

第 4 節 5G 変える ICT 産業の構造

第 1 節で移動通信システムの進化の過程を振り返ってきたが、移動通信システムが世代交代を重ね、通信基盤から生活基盤へと進化していく過程において、ICT 産業の構造も大きく変わっていった。我が国では、2G の時代には既に携帯電話事業者とベンダー（端末製造事業者）が結びついていたが、3G の時代には携帯電話事業者主導の下、ポータルサービスや課金・認証等機能、コンテンツ・アプリケーションが結びついた垂直統合型のエコシステムが形成された。その後、スマートフォンの登場により、我が国の垂直統合型モデルのオープン化が進み、固定通信と同様の水平分離型モデルが移動通信においても展開された。その結果、ICT 産業における Google や Apple などのデジタル・プラットフォーマーが大きな影響力を発揮するようになった。

これまでも述べたように、5G は産業・社会基盤として様々な産業・分野における実装が期待されている。つまり、5G の商用開始は、移動通信システムが単に切り替わるだけでなく、各産業・分野への実装を通して情報通信産業の構造を変えていく可能性がある。本節では、5G によって、今後、ICT 産業の構造がどのように変わっていくのか展望していくこととする。

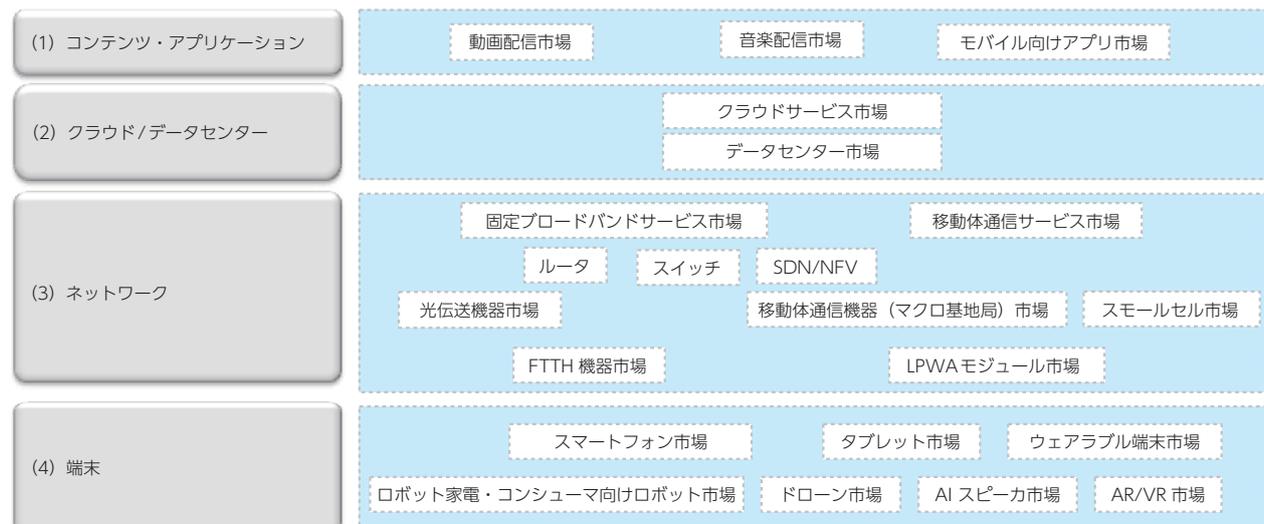
1 ICT 分野の主要製品・サービスの市場規模

本項では、日本を含む世界の ICT 市場の動向を概観する。はじめに、ICT 市場の動向を、コンテンツ・アプリケーション、クラウド/データセンター、ネットワーク、端末市場のレイヤーごとに概観する。続いて、IoT デバイスの普及状況について述べる。最後に、移動通信システムを対象を絞り込んで、端末（スマートフォン）及び基地局の市場シェアの推移について触れた後、各国で商用開始された 5G の普及や市場規模に関する予測を紹介する。

1 レイヤー別にみる市場動向

ここでは、世界の ICT 市場について、市場のレイヤー分類に基づき、コンテンツ・アプリケーション、クラウド/データセンター、ネットワーク、端末に分けて近年の動向等を概観する（図表 1-4-1-1）。

図表 1-4-1-1 レイヤー別の対象市場



（出典）総務省（2019）「令和元年版情報通信白書」を基に作成

全体的な動向として、「ネットワーク」及び「端末」の下位レイヤーの市場は、規模は大きい成長率は低くなっている。対照的に「コンテンツ・アプリケーション」及び「クラウド/データセンター」の上位レイヤーの市場規模は相対的に小さい成長率は高くなっている。デジタル経済の進化との関係で特徴的な動向としては、コンテンツ・アプリケーションではサブスクリプションサービスの増加、クラウド/データセンターではデータ流通量

の増加を背景にした市場規模の拡大、ネットワークでは仮想化、端末ではICT利用産業における利用の拡大が挙げられる。

ア コンテンツ・アプリケーション

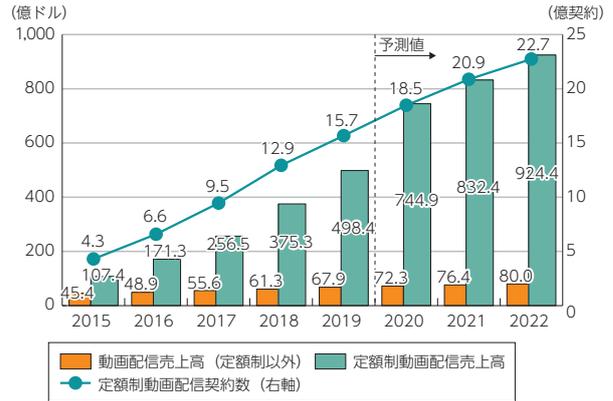
●コンテンツでは、動画・音楽共にサブスクリプションサービスの拡大が市場の成長を牽引

コンシューマ向けのコンテンツ配信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の利用が拡大してきた。

後者については、従来のダウンロード課金型サービスから、月額料金を支払うことで視聴し放題で利用できる定額制(サブスクリプション)サービスのシェアが上昇傾向にある(図表1-4-1-2)。

今後の予測では、ダウンロード課金型が横ばいなのに対し、定額制は大きく伸長するものとみられる。

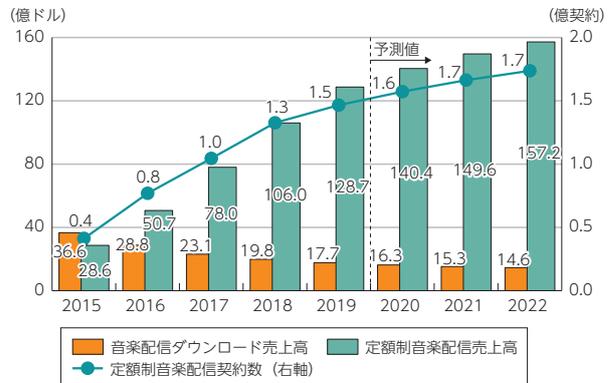
図表 1-4-1-2 世界の動画配信市場規模・契約数の推移及び予測



(出典) Informa

有料音楽配信サービスでは、ダウンロード課金型サービスが主流であったが、最近では動画配信と同様に定額制サービスの売上高が拡大している(図表1-4-1-3)。2020年時点の代表例としては、Spotify、Apple Music、Google Play Music、YouTube Music、Amazon Musicなどが挙げられる。2016年にダウンロード課金型と定額制の売上高は逆転し、今後も音楽配信市場においては、定額制配信型サービスの拡大が市場を牽引することが見込まれている。

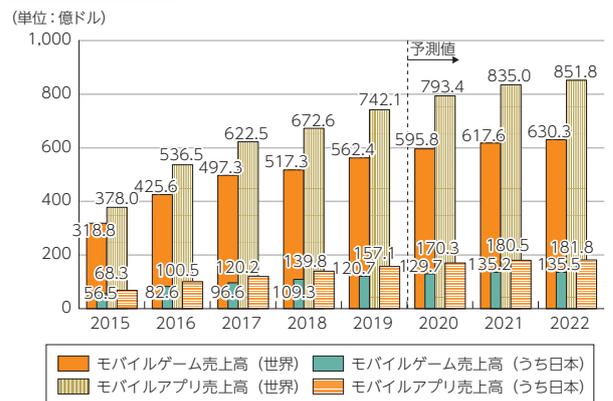
図表 1-4-1-3 世界の音楽配信市場規模・契約数の推移及び予測



(出典) Informa

スマートフォン・タブレット向けのアプリケーション市場は、これまでは消費者向けのゲームの伸びが市場全体の伸びを牽引してきた。英国の調査会社Informaによると、アプリケーション市場の拡大は今後も続くものの、今後はゲームに替わって、翻訳や学習、健康管理などの生活密着型アプリの成長が見込まれている(図表1-4-1-4)。

図表 1-4-1-4 世界のモバイル向けアプリ市場規模の推移及び予測



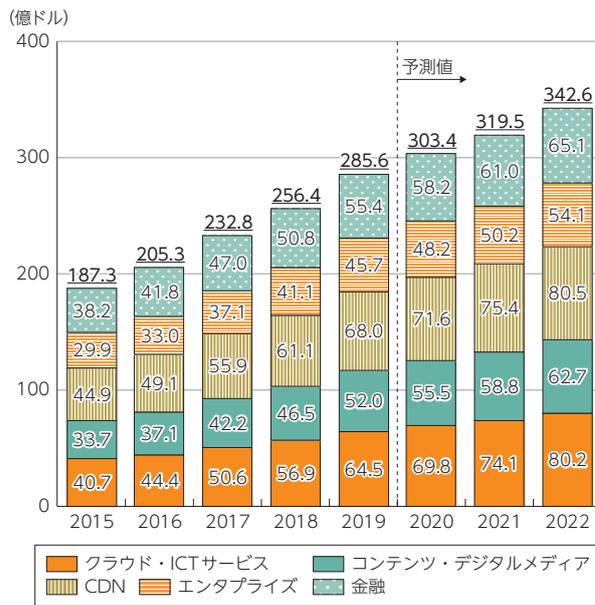
(出典) Informa

イ クラウド/データセンター

● データセンター・クラウドサービス共に引き続き拡大

コンテンツ・アプリケーションの利用を支えるのが、データセンターでありクラウドである。データセンター事業者の売上高は今後も幅広い用途での成長が見込まれるが、これまでデータセンターの主な用途だった自社設備からクラウドサービスの活用にシフトが進んでいるため、他のカテゴリも引き続き成長が見込めるものの、クラウド・ICTサービスの比率が今後は徐々に高まるものと推測される。(図表 1-4-1-5)。

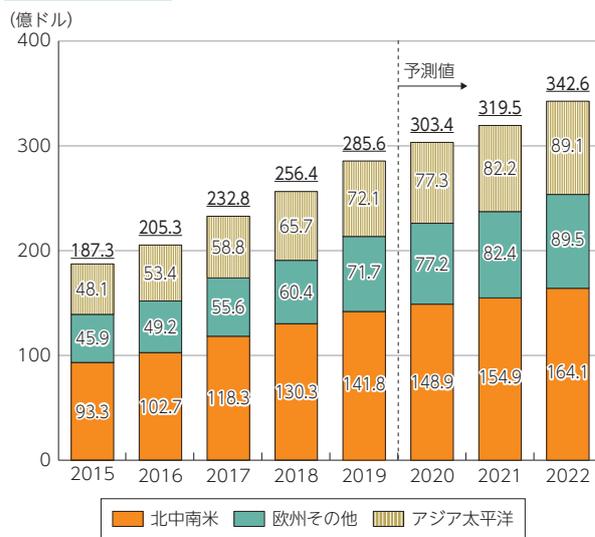
図表 1-4-1-5 世界のデータセンター市場規模の推移及び予測 (カテゴリ別*1)



(出典) Informa

地域別では、全地域で拡大傾向にあるものの、北米では既に市場が成熟してきているのに対し、アジアにおいては、通信事業者やITサービス企業が積極的に投資を行っていること及びグローバル展開をする事業者が税制などの優遇により欧州での投資を増やしていることから、これら地域での高成長が見込まれる (図表 1-4-1-6)。

図表 1-4-1-6 世界のデータセンター市場規模の推移及び予測 (地域別)



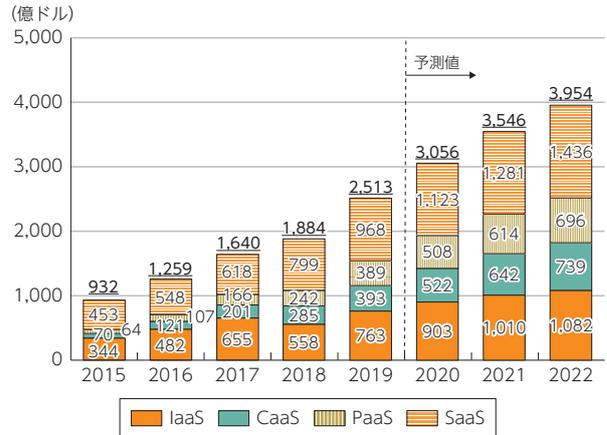
(出典) Informa

*1 「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・メディアサービス事業者向け。
 「コンテンツ配信ネットワーク (CDN)」：ネットワーク系のICTインフラ提供を主力とする事業者向け。
 「エンタプライズ」：官公庁や教育、ヘルスケア、小売業などの一般事業会社のシステム向け。
 「金融」：金融機関のシステム向け。

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を提供するサービスであり、IaaS、PaaS、CaaS、SaaS*2の類型がある。コンテンツ配信や電子商取引(EC)などのサービス・アプリケーションから、多様なIoTプラットフォームまで様々なICTソリューションを支えており、企業のクラウド活用の増加に伴い、高成長を遂げてきた*3。今後は、IaaSやSaaSの成長率が鈍化する一方、PaaSやCaaSは引き続き高い成長率を維持するものと予測されている(図表1-4-1-7)。

図表 1-4-1-7

世界のクラウドサービス市場規模の推移及び予測(カテゴリ別)

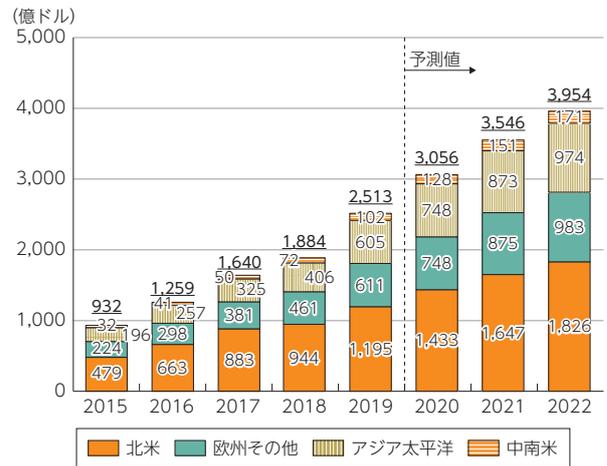


(出典) Informa

地域別動向としては、先行して立ち上がり、既存市場としても最大の規模である北米で今後も高成長が見込まれる一方、現地のIT企業が積極的に投資をしている中国を中心としたアジア太平洋や、クラウドによるビッグデータの利活用市場が立ち上がりつつある中南米の成長率が相対的に高くなる(図表1-4-1-8)。

図表 1-4-1-8

世界のクラウドサービス市場規模の推移及び予測(地域別)



(出典) Informa

*2 「IaaS (Infrastructure as a Service)」インターネット経由でハードウェアやICTインフラを提供。
 「PaaS (Platform as a Service)」SaaSを開発する環境や運用する環境をインターネット経由で提供。
 「CaaS (Cloud-as-a-Service)」クラウドの上で他のクラウドのサービスを提供するハイブリッド型。
 「SaaS (Software as a Service)」インターネット経由でソフトウェアパッケージを提供。
 *3 Informaにおいて、カテゴリ区分の見直しを行ったことに伴い、2018年の実績値が令和元年版情報通信白書に掲載された値から下方修正されている。

ウ ネットワーク

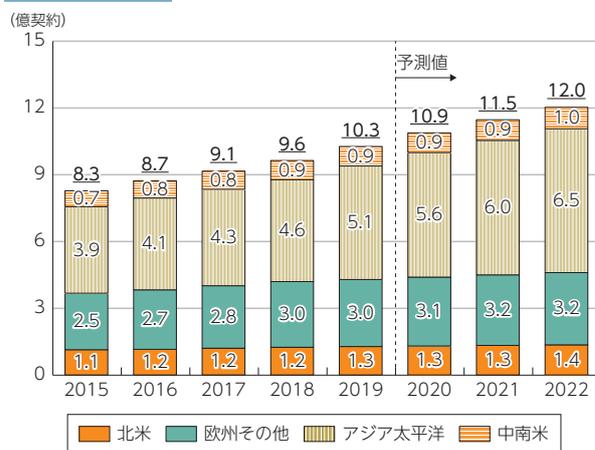
ネットワークレイヤーでは、通信サービス市場及び通信機器市場について概観する。

(ア) 固定・移動体通信サービス

●通信サービスは、固定・移動共に今後は緩やかに拡大

世界の固定ブロードバンドサービスは、Informa によると、今後もアジア太平洋地域を中心に増加を続けていき^{*4}、2022年には12億契約まで拡大すると予想されている（図表1-4-1-9）。

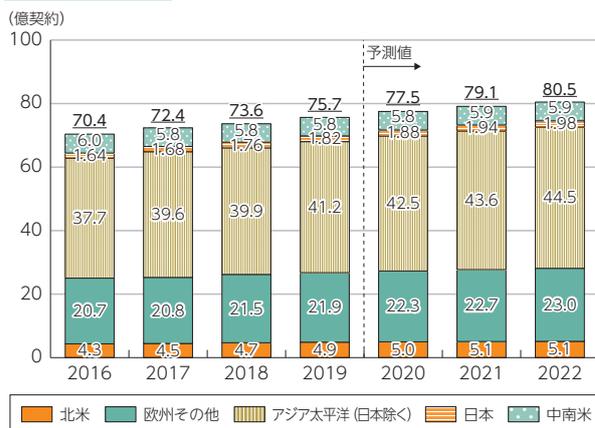
図表 1-4-1-9 世界の固定ブロードバンドサービス契約数の推移及び予測



(出典) Informa

携帯電話及びスマートフォン等の移動体通信サービスの契約数についても、今後の新規契約の成長は緩やかに推移していくものと見込まれている（図表1-4-1-10）。

図表 1-4-1-10 世界の移動体通信サービス契約数の推移及び予測



(出典) Informa

(イ) 固定ネットワーク機器

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。ここでは、ルータ・スイッチ、光伝送機器市場、仮想化ソフトウェア・ハードウェア及びFTTH機器市場について取り上げる。

●ネットワークの仮想化は、今後も市場の拡大が続く

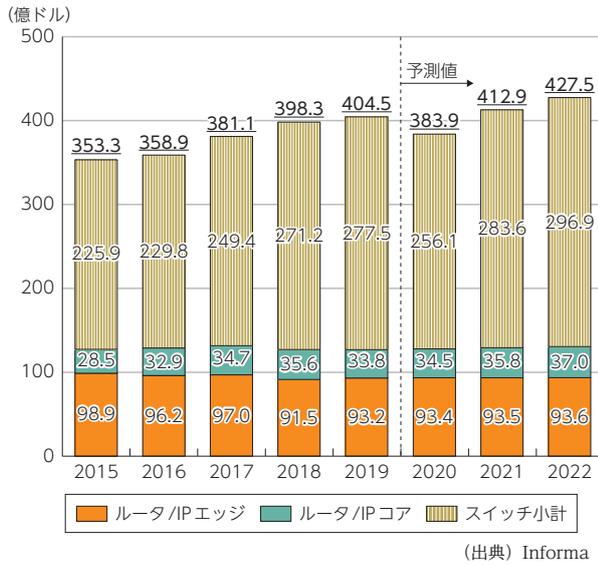
通信事業者、データセンター事業者が用いるルータ・スイッチの市場規模は、全体としては増加傾向にある。Informaによると、ルータに関しては、ネットワークの仮想化及び機器の低価格化により、出荷金額は直近では減少し、今後も価格下落や仮想化による機器台数の集約の影響が続くことから、市場規模は横ばいの推移が見込まれている。また、スイッチ^{*5}に関しては、トラフィックの増加に伴い、企業向けネットワークスイッチの大容量化が進んでおり、ポートあたりの単価下落や仮想化による機器の集約の影響を上回って今後も需要の増加が見込まれている。

なお、2020年の予測値は、データセンター向け設備投資が一巡したことに伴う反動減により、前年より減少するものと推測されている（図表1-4-1-11、図表1-4-1-12）。

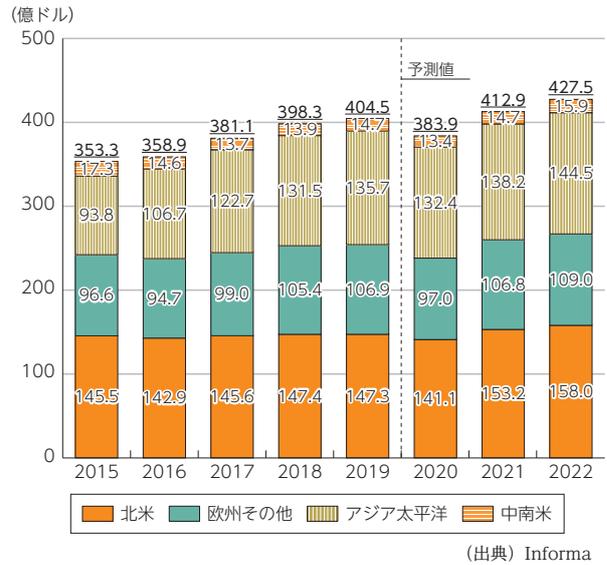
*4 Informaにおいて、固定ブロードバンドサービス契約数の集計方法の見直しを行ったことに伴い、令和元年版情報通信白書に掲載した固定ブロードバンドサービス契約数の値から2017年以前の数値を上方修正している。

