

2023年12月8日 全11頁

生成AIが日本の労働市場に与える影響①

労働市場に与えるメカニズムの整理と米国の研究や事例からの示唆

経済調査部 主任研究員 新田堯之

[要約]

- 生成AIが多くの職業の生産性を向上させるとの期待が高まっている。一方、雇用喪失や格差拡大といった懸念もしばしば指摘される。この問題意識を背景に、以降、3回に分けて、生成AIが日本の労働市場に与える影響を議論する。今回のレポートでは、生成AIが労働市場に与えるメカニズムの整理と、米国の研究や事例からの示唆について述べる。
- 生成AIを含めた新たな技術が雇用に影響を与えるためには、まずその技術が社会に受け入れられる必要がある。その前提条件としては、①政治的に受け入れられる、②自動化可能なタスクが存在する、③労働コストに比べて十分に安い、ことが挙げられる。現状の日本では、生成AIはこれらの前提条件を既に満たしている公算が大きい。
- その上で、新しい技術が雇用に与える影響がプラスなのかマイナスなのかは、新たな技術が労働者の仕事を補完および支援する力がより強い「労働補完技術」、あるいは労働者にとって代わる力がより強い「労働置換技術」のどちらの要素が強いかで決まる。さらに、雇用の増加が労働者の待遇向上につながるためには、労働者側に一定の立場の強さが必要である。
- 生成AIの開発や活用などが先行している米国の研究や事例を整理すると、生成AIはいわゆるホワイトカラーのタスクに与える影響が強い傾向がある。また、労働市場の流動性が高い米国では、生成AIはエンジニアなどの雇用を創出する一方、テック業界や一部のフリーランサーへの雇用の悪影響が既に顕在化している。
- 次回以降のレポートでは、第二弾として、生成AIの普及が日本の労働市場に与える影響を定量的かつ包括的に分析する予定である。具体的には、職業ごとにタスク全体のうち生成AIが自動化可能な割合を示す「自動化対象率」を試算し、様々な分析を実施する予定である。また第三弾では、生成AIが雇用の代替や補完に及ぼす影響を詳細に議論した上で、日本が生成AI時代に対応するための政策を提案する。

1. はじめに

2022年11月30日に米国のOpenAI社がChatGPTを公開してから1年が経過した。公開当初からChatGPTで使用可能であったGPT-3.5を利用できる場面は比較的限られていた。ところが、2023年3月に新モデルのGPT-4が公開されると状況は一変した。GPT-4は質疑応答やプログラムの生成など幅広いタスクに関して、GPT-3.5より遥かに高い精度で実行できるようになったのである。GPT-4のテクニカルレポート（OpenAI(2023)によれば、GPT-4は米国の司法試験¹で上位10%に入る得点を達成し、下位10%ほどであったGPT-3.5から大幅に成績が向上した。その後のアップデートでも、ChatGPTはデータ分析、画像や音声入力への対応など活躍できる範囲が急速に拡大した。ChatGPT以外では、OpenAI社が従来以上に自然な画像を生成するDALL·E3を公開するなど、この1年間は文章や画像などを生み出す「生成AI²」が数多く公開された。ゆえに、2023年は「生成AI元年」と称することができるだろう。

こうした動きの中で、生成AIが多く職業の生産性を向上させるとの期待が高まっている³。一方、生成AIによる雇用喪失や格差拡大といった懸念もしばしば指摘される。この問題意識を背景に、以降、3回に分けて、生成AIが日本の労働市場に与える影響を議論する。

第一弾の本レポートでは、生成AIを含めた新たな技術が労働市場に与えるメカニズムを示した上で、日本の現状位置を確認する。さらに、生成AIの普及が先行する米国の研究や事例を紹介する。

第二弾のレポートでは、日本において生成AIの影響を受けやすい職業などを定量的かつ包括的に分析する。このテーマに関する日本での議論は、しばしば著者の主観や知識、経験などに基づく定性的なものにとどまる。そこで、第二弾のレポートでは「自動化対象率」という新しい概念を導入して定量的な分析を実施する。「自動化対象率」とは、ある職業のタスクのうち、生成AIによって自動化可能な割合を指す。この「自動化対象率」を第二弾のレポートでは職業ごとに試算した上で、様々な分析を実施する予定である。

最後の第三弾のレポートでは、生成AIが雇用の代替や補完に及ぼす影響を詳細に議論した上で、日本が生成AI時代に対応するための政策を提案する。

¹ 正確には米国のリーガルテック企業であるCasetextとStanford Center for Legal Informatics(CodeX)が司法試験をシミュレートした。

