

第1章

我が国ものづくり産業が直面する課題と展望

第1節 我が国製造業の足下の状況

第1節

我が国製造業の足下の状況

1 我が国製造業の業績動向

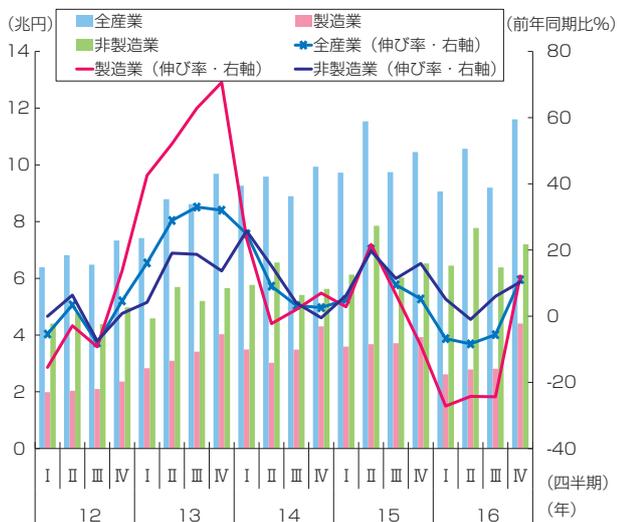
我が国経済は安倍内閣の経済政策（「アベノミクス」）の効果が現れる中で、着実に上向いてきた。製造業企業を中心に収益の改善が見られ、雇用の拡大や賃金の上昇につなげることにより「経済の好循環」が生まれ始めている。一方で、人手不足の深刻化などの課題も浮き彫りになってきている。

アベノミクスでは、「大胆な金融政策」「機動的な財政政策」「民間投資を喚起する成長戦略」という相互に補強し合う関係にある「三本の矢」を一体として推進しており、ここでは、アベノミクスが我が国製造業に及ぼした効果を分析する。

(1) 企業業績と金融市場の動向

我が国企業の業績について、法人企業統計によれば、2012年第4四半期（10－12月期）以降、製造業の営業利益の伸び率（前年同期比）は大幅なプラスに転じ、消費税率引上げによる駆け込み需要の反動減を経て、その後持ち直したものの、円安方向への動きの一服や世界経済の減速などから2015年第3四半期以降、一進一退の状況が見られた（図111-1）。2016年初から半ばにかけて円高が進んだこともあって企業業績は悪化したものの、秋以降の海外景気の持ち直しや米国大統領選後から年末にかけての円安方向への動きなどから、製造業の営業利益は足下では改善している。業種別では、2015年から2016年にかけて、特に自動車を中心とする「輸送用機械」などの機械産業で減益となった（図111-2）。

図111-1 企業業績の推移（営業利益）



備考：金融業、保険業以外の業種（原数値）、資本金1億円以上。
資料：財務省「法人企業統計」

図111-2 企業業績の推移（製造業業種別・営業利益）

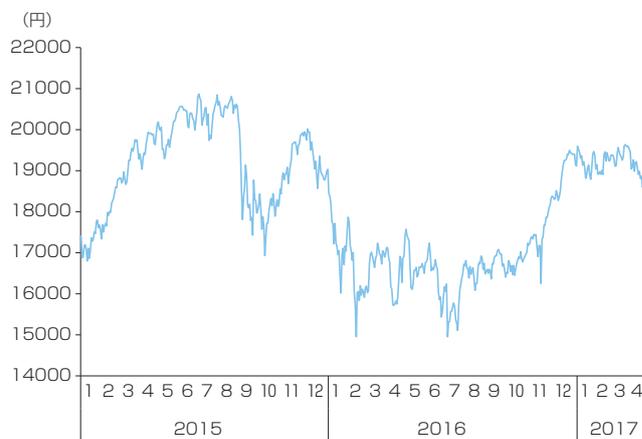


備考：資本金1億円以上の企業の四半期の営業利益の合計。
資料：財務省「法人企業統計」

アベノミクスを通じた企業業績の回復に対する期待感などを背景に、日経平均株価は、2015年8月にかけて大幅に上昇したが、中国株下落等の海外要因をきっかけに反落し、2016年初以降は中国景気の先行き不透明感や欧州金融機関の経営不安なども相まって下げ幅を拡大した。その後、株価は軟調に推移したものの、11月の米国大統領選後から2017年初にかけて上昇に転じた（図111-3）。

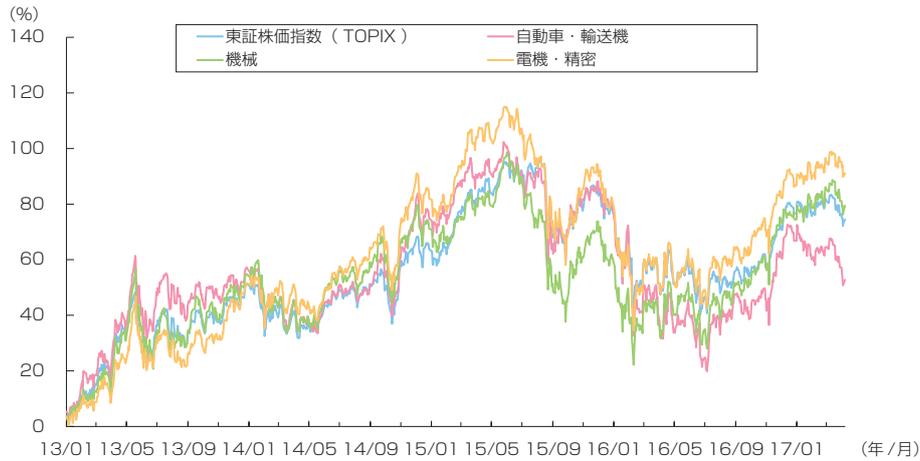
業種別の株価指数を見ると、「電機・精密」が他の業種を上回るパフォーマンスで推移している（図111-4）。

図111-3 株価の推移



資料：日本経済新聞社

図 111-4 株価の騰落率の推移（東証株価指数、業種別株価指数）



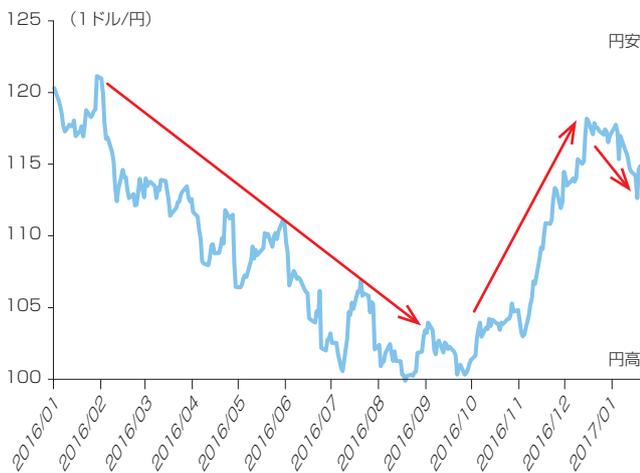
備考：2012年12月28日を基準とする騰落率の推移。
資料：東京証券取引所

また、為替（ドル円相場）は、2016年初の中国景気の先行き不透明感や英国のEU離脱などの影響で円高方向に推移したが、米大統領選後は円安方向に逆振れするなど、1年間を通して大きく変動した（図111-5）。

堅調な株価を背景に、企業の株式による資金調達も活発化し

ており、企業の資金調達額は2012年を底として2015年にかけて増加した。しかし、2016年には低金利などの環境を活用した社債発行による資金調達の動きが広がる一方、株式による資金調達が減少した（図111-6）。

図 111-5 2016年、2017年の為替（ドル円相場）の推移



資料：Bloomberg から経済産業省作成

図 111-6 資本調達の推移



備考：「国内」における「株券」による資金調達。
資料：日本証券業協会

（2）实体经济への波及と「好循環」へ向けた動き

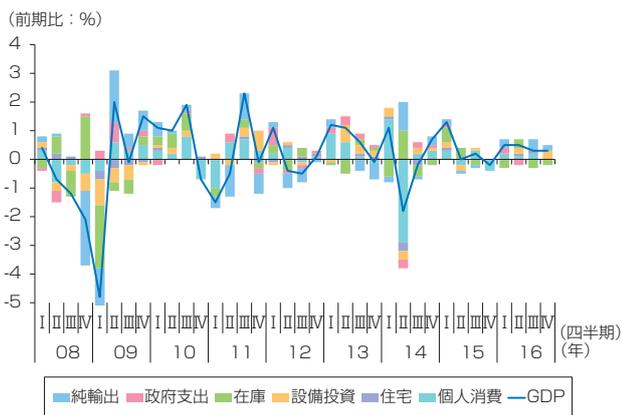
企業業績の改善が進む中で、これを設備投資の拡大や雇用・所得の増加へと結びつけることが「経済の好循環」を実現する上で重要となる。以下では、設備投資と雇用・所得の動向について確認する。

①設備投資の動向

我が国の経済は、2014年4月の消費税率引き上げ後の弱さが見られたものの、2012年末以来、景気は緩やかな回復基調が続いている（図111-7）。企業の全般的な業況を示す日本銀

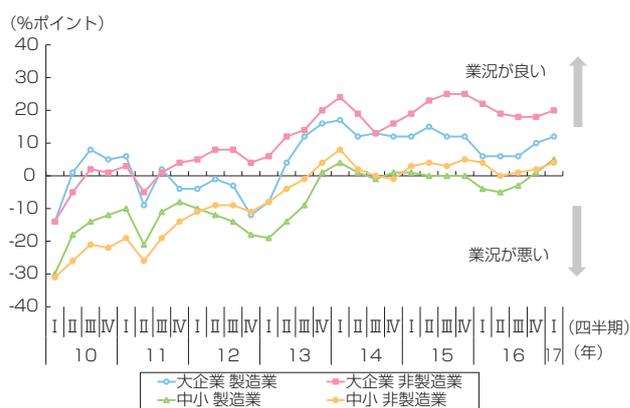
行の全国企業短期経済観測調査（日銀短観）の業況判断DIは、2013年半ばから回復して以降おおむね横ばいで推移しており、大企業の製造業は、2013年半ば以降プラス圏を推移し、中小企業の製造業においても、足下では回復基調にある。（図111-8）。また、鉱工業生産活動の全体的な水準を示す鉱工業生産指数は2015年半ばから2016年にかけていったん減少した後、2016年半ば以降、再び持ち直す動きに転じている（図111-9）。さらに、製造業における設備の稼働率も生産の動きに合わせて、足下では上昇している（図111-10）。

図 111-7 実質 GDP の推移



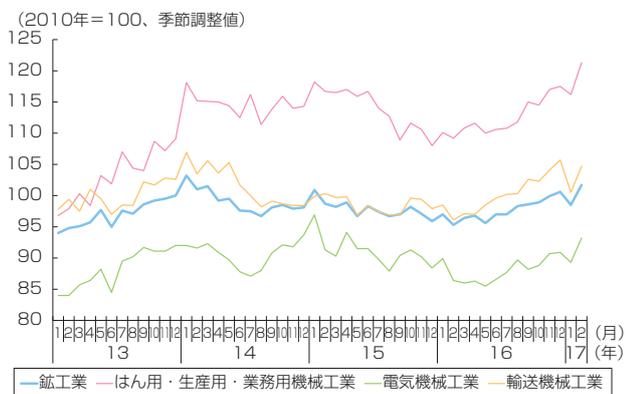
資料：内閣府「2016年10-12月期四半期別GDP速報（2次速報値）」（2017年3月8日公表）

図 111-8 日銀短観・業況判断DIの推移（企業規模別）



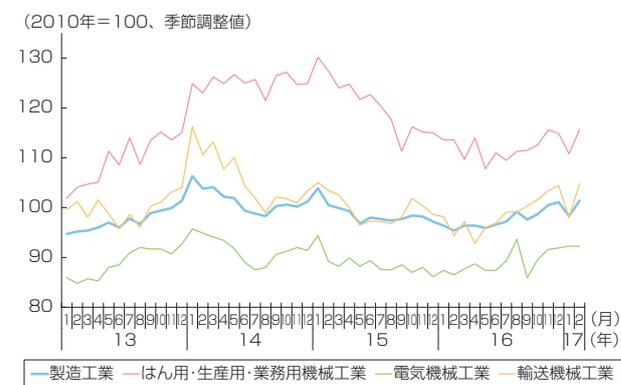
備考：「業況判断DI」は、回答企業の収益を中心とした業況についての全般的な判断を示すものであり、「良い」という回答比率から「悪い」という回答比率を引いて算出。
資料：日本銀行「全国企業短期経済観測調査」

図 111-9 鉱工業生産指数の推移



資料：経済産業省「鉱工業指数」

図 111-10 稼働率指数の推移

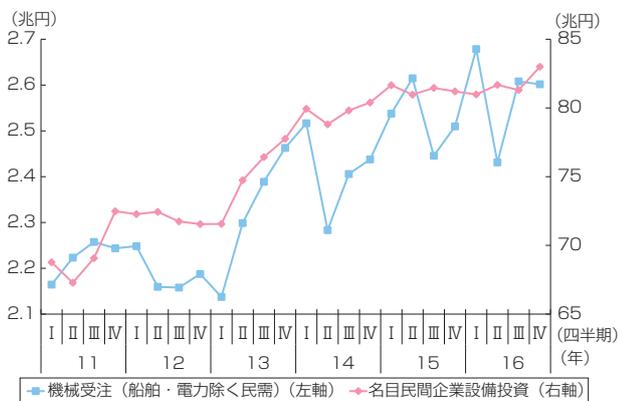


資料：経済産業省「製造工業生産能力指数・稼働率指数」

このような環境下において、民間企業設備投資は、2015年は前年比2.0%増加、2016年は同0.5%増加と6年連続でプラス値を維持している（図111-11）。ただし、研究開発投資

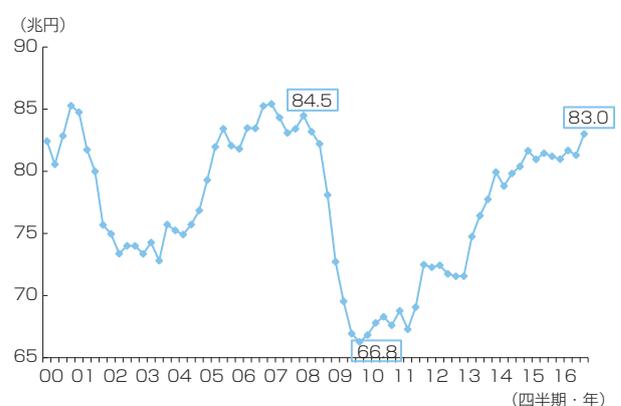
を含めた設備投資が80兆円超まで増えたといっても、リーマンショック前の水準に達しておらず（図111-12）、投資をさらに活発化させることが引き続き重要である。

図 111-11 設備投資の推移



備考：季節調整値。
資料：内閣府「2016年10-12月期四半期別GDP速報（2次速報値）」（2017年3月8日公表）、「機械受注統計調査」

図 111-12 名目設備投資の推移

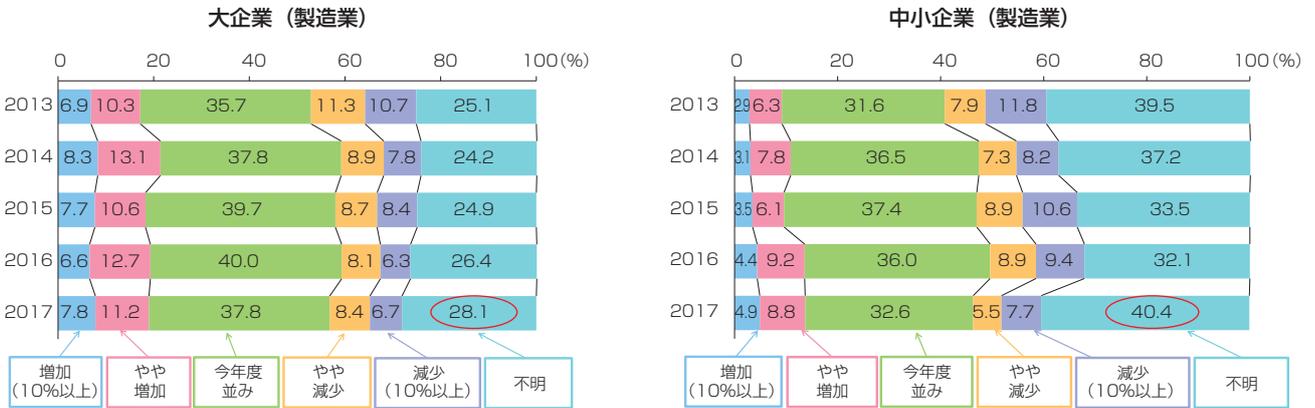


備考：季節調整値。
資料：内閣府「2016年10-12月期四半期別GDP速報（2次速報値）」（2017年3月8日公表）

製造業の2017年度の設備投資見通しでは、大企業、中小企業共に「今年度並み」という回答割合が最も多く、設備投資額は横ばいと見ている企業が多い。その一方で、「不明」の回答割合が大企業で28.1%、中小企業で40.4%と、比較可能

な2013年度以降で過去最高となった。企業の周囲を取り巻く外部環境において、先行き不透明感が高まっていることを背景に、設備投資の見通しが立ちにくい企業が増えていると見られる(図111-13)。

図 111-13 来年度(2017年度)の設備投資見通し



備考：1.2016年10-12月期調査。
2.設備投資はソフトウェア投資を含み、土地購入額を除く。
資料：内閣府・財務省「法人企業景気予測調査」

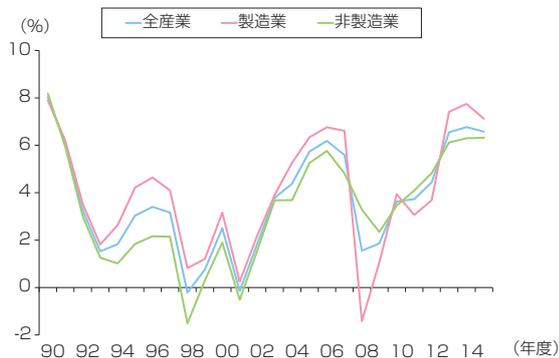
このような環境において、経済の好循環を生み出す上で、中長期的な成長を目指した企業の取組がますます重要になっている。2015年のコーポレートガバナンス改革によって、企業経営者には、機関投資家との対話を通じて、企業の中長期的な成長や企業価値の向上にこれまで以上に取り組むことが求められるようになり、それらを意識して行動するようになっている。

この中で、企業価値の代理変数として、収益性を表す自己資本利益率(Return On Equity、以下ROEと呼称)が注目を集めている。アベノミクス始動後の企業業績の回復によって、

ROE自体は回復傾向にある。2015年度のROEは前年度より低下したものの、全産業では6.6%(前年度6.8%)、製造業では7.1%(同7.7%)とここ数年では高水準にある(図111-14)。

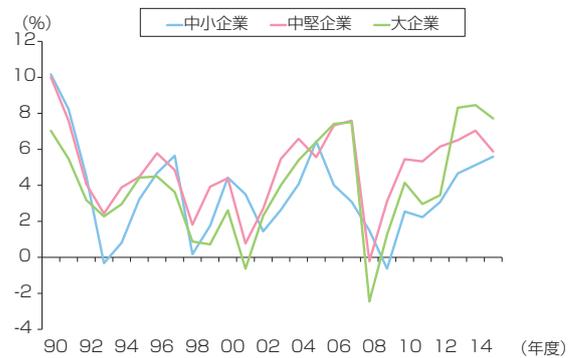
製造業の企業規模別ROEの推移を見ると、2015年度には大企業の7.7%に対して、中小企業は5.6%と前年度より差を縮小させている(図111-15)。また、製造業の産業別に見ると、2010年から2015年度において過去に比べてROEが増加している業種が多い(図111-16)。

図 111-14 自己資本利益率(ROE)



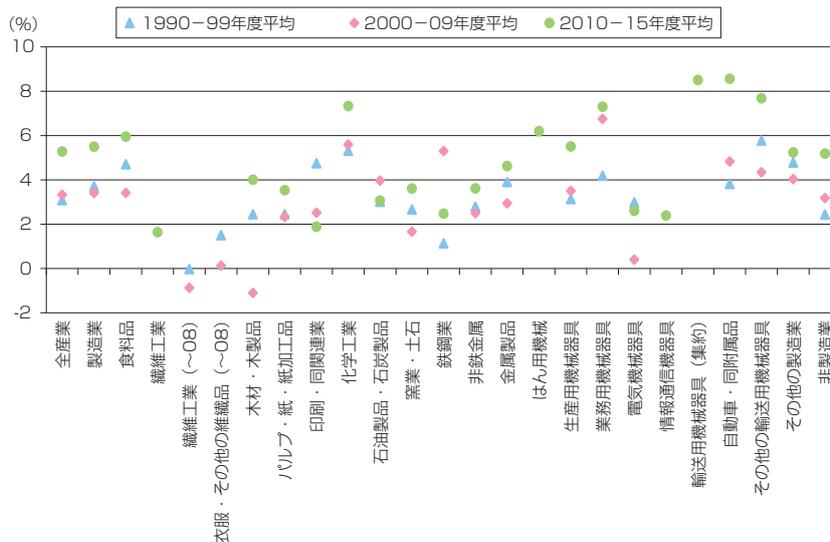
資料：財務省「法人企業統計」

図 111-15 製造業企業規模別自己資本利益率(ROE)



資料：財務省「法人企業統計」

図 111-16 産業別の自己資本利益率 (ROE) の変化



資料：財務省「法人企業統計」

②雇用・所得の動向

雇用環境は引き続き改善傾向にある。2016年の完全失業率は3.1%と1994年(2.9%)以来の低水準、有効求人倍率は1.36倍と1991年(1.40倍)以来25年ぶりの高水準となるなど、雇用情勢は着実に改善してきた(図111-17)。労働需給の引き締まりを受けて、改善の動きは徐々に賃金へ波及しつつある。

そうした中で、2016年半ばにかけて円高や先行き不透明感の高まりなどから、企業の設備稼働率は低下し、企業の生産活動が足踏み状態となったこと(図111-9・10)に応じて、残

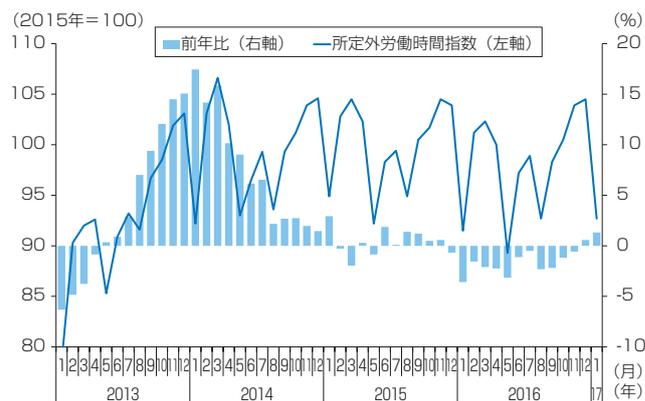
業時間などを表す所定外労働時間も前年をやや下回る水準で推移した(図111-18)。製造業における月々の賃金動向を分析すると、2013年の中頃から対前年同月比でプラスへと転じ、2014年は通年を通してプラスを維持した。しかし、2016年の賃金は、前述のように、生産が足踏み状態となったことなどから、ボーナスなどを含む特別に支払われた給与や、残業代などの所定外給与が伸び悩んだ。ただし、その中でも、基本給などからなる所定内給与は2015年に比べると上昇してきている(図111-19)。

図 111-17 雇用環境の動向 (完全失業率、有効求人倍率)



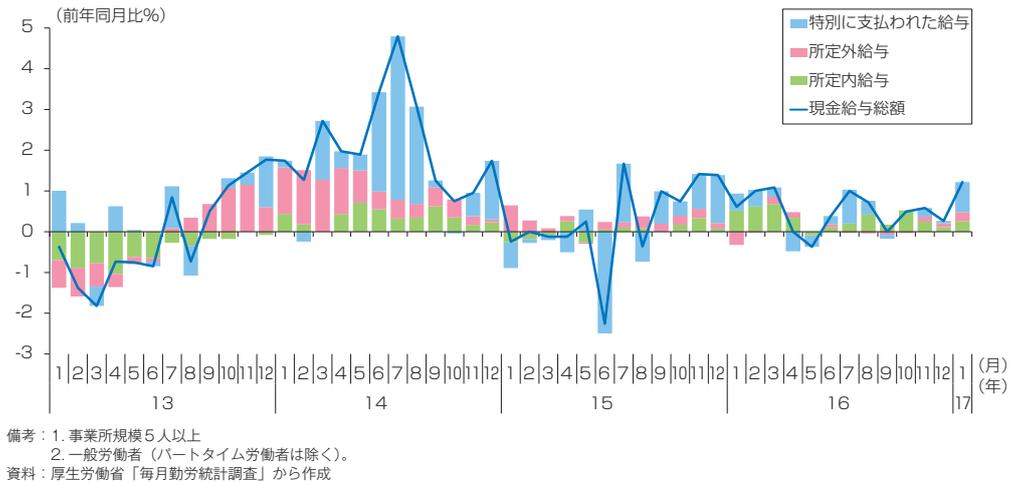
備考：いずれも季節調整値。2011年3月から8月までの完全失業率は、補完推計値を用いている。
資料：総務省「労働力調査」、厚生労働省「職業安定業務統計」

図 111-18 製造業の所定外労働時間の動向



備考：1. 事業所規模5人以上
2. 一般労働者(パートタイム労働者は除く)
資料：厚生労働省「毎月労働統計調査」から作成

図 111-19 製造業の所得環境の動向（現金給与総額）



2 経常収支の黒字縮小と稼ぎ方の変化

我が国の経常収支^{注1}黒字は2011年以降、4年連続で縮小し、2014年には、比較可能な1985年以降で最少を計上したものの、直近2016年では20.6兆円と2年連続で黒字額を拡大させた（図112-1）。グローバル化に伴う我が国企業の海外進出や海外の株式・債券などへの投資が活発化したことにより、それらの収益である第一次所得収支が18.1兆円まで拡大しており、これが経常収支の黒字を支える構造が続いている。

一方で、2016年の貿易収支は、赤字に転落した2011年以来初めて黒字となった。貿易黒字に転じた要因としては、原油安などに伴う化石燃料の輸入減少などによって輸入の減少が

輸出の減少を上回ったためである。

製造業による経常収支への貢献という観点では、輸出による貿易収支への貢献が注目されがちであるが、足下で黒字幅が最も大きいのは第一次所得収支である。第一次所得収支の黒字が貿易黒字を上回った2005年以来、この状態が続いている。貿易収支が赤字に転じた2011年以降も経常黒字が保たれてきたのは、貿易赤字を第一次所得収支の黒字が穴埋めしてきたためである。また、海外現地生産の拡大に伴う海外子会社からの配当（第一次所得収支）や特許権使用料・ロイヤリティ収入（サービス収支）といった貢献が大きくなっている。ここでは製造業の観点から我が国経常収支の構造変化を分析する。

図 112-1 経常収支の推移

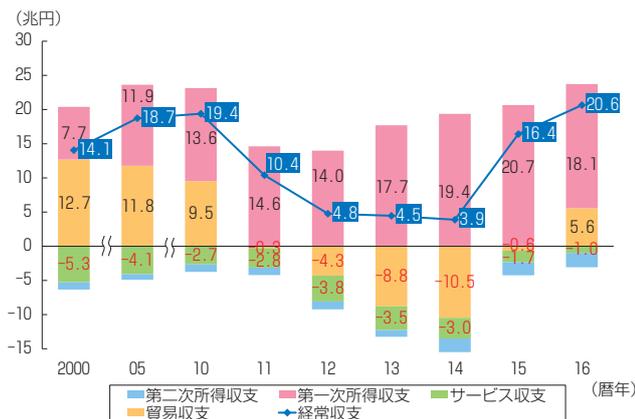


図 112-2 貿易収支の推移



(1) 我が国の製造業と貿易収支

主要な品目別（「貿易統計」の概況品ベース）に貿易収支を見ると、2000年来、貿易赤字方向に寄与した要因は「鉱物性燃料」「食料品」「原料品」などの輸入超過であるが、特に「鉱

物性燃料」の寄与が大きい。ただし、2016年の「鉱物性燃料」の貿易赤字額は11.2兆円と、2年連続で縮小した（図112-2）。

この理由としては、原油価格が直近ピークの2014年6月

注1 我が国の国際収支統計は2014年1月の公表分から、IMF国際収支マニュアル第6版に準拠した統計に移行しており、主要項目の組み替えや表記方法、計上基準などの変更が行われている。従来「所得収支」は「第一次所得収支」、「経常移転収支」は「第二次所得収支」へと項目名が変更されている。本白書では原則、移行後の統計を用いる。

の1バレル=105ドルから2016年2月の30ドルまでの2年間で7割も低下したことが挙げられる。また、輸入数量も減っ

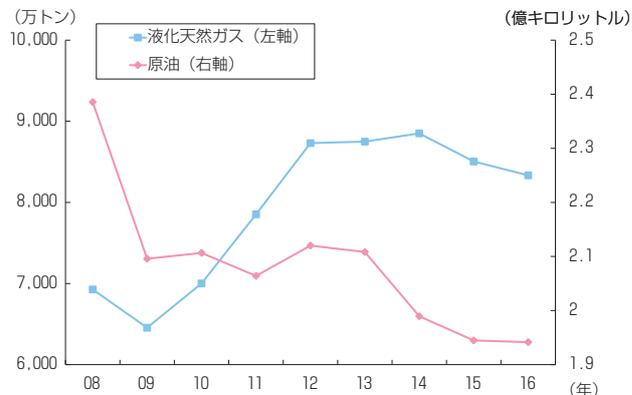
ている(図112-3・4)。ただし、その後の原油価格は、産油国の減産などあって上昇に転じている。

図112-3 エネルギー価格の推移



備考: 1. 液化天然ガスはインドネシア産液化天然ガスの1百万Btu。
2. 原油は米国産 WTI 原油の1バレルあたりのドル価格。液化天然ガスは英国熱量単位あたりのドル価格。
資料: IMF「Primary Commodity Prices」

図112-4 エネルギー輸入量の推移



備考: 1. 液化天然ガスはHSコード「271111000」。
2. 原油はHSコード「270900900」。
資料: 財務省「貿易統計」

一方、黒字に寄与した要因を見ると、「輸送用機器」「一般機械」「原料別製品」「電気機器」「化学製品」であり、製造業に関連する分野が占めている。この5品目のうち、特に「輸送用機器」「一般機械」「電気機器」の主要3品目は長年にわたり我が国の貿易黒字を稼ぎ出してきたことから、「輸出の三本柱」ともいえる。以下では、我が国の輸出に占めるウェイトの高い「輸送用機器」「一般機械」「電気機器」について詳細を分析していく。

①輸送用機器の特徴

貿易収支全体が改善傾向にある要因の1つとして「輸送用機

器」が引き続き一定の貿易黒字を維持していることが挙げられる(図112-5)。

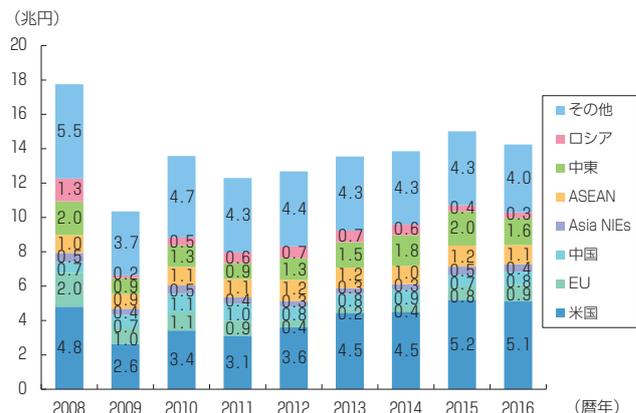
2016年の「輸送用機器」の貿易黒字額(14.2兆円)は、2015年よりも減少したもののリーマンショック後で前年に次ぐ2番目に大きな金額であった。地域別では、対米国黒字が前年から縮小した(5.2兆円から5.1兆円)。その他の地域では、対ASEAN黒字(1.2兆円から1.1兆円)、アジアNIEs黒字(除くシンガポール)(0.5兆円から0.4兆円)が縮小した一方で、景気回復などを背景に対欧州黒字(0.8兆円から0.9兆円)や対中国黒字(0.7兆円から0.8兆円)が拡大した(図112-6)。

図112-5 「輸送用機器」の貿易収支の推移



備考: 概況品コード「705」(輸送用機器)と主な構成品の推移。
資料: 財務省「貿易統計」

図112-6 「輸送用機器」の主要地域別推移

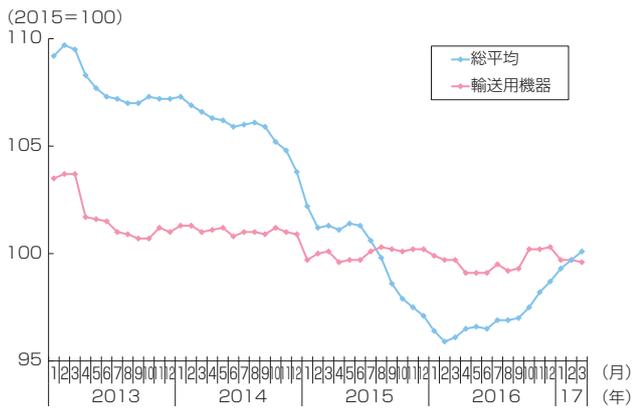


備考: 概況品コード「705」(輸送用機器)
資料: 財務省「貿易統計」

なお、輸送用機器の輸出物価指数(契約通貨ベース)は横ばいで推移している(図112-7)。また、輸送用機器の鉱工業出荷(輸出)については、2016年半ばにかけて足踏みしたも