*5 Informaにおいて、従前の通信事業者用及びデータセンター内スイッチに加えて、データセンター間、キャリア網への接続、及びその他企業ネットワーク向けスイッチを集計対象としたことから、スイッチの市場規模は、令和元年版情報通信白書に掲載した値から上方修正されている。

図表 1-4-1-11 世界のルータ・スイッチ市場規模の推移と予測（カテゴリ別）

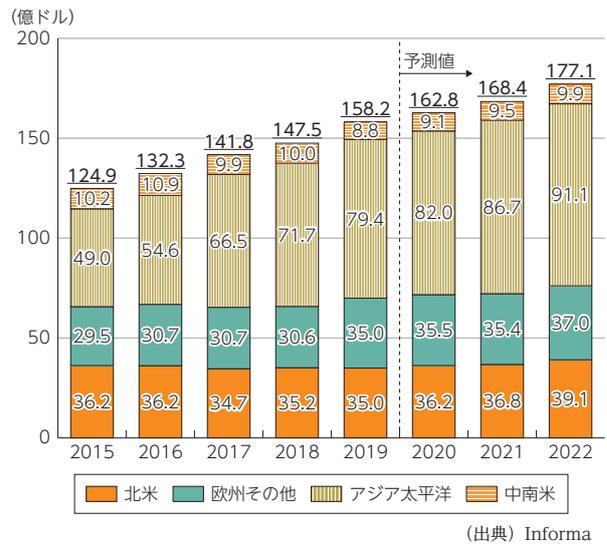


図表 1-4-1-12 世界のルータ・スイッチ市場規模の推移と予測（地域別）



光伝送機器の市場規模は、引き続き増加傾向がみられる*6。日本や欧米などの先進国では光ファイバーのインフラは普及が一段落しているが、中国ほかアジアなどの新興国での需要や、先進国でのデータセンターにおける大容量化に対応した更新需要により、今後の市場規模はゆるやかな拡大が見込まれる（図表 1-4-1-13）。

図表 1-4-1-13 世界の光伝送機器市場規模の推移と予測



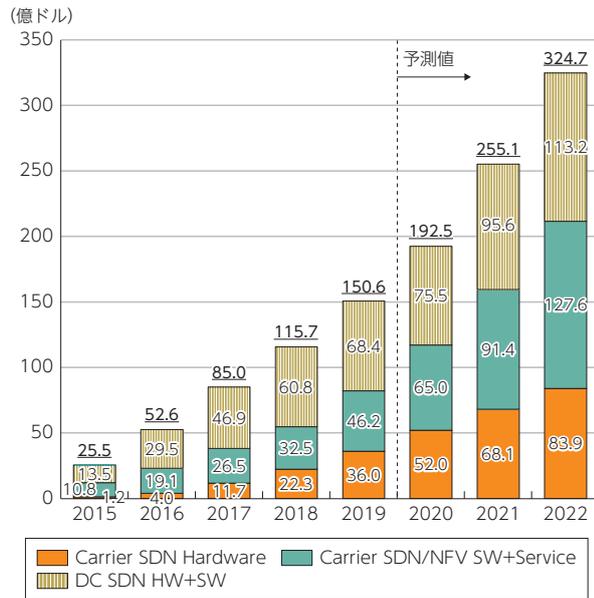
固定ネットワークにおける近年の特徴的な動きの1つが、仮想化である。サーバーの仮想化やクラウドサービスの普及が進んだことに伴い、物理的なマシンとコンピュータリソースの利用とが独立するようになってきている。これに伴いネットワークの構成も柔軟に設定する必要が生じている。また、ネットワークを仮想化することで、従来個別のハードウェアが必要であった多様なネットワーク環境が汎用的なハードウェア及びソフトウェアで構成可能となり、システム全体の柔軟性と稼働率が向上し、設備投資コストや運用コストを下げることも期待される。

Informaによると、カテゴリ別*7では、SDNやNFV技術によるネットワークの仮想化は、この5年間で普及が進み、今後も市場全体の拡大が見込まれる。また、キャリア網における仮想化に続き、データセンターネットワークにおける仮想化も拡大が続いている。（図表 1-4-1-14）。地域別に市場規模を見た場合は、いずれの地域も高い伸びを示すものと予測している（図表 1-4-1-15）。

*6 Informaにおいて、集計対象企業からの指摘に伴い見直しを行った結果、2018年の実績値について、令和元年版情報通信白書に掲載した値から上方修正している。

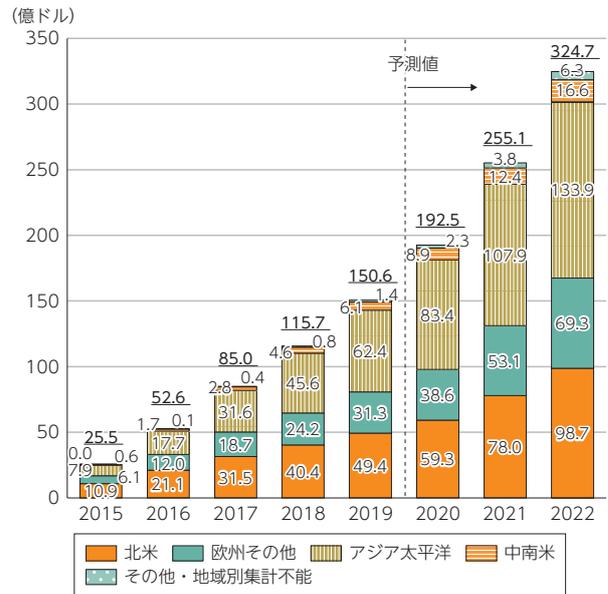
*7 Carrier SDN Hardware：OpenFlowに代表される仮想化プロトコルをサポートしたソフトウェアを実装したキャリアネットワーク機器
Carrier SDN/NFV SW+Service：キャリアネットワークにCarrier SDN Hardwareを導入・運用するためのソフトウェア及びサービス、アウトソーシング事業による売上高
DC SDN HW+SW：企業やITサービスプロバイダーのデータセンター網にソフトウェアにより定義される仮想ネットワークを導入・運用するための機器及びソフトウェア

図表 1-4-1-14 世界の仮想化ソフトウェア・ハードウェア市場規模の推移と予測*8 (カテゴリ別)



(出典) Informa

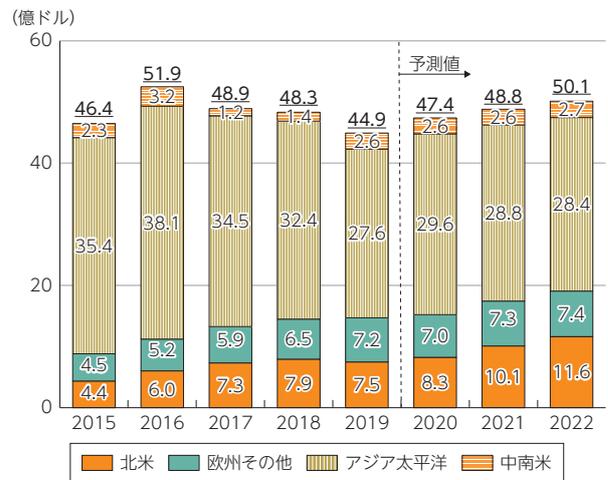
図表 1-4-1-15 世界の仮想化ソフトウェア・ハードウェア市場規模の推移と予測 (地域別)



(出典) Informa

FTTH機器は、2016年から2019年まで減少しているが、2020年以降は増加が見込まれている。Informaによると、新興国を中心に2016年のオリンピック需要の反動減があったことや、2019年に2.5ギガビットのPONの価格下落があったことから減少した。2020年以降は次世代PONの導入により増加に転じ、2022年には50.1億ドルまで拡大すると予想されている (図表 1-4-1-16)。

図表 1-4-1-16 世界のFTTH機器市場*9 規模の推移と予測



(出典) Informa

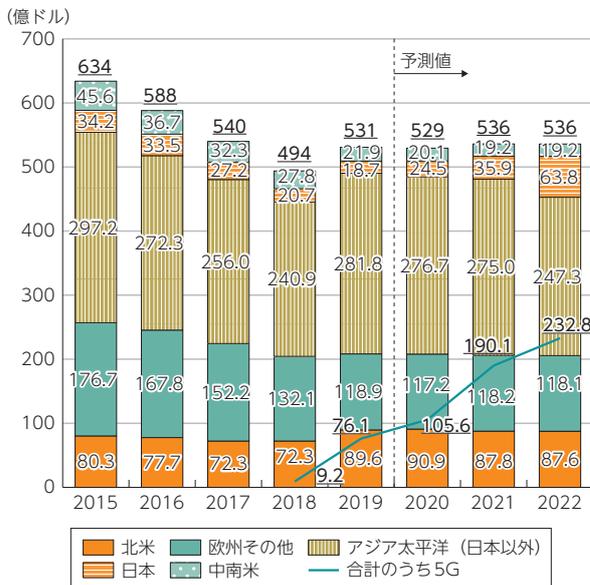
*8 Informaにおいて、集計方法の見直しを行った結果、令和元年版情報通信白書掲載のデータとカテゴリが異なる上、2015~2017年の実績値も上方修正されている。
 *9 Broadband Gateway、ONT、PON、を含むFTTH CPE (Consumer Premise Equipment) を対象とする。

(ウ) 移動体ネットワーク機器

●スモールセル基地局の拡大が続く一方、マクロセル基地局は横ばいで推移

移動体ネットワーク機器市場のうち、マクロセル基地局*10市場は、中国におけるLTE投資額が大きかった2015年をピークに2018年まで縮小している。2019年は、中国を中心に5G設備投資の前倒しがあったため市場規模は増加したが、前倒しの反動により2020年は減少するとの予測が出ている。それ以降はほぼ横ばいでの推移が見込まれている(図表1-4-1-17)。

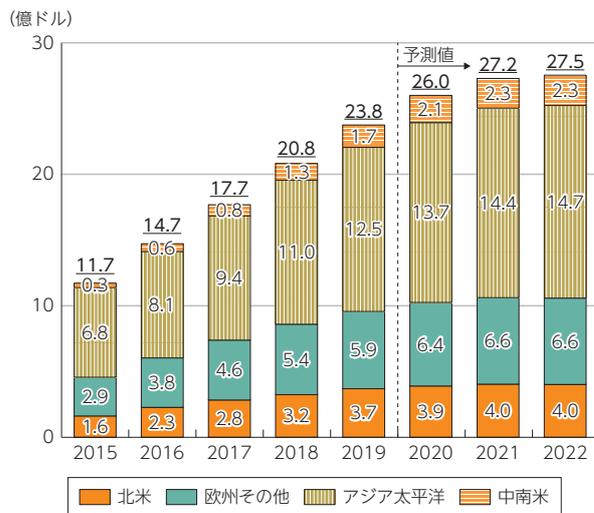
図表1-4-1-17 世界のマクロセル基地局市場規模の推移及び予測



(出典) Informa

スモールセルは、マクロセル基地局を補完してカバレッジを確保するものである。特にLTE以降の移動通信システムは、高い周波数の帯域を用いており、電波の直進性が強い(障害物があると電波が届きづらい)ことからスモールセルの必要性が増している。マクロセルと比べると単価は低いが、屋内設置の増加など、利便性改善のための投資拡大が続いており、2020年以降も市場規模の拡大が見込まれている(図表1-4-1-18)。

図表1-4-1-18 世界のスモールセル市場規模の推移及び予測



(出典) Informa

*10 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。

(エ) LPWA モジュール

● LoRaWAN を中心に、引き続き拡大

IoT は、多種多様なアプリケーションの通信ニーズに対応することが求められる。このうち、従来よりも低消費電力、広いカバーエリア、低コストの通信を担うのが、LPWA (Low Power Wide Area) と呼ばれる技術である。LPWA の通信速度は数 kbps から数百 kbps 程度と携帯電話システムと比較して低速なものの、一般的な電池で数年以上運用可能な省電力性や、数 km から数十 km もの通信が可能な広域性を有している。

これまで LPWA モジュール市場は、欧州企業である SIGFOX による Sigfox と Cisco をはじめとした米国企業が推進する LoRaWAN とが牽引してきており、出荷台数では LoRaWAN が最も多くなっている (図表 1-4-1-19)。

3GPP が進めるセルラー系 LPWA は、Sigfox や LoRaWAN に比べると高ビットレートで、LPWA の中では比較的ハイスpek と位置づけられる。現状では 2G/3G 網に切り替えて接続する方式の旧規格 (右図の other に相当) の利用が多いが、今後は LTE ベースの技術の運用ノウハウの蓄積やコストの低廉化等により、新規格へのシフトが見込まれる (図表 1-4-1-20)。

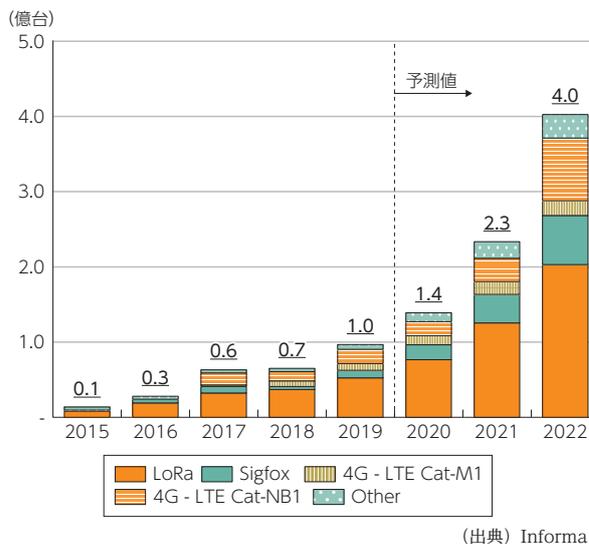
エ 端末

端末は、エンドユーザー向けでは主に固定通信を利用するパソコンが普及した後、移动通信を利用するタブレットとスマートフォンの利用が広がってきた。その後、眼鏡や腕輪として身につけるウェアラブル端末が開発され利用が進んできている。

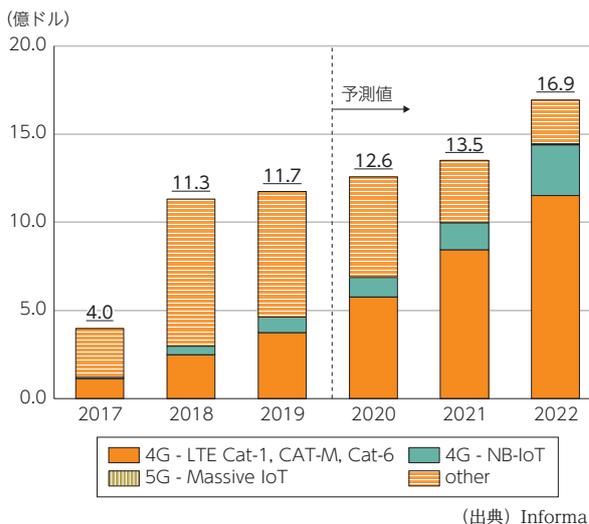
また、従来のインターネット接続端末に加え、様々なモノがつながる IoT 化が進展したことから、エンドユーザー向け以外のスマートメーター、自動車に搭載されるセルラーモジュール等の様々な端末の利用が拡大してきた (IoT デバイスの普及状況については、図表 1-4-1-28 参照)。ロボットについては、ヘルスケア・介護や店舗の接客等でも利用されるサービスロボットも増加している。遠隔操作や自動制御によって無人で飛行できるドローンは高機能化と低価格化が進み、個人が趣味に使うほか、高所・遠隔地でのモニタリング等企業での活用も広がってきている。

さらに近年では、AI の発達を受けて、AI のパーソナルアシスタンス機能を活用した AI スピーカーの利用が始まっている。また、AR (Augmented Reality: 拡張現実) / VR (Virtual Reality: 仮想現実) 端末も普及が始まっている。

図表 1-4-1-19 世界の LPWA モジュール出荷台数推移及び予測^{*11}



図表 1-4-1-20 世界の LPWA 接続収入^{*12} 推移及び予測



*11 Informa において、LPWA の集計対象とする規格の見直しを行った上、規格ごとに数値の見直しを行った結果、令和元年度情報通信白書に掲載した数値から修正が行われている。

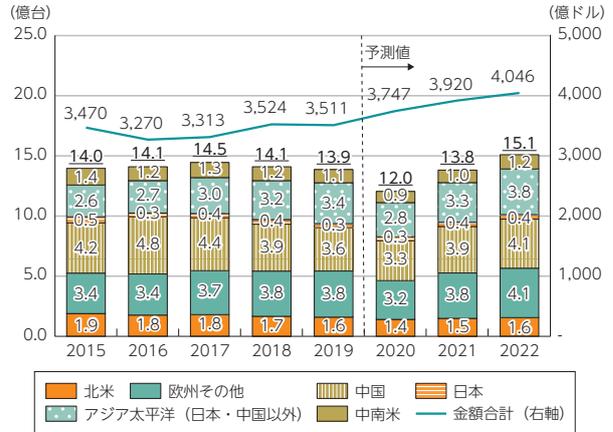
*12 接続サービスを提供するキャリアやサービスプロバイダー・プラットフォームの課金収入を指す。

(ア) スマートフォン・タブレット

●スマートフォンは横ばい、タブレットは低迷

スマートフォンの出荷台数は、スマートフォンの普及が進んだことから2017年をピークに減少に転じている(図表1-4-1-21)。2020年は新型コロナウイルスの影響もあって、大幅な減少が見込まれているが、今後は、5Gの普及とともに増加へと転じるものと見込まれている。また、市場規模としては、中国系企業が高価格帯の端末を市場に投入し、売れ行きを伸ばした結果、金額ベースでは増加傾向で推移しているとみられている。

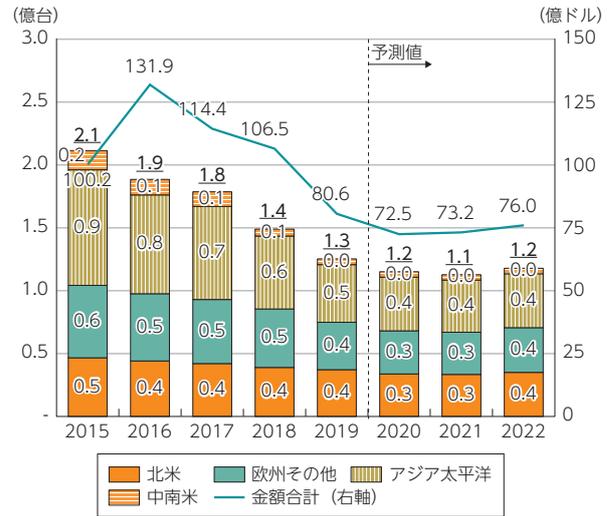
図表1-4-1-21 世界のスマートフォン市場規模・出荷台数の推移及び予測



(出典) Informa

タブレットの出荷台数は、スマートフォンやウルトラブックといった超薄型ノートパソコンなどの競争等から、コンシューマ向けの市場で世界的に低迷が続いている(図表1-4-1-22)。

図表1-4-1-22 世界のタブレット市場規模・出荷台数の推移及び予測



(出典) Informa

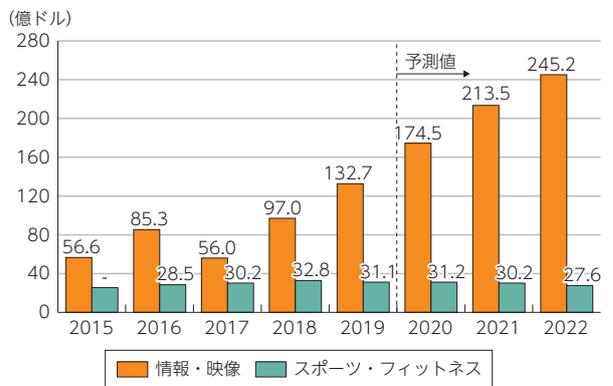
(イ) ウェアラブル

●情報・映像型は低価格化による縮小から回復傾向

IoT時代における通信端末としてウェアラブル端末が挙げられる。一般消費者向け(BtoC)では、カメラやスマートウォッチなどの情報・映像型機器、活動量計等のモニタリング機能を有するスポーツ・フィットネス型機器などがある。業務用(BtoB)では、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や、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。

一般消費者向けのウェアラブル端末の市場規模の推移を種類別にみる(図表1-4-1-23)。Informaによると情報・映像型ウェアラブル市場^{*13}は、2016年までの市場の立ち上げ時期はハイエンド品中心であったが、アジア系メーカーが参入し低価格化が進んだため、2017年の市場規模は縮小した。その後、2018年以降は一転して市場は拡

図表1-4-1-23 世界のウェアラブル端末市場規模の推移及び予測



(出典) Informa

*13 Informaにおいて、2018年の実績値の見直しを行った結果、令和元年版情報通信白書に掲載した数値より上方修正されている。

大基調にあり、2022年には245.2億ドルになると予想されている。

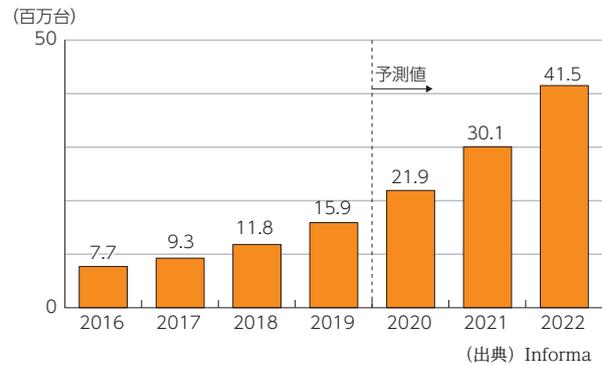
また、スポーツ・フィットネス型については、先進国のみならず新興国においても健康意識の高まりやPOC (point of care) の需要が見込まれる一方で、アジア系メーカーの参入により低価格化の影響があることから、2019年以降、市場規模は前年並みで推移すると見込まれている。

