



RIETI Policy Discussion Paper Series 19-P-023

新たなテクノロジーは働き方をいかに変えるか —AI時代に向けた展望

鶴 光太郎
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
<https://www.rieti.go.jp/jp/>

新たなテクノロジーは働き方をいかに変えるか—AI時代に向けた展望¹

鶴 光太郎（慶應義塾大学／経済産業研究所）

要旨

ICT(情報通信技術)、ロボット、RPA(robotic process automation)、AI(人工知能)など新たなテクノロジーが企業の組織や働き方を大きく変えようとしている。こうしたテクノロジーの基礎となるICTは情報をすべてデジタル化することで、ペーパーレスを可能にし、ホワイトカラーの仕事の「見える化」やテレワークといった時間・場所によらない働き方などを可能にし、企業の生産性向上への寄与が期待される。一方、AIなどのより先進的なテクノロジーについては、自動化による労働代替が過度に強調されている。確かに、ロボット、RPAは自動化、労働代替による効率化を意図しているが、AIの本質はビッグデータ、広義の機械学習を使った「予測」である。その「予測」をどう活用するかは、人間次第であり、AIと人間が補完的な関係を形成し、共存することは可能だ。AIによる予測を通じて、個々の消費者の選好・嗜好に合わせて差別化された多様な財・サービスを提供するビジネスの「パーソナライゼーション」(個別化)の進展が期待される。

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、政策をめぐ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 本稿を執筆するに当たっては、鶴[2018]、鶴[2019]の一部を大幅に修正、加筆した上で利用した。また、本稿は独立行政法人経済産業研究所（RIETI）におけるプロジェクト「労働市場制度改革」の成果の一部であり、著者は日本学術振興会科学研究費補助金特別推進研究「長寿社会における世代間移転と経済格差：パネル・データによる政策評価分析」から補助を受けた。

1. 新たなテクノロジーの活用で変貌する働き方・職場

ICT(情報通信技術)、ロボット、RPA(robotic process automation)、AI(人工知能)など新たなテクノロジーが企業の組織や働き方を大きく変えようとしている。しかし、それぞれのテクノロジーの共通点や差異などが十分認識されないまま、区別されず議論される傾向がある。ここでは、まず、こうした新たなテクノロジーの働き方や雇用システムへのインプリケーションをデジタル化、自動化、ビッグデータ、予測というキーワードを使いながら、議論してみたい。

ICTの本質である情報のデジタル化—働き方への影響への5つの視点

ICTはデジタル化された情報の処理・伝達・共有に関するテクノロジーであり、上記のすべてのテクノロジーの基礎になっていることはいうまでもない。ICTの発達で情報の処理・伝達・共有が瞬時かつ限りなくゼロに近いコストで実現できるようになったことは、こうした情報の処理・伝達・共有の効率性を飛躍的に拡大させることになった。ICTは経済の各分野に革命的な影響を与えてきたが、仕事の内容・進め方、働き方、組織の形態や意思決定もちろん例外ではない。ICTは大変汎用的な技術であるだけにその使い方の可能性は想像以上に広範である。新たなテクノロジーというとAIばかり強調されることが多いがICTの活用のできることはまだかなりあることに留意が必要だ。

ICTによってデジタル化される情報は、メールや書類などのテキストはいうに及ばず、画像、音声、映像を含め広範囲に及んでいる。その意味では、ICT活用の試金石は、いかに様々な情報をデジタル化できるかにかかっているといえる。位置情報をデジタル化するGPS(全地球測位システム)や人間の様々な行動等を記録するセンサーの発達もICTの活用の点からすれば革新的な進歩といえる。

以下では、ICTの働き方への影響について、5つの観点から、述べてみたい。まず、ICTを徹底的に活用していけば、すべての情報はデジタル化されるわけであるので、情報の処理・伝達・共有のために、「紙」を使う必要はなくなる。現在の職場でも、情報のデジタル化は行いつつも、「紙」を併用しているケースは多い。例えば、会議資料や顧客等への資料で「紙」を使用する場合である。特に、情報の保存などを紙に依存していた時代には、職場の机は書類とファイルで溢れ、職場のスペースがファイルを置くロッカーに占領されているというのが通常の風景であった。

それが、デジタル化を徹底し、ペーパーレスにすると、机の上はパソコンのみ、会議資料もタブレットで対応が可能になる。このように、まずは「紙」をなくし、すべての情報をデジタル化して従業員が共有できる状況にすることがICTを活用した働き方の第一歩といえる。

それでは、すべての情報がデジタル化、共有化されることは働き方にどのような好影響を与えるであろうか。特に、ホワイトカラー(管理・事務・技術労働者)を念頭に置いて議論してみたい。第一に、

仕事のブラックボックス化(個人の専有化)の解消について指摘したい。情報が紙ベースで保存されると仕事に関する情報を他者と共有することが難しくなる。個々の個人の机の上のファイルに情報が存在し、余程系統的に整理されていない限り、その内容を他の従業員が把握することは容易ではない。つまり、仕事のブラックボックス化が、担当する仕事の内容を他者から見えにくくし、更に、その仕事がその人でしかできない仕事という性格を強くしがちである。他者が分担したり、代わりに担当することが困難になれば、仕事のブラックボックス化は長時間労働の温床になりやすい。したがって、デジタル化で仕事の透明性を高め、共有化を図ることは、働き方改革にもつながるといえる。

第二は、第一の点とも重なるが、仕事の標準化が可能になることである。例えば、書類の書式の統一やマニュアルの作成である。すべての資料がデジタル化されて共有・保存されることが前提でなければその必要性は薄くならざるをえない。また、マニュアルも常に内容が変わり、また、大部であることを前提にすれば、紙での利用は、最新であるとは限らない、大部で扱いにくいという問題ができてしまい、結局は参照されないという問題が生じる。したがって、「紙」をなくすことは、仕事の標準化を進めることにもなる。

第三は、職場でペーパーレス化が進めば、机の上に自分の資料を置く必要はなくなり、自分のパソコンさえあればどこでも仕事ができるようになる。これは職場の中で自分の机が固定化されない、つまり、フリーアドレスを実施することが可能になることを意味する。フリーアドレスの利点は、同じ職場の中でもその時々で自分の隣にいる同僚が異なることで、新たな情報やアイデアの交換ができることである。実際、アメリカでは、グーグルなどのスーパースター企業を中心に、新しいアイデアやイノベーションは、社員同士が顔を合わせることによって生まれると考える傾向が強い。フリーアドレスを導入していけば、日本においてもそのような効果は期待できよう。

