

2024 年 11 月 8 日 全 15 頁

生成 AI が日本経済に与える影響の計量分析

経済成長を促進するも格差拡大の懸念。リスクリング等の対応が鍵に

デジタルソリューション研究開発部 IT リサーチャー 田中誠人
経済調査部 主任研究員 新田堯之

[要約]

- 本稿では、生成 AI の普及が日本の経済成長や雇用・所得に与える影響を定量的に分析した。雇用・所得に関しては、生成 AI と仕事が代替関係にあるかどうかを基準に、労働者を二つのグループに分けて分析を行った。
- 今回の計量分析では、当社が新たに開発したマクロ計量モデルを活用した。このモデルの主な特徴としては、(1)ミクロ的基礎付けに基づく動学的確率一般均衡 (DSGE) 型のモデル (家計、企業、政府間の複雑な相互作用を考慮) をベース、(2)複数の労働市場を同時に分析可能とする生産関数の設定、(3)サーチ理論に基づく現実的な労働市場メカニズムの導入、などが挙げられる。
- シミュレーションの結果、生成 AI の普及単独の効果は、日本の国内総生産を +16.2% 押し上げ、労働者全体では雇用や所得にプラスの効果がある (失業者数は ▲4.5% の減少、賃金水準は +8.2% の上昇) と推計された。ただし、このケースでは生成 AI と代替関係にある労働者の雇用・所得にマイナスの影響を及ぼし、労働者の二極化を招きかねない。
- そこで、複数の政策対応を比較検討した結果、とりわけリスクリングは生成 AI がもたらす経済成長の効果をさらに増強しつつ、代替関係にある労働者の賃金に対するマイナスの影響を緩和し、雇用に関してはその影響をプラスに転じることが推計された。加えて企業と労働者の人材マッチングの強化が実現すれば、経済成長および労働市場に対し、さらなるプラスの効果が見込まれる。労働者保護は賃金に対して追加のプラスの効果を与える一方、経済成長や雇用に対して一定の副作用がある点には留意すべきである。

1. はじめに

前回のレポート¹では、生成 AI が日本の労働市場、特に職業に与える影響に焦点を当て、独自のビッグデータ分析を通じて考察した。具体的には、各職業を生成 AI との関係ごとに、①協働グループ（生成 AI で単純作業を自動化し、より付加価値の高い業務に注力しやすい職業グループ）、②代替グループ（仕事の主要部分が生成 AI に自動化されやすい職業グループ）、③その他の職業グループ（生成 AI の影響を受けない、あるいは受けたとしても協働グループおよび代替グループほどの明確な影響を受けない職業グループ）という、独自に定めた三つの職業グループに分類した。分析の結果、協働グループには弁護士や経営コンサルタント、AI エンジニアなどの職業、代替グループにはプログラマーや一般事務、パラリーガル（弁護士補助職）、データ入力などの職業、その他の職業グループには大工や電車運転士、美容師などの職業が分類された。

その上で、①協働あるいは代替グループに分類された就業者の割合はそれぞれ約 20%、②協働グループは男性、代替グループは女性の就業者の割合が高い、③平均年収は職業グループ間で差がある、④産業別では金融業や情報通信業などへの影響が大きい、などが分かった。さらに、職業グループ間で雇用・所得格差が拡大するリスクに言及した上で、最後に生成 AI から得られる果実を幅広い人々に行き渡らせるため、さまざまな政策対応を提案した。

そこで今回のレポートでは、新たに開発したマクロ計量モデルに基づき、生成 AI の普及が日本経済に及ぼす影響、および雇用や所得に与える影響を試算した。加えて、政策対応を比較検討すべく、リスクリングや労働者の交渉力強化などの政策シミュレーションを実施した。

図表 1 今回のレポートの概要

□ 生成AIが日本経済に与える影響を分析

- 新たにDSGE型マクロ計量モデルを開発
 - 家計、企業、政府間の複雑な相互作用の考慮
 - 生成AIとの関係性に着目した二つの職業グループの同時分析
 - サーチ理論に基づく現実的な労働市場メカニズムの表現
- このモデルに基づき、生成AIが日本経済に与える影響についてシミュレーションを実施
 - 生成AIの普及が単独で与える影響を評価
 - 政策オプションを比較検討

□ 分析結果の概要

- 生成AIの普及「単独の」日本経済への影響
 - 国内総生産：+16.2%、労働者全体の失業者数：▲4.5%、労働者全体の賃金水準：+8.2%。ただし、生成AIと代替関係にある労働者の雇用と所得にはマイナスの影響を推定
- 政策オプションを比較検討
 - 経済成長と格差拡大抑制の面でリスクリングが最も有望な政策か
 - 人材マッチング強化や労働者の保護は追加の効果をもたらす見込み

