNS（ソーシャルネットワークワーキングサービス）の利用が広がっている。

Facebookへの月間アクティブ利用者数をみると、2015年Q4において総ユーザー数15億9,100万のうち、アジア太平洋地域が5億4,000万人、その他の地域（欧米、アジア太平洋以外）が5億900万人と全体の65.9%を占めている。2012年の同時期と比較するとアジア太平洋地域の利用者が占める比率は28%から34%に、その他の地域の利用者が占める比率も29%から32%に増加している（図表6）。

図表6 Facebookの地域別月間アクティブユーザー数

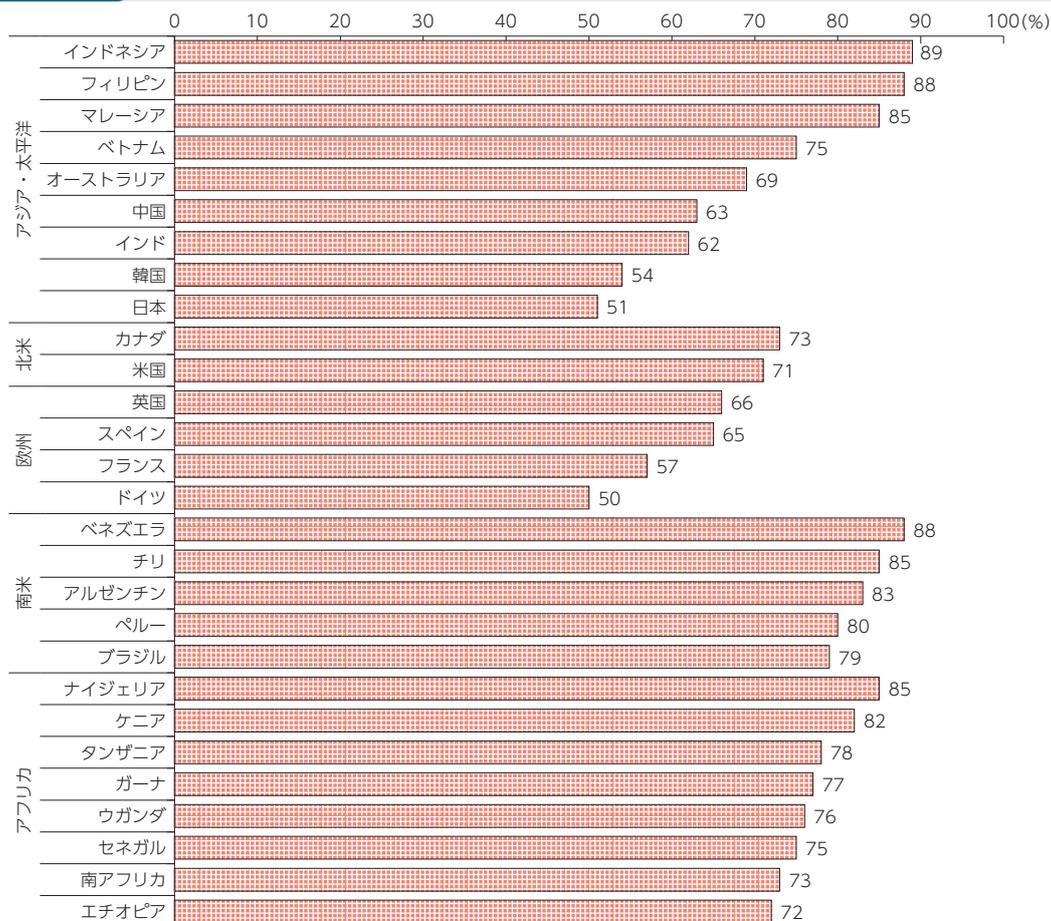


(出典) Facebook “Annual Report” 2016.1.28より作成

Pew Research Centerの調査によれば、先進国よりも途上国の方がSNSを利用している比率が高くなっている。インターネット利用者のうちSNSを利用している比率が高いのは、インドネシア（89%）、フィリピン（88%）、ベネズエラ（88%）、チリ（85%）、マレーシア（85%）、ナイジェリア（85%）などとなっている。

