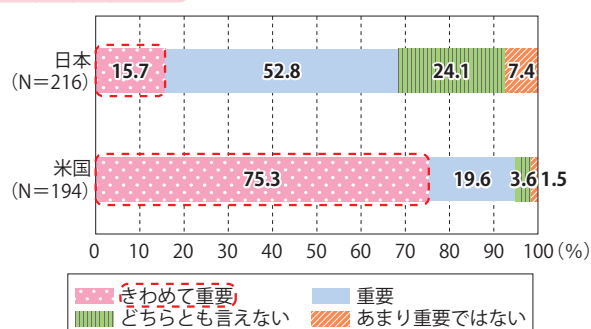


さらに、我が国の企業における情報システムへの投資の重要性に対する認識も、「極めて重要」と回答した企業は、米国では全体の75.3%に及ぶ一方で、我が国では15.7%となっており、米国に比べて低い状況である（図表1-2-17）。

図表1-2-17 情報システム投資の重要性



資料）（一社）電子情報技術産業協会（JEITA）及びIDCジャパン（株）「ITを活用した経営に対する日米企業の相違分析」（2013年10月）より国土交通省作成

第3節

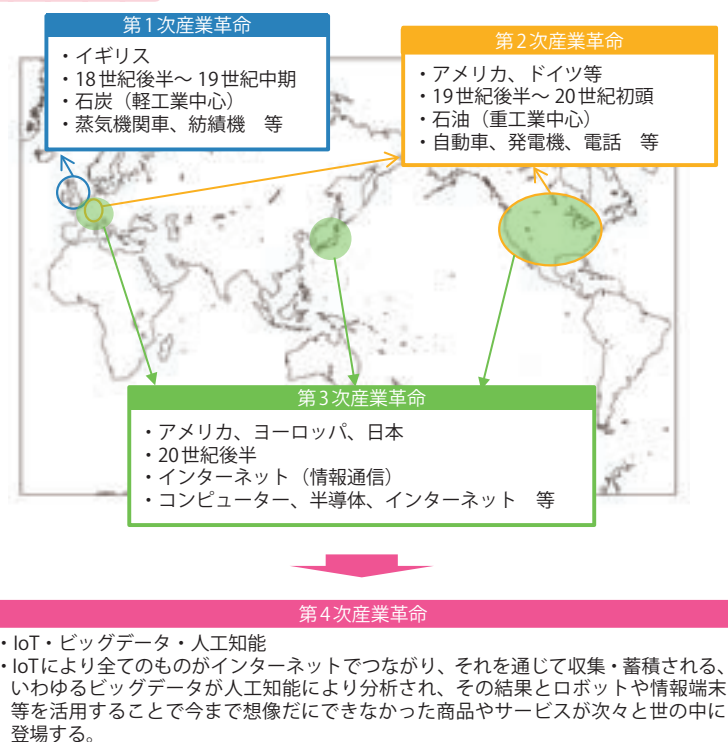
イノベーションの歴史

1 世界における多様なイノベーションの歴史

（1）産業革命の歴史

産業革命について歴史を振り返ると、第1次産業革命では、石炭エネルギーという動力の獲得により軽工業が、第2次産業革命では、石炭エネルギーから石油エネルギーへと動力の革新が起こったことにより重工業が発展し、第3次産業革命では、コンピューターを中心として情報通信産業が拡大した。今後、第4次産業革命では、「IoTにより全てのものがインターネットでつながり、それを通じて収集・蓄積される、いわゆるビッグデータが人工知能により分析され、その結果とロボットや情報端末等を活用することで今まで想像だにできなかった商品やサービスが次々と世の中に登場する」^{注17}と考えられている（図表1-3-1）。

図表1-3-1 産業革命の歴史



資料）国土交通省

（2）交通の発展の歴史とイノベーション

交通とは、人又はモノが空間を移動することである。人は、人の交流を通じて、また、モノの交易を通じて、文化を構成する知恵や技術等を豊かにすることで、人類の繁栄に寄与してきた。この意味

注17 日本再興戦略2016

において、人にとって交通は、単なる移動手段にとどまらず、人が文化的に、また、創造的に生きていく活力の源泉と言える。人又はモノが移動するに当たり、現在は歩く以外にも様々な手段を選ぶことができる。今となっては当たり前と思われる交通手段であるが、当時の人々にとっては、より効率性や利便性を高めようと技術開発をし、あるいは他分野で開発された技術を応用することにより、新たな交通手段を創出し、それに対応したインフラを整備し、関連する産業を発展させ、暮らしや社会経済に大きな影響を与えてきた。

（古代における交通の整備・発展）

紀元前3000年頃、シュメール人により車輪が生まれ、紀元前2500年頃には馬・ロバ・牛等に引かせる荷車が用いられたと言われている。また、ローマ帝国時代には木製車輪の外側に鉄の輪を焼きばめた「鉄のタイヤ」が登場し、「すべての道はローマに通ず」という諺の由来にもなっているように、石畳の舗装による道路整備が行われた。政治、軍事、行政上の必要から、馬車が往来するための道として整備され、ヨーロッパの道路網の形成へとつながった。なお、日本では、江戸時代に代表的な街道を幹線とする五街道が作られたが、道が悪く狭かったことから馬車の出現は大変遅く、外国人が19世紀半ばに日本に持ち込んだことで初めて馬車が普及した。

また、水上交通では、身の回りにあるものを浮かべ、身を託したところから始まり、木等をいかだにし、それを船として利用するようになった。エジプトの墓から発掘された陶器製の花瓶には紀元前4000年頃のものと言われている帆船が描かれている。また、地中海の貿易商人であるフェニキア人により、エジプトのナイル川に積荷を積んだ大型の帆船が交易船として登場した。帆船は、基本的に帆に頼って航行し、「人力」から「風力」へと動力が変化した。フェニキア人は、現在のシリア、レバノン、そしてイスラエルといった地中海の東の端にあった自分たちの拠点から、北ヨーロッパやアフリカの西海岸に向けて旅していた。帆船は進化をとげ、15世紀から17世紀半ば頃までの大航海時代には、大型帆船と羅針盤による遠洋航海技術によって、欧州諸国が世界へ進出した。なお我が国の水上交通については、島国という自然条件から古くから盛んであり、「古事記」や「日本書紀」において船に関する記述がなされている。隋との国交が開始するなど、人の行き来や海外との貿易が行われたが、江戸時代には、内航定期航路の廻船が発達した。廻船業者による定期航路の発生により、荷主である商人が自ら船を所有・運航する必要がなくなり、運賃を払うことで品物を運ぶことができるという、荷主と海運業の分離が起こった。

荷主や船主の分担は、保険の考え方を産み出し、14世紀になると航海が失敗した際には金融業者が積荷の代金を支払い、航海が成功したときには金融業者に手数料を支払うという仕組みをイタリアの商人たちが考え出し、それが海上保険に発展したと言われている。また、海上でのリスクを分担するため、17世紀の初めにオランダ人が東インド会社を創設し、世界で初の株式会社を作ったと言われる。日本においても坂本龍馬達による亀山社中が商社の始まりとも言われており、海上交通や貿易から様々な経営手法の企業が産まれた。

（動力と輸送機関の登場）

■陸上交通

第1次産業革命に伴い、長距離移動をする人・モノが増加し、運河や有料道路が発達した。工場の生産が拡大する中で、大量・高速かつ定時制の高い輸送需要が高まる中、運河輸送業者等は需要拡大に対して高い運賃を課す傾向があり、商工業者ら利用者の旧来の輸送手段に対する不満が高まってい

た。新しい交通手段として、鉄道が注目され、英国では炭鉱地帯を結ぶストックトン・ダーリントン鉄道（1825年開通）、港町と綿工業・機械工業の中心地を結ぶリヴァプール・マンチェスター鉄道（1830年開通）以降、第一次鉄道ブームと呼ばれた1830年代に各地で鉄道建設が進み、主要都市を結ぶ幹線ルートが鉄道で結ばれるようになった。さらに1840年代には、幹線ルートからの支線建設を巡って第二次鉄道ブームが起き、各地で鉄道整備が進んだ。当初、運賃が高く鉄道の利用者は上流階級に限られていたが、1844年の鉄道法において、低運賃で三等の有蓋車両を運行することが鉄道会社に義務づけられ、鉄道の大衆利用が加速した。