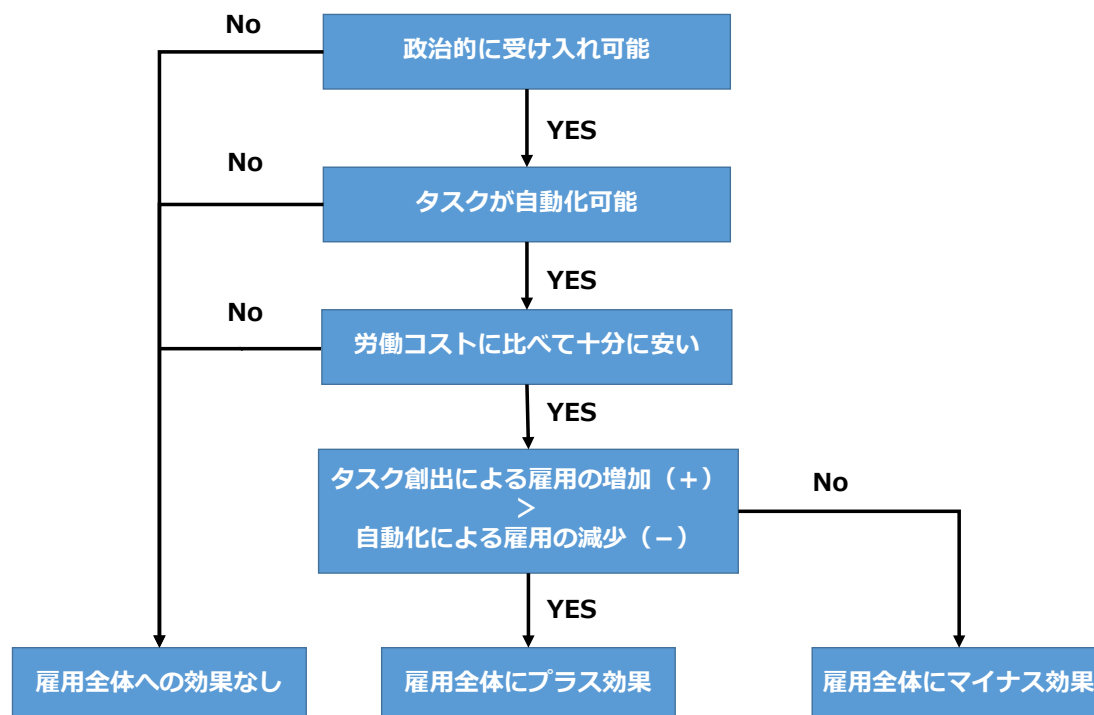
² 生成AIには、ChatGPTをはじめとする「大規模言語モデル(LLM, Large Language Model)」やDALL·E3などの「拡散モデル(Diffusion Model)」などが含まれる。

³ 例えば、Noy and Zhang(2023)の研究では、大学卒の学位を持ち、マーケティング担当者やコンサルタントのような専門職に従事する453人に、プレスリリースや電子メールの作成等のタスクを与えた。その上で、ランダムに選んだ半数にChatGPTを提供し、これが作業効率に与えた影響を検証した。その結果、ChatGPTを活用したグループは、タスク完了時間が40%短縮され、さらに内容の充実度や独自性という点における評価も上昇した。

2. 新しい技術が労働市場に影響を与えるメカニズム

ここでは、新しい技術が雇用や給料に与える影響を整理する。経済学および歴史的な議論⁴を踏まえると、新しい技術が雇用に与える影響は**図表1**のフローチャートのように整理できる。

図表1：新しい技術が雇用に与える効果のフローチャート



(注) より厳密に言えば、タスク創出による雇用の増加 (+) と自動化による雇用の減少 (-) が一致した場合、雇用全体に与える効果はゼロであるが、図表からは省略した。

(出所) 各種資料より大和総研作成

2-1. 新しい技術が雇用に影響を与える前提条件

新しい技術が雇用に影響を及ぼすためには、いくつかの前提条件をクリアしなければならない。第一に、新しい技術が政治的に受け入れられる必要がある。そうでなければ、新しい技術の使用が制限、あるいは禁止される場合がある。