(ウ) ロボット・ドローン

● 様々な現場での導入が進み、引き続き拡大

ロボット家電・コンシューマ向けロボット^{*14}の世界市場は拡大が続いており、家事負担の軽減等を目的とした導入が進んでいるとみられる。Informaによると2020年以降も堅調に拡大すると予想されている (図表1-4-1-24)。

図表 1-4-1-24 世界のロボット家電・コンシューマ向けロボット市場規模の推移及び予測



コンシューマ向けドローン^{*15}の世界市場も拡大が続いている (図表1-4-1-25)。Informaによると、2020年以降も緩やかに拡大すると予想されている。

図表 1-4-1-25 世界のドローン市場規模の推移及び予測

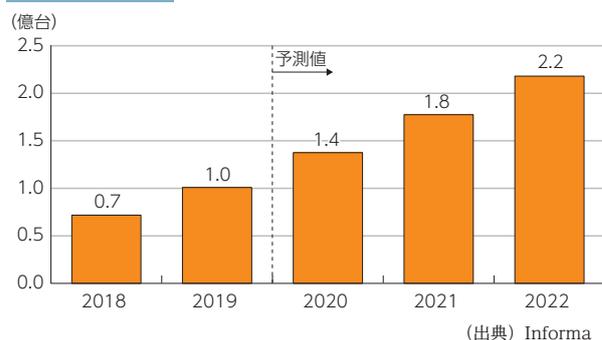


(エ) AIスピーカー (スマートスピーカー)

● 出荷台数は引き続き拡大

機械を操作するためのインターフェースの1つとして音声が目されつつあり、Informaによると2020年以降もAIスピーカー (スマートスピーカー) 市場の拡大が見込まれている (図表1-4-1-26)。AIスピーカー (スマートスピーカー) 市場への参入は、GoogleとAmazonが先行し、それぞれGoogle Home、Amazon Echoを販売している。日本企業もLINEやソニーが参入している。

図表 1-4-1-26 世界のAIスピーカー (スマートスピーカー) 出荷台数の推移及び予測



*14 ここでは、ロボット掃除機、床拭き機、窓拭き機、家庭用ロボット等を指す。

*15 ここでは航空法による規制外のもので、個人が購入して空撮などに使うものを集計対象としている。

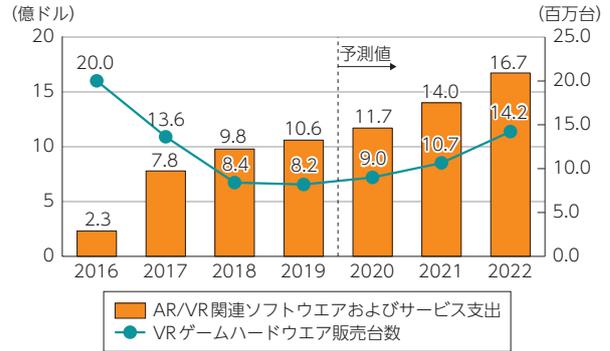
(オ) AR/VR

●利用の広がりにより引き続き拡大

AR (Augmented Reality) は、目の前にある現実世界にコンピューターで作られた映像や画像を重ね合わせ、現実世界を拡張する技術、VR (Virtual Reality) は、現実にはない世界又は体験し難い状況をCGによって仮想空間上に作り出す技術である。消費者向けのエンターテインメント向け以外でも、企業で利用が広がっており、例えば、不動産分野で物件を、旅行分野で旅先を疑似体験するもののほか、他の分野でも訓練や教育、3次元空間でのナビゲーション等に活用されている。

AR/VRの普及に伴い、関連ソフトウェア及びサービス支出は今後も順調に伸長するものと見られている。他方、ハードウェアについては、VRゲームに多数のベンダーが参入したものの、市場で淘汰が進んだことにより、2019年にかけて販売台数が減少する結果となった。ただし、2020年以降は販売台数の増加が見込まれている (図表1-4-1-27)。

図表1-4-1-27 世界のAR/VR市場規模等の推移及び予測



(出典) Informa

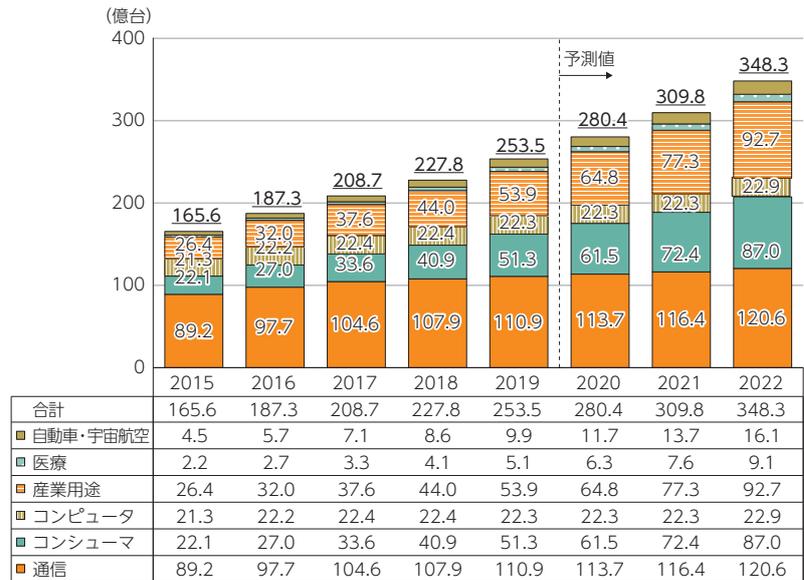
2 IoTデバイスの急速な普及

●IoTデバイス数は、「医療」、「産業用途」、「コンシューマ」及び「自動車・宇宙航空」で高成長が見込まれている

パソコンやスマートフォンなど、従来のインターネット接続端末に加え、家電や自動車、ビルや工場など、世界中の様々なものがネットワークにつながるようになってきている。

世界のIoTデバイス^{*16}数の動向をカテゴリ^{*17}別にみると、2019年時点で稼働数が多いカテゴリは、スマートフォンや通信機器などの「通信」となっている (図表1-4-1-28)。ただし、既に市場が飽和状態であることから、他のカテゴリと比較して見た場合、相対的に低成長が見込まれている。

図表1-4-1-28 世界のIoTデバイス数の推移及び予測



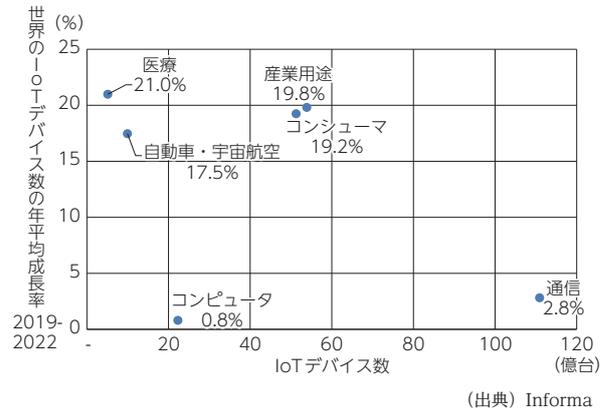
(出典) Informa

*16 Informaの定義では、IoTデバイスとは、固有のIPアドレスを持ちインターネットに接続が可能な機器及びセンサーネットワークの末端として使われる端末等を指す。

*17 各カテゴリの範囲は以下のとおり。
 「通信」：固定通信インフラ・ネットワーク機器、2G、3G、4G各種バンドのセルラー通信及びWi-Fi、WiMAXなどの無線通信インフラ及び端末。
 「コンシューマ」：家電（白物・デジタル）、プリンターなどのパソコン周辺機器、ポータブルオーディオ、スマート玩具、スポーツ・フィットネス、その他。
 「コンピュータ」：ノートパソコン、デスクトップパソコン、サーバー、ワークステーション、メインフレーム・スパコンなどコンピューティング機器。
 「産業用途」：オートメーション（IA/BA）、照明、エネルギー関連、セキュリティ、検査・計測機器などオートメーション以外の工業・産業用途の機器。
 「医療」：画像診断装置ほか医療向け機器、コンシューマーヘルスケア機器。
 「自動車・宇宙航空」：自動車（乗用車、商用車）の制御系及び情報系において、インターネットと接続が可能な機器及び軍事・宇宙・航空向け機器（例：航空機コックピット向け電装・計装機器、旅客システム用機器、軍用監視システムなど）。

対照的に高成長が予測されているのは、デジタルヘルスケアの市場が拡大している「医療」、スマート工場やスマートシティが拡大する「産業用途（工場、インフラ、物流）」、スマート家電やIoT化された電子機器が増加する「コンシューマ」、コネクテッドカーの普及によりIoT化の進展が見込まれる「自動車・宇宙航空」などである（図表1-4-1-29）。

図表 1-4-1-29 分野・産業別の世界のIoTデバイス数及び成長率予測



3 移動通信システムに係る市場シェアの変化

ア 世界市場（スマートフォン・基地局）

続いて、移動通信システムに特化した形で、市場の動向を見ていくこととする（図表1-4-1-30）。

まず、世界市場におけるスマートフォンの市場の変化（販売台数ベース）を、スマートフォンの普及が本格化した2009年から2019年までの10年間、主要携帯電話端末メーカー単位で5年ごとに比較した。10年間で、スマートフォンの販売台数は、6.3倍と大きく拡大している。

主要端末メーカー別の比較では、2009年にはBlackberryが16%で首位、2007年にiPhone3Gを発売したAppleが11%で2位であったのに対し、2014年では、Samsungが24%で首位、Appleが15%で2位となったほか、Huawei、Xiaomi、LGなどアジア系企業がシェアを伸ばした。そして、2019年には、トップシェアこそSamsungで変わらないものの、中国系企業が10位以内に6社（Huawei、Xiaomi、OPPO、vivo、TCL-Alcatel及びZTE）ランクインするなど、この10年間にスマートフォン市場は、上位企業の顔ぶれも含めて大きく変容したことがわかる。

続いて、世界市場における携帯電話基地局の市場の変化（出荷金額ベース）を、スマートフォンと同様に2009年から2019年までの10年間、主要基地局メーカー単位で5年ごとに比較した。10年間で、携帯電話基地局の出荷金額は、6.3倍と大きく拡大している。

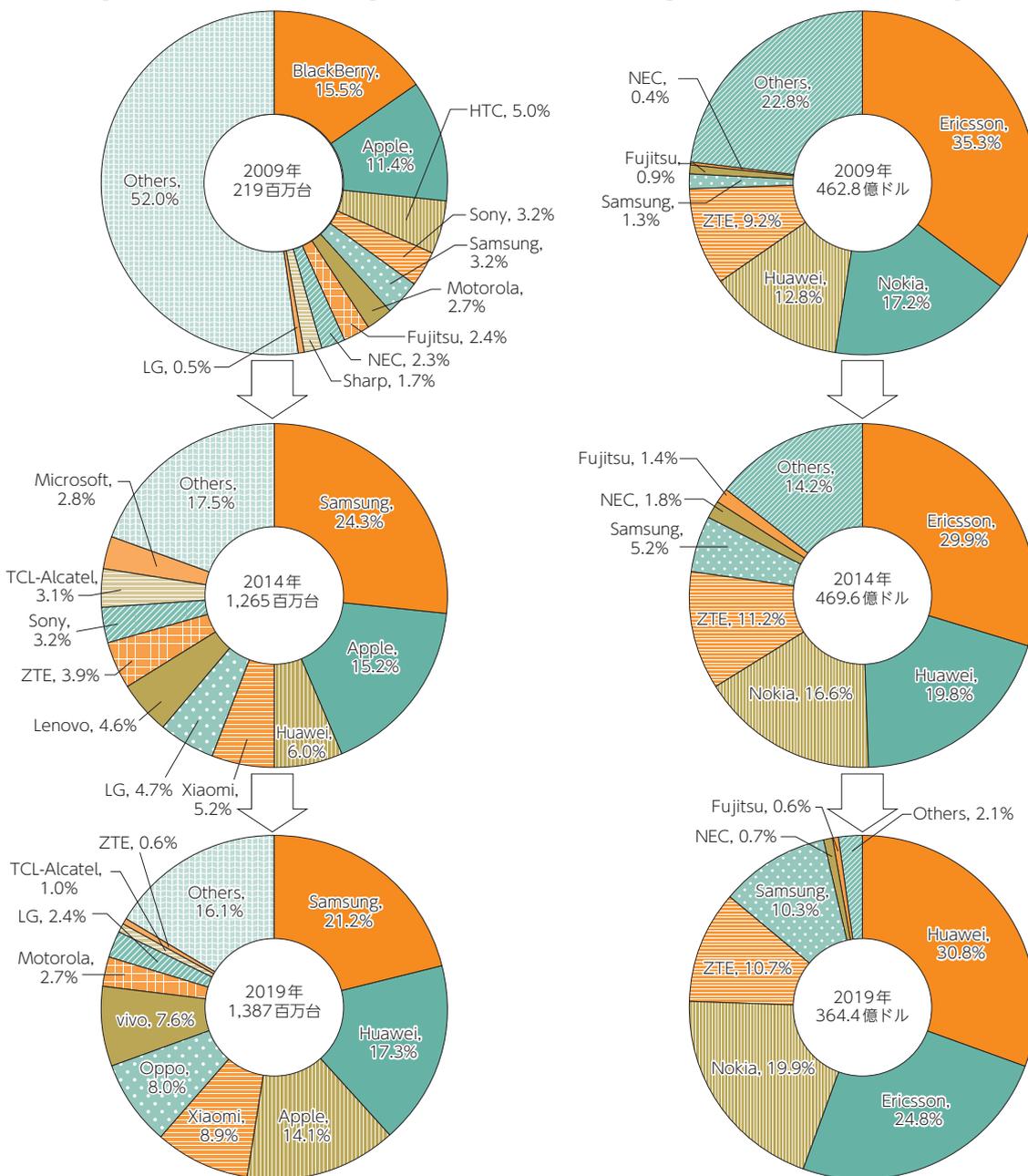
主要基地局メーカー別の比較では、2009年にはEricssonが35%、Nokiaが17%であったが、その他はHuawei、ZTE、Samsungといったアジア系企業が、日本企業でもNEC及び富士通が名を連ねている。2014年には、引き続きEricssonが30%でトップシェアを占めていたものの、Huaweiが20%で、2019年にはEricssonも抜いてHuaweiが31%のシェアを占める結果となった。携帯電話基地局市場は、この10年間で上位企業の顔ぶれは変わらないものの、シェアの変動が見られたほか、「その他の企業」のパーセンテージが大きく下がっており、少数の企業への集中度が上昇する結果となっている。

なお、日本企業の動向に着目すると、スマートフォン市場では、2009年には10位以内に4社（ソニー、富士通、NEC及びシャープ）がランクインしているが、2014年には1社に減少し、2019年には10位以内から姿を消す結果となった。また、基地局市場では、NEC及び富士通が2014年、2019年ともにランクインしているが、大きなシェアを占めているとは言い難く、スマートフォン、マクロセル基地局のいずれの世界市場においても日本企業が存在感を発揮しているとは言えない状況にある。

図表 1-4-1-30 世界市場におけるシェアの変化 (スマートフォン・マクロセル基地局)

【スマートフォン (販売台数)】

【マクロセル基地局 (出荷金額)】



(出典) Informa

イ 国内市場 (スマートフォン・基地局)

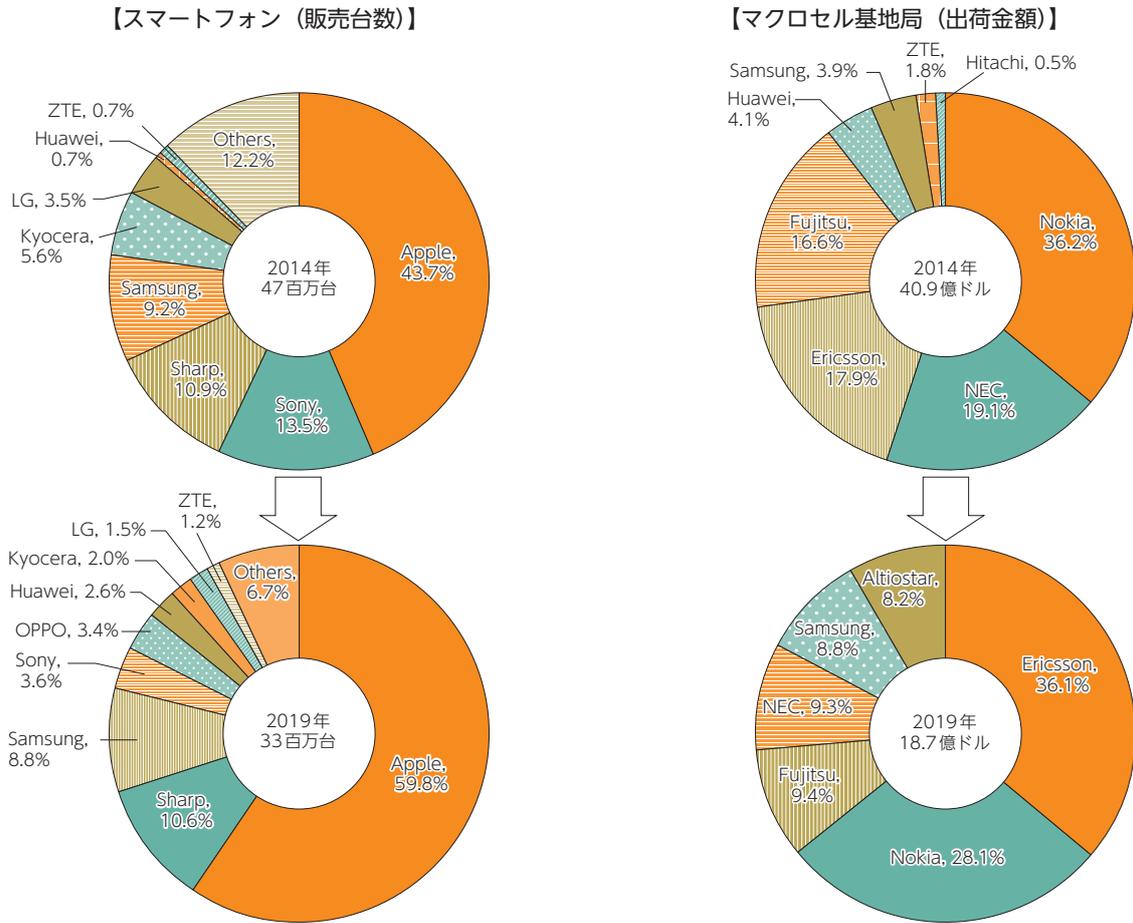
世界市場に続き、日本国内におけるスマートフォン及び携帯電話基地局の市場シェアの推移をみる (図表 1-4-1-31)。なお、日本国内に関しては、2009年のデータをいずれも取得できなかったため、2014年及び2019年の2時点における比較となる。

我が国のスマートフォン市場を見ると、Appleのシェアが高く、iPhoneの根強い人気伺える。2014年のデータでは、ソニーが14%、シャープが11%、京セラが6%と、日本企業もある程度のシェアを占めていたが、2019年では、Appleのさらなるシェア拡大と、中国系企業 (OPPO、Huawei、ZTE) の伸長に押される形でシェアを落とす結果となっている。

携帯電話基地局の国内市場では、2014年時点では、Nokiaがトップシェアであり、NEC、Ericsson、富士通がそれに続いていた。また、HuaweiやZTEといった中国系企業もシェアは少ないながらも国内市場に製品を供給していた。2019年を見ると、Ericssonが首位に浮上したのに対して、Nokia、NEC、富士通は5年前に比べて

シェアを落とす結果となった。

図表 1-4-1-31 国内市場におけるシェアの変化（スマートフォン・マクロセル基地局）



（出典） Informa

4 5G市場の予測

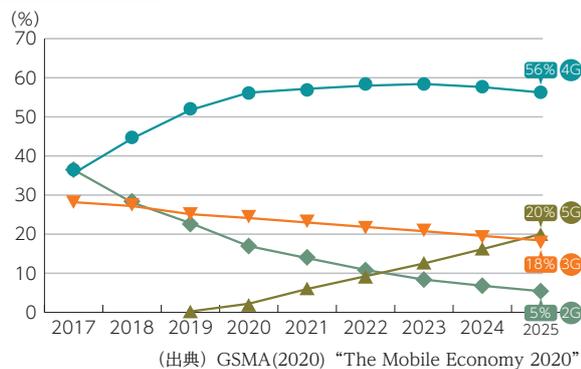
3Gから4Gへの移行に際しては、新たな移動通信端末としてスマートフォンが登場し、その機能性等から利用者の支持を得て世界全体で普及していったことで移動通信ネットワークへの要求が高まり、各携帯電話事業者の当初の予想を上回るペースで4Gの利用が拡大していった。

それでは、5Gは今後、どの程度のペースで普及が進むとみられているのか。世界全体と日本国内のそれぞれについて、現時点における普及予測を紹介する。

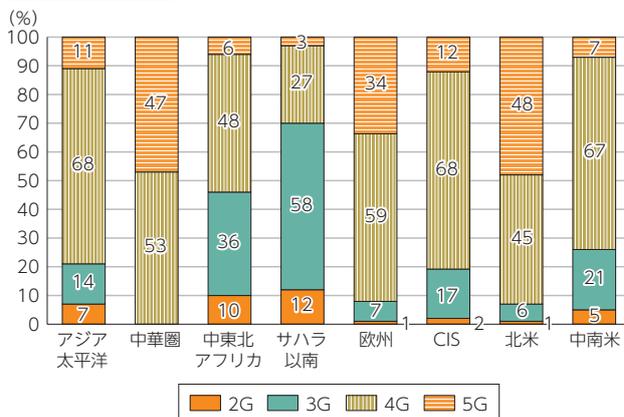
ア 世界における5G普及予測

グローバルの携帯電話事業者による業界団体GSMAによれば、2025年時点における5G回線比率は、モバイル回線全体の20%を占めるにとどまると予測している（図表1-4-1-32）。地域別にみると、北米や中華圏*18、欧州では30%を超える高い普及率を示すものの、その他の地域では、一桁から10%台にとどまるものと予測している（図表1-4-1-33）。