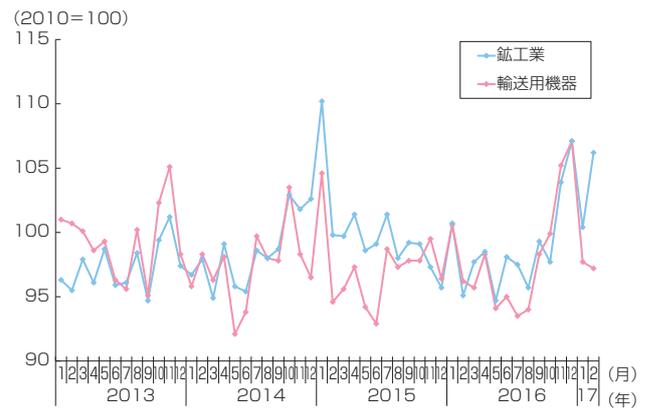
のの、その後は年末にかけて持ち直す動きを見せてきた(図112-8)。

図 112-7 輸送用機器の輸出物価指数の推移 (契約通貨ベース)



資料：日本銀行「企業物価指数」

図 112-8 輸送用機器の鉱工業出荷 (輸出) の推移

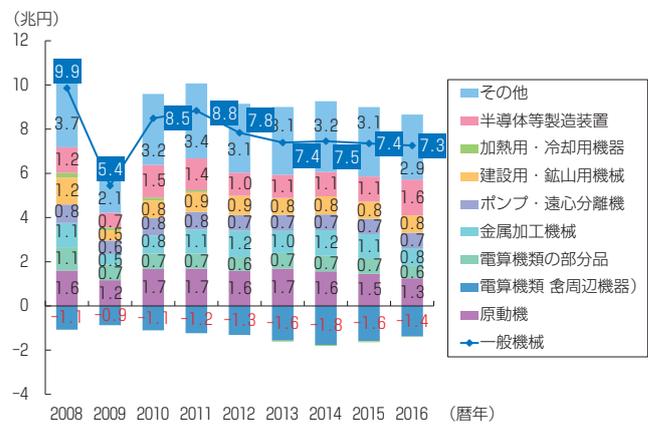


備考：1. 季節調整値。
2. 「輸送用機器」は「輸送機械工業」。
資料：経済産業省「鉱工業出荷内訳表」

②一般機械の特徴

「一般機械」は機械系を中心とする幅広い製品を含んでおり、製品分野によっては貿易黒字を維持しているものの、電算機類 (パソコンなど) は貿易赤字になっている。2011 年に 8.8 兆円であった「一般機械」の貿易黒字は、直近の 2016 年には 7.3 兆円へと減少した (図 112-9)。

図 112-9 「一般機械」の貿易収支の推移

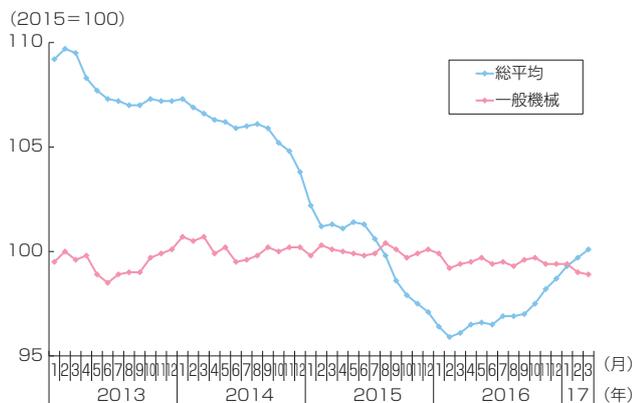


備考：概況品コード「701」（一般機械）と主な構成品の推移。
資料：財務省「貿易統計」

一般機械の輸出物価指数 (契約通貨ベース) は横ばいで推移している (図 112-10)。また、一般機械の鉱工業出荷 (輸出)

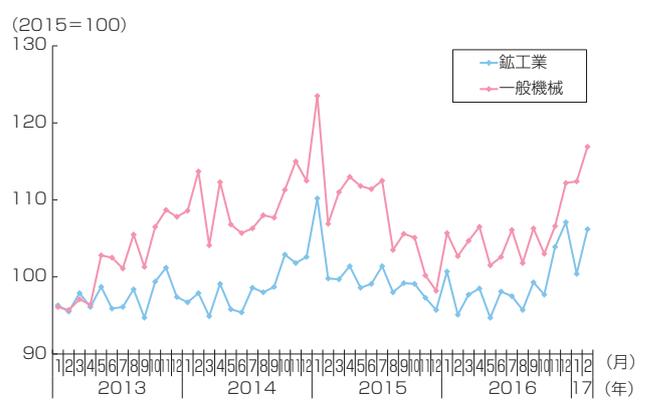
は、2016 年半ばにかけて足踏みしたものの、その後は年末にかけて持ち直す動きを見せてきた (図 112-11)。

図 112-10 一般機械の輸出物価指数の推移 (契約通貨ベース)



備考：「一般機械」は「はん用・生産用・業務用機器」。
資料：日本銀行「企業物価指数」

図 112-11 一般機械の鉱工業出荷 (輸出) の推移



備考：1. 季節調整値。
2. 「一般機械」は「はん用・生産用・業務用機械工業」。
資料：経済産業省「鉱工業出荷内訳表」

③電気機器の特徴

エレクトロニクスを中心とする「電気機器」の直近2016年の貿易黒字は約1.5兆円と、2年連続で増加した。ただし、それでも2010年の約3割の水準にとどまっている(図112-12)。

2010年と2016年の主な構成品の変化を見ると、「通信機」の貿易赤字額が約1.5兆円拡大(2010年：-0.6兆円から

-2.1兆円)しており、また「半導体など電子部品」の黒字額が約0.9兆円縮小(2010年：+2.0兆円から+1.1兆円)している。「通信機」と「半導体など電子部品」で合わせて約2.4兆円、貿易黒字の縮小に寄与しており、同期間における「電気機器」の黒字額の縮小額は約3.0兆円であることから、この2品目が大半を占めていることが分かる。

図112-12 「電気機器」の貿易収支の推移

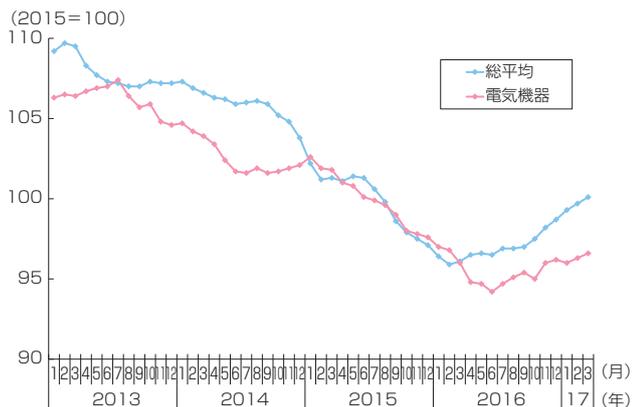


備考：概況品コード「703」(電気機器)と主な構成品の推移。
資料：財務省「貿易統計」

電気機器の輸出物価指数(契約通貨ベース)は下落傾向で推移してきたが、足下では下げ止まり、持ち直しつつある(図112-13)。電気機器の鉱工業出荷(輸出)も、2016年半ばにかけて足踏み状態にあったものの、年末に向けて持ち直す動

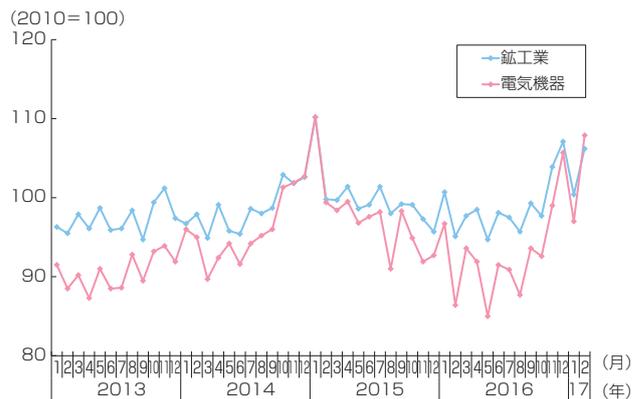
きを見せてきた(図112-14)。さらに、電気機器の鉱工業出荷(輸出)の内訳を見ると、2016年に電子部品・デバイス工業や情報通信工業が低下した一方で、電気機械工業が緩やかに上昇してきたなど、業種による相違が見られた(図112-15)。

図112-13 電気機器の輸出物価指数の推移(契約通貨ベース)



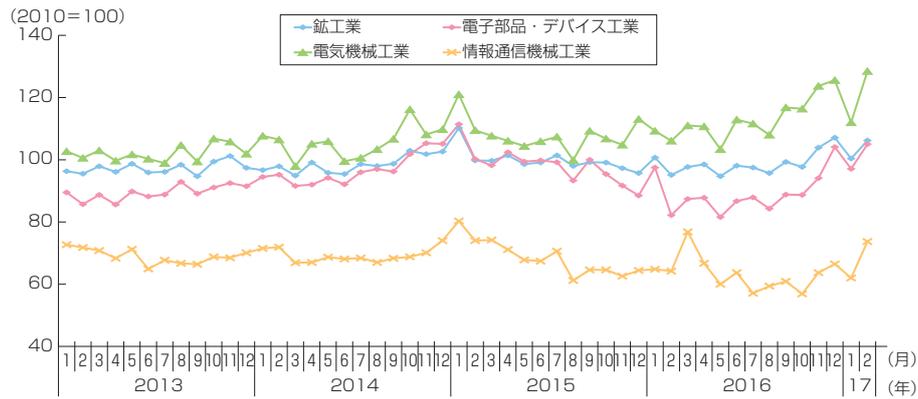
備考：「電気機器」は「電気・電子機器」。
資料：日本銀行「企業物価指数」

図112-14 電気機器の鉱工業出荷(輸出)の推移



備考：1. 季節調整値。
2. 「電気機器」は「電子部品・デバイス工業」、「電気機械工業」、「情報通信機械工業」の合計。
資料：経済産業省「鉱工業出荷内訳表」

図 112-15 電気機器の鉱工業出荷（輸出）の推移（内訳）



備考：季節調整値。
資料：経済産業省「鉱工業出荷内訳表」

(2) 海外展開に伴い所得・サービス収支でも稼ぐ我が国製造業

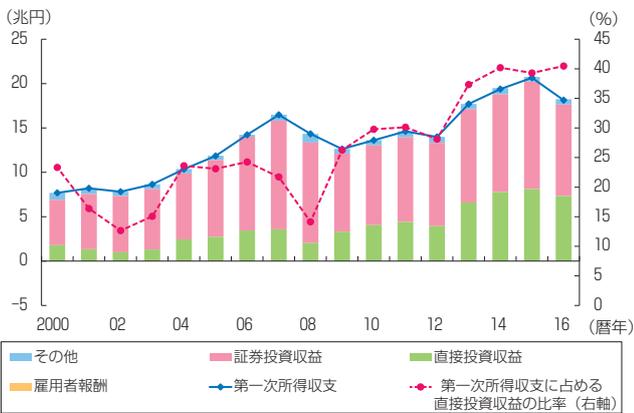
製造業の海外展開が進み、汎用品などを中心に、市場に近いところで生産する、グローバル最適地生産の流れは今後も継続していくものと考えられる。輸出以外に海外事業展開を通じて利益を得る、つまりは貿易収支で稼ぐだけでなく第一次所得収支及びサービス収支でも稼ぐことが継続していくであろう。

企業が工場など海外現地法人を開設するために投資を行うと、対外直接投資として認識され、その海外現地法人の収益は直接投資収益として第一次所得収支に計上される。また、海外現地法人に対して特許権などの知的財産権の使用を認めると、その対価として日本の本社が受け取るロイヤリティはサービス収支に計上される。第一次所得収支及びサービス収支は経常収支の主要な構成要素であるが、以下では製造業の観点から交えつつ我が国の第一次所得収支及びサービス収支の動向を分析する。

① 直接投資収益を中心に増加する第一次所得収支

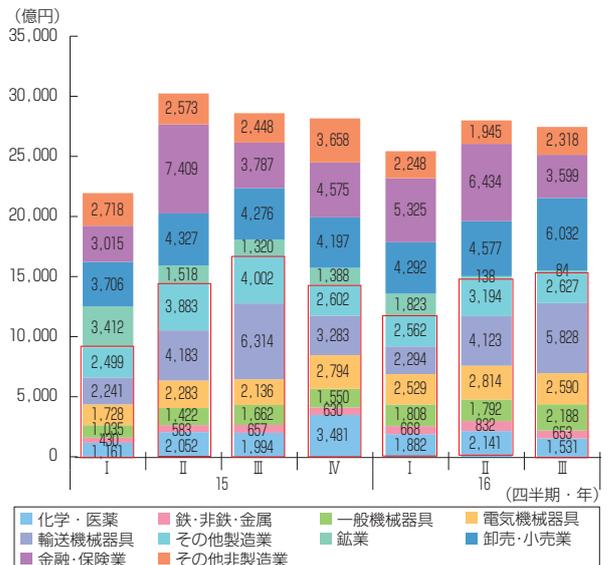
第一次所得収支は、海外資産の増加を背景に拡大基調が続いており、2016年には18.1兆円の黒字を計上している。海外の株式や債券など有価証券投資に対する収益である「証券投資収益」が直近の2016年では10.3兆円と全体の約6割を占めているが、海外現地法人の収益である「直接投資収益」も7.3兆円と拡大傾向が見られた（図112-16）。第一次所得収支に占める直接投資収益の割合は、2000年時点では23%であったが、2016年では40%へと上昇しており、直接投資収益の位置づけの重要性は年々高まっている。直接投資収益の業種別内訳を見ると、製造業全体では2016年第3四半期で1.5兆円と第1四半期から0.4兆円増加している（図112-17）。

図 112-16 第一次所得収支の推移



備考：「その他」は、「その他投資収益」と「その他第一次所得収支」の合計。
資料：財務省・日本銀行「国際収支統計」

図 112-17 対外直接投資収益（業種別）



資料：財務省・日本銀行「国際収支統計」

なお、2015年の直接投資収益7.3兆円はネットの金額であり、我が国企業が海外で稼いだ利益10.3兆円から海外企業が我が国で稼いだ利益3.1兆円を差し引いたものである（図112-18）。また、我が国企業が海外で稼いだ利益10.3兆円

のうち、日本国内へ還元されたのは5.1兆円である。一方、5.3兆円は海外で再投資されているが、国内へ還元される金額は増加基調にある（図112-19）。

図 112-18 海外での収益の用途（直接投資収益の内数）

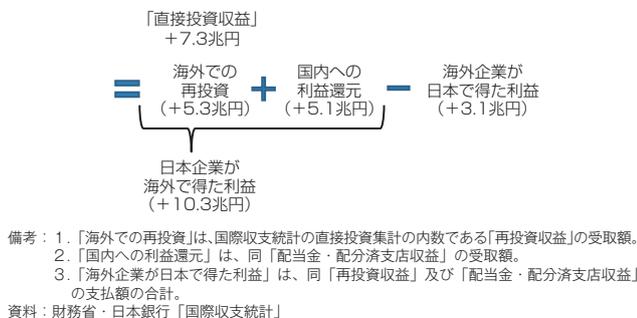
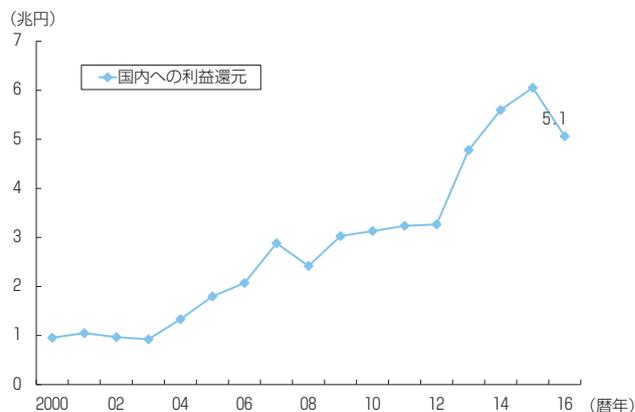


図 112-19 国内への利益還元の推移



② サービス収支の赤字縮小に製造業が海外から得た知的財産権等使用料も貢献

サービス収支の赤字は4年連続で縮小している。直近2016年の赤字額は1.0兆円と、2000年以降で赤字額は4.3兆円縮小しており、比較可能な1996年以降では過去最小の赤字となった（図112-20）。この間、黒字に転じた旅行収支の赤字縮小額は4.4兆円であることから、サービス収支の赤字

幅縮小には旅行収支が大きく寄与していることが分かる（図112-21）。この4.4兆円の旅行収支の改善額のうち、支払の減少が1.4兆円、受取の増加が3.0兆円である。2011年以降、支払が横ばいで推移する一方で、受取は5年連続で増加している。2016年に訪日外国人旅行者数が前年比で21.8%増加の約2,404万人と過去最高を記録するなど、訪日観光消費の増加が主な要因である。

図 112-20 サービス収支の推移

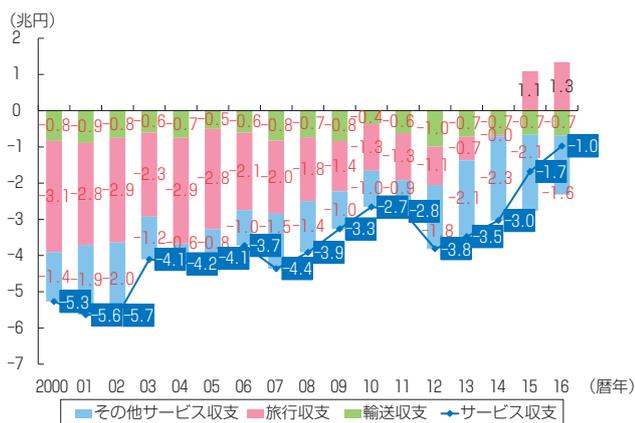
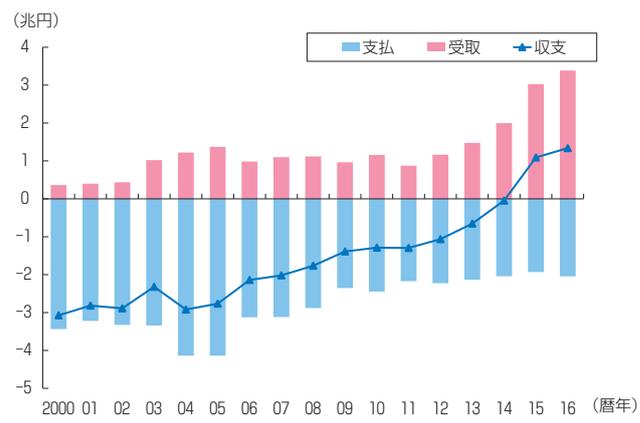


図 112-21 旅行収支の推移



以上のほか、製造業に係わる項目として、「その他サービス収支」に含まれる「知的財産権等使用料」収支があり、特許権、著作権やノウハウなどの使用料の受払が計上されている。これは比較可能な1996年以降、過去最大の黒字（2.4兆円）を計上した2015年まで6年連続で増加を続け、2016年には若干減少したものの、2.3兆円とほぼ横ばい圏内にあった（図112-22）。「知的財産権等使用料」収支は、特許権や意匠権な

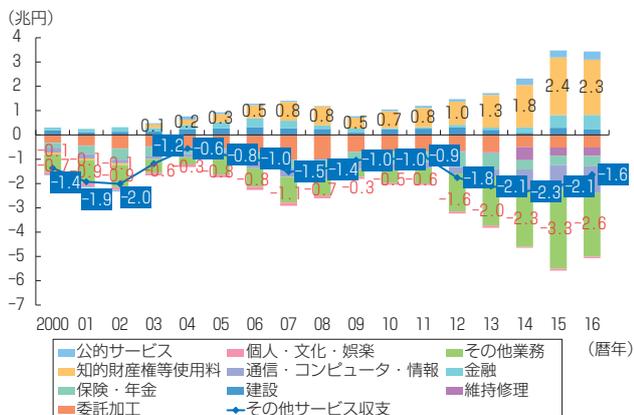
どの産業財産権の使用料のほか、ノウハウの使用料や経営指導料が含まれる「産業財産権等使用料」収支と、ソフトウェアや音楽・映像などを複製・頒布するための使用権料、著作物の使用料などが含まれる「著作権等使用料」収支から構成される。

我が国では、「著作権等使用料」収支が赤字である一方、「産業財産権等使用料」収支が黒字であり、かつ「産業財産権等使用料」収支の黒字が年々拡大することで、「知的財産権等使用

料」収支の黒字拡大に寄与してきた（図 112-23）^{注2}。2016 年は年初から円高が進んだ影響もあり、前年より「知的財産権等使用料」収支の黒字幅は縮小したものの、高水準を維持して

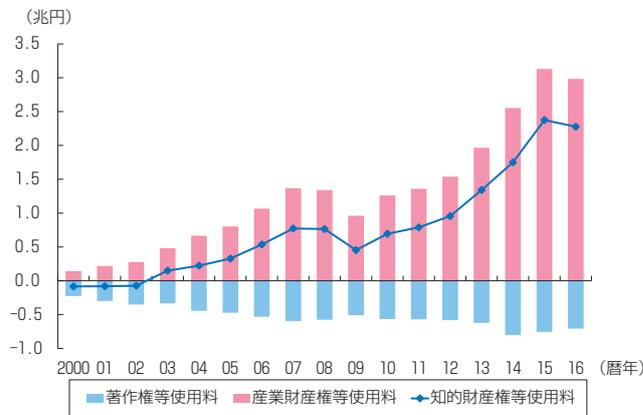
いる。我が国製造業の海外展開に伴う海外現地法人からの特許権などの使用料や経営指導料などの受取が、「産業財産権等使用料」収支の増加に寄与している。

図 112-22 その他サービスの推移



資料：財務省・日本銀行「国際収支統計」

図 112-23 「知的財産権等使用料」収支の推移



資料：財務省・日本銀行「国際収支統計」

(3) 地域に応じて稼ぎ方を変える我が国製造業

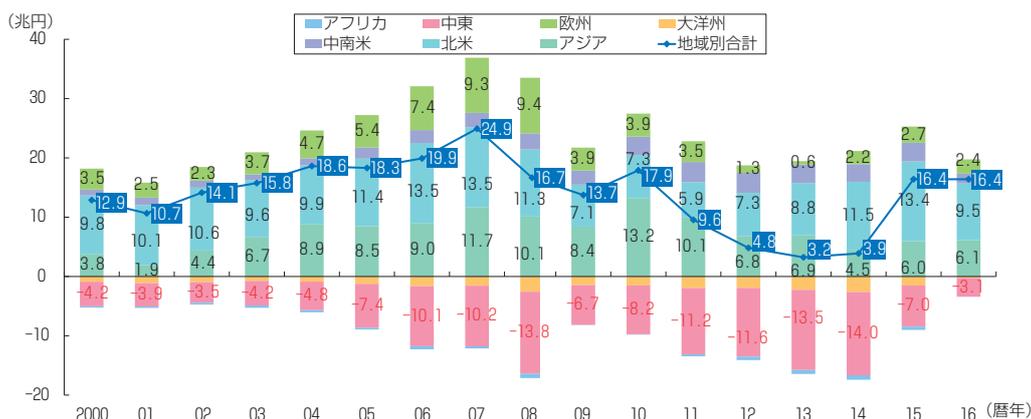
我が国製造業を取り巻く事業環境が変化するに伴い、稼ぎ方にも変化が見られ、その一端は、経常収支の構造にも現れている。我が国が世界のどこで稼いでいるのかという観点から、経常収支を地域別に見てみると、長年にわたり北米が最大の経常収支黒字を占めてきた（図 112-24）。

一方、新興国の経済成長に伴いアジアの比率が年々拡大し、リーマンショック後は米国の景気後退に伴って北米が大きく減少したのに対して、アジアの経常黒字が相対的に底堅く推移したため、経常黒字の中ではアジアがいったんは最大となった。

しかし、2012年以降、経常収支の黒字幅が回復する中、再び北米が最大の経常収支黒字の計上先となっている。また、ピーク時からの黒字の縮小幅が大きいのは欧州であり、2008年の9.4兆円から2015年には2.7兆円と大幅に縮小している。その一方で、変動が大きかったのは中東であり、原油価格の低下を反映して、経常赤字は2014年の14.0兆円から2015年の7.0兆円へと半減した。

以下では、アジア、北米、欧州の主要3地域について分析を行う。

図 112-24 経常収支の地域別推移



備考：2016年は第3四半期まで。
資料：財務省・日本銀行「国際収支統計」

① 対アジア経常収支の特徴

対アジア経常収支の特徴は、貿易収支黒字が年々縮小してきた一方で（図 112-25）、我が国製造業の進出拡大に伴い直接投資収益と知的財産権等使用料（後述）で稼いでいる点にあ

る。直接投資収益を含む第一次所得収支の黒字が2013年に貿易黒字を上回ってから、その関係が定着している。また、知的財産権等使用料を含むサービス収支が堅調に伸びてきた背景には、アジアからの観光客の増加がある。観光客の消費が含ま

注2 ただし、連結企業間での知的財産権等使用料も含まれる。

れる旅行収支の改善がサービス収支の黒字に貢献している。

2015年の対アジア經常収支を主な国・地域及び項目別に分析すると^{注3}、対香港、台湾、韓国では貿易黒字を計上したが、対中国、ASEANでは貿易赤字を計上した。一方、対アジアの第一次所得収支黒字4.4兆円のうち、中国とASEANが3.5兆円と約8割を占めている（図112-26）。対香港、台湾、韓国では貿易収支で、対中国、ASEANでは所得収支で稼いでいる構図が続いていることが分かる。また、対香港や台湾と同じように、中国では、サービス収支の黒字が第一次所得収支黒字

の8割弱の規模にまで増加しており、サービスでも稼ぐようになってきた。

また、参考までに直近2016年の対アジア經常収支（第3四半期まで）を見ても、上述の構造と大きな相違はない（図112-27）。

後述する北米や欧州の所得収支黒字は、「証券投資収益」（海外の株式や債券など有価証券投資に対する収益）が高い比率を占めている一方で、対アジアでは海外現地法人の収益である「直接投資収益」が全体に占める比率が高い。

図112-25 対アジア經常収支の推移



備考：2016年は第3四半期まで。
2013年以前の第一次所得収支は所得収支、第二次所得収支は經常移転収支。
資料：財務省・日本銀行「国際収支統計」

図112-26 対アジア經常収支の内訳（2015年）

	(単位：兆円)				
	經常収支	貿易収支	サービス収支	第1次所得収支	第2次所得収支
アジア計	6.0	-0.3	2.2	4.4	-0.4
中国	-3.6	-6.1	1.1	1.4	-0.1
香港	5.4	5.1	0.1	0.2	0.0
台湾	1.5	0.9	0.3	0.3	-0.0
韓国	1.9	1.6	-0.0	0.3	0.0
ASEAN	-0.4	-2.7	0.5	2.1	-0.2

資料：財務省・日本銀行「国際収支統計」

なお、特許権などの使用料や経営指導料などが計上される、サービス収支の内訳である「知的財産権等使用料」の収支を見ると、2000年以降順調に黒字幅が拡大しており、我が国製造業のアジア地域への進出拡大などを反映したものと考えられる

図112-27 対アジア經常収支の内訳（2016年第3四半期まで）

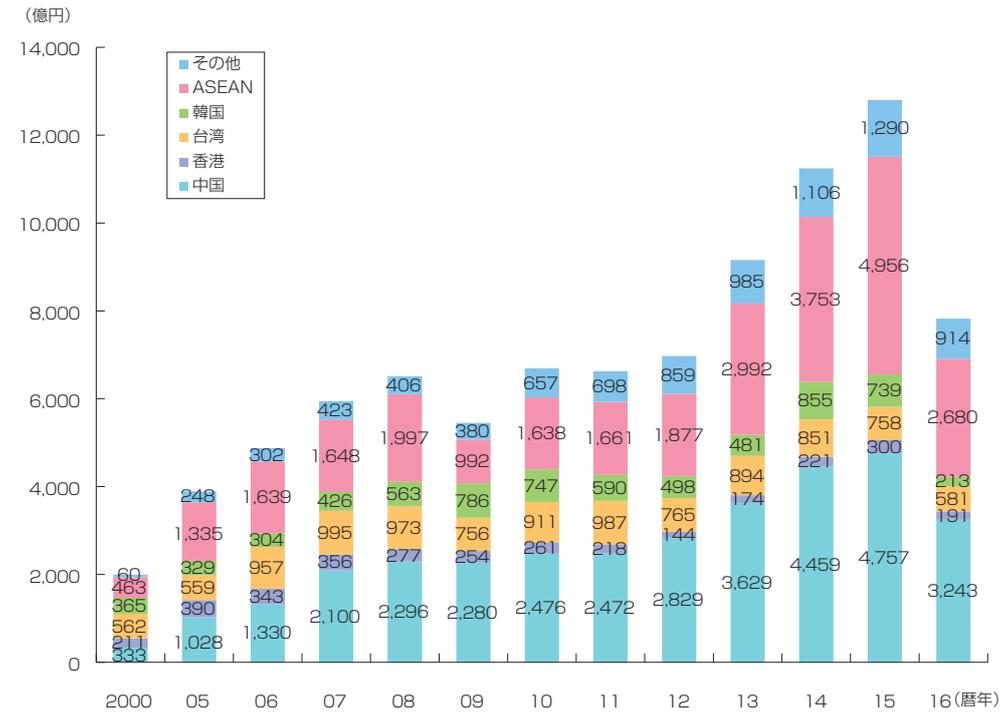
	(単位：兆円)				
	經常収支	貿易収支	サービス収支	第1次所得収支	第2次所得収支
アジア計	6.1	1.3	1.6	3.6	-0.3
中国	-1.5	-3.5	0.9	1.2	-0.1
香港	3.6	3.2	0.1	0.2	0.0
台湾	1.5	1.1	0.2	0.2	-0.0
韓国	1.5	1.3	0.1	0.2	-0.0
ASEAN	0.2	-1.5	0.3	1.6	-0.2

資料：財務省・日本銀行「国際収支統計」

（図112-28）。国・地域別では、2015年は中国とASEANがその8割弱を占めている。2000年にはアジアに占める中国とASEANは約4割だったため、2000年代の製造業のアジア進出は中国・ASEANへの進出が多かったことがうかがえる。

注3 なお、ここでは便宜的に日本との2国（地域）間の収支をとりあげて考察しているが、日系製造業は、グローバル・バリューチェーンの下、第3国間にもまたがる国際的な生産分業を展開していることには留意が必要である。また、貿易収支は資源輸入など、我が国製造業の活動とは別の要因から赤字になることがある点にも注意を要する。

図 112-28 「知的財産権等使用料」(収支)の地域別推移



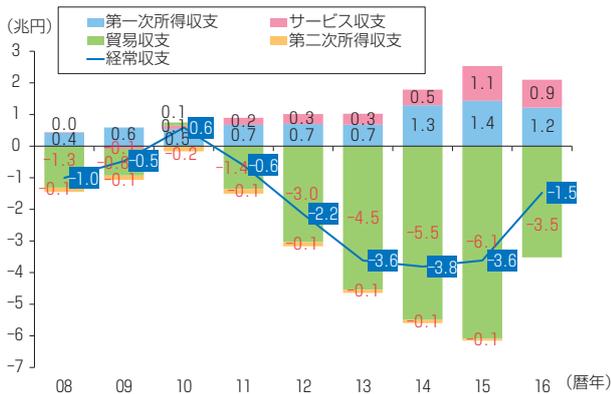
備考：2016年は第3四半期まで。
2013年以前は特許など使用料。
資料：財務省・日本銀行「国際収支統計」

経常赤字が続いている対中国についてさらに分析する。第一次所得収支やサービス収支の黒字が増えるなど、日本企業が中国で稼ぐ力は変化しながらも着実に成長してきた。第一次所得収支の黒字は、日本企業の中国現地進出の結果であり、海外子会社からのロイヤリティや知的財産権等使用料収支などがサービス収支の底上げにも貢献している。また、サービス収支で

は、訪日観光客の消費である旅行収支の黒字が大きくなっている(図 112-29)。

その一方で、近年、貿易赤字が拡大しており、2015年は、輸出入が前年の水準を下回ったものの、相対的に輸出の落ち込みの方が大きく、貿易赤字が拡大した(図 112-30)。

図 112-29 対中国経常収支

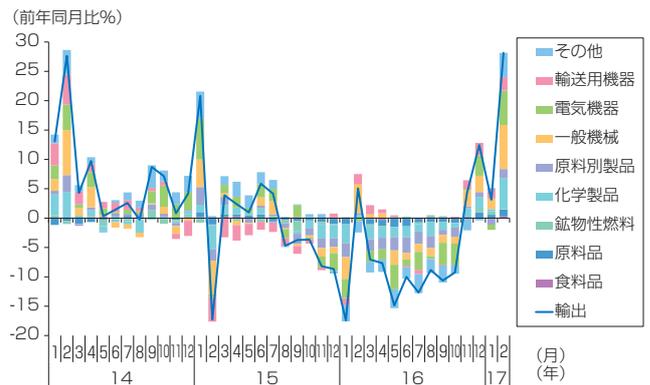


備考：2016年は第3四半期まで。
2013年以前の第一次所得収支は所得収支、第二次所得収支は経常移転収支。
資料：財務省・日本銀行「国際収支統計」

②北米経常収支の特徴

対北米経常収支は、2008年に貿易収支黒字と第一次所得収支黒字がほぼ同額だったが、2010年以降貿易収支黒字額が相対的に大きくなってきている(図 112-31)。なお、2015年における対北米の第一次所得収支黒字6.1兆円のうち、直接

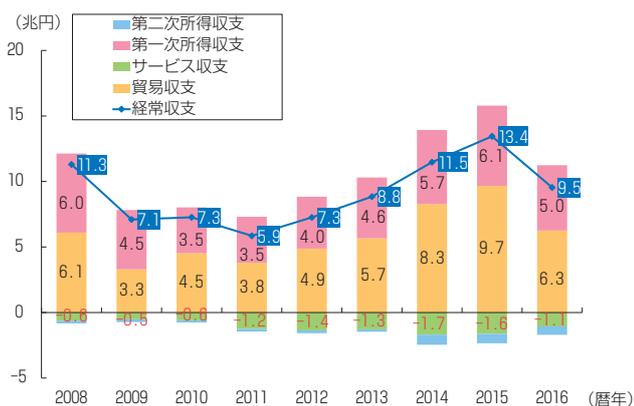
図 112-30 対中国輸出の推移



資料：財務省「貿易統計」

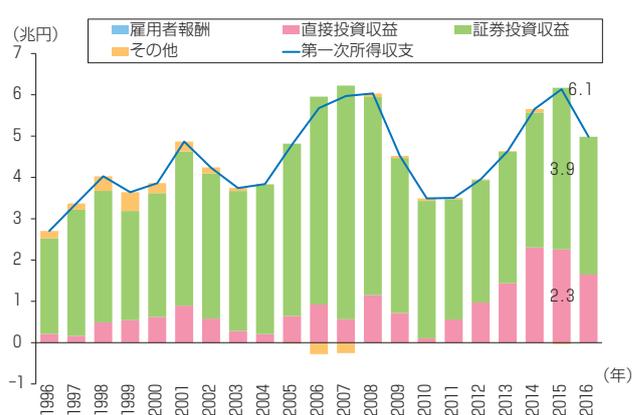
投資収益は2.3兆円であり、証券投資収益は3.9兆円であった(図 112-32)。これは、2015年の我が国の直接投資収益の総額約8.1兆円に対して3割弱に相当する水準であり、自動車を中心とする北米における我が国の企業集積の厚さがうかがえる。

