

第2節 世界の中での我が国製造業の立ち位置と各国の取組

これまでの製造業の国際戦略は、最適な立地環境が整備されている地域へ拠点を展開し、事業や企業の再編を進め一層の経営効率を向上させていく「国際機能分業」やグローバルな需要と立地環境に合わせて世界各地に生産拠点を配置する「グローバル最適地生産」といった観点を中心に論じられてきたが、ICT等の技術革新の進展に伴い、先進国国内における製造業の立地が再び見直されている。実際、米国では、新興国での賃金上昇に伴う相対的な生産コスト格差の縮小や、シェールガス増産に伴うエネルギー・原材料価格の低下に加え、技術革新に伴い品質管理やリードタイムの短縮化や最適なサプライチェーンマネジメントの構築等により国内回帰が進んでいる。我が国においても生産拠点の国内回帰の動きが見られ、経済産業省が2018年12月に実施した調査によると、海外生産を行っている企業のうち、12.5%の企業が過去1年間で国内に生産を戻しており（図112-8参照）、我が国製造業を取り巻く状況は変化しつつある。

また、デジタル技術の革新を背景とした環境の変化に対応すべく、米国では2013年以降の製造業国内回帰の動きや2016年に「インダストリアル・インターネット・コンソーシアム（IIC）」の設立、ドイツでは2013年に「プラットフォーム・インダストリー4.0」を発足し、2015年に「インダストリー4.0実践戦略」を提唱、中国では2015年に「中国製造2025」の国家戦略を発表するなど、将来の製造業の在り方を模索する動きが各国でますます活発になっている。我が国でもSociety5.0の実現に向け、産業が目指す将来の姿として、2017年3月に“Connected Industries”というコンセプトを世界に向けて発信し、様々なものがつながることで、新たな付加価値創出と社会課題の解決を目指す産業の在り方を打ち出した。

このような状況の中、我が国製造業が現在、世界の中でどのような立ち位置にあり、海外と比べて我が国製造業を取り巻く事業環境がどのように異なるのかを把握することが、将来の我が国製造業の戦略を描くうえで非常に重要となっている。

本節では、まず前半部分では、世界の中での我が国製造業の置かれた状況を確認し、後半部分では、海外における取組状況について海外企業の事例を交えながら把握することを試みる。

1 各国比較から見る我が国製造業の状況

（1）マクロ経済から見る我が国の立ち位置

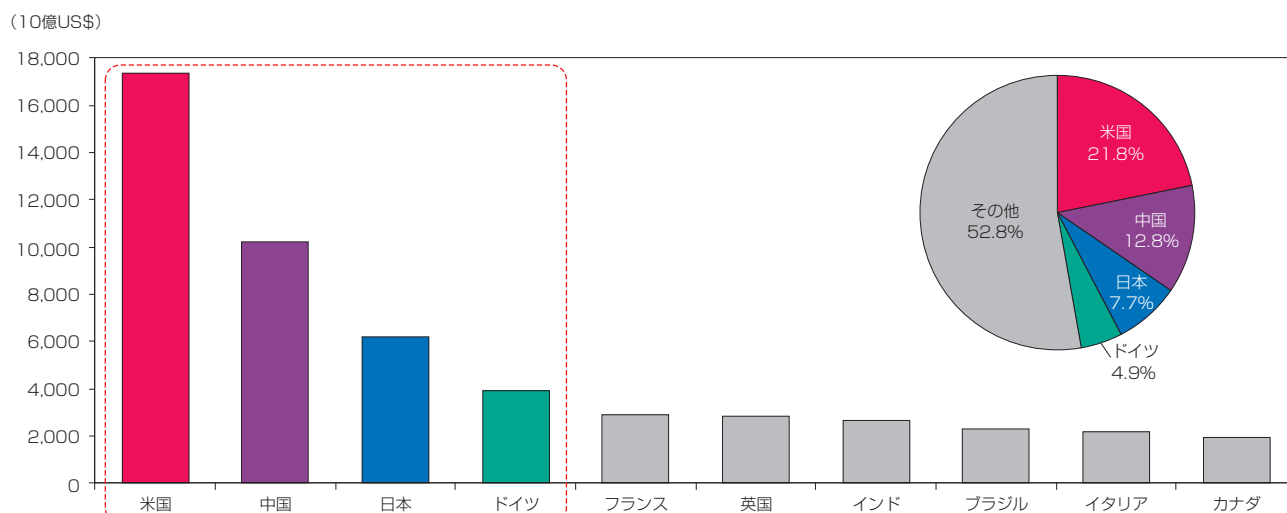
以下では、我が国経済の世界での立ち位置を確認するため、特に付加価値額と生産性に着目し、海外との比較を行う。また、各国の世界での立ち位置を各種指標で総合的に評価したものとして各種ランキングを紹介する。

①国内総生産（実質 GDP）

我が国経済の立ち位置を確認するため、まずは主要国の付加価値額を比較する。一般的に、ある国が生み出した付加価値額を比較する場合、国内総生産（GDP）を用いる。そこで、はじめに実質 GDP を用いて海外との付加価値額の比較を行う。

2017年の世界の実質 GDP を見ると、米国が173,486億ドルで最も付加価値を稼いでおり、世界全体の21.8%を占める。次いで、中国が101,589億ドルで2位、日本が61,577億ドルで3位、ドイツが38,839億ドルで4位と続き、世界全体の GDP に占める割合は、それぞれ12.8%、7.7%、4.9%であり、上位4か国で世界全体の GDP の約半数を占める（図221-1）。

図 221-1 実質 GDP ランキング（2017 年）

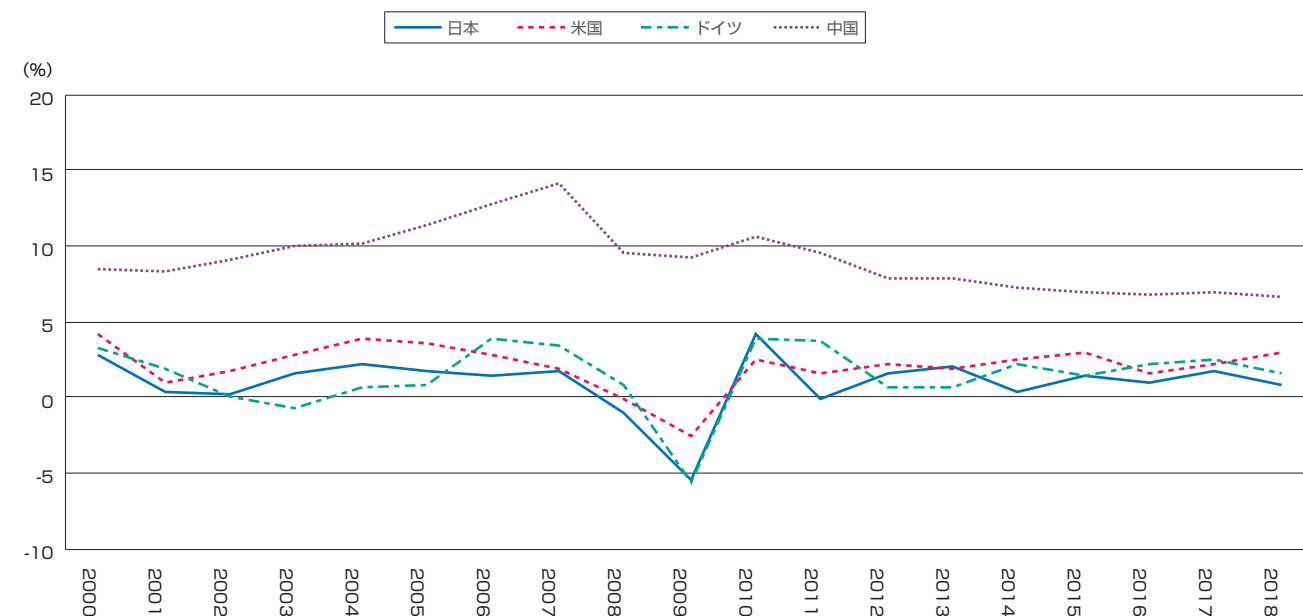


資料：United Nations：GDP and its breakdown at constant 2010 prices in US Dollars から経済産業省作成

ここからは、この世界の実質 GDP 上位 4 か国を中心に、国際比較を行うこととする。GDP の成長率について確認すると、日本の 2018 年の実質 GDP 成長率は前年比 0.8% 増と、景気は緩やかに回復している。米国は前年比 2.9% 増と、2017 年

の 2.2% 増から大幅に上昇し、景気の回復が続いている。ドイツは前年比 1.5% 増であり、2016 年、2017 年と比べると鈍化している。中国は前年比 6.6% 増で、2017 年の 6.9% 増から下降している。(図 221-2)。

図 221-2 4 か国の実質 GDP 成長率の推移

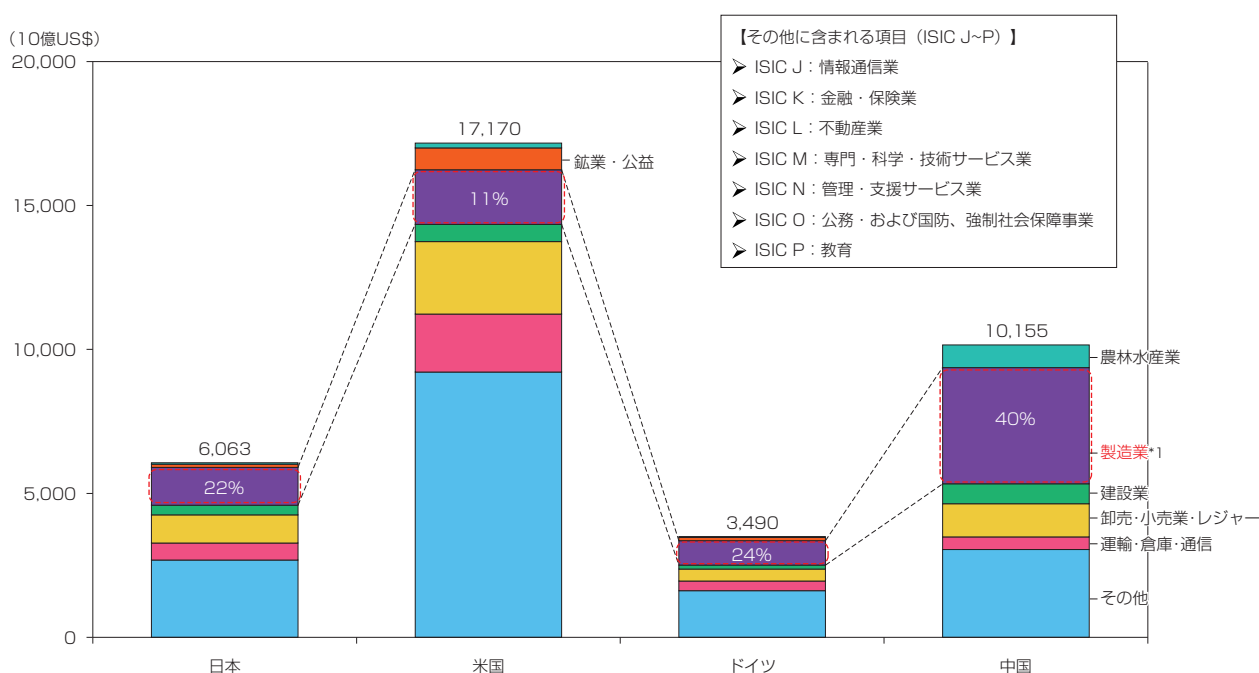


備考：2018 年については予測値
資料：IMF WEO (2019 年 4 月) より経済産業省作成

4 か国において GDP に占める製造業の割合を見ると、中国が 40% と 4 か国の中では最も高く、製造業への依存度が高いことが分かる。続いてドイツが 24%、日本が 22% となって

いる。一方、米国は 11% と、他国と比べて製造業が占める割合は低く、不動産、サービス業など他の部分が占める割合が高い (図 221-3)。

図 221-3 4 か国の実質 GDP のうち各国製造業が占める割合 (2017 年)



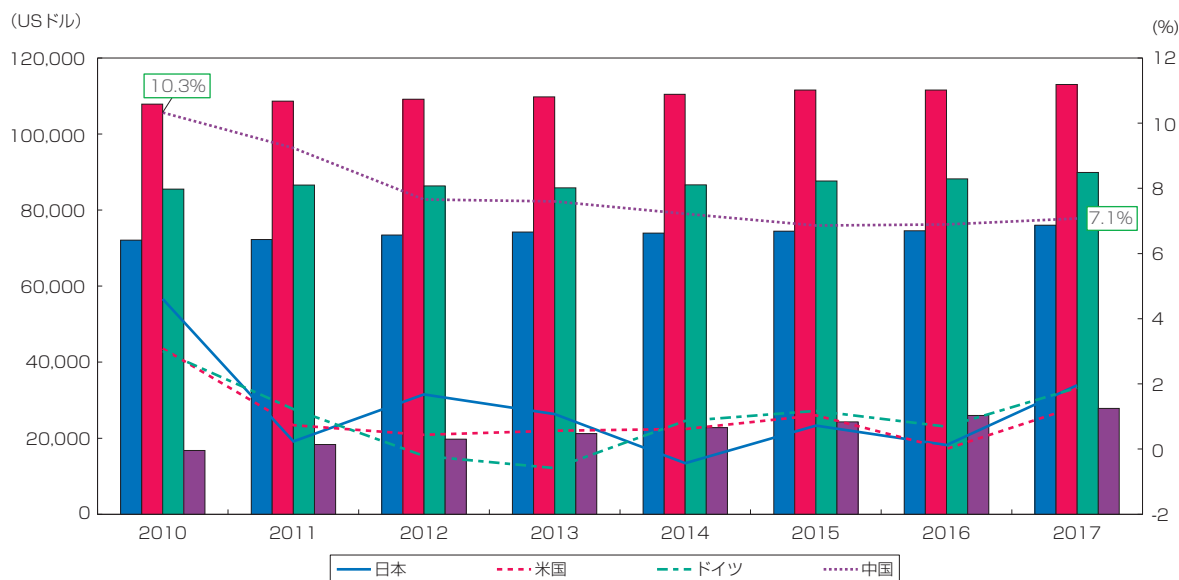
備考：中国の「製造業」には「鉱業・公益」を含む
資料：United Nations "National Accounts Main Aggregates Database": GDP and its breakdown at constant 2010 prices in US Dollars より経済産業省作成

②労働生産性

国の「経済的な豊かさ」を実現するためには、限られた人口の中で、より効率的に経済的な成果を生み出すことが必要である。人口減少社会に突入した我が国にとっても重要な指標でもある。ここでは労働生産性を「労働人口1人当たりのGDP」とした。

その推移を見てみると、米国は4か国の中で最も高い位置で推移しており、次いで、ドイツ、日本、中国と続いている。対前年比を見てみると、日本、米国、ドイツは2011年以降おおむね1～2%で推移している。中国は、2010年には10.3%であったが、2012年以降はおおむね7～8%程度で推移している（図221-4）。

図 221-4 4か国の労働生産性の実額と対前年比の推移



備考：労働生産性は「労働人口1人当たりのGDP」と定義

労働生産性実額（棒グラフ：左軸）、対前年比（折れ線グラフ：右軸）

資料：World Bank, "World Development Indicators", GDP per person employed (constant 2011 PPP\$) から経済産業省作成

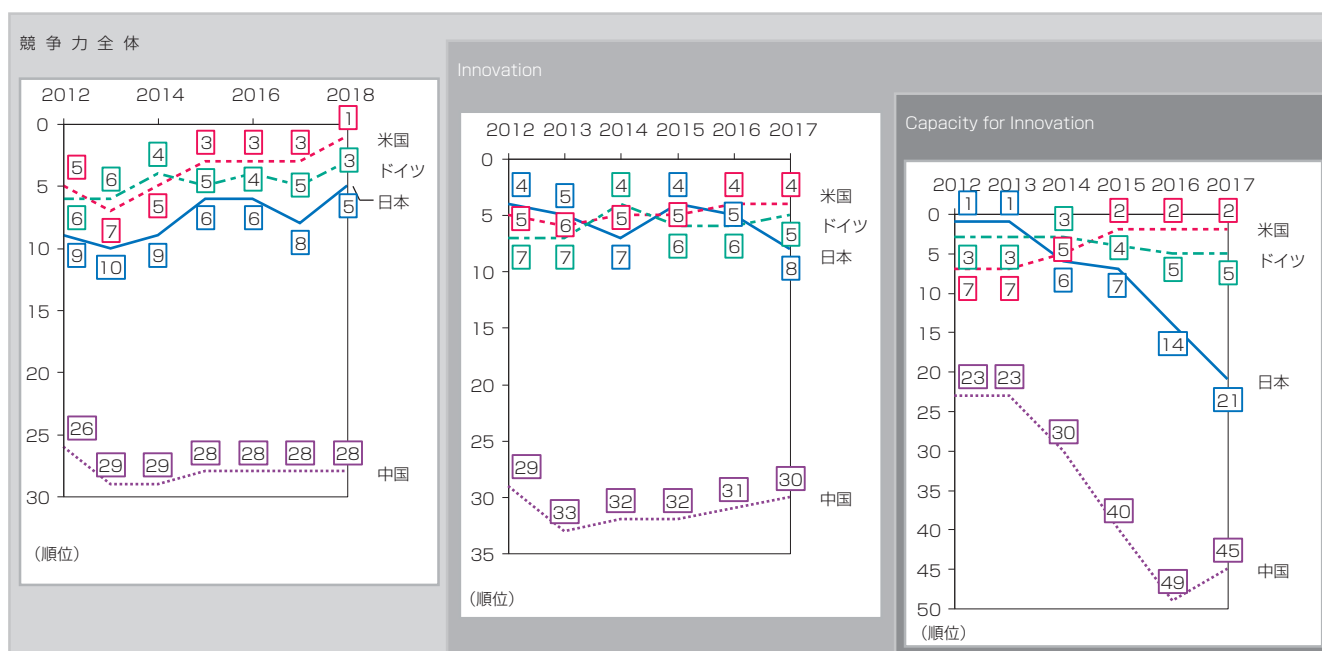
③競争力ランキング

グローバル化の進展に伴い、自国の強みを活かし、弱みを克服することの必要性や他国の市場の情勢等を客観的に把握しておくことの重要性がますます増している。各国の競争力を測る指標としては、世界経済フォーラム（WEF：World Economic Forum）が発表している「国際競争力レポート」や世界知的所有機関（WIPO：World Intellectual Property Organization）、コーネル大学、INSEAD（欧州経営大学院）が発表する「Global Innovation Index Ranking」がある。ここでは、これら二つのランキングにより日本の世界での立ち

位置を確認する。

WEF が発表している国際競争力レポート（2018年）によれば、米国は1位、ドイツは3位、日本は5位、中国は28位となっている。日本の全体の競争力はやや上昇傾向であるが、イノベーションの競争力に着目してみると、2017年調査の中項目の「Innovation（イノベーション）」では、日本の順位は8位となっており、最近の5年はほぼ横ばいで推移している。更に細かい小項目の「Capacity for Innovation（イノベーション能力）」では、日本の順位は21位となっており、2013年を境に下降傾向にある（図221-5）。

図 221-5 WEF 国際競争力レポート全体・Innovation（大項目）・Capacity for Innovation（小項目）ランキング推移

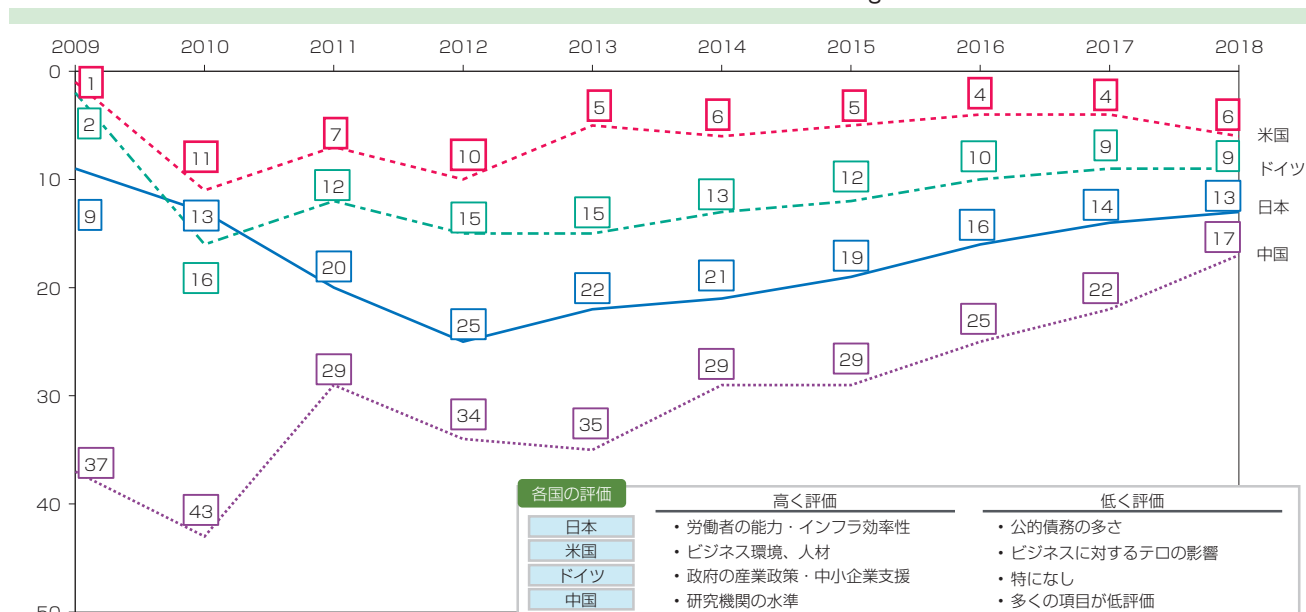


備考：全 140 ヶ国中の順位
2018 年に評価項目が大幅に改定され、Innovation, Capacity for Innovation はなくなったため、2018 年の順位は全体ランキングのみ記載
資料：WEF The Global Competitiveness Report から経済産業省作成

Global Innovation Index Ranking（2018 年）では、日本の順位は 13 位であり、米国は 6 位、ドイツは 9 位、中国は 17 位となっている。米国、ドイツ、日本、中国の 4 か国の相対的な順位はここ数年変化していないが、中国が急激に追い上げている。日本は労働者の能力やインフラ効率性の面で高く評

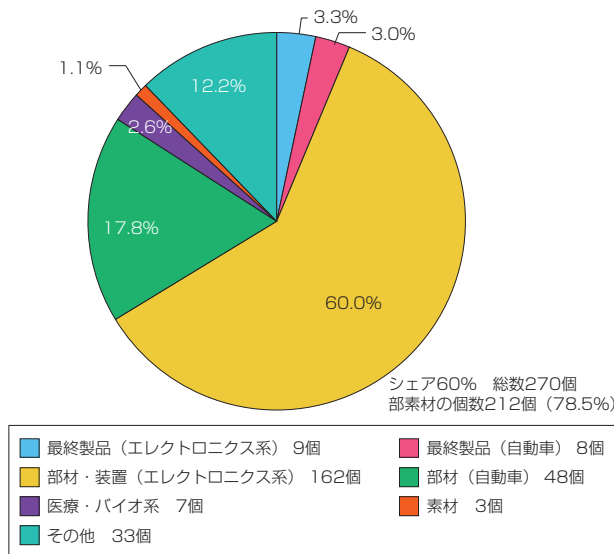
価されている一方、公的債務の多さは低く評価されている。米国はビジネス環境や人材の面、ドイツは政府の産業政策・中小企業支援の面、中国は研究機関の水準の面で高く評価されている（図 221-6）。

図 221-6 Global Innovation Index Ranking 推移



備考：全 126 ヶ国中の順位。七つの観点 ①政治状況、規制、ビジネス環境 ②教育、大学以上の教育、研究開発 ③ICT、基礎インフラ、サステナビリティ ④金融、投資、競争・貿易 ⑤知的労働者数、オープンイノベーション ⑥知の創出、ビジネスへのインパクト ⑦無形資産、知的財産、オンラインクリエイティビティ から各国をランキング付け
資料：Cornell University, INSEAD, WIPO: Global Innovation Index Report から経済産業省作成

図 221-8 シェア 60%以上に含まれる製品群の内訳 (日系企業)

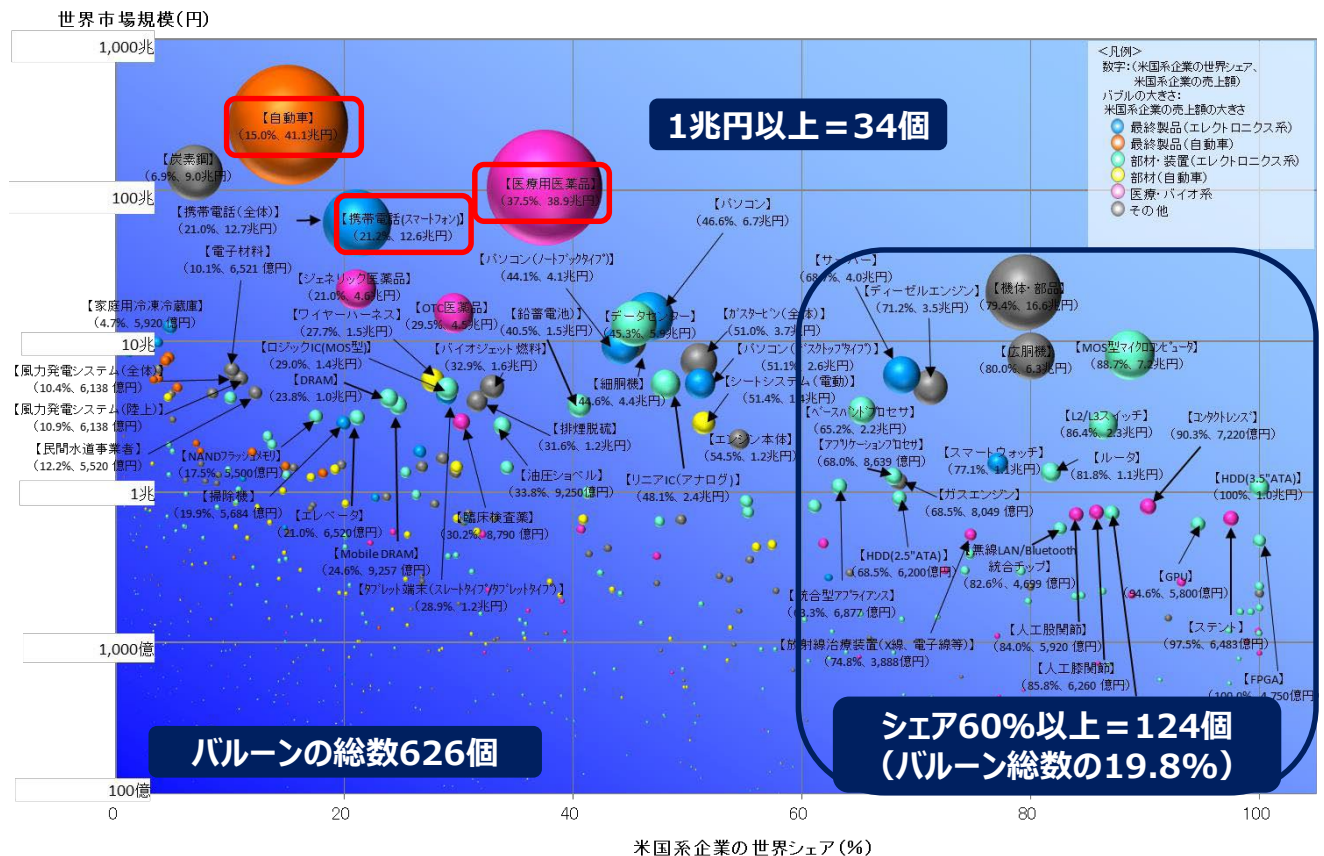


資料：新エネルギー・産業技術総合開発機構「平成 29 年度日系企業のモノとサービス・ソフトウェアの国際競争ポジションに関する情報収集」データより経済産業省作成

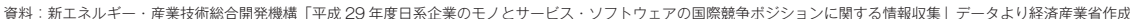
次に、米国系企業から生み出される製品群の世界市場規模及び世界シェアについて同様に見ると、世界市場で売上額が 1 兆円以上となる製品群は 34 個あり、巨大な製品群としては自動車 (世界シェア 15.0%、売上額 41.1 兆円)、医療用医薬品 (同 37.5%、同 38.9 兆円)、携帯電話 (同 21.2%、同 12.6 兆円) など複数存在しており、米国は様々な産業で市場を獲得できて

いることが分かる。さらに、世界シェアが 60%以上の製品群が 124 個あり、全製品群の 19.8%を占める (図 221-9)。シェア 60%以上の製品群の内訳について見てみると、部素材が 84 個 (シェア 60%以上製品群の 67.8%)、医療・バイオ系製品が 23 個 (同 18.5%) 含まれており、医療・バイオ系製品に関しては 4 か国・地域の中では最も多い (図 221-10)。

図 221-9 米国系企業が生み出した主要先端製品・部材の世界市場規模及び世界シェア (2016 年)



出所：新エネルギー・産業技術総合開発機構「平成 29 年度日系企業のモノとサービス・ソフトウェアの国際競争ポジションに関する情報収集」



となっている。世界シェアが60%以上の製品群は、全製品群の13.8%に当たる73個ある(図221-13)。シェア60%以上の製品群の内訳について見てみると、部素材が占める割合は日本よりも高く、89.0%に及んでいるが、その製品群の数自体は65個で日本(212個)の3割程度となっている(図221-14)。

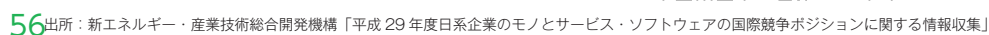
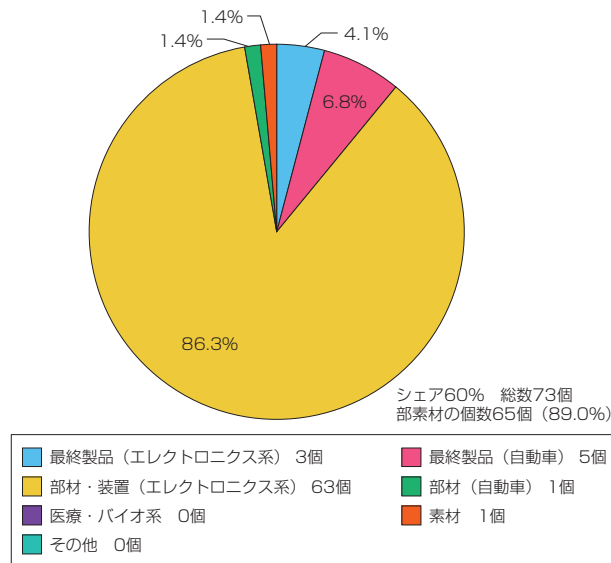


図 221-14 シェア 60%以上に含まれる製品群の内訳（中国系企業）

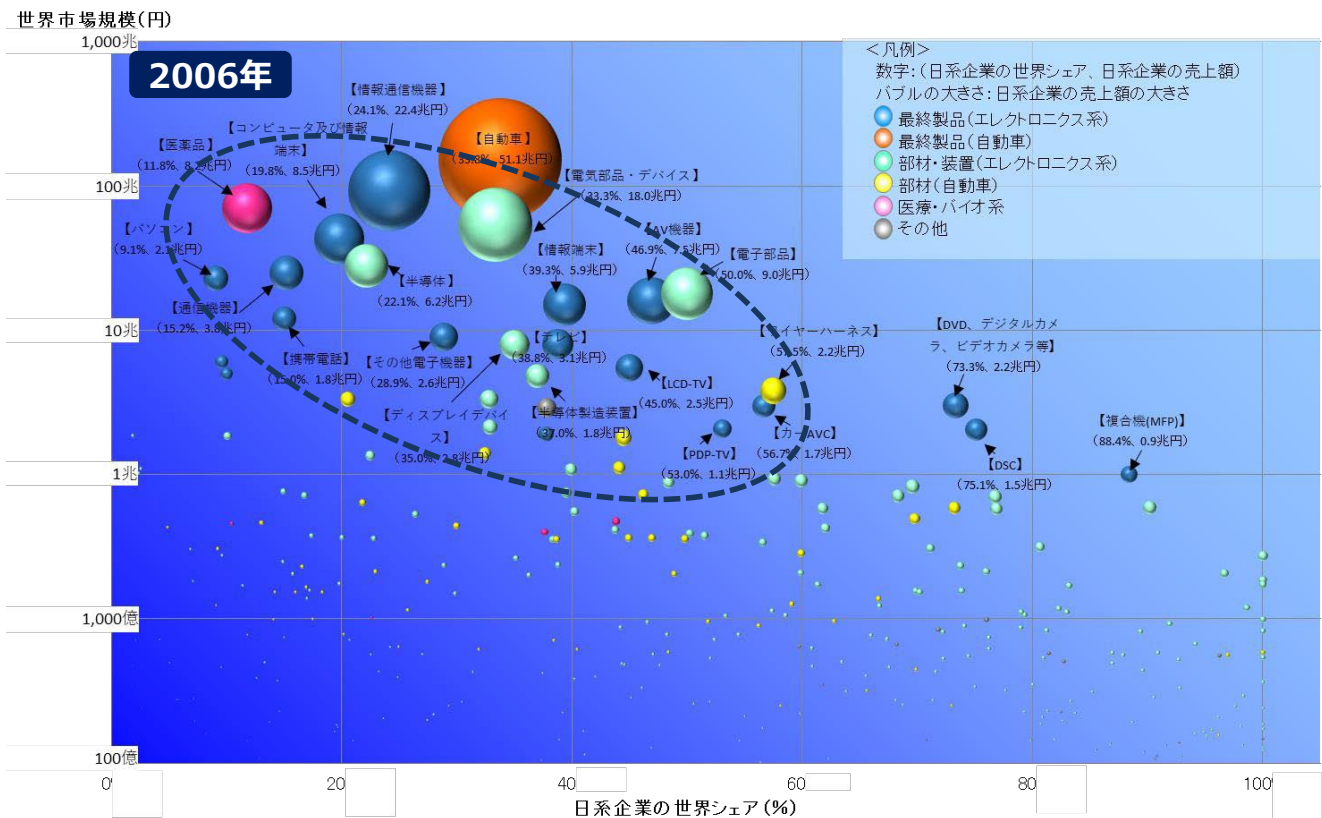


資料：新エネルギー・産業技術総合開発機構「平成 29 年度日系企業のモノとサービス・ソフトウェアの国際競争ポジションに関する情報収集」データより経済産業省作成

日系企業の産業の移り変わりを見るために、2006 年と 2016 年のバブルマップを比較してみる。エレクトロニクス系の最終製品（青）を見てみると、2006 年から 2016 年にかけて、売上額と世界シェアは共に低下していることが分か

