



RIETI Policy Discussion Paper Series 17-P-029

IoT/AIが雇用に与える影響と社会政策in第4次産業革命

岩本 晃一

経済産業研究所

波多野 文

経済産業研究所 / 高知工科大学



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/>

IoT/AI が雇用に与える影響と社会政策 in 第4次産業革命¹

岩本晃一(経済産業研究所)、波多野文(経済産業研究所/高知工科大学)

要 旨

本稿は、筆者が研究プロジェクトリーダーを務める「IoTによる生産性革命」研究プロジェクトのうちテーマ4「IoTが経済社会に与える影響」の調査分析結果をとりまとめたものである。

2013年9月、オックスフォード大学のフレイ&オズボーンは、米国において10-20年以内に労働人口の47%が機械に代替可能という推計結果を発表した。これを契機として世界中で、IoT/AIが導入されると雇用は将来どうなるか、という研究がブームとなった。

だが日本はそうしたブームとはほとんど無縁で、メディアがフレイ&オズボーンの数字を取り上げ、人口知能は人間の職を奪うか、といった2極対立的な議論を展開するなど、人々の不安を煽ってきた。この数字は本当か?という疑問が本調査研究の出発点である。事実に基づいた科学的で冷静な議論が必要である。

本稿の第2章では、これまで世界中で発表された文献のうち著名なものを引用し、世界の議論の動向を紹介している。数多くの調査分析から、世界の研究者の間では、ほぼコンセンサスが出来上がっていることがわかる。

第4章では、本稿のテーマとなっている課題に、国を挙げて取り組んできたドイツの動向を紹介する。ドイツでは、国全体が強い危機感を持ち、連邦政府が主導し、Arbeiten4.0プロジェクト(英; Work4.0)を実施してきたが、White Paper(2016)を発表し、一段落ついた。

第6章では、IoT/AIがビジネスの現場に本格的に導入され、かつ実績を出している日本企業の現場を訪れ、雇用がどのようになっているか、事実関係の聞き取り調査を行ってきた結果を紹介している。

今後とも、日本における「雇用の未来(Future of Job)」について、事実に基づいた精度の高い科学的議論をする必要がある。

キーワード: IoT、AI、労働組合、Arbeiten4.0、第4次産業革命

JEL classification: J00, M10, M11, M12, O30

RIETI ポリシー・ディスカッション・ペーパーは、RIETI の研究に関連して作成され、政策を巡る議論にタイムリーに貢献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。

¹この論文は、RIETI におけるプロジェクト「IoTによる生産性革命」の研究成果である。本稿の原案に対して、長岡貞男教授(東京経済大学) RIETI ファカルティフェロー/プログラムディレクター、経済産業省職員ならびに経済産業研究所ポリシー・ディスカッション・ペーパー検討会の方々から多くの有益なコメントを頂いた。ここに記して、感謝の意を表したい。

IoT/AI が雇用に与える影響と社会政策 in 第 4 次産業革命

岩本晃一(経済産業研究所)、波多野文(経済産業研究所/高知工科大学)

目次

1. はじめに
2. これまでの研究のレビュー
3. 雇用の未来
4. ドイツの動向
5. アンケート調査結果の紹介
6. 日本の現場の動向
7. おわりに

1. はじめに

1-1 危機に直面しないと動かない日本人

2013年9月、フレイ&オズボーン(オックスフォード大学)が、米国に於いて10~20年以内に労働人口の47%が消滅のリスクに晒されるという推計値を発表して以降、世界中の社会学者が将来の雇用に関する論文やレポートを発表するという研究ブームが生じた。現時点でもそのブームは続いているが、研究のピークは過ぎた。

だが先進国のなかで日本だけが、研究ブームから無縁の状態にあった。そして、マスコミが、フレイ&オズボーンの数字を、繰り返し取り上げ、国民の不安をあおってきた。フレイ&オズボーンの推計値は本当か?という疑問が、本調査研究の出発点である。

将来の推計値については、これまで発表された多くの論文やレポートをレビューすれば、大きな幅はあるものの、大まかな方向性はほぼ見えており、我が国も今から対策を講じることが重要である。

この問題は、人口減少・少子高齢化問題と類似性が高いと感じている。日本の人口減少と急速な少子高齢化は、30~40年前前からかなりの高い精度で予測されていた。まだ資金的に余裕のあるうちから手を打つ必要があると良識派は主張してきた。だが、現実には、良識派の声はかき消され、目の前に危機が訪れるまで、日本

人は手を打たずに来た。現実には危機に直面しないと、真剣に取り組まない、日本人の国民性だと感じている。

1-2 言葉に惑わされず、現象の本質を理解することが重要

最近の新聞には、「モノのインターネット(IoT ; Internet of Things)」、「ビッグデータ(Big Data)」、「人工知能(AI ; Artificial Intelligence)」という言葉が毎日のように踊っている。今や世の中は一種のブームの状態にあると言えよう。

これらの言葉の定義を聞く方がいるが、筆者は、これらの言葉の定義を議論することは、ほとんど意味が無いと思っている。なぜなら、議論しても結論にたどり着くことがないからだ。例えば、「ビッグデータ(Big Data)」と言っても、何が「Big」で、何が「Small」なのか、その基準はどこにあるのか、わからない。また、「モノのインターネット(IoT ; Internet of Things)」という言葉は、大きな誤解を生んでいる。すなわち、IoTを導入すると、インターネットに接続しなければならず、外部からのウイルスの侵入やハッカー攻撃に晒されると思い込んでいる中小企業の社長さんは案外多いと感じている。そうした誤解のため、IoT導入を躊躇する人が多い。だが、実際はそうではない。工場の内部にIoTを導入する場合、工場のなかだ

けで閉じた閉鎖的なネットワークで十分であり、必要もないのに敢えてウイルスの侵入やハッカー攻撃に晒されるインターネットに接続する必要はどこにも無い。IoTの所有者の意に反して、無理矢理インターネットに接続させようという強制力はどこにも存在しない。嫌なら接続しなければいいだけである。一部では、IoTとは、親会社や取引先と接続することであり、自分の会社の内部情報が相手方にばれてしまうことだと信じ込んでいる人もいる。

もし仮に外部と接続する必要性があったとしても、大手通信会社が販売しているIoT専用回線に接続すればよい。この場合もまたウイルスの侵入やハッカー攻撃に晒されるインターネットに無理矢理接続する必要は無い。だが会社や社員の安全を守るためには資金を投じて警備員を雇って治安を確保するのと同様、ネットワークの安全を守るためには、資金を投じる必要がある。先日、「無料のソフトウェアをパソコンにダウンロードしてインターネットに接続したが、セキュリティは大丈夫でしょうか」と聞かれたことがあったが、これなどは「警備員を雇わなくても会社や社員の安全は大丈夫でしょうか」と言っているようなものだ。

一応、「人工知能」は、機械学習、パターン認識、推論機能、という3つの機能を持ったプログラム(アプリケーション・ソフトウェア)であると言われてきた。最近、コンピュータの処理速度が速くなり、かつ記憶容量が大きくなったお陰で、機械学習は、「深層学習、ディープラーニング(Deep Learning)」と呼ばれるようになった。2016年、深層学習のお陰で人工知能が「猫」を認識できるようになった、とAIエンジニアは大騒ぎをした(注1)。

だが、昨年、米国自動車メーカーのテスラ・モーターズが自動運転の実験中、人工知能が、前に駐車してあった白のトレーラを、青空と判断して、トレーラに突っ込み、同乗者が死亡する事件があった(注2)。

筆者は、人工知能の研究者に会うたびに、自動運転の次に来る商業化・実用化される技術は何か、と聞いているが、誰も答えてくれない。人工知能という言葉に惑わされて人間を超える超人をイメージする人もいるが、人工知能の技術レベルを正確に認識することが重要である。(注3)

日本では、最近まで、ユビキタス(ubiquitous)、IT(Information technology)、ICT(Information and Communication Technology)という言葉が使われていたが、これらと、IoT、Bigdata、AIとの違いを明確に説明できる人はまずいないだろう。それが示すように、IoT、Bigdata、AI、ユビキタス、IT、ICTという言葉は正確に定義しようとしても、それ自体が曖昧なのである。だから、筆者は、これらの言葉の定義を議論することは、生産的ではないと思っている。

ところで、欧米の専門家は、IoT、Bigdata、AI、ユビキ

タス、IT、ICTのように縦割りに分断化するような言葉は、ほとんど用いない。彼らが使用する言葉は、デジタル化(Digitalization)、コンピュータ化(Computerization)、ネットワーク化(Networking)である。それらは外観を表現しており、その結果生じる現象として、彼らは「オートメーション(Automation)」という言葉を用いる。すなわち、彼らにとっては、IoTもAIもITも関係ない。彼らの目に映っている時代の大きな技術変化とは、「アナログをデジタルに置き換えていくこと」であり、人間の活動のなかに「コンピュータを導入すること」であり、別々に稼働していた機械を「ネットワークで接続すること」なのであり、その結果、彼らがずっと追いついてきた技術進歩とは、オートメーション化(Automation)、すなわち「人間が従来から行ってきた事及び人間が行えなかった事を機械にやらせること」なのではないだろうか。これが技術進歩に対する西洋思想の根源なのである。日本は、西洋文明の中で経済活動しなければならないことは必然なので、日本国民の考えがどうあれ、好き嫌いに関係なく、この西洋的価値観に取り込まれて経済活動しなければならない。それは日本の必然といえよう。(図表1)

すなわち、元々、西洋文化のなかに、技術の進歩とは、「人間の労働を機械で置き換える」ものである、という思想そのものが組み込まれているのである。

IoT ; Internet of Things

BD ; Big Data

AI ; Artificial Intelligence

ユビキタス; ubiquitous

IT ; Information technology

ICT ; Information and Communication Technology

Digitalization

Computerization

Networking

Automation

(図表1) 各種文献で用いられる言葉

すなわち、オートメーション技術が進歩すれば、雇用者数は、減るのか、増えるのか、という「量の問題」として捉える課題設定自体、トートロジーだといえる。オートメーション技術が進歩すれば、人間の労働の一部が機械に代替されるとともに、これまで出来なかったことを機械が担うようになれば、そこに新たな産業が生まれて雇用が創出される。オートメーションということ言葉自体に、雇用が減る要素と雇用が増える要素の双方が含まれている。

また、人口知能AIは人間の雇用を奪うか、という機械

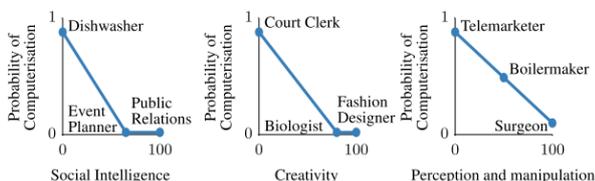
と人間を対立構図に置いて課題設定することも、今では日本くらいでしかみかけない。

オートメーション技術が進歩すれば、雇用の未来はどうなるか、という「質の問題」「雇用の構造問題」として捉える課題設定の方が正しいのではないかとすなわち、これが本稿のリサーチクエストである。

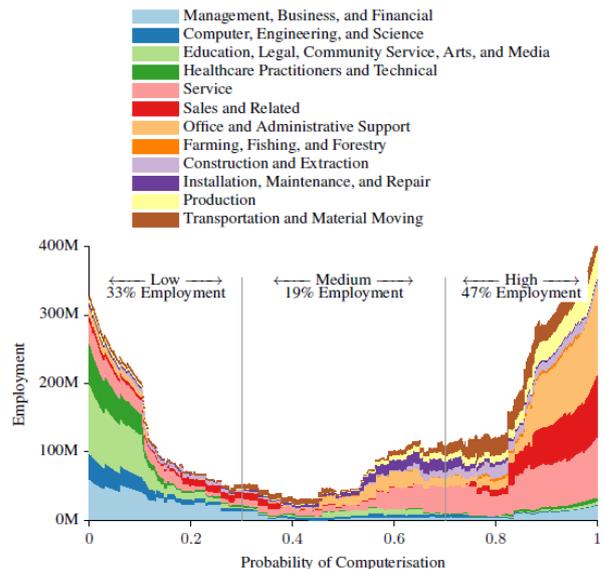
2. これまでの研究のレビュー

2-1 仕事の自動化が雇用に及ぼす影響

AI/IoT が普及し、多くの仕事が自動化されることが、これからの雇用にどのような影響を与えるのか。この問題については、アメリカ、ドイツなどで盛んに研究がなされている(Autor, 2015; Frey & Osborne, 2013; Lorenz, Rüßmann, Strack, Lueth, & Bolle, 2015; OECD, 2016)。これらの研究の端緒となったのが、Frey and Osborne (2013) の研究である。彼らは、機械学習やビッグデータによるパターン認知の進展により、これまで機械には代替されないと考えられてきた非ルーティン作業の仕事も、機械が担う可能性が高まっていることを指摘した。そして、O*NET というアメリカの職業データベースにもとづき、アメリカに存在する職業一つひとつについて、その職業がどの程度機械に代替されにくい性質を持っているかを数値化し、各職業の自動化可能性を算出した。非ルーティン作業も含めたモデルをもとに、「社会的知能」「創造性」「知覚と操作」を、機械が人間の仕事を代替する上でのボトルネックとなる変数としてモデルに組み込み、2010年のアメリカの全雇用の代替可能性を算出した。その結果、アメリカの職業の約47パーセントは、今後10から20年のうちに自動化可能性が70パーセントを超える可能性があることが推計された(図表2、図表3)。

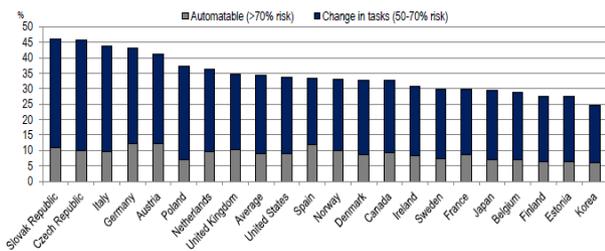


(図表2) 機械が人間の仕事を代替する上でのボトルネックとなる変数の略図 (出典) Frey and Osborne (2013)



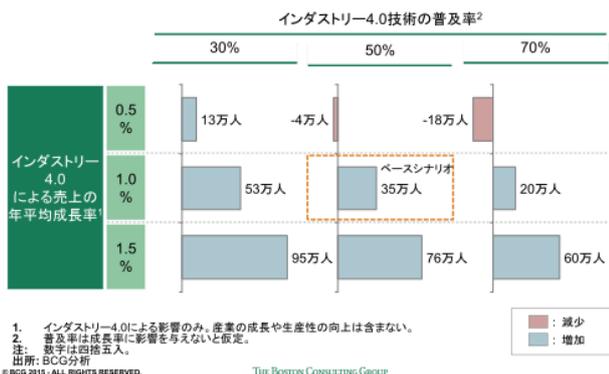
(図表3) 2010年のアメリカの全職業の機械化可能性の分布 (出典) Frey and Osborne (2013)

Frey and Osborne (2013) が発表された後、これに追随するように多くの研究機関から仕事の自動化によって雇用に将来的に増加するのか、減少するのか、また、どのような職種が機械に置き換わりやすいのかを検討したレポートが発表された。いくつかのレポートでは、自動化により労働者がこなすタスクは変化するが、Frey and Osborne (2013) の予測するほど極端な雇用の減少は生じないと予測している。例えば、Arntz, Gregory, and Zierahn (2016) は、労働者がこなす仕事は多くの場合様々なタスクに細分化されるため、職業ごとに機械化可能性を推計するのではなく、タスクごとに検討し、各職業に還元して考えるべきだと主張した。彼らは、タスクベースで OECD 加盟国(21カ国)の職業の自動化可能性を推計した場合、自動化可能性が70パーセントを超える職業はわずか9パーセントであることを報告した。彼らの報告では、最も自動化される職業のシェアが高いオーストラリアでは12パーセント、シェアの低い韓国では6パーセントである(図表4の灰色の部分)。そして、大半の職業は、自動化可能性が50パーセント程度の職業、すなわち、職業を構成するタスクのうち、半分程度が自動化され、残りの半分は従業員が自らこなすようなタイプの職業である(図表4の紺色の部分)。OECDレポートでは、彼らの研究結果にもとづき、自動化による雇用の大幅な減少は生じないが、多くの仕事は自動化により仕事内容が変化する可能性が高いため、労働者は仕事内容の変化に適応する必要があると指摘している(OECD, 2016)。



(図表 4) 自動化リスクが高・中程度の職業に就いている労働者の割合
出典) OECD レポート(2016)

自動化に伴う生産性の向上によって、新たな雇用が創出されるとの見方もある。ボストン・コンサルティング・レポート(Lorenz, Rüßmann, Strack, Lueth, & Bolle (2015).)では、ドイツの産業労働が、2014年から2025年にかけて自動化によりどのように変化するかを、自動化の普及率と自動化による売上げの年平均成長率をもとに予測した。この分析から、売上げの年平均成長率が1パーセント、自動化の普及率が50パーセントの段階で、35万人の雇用が新たに創出されるという結果が得られている(Lorenz et al., 2015) (図表 5)。ただし、分野によって雇用の成長が見込めるかどうか異なる点に注意が必要である。同レポートによると、労働の自動化・機械化の普及によって雇用の増加が期待されるのはITやデータインテグレーション分野、研究開発、ヒューマンインターフェース関連分野である。これに対し、生産や品質管理、メンテナンス関連の職種は雇用の減少が見込まれる。



(図表 5) 自動化によるドイツ国内の雇用の増減(シナリオ別, 2014-2025 年の変化)
出典) ボストン・コンサルティング・レポート(2015)

Bessen (2016) も、ボストン・コンサルティング・レポートと同様に機械化による雇用の増加と減少が同時に生じるとする結果を報告している。Bessen (2016)は、コンピュータを頻繁に利用する職種は業務の自動化度合いが高いと仮定し、各職種・産業内で労働者がコンピュータ

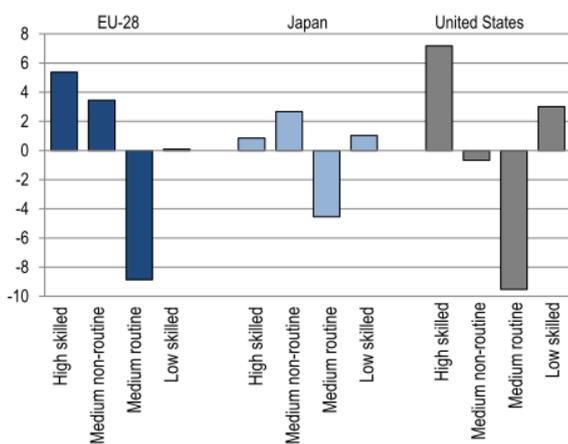
を利用する頻度を独立変数として、産業全体の職業別雇用需要の単純モデルを構築した。その結果、コンピュータを利用する職種は利用しない職種に比べて雇用成長率が高い(標本平均で 1.7 パーセントの増加)ことが明らかになった。ただし、雇用の成長と同時に雇用の代替効果も存在し、同一産業内にコンピュータを利用する別の職業がある限り、雇用成長率は低下する傾向があることも明らかになった。これは、その産業内において、コンピュータを使用しない職業に、コンピュータを使用する職業に代替されるということが生じるためである。そのため、コンピュータによる雇用の増加は雇用の代替効果に相殺され、年間 0.45 パーセントの成長に抑えられる。コンピュータを使いこなす技術を習得できるかが、この先仕事を失うかどうかに影響する可能性がある。

以上をまとめると、仕事の自動化が雇用を奪うのか、創出するかは、Frey and Osborne (2013)が予測したほど極端な事態には陥らないとする見方の方が多い。Arntz et al. (2016) は、テクノロジーが実際にどこまで実用化されるかと、研究者が述べる可能性には乖離があること、労働者が新たなテクノロジーを学ぶことで、自動化に関連する新たな仕事に適応できる可能性が十分にあることを考慮した上で自動化と雇用の未来を考える必要があるとしている。ただし、教育レベル間の格差が増大し、低スキルの労働者に対する教育訓練や時間のコストがテクノロジーの進歩を上回る可能性があることも同時に指摘している。また、機械が苦手とする相互作用、環境に対する反応の柔軟性、適応力、問題解決能力は、Google の自動運転や人工知能の Watson など、環境の整備や機械学習によって着実に機械化の試みが進められていることも事実である(Autor, 2015)。雇用創出を予測するレポートでも、基本的にはすべての職業で雇用が伸びるわけではなく、雇用が増える業種と減る業種が出現するという結果を報告している。具体的には、自動化技術を提供する業種(IT, データインテグレーション, 研究開発分野など)は雇用が増大するが、製造, 物流, 品質管理, メンテナンス, 製紙・印刷業などは雇用が減少することが見込まれている。ドイツの労働・社会政策省がまとめた White Paper Work4.0 (2016) でも、同様の見通しがなされている。また、IAB レポート(2016) は、ルーティン作業が機械に代替されることで、サービス業の職業構造も変化する可能性があるとは指摘している。それゆえ、過度に楽観視せず、状況の変化に対応する準備が必要になる。

