

第3節 ICT産業の構造変化

本節では、通信自由化以降の30年間におけるICT産業の構造変化とその要因や各時代の技術的なトレンドについて概観する。また、このような変化に対応して、我が国の代表的なICT企業が、どのように経営戦略を変化させてきたかを分析する。

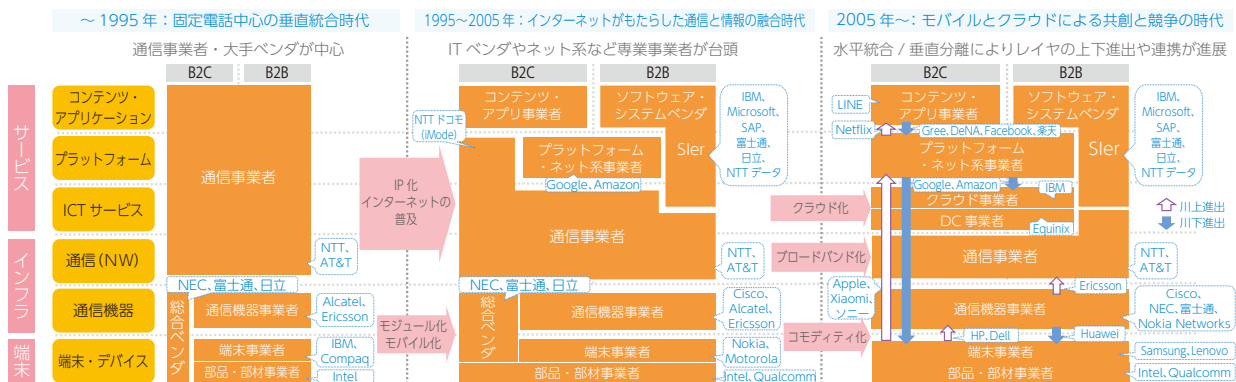
1 ICT産業の構造変化と要因

本項では、通信産業からICT産業への発展や市場の融合の過程で、どのような産業構造の変化が生じてきたかを、技術的なトレンドを踏まえながら整理する。

1 産業構造の変化

ICT産業は、様々な技術革新やパラダイムシフトを背景に構造が変化してきている。通信自由化以降のICT産業の変遷は、技術革新に着目すると、インターネットが普及した1995年以降、そしてモバイルの本格的普及とクラウドの登場に代表される2005年以降と、おおむね10年ごとにわけて特徴づけることができる（図表1-3-1-1）。ここでは、主に、事業者やビジネスモデルの変化の面から、産業構造の変遷についてみる。

図表 1-3-1-1 ICT産業の構造変化（レイヤーとプレイヤー）



(出典) 総務省「グローバルICT産業の構造変化及び将来展望に関する調査研究」(平成27年)

ア 1985～1995年：固定電話中心の垂直統合時代

通信自由化後の約10年間においては、電話サービスが中心に提供される中、企業向けのデータ通信サービスも台頭した。これらは、基本的にはNTTや米AT&Tなどの大手通信事業者によって垂直的に統合されたサービスとして提供され、その通信インフラは通信機器事業者が供給する機器等によって支えられた。通信機器の代表的事業者としてスウェーデンEricssonや、フランスAlcatel（現Alcatel Lucent）などが挙げられる。なお、我が国ではこの時期に、自動車電話サービスや携帯電話サービス等の移動体通信サービスが開始されている。

端末レイヤーにおいては、IBM等米国メーカーを中心にメインフレームコンピューター（汎用機）やミニコンピューターなどの企業向け業務用端末を生産供給する事業者がグローバル規模で展開した。コンピューターに関しては、1980年代以降、その主要部分である電子回路が、シリコン等の半導体素材上の集積回路として実現され、また大量生産が可能となったことから、デスクトップ・コンピューター（パソコン）が作られるようになり、小型化（ダウンサイジング）が進展した。このようなトレンドの中で、NEC・富士通・日立製作所をはじめとする我が国通信機器事業者は、通信機器のみならず、通信・情報端末、部品・部材等も手掛ける総合ベンダーとして事業の多角的展開を進めた。

イ 1995年～2005年：インターネットがもたらした通信と情報の融合時代

1995年以降においては、インターネットの普及により、通信分野と情報処理（IT）分野の融合が進展した。特に、IP技術の普及により、レイヤーの垂直分離が顕在化し、各レイヤーにおいて多くの専門事業者が台頭した。上位レイヤーにおいては、多様なコンテンツ・アプリ事業者、またGoogleやAmazonに代表されるプラットフォーム・ネット系事業者が登場した時期である。これらの事業者の登場によって、従来通信事業者が垂直的

に担ってきた機能やサービスが、インターネットを介してユーザーへ提供されるようになった。固定通信（PC）系向けを中心としたこのような垂直分離・水平統合型のサービス提供モデルと、携帯電話サービス上に統合されたインターネットサービス（我が国ではNTTドコモのi-modeが代表例）に代表される垂直統合型モデルが併存するようになった。

B2Bの領域では、ソフトウェアベンダー、システムベンダー、SIer（システムインテグレータ）など、多くの事業者がそれぞれ自らの競争優位を活かしながら参入した。具体的には、IBMやMicrosoftなどのコンピューター関連メーカー、SAP等のソフトウェアベンダーが挙げられる。我が国は、総合ベンダーである富士通や日立の他、NTTデータなどが当該領域へ積極的に進出した。

他方、下位レイヤーにおいては、IP化の進展や、端末のモバイル化が進展し、部品・部材産業を含め、関連産業の業界構造及び主要プレイヤーがグローバルレベルで大きく変化した。たとえば、IP化の進展により、従来の通信機器に加え、ルーター、サーバー、スイッチなどのネットワーク機器の製造事業者も台頭した。代表的事業者として米国Ciscoが挙げられる。また、携帯電話サービスの世界的普及に伴い、NokiaやMotorolaといった欧米の携帯電話端末事業者が席卷した。我が国では独自の通信方式を採用したことなどを背景に、日系の総合ベンダーによる端末供給によって市場が形成されたが、半導体事業の不振などに伴い、プロセッサなど通信・情報端末のコアとなる部品・部材領域の競争力を失っていった。当該領域では、主にパソコン向けのIntelや携帯電話端末向けのQualcommの支配力が増大した。

ウ 2005年～現在：モバイルとクラウドによる共創と競争の時代

2005年以降は、2007年の米AppleのiPhoneの発売にみられるように、モバイル、とりわけスマートフォンの本格的普及が進展した。レイヤーの垂直分離と水平統合がより進展し、市場の多様化とグローバル化が急速に進む中、レイヤーによっては成熟化や寡占化が進んだ。上位レイヤーでは、世界規模で拡大するスマートフォンのユーザー向けに様々なサービスや機能を提供するGoogleやAmazon等のプラットフォーム・ネット系事業者の影響が増大した。また、固定通信・移動体通信回線のブロードバンド化も相まって、ネットワークを流通するトラフィックが爆発的に拡大した。こうしたトレンドも背景に、コンピューターの提供・利用形態において、ネットワークインフラに係るリソースと機能を提供するクラウド技術が重要な役割を果たすようになっている。このようなクラウド型サービスを提供する事業者を中心に、ICTサービスレイヤーにおいては、通信事業者、ソフトウェア・システムベンダーなど様々な事業者が参入している。下位レイヤーにおいては、コモディティ化が続き、低コストで大量生産を実現する中国等新興国の事業者が市場を席卷するなど、従来競争優位であった事業者の業績が低迷する等、業界構造が大きく変化してきている。そのため、各事業者とも、新たなコンピタンスを見出し、市場のポジショニングを確立するための変革を迫られた。たとえば、かつてコンピューター産業で世界を席卷したIBMは、端末事業を手放しICTサービス事業を中核とする事業者へと生まれ変わっている。

また、ICTサービスレイヤーや上位レイヤーなどより付加価値の高いレイヤーへ進出したり、新たな付加価値を創造することを狙った他レイヤーの事業者との連携など、様々なビジネスモデルが混在するようになってきている。より上位のレイヤーへの進出の例としては、米Appleのように端末事業者がプラットフォーム事業を手掛けたり、Ericssonのように通信機器の製造・販売から通信事業者のネットワークの保守・運用などのサービス提供を志向する方向性が挙げられる。逆に、Amazonのように小売に係るプラットフォーム事業を手掛けながら端末事業へ、またHuaweiのように通信機器から端末事業へと本格展開する例もみられる。加えて、業界全体で収益を高めるための構造として、いわゆる「エコシステム」の形成が進んでいる。たとえば、スマートフォン上で提供するアプリケーションを開発する多様な協力企業を集めるために、それを束ねるプラットフォーム事業者はより魅力的なプラットフォームを構築する。これにより、プラットフォーム事業者にとってはユーザー数の増大につながり、かつアプリケーション開発企業にとっては収益の配分が増大する、という好循環なモデルを作り上げていく体系をさす。このように、アプリケーション開発企業のような第三者の企業が供給する補完的な財・サービス（スマートフォン上のアプリ等）を巻き込んで成長していくというエコシステムの形成により、市場が拡大するとともに、上位レイヤーにおける多様なコンテンツ・アプリ開発を促進し、「アップ・エコノミー」*1と称されるような、関連産業の拡大にもつながっている。

*1 スマートフォンなどモバイル機器のアプリケーションに関連する事業を対象とした経済を指し、米Business Week誌が2009年に使い始めた用語。

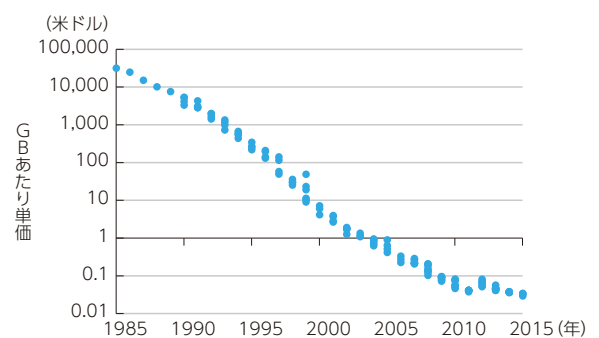
2 ICT産業の構造変化の特徴

前述したICT産業における構造変化について、特に影響を与えた要因や現象等を説明する。具体的には、技術革新の進展、コモディティ化、モジュール化、国際分業化の側面に着目する。

ア 技術革新の進展

ICT産業の発展や構造変化においては、様々な技術革新がインパクトを与えてきた。たとえば、産業の「米(こめ)」とも呼ばれてきた半導体産業を例にみると、しばしば「ムーアの法則」*2をその技術指針として取り上げ、その法則に基づく技術革新と生産規模の拡大が進展してきたところである。同法則によれば半導体の微細化によりその性能は指数関数的に向上していくことになり、そのため機器の数値競争の根底には、半導体の集積度を高めることで機能や性能を引き上げ続けるという構図があった。このような構図において、半導体商品の価格は大幅に下落した。他方、収益性の低下に伴い、前述の法則に基づく技術開発投資や生産に係る費用の捻出といったサイクルが成り立たなくなり、産業構造の再構築が必要となった。代表的な商材であるDRAM (Dynamic Random Access Memory) 市場は、主役が汎用コンピューターからパソコンへと転換し、欧米や韓国のメーカーがパソコン向けの安いDRAMを大量生産するようになり、後述するモジュール化の進行に合わせて、新興国との国際分業体制へと発展した。HDD (ハードディスクドライブ) やフラッシュメモリ、光ディスクなどに代表されるデータの記憶・保存に係る記憶装置等の製品においても同様の変化がみられる。2000年以降は、面積あたりの記憶機密度は年率30%~50%の増加率で向上しており*3、これに伴い記憶装置の単価の減少が続いている。市販のHDDのGBあたり単価に換算すると、1985年から30年間で約100万分の1まで下がっている(図表1-3-1-2)。

図表1-3-1-2 ストレージ単価の推移



(出典) 総務省「グローバルICT産業の構造変化及び将来展望等に関する調査研究」(平成27年)