鉄道による高速かつ快適な移動は、人々の行動範囲を広げ、様々な物資の移動を容易にした。移動の高速化に伴い観光やレジャーの大衆化や、大量の観客の輸送が可能となったことから競馬やスポーツ観戦等が盛んになった。また、低運賃の鉄道の登場により、労働者が働く場所まで通勤するという習慣が普及した。物資の移動も活発になり、地方で生産される生鮮食品が都市住民の食卓に並ぶようになり、英国の国民食とも言われるフィッシュアンドチップスが英国中で食べられるようになった。

日本における鉄道は、政府により1872年に我が国最初の鉄道が新橋・横浜間に開通した。西南戦争等により次第に財政がひっ迫した後は民間資本による私設鉄道の建設が進められ、1880年代半ばから私設鉄道ブームが訪れた。昭和期に入ると、都市化の進展に伴い郊外電車網が整備され、1927年には、浅草・上野間に日本最初の地下鉄が開通した。政府は財政的な制約の中で鉄道を先行的に整備し、1889年に東海道本線が新橋・神戸間で開通した。

自動車については、1769年に蒸気を原動力としたものが産まれてから、ガソリン、電気、ディーゼルの順に次々と発明された。1860年には、フランスのルノワールが内燃機関（熱効率が蒸気機関の約3倍）の実用化に成功し、1862年にこのエンジンを使った自動車の試運転に成功した。ドイツ人オットーは1863年に2サイクルエンジンを、1876年には4サイクルエンジンの開発に成功した。1886年に、ドイツのダイムラー（四輪車）とベンツ（三輪車）により現在のガソリンエンジンとほぼ同じものが完成したのを皮切りに、フランス、英国、米国等でも今日に通じるガソリンエンジンの車の生産が始まった。19世紀後半には、ガソリン自動車、電気自動車、蒸気自動車がそれぞれ発達したが、1901年のテキサス油田の発見等により、ガソリンエンジンの普及に拍車がかかった。

自動車は当初、貴族や特権階級のためのものであり、米国では約500の自動車メーカーが注文生産方式で生産していた。しかし広大な国土をもつ米国では、自動車が馬車に変わる移動手段として求められ、実用性を追求した量産車「T型フォード」が1908年に登場した。フォード社を設立したヘンリー・フォードは、低価格の大衆車をつくり、将来的には都市部の住民に留まらず農民のための車を作るというビジョンを有しており、安くて取り扱いやすく、丈夫な車を作ること为目标とした。その結果、部品加工や非熟練工の考え方を産み出し、大量生産によるコストダウンや運転の簡素化等を行い、1913年には食肉処理工場のベルトコンベアからヒントを得たとされる、史上初のベルトコンベアラインによる製造法が完成した。従来の自動車生産は、固定されたシャーシ（車台）の周りに多くの人が集まって行っていたが、ベルトコンベアラインによる製造法では移動式組立ラインが設置され、シャーシを移動させて人は動かない生産方式が導入された。1台当たりの生産時間が固定式組立の約12時間半から約1時間半へと8分の1に短縮された。

安価なT型フォードの大量生産・販売により（図表1-3-2）、自動車が大衆に普及したことで、農民が都市生活者と同じような近代的な生活を楽しむことができるようになった。

日本では1898年に自動車は海外より持ち込まれ、1904年には国産車第1号とされる山羽式蒸気自動車を完成させた。馬車が普及していたヨーロッパでは、アッピア街道のように石畳で舗装されたまっすぐな道があり、従来の道でも車が走ることができたが、日本では、人馬のための坂道などの敷石による舗装や、馬車の交通のための砂利道などの路面づくりが行われていたにすぎなかった。1919年に道路法が制定されるとともに、東京や大阪などの大都市を中心に幹線道路の計画がつくられ、アスファルト舗装による道づくりが本格的に始まった。

■海上交通

海上交通については、1807年、米国のフルトンが蒸気船を産み出した後、輸送効率の向上により19世紀後半には蒸気船が帆船を代替した。また蒸気船の普及と同時期に、鉄船へ、さらに鋼船へと移行した。タービンやディーゼル等動力の変化に伴い、20世紀初め頃は船の高速化が進められた。

■海上交通

日本においては、1880年代半ばまでに蒸気船が和船を凌駕し、蒸気船の定期航路網を軸とする沿岸航路網が形成された。1910年代初期には、日本海沿岸も含んだ鉄道幹線網が形成され、海運から鉄道への輸送機能の代替過程が収束し、沿岸海運網と鉄道網による総合的国内交通網が形成された。

■航空交通

1903年、世界で初めてライト兄弟が飛行機による有人動力飛行に世界で初めて成功した。定期航空会社は第一次世界大戦後に設立された。日本においても、カラスの滑空してくる姿を見て飛行原理を発見したと言われている二宮忠八は、英国王立航空協会の展示場で、その「玉虫型飛行器」の模型が展示され、「ライト兄弟よりも先に飛行機の原理を発見した人物」と紹介された。1911年に埼玉県所沢に軍用の飛行場が設置され、国内初の空港が建設された。1931年には、国営民間航空専用空港「東京飛行場」（のちの羽田空港）が開港し、1939年には、大阪伊丹飛行場が完成した。

■航空交通

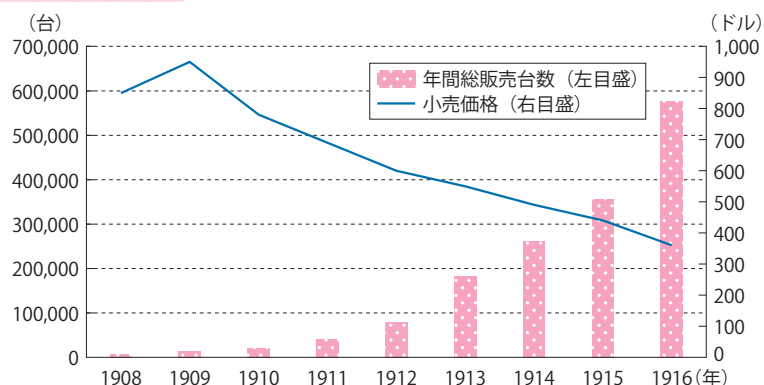
（交通や輸送の進化）

■陸上交通

モータリゼーションが進んだ米国をはじめとして、世界で高速道路の整備や自動車専用道路の整備が進んだ。第二次世界大戦中、ドイツではヒトラーにより国民車構想が掲げられ、アウトバーンも国策として作られ、1938年にはフォルクスワーゲンが登場した。米国では、本土が戦場とならなかったこともあり、GMやフォード、クライスラーが台頭し、自動車文明が急速に発達した。混雑解消のために有料高速道路が1940年代頃に建設された。

図表1-3-2

T型フォード販売台数と価格の推移（1908年～1916年）



資料) 鈴木良始「アメリカ自動車産業と大量生産システムの硬直化課程、1908-1972」『経済学研究』より国土交通省作成

日本においては、高度経済成長期を迎え、1964年には東京・大阪間の輸送力不足を解消するべく新幹線が登場し、東京と大阪の日帰り出張が可能となった。また、1970年の大阪万博開催時には、万博入場者6,400万人中約1,000万人が新幹線を利用するなど、新幹線の利用者が拡大し、関東から関西への移動など、人々にとって国内旅行がより身近なものとなった（図表1-3-3）。

新幹線の成功により、欧米で古い技

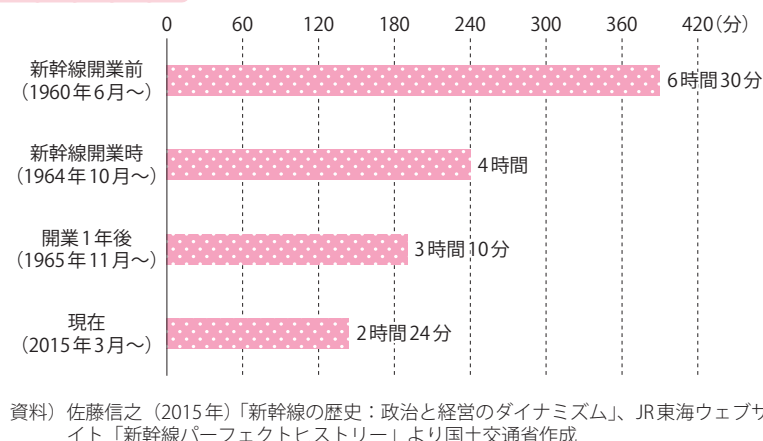
術とみなされてきた鉄道を都市間高速輸送システムとして再評価させることとなり、世界各国で高速鉄道の整備が進んだ。

