



RIETI Discussion Paper Series 16-J-005

人工知能・ロボットと企業経営

森川 正之
経済産業研究所



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<http://www.rieti.go.jp/jp/>

人工知能・ロボットと企業経営*

森川正之 (RIETI)

(要旨)

本稿は、人工知能 (AI)、ロボット、ビッグデータへの企業の取り組みや将来の経営・雇用に対する影響についての見方を、独自のサーベイに基づく日本企業 3,000 社超のデータから概観する。分析結果によれば、第一に、サービス分野の企業を含めて AI 等の経営・事業活動への効果に肯定的な企業が多く、「AI 生産産業」だけでなく「AI 利用産業」に注目する必要があることを示唆している。第二に、AI 等と従業者の教育水準の間の補完性が観察される。AI 等の開発・普及を加速しつつ雇用機会を維持するためには、人的資本の質の向上が不可欠なことが示唆される。第三に、財・サービス市場の地理的範囲がグローバルな企業は、AI 等の効果に肯定的な傾向が観察され、グローバル化の進行と AI 等の開発・普及とが補完的に進行する可能性が示唆される。

Keywords : 人工知能、ロボット、ビッグデータ、AI 利用産業、スキル

JEL Classification : O33, J23, J24

RIETI ディスカッション・ペーパーは、専門論文の形式でまとめられた研究成果を公開し、活発な議論を喚起することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、所属する組織及び（独）経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

* 本稿の原案に対して荒木祥太、藤田昌久、伊藤新、近藤恵介、小西葉子、中島厚志、大橋弘、田村暁彦、山内勇の各氏ほか RIETI DP 検討会参加者から有益なコメントをいただいたことに謝意を表したい。「企業活動基本調査」の個票データの利用に当たり、経済産業省調査統計グループの関係者の協力を得たことに謝意を表したい。なお、本稿の研究は、科学研究費補助金（基盤(B), 26285063）の助成を受けている。

1. 序論

本稿は、人工知能（AI）、ロボット、ビッグデータといった「第四次産業革命」と言われるイノベーションに関して、企業の取り組み姿勢や将来の経営・雇用に対する影響についての見方を、製造業・サービス産業をカバーする日本企業 3,000 社超の大規模なサーベイ・データに基づいて概観する。

1990 年代後半以降、IT の普及により米国サービス産業の生産性上昇率が加速し、経済全体のパフォーマンス改善に貢献したことが明らかにされているが、その米国では 2000 年代後半以降、IT の生産性効果が既に出尽くしたとの指摘もされている（Fernald, 2015）。こうした中、AI をはじめ次世代の汎用技術（GPT）は、経済・社会に対して従来の IT を超えたインパクトを持つ可能性がある。

日本政府も AI やロボットの技術開発や普及に力を入れ始めている。ロボットについては 2014 年に「ロボット革命実現会議」が設置され、翌年には『ロボット新戦略』をまとめている。そこでは、ロボットの技術開発、国際標準化、実証実験、規制改革等の幅広い政策メニューが提示されている。AI に関しては、2015 年に産業技術総合研究所の中に人工知能研究センターが設立された。『日本再興戦略・改訂 2015』は、「IoT・ビッグデータ・人工知能による変革は、従来にないスピードとインパクトで進むものと予想されるが、やや出遅れがちな我が国に試行錯誤をする余裕はない」と述べ、「IoT・ビッグデータ・人工知能等による産業構造・就業構造の変革」を進めるとしている。

このように政策現場において AI 等に対する関心は非常に高いが、経済学の研究は緒に就いたばかりであり、公刊された論文はほとんどないのが現状である。今のところ研究としては 2 つの流れがあり、一つは経済成長論の観点から、もう一つは労働経済学の観点からの考察である。¹ これまでのところ、AI 技術自体が開発途上という事情もあり、データに基づく実証研究は全くと言って良いほど存在しない。² しかし、IT の経済効果

¹ このほか、技術の経済学からのアプローチがありうる。例えば、Lechevalier *et al.* (2014) は、1999～2004 年の間、日本の AI 関連の特許出願数が米国や欧州よりもずっと多かったことを示している。しかし、人工知能技術に関する特許出願動向を国際比較した特許庁 (2015) は、2008～2012 年の 5 年間における日本の AI 分野の特許出願件数は 1,109 件で、米国 (3,476 件)、中国 (1,410 件) に比べて出遅れていることを示している。

² ロボットの経済効果に関する実証研究としては、産業用ロボットの普及が労働生産性及び経済成長率に及ぼした効果をクロスカントリー・データで分析した Graetz and Michaels (2015) が数少ない例である。その結果によると、産業用ロボット利用の拡大は、国全体の労働生産性上昇率及び平均経済成長率を年率約 0.4% ポイント高める効果を持っていた。また、ロボットは人間の労働投入量全体には影響がなかったが、低スキルないし中程度のスキルと代替的だった可能性を示唆する結果が見られる。