図表 1-4-1-32 モバイル回線全体に占める5G回線比率の予測

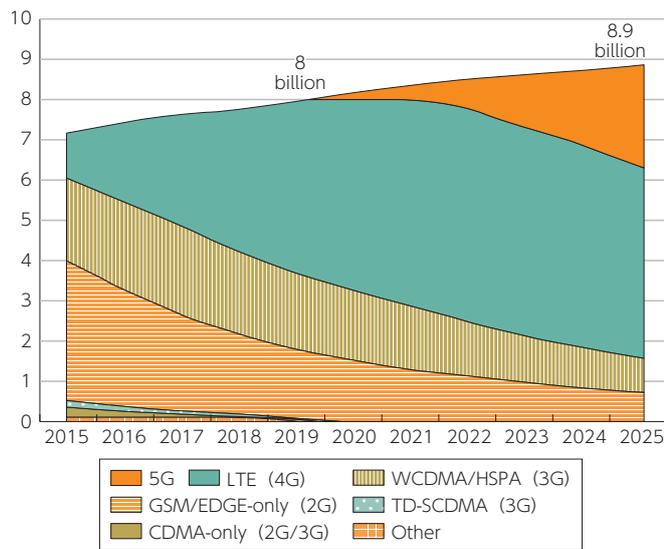


図表 1-4-1-33 5G回線比率の予測（地域別・2025年時点）



また世界全体での5G普及予測について、スウェーデンの移動体通信メーカーであるEricssonが、2019年11月に“Ericsson Mobility Report”を公表した。同レポートでは、2025年時点の全世界における携帯電話契約数を約89億契約に達するものと予測しており、そのうち、5G契約数は約26億契約に達し、モバイル全体の29%を占めるものと予測している（図表1-4-1-34）。

図表 1-4-1-34 規格別携帯電話契約数の予測



*18 GSMAの定義では、中国、香港、マカオ及び台湾を中華圏としている。そして、アジア太平洋地域の予測値は、中華圏を抜いた形で計算されている。

イ 日本国内における 5G 普及予測

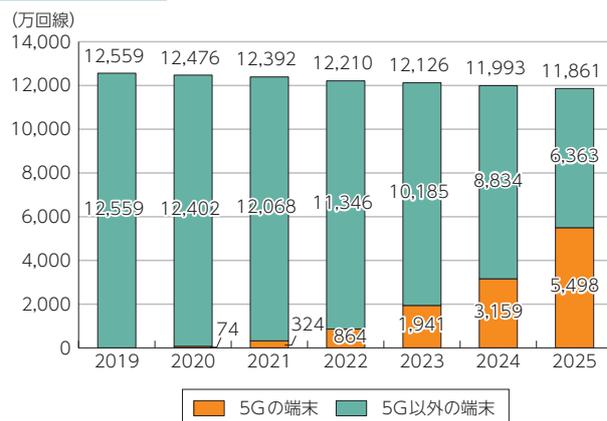
続いて、日本国内における 5G 普及はどのように予測されているのだろうか。ここでは、株式会社野村総合研究所が 2019 年 11 月に公表した予測について紹介する。同社では、高い周波数帯域を使用する 5G は 4G と同等のエリアをカバーしようとする、より多くの基地局を設置する必要があること、通信事業者間でネットワーク共有の動きが出てきているものの、エリア拡大には相応の時間を要することから、比較的ゆっくりとした市場の立ち上がりを想定している。その結果、2025 年時点では、携帯電話総販売台数の 56% が 5G 対応機種となり（図表 1-4-1-35）、契約回線ベースでは 46% が 5G 契約になるものと予測している（図表 1-4-1-36）。

図表 1-4-1-35 携帯電話端末の販売台数と予測（日本国内）



(出典) (株) 野村総合研究所公表資料

図表 1-4-1-36 携帯電話端末で用いる回線数の予測（日本国内）



(出典) (株) 野村総合研究所公表資料

これらの予測から、5G の普及は、4G の開始時に比べると、比較的緩やかに進んでいくものとみられている。利用可能エリアの整備に時間を要することや、スマートフォンの登場のような利用者の乗り換えを誘引する要素に乏しいことなどが、慎重な予測となった理由として挙げられる。これらはあくまで現時点での予測であり、今後、革新的な移動通信端末、魅力的な料金プラン、画期的なユースケースといったものの登場や、エリア整備の進捗次第では、これらの予測が覆る可能性も考えられるところである。

2 移動通信の進化に伴う ICT 産業の構造変化

ICT 産業は、従来から、端末・デバイス、ネットワーク、プラットフォーム、コンテンツ・アプリケーションといったレイヤー毎に分業した形態の産業構造が主流であるとされている。そしてこれらの構造を構成する要素やプレイヤー間の競争や協調に基づき、市場や産業が成長する姿を一種の生態系とみだてて「エコシステム」と称している。我が国の ICT 産業においても、移動通信システムの進化とともにモバイル産業の「エコシステム」は変容し、事業者間の力関係なども大きく変化していった。本項では、産業構造やエコシステムの変遷を振り返るとともに、5G 時代における ICT 産業の構造がどのように変化していくのか、各レイヤーの動向をみながら展望する。

1 ICT 産業におけるエコシステムの変遷（2000 年以降）

ア 2000 年代のエコシステム：インターネットの潮流と 3G の普及

2000 年代は、インターネット上に新しいビジネスが登場し、情報通信産業の大きな構造転換の幕開けでの時代であった。例えば、パソコンで電子商取引サイトやコンテンツ配信サイトといったインターネットの各種サービスを利用する場合、パソコンを自ら購入し、通信事業者と契約してインターネットに接続しサイトを閲覧、購入したい商品やコンテンツを選択、クレジットカード決済や代金引換で商品を購入するという流れであり、パソコンの製造・販売、通信事業者、電子商取引サイトはそれぞれ関連なく行われるケースが主であった。そのため、インターネット上での認証・決済や、セキュリティの確保等の様々な関連サービスも新規ビジネスとして提供されるようになった。また、この頃にはインターネット上でのコンテンツ配信も新たなビジネスとして登場し、楽天や Amazon に代表される電子商取引の黎明期でもあった。このように、インターネット登場後の情報通信産業は、ネットワークのオープン性に起因した水平分離が進展し、様々な形での新規参入が可能となり、多種多様で複雑な

ものとなっていった。

他方、携帯電話においては、3Gが商用開始した頃である。我が国においては、2Gの時代に既に形成されていたキャリア主導型のエコシステムの下、iモード等に代表されるように、ポータルサービスや課金・認証等（プラットフォーム機能）とアプリケーション・コンテンツを垂直統合したビジネスモデルが育った。3Gでは、電子商取引やコンテンツ配信では、基本的に全ての機能（サイトへのアクセス、商品やコンテンツの購入・決済等）が通信事業者経由で行うことができた。携帯電話のプラットフォーム上で取引されるコンテンツ等の売上の一部は、コンテンツプロバイダーから携帯電話事業者を支払われ、携帯電話事業者にとって重要な収入源となった。端末（フィーチャーフォン）については、携帯電話事業者が多数のベンダーと連携して、製品企画から関与しながら独自開発を行うことで、機能面でもビジネス面でもサービスと端末は一体であった。端末上で行われる音声・データ通信等の基本サービスのみならず、自社プラットフォーム上で行われる商取引までを商流に取り込んで利益を上げる垂直統合モデルを確立していた。こうした垂直統合型のモデルは、我が国固有のものであったが、上位レイヤーにおける多様なコンテンツ・アプリ開発が促進し、通信回線の高速化とデータ定額制の導入などによってモバイルインターネットが発展し、携帯電話を中心としたICT産業の拡大を加速させた。

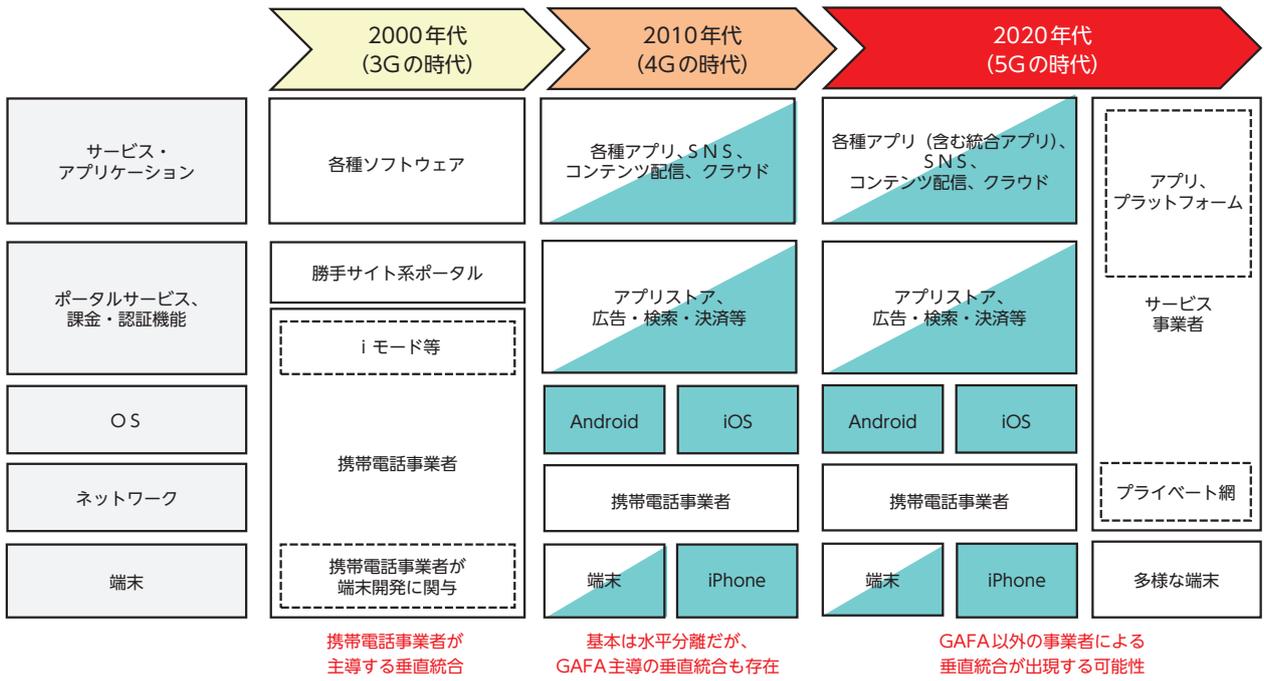
イ 2010年代のエコシステム：スマートフォンの普及

4Gでは、ユーザが利用する端末の主流がフィーチャーフォンからスマートフォンへと移行し、インターネットの世界がモバイル通信と融合した。プラットフォーム機能においては、インターネットを経由して、スマートフォン上で様々なアプリへアクセスできるアプリストア等のポータル他、広告・検索・決済といったインターネット上の基本的な機能やサービスについて、ユーザは携帯電話事業者以外のサービス事業者の提供するサービスへ自由にアクセスすることが容易になった。また、3Gから4Gへの進化に伴い、更なる高速・大容量化が進んだことで、ワイヤレスでも固定通信と遜色ないデータ通信が可能となり、クラウドの普及によりサービスの可用性が一気に高まった。端末については、標準化等によるサービスとの分離により、我が国の垂直統合型モデルのオープン化が進み、海外から様々なベンダーが参入し、ユーザは端末も自由に選べるようになった。

エコシステム全体としては、固定通信における水平分離型モデルが、モバイル分野においても本格的に展開していった（図表1-4-2-1）。プラットフォームやアプリケーションレイヤーにおいては、検索サービスのGoogle、SNSのFacebook、電子商取引のAmazonのように、米国の大手インターネット事業者が、モバイル分野においても産業の拡大を牽引するとともに市場を席卷していった。その中でも、AppleはiPhoneの投入によりネットワークの上下のレイヤーを垂直に統合したモデルにより独自のポジションを築いた。また、これらの事業者は、技術革新だけでなく、提供するサービスを通してユーザ体験やプラットフォームの価値を高め、モバイル分野において革新的な、新しいビジネスモデルを創出した。こうして、世界規模で拡大するスマートフォンのユーザ向けに様々なサービスや機能を提供するデジタル・プラットフォーマーの影響力が増大した。モバイル分野における覇権は大きく変化し、こうした事業者が市場を独占するようになった。

他方、これらデジタル・プラットフォーマーの登場により、携帯電話事業者が独自に開発したプラットフォームは急速に集客力を失うとともに、収益機会が低減した。スマートフォンの登場は、当時飽和を迎えつつあった移動体通信市場に新たな回線需要をもたらし、音声通話からデータ通信へのシフトを決定的なものにしたものの、携帯電話事業者は、爆発的に増えるトラフィックに対応するための高速化・大容量化に多額の設備投資を行うこととなった。また、端末レイヤーにおいては、海外勢の参入による熾烈な競争が加速し、国内市場における我が国ベンダーの競争力は低下した。

図表 1-4-2-1 我が国のモバイル産業におけるエコシステムの変遷



(出典) 総務省 (2020) 「第五世代移動通信システムのもたらす経済及び社会の変革に関する調査研究」

ウ 2020年～5G時代

それでは、5G時代においては、どのようなエコシステムの姿になるであろうか。ここでは、3つの論点・トレンドに着目してみる。

(ア) 水平分離か垂直統合か

前述したとおり、これまではインターネットの潮流により、モバイル産業も含めて水平分離が進展してきた。新たに始まる5Gでは、「超高速・大容量」「超低遅延」「多数同時接続」という性能面での飛躍的な向上により、ネットワークレイヤーが進化するとともに、4Gでは実現できない事業領域へのサービス展開が期待されている。この実現にあたっては、従来の水平分離モデルの更なる発展と、新たな垂直統合型モデルの登場による併存状態になることが予想される。水平分離モデルにおいては、BtoC分野を中心にGAFA・BATなどのいわゆるデジタル・プラットフォームが当面主導するであろう。今後はこれらの事業者が、通信事業の枠を越えて非「ICT」事業者と連携する等で、事業領域を、モビリティ・ヘルスケア・金融等といった通信事業の外へと拡大し、当該領域においてワンストップ型のサービスを提供するような垂直統合的な展開も想定される。

他方、上位レイヤーにおいては、新たな水平分離も予想される。例えば、近年では、多種多様なアプリ群 (メッセージング、SNS、決済、送金、タクシー配車、飛行機・ホテル予約、電子商取引など) を一貫したユーザ体験のもとで統合された一つのアプリ (「スーパーアプリ^{*19}」等と呼ばれる) として提供される動きもみられる。こうした特定の領域内で統合化が起きることで、更なる階層化が出現することも予想される。また、通信ネットワークの使い方が多様になる5G時代においては、5Gネットワークで本格化する見込みであるネットワーク・スライシング技術を用いて、例えば、高精細映像配信を行う超高速・大容量が求められるネットワーク、自動運転等を実現するリアルタイムかつ高信頼なネットワーク、IoTセンサーを用いて少量のデータ通信や遅延があっても許容できるネットワークといったように、特定の分野やユースケースに応じた仮想的なネットワークサービスの提供が進む。こうした提供形態を一種のプラットフォーム化と捉えるならば、水平分離の一層の進展とみることができる。さらには、AIやブロックチェーン等の新たな概念の技術、エッジコンピューティングに基づくネットワークアーキテクチャが進展することで新たなレイヤーの登場と水平分離も想定される。

垂直統合型モデルにおいては、ローカル5G (第2章第4節参照) に代表されるように、企業等ユーザ自らが5G

*19 中国のWeChatやAlipay、シンガポールのGrab、インドネシアのGojekなどが代表例である。

の無線ネットワークの構築ができるようになることで、アプリケーションからネットワークまで一貫した設計が可能になる。こうしたネットワークのプライベート利用が進むとともに、広く普及しているアプリケーションやプラットフォーム機能やインターフェース（API等）、クラウド等のネットワークリソースを組み合わせることで、独自のサービスモデルを展開することができる。特に、BtoB分野においては、特定の分野や業務、空間等に特化した、垂直統合型モデルが発展していくものと考えられる。

(イ) デジタルとリアル

5Gが有する、①超高速・大容量通信、②超信頼・低遅延通信、③多数同時接続という3つの特長は、AIやIoTの生活・産業への実装を加速させていくことが予想される。それとともにICT産業による技術覇権の主戦場は、デジタル空間から今後デジタル・トランスフォーメーションが浸透するリアル・サービスへシフトしていくことが予想される。

これまでBtoC分野において、SNSやクラウドサービス、スマートフォン製造といった分野に注力してきたGAFAsは、この間集積してきたデータ解析やAIといった技術を起点に、前述したとおり「非ICT」事業者との連携等を含め、リアルの世界へのサービス展開を模索するだろう^{*20}。すなわち、デジタル化により、消費者の生活圏を含めリアルな空間や動線での行動や嗜好から新たな価値を創造し、そこで得られるデータを起点としたビジネスをさらに拡大していくことが考えられる。その場合、インターネットの広大なデジタル空間を席卷してきたデジタル・プラットフォーマーに限らず、特定の空間や時間において事業を見出す多様なサービス事業者の参入が進む可能性がある。例えば、xRのような仮想空間技術（空間拡張技術）と、リアルタイム性を実現する5Gやエッジコンピューティングを組み合わせ、ユーザの時間・場所・機会等に応じて柔軟にサービスを提供することで、デジタルとリアル空間が融合する領域で新たな価値を生み出す取組も増えるであろう。

一方、BtoB分野においては、リアル・サービス事業者がデジタル・トランスフォーメーションを推進することにより、デジタル・サービスを取り込んで事業を深化させていく展開も予想される。具体的には、ローカル5Gを活用したスマート工場やスマートプラントなどでは、大量の産業データと処理を扱う、いわゆる産業用IoTプラットフォーム^{*21}が更に普及していくだろう。建機、工作機械、ロボットなど産業分野に中核事業を有する大手事業者は、今後、IoTプラットフォームの機能を活かして、データを活用した企業向けサービスを展開していくことが予想される。また、より広範な社会システムとしての実装が期待される自動運転や船舶・港湾・物流等のスマート化においても、大手自動車メーカーや海運サービス事業者などが、IoTプラットフォームやそこから得られる社会データを取り込み、既存事業を次のステップに深化させていくものと推察される。

(ウ) 多様なプラットフォーマーの出現

GAFAsに代表されるように、これまでは、巨大なデジタル・プラットフォーマーが自らのクラウドにユーザ情報等を収集して分析することによって優越的な地位を確立し、ICT産業内の他レイヤーの事業者に対して支配的影響力を及ぼしてきた。これにより、サービスや事業体としての公共性が増し、より社会的責任を有するようになったことで、国内外ではこうした巨大デジタル・プラットフォーマーに対して、取引条件の開示や運営状況の報告などを求めるなど、市場独占等に対する規制措置に関する議論が進められている。そのため、今後関連市場における競争の在り方やエコシステムの姿が変わっていくシナリオも想定される。

一方で、デジタル化の進展により、プラットフォームビジネスは増えていくものと予想される。例えば、5G時代では、IoT化の更なる普及とエッジコンピューティングの進展により、用途によってはクラウドネットワークまでデータを伝送せずに、局舎や端末等の「エッジ」でデータ処理を行い、その結果をフィードバックする仕組みが普及すると予想される。また、システムベンダーやサービス事業者等が、レイヤーを垂直統合的に縦断して、当該領域の大量のデジタルデータを集約し、分析・制御等機能をサービスとして提供することも想定される。さらに、ユーザ企業の中でも、世界的な大手製造事業者などが、自社のデジタル・トランスフォーメーションを進めつつ、他社へサービス提供（横展開）することで、当該分野におけるプラットフォーマーとしてICT産業全体に影響力を及ぼす可能性がある。

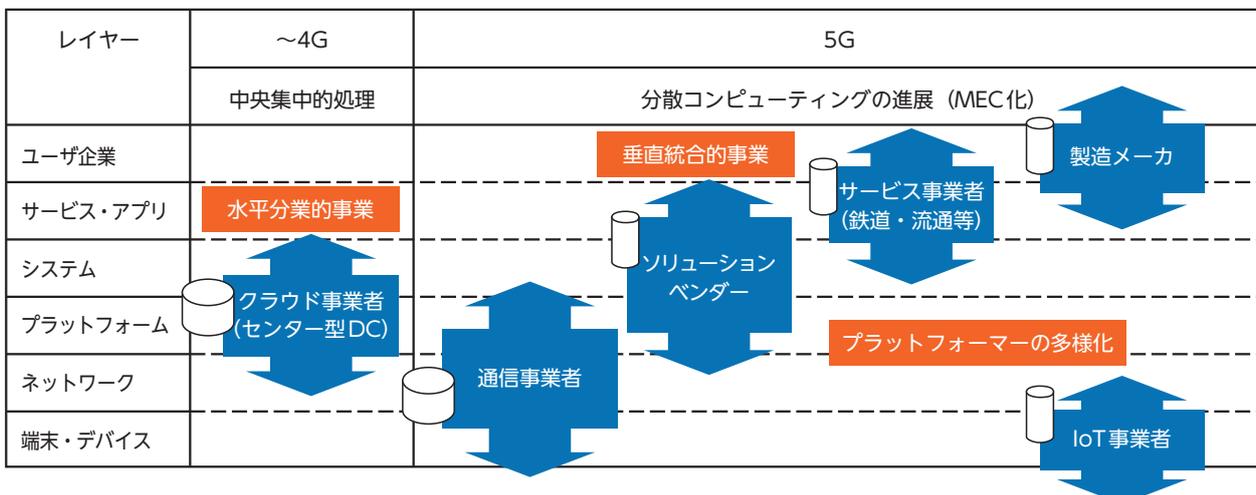
このように、ユーザ企業におけるデジタル・トランスフォーメーションの進展に伴い、ICT産業の一部をユーザ企業が自ら取り込んでいくことも想定される。5G時代においては、エッジコンピューティングやIoTの進展に

