

AIのブレイクスルーが不完全労働市場に与える影響 —多部門RBCモデルによる分析—*

古賀 雄士[†]

谷地田 桜子[‡]

2025年11月

概要

近年の生成AIの急速な普及は、産業構造と雇用の再配置に非対称な影響をもたらしている。本稿では、こうしたAIショックが、産業別の財の需要構成と補完・代替関係を通じて、実体経済および雇用にどのような影響を与えるのかについて、労働市場の摩擦を考慮した3部門RBCモデルを用い定量的に評価する。モデルは低生産性産業・AI産業・高生産性産業の3部門から構成され、企業は労働投入によって生産を行い、部門間の労働はサーチ・マッチングを介して再配置される。消費者はCES集計財を消費し、代替弾力性により部門間の財が補完的か代替的かが規定される。この設定のもとで、AI部門の生産性（TFP）が上昇するなか、需要がAIブーム期にはAI部門の財へ、AIバブル崩壊期には伝統部門の財へとシフトする状況をシミュレートする。

シミュレーションの結果、(i) 生産性上昇のみが起こる場合、AI部門の一人当たり労働時間拡大と他部門からの再配置遅延により失業率は一時的に上昇する。(ii) 需要がAI部門の財へ恒久的にシフトすると、AI部門の雇用・生産が増加し、失業率の上昇は緩和される。特に高・低生産性部門双方から財の需要が移るケースでは、雇用拡大が全体に及び失業率はむしろ低下する。(iii) 財が補完的である場合には総雇用が拡大しやすいが、代替的な場合はAI部門の成長が他部門の雇用を圧迫し、短期的に失業率は上昇する。(iv) AIバブル崩壊を模したAI関連財の需要減のケースでは、AI部門の生産性上昇にもかかわらず他部門への雇用調整が進まないことから、全体の失業率は上昇する。

本稿の貢献は、既存研究におけるAIOE（Artificial Intelligence Occupational Exposure）指標などを用いた静的分析が捉えきれなかった「AIショック下の部門間シフトと摩擦的失業の動学」を理論的かつ定量的に分析した点にある。とりわけ、短期的な摩擦的失業は不可避である一方、財の需要シフトの方向と財の代替弾力性の管理によってマクロの雇用の安定化は可能であることを示した。これは、AI時代の雇用政策における職業移動支援と産業間バランスの重要性を示唆している。

キーワード: AI、労働市場の摩擦、産業間再配置、多部門RBCモデル、補完性と代替性

JELコード: E23, E24

*本稿は、2025年11月20日から24日に開催される三田祭論文コンテストのために作成したものである。本稿の作成にあたっては、廣瀬康生教授（慶應義塾大学）と廣瀬康生研究会12期生の方々から有益なコメントを頂戴した。ここに記して感謝の意を表したい。本稿にあり得る誤り・主張の責任は筆者個人に帰するものである。最後に、本コンテストを支える三田祭実行委員および経済学部ゼミナール委員会に心からの感謝と敬意を表する。

[†]慶應義塾大学経済学部3年、廣瀬康生研究会13期生

[‡]同上

目次

1	はじめに	3
1.1	現状分析	3
1.2	問題意識	3
1.3	What we do	4
1.4	結果のまとめ	5
1.5	先行研究との比較	5
1.6	アウトライン	6
2	モデル	6
3	産業分類	10
3.1	概要	10
3.2	AIOE, AIIE	10
3.3	データ	11
3.3.1	データの概要	11
3.3.2	労働生産性と無形資産	11
3.3.3	産業分類とマッピング	11
3.3.4	分類ルール	12
3.3.5	出力例	12
4	パラメータ	13
5	モデル分析結果	14
5.1	分析の目的	14
5.2	シミュレーション設計	15
5.3	TFPショックの影響	15
5.4	TFP + 消費者選好シェアショックの影響	16
5.5	補完か代替か	19
6	結びに代えて	21
6.1	分析のまとめ	21
6.2	分析の限界と拡張の可能性	22
	参考文献	23

1 はじめに

1.1 現状分析

Filippucci, Gal, Jona-Lasinio, Leandro, and Nicoletti (2024)によれば、AIはNon-Generative AIとGenerative AIの2種類に分類される。前者はディープラーニングなどの手法を用いたパターン認識型であり、後者は文章や画像などを生成するタイプである。OpenAIのChat-GPT以降、生成AIを中心とする大規模言語モデル（LLM）は急速に進化し、企業の導入や投資が活発化している。一方で、Gourinchas (2025)のように、こうした投資の過熱が一巡し、いわゆる「AIバブル」の崩壊が懸念されるとの指摘もある。

ここでいくつか、AIが労働市場にもたらす影響に関する懸念点をまとめておこう。Acemoglu and Restrepo (2020)では、AIの導入が自動化と人員削減のみを目的とする場合が存在し、その結果労働需要・労働シェアが減り、賃金格差と低生産性をもたらすと懸念する。つまり、AIの発展の方向性によって、経済へのインプリケーションが変わることを指摘している。Fund (2024)では、学歴や専攻分野、スキルへの習熟度によりAIから受ける影響が大きく変わることを指摘している。例えば、科学技術などを専攻していた場合は、AIの登場により雇用拡大の恩恵を受ける好ましい影響が見られるが、それ以外の分野を専攻していた場合は、AIにより雇用削減に直面する悪影響が見られる。

このように、集計的な生産性の上昇が不確定であることと、学歴やスキルにより非対称な変化が労働市場にもたらされることが懸念点として考えられる。

1.2 問題意識

以上を踏まえ本稿の問題意識は次の3つである。第1に、AIが一部の産業の生産性のみを向上させる効果をもたらす、集計的に生産性を向上させない可能性。第2に、AIが一部産業に対する消費者の需要を減少させ、AIに密接に関連する産業の財の需要を増加させる可能性。第3に、生産性や財の需要のコンポジションが変化することで失業率が一時的に高まる可能性。特に、他産業からAI産業への転職がうまくいかない可能性。

つまり、生産性や需要のコンポジションの変化により失業率が高まることで、経済の厚生を悪化させる可能性が生じる。そのため、失業率の上昇を最小限に抑えるために、どのような状況下で失業率が上昇し、急騰するのか、低下するのかについての知見は必要である。とりわけ、労働市場の摩擦や産業間の転職コストが雇用調整をどの程度遅らせるのかという点は、理論的にも実証的にも未解明である。

以上の分析を行うため、本稿では以下の前提を置く。

1. 短期的には、AIはAI産業の生産性のみを上げ、その他の産業に対しては生産性を向上させることはない。
2. AI産業の財に対する需要が増加するとほかの産業の財の需要を減少させてしまう。

以上の前提の下で、次のような仮説を設定する。

- 仮説1（再配分と摩擦）AI産業の生産性上昇は労働の再配分を促すが、摩擦のため転職が遅れ、一時的に失業率が上昇する。
- 仮説2（需要強化時の失業抑制）AI産業の生産性上昇に加えて当該財への需要が強まる場合、同産業の生産・雇用は増加し、失業率の一時的上昇は相対的に抑制される。
- 仮説3（財の関係性）産業間の財が補完的な場合には、非AI産業でも生産・雇用が波及的に増加し得るが、代替的な場合には恩恵はAI産業に偏在し、他産業では生産・雇用が減少し失業率が上昇する。
- 仮説4（需要逆回転のシナリオ）AI産業の生産性は上昇しても、投資循環の反転やリスク再評価により当該財への需要が減少する場合、非AI産業への再配分が進み、失業率は低下し得る。

特に仮説4が起きる状況としては、AIブームの崩壊、いわゆる「AIバブル」の反転局面を想定している¹。

1.3 What we do

本稿のモデルは、産業間でのマッチング摩擦と消費需要の構造的補完・代替関係を同時に考慮する。AIショックとは、AIの生産性が一時的な変動ではなく急激な上昇を経て恒久的に高い水準へ移行することと定義する。本稿の特徴は、このAIショックが雇用調整に与える動学的影響を定量的に評価する点である。具体的には、求職者と企業のマッチング市場では、摩擦が存在する。労働市場は硬直的であり、職業間での転職が容易ではない。例えば、今まで会計士として働いていた人が、AIにより職を奪われ、いきなりAIエンジニアになるような転職活動は達成困難である。部門は3つ存在し、低生産性産業、AI産業、高生産性産業と名付けられる。AI産業は、無形資産投資が多く、AIと密接に関連する分野のことであり、生産性の向上という恩恵を受ける。低生産性産業・高生産性産業はAIの発展による恩恵は受けず、生産性・財の需要の大きさの違いにより区別されている。AIが社会にもたらす影響は、生産性の向上として現れ、基本的にはAI産業の生産性が向上する。また、CES関数を消費者の効用関数として設定する。その関数の財の弾力性に応じて、市場全体で財が補完的な関係であるか、それとも代替的な関係であるかを決めている。

本稿の目的は、不完全労働市場の下で、AIショックが財への需要や財の代替関係の変化を通じて、雇用と失業率の動学的調整経路に与える影響を明らかにすることである。また、AIブームの投資過熱が一巡し、いわゆる「AIバブル」が崩壊した場合も検証する。以上の設定のもとで、次のシナリオ別に雇用・失業率の動学的調整を分析する。

(1) 市場全体で財が補完的な場合

(1)1 AI産業の生産性が上昇する場合

(1)2 AI産業の財の需要が高生産性産業の財の需要を犠牲に増加し、かつAI産業の生産性も上昇する場合

(1)3 AI産業の財の需要が低・高両産業の財の需要を犠牲に増加し、かつAI産業の生産性も上昇する場合

(1)4 AI産業の財の需要が減少し、高生産性産業の財の需要が増加する場合（AIバブル崩壊の想定）

(2) 市場全体で財が代替的な場合

(2)1 AI産業の生産性が上昇する場合

(2)2 AI産業の財の需要が減少し、高生産性産業の財の需要が増加する場合（AIバブル崩壊の想定）

¹特に仮説4が起きる状況について補足する。仮説4において我々が念頭に置いているのは、「AI bubble」の崩壊である。Gourinchas (2025)では、以下のように指摘されている。

"Today' s surging investment in artificial intelligence echoes the dot-com boom of the late 1990s. Optimism is fueling tech investment, lifting stock valuations, and boosting consumption via capital gains. This could push the real neutral interest rate upwards. Continued exuberance may require tighter monetary policy just as in the late 1990s. But there is also a flip side. Markets could reprice sharply, especially if AI fails to justify lofty profit expectations. That would dent wealth and curb consumption, with adverse effects potentially reverberating through the financial system."