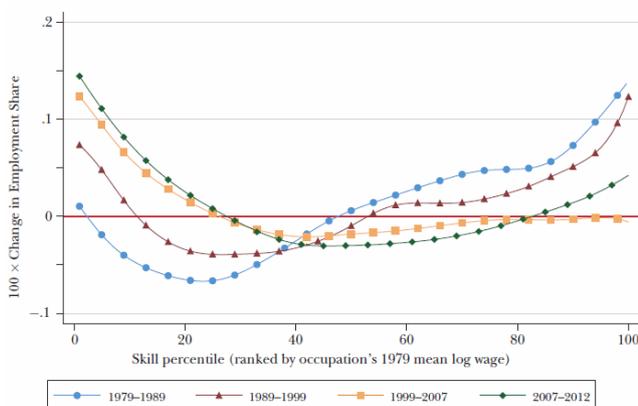
2-2 . 仕事の自動化に伴う職業構造の変容

自動化によって影響を受けるのは、雇用の増減だけではない。ボストン・コンサルティング・レポートが指摘するように、雇用の増加は職種による。それにより、労働者

を取り巻く雇用状況も変化する。OECD レポートは、労働の自動化により雇用が高スキルの仕事と低スキルの仕事に二極化すると指摘している(OECD, 2016) (図表 6)。すなわち、専門的な技能を必要としない低スキルの仕事と技能を要する高スキルの仕事は需要が高まるが、中程度のスキルを要する仕事の需要は低下する。このような雇用の二極化は、2000年代前半から2010年代後半にかけてすでに生じており、中程度のスキルを要する雇用はこの20年で減少している。OECDレポートでは、高次の問題を解決する認知技術は機械による置き換えリスクは比較的少ないとしているが、Autor (2015) は、中スキルの仕事で生じた雇用の減少が、2007年から2012年にかけてより専門的な高スキルを要する仕事にも広がっていることを指摘しており、機械技術の進展がどの程度のスキルを要する仕事まで影響を及ぼすかは不明確である(図表 7)。



(図表 6) EU, 日本, 米国の被雇用者割合の変化 (2002-2014年)
出典) OECD レポート(2016)



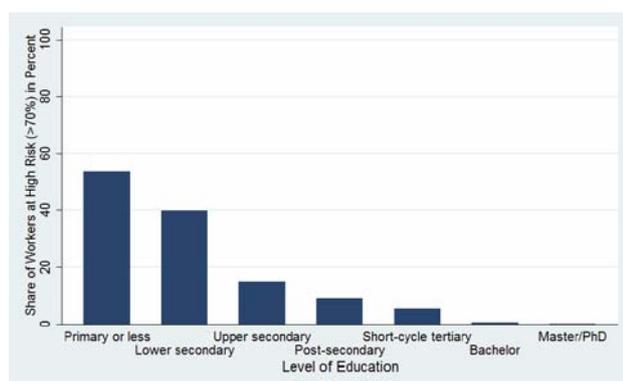
(図表 7) 1979年から2012年にかけての職業能力別に見た雇用割合の変化 出典) Autor (2015)

また、職種だけでなく、雇用形態も二極化する可能性がある(OECD, 2016)。具体的には、インターネットの普及により、労働者、製品、タスクのマッチングが効率的になされることで、労働者の雇用形態が流動化する可能性がある。近年、ソーシャルコミュニケーションを行う場やデジタルマーケットプレイスを提供するプラットフォーム(Facebook, Twitter, eBay など)に加え、Uber や Airbnb などの中間プラットフォーム、Amazon Mechanical Turk や Upwork などのクラウドワーキングプラットフォームが発展している(White Paper, 2016)。中間プラットフォームやクラウドワーキングプラットフォームでは、プラットフォーム提供企業が複雑なタスクを細分化して労働者に割り当てる。労働者はより単純化された、安価な労働を請け負うことになり、キャリアアップにも弱くなる。また、労働者とプラットフォーム提供側の企業に明確な雇用関係がないにも関わらず、パフォーマンスの評価基準が細かく規定されており、労働者の自由が実質的に制限されやすいなど、雇用形態の安全性の問題も指摘されている(White Paper, 2016)。このような、プラットフォームビジネスに従事する労働者は、雇用関係のある仕事を一種類だけこなすのではなく、主たる仕事に加えて別の収入源も持っていたり、非正規雇用の収入源を複数持っていたりするなど、雇用形態が流動化する。もちろん、このような多角的労働者が、この先労働市場にどのような影響を及ぼすかは、現時点では明らかでない。しかし、正規雇用と非正規雇用の二極化は、高所得、低所得という給与形態の二極化を招くおそれがある。このような非正規タイプの労働形態は、通常の法定労働時間、最低賃金、失業保険などが、単一の雇用関係によってモデル化されているため、多くの OECD 国家で保護の対象になりにくい。このような公的サービスも、今後は労働の流動化に対応し、保護が及びにくい労働者への対応を検討する必要がある。

Autor (2015)は、供給の弾力性の観点から、低スキルの労働と高スキルの労働に生じる賃金や労働者の供給の変化について検討している。高スキルの労働者は、大学や大学院での高等教育を要する。それゆえ、高スキルの職業を求めて教育を受けている間、人材の需要に対して供給がすぐに増加することはない。このことが、結果として IT 関連の高スキル人材の需要をさらに高めることになる。これに対し、低スキルの労働は教育が必須の高度なスキルを伴わないため、他分野から労働者が流入しやすく、生産性が高まっても単価が低くなる傾向があるために賃金の上昇は抑制されやすい。つまり、雇用は高スキル・低スキルの労働の需要の上昇という形で二極化するが、賃金は高スキル労働でのみ上昇し、低スキルの労働では上昇しない。

米国経済白書(2016)では、インターネット利用環境の格差を是正する必要も指摘されている。同レポートの調査では、ブロードバンドの普及率が10パーセント上昇すると、一人あたりの所得の伸び率は0.9から1.5パーセント上昇するとの指摘があり、さらにインターネットの利用率が高ければ所得が高くなり、逆に利用率が低いと所得も低くなることが明らかになっている。インターネットを利用できないと、就職活動やその他のサービス、教育面で様々な不利益を被る可能性があり、これらの情報格差を縮小する必要がある。

自動化による雇用の増減には、他にも教育レベルや賃金水準との相関が指摘されている。Frey and Osborne (2013)は、平均年収や教育レベルが低いほど置き換えリスクが高くなると指摘している。同様の指摘は他のレポートや研究においてもなされている(Arntz et al., 2016; OECD, 2016)。教育レベルが低い労働者は、低スキル・低収入の仕事に従事していることが多く、彼らの仕事は機械への置き換えリスクが高い傾向にある(図表8)。



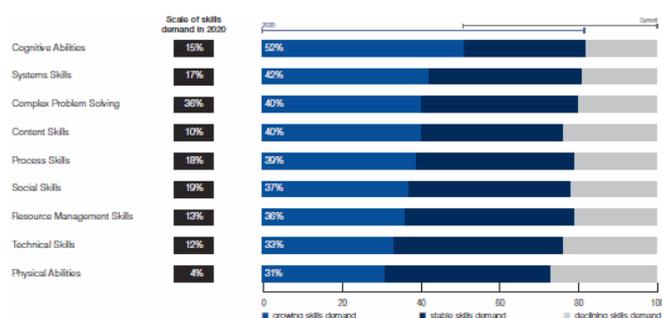
(図表8) 教育レベルと自動化による代替リスクの関係(出典) Arntz, Gregory, & Zierahn (2016)

2-3 労働者に求められる仕事内容の変化

これまでに指摘したとおり、仕事が自動化されることにより、労働者に求められる能力が変化する可能性がある。OECD レポートは、自動化のリスクが比較的低い職業であっても、その職業を構成するタスクの多くは自動化が可能であり、労働者はこれらのタスクの変化に適応する必要があると指摘している。同様の指摘は WEF レポート(2016)でもなされている。多くの産業で、社会的スキル(感情のコントロール力やコミュニケーション能力)に加え、IT リテラシーやコンピュータを操作するための認知能力、情報処理能力が中核的スキルとして必要になる(図表9)。これに伴い、採用活動にも影響が生じる。需要が高まるコンピュータ・数理関係や建築・工学関係、その他の戦略的・専門的職業は、人材獲得の競争が高まり、状況は2020年までにより悪化する可能性がある(World Economic Forum., 2016)。特に、雇用の需要が

高まるとされる高スキルの職業は、人材育成に時間がかかる。さらに、近年ではテクノロジーが変化するスピードが速いこともあり、育成がより困難なため、需要の高まりに対して供給が追いつかず、競争はより困難になることが予測される。

White paper (2016) では、このような仕事内容の変化が労働者の職業人としての成長を阻害する可能性も指摘されている。たとえば、労働の機械化により、人間の担当するタスクが過度に簡素化されれば、労働者の問題解決能力が衰える要因になりうる。反対に、自動化が人間の仕事をより複雑化させる可能性もある。いずれの事態においても、人間の仕事に新たな精神的ストレスが追加される可能性がある。熟練の労働者が必要とする知識や経験を損なうことなく運用可能な人工知能が必要である。



Source: Future of Jobs Survey, World Economic Forum.

(図表9) 従業員に求められるスキルの変化(出典) World Economic Forum.(2016)

また、技術の進展により、労働者が働く時間や場所にも変化が生じることが予想される(White paper, 2016)。情報通信技術の進展により、自宅や職場の外で仕事を遂行することが容易になる。性別に関係なく仕事を持ち、家事をこなすことが一般的になる中で、労働時間や職場の流動化はより進むことが予想される。ただし、それに伴い仕事とプライベートの境界が曖昧になるといった懸念もある。また、企業側は労働時間の流動化にコスト削減や業務の効率性、スタッフの利用可能性の向上を期待するのに対し、労働者は時間に対する決定権の保持とワーク・ライフ・バランスの向上を期待している。それゆえ、両者の利害を慎重にすり合わせ、制度化する必要がある。

2-4 自動化への対策

上記のように、技術革新に伴う仕事の自動化は、雇用の需要や労働者の仕事内容、雇用形態に至るまで、様々な影響が指摘されている。これらの変化に対応し、労働者の生活水準をいかに保つか、自動化の恩恵を企業が最大限享受するにはどのような対策が必要かに

についても、先行研究において議論と提言がなされている。ここでは、自動化の円滑な導入に向けた対策と、人材管理、雇用への対策に分けてレビューしていく。

2-4-1 . 自動化の円滑な導入

マッキンゼー・レポート(2016)は、企業が自動化を円滑に導入するためにとるべき行動を複数のステップに分けて提案している(Wee, Kelly, Cattel, & Breuing, 2016)。

①自社のどの部分に自動化技術を取り入れるかを限定する

まず重要なのは、自動化や AI 技術の応用先を限定するという点である。これらの技術は、企業の活動を初めから終わりまで全てカバーする潜在能力を持っているが、それらを一度に適用する必要はない。同レポートでは、製造業者が既に所持しているデータをどのように使えるかに焦点をあてて、下記の4つのステップを踏んで導入先を明確化することを推奨している。

第一に、自社に特徴的な価値の流れや生産拠点を分析し、自動化の状況とデータの生成・利用料に関して現状を把握し、無駄や改善点がないかを評価する。第二に、前のステップで明らかにしたデータの利用状況と KPI や財務データに基づいて、現状を改善するためのアイデアを生み出す。さらに、出されたアイデアについて、それが与えるインパクトや導入の難しさや必要とされる時間などを考慮して優先順位をつける。第三のステップでは、優先順位の高いアイデアが会社に与えるインパクトを明確化する。最後のステップでは、これまでのステップで生み出されたアイデアをもとに、目標と KPI を明確化し、焦点を絞った導入計画を作成する。

導入計画には、自動化技術導入の提携企業に発注する見積もり要求や見積もり依頼の具体化、自動化技術がもたらす変化についての説得力のあるストーリー作り、専用のプロジェクトチームの設置なども盛り込む必要がある。

②IT 基盤を固める

次に、堅実な IT 基盤を固める必要がある。自動化技術の導入に成功する企業は、データの欠陥、システム不具合などの困難な状況下でもプロジェクトを完結させる事ができている。膨大な紙データをデジタル化したり、データへの投資(データの収集や積み重ね)を正当化したりすることは難しい。しかし、これらの投資は将来、自動化を試験的なレベルから実用レベルにするためには欠くことができない。また、

データへの投資に加えて、デバイスや顧客に関連するデータを適切に管理するための自動化事業の所有権を明確化できるような土台を構築することも必要である。使用しているセンサーや機器から得られるマスターデータをより進化した分析に利用できるよう統合することも、複雑なイベントにリアルタイムで対処することと同じくらい重要な課題である。

③自社でやるべきことと他社に任せるべきことを明確化する

また、自動化技術を導入する時は、自社の強みとは何か、他社にまかせてもよいデータ・能力とは何か、を明確化する必要がある。現在、自動化ソリューションを提供できる第三者機関は増えてきており、選択肢は多い。たとえば、新たに提供が開始されるシーメンス社の「マインドスフィア (MindSphere)」は製造業者のデータを統合するプラットフォームを供給する事ができる。既にあるソリューションを上手く利用することで、導入にかかる時間を節約できる。この時しっかり管理しなければならないのが、OEM との相互作用が生じた際のデータの所有権の確保である。契約締結の前に、自社がどのデータにアクセスする必要があるかを把握しておかねばならない。

④専門チームの設置

第四のポイントは、自社内に行動力のある内部チームを作ることである。自動化の恩恵を得るには、自社の内部に自動化を扱う能力のある強いチームが必要である。具体的には、IT に強いデータサイエンティストなどがいることが望ましい。このチームは、自社の他の部門とも連携できる必要がある。IT 専門家と、ビジネスの専門家、オペレーションの専門家が緊密に共同して動くことで、自動化に関する戦略を明確化し、実行することが可能になる。

⑤新しいビジネスモデルの模索

最後のポイントは、新たなビジネスモデルを試すことである。自動化技術は、オペレーションの効率化だけでなく、新たなビジネスモデルを推進するようなデジタルデータの統合や、収集したデータによって内容を変化させるデータ駆動形サービスをもたらす(例 プラットフォーム・エコミー型やサービス供給型のビジネスモデル)。目先の利益だけでなく、この先のマーケットの変容を見越して新たなビジネスモデルを構築、試用する必要がある。

2-4-2. 人材管理・雇用への対策

次に重要なのが、人材管理、採用、労働者の教育といった、働き方に関連する分野の対策である。WEF レポート(2016)は、今後訪れる採用難に対応するには、①人事機能の刷新、②データ分析の活用、③多様性への対処、④流動的な勤務形態や人材プラットフォームの活用が必要であると提言している(World Economic Forum., 2016)。

人事機能の刷新とデータ分析の活用は、要するに人材管理や評価をデジタル化し、より効率的な人材管理や労働計画の実現を目指すべきとする主張である。上述の通り、労働の自動化・機械化により需要が高まる人材は、需要の高まりに対して人材の供給がすぐには増えないことが予想される。そのため、人事部門はこの問題に早急に対処することが求められている。WEF レポートが提案する解決策は、これまでの評価手法や管理手法にデータ分析を取り入れ、供給される人材の傾向と企業が求めるスキルのギャップに焦点をあてる新たな分析ツールを構築することである。そして、この新たな分析ツールから、イノベーションや人材管理戦略につながる洞察を供給することである。

また、データによる人材管理は、多様性への対処にも応用できる。人材不足への対応には、多様な労働力の受入も必要になる。性別、年齢、人種、性的嗜好などは多様性を取り扱う上でよく知られている問題だが、データを用いた人事評価を行うことで、無意識にもつ偏見を除外した採用が可能になる。流動的な勤務形態や、外部の人材プラットフォームを活用することも、人材不足への対策として重要である。インターネット技術の進歩によって、遠隔での業務管理も容易になっている。仕事をする場所にこだわらず、フリーランサーや独立した専門家と共同することも視野に入れる必要がある。

ボストン・コンサルティング・レポート(2015)は、現雇用に対する再教育を対策として掲げている。上述の通り、技術の進展によって、労働者が今までこなしていたタスクが変化し、意思決定や問題解決能力など、より水準の高い、幅広いスキルが求められるようになる。そのため、彼らに対して、現場教育(拡張現実を利用し、あたかも現実場面で作業しているような環境の中で学習する、熟練労働者の作業観察など)と座学を組み合わせた、より実践的な場面で役立つ能力が身につくような再教育が必要となる(Lorenz et al., 2015)。これに伴い、再教育のための時間、教育へのモチベーションや意味を保証することも重要になる。再教育は、少子高齢化社会への対策にもなる。ライフサイクルを通して、現雇用の大規模な再教育が必要である(World Economic Forum., 2016)。White Paper (2016)においても、教育、特に、職業訓練の重要性が強調されている。このレポートでは、モバイルコンピュータやオンライン上のリソースを利用する上で

必要な知識(デジタルリテラシー)をはじめとする、どのような職業にも共通する基礎的なスキルが重視されている。また、専門能力の開発とライフコースを通じて能力・技術を磨くための体系的な援助と、すべての労働者がそれらの援助にアクセスする機会を確保する必要性が指摘されている。ドイツの労働・社会政策省では、労働者の雇用され続ける権利(仕事を得るための職業ガイダンスや訓練を受ける権利)を保護するために、失業保険を”雇用保険”へと発展させ、それに合わせた制度面の整備が計画されている。

2-4-3. プライバシー問題・労働者の健康問題への対策

White paper (2016) では、労働の自動化・デジタル化に向けて、労働者の雇用や教育機会の確保、プラットフォームビジネスで弱い立場になりやすい労働者や起業家をはじめとする自営業者の保護といった対策に加え、BigData 活用によって生じるプライバシー問題への対処、働く場所・時間の多様化や労働環境の変化による労働者の健康問題への対処といった、他のレポートではあまり触れられていない問題が議論されている。以下、White paper (2016) でまとめられているプライバシーと健康問題に関する議論を紹介する。

労働を自動化し、労働者や消費者の行動をデータ化し、事業に利用することは、企業に労働の効率化や消費の行動予測といった利益をもたらす。しかし、それと同時に、労働者や利用者のプライバシーや自由が侵害される危険性や、データから誤った予測がなされたり、消費者の好みや行動が操作されやすくなったりする可能性もある。位置情報や生体データといったあらゆるデータがクラウド上で管理されるということは、人々の行動がデータを所有する側から監視される危険性がある。それゆえ、政府がデータの利用・所有をどこまで許可するかといった規制を行う必要がある。ただし、この規制によってもともと得られるはずの利益が損なわれることがあってはならない。データ利用の目的によって制限の強さを変えるなど、様々な方策が考えられるが、今後も調査を重ね、何をどこまで許容するかを検討する必要がある。また、デジタル化による労働内容の変化によって、労働者がより精神的なストレスにさらされる機会が増えることが予想される。さらに、労働者が自分のライフスタイルに合わせて働く時間や場所を選択できるようになることは、労働者の生活の質を高めることに繋がる反面、仕事と余暇の境界が曖昧になってオーバーワークにつながるなど、かえって健康面に悪影響を及ぼす可能性もある。そのため、雇用する側は、これまで以上にコンプライアンスに責任を持ち、労働者と労働時間や場所についてしっかりと議論できるようにする環境を整える必要がある。

労働者の健康を守るための調査研究・制度の整備も必要となる。流動的な勤務形態が労働者の健康を促進するのか、それとも阻害するのか、仕事内容の変容が健康にどのような影響をもたらすのかを明らかにするために、研究を重ねる必要がある。また、労働者の健康に対するリテラシーを高めることも重要である。

2-5 . まとめ

以上、インダストリー4.0 や労働の自動化と雇用の関係を扱った研究を概観し、自動化が労働者を取り巻く労働環境や雇用環境にどのような影響を及ぼすか、企業が自動化にどのように対応すべきかをまとめた。労働の自動化が雇用を創出するか、仕事を奪うのかについては、主張内容の細かい部分に違いはあるものの、大半の研究が、機械化により雇用が減少する職種もあるが、増加する職種もあるため、全体としては増加の方向に変化している。自動化の影響は、これまで機械には困難とされてきた、柔軟性や相互作用を求められる仕事にも及ぶ可能性はあるが、現実社会に適用されるには技術的・倫理的ハードルも存在する。過度に悲観的にならず、自動化に向けた労働者の再教育や、新たな技術を使いこなすための対策を用意する方が現実的であると思われる。実際に、ここで挙げたレポートの多くが、労働者の再教育を今後の重要な課題としている。

