

## 第2節 不確実性の高まる世界の現状と競争力強化

### 第2節

不確実性の高まる世界の現状と競争力強化

第1節で見てきたように、我が国経済は2013年以降緩やかな回復を続けてきたものの、2018年から続く米中貿易摩擦の影響により、中国経済の先行き不透明感が高まったため、特に製造業を中心に弱さが見られ、2019年第2四半期以降一段とその傾向が増した。

2020年1月以降も新型コロナウイルス感染症の世界的拡大などの影響により、不確実性はますます高まり、製造業にとっては今後の見通しが立てづらい状況が続いている。

本節においては、このような各国の政策や国際情勢、事業環境の急激な変化等の予測しづらい事態を「不確実性」と総称する。その上で、不確実性の近年の動きを確認し、我が国製造業がこのようなリスクに対してどのような対策を講じ、どのような力を高め、これを乗り越えるべきかについて考察を深めたい。

### 1 世界における不確実性の高まり

#### (1) 新型コロナウイルス感染症がもたらしたサプライチェーンの寸断リスク

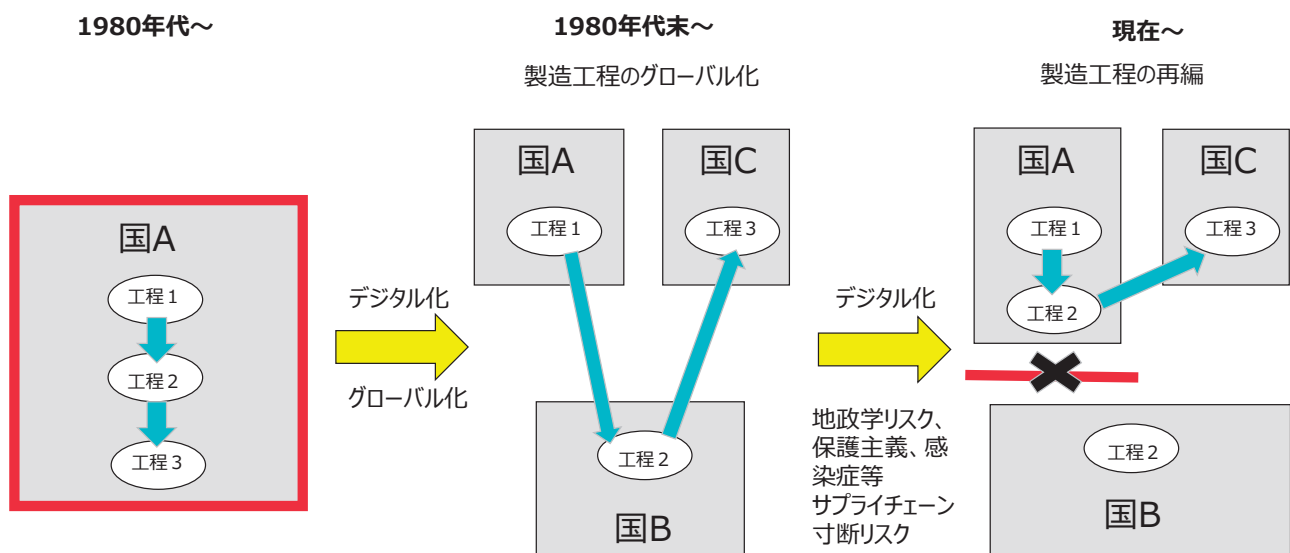
中国湖北省武漢において最初に発生し、世界的に拡

大した新型コロナウイルス感染症は、我が国製造業のサプライチェーンのあり方に、大きな課題を突きつけることとなった。

ジュネーブ国際高等問題研究所のリチャード・ポールドウィン氏が論じるように、1980年代末から、情報革命によってアイデアの移動・貯蔵・加工に関する技術革新が起こり、コミュニケーションコストが劇的に低下することによって、サプライチェーンに変化が現れた<sup>注1</sup>。従来は、複数工程が物理的に1か所で行われなければ非効率であった。それが、1980年代末以降になると、企業は各工程を細分化し、複数国に分散して、最適なサプライチェーンを構築することになったのである(図121-1)。

こうして、20世紀末から21世紀にかけて、高度に発達したサプライチェーンがグローバルに構築されてきた。このグローバル・サプライチェーンは、効率性の点からは確かに優れていた。しかし、今回の新型コロナウイルス感染症の感染拡大により、その欠陥が顕在化することとなった。グローバル・サプライチェーンは、不確実性に対して脆弱であることが明らかとなったのである。

図121-1 サプライチェーン再編の歴史



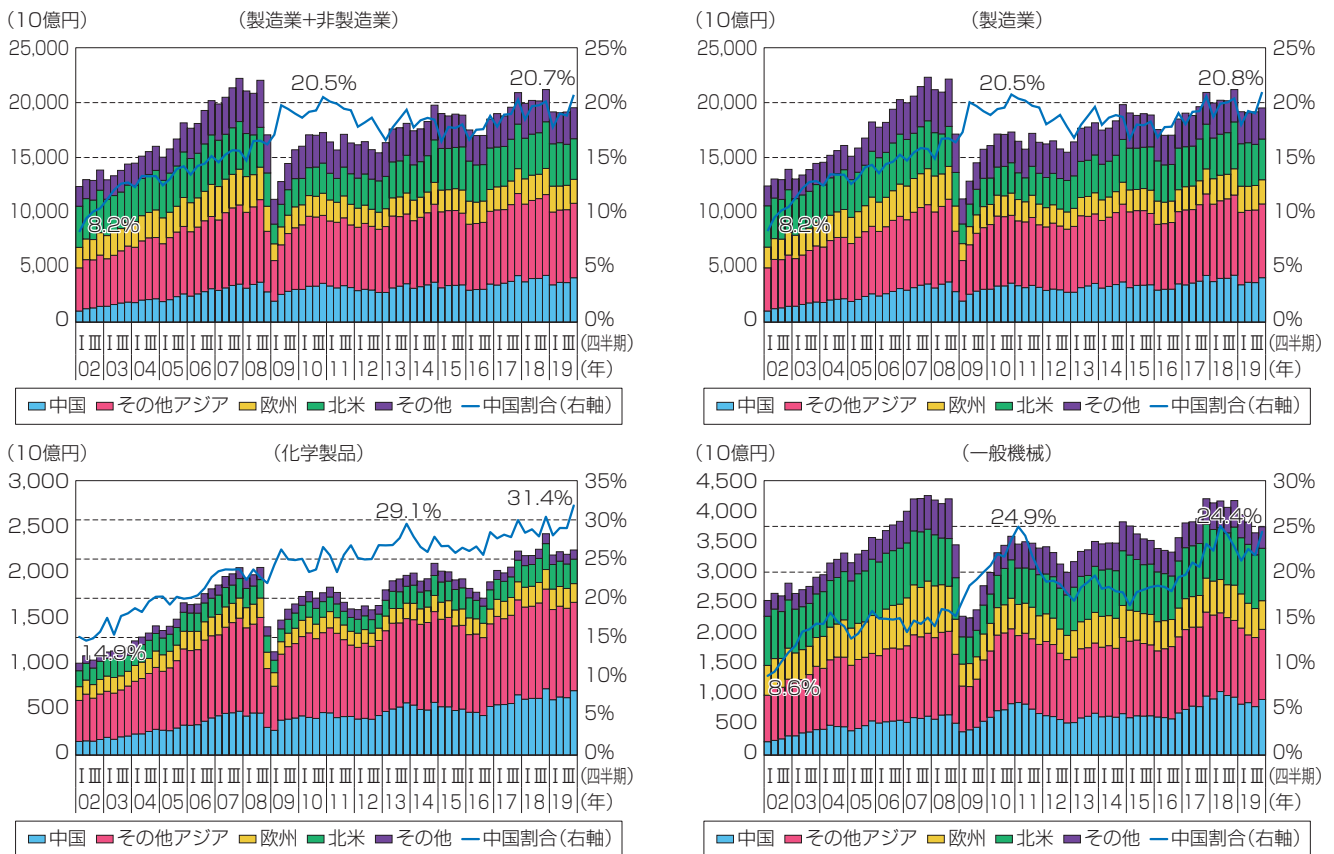
資料：Richard Baldwin “The Great Convergence: Information Technology and the New Globalization” (2016) を参考に、経済産業省作成

注1 Richard Baldwin “The Great Convergence: Information Technology and the New Globalization” (2016)

特に、我が国製造業のサプライチェーンにおいて、中国の占める役割は、2003年のSARS（重症急性呼吸器症候群）発生の頃と比べて、より大きなものとなっていた。財務省「貿易統計」によると、2019年第4四半期における製造業の輸出額のうち20.8%、輸入額のうち25.0%を中国が占め、2003年当時の2倍以上の水準となっている（図121-2・3）。これらはともに非製造業も合わせた全体の総額よりも高い水準であり、製造業は他業種と比べて中国との取引が多いといえる。特に、化学製品や一般機械の輸出入に関しては、製造業の平均よりも中国への依存度が高く、3割を超えている。貿易統計によると、そのうち自動

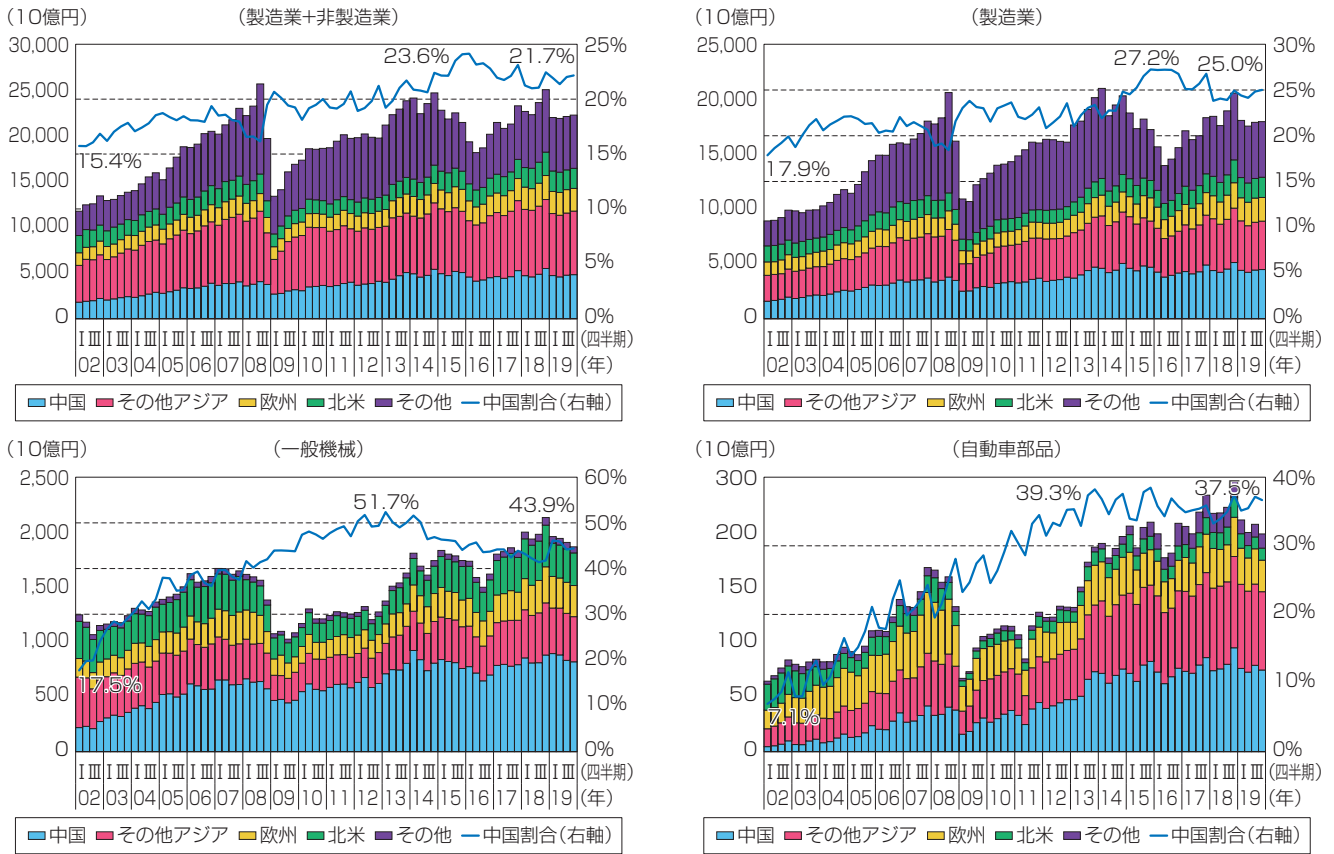
車部品に関しては、2002年と比べて中国からの輸入額・割合が右肩上がりに上昇しており、今や自動車部品全体の37%を中国からの供給が占めている。その中には代替の困難な部品も複数含まれているという懸念があったため、各社による影響調査や代替生産などの努力が行われた。例えば、車の電源供給や信号通信に用いられる複数の電線の束と端子やコネクタで構成される自動車部品「ワイヤーハーネス」は、自動生産が難しく、手作業への依存度が高い一方で、車種やモデルごとに形や大きさが異なる。このような部品の供給拠点が閉鎖された場合、サプライチェーン全体に影響を及ぼすことになる（図121-4）。

図121-2 地域別輸出額の推移



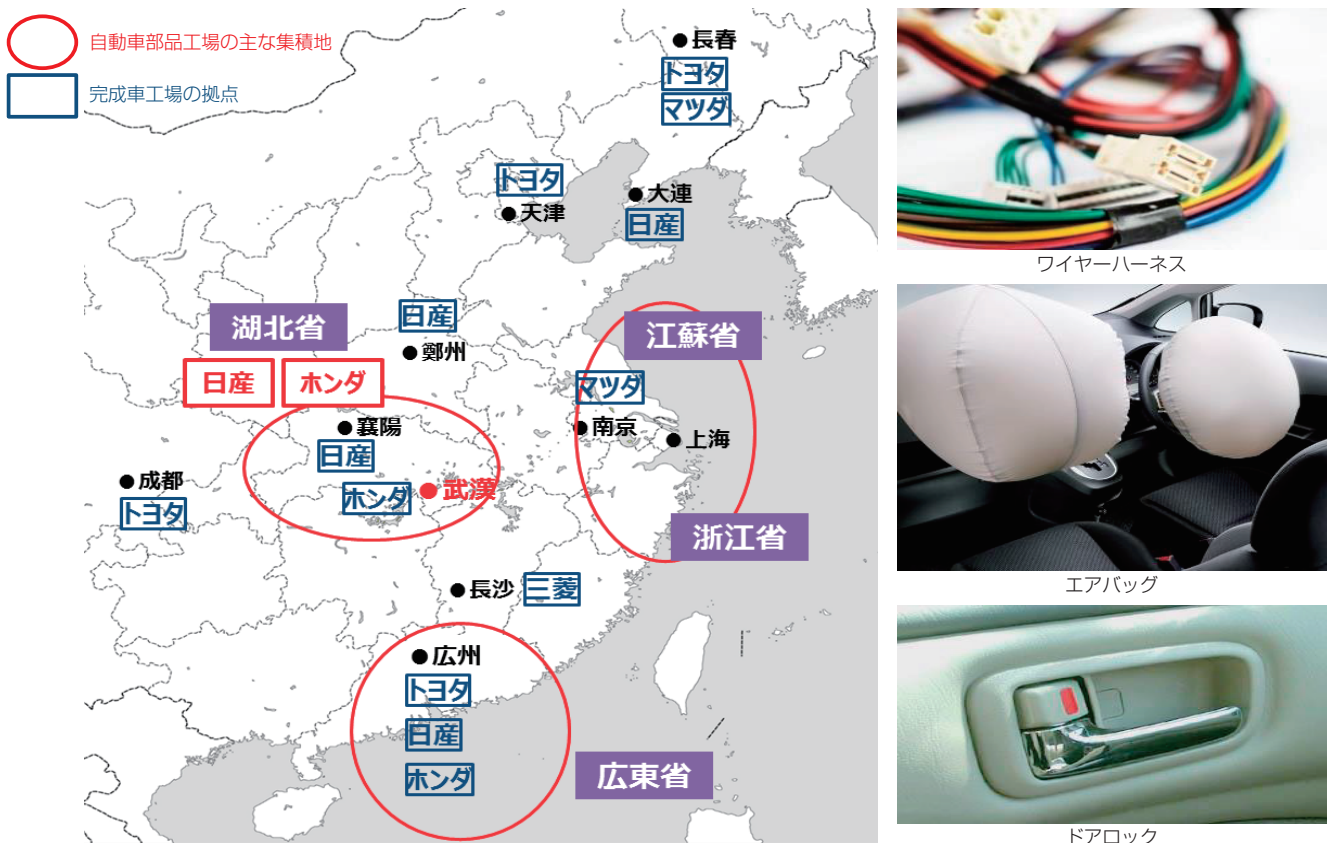
(資料) 財務省「貿易統計」

図 121-3 地域別輸入額の推移



(資料) 財務省「貿易統計」

図 121-4 中国における日系自動車メーカーの主な拠点及び中国から日本への輸出部品例



資料：各社公表資料を基に経済産業省作成

大手メーカーの声の中には、現地従業員の移動制限や責任者を務める日本人の渡航制限により中国拠点の運営が困難になったというものや、中国で製造していた製品を日本国内や第3国からの調達に切り替えたというものが聞かれ、いかに柔軟に事態に対処できるかが重要であることが改めて浮き彫りとなった。

サプライチェーンの寸断リスクに対しては、2011年の東日本大震災発生時に特定のメーカーに中核部素材が集中し、当該メーカーの生産途絶が複数の完成車メーカーに影響を与えた教訓から、大手自動車メーカーを始めとしてトータルサプライチェーンの可視化や地域的リスクの分散、パートナー工場の設備状況の把握などが進められてきたところである。今回も深刻なサプライチェーンの途絶が生じたため、(一社)日本自動車工業会、(一社)日本自動車部品工業会、経済産業省は「新型コロナウイルス対策検討自動車協議会」を立ち上げ、情報共有と現状把握及び対応策の検討を行った。また、一国依存度が高い製品や部品に関してはASEAN諸国等への生産の多元化が必要であるとの問題意識の下、2020年3月10日に発出された「新型コロナウイルス感染症に関する緊急対応策(第2弾)」では日本政策投資銀行の危機対応業務等を実施し、中堅・大企業に対する国内回帰を含めたサプライチェーンの再編等を支援することなどが定められた。

この新型コロナウイルス感染症の感染拡大によるサ

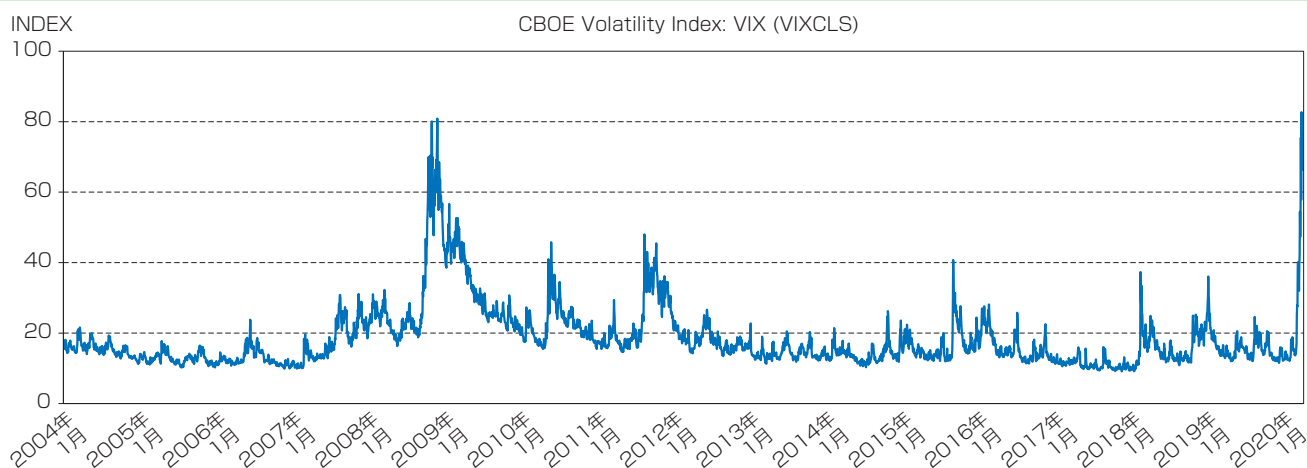
プライチェーンの寸断は、予期せぬ事態であり、製造業にとって脅威となる「不確実性」の典型であるといえる。

新型コロナウイルス感染症がもたらした不確実性の程度を定量的に評価するために、シカゴオプション取引所が算出・公表している「VIXインデックス(恐怖指数)」を参照してみよう。

VIXインデックスとはS & P500インデックスを対象とするオプション取引のボラティリティに基づき計算され、市場の不確実性を表すバロメーターとして利用されている。ボラティリティとは金融商品がある一定期間において上下変動する頻度や規模を測定するもので、これが大きいほどその商品の価格変動が大きいことを意味する。VIXインデックスは相場の先行きに不安が生じた時に数値が急上昇する傾向があり、投資家が先行きに不安を感じている心理を表すとして「恐怖指数」とも呼ばれる。

VIXインデックスの推移を見ると、リーマンショックが発生した2008年10月から11月にかけて極めて高くなった後、10～40程度で推移していたが、新型コロナウイルス感染症の感染拡大に伴い、2020年3月にはリーマンショック以来の高水準を示した(図121-5)。このVIXインデックスからも、新型コロナウイルス感染症がもたらした不確実性の深刻さが分かるであろう。

図 121-5 VIXインデックス(恐怖指数)の推移



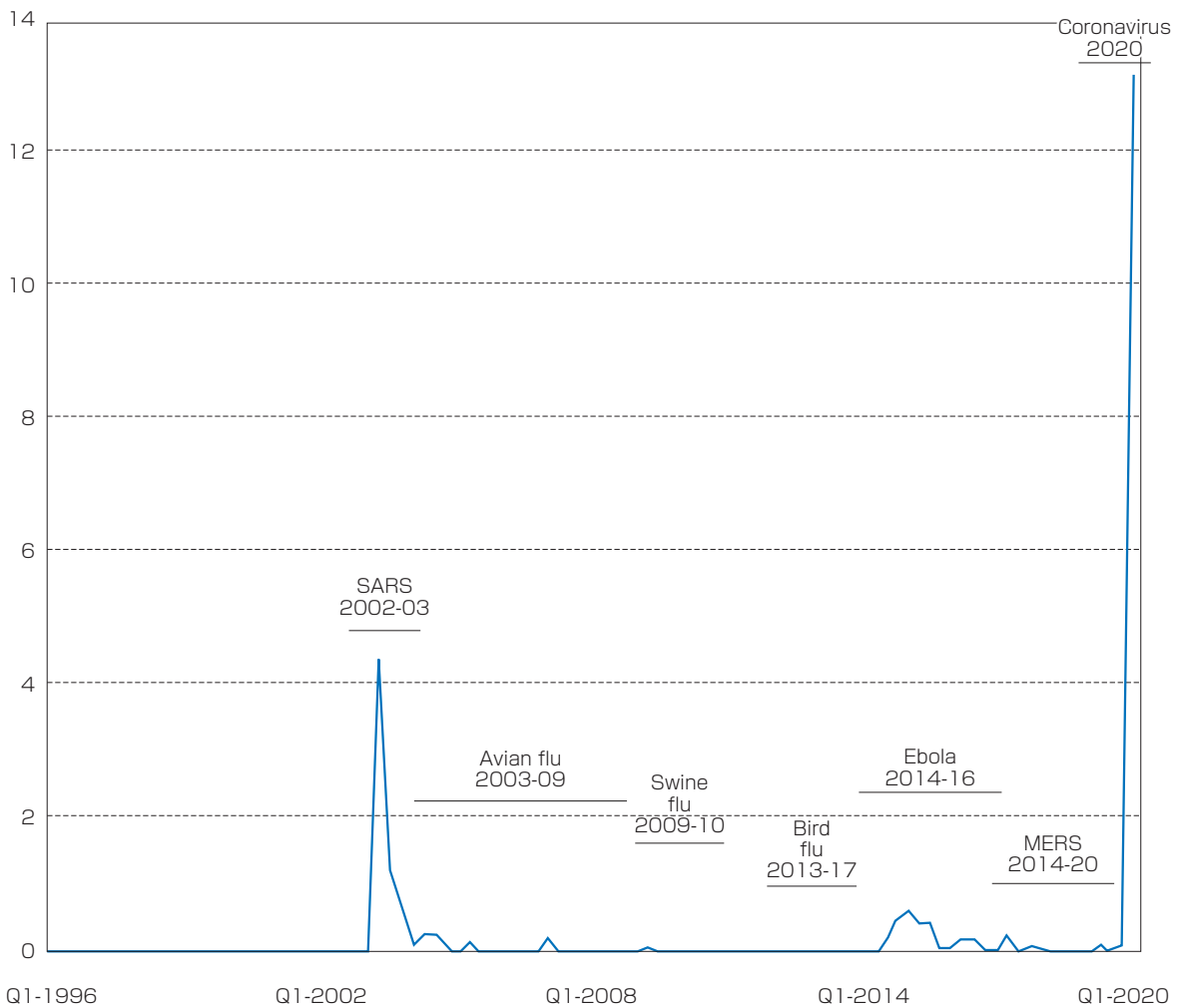
備考：VIXインデックスは12未満であればリスクが「低い」、20を超えると「高い」、その中間値は「通常」と解釈されている(https://us.spindices.com/education-a-practitioners-guide-to-reading-vix.pdf参照)。  
出所：Chicago Board Options Exchange (CBOE)