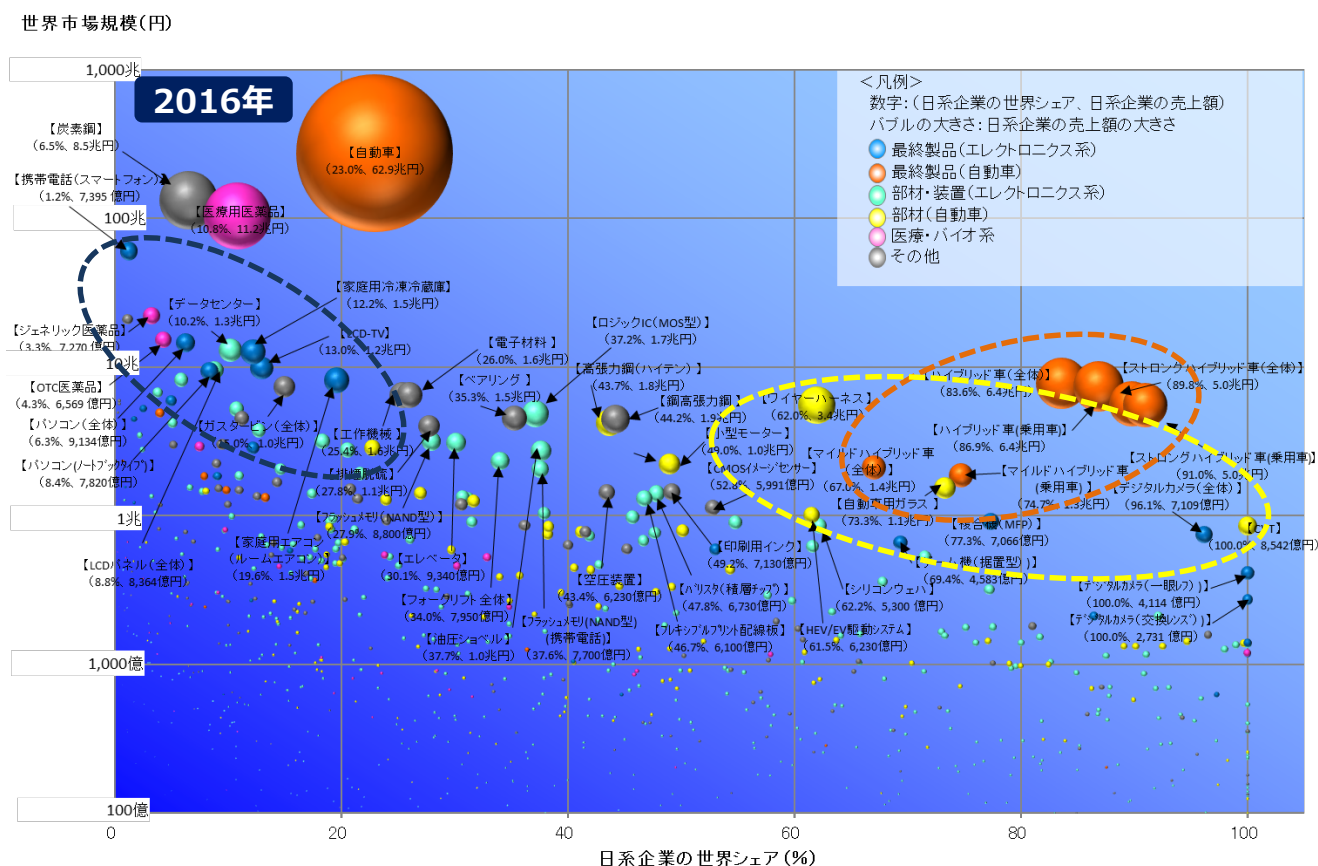
る。一方、自動車の最終製品（オレンジ）及び部材（黄色）については、売上額と世界シェア共に上昇していることが分かる（図 221-15・16）。

図 221-15 日系企業が生み出した主要先端製品・部材の世界市場規模及び世界シェア（2006 年）



出所：新エネルギー・産業技術総合開発機構「平成 19 年度技術戦略の科学的な立案を推進するための分野別研究リソースと、国際市場競争力のベンチマーク及び特定産業分野への応用に関する調査」

図 221-16 日系企業が生み出した主要先端製品・部材の世界市場規模及び世界シェア（2016 年）



出所：新エネルギー・産業技術総合開発機構「平成 29 年度日系企業のモノとサービス・ソフトウェアの国際競争ポジションに関する情報収集」

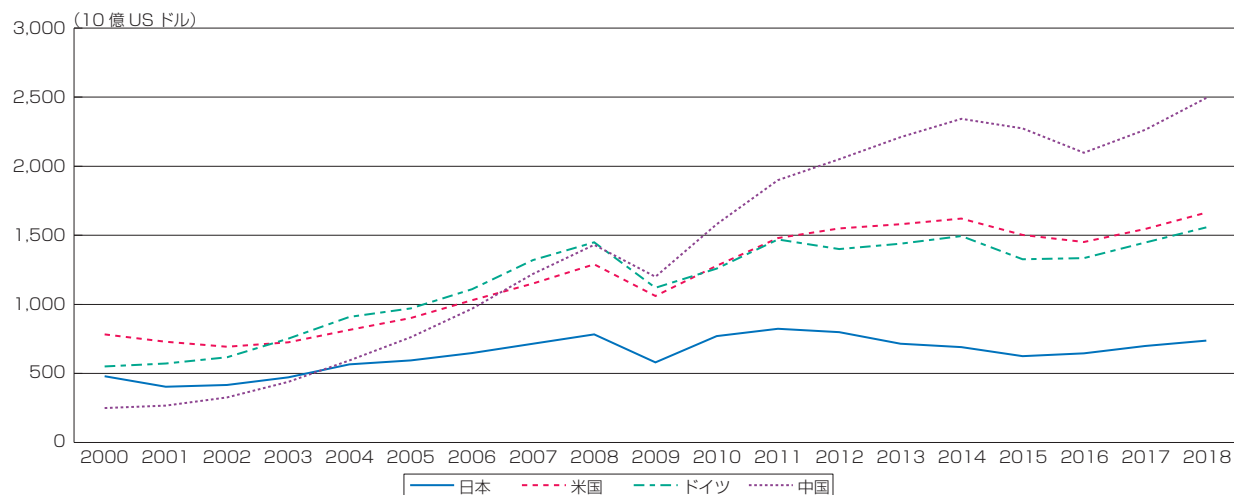
②製造業の輸出競争力

かつて日本は世界の輸出額の約 10%を占める「輸出大国」であったが、中国や新興国の輸出額が急激に増加する中、世界における日本の輸出額の割合は年々低下し、現在は世界の輸出額の約 4%にとどまる。日本の輸出額（全産業）は、2011 年の 8,232 億ドルを最高に減少していたものの、2015 年から再び上昇に転じている。しかし、2000 年代以降の輸出額の伸

びは、中国はもちろん、米国、ドイツと比べても、相対的に限定的となっている。一方、中国の輸出額は急激に増加している（図 221-17）。

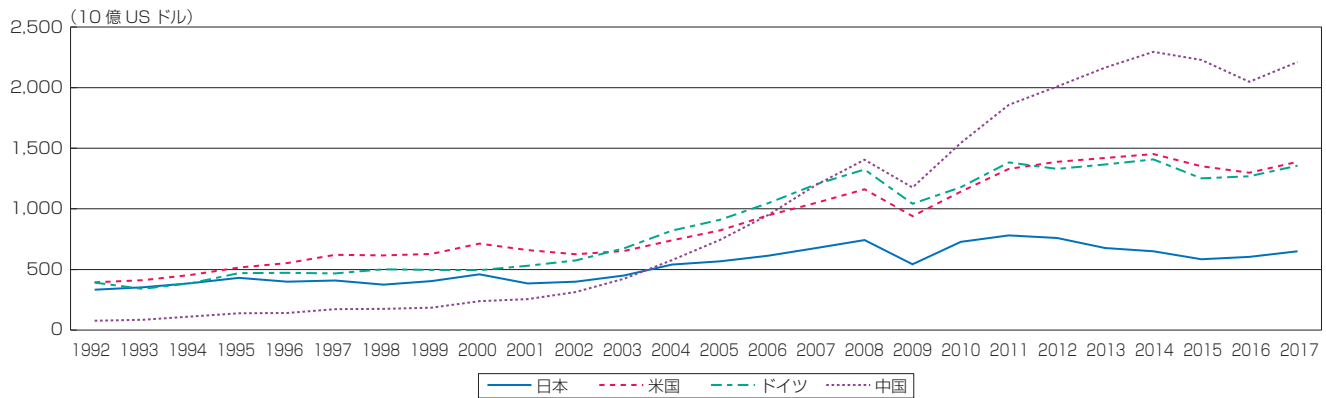
製造業に着目して 4 か国の輸出額の推移を見ても、同様の傾向が確認でき、日本の輸出額の増加は限定的である。（図 221-18）。

図 221-17 4 か国全産業の輸出額の推移



資料：UNCTAD TRADE MAP INTERNATIONAL TRADE STATISTICS から経済産業省作成

図 221-18 4か国製造業の輸出額の推移

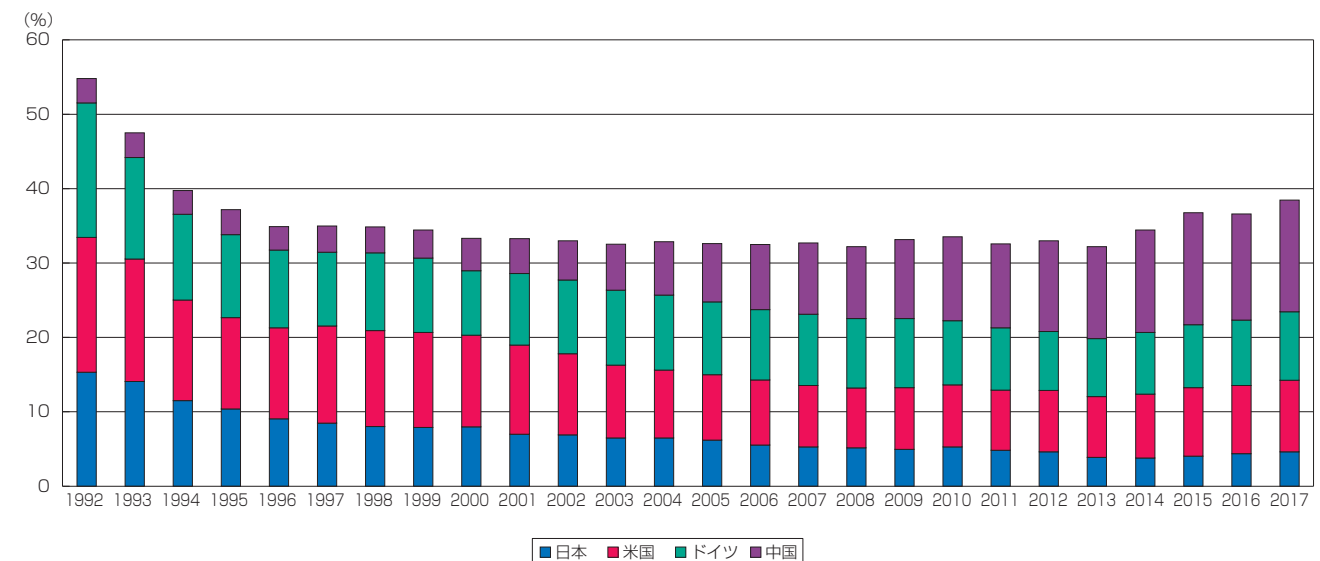


資料：UNCTAD TRADE MAP INTERNATIONAL TRADE STATISTICS から経済産業省作成

4か国の製造業が世界の製造業全体の輸出総額に占める割合を確認すると、その割合は世界の約4割を占めている。また、各国の割合を確認すると、日本、米国、ドイツの割合が軒並み

低下傾向にある中で、中国のみが右肩上がりにシェアを拡大している（図 221-19）。

図 221-19 4か国製造業の輸出額シェアの推移



備考：合計値は、4か国製造業が世界製造業の輸出総額に占める割合
資料：UN COMTRADE から経済産業省作成

ここからは、日本、米国、ドイツ、中国の4か国で上場している企業のうち、ものづくりを行っている8,897社の財務データ^{注1}を用いて業種別に見た各国の特徴を確認する。具体的には、各社の主要製品に着目し、IT・ハイテク、ヘルスケア、医

薬品・バイオ、産業機械、自動車、自動車部品、重工業、消費財、素材・化学の9業種に各社を分類の上、各社の財務情報を積み上げる形で分析した（図 221-20）。

注1 Bloomberg より Deloitte Tohmatsu Consulting 作成

図 221-20 4 か国製造業データの対象企業数

業種分類		対象企業数				
		日本	米国	ドイツ	中国	合計
1	IT・ハイテク	599 (28.7%)	873 (27.1%)	118 (30.9%)	649 (20.2%)	2239
2	ヘルスケア	48 (2.3%)	293 (9.1%)	23 (6.0%)	56 (1.7%)	420
3	医薬品・バイオ	81 (3.9%)	721 (22.4%)	29 (7.6%)	268 (8.4%)	1099
4	産業機械	336 (16.1%)	274 (8.5%)	69 (18.1%)	599 (18.7%)	1278
5	自動車	10 (0.5%)	17 (0.5%)	7 (1.8%)	33 (1.0%)	67
6	自動車部品	114 (5.5%)	56 (1.7%)	14 (3.7%)	154 (4.8%)	338
7	重工業	226 (10.8%)	170 (5.3%)	24 (6.3%)	181 (5.6%)	601
8	消費財	367 (17.6%)	434 (13.5%)	60 (15.7%)	561 (17.5%)	1422
9	素材・化学	309 (14.8%)	380 (11.8%)	38 (9.9%)	706 (22.0%)	1433
合計		2090 (100%)	3218 (100%)	382 (100%)	3207 (100%)	8897

備考：各国で上場しているものづくり企業 8,897 社の各社財務情報を積上げ作成。業種は各社の主要製品より IT・ハイテク、ヘルスケア、医薬品・バイオ、産業機械、自動車、自動車部品、重工業、消費財、素材・化学の 9 業種に分類。

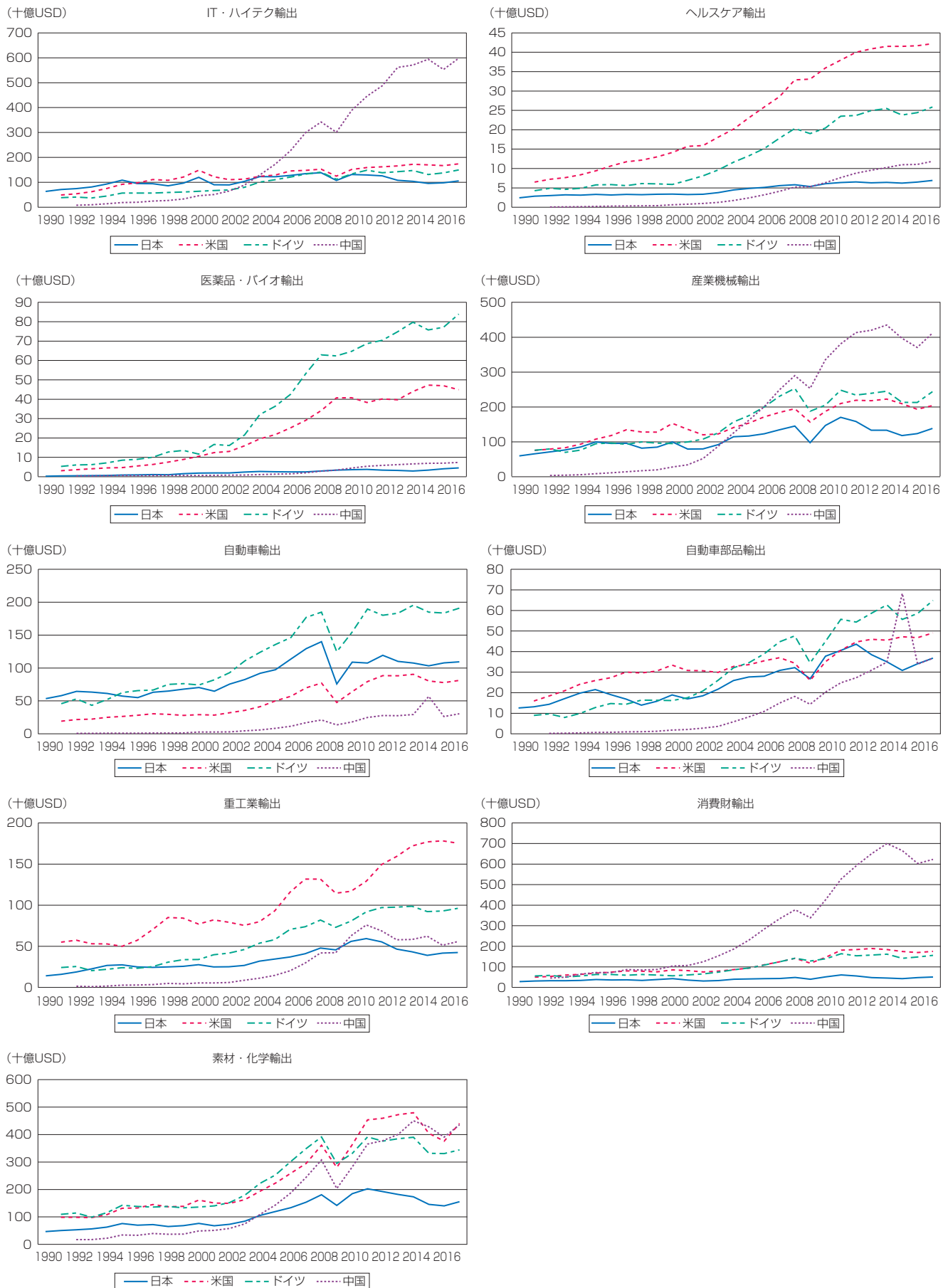
カッコ内は各業種の占める時価総額のシェア

資料：Bloomberg より Deloitte Tohmatsu Consulting 作成

まず、業種別の輸出額を確認する。輸出額を急速に伸ばしてきた中国を見ると、消費財分野だけでなく、IT・ハイテク分野、素材化学分野、産業機械分野で輸出額が増加している。日本は自動車分野ではドイツに次ぐ 2 位の輸出額となっているが、それ以外の業種では 4 か国中 4 位となっている。米国とドイツ

は、いずれの業種においても輸出額が増加する傾向が日本よりも強く見られる。米国は重工業分野とヘルスケア分野、ドイツは自動車関連分野と医薬品・バイオ分野の輸出額が多く、米国とドイツがそれぞれの分野で競争力を有していることが分かる（図 221-21）。

図 221-21 4 か国製造業の業種別輸出額の推移



備考：各国で上場しているものづくり企業 8,897 社の各社財務情報を横上げ作成。業種は各社の主要製品より IT・ハイテク、ヘルスケア、医薬品・バイオ、産業機械、自動車、自動車部品、重工業、消費財、素材・化学の 9 業種に分類。

資料：UN COMTRADE から Deloitte Tohmatsu Consulting 作成

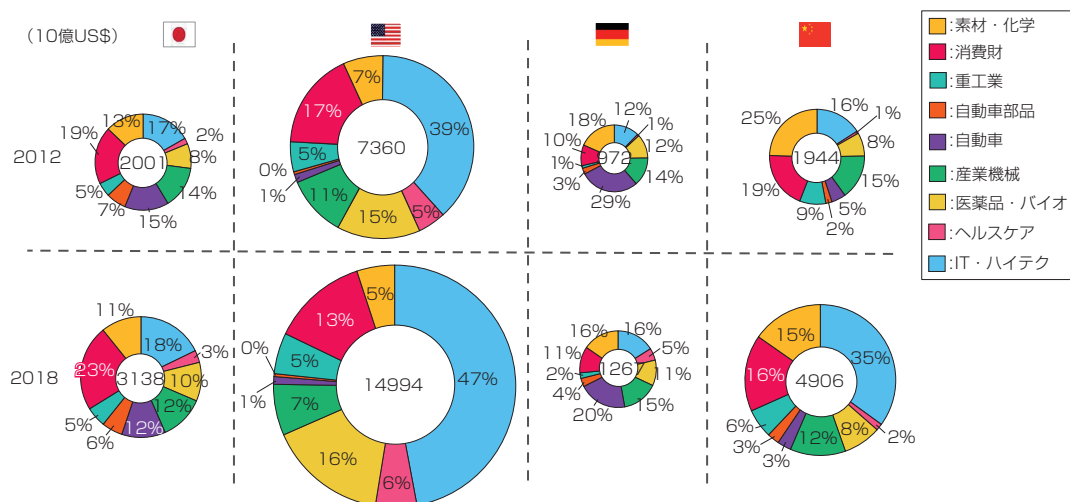
③各国製造業の市場からの評価

続いて、4か国の製造業の時価総額を業種別に確認する。まず、2018年における各国製造業の時価総額は、4か国全ての国において2012年に比べ増加しており、特に、中国については2.5倍、米国の合計額は2.0倍と両国とも倍以上となっている。日本は1.6倍、ドイツは1.3倍である。

業種別に見てみると、日本とドイツの構成比には特に変化は

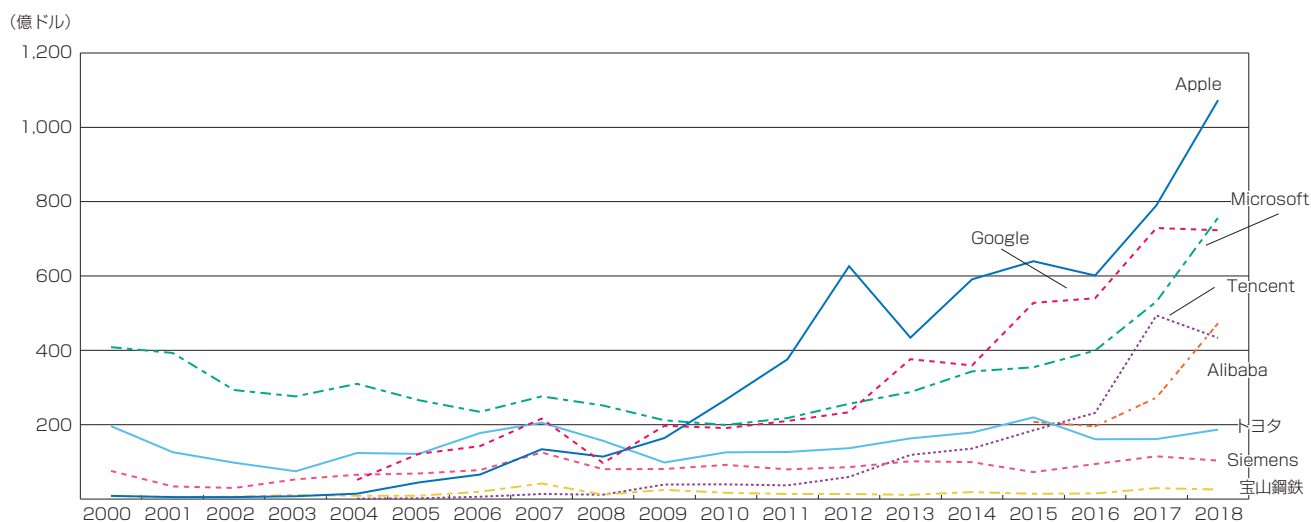
見られないが、米国と中国は、2012年で大きな割合を占めていたIT・ハイテク産業が大きく成長し、米国においては39%が47%に、中国においては16%が35%にそれぞれ拡大している（図221-22）。米国のApple、Microsoft、Googleや中国のAlibaba、Tencentなどの時価総額が急激に上昇しており、米中のIT・ハイテク産業への期待感が大きいことがうかがえる（図221-23）。

図 221-22 4か国製造業の時価総額と業種別内訳（2012年と2018年の比較）



備考：各国で上場しているものづくり企業8,897社の各社財務情報を集上げ作成。業種は各社の主要製品よりIT・ハイテク、ヘルスケア、医薬品・バイオ、産業機械、自動車、自動車部品、重工業、消費財、素材・化学の9業種に分類。
 円の大きさは時価総額の合計額を表す
 資料：Bloomberg から Deloitte Tohmatsu Consulting 作成

図 221-23 4か国の主要製造企業の時価総額の推移

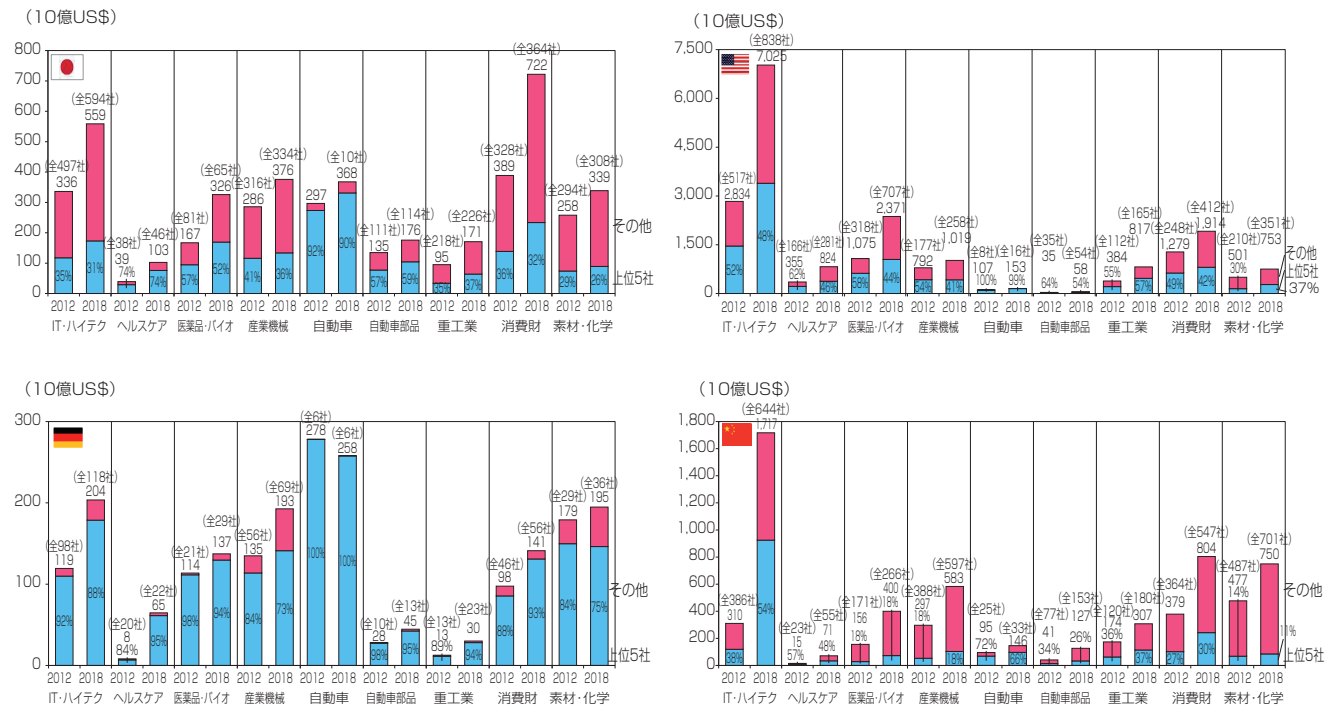


備考：2000年時点において日本、米国、ドイツ、中国それぞれの製造業で最も時価総額が高かった4社と製造業を行っているメガプラットフォームを対象とした。
 資料：Bloomberg から Deloitte Tohmatsu Consulting 作成

また、各国業種別に時価総額上位5社が全体の時価総額に占める割合を確認すると、米国では、ほとんどの業種で上位5社の合計額が、その業種全体の50%程度を占めており、ドイツでは、全ての業種で70%以上を占めている。一方、日本と

中国で50%以上となっている業種を見ると、日本では自動車分野（90%）、自動車部品分野（59%）、医薬品・バイオ分野（52%）、中国ではIT・ハイテク分野（54%）となっている（図221-24）。

図 221-24 4 か国製造 9 業種の時価総額と上位 5 社が占める割合（2012 年と 2018 年の比較）



資料：Bloomberg から Deloitte Tohmatu Consulting 作成

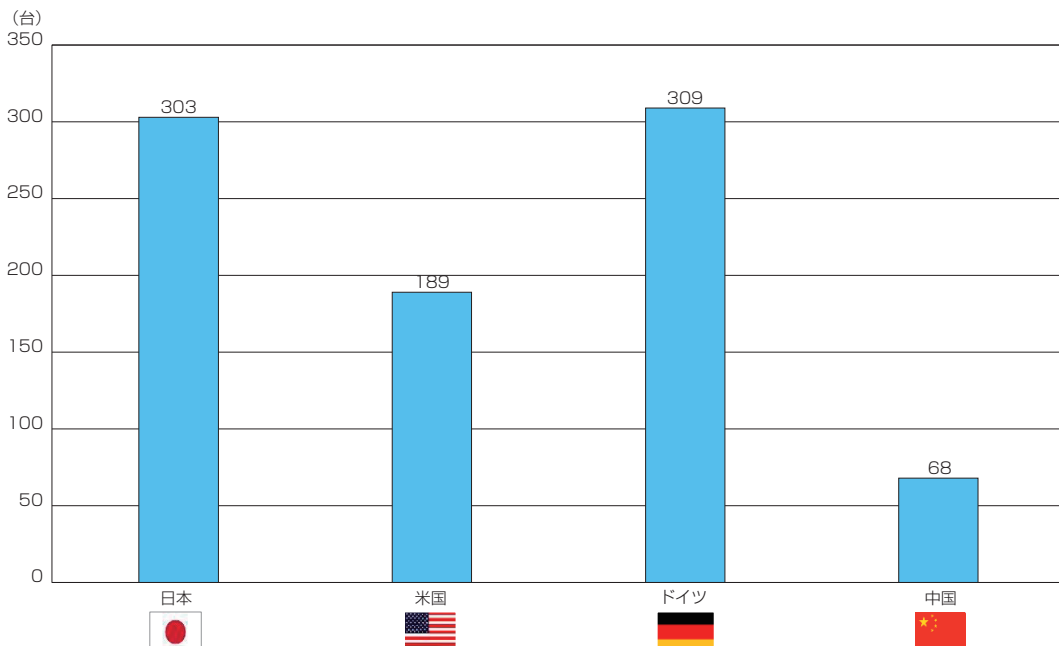
(3) 各種指標から見た各国の状況

① ロボットの活用

生産性を高めていくためには、付加価値の低い仕事はロボットやデジタルツールなどを活用し、人はより付加価値の高い仕事にシフトしていくことが必要となる。製造業における従業員10,000人当たりの産業ロボットの設置台数を見てみると、ドイツと日本の設置台数はそれぞれ309台、303台と米国、中

国に比べて多く、世界全体で見ても、韓国の631台、シンガポールの488台に続き、それぞれ世界3位、4位となっている。一方、中国においては、市場規模に対し産業ロボットの設置台数は少なくなっているが、後段で見るとおり、中国は国家戦略として製造強国を目指しており、今後増加してくることが予想される（図 221-25）。

図 221-25 4 か国製造業における産業ロボット設置台数（2016 年）



備考：従業員 10,000 人当たりの数値

資料：IFR (International Federation of Robotics) 2018 年 1 月 1 日現在

②設備投資

4か国の設備投資状況を確認すると、米国とドイツは20年間で堅調に設備投資を伸ばしており、中国の設備投資額は、直近20年間で急速に増加している（図221-26）。ただし、足下では米中間の通商問題の影響で製造業の稼働率や景況感は低

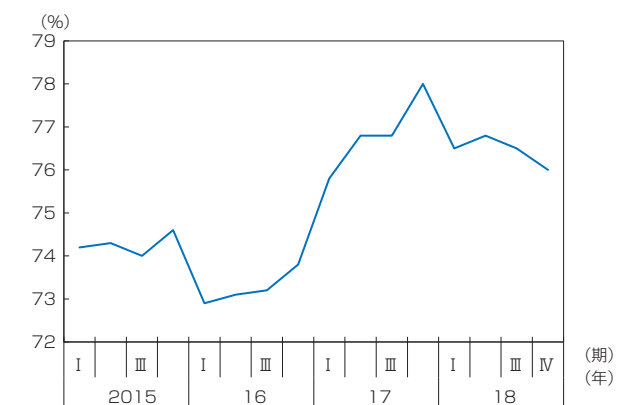
下しており、設備投資は鈍化している（図221-27・28）。日本はバブルの脱却時の好景気を除き、低水準にとどまっている。長らく設備投資が見送られてきた結果、生産効率の高い新規設備の導入が進まず、結果として設備の老朽化が生産効率を押し下げている可能性がある。

図 221-26 4か国の設備投資額の推移



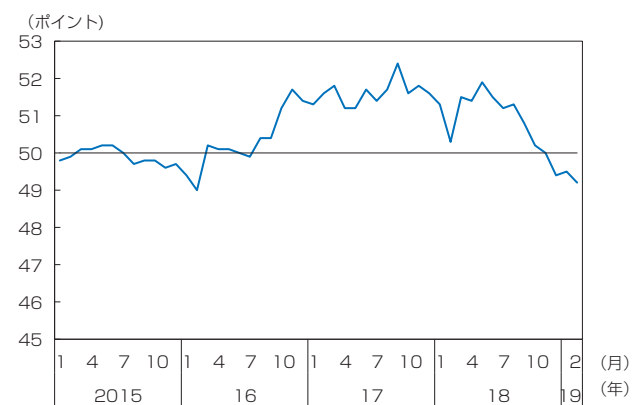
備考：1998年基準
資料：Bloomberg から Deloitte Tohmatsu Consulting 作成

図 221-27 中国製造業の稼働率の推移



出所：内閣府 マンスリー・トピックス（最近の経済指標の背景解説）（平成31年2月26日）

図 221-28 中国製造業の景況感の推移



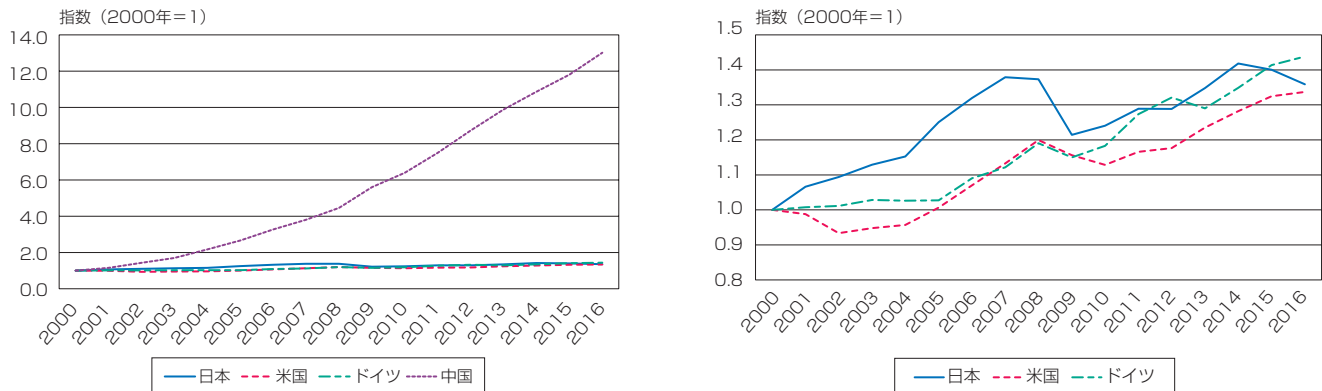
出所：内閣府 マンスリー・トピックス（最近の経済指標の背景解説）（平成31年2月26日）