図 112-31 対北米経常収支の推移



備考：2016年は第3四半期まで。
2013年以前の第一次所得収支は所得収支、第二次所得収支は経常移転収支。
資料：財務省・日本銀行「国際収支統計」

図 112-32 対北米第一次所得収支の内訳推移



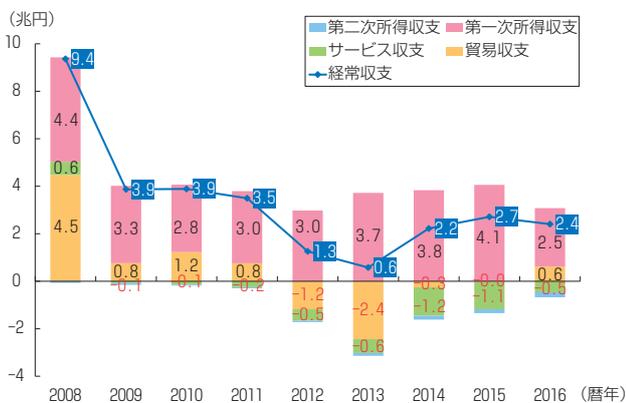
備考：2016年は第3四半期まで。
2013年以前の第一次所得収支は所得収支
「その他」は、「その他投資収益」と「その他第一次所得収支」の合計。
資料：財務省・日本銀行「国際収支統計」

③ 欧州経常収支の特徴

対欧州経常収支もリーマンショックまでは、貿易収支黒字と所得収支黒字がほぼ同額であったが、リーマンショック及び欧州各国の財政危機に伴う景気の低迷により、貿易収支黒字が大幅に縮小した（図 112-33）。2012年には貿易赤字にいった

んは転じたが、2015年には貿易収支は均衡している。2015年の対欧州の第一次所得収支黒字 4.1 兆円の内訳は、直接投資収益 0.8 兆円に対して、証券投資収益 3.1 兆円であり、証券投資収益が対欧州経常収支黒字の柱であることが分かる（図 112-34）。

図 112-33 対欧州経常収支の推移



備考：2016年は第3四半期まで。
2013年以前の第一次所得収支は所得収支、第二次所得収支は経常移転収支。
資料：財務省・日本銀行「国際収支統計」

図 112-34 対欧州第一次所得収支の内訳推移



備考：2016年は第3四半期まで。
2013年以前の第一次所得収支は所得収支
「その他」は、「その他投資収益」と「その他第一次所得収支」の合計。
資料：財務省・日本銀行「国際収支統計」

これまで述べてきたような、グローバル市場の不透明化という情勢下において、我が国の製造業企業は付加価値の高い製品やサービスの提供などを通じて、為替レート等の外的要因に左右されにくい生産体制を構築していくことが必要となってくる。

このような中で、後述するように、中国での人件費の上昇など海外経済の環境も大きく変わっており、相対的に日本国内の競争力が必ずしも比較劣位をもつわけでないようになり、アジア間での生産体制の見直し、その中で海外拠点の国内回帰の動きも見られるようになった。

3 グローバル最適地生産の中での製造業の役割

(1) 最適地生産の中で見られた国内回帰の動き

我が国製造業は、海外展開を進める中で、現地での生産を拡大した結果として、第一次所得収支の黒字が経常収支の中で稼

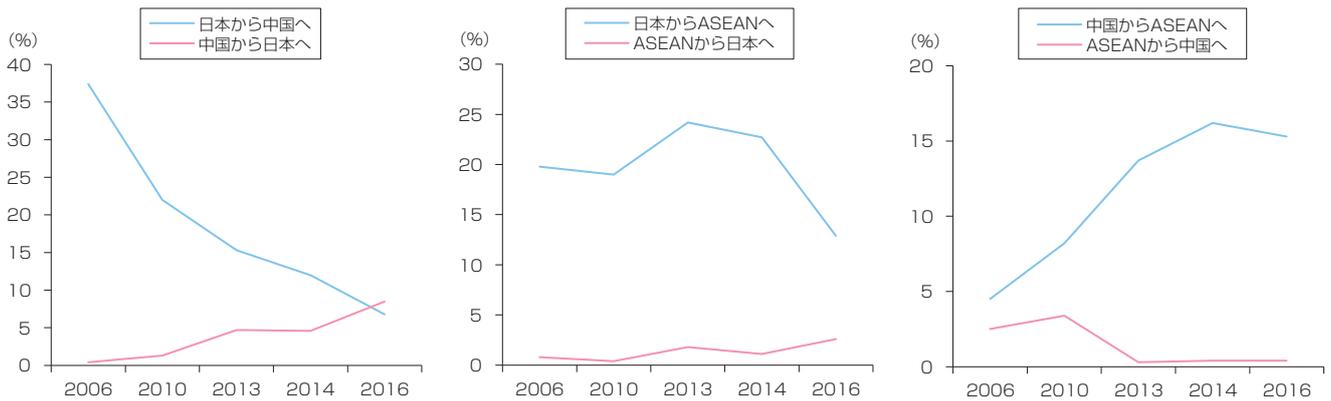
ぎ頭になっている。

しかし、その動きに変化も見られるようになってきている。そこで、独立行政法人日本貿易振興機構（ジェトロ）が製造業を含む全産業を対象に行った「日本企業の海外事業展開に関するアンケート調査」結果を見ると、日本、中国、ASEANの3カ国・

地域間の海外拠点の移管パターンに関して、日本から中国への移管が減少している一方で、中国から日本への移管、すなわち国内回帰が増加している。特に、2016年度には、日本から中国への進出と、中国からの日本への国内回帰が逆転するなど、企業の国内外の事業展開に変化が見られる。さらには、中国からASEANへの拠点移転が進む一方で、ASEANから中国への移転は低水準となっている（図113-1）。

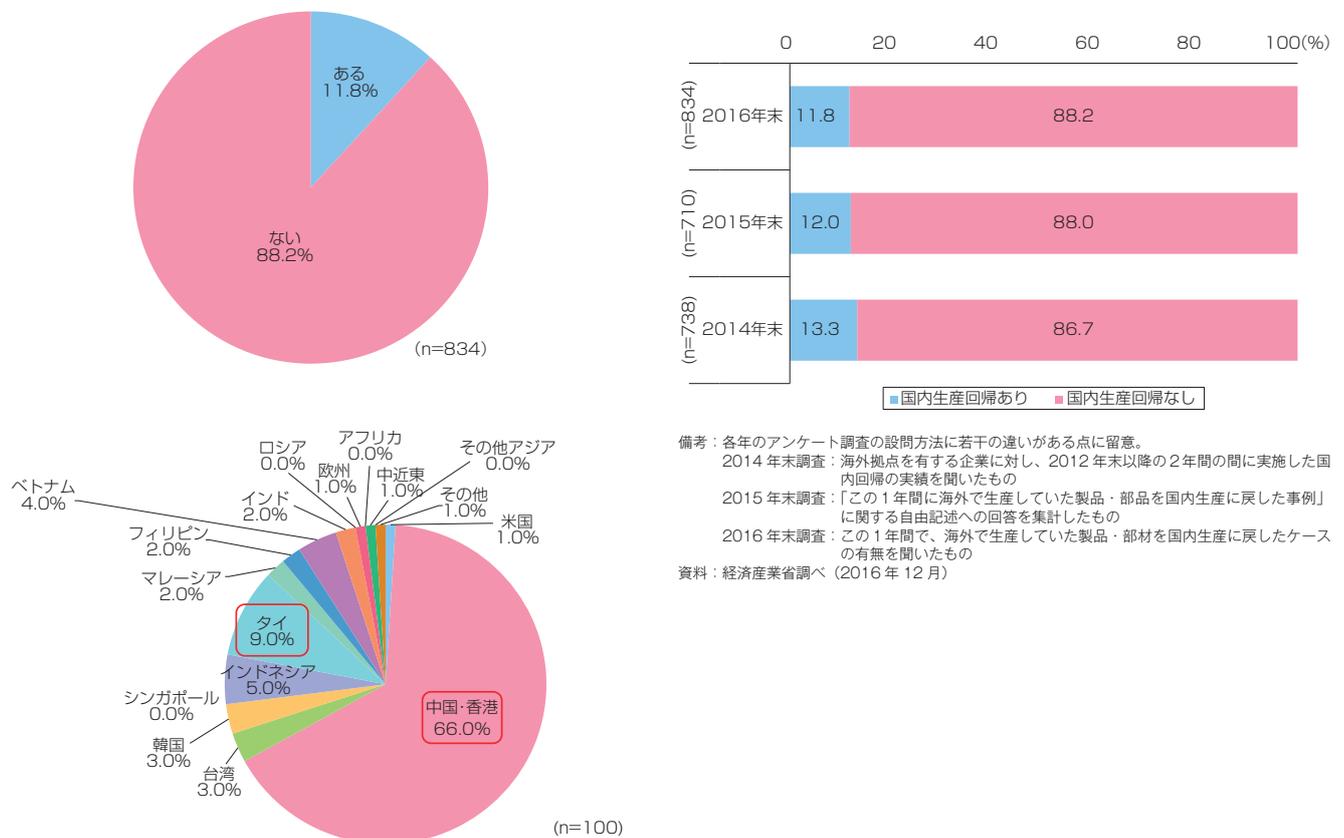
また、経済産業省が2016年に行ったアンケート調査においても、海外生産を行っている製造業の企業のうち、11.8%が過去1年間で国内生産に戻している。この数値は、過去2年の調査とほぼ同じであり、国内回帰の動きが一定程度継続して見られる。移管元は中国・香港からの割合が高くなっている（図113-2）。

図113-1 日本・中国・ASEAN間の拠点の移管パターン



備考：1. 移管元、移管先は複数回答。
 2. 2006、2010年度はJETROメンバーズのみを対象とした調査。
 3. 母数には拠点の再編を「過去2～3年間に行った」「今後2～3年間に行う予定」の両者を含む。
 資料：日本貿易振興機構（JETRO）「2016年度日本企業の海外事業展開に関するアンケート調査（JETRO 海外ビジネス調査）」

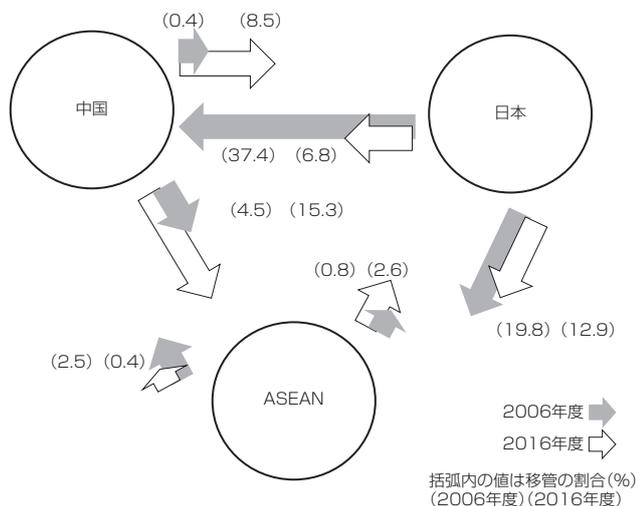
図113-2 過去1年間で海外生産の製品・部材を国内生産に戻した製造業企業の割合と移管元



備考：各年のアンケート調査の設問方法に若干の違いがある点に留意。
 2014年末調査：海外拠点を有する企業に対し、2012年末以降の2年間の間に実施した国内回帰の実績を聞いたもの
 2015年末調査：「この1年間に海外で生産していた製品・部材を国内生産に戻した事例」に関する自由記述への回答を集計したもの
 2016年末調査：この1年間で、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を聞いたもの
 資料：経済産業省調べ（2016年12月）

日本、中国、ASEANの3カ国・地域間での2006年度から2016年度における変化について概念図で整理すると、日本企業の中国進出に一服感が出ている中で、中国からASEANへの移管、一部日本への国内回帰を進めていることが分かる(図113-3・4)。

図 113-3 日本・中国・ASEAN間の拠点の移管パターン図

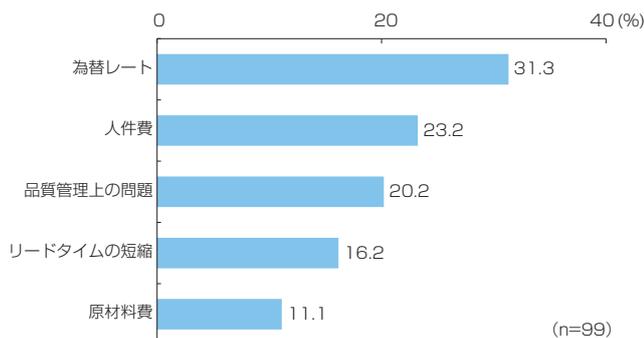


備考：1. 移管元、移管先は複数回答。
2. 2006、2010年度はJETROメンバーズのみを対象とした調査。
3. 母数には拠点の再編を過去2～3年間に行った「今後2～3年間に行う予定」の両者を含む。
資料：日本貿易振興機構（JETRO）
「2016年度日本企業の海外事業展開に関するアンケート調査（JETRO海外ビジネス調査）」

このような国内回帰が一定程度継続する背景には、「為替レート」に加えて、「人件費」の上昇がある(図113-5)。その他には、「品質管理上の問題」や「リードタイムの短縮」なども挙げられる。「人件費」の上昇という観点では、実際、中国の一般工職（ワーカー）の賃金上昇ペースはASEANに比べて早く、水準自体も高くなっており(図113-6)、2017年に広東省では3年連続で最低賃金の引き上げを凍結するなど、企業以外にも問題意識は広がっている。

これらの課題に対応するために、いわゆる「チャイナプラスワン」という視点からベトナムなどのASEANへの海外拠点の移管や、国内回帰の動きがあると見られる。実際、海外現地

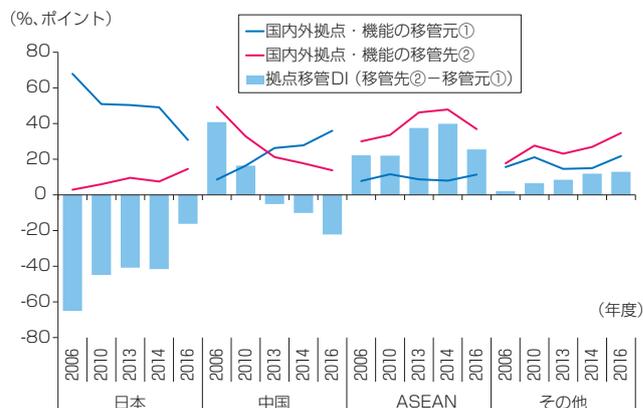
図 113-5 過去1年間で製品・部材の生産を国内に戻した理由(上位1～5位)



資料：経済産業省調べ（2016年12月）

ASEANから中国への移管は少なく、反対に中国からASEANへの移管が増加しているなど、中国・ASEAN間の企業の立地戦略は大きく変化してきている。また、日本からASEANへの移管は引き続き行われている中で、一部にASEANからの国内回帰も見られる。

図 113-4 国内外拠点・機能の移管元・先



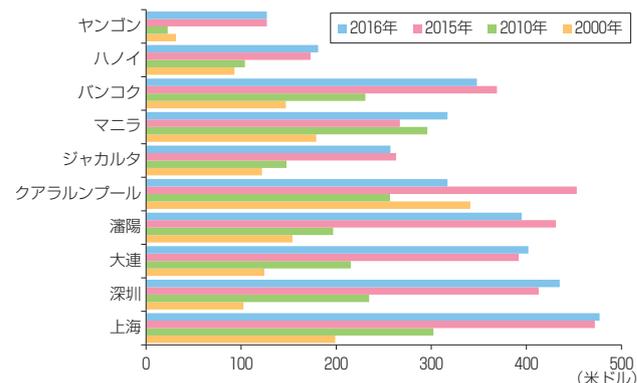
資料：日本貿易振興機構（JETRO）
「2016年度日本企業の海外事業展開に関するアンケート調査（JETRO海外ビジネス調査）」

法人と国内の設備投資を比較すると、景気回復局面での国内設備投資の増加に対して、海外設備投資には一服感が見られており、海外設備投資比率は2015年から2016年にかけて低下した(図113-7)。

この一因として、海外経済の先行き不透明感の中で、海外では設備投資が抑制された一方で、国内は人手不足などへの対処などから国内投資が増加したことに加えて、国内から海外への移管の減速と国内回帰の動きもあったと見られる。

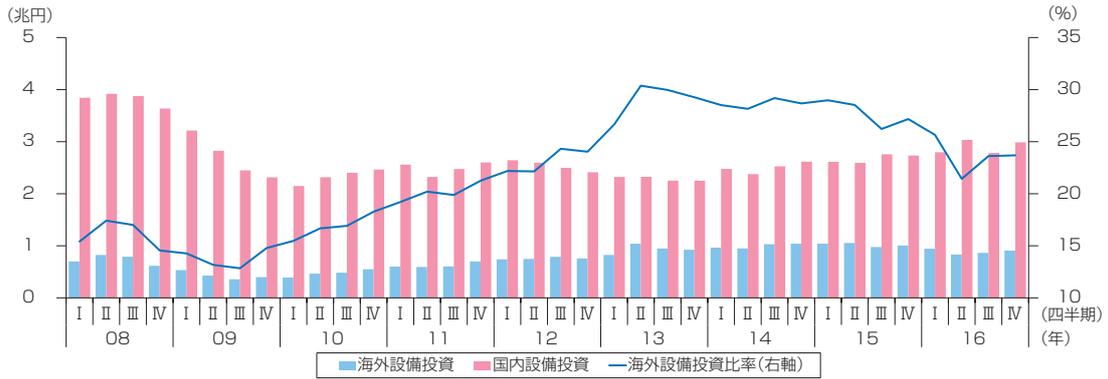
このように、製造業企業は変化する外部環境に適応していく中で、グローバルな視点から最適な生産地を柔軟に選択する動きを進めてきたといえる。

図 113-6 アジアの一般工職（ワーカー）の賃金（月額）



資料：日本貿易振興機構（JETRO）「アジア・オセアニア主要都市・地域の投資関連コスト比較」

図 113-7 国内・海外設備投資の推移



備考：1. 海外設備投資比率＝海外設備投資額／（国内設備投資額＋海外設備投資額）×100
 2. 資本金1億円以上の製造業。
 3. 各系列はX12-ARIMAを用いた季節調整値。
 資料：財務省「法人企業統計季報」、経済産業省「海外現地法人四半期調査」

(2) 日米間の貿易構造

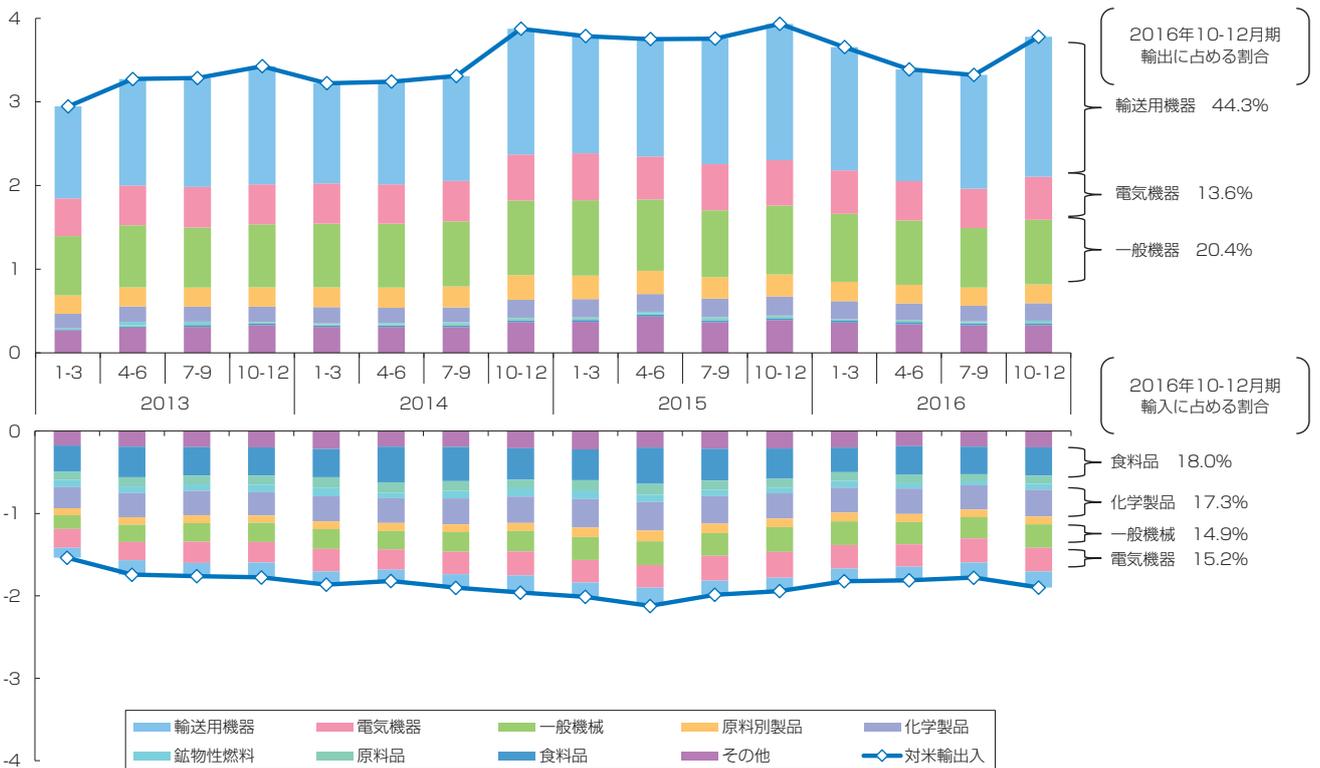
先進国の中でも、日本の輸出の約2割を占める米国との関係を整理すると、米国向け輸出のうち全体の8割弱を輸送用機器、電気機器、一般機械が占めている。特に、輸送用機器の輸出が多い(図 113-8)。

その一方で、これまで、我が国製造業企業は米国に積極的に進出しており、現地生産を拡大させてきた。例えば、輸送用機器の北米向け輸出は、リーマンショック以前のピークを回復していないのに対して、輸送用機器の北米現地法人の売上高はリーマンショック以前のピークを超えている(図 113-9)。

また、米国現地法人は、現地での原材料などの調達を緩やかに増やしてきた一方で、NAFTAなどを活用して米国から他国への輸出を拡大させており、それが現地販売率の低下として現れている(図 113-10)。つまり、米国現地法人が、米国外への輸出拠点としての性格を徐々に強めてきたといえる。

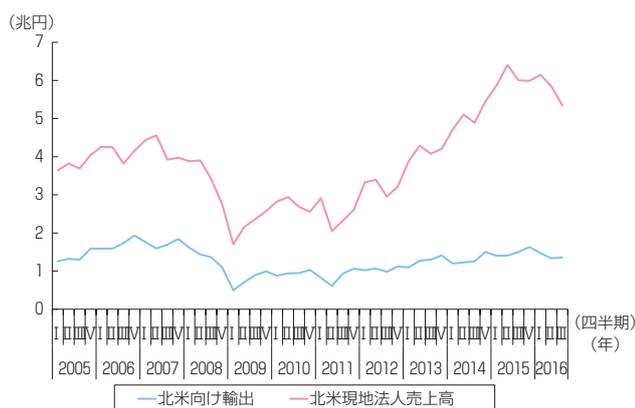
実際、輸送用機器に限らず、米国現地法人では、第三国向け輸出が増加している(図 113-11)。また、現地での仕入も増加させている(図 113-12)。第三国向け輸出の大多数は北米向けであり、NAFTAなどを活用して現地法人は事業を展開していると見られる。

図 113-8 輸出入(対米国)の内訳



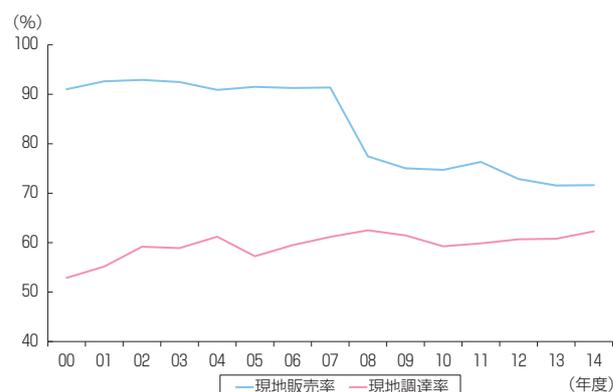
資料：財務省「貿易統計」

図 113-9 輸送用機器の北米向け輸出と北米現地法人売上高



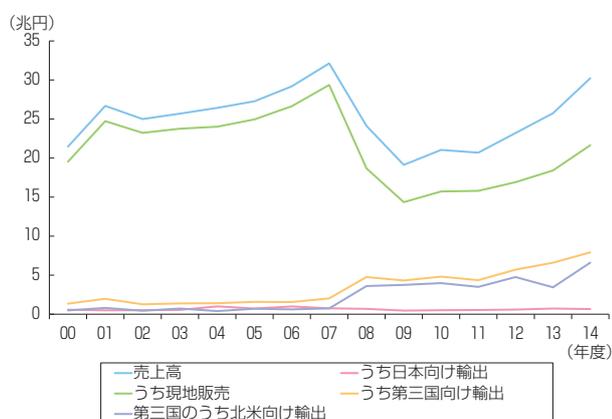
備考：北米現地法人売上高は「輸送機械」で、資本金1億円以上。
資料：経済産業省「海外現地法人四半期調査」、財務省「貿易統計」

図 113-10 米国現地法人の現地販売率と現地調達率



備考：現地販売率＝現地販売÷売上高×100、現地調達率＝現地調達÷仕入高×100
資料：経済産業省「海外事業活動基本調査」

図 113-11 米国現地法人の売上高

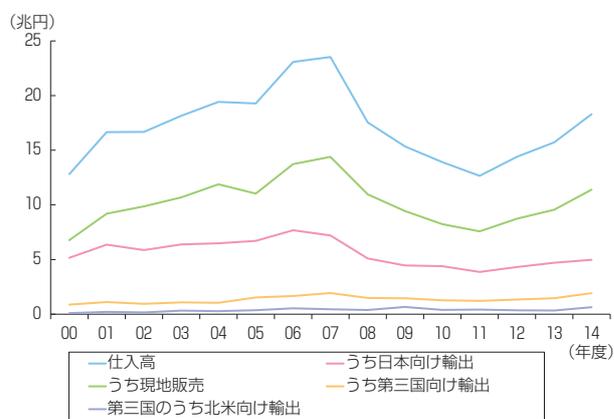


資料：経済産業省「海外事業活動基本調査」

例えば、日系自動車メーカーが、米国などで輸送用機器の現地生産を拡大させるなど、グローバルな生産体制を構築してきたことが挙げられる。実際、米国内での現地生産台数は、1992年以降、対米国輸出台数を上回っている。1986年から2015年にかけての約30年間で、日系自動車メーカーの対米国輸出台数は343万台から160万台へ183万台減った一方で、米国現地での生産を62万台から386万台へと324万台拡大させてきた(図113-13)。つまり、日本企業は国内から米国への輸出を代替させた以上に、米国での生産体制を純増させたといえる。

その米国現地生産を下支えしているのが、グローバルな生産

図 113-12 米国現地法人の仕入高

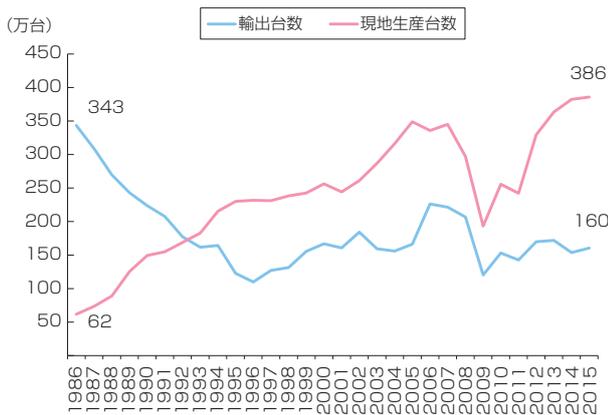


資料：経済産業省「海外事業活動基本調査」

体制である。日本の対米国貿易収支において、黒字を計上している自動車部品は、米国の自動車生産に投入されて、最終的に完成車として販売される。自動車工業会によると、2015年には日系自動車メーカーは、米国内での直接雇用を約8.8万人、ディーラーや部品・関連産業まで含めれば150万人の雇用を創出してきた(図113-14)。

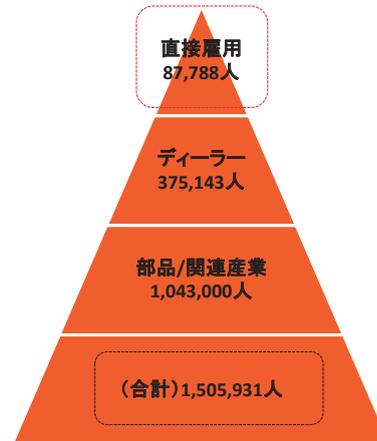
また、NAFTAを活用し、日系自動車メーカーは、1986年から2015年の間に、メキシコにおける自動車の生産を7万台から131万台へ124万台拡大した。ただし、同期間に、米国での現地生産も324万台拡大している。

図 113-13 対米国輸出台数と日系メーカー現地生産台数（万台）



資料：財務省「貿易統計」、自動車工業会データより経済産業省作成

図 113-14 日系自動車メーカーによる雇用創出効果（2015年）



資料：自動車工業会調べ

4 製造業と雇用の関係

(1) ものづくりが雇用に与える影響

我が国製造業は、GDPの2割程度^{注4}を占める重要な基幹産業であり、就業者数に占める製造業比率についても2割弱を占め（図 114-1）、国内雇用を支えている。また、米国においても、前オバマ政権時にアメリカ合衆国国家経済会議が2016年10月に出したレポート“Revitalizing American Manufacturing”において、「製造業に従事する労働者の賃金は平均よりも20%も高い」などの記載があり、製造業が雇用を与えるインパクトの大きさを謳っている。そこで、以下では、製造業を中心とするものづくりが国内雇用に与える影響に関して概観する。

まず、「モノ（商品・製造業）」の生産プロセスで生み出す雇用機会を経済産業研究所（RIETI）のデータをもとに検証する。その検証の前提となる生産と雇用の関係を図 114-2 で例示している。例えば、自動車1台の生産プロセスには、「モノ」として鉄板やタイヤが原材料として必要になるほか、「サービス」

として、完成品の自動車を工場から販売店に運び込む輸送サービスや本社などで使われるパソコンなどのIT機器リースサービスも投入されるなど、「サービス」も原材料の一部として投入されることになる。

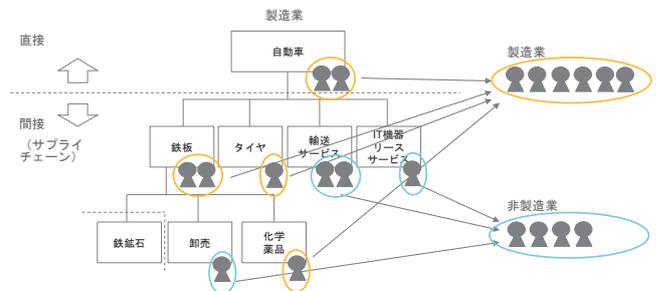
図 114-2 で示している例では、自動車を1台生産する工場で2人分の雇用機会が生まれるが、それだけではなく、原材料として投入されたモノ・サービスにおいても雇用が生まれ、鉄板の生産で2人、タイヤの生産で1人、輸送サービスで2人、IT機器サービスで1人分の雇用機会が生み出される。それに加えて、自動車1台に必要な鉄板を生産するプロセスも同じように考えられる。鉄鉱石は輸入するので、国内雇用には影響しないものの、その輸入に関わる商社など卸売、鉄板生産に必要な化学工業品などにおいて雇用機会が生み出される。このようなサプライチェーンは、タイヤ、輸送サービス、IT機器リースサービスにも同じように存在する。これらをまとめると、自動車1台の生産から、製造業で6人分、非製造業で4人分の雇用機会が生み出された計算になる。

図 114-1 就業者数に占める製造業比率の主要国比較

	2000	2005	2010	2014
日本	20.5%	18.0%	17.2%	16.4%
米国	14.4%	11.5%	10.1%	10.3%
英国	16.9%	13.2%	9.9%	9.8%
ドイツ	23.8%	22.0%	20.0%	19.6%
フランス	18.8%	16.1%	13.1%	12.3%
中国		28.2%	27.9%	28.7%
韓国	20.3%	18.1%	16.9%	16.9%