また、コンピューティング技術やその利用形態の変化も注目される。歴史的なコンピューターの利用形態の変遷をみると、1970年代から1980年代前半にかけては、メインフレーム(汎用機)による定型業務の集中処理型であった。1980年代後半から1990年代にかけては、特定の役割を集中的に担当するサーバーと利用者が操作するクライアントパソコンとの役割を分ける分散処理型が主流となり、効率化が図られた。その後、インターネット環境の高速化により、企業等が情報化投資の見直し等を行い高機能なサーバーシステムを持たずサーバー機能をアウトソーシングする、ネットワーク中心の集中処理型へとシフトした。具体的には、インターネットをベースとしたASP (Application Service Provider) 型サービス、更にはSaaS (Software as a service) 型サービスへと、現在のクラウドサービスの原型が発展してきた経緯がある。そして、2000年代後半から、世界中に分散したユーザーがサーバーを意識せずサービスを受ける、クラウドコンピューティングの処理形態(コンピュータリソースの集中型)へと発展してきている。

イ コモディティ化の進展

前述した技術革新による単価減少等を背景に、情報関連財における急激な低価格化、いわゆる「コモディティ化」の現象が指摘される。「コモディティ化」とは、ある商品の普及が一巡して汎用品化が進み、競合商品間の差別化(機能、品質、デザイン、ブランド等)が難しくなって、価格以外の競争要素がなくなることを行い、その結果として価格下落を招くことが多い。たとえば、特別な技術をもつ自社だけが生産できる製品を投入し、先行者利益をあげることが可能だが、やがて製造技術の普及やモジュール化、対抗する他社の製品の機能向上等により、機能や品質の面で大きな差のない廉価製品が市場に登場し、熾烈な価格競争が繰り広げられるようになるプロセスを指す*4。

ここでは、コモディティ化の現象を我が国の情報関連財の物価傾向から確認する。図表1-3-1-3は、情報通信

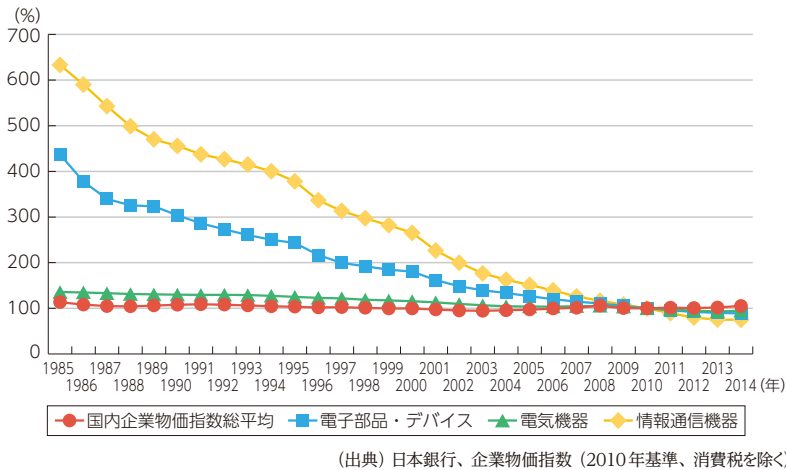
*2 世界最大の半導体メーカーIntel社の創設者の一人であるゴードン・ムーア博士が1965年に経験則として提唱した「半導体の集積密度は18~24か月で倍増する」という法則。

*3 Moore's Law (ムーアの法則)と対比させLess's Lawとして、ストレージは12か月でコストが半減し、同時に容量が2倍になるという法則として言及されることがある。

*4 ニコラス・カー氏が2003年に論文「IT Doesn't Matter」でITのコモディティ化を論じ、大きな論争となった。

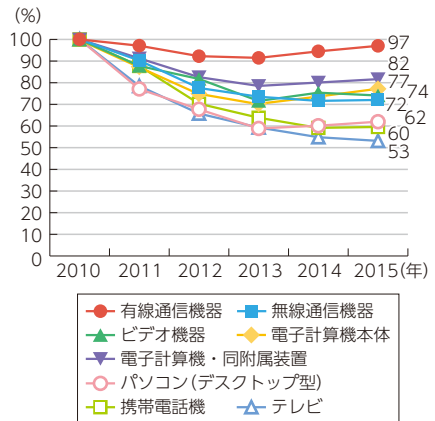
に関連する財の物価指数の推移である。2010年時点をもとに通信自由化時まで遡って推移をみると、情報通信機器は、電子部品・デバイスや電機機器と比べても物価が大幅に減少していることがわかる。情報通信機器についてさらに詳しくみると、**図表1-3-1-4**のとおり、テレビ（53%）、携帯電話機（60%）、パソコン（デスクトップ型）（62%）等のデジタル関連製品については価格低下が大きい^{*5}。前項でみたように、下位レイヤーにおいては、売上高の規模が拡大する一方で収益性が低下している傾向が見られた。

図表 1-3-1-3 情報通信機器に係る物価指数の推移



(出典) 日本銀行、企業物価指数（2010年基準、消費税を除く）

図表 1-3-1-4 情報通信機器の主要分類・品目の物価指数の推移



※ 2015年は4月時点

(出典) 日本銀行、企業物価指数（2010年基準、消費税を除く）

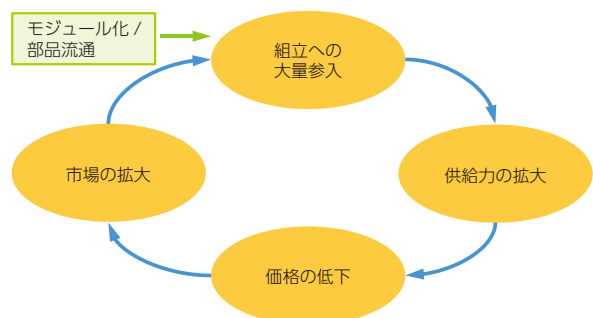
ウ モジュール化の進展

デジタル化は、製品等の製造過程に大きな影響を与えた。具体的には、製品に係る設計や構造等のアーキテクチャの「モジュール化」である。まず、ここで言うデジタル化とは、マイクロプロセッサ（マイコン）とこれを動かすファームウェア（ソフトウェア・プログラム）によって制御されるシステムに変わることを意味する。そして、モジュール化とは、こうした製品を構成する部品の相互のインターフェースが規格化され、その部品を組み立てるだけで完成品ができ、その際に細かな部品間の調整をする必要がない状態を言う。今では、パソコンについても市販部品を集めて組み立てれば個人が作れるようになっているが、これらは基本的に設計のモジュール化によるものといえる^{*6}。

モジュール化された部品とその組み立てによる分業により、短期間で大規模な生産能力を構築することが可能になるとともに、高度な技術や技能を要しない組立工程に多数の企業が参入することになった。大量生産に伴う規模の経済性により生産コストが下がり、さらに企業参入による競争と相まって製品価格が低下し、普及拡大によってさらに生産台数が増え、価格が低下するという循環が起きた（**図表1-3-1-5**）。

加えて、前述した規格化においては、国際的な標準化が重要な要素となる。すなわち、組み立ての要素となる部品の規格が標準化されていれば、どこにおいても容易に入手でき、規模の経済を享受することができる。特に、国や地域をまたいだ、より大きな市場において共通仕様の部品を製造することは、コスト競争上有利となる。前述したIntelとMicrosoftによってデファクト標準となったパソコンや欧州域内の標準規格であった第二

図表 1-3-1-5 モジュール化による需給構造の変化の過程



(出典) 総務省「グローバルICT産業の構造変化及び将来展望等に関する調査研究」（平成27年）

*5 こうした傾向が生じるのは、デフレータの推計にあたり、技術革新の激しい財についてはヘドニック・アプローチという性能向上分を物価指数に反映させる手法が採用されているためであり、たとえば同じ価格のデジタル製品であっても、処理速度や記憶容量が上がっていれば、その分価格低下が起こったものと評価されている。その結果、デジタル財の生産を含む情報通信関連製造業やデジタル財のリースを含む情報通信関連サービス業のデフレータは、大きく低下することとなっている。

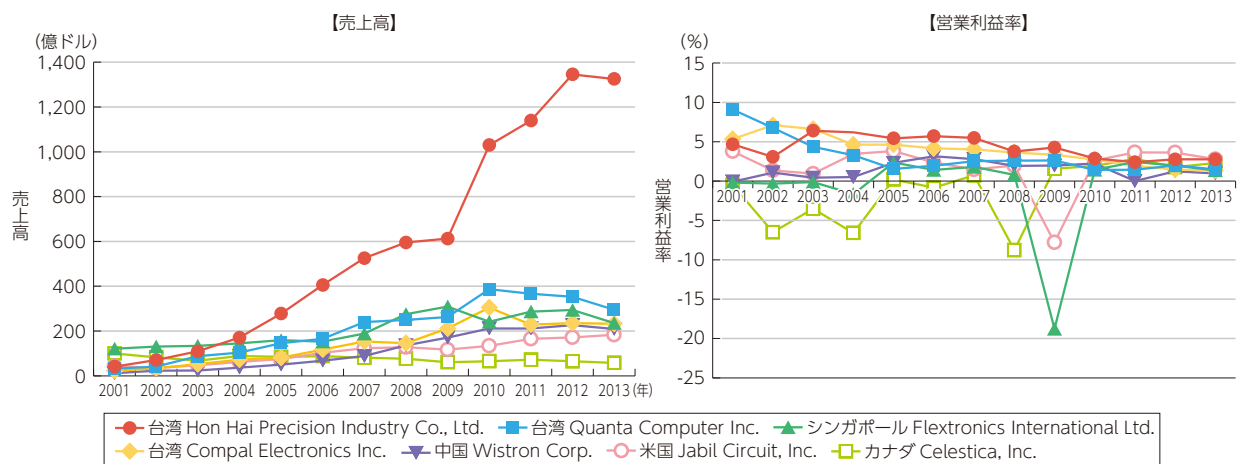
*6 「モジュール型」と対を成す「すり合わせ型」では、組み立て時に各部品間の細かな調整や精度合わせを行いながら製造され、そのような家庭を経て初めて高品質な製品を生み出すものである。その価値が高いことから、製造工程にコストをかけても市場がそれを受け入れるという考え方に立脚して、日本が得意としてきたモデルでもある。

世代携帯電話は典型的な例であり、いずれも機構部分が少ない情報関連製品であり、製品アーキテクチャがモジュール化され、国際標準化が進んだ製品の代表例といえる。

エ 国際分業化の進展

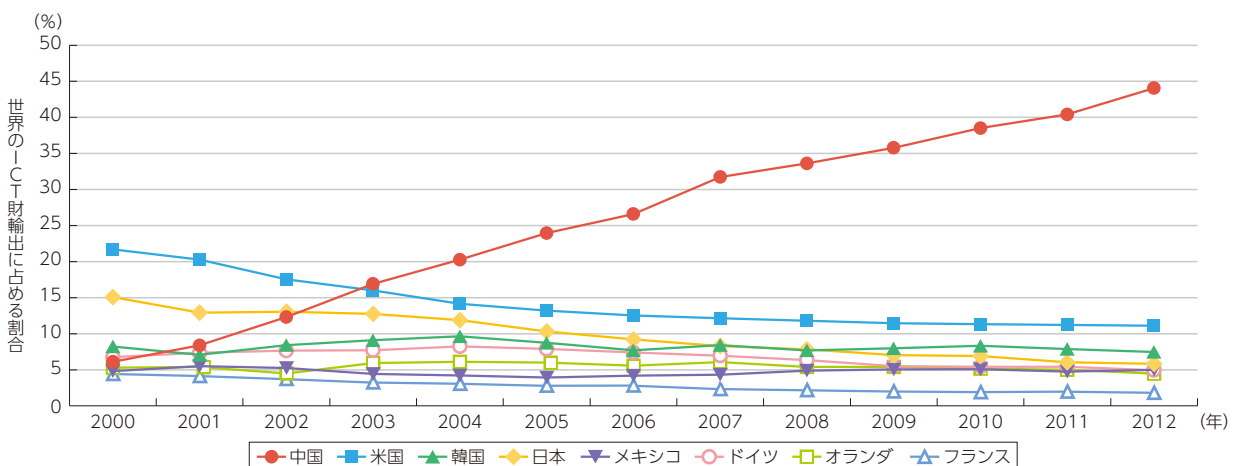
モジュール化により、製造工程における技術的な障壁が低下したことから、人件費や操業コスト、特に製造業の場合は生産拠点の設置コストが低い新興国等の国・地域で行う方が有利となる。この点は、テレビ、パソコン、携帯電話などの情報関連機器においては、機構部分をあまり持たず機器の動作はソフトウェア的に動作させることから、製造コストの競争となりやすく、特に顕著に表れる。こうした背景から、情報関連機器においては、特に国際分業化が急速に進化した。たとえば、代表的製品であるパソコンについては、1970年代には、米IBMを中心とする数社の巨大コンピューター・メーカーがハードからソフトに至るまで、すべてを供給する寡占構造が出来上がっていたが、市場が急激に拡大した80年代以降、ソフト部門を含めた供給構造において、主要部品に特化したメーカーが登場し、市場のセグメンテーション化が進んだ。参入企業の増加により競争は激化し、各部品メーカーはシェア拡大のための戦略として、自社製品の規格をオープン化し、超小型演算処理装置(MPU)などの主要部品やオペレーティング・システム(OS)の標準化が進行した。主要部品の機能の向上並びに標準化は、パソコンの組み立てに要する生産技術を大幅に低下させた。これに伴い、開発・設計・デザイン等を米国で行い、それ以降の生産をアジアへ、具体的には1990年代半ばに米・日から台湾へ、2000年代に台湾から中国へと移してきた経緯がある。そして、生産の担い手としていわゆるEMS(電子機器受託製造サービス: Electronics Manufacturing Service)事業者が急成長した(図表1-3-1-6)。特に、米Appleなど多くの企業の生産を受託しているHon Hai Precision Industry(鴻海精密工業)をはじめ、台湾等に本社を置きながら、生産拠点を中国中心とする企業が台頭してきている。こうした背景から、図表1-3-1-7に示すとおり、中国で生産して輸出するICT財が急激に増加している。