と同様、その普及と並行して生産性への効果をはじめ、様々な角度からの研究が今後急速に進んでいくと予想される。

経済成長論の観点からの議論としては、「特異点 (singularity) 仮説」が挙げられる。内生的経済成長の理論モデルによれば、AI が人間の労働を代替する場合、資本のシェア及び経済成長率は上昇する。そして、仮に AI 等の資本が労働を完全に代替する場合には、成長率は発散することになる (Fernald and Jones, 2014)。ただし、Nordhaus (2015) は、経済が特異点に近づいているかどうかを、現時点で利用可能なデータに基づいて実証的に検証し、経済が今後数十年のうちに特異点に達する可能性はないと論じている。

労働経済学の観点からは、AI・ロボットによる人間労働の代替に関する議論が活発である。これは、ICT と労働の代替をめぐる多くの研究の延長線上の検討課題として自然なものだが、Frey and Osborne (2013)による、AI (機械学習、可動ロボットを含むコンピューター化の進展) によって失われるリスクの高い職種に関する試算を契機に、政策実務家の関心も高くなっているイシューである。³ すなわち、今後 20 年に現在の米国の総雇用のうち半分 (約 47%) は コンピューターに取って変わられる可能性が高いという試算である。また、これらの延長線の問題として、個々人のスキル水準の差による所得格差の拡大や資本と労働の分配率への影響といった議論が行われている。

Autor (2015)は、AI・ロボットは人間労働と代替的かつ補完的であり、労働需要を増加させる側面もあることを指摘している。そして、失われるものだけに着目することは、新しい技術と補完的な労働への需要増大という経済メカニズムを看過することになると述べている。その上で、ルーティン労働はコンピューターで代替されるが、問題解決スキル、適応性、創造性といった労働の比較優位を強めるので、人的資本への投資が、技術進歩で代替されない補完的なスキルを生み出すための中心的な戦略になると論じている。Mokyr *et al.* (2015)は、技術進歩による労働の機械への代替の懸念について、19世紀初頭の英国におけるラダイト運動以来の歴史的な事例に基づいて考察している。技術進歩で機械が代替できた人間の活動は非常に限られており、技術進歩は新技術を体化した資本財と補完的な種類の労働への需要を増加させたこと、特にプロダクト・イノベーションの場合には、経済に全く新しい産業をもたらしたことを指摘している。そして、AI やロボットの技術進歩は、現在は想像できない職業やサービスを生み出すと述べている。

以上の通り、経済学の視点からの考察は、AI やロボットが経済に及ぼす影響について、メディア等で論じられているのとは異なり、プラス面も大きいことを示している。しかし、これらはあくまでも過去の経験に基づく推論であり、AI 等に関する具体的な

³ ICT の技術的な性格については、当初、スキル偏向的技術進歩 (SBTC) であることが指摘されたが、その後の研究は、中程度のスキル水準のルーティン労働との代替性が高く、雇用の二極化 (polarization) の一因になったことを指摘している (Autor, *et al.*, 2006; Goos and Manning, 2007; Van Reenen, 2011; Goos *et al.*, 2014)。

データに基づく研究ではない。本稿は、企業に対するサーベイによって、この問題について多少なりとも実証的な情報を提供することを意図している。

本稿の分析結果の要点は以下の通りである。第一に、情報通信業はもちろんのこと、サービス産業は総じて AI 等の利用やその効果に対してポジティブである。このことは、「AI producing industries」だけでなく、幅広いサービス業種を含めて「AI using industries」に注目する必要があることを示唆している。第二に、AI 等と労働者のスキル水準の間の補完性が観察される。AI 等の開発・普及を加速しつつ人間の雇用機会を維持するためにも、経済全体を通じて人的資本の質を高めていくことが不可欠になっていることが確認される。第三に、自社の財・サービス市場の地理的範囲が広い企業は、AI 等の効果に肯定的な傾向が観察される。この結果は、グローバル化が AI 等の開発・普及を促す可能性を示唆している。

以下、第2節では本稿で用いる企業サーベイの概要を解説した上で、分析方法を説明する。第3節で分析結果を紹介し、第4節で結論と政策的含意を述べる。

2. 調査の概要及び分析方法

本稿で使用するのは、筆者が調査票の設計を行い、経済産業研究所が（株）東京商工リサーチに委託して実施した「経済政策と企業経営に関するアンケート調査」（2015年）のデータである。上場企業・非上場企業、製造業・サービス産業を広くカバーする 15,000 社を対象に、郵送により 2015 年 10～12 月にかけて行った調査で、回答企業数は 3,438 社（回収率 22.9%）である。回答企業の産業分布は表 1 に示す通りであり、製造業 48.1%、非製造業 51.9%である。⁴

調査事項は多岐にわたっており、企業の概要（業種、役員構成、従業員数、従業員の男女構成等）、企業経営の方針に関する事項、市場競争・企業統治・労使関係に関する事項、事業再編・経営革新・イノベーションに関する事項、経済政策と企業経営に関する事項である。本稿では、このうちイノベーションに関する選択方式による 3 つの設問に対する回答を中心に、企業特性との関係を含めて集計・分析を行う。