道路についても、高速道路網が整備され、ETCが導入された。2001年3月より一般運用が開始されたETCは、車両のETC車載器にETCカードを挿入し、有料道路の料金所に設置された路線アンテナとの無線通信により、停車することなく通行料金の支払いを可能とするシステムである。スムーズな料金収受を実現させてきたETCは、2015年からETC2.0^{注18}として、通行料金支払以外にも、渋滞回避支援や安全運転支援など運転支援という新しいサービスの提供を開始した。現在は、ETC2.0を通して収集した速度データや、利用経路・時間データなど、多種多様できめ細かいビッグデータを活用して、渋滞と事故を減らす賢い料金や、生産性の高い賢い物流管理など、道路を賢く使う取組みを推進している。

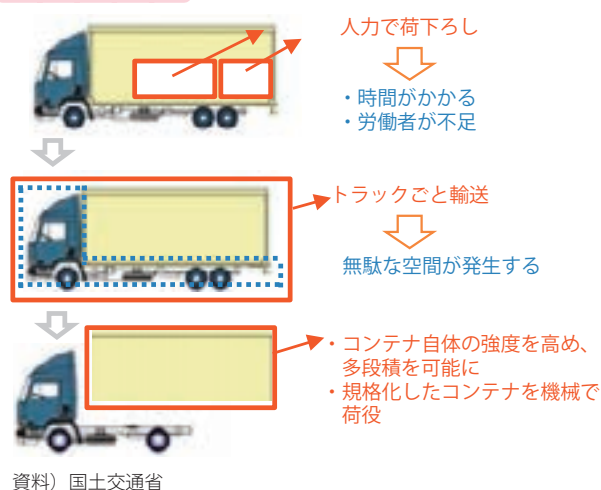
■海上交通

海上運送については、第二次世界大戦後の急激な経済成長により、貨物量の増大とともに港湾労働者の不足が課題となっていた。人手不足による荷役作業の遅延は、その他の陸上輸送機関の効率にも波及していた。陸運会社を経営していた米国人のマルコム・マクリーンは、もともとトラック運転手であったことから、異なる輸送機関の間で輸送単位を共通化することが物流合理化の決め手だと考えていた。自身で購入した中古貨物船で、トラック（トレーラー）ごと船に積むことを試したが、積載効率を向上させるため、運転席や車両部分を切り離す、即ちトレーラーをシャーシとコ

図表1-3-3 東京・大阪間の鉄道の最短所要時間の推移



図表1-3-4 コンテナ輸送の変化のイメージ

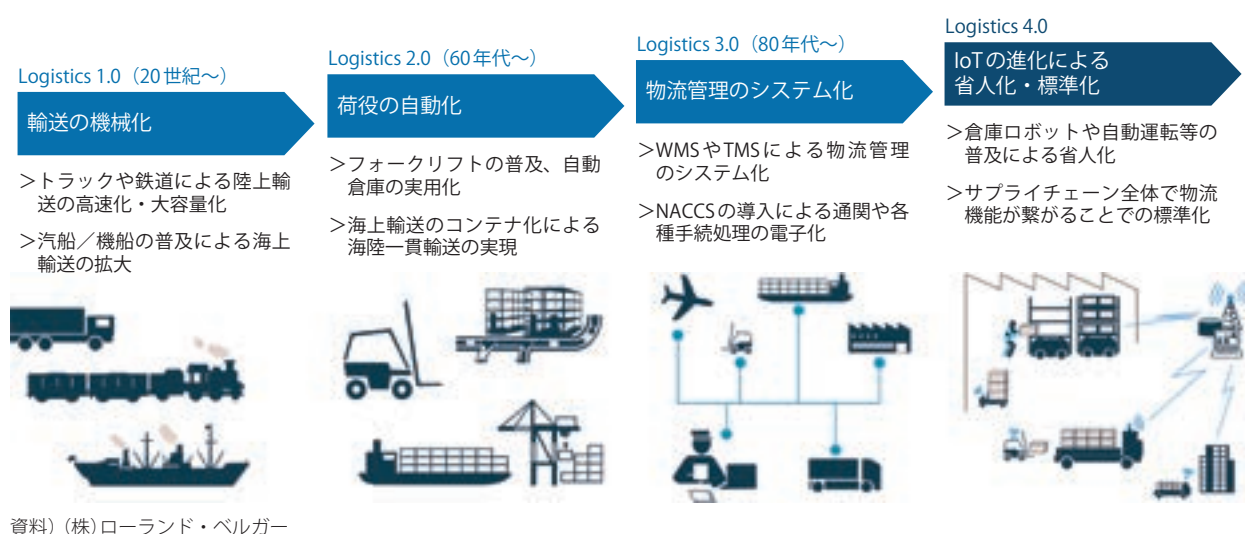


注18 ETC2.0とは、車載器と道路側のアンテナである通信スポットとの高速・大容量、双方向通信により受けることのできる、世界初の路車協調システムによる運転支援サービス（渋滞回避・安全運転支援）のこと。ETC2.0搭載車では、料金所をETC無線通信により走行すると、大都市近郊区間では料金割引が発生する。また、大口・多頻度割引において割引対象道路（一般有料道路）として扱われる。

ンテナに分離し、コンテナ部分だけを船に固定するためのセルガイド方式を開発した（図表1-3-4）。

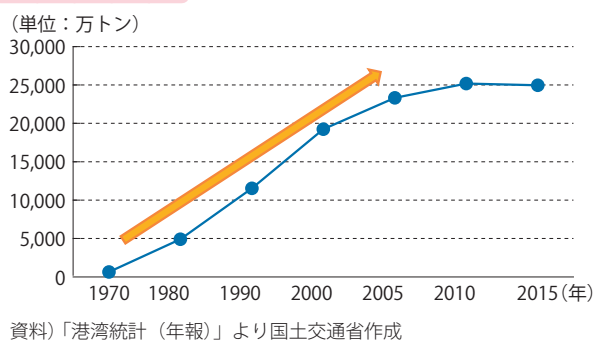
1957年に海陸一貫輸送に成功した後、1961年に国際規格化を行い、1960年代は各国で港湾整備が進められ（図表1-3-5）、1967年には日本に初めてコンテナ船が就航した。その後コンテナ自体の強度を高め、多段積を可能にしたことも加わり、1970年代には世界中でコンテナ化が進み、コンテナによる貿易量が増加した。現在では船舶外貿定期輸送の約9割以上がコンテナ化したと言われている。近年では、45フィートコンテナ等コンテナの大型化が進んでいる。こうしたコンテナに関するイノベーションは、第3次産業革命以降の大量輸送社会に大きく貢献したといえる（図表1-3-6）。

図表1-3-5 ロジスティクスにおけるイノベーションの変遷



図表1-3-6

日本の港湾における輸出入コンテナ貨物量の推移



■航空交通

1950年代末に本格した航空機のジェット化は、旅客機では1950年代から開始し、1960年代のうちに航空輸送全体に広がった。日本においては、1951年、第二次世界大戦後初となる国内定期便の就航を開始し、高度経済成長期である1964年には海外旅行の自由化と連動して旅客数が大幅に増え、1970年代にジャンボジェット機が登場した。また、1964年、東京オリンピックの年には首都高速1号羽田線が空港西出入口まで開通、浜松町ー羽田（現・天空橋）間の東京モノレールが開通するなど空港へのアクセスも向上した。2012年にはLCCが登場し、近年では「賢く使う」ために空港の発着枠を拡大することや、機体の軽量化、耐久性の強化などに対応可能な新たな素材の研究が進められており、日本の技術力も期待されている。

航空ネットワークの整備により飛行機で旅をすることが大衆化した。これにより、出張や旅行等をはじめとして日本と海外の交流が増加し、私達の暮らしに大きな影響を与えてきている。

コラム

イノベーションと安全性の確保

Column

自動車が発明され、動力の性能や自動車の生産効率が向上し、関連する様々なインフラ等が整備され、多くの人々が自動車を保有して自由に利用できるようになったことは、陸上交通における近代の大きなイノベーションの一つであると言えます。日本においても、自動車の利用は年々増加し、2016年では自動車の保有台数は8,000万台を超えています。