つまり、AIビジネスが収益モデルを確立できない場合、金融システムを通じて投資の逆回転し、AI産業から投資を引かれてしまう可能性を指摘している。この場合、AI自体は投資により精度が向上し、それを利用するAI産業の生産性は向上しているだろうが、投資が引き上げられ、AI導入を行う企業の投資余力や消費者マインドが低下し、結果的にAI財への需要も減退する。この際に、AIへの過剰集中が是正され、労働投資がより効率的な伝統産業に再配分される。その結果、AI産業が生み出した財への需要が減少して、AI産業以外の需要が増加する状況を想定している。AIへの投資がバブルであるのか、またもしバブルだとして何を原因として崩壊するのかは予測できないが、バブルが崩壊する可能性を考慮して補足的に仮説4を分析する。

1.4 結果のまとめ

本稿の分析では、AIの発展が産業構造や雇用にどのような影響をもたらすのかを明らかにする。主な結果は次のとおりである。

1. AI産業への財の需要が高まると、他の産業から労働が移動する過程で一時的に失業率が変化することがわかった。これは仮説1を裏づける結果である。特に、高生産性産業から財の需要がシフトする場合には一時的に失業率が上昇する傾向があるが、低生産性産業と高生産性産業の両方からAI産業に財の需要がシフトする場合には、むしろ失業率が低下する。この点は仮説2の妥当性を示している。逆に、AI産業への財の需要が弱まると失業率は上昇し、財の需要のシフトが雇用全体の動きを左右することが明らかとなった。
2. また、各産業の財の関係性も重要である。財が補完関係にある場合、AI産業の優位性は相対的に弱まる結果となった。これは仮説3と一致しない。一方、代替関係にある場合には、AI産業が拡大する一方で他産業の雇用が減少し、失業率が上昇した。この点も仮説4と整合的でない。

総じて、AIの発展が雇用全体に与える影響は、生産性の上昇そのものよりも、財の需要の方向転換と産業間の関係性によって大きく左右されることが示された。

1.5 先行研究との比較

多くの先行研究は、AIの影響をデータ駆動的かつ静的に分析するものにとどまっている。代表的な例として、Webb (2020)は特許データからAI関連の語彙を抽出し、職業をタスク単位で分類することでAIによる影響度を測るAIOE (AI Occupational Exposure) 指標を開発した。この研究は、ロボットやソフトウェアが特定のタスクを大きく代替していることを示している。これに対し、Acemoglu, Autor, Hazell, and Restrepo (2020)は求人データを用い、AI関連設備への投資がAI関連職の雇用を増加させる一方、非AI関連職の雇用を減少させたことを示した。ただし、産業全体や賃金水準への統計的に有意な影響は確認されず、AIの影響がまだ局所的であることを示唆している。さらに、Acemoglu (2024)は、AIが未熟練労働者の生産性を一部向上させる一方で、所得格差の拡大をもたらす可能性を指摘している。Filippucci, Gal, and Schief (2024)では、AIが浸透しない世界では、10年間で1%から4%の生産性の向上を、AIが広く浸透する世界では2%から10%の生産性の向上を予測しており、特に情報産業やテクノロジー系の産業で高く予測されている。

一方で、マクロ経済全体におけるAI投資の循環的側面を指摘する研究も現れている。Floridi (2024)は、過去のテックバブルと現在のAI投資ブームを比較し、AI市場における投機的な過熱の兆候を論じた。特に、過大な収益期待が投資と株価を押し上げる一方で、収益化が進まなければ市場の急速な調整が起これることを警告している。Potrykus (2024)は、AI関連企業の株価動向をドットコム期のNASDAQ指数と比較し、AI市場の一部において投機的な過熱 (Euphoria Phase) に類似した挙動がみられることを指摘している。特にMETA、WORKDAY、SALESFORCE、NVIDIAといった企業の株価は、ドットコムバブルの陶醉局面と高い類似性を示しているとされる。もっとも、AIセクター全体がバブルに陥っているわけではなく、著者はあくまで一部銘柄における局所的な過熱の可能性として指摘している。

以上の研究を総合すると、AIの影響を分析した既存研究は大きく2つに分類される。第1に、AIOEなどの指標を用いた静的・職業レベルの分析。第2に、投資や市場データを用いた短期的・部分均衡的な分析である。いずれも、AIショックがマクロ経済や労働市場にどのように動学的な調整を引き起こすかについては明示的に扱っていない。

これに対して本稿の新規性は次の4点にある。

1. タスクベースのAIOE指標を産業レベルに拡張し、AI時代においてどの産業がより強く影響を受けるかを識別した点。

2. Acemoglu et al. (2020)がAI関連投資の雇用構造への影響を実証的に示したのに対し、本稿はAI産業への生産性ショックを動学的モデルで導入し、労働市場に硬直性が存在するもとでAI産業の雇用が上昇し、非AI産業の雇用が減少する過程をシミュレーションした点。
3. Filippucci, Gal, and Schief (2024)がAIによる潜在的なTFP・生産性の上昇率を推計するにとどまったのに対し、本稿は10%の生産性上昇に対して雇用・失業率・生産量がどのように変化するかを定量的に分析した点。
4. Floridi (2024)およびPotrykus (2024)が指摘する「AIバブル」的投機過熱の可能性を踏まえ、生産性が上昇しながらも財の需要が減退するケースを想定し、AIバブル崩壊時における雇用・生産・失業率の調整過程をマクロモデルを用いて動学的に分析した点。

これにより本稿は、既存研究が明示的に扱ってこなかった「AIショックに対する産業間・労働市場の動学的調整メカニズム」を理論的かつ定量的に示すことを目的としている。

1.6 アウトライン

本稿の構成は以下のようになっている。第2節では本稿で用いるモデルについて具体的に記述する。第3節は産業分類の定義を述べる。第4節ではモデルで使用するパラメータについて説明する。第5節では、AIの技術水準が恒久的に上昇するもとで、各産業部門の財への需要がシフトする場合や財が補完関係から代替関係に変化した場合のシミュレーションを行い、経済全体の変化を分析する。第6節は結論のまとめや今後の課題を述べている。

2 モデル

本稿では労働市場における摩擦を採り入れた多部門RBCモデルであるKato and Ishizaki (2003)のモデルを用いた。Kato and Ishizaki (2003)のモデルは3財・3業種からなる経済を想定し、労働市場に摩擦が存在するもとで、消費者の選好の構成が恒久的に変化するような消費者選好シェアショック（再配分ショックの一種）が発生した場合のマクロ経済の変動を分析している。

本モデルの特徴は主に3点ある。1点目は、AI産業と他産業の関係が技術水準をもとに明示的に取り入れられていることである。2点目は、不完全労働市場を前提とするため、失業を考慮していることである。3点目は、生産性ショックだけでなく、消費者の選好の変化を考慮することによって、産業別の生産物に対する需要の変化を分析できることである。

本稿では、消費者選好シェアショックに先立ち、AI産業に対して恒久的な技術水準の向上であるTotal Factor Productivity(TFP)ショックを与えている。そのうえで、AIショックの供給面と需要面の双方からの影響を分析することが可能となっている。

マッチング関数 モデル内では、次のようなマッチング関数によって、 i 産業における新規の雇用 ($e_{i,t}$) が決定していると仮定する。

$$e_{i,t} = s m_{i,t}^{\phi} u_t^{1-\phi} \quad (1)$$

u_t は当期に労働市場に存在する失業者数、 $m_{i,t}$ は i 産業の求人数を示しており、新規の雇用は、両者のコブ=ダグラス型関数として表される。 s は労働市場の流動性を表すディープパラメータである。

各産業の雇用者数の遷移式 通常の労働市場のモデルとは異なり、本モデル内では雇用者数はストック変数として扱われる。総雇用者数は、あたかも資本ストックのように、以下のよ

うな遷移関数で表される各 i 産業における雇用者数 $N_{i,t}$ の合計値となる。

$$N_{i,t} = N_{i,t-1} \left(1 - \gamma + s m_{i,t-1}^{\phi} u_{t-1}^{1-\phi} \right) \quad (2)$$

γ は離職率を表しており、每期一定の割合で雇用者が離職していく状況を表している。

生産関数 企業部門の生産行動は、単純化のために資本ストックの役割を無視して、次のような労働投入のみを生産要素とする簡単な線形生産関数を仮定する。

$$x_{i,t} = z_{i,t} N_{i,t} (h_{i,t} - m_{i,t}) \quad (3)$$

i 産業の生産 ($x_{i,t}$) が技術水準 ($z_{i,t}$) と雇用者数 ($N_{i,t}$) に労働時間 ($h_{i,t}$) から企業の採用活動に投入された時間 ($m_{i,t}$) を差し引いたものを掛け合わせることで決定される。需要の増加に直面した企業が生産量 ($x_{i,t}$) を上げるには2つの手段がある。第1に、現在雇用している労働者の労働時間 ($h_{i,t}$) を増やすこと、第2に、新たに労働者を採用するためにリクルートに注力して、企業の採用活動量 ($m_{i,t}$) を増やし、雇用者数 ($N_{i,t}$) を増やすことである。労働者の立場からみれば、企業の採用活動量 ($m_{i,t}$) は求人量 ($m_{i,t}$) として捉えられる。

消費者の効用関数 家計部門全体の効用関数を定義する。消費についての効用関数には、標準的なCES型関数を仮定する。ここでは、代替の弾力性を表すパラメータ ρ を設定する。消費についてのCES関数に各部門での労働時間に関する労働供給の弾力性の不効用の度合いを表す $1 + \mu$ を付加する。 α_i は各部門の消費者選好シェアを表し、総和は1に基準化されており、総需要は変化しない。

$$U(x_1, x_2, x_3) - \lambda \sum_{i=1}^3 N_i h_i^{1+\mu} = [\alpha_1 x_1^{\rho} + \alpha_2 x_2^{\rho} + (1 - \alpha_1 - \alpha_2) x_3^{\rho}]^{1/\rho} - \lambda \sum_{i=1}^3 N_i h_i^{1+\mu} \quad (4)$$