ビッグデータ、AI・ロボットに関連する具体的な設問内容と回答の選択肢は以下の通りである。ビッグデータについては、「貴社はビッグデータについてどう考えますか」というシンプルな問いで、選択肢は、①既に事業に利用している、②今後利用したいと考えている、③当社の事業にはあまり関係がない、④わからない、の 4 つである。ビッグデータは必ずしも AI の利用を前提とはしていないが、ビッグデータの存在が AI 活用の前提となるとともに、AI 技術の進歩がビッグデータの蓄積を促進するという意味で

⁴ このほか、業種不詳の企業が 11 社数存在する。なお、本調査は「企業活動基本調査」（経済産業省）との接続が可能な企業を対象に行っている。

強い親和性・補完性を持っている。

AI 及びロボットに関しては、「将来、人工知能 (AI) やロボットの開発・普及が進むと予想されています。これらが貴社の将来の経営や事業活動に及ぼす効果・影響をどう考えますか」というのが第一の設問である。選択肢は、①大きなプラスの影響がある、②プラスの影響がある、③どちらとも言えない、④マイナスの影響がある、⑤大きなマイナスの影響がある、の5つである。第二の設問は雇用への影響に着目したもので、「人工知能 (AI) やロボットの開発・普及が、長期的に見て貴社の雇用に及ぼす効果・影響をどう思いますか」というものである。選択肢は、①雇用の増加につながる、②雇用の抑制につながる、③雇用とは関係がない、④わからない、の4つとしている。

本稿の分析は記述統計的なものが中心であり、これらの設問への回答を単純に集計した結果を報告するとともに、業種、企業規模、従業員の構成などいくつかの企業特性との関係をクロス集計し、必要に応じて有意差検定を行う。また、AI 等に関する回答を被説明変数としたシンプルな順序プロビット推計を行い、AI 等への態度に影響を持つ企業特性を探索する。

説明変数として考慮する企業特性は、企業規模 (常時従業者数)、産業 (①製造業、②情報通信業、③卸売業、④小売業、⑤サービス業、⑥その他) のほか、企業の製品・サービス市場の地理的範囲 (①市区町村内、②都道府県内、③日本国内、④アジア域内、⑤世界)、労働組合の有無である。産業、市場の地理的範囲はダミー変数なので、製造業、市区町村内を参照基準とする。AI 等への企業の取組みが世界的に活発化する中、グローバルな市場をターゲットにしている企業ほど AI 等に積極的な傾向を持つことが予想される。

また、この調査では従業員の属性に関する企業レベルの情報を比較的多く収集しており、従業員の教育水準 (正社員・正職員に占める①大卒以上の比率、②大学院卒の比率)、常時従業者の平均年齢、常時従業者の女性比率、常時従業者に占める非正規 (正社員・正職員以外) 労働者の比率を使用する。⁵ これらの従業員特性については、AI 等の新技術と補完的なスキルを持つ労働者が多い企業ほど AI 等に肯定的な一方、代替的な性格を持つ労働者が多い企業ほど、AI 等の経営への影響をネガティブにとらえ、将来の雇用への影響を懸念する傾向があるのではないかとというのが作業仮説である。

あくまでもクロスセクションのサーベイ・データに基づく観察事実の整理であり、因果関係を明らかにしようとする性質の分析ではない。主な変数とその要約統計量は表2に示しておく。⁶ 労働者の教育水準を見ると、大卒以上比率は平均 37.8%、大学院卒比率は平均 2.4%だが、標準偏差はかなり大きく、企業によって従業員の平均的なスキル

⁵ 正社員・正職員の数が常時従業者数よりも多いサンプル、常時従業者の平均年齢が異常に低いサンプルを落とすなどの異常値処理を行っている。

⁶ 回答された常時従業者数が非常に少ないサンプルが少数ながら存在するため、順序プロビット推計に当たっては、そうしたサンプルを除いた推計を行って頑健性を確認する。

にはかなりのばらつきがある。

3. 調査・分析結果

3. 1 概観

「ビッグデータ」を既に利用している企業は 3.0%に過ぎないが、今後利用したいとする企業は 18.1%ある（表 3 参照）。ただし、わからないという回答が 39.5%あり、新しい技術であることを反映している。利用又は今後の利用の意向は、情報通信業（50.5%）が最も高く、サービス業（27.7%）、小売業（26.9%）も比較的積極的である（製造業は 20.7%）。IT 革命の効果を主に IT 利用産業（using industry）が享受したのと類似している。⁷ この表には示していないが、「企業活動基本調査」（2013 年度）とリンクさせて産業小分類で見ると、ビッグデータを「既に利用」又は「今後利用したい」とする割合が比較的高い業種は、製造業では有機化学製品製造業（46.2%）、計量器・測定器・分析機器・試験機・測量機製造業（44.4%）、その他の電気機械器具製造業（41.2%）、非製造業では出版業（50.0%）、教育（42.9%）、紙・紙製品卸売業（42.9%）などである。なお、ビッグデータを利用している又は今後利用したいという企業は平均規模が大きく（816 人）、自社の事業とはあまり関係がないという企業（平均 253 人）とは 1%水準で有意差がある。