*20 Amazonが提供するAmazon Goはその典型例である。詳しくはコラム5を参照のこと。

*21 一般的に、産業用IoTプラットフォームは、①データの集積/蓄積、②データの解析、③ソフトウェア開発環境/アプリケーション・ストア、④IoTプラットフォームとの連携によるデータの相互利用といった4つの機能から構成される。

より、ユーザ企業を含む産業全体のデジタル・トランスフォーメーションの深化によって、多様なレイヤーにおいてプラットフォームが出現し、ICT 産業におけるエコシステムの多様化が進むものと推察される（図表 1-4-2-2）。そのため、革新的なサービスを引っ提げてGAFに次ぐ新たな事業者が台頭することも予想される。特に、デジタル化の革命においては、新たなイノベーションの創出と状況への素早い対応を実現できる新興企業の役割も重要となろう。

図表 1-4-2-2 多様なプラットフォームの出現とエコシステムの多様化



(出典) 総務省 (2020)「第五世代移動通信システムのもたらす経済及び社会の変革に関する調査研究」

2 5G時代に向けての各レイヤーの動向

前項では我が国における ICT 産業の構造やエコシステム全体の変遷を振り返るとともに、5G 時代においてエコシステムの変化の可能性について展望してきた。続いて、本項では 5G 時代に向けての各レイヤーの動きに関して、ネットワーク、端末・デバイス及びサービス・アプリケーションの 3 レイヤーに分けて展望する（プラットフォームレイヤーについては、次項において詳述する。）。

ア ネットワークレイヤー

(ア) ネットワーク仮想化等の進展

5G 時代に向けて、ネットワークレイヤーにおいては、クラウド技術に加え、仮想化技術^{*22}、ネットワーク・スライシング技術^{*23}等の活躍が期待されている。具体的には、5G の進展において、2020 年代半ばにおいては、ネットワークにおけるコア機能の更なる仮想化や、エンドツーエンドでのスライスの提供、ネットワークのクラウド化等の進展が予想される（図表 1-4-2-3）。こうしたネットワークの迅速かつ柔軟な拡張、リソース（計算処理・データ容量など）の共有、俊敏な最適化等を実現する技術は、5G の超高速・大容量、超低遅延、多数同時接続といった特長の真価を発揮させるものである。

また、仮想化技術をはじめとするこうした革新的技術の活用は、ネットワークの「設備」を設置する主体と、「機能」を活用する主体の分離が加速するなど、より柔軟なネットワークやサービスの設計、さらにはネットワークを基盤とした機動的なビジネス展開やイノベーション、新サービス等の価値創造を可能とするものである。さらに、我が国におけるローカル 5G は、特定のエリアや業種、ユースケースに特化した垂直型モデルといえる一方で、経済合理性の観点から設備共用やクラウド基盤でのコアネットワークの共同利用が進展するなど、仮想化技術等によるネットワークの変遷が、想定より早く進展する可能性もある。

*22 従来、個別の機能を有する専用機器を組み合わせて実現していたネットワーク運用について、ソフトウェアを通じて、汎用機器を機能単位で仮想化して専用機器と同様に運用可能とした上で、プラットフォーム上で統一的に制御可能とする技術。

*23 仮想化されたネットワークリソースを「スライス（物理ネットワークを複数の仮想ネットワークに分割したもの）」として切り出して、事業者やユーザ向けに提供することを可能とする技術を活用したサービス。

図表 1-4-2-3 ネットワーク技術の進化

想定時期		～2020年頃	2020年代～		
ネットワークの主な動向		4G普及期 5Gを見据えた展開	5G (NSA) 導入	5G (SA) 導入	5G普及期 次を見据えた展開
ネットワークの特徴	ソフトウェア化 ／仮想化	コア機能のソフトウェア化／仮想化			
		基地局機能のソフトウェア化／仮想化			伝送機能のソフトウェア化／仮想化
	ネットワークスライス		単一事業者内		複数事業者間
	クラウド化	クラウド化の進展			完全クラウド化
主なステークホルダー				サードパーティのネットワーク参入	
		電気通信事業者			

(出典) 総務省 (2020) 「第五世代移动通信システムのもたらす経済及び社会の変革に関する調査研究」

5G時代における根本的なネットワークの技術変革において、もう一つ重要な技術としてエッジコンピューティングが挙げられる。ネットワーク上のデバイス、アプリケーション、トラフィックがより多様化する中、従来のクラウドサーバを中核とするクラウドコンピューティングに対して、エッジコンピューティングではよりユーザに近い領域（ネットワークゲートウェイ、顧客施設、またはエッジ・デバイス上）においてデータ処理機能を汎用的なサーバ上で提供することでクラウドを補完する。ユーザは、用途に応じてクラウドコンピューティングやエッジコンピューティングを組み合わせることで、ネットワーク柔軟性のメリットを享受することができる。エッジコンピューティングは、4Gでも使用可能な技術であるが、5Gとの組み合わせで伝送速度や遅延が最適化されることによって、従来は困難であった、自動運転やテレロボティクスなど遅延時間に敏感なアプリケーションを実現するワイヤレスソリューションの基盤構築が可能となる。

このことにより、前述した特定の分野やニーズに特化したネットワーク・スライシング技術等と組み合わせることで、製造、自動車、ヘルスケア、農業など、様々な業態やユースケースにおける多様な要件に対応した、新たな画期的なサービスの実現につながる。

(イ) 技術革新による市場構造の変化

仮想化等の進展により、ネットワークの「機能」と「設備」の分離が進展すると、ネットワークの「機能」を活用する主体として、例えば通信事業者以外の事業者等がネットワークレイヤーへの関与を強め、設備を自ら設置することなくネットワーク・オーケストレーション^{*24}やスライシングサービス等のサービスを提供することも想定される。従来、通信事業者がデータセンターに高価かつ専用のハードウェアとソフトウェアを構築してネットワークサービスを提供したところ、現在は、仮想化技術の発達によりクラウドのプラットフォーム上で同等の能力と信頼性を低費用で提供できるようになっている。これにより、ネットワークサービスの提供形態やネットワークに關与する主体の範囲が変わり、ネットワーク構造や市場構造が大きく変化する可能性が考えられる。

特に、グローバルのIT系事業者やプラットフォーマー等が、ネットワークの各種機能を自らのサービスの一要素として取り込み、垂直統合的なサービスを展開することも想定される^{*25}。さらには、設備を保有する事業者と、管理や機能を提供する事業者の役割や境界線が変わることで、従来、通信事業者が保有していた設備の一部をユーザ企業、または通信事業者とユーザ企業の間の中間層としてのプラットフォーマーが保有・管理するようなビジネスモデルも登場し得る。

通信ネットワークとクラウドが融合していく潮流の中で、実際に、近年ではグローバルIT大手・プラットフォー

*24 NFVO (NFV オーケストレータ。NFV の統合的管理を実施)、VNFM (仮想化機能マネージャ)、VIM (仮想化基盤マネージャ) 等、仮想化されたネットワークリソースを統合的に管理する仕組み

*25 具体的には、海外の上位レイヤーの事業者がスライシングサービスを外部から管理・運用し、サービス品質等を動的に制御することも想定される。

マーがネットワークレイヤーに進出し、自社のサービスメニューを充実させるとともに、通信事業者との連携を強化する動きがみられる（図表1-4-2-4）。

図表 1-4-2-4 グローバルIT大手・プラットフォーマーによるネットワークレイヤーへの進出

事業者	動向
Amazon (AWS)	<ul style="list-style-type: none"> 2019年12月に、通信キャリアの5GネットワークのエッジにAWSのコンピューティングサービスとストレージサービスを組み込んだ「AWS Wavelength」を発表。エッジでの機械学習、産業機器、スマートカーやスマートシティ、IoT、AR・VR等の超低遅延を必要とするサービスを提供できるとしている。 米国ではVerizonと提携し、同社のMECソリューション「5G Edge」上でのパイロットテストをシカゴで実施するなど、各国通信大手との協業を推進している。
Google	<ul style="list-style-type: none"> 2020年3月に、Global Mobile Edge Cloud (GMEC) 戦略を発表。通信キャリアと共同開発した5Gソリューションのメニューとマーケットプレイスを提供。グローバルな分散エッジ拠点も提供すると発表。 同時にAT&Tや通信キャリア向けベンダー大手Amdocsとの提携を発表。Googleは小売、製造、運輸などの業界向けに、5Gエッジコンピューティングソリューションサービスメニューをテストしているとしている。
Microsoft	<ul style="list-style-type: none"> 2020年3月に、通信事業者に仮想化のネットワークソリューションを提供しているAffirmed Networksを買収。Affirmed Networksは、特に5Gとエッジコンピューティングに注力しており、AT&TやOrange、Vodafone、Telus、Turkcell、STCなどの海外の大手通信キャリアを含む100社あまりの法人顧客基盤を保有する。

(出典) 総務省 (2020)「第五世代移動通信システムのもたらす経済及び社会の変革に関する調査研究」

(ウ) 通信事業者の事業展開

前述したネットワークの設備と機能が分離する潮流において、通信事業者においては、効率的な設備投資・運用を進めながら、機能面での高付加価値化を実現し、自ら成長性を生み出しながら事業転換を図ることが求められている。特に、先進国の市場においては、通信サービスの普及が飽和する中、いわゆる回線事業の提供だけでは事業の成長性に限界があることから、通信事業者においては、多様なソリューションの提供、サードパーティとの連携、開発のエコシステムの整備等を通じた、新たな事業展開等の方向性を見出しながら、事業再構築を迫られている。

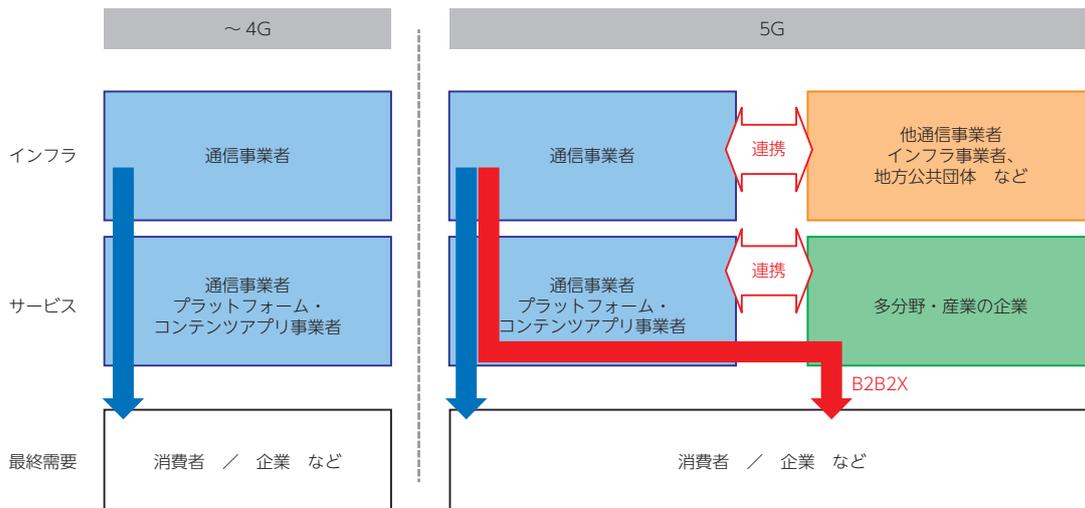
これまで通信事業者は、消費者や企業に通信サービスを提供し、その対価として通信料金を得る「BtoX」のビジネスモデルを展開し、主として消費者向けサービス（BtoC）に普及の牽引力があった。しかしながら、BtoC市場が飽和しつつある中、5G普及促進の起爆剤はBtoC市場では必ずしも見えていない状況にある。そのため、「B2B2X」モデルを通じて、様々な分野や産業における企業等のデジタル・トランスフォーメーションを推進しながら新たな市場形成を模索している（図表1-4-2-5）。実際、5Gに関わる国内外の通信事業者やベンダー、サービス事業者等は、製造、流通、金融など多様な産業を連携相手としたネットワーク整備やオープン・イノベーションによるアプリケーション開発などを推進する構えを見せる。例えば、IoTに不慣れな日用品メーカーなどが新たに5G向けサービスに乗り出す場合も、オープンイノベーション（共創）を通じて外部の知見を活用しつつアジャイル型開発^{*26}などを導入すれば開発期間の短縮も可能となる。5Gを用いた多種多様な新サービスの創出が想定される。

一方、設備・インフラへの投資や整備が世界中の通信事業者の課題となっている。特に、4G網までのネットワーク整備は、通信事業者自身のインフラ資産を活用することができたが、5Gでは高い周波数帯も活用することから、基地局はより高密度な設置により、都市部でも設置環境に制約が生じる課題があることから、他社や公共の資産の活用が必要となる。そのため、近年は通信事業者間や公共インフラとの設備の共用も進んでいる^{*27}。

*26 開発の途中で仕様や設計の変更があるとの前提に立って、最初から厳密な仕様を決めずにおおよその仕様だけで開発に着手し、小単位での「実装→テスト実行」を繰り返しながら、徐々に開発を進めていく手法を指す。

*27 例えば、KDDIとソフトバンクは、両社が保有する基地局資産を相互利用し、地方における5Gネットワークの早期整備を共同で推進する旨を発表している。

図表 1-4-2-5 5G時代におけるB2B2Xモデル等連携型モデル



(出典) 総務省 (2020) 「第五世代移動通信システムのもたらす経済及び社会の変革に関する調査研究」

他方、GAFGAが席卷するサービス領域においては、通信事業者自らが保有するビッグデータ・AI等を駆使し、サードパーティ^{*28}の多様なデータを組み合わせながら、付加価値を提供するサービスを模索している。例として、米国の携帯電話事業者Verizonが提供するプラットフォーム“Orion”では、端末操作等から得られるユーザのモバイルでの情報行動等や位置情報、顧客管理関連情報、使用回線や端末等の基礎情報を組み合わせることで、ユーザの把握や予測を行っている。

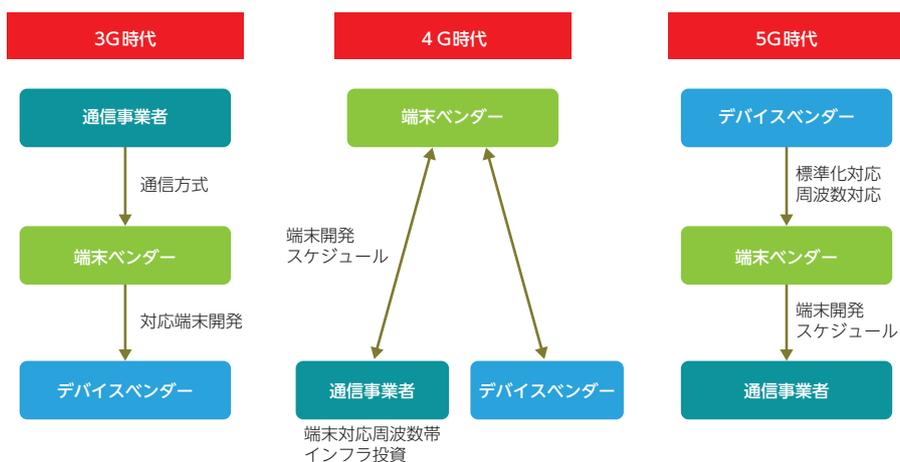
イ 端末レイヤー

端末レイヤーでは、BtoC市場におけるスマートフォン、タブレット、スマートウォッチ、VR/ARに対応したスマートグラスなどコンシューマ・デバイスの5G対応に加え、IoTの普及等により、従来の自動車もコネクティッド・カーや自動運転車へと進化させる取組が急速に進展している。また、工場等のBtoB市場や産業分野では、建機、工作機械、ロボット、監視カメラ、ドローン等の遠隔制御とエッジコンピューティングによるインテリジェント化が進み、多くのエッジ・デバイスが5Gネットワークに接続されることになる。このように、5Gの普及は、端末の多様化を促すことが予想されるが、BtoC市場では米中韓の大手端末ベンダーによる競争が激しさを増している。

端末を構成するデバイス（部材等）に着目すると、5Gの周波数帯に対応した高周波デバイスや高周波部材が、前述した端末に内蔵されるようになる。大容量映像を撮影するための撮像素子の高精細化、それを表示するためのフラットパネルディスプレイの高精細化・大型化や、データを蓄積するためのメモリーの高速・大容量化、低遅延によるバッテリー寿命の増加を促進することが予想される。当該デバイス・部材市場は、日本の部材メーカーが競争力を有している領域が多いのも特徴である。一方、キーデバイスとなる5G向け通信モジュールについては、モバイル分野に限らず米クアルコム社が独占的に供給する体制が構築されつつある。同社は、標準化や高周波デバイスへの対応にいち早く取り組み、デバイスレイヤーのプラットフォーマーとして、端末ベンダーや通信事業者に影響力を及ぼす位置付けとなっている（図表1-4-2-6）。

*28 ここでは、通信事業者とGAFGA以外の企業を指す。

図表 1-4-2-6 モバイル市場の端末レイヤーにおけるエコシステムの変化

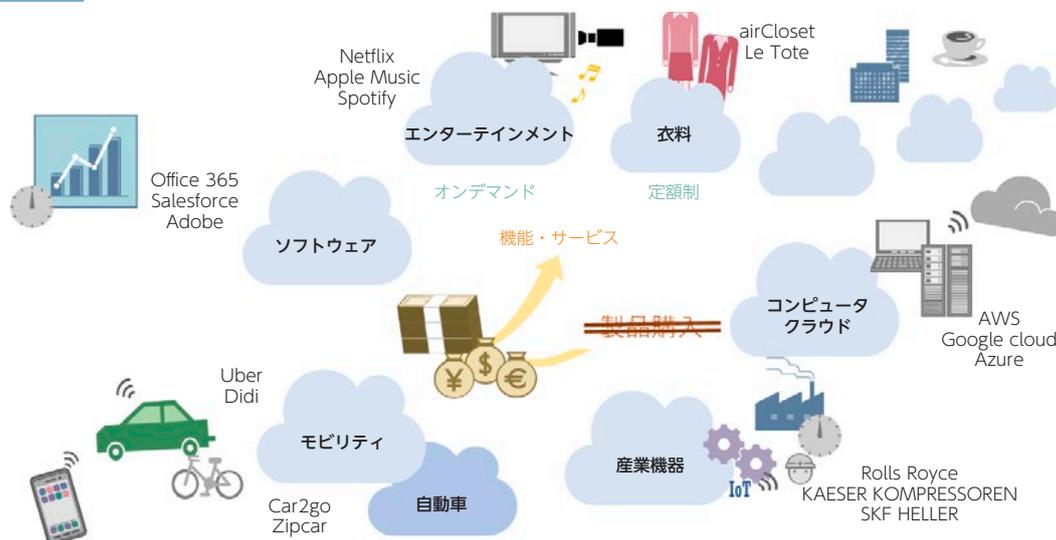


(出典) <https://www.mca.co.jp/info/5greport-2020-release/> を元に加工

ウ サービス・アプリケーションレイヤー

Googleのクラウドサービス、Netflix等の映像ストリーミングサービス、Uber等のライドシェアリングサービス等の多様なプラットフォームの登場やIoTによる双方向化の実現により、あらゆる企業が必要なネットワーク等のリソースを組み合わせ、オンデマンドにサービス・アプリケーションを提供できる新たなビジネスモデルが生まれている。ソフトウェアから、コンピューター、エンターテインメント、自動車、産業機器など、BtoC・BtoBにかかわらず、製品自体を販売するのではなく、従量制または月額定額制（サブスクリプション）など、あらゆる製品の使用等に課金する形態が増えている。特に、こうしたさまざまなサービスやアプリケーションをインターネット経由で提供・利用するサービスは「Everything as a Service (XaaS)」と称されている^{*29} (図表 1-4-2-7)。

図表 1-4-2-7 Everything as a Service (XaaS) の例



(出典) 総務省 (2020) 「第五世代移動通信システムのもたらす経済及び社会の変革に関する調査研究」

近年のビジネスモデルの潮流として、サプライヤーがサービスのデータ分析と保守を担当し、クラウド及びIoT等を通じてリアルタイムにアップグレードと改善を提供するモデルが挙げられる。例えば、製造業では、ロールスロイスが、航空宇宙業界の企業向けに供給したタービンエンジンについて、飛行時間に対して固定料金を課金するXaaSモデルを導入した。エンジンにはIoTセンサーが搭載されて状態が管理されており、同サービスには保守・

*29 こうしたコンセプトはインターネットの登場以前から存在する。1960年頃に、当時のハロイド社（現ゼロックスコーポレーション）は、コピー機をオフィスヘリースして手頃な価格で広範囲に使用できるようなビジネスモデルを導入した。具体的には、ハロイド社は、機器・サービス・サポート等のサービスを顧客企業に提供し、同サービスに含むコピー使用量の上限を超える使用量に対して課金した。

運用が含まれる。これにより、メンテナンス中等のエンジンのダウンタイムを縮小させ、利用企業側はコストを平準化させる（予見性を高める）ことができる。

3 プラットフォームレイヤーにおけるトレンド

本項では、プラットフォームレイヤーの動向、特にこれまでインターネットの普及による水平分離の構造変化の中で、BtoC向けサービス市場を中心に席卷してきた米国や中国の大手プラットフォーマーや台頭するテクノロジー企業に焦点をあてるとともに、産業のIoT化が進むBtoB向けサービス市場における動向について整理する。