備考：中国の統計は都市部のみが対象。
資料：独立行政法人 労働政策研究・研修機構「データブック国際労働比較 2015」

図 114-2 生産と雇用の関係の例



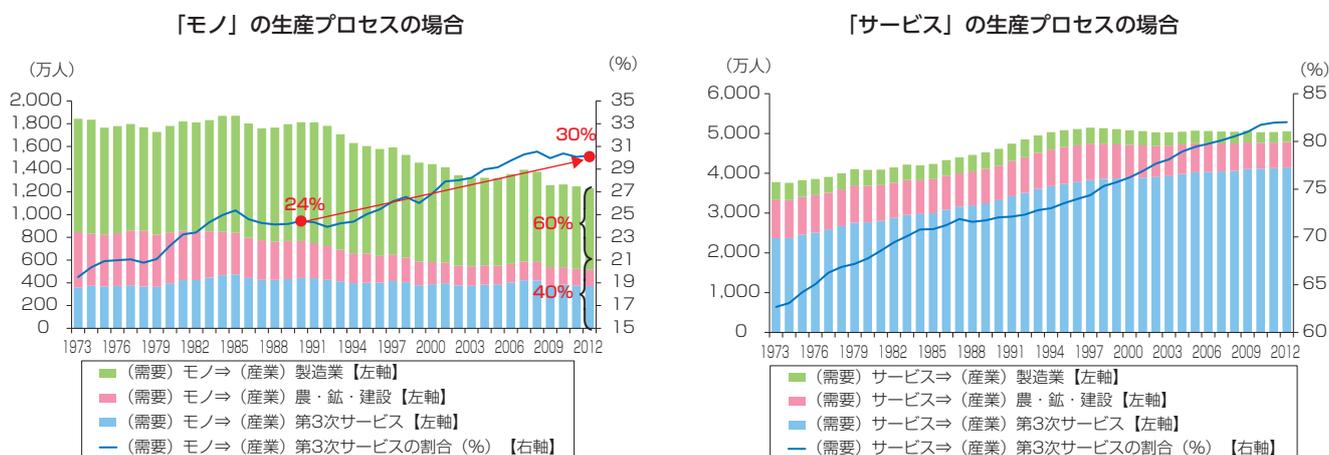
資料：経済産業省作成

注4 内閣府が発表している「2015年度国民経済計算」によると、2015年の我が国の名目国内総生産のうち製造業が占める割合は20.4%。

このような視点から、「モノ」の生産プロセスが生み出す雇用機会を計算すると、約60%が製造業、残り約40%を非製造業が占めている（図114-3）。また、約40%を占める非製造業の中でも第3次サービス（広義のサービス業）の雇用機会

の割合は、1990年の24%から2012年の30%まで上昇してきた。つまり、ものづくりは、製造業に加えて、非製造業、特にサービス業で雇用機会を生み出す傾向が強まっている。

図114-3 モノ・サービスの生産プロセスにおける雇用機会



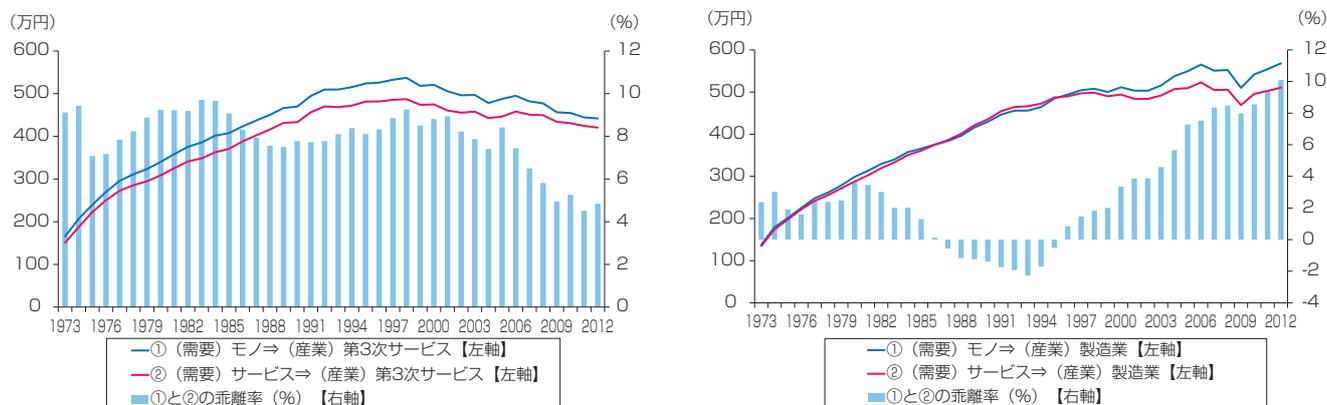
ものづくりに関わる産業の平均年収の相違を以下分析するため、第3次産業の平均年収を比べてみると、「モノ（商品・製造業）」の生産プロセスで創出される雇用機会の年収は高い傾向がある。「モノ」の生産プロセスが生み出した第3次サービスの雇用の平均年収と、「サービス」の生産プロセスが生み出した第3次サービスの平均年収を比べると、2000年代半ばまで前者が後者を8%近く上回っていた（図114-4）。2000年代に双方の差は4%強まで縮まったものの、依然として、ものづくりが生み出したサービスの雇用機会の年収の方が高い傾向

は保たれている。言い換えると、ものづくり（製造業）から受注したサービスの年収の方が高い傾向がある。

つまり、製造業は、その生産プロセスにおいて、より付加価値の高いサービスを必要としており、結果として、間接的に良質な雇用機会を生み出していると考えられる。

次に、モノ・サービスの生産プロセスで創出された製造業の平均年収を比べると、1990年代前半まで大きな差は見られなかったものの、一転して2000年代には拡大しており、2012年には10%近くの違いになった（図114-4）。

図114-4 モノ・サービスの生産プロセスにおける第3次産業の平均年収



このように、ものづくりは、より平均年収の高い製造業を生み出すようになってきている。この背景には、貿易などが可能なモノに関わる製造業が、海外移転などグローバルな視点から最適な生産体制を構築して生産性を高めた結果として、国内雇

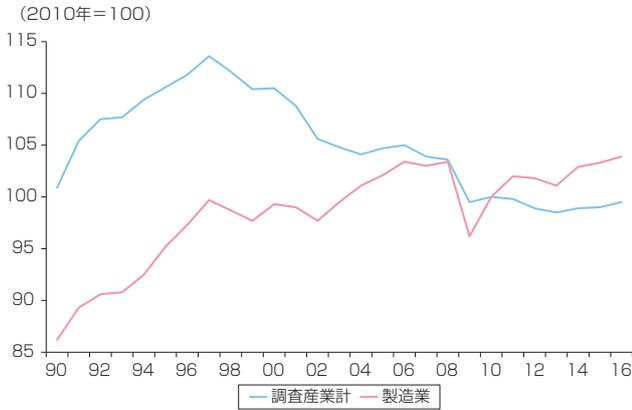
用の賃金が上昇した可能性がある。

実際、製造業の賃金（現金給与総額）には、調査産業計とは対照的に、緩やかな上昇トレンドが見られた（図114-5）。これを踏まえると、ものづくり（商品・製造業）は、賃金上昇の

牽引役の一つであると見られる。ただし、就業者数を見ると、アベノミクス開始後、景気回復の中で雇用環境が改善したことから、全体の就業者数は増えているものの、それは医療、福祉

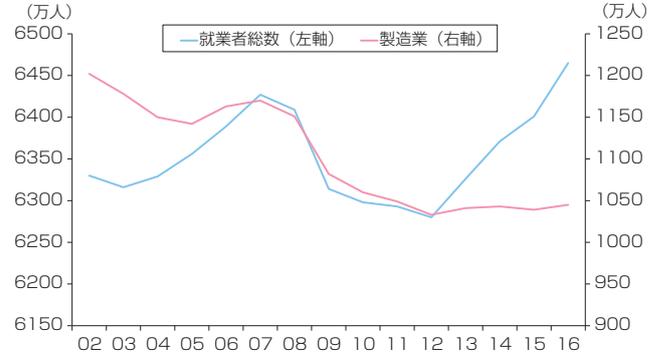
などで多く見られ、一方で、製造業の就業者数は、ほぼ横ばい圏内を推移している（図 114-6）。

図 114-5 現金給与総額指数



備考：事業所規模5人以上。
資料：厚生労働省「毎月勤労統計調査」

図 114-6 就業者数



資料：総務省「労働力調査」

(2) 我が国製造業における労働供給面での課題

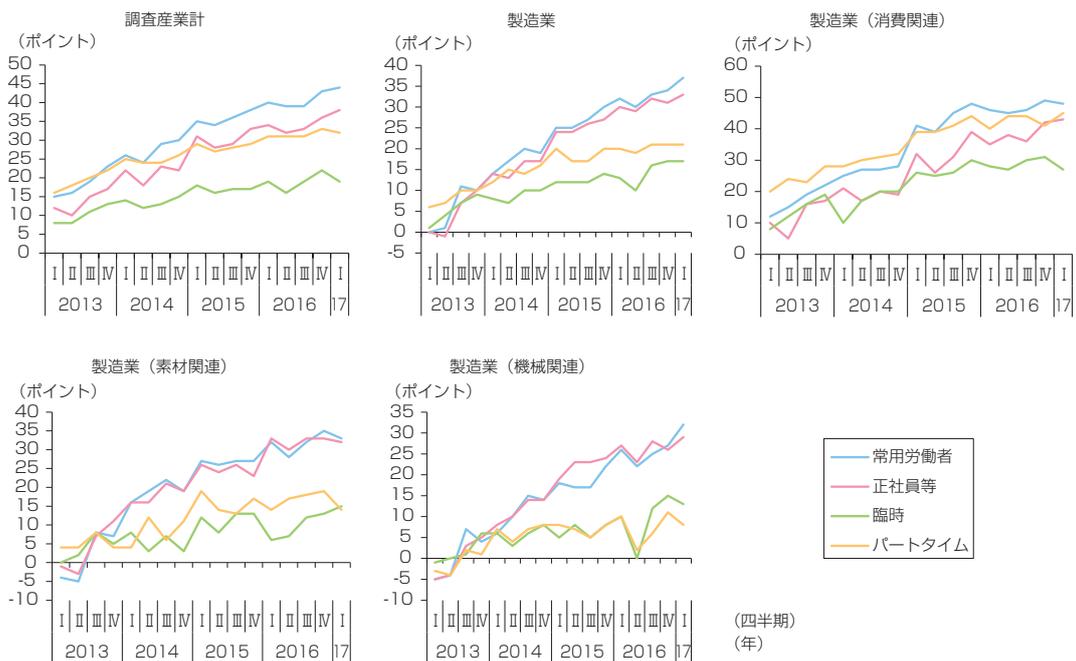
以上を踏まえると、ものづくりによる良質な雇用機会を創出していくためには、2つの方向性がある。まず、国際競争力を持ち、ものづくりの主力となる製造業を伸ばすことである。もう一つは、ものづくりを支えるサービスを伸ばすことである。

「国際競争力を持ち、ものづくりの主力となる製造業を伸ばすこと」については、国内外の競争条件を踏まえて、グローバルな最適生産体制を柔軟に構築することが重要となる。前述の

通り、中国を中心とした海外での賃金上昇やビジネスリスクなどを考慮して、国内回帰や、中国から ASEAN など他地域・他国への移転の動きが見られる。

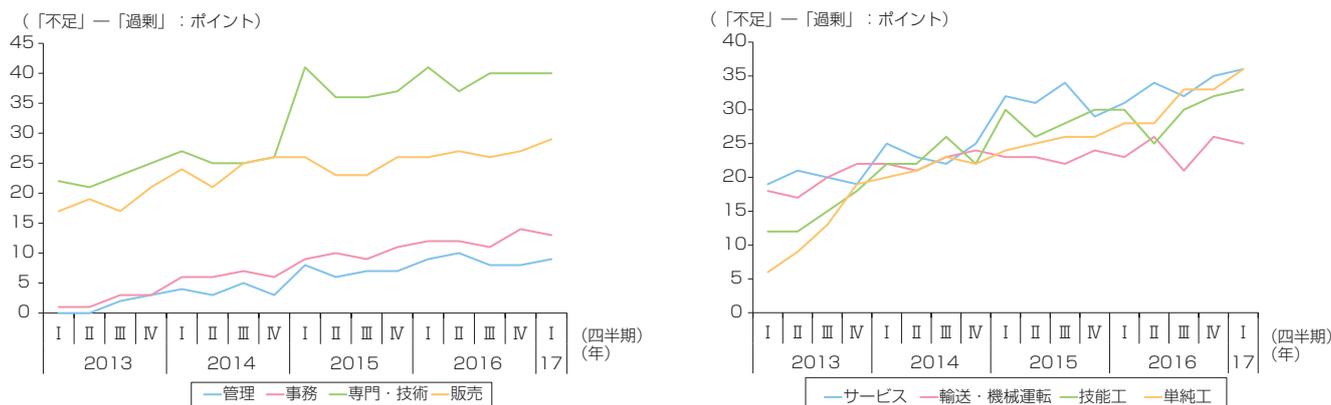
ただし、国内では労働力が不足していることが、国内回帰の足かせになる恐れがある。アベノミクス開始以後の景気回復によって、国内の労働需給は引き締まっており、労働力の不足感が強まっている（図 114-7・8）。

図 114-7 労働力の過不足（産業別）



備考：「過不足」＝「不足」－「過剰」。
資料：厚生労働省「労働経済動向調査」

図 114-8 労働力の過不足（職種別）

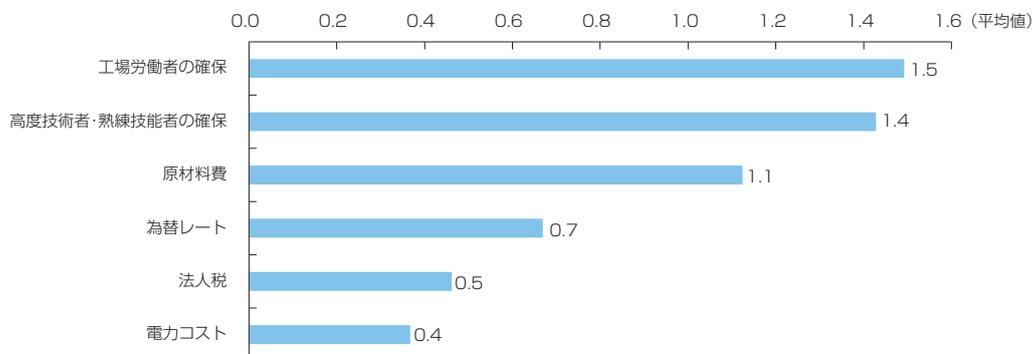


備考：「過不足」＝「不足」－「過剰」。
資料：厚生労働省「労働経済動向調査」

また、国内回帰のために改善を期待する立地環境要因（上位6項目：捕捉率90%以上）を尋ねたアンケート調査においても、人材確保に関する項目（「工場労働者の確保」、「高度技術者・熟練技能者の確保」）が上位を占めており、国内の人手不足が課題として浮き彫りになってきている（図 114-9）。さらに、人材確保の状況に関してアンケート調査を行ったところ、人材確保について約8割が課題と認識しており、約2割がビジネス

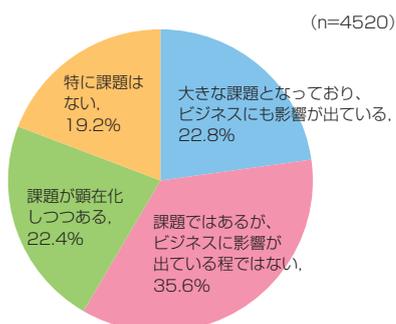
にも影響すると回答している（図 114-10）。そのうち、特に確保が課題である人材としては、課題があると回答した企業のうち5割超が「技能人材」をあげている（図 114-11）。また、「現場力」の維持・強化を図る上での課題としても、「人手不足により、人材確保が難しくなっている」という回答が最も多くなっており、人材確保は「現場力」の維持・強化を図る上での最も大きな課題となっている（図 114-12）。

図 114-9 国内回帰のために改善を期待する立地環境要因（上位6項目：90%以上捕捉）



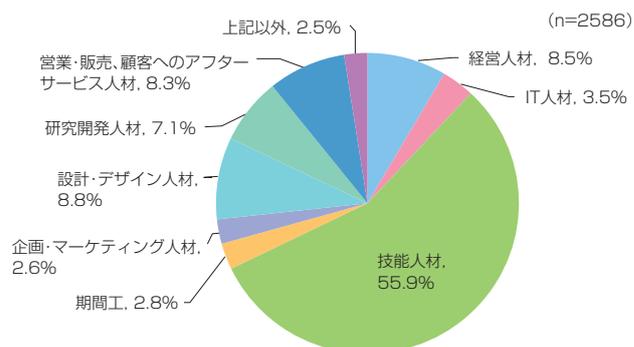
備考：第1位～第3位までの回答を順に3点、2点、1点と重み付けしたうえで平均値を算出。上記6項目で、立地要因に関する回答の90%以上を捕捉。
資料：経済産業省調べ（2016年12月）

図 114-10 人材確保の状況



資料：経済産業省調べ（2016年12月）

図 114-11 特に確保が課題となっている人材



資料：経済産業省調べ（2016年12月）

図 114-12 「現場力」の維持・強化を図る上での課題

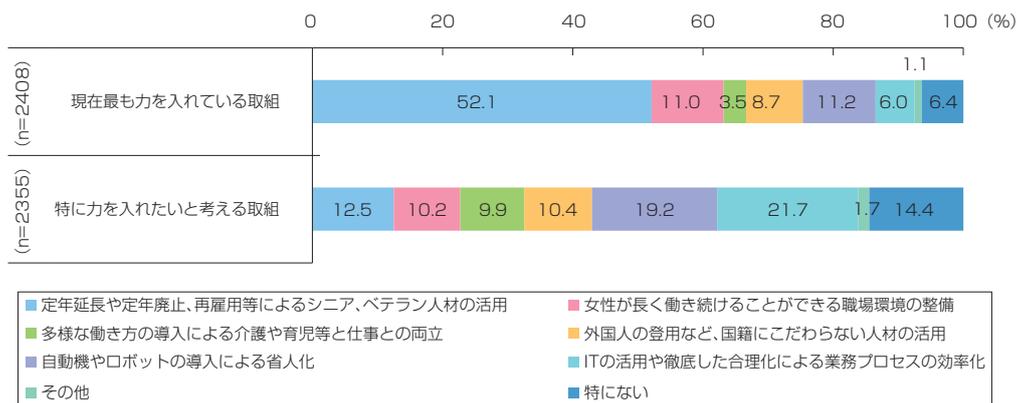


備考：複数回答可。
資料：経済産業省調べ（2016年12月）

このような人手不足に対応するための取組としては、現在は過半数の企業が「定年延長などによるベテラン人材の活用」などの人材活用に向けた制度面での取組に最も力を入れている。一方で、今後最も力を入れていきたい取組としては、「ITの活用などによる効率化」及び「ロボットなどの導入による省力化」が1位、2位で計4割超となっており、今後は、ITやロボットなどを活用した合理化・省力化に取組の重点が移ることが見込まれる（図 114-13）。また、「人手不足対策に向けた取組」と「現場力の変化」との相関を調べたところ、「人手不足対策に向けた現在の取組」としては、「定年延長などによるベテラン人材の活用」が最も多いが、10年前に比べ現場力が向上し

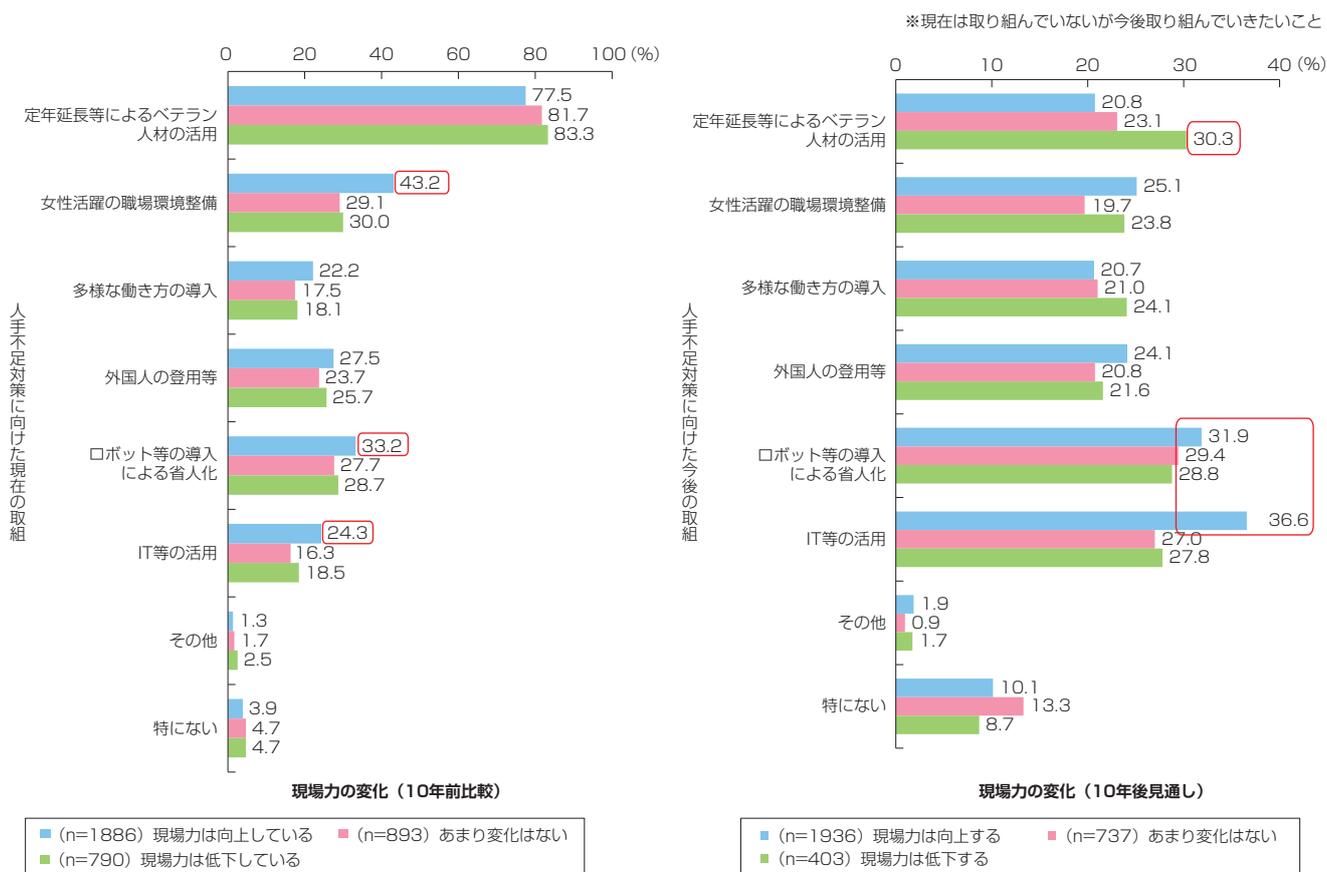
た企業の方が、「女性が長く働けるなどの環境整備」や「ロボットなどの導入による省人化」、「ITなどの活用」などの取組を積極的に行っている（図 114-14）。また、「10年後現場力が低下する見通し」と答えた企業は、引き続き「シニア・ベテラン人材の活用」が最多なのに対し、「10年後現場力が向上する見通し」と答えた企業の今後の取組は、「ロボットなどの導入による省人化」や「ITなどの活用」などが最も多くなっている。つまり、「現場力が今後向上する」と考えている企業ほど、今後はITやロボットなどを活用した合理化・省力化に取組の重点を移すことを意識していることがうかがえる。

図 114-13 人材不足において最も重視している取組（現状と今後）



資料：経済産業省調べ（2016年12月）

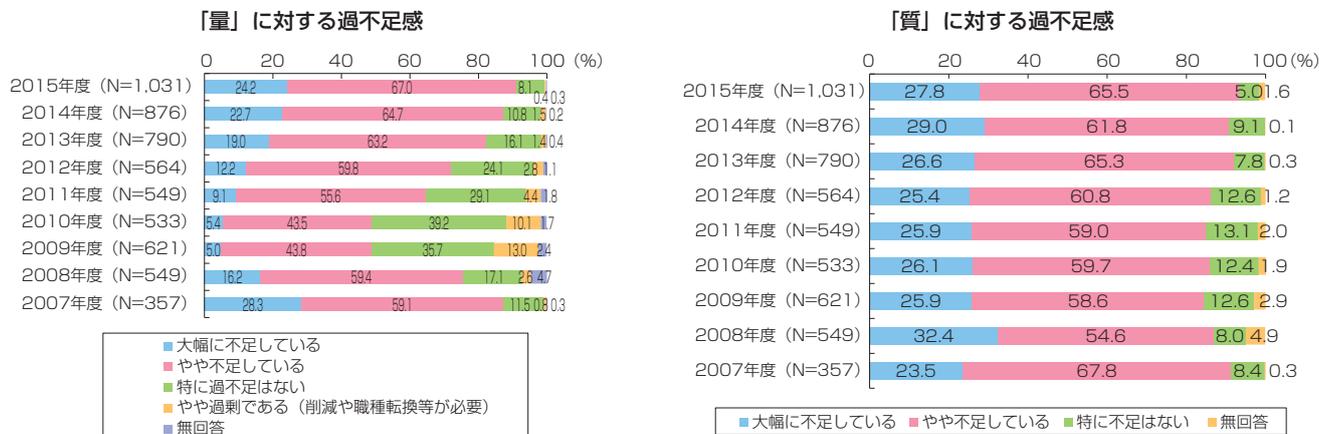
図 114-14 人手不足対策に向けた現在 / 今後の取組と現場力の変化



もう一つの方向性である「ものづくりを支えるサービスを伸ばすこと」については、ものづくりにおけるサービスの見直し、サービスとの連携強化などが挙げられる。特にこれから有望視されている分野の中には、AI やIoT など新しい技術の導入によって、ものづくりを起点に良質な雇用をサービス分野にも生

み出すことも考えられる。ただし、そうした取組の推進に重要となるIT人材については、量・質共に不足している傾向がある(図114-15)。このような不足感が強いことは、新しい技術を導入することに加えて、国内回帰制約要因になる恐れがある。

図 114-15 IT企業のIT人材の「量」と「質」に対する過不足感



資料: 独立行政法人情報処理推進機構「IT人材白書」

以上のように、ものづくりは、製造業だけでなく、サービス業など非製造業にも良質な雇用を生み出す可能性がある。た

だ、その一方で、量的・質的な人材不足などの課題があることも事実である。そうした中、積極的にIoTやAIを導入して省

力化できる部分は省力化を進め、一方で、人が担うべき部分は担い、その能力を最大限発揮できるよう人材育成を進め、最新技術を活用していくことが重要となる。併せて、働き方の見直

しを進め、多様な者がその能力を最大限発揮できる多様な働き方が実現できる社会の構築が期待される。

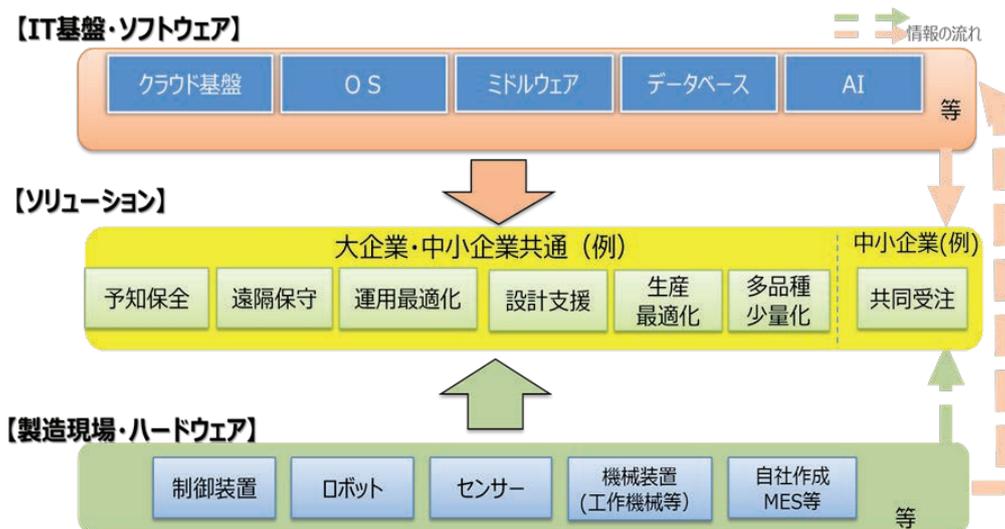
5 我が国製造業の低収益性と第四次産業革命下における国内外の取組状況

(1) 我が国製造業の付加価値獲得の現状

「第四次産業革命」の波は、年を重ねるごとに世界各地に浸透してきており、ビジネスモデル、さらには産業システムなどを抜本的に変える兆候があらゆる産業において現れ始めてきている。これは、情報処理能力の飛躍的向上や、データ量の大幅増大、人工知能分野における機械学習などの新たな手法導入などの技術革新により、今まで不可能であったことが可能となったことによるものであり、主要諸国で取組強化に向けた動きが見られる。製造業においても、その動きが足下で顕在化し始めている。

図 115-1 は、そうした昨今の製造業におけるバリューチェーンを図式化したものである。「製造現場・ハードウェア」領域と「IT 基盤・ソフトウェア」領域を連携・融合させ、いち早く顧客が求めるものを「ソリューション」として提供することが重要となっており、この部分が付加価値の源泉となると考えられる。この「ソリューション」の提供に向けては、「製造現場・ハードウェア」を中心とする下からのアプローチもあれば、「IT 基盤・ソフトウェア」を中心とする上からのアプローチも考えられ、いずれにしてもいち早く顧客が求めるものをソリューションとして提供して、このレイヤーにおいてポジションを確保することが重要となると考えられる。

図 115-1 製造業のバリューチェーン

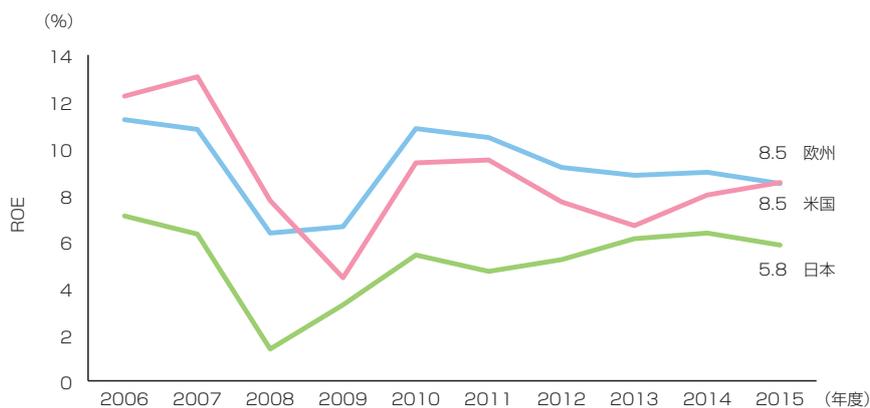


資料：経済産業省作成

一方で、日本、米国、欧州の製造業に属する上場企業の ROE を時系列で比較すると、我が国製造業の ROE 水準は常に低く、2015 年では米国及び欧州の 8.5% に対し我が国は 5.8% となっているなど（図 115-2）、かねてより低収益性は我が国製造業における大きな課題の一つとなっている。我が国

は「製造現場・ハードウェア」領域に強みを有しているが、その部分だけでは大きな付加価値を得るのは難しくなっており、その強みを最大限活用して、より付加価値をつけやすい「ソリューション」の顧客への提供を通じて、価値獲得・収益向上を図ることが重要となっていると考えられる。

図 115-2 世界的上場企業（製造業）のROE推移（中央値）



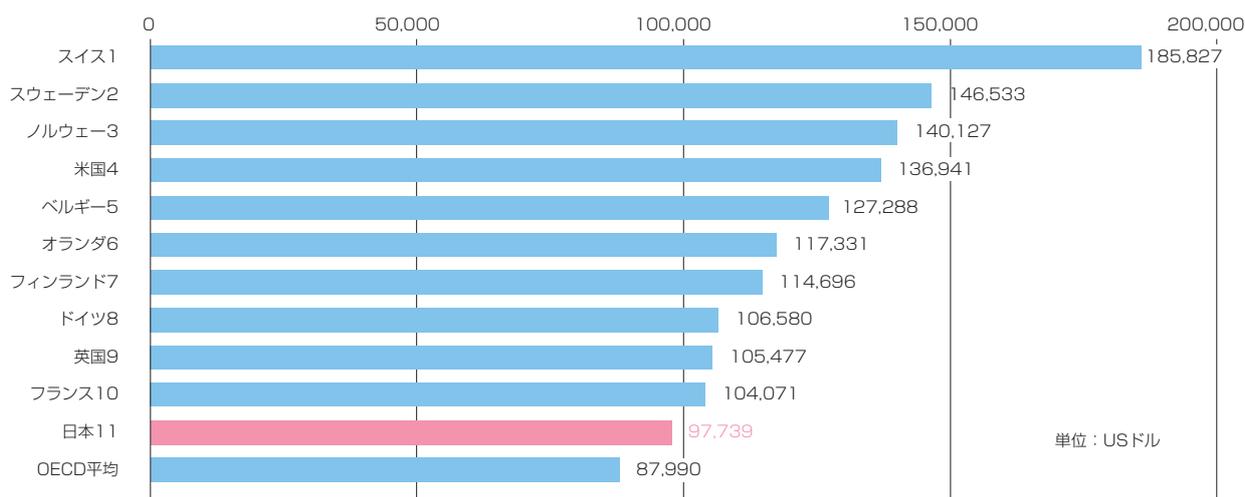
備考：対象企業は上場企業のうち2006年から2015年のデータが取得できる日本企業1,302社、アメリカ企業753社、ヨーロッパ企業803社。各年の中央値。
ROE = 当期純利益 / 自己資本。
資料：SPEEDA（企業分析サービス）を活用して経済産業省作成

公益財団法人 日本生産性本部の試算によると、我が国の製造業の名目労働生産性水準（2014年）は、OECD加盟国35カ国中11位となっており、これは、英国やドイツなどの欧州をやや下回り、米国のおおむね7割の水準である（図115-3）。経年変化を見てみると、2000年頃までは上位に位置していたものの、その後は後退している（図115-4）。ただし、日米の産業別の名目労働生産性水準を2010年から2012年における米国の水準の平均を100として比較してみると、我が国の製造業全体の水準はサービス業全体の水準よりは高いことがうかがえる（図115-5）。一方で、我が国製造業における

購買力平価換算した実質労働生産性は、欧米主要諸国と同様に、1990年代後半以降、着実な上昇基調が見られ（図115-6）、さらに、「生産現場」の生産性（例：自動車の組立生産性）は、各国と比べて高い水準にあるとの調査結果などもある（図115-7）。