図表 1-3-1-6 主要EMS事業者の売上高及び営業利益率の推移



(出典) 総務省「グローバルICT産業の構造変化及び将来展望等に関する調査研究」(平成27年)

図表 1-3-1-7 ICT財の輸出額動向



(出典) OECD Communications Outlook 2013 (ICT goods exports)

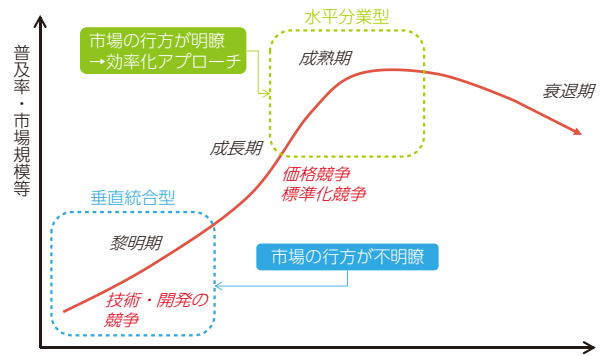
このような、国際分業、あるいはモジュール化された部品の水平分業化については、製品のライフサイクルとセットでみる必要がある。一般的に、市場の黎明期においては、技術・開発の競争が行われながらも、市場の行方が不明瞭であり、垂直統合型によるアプローチがとられやすいが、市場の成長期においては、多くの企業が参入し、価格競争や標準化競争が急速に進み、市場の行方が明瞭なものへと進展する。その結果、効率化アプローチがとられるようになり、その時の経済情勢や経営状況にも依存するが、設計と製造の分離などの国際分業化が進展し、海外生産等へとシフトする（図表1-3-1-8）。

日本の製造業分野においては、分業は行わず、垂直統合と自前主義を採用してきたと指摘される。また、たとえば家電製品でみると、海外へ生産をシフトさせながらも、次世代のヒット商品を投入する、すなわち新しい市場の黎明期が並走することで、その穴埋めしてきた経緯がある。たとえば、ブラウン管テレビの国内生産が減少する一方で、CDプレーヤー、ビデオ、DVD/ブルーレイディスクレコーダーや薄型テレビなどの新製品が次々に創出され、生産品目を高付加価値製品に転換しながら国内生産が維持されてきた*7。

しかしながら、従来の日本の産業の強みであった、設計能力と生産能力の垂直統合によってできる高品質製品と、グローバルで大規模な国際分業によって作り出される製品との競争により、コスト差が大きく開いたことで、主力製品、特に情報関連製品の競争力が著しく減退した。さらに、次の牽引役となりうる製品、あるいは技術開発の対象とすべき新しい領域が明確でないため、新しい製品のライフサイクルを生み出すことができないというジレンマを迎えている。

図表1-3-1-8

製品のライフサイクルと垂直統合・水平分業の関係性



(出典) 総務省「グローバルICT産業の構造変化及び将来展望等に関する調査研究」(平成27年)

2 ICT企業の売上高と収益性の変化

本項では、ICT産業の各レイヤーに係る業態を主業とする国内外のICT企業の業績（2001年～2013年）に基づき、ICT産業の構造変化について分析する*8。

1 市場規模と収益性の変化

ICT産業の構造変化について、ここではその規模と収益性の推移に着目する。図表1-3-2-1に、各レイヤーに属するICT企業の各年の売上高について、2001年時点を100とした場合の推移を示す。全体で見ると、2001年から2013年までに2倍以上へと拡大しているのが分かる。レイヤー別で見ると、最も売上高が成長したのがプラットフォームレイヤーであり、約7倍に拡大しており、2000年以降において、インターネットの普及とともに当該分野の市場規模が拡大してきたことを示している。他のレイヤーにおいても、デバイス製造や通信レイヤーにおいては2倍以上に拡大している。

各年におけるICT産業のレイヤー構造の変化について、企業数及び売上高の観点からみたのが、図表1-3-2-2である。企業数の内訳をみると、コンテンツレイヤーとデバイス製造レイヤー、すなわち、「上」と「下」のレイヤーの事業者数が最も多くを占めている構図がみとれる。また、推移についてみると、コンテンツレイヤー、プラットフォームレイヤーの企業数が占める割合が相対的に増加する一方で、通信機器及びデバイス製造の企業

*7 国際分業体制が構築されているため、海外生産に必要な電子部品の多くが日本から現地拠点へ供給されている。こうした背景から、当該製品の輸出が増加するとともに、国内生産拠点は完成品から電子部品・デバイスなどの中核部品へと生産に軸足を移すことで生産効率化が図られてきている。

*8 国際業種分類コードNAICに基づき、2013年時点での4,228企業（73か国）を集計・分析対象とした。具体的には、各レイヤーと業種分類（企業）を以下のとおり対応づけた。

コンテンツ：ソフトウェア、オンラインメディア、映像・音声コンテンツ制作等

プラットフォーム：ISP、ウェブ検索ポータル、情報処理・ホスティング等

通信：固定通信、移動体通信、衛星通信等

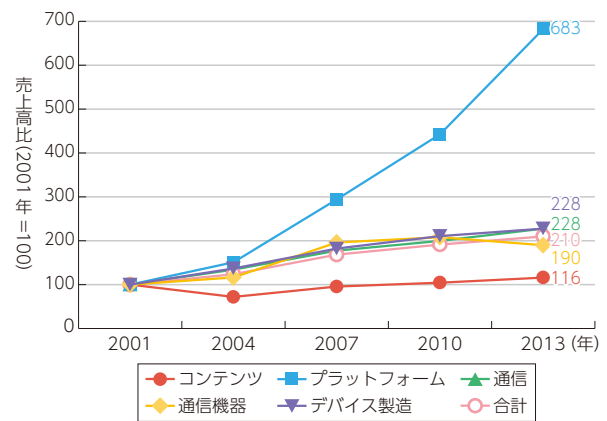
通信機器：通信装置・機器（例、携帯基地局、交換機、ルータ・スイッチ等）

デバイス製造：携帯電話機、コンピューター・周辺機器、AV機器・家電、電気・電子部品等

数が徐々に縮小している。このように、企業数で見ると、徐々に上位レイヤーが増している傾向が見られる。

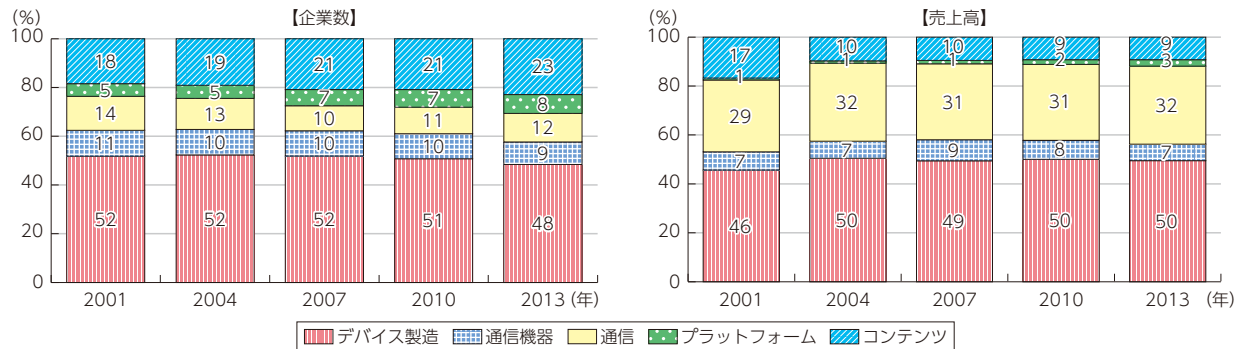
他方、売上高の内訳についてみると、デバイス製造レイヤーが全体の約半分を占め、次いで通信レイヤーが約3割を占めている。推移については、2004年以降はプラットフォームレイヤーが徐々に拡大している。前述のとおり、産業の規模としては2倍に拡大したものの、レイヤー別の構成比については大きくは変化していないことが分かる。

図表 1-3-2-1 ICT関連企業の売上高合計の伸び率 (2001年を100とした場合)



(出典) 総務省「グローバルICT産業の構造変化及び将来展望等に関する調査研究」(平成27年)

図表 1-3-2-2 企業数及び売上高のレイヤー別構成比の推移 (グローバル)

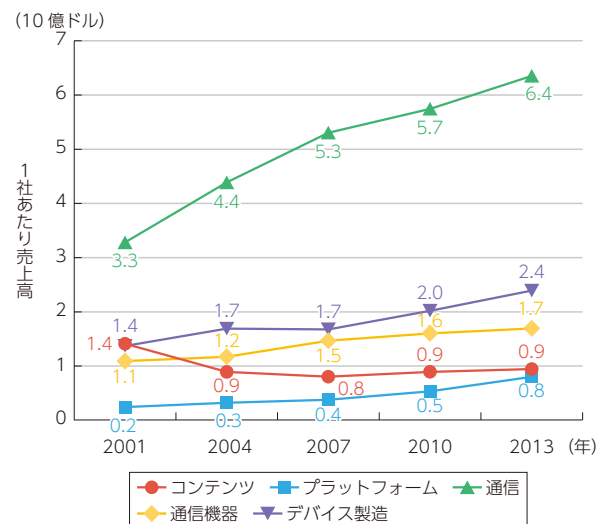


(出典) 総務省「グローバルICT産業の構造変化及び将来展望等に関する調査研究」(平成27年)

企業数及び売上高より、1社あたり売上高の推移を分析すると、コンテンツレイヤーを除き増加傾向がみられる。特に通信レイヤーの1社あたり売上高は大きく、2001年から2013年にかけて2倍近くの規模へと拡大している。その規模は、2番目に大きいデバイス製造レイヤーの約2倍に相当する (図表 1-3-2-3)。