ア GAFAM等大手プラットフォーム事業者の動向

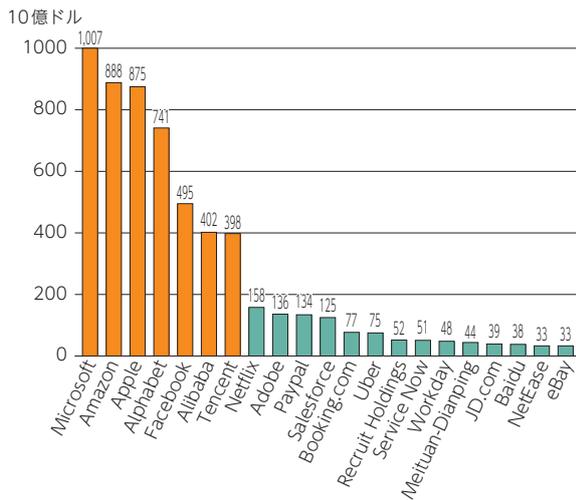
(ア) 全体的な傾向

Google、Amazon、Facebook、Apple、Microsoftといった米国の大手インターネット企業は、ICT産業のみならず世界の株式市場で圧倒的な存在感を誇っている。このうち、Google、Amazon、Facebook、Appleの4社で頭文字をとって「GAFAM」、またMicrosoftも加えた5社で「GAFAM」などと呼ばれている。また、近年台頭している中国のインターネット大手のBaidu、Alibaba、Tencentも、3社で「BAT」等と呼ばれている。

まず、これら各社の規模や成長性についてみる。2019年6月時点の世界のインターネット大手事業者の時価総額（図表1-4-2-8）をみると、Baiduを除く7社は、4,000億ドル（約45兆円）以上の規模に達しており、抜きんできていることが分かる。特に、同時点ではMicrosoft社の時価総額が1兆ドル（約110兆円）を上回り、Apple及びAmazonに続き、時価総額が1兆ドルを超えた3番目の米国企業となり、時価総額が最も高い米国企業にもなった。

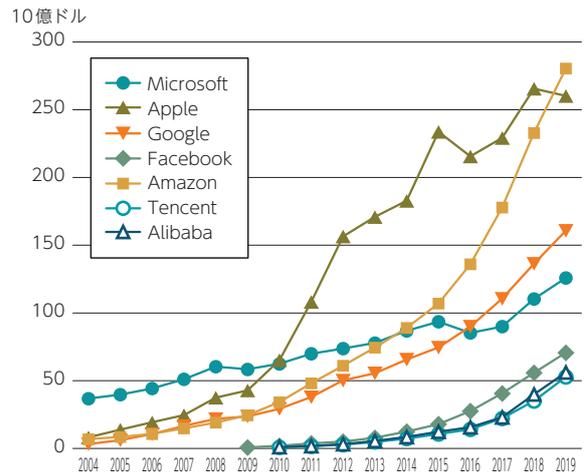
こうしたプラットフォーマー等インターネット大手の規模は成長を続けている。これら各社の売上高の推移をみると、いずれの企業も類似する高い成長率で売上高が引き続き拡大していることが分かる（図表1-4-2-9）。これら7社の中で、売上高ベースではAppleが最も規模が大きかったが、2019年にはAmazonの売上が逆転し首位となった。また、Microsoftも、一時期はGAFAMにおされるように伸び悩んでいたところ、直近では企業買収等の事業構造改革を経て、再び拡大基調となっている。

図表 1-4-2-8 世界の大手インターネット事業者の時価総額（2019年6月時点）



（出典）総務省（2020）「第五世代移动通信システムのもたらす経済及び社会の変革に関する調査研究」

図表 1-4-2-9 大手インターネット事業者の売上高推移



（出典）総務省（2020）「第五世代移动通信システムのもたらす経済及び社会の変革に関する調査研究」

(イ) 主要プラットフォーマーの動向

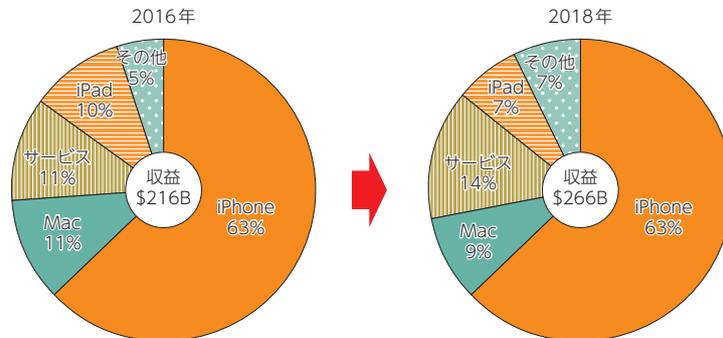
これら各社の収益拡大がどこまで続くのか。その見立てには、各社の事業構造や取り巻く市場環境を通じて、それぞれの経営方針や戦略等についてみる必要がある。

A Apple

Appleの事業構造はハードウェア販売による収益である。最も大きな収入源はスマートフォンのiPhoneであり、

売上高の62.8%を占め、PCのMacとタブレット端末のiPadが、それぞれ9.6%と7.1%となっている（2018年時点。図表1-4-2-10参照）。2019年3月には、Apple Walletと紐づけられるApple Cardを発表するなど、近年は、金融サービスに注力しているなど、BtoC領域において、消費者の生活に係る側面での事業展開を図ろうとしている。

図表 1-4-2-10 Appleの事業別売上高



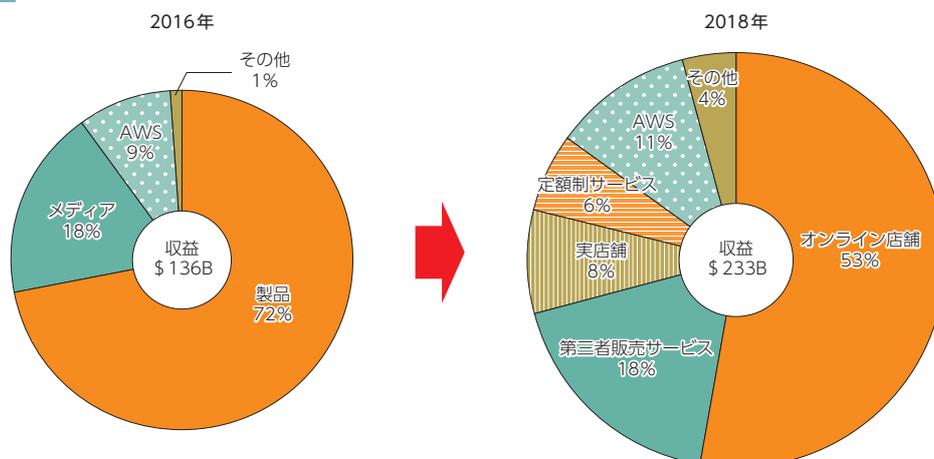
(出典) 総務省 (2020)「第五世代移動通信システムのもたらす経済及び社会の変革に関する調査研究」

B Amazon

Amazonは、インターネット小売事業の収益が最も多く、売上高の半分以上を占めている。BtoC向け商材が中心であるが、BtoB向けのビジネスも拡大している。間接材といわれる、事務用品等の分野から、工場内での消費財等へ広げ、様々な商材の取り扱いへと事業範囲を拡大している。同社のプラットフォームにより、世界中の顧客へ販売機会を提供でき、配送も委託できるというメリットがあるなど、販売している中小企業社数は、既に100万社を超えていると言われている。UNCTAD（国連貿易開発会議）によると、世界の電子商取引市場の市場規模は約26兆ドル（2018年）であり、前年比8%増と堅調に拡大が続いている。そのうち、BtoC市場は約4.3兆ドルであるのに対して、BtoB市場は約21.3兆ドルと約8割を占めている。AmazonはBtoB市場も取り込む形で今後も市場における強固なポジションを維持することが想定される。

他方、近年は、実店舗も急成長しており、2018年は前年比約200%となっている。レジのない実店舗Amazon Goも大きな話題となった。また、同社のクラウドサービスAWSもインターネット関連市場の継続的な拡大を背景に堅調に拡大しており、重要な収益源となっている（図表1-4-2-11）。

図表 1-4-2-11 Amazonの事業別売上高



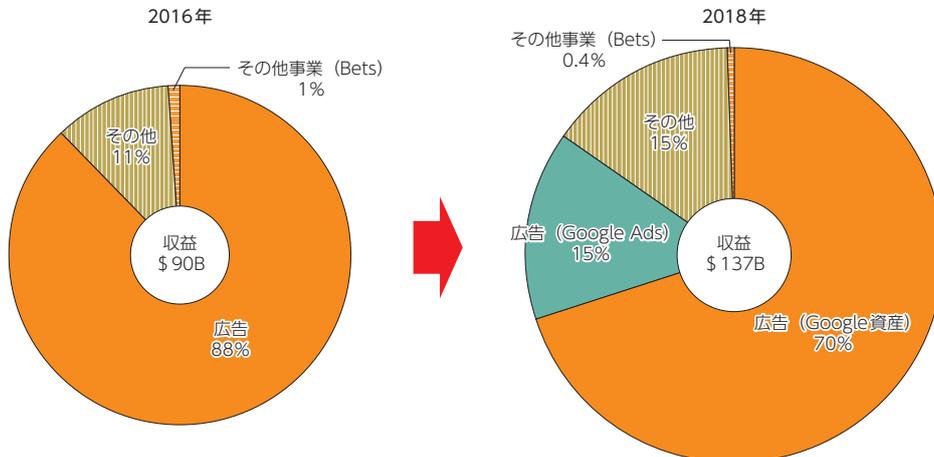
(出典) 総務省 (2020)「第五世代移動通信システムのもたらす経済及び社会の変革に関する調査研究」

C Alphabet/Google

Googleの親会社であるAlphabetの売上は広告事業が中心である。YouTubeを含む多様なインターネットコンテンツに係る広告の売上高は全体の約7割に及ぶ。こうした売上構造を背景に、Alphabetは新たな収入源を探るため、多様な分野における新たな事業に投資を続けている（図表1-4-2-12）。特に、これまでのオンライン・デ

デジタルの領域から、リアルな領域への展開に注力しており、BtoCサービスでは、モビリティやヘルスケア分野への進出を検討しているとみられる。代表例として、モビリティでは、自動車配車サービス「Waymo one」を展開するWaymoを展開している。ヘルスケアは、医療データ460億件に基づくAIによる、入院患者の経過予測、眼病診断、乳がん画像診断、腎臓病の進行診断等を行うGoogle Brainなどが挙げられる。

図表 1-4-2-12 Alphabetの事業別売上高

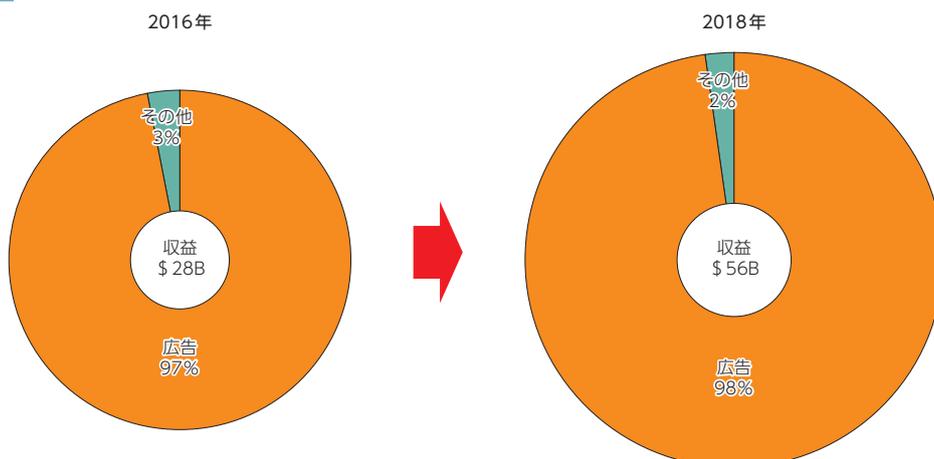


(出典) 総務省 (2020)「第五世代移动通信システムのもたらす経済及び社会の変革に関する調査研究」

D Facebook

Facebookは現在世界最大のSNSサービスであり、同社もAlphabetと同様に売上の多くを広告事業に頼っている。広告事業の比率は年々高まっており、直近ではほぼ100%が広告売上となっている(図表1-4-2-13)。Facebookは基本的に無料で利用できる広告モデルであるにもかかわらず、ユーザー1人換算の売上高は35ドルであり、有料・定額制動画配信サービスのNetflixの30ドルを上回ると言われている。インターネット広告市場は、今後も成長を続ける見通し^{*30}であり、Facebookもその成長を取り込みながら、市場における強固なポジションを維持することが想定される。

図表 1-4-2-13 Facebookの事業別売上高



(出典) 総務省 (2020)「第五世代移动通信システムのもたらす経済及び社会の変革に関する調査研究」

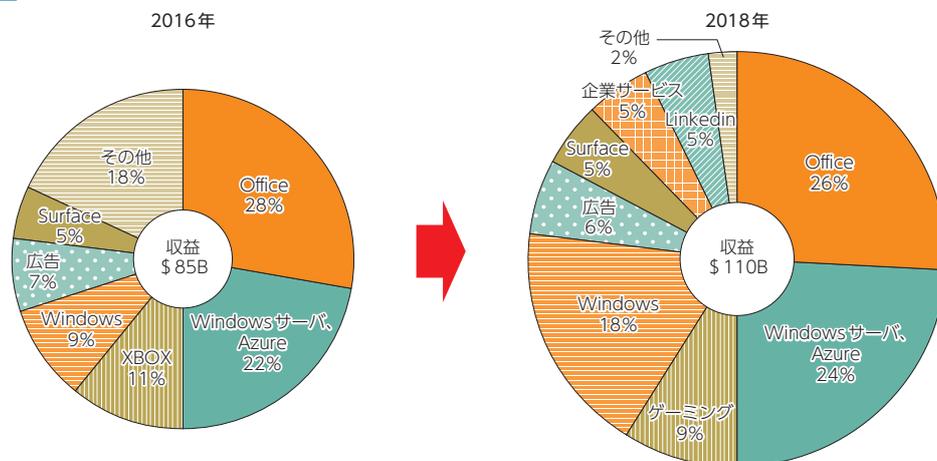
E Microsoft

Microsoftは、ソフトウェア事業を軸に、上記4社と比較すると多様な収入源がある。最も大きな割合を占めているのは同社のOffice製品(ソフトウェア)であり、クラウドサービスのMicrosoft Azure、OSのWindowsと

*30 世界のインターネット広告市場は、2019年時点でテレビ向け広告や新聞向け広告がそれぞれ1,924億ドル、700億ドルであるのに対して、インターネット広告は3,324億ドル(約35兆円)に達しており、その成長の勢いは変わらない。そのうち、Googleの広告売上が1,037億ドル(市場シェア31%)、Facebookが674億ドル(市場シェア約20%)と新聞向け広告市場と拮抗する規模に及んでいる。

続いている（図表1-4-2-14）。検索サービスBingは、Googleに次ぐシェアを誇っており、2018年は売上高実績では前年比16%も伸ばしているなど広告事業も堅調である。

図表 1-4-2-14 Microsoftの事業別売上高



(出典) 総務省 (2020)「第五世代移动通信システムのもたらす経済及び社会の変革に関する調査研究」

イ IoT等BtoB向けプラットフォームの動向

プラットフォームレイヤーでは、BtoB分野において、産業データ等を扱ういわゆる産業向けIoTプラットフォームの動向が注目される。

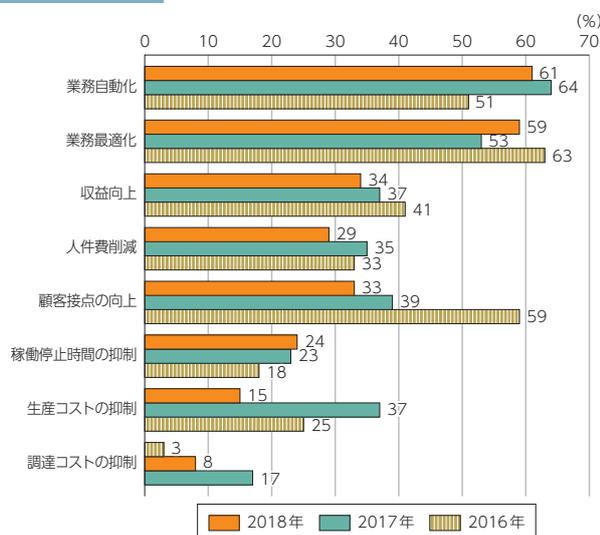
(ア) 産業IoT関連市場の拡大

産業分野では、企業が厳しいマージンの下で事業を行っており、より大きな利益を生み出すために非効率性を排除することが課題となっている。IoTやAIなどの新たな技術導入による、イノベーションがあらゆる業態においておきている。特に製造業をはじめとする産業分野においては、ドイツの「Industry 4.0」に代表されるように、IoTなど先進的なソリューションを通じて、業務の自動化（オートメーション）、データ化等が進展している。

企業におけるIoTソリューションの導入理由としては、業務の自動化・最適化が大きな理由となっているが、近年は、収益向上や顧客接点の向上といった理由も増加している（図表1-4-2-15）。

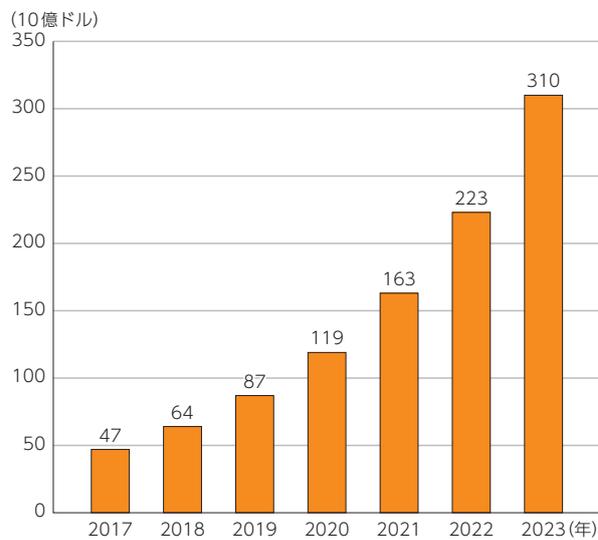
IoTソリューションの市場規模（グローバル）は、ドイツの調査会社IoT Analyticsによれば、2017年から2023年にかけて、年平均成長率37%で拡大すると予測している（図表1-4-2-16）。

図表 1-4-2-15 世界のユーザ企業のIoTソリューションの導入理由



(出典) BUSINESS INSIDER INTELLIGENCE

図表 1-4-2-16 IoTソリューションの市場規模（グローバル）



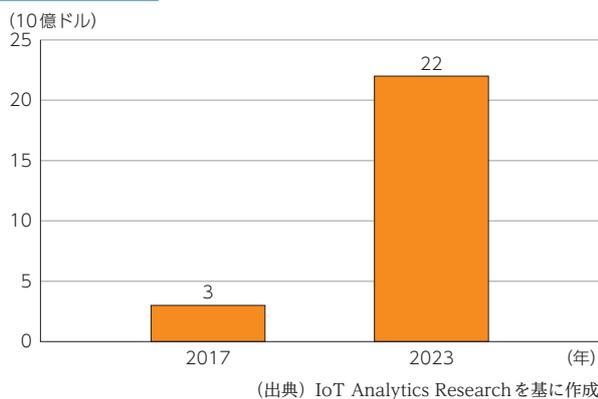
(出典) IoT Analytics Researchを基に作成

(イ) IoTプラットフォームの市場構造

IoTプラットフォームは、機能の多様化や汎用化に伴い、プラットフォームを提供する事業者とユーザ側の境界線を軸に、多様な形態が存在する^{*31}。また、対象分野も製造業に留まらず、農業、建設、コネクテッドカー、エネルギー、健康、公共サービス、小売、物流など多様な分野へ横展開している。

IoT Analyticsによれば、世界のIoTプラットフォーム市場（プラットフォーム利用料等の収益合計）は、2018年から2023年まで年平均成長率39%で成長しており、2023年までに220億ドルを超えると予測している（図表1-4-2-17）。また、提供事業者をみると、2017年時点で既に450社が提供しており、2019年時点で620社へと増加している（図表1-4-2-18）。なお、2017年時点の450社のIoTプラットフォームのうち、47は事業が終了し、70が買収されるなど、競争が激しい状況にも関わらず、参入が堅調に続いている。

図表 1-4-2-17 世界のIoTプラットフォーム市場規模の予測（プラットフォーム利用料等の収益合計）



図表 1-4-2-18 世界のIoTプラットフォーム市場における提供事業者の推移



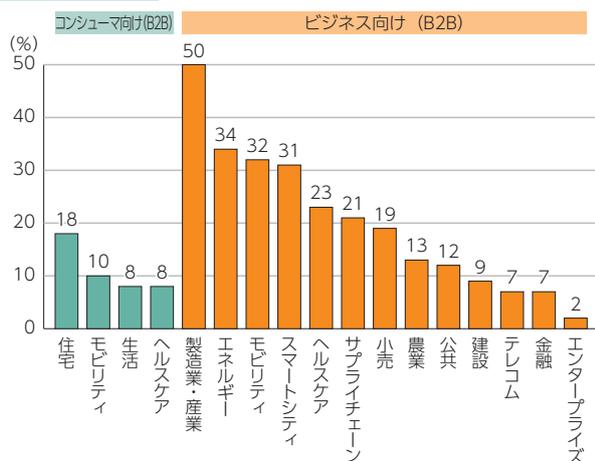
中でも、IoTプラットフォームのターゲット領域は、コンシューマ向けIoTプラットフォームと比して、企業向けプラットフォームの占める割合は極めて大きいことが分かる。その中でも製造業が最も多く、IoTプラットフォーム事業者の約50%が、製造/工業用途にフォーカスしている。製造業の次に多いのが、エネルギー（34%）とモビリティ（32%）、スマートシティ（31%）となっている（図表1-4-2-19）。