歴史を振り返ると、新技術が権力者の権力基盤を脅かしかねない場合、権力者は当該技術の普及を阻止する事例が見られた。例えば、英国の聖職者および発明家であったウィリアム・リーは、1589年に自ら発明した靴下編み機の特許付与を目的にエリザベス1世に謁見した。しかし、手編み産業で働く国民が失業するリスクを恐れ、エリザベス1世は特許を認めなかったという⁵。こうした出来事は歴史の中の話ではない。現在でも中国では、「グレート・ファイアウォール」と呼ばれるインターネット検閲システムにより、GoogleやFacebook、Instagram、LINEなど様々なインターネットを介したサービスへのアクセスが遮断されている。

⁴ Acemoglu and Johnson (2023) や Frey (2019), Autor et al. (2023) などの文献を参考にした。

⁵ KNITTING TOGETHER THE HERITAGE OF THE EAST MIDLANDS KNITTING INDUSTRY William Lee (1563-1614)
(URL : <https://www.knittingtogether.org.uk/behind-the-scenes/the-people/william-lee-1563-1614/#:~:text=His%20efforts%20resulted%20in%20the,in%20the%20hand%20knitting%20industry.>)

他には、国民を保護するために国家が新しい技術を制限・禁止する場合もある。例えば、2001年に施行された日本のクローン技術規制法⁶では、「人の尊厳の保持、人の生命及び身体の安全の確保並びに社会秩序の維持（中略）に重大な影響を与える可能性があることにかんがみ」（第1条）、当時新しかったクローン技術に対し、人間等の作成を禁止するなど厳しい規制を敷いた。

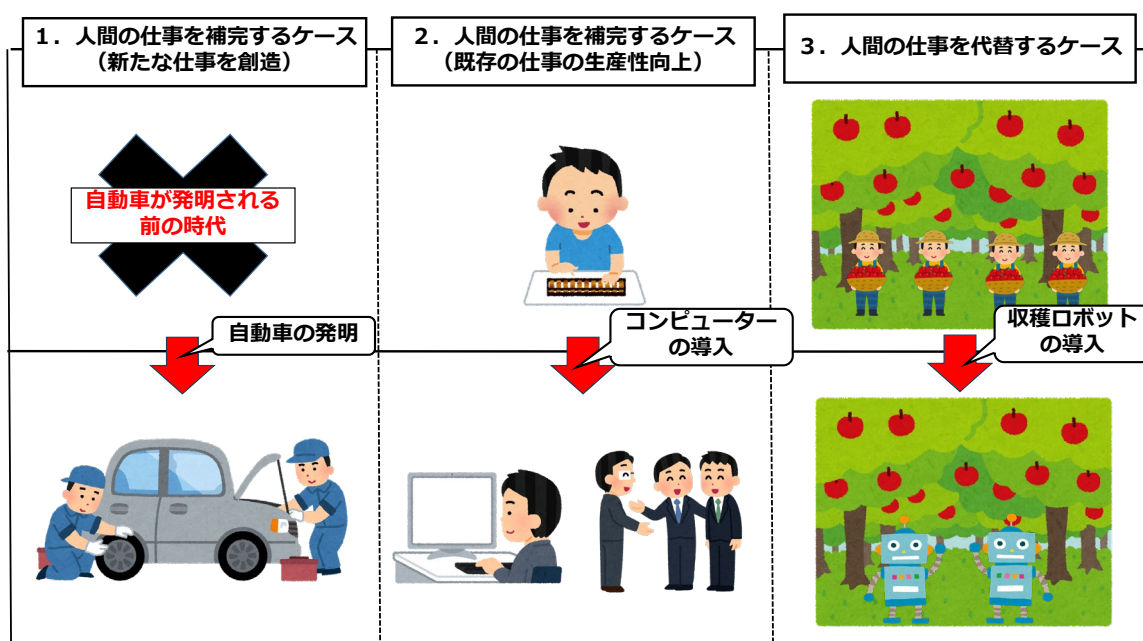
第二の条件は、タスクが技術的に自動化できるかどうかである。例えば、航空券の予約は過去には手書きで記録していた時代もあった。しかし、IT化が進んだ現在ではコンピュータがその業務を担っている。一方、ものを掴む、ねじるなど細かい身体的な動作は現状ではAIの苦手分野である。それゆえ、美容師のような手先の器用さが求められる職業のタスクは、現在の技術では自動化が難しいだろう。