（出所）各種資料より大和総研作成

¹ 新田堯之（2024）「生成 AI が日本の労働市場に与える影響③ー生成 AI と協働あるいは代替関係にある就業者割合は共に 20%前後ー」大和総研レポート（2024 年 2 月 6 日）

https://www.dir.co.jp/report/research/economics/japan/20231211_024139.html

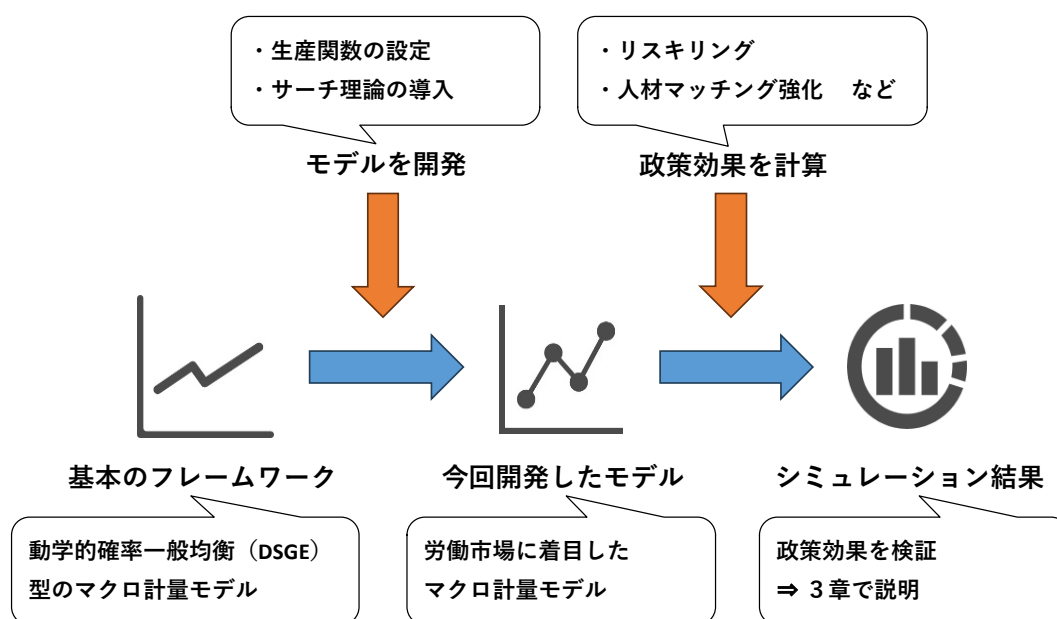
2. 政策効果を分析する方法

2章では、今回のレポートで用いた分析の方法について説明する。やや専門的な内容になるため、結果のみに関心がある読者は次の3章（5ページ）まで飛ばしても構わない。

2-1. 労働市場に着目したマクロ計量モデルを開発

今回、当社は新たにマクロ計量モデル（一国の経済を数学的な関係式で示したもの）を開発した。その上で、政策シミュレーションを行った（図表2）。このマクロ計量モデルの概要は、家計・企業・政府の行動原理を踏まえた²動学的確率一般均衡（DSGE）型のマクロ計量モデルを基本のフレームワークとしつつ、労働者を「A. 非代替グループ（協働グループとその他グループを統合）」と「B. 代替グループ」の二つに分割するための生産関数の設定^{3・4}、現実的な労働市場メカニズムに着目した分析を行うためのサーチ理論の導入⁵、を通じて構築したものである⁶。

図表2 今回の分析のアプローチ



（出所）大和総研作成

² 具体的には、家計の効用最適化行動および企業の利潤最適化行動といったミクロ的基礎付けに基づく。

³ 具体的には、IMFのバーク氏ら“Should We Fear the Robot Revolution? (The Correct Answer is Yes)”（10ページ参考文献参照）で用いられているような入れ子式の生産関数を用いる。詳しくは補論1を参照されたい。

⁴ なお、労働者を前回のレポート（新田（2024））のように協働グループ、代替グループ、その他の職業グループ、の三つのグループではなく、非代替グループと代替グループからなる二つのグループに分けた理由の一つは、モデルの構造上、三つ以上の労働者のグループを扱うことが困難なためである。

⁵ サーチ理論の考え方は、労働市場における求人・求職の多様性に着目して、双方がマッチングを行って労働需給が調整されるという現実的なメカニズムを取り込んだマクロ経済理論であり、2010年にノーベル経済学賞を受賞したピサリデス教授の著書“Equilibrium Unemployment Theory”（10ページ参考文献参照）で説明されている。

⁶ このモデルは、工藤教授ら“Robots and Unemployment”（10ページ参考文献参照）などで用いられているものである。

このモデルの特徴は、まず、複数の労働市場を想定した分析を行えることである。今回のレポートでは、非代替グループと代替グループの職業は異なる労働市場に属し、生産活動を行うという設定が必要である。このモデルでは、生産関数（労働・資本といった投入物と GDP のような生産物の関係を表す数学的関係式）の形式を工夫することで対応している。次に、サーチ理論を用いることで労働市場のメカニズムをより現実に近い形で捉えられることである。一般的な「需要 - 供給」のモデルは、労働を集中的に取引するような取引所の存在を想定しているが、実際には、求職者が求人企業に応募し、企業とマッチングしたときに就職が決まる。このような労働市場の性格をモデル化しようというのがサーチ理論であり、今回のマクロ計量モデルにも導入した（モデルの詳細は補論 1 を参照）。

2-2. マクロ計量モデルを用いたシミュレーションを実施

このマクロ計量モデルを用いて、シナリオごとに各種経済指標がベースラインである「生成 AI が導入される前の状態」からどの程度変化するのかに関し、シミュレーションを実施した⁷。