こうした競争や参入の背景として、産業向けIoTは、特定のユースケースや業界に焦点を当てることで、水平展開する大手事業者が提供できない価値にフォーカスできる点が挙げられる。具体的には、ユーザ企業とソフトウェアの作りこみ（カスタマイズ）を実施し、その後、当該ソフトウェアの標準化を行った上で、プラットフォームとして販売する傾向が強い。しかしながら、このように市場が断片化されつつも、IoTプラットフォーム間での買収や合併は2013年の3件から2017年には25件に増えるなど、長期的には統合化する方向に向かっている。2016年では上位10社がIoTプラットフォーム市場の約44%を占めていたが、2019年には上位10社が58%を占めているなど、IoTプラットフォーム市場の市場集中度が増していることがみてとれる（図表1-4-2-20）。

*31 IoTプラットフォームの主な類型は、以下のように分類される。

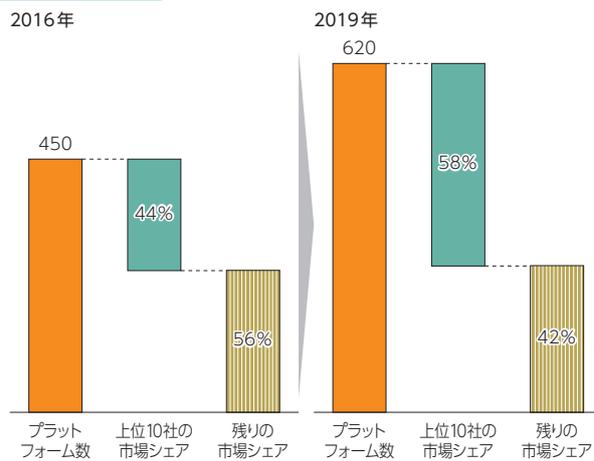
- ①接続プラットフォーム：IoTデバイスの接続の管理や接続されたIoTデバイス向けの通信サービスの機能やソリューションを提供するPaaS型サービス。
- ②デバイス管理プラットフォーム：接続されたデバイスの構成や定期的なファームウェア/ソフトウェアの更新による最新状態を維持するためのPaaS型サービス。
- ③クラウドプラットフォーム：IoTのアプリケーション及びサービスに係るデータ管理向けにネットワークリソースの拡張性等を備えたIaaS型のサービス。
- ④アプリケーションプラットフォーム：サービスとしてのソフトウェアソリューションを提供することで、開発者がIoTアプリケーションまたはサービスを迅速に開発・テスト・展開できるSaaS型のサービス。
- ⑤分析プラットフォーム：IoTから収集したデータに基づき、AIなどの高度な分析ツール用のSaaSソリューションも提供するPaaS型サービス。

図表 1-4-2-19 対象分野・産業別の IoT プラットフォーム数



(出典) IoT Analytics Research を基に作成

図表 1-4-2-20 IoT プラットフォームの市場シェアの推移



(出典) IoT Analytics Research を基に作成

特に、IoT 関連市場で優位なポジションを有しているのが、大手クラウドサービス事業者、企業向けソフトウェアパッケージ事業者に加え、ユーザ企業のデジタル・トランスフォーメーションを支援する事業を展開する大手 Sier や各分野の大手ユーザ企業が挙げられる。そのうち、クラウドサービス事業者では、Amazon (AWS) 及び Microsoft が特に大きなシェアを占めている。また、企業向けソフトウェアパッケージ事業者の代表としては、SAP が挙げられる。同社は、自社の顧客基盤における製造業について多くのケーススタディを有しており、独自のポジションを築いている。

こうした大手プラットフォームの展開に対し、他の ICT 企業は生き残りをかけて、プラットフォーム競争から個々のソフトウェアアプリケーション (SaaS) の提供や分析業務など上流へと向かう構造変化が進みつつある。こうした従前の ICT 企業に加えて、新たなトレンドとして市場で台頭しているのが、大手 Sier やユーザ企業である。その事例として、大手 Sier からは Siemens、ユーザ企業からは Volkswagen の取組を取り上げる。

A Siemens AG (ドイツ)

Siemens は、現在では情報通信・電力・交通・医療・生産設備・家電製品等の広い分野で製造及びシステム・ソリューション事業を幅広く手がけるコングロメリット企業である。同社は、事業構造改革を続けてきた代表的な企業であり、競争激化に伴い収益性向上が見込めない家電事業等の BtoC 事業から撤退し、高度な技術力に基づきヘルスケア・産業オートメーション・社会インフラの 3 つの BtoB 事業へ中核事業をシフトさせてきた。

Siemens は、現在こうした BtoB・産業分野に焦点を当てたソリューションを提供し、製品・生産・運用等のいわゆる「デジタルツイン」を推進しており、その一環で、製品、工場、システム、設備等を接続し、高度な分析機能を備えたクラウドベースの IoT プラットフォーム “MindSphere” を展開している (図表 1-4-2-21)。

“MindSphere” は、幅広いデバイス及び企業向けシステムの接続、業務アプリケーション、高度な分析等が利用できるほか、Siemens のオープンなプラットフォームサービス (PaaS) 機能と、AWS、Microsoft Azure、Alibaba のパブリッククラウドサービスへのアクセスの両方を提供することで、ユーザ自らのサービス・アプリケーションの開発環境を提供している。

B Volkswagen (ドイツ)

大手自動車メーカーの Volkswagen は、自社のデジタル・トランスフォーメーションに資する取組の一環で、プレス機から塗装ロボット、組み立てロボット、ロジスティクスまで全ての設備をクラウドに接続することで、データをリアルタイムに収集し、機械学習アルゴリズムで各設備のパラメーターを調整し、生産効率を高めるとい

図表 1-4-2-21 Siemens の IoT プラットフォーム “MindSphere”



(出典) Siemens 公表資料

う、同社が称する「デジタルプロダクション」を目指している。

同社は2019年に、自動車メーカーの製造工場とサプライチェーンを接続および管理するための、クラウド上の産業用デジタル制作プラットフォーム“Volkswagen Industrial Cloud”をAWSとの協業により構築することを発表した。同社ではこれまで各工場が個別に生産システムを導入していた課題があったが、“Volkswagen Industrial Cloud”は、自社の工場とそのサプライチェーンのパートナーを含む30,000以上の施設からのデータをクラウドに統合し、生産及び物流プロセスのさらなる効率化する取組である。プラットフォームの具体的な機能として、AIを利用して、生産機械のメンテナンスを実施するほか、無駄の削減などを焦点に、15ほどのアプリケーションを定義して、標準化されたアプリとして全ての工場に利用可能にしている。同アプリケーションの実用化のみでも、2025年末までに約2億ユーロのコスト削減効果が見込まれている。

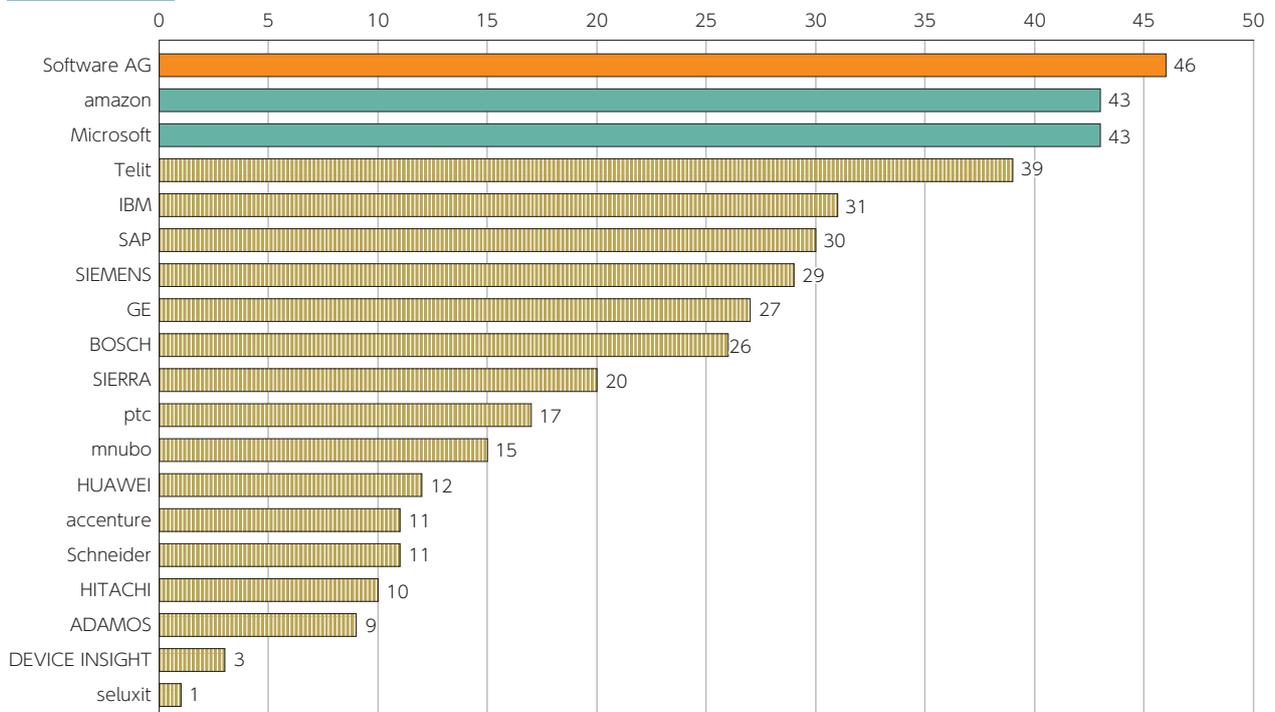
現在開発されているソリューション及びアプリケーションは、オープンなエコシステムを形成し、他の企業でも利用可能にすることで、サービス展開する計画としている。自動車分野に限定せず様々な分野における複数のパートナー企業との共同利用と開発を推進することによって、プラットフォームやサービスを自社開発することなく、システム内でのシナジーを活用するという大きな利点を得ることを目的としている。

また、同社はAWSの他、前述のSiemensともパートナーシップを組んでいる。Siemensは、“Volkswagen Industrial Cloud”の構築に向けて設備のネットワーク化等を支援するほか、同社の“MindSphere”上のアプリケーションを“Volkswagen Industrial Cloud”へ提供している。

(ウ) BtoBにおけるエコシステムの形成

前項のSiemensやVolkswagenの例のように、産業向けプラットフォームでは、グローバルで多数の企業が参入し競争が激化する中、技術や機能の範囲等に応じて、複数のパートナー企業との連携によるエコシステム形成が進展している。そのことは、プラットフォームのユーザにとっても、異なるプラットフォームのソフトウェア等を利用できるメリットにつながる。特に、欧米の大手プラットフォーム事業者のパートナー数は非常に多く、Software AG、Microsoft、Amazonは、40社以上との提携に注力することで、市場におけるポジショニングや収益性の維持を図っている（図表1-4-2-22）。

図表1-4-2-22 IoTプラットフォームのエコシステムの規模（パートナー企業数）



(出典) IoT Analytics Researchを基に作成

こうしたパートナーの技術的メリットは、IoTプラットフォームを提供する事業者が自らの技術の強みに投資と開発等に集中できると同時に、その他の活動全体で他事業者の知見や蓄積にアクセスすることで、イノベーションの実現やプラットフォームの価値向上につなげることができる。

また、事業上のメリットとしても、複数のパートナープログラムに参加することで、共同でのソリューション展開等の事業機会につながる。特に、小規模な事業者は、PoC^{*32}や試験的な取組を通じて実装しない限り、開発環境や専門的な人的リソースへのアクセスが難しいが、プラットフォームが既に広く採用されている大規模な事業者と提携することで、そうした環境やリソースのメリットを享受できるといえる。

*32 Proof of Conceptの略。「概念実証」の意味で、新しい概念や理論、原理、アイデアの実証を目的とした検証を指す。

コラム
COLUMN 2

ICT/IoT の国際競争力をみる (後編)

2 ICT産業におけるグローバル・バリューチェーンの計測を試行する

「1. IoT国際競争力指標 (2018年実績) にみる市場動向」で紹介した「IoT国際競争力指標」は、企業の製品等の売上高のデータを使用し、企業の本社が属する国・地域を基に市場シェア等を計測している。令和元年版白書では、これらについて、結果の背景にある競争力の実態がつかみきれいていないのではないかと問題提起されている。例えば、ICTの発展・普及等を背景としたグローバル・バリューチェーン (GVC) の構築による影響が無視できなくなっているものの、この状況を把握するための、製品に体化された生産要素の付加価値等の計測は、行われていない*1。

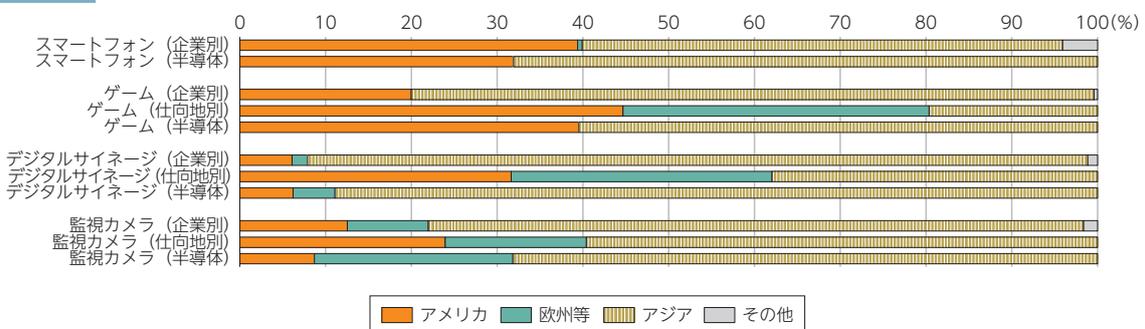
グローバル・バリューチェーン (GVC) の構築や参加によって、生産性の向上や経済成長が促される一方で、世界各国での5G基地局整備に係る通信機器の新興国による供給をはじめ、新型コロナウイルス (COVID-19) 感染拡大による世界市場の混乱が、ICT産業におけるサプライチェーンリスクという形をとってグローバルな脅威ともなる。このように、グローバル・バリューチェーン (GVC) は、様々な観点から競争力強化に関する政策課題等に影響を及ぼしうることから、今後の我が国の国際競争力の測定を考える際にも不可欠な視点であると考えられる。

(1) 調達と仕向け

IoT国際競争力指標で分析する企業の製品等の売上は、国をまたいで多くの事業者によって構築されたサプライチェーンにおける部品調達や出荷のプロセスを経て完成するが、このような現状は捉えられていない。

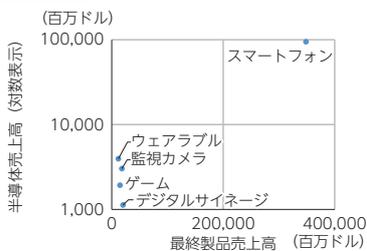
この状況を組み合わせて定量的に捉えるため、まず、同指標の売上げた企業別の売上高 (図中、企業別とする) と、仕向地別に集計したときの売上高 (図中、仕向地別とする) との間で、世界3地域別のシェアがどの程度異なっているのか比較してみる*2。「ゲーム機*3」は、アジア企業が高い売上高シェアを占める一方、アジア地域への仕向けは全体の20%程度であり、40%以上がアメリカ、30%以上が欧州等に仕向けられている。「デジタルサイネージ」や「監視カメラ」もアジア企業による売上高シェアが高いが、アメリカや欧州等に多くが仕向けられている (図表2-1)。

図表2-1 ICT/IoT製品の地域別市場シェア等 (2018年)



(出典) Informa Tech

図表2-2 最終製品別中間財 (半導体) 調達金額 (2018年)



(出典) Informa Tech

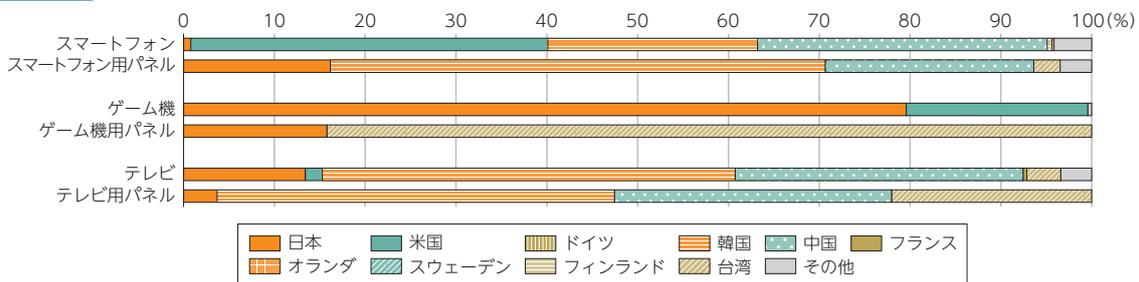
また、図表2-1は、各製品の売上高シェアに含まれる企業の対応する半導体調達金額の地域別シェアも示している。企業別の売上高シェアと比較すると、スマートフォンの半導体調達のシェアは、アジアが高くアメリカが30%程度となっている。これは、米国企業Appleの製造委託企業が台湾にあること、韓国企業のSamsungの組立工場が韓国、中国、ベトナムにあること、中国Hisiliconや米国Qualcommが半導体の調達元となっていること等が要因と考えられる。ゲームの半導体調達については、据置型向けのプロセッサの低価格化が要因し、アジアが相対的に低くなっていると考えられる。なお、図表2-2は、各製品の世界の売上高と半導体調達金額の規模を示している。製品により売上高に係る半導体費用の割合は異なるものの、概ね比例関係にある。

*1 令和元年版情報通信白書p116 (コラム「IoT国際競争力指標 (2017年実績) にみる市場動向」5「IoT国際競争力とは何か」)
 *2 企業別売上高は、IoT国際競争力指標で用いた2018年の各ICT/IoT製品の10か国・地域+カナダの売上高データを、世界3地域 (アメリカ、欧州等、アジア) に再集計してシェアを算出した。「その他」は世界3地域のいずれに含まれるかが不明。製品の企業別売上高と仕向地別売上高の総額は概ね一致する。
 *3 ゲーム機は、据置型とポータブル型の合計

この意味を考察すると、現地生産や地域内への仕向けなどの可能性はここでは明らかでないものの、中間財（半導体）が、地域をまたいでグローバルに調達され、最終製品が、地域をまたいでグローバルに仕向けられていることが推測できる。

次に、IoT国際競争力指標の製品の企業売上高シェアと、最終製品別の中間財（パネル）の企業売上高シェアの間で、同指標で対象とする10か国・地域のシェアがどの程度異なっているのかを比較する。最終製品とその中間財の提供企業は異なっているため、調達関係は考慮されないこととなるが、スマートフォンやテレビの最終製品と中間財の売上高シェアは、いずれも韓国と中国が高いという傾向もみられる。一方、スマートフォンで高い売上高シェアを占める米国では、スマートフォン用パネルの売上高シェアはほとんどなく、韓国のシェアが高い。日本は、テレビの売上高シェアよりもパネルのシェアが10%程度低いが、台湾は20%程度高い。ゲーム機で高い売上高シェアを占める日本は、ゲーム機用パネルの売上高シェアが10%程度しかない。これらの状況を見ると、中間財のパネルが製品の製造工程で、国をまたいでグローバルに取引されていることが推測できる。（図表2-3）

図表2-3 ICT製品及び中間財（パネル）の国・地域別市場シェア（2018年）



(出典) Informa Tech

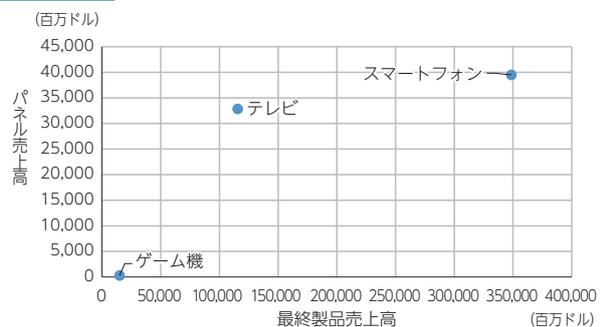
なお、世界全体の各製品の売上高と中間財（パネル）売上高を比較すると、テレビ向けのパネル売上高は比率が高くなっているが、この日本のシェアは低い。

1. で述べたように、「IoT国際競争力指標」で分析対象としている各国・地域企業の売上高シェアや成長率は、国際競争力の現状を簡潔に表現できるものの、それは一側面の計測であり、各製品の部品調達といった生産工程の上流と下流の状況を組み合わせて捉えてみると、ICT産業のグローバルな生産活動を、競争力他の側面として捉えることができる。

(2) グローバル・バリューチェーン (GVC) とは？

グローバル・バリューチェーンとは、商品の構想から設計・製造・マーケティング・販売に至るまでのバリューチェーンが世界規模で展開されている状況を指し、モジュール化に基づく分業の進展、ICTの発展や普及が世界規模での企業間のやり取りコストを引き下げの中で形成されてきたとされる。スマートフォンを例にとると、図表2-5に示すように、モジュール化された部品の製造等を様々な国・地域の企業が担っており、グローバル・バリューチェーンを形成している*4。製品の生産工程を上流から下流までを横軸にとり、各工程の対価または付加価値を縦軸にとり図示すると、この関係は一般的に「スマイルカーブ」と言い表される形状をとるといわれており、各国がこのスマイルカーブ上のどこに位置するかが、価値配分の世界地図を決めることとなる。グローバル・バリューチェーンの研究は、分析視点としてこの2軸の関係性を考察することであり、こ

図2-4 最終製品及び中間財（パネル）売上高（2018年）



(出典) Informa Tech

図表2-5 スマートフォンの例



(出典) 総務省 (2019) 「令和元年版情報通信白書」

*4 令和元年版情報通信白書p137。OECD (2013) "Interconnected Economies: Benefiting from Global Value Chain" を基に作成。