第四は、必要な情報はすべてデジタル化して、「紙」を職場からかなくすことができれば、第三の点を更に発展させ、時間・場所によらない働き方が可能になる。例えば、職場における対面での情報の伝達・共有などは、情報のやり取りを行う者の時間・場所の同一性が前提になる。会議などの開催もそうだ。一方、電話は場所の同一性は必要ないが時間の同一性は必要であった。一方、インターネットでメールやその他の大容量の情報のやり取りが可能になることで、時間、場所双方の同時性が必ずしも必要ではなくなってきた。その典型が在宅勤務などのテレワークであろう。それでも、会議などで議論を進めるためには、時間・場所の同一性が必要と考える向きもあるかもしれない。しかし、後述するように、テレビ会議の普及によって時間・場所の同一性の意義は急速に変わりつつある。こうした時間・場所によらない働き方に関しては、第2節で更に検討することとしたい。

第五は、必要な情報はすべてデジタル化しすることができれば、特に、これまで難しかったホワイトカラー(管理・事務・技術労働者)の生産性の把握につながるという視点である。ホワイトカラーのインプットやアウトプットは外から見えにくく、共有されにくかったが、それがデジタル化で把握できるよ

うになれば、アウトプットをインプットで除した生産性もより容易に把握できるようになり、これまで難しいといわれてきたホワイトカラーの生産性向上の方策も考えることが可能になってくる。このホワイトカラーの仕事のインプット、アウトプットの「見える化」は第3節でさらに論じることとしたい。

RPA、AIをどう評価するかー自動化と予測の峻別

ICTによるデジタル化と並んで新たなテクノロジーの重要な柱はオートメーション(自動化)である。自動化とはこれまで人間が行っていた作業を代わりに行うことを意味する。物理的な作業を行うハードウェアがロボットであり、コンピューター上で行う作業を代わりに行うソフトウェアがRPAと考えればよいであろう。この場合、通常は定型的な業務を受け持つことが想定されている。つまり、自動化は、これまで人間が行っていた定型的な業務が、ロボットやRPAに代替されることを意味する。

それでは、AIはどう評価されるであろうか。AIというと人間並みの知能を持った機械が人間の行っていた仕事をかなり奪い取ってしまうという、自動化の観点がこれまでも強調され過ぎていたように見える。それよりも後述するように、機械学習(ディープラーニング含む)²を中心に据えて理解すべきであろう。つまり、AIの本質は、様々な情報をデジタル化し、ビッグデータを構築し、「予測」という機能にあるといえる(Agrawal et. al. [2018])。

莫大なデータを使って人間よりも効率的に予測する部分は人間を代替し、自動化する部分はもちろんあるが、「予測」という役割を理解すれば、人間行動をすべて代替するわけではないことが納得できるであろう。加えて言えば、後述するように、こうした機械学習がパターン認識などこれまで人間しかできないと考えられてきた暗黙知の領域に入り込む画像処理・判断を可能にすることで、「眼を持つ予測マシン」となったことも大きな革新だ。

RPAやAIはもちろん、ICTのベースの上に立脚している技術である。特に、AIはその本質である、「予測」を行うためには、大量のデータが必要になってくる。こうしたビッグデータの入手がこれまでみてきたように、ICTの発達に大きく依存していることは言うまでもない。しかし、こうしたビッグデータが「宝の山」になるためには、それをどう活用するかが大きなポイントになり、そこにAIが重要な役割を果たすと考えるべきであろう。AIについては更に第4節で詳述したい。

上場企業における新たなテクノロジーの利用状況

ここでは、日経「スマートワーク経営」調査2018を利用して、上場企業を中心(663社)にどのようなテクノロジーを活用しているかみてみよう(鈴木・原(2019))。この調査では、「従業員や組織のパフォーマンス向上のために導入しているテクノロジー」と共に、「最も先進的なテクノロジー」「最も効果

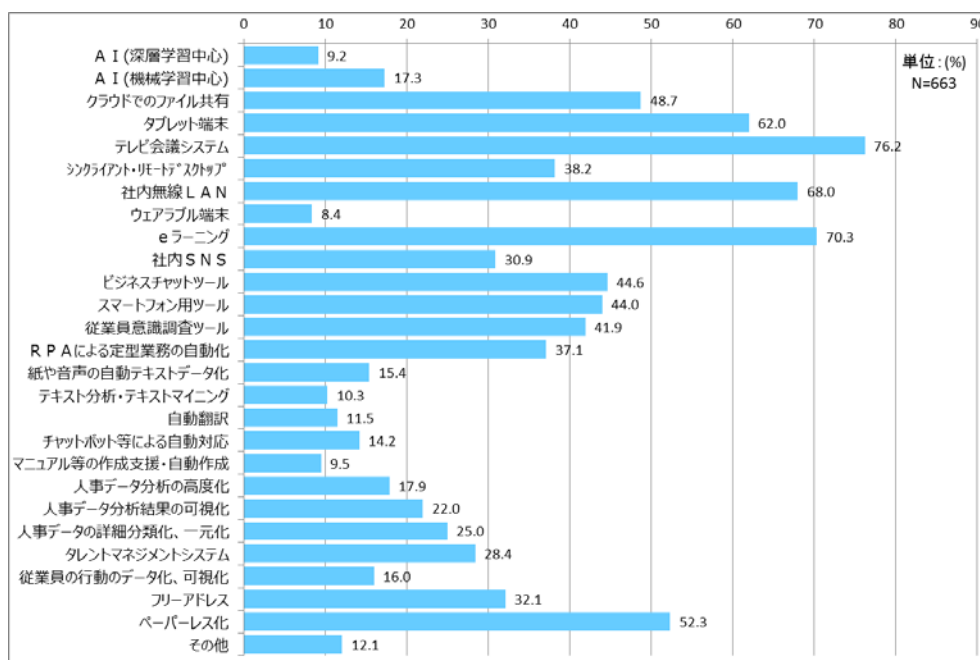
² 本稿ではディープ・ラーニングも機械学習の1種として捉えている。機械学習は様々の多くの変数を使った関数で予測するのであるが、関数の変数に簡単な関数を入れるなど関数の階層をより深くすることで表現力のより高い関数で予測するのがディープ・ラーニングである。

