

労働移動が阻害されている面が指摘できる<sup>32</sup>。

以上を要約すると、外資系企業は総じて国内企業よりも生産性及び賃金水準が高い一方、人材確保の面、行政手続き面及びビジネスコストの高さなどの面で難しさを感じているとみられる。

先に述べたように、我が国経済が生産性を高めていくためには、グローバルな生産性フロンティア企業の対内直接投資による技術や経営ノウハウの伝播は重要な経路の一つである。

政府としては、法人実効税率の引下げ、コーポレート・ガバナンスの強化、農業、再生医療、エネルギー等の分野での規制の改革などビジネス環境の整備をこれまで行ってきたが、こうした取組に加えて、2016年に、「グローバル・ハブを目指した対日直接投資促進のための政策パッケージ」を打ち出し、規制・行政手続の改善やグローバル人材の呼び込み・育成、英語情報発信を進めているほか、第2章で取り上げたように我が国の人材が外資系企業を含めた成長産業にシフトできるような働き方改革も実行しており、今後そうした改革の成果が表れてくることが期待される。

## 6 第4次産業革命における新規技術の導入の影響

ここでは、近年急速に進展しているIoTやAIなどの技術革新の成果を取り入れることの重要性について考察するため、内閣府の「生産性向上に向けた企業の新規技術・人材活用等に関する意識調査」<sup>33</sup>（以下、「企業意識調査」という。）を基に、新規技術の導入状況及び新規技術の導入による成果についての定性的な認識や、生産性上昇率に与える影響を分析する。

### ● 第4次産業革命における新規技術

第4次産業革命とは、18世紀末以降の水力や蒸気機関による工場の機械化である第1次産業革命、20世紀初頭の分業に基づく電力を用いた大量生産である第2次産業革命、70年代初頭からの電子工学や情報技術を用いた一層のオートメーション化である第3次産業革命に続く、IoT、ビッグデータ、AI、ロボット等のコアとなる技術革新を原動力とした経済社会の大変革を指す<sup>34</sup>。

IoTとは、工場の機械の稼働状況から、交通、気象、個人の健康実態まで様々なデータ化された情報（ビッグデータ）をネットワークでつなげてまとめ、これを解析・利用することであり、これにより、工場等の保守管理、渋滞の緩和、健康管理などの面で新たな付加価値が生まれている。

AIは、コンピュータ自らが学習し、一定の判断を行うことが可能であり、ロボット技術やIoT

注 (32) 日本型雇用システムについては、内閣府（2016）第2章を参照。

(33) 2017年2月10日から同年3月3日にかけて、企業の第4次産業革命における新規技術の活用実績及び予定やそれに伴う経営戦略・組織構造・人材育成等の見直しについての意識を尋ねた。調査の概要は、付注3-4を参照。

(34) 各次産業革命の概要については、Kagermann et al.（2013）を参照。

と組み合わせて用いることで、自動運転や資産運用など様々なサービスの提供が可能となる。

なお、内閣府の企業意識調査では、上記のような新しい技術革新に加えて、近年注目が高まっている3Dプリンターやクラウドといった技術についても分析対象とした。ここで、3Dプリンターとは、データを基に立体を造形する機器であり、省スペースで複雑な工作物の製造も可能であり、試作品の迅速化などが可能になっている。また、クラウドは、従来は手元のコンピュータで管理・利用していたようなソフトウェアやデータなどが、インターネットなどのネットワークを通じて必要に応じて利用可能となる情報サービスのことであり、大容量のサーバーを低コストで利用可能となっている。

### ●新規技術のうちいずれか1つでも既に導入している企業は36%に上る

内閣府の企業意識調査によると、IoT・ビッグデータ、AI、ロボット、3Dプリンター及びクラウドのうち、いずれか一つでも2017年2月時点で既に導入していると回答した企業が全企業に占める割合は36%となっている（第3-1-10図（1））。また、いずれの新規技術も導入していないが、少なくとも1つの新規技術の導入を検討している企業は24%となっている。すなわち、我が国の6割程度の企業がこうした新規技術に対して関心を持ち、活用に向けて少なくとも検討を進めていることが分かる。

ここで、導入している企業の割合が最も高かった新規技術は、クラウドであり、導入済みの割合は28%、導入検討も含めると半数以上にも上った。業種別にみても、幅広い業種で約2~5割の企業が導入しており、特に電気・ガスなどのインフラ関連業や金融・保険業、サービス業では、普及が進んでいる様子がみてとれる（第3-1-10図（2））。さらに、導入検討も含めた企業の割合は幅広い業種で一層高まっている。

次に、IoT・ビッグデータは、導入済みが約6%、導入検討を含めると約23%と、クラウドに次ぐ割合となっている。業種別にみると、電気・ガス・水道・熱供給業の6割が導入しており、導入検討も含めれば8割に及ぶ。次いで金融・保険業において、導入済み企業が約9%、導入検討を含めれば5割弱となっている。金融・保険業での活用が進んでいる背景には、フィンテックの進展が大きいと考えられる<sup>35</sup>。

続いて、ロボットの導入済企業は約11%、導入検討も含めると2割強となっているが、業種によって活用状況に大きなばらつきがある。具体的には、鉱業、製造業、金融・保険業、電気・ガス・水道・熱供給業では、導入を検討している企業も含めるとおおむね3~5割程度である一方、建設業、卸売・小売、飲食店、不動産業、運輸・通信業、サービス業ではおおむね1~2割程度となっている。

また、3Dプリンターの導入済企業は約8%、導入検討を含めると約16%であり、業種別にみると、活用及び導入検討が行われているところは、製造業、電気・ガス・水道・熱供給業で