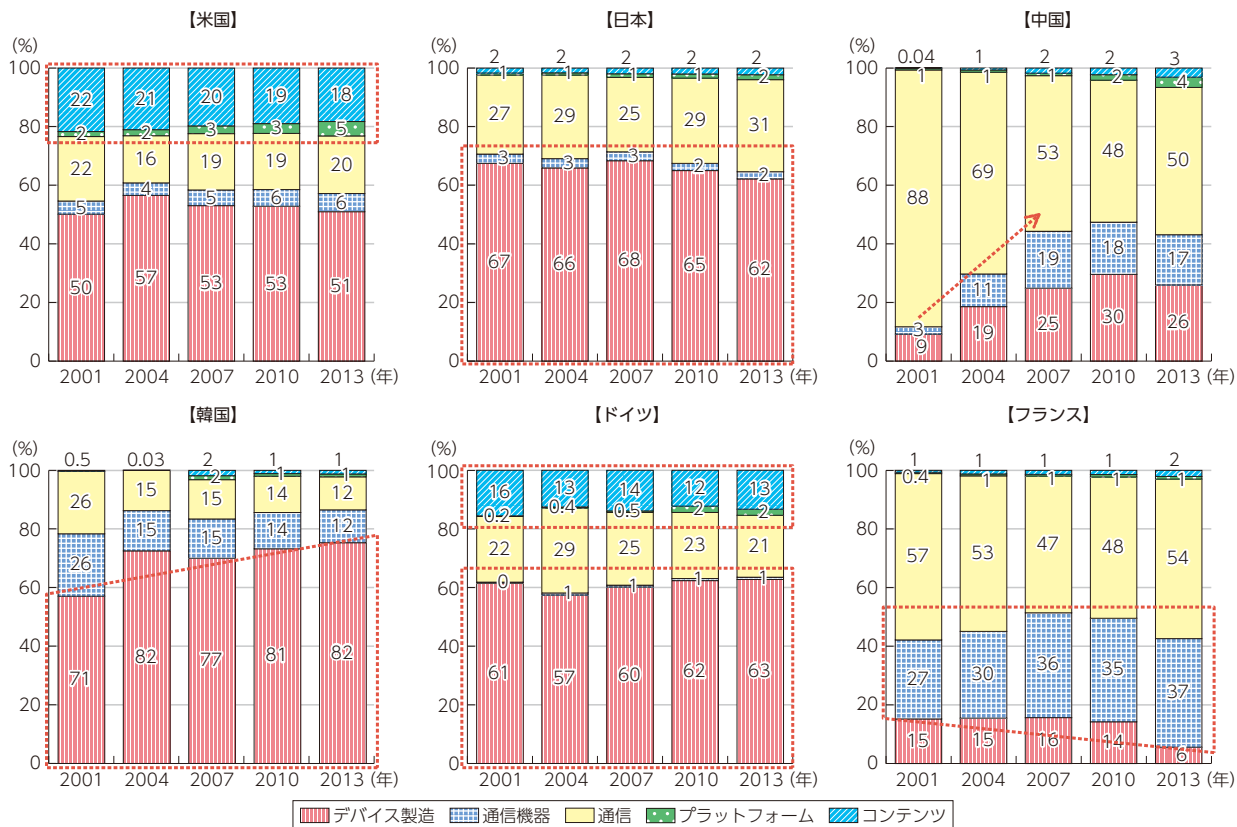
売上高のレイヤー別構成比について主要国6か国を比較すると、国によってレイヤー構造が大きく異なることがみとれる。米国は、主要国の中で、コンテンツレイヤー及びプラットフォームレイヤー、すなわち上位レイヤーが占める割合が最も高い。日本は、デバイス製造レイヤーと通信レイヤーで全体の9割を占めており、後者が占める割合が徐々に増加している。中国は、2000年代に通信機器レイヤー及びデバイス製造レイヤーが占める割合が大きく拡大し、プラットフォームレイヤーも拡大している等、急速に先進国のICT産業構造に近づいているのが分かる。韓国においては、通信機器レイヤーとデバイス製造レイヤーが全体の8割以上を占めており、拡大傾向にある。ドイツは、デバイス製造レイヤーとコンテンツレイヤーが比較的高い点で、米国に近い構造を有しているといえる。他方、同じ欧州地域でも、フランスにおいてはデバイス製造レイヤーが他国より小さく通信機器レイヤーが貢献している状況がわかる (図表 1-3-2-4)。

図表 1-3-2-3 1社あたりの売上高の推移 (グローバル)



(出典) 総務省「グローバルICT産業の構造変化及び将来展望等に関する調査研究」(平成27年)

図表 1-3-2-4 各国の売上高レイヤー別構成比の推移



(出典) 総務省「グローバルICT産業の構造変化及び将来展望等に関する調査研究」(平成27年)

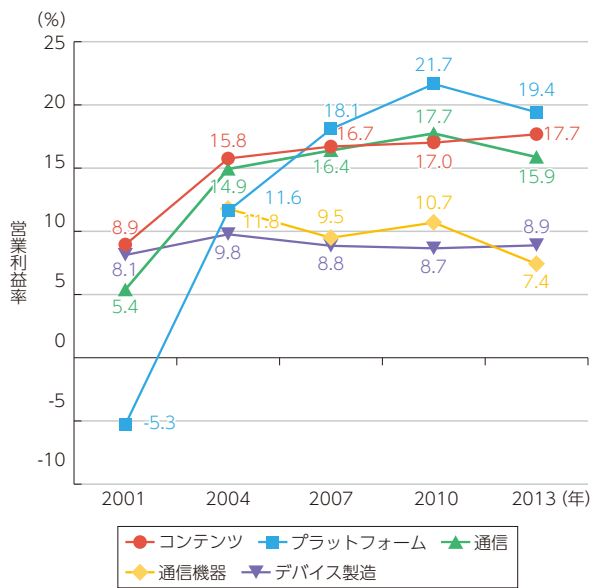
次に、各レイヤーの収益性の変化について図表1-3-2-5に示す*9。各レイヤーの推移をみると、コンテンツレイヤーの収益率は2001年時点でもっとも低く、その後増加傾向がみられる。プラットフォームレイヤーについてみると、2001年はいわゆるドットコムバブル直後の景気の影響等で収益率がマイナスとなっているが、その後急速に回復し、2007年以降は全レイヤーで最も高い収益率となっている。通信レイヤーにおいては、2001年時点ではプラットフォームレイヤーに次いで収益率が低かったものの、その後上位レイヤーと近い水準まで改善している。

他方、通信機器レイヤー及びデバイス製造レイヤーの下位レイヤーにおいては、収益性の低下が続き、通信レイヤーや上位レイヤーとの差が開く傾向が見てとれる。このように、前述のとおり産業全体の売上高(規模)の構造は大きく変わっていないものの、収益性においては下位レイヤーから上位レイヤーへとシフトしていることが分かる。

図表1-3-2-6に各レイヤーの収益性を主要国別でみた変化を示している。グローバル全体の傾向と比べると、米国は、上位レイヤーに限らず、全レイヤーにおいて高い収益性を維持してきていることが分かる。このように米国の産業においては、レイヤーに係らず比較的一様の収益性を有し、その構造が長年維持されている点が特徴である。

一方で、日本においては、下位レイヤーの収益率が特に低く、上位レイヤーと下位レイヤーの収益性の差が非

図表 1-3-2-5 各レイヤーの収益性の変化(グローバル市場)

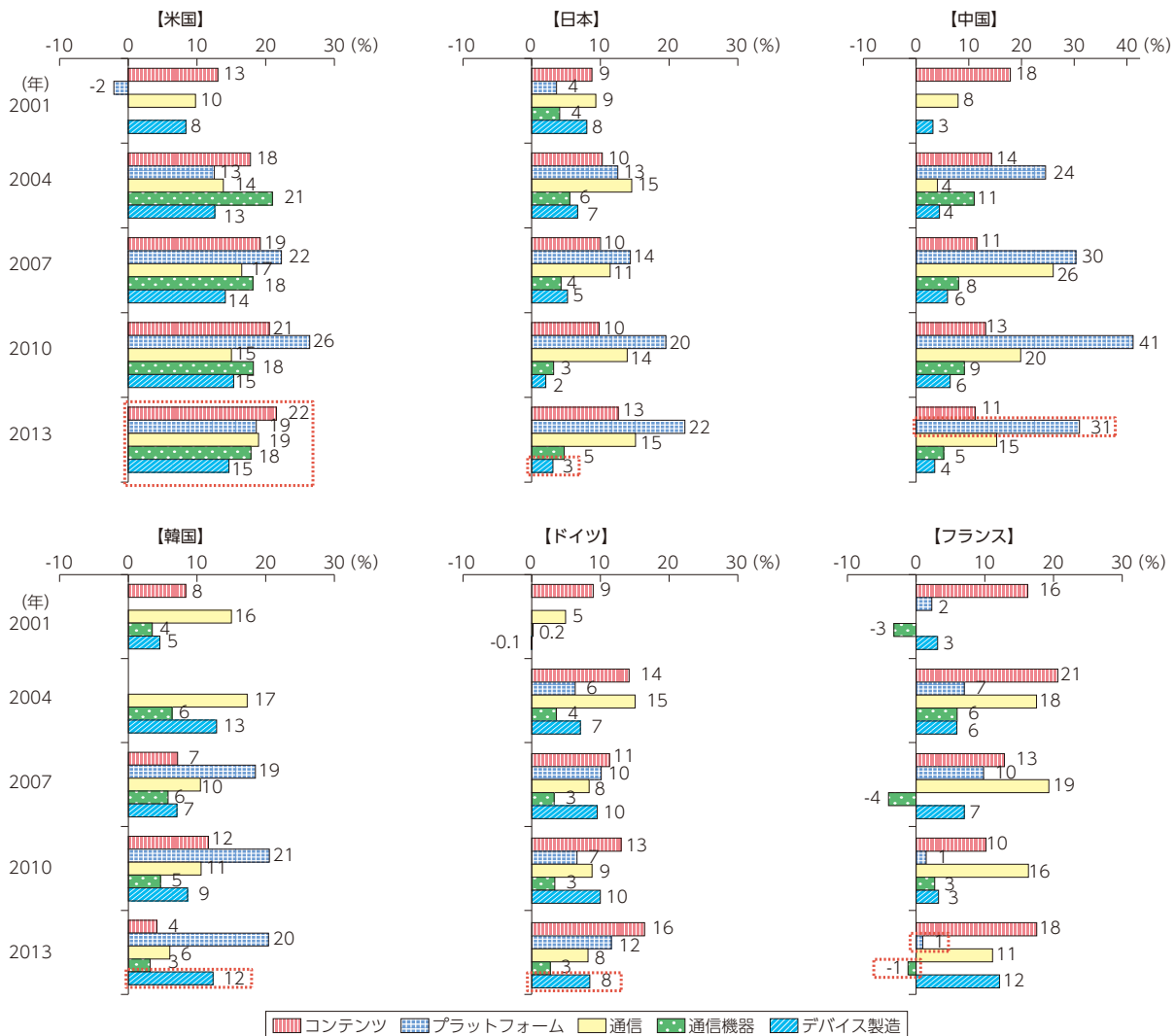


(出典) 総務省「グローバルICT産業の構造変化及び将来展望等に関する調査研究」(平成27年)

*9 各レイヤーに属する企業について、営業利益合計及び売上高合計で算出し除算することで、各レイヤーの営業利益率を算出した。

常に大きい点が特徴である。前述のとおり、売上高の構造上は下位レイヤーが全体の6割以上を占めてきたものの、その収益性については低減傾向にある。同様の傾向は、中国や韓国においても見られる。ただし、韓国においては、デバイス製造レイヤーの収益率が上昇傾向にある点の特徴である。これは、同分野の成長を支えるSamsungの躍進の影響が大きい。中国では下位レイヤーと対照的にプラットフォームレイヤーの収益性が非常に高く、上下レイヤー間での差が大きいといえる。他方、ドイツ・フランスにおいては、他の国と比べて、上位レイヤー、とりわけプラットフォームレイヤーの収益性が低い傾向が見られる。加えて、フランスは、図表1-3-2-4でみたとおり、産業全体に占める通信機器レイヤーの売上高は高いが、収益性についてみると他国に比べてやや低い水準で推移していることが分かる。

図表1-3-2-6 各レイヤーの収益性の変化（主要国別）



(出典) 総務省「グローバルICT産業の構造変化及び将来展望等に関する調査研究」(平成27年)

2 各国企業の新陳代謝 (ICT企業の設定年別の分析)