我が国製造業の労働生産性を上げるためには、業務の効率化だけでなく、新たな「付加価値」を獲得することが重要であり、そのためには顧客が求めるサービス・ソリューションの展開を図ることが必要となっている。

図 115-3 製造業の名目労働生産性水準（2014年／OECD加盟国（35カ国））



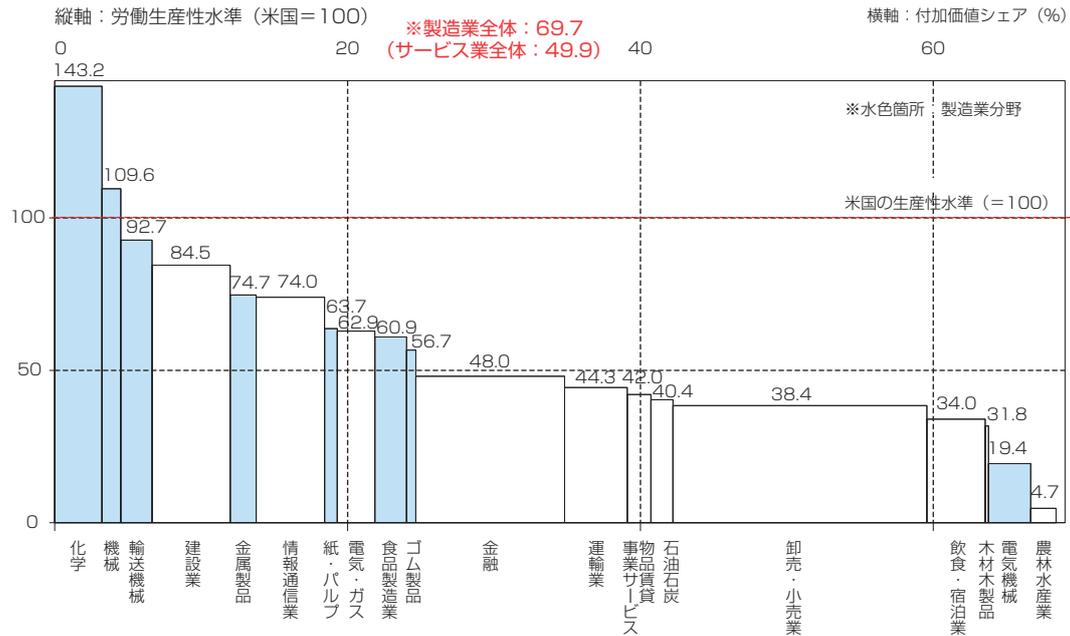
備考：名目労働生産性は、為替レート（当年及び前後2年の為替レートの移動平均）を用いて算出。
資料：公益財団法人 日本生産性本部「労働生産性の国際比較」

図 115-4 製造業の名目労働生産性水準上位国の変遷 (1990年～2014年 / OECD加盟国 (35カ国))

	1990	1995	2000	2005	2010	2014
1	米国 57,940	スイス 78,212	米国 78,497	スイス 113,735	スイス 166,040	スイス 185,827
2	ルクセンブルク 57,393	日本 77,132	日本 75,082	スウェーデン 105,413	スウェーデン 134,825	スウェーデン 146,533
3	日本 56,159	ベルギー 72,702	フィンランド 72,208	フィンランド 105,352	米国 128,250	ノルウェー 140,127
4	フィンランド 53,823	スウェーデン 70,966	スウェーデン 71,562	米国 103,846	ノルウェー 127,235	米国 136,941
5	ベルギー 50,765	ルクセンブルク 69,687	スイス 69,819	ノルウェー 101,770	デンマーク 123,578	ベルギー 127,288
				日本 (14位) 79,896	日本 (10位) 105,095	日本 (11位) 97,739

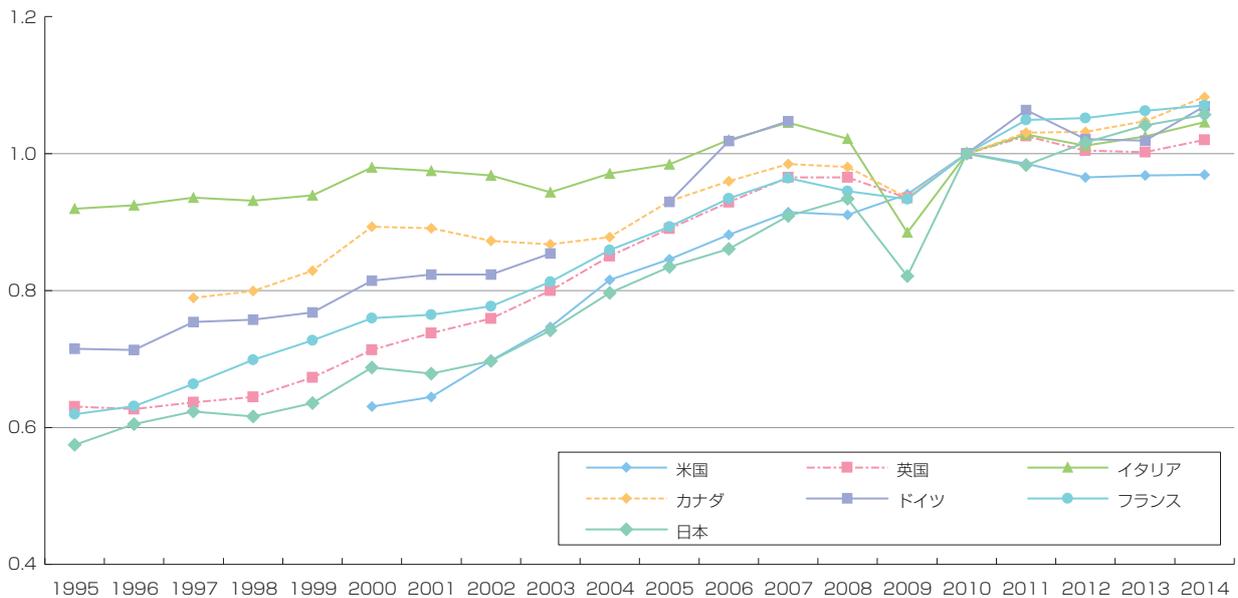
備考：名目労働生産性は、為替レート（当年及び前後2年の為替レートの移動平均）を用いて算出。
資料：公益財団法人 日本生産性本部「労働生産性の国際比較」

図 115-5 日米の産業別の名目労働生産性（1時間当たりの付加価値）と付加価値シェア（2010～2012年）



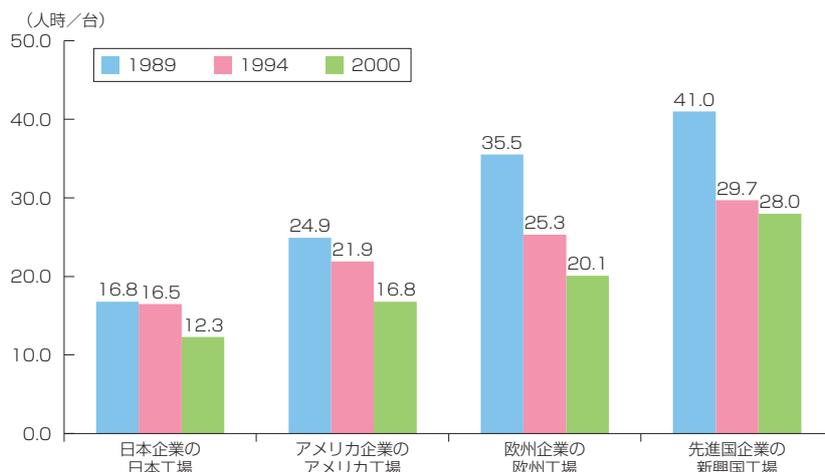
備考：名目労働生産性は、為替レート（当年及び前後2年の為替レートの移動平均）を用いて算出。
出所：公益財団法人 日本生産性本部生産性研究センター「日米産業別労働生産性水準比較」（滝澤美帆 東洋大学准教授）

図 115-6 製造業の実質労働生産性の時系列比較（2010年を1とした時の上昇率）



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
出所：公益財団法人 日本生産性本部「労働生産性の国際比較」

図 115-7 自動車の組立生産性（1台当たり掛かる人・時）の国際比較



備考：2006年に同様の手法で、東京大学ものづくり経営研究センターがアジア自動車工場の組立生産性を比較したところ、日本：10.7（人時/台）に対して、韓国：13.0、台湾：20.6、タイ：25.2、中国：28.4、インド41.5であった。
資料：M.Howieg & F.K. Pil, The second century (IMVP Survey)

（2）第四次産業革命へ向けた我が国製造業の取組状況

付加価値が「もの」そのものから「サービス」「ソリューション」へと移り、単に「もの」を作るだけでは生き残れない時代に入中、我が国製造業は技術力などの強みは引き続き強化していくと同時に、ビジネスモデルの変革についての積極的な意識や取組が求められている。2016年版ものづくり白書において、このようなものづくりを通じて価値づくりを進める「ものづくり⁺（プラス）企業」になることが求められていることを指摘した。そのような「ものづくり⁺（プラス）企業」に変貌を遂げようとしている企業の取組が、国内においても生み出され始めている。また、IoTなどのデジタル技術（以下、「IoTなど」と記載）を利用して自社内の生産工程の見える化などを実施するなど現場のカイゼン活動の深化に努める企業も増えてきている。いずれにしても、重要なのは、各企業の取組を、生産現場などの個々の部門内に閉ざされた活動に止めることなく、付加価値の獲得、最大化に向けた経営変革に結びつけるべく、IoTなどを

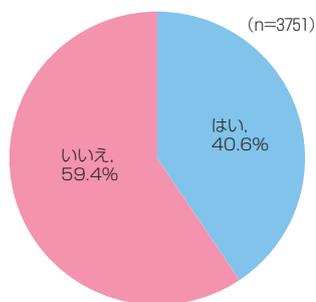
ツールとして活用しながら経営層が主体的に推進を図っていくことであると考えられる。

以下では経済産業省が行ったアンケート調査に基づき、そうしたIoTなどの活用に関する我が国製造業の活用状況と経営変革の取組について、昨年度からの取組状況の進捗なども踏まえて分析を試みる。

①各企業における生産プロセスでのデータ収集・IoTなどによる見える化などの取組

経済産業省が2016年12月に実施したアンケート調査によると、約3分の2の企業が製造現場において生産プロセスに関する設備の稼働状況などの何らかのデータ収集を行っている（図115-9）。これは、2015年12月に実施した同調査と比較すると、この1年間でその割合が26.0%増加し、自社工場内でのデータ取得の取組が大幅に進んだことが分かる（図115-8・9）。

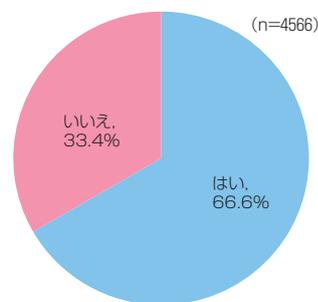
図 115-8 生産プロセスにおいて何らかのデータ収集を行っているか（2015年）



資料：経済産業省調べ（2015年12月）

業種別で見ると、昨年度の傾向と同様に、化学工業、非鉄金属などでデータ収集の比率が高く、次いで鉄鋼や輸送機械が続く。一方で、一般機械や電気機械では相対的に比率が低い（図115-10・11）。総じて、一般機械や電気機械などの組立型産

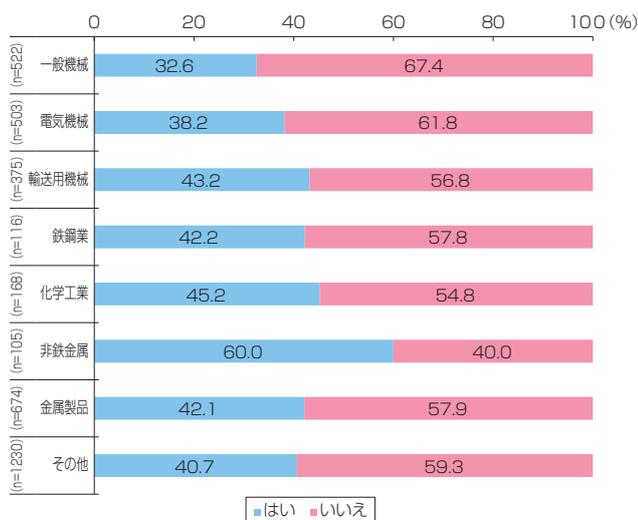
図 115-9 生産プロセスにおいて何らかのデータ収集を行っているか（2016年）



資料：経済産業省調べ（2016年12月）

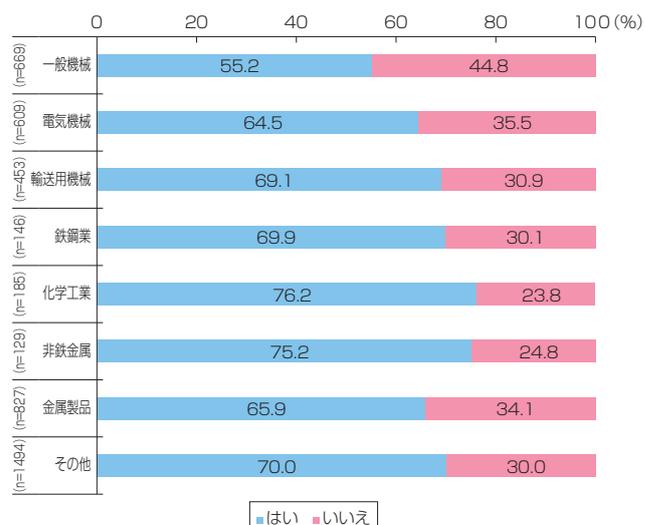
業に比べ、非鉄金属や化学工業などのプロセス型産業において活用がより進んでいる。その理由としては、プロセス型産業の方が、中央制御室などによる一括監視による人の介入の余地が少ないシステムを作り上げていることなどが考えられる。

図 115-10 生産プロセスにおいて何らかのデータ収集を行っているか(業種別・2015年)



資料：経済産業省調べ (2015年 12月)

図 115-11 生産プロセスにおいて何らかのデータ収集を行っているか(業種別・2016年)

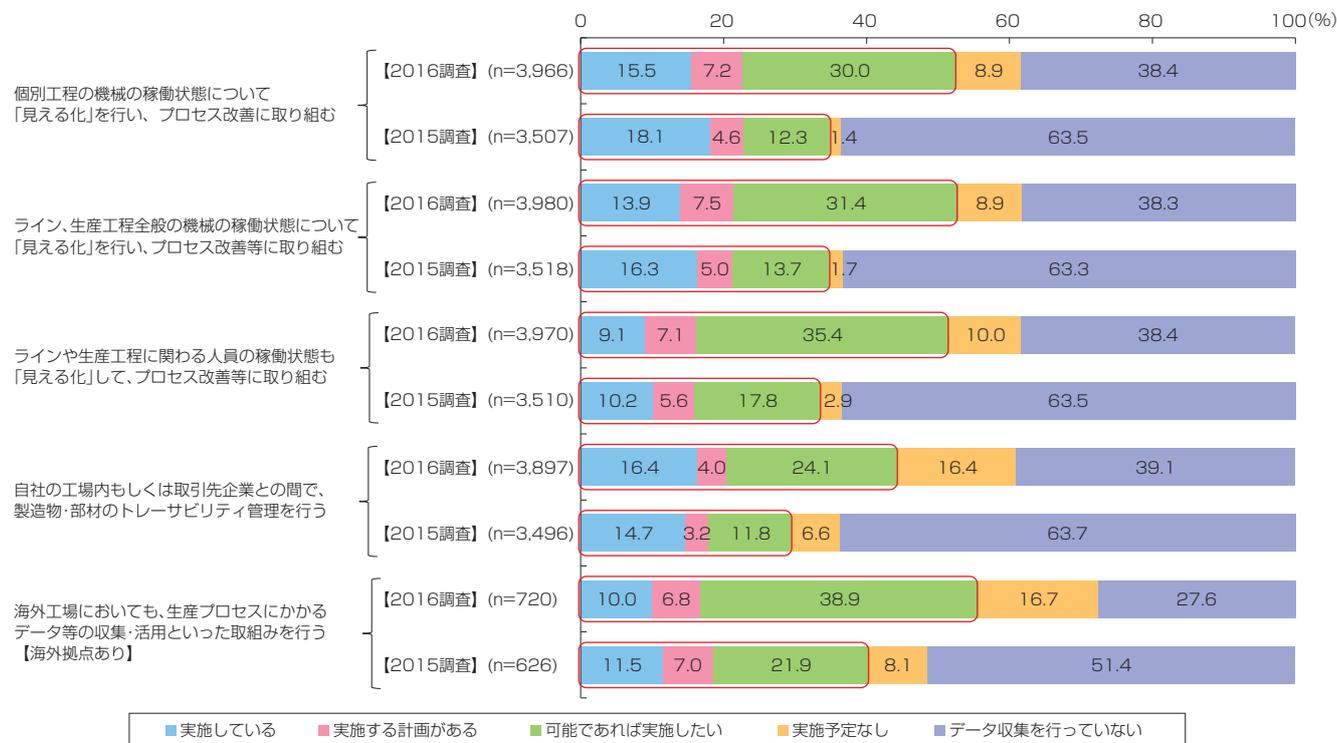


資料：経済産業省調べ (2016年 12月)

次に、収集したデータの活用度合いを調査したところ、工場内データ収集を行う企業が大幅に増える一方、「見える化」やプロセス改善、トレーサビリティ管理などの具体的な用途活用への実施段階割合は昨年からほとんど変わっていないことが明

らかになった。ただし、「可能であれば実施したい」と答えた比率が大幅増加しており、収集したデータの具体的な活用はこれからではあるが、データ活用への関心が相当高まっていることがうかがえる (図 115-12)。

図 115-12 収集データの「見える化」やトレーサビリティ管理などの生産プロセスの改善・向上などへの活用度合い (昨年度比較)



備考：昨年に比べ、アンケート回答数が約2割増加しているなど、昨年調査結果との単純比較が必ずしも馴染まない点に留意。
資料：経済産業省調べ (2016年 12月)

② クラスター分析による生産現場のIoTなどの活用動向について

前項にて、昨年との比較においてデータ収集の取組は大きく進展をしている一方で、データを活用した見える化、プロセス改善などに結びつける取組については、関心は高まっているも

の、それを実現に結びつけるまでに至っていないことが明らかになった。以下では、生産現場のIoTなどの活用に関する下記質問に対する回答結果をもとに、クラスター分析を行う(図 115-13)。

図 115-13 生産現場のIoTなどの活用に関する質問項目

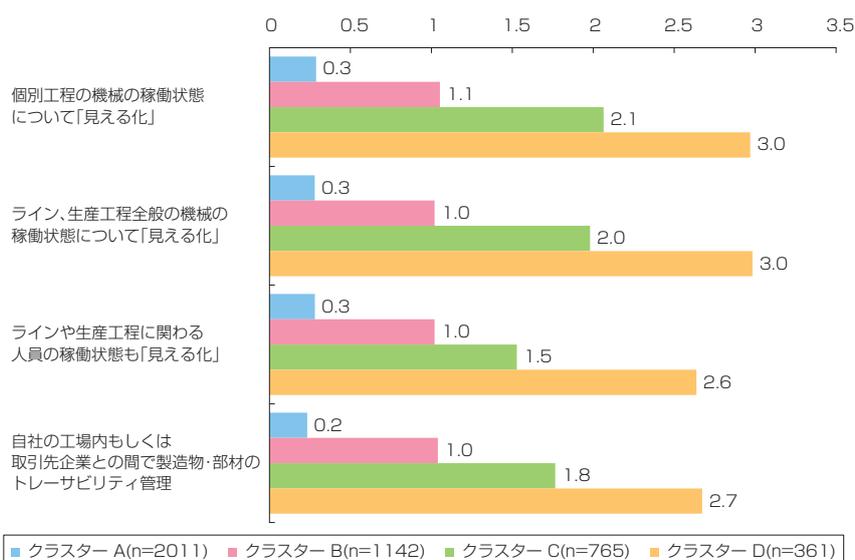
センサーやITを活用した生産プロセスの改善・向上への取組について

- ・個別工程の機械の稼働状態について「見える化」を行い、プロセス改善等に取り組む
- ・ライン、生産工程全般の機械の稼働状態について「見える化」を行い、プロセス改善等に取り組む
- ・ラインや生産工程に関わる人員の稼働状態も「見える化」して、プロセス改善等に取り組む
- ・自社の工場内もしくは取引先企業との間で、製造物・部材のトレーサビリティ管理を行う

上記の質問に対する回答について、「実施している」と回答した企業を3点、「実施する計画がある」を2点、「可能であれば実施したい」を1点、「別手段で充足」もしくは「実施予定なし」を0点として得点化し、センサーやITを活用した生産プロセスの改善、向上への取組度合いに関して調査対象企業をAからDの4つのクラスターに分類した。具体的には、図

115-14 に示すとおり、それぞれの質問に対する点数度合いによって、クラスターAは生産現場におけるIoTなどの活用が総じて進んでいないグループであり、B、Cと進むにつれ活用度合いが高まり、クラスターDが最も活用が進んでいるグループとなっている。

図 115-14 各質問における各クラスターの平均得点比較

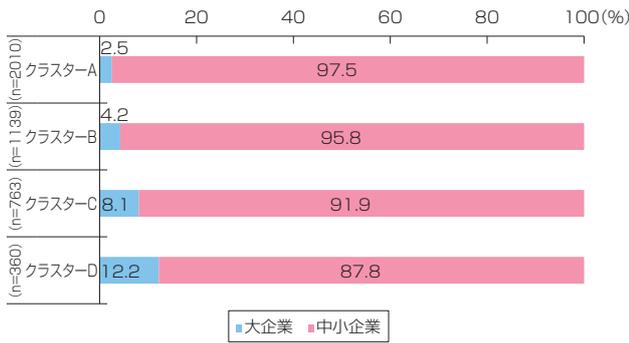


資料：経済産業省調べ（2016年12月）

各クラスターにおける企業規模別の構成を見ると、クラスターAからDに向かって大企業の比率が徐々に高くなるが、最も積極的なクラスターDのうち、87.8%を中小企業が占め

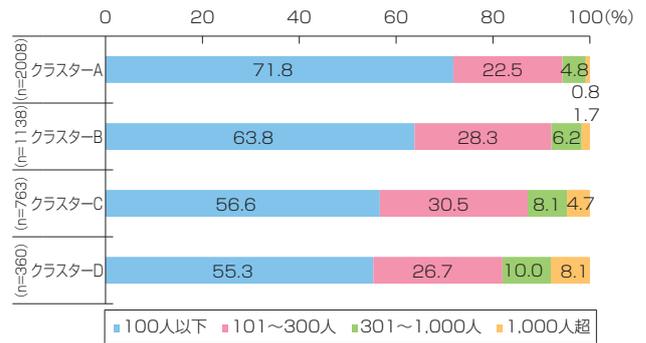
る（図115-15）。また、従業員規模別に見てもクラスターDのうち、従業員数100人以下の企業が55.3%を占めている（図115-16）。

図 115-15 各クラスターにおける企業規模別構成比率



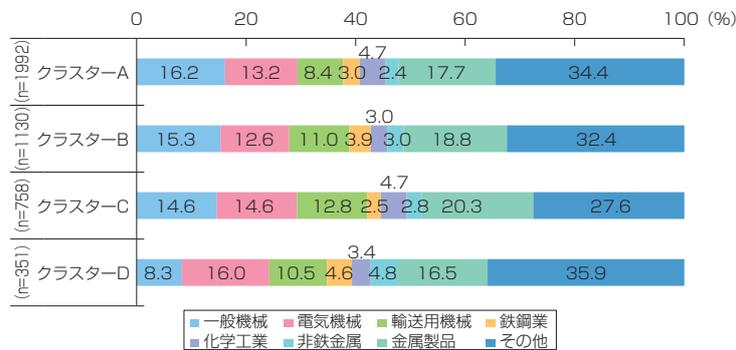
資料：経済産業省調べ（2016年12月）

図 115-16 各クラスターにおける従業員規模別構成比率



資料：経済産業省調べ（2016年12月）

図 115-17 各クラスターにおける業種別構成比率



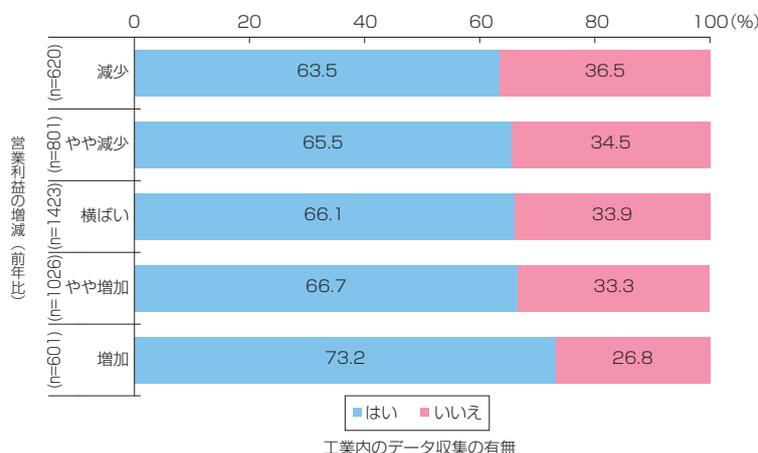
資料：経済産業省調べ（2016年12月）

(ア) 企業業績との相関

図 115-18 は、工場内データ収集の有無と営業利益との関係を示したものであるが、営業利益が前年比で増加傾向にある企業ほど、データ収集に取り組んでいる傾向が強い。また、図 115-19 及び図 115-20 は、生産現場における IoT などの活用度合いによって分類したクラスターごとに売上高や営業利益との相関を示したものであるが、売上高、営業利益のいずれも、「増加」と回答した企業の割合はクラスター A から D に向かっ

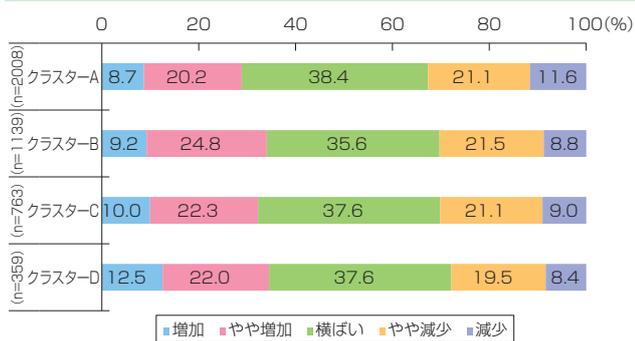
て高くなっており、生産現場における IoT などの活用の取組度合いとの一定の相関が見られる。また、営業利益が「増加」もしくは「やや増加」と回答している企業について、その要因を分析したところ、「IT 投資による生産性向上」「IT 以外の設備投資による生産性の向上」について取組度合いとの相関が見られた。さらに、「高付加価値へのシフト」との間でも明確な相関が見られるのは興味深いところである (図 115-21)。

図 115-18 工場内データ収集の有無と前年同時期と比較した営業利益との関係



資料：経済産業省調べ（2016年12月）

図 115-19 前年同時期と比較した売上高の状況



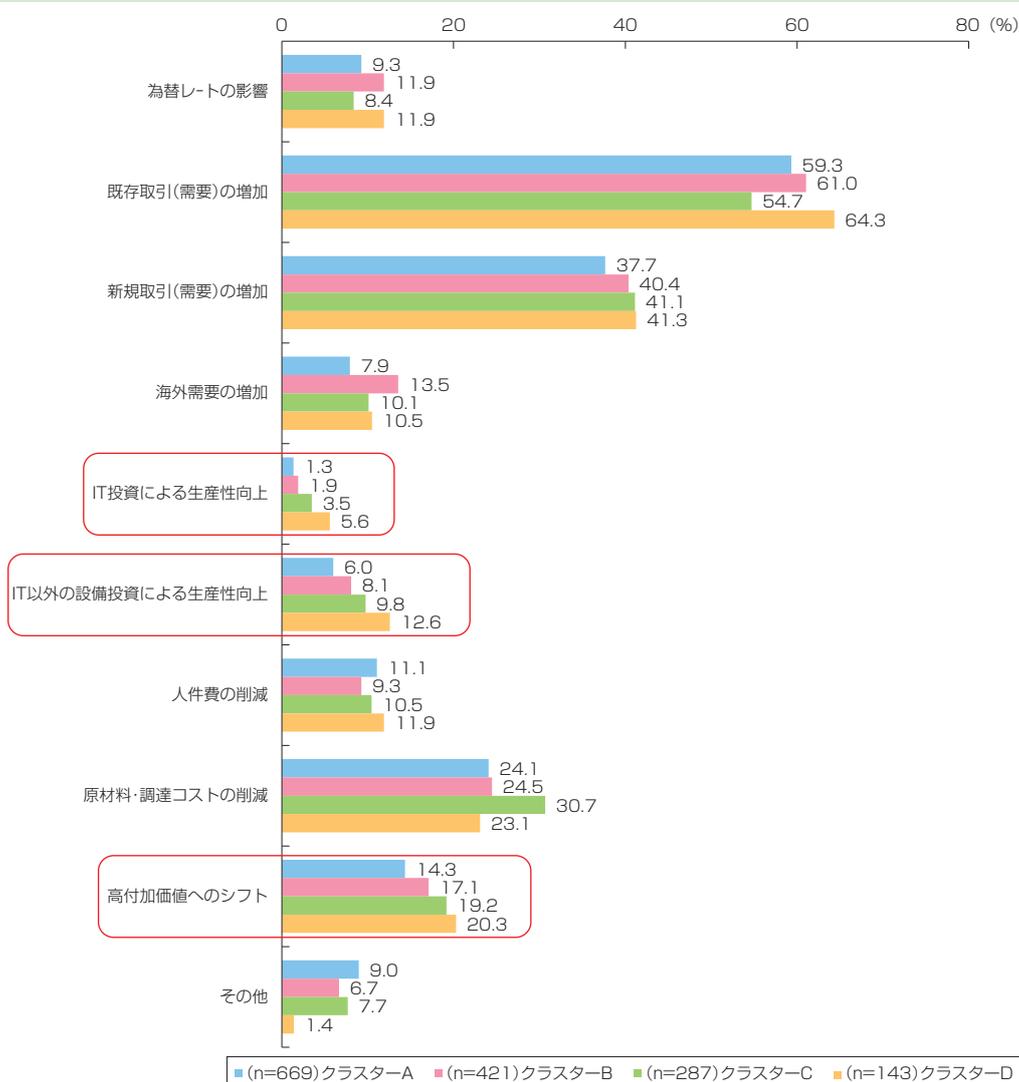
資料：経済産業省調べ（2016年12月）

図 115-20 前年同時期と比較した営業利益の状況



資料：経済産業省調べ（2016年12月）

図 115-21 前年同時期との比較で営業利益が増加・やや増加の理由



資料：経済産業省調べ（2016年12月）

(イ) 生産現場以外のデータやIoTなどの利活用との相関

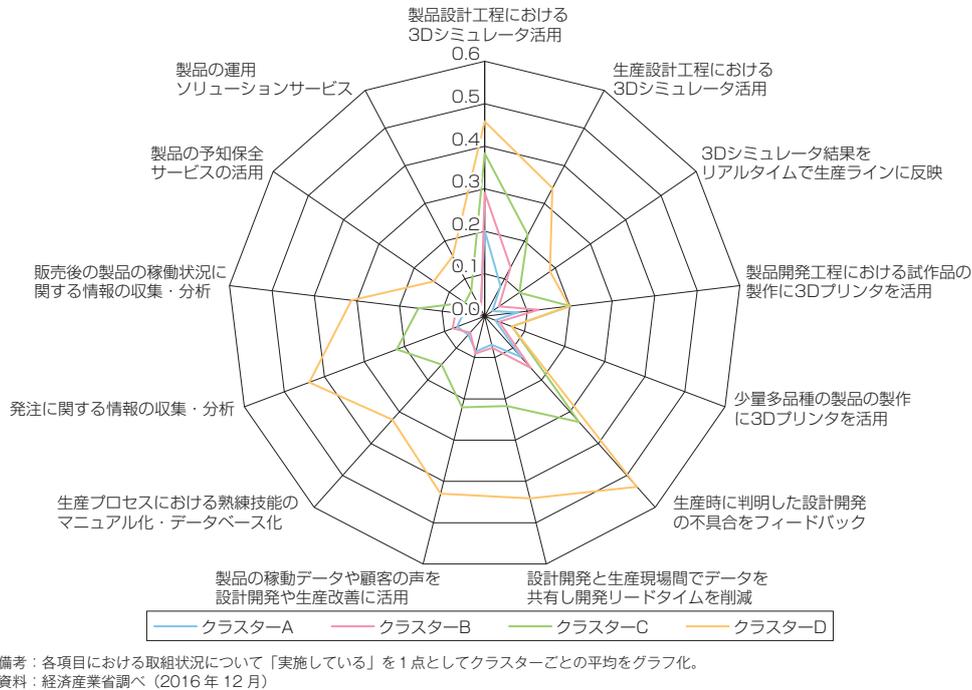
続いて、生産現場以外のデジタル化について、シミュレータの活用や3Dプリンターの活用、部門間連携、販売情報の活用、さらにはサービス・ソリューション展開といった新たな価値創出といった分野における各取組について、「実施している」と回答した企業の割合をクラスターごとにレーダーチャートで示

したところ、クラスターAからDへ向かうほど、ほぼすべての項目において割合の増加が顕著となる結果を得た(図115-22)。つまり、生産現場におけるIoTなどの活用と生産現場以外のエンジニアリングチェーンやサプライチェーンにおけるデータやデジタルツールの利活用がリンクしており、先進的な企業は生産現場のみならず、バリューチェーン全体のデジタル

化を一体として進めていると考えられる。ただし、「製品の運用ソリューションサービス」や「製品の予知保全サービスの活用」といったビジネスモデル変革なども伴う付加価値創出の取

組は、クラスター A、B、C はもちろん、D においても相対的に遅れていることが見て取れる。

図 115-22 生産現場以外のデータやデジタルツールの利活用の状況



(ウ) 現場力との相関

続いて、生産現場におけるIoTなどの活用度合いと経営に関する課題や取組に関する指標との相関について分析する。まず、現場力について、図 115-23 は 10 年前と比較した現場力の変化との相関を示したものである。クラスター A から D