注 (35) 最近のフィンテックの進展については、内閣府政策統括官（経済財政分析担当）（2017）を参照。

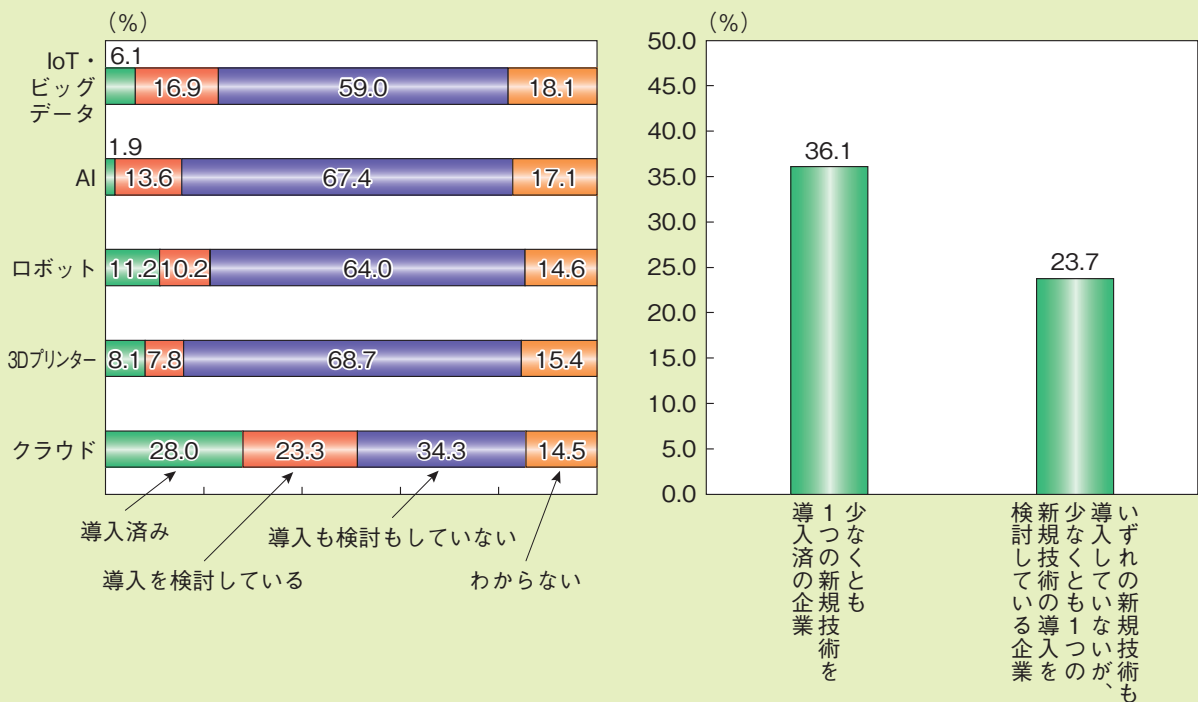
約3割である一方、その他の業種では数%~1割程度であり、活用している業種に偏りがみられる。

最後にAIの導入企業は約2%と、現状では上記新規技術の中であまり活用が進んでいない。しかし、検討している企業も含めると約16%に上る。活用状況を業種別にみると、導入済み企業はいずれの業種も1割未満となっているが、導入を検討している企業は、農業や卸売・小売業、飲食店、建設業を除き、1割を超えている。特に、金融・保険業では4割、電気・ガス・水道・熱供給業では6割まで上昇する。以上のことから、AIについては、現時点では導入に

第3-1-10図 新規技術の活用状況

少なくとも1つの新規技術を既に導入している企業の割合は36%に上る

(1) 新規技術の活用状況

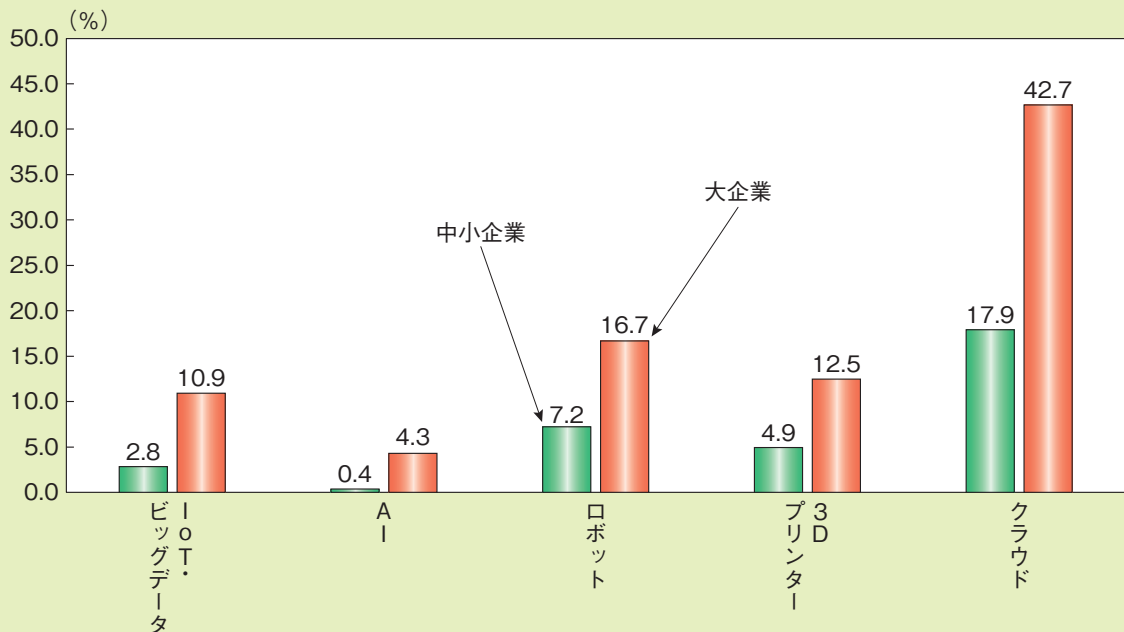


(2) 業種別

(各業種における回答企業の割合、%)