一方で、自動車の利用の増加に伴い交通事故死者数も増加しており、1959年には1万人を超え「交通戦争」と呼ばれた時代もありましたが、近年では、自動車の安全性能の向上、安全に係るインフラ側の工夫、交通安全教育等のソフト対策の充実等、関係者の不断の努力の結果、2016年には4,000人を下回るまで減少しています。

別の事例として、近年ではインターネットを活用した様々な商品やサービスが展開されており、人々はその利便性を享受していますが、このインターネットについても、セキュリティの問題等絶対的な安全性が確保されている状況ではなく、日々高まる脅威とセキュリティ対策の向上とが日進月歩している状況です。

このように過去の歴史を振り返ると、イノベーションが社会に実装されていく過程において、絶対的な安全性を確保することが困難なケースも多く、社会がその利便性と危険性を比較衡量して、選択的にイノベーションを受容している現状があります。

今後も世界各地で様々なイノベーションが創出されていくことが予想されますが、そのメリットを最大限享受し、デメリットを極力低減させ、社会をより豊かに発展させていくため、関係者の不断の努力が求められていると言えます。

(3) 近年の世界の多様なイノベーション

■スマートフォン

スマートフォンにより、電話やメールなど従来の携帯電話の機能に加え、パソコン用のウェブサイトの閲覧による多様な情報収集が可能となった。また、多種多様なアプリケーション（アプリ）をインターネット上にあるサイト（マーケット）から利用者自身が自由に選択してダウンロードすることで、利用者が自ら端末をカスタマイズすることができ、利用者自身のニーズに合った便利な使い方が可能となった。2007年、アップルが世界初のタッチパネル方式のiPhoneを発売したことにより、スマートフォンの普及が大きく進んだ。我が国では2008年に販売開始、同年にアップストアによりアプリの販売市場も整備された。2015年末には、スマートフォンの普及率は約72%となっており、年々普及率は高まっている（図表1-3-7）。

2016年の世界スマートフォン利益^{注19}で約8割のシェアを獲得しているアップルは、iPodやiPhone、iPad等を用いたネットワークサービスをそれぞれ構築し、特にiPhoneにおいてはアップ

注19 Strategy Analyticsより。

データシステムの導入やアプリ開発の仕組みを公開し、新しいプラットフォームを形成した。機器やOSはアップル社内で開発しておりクローズにしている^{注20}ものの、アプリについては、開発仕様をオープンにして第三者が参入してコンテンツを開発できるようなオープンイノベーション戦略をとっている。アップルは、アプリ開発者向けにソフトウェア開発キットを公開し、アプリ開発のために必要なプログラムや文書を配布し、審査を通過したアプリ開発

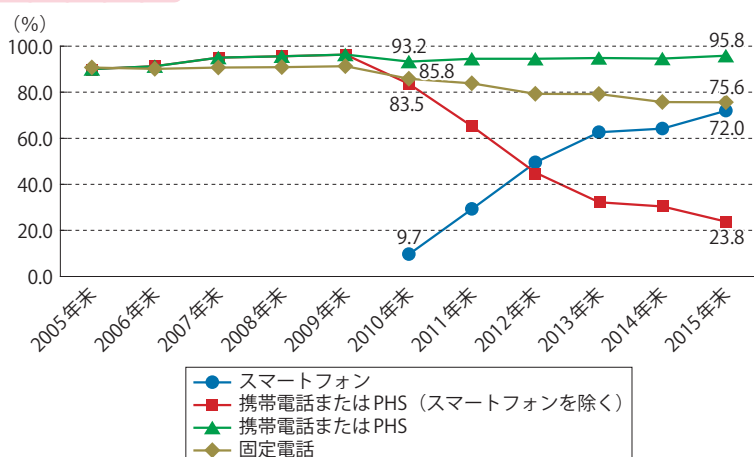
者に対して明確な収入分配を設定した。これにより、アプリ開発者の裾野は広がり、プログラマーや学生など個人がアプリを開発するようになった。また、アップル社内では、新しく製品化する際、既存の組織とは別建てのチームを編成し、デザイナーやエンジニア等のアイディアを取り入れながら製品化していくことにより、革新的な製品やサービス等が産み出されやすいような組織作りを行っている。

スマートフォンは、前述のようにアプリで様々な機能を付加することができる。総務省「ICTの進化がもたらす社会へのインパクトに関する調査研究の請負」（2014年3月）では、日本におけるスマートフォン購入後の他端末によるサービス利用頻度への影響として、「紙の地図」（41.6%）、「デジタルカメラ」（37.5%）、「パソコンの利用」（34.8%）等が「置き換わった」^{注21}

という回答となっている（図表1-3-8）。また、大学生のほとんど全員が、PCスキルを必要だと思っているが、全体の7割の学生がPCスキルに自信がなく、「マウスではなく、画面をタッチするとカーソルが動くと思いこんでいる」新入社員もいるという民間の調査結果^{注22}も出ている。スマートフォンの普及は、このように既存のサービス利用に影響を与え、我々の暮らしに大きな変化をもたらしている。

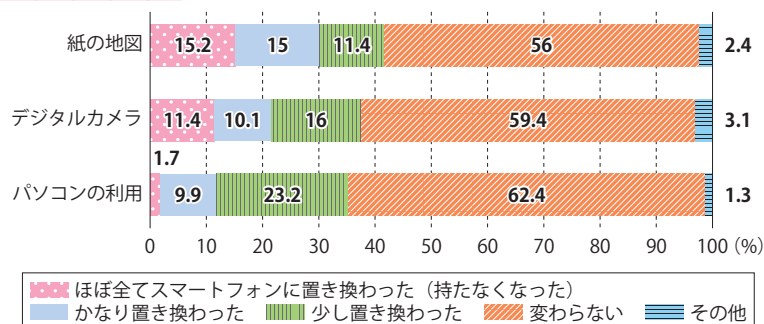
その他、スマートフォンの普及はスマートフォン関連産業の創出や成長に繋がっている。アプリ産

図表 1-3-7 情報通信機器の普及状況（世帯）



資料）平成27年情報通信白書より国土交通省作成

図表 1-3-8 スマートフォン購入後の他端末によるサービス利用頻度への影響（国内）



資料）総務省「ICTの進化がもたらす社会へのインパクトに関する調査研究の請負」（2014年3月）より国土交通省作成

^{注20} 網島駅と日吉駅の間に坐したパナソニック工場跡地では、「網島テクニカル・デベロップメント・センター（TDC）」が、米国以外では世界初のAppleの開発拠点として開業予定である。

^{注21} 「ほぼ全てスマートフォンに置き換わった」＋「かなり置き換わった」＋「少し置き換わった」という回答を合計している。

^{注22} NECパーソナルコンピュータ（株）「大学生（1年生～3年生）・就職活動経験者（大学4年生）、人事採用担当者を対象とするPCに関するアンケート調査」より。

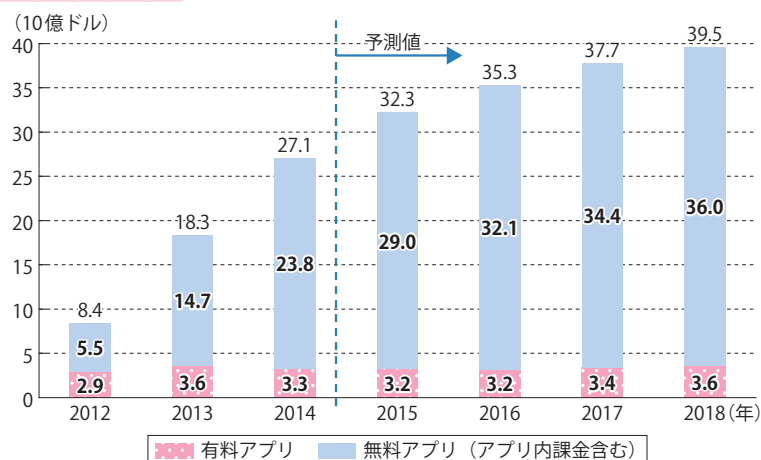
業の市場規模は、2012年には約84億ドルであったが、2016年には約353億ドルまで成長すると予想されている（図表1-3-9）。日本のゲームを発端として生まれたスマホゲームであるスーパーマリオランやPokémon Goは、アップストアで2016年に世界中でダウンロードされたアプリケーションのトップ10入りを果たしており、世界的に人気なサービスとなった。また、こうしたゲームが観光誘致等の地方創生に係る取り組みや小売店や飲食店の販売促進に係る取り組みに活用されるなど、新たな広がりを見せている。