さらに、新型コロナウイルス感染症の世界への影響について確認するため、「世界パンデミック不確実性指数」(EIU (The Economist Intelligence Unit) によるカントリーレポートの中でパンデミックまたは伝染と世界の不確実性とを関連づけて言及している記載の頻度)を見ると、SARS (重症急性呼吸器疾患)

や新型インフルエンザの流行時と比べても、2020年では圧倒的に上がっていることが分かる(図121-6)。

このような動きに対し、IMFは「新型コロナウイルスに関連して世界の不確実性は記録的に高まっている」と評価している<sup>注2</sup>。

図121-6 世界パンデミック不確実性指数 (World Pandemics Uncertainty Index-WPUI, simple average)



備考：EIUによるカントリーレポートにおいて、「パンデミック (pandemics)」または「伝染 (epidemics)」の語の近くで世界の不確実性に言及する頻度 (10万語中)

資料：IMF "Global Uncertainty Related to Coronavirus at Record High" <https://blogs.imf.org/2020/04/04/global-uncertainty-related-to-coronavirus-at-record-high/>

以上のように、今般の新型コロナウイルス感染症の感染拡大は世界に深刻な影響を与えており、世界の不確実性を著しく高めている。続いては、我が国製造業

を取り巻く不確実性とその近年の動きについて、更に取り上げていきたい。

注2 IMF "Global Uncertainty Related to Coronavirus at Record High" <https://blogs.imf.org/2020/04/04/global-uncertainty-related-to-coronavirus-at-record-high/>

## (2) 世界の政策不確実性と地政学リスクの高まり

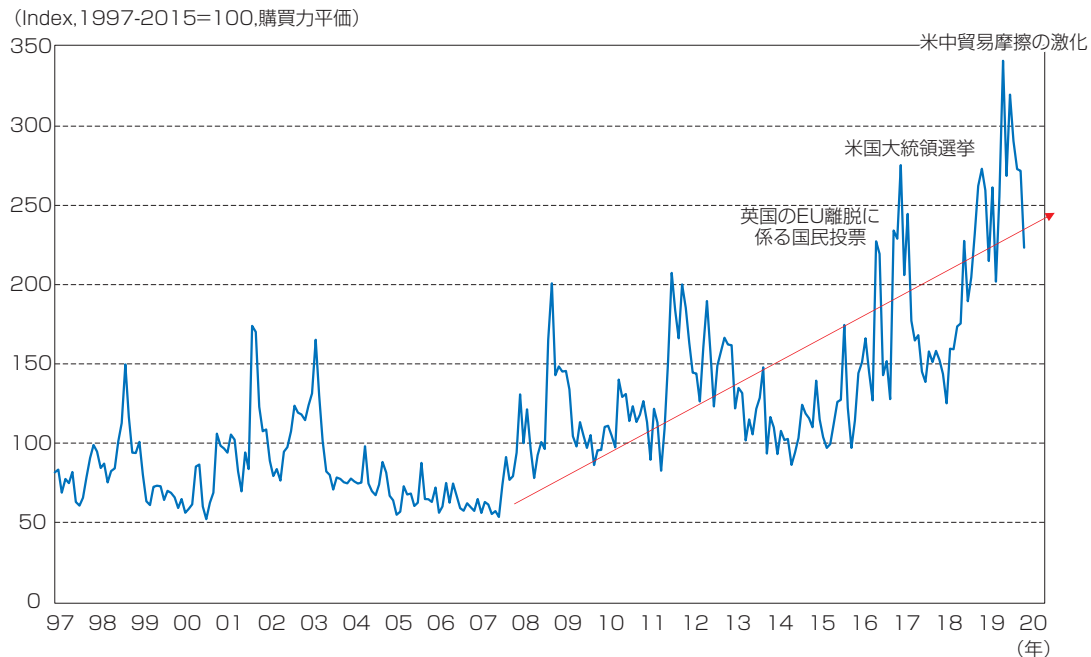
製造業が直面する不確実性には、パンデミック以外にも様々なものがある。その1つが、国家の政策の予測しづらい変化をもたらす不確実性（「政策不確実性」）である。

2016年6月の国民投票により決定し、2020年1月に正式に実現した英国のEU離脱や、2018年以降の米中貿易摩擦など、近年、予測困難な政治的変化が

起きるようになっており、政策不確実性の高まりが経済活動に与える悪影響が懸念されている。

このような政策を巡る不確実性の動向について、定量的に表すために作成された指標が、主要新聞における政策を巡る不確実性に関する用語の掲載頻度を指数化した「政策不確実性指数」である（図121-7）（詳細はコラム参照）。

図121-7 世界の政策不確実性指数（1997.1 - 2020.1）



備考：日本、米国、英国、中国など20カ国の指数を購買力平価レートでドル換算したGDPウェイトにより加重平均して算出  
資料：[http://www.policyuncertainty.com/global\\_monthly.html](http://www.policyuncertainty.com/global_monthly.html)

### コラム

## 新聞報道を基にした政策不確実性指数

・・・(独) 経済産業研究所 (RIETI) 伊藤新研究員

近年、政策実務家の間で、新聞報道を基にした政策不確実性指数に関心が寄せられている（例えば、内閣府2019や日本銀行2019）。本コラムでは、この指数が注目される背景、指数の作成方法及びその動向について解説する。

### <政策を巡る不確実性を定量化するアプローチ>

政策を巡る不確実性は、風と同様、私たちの目で直接観察することができない。しかし、風量の把握に様々な方法があるように、この不確実性を定量的に知る方法が、いくつかある。1つ目は、アンケート調査だ。多くの消費者や企業に対して、彼らが抱く不確実性の度合いについて聞き取り調査を行い、回答結果を集約することで、国全体で家計や企業が直面する不確実性の大きさを知ることができる。

2つ目は、テキストデータを活用した物差しの作成・利用だ。テキストデータとは、日本語や英語などの自然言語で書かれた文書のうち、コンピュータで処理できるようにデータ化されたものをいう。金融機関やシンクタンクがウェブページに掲載している経済レポートや、企業がウェブページに掲載している有価証券報告書が、その良い例である。テキストデータを活用して、政策の不確実性を端的に示す指標が得られれば、それを基にして、国全体で家計や企業が直面する不確実性の度合いを把握できる。

米シカゴ大学のスティーブン・デービス氏と米スタンフォード大学のニック・ブルーム氏を中心とする研究チームは、新聞報道を拠り所にして、政策の不確実性を定量化する方法を考案した（Baker et al.

2016)。彼らは、世の中で政策に関する不確実性が高まっているとき、新聞紙上でそのことが頻繁に報道されているはずだと考えた。こうして、彼らは、政策を巡る不確実性について書かれた記事の数に着目した。

新聞記事を利用するアプローチには、他のアプローチと比べて、いくつか良い点がある。第1に、世界の多くの国で、記事データの収集が可能である。このため、各国の指数だけでなく、これらの指数を集約して世界の指数を作ることもできる。第2に、データの入手ラグが小さい。したがって、日次や週次のような高頻度の指数が、作成可能である。第3に、過去に遡ってデータが入手できる。長期間に亘って指数が得られれば、過去に起きた大きな出来事と比べて、現状を評価できる。第4に、データの入手コストが低い。政策実務家が新聞報道を基にした指標に注目するのは、最初の2つの特徴が、彼らにとって魅力的であるためとみられる<sup>注3</sup>。

#### <政策不確実性指数の作成方法>

その研究チームが指標を作って捉えようとしたものは、①誰が政策を立案し、実施するかという不確実性、②どのような政策措置が、いつ講じられるかという不確実性、③過去、現在又は将来の政策措置の経済効果についての不透明性、④政策措置が講じられないことで生じる経済の先行き不透明性である。ここで、政策には、財政政策や金融政策などの経済政策だけでなく、国家安全保障に関する外交政策や軍事政策も含まれる。

米国の月次指数を作るに当たり、まず彼らは新聞記事データベースを使い、主要10紙に掲載された記事の中から、以下の3つのカテゴリーの用語（以下、E用語、U用語、P用語）を少なくとも1つずつ含む記事の数を、新聞ごとに月単位で調べた。

1. Economy: {economy or economic}
2. Uncertainty: {uncertainty, uncertainties, or uncertain}
3. Policy: {congress, congressional, legislation, legislature, legislative, regulation, regulations, regulatory, white house, federal reserve, the Fed, deficit, or deficits}

3番目のP用語は、彼らの研究補助者が実際に記事を読んで行った、作業結果を基に選び出された。具体的には、記事データベースから無作為に抽出された、E用語とU用語を少なくとも1つずつ含む約3,700記事のうち、上の4つの政策を巡る不確実性について書かれた箇所、頻繁に使われる政策関連用語の中から、それらが選定された。次に、彼らは、収集してきた記事数データのデータにいくつかの処理を行い、最終的に1985年1月から2009年12月までの平均が100となる指数を算出した<sup>注4</sup>。

現在、現地で発行される主要な新聞を利用して、米国と同様の方法により、日本や中国など世界21か国の月次指数が作られている<sup>注5</sup>。さらに、米国、中国、日本等の21か国の指数を総合した世界指数（1997-2015=100）も1997年1月以降、作成されている。具体的には、この指数は、各国の指数を名目GDPに基づくウェイトで加重平均して算出される。これら21か国のGDP規模は、世界全体の約8割を占める。

#### <政策不確実性指数の動向>

図1は、新聞報道を基にした世界の政策不確実性指数を示している。世界指数はこの四半世紀、何度か

注3 このアプローチの難点は、家計、企業、産業等の異質性を捉えられないことである。この課題に対処するため、Hassan, Tarek A., Stephan Hollander, Laurence van Lent, and Ahmed Tahoun. "Firm-Level Political Risk: Measurement and Effects." (2019) は、企業が四半期に一度開く、決算説明の電話会議の議事録を利用して、米国の個々の企業が直面する政治的リスクを定量化する方法を提案している。Bloom, Nicholas, Philip Bunn, Scarlet Chen, Paul Mizen, Pawel Smietanka, and Gregory Thwaites. "The Impact of Brexit on UK Firms." (2019) は、英国企業の最高財務責任者（CFO）や最高経営責任者（CEO）に対して、欧州連合（EU）からの離脱の是非を問う国民投票の結果が、自社の事業活動に影響を及ぼす不確実性にどれほど作用しているかについて、定期的な聞き取り調査を行っている。

注4 Hassan, Tarek A., Stephan Hollander, Laurence van Lent, and Ahmed Tahoun. "Firm-Level Political Risk: Measurement and Effects." (2019) は、個別企業が直面する政治的リスクのデータを合成して指数を作り、米国の政策不確実性指数と比較している。彼らは、企業の決算説明の電話会議録を基にした政治リスク指数と新聞報道を基にした政策不確実性指数の動きが、よく似ていることを明らかにしている。両指数の相関係数は0.82（標本期間2002年第1四半期から2016年第4四半期）である。

注5 指数のデータは、Economic Policy Uncertainty Projectのウェブサイト、<http://www.policyuncertainty.com/> で自由に利用できる。記事データの収集開始時期の違いから、指数のデータが利用できる期間は、国により異なる。データは定期的に更新されている。米国と英国については、日次指数が提供されている。日本については、(独)経済産業研究所のウェブページ、<https://www.rieti.go.jp/jp/database/policyuncertainty/> で、指数のデータとともに注釈付きのグラフなど様々な資料が掲載されている。米国と日本の指数の詳細については、伊藤新「テキストデータを用いた政策不確実性の計測」(2019)を参照。

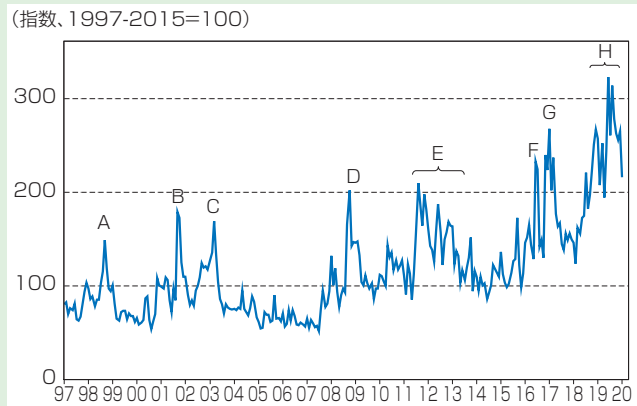
顕著に上昇している。米国の安全保障政策が主因となり、指数は2001年に米国で起きた同時多発テロ事件や2003年のイラク戦争の辺りで上がった。経済面では、2008年の世界金融危機、2011年の欧州債務危機や米国で連邦政府債務の上限引き上げを巡る問題が深刻化した辺りで、指数は200を超す高水準に上った。

世界指数は2017年以降、過去最高値を何度も更新している。この期間の指数の平均値は208である。これは、それ以前の期間の平均値(104、1997年から2016年)より2倍大きい。指数が急激に上昇しているところでは、貿易政策に関連した出来事が起きている<sup>注6</sup>。2017年1月には、米国が環太平洋パートナーシップ(TPP)交渉から離脱した。2018年3月には、米国政府が鉄鋼とアルミニウムの輸入に対して関税を引き上げた。そして、7月に中国からの輸入品に対して追加関税を発動した。これを受け、中国政府は米国製品への関税を引き上げる報復措置を講じた。これ以降、米中間で貿易問題を巡る紛争が激しさを増していった。このような米中両政府による保護主義的な政策の実施は、貿易政策の先行きと経済が受ける影響について、不安や不透明性を非常に高めた。

このことを数値的な証拠で裏付けるため、図2は2000年以降の通商政策不確実性指数を示している。この指数は、米国、中国及び日本の指数を名目GDPに基づくウェイトで加重平均して算出されている<sup>注7</sup>。各国の指数は、現地で発行される新聞の中で、貿易分野の政策を巡る不確実性について書かれた記事を基に作られている。指数は2017年1月と2018年3月、400付近まで上がった。第1弾の追加関税が実施された2018年7月には、指数は600付近まで上り、2019年にはより一層上昇した。2017年から2019年までの指数の平均値は367である。これは、それ以前の期間の平均値(52、2000年から2016年)の約7倍である。

以上をまとめると、通商政策が主因で、世界の政策不確実性指数は歴史的に高い水準で推移している。貿易分野を始めとして、政策を巡る不確実性の高まりが、「ニューノーマル(新常态)になりつつある」(IMFのクリスタリナ・ゲオルギエバ専務理事)<sup>注8</sup>。

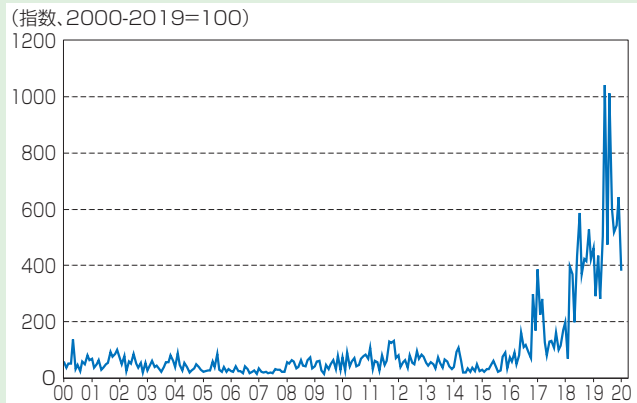
図1 世界の政策不確実性指数



備考：A：アジアとロシアで通貨危機、B：米国で同時多発テロ事件、C：イラク戦争、D：世界金融危機、E：米国で連邦政府債務の上限引き上げを巡る議論、欧州債務危機、中国で指導部が交代、F：英国でEUからの離脱の是非を問う国民投票、G：トランプ氏が米大統領選挙で勝利、米国がTPP交渉から離脱、ブラジル、フランス及び韓国で政治的混乱、H：米中貿易摩擦、英国でEUからの離脱を巡る混乱、イタリア、フランス及びトルコで政情不安。

資料：Economic Policy Uncertainty Project より筆者作成。

図2 通商政策不確実性指数



備考：1. A：トランプ氏が米大統領選挙で勝利(16/11)、B：トランプ政権が発足、米国がTPP交渉から離脱(17/1)、C：トランプ大統領が鉄鋼とアルミニウムの輸入関税引き上げを発表、米中間で貿易紛争が開始(18/3)、D：米国が中国製品への追加関税を実施、中国が報復措置として米国からの輸入品への関税引き上げを実施(18/7)、E：米中間選挙、トランプ大統領が米中首脳会談で貿易問題に進展がなければ中国製品への追加関税の発動を表明、英国政府とEUが離脱協定案に合意するも議会の承認や将来の英国とEUの通商関係に対する不安(18/11)、F：米中通商協議の行き詰まり、トランプ大統領が米中首脳会談で通商合意に進展がなければ中国からのほぼ全製品に対する追加関税の実施を明言、日米貿易交渉(19/6)、G：トランプ大統領が第4弾の追加関税実施を発表、中国が対抗措置として米国製品に対する関税引き上げを発表(19/8)、H：米中両国が第1段階の通商合意成立と当初計画された第4弾追加関税の中止を発表、トランプ大統領が第2段階の合意に向けて早期の交渉着手を表明(19/12)。

2. 米国、中国及び日本の通商政策不確実性指数を名目GDPに基づくウェイトで加重平均して算出。  
資料：International Monetary Fund "World Economic Outlook Database October 2019"、(独)経済産業研究所、Economic Policy Uncertainty Project より筆者作成

注6 この点についての詳細は、Davis, Steven J. "Rising Policy Uncertainty." (2019) を参照。

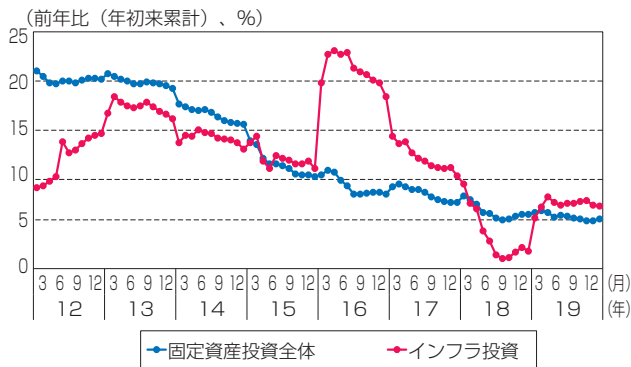
注7 現在、通商政策不確実性指数のデータが利用できるのは、これらの3か国だけである。Caldara, Dario, Matteo Iacoviello, Patrick Molligo, Andrea Prestipino, and Andrea Raffo. "The Economic Effects of Trade Policy Uncertainty." (2020) は、企業が開催する決算説明の電話会議の議事録を活用して、米国企業が直面する貿易政策を巡る不確実性を定量化している。彼らは、個別企業のデータを集計して通商政策不確実性指数を作り、新聞報道を基にした通商政策不確実性指数と比較している。そして、新聞報道を基にした指数と電話会議の議事録を基にした指数の動きが、非常によく似ていることを明らかにしている。



この世界の政策不確実性指数によると、2008年以降、政策不確実性が高まっていく傾向にあり、特に2018年以降は、米中貿易摩擦等の不確実性の高まりによる製造業の経営や企業行動への影響が拡大している。例えば、2018年3月の米国による関税措置発動を契機として、2018年夏以降、中国製造業の景

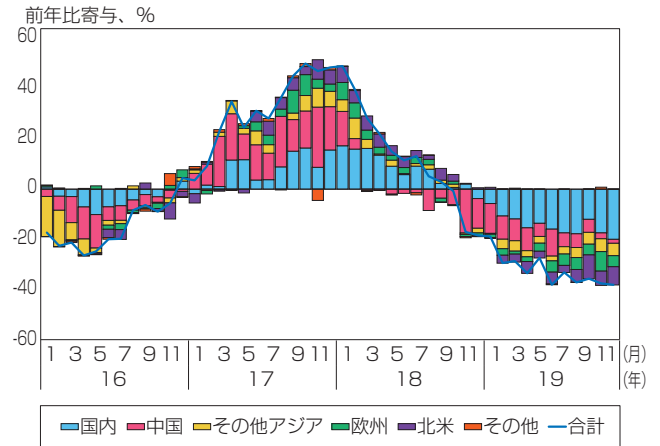
況感が悪化し、投資が縮小した(図121-8)。これと連動するかのよう、国内工作機械メーカーの受注も2018年秋頃より悪化し、中国向けの減少がこれに大きく寄与している(図121-9)。米中貿易摩擦が、中国経済、ひいては国内製造業の経営に深刻な影響を与えていることが分かる。

図121-8 中国における投資の動向



資料：中国国家統計局

図121-9 工作機械受注の前年比伸び率(地域別寄与)

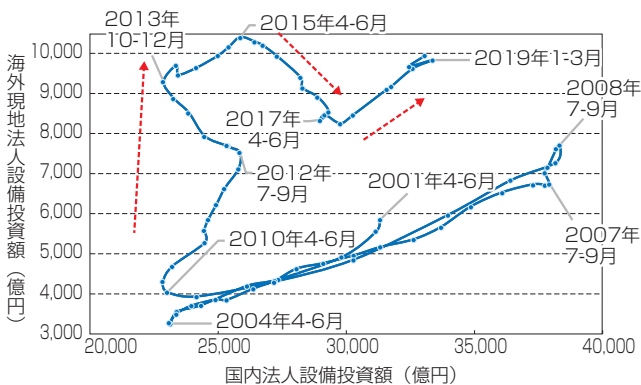


資料：一般社団法人日本工作機械工業会「工作機械受注統計」

海外現地法人への投資は2010年から2013年にかけて顕著に進んだが(図121-10)、その背景には為替相場の円高方向への動きがあった(図121-

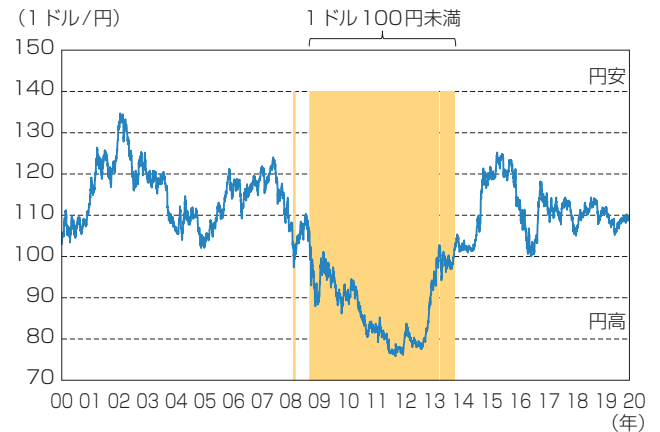
11)。その後円安方向への動きが進むとともに国内への投資も回復に向かっている。

図121-10 国内投資、海外投資の傾向



備考：国内・海外の設備投資額のいずれも後方4期移動平均  
資料：海外現地法人四半期調査(経済産業省)、法人企業統計(財務省)

図121-11 為替(ドル円相場)の推移



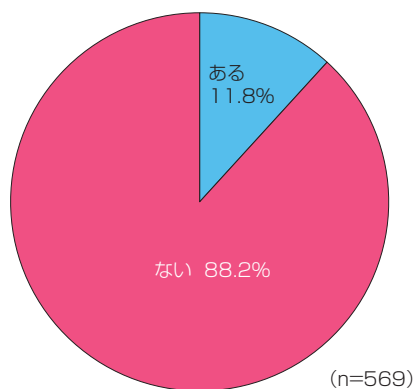
資料：日本銀行「外国為替相場状況(日次)」

このような中、2019年12月に実施された国内製造業企業に対するアンケート調査を見ると、過去1年間に全体の11.8%が生産拠点を国内に戻しているが、そのうち半数以上が中国・香港から回帰している

(図121-12・13)。回帰の理由を確認すると、人件費の上昇、品質管理上の問題が上位を占める一方で、米中貿易摩擦を挙げた企業が9.4%と、2019年度調査時の2.2%から大きく上昇した(図121-14)。