	IoT・ビッグデータ		AI		ロボット		3Dプリンター		クラウド	
	導入済	検討中含む	導入済	検討中含む	導入済	検討中含む	導入済	検討中含む	導入済	検討中含む
農業	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
鉱業	0.0	25.0	0.0	25.0	25.0	50.0	0.0	0.0	25.0	50.0
建設業	5.7	14.5	0.9	9.7	8.8	16.7	4.9	11.2	21.0	44.5
製造業	5.8	26.9	1.9	17.5	23.0	37.1	18.6	33.4	24.0	49.6
卸売・小売業、飲食店	4.3	14.7	0.8	7.2	3.1	8.3	4.5	9.0	21.2	43.3
金融・保険業	8.9	46.4	7.1	44.6	16.1	32.1	7.1	14.3	48.2	75.0
不動産業	3.8	26.9	3.8	21.2	3.8	11.5	0.0	7.8	30.8	55.8
運輸・通信業	2.3	19.3	0.0	12.6	3.4	17.0	0.0	4.6	27.0	51.7
電気・ガス・水道・熱供給業	60.0	80.0	0.0	60.0	20.0	40.0	10.0	30.0	50.0	80.0
サービス業	8.6	28.9	3.6	22.0	7.8	18.8	2.0	5.8	42.7	63.2

## (3) 企業規模別にみた導入済み企業の割合



(備考) 内閣府「生産性向上に向けた企業の新規技術・人材活用等に関する意識調査」により作成。

至っている企業は少ないが、今後の活用に向けて幅広い業種で多くの企業が高い関心を持っている技術であると言える。

また、企業規模別では、いずれの技術についても、大企業において、導入済み企業の割合が高い傾向がみられる（第3-1-10図(3)）。なお、クラウドについて、中小企業のうち約18%が導入済みと回答している。先にみたように導入コストの安さや使いやすさから、中小企業でもクラウドの利活用が進んでいることが企業意識調査からも確認できた。

### ● 新規技術は様々な分野で活用され、コストや労働時間削減、新商品開発に成果

次に、新規技術を導入している企業は、各新規技術をどのような分野で活用しており、また、現在どのような成果を感じているのかみてみよう。なお、ここで活用分野は、「商品企画・研究開発」、「製造・生産」、「出荷・在庫管理・流通」、「販売・プロモーション」、「アフターサービス」、「人事・労務・経理」の6つを想定した。

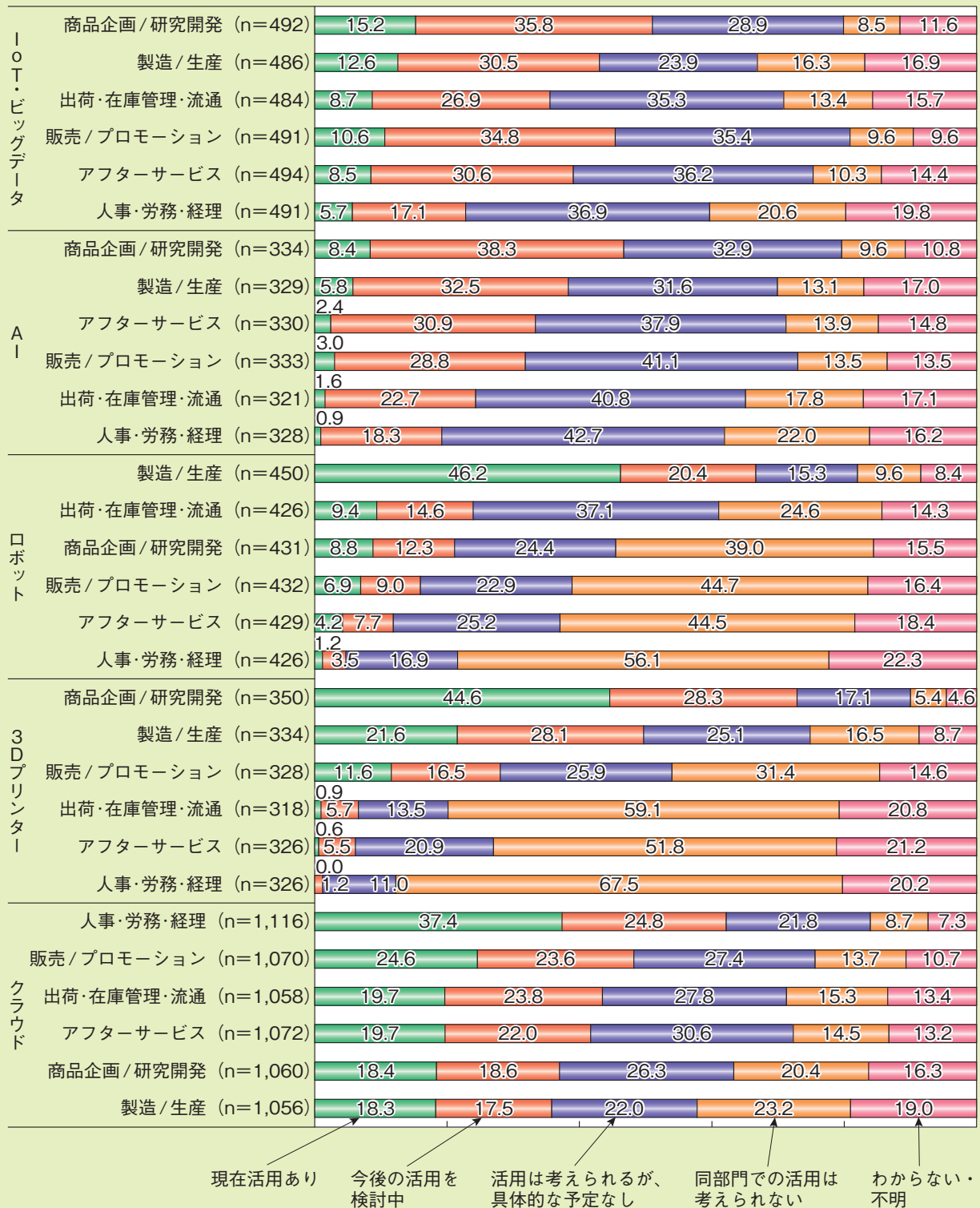
第一に、クラウドでは、「人事・労務・経理」及び「販売・プロモーション」の比率が高い（第3-1-11図(1)）。財務会計、販売管理などのソフトウェアがクラウド化されており、こうしたクラウド・サービスを活用することで、自社固有のシステムを導入する金銭的・時間的コストを削減できる。