自動化によって機械に置き換わりやすいのは、ルーティン作業や、事務の補助業務に代表される中程度のスキルを要する仕事であるという見方が一般的である。そして、管理職や商取引、俳優や科学者など、創造性や意思決定を伴う職業はリスクが低いとの見方がある(Frey & Osborne, 2013)。しかし、医者の仕事や金融関係の仕事が機械によって一部自動化された事例はすでにいくつか存在しており(Stewart, 2015)、厳密にどの職業が置き換わり、どの職業が置き換わらないかといった共通理解は得られていない。ただし、教育水準が低くてもこなせる仕事や、賃金水準の低い仕事が、機械への置き換えられやすいことは複数の研究で指摘されている(Arntz et al., 2016; Frey & Osborne, 2013; OECD, 2016)。高い置き換えリスクにさらされた労働者をいかに再教育するかは、自動化と雇用の未来に対応するために、政府や企業が共同して取り組むべき課題であるといえる。

3. 雇用の未来

「雇用の未来(Future of Job)」に関し、何らかの推計値を出している主要ペーパーは、筆者が確認しているもの

で、約十数本ある。ドイツの専門家やマイケル・オズボーン氏に言わせれば、数十本あるとのこと。細かいものまで含めれば100本を超える可能性がある。

2013年9月、フレイ&オズボーン(オックスフォード大学)は、米国に於いて10~20年以内に労働人口の47%が消滅のリスクが高いという推計値を発表した。

The Future of Employment, Carl Benedict Frey&Michael A. Osborne, Oxford University, September 17 2013

一方、2015年9月、ミュンヘンのボストン・コンサルテイングが発表したレポートは、ドイツ国内の23業種、40職種に関して推計し、2025年までに35万人の雇用増、2030年までに580~770万の従業員不足数と推計している。

Man and Machine in Industry 4.0, The Boston Consulting Group, September 2015

各レポートの推計値は、極めて幅の広い値となっているだけでなく、雇用が減少するもの、雇用が増加するものという真逆の結果にもなっている。フレイ&オズボーンは、推計値に関する研究熱の世界的な火付け役としての先陣者としての役割は評価できるものの、それら各推計値のなかで、フレイ&オズボーンの推計値は最も極端な値となっている。

2016年10月、マイケル・オズボーン准教授が来日した際、本人にインタビューした。「どのような意図、いかなる前提で試算したのか」と質問したところ、「技術的な可能性を示しただけである。雇用が増える部分は一切考慮していない。」との回答が返ってきて、拍子抜けした。

ここで同氏が言った「技術的な可能性を示しただけ」について解説しておきたい。例えば、自動運転技術が開発されると、コスト、工場での生産量、ガソリンの新車を買ったばかり、などという要因がどうあれ、一瞬で世界中の全ての車が自動運転車に置き換わる可能性はゼロではない。その可能性がある以上、そのシナリオを採用する、ということである。

それでは、まず過去の実績について説明する。(図表7)は、1979年~2012年の米国における計測結果である。ここには大きく2つの特徴が見られる。横軸は、スキル度を示しており、右にいくほどスキル度が高く、左にいくほどスキル度が低い。縦軸は、雇用者全体に占める割合の変化率である。

第一に、スキル度が中レベルの職が失われ(変化率がマイナス)、スキル度が低・高レベルの職が増加(変化率がプラス)している。

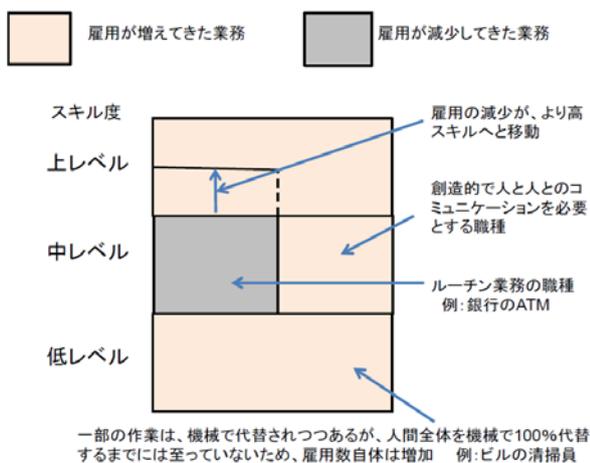
第二に、職が失われる境界が、より高スキルへと移動している。

以上からわかるように、技術進歩の影響を受けた雇用の変化が、先進国での経済格差拡大の要因の1つと言われている。

以上を、イメージ図として表したのが、(図表 10)である。スキル度が中レベルの職のうち、雇用が減少しているのは、「ルーチン業務の職」である。例えば、銀行の窓口業務のうち、一部は ATM に替わった。また、鉄道の改札の切符切りも機械化された。最近では、会計ソフトが出現し、経理計算が容易になった。

一方、中レベルの職のなかでも「創造的で人と人とのコミュニケーションを必要とする職」は、依然として増えている。例えば、教師は、技術進歩に伴い、LL 教室、パソコンでの遠隔授業など、教育の手法はより高度化しているが、教師という人間の職自体は必要とされている。

スキル度が低レベルの雇用が増えていることに疑問を持つ方もいるが、一部の作業は、機械で代替されつつあるものの、人間全体を機械で 100% 代替するまでには至っていないため、仕事が増えるに従って、雇用数も増加している。例えば、トイレやビルの清掃員は、清掃に用いる道具は機械化が進んで重労働から解放されつつあるが、トイレやビルが増えるに比例して雇用者も増えている。先進国では介護を必要とする人数が増えているが、介護職員を 100% 機械で代替するまでには至っていないため、介護職員は増えている。低レベルの業務も、技術が進歩すれば機械が人間を 100% 代替する日はいつか必ず来るので、その日を境に減少に転じるとされている。



(図表 10) 雇用が増加又は減少した職業

(図表 6) は、以上を国別に見たものである。米国が最も変化が大きく、スキル度が中レベルの「非ルーチン

業務」でさえ、減少している。恐らく、技術進歩の変化に、そのまま雇用の状態も合わせた結果なのだろうと思われる。急速な技術進歩に合わせたこうした急激な雇用変化が、米国における経済格差拡大の要因の1つともされている。

一方日本は、各レベルにおいて変化の割合が小さい。現状維持の傾向が強く、機械で代替できる部分で人間が働いていたり、高スキル人材を養成していない。技術進歩に対して雇用状態が追従していないため、生産性低下、企業競争力低下を招いている。

ではなぜ、日本はこうなっているのか。2017 年 4 月、大手企業の人事部長及び労働組合が参加する勉強会の講演会において参加者に質問した。すると、参加者の回答は下記の内容でほぼ一致した。

“ 社員の雇用を会社の中で守ろうとするため”
 “ 組合は、解雇には強く反対するため”

雇用を守るため、機械化による効率化よりも人間による非効率な仕事を温存している可能性があり、順送り人事、過去と同じ業務の繰り返し、働き方の現状維持を続けている、ということである。

日本という風土のなかで、米国のような大きな雇用変化が日本人の幸せにつながるかどうかわからないものの、技術進歩にもかかわらず、雇用の現状維持を続けることは、企業のイノベーションの足を引っ張り、生産性の低下、競争力低下につながり、米国企業などとのグローバル競争に負ける要因の1つにはなっている。その結果、リストラにつながり、雇用機会が減少している。後述するが、ドイツの IG メタルは、ドイツはこうなってはならないと主張している。

我が国において技術進歩を阻害しない「働き方改革」が求められる。

人間のルーチン業務を機械に置き換えたからといって、その企業の雇用者数全体が減ったかどうか、わからない。機械化により、企業競争力が高まり、売上げが増え、企業が成長し、総雇用者数は増えたかもしれない。同様に、雇用者を守るために、技術進歩にも関わらず、旧態依然とした雇用形態を存続させた結果、生産性が落ち、企業競争力が落ち、リストラせざるを得ない状況に至ることもある。大規模リストラの方が、社員と家族にとってはもっと悲惨である。

だが、現在の日本企業の役員クラスは、自分が若い頃から体験してきたことがベストと信じている人が多いため、慣行を変えるよう言っても聞く耳を持たない可能性がある。

また、企業自身が変わるにしても、周囲が現状のまま、自社のみ変われば、自社だけ不利益を受けかねな

い。変わるのなら、日本企業全体が一斉に変わらないといけない。

ここ数年来、米国を中心として「プラットフォーム・エコノミー Platform Economy」と呼ばれる新しい経済分析の分野が出現している。それは、プラットフォーム・ビジネスと呼ばれるビジネス形態により発生する様々な経済現象を分析するものである。

「プラットフォーム・エコノミー Platform Economy」の経済原理は、幾人かの説を参考にすれば、大まかに以下のような経済現象を生む。例えば、ウーバー (Uber) や エア・ビー・アンド・ビー (Airbnb) などがある。

“当初は、複数の企業が併存していても、プラットフォーム・ビジネスには、規模の経済やネットワーク外部性が効くため、やがて多くの補完企業が参加するグループと、先細りグループに分かれ、ついには極少数のプラットフォーム企業に集約される。

あるプラットフォームが、一定数以上の顧客を獲得すると、製品の量産効果に加え、補完財供給も増えるため、サービスの価値が益々増加する。

プラットフォーム構築には膨大な投資が必要な上、既存プラットフォームの顧客には他社への乗り換えコストが大きい。そのため、一度形成された寡占又は独占は、勝者の独り勝ちとなり、莫大な利益を獲得する。

勝者を狙うプラットフォーム企業は、補完財を供給してくれる補完企業を増やすため、「オープン」戦略を採用する。“

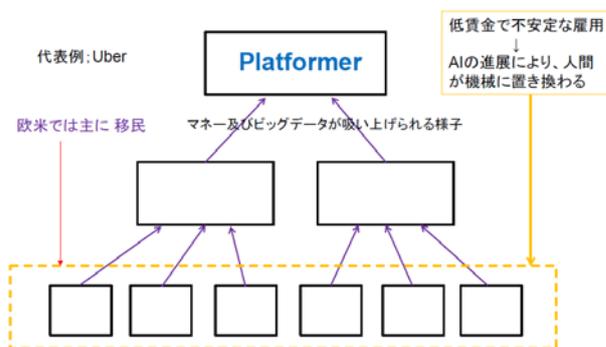
本稿との関係で重要な点は、プラットフォーム・ビジネスは、下層で働く人々を、低賃金で不安定な雇用に陥らせる、という点である。

(図表 11)に、その稼働原理のイメージ図を書いている。抜き出した「アルゴリズム」及び「ビッグデータ」を握った者が、マネーとビッグデータをどんどん吸い上げ、大きな利益を獲得する。プラットフォームの最下層で働く労働者は、低賃金で不安定な雇用に陥り、やがて人工知能 AI の技術進歩により、人間が機械に置き換わっていく、とされている。

ウーバー (Uber) では運転手を主に移民が担っているので、自動運転車が普及して移民の仕事がなくなると、欧米でさらに社会が不安定化するため、筆者が見るところ、欧米において人工知能 AI が与える雇用問題の深刻さは、日本の比ではない。

2017年1月31日、米国のウーバー (Uber) とドイツのダイムラー (Daimler) は、提携を発表した。数年後にはウーバー (Uber) の配車ネットワークで稼働するダイムラ

ー (Daimler) の自動運転車が導入される予定とのこと。



(図表 11) プラットフォーム・エコノミー

4. ドイツの動向

4-1 雇用問題の調査分析動向

雇用問題に国を挙げて最も真剣に取り組んでいるのがドイツである。ドイツは製造業を主力産業とし、その国際競争力強化を目指して「インダストリー4.0 プロジェクト」に国を挙げて取り組んでいる。ドイツでは、伝統的に労働組合が強い力を持っている。雇用問題は、ドイツの産業競争力を大きく左右しかねない重大な問題なのである。

ドイツは2013年4月、下記のレポートを公表し、完全自動無人化工場を目指すインダストリー4.0 構想を発表した。

Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE4.0, Final report of the Industrie4.0 Working Group

そのわずか5カ月後に、米国で10~20年以内に47%の雇用者が消滅のリスクが高いとするフレイ&オズボーン (Frey & Osborne (2013)) のレポートが出された。

ドイツにおいて第二のラダイト運動が起きるのではないかとこの恐怖が広がった。製造業を主力産業とするドイツで、もし第二のラダイト運動が起きれば、経済は壊滅的になるという恐怖がドイツ人の脳裏を横切ったのであろう。今から約200年ほど前に英国で起きたラダイト運動は、いまでも生々しく記憶に残り、歴史を語り継がれていると思われる。(注4)

こうした状況に最も敏感に反応したのは、ドイツ金属労働組合 (IG Metall) である。そして労働組合を支持基盤とする連立政権与党の社会民主党が、「未来のスマート工場は無人工場ではなく、企業活動の中核は人間が担

う」と声明を発表したことで、インダストリー4.0 の完全自動化無人化工場構想は軌道修正を強いられた。(注 5)

その後、ドイツ政府は雇用問題を研究する **Arbeiten4.0** (英; work4.0) プロジェクトを立ち上げた。そのプロジェクトの中心になったのは、ニュルンベルクのドイツ連邦政府労働・社会省所管の **IAB 研究所** (Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung; 仕事・雇用研究所) 及びシュトゥットガルトの **フラウンホーファー IAO** (Arbeitswirtschaft und Organisation) 研究所である。

また、ドイツ連邦政府は、**ZEW (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH)** 研究所に委託、**フレイ& オズボーン**の説を検証させたところ、**フレイ& オズボーン**の試算と同じ前提の下で、消滅のリスクが高い雇用者は米国 9%、ドイツ 12% だった。(図表 12)

同じ前提とは、「技術的な可能性を示しただけである。雇用が増える部分は一切考慮していない。」である。



(図表 12)ドイツ連邦政府が ZEW 研究所に委託したレポートの表紙

ZEW 研究所の試算が、**フレイ&オズボーン**と大きく異なっている主な理由は、以下のとおりである。すなわち、ZEW は、**フレイ& オズボーン**よりももっと細かく細分化して検証した。

例えば、「売り子」という職 (job) がある。「売り子」の仕事 (work) は、客に笑顔で笑う、いらっしゃいませという、商品を説明する、価格を伝える、お金をもらう、商品を渡す、お釣りを渡す、お礼を言う、という多くの作業 (task) に分解される。(図表 13)

フレイ& オズボーンの試算は、「売り子」という職 (job) 自体が、機械により代替可能かどうか、という判断をしていった。一方、ZEW 研究所は、「売り子」が行う 1 つ 1 つの作業 (task) について、それぞれ、いつ機械に代替されるか、という検証を行っていった。「売り子」という職 (job) が、100%機械に代替されるのは、1つ1つの作業 (task) が全て機械に代替されるときである、という試

算を行った。その結果、**フレイ& オズボーン**の試算とは大きく異なる結果がでたのである。(注 6)

職 (Job)、仕事 (Work) and 作業 (task)

例「売り子」:

「売り子」という職 (Job)

「売り子」の仕事 (Work) 以下の一連の作業全て

- 客に笑顔で笑う。
- いらっしゃいませという。
- 商品を説明する。
- 価格を伝える。
- お金をもらう。
- 商品を渡す。
- お釣りを渡す。
- お礼を言う。

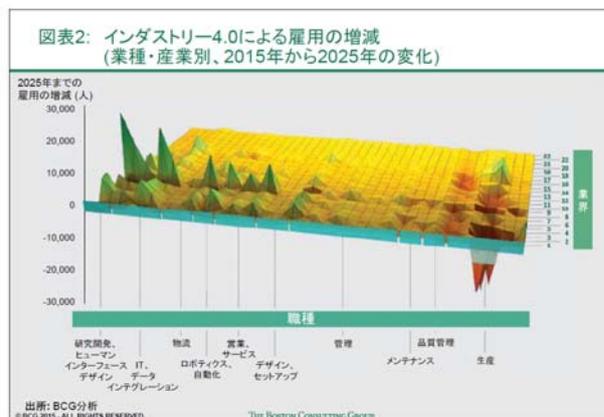
仕事 (Work)

↓
1つずつの作業 (task) に分解

(図表 13)職 (job)、仕事 (work)、作業 (task) の概念図

2015 年 9 月には、ミュンヘンにある **ボストン・コンサルティング・グループ (BCG)** が、雇用増についても推計に追加した。その結果、2025 年までにドイツ国内で 35 万人の雇用増が予想され 2030 年までには 580 万から 770 万の従業員不足数が予想されるとした。特に増減が大きい職種として、増加分野は、開発、デザイン、データサイエンティストなど、減少分野は、生産現場を挙げた。(図表 14)

Man and Machine in Industry 4.0, The Boston Consulting Group in Munchen



- 雇用が増加する職種例
 - IT、データインテグレーション — 11 万人増(現在の労働者数から+96%)
 - 研究開発、ヒューマンインターフェースデザイン — 11 万人増(現在の労働者数から+28%)
- 雇用が減少する職種例
 - 生産 — 12 万人減(現在の労働者数から-4%)
 - 品質管理 — 2 万人減(現在の労働者数から-8%)
 - メンテナンス — 1 万人減(現在の労働者数から-7%)

(図表 14)ミュンヘン・ボストン・コンサルティング・グループ(BCG)による将来の雇用に関する推計

2015 年 10 月、クリスティン・ベナー (Dr Cristiane Benner) 女史が、女性初のIGメタル次席に着任した。彼女は、ドイツが国際競争力を維持するにはインダストリー4.0 の推進は不可欠である。もしドイツの製造業が競争力を失えば、組合員が解雇されることになり、そうした事態には至ってはならない。だが、組合員の雇用を守るため、新しい技術の下でも働けるよう、職業訓練所を充実せよと訴えている。(図表 15) (注 7)



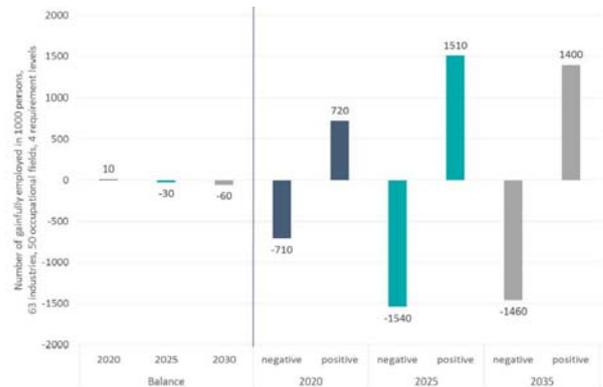
(図表 15)IG メタル本部(フランクフルト)の外観

2015 年 11 月、ニュルンベルクのドイツ連邦政府雇用省所管の IAB 研究所 (Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung; 仕事・雇用研究所) が研究成果を発表した。その内容は、以下のとおりであった。

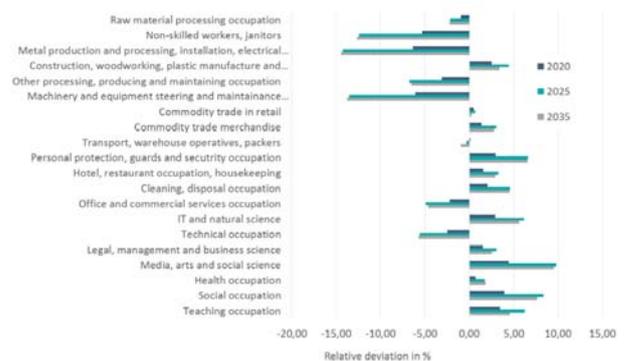
- ①人間が、ロボットや人工知能を不安に思うと、新たに奮起して勉強し、人間の労働の質が上がっていくことを指摘。
- ②数年前には考えられなかった職業が、今では普通になっているものがある。例えば、光ファイバーの敷設工事が挙げられる。同様に、今、存在しない職業でも、今後、必要になってくる職業がある。

また、IAB は、世界中の将来推計結果をレビューし、更に詳細な推計を行った。2016 年 12 月、Enzo Weber et.(2016) がドイツにおける決定版ともいえる将来推計を行い、2025 年において、失われる雇用が 1460 万人、創出される雇用が 1400 万人とほぼ同数であることを示

した。また、同推計の特徴として、デジタル化が直接導入されない分野である「media,arts and social science」「health occupation」「social occupation」「reading occupation」においても、デジタル経済化の影響を受けて、雇用が顕著に増えることを示している。(図表 16、図表 17) (注 8)