シミュレーションは、以下の三つの手順で実施した。

- (1) 生成 AI の普及が単独で各種経済指標に与える影響を推計した。先行研究の一つに、生成 AI が幅広く浸透した後、先進国では 10 年間にわたって労働生産性を年間 1.5%pt（10 年間累計で約 16%pt（ $= (1+0.015)^{10}$ ））上昇する、と推定したものがある⁸。そこで、マクロ計量モデル上では、生成 AI が幅広く浸透した後、10 年間累計で労働生産性が約 16%pt 上昇する程度に、技術水準が向上すると仮定した。それゆえ、今回のシミュレーションの期間は、「生成 AI が幅広く浸透した後 10 年間」と解釈できる（以下同様）。
- (2) 生成 AI の幅広い浸透と同時に、生成 AI のプラスの影響を増強、およびマイナスの影響を緩和し得る政策対応が実施された場合の影響を推計する。具体的には、以下の五つの政策を検討した。
 - リスキリング：代替グループの労働者の 10% が「リスキリングによりキャリアアップをする政策」を通じて非代替グループに移動したと仮定
 - 人材マッチング強化：企業と労働者が +10% マッチングしやすくなったと仮定
 - 労働者の交渉力強化：労働組合の影響力強化など、労働者が企業との賃金交渉においてより強い立場になると仮定⁹
 - 資本税率の引き上げ：資本所得に 10% の税率が課されると仮定
資本所得にかかる税率が高くなると、生成 AI がコスト高になり、代替グループの労働

⁷ 今回行ったシミュレーションは比較静学であり、経済の均衡状態における結果を見ている。したがって、均衡へ向かう「動き」は考慮していないことに注意が必要である。例えば、3 章以降の議論における GDP は潜在 GDP を示しており、中長期的な経済の実力（ポテンシャル）がどのように変化するかを考察している。

⁸ Goldman Sachs (2024)

⁹ マクロ計量モデル上では、補論 1 の労働者と企業との賃金交渉の均衡式におけるパラメータ（ η ）を +10% 上昇させシミュレーションを行った。

働者を代替しにくくなる効果がある。

- 失業給付の増額：失業給付を+10%増額したと仮定

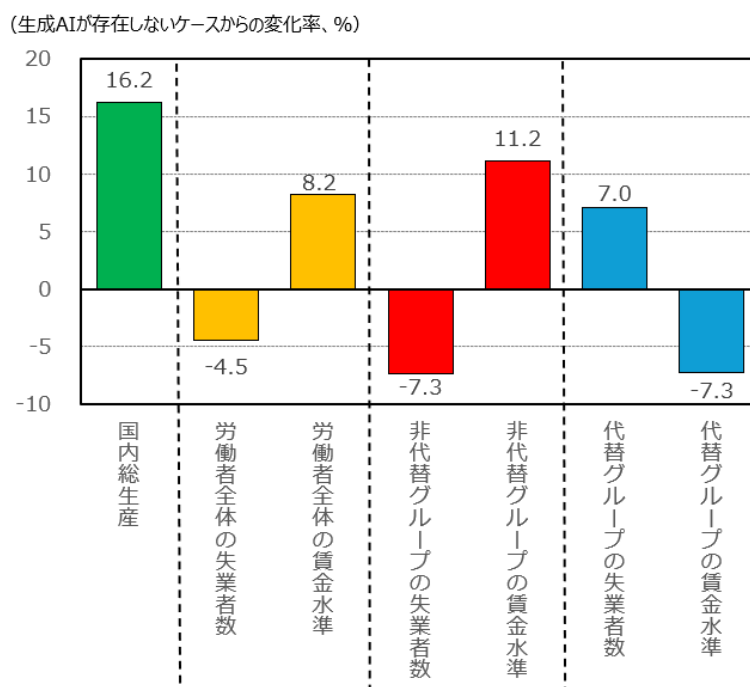
(3) (2)の政策の中で、特に効果が期待できると推計されたリスキリングと他の政策を組み合わせた場合の影響を分析した。具体的には、ケース1：人材マッチング強化が同時に実施された場合、ケース2：さらに労働者の保護（労働者の交渉力強化、資本税率の引き上げ、失業給付の増額、が同時に実施されたと仮定）も実施された場合、の二つのケースを検証した。

3. シミュレーション結果

3-1. 生成 AI は経済全体にはプラスだが、一部労働者の雇用と所得にはマイナス

2章のマクロ計量モデルを用いてシミュレーションした結果（**図表3**）、生成 AI の普及は日本の国内総生産（GDP）を+16.2%押し上げると試算された。すなわち、生成 AI の普及を通じた生産性の向上は、日本経済の成長力を大きく押し上げると期待できる。GDP に与える影響には、生成 AI への投資が盛んになることで資本ストック（生産活動に必要な設備の総量）が増加することや、生成 AI を活用する労働者の需要が高まることで就業者数が増加することの効果も含まれる。

図表3 生成 AI の普及が単独で与える影響



(注) 非代替グループと代替グループの定義は本文3ページを参照。

(出所) 各種資料より大和総研作成

さらに、労働者全体の失業者数は▲4.5%低下、賃金水準は+8.2%上昇するというプラスの影響が推定された。これは、前述のように、生成 AI を活用する労働者の需要が高まることなどによる。

一方、職業グループ別では明暗が分かれる結果となった。まず非代替グループの失業者数は▲7.3%低下し、賃金水準は+11.2%上昇するというプラスの影響が見られた半面、代替グループの失業者数は+7.0%上昇し、賃金水準は▲7.3%低下すると推計された。この結果は、生成 AI で単純作業を自動化し、より付加価値の高い業務に注力しやすい職業グループなどはより多くの仕事や給料が得られることを示唆している。一方で、仕事の主要部分が生成 AI に自動化されやすい職業グループでは、労働者と生産性がアップした生成 AI が競合する結果、雇用や所得環境は悪化してしまうかもしれない。