その他、近年拡大しているサービスにスマートフォンが多く使用されている例もある。カーシェアリングでは、2006年に2,000人未満であった会員数が2016年には約84万人になっており^{注23}、サービス利用に際しては、約8割の人がスマートフォンから検索・予約している^{注24}との調査もあることからスマートフォンの普及がカーシェアリングのサービス拡大に大きく寄与していると考えられる（図表1-3-10）。

このように、スマートフォンの普及により我々の暮らしは大きく変化するとともに、新産業の創出など他産業へも多大な影響を与え、社会経済は大きく変化している。

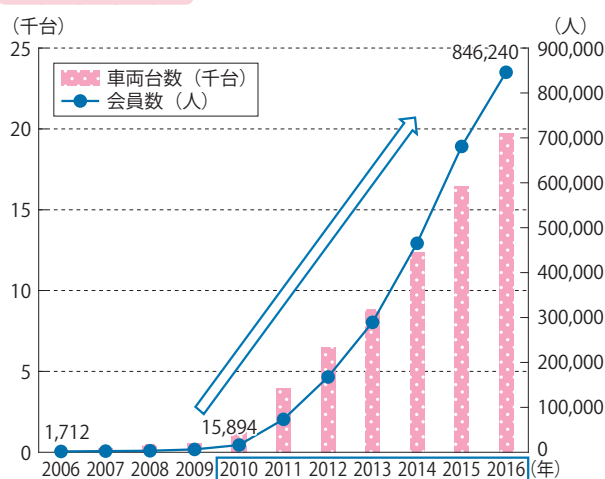
図表1-3-9

世界のモバイルアプリ市場規模の推移と予測（課金種類別）



図表1-3-10

我が国のカーシェアリング車両台数と会員数の推移



注23 (公財) 交通エコロジー・モビリティ財団ウェブサイトより。

注24 2015年にカレコ・カーシェアリングクラブが行った会員アンケートによると、「スマートフォンアプリ」が48.7%で最も多く、次いで「スマートフォンサイト」が29.7%となっており、全体の約8割がスマートフォン経由でカーシェアリングを利用している。

■電子商取引

インターネットの利用拡大により、2015年で約1.7兆ドルに達している電子商取引市場は、2019年には現在の約2倍の3.5兆ドルまで拡大すると予想されている（図表1-3-11）。商品だけでなく、自分の端末にダウンロードすることで書籍や音楽、映画等のコンテンツを購入できるようになり、インターネットは人々の購買行動に大きな影響を与えてきている。

アマゾンでは、過去の購買履歴などから顧客の志向を割り出すパーソナライゼーション機能や、扱っている

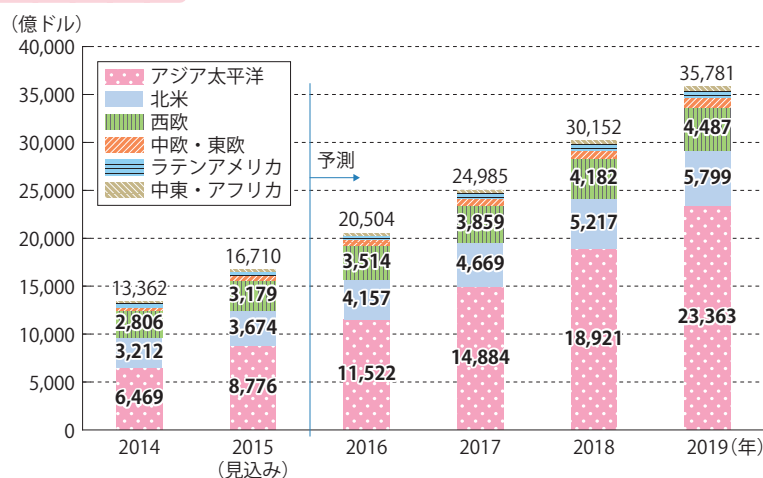
商品に関する意見や感想をサイト上に自由に投稿・閲覧できるカスタマーレビュー、おすすめ商品が表示されるレコメンデーション機能等のサービスを提供した。こうしたウェブサイトの機能やサプライチェーンに関して、アマゾンでは自社開発の技術を活用している。例えばレコメンデーション機能では、新たなアルゴリズムの技術を開発したが、2011年のマッキンゼーアンドカンパニーの分析によると、アマゾンの売上高の35%がこのおすすめ商品によるものであり、こうしたアルゴリズムの開発は、売り上げに大きく寄与している。

アマゾンの中核事業であった書籍販売事業を電子化するという戦略に踏み切った背景には、アップルがデジタル音楽市場でシェアを高めていたという経緯がある。既存の書籍事業を破壊する商品ともいえるキンドル^{注25}は、書籍数の多さに加え、ユーザーが無料でアクセスできるネットワークを構築し、書籍のダウンロードを容易にした。

また、アマゾンでは、実店舗に比べて売り場面積が限られていないことから、商品の種類を多く用意し、在庫を切らさない戦略（ロングテール戦略）をとっている。ユーザーがサイト上で商品を閲覧した際に在庫の有無をインストック率という指標で確認することも行っており、こうしたシステムにより、顧客の機会損失を防いでいる。

サプライチェーンでは、物流の自動化を実現するロボットメーカーである（株）キバ・システム（現在のアマゾン・ロボティクス）を買収し、物流センターに自走式ロボットを導入した。日本においても、神奈川県川崎市の新物流拠点「アマゾン川崎フルフィルメントセンター（FC）」において、導入したロボット在庫管理システム（アマゾン・ロボティクス）の稼働を始めた。米国と欧州で先行導入しているシステムで、ロボットが倉庫内を動き、商品を運ぶことができるため、倉庫や物流センターにおける作業員不足を補完できると考えられている。

図表 1-3-11 電子商取引市場規模の推移及び予測



資料）総務省「IoT時代におけるICT産業の構造分析とICTによる経済成長への多面的貢献の検証に関する調査研究」（2016年）より国土交通省作成

注25 アマゾンが販売する電子書籍リーダーのこと。2007年に販売が開始された。

我が国のネットショッピングの世帯利用率は、世帯主年代別に見ると、過去約10年間で全年代で上昇している（図表1-3-12）。個人利用率は全年代平均で7割を超え、年代別では60代以上の利用率が30代や20代以下の利用率をやや上回っている（図表1-3-13）。

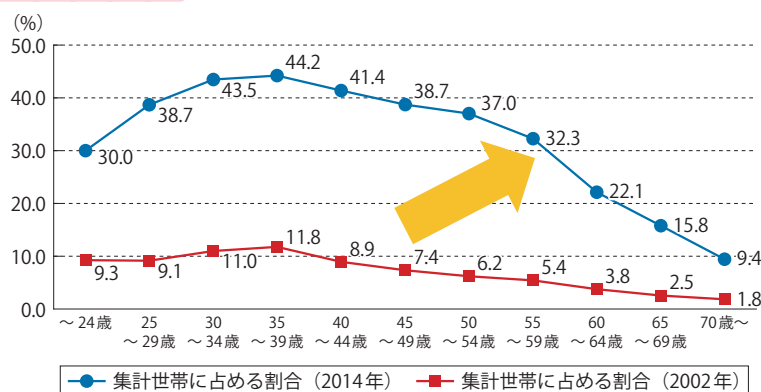
ネットショッピングは年々利用者が増えており、我々の購買方法は変化している。実店舗に行かなくて良いという利点は、高齢者等買い物難民の課題解決になりうる可能性があり、今後、より一層の利用が進むと考えられる。一方、近年、利用者の拡大により宅配便の取扱件数が激増しているが、物流業界におけるトラックドライバー不足は深刻化しており、宅配業者への負担が大きくなっている状況である。消費者が商品やサービスにアクセスして購入の意思決定及び決済を行うまでのプロセスにおいてイノベーションが起こる中で、実際に商品を消費者に届ける物流のあり方に対する荷主や利用者の理解と協力が必要となっている現状にあると言えよう。