③研究開発投資

製品の機能向上や新たな製品・サービスの開発には研究開発が必要である。4か国の企業部門における研究開発費の推移を

見てみると、中国が急激に増加している一方、日本、米国、ドイツは増加傾向にあるものの、その増加幅は限定的である（図221-29）。

図 221-29 4 か国の企業部門研究開発費の推移



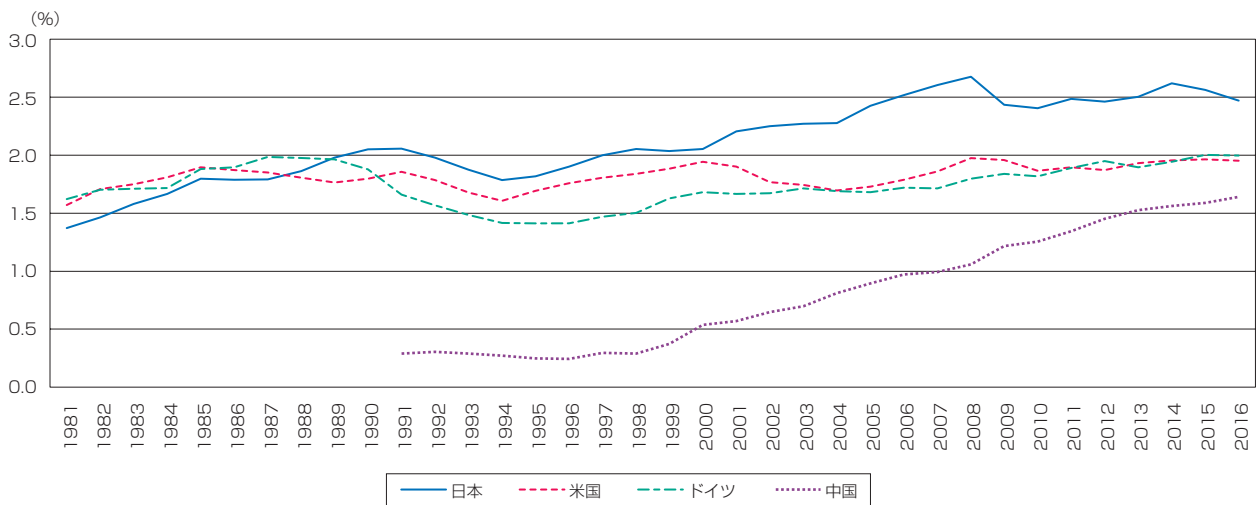
備考：2000 年を基準として指数化

資料：文部科学省 科学技術・学術政策研究所「科学技術指標 2018」から経済産業省作成

企業部門における研究開発費の対 GDP 比率を確認すると、日本は 4 か国の中で最も高く、近年は 2.5% 程度で推移している。米国、ドイツはおおむね同程度であり、近年は 2% 程度で推移している。中国の 2016 年の対 GDP 比率は 1.6% と 4 か

国の中では最も低位ではあるものの、1998 年頃から急激に上昇しており、中国企業が研究開発への投資を積極的に行っていることがうかがえる（図 221-30）。

図 221-30 4 か国の企業部門研究開発費の対 GDP 比の推移



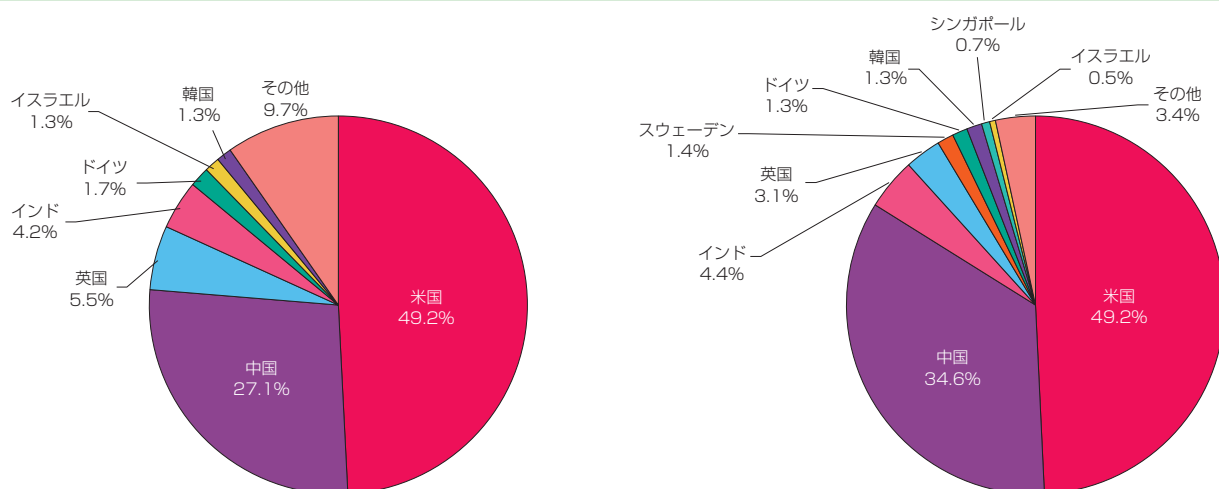
資料：文部科学省 科学技術・学術政策研究所「科学技術指標 2018」から経済産業省作成

④ スタートアップ

イノベーションの創出におけるスタートアップの重要性は高い。評価額が 10 億ドル以上の未上場スタートアップは「ユニコーン企業」と呼ばれ、グローバルに見ると、米国と中国に多数存在している。2018 年 3 月末時点のユニコーン企業 236

社のうち、米国は 116 社（シェア 49.2%）、中国が 64 社（同 27.1%）を占め、評価額においては、時価総額 8,110 億ドルのうち、米国は 3,990 億ドル（同 49.2%）、中国は 2,810 億ドル（同 34.6%）を占める（図 221-31）。ドイツ、日本のユニコーン企業数はそれぞれ 4 社、1 社となっている。

図 221-31 国別ユニコーン企業（左：企業数、右：評価額）

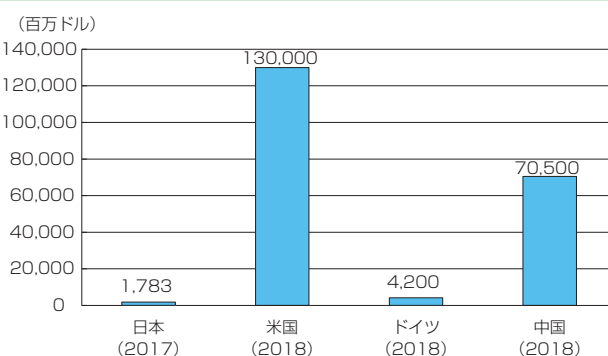


備考：2018年3月時点
出所：経済産業省 通商白書 2018

4 か国におけるスタートアップへの投資状況を確認するため、ベンチャーキャピタル（VC）の投資額を見てみると、米国では 1,300 億ドル、中国では 705 億ドルとなっており、両国ではスタートアップへの投資が盛んであることが分かる。

一方、日本とドイツは、米国や中国に比べて投資額は大幅に少なく、この差がユニコーン企業の輩出数の差にもつながっているといえる（図 221-32）。

図 221-32 4 か国のベンチャーキャピタル投資額



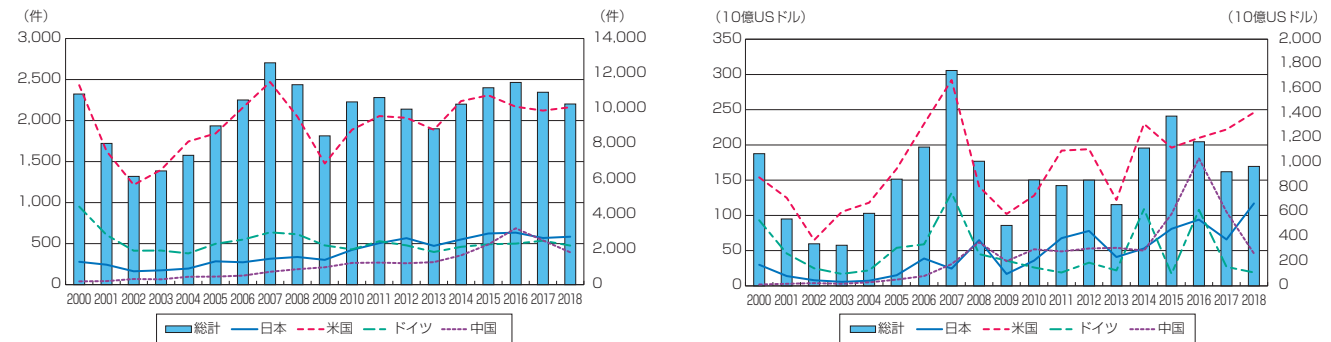
備考：日本円換算為替レート USD=110.8 円
資料：日本はベンチャーエンタープライズセンター「ベンチャー白書 2018」、その他の国は KPMG "Venture Pulse Q4 2018" から経済産業省作成

⑤ 対外直接投資

直接投資の形態は、海外で現地法人や工場を設立するグリーンフィールド投資と、外国企業の株式の一定割合を取得して経営参加企業する M & A の大きく二つに分けられる。このうち M & A は、他企業の経営資源を取り込むことにより生産性を高める手法としても用いられる。グローバル化が進む中、こ

の M & A による直接投資の割合が大きくなっており、2019 年 1 月の国連貿易開発会議（UNCTAD）の報告によると、2018 年の海外直接投資の 7 割がクロスボーダー M & A であった。4 か国における M & A の件数及び金額の推移を確認すると、米国は M & A に対して積極的であることが分かる（図 221-33）。

図 221-33 4 か国における M & A 件数 (左)、金額 (右)



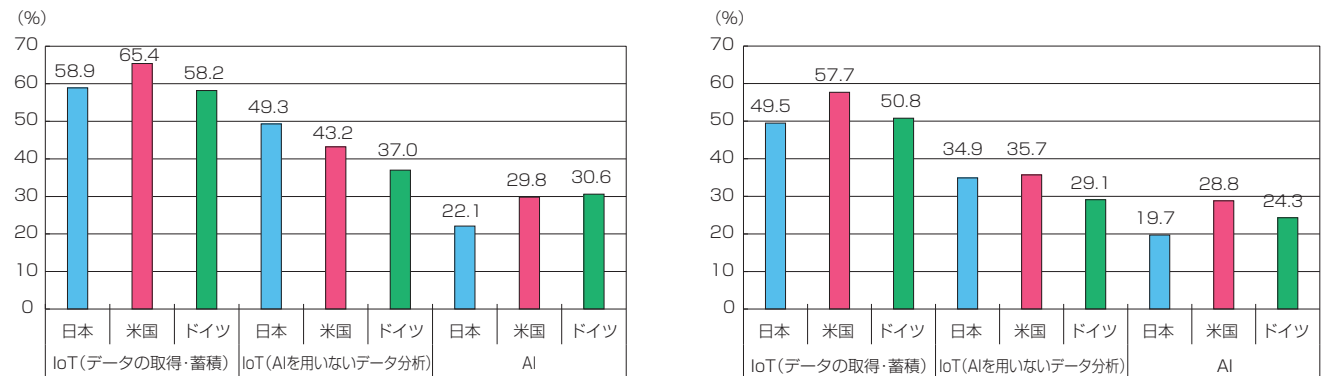
備考：総計は右軸。米国、日本、ドイツ、中国は左軸。
 件数は、M & A が公表された年を基に抽出。金額は、M & A 完了ベースの数値を使用。完了有無は公表情報を基に Reuters で確認
 資料：Thomson One から経済産業省作成（2018 年 4 月時点）

⑥ IoT、AI の導入状況

データを取得・分析するには IoT や AI が活用されるが、日本、米国、ドイツの IoT と AI の導入状況（2018 年現在）について確認する。総務省「平成 30 年版情報通信白書」によると、プロセスでは、データの取得・蓄積のための IoT の日本での導入率は米国に次いで高く、AI を除く分析のための IoT

の導入率では日本が最も高い。一方、AI の日本での導入率は米国やドイツに比べ低い結果となっている。プロダクトでは、AI を除く分析のための IoT の日本の導入率は米国に次いで高くなっているが、データの収集・蓄積のための IoT や AI の導入率は 3 か国の中では最も低くなっている（図 221-34）。

図 221-34 各国企業の IoT・AI 導入状況（左：プロセス 右：プロダクト）

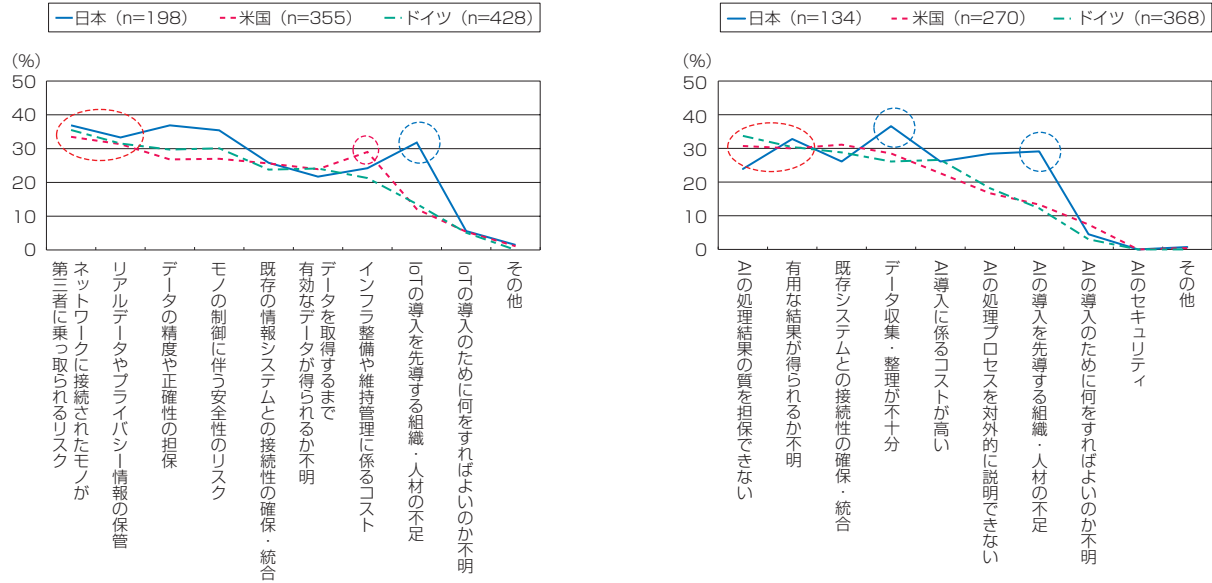


出所：総務省「平成 30 年版情報通信白書」より経済産業省作成

IoT の導入にあたって各国企業が課題と感じている点について見てみると、3 か国とも第三者に乘っ取られるリスクやデータや個人情報の管理などセキュリティ面に課題を感じている。国の特徴を見てみると、日本では、他国に比べて IoT の導入を先導する組織・人材の不足を課題と感じている企業が多く、米国では、インフラ整備や維持管理に係るコストに課題を感じている企業が多い。AI の導入にあたって各国企業が課題と感

じている点について見てみると、3 か国とも「AI の処理結果の質が担保できない」「有用な結果が得られるか不明」など AI 導入による効果の不透明であるとの回答が高くなっている。日本企業においては、「データ収集・整理が不十分」「AI の導入を先導する組織・人材の不足」の回答率が米国やドイツに比べて高くなっている（図 221-35）。

図 221-35 各国のIoT・AIの導入にあたっての課題（左：IoT 右：AI）

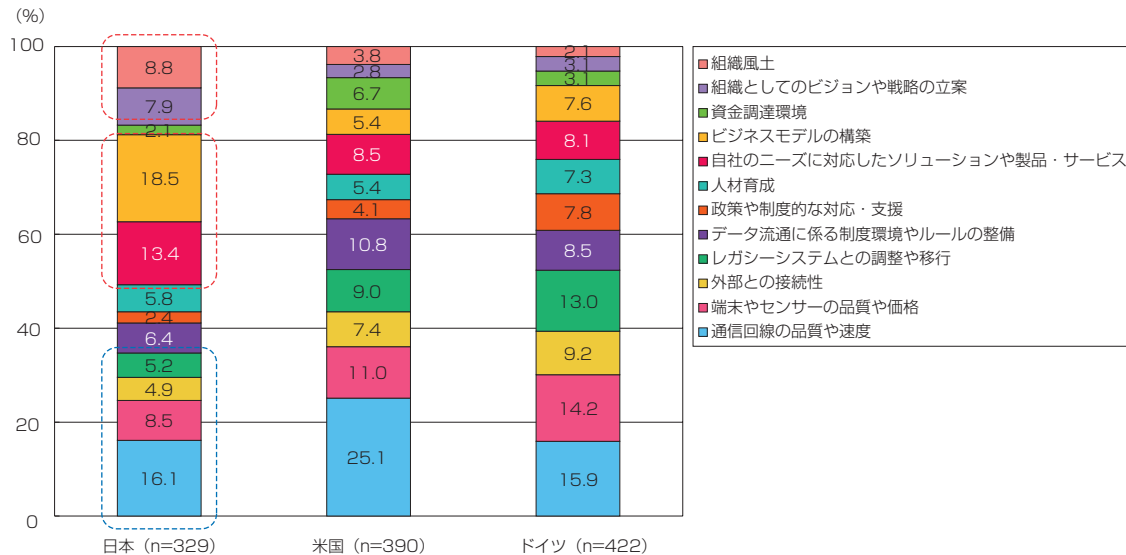


出所：総務省「平成 30 年版情報通信白書」より経済産業省作成

IoT や AI の利活用を進める上での課題についても確認すると、日本企業は他国と比較して ICT のインフラに関する課題の回答率は低い一方で、事業改革に関する課題や組織改革に

関する課題について回答率が高い傾向が見られる（図 221-36）。

図 221-36 各国のIoT・AIの利活用を進める上での課題

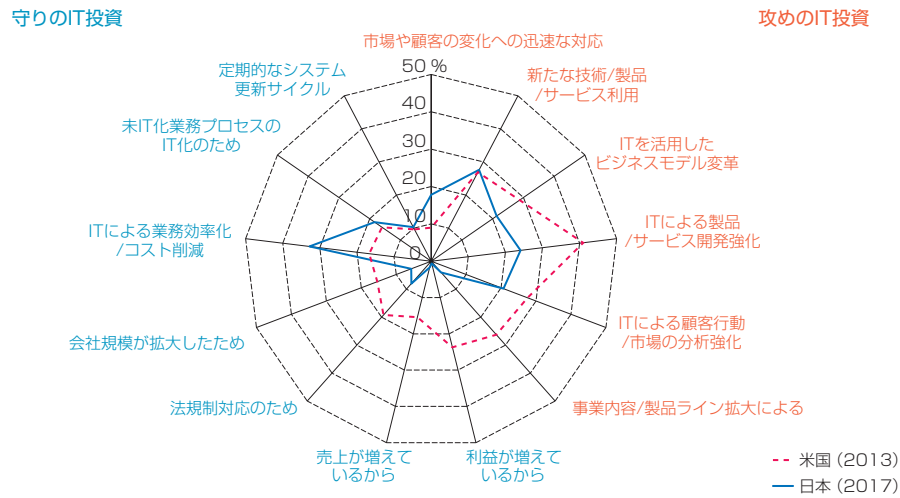


出所：総務省「平成 30 年版情報通信白書」より経済産業省作成

我が国における IT 投資を米国と比べると、市場ニーズ把握やビジネスモデル変革のための IT 投資（攻めの IT 投資）が少

なく、顧客や新たな市場、ニーズの開拓までを含む取組への投資は弱い傾向にある（図 221-37）。

図 221-37 IT 投資の目的別投資実施企業の割合

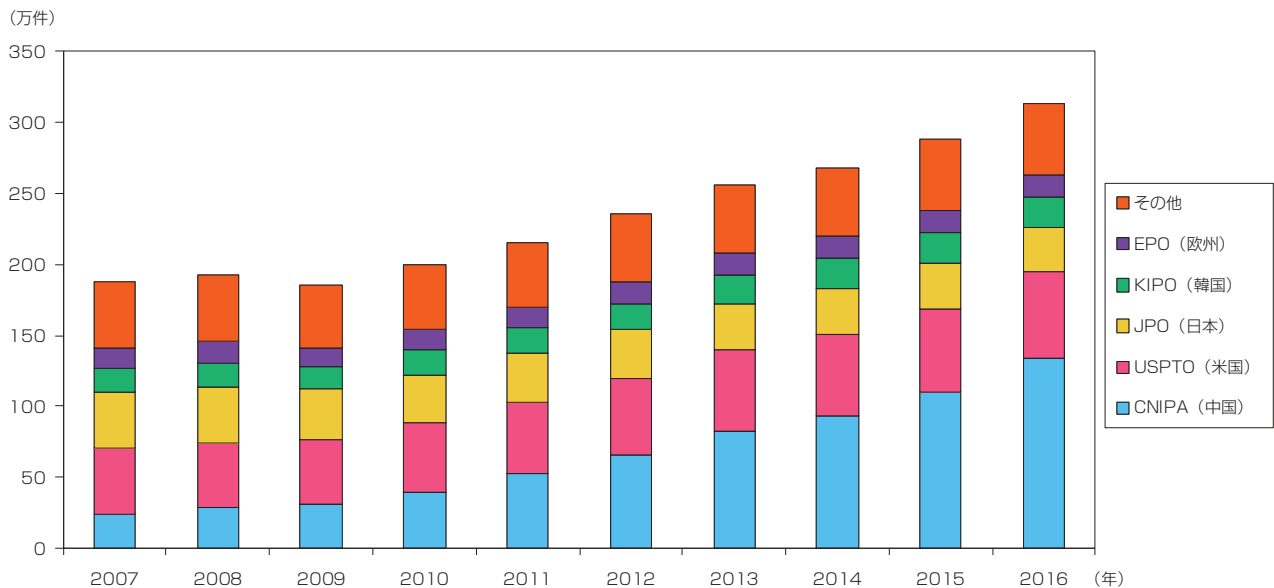


出所：「JEITA、2017 年 国内企業の「IT 経営」に関する調査結果を発表」JEITA / IDC Japan 2018 年 1 月

⑦特許

世界の特許権出願件数は、2007 年から 2016 年までの 10 年で約 1.7 倍になるなど、増加傾向にある（図 221-38）。

図 221-38 世界の特許出願件数の推移

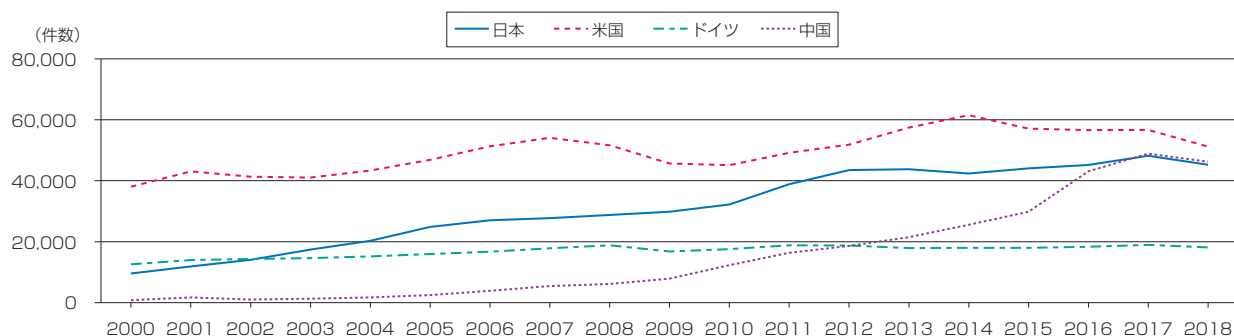


備考：2018 年 9 月に SIPO から CNIPA に組織名称変更。
出所：特許庁「特許行政年次報告書 2018 年版」

4 か国の PCT 国際出願件数（出願人住居別の PCT 申請件数）の推移を確認すると、米国の PCT 国際出願件数は、4 か国の中では最も上位に位置し、過去から一定した件数を出願していることが分かる。日本は、直近の 2018 年では減少に転じているものの、過去 10 数年は増加基調にある。ドイツは、4 か国の中では最も下位に位置しているが、他の欧州の国

に比べると PCT 国際出願件数は堅調に推移している。中国の PCT 国際出願件数は、急増しており、直近の 2018 年では日本を超え、世界第 2 位の PCT 国際出願件数を誇る（図 221-39）。中国の急激な出願数の増加は、世界の総出願数の増加の主要因にもなっており、中国において知的財産戦略に力を入れている状況がうかがえる。

図 221-39 4 か国の PCT 国際出願件数の推移



備考：出願人住居別の PCT 申請件数
資料：WIPO statistics database（2019 年 2 月）から経済産業省作成

（４）データから見る各国の特徴

以上では、実質 GDP、労働生産性、競争力ランキング、世界シェア、輸出額、時価総額、設備投資等の各指標について、日本、米国、ドイツ、中国の比較を行った。

実質 GDP を見ると、上位から米国、中国、日本、ドイツの 4 か国が順に並び、この 4 か国で世界の GDP の半数近くを占めている。特に中国の成長率は、他の 3 か国と比べ高い水準で推移してきている。この 4 か国において、製造業が占める割合は米国が 11%、日本とドイツがそれぞれ 22%、24%であり、中国では 40%となっている。中国の成長は製造業が牽引する格好で推移してきており、日本やドイツと比べても、中国经济に占める製造業の割合は倍近くとなっている（図 221-3 参照）。

主要な世界シェアを見ると、日本は 60%以上のシェアを持つ製品群の数が他の 3 か国・地域に比べて最も多く、特に部素材の割合が高い。米国は 60%以上のシェアを持つ製品群に占める医療・バイオ系製品の割合が 4 か国・地域の中で最も高い。欧州は 60%以上のシェアを持つ製品群の数は 4 か国・地域の中で最も少ない。中国はシェア 60%以上の製品群に占める部素材の割合は日本より高いが、製品群の数としては日本の 3 割程度である（図 221-7 ～ 14 参照）。日系企業に限って見ると、自動車最終製品及び部材は売上額とシェア共に上昇しているものの、エレクトロニクス系最終製品は共に低下している（図 221-15・16 参照）。

日本の輸出額は他の 3 か国と比較して少なく、シェアも年々減少傾向にある。業種別輸出額を見ると、日本は自動車 が 4 か国中 2 位であるものの、他の業種では 4 位である（図 221-21 参照）。また、時価総額の比較からは、米国と中国において、IT ハイテク産業への期待度が高いことが分かる（図 221-22 参照）。

産業用ロボットの導入率を見ると、日本とドイツが高くなっている（図 221-25 参照）一方、日本では設備投資が低い水準で推移してきており、設備の老朽化も進んでいる。米国は、研究開発やスタートアップへの投資、M & A に積極的であり、中国にも同様の傾向が見られる（図 221-26 ～ 33 参照）。

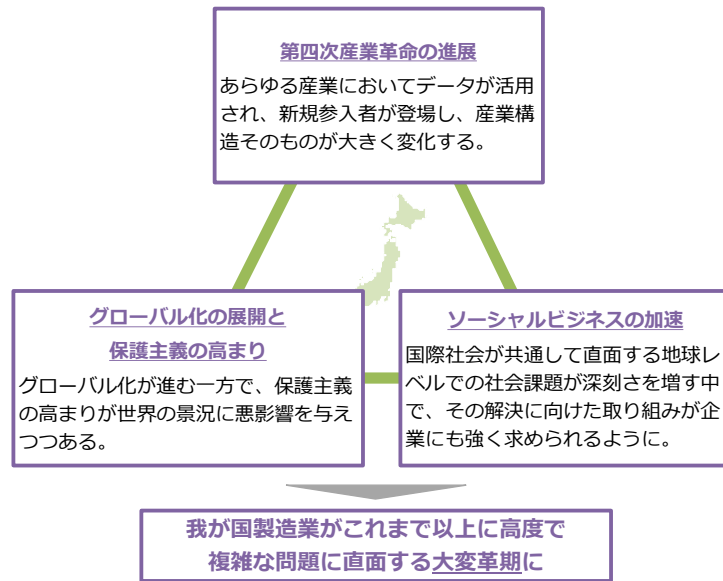
このような特徴を総括すると、我が国製造業は厳しい国際競争の中でも、部素材を中心とした多種多様な品目で高いシェアを誇っており、技術力、現場力に裏打ちされた品質力が世界市場に評価されていると考えられる。足下で景況感の悪化が見られるとはいえ、中国は GDP や設備投資の伸びには目を見張るものがある。米国は医療・バイオ系やスタートアップに強みがあり、ドイツはロボット導入などで先行している。今後もますます厳しい国際競争にさらされる中で、我が国製造業においても諸外国の取組に学び、良い面を取り入れ、連携していくことが重要となる。

続いては、米国、ドイツ、中国における、第四次産業革命の技術の製造業への実装に向けた取組を概観したうえで、第四次産業革命下での新たなビジネスモデルの展開、新しいルール作り、人材育成と組織改革という側面から先行事例や企業の取組を紹介する。このような分析を通じて、今後我が国製造業と世界の製造業の現状への理解を深めていきたい。

2 変革期における海外の取組状況

近年、我が国製造業を取り巻く環境は著しく変化している。デジタル技術の活用により産業構造が変革する第四次産業革命が進展するとともに、グローバル化の展開と保護主義の動きが高まり、国際社会が共通して直面する社会的課題の解決に向けた企業の取組が求められるソーシャルビジネスの加速といった動きが活発化している（図 222-1）。

図 222-1 我が国製造業を取り巻く三つの潮流



資料：経済産業省作成

企業が成長していくためには、自社の強み・弱みを把握した上で「ビジネスモデル」を構築していくことや、世界的課題の解決を契機にビジネスチャンスをつかむための「ルール」を整えること、さらには、これらの企業活動を支える人材面、組織面での対応を進めることが重要である。

以下では、これまで比較してきた、米国、ドイツ、中国の3か国を中心に、次世代製造体制に向けた各国の政策動向、新たなビジネスモデルの展開に向けた取組、標準化や新しいルール作りに向けた取組、人材育成や組織構築に向けた取組について見ていくこととする。

（1）海外の次世代製造体制に向けた取組

①米国

（ア）インダストリアル・インターネット

米国においては、「インダストリアル・インターネット」に代表される製造業ルネサンスが進んでいる。製造業ルネサンスとは、ここではそれまで国際分業を是として海外生産を推奨してきた米国が、IoT技術革新の進展を背景にこれまでにソフトウェア・サービス重視の姿勢を変化させた動きを指す。

インダストリアル・インターネットは、2012年にゼネラル・エレクトリック（GM）が提唱した概念であり、製造業、エネルギー、ヘルスケア、運輸、公共サービスの5分野を重点分野とした、製品販売後のデータ収集やデータの利活用に重点を置いている。

インダストリアル・インターネットを推進する団体として、2014年、GMが中心となり、米国企業5社（AT & T、GM、IBM、インテル、シスコシステムズ）を発起人としてインダストリアル・インターネット・コンソーシアム（IIC）が設立された。IICには、米国企業のみならずドイツ企業や日本

企業も参加しており、ドイツのプラットフォーム・インダストリー 4.0とも情報交換や共同作業を行っている。また、スタートアップや中小企業発祥の新技术の発掘や新技术の商用化に向けて、オープンな場を提供する活動も行っている。

インダストリアル・インターネットでは、実世界でIoTを用いて製品（モノ）や機器などから収集したデータを、サイバー世界上でビッグデータやAIなどを用いて分析・解析し、その結果を再び実世界にフィードバックするというサイバーフィジカルシステム（CPS）の実現を目指している。CPSに対応するGEが開発した新技术プラットフォームであるPredix（機械製品同士をネットワークで連結させ、生産性を向上させる産業基本システム）を普及させることで、将来的にPredixをプラットフォームとして利用する機械製品の普及を企図しており、Predixの動きとしては、2017年に業界をリードしている「Amazon Web Services（AWS）」を推奨クラウドプロバイダーに選定し、2018年には「Microsoft Azure」上でPredixプラットフォームを標準化するためにMicrosoftとの提携を拡大している。

（イ）保護主義の影響

直近の米中貿易摩擦の状況を受け、米国の足下での動きとして見逃せないのが米国通商拡大法232条や通商法第301条に基づく追加関税措置の発動に見られる保護主義の動きである。

2017年に発足した米トランプ政権は貿易制限的措置を相次いで発動し、主要国が対抗措置を打ち出す展開となった。米国は、2018年2月7日から大型洗濯機・太陽光発電機器への緊急輸入制限（セーフガード）措置を皮切りに、3月23日からは鉄鋼製品に25%、アルミニウム製品に10%の追加関税を措置し、これに対し、中国、EUが対抗措置をとる展開となっ

た。加えて、米国は通商法第 301 条に基づき、2018 年 7 月、8 月、9 月と中国から輸入する自動車や電子部品、集積回路、電子部品、家電等に対する関税措置を相次いで発動し、中国もこれに対して対抗措置を取る展開となった（図 222-2）。

このような動きも背景として、EU（15 か国）の輸出入の伸び率鈍化や、日本や ASEAN（5 か国）の輸出の減速傾向が

見られる（図 222-3）。米国の保護主義的な動きが、2017 年に回復した世界貿易を押し下げる可能性がある。

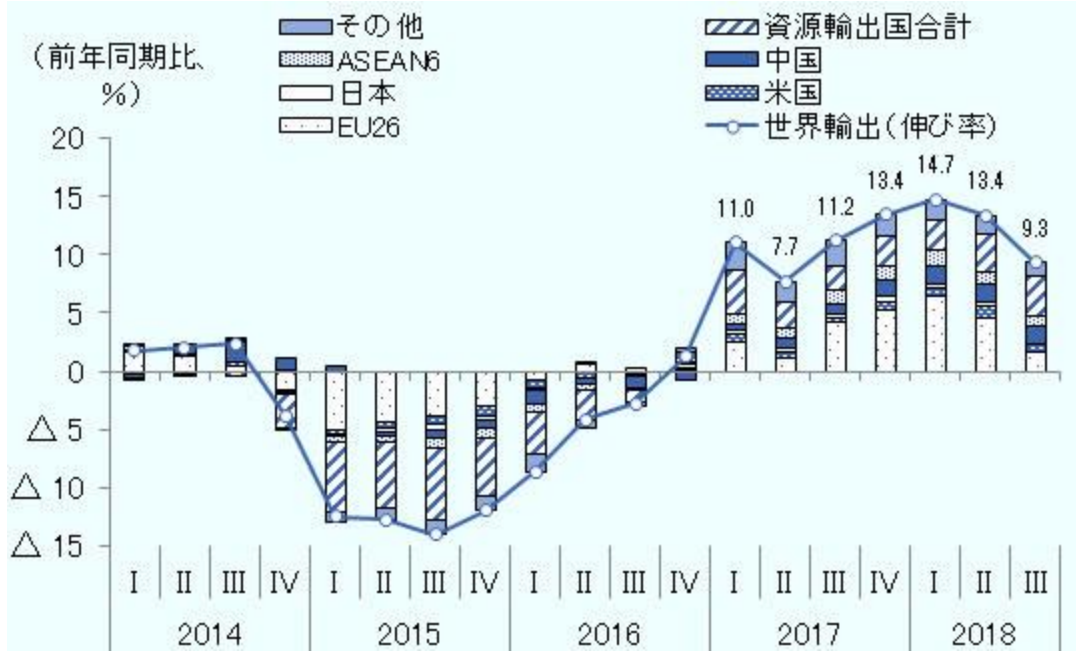
このような保護主義的な動きは、今後日本の製造業にも今まで以上に大きな影響を与える可能性がある。今後も米国や中国の内政にも留意するなど動向を注視し、生産体制などの対策をあらかじめ進めていくことが肝要である。