第三の条件は、人件費と比べて、新たな技術のコストが十分に安いことである。例えば、銀行が近年インターネットバンキングを推進している目的の一つは人件費の抑制とされる。反対に、ある家具工場で、従来3人の工員が10個の椅子を生産してきたタスクを、1台当たり1,000億円の産業用ロボットで置き換えることは、コストに見合うメリットが得られず現実的ではなからう。

2-2. 労働補完技術と労働代替技術のどちらの要素が強いか重要

これらの前提条件を満たした場合、新たな技術はどのように雇用に影響を及ぼすのだろうか。その結果は、新たな技術が労働者の仕事を補完および支援する「労働補完技術」、あるいは労働者に取って代わる「労働置換技術」のどちらの要素が強いかで決まる。（図表2）。

図表2：新たな技術が人間の仕事を補完および代替するケースの整理



(出所) 大和総研作成 (イラストはいらすとや (<https://www.irasutoya.com/>) による)

⁶ e-GOV 法令検索「ヒトに関するクローン技術等の規制に関する法律」
(URL : https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=412AC0000000146_20220617_504AC0000000068)

新たな技術が労働補完技術の場合

新たな技術が労働補完技術の場合は、まず新たな仕事が創造されるケースがある（図表 2 左）。すなわち、新しい技術やイノベーションは、新たな仕事や役割を生み出すため、これに伴い新たな雇用の機会が生まれる。

例えば、20 世紀前半の米国の自動車産業は、電気や内燃機関の実用化という時代背景の中で生まれた。この時代に、各生産工程で使われていた様々な機械を限られた蒸気機関とつないでまとめて駆動する従来の生産方式に代わって、個々の小型モーターで駆動する新しい生産方式が確立した。これにより、生産工程の最適配置が可能となり、生産効率が劇的に高まった。結果として一部の熟練工は職を追われたものの、内燃機関や新しい生産方式の導入により、それらを適切に扱うためのスキルが必要となり、より大勢の作業員が必要になった。さらに、自動車メーカーでは管理職や販売員などの雇用も増加したほか、トラックの運転手やガソリンスタンドの店員など新たな職種を生み出した。このように、自動車という新技術は多岐にわたる雇用を創出し、豊かな中間層の創出に寄与したのである⁷。

また、新たな技術が既存の仕事の補完するケースも指摘できる（図表 2 中央）。一例として、従来紙や鉛筆、そろばんを用いたタスクを行ってきた会計士を想定する。この会計士は新たに導入されたコンピュータを用いて従来のタスクを短時間で終わらせ、新しい顧客の開拓などより付加価値の高い業務により多くの時間を割けるようになった。このプロセスでビジネス規模が拡大すれば、会計士の追加採用など雇用が増加する可能性もある。ただし、雇用を増やす中心的な役割は、先ほどの新たな仕事が創造されるケースが果たすとされる。

新たな技術が労働置換技術の場合

反対に、新たな技術が労働置換技術のケースでは、人間が従来こなしてきたタスクを自動化し、労働者が機械に代替される（図表 2 右）。

例えば、あるリンゴ農園では、従来は手作業でリンゴを収穫していたと仮定する。ある日、農園の経営者は収穫ロボットを導入した。このロボットは非常に安価で簡単に導入でき、人間以上に速く、正確にリンゴを収穫できる。それゆえ、この農園では、新たに導入された収穫ロボットがリンゴの収穫作業を全て担うようになった。このように、新たな技術の導入がこれまでの作業を自動化し、人間を代替することがある。

歴史上、新技術による自動化が雇用に強いマイナスの影響を及ぼした事例の一つとして、英国の産業革命が挙げられる⁸。この時代は、蒸気機関の導入により、高賃金の熟練工による作業が機械に代替された。他方で、蒸気機関を用いた機械の導入に伴い作業工程が見直され、従来は高賃金の熟練工が担っていたタスクが機械の操作に単純化された。これにより、低賃金で雇える子どもや女性が単純作業に従事するようになった。この変化は、生産のコスト削減と効率化を

⁷ Acemoglu and Johnson(2023)やFrey(2019)を参照

⁸ 同上

もたらし、産業革命の推進力となった。しかし、同時に熟練工の失業と貧困層の拡大という社会問題も引き起こした。

新たな技術の多くは、タスクの創出効果（雇用にプラス）とタスクの自動化効果（雇用にマイナス）の二面性を持つ。どちらの面が強いのかは、技術が持つ特性や、新たな製品の市場とそれにより必要となるスキル、労働市場の構造などに依存する⁹。米国の産業革命では、中程度のスキルを要する労働補完技術の力が強かったため、農家などから大量の雇用を吸収しながら雇用を増やすことができた。一方、英国の産業革命では、高賃金の熟練工を代替する労働置換技術の要素が強かったため、自動化による雇用喪失が大きかったのである。