第二に、ロボットでは、「製造・生産」での活用が主体である。生産現場では、例えば食品を詰め替えるなどの繰り返し単純作業を自動で行うロボットや、製品不良の検査を自動で行うロボットなどのさまざまな形での活用がみられる。また、インフラ関連業種では、ドローン

第3-1-11図 新規技術の分野別活用状況とその成果

新規技術は様々な分野で活用され、新商品開発、コストや労働時間削減に成果

(1) 新規技術の分野別活用状況

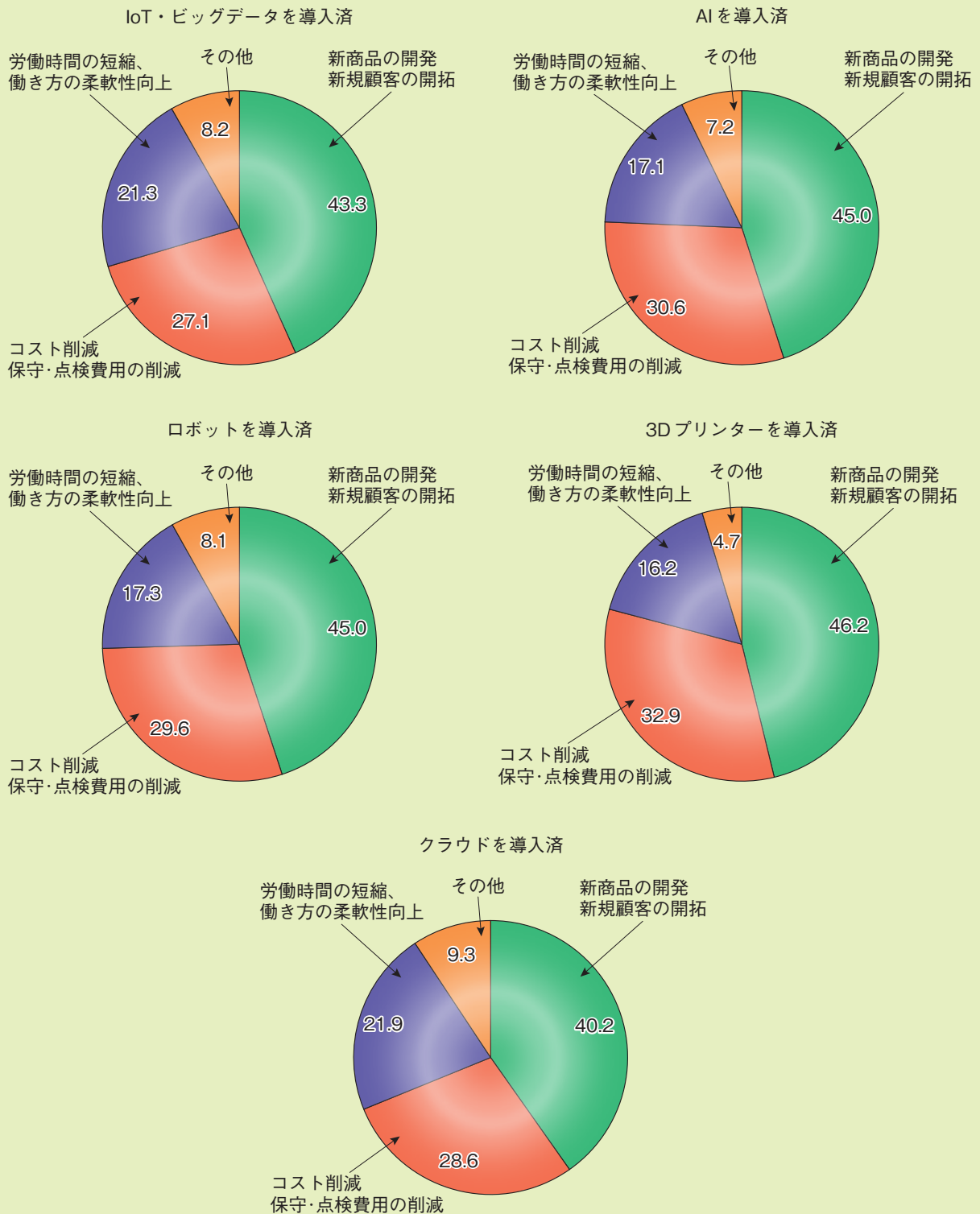


(小型無人機) によるインフラの点検も実現されている。

第三に、3Dプリンターの活用は、「商品企画・研究開発」や「製造・生産」分野での活用が



(2) 新規技術活用による成果



(備考) 内閣府「生産性向上に向けた企業の新規技術・人材活用等に関する意識調査」により作成。

目立つ。近年、3Dプリンターの性能が向上し、造形方法の多様化や様々な種類の原材料が利用可能となる中で、試作品製作の迅速化に加え、型や治具や実用品の作成まで進化している。

第四に、IoT・ビッグデータやAIの活用は、「商品企画・研究開発」、「販売・プロモーション

ン」及び「製造・生産」において進んでいる。例えば、製薬企業では、新薬開発において、学術論文等の情報を用いたAIによる新薬候補探しが行われている。また、流通分野では、POSデータや気象データ等のビックデータを用いて需要予測を行うことで、過剰生産や過剰在庫を削減する取組を実施している。金融分野ではAI等を用いて、顧客から受託した資産の最適な運用方法を提案・執行するサービスも生まれている。