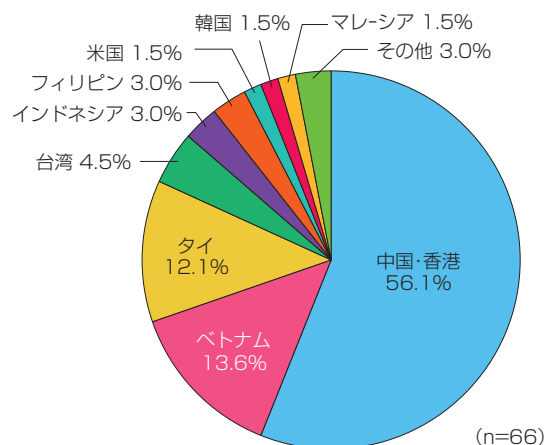
注8 「新型コロナウイルス、世界経済回復を阻害 貿易などもリスク=IMF」(ロイター、2020年2月20日)、<https://jp.reuters.com/article/imf-economy-idJPKBN20D2JT>

図121-12 海外で生産していた製品・部材を国内生産に戻したケースの有無



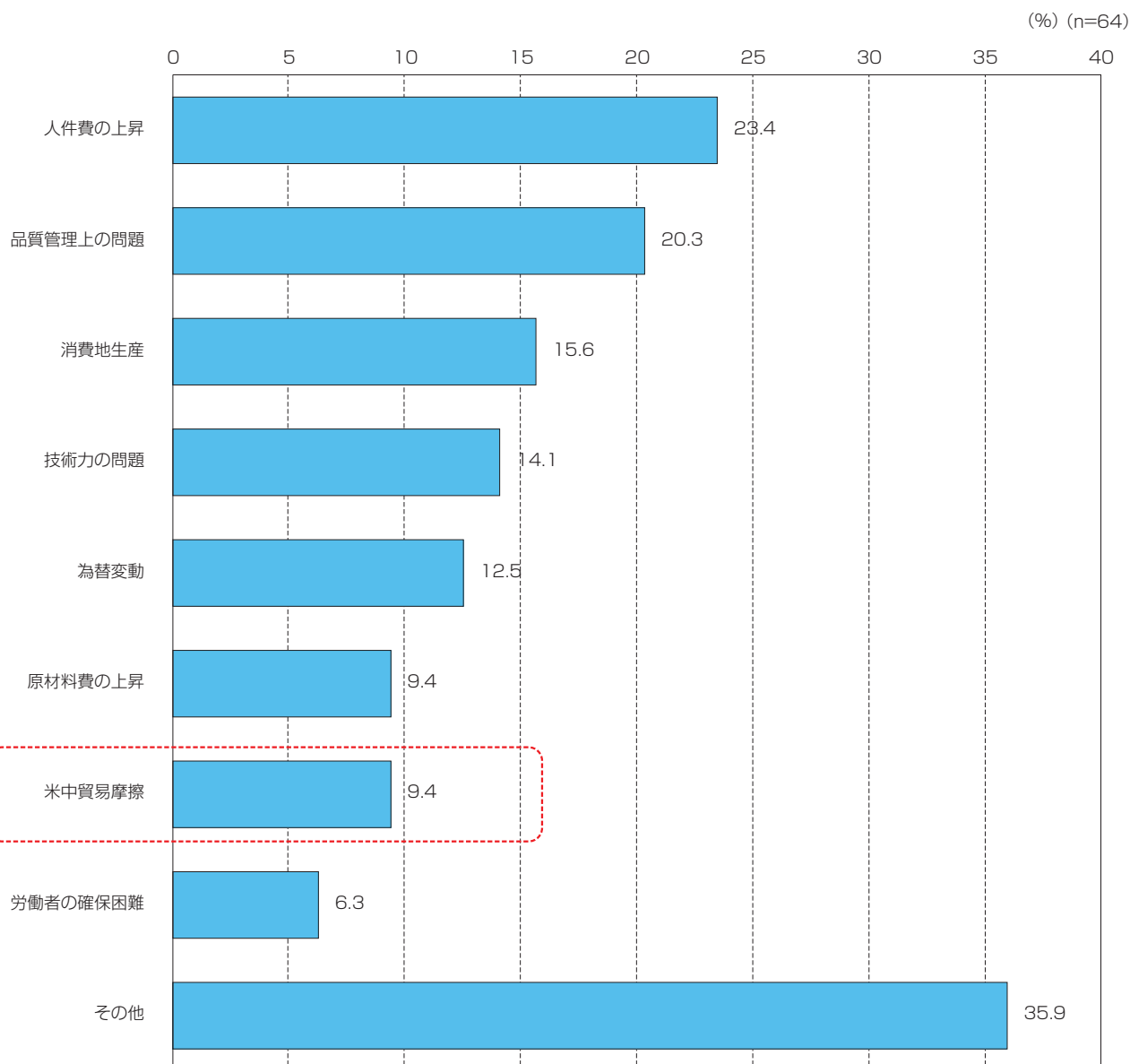
資料：三菱UFJリサーチ&コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019年12月）

図 121-13 どの国・地域から国内に戻したか



資料：三菱UFJリサーチ&コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019年12月）

図 121-14 どのような理由で国内に戻したか

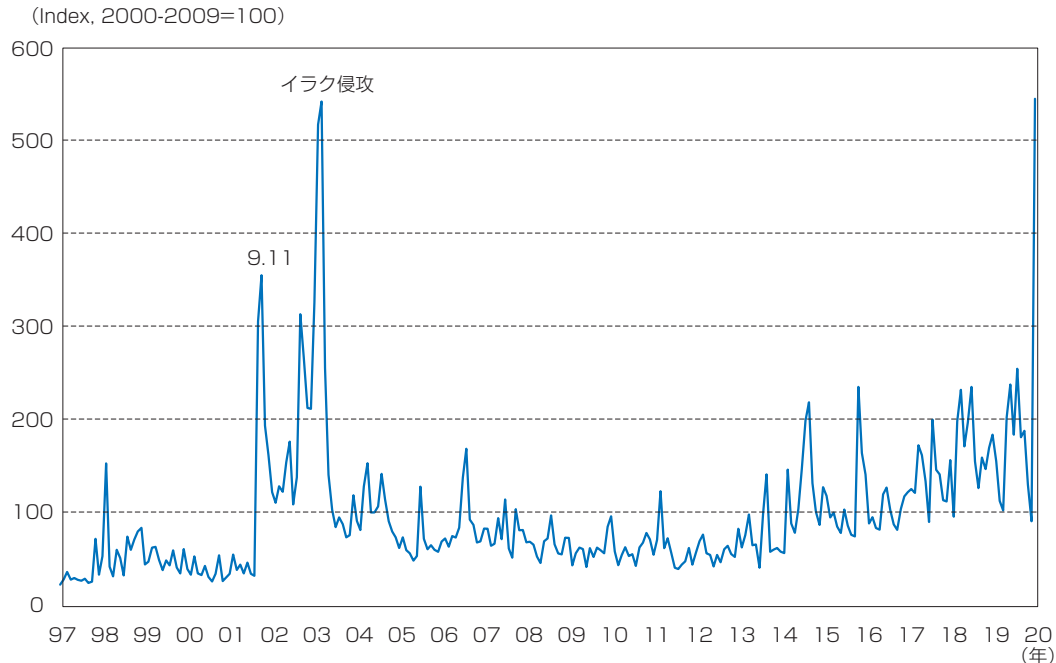


資料：三菱UFJリサーチ&コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019年12月）

家計や企業が直面するテロ、戦争、軍事的な緊張の高まりに伴う経済の先行き不透明性の度合い（地政学リスク）についても、政策不確実性指数と同様の手法

で指数化されている。2020年1月以降は、イラン情勢緊迫化により、地政学リスク指数は2003年のイラク戦争以来の高水準となった（図121-15）。

図121-15 世界の地政学リスク指数（1997.1 - 2020.1）



資料：Dario Caldara, Matteo Iacoviello <https://www.matteoiacoviello.com/gpr.htm>

備考：米国、英国、カナダの新聞報道を活用し、テロ、戦争、軍事的緊張の高まりなど軍事面の要因で生じるリスクの度合いを定量化したものを。

地政学リスクの高まりと平行して、技術優位性の毀損や技術の脆弱性が安全保障上の懸念であるとの位置づけの下、安全保障を理由とする機微技術の範囲の拡大の検討及びその流出防止策や、自国産業を中心に据えた産業政策が世界的に進んでいる。自由資本主義経済の恩恵を享受してきた我が国としては、グローバル・サプライチェーンの分断や国際的なイノベーションの機会喪失を招き、経済成長や技術革新を阻害することは避けなければならないが、軍事転用可能な技術の拡散防止の観点から、政府としてしかるべき機微技術の流出防止策を講じることは国際的な義務であり、また、国際協調主義を基調としつつも、一層の経済強靱化を実現するため、「安全保障と一体となった経済政策」が必要となっている。

例えば、対内直接投資についてはメリットも大きく、今後も一層促進していく必要があるが、他方、対

内直接投資を巡る安全保障の観点からの国際的な懸念も高まっており、欧米諸国では対内直接投資管理の強化の動きがある。我が国においては、「外国為替及び外国貿易法」に基づいて対内直接投資管理を行っており、昨今の情勢を踏まえ、経済の健全な発展につながる対内直接投資を促進する一方で、国の安全等を損なうおそれがある投資に一層適切に対応するべく2019年同法が改正され、対内直接投資管理の見直しが行われたところである。

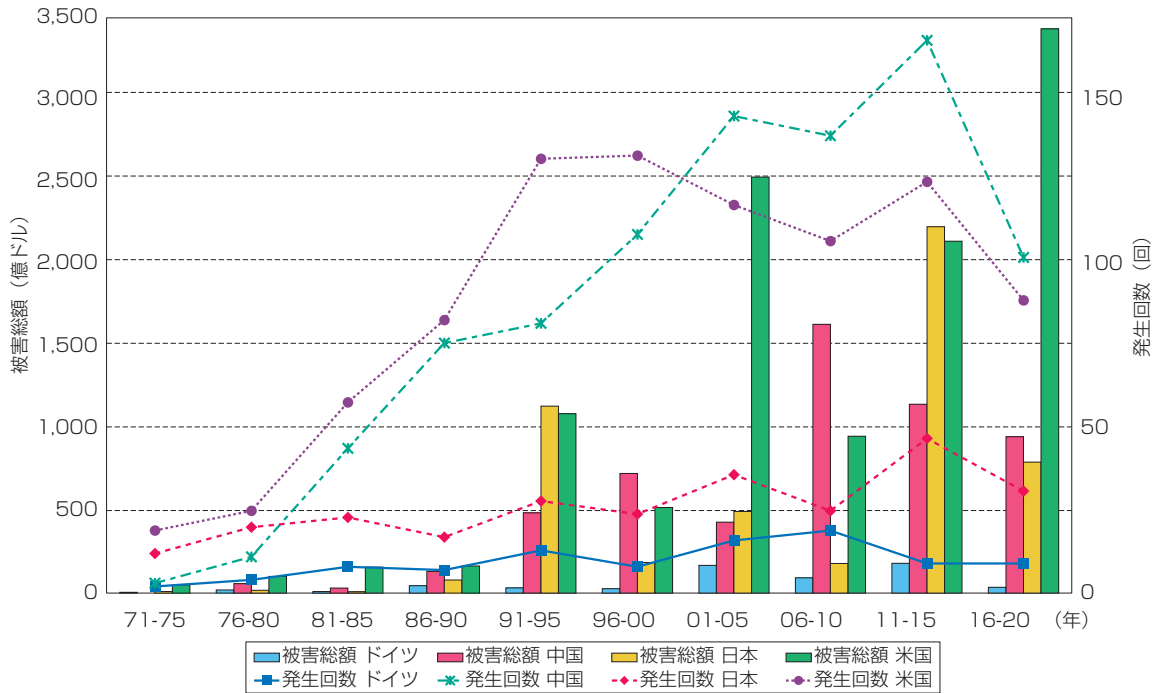
また、我が国の中小企業のものづくり技術についても、サプライチェーンの毀損などにより、その優位性が失われることのないよう、引き続き支援や制度を整備していく必要がある。このようなことから、自動車、産業機械などを支える中小企業による繊細な加工技術や素材技術等を維持、強化するため、資金繰り支援や設備投資支援が行われている（詳細は第2部参照）。

### (3) 自然災害を巡る不確実性と製造業

不確実性については、台風、大雨、洪水、土砂災害、地震、津波、火山噴火などの自然災害にも留意が必要である。各国の自然災害の発生回数及び被害総額

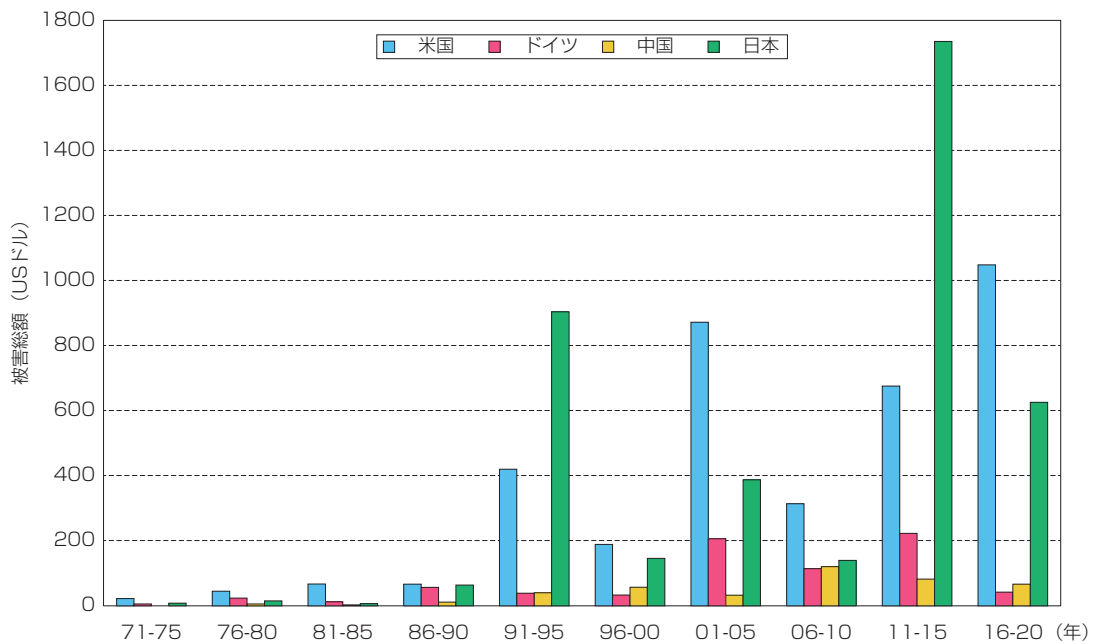
は拡大傾向にあるが、人口1人あたりの被害総額で見ると、我が国は他国と比較して高い水準にある（図121-16・17）。

図 121-16 各国の自然災害発生回数と被害総額の推移



資料：ルーバン・カトリック大学疫学研究所災害データベース (EM-DAT)

図 121-17 各国の人口1人あたりの被害総額推移

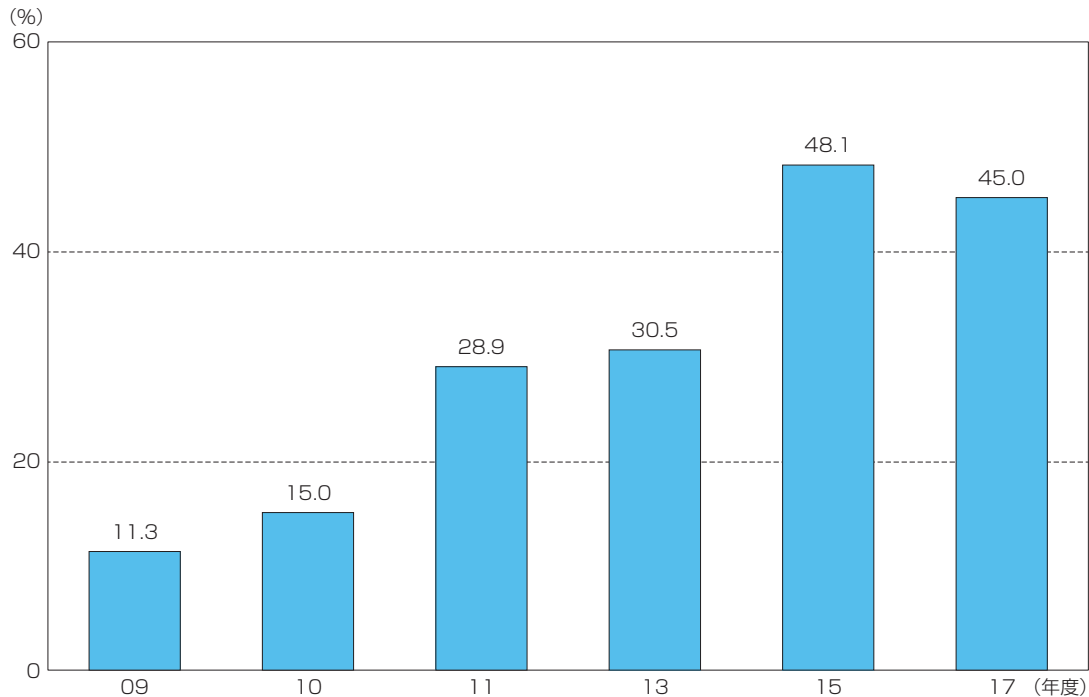


資料：ルーバン・カトリック大学疫学研究所災害データベース (EM-DAT)、UNSTATS より経済産業省作成

我が国では平成以降、阪神・淡路大震災、東日本大震災、熊本地震、2018年7月豪雨、北海道胆振東部地震、台風19号など、被害の深刻な自然災害が繰り返し発生したが、特に、2011年3月の東日本大震災後には、被災した企業の中に自動車サプライチェーンの中核を担う重要な部素材を供給する企業が多く存在し、全国的な生産停止や減産につながった。大手自動

車メーカーはこのような東日本大震災時の教訓を活かし、近年、トータルサプライチェーンの可視化や、地域的リスク回避、パートナー工場における設備状況の把握などの災害リスク対策を強化しており、熊本地震等の際には、その成果が見られる例もあった<sup>注9</sup>。BCP策定率も年々向上するなど、国内企業の防災意識は高まっている(図121-18)。

図121-18 我が国製造業(資本金1億円以下の企業を除く)のBCP策定率



備考：2012、2014、2016年度はデータ無し。

資料：内閣府「平成29年度企業の事業継続及び防災の取組に関する実態調査」

自然災害は我が国企業が明確に認識すべきリスクであり、実際に発生した際には、臨機応変に状況に対応することが求められる。国内外にサプライチェーンを

張り巡らす製造業にとって、様々な自然災害への危機対応能力は必要不可欠である。

#### (4) 非連続な変化を引き起こす可能性のあるデジタル技術革新

以上で確認したとおり、製造業が直面する不確実性には様々なものがあるが、非連続な変化を引き起こすデジタル技術革新もまた、製造業に大きな恩恵をもたらすものであると同時に、製造業が直面する不確実性の1つといえる。

例えば、深層学習（ディープラーニング）等の技術進化が加速しているAI（人工知能）に関しては、すでに画像解析による外観検査・検品、工場内の作業監視によるミス防止、製造設備のセンシングデータを分析した異常検知等、製造現場での活用事例が広がり、製造業の在り方を大きく変えつつある。また、自動車産業における自動運転分野では、自動車メーカーのみならず、GoogleなどIT大手、更にはベンチャー企業が参入し、大手企業による買収も活発であり、競争が加速している<sup>注10</sup>。

また、日本でも2020年からスマートフォン向けのサービスが開始される5Gなどの次世代通信技術は、製造現場においては機械からクラウドへの直接的かつシームレスな無線通信を可能とするとわれ、生産性の劇的な向上につながる可能性がある。5Gの一桁上のスペック競争ステージ（6G）にも突入しつつある中、台湾TSMCや韓国サムスの設備投資計画が過去最高に引き上げられ（2019年10-12月期）、日立ハイテクも2019年7月に新工場建設を発表するなど、半導体製造装置などへの投資が加速している。

量子コンピュータ分野でも、大手IT企業が続々と

開発に参入し、日本でも日本電気（株）（NEC）が2023年の「全結合型量子アニーリングマシン」<sup>注11</sup> 実用化を目指す<sup>注12</sup> など、各社がしのぎを削っている。また、量子コンピュータ時代に欠かせないセキュリティ技術である量子暗号通信についても、東芝による英国との共同研究が進められ、世界市場でのデファクト化が目指されており、同分野での開発は日進月歩で進められているところである。さらに、東京大学がIBMと量子コンピューティングの分野でアカデミック・パートナーシップを締結するなど、産学の連携も盛んに進められている。本提携により東京大学がIBMの最先端商用量子コンピューティング・システムに直接アクセスできるようになり、量子力学的発想で直接量子プログラミングができる新世代の育成に資するだけでなく、現代コンピュータを超越する量子アルゴリズムの理論と量子回路の設計・実装、量子力学シミュレーション、機械学習等の分野における国内での研究が進むことが期待される<sup>注13</sup>。

製造業にとっても、工場内での移動経路最適化や新素材開発への応用などに適用されつつあり、大きな革新をもたらす可能性がある（コラム参照）。このほか、仮想現実VR（Virtual Reality）や拡張現実AR（Augmented Reality）、マテリアルズ・インフォマティクス、無人ドローン、ブロックチェーン、空飛ぶクルマ等、非連続的な変化を引き起こす可能性のある注目すべき技術革新は数多くあるが、そうした技術革新により市場や競争環境が劇的に変化するリスクを見据え、変化に対応する能力が重要となる。

#### コラム

### 製造業にとっての量子コンピュータ ・・・(株)野村総合研究所 藤吉栄二氏

<古典コンピュータでは解けない問題を解く>

量子コンピュータとは、大学の物理学で学ぶ量子力学特有の現象である「重ね合わせ」や「量子のもつれ」を利用して計算を行う機械を指す。現在我々が利用しているコンピュータは、古典力学の原理を使って「0」と「1」というビットの状態を作りだし、その組み合わせで計算を行う。そこで、量子コンピュータとの対比で、古典コンピュータと呼称される。昔に比べて速くなったとはいえ、古典コンピュータには限界がある。複雑な問題を解こうとすればするほど、計算に時間を要してしまう。古典コンピュータの最高峰であるスーパーコンピュータであってもそうである。

そんななか、「量子力学の現象を利用すれば、古典コンピュータよりも優位に立つコンピュータを作ることができ、複雑な自然現象を解明できる」との期待のもと、量子コンピュータの概念が登場した。

注10 (独)情報処理推進機構「AI白書2019」

注11 2018年10月、NEDOプロジェクトとして採択。組合せ最適化問題の高速解法のブレークスルーとして期待されている「量子アニーリングマシン」の課題である「コヒーレンス時間（量子重ね合わせ時間）」と「集積性」を両立し、国産の「量子アニーリングマシン」を実現することが期待される。

注12 同社HP [https://jpn.nec.com/quantum\\_annealing/index.html](https://jpn.nec.com/quantum_annealing/index.html)

注13 東京大学プレスリリース [https://www.t.u-tokyo.ac.jp/foe/press/setnws\\_201909091459294809681836.html](https://www.t.u-tokyo.ac.jp/foe/press/setnws_201909091459294809681836.html)

### <量子コンピュータの現状と製造業における活用検討>

量子コンピュータの概念が提唱されたのは1980年代であるが、計算機としての機能を備え始めたのはつい最近である。さらに、現在の量子コンピュータが古典コンピュータと比べて優れた能力を持つかといえば、そうではない。なぜなら、詳細は割愛するが、「重ね合わせ」や「量子のもつれ」といった量子力学の現象を長時間作り出すことは難しい。計算の途中経過を計測しようとするとも量子状態が壊れてしまう。また、ノイズの影響を受けやすく、正しい答えを算出しないことがあるからである。

量子コンピュータは、古典コンピュータの上位互換に相当する量子ゲート方式と組み合わせ最適化問題に特化した量子アニーリング方式（量子イジングモデル方式）の2方式の開発が進められているが、2019年時点で古典コンピュータの性能を超えない状況は両者とも同じである。量子アニーリングの代表格であるカナダのD-Waveシステムズが開発するマシンは、商用化されているとはいっても、実験装置的な位置づけであり、大規模な問題を一度に計算機に実装して計算することはできない。

そのような状況であるにもかかわらず、世界中のリーディングカンパニーが量子コンピュータ活用の検討を始めている。以下では、デンソー、ダイムラー、エアバスの3社の取組を紹介する。

#### 【デンソー】：工場内の無人搬送車移動経路の最適化

デンソーは、D-Waveマシンが日本で注目を集め始めた2016年頃から、積極的に量子アニーリングマシンの活用を検討する企業の一社である。工場の中では、無人搬送車が事前に用意されたルーティング（移動経路）ルールに基づいて、部品を運んでいく。同社は、複数の無人搬送車の間で、どのようなルーティングを選択すれば、工場内全体として効率化するかという研究を、D-Wave2000Qを使用して行った。D-Wave2000Qを活用した最適化計算では、既存のルーティングに比べて15%の改善を確認している。