図 222-2 米中摩擦の中で発動された主な関税措置（2018 年）

発動時期	発動国	発動相手国	品目
3月23日	米国	全世界※	鉄鋼製品252品目に25%、アルミニウム製品9品目に10%の追加関税（根拠法：米232条）
4月2日	中国	米国	鉄鋼製品に15%、アルミニウム製品等に25%の追加関税
7月6日	米国	中国	自動車、電子部品など818品目に25%の追加関税（根拠法：米301条）
7月6日	中国	米国	自動車など545品目に25%の追加関税（米301条制裁措置への報復措置）
8月23日	米国	中国	集積回路、電子部品、プラスチック・ゴム製品など279品目に25%の追加関税（根拠法：米301条）
8月23日	中国	米国	333品目に25%の追加関税（米301条制裁措置への報復措置）
9月24日	米国	中国	家電等5745品目（2000億ドル規模）に10%の追加関税
9月24日	中国	米国	液化天然ガス等5207品目（600億ドル規模）に10%または5%の追加関税

※オーストラリア、その他関税割当国（韓国、ブラジル、アルゼンチン）は対象外
資料：JETRO 世界貿易投資報告 2018 年版、ビジネス短信をもとに経済産業省作成

図 222-3 世界貿易の伸び率及び国・地域別寄与度の推移（輸出額ベース）



注 1: 世界輸出は 210 カ国・地域をカバー。
注 2: 資源輸出国の定義は「2018 年版ジェトロ世界貿易投資報告」p.8、注 1 参照。EU26 は、資源輸出国のギリシャ、キプロスを除く 26 の EU 加盟国。ASEAN6 は、インドネシア、マレーシア、フィリピン、シンガポール、タイ、ベトナムの 6 カ国。
出所: JETRO 分析レポート <https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2019/86b966d4e78a3707.html>

コラム

米国の輸出規制強化

米国では、2018年8月にAI、量子技術などのエマージング・基盤技術（emerging and foundational technologies）の輸出管理を強化する輸出管理改革法（ECRA）が成立した。同法律は、既存の輸出管理に法的権限を付与するとともに、新たな輸出管理対象としてエマージング・基盤技術を指定し、安全保障上の懸念国への当該技術の流出・拡散を阻止しようというものである。輸出規制対象となる技術については、あらかじめ規制対象候補となる技術分野を公表し、パブリックコメントを受け付けただうえで、省庁間で議論した上で特定するとしている。

エマージング技術については、2018年11月19日から2019年1月10日の期間、商務省産業安全保障局（BIS）が14の技術分野を対象にパブリックコメントの受付を実施したが（図）、技術の特定にまでは至っていない。ECRAにおいて新たに規制対象に指定された基盤技術についても、エマージング技術と同様にパブリックコメントの実施を予定している。

ECRAでは、特定されたエマージング・基盤技術については、米国の輸出管理の対象となり、当該技術の米国からの持ち出しや、付加価値が一定以上含まれた製品の外国から第三国への輸出についてBISの許可を必要とすること、各技術について、それが適切な場合には、該当する国際輸出管理レジームの対象とするよう国務省に提案していくことが定められている。また、特定された技術は、米国の投資管理の対象にもなり、対米外国投資委員会（CFIUS）が審査する際に考慮することとしている。

図 エマージング技術対象14技術分野

14 技術分野	
1	バイオテクノロジー
2	人工知能（AI）・機械学習技術
3	測位（PNT）技術
4	マイクロプロセッサ技術
5	先端コンピューティング技術
6	データ分析技術
7	量子情報・センシング技術
8	輸送技術
9	付加製造技術（3D プリンティング技術など）
10	ロボット工学
11	脳コンピュータインターフェース
12	極超音速
13	先進的材料
14	先進的監視技術

資料：米国政府発表資料より経済産業省作成

②ドイツ

（ア）ドイツの科学技術政策と産業政策

ドイツは、グローバルな課題解決と国際競争力の強化を目的に、2006年に包括的な国家戦略である「ハイクテク戦略」を策定し、研究開発の強化とイノベーションの推進によりドイツ産業界が世界市場を先導することで持続可能な経済成長や雇用の拡大を実現することを目標に掲げた。その後、2010年には、2020年までを視野に入れた「ハイクテク戦略2020」が策定され、社会的でグローバルな挑戦課題として、①気候とエネルギー、②健康と栄養、③交通と輸送、④安全、⑤コミュニケー

ションの五つを掲げるとともに、2015年までに取り組むべきプロジェクトとして11の「未来プロジェクト^{注2}」を設定している。さらに2014年には、2015年以降のドイツの科学技術・イノベーション推進の基本政策を示した「新ハイクテク戦略」を発表した。同戦略では、イノベーションをドイツの経済成長と生活の質を向上させる鍵であると認識し、創造的なアイデアを具体的なイノベーションとして迅速に実現することによって、ドイツが世界のイノベーションリーダーとしての地位を確保し続けることを目標に掲げている。また、五つの柱としては、①価値創造と生活の質に関する六つの主な挑戦（Priority

注2 「未来プロジェクト」とは、ハイクテク戦略2020のアクションプランであり、以下の11のプロジェクトを設定した。①CO2ニュートラル社会の実現 ②エネルギー共有構造改革 ③再生可能エネルギー ④医療の個別化による治療 ⑤最適な栄養摂取と健康増進 ⑥自立した高齢者の生活 ⑦持続可能な輸送・電気自動車導入 ⑧通信ネットワーク 個人情報安全 ⑨インターネットベースのサービス ⑩ITを活用した省エネルギー ⑪未来の労働形態・組織。⑩と⑪はのちに統合され、新しく10番目のアクションプランとして「インダストリー4.0」が設定される。

Challenge)、②産学官のネットワーク構築と流動、③産業界のイノベーション推進、④イノベーションに優しい環境、⑤透明性を示している。ドイツが製造業界の次世代の製造体制への取組として掲げている「インダストリー 4.0」は、この「ハイテク戦略 2020」「新ハイテク戦略」で設定されている二つの「未来プロジェクト」を統合したうえで具体化させ、2011 年にドイツ製造業の競争力強化・空洞化防止のための構想として提示したものである。

(イ) インダストリー 4.0

インダストリー 4.0 は、資源調達から設計、生産、物流、サービスまで、企業のバリューチェーン全体を結びつける“IoT (Internet of Things)”の実現により、ドイツ製造業の国際競争力を向上させる狙いで 2011 年にドイツ政府が提唱した概念であり、インターネット技術とサイバーフィジカルシステム (CPS) などを活用することで高い生産効率と柔軟な生産体制を可能とすることを目的としている。スマートファクトリーを実現するための技術基盤として九つ挙げられており、具体的には①水平的・垂直的統合型システム、②IoT、③サイバーセキュリティ、④クラウド、⑤ビッグデータ解析、⑥シミュレーション、⑦3D プリンター、⑧VR/AR (仮想現実 / 拡張現実)、⑨ロボットである。このような技術導入によりドイツ全体での生産性向上を目指しており、バリューチェーン全体のデジタル化や、国際競争力を有する産業クラスターなど企業間連携網の構築が進められている。

インダストリー 4.0 は、ハイテク戦略 2020 の構成要素であり、独立した政策ではない。出口戦略としては、中堅企業の

競争力強化と国際標準化の推進が想定されている。中堅企業の競争力強化としては製品輸出の拡大と国内雇用の維持・拡大が、国際標準化の推進としては生産システムの輸出拡大が意図されている。

このようなインダストリー 4.0 の実現に向けた取組は、プラットフォーム・インダストリー 4.0 (PI4.0) と呼ばれる事務局の中に設置されたワーキンググループにより進められている。

(ウ) プラットフォーム・インダストリー 4.0 (PI4.0)

PI4.0 は、2013 年に機械工業連盟 (VDMA)、情報技術・通信・ニューメディア産業連合会 (BITKOM)、電気電子工業連盟 (ZVEI) の三つの業界団体が立ち上げた製造業のデジタル化を推進するドイツの中核組織である。2015 年からは、連邦政府の経済エネルギー大臣と教育科学大臣が最高責任者になるとともに、その他団体や組織にも門戸を開き、フラウンホーファー研究所などの研究機関や Bosch を始めとする民間企業を含めた産官学連携体制が構築されている。PI4.0 では、六つの作業グループ (AG 1: 参照アーキテクチャ、標準、規格化・標準化、AG 2: 技術、活用シナリオ、AG 3: ネットワークでつながったシステムのセキュリティ、AG 4: 法的な枠組み、AG 5: 仕事、職業訓練、研修、AG 6: インダストリー 4.0 におけるデジタルビジネスモデル) を設けており、テーマに沿った活動を行っている。その中の AG1 では、インダストリー 4.0 において、データ連携を実現する鍵とされている「管理シェル」についてコンセプト開発などが行われている。

コラム

管理シェル

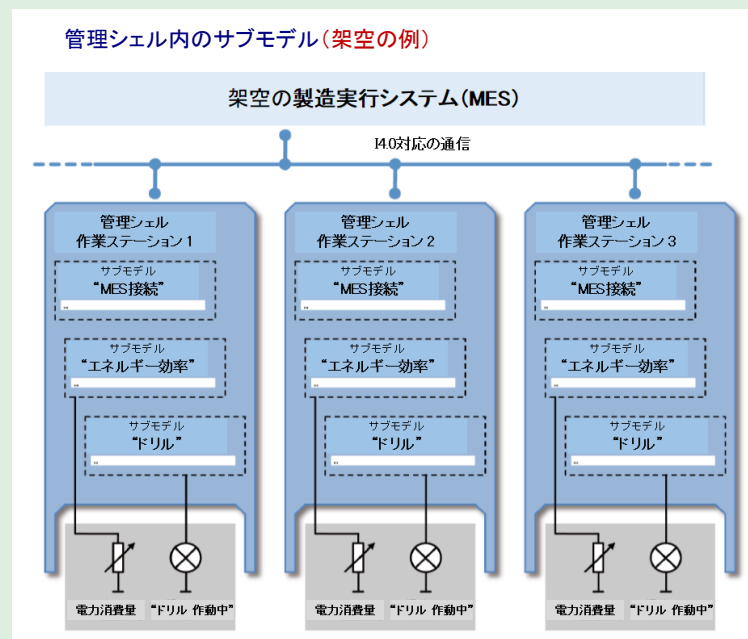
2018年8月にPI4.0より発表された資料によれば、インダストリー 4.0における管理シェルは「アセットをインダストリー 4.0の世界につなぐインターフェース」を意味する。アセットは「ある組織にとって価値のあるもの」と定義されており、生産設備など物理的なものに限らず、生産計画など非物質的なものも含むとされている。管理シェルの狙いは、標準化された通信インターフェースで、バリューチェーン上の全てのアセットとアセットが互いに通信できるようにすることである。

インダストリー 4.0・デジタル化の時代には、製造技術、オートメーション技術、情報通信技術などこれまで分かれていた技術分野や業界・業種が融合し、業種が異なるサプライヤー顧客ともネットワークがつながることになる。これまで異なる分野・業界ではそれぞれ異なる標準・規格を使用してきたが、インダストリー 4.0の実現にはそれらを一つに束ねていく必要がある。統一され、かつオープンなインダストリー 4.0の標準を作り、インダストリー 4.0のエコシステム内で異なるシステムやコンポーネントが全て円滑に相互運用できるようにする必要があり、その役割を管理シェルが担う。

それぞれの管理シェルの中には、アセットなどに関する全ライフサイクルに渡る、全ての情報やデータが収集・保存される。管理シェルはインターネット上で識別されるとともに、アセットの全情報へのアクセスを可能にする。

管理シェルが付け加えられ、インダストリー 4.0（デジタル）の世界とつながったアセットは「インダストリー 4.0 コンポーネント」、若しくは「I4.0 コンポーネント」となるが、対象は作業ステーション、機械、機械部品、製品、ソフトウェア、人間、非物理的なものなどあらゆるものに及ぶ。

図 管理シェルのイメージ



出所：ロボット革命イニシアティブ協議会「Platform Industrie4.0の管理シェルの概要」

(エ) AI メイド・イン・ドイツ

ドイツは、AIの基礎研究分野では優れた業績を出しているものの、応用・実用化の面では、ドイツが競争力を持つとされている自動運転分野においても米国の後塵を拝している。このような状況を打開するためにも、2018年11月、ドイツ政府は、AI戦略「AIメイド・イン・ドイツ」を発表した。同戦略では、2025年までに総額30億ユーロを投資し、ドイツでのAI発展を推進する。具体的には、AIセンターの建設、新技術

の研究開発、スタートアップ支援などが予定されており、AI分野の人材を育てる仕組みを構築し、AI分野で世界トップレベルを目指すとしている。

③中国

(ア) 中国製造 2025

2015年5月、中国政府は中国製造業の発展を目指す国家戦略「中国製造 2025」を発表した。同戦略は、中国の建国

100周年である2049年までに製造強国を実現する3段階の戦略目標を掲げており、第1段階は「2025年までに世界製造強国の一つになる」、第2段階は「2035年までに世界製造強国の中堅になる」、第3段階は「2049年に世界の製造強国のトップになる」としている（図222-4）。中国製造業の発展向上の障壁として、自主的イノベーション能力の脆弱性、自国製品の付加価値の低さ、資源・エネルギー利用効率の単発的な革新的な技術力の低さ、新たな産業構造構築の必要性、企業の

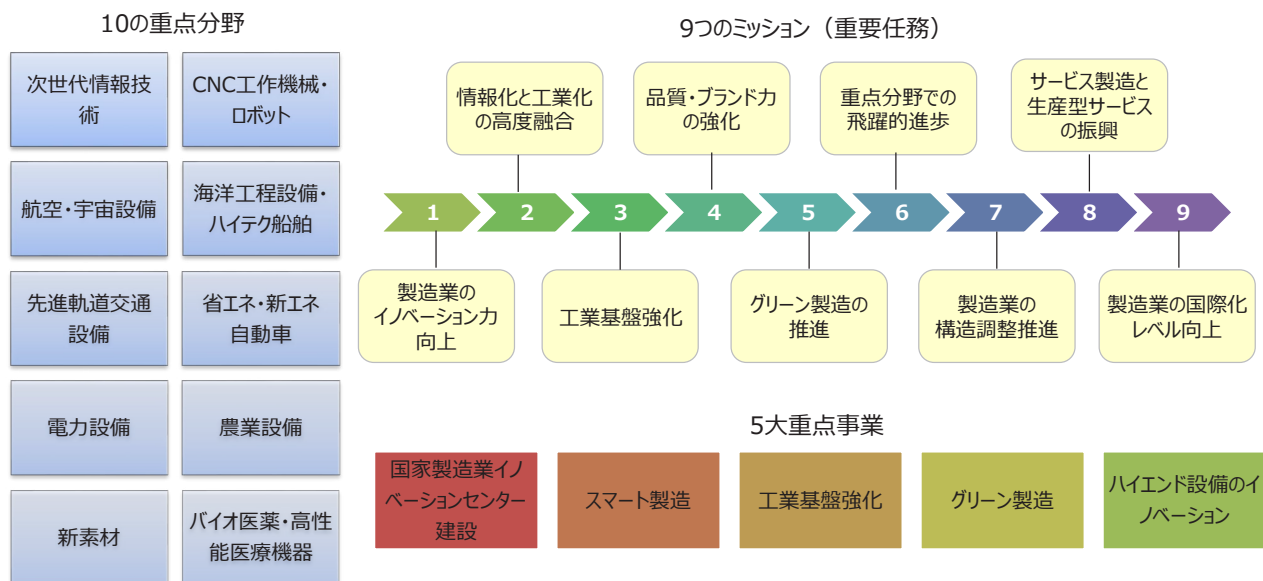
グローバル経営能力の低さを挙げており、その克服のために「イノベーション駆動」、「品質改善」、「グリーン発展」、「構造改善」、「人材育成の重点化」五つの基本方針を設定している。第1段階の2025年までの具体的な戦略としては、上記基本方針に基づいた10の重点分野、九つのミッション（重要事業）を選出している（図222-5）。また、技術イノベーションセンターの建設をはじめとする国家主導の施策が展開されている。

図222-4 中国の国家戦略構想と「製造強国」への道のり（イメージ）



資料：中国政府発表資料などより経済産業省作成

図222-5 「中国製造2025」の基本方針、重点分野、ミッション、重点事業



資料：中国政府発表資料などより経済産業省作成

(イ)「インターネット・プラス」行動計画

デジタル技術の進展を踏まえて、2015年3月、中国製造2025と並んで全人代「政府活動報告」において策定されたのが「インターネット・プラス」行動計画である。同計画では、積極的に融合する重点分野として、11分野（①企業・イノベーション、②協働製造、③現代農業、④スマートエネルギー、⑤包摂金融、⑥公共サービス、⑦スマート物流、⑧電子商取引、⑨交通、⑩生態環境、⑪AI）を掲げており、モバイル、インター

ネット、クラウドコンピューティング、ビッグデータ、IoT、AIなどの発展を推進し、中国製造2025と組み合わせることによって製造業の発展を目指している。特に、AIについては、今日「インターネット・プラス」を「AI・プラス」と言い換えているほど、中国政府は国の産業発展のためには必要不可欠なものと認識しており、産業社会の全てにおいてAIが実装される姿を展望している。

コラム

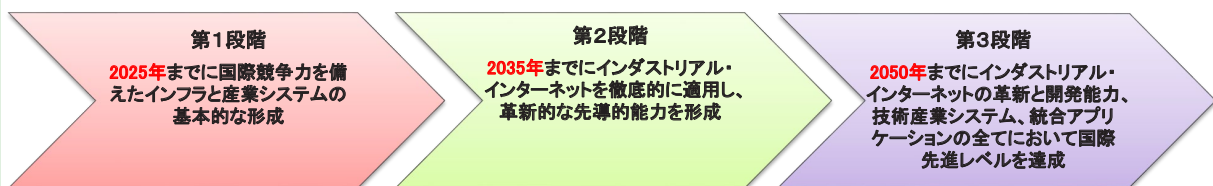
中国のインダストリアル・インターネットに向けた動き

中国では、IoTを活用して工場、企業、顧客などをつなげる「インダストリアル・インターネット」の動きが加速している。中国政府は、2017年11月に、インダストリアル・インターネットの発展に焦点を当てた全体方針として「インターネット・プラス先進製造業の進化とインダストリアル・インターネットの発展に関する指導意見」を発表し、工業発展におけるインターネット戦略の政策方針と目標を明確に打ち出した。同指導意見では、中国製造2025の3段階の発展計画に合わせた形で、3段階の目標と7大主要任務が掲げられており（図）、この目標と任務を実現することで「中国製造2025」の戦略目標の実現をサポートする。2018年6月には「インダストリアル・インターネット発展行動計画」を発表し、2020年までに中国の産業高度化を支えるインダストリアル・インターネットのインフラ基盤と産業システムの基礎を完成させることを目指している。

中国でインダストリアル・インターネットの発展を効果的に推進するための組織として、工業情報化部の主導で2016年2月に「インダストリアル・インターネット産業連盟（AII）」が発足した。同連盟では、業界ニーズの角度から専門知識の啓蒙教育、技術標準の採用促進、インターネット応用普及、セキュリティ対策、国際協力事業の促進など多岐にわたる事業を進めており、米国の「インダストリアル・インターネット・コンソーシアム」やドイツの「プラットフォーム・インダストリー 4.0」とも連携している。

図 「インターネット・プラス先進製造業の進化とインダストリアル・インターネットの発展に関する指導意見」3段階の目標、7大主要任務

<3つの目標>



7大主要任務

- | | |
|---|-------------|
| ① | ネットワーク基盤の統合 |
| ② | プラットフォームの構築 |
| ③ | 産業支援の強化 |
| ④ | 統合の促進 |
| ⑤ | 産業エコシステムの整備 |
| ⑥ | セキュリティの強化 |
| ⑦ | 対外開放と協力の推進 |

資料：中国政府発表資料などより経済産業省作成

（ウ）AI 戦略

中国政府は、次世代人工知能技術の産業化と集成を強力に推進する方針として、2017 年 7 月に「次世代人工知能発展計画」を、2017 年 12 月には「次世代人工知能産業発展促進に関する三年行動計画」を公表した。前者については、中国の AI 技術に関して、2030 年までの 3 段階の戦略目標を設定しており、第 1 段階は 2020 年までに「世界先進レベル」、第 2 段階は 2025 年までに「一部の技術と応用を世界トップレベル」、そして最終目標の第 3 段階は 2030 年までに「全ての技術と応用を世界トップレベル」に引上げることとしている。後者については、AI 発展に向けた 2020 年までの行動目標として、AI 重点製品の規模拡大、AI 中核基礎能力の強化、スマート製造の深化・発展などを設定している。

2018 年 12 月に開催された中国人工知能学会での発表によれば、2018 年上半期の世界の AI 分野への投資額 435 億ドルに対し、中国の投資額が 317 億ドルを占め、全投資額の 4 分の 3 であったことを報告している。また、世界の AI 企業数が 5,159 社であるのに対し、中国企業が 1,122 社（香港・台湾・マカオは除く）を占めており、全世界の AI 企業の 21.7% が中国企業であるとも報告している。中国での AI 産業は急激に加速しており、AI が中国の製造業を牽引していく重要なファクターとなりつつある。

中国科技院が 2019 年は「Industry Manufacturing」に重点を置く方針を打ち出すなど、今後中国では AI の利活用の主戦場をものづくりそのものへとシフトさせる方針である。足下では米中貿易摩擦の影響により中国の経済成長は鈍化しており、米中の交渉の動きを引き続き注視していくことが必要である。

（２）新たなビジネスモデルの展開に向けた海外の取組

IoT の進展により、あらゆるものがインターネットを介してつながるようになり、製造業においても単にものを売るビジネスモデルからものを通じてサービスを提供するビジネスモデルへの変化が生まれている。デジタル化のもとで、製品やサービスのモジュール化が進み、新興国における製造業の技術レベルも向上する中、単なる生産・組立工程から付加価値を獲得することは困難となっており、ものやサービスを通じたソリューションの提供が求められている。

企業や顧客をはじめとする多数の要素が集結し、分業と協業により共存共栄する仕組みは、生物学のエコシステムになぞって「ビジネスエコシステム」と呼ばれるが、このビジネスエコシステムの中核をなすのがプラットフォーマーである。GAFA（Google、Apple、Facebook、Amazon）や BAT（Baidu、Alibaba、Tencent）に代表されるようなプラットフォーマーの台頭によりビジネス構造が大きく変化する中、商品やサービス、情報を集めた「場」を提供することで利用客を増やし、市場での優位性を確立するプラットフォーム型ビジネスの動きが活発化している。プラットフォーム型ビジネスは、規模の拡張可能性（スケーラビリティ）を特徴として、プラットフォームに参加するコミュニティそのものに価値の源泉があり、多様かつ膨大な相互作用をもたらすプラットフォームの設計が競争上の差別化要因となる。コミュニティが拡大するほどデータが集まり、さらにプラットフォームが改良される好循環が発生する。近年注目されているシェアリングもこのプラットフォーム型ビジネスの一形態であるといえる。

以下では、米国、ドイツ、中国におけるものを通じたサービス提供の動きなど、各国における新たなビジネスモデルの展開状況について見ていく。

コラム

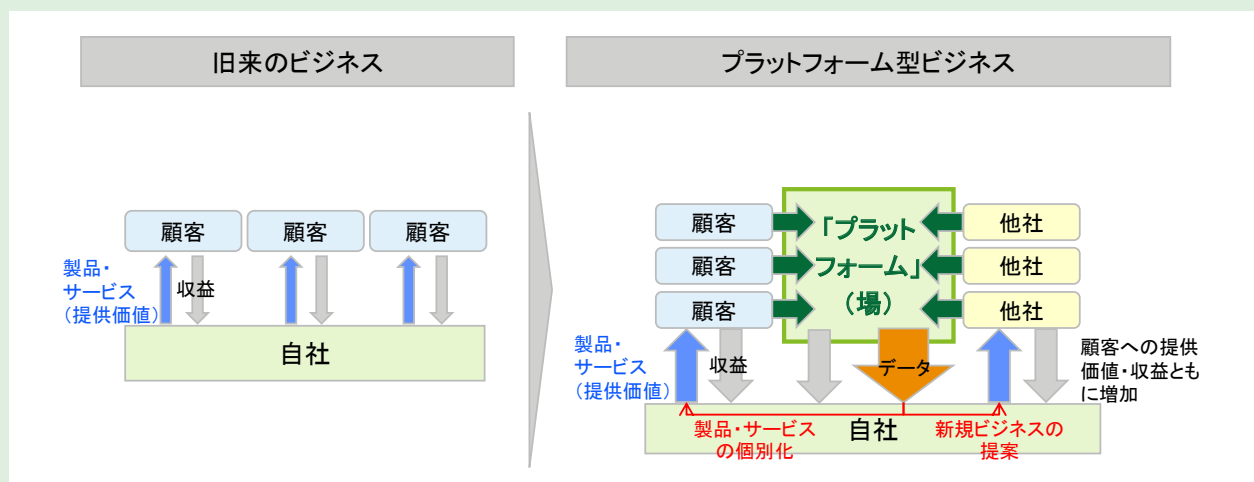
プラットフォーム型ビジネスについて

元来、IT システム / 製品・サービスの基盤を指していた用語「プラットフォーム」が、現在はビジネスモデルを論じる際にも使われるようになってきている。このような際に使われる「プラットフォーム」は、例えば顧客（製品やサービスの利用者）と企業（製品やサービスの供給者）など、異なる二つのグループがネットワークを介してつながり、取引が行われる「場」が想定されることが多い。

通常のビジネスでは、企業は顧客から得られる自社の製品・サービスの対価を収益としているが、プラットフォーム型ビジネスでは、顧客や企業がコミュニケーションできる「場」を提供し、自社がその「場」を通じて提供する製品・サービスの対価のみならず、顧客や企業（他社）がその「場」で行う取引からも対価を得うるビジネスモデルとなっている。取引の「場」であるプラットフォームを通じて、個別ステークホルダーや取引のデータが蓄積されるため、このようなデータを活用した個別対応や新たな製品・サービスの組成も可能となる。

従来の製造業のビジネスでは、仮に需要が増大しても供給側のリソース制約に直面してしまいがちであり事業の拡大は困難であることが多い。一方、プラットフォーム型ビジネスにおいては多くの需要者が集まれば集まるほど、多くの供給者を引き付けることから事業拡大も可能であり、また、多くの需要者が集まるほど様々なニーズに応えられることから、更に多くの需要者を集めるようになる。このようなプラットフォーム型ビジネスは、ネットワーク効果も働き、短期間に急成長することが可能なビジネスモデルになっている。また、このプラットフォーム型ビジネスは「規模の経済」のもと、特定のサービス領域で市場に残るのは限られたプレイヤーになる傾向がある。

図 旧来のビジネスとプラットフォーム型ビジネス



資料：経済産業省作成

①米国の取組

米国では情報産業・流通業等を起点に、データを活用した新しいビジネスモデルが生まれている。米国で開発されたITサービスは、英語圏という世界の巨大市場に展開される。短期間で多くのユーザー・潜在的ユーザーにアクセスができ、その過程で個人の属性や行動履歴などの膨大なデータを蓄積した多くのプラットフォーマーが誕生している。ユーザー数の多さは、サービス品質のフィードバックの量にも直結し、サービス開発における素早いPDCAサイクルの実現につながっている。

情報産業・流通業等の領域における顧客データの蓄積は、提供サービスの顧客ごとの個別化につながる。サービスを通じた

顧客への価値提供力が強まることで、顧客からより多くの収益が見込めるようになり、企業は技術開発や人材に一層多くの資金をつぎ込むことができるようになる。このように「スケール」と「スコープ」が指数関数的に作用するデータ・エコノミーの特性を活かし、一部の米国企業はプラットフォーム型ビジネスを展開し、巨大化の一途を辿っている。

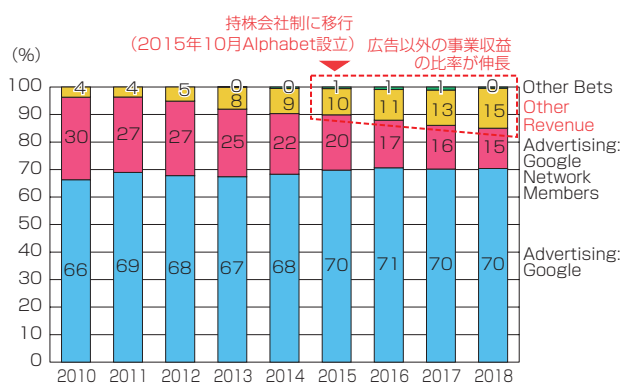
近年、情報産業・流通業等は、さらなる市場価値の向上に向け、製造業への出資・参入の動きを見せている。IoTが進む中、リアル・データを蓄積し、MaaS^{注3}に代表されるような従来のものづくりの範囲を超える新たな顧客価値を提供しようとしている。

注3 MaaSとは、IoTやAIの活用によって提供が可能となる新しいモビリティサービス（Mobility as a Service）。

GAFA の一角を占める Google/Alphabet は、社会課題の解決につながる有望な研究開発分野には積極的に投資を投入し事業化してきた。特に、自動運転技術については、同社が重視する分野の一つであり、2016 年には自動運転自動車の開発部門を Waymo として分社化し、本格的に製造業への参入を図っている。Google/Alphabet は 2015 年の持ち株会社制への移行を契機に、広告以外の事業収益の比率を高めている。

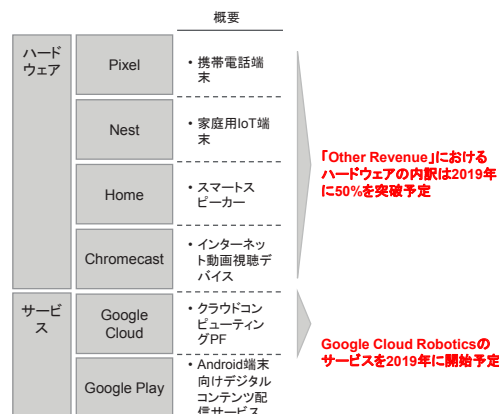
広告以外では製造業に力を入れており、ハードウェア事業を含む製造業領域の収益比率が高まっている。2019 年にはハードウェア事業の収益が広告以外の事業収益の半分を突破する見込みである。ロボット機能をサービスとして提供する RaaS (Robotics as a Service) サービスも開始予定となっている (図 222-6・7)。

図 222-6 Google/Alphabet の売上に占める各事業の比率



資料：Bloomberg より Deloitte Tohmatsu Consulting 作成

図 222-7 Google/Alphabet による製造業の重点化



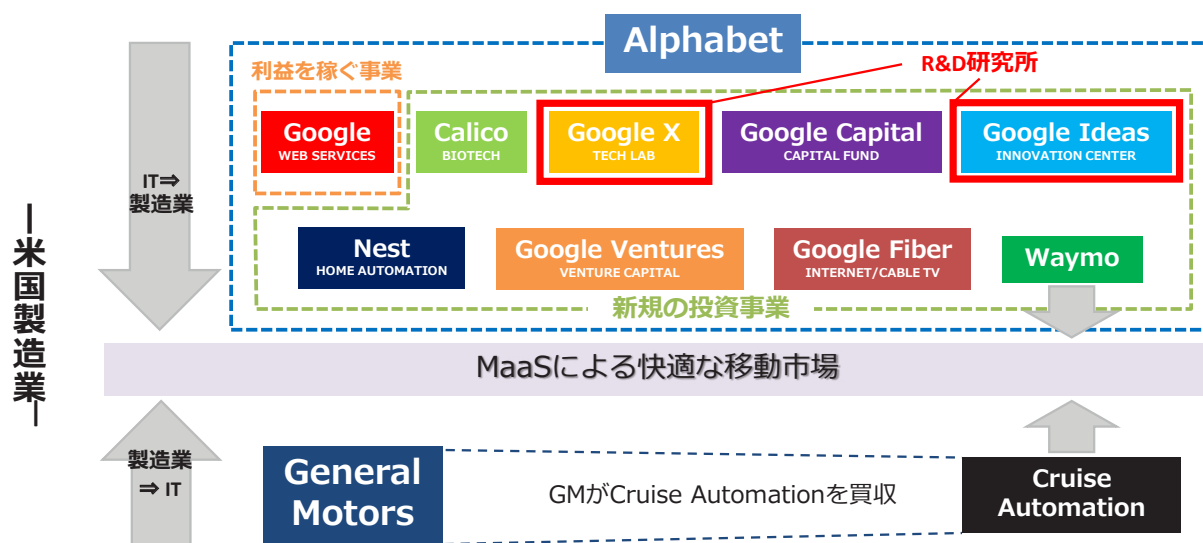
資料：Royal Bank of Canada Analyst Report (2018) より経済産業省作成

このように米国では、GAFA などの大手情報産業・流通業等が率先する形で、IT と製造業を掛け合わせた新しいビジネスモデルが生まれている。

一方、既存の製造業からも技術革新を契機として新たな顧客

価値を提供する動きがある。長年米国の自動車産業を牽引してきたゼネラルモーターズ (GM) は、ライドシェアリングやカーシェアリングなど自動車と IT・ハイテク領域との掛け合わせの動きを活発化させている (図 222-8)。

図 222-8 米国での新たな顧客価値提供に向けた主な動き



資料：経済産業省作成

そのほかにも、米国の大手製造業において、近年は業界を問わず、サービス事業の展開に注力する動きが見られる。Apple では、従来から顧客価値実現に向けて、製品設計におけるデザ

イン思考・システム思考を組織的に実施してきたが、近年は同様のアプローチによるサービスの提供も展開している。

コラム

サービス事業における顧客体験のデザイン・・・Apple（米国）

GAFA と呼ばれる米国系メガプラットフォーム企業のなかでも、Apple は唯一“ものづくり企業”で旧来よりマッキントッシュ、iPhone、iPad 等のデザイン性・機能性両面に優れた製品を通じ、世界中にその顧客を増やしてきた。2019 年第 1 四半期時点では、世界全体で実際に使用されている iPhone と iPad の合計は約 14 億台と発表されている。

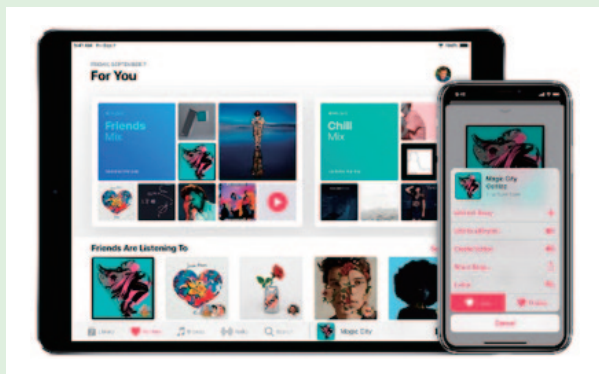
同社製品が世界中で広く普及している背景には、同社が従来顧客価値の実現に向けて実践してきた「デザイン思考」が存在する。これは製品のデザイン面だけでなく、製品を使用することにより得られる顧客体験までもデザインする徹底した「顧客中心主義」的思考プロセスである。例えば、同社を代表する製品のひとつである iPod は、開発者やデザイン専門家だけでなく、顧客体験のプロとしての心理学者、人間工学の専門家をも加えた体制のもとで開発されたもので、スクロールホイールや PC との自動同期といった、顧客体験を充実させる画期的なアイデアにあふれている。まさに同社のデザイン思考を代表する製品であるといえる。