■検索エンジン

インターネットが身近なものとなり、我々の生活においてはネット利用時間が増加している（図表1-3-14）。かつては、我々はマスメディアを通じて情報に接する機会がほとんどであったが、現在では、インターネットを通じて様々な情報に直接アクセスする機会が増加している。その際、我々は検索エンジンを通して検索を行うことが多い。世界の検索エンジンのシェアはほぼグーグルの独壇場である（図表1-3-15）。

図表1-3-12

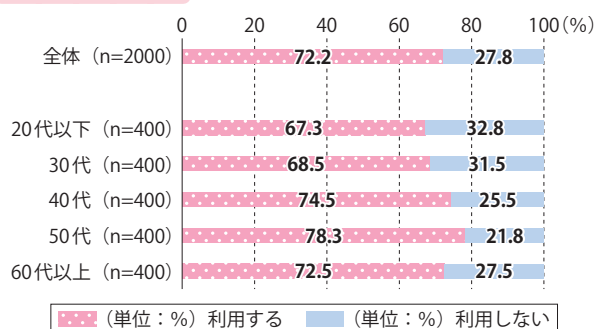
世帯主年代別ネットショッピング利用率（二人以上の世帯、2002年・2014年）



資料）平成27年度情報通信白書より国土交通省作成

図表1-3-13

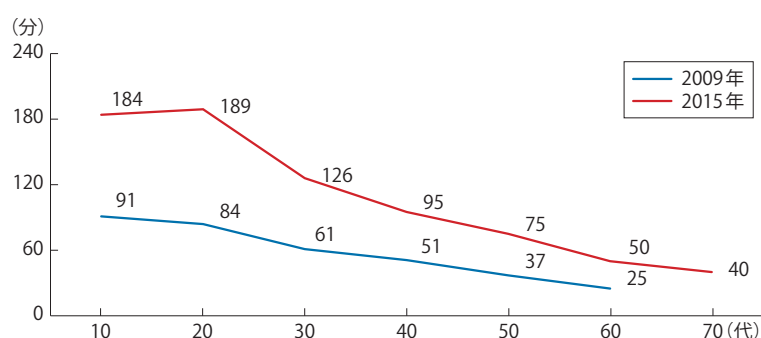
ネットショッピングの利用率（個人）



資料）総務省「社会課題解決のための新たなICTサービス・技術への人々の意識に関する調査研究」（平成27年）より国土交通省作成

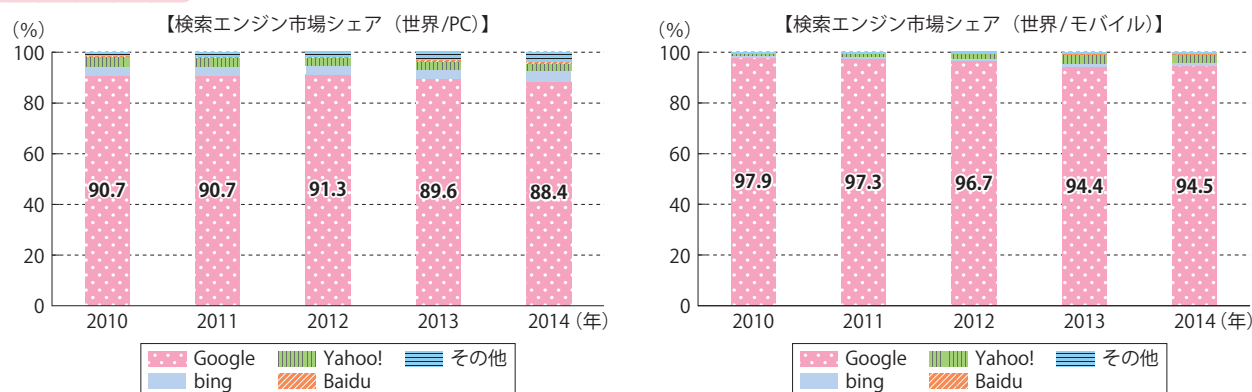
図表1-3-14

1日あたりのインターネットを利用している時間（仕事での利用を除く）（平日）の推移



資料）(株)野村総合研究所「生活者1万人アンケート」（2015年11月）より国土交通省作成

図表 1-3-15 世界の検索エンジンのシェア



資料) 平成26年版情報通信白書より国土交通省作成

検索エンジン会社は、検索後に表示される広告が、会社収益の大きな部分となっており、グーグルでは、アドワーズやアドセンスと言った広告プログラムに基づいた検索連動型広告による収入が収益全体の約9割となっている^{注26}。1995年にスタンフォード大学の学生2人が、リンクを使用して個々のウェブページの重要性を判断してランク付けを行う検索エンジン（当初Backrub）を作成した。これが現在のグーグルの始まりである。

グーグルの検索アルゴリズムは年間500回以上変更されている。アルゴリズムを組み合わせる独自の検索順位を決定しており、その結果が、「ウェブでも民主主義は機能する。」^{注27}よう、研究開発を重ねて変更され続けている。一度で複数の異なる種類のデジタルコンテンツを混在させて表示するユニバーサル検索や、検索した事象に合わせて関連情報を簡潔に表示するナレッジグラフ、検索者が検索用語を入れている間に検索結果を表示する機能であるグーグル・インスタント、検索用語自体の予測をするグーグル・サジェストなどを開発した。

イノベーションを産み出すために、グーグルでは「20%ルール」を義務化している。全ての従業員が勤務時間の20%を、通常業務を離れて取り組んでみたいプロジェクトに使うというルールであり、通常業務に支障が出ない限りは20%ルールをいつ実行するかは完全に自由となっている。

東日本大震災では、発災直後、世界各国のグーグル社員が、この「20%ルール」を投じて、デジタル技術を活用した災害支援ツールの開発等のクライシスレスポンス（災害対応）にあたった。クライシスレスポンスチーム^{注28}のマネージャーが、東京オフィスに連絡をとり、同社の安否確認サービス「パーソンファインダー」^{注29}の始動を依頼したことをきっかけに、有志が自主的に集まり、同社のクライシスレスポンスが始まった。発災の1時間46分後に特設サイト「クライシスレスポンス」を立ち上げ、そのサービスの一つとして日本語版「パーソンファインダー」を公開した。さらに7時間半後には、パソコンでしか利用できなかった「パーソンファインダー」が、携帯電話でも利用できるようになった。

また、同じく「20%ルール」から産まれたとされるサービスが「グーグルマップ」である。2005

^{注26} 2015年度Alphabetアニュアルレポートより。

^{注27} グーグルのスタンス「グーグルが掲げる10の事実」の1つ。ページを参照しているリンクの質や数等を投票に見立て、それらを独自のアルゴリズムで解析し重要度を図っており、順位の高いものが検索結果の上位に来るような仕組みとなっていると言われている。

^{注28} 世界各国の自然災害に対応するために常設されており、災害対応を職務とする社員から構成されるチームのこと。

^{注29} 2010年1月のハイチ地震から導入されたクライシスレスポンスで、名前を入力して検索すると安否情報が確認できるサービス。

年までは有料であったグーグルマップの外部提供インターフェースが無償で公開されるようになり、他社が様々な情報と地図情報を組み合わせて提供できることにより、多くの位置情報サービスが創設された。既存の技術の組み合わせにより、何度も地図をリロードせずにブラウザ上で地図を動かしサイズを変えることができた。更に検索結果を地図上に載せられるようになり、GPSと組み合わせて現在位置から検索結果までの距離や道順、所要時間などを利用者が把握できるようになった。

グーグルのサービスは、ウェブサイトの検索だけでなく、スマートフォンやGPSの普及と連携して、災害時の緊急情報や安否確認、人々のスムーズな移動や観光における行動等にも大きな影響を与えている。

コラム

第1次産業革命とラッドライト運動

Column

第1次産業革命は技術革新により大量生産の実現やコスト削減、品質の安定等、社会全体としては輝かしい側面を生み出しました。その反面、一部の労働者たちにとって不利益となる影の側面もあり、それに起因した出来事の一つがラッドライト運動（ラダイト運動）です^注。