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1 \quad (5)$$

予算制約式は以下の通りである。

$$N_{i,t} = N_{i,t-1} (1 - \gamma + s m_{i,t-1}^{\phi} u_{t-1}^{1-\phi}) \quad (6)$$

$$u_t = 1 - N_{t,1} - N_{t,2} - N_{t,3} \quad (7)$$

$$x_{i,t} = z_{i,t} N_{i,t} (h_{i,t} - m_{i,t}) \quad (8)$$

最適化条件 以上のような家計・企業・労働市場で特徴づけられるマクロ経済の最適な資源配分は、制約条件の下で割引現在価値を最大化する社会計画問題の解として与えられる。この動学最適化問題をまとめると、以下の通りになる。失業率の定義については、経済全体の人口を1に基準化している。

$$\max_{(x_i, N_i, h_i, m_i, u)} U = [\alpha_1 x_1^{\rho} + \alpha_2 x_2^{\rho} + (1 - \alpha_1 - \alpha_2) x_3^{\rho}]^{1/\rho} - \lambda \sum_{i=1}^3 N_i h_i^{1+\mu} \quad (9)$$

s.t.

$$\text{s.t. } N_{i,t} = N_{i,t-1} \left(1 - \gamma + s m_{i,t-1}^{\phi} u_{t-1}^{1-\phi} \right), \quad i = 1, 2, 3, \quad (10)$$

$$u_t = 1 - N_{t,1} - N_{t,2} - N_{t,3}, \quad (11)$$

$$x_{i,t} = z_{i,t} N_{i,t} (h_{i,t} - m_{i,t}), \quad i = 1, 2, 3. \quad (12)$$

ラグランジュの未定乗数法を用いて、最適化問題を解く。

$$\begin{aligned}
\mathcal{L} = & \left[\alpha_1 x_{1,t}^\rho + \alpha_2 x_{2,t}^\rho + (1 - \alpha_1 - \alpha_2) x_{3,t}^\rho \right]^{\frac{1}{\rho}} - \lambda \sum_{i=1}^3 N_{i,t} h_{i,t}^{1+\mu} \\
& - \sum_{i=1}^3 \Lambda_{1,t,i} \left(N_{i,t} - N_{i,t-1} (1 - \gamma + s m_{i,t-1}^\phi u_{t-1}^{1-\phi}) \right) \\
& - \Lambda_{2,t} (u_t - 1 + N_{t,1} + N_{t,2} + N_{t,3}) \\
& - \sum_{i=1}^3 \Lambda_{3,t,i} (x_{i,t} - z_{i,t} N_{i,t} (h_{i,t} - m_{i,t})) .
\end{aligned} \tag{13}$$

一階条件 一階条件は以下の通りである。

生産量

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x_i} = \frac{1}{\rho} \left[\alpha_1 x_{t,1}^\rho + \alpha_2 x_{t,2}^\rho + (1 - \alpha_1 - \alpha_2) x_{t,3}^\rho \right]^{\frac{1}{\rho}-1} \rho \alpha_i x_{t,i}^{\rho-1} - \Lambda_{t,i}^3 = 0 \tag{14}$$

失業率

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial u_i} = \beta \sum_i \Lambda_{t+1,i}^1 N_{i,t} s (1 - \phi) m_{i,t}^\phi (u_t)^{-\phi} - \Lambda_t^2 = 0 \tag{15}$$

労働時間

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial h_i} = -(1 + \mu) \lambda N_{t,i} h_{t,i}^\mu + \Lambda_{t,i}^3 z_{i,t} N_{i,t} = 0 \tag{16}$$

求人数

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial m_i} = \beta \Lambda_{t+1,i}^1 N_{i,t} s \phi \left(\frac{u_t}{m_t} \right)^{1-\phi} - \Lambda_{t,i}^3 z_{i,t} N_{i,t} = 0 \tag{17}$$

雇用者数

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial N_i} = -\lambda h_{t,i}^{1+\mu} - \Lambda_{t,i}^1 + \Lambda_{t+1,i}^1 \beta \left(1 - \gamma + s m_{i,t-1}^\phi (u_{t-1})^{1-\phi} \right) - \Lambda_t^2 + \Lambda_{t,i}^3 z_{i,t} (h_{i,t} - m_{i,t}) = 0 \tag{18}$$

定常状態 定常均衡では、 $m_1 = m_2 = m_3 = m$ である。さらに労働時間 ($h_{i,t}$) についても、定常均衡では各部門ですべて同水準になる。

定常状態での均衡条件

$$N_2 = \Gamma_2 N_1, \quad N_3 = \Gamma_3 N_1 \tag{19}$$

$$\alpha_1 x_1^{\rho-1} z_1 = \alpha_2 x_2^{\rho-1} z_2 = \alpha_3 x_3^{\rho-1} z_3 \tag{20}$$

$$\alpha_1 (z_1 N_1)^{\rho-1} z_1 = \alpha_2 (z_2 \Gamma_2 N_1)^{\rho-1} z_2 \tag{21}$$

$$\frac{\alpha_1 z_1^\rho}{\alpha_2 z_2^\rho} = \Gamma_2^{\rho-1}, \quad \frac{\alpha_1 z_1^\rho}{\alpha_3 z_3^\rho} = \Gamma_3^{\rho-1} \tag{22}$$

定常状態の各産業の雇用者数 各部門の雇用者数について、次のような変数 Γ_i を定義する。

$$N_1 = \frac{1-u}{1+\Gamma_2+\Gamma_3} \quad (23)$$

$$N_2 = \frac{1-u}{1+\Gamma_2+\Gamma_3} \Gamma_2 \quad (24)$$

$$N_3 = \frac{1-u}{1+\Gamma_2+\Gamma_3} \Gamma_3 \quad (25)$$

$$(26)$$

定常状態の労働時間

$$h^\mu = \frac{1}{\lambda(1+\mu)} \cdot \frac{1}{1+\Gamma_2+\Gamma_3} [\alpha_1 z_1^\rho + \alpha_2 (z_2 \Gamma_2)^\rho + \alpha_3 (z_3 \Gamma_3)^\rho]^{1/\rho} \quad (27)$$

定常状態の求人数

$$m = \frac{\beta\gamma\mu\phi}{1+\mu} \cdot \frac{h}{1-\beta+\beta\gamma\phi+(1-\phi)\beta\gamma^{\frac{1-u}{u}}} \quad (28)$$

線型方程式 以上から、28式までの周りで対数線形近似を行うと、以下が得られる。なお、(チルダ)は定常状態からの乖離を表す。

マッチング関数

$$\tilde{e}_{i,t} = \phi \tilde{m}_{i,t} + (1-\phi) \tilde{u}_t \quad (29)$$

雇用者の遷移式

$$\tilde{N}_{i,t} - \tilde{N}_{i,t-1} = \phi\gamma\tilde{m}_{i,t-1} + (1-\phi)\gamma\tilde{u}_{t-1} \quad (30)$$

効用関数の最適化条件

for all $i = 1, 2, 3$

$$\tilde{x}_{i,t} = \tilde{z}_{i,t} + \tilde{N}_{i,t} + \frac{h_i}{h_i - m_i} \tilde{h}_{i,t} - \frac{m_i}{h_i - m_i} \tilde{m}_{i,t} \quad (31)$$

$$(1-\rho) [\alpha_1 x_1^\rho + \alpha_2 x_2^\rho + (1-\alpha_1-\alpha_2)x_3^\rho]^{\frac{1}{\rho}-1} \times (\alpha_1 x_1^\rho \tilde{x}_{1,t} + \alpha_2 x_2^\rho \tilde{x}_{2,t} + \alpha_3 x_3^\rho \tilde{x}_{3,t}) + (\rho-1) \tilde{x}_{i,t} = \tilde{\Lambda}_{i,t}^3 \quad (32)$$

$$u(1-u)\tilde{\Lambda}_t^2 = \sum_i N_i (\tilde{\Lambda}_{t+1,i}^1 + \tilde{N}_{i,t} + \phi \tilde{m}_{i,t} - \phi \tilde{u}_t) \quad (33)$$

$$\mu \tilde{h}_{i,t} = \tilde{\Lambda}_{i,t}^3 + \tilde{z}_{i,t} \quad (34)$$

$$\tilde{\Lambda}_{t+1,i}^1 + (1-\phi)(\tilde{u}_t - \tilde{m}_{i,t}) = \tilde{\Lambda}_{i,t}^3 + \tilde{z}_{i,t} \quad (35)$$

$$0 = -\frac{1}{\beta\phi\gamma} \tilde{m}_{i,t} + \frac{1}{\phi\gamma} \tilde{\Lambda}_{t+1,i}^1 + \frac{1}{\phi} m \left((1-\phi) \tilde{u}_t - \frac{1}{\phi} m (1-\phi) u (1-u) \tilde{\Lambda}_t^2 \right) + (h_i - m_i) (\tilde{\Lambda}_{i,t}^3 + \tilde{z}_{i,t}) \quad (36)$$

失業率

$$u\tilde{u}_t = -N_1\tilde{N}_{1,t} - N_2\tilde{N}_{2,t} - N_3\tilde{N}_{3,t} \quad (37)$$

3 産業分類

3.1 概要

本稿では、AIとの関係性や技術水準に基いて産業部門を3つに分けるために、実証分析的アプローチを用いた。具体的には、低生産性産業・AI産業・高生産性産業を区分する際に、LLM（ChatGPTなどの大規模言語モデル）への曝露の程度を表すAIIE（AI Industry Exposure）というデータを用いて、AIとの関係の強弱を捉えるための近似的分類を行う。ただし、AIIEという指標のみでは、AIに対してその産業が補完か代替かを明確に分類できないため、無形資産・付加価値・労働投入量の指標を用いて分類の補強を行う。

3.2 AIOE, AIIE

AIOEはWebb (2020)で初めて提案された概念であり、これを産業レベルに集計したAIIEは、後にE. W. Felten, Raj, and Seamans (2021)によって拡張・整備された。AIOEとは、その職業がどれくらいAIによる影響を受けやすいかどうかを測る指標である。O*NET（Occupational Information Network）の職業タスク記述とAI関連特許文書のテキスト類似度を用いて、各タスクがAI技術とどの程度関連しているかを測定したものである。その加重平均が職業単位のAIOEであり、AI関連度が高いほど正の値を取る。AIIEは、これを産業ごとの雇用構成で集計した指標である。ただし、AIOE, AIIEが正か負であるかということは、その職業、産業が補完か、代替かということを必ずしも意味しない。

