



RIETI Policy Discussion Paper Series 17-P-033

AIと社会の未来 —労働・グローバルイゼーションの観点から—

林 晋
京都大学



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/>

AI と社会の未来 —労働・グローバル化の観点から*

林晋（京都大学）

要 旨

米国のAIスタートアップの多くは、AIを専門的労働者の能力を飛躍的に高めるパワー
ドスーツ **Augmented Intelligence** として理解しており、その理念に基づいてビジネス
を展開している。「AIが仕事を奪う」と言うが、本当は「AIを所有する者が仕事を奪う」
のである。複数のAIを「徒弟」として使い、同時に複数の仕事をこなす高度技術者が
低スキル労働者から「職を奪う」社会は目前に迫っている。AIは格差問題をさらにエス
カレートさせる可能性が高いのである。従来の常識に囚われない、労働の独占禁止法、
生産資本の再配分などの「労働についての新社会システム」の構築が必要である。

また、AIは、現在の反グローバリズムの潮流に掉さず可能性がある。たとえば、iPhone
を、米国本土の少数の高度技術者と多数のAIが働く工場で生産し、中国に輸出する
というシナリオが考えられる。もちろん、工場は日本にも置ける。近未来の日本の社会の
ために、AIにより可能となる、全く新しい世界経済システム像を考える必要がある。

キーワード：拡張知能、能力格差、反グローバリゼーション

JEL classification: D80, J24, D63, I24, F66

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。

* 本稿は、独立行政法人経済産業研究所におけるプロジェクト「人工知能が社会に与えるインパクトの考察：文理連
繋の視点から」の成果の一部である。また、本稿の原案に対して、経済産業研究所ディスカッション・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。記して感謝申し上げたい。

1. はじめに —本稿の背景—

本稿は、RIETI の研究プロジェクト「人工知能が社会に与えるインパクトの考察：文理連携の視点から」(以下、「RIETI-AI プロジェクト」と記す)において行った調査をもとに、AI の社会インパクトを予測した DP である。調査は、筆者、久米功一、戸田淳仁の三名で行ったが、本稿の意見は著者独自のものである。

「RIETI-AI プロジェクト」の他の DP は、経済学者による経済学的考察であるが、本稿は、歴史学と情報工学を学問的背景とする著者が、歴史社会学的に未来を予測したものである。RIETI-AI プロジェクトは、経済学だけでなく、人文学(英語タイトルでは sociology)からの視点も意識しており、本稿はその視点から書かれている¹。

また、他の DP が、AI/IT 時代に活躍する人材に必要な能力などの問題を中心に議論しているのに対して、本稿では、AI/IT の進化がもたらすかもしれない社会的問題と政治的問題について論じる。その社会的問題、政治的問題とは、格差問題と、グローバリズム v.s. 反グローバリズムの問題である。

「RIETI-AI プロジェクト」の調査活動を行う前は、著者も他の DP に似たものを書く予定でいた。具体的に言えば、後で説明する様に、著者が科学技術政策研究所の客員研究員として行った IT 振興策の研究成果を発展させる形で、IT の出現で開いた日米の産業・技術力の差が、AI の時代に、同じ仕組みでさらに開いてしまう危険性を指摘し、それへの対処策を提言する DP を書く予定だったのである。しかし、調査により数々の知見を得るによって、本稿の様な、経済・産業政策を超える方策が必要な問題についての報告を書くことになった。なぜそうなったか、まず、その経緯を説明する。

著者は歴史学、歴史社会学、思想史などを専門とする人文学者であるが、元はソフトウェア工学の研究・教育を主に行う情報学者であった。情報学者であったとき、著者は日本の IT、特にソフトウェアの世界が、産業においても学問的にも米国や、さらにはヨーロッパなどからも大きく差を開けられていることに危機感と疑問を持ち、その理由を探究し、最終的には、その根本原因を、日米のマインドの差、社会学者マックス・ヴェーバーの言葉を借りれば日米のエートスの差、に求めることになった。その研究成果をまとめたものが[1, 2, 3, 4, 5]である。これらは、最後の時期の[4, 5]を除けば、科学技術政策研究所の客員研究員として書いたものである。

著者はソフトウェア工学の研究者ではあったが、AI 研究に手を染めたことはない。しかし、知人に AI 研究者が多く、また、AI 関連の JST さきがけのアドバイザーを務めるなど、AI の最新の情報にさらされていた。そのため、現在の第 3 次 AI ブームが、日本に到来する以前から、AI の実用化が、ソフトウェア技術により開いた日米の差を、さらに押し広げる危険性を感じていた。そのため、RIETI-AI プロジェクトでは、この危険性を主に調査・研究し、それを指摘し警鐘を鳴らす DP を書くことを計画していたのである。

¹ RIETI-AI プロジェクトの参加者の内、著者のみが人文学(歴史学、社会学)の研究者である。

そして、久米、戸田と共に米国の AI スタートアップへのインタビューを進めた結果（インタビューの詳細は久米の DP[6]で報告されている）、直観的な不安程度であった日米の産業力の差の拡大という危惧は、現実には起きるに違いないという確信に変わっていった。

我々がインタビューした AI スタートアップの人々は、本研究プロジェクトにおいて提案された「自己変化能」[7]に満ちた人たちであり、また、著者がソフトウェア産業振興策を模索していたときに、日米の差の原因として見出した米国、特にシリコンバレーに多く、日本には少ない人材たちだったのである。その故に、「AI による日米の競争力の差の増大」という著者の危惧は、直観から確信に変わったのである。

しかし、同時に、AI の影響は、従来のソフトウェアの影響と本質的に違う面があることにも段々と気が付くことになった。そして、その違いについて考えを巡らせるうちに、AI の実用化の影響が、日米の競争力の差の拡大という産業上の問題を超えて、現在、世界的に大きな問題となっている「格差問題」に強く表れるという結論にたどり着いたのである。

この AI による格差の問題は、米国の科学技術、工業・産業が大発展し、ロックフェラー、カーネギーなどの財閥が生まれ、米国社会を大きく変えた Gilded Age（金びか時代）に生まれた格差問題に匹敵する、あるいは、それ以上の社会問題を生む可能性がある。米国は、その故に暴動も多発した格差問題を、その後の Progressive Era（進歩主義期）などにおける経済システム、法システム、社会システムの改革を通して乗り切ったが、これからの AI 時代では、世界的に、その様な改革が必要である。可能な方策としては、富の再配分の新方式や、AI 資本の集中の規制が考えられるだろう。

本稿における著者の近未来予測は、RIETI の研究プロジェクトの一環としての多くのインタビューなどを通して、著者が「感じ取った」ものであり、それが妥当であるか否かを、数値的根拠などで実証するものではない。

そのため、提示する「AI/IT の進化がもたらす起き得る帰結」の議論の根拠を示すために、第 2 節で、本稿の背景となった、著者、久米、戸田の三名による調査の概要を、久米の米国調査レポート[6]などを用いながら説明する。これが著者の AI 脅威論の根拠となるものであり、その意味では、本稿の中心部分である。

第 3 節では、この調査を背景にして、AI が、何故、前例のないほど大きな格差問題を生むのかを説明し、それに対する経済産業政策を超えた幅広い政策研究の必要性を指摘する。また、経済学を専門としない筆者の発想ではあるが、可能な政策の提言も試みた。

そして最後に、副次的な扱いではあるが、第 4 節で AI と反グローバリズム、グローバリズムとの関係を論じる。

2. 調査の概要

著者林、久米、戸田の三名による調査は、AI 研究者・技術者、AI 等について発言している労働経済学者、AI 関係の企業へのインタビューが中心であった。この内、米国の二名の労働経済学者と AI スタートアップへのインタビューについては、久米の DP[6]に詳しい。そこで、その実施方法や AI スタートアップの業態などの詳細は、これに譲るとして、ここ

では、それ以外の調査についてと、久米の DP で詳述された調査において著者が得た知見について述べる。

2.1. AI 研究者・技術者へのインタビュー

著者は、以前、ソフトウェア工学者であり、また、国内の AI 研究者と親交があったことは、はじめに述べた通りである。特に、AI 分野をターゲットとした JST さきがけのアドバイザーを務めたことがあり、その総括で、日本の AI を代表する研究者の一人である中島秀之公立はこだて未来大学学長（当時、現在は東大特任教授）や、現在国内で最も注目を集めている松尾豊東大特任准教授などの、我が国の代表的 AI 研究者と知己であった。この人脈を使い、我々三名は、現在の AI の状況を理解するために、これら日本の主だった AI の専門家に現在と近未来の AI 研究の状況をインタビューした。

そのインタビュー対象は、次の方たちであった：

1. 中島秀之 東大特任教授、日本認知科学会元会長
2. 鷺尾隆 阪大産業科学研究所教授
3. 松尾豊 東京大学大学院工学系研究科特任准教授
4. 武田浩一 日本アイ・ビー・エム、Watson プロジェクトに参加
5. 佐藤一憲 Google, Cloud Platform チームデベロッパーアドボケイト

本稿で示す著者の考えに影響を与えた事項を中心に、これらのインタビューにおいて得られた知見を以下に纏める。ただし、武田氏のインタビューでは、本稿の結論と直結する話題がでなかったため、これについての説明を省略する。

2.1.1. AI の目的

AI 研究は人類の知を解明するものか、それとも AI を応用するためにあるのか。現在の AI ブームは明らかに後者のスタンスが優勢である。しかし、中島教授、鷺尾教授などの古くからの研究者は、どうやら前者が目的となっているようである。例えば、中島教授の著作[8]は、これを強く示唆する。また、インタビューから受けた感触でもそうであった。