2-3. 雇用増が待遇の向上につながるためには労働者の立場の強さが必要

ここで留意すべきは、新技術により新しい仕事が増えたとしても、労働者がより良い待遇が得られるとは限らないことである。

英国の産業革命期の工場では、10歳に満たない子どもが新技術であった紡績機の切れた糸をつなぐ仕事などに従事していた。しかし、当時は労働者の法的保護が弱く、しばしば弱い立場に置かれていた子どもは、低賃金ながらも過酷な労働条件で働くこともあったという。この実態をエンゲルスは『イギリスにおける労働者階級の状態』という本で、「中央委員会の報告によれば、製造業者が雇い始めた子どもの年齢は、まれに5歳、しばしば6歳、多くは7歳、一般的には8歳から9歳であった。労働時間は、食事時間や休憩時間を除いて、しばしば14時間から16時間におよんだ。製造業者は、監督者が子どもを鞭打ち、虐待することを許し、自らも積極的にそうした行為にしばしば加担した。」と記している¹⁰。

一方、現代のソフトウェアエンジニアは、特に米国では巨大IT企業をはじめとした需要が強い。その結果、引く手あまたである彼らの賃金や待遇は他の職業と比べてかなり良い。米国の求人情報サイトである Levels.fyi によれば、同国のソフトウェアエンジニアの年収中央値は17万米ドル¹¹（約2,550万円、1米ドル=150円として計算（以下同様）、賞与や各種手当を含む）にのぼるといふ。

このように、雇用が増加した場合に、労働者が果実を得るためには、労働者側にも強い交渉力を持つなど一定の立場の強さが必要となると考えられる。

⁹ なお、Acemoglu and Johnson(2023)によれば、生産性の向上が必ずしも労働需要の増加に結びつかないことが明らかにされている。彼らは、企業にとっての重要な要素は、追加された一人の労働者による生産量の増加分、すなわち「限界生産力」であるとしている。これは、新技術を導入して生産性が向上した場合でも、追加的な労働投入が生産性を高めない状況では、企業が雇用を増やさない、あるいは減らすこともあり得るということの意味している。

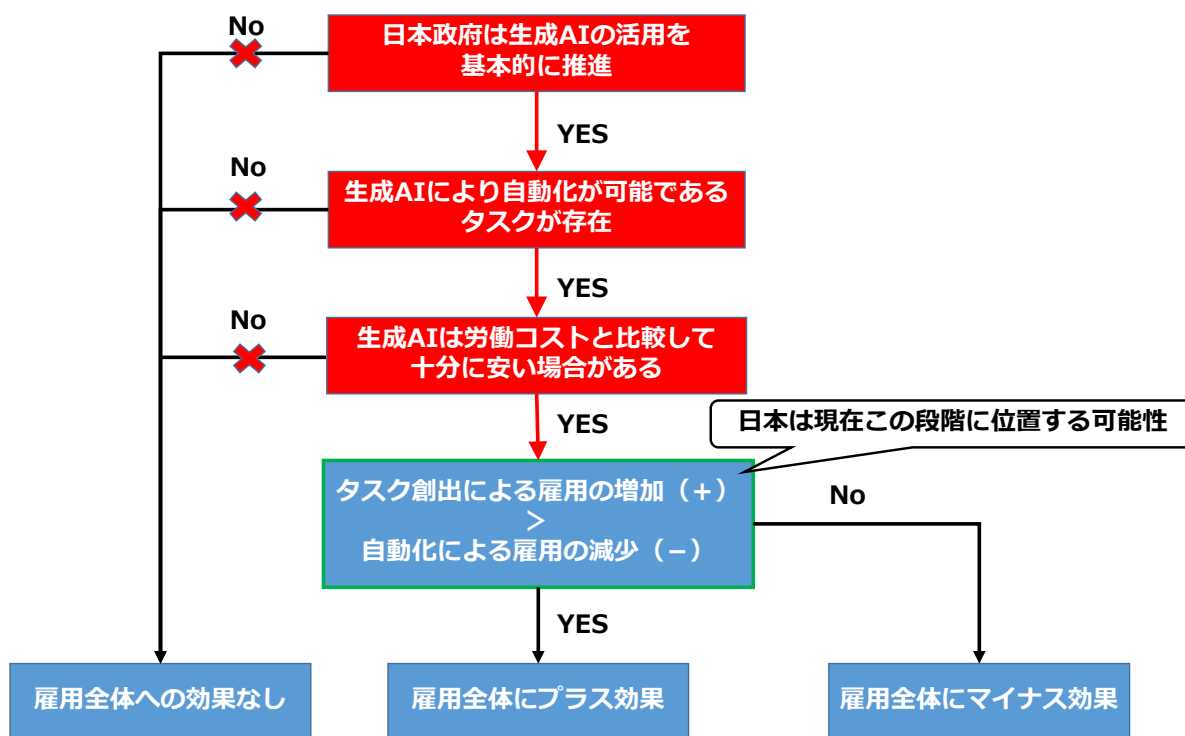
¹⁰ Friedrich Engels “Condition of the Working Class in England”（英訳版）
（URL：<https://www.marxists.org/archive/marx/works/download/pdf/condition-working-class-england.pdf>）、原文は1845年にドイツ語で出版された。本レポートでは、1887年にニューヨーク、1891年にロンドンで出版された英訳版をベースにしたものを参照した。日本語訳は大和総研。