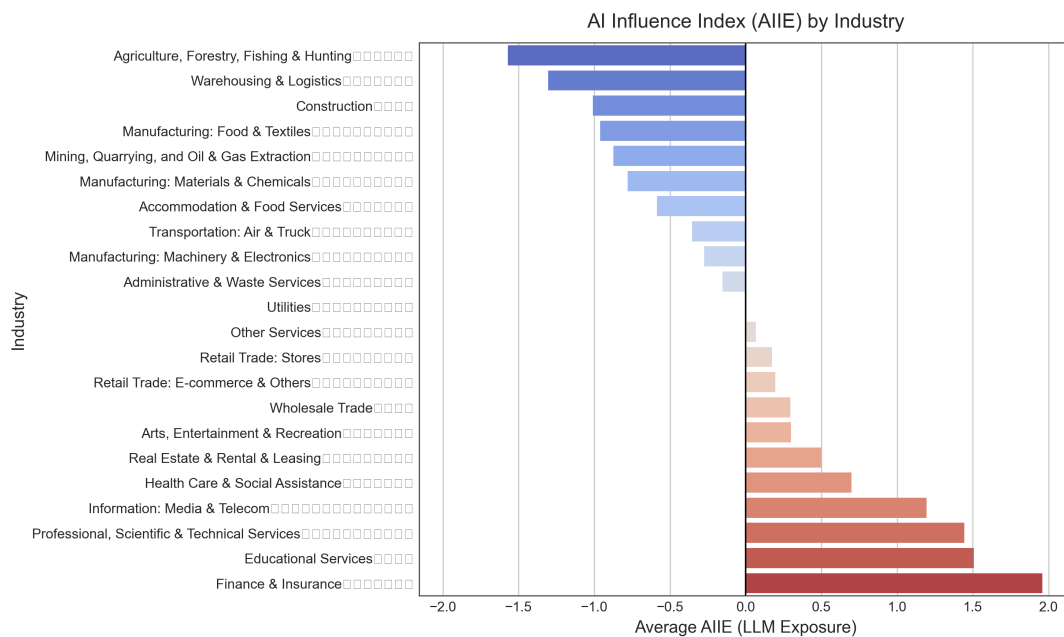


図 1: AI Influence Index (AIIE) by Industry

(産業別AI影響度指数：プラスはAIとの関係性強く、マイナスはAIとの関係性薄い)

(注) AIIE は各産業のLLM影響度を表す指標であり、正値はAI技術との関連性が高く、負値は関係性が薄いことを示す。データは E. W. Felten et al. (2021)による LLM Exposure データセットに基づく平均値。

3.3 データ

本節では、産業分類およびAI関連性の判定に用いたデータセットと、その処理過程を説明する。目的は、産業ごとの低生産性産業・AI産業・高生産性産業、を識別するための、定量的な近似的分類を行うことである。

3.3.1 データの概要

本研究では、米国産業別の成長会計データおよびAI影響度の指標を統合して分析を行う。具体的には、以下のデータを使用した。

- **EU KLEMS Growth Accounts (US dataset):** OECDおよびEU KLEMSプロジェクトによる米国産業別の成長会計データ（1995–2021年）を使用し、EU KLEMS Growth Accounts: 2023 release EU KLEMS Consortium (2023) を用いた。主に次のシートを参照している。
 - VA_Q: 実質付加価値（Value Added, Quantity Index）
 - VA_CP: 名目付加価値（Value Added, Current Prices）
 - LAB_QI: 労働投入量（Labor Input Quantity Index）
 - CAPIntang_QI: 無形固定資本ストック（Intangible Capital Quantity Index）

EU KLEMSデータはもともとNACE Rev.2産業分類で構成されているため、後述するNACE–NAICS対応表を用いて米国NAICSコード体系に統合した。

- **AIIE (AI Industry Impact Estimate):** E. W. Felten et al. (2021)およびLLM版AIIEデータセット（LLM_AIIE.xlsx）を用い、各職業レベルでのAI影響度をNAICS6桁単位で集計し、2桁レベルに単純平均で統合した。これにより、産業ごとのAI影響度（AIIE）を得た。

3.3.2 労働生産性と無形資産

労働生産性は、EU KLEMSの実質付加価値を労働投入量で割ることで算出した。

$$LP_{it} = \frac{VA_{it}^Q}{L_{it}} \quad (38)$$

ここで、 VA_{it}^Q は産業*i*における実質付加価値、 L_{it} は労働投入量である。無形資産については、CAPIntang_QIシートの資本ストック指数を用い、2000–2020年の平均値を算出した。これにより、各産業の無形資産蓄積の程度を比較できる。

3.3.3 産業分類とマッピング

EU KLEMSは欧州NACE分類に基づくため、米国NAICS分類に変換した。対応関係は1対多の形を含み、1対多対応は単純平均で処理。主要なマッピング例は以下の通りである。

表 1: NACE–NAICS対応の例

NACE産業名	対応NAICSコード
Agriculture, forestry and fishing	11
Mining and quarrying	21
Manufacturing	31–33
Construction	23
Information and communication	51
Professional, scientific and technical activities	54
Health and social work activities	62

この対応表を用いることで、EU KLEMSの産業別データをNAICS 2桁単位で統合し、AIIEデータと結合可能にしている。

3.3.4 分類ルール

最終的な産業分類は、AI影響度（AIIE）・無形資産集約度（Intangible Capital Intensity）・労働生産性（Labor Productivity）の3軸に基づいて定義した。以下はその論理である。特に次のような理論と仮説に依存する。第1にAIIEが高い産業ほどAIと関連がある産業という理論。第2にAIを効率的に運用するためには、無形資産やR&Dなどの産業への投資が不可欠であろうという論理である。

1. AIIEの中央値以上を「AI影響度が高い」と便宜的に判定。
2. 無形資産比率（Intang_2000_2020_avg）が中央値以上の産業を便宜的に抽出。
3. 上記2条件を満たす産業をAI産業（AI industry）と本稿では定義。
4. 残りの産業のうち、労働生産性が中央値以上のものを高生産性産業（high industry）と定義。
5. それ以外を低生産性産業（low industry）とする。

このルールにより、AIIEと無形資産を通じてAI関連性を識別し、残差的に生産性水準で残りの産業を分けている。以下の疑問点については特に留意した。

- AIIEは「AIによる影響度」であり、必ずしも「補完性」を意味しない。AIと密接に関係するが、代替の可能性も含む。
- 無形資産の多寡は、AI実装・活用のための補完的資本を示唆すると考えられるため、AI補完性を識別する有効な補助指標となる。
- 労働生産性は生産性ショックの定常値に相当し、モデル上では生産性水準（ z_i の定常値）として利用可能である。

3.3.5 出力例

最終的な出力では、各産業を以下の3分類に整理した。

- **Low industry:** それ以外の産業（例：宿泊・飲食、事務支援）
- **AI industry:** 高AIIEかつ高無形資産産業（例：専門・技術サービス、情報通信）
- **High industry:** AI関連性は低いが生産性の高い産業（例：製造業、金融業）

また、代表的3産業（事務支援、専門・技術サービス、医療・福祉）について正規化指標を算出し、以下のように整理した。

$$\alpha_i^{norm} = \frac{VA_i}{\sum_j VA_j}, \quad Z_i^{norm} = \frac{LP_i}{LP_{Health}} \quad (39)$$

この正規化により、モデル上の α_i および z_i パラメータとして、各産業の相対的な経済的規模および生産性水準を導出している。産業ごとの付加価値は、その財に対する需要を表しているので、その財に対する選好を疑似的に表していると考え、 α_i の値として使っている。産業ごとの付加価値の合計を1として、正規化している。労働生産性は、その産業での生産性にとらえ、医療・福祉の2000-2020年までの労働生産性の平均の値を、生産性の定常値として扱い、その値を1として基準にし、それ以外の産業の定常値を相対的に定義した。

4 パラメータ

表 2: パラメータの設定

パラメータ	意味	値
β	割引因子	0.999
ρ	財の代替の弾力性	-1.000
γ	離職率	0.0346
ϕ	マッチング効率	0.470
α_1	部門別消費者選好シェア（低生産性産業）	0.2055
α_2	部門別消費者選好シェア（AI産業）	0.4078
α_3	部門別消費者選好シェア（高生産性産業）	0.3867
z_1	部門別生産性（低生産性産業）	0.5059
z_2	部門別生産性（AI産業）	1.0623
z_3	部門別生産性（高生産性産業）	1.0000
λ	労働の不効用	0.0015
μ	労働供給の弾力性の逆数	2.0000
u	失業率	0.0566

（注）表2は主要なパラメータの意味と値を示している。

表 3: パラメータの出典

パラメータ	出典
β	Kato and Ishizaki (2003)
ρ	Acemoglu (2024)
γ	Federal Reserve Bank of St. Louis (2025a)
ϕ	Kato and Ishizaki (2003)
α_1	EU KLEMS Consortium (2023)
α_2	EU KLEMS Consortium (2023)
α_3	EU KLEMS Consortium (2023)
z_1	EU KLEMS Consortium (2023); E. Felten, Raj, and Seamans (2021)
z_2	EU KLEMS Consortium (2023); E. Felten et al. (2021)
z_3	EU KLEMS Consortium (2023); E. Felten et al. (2021)
μ	Kato and Ishizaki (2003)
u	Federal Reserve Bank of St. Louis (2025b)

(注) 表3は主要なパラメータの出典を示している。

β は割引率を表すパラメータであり、Kato and Ishizaki (2003)の数値を用いた。 ρ は各財の間の代替の弾力性を表し、Acemoglu (2024)の値を使用して、ベースラインでは各財は補完関係にあるとする。 γ は離職率であり、2000-2024年のFederal Reserve Bank of St. Louis (2025a)の平均値を用いた。 ϕ はマッチング効率であり、Kato and Ishizaki (2003)の数値を用いた。 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ は順に低生産性産業・AI産業・高生産性産業の消費者選好シェアである。消費者選好シェアとは、消費者がそれぞれの財を選好する度合いを示し、財ごとの需要構成を表す。EU KLEMS Consortium (2023)を用いて推計した。 z_1, z_2, z_3 は順に低生産性産業・AI産業・高生産性産業の生産性である。同様にEU KLEMS Consortium (2023)を用いて推計した。 α_i, z_i ($i = 1, 2, 3$)の推計方法は第3節を参照されたい。 λ は労働の不効用の度合いを表すパラメータであり、失業率 (u) が2000-2024年のFederal Reserve Bank of St. Louis (2025b)の平均値5.66%になるように逆算した。 μ は労働供給の弾力性の逆数であり、Kato and Ishizaki (2003)の数値を用いた。²