著者が驚いたのが、鷺尾教授の AI 研究へのスタンスで、現在 AI がブームだが、実は人類の知が解明されたとは言えない、人類の知は現在でもほとんど解明されていないのだ、と同教授は繰り返し強調されたのである。この人は AI の優れた産業応用研究などで著名な人なのだが、応用のためには、AI は使えさえすればよく、その研究により人類の知の解明が行われる必要はないのである。しかし、おそらく鷺尾教授の応用研究さえも、それを通して人類の知の解明を目指しているのかと驚いた次第である。

この二人の日本の代表的 AI 学者へのインタビューが、我々の調査の皮きりであり、それを通して、我々は現在の AI の状況を理解していった。その意味で、この二人へのインタビューは、少なくとも著者の研究の方向を決める重要なものだったといえる。

その二つのインタビューの内、中島教授へのインタビューで、本稿の結論と関連して、印象に残ったことがあった。それは、中島教授が、AI 技術の社会影響について、「楽観的」、というよりは、おそらくは意識的に「気にしていない」ということである。我々は、AI の

実用化により、労働の機会が失われる可能性を尋ねたが、中島教授は、なぜ、働く必要があるのか、というように切り返して来たのである。

これを聞いた時、著者が思い出したのは、阪大の著名なロボット学者石黒浩教授が、インタビュー[9]において、AIの発展により「人間の生活や社会は、どのようなものになっていくのでしょうか」と問われて、「どんどん便利になっていく。そうすると人間はみな、ある意味、哲学者になっていくのだと思います。時間ができると人は何をするのか。本を読む時間もできるし、考える時間も増える。今あるすべての仕事がどこに向かっているのか」といって、僕は2つしかないと思っています。1つは世の中の起源、もう1つは人間とは何か。この2つ」と答えていることであった。

中島教授や石黒教授の、これらの発言に接して、著者が感じたのは、日本のトップAI研究者、ロボティクス研究者が、ある意味で「哲学的」な問により突き動かされているらしいということへの違和感であった。

著者は、現在は、日本の受験ヒエラルキーの頂点の一つといえる大学に奉職しているが、その教育歴の大半は、中堅大学で過ごした。その教育経験からすると「哲学などしたくない」という人たちこそが、日本の、おそらくは世界の人口の大半を占めているのである。

石黒教授の発言は、明らかに、AIやロボティクスの発展が、その人たちにポジティブに働く、そういう人たちのグループの視点からの発言である。そして、中島教授の「なぜ、働く必要があるのか」という発言も、中島教授が、インタビュー当時、ある大学の学長を務め、忙しい日々を過ごしていた人であったことからしても、石黒教授と同じ側の立場からの発言だろうと理解できた。

そして、本稿で報告する、RIETIプロジェクトにおける、著者の研究により得られた知見とは、こういう視点が、社会における「勝者」のものであり、人口上は多数の「敗者」への視線に欠けるため、そのまま進めば社会問題が起きかねないことを示すものである²。

2.1.2. 子供のAIと大人のAI：松尾准教授インタビュー

中島教授、鷲尾教授は、日本のAI研究を代表する研究者であるが、現在の日本のAIブームで寵児となり、次の時代に、この二教授のような指導的地位を占めるだろうと目されるのが、東大の松尾特任准教授である。

現在のAIブームの要因には、インタビュー対象の一人であったIBM武田氏も、そのプロジェクトに参加したIBM Watsonプロジェクトの成功など、様々なものがあるが、最も大きいものは、最近、世界最強の碁棋士を破ったAlphaGoが代表する、ディープラーニング技術の進歩と実用化がある。松尾准教授が注目されるようになった理由は、中島教授によると、この現代のディープラーニング技術と同じことを、独自に発見したことにあるという³。

² 著者は、自身が、その視線から免れていたと主張する気は全くない。この問題の大きさをハッキリ意識できるまで、著者は、半ば意識的に、そういう視線の側にいた。

³ ディープラーニングは、多層ニューラルネットによる機械学習の総称であり、それ自体は

我々のインタビューにおいても、話題はディープラーニングに集中した。このインタビューで著者の印象に残ったのは、松尾准教授が、今回の AI ブームを、退潮が続く日本の産業の復活と強く結びつけて考えているという点であった。それに関連する松尾准教授の論点を列挙すると次のようになる：

1. 自動翻訳が、間もなく実用になるだろう。日本の技術者などが世界に出ていけない理由の一つに語学力の問題があるが、自動翻訳により、これが解消されれば、巻き返しの大きな力となる。
2. AI には、子供の AI と大人の AI がある。今回のブームの中心的話題のディープラーニングは、子供の AI にあたり、米国が先行している大人の AI で、日本が追いつき追い越すことは無理なので、日本の産業が強いと思われる部門に関連した子供の AI を追求すべきである。
3. この 2 の様な可能性があるにも関わらず、それで「勝ちにいこう」とする意欲が、日本人の間に見られないことを憂慮する。勝ちに行くべきだ。

いずれも重要な指摘であるが、これらの意見の中で、著者が最も重要と考えるのが、二番目の「子供の AI、大人の AI と、その日本の産業との関係」である。この優れた考察をさらに深め、かつ、最近の AlphaGo の進化なども加味すると、実は、松尾准教授のものとは逆のシナリオが実現する可能性が高いのではないかと著者は危惧しているのである。

この松尾准教授の考え方の主要部分を、経済産業省産業構造審議会新産業構造部会での同准教授の提題資料[10]を元に説明しよう。

1. 子供のできることで AI には難しいという、「モラベックのパラドックス」が、ディープラーニングの登場で解消されつつある。
2. Google の猫などのパターンの認識などが子供の AI である。
3. 一方で、IBM Watson, Apple Siri に代表されるような AI が大人の AI である。
4. 大人の AI は、実は、人間が裏で作りこんでいる。つまり、かなりの専門知識、背景知識を最初から技術者が組み込んでいるのである。
5. 新たにデータが取れるようになってきた分野では、大人の AI でも機械学習の技術が大いに役立つ。
6. 大人の AI と相性がいいのは、販売、マーケティングなどであり、Google、Facebook、Amazon 等の分野だが、この分野での日本企業による逆転は難しい。
7. 一方で、子どもの AI は、認識、運動を伴うので、センサやアクチュエータを使う製造業と関連が深い。つまり、農業、建設・物流、介護、廃炉、熟練工の後継者養成などに、子どもの AI が活躍する場がある。
8. 子供の AI には、画像認識、言語等もあるが、運動能力の向上を主軸にするものが、

1960 年代より存在したが、実用には様々な困難があった。それが、2000 年代に入り、学習させるアルゴリズムやハードウェアの進歩により、実用的になった。それが現在、AI の花形として、「ディープラーニング」と呼ばれているものである。

最もマーケットが大きいはずである。

9. また、これらの分野は日本人向きである。その理由は、日本が弱いとされるソフトウェアだけでなく、日本が強いといわれているハードウェアとのすり合わせ・性能向上が、これらの分野では重要だからである。

日本の産業の再生についての提言を含む、この松尾准教授の提言は重要で貴重なものであり、著者は、敬意をもって、この議論と提言を受け止める。しかし、実は、松尾准教授の議論は、子供の AI の時代における日本の製造業の本質的弱点の指摘としても理解できるものなのである。そのことを説明しよう。

資料[10]では明瞭には述べられていないが、我々のインタビューにおいて松尾准教授は、9の意味を「日本人は目標がハッキリしていると強い」と説明した。Google, Facebook, Amazon などの大人の AI が活躍する分野では、最初は、ビジネスモデルさえ明確ではない。ある意味では、ビジネスモデルを創り出し、それを常に変更し続けることこそが、ビジネスモデルである。

それに対して製造業、例えば、自動車産業を考えれば、電子制御、ハイブリッドなどの革新はあるもの、シャーシ、ボディ、エンジン（モーター）などの基本的構造は、T 型フォードの時代から、殆ど変わっていない。つまり、ビジネスモデルどころか、製品のモデルが一世紀以上基本的に変わっていないのである。トヨタは、その創業以来、その同じモデルの改善を追求する自動車メーカーであり続けているのである。

これに対し、Amazon や Google は、創業以来まだ四半世紀も立っていないが、その業態を大きく変えている。常にビジネスモデルを変えながら大きくなり続けている。

つまり、松尾准教授の「日本人は目標がハッキリしていると強い」という発言は、裏を返せば、「日本人はビジネスモデルを常に変更していくような Amazon, Google の様なやり方には弱い」という意味だと理解できる。

著者は、この松尾准教授の見解に賛同する⁴。しかし、その故に、氏が言う、AlphaGo などの子供の AI の登場が、日本企業の競争力に資するという観点には、疑問を拭えず、むしろ、AlphaGo のようなディープラーニング、子供の AI の登場が、日本企業の最大の強みといえる、作りこみ、すり合わせを陳腐化してしまわないかと懸念する。その懸念の最大の根拠は、世界最強の棋士のひとりに完勝した、ディープラーニングを用いた AI、AlphaGo が、人間の手を借りず、自分自身と対戦することにより強くなったという事実である。

松尾准教授の「日本人は目標がハッキリしていると強い」という発言に注目しよう。碁の様なゲームほど目標がハッキリしているものは少ない。目標がはっきりしていれば、AI は、自分で強くなれるのである。これに反して、目標がハッキリしないもの、たとえば、ビジネスモデルの創造などに AI が使える用途は、今のところない。

松尾准教授が、日本が再び勝てるかもしれないと期待する製造業の分野への AI 応用で、

⁴ これは著者が[4][5]で指摘したのと同じことで、著者の意見では、「多くの日本人はビジネスモデルを常に変更していくような生き方を好まない」のである。

AI が自分では学ぶことができず、たとえば、人間の熟練工から作業を学ぶしかないとしたら、確かに、優れた熟練工を持つ日本は強みを発揮できるであろう。また、製造業の目標は、ゲームの目標の様にはハッキリと決まっておらず、コロンブスの卵のように、目標やモデルを変えて大成功することも珍しくない。例えば、テープレコーダー（録音機）のレコード（録音）機能を外してしまうというウォークマンの発想などは、その典型であろう。