また、こうした新規技術を導入している企業について、現在どのような成果を感じているかについて確認すると、どの技術を導入しているかに関わらず、半数弱の企業が「新商品の開発」及び「新規顧客の開拓」といった新しい需要の創出や開拓に成果を感じているほか、3割程度が、「コスト削減」及び「保守・点検費用の削減」といった効率化に、2割程度が「労働時間の短縮」及び「働き方の柔軟性向上」といった働き方の改革面に成果を感じていることがみとれる（第3-1-11図（2））。このように、第4次産業革命における新規技術を実際に活用している企業は、生産の効率化の側面よりも、プロダクト・イノベーションや販売能力の向上に、より多くの成果を感じている。

### ●新規技術の導入は生産性上昇率を有意に高める

次にこうした新規技術の活用が生産性上昇率<sup>36</sup>に与える影響をみてみよう。まず、新規技術を少なくとも1つ導入した企業を1、それ以外の企業を0とするダミー変数（新規技術導入ダミー）を作り、これと資本装備率上昇率などで生産性上昇率を回帰すると、新規技術導入有ダミーの係数はプラスで有意となった（第3-1-12図（1））。つまり、こうした新規技術を導入すると、企業は生産性上昇率を統計的に有意に高めることができるということを示唆している。

ここで、生産性上昇率が高い企業が新規技術を導入しやすいという逆の因果関係を排除するために、新規技術の導入と相関があり、同時に企業の生産性上昇率が直接的には影響しない変数（操作変数<sup>37</sup>）として、企業における意思決定の分権化の程度を示すダミー変数を採用する。これにより、新規技術導入ダミーを推定し、その推定値をもって、生産性上昇率を回帰したところ、先の推計結果と同様に係数はプラスで有意となった。これは、逆の因果関係を考慮しても、企業が新規技術を導入すると、生産性上昇率が高まる傾向があることを意味している。

さらに、5つの新規技術のうち、いくつの新規技術を導入しているかを示す新規技術導入指数（最小値0、最大値5）を作成し、これを生産性上昇率に回帰したところ、当該指数の係数もプラスで有意となった（前掲第3-1-12図（1））。これは導入する新規技術を増やすほど

注 (36) ここでは、データ制約から、生産性を常用従業者一人当たりの名目付加価値額とし、生産性上昇率を2012年度から2015年度への生産性の変化率とした。

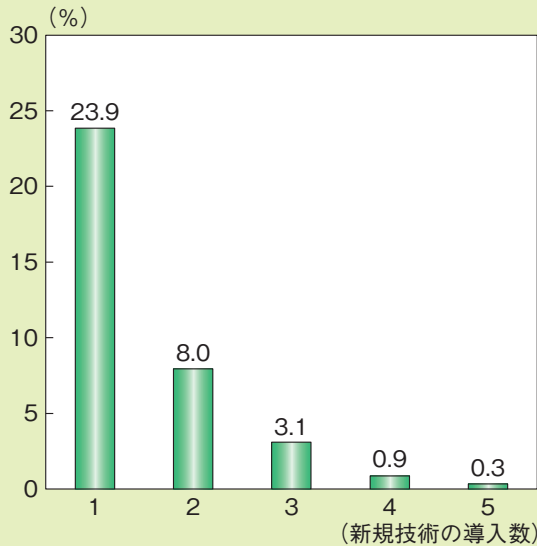
(37) Instrumental Variable (IV)。操作変数の条件には、①対象となる説明変数に影響を与えること、②被説明変数からの影響は直接受けないことの2点がある。また、操作変数を用いた推定では、第1段階目に説明変数を操作変数で説明する式を推定した結果から説明変数の予測値を算出し、第2段階目に元の説明変数の代わりに予測値を用いた推定を行うことで、一貫性のある（バイアスのない）推定量を求めることができる。操作変数法の詳細は山本（2016）を参照。

第3-1-12図 新規技術が生産性に与える影響

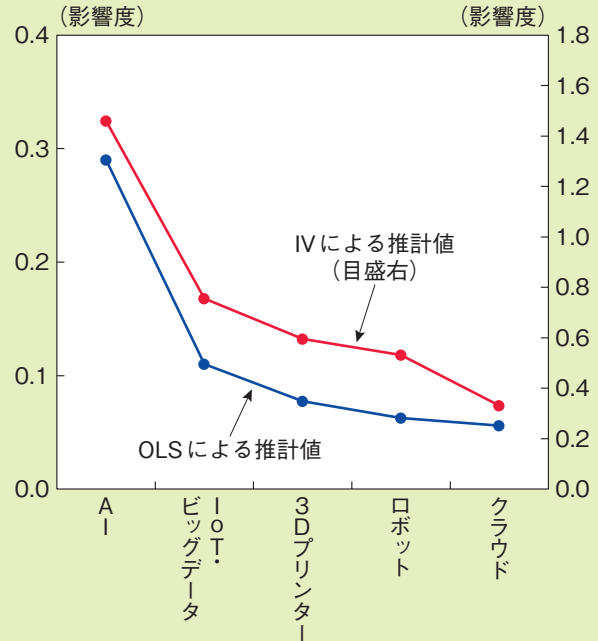
(1) 新規技術の導入が生産性上昇率に与えるインパクト

	被説明変数：生産性上昇率			
	(推計式1-1) OLS	(推計式1-2) IV	(推計式2-1) OLS	(推計式2-2) IV
新規技術導入ダミー	0.059 ** (2.14)	0.264 ** (1.98)		
新規技術導入指数			0.044 *** (3.13)	0.118 ** (2.02)
資本装備率上昇率	0.116 *** (4.36)	0.121 *** (4.43)	0.116 *** (4.41)	0.120 *** (4.51)
定数項	0.416 *** (8.60)	0.354 *** (5.92)	0.414 *** (8.58)	0.380 *** (7.18)
業種ダミー	有	有	有	有
標本数	1,466	1,466	1,466	1,466