途上国と比較すると、地域による差はそれほど小さくなく、アジア、南米、アフリカともに7割以上の利用率となっている。途上国においては、インターネットの利用におけるSNSのウェイトが高いものと考えられる（図表7）。

図表7 インターネット利用者におけるSNSの利用率（2015年）



(出典) Pew Research Center, "Smartphone Ownership and Internet Usage Continues to Climb in Emerging Economies" より作成

○途上国で広がるICT利活用の先進事例

(1) ICTを活用した質の高い教育の提供 (Bridge International Academies)

ケニアで2008年に設立されたBridge International AcademiesはICTを活用することによって質の高い教育を安価に提供することを実現している。

ケニアでは、無償で公立学校へ通い初等教育を受けることができるのだが、教科書や制服等の費用が別途かかり、ひと月あたり2ドルから12ドルの費用が必要になっている。加えて、公立学校では「教育の質」が問題視されている。世界銀行の調査によれば、公立学校の教師のうち、カリキュラムの内容に精通しているのは35%にとどまり、教える時間も1日あたり2時間19分と短い。学校を休む教師も少なくないなど、保護者が望む教育と、実際に提供されている教育との間には大きなギャップがある。しかし、1日2ドル以下で生活する家庭では、費用の面から私立学校へ通わせることは容易ではない。しかも、ケニアでは私立学校が開校から数年で閉校するといったことも少なくなく、学校選びに苦労している状況にある。

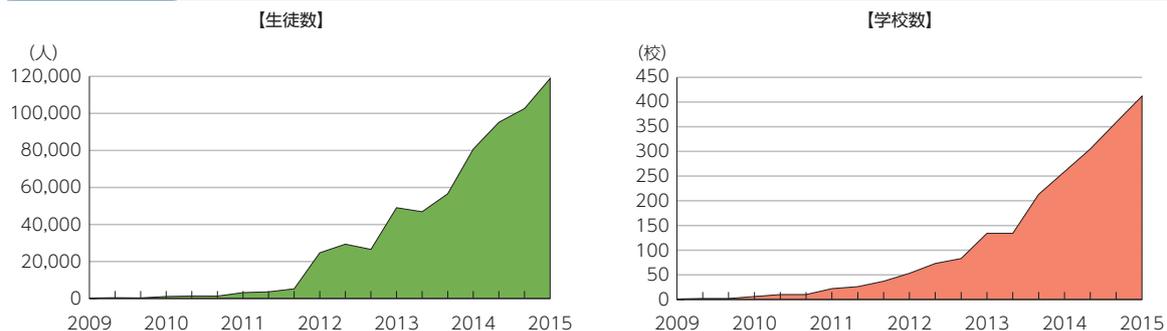
同社は、そのような人々を対象に月額6ドルで質の高い教育を提供している。現在はケニアに加えてナイジェリア、ウガンダでもサービスを開始しており、3か国合計で414校を運営し、約12万人の生徒を得ている(図表8)。

同社では「教育の質」を高めることを重視し、教育専門家を活用したカリキュラムの開発や、タブレット等をはじめとするICTシステムに大きな投資をしている。授業カリキュラムは世界一流の教育専門家の協力を得ながら同社で一括して開発し、台本化している。台本化されたカリキュラムは、タブレットを通じて教師に提供される。教師が使用するタブレットは同社のシステムとデータ通信でリアルタイムに結ばれており、教師に対して授業のどのタイミングで何をしたら良いのか、何を説明したら良いのか等を順次ガイドする。タブレットに従って授業を行うことによって、どこでも標準化された教育が提供できるようになっている。また、台本を教師に提供すると同時に、タブレットを通じて授業の進捗度や教師による教育の実施内容が同社のシステムに送られる。生徒の成績もタブレットを通じて記録される。これらの情報は本社でモニタリングされており、必要に応じて本社の専門家が個々の教師をタブレットを通じて指導することもできる。このような取組の結果、同社の生徒は同じ地域の他の生徒よりも、読解力で35%、計算で19%、平均学力が上回るという効果が得られている。