5 モデル分析結果

5.1 分析の目的

本節の目的は、AI技術の進展をAI産業における恒久的な生産性上昇（TFPショック）として捉え、そのAIショックが生じた際の雇用調整過程を分析することである。具体的には、AI産業の生産性上昇が生じた場合に、各部門間での需要の構成の変化が総労働投入³・失業率・部門別雇用と生産量の動学的変化にいかなる影響を与えるかをシミュレーションにより明らかにする。さらに、部門間の財の代替性・補完性を変化させることで、AIショックが財の補完あるいは代替関係下で、労働市場の調整メカニズムがそれぞれどのように異なるかを比較する。また、AI産業の生産性が上昇しても、投機的ブームの終息などによりAIの需要が相対的に減少する場合の負の影響も分析する。

²シミュレーションで値を操作するパラメータに関しては、モデルの解がdeterminacyになる範囲で動かした。

³総労働投入とは雇用者数と労働時間の加重和である。

5.2 シミュレーション設計

ここからは、AI産業（第2部門）のTFP（ z_2 ）が10%上昇するもとで、経済全体および部門ごとのシミュレーション分析の結果を示す。シミュレーション分析のケースは主に3つに分けられる。1つ目は、TFPショックのみのケースである。2つ目は、TFPショックに加えて消費者選好シェアがシフトするショックを与えたシミュレーション分析である。3つ目は、財の関係を代替に変えた場合である。以下にケースごとに変化させたパラメータとその値を示す。

1. TFPショックの影響

- $z_2^{new} = 1.10z_2^{old}$

2. TFP + 消費者選好シェアショックの影響

- $z_2^{new} = 1.10z_2^{old}, \Delta\alpha_2 = +0.10, \Delta\alpha_3 = -0.10$
- $z_2^{new} = 1.10z_2^{old}, \Delta\alpha_2 = +0.10, \Delta\alpha_1 = -0.05, \Delta\alpha_3 = -0.05$
- $z_2^{new} = 1.10z_2^{old}, \Delta\alpha_2 = -0.10, \Delta\alpha_3 = +0.10$

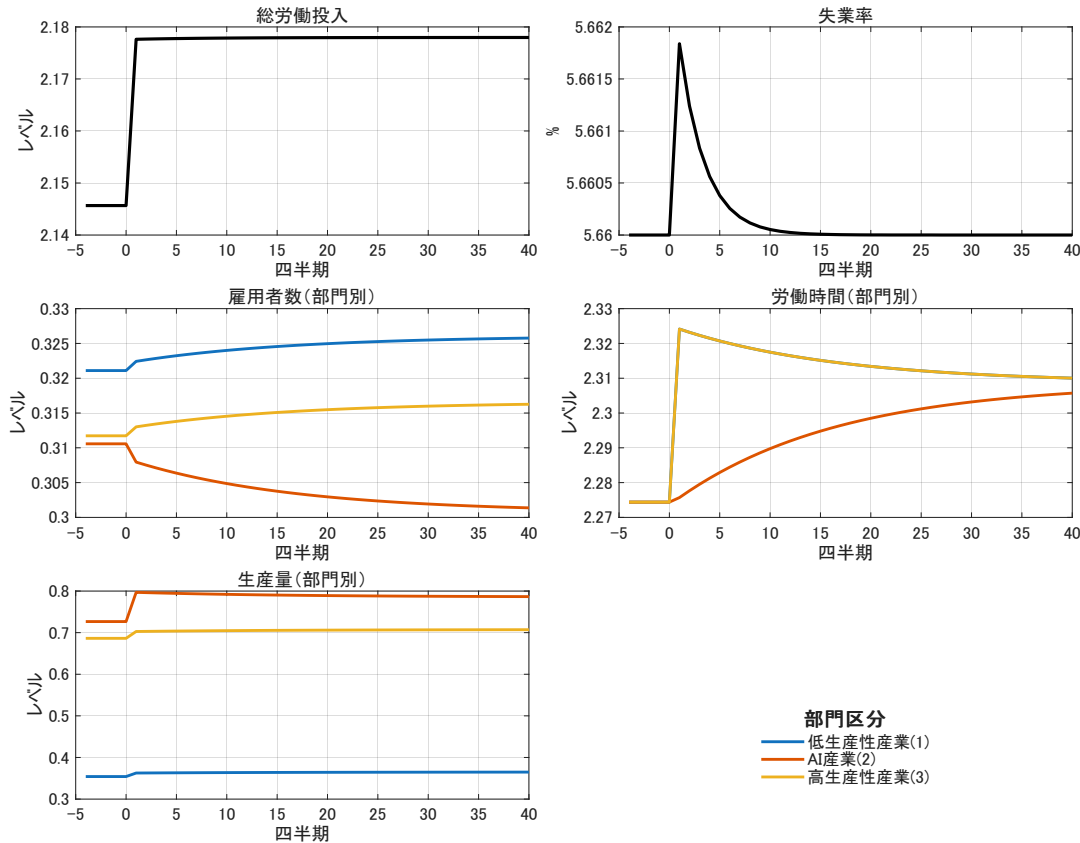
3. 補完か代替か

- $z_2^{new} = 1.10z_2^{old}, \rho = 0.1$
- $z_2^{new} = 1.10z_2^{old}, \rho = 0.1, \Delta\alpha_2 = +0.10, \Delta\alpha_3 = -0.10$

5.3 TFPショックの影響

AI産業（第2部門）のTFP（ z_2 ）を10%上昇させた結果である。図2では、失業率と部門別雇用者数の動きから、労働市場の調整過程を観察できる。これが以降のシミュレーションのベースラインとなる。

図 2: AI産業（第2部門）のTFP（ z_2 ）が上昇したときのインパルス応答



(注) AI産業（第2部門）のTFP（ z_2 ）が10%上昇した場合のインパルス応答のシミュレーション結果である。労働時間（部門別）について、低生産性産業（1）と高生産性産業（3）のプロットが完全に重なっている。

図 2 は、AI産業（第2部門）のTFP（ z_2 ）が10%上昇した場合のインパルス応答のシミュレーション結果である。労働時間（部門別）について、低生産性産業（1）と高生産性産業（3）のプロットが完全に重なっている。AI産業の生産性が上昇すると、総労働投入は増加し、失業率は短期的に上昇する。失業率はショック前と比べて、約0.002pp上がっている。総労働投入が増加するのにも関わらず失業率が上昇するのは、労働時間の増加が雇用者数の減少を上回り総労働投入を増加させる一方で、雇用再配分過程で摩擦による失業が発生するからである。特に、AI産業内部では当初、雇用者数が減少し、労働時間を増加させることが最適となるからである。他産業では、雇用者数・労働時間ともに増加し、生産は小幅に増加する。これはAI産業が他の産業と補完的であることから、全産業の需要を押し上げ、AI産業外でも生産量が増加するからである。

5.4 TFP + 消費者選好シェアショックの影響

AI産業のTFP上昇と同時に、消費者選好シェア（ α_i ）の恒久的変化が生じるケースを分析する。これは、AI産業の生産性向上にとどまらず、どの部門からどの部門へ需要が移るかによって、部門間の生産や雇用構造の変化を検証するためである。図群 3～5 では、財の需要再配分の方によって、失業率・部門別雇用者数・生産量がどう異なるかを比較できる。

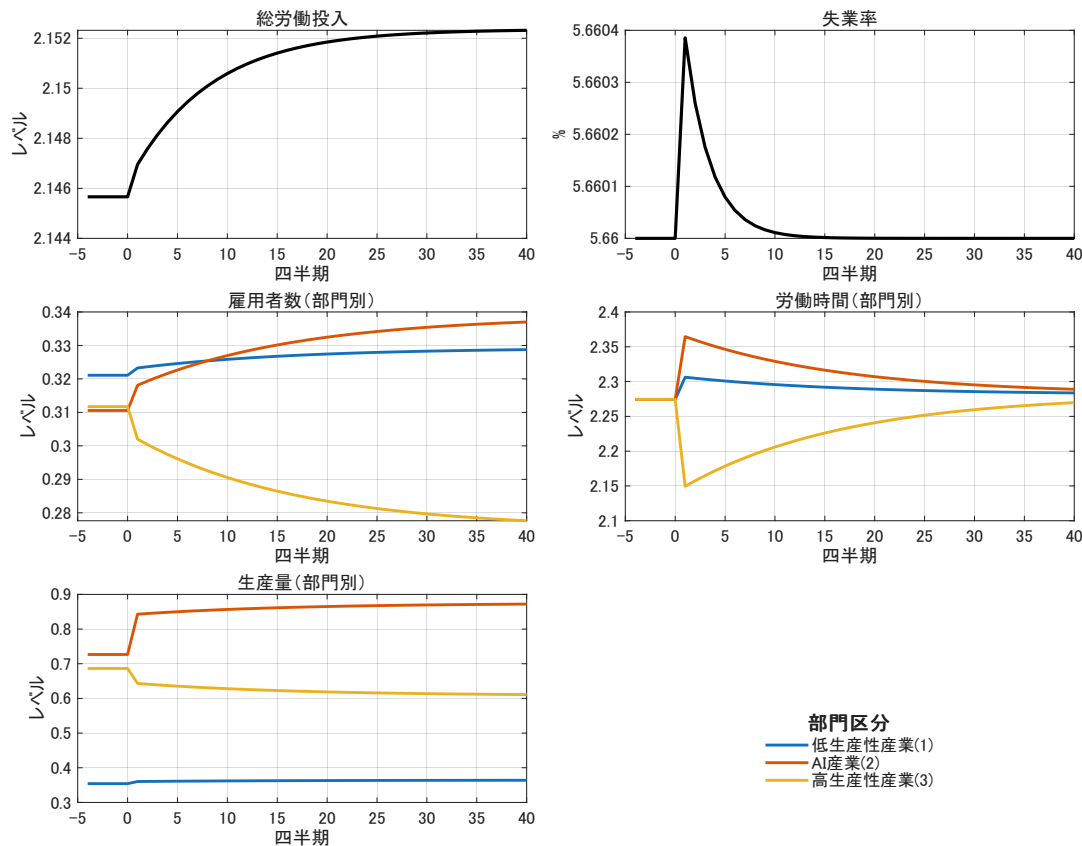
また、AI産業に対する正の影響だけではなく、AIブームの終息によりAIの需要が相対的に減少する場合の負の影響も分析している。