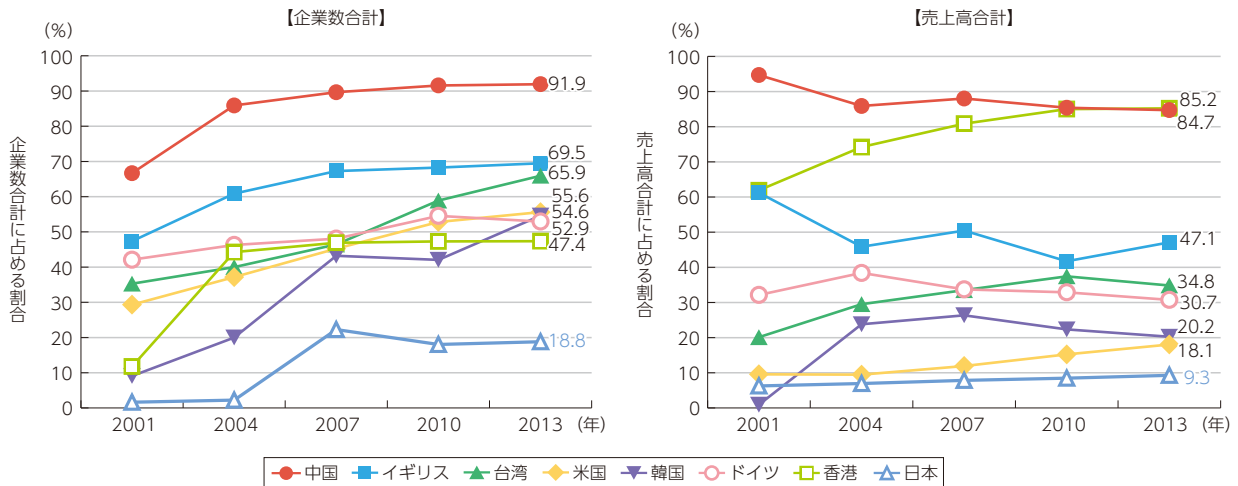
本項の冒頭でみたとおり、ICT産業は過去10年間、規模の拡大を続けてきたところである。こうしたトレンドは、様々な事業者が市場に参入したり、退出したりするなど、新陳代謝を繰り返し、産業の拡大に寄与する新たな市場の創出やイノベーションを起こしてきたからに他ならない。

ここでは、各国におけるICT産業の新陳代謝の状況について評価・比較する。主要8か国を対象に、各年の企業数合計に占める1990年以降に設立された企業の割合と当該企業の売上高が売上高合計に占める割合を図表1-3-2-7に示す。各国とも共通して、過去10年間に当該企業が占める割合は増加してきている。最も高いのが中国の企業であり、現在は全体の9割が1990年以降に設立された企業が占めている。2013年時点では、日本を除き、諸外国とも企業数の概ね半分以上は1990年以降に設立された企業が占めている。

しかしながら、日本は、当該比率は増加しているものの、他国と比べると企業数比率、売上高比率ともに非常に低い水準に留まっており、設立年数がより長い企業に依存している構図がみてとれる。これは、インターネット普及が本格化してからも、グローバル全体と比べると上位レイヤー系事業者が占める割合が小さい点とも関係性があると考えられる。このように、企業が長く存続できる事業環境は、企業の持続性や安定性を担保するものの、一方で今後我が国にとって重要となる産業構造の転換やイノベーション促進等による生産性の向上といった方向性においては、課題であるといえる。

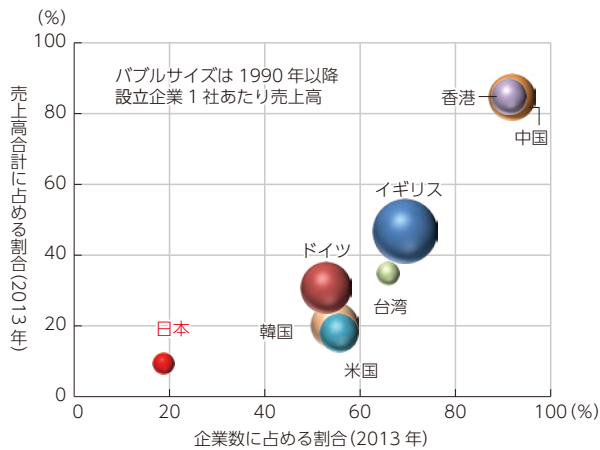
1990年以降に設立された企業について、企業数合計について占める割合、売上高合計に占める割合、1社あたり売上高、の3つの視点から2013年時点の実績を整理すると、日本が他国と比べていずれも低い水準であることが明らかである（図表1-3-2-8）。

図表 1-3-2-7 各国ICT企業数合計及び売上高合計に占める1990年以降に設立された企業数の割合



(出典) 総務省「グローバルICT産業の構造変化及び将来展望等に関する調査研究」(平成27年)

図表 1-3-2-8 各国ICT企業（1990年以降設立）の位置づけ（2013年時点）



(出典) 総務省「グローバルICT産業の構造変化及び将来展望等に関する調査研究」(平成27年)

3 各国ICT企業の市場シェアの変化

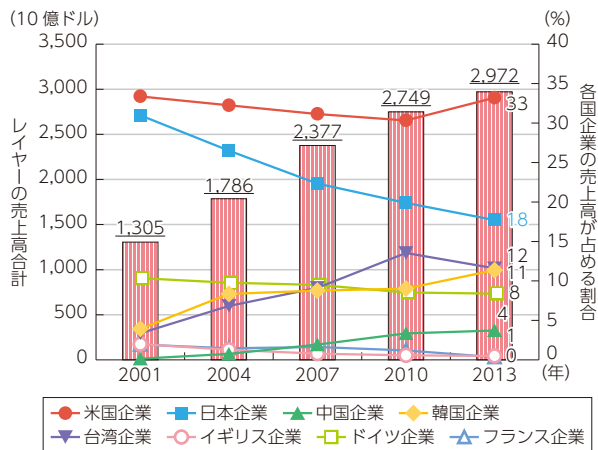
これまで述べた各国の産業構造やその推移の違いの結果、各国ICT企業の競争はどのように変化してきたか。ここではとりわけグローバル化が進展しているデバイス製造レイヤー、通信機器レイヤー、プラットフォームレイヤーについて、売上高合計と各国ICT企業の売上高ベースの市場シェアの変化についてみる。

デバイス製造レイヤーにおける推移について図表1-3-2-9に示す。売上高合計は堅調に拡大している。デバイス製造レイヤーにおける諸外国の代表的企業としては、米国General ElectricやApple、中国Great Wall TechnologyやTCL、韓国Samsung、台湾Hon Hai (Foxconn)、ドイツSiemensなどが挙げられる。日本

企業は、パナソニック、ソニー、東芝が挙げられる。2001年においては米国と日本の市場シェアは拮抗していたが、以降は韓国や台湾のシェア上昇とともに、日本の市場シェアは低下傾向が続いている。米国においては、Appleの躍進により2013年にシェアが上方へ向いた。

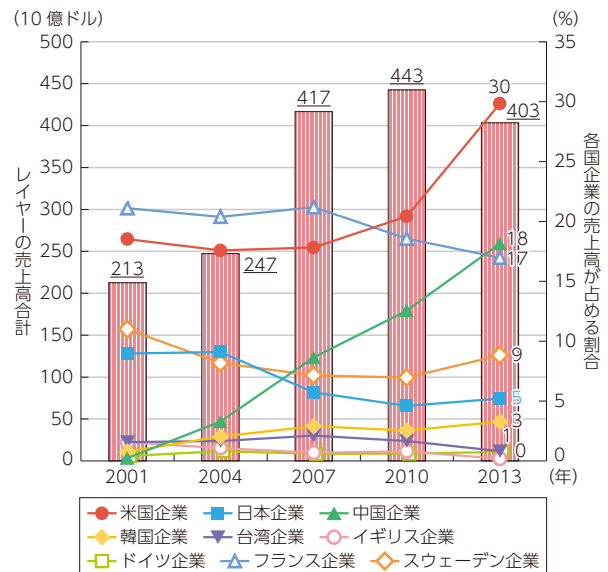
通信機器レイヤーにおける推移について図表1-3-2-10に示す。売上高合計は特に2004年から2007年にかけて大幅に拡大している。これは、グローバル規模で移動体通信をはじめとする通信インフラ需要が伸びたことが背景と考えられる。一方で、2010年から2013年にかけては下降に転じており、伸びが鈍化した状況がうかがえる。通信機器レイヤーにおける諸外国の代表的企業としては、米国Cisco、フランスAlcatel-Lucent、中国Huawei、スウェーデンEricsson、日本のNEC、沖電気などが挙げられる。本レイヤーの特徴としては、中国企業の躍進が挙げられ、米国、中国、フランス、スウェーデンの企業にシェアが集中しつつある。

図表 1-3-2-9 デバイス製造レイヤーの売上高合計と各国企業のシェア変化



(出典) 総務省「グローバルICT産業の構造変化及び将来展望等に関する調査研究」(平成27年)

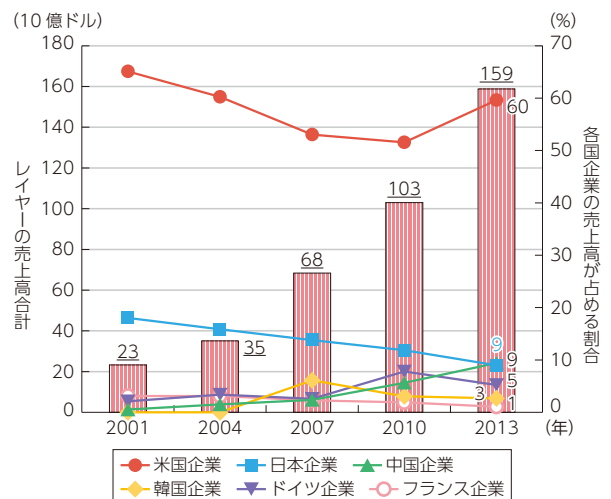
図表 1-3-2-10 通信機器レイヤーの売上高合計及び各国企業のシェア変化



(出典) 総務省「グローバルICT産業の構造変化及び将来展望等に関する調査研究」(平成27年)

プラットフォームレイヤーにおける推移について図表1-3-2-11に示す。売上高合計は急速に拡大しているのが分かる。プラットフォームレイヤーの諸外国の代表的企業としては、米国Google、中国Tencent、中国Baidu、韓国Naver、日本CyberAgentなど挙げられる。本レイヤーは米国Googleがグローバルレベルで席巻していることから、日本をはじめ、他国企業の売上高シェアは低下傾向にある。

図表 1-3-2-11 プラットフォームレイヤーの売上高合計及び各国企業のシェア変化



(出典) 総務省「グローバルICT産業の構造変化及び将来展望等に関する調査研究」(平成27年)

3 ICT産業構造変化に対する我が国企業の対応

ここまで述べたとおり、ICT産業は、技術革新を背景に市場が多様化し、グローバル化が進展し、世界中の様々な事業者が参入しながら産業構造が変化してきている。このような構造変化において、我が国ICT企業が

どのように対応してきたか、その発展経緯について概観する。第1節では、通信自由化後の日本の通信産業と通信事業者の発展についてみたが、ここでは通信事業を支えてきた主要通信機器事業者を対象に説明する。

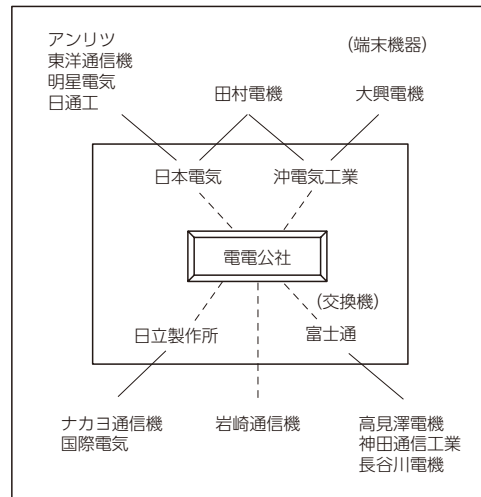
1 通信自由化時のICT産業の構造

我が国では、歴史的に通信事業者と通信機器事業者による強い協力関係のもとで産業が形成されてきた。第二次世界大戦より以前、電話の早期普及を目指し、通信機器に関する高度な技術の安定的な保持と通信機器間の技術的な接続性の確保等の必要性を背景に、電電公社の前身の通信省と多数の通信機器事業者との関係基盤が形成された。具体的には、今日の日本電気、日立製作所、富士通、沖電気工業を中心とする企業群である（図表1-3-3-1）。

これらの企業は、電電公社による長期計画や製品仕様を基に、電電公社や他のベンダーでの共同研究を通じて、交換機・コンピューターや付随するソフトウェアを開発してきた。また、電電公社と通信機器事業者は、技術開発、製品開発において協力関係にあり、さらに海外企業との提携関係に基づき、外国の先進技術を導入する役割を果たした。マーケティング部門に経営資源を投入する必然性は少なく、相対的に技術部門に経営資源が集中する傾向があったと指摘されている。