このように、生成 AI の普及は、経済全体では豊かになるものの、雇用や賃金の面では労働者と生成 AI が代替関係にあるか否かで異質的な効果をもたらすと推計された。換言すれば、生成 AI は労働者の二極化が発生するリスクを生みかねない存在といえる。

3-2. 政策対応を比較検討した結果、リスクリングが特に有効か

次に、生成 AI が経済全体に与えるプラスの効果をさらに後押しつつ、デメリットを縮小する政策対応を探る。図表 4 は、前掲図表 3 で示した生成 AI が普及したベースラインのケースに加えて、同時にリスクリング、人材マッチング強化、労働者の交渉力強化、資本税率の引き上げ、失業給付の増額といった政策を個別実施した場合の経済指標への影響を、生成 AI が存在しないケースからの変化率として示したものである。

図表 4 生成 AI の普及と他の政策を組み合わせた場合の経済指標の変化

(生成 AI が存在しないケースからの変化率、%)

	国内総生産	労働者全体の失業者数	労働者全体の賃金水準
生成 AI の普及単独	16.2 %	-4.5 %	8.2 %
+ リスクリング	18.5 %	-5.0 %	9.0 %
+ 人材マッチング強化	16.6 %	-13.3 %	8.5 %
+ 労働者の交渉力強化	15.9 %	4.7 %	8.6 %
+ 資本税率の引き上げ	16.4 %	-9.0 %	8.5 %
+ 失業給付の増額	16.1 %	-1.6 %	8.3 %

	非代替グループの失業者数	非代替グループの賃金水準	代替グループの失業者数	代替グループの賃金水準
生成 AI の普及単独	-7.3 %	11.2 %	7.0 %	-7.3 %
+ リスクリング	-4.8 %	10.8 %	-5.9 %	-5.0 %
+ 人材マッチング強化	-15.9 %	11.4 %	-3.0 %	-7.0 %
+ 労働者の交渉力強化	1.1 %	11.5 %	19.3 %	-7.0 %
+ 資本税率の引き上げ	-11.3 %	11.5 %	0.4 %	-6.9 %
+ 失業給付の増額	-4.9 %	11.3 %	11.8 %	-7.1 %

(注) 非代替グループと代替グループの定義は本文 3 ページを参照。

(出所) 各種資料より大和総研作成

1. リスキリング：

ベースラインである生成 AI の普及単独の場合、国内総生産（GDP）は+16.2%増加するが、リスキリングを導入することで、GDP の増加幅は+18.5%とさらに拡大する。これは、直感的には、労働者が新しいスキルを習得し、生産性が向上することによるものである。詳細に見ると、リスキリングによって非代替グループの労働需給が緩和し、企業がこれらの人材を採用しやすくなる。これにより、生成 AI 等の資本への投資が増加し、それがさらなる労働需要を生むという好循環に至る。最終的に、生産性の向上、および資本ストックと就業者数の増加が、前述のような GDP の拡大をもたらす。実際、労働者全体の失業者数はベースラインの▲4.5%から▲5.0%へとさらに減少し、賃金水準は+8.2%から+9.0%に上昇する。

また、職業グループ別に見ると、ベースラインより格差拡大が緩和されていることが分かる。非代替グループの失業者は▲4.8%とマイナス幅が縮小し、賃金上昇は+10.8%とベースラインを若干下回る一方、代替グループの失業者数は▲5.9%と大幅なマイナスに転じ、賃金も▲5.0%とマイナス幅が緩和する。これらは先述した仮定より、代替グループの労働者が非代替グループに移行することが影響している。

このように、リスキリングは経済成長をさらに高めつつ、一方で生成 AI による格差拡大を緩和し、労働市場全体に好影響を与える政策であることが確認できた。

2. 人材マッチング強化：

労働市場では、常に一定数の労働者が職を失い、新たな職を見つけるという労働移動が継続的に発生している。したがって、人材マッチングを強化することは、平均的な失業期間を短縮し、失業者数の合計を減少させる効果がある。それに伴い、経済の生産活動も活発になる。

シミュレーション結果を見ると、GDP の増加幅は+16.6%とベースラインを上回る。労働者全体の失業者数は▲13.3%と、ベースラインの▲4.5%よりも減少幅が大きく、賃金水準は+8.5%と増加幅がさらに拡大する。非代替グループの失業者数は▲15.9%減少し、賃金も+11.4%上昇と推計された。一方、代替グループの失業者数は▲3.0%と減少し、賃金は▲7.0%と引き続き下落する。全体的に、労働者と企業のマッチングがより効率化したことにより、失業者数を減らす（失業率を改善する）効果が目立った。

3. 労働者の交渉力強化：

労働組合の影響力強化など、労働者が企業との賃金交渉においてより強い立場になる場合、労働者の賃金は上昇圧力を受けるが、それ以外の部分でネガティブな影響が見られる。GDP の増加幅は+15.9%とベースラインをやや下回る。労働者全体の賃金水準はベースラインより若干改善した一方、失業者数は+4.7%とプラスに転じる。特に、代替グループの失業者数が+19.3%と大幅に増加し、賃金は▲7.0%下落する（賃金はベースラインよりは改善）。これは、賃金の上昇が企業の雇用抑制につながるためである。加えて、非代替グループでは

賃金が+11.5%上昇し、失業者数も+1.1%増加する。交渉力強化は賃金を上昇させるものの、企業側のコスト負担増加によって雇用機会が減少するリスクを伴うといえよう。