¹¹ Levels.fyi Software Engineer Salary（2023年11月時点）
（URL：<https://www.levels.fyi/t/software-engineer?countryId=254>）

3. 生成 AI は日本の雇用に影響を与える前提条件を既に満たしている公算大

これまでに示したフレームワークに沿うと、日本における生成 AI は、①政治的に受け入れられる、②自動化可能なタスクが存在する、③労働コストに比べて十分に安い、という前提条件を既に満たしている公算が大きい（図表 3）。

図表 3：生成 AI が日本の雇用に影響を与える前提条件を満たしている公算大



(注 1) 本図表は図表 1 をベースに日本の現状を反映させたもの。

(注 2) タスク創出による雇用の増加 (+) と自動化による雇用の減少 (-) が一致した場合、雇用全体に与える効果はゼロであるが、図表からは省略した。

(出所) 各種資料より大和総研作成

第一に、日本政府は生成 AI を基本的には受け入れ、その利用を推進する方針のようである。例えば、「新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画 2023 改訂版」（令和 5 年 6 月 16 日閣議決定）では、AI の利用の促進に関する項目の中で、「生成 AI の普及を見据え、AI の基礎知識等、AI リテラシー教育も充実させる。」と述べている。

さらに、AI の開発力の強化という項目では、「日本の研究水準の維持・向上、イノベーションや新規産業の創出等のためには、速やかに生成 AI に関する基盤的な研究力・開発力を国内に醸成する必要がある。」との方針を示している。

もちろん、日本政府は生成 AI が社会にもたらしかねない不安やリスク、安全保障上のリスクへの対応を進めている。ただ、総じてみれば、日本政府は生成 AI の普及自体は受け入れており、その開発を積極的にサポートしていると思われる。

第二の自動化可能なタスクに関しては、既に様々なメディアで指摘される通り、文章や画像、

プログラムコードの生成、アイデア出しなど広範なタスクを自動化できる。もちろん、現在の生成 AI は事実に基づかない情報をときおり出力するハルシネーション（幻覚）という問題を抱えている。このため、生成 AI が人間の仕事を完全に代替することは難しい。それでも、生成 AI は、タスクの全てではないにせよ、時にはかなりの部分を自動化し、完了までの時間を短縮させる存在である。

第三のコストに関しても、生成 AI は比較的安価である。2023 年 11 月現在、OpenAI 社の GPT-3.5 は ChatGPT を通じて無料で利用できるほか、Meta Platforms（旧 Facebook）社の Llama 2 も無料で利用できる。また、有料版の ChatGPT では月額 20 米ドル（約 3,000 円）で GPT-4 や DALL・E 3 のほか、データ分析、最新情報を回答するウェブブラウジングなどの機能が利用できる。もちろん、こうした生成 AI の機能はパソコンやスマートフォン、インターネットがなければ利用できない。しかし、現代の日本ではこれらは一般的であり、生成 AI を利用する上での大きなハードルになることはないだろう。