(図表 16)Enzo Weber et.(2016),IAB による将来の雇用推計値 出典) Enzo Weber et.(2016),

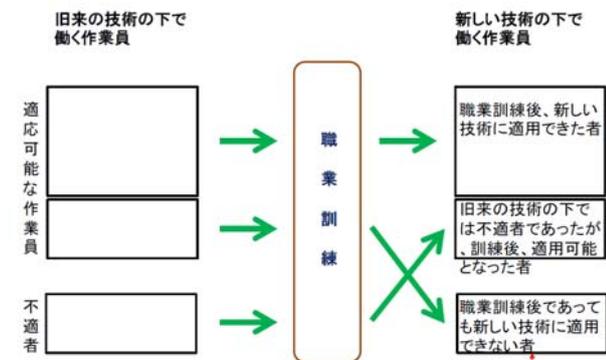


(図表 17)Enzo Weber et.(2016),IAB による将来の職業別雇用推計値 出典) Enzo Weber et.(2016),

ドイツ国内では、こうした議論の課程を経て、今は、冷静で落ち着いた議論が可能な状況になっている、と、ある専門家は言っていた。

あるドイツ人専門家から指摘された点であるが、新しい技術が導入されると、それまでは労働市場に参加出来なかった者が新たに労働市場に新規参加できる労働者もいる。例えば、パソコンやスマホに慣れた若者は、油まみれの工場の中で旋盤を使うことはできないかもしれないが、一日中、パソコンに向かってアプリを開発することはできる。このように、「雇用の未来」を議論する際、技術進歩に伴い、失われる雇用ばかりに気を取られているが、逆に、これまでの技術の下では働けなかった人々が、新たな技術の下で働くことができる、という現象もある点を忘れてはならないと指摘を受けた。(図表 18)

また、職業訓練を受けても、新しい技術の下で、どうしても働けない人々が発生することは必然であり、ドイツでは、その人々をどのように処遇すべきか、いまだに合意は得られてない、とのことだった。ある専門家は、金銭的解決がいいのではいかと指摘した。



(図表 18) 職業再訓練後の新しい技術の下での雇用

筆者が、2016年3月と11月にフ라운ホーファーIAO (Arbeitswirtschaft und Organisation) 研究所を訪問した際、同研究所の見解を聞くことが出来た。

“世の中に出ている推計値は全て間違っている。だからといって、我々が正しいと考える推計値は出さない。推計値の数字がどうあれ、技術の進歩に対応できない人は失業の可能性が大きい。最も重要なことは、職業再訓練を充実化させ、失業を低く抑えることに注力することである。現在、職業訓練所のカリキュラムに IoT/AI を組み込む作業が進行している。”

とのことであった。世の中に出ている推計値は全て間違っている、と言い切る理由は、以下の通りである。すなわち、現時点で、将来の IoT/AI ビジネスモデルは、ようやくおぼろげながら姿を現し始めたものの、まだまだほとんど見通すことができない。また、もし技術が完成したとしても、その技術を現実的に実用化できるまでの時間、費用対効果が見合うようになるまでの時間、古い機械設備と入れ替える時間など不確定要素が多すぎる。そして、今まで使い続けてきた機械設備でできるのなら、どうして入れ換えないといけないのか、という反対意見も出るからだ。

グーグル・ドイツ社長に「20年後の貴社の雇用形態はどうなっているか」とインタビューしたところ、「20年前、この世に存在していなかったグーグルが、どうして20年後を予想できるのか。」と返されたとのこと。この分野の研究の難しさを現しているエピソードとして紹介された。

「雇用の未来」の問題は、ドイツでは「まるで水晶玉をのぞき込むようだ」と言われているとのこと。魔女が持つ

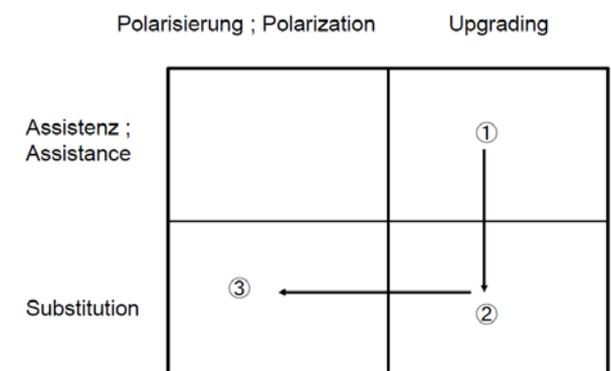
ている水晶玉を覗き込むと、そこには未来の景色が見えるが、それは本当の未来なの？単なる幻影ではないの？という状況を例えている。

筆者もまた、これまで、人工知能の研究者に、自動運転車の次に来る実用化・商業化 AI は何か、と質問しても、きちんとした回答があったことはない。(注 9)

筆者が2016年11月、フ라운ホーファーIAO 研究所を訪問した際、Arbeiten4.0 プロジェクト研究の最大の成果であるとして以下の通り説明があった。すなわち、これまで多くのドイツ企業を対象にいろいろな数字を採ってきたが、バラバラで整合性や統一性がなかった。だが、数字ではなく、(図表 19)のように傾向を計測すると、ほぼ全てのドイツ企業が、ほぼ一致した。その一致性を発見し、研究所は大いに驚き、喜んだという。

さて、調査対象となった大部分のドイツ企業では、これまで、①→②→③という動きをしてきた、という。

- ① 企業が社員を研修し、社員も質の向上に努力することで、機械を人間の補助として活用
- ② 企業が社員を研修し、社員も質の向上に努力するものの、技術進歩が早く、かつ企業はコスト削減のため、一部の社員を機械に置き換える動きが出てくる
- ③ 企業も社員も努力を諦め、人間を機械に置き換える段階



(図表 19) ドイツ・フ라운ホーファーIAO 研究所による Arbeiten4.0 プロジェクトの成果

それでは、「雇用の未来(Future of Job)」に関する世界の論調をまとめてみたい。

将来の推計値に関しては、
①スキル度が中レベル；ルーティン的な職は機械に代替されるという過去の傾向が延長され、減少が継続する。かつ雇用が失われる境界が、よりスキル度が高レベルの職に移動する。

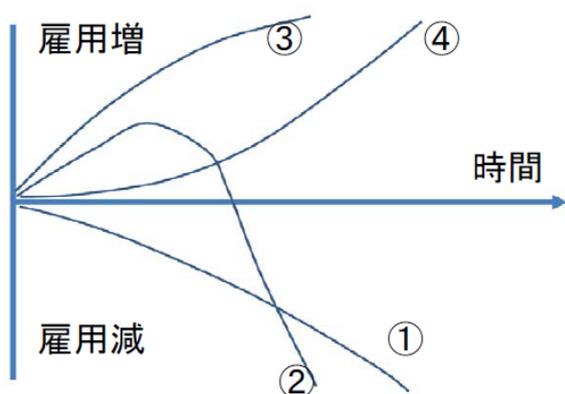
- ②スキル度が低レベル ; 技術進歩により、一部の作業(task)が機械に代替される。その代替される割合が、10%、20%、30%・・・と徐々に増え、やがていつの日か、全ての作業(task)が機械に代替する 때가必ず来る。人間が 100%機械に代替する日を境に、雇用が増加から減少に転じる。
- ③スキル度が高レベル ; 過去の傾向がそのまま延長され、増加が継続する。
- ④ 成長する新しいビジネスモデルの下での雇用及びその周辺産業での雇用 ; 増加する

以上、雇用の減少と増加の見込みについて、いつ頃から、どの程度、と考えるのか、計測する時間軸断面はいつか、など、研究者の考え方次第で、世界中で多くの推計値が林立する事態になっている。ただ、その林立のピークは2015~16年頃であり、既にピークは過ぎたと感じている。

また、何も対応しないと雇用の場所は減っていきただけである。雇用を創出するためには、③④を促進することが重要である。(図表 20)

高スキルの業務は増加傾向が続くが、これだけでは雇用を吸収できないので、さらに新しいビジネスモデルで雇用を生み出すことが求められる。

フレイ&オズボーン(2013)の推計値は、増加する③④を考慮せず、減少する①②だけを検討の対象にした、というのだから、確かに将来の雇用は減少して当然である。



(図表 20)雇用の未来の見通し

最近の米独の動向を挙げれば、両国は Human Resource Development に注力しつつある。

これまで、米独においては、新しいビジネスモデルを模索する競争であった。だが、新しいビジネスモデルの

姿が段々と見えてきたため、市場への早期参入者利得を得るための競争となり、競争が一層激化している。

そして、新しいビジネスモデルの模索から、新しいビジネスモデルの発展を牽引する技術リーダー(デザイナー、データサイエンティスト等)の養成へと注力に移りつつある。

また、ドイツにおいては、(図表 20)の①②「旧来の技術の下で働く労働者」は、機械に代替される可能性が高いため、③④「新しい技術・ビジネスモデルの下で働く労働者」「高いスキルで働く労働者」へと転換すべく、労働者の職業訓練の充実強化に注力している。だが、米国においては、行われているという情報はない。

4-2 第4次産業革命を担う人材の育成動向

(1) はじめに

2017年6月、ドイツ・ミュンヘンを中心とするドイツ南部各地を訪問し、第4次産業革命を担う人材の育成に関するドイツの動向を専門家から聞き取り調査し、意見交換した。

① 調査対象

第4次産業革命を担う人材の育成と一言で言っても、それが含む範囲は広い。そのなかで、現地調査の対象とした人材育成の種類は、1)第4次産業革命を牽引するリーダー人材の育成、すなわち、デザイナー及びデータサイエンティストと呼ばれている専門家の育成、2)古い技術の下で働いてきた人を新しい技術の下で働けるようにするための再教育・再訓練、の2種類を対象とした。

また、人材育成を行う場所として、ある専門家は、a)大学、b)企業内、c)商工会議所、d)通信講座、e)職業訓練所を候補として挙げた。日本人からすれば、商工会議所の名前が挙がるのは奇異に思われるかもしれないが、日本と違ってドイツの商工会議所は、法律に基づき強制加入であるため、商工会議所は会員企業の発展のために積極的に多くの支援活動を行っている。その活動の広さと深さは日本の比ではない。そういったドイツの商工会議所の活動内容からすれば、人材育成についても、候補機関として名前が挙がることは自然な発想である。今回の現地調査の対象としたのは、そのうち、a)大学及び e)職業訓練所である。

② ドイツの大学制度及び職業訓練所

ドイツでは、「デュアルシステム」と呼ばれる世界的に有名な制度がある。この制度が、ドイツの強い製造業の基盤を担っているとされている。ドイツの子供は、10歳代で、大学進学者と職業訓練所の進む者に分かれる。またドイツの大学の特徴として、大学の約6割が、「Hochschule」と呼ばれる大学であり、英語では

「University of Applied Science」と表現されている。日本語では、「専門大学」「職業大学」などと言われている。専門大学は日本には存在しない種類の大学なので、日本人には理解が難しいかもしれないが、

- ・日本の専門学校や高専は短大であるが、それを修士課程まで延長
- ・机に向かう勉強が少なく、企業との協働の時間が多い
- ・卒業後、すぐに企業の現場で働ける即戦力を育成するという大学である。筆者は、専門大学の存在こそが、ものづくり大国ドイツを作り上げている中核であると考えている。

ドイツの大学は無償であり、世界中から優秀な学生を集めている。例えば、ミュンヘン工科大学は約 3 割が外国人留学生である。

すなわち、ドイツでは、おおざっぱに言って、上位 2 割が「大学(Universitat)」に進み、次の約 3 割が「専門大学(Hochschule)」に進み、約 5 割が国家資格マイスターを養成する「職業訓練所」に進む。(図表 21)



(図表 21) おおまかなドイツの進学比率

今回の現地調査では、上記の 3 分野の各大学・各所において、どのような人材育成が始まっているか、調査した。具体的には、以下の 4 ヶ所における人材育成を調査した。

- ミュンヘン工科大学 ;
企業の技術系役員クラスを輩出する大学
- ミュンヘン大学 ;
企業の事務系役員クラスを輩出する大学
- ミュンヘン専門大学 ;
企業の現場の開発部長クラスを輩出する大学
- ミュンヘン職業訓練所 ;
工場の現場で働く労働者を輩出する職業訓練所

ミュンヘン工科大学は、ベルリン工科大学、アーヘン工科大学と並び、ドイツの 3 大工科大学の 1 つである。ミュンヘン専門大学は、その規模と優秀さに於いてドイツでトップと言われている。

(2) データサイエンティストを養成するカリキュラム

ある専門家によれば、ビッグデータは、4V's の特徴を持っていると説明した。すなわち、Veracity (uncertainty od data), Variety (different forms of data), Volume (scale of data), Velocity (analysis of streaming data) の 4 つである。

そして、データサイエンティストの定義は、「4V's の特徴を持つビッグデータを扱えるだけでなく、ビッグデータを処理することでどういった形で表現するのがいいか、何をどのように分析すればいいかわかる能力を持っている人。その能力はその人が働いている分野に精通していること。」であると説明した。データサイエンティストを育成するカリキュラムを考える上では、データサイエンティストの定義、すなわちデータサイエンティストが担うことが期待されている役割を明確化することがまず必要であると、その専門家は説明した。

今回、専門家への聞き取り調査を通じ、ドイツで行われているデータサイエンティストを育成するために必要なカリキュラムは、おおまかに以下のようなものであると思われた。

- ・数学 ほぼ全ての専門家が、数学が最も重要と認識していたと言える。
- ・統計学 数学とほぼ同程度の重要性で必要な基礎的な学問分野であると認識されているようだった。
- ・情報学 日本では恐らく情報学が最も重要であると考えられているかもしれないが、ドイツでは、数学・統計学の次の優先度に位置するよう感じられた。
- ・経営学 事務系役員を養成する大学でのデータサイエンティストに求められる
- ・エンジニアリング 技術系役員を養成する大学でのデータサイエンティストに求められる。製造業が主力産業のドイツにあって、エンジニアリングよりも数学の重要度が高いと認識されていたことは少し意外であった。

(3) ミュンヘン工科大学 (Technische Universitat Munchen; TUM)

ミュンヘン工科大学では、情報学部を拡充するため、ミュンヘン郊外の研究学園都市 Garching に 2000 年に移転した。その際、情報学と数学は最も密接な関連を有するとして、数学・情報学部(Mathematik Informatik)として一体化し、新しい建屋に入居した。(図表 22)



(図表 22)ミュンヘン工科大学数学・情報学部の建屋の外観

同学部の教授会は、2013 年頃、データサイエンティスト/データエンジニアを養成する専門の修士課程が必要との結論に至り、バイエルン州政府教育省に申請した。そして教育省と長い議論を行った後、修士課程「Data Engineering and Analytics (M.Sc.)」の新設が許可され、予算と定員が付き、2016 年夏期から学生 20 名でスタートした。当初は定員 20 人のところ 80 人の応募があり、2017 年冬期も定員 20 名のところ 80 人の応募があったが、2017 年夏期の応募は、現時点(2017 年 6 月)で 400 人の応募がある。

大学側の説明によれば、同課程の高い人気の背景にあるのは、最近の学生は時代に敏感であり、データサイエンティストになれば、今後、恒常的な人手不足が続くため、高給を手にすることが出来ることを知っているからである。また同課程の学生は、どこかの企業に就職したいという希望はほとんどなく、ミュンヘンで暮らしたいとの希望が多いとのこと。ドイツでは、日本のような新卒一括採用でなく、「必要な人材を必要ときに採用」する雇用慣行であり、そのため、ミュンヘン工科大学を卒業した人であれば、生涯、何度か会社を変わり、そのたびにドイツ国内を転居することが当たり前になっている。だが、データサイエンティストになれば、自分の住みたい場所から通勤できる範囲内で、自分から会社を選ぶことが出来ることを学生は知っている、とのことであった。

同課程のカリキュラムは以下のようにになっている。現在、同課程の教官は 28 人である。

- 1) 既存の数学・情報学部で教えている教科の一部をそのまま採用し、既存の教官が教える。
- 2) 教授会が新たに必要として作った新しい教科では、その教科を提案した教官が自分で勉強して教え、または、新たに教官を雇って教えている。

同課程は修士課程であるため、学部において経営学、統計学、エンジニアリングなど他の専門を学んだ学生が、

さらに、修士課程で数学・情報学を学ぶことで、データサイエンティストに相応しい複合的な知識が身につく。

(4) ミュンヘン大学 (Ludwig Maximilians Universität; LMU)

ミュンヘン大学には、2016 年から「MSc Data Science」課程が設置されている。ミュンヘン大学は、ドイツのなかで、英語で行うデータサイエンス修士課程を初めて設置した大学である。同課程は、統計学部と情報学研究所の共同課程として設置されている。また、「Elite Network of Bavaria」から支援を受けている。

ミュンヘン大学が考えるデータサイエンスの定義及びデータサイエンス修士課程で教える教科については、以下の通りである。

<データサイエンスの定義>

Data Science is the science of extracting knowledge and information from data and requires competencies in both statistical and computer-based data analysis.

<データサイエンス修士課程で教える教科>

The curriculum of the elite master program Data Science is a modularised study program. Students learn statistical and computational methods for collecting, managing, and analysing large and complex data sets and how to extract knowledge and information from these data sets. The program also comprises courses on data security, data confidentiality, and data ethics. In the practical modules students will tackle real-world problems in cooperation with industrial partners. Other highlights of the program are the summer schools and the focused tutorials.

統計学部と情報学研究所の共同課程として設置されているため、両者の教官が教えている。ただ、データサイエンティストを養成するためには、統計学と情報学だけでは不足するので、通信教育 Massive Open Online Courses(MOOCs)を併用している。大学側によれば、MOOCs は無料であり、日本においても、同通信教育を受けるだけでも、データサイエンティスト養成としては十分なカリキュラム内容である、との説明であった。

同大学からの説明では、ドイツ企業は「必要な人材を必要ときに採用」する雇用慣行であり、即戦力を求めている。そのため、学生や企業の要望に応え、同大学では、就職して直ちに企業の即戦力として働ける人材を養成し、社会に送りだしているとのことであった。ドイツにおいて最優秀大学の1つに数えられるミュンヘン大学のこの姿勢は、ドイツの大学全体に影響を及ぼしており、日本の大学の姿勢とは大きく異なっていることがわか

る。

(5) ミュンヘン専門大学 (Mochshule Munchen: 英文 University of Applied Science Munchen)

ミュンヘン専門大学は、ドイツ国内の専門大学のなかで、最大規模、最優秀とされている。先述した 2 つの大学が、大企業の役員クラスとなる人材を輩出しているのに対し、ミュンヘン専門大学は、開発現場の最前線で働く人材を育成し、社会に送りだしている。同大学では、2016 年に、新しく下記のデータサイエンティストを養成する修士課程を設置した。

New master study program “Business Entrepreneurship and Digital Technology Management” (M.Sc. - Master of Science - Business Administration)

同大学によれば、同大学の教授になるためには、民間企業での現場経験 5 年以上が要件となっている。その背景は、同大学では、教授が企業を訪問して回り、大学との共同開発プロジェクトを探して歩く。そして、共同開発プロジェクトの開発体制の中に学生を組み入れ、学生を指導するため、企業の開発現場での事情に精通している必要があるからである。

同大学の説明によれば、データサイエンティスト修士課程には、同大学のなかで最も優秀な学生が集まっていて、大学との共同開発に慣れている企業であっても、それらの学生の優秀さに驚いており、大学在学中にもかかわらず、共同開発先の企業から就職の誘いを受けて就職し、給料をもらいながら、大学に通うという学生が多くいるとのこと。

(6) ミュンヘン職業訓練所

職業訓練所は、データサイエンティストではなく、国家資格マイスターなど工場の現場で働く労働者を養成する機関である。同所での職業訓練は、訓練を受ければ、卒業後、40 年間はその知識と経験で生活していけることを目標としている。だが、現状は、技術進歩が早く、40 年間も知識と経験が持続するような時代ではなくなっているにもかかわらず、ある程度の高齢になれば、人は新しい技術を習うことがおっくうになるため、新しいデジタル技術をどのような形で職業訓練に取り入れればよいか、現在、チームを作って検討しているところ、とのこと。ただ、現在の職業訓練内容のままではよいを考へる人は誰も居ないので、カリキュラムに何らかの変更が加えられることは確かである。

(7) 再教育・再訓練

古い技術の下で働いていた労働者を、新しい技術の

下で働けるよう、再教育・再訓練を行う必要があるとの認識では、関係者の間で一致しているが、まだドイツ全体では、具体的な行動には移っていない。現在、ドイツ連邦政府雇用省において検討されている対策は以下のような内容である。

すなわちドイツにも日本と同様、ハローワークのような職業紹介所がある。従来は、そこを訪れた労働者に次の職を紹介するだけだったが、これからは、各個人に合った一生のキャリアプランを作成し、その人が、いつ、どこに行き、どのような再教育・再訓練を受ければ良いか、という再教育・再訓練に関する生涯プログラムを作成し、指導する、という内容である。