しかし、日本のお家芸といえる **KAIZEN**、つくり込み、は、その様な革新ではなく、目標がハッキリしている場合の漸進的に行われる改良を意味している。それを考えれば、目標がハッキリしている場合に行われる **KAIZEN** を、AI が単独で人間以上にこなしてしまう可能性は排除できないのではないだろうか。もしそうならば、米国の製造業は、子供の AI という、日本の製造業に対抗する **KAIZEN** の手段を手に入れるかもしれないのである。

さらに言えば、市場調査などのデータ・ベースを持つ AI が、収益という明確な目標を与えられて、ウォークマンを発想するというのも十分あり得るのではないだろうか。

トヨタのような、日本の優秀な製造業が、AI によって、米国の製造業に凌駕されるというシナリオの可能性は、排除すべきでない。松尾准教授が提案するような方向性を志向するとしたら、どの様な分野であれば、ディープラーニングも及ばない日本の強みを発揮できるのかを考えなくてはいけないのである。

2.1.3. Google 佐藤氏インタビュー：学習エンジニアの可能性

AI の専門家に対して行ったインタビューの最後に、Google の Cloud Platform チームのデベロッパーアドボケイト⁵である佐藤一憲氏へのインタビューについて述べる。

その職名からわかるように、我々がインタビューした国内の技術者の内で、この人だけが研究者でない。このインタビューは著者が提案したが、それは佐藤氏へのインタビューにより Google の AI 戦略がある程度推測できるのではないかと考えたからである。

我々が調査を行った期間、ソフトバンク傘下に移ることが最近決まった、軍用ロボットの開発で有名な Boston Dynamics や、東大初の二足歩行ロボットベンチャーとして知られる Schaft、そして、AlphaGo の DeepMind など、世界的な AI、ロボティクス関連のスタートアップが、Google 傘下にあった。Google が、これらのスタートアップを買収した意図を語らず、また、Boston Dynamics や Schaft は、DARPA と関係があったため、Google が、AI とロボットで何をしようとしているのかについて疑心暗鬼が生まれ、ロボットで軍隊でも作りたいのか、という人さえいたほどであった⁶。

この Google の AI・ロボティクス戦略は、我々にとっても大きな興味の対象であった。しかし、米国調査におけるインタビュー先のアポイントメントを担当した久米の懸命の努力にも関わらず、Google 傘下のスタートアップとのアポイントメントは全く取れなかった。

しかし、その後、Google が AI 用の CPU である TPU と、それ用のライブラリ TensorFlow

⁵ デベロッパーアドボケイトは、テクノロジー・エバンジェリストのようなものである。

⁶ Boston Dynamics などの売却が決まったころからの報道では、Google のスタートアップ買収の理由は、単に短期的収益を求めたに過ぎなかったようである。

をクラウド上で公開した。これにより、GoogleのAI戦略が、それまでのGoogleらしからぬ方向に向いているのではないかという疑念は薄れ、従来のイメージ通りのオープン志向の戦略であることは、ほぼ明らかである様に見えるようになった。そして、そのオープン型クラウドのエバンジェリストならば、エバンジェリストの本来の役目として、当然、Googleが描くAIの方向性を語る必要がある。それによりGoogleの方向性は推測できるだろうと考え、佐藤氏にお話を聞いたのである。そして、その結果は、やはり、GoogleはGoogleだった。著者が長年慣れ親しんできたシリコンバレーの精神は健在だったのである。

その様な経緯で、著者にとっては、このインタビューは、Googleが、従来通りのGoogleであることを確認して終わったという面が強かった。しかし、その佐藤氏のお話の中で、著者にとっては、非常に印象に残り、その後の思索に大きな影響を与えたものがひとつあったのである。

それは、キュウリ農家の話の際に「機械学習の専門家でなくても、これだけのことができる。専門家ならば、もっと良い結果を出せる」という意味の発言があったことである。

このキュウリ農家の話というのは、Google Cloud Platformの宣伝に使われる有名な例で、キュウリ農家の元技術者の息子が、母親のキュウリの等級分けの作業を軽減しようと、Google Cloud Platformを利用して等級分けをディープラーニングで行うことに成功した、という実話である。基本的には、これは素人でも、Google社のクラウド・サービスを使えば、最近までは専門家でなくては行えなかったことができるようになるという、Google Cloud Platformのオープン性とその威力を示すためにGoogleが良く使う例である。

しかし、その素人でもできるという話の中で、専門家ならば、ニューラルネットワークの層の数の決定や、学習データをあらかじめ調整しておくなどして、より良い学習を行わせることができるという意味の発言があったのである。Googleらしいオープン性にばかり気をとられていた著者には、これが美しく調和した音楽の中に突然紛れ込んだ不協和音の様に聞こえた。

この発言は、機械学習に慣れ親しんだ人には、当然のものであったろうが、これを聞いて、AIの専門家でない著者は「学習エンジニア」とでも呼ぶべき職種が生まれる可能性に初めて気が付いたのである。著者が元ソフトウェア工学者であることは、すでに述べた通りである。

その経験からすると、ソフトウェア作りは素人でもできるが、ソフトウェア工学を正しく学んだ人が作るソフトウェアは、やはり一味違うことが多い。その事からの類推で、機械に学習をさせるスキルを持つプロが生まれるはずだと、著者は考えるようになり、それを「機械学習エンジニア」あるいは「学習エンジニア」と呼ぶようになった。その後、注意していると、良く似たことを言う人が、かなりの数いることに気が付いた。著者が考えたことは、機会学習やビッグデータなどの専門家の間では当たり前の事のようなのである。

しかし、この気づきと、次に紹介する、MITのAutor教授のAI楽観論(2.2.1)により、AIの問題が格差問題、しかも、経済格差以上の面倒な人工能力格差の問題を引き起こす可

能性に気が付いたのである。

2.2. 米国の経済学者へのインタビュー

久米の報告[6]に詳しい様に、著者、久米、戸田の三名は、2016年3月、米国を訪問して、AIのスタートアップをインタビューしたが、同時に、AIやロボットと労働・職の問題についての発言で知られる二人の著名な経済学者へのインタビューも行った。

インタビューの対象は、MITのDavid Autor教授と、ハーバード大学のRichard B. Freeman教授であった。これが、調査旅行の最初に行ったことであったが、この二つのインタビューは後の調査に大きな方向づけとなった。以下に、著者が、この二つのインタビューから得た知見を中心に、その概要を示す。

2.2.1. David Autor: 米国農業人口の歴史的推移を元にAIと労働の未来を考える

MITのAutor教授は、AIと労働の未来図を、過去の米国農業が辿った歴史から考えている。その考察を綴ったものが論考[11]である。これは、米国経済学会の雑誌 *Journal of Economic Perspectives* に掲載された文章であり、経済学の専門分野の論文ではなく、より広い読者を意識して書かれた学術エッセイであり、大変に読みやすい。その故もあってか、非常に広く読まれ、多くの反響が寄せられている。すでに citation が 100 を超え、TED 講演を含む様々な場所で、論考の内容についての講演が行われている。

その題名が *Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation* であるように、これは現在を過去の未来と捉え、過去に起きた automation による労働の変化を、AIなどの現代の automation のモデルとすることにより、未来を考えるという、いわば歴史経済学とでも呼ぶ手法で書かれた論考である。そして、その主要な主張は次の様なものである。

1940–1980年と、1980–2010年という、二つの期間における、産業部門別の労働人口の変化を見ると、顕著な変化として、1940–1980年の期間における農業人口の急速な減少が見られる。40年間の平均で、毎年3.5%以上も、米国の農業人口が減っているのである。これは、この40年間に農業人口が4分の1以下に減少したことを意味している。

実際の変化の数値として、異なる期間での比較になるが、[11]の5ページに次のような文章がある： In 1900, 41 percent of the US workforce was employed in agriculture; by 2000, that share had fallen to 2 percent (Autor 2014), mostly due to a wide range of technologies including automated machinery.

つまり、20世紀を通して、米国農業人口の全労働人口にたいするシェアは40%から2%へと変化した。つまり、従事人口だけで考えれば、米国を代表する産業から零細産業に没落したといえる。

しかし、Autor教授は、それを農業の自動化による生産性の向上の帰結としているのである。実際、現在は生産高では、人口が遥かに大きい中国、インドに続いての世界三位だが、良く知られている様に米国は一大農業輸出国であり、2008年のJETROの報告[12]では、米国は世界最大の農業国とされているのである。

そして、農業から離れた労働人口は、1940-1980年の間、その従事者が、平均で毎年2.5%ずつ増加した工業部門などに吸収された。この数字は、工業従事人口が、この間に5.8倍ほどになったことを意味する。

この米国農業人口と米国農業の歴史をもとに、AIや自動化の労働への影響を考えれば、同じような効率化と他産業分野への労働人口移転をおこなえば、何ら問題はなく、むしろ、産業・経済の発展に結びつくと考えられる。それがAutor教授の主張なのである。

機械や自動化が人間の職を奪うという議論は、第3次AIブームの現在になって急に議論されるようになったのではない。その様な懸念は産業革命時のラッダイト運動を見れば、19世紀イギリスでは、既に存在していたことが分かる。そして、その後の実際の歴史は、紆余曲折はあったものの、懸念されたものより、遥かに明るかったのである。

現在の、機械(AIやロボット)が職を奪うという議論Race against Machine[13]は、恐れるに足らない。それは、単に労働人口の移動を意味するに過ぎない。それがAutor教授の描く未来像なのであり、AIの社会影響、特に労働への影響を考える際の、最も楽観的なシナリオの一つといえる⁷。