に向かって「現場力は向上」していると回答した企業の割合は高まっており、クラスター D においては 71.5% に上る。また、10 年後の見通しに関しても同様に、A から D に向かうほど「現場力は向上」する見込みと回答した企業の割合が高くなっている (図 115-24)。

図 115-23 現場力の変化 (10 年前比較)

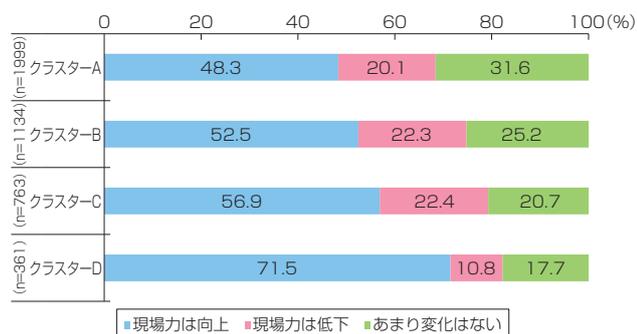
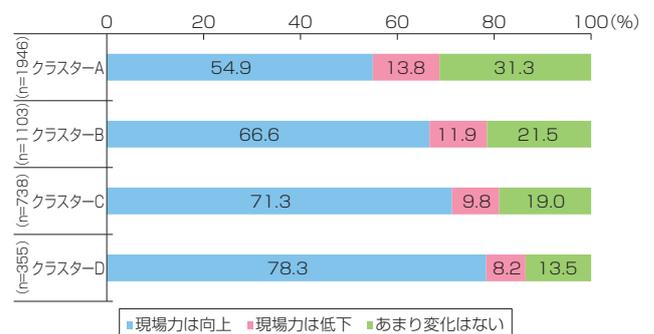


図 115-24 現場力の変化 (10 年後比較)



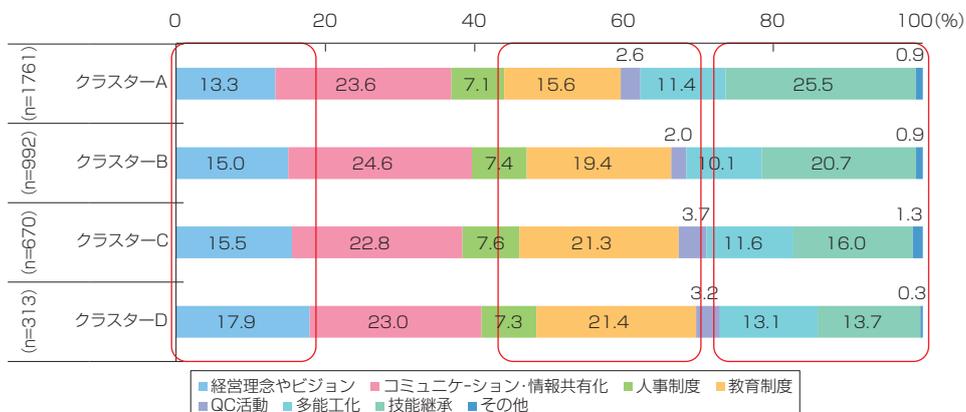
なお、現場力の発揮に最も影響を及ぼすと考えられるものとしては、A を除くクラスターにおいては「コミュニケーション・情報共有化」が最も高い回答比率を占めてはいる一方で、A から D に向かうにつれ「経営理念やビジョン」や「教育制度」との回答比率が高くなっているのに対し、「技能継承」との回答比率は低下している (図 115-25)。これは、現場力への捉

え方の違いが現れているとともに、IoT などの活用が進んだことにより、相対的に技能継承の影響度が低くなったものと考えられる。具体的には、図 115-26 に示すとおり、生産プロセスにおける熟練技能のマニュアル化・データベース化の取組とクラスター分類との間には相関が見られるが、マニュアル化・データベース化による効果として大半の企業が「熟練技能の継

承が容易になった」と回答している。IoTなどの活用が進んでいる企業ほど、スムーズに技能継承を行っていることがうかが

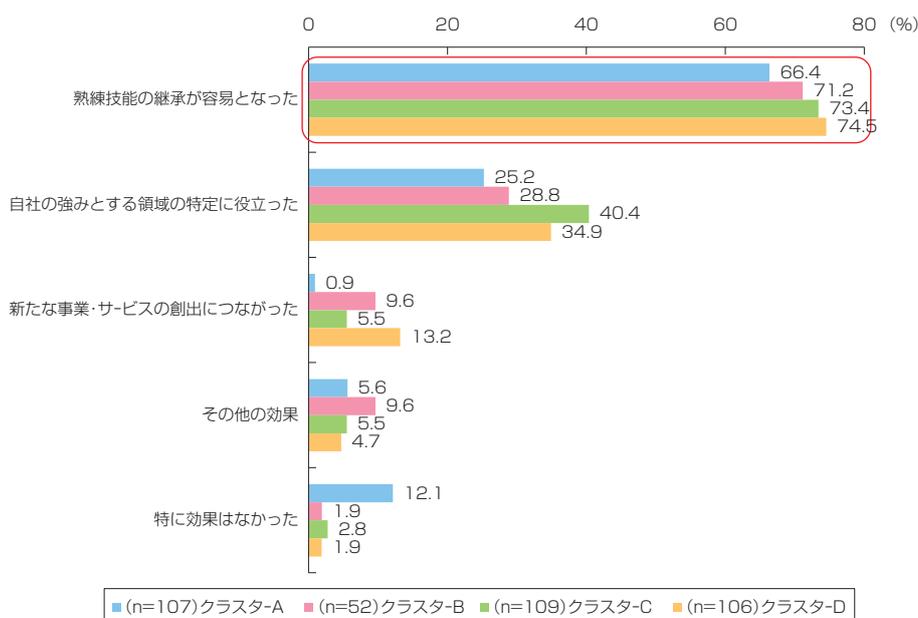
え、それらによって、前述の現場力に関する前向きな結果につながっているものと考えられる。

図 115-25 現場力の発揮に最も影響を及ぼすと考えられるもの



資料：経済産業省調べ（2016年12月）

図 115-26 熟練技能のマニュアル化・データベース化による効果



資料：経済産業省調べ（2016年12月）

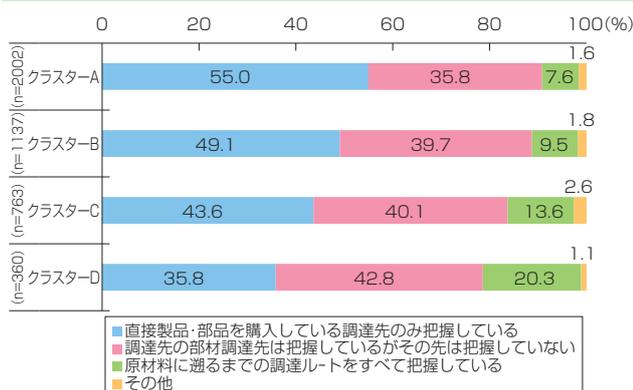
(エ) サプライチェーンマネジメントとの相関

また、サプライチェーンのマネジメントについて、まず、購入する製品・部品の調達先の把握状況との相関を見ると、クラスタAからDに向かうにつれて「原材料に遡るまでの調達ルートをすべて把握している」と回答した企業の割合が増加しており、生産現場におけるIoTなどの活用に積極的な企業ほどより広い範囲でサプライチェーンを把握していることがうか

がえる（図 115-27）。また、直近3年間の部材調達先のトレンドを見ると、「調達先を多様化した」もしくは「調達先を絞り込んだ」企業の割合についても同様の相関が現れていることから、そうした企業は単にサプライチェーンを把握しているのみならず、それぞれの状況に応じてサプライチェーンの見直し

のマネジメントを行っていることが分かる（図 115-28）。

図 115-27 購入する製品・部品の調達先の把握状況

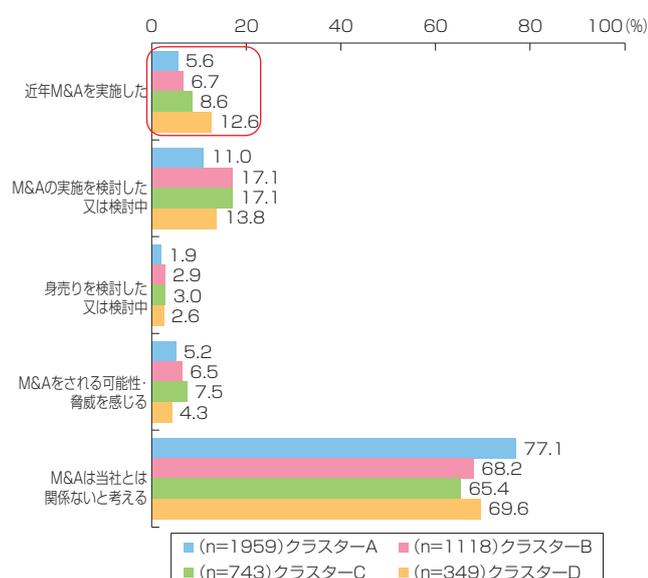


資料：経済産業省調べ（2016年12月）

(オ) 外部経営資源活用の取組との相関

M&A やオープンイノベーションなどの外部経営資源活用の取組との相関について、図 115-29 が示すとおり、「近年 M&A を実施した」と回答した企業の割合と IoT などの活用度合いとの間には相関が見られる。また、M&A を実施もしくは検討する主な目的に関しては、「事業規模拡大による国際競争力の強化」と回答した企業の割合と IoT などの活用度合いとの間に正の相関が見られるとともに（図 115-30）、クラスター D の企業においては「既存組織内では対応が難しい能力などの獲得」を目的に上げた割合が 40.9% と最も高くなっており、IoT などを始めとした新たなツールなどの積極的な活用に向けて、既存組織にない新たな能力の獲得を果敢に進める、攻めの経営の姿勢がうかがえる。

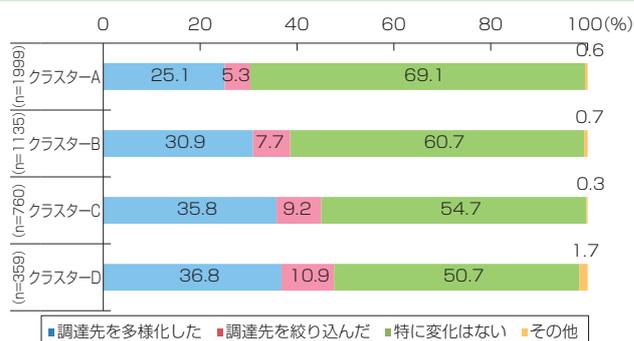
図 115-29 M&A に関連して当てはまると考えるもの



資料：経済産業省調べ（2016年12月）

また、現在の外部経営資源活用状況(図 115-31)、さらには、今後 1～2年の外部経営資源の活用方針（図 115-32）と IoT などの活用度合いとの間には一定の正の相関が見られ、IoT などのデジタルツールの活用と外部経営資源の積極活用を一体的な取組として推進しているものと思われる。さらに、特に連携相手としてベンチャー企業と回答した企業を抽出して、その目的について調査をすると、「最先端の技術、尖った技術、ユニー

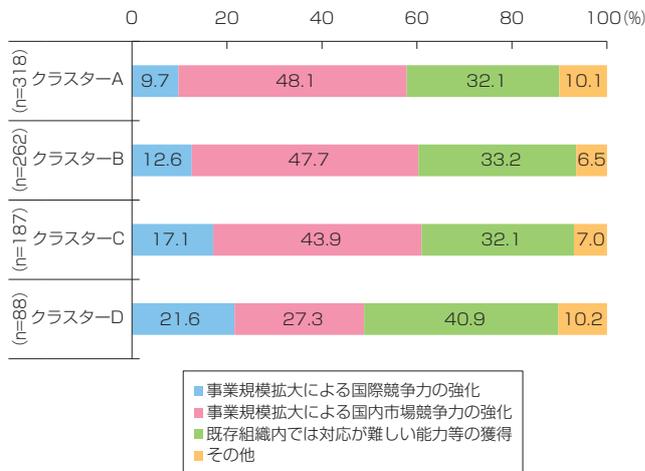
図 115-28 過去3年間の部材調達先のトレンド



資料：経済産業省調べ（2016年12月）

クな技術の取り込み」や「デジタル・ネットワーク時代に必要な技術の取り込み」と回答した企業の割合は、IoT などの活用度合いが高いほど増加している（図 115-33）。概して、生産現場における IoT などの活用に積極的な企業ほど、外部とのアライアンス構築により自社に無いノウハウの獲得に積極的であり、ベンチャー企業にも目を向けていることがうかがえる。

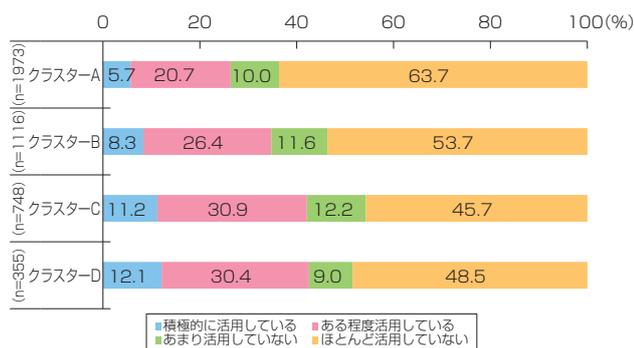
図 115-30 M&A を実施したあるいは検討する主な目的



資料：経済産業省調べ（2016年12月）

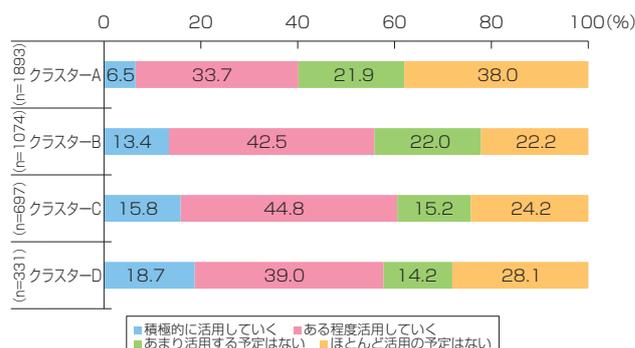
クな技術の取り込み」や「デジタル・ネットワーク時代に必要な技術の取り込み」と回答した企業の割合は、IoT などの活用度合いが高いほど増加している（図 115-33）。概して、生産現場における IoT などの活用に積極的な企業ほど、外部とのアライアンス構築により自社に無いノウハウの獲得に積極的であり、ベンチャー企業にも目を向けていることがうかがえる。

図 115-31 外部経営資源の活用状況



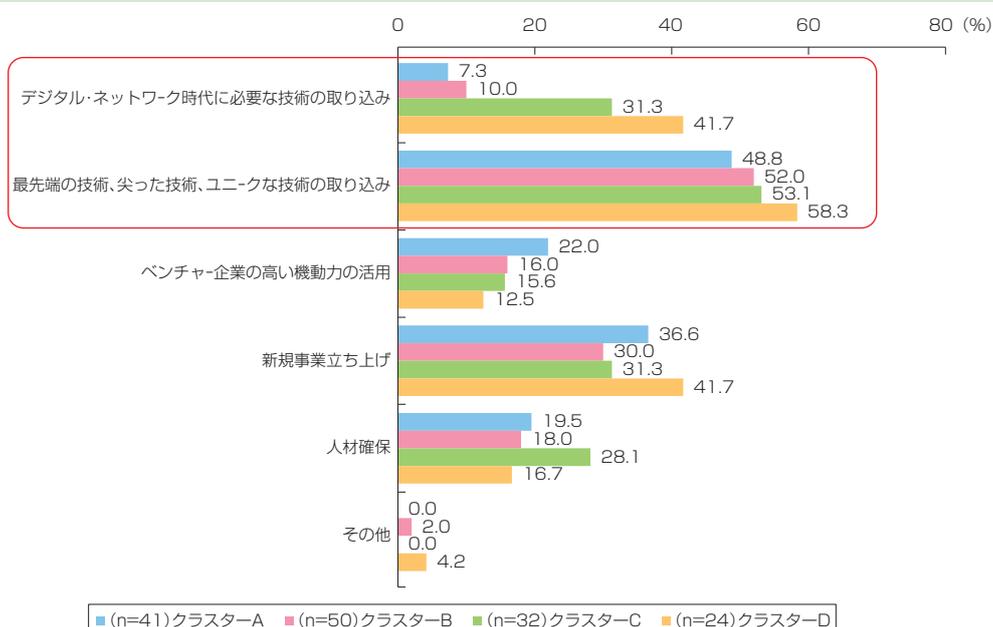
資料：経済産業省調べ（2016年12月）

図 115-32 今後1～2年の外部経営資源の活用方針



資料：経済産業省調べ（2016年12月）

図 115-33 ベンチャー企業との連携の目的

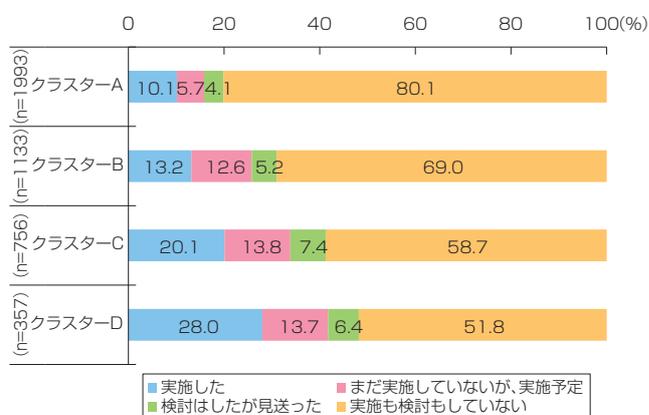


備考：外部連携の活用の取組状況について、「積極的に活用」「ある程度活用」「あまり活用していない」と回答した企業のうち、連携相手としてベンチャー企業と回答した企業を抽出して調査。
資料：経済産業省調べ（2016年12月）

(カ) 顧客起点の組織見直しとの相関

技術や製品の高度化・複雑化・短命化が進む中、マーケットニーズもダイナミックに常時変化しており、そうした中では改めて「マーケット起点」「顧客起点」で考え、ビジネスモデルを創りあげる体制構築が重要になると考えられる。そうした中で、IoTなどの新たな技術も実現の手段として積極活用されることが想定される。この点、図 115-34 で示すとおり、プロダクトアウトからマーケットイン型に対応するような組織見直しの実施状況に関して、IoTなどの活用度合いが最も高いクラスターDの企業における「組織見直しを実施した」と回答した企業の割合が28.0%と最も高く、生産現場におけるIoTなどの活用の取組度合いと顧客起点での組織見直しとの相関が確認できる。

図 115-34 プロダクトアウトからマーケットイン型に対応するような組織見直しの実施状況



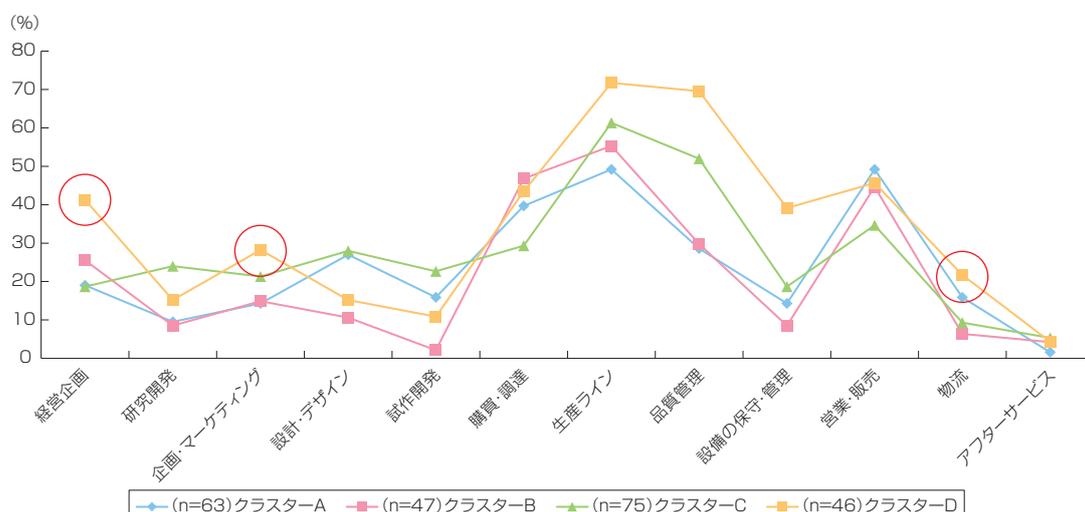
資料：経済産業省調べ（2016年12月）

(キ) データ解析ツールの活用領域との相関

このように、クラスター分析を通じ、生産現場におけるIoTなどの活用の取組度合いと企業経営における様々な要素について分析を行ったところ、IoTなどの活用に積極的なグループほど、生産に直接関わる現場力の向上について前向きであるだけでなく、サプライチェーンマネジメントやM&Aによる自社にない能力の獲得やオープンイノベーションによる外部経営資源の活用、マーケットイン型の組織見直しに積極的であることが分かった。これらは、生産現場起点の課題ではなく、正に経営課題そのものである。先の分析にて、生産現場におけるIoTなどの活用度合いと営業利益との相関(図115-20)やその要因として、「高付加価値へのシフト」との相関(図115-21)を示しているが、先進的な企業では、付加価値獲得に向け、IoTなどの活用、顧客起点の経営や外部資源活用などの取組を

一体的に進めている可能性があるといえる。なお、クラスターごとのデータ解析ツールの活用領域を分析すると、IoTなどの活用度合いが最も高いクラスターDのグループでは「生産ライン」「品質管理」「設備の保守管理」といった、生産現場に関わる領域はもちろんのこと、「企画マーケティング」「物流」といったサプライチェーン上の生産から上流・下流サイドにおける活用に特徴が見られ、特に「経営企画」領域においては4割以上と突出しているのが見て取れる(図115-35)。つまり、IoTなどの活用に積極的である企業ほど、生産現場だけでなく「企画マーケティング」や「経営企画」などの幅広い領域において、生産プロセスなどのデータを基にしたデータ解析ツールを積極的に活用しており、経営課題の解決に向けた取組に生産プロセスなどのデータを活かしていることがうかがえる。

図 115-35 クラスターごとのデータ解析ツールの活用領域



備考：生産現場及び新規事業や新製品開発の立ち上げ、売上向上、生産性向上のため、ビッグデータなどの解析ツールを「活用している」と回答した企業に対し、どのような場面で活用しているかを調査。
資料：経済産業省調べ(2016年12月)

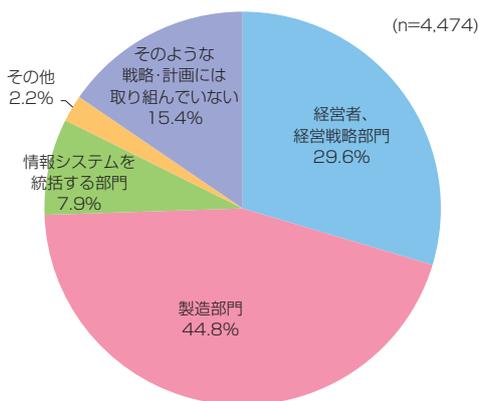
③ トップダウンによるIoTなどの活用とビジネスモデル変革

前項の分析において、IoTなどの活用の取組度合いが高い企業ほど、外部経営資源の活用、マーケットイン型の組織見直しなどの経営課題に積極的に取り組み、さらには生産プロセスなどのデータを経営課題の解決などに積極的に活かしていることが分かった。生産性向上などの現場起点の取組には現場主導であることが有効であると考えられるが、ビジネスモデル変革を通じた付加価値創出などの経営課題を解決するには、経営層によるトップダウンでの迅速な判断が重要となり、付加価値創出に必要となるデータの利活用に関しては、経営者や経営戦略部

門主導で行うことが有効であると考えられる。

しかし、データ収集・活用を主導する部門に関して、単純集計データを見ると、「経営者・経営戦略部門」は29.6%である一方で、「製造部門」は44.8%、「情報システム部門」は7.8%であり、それらを合計すると、過半の52.7%が現場サイド主導でのデータ収集・活用を行っていることが分かる(図115-36)。新たな価値創出を行うための取組を強化するには、経営者・経営戦略部門の関与をさらに高めることが課題であると考えられる。

図 115-36 データの収集・活用の戦略・計画を主導する部門

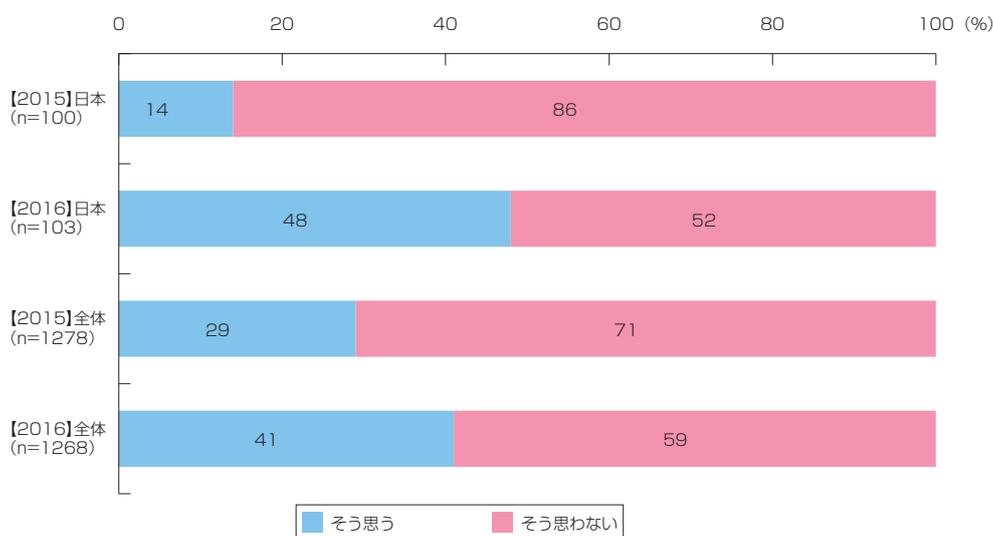


資料：経済産業省調べ（2016年12月）

もっとも、製造業を含むグローバル企業のCEOに対する意識調査によれば、今後3年間で自社が大きく異なる事業体に変革する可能性について「そう思う」と回答したCEOは、2015年時点の調査では、調査対象全体では29%であったのに対し、日本企業のCEOは14%と低水準にあった。しかし、2016年時点の調査では「そう思う」の比率が全体では41%

へと12%上昇したのに対し、日本では48%へと34%も急上昇しておりビジネスモデル変革が日本企業の経営課題として広く認識され始めていることがうかがえる（図115-37）。このような兆しのもと、今後、実際の取組レベルにおいて、経営層がコミットメントする形でデータ利活用と経営課題の解決などを図っていく必要があると考えられる。

図 115-37 今後3年間で自社が大きく異なる事業体に変革する可能性



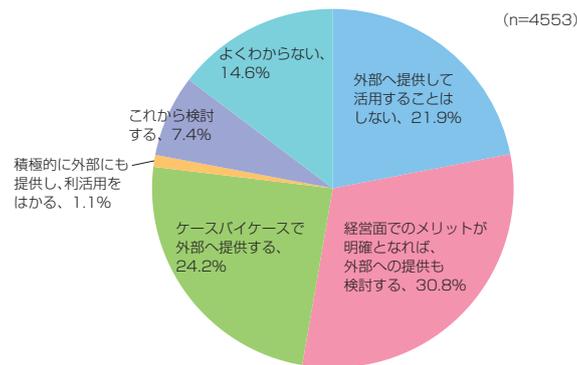
資料：KPMG「グローバルCEO調査2016」

④IoTなどデジタルツールの利活用に向けた環境整備

工場で取得したデータを外部に提供して利活用することについて、「経営面でメリットが明らかとなれば、外部への提供も検討する」が30.8%と最も多く、次いで「ケースバイケースで外部へ提供する」が24.2%である一方で、「外部へ提供して活用することはしない」は21.9%、「積極的に外部に提供し、

利活用を図る」が約1%という結果となった（図115-38）。この結果は、取得データの重要性やその利活用の重要性への認識の高まりの結果を踏まえたものと考えられるが、部分最適でない全体最適となるデータの利活用に向けて、組織内外のデータの利活用が関係者間でWin-Winの形で一層進むための環境整備及び企業意識の醸成が重要となる。

図 115-38 工場で取得したデータを外部に提供して活用することへの考え

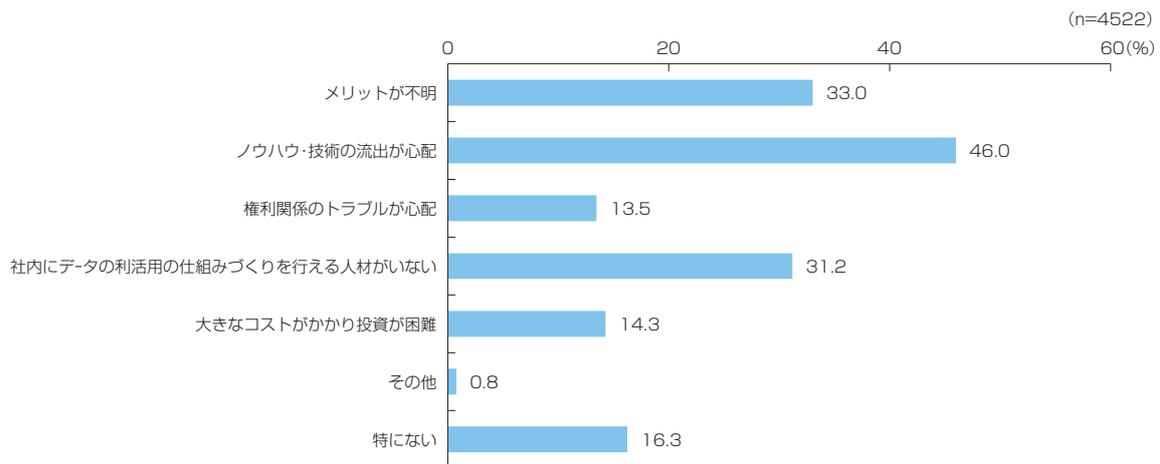


資料：経済産業省調べ（2016年12月）

一方で、工場で取得したデータを利活用するに当たっては、多くの障害や懸念が存在すると考えられる。中でも、「ノウハウ・技術の流出が心配」と回答した企業が46.0%と最も多く、次いで「メリットが不明」（33.0%）、「社内にデータの利活用の仕組みづくりを行える人材がない」（31.2%）が続

いている（図115-39）。今後、データ利活用に向けた企業意識の向上を図るとともに、流出の懸念を払拭するためにデータ流通のルール整備の検討など、障害・懸念として挙げられた事項の対策を進めていく必要がある。

図 115-39 データ利活用への障害・懸念



資料：経済産業省調べ（16年12月）

（3）製造業の第四次産業革命への対応に向けた政府の取組

上述のように、デジタル技術の進展によるデータの利活用によって製造業のビジネスモデルが大きく変化し、競争環境が刻々と変わるという状況認識の下、我が国製造業においても迅速な対応が求められている。政府においても、民間企業が企業や国を超えて安全につながり、ビジネスのためのデータ利活用を行える環境整備を進めていく必要がある。この点、ドイツがISOやIECといった国際標準化機関におけるデジュール標準などの活動を主導し、アメリカにおいて民間企業主導でインダストリアル・インターネット・コンソーシアムに設けたテストベッド環境の中でIoTなどを活用した先進事例を次々と生みだし、デファクト標準を握ろうとしていることなどの状況を踏まえて、我が国もより一層の国を挙げた対応が重要となってくる。

①第四次産業革命を経て我が国産業が目指す姿“Connected Industries”

ドイツの“インダストリー4.0”、フランスの“未来の産業（Industrie du Futur）”、中国の“製造2025”などのように、世界の主要各国は、それぞれの旗を立て、第四次産業革命への対応を進めている。一方、日本では、このような明確な旗印を決めないまま政策を進めてきた。このような中、関係者が一体となった取組を一層加速すべく、2017年3月にドイツにおいて開かれた国際情報通信技術の見本市であるCeBITへの参加のために安倍総理と世耕経済産業大臣が訪独する機会に合わせて、第四次産業革命を経て我が国産業が目指す姿として“Connected Industries（コネクテッド・インダストリーズ）”というコンセプトを定め、世界に向けて発信した。“Connected Industries”とは、様々なつながりにより新たな付加価値が創出される産業の在り方を示すコンセプトであ

る。モノとモノがつながるIoTや人と機械・システムの協働・共創、また国境を越えて企業と企業がつながることで様々な付加価値が生まれる。さらには、技術が人とつながることで人の知恵・創意を更に引き出し、世代を超えて人と人がつながることで技能や知恵を継承し、生産者と消費者がつながることで社会の課題を解決するなど、様々なつながりにより、ソリューション志向の新たな産業が形成されることを示している。その実現に当たっては、我が国の強みである、高い「技術力」や高度な「現場力」を活かし、現場を熟知する知見に裏付けられた臨機応変な課題解決力や継続的なカイゼン活動などを活かせる「人間本位」の産業を創り上げていく必要がある。

“Connected Industries”の実現に向けては、以下の3本柱を念頭に置いて取組を進めることが重要である。まず第1に、人と機械・システムが対立するのではなく、協調する新し

いデジタル社会を実現するために、AIやロボットを恐れたり敵視したりするのではなく、人を助け、人の力を引き出すためのツールとして積極活用を図ること。また、第2に、我が国が直面する課題は複雑で、企業間、産業間、国と国がつながり合っ

てこそ解けるため、協力と協働により課題解決を図ること。そして、第3に、人間中心の考えを貫き、デジタル技術の進展に即した人材育成を積極推進すること、である(図115-40)。

また、“Connected Industries”は、技術革新をきっかけとする“第4次産業革命”を活用して、目指すべき未来社会である“Society 5.0”を構成する産業の在り方を示している(図115-41)。