ただ、これまで職業紹介所は、そうした業務を行ってきいていないため、ドイツの大学や研究所などの専門家が、企業を訪問し、企業で将来必要とされるであろう人材について調査し、その調査結果を、雇用省を通じて職業紹介所に流す、とされている様子。

一方、VW 社では、「未来を掴むプロジェクト」がスタートしたばかりとのこと。デジタル化を進めれば、同社の 2 万 5 千人の雇用に何らかの影響があるので、同社の旧来技術の下で働く従業員に対し、新しい技術に関する再教育・再訓練をすることで、同社全体のデジタル化を進めて競争力を高め、売上げや雇用を増やし、結果的に、VW 社の雇用を更に 9 千人増やそうという計画である。具体的には、従業員に対し、1~2 週間の研修を受けさせた後、他の部署へ出す。その新しい部署で働くことが出来ればそのままとし、もし働けなくても元の部署に戻す。

だが、こうした取り組みが出来るのは VW 社のような大企業だからであり、中小企業では、解雇する場合がある、とのこと。

(8) 調査の総括

今回、調査対象としたミュンヘン工科大学、ミュンヘン大学、ミュンヘン専門大学の 3 大学において、2016 年からデータサイエンティストを養成する修士課程が設置され、第 4 次産業革命を牽引するリーダー人材の育成が開始されていることがわかった。その修士課程を終えた若者は、2018 年から社会に出て働き始める。ミュンヘン職業訓練所は、データサイエンティストを養成する機関ではないが、現場で働く労働者に対し、IoT 対応可能な訓練の検討が少し前から始まっている。そういった専門的な教育を受けた若者が社会に出て働き始めると、日本とドイツの差は益々開いていく、と予想される。

これら 3 大学の大学の教授会で、第 4 次産業革命を牽引するリーダー人材の育成が必要であるとの議論が始まったのは 2013 年頃であった。ドイツが、インダストリー 4.0 構想を発表したのが、2013 年 4 月に発表した

Working Group(2013)であるから、その直後から、各大学の教授会でそうした議論が始まっていたことになる。

教授会で、データサイエンティストを養成する修士課程が必要との結論に至り、バイエルン州教育省に申請書を提出した。そして「インダストリー4.0ってなに？」という教育省に対し、各大学は、最初から延々と説明し、新課程の必要性を説き、ケンケンガクガクの議論を経て、ようやく予算と定員が認められ、2016年に最初の学生を受け入れたのである。

一方、日本は、人材育成に関しては、未だに大学の教授会で、データサイエンティストを養成する課程の必要性に関し、議論すらされていない。現時点で、日本は、人材育成に関しては、既に4年以上遅れている。第4次産業革命で、日本は益々他の先進国に引き離されてしまう。

筆者は、大学制度が全く異なるドイツのやり方をそのまま導入するのではなく、かつて日本で原子力開発や航空宇宙開発が始まろうとしていた黎明期、大学の工学部に原子力工学科や航空宇宙工学科が設置され、若者はそこで基礎学力を習得した後、企業等に就職してOJTで実務能力を見に付けていった。

それと同様、これから、ビッグデータを扱う新しい時代に入ろうとしている今、大学にデータサイエンティストを養成する学科が設置され、その卒業生が企業等に就職し、実践力を身につけていく、という形が、日本に合った人材育成のスタイルではないか、と感じている。

5. アンケート調査結果の紹介

日本において、機械化と雇用を対象とした国内調査は、以下の2点が代表的であろう。いずれも、個人を対象に質問するという点が共通的である。

5-1 森川正之(2017)によるアンケート調査

本調査は、森川(2017)が、「人工知能・ロボットと雇用—対個人サーベイによる分析—」として実施したもので、その調査概要は以下の通りである。

- ・「経済の構造変化・経済政策と生活・消費に関するインターネット調査」(2016年)。
- ・経済産業研究所が楽天リサーチ(株)に委託して実施。
- ・実施期間:平成28年11月16日~11月22日
- ・サンプル数:1万人。登録モニターから、全国の都道府県別・性別・年齢階層別に「国勢調査」の分布に合わせて抽出。

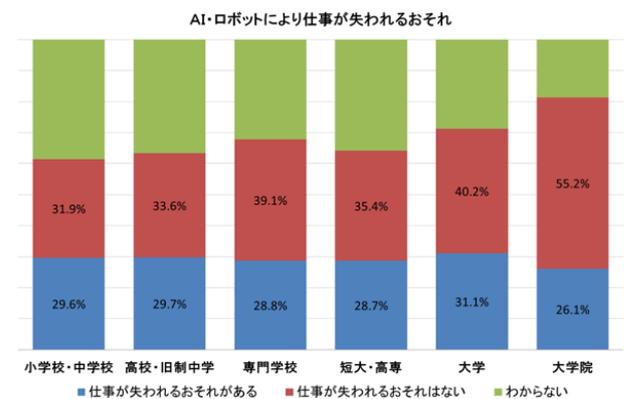
(図表 23)は、回答者に対して、あなたの仕事は AI・ロ

ボットにより失われる恐れがあるかどうかを聞いたものである(学歴別)。

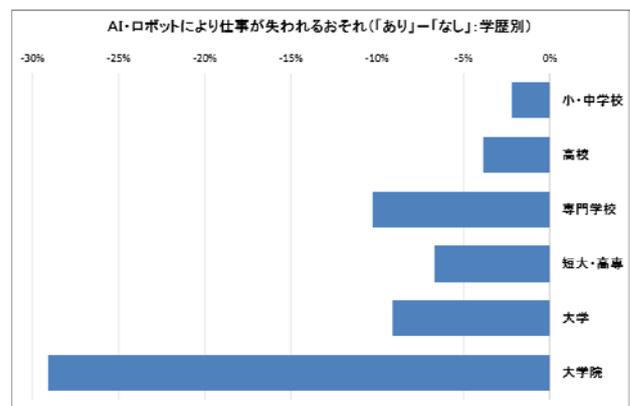
(図表 24)は、それを D.I.値として表示したものである。学歴が高くなればなるほど、自分の仕事は AI・ロボットにより失われないと回答する人が増えている。

(図表 25)は、AI ロボットで代替したい家庭内の仕事を聞いたものであり、毎日のことで面倒と感じている「家事」が圧倒的に1位であり、大変な重労働である「介護・看護」が2位である。

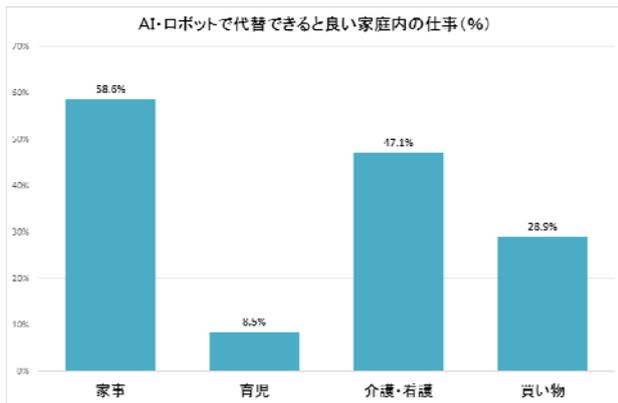
(図表 26)は、ロボットではなく人間にやってもわからないと困るサービスを聞いたものである。「保育」が1位、「医療」が2位、「教育」が3位となっている。



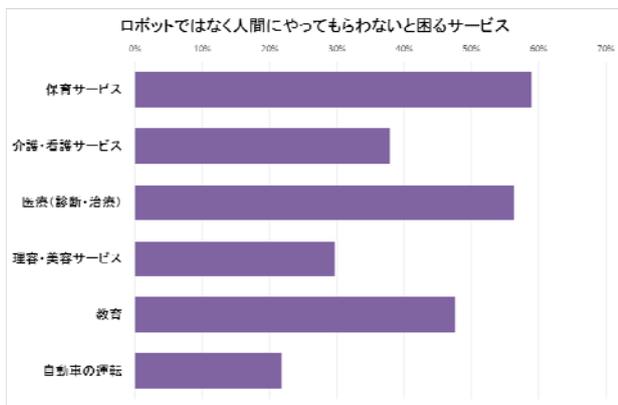
(図表 23) AI ロボットの雇用への影響



(図表 24) AI ロボットの雇用への影響



(図表 25) AI ロボットで代替したい家庭内の仕事



(図表 26) ロボットではなく人間にやってもらわないと困るサービス

5-2 松下東子(2017)によるアンケート調査

以下は、松下東子(2017)が、実施した調査結果である。調査の概要は以下の通り。

・野村総合研究所が2017年1月17日に発表したアンケート調査

・調査は2016年12月17～18日、全国の15～69歳の男女3098人を対象にインターネットで実施

ロボットに関して「現在のあなたの仕事の業務について、将来どの程度、人間に代わってできるようになると思いますか」と聞いたところ、「完全に代わることができると思う」と答えた人は2.6%(対前年比0.7%減)、「かなりの部分を代わることができると思う」と答えた人は23.6%(同6.5%減)。両方を合計した、自分の仕事がロボットに代替されると思う人の割合は26.2%(同7.2%減)となった。

一方、「全くできないと思う」と答えた人は13.7%(同0.8%増)。

職種別にみると、ロボットによって自分の仕事はかなり以上の部分以上代替されると考える人は、管理職(29.9%)、セールススタッフ(29.2%)、工場労働者や運転手など労務職(27.6%)などに多い。

逆に少なかったのは開業医や弁護士、芸術家などの自由業(13.6%)、会社・団体などの役員(17.1%)、パートで仕事を持つ主婦・主夫(21%)であった。

6. 日本の現場の動向

ドイツにはマイスターを育成する職業訓練校が全国各地に整備されている。これまでも新技術が出現すれば、職業訓練校で再訓練を受け、新技術の下で働いてきた。だが日本では、ドイツのような職業訓練校がほとんどない。

就「職」する慣行が強い米国では、新技術が導入され、旧技術の下で働く「職」が不要になったとき、雇用者は解雇され、新技術を使える人を採用する可能性が高い。技術進歩が余りに急であるため、そうした雇用慣行が、高学歴・低収入の若者を増加させ、経済格差を生み出す要因になっていると指摘されている。

一方、日本では、就「社」する慣行が強いいため、新技術が導入されても、企業の中で配置転換され、新しい職場で新しい仕事を覚えると言った雇用慣行が根付いている。日本は、新技術の導入に対応する雇用環境が、ドイツとも米国とも異なっているのではないだろうか。

日本は、日本型雇用慣行を前提にした取り組みが必要である。雇用慣行、雇用制度、雇用政策等は各国により大きく異なる。

フレイ&オズボーンの推計値を前提に、日本国内で政策の議論を進めれば、間違った結論を導き出す可能性がある。

日本において調査を進めるに当たって、根拠のあること、事実関係をまず固めていくのが大事、との認識に基づき、IoT/AIが現場にどのような形で導入されつつあるか、1社ずつ訪問し、日本的な傾向を調査した。日本ではIoT/AIが現場に本格的に導入され、実績が出ているところはまだ十数社程度しかないため、以下の調査でそのほとんどをカバーしている。

現地調査先；

- オムロン草津工場
- 三菱電機可児工場
- 富士通島根工場
- 三浦工業
- QB ネット

コマツ
 カブドットコム証券
 ケーザー・コンプレッサー(独)
 ゼネラル・エレクトリック GE(米)

以上の個々の企業の現地調査をとりまとめれば、次のようになる。

タイプ 1) IoT/AI の導入により作業員の仕事の内容は多少は変わったものの、少しの訓練を受ければ対応可能な範囲でしかないもの

＝オムロン草津工場、三菱電機可児工場

タイプ 2) 競争力強化を目的に IoT/AI を導入したものの、それに伴って作業員の負担が軽減され、労務環境が改善されたもの＝富士通島根工場、カブドットコム証券

しかも売り上げ増となったため雇用者数が増えたもの＝QB ネット、三浦工業

タイプ 3) 人口減少・高齢化に伴う熟練作業員の不足を補うもの＝コマツ

タイプ 4) 「UX デザイナー」「データサイエンティスト」といった高級専門技術職の養成を始めているもの＝オムロン、ケーザー社(独)、GE(米)

調査結果を総括すれば、今の日本では、機械を人間に 100%置き換えるというのではなく、人の仕事の一部の過重な労働部分を機械がサポートする、または人間の仕事を楽にするために、IoT/AI が現場に導入され、現場も歓迎するという形態で導入されている。

1990 年代、日本は工場の機械化、自動化、省力化投資が盛んだったが、今は、機械(人間)に得意な作業は機械(人間)に任せようとの空気があり、それは「人と機械の調和」と呼ばれている。

以上の調査結果を、2016 年 11 月、シュトットガルトのブラウンホーファーIAO 研究所を訪問した際、説明したところ、以下のようなコメントを受けた。

“現場は少子高齢化であり、高齢者の作業員を支援すると現場には受け入れやすいからこそ、そこからスタートした。だが、いずれ競合相手との競争も厳しくなり、生産性を重視するようになれば、その先には人間の雇用が機械に置き換わるという状況は起り得る。いずれ、そういう時が来ることを念頭に、対策を行うことが必要である。”

6-1 オムロン草津工場

オムロン草津工場プリント基板実装ラインは、毎年の

改善努力により、平均 5～6%の生産性向上を行っていたラインであり、現場は、やるべきことは全てやっていた、と認識していた。

だが、そこで「見える化」をしてみたところ、現場の担当者も驚くほど、機械が仕事をしないで遊んでいる箇所が多く発見された。生産技術はオムロンが担当し、集めたデータの「見せ方」は富士通が担当した。

その主な原因は、ロボットが部品を取り損ね、何度もリトライしていたが、現場の人間が減り、現場は気づかなかった。なぜなら、結果として部品が取れていたから。

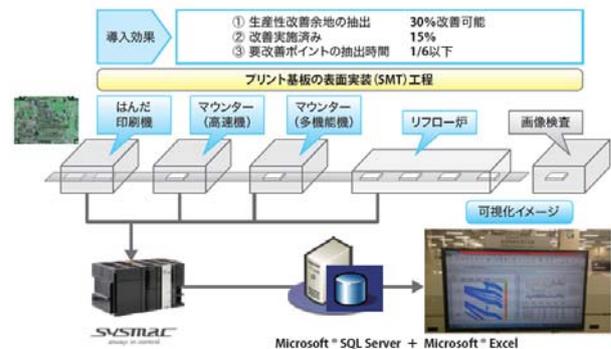
リトライしないように、ロボットを調整し、空いている空間を詰めたところ、生産性が 30%一気に改善した。

オムロンの吉川浄グローバルものづくり革新本部長へインタビューしたところ、これからは生産現場がわかる IT エンジニアを育成するとのことであった。すなわち、生産技術とデータ処理の双方の知識を持ったエンジニアで、それはまさに「データサイエンティスト」である。

“サーバーにデータを吸い上げるところまでは当社の生産技術エンジニアが出来る。収集したデータをどのように表示するとわかりやすく「見える化」できるかという領域について外部パートナーである富士通の協力を得て進めた。当社では、これからそのようなことができる IT エンジニアが必要になる。

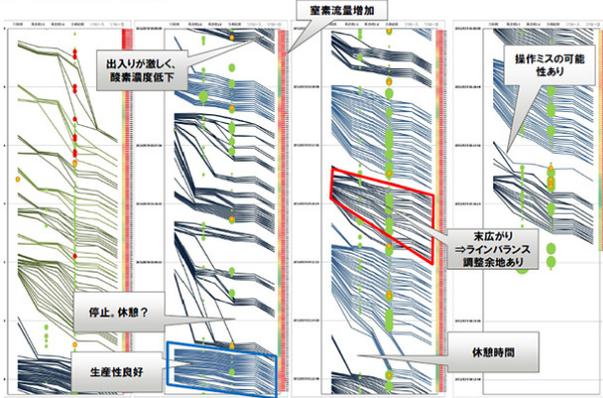
当社の生産技術エンジニアは 200 人いるが、データを用いて情報解析ができる人間は 4～5 人くらいしかない。現場もわかり、データを使えるという人間を増やしていけないといけない。外部から 180～300 万円/月の SE を入れると割に合わない。

これからは生産技術エンジニアがデータを使えないといけないことは痛いほど感じている。エンジニアの絶対数が足りなくなる。データエンジニアをどこから確保してくるか、データの知識をどう学ばせるか、を考えないといけない。データエンジニアも現場と対話ができなければ役に立たない。“(図表 27～30)

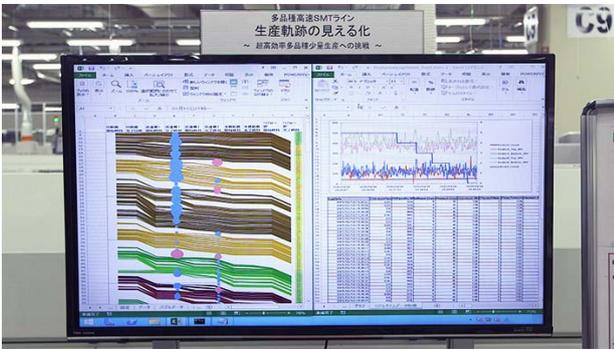


(図表 27) オムロンが開発したコントローラ

データからわかること



(図表 28) 製造品の工程を「見える化」



(図表 29) 「タイムラインデータビジュアライゼーション」で生産状況が示された画面。



(図表 30) 「見える化」により高率化した生産ライン

6-2 三菱電機可児工場

三菱電機は、CC-LINK と呼ばれる e-F@ctory の導入実績が、全世界約 130 社、5,200 事業所であり、アジアでのシェア第一位を誇っている。CC-LINK は、三菱電機だけでは作れないため、同社が主催する「e-F@ctory Alliance」に加盟している約 300 社と協業している。更に同社は、中国市場に参入するため、2015 年 12 月、「中

国版 e-F@ctory Alliance」発足、約 60 社が参加した。

IoT 販売の特徴として、そのメリットを空いて相手企業に説明してもなかなかわからないので、まず自社工場を使って見て、そこで実績を出し、その数字を以て顧客に販売している。

その名古屋製作所の分工場として、岐阜県可児市の可児工業団地内に可児工場がある(従業員数約 360 人)。同工場は、1979 年に設立され、「電磁開閉器」が生産されている(図 2)。2012 年に、モデルチェンジした新しい電磁開閉器の生産開始を契機に、約 20 年間使用していた旧生産ラインを一新し、「ロボット組立セル」を導入して生産を開始した。「ロボット組立セル」には、同社の e-F@ctory コンセプトが導入され、生産過程の「見える化」が実現されている。

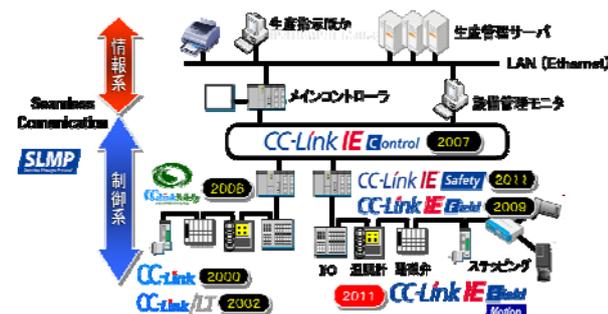
「ロボット組立セル」では、従来の全自動一貫ラインから、人と設備を協働させたセルラインに変更。サイクルタイムは、全自動一貫ライン 5 秒に対し、ロボット組立セルは 15 秒と 3 倍だが、ロボット組立セル 3 台設置しても、面積は 3/4 で済み、又、稼働率が 1.6 倍、生産性(台/人時)が 1.3 倍となり、面積生産性が 2.8 倍となった。

同工場において、同社の尼崎新一役員技監、金谷隆史可児工場長等にインタビューしたところ、以下の通り。

“ 80～90 年代、生産性向上といえば、主流は、自動化・無人化であった。「単一機種・大量生産」の場合は、全自動一貫ラインの方が、工費が安くなり、品質が安定化するというメリットがあったが、設備設置に広い面積を要し、変種変量生産への対応は困難であった。さらに稼働年数が増えるごとに「ちょこっと」設備が停止する「チョコ停」が増え、稼働率が上がらなかった。これに対し、90 年代半ばから変種変量生産に追従できる「人セル」がもてはやされた。メリットとデメリットは、全自動一貫ラインと丁度逆になる。

今回、製品をモデルチェンジするに当たり、両者のいいところ取りをしたのが、「ロボット組立セル」である。新しいラインを作るときに掲げたコンセプトは、高稼働率、省スペース、高品質の 3 点である。旧来の全自動一貫ラインは無人化を目指していたが、今回は「人と機械の融合」を目指し、作業者が 1 人付く事を前提にした。

従来はラインオペレータの育成に 1 年を要していたが、ロボット組立セルでは基本作業は 2 週間で習得可能である。チョコ停の復旧などの装置の操作を含めても 1 カ月で立ち立ちできるため、教育コストを大幅に削減することが可能となった。“ (図表 31～36)