既に述べた様に、機械が労働の肩代わりをするようになれば、人間は遊んで暮らすか、哲学をして暮らせばよいという、未来シナリオがある。しかし、労働、少なくとも、仕事というものは必ずしも単に生きていくためにだけ行うものではなく、それにより自らの存在の価値を確認するものでもある。また、哲学などという面倒なものはいたくないだけでなく、知りたくもない、というのが平均的人間の気持ちだろう。AIに仕事が「奪われる」のならば、仕事をしなければよい、哲学をして過ごせばよいという発言をした人たちは、知的エリートであり、また、最も忙しい人たちでもある。これらの発言は、周りも、そういう人たちだけで占められている特殊な人たちの発言であり、それがAIにより仕事が消えるという状況に対する現実的処方箋にはならないはずである。

それを考えれば、おそらくは、Autor教授のシナリオ、つまり、新技術の到来により、労働人口の分野別の移動が見られる、という考え方は、AIと社会の最も望ましい未来シナリオなのだろうと著者は思う。

しかし、この未来予測の大きな問題のひとつは、移動先の有力候補となる産業分野が、すぐには思い浮かばないことである。真先に考えられるものとして、アマゾンや宅配の様な流通・運輸、Googleのようなクラウド・サービスをも含むサービス産業があるが、これらこそ、最もAI導入に積極的で、また、実現の可能性が高い分野であることは、Googleの動向や、我が国で言えば、ハウステンボスの「変なホテル」や、ソフトバンクのペッパーなどをイメージすれば、明らかだろう。実際、後で述べる、我々が取材したAIスタートアップの多くは、サービス業に分類するのが適当な企業が大半を占めている。AIやロボッ

⁷ Autor教授が、全くの楽観派であるということではない。氏は、そのTED講演で、本稿の主張に似た、労働の二極化、特に少数の富裕層の快適で健康な生活のために、多くの非富裕層が仕えるという好ましくない未来について語っている[21]。

トが、労働人口の移動先の有力候補に、先回りして待ち構えているという状況なのである。

あるいは、Autor 教授が示唆しているように、我々が想像もつかないような、新しい業種・職種がこれから生まれるのかもしれない。そして、その様な業界が巨大でかつ働き甲斐のある仕事を生み出すこと、これが最も明るく希望がもてるシナリオであり、そうなる所である。もし、その様な兆候が見えれば、政府は、規制緩和や補助金などにより、そういう産業への最大の支援を行うべきであろう。

人と社会の可能性を信じる Autor 教授のシナリオが、我々を待ち受ける未来であることを祈りつつ、これで Autor 教授へのインタビューの説明を終わり、次にハーバード大学の経済学者、Richard Freeman 教授へのインタビューに話を移す。

2.2.2. Richard Freeman : 生産資本の再配分を

数年前、フランスの経済学者ピケティの「21 世紀の資本」[14]が、日本でも評判になった。その議論を大雑把に言えば、労働やイノベーションによる対価より、資本投資による利潤の方が歴史的には大きく、その結果、資本主義体制下では、資本を多く持つ者は、そうでないものに対して、さらに富を蓄積する結果となるので、現在のような税制のもとでの、自然状態に置く限り、格差が増えるのは当然であるということであった。

これに対しては、様々な意見があるが、Freeman 教授は、ピケティに全面的に賛成という立場である。その立場から、Freeman 教授は、労働の対価を金銭ではなく、生産資本のシェアで払うと言うことを提案している[15]。たとえば、労働者を置き換えるロボットという生産資本の一部が、労働者に支払われれば、労働者はミニ資本家となる。収入の総額の差はますます増えることにはなるが、少なくともパーセンテージとしては、格差の問題はなくなるはずなのである。つまり、現在の日本や米国で起きているような、中間層の所得が減るということは避けられるであろう。

生産資本の再配分という、このアイデアは非常に応用が利くものであって、様々なバリエーションが考えられる。例えば、生産資本による給与の代わりに、生産資本による納税と、その再配分でも良いであろう。

また、このアイデアは、ストック・オプションなどの名前で、シリコンバレーのスタートアップで、既に実績が積み重なっているともいえる点で、思いの外に、現実的でもある筈だ。

この Freeman 教授の提案については、後で AI による格差の拡大を論じる時に、再論することとして、次に米国調査のメインであった、AI スタートアップへのインタビューに話を移す。

2.3. 米国の AI スタートアップたち

著者、久米、戸田の米国調査は、2.2 に記した経済学者へのインタビューの他に、AI スタートアップと、AI の社会影響についての研究機関へのインタビューからなっていた。インタビュー先の詳細は、久米の DP[6]に詳しく記されている。

この内、AI の社会影響についての研究機関へのインタビューでは、著者は、これといった知見を得ることができなかったため、これについては[6]に譲り、本稿では省略する。

一方で、AI スタートアップへのインタビューでは、多くの新しい知見を得ることができた。このインタビューは、著者にとっては、AI 観を全く変えるほどの衝撃的なものだった。

その衝撃を一言でいえば、現在の、そして近未来の実用的 AI は、鉄腕アトムのような自律ロボットではなくて、ガンダムの様なパワードスーツだということである。以下にこの話を中心に、AI スタートアップへのインタビューで著者が得た知見を纏める。

2.3.1. 二つの傾向：

我々がインタビューしたのは、次の 8 社である：

**Cogito Corp, Ayasdi, Declara, Percolata, Gild, Sift Science,
Brighterion, Enotech Consulting**

その業種などは、久米の DP[6]を参照して欲しい。

このうち、**Enotech Consulting** は、シリコンバレーからみた日本企業の AI 戦略という観点でのヒアリングであったので、これを除いた 7 社を中心に、以下に説明していく。

7 社のインタビューで、最も驚いたことは、ほとんどの企業が、それこそ金太郎飴の様に、ほぼ同じ二つのことを語ることだった。

我々がインタビューしたスタートアップは 7 社のみなので、これを単純に一般化することは危険だが、顧客対応、ヘルスケア、医療、小売業シフト管理、異常検出、人材マッチング、などの多様な分野のスタートアップの殆どすべてが、金太郎飴のように二つの同じことを言うのは単なる偶然とは考え難い。

その二つとは、

- (我が社の) AI は人知の置換えでなく強化である。
- 既存 AI 技術を使っている。(Ayasdi 社は例外)

という二つである。以下に、この二つの意味を詳しく説明しよう。

2.3.2. AI はロボットでなくパワードスーツである

まず、ほとんどの CEO が、「人知の置換えでなく強化」という方向性を志向していることを熱く語ってくれた。

その理由として、これらのスタートアップが、「AI が労働を奪う」という社会論調を警戒しており、それへの対抗策として、そう語っている可能性がある。**Enotech Consulting** へのインタビューからは、これらの AI スタートアップが、ワークショップなどで情報交換している可能性が高いという印象を受けた。その際に、自分たちのあるべき姿が、集団的に形成されて共有されている可能性は否定できない。

そして、もう一つの可能性としては、2 番目の「既存 AI 技術を使っている」という点と関連するのだが、業務を全自動にできるだけの技術が現在存在しないので、人間と AI の協調作業にならざるを得ないということがある。

しかし、明らかに、全自動化を意図的に目指さないという方向性も見られたので、世論への警戒や、現状では全自動は無理という制約のためだけとは言い難いように思う。

たとえば、**Ayasdi** 社は、位相幾何学というものを応用して、巨大データを類似のものに

クラスター分けする、数学者である創業者が考案した新しいアルゴリズム「位相的アルゴリズム」を武器に大きな資本を集めてビジネスを行っている。そして、その新アルゴリズムにより、例えば、それまで知られてなかった喘息に幾つかの異なるタイプがあることが発見されている。

しかし、その様な先進的技術を持つ Ayasdi 社は、意図的に全自動の AI を目指そうとせず、AI を飽くまで人間のサポート役として位置づけていた。

また、世界から注目されている位相的アルゴリズムも、その性能だけを売るようなことはせず、Ayasdi のシステムを通しての、例えば病院での集団的意思決定のスピードアップのような現実的な知的サポートの面を強調するビジネスを行っているという印象を受けた。

Ayasdi 社へのインタビューでは、例えば、次のような言葉を聞くことができたのである：

- Not replace it, but augment it.
- 和訳：我々は、人知を AI で置き換えようとしているのではない、人知を AI で強化しようとしているのだ。

つまり、Ayasdi 社の意見に従えば、AI は、人間と離れて、人間の様に存在するものではなく、人間に寄り添い、それをサポートするものなのである。

その様に考えれば、AI とは、人工知能 Artificial Intelligence でなく拡張知能、あるいは、強化された知能 Augmented Intelligence としての人間を実現するためのツールであることになる。

この人間重視、AI は人間の補助であるという思考の傾向は、我々の最初のインタビュー先であった Cogito 社で特に顕著であった。

Cogito 社へのインタビューでは、次のような応答があった：

- Exactly. It's like a social exoskeleton. That's exactly right.
- その通り。社会的エクソスケルトンみたいなものさ。まさに、そのとおりだよ！

この会社は、電話によるコールセンターの労働者を、**phone experts** と呼び、電話で顧客に対応するには **creative** な才能が必要で、それを Cogito の AI が補助するというビジネスモデルを展開している。このビジネスモデルを聞いて、筆者が、「まるで、エクソスケルトンみたいですね」と言ったのに対し、オーストラリア人の創業者が、大変喜び、その結果出たのが上の言葉である。

エクソスケルトン **exoskeleton** とは、昆虫やカニなどの外骨格を意味するが、**powered exoskeleton**、日本語で言う「パワードスーツ」の意味でも使われる。要するに SF や漫画のアイアンマンやエヴァンゲリオンのようなものであるが、現実の世界では、GE と米軍が 1960 年代に開発した **Hardiman** を嚆矢とし、米国では、今も歩兵用に開発が進んでいる。日本でも介護などへの応用を目指す筑波大学のロボットスーツ **HAL** が知られているが、要するに、人間が装着することにより、その力を何倍にも増幅するための装置である。