が出ているテクノロジー」計 2 事例を聞いている。

まず、導入率の高いテクノロジーの上位 3 つは、「テレビ会議システム」(76.2%)、「e ラーニング」(70.3%)、「社内無線 LAN」(68.0%)となっている(図表1)。職場内の徹底したデジタル化に欠かせない、「ペーパーレス化」、「クラウドでのファイル共有」、「タブレット端末」の利用はそれぞれ、52.3%、48.7%、62.0%と半分程度割合の企業が対応していることが分かる。また、こうしたデジタル化で可能になるフリーアドレスも三分之一(32.1%)の企業で実施されている。

このようにみると、まだ、新たなテクノロジーの活用といっても、現時点では ICT の活用が中心となっていることがわかる。「RPA による定型業務の自動化」(37.1%)、「AI(深層学習中心)」(9.2%)、「AI(機械学習中心)」(17.3%)などより先端的なテクノロジーやそれらの導入で初めて活用が期待される「従業員の行動のデータ化、可視化」(16.0%)などへの取り組み割合はまだ比較的低い状況だ。

図表 1 テクノロジーの導入状況



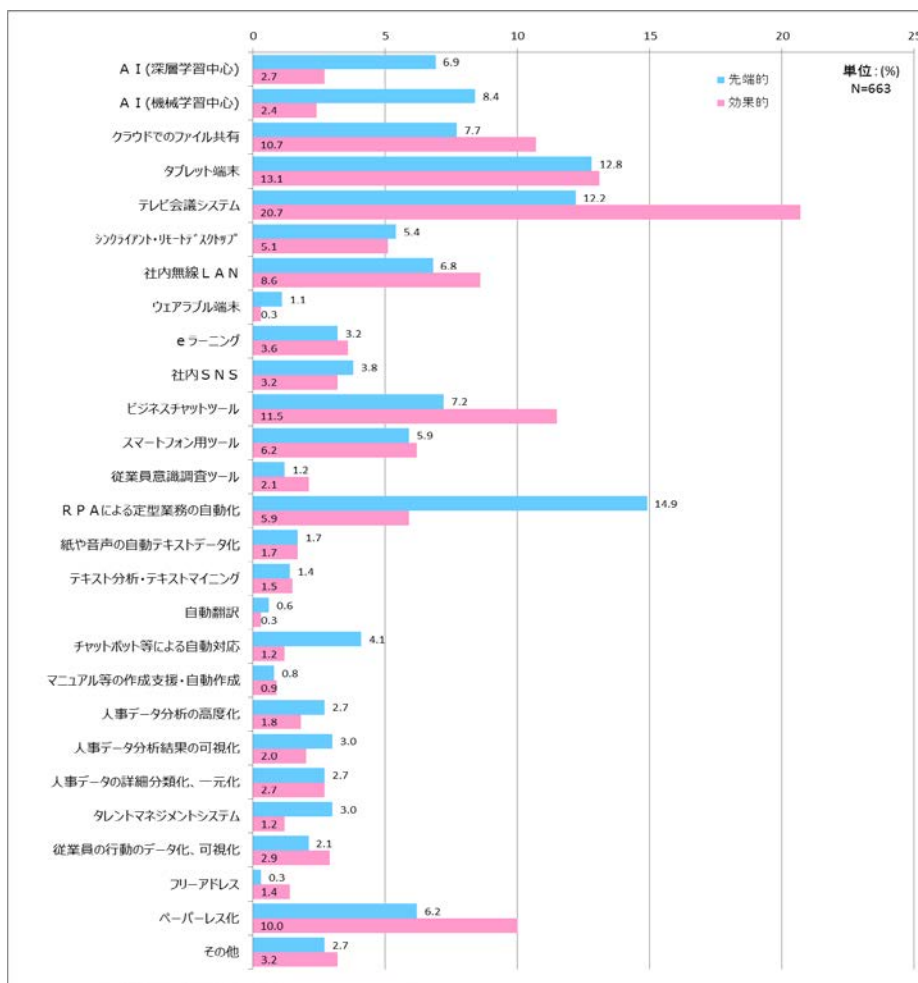
(出所)鈴木・原(2019)

次に、先端的なテクノロジーと効果的なテクノロジーについてみると(図表2)、先端的なテクノロジーの導入では、「RPA による定型業務の自動化」(14.9%)が最も多く、次いで「タブレット端末」(12.8%)が続いている。効果が出ているテクノロジーとしては、「テレビ会議システム」(20.7%)、「タブレット端末」(13.1%)、「ビジネスチャットツール」(11.5%)、「クラウドでのファイル共有」(10.7%)が挙げられた。

このようにみると、ICT のデジタル化関連のテクノロジーは、導入割合が多だけでなく、企業もその効果を実感していることがわかる。また、先端的なテクノロジーについては、まだ、RPA 止まりであり、AI の本格的導入・活用には至っていないことがわかる。

テクノロジーの導入目的をみても、最も先端的なテクノロジーと最も効果が出ているテクノロジーのいずれも「業務の効率化」が最も多く挙げられている(先端的:56.1%、効果的:49.3%)。テクノロジーの活用が業務の効率性という狭い領域に留まっており、創造性、イノベーションまで含めた広い意味での生産性向上を発揮する手段としてはまだ認識されていないことがわかる。先進的なテクノロジーも先ほどみたように RPA などが中心であることは、それを如実に物語っているといえよう。

図表 2 先端的、効果的なテクノロジー



(出所)鈴木・原(2019)

2. 時間・場所を選ばない働き方—テレワークによる創造性・生産性向上

職場があるのは従業員が同じ時間、同じ場所で共有しなければならない情報や知識があるからである。一方、ICTによりどこにいても職場と同じように情報の共有・伝達ができるようにその制約を解き放せば、従業員が同じ時間、同じ場所にいる必要はない。その意味で、これまで議論してきたように、ITCの発達が時間・場所を選ばない働き方の導入や広がり貢献しているといえる。