4. これまでの議論の整理および米国を対象にした研究や事例の紹介

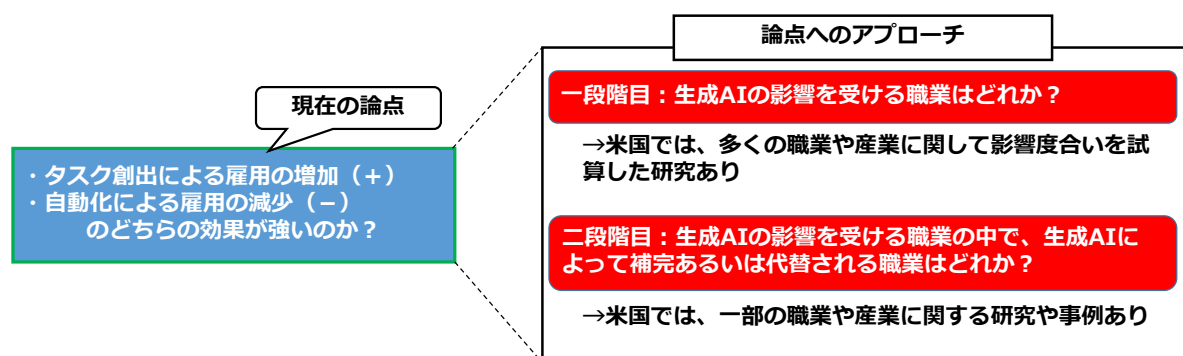
4-1. これまでの議論の整理

これまでの議論を踏まえると、現在の論点は、「タスク創出効果と自動化効果のどちらが強いのか」という点であろう。しかし、これを直接に示すのはかなり困難である。

そこで、本シリーズでは、一段階目：「生成 AI の影響を受ける職業はどれか?」、二段階目：「生成 AI の影響を受ける職業の中で、生成 AI によって補完あるいは代替される職業はどれか?」と 2 段階に分けて議論するアプローチを取る。日本に関する分析は詳細になるため、一段階目に関しては第二弾のレポート、二段階目については第三弾のレポートで扱う予定である。

本レポートでは、各段階について、生成 AI の普及が進み、労働市場の流動性が高い米国の研究や事例を整理する。

図表 4：新たな技術が人間の仕事を補完および代替するケースの整理



(出所) 各種資料より大和総研作成

4-2. 米国を対象にした研究や事例の紹介

生成 AI が各職業に与える影響（一段階目）に関しては、米国では ChatGPT を開発した OpenAI 社とペンシルベニア大学の研究(Eloundou et al. (2023))が既に発表している。この研究では、各職業のタスクごとに生成 AI の影響を受ける割合について、人間と AI (GPT-4) に判断させた。結果として、米国の労働者の約 80% が少なくともタスクの 1 割、また約 20% が少なくともタスクの 5 割で影響を受ける可能性があるとして分析された。職業別では、会計士、数学者、税理士、ライター・作家、翻訳者、ウェブデザイナー、ジャーナリストなどいわゆるホワイトカラーの職業のタスクがより多くの影響を受けるとの結果であった。他方、身体的な動作や機械の操作を伴う職業、具体的にはレンガ職人、バイク整備士、大工、オイル・ガス掘削機操作者などへの影響はゼロであった。賃金との関係では、賃金が高いほどタスクが自動化される割合が高いという関係が観察された。

次の段階の議論（二段階目）に関しては、米国では生成 AI が新たなタスクを創造したケースも散見される。米国の求人情報サイトである [インディード](#) で、職務説明に生成 AI (Generative AI) という単語を含む求人を検索すると、AI エンジニアやリサーチ・サイエンティストに加え、AI 戦略を立案するコンサルタント、デジタル倫理と AI の安全性に関するマネージャーのほか、プロンプトエンジニア (生成 AI から適切な回答を引き出すための命令文を作成するエンジニア) などが結果に並ぶ。

他方、同国では生成 AI が雇用を代替する事態も発生している。米国の雇用調査会社チャレンジャー・グレイ・アンド・クリスマスが集計によれば、米国企業において AI を理由とした人員削減は、2023 年 1～8 月にかけてテック企業を中心に約 4,000 人にのぼったという¹²。この中には、教育テック企業である Chegg の事例も含まれているとみられる。学校の課題支援サービスが ChatGPT と競合した影響もあり、同社は 2023 年 6 月に全従業員の 4% に当たる 80 人を解雇した¹³。このように、生成 AI がビジネスモデルへの影響を通じて雇用を減らす事態が起きたのである。

一部の職種や勤務形態に対しては、米国では既にデータ分析を活用したより厳密な分析が実施されている。例えば、Xiang et al. (2023) は、クライアントとフリーランスを結びつける世界最大級のプラットフォームである Upwork のデータを分析した。その結果、ChatGPT の公開後に文書作成や校正などのフリーランスの雇用は、2% 減少、月収も 5.2% 減少したと推定された。