そんな同社では近年、かねてより大きな収益をあげてきた製品分野に加え、サービス分野における業績が急上昇している。世界最大のアプリケーションストアである「App Store」、クラウドサービスの「iCloud」等のサービス事業に加え、2015 年 6 月には同社初のサブスクリプション型サービスとなる「Apple Music」（定額制楽曲ストリーミングサービス）をリリースした（図 1）。同年以降、サービス事業が売上高に占める比率は年々伸び続けており（図 2）、2019 年度第 1 四半期におけるサービス部門の売上高は、過去最高の 109 億ドルと、前年比 19%増を記録した。

サービス事業が好調な背景には、これまで同社が実践してきたデザイン思考のノウハウが存在する。長年の製品開発の中で培ったデザイン思考のもと、これらのサービスが提供する顧客体験をデザインすることで、高い満足度を誇るサービスが提供されている。同社製品が広く普及した今、製品を通じて顧客に提供するサービス事業を更に強化することは、既に獲得した顧客層に新たな価値を提供し続ける重要施策の 1 つである。

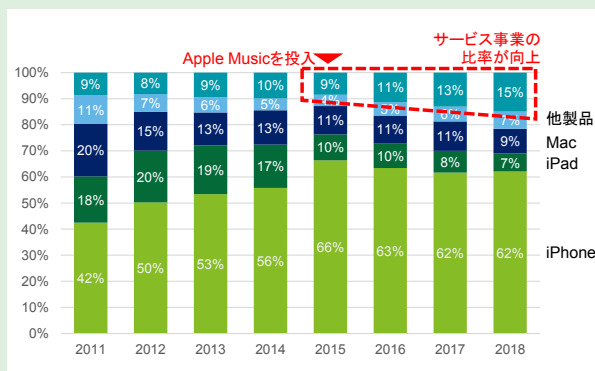
2017 年 8 月に米国証券取引委員会へ提出した SEC ファイリング内で、ビジネス戦略として「研究開発事業、マーケティング事業、広告事業に継続的な投資を行う」目的に、「画期的な製品、サービス、テクノロジーの開発と販売」と「サービス」の文言を追加した。同社におけるサービス事業重点化の動きは、今後も続いていくと見込まれる。

図 1 定額制楽曲ストリーミングサービスの「Apple Music」



出所：Apple より提供

図 2 Appleの売上高に占める各事業の比率

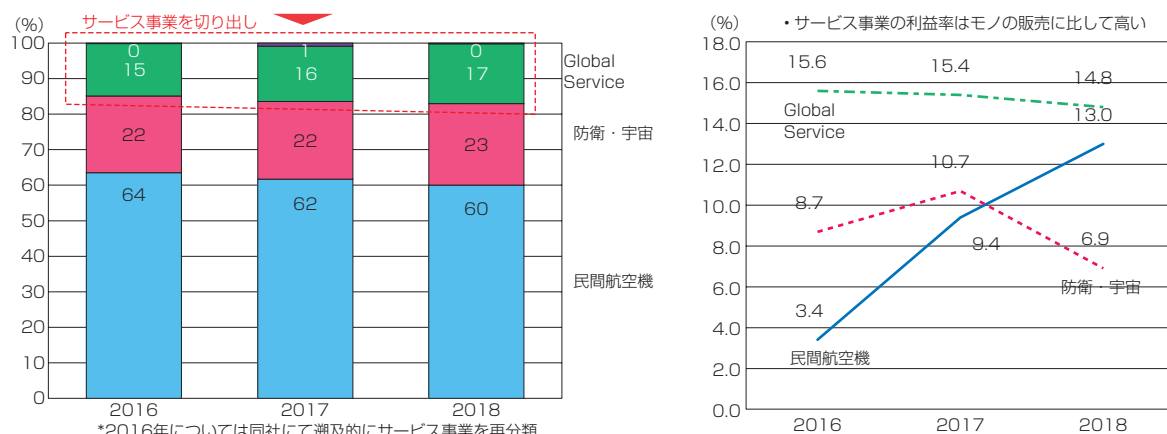


資料：Bloomberg より Deloitte Tohmatsu Consulting 作成

ボーイングでも「モノ売り」よりも高い利益率を見込むことのできる第3の柱としてサービス事業を切り出し、サービス事業の売上比率を持続的に向上させている。元々は「民間航空機」「防衛・宇宙」の2事業を柱としてきたが、双方の事業にかかっていたサービス事業を切り出し、第3の柱として「Global

Service」事業を設立した。各事業の営業利益率を見ると、「民間航空機」は3～13%、「防衛・宇宙」は7～11%であるのに対し、「Global Service」では15%程度となっている。同社では、モノの販売に比して、安定して高い利益率が見込めるサービス事業の比率を高めている（図 222-9）。

図 222-9 ボーイングの売上に占める各事業の比率（左）及び営業利益率（右）



資料：Bloomberg より Deloitte Tohmatsu Consulting 作成

米国に見られる新しいビジネスモデルの一つに RaaS がある。RaaS とは、ロボットメーカーとクラウドサービス企業が協力して提供する、ロボットを必要な時に必要なだけ利用できるサービスである。例えば、inVia Robotic と Google Cloud Robotics は、月額利用料により産業用ロボットと専用のクラウドサービスが利用できるサービスの提供を予定している。ユーザーは、この RaaS を利活用することにより、ロボッ

トの初期購入費用を抑えながら、ロボットを活用した自動化のトライアルを重ねることができるというメリットがある。

クラウドサービスでは、クラウドに集められたデータを活用するビジネスモデルの展開が可能であるが、データから更に一歩進んだ知的財産権の利活用によって、新たな顧客価値を提供するビジネスモデルも出てきている。

コラム

オープンな知的財産戦略によるクラウド事業推進・・・Microsoft（米国）

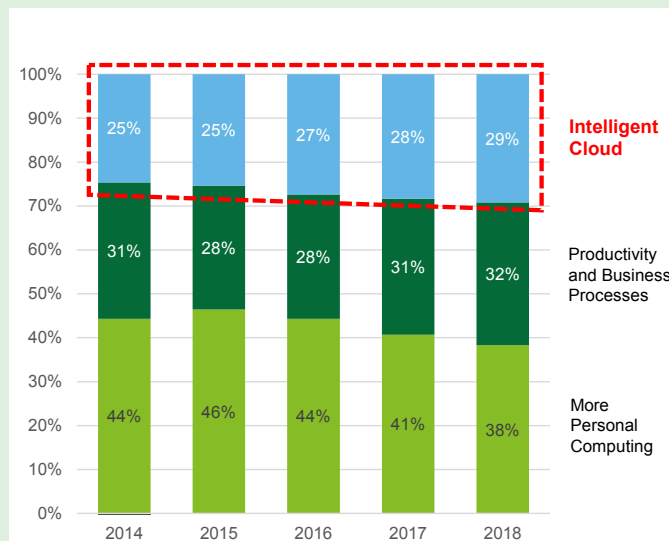
知的財産戦略についてより大胆な方針を打ち出しているのが、世界有数のソフトウェア企業で、1975年にビル・ゲイツとポール・アレンにより創業されて以来業界を牽引し続けてきた米国 Microsoft である。同社が提供する OS である Windows は、一時は世界の OS 市場で 90%以上のシェアを誇ったが、近年は Google の OS である Android の伸長などの圧力にさらされている。

このような中、2018年4月、同社は「イノベーション共有の時代に向けた新たな知的財産戦略」と題した声明の中で、「Shared Innovation Initiative」と呼ばれる取組を発表した。これはイノベーションに向けた取組の共有をテーマに「オープンソースのサポート」や「既存テクノロジーの所有権の尊重」などの七つの領域をカバーするものである。特に「新たな特許と意匠の権利は顧客が所有する」とした項目において、同社は「協業により新たなテクノロジーが作られた時には、Microsoft ではなく、お客様が共同イノベーションの成果の特許権と意匠権を取得する」と明記している。これはこれまでの同社のクローズドな知的財産戦略とは 180 度異なるものであり、同社がクラウドサービスの提供に当たり、知的財産権に関する大胆なオープン戦略に乗り出していることを示している。

この方針には、同社が知的財産権の所有を放棄する姿勢を明確にすることで、顧客企業にとって同社との協業のハードルを下げ、最終的には顧客企業によるクラウドサービスの利用を活性化させる狙いがある。顧客企業が安心して Microsoft のプラットフォーム上で新たな製品やサービスを作り出していくには、プラットフォーム上で新たに開発されたテクノロジーなどを用いて Microsoft が市場に参入しないことを明確にする必要がある。事実、「Shared Innovation Initiative」の発表後、2019年1月30日に発表された同社の 2018 年度第 2 四半期業績では、Microsoft Azure などの商業クラウドによる収益が前年同時期と比較し 48%増の 90 億ドルを記録している（図 1・2）。

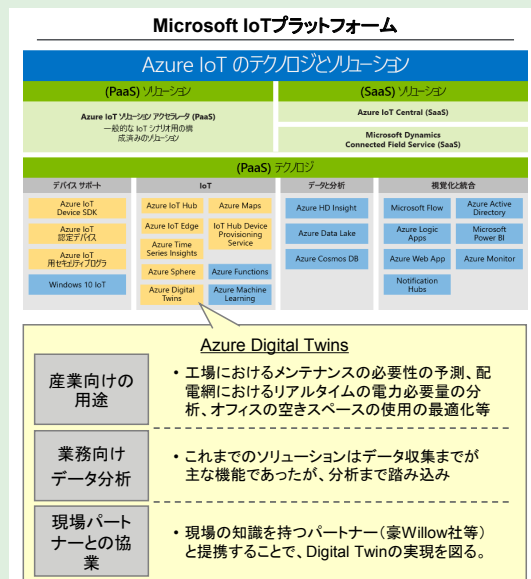
同業績発表の中で、同社はクラウド事業について、小売、金融、ヘルスケアなど多種多様な業界のリーディングカンパニーと強力なパートナーシップを築いていると述べている。業界を問わず AI/IoT の比重が高まる中、知的財産権のオープン戦略によりクラウドという汎用性の高いサービスの活用が促進されている。

図 1 Microsoftの売上に占める各事業の比率



資料：Bloomberg より Deloitte Tohmatsu Consulting 作成

図 2 Microsoft IoTプラットフォーム



資料：Microsoft IR 資料より経済産業省作成

米国では、日本やドイツと比べ、経済に占める製造業の割合は相対的に低い。しかし、「IT・ハイテク」の訴求力と製造業を掛け合わせることで、一足飛びで世界の最先端のビジネスモデルを実現しつつある。このような最先端のビジネスモデルを展開している企業の中には、IoT やビッグデータ、3D プリン

ターなどのデジタル技術を取り入れることにより、製造工程の設計を含めた高度な自動化や大量生産と製品のカスタマイズ化を両立するマスカスタマイゼーションの実現を目指す動きが出てきている。

米国に本社を置く Proto Labs は、世界 8 か国に製造拠点を構え、デジタルとものづくりを掛け合わせた“Manufacturing as a Service”を国内外で展開している。同社では、顧客のニーズに柔軟に応えられるよう、Web 上のアプリケーションサービスを提供し、オンデマンド生産とラピッドプロトタイピングによりインダストリー 4.0 の主要な実現事項の 1 つである「マスカスタマイゼーション」をいち早く形にしている。

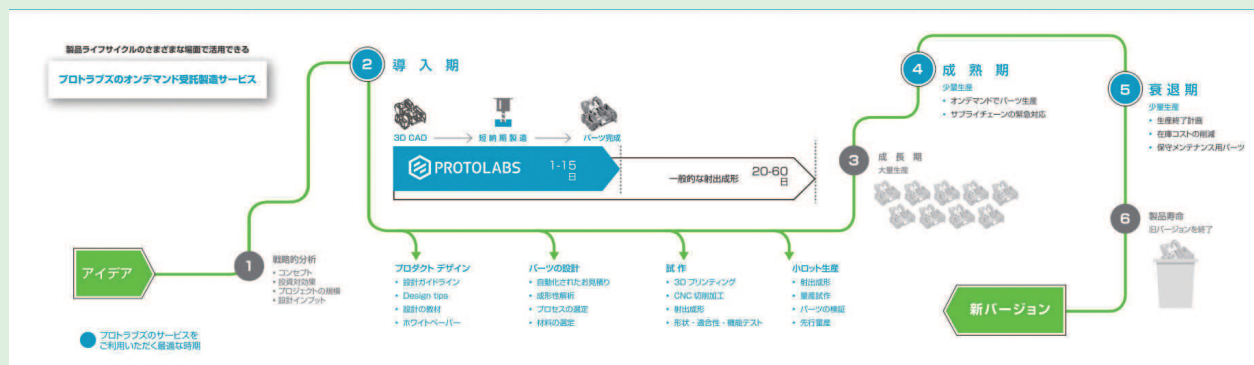
同社が提供するオンデマンド受託製造サービスでは、発注者が自分で設計した部品の 3D データをアプリケーションにアップロードすると、Proto Labs の情報システムが自動解析し、見積りを短時間で回答するとともに、設計上の問題点やそれに対する解決策も提案する。さらに、電話やメールにて同社のエンジニアに相談できるサービスも提供しており、発注者はエンジニアと相談しながら課題解決を行うことができる。

同社は、3D CAD は使わずに部品設計や製品開発を希望する発注者や、2次元図面はあるが 3D CAD データを作成できない発注者に対しても、同社が提供するサービスを活用できるよう「3D CAD 設計支援プログラム」を行っている。この支援プログラムでは、同プログラムに参画している 3D 設計支援パートナーと連携して 3D CAD にて部品の形状データの作成、あるいは 2次元図面の 3D 化できる仕組みであり、発注者は作成したデータを Proto Labs が提供する Web アプリケーションにアップすることで、3D データを自身で作成できる発注者と同様のサービスを受けることができる。

1999 年の設立以降、同社では、生産設備同士をソフトウェアでつなぎ、互いに連携させることで生産時間を大幅に短縮し、マスカスタマイゼーションの実現に向けて生産施設の規模（スケール）及び取り扱う部素材（スコープ）の拡大を行ってきた。2017 年 12 月には、短納期での板金加工と CNC 切削加工を専門とする米国 RAPID を買収し、Proto Labs が従来提供してきた切削加工のオプション拡大と、新たに板金加工の短納期製造サービスを提供している。

同社は、設備・工場同士のデータ連携と「スケール」「スコープ」「スピード」を充足させることで、さらなる顧客基盤の拡大を模索している。

図 オンデマンド受託製造サービス



出所：Proto Labs より提供

コラム

「ブリリアント・ファクトリー」の実現を通じ生産性・品質力を向上

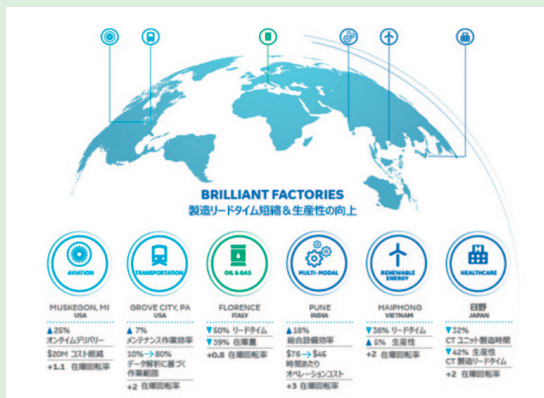
・・・GE Healthcare（米国）

世界最大級のコングロマリット（複合）企業、米国 GE（ゼネラル・エレクトリック）グループは世界各地に約 450 の自社工場を保有しており、グループを構成する 1 社である GE ヘルスケアはヘルスケア分野に特化し、様々な機器・サービスの開発・製造・販売・提供を行っている。同社では「ブリリアント・ファクトリー」という考え方のもと、世界の自社工場の生産性・品質力向上に取組んでいる。

ブリリアント・ファクトリーとは最新テクノロジーの導入を通じた「リアルタイムなデータ活用でオペレーションを最適化する」GE グループの考え方を指す。IoT 技術の発展によりかつてないほどの大量データの収集が可能となった今、最新の分析技術を用いればこれまでにない画期的なデータ活用が可能である一方、ブリリアント・ファクトリーにおいて「デジタル化の成熟度（デジタル・マチュリティ）」以上に追求すべきとされているのが、「生産方式の成熟度（リーン・マチュリティ）」である。現場の全体最適化を考えず、ツール先行でデジタル化を進めても、現場が本当に必要とするソリューションでなければ改善は空振りに終わる。現場の全体最適化を目的とし、必要に応じ最新テクノロジーで補完、改善を加速していくことが、ブリリアント・ファクトリーの考え方である。

全世界の GE ヘルスケア生産拠点の中から、モデル工場として 2016 年に「ブリリアント・ファクトリー」に選定された GE ヘルスケア・ジャパン日野本社工場では、このような現場の全体最適化をテクノロジーで補完し、改善を加速していくという取組が多く行われている。例えば作業キットにセンサーを設置し、それまでストップウォッチで測定していた作業開始・終了時間を自動記録することで、現場はデータ分析等の改善作業により多くの時間を費やせるようになった。仕損品の発生しやすい生産ラインでは、既存の生産設備にセンサーを取り付け複雑な生産工程のどこで仕損が発生しているのか特定したことで、品質力が向上しただけでなく、2017 年から年間数千万円以上のコスト削減効果を上げている。このような「テクノロジーの導入は目的ではなく、あくまで全体最適化を達成するための手段である」という考えが、ブリリアント・ファクトリーの実現につながっている。

図1 ブリリアント・ファクトリーモデル工場における
2018年の達成目標(数値は対 2016年)



出所：GE Healthcare より提供

図2 業務効率化に向けた取組の様子



出所：GE Healthcare より提供

デジタル・自動化によるサプライチェーンの最適化を通じ、顧客の求めるスピードに合わせた納期・商品開発を実現・・・Fast Radius（米国）

デジタル・自動化によるサプライチェーンの最適化を通じ、顧客の求めるスピードに合わせた納期・商品開発を実現しているのが Fast Radius である。同社は米国シカゴに本社を構え、3D プリンター等の積層造形（Additive Manufacturing）技術を用いた製品の設計・テスト・製造を行っている。同社は様々な工夫を通じてサプライチェーンを最適化し、主に「ディスカバリー」・「デザイン」・「メイク」・「フルフィル（配送）」の四つの場面において、積層造形を通じて顧客に最適なサービスを提供することに成功している。

「ディスカバリー」の場面では、顧客が新たな積層造形の応用した新たなビジネスモデルの発見を支援する。積層造形という新しい技術の導入により、同社のエンジニアとの協業を通じて顧客は新たな部品・製品・ビジネスモデルを発見することが可能となる。

「デザイン」の場面では、同社は積層造形に関する個社のアプリケーションに関し、設計、出力、検証の全てを自社で行うことで、従来の製造方法では不可能であった複雑な形状の造形が可能となり、設計の自由度が大幅に拡大したことで、付加価値の高い設計サービスを顧客に提供している。また、同社には設計・シミュレーション用の様々なデジタルツールとそれらに精通した専門家がおり、積層造形による最適な方法での製品製造が可能だ。同社は3D プリンターによる製造・検証・学習・修正のサイクルを高スピードで実践することができ、顧客が製品開発に費やす時間を最大で 90%削減することに成功している。

「メイク」の場面では、同社は最先端の機器を用いて高品質な製品の製造を行っている。世界最大級の炭素繊維 3D プリンター「Carbon® factory」のほか、3D プリンター大手の HP や Stratasys 製の 3D プリンター等、最先端技術を搭載した機器を数多く保有している。これらの高性能な機器の導入により、顧客からの厳しい要求に応え、高品質な製品を生産している。

「フルフィル（配送）」の場面では、同社は「仮想倉庫」を使ってグローバルスケールで製品を配送している。同社では物理的に製品を保管するのではなく、クラウドベースの「仮想倉庫」にデジタル化された製品の設計情報を保管し、注文を受けてからオンデマンドで製品を製造することができる。同社のシステムでは、顧客が設計情報をアップロードし、同社からのリアルタイムなフィードバックやサポートを受け、設計情報を安全に保管し、必要な時に部品・製品をオンラインで注文することが可能である。また、同社は物流大手の UPS と提携しており、顧客から注文を受けて製造した部品・製品は素早く世界中の顧客に配送される。

図 3Dプリンターを使用する様子



出所：Fast Radius より提供

コラム

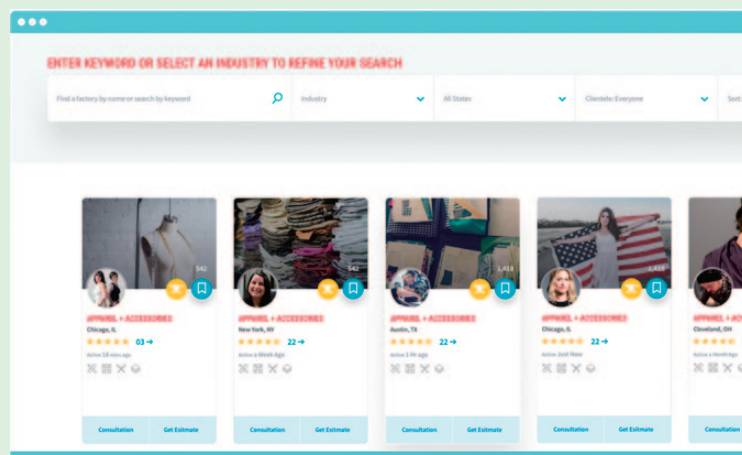
顧客のファブレス化によるオンライン市場構築と
パーソナライゼーションの両立・・・Maker's Row（米国）

デザイナーであるユーザーと中・小規模生産者を結びつけるオンライン市場（プラットフォーム）を開設し、デザイナーと工場をネットワーク化することで、デザイナーから見たファブレス生産体制の構築に成功しているのが Maker's Row である。同社のオンライン市場では、ユーザー（デザイナー）が同社 HP を通じて自ら考案した衣料品、アクセサリ、家具などのデザインを指定の工場へ送り、製造を委託することができるサービスを提供している。

同社のビジネスモデルの特徴は、生産工程の全ての調整を顧客であるウェブサイトのユーザー（発注者）と生産者に行わせることで実現する「ユーザーのファブレス化」である。月額料金を支払うユーザーは、デザインを考案し、同社のウェブサイトに登録後、約 11,000 の生産者の中から値段、立地、返答率、得意分野等で絞り込みを行い、時にはチャットでコミュニケーションも行いながら価格の見積り、交渉を行い、条件に合った生産者に発注を依頼する。受注された製品は同じく同社 HP に登録している生産者が製造するため、ユーザーは生産拠点を持つ必要がなく、「ファブレス化」された製造業者としてデザインから発注までの工程に集中することが可能となる。

このビジネスモデルの利点は大きく二つ存在する。一つ目は製造業をビジネスとしながら、Maker's Row 自身が生産工程における作業を請け負う必要がない点である。企画設計から発注まではユーザーが、受注・生産は生産者が行うため、同社自身はユーザーと生産者が会える場（プラットフォーム）を提供し、そのコミュニケーションをサポートする以外は、同社 HP 上でものづくりに関する Web セミナーを提供するなど、顧客であるユーザーと生産者の満足度を高めることに集中することができる。二つ目は、徹底的にパーソナライズされた製品を提供することが可能となる点である。ユーザーはデザインを考案するだけでなく、豊富な生産拠点の中から自分好みの生産者を選び、密なコミュニケーションをとりながら実際の製品が出来上がるまでをトラックすることができる。同じ規格の大量生産製品ではなく、自分に合わせた製品を求める顧客をターゲットとし、企画設計は顧客そのものであるユーザーに、生産は設備を有する生産拠点にそれぞれ任せることで、同社は生産設備を持たない、プラットフォーム提供型のビジネスモデルを展開している。

図 ウェブサイトの発注画面



出所：Maker's Row より提供

先進的な米国企業におけるビジネスモデルの特徴は、何かひとつ他社と明確な差別化につながる優位性を持った上で、その優位性を最大限に活かすべく、その他のバリューチェーンやサプライチェーンは徹底的にオープン化し、素早く市場に展開することである。米国企業のオープン戦略とそれに伴う迅速な製品・サービス開発は、モジュラー化されたハイテク部品やサービスを組み合わせることで実現される。効率性を最大化するには、モジュラー化された部品やサービスのネットワークに加え、関連する事業者間のネットワークを構築する必要がある。

自社が優位性をもつ要素以外は、徹底的にオープンにする戦略といえる。

このような戦略とも関係が深いのは、米国における大企業とスタートアップや大学等との連携である。スタートアップは、大企業的意思決定プロセスだと見通しが立たず、手を出しにくい先進的かつリスクの高い取組に対し、ベンチャーキャピタルの支援を受けながら事業化を進める。一方、大企業は、このようなスタートアップが事業に取り組み、市場性が見えた段階で、規模を効かせながら一気に事業拡大を図る。大学等の研究

機関も、大企業に対する技術シーズの提供者として重要な役割を果たしており、米国ではスタートアップ、大企業、研究機関がそれぞれの役割を担う傾向が見られる。

近年の米国企業に大きな追い風となっているのは、米国社会に根付く起業文化である。起業には失敗がつきものだが、失敗は将来的な成功につながる経験値として評価されることも多い。米国では起業家がひるむことなく新しい技術やビジネスモデルの創出に取り組める豊かな土壌がある。

②ドイツの取組

ドイツでは、米国で出現した新しいビジネスモデルに対抗するため、インダストリー 4.0 の旗印のもと、製造業を基盤とする IoT を推進することにより、製品（モノ）＋サービスによるソリューション提供を中心にサービス業の比率を高める動きが見られる。

シーメンスは近年、“Digital Factory” 事業と風力発電事業に軸足を置きつつ事業を展開している。このうち Digital Factory 事業は 2016 年 3 月の IIoT^{注4} プラットフォームである「Mindsphere」の投入とともに事業比率を拡大しており、同社の最大セグメントの 1 つとなりつつある。同社は 2014

年に事業戦略「Vision 2020」を発表し、デジタル関連事業を強化する方針を打ち出した。「Mindsphere」のグローバル展開を通じ、同社は顧客のスマート工場化に向けたソリューション事業の展開を進めてきている。2018 年には次の 10 年間にに向けた新事業戦略「Vision 2020+」を発表するとともに、IoT 統合サービス事業部を編成した。同社の売上高に占める Digital Factory 事業の比率は、Mindsphere を投入した 2016 年の 12% から 2018 年には 15% に拡大している。

また、同社は風力事業を社会的課題の解決に向けた事業として位置づけ、その伸長を図っている。スペインの風力発電設備大手との統合によるロジスティクス網の拡充、部品のモジュール化を通じた低コスト体制を実現している（図 222-10）。

同社の地域別売上高を見ると、Mindsphere を投入した 2016 年以降、アジアの比率が拡大している。積極的なアジア展開施策を通じ、今後製造業が伸長するアジア諸国の成長を取り込んでいる。アジア展開に当たっては、同社製品を用いたデジタル人材育成に積極的に取り組み、将来的な同社製品ユーザーを育てることによって、市場の獲得を図っている（図 222-11）。

図 222-10 シーメンスの売上占める各事業の比率

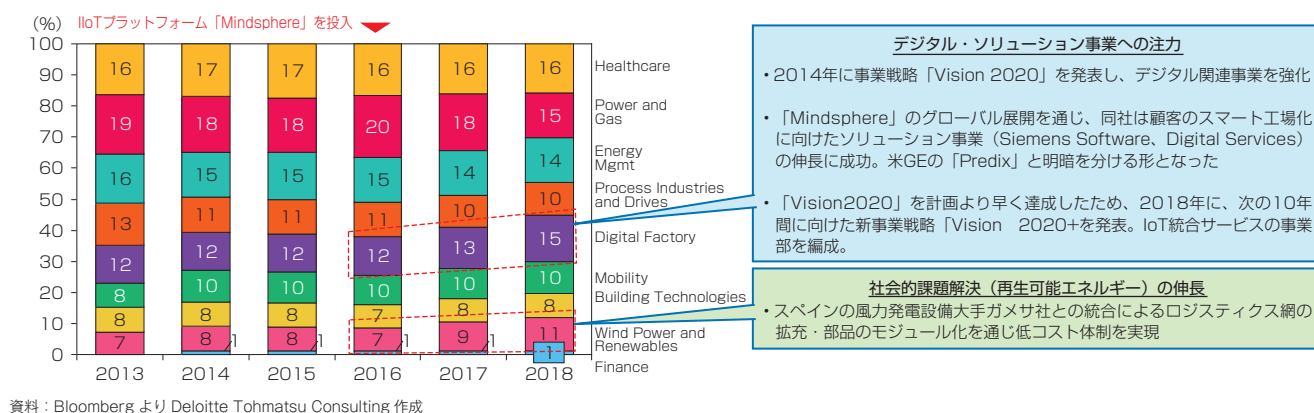
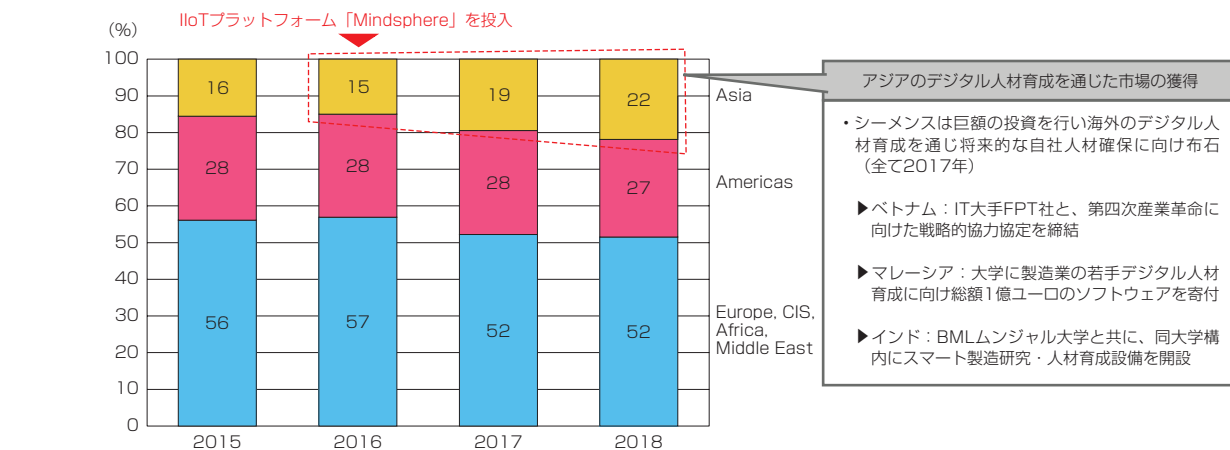


図 222-11 シーメンスの売上占める各地域の比率

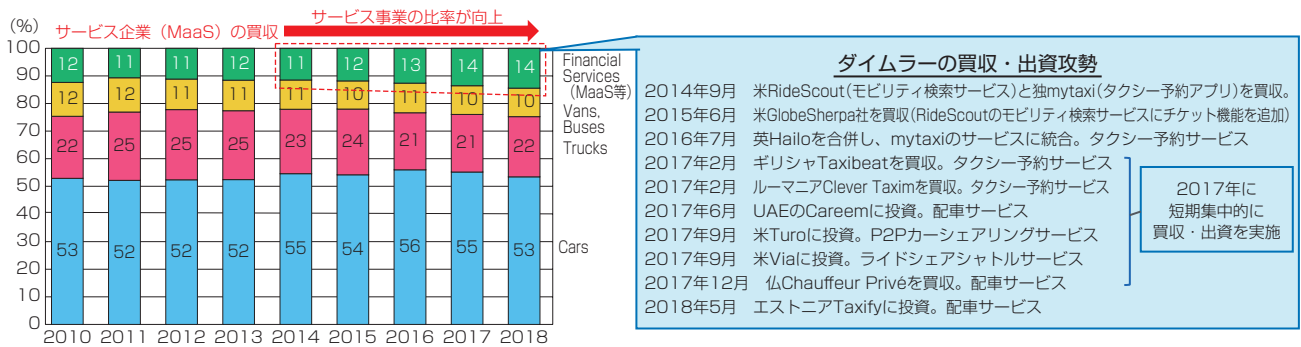


注4 Industrial IoT

ダイムラーは、従来は他社への出資を通じてサービス事業の幅を拡大していたが、2014年からMaaS事業者を中心に急ピッチで買収を進めており、製品（モノ）売りからコト売りへビジネスモデルの転換を図っている。欧州企業を中心に買収を行い、欧州内での対応市場・事業間連携を強めるとともに、米国市場にも出資を通じて関与を強化している。さらに、新興国

の企業にも買収・出資攻勢をかけ地理的な範囲を広げる形でサービス事業の展開を図ろうとしている。また、規模・範囲の経済の獲得を効かせるべく、2018年9月にはBMWとモビリティサービスを統合した。同社の売上に占めるサービス事業の比率は、MaaS事業者の買収を行った2014年の11%から2018年には14%に拡大している（図222-12）。

図 222-12 ダイムラーの売上に占める各事業の比率



資料：Bloomberg、Daimler（FY2018）企業プレゼンテーション資料より Deloitte Tohmatsu Consulting 作成

IoTにより製品（モノ）と製品（モノ）がつながる中、大手企業に限らず、中堅・中小企業でも製品（モノ）売りからコト売りへの取組が進められている。日本にも法人を持つ Kaeser

ではコンプレッサーの機器販売から、IoTを活用したサービス提供へビジネスモデルを変革している。

ドイツ発の圧縮空気システム（コンプレッサー）メーカー、ケーザー・コンプレッサーは、これまで半導体や食品、薬品等、様々な業界の製造業者を顧客としてコンプレッサーを販売してきた。近年同社は、このようなコンプレッサーの機器販売事業だけでなく、「使う分だけ購入する」ビジネスモデルで圧縮空気販売サービスの提供を拡充している。

コンプレッサーを企業が使用する場合、一般的には企業が所有する工場がコンプレッサーを購入し、設置及びメンテナンスを行う。一方、同社が提供する「シグマ・エア・ユーティリティオペレーターモデル」サービスでは、同社自らが顧客企業の圧縮空気ニーズの分析を行い、抽出した顧客ごとの要件をもとにした個別設計から、コンプレッサーの製造・設置・運用、そして広範なサービスネットワークを活用した保守サービスまでを提供する。顧客企業は定額基本料金を支払えば契約分の圧縮空気が利用可能で、更に容量が必要となる場合追加で空気を購入することもできる。自社のニーズに合わせた形での利用が可能となり、メンテナンス等の設備投資も不要となるため、コスト削減効果が期待できる。

圧縮空気販売サービス拡充の背景として、「ネットワーク技術の進化やデジタルツインといった IoT 技術により、より高度なサービスが提供できるようになった」と、同社日本法人社長河合氏は語る。同社では、かねてより圧縮空気販売サービスを実施していたが、「シグマ・エア・ユーティリティオペレーターモデル」は特に、近年の IoT 技術の発展に合わせてデジタル化されたビジネスモデルといえる。顧客企業のニーズ分析に当たり、圧縮空気需要と求められる品質基準を正確に評価できるシステムを開発したことで、システムの個別設計時の要件をより詳細に定義することが可能となった。蓄積されたデータを活用した節電コンサルティングも可能となり、提供できるサービスの更なる拡充も期待できるようになっている。

図 「シグマ・エア・ユーティリティオペレーターモデル」 サービスイメージ



出所：Kaeser より提供

製造業による製品（モノ）＋サービス提供のうち、生産設備に関するサービス提供を行うものが製造プラットフォームサービスである。これは、顧客企業の生産技術部門の機能を補完し、いわゆる生産準備工程（生産設備の設計から調達、整備）の業務に加えて、継続的な生産性向上活動、チョコ停の原因分析や予知保全などの業務全般をサービスとして提供するもので