図表1-3-3-1

電電公社を中心とする通信機器事業者との関係



実線は「資本」・「技術」・「人材」の関係
点線は「技術」・「人材」の関係

(出典) 総務省情報通信政策研究所「次世代ネットワーク構築に向けたITベンダーの発展について」(平成16年3月)

2 構造変化に対応した我が国ICT企業の適応戦略

我が国においては、通信自由化後、1990年代以降のインターネットの急速な普及や、IP化への対応^{*10}等を背景に、通信機器の市場は多様な主体へと広がった。製品についても、従前の電話交換機から、ルーター、サーバーなどへ多様化し、各企業ともそれぞれ産業構造の変化に対応して事業展開を進めてきた。

我が国通信機器事業者は、本節第1項でみたように産業構造の垂直分離と水平統合が進展する中で、通信機器のみならず、半導体や端末事業も含む多角化戦略を図ってきている。しかしながら、近年では下位レイヤーにおけるグローバル競争やコモディティ化を背景に、ソリューションやICTサービスに注力するなど、新たな価値創造に向けた取り組みが進められている。ここでは、主要通信機器事業者に着目し、事業のポートフォリオや組織の発展経緯について概観する。

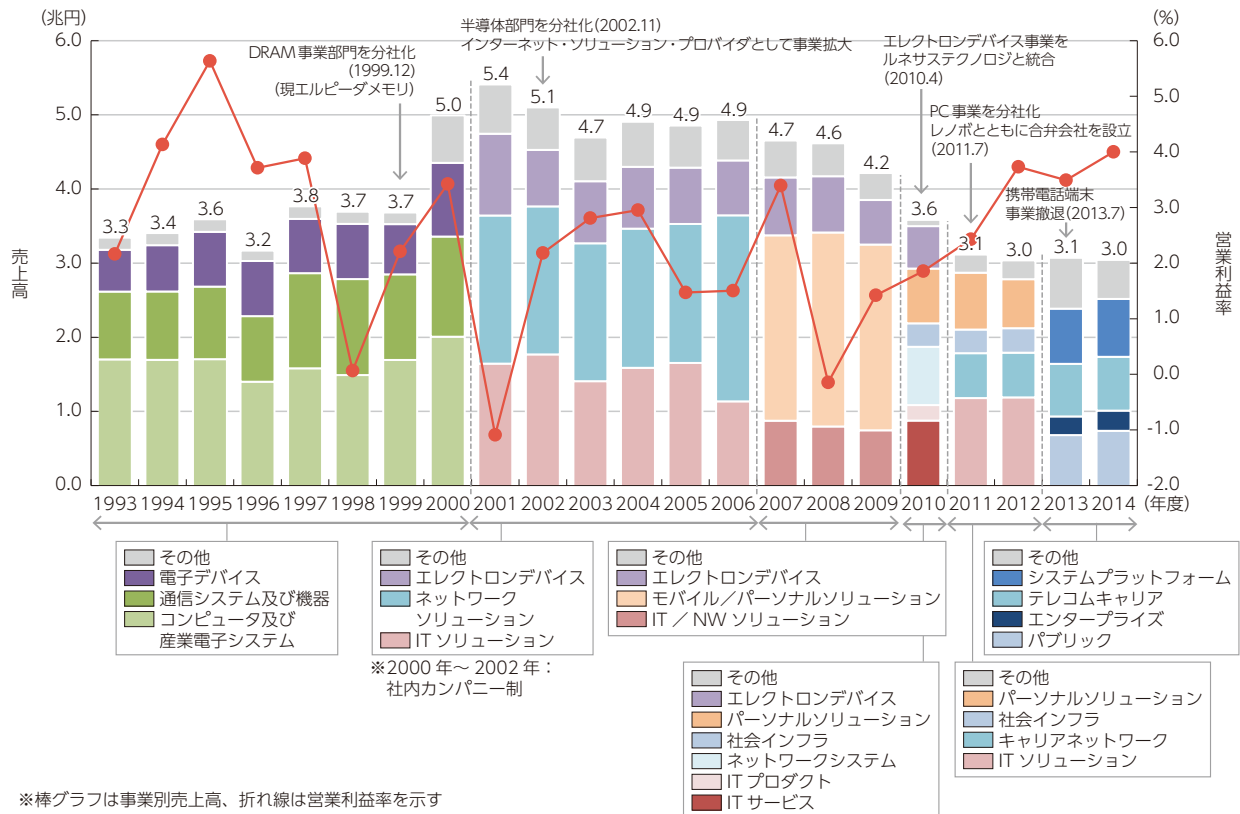
ア NEC

NECは岩垂邦彦と米国ウェスタン・エレクトリックが54%を出資する日本最初の合弁企業で1899年に創業した企業である。1977年に「コンピュータと通信技術の融合」を謳った「C&C」(Computer & Communicationの略)のスローガンを提唱、これを新たな企業理念として、情報・通信系の総合電機メーカーへと変貌を遂げる土台を形成した。同社は、両分野の強みを活かしながら、80年代後半から90年代中頃にかけて世界的に競争優位を有していたが、1990年代後半に国内外のパソコン事業の不振、半導体市場での米国や韓国勢との競争激化といった要因により業績が低迷したことから、2000年以降は、第1項でみたようにインターネットの普及の流れを受け、基本方針として「インターネットへの事業集中(インターネット・フォーカス)」を掲げ、DRAM、半導体、パソコン、携帯電話端末など、同社が従来強みとしてきた事業を分社化しながら、ITソリューション事業およびネットワークソリューション事業に経営資源の集中を進めてきた。2013年には、ICTによる社会インフラの高度化及び社会課題の解決を成長機会ととらえ、新たなビジネスモデルの確立を目指した「社会ソリューション事業」を掲げ、事業セグメントを、国内外の政府・官公庁・公共機関・金融機関向

*10 我が国では、2002年4月にNTTが加入電話網への投資の原則停止及びIP化推進の計画(2002年度～2004年度3か年計画)を発表

けの「パブリック事業」、製造業や流通・サービス業を中心とする民需向けの「エンタープライズ事業」、通信キャリア向けの「テレコムキャリア事業」、各種製品をベースとしたソリューション・サービスの「システムプラットフォーム事業」へと再編している。このように、NECはネットワークとITを軸とする多角化経営を進めながら、ソリューション・インフラ事業へと軸足をシフトしてきている（図表1-3-3-2）。

図表 1-3-3-2 NECの事業別売上高及び全体の営業利益率の推移



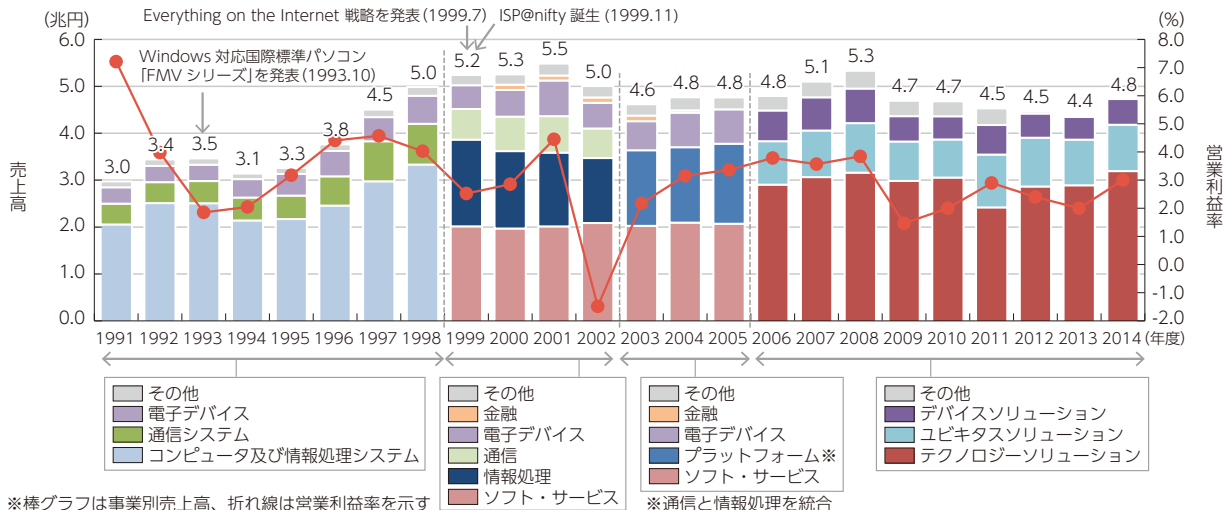
(出典) 総務省「グローバルICT産業の構造変化及び将来展望等に関する調査研究」(平成27年)

イ 富士通

富士通は、古河電気工業とドイツの電機メーカーSiemensが発電機と電動機を日本で国産化するため合弁会社として設立された富士電機製造株式会社（現・富士電機株式会社）から電話部所管業務を分離して、1935年に設立された企業である（当時は富士通信機製造株式会社）。

同社は、1970年代後半から1990年にかけて、IBM互換汎用コンピューターFACOM Mシリーズが成功し、パーソナルコンピュータ事業への展開や、スーパーコンピュータや高性能サーバーの開発、製品化を手掛けながら成長を図った。インターネットの本格的普及を見据え、1999年には、ブロードバンドインターネットを中核とする新たな事業戦略「Everything on the Internet」を発表し、「サービス（コンサルティング、システムインテグレーション、アウトソーシングサービス、ネットワークサービスなどのソリューションの提供）」「プラットフォーム（移動通信ネットワーク、光ネットワーク、サーバー/クライアント等を中心としたインターネット対応製品の提供）」「テクノロジー（システムLSI、メモリ等の電子デバイスを柱とする最先端技術による高付加価値化）」の3つの事業に経営資源を集中し、総合的なソリューション提供に注力する方向へと舵を切った。2005年にはさらに、提供顧客に応じた製品区分への見直しとして、高性能・高品質のプロダクトとソフトウェア・サービスのトータルソリューションを提供する「テクノロジーソリューション」、個人ニーズに対応した「ユビキタスプロダクト・ソリューション」、LSI事業を主軸とする「デバイスソリューション」へと再編した。近年は、ICTの活用によって実現する豊かな社会を「ヒューマンセントリック・インテリジェントソサエティ」と呼び、このような社会の構築を中期的なビジョンとして、ビッグデータ技術やクラウドコンピューティング技術などの先進技術を基盤として事業展開を行ってきている（図表1-3-3-3）。

図表 1-3-3-3 富士通の事業別売上高及び全体の営業利益率の推移



(出典) 総務省「グローバルICT産業の構造変化及び将来展望等に関する調査研究」(平成27年)

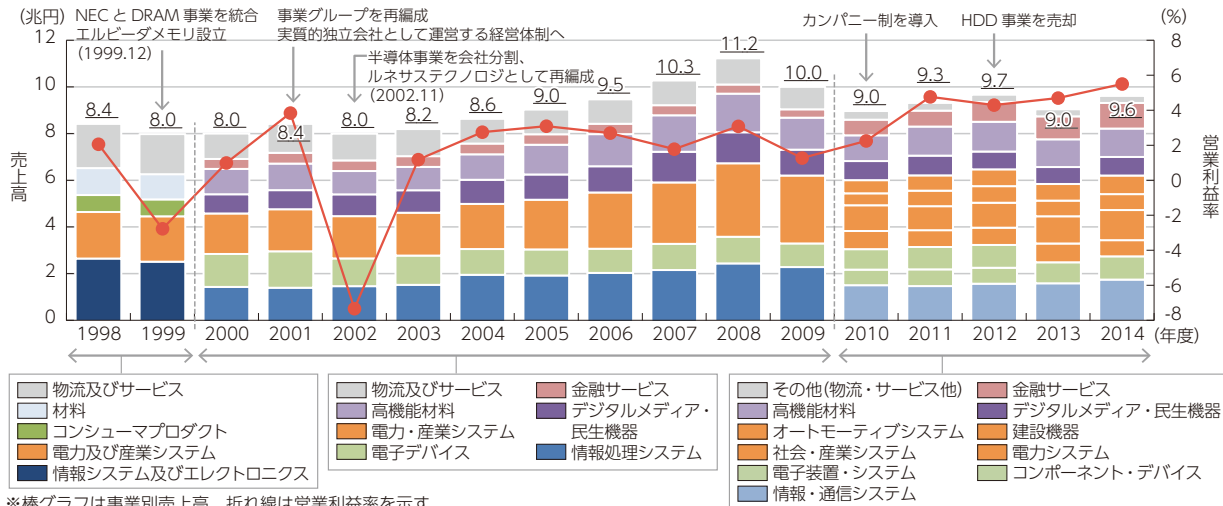
ウ 日立製作所

日立製作所は、1910年に創業し、産業や社会インフラからコンシューマプロダクトや電子デバイスまで幅広い分野へと多角化を図ってきた総合電機メーカーである。

同社は、1980年代以降、半導体・コンピューターをはじめとするエレクトロニクス分野に重点投資を継続し、当該分野の適用範囲を創業以来日立の基盤を支えてきた重電機器や産業機械部門へ広げることで事業構造転換を行ってきた。しかしながら、半導体・コンピューター事業については、技術革新のスピードが速いうえに、本節第1項でみたような製品価格のコモディティ化や急速に進展した国際分業の流れに追いつかず、他日系メーカーと同様に国際競争力を失い、事業再編を迫られた。情報通信システムについては同社の中核事業として拡大しながらも、2000年後半からは、電力・産業システムが全体の売上高を牽引してきた傾向がみられる。また、このように事業分野をシフトしていくため、あるいは海外展開を進める上で、各事業部や工場等の垣根にとらわれない組織改変や、複数の事業分野にまたがった横断的な組織作り等を進めてきている。たとえば、同社は、構造改革の加速と個々の事業の競争力強化を図るため、2009年10月1日にカンパニー制を導入し、各事業の独立採算性を追求している。