4. 資本税率の引き上げ：

資本所得にかかる税率が高くなると、生成 AI がコスト高になり、代替グループの労働者を代替しにくくなる。これにより失業者数が減少する効果が見られる一方で、生成 AI 等の資本への投資にネガティブな影響を与える。シミュレーション結果を見ると、GDP の増加幅は+16.4%とベースラインから若干の増加にとどまり、経済全体としてはポジティブな結果となる。また、労働者全体の失業者数は▲9.0%と顕著に減少し、賃金水準は+8.5%と上昇する。非代替グループでは失業者数が▲11.3%減少し、賃金も+11.5%上昇する。一方、代替グループの失業者数は+0.4%とダメージがかなり軽減され、賃金の下落も▲6.9%にやや緩和される。このことから、資本税率の引き上げは、全体的に労働者に対して有利な影響をもたらす効果があると推定された。

5. 失業給付の増額：

失業給付を増額すると、失業者はより有利な条件で就職できるまで待つインセンティブが働き、平均的な失業期間は長くなる。それによって、経済全体の就業者数はベースラインよりも減少し、生産活動にネガティブな影響を与える。シミュレーション結果を見ると、GDP 増加幅はベースラインをわずかに下回る+16.1%となる。労働者全体の失業者数の減少は▲1.6%にとどまる一方、賃金水準は+8.3%と伸び率がわずかに高まる。非代替グループの失業者数の減少幅は縮小した一方、賃金の増加幅はわずかに拡大する。代替グループの失業者数は逆に+11.8%増加し、賃金も▲7.1%まで下落する。これらの結果を見ても、失業給付の増額が労働者の就労意欲を低下させる可能性を示唆していることが分かる。

以上の結果を勘案すると、今回議論した政策の中では、リスクリングが単一の政策としては最も有望だと思われる。リスクリングは、生成 AI の普及による負の影響を緩和し、より高い経済成長を促進する有効な手段だと評価できよう。

3-3. リスクリングと他の政策の組み合わせの相乗効果を探る

最後に、リスクリングと他の政策を組み合わせた場合の影響を議論する。今回は、リスクリングと人材マッチング強化を組み合わせたケース、およびこれらの政策に労働者保護（労働者の交渉力強化、資本課税の強化、失業給付の増加の三つの政策を同時に実施）を組み合わせたケース、という二つのシナリオごとに経済指標の変化を追加でシミュレートした（図表5）。

まず、リスクリングと人材マッチング強化の組み合わせは、国内総生産を+18.9%押し上げると試算された。これは、リスクリング単独の+18.5%の伸びをさらに後押しするものである。労働者全体の失業者数は▲13.8%と大幅に減少幅が拡大し、賃金は+9.3%とプラス幅がわずかに拡大する。これらの結果は、リスクリングを通じた労働者のグループ間移動と労働者と企業のマッチングの相乗効果により、経済成長と労働市場の双方が一層改善する可能性を示している。

また、今回のレポートでは中長期的な経済の状態をシミュレーションしているため考慮していないが、人材マッチングの強化によって、リスキリングが完了した人材を速やかに適切な職場へと移動させることができるため、短期的にもポジティブな影響を与える可能性がある。

図表 5 リスキリングと他の政策を組み合わせた場合の影響

(生成AIが存在しないケースからの変化率、%)

	国内総生産	労働者全体の失業者数	労働者全体の賃金水準
生成AIの普及単独	16.2 %	-4.5 %	8.2 %
+リスキリング	18.5 %	-5.0 %	9.0 %
+リスキリング+人材マッチング強化	18.9 %	-13.8 %	9.3 %
+リスキリング+人材マッチング強化+労働者保護	18.6 %	-7.8 %	10.0 %

	非代替グループの失業者数	非代替グループの賃金水準	代替グループの失業者数	代替グループの賃金水準
生成AIの普及単独	-7.3 %	11.2 %	7.0 %	-7.3 %
+リスキリング	-4.8 %	10.8 %	-5.9 %	-5.0 %
+リスキリング+人材マッチング強化	-13.5 %	11.0 %	-14.7 %	-4.7 %
+リスキリング+人材マッチング強化+労働者保護	-7.8 %	11.7 %	-7.6 %	-4.1 %

(注1) 非代替グループと代替グループの定義は本文3ページを参照。

(注2) ケース3の労働者保護では、労働者の交渉力強化、資本税率の引き上げ、失業給付の増額、が同時に実施されたと仮定。

(出所) 各種資料より大和総研作成

次に、リスキリングと人材マッチング強化の組み合わせに加え、労働者保護を追加で実施したケースでは、国内総生産は+18.6%増加と、先ほどの伸びをやや下回る結果となった。労働者全体の失業者数のマイナス幅は▲7.8%と先ほどの▲13.8%より失業者数を押し下げる効果は限定的である一方、賃金水準は+10.0%と、三つのケースの中で最も高い伸びを示した。これは、労働者の保護政策のうち、労働者の交渉力の強化が影響を高めた効果と考えられる。労働者保護は、企業側のコスト負担増加などによる副作用が一定程度見られるが、リスキリングと人材マッチング強化を組み合わせることで、高い水準の経済成長を維持できることは重要な示唆となるだろう。

なお、今回のレポートでは、一定の前提条件の下で、現実を抽象化した経済モデルに基づき分析した。したがって、分析結果の数字に関しては幅を持って見る必要がある。また、今回の分析の限界の一つは、既存の職業のみを分析対象としたことである。歴史上、新技術が自動車やインターネットなど雇用を創出するケースは散見される。しかし、比較的新しい技術である生成AIが生み出す雇用を定量的に予測するのは現段階では困難だと判断し、今回のレポートでは分析の対象外とした。さらに、少子高齢化の影響、すなわち労働力人口と非労働力人口（子どもや高齢者など）の比率の変化はモデルで直接考慮していない。