ある。

シーメンスなどはこのような製造プラットフォームをグローバルに展開している。製造業でキャッチアップを図る中国などでは、工場労働者の流動性が高いこともあり、設備やシステムで製品の品質を確保するため、このような製造プラットフォームサービスが受け入れられる傾向にある。

コラム

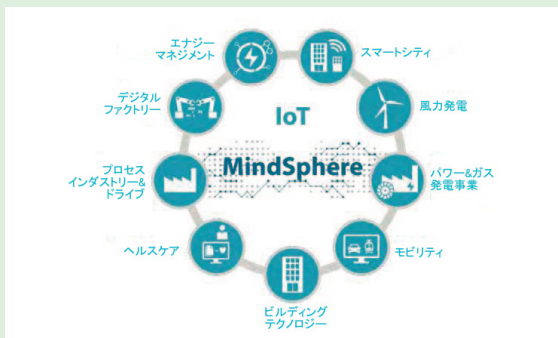
製造プラットフォームサービスの提供を通じ、
自社事業におけるサービス比率を向上・・・Siemens（ドイツ）

自社の売上におけるサービス事業の比率を増やしているのが Siemens である。同社は発電・鉄道・スマート工場・ヘルスケア等、様々な事業領域を有するコングロマリット（複合企業）であり、本社はドイツのミュンヘンに所在している。特に、中国を中心に自社製品の生産工場を設け、アジア市場に製品・サービスの提供を行っている。

同社の提供する製造プラットフォームが「MindSphere」である。大量の生産データを記録・分析して工場の効率改善につなげられる IoT のためのオープンオペレーティングシステムとなっており、幅広い分野の事業会社が予防保全・エネルギーデータ管理・リソースの最適化などの領域で IoT 基盤として利用できる。「MindSphere」は、初期費用が比較的安価なこともあり、中国の中小企業でも導入されている。また、同社は 2018 年に Alibaba Cloud との間で、中国における産業向けの IoT の構築で提携すると発表した。この提携により、「MindSphere」プラットフォームを中国の IoT 市場で展開する足場を強化した。

また、同社はアジア地域を中心に、スマート生産に精通した人材育成の取組を積極的に実施している。「SITRAIN Certification Program」というグローバルで共通のプログラムを提供しており、同社の製造自動化技術の効率的な利用や発生した障害に対する効果的な修正等が可能な人材を世界各国で育成している。また、中国においては 2018 年 8 月に職業訓練評議会（Vocational Training Council）との間で覚書を締結し、高度な IoT スキルの教育によって中国での「MindSphere」の展開を強化していく方針である。

図1 データ分析を工場の効率改善につなげるオープンオペレーティングシステム「MindSphere」



出所：Siemens より提供

図2 中国 職業訓練評議会 (Vocational Training Council) との覚書締結 (2018年8月)



出所：Siemens より提供

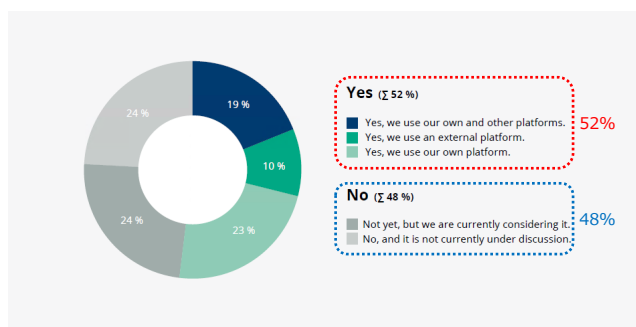
ドイツでは全企業の 99%以上を中堅・中小企業が占める。多くの中堅・中小企業は長い歴史・伝統を持ち、実直な製造業を継続している。日本企業に見られないドイツの中小企業の大きな特徴としては、自らの製品を海外へ積極的に売り込んでいる点にある。ドイツ各地で定期的に開かれる世界最大級の展示会は、このような中堅・中小企業が取引関係を広げていく上で主要なインフラとして機能している。

インダストリー 4.0 の普及状況を追うドイツの調査会社 Staufen が行った 450 社を対象に実施したアンケート調査^{注5}によると、製品（モノ）やソフトウェア・サービスを販売したり、デジタルサービスを提供したりする上で、産業用のインター

ネットプラットフォームを活用している企業は 52%、活用していない企業は 48%となっている。このようなプラットフォームを活用している企業のうち、自社のプラットフォームを使っている企業は 23%、他社の提供するプラットフォームを使っている企業は 10%、自社と他社の両方のプラットフォームを使っている企業は 19%である（図 222-13）。また、このようなインターネットプラットフォームの活用によるコスト削減効果について、高いとする企業は 43%、今後効果は広がるとする企業は 38%となっており、限定的あるいは低いとする企業は 6%にとどまる（図 222-14）。

注5 Staufen "Study German Industry 4.0 Index 2018" <https://www.staufen.ag/en/company/media/studies-white-papers/>

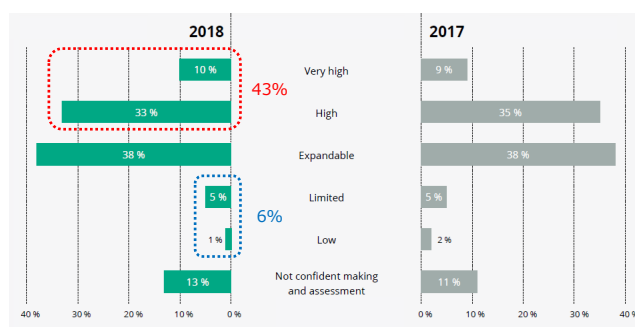
図 222-13 プラットフォームの活用状況



出所：Staufen "Study German Industry 4.0 Index 2018"

同レポートによると、2014年には15%に過ぎなかったスマート生産実施企業の割合が、2018年には52%まで上昇している（図 222-15）。業種による差も見られ、自動車業界はオペレーション全体をスマート化できている割合が18%と他の業種の倍以上と取組が進んでいる（図 222-16）。また、インダストリー 4.0 に具体的に取り組む企業のうち、製品やサービスをデジタル化している企業は21%、全く新しいビジネスモデルを導入した企業の割合は5%である（図 222-17）。デジタル化を自社に取り入れた動機のうち、最も多かったのは「社内生産性向上」（80%）、次いで「社内見える化」（71%）、「コスト削減」（54%）といった社内での業務効率化の要素が続くが、その後は「製品の進化による競争上のアドバンテージ

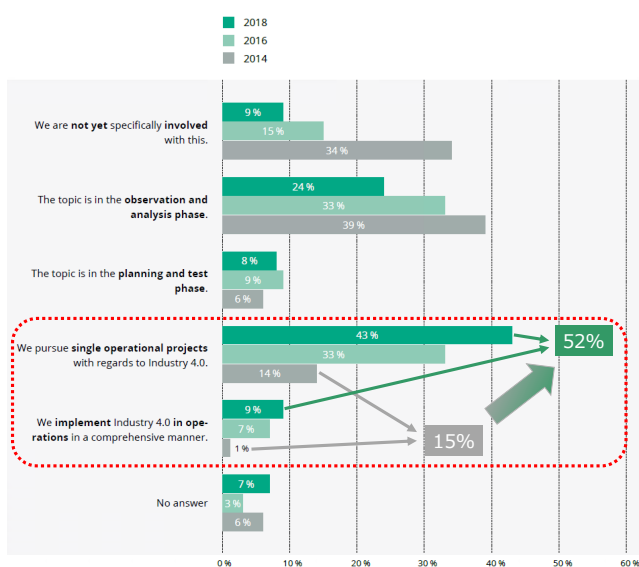
図 222-14 プラットフォームの活用によるコスト削減効果



出所：Staufen "Study German Industry 4.0 Index 2018"

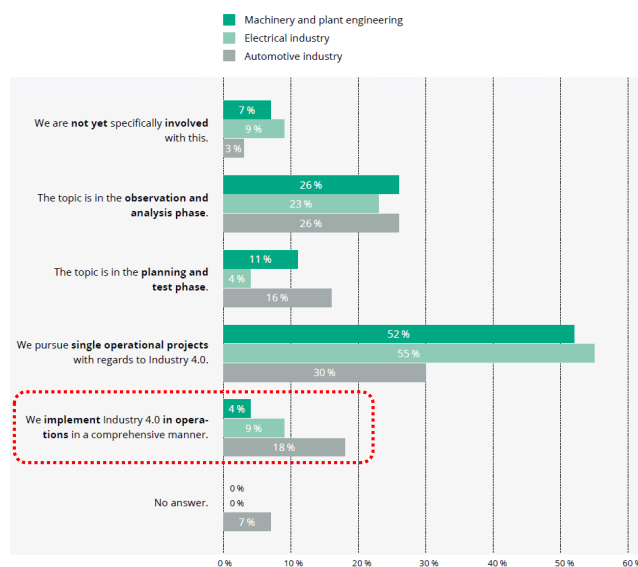
確保」（48%）、「顧客とのインターフェースの強化」（44%）、「新たなビジネスモデルを通じた売上増」（39%）、「サービス提供の追加による売上増」（38%）といった対外的な取組を強化する要素が挙がっている（図 222-18）。また、ビッグデータを何の目的で用いるかについては、「品質管理」（69%）が最も多くなっているが、「製品開発」（44%）、「売上の最大化」（29%）も3～4割前後となっている。なお、これまでの自社のデジタル化への取組について、期待以上あるいは期待どおりだったとするポジティブな評価をする企業は63%、期待以下であったとネガティブな評価をする企業は14%である（図 222-19）。

図 222-15 スマート生産実施企業の割合



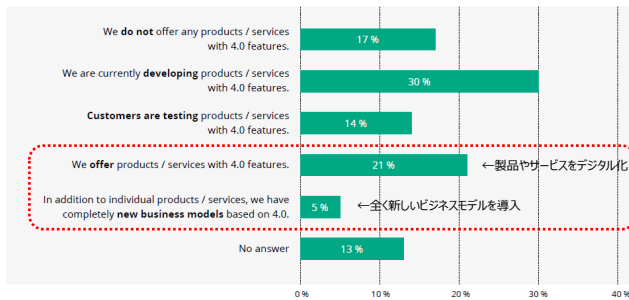
出所：Staufen "Study German Industry 4.0 Index 2018"

図 222-16 業種別スマート生産実施企業の割合



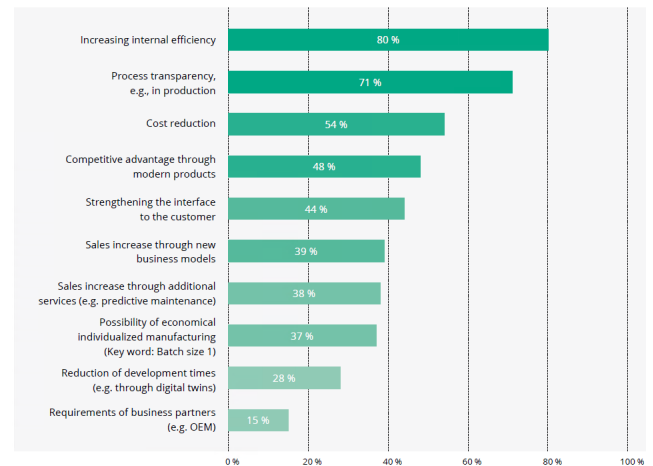
出所：Staufen "Study German Industry 4.0 Index 2018"

図 222-17 インダストリー 4.0 の実施状況



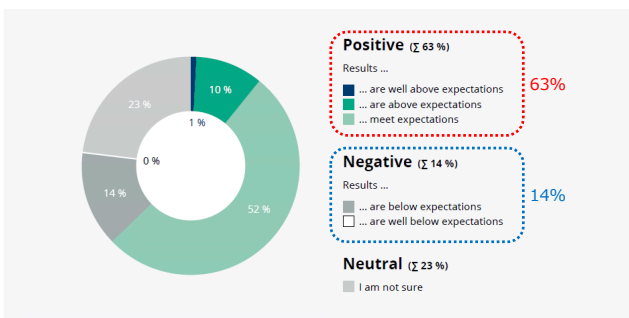
出所：Staufen "Study German Industry 4.0 Index 2018"

図 222-18 デジタル化を自社に取り入れた動機



出所：Staufen "Study German Industry 4.0 Index 2018"

図 222-19 これまでの自社のデジタル化に対する評価



出所：Staufen "Study German Industry 4.0 Index 2018"

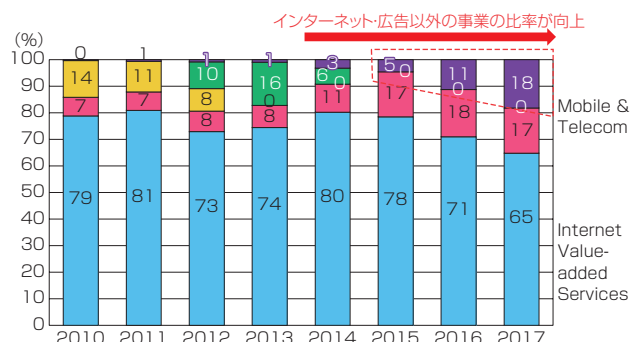
③中国の取組

BATのようなメガプラットフォーマーが生まれた中国では、米国と同様、情報産業・流通業等から製造業に参入する動きが見られる。

消費者向けインターネット・広告事業を主業とするTencentは、製造業を含む産業向けのソリューション提供・

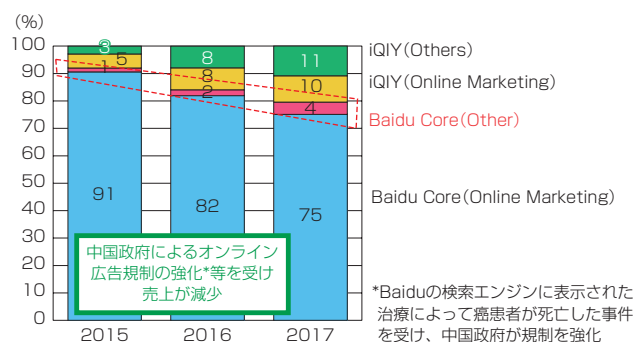
強化に向け舵を切り出しており、特にAIを軸とした自動運転や医療のハードウェアに力点を置いている。事業の多角化に加え、既存事業では、アフリカなど海外の新市場開拓に取り組んでいる。同社の売上高に占めるインターネット・広告以外の事業の比率は、2015年の5%から2017年には18%に拡大した(図222-20)。

図 222-20 Tencent の売上に占める各事業の比率



資料：Bloomberg より Deloitte Tohmatsu Consulting 作成

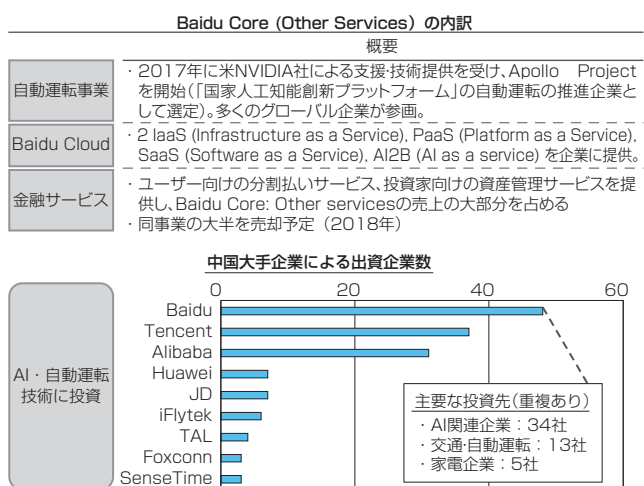
図 222-21 Baidu の売上に占める各事業の比率



資料：Bloomberg より Deloitte Tohmatsu Consulting 作成

Baidu では、主力事業である Online Marketing が政府によるオンライン広告規制の強化等を受け売上伸び悩む中、次の事業の軸を模索すべく AI・自動運転事業における研究開発や投資を活発化させている。同社が力を入れている事業としては“Baidu Core”があり、自動運転事業、Baidu Cloud、金融サービスなどが含まれている。同社は中国政府から「国家人工知能創新プラットフォーム」の自動運転の推進企業として選定されており、自動運転事業としては、2017 年に米国 NVIDIA による支援・技術提供を受け、Apollo Project を開始した（図 222-21・22）。

図 222-22 Baidu Core (Other Services) の内訳、中国大手企業による出資企業数

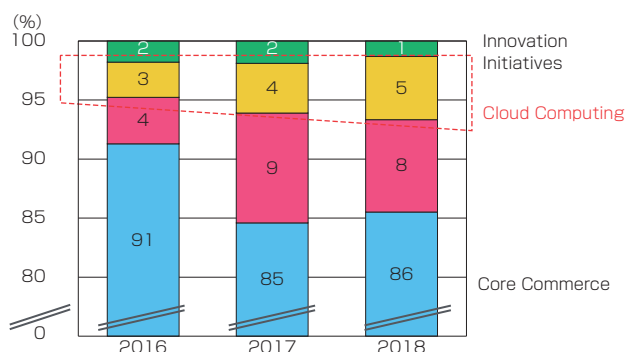


資料：MIT Technology Review（2019）より経済産業省作成

Alibaba では、主力事業の EC が引き続き高い売上高比率を占めるものの、産業向けのクラウドコンピューティングも IoT 及びスマートシティを主要な軸として持続的に規模を拡大している。同社は2017年に中国政府の「次世代人工知能発展計画」

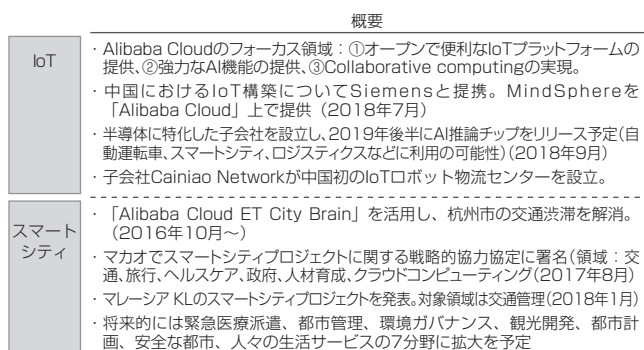
のスマートシティ分野のリード企業として選定されている。同社の売上高に占めるクラウドコンピューティングの事業比率は、2016 年の3%から2018年には5%に拡大している（図 222-23・24）。

図 222-23 Alibaba の売上に占める各事業の比率



資料：Bloomberg より Deloitte Tohmatsu Consulting 作成

図 222-24 Alibaba のクラウドコンピューティングにおける取組



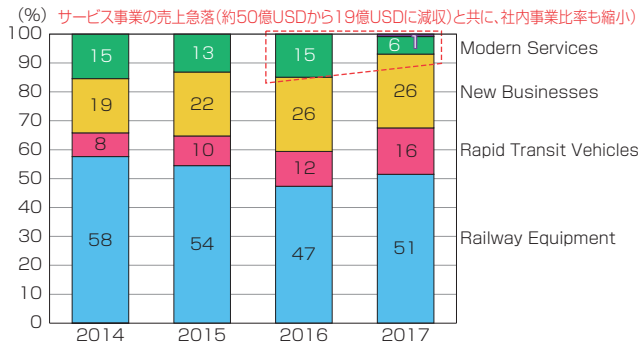
資料：Alibaba IR 資料より経済産業省作成

また、一方で製造業からはIoTを活用したサービス事業を展開しようという動きが見られる。

世界最大の鉄道車両メーカーのCRRC（中国中車）は、物流サービス事業を伸ばすべく「中車購」Eコマースプラット

フォームを2015年に開始した。しかし、その後サービス事業は大幅な減収となり、同社の売上に占めるサービス事業の比率も2015年の15%から2018年には6%に低下した（図222-25）。

図 222-25 CRRC（中国中車）の売上に占める各事業の比率



消費者向け製品を中心に事業を展開していた Midea Group（美的集団）は、2016年8月に独 KUKA を買収した。従来の「モノ売り」から KUKA の提供してきた病院・倉庫・物流センターへのオートメーション・ソリューション等の「コト売り」も取り込み、事業セグメントを大きく転換した。2023年まで KUKA の製品や拠点、雇用の自主性を尊重する旨を合意し、KUKA の現状体制を維持しつつ合併企業を通じて同社のノウハウを自社に浸透するなど、慎重に事業を展開している（図222-26）。

図 222-26 Midea Group（美的集団）の売上に占める各事業の売上高・比率

KUKA買収を契機に、事業セグメントを大きく転換

百万ドル	FY 2014 12/31/2014		FY 2015 12/31/2015		FY 2016 12/31/2016		FY 2017 12/31/2017	
売上高・収益	22,967	100.0%	22,031	100.0%	23,908	100.0%	35,630	100.0%
Consumer Appliances	—		—		11,526	52.0%	14,629	44.2%
Heating, Ventilation and Air Conditioning (HVAC)	—		—		10,349	46.7%	14,126	42.7%
Robot and Automation System	—		—		0		4,005	12.1%
Other Operations	1,826		1,572		1,787		2,551	
Others	—		—		287	1.3%	348	1.1%
Interest Income	—		143		119		179	
Fee and Commission Income	—		1		1		0	
Business Tax and Surcharges	-131		-145		-162		-210	
Air Conditioning and Parts	11,801	55.5%	10,264	50.2%	—		—	
Logistics	319	1.5%	263	1.3%	—		—	
Motor	647	3.0%	562	2.7%	—		—	
Refrigerators and Parts	1,578	7.4%	1,818	8.9%	—		—	
Washing Machines and Spare Parts	1,619	7.6%	1,913	9.3%	—		—	
Small Appliances	5,309	25.0%	5,641	27.6%	—		—	

資料：Midea Group（美的集団）IR 資料より経済産業省作成

中国政府が2017年7月公表した「次世代人工知能産業発展計画」ではBATがITプラットフォーマーとして認定されており、米国同様、中国においても大きな資金力を背景に、BATを中心としたITプラットフォーマーが製造業に参入している。これらの企業は自らファンドを形成し、AIなどの先端ITとロボティクスや自動運転などのテーマを掛け合わせ、ものづくり領域に資金を投入している。このITプラットフォー

マーが政府の代わりにインキュベーションの役割を担うことで、急速に技術革新が進むスタートアップを支援する仕組みが構築されている。また、ITプラットフォーマーに産業改革の主導権を渡すことで、ITプラットフォーマーが提供する社会インフラにより非効率な国営企業改革を促すとともに、ITプラットフォーマーが出資をすることで先鋭的なAIスタートアップが創出されるなど、産業構造転換を進めることができる。

製品（モノ）の販売を入り口として、サービス提供により収益を上げている企業が OnePlus である。同社は中国トップのスマートフォンメーカーの OPPO で Vice President を務めていた 2 人が 2013 年に立ち上げたスマートフォンメーカーであり、本社は中国広東省に所在する。同社はハイスペックなスマートフォンを製造し、利益を度外視した低価格で販売することにより顧客満足度を高めつつ、購入後のサービス提供を通じて利益を確保するというビジネスモデルを構築した。特にインドではプレミアムスマートフォン市場（約 435 ドル以上の価格帯）で 40% 以上のシェアを獲得している。

同社の販売するスマートフォンは上述のプレミアムスマートフォン市場では高機能を備える端末にもかかわらず、その性能に比べて低価格なことが「売り」となっている。2017 年、同社はインドにおいて OnePlus 5T をリリースし、その価格は同社のモデルの中では最低価格帯ではあるが、500 ドルに上る。ただし、全部品の原価の総額は、50% 以上となり、一般管理費や輸送費、マーケティングに係る費用を考慮すると利益は上がらない。ハードウェア自体は採算を度外視して低価格で提供するという戦略が見て取れる。そこで同社が収益を得る 3 要素として挙げているのが①アクセサリ等の付随品の販売、②ソフトウェア販売やアフターサービスの提供、③スケールメリットによる原価の低減だ。特に②ソフトウェア販売やアフターサービスの提供は、高シェアを誇るインドで顕著である。同社はインドにおけるサービス体制を急速に整備し、2 年で 25 か所のサービス拠点を設立し、各拠点では約 70% の問い合わせに対し 1 時間以内に解決策を提示している。このような体制を整備することで更に顧客満足度を上げ、ユーザーの囲い込みに成功した結果、インドでのサービス事業を行う OPlus Mobitech India の 2018 年度の営業利益は前年度の 3 倍以上の約 400,000 ドルに成長している。

同社は 2018 年 12 月にハイデラバードに研究開発施設を設立しており、3 年以内に同社で最大の研究開発施設にし、ソフトウェア、特に AI・機械学習の研究開発に注力するとしている。インドでの研究開発を通じ、顧客に更に高品質な製品を提供する予定である。

図 スマートフォン「OnePlus 6」



出所：OnePlus より提供

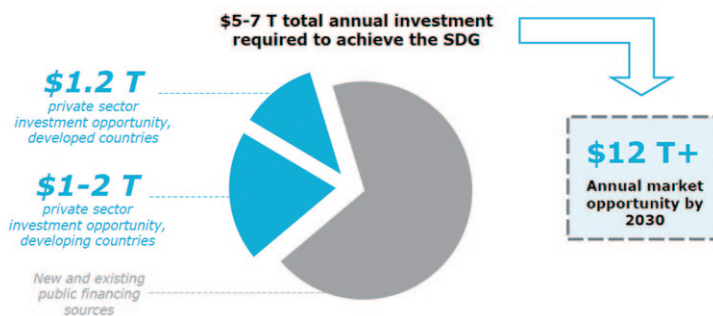
(3) 新しいルール作りに向けた海外の取組

国際社会が共通して直面する地球レベルの社会的課題が深刻さを増す中で、その解決に向けた取組が各種ステークホルダーに強く求められている。

2015年9月、ミレニアム開発目標を前身とする SDGs (Sustainable Development Goals) が国連サミットにおいて全会一致で採択された。SDGs には、2030 年を年限と

する持続可能で多様性と包摂性のある社会の実現のための 17 の国際目標が定められている。SDGs 達成に必要な投資は世界で年間 5 ～ 7 兆ドルとされ、民間投資の役割への期待は大きい。SDGs が達成されるなら、労働生産性の向上や環境負荷低減等を通じた外部経済効果を考慮すると、2030 年まで年間 12 兆ドルの新たな市場機会につながるとされている (図 222-27)。

図 222-27 SDGs が達成された場合の新たな市場機会

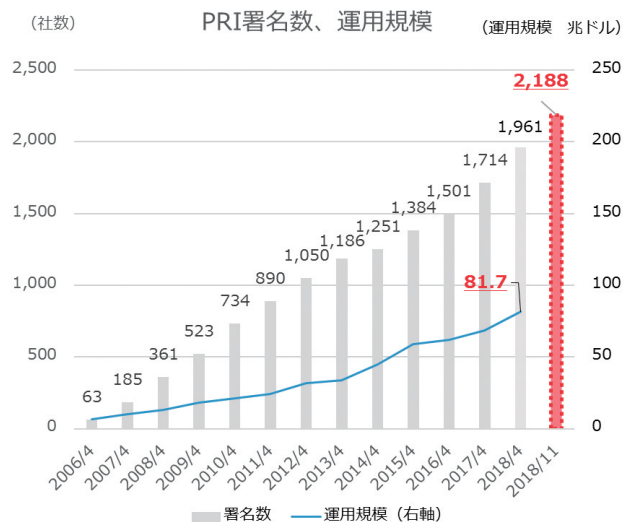


出所：経済産業省 第1回「SDG s 経営／ESG 投資研究会」事務局資料 UNDP 提供資料をもとに経済産業省作成

また、2006 年に国連が「責任投資原則 (PRI : Principles for Responsible Investment)」を発表し、その中で ESG (Environment (環境)、Social (社会)、Governance (企業統治)) の重要性が示されたことから、ESG 投資の機運が向上している。日本でも 2015 年に GPIF (年金積立金管理運

用独立法人) が PRI に署名し、2017 年には国内株式を対象とした ESG 指数を選定して 1 兆円程度を投資している。ESG を推進する国連責任投資原則 (PRI) の署名機関は年々増加し、既に機関で 2,000 先、運用規模で 80 兆ドルを超えているとされる (2018 年 11 月時点) (図 222-28)。

図 222-28 PRI 署名数、運用規模



出所：経済産業省 第1回「SDG s 経営／ESG 投資研究会」事務局資料 UNDP 提供資料をもとに経済産業省作成

2018年3月には、EUが成長戦略の一環としてサステナブルファイナンスアクションプランを発表した。同プランでは、サステナブルファイナンスはEUのSDGsへのコミットメントやパリ協定の目標達成のための施策と説明されている。

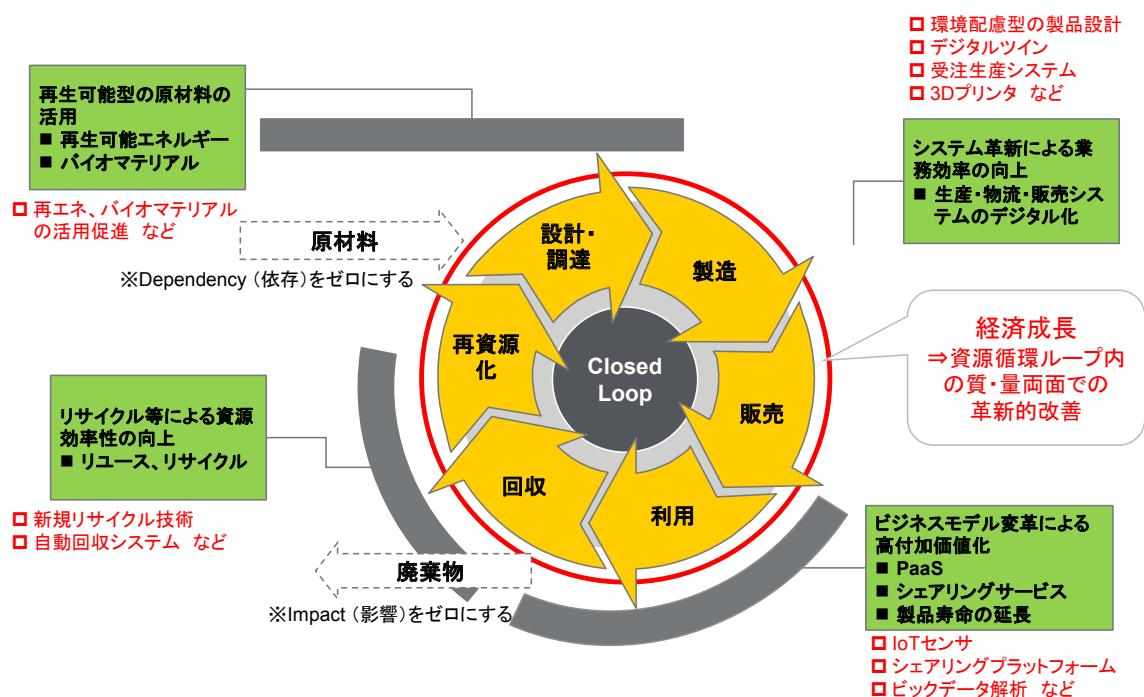
このような中、社会的課題は新たなビジネスの着眼点としても注目されつつあり、自社の強みやシーズを社会課題の解決に活かし、事業機会の創出につなげる事例も出てきている。

気候変動を巡る投資・金融関連のイニシアチブも年々増加している。特にリーマン・ショックを契機に非財務情報が企業価値に及ぼし得る影響に注目が集まり、気候変動問題の顕在化に伴って、気候変動への対応が「社会的責任」から投融资にとっての「リスク・機会」に変化している。このような中、G20からの要請を受け、金融安定理事会（FSB）は2015年に「気候関連財務情報開示タスクフォース（TCFD：Task Force on Climate-related Financial Disclosures）」を設置し、TCFDは2017年6月に気候関連財務情報の開示に関する最終報告書をまとめた。TCFDでは提言の趣旨に対する賛同機関を募集しており、既に世界の629機関が署名している（平成31年4月22日時点）。また、経済産業省では、企業によ

る気候変動対策に関する効果的な情報開示を促すため、2018年12月に「気候関連財務情報開示に関するガイダンス」を取りまとめた。さらに、環境省では、TCFDに沿ったシナリオ分析について、企業が自社にとっての気候関連リスク・機会を分析し経営戦略に反映する取組の実践を支援するため「気候関連リスク・機会を織り込むシナリオ分析実践ガイド」を2019年3月に策定した。

サーキュラーエコノミー（循環経済）に関する動きも活発化している。サーキュラーエコノミー（循環経済）とは、調達、生産、消費、廃棄といった一方向の流れではなく、リサイクル、再利用、再生産、省資源の製品開発、シェアリングなどを通じた資源循環の実現を目指す概念であり、製品・部品・資源を最大限に活用し、それらの価値を目減りさせずに永続的に再生・再利用し続けるビジネスモデルも意味する。世界人口が増加し、途上国の経済が拡大していく中においては、資源需要は今後も増加し続けると考えられており、これらの資源をどのように持続可能に利用していくのかに関心が高まっている（図222-29）。

図 222-29 サーキュラーエコノミー（循環経済）のビジネスモデル（製造業における一例）



資料：経済産業省作成

コラム

EUにおける「サーキュラーエコノミー」の取組

2015年12月に策定された Circular Economy Package においてサーキュラーエコノミー（循環経済）への方向性を示した行動計画と各種廃棄物関連指令の目標値や目標期限の見直しが発表された。行動計画は①生産、②消費、③廃棄物管理、④二次原材料、⑤優先分野、⑥イノベーション、⑦モニタリングの7項目から構成される。このうち生産ではエコデザイン指令に関する取組について規定されている。それまでのエコデザイン指令の中では、主にエネルギー効率について要求されていたところ、エネルギー効率だけでなく修理可能性・アップグレード可能性・耐久性・リサイクル可能性など、サーキュラーエコノミー（循環経済）に関連する製品設計における物質効率の要求事項を新たに促進することとされ、2016年から2019年のエコデザイン作業計画によって、製品別に順次検討が実施されている。

また、優先分野としては①プラスチック、②食品廃棄物、③重要な原材料、④建築及び解体、⑤バイオマスの5分野が指定された。これを受けてプラスチックについては2018年1月に「サーキュラーエコノミーにおける欧州プラスチック戦略」が策定され、①新たな投資・雇用の機会を創出し、②2030年までにEU市場における全てのプラスチック容器包装をリサイクル可能なものとし、③使い捨てプラスチック製品を削減し、④海洋汚染対策としてのマイクロプラスチックの使用規制を検討することがポイントとされている。さらに2019年3月には使い捨てプラスチック等の削減に向けた欧州指令案が欧州議会で承認されたが、ここでは指定された使い捨てプラスチック製品の禁止、ペットボトルの再生材利用率を2025年以降は25%以上、2030年以降は30%以上とすることが義務付けられている。

コラム

中国における固体廃棄物輸入規制

中国政府は、2017年7月に「固体廃棄物輸入管理制度改革実施計画」を発表した。同計画は、2019年末までに国内資源で代替可能な固体廃棄物の輸入を段階的に停止し、国内の回收利用体制を早急に整備し、国内の固体廃棄物の回収率を高めることを目指すとしている。輸入が禁止されるリストは年々改定が行われており、2017年12月には、非工業由来の廃プラスチックを含む4類24種の固体廃棄物の輸入が禁止され、2018年12月には、工業由来の廃プラスチック、廃電子機器、廃電線、ケーブルなどの輸入が禁止されている。これを受けて、これまで世界各国から輸入していた中国のプラスチックの輸入量は激減したものの、廃プラスチックを生業としていた貿易業者、解体・破碎・選別業者は大きな影響を受けている。