このように教育の質を高める一方で、1日あたり2ドル以下で生活している家庭でも通えるよう、安価に提供しなければならない。そのため同社では、スケールメリットが得られるよう学校数、生徒数を急速に拡大させている。また、学校運営もICTを活用することで、効率化している。例えば、授業料の請求や経費管理、給与処理等の非教育分野の事務処理は自動化され、スマートフォンのアプリを通じて簡単に処理できるようになっている。そのため、職員は保護者や地域コミュニティとの関係作りなど現場でしかできない仕事を担当するだけとなり、学校は1名の職員で運営できるようになっている。

同社の取組は高く評価されており、マイクロソフトのビル・ゲイツやFacebookのマーク・ザッカーバーグ、英国国際開発省 (Department for International Development)、世界銀行グループの国際金融公社 (International Finance Corporation) 等が投資を行っている。こうした投資を受けながら、同社では2025年までに12か国、1,000万人の生徒に教育サービスを提供していくことを目標にしている。

図表8 Bridge International Academiesの生徒数及び学校数の推移



(出典) Bridge International Academies 資料より作成

(2) 途上国農村部向けヘルスケアサービス (eHealth Center)

インドでは、全人口の7割以上が都市部以外に居住している一方で、医療施設の75%は都市部に立地している^{*23}。そのため農村部のおよそ9割の人は、基本的な医療サービスを受けるための診療所等まで8km以上離れたところに住んでいる。また、医療施設に行ったとしても質のよい医療が受けられるとも限らない。

そこで、Hewlett Packard Enterprise社 (以降HPE社) とインドの研究調査機関であるCouncil of Scientific & Industrial Research (CSIR) は、2012年に医療従事者などとのパートナーシップの下、eHealth Centerを立ち上げ、インド国内でまず3か所を設置した (図表9)。

eHealth Centerは、低価格で質の高い医療サービスを農村部などの地域の人々に提供するサービスである。eHealth Centerの施設は、医師、医療設備、インターネットアクセス、電気などが不足している地域での利用が想定されており、自動車、鉄道、航空機などでの輸送が可能な可搬性の高い輸送用コンテナに、自給自足できるための発電機や2Mbpsのインターネットアクセスができる環境を構築したうえで、診断機器や電子カルテなどが利用できるワークステーションなどを装備している。患者のデータをアップロードすることで医療記録が作成され、クラウドに保存される。また、現場のスタッフはビデオ会議システムにより検査結果を医師に送って遠隔診断を受けたり、専門家にリアルタイムで意見をあおいだりすることができる。さらに、クラウド技術を活用することによって、それぞれの患者にあわせて診療に関する情報を加工・分析したり、コミュニティにおける健康モニタリングなどを行っている (図表10)。

図表9 eHealth Center施設の外観



(出典) HPE社ホームページ

<https://www.hpematter.com/issue-no-3-winter-2015/hps-telemedicine-technology-brings-healthcare-india>

*23 都市部の人口は全体の27%

eHealth Centerは従来の医療施設を整備するのに比べて3分の1のコストで済むとされているが、十分な選択肢がないような離れた地域にケアを提供することができるということが最も大きなメリットである。

eHealth Centerのさらなる展開をすすめるために、2014年にはインドの医療サービス事業者Narayana Health社^{*24}との提携がおこなわれた。現在ではインドで40か所のeHealth Centerが展開されており、これまでに78,000人の患者が訪れている。

eHealth Centerはブータンとフィリピンといったインド以外の国にも展開がはじまっており、2016年2月には台風30号「HAIYAN」による被災からの復興が進められているフィリピンのレイテ島タクロバン（Tacloban）に設置された。日本ヒューレット・パッカーでは若手社員の自発的提案により、日本国内での災害被災地、過疎地等へのeHealth Center展開を予定している。