#### 【ダイムラー】：量子コンピュータを用いた新バッテリー開発研究に着手

メルセデス・ベンツの親会社であるダイムラーは、2018年にグーグルとの量子コンピュータのパートナーシップを締結し、材料科学と量子化学シミュレーションの分野で基礎研究を開始している。自動車のバッテリーの耐久性を向上させ、安価に製造できる新しい素材の開発に量子コンピュータを利用する。

同社は、量子コンピュータ開発においてグーグルのライバルであるIBMとも提携し、量子コンピュータを用いたバッテリー素材の研究を推進している。2020年1月には、水素化リチウム(LiH)、硫化水素(H<sub>2</sub>S)、硫化水素リチウム(LiSH)、硫化リチウム(Li<sub>2</sub>S)から構成されるリチウム硫黄電池において、分子の基底状態エネルギーと双極子モーメントを古典コンピュータを使ってシミュレーションし、更にIBMの量子コンピュータの実機を用いてLiHの双極子モーメントを計算できることを実証した。実機で利用した量子ビット数は4つにとどまるなど、検証としては初歩的なレベルにとどまった。しかし、これまでバッテリーの開発と試験は材料を実際に組み合わせてトライ・アンド・エラーで行わざるを得ず、シミュレーションソフトウェアがなかったことから比べると、大きな進歩である。量子コンピュータが実用化すれば、同社が電気自動車に搭載するバッテリー寿命を延ばすことができる新しい材料や組成を発見できると期待している。

#### 【エアバス】：5つの課題可決に向け、量子コンピュータ活用コンテストを主催

航空機メーカーのエアバスは、2019年1月から量子コンピュータ活用のコンテスト『Airbus Quantum Computing Challenge』を開催した。開催に際して同社が提示した課題は5つ、「航空機運行のコスト最適化」、「航空流体力学に関する機体シミュレーション」、「航空機機体設計の最適化」、「航空機の機体シミュレーション」、「航空機の積荷作業の最適化」である。いずれのテーマも航空機メーカーにとって、ビジネスのパフォーマンス向上に重要な影響を及ぼす。同社は2019年10月末にアイデアの受付を締め切り、投資を行うアイデアを2020年第1四半期に決定する。

### <未来に向けた投資が必要>

量子コンピュータの活用を検討する企業が目指すのは、デジタルトランスフォーメーション(DX)時代のビジネス変革である。明日のビジネスの改善というより、長期的な視点にたって、製造プロセスを抜本的に変革できるか、MaaS(Mobility as a Service)などのモノづくりからコトづくりへのビジネスモデ

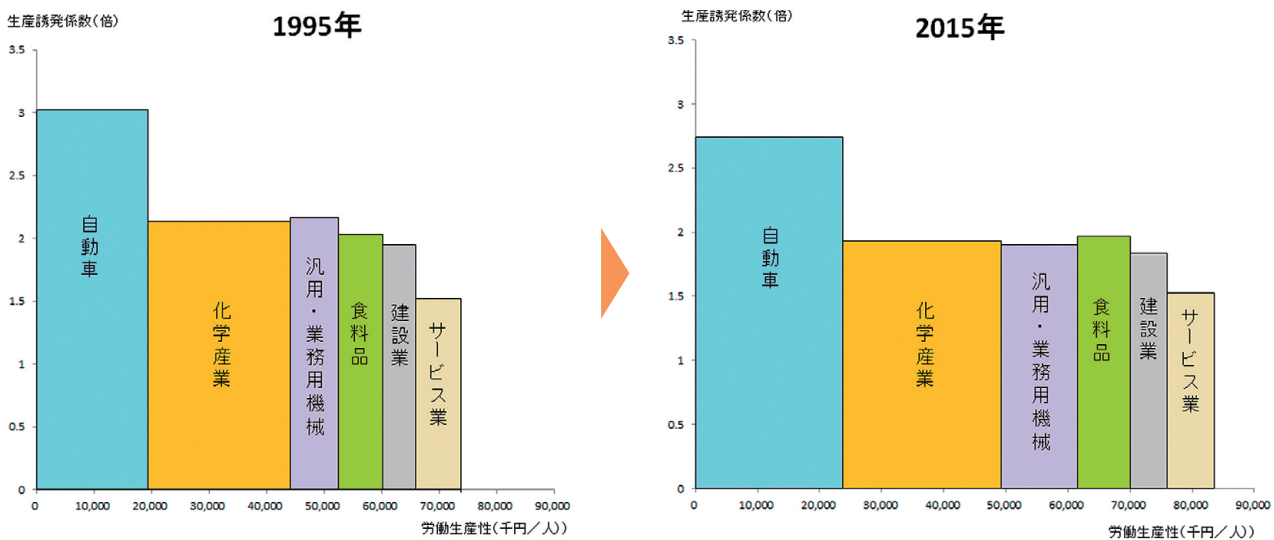
ル転換を行う際に、他社よりも優位に立つためには何が必要かといった課題意識のもと、研究を進めている。  
量子コンピュータの本格化には、まだまだ課題は多い。しかし、この領域の研究は日進月歩であり、その動向は無視できない。企業は量子コンピュータ実現のロードマップを睨みながら、自社が目指す姿に対してできることの見極めが必要であろう。

### (5) 自動車産業に見られる大きな変革(CASE)

(4) において非連続的な変化を引き起こす可能性のある技術革新を概観したが、製造業の中でも特に裾

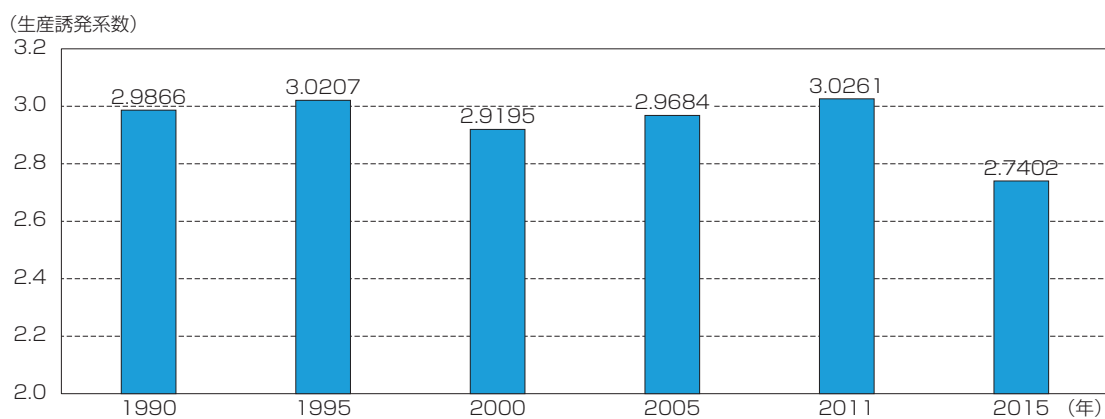
野の広い自動車産業は他産業への波及効果が最も大きく、自動車産業における変化は、製造業全体に大きな影響を及ぼす(図 121-19・20)。

図 121-19 自動車産業の生産誘発係数・労働生産性の変化



備考：1. ここでいう生産誘発係数とは、総務省「産業連関表」の逆行列係数表(統合中分類)における各産業の大きさを表す。  
2. 「自動車」は乗用車、「汎用・業務用機械」は一般機械産業の値(2015年分ははん用、生産用、業務用機械の生産誘発係数について国内生産額でウェイト付けし、平均値の値を採用)  
3. ここでいうサービス業は、電気・ガス・水道、商業、運輸、情報通信等。  
資料：総務省「産業連関表」、内閣府「国民経済計算」

図 121-20 乗用車の生産誘発係数の推移(値及び順位)



	1990年	1995年	2000年	2005年	2011年	2015年
1位	乗用車 (2.989)	乗用車 (3.021)	乗用車 (2.920)	乗用車 (2.968)	その他の自動車 (3.120)	乗用車 (2.740)
2位	その他の鉄鋼製品 (2.803)	その他の自動車 (2.694)	その他の自動車 (2.831)	その他の自動車 (2.914)	乗用車 (3.026)	その他の自動車 (2.721)
3位	その他の自動車 (2.757)	その他の鉄鋼製品 (2.663)	自動車部品・同付属品 (2.564)	自動車部品・同付属品 (2.717)	その他の鉄鋼製品 (2.967)	その他の鉄鋼製品 (2.627)

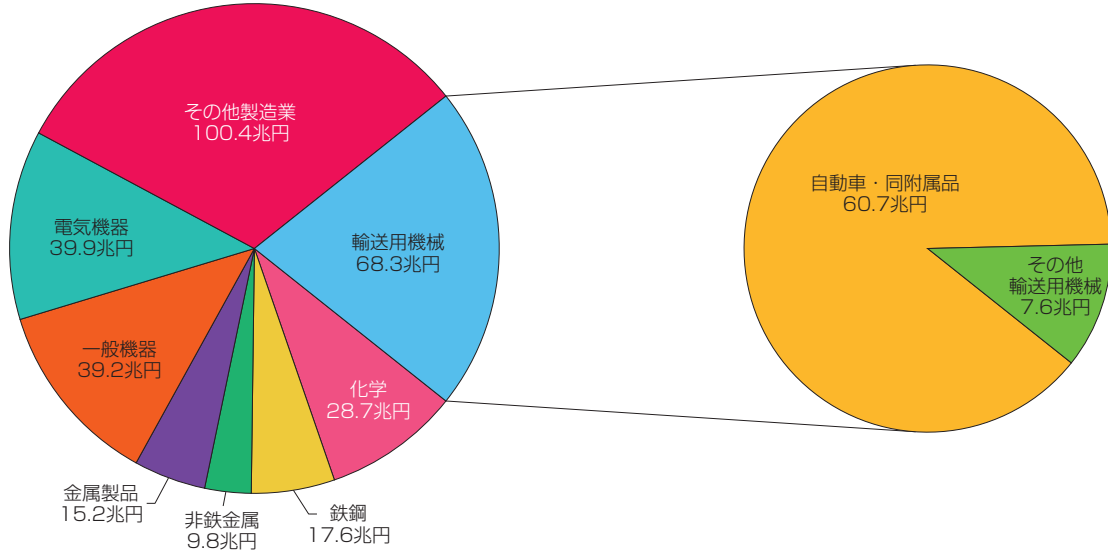
備考：ここでいう乗用車の生産誘発係数とは、総務省「産業連関表」の逆行列係数表(統合中分類)における乗用車の大きさを表す。  
資料：総務省「産業連関表」(産業連関表平成 2-7-12 接続表(107 部門表)、平成 12-17-23 接続表(103 部門表)、平成 27 年産業連関表(105 部門表)より経済産業省作成)



日本の自動車産業は、我が国製造業の約2割に当たる約60兆円の出荷額を誇る大きな産業であり、関連産業を含めて約550万人の雇用を支えるなど、出

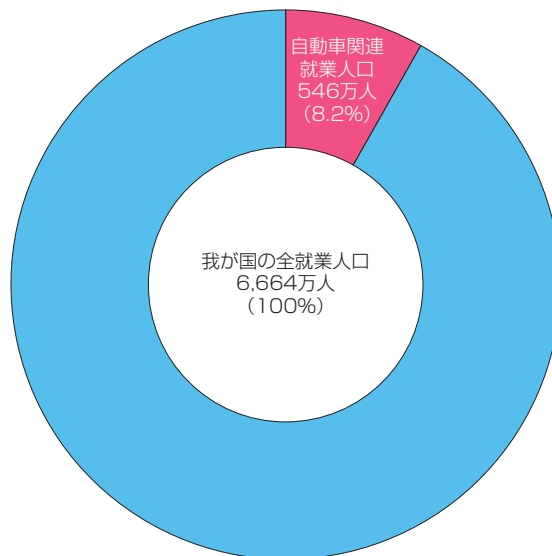
荷額・雇用の面でも日本経済を支えている（図121-21・22）。

図121-21 製造業の業種別製造品出荷額等



備考：従業者4人以上の事業所。  
資料：経済産業省「工業統計表（2018年版）」

図121-22 業種別就業人口



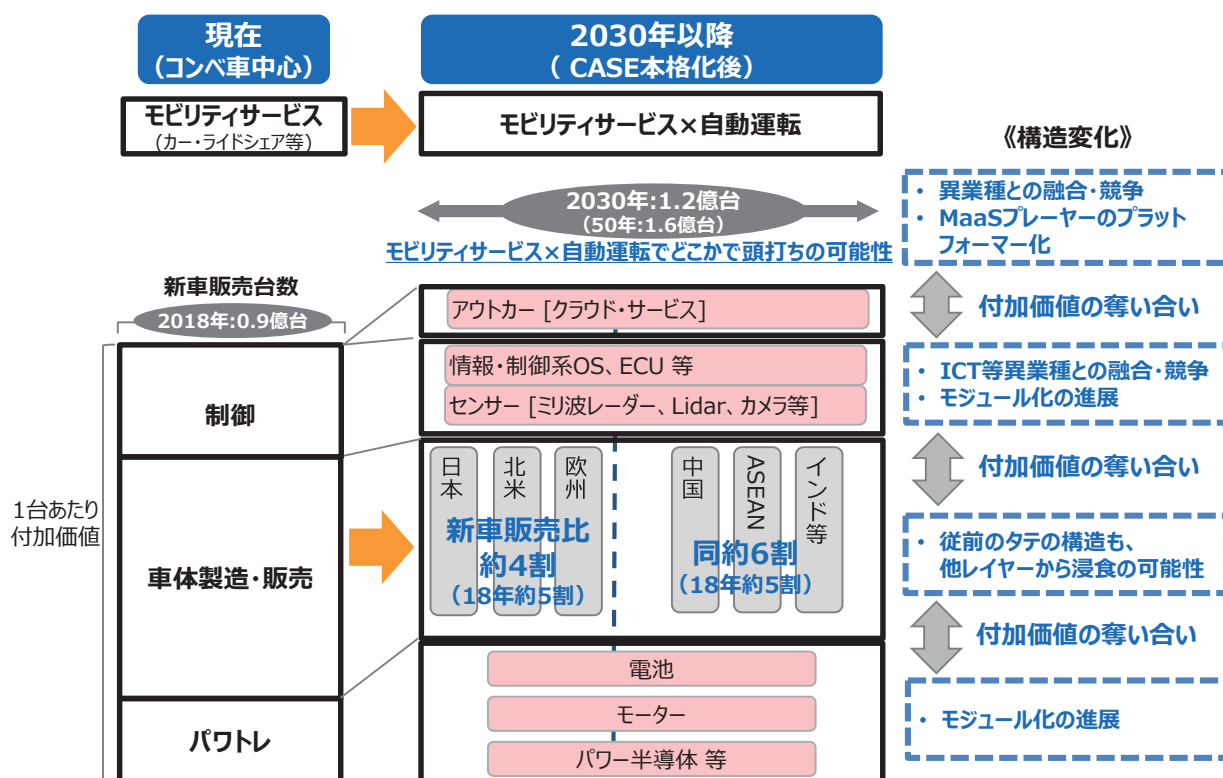
資料：(一社)日本自動車工業界「日本の自動車工業 2019」

以下では、特に自動車産業において今後見込まれる変化について概観したい。

現在、自動車産業は、CASE（Connected：車のツナガル化、Automated：自動運転、Shared & Service：シェアリング・サービス、Electrified：電動化）と言われる、100年に1度の大きな変革に直面していると言われる。CASEの変化は、1つ1つが、既存の自動車メーカーやそのサプライヤーのビジネスモデルに大きな変化をもたらす。例えば、コネクテッドや自動走行の技術の進化、自動車のサービス利用のニーズの拡大は、ITなど、自動車に関する既存

のプレイヤーとは異なる業種にとって大きなビジネスチャンスとなるとともに、既存の自動車関連産業のプレイヤーにとっては、競争激化のきっかけとなっている。また、電動化により、①エンジン部品など、完全にEV化すれば不要となる部品や、②新たに必要となる部品（駆動用モーターなど）が生じるとともに、③モジュール化の進展により、これまで我が国が強みとしてきたすりあわせが一部不要となるなど、既存の自動車産業のバリューチェーンにも大きな変化をもたらす（図121-23）。

図 121-23 自動車産業の構造の変化



資料：経済産業省作成

「CASE」に対応するためには、これまでと大きく分野の異なる領域に大規模投資を行う必要があることから、我が国の自動車産業が競争力を維持・強化するためには、企業間や官民の連携を一層強化していくことが重要となる。このため、経済産業省では、2018年4月から2019年4月にかけて、4回にわたり、産官学からなる自動車新時代戦略会議を開催し、対応を議論した。2018年7月には、2050年までの長期ゴールとして、世界に供給する日本車1台あたりの温室効果ガス排出量を8割程度削減するとともに、究極的には、燃料から走行までの温室効果ガス排出をゼロにすることを目指す「Well-to-Wheel Zero Emission」を官民で進めることとした。また、2019年4月には、CASEの変化によりもたらされる

3つのモビリティ社会像（①低炭素・分散・強靱な自動車・エネルギー融合社会の構築、②移動弱者ゼロ化、豊かな移動による豊かな地域社会づくり、③渋滞等の都市問題解決、効率的なデジタルスマートシティの実現）を掲げ、官民連携で取組を進めていくことを取りまとめた。

続いては、電動化、地域における新しい移動サービス、デジタルスマートシティ、将来に向けた環境整備の各局面から、対応状況を概観する。

（低炭素・分散・強靱な自動車・エネルギー融合社会の構築）

電動車に搭載されている蓄電池や燃料電池は、分散型電源として電力インフラと連携し、電力システムの安定

化に貢献することや、V2H（車両から家への給電）などの機能を活用することで災害時に避難所や家庭に電力を供給する電源となることが期待されている。また、中古車としての流通の拡大や、廃車後に車載用蓄電池を取り出し定置用蓄電池として活用する取組を進めることで、EVのライフサイクルでの経済性が向上することが見込まれる。このため、2019年7月には、官民連携による「電動車活用社会推進協議会」を設立するとともに、車載用蓄電池のリユース・リサイクルの拡大に向けた課題の整理や電動車の活用のユースケースの普及などに取り組んでいる。

#### （移動弱者ゼロ化、豊かな移動による豊かな地域社会づくり）

公共交通機関が乏しい地方部においては、自動車は移動手段として欠かすことができない必需品である。このような地方部では、高齢化の更なる進展により、自ら運転することが困難な方々が増える上、ドライバー不足により公共交通の担い手も減少することで、いわゆる移動弱者が増加することが懸念されている。また、物流においても、ドライバー不足は顕著であり、その効率化は不可欠である。

このような現状に対し、経済産業省では、国土交通省と連携し、新たなモビリティサービスの社会実装を通じた移動課題の解決及び地域活性化を目指し、地域と企業の協働による意欲的な挑戦を促すプロジェクトとして、2019年4月に「スマートモビリティチャレンジ」を創設し、28地域を支援対象として選定した。また、無人移動サービスを実現するべく、社会受容性の向上を目指す社会実証を進めるとともに、自動運転の社会実装に向け、その基盤となる安全性評価技術の開発も支援している。

#### （渋滞等の都市問題解決、効率的なデジタルスマートシティの実現）

車車間・路車間通信の一層の普及や、車両内外のデータの連携を進めることで、交通流通の円滑化や事故の抑止などにつながることを期待される。このようなコネクテッド関連技術の社会実装に当たっては、サイバーセキュリティの確保や、自動走行に活用する高精度3次元地図データの整備・更新、車の内外、交通事業者間にまたがるデータ連携・活用のルールや基盤の構築が課題となる。

このため、経済産業省では、サイバーセキュリティに関する国際標準の策定や日本自動車工業会における情報共有体制の構築等の業界の取組を後押しすると

もに内閣府SIP事業において、ITS無線路側機から提供される信号情報や高精度3次元地図等を活用した自動運転車の実証実験を進めている。

#### （将来のモビリティ社会像実現に向けた事業基盤整備）

このようなCASEがもたらす社会像を実現するためには、自動車工学とソフトウェアエンジニアリング双方を担えるIT人材の不足、既存・CASE領域双方における開発の効率化、サプライヤーなどのCASEへの対応力の強化が必要となる。

このため、IT人材の育成・発掘を目的に、業界連携で策定したスキル標準に準拠した講座開発を進め、ボリュームゾーンにおける自動車業界×ITの人材エコシステムの構築を後押しするとともに「自動運転AIチャレンジ」等によるトップ人材の引き込み・育成等の取組を進めている。また、開発効率向上のため、シミュレーション技術を活用した「モデルベース開発」を広く普及させるべく、モデル構築の方法に関するガイドラインの整備や標準的なモデルの構築・公開を行っている。また、サプライヤーの対応力の強化に向け、サプライヤー応援隊による支援を実施している。

本節では、我が国製造業を取り巻く政策、地政学、技術革新、市場変化等、様々な局面における不確実性の高まりを見てきた。我が国経済を支える自動車産業においても、今後大きな変化が見込まれ、様々な取組が進んでいるところである。

世界の政策不確実性指数は2018年以降特に上昇基調が強まっているが、1997年以降の傾向を概観すると、拡大傾向は2008年頃より既に始まっている。このようなことから、政策不確実性の高まりは、英国のEU離脱や米中貿易摩擦の激化といった最近の状況を反映した一過性のものというよりは、今後も続く基本的なトレンドと見るべきであろう。

2020年1月以降は更に、中東情勢緊迫化による地政学リスクの高まりや、オーストラリアにおける大規模な山火事を始めとする気候変動による自然災害、そして、新型コロナウイルス感染症の脅威に次々と直面している。まさに、IMF専務理事クリスタリナ・ゲオルギエバ氏が指摘するように、不確実性は新しい常態（ニュー・ノーマル）となりつつある<sup>注14</sup>。

今後の我が国製造業には、不確実性の高い世界を前提とした事業活動を営む戦略性が求められる。続いては、このような状況の下、日本の製造業が進むべき方向性について考察を深めたい。

注14 Kristalina Georgieva, 2020, "Finding Solid Footing for the Global Economy" <https://blogs.imf.org/2020/02/19/finding-solid-footing-for-the-global-economy/>

## 2 企業変革力(ダイナミック・ケイパビリティ)の強化

### (1) 不確実な世界における企業の経営戦略

不確実性が著しく高まっている世界で、日本の製造業はどう進むべきか。非常に難しい課題ではあるが、この課題を考えるに当たって注目すべき戦略経営論がある。

それは、ダイナミック・ケイパビリティ論である。「ダイナミック・ケイパビリティ」とは戦略経営論における学術用語であるが、敢えて訳語を当てるならば、「企業変革力」になろう。

ダイナミック・ケイパビリティ論は、カリフォルニア大学バークレー校ハース・ビジネススクール教授のデイヴィッド・J・ティース氏によって提唱され、近年、注目を浴びている戦略経営論である。

ダイナミック・ケイパビリティ論が発展し、注目されるようになった学説史的な経緯は、以下のとおりである。

1980年代にハーバード大学のマイケル・ポーター氏が「競争戦略論」を展開した。これが戦略経営論という研究分野の出発点となったと言われている。

ポーター氏の「競争戦略論」は、産業構造や業界の状況が企業の戦略行動を決定し、更には企業の業績を決定するという議論であった。しかし、その後、多くの実証研究から、同じ産業や同じ業界の内部でも企業の戦略行動や収益率に差異があることが明らかになり、「競争戦略論」の限界が指摘されるようになった。

このような中、企業の戦略行動や業績を決定しているのは産業構造や業界の状況ではなく、企業内部にある固有の資源であるという「資源ベース論」が登場するようになった。資源ベース論は更に、自社の強みである固有の資源を利用する能力(ケイパビリティ)こそが、企業の競争力の源泉であるという見方へとつながっていった。

しかし、そのような企業固有の資源(自社の強み)もまた、環境や状況が変われば不適合なものとなり、企業の硬直性を招き、かえって企業の弱みへと転じかねない。

では、企業は、どのようにすれば、変化する環境や状況の中で、持続的に競争力を維持できるのだろうか。このような問題意識を背景にして提出された戦略経営論のひとつが、「ダイナミック・ケイパビリティ論」である。

ダイナミック・ケイパビリティとは、環境や状況が激しく変化する中で、企業が、その変化に対応して自己を変革する能力のことである。

それゆえ、今日のように、世界の不確実性が急激に高まっている時代において、製造業の在り方を考える

上で、このダイナミック・ケイパビリティ論は多くの示唆を与えてくれるだろう。

### (2) 企業変革力(ダイナミック・ケイパビリティ)とは

ティース氏によると、企業のケイパビリティは、「オーディナリー・ケイパビリティ(通常能力)」と「ダイナミック・ケイパビリティ(企業変革力)」の2つに分けることができる。ダイナミック・ケイパビリティの意義を明確に理解するためには、オーディナリー・ケイパビリティと比較することが有益である。

オーディナリー・ケイパビリティとは、与えられた経営資源をより効率的に利用して、利益を最大化しようとする能力のことである。オーディナリー・ケイパビリティは、労働生産性や在庫回転率のように、特定の作業要件に関して測定でき、ベスト・プラクティスとしてベンチマーク化され得るものである。ティース氏によれば、オーディナリー・ケイパビリティとは「ものごとを正しく行うこと」を意味する。