¹² 日本経済新聞「AI 失業」米国で現実に 1～8 月 4000 人、テックや通信」（2023 年 9 月 24 日）
(URL : <https://www.nikkei.com/article/DGXZQ0GN29D5P0Z20C23A8000000/>)

¹³ Bloomberg “Chegg Slashes 4% Of Workforce Following Shift to Embrace AI”（2023 年 6 月 13 日）
(URL : <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-06-12/chegg-slashes-4-of-workforce-following-shift-to-embrace-ai#xj4y7vzkg>)

5. まとめと次回の予定

シリーズの第一弾となる本レポートでは、はじめに生成 AI を含めた新たな技術が雇用に与えるメカニズムを示した。

まず、生成 AI が雇用に影響を及ぼすためには、生成 AI について、①政治的に受け入れられる、②自動化可能なタスクが存在する、③労働コストに比べて十分に安い、という前提条件を満たす必要がある。

次に、新しい技術が雇用に与える影響がプラスかマイナスなのかは、新たな技術が労働者の仕事を補完および支援する「労働補完技術」か、あるいは労働者にとって代わる「労働置換技術」かのどちらの側面が強いかで決まる。さらに、雇用の増加が労働者の待遇向上につながるためには、労働者側に一定の立場の強さが必要である。

日本においては、生成 AI は上記3つの前提条件を既に満たしている公算が大きい。現在の論点は、「タスク創出効果と自動化効果のどちらが強いのか」という点であろう。本レポートではこの論点を、一段階目、「そもそも生成 AI の影響を受ける職業はどれか?」、二段階目、「一段階目を満たす職業の中で、生成 AI によって補完あるいは代替される職業はどれか?」と2段階に分けて議論した。

これらの論点に関して、生成 AI の開発や活用が先行している米国の研究や事例を整理すると、生成 AI はいわゆるホワイトカラーのタスクに与える影響が強い傾向がある。また、労働市場の流動性が高い米国では、生成 AI はエンジニアなどの雇用を創出する一方、テック業界や一部のフリーランサーへの雇用の悪影響が既に顕在化している。

こうした点を踏まえて、第二弾のレポートでは、生成 AI の普及が日本の労働市場に与える影響（上記論点の一段階目）を定量的かつ包括的に分析する予定である。具体的には、職業ごとにタスクのうち生成 AI が自動化可能な割合を示す「自動化対象率」を試算し、様々な分析を実施する予定である。

以上

【参考文献】

Acemoglu, D. and S. Johnson (2023), “Power and Progress: Our Thousand-Year Struggle Over Technology and Prosperity,” PublicAffairs.

Autor, D., David, A. M., and Elisabeth B. R. (2023), “The Work of the Future: Building Better Jobs in an Age of Intelligent Machines,” The MIT Press. (デヴィッド・オーター、デヴィッド・A・ミンデル、エリザベス・B・レイノルズ (2023) 『The Work of the Future: AI 時代の「よい仕事」を創る』、月谷真紀訳、慶應義塾大学出版会)

Eloundou, T., S. Manning, P. Mishkin, and D. Rock (2023), “GPTs are GPTs: An Early Look at the Labor Market Impact Potential of Large Language Models,” Papers 2303.10130, arXiv.org, revised Aug 2023. <https://arxiv.org/abs/2303.10130>

Frey, C. B. (2019), “The Technology Trap: Capital, Labor, and Power in the Age of Automation,” Princeton University Press. (カール・B・フレイ (2020) 『テクノロジーの世界経済史ービル・ゲイツのパラドックス』、村井章子、大野一訳、日経BP)

Noy, S. and W. Zhang (2023), “Experimental Evidence on the Productivity Effects of Generative Artificial Intelligence,” *Science*, Vol.381, Issue 6654, pp.187-192
<https://www.science.org/doi/10.1126/science.adh2586>

OpenAI (2023), “GPT-4 Technical Report,” Papers 2303.08774, arXiv.org, revised Mar 2023.
<https://arxiv.org/abs/2303.08774>

Xiang, H., R, Oren and Z, Luofeng (2023), “The Short-Term Effects of Generative Artificial Intelligence on Employment: Evidence from an Online Labor Market,” Available at SSRN:
<https://ssrn.com/abstract=4527336> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4527336>.