4. 生成AI時代に求められる政策対応

以上の分析を踏まえると、まず日本は生成AIの利活用は積極的に推進すべきであろう。今回のシミュレーションの通り、生成AIは日本の経済成長を押し上げるほか、労働者全体の雇用や所得環境を改善させる効果をもたらす。

もちろん、適切な対策なしに生成 AI が社会に普及した場合は、生成 AI と代替的な労働者の雇用や所得にはマイナスの影響が生じかねない。しかし、リスキリングを通じ、生成 AI と代替関係にある労働者の一部が、生成 AI と代替的ではない労働者に転化すれば、代替関係にある労働者の賃金に対するマイナスの影響を緩和し、雇用に関してはその影響をプラスに転じる上に、一層高い経済成長が期待できる。したがって、政策対応の中では、リスキリングを軸にすべきであろう。

さらに、労働市場改革を進め、企業と労働者の人材マッチングの強化が実現すれば、経済成長および労働市場に対し、さらなるプラスの効果が見込まれる。労働者保護は賃金に対して追加のプラスの効果を与える一方、経済成長や雇用に対して一定の副作用がある点には留意すべきである。

次回以降のレポートでは、リスキリングに関してより深掘りした議論を行う予定である。今回の分析では、リスキリングが他の政策と比較して特に高いプラスの効果があると推計された。しかし、この推計を現実にするためには、単にオンライン動画のような座学で方法を学ぶのではなく、実際に新たなスキルを習得し、仕事で活用できるまでに至る必要がある。こうした問題意識の下、次回以降のレポートでは、日本人労働者のリスキリングに対する姿勢やその背景のほか、スキル獲得方法や、リスキリングを促進する制度設計、個別企業レベルのリスキリングの成功事例などについて、多角的な視点から考察を深める予定である。

以上

【参考文献】

- Acemoglu, Daron, and Pascual Restrepo. (2020) "Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets," *Journal of Political Economy*, 128(6), 2188-2244.
- Berg, Andrew, Edward F. Buffie, and Luis-Felipe Zanna. (2018) "Should We Fear the Robot Revolution? (The Correct Answer Is Yes)," *Journal of Monetary Economics*, 97, 117-148.
- Pissarides, Christopher A. (2000) "Equilibrium Unemployment Theory, 2nd Edition," MIT Press.
- Goldman Sachs. (2024) "AI is showing 'very positive' signs of eventually boosting GDP and productivity," <https://www.goldmansachs.com/insights/articles/AI-is-showing-very-positive-signs-of-boosting-gdp>.
- Kudoh, Noritaka, and Hiroaki Miyamoto. (2021) "Robots and Unemployment," Kochi University of Technology, Social Design Engineering Series, <http://www.souken.kochi-tech.ac.jp/seido/wp/SDES-2021-5.pdf>.

補論 1. マクロ計量モデルの詳細説明

今回当社が開発したマクロ計量モデルは、家計部門・企業部門・政府部門によって構成されている。家計は予算制約の下で、以下の効用最大化問題を解くように消費を決める。

$$\max \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma}$$

β : 主観的割引率 C : 消費 σ : 異時点間の代替の弾力性

家計は、以下の予算制約に従う。つまり、家計は税引き後の労働・資本所得、配当、そして失業給付から消費と貯蓄の配分を決めて、貯蓄はそのまま資本への投資に回される。

$$C_t + k_{t+1} = (1 - \tau_t^l)w_t^{NS}l_t^{NS} + (1 - \tau_t^l)w_t^Sl_t^S + \bar{b}^{NS}u_t^{NS} + \bar{b}^Su_t^S + (1 - \delta + (1 - \tau_t^k)r_t)k_t + \pi_t$$

k : 資本ストック τ^l : 労働所得の税率 w : 賃金 l : 就業者 $\bar{b}$: 失業給付 u : 失業者

δ : 資本減耗率 τ^k : 資本所得の税率 r : 利子率 π : 配当

ただし、上付き文字の NS は非代替グループを、 S は代替グループを示す。労働者の総数を1として、そのうちの Φ の割合が非代替グループに、 $1 - \Phi$ の割合が代替グループに属するとする。したがって、 $l_t^{NS} + u_t^{NS} = \Phi$, $l_t^S + u_t^S = 1 - \Phi$ である。

企業の生産関数は、Berg et al. (2018)などで用いられる、以下の入れ子式のCES型生産関数を用いる。つまり、代替グループの労働および資本によって中間財を生産し、その中間財および非代替グループの労働によって最終財を生産する。CES生産関数を使うメリットは、労働と資本の代替関係をより現実的な形で柔軟に設定できる点にある。

$$y_t = A[\mu_1(x_t^{NS})^{\rho_1} + (1 - \mu_1)z_t^{\rho_1}]^{1/\rho_1}$$

$$z_t = [\mu_2(x_t^S)^{\rho_2} + (1 - \mu_2)(a_t k_t)^{\rho_2}]^{1/\rho_2}$$

y : 最終財 A : 全要素生産性 x : 労働投入 z : 中間財 a : 技術水準 ρ : 代替の弾力性

政府の予算制約は、以下の式に従う。つまり、政府の失業給付は家計の労働・資本から得た税収で賄われる。

$$\tau_t^l w_t^{NS} l_t^{NS} + \tau_t^l w_t^S l_t^S + \tau_t^k r_t k_t = \bar{b}^{NS} u_t^{NS} + \bar{b}^S u_t^S$$