れまで多くの研究者によってグローバル・バリューチェーンを計測する手法が検討されてきた*5。

データの入手可能性等も踏まえつつ、我が国のICT国際競争力を捉えるためには、どのような計測指標が考えられるか、以下にいくつか方法を示す。

(3) 情報端末の分解にみるGVC

グローバル・バリューチェーンの計測として、スマートフォンなどの情報端末や通信機器の小売価格のうち、組み込まれた部品等をもとに、部品等の生産に携わった各国の企業にどれだけの取り分があるかについて調査が行われてきている。最終製品の市場の売上高シェアでなく、単一の最終製品の部品の原価構造を整理することで、最終製品に占める各国の付加価値シェアを計測することで、競争力の一端を把握することができる。統計的な推論に頼ることなく、主に企業から直接得た製品の個別情報に基づき、対象製品のサプライチェーンを現状に即して描写することができるが、最終製品の直接的な部品供給者のみに注目しているので、雇用者所得などの付加価値は確認できないといったデメリットもある*6。

図表2-6は、(2)の図表2-5にも例示したスマートフォンの実際の製品として、米国Apple社が2019年9月に販売を開始したスマートフォン端末iPhone 11 Pro Maxを取上げ、その内蔵部品の単価をそれぞれ調査して機能別にリスト化*7し、それぞれの単価の製造企業の国籍別の付加価値シェアを計算した結果をまとめている。同製品の部品単価(Direct Material Cost)を合計すると353.5ドル、組立加工費用(Conversion Costs)は、中国本土の人件費をベースに10.1ドルと推計されている。米国Apple社ホームページで示されている同端末の販売価格(1,099ドル)を用いて計算すると、流通マージン等が735.4ドルと高く、同社が上流における高い付加価値を獲得している可能性が示唆される。なお機能別の部品単価は、ディスプレイが全体の28.4%、カメラが全体の12.0%と大きな割合を占めている。

図表 2-6 iPhone 11proMax (2019) の部品単価

機能	国	製造業者	数量	シェア (%)	コスト (ドル)
ディスプレイ	韓国	A	4	28.4%	100.4
				28.4%	100.4
メカニカル/エレクトロメカニカル	台湾	A	410	15.5%	54.9
				0.2%	0.8
				0.1%	0.4
				0.1%	0.3
				1.0%	3.5
				0.6%	2.2
				0.1%	0.2
				—	—
カメラ	その他		5	13.4%	47.6
				12.0%	42.4
アプリケーションプロセッサ	米国	C	213	8.8%	31.0
				8.5%	30.1
				0.0%	0.2
メモリ	米国	K	75	0.2%	0.7
				7.7%	27.3
				0.0%	0.1
RF / PA	米国	J	332	4.8%	16.8
				2.9%	10.2
				0.1%	0.3
				7.1%	25.2
				0.6%	2.1
				1.8%	6.2
				1.1%	3.9
				0.7%	2.6
ユーザインターフェイス	中国	B	749	1.2%	4.2
				1.2%	4.3
				0.5%	1.8
				5.2%	18.3
				0.0%	0.1
				0.0%	0.1
				0.1%	0.5
				0.1%	0.3
				1.0%	3.6
				0.3%	1.2
ベースバンド	米国	A	73	0.0%	0.1
				0.0%	0.1
				0.1%	0.5
				0.1%	0.3
				1.0%	3.6
				0.3%	1.2
				0.0%	0.1
				0.3%	1.1
				0.0%	0.0
				0.0%	0.1
パワーマネジメント	台湾	C	390	0.0%	0.2
				0.0%	0.2
				0.5%	1.7
				0.2%	0.7
				0.7%	2.6
				0.2%	0.6
				0.2%	0.9
				0.6%	2.1
				0.0%	0.2
				0.0%	0.0
タッチスクリーン	その他		2	0.5%	1.6
				2.7%	9.6
BT / WLAN	日本	D	55	2.0%	7.1
				1.9%	6.8
				0.0%	0.0
				0.0%	0.1
アクセサリ	米国	D	4	1.9%	6.6
				0.8%	2.7
バッテリー	中国	C	2	1.1%	3.9
				1.7%	6.1
説明及び包装			12	0.3%	0.9
部品単価合計 (ドル)			2326	100.0%	353.5
組立加工費用 (ドル)					10.1
総費用 (ドル)					363.6

(出典) Informa Tech

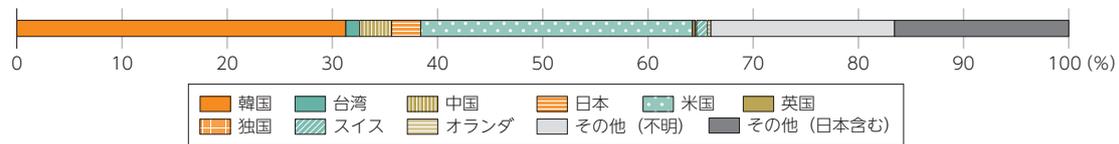
*5 猪俣 (2019) p21-22

*6 猪俣 (2019)

*7 Informa Tech (2019) による。米国Tech Insights社等でも、同製品の部品費用や組立費用の見積を行っている。

図表2-6に掲載している各部品の単価 (Direct Material Cost) を、部品を製造する企業の国・地域別に集計しシェアとして表すと、図表2-7になる。一部の部品の単価が判明していないため、日本企業のシェアは、2.8%～19.3%又はそれ以上になると考えられる。また、中国企業が同製品の部品から得るシェアは、3%程度とわずかなる。売上高シェアとは異なる観点からの国際競争力の状況を確認できる。

図表2-7 iPhone 11 Pro Maxの部品単価による各国・地域別付加価値シェア



(出典) Informa Tech

(4) 貿易統計にみるGVC

リカードなどの貿易理論によれば、自由貿易においては、それぞれの経済主体が最も優位性を持っている製品 (自身の利益・収益を最大化できる製品) の製造に特化することで、それぞれの生産性が向上し、互いにより高い利益・収益を獲得できるようになる、という「比較優位」の概念がある。グローバルに展開されているICT産業の競争の現状について、先進国や新興国が、どのような製品や部品に強み (優位性) を持っているのか、またどう変化してきているかを把握することは、各国の競争力を検討する上でも重要な視点である。

これまで、比較優位を表現する様々な方法が研究されてきたが、ここでは輸出額と輸入額から計算されるBaldwin=Okubo比較優位指数^{*8}を用いて、ICT製品や中間財の比較優位の現状と変遷の把握を試みる。この指数はプラス1からマイナス1までをとる指数であり、プラス1に近いほど優位性があり、マイナス1に近いほど優位性がないことを意味する。

ICT分野の財を大きく2つに分けると最終製品 (スマートフォンやパソコン、テレビ等) と中間財 (半導体や集積回路等の部材) に区別することができる。今回の分析では、国連統計局が提供する輸出入統計のデータベース「UN Comtrade Database (United Nations Commodity Trade Statistics Database)」を用いる。対象の最終製品を通信機 (HSコード: 851712)、基地局 (HSコード: 851761)、中間財を集積回路 (HSコード: 8542)、半導体素子 (HSコード: 8541) とし、対象国を日本、米国、中国、英国、独国、韓国、タイ、マレーシアの8ヶ国として2007年から2018年におけるICT分野の最終製品、中間財の比較優位の関係とその変遷を観察する。

まず、通信機と集積回路の関係を観察すると (図表2-8左上)、中国が通信機に対して高い比較優位性を持っていることが分かる。韓国も2000年代後半は通信機に高い比較優位性を持っていたものの、徐々に低下しており、その反面として集積回路の比較優位性が高まっていることが分かる。日本は通信機の比較優位性がほぼマイナス1まで低下し、その後集積回路の比較優位性も徐々に低下している傾向が観察できる。

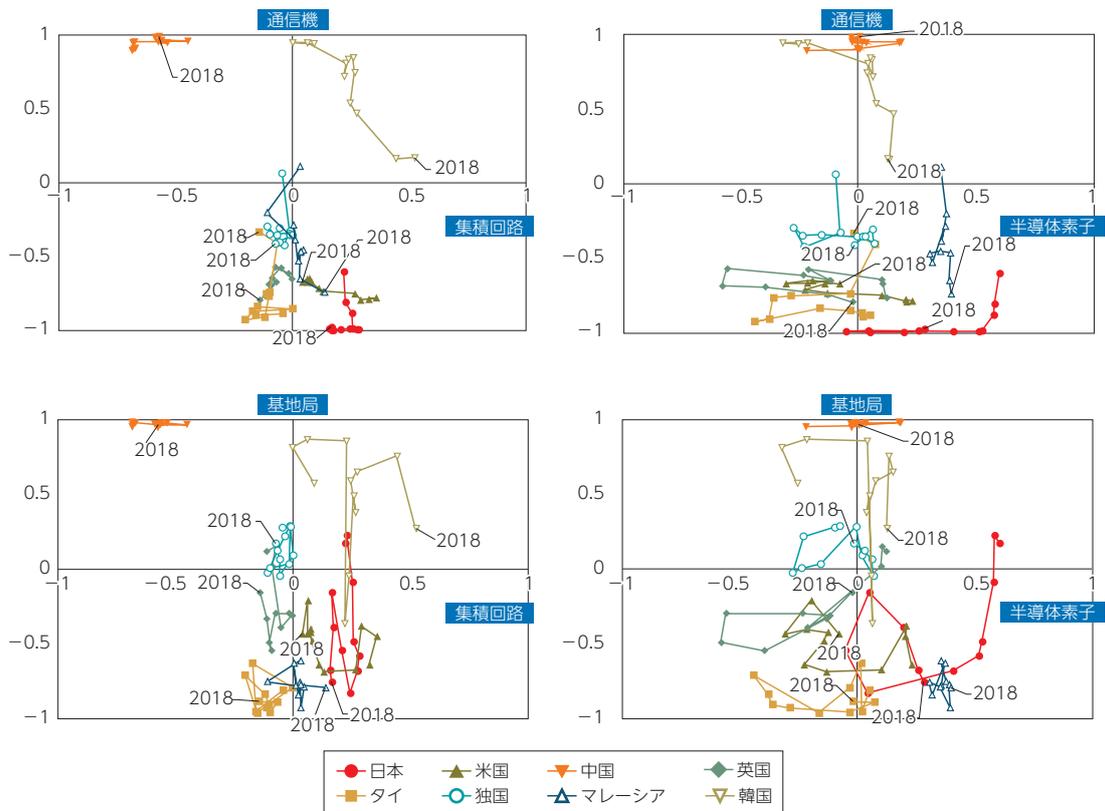
次に、通信機と半導体素子の関係を観察すると (図表2-8右上)、韓国は上記と同様、通信機の比較優位性が低下するとともに半導体素子の比較優位性が徐々に高まっていることが分かる。日本は通信機の比較優位性の低下とともに半導体素子の比較優位性も徐々に低下し、2014年には一時的にマイナスとなったが、その後、半導体素子の比較優位性は徐々に高まってきている。

更に、基地局と集積回路の関係を観察すると (図表2-8左下)、中国が通信機と同様に基地局に対して高い比較優位性を持っていることが分かる。韓国は2011年頃に中国からの輸入が増加し、一時的に基地局の比較優位性がマイナスとなったものの、比較的高い優位性を維持している。日本は2008年まで基地局の比較優位性がプラスだったものの、その後はマイナスで推移しており、集積回路とともに優位性の低下傾向が観察できる。

最後に、基地局と半導体素子の関係を観察すると (図表2-8右下)、韓国は2000年代後半には基地局にのみ比較優位性があったものの、徐々に半導体素子の比較優位性が高まり、その反面として基地局の比較優位性が低下している傾向が分かる。一方、日本は2008年まで基地局、半導体素子の両方に比較優位性があったものの、徐々に低下していき2014年には両方の比較優位性がマイナスになるところまで進んだ。その後、半導体素子の比較優位性はプラスに戻ったものの基地局についてはマイナスで推移している。

*8 Okubo, Baldwin (2019) "GVC journeys: Industrialization and Deindustrialization in the Age of the Second Unbundling", Institute for Economic Studies, Keio University <https://ies.keio.ac.jp/en/publications/10795/>

図表 2-8 ICT関連材の比較優位指数の推移 (2007年~2018年)



(出典) 総務省 (2020) 「IoT 国際競争力の在り方に関する調査研究」

本分析では、貿易データを用いた比較優位指数によって各国の競争力を把握することを試みた。貿易データは製品区分がやや粗い点や世界全体の輸出額と輸入額が完全には一致しない^{*9}などの問題があるものの、大まかな傾向を把握するには適している。また、日本企業の海外拠点で製造した製品を輸入するといった活動を考慮すると、日本の輸出額は日本企業の輸出額とは異なり、日本の輸入額は海外企業の日本への輸出額とは異なるという点、日本が第三国に輸出する際の中継地点となっているための再輸出入の計上を除くべき点など、貿易データから競争力を把握するためには課題も多い。特に、調達・製造・供給の最適化を図るために、複数国にまたがったグローバル・バリューチェーンが構築されており、これらの課題を解決しない限り、各国企業の競争力を正確に把握することはできない。このことは今回の分析でも明確に表れており、米国の通信機の比較優位性が一貫してマイナスとなっているのはスマートフォンの製造を諸外国で行い、それを本国に(逆)輸入していることが影響していると考えられる。

輸出額、輸入額といった貿易データだけを活用するのに加えて、各国企業の地域別売上高や各国経済の相互依存関係を明らかにする国際産業連関表など他のデータと組合せた分析によってより正確な競争力の把握を行っていくことが求められる。

(5) 国際産業連関表にみる GVC

国際産業連関表は、グローバルな財とサービスの循環経路を、国をまたいだ産業間の取引額を用いて記述している表である。縦の列で、ある国のある産業がどの国のどの産業からどれくらいの財やサービスを買って製品を生産しているのか(投入構成)、横の行で、生産された製品がどの国のどの産業で、もしくは最終需要として使用されているか(産出先構成)をとり、産業間の財・サービスの流れを具体的な金額とともに記載している。つまり、ある国のある産業の生産物が、別の国のある産業の生産にどの程度用いられているかを示している。

国際産業連関表を含め産業連関表は、中間取引、付加価値、最終需要の3つの部門で構成されている。そのうち、付加価値は、総生産額(総需要)から中間投入を引いたものとなる。国際産業連関表では、各国の各産業において1年間に生み出される付加価値額の合計や経年での推移を比較したり、当該産業が最終需要を生み出すとき、どの程度付加価値をもたらすのかを確認することができ、付加価値創出への各国の産業の貢献を捉えることができる。具

*9 集計期間のずれ(出港時と入港時が別の年になることもある)、為替変動の扱い、集計精度の違いなどが考えられる。

体的にいうと、日本は、スマートフォン等最終製品の市場シェアは低下しているものの、一部の電子部品はグローバル市場で圧倒的なシェアがあり、これらの中間財が日本の生み出す付加価値をどの程度高めているのかという観点から、「生産要素の競争力」を計測するといったことができる。

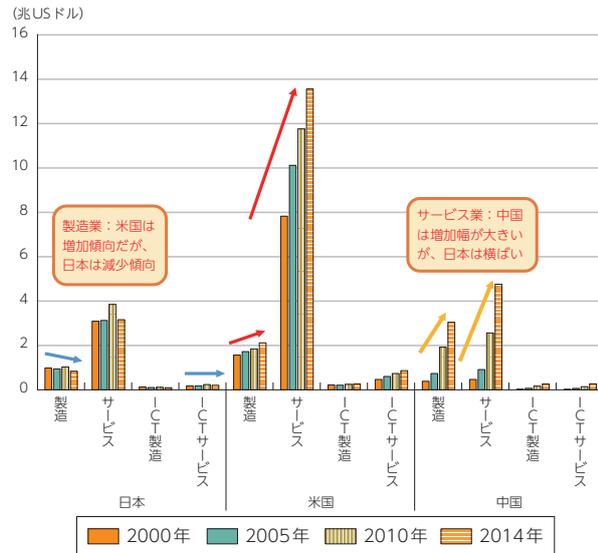
国際産業連関分析は、1990年代以降の空間経済学の発展により、国と国の空間的相互依存関係を分析するツールとして注目されてきている^{*10}。利用可能な国際産業連関表は、ジェトロ・アジア経済研究所や欧州委員会、OECD等複数の機関から公表されている^{*11}。

WIOD (2016)^{*12}を用いて、まず、日本、米国、中国において、製造業やサービス業（又はICT製造業やICTサービス業^{*13}）によって生み出される付加価値額の2000年、2005年、2010年、2014年の推移を観察する。日本と米国は、製造業に比較してサービス業の生み出す付加価値額が高い一方、中国の製造業とサービス業における開きは大きくない。また、米国、中国ともに、製造業とサービス業の生み出す付加価値は増加しており、製造業に比べてサービス業の付加価値額の方の伸びが大きい一方、日本ではいずれの付加価値額も減少または横ばいで推移している。この傾向は、ICT産業（ICT製造業やICTサービス業）に限ってみた場合でも、ほぼ当てはまる（図表2-9）。

これに加えて、国際産業連関表を用いて、各国によるICT産業への付加価値貢献度合いを計測することで競争力評価を行う方法が考えられる。ICT産業の最終需要がまず、中間財に対する直接的な波及効果を生む。例えば、日本製品に対する最終需要が、日本国内、米国、中国、台湾等で中間財生産を誘発する。これらの生産拡大により部品や原材料へのさらなる需要増加が生じ数次の波及効果となる。これらの結果生じる、誘発された付加価値誘発効果を各国ごとの額として算出^{*14}し、ICT産業のグローバル市場全体に対する各国の比率にして比較することで、バリューチェーンにおける日本の特性を把握することができる。

図表2-10は、同じくWIOD (2016)を用いて、世界のICT製造業（コンピュータ機器等製造業）の最終需要に対する各国の付加価値貢献度を、国別・産業別に明らかにしている^{*15}。世界のICT製造業の最終需要に対する付加価値誘発額は、2000年から2014年にかけて倍増している。しかし、各国の付加価値誘発比率を2000年と比較すると、2014年は日本や米国が大幅に縮小している一方、中国は拡大しており、また、ICT製造業（12.7%）よりもICT製造業以外（21.1%）の貢献比率が高くなっていることが分かる。例えばIoT国際競争力指標（2018年実績）では、日本のPC（ノートブック）売上高シェアは2.6%、米国は53.8%、中国は22.3%となっているところ、付加価値においては異なる状況になってくるという視点をも与えてくれる。

図表2-9 日本、米国、中国の製造業、サービス業、ICT製造業、ICTサービス業において生み出される付加価値額



(出典) 総務省 (2020) 「IoT国際競争力の在り方に関する調査研究」

*10 IDE-JETRO 「国際産業連関 International Input-Output Analysis」

https://www.ide.go.jp/Japanese/Research/Theme/Eco/Io/200608_inomata.html

*11 猪俣 (2019) , pp138-143参照

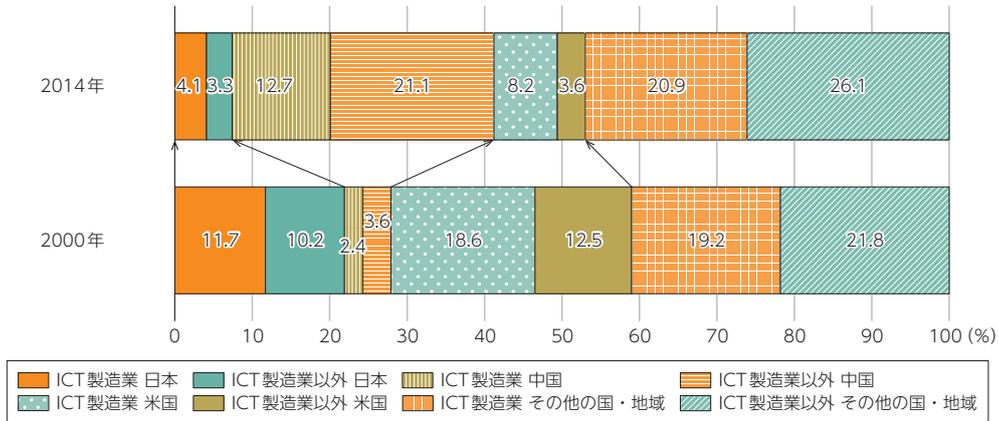
*12 欧州委員会 (2016) 「The World Input-Output Database (WIOD) 2016年版」による国際産業連関表データベースは、対象国が44か国+その他世界、部門分類が56産業、対象年次が2000年から2014年で作成したデータを公表。

*13 製造業は19産業で、ICT製造業の1産業（コンピュータ機器等製造業）を含む。サービス業は27産業で、ICTサービス業の3産業（通信業、情報サービス業、放送コンテンツ業）を含む。

*14 付加価値額 / 生産高 × レオンチェフ逆行列 × 最終需要 = ICT産業の最終需要が誘発した付加価値誘発効果
猪俣 (2019) 第5章p131-138参照

*15 対象国を日本、米国、中国及びその他の国・地域の4区分、部門分類をICT製造業（コンピュータ機器等製造業）とICT製造業以外の55産業の2区分として分析を行った。

図表 2-10 世界のICT製造業の最終需要に対する国別産業別付加価値貢献比率



（出典）総務省（2020）「IoT国際競争力の在り方に関する調査研究」

なお、国際産業連関表を競争力評価に用いる上ではいくつかの課題がある。まず、産業連関表の付加価値の構成要素（雇用者所得、営業余剰、資本減耗、生産活動に対する税金純額）の4つのうち、営業余剰と資本減耗（過去の設備投資に対する当年支払い分）には外資系企業の方も含まれるため、各国の付加価値額にも、外資系企業ももたらす営業余剰や資本減耗が含まれる、ということがある。また、国際産業連関表の産業分類では、「コンピュータ機器等製造業」に、コンピュータ等の最終製品と電子部品等が含まれており、最終財と部材を区別して付加価値を捉えることができない。

しかしながら、国際産業連関表を用いることで、製品やサービスの国際移動を価値の流れによって捉え直すことができるため、付加価値の観点から各国各産業の動向を把握することができ、各国の各産業で行われた仕事の価値の総体として捉えることができる。