コラム

EUタクソノミー案

欧州委員会のサステナブルファイナンスに関するテクニカル専門家グループは2018年12月7日にサステナブルファイナンスにおける「EUサスティナブルタクソノミー案」を発表した。EUは、単一の金融市場の構築に向けて、サステナブルファイナンスが重要であるとしており、持続可能な発展に資する分野への資金誘導のための施策を検討している。

タクソノミーとは、「EUのサステナビリティ方針に資する経済活動を分類したもの」であり、「サステナブルな経済活動」の基準として、気候変動緩和や適応などの環境目的に実質的に貢献しているかどうか、他の環境目的を著しく害しないかなど、複数の条件が定められている。

対象となる分野は（a）農林水産業（植林、森林再生、森林保全、森林管理）、（b）製造業（製造段階の省エネ、再エネ機器の製造、低炭素自動車・部品の製造・インフラ整備、ビルの省エネ機器の製造、その他の低炭素技術に係る製造）、（c）エネルギー（地熱発電、水力発電、太陽光発電、風力発電、海洋エネルギー発電、集光型太陽光発電）、（d）運輸（鉄道、運輸、商用車などの陸運）、（e）建設業・不動産業（新築の建築、既存建築のリノベーション）の五つの分野である。

また、サステナブルファイナンスに関する新たなアクションプランにおいては10のアクションが掲げられ、このうち、様々なルール等の基礎となる概念として「タクソノミー（サステナブルな活動とは何かを分類したもの）」の作成が第1のアクションとして掲げられている。

社会的課題を巡る企業の対応について、世界的にも関心が高まる中、環境関連の課題を中心にルール形成の動きが見られる。特に EU では、環境対応を成長戦略の一環として位置づけており、欧州企業では標準化機関と密に連携しながらルール形成を進める動きが見られる。

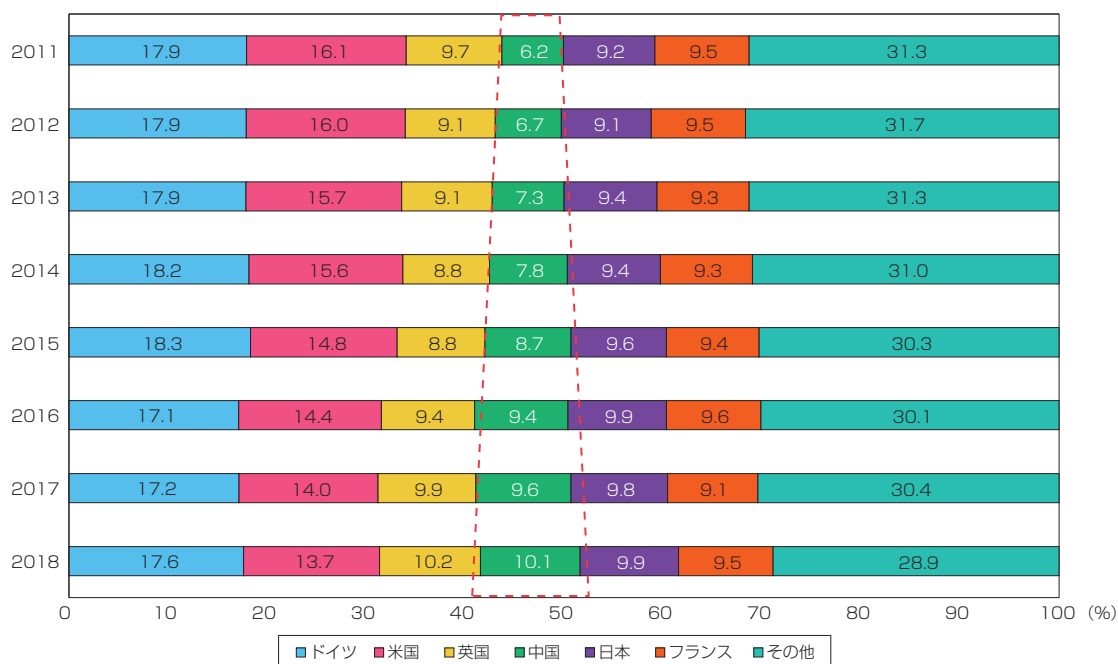
また、技術革新のスピードが著しくなる中、新たな技術を用いた製品やサービスの社会実装に当たっては、標準規格や規制といったルールの在り方が、市場形成に当たって大きな影響を与えるようになってきている。従来は、研究開発とそれに続く製品化が行われてからルールが作られる傾向があったが、近年は、欧米を中心に、ルールが市場の拡大・獲得や新技術の社会実装のために活用されるようになってきている。すなわち、ルールの在り方、あるいはルールの存在・不存在そのものが、企業のビジネスモデルに大きな影響を与えるようになっており、企業がいち早く新領域を囲い込み、その領域における競争を優位に進めるためには、初期段階からルール形成や標準化への取組に

関与し、自社に有利な事業環境を作りだすことが極めて重要となっている。

国際標準を策定する代表的な機関としては、国際標準化機構（ISO）や国際電気標準会議（IEC）があるが、グローバル化が進む中において国際競争力を持つためには、これらの国際標準を活用することが重要である。欧米企業においては、事業推進のために戦略的にルールを活用することや、ISO などの場で自社に有利な規格を自ら構築することが積極的に行われてきた。また、中国においても、国際標準化の重要性を理解し、産業戦略の柱の一つとしてこれを位置付け、極めて積極的に活動している。

ここで、ISO に関する主要国の TC/SC 幹事引受数の推移を見てみると、ドイツ、米国が占める割合は他国に比べて高い。中国については、2011 年の 6.2% から 2018 年には 10.1% 急上昇しており、中国の国際標準化に対する積極性が見て取れる（図 222-30）。

図 222-30 主要国の TC/SC 幹事引受数の割合推移（ISO）



資料：ISO データをもとに経済産業省作成

①米国の取組

米国では、SDGs でいえば、サステナビリティの推進などにおいて活発な動きが見られる。例えば NIKE では、サーキュラーエコノミー（循環経済）を自社の成長戦略として実践すべく、再生材を利用した製品の割合の拡大や、コットン調達において持続可能な調達への切り替え、2025 年までの再生可能エネルギー 100% の事業運営の実現、といった戦略目標を掲げ

取組を進めている。

また、民間企業同士が自主的にコンソーシアムを形成し、標準化に向けて活動している例もあり、特に、SDGs をはじめとしたサステナビリティの推進において活発な動きを見せている企業も見られる。製造業にも大きな影響を与える流通業の事例として、グローバルに店舗を展開する Walmart の取組が挙げられる。

コラム

サプライヤーを巻き込んだルール形成で自社製品のサステナビリティを向上
・・・Walmart（米国）

持続可能性の観点から、独自の基準を設定しているのが世界最大の売上規模を誇る米国大手スーパーマーケットチェーンの Walmart である。同社は 2017 年に米国全土で販売する同社商品の 70% 以上を同社が規定するサステナビリティ基準である「サステナビリティ・インデックス」を満たしたサプライヤーから調達したと発表した。

このサステナビリティ・インデックスは 2012 年に発表され、原材料調達から製造、運搬、販売、消費、廃棄に至るまでの商品のライフサイクルを特定の基準により点数化・評価するものである。同基準の策定には、消費財を扱う企業に対して商品の持続可能性を向上させる目的で立ち上げられた国際的なコンソーシアムである、米国「サステナビリティ・コンソーシアム」が関与しており、参加する企業から得られた定量的な情報は Walmart を通じて同コンソーシアムに還元され、サステナビリティ向上に向けた更なる研究に役立てられる。コンソーシアムからサプライヤーへは、サステナビリティ向上施策についてのウェブセミナーの提供や、同業他社や業界標準と比べた際の自社の立ち位置、改善可能な点等についての評価が与えられる。このため、サプライヤーはサステナビリティ向上に向けた継続的な努力を行うことが可能となっている。このように、サステナビリティ・インデックスは Walmart、サプライヤー、サステナビリティ・コンソーシアムの 3 者間でサステナビリティ向上のためのサイクルを形成している。

2017 年 9 月末時点においてサステナビリティ・インデックスに参加したサプライヤーの数は 1,300 社を超えており、さらに 3,000 社のサプライヤーが参加登録申請中（2017 年 7 月時点）である。売上額にして世界最大のスーパーマーケットチェーンが持つ購買力・影響力の大きさは、サプライヤーが持つサステナビリティ向上に対する意識を変え、持続可能なエコシステムに巻き込む影響力を持つことを示した。

同社はまた、2030 年までに同社のグローバル・バリューチェーンにおける温室効果ガス排出量を 10 億トン削減する「プロジェクト・ギガトン」にも取り組んでいる。参加を表明したパートナー企業・サプライヤーにはその達成度合いに応じて、サステナビリティへの貢献を認定する。それにより、パートナー企業はブランド力を向上することができる。Walmart はその影響力の強大さを通じ、今後も自社パートナーとの連携を通じた SDGs への貢献を継続していくものと見られる。

図 「サステナビリティ・インデックス」のカバー範囲



出所：Walmart より提供

米国における標準形成は、民間企業が主導的に進める点が大きな特徴である。企業が自ら新しい市場や事業を切り拓くべく素早く動き、一早く新市場・事業を自らの製品やサービスで占めることによって、実質的な業界標準を形成してきており、国際標準化において、長らくデファクト標準を中心に位置付けてきたという点において他国と大きく異なる。

米国におけるデジュール標準は、商務省国家標準技術研究所（NIST）との間の覚書により、非営利団体である米国国家標

準協会（ANSI）が国家規格制定権限を独占的に有している。この ANSI に認定された標準化団体（SDD）が実質的なマンデートをもって標準原案を作成し、ANSI がこの原案を認定することで標準が策定される。

米国には、米国機械学会（ASME）や米国材料試験協会（ASTM）など任意規格を開発する 800 以上の規格開発機関（SDO）があるといわれており、国内はもちろんのこと、国外からも、政府機関、民間企業、消費者、大学・研究機関や試

験機関など多くの人々が標準化活動に参加している。

世界的なデジュール標準への関心が高まる中、近年は米国においてもスマートグリッドで国際的なデジュール標準を積極的に活用していくための取組が見られる。

新たな領域に取り組む企業では、ビジネスモデルの構築と並行し、標準規格の策定に積極的に関わることにより、新市場の創造に向けた環境整備に取り組む動きが見られる。

コラム

アディティブ・マニファクチュアリングにおける業界標準策定に関与 ・・・Stratasys（米国）

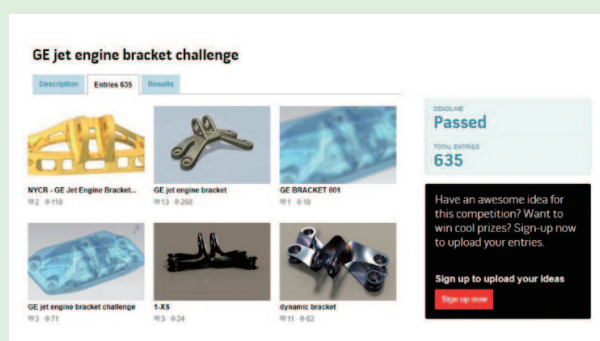
最先端の3D印刷技術・サービスを展開する企業として、特にアディティブ・マニファクチュアリング（additive manufacturing、積層造形^{注6}）の品質保証に関する業界標準の形成に尽力しているのがStratasysである。

ヘルスケア、航空、自動車、教育等の領域に強みを持ち、申請中のものも含めると世界で1,200以上の特許を有する同社は、3Dプリンティングが新しい技術であるからこそ、製品に対する信頼を得るためには品質の高さの保証が重要であると考えている。最先端技術を用いるアディティブ・マニファクチュアリング業界はまさに現在発展段階であるため、パーツ一つとっても一貫した品質の評価方法がなく、評価方法の標準化が急がれる。

このような中、同社は2016年にANSI（American National Standards Institute／米国国家規格協会）が発足した「America Makes & ANSI Additive Manufacturing Standardization Collaborative（AMSC）」に参画する中で、標準化戦略を実現している。この機関はアディティブ・マニファクチュアリング業界において標準化が必要と考えられる品質基準を、ステークホルダーのニーズと合致させながら策定することを目的としている。同機関が発行する業界標準ロードマップでは、3Dプリンティングにおける製品デザインから販売後のメンテナンス・修理までの工程について、準拠が推奨される業界標準を設定している。同社はこの標準策定を担う主な団体の1つであり、3Dプリンティングの品質保証を目的として積極的な関与を行っている。

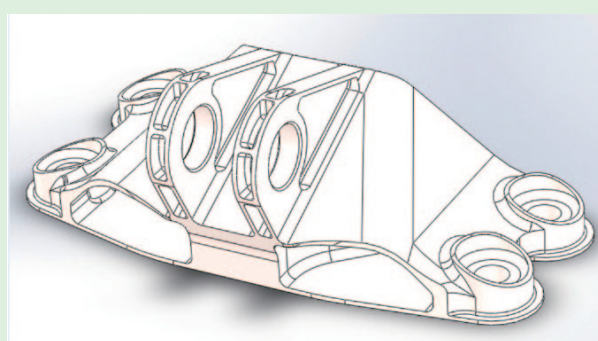
また、同社は自社内においても業界標準化に向けた取組を行っている。2014年に買収・子会社化した「GrabCAD」は、登録者数約570万人を有するエンジニア向けクラウド型プラットフォームであり、二次利用可能な大規模CADデータを無料でアップロード・ダウンロードすることができるサービスである。ここでは「GrabCAD チャレンジ」というコンペティション型企画が行われており、大企業が募集するアディティブ・マニファクチュアリングを製造工法として念頭に置いたデザインアイデアに対し、登録しているエンジニアが作成したCADデータをアップロードし応募する。選定されたエンジニアは実績と懸賞金を獲得することができ、企業も通常より低コストで画期的なデザインを集めることができる。このプロセスを通じ、二次利用可能な大量のデータを集積することで、将来的にこのGrabCAD自身がアディティブ・マニファクチュアリングにおけるデータ・バンク的役割を担うようになれば、知見の集積により基準策定に活用することができる。

図1 「GrabCADチャレンジ」のイメージ



出所：Stratasys より提供

図2 「GrabCADチャレンジ」に応募されたCADデータイメージ



出所：Stratasys より提供

米国では、企業が自社に有利なビジネス環境の創出に向け、規制・制度等の新設や変更を政府や国際機関に対し積極的に働きかけ、実現させていくロビイング活動^{注7}が活発である。

メガプラットフォーマーとなったGAFAにとって、データの取扱を巡る規制の在り方は自社のビジネスモデルに極めて大きな影響を与える。また、自動運転の開発に取り組む企業にとつ

注6 材料を1枚ずつ重ねて製品を作成する際に使用されるプロセス。

注7 自社の経営戦略実行や、自社に有利な戦略環境の創出に向け、規制や国際標準の新設・変更を行うために、政府や国際機関に対し働きかけ、実現させていく活動

ては、自動運転を巡る規制の在り方は事業の成否にも直結する。

GAFA を例にロビイング活動の状況を見ると、米国内の政治家・政策担当者に対してのみならず、欧州など、世界中で地域の政策担当者とのコミュニケーションを密に行える体制を構築すべく、多額の資金を投じてロビイング活動を行っている^{注8}。

②ドイツの取組

ドイツにおいても、ビジネスを通じて環境問題をはじめとする世界的課題の解決への対応を進める動きが見られる。Adidas では、年間 800 万トンに上るプラスチックの海洋

廃棄物問題に対する対応として、環境保護団体「Parley for the Oceans」（本部：米国ニューヨーク）と協力し、海洋廃棄物や違法に設置された漁網から回収し再利用した糸と繊維を利用したランニングシューズを開発し販売している。同社では、プラスチックゴミを製品の原料に使うだけでなく、サプライチェーンでの未使用プラスチックを利用しないことも目標として掲げている。

大企業だけでなく、ドイツの中小企業においても、社会的課題の解決への積極的取組を通じてビジネスチャンス拡大につなげる企業が出てきている。

コラム

社会課題解決を起点とした市場機会の創出・・・Condias（ドイツ）

社会課題解決への貢献と自社の市場機会の創出の両立を目指すのがドイツの金属加工メーカー、Condias である。同社は、従業員数 30 名という小規模ながら、南部アフリカ地域における安全な水の提供を目的とした「SafeWaterAfrica プロジェクト」に参画し、アフリカにおける安全な水の供給と自社の市場創出を図っている。

SafeWaterAfrica プロジェクトとは、南部アフリカの農村地域における汚水の消毒等を通じた安全な水の提供を目的として EU からの公的資金投入による支援を受け 2016 年から開始された研究開発プロジェクトである。同社を含め南アフリカ共和国、モザンビーク、スペイン、イタリア、ドイツから大学、研究機関、企業等 11 パートナーが参画している。もともとフラウンホーファー研究所からスピノフした同社は、ダイヤモンドを用いた特殊な金属加工技術から派生した、電気分解による汚水の浄水技術を有し、同技術を社会課題解決に利用するという観点から、このプロジェクトに貢献している。特に水質汚濁が進んだ地域において、安全な水を提供するのに消毒やフィルタリングといった既存の技術では難しく、そこに同社の技術を応用する意義がある。限られた従業員数の中、研究者だけでなく、実験器具を開発するマシン・エンジニアや実験をデザインするイノベーション・チームも巻き込み、同社は全社的に SafeWaterAfrica プロジェクトに取り組んでいる。

同社は、南部アフリカ地域の社会課題解決だけを目的としているのではない。南部アフリカ地域の地元企業との関係性強化も同プロジェクト参画の重要なイニシアチブの 1 つである。同社はこれまで南部アフリカ地域の現地企業とパートナーシップを築いたことがなく、アフリカへの市場参入を果たすことができなかった。SafeWaterAfrica プロジェクトを通じ、地元企業とのネットワークを広げ、ブランドイメージを確立することで、将来的なビジネス機会の創出・拡大に結び付くとの期待もある。

同社は SafeWaterAfrica プロジェクトの他にも、米国、カナダ、中国、その他ヨーロッパ諸国で実施されている社会課題貢献プロジェクトに参画しており、社会課題を抱える地域と技術を持つビジネスに win-win の効果を与えるこの動きは、今後更に拡大していくことが期待される。

図 SafeWaterAfricaプロジェクト



備考：SafeWaterAfrica プロジェクトは、南部アフリカの農村地域における安全な水の提供を目的とする国際的なプロジェクトである。
出所：Condias より提供

注8 <https://www.recode.net/2017/7/21/16008504/apple-amazon-google-record-lobby-trump-immigration-science-privacy>

ブレーメン州ブレーマーハーフェンに本社を構えるドイツ発の企業、Biozoon は、「smoothfood®」の原料を介護施設や個人消費者に提供することを主な事業としている。「smoothfood®」は生鮮食品をベースとしており、咀嚼や飲み込みが困難な高齢者のニーズに合わせ、3D プリンターで食品を再成型している。高齢者でも咀嚼が容易な食品「smoothfood®」の生成を通じ、高齢者の生活の質を向上させることで、SDGs の「人々に保健と福祉を」に貢献している。依然として多くの介護施設で提供されているピュレ食と比較し、「smoothfood®」は見た目も良く、食感がまろやかで、栄養価に優れ、味も良い。

特に食事ができない高齢者の栄養不足による医療費の高騰が EU 内で深刻な問題となっている中、「smoothfood®」を普及させることは、見た目・味が良く食べやすい食事を提供するだけでなく、各人に必要な栄養素を含めながら提供することをも可能にするソリューションであると社は考えている。

このような事業を進める一方、欧州諸国が出資し、循環型社会の実現に向けた戦略的調査を実行する「FUNGUSCHAIN」等のプロジェクトに参画し、高齢者の栄養不足問題や、食品廃棄物の削減につながるコンソーシアム標準を形成するための研究を行っている。このような研究から得られた示唆は、欧州委員会が新技術の活用や開発に対する資金援助等を行う際の政策検討に活用されている。上記プロジェクトにおいて、同社は特に高齢者の栄養に関して成分の配合と製品の評価に関連するソリューションを提供している。このような働きかけを通じ、自社の主要マーケットである欧州の食品加工に関するコンソーシアム標準形成に関与することが可能となる。

同社は今後、食品化合物の評価や原材料の加工技術をより発展させることで、より環境負荷の低い製品や持続的な成長につながる循環型社会の実現に向けて貢献していく。食品廃棄量の削減や途上国における食品問題の解決にもつながるこの事業は、SDGs の掲げる「貧困をなくす」、「飢餓をゼロに」、「つくる責任 つかう責任」などにも貢献する可能性がある。

図 1 同社が提供する「smoothfood®」



出所：Biozoon より提供

図 2 3Dプリンターにより再成型された食品



出所：Biozoon より提供

ドイツでは、連邦政府との契約により、民間の非営利団体であるドイツ規格協会（DIN）が国家規格の制定権限を独占的に有する。国家規格の原案は産業界が参画する DIN の技術委員会で作成され、DIN の審査・承認プロセスを経て国家規格として制定される。

国際的なデジュール標準の代表的機関である ISO や IEC の標準策定の枠組みは欧州主導で形成され、また、一国一票での規格策定プロセスであることから、多数の加盟国を抱える EU にとって、国際標準作成は有利に進めやすい。このため EU では国際標準を活用した市場形成の動きが見られる。

このような背景もあり、ドイツにおいては民間企業が連邦政府や EU と密に連携しながら、標準化活動を行っている。特にグローバルな事業展開を行う大手企業では、経営戦略の核に標

準化を位置付けている。

また、まずは自社にとって優位な国際規格を作成し、その後その国際規格が政府の規制の基準として取り入れられるようにすることで、自社にとって有利な事業環境を生み出す動きが見られる。シーメンスは、IEC のパワーエレクトロニクス技術委員会（TC22）の座長ポジションを獲得し、自社に有利な電気モータの環境効率測定方法を反映した規格案を作成した。その後、業界団体を通じて IEC 規格のメリットを欧州議会・欧州委員会に訴求し、欧州委員会規則において高性能電気モータを評価できる「IEC60034-30」の採用を獲得した。その結果、同社の優位性のある高効率モータ市場が拡大し、欧州域内で 2 割程度だった高効率モータの普及率が、ルール形成後には 7 割以上となった。

規模の大きな EU 市場で形成されたルールは、世界中のグローバル企業にとって無視することはできない。EU 域内で標準化と規制を組み合わせながら一早くルール形成を行うと、世界中の企業がその標準や規制に合わせて製品やサービスを設計するようになり、さらにはその国のルールをも EU 域内のルールに準じたものにしていくことも可能となる。このように、EU では域外の国々に EU 域内のルールを適用させていくこと

で実質的に世界のルールとし、EU 域内の企業が事業展開しやすくする環境を整えている側面がある。

さらには、新興国等の規制に働きかけ、ルールを変更・策定しようとする動きや、規制導入の際の基準設定に自社に有利な国際標準の採用を働きかけることにより、海外市場の獲得を狙う動きも見られる。まさに市場を上流から作り込む動きと言える。

コラム

標準化・ルール形成を通じ、収益を拡大・・・Bosch（ドイツ）

Bosch は自動車機器、産業機器、消費財・建築関連機器等を製造・販売する、ドイツのグローバル企業である。特に、自動車機器は 2018 年における同社の売上の約 60% を占め、クリーンディーゼルエンジンなどのパワートレインや、バッテリー・ワイパーブレードなどのアフターパーツのほか、運転支援システムなどのソフトウェアを製造している。同社は各国でのロビイング活動を通じて標準化やルール形成に取り組むことにより、収益を拡大することに成功している。

シンガポールにおいては、2009 年当時、環境保護の観点から電気自動車・ハイブリッド車・CNG 車（天然ガス仕様車）に対して優遇措置が取られていたものの、同社製品であるクリーンディーゼルエンジンを搭載した車両は CO₂ 排出量が高いためエコカーに匹敵する水準であったにもかかわらず、優遇措置の対象外であった。そこで、在シンガポールドイツ商工会議所内において自動車専門委員会の設立を主導し、同委員会における活動を通じてエコカーに対する減税措置の変更にに関する草案を作成するとともに、委員会主催によるシンガポール政府の政策担当者とのミーティングの開催等を通じ、優遇措置の対象範囲を CO₂ 排出量で決まる制度に改定した。制度改定により、ドイツ系メーカーのクリーンディーゼル車の販売が増加し、同社のクリーンディーゼルエンジンの販売増加につながった。

インドでは、コスト増への抵抗から自動車の ABS（Anti-lock Braking System）の普及が進んでいなかった。そこで、現地幹部がインド自動車部品工業会の副代表に就任し、同団体を通じた働きかけや、Bosch による Safety Drive Symposium などのシンポジウムを通じ、インド自動車安全基準においてバス・トラック向けの ABS 関連部品需要を創出することに成功している。

タイでは、同国での自動車生産台数の高まりを受け、同社は 2017 年にラヨーに 1 万㎡の工場を建設した。ヘマラー工場はインジェクター・ノックセンサーなどの部品を製造し、製造コンピュータで生産データの分析を行い、リアルタイムで幅広い情報を集約するタイ初のスマート工場である。同社はすでに製造機器をリアルタイムでモニタリングし、予知保全を可能にするソリューション「PPM（Production Performance Manager）」の外販を実施しているが、タイでのスマート工場建設を契機にスマート工場の基準設定に向けた働きかけ等を通じ、同国での PPM の外販拡大を企図している。

図 同社がタイに建設したスマート工場



出所：Bosch より提供

③中国の取組

環境汚染に悩む中国では、近年、環境問題をはじめとする社会的課題への関心も高まりつつある。中国製造 2025 の九つのミッションの一つが「グリーン製造の推進」である。先進的な省エネ・環境保護の技術・工程・設備の研究開発を強化し、製造業のグリーン改造・グレードアップを加速する方針を打ち出している。具体的には、低炭素化・循環化、集約化を積極的に推進し、製造業における資源利用効率を上げることが明示されており、欧州や日本が先行する環境配慮型製品を意識していることがうかがえる。また、サーキュラーエコノミー（循環経済）の取組についても中国政府として推進しており、2017 年 7 月に発表した「固体廃棄物輸入管理制度改革実施計画」（前述のコラム内で紹介）の発表はその代表的な例である。

中国では、標準規格は一部を除き全て主管政府主導で制定される。標準規格の原案については、政府主管部署が監督し、専門標準化技術委員会が原案を起草する。

中国における標準化活動の特徴は、国が強力に国際標準化を主導している点である。中国政府はデジュール標準において数値目標を設定し、ISO、IEC での活動を強化しており、特に近年、関係省庁が主導して国内標準を策定した上で国際標準を提案する例が増えてきている。ISO や IEC における国際幹事引受数の各国割合は近年急上昇しており、先行する欧米や日本に迫る勢いで国際標準化活動に参画している。

現在、中国は官民連携のもとで新しいものづくりの領域で国際標準化活動を活発化させている。IoT では、データの統一規

格が大きなテーマの 1 つであるが、2018 年に中国が提案した ISO/IEC30141^{注9}の「参照アーキテクチャ」の部分が国際標準化された。中国は、IoT 領域における標準化をリードしているという動きを見せている。

また、近年は中国発の規格をアジアに広めようという動きも出てきている。中国政府は「新シルクロード（一帯一路）構想」の対象国と標準化協力の覚書を締結し、相手国に中国の標準を採用してもらうことで、中国の標準をアジア標準にしようと積極的に働きかけている。

「中国製造 2025」では「品質・ブランド力の強化」として、品質管理のメカニズムを整備することなどによって製造業の大幅な品質向上に努める方針を打ち出している。具体的には重点製品の標準認定プラットフォームを構築し、重点製品の技術や安全標準を世界トップ水準まで上げることとしている。

そのような中、1989 年から施行されている標準化法が 2017 年 11 月に初めて改正され、標準の対象にサービス業や社会事業などを対象にすること、国際標準化活動へ積極的に参加すること、国内標準と国外標準の間での転換や活用を推進することなどが示されている^{注10}。

また、中国によるルール形成においては、企業間で互いに競争・協調を行いつつ合同で標準化をするコンソーシアム標準の取組も見られる。近年、中国政府が認定・支援を行う形で、IT 大手企業を中心にコンソーシアムを形成し、標準化に向けて共同で取り組む事例が見られる。特に着目すべき事例として、Baidu による自動運転領域の Apollo Project が挙げられる。

注9 世界初の IoT 参照アーキテクチャ

注10 全国人民代表大会 http://www.npc.gov.cn/npc/xinwen/2017-11/04/content_2031446.htm

コラム

自動運転技術の国際標準化に向けた取組を実施・・・Baidu（中国）

中国で複数者の合意により形成される標準（コンソーシアム標準）の形成に取り組んでいるのが百度（Baidu）である。同社は中国におけるインターネット検索大手で、インターネット製品・サービスの開発・提供、インターネット広告の販売を実施しており、本社は北京に所在する。同社は中国における国際的な自動運転コンソーシアム「Apollo Project」を主宰しており、技術分野における国際標準化も目した活動を推進している。

「Apollo Project」は2017年4月に開始し、自動車・自動車部品メーカーのほか、中国 Tencent や米国 Nvidia、Intel などの大手 IT 企業が参画しており、2018年7月時点で参加企業は100社を超える。分野横断型のコンソーシアムを組成し、多様な企業によりエコシステムを形成し、パートナー間でリソースを共有し、イノベーションを加速させ、持続的な Win-Win の関係を構築することが狙いである。Baidu は自動運転基盤 AI である「Apollo」を開発し、完全オープンソース化している。完全オープンソース化することで、メーカー各社が「Apollo」を無料で使用できるようにし、将来的なコンソーシアム標準化を見据えている。これは Google が Android を開発した際に用いた手法と酷似しており、米調査会社 Gartner によると、Google はこの手法を用いて2017年における Android のスマートフォン向け OS におけるシェアを約86%に上げている。このほか、「Apollo Project」に参画している仏 Valeo と米国 Mobileye は、同プロジェクトに採用されている数理安全モデル「Responsibility-Sensitive Safety (RSS)」の欧州・米国・中国での技術標準を獲得するため、安全な自動運転車の検証と商用展開のためのフレームワークの原案作り、RSS モデルに関する公的研究への資金提供、規格草案の作成、及び主要な作業部会や専門の標準化団体などへの参加において提携を発表している。

Baidu は2019年12月に試験版の実用実験を開始し、2020年中の完全自動運転の実用化を目指している。

図 「Apollo Project」のロードマップ



出所：Baidu より提供

（4）人材育成と組織の変革

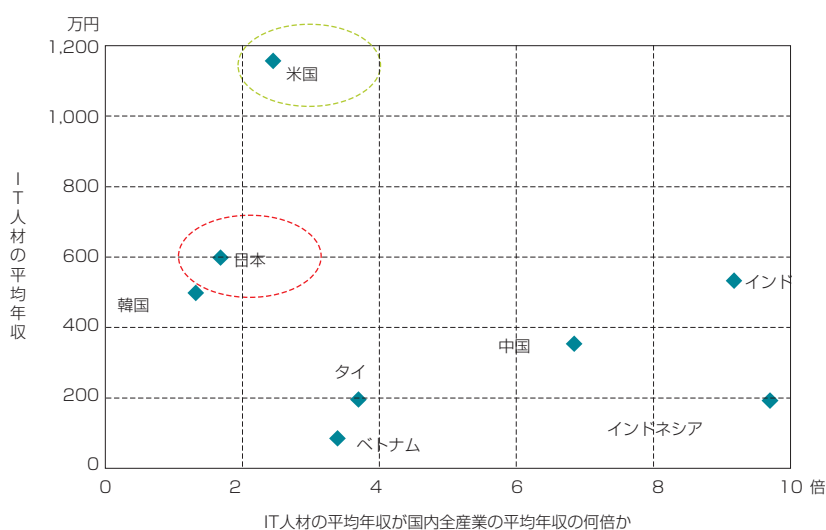
①米国の取組

米国における人材面での大きな課題は、デジタル人材における需要と供給のギャップである。米国労働統計局によると、米国では毎年新規で発生するデジタル人材（テック人材）需要は10万人と言われている。一方、供給できている人材数は約6万人であり、需要人数と大きな乖離がある^{注11}。

経済産業省の調査「IT 人材に関する各国比較調査結果報告書」（平成28年6月）によると、米国において IT 人材は国内全産業平均よりも高い年収を得ており、その平均年収は日本の IT 人材の倍近くとなっている（図222-31）。また、米国の IT 人材は転職経験も多い傾向が見られ、転職に対する考え方も積極的な姿勢が見られる（図222-32・33）。

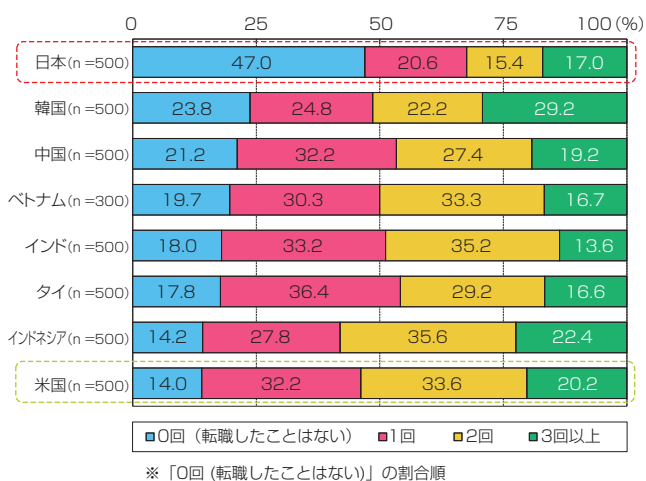
注11 <https://thehill.com/homenews/state-watch/373527-us-economy-faces-impending-skills-gap>

図 222-31 IT 人材の平均年収と国内全産業の平均年収との比較



出所：経済産業省「IT 人材に関する各国比較調査結果報告書」

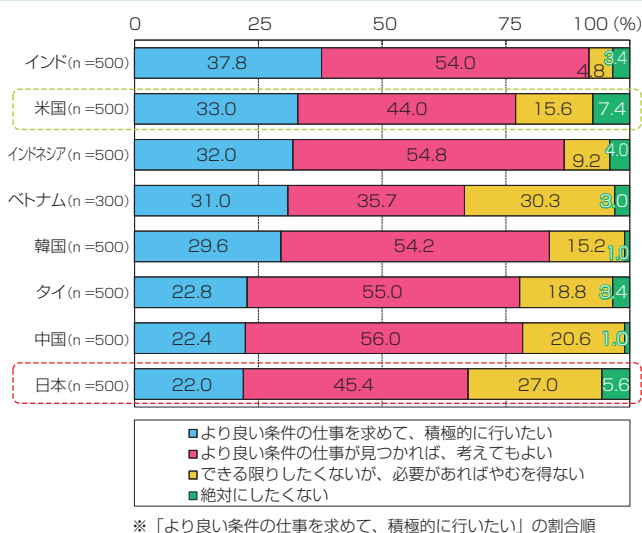
図 222-32 これまでに経験した転職回数



出所：経済産業省「IT 人材に関する各国比較調査結果報告書」

求人情報サービスを提供する米 Indeed の調査によると、デジタル人材（テック人材）の発掘と採用が「非常に困難」とする企業は 36%であり、「困難」とする企業と合わせると全体の 86%に上っている。デジタル人材（テック人材）の募集に対して応募する者は少なく、例えば「ソフトウェアアーキテクト」の場合、募集ポストの 29.4%しか募集要件を満たしてい