日本のマスコミなどで AI が論じられるとき、第 3 節で指摘するように、AlphaGo の様な完全に人間から独立した知能として語られることが多い。要するに、鉄腕アトムのようなロ

ロボットとして語られるのである。

しかし、米国の AI スタートアップたちは、Ayasdi 社の様に、その全自動性を強調できる技術を持つ場合にでさえ、AI をアイアンマンや HAL の様なパワードスーツとして捉えているのである。

久米の DP[6]で強調されているように、米国 AI スタートアップの人々は、パロアルトなどのシリコンバレーに多く見られるメンタリティ、「変化は、社会を良くする善的なものである」、という信念を持つ人たちなのであり、AI が社会を善の方向に導くと信じていると思って、まず間違いないだろう。

しかし、社会のためにと考えて作られた技術が、人類に空前の災いをもたらすことがあることは、歴史、特に二つの世界大戦を経験した 20 世紀の歴史が証明しているところである。AI においても、同じような悪夢のシナリオが起きないという保証はなにもない。実際、著者が考えるところでは、第 3 節で論じるように、AI は、絶望的な格差の増大という結果を招く可能性が高いのである。そして、その悪夢の未来シナリオが起きると思われる主な原因は、近未来の AI がロボットでなく、パワードスーツであるからなのである。

2.3.3. 技術開発競争でなく既存技術による社会イノベーション

我々がインタビューした AI スタートアップに共通する第二の特長は、Ayasdi 社を例外として、特に新しい AI の基礎技術を開発して使っているわけではないということがある。

基礎技術（要素技術ともいう）は、既存のもので、それを如何に実用的に使って、現実の問題を解決するか、それが各社に共通する目標であり、これについては、アルゴリズムが新しく、それ自体が「売り」になっている Ayasdi でも実は同じであった。

この傾向が如実に現れていたのが、Sift Science 社へのインタビューである。そのインタビューで、同社の CEO は、次のように語ったのである：

- 良く聞かれるのが「どんな秘法あるんだい？」とか「秘密のアルゴリズムがあるんですか？」なんだけど、使っている機械学習技術は、全部ブログで公開してあるんだよね。＜中略＞どうってことない、教科書にでてるようなものばかりだよ。

この会社は、クレジットカードなどのユーザの支払が滞るパターンを AI で篩にかけ (sift)、それを最終的には人間がチェックして、危険なユーザを見つけ出すと言うサービスを提供している。

この方式自体が、先ほど説明したパワードスーツ型なのであるが、そのパワードスーツの部分が、良くある教科書に載っているような機械学習のアルゴリズムだというのである。

インタビューした 7 社の内、Ayasdi 社は、その会社独自の新しいアルゴリズムを使っており、その高性能アルゴリズムを持つことを上手に生かしたビジネスをしている印象を受けた。たとえば、インタビュー中、ある技術担当者からは、IBM Watson が、図書館司書のようなものだと思えば、それまで知られていなかった喘息のタイプを発見できたように、わが社の AI は研究者のようなものだ、という発言があった。

しかし、実は、この会社も、新しいアルゴリズムを持つことを、最大の売りにしてビジネス

をしているのではなくて、すでに発明したものを、如何に現実のビジネスに生かすかを最大の目的にしているという印象を受けた。先の、喘息の話も、我々が、色々と質問をする間に、思い出して、話してくれたものであり、それを大きな売りにはしていなかった。我々が質問する以前から、強調されていたのは、それまでは、非常に長い時間を必要としていた複数の医療関係者の集団的意思決定が、Ayasdi のシステムにより、極めて迅速に行えるということだったのである。

2.3.4. 研究開発ではなく社会イノベーションを支援する AI 政策が必要

米国の AI スタートアップたちは、新技術開発には重きを置かず、既存技術で社会を変えようとしている。これは、Watson や、AlphaGo の様な、「いままでにない AI」が牽引しているような印象を持ってしまい、第 3 次 AI ブームの報道による印象とは大きく異なる。

これは一部では良く知られている「日米のイノベーション像の相違」から来ていると考えられる。日本では、何か新しい技術を世界で最初に生み出すこと、それがイノベーションという印象が強いのだが、実は、米国では、これを「社会を変えること」と理解することの方が多いためである[16]。

技術は、その社会を変えるために必要な条件に過ぎず、既存の技術で社会を変えることができるのならば、新しい技術の開発に時間を取られているような暇はないというのが、米国のイノベーションの特徴であるといえる。つまり、social innovationこそが、米国にとってのイノベーションなのであり、そのイノベーションを担うのが、米国のスタートアップなのである。

この社会イノベーションを目指す米国スタートアップに当たるものが日本にないか、著者は、調査の間、様々な報道を調べたのであるが、殆ど見つけることができなかった。衣料販売関係で、米国スタイルの会社があることが分かったが、その一社以外に同様なものを見つけることができなかったのである⁸。

政府はアベノミクスの政策の一環として、AI 研究支援を打ち出しており、その影響は大学・研究所などのレベルでは大きい。しかし、米国のスタートアップたちの現況が示しているものは、さらに進化した AI を未来に向けて開発することは当然であるが、それよりも、現在使える AI で社会を変えていく、今すぐにそれに取り組むべきだということなのである。経済政策の一環として AI を政策に組み込むのならば、それは現在行っている様な、大学や研究所の研究への支援ではなく、例えば、魅力的な特区や支援制度を設けて、世界の先進的なスタートアップたちを日本に招き入れたり、日本発のスタートアップの誕生を支援したりすることの方が重要であろう。

以上で、著者、久米、戸田の調査で得た知見の紹介は終わりにし、次節で、本稿の主要な提言である AI による格差拡大の問題について論じる。

3. AI が生む新しいタイプの格差

我々の調査と、それより得た知見の概要を説明し終わったので、それを根拠として、AI

⁸ この会社には、戸田がコンタクトを試みたが成功しなかった。

の社会影響について論じる。

今回の調査を通して得られた知見の内、経済・産業政策に関するものは、既に、2.3.4 で述べた経済発展を促すための政策の転換の必要性がある。しかし、以下では、それより広い視点に立って、AI の影響について論じたい。

これから議論する、その影響とは、AI による格差拡大の問題と、反グローバリズムと AI との関係である。前者を、この節で詳しく論じ、後者を次節である第 4 節で短く論じる。

3.1. 問題は AI でなく AI を含む IT 全般である

AI が生む格差の問題を論じる前に、AI についての日本の報道などにみられる「誤解」を二つ指摘しておきたい。この誤解を持ったままでは、著者の論点が理解されない可能性が高いからである。本稿の読者の方々には、その様な誤解は無いかもしれないが、少なくとも経済報道などでは、これから記すような視点を見ることは少ない。そのため、念のために行う説明である。

まず、最初に解きたい誤解は、最近の「AI が仕事を奪う」という論調は、米国では、現在の AI ブーム以前から、IT 全般に対して言われていたものであるという事実である。

米国では、2011 年に出版された Brynjolfsson, McAfee によるベストセラー“Race against The Machine”[13]などにより、日本に米国の AI ブームが到来する前から、IT の故に、機械と競争する時代が来る（すでに来ている）、あるいは、「機械が職を奪う」という論調がひろがっていた⁹。

この Brynjolfsson, McAfee の論調は、AI に対してのものではなく、AI もその一部である IT 一般に対してのものだった。しかし、日本には、この様な論調が、AI ブームと共に到来し、例えば、オックスフォード大学の Frey, Osborne の論文[17]や、その日本版である、野村総合研究所の[18]などにより、「AI が仕事を奪う」という論調として流布したようにみえる。

しかし、問題は AI だけではないのである。実際、今言われているような AI の進化がなくとも、本稿で主張するような格差の問題は、IT の進化により十分起こりえる。最近、日本の AI ブームの牽引車の一つだった、NII の「東ロボくん」のプロジェクトが、目標だった東大合格を諦めたという報道があったが、たとえば、これなどを根拠にして、近未来の失業の危険性が薄まったとはいえないのである¹⁰。

当研究プロジェクトにおいて行ったアンケート調査[19]によれば、日本でのアンケート回答者は、テクノロジーの進化がもたらす労働への影響について「どちらともいえない」と回答するものが圧倒的であった。日本への AI ブームと、その脅威論の導入と、このことも

⁹ 松尾豊東大特任准教授は、第 3 次 AI ブームを、2013 年からとしているので[10]、この説によれば、[13]の出版は、第 3 次 AI ブーム以前ということになる。

¹⁰ 東ロボくんプロジェクトのリーダー新井教授から著者が聞いたところでは、同プロジェクトを始めた動機は、新井教授が著書[23]で行った「コンピュータが仕事を奪う」という警告に日本社会があまりに鈍感だったからであるという。ちなみに、この新井教授の著書の出版は 2010 年であり、2011 年の「AI が仕事を奪う」[13]より早い。

併せて考えれば、日本の、この「ぬるい反応」は、日本では、IT 化がアメリカほど進んでおらず、その脅威を肌で感じる機会が少ないからかもしれない。もし、そうならば、憂慮すべき状況と言えよう。

AI が世界最強の棋士に常勝することが当たり前になっている。しかし、AI チェス、AI 将棋、AI 碁の開発史と、これら AI の特性を技術的に分析すれば、「2045 年に（独立した）汎用人工知能が人間よりも賢くなる」という意味でのシンギュラリティが達成されそうな兆候は全くと言って良いほどない。AI チェスなどの成功は、長い地道な研究の上になされたものであり、ある日突然 AI が賢くなったのではない。確かに、直近の AI 碁の進歩には、飛躍的なものがあるが、遠くない将来、AI がこれらのゲームのチャンピオンを凌ぐであろうことは、AI 研究者にとっては、かなり以前から明らかだったのである。