図表10 eHealth Centerでの診察の様子



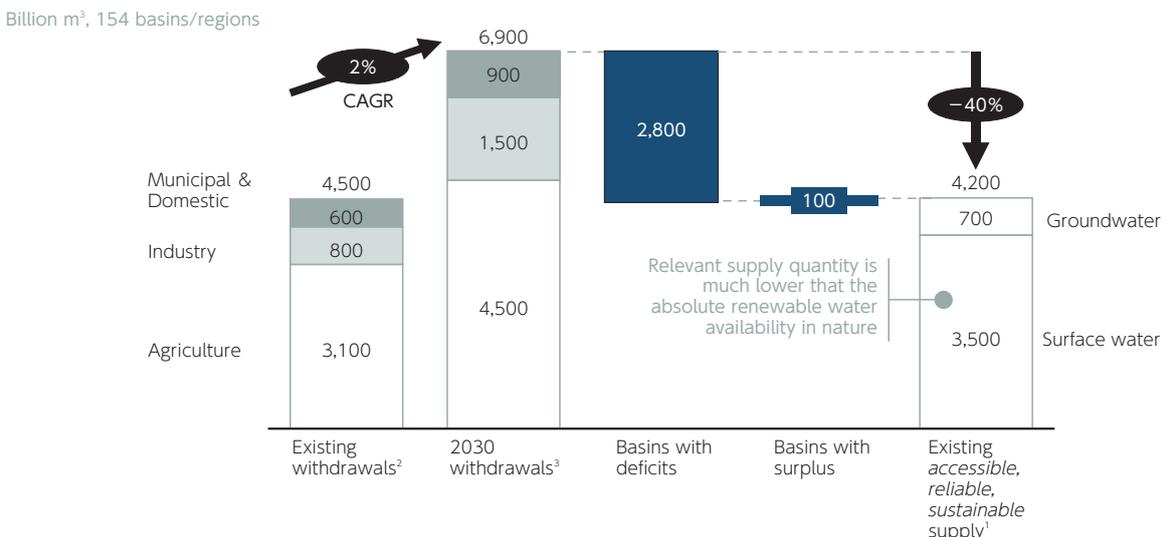
(出典) HPE社ホームページ

<http://www8.hp.com/us/en/hpe/hp-information/livingprogress/humanprogress/ehealth-center.html>

(3) IoTを活用する点滴灌漑農法（Netafim）

国連の将来人口推計^{*25}によると2050年に世界人口は97.3億人となり、現在よりも20億人以上増加するものと見込まれている。人口の増加と新興国における所得の増加等の影響で食糧需要は高まり、2050年には2005～2007年平均の1.6倍の食糧が必要になるものと予測されている^{*26}。一方、食糧生産に不可欠な水資源も2030年には全世界で約40%不足するとの予測もある^{*27}。現在、水資源の約7割が農業用水に使われているとされており^{*27}、農業生産における水の使用量を低減していくことが求められてきている（図表11）。

図表11 2030年の水需要と水資源の状況



1 Existing supply which can be provided at 90% reliability, based on historical hydrology and infrastructure investments scheduled through 2010 ; net of environmental requirements
 2 Based on 2010 agricultural production analyses from IFPRI
 3 Based on GDP, population projections and agricultural production projections from IFPRI ; considers no water productivity gains between 2005-2030

(出典) The 2030 Water Resources Group “Charting Our Water Future”

*24 インド国内19都市で病院を経営する医療サービスグループ
 *25 United Nations “World Population Prospects, the 2015 Revision”
 *26 FAO “World Agriculture Towards 2030/2050: The 2012 revision”
 *27 The 2030 Water Resources Group “Charting Our Water Future”

国土の半分以上が砂漠である*28 イスラエルは、比較的降雨が多い地域でも年間降水量が400mm程度と少なく*29、需要にみあった水の供給量が確保できないこともあり、下水処理水の再利用等、水資源の有効活用に関する取組みが積極的に行われてきた*30。

農業においても、節水技術に根ざした農業が必要とされ、発展してきている。具体的には、1960年代にイスラエルの研究者によって開発された点滴灌漑法を使った農業である*31。プラスチック製パイプに空いた小さな穴を通じて、植物の根の近くに直接、水や液体肥料を点滴のようにゆっくり与えるものであり、必要なところにだけ灌水できるため、水や肥料を無駄に使わない。また、必要以上に灌水することによって土壌内の水分や酸素のバランスを損なうこともなくなり、植物の生育が良くなるという効果も得られる。通常の灌漑方法と比較し水の使用量を30~50%削減でき、また50%の収穫増に繋がるといった効果*32もあるとされていることから、イスラエルだけではなく、世界的に普及が進んでいる。例えば、メキシコにおけるトウモロコシ栽培での適用例では、通常の灌漑方法と比較して収穫量が27%増加する一方で、水の消費量を66%削減することができた。さらに品質が向上したことから11%高い価格で販売することができている*32 (図表12)。