図 222-33 転職に対する考え方



出所：経済産業省「IT 人材に関する各国比較調査結果報告書」

ない状況となっており、全体の 53%の企業が募集要件を満たしていない人材の採用に踏み切らざるを得なかったと回答している^{注12}。

このような深刻なデジタル人材不足に対応するため、フリーランス人材を活用する企業も見られる。

注12 <http://blog.indeed.com/2016/12/05/impact-of-tech-talent-shortage/>

コラム

専門性・スキルの高いフリーランス人材を適材適所で活用・・・P & G（米国）

デジタル人材を含め、高い専門性やスキルを持ったフリーランス人材を適材適所で活用しているのが The Procter & Gamble Company（P & G）である。同社は洗剤・家庭用品・衛生用品・ヘアケア用品・化粧品等の一般消費財を製造・販売する企業であり、本社は米国オハイオ州に所在する。同社は2段階の試行的導入により効果を検証した上で、高い専門性やスキルを持ったフリーランス人材を有効に活用している。

同社はフリーランス人材のオンラインマーケットプレイスである Upwork を活用している。Upwork に登録されているフリーランス人材は、通常のオフィス管理やバーチャルアシスタントに加え、会計、コンサルティング、Web アプリ制作、IT・プログラミング、デザイン、記事・ビデオ制作、顧客サポート、営業、デジタル・ソーシャルマーケティング、エンジニアリングといった高度な専門性やスキルを必要とする職種まで幅広くカバーしている。同社は第1段階の試行的導入として10万ドルを投じ、評価指標を設定して導入効果を評価した結果、かなりの業務分野で費用・スピード・品質・能力の面でフリーランス人材が通常の社員や契約社員よりも優れていることが示された。総合的には、従前よりも70%以上のコスト削減が実現でき、何か月も採用に時間が掛かるところを平均4.2日で業務を始められることも分かった。検証結果によると60%のケースで業務の完了がより速く、また、60%のケースでは品質も向上したという。この結果を受け、第2段階では特定の事業部でフリーランス人材を試行的に活用した。ここでも品質やスピードなどの指標を設定し、導入効果を評価した結果、従来の人材マネジメントと比較して遜色ないことが確認できた。このため、現在では月10万人を超えるフリーランス人材に業務委託するようになったという。

同社は、このような実証実験結果をもとに人事戦略を新たに策定し、その戦略を「P & G 人材モール」という概念で説明している。「P & G 人材モール」では従前からの同社社員、それに外部パートナーを活用した広告担当者、マーケティング・デザイン担当者、IT スタッフ、契約社員に加え、Upwork 経由のフリーランス人材も短期戦略として含めるようになった。「モール」という言葉には、多様な店舗があるショッピングモールで様々な商品を購入するように、目的とタイミングに合わせてスタッフに様々な形態でアクセスしようという概念が反映されている。

同社は今後「P & G 人材モール」の概念のもと、フリーランス人材の活用を中心とした柔軟な人事戦略により、コストをかけずに高品質な業務を追求していく。

また、このような深刻な人材のスキルギャップに対応するため、企業と大学が連携し、即戦力となるデジタル人材教育プログラムを実施している例も見られる。例えば、マイクロソフトはワシントン州のイースタン・ワシントン大学と連携し、同学内にデータ分析を専門とする新たな学士プログラムを新設している^{注13}。また、Tesla では、ノースカロライナ州のセントラル・ピードモンド・コミュニティカレッジなどと提携し、電気自動車の組立てとサービス業務におけるテクノロジースキル教育の提供を行っている^{注14}。

このような取組は、ドイツの「見習い制度」に倣ったものであり、2017年6月に発令された「見習い制度（Apprenticeship）の拡大」に関する大統領令は、労働者が

現在ある仕事や新たに生まれる仕事に対処していけるようにすることはかつてなく重要になっているとして、報酬を受ける労働と教育の二つの要素を含み、現場に即した知識とスキルを獲得できるアプレンティスシップの仕組みを拡大していくことが重要であるとしている。

デジタル化への対応に当たっては、人材面での対応を進めるだけでなく、組織面での対応も必要となる。デジタル化はあくまで手段であり、顧客体験と業務効率の向上を図ることがその目標となる。人材面と組織面の双方の対応を進めることにより、新しいビジネスモデルの創出につなげていくことが重要である。

注13 <https://www2.ewu.edu/cbpa/programs/analytics/analytics-degrees/bs-in-data-analytics>

注14 <https://www.tesla.com/careers/tesla-start?redirect=no>

United Technologies は 1934 年創業の老舗企業で、航空エンジン（Pratt & Whitney）、エレベータ（Otis Elevator）、空調装置、燃料電池、その他幅広い製品を手掛ける米国を代表するコングロマリット企業の 1 社である。

かつての同社はデジタルトランスフォーメーションの必要性を感じていたが、老舗企業であるがゆえ、経営陣・管理職を含む従業員は、技術革新をもたらす新しい働き方をイメージできておらず、デジタルツールにも使い慣れていない状況であった。また、同社は長い歴史の中で、事業横断的な取組を実施したことも少なく、それぞれの事業が個別最適となっていた。コスト削減のための IT 投資は行ってきたが、顧客価値を創出するためのデジタル化への対応は組織的に行ってこなかった。

このような課題認識のもと、2016 年に GE Digital の COO であった Vince Campisi 氏を SVP of Digital and Chief Information Officer として抜擢すると、同氏のもと、人材面、組織面の双方から全社変革に取りかかった。

人材面においては、既存社員の再教育やデジタル人材を新規に雇用し、「プロダクトマネジメント」、「UX」、「ソフトウェア開発」、「データ分析・データサイエンス」の新しい四つの軸で人材開発を進めた。さらに、外部とのパートナーシップ構築に特化した役職を新規に設置することや、全社的なデジタル化の展望を従業員と共有した。

組織面においては、250 名以上のデジタル人材の誘致に向けて事業横断的な「場」として「Digital Accelerator」拠点をニューヨーク市に開設した。また、新しい人事オペレーティングモデルを導入し、各事業に従来の「IT 責任者」に加え新しく「デジタル責任者」を設置することで、業務効率化を中心とする「IT 化」から顧客価値向上を中心とする「デジタル化」へと組織のマインドセットの切り替えに取り組み、サプライヤーとも互いの情報を可視化する仕組みを構築した。

このような改革の結果、同社は顧客を中心に据えた企業に変わりつつある。データの利活用を通じ、製品・サービス開発の初期段階から顧客の声を拾うことで、顧客ニーズの予測力を向上させている。本格的なデジタルトランスフォーメーションを通じ、「顧客のための企業」へと自己変革を加速している。

デジタル化への対応のみならず、イノベーションを推進する上で、様々なステークスホルダーとの連携を深めるための、組織面での対応を進める取組も見られる。

コラム

組織・場の設置を通じたビジネスモデルやルール形成機能の強化・・・3M（米国）

イノベーションを生み続ける企業として世界中から認知されている企業は3M社である。同社は化学・電気素材にながらく取り組んできた老舗企業でありながら、現在の世界的な事業環境の変化に柔軟に対応できている。

同社は今日の新しい事業環境に対応すべく、組織・人材の双方で体制を整備している。特に強化を進めているのは、顧客への付加価値が高いスマイルカーブの両端に該当する業務の体制である。また、ルール形成においても一層の体制の整備を行っている。

近年同社がグローバルで力を入れている組織は「3M Ventures」、「3M Design」、「3M Innovation Center」である。

「3M Ventures」は、全世界のスタートアップ・IoT関連企業と共にビジネスモデルを創出するための子会社である。CVCとして、自社とシナジーを見込むことのできるスタートアップに出資も行っている。

同組織には、3M本社で事業開発を行ってきた人材等、スマイルカーブにおける企画・設計を行う優秀な人材が多く在籍している。その他に、M & Aやスタートアップ投資、外部との提携業務に携わる戦略担当者や、特定の製品・サービス領域を機能横断的に管理するプロダクト・ポートフォリオ担当者など、様々な人材が関わっている。

そのうち特徴的な役職は「Connect Ventures and Partnership Manager」である。同役職の担当者は3Mグローバルの経営陣と革新的な技術を有するスタートアップなどの間の橋渡しを担当する。老舗企業の経験豊かなリーダー層と技術の最前線に挑戦し続けるスタートアップの相互理解を深め、これまでにない新しい技術・製品・サービスの創出に結びつける。この一連の流れを自らオーナーシップを持ち推進する役職である。

「3M Design」は、顧客ニーズに対応するグローバル・クリエイティブ・チームであり、3M全体を挙げてデザイン・シンキングの実行に携わる。同組織に関わる役職として特徴的なのは「UXデザイナー」である。長らく製造業に携わってきた企業は、とすると製品や技術ありきの思考に陥りがちとなる。「顧客が本当に求めていること」に対応できていない企業も多い。しかし同社では、「UX (User Experience)」すなわち「顧客体験」の実現に向けた専任者を置くことで、常に顧客の求めている体験やニーズを把握し、製品・サービス設計に織り込むことができる体制を構築している。

「3M Innovation Center」は、同社の先進的な取組を外部のステークホルダー（顧客・パートナー・政府関係者等）に紹介する組織・施設である。同社の革新的な技術や取組を訪問客に理解して貰いつつ、彼らのニーズと摺り合わせすることで関係強化に結び付ける。世界各国に拠点を有しているが、そのうち2018年にオープンしたワシントンDCの拠点は特徴的である。政府関係者とのコミュニケーションの場として機能しているだけでなく、米国国家標準協会（ANSI）の会議場としても活用され、標準化活動拠点としても機能している。

同社では、外部とのコミュニケーション強化・関係構築に向けて、主要顧客との関係構築を行う「キアアカウントマネジャー」や政府機関などとの接点となる「ガバメント・アフェアズ・マネジャー」など、様々な役職を設けている。これらの担当者が必要な時にいつでも外部ステークホルダーを招待できる場を持つことで円滑な意思疎通に結び付ける。

このように、組織（場）と人材（ヒト）をセットで捉え施策を打つことで、同社は変化の激しい今日においても、イノベーション創出企業として高いブランド力を維持し続けている。

図 ワシントンDCにある「3M Innovation Center」



出所：3Mより提供

デジタル人材の給与は高騰し、流動性は極めて高いため、企業のデジタル人材の確保は容易ではない。クラウドの活用が進

む中、導入が容易で利用可能なクラウド型 IT ツールを活用する企業も見られる。

コラム

クラウド型システムの導入を契機にデジタルトランスフォーメーションを推進 ・・・ Unionwear (米国)

米国ニュージャージー州ニューアークを拠点とする従業員数 200 人弱の中小衣料品メーカーの Unionwear では、クラウド型の ERP システム（Enterprise Resource Planning。企業全体を経営資源の有効活用の観点から統合的に管理するシステム）を導入し、これを契機にデジタルトランスフォーメーションの推進に取り組んでいる。

これまで同社では、本社は会計ソフトによる帳簿管理を行い、各工場では手管理で生産管理が行われるなど、社内で使われるシステムは統合されていなかった。当時について、「多数の異なるシステムを利用することで、多くの軋轢を生んでいた」と同社代表のミッチ・カーン氏は指摘する。在庫情報の確認・更新の頻度が低かったため、生産開始段階で毎回在庫数を確認したり、コスト情報のデータベースが存在しなかったために毎回ゼロベースでコスト計算を行う必要があったりと、重複作業が多く発生していた。

このような問題を解決するために、同社では 2013 年末頃から ERP システムを導入した。同社の企業規模に鑑みたととき、オンプレミス型（自社施設内に機器を設置してシステムを運用する形態）システムの導入は費用がかかりすぎるため、クラウド型システムの導入を選択した。結果として設備投資のコストを抑えられたほか、クラウド型システムはオンプレミス型のような年単位でのアップデートではなく頻繁にアップデートが行われるため、常に最新のシステムを利用できるようになった。ペーパーワークのデジタル化やリアルタイムでの在庫管理も可能となり、導入初年度の在庫管理費用のみで約 22 万 5000 ドルのコスト削減が実現した。

同社のデジタルトランスフォーメーションは今後も拡大する見込みである。本社のリソースマネジメントにとどまらず、工場従業員によるリアルタイムの生産レポートシステムや、支店店員の教育システムにも ERP を活用していくビジョンがあると言う。

中小企業であっても安価なクラウド型システムなどを活用することで、デジタル化を推し進めることができることを同社の取組は示している。

図 Unionwear社内の様子



出所：Unionwear より提供

効果的で効率的なサプライチェーンを構築して運営していくためには、組織間で共通な知識体系を保有していることが必要となる。米国のシカゴで設立された ASCM (Association for Supply Chain Management)^{注15} は、サプライチェーンマネジメント (SCM) に関する教育と資格認定を行い、企業の生産活動やサプライチェーンのグローバル化に伴う人材育成を支援している。ASCM の活動には多くのグローバル企業が参加している。なお、ASCM の提供するサプライチェーンマネジメント資格については、後述の第3節内のコラム (グローバルに活用される世界共通のサプライチェーンマネジメント資格) を参照されたい。

②ドイツの取組

ドイツもデジタル人材を中心に人材確保において深刻な課題を抱えている^{注16}。特に大多数である零細企業では、デジタル

人材の獲得・育成を行う余力のある企業が少なく、このような状況への対応の1つが、「デュアルシステム」を通じた人材育成である。

ドイツでは、企業での実地教育と職業学校での理論教育を組み合わせた「デュアルシステム」による職業教育が一般的となっている。インダストリー 4.0 に対応した職業能力開発 (VET 4.0) においても、デュアルシステムを介した形でカリキュラム開発が進められている。「VET 4.0」における取組の1つは、職場のデジタル化に伴うスキルの更新である。インダストリー 4.0 に必要なスキルセットの調査・定義を踏まえ、まずは受講生・教師向けにオンライン教材が公開されており、今後は各種カリキュラムへ織り込まれる予定である。電子機械工学・電子工学では、サイバーフィジカルシステムのメンテナンスやシステム思考などが新たなスキルセットとしてデュアルシステムに追加される予定である (図 222-34)。

図 222-34 新たにデュアルシステムに追加予定のスキルセット (電子機械工学・電子工学)

サイバーフィジカルシステム(CPS)の導入	・CPSの標準的コンポーネントの導入やそれらのパラメータ調整ができる
CPSのメンテナンス	・CPSの標準的コンポーネントの交換や、遠隔アシスタントを活用した不具合の修復ができる
CPSのオペレーションおよびモニタリング	・CPSシステム全体の生産プロセスをERPソフトを活用しながらモニタリングできる
CPSのプランニング	・ラピッド・プロトタイピングに向け3Dドローイングを行うことができる
プロセス全体を俯瞰したワークフローの調整 ※システム思考	・生産プロセス全体を見つつ、プロセス・チェーンの様々な生産・事業ユニットを協業し、変更発生時に対応できる

資料：ドイツ政府公表資料・VET4.0 関連公表資料より経済産業省作成

また、「VET 4.0」のもとでは、中小企業を中心にデジタル人材育成に向けた機器購入への補助金支給や、職業訓練におけるデジタルメディアの活用等が行われている。

政府が牽引するIoTの推進機関「プラットフォーム・インダストリー 4.0 (PI4.0)」では、産業界におけるデジタル化の

深化に伴う労働職業教育への影響が議論されており、労働の未来に関する研究も行われている。さらには、「Work 4.0」として包括的に変革を捉える動きもあり、労働組合、学術界、政府が一体となってインダストリー 4.0 のもとにおける労働課題の解決に向けた取組や検討を進めている。

注15 2019年にAPICS (American Production and Inventory Control Society) より組織名称変更

注16 JETRO <https://www.jetro.go.jp/biznews/2018/05/d2639fd2b005774a.html>

「Work 4.0」は2015年にドイツ・連邦労働社会省が提唱した、働き方の改革に向けたコンセプトである。デジタル化、グローバル化、労働における需要と供給や文化の変化が進む中、より柔軟で個々の働き手に適した働き方が提案されている。このような働き方のイメージを社会全体で具体化していく上で、専門家と一般市民が対話を深めるとともに、法制度の改定などのアクションにつなげていく必要性が指摘されている。

2015年にグリーンペーパー「Re-imagining work: Green Paper Work 4.0」で、既存の働き方に対する問題提起がなされた。間接的な契機となったのはインダストリー 4.0 の考え方である。当初はデジタル化など技術的な変革を中心に据えた考え方であったが、時が経つにつれて、サステナビリティの考え方にも内包するようになり、技術や社会の進化を受けた労働の在り方に焦点が当たるようになった。

2016年にはホワイトペーパー案が作成され、その後はその内容を検証すべく、専門家や一般市民による対話が行われた。その一環として、専門家の間ではワークショップや調査事業が行われた。一般市民の間では、ソーシャルメディアやアンケート、映画祭などを介してアイデアが集められた。対話のテーマは、生涯学習、働き方の柔軟性、健康と安全、セーフティネットなど多岐にわたった。このような対話を受け、2017年にホワイトペーパー「White Paper Work 4.0」が策定された。

「Work 4.0」の取組には、労働組合や政府のみならず、産業界も積極的に参画している。「Work 4.0」は職場の生産性に寄与するのみならず、職場の生産性向上につながる製品・サービスの市場形成に結び付く。このような視点に立って積極的に「Work 4.0」を訴求しているのがドイツ機械工業連盟（VDMA）である。VDMAは生産性向上に向け、動画制作や事例紹介などの取組に加え、2025年の職場風景を想定したヒトとマシンの協業の在り方を検討している。検討に際しては、労働の在り方に特化した研究機関「IGZA（英語名: Institute for the history and future of work）」とも連携している。

同時にVDMAは「Smart Regulation」も提唱している。「Work 4.0」は個々の働き手や企業の状況を重視する考え方であるとの理解のもと、「Work 4.0」の社会的対話から派生し得る、一律的な規制による労働環境の変化には警鐘を鳴らしている。「Work 4.0」は一枚岩の考え方や取組ではなく、様々なステークホルダーの視点や取組が複合的に作用している。

コラム

フラウンホーファー研究所（FOKUS・ISI）による人材育成の取組・・・（ドイツ）

今日の大きく変化する事業環境を踏まえ、デジタルを取り込んだビジネスモデル変革や標準化に携わることのできる人材育成が企業にとって急務となっている。特に自社リソースに制約があり、地域的にも分散している中小企業に対し、先端テーマについて習得できる機会を与えることは重要である。

日本と同様に国内企業の中で中小企業の占める割合が高いドイツにおいては、フラウンホーファー研究機構に属する個別の研究所が多様な企業支援策の一環として人材育成支援を提供している。それらの支援の一端をここでは紹介したい。

ベルリン市を所在地とする FOKUS（オープン通信システム研究所）はデジタルトランスフォーメーションとその実現に資する ICT 技術の応用研究に取り組んでいる。同研究所は企業向けに標準化を含むコンサルテーション・人材育成を有償で提供している。加えて、同研究所は標準化を通じたイノベーション促進を研究テーマのひとつとしている。ドイツにおける標準化の応用研究（標準化による研究開発・イノベーションの促進）の中心人物の1人である Dr. Knut Blind ベルリン工科大学教授も在籍している。ドイツではビジネスモデルに標準化の取組を戦略的に織り込む企業が多い。新技術領域において新しい事業を開発していく上では、複数の企業や学術機関でコンソーシアムを組み、共同で標準化に向けた検討・働きかけを行うケースが多く見られる。

これらの応用研究を行うと共に、FOKUS は個別の顧客企業の具体的なビジネスシナリオに応じ個別化された支援を行っている。標準化の領域においては、特にコンソーシアム標準、業界標準、および国際標準に力を入れている。また、同研究所では ICT 分野における幅広いオンラインコースやワークショップを組み合わせたトレーニング・プログラム「FOKUS-Akademie」も中小企業などの経営陣や政府関係者に対して提供している。同プログラムでも、情報マネジメント研修等、一部のコースの受講内容にて標準化を扱っている。

中小企業のデジタル化に重点を置きつつ人材育成を行っている研究所の一つがカールスルーエ市に所在する ISI（システムイノベーション研究所）である。ISI はドイツ政府による、インダストリー 4.0 推進に向けた中小企業施策「Mittelstand 4.0」の枠組の一環としてドイツ各地に設置されている「SMEs 4.0 - Competence centers」に深く関わっている。これらのセンターは中小企業における人材育成スキル向上を狙いとして様々な活動を行っている。ISI は現在、シュトゥットガルト拠点の立ち上げ・運営をプロジェクトとして担当している。同拠点は、シュトゥットガルト市やカールスルーエ市を含むバーデン＝ヴュルテンベルク州の中小企業向けのデジタル化アドバイス・センター、トレーニング拠点、企業同士の交流拠点として機能している。

これらの研究所は先端テーマと地域性を掛け合わせることで、特に中小企業への手厚い取組を実現している。企業単体では身に付けにくいルール形成やデジタル化の知見獲得に寄与することで、規模の大小に関わりなく人材が育つ環境作りに貢献している。

図 FOKUSの外観



出所：FOKUS より提供（Copyright: Michael Zalewski/ Fraunhofer FOKUS）

ドイツの中堅中小企業は、ドイツ製造業の屋台骨であり、インダストリー 4.0 を実現していくための重要な存在として位置づけられている。インダストリー 4.0 には、その中堅中小企業のデジタル化を支援する取組も盛り込まれており、PI4.0 が運営する「ラプス・ネットワークインダストリー 4.0 (LNI4.0)」での取組もそのうちの一つである。LNI4.0 では、「インダストリー 4.0 を導入したいが、どのように行ったらいいかわからない」といった中堅中小企業のために、ドイツ各地で研修会を開催したり、中堅中小企業の技術者が IoT に関する実験を行うための研究施設などを斡旋しており、資金力に乏しく投資すべきかを決めかねている中堅中小企業にとっては、実験やデモンストレーションを行うことで、どのような利点をもたらすかを事前に確認することができる。また、PI4.0 はウェブサイト上にインダストリー 4.0 を実践している企業の場所を記したデジタル地図を公開し、IoT に関する助言や実践的な知識を求めている中小企業にとって必要な情報提供を行っている^{注17}。

③中国の取組

中国政府は、「中国製造 2025」の着実な実施のため、2017 年 2 月に「製造業人材発展規画指針」を定め、製造業分野の人材の資質向上等を図ることとしている。同指針では、2020 年までに、製造業に従事する人員の平均教育年限を 11 年以上に、このうち高等教育を受けた人員の割合を 22%に、

技能労働者に占める高い技能を備えた人材の割合を 28%程度に、従業員に占める研究開発人員の割合を 6%以上にすることを目標として掲げている。同指針では、「工学技術人材養成能力の向上」として、「工学教育改革や工科学生の実習制度の整備、基幹製造工程や材料、デジタルモデル構築・シミュレーション、先進的な設計、工業管理・自動化、ビッグデータ運用などの専門人材を重点的に養成する」こととしている。また、「複合型専門人材養成の強化」として「学部等を跨った学際的な新しいメカニズムの設立」を推進するとし、「知的財産権や融資・リース、物流・供給チェーン管理、情報技術サービス、省エネ・環境保護サービス、ビジネスコンサルティング、ブランド構築等」といった広範な内容に言及している。

中国では、先端技術を有する人材を獲得するため、海外で教育を受けた優秀な中国人を呼び戻してきている。1990 年代半ばから、海外からの優秀な研究開発人材を招聘する「海外人材呼び戻し政策」が数多く実施され、「百人計画」や「長江学者奨励計画」は、研究者を対象に様々な優遇制度を設けている。

特に求められている人材としては、自動運転技術に代表される「製造×AI」の知見を有する AI 人材である。中国政府が行動計画として掲げている「インターネット・プラス」を「AI・プラス」と言い換えているほど、AI が国の産業発展のために必要不可欠なものと位置づけており、企業においても AI 人材の育成に向けた取組がなされている。

コラム

IT 大手のナレッジを活用し、外部企業連携を通じて製造業へ参入

・・・Tencent (中国)

SNS サービス「微信（ウィーチャット）」を提供する中国の IT 大手、Tencent（騰訊控股）は、近年、製造業に関連する事業へ多角化を進めている。特に 2018 年 10 月以降、IT 大手として AI を活かした産業向けソリューション事業の強化に向け、全社的な組織再編を実施している。

もともとオンラインゲーム配給等のサービスで知られる同社が、産業向けソリューション事業の強化に乗り出した背景には、2018 年 8 月以降、中国政府により行われた海外コンテンツへの規制強化が存在する。主軸の 1 つであったオンラインゲーム事業の成長が鈍化する中、同社は従来七つあった事業グループを六つに再編し、法人向け事業を「クラウド・スマート産業グループ」に集約した。同グループでは、ネットと他分野を融合させるサービス、人工知能（AI）を活用した販売、教育や医療など法人向け事業を担うこととしている。同社 CEO の馬化騰氏は、長期的な発展の足場として組織再編を行い、IT 大手として蓄積したナレッジを活用して、クラウドや AI の領域で事業を拡大しようとしている。

特に同社が注力しているのが、自動運転と医療分野におけるプラットフォームサービスである。自動運転においては米 Visteon と協業し、Visteon の提供する業界初の完全デジタル化コックピットである「SmartCore」に Tencent の自動運転プログラム「Tencent Automotive intelligence」を搭載することで、相互通信、ドライバーの表情・声・ジェスチャー認識により自動車を操作可能とし、自動運転で「レベル 3^{注18}」以上を目指している。医療分野では独 Merck と提携し、AI やインターネットといった Tencent が強みを有する最先端技術と Merck の専門知識を組み合わせることで、中国市場にスマート医療サービスのプラットフォームを提供していく方針である。まずは Merck が注力するアレルギー症、不妊症、糖尿病、甲状腺疾患、心血管疾患などの分野で提携し、将来的に提携分野を拡大する予定である。

同社は持続的な成長に向け、外部企業との連携も視野に入れ、今後も法人向け事業をテコ入れしていくこととしている。

注17 <https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/Karte/SiteGlobals/Forms/Formulare/karte-anwendungsbeispiele-formular.html>

注18 条件付き自動運転（限定された条件のもとでシステムが全ての運転タスクを実施するが、緊急時などシステムからの要請があれば運転者が操作を行う必要がある）

AI人材育成においては、中国が既に高い技術力を持つソフトウェア領域を更に発展させるべく、政府主導の取組も行われている。中国教育省が2018年4月に示した「大学におけるAIイノベーション行動計画」においては、AI人材育成の役割を大学が担い、大学で研究されたAI技術の企業への移転を推進する旨が明示された。地域大学におけるデジタル教育の強化

もされている。例えば、浙江省の大学では、Pythonを大学入試カリキュラムに追加し、今後重点的に教育する方針を示している。初級デジタル人材を含む幅広い人材育成に向けては、オンライン講座サイトも積極的に活用されており、AIやブロックチェーン関連の講座は盛況である。

コラム

産学官連携及び海外からの人材誘致を通じて高スキル人材を獲得・育成

・・・Alibaba Group (中国)

産学官連携と海外からの高スキル人材の誘致を通じて人材の獲得・育成を図っているのがAlibaba Groupである。同社はグローバルでトップクラスのテクノロジー企業で、バイヤーとサプライヤーをつなぐ国際貿易B to Bプラットフォームの「アリババドットコム (Alibaba.com)」やC to C電子商取引プラットフォームの「タオバオ (Taobao)」、B to C電子商取引プラットフォームの「天猫 (Tmall)」等のオンライン・ビジネスプラットフォームの運営を中核事業とし、傘下企業を通じてクラウド・コンピューティング・サービスや動画・音楽配信サービスにも注力している。同社はグローバルな科学技術研究プロジェクト「達磨院 (DAMO ACADEMY)」を設立し、自社の先端科学技術の研究開発に取り組むと同時に、政府や大学との協力を通じた人材育成や海外からの高スキル人材の誘致により、競争力の維持・向上を図っている。

国内での人材育成という面では、2017年初頭に、同社は研究機関として、アリババ・浙江大学先端技術合同研究センター (Alibaba-Zhejiang University Joint Institute of Frontier Technologies、略称AZFT) を設立した。同社はAZFTに資金、データ、コンピューティング技術など研究に必要なリソースを提供し、浙江大学は研究者、研究設備、研究環境などのリソースを提供する。AZFTは現在、コンピュータビジョンとビデオ分析、サイバーセキュリティ、次世代データベース技術、データマイニング、スマートデザインと美学と体験、IoT、検索エンジンといった七つの共同研究室を展開している。

2018年4月、同社は、清華大学・アリババヒューマンマシンインタラクション体験の共同研究室を設立し、「次世代ヒューマンマシンインタラクション (human-machine interaction)」を探索し、心理モデルや感情モデルなどを構築することで、マシンが人間の感情を識別・理解することを可能にする研究に取り組んでいる。同研究室では60以上の連携研究プロジェクトが進んでおり、その中の最新の事例としては、視覚障害者でもインターネット通販で買い物できるようにする触覚フィードバック技術「Smart Touch」がある。

海外の大学と連携した人材育成という面では、2018年2月に、同社初の海外との合同研究機関として、「アリババ・南洋理工大学シンガポール合同研究所」が設立された。同研究所では、南洋理工大学のAI技術の研究力と、同社の自然言語処理、コンピュータビジョン、機械学習などの研究力を連携させて継続的な技術革新を推し進め、都市交通、住居、小売、コミュニティ、医療などの場面でAIソリューションを提供する。現在、30以上の合同研究プロジェクトが進行している。

上記に加えて、同社は、各種プログラムを提供することで、ハイレベルの科学技術人材を引き寄せている。例えば、Alibaba Global Talent Development プログラムでは将来の幹部候補をグローバル範囲で毎年30名程度採用し、杭州の本社で2年間の研修を実施する。そこでは語学教育のほか、6か月単位で実施する各事業領域でのジョブローテーションプログラムが用意されている。研修期間を経て、中国国内若しくは海外の拠点に再配置される。

加えて、同社は2018クラウドコンピューティングカンファレンス (2018雲栖大会) にて、達磨院 (DAMO ACADEMY) 青橙賞の設立を発表した。本賞の目的は、通信技術、半導体、スマート製造などの領域で活躍している大中華地区の青年科学者 (35歳以下及び博士課程卒業後6年以内) を表彰することとしており、受賞者は100万円の賞金が授与され、達磨院による全面的な研究開発サポートを受けることができる。

また、同社ではアリババ研究者訪問プロジェクト (Alibaba Research Fellowship、略称ARF) を設立し、世界中の研究者に各地の同社のオフィスを訪問する機会を提供している。

同社は大学や政府部門と連携し、優秀なIT人材の育成に注力している。シンガポール南洋理工大学 (NTU)、シンガポール経済産業省 (EDB) と提携し、2018年9月より博士課程教育プロジェクトを正式に開始した。同プロジェクトでは、研究生に対して博士課程の学位取得に必要な資金を支援するほか、1人当たり毎月5,000シンガポールドル (約2.5万円) の手当を支給している。この提携では、同社がAIの豊富な運用シーン及びデータを提供し、達磨院の科学者が博士課程指導教官として授業を実施し、AI、クラウドコンピューティング、ブロックチェーン、IoTなどの先進的な技術をシンガポール南洋理工大学に導入する。同プロジェクトに参加する学生は、アリババ・南洋理工大学シンガポール合同研究所や、北京、

杭州の研究所など、同社傘下の様々な研究所に所属することができる。

図 シンガポール南洋理工大学(NTU) との覚書提携の様子



出所：Alibaba Group より提供

3 海外製造業の取組の特徴

以上、これまで述べてきた米国、ドイツ、中国の各国の取組を「ビジネスモデル」「ルール」「人材・組織」に整理すると以下のとおりとなる（図 223-1）。

図 223-1 海外3か国の取組比較表

	米国 	ドイツ 	中国 
ビジネスモデル	IT・製造業の企業が相互に参入し「IT×製造業」の新しいビジネスモデルが生まれている。	「Industrie 4.0」の下で、国内製造業のスマート化が徐々に浸透（ただし、目的な社内プロセス改善に留まっている）。 - シーメンス等の大手は「Industrie 4.0」の国際化を掲げ、中国や東南アジアで自社ソリューションを展開中。	- 大きな資金力を背景に、情報産業・流通業などから製造業に参入する動きが見られる（BATを中心としたITプラットフォームの成長）。 - グローバル企業の買収によるコア技術獲得や、これらの企業を巻き込んだコンソーシアム形成を通じ、製造業全体をハイテク化
ルール	- 民間主導でルール形成を実施。 - 近年はGAFAを中心に、データ領域で活発に活動。	民間大手と標準化機関の密な連携を通じ、世界に先駆けルール形成を行うことで、ドイツ企業に有利な事業環境を実現。	- 国が主導し、迅速かつ積極的な国際標準化活動を展開。 - 特にIoT領域に力を入れており、標準化に向けて中心的なポジションを築きつつある（ISO/IEC 30141）。
組織・人材	- デジタル人材不足に対応すべく、民間企業を中心にフリーランス人材の活用や大学との連携を含む幅広い取組を実施。 - デジタルトランスフォーメーションの導入、デジタル化に向けた社内教育などにより、組織として業務体制を強化。	- 国外でもデジタル人材育成を行うことで、人材の裾野を広げつつ新マーケットを開拓。 - 人とマシンの協働を通じたWork 4.0を推進。	「製造業 × AI」の先端技術を有する海外人材を誘致。 - 産学官連携を通じたデジタル人材強化。

資料：経済産業省作成

各国では、第四次産業革命の社会実装に向けた取組が進められ、新たなビジネスモデルが多数出現している。各国のIT系企業や製造業における収益構造が変化し、「ものづくり」はこれまでのイメージにとらわれない、新たな局面を迎えている。ルール作りにおいても、各国においては重要性が十分に認識され、戦略的に活用されている。我が国においてもこのような事例に学び、その有効性を再認識することが必要である。さらに、組織・人材面では、製造業×AI・IoT人材の獲得競争がますます激化し、各国での育成・獲得が本格化している様子を確認できた。

4 まとめ

以上のとおり、本節の1. では、各種データから、我が国の20%のGDPを占める製造業の産業の特徴を示すとともに、経営資源の活用について他国との比較を行った。また、2. では、海外の取組を通じて、時代に即した「ビジネスモデル」の構築、社会的課題の解決を契機にビジネスチャンスをつかむための「ルール」の形成、そして、これらの企業活動を支える「人材・

組織」の育成と構築という側面から各国の取組を分析した。その結果、第四次産業革命に向けた新しい取組が各側面において進んでおり、意欲的、先進的な取組事例が多数あることが確認できた。我が国製造業における対策、取組もまったなしである。

続く第3節においては、各種データにより見えてきた我が国の特徴を踏まえつつ、今後の戦略を論じていきたい。その際、ここまで各国比較の中で見てきた三つの柱（ビジネスモデル、ルール形成、人材・組織）を活かしつつ、総論において示した我が国製造業の競争力強化につながる四つの方策（①世界シェアの強み、良質なデータを活かしたニース特化型サービスの提供、②第四次産業革命下の重要部素材における世界シェア獲得、③新たな時代において必要となるスキル人材の確保と組織づくり、④技能のデジタル化と徹底的な省力化の実施）を示すため、①新たなビジネスモデルの展開（強みを活かしたニース特化型サービスの提供等）、②重要分野における圧倒的なシェア獲得に向けた戦略的取組、③新時代に必要なスキル人材の確保・組織作りと技術のデジタル化、④まとめ・第四次産業革命技術の実装に向けてという構成とし、国内における製造業の現状と戦略について論じていきたい。