企業にとってオーディナリー・ケイパビリティを高めることが根本的に重要であることは、論を待たない。しかし、オーディナリー・ケイパビリティだけでは、企業は競争力を維持できない。

なぜならば、第1に、ベンチマーク化されたベスト・プラクティスは他企業が模倣しやすく、特にグローバルな競争が激しい環境下では、急速に拡散する。このため、オーディナリー・ケイパビリティだけでは、持続可能な競争力を獲得することはできない。

第2に、より重要なことであるが、環境や状況に想定外の変化が起きた場合に、どう対応すべきかについて、オーディナリー・ケイパビリティは、何も語らない。それどころか、ベスト・プラクティスが洗練され、精緻化されていけばいるほど、それを変えるコストは高くなってしまふので、現状維持の方が短期的には経済合理的になるという罠に陥ってしまうことすらある。オーディナリー・ケイパビリティという自社の強みが、弱みに転じて、企業を危機に陥れることがあるのは、このためである。日本の製造業にとって不確実性が危険である理由も、まさにこの点にある。オーディナリー・ケイパビリティの高い製造業が、環境や状況の想定外の変化によって、一瞬にして、競争力を失うということが起こりうるのである。

そこで、環境や状況の変化に応じて、企業内外の資源を再構成して、自己を変革するダイナミック・ケイパビリティを高めることが必要となる。

もちろん、オーディナリー・ケイパビリティが企業の基本的な能力であることは、先述のとおりである。しかし、重要なのは、現状の企業行動が、環境や状況の変化に適合しなくなったかどうかを常に批判的に感

知し、適合しなくなると判断したならば、適合するように企業を変革することである。その変革に成功すれば、企業は、新たに構築されたオーディナリー・ケイパビリティの下で、再び効率性を追求することができる。

ティース氏の卓抜した表現を借りるならば、オーディナリー・ケイパビリティとは「ものごとを正しく行うこと」であるが、ダイナミック・ケイパビリティは「正しいことを行うこと」である。

ティース氏は、「正しいことを行う」能力であるダイナミック・ケイパビリティを、更に次の3つの能力に分類している。

- 感知（センシング）：脅威や危機を感知する能力
- 捕捉（シージング）：機会を捉え、既存の資産・知識・技術を再構成して競争力を獲得する能力
- 変容（トランスフォーミング）：競争力を持続的なものにするために、組織全体を刷新し、変容する能力

このダイナミック・ケイパビリティの中でも中核となるのは、資産を再構成（オーケストレーション）す

る企業家的な能力である。そのような能力は模倣することが難しいものであり、したがって、外から購入するよりは、企業内部で構築しなければならない。逆に言えば、このような能力は、企業の長年の学習によって構築された文化・遺産の産物であるがゆえに、他企業には模倣困難なものとなり、かつ長期にわたって維持されるものである。

ティース氏は、次のように述べている。

「強いダイナミック・ケイパビリティによって、企業とそのトップマネジメントは、消費者の好み、ビジネス上の問題、そして技術発展の進化について推測を展開でき—その推測の正しさを確かめたり、それを微調整したりできる—、それから、継続的なイノベーションや継続的な変化を可能にするための資産や活動を再構成することによって、その推測に基づいて行動できるようになる。首尾よく強いダイナミック・ケイパビリティを構築した企業が戦いを挑むことができるのは、いま自社が所有している資源に溺れ、顧客ニーズの変化を無視し（またはそれを知らず）、現状を大事にし、企業家たちに権限を与えることに失敗し、エージェントを変えることに失敗し、そしてイノベーションよりも効率性を優先するような競争相手である。」<sup>注15</sup>

オーディナリー・ケイパビリティとダイナミック・ケイパビリティの相違点<sup>注16</sup>

	オーディナリー・ケイパビリティ	ダイナミック・ケイパビリティ
目的	技能的効率性	顧客ニーズとの一致 技術的機会やビジネス機会との一致
獲得方法	買う、あるいは構築（学習）する	構築（学習）する
構成要素	オペレーション、管理、ガバナンス	感知、捕捉、変容
ルーティン	ベスト・プラクティス	企業固有の文化・遺産
経営上の重点	コストコントロール	企業家的な資産の再構成とリーダーシップ
優先事項	「ものごとを正しく行う」	「正しいことを行う」
模倣可能性	比較的模倣できる	模倣できない
結果	効率性	イノベーション

## コラム

### 「VUCA（ブーカ）」時代とダイナミック・ケイパビリティ論 ・・・慶應義塾大学 商学部 菊澤研宗 教授

今日、世界はインターネットで結ばれ、どこかで変化が起こると、瞬時にその変化が広がる VUCA（ブーカ）と呼ばれる不確実な時代である。VUCA とは、Volatility（変動性・不安定さ）、Uncertainty（不確実性・不確定さ）、Complexity（複雑性）、Ambiguity（曖昧性・不明確さ）の略語である。

注 15 D・J・ティース『ダイナミック・ケイパビリティの企業理論』（中央経済社、2019年）、p133.

注 16 D・J・ティース『ダイナミック・ケイパビリティの企業理論』（中央経済社、2019年）図表 5-1 を一部改変。

このような不確実な時代に、1) 環境変化を感知し (sensing)、2) そこに機会を捕捉し (seizing)、3) 既存の資源を再構成して自己変容 (transforming) する能力のことを、ダイナミック・ケイパビリティ (企業変革力あるいは変化対応的な自己変革力) と呼び、このような能力が現代企業に求められていると主張したのは、カリフォルニア大学バークレー校教授デイヴィット・J・ティース氏である。

ティース氏によると、企業が保有するケイパビリティ (能力) には、オーディナリーとダイナミックの2種類ある。オーディナリー・ケイパビリティ (通常能力) とは、既存のビジネスモデルのもとにコストを削減して効率性を高める「技能適合力」のことである。一方、その通常能力が生み出す定常状態と環境とが乖離していないかどうかを常に批判的に考察し、環境と現状とを適合させるより高次の能力がダイナミック・ケイパビリティであり、「進化適合力」と呼ばれる。

これら2つの能力の間には階層関係があり、それゆえより低次のオーディナリー・ケイパビリティが存在するからといってより高次のダイナミック・ケイパビリティが存在するとは限らない。しかし、高次のダイナミック・ケイパビリティが存在すれば必然的に低次のオーディナリー・ケイパビリティも存在していることになる。

また、これら2つの能力は「利益」と「付加価値」の違いにも対応する。オーディナリー・ケイパビリティは利益 (= 売上 - 費用) を最大化する能力であり、この能力しかもたない企業は、利益を上げるために、コストを下げる必要があり、それゆえ質の悪い安価な部品を外部から購入し、安価な機械を使って減価償却費を減らし、安い賃金で人を雇用するので、企業は劣化していくことになるだろう。

一方、ダイナミック・ケイパビリティは、付加価値を向上するために売上を伸ばす能力である。付加価値は利益とは異なり、今期の売上から外部から調達した部品費を引いて残った額を意味する。それゆえ、付加価値は、人件費 + 減価償却費 + 営業利益から構成される。したがって、付加価値を高めるには、より優れた人材を雇い、より良い機械設備を購入し、イノベーションを起こして売上自体を伸ばす必要がある。

さて、これらオーディナリーとダイナミック・ケイパビリティという階層的な2つの能力を通して、企業はどのようにして進化するのか。環境は常に変化しているので、より低次のオーディナリー・ケイパビリティのもとに企業が定常状態を維持すれば、時間とともに環境との間にズレが生じる。ここで、より高次の能力であるダイナミック・ケイパビリティのもとに、そのズレをできるだけ早く感知し、そこに新しい機会を見出し、そして企業全体を再構成して環境とのズレをなくす。こうして、企業は進化し、発展することになる。

さて、いま環境が変化し、オーディナリー・ケイパビリティによって形成された定常状態と環境との間にズレが生まれ、それをダイナミック・ケイパビリティによって感知したとしよう。このズレをなくすために、企業は既存の資源を再構成、再配置、再利用しなければ、多くの利益機会を失うだろう。そこで、この逸失利益 (機会費用) を節約するために、ダイナミック・ケイパビリティによって環境とのズレを埋めるように、既存の資源を再構成して自己変容する必要がある。もちろん、このような変容に対して既得権益者による抵抗があるので、変容には多大なコストを伴う。したがって、それ以上のベネフィットを生み出すような資源の再構成、再配置、再利用が求められる。

ここで、ティース氏は、ダイナミック・ケイパビリティによる既存の資源の再構成 (オーケストレーション) 原理として、「共特化の原理」を主張する。この原理は、企業内の多くの資源はそれぞれ特殊なので、それ自体では十分なメリットは生み出さないが、相互に結合すると化学反応が起こり、大きなメリットを生み出す資源の組合せあるいは結びつきのことである。この意味で、その原理は「補完性の原理」ともいえる。

例えば、神戸製鋼は電気事業法が改正され、電気小売の自由化を感知し、そこに利益を得る機会を捕捉した。神戸製鋼は、従来から製鉄事業で高炉や転炉から発生する副生ガスを活用して自家発電しており、このノウハウを再利用して本格的に発電事業を展開した。まさに、製鉄事業と発電事業との「共特化」を実現したのである。

このような共特化の原理は、他社の資源や技術との組み合わせや結びつきにも成り立つ。例えば、インバウンドの流れに対応して、顧客を外国人に特化し、ビックカメラとユニクロが相互に共特化して「ビックロ」を形成したのは、その例である。

また、近年、企業が単独で利益を出すのではなく、他社を巻き込んで相互にプラスの利益を生み出すビジネス・エコシステム（事業生態系）の形成も注目されている。これも共特化の1つである。かつて、ソニーがプレイステーションを開発してゲーム業界に参入したとき、ソフト会社などのサードパーティや販売店をも取り込み、まさにビジネス・エコシステムを形成して絶対王者だった任天堂に打ち勝ったのは、この例である。

今日、日本政府は、我が国の産業が目指すべきコンセプトとして、人、モノ、技術、組織等が様々につながることによって新たな価値創出を図るコネクテッド・インダストリーズを提唱している。まさに、共特化の原理は、その形成原理の1つといえるだろう。

日本には、このようなダイナミック・ケイパビリティを潜在的に保有している企業が意外に多い。というのも、これまで日米間には絶えず貿易摩擦問題が発生し、その都度、米国から厳しい条件を押しつけられ、その変化に日本企業は絶えず柔軟に対応してきたからである。そして、これを可能にしていたのは、日本企業独自の柔軟な組織構造にある。各職務があいまいで、多能工が多く、そして契約もあいまいだったため、配置転換が比較的容易で、様々な変化に対応しても柔軟に人的資源を再配置できたのである。このように、日本企業は、本来、ダイナミック・ケイパビリティが発揮しやすい体質なのであり、まさにいま再びデジタル化を通してそれを発揮する時期が来ているといえる。

### (3) 価値創造の原理

ダイナミック・ケイパビリティの中核にあるのは、資産を再構成する企業家的な能力であるが、この再構成の意義を説明するに当たって、ティース氏は「共特化 (co-specialisation)」の原理を強調している。

共特化の原理とは、2つ以上の相互補完的なものを組み合わせることによって、新たな価値を創造することである。

共特化の原理は、経済社会の至るところで観察することができる。

例えば、自動車とガソリンスタンドの関係、美術館と館内カフェの関係、コンピュータのオペレーティング・システムとアプリケーションの関係、クレジットカードとそれを利用できる店舗の関係には、共特化の原理が働いている。

近年の例では、吉野彰博士らが開発したリチウムイオン電池は、ラップトップ・コンピュータや携帯電話と組み合わせられることで、共特化の原理が働き、社会に大きな変化をもたらす価値を創造した。また、IoTも、IT（情報技術）とOT（制御・運用技術）の共特化の原理が、製造業に大きな変革を引き起こしているといえる。この他にも、近年、めざましい発達を遂げている「プラットフォームビジネス」は、他のプレイヤーが提供する製品・サービス・情報と一緒にあって、初めて価値を持つ製品・サービスを提供するようなビジネスのことであり、まさに共特化の原理を巧みに活用したビジネスモデルであるといえる。

共特化の原理を働かせることで、企業は、差別化製

品の提供が可能になるだけでなく、費用を節約することができる。共特化の原理が働く資産を識別し、投資する経営者の能力は、企業の競争力にとって決定的に重要である。

ダイナミック・ケイパビリティとは、環境や状況の変化に対応するために、共特化の原理に従って、組織内外の資産を再構成し、新たな価値を創造することともいえる。

この共特化の原理とダイナミック・ケイパビリティの関係を示す事例として、富士フィルムホールディングス（株）が挙げられる。同社は、デジタルカメラの普及という環境変化にさらされていたが、すでに自社で所有していた高度な写真フィルム技術を応用して開発した液晶パネルの生産に欠かせないディスプレイ材料事業に大胆な投資を行った。この事例は、同社が写真フィルムに液晶パネルとの共特化の関係を見だし、写真フィルム技術という資産を再構成して、ディスプレイ材料事業の拡大を加速するというダイナミック・ケイパビリティを発揮したものと解釈できる。<sup>注17</sup>

なお、日本政府は、我が国の産業が目指すべき姿（コンセプト）として、人、モノ、技術、組織等が様々につながるにより新たな価値創出を図る“Connected Industries（コネクテッド・インダストリーズ）”のコンセプトを提唱し、世界に向けて発信している。ティース氏の理論に基づけば、この“Connected Industries”の意義は、多様なつながりが生み出す「共特化」の関係から、新たな価値を創出するところにあるとすることができる。

注17 菊澤研宗『成功する日本企業には「共通の本質」がある—ダイナミック・ケイパビリティの経営学』（2019年、朝日新聞出版）、第一章

## コラム 旭化成（株） 吉野彰名誉フェローインタビュー

2019年12月、リチウムイオン電池の開発に寄与した旭化成（株）の吉野彰氏が、ジョン・B・グッドイナフ氏（米テキサス大学オースティン校）、M・スタンリー・ウッティンガム氏（ニューヨーク州立大学ビンガムトン校）と共にノーベル化学賞を受賞した。

2020年版ものづくり白書刊行に寄せて、吉野氏に現在の製造業における基礎研究の課題や製造業関係者へのエールをうかがった。



インタビューに応じる吉野氏

### －企業における基礎研究の在り方について。

「基礎研究といっても、アカデミアの世界と産業界とでは相当中身が違う。例えば、リチウムイオン電池の原点は福井謙一氏によるフロンティア軌道理論（1981年に日本人初のノーベル化学賞を受賞）。同理論による予測に基づき、白川英樹氏（2000年に同賞を受賞）が電気を通す新素材『ポリアセチレン』を開発した。このような、真理を探究する純正基礎研究と、新素材の発見くらいまでがアカデミアの領域。その先の、新素材をどのような製品にしていけるかを考える部分が、産業界の基礎研究になる。

真理の探究的な純正基礎研究から、新素材の発見までがアカデミアに期待される役割。そこから先は産業界にバトンタッチされる。」

### －企業が研究開発にかけられる時間は短期化しているのではないか。

「商品化までには、①世の中に必要とされる要件を満たす新素材の研究（基礎研究）、②安全性などの問題を解決する開発研究、③マーケットを立ち上げる上で必要な研究の3ステップあり、それぞれに約5年がかかる。

元々、1つの基礎研究は2年単位で行う。可能性があれば更に2年研究し、基礎技術を固める。産業界では、基礎研究にはそこまでお金はかからないため、基本的には昔から変わっていないが、事業のテリトリーが広がり1つの研究所で全てを扱うことが難しくなったことから、研究機能を分散させている面はあるだろう。」

### －AIなどの新技術がものづくりに与える影響について。

「基本的には変わらない。素材分野ではマテリアルズ・インフォマティクスなども進められているが、AIは人間の良いところも、悪いところも継承する。人間の良いところは学習すること、悪いところは学習するのに時間が掛かること。人間以上でも人間以下でもないので、サポーター的に活用すべきだ。過剰な期待をすべきでないし、恐れることもない。AIの登場により、相棒となるツールが増えたと思うのが良いだろう。」

### －中小企業との連携について。

「研究段階でも部品や素材が必要だが町工場に協力してもらおう。リチウムイオン電池では特に、治具等の開発で中小企業に協力してもらった。そうすることで、中小企業にも電池を作るのに必要なノウハウが溜まっていく。

研究が進むと、そうして蓄積された技術が製品になっていく。例えば、リチウムイオン電池に欠かせない放電評価装置では、研究用に協力してもらった東洋システム（株）（福島県いわき市）が今や世界を席巻している。電池への巻付けにもきわめて高度な技術が求められるが、研究に協力してくれた（株）皆藤製作所（滋賀県）もまた、世界を席巻している。」



—先が読めない長期的な開発をどうやって進めたのか。

「今のようなモバイル IT 社会になることは誰にも分からなかった。当時、リチウムイオン電池の用途は限られていたが、ビデオカメラという市場ニーズはあった。ビデオカメラでもせいぜい 100 万個程度だったが、某大手川下メーカーが研究段階にもかかわらずリチウムイオン電池を高く評価していたため、何かあるのだろうと感じた。」

—日本の製造業における研究開発の課題は。

「(2019 年版の白書で分析していたように) 素材や基幹部品のような、いわゆる製造プロセスの『川上』が強い傾向は更に強まっている。川上は模倣に時間が掛かるため、まだ追いつかれていないが、何も手を打たなければ次期商品の開発目標を見失い、川上も衰退していくだろう。」

昨今、『川上』と『川下』が直結する方向に動いていると感じる。これまで、川上の素材や部品は川中に評価をゆだねていたが、これからは自分で評価を行わないと、川下とつながることができない。自分が使う立場で評価する能力を持つことが、5 年、10 年先の新商品開発につながっていく。このような評価能力を持つことは非常に重要で、そのために、赤字でも自社で最終製品を作ることも戦略的に必要。評価能力を持つことで、川下企業がどのような将来像を描いているのか知ることができ、企画力につながる。

IT 革命も、インテルとウィンドウズという川上と川下の連携によって生まれたと理解している。日本は川上が強いが、川下との連携によって世界的な企業が生まれれば、世界を席卷できるかもしれない。」

—世代の問題について。最近の若者や研究環境に対してどう感じるか。

「35 歳前後の若手研究者が前向きな研究をできているかどうかは鍵。自分がリチウムイオン電池につながる研究をスタートしたのも 33 歳だが、ノーベル賞受賞者が研究をスタートした平均年齢は 36.8 歳と言われる。社会のことが分かり、体力があり、まだ再チャレンジの機会がある時期は、人生で 35 歳前後の 1 回しかない。それは、ポストドク時代の 10 年間にあたる。35 歳前後で何をするかは個人次第だが、彼らが生き生きしているかどうかは将来の日本の試金石。30 代からノーベル賞まで 40 年掛かる。それくらいの時期にスタートしておかないと間に合わない。」

—ものづくり関係者へのエール。

「5 年後、10 年後必要とされるものに向けて、自分の道を見つけられるかどうか。90 年代に起きた IT 革命の土俵にいた人が、今成功している。」

『イノベーション』は単なる技術革新ではなく、結果的に世界を変えた大きな変革。30 年周期でそのような大きな変革が来るので、次は 2025 年。まさに大阪万博の開かれる頃に、第 4 次産業革命や Society 5.0 がいよいよ現実のものとして世界に現れるだろう。大事なものは、次のイノベーションの土俵に乗っておくことだ。あとは、そこで勝つか、負けるか。その際、環境問題が大きな鍵になる。第 4 次産業革命の技術で環境問題は解決する。それをつかんだ人が、勝つだろう。」

(インタビュー実施日：2020 年 1 月 23 日)

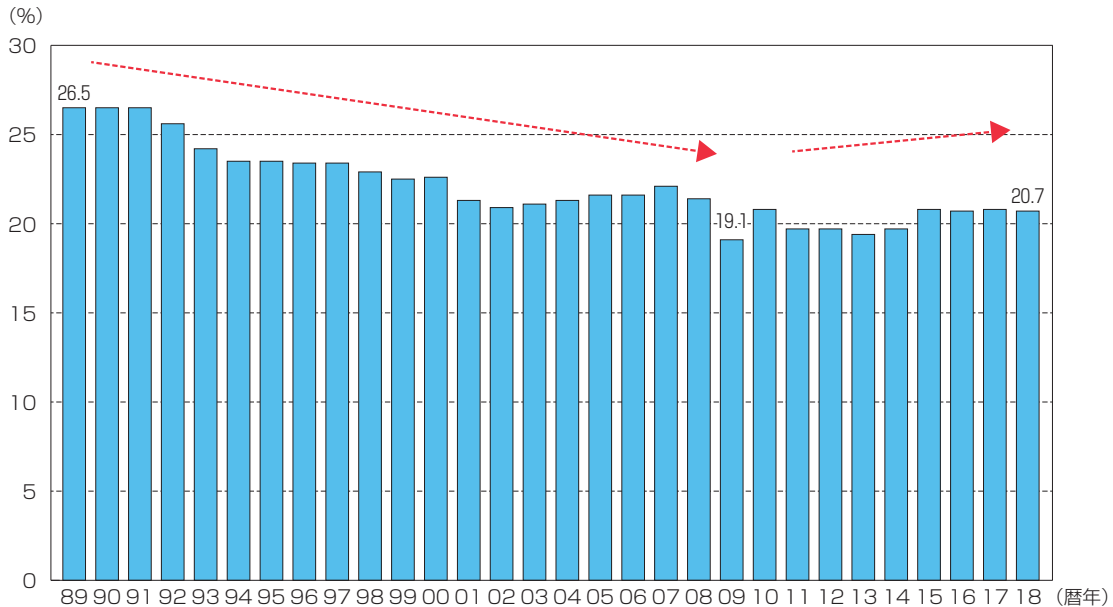
#### (4) 我が国製造業の企業変革力(ダイナミック・ケイパビリティ)

次に、我が国製造業のダイナミック・ケイパビリティについて検討する。

我が国製造業は、2019年版ものづくり白書におい

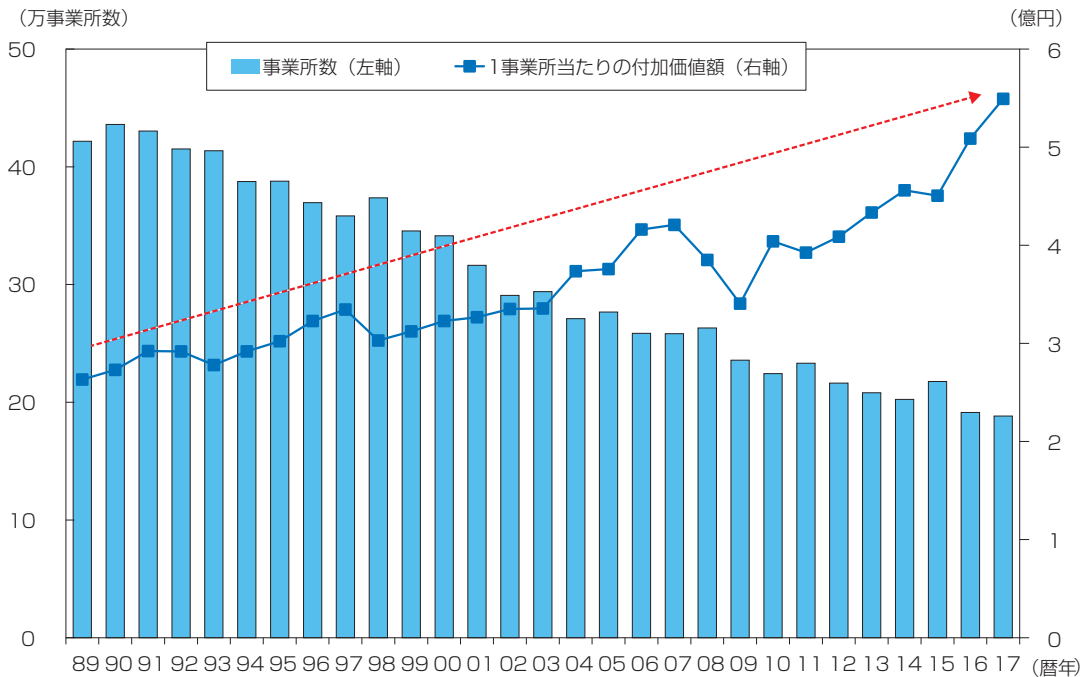
て明らかにしたとおり、平成の時代を通じて、GDP(国内総生産)構成比のおよそ2割を占め続け、また、製造業の一事業所当たり付加価値額や労働生産性は着実に上昇してきた(図122-1・2・3)。