その一方で、その様な「予感」を感じさせる様な研究・開発が、まったくと言ってよいほど存在しない知的分野は数多いのである。たとえば、数学研究を行う AI、上位校の大学入試本試験での記述式問題に高得点で解答できる AI、などには、ほとんど目途がついていないのである。経営を行う AI、これも同様である。東ロボくんプロジェクトが東大合格を諦めたように、世間が期待、あるいは、恐れる様な AI の実現が、現在の段階では難しいということが、これから次々に明らかになるはずである。

しかし、これは「ぬるい対応」をして、座して待つことにより、我々が未来に対処できるということ意味していない。シンギュラリティ論者が主張しているものとは、少し違った形ながら、「AI と人知が融合して、人類が別の次元に進化する」という意味でのシンギュラリティ、人間から独立・自立したロボット型の AI でなく、「パワードスーツ型 AI によるシンギュラリティ」が実現するのは、まず間違いがない様に思えるからである。我々が米国スタートアップで目にした AI が、それであり、その地道な進化の先に、パワードスーツ型の AI によるシンギュラリティを予想することは難しくないからなのである。

そして、このパワードスーツ型のシンギュラリティこそが、本節で、これから議論していく「能力格差の天文学的スケールの爆発」をもたらす可能性を持つものなのである。繰り返しになるが、本節で主張する新しいタイプの格差問題は、カーツワイルの意味でのシンギュラリティや、鉄腕アトムのような AI が、実現されなくても起き得る問題であり、また、その実現性が非常に高いものなのである。

3.2. 仕事を奪うのは AI でなく AI を所有する人である

先に二つの誤解を解きたいと書いたが、もう一つの誤解とは、AI が仕事を奪うのではないということである。AI は人ではないので、所有権を持たない。法人でさえない。それは飽くまで機械であり、ある人や法人などに所有されているモノなのである。そして、「AI が仕事を奪う」という風に言われるときの AI は、工作機械のような生産資本なのである。

つまり、「AI が仕事を奪う」の本当の意味は、「AI を生産資本（生産手段）として所有する法人、あるいは、人が、それ（ら）が所有する AI 生産資本により、AI 生産資本を十分持たない人々の仕事を奪う」なのである。

この様を書けば、この問題は、ラッダイト運動と呼ばれる打ちこわしの原因となった、産業革命の時代以来の自動化による人間の労働力の機械による代替の問題と変わらないことがわかるであろう。それは、まったく目新しいものではないのである。

しかし、その一方で、AI は、今まで人類が経験しなかった様な社会変化を引き起こす可能性ももつ。例えば、AI は、資本家が全く人間の労働力を必要としなくなるかもしれないという可能性を秘めている。また、たとえ、それが実現されなくとも、中馬たちが論じた様な「自己変化能」に満ちた、「学習エンジニア」(2.1.3 参照)が、AI を徒弟、あるいは、無給かつ無休の労働者として使い、労働市場での寡占者になるという可能性がある。

この二つのシナリオの内、「資本家が人間の労働者を必要としなくなる」というシナリオは、2.1.1 で紹介した、AI・ロボット研究者が楽観的にイメージする世界であるが、著者には、これが近い将来に実現するとは思えない。もちろん、意識を持つ様な AI が実現されれば、話は別であるが、その時には、本稿で行っているような議論ではとても追いつかないような大きな問題が起きるのであり、本稿では、そこまでの大変化についての考察はしていない。本稿での考察は、あくまで近い将来、たとえば、10年、20年の内に起きそうなことの考察に限定してある。この様な、本稿で意図的に無視した社会変化は、先に3.1で議論した人間を完全に代替するAIの誕生という意味でのシンギュラリティのことであるが、繰り返しになるが、これが近い将来、例えば、2045年に起きるとは思えないのである。そのために、これを無視するのである。

しかし、その一方で、著者は、別のタイプのシンギュラリティ、つまり、「AIと人知が融合して、人類が別の次元に進化する」は近い将来に実現するだろうと考えている。すでに起きつつあることから推測すれば、その影響が、誰の目からみても明らかになるのは、早ければ10年以内、遅くとも20年以内のことであろう。

そして、実は、このタイプのシンギュラリティの方が、社会への影響という意味では、人間を完全にリプレースするAIによるシンギュラリティより厄介なのである。というのは、2.3.2で紹介した、米国のAIスタートアップの楽観的善意によって進められている、人を超人的拡張知能 Augmented Intelligence に変える AI パワードスーツの開発は、その恩恵にあずかれる能力や資本を持つものには、自らの能力を人類史上前例のないほどの規模で高める機会を与えるが、その恩恵にあずかれないものには、つまり、AIを操る能力、それを次々に応用していく「自己変化能」に欠ける人には、格差、しかも、非人格的な富ではなく、自身の能力という人格的なものの格差として感じられることになるからである。

それが次に議論する、人工的能力格差の問題である。

3.3. 人工的能力格差：Augmented Intelligence が孕む可能性と危険性

現在のアメリカでは、超富裕層が、平均的な人々の数百倍、数千倍の年収を得る。そして、日本でも、同様なことが起きつつある。

この格差の問題は、世界的に大きな問題となっている。その論点の多くは、ウォール・ストリート占拠などの抗議の対象である過度の富の偏在や、所有する資本の差による所得

格差の問題[14]など、経済格差に関するものである。著者が懸念しているのは、この経済格差より対処が難しい個人の能力格差が AI で増幅される可能性である。

政府は 2017 年 5 月 23 日の経済財政諮問会議で新たな重点課題として「格差を固定化させない人材投資・教育」を追加した。これは、

(1) 経済格差⇒教育格差⇒能力格差⇒経済格差⇒…

という負のループを懸念してのことである。

東大の入学には、比較的高収入な世帯の子供が多い、これは塾や高校など、入学までの教育に対する投資額の差によるものだ、というような論調がある。それが客観的に正しいかどうかは別として、その様な認識は、[20]のタイトル『「東大生の親は金持ち」は本当だった！ もはや「教育格差絶望社会」なのか』に見られるような、機会の不公平感という強い負の感情を掻き立て、社会を不安定にする。

政府の新たな重点課題は、これを意識したものであり、親の経済格差により、その子供たちが受けることができる教育の質や量に格差が生まれ、それが子供の世代の能力格差を産むという懸念に基づいてのものであろう。もし、このフィードバック／ループの図式が正しければ、格差が固定化されるだけでなく、格差が増大することさえありそうである。日本政府の、この施策が、Autor 教授が引用したアメリカの **high school movement** のように功を奏せば、不公平感の軽減だけでなく、経済にも良い効果を果たすと思われるので、政府の、この施策の成功を祈りたいところである。

ところで、この政府の新重点課題が対応しようとする負のループの図式を、パワードスーツ型 AI を意識して再考してみよう。そうすると、今まで論じられたことがない大きな問題が浮かび上がってくる。

ロンドンオリンピックの金メダル記録を超えたドイツのパラリンピアン、マルクス・レームなど、義肢のような装具をつけたスポーツ選手が、生身のスポーツ選手より高い能力を発揮するという事例を聞くことが多くなっている。この様なサイボーグ化して生身の人間を超える能力を発揮する **Augmented Human**(拡張人間)の研究は、近年盛んになっており、そのことの労働の領域への影響も意識され始めている[21]。

本稿で論じているパワードスーツ型 AI というのは、マルクス・レームの義肢の知的バージョンというものであるので、「拡張人間」という用語にならない、「パワードスーツ型の AI で拡張された後の個人の能力」を「拡張能力」と名付けることにする。つまり、

(2) 拡張能力=個人が生身の人間としてもつ能力+個人が所有する AI の能力

である。

この等式の右辺の「+」は、単純な「和」ではなくて、両者が相乗効果を生むものである。たとえば、パワードスーツ型 AI の様なものを着込んでの活動が、生身の人間の脳を変化させることは、すでに **BMI** (**Brain Machine Interface**) や **Augmented Human** の研究で知られていることである。それがさらに、アニメ「新世紀エヴァンゲリオン」などの SF でテーマ化されている「パワードスーツを着て操れる生得的能力」という問題のパワード

スーツ型 AI 版の問題に発展する可能性は大きく、もし、本当に、そうであるならば、それが以下の議論をさらに複雑にすることは明らかである。しかし、著者の現在までの考察は、まだ、その問題にまで踏み込めていない。そのためと、経済格差が、より直接的に現れると思われる「所有出来るパワードスーツの性能の格差」に議論を限定することにより、議論を単純化するために、以下では「+」の両辺は、あたかも独立であるかのように扱う。

さて、前置きは、これまでにして、本論に入ろう。「拡張能力」という用語を使い、先ほどの負のフィードバックの図式(1)、つまり、

経済格差⇒教育格差⇒能力格差⇒経済格差⇒…

の「教育格差⇒能力格差」の部分で「拡張能力格差」に置き換えてみる。そうすると、次のようなループになる：

(3) 経済格差⇒拡張能力格差⇒経済格差⇒…

この図の「経済格差⇒拡張能力格差」の「拡張能力格差」を、その定義(2)の右辺で置き換えると、

(4) 経済格差⇒個人が生身の人間としてもつ能力+個人が所有する AI の能力

となる。そして、この式(4)は、

(4.1) 経済格差⇒個人が生身の人間としてもつ能力

(4.2) 経済格差⇒個人が所有する AI の能力

という経済格差の二つの影響が、AI をパワードスーツとして装着した個人の能力に及び、そして、それらの「和」により、その個人のパフォーマンスが決まることを意味していることが分かる。¹¹

この二つの経済格差の影響の内、前者は、字義通り、生身の人間の能力への影響であり、「経済格差⇒教育格差⇒能力格差⇒経済格差⇒…」のループの「教育格差⇒能力格差」に該当する。つまり、「教育格差によって生まれる能力格差」と同じ種類のものである。