(図表 31) CC-Link ファミリー
出典) 三菱電機より資料提供

(図表 34) 可児工場全景 出典) 三菱電機より資料提供



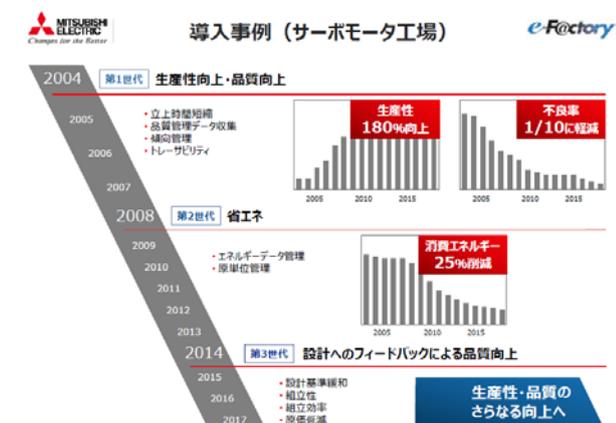
(図表 35) 可児工場で生産されている電磁開閉器
出典) 三菱電機より資料提供



(図表 32) 三菱電機「e-F@ctory」のコンセプト・アーキテクチャ 出典) 三菱電機より資料提供

	ロボット組立セル	従来の生産ライン
面積	9m × 5m	35m × 8m
工程数	23	50
サイクルタイム	15秒	5秒
人間	1.3人	3人
ロボット	6台	13台
稼働率	1.6	1
生産性(台/人時)	1.3	1
面積生産性	2.8	1

(図表 36) 可児工場において従来の生産ラインとロボット組立セルの比較
出典) 三菱電機より資料提供



(図表 33) 同社サーボモータ工場における実績
出典) 三菱電機より資料提供

6-3 富士通島根工場

富士通島根工場は、同社のパソコン生産の拠点であるとともに、同社のIoTを実証する場でもある。

FUJITSU(2016-5月号)によれば、同工場は、以下のような実績を出している。

「生産リードタイムは80%削減し、見える化やICTを活用した不良撲滅の取り組みにより、不良発生率がプリント基板生産工程では90%、装置組み立て工程では60%削減した。生産コストについても約50%減を達成した。一連の改善により、生産エリアの縮小と在庫の削減が可能となり、工場の生産エリア面積の30%削減に成功した。これによる外部倉庫の削減や工場エリアのサービスビジネスへの転用なども可能となり、副次的な効果も生みだしている。」

富士通にインタビューしたところ、以下の2事例を挙げつつ、富士通の考え方の説明があった。



“富士通のIoTは、ヒューマン・セントリック・イノベーションの理念の下、人をエンパワーする役割という考え方である。IoTが雇用を無くすることはなく、むしろ現在、問題となっているのは人材不足であり、人材不足に対応するため、IoTで効率を上げていこうとしている。AIが加わると、機械を使う人は無くならない。余裕が出た時間を、本来自分がやるべき仕事に振り当てるだけである。

<導入事例 1 工場のリペアラインでの残業時間削減・運搬コスト削減>

ノートパソコンは他品種化してきたため、うまく動作しないパソコンが増えてきた。作業の複雑化が時間増をもたらした。そのため、予定の出荷便に間に合わなかった品に関しては、当日出荷するために、わざわざ別枠の便チャーターを、その1、2個のために手配しなければならなかった。作業員は、そのために残業していた。

そこにIoTを導入することで、リペアラインのどこに何台、いつ出荷するものがあるか、わかるようになった。残業を減らすことが可能になり、余分なチャーター便を無くすることができた。

かつては、1日1品種が流れていたが、いまは10品種が流れている。現場がどんどんと混乱してきた。ある日突然全てが変わってしまうことがある。それまでの積み重ねが無駄になってしまうことがある。

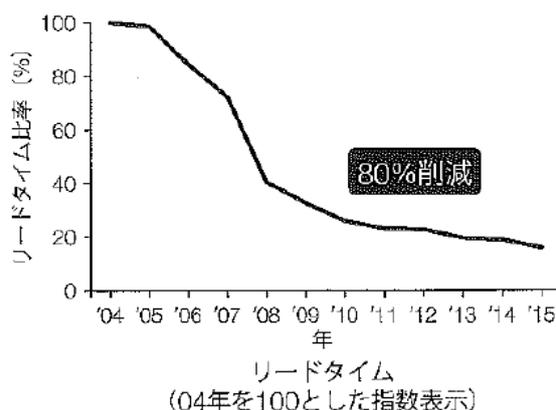
現在はインライン・カスタマイズと呼ばれる。かつてと比べて、いまは作るもののバリエーションが増えている。他品種化しているが、量は変わらない。そのため、手間が増えていく。1個当たりのコストは増える。そのため、コスト削減は継続的に進めないといけない。人の数は変わらない。

<導入事例 2 高齢化に伴う人由来のミスの削減>

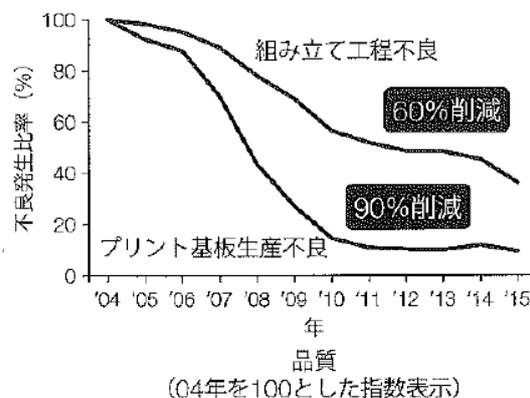
これまで人の感覚に依存していた製品の異常の検知工程がある。パソコンのスピーカーの異常は、人が音を聞いて判断しないとけない。液晶画面、スピーカー等の不具合点検において、作業員の高齢化による難聴・難視に伴う人由来のミスの削減に対応するため、IoTが導入された。

その目的は2つある。第一は、人がやるとそもそも抜けがあった。過去に顧客とトラブルになったことがある。第二に、人が年齢を重ねていくと、目で見る検査は視力の衰えとともにミスが増える。

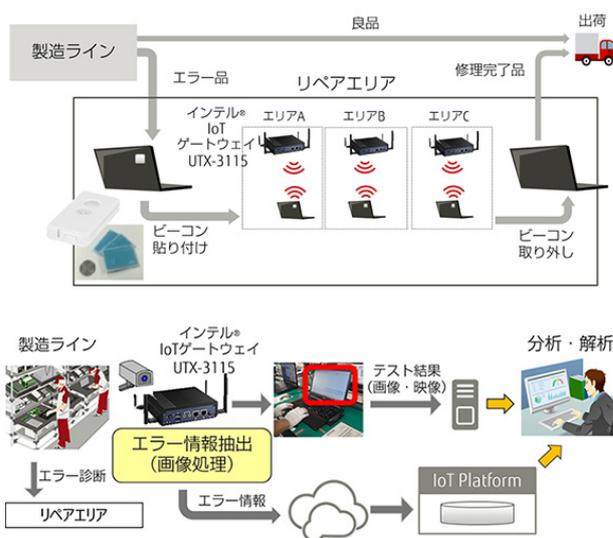
マニュアルで決められた検査の30%を自動化した。いままで出来ていた人が高齢化することで出来なくなることに対応するものである。(図表 37~39)



(図表 37) 富士通島根工場での実績
出典) 出典) FUJITSU, 2016-5月号, Vol.67, No.3



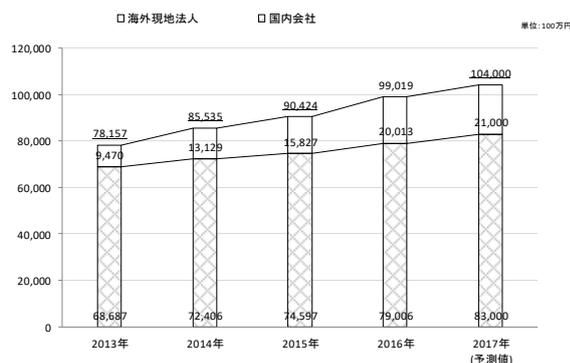
(図表 38) 富士通島根工場での実績
出典) 出典) FUJITSU, 2016-5月号, Vol.67, No.3



(図表 39) 富士通島根工場でのリペアライン導入

6-4 三浦工業

愛媛県松山市に本社がある三浦工業は、1959年5月に設立され、ボイラの生産、販売、メンテナンスを行う企業であり、国内ボイラ市場の約40%を占める国内トップ企業である。連結売上高は最近では平均して毎年約7%前後の伸びを示している(図表40、図表41)。



(図表40) 三浦工業の連結売上高の推移
出典) 三浦工業

項目(単位)	2015年	2016年	2017年(予測値)
売上高 (百万円)	90,424	99,019	104,000
経常利益 (百万円)	10,799	10,887	11,400
当期純利益 (百万円)	7,464	7,476	7,800
自己資本比率 (%)	79.5	78.4	-
1株当たり純資産 (円)	915.75	947.00	-

(図表41) 三浦工業の連結売上高、利益等の推移
出典) 三浦工業

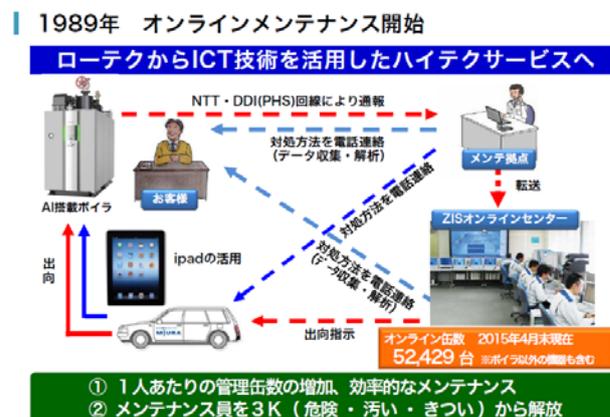
同社は、IoTやM2Mなどの言葉が生まれる遙か以前の1989年から「遠隔状態監視」サービスを行っていた。顧客が使用しているボイラに埋め込んだセンサーから得られるデータを通信会社の回線を介して収集し、同社のオンラインセンターで職員が画面を見ながら稼働状態を監視し、異常が感知されれば、メンテナンス要員を派遣し、ボイラが故障・停止する前に修理することで、顧客の損害を防いでいる。同社の輝かしい業績は、故障しないボイラ、停止しないボイラとして、長い時間をかけて顧客から信頼を得てきた結果であるといえる。同社は、日本国内に約100ヶ所のサービス拠点を設置し、サービスエンジニア約1000人を擁し、同社が販売した55,185台(2016年5月末現在)のボイラを「遠隔状態監視」している。

1973年の第1次石油ショック後、同社は、故障の予防、保全、管理を目的とするピフォア・メンテナンス制度を立ち上げた。ボイラに保守契約を付帯して販売する手法は、従業員や販売店から、「他社メーカーに価格で負ける」「メンテナンス料金は通常修理完了後に請求す

るもの、前金ではもらえない」と反対されたが、同社創業者三浦保の「メンテナンスは故障前に行うべき」との強い意志で実施されることとなった。そのため、1989年から「オンライン・メンテナンス」(商標登録)を開始した。現在では55,185台(2016年5月末現在)のボイラをオンラインにより保守管理している。

そうした差別化により同社の商品は好調に売れ、売上高(連結)は、2006年3月の64,919百万円から2016年3月には99,019百万円と10年間で+52.5%増加した。いまや国内ボイラ市場でトップシェア約40%を有するに至った。

オンラインでボイラのメンテナンスを実施する目的としては、顧客の各製造工場では、ボイラは生産機械の重要な設備であり、ボイラがストップすれば、生産ラインは停止し、多大な損害が発生する。それを未然に防止するため、オンライン・メンテナンスにより、過去のトラブルに至った各データを基に、ピフォア・メンテナンスが実施できるよう、ボイラ本体に各センサーを搭載し、ボイラの各部品の劣化や各部の汚れなどでストップする前の情報をオンラインでデータを送信し、それを基にメンテナンスを実施することで、ボイラが完全にストップする前に、メンテナンス対応ができるようになっていく。(図表42~44)



(図表42) 三浦工業のオンラインメンテナンス
出典) 三浦工業

ミウラグループの連結売上、経常利益、株価の推移



(図表 43) 三浦グループの連結売上、経常利益、株価の推移 出典) 三浦工業

ミウラグループ従業員の推移



(図表 44) 三浦グループの従業員の推移 出典) 三浦工業

オンラインメンテナンスが雇用に与える影響について三浦工業にインタビューしたところ、以下の通り。

“オンライン・メンテナンスは、1989年に導入開始した。その後、オンラインで契約を締結するユーザーは増加し、現在では55,185台(2016年5月末現在)のボイラーをオンラインにより保守管理している。保守契約の信頼性が向上し、有償メンテナンス保守契約の契約率が向上した。

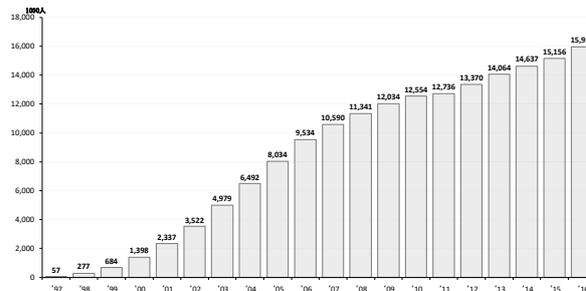
オンラインでボイラーのメンテナンスを実施する目的としては、顧客の各製造工場では、ボイラーは生産機械の重要な設備であり、ボイラーがストップすれば、生産ラインは停止し、多大な損害が発生する。それを未然に防止するため、オンライン・メンテナンスにより、過去のトラブルに至った各データを基に、ビフォー・メンテナンスが実施できるよう、ボイラー本体に各センサーを搭載し、ボイラーの各部品の劣化や各部の汚れなどでストップする前の情報をオンラインでデータを送信し、それを基にメンテナンスを実施することで、ボイラーが完全にストップする前に、メンテナンス対応ができるようになっていく。

日々の業務改善や効率化を実施することで、メンテ

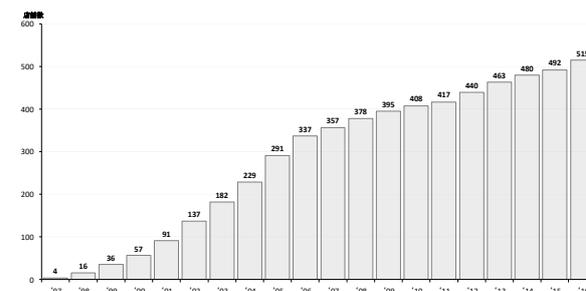
ナンス要員の1人当たりが対応できる仕事量は拡大しているが、それ以上に、オンライン・メンテナンスのユーザーが増え、オンライン・メンテナンス台数が増えているため、メンテナンス要因は毎年増加している。また、オンライン・メンテナンスを担当する社員の離職率も大幅に減少している。“

6-5 キュービーネット

現在、店舗数は、国内510店、従業員2500人、海外108店、従業員500人、うち香港54店、シンガポール34店、台湾20店である。美容業界の市場規模は、売上が過去5年間、毎年95~98%と減少し続けているが、同社は毎年105~110%と増えている(図表45、図表46)。香港は120%、台湾は140%で成長している。



(図表 45) 国内来客者数の推移 出典) キュービーネット株式会社



(図表 46) 国内店舗数の推移 出典) キュービーネット株式会社

同社の北野泰男社長にインタビューしたところ以下の通り。

“同社は、「one price one menu」であり、単価は1000円(税込1080円、平日65歳以上のシニア料金は税込1000円)である。ヘアカットサービスのみを提供しており、年間国内利用人数は約1700万人、1人当たりのカット時間は平均11分55秒、前年は11分58秒であった。

日々の売り上げ分析は、「見える化」し、毎月の店長会議で検討し、実行する。同社のリピーター率は95%を

超えるため、事前に作った経営計画は、毎年ほぼ 100% で着地する。季節変動などもあるが、過去のデータの傾向から売り上げを予測し、販促活動による効果を加味し、概ね計画通りに着地する。データを蓄積し正しく活用すれば、予測値を高めることができる。

同社では店舗の状態について数字で把握している。各店舗の各席の稼働レベルを把握した上で、生産性が落ちている席について、技術不足なのか、女性客が続いたのか、さまざまな仮説を立てる。次に、現場で事実を確認する。最も多いケースが、切り直しである。オーダー時の確認が曖昧であったため、2~3 度刈り直しをしている。技術ではなく、カウンセリングの研修が必要と判断して改善に努める。

作業効率の改善についても定期的に行っている。ベテランスタイリストを集めて、より作業効率が高まるカットブースやバリカン器具などの改良も定期的に行っている。どうすればより効率的にサービスが提供できるか、現場の知恵を出し合って共有しあうことに、最も力を入れている。感覚でなく、定量的に出して、生産性を高めていく。

IT システムは、客が券売機でお金を入れる時点、客からチケットを受け取って施術を開始した時点、エアウオッシャーという機械で髪の毛を吸い取った時点の3つの時点でデータを自動的に収集し、どの店のどの席がどのような稼働状況にあるかをリアルタイムで把握できるようになっている。

全ての店舗と席でカット時間を集計しており、生産性の状況把握に努め、数字の裏づけをもって現場改善に努めている。現場では、各カットブースに接してある滅菌器にタイマーが表示されており、概ねの施術時間を自ら把握できるようになっている。

同社の顧客の 25%は女性であり、リクルート中の若い女性や子育てに忙しい主婦の利用が増えている。パーマカラーはいつもの美容室でやってもらうが、今ちょっと前髪だけを切って欲しいという時に当社のサービスを利用される女性が増えている。

かつては、営業のピーク時間は夕方サラリーマンの利用が多かったが、いまでは多くの団塊の世代が朝やってくる。繁忙時間は平準化され、全店平均稼働率が 67%と 5 年前より約 10%程度改善された。

香港、シンガポールの中華系の人々はせっかちな性格なので、当社の短時間でのサービスは非常に親和性が高かった。

従来美容業界は、若い頃に個人美容室で修業し、30代半ばを過ぎる歳になると独立するというのが一般的なキャリアアップである。女性客は美容室にただ技術を求めるのではなく、居心地や癒しを求める傾向が強いので、30代半ばを過ぎてくると指名が減っていく傾向に

ある。子育ての頃に給与が減ると生活ができないので、開業資金を調達して独立する人が多い。一方、技術を身に付ける過程も大変厳しい環境であり、専門学校を卒業して国家資格を取得したとしても、特に美容師はカット技術がほぼ無いに等しい。なぜなら専門学校では、パーマやカラー技術の習得に重点を置いているためである。まずは店舗見習いとして洗髪やパーマ、カラーなどの業務を長年携わって修行するため、カットができるようになり理美容師として自立できるまでは 10 年近くかかる。そこからもし独立するとしても、市場が縮小している環境下では大変厳しい経営が強いられる。因みに、理美容室の数はコンビニの 8 倍の 40 万店舗あるとされている。

美容師の給与は、多くの個人店では売り上げに連動する歩合給与が多い傾向にあるため、成人式や卒業式、入社式といったイベントが多い 1 月から 4 月初旬にかけて増え、それ以降は収入が減少する傾向にあり、季節変動するケースが多い。一方、ヘアカット専門店の場合は、イベントなどで需要が拡大することなく、季節変動要因が少ないこと、また、当社では指名制を導入していないことから、子育て世代の方が安定した給与体系に魅力を感じて入社を希望する方が増えてきている。また、ヘアカットのみのサービス提供であることから、手荒れで悩んでいた女性美容師や、洗髪などでかがむ仕事がないので腰痛で悩んでいた高齢の理美容師の方も多く働いている。同社の現場の最高齢は 78 歳のスタイリストである。

そこで同社は、厳しい修業時代にスタイリストになる夢をあきらめて業界を離れた人や、子育てに専念するため長いブランクがある人などが業界に復帰することを支援する制度を立ち上げた。社員として雇用し、半年間の研修期間でスタイリストとして自立できる技術や接客力を養う社内スクールである。年間 70 人規模で受け入れて、人材育成に取り組んでいる。

退職率は国内が 8%と、美容業界ではとても低い。海外の店舗の退職率は、香港 15%、シンガポール 5%。台湾は進出して 4 年目を迎えるがようやく 20%台にまで下がってきた。各国の目標値は、10%以下を目指している。“ (図表 47、図表 48)