(2) 新規技術の導入数ごとにみた企業割合



(3) 新規技術ごとの生産性に対する影響度



- (備考) 1. 内閣府「生産性向上に向けた企業の新規技術・人材活用に関する意識調査」により作成。  
 2. (1) では\*\*\*、\*\*、\*はそれぞれ有意水準1%未満、5%未満、10%未満で有意。  
 括弧内はt値またはz値で不均一分散に頑健な標準誤差を使用。  
 新規技術導入ダミーとは、IoT・ビッグデータ、AI、ロボット、3Dプリンター、クラウド・コンピューティングのうち、1つでも導入していれば1、すべて導入していなければ0を取るダミー変数。  
 新規技術導入指数とは、上記技術の導入数。  
 3. 操作変数(IV)とは、説明変数(ここでは新規技術導入ダミー等)と相関があり、同時に被説明変数(ここでは生産性上昇率)から直接的な影響を受けない変数。  
 ここでは、企業に分権度に係るダミー変数(研究開発投資を行う場合の意思決定権及び部署の再編・組織変更にかかる意思決定権)を用いた。なお、操作変数法の第一段階の回帰のF値は推計式1-2は84.8、推計式2-2は54.7。  
 なお、推計に用いたデータは生産性上昇率の上下1%のサンプルを外れ値として除去したものを使用。  
 4. (3) では青線が新規技術毎に導入していれば1、そうでなければ0を取るダミー変数を(1)の推計式1-1の新規技術導入ダミーの代わりに用いて推計した時の係数(影響度)。  
 赤線が新規技術導入ダミー変数の操作変数として分権度に係るダミー変数を用いた時の係数(影響度)。



生産性上昇率を追加的に高める効果があることを示している。現状では、どれか1つの新規技術を導入する企業が約24%と最も多く、導入数が増えるに従い、そうした企業の割合は大幅に低下するが、こうした推計結果は、ビッグデータを利用したAI技術の活用や、AIを実装したロボットの活用など、親和性の高い新規技術を複数活用することで一層生産性を高められる可能性を示唆している（第3-1-12図（2））。

また、新規技術一つ一つが生産性上昇率に与える影響を確認すると、いずれの新規技術もプラスで有意の影響を与えるものの、プラスの効果が大きい順番では、AI、IoT・ビッグデータ、3Dプリンター、ロボット、クラウドとなっている<sup>38</sup>（第3-1-12図（3））。プラスの効果が大きい技術ほど、我が国企業で導入が進んでいない点を踏まえると、今後そうした技術を急速に普及させることで、一層高い生産性上昇率を実現することができると期待される。

これまで、新規技術の導入と生産性の関係をみてきたが、このような新規技術の活用に前向きな企業はそうでない企業と比べてどのような特徴があるのだろうか。企業の規模や社齢、経営者や従業員の年齢などに加えて、R&D投資及び組織変更の意思決定を現場でどの程度行えるのかという分権度や、経営者が従業員の専門性と調整力のどちらを重視するのか、ICT専門の統括責任者の設置の有無などといった企業の経営方針・組織運営方針まで、新規技術を活用する企業の特徴を掘り下げて分析する。

### ● 新規技術の活用に積極的な企業の特徴点

第4次産業革命における新規技術の一つでも導入している、ないし導入を検討している企業、すなわち新規技術の活用に積極的な企業は以下のような特徴が観察される。

第一に、企業属性としては、企業年齢や代表者の年齢、常時従業員の平均年齢が若い方が、新規技術の活用に積極的となる傾向がみられる（第3-1-13図（1））。新規技術の活用に積極的な企業の割合は、設立年が20年未満では6割以上であり、老舗企業になるほどその割合が低下する傾向がみられる。代表者の年齢については、30歳代以下の企業では7割程度と高いが、70歳代以上の代表者の企業では5割強まで低下している。常時従業員の平均年齢別では、50歳未満の企業では6割程度だが、50歳以上になると割合が3割程度まで大幅に低下する傾向がみられる。こうしたことから、新規技術は概して年齢が若い人材が多い企業において、活用に積極的となる傾向がある<sup>39</sup>。

第二に、意思決定の分権度では、分権度が高い企業の方が、活用に積極的となりやすい（第3-1-13図（2））。商品・サービスの市場投入時の決定部署では、経営層が決定すると回答した企業よりも、研究開発部署やマーケティング部署などの関連部署との合議の上で決定する企業の方が、活用に積極的な企業の割合は1割程度高い傾向がある。こうした傾向は、組織変

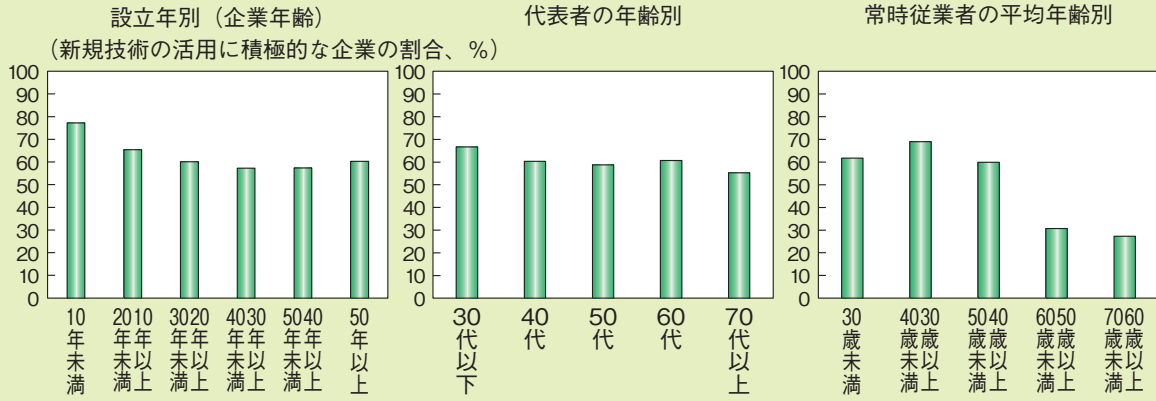
注 (38) 意思決定の分権度を操作変数として推計した場合に、各新規技術が生産性上昇率に与える影響はプラスで有意となった。

(39) 森川（2016）では、独自のサーベイに基づく日本企業3,000社超のデータに基づき、企業規模が大きいほど、従業員の学歴が高いほど、平均年齢が低いほど、ビッグデータの利用に積極的との結果を示している。