図122-1 製造業のGDP構成比の変化



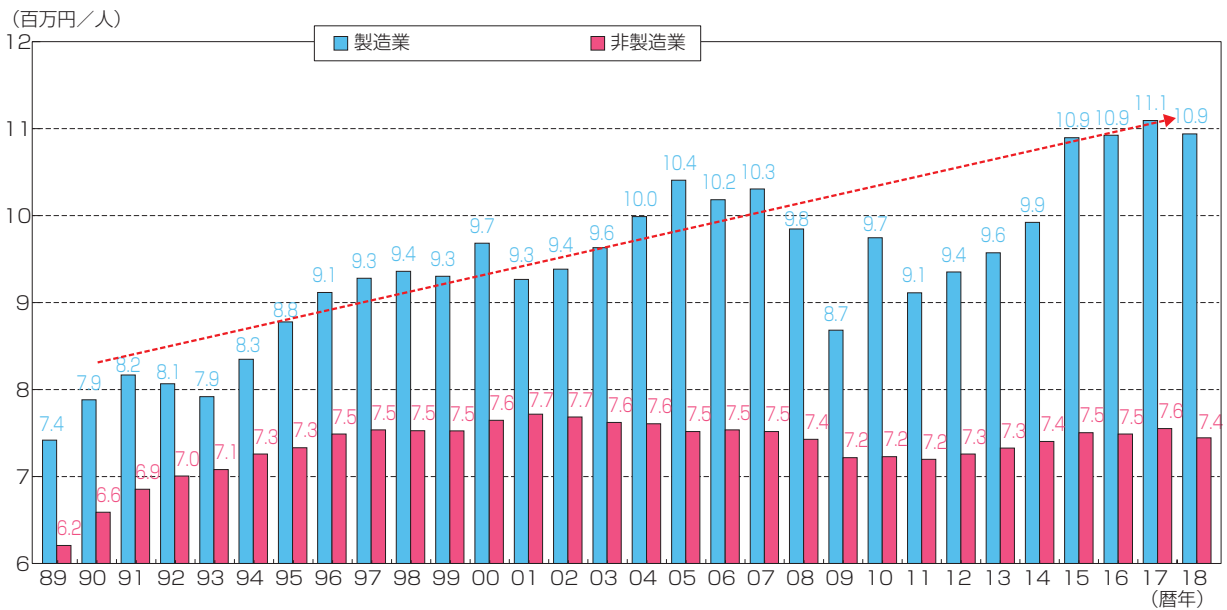
資料：内閣府「国民経済計算(GDP統計)」

図122-2 平成以降の製造事業所数と1事業所当たり付加価値額の推移



資料：2011年、2015年は総務省・経済産業省「経済センサス-活動調査」、他は経済産業省「工業統計調査」

図 122-3 製造業、非製造業における労働生産性の推移



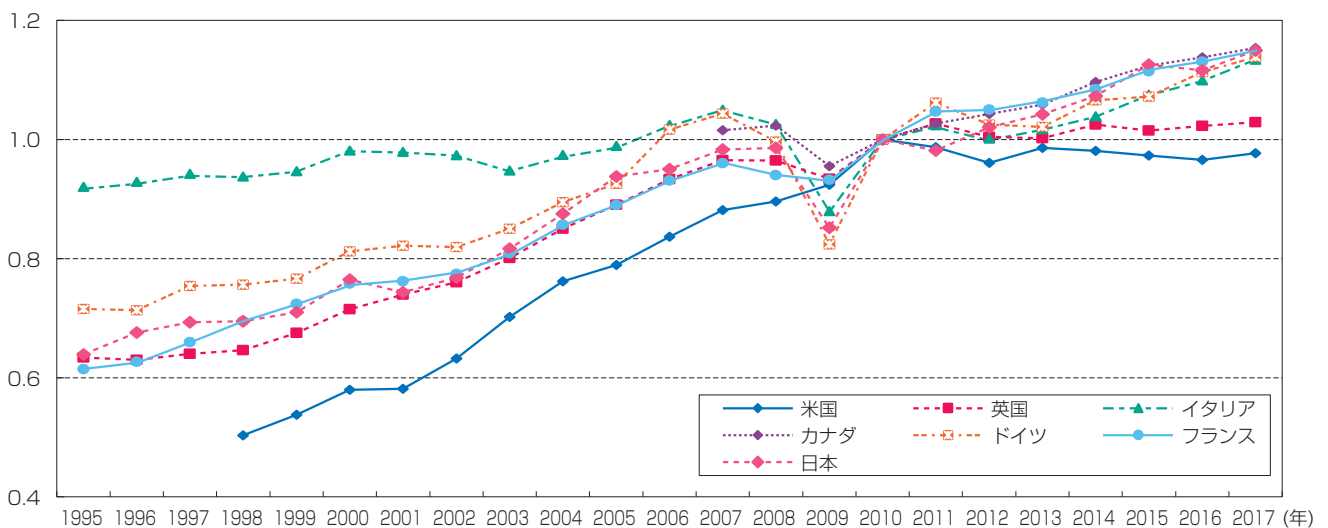
資料：国民経済計算

備考：ここでは、労働生産性 = GDP / 就業者数として計算

我が国製造業は、平成の時代において、バブル崩壊、アジア金融危機、リーマンショック、欧州債務危機、東日本大震災など、様々な不測の事態や環境変化を乗り越え、付加価値額や生産性を高めてきた。このことは、我が国製造業が、環境や状況の変化に対応できる高いダイナミック・ケイパビリティを有している可能性を示唆している。

加えて、主要先進7か国（米国、英国、イタリア、カナダ、ドイツ、フランス、日本）の製造業の労働生産性トレンドを比較すると、日本はより高い上昇率で推移していることから、日本の製造業は、ダイナミック・ケイパビリティのみならず、オーディナリー・ケイパビリティにおいても比較的優れていると考えられる（図 122-4）。

図 122-4 製造業の実質労働生産性の時系列変化（2010年を1とした時の上昇率）



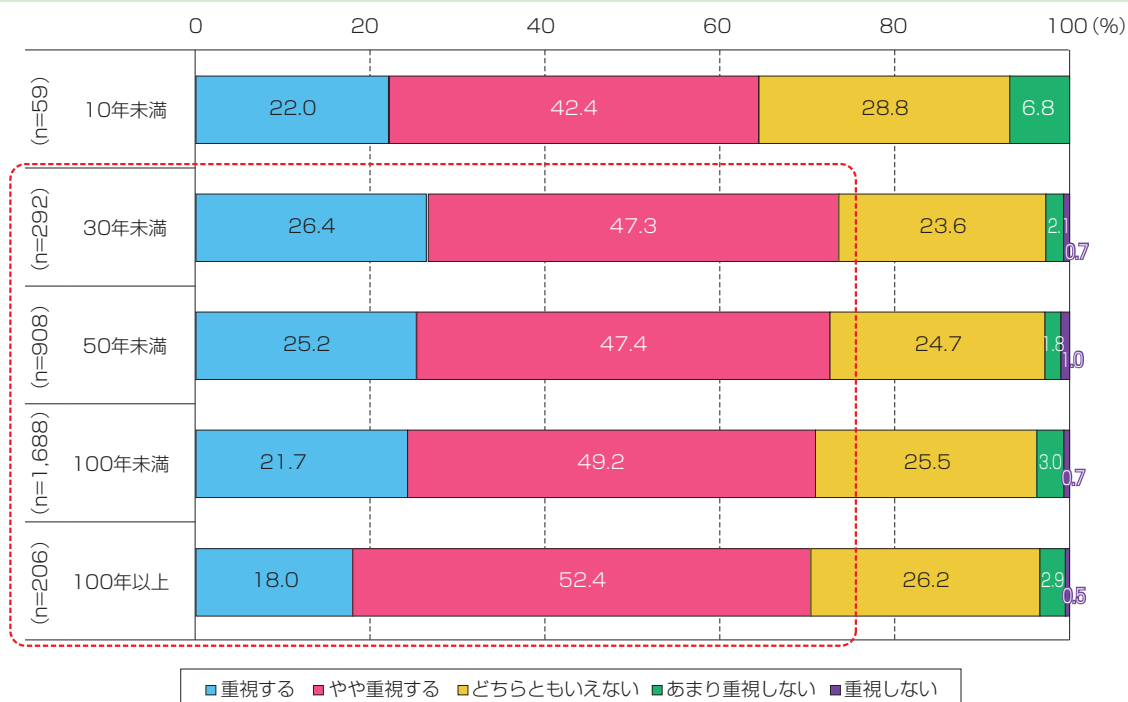
資料：公益財団法人 日本生産性本部「労働生産性の国際比較」

備考：実質労働生産性は、GDP / 就業者数（購買力平価 PPP 換算）で計算

また、企業は時代の大きな変化に対応できなければ、長期にわたって存続することは難しいことから、より長く存続する企業はより高いダイナミック・ケイパビリティを有していると推測される。加えて、ティース氏は、ダイナミック・ケイパビリティの中核には、企業内部の長年の学習によって構築された模倣困難な文

化・遺産があると論じていたが、長期に存続する企業には、その企業固有の文化・遺産がより豊富に蓄積されている可能性がある。実際、図 122-5 によれば、我が国製造業において、創業 10 年以上の企業は、10 年未満の企業に比べて、「不測の事態に対する柔軟性や俊敏性」をより重視していることがうかがえる。

図 122-5 不測の事態に対する柔軟性や俊敏性を重視するか（創業年数別）



資料:三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング(株)「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」(2019年12月)

我が国における創業百年以上の老舗企業において、製造業は全体の4分の1を占めている。このようなことから、我が国製造業にはダイナミック・ケイパビリティが高い企業が比較的多いと考えられる(図122-6)。

しかし、1.(2)で論じたように、新型コロナウイルス

感染症の感染拡大により、グローバルに発達した我が国製造業のサプライチェーンが不測の事態に対して脆弱である、すなわちサプライチェーンのダイナミック・ケイパビリティに課題があるということを明らかにしている。

図 122-6 業種別老舗企業構成比

業種(大分類)	老舗企業数(社)	
	社数	構成比(%)
農・林・水産	429	1.3
金融	252	0.8
建設	3,559	10.7
不動産	1,534	4.6
製造	8,344	25.1
卸売	7,359	22.1
小売	7,782	23.4
運輸	496	1.5
サービス	3,234	9.7
その他	270	0.8
合計	33,259	100.0

資料:帝国データバンク「『老舗企業』の実態調査(2019年)」

次に、我が国製造業企業のダイナミック・ケイパビリティについて、経営形態・組織構造から分析してみよう。

ダイナミック・ケイパビリティは、オーディナリー・ケイパビリティとは異なり、ベストプラクティスのベンチマーク化が困難であるという性質をもつ。このため、ダイナミック・ケイパビリティの高い経営形態・

組織構造を特定することは必ずしも容易ではない。ここでは、まず、菊澤研宗・慶應義塾大学商学部教授による研究を参考にしつつ、我が国製造業のケイパビリティについて検証を試みる。

菊澤氏によると、高いオーディナリー・ケイパビリティ(低いダイナミック・ケイパビリティ)は「堅固な組織」であり、逆に高いダイナミック・ケイパビリティ

(低いオーディナリー・ケイパビリティ)をもつ組織は「柔軟な組織」である。

オーディナリー・ケイパビリティにおいて優位な「堅固な組織」は、次の特徴を有するとされる。

- ① 様々な職務権限を各メンバーに帰属させる
- ② 職務権限内容が明確に規定されている
- ③ メンバーが特定の職務権限を保有する期間が長い
- ④ 職務権限の配分が公的に正当化されている(メンバーがもつ公的資格に合わせて組織内の職務権限が配分される)

このような組織では、各職務権限が各メンバーに明確に帰属され、各メンバーが生み出す成果も各メンバーに明確に帰属するので、各メンバーは高い成果を出そうと行動する。このような「堅固な組織」は効率性を追求することができるので、オーディナリー・ケイパビリティは高くなる傾向にある。

しかし、新しい生産システムや新しい生産技術を導入しようとする、全ての職務体系と権限体系を大幅に変化させ、それを各メンバーに再び明確に帰属させなければならない。その変更のコストがあまりにも高いために、オーディナリー・ケイパビリティに優位のある組織は、大きな変革を避けようとするのである。

一方、ダイナミック・ケイパビリティにおいて優位な「柔軟な組織」は、職務権限に関して、次の特徴を有するとされる。

- ① 職務権限を職務や地位に帰属させて、そこに人間を割り振る
- ② 職務権限があいまいに規定されている
- ③ メンバーが特定の職務権限を保有する期間が短い

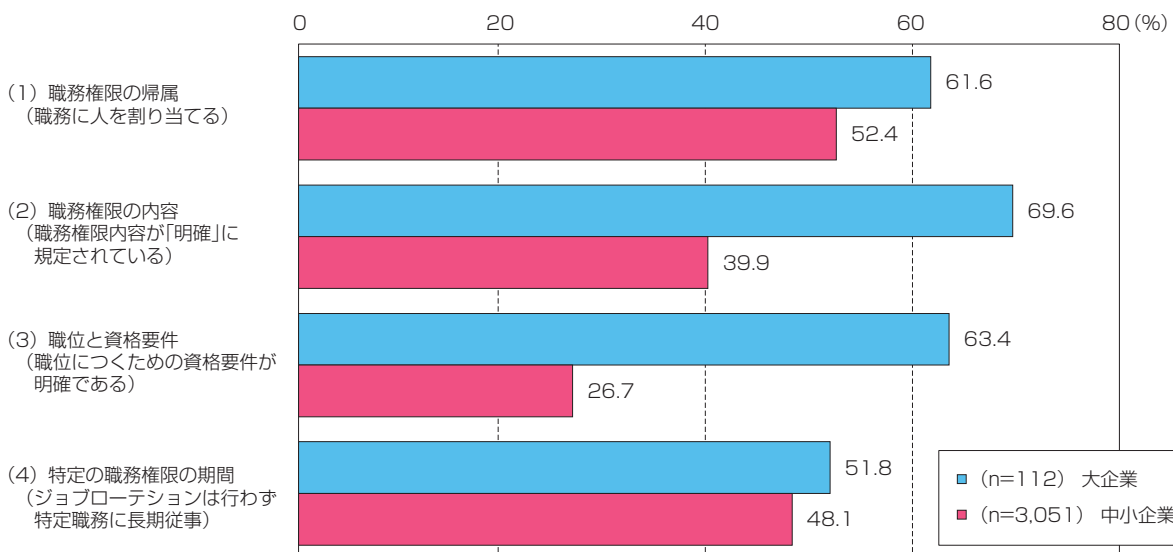
- ④ 職務権限の配分が私的に正当化されている(メンバーがもつ公的資格に合わせて組織内の職務権限が配分されない)

このような組織では、もともと職務権限があいまいなため、組織変革に伴って生じるコストが小さく、新しい生産システムや生産技術を導入しやすい構造となっている。しかし、各職務権限が各メンバーに明確に帰属されておらず、各メンバーが生み出す成果も各メンバーに明確に帰属しないため、能力の低いメンバーが温存されやすいという弱点がある。このため、「柔軟な組織」のオーディナリー・ケイパビリティは、低くなる傾向にある<sup>注18</sup>。

このように職務権限の在り方を基準にした区分により、我が国製造業の組織の特徴をアンケート形式で調査した結果は、図122-7のとおりである。これによると、我が国製造業のうち、大企業については、オーディナリー・ケイパビリティに優位のある「堅固な組織」の方が多いという結果となった。一方、中小企業については、大企業よりも「堅固な組織」の割合が少なく、特に「職務権限の内容が明確に規定されている」と答えた中小企業は4割以下、「職位につくための資格要件が明確である」と答えた中小企業は3割以下となった。

一般に、経営資源が少ない中小企業の方が、より高い不確実性に直面し、より大きな変動リスクにさらされているといえる。このようなことから、中小企業の方が、職務権限を柔軟に配分できる「柔軟な組織」とすることで、高いダイナミック・ケイパビリティを確保しようとする傾向にあるものと考えられる。

図122-7 職務権限の在り方について「堅固な組織」寄りであると答えた割合(企業規模別)



資料:三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株)「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」(2019年12月)

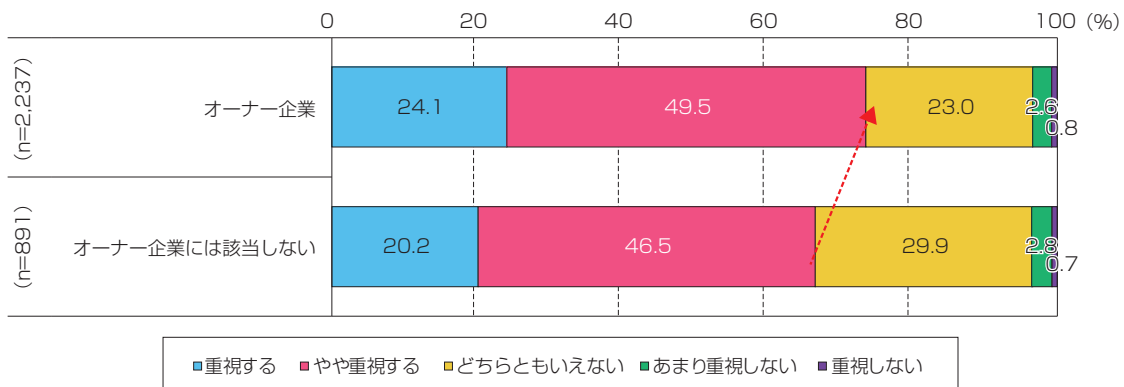
注18 菊澤研宗『成功する日本企業には「共通の本質」がある—ダイナミック・ケイパビリティの経営学』(2019年、朝日新聞出版)、第五章

また、ティース氏は、ダイナミック・ケイパビリティには、資産を再構成する企業家的なリーダーシップが重要であると論じているが、オーナー企業については、経営者がリーダーシップを発揮しやすく、迅速な意思決定ができるという優位性があるという調査がある。<sup>注19</sup> また、図 122-8 にあるとおり、オーナー企業は、非オーナー企業に比べて、「不測の事態に対する柔軟性や俊敏性」をより重視していることがうかがえる。

そこで、我が国製造業におけるオーナー企業の割合を創業年数別で見ると、創業 30 年以上の企業においては、オーナー企業が過半を占めていることから、オーナー企業は高いダイナミック・ケイパビリティを有する傾向にあると推測することができる。

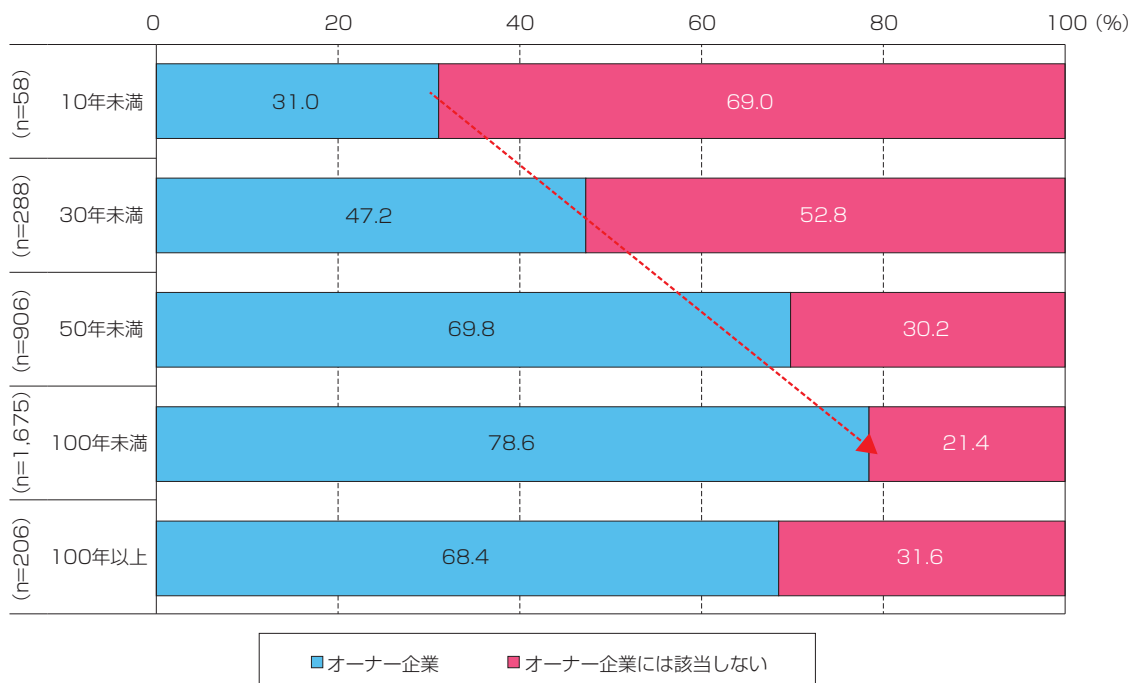
このように、長期に持続する企業にオーナー企業が多いことは、経営者のリーダーシップがダイナミック・ケイパビリティにおいて重要であることを示唆している (図 122-9)。

図 122-8 不測の事態に対する柔軟性や俊敏性を重視する割合 (オーナー企業かどうか別)



資料:三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング (株)「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」(2019 年 12 月)

図 122-9 創業年数別オーナー企業の割合



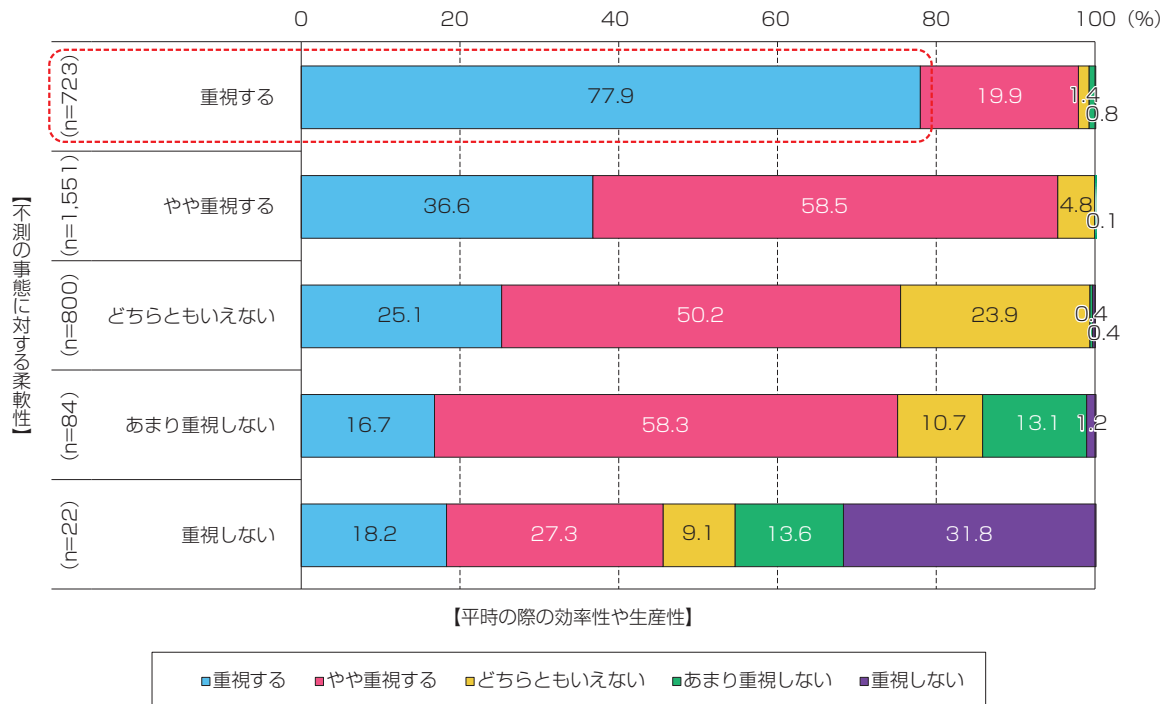
資料:三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング (株)「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」(2019 年 12 月)

なお、我が国製造業において、「不測の事態に対する柔軟性や俊敏性」を重視する企業の 8 割弱は「平時の効率性や生産性」も重視する傾向があるのに対して、「平時の効率性や生産性」を重視すると回