以下では、時間・場所を選ばない働き方の代表例であるテレワーク(ここでは、在宅勤務のみならず、モバイルワーク(営業活動などで外出中に作業する勤務)、サテライトオフィス勤務(本来の勤務地とは別の場所のオフィス等で作業する勤務)も含めものと定義する)に着目し、その意義を考えてみたい。

通常、テレワークの必要性については、オフィスや通勤に要するコスト削減し、働き手にとってライフスタイル・ライフステージに合わせた勤務が可能になることが強調されることが多い。一方、テレワークの潜在的な問題点としては、同じ場所・同じ時間で働くことから得られる交流、情報の共有、チームワークといったシナジー効果が発揮できないこと、上司が監視できないことが働き手のモチベーションに影響を与える可能性があることが指摘されてきた。

上記の問題点を考慮すると、テレワークに適した仕事とは、モニタリングが難しいため、成果を図りやすい仕事、他の従業員とのコーディネーションをあまり必要とせず、モジュール化できる仕事に限定されると理解されてきた。しかし、ICTの更なる進化により、上記のような制約・問題点を克服し、ネット上で従来の職場と変わらないような仮想的なオフィスを実現が可能になってきている。他の従業員との情報の共有、コーディネーション、上司のモニタリングも通常の職場と比べても遜色のない働き方が近年のICTの進化で可能になっているのだ。

テレワークの真の目的は生産性向上

このようなテレワークを巡る環境の変化の中で、再度、テレワークのメリットと課題を考える必要がある。テレワークのメリットについて、まず、テレワークを行っている従業員へのアンケート調査である労働政策研究・研修機構(2015)をみてみよう。

通勤による負担が少ないと回答したのは17%程度、育児・介護や家事の時間が増えるとの答えは5~8%程度となっている。これまでテレワークのメリットと考えられてきた通勤時間負担軽減や育児・介護・家事との両立が必ずしも大きな割合を占めているわけではないことがわかる。むしろ、仕事の生産性や効率性が向上するとの回答が50%を超えており、従業員の立場からみても生産性の向上が重要な位置を占めていることがわかる。

一方、同調査では4割程度の人が仕事と仕事以外の切り分けが難しいと答え、2割程度が長時間労働になりやすいといったデメリットを認識していることにも留意が必要だ。育児・介護の時間を柔軟にとれる一方、それがかえって仕事への集中を難しくしていたり、職場よりも仕事が集中できるような環境においても、むしろ知らぬ間に長時間労働になる可能性があることを示唆しているといえよう。

テレワークの光と影—生産性向上と長時間労働の可能性

テレワークのもたらす影響については、欧米では1980年代からすでに学際的に多くの研究が積み重ねられてきている。2000年代初めまでの研究を調査したBailey and Kurland (2002)は、やはり通勤コストの低下はテレワークの主要な動機ではない一方、多くの研究がテレワークによる生産性向上の効果を確認してきたことを紹介している。しかしながら、生産性向上に関する研究はテレワーカーの自己申告に基づくものであり、彼らにはテレワークが成功していると考ええるバイアス(偏り)があることを指摘している。

一方、近年では、前記の問題点を克服するような実証分析もでてきており、Bloom et. al.(2014)は、中国の旅行会社、シートリップのコールセンターの従業員が9カ月間、在宅勤務とオフィス勤務にランダムに割り当てられるという実験を活用し、在宅勤務の従業員の定量的に把握された生産性(通話量)向上の中には労働時間増も含まれていることを示した。

一方、テレワークの生産性を高める上で、労働時間とともに重要な要因が仕事の内容である。Dutcher (2012)は、大学生を実験室内と外にランダムに分けた上で、タイピングのような単調な作業とより創造性の必要な作業をさせるという実験を行った。実験室の外、つまりテレワークに近い状況では、単調な仕事は室内に比べて生産性が低下する一方、創造性を要する仕事の場合は増加することを示した。

上記の分析結果を考慮すれば、テレワークが真の生産性、すなわち時間当たりの生産性を高める働き方になるためには、職場からの干渉や雑音を遮断し、自律的で集中力を生むことが可能なテレワークの利点を最大限生かせるようなより創造的な仕事をテレワークに割り当てるべきだ。また、テレワークは柔軟で自律的な働き方が高い満足度を生む一方、無意識のうちに長時間労働に結びつく可能性が高く、真の生産性を高めるには従来の働き方よりも労働時間が増加しないような取り組みが必要だ。

テレワークに関する実証分析

それでは、現実にテレワークは創造性の高い仕事に割り当てられているであろうか。また、テレワークは、長時間労働に結びつきやすい傾向があるのだろうか。鶴・滝(2019)は、ビジネスパーソン1万人調査2018を利用して、上記の問いに答えるべく、分析を行った。

まず、どのような従業員がテレワークを利用しているかについては、テレワークを利用できる環境を整え、新たなテクノロジーの導入に積極的な企業ほど従業員がテレワークを利用していることが分かった。従業員側からみれば、通勤時間が長い、子供がいる、介護を要する家族がいるといった従業員がよりテレワークを利用するという従来型のテレワーク活用が確認された。

また、営業職など社外との関係が重要な仕事をしている人がよりテレワークを活用している。その一方で、特に、企画・マーケティング職、クリエイティブ職といった職種についている人や「新規開拓や付加価値向上を目標にする仕事」を行っている人がよりテレワークを行っており、テレワークは集中力や創造性が必要な職務により適合することが確認された。

次に、テレワークの利用は残業時間を増やすかどうかを検証すると、様々な要因をコントロールした上でテレワークなどを利用しているかどうかのダミーは残業時間には有意に影響しておらず、テレワークが残業を増やすとはいえないことを上記の分析は報告している。この分析を見る限りは、テレワークによる長時間労働は全体として過度に懸念する必要がないものの、管理職はテレワークで更に残業が多くなる傾向にあることも上記の分析では報告されており、管理職の長時間労働に対しては注意が必要である。