AI・ロボットの経営への影響についてはポジティブな評価の方が多く、自社の経営・事業活動にプラスという企業 27.5%に対してマイナスは 1.3%に過ぎない（表 4 参照）。ただし、71.3%は「どちらとも言えない」と回答しており、これら新技術の影響はまだよくわかっていないという企業が 7 割を超えている。産業別には、AI・ロボットが経営にプラスだと見ている企業は情報通信業（42.3%）に多く、次いで製造業（32.5%）だが、サービス産業でも前向きに捉える企業が少なからず存在する。この表には示していないが、産業小分類で見ると、経営にプラスと回答した企業の割合は、医療用機械器具・医療用品製造業（53.8%）、その他の電気機械器具製造業（52.9%）が非常に高い。AI 等の経営への影響をプラスと捉えている企業は、マイナス又は中立的な企業に比べて平均規模が大きい（607 人対 298 人で、1%水準で統計的有意差がある）。

AI・ロボットが自社の雇用に及ぼす影響は、雇用抑制的だと見ている企業の方が多く（21.8%）、雇用増加につながると見ている企業は非常に少ない（3.7%）（表 5 参照）。ただし、28.6%の企業は雇用とは関係がないと回答しており、「わからない」という企業も 45.8%とかなり多い。産業別には、情報通信業のみは雇用増加につながるとの見方

⁷ 米国や OECD 諸国において、「IT 利用産業」の生産性に対する寄与が大きかったことを示す研究例として、Stiroh (2002)、Pilat *et al.* (2002)、Oliner *et al.* (2007) を挙げておく。

の方がいくぶん多いが、他の産業は雇用抑制的と見る企業の方が多い。ただし、序論で見たように、AI・ロボットは現時点では想像できない新しい仕事を生み出す可能性が高く、既存企業以外に今後新しく誕生する企業がそれら新しい仕事の受け皿となる可能性があることを念頭に置く必要がある。なお、経営への影響についての回答とクロス集計すると、経営へのマイナスの影響を懸念する企業は、雇用抑制的だと見る傾向が顕著である（表6参照）。

IT革命の経験に鑑みると、スキル水準が低い企業ほどAI等から負の影響を受け、逆にスキル水準の高い企業はメリットを享受する可能性が高い。この点について、あくまでも学歴という限られた指標ではあるが、AI等への姿勢と従業員の平均的なスキル水準の関係を比較したのが表7である。ビッグデータを既に利用している又は利用したいとしている企業は、高学歴労働者の比率が高く、そうでない企業の平均学歴に比べて大卒以上比率で11.9%ポイント、大学院卒比率でも1.9%ポイント高く、いずれも1%水準で有意差がある。AI等が経営に与える影響についても、プラスの影響と見ている企業は大卒以上比率で2.5%ポイント、大学院卒比率で1.8%ポイント高く、1%水準又は5%水準で有意差がある。後述する通り、業種、企業規模等をコントロールした順序プロビット推計を行っても、結論は変わらない（後出表8、表9参照）。一方、AI・ロボットの自社雇用への影響をマイナスと見ている企業は、大卒以上従業員の比率が有意に低い（▲5.9%ポイント）。以上の結果は、現時点で見通せる限りにおいて、AI等がスキル労働と補完的な可能性が高いことを示唆している。

AI等への関心は日本だけではなく世界的なものであり、今後激しい国際競争が展開されると予想される。ビッグデータ、AI・ロボットの自社事業への利用に積極的な企業、経営に対する影響を肯定的に捉えている企業は、日本国内ではなく、世界又はアジアを自社の「市場」の範囲として捉えている傾向が強い。「世界」又は「アジア域内」を自社市場としている企業は、ビッグデータの利用・利用予定企業が25.2%、AI等の経営への影響をプラスと見る企業が28.6%、市場の地理的範囲が日本国内又は国内の地域という企業（それぞれ17.4%、15.7%）に比べて1%水準で高い数字である。⁸ また、世界又はアジアを市場とする企業は、AI等の雇用への影響も、増加と見る企業（21.4%）が抑制と見る企業（18.6%）よりも多い。⁹ 言うまでもなく、これらクロスセクションの結果は、グローバル化とAI等の開発・普及の間の双方向の因果関係ないし補完性と解釈する必要がある。

⁸ 回答企業における財・サービス市場の地理的範囲は、市区町村内（4.8%）、都道府県内（20.2%）、日本国内（55.7%）、アジア域内（7.0%）、世界（12.2%）となっている。

⁹ なお、「企業活動基本調査」（経済産業省）のマイクロデータとリンクさせ、企業の生産性、収益性との関係を観察してみたが、AI等への態度と企業の生産性、収益性の間には有意な関係は見られなかった。生産性や収益性の高い企業ほどAI等に積極的という関係は確認されない。

3. 2 推計結果

次に、AI 等への取り組み姿勢とこの調査データから利用可能な企業特性の関係を詳しく見ていきたい。各種企業特性・従業員特性を説明変数とした順序プロビット推計の結果が表7～表9である。ダミー変数については、自社市場の地理的範囲は「市区町村内」、産業は「製造業」を参照基準としている。