こうしたなかで現在及び今後の事業の柱に据えているのは、社会イノベーション事業である。これは、同社グループが有する情報・通信システム、産業・交通・都市開発システム、電力システム、これらの融合分野及び材料・キーデバイスの分野の強みを活かし、同社が有する制御技術やITなどの情報通信システム技術で高度化された社会インフラを提供するものである (図表 1-3-3-4)。

図表 1-3-3-4 日立製作所の事業別売上高及び全体の営業利益率の推移



(出典) 総務省「グローバルICT産業の構造変化及び将来展望等に関する調査研究」(平成27年)

フィクションで描かれた ICT社会の未来像

1. 概観～ICT 端末

これまでマンガや小説、アニメ、映画といった分野のフィクション作品の中では、豊かな空想のもとに様々な形でICT社会の未来像が描かれてきた。未知なる技術に対する憧れや期待が描かれたこれらの作品は、人々に未来に対する具体的なイメージを抱かせるとともに、新しい技術やサービスの開発に向けた指針や動機を作る助けにもなってきた。

この「フィクションで描かれたICT社会の未来像」では、主に1960年代以降に発表された様々な分野（マンガ、アニメ、映画、小説等）のフィクション作品を取り上げ、主にSFと呼ばれる分野にあたるこれらの作品の中でどのようにICT機器や未来社会が描かれたかを調査するとともに、現在の視点から見た実現状況の分析を行う。

各パートで扱う作品の選定にあたっては、Facebookに開設したご意見募集ページ「みんなで考える情報通信白書」でのアンケート（以下、「Facebookアンケート」）とともに、関連分野の研究者、作品関係者等のご意見も参考にさせていただいた。

1 概観

19世紀のフランスの作家ジュール・ヴェルヌが1869年に発表した小説「月世界旅行（原題：Autour de la Lune）」では、長さ900フィート（約274メートル）の大砲から打ち出されるアルミニウム製の砲弾に乗り込んで月に向かう人々の姿が描かれている。イギリスの作家H.G. ウェルズが1895年に発表した小説「タイムマシン（原題：The Time Machine）」には、80万年後の未来を旅する時間旅行機（タイムマシン）が登場する。これは後の多くのフィクション作品に影響を与えた。

ヴェルヌの「月世界旅行」は、日本でも明治時代中期に翻訳で紹介され、1902年にはジョルジュ・メリエスがこの作品をもとにした映画を製作している（図1）。ウェルズの「タイムマシン」は1913年に「八十万年後の社会」の題名で翻訳版が発表され、1960年、2002年に映画化されている。

ヴェルヌ、ウェルズは多くのフィクション作品を残したが、未来や宇宙、地底や深海での冒険、さらには宇宙人の侵略を描いたこれらの作品は活劇としても優れており、「月世界旅行」や「タイムマシン」だけでなく多くの作品が映画化されて広まり、大人から子供まで幅広い年代の人々の心をとらえた。

20世紀に入り、映画やテレビといったメディアが成長していく中で、こうしたサイエンス・フィクション＝SFは大きな流れとなり、現在に至る作品群の中でも様々な想像の産物が登場することになる。

日本においても、戦前から多くの冒険小説が少年向け雑誌を中心に発表されてきたが、科学や未来、宇宙をテーマとしたフィクション作品がとりわけ盛り上がりを見せてきたのは、戦後に創刊された子供向け雑誌の誌上においてである。

1951年には手塚治虫が「アトム大使」を発表、翌年からは後にテレビアニメ化される「鉄腕アトム」のマンガ連載が開始される。宇宙や未来での冒険を描いたフィクションの分野はマンガというメディアを得て、大きく拡大する。「鉄腕アトム」をはじめとする“空想科学マンガ”は、マンガ界のひとつの大きな流れとして定着する。

一方、映画では1954年に「ゴジラ」が公開され、その後の“怪獣ブーム”につながる作品群が生まれ

図1 映画「月世界旅行」のワンシーン



（出典）パブリックドメイン

ていく。テレビでは「月光仮面」(1958年)、「遊星王子」(1958年)、「ナショナルキッド」(1960年)といった初期のヒーローもの特撮番組が人気を集めたが、未来の生活や未知の科学を描いた「空想科学」をテーマとした番組の人気を決定的にしたのは、前出の連載マンガを原作に、1963年に放送を開始した国産初のテレビアニメシリーズ「鉄腕アトム」である(図2)。当時遠い未来だった21世紀を舞台に七つの力を持った10万馬力の少年ロボットが活躍するこのテレビアニメは4年にわたって放送され、最高視聴率40%^{*11}の大ヒットを記録するとともに、空想科学アニメのブームを起こした。

この後、とりわけアニメやマンガの分野において、日本のフィクション作品は特異な発展を始める。1974年にテレビ放送を開始した「宇宙戦艦ヤマト」、1979年放送開始の「機動戦士ガンダム」といった作品によって、成人以後もアニメを楽しみ続ける大人のファン層が生まれ、マンガ雑誌においても1980年代以後の青年向けコミック誌、マニア向けコミック誌の相次いだ創刊等により、マンガは子供から大人までが楽しむメディアとなった。

アニメやマンガにおいてこうしたファン層が生まれたのは、クリエイターたちが子供にとどまらないティーンエージャーや大人の年代も感情移入ができる作品を提示したことに起因する。1960年代においては比較的荒唐無稽な設定が許されたフィクション作品も、作品にリアリティを持たせるための緻密な設定が作られるようになっていった。例えば、「機動戦士ガンダム」では、巨大なモビルスーツが戦闘の主力として白兵戦を行う理由として、通信障害を生じ、レーダーを機能させなくなる“ミノフスキー粒子”という架空物質を設定している。

このように日本において、マンガやアニメが大人のファン層に拡大していったことは、その後の作品の内容に変化をもたらし、それを受け取る読者や視聴者に深い影響を与えている。今回の調査にあたっては、Facebook アンケートの中で“未来を描いたフィクション作品として最も印象に残る作品タイトル”をご回答いただいたが、回答の中で最も多かったのも、「鉄腕アトム」を中心とするアニメ作品だった。

海外において、SF作品は主に映画や小説の分野で語られることが多いが、こうした変遷を辿った日本においては、アニメやマンガが一大分野として発展し、それが海外にも影響を与えている。

ヴェルヌ、ウェルズの時代から100年あまりの間のSFを中心としたフィクション作品の道筋を大雑把に概観すると以上ようになるが、この流れの中で多くの作品が生み出され、様々な未来の姿が提示されてきた。

以後、ICT分野のカテゴリーを5つに分け、本パートを含む全パートにわたって、SFを中心としたフィクション作品の中で描かれた未来の社会や機器をたどり、検証を進めていきたい。

2 「スーパージェッター」～30世紀のウェアラブル装備

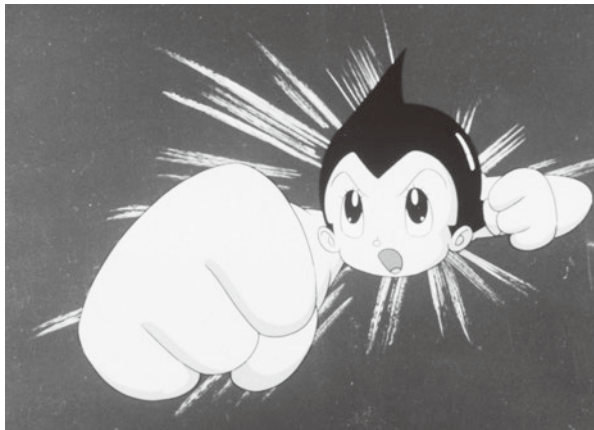
1961年のガガーリン飛行士を乗せたボストーク1号による世界初の有人宇宙飛行に始まり、1969年のアポロ11号による月面着陸まで、1960年代は宇宙開発を背景とした科学に対する注目が集まった時代である。

この時期、日本では「鉄腕アトム」の大ヒットに続く多くの空想科学テレビアニメシリーズが放送されている。この時期に放送を開始したアニメ番組の半分近くは“空想科学もの”で占められている。

中でも1965年に放送を開始した「スーパージェッター」は、30世紀の未来からやってきたタイムパトロール隊員を主人公にした作品である。1000年先の未来という、子供たちにとって魅力的な世界観が描かれることで「鉄腕アトム」に次ぐ人気を得た(図3)。

主人公のジェッターは30世紀のタイムパトロールに所属する少年である。時間犯罪者を追跡する途中に

図2 「鉄腕アトム」(テレビアニメ)



©手塚プロダクション・虫プロダクション

*11 TezukaOsamu.net http://tezukaosamu.net/jp/museum/permanent_5.html

衝突事故を起こし、20世紀の日本に投げ出され、タイムマシンの故障でこの時代に取り残された。そして、国際科学捜査局の要請を受けて、犯罪捜査に協力することになる。

「スーパージェッター」では、シリーズの縦軸としてジェッターと時間犯罪者ジャガーの戦いが描かれるが、筒井康隆、眉村卓、豊田有恒といった当時の若手SF作家が脚本を執筆することで、各話はそれぞれ1話完結のSF短編ようになっており、それらのエピソードには“未来予言機”、“知能増幅剤”、“マイクロ光線”、“地底戦車”、“四次元マシン”、“人工太陽”や自然エネルギーを吸収して動く巨大ロボット等さまざまな空想上の機器が登場している。しかし、作品の中で最も印象強く描かれるのはジェッターが使う30世紀のタイムパトロール隊員の装備である。

ジェッターが乗る“流星号”は最高速度マッハ15（時速16,200km）での飛行や、水中での活動、搭載した電子頭脳による自律した活動が可能なエアカー型のタイムマシンである。ジェッターが腕に付けているタイムストッパーは、周囲の時間を30秒だけ止めることができ、流星号の呼び出し機能、トランシーバー機能を持つ。さらに、頭には透視能力のある赤外線透視ゴーグル、腰には重力を中和することで飛行を可能にする反重力ベルトと、相手を一時的に痺れさせる銃パラライザーを装備している。

番組のオープニングは『ぼくはジェッター、1000年の未来から時の流れを超えてやってきた。流星号、応答せよ!』というジェッターのセリフから始まる。ジェッターがこのセリフを呼びかけるタイムストッパーは、番組のスポンサーとなった食品会社の懸賞の賞品となって人気を集め、『流星号、流星号、応答せよ!』は子供たちの間の流行語となった。

こうした初期の時代のテレビアニメシリーズは、その後の子供文化に大きな影響を与えている。メガネやゴーグル、ヘルメット状のかぶり物や、時計や腕輪のような形で腕に装着するもの、ベルト状に腰に巻くものという3種類の装備は、その後も日本の子供向けアニメ、特撮番組の主人公たちが持つ主要装備として仮面ライダーシリーズの変身ベルトのような形で、現在も引き継がれている。