(図表 47) QB ハウスの外観
出典) 以上、同社ホームページから抜粋



(図表 48) QB シェル
出典) 以上、同社ホームページから抜粋

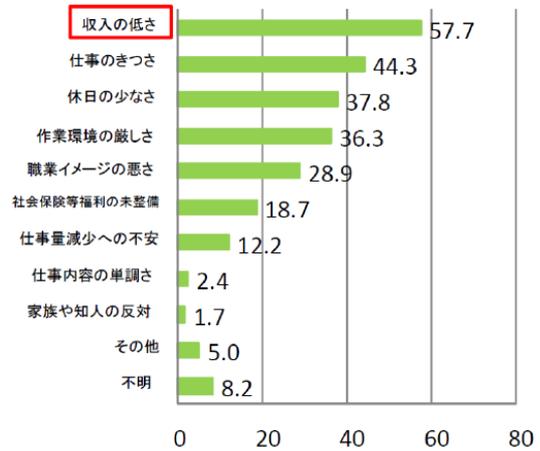
6-6 コマツ

土木建設現場では、技能労働者約 340 万人のうち、今後 10 年間で約 110 万人の高齢者が離職の可能性を持っている。若年層の入職は少なく、29 歳以下は全体の約 1 割以下になっている。(図表 49～51)



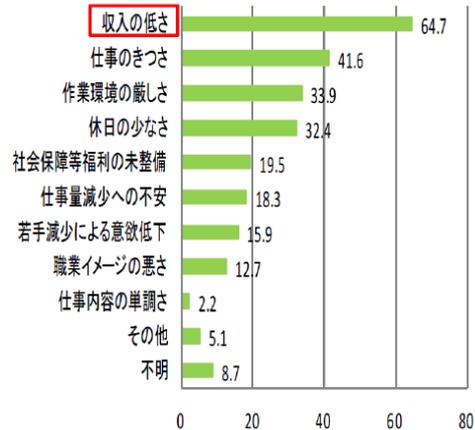
(図表 49) 土木建設現場における就業者年齢構成 (2014 年度) 出典) 日本建設業連合会

若手の建設技能労働者が入職しない原因



(図表 50) 土木建設現場において若手の建設技能労働者が入職しない原因
出典) 建設産業専門団体連合会

若手・中堅の建設技能労働者が離職する原因



(図表 51) 土木建設現場において若手・中堅の建設技能労働者が離職する原因
出典) 建設産業専門団体連合会

「現況データ」はドローンを用いて3次元スキャナで測量し、「完成図データ」は設計図面からCADを使って作る。両データを重ね合わせると、施工範囲や必要な切盛土量が浮かび上がってくる。そのデータをICT建機に投入すると、ブレードなどの装置の高さ・角度・位置が設計面に沿って自動制御される。ショベルカーならブレードの刃先の位置情報が計測されており、どこを何センチ掘るかまで自動制御される。コマツは2015年から生産開始、これまで数百台を生産した。熟練作業員が不足

している現場で、ドローンやICT建機を用いることで、未経験な作業員でも完全な作業を実施可能である。(図表 52、図表 53)



(図表 52)ブレードを自動制御しながら、傾斜の盛土・整地を行う



高度に知能化されたICT施工

(図表 53)ショベルカーでは何センチ掘るかまで自動制御される

6-7 カブッドットコム証券

ストック・レンディング・トレード(株の貸し出し取り引き)分野で2016年9月、人工知能(日立のH)が運用開始した。筆者が知る中で、人工知能と呼ばれるものが、ビジネスの現場に本格的に導入され、成果を出している事例としては日本初ではないかと思う。

同分野は、市場が急速に拡大しているところであり、最近、国内ネット証券5社が参入するとともに、個人投資家も拡大している。(図表 54)

	貸し付け残高	借り入れ残高
平成23年4月28日報告分	3兆1100億円	3兆4932億円
平成28年4月28日報告分	10兆3960億円	10兆8260億円

国内株券賃借取引残高(信用取引を除く) 出典)日証協会



(図表 54)ストック・レンディング・トレード

人工知能は、2016年9月から稼働開始し、導入6ヶ月経過後の実績は、

収入+7%増 = 2017年2月/2016年8月となった。その理由を説明すると、株の貸し出し取り引きは、まず機関投資家から注文が証券会社に入る。すると証券会社は、貸し出しレートを計算して提示(1株当たり平均5分の計算時間)する。100株単位の注文が来るとレートの提示まで1時間以上擁することもあったとのこと。そこで人工知能Hを用いることで、レート計算を自動化した。機関投資家へのレート提示まで平均1分となった。

これまで、提示が遅いと他社に取られていたが、それが解消された。これまで提示レートが高いと他社に取られていたが、それが解消された。これまで注文が多すぎて全てに対応できなかったが、それが解消された。

同社としては、人工知能が計算したレートで十分取り引きが出来ることがわかったので、今後は、注文を受けると、レートの計算、レートの提示、商談成立まで全て人工知能で行うという完全自動化を目指す。

そういったルーティン的なトレード業務は完全自動化の方向に、そして人間は、スキルが高いトレード業務にシフトすることを考えている。スキルが高いトレード業務とは、例えば、初めて扱う株、注文の金額が大きい案件、レートが数100%や数1000%に登る案件、とのことであった。

6-8 ケーザー・コンプレッサー(独)

ドイツのケーザー・コンプレッサー(KAESER KOMPRESSOREN)社が行っているビジネス手法は、機器の販売ではなく、能力の販売と呼ばれている。最近、「製造業のサービス化」「ものづくりのサービス化」などと言われているが、その代表的な事例である。

同社は、圧縮空気を販売する。製造業メーカーでありながら機器を売らない。設備の所有、設置、運用、保守、修理は全てメーカー側が実施し、全てのコスト込みで1立方メートル当たり〇円で販売するというビジネスモデルである。同社によれば、例えば、都市ガス会社や駅代

窒素販売会社などは自社で気体を製造するプラントを所有し、既に同じ形態を実施しており、そうした企業が出来るのであれば、圧縮空気も同じ気体であるから可能である、と判断したとのこと。

機器でなく圧縮空気を販売することに切り替えることによる顧客のメリットは以下の通りとのことである。

－ 省電力(平均▲14%)；機械を最もよく知るメーカー自身が機械を最適制御で運転するからである。例えば、機器1台毎のインバーター制御でなく、台数制御を行えば、2台とも稼働率25%であったものを、1台を停止させ、もう1台の稼働率を50%に上がることで省エネを実現する。

－ 省メンテ費(平均▲50%)；機械の所有権はメーカーにあるため、事前にメンテナンスに関して顧客と打ち合わせる必要が無い。また、メーカー側は、従来は機器が故障すれば昼夜問わず呼び出されていたが、メンテ要員を計画的に派遣することが可能になり、顧客が支払うメンテナンス代のうち、人件費が大きく削減されるとともに、メンテナンス要員が規則正しい生活を実現できることとなった。

－ 顧客側に、圧縮設備のメンテナンス専属の作業員が配置されているところはまずない。作業員が自分の通常業務を行っていて、機器が壊れると、自分の業務を放置し、メンテナンスを行っていた。だが、そのメンテナンス業務をメーカー側が実施することから、顧客の作業員は、やっかいなメンテ作業から解放されて本来業務に専念できる。

－ 常に最新鋭の設備、顧客の利用方法にとって最適な設備が設置になる。顧客は、本来の圧縮空気の必要量に比べて、過大な容量の機器を購入したり、もしくは過少な容量の設備を購入することがある。また、一旦、設備を購入すれば、省エネ型の最新機種が出て買い変えないことが多い。だが製造メーカー側が所有権を持つことで、そういった自体を無くすることができる。

同社は、現在、更に進化して取り組みを実施中である。各顧客の設備の利用状況をインターネットを通じてドイツ本社に流し、本社のコンピュータで各顧客ごとにシミュレーションし、各顧客ごとに最適な使用方法を、再びインターネットを通じて現場の設備に指示する。こうしたサイバー・フィジカル・システム CPS の手法を用いることで、従来より更に省電力(平均▲3%)を実現できるという。

同社の同事業の成果は、圧縮空気販売事業の売り上げの伸び率は毎年+10-20%、会社全体の売り上げの伸び率は過去10年間平均+9%となっている。同社の河合仁代表取締役社長によれば「上限を感じることはない」というくらい好調な伸びを示している。

同社は、サイバー・フィジカル・システム CPS によるサ

ービスを開始したため、新たに「データ・サイエンティスト」の養成を開始した。

同社はケーザー一家のオーナー企業であり、現在の社長は3代目である。圧縮空気の業界では、アトラスコプコ社(スウェーデン)、インガソール・ランド社(米国)に次ぐ世界第3位の位置している。ドイツ国内でも150-160位する「隠れたチャンピオン(Hidden Champion)企業」である。売上高約10億ユーロ、従業員約5,000人、自動車修理工場からスタートし、戦後は、西側に属したため、自動車工場は東側に残された。そのため、創業者は各地を回り自社の従来の技術を活かした事業を考え、そして圧縮空気設備の製造販売事業を開始した。圧縮空気販売事業は1991年からスタートした。

圧縮空気コストの8割は電気代であり、その省エネは圧縮空気を使用するどの企業にとっても最大の課題である。それを解決するため、同社は独自の手法を開発した。(図表55～57)

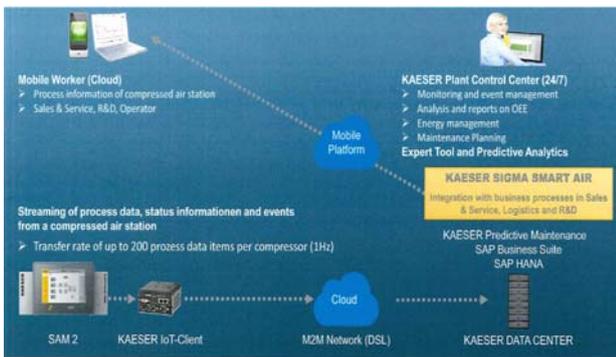


(図表55)ケーザー・コンプレッサー社の圧縮空気設備(出典)KAESER KOMPRESSORS から資料提供



(図表56)コントローラ SAM2 を用いて設備の台数制御を行う様子

(出典)KAESER KOMPRESSORS から資料提供



(図表 57) ケーザー社の IoT システム; 顧客に設置しているコントローラ SAM2 からインターネットを経由してドイツ本社にデータを転送、データ処理した結果は各国支社に送られる

出典) KAESER KOMPRESSORS から資料提供

6-9 ゼネラル・エレクトリック GE (米)

同社はこれまで産業機器を製造販売するメーカーであった。これまで販売した台数は、航空機エンジン 28,200 台、風力タービン 22,800 基、貨物列車 21,500 両、ガスタービン 3,900 基 などとなっている。

だが、ジェフ・イメルト氏が会長兼 CEO に就任すると、禁輸部門を切り捨て、企業の全ての資源を製造業に集中させ、新たに「インダストリアル・インターネット事業」を開始した。

それは、産業機器の製造販売から、「産業分野で顧客の成果(アウトカム)を最大化するデジタルサービスの提供」へと大きく転換するもので、同社はそれを「デジタル・トランスフォーメーション」と呼んでいる。

ジェフ・イメルト会長兼 CEO は、10 億ドル以上を投じ、2011 年 11 月、カリフォルニア州にソフトウェア・センター設立、1000 人以上のソフトウェア・エンジニアを一気に採用し、「オープン・プラットフォーム」である「プレディックス (Predix)」を開発した。プレディックスは現在でも進化し続けている。社内にデジタル部門のトップ CDO(Chief Digital Officer)を設置し、インダストリアル・インターネット事業を担う「UX デザイナー」「データ・サイエンティスト」の養成を開始した。

インダストリアル・インターネット事業は、「顧客と共に考える」という仕事の仕方である。すなわち、

- ・顧客と共に「課題」を発見し
- ・顧客と共に「課題」を解決する

その際に、プレディックスのクラウドサービスを利用してもらうというものである。

例えば、世界を見れば既に同社は、いろいろなサービスを提供している。例えば、航空機エンジン分野では、

350 人の専属アナリストを置き、GE 製エンジンに組み込んだセンサーから送られてくるビッグデータを解析、空港への進入航路、スロットルの噴かし方などを助言している。また、例えば、石炭火力発電所分野では、2015 年 9 月から Digital Power Plant を提供している。それは、発電機に 1 万個のセンサーを取り付け、そこから送られてくるデータを分析、発電の最適化、故障予測に基づく事前修理などを行うもので、燃料コスト約 ▲1.5%、予定外停止約 ▲5%という成果が得られている。

日本国内で米 GE の「Predix」を初めて導入したのは、LIXIL である。米 GE は、米国から「UX デザイナー」「データ・サイエンティスト」を派遣、LIXIL と GE が共同でセッションを開催するなかで、全工程のなかで、工事現場に職人を派遣する割り振り業務に「課題」を発見した。その部分に「Predix」クラウドサービスを用いて自動で効率的な割り振りを行った。

LIXIL で成功を収めた同社、次に東電の火力発電所、丸紅の火力発電所、全日空 ANA との間で、「顧客と共に考える」を行っている。

7. おわりに

7-1 日本でも感情論でなく科学的アプローチが必要

日本では、IoT/AI に関し、感情論でなく、「科学とデータに基づく冷静で客観的な議論」が必要だと感じている。かつて、ドイツが革新的なインダストリー 4.0 プロジェクトを発表したとき、多くの日本国民がインダストリー 4.0 について詳しく知りたいという強い欲求を持った。その時期、個々の分野では専門家はいたが、全体を俯瞰し、素人にわかりやすく説明できる人が日本には不在だった。技術の専門家ではない人々が、技術の全体像や本質がよくわからずに国民に伝達したため、センセーショナルでミスリードの情報が日本中に流れ、多くの国民がそれを信じ込んだ。一旦、信じ込んだ先入観を変えることは難しい。IoT/AI の本質が誤解され、日本での IoT/AI の普及に遅れが生じるのではないかと懸念している。その代表的なものが、「IoT/AI は単なる人員削減の手段ではないか」という声である。

今、我が国では、オックスフォード大学のフレイ&オズボーンによる試算、すなわち米国において 10-20 年以内に労働人口の 47%が機械に代替可能という試算がメディアで取り上げられ、人々の不安を煽っている。

私には強烈な体験がある。ある地方で地元中小企業を集めて行った講演では、「IoT/AI が普及すると半分の人間がいなくなるそうじゃないか。もし自分が失業したら生活費はどうするんだ。国が出してくれるのか。」「自

分はIoT/AIなどという難しいことはわからん。もしそのために自分がクビになったら、あんたは何をしてくれるんだ。」などという質問が続いた。

テレビの経済番組などで、IoT/AIに話が及んだとき、経済評論家が「IoT/AIなんて、どうせ、人減らしの手段でしょ」という場面を何度か見た。日本国民の頭のなかに、こうした光景が刷り込まれ、やがてIoT/AIなどのイノベーションに対する根深い逆風となってくるのではないかと懸念している。

技術が進化すれば確かに消えていく仕事はあるかもしれないが、仕事内容が変化し、配置転換が行われ、新しく生まれる仕事もあり、全体をバランスをもって論じなければ片手落ちである。例えば、パソコンが導入されたとき、タイピストという仕事は失われたが、彼女らは一般事務に配置転換されて仕事を習熟していった

パソコン、スマホ、インターネットの発展は、ネット金融、ネット販売、SNS、検索エンジン、音楽配信など新しいビジネスを生み出し、グーグル、ヤフー、アマゾン、フェイスブック、マイクロソフト、楽天、ソフトバンクモなどが急成長し、膨大な新規雇用を生み出してきた。

これまで、確かに失われる仕事はあったが、配置転換されて新しい仕事に慣れ、更に新しく生まれる仕事の方が格段に大きく、それが新しく急成長する企業を創出していった。入社したときの仕事をそのまま一生続ける人の方が希だろう。

「雇用の未来」分野では、ドイツは日本より4~5年研究が先行している。なぜなら、IGメタル(金属労働組合)や、それを支持基盤とする社会民主党が、インダストリー4.0を推進するに当たり、雇用問題に真剣に取り組むよう主張してきたこともあり、大きな政治 이슈となっていて、Arbeiten4.0(英; Work4.0)プロジェクトが実施されてきた。同分野の研究者の層も厚い。

米国では、新しい技術が出現すると、雇用者が解雇され、高学歴でも収入が低い若者が増える傾向が見られる。ドイツでは、IGメタルは、こうした解雇者を出さず、新しい技術の下でも働けるよう、再教育・再訓練の充実を訴えている。雇用慣行は国によって異なるため、日本は日本独自の方法を追求する必要がある。

7-2 政策提言

以上から、我が国における社会政策として、以下の4点を提言したい。

1) 第4次産業革命の新時代を牽引する専門家(例えば、デザイナー、データ・サイエンティスト等)の組織的な育成

かつて原子力開発・宇宙航空開発の黎明期に、大学工学部に原子力工学科・宇宙航空工学科が設置されたのと同様、大学工学部に専門の学科を設置し、若者はここで基礎知識を学び、社会に出てから仕事をしつつ実践力を身につけていった。こうした形態が、日本にとって相応しいと考える。これからビッグデータを扱う新しい時代に入っていくため、全国の大学にデータサイエンティスト学科(仮)を設置し、少なくとも、旧帝大工学部と東工大には同学科を設置することが重要である。

更に、情報処理技術者を養成するため、国家機関に於いて国家資格の試験を行うなど、大学と企業以外でも、国家機関が幅広い専門家を養成している。データ分野でも同様の仕組みが望ましい。

2) 人間でなければ出来ない仕事を担う「さらなる高スキル人材」「中スキルでコミュニケーション能力を持つ人材」への積極投資

過去の分析では、機械による代替は、中スキルのルーティン作業で進行し、かつそれが高スキルに移行していることがわかっている。すると今後、人間の労働が価値を持つのは、「更に高スキルの人材」及び「中スキルであってコミュニケーションを必要とする人材」である。ボリュームがあるのは、後者である。そのため、今後の人材育成では、上記2種類のスキルを持った人材の育成が必要となる。(注10)

第4次産業革命では、こうしたスキルを持った人材が数多く必要とされていることが既にわかっているにも関わらず、上述したように、バブル崩壊以降、企業は人材への投資を削減してきた。今後とも額減傾向が続くのであれば、企業競争力にとって致命的となる。ドイツでは、大企業では、大学での養成を待たずに既に企業内での育成に着手していると聞いた。日本においても、企業は人材への投資、特に人間でなければできないスキルを持った人材への投資を積極化する必要がある。(注11)

特に製造現場では、IoTを用いた「見える化」が普及しつつあるが、表示された結果を見て「どうするか」は人間が考えていた。だが、従来、熟練作業員が担っていた「どうするか」の

領域に人工知能が用いられる時代はすぐそこまで来ている。日本のものづくりの現場を支えてきた熟練作業員をどうするのか、その技能の伝承をどうするのか、企業は間もなく深刻な課題に直面する。

3) 企業を超えた円滑な労働移動を可能とする環境整備

技術進歩に逆らって旧態依然とした雇用の現状維持を続けることは企業の競争力を削ぐことから、技術進歩に伴って自然発生的に生まれる雇用の過剰と需要ニーズに対応するため、

①旧来の技術の下で働いていた人に新しい技術の下で働けるよう、再教育・再訓練する研修所を地方全国の津々浦々まで整備

②研修所の卒業生が次の企業で就職できるよう、世界に類を見ない日本固有の雇用慣行である「新卒一括採用」を止め、「必要なときに必要な人を雇用する」制度へと変更

③ 上記①②の制度が不備な状態での金銭的解決による解雇は反対する。

4) 税による再配分機能の強化

通商白書 2017 においても指摘しているように、IT 投資は、経済格差を生み出す最も大きな要因であるが、イノベーションは企業競争力の源泉であり、格差を防ぐためにイノベーションを止めることは本末転倒である。IT 投資を通じて日本にとって必要なイノベーションを図りながら、そこから生じる格差を縮小させるために、より強力な社会政策を実施し、税による再配分を一層強化する。(注 12)

7-3 結語

第4次産業革命は、日本にとって決してバラ色ではない。日本以外の国にとっても大きく飛躍するチャンスでもある。

世界中の企業が、第4次産業革命という劇的な変化のなかで勝ち残ろうと、必死で智慧を絞って投資競争している。

Reform (改革)と Revolution(革命)は違う。

外国企業が、第4次産業革命の波に乗って大きく羽ばたくなかで、日本企業のみが現状維持を続けていれば、世界との格差は益々広がるばかり。

大企業でさえ安泰でない第4次産業革命においては、経営者は、危機感と覚悟を持って取り組まないと、多くの社員と家族、工場が立地する地域を不幸にしかねない。

1 個の仕事を機械に奪われたかどうかという小さな現象よりも、企業はグローバル競争で勝ち抜いていかないと、大規模なリストラを招き、こちらの方が社員と家族にとってはもっと悲惨である。