具体的には、以下のようなシミュレーションしており、すべてAI産業のTFP（ z_2 ）を10%上昇させている。

1. 高生産性産業からAI産業への需要シフト（図3）
2. 低生産性産業と高生産性産業からAI産業への需要シフト（図4）

3. AI産業から高生産性産業への需要シフト（図5）

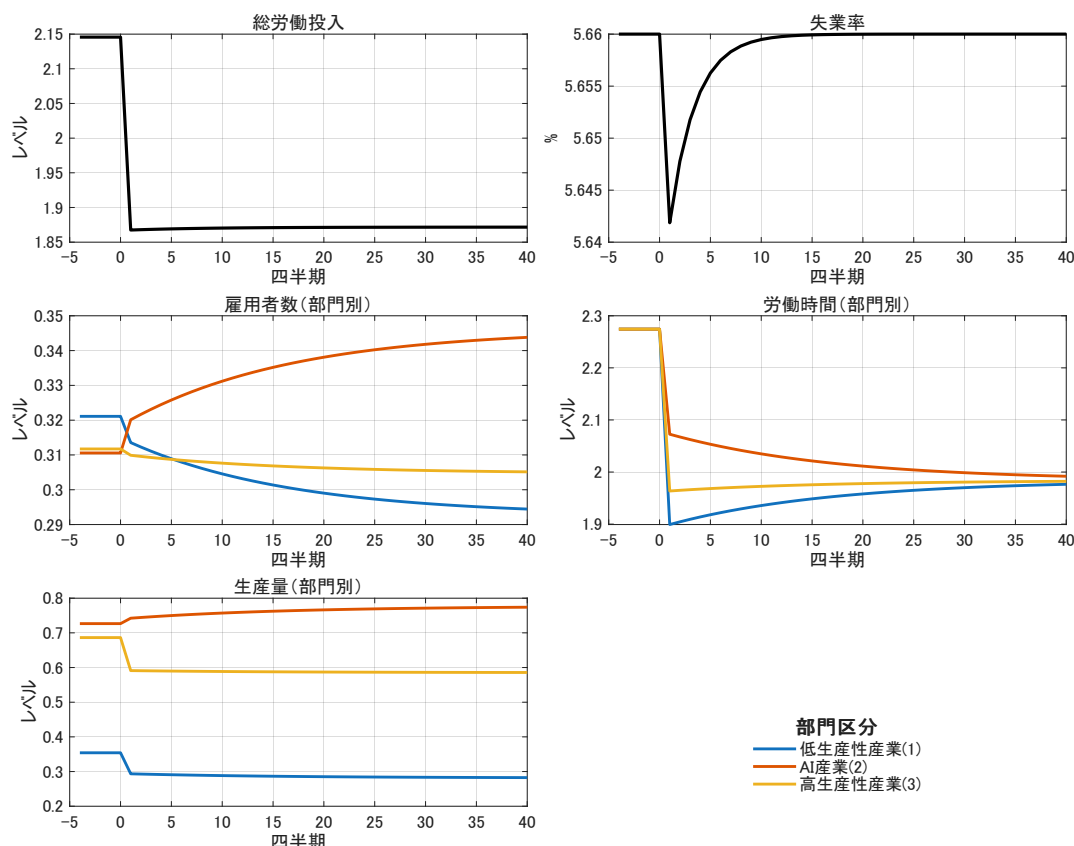
図 3: AI産業の消費者選好シェア（ α_2 ）が上昇し、高生産性産業の消費者選好シェア（ α_3 ）が低下したときのインパルス応答



(注) AI産業のTFP（ z_2 ）が10%上昇するもとの、AI産業の消費者選好シェア（ α_2 ）が0.10上昇し、高生産性産業の消費者選好シェア（ α_3 ）が0.10低下したときのインパルス応答のシミュレーション結果である。高生産性産業からAI産業への需要のシフトが部門間の調整経路に与える影響を表している。

図 3は、AI産業のTFP（ z_2 ）が10%上昇するもとの、AI産業の消費者選好シェア（ α_2 ）が0.10上昇し、高生産性産業の消費者選好シェア（ α_3 ）が0.10低下したときのインパルス応答のシミュレーション結果である。高生産性産業からAI産業への需要のシフトが部門間の調整経路に与える影響を表している。総労働投入は増加し、失業率は短期的にわずかに上昇し、ショック前と比べて、約0.0004pp上がっている。部門別には、AI産業で雇用・労働時間ともに増加し、生産も増加する。低生産性産業では雇用・労働時間ともに増加し、生産はわずかに増加する。高生産性産業では雇用・労働時間ともに大幅に減少し、生産も減少する。恒久的な需要再配分が、高生産性部門を中心に雇用・時間の調整圧力を高め、総労働投入の増加と失業率の上昇につながる構図である。

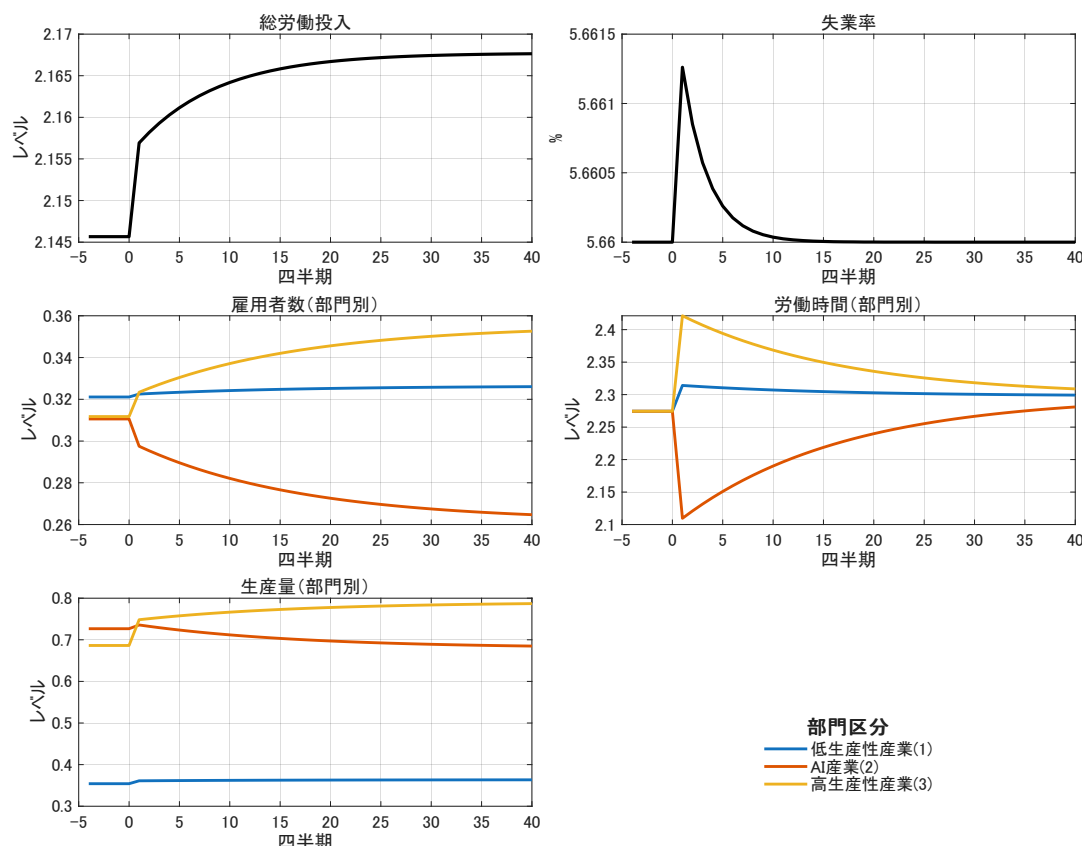
図 4: AI産業の消費者選好シェア (α_2) が上昇し、低生産性産業 (α_1) と高生産性産業 (α_3) の消費者選好シェアがそれぞれ低下したときのインパルス応答



(注) AI産業のTFP (z_2) が10%上昇するもとの、AI産業の消費者選好シェア (α_2) が0.10上昇し、低生産性産業 (α_1) と高生産性産業 (α_3) の消費者選好シェアがそれぞれ0.05低下したときのインパルス応答のシミュレーション結果である。低生産性産業と高生産性産業からAI産業への需要のシフトが部門間の調整経路に与える影響を表している。

図4は、AI産業のTFP (z_2) が10%上昇するもとの、AI産業の消費者選好シェア (α_2) が0.10上昇し、低生産性産業 (α_1) と高生産性産業 (α_3) の消費者選好シェアがそれぞれ0.05低下したときのインパルス応答のシミュレーション結果である。低生産性産業と高生産性産業からAI産業への需要のシフトが部門間の調整経路に与える影響を表している。総労働投入は減少し、失業率はTFP上昇のみの図2の場合と比べて短期的に下がっており、ショック前と比べて、約0.02pp下がっている。AI産業では雇用者数が大幅に増加する一方で、労働時間が減少し、生産量は小幅に増加する。他産業では、雇用・労働時間ともに増加し、生産は小幅に減少する。需要の集中が最も強い設定であり、低生産性産業と高生産性産業間での再配分圧力が強まる一方、AI産業の雇用・生産は選好・生産性の双方に支えられて拡大する。

図 5: AI産業の消費者選好シェア (α_2) が低下し、高生産性産業の消費者選好シェア (α_3) が上昇したときのインパルス応答



(注) AI産業のTFP (z_2) が10%上昇するもとの、AI産業の消費者選好シェア (α_2) が0.10低下し、高生産性産業の消費者選好シェア (α_3) が0.10上昇したときのインパルス応答のシミュレーション結果である。AI産業から高生産性産業への需要のシフトが部門間の調整経路に与える影響を表している。

図5は、AI産業のTFP (z_2) が10%上昇するもとの、AI産業の消費者選好シェア (α_2) が0.10低下し、高生産性産業の消費者選好シェア (α_3) が0.10上昇したときのインパルス応答のシミュレーション結果である。AI産業から高生産性産業への需要のシフトが部門間の調整経路に与える影響を表している。AIの投機的ブームの終息などによりAIの需要が相対的に減少する場合を想定している。総労働投入は増加し、失業率はTFP上昇のみの図2の場合とほぼ同水準で短期的に上昇しており、ショック前と比べて、約0.00125pp上がっている。AI産業では雇用・労働時間ともに減少し、生産量はわずかに減少する。低生産性産業では、雇用・労働時間ともに小幅に増加し、生産はわずかに増加する。高生産性産業では、雇用・労働時間ともに大幅に増加し、生産は小幅に増加する。需要がAI産業から離れることで、AI産業のTFPのポジティブ効果が相殺され、雇用配分は高生産性部門に傾斜する。