こういう能力の格差には、自然条件から来る格差の上限がある。幾ら親が子供の教育に投資をしても、子供に資質がなければ、また、意欲がなければ、その成果には限りがある。

さらに言えば、人間には、寿命があり、また、老化による能力の低下もあるので、A という人の能力が、B という人の能力に比べて、2 倍、3 倍、4 倍、…と限りなく開いていくということはある。これが、やがて人は皆土にかえるというような、諦念による公平感を生む。

ところが、もうひとつの経済格差の影響先である「個人が所有する AI の能力」には、それが機械・人工物であるために自然条件から来る上限がない。ムーアの法則により、コンピュータ・ハードウェアの性能は、天文学的ともいべき進化を遂げたが、この「個人が所有する AI の能力」は、ムーアの法則の様な天文学的な技術進歩の恩恵を直接に受けることができるという点で、(1)の「経済格差⇒教育格差⇒能力格差⇒経済格差⇒…」のループにおける「能力格差」などと本質的に異なるのである。

¹¹ ここに「和」についての単純化が適用されている。

この部分が存在する故に、また、この部分が、天文学的に増強される可能性があるだけに、パワードスーツ型の AI により **augment** (拡張、増強) された個人の能力を考える時には、今までの「経済格差が生む教育格差の問題に対応するために教育の無償化を行う」というような対応が通用しないことは明らかであろう。

しかも、この問題は、未来の問題ではなく、すでに起こりつつある問題である。AI ブームの火付け役の一つである IBM ワトソンは、日本でも銀行などを中心に導入されている。そして、その導入費用は、大きい場合には億単位であり、最近になって漸く年間で千万円単位になり、また、さらに切り売りサービスにより、年間で百万円単位になってきている。

この年間百万点単位の費用が、企業・法人でなく、個人の単位で発生したらどうだろうか。大学入試の際に、受験生が IBM ワトソンを使うことは不正行為だが、個人事業主を念頭においた入札の際に、応募者の一人の個人事業主が IBM ワトソンのような AI にアクセスできる「能力」をもっていることが理由で、その個人事業主が選ばれるというのは現実的なシナリオである。

つまり、パワードスーツ型 AI を購入する費用を支払える人と支払えない人で、拡張能力が大きく違うことになる。経済力の差により、(2)式の次の下線部分に非常に大きな差がつくのである。

拡張能力=個人が持つ AI を使いこなす能力+個人が所有する AI の能力

より多くの資本を持つものが、より良い能力の強化の機会に恵まれることになる。この様に考えれば、AI は、個人の能力格差の増幅装置となる可能性が高いのである。

また、「自己変化能」[7]の様な極めて複雑で高度な能力の持ち主を、すべての人々が等しく持つと仮定することは、非現実的だと著者は考える。また、そのような人材の育成は、「読み書きそろばん」の様な、日本の教育システムや、後で言及する米国の **high school movement** によって生み出された人材の育成より、はるかにコストがかかり、また、難しいことであろう。従って、そういう能力が高い人たちが、そうでない人たちに比較して、能力差を、現在では想像できない度合いに増大させる可能性は高い。また、当然ながら、この問題に、今までの議論では無視した(4)式の「+」の両辺のインタラクションの問題を考えると、問題はさらに深刻化することが予想される。

以上の議論は、パワードスーツ型 AI で武装した人間が、そうでない人間に対して、飛躍的に、その能力を高めることができるだろう、それにより巨大な能力格差が生まれる可能性がある、というものである。それは、優れた性能のパワードスーツ型 AI を持つものが、より性能の低いパワードスーツ型 AI しかもたないもの、あるいは、全く持たないものに比べて、高い能力を必要とする仕事を得る機会が大きくなるだろうという議論であった。

そうすると、十分な AI を持たない労働者には、比較的低スキルで十分な労働が残されるかの様に見えるが、実は、そういう仕事も AI、そして、パワードスーツ型 AI で武装したスーパー労働者が奪う可能性がある。

総ての労働のタイプにそれが適用できるかどうかは断言できないが、「学習エンジニア」

が、単純作業を行う AI を徒弟として訓練し、無給かつ無休の労働者として使い、自分の代わりに、例えば、100 個の AI 徒弟に、その単純作業を行わせ、自分自身は、その監視と、コントロールにあたることをイメージすることは容易である。これは、従来の自動化が進んだ工場と、それほどの違いはないのであるから。

違いは、新たなアセンブリラインの構築に巨大な投資と長い時間を必要とする従来の自動化工場と違い、企業は、学習テクノロジーに長けた、一人の学習エンジニアを雇用することにより、100 名の工員を解雇し、それを AI 搭載の汎用ロボットに置き換えることにより、比較的安価かつ短い時間で、自動化・(ほぼ)無人化を達成できるというシナリオが考えられることである。

その場合、もちろん 100 台のロボットが必要となるが、学習エンジニアが、100 名分の工員の働きをするロボットを所有、あるいは、レンタルするか、工場側が用意するか、それは様々なパターンが考えられるだろう。しかし、どちらの場合も、一人の労働者が、100 名分の低スキル労働を独り占めにしてしまうのは同じことである。あるいは、その学習エンジニアが、企業に雇われた、労働者というシナリオもあるだろう。しかし、どの場合も、労働の寡占化が起きるのである。

パワードスーツ型の AI、つまり、現在、多くの米国スタートアップが開発をしている AI は、人間の能力格差の拡大を実現する可能性が高い。そして、この人工能力は生産手段のように金銭で取得可能であり、また、蓄積可能であるために、能力の寡占化が可能であり、それは労働の寡占化につながるのである。

この能力の寡占化は、あらゆる産業分野で起き得るのではないだろうか。AlphaGo で世界最強の棋士を破った DeepMind 社は、碁 AI の開発を打ち切り、他分野での AI 開発に転じると報道されている。DeepMind は、特定分野に限定されない **universal artificial intelligence** を目指していると言われている。

著者には、2045 年に人間の知能を AI が凌駕するという様なシンギュラリティを信じないが、人間の知性や知能に匹敵するもの、あるいは、AlphaGo の様に、人間を凌駕するのは、多くの分野で 2045 年ころまでには、実現するか、その実現性への道筋が見えてくる可能性はあるだろうと思っている。そして、やがては本当に、人間の総ての知性を凌駕するような AI が実現しても可笑しくはないとも思う。著者が、カーツワイルなどのシンギュラリティ論を信じないのは、単に、現状の技術を考えれば、2045 年では早すぎるというだけである。

その全面的なシンギュラリティが起きるか起きないか、起きるとしたら、いつ起こるかは別として、多くの産業分野で、労働の寡占を可能にする、パワードスーツ型 AI が実現したら、どうなるであろうか。

2.2.1 で紹介した Autor 教授の AI 楽観論を思い出してほしい。この説は、米国の農業人口が劇的に減少したが、それはトラクターやスプリンクラーなどの自動化による生産性向上の所以であり、余った労働力は、工業などの別分野に移転したのであり、何も良くない

ことは起きていない、それと同じことが、AI で起きるはずだという論調である。

確かに、米国の歴史においては、農業で減った分の労働力が、工場などに吸収されたのは事実である。Gilded Age の工場は、例え大幅に自動化が進んでも、膨張する産業が、それ以上に工員を必要としたし、完全に人間を排除するほどの自動化の技術は存在していなかったからである。

しかし、今回は違う。その労働力の移転先の殆どにおいて、独立型 AI や、パワードスーツ型 AI が、待ち構えている。一人で、生身の人間百人の働きをするパワードスーツ型 AI を身に着けたスーパー労働者が、他の労働者の仕事を奪うという現象、つまり、労働の寡占化が、ほとんどすべての産業分野で起きたら、Autor 教授の楽観的シナリオはなりたないのである。

Autor 教授は、その TED 講演[22]で、米国社会が、20 世紀前半のいわゆる“high school movement”という多大な投資を伴う「社会運動」により、その若年層を工業生産にマッチした人口にシフトさせることに成功し、それにより世界に冠たる工業国のステータスを築いたことを指摘し、今回も、同じことを起こすべきだと示唆している。

この“high school movement”では、教えるものは基本的な読み書き、算術、そして、コミュニケーション能力などでよかった。それは、大勢の、工場労働者や、ホワイトカラー、つまり、衰退が憂慮されている中流階層を生み出すための教育だったのである。

一方で、「自己変化能」は、経営者、クリエイター、アーティスト、研究者、スポーツ選手などの、それも優れた人々にだけ見られるような能力であり、「平均的中流」ではなく、「高いパフォーマンス故に、大きな収入を得る富裕層」を連想させるものである。

その様な能力を持つ者は、全人口の内の少数者であろう。また、そういう能力が、20 世紀の中間層の数ほど必要とされると考えるには無理があり、必要とされる数も少数であろう。

独立型 AI、パワードスーツ型の AI が、多くの労働を行う様な社会が実現された時、その時起きることは、能力の寡占化や、労働の寡占化による巨大な格差の出現だろう。これは、大きな社会問題になり、様々な法整備や、政府からの圧力、労働組会からの働きかけなどを生んだ、正規社員、非正規社員の格差に似た、しかし、その何千倍、何万倍もの大きな格差を生む可能性が高いシナリオなのである。

著者は、以上に記した様なシナリオが、必ず、我々を近未来に待ち受けているという気はない。未来を正確に予想することは出来ない。しかし、AI の進歩が、以上に記したシナリオのいずれかによく似た近未来をもたらすことだけは、確かだだろうと思う。

ただし、それによって起きるだろう社会問題は、米国が Gilded Age の富の寡占化により起きた、1877 年の鉄道ストライキなどの暴動を、政治や社会の力で克服したように、社会のよって回避できるものであることも確かだろう。