図表12 メキシコでのトウモロコシ栽培における事例

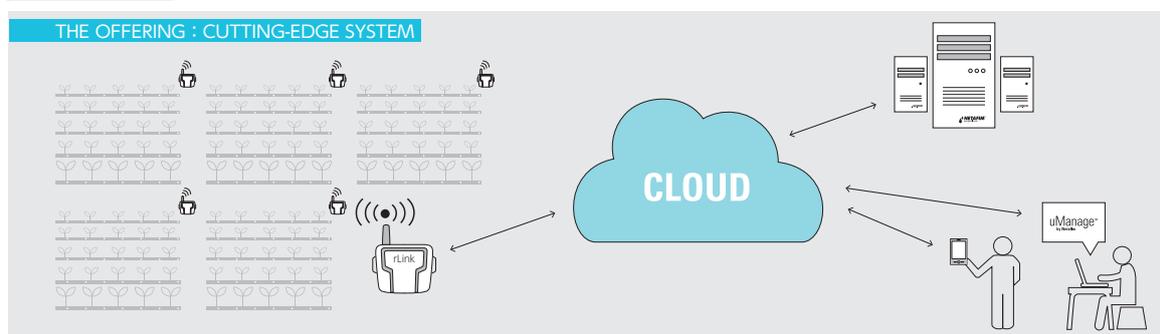
	畝間灌漑	点滴灌漑	変化
平均年間収量 (t/ha)	11	14	+ 27%
トウモロコシ1tあたり水消費量 (m ³)	1,100	379	- 66%
平均価格 (\$/t)	248	275	+ 11%

(出典) Netafim, "Netafim Sustainability Report 2013"

また、必要な水や肥料を作物の状況にあわせてきめ細かく調整して与える点滴灌漑法は、IoTとの親和性も高い。点滴灌漑法の大手メーカーであるイスラエルのNetafim社が提供する最新の点滴灌漑法のシステム(uManage)では、センサーを利用し、天候、土壌、植物等のリアルタイムデータをもとに、水と肥料を最適に調整することができる。同社が提供するセンサーには土壌水分センサー、環境センサー(気温、地温、湿度、日照、風速、風向、降雨量、葉の濡れセンサー)、植物センサー(茎直径、葉の剛性)等がある。これら耕作地に設置したセンサーからのデータは無線を通じてクラウド上に集められ、栽培者はどこからでもリアルタイムに確認できる。集められたデータをもとに土壌水分量等を推計する機能や、栽培者に対し、灌漑をいつ開始したら良いか、いつ止めたらよいか等の助言を行う機能等もある。栽培者はこうした助言や表示されたデータをもとに作物や土壌等の状況を把握した上で、水や肥料の計画を調整し、リモートで実行することができる。同システムを、米国、イスラエル、イタリア、オランダ、ブラジル、フランスで試行したところ水の使用量が30%、肥料の使用量が15%削減された(図表13)。

将来的には長期の天気予報等の将来に関するパラメータに基づき、例えばどの作物を優先的に取り扱うべきか等の栽培者の判断を支援するといった機能を加えていくことが構想されている。

図表13 uManageシステム



(出典) Netafim 社資料

*28 イスラエル大使館 <http://itrade.gov.il/japan/agritech-%EF%BC%86-agrivest-2015/>
 *29 http://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokusei/kaigai_nogyo/k_gaikyo/isr.html
 *30 http://www.maff.go.jp/j/nousin/keityo/mizu_sigen/pdf/panf03_j.pdf
 *31 <http://tokyoeoi.sakura.ne.jp/newtechnihongo.pdf>
 *32 Netafim "Netafim Sustainability Report 2013"