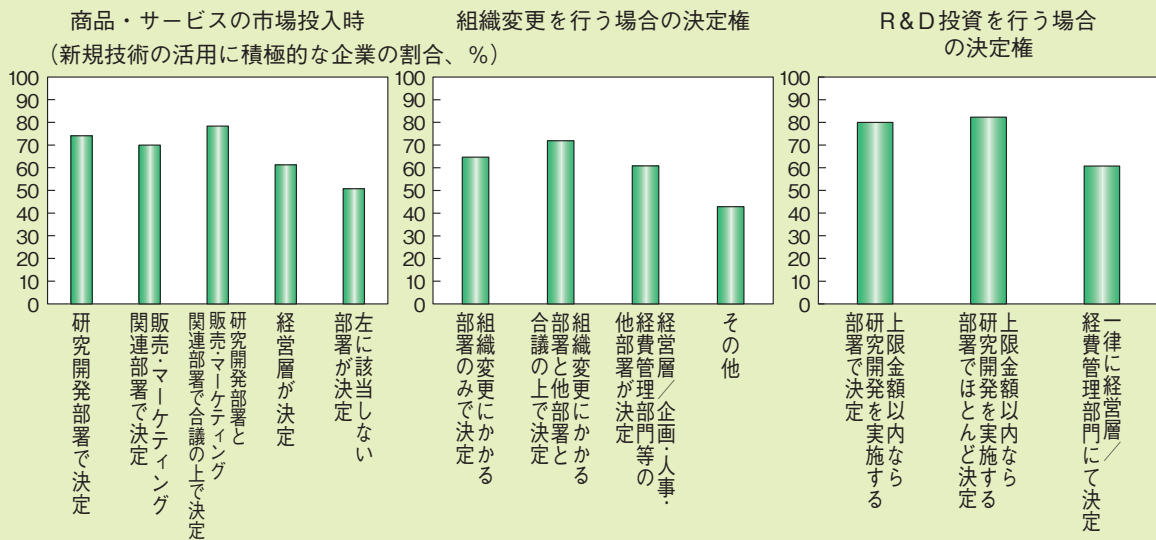
第3-1-13図 新規技術の活用に積極的な企業の特徴点

企業年齢の若さや意思決定に係る高い分権度、ICT統括責任者の経営参画度の高さなどが特徴

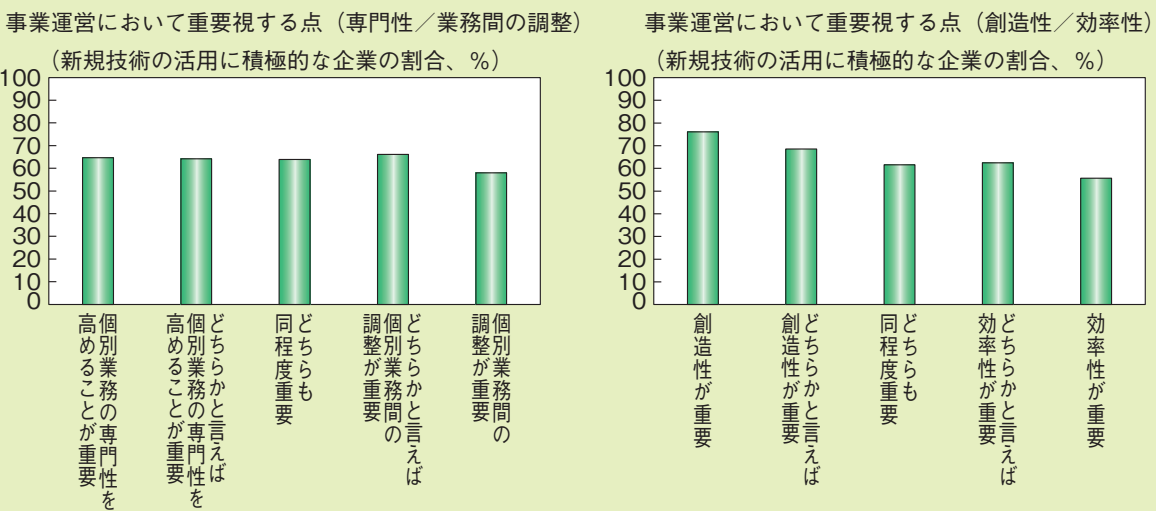
(1) 年齢と新規技術の導入姿勢



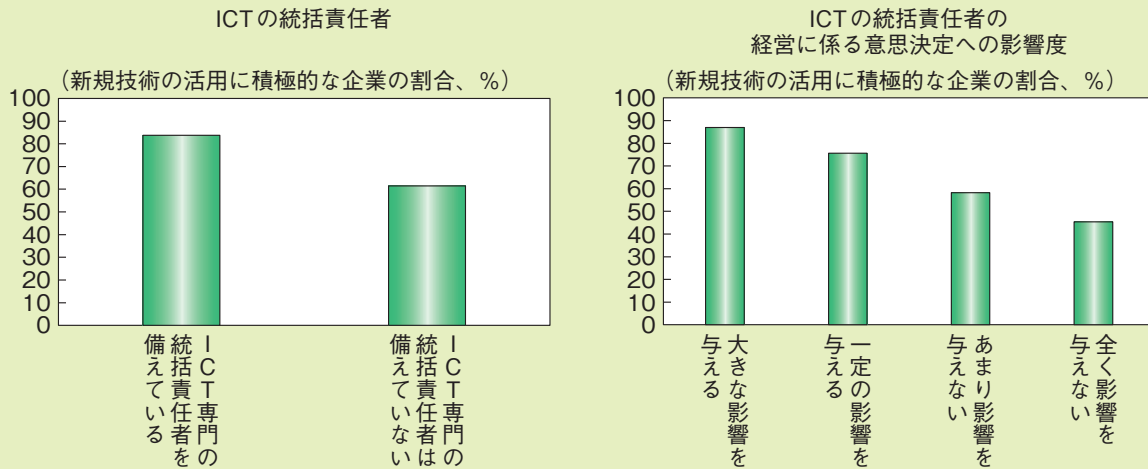
(2) 意思決定の分権度と新規技術の導入姿勢



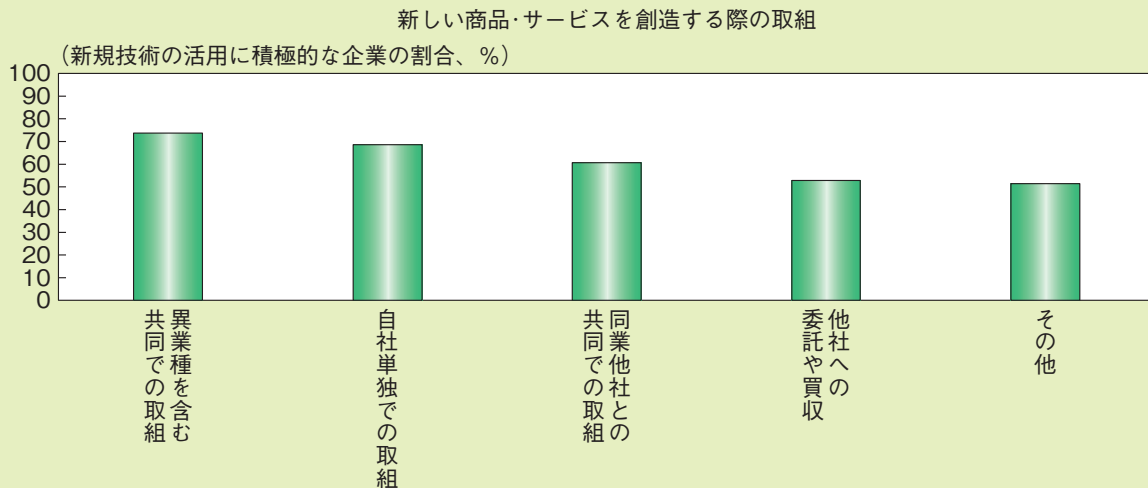
(3) 事業運営において従業員に要求する能力と新規技術の導入姿勢



(4) ICT統括責任者の権限と新規技術の導入姿勢



(5) 外部企業等との連携と新規技術の導入姿勢



(備考) 1. 内閣府「生産性向上に向けた企業の新規技術・人材活用等に関する意識調査」により作成。  
 2. 新規技術の活用に積極的な企業の割合とは、新規技術のうち1つでも既に導入している、ないし導入を検討している企業の割合を指す。  
 3. (5) は意識調査においては、企業にとって新しい商品・サービスを市場に導入する際の基本的な体制について、最も多い取組を聴取したものの。

更に係る意思決定やR & D投資を行う場合の決定権においても同様である。これは組織変更に係る部署や研究開発を実施する部署で主体的に意思決定できる環境にある企業の方が、新規技術の導入を迅速に実行に移せることなどが背景にあるとみられる。

第三に、事業運営で従業員に要求する能力では、個別業務間の調整とともに専門性を重視する企業や、業務の効率性よりも創造性を重視する企業の方が、活用に積極的となる傾向がみられる(第3-1-13図(3))。個別業務間の調整が重要と回答した企業よりも、専門性の重要性を認識している企業の方が、1割近く新規技術の活用に積極的な企業の割合が高くなっている。また、創造性と効率性の比較では、創造性を重視するようになればなるほど活用に積極的な企業の割合が高まる傾向がみられる。

第四に、ICTに対する姿勢では、ICT専門の統括責任者を備えており、またそうした責任者