「雇用の未来」に関しては、世界での研究ブームは一区切りついたといえる。いまの世界の関心事は、第4次産業革命を担う人材の育成である。

注；

(注 1)

2016 年 3 月、米国のグーグルは、ネコを認識する人工知能(AI)を開発した、と発表した。1000 万枚のネコの画像を見せられたコンピューターが、人間に教えられなくても、ネコの特徴をつかむことに成功したとのこと。(図表 58)



(図表 58) Deep Learning によりグーグルの人工知能が、猫と認識し出力したもの

(注 2)

2016 年 5 月、米テスラ・モーターズ製の電気自動車「モデル S」が死亡事故を起こした。同車種では「オートパイロット」と呼ばれる(限定的)自動運転機能が利用可能であり、事故を起こしたドライバーは高速道路を走行中に、この機能を利用していた。自動運転中のモデル S は対向車線から左折してきた大型トレーラーと衝突し、ドライバーが死亡した。

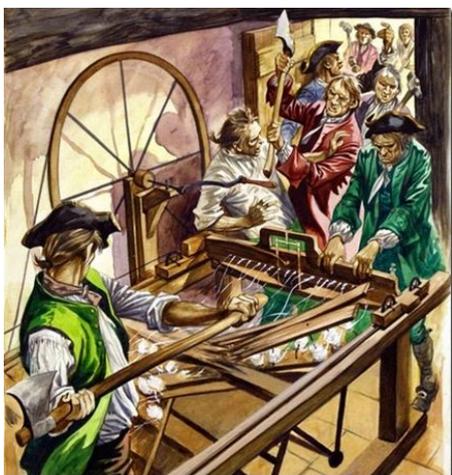
(注 3)

自動運転車を商業販売する前に解決すべきとされて

いる「トロッコ問題」がまだ未解決の状態にある。すなわち「そのまま直進すれば子供の集団に突っ込み大量の死傷者を出す、それを避けるためにハンドルを切れば谷から落ちて妻・子供もろとも死亡する」という究極の選択を迫られたとき、AIはどう判断すべきか、あらかじめ、如何に AI にプログラムしておくべきか、その判断をプログラマーのみに委ねていいのか、という問題である。

(注 4)

「ラッドライト運動」とは、1811～1817 年頃、イギリス中・北部の織物工業地帯に発生した運動のこと。産業革命の機械化により、失業の恐れを感じた労働者が起こした機械破壊運動である。1812 年、機械破壊を死罪にする法律が施行された。(図表 59)



(図表 59) ラッドライト運動を描いた絵画

(注 5)

2013 年 4 月にドイツが発表した「完全自動無人化工場」が軌道修正を強いられた背景は、この要因だけではない。「完全自動無人化工場」を開発しようとしたとたん、その技術的な難しさが判明し、大部分のプロジェクトが頓挫した要因も大きい。また、プラットフォーム・ビジネスを開始した米国に飲み込まれないように、米国に対抗できるビジネスモデルの再考が行われている。

(注 6)

職(job)、仕事(work)、作業(task)という概念を導入することで、以下の 2 つの現象は異なるものであることがわかる。

○ タイプライターの代わりにワープロが登場したことで、タイピストという職業(job)自体がなくなった。

○ 学校の授業に、人間の代わりに全面的にロボットが導入されたとしても、教師という職業(job)自体はなくな

らない。

すなわち、前者は、職業(job)が失われた現象であり、後者は人間の仕事(work)が失われたが教師という職業(job)自体は失われていない。

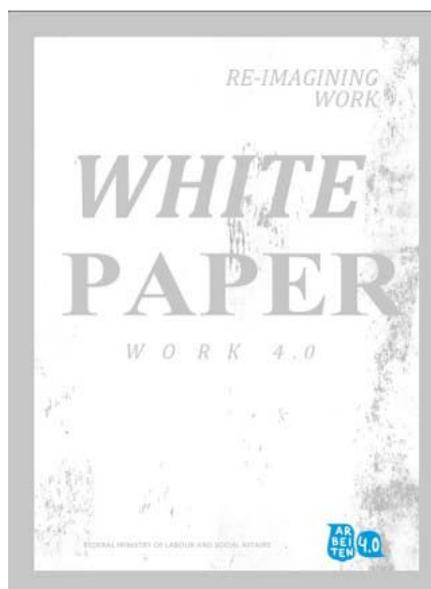
(注 7)

IG メタルは、現在のドイツ連邦政府労働・社会省の大臣を輩出するなど、大きな政治力を有している。(図表 60)

同省は、インダストリー4.0に係る雇用問題を検討するプロジェクト「Arbeiten4.0 (英; Work4.0)」を実施し、白書「White Paper」(2017 年 3 月)として公表している。(図表 61)



(図表 60) Andrea Nahles 労働・社会省大臣
出典) 同省ホームページから



(図表 61) 白書 Work4.0, 2017 March

(注 8)

IAB はデジタル化が進んだ企業を対象に調査した結果、

人間も仕事も高いフレキシビリティが要求されるようになっていくとした調査結果も発表した。すなわち、例えば、デジタル化が進んだ企業で新しいポストが設置されてもなかなか相応しい人材が見つからない。なぜなら、デジタル化が進んだ企業ほど、多くの経験を積んだ人材 かつ高いコミュニケーション能力や対人能力を持った人材を求めているからである。勤務時間に関しても、9-5 時でなく、フレキシブルであり、仕事内容もフレキシブルである。

(注 9)

人口知能をビジネス現場に全面的に導入し、かつ成果を出している事例は、いまの日本にはほとんどない。しいて挙げれば、コールセンターへの導入があるが、これは人間の機械への単純な置き換えなので、本稿のケーススタディとしては採用しなかった。世間で華々しい話題になっている人工知能であるが、商業化への道はまだまだ遠いと考えている。

コールセンターへの導入事例としては、東京海上日動への IBM Watson の導入がある。質問の多い 1 万件の質問項目に答えるもので、営業部門での年間問い合わせ数十万件(全業務量の約 20%)の照会時間を半減させ、全業務量体の 10%削減を目指している。

(注 10)

日本では今後、大きなボリュームとして、「中スキルでコミュニケーション能力を持った人材」が必要とされているにもかかわらず、日本人のコミュニケーション能力は世界的に見ても低い。なぜ、コミュニケーションが出来ない日本人が作り出されるのか、その点について、熊平美香(2017)は、以下のように主張している。

社会と教育は双子であり、画一的な社会がそのまま画一的な学校を作っているとしている。すなわち、社会で指示を与えられ、それに対して評価を受けるのに類似して、学校では、先生が生徒に教え込み、生徒は受身的な学びを行う。特に、高校受験の内申書に子供の評価が反映されるようになったため、子供は先生から良い評価の点数を受けたいために行動するようになった。

また様々な学力の子供が一緒に学ぶ公立高校などでは、学級崩壊を起こさないためにクラスの間層の学力に合わせて授業を行っている。すると、半数以上の子供たちは、自分にとって価値のない授業時間を過ごすことになる。その結果、もし他国であれば、社会に出たときにコミュニケーション能力を発揮する学力の高い子供は、つまらない時間を過ごす方法を経験として学び、言っても無駄なので、黙って座って時間を過ごすことを学んでいく。(図表 62~65)

社会と教育は双子

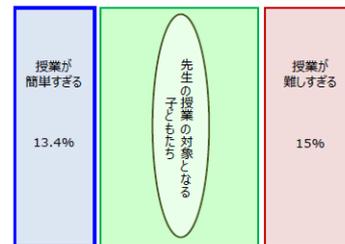


(図表 62) 出典)熊平美香(2017)

授業と学力保障

- 先生は、クラスの間層を対象に授業を行うと学級崩壊が起こらないといわれている。その結果、半数以上の子どもたちは、自分にとって価値のない授業時間を過ごす。

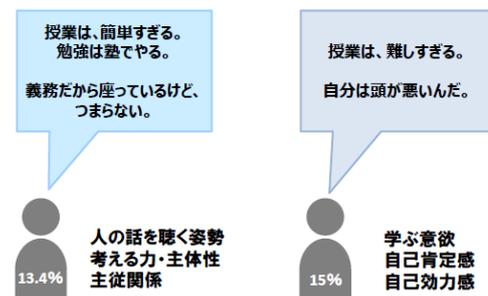
小学校の授業が簡単すぎる、難しすぎると感じている生徒の割合



(図表 63) 出典)熊平美香(2017)

授業と学ぶ意欲・自己肯定感

- 勉強のできる子どもたちはつまらない学びの経験を積み、勉強のできない子どもたちは、自己肯定感を喪失していく。学校が子どもたちの心に与える影響は深刻だが、その課題は表面化しない。



(図表 64) 出典)熊平美香(2017)

今、必要なこと

● 経済と教育の対話の場を創っていただきたい。

- ① 教育をシステムとして捉え、経済と社会課題と教育の関係を明らかにする。
- ② 働き方・生き方が根本的に変わる時代に即した人材のあり方・人材育成を考える。
- ③ 学校教育と生涯学習を結びつける。

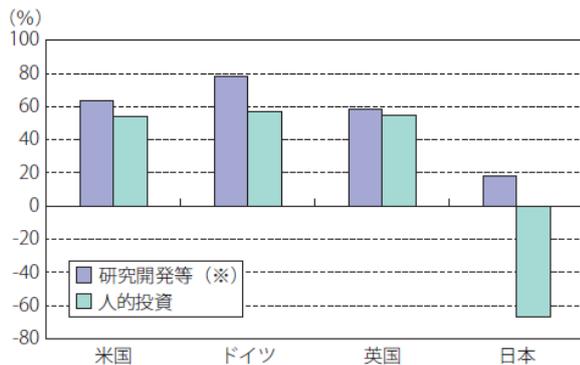
(図表 65) 出典)熊平美香(2017)

(注 11)

「通商白書 2017(2017)」は、我が国における人材への投資が減少していることを示し、第 4 次産業革命を担う人材への投資が必要と指摘している。(図表 66、図表 67)

また、人材投資が減少している要因として、以下の通り分析している。

‘我が国企業は、バブル崩壊以降に研修費を削減し始め、金融危機以降に更にリストラのために研究費を大幅に削減していった。また定型的な仕事を非正規労働者で補うようになったことにより、企業内教育のインセンティブが低下した可能性がありうる。’

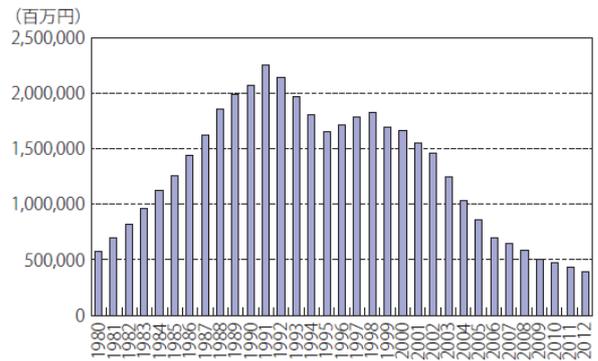


(図表 66) 人的投資と研究開発等に関する各国の投資額変化(2000→2010)

出典)通商白書 2017

資料: INTAN-Invest 及び JIP より経済産業省作成。

備考: 「研究開発等」には、科学・工学分野における研究開発、資源探査権、著作権・ライセンス等、他の商品開発・デザイン・調査が含まれる。



資料: Miyagawa, et al. (2016) から経済産業省作成。

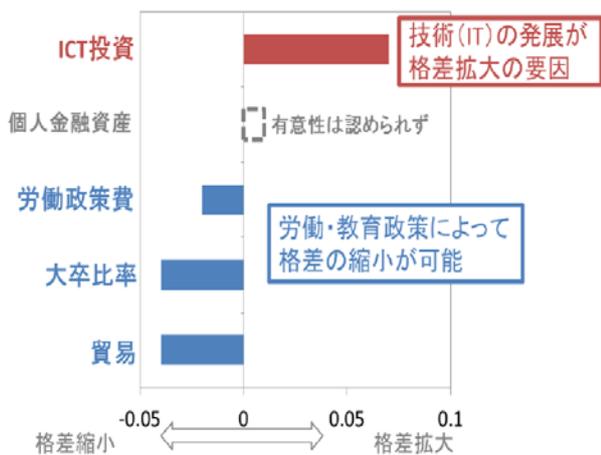
(図表 67) 我が国企業の人材育成投資額の推移
出典)通商白書 2017

(注 12)

「通商白書 2017(2017)」は、近年の経済格差拡大要因を分析し、以下のように述べている。(図表 68、69)

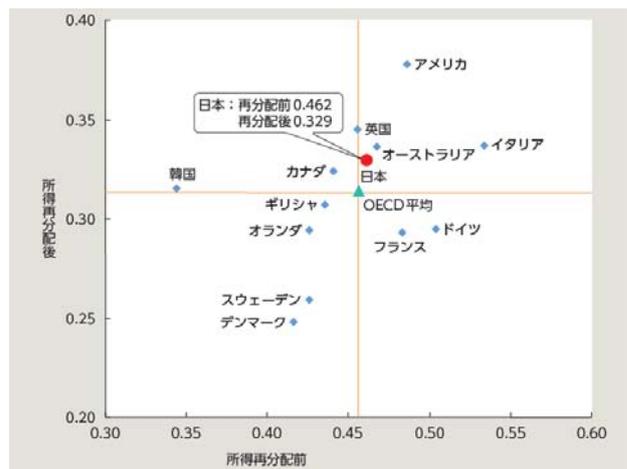
‘IMF では、1980～2006 年の先進国 20 ヶ国、新興国 31 ヶ国により構成される 51 ヶ国を対象にジニ係数の変化に関する要因分解を行った結果、『格差に対する影響が最も強いのは技術革新』と結論付けている。すなわち先進国の経済格差拡大の主な要因は技術革新(IT 投資)である。だが IT 投資の推進は、我が国の経済成長力の向上のため、不可欠である。’

各国のジニ係数の所得再配分の前後及び時間的推移を見れば、アメリカは、所得再配分前に大きな格差があるが、再配分機能が弱く、かつ格差が時間的に拡大している。ドイツは、再配分前は大きな格差があるが、再配分が良好に機能し、格差が縮まっているものの、時系列的にみれば、格差の拡大は進行している。日本は、時間的に格差はほとんど変化しないものの、再配分が良好に機能せず、格差が社会に残っている。(図表 68～70)



(図表 68) ジニ係数の各要素の寄与 (2000~2014)
出典) 通商白書 2017

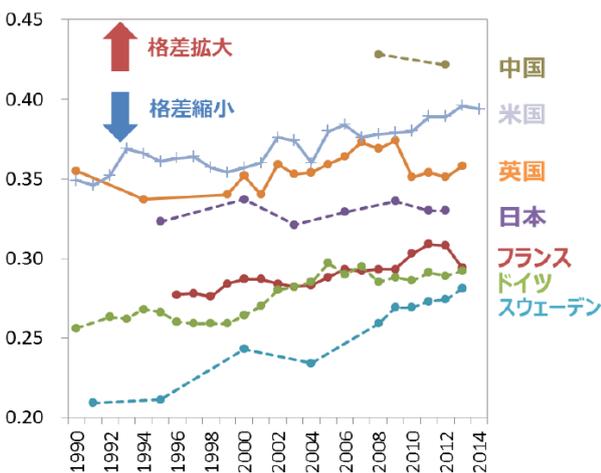
注: IMFの2007年の分析を参考に、分析期間(1980~2006)を2000~2014年に延長し、対象国をOECD23か国に経済産業省にて修正。
備考: 横軸は各指標が1%変化したときの、ジニ係数の変化率を表す。



(図表 70) OECD 各国のジニ係数(所得再分配前と後)
出典) 平成 24 年度厚生労働白書

資料: OECD, Statに基づき、厚生労働省政策統括官付政策評価官室から三菱総合研究所に委託して作成。

以下に、米国でデジタルビジネスが経済格差を生んでいると考えられる事例「i-labor market」を挙げる。ネットを用いて需要と供給をマッチングさせるという意味では、Uber, Airbnb 等と原理は同じだが、米国で発生する総賃金の約 3%が本労働市場に流れ込んでいると言われていて、既に Uber, Airbnb 等よりも大きな市場に成長している。フィリピンなどの高学歴女性らに米国から流れる仕事は、必然的に、米国内で働く高学歴女性らの仕事や雇用を減らしている。(図表 71~73)



(図表 69) 可処分所得に関するジニ係数(所得移転後)
出典) 通商白書 2017

資料: OECDstatから作成。
備考: ジニ係数は、所得や資産の分布の不平等度を表す指標の1つ。係数は0と1の間の値で示され、完全に平等なとき最小値0をとり、不平等度が大きいほど1に近づく。
注: 中国のみデータの制約により、世界銀行から推計データ取得



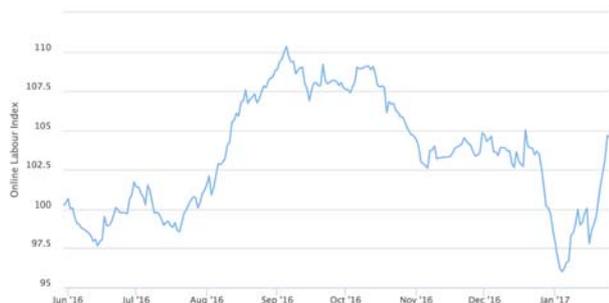


(図表 71) i-labor market 事業を行う企業

Table 2. Top buyer and seller countries by value and their market shares, Mar-Aug 2013

	Buyer country	Share	Seller country	Share
1	United States	60.9	India	22.6
2	Australia	9.4	Philippines	15.9
3	United Kingdom	5.6	United States	11.4
4	Canada	5.5	Ukraine	6.9
5	UAE	2.9	Pakistan	5.5
6	Germany	1.3	Russia	5.2
7	Israel	1.1	Bangladesh	4.9
8	France	1.1	China	3.8
9	Netherlands	0.9	Poland	1.7
10	Singapore	0.8	United Kingdom	1.7
11	Denmark	0.7	Canada	1.3
12	Sweden	0.7	Belarus	1.1

(図表 72) i-labor market の発注元と発注先
source ; Vili Lehdonvirta, Associate Professor, Oxford Internet Institute, Faculty Fellow, Alan Turing Institute of Data Science



(図表 73) i-labor market で発生する契約量の推移
source ; Vili Lehdonvirta, Associate Professor, Oxford Internet Institute, Faculty Fellow, Alan Turing Institute of Data Science

参考文献 ;

熊平美香 (2017), 未来教育会議実行委員会代表, 「経済と教育の対話ーシステムから見た政策の失敗ー」, RIETI BBL セミナー, 2017年7月12日
通商白書 2017, 経済産業省通商政策局, 2017年6月
松下東子, アンケート調査, 野村総合研究所, 2017年1月17日
森川正之 (2017), 「人工知能・ロボットと雇用: 個人サーベイによる分析」, RIETI Discussion Paper Series, 17-J-005
FUJITSU, 2016-5月号, Vol.67, No.3

Arntz, M., Gregory, T., & Zierahn, U. (2016). The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis. *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, 2(189), 47–54.

Autor, D. H. (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3–30.

Bessen, J. (2016). How Computer Automation Affects Occupations : Technology , jobs , and skills, (15).

Enzo Weber et.(2016), Economy 4.0 and its labour market and economic impacts, IAB-Forschungsbericht 13/2016, 27 December 2016

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: how susceptible are jobs to computerization? Oxford University Programme on the Impacts of Future Technology, Technological Forecasting and Social Change, vol. 114, issue C, 254-280 2013.

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2013). The future of employment: how susceptible are jobs to computerization?, 1–72.

Lorenz, M., Rübmann, M., Strack, R., Lueth, K. L., & Bolle, M. (2015). Man and Machine in Industry 4.0. *Boston Consulting Group*, 18.

OECD. (2016). *Automation and Independent Work in a Digital Economy. POLICY BRIEF ON THE FUTURE OF WORK - (Vol. 2).*

Stewart, H. (2015). Robot revolution: rise of “thinking” machines could exacerbate inequality. *The Guardian*. Retrieved from <https://www.theguardian.com/technology/2015/nov/05/robot-revolution-rise-machines-could-displace-third-of-uk-jobs>

The annual report of the council of economic advisers (2016) Economic report of the president. (米国経済白書)

Wee, D., Kelly, R., Cattel, J., & Breuing, M. (2016). *Industry 4.0 after the initial hype—Where manufacturers are finding value and how they can best capture it.*

White Paper Work 4.0. (2016). Federal Ministry of Labour and Social Affairs. November, 2016.

World Economic Forum. (2016). *The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution.* Geneva, Switzerland.

Working Group (2013) , Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE4.0,

Final report of the Industrie4.0 Working Group, April
2013