ビッグデータについては、「既に事業に利用している」を3、「今後利用したい」を2、それ以外（「当社の事業にはあまり関係がない」、「わからない」）を1として被説明変数としている。したがって、係数がプラスで大きいほどビッグデータの利用に積極的なことを意味する。表8が推計結果で、(1)列がベースラインの推計で、(2)列は説明変数をいくつか追加した推計である。

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である。¹⁰ 特に、大卒比率よりも大学院卒の係数が大きいことが注目される。ビッグデータと補完性の高いスキルの閾値がかなり高めであることが示唆される。なお、「企業活動基本調査」（2013年度）のデータと接続し、企業年齢（創業年からの経過年数）を追加的な説明変数とした推計を行ったところ、企業年齢の係数は有意ではなく、一方、従業員の平均年齢の係数の大きさや有意水準には影響がなかった。すなわち、社歴の長さとは関係なく、若い従業員の多い企業ほどビッグデータの利用に積極的な傾向がある。¹¹

このほか、従業員の女性比率は5%水準で有意な正值、労働組合ダミーの係数は10%水準で有意な負値である。女性従業員の多い企業がビッグデータに前向きな理由は、推測の域を出ないが、幅広い消費者・ユーザーのニーズを的確に把握してそれを財・サービスの開発・販売に活かすことが事業にとって重要な企業は、女性従業員の比率が高く、同時に、大量の顧客データを活用することに積極的なことが一つの理由として考えられる。世界を自社製品・サービスの市場と見ている企業が、ビッグデータの利用に前向きな傾向が強いことも推計結果から再確認される。業種別には、企業規模等をコントロールした上で、情報通信業が著しく積極的であり、それ以外のサービス産業は小売業が10%水準で有意な正值なのを例外として製造業と有意差がない。ただし、有意差がないということは、製造業と同程度には積極的とも解釈できる。

同表の(3)列及び(4)列は、サンプル数が少なくなるが、回答のうち「わからない」を

¹⁰ 要約統計量（表2）からわかるように、回答における常時従業員数が非常に少ないサンプルが存在する。このため、常時従業員50人未満の企業（69社）をサンプルから除いて推計を行ったが、企業規模の係数の大きさ及び有意水準にはほとんど影響がなかった。AI等の経営への影響、雇用への影響についても同様である。

¹¹ 次のAI等の経営への影響についても同様で、企業年齢は有意ではなく、従業員の平均年齢は社歴を含めても高い有意水準である。

除いて推計した結果である。定性的な結果には変化がなく、関心のある説明変数の説明力はむしろ強まる傾向にある。

AI・ロボットの自社経営への影響については、5つの選択肢を反転させて被説明変数にしている。したがって、ここでも推計された係数がプラスで大きいほど、AI・ロボットの経営への影響をポジティブに捉えていることになる。推計結果は表9に示しており、企業規模が大きいほど、大学院卒の従業者比率が高いほど、正社員の平均年齢が低いほど、AI等に肯定的である。ただし、大卒以上の比率は正だが有意ではなく、AIと補完性の高いスキルの閾値が学部卒レベルよりも高いことを示唆している。また、自社市場の地理的範囲が広がるにしたがってAI等の経営への影響に肯定的な評価となる傾向がある。産業ダミーの係数を見ると、企業規模、従業者のスキル等をコントロールすると、卸売業、小売業、サービス業いずれも製造業に比べるとAI等の経営への影響を否定的に見ている。

AI・ロボットの自社雇用への影響については、選択肢のうち「雇用増加につながる」を3、「雇用の抑制につながる」を1、「雇用とは関係がない」及び「わからない」を2として被説明変数にした。推計結果は表10である。ここでは大学院卒比率は有意ではないが、大卒以上比率は10%水準で有意な正值であり、従業者の平均的なスキル水準が低い企業ほどAI等の普及が自社の雇用にマイナスの影響を持つと捉える傾向がある。また、女性比率、非正規労働者比率が高い有意水準の負値となっている。これら労働者がAI・ロボットとの代替性が強い可能性を示唆している。市場の地理的範囲の係数は、前の2つの推計と比べるとシステムティックな関係は弱い。一方、産業ダミーの係数は全て有意な正值であり、参照基準としている製造業企業がAI・ロボットの普及による雇用抑制効果を強く意識していることを示している。

同表(3)列及び(4)列は、回答のうち「わからない」を除いて推計した結果である。定性的な結論に変化はなく、大卒以上比率、非正規従業者比率をはじめ主な変数の説明力はむしろ強くなる。

当然のことながら、以上の結果はクロスセクション・データでの観察事実であり、推計結果を直ちに因果関係と解釈することはできない。例えば、従業者の学歴の高さとビッグデータ、AI等への取り組み姿勢の関係は、これらの新技術を積極的に活用しようとしている企業がスキルの高い従業者を採用するという関係も含む双方向のものと理解する必要がある。また、市場の地理的範囲については、ビッグデータを利用する企業が世界市場に展開しているという方向の因果関係も考えられる。