答した企業のうち、「不測の事態に対する柔軟性や俊敏性」を重視するとの回答は約 4 割にとどまるという調査結果が得られた (図 122-10・11)。

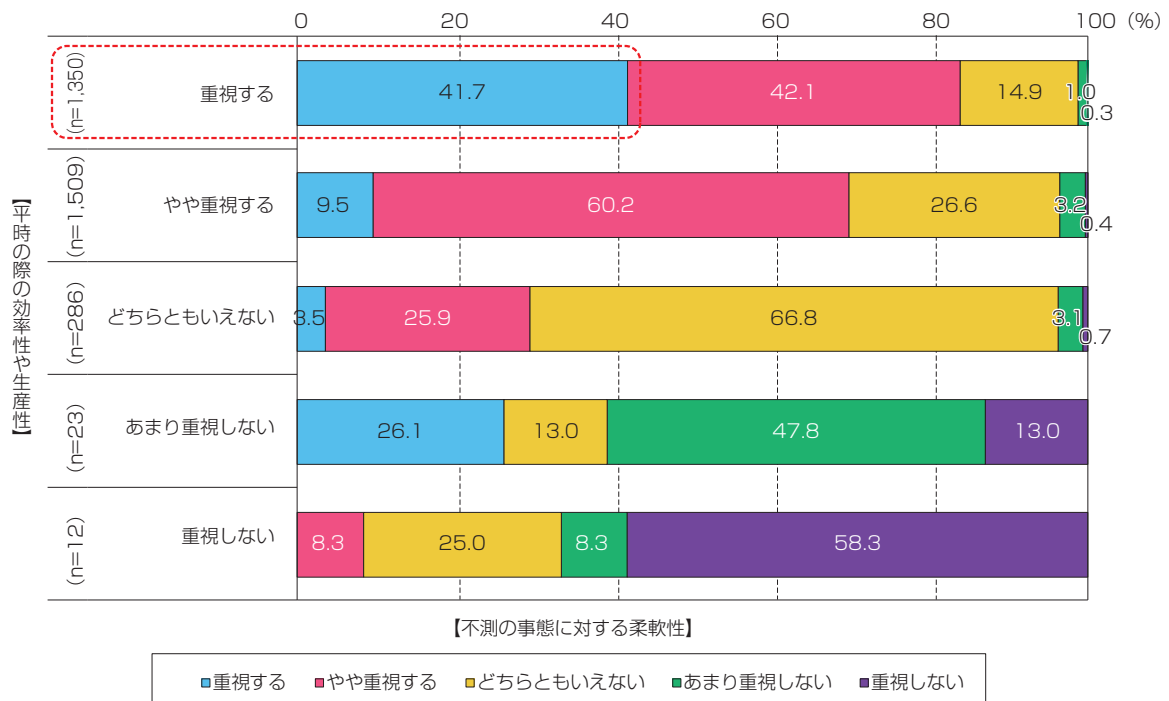
注 19 みずほ総合研究所『みずほりポート』(2008 年 2 月 13 日発行)  
<https://www.mizuho-ri.co.jp/publication/research/pdf/report/report08-0213.pdf>

図122-10 不測の事態に対する柔軟性や俊敏性重視のスタンス（縦軸）と平時の際の効率性や生産性重視のスタンス（横軸）の関係



資料:三菱UFJリサーチ&amp;コンサルティング(株)「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」(2019年12月)

図122-11 平時の際の効率性や生産性重視のスタンス（縦軸）と不測の事態に対する柔軟性や俊敏性重視のスタンス（横軸）の関係



資料:三菱UFJリサーチ&amp;コンサルティング(株)「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」(2019年12月)

すなわち、ダイナミック・ケイパビリティを重視する企業は、オーディナリー・ケイパビリティをも重視するのに対して、オーディナリー・ケイパビリティを重視する企業にとってはダイナミック・ケイパビリティへの関心は劣後しやすいようである。

このことから導き出せる経営戦略上の含意としては、製造業は、ダイナミック・ケイパビリティの強化を優先的な目標とすることで、ダイナミック・ケイパビリティとオーディナリー・ケイパビリティの両方の強化を目指すことができるということになる。

## 我が国製造業にみるダイナミック・ケイパビリティ … 富士フイルムホールディングス（株）、ダイキン工業（株）

富士フイルムホールディングス（株）は事業環境の変化をいち早く察知し、変化することを恐れず、むしろ自ら変化を作り出すことで進化を遂げてきた企業の代表例といえる。特に、2000年以降、急速にデジタル化が進展し、主力ビジネスであった写真フィルム市場が激減するという本業消失の危機に直面したが、驚くことに世界で初めてデジタルカメラを開発したのは同社であり、カニバリゼーション（共食い）を恐れず、既存事業に固執せず新たな市場を開拓してきた。その後も化粧品、医薬品、再生医療などに参入し、ヘルスケアが同社の主力事業となっている。今の若者には写真メーカーではなくヘルスケアカンパニーとしてのイメージが定着するほど大きく事業転換した。例えば、化粧品事業へは自社のコア技術を応用し参入しており、また、医薬品・再生医療事業への参入ではM & Aを積極的に活用している。同社がM & Aを積極的に活用したのは、同社の技術・ノウハウと組み合わせることでシナジーを生み出せる会社や事業を買収することが、新たな価値を持つ製品・サービスをスピーディーに生み出していくことにつながるからだ。ここで、同社の変革の歴史を少し振り返る。

### < STEP 1 環境の変化に素早く、適切に対応する >

写真フィルムの世界総需要がピークであった2000年、写真フィルムや印画紙などの写真事業は同社の売上の約6割を占め、営業利益の約3分の2を稼ぎ出していた。しかし、デジタル化は驚異的なスピードで進展し、結果的に2010年には写真フィルム市場はピーク時の10分の1以下にまで縮小した。まさに会社存続の危機に直面したといっても過言ではない。この危機を乗り越えるため、写真フィルムの開発・生産で培った技術の棚卸しを実施し、これらを応用できる分野を検討し、厳しい経営環境下でも年間2,000億円規模の研究開発投資を続けた。また、全社横断的な先端研究を進め、新規事業や新製品開発の基盤となるコア技術を開発する「富士フイルム先進研究所」を2006年に設立し、研究開発体制の再構築も進めた。

しかし、同社は将来の市場変化を見据えて、デジタルカメラの研究は銀塩カメラ全盛期の1970年代からすでに着手していたのである。だからこそ、本格的なデジタル時代を迎える1988年に画像のキャプチャーから記録までをフルデジタルで行う世界初のフルデジタルカメラを開発・発表できた。同社は“主力事業が縮小するならば、自らが従来市場を侵食してでも新しい市場を開拓する”という基本的スタンスに立つ。守りの姿勢に入るのではなく、自ら新たな市場を開拓していこうという考え方である。

また、もう1点、この時期の同社の構造改革で特筆すべきは、写真フィルム市場の縮小に合わせて写真事業の生産・販売体制などをスピーディーにダウンサイジングするのと並行して、大きな可能性を秘めていると判断した事業には大胆な投資をしたことである。その1つが、液晶パネルの生産に欠かせないディスプレイ材料事業への投資である。同社は、市場規模が拡大する前から生産拠点を新設するなど、大胆な投資を決断して供給体制を整えた。その結果、その後拡大した需要にも対応することができ、写真フィルム事業の落ち込みをカバーすることができた。

### < STEP 2 変化を予測し先手を打つ >

その後、成長するバイオ医薬品市場の拡大を見据えて、2011年にバイオCDMO（Contract Development Manufacturing Organization; 開発受託及び製造受託を行う組織）企業2社を買収し、バイオCDMOビジネスに本格参入した。バイオCDMO事業では製造プロセスの安定性や設計品質の管理が重要となるが、同社は業界トップレベルの培養技術や先進設備に加え、写真事業で培ってきた高度な生産/解析/エンジニアリング技術を保有し、それらを融合できることに強みを持っている。2019年には米バイオ医薬品大手の製造子会社も買収し、同事業において2021年に売上1,000億円達成を目指している。

### < STEP 3 自ら変化を作り出す >

同社は、自ら変化を作り出すことにより、産業や社会にポジティブなインパクトを与える企業になるこ



とを目指している。それを実現しつつあるのが、AIを活用した医療ITと再生医療である。医療ITでは、同社が70年以上培ってきた最先端の画像処理技術と最新のAI技術を組み合わせることにより、次世代画像診断に向けて新たな価値を創造している。再生医療は2015年から積極的なM&Aなどで本格参入し、現在では再生医療に不可欠な「細胞」「培地」「足場材」の3要素全てをグループ内に保有し、一体開発できる体制を強化している。再生医療の実用化、産業化に向けてグループシナジーを最大限生かすべく取り組んでおり、依然として高いダイナミック・ケイパビリティを発揮し続けている。

図1 「自ら変化を作り出す」進化し続ける企業へ



出所：富士フィルムホールディングス（株）より提供

ダイキン工業（株）は空調機の専用メーカーで、ルームエアコンからビル向けの大型まで幅広く空調事業を手がけ、全世界における100箇所以上の生産拠点を構えている。これだけグローバルに数多くの生産拠点を設置しているのは、市場ニーズがある場所で生産する「市場最寄化生産戦略」を進めているからである。

エアコンは商品特性上、季節や天候、景気等による需要変動が非常に大きい。ルームエアコンの月別生産量の推移をみると、7月がピークで繁忙差は3倍に上る。猛暑になれば受注量が一気に増え、その需要に対して生産が追いつかなければ販売機会を逸することになる。これに対応するために作り置きをする手もあるが、冷夏になるとこの作り置きは逆にリスクになってしまう。その他、競合他社が売れ残った旧モデルをディスカウントして販売した場合も、需要が減って在庫を抱えることになる。このように需給変動が激しい上、住宅事情やライフスタイルといった国・地域ごとの特性も色濃く反映される不確実性の高い事業といえる。

そのため、できるだけ作り置きをせず需要変動に対応できるようなグローバル生産体制を構築するために、同社では20年ほど前から「市場最寄化戦略」を実践している。これは、各市場のニーズを満たした製品を現地で生産して素早く提供するという考え方である。市場に近い場所で生産すれば、リードタイムを短縮することができ、需要変動にも素早く対応しやすくなる。加えて、「現地化」「地産地消」は為替変動リスクに強いというメリットがある。一方、市場最寄化戦略の推進により各地のマーケットニーズに合った商品を素早く作ることができるが、各地が自立していくと全体ではムダが出てくる。また、大きな技術革新は起きにくい。

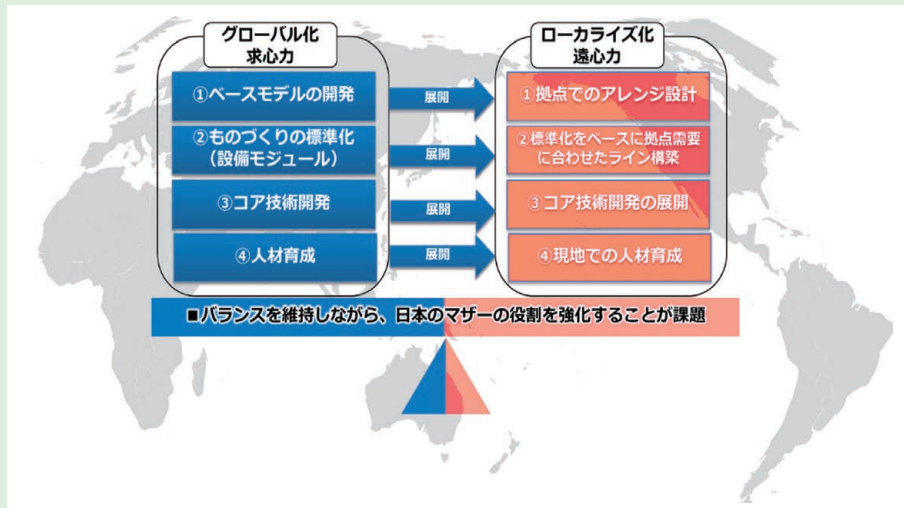
このような「ローカライズ・個別最適」VS.「グローバルライズ・全体最適」のバランスをどうとるのかについて検討した際、導き出した答えの1つが「ベースモデル開発」であった。これは、製品を構成する基本性能と要素部品をまとめた汎用性の高い「ベースモデル」を日本国内で作り、地域のニーズに応じて機能を組み換えて設計するというものである。日本国内で開発した日本国内向けのモデルを各地の生産拠点でアレンジする方式である。日本発の標準モデルをベースに、地域ニーズに応じたアレンジ設計を現地で行うことで、コスト削減に加えて商品開発期間を短縮し、適正価格でニーズに応じた製品を素早く提供

できる。現地の開発部隊はマーケティング部隊と相談しながら部品チョイスを行う。その結果、日本と海外で同時に商品開発できるようになった。

次に、市場最寄化戦略を実現するために、生産ラインを構成する要素をモジュール化した。具体的には、生産ラインの機能（工程）を「搬送」（ものを運ぶ機能と組立機能を担う）と「検査」の2つに分け、それぞれの設備モジュールを用意し、レゴブロックのように「搬送モジュール」と「検査モジュール」を組み合わせることで、生産規模等に応じた生産ラインを構築している。生産量の変動や地域ニーズの違いに対応しやすく、工場の立ち上げ・移設が早いというメリットがある。モジュール化することでコストを抑えて安くつくることができ、かつ、素早く生産ラインを立ち上げることが可能となり、いち早く市場へ参入することが可能となる。特に新興国ではブランドの認知を高め、先行者利益を確保するためにもスピーディーな市場参入が重視される。

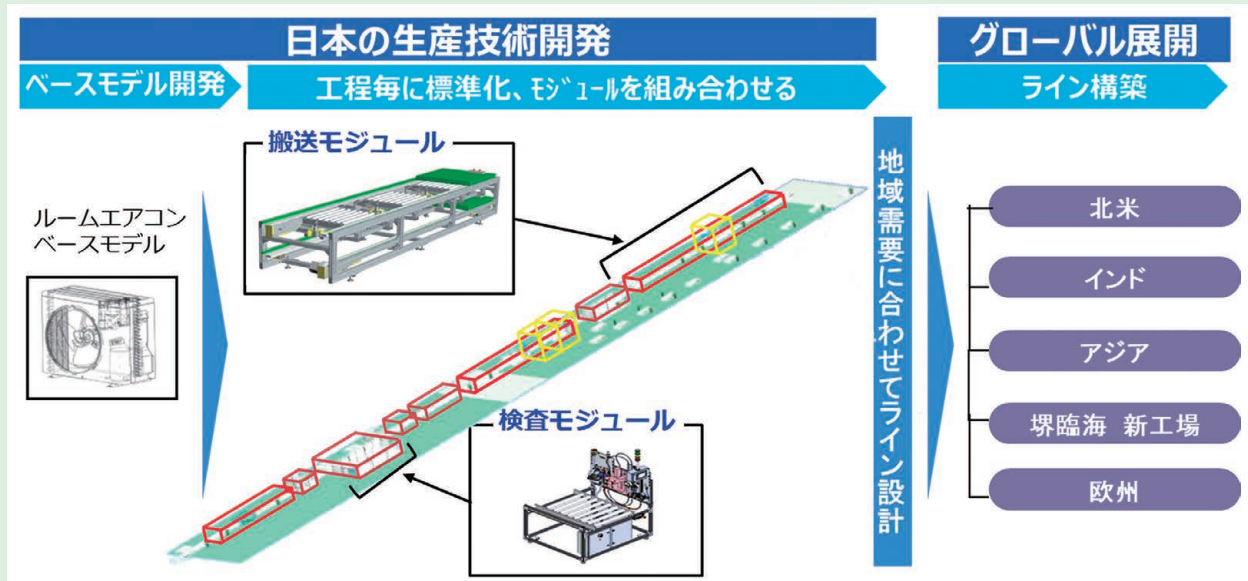
このように、同社の「市場最寄化生産戦略」は単なる「現地化」や「消費地生産・消費地販売」ではなく、市場の不確実性を乗り越えるダイナミック・ケイパビリティの真髄といえる。

図2 ベースモデル開発がローカライズ化とグローバル化の両立を可能に



出所：ダイキン工業（株）より提供

図3 生産ラインのモジュール化が全世界で安く・速くつくる体制を可能に



出所：ダイキン工業（株）より提供

### (5) サプライチェーンの柔軟性と産業の多様性(グローバル)

ティース氏が提唱したダイナミック・ケイパビリティ論は、主に企業経営に関する理論である。しかし、不確実性に対応するための自己変革は、企業経営のみならず、企業間の取引関係や産業構造にも必要であろう。したがって、取引関係や産業構造のダイナミック・ケイパビリティをも高める必要がある。

1. (2) で論じたように、新型コロナウイルス感染症の感染拡大は、我が国製造業のグローバルなサプライチェーンの不確実性に対する脆弱性を浮き彫りにした。言い換えれば、我が国製造業のグローバル・サプライチェーンは、効率性、すなわちオーディナリー・ケイパビリティの観点からは優れているが、他方で、不測の環境変化に対応するダイナミック・ケイパビリティの観点からは難があったといえる。

では、我が国製造業の産業構造のダイナミック・ケイパビリティを高めるには、何が必要になるのか。

サプライチェーンの強化に関しては、PwC が2013年8月(日本語版は2014年12月)に公表した「サプライチェーンとリスクマネジメント」というレポートが参考になる。同レポートは、サプライチェーンの脆弱性を克服するための7つの要素を、以下のとおり特定している。

#### ① リスクガバナンス

リスクマネジメントの体制、プロセス、文化が存在している。

#### ② 製品、ネットワーク、プロセス構造の柔軟性と冗長性

サプライチェーンの寸断への備え、変化への適応が可能なバリューチェーン上の柔軟性と冗長性を有している。

#### ③ サプライチェーン上のパートナーとの提携

重要な企業活動領域における戦略的提携、新たなパターンの認識とより高い価値の提供に向けた前進がなされている。

#### ④ サプライチェーンにおける上流・下流の統合

サプライチェーンにおける上流・下流間での情

報共有、可視化、協業を行っている。

#### ⑤ 社内業務機能の統合

戦略・戦術・業務レベルでバリューチェーンの機能が統合されている。

#### ⑥ 複雑性のマネジメント

ネットワーク、プロセス、インターフェース、製品構造、製品ポートフォリオ、業務モデルの標準化及び簡素化がなされている。

#### ⑦ データ、モデル、分析力

サプライチェーン及びリスクマネジメント機能をサポートするために、知見の蓄積と利用がなされ、分析力がある。<sup>注20</sup>

以上の7つの要素のうち、特に②の柔軟性等を確保するためには、例えば、生産拠点や調達先の国内回帰を含む多様化やバックアップとしての在庫の確保など、サプライチェーンの再構築が求められるであろう。柔軟性等の確保にはコストがかかるため、短期的な効率性が犠牲になる場合もある。しかし、高い不確実性が常態となった時代には、効率性だけでなく、柔軟性等も考慮に入れて、サプライチェーンを再構築する必要がある。

また、経済産業省のグローバル成長戦略研究会「グローバル成長戦略—地方の成長なくして、日本の成長なし」(2019年5月)も、産業構造のダイナミック・ケイパビリティを高める上で参考になる。

同レポートは「何が成功するか分からず、成長モデルも1つに定まらない中、特定分野に特化することがリスクともいえる状況下で日本経済が発展し続けるためには、産業の多様化と、スピード感のあるダイナミズムのある経営が不可欠であることを認識せねばならない」とした上で、大都市・大企業への集中ではなく、地方や中小企業を伸ばすことで「日本の産業全体の「多様性」を高め、国としての「リスク分散」をしていくことが重要である」と指摘している。<sup>注21</sup> このように、地方や中小企業の力を活かして「多様性」を高めるといふ成長戦略は、産業構造のダイナミック・ケイパビリティを高める上でも重要であると考えられる。

注 20 PwC 「サプライチェーンとリスクマネジメント：業務パフォーマンスを強化するリスクマネジメント」 <https://www.pwc.com/jp/ja/japan-knowledge/archive/assets/pdf/supply-chain-risk-management1412.pdf>

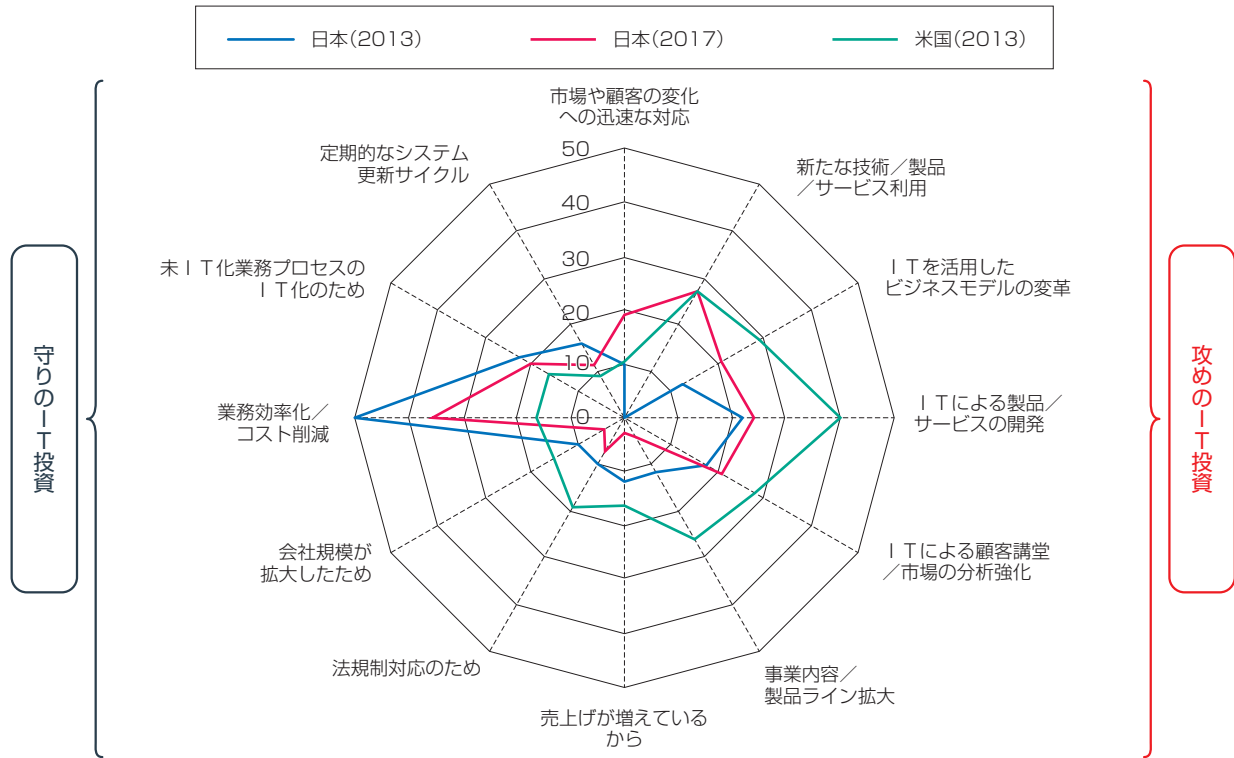
注 21 経済産業省 グローバル成長戦略研究会「グローバル成長戦略—地方の成長なくして、日本の成長なし」(2019年5月) <https://www.meti.go.jp/press/2019/05/20190515003/20190515003-2.pdf>

## (6) 製造業のデジタル化

一般社団法人電子情報技術産業協会の「2017年国内企業の「IT経営」に関する調査」(2018年1月)によると、我が国企業は米国企業に比べて、「業務効率化/コスト削減」のための「守りのIT投資」に重

点を置いており、ITを活用した新たなビジネスモデルの構築やサービスの開発を行うための「攻めのIT投資」が進んでいない実態が示されている(図122-12)。

図122-12 IT投資における日米比較

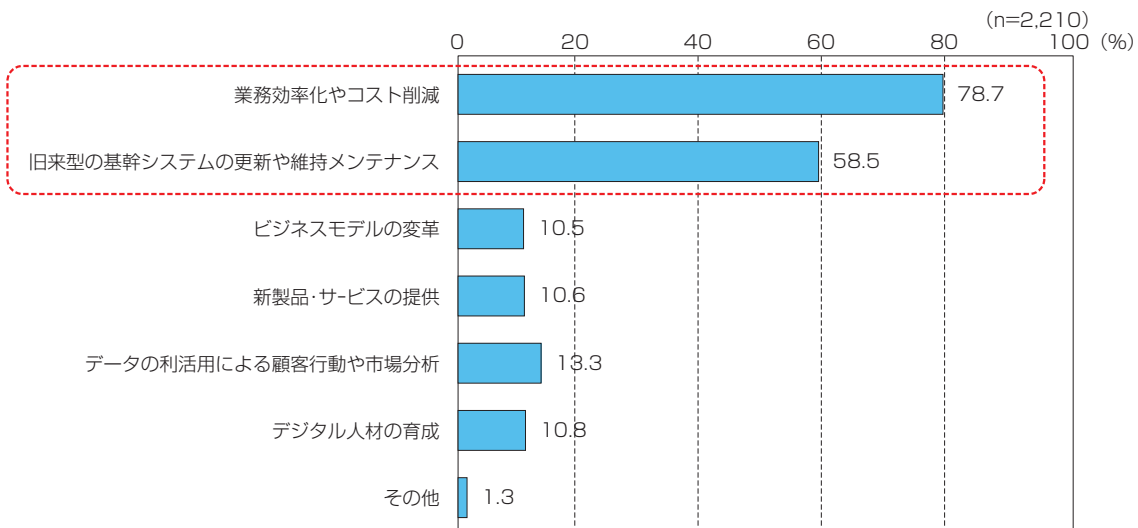


資料：一般社団法人電子情報技術産業協会「2017年国内企業の「IT経営」に関する調査」(2018年1月)

また、我が国の製造業企業に対して、IT投資の目的について調査したところ、やはり、業務効率化やコスト削減、あるいは旧来型の基幹系システムの更新や

維持を重視していることが明らかとなった(図122-13)。

図122-13 IT投資の目的



資料：三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株)「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」(2019年12月)