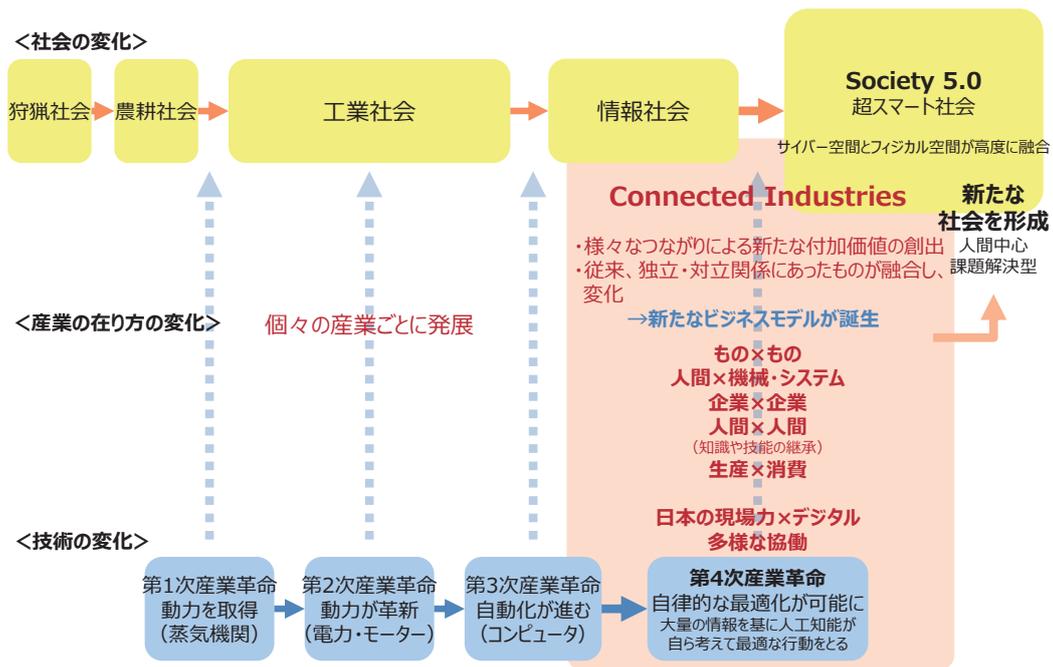
今後、政府をあげて、Connected Industriesの実現に向けて、各種の施策を推進していくこととしている。

図115-40 Connected Industriesとは



備考：経済産業省プレスリリース <http://www.meti.go.jp/press/2016/03/20170320001/20170320001.html>
資料：経済産業省作成

図 115-41 Society 5.0につながる Connected Industries



資料：経済産業省作成

②産業構造審議会新産業構造部会（新産業構造ビジョン）

経済産業省では、「日本再興戦略改訂 2015」（2015年6月30日閣議決定）に基づき、産業構造審議会に新産業構造部会を設置し、製造業を含む様々なテーマについて議論を行い、2016年4月に中間整理を行った。その後、2016年9月に議論を再開し、第四次産業革命をリードする戦略分野を特定し、あるべき将来像から逆算した官民のロードマップを策定するとともに、産業構造・就業構造の転換に対応した新たな経済社会システムの在り方についても提示すべく、検討を進めている。

分野別の戦略としては、人口減少・少子高齢化といった日本の課題（弱み）を克服し、ロボット技術や質の高いリアルデータといった日本の資源（強み）を活かせる分野として、①健康を維持する（健康・医療・介護）、②移動する（モビリティ）、③スマートに手に入れる（ものづくり・保安・物流小売・農業）、④スマートに暮らす（住宅・エネルギー、街作り）という4つの戦略分野に絞って、検討を進めている。

例えば、「②移動する（モビリティ）」の分野では、革新的技術・データの利活用により、国内外で「移動」に関連する様々な社会・構造的な課題が解決される可能性が出てきている中で、「人の移動」と「物の移動」の双方の視点から今後の取組の方向性を議論している。目指すべき将来像を実現するための3つの柱として、自動走行車（隊列走行技術含む）・ドローン・モビリティロボットなどの移動手段の自律化を技術的に実現すること、自律化した移動手段の安全・効率的な移動を確保する運行管理システムを実装すること、データ利活用促進・規制緩和・新たなルール制度などの新規ビジネスを試すことができる環境を整備することを掲げ、具体的な政策・取組に関するロードマップの

策定を進めている。

また、新たな経済社会システムの構築に向け、分野横断的な政策課題についても検討を重ねており、第四次産業革命に対応した人材育成の推進や世界トップレベルの産学連携拠点の構築など、成長の基盤となる取組を推進している。

③産業保安のスマート化

我が国プラント・インフラの多くは高度成長期に建設されたものだが、現状全面的なリニューアルが遅れ老朽化が進んでいるほか、高度な知見をもって保守・安全管理の実務を担ってきたベテラン従業員が引退の時期を迎えつつあることから、今後重大事故のリスクは増大することが危惧されている。また、自然災害の激甚化や再生可能エネルギーの急速な普及といった外的環境の変化に伴い、産業保安全体の在り方を見直す必要が出てきている。

そのため経済産業省では、2015年3月23日の第5回産業構造審議会保安分科会で、「産業保安のスマート化」の議論を開始した。これは、上記の課題などへ対応するために産業保安各分野（高圧ガス保安法・ガス事業法・液化石油ガス保安法・火薬類取締法・電気事業法など）について技術基準などの全面的な見直しを行うほか、人の作業を補完するものとしてIoT・ビッグデータ・AIなどを活用した高度な自主保安を諸外国に先駆けて実現させるために、政府・プラントオーナー・金融機関が連携してスマート化投資を促進させ、安心・安全の確保と企業の国際競争力の強化を同時に実現することを目指すものである。

現在ビッグデータ収集のための高度なセンシング技術や、

ビッグデータを分析して異常・予兆を早期に検知できる技術の開発が進んでいる。具体的には、①データ取得に係るIoT技術（タブレット・センサー）、②収集したビッグデータを分析する技術（データベース、事前予兆検知）、③分析結果に基づ

き作業員に的確に結果を周知する技術（アラームマネジメント）について、様々な技術が生まれ、商用化が進められている（図115-42）。

図115-42 スマート化技術の具体例



資料：経済産業省作成

これらの各種技術は既に一部の工場や発電所で導入が始まっている。経済産業省では、2016年度にスマート保安に係る先行的な技術導入事例について調査を実施し、『スマート保安先行事例集～安全性と収益性の両立に向けて～』として取りまとめた。本事例集における掲載企業（25社）のすべてが、スマート化を通じて、保安面及び収益面双方が向上と回答した（図

115-43）。また、本社部門が本社費用で現場ニーズを踏まえた技術導入を工場に打診し、効果が確認できた技術から他の工場に横展開するなど、本社と現場が一体となった「スモールスタート」が成功要因の1つとなったことが判明した（図115-44）。

図115-43 スマート化のメリット（保安面及び収益面）

保安面のメリット	具体例	収益面のメリット	具体例
従来把握できなかった状態の監視 13/25社	ドローンの活用により、 危険な現場の点検が可能となり、点検作業の安全性が向上 。また、従来目視点検では確認しにくく見落としがちであった箇所も 容易に確認可能 （関西電力）	維持修繕におけるコスト削減 23/25社	全て手作業で行っていた発注書作成等の作業を自動化することで、 業務工数を約4分の1に削減 。（JNC石油化学）
作業履歴の管理 12/25社	現場の作業に関するメモなど、 作業履歴を電子データ化 。タブレット端末を用いて効率的かつ効果的に入力・保存できる 仕組みでバックアップ （住友化学）	生産性向上による売上拡大 10/25社	異常予兆検知システムにより、 異常への早期対応及び安定稼働が可能 となり、 品質のぶれ幅を縮小 。品質を一定に保つことで従来より売上を向上（宇部興産）
故障の予測 10/25社	新たに配管の腐食速度、腐食倍率を導きだし、 配管の腐食を予測することで、配管からの漏れ等のトラブルを未然に防止 （旭化成）	エネルギーコストの削減 2/25社	熟練のノウハウ、過去の実績等を組み合わせた シミュレーションにより、工場全体の総光熱費の1.2%改善 （花王）
熟練ノウハウの蓄積・可視化 7/25社	IT技術を駆使して、 熟練運転員の意思決定方法をシステム化し、運転員の的確な判断と迅速な対処に貢献 （ダイセル）	新ビジネス創出を通じた売上拡大 1/25社	将来的には、 設備故障の予兆監視等の各サービスを国内外の火力発電事業者 に提供する予定であり、 インフラ輸出にもつなげる 。（中部電力）

* 企業によっては複数のメリットが該当

資料：経済産業省作成

図 115-44 スマート化の成功要因

成功要因	具体例
① システムの調整・最適化 13/25社	アラーム作動の閾値や優先度等を3ヶ月に1回 作業員の技量等に合うよう見直すこと で、 監視漏れ・操作ミスの防止効果を最適化 （日本エイアンドエル）
② ボトムアップの文化・仕組み 12/25社	本社経営層が生産現場を理解することを重要視し、 本社の保安部門等では現場経験者を半数程度配置。現場からの提案を促進する文化を形成 （太陽石油）
③ 強いリーダーシップ 11/25社	本社IT部門が、本社の費用負担でのタブレット導入を各工場に打診し、製造現場へのタブレット導入を推進 （日本曹達）
④ 技術研修 8/25社	従来より自社内のプラント設計理論に詳しい人材に データ解析の方法を教えることで、データサイエンティストを育成 （宇部興産）
⑤ 段階的な導入 8/25社	本社がスモールスタートで多数の技術導入の検討を進め、効果が確認できたものから、拡充や複数事業所への横展開を実施 （住友化学）
⑥ システム導入のタイミング 5/25社	国内電力の需要低下に伴い、 新ビジネスの機会創出等の必要性が認識され、更に社会がIoTなどの新技術に注目するようになった時宜を得て導入 （中部電力）
⑦ 外部専門企業との協働 3/25社	保安ベンダーと共同で、運転員の非定常時の対応力など、自社人材の保安面での熟練度合に合ったアラームマネジメントシステムを導入 （日本エイアンドエル） * 企業によっては複数の成功要因が該当

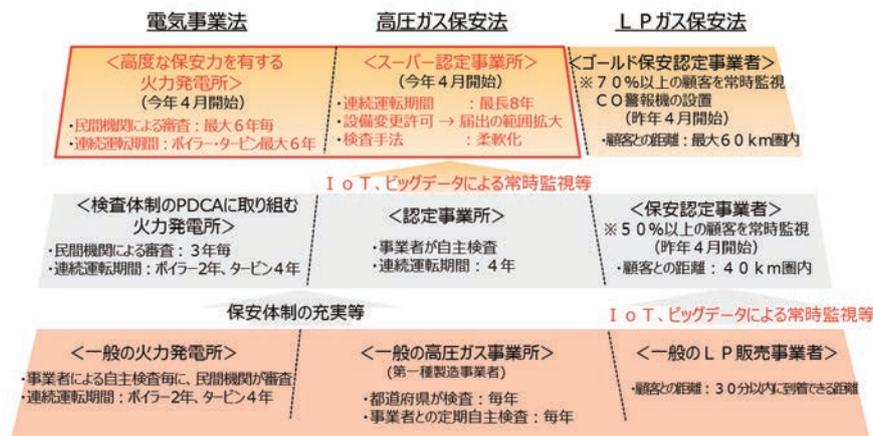
資料：経済産業省作成

- これらのスマート化投資を一層後押しするためには官民で連携して、各種政策対応を行うことが必要である。経済産業省は、
- IoT・ビッグデータ・AIを活用した高度な自主保安を行う事業者に対して規制上のポジティブ・インセンティブを導入するなど、保安力に応じた規制により、自主保安を一層促進させること（自主保安の高度化）
 - 規制における現状の「仕様規定」から、保安を確保するうえで必要となる要件のみを定める「性能規定」化を推進するとともに、簡便なチェックにより例示基準にない新技術についても速やかに採用されるような制度設計を行うこと（新技術への対応の円滑化）
 - リスクを再評価した上で、その程度に応じてメリハリのある

規制体系を再構築すること、事故報告や申請手続きの在り方を見直すことにより規制に係るコストを合理化させること（安全レベルの維持・向上を前提とした規制やコストの合理化）

の3つの方針に基づき2015年より規制の見直しを行っており、現在多くの制度改正を実施している。特に、IoT・ビッグデータ・AIなどの活用による高度な自主保安を行う事業者へ連続運転などポジティブ・インセンティブを付与する仕組みについては、高圧ガス保安法・電気事業法・液化石油ガス保安法といった各分野で導入が進められており、事業者のスマート化投資を促している（図115-45）。

図 115-45 各制度におけるポジティブ・インセンティブのイメージ



資料：経済産業省作成

このような法令見直しに加え、今後、IoT・ビッグデータ・AIを更に活用促進していくに当たって事業所間でデータに係る協調領域を整備し、ビッグデータとして共有していくことが重要であるため、経済産業省と複数企業でプラントにおいてIoT、ビッグデータなどを活用する保安技術に係る実証事業を2016年度より実施しており、今後企業間を超えたデータの利活用に係るルール整備を進めていく。また企業のみならず、官側のIT化、データ利活用の促進を図るべく、産業保安法令手続の全面的なオンライン化や申請に係るデータのオープンデータ化を進めている。

また、損害保険会社でもプラント・インフラ事業者などのスマート化を後押しすべく、上記スーパー認定事業所制度における第三者評価機関としての参画や、既存のサイバーリスク保険におけるサイバー攻撃によるスマート保安システムの事故対応

の補償を追加するなど、官民で連携してスマート化の一層の促進が図られている。

(4) 民間推進団体を中心とした取組

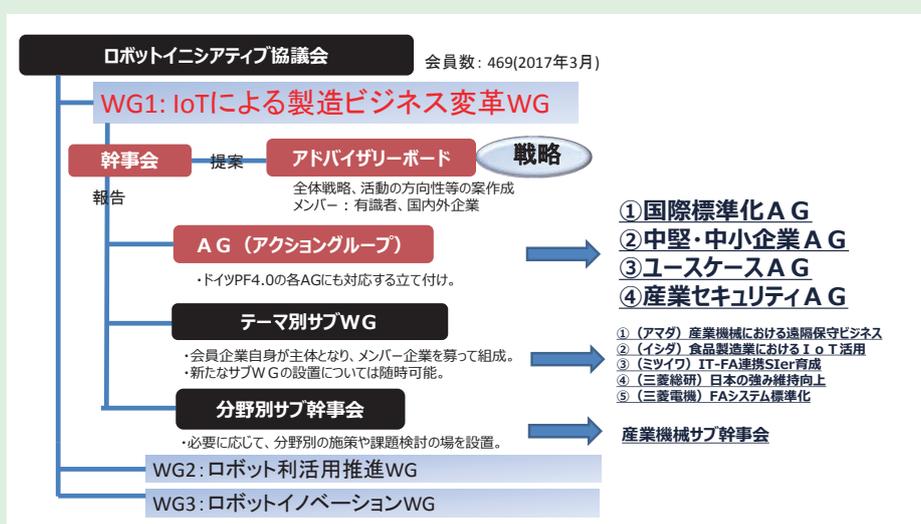
日本国内においても、主に製造業企業を中心とした民間推進団体のIoTなどに係る取組が活性化してきている。具体的には、(一社)日本機械工業連合会内に事務局を置く「ロボット革命イニシアティブ協議会(Robot Revolution Initiative)」、法政大学の西岡靖之教授が中心となり民間企業の賛同者などが発起人となって設立した「Industrial Value chain Initiative (IVI)」、産業横断的に先進的なIoTプロジェクトの創出を目指して設立された「IoT推進ラボ」などにおいて、本格的な取組が開始されるなど、活動が大きく進展してきた。

コラム ロボット革命イニシアティブ協議会の取組

2015年5月に設立された、(一社)日本機械工業連合会内に事務局を置く「ロボット革命イニシアティブ協議会(Robot Revolution Initiative、以下RRIと呼称)」のWG1(IoTによる製造ビジネス変革ワーキンググループ)において、我が国製造業におけるIoTなどに係る取組が加速している。

RRIは、2016年4月28日、日独政府間のIoT/インダストリー4.0の分野での協力に関する共同声明発表に際して、民間推進団体間での同分野での協力として、ドイツのインダストリー4.0の推進母体であるPlattform Industrie4.0との間で共同声明を発表した。国内関係者での議論・取組推進とともに、日独協力の推進を一層図るべく、2016年9月に、全体戦略やロードマップを議論する「アドバイザリーボード」、国際標準化戦略を議論する「国際標準化アクショングループ(以下、AGと呼称)」、先進事例の収集・PRを図る「ユースケースAG」、中堅・中小製造企業へのIoTなどの導入の促進を図る「中堅・中小企業AG」の3つのAGを設置し活動を開始するとともに、2017年4月には、産業セキュリティを議論する「産業セキュリティAG」を設置して、本格的な取組を開始した。日独協力を表明した両団体は、共同声明発表後、IoT/インダストリー4.0に関する様々な横断的な課題の解決に向けて両国間での連携を続けてきており、2017年3月のCeBITの場において、国際標準化や産業セキュリティ、先進事例創出などの分野に関して連携の成果を発信した。

図1 ロボット革命イニシアティブ協議会の組織図



資料：経済産業省作成

また、AGのほかに、関係者が集まって分野別の課題を深掘りして検討する場である「サブ幹事会」として「産業機械サブ幹事会」が存在し、工作機械メーカーのノウハウや工作機械の機能に基づくスマートマニファクチャリングの実践に向けた課題検討に関する議論が活性化している。

発足後に同サブ幹事会が実施した主なアクションとして、人によるカイゼン作業を反映することができる、現場力を活用したサイバーフィジカル生産システム概念を提案するとともに、本システムの分析のための人の判断などを取り入れた情報モデルを作成・提案した。また、機械の稼働進捗モニタリングの高精度化、工作機械の状態などの情報に基づく品質管理、工作機械メーカーのノウハウを活用した保全サービスなどのユースケースの分析にこの情報モデルを応用し、工作機械やその他の周辺装置が持つべきインターフェースの可視化・分析なども実施しており、これらの成果に関しては、CeBITの場で発表した。今後は、エンジニアリングチェーンとサプライチェーンの融合やサイバーセキュリティなどの課題に関して、具体的なユースケースを用いた課題の抽出と検討を実施していくこととしている。

図2 現場力を活用したサイバーフィジカル生産システム

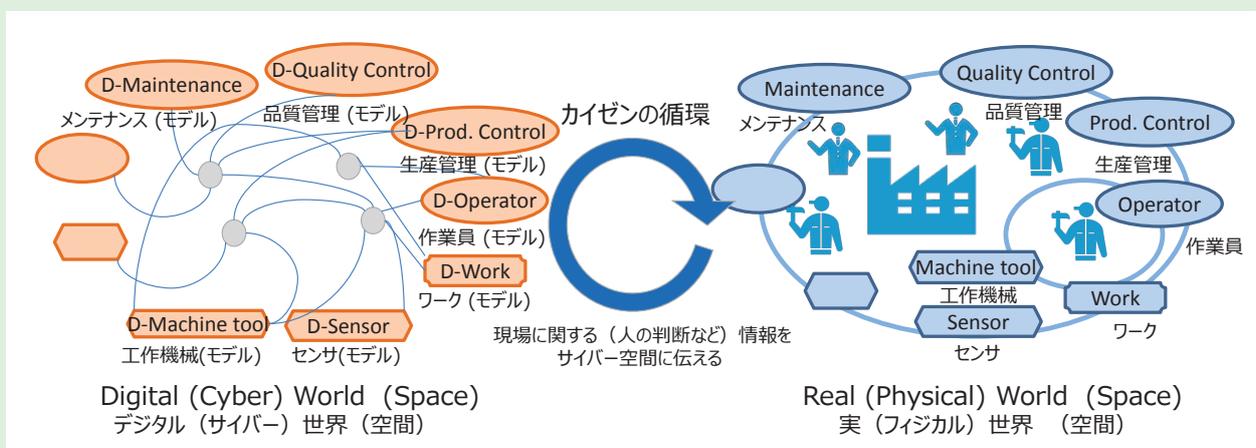
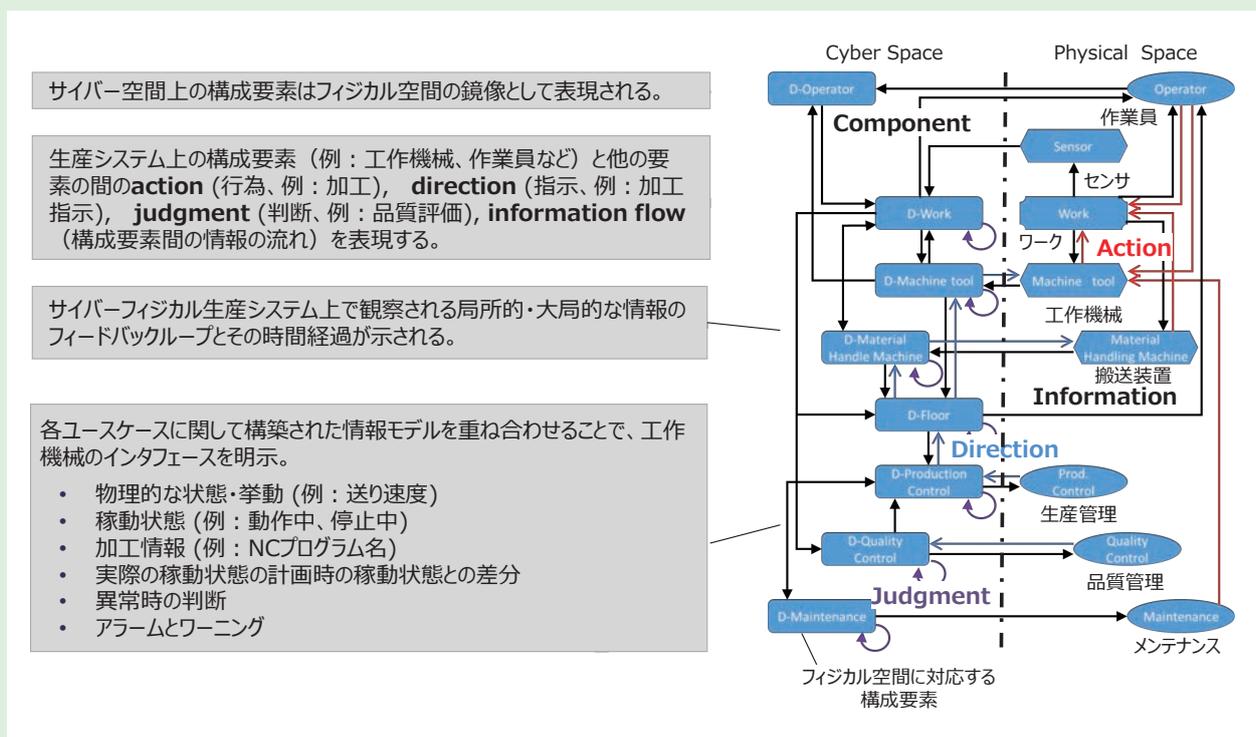


図3 人の判断などを取り入れた情報モデル



資料：RRI IoTによる製造ビジネス変革WG 産業機械サブ幹事会 活動成果である「シリーズ：スマートマニファクチャリングの実践、ケース：現場力を活用するサイバーフィジカル生産システム」の要約版 (<https://www.jmfrri.gr.jp/info/432.html>)

コラム

Industrial Value chain Initiative の取組

2015年6月、法政大学の西岡靖之教授が中心となり民間企業23社の賛同者などが発起人となってコンソーシアム（任意団体）としてIndustrial Value chain Initiative（以下、IVIと呼称）が設立された。また、2016年6月には、一般社団法人化した。IVIは、協調領域と競争領域を切り分け、協調領域をリファレンス・モデルとして整理し共有することで、各企業の固有の技術が相互につながるしくみを構築することを目的としている。ビジネス連携・標準モデル・プラットフォームなどの各種委員会を立ち上げ、参加企業間で議論や実証などを進めている。

サービス中心の世界に移行して従来の製品づくりからコトづくりが重要となる中で、企業間で「コト」そのものや「工場」同士のつながりを実現していくには、コンポーネントからシステム・人に至るまで、さまざまな物事を標準化することが必要となる。IVIは、日本独自の現場力などを生かすために、より現実的な課題を起点として問題解決への議論を進めるとともに、そこで生み出した解決の形を標準化する「ゆるやかな標準」を積み上げてきた。

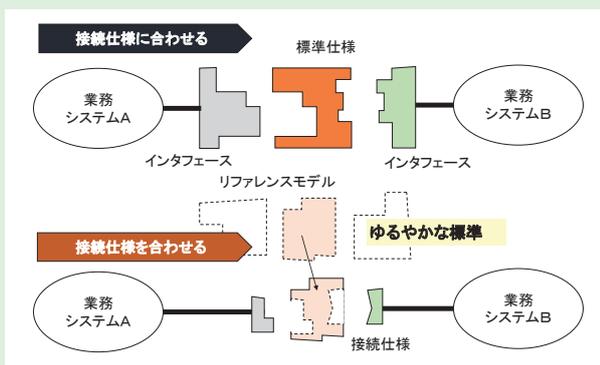
さらに、実際に「つながる工場」などを実現するためには、現場起点のボトムアップな取組だけではなく、トップダウンな観点で、製造業のビジネス状況に合わせた一種のテンプレート（ひな型）が必要であるという認識の下で、「異なる業務やシステム間でデータを相互利用するための仕組み」としてのプラットフォームの創出に力を入れ始めている。

また、2016年12月には独自のスマートマニュファクチャリングのリファレンス・アーキテクチャー・モデルであるIVRA（Industrial Value Chain Reference Architecture）を策定・公表した。本モデルは、欧米で開発されているRAMI 4.0、IIRAなどのリファレンス・アーキテクチャー・モデルに相当するもので、日本のものづくりにおける考え方も踏まえて考案されており、製造業全体をサプライチェーン、エンジニアリングチェーン、企業レベルから装置レベルにわたる垂直な階層構造といった視点から捉え、また、その構成要素として人を内部に持つスマートマニュファクチャリングの自律的な組織が存在するのが特徴である。

2016年10月から2017年3月にかけて8つのプラットフォーム（生産技術情報、現場情報管理、計画実績連携、企業間連携、企業まるごとプラットフォーム、予知保全、設備管理、保守サービス）のモデルと要件を策定し、実際にプラットフォームビジネスを担う10のプラットフォームのサービスをIVIプラットフォームとして認定した。IVIプラットフォームでは、コンポーネント提供企業と実際のユーザー企業との間でエコシステムを構成し、Win-Winの関係を目指している。

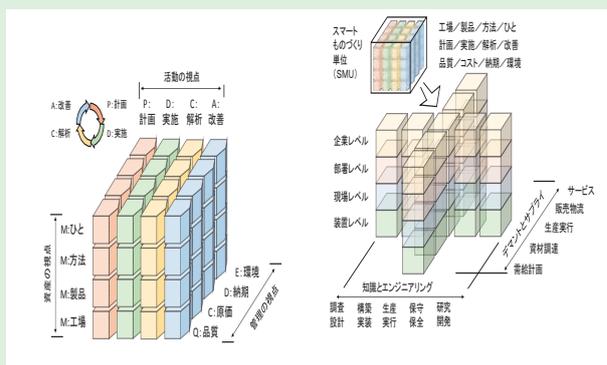
今後の取組としては、「そう簡単にはできない」ことをテーマ設定の条件とした未来プロジェクトへの挑戦を掲げている。理事長である西岡靖之教授は、「企業をこえてつながる工場が一気にデジタル化することで、わが国の製造業が、中小企業も含めて、グローバルなIoT時代のリーダーになってほしい」と今後の抱負を語っている。

図1 ゆるやかな標準のイメージ



資料：IVIより提供

図2 リファレンス・アーキテクチャー・モデル (IVRA) の概要



コラム

IoT 推進ラボの取組

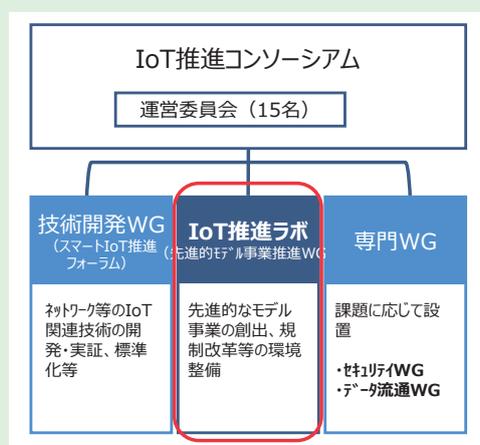
2015年10月に経済産業省、総務省が協力する形で設立された民主導の組織であるIoT推進コンソーシアムの下、先進的なIoTプロジェクトの創出を目指しIoT推進ラボが設置された。IoT推進ラボでは、先進的なIoTプロジェクトを創出し、これらをいち早く社会実装していくため、様々な活動を実施している。

その中心となる活動が、IoT Lab Selection（先進的IoTプロジェクト選考会議）である。これまで3回開催し、37のファイナリストを選出しており、ファイナリストに対しては、プロジェクトの実施及び社会実装に向けた資金面や規制面での支援を行うこととしている。第2回IoT Lab Selectionでは、製造業向けシステムのプラットフォームを目指す（株）smart-FOAがファイナリストとして選出されている。また、第3回IoT Lab Selectionでは、これまでの選考枠のほか、地域経済活性化枠と横断的プラットフォーム枠が新たに設けられた。この地域経済活性化枠の中からファイナリストに選出された群馬県桐生市のベンチャー企業が、（株）フルクである。寄り糸から縫製までの工場が集積する桐生市の特色を生かし、桐生発、日本の繊維産業の第四次産業革命を目指している。

また、このような先進的なプロジェクトの創出を企業の連携から生み出すため、分野別のマッチングとしてIoT Connection（ソリューションマッチング）を実施している。これまで2,000件を超えるマッチングを実施しており、製造業とITベンチャー企業など多くの異業種の連携が生まれている。

さらに、IoT推進ラボの活動を全国に浸透させるために、各地域の特性に応じたIoTの推進を支援するため積極的に取り組む自治体を「地方版IoT推進ラボ」として選定している。2016年7月に29地域、2017年3月に24地域を選定し、全国的な取組として発展している。また、3月に開催された合同イベントでは、地方版IoT推進ラボを中心に地方自治体がマッチングブースを設け、ソリューションマッチングの参加者との面談を行っている。

図 IoT推進コンソーシアムの体制図



資料：経済産業省作成

コラム

世界中のものづくりを愛する人のために・・・（株）smart-FOA

経済産業省とIoT推進ラボが主催する第2回先進的IoTプロジェクト選考会議（IoT Lab Selection）において、初の製造業のソリューションとしてファイナリストに選ばれたのが（株）smart-FOAである。AIやIoTの普及拡大を見据え、製造業のITシステムが抱える課題を解決するために同社は「FOAシステム」を構築したが、同システムの中核を占めているのは、「現場力」である。

同社の提供するFOAシステムの根底には、（株）ブリヂストンの元常務執行役員である同社の奥社長が、ブリヂストンによる米ファイヤーストーン社の買収直後に工場経営の建て直しを行った経験がある。

現場の状況を「見える化」するツールは多く生まれているが、それを管理層・経営層まで組織全体として「分かる化」するソリューションはなかなか存在しない。奥社長は、現場で起きたイベントに対し、「背景データ」や「説明データ」など必要な情報だけを付加した無駄のない情報の塊（情報短冊）として共有するデータフロー型システムを構築することで、こ

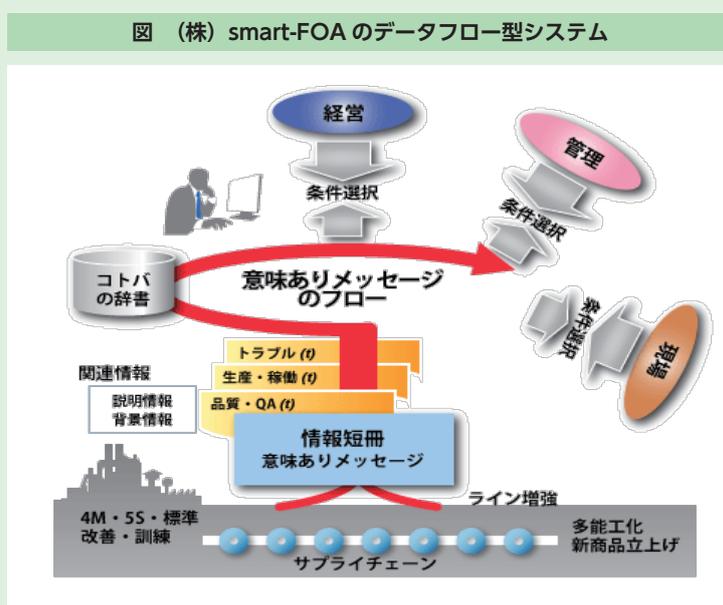
の「分かる化」を実現した。現場で着目すべきデータは実はそれほど多くないが、それを熟知しているのは、現場のベテラン達である。情報短冊は、ものづくりで多くの経験やノウハウを蓄積してきた「現場力」を持つ日本でこそ実現できたシステムといえる。

現在、多くの製造業が持つ情報システムは、部門ごとにデータベースが構築され、システム改修には多大なコストが掛かる。大規模なシステム改修では長時間停止も余儀なくされる。FOAシステムは意味のあるデータだけを取り出して共有することから、従来のシステムに依存せず、改修は容易でシステムを止める必要すらない。

さらに、「人」への「分かる化」を実現した無駄のない情報短冊がAIの活用においても重要な価値を持つことになる。FOAシステムで生成される情報短冊には、起きた事象に対して、その事象が起きたことを意味付けるデータが必要なだけ入っている。すなわち、機械学習におけるデータクレンジング不要な最高の教師データということになる。

30年前の米国で海外工場を再建するために現場で使われる言葉の定義を整理するところから始まったFOAの概念が、AIやIoTの時代においても「人」、「組織」、「AI」が協調する日本の製造業が目指すべき方向性を示している。

図 (株) smart-FOA のデータフロー型システム



出所：(株) smart-FOA より提供

(5) 各国の取組状況

① ドイツ

2013年4月、産学官でインダストリー 4.0 を推進していくための組織として、プラットフォームインダストリー 4.0 を発足させた。その後、2015年4月のハノーバーメッセにおいて、「インダストリー 4.0 実現戦略」を打ち出し、構想の実

現に向けた具体的なロードマップと、必要な基準や規格などを整理するためのリファレンス・アーキテクチャー・モデルである RAMI4.0 を明示して以降、国内外における取組を一層加速している。特に、近年では、政治を巻き込んだ形で国家レベルでの取組を推し進めている (図 115-46)。