4. 結論

本稿では、AI、ロボット、ビッグデータに対する企業の取り組み姿勢、将来の経営・

雇用への影響への見方について、日本企業に対する大規模なサーベイの結果に基づき概観した。これら「第四次産業革命」の経済的影響については様々な憶測が行われているが、定量的なエビデンスが提供されたことはほとんどない。本稿の分析は、クロスセクションのサーベイ・データに基づく観察事実の整理にとどまるものだが、ほとんど未解明の分野に関して新しい情報を提供するという意義を持つものである。

分析結果によれば、第一に、情報通信業はもちろん、製造業以外の企業が意外に AI 等の利用に積極的である。IT 革命の経済効果と同様、「AI producing industries」だけでなく、サービス・セクターを中心とした「AI using industries」に着目する必要があることを示唆している。ことに、日本経済の潜在成長率を高める上でサービス産業の生産性向上が重要な役割を担うことが期待されている中、この分野で AI 等の活用が進むことが期待される。

第二に、AI・ロボットと労働者のスキルの補完性を示す結果が得られた。これは、Frey and Osborne (2013)の議論と整合的である。特に、大学院卒というかなり高いスキル水準のところで補完性が強く見られることは注目される。AI 等の普及を加速する上で、また、雇用機会を維持していく上で、大学院修了者のストック充実など、日本全体の人的資本の質の向上が不可欠なことを示唆している。¹²

第三に、自社の財・サービス市場の地理的範囲が広い企業ほど AI 等に肯定的な傾向が観察された。EPAs の拡大等を通じて企業活動のグローバル展開を促進することは、結果的に企業の AI 等への取組みを加速する可能性があること、逆に、AI 等への取組みが日本経済のグローバル化を促す可能性があることを示唆している。

ただし、本稿の分析はあくまでも企業の主観的な判断に基づくものであり、今後、AI 等の開発・普及の進展も踏まえつつ、さらなる分析を進めていく必要がある。

¹² 日本における大学院教育の経済的な重要性については、Morikawa (2015)参照。

参考文献

- Autor, David H., Lawrence F. Katz and Melissa S. Kearney (2006), "The Polarization of the U.S. Labor Market," *American Economic Review*, Vol. 96, No. 2, pp. 189-194.
- Autor, David H. (2015), "Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation," *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 29, No. 3, pp. 3-30.
- Fernald, John G. (2015), "Productivity and Potential Output before, during, and after the Great Recession," Jonathan A. Parker and Michael Woodford eds. *NBER Macroeconomics Annual 2014*, Chicago: University of Chicago Press, 1-51.
- Fernald, John G. and Charles I. Jones (2014), "The Future of US Economic Growth," *American Economic Review*, Vol. 104, No. 5, pp. 44-49.
- Frey, Carl Benedikt and Michael A. Osborne (2013), "The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?"
- Goos, Maarten, Alan Manning, and Anna Salomons (2014), "Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring," *American Economic Review*, Vol. 104, No. 8, pp. 2509-2526.
- Goos, Maarten and Alan Manning (2007), "Lousy and Lovely Jobs: The Rising Polarization of Work in Britain," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 89, No. 1, pp. 118-133.
- Graetz, Georg and Guy Michaels (2015), "Robots at Work," CEPR Discussion Paper, No. 10477.
- Lechevalier, Sébastien, Junichi Nishimura, Cornelia Storz (2014), "Diversity in Patterns of Industry Evolution: How an Intrapreneurial Regime Contributed to the Emergence of the Service Robot Industry," *Research Policy*, Vol. 43, No. 10, pp. 1716-1729.
- Mokyr, Joel, Chris Vickers, and Nicolas L. Ziebarth (2015), "The History of Technological Anxiety and the Future of Economic Growth: Is This Time Different?" *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 29, No. 3, pp. 31-50.
- Morikawa, Masayuki (2015), "Postgraduate Education and Labor Market Outcomes: An Empirical Analysis Using Micro Data from Japan," *Industrial Relations*, Vol. 54, No. 3, pp. 499-520.
- Nordhaus, William D. (2015), "Are We Approaching an Economic Singularity? Information Technology and the Future of Economic Growth," NBER Working Paper, No. 21547.
- Oliner, Stephen D., Daniel E. Sichel, and Kevin J. Stiroh (2007), "Explaining a Productive Decade," *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, 81-152.
- Pilat, Dirk, Frank Lee, and Bart van Ark (2002), "Production and Use of ICT: A Sectoral Perspective on Productivity Growth in the OECD Area," *OECD Economic Studies*, No. 35, 2002/2.
- Stiroh, Kevin J. (2002), "Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What Do the Industry Data Say?" *American Economic Review*, 92(5), 1559-1576.
- Van Reenen, John (2011), "Wage Inequality, Technology and Trade: 21st Century Evidence," *Labour*

Economics, Vol. 18, No. 6, pp. 730-741.

特許庁 (2015), 「平成 26 年度特許出願技術動向調査報告書：人工知能技術」.