確かに、デジタル技術が業務効率化・コスト削減に大きな効果を発揮することには、疑いの余地はない。また、設備の安定稼働や品質管理体制の強化、あるいは人手不足問題の克服の上でも、IoT、AIを始めとするデジタル技術は有効である。ただし、業務効率化、コスト削減、安定稼働、品質管理は、与えられた経営資源をより効率的に利用するオーディナリー・ケイパビリティに属するものである。

しかし、デジタル技術が製造業にもたらす恩恵は、オーディナリー・ケイパビリティの強化にとどまるものではない。デジタル技術の活用によって、製造業が環境や状況の変化に対応するダイナミック・ケイパビリティを高めることもできる。

ティース氏は、ダイナミック・ケイパビリティを、「感知」「捕捉」「変容」の三能力に分類したが、デジタル技術は、このいずれの能力をも増幅させる。

例えば、「感知」とは脅威や危機を感知する能力であり、ダイナミック・ケイパビリティの起点となるものである。この「感知」の能力を高める上で、デジタル技術を活用したデータの収集・分析は大きな力を発揮するであろう。また、近年、AIの発達と普及が著しいが、AIは、環境や状況の変化を予測し、不確実性を低減するのに効果的であろう。

「捕捉」、すなわち機会を捉え、既存の資産・知識・技術を再構成する能力を高める上で、リアルタイム・データの収集・分析は非常に強力な武器となる。特に、製造業の製品を通じた顧客へのサービスの提供（「製造業のサービタイゼーション」あるいは「ことづくり」）は、デジタル技術を活用して販売した製品から

データを収集して、顧客にサービスを提供するものであるが、これは顧客ニーズの機会を捉えて、製造業の資産・知識・技術を再構成して顧客体験価値を創造している。また、製造業のデジタル化により実現する変種変量生産やマスカスタマイゼーションは、顧客の特殊かつ少量のニーズの機会を逃さず捕捉することを可能にする。

「変容」は、競争力を持続的なものにするために、組織全体を刷新し、変容する能力であるが、デジタル技術による「変容」こそが、いわゆる「デジタルトランスフォーメーション」であるといえる。これについては、第3節において、改めて議論する。

このように、デジタル技術は、製造業のオーディナリー・ケイパビリティのみならず、ダイナミック・ケイパビリティをも高める上で、大きな可能性を秘めている。にもかかわらず、我が国の製造業企業の多くは、IT投資の主な目的は業務効率化やコスト削減や旧来型の基幹系システムの更新や維持にあるとみなしており、ダイナミック・ケイパビリティの強化のためにデジタル技術を十分に活用しているとは言い難い。しかし、デジタル技術の活用によりダイナミック・ケイパビリティを高めることができれば、不確実性の高い世界においても、競争力を維持し、場合によっては強化することすら可能になる。

したがって、デジタル技術を徹底的に利活用することにより、オーディナリー・ケイパビリティのみならず、ダイナミック・ケイパビリティを強化することこそ、不確実性の高い世界における我が国製造業のとるべき戦略であるといえる。

熊本地震を教訓に IoT を活用した MES 構築による変種変量生産体制の  
確立・・・金剛（株）

金剛（株）（熊本県熊本市）は 2016 年に発生した熊本地震で工場が被災し、また、生産年齢人口の減少により人手不足はますます深刻化するとみられることから、2018 年に新工場を新設した際には「自然災害」や「生産年齢人口の減少」という社会的課題に対応しつつ、人手に依存しない柔軟で安定した高効率な「変種変量生産体制」を構築することを目指した。具体的には、新工場建設を機に 30% の生産性向上を目標に、工場 IoT 化としての金剛独自の MES（Manufacturing Execution System；製造実行システム）の自社開発、ロボット化に対応した生産設備と 3DCAD / CAM システムの設計に着手した。

従来の板金系の工場には多くの課題があり MES が普及しにくい素地があった。しかし、IoT や AI などの最新の技術の普及により工場をとりまく環境は大きく変化しており、新工場は「MES を中心とした工場システム」とすべく様々な見直しに着手した。

まず、変種変量体制に対応した柔軟な工場システムとするため、工場システムの中心に、生産管理、生産設備、及び 3DCAD/CAM や可視化システムとのインターフェースをつかさどる MES を設け、各システムや設備間のデータを垂直横断的にクロス連携させた。また、MES は「UpperMES」と「LowerMES」に大きく機能を 2 分化し、お互いが協調しながら生産を実行し、生産実績のフィードバックも行う構成とした。UpperMES は、AP（アプリケーション）機能と DB（データベース）機能を保有し、主に生産管理システム、3DCAD/CAM、LowerMES と連携し、生産管理システムから取得した生産指示 ID を生産設備へ伝達する重要な機能を有している。LowerMES は、PC や PLC で構成され、主に UpperMES、CAM、生産設備と連携し、UpperMES や CAM から取得した生産指示 ID が付加された生産指示を生産設備へ伝達する重要な機能を有している。

「MES を中心とした工場システム」を稼働させたことで、省人化を行いながら生産性も向上する生産体制の構築が可能になった。また、すでに生産実績がデータとして蓄積されているため、データを活用していつでも改善活動が行える状態になった。今後は営業や施工などの工場外とのデータ連携や情報共有等も行い、MES 導入の波及効果を高めていく。

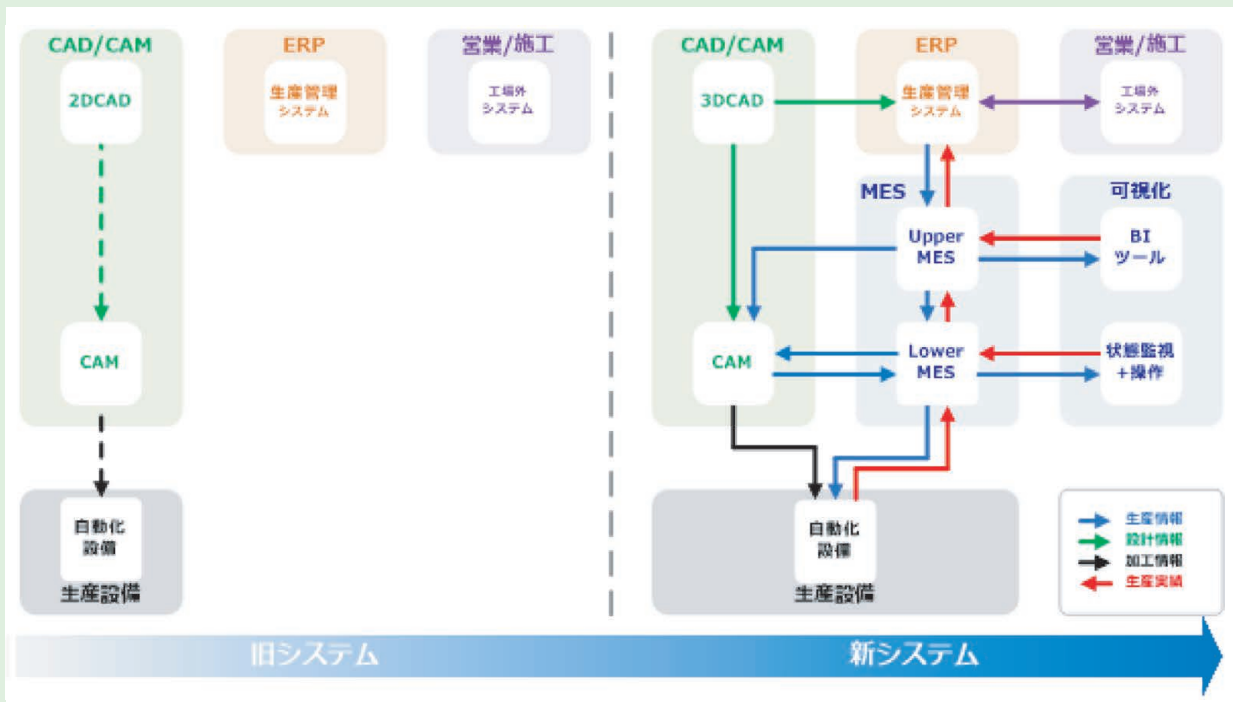
なお、同社のこの一連の取組は中小企業の IoT 化のモデル工場として高く評価され、第 8 回ものづくり日本大賞の「Connected Industries- 優れた連携部門」において経済産業大臣賞を受賞している。

図 1 2018 年に新設した新工場へ導入した省人化対応設備



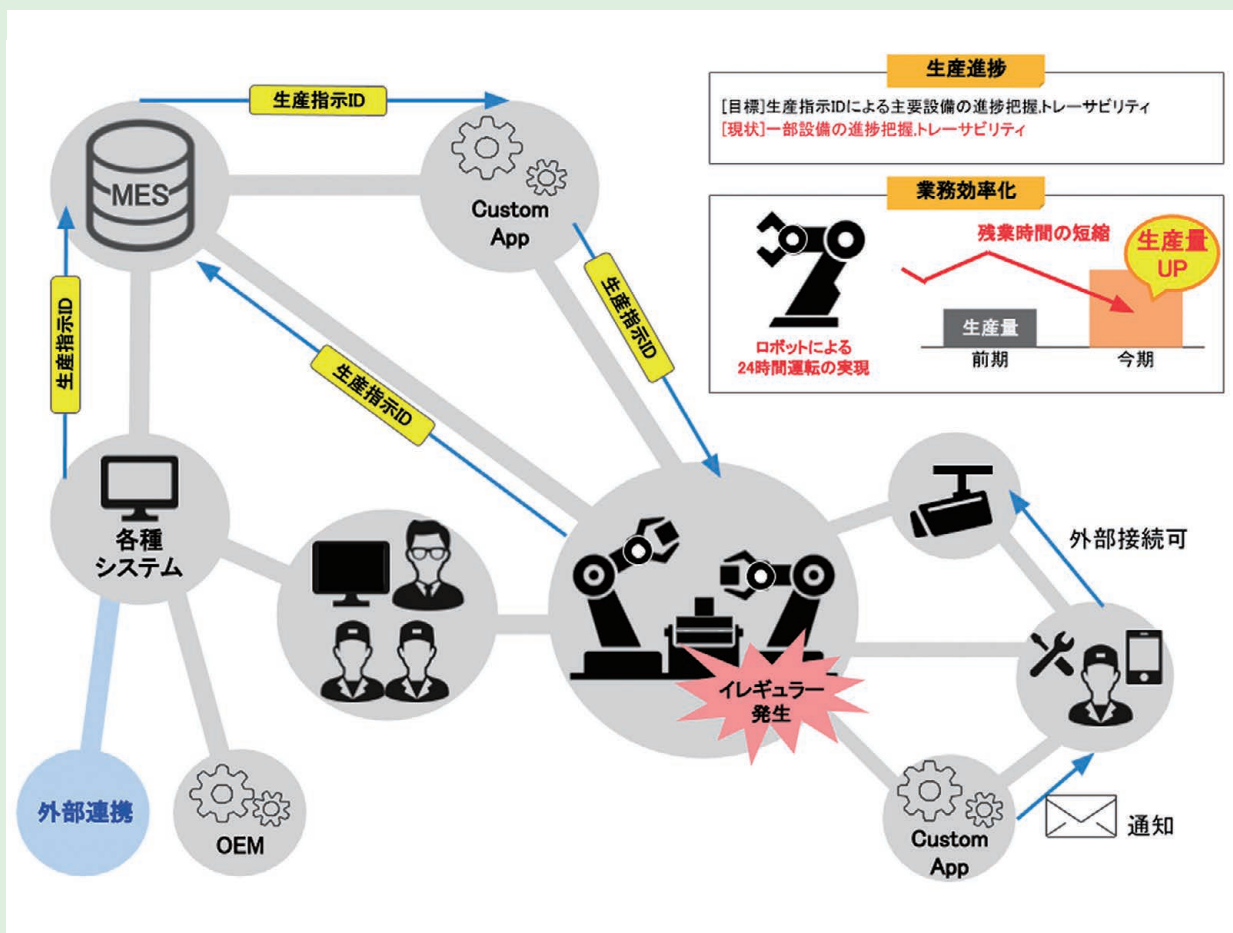
出所：金剛（株）より提供

図2 MES開発の概要



出所：金剛（株）より提供

図3 設備・人・システムなどの連携



出所：金剛（株）より提供

## CPSによる可視化とあえて人による柔軟性の確保で超変種変量生産を実現・・・富士通テレコムネットワークス（株）

富士通テレコムネットワークス（株）（FTN）は、富士通グループが開発したネットワークインフラ装置の試作から量産製造を担う製造子会社であり、主な拠点を富士通（株）小山工場内に置く。

FTNは、最新機種から開発後10年以上経過した製品及び高機能から単機能製品などあらゆるネットワークレイヤをカバーする製品を製造している。その生産の特徴は、変種変量で生産品種のほとんどが繰り返し生産することなく、毎週造り続けられる製品は全体の10%以下であり生産量の月ごとの変動も3倍以上と大きい。今後、5G、ローカル5Gの普及は「もの」「サービス」の同時要求を加速させ需要予測が困難となり生産環境が大きく変わると考え環境変化をチャンスと捉え超変種変量生産力強化に取り組んでいる。

FTNが取り組んでいる「ヒューマンセントリック スマートものづくり」は、IoT活用で仮想と実工場がリアルタイムに再現・最適化するCPS（Cyber Physical System）を基盤とし、そのうえで人の柔軟性を最大化させるため「人・設備・AIをインテグレーション」させるものである。あえて、人を「要」とした背景には、ライフサイクルが長い製品において標準・共通化が時代と共に変化し自動化が困難な環境下を高い正社員比率の熟練・多能工作業者とデジタル技術融合でものづくりを進化し続けることにある。

FTNのCPSは「可視化」「最適化」「実行」を常に全体ループさせ続けることとどのように最適な解を導き出したかを「ブラックボックス化」させないことにあり、人を中心としたものづくりでは「可視化＝ホワイトボックス化」が重要で人（実空間）を中心としたCPSプロセスである。

また、「最適化」には、変化が発生する度に繰り返される事前最適化と、製造中の変化をリアルタイムにフィードバックし最適化させる個別ループがある。さらに、データ活用事例として「過去」「現在」のデータを駆使し「未来」を予測する独自生産手法開発で非連続的な高い効果を実現している。

継続的發展に向け、ものづくりの源泉と位置付ける「人」の成長や人に優しいものづくり・高齢化対策にも取り組んでいる。例えば、人の動作を映像分析し熟練作業者の作業のデジタル化で本人も気付かない・表現できないノウハウ的技能を可視化させ「人の成長促進（技能継承）」「汎用ロボットの匠化（リソース不足対応）」「人に優しいものづくり手法確立」などに派生しつつある。ものづくり力強化と同時に工場のアウトプットを「もの」だけではなく「人から出てくる価値」を新たな付加価値（価値創造）に発展させるため、あえて「人を要」とする生産に拘っており、進化がものづくり起点のDXに繋がっていく。

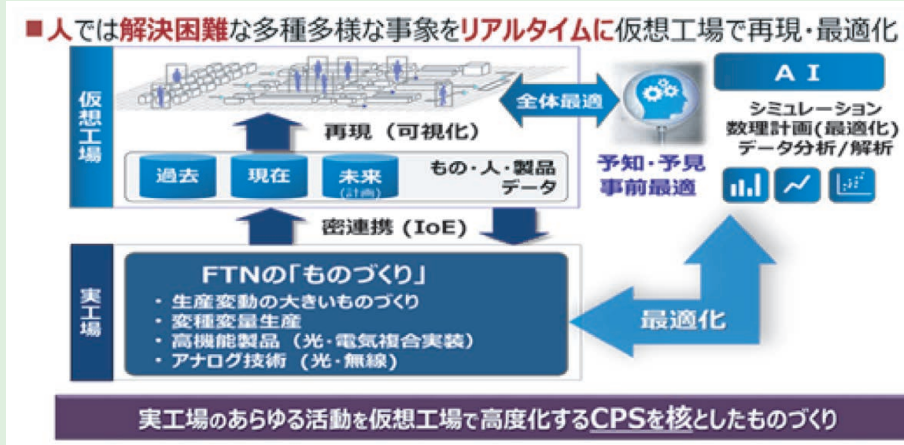
図1 CPSを核としたスマートものづくりの実践ライン



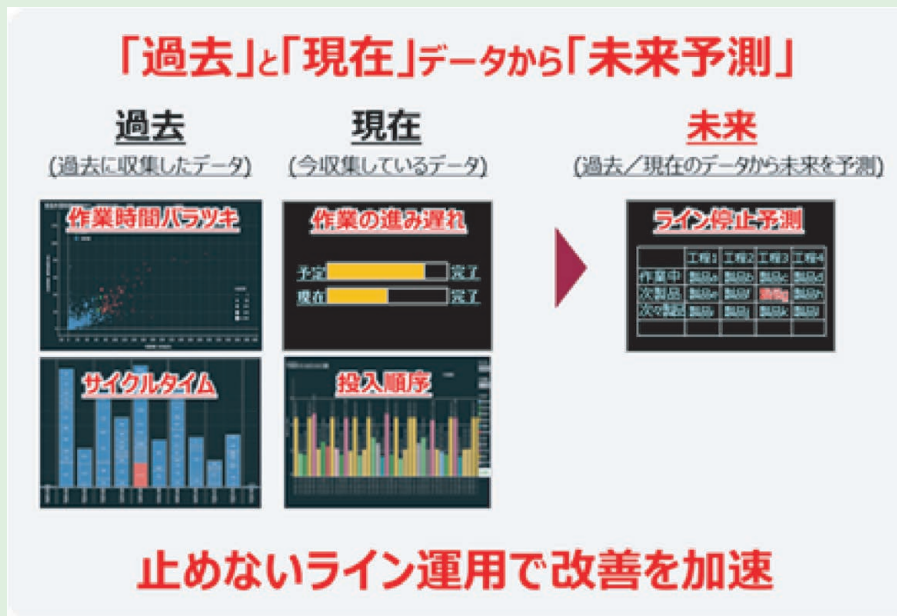
出所：富士通テレコムネットワークス（株）より提供



図2 サイバーフィジカルシステム (CPS)

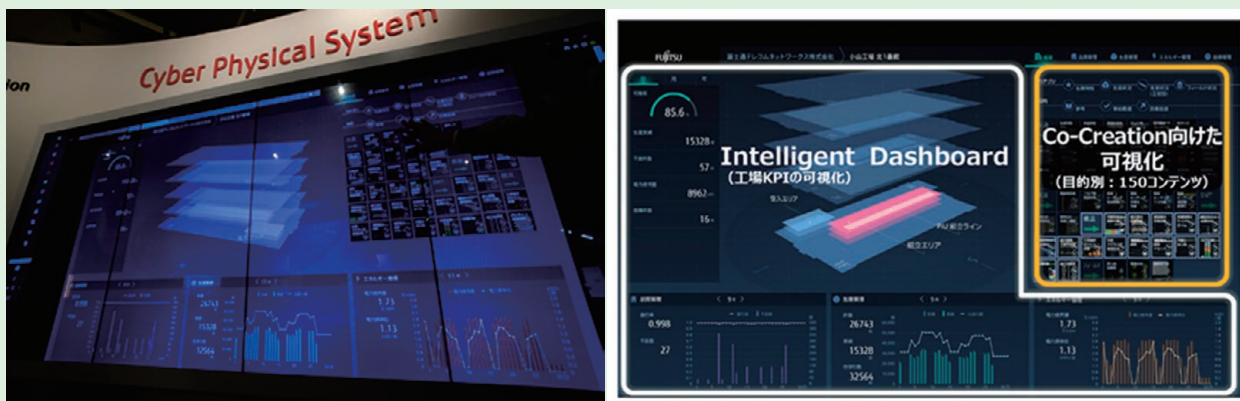


出所：富士通テレコムネットワークス (株) より提供

図3 データ活用で独自生産方式を確立  
「ちょっと先の未来が見えるスマートものづくり」

出所：富士通テレコムネットワークス (株) より提供

図4 ものづくりに関するデータを集約・可視化するダッシュボード



出所：富士通テレコムネットワークス (株) より提供

## 事業環境変化に柔軟に対応可能な1/N設備化による同期一貫生産ラインの構築・・・(株)デンソー

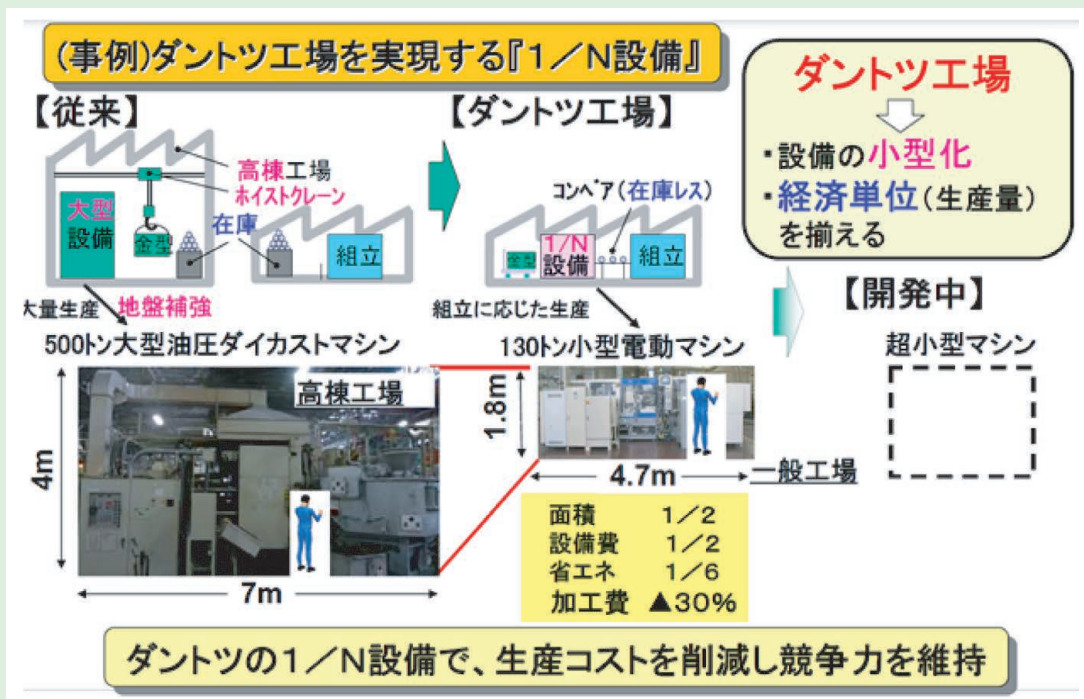
(株)デンソーは創業以来一貫して生産システムの合理化に取り組んできた。単一工程の合理化から製品単位→工場単位→グローバル単位へと合理化を進化させ、結果として「ダントツ工場づくり」を目指している。そして、ダントツ工場を実現するFactory IoTとして、①開発から量産までのエンジニアリングチェーン、②取引先を含むサプライチェーン、そして③工場内のファクトリーチェーンという3つのチェーンの改善に取り組んでおり、工場内のファクトリーチェーン改善の要となっているのが生産ラインのコンパクト化を目指す「1/N設備化」である。

同社も従来は大ロットを高速加工する大量生産により競争力を維持してきたが、リーマンショック時のように稼働率が大幅に低下すると設備の償却負担が重くのしかかる。また、世の中の需要も変化して多品種少量生産化が進み、大量生産でまとめてつくる方式ではムダが増えるようになった。各加工機の能力差により工程間で発生する中間在庫を減らし、工場間での部材の運搬等のムダも減らし、ICTも活用して工程全体で最適工程設計をする同期一貫生産ラインを構築するためには、大規模設備からロットサイズやサイクルタイムに合わせて最適な生産量を実現できるコンパクトな設備に置き換えていく必要がある。それを実現するための加工機を“1/N加工機”と名づけ、従来比何%ではなく、Nを整数に置き換え、2分の1、5分の1、10分の1といった高い目標を掲げて、世界で戦える独自のコンパクトな加工設備の開発に取り組んできた。

例えばダイカストマシンは製品内部に発生する鋳巣をつぶすために高い圧力をかける必要があり、高出力、高剛性の大型設備になりやすい。従来の大型油圧ダイカストマシンは高さ4メートル、幅が7メートルもあったが、同社の1/N設備化により、高さ1.8メートル、幅が4.7メートルのコンパクトな電動マシンへと生まれ変わらせた。このようにダイカストや切削などの設備のサイズをN分の1に小さくすることで、生産能力を縮小して揃え、段取り時間も短縮することによって同期させていく。この取組は国内のみならず、グローバルに展開させつつある。

「現場こそが価値創造の主角」と考える同社の強みは、生産技術と現場力(人)の融合であり、それが驚異的な1/N設備化を可能とし、結果として事業環境変化に柔軟に対応できるものづくり力につながっている。

図1 コスト競争力のあるダントツ工場を支えるシンプル設備(1/N設備)



出所：(株)デンソーより提供