テレワークの残された課題

以上みてきたように、テレワークへの取り組みは生産性向上を目指すという意味においても働き方改革の大きな柱と考えるべきだ。しかしながら、日本全体で見れば、テレワークの普及状況は発展途上であり、依然として企業規模間格差が大きい。例えば、総務省「平成 29 年通信利用動向調査」では、常用雇用者規模 100 人以上の企業の中で制度としてテレワークを導入している企業の割合は 13.9%であるが、資本金 50 億以上の企業:40.2%、従業員数 2000 人以上の企業:38.7%、従業員数 300 人以上の企業:23.0%、従業員数 300 人未満の企業:10.2%となっており、従業員の規模別で大きな取り組みの差異があることがわかる。テレワーク普及のすそ野をいかに広げていくかが課題であろう。

こうした中で大企業は足元でテレワークの取り組みを加速していることも伺える。上場企業を主な調査対象にしている、日経「スマートワーク経営」調査(2017、2018 年)によれば、場所に関する多様な働き方を実現する制度のある企業の割合は、2017 年から 2018 年にかけて、在宅勤務:35.4%→44.2%、サテライトオフィス:13.6%→23.4%、モバイルワーク:20.6%→36.3%、と制度としては急速に普及していることがわかる。

また、同調査(2018 年)で、テレワークに関して行っている取組(複数回答)については、利用者の自律的な働き方を尊重:43.0%、時間外労働や休日勤務の制限を設置:35.6%、ICT 等を使って適切な

労働時間の管理:35.0%、生産性が高まるような業務、人材を選んで適用:29.4%、などが上位を占めている。つまり、テレワークを活用している企業は、従業員の自律性尊重、生産性向上を目指す一方、テレワークの課題である長時間労働の問題にも配慮してきていることがわかる。

しかし、テレワークを制度として導入している企業においても実際のテレワーク利用者割合は、同調査(2018年)では、5%以下が調査企業の3分の2(66.9%)を占めている状況である。生産性向上を主眼とするならば、利用条件を問わず、なるべく広範囲の従業員がテレワークを利用できる仕組みを作ることが求められているといえよう。

3. ICT の徹底活用によるホワイトカラーの仕事の「見える化」と生産性把握・向上

本節では、ICT 活用の働き方への影響として、ホワイトカラー（管理・事務・技術労働者）のインプット（労働時間）、アウトプットの計測が容易になり、その結果、アウトプットをインプットで除した時間当たり生産性の把握しやすくなることで、これまで生産性が低いと指摘されてきたホワイトカラーが時間当たり生産性を意識した働き方を実現していくことが可能なことを明らかにしたい。

ICT 活用によるインプット、アウトプットの把握

生産労働者の場合、ラインの生産工程で単位時間においてそれぞれのアウトプットを計るのは比較的容易である。一方、管理・事務・技術労働者（ホワイトカラー）は、アウトプット（成果）そのものが必ずしも明確ではなく、また、それに費やしたインプット（労働時間）を正確に測ることも難しい。これが、ホワイトカラー労働者が時間当たり生産性を意識することを難しくしてきたと考えられる。

一方、ICT の活用で従業員の努力や労働時間といったインプットや成果の計測が容易になってきていることは大きな変化である。例えば、従業員の使用しているパソコンの使用状況（オン、オフ）で労働時間や仕事内容を把握することは簡単な例ではあるが、最近ではウェアラブルデバイス（身体に着けることのできる小型の機器・センサー）により、従業員の行動に関する様々なデータを活用することが可能になっている。

例えば、日立製作所では名刺型ウェアラブル・センサーを使い、個々の従業員の行動データを取得し、従業員のコミュニケーション等を定量的な把握している。また、メガネの JINS は一日のうち、いつ、どれだけ集中できたかを可視化できるメガネ型ウェアラブルを開発、商品化している。こうしたウェアラブル機器が従業員のインプットの可視化で大きな効果をあげつつあるのだ。

また、一方、従業員のアウトプットも ICT の徹底活用で可視化していくことが可能である。ホワイトカラー従業員のアウトプットはともすれば最終的な成果がでてくるまでは個人レベルの「ブラックボックス」の中に埋没しがちであった。しかし、書類やメールなど仕事のアウトプットがすべてデジタル化され、クラウドなどで中央集権的に管理され、どこからもアクセスが可能になれば、従業員の間での完全な共有が可能になり、中間的な成果物やチームワーク業務における個々の貢献など測りにくかったホワイトカラー従業員の成果の可視化が可能になってきている。

こうして、これまでで計測しにくかった個々のホワイトカラー従業員のインプットとアウトプットが可視化され、時間当たりの生産性を定量的に把握することが可能になれば、業務の棚卸を行い、無駄な業務内容・プロセスを特定化し、見直していくというプロセスも容易になると考えられる。QC サークル、リーンシステム、カンバン方式など製造業の生産現場では当たり前であった生産性、品質向上への飽くなき努力は、生産ラインでは生産性がまさしく可視化できることがその前提にあった。ホ

ホワイトカラーの業務でも ITC の活用で業務の流れがあたかも工場の生産性ラインのように可視化できれば時間当たりの生産性向上に向けた取り組みは大きく前進すると考えられる。

4. AI と人間が補完的な関係になるためには何が必要かー働き方・スキル・職場のあり方に着目して

ICTを始めとして新たなテクノロジーをいかに使いこなしていくかが働き方改革の成功を大きく左右することは間違いない。ICTのみならずAI(人工知能)を中心とした新たなテクノロジーは働き方を大きく変革する推進力となっていくと考えられる。本節ではその中でAIと人類が共存し、補完的になるために何が必要かを考えてみたい。

新たなテクノロジーで代替される仕事、代替されない仕事

新たな技術が職を奪うという懸念は歴史上幾度となく繰り返されてきた。確かに、過去 200 年間で振り返ってみれば、特定の職は技術革新で消滅してきている。しかし、その一方で労働生産性の向上が所得水準の向上につながったため、新たな需要を顕在化させる企業・産業が登場してきた。これにより、これまで想像できなかったような魅力的な商品やサービスが提供され、それらへの需要が拡大することで新規雇用も創出されてきた。雇用全体としてみれば長期的には増加してきたといえる。それでは、新たなテクノロジーの導入でどのような職が失われるのであろうか。