「スーパージェッター」で描かれた技術の多くは、技術の出所を1000年先という未来としたことで、現実には足がかりのないものが多い。タイムストッパーや反重力ベルトは実用化されていないし、流星号のようなタイムマシンも開発されていない。時間を操る技術を描いた作品は、19世紀に書かれたウェルズの「タイムマシン」に始まり、過去や未来に人間を送り込む装置を描いたテレビ映画「タイムトンネル」や、未来から現代に殺人ロボットが送り込まれる映画「ターミネーター」等、枚挙に暇がないが、タイムマシンは物理学の世界での研究、議論にとどまっており、SFの永遠のテーマとして現在に残っている。

しかし、コンピューターの小型化、高速化、高性能化により、かつては空想の世界にあった腕時計、ベルト、メガネといった形態のウェアラブルデバイスが現実のものとなっている。

2015年4月に発売が開始されたApple Watch等、各社が展開を始めているスマートウォッチは利用者のリアルタイムの健康管理情報を伝える機能を持つとともに、ビジネス面でのサービスの開発も進められている(図4)。指輪型や帽子型、靴型などその他のウェアラブルデバイスも数多く現れてきている。中でも最近注目を集めているのがウェア型のデバイスで、繊維にセンサーが織り込まれた衣服や、繊維自体がセンサーや通信回路の役割を果たす衣服等、まさにウェアラブルな機器の開発が進んでいる。

図3 「スーパージェッター」(テレビアニメ)



©TBS

図4 Apple Watch



(出典) Apple社ホームページ

これらの機器は、いずれもインターネットに接続できるウェアラブルデバイスだが、「スーパージェッター」の時代に登場した装備にはコンピューターやインターネットの概念はあまり反映されていない。すでに電子計算機という呼び名でコンピューターは存在していたが、一般には大きな機械というイメージだけがあり、主人公が装備する機能としてはリアリティを欠いていた。当時の設定を分析してみると、電子頭脳が搭載された“流星号”は音声認識による遠隔操縦が行われ、自律して走行する機能を持つことで、現在から考えれば、高性能のコンピューターが使用されていたことが推測できるが、こうした機能とコンピューターの関係性は描かれていない。こうした関係性がより詳細に描かれた作品の登場は、この後10年以上たってからのことになる。

3 「ジャイアントロボ」～音声認識操縦機

1967年の10月から翌年の4月に放送された特撮テレビ映画「ジャイアントロボ」は、わずか半年の放送だが、当時の少年たちに強い印象を残している作品である。原作者は1956年にマンガ連載が開始され、1963年にテレビアニメの放送を開始した「鉄人28号」を描いた横山光輝である。2作品とも巨大ロボットを中心とした作品だが、鉄人28号を操る操縦機が手動操作のリモコンだったのに対し、ジャイアントロボは声紋認証機能が付いた腕時計型の音声認識操縦機で操縦されている。

ジャイアントロボは、地球征服を目論む宇宙人が操る秘密結社BF団に破壊兵器として作られた巨大ロボットである。元々はGR1と呼ばれていた。操縦システムは音声登録、音声認証式で、初起動の際に声を登録した者の命令にしか従わない仕組みになっていた。主人公の草間大作少年は、GR1の起動時に声を登録することで唯一の操縦者となり、国連秘密警察機構ユニコーンの一員としてBF団と戦うことになる。それまでGR1と呼ばれていた巨大ロボットは大作少年が操るジャイアントロボとなり、BF団が繰り出す怪獣や巨大ロボットと戦いを繰り広げる。

「ジャイアントロボ」で描かれる音声登録、音声認識といった技術は、その後開発が進み、現在では一部で実用化されている。音声認識は10年ほど前からパソコンソフトやカーナビ等で実用化されているが、現在スマートフォン等で動作しているものはさらに性能が高くなっている。またCNNのようなテレビ放送の字幕付与や会議等の議事録作成にも音声認識技術が導入されている。

音声認識技術を使ったスマートフォンアプリとしては次のような例があげられる。

Siri (Speech Interpretation and Recognition Interface) は、iOS向けの秘書機能アプリで、自然言語処理を用いて、ユーザーの質問に答え、自薦、Webサービスの活用等を行う。英語、日本語、フランス語、ドイツ語、中国語等の多言語に対応し、すでにiPhone等のユーザーには浸透している。

Shazamは音楽検索アプリで、iPhoneアプリやAndroidアプリとして配布されているが、マイクに向かって鼻歌を歌ったり、スピーカーに近づけるなどしてメロディを入力することで、該当する曲を検索することができる。曲名やアーティスト名、歌詞などのテキスト情報を知らなくとも、どの曲かを調べることができる。

このように音声認識は、スマートフォンアプリを中心にすでに多くの実用例が見られるが、話し言葉への対応や騒音の中での動作等についてはまだ課題が残されているのが現状である。巨大ロボットを操縦する用途があるかどうかは別として「ジャイアントロボ」に置き換えて考えてみると、大作少年がロボットに下す『飛べ！ジャイアントロボ』、『メガトンパンチだ』、『ミサイルロケット発射！』といった出撃、攻撃に関する数パターンの短い指令については対応できると考えられるが、怪獣が暴れているような大騒音の中で、正確な音声認識ができるかどうかは疑問が残る。また、戦いの中での『がんばれ！』、『負けるな！』といった抽象的な命令に対しては、仮に音声認識ができたとしても、より高性能な人工知能が開発されない限り、対応できないだろう。

しかし、周囲の音の中でのユーザーの指示への対応については、大きな騒音下でもクリアに集音できる小型インテリジェントマイクの開発などが行われており、ごく近い将来に解消されていくと思われる。また、ユーザーの曖昧な指示をくみ取る人工知能の開発も進められている。

4 少年雑誌の図解特集に描かれた未来

日本においてマンガやアニメが隆盛していく以前から、少年向け雑誌には、小松崎茂の「宇宙少年隊」や「地球SOS」などに代表される多くの空想科学絵物語が掲載されてきた。こうした絵物語はマンガの隆盛とともにその勢いを失っていくが、1960年代においてもイラストと文章で構成される図解特集という形態が、月刊や週刊のマンガ誌の巻頭の特集ページや本文記事として掲載され、人気を集めていた。図解

特集では、特に“未来”や“科学”、“乗り物”といったテーマが人気を集めた。当時の少年誌の復刻版を見ると、「自動ドライブ時代」、「走れ、空中弾丸列車」、「海にうかぶ東京」など当時思い描かれたさまざまな未来予想図が掲載されている。

例えば、1961年の「たのしい四年生」に掲載された「2061年の東京」(画：伊藤展安、案：福島正実)には、ヘリポートを備えた細長い高層ビルや室内野球場が立ち並び首都の町並みにエアカーが走り、身体にフィットしたカラフルなファッションに身を包んだ人々がテレビ付きの自動走路を移動する姿が描かれている(図5)。

「スーパージェッター」や「ジャイアントロボ」などに描かれた未来や未来の機器は、こうした図解特集の中で描かれてきた未来の一部をなしている。

当時の人々が様々な断片的な情報をもとに空想し、構成した未来像の中には、勿論ドーム式球場やリアモーターカーのように、実現したり、実現に近づいているものもあるが、エアカーや海底都市などこの時代に思い描かれた多くの未来の姿は過去のものになった。

1960年代後半は、SFが一部のマニアや子供たちから幅広い大人層に向けて拡大していった時期でもある。1968年に日本で公開されたSF映画「猿の惑星」は全世界での大ヒットと同様に日本でも大ヒットを記録した。難解さゆえに大ヒットには至らなかったが、映画「2001年宇宙の旅」も話題を集めている。さらに、1973年に小松左京が発表したSF小説「日本沈没」は当時上下巻の累計が400万部に迫るベストセラーとなっている。「日本沈没」は、地球物理学者の竹内均東京大学教授(当時)らの執筆ブレインの協力のもと執筆されたものだ。この頃から、空想科学という言葉が次第に消えていき、SFという言葉が市民権を得て一般に広がっていった。このような状況の中、猿が地球を支配するとか、日本列島が沈没するといった発想にリアリティを持たせるためにアインシュタインが発表した特殊相対性理論で言う時間の遅れ(ウラシマ効果)や地震学といった実際の科学が一般に向けられた作品の中でも使われるようになった。

当初は子供に向けられていたアニメの世界に関しても、1974年に「宇宙戦艦ヤマト」のテレビ放送が開始され、1977年に映画版が社会現象的な大ヒットを記録する中で、高校生や大学生を中心としたファン層が生まれた。1979年にテレビ放送を開始した「機動戦士ガンダム」やこれに続く作品群に継承されていく中で、やはりリアリティが付加された設定が徐々に加えられていった。

日本において、1960年代に描かれていた未来図とその後描かれた未来図には大きな段差があるが、かつては主に子供に向けられていたフィクションの世界での空想を大人も共有するようになったことが大きく影響しているものと考えられる。

こうした状況の中、現代においては、実際に開発されつつあるウェアラブルデバイスを作品の軸に据えた作品が作られている。

5 「脳コイル」～すぐに実現するかもしれない未来

「脳コイル」は2007年に放送されたテレビアニメシリーズである。すでにウェアラブルデバイスが現実のものになろうとしている時代に制作されたオリジナル作品である。

作品の舞台となっているのは2020年代、主人公が引っ越してくる地方都市大黒市は、最新の脳インフラを備える特別行政区である。すでにウェアラブルデバイスは普及しており、子供たちの間では、メガネ型のヘッドマウントディスプレイ体型のウェアラブルコンピューター“脳メガネ”が大流行している(図6)。

“脳メガネ”は常にインターネットに接続しており、これを装着してログインするとさまざまな情報にアクセスしたり、ネットワーク上の情報として存在する脳ペットや、脳空間内の物質に作用する脳ツール等が見えるようになり、現実が拡張された感覚を体験することができる。“脳メガネ”は、現代の携帯電話のように普及し、ほぼ全ての子供が持っている。

図5 「2061年の東京」(未来予想図)



(出典)「たのしい四年生」1961年1月号口絵
伊藤展安/画 福島正実/案

「電腦コイル」は、現代の技術をベースに近未来の子供たちが体験する日常や事件を描いており、登場するツール類がすでに開発されているものの発展形にあることで、リアリティを持って見ることのできる優れた物語である。こうした内容が共感と評価を集め、日本SF大賞や文化庁メディア芸術祭アニメーション部門の優秀賞などの各賞を受賞している。

“電腦メガネ”はもちろん、現実のものではない。しかし、2020年代に現れても不思議ではないものとして受け止められる。かつては現実の技術に足がかりの少ない想像をもとに描かれていたフィクションの作品に、現在はこうした現実から一歩前に踏み込んだ作品が多く登場してきている。

2015年、マイクロソフトは、現実世界にさまざまな情報を重ねて表示できる拡張現実対応のメガネ型デバイス「HoloLens」を発表した^{*12} (図7)。空間に浮かび上がるコンテンツをジェスチャー操作でコントロールする。シースルータイプのヘッドマウントディスプレイに、各種のセンサーやプロセッサを搭載し、PCなどに接続せず単体での使用も可能となっている。紹介動画では、3DCGのモデリング、ゲーム、チャットなど、様々な用途に活用する様子が紹介されており、拡張現実の犬も登場している。まさに「電腦コイル」の世界は実現に近づいている。

図6

「電腦コイル」(テレビアニメ)



「電腦コイル」Blu-ray Disc Box (通常版)
 定価: 37,000円+税
 発売・販売元: パンダイビジュアル株式会社
 © 磯光雄 / 徳間書店・電腦コイル製作委員会

図7

HoloLens



(出典) 日本マイクロソフト株式会社提供資料

参考文献

1. 磯光雄 (2008) 「電腦コイル企画書」
2. H. G. ウェルズ (著)・石川年 (訳) (1968) 「タイムマシン」
3. 初見健一 (2012) 「昭和ちびっこ未来画報 ぼくらの21世紀」
4. ジュール・ヴェルヌ (著)・江口清 (訳) (1964) 「月世界へ行く」
 映画「月世界旅行」のワンシーンは
https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Le_Voyage_dans_la_lune.jpg#mw-jump-to-license を使用。
5. 堀江あき子編 (2009) 「昭和少年SF大図鑑」
6. 山口康男 (2004) 「日本のアニメ全史－世界を制した日本アニメの奇跡」

*12 <https://www.microsoft.com/microsoft-hololens/en-us>