著者は、本稿の冒頭で述べたように経済学者ではなく、この様な問題の解決策を提言するには相応しくないが、次に、ロボットを資本と考え、その再配分を労働者にも行うとい

う、2.2.2 で紹介した Freeman 教授の提言を頼りに、この能力格差の拡大、労働の寡占化、という AI の負の社会影響への対抗策を考えてみたい。

3.4. AI の社会的影響への対抗策試案

著者が、前項で示した様な、能力や労働の寡占化ということ、を考える様になったのは、もちろん、2.3 で紹介した米国 AI スタートアップのパワードスーツ型 AI への志向を知ったことが、最大の理由であるが、理論的には、2.2.2 で紹介した、Freeman 教授の、経済格差の是正のために、生産資本であるロボットを労働者に再配分するというアイデアを知ったことが大きかった。

著者は経済学者ではなく、IT のバックグラウンドを持つ、人文学者であり、Freeman 教授のような、ロボットを資本として考えると言う様な思考方法には、慣れていなかったため、このアイデアは、実に新鮮なものに見え、それが、他の調査の結果を違う目で見直す契機になっていたのかもしれない。

いずれにせよ、その Freeman 教授のアイデアを、AI に、そのまま適用できることは明らかだろう。つまり、AI を資本と見なし、その再配分を行うのである。2.1.3 で紹介した、Google Cloud Platform は、まさに、この様な方向性、つまり、AI を独占せず、公共財にするということが、Google という私企業により行われているものだといえる。これは Gilded Age を克服できた米国の持つ伝統的強さというべきものかもしれない。

そして、その様な伝統に乏しい我が国においては、この様な生産資本としての AI の再配分、公共財化は政治と行政の仕事であろう。

その米国は、Progressive Era において、反トラスト法の様な、資本の際限の無い巨大化を防ぐ仕組みを導入している。AI による労働の寡占化においても、同様の取り組みは可能であろう。つまり、一人の労働者が行える労働の総量に上限を設けるのである。それは現在の様な、労働者を保護するための労働時間の上限の設定などとは異なり、一人の人間が引き受けることができる労働の延べ時間の上限でなくてはならない。つまり、100 の AI を使用して働くとしたら、その 100 の AI の稼働時間の総計で、労働時間を計算するのである。

いずれにせよ、先に述べた様に、著者は一介の人文学者に過ぎず、この様な経済学者が研究すべき問題には疎い。今後、経済学者を中心とした研究が進むことを強く望み、予想される AI の社会影響の一つ、格差の問題についての議論を終わる。そして、最後に簡単にはあるが、AI の可能な社会影響の一つ、AI が反グローバリズムを推進する可能性について書いて、本稿を終わろうと思う。

4. AI とグローバリズム、反グローバリズム

本節で紹介する、「AI が反グローバリズムを後押しするかもしれない」という考えは、調査中に尋ねた、あるスタートアップのエンタランスに、アジアのメガバンクのエンブレムが、複数展示されているのを見た時に考え付いたことである。

そのスタートアップは、サン・フランシスコ市の街中にある。そして、これらのエンブレムは、その会社が、アメリカの地から、それらアジアのメガバンクにサービスを提供し

ているということを示唆していた。

米国アップルの iPhone の生産が中国で行われ、ソフトウェア生産が、インドで行われるというオフショアリングの現象は、グローバリズムの一つの象徴であった。

しかし、このスタートアップの場合、アジアの金融機関が、米国にオフショアリングしているのである。

米国などが中国などにオフショアする理由としては、安価な労働力の存在が第一の理由として挙げられて来た。しかし、中国の労賃が上昇した、最近では、中国にオフショアする理由として、そのスピード感をあげることがある。つまり、新たなアセンブリラインを立ち上げるとき、中国においてならば、米国内では、実現不可能なスピードで、アセンブリラインに必要な人員を集めることができるというのである。

もし、労働者を AI に置き換えたら、この中国の強みとしての、労賃の安さ、スピード感のある労働者の確保を巡る状況は、どう変化するであろうか。

AI には労賃を支払う必要はないから、中国で AI を稼働させるのと、米国で AI を稼働させるのにかかる費用が、大きく違うとは思えない。むしろ、IT インフラが整っているカリフォルニアで AI を稼働させる方が安くつく可能性さえあるだろう。

また、迅速な労働者の確保というのも、AI が、その労働者なのであれば、新しいアセンブリラインのための労働者の確保の問題は、新アセンブリラインのために、AI を訓練、あるいは、チューニングできる、優秀な学習エンジニア、AI エンジニアを確保できるかという問題に変わる。そして、その様なエンジニアを最も多く擁しているのは、まちがいなく、米国カリフォルニア州なのである。

この様なシナリオは、中国に対する貿易の不均衡を非難するトランプ政権のような反グローバリズムを後押しすることは事実である。現在の技術では不可能であるが、もし、AI とロボティクスの発展が、中国の本土の鴻海精密工業の工場労働者を置き換えることができるようになれば、鴻海が中国本土に工場を置く理由はなくなる。それを置く、より適した場所は、優秀な AI エンジニアを得られる米国カリフォルニア州になるはずである。それにより反グローバリズムからの圧力をかわせもするのであるから。

米国は、シェールガス、シェールオイルの採掘技術の発明により、将来のエネルギー自立の可能性を手に入れている。AI とロボットの進歩は、第二のシェール革命の意味を持つ。つまり、それは米国外へのオフショアリングの必要性を著しく低下させる可能性を秘めている。米国はトランプ政権が象徴する新モンロー主義の時代に突入できる技術的条件を手に入れようとしているかのようである。

残念ながら、日本におけるシェール革命は起こせない。その様な資源が存在しないから、当然である。しかし、AI ならば別である。米国のように多くの優秀な AI エンジニアを擁することができるのであれば、再び日本の産業競争力を復活させ、世界のオフショアリングの目的地になることさえ、理屈上は不可能ではない。しかし、残念ながら、現実には、松尾東大准教授が、「日本の企業は勝ちに行こうしていない」嘆くように、反対の方向に向かおうとし

ているかの様である。

AI、そして、IT は、大きく世界を、より良い場所に変える潜在力と、人類に大きな災いをもたらす、正負双方の巨大な力を秘めた技術である。今度も、その力の動向に常に目を光らせる必要があることを指摘して、本稿を終わる。

5. 引用文献

- [1] 林晋, 黒川利明, “二つの合理性と日本のソフトウェア工学,” *科学技術動向*, 2004 年, 9 月号.
- [2] 林晋, “情報通信技術と「思想」 —科学技術の能力としての「思想」—,” 2006 年, 10 月号.
- [3] 林晋, “日本の危機としての I T 人材問題,” *科学技術動向*, 2008 年, 7 月号.
- [4] 林晋, “あるソフトウェア工学者の失敗,” 2015,
<http://www.shayashi.jp/myfailures.pdf>.
- [5] 林晋, “第 9 章 情報産業——日本の IT はなぜ弱いのか,” *イノベーション政策の科学: SBIR の評価と未来産業の創造*, 山口栄一編, 東京大学出版会, 2015.
- [6] 久米功一, “人工知能ビジネスが社会経済に与える影響とその展望—米国ヒアリング調査から,” *RIETI ポリシー・ディスカッション・ペーパー*, 2017 年 3 月 17-P-005, 2017.
- [7] 久米功一, 中馬, 林, 戸田, “人工知能等の新しいテクノロジーを活かす能力とは何か 自己変換能と情報提供・働き方の変化に対する態度に関するアンケート分析,” *RIETI ディスカッション・ペーパー*, 2017 年 8 月 17-J-053, 8 2017.
- [8] 中島秀之, *知能の物語*, 公立はこだて未来大学出版会, 2015.
- [9] 湯川鶴一, “人の心を知るためにロボットを研究する (前編) ,” 2014. 12.24.
<http://www.mugendai-web.jp/archives/2473>.
- [10] 松尾豊, “人工知能に関する技術動向と産業分野への利用可能性,” *産業構造審議会 新産業構造部会 (第 2 回) 配布資料 資料 5*, 2015.
- [11] D. H. Autor, “Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation,” *Journal of Economic Perspectives*, Vol.29, No.3, pp. 3-30, 2015.
- [12] JETRO, “平成 19 年度 コンサルタント調査 米国の農業と農業政策の現状,” 日本貿易振興機構、輸出促進・農水産部, 2008
https://www.jetro.go.jp/ext_images/jfile/report/05001523/05001523_001_BUP_0.pdf#E8.BE.B2.E6.A5.AD.E7.94.9F.E7.94.A3.
- [13] E. Brynjolfsson , A. McAfee, *Race Against The Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy*, Lightning Source Inc., 2011.

- [14] T. ピケティ, 21世紀の資本, みすず書房, 2014.
- [15] R. B. Freeman, “Who Owns the Robots Rules the World,” *Harvard Magazine*, May-June, 2016.
- [16] The Council on Competitiveness, “Innovate America: Thriving in a World of Challenge and Change,” 2005.
- [17] C. B. Frey, M. A. Osborne, “The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation?,” Oxford University, Martin School, 2013.
- [18] 野村総合研究所, “日本の労働人口の49%が人工知能やロボット等で代替可能に,” 2015.2.15.
- [19] 戸田淳仁, 中馬, 林, 久米, “テクノロジーの進化による不安の背景分析,” *人工知能が社会に与えるインパクトの考察: 文理連繋の視点から*, RIETI ディスカッション・ペーパー, 2017年8月 17-J-049, 2017.
- [20] キャリコネ編集部, “「東大生の親は金持ち」は本当だった! もはや「教育格差絶望社会」なのか,” 2015.2.4, <https://news.careerconnection.jp/?p=6969>.
- [21] 日本経済新聞社, “人間の能力も拡張 AI 普及仕事どうなる 東大・暦本教授に聞く,” 2017.8.7. <https://www.nikkei.com/article/DGKKZO19656510U7A800C1TCL000/>
- [22] デイヴィッド・オートー, *TED 講演 自動化で人間の仕事はなくなるのか?*, TEDxCambridge, MA: TED LLC, 2016.
- [23] 新井紀子, *コンピュータが仕事を奪う*, 日本経済新聞出版社, 2010.