今世紀に入ってから上記の問に対しての基本的な答えは、Autor et.al.[2003]を嚆矢としたこれまでの研究は、以下のようにまとめることができる³。

職務(ジョブ)を「ルール・手順を明示化できる定型的職務(現金出納、単純製造等)」と「明示化しにくく、やり方を暗黙的に理解している非定型的職務」に分けると、前者は中スキル・中賃金職務を形成してきたが、新たなテクノロジーの影響を受けやすいこともあって米国、欧州、日本を含めその割合がこれまでも低下している。

さらに、非定型的職務を知識労働と肉体労働に分けると、非定型的知識労働(プロフェッショナルなど)は高スキル・高賃金職務を形成する一方、非定型的肉体労働(清掃など)は低スキル・低賃金職務を形成し、両者の割合がおおむね増加するという職務の二極化が先進国で起きている。こうした分析によれば、新たなテクノロジーの悪影響を受けるのはもっぱら定型的職務に限られることになる。

新たなテクノロジーの影響が定型的な業務の自動化という側面のみであればこうした見立ては正しいであろう。しかし、AIの技術革新のスピードはかなり速く、人間しか扱えないとされてきた暗黙知の領域まで機械が侵食してきているという認識が重要である。

例えば、自動車の運転手は非定型的肉体労働の典型とされ、自動運転は数年前までは実用には

³ Autor, Levy, and Murnane [2003], Autor and Price [2013], Goos, Manning, and Salomons [2014]

程遠かったが、米グーグルが開発中の自動運転の精度は驚くほど高くなっている。また、暗黙知が活用されるパターン認識(例えば、写真をみてそれが椅子であると判断する力)も機械学習による予測の精度は驚くほど上がってきている。

パターン認識、画像処理といった暗黙知までの領域に機械が侵入してきた背景は機械が「目」を持つようになったことが大きな要因だ。これは「カンブリア爆発」の再来とも呼ばれている。「カンブリア爆発」とは古生代カンブリア紀、およそ5億4200万年前から5億3000万年前の間に突如として今日見られる動物の「門」が出そろった現象である。カンブリア爆発が起こった背景は初めて眼を持つ生物が生まれた、つまり、「眼の誕生」が原因であったという説がある。したがって、「眼を持つ機械」が誕生したことは、機械の世界でカンブリア爆発が起こったのと匹敵するくらい大きなインパクトを生む可能性があるといえるのだ。

こうして新たなテクノロジーが及ばないといわれてきた暗黙知を要する非定型的な業務にまで自動化が進んできていることがこれまでの技術革新とは異なり、人々が将来の雇用に対して強い不安感を覚える背景になっていると考えられる。

コラム: AIによる自動化の賃金、雇用への影響

これまで大きな論争があったAIの雇用への影響については、米マサチューセッツ工科大学(MIT)教授であるダロン・アセモグル氏らがロボットやAIによる自動化の賃金や雇用への影響をみるための基本的なフレームワーク(理論モデル)を提供している(Acemoglu and Restrepo[2019])。

彼らのモデルによれば、自動化によりこれまで人が担っていた仕事が代替されることで生まれる「雇用代替効果」は確かに雇用や賃金を低下させるが、それを相殺する正の効果も存在することを強調する。まず、自動化によるコストの節約により経済が拡大し、自動化されていない仕事への需要が高まるという「生産性向上効果」である。

また、自動化により資本蓄積が進むことは資本への需要が高まることを意味し、労働需要も増加する。さらに、既に自動化されている仕事を行っている機械の生産性をさらに高めるといって「自動化深化効果」もある。しかし、これらの相殺効果だけでは1人当たりの生産は賃金を上回り、マクロでみた労働分配率の低下は避けられない。

一方、彼らが最も重視している相殺効果は、こうした自動化により新たな労働集約的な仕事が生まれ、新たな活動へ労働者を復帰させるという、「新たな仕事への復帰効果」である。この効果は労働分配率を上昇させるように働く。

一方、経済や労働市場において上記のような調整が迅速に進むとは限らない。特に、労働市場に

おける労働者の再分配・移動には時間と痛みを伴う場合も多い。こうした調整の遅れは生産性向上効果を弱めると指摘している。

具体的には、第 1 に新たな技術・仕事と必要とされる労働者のスキルの間のミスマッチが生じれば、労働需要の調整を遅らせ、労働者間の格差を拡大し、生産性向上を抑制することになる。新たな技術と補完的なスキルをいかに身に着けるかが重要となり、その意味でも教育システムの役割は大きいとしている。

第 2 は、自動化が過剰に進んでしまうような場合である。過剰な自動化はそれ自体、非効率であるばかりでなく、限られた資源を無駄に使い、雇用を過剰に代替することで生産性を低下させてしまおうとしている。彼らは ICT (情報通信技術) の発展にもかかわらず米国の生産性の増加が芳しくないのはこうした過剰な技術の適用で必ずしも新たな仕事が生み出されていないからと主張している。(コラム終わり)

AI の本質は機械学習

AI の本質は先にも述べたようにセンサー、画像、ビデオ、文字情報などの多量のデータから学ぶ機械学習(ディープラーニングを含む)にある。Agrawal et.al. [2018]は機械学習がより適合する仕事はなんらかの予測、これは機械学習で安価になったわけだが、それを補ったり、自動化したりする仕事だとしている。これはかなり広範な仕事、職種、産業をカバーすることになる。例えば、自動車運転(ハンドルを切るべき正しい方向を予測)、病気の診断[(原因を予測)、商品の推奨(顧客の好み)を予測)などである。

また、機械学習は時間の経過とともに自分自身で改善していくように設計されている。例えば、機械学習のアルゴリズム(情報処理の手順)は、かなり大きなサンプルを前提に、あるインプットの集合とあるアウトプットの集合の間を結びつける関数を自分でみつけることができる。例えば、録音音声文字化する音声認識もその一例である。このように膨大なデータを使って予測精度が高まるように進化していくのが機械学習の特徴といえる。

AI・機械学習のリスク

機械学習の本質を予測と捉えると、そのリスクもみえてくる。Brynjolfsson and McAfee [2017]は、機械学習が出した結果を説明することは難しいと指摘する。AI はなぜそのような結論に到達したのかという理由は教えてくれないのだ。

これはさらに以下のリスクも生むことになるという。第 1 は、機械学習には隠されたバイアスが存在することだ。人間の意思決定を反映したデータを学ばせればそこに人間のバイアスが入り込む余地がある。第 2 は、ある結論が完全にどのような場合でも成立することを AI は立証することはできない