労働市場には、サーチ理論を導入する。求職者と求人企業は、以下のマッチング関数に従い、每期マッチングが成立するものとする。つまり、当期に存在する求職者と求人企業のうち一部でマッチングが成立し、残りは来期も引き続き求職や求人を続ける。

$$m_t^i(u_t^i, v_t^i) = \frac{u_t^i v_t^i}{[(u_t^i)^{\psi_i} + (v_t^i)^{\psi_i}]^{1/\psi_i}}, \quad i = NS, S$$

m : マッチング v : 求人企業

失業は、外生的に決められた確率によって每期発生すると仮定する。その確率を s とすると、失業者の遷移式は以下のようになる。

$$u_{t+1}^i = u_t^i - Q_t^i u_t^i + s^i l_t^i, \quad i = NS, S$$

Q : 就職確率(m/u)

労働者の価値関数は、就業者と失業者でそれぞれ、以下の式で示される。これらは、労働者が当期の労働で得られる賃金（あるいは政府から得られる失業給付）と、将来的に得られる価値の現在価値によって構成されている。労働者は、これらの価値関数を最大化するように当期の行動を決定する。

$$W_t^i = (1 - \tau_t^i) w_t^i + s^i B_t U_{t+1}^i + (1 - s^i) B_t W_{t+1}^i, \quad i = NS, S$$

$$U_t^i = b^i + Q_t^i B_t W_{t+1}^i + (1 - Q_t^i) B_t U_{t+1}^i, \quad i = NS, S$$

B : 実効割引率 b : 失業給付($\bar{b}$)の合計

同様に、企業の価値関数は、充足企業と求人企業でそれぞれ、以下の式で示される。これらは、企業が当期の生産活動で得られる利益（あるいは求人にかかる費用）と、将来的に得られる価値の現在価値によって構成されている。企業は、これらの価値関数を最大化するように当期の行動を決定する。

$$J_t^i = p_t^i - w_t^i + s^i B_t V_{t+1}^i + (1 - s^i) B_t J_{t+1}^i, \quad i = NS, S$$

$$V_t^i = -c^i + q_t^i B_t J_{t+1}^i + (1 - q_t^i) B_t V_{t+1}^i, \quad i = NS, S$$

c : 求人コスト q : 充足確率(m/v)

ただし、求人企業は市場から自由に出入りできるという仮定のもと、 $V_t^i = 0$ を満たすとする。

労働者の賃金は、企業と労働者の交渉によって決定する。Pissarides (2000) に従い、賃金は以下の式を満たすように決定するものとする。ただし、 η は労働者の交渉力を表す。

$$\eta(J_t^i - V_t^i) = (1 - \eta)(W_t^i - U_t^i)$$

企業の利益（配当）は、以下の式で表される。つまり、企業の利益は、最終財の売上から、その生産に用いた費用（労働者を雇用する費用と資本を使用する費用）および求人にかかる費用を引いたものである。

$$\pi_t = y_t - w_t^{NS} l_t^{NS} - w_t^S l_t^S - r_t k_t - c^{NS} v_t^{NS} - c^S v_t^S$$

以上の式を用いて、モデルを解く。モデルのパラメータは、文献にならって設定するか、統計データを用いたキャリブレーションによって設定した。**補論図表 1** にシミュレーションにおける主な変数の値を、**補論図表 2** にパラメータの値を示した。

補論図表 1 主な変数の値

変数	生成 AI が存在しない	生成 AI の普及単独	+リススキリング	説明
y	1.0000	1.1622	1.1851	GDP
Q^{NS}	0.1489	0.1611	0.1607	就職確率（非代替グループ）
Q^S	0.1145	0.1067	0.1093	就職確率（代替グループ）
u	3.27%	3.12%	3.11%	失業率
u^{NS}/ϕ	3.27%	3.03%	3.04%	失業率（非代替グループ）
$u^S/(1-\phi)$	3.27%	3.50%	3.42%	失業率（代替グループ）
w^{NS}/w^S	1.30 倍	1.55 倍	1.52 倍	賃金格差
w^{NS}	0.7094	0.7885	0.7856	賃金（非代替グループ）
w^S	0.5452	0.5055	0.5179	賃金（代替グループ）

（注）3 章で行ったシミュレーションのうち、生成 AI が存在しないケース、生成 AI の普及が単独で発生したケース、生成 AI の普及と同時にリススキリングの政策を実施したケースについて、主な変数の値を掲載。

（出所）各種資料より大和総研作成

補論図表 2 パラメータの値

パラメータ	値	説明
ψ^{NS}	0.3137	マッチング関数のパラメータ（非代替グループ）
ψ^S	0.3495	マッチング関数のパラメータ（代替グループ）
s^{NS}	0.0050	離職確率（非代替グループ）
s^S	0.0039	離職確率（代替グループ）
η	0.5000	労働者の交渉力
c^{NS}	0.2087	求人のコスト（非代替グループ）
c^S	0.4329	求人のコスト（代替グループ）
b^{NS}	0.2818	失業給付（非代替グループ）
b^S	0.2166	失業給付（代替グループ）
a	1.0000	技術水準
μ_1	0.5808	生産関数のパラメータ（最終財）
μ_2	0.9558	生産関数のパラメータ（中間財）
ρ_1	0.2860	生産関数のパラメータ（最終財）
ρ_2	0.8333	生産関数のパラメータ（中間財）
δ	0.0083	資本減耗率
σ	2.0000	異時点間の代替の弾力性
β	0.9970	主観的割引率
A	1.1769	全要素生産性
ϕ	0.8000	非代替グループの割合