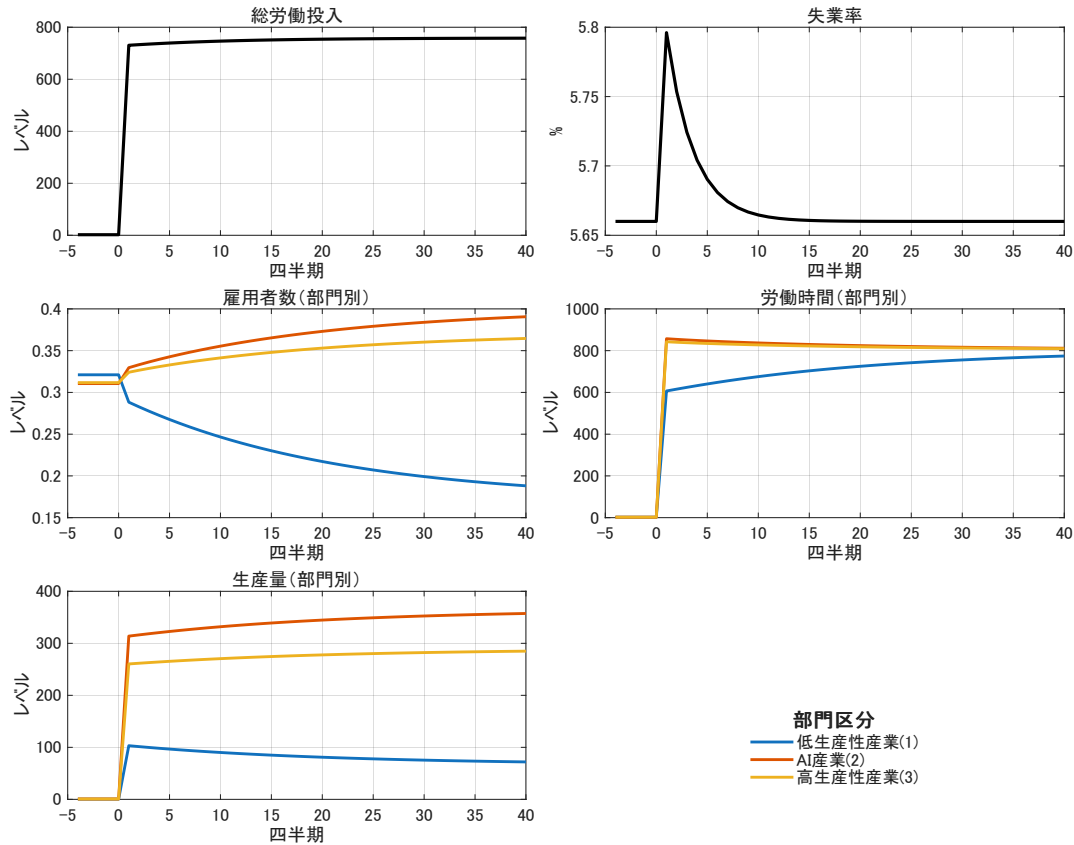
5.5 補完か代替か

Acemoglu et al. (2020)は、AIを導入する企業において、旧来スキルの後退と新スキルの導入が同時に進行し非AI職の採用が減少していることを示し、AIが人間のスキルを代替していると説く。そこで、AI産業の生産性が上昇するもとの、財を代替関係にしたときの部門間の生産や雇用構造の変化を検証する。また、代替関係下でAIブームの終息によりAIの需要が相対的に減少する場合の負の影響も分析する。特に図6および7に示す短期的な失業率の変化に注目されたい。⁴ 以下のシミュレーションではすべてAI産業のTFP (z_2) が10%上昇させている。

⁴補完関係を強化した場合のシミュレーションはAppendixを参照されたい。

1. 代替関係（図6）
2. 代替関係下で、AI産業から高生産性産業への需要シフト（図7）

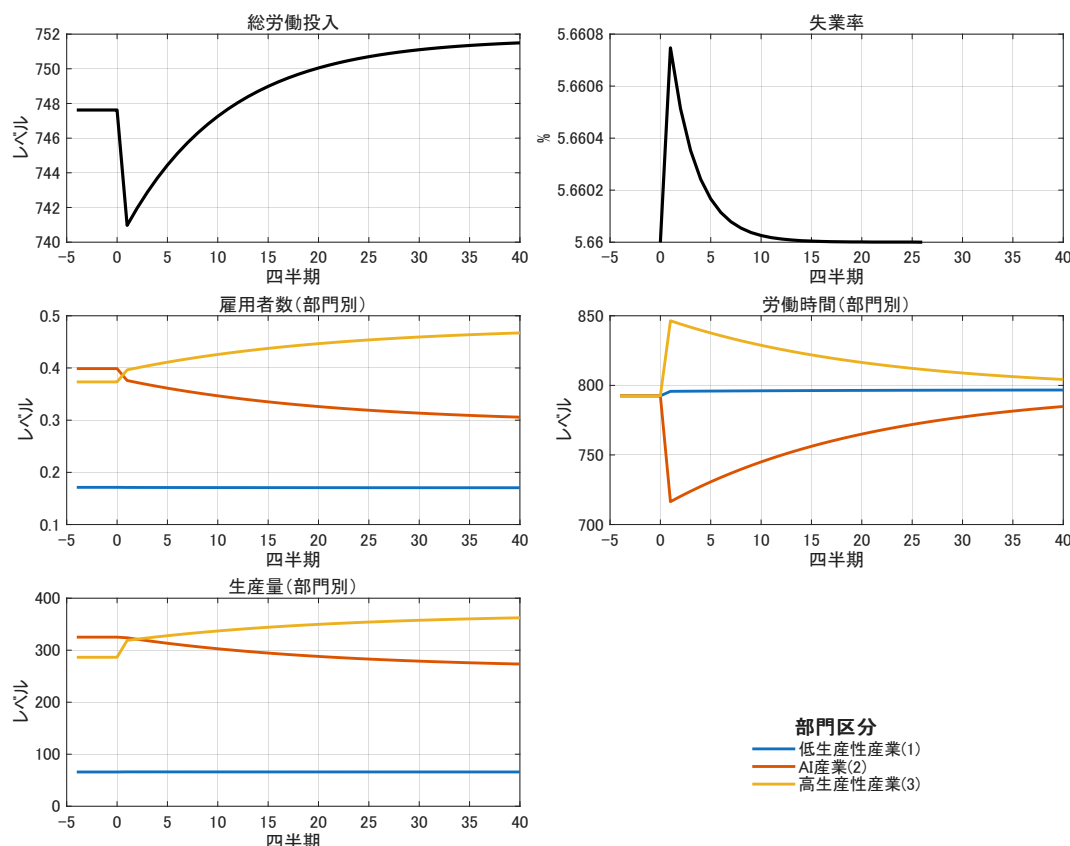
図 6: 財を代替関係にしたときのインパルス応答



(注) AI産業のTFP (z_2) が10%上昇するもとの、財の代替の弾力性 (ρ) を0.1にした場合のインパルス応答のシミュレーション結果である。補完関係から代替関係への変化が部門間の調整経路に与える影響を表している。

図6は、AI産業のTFP (z_2) が10%上昇するもとの、財の代替の弾力性 (ρ) を0.1にした場合のインパルス応答のシミュレーション結果である。補完関係から代替関係への変化が部門間の調整経路に与える影響を表している。総労働投入は増加し、失業率はTFP上昇のみの図2の場合と比べて短期的に大幅に上昇しており、ショック前と比べて約0.15pp上がっている。AI産業では雇用・労働時間ともに増加し、生産も増加する。低生産性産業は雇用が減少する一方で労働時間が増加し、生産は増加する。高生産性産業では、雇用・労働時間ともに増加し、生産も増加する。代替性が強い環境では、AI財への置換が進む一方、低生産性産業では雇用削減が進み、短期的に失業が悪化しやすい。高生産性産業では、AI産業に対して補完的に動く。AI産業が独占状態にならなかった理由は、ベースラインのAI産業のTFP (z_2) と高生産性産業のTFP (z_3) の値の差が小さいからである。

図 7: 財を代替関係にし、AI産業の消費者選好シェア (α_2) が低下し、高生産性産業の消費者選好シェア (α_3) が上昇したときのインパルス応答



(注) AI産業のTFP (z_2) が10%上昇するもとで、財の代替の弾力性 (ρ) を0.1にし、AI産業の消費者選好シェア (α_2) が0.10低下し、高生産性産業の消費者選好シェア (α_3) が0.10上昇したときのインパルス応答のシミュレーション結果である。補完関係から代替関係への変化と、AI産業から高生産性産業への需要のシフトが部門間の調整経路に与える影響を表している。

図7は、AI産業のTFP (z_2) が10%上昇するもとで、財の代替の弾力性 (ρ) を0.1にし、AI産業の消費者選好シェア (α_2) が0.10低下し、高生産性産業の消費者選好シェア (α_3) が0.10上昇したときのインパルス応答のシミュレーション結果である。補完関係から代替関係への変化と、AI産業から高生産性産業への需要のシフトが部門間の調整経路に与える影響を表している。AIの投機的ブームの終息などによりAIの需要が相対的に減少する場合を想定している。総労働投入はショック直後に減少し、失業率はTFP上昇のみの図2の場合とほぼ同水準に上昇し、ショック前と比べて、約0.0008pp上がっている。AI産業では雇用・労働時間ともに減少し、生産も減少する。低生産性産業は雇用・労働時間・生産すべてにおいてほぼ横ばいである。高生産性産業では、雇用・労働時間ともに増加し、生産も増加する。代替性が強い環境で、AI産業の相対的な需要が減少すると、失業率の上昇と生産量の伸び悩みといった経済全体に負の影響を与えることがわかる。

6 結びに代えて

6.1 分析のまとめ

以下に分析の結果をまとめる。

1. AI産業に対する消費者の選好シェアが増加すると、失業率は、高生産性産業からのシフトでは微々たる上昇、低生産性産業と高生産性産業両方からのシフトでは低下する。逆にAI産業に対する消費者の選好シェアが減少すると失業率は上昇することが示され

た。AI産業の選好シェアが拡大する一方で、その分シェアを失う産業では、雇用者数と労働時間が大幅に減少し、それに伴って生産量も低下する。したがって、消費者の選好シフトが各産業の雇用動向を直接的に左右することが確認された。