表1 回答企業の産業分布

産業	企業数	構成比
製造業	1,647	48.1%
情報通信業	199	5.8%
卸売業	639	18.6%
小売業	403	11.8%
サービス業	395	11.5%
その他	144	4.2%
計	3,427	

(注) 表に示した数字の外数として産業分類不詳のサンプルが11社存在する。

表2 主な変数と要約統計量

変数	平均	標準偏差	最小値	最大値
常時従業者数(対数)	5.104	0.988	0	11.513
大卒以上比率(%)	37.803	27.102	0	100
大学院卒比率(%)	2.372	5.853	0	100
正社員の平均年齢	40.62	4.34	25	65
女性比率	0.300	0.204	0	0.994
非正規労働者比率	0.243	0.248	0	0.993
労働組合(ダミー)	0.318	0.466	0	1

(注) 女性比率、非正規労働者比率は常時従業者総数に占める比率。

表3 ビッグデータの利用

	既に利用	利用したい	関係がない	わからない
製造業	2.7%	18.1%	35.7%	43.5%
情報通信業	8.5%	42.0%	25.5%	23.9%
卸売業	1.5%	16.4%	41.1%	41.1%
小売業	4.3%	22.6%	35.4%	37.8%
サービス業	1.9%	25.8%	41.8%	30.5%
その他	4.4%	17.0%	41.5%	37.0%
全産業	3.0%	20.5%	37.0%	39.5%

表4 AI・ロボットが経営に及ぼす影響

	大きなプラス	プラス	どちらとも	マイナス	大きなマイナス
製造業	4.7%	27.8%	66.5%	0.8%	0.2%
情報通信業	8.5%	33.9%	54.5%	3.2%	0.0%
卸売業	1.8%	17.1%	79.8%	1.2%	0.2%
小売業	2.4%	18.4%	77.8%	0.8%	0.5%
サービス業	3.3%	18.4%	76.3%	1.1%	0.8%
その他	2.2%	17.8%	80.0%	0.0%	0.0%
全産業	3.9%	23.6%	71.3%	1.0%	0.3%

表5 AI・ロボットが雇用に及ぼす影響

	雇用増加	無関係	雇用抑制	わからない
製造業	3.0%	21.8%	29.3%	45.9%
情報通信業	15.9%	30.7%	13.8%	39.7%
卸売業	2.0%	30.7%	13.9%	53.4%
小売業	1.9%	37.8%	16.8%	43.6%
サービス業	6.7%	42.3%	14.2%	36.8%
その他	0.7%	33.3%	15.6%	50.4%
全産業	3.7%	28.6%	21.8%	45.8%

表6 経営への影響と紅葉への影響のクロス集計

	雇用増加	無関係	雇用抑制
経営にプラス	12.4%	25.4%	42.1%
どちらとも言えない	0.5%	30.3%	13.1%
経営にマイナス	0.0%	15.0%	75.0%

表7 AI等への見方と従業者の教育水準

①ビッグデータの利用・利用予定			
	利用・利用予定	関係がない	
大卒以上比率	47.0	35.1	***
大学院卒比率	3.9	1.9	***
②AI・ロボットの経営への効果			
	プラス	マイナス／中立	
大卒以上比率	39.7	37.1	**
大学院卒比率	3.7	1.9	***
③AI・ロボットの雇用への負の影響			
	雇用増加／中立	雇用抑制	
大卒以上比率	39.1	33.1	***
大学院卒比率	2.4	2.1	

(注) ***, **は、それぞれ1%, 5%水準で統計的な有意差があることを意味。

表8 ビッグデータの利用と企業・労働者特性

変数	(1)	(2)	(3)	(4)
常時従業者数(対数)	0.1871 *** (0.0285)	0.2059 *** (0.0315)	0.2052 *** (0.0323)	0.2195 *** (0.0356)
大卒以上比率	0.0057 *** (0.0012)	0.0057 *** (0.0012)	0.0062 *** (0.0014)	0.0061 *** (0.0014)
大学院卒比率	0.0162 *** (0.0047)	0.0171 *** (0.0048)	0.0146 *** (0.0053)	0.0163 *** (0.0053)
正社員の平均年齢	-0.0290 *** (0.0069)	-0.0257 *** (0.0070)	-0.0296 *** (0.0079)	-0.0262 *** (0.0081)
女性比率		0.3598 ** (0.1702)		0.4447 ** (0.1976)
非正規労働者比率		-0.1799 (0.1458)		-0.1162 (0.1724)
労働組合あり(ダミー)		-0.1146 * (0.0656)		-0.1267 * (0.0753)
市場:都道府県内	0.1264 (0.1561)	0.1392 (0.1572)	0.1472 (0.1797)	0.1799 (0.1810)
市場:日本国内	0.3042 * (0.1560)	0.2935 * (0.1572)	0.3210 * (0.1807)	0.3283 * (0.1819)
市場:アジア域内	0.1679 (0.1872)	0.1606 (0.1888)	0.2132 (0.2173)	0.2259 (0.2190)
市場:世界	0.5490 *** (0.1751)	0.5587 *** (0.1773)	0.6357 *** (0.2039)	0.6717 *** (0.2062)
情報通信業	0.4617 *** (0.1160)	0.4442 *** (0.1171)	0.3384 *** (0.1300)	0.3299 ** (0.1313)
卸売業	-0.0861 (0.0858)	-0.1276 (0.0873)	-0.1624 * (0.0979)	-0.2060 ** (0.0996)
小売業	0.1884 * (0.1077)	0.1439 (0.1101)	0.1600 (0.1257)	0.0915 (0.1288)
サービス業	0.0385 (0.0977)	-0.0059 (0.0996)	-0.1008 (0.1105)	-0.1618 (0.1133)
その他	0.0766 (0.1503)	0.0359 (0.1511)	0.0515 (0.1704)	-0.0027 (0.1715)
Nobs.	2,646	2,644	1,622	1,621
Pseudo R ²	0.0819	0.0844	0.0865	0.0901