ことである。したがって、生か死かといったクリティカルな判断には使えない。第3は、機械学習システムは当然、間違ふこともあり、それを避けたり、問題点をピンポイントで修正したりすることはできないことである。

最後に、予測と意思決定にはギャップが存在することを忘れてはならない。例えば、Agrawal et.al. [2018]が紹介しているように、医学の世界では AI が放射線科医の仕事を代替し始めている。IBM の AI「ワトソン」は機械学習により肺結節や骨折ばかりでなく、肺塞栓も発見できるようになってきている。いくつかの原因の可能性を確率的に示すという意味で予測が行われているのだ。

その予測の精度が高まれば、負担の大きい生体検査を減らすことができる一方、やはり、そうした検査をすべきかどうかという判断は放射線科医が依然として担っている。予測を最大限活用するとしても、因果関係・論理を考え、最終的に判断を下すのは人間であることに変わりはないことに留意すべきである。

AI と人間との補完的な関係の構築と AI で生まれる新たなタスク・職種

上記を踏まえ、AI が我々の雇用のほとんどを奪ってしまうという議論には大きな問題があることがわかる。第一は、AI の労働代替効果について過大評価されていることである。確かに人間がこれまで行ってきた予測機能をビッグデータの使用により、効率的に行うという意味で非定型的な仕事でも AI にとって代わられる仕事も出てくるであろう。その一方で、AI と強い補完性を持つ仕事、労働も出現してくることになる。そうなれば、AI と労働の補完性が生産性、所得の上昇、さらには、労働需要の拡大を生むことになる。こうした AI と補完的になるような仕事・労働の出現はむしろこれまで過小評価されてきたといえる。したがって、AI と人間がウイン・ウインの関係で共存していくためには、働き手がいかに AI と補完的な関係を築けるかどうかにかかっているのである。言い換えれば、AI に代替されない補完的なスキルをいかに身に着けるかが重要となるのである。

Acemoglu and Restrepo[2019]は、歴史的にみても、19世紀の英国で新産業が勃興した時に、技術者、機械工、修理工、管理人、間接部門従事者、経営者などの新たな職種が生み出されたことを踏まえ、AI についても、現在、AI を活用する企業にまったく新たなカテゴリーの職務が生まれてきていることを紹介している。具体的には AI を教育する職務、AI の出した結論を顧客に説明する職務、AI のパフォーマンスを監視する職務などである。

AI が生む「パーソナライゼーション」という大潮流

また、AI によってビジネスの在り方が根本的に変わることが予感されるのは、その予測能力である。つまり、顧客の様々な属性、嗜好などのビッグデータが入手できれば、それぞれの個人がどのような財・サービスを選好、評価しているか(他の顧客よりも高い価格を払っても良いと考えている)かがかなりの正確さで予測できるようになる。既に、オンラインマーケットでは顧客への宣伝にそのような

手法が用いられていることは承知の通りだ。アマゾンにおける「あなたにおすすめの商品」はその一例である。

従来型のビジネスモデルは多くの大衆が喜ぶような標準的な財・サービスを同一価格で供給するというビジネスモデルであったが、今後は消費者の選好・嗜好に合わせて差別化された多様な財・サービスを提供するビジネスのプレゼンスが高まる方向へ進むであろう。こうしたビジネスの根本的な変化をここでは「パーソナライゼーション」(個別化)と呼びことにしよう。

Acemoglu and Restrepo[2018]は、AI が教育や医療・介護にも新たな職を生み出す可能性があることを強調しているが、これも上記で指摘した「パーソナライゼーション」の一例と考えると分かりやすい。例えば、AI を教育に使えば、通常では大変コストのかかる生徒の事情に応じた個別教育が可能になる。彼らはそうした個別教育プログラムの開発、実施などを行う職務が新たに出現することを予想している。大教室に生徒を集め、同じ時間、同じ場所で画一的な授業を行うことは意味がなくなり、生徒はそれぞれの事情、進捗水準に合わせて最適な教育プログラムが適用されてここがビデオなどを通じて学んでいくことが予想される。また、医療・介護の分野でも、個々の患者の DNA を含む身体的情報が分析されることで、個々の患者に合わせて最適な医療や介護の在り方が提案されることになるであろう。

「パーソナライゼーション」で変わる企業組織、働き方

また、日立製作所が実践しているように、ウェアラブル・センサーなどを利用し、従業員の行動等に関するビッグデータを収集していけば、どのような組織形態や働き方が従業員のやりがいやパフォーマンスを向上させるかが、分析できることになる。重要なのは個々の企業毎に、更には個々の部署、従業員単位までにおいて最適な組織や働き方が明らかになることだ。結果的に企業のパフォーマンス全体へのより良い効果が期待できることになる。

従業員のデータをセンサーなどでより包括に入手できればできるほどその効果はさらに高まると考えられるが一方で、個人のプライバシーの問題にも底触していく可能性があることには十分留意が必要だ。企業が従業員の行動のどこまで把握することを認めるかについては労使の対話、理解促進、納得感の形成が重要であるし、AI 時代の働き方、雇用システムの重要な課題になるであろう。

AI 時代に必要なスキル・能力

今後、AI と共存、補完的な関係になれるようなスキルを労働者が遅れることなく、適切に身に着けていくことができれば良いが、必要とされる労働者のスキルの間のミスマッチが生じれば、労働需要の調整が遅れ、労働者間の格差が拡大し、生産性向上が抑制されるというリスクも生まれることになる。その意味からも新たな技術と補完的なスキルをいかにタイムリーかつ着実に身に着けるかが重要となり、その意味でも教育システムの役割は大きいと考えられる。

また、AI などの機械の自動化ではできない仕事、そのためのスキルや能力の価値はこれまで以上に高まると予想される。第一は、Brynjolfsson and McAfee [2014]が指摘するように人とつながりたいという人間の根源的な欲望を満たすような仕事、スキルである。人間の持つ芸術性(演劇、音楽)、身体能力(スポーツ)、思いやり(セラピー)、もてなし(レストラン)などである。機械は人間よりも速く走ったり、より正確に音楽を演奏したりすることができるかもしれない。しかし、人が感動、興奮しお金を払っても良いと感じるのはやはり生身の人間によるパフォーマンスである。