第1次産業革命以前の英国の織物工業地帯では手動の織機が導入されており、多くの労働者が職を得ていました。第1次産業革命により織機の機械化が進み、水力や蒸気機関を動力源とする紡績機が現れ、多くの労働者は職を失いました。技術革新による機械導入が高賃金の熟練労働者の失業と、不熟練の労働者の酷使や深夜までの労働等の労働環境の悪化を生んだと考えた労働者たちは、機械や工場建築物を打ち壊す行動に出ました。ラッドライト運動は単なる「打ち壊し」運動ではなく、労働環境の改善を求める労働者と経営者の集団交渉の形態の一つであったと言えます。

英国はこのような行動に対して最高刑を死刑とする法律を制定しましたが、ラッドライト運動は民衆の支持を受けていたため、打ち壊しは止められず、1811年から1817年の長期間にわたって続き、打ち壊しにより工場や機械破損の被害や、多数の死傷者や逮捕者が出る結果となりました。

時代は変わり現代において、ICT等の進化によって、人の手を介さずに様々なサービスを受けられる時代が到来しています。多くの人手で実施されていた仕事がICT等により自動化されることで、個人の雇用機会が次第に奪われるのではないかという懸念から、開発を阻止したり、サービスの利用を控えるという考え方があり、ラッドライト運動になぞらえて「ネオ・ラッドライト」と呼ばれることがあります。

^注 機械編み機を壊したネッド・ラッド（Ned Ludd）という少年の名前が由来と言われています。

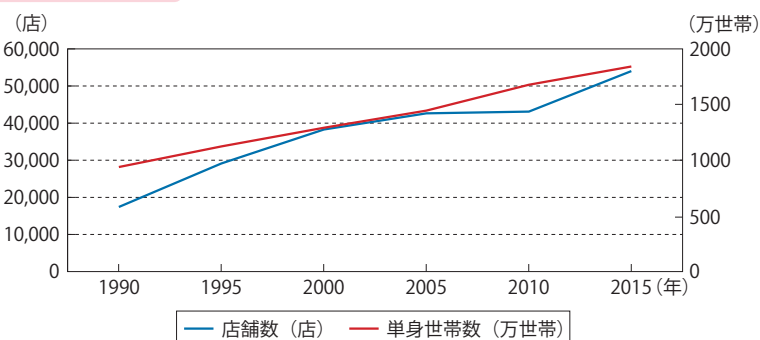
2 我が国が発展させたイノベーション

次は様々なイノベーションにより、我が国における人々の暮らしや社会経済が大きく変化した事例を紹介する。

■コンビニエンスストア

1970年代、スーパーマーケットの売上高は百貨店を抜き小売業界の最大のシェアを占めるまでになっていた。1973年には、中小事業者の経営力を高め、フランチャイズを含めた特定連鎖化事業の運営の適正化を図る「中小小売商業振興法」が制定されるとともに、大型チェーンストアの出店規制や営業時間規制がなされた「大規模小売店舗法」が制定された。そのような環境の中、コンビニエンスストアは、フランチャイズ方式を導入し、長時間営業、年中無休という独自の経営を行うことにより、単身世帯数の増加や高齢化等社会構造の変化に対応しながら（図表1-3-16）、様々なサービスの導入に積極的に取り組むなどにより、店舗数を増加してきた（図表1-3-17）。

図表 1-3-16 コンビニエンスストア店舗数と単身世帯数



（注）コンビニエンスストア店舗数については年度、単身世帯数については年の数値である。

資料）（一社）日本フランチャイズチェーン協会「コンビニエンスストア統計」、総務省「平成27年国勢調査」より国土交通省作成

図表 1-3-17 コンビニエンスストアのサービスの拡充

1970年代半ば以降	24時間営業開始
1980年代初め頃	宅配便の取り次ぎサービス開始
1980年代後半以降	電力料金等収納代行業務取扱い開始
1990年代初め	銀行業務（ATM設置）開始
1990年代後半～2000年代初め	マルチメディア端末等によるチケット販売開始
2000年代半ば以降	電子マネー導入
2010年代初め以降	移動販売開始（買い物支援） コーヒー・焼菓子等、独自商品販売

（注）一部サービスが開始した時期を代表的に記載。

資料）コンビニエンスストア各社ウェブサイトより国土交通省作成

コンビニエンスストアは、1927年、米国テキサス州の氷小売販売店が発祥と言われている。当時、各家庭に電気冷蔵庫が普及していなかったため、冷蔵庫用角氷は生活に欠かせない必需品であった。同年に設立されたサウスランド・アイス社（現 7-Eleven, Inc.）^{注30}の、氷小売販売店を任されていたジョン・ジェファーソン・グリーンが、氷以外の食料品等を扱ってほしいという顧客の要望に応え、コンビニエンスストア事業を開始することとなった。1946年には、朝7時から夜11時まで、毎日営業するチェーンとして、営業時間にちなんで店名を「7-ELEVEN」と変更した^{注31}。

1971年頃の日本では、大型スーパーであるイトーヨーカドーが首都圏を中心に出店スピードを上げていた。「地元商店街との共存共栄を図る」という企業理念により、規模の大小にかかわらず生産性を上げて人手を確保し、きめ細かくニーズに対応していけば必ず中小小売店においても成長の道が拓かれると考え、米国で既に開始されていたコンビニ事業について業務提携を決定した。1974年5月には、日本で第1号のセブンイレブン^{注32}が東京都江東区豊洲にオープンし、翌年から24時間営業を開始した。

1982年、米国で先行的に使用されていたPOSシステム^{注33}を、セブンイレブンジャパンでは世界で初めてマーケティングにも導入した。POSシステムでは、単なる合計金額だけでなく、いつ、どの商品が何個売れたということまで把握できるため、その店の過去の販売データを蓄積できるようになった。例えば、前年同月の休日の販売データに天候に関する情報などを加味した発注品目および数量の決定（仮説）、その後、実際にどういう販売結果になったかを考え（検証）、次の発注にいかすというサイクルが仮説検証型発注の仕組みにおいて誕生した。POSシステムによりこうした発注システムが生まれ、品切れや過剰在庫を最小化させる在庫管理方法や、効率的な物流システムを構築した。違うメーカーの商品を同じ車両で配送する日本初の共同配送も1980年に実現し、共同配送や小分け配送という新しい仕組みや温度帯別物流の考え方を産み出した。こうしたきめ細かな単品管理と発注により、小さい店舗の中でも効率よく商品を展開しながら、顧客ニーズの変化に対応した。

注30 セブンイレブンジャパンは1991年に米国サウスランド社の株式を取得し、2005年には子会社とした。

注31 1971年には、多くの7-ELEVENが実質的に24時間営業となった。

注32 1973年に（株）ヨークセブン（1978年にセブンイレブンジャパンに改称）が設立した。2005年には、（株）セブンイレブンジャパンと（株）イトーヨーカドー等を子会社とした持株会社である「（株）セブン&アイ・ホールディングス」を設立した。

注33 POS（Point Of Sales）システムとは、販売記録を活用して商品調達を決定するシステムのこと。1970年代から米国において、店舗ビジネスを展開する会社が各店舗の商品やサービスの金額計算を容易にし、レジ担当者の不正防止や誤った売価での販売などを防ぐ目的で導入され、先行的に発展していた。セブンイレブンで初めてPOSシステムを導入したのは1978年である。

ることとし、従来のガソリンエンジンでは使われていなかった副燃焼室付エンジンによる希薄燃焼を目指した。

当時の本田技研工業（株）には、テストに使える4輪車の水冷エンジンがなかったことから、他社のエンジンを使う必要があり、結果的に汎用性のある研究データを収集することが可能となった。ある程度有害成分が減少する目処が立った段階で、本田社長は、1972年2月にマスキー法のクリアする目途がたったとして、製品概要の公表に踏み切り、1973年の商品化を宣言した。「君たちに聞いても、もうこれで完成したとはいつまでたっても言うはずがない。それを待っていたのでは会社がつぶれる。」と社員に言ったという。特許の申請途中であり、名前から構造が分からないような名前として、CVCC（Compound Vortex Controlled Combustion：（複合渦流調整燃焼方式））を考案し、同年10月に全容を発表した。他メーカーのエンジンにも応用でき、広く低公害化が図れることや、エンジン内部で燃焼をするため、触媒等による排出ガス浄化装置が不要となり、二次公害の恐れがないこと等のメリットを訴え、同年12月に、マスキー法を世界で初めてクリアした。