(注) 順序プロビット推計。***, **, *はそれぞれ1%, 5%, 10%水準で統計的に有意。自社市場の地理的範囲は「市区町村内」、産業は「製造業」を参照基準としている。

表9 AI・ロボットが経営に与える影響と企業・労働者特性

変数	(1)	(2)
常時従業者数(対数)	0.0629 ** (0.0267)	0.0783 *** (0.0289)
大卒以上比率	0.0008 (0.0011)	0.0009 (0.0011)
大学院卒比率	0.0218 *** (0.0045)	0.0218 *** (0.0045)
正社員の平均年齢	-0.0180 *** (0.0061)	-0.0166 *** (0.0062)
女性比率		-0.0611 (0.1528)
非正規労働者比率		0.0418 (0.1292)
労働組合あり(ダミー)		-0.1146 ** (0.0581)
市場: 都道府県内	0.2129 (0.1386)	0.2210 (0.1394)
市場: 日本国内	0.2434 * (0.1389)	0.2479 * (0.1397)
市場: アジア域内	0.3437 ** (0.1656)	0.3544 ** (0.1669)
市場: 世界	0.6468 *** (0.1570)	0.6601 *** (0.1588)
情報通信業	0.0557 (0.1123)	0.0338 (0.1133)
卸売業	-0.3510 *** (0.0767)	-0.3725 *** (0.0779)
小売業	-0.2207 ** (0.1001)	-0.2296 ** (0.1018)
サービス業	-0.3502 *** (0.0911)	-0.3747 *** (0.0928)
その他	-0.2652 * (0.1387)	-0.2862 ** (0.1392)
Nobs.	2,645	2,643
Pseudo R ²	0.0445	0.0455

(注) 順序プロビット推計。***, **, *はそれぞれ1%, 5%, 10%水準で統計的に有意。自社市場の地理的範囲は「市区町村内」、産業は「製造業」を参照基準としている。

表10 AI・ロボットが雇用に与える影響と企業・労働者特性

変数	(1)	(2)	(3)	(4)
常時従業者数(対数)	-0.0182 (0.0273)	0.0237 (0.0298)	-0.0256 (0.0333)	0.0290 (0.0369)
大卒以上比率	0.0020 * (0.0011)	0.0020 * (0.0012)	0.0036 ** (0.0014)	0.0034 ** (0.0014)
大学院卒比率	0.0067 (0.0050)	0.0027 (0.0050)	0.0072 (0.0056)	0.0031 (0.0056)
正社員の平均年齢	0.0076 (0.0061)	0.0103 * (0.0062)	0.0045 (0.0074)	0.0078 (0.0076)
女性比率		-0.4022 *** (0.1541)		-0.4261 ** (0.1907)
非正規労働者比率		-0.4521 *** (0.1308)		-0.6908 *** (0.1669)
労働組合あり(ダミー)		0.0031 (0.0588)		0.0415 (0.0728)
市場:都道府県内	0.3371 ** (0.1323)	0.2548 * (0.1336)	0.3960 ** (0.1625)	0.2939 * (0.1641)
市場:日本国内	0.1920 (0.1328)	0.1186 (0.1341)	0.2064 (0.1641)	0.1119 (0.1657)
市場:アジア域内	0.2711 * (0.1622)	0.1702 (0.1639)	0.3360 * (0.2010)	0.1946 (0.2030)
市場:世界	0.3126 ** (0.1536)	0.1875 (0.1557)	0.3583 ** (0.1895)	0.2012 (0.1920)
情報通信業	0.7489 *** (0.1199)	0.7201 *** (0.1211)	0.9046 *** (0.1410)	0.8717 *** (0.1429)
卸売業	0.3235 *** (0.0762)	0.3271 *** (0.0777)	0.3673 *** (0.0970)	0.3790 *** (0.0986)
小売業	0.3358 *** (0.1005)	0.4456 *** (0.1028)	0.4704 *** (0.1236)	0.6299 *** (0.1272)
サービス業	0.5408 *** (0.0910)	0.6424 *** (0.0935)	0.7291 *** (0.1040)	0.8788 *** (0.1076)
その他	0.2529 * (0.1379)	0.3044 ** (0.1393)	0.3189 * (0.1735)	0.3674 * (0.1756)
Nobs.	2,648	2,646	1,467	1,466
Pseudo R2	0.0333	0.0441	0.0547	0.0720

(注) 順序プロビット推計。***, **, *はそれぞれ1%, 5%, 10%水準で統計的に有意。自社市場の地理的範囲は「市区町村内」、産業は「製造業」を参照基準としている。