第二は、Brynjolfsson and McAfee [2014]が強調しているように、変貌自在、融通むげな発想によりこれまでにない新しいアイデアやコンセプトを思いつくスキルを養うことである。機械は答えを出すことはできても、問いを発する能力はいまだ備わっていない。「好奇心の赴くままに学ぶ」「どうして世界はこうなっているかを問う」など、イタリアの医師が 20 世紀初めに考案した、自由な環境での自発的学習を重視するモンテッソーリ教育法が米国で著名な起業家を生んでいると彼らは指摘する。日本の教育のあり方にも大きな示唆を与える。

AI は「先生」

また、人間が自分のスキルを伸ばす、また、スキルの習得期間を短縮するために AI を利用するという発想も重要だ。AIは「経験」豊かなベテランの「先生」のような存在とも位置付けることができるのだ

この最も良い例が、将棋の世界である。藤井聡太七段の異次元の強さが将棋界に旋風を巻き起こしているが、藤井氏の場合、若い棋士にありがちな粗削りなところがなく完成されているという評が良く聞かれる。そんな強さの要因の1つに AI 将棋がありそうだ。

現代の将棋には、進化する AI 将棋が欠かせず、将棋ソフトで常に研究しているのは藤井氏も例外ではない。AI 将棋では様々な手の有効性を検証することができるので、1 人で練習しているのにもまるで師匠がいつもそばにいてアドバイスしてくれているかのような密度の濃い練習が可能になっていることが飛躍的な成長のカギになっているようだ。

もちろん、将棋のみならず、AI が先生となり、教え、導くという「AI コーチ」は学習塾やスポーツなどにも広がりを見せている。勉強であれば生徒のつまづき、スポーツであれば選手の動きを AI が解析し、他の情報も組み入れることで生徒や選手の状況を把握しながら最適なアドバイスを行うことが可能となっている⁴。

以上、まとめると今後、機械学習などの活用で予想以上のことが可能となるだろう。しかし、どこまで

⁴ 「塾・スポーツ、先生は AI、個人の弱点分析、改善促す」日本経済新聞夕刊(2019/07/06)

も人間しかできないことが必ず残るはずであるし、人間しかできないことをより評価することも人間であることを忘れてはならない。その一方で、人とAIとの協働が重要になってくるし、それこそがAIを上回り、AIに支配されない唯一の道であると考ええる。

5. おわりに

AIの本質を高性能な「予測マシン」(Agrawal et.al. [2018])と考えれば、AIによって人間の仕事がほとんど失われてしまうのは誇張であるし、いかに人間がメリットを享受できるようにAIを利用していかかが重要であることがわかる。人間にしかできないことの価値は更に高まることが期待される。また、「パーソナリゼーション」をキーワードに「予測マシン」が個々の企業パフォーマンスを高める働き方、組織を明らかにするとともに、個々の顧客に寄り添った新たなビジネス、職務が大きな広がりみせるであろう。その場合でも、AIと補完的なスキルを身に付けていくかが最も大切であり、その意味では職務などが限定され、プロ型を目指すジョブ型正社員の役割は大きいといえる。

参考文献

英語文献：

Acemoglu, Daron. and Pascual Restrepo [2019], “Artificial Intelligence, Automation, and Work”, Chapter 8 in *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, edited by Ajay Agrawal, Joshua Gans, and Avi Goldfarb, The University of Chicago Press, Chicago.

Agrawal, A., J. Gans and A. Goldfarb [2018] *Prediction Machines: The Simple Economics of Artificial Intelligence* Ore Core Music Publishing [邦訳『予測マシンの世紀—AIが稼働する新たな経済』早川書房、2019年].

Autor, D. and B. Price [2013] “The Changing Task Composition of the US Labor Market: An Update of Autor, Levy, and Murnane [2003]” mimeo.

Autor, D., F. Levy, and R. Murnane [2003] “The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration”, *Quarterly Journal of Economics* 118(4), pp. 1279-1333.

Bailey, D. and N. Kurland [2002] “A Review of Telework Research: Findings, New Directions and Lessons for the Study of Modern Work” *Journal of Organizational Behavior* 23, pp. 383-400.

Bloom, N., J. Liang, J. Roberts and Z. J. Ying [2014] “Does Working from Home Work? Evidence from a Chinese Experiment”, *Quarterly Journal of Economics* 130(1), pp. 165-218.

Brynjolfsson, E. and A. McAfee [2014] *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies* W.W. Norton & Company [邦訳『ザ・

セカンド・マシン・エイジ』日経BP社、2015年]。

Brynjolfsson, E. and A. McAfee [2017] "The Business of Artificial Intelligence", *Harvard Business Review*, July, 2017.

Dutcher, E. Glenn [2012] "The Effects of Telecommuting on Productivity: An Experimental Examination. The Role of Dull and Creative Tasks", *Journal of Economic Behavior & Organization* 84, pp. 355-363.

Goos, M., A. Manning, and A. Salomons [2014] "Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring" *American Economic Review* 104(8), pp. 2509-2526.

日本語文献:

鈴木督久・原直輝[2019]「新たなテクノロジーの活用状況」「スマートワーク経営研究会」最終報告『働き方改革、進化の道筋～生産性向上に資するテクノロジー、ウェルビーイング』第4章第1節
鶴光太郎[2016]『人材覚醒経済』日本経済新聞出版社。

鶴光太郎[2018]「経済学でみるAIの実力―「予測」活用のリスク認識を」日本経済新聞経済教室エコノミクストレンド2018年5月8日。

鶴光太郎[2019]「日本の雇用システムの再構築」、鶴光太郎編『雇用システムの再構築に向けて―日本の働き方をいかに変えるか』日本評論社、第1章(DPバージョン、RIETI Policy Discussion Paper 19-P-008)

鶴光太郎・滝澤美帆[2019]「テレワークの更なる普及・促進を目指して」、スマートワーク経営研究会「最終報告『働き方改革、進化の道筋～生産性向上に資するテクノロジー、ウェルビーイング』」第4章第3節

労働政策研究・研修機構[2015]「情報通信機器を利用した多様な働き方の実態に関する調査」2014年調査]。