の意見が経営方針に対して影響力を持っている企業の方が、活用に積極的である（第3-1-13図（4））。ICT専門の統括責任者を備えていない企業よりも備えている企業の方が、新規技術の活用に積極的な企業の割合が2割以上も高い。さらに、そうした統括責任者を備えている企業のうち、当該責任者の意見の影響力が大きくなればなるほど、活用に積極的な企業の割合は高まる傾向がはっきりとみてとれる。IoTやAIなどの新規技術は、ICTの延長線にある技術でもあることから、そうした専門家の経営への助言は、企業が生産性を高めていくための新規技術の活用において有益と考えられる<sup>40</sup>。

第五に、外部企業等との連携の状況についてみると、異業種を含む共同での取組を実施する企業の方が、自社単独での取組や同業他社との共同での取組を実施する企業よりも、新規技術の活用に対して積極的である（第3-1-13図（5））。一般に、我が国企業については、新規技術の自社開発の割合が多く、オープンイノベーションの取組が進んでいないとの指摘があるが、第4次産業革命に伴う急速な技術革新が進む中で、他社との連携によって迅速な対応を図ろうとしている可能性が考えられる。

以上のことから、企業が新規技術を導入し、生産性を高めていくためには、経営者や従業員の年齢構成のほか、意思決定の分権化や専門性・創造性に対する力点など、企業組織や経営の在り方も見直すことが求められる。特に、ICTに係る専門家や新規技術に対する専門知識を自前のみで調達することが時間的にも困難な企業においては、大学・国の研究機関、研究開発型ベンチャー企業などとの共同でのR&D（オープンイノベーション）が高付加価値創出のスピードを確保する手段としても重要である。

## 第2節 技術革新が経済社会・国民生活に与える影響

ここでは、デジタル経済の進展も含めた新しい技術革新が我が国の経済社会・国民生活に与える影響を検討する。まず、人々が享受できる新たな財・サービスの事例を紹介した上で、我が国においてそうした財・サービスの利用状況を整理する。次に、新規技術によるイノベーションによって、働き方や雇用がどのような影響を受けるか分析する。

### 1 技術革新によって新しく生まれる財・サービス

ここでは、新しい新規技術によって、どのような財・サービスが生まれ、その利用がどの程度進んでいるのかについて概観する。

注 (40) 高口他(2016)では、「米国企業のように企業戦略とICT戦略を統合し、稼ぐためのICT利活用に取り組む必要がある」と指摘している。