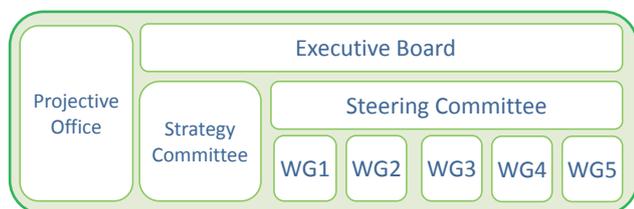
図 115-46 インダストリー 4.0 の経緯



資料：ZVEI（ドイツ電気電子工業連盟）プレゼン資料

プラットフォームインダストリー 4.0 では、5つのWG (①参照アーキテクチャ / 基準や規範、②研究とイノベーション、③ネットワークシステムのセキュリティ、④法的枠組み、⑤仕事 / 教育 / 訓練) を設けて、各種の取組を進めている。例えば、WG 1 (参照アーキテクチャ / 基準や規範) では、必要な標準や規格などを整理するための共通モデルとして示している RAMI4.0 を用いて、既存の規格や先進事例のプロット化・分析を実施している。また、WG 3 (ネットワークシステムのセキュリティ) では、企業を超えた価値創造を生み出すために安全で信頼性の高いデータ処理と外部攻撃からの保護などを確立していく際に必要になる、共通概念や言語の整理及び中小企業向けのガイドラインなどの整備に取り組んでいる (図 115-47)。

図 115-47 プラットフォームインダストリー 4.0 の組織図



資料：ZVEI プレゼン資料

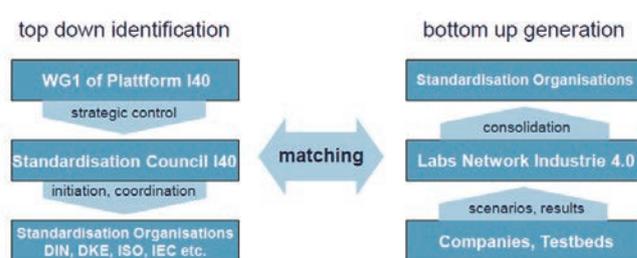
また、ドイツでは、製造業を中心としたデジタル化を進めるプラットフォームインダストリー 4.0 のプロジェクトへの注目度が増すにつれて、「第四次産業革命が起こると人々の働き方はどのように変わるのか」という点にも関心が集まるようになり、連邦労働社会省を中心に政府は 2015 年 4 月、「労働 4.0」というプラットフォームを立ち上げた。その中で、労使団体、学識者、その他の社会団体らが参画する「専門家グループ」と、ウェブサイトや SNS を活用してコメントやアイデアを公募する「一般市民グループ」の 2 つのグループを立ち上げ、人々の働き方の柔軟化とそれに対応する保護の在り方に関して議論を進めてきた。2016 年 11 月には、それらの対話プロジェクトの成果をまとめ、デジタル化時代の労働に適應するための様々な提案を盛り込んだ白書「労働 4.0」を発表した。

② フランス

フランスでは、2015 年 4 月に「未来産業アライアンス」(Alliance industrie du futur) を発足させ、未来の産業に関する先端技術の開発支援や中小企業を中心とした企業支援、人材育成などの活動を本格化させている。2020 年に向けた産業育成の取組として、同国は、「未来の産業」を一つの横断的分野として位置づけ、さらに、ソリューションを提供していくべき市場として 9 分野 (IoT、データ経済、スマートモビリティ、スマートシティなど) をターゲットとしてあげている。その中でコアとなる「未来の産業」を創出していくための対応

また、民間企業における自立的な動きも活発化しており、その一環としてシーメンスやドイツテレコムなどのドイツ企業を中心としたコンソーシアムである「Labs Network Industrie 4.0」が設立され、実証事業や技能移転のためのインフラ提供などを実施している。また、2016 年 4 月に、各種国内関係機関による資金提供によって、デジタル製造実現のための標準規格開発などをミッションとする団体である「Standardisation Council Industrie 4.0」を設立。ドイツ国内の様々な標準化機関の調整役として、国際標準化分野のロードマップ作成や国内の規格化へのニーズの明確化を図るとともに、国際機関におけるフロント役にもなっている。プラットフォームインダストリー 4.0 に加えて、新たに設立された両組織を中核に、国際標準化や先進事例創出などの取組を行っている (図 115-48)。

図 115-48 国際標準化などにおけるドイツ国内各種機関の関係図



資料：ZVEI プレゼン資料

として、「新技術開発」「中小企業の実装支援」「スキル訓練」「国際協力」「創造的な産業創出」の 5 つを中心的な活動分野として掲げ、ロードマップを作成し、重点的に取組を進めている。それらの取組として、例えば、中小企業約 3,400 社にデジタル技術の実装支援を実施、第四次産業革命対応の新しいスキル訓練のために 1 億ユーロを適用、約 200 件以上の先進事例をオンラインマップ上に収集するとともに先進事例の創出を推進。さらに、ドイツや日本を含む 4 力国との国際協力を実施して、取組を加速させている。

③ 英国

英国では、High Value Manufacturing (HVM) Catapult (高付加価値製造カタバルト) という旗印のもとで、製造業の取組を進めている。カタバルトとは、研究とビジネスをつなぐ橋渡し研究の強化を目指して、研究センターを英国内に設置する取組である。現在、「High Value Manufacturing」を始め、「Digital」「Cell and Gene Therapy」「Compound Semiconductor Applications」「Energy Systems」「Future Cities」「Medicines Discovery」「Offshore Renewable Energy」「Precision Medicine」「Satellite Applications」「Transport Systems」の分野で研究センターが設置されている。

「High Value Manufacturing CATAPULT」は 2011 年に最初につくられた研究センターであり、企業や大学が単独で

導入するのが難しいような最新の研究設備を整備し、多様な製造業を幅広く支援する。現在、以下の7つのセンターが英国全土に設置されている。

また、プログラムには、中小企業が新たな知識を大学や公的研究機関などに求める活動を促進する目的の制度であるイノベーション・バウチャー（大学や公的研究機関の専門家から知識移転を受けるために5,000ポンドを限度に支払いに利用できる）、大学院生の中小企業でのインターンシップに支援するプログラムなども含まれる。

- ①先進成型研究センター（Advanced Forming Research Centre（AFRC））
- ②先進製造研究センター（Advanced Manufacturing Research Centre（AMRC））
- ③プロセスイノベーションセンター（Centre for Process Innovation（CPI））
- ④製造技術センター（Manufacturing Technology Centre（MTC））
- ⑤国立複合材料センター（National Composites Centre（NCC））
- ⑥原子力製造研究センター（Nuclear AMRC）
- ⑦ウォリック製造グループ（Warwick Manufacturing Group（WMG））

④米国

（ア）米国における製造政策

2017年1月にトランプ政権となり、米国内製造業の復活に向けた方針が強く打ち出されているが、政権の具体的な施策として全体像は見えてきていない状況にある。一方、オバマ政権においても、リーマンショック後に製造業の重要性が再認識され、「先進製造パートナーシップ」として産学官の取組が進められてきた。2016年10月、その取組概要及び成果を記載した報告書が国家経済諮問会議から「米国製造業の再活性化

（Revitalizing American Manufacturing）」として出されている。同報告書では、製造業の重要性として、強い製造セクターが、成長するイノベーション経済に不可欠な理由として以下を掲げている。

- ・製造業に雇用される労働者の賃金は全体の平均値より20%高い。
- ・製造セクターは民間R&Dの75%を占め、すべての国内R&D従事者の6割を占めるなど、イノベーション活動に多大なる貢献をしている。
- ・製造関連の活動は多くのプラスのスピルオーバー効果をもたらす。

また、主要施策としては以下などを掲げている。

- ・製造業イノベーションのための研究所を全米に設立
「Manufacturing USA」（旧NNMI（National Network for Manufacturing Innovation））として、産学官連携（共同の資金提供）により3Dプリンターや光回路、スマート・センサーなどの分野ごとの15の先端技術の研究所を全米に設立（2016年末時点で12の研究所を設立済み、その他も間もなく設立見込み）。

- ・製造業の従業員の技能向上に向けた投資
製造業の従業員に対して最新のトレーニングを提供するため、コミュニティカレッジにおけるプログラムの再生に向けて投資を行う。また、賃金を得ながら学ぶことができる見習い制度（apprenticeships）を再活性化。
- ・研究開発やその他必要な投資促進を促すための税制など
- ・WTOの活用などによる製造業の競争条件の確保

なお、同報告書によると、成果としては、2010年初頭に比べ、製造業の直接雇用が80万人増加、景気変動サイクルによる影響を差し引いても少なくとも50万人の雇用増となるとともに、リーマンショック以降、製造業の成長率は経済全体の成長率の2倍に近い伸び率となっているという。

コラム “Manufacturing USA” について

米国ではリーマンショック後に製造業の重要性が再認識され、米国製造業の復活を目指した取組として2012年に「NNMI（National Network for Manufacturing Innovation）」が開始された。NNMIは2016年9月に「Manufacturing USA」に名称変更され取組が進められている。

具体的には、2017年末までに特定技術分野にフォーカスした15の製造イノベーションに関する研究所を全米各地に設立するとしており、2016年末までに12が設立され、総計1,000近い組織が同取組に参加している。予算面では2016年末までに連邦政府から8.5億ドル超の資金が投入され、同時に連邦政府以外からも18億ドル以上が投入されるなど、産学官連携の下で製造関連の研究所が運営されているのが特徴である。

国防総省、商務省、エネルギー省など省をまたいだ取組として位置づけられているが、本部は商務省・国立標準技術研究所（NIST）に設置されている。取組の重点としては産学官連携の下、基礎研究と事業化の間を橋渡しするステージに置かれており、当該ステージの研究に強い、ドイツのフラウンホーファー研究所（FhG）を一つのモデルにしたといわれる。人材育成プログラムを含むのも大きな特徴である。

【研究所ごとの技術分野（既設又は設立が決まっているもの）】

- ・「3D プリンター」
- ・「次世代パワエレ」
- ・「フレキシブル・エレ」
- ・「化学」
- ・「ロボット」
- ・「デジタル製造・設計」
- ・「コンジット材料」
- ・「機能繊維」
- ・「バイオ医薬品」
- ・「3R 製造」
- ・「軽量材料」
- ・「光回路」
- ・「スマート製造」
- ・「細胞工学、再生医療」

Institute	Technology	Location
America Makes, the National Additive Manufacturing Innovation Institute (NAMII)	3D printing	Youngstown, Ohio
The Digital Manufacturing and Design Innovation Institute (DMDII)	Digital manufacturing	Chicago, Illinois
Lightweight Innovation For Tomorrow (LIFT)	Lightweight materials	Detroit, Michigan
Next Generation Power Electronics Institute (Power America)	Wide-bandgap semiconductors	Raleigh, North Carolina
The Institute for Advanced Composites Manufacturing Innovation (IACMI)	Composite materials	Knoxville, Tennessee
American Institute for Manufacturing Integrated Photonics (AIM Photonics)	Photonic integrated circuits	Rochester, New York
The Flexible Hybrid Electronics Manufacturing Innovation Institute (Next Flex)	Flexible electronics	San Jose, California
Advanced Functional Fabrics of America (AFFOA)	Textiles	Cambridge, Massachusetts
Smart Manufacturing Innovation Institute	Smart manufacturing	Los Angeles, California
Rapid Advancement in Process Intensification Deployment Institute	Chemical	New York, New York
The National Institute for Innovation in Manufacturing Biopharmaceuticals (NIIMBL)	Biopharmaceutical	Newark, Delaware
The Advanced Regenerative Manufacturing Institute (ARMI)	Tissue Bio manufacturing	Manchester, New Hampshire
Advanced Robotics Manufacturing (ARM)	Robotics	Pittsburg, Pennsylvania
Reducing Embodied-energy And Decreasing Emissions (REMADE)	Recycling, Reuse, Sustainable Manufacturing	Rochester, New York

資料：「米国製造業の再活性化 (Revitalizing American Manufacturing)」

(イ) インダストリアル・インターネット・コンソーシアム (Industrial Internet Consortium (以下、IIC))

2014年、航空機エンジンなど製造物に取り付けたセンサーから取得したデータを分析・活用し、機器制御の効率化や保守の高度化を目指す動きとして、General Electric (以下、GE) がインダストリアル・インターネットという概念を提唱した。この動きを推進するため、GE が中心となって米国企業5社 (AT & T、GE、IBM、インテル、シスコシステムズ) が発起人となり、インダストリアル・インターネット・コンソーシアム (IIC) を設立。米独日を中心とした約250を超える企業・団体が参画して、IoT市場拡大を加速するために必要となる相互運用性実現のための関連技術の特定、標準化に向けたアーキテクチャー・データ定義・接続性などの視点でのガイドライン作成、それらの技術要素をベースにした共同実証の場の

提供による先進事例の創出、更には重要な標準規格領域に対する規格仕様の定義と規格仕様の標準化団体への提案などを行っている。

(A) 組織構成

全体の組織構成としては、IICの全体運営方針を決める運営委員会と、必要なアクションを実施するWGにおいて活動を行っている。運営委員会は、創設メンバーのGE、IBM、インテルに加えて、Schneider Electric (議長:フランス)、SAP (ドイツ)、Bosch software innovations (ドイツ)、更にはHuawei (中国)、富士通 (日本) などが現時点でメンバーになっており、発足当初に比べて、独仏などのヨーロッパ勢が意欲的に参加してきている傾向にある。WGは、①ビジネス戦略・ソリューションのライフサイクル、②リエゾン、③マーケティング、④セキュリティ、⑤テクノロジー、⑥テストベッドという

6つの分野の下で取組を実施している。その中でも、主となる取組を以下概観する。

(B) テクノロジー分野 (Industrial Internet Reference Architecture)

2015年6月に初版が発行された、リファレンス・アーキテクチャー・モデルである Industrial Internet Reference Architecture (以下、IIRA) を始めとする相互運用性実現のために必要なテクニカル・ペーパーが定義されて、その開発と継続的改定の作業を行っている。それに沿った実証実験 (テストベッド) や、既存規格の位置づけを可視化することにより重複や欠如箇所の特定を進めている。

(C) セキュリティ分野 (The Industrial Security Framework)

同WGでは、2016年9月に、インダストリアル・インターネットを実現していくためにはどのようなセキュリティが必要になるかという観点で必要な要素などを記載した「Industrial Internet Security Framework」を公表した。本フレームワークは、セキュリティ実装のためのガイダンスと実用的なテクニックを示したものであり、情報セキュリティや運用技術など関心分野が異なる多様な専門家の視点を集約して、セキュリティ確保に必要な「信頼性 (Trustworthiness)」を、Safety、Security、Resilience、Reliability、Privacy の5つの要素を組み合わせることで実現できるとしている (図115-49)。

図 115-49 信頼性 (Trustworthiness) と Security Framework



出所：IIC「Industrial Internet Security Framework」

(D) テストベッド

テストベッドは、革新的な製品・サービス・開発手法論の実現可能性を検証するために、利用可能な技術の検証、革新的製品やサービスの実現性に関して、複数企業がパートナー関係を確立して実環境で共同実証する場である。共同実証は、参加企業メンバーが自発的にチームを結成し、テストベッドとしてのレビューを受けた後に提案チームにより実施される。現在は、産業横断的に24のテストベッドがIICテストベッドとして承認され、その内容が公開されている。成果は、IICメンバーに対して公開され、ベストプラクティスとして利用可能な点や発見された課題などが共有され、新たな規格へのニーズを発見した際には、テクノロジー及びリエゾン・グループを通じて標準化団体へと提案される。その中の一つとして、OT (生産技術) とITが事前統合された環境を備えたプラットフォームを提供することによってFAアプリケーションの開発を容易にすることを目指した「ファクトリーオートメーション・プラットフォームサービス」テストベッドが存在し、(株)日立製作所と三菱電機(株)がインテル日本法人とともにプロジェクトリーダーとして参画している。また、工場運用の可視化を図り、運用最適化のための運用シミュレーションの実現を目指した「工場オペレーションの可視化&インテリジェンス」テストベッドに

は、富士通(株)がシスコシステムズとともにプロジェクトリーダーとして参画している。

(E) インダストリー4.0などとの協力

2016年3月に、ドイツのプラットフォームインダストリー4.0とIICとの間で、標準化(RAMI4.0-IIRA相互運用性確保)やテストベッド相互アクセス(共同プロジェクト)などに関して連携・協力していく旨を発表した。その背景には、両組織が発表したリファレンス・アーキテクチャー・モデルの相互運用性が保たれないことによる市場の混乱を避けるために、双方の潜在的な整合性を探り、両モデルの視点からみた技術的な問題を明らかにしていくといった意図がある。協力関係の進捗として、両プラットフォーム間に、6つのJoint Task Group (①製品・生産システム・ソリューション、②RAMI4.0とIIRAの整合性確保、③テストベッド協力、④標準化・相互運用性、⑤セキュリティ、⑥協力概要とロードマップの準備)を設けて、それぞれの分野について取組を推進している。

⑤中国 (中国製造2025)

2015年5月、中国政府(国務院)は中国製造業の発展を目指す行動計画として、「中国製造2025」と呼ばれる国家戦略

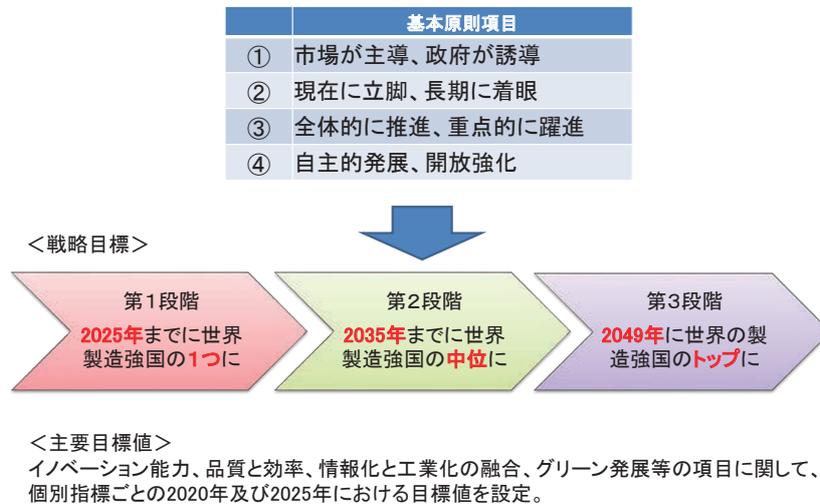
を発表した。同戦略策定の背景には、デジタル技術の進展が次世代情報技術と製造業の融合・深化などをもたらすことで全世界の製造業の構造が重大な変換点に直面していること、労働力など生産コストの上昇や投資・輸出の伸び鈍化などが示しているように中国の経済発展環境に重大な変化が発生していること、そのような情勢の中で中国製造が規模の大きさから強さへの変質を迫られていること、などが存在するとされる。同戦略は、「2025年までに世界製造強国の1つになる」、「2035年までに世界製造強国の中位になる」、「2049年に世界の製造強国のトップになる」といった3段階の戦略目標を掲げ、製造業イノベーションセンター（工業技術研究基地）の建設や工業基礎強化に加えて、スマート製造やグリーン製造などの5つの項目については「5大プロジェクト」として位置づけて、2020年及び2025年までの具体的な目標を設定している。

また、同戦略では、次世代情報技術産業や高度なデジタル制御が可能な工作機械・ロボットなどを含む10の分野に重点的な資金配分などを実施する方針としており、中国政府として、製造業の対外開放の更なる拡大や多様な人材育成システムの整備、金融支援政策の改善などについても支援対象としている。

実際に、例えば、政府支援の投資ファンドについて、中国の政策金融機関である国家開発銀行が「中国製造2025」を推進するための戦略提携を推進母体である工業情報省と結び、融資を行う方針を決定している。

同戦略策定には、ドイツが打ち上げたインダストリー4.0の影響を受けたともいわれており、2015年7月、両国は「中国・ドイツ企業のスマート製造と生産工程のインターネット化協力の展開を推進するMOU」に署名。さらには、同年10月のメルケル首相訪中時には、「中国製造2025」と「インダストリー4.0」戦略のドッキングと新たな工業革命の共同推進の方針を打ち出した。これらの動きを受けて、2015年12月、中国政府は、遼寧省の省都・瀋陽市での「中独ハイエンド設備製造産業園」の設立を承認し、ドイツ企業を中心とした国内外企業の誘致を行い、地域発の製造業のスマート化・高度化の取組を開始している。また、2016年4月には、広東省深圳市で、「中独スマート製造連盟」が発足し、スマート製造関連企業の対話、技術協力を始めとする交流のプラットフォームとしての活動を開始している。

図 115-50 中国製造 2025 の基本原則（4つの原則）と戦略目標



資料：「中国製造2025」から経済産業省作成

（6）各国との協力

①日独

デジタル技術の発展に伴って、モノとモノ、人と機械・システム、企業と企業などあらゆる事象が繋がる産業社会の到来が現実味を帯びてくる中で、双方共に製造業に強みを有する日本とドイツは、このような産業社会を創っていくために必要な共通基盤を協調・連携して迅速に整備すべく、協力ニーズがある分野を特定し、協力を開始している。

（ア）「IoT・インダストリー4.0協力に関する共同声明」（次官級）（2016年4月）

2015年3月の日独首脳会談において、IoTなどの分野にお

ける経済協力について両首脳間で一致して以降、経済産業省とドイツ経済エネルギー省の間で協力の具体化に関する議論が進展してきた。2016年4月には、我が国経済産業省とドイツ経済エネルギー省の次官級で「IoT・インダストリー4.0協力に関する共同声明」を発表した。共同声明の中では、両省間で、IoT・インダストリー4.0協力に関する局長級対話を毎年実施することとし、具体的な協力分野として、①産業サイバーセキュリティ、②国際標準化、③規制改革、④中小企業、⑤人材育成、⑥研究開発、を掲げた。また、民間のプラットフォーム間での協力も推進すべく、RRIとプラットフォームインダストリー4.0の間で連携強化に係る共同声明を同時に発表した。なお、研究開発協力という観点では、2016年2月に、産業技

術総合研究所とドイツ人工知能研究所（DFKI）との間で研究協力の Lol（Letter of Intent）が締結されている。

（イ）「ハノーバー宣言」（閣僚級）（2017年3月）

さらに、より実践的で広範囲な日独協力を進めるべく、例年3月にドイツのハノーバーにおいて開かれる国際情報通信技術の見本市である CeBIT 2017 の場において、2016年4月の次官級の共同声明を経済産業省・総務省とドイツ経済エネルギー省間の閣僚級へと格上げする形で、これまでの協力成果と今後の取組をとりまとめた「ハノーバー宣言」を締結・署名するとともに、併せて新たな取組となる「研究・開発及びイノベー

ションに関する相互協力に係る共同声明」、「電動モビリティ・自動運転・コネクテッドカーなどに関する覚書」についても締結・署名を行った。CeBIT 2017 は、日本がパートナーカントリーとなっており、安倍首相及びメルケル首相の両首脳が出席する中で、日本からも120社近くの様々な業種の企業が参加し、世界に向けて日独連携の進捗や各企業の取組を発信した。

閣僚間で締結した「ハノーバー宣言」に関しては、2016年4月に取り決めた6分野に加えて、新たに3つの分野を加えた9つの分野に関して、今までの取組の進捗の確認とともに、今後の協力の方向性について取り決めた。概要は以下のとおりである（図 115-51）。

図 115-51 第四次産業革命に関する日独共同声明（ハノーバー宣言）の詳細

- 昨年、日独経産省の次官級で締結された「IoT・インダストリー4.0協力に関する共同声明」を、本年、閣僚級へと格上げするもの（経産大臣・総務大臣が署名。官民の関係機関を巻き込んでIoT協力を推進）
- 社会課題の解決に向け、新たな技術の積極的な活用、協力・協働及び人材育成が重要であるとの認識の下、今年は、さらに以下の内容の連携を進める。

新たな協力内容

- (1) IoT・インダストリー4.0に関するサイバーセキュリティ
 - サイバーセキュリティ関連の国際標準化に向けた議論を加速。ICT分野のセキュリティ知見を共有。
- (2) 国際標準化
 - IoT・インダストリー4.0に関する横断的モデルを2017年1月に日本からIECに提案。ISO、IEC等において、日独でこの分野の標準づくりの議論を先導。
- (3) 規制改革
 - データ自由流通原則(G7)の推進、OECDを活用した同原則の効果測定に関する協力
- (4) 中小企業支援
 - 日独のIoT活用に秀でた中小企業の相互訪問・知見の共有を継続(2月に独8社、3月に日本10社が相手国を訪問)。
 - 日独の中小IoT企業連携を両国政府が資金面で支援。オンラインマップで先進事例の見える化・共有・連携促進。
- (5) 研究開発
 - 産総研や情報通信研究機構と、独・人工知能研究所(DFKI)のMoU。NEDOコアファンド等で企業連携支援。
- (6) プラットフォーム(民間推進団体間の協力)
- (7) デジタル人材育成
 - ものづくりを中心とした既存従業員のデジタルスキルの習得・スキル転換に向けた政策連携
- (8) 自動車産業
 - 自動車産業政策に関する協議の実施(他省庁・企業も随時参加)。充電インフラ協力に加え、自動運転・コネクテッドカー等の議論を開始。
- (9) 情報通信分野の協力

共同声明署名者



世耕大臣、高市大臣(当日は太田大臣補佐官が代理出席)



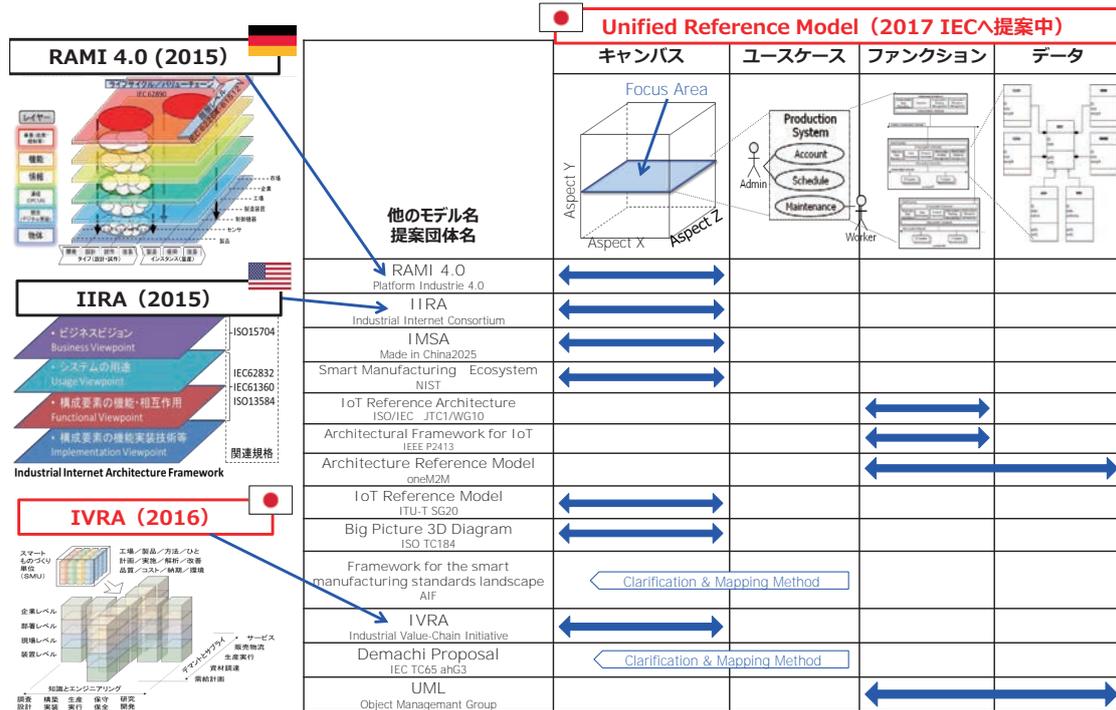
ツィプリス経済エネルギー大臣

備考：「ハノーバー宣言」の詳細 <http://www.meti.go.jp/press/2016/03/20170320002/20170320001.html>
資料：経済産業省作成

日独協力に関するこれまでの成果としては、特に、産業サイバーセキュリティ及び国際標準化分野における協力成果として、両国の専門家の間で複数回にわたって協力内容を議論する専門家会合を実施し、「共通見解文書」を策定・発出している（図

115-52）。さらに、民間推進団体間の協力成果として、両国が製造業を中心としたIoTなどの活用の先進事例をWeb上にまとめた「ユースケース・オンラインマップ」を作成し、両国の企業の先進的な取組事例の見える化を図った（図 115-53）。

図 115-52 「共通見解文書」に含まれる国際標準化の動向



資料：経済産業省作成

図 115-53 ユースケース・オンラインマップと日独連携



備考：オンラインマップの参照先 (<https://www.jmfrri.gr.jp/429.html>)
資料：経済産業省作成

また、このCeBITの場を利用して、第四次産業革命を経て我が国産業が目指す姿としての“Connected Industries”というコンセプトを世界に発信した。今後、政府をあげて、“Connected Industries”の実現に向けて、各種の施策を推進していくこととしている。

②日仏

第四次産業革命に関する日本とフランスの協力に関しては、日仏間の経済、産業協力及び技術開発などを議論する枠組みである「日仏産業協力委員会（経済産業省と仏・経済財務省企業総局との間の定期会合、毎年開催）」の中に、2017年1月、

新たに「Industry of the Future/IoT」WGを新設し、IoT分野で日仏の協力を進めることで合意した。今後、両国のファンディング機関であるNEDO及び「Bpifrance」による国際共同研究開発への助成事業により、IoTに関連した日仏企業間の共同プロジェクトを推進することを取り決めた。また、その他の具体的な協力分野として、マッチングイベントなどの開催による中小企業・ベンチャー企業の相互支援や、IoTセキュリティ・国際標準化分野でのプラットフォーム間や政府間での意見交換・協力などを掲げており、今後協力内容を具体化していくこととしている。

6 第1節のまとめ

これまでの分析で明らかになった、我が国の製造業の主要課題を端的に表すと、「付加価値創出・最大化」と「人手不足」であるといえる。前者の「付加価値創出・最大化」については長年の課題ではあるが、特に第四次産業革命により、経済のデジタル化が進み、グローバルでの競争がIoTやAIを用いたデータ活用によるサービス、ソリューション提供を通じた顧客価値の最大化へとシフトする中、我が国ではそうした取組が十分進んでおらず、引き続き「弱み」であり課題となっている。

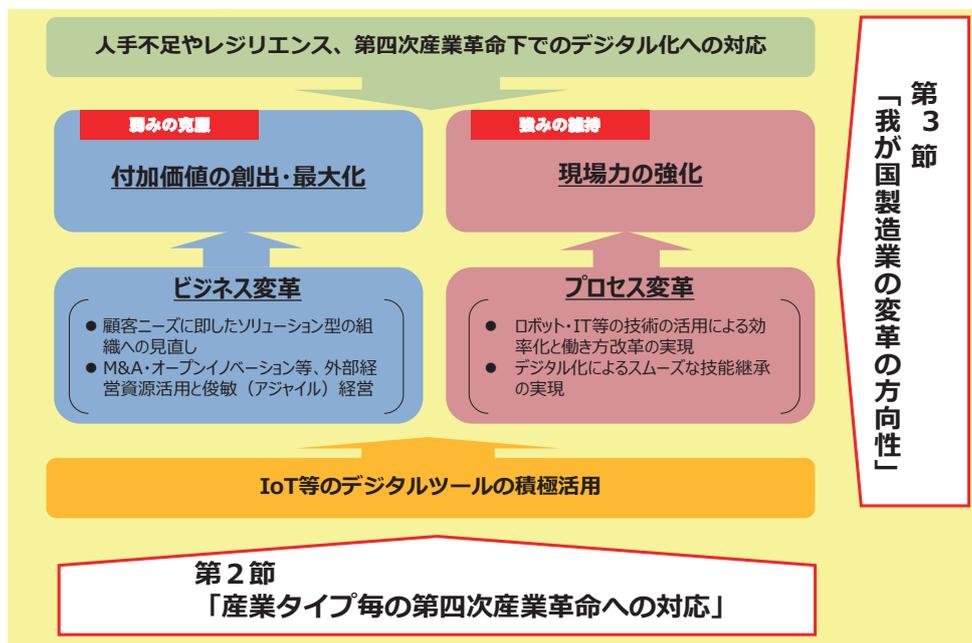
後者の「人手不足」については、経済産業省が行ったアンケート調査において、約8割の企業が人材確保について課題と認識しており、特に確保が課題となっている人材については、「技能人材」をあげている企業が過半数を超えている。我が国製造業の「強み」である「現場力」の維持、強化を図る上での課題でも、「人手不足」が筆頭にあげられているほか、国内回帰のための立地環境としても「人手不足」が課題として浮き彫りになっている。

しかし、先進的な企業では、工場内のデータ活用と生産現場

以外のデータ活用やデジタルツールの活用に積極的に取り組みつつ、現場力の向上及び顧客ニーズに対応したソリューション型の組織見直し、外部資源を積極的に活用した俊敏（アジャイル）な経営などといった、企業経営に関する課題解決の取組を一体的に進め、成果を上げつつある。

つまり、上記において述べた付加価値の創出・最大化という「弱み」の克服と、人手不足の課題解決による現場力の維持向上といった「強み」の維持・強化のいずれについても「IoTなどのデジタルツールの積極活用」が鍵を握ると考えられる。これらの結果を踏まえ、第2節「産業タイプごとの第四次産業革命への対応」では、第四次産業革命が進む中でこうした課題の解決に向けてIoTなどのデジタルツールの積極活用が鍵を握る中、製造業の産業タイプごとの取組の特徴などについて、先進事例を用いて提示することを試みる。また、第3節「我が国製造業の変革の方向性」では、我が国製造業の変革の方向性を、①現在の我が国製造業全体の課題であり一層の強化が期待される「付加価値創出・最大化」に向けた取組と、②現在の強みであり死守していくことが求められる「強い現場の維持・向上」の2つの観点から記載する（図116-1）。

図116-1 第1節のまとめ



資料：経済産業省作成