この技術が契機となり、多くの排出ガス低減技術が考案され、日本の排出ガス低減技術を世界のトップに引上げた。現在は三元触媒装置や電子式燃料噴射装置などが進化したことにより、CVCCエンジンは市場から姿を消したが、現在も追求されている希薄燃焼方式の考え方をいち早く採り入れたものであった。

■自動改札機

日本で初めて自動改札機を導入したのは、1927年に開業した東京地下鉄道（現在の東京メトロ銀座線）である。もともとニューヨークの地下鉄から導入したもので、10銭硬貨を入れるとロックが外れ、腕木を押すと1人だけが通れるという仕組みであり、均一運賃の路線では導入することができた。その後、紙に印刷されたり、書かれていたりした情報を人間が目視で確認して処理していた従来のシステムから、磁気カード等に蓄積された情報を認証し、読み取り、書き込むことにより処理するシステムが登場し、改札業務の効率化、確実化が図られた。1963年のロンドンでの試行に始まり、日本でも研究が進められた。

1960年代、日本の経済は発展し、農村から都市部へと急激に人が押し寄せていた。様々なインフラが追いつかない中、鉄道も朝晩の通勤ラッシュ時の混雑はすさまじく、その光景は、「朝の通勤地獄」などと世界各地の新聞で報じられたほどである。改札には長蛇の列ができており、こうした駅の混雑を解消するために、人に代行して改札業務を遂行できる機械を作ることができないかという議論がなされていた。1964年から、近畿日本鉄道（株）が大阪大学との共同研究を開始しており、同年には機器メーカーであった立石電気（株）（現在のオムロン（株））へ依頼し、開発が進められた。当時、乗客の約8割が定期券利用者であったことから、定期券専用の自動改札機の開発が始まった。まず機械を細長い形にすることにより、乗客が立ち止まらず定期券を受け取れる仕組みが考えだされた。駅係員の処理スピードより速くするため、定期券を通す搬送方法として工場のベルトコンベアの仕組みを発展させ、定期券の情報を読み取るため穿孔方式^{注35}を採用し、荷物と人を識別しながら不正に改札機を通過しようとする人を遮るためゲートバーを装着するなどして、1966年に現在の自動改札機の原型が完成した。千里ニュータウンの入居開始や、3年後の大阪万博開催に伴い、1967年、阪急電鉄（株）では、南千里・北千里間を延伸開業した。北千里駅に定期乗車券と普通乗車切符の両

注35 定期券に直径3mmほどの小さな穴を穿（うが）ち、その配列によって情報を記録し、それを改札機で読み取るという方法。

用自動改札機が設置され、世界初の無人改札システムが完成した。これを皮切りに1975年末までに関西の全ての大手私鉄と大阪市営地下鉄が自動改札機を導入した。

また、近年ではICカード乗車券が誕生した。ICカード乗車券では、磁気カード乗車券よりも自動改札機内において、より高速度での処理が求められ^{注36}、「かざす」から「触れる」へ変更するなどしながら実験を行い、ICカード乗車券の性能を向上させ、2000年以降導入が進んだ。

こうした駅務の自動化・高速化により鉄道経営が合理化され、私たちはより迅速・快適に移動することが可能になっている。

■日本の鉄道会社の経営手法

日本の鉄道会社は、鉄道事業以外にも不動産業、流通事業等、様々な事業に取り組んでいる。こうした現在の日本の鉄道会社の経営手法の基盤を作ったと言われる阪急電車と、その創業者である小林一三についてここでは振り返る。小林一三は、元々銀行に勤めていた経緯から（株）阪鶴鉄道の国有化に伴う売却、同鉄道売却資金を原資とした（株）箕面有馬電気軌道の設立に携わることとなった。

同社は、大阪の中心地（梅田）と観光地（箕面・有馬等）である田園地帯を結ぶ郊外路線^{注37}であったことから、利用者があまり見込めず採算をとるのは困難であると予想されていた。紅葉や滝の名所である箕面や温泉で有名であった有馬等郊外を開発する田園都市計画は、その時代の日本では独創的なアイデアであった。当時の大阪は急激な家賃上昇等により住環境が劣悪な状況にあったため、この大阪に集中している人口を沿線地域に移動させれば、定期券による安定的収入源の確保による新しい乗客の創造や不動産販売の収益も期待できると考え、当時珍しい分割ローンでの販売による沿線地域の不動産ビジネスを開始した。こうしてまず沿線における住宅経営を開始し、その後、休日に鉄道を利用してもらえるよう、動物園の経営や温泉場営業の創始、野球場の新設などを次々に行った。創立総会を開始した1908年には、日本で最初のPR冊子と呼ばれる「最も有望なる電車」を作成し鉄道のPRを、1909年には「如何なる土地を選ぶべきか如何なる家屋に住むべきか」を作成し沿線住宅のPRを行った。こうした経営の多角化は、鉄道事業者の収益性を高め、安定的な鉄道経営に結びついた。また、ターミナル駅に、沿線利用客を顧客とした百貨店をつくり、既存の他の百貨店利用客とは異なる層をターゲットとして百貨店事業を行った。沿線に動物園や宝塚歌劇等の娯楽施設を作り、小林自らが宝塚歌劇の台本を執筆することもあった。

小林一三は、大衆向けのサービスの提供に取り組み、「便利で環境の良い住宅に暮らし、デパートで買い物をしたり、観劇を楽しんだり、ゆとりある生活をする」という、現代に繋がるライフスタイルの創造を行い、大衆消費時代の経営戦略の先取りをした点でイノベーションを起こしたと言える。その後、多くの鉄道会社はその経営手法を模倣し、今日の鉄道会社のビジネスモデルとなったとも言われている。

^{注36} 東日本旅客鉄道（株）の実験によると、磁気カード乗車券は機械による自動搬送のため、改札機内の処理時間は0.7秒であったが、ICカードでは人が手に持って移動し1回のタッチで処理するため、わずか0.2秒（カードとR/W（読み取り・書き込み装置）間の処理時間は0.1秒）で処理をする必要があった。

^{注37} 実際には有馬は実現せず、宝塚までとなった。

コラム

子育てシェアハウス

Column

代官山に子育て支援をコンセプトにしたシェアハウスがあります。「頼り 頼られ 助け合う 子育てのカタチ」をコンセプトとし、シングルペアレント（ひとり親）と子育てを応援したい方をメインターゲットに、子どもがいる人もいない人も入居者同士が支え合いながら「みんな子育て」ができる環境づくりを目指します。

オーナーは東急電鉄で、渋谷区が所有する土地・建物を借り受け、シェアハウスとしてリノベーションした施設です。

共用部には、子どもの創造性を刺激する「落書きボード」のあるリビング、親子団らんを促す各階のユニットバスやミニキッチンなどを設置し、屋上にはウッドデッキや家庭菜園に加え、子どもたちが素足で遊べるエリアを設けるなど、働きながら子育てする親子にやさしく「みんな子育て」ができるシェアハウスとして、様々な設備・サービスを導入しています。また、子育て中の心配事を入居者同士や地域住民で気軽に助け合う、(株) AsMamaの「子育てシェア」や東急セキュリティ（株）のICカードを利用した子ども見守りサービス「キッズセキュリティ」を導入し、シングルペアレントの方が仕事と子育てを安心して行える環境整備を行っています。

このシェアハウスには、親子が7世帯、単身者が14世帯の計21世帯が住んでおり^注、入居者が参加するイベントは年4回開催されています。子育てが孤独にならず、帰宅して話し相手、遊び相手がいるのはとても心強いと入居者は話しています。また、ここに住む子どもたちは日々の暮らしの中で遊びを通じ社会性を育み、コミュニケーション力を磨いています。

世の中では様々なタイプのシェアハウスが人気を集めていますが、子育て中の人、子育てを応援したい若い世代がつながるきっかけとなるこのシェアハウスは、核家族化が進み、人とのつながりが希薄となっている各世代にとって、非常に重要なものとなります。他人でありながら大家族のような環境で育ち、自然に触れ、「子育てシェア」をすることで、関わっているすべての人々の心を豊かにします。

図表 1-3-19 スタイリオ ウィズ代官山



資料) 東急電鉄（株）

図表 1-3-20 屋上の家庭菜園



資料) 東急電鉄（株）

^注 2017年4月1日調査時点