（出所）各種資料より大和総研作成

補論 2. 追加シミュレーション

本レポートで構築したマクロ計量モデルの頑健性を確認すべく、結果への影響度が特に大きい、①生成 AI と代替グループの労働者の弾力性、②リスキリング、の両パラメータに関し、別の前提を置いた場合の追加シミュレーションを実施した（補論図表 3）。

メインの分析では、生成 AI と代替グループの労働者の弾力性を 6（生成 AI の影響が中程度）と設定し¹⁰、かつリスキリングにより代替グループの労働者の 10%が非代替グループに移行すると仮定した（補論図表 3：ケース 2）。

補論 2 では参考に、これらのパラメータが他の数字を取った場合に結果がどの程度変化したのかを示した。具体的には、上記の弾力性が 3（生成 AI の影響が小さく、代替しにくい）、かつ代替グループの労働者の 5%が非代替グループに移行する（リスキリングによる移行が小さい）と仮定したケース（補論図表 3：ケース 1）、弾力性が 12（生成 AI の影響が大きく、代替しやすい）、かつ代替グループの労働者の 20%が非代替グループに移行する（リスキリングによる移行が大きい）と仮定したケース（補論図表 3：ケース 3）、の二つのケースの結果を追加で示した。さらに、各パラメータ単独の動きを確認すべく、メインの分析の設定から弾力性のみが変化した二つのケース（補論図表 3：ケース 4～5）、およびリスキリングを通じて職業グループを移動した労働者の割合のみが変化した二つのケース（補論図表 3：ケース 6、7）の影響も試算した。

補論図表 3 追加シミュレーションの結果

（生成 AI が存在しないケースからの変化率、%）

	国内総生産	労働者全体の失業者数	労働者全体の賃金水準
ケース 1（弾力性：3、リスキリング：5%）	16.7 %	-5.7 %	9.3 %
ケース 2（弾力性：6、リスキリング：10%）	18.5 %	-5.0 %	9.0 %
ケース 3（弾力性：12、リスキリング：20%）	21.4 %	-4.8 %	9.5 %
ケース 4（弾力性：3、リスキリング：10%）	18.0 %	-6.1 %	9.8 %
ケース 5（弾力性：12、リスキリング：10%）	18.8 %	-4.4 %	8.7 %
ケース 6（弾力性：6、リスキリング：5%）	16.8 %	-4.6 %	8.4 %
ケース 7（弾力性：6、リスキリング：20%）	20.8 %	-5.5 %	9.8 %

	非代替グループの失業者数	非代替グループの賃金水準	代替グループの失業者数	代替グループの賃金水準
ケース 1（弾力性：3、リスキリング：5%）	-6.7 %	11.0 %	-1.9 %	-0.9 %
ケース 2（弾力性：6、リスキリング：10%）	-4.8 %	10.8 %	-5.9 %	-5.0 %
ケース 3（弾力性：12、リスキリング：20%）	-2.5 %	10.7 %	-14.2 %	-7.4 %
ケース 4（弾力性：3、リスキリング：10%）	-4.6 %	10.4 %	-12.1 %	2.5 %
ケース 5（弾力性：12、リスキリング：10%）	-4.9 %	10.9 %	-2.2 %	-8.7 %
ケース 6（弾力性：6、リスキリング：5%）	-6.7 %	11.1 %	3.8 %	-6.7 %
ケース 7（弾力性：6、リスキリング：20%）	-2.2 %	10.4 %	-18.3 %	-2.5 %

（注 1）非代替グループと代替グループの定義は本文 3 ページを参照。

（注 2）各ケースの定義は本文 14 ページ参照

（注 3）表のリスキリングの数値は、リスキリングにより代替グループの労働者のうち、非代替グループに移行した割合。

（出所）各種資料より大和総研作成

¹⁰ 例えば、Acemoglu and Restrepo (2020) では、米国の 1990 年から 2007 年にかけてのデータを踏まえ、1 台のロボットの増加が、同じ通勤圏の労働者数をおよそ 6 人減少させたと推定された。

各ケースの（政策）効果の方向性は、いずれもメインの分析（ケース 2）と同一の結果が得られた。一つ目は、生成 AI の影響度合いによって GDP や失業者数、賃金水準が変化することである。例えば、生成 AI の影響が大きい場合（ケース 5）を考えると、代替グループの労働が生産性の高い生成 AI へより多く置き換わることで、経済全体における生産性は向上し、GDP にプラスの影響を与える。また、生成 AI の普及がより進むことで、その恩恵を受ける非代替グループの雇用環境にポジティブな影響を与える。しかし、代替グループの雇用環境には深刻な影響を与え、ケース 2 と比較して失業者数の増加や賃金水準の低下をもたらす。二つ目は、メインの分析（ケース 2）とリスキリング率がより高いケース 7 を比べるとわかるように、リスキリングは経済成長をさらに高めつつ、一方で生成 AI による格差拡大を緩和し、労働市場全体に好影響を与えることである。したがって、生成 AI に関するモデルのパラメータが変動したとしても、政策対応としては本文で述べたような内容が依然として有効であるといえる。