2. 産業間の補完・代替関係も重要な役割を果たす。補完関係が強まるとAI産業の優位性は相対的に低下し、逆に代替関係が強まるとAI産業が成長する。なお、代替関係下においても、ベースラインのAI産業のTFP (z_2) と高生産性産業のTFP (z_3) の値の差が小さいと、高生産性産業がAI産業に対して補完的に働く。しかし、どちらの極端な状況でも失業率は上昇する傾向が見られた。

仮説1（再配分と摩擦）、仮説2（需要強化時の失業抑制）に関しては、このモデルの上では、シミュレーション結果から本稿の仮説は正しいことが確認された。しかし、仮説3（財の関係性）に関しては、代替の状況下でも、高生産性産業がAI産業と同様に恩恵を得ることが分かったため、仮説が正しいとは言えない。仮説4（需要逆回転のシナリオ）に関しては、非AI産業への再配分が進むという仮説は正しかったが、失業率が減少するという仮説が正しいとは言えない。

総じて、消費者選好シェアと代替の弾力性がマクロ的な雇用調整を決定づける主要な要因である。経済全体の失業率は、TFPが上昇している産業（AI産業）への需要と財の代替の弾力性に影響を受ける。

本稿で特筆すべき点は、消費者選好シェアがもともと高い高生産性産業において需要が大きく急減した場合、失業率が上昇する傾向が明確に示されたことである。これは、雇用吸収力の大きい基幹産業がAI産業によって需要を奪われる場合、労働市場全体において失業が拡大する可能性を示唆している。一方で、消費者選好シェアが低く、雇用規模の小さい産業にAIが進出する場合には、短期的には経済全体の失業率は悪化しない可能性がある。

6.2 分析の限界と拡張の可能性

いくつかこの分析には限界点がある。まず第1に賃金の動学が明示的に組み込まれていないことである。第2に金融市場が完全に抜け落ちていることである。金融市場が資本を供給し、イノベーションを生み出すが、このモデルでは投資からイノベーションの創造という基盤概念が抜け落ちている。このため、生産性が上がる、またはそのような期待が生まれたときの投資とイノベーションの増幅器の装置が抜けている。第3に、ショックに成長トレンドがないことである。今回のシミュレーションでは、生産性、需要のコンポジションがある時点を境に変化するレベルショックを与えた。しかし、AIによる生産性へのショックは、まず数十年単位での長期的ものである。そのうえ、生産性が上がると期待形成が生まれ、投資が加速することになるような分析が行われていない。第4に政府、中央銀行という主体が存在しないことである。中国、アメリカともに政府が大規模に投資を行っているがそのメカニズムが一切入っていない。これらの内容を内生的にモデルに組み込んだ中規模DSGEモデルを開発することが今後の課題である。第5に産業の分類である。このモデルでは、代表的な産業を選びそれらを代表にしてモデルをくみ上げた。しかし、産業の分類方法、そして全産業を組み込んでパラメーターを推定すべきであろう。ただ、大きな問題がある。それは、どの産業が補完か代替かという問題が解明されていないことである。このモデルの根底にはある産業がほかの産業より補完的で、恩恵を受けると考えているが、どの産業が補完でどの産業が代替であるかについて、明確なコンセンサスは存在しない。この分類に対する包括的で、再現性が高い分析が必要であろう。そのうえで、今後は、AI導入を通じた賃金調整・金融伝播・政策対応の相互作用を同時に扱う中規模モデルを構築し、実データによるパラメータ推定を進めることが望ましい。

また、いずれのシナリオでも雇用が減少する産業部門が存在するため、構造的失業および摩擦的失業に対する政策的な支援策が必要となる。次に、具体的な考えられる政策を述べる。産業部門が補完関係の場合、労働時間の規制によるワークシェアリングが推進されるべきである。代替関係の場合は、リスクリングを促進する経済政策が最適解である。ただし、このモデルでは産業間の差が大きいため、ただ職業訓練校で訓練するだけでなく、長期的にレジームシフトに耐えられるような教育システムが必要である。

参考文献

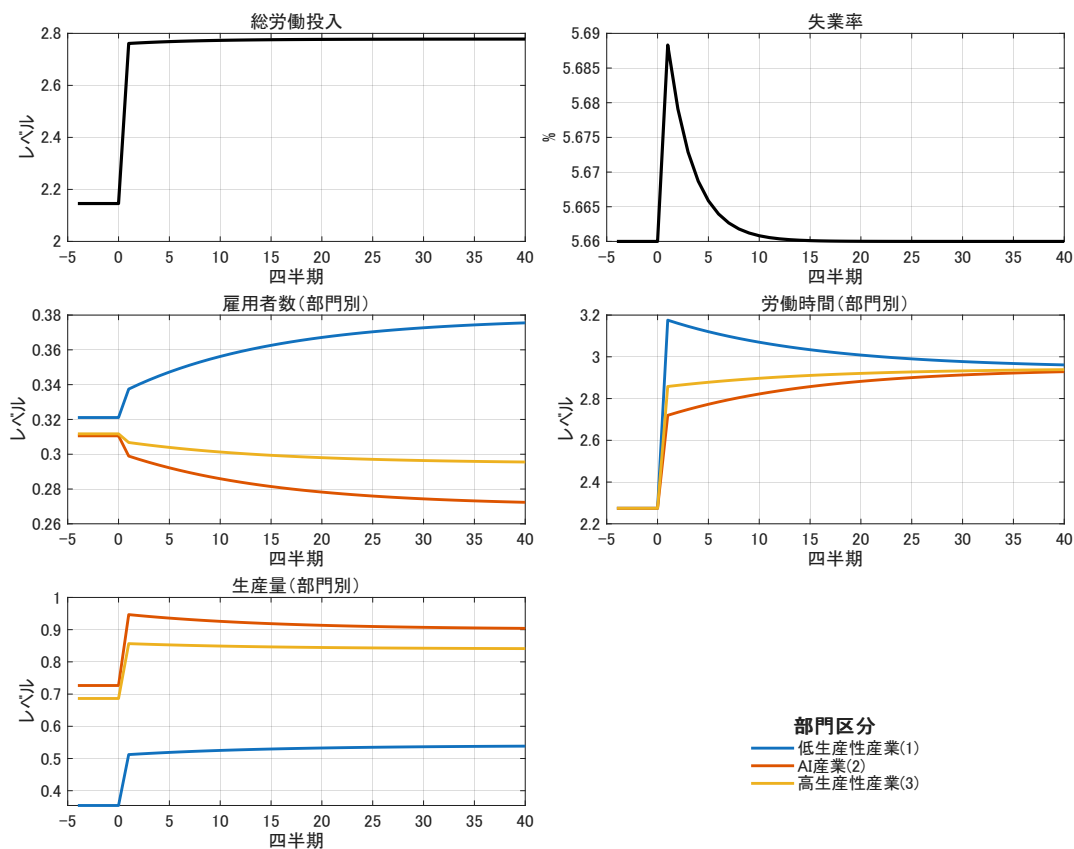
- [1] 加藤涼・石崎寛憲. (2003). “労働市場における硬直性の日米比較と構造調整.” 日本銀行国際局ワーキングペーパーシリーズ 03-E-1
- [2] 石崎寛憲・加藤涼. (2003). “労働市場における硬直性の日米比較と構造調整.” *International Department Working Paper Series* 03-J-7
- [3] 加藤涼. (2008). “現代マクロ経済学講義.” 東洋経済新報社
- [4] Acemoglu, D. & Restrepo, P.. (2018). “*Artificial Intelligence, Automation and Work.*” NBER Working PaperNo. 24196
- [5] Acemoglu, D.. (2024). “*The Simple Macroeconomics of AI.*” NBER Working PaperNo. 32487
- [6] Acemoglu, D., Autor, D., Hazell, J., & Restrepo, P.. (2020). “*AI and Jobs: Evidence from Online Vacancies.*” NBER Working PaperNo. 28257
- [7] Acemoglu, D. & Restrepo, P.. (2020). “The wrong kind of AI? Artificial intelligence and the future of labour demand.” *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*13(1), pp. 25–35
- [8] Autor, D. H.. (2010). “*The Polarization of Job Opportunities in the U.S. Labor Market: Implications for Employment and Earnings.*” The Center for American Progress and The Hamilton Project
- [9] Filippucci, F., Gal, P., Jona-Lasinio, C., Leandro, A., & Nicoletti, G.. (2024). “The impact of Artificial Intelligence on productivity, distribution and growth: Key mechanisms, initial evidence and policy challenges.” *OECD Artificial Intelligence Papers* No. 15, OECD Publishing
- [10] Filippucci, F., Gal, P., & Schief, M.. (2024). “Miracle or Myth? Assessing the macroeconomic productivity gains from Artificial Intelligence.” *OECD Artificial Intelligence Papers* No. 29, OECD Publishing
- [11] Floridi, L.. (2024). “Why the AI Hype is Another Tech Bubble.” *Philosophy & Technology*37(4), p. 128
- [12] Gourinchas, P.-O.. (2025). “*Global Economic Outlook Shows Modest Change Amid Policy Shifts and Complex Forces.*” IMF Blog October 14, 2025
- [13] International Monetary Fund. (2024). “*The Labor Market Impact of Artificial Intelligence.*” IMF Working PaperWP/24/199
- [14] Phelan, C. & Trejos, A.. (2000). “The Aggregate Effects of Sectoral Reallocations.” *Journal of Monetary Economics*45(2), pp. 249–268
- [15] Potrykus, M.. (2024). “Dot-com and AI bubbles: Can data from the past be helpful to match the price bubble euphoria phase using dynamic time warping?.” *Finance Research Letters*67(PA)
- [16] Webb, M.. (2020). “*The Impact of Artificial Intelligence on the Labor Market.*” Stanford University Working Paper

データ出典

- [1] EU KLEMS Consortium. (2023). “EU KLEMS Growth and Productivity Accounts: 2023 Release.”
- [2] Federal Reserve Bank of St. Louis. (2025). “Total Separations: Total Nonfarm (JT-STSR).” FRED, U.S. Bureau of Labor Statistics
- [3] Federal Reserve Bank of St. Louis. (2025). “Unemployment Rate (UNRATE).” FRED, U.S. Bureau of Labor Statistics
- [4] Felten, E. W., Raj, M., & Seamans, R.. (2021). “Occupational, Industry, and Geographic Exposure to Artificial Intelligence: A Novel Dataset and Its Potential Uses.” *Strategic Management Journal* 42(12), pp. 2195–2217

Appendix

図 8: 財の補完関係を強化したときのインパルス応答



(注) AI産業のTFP (z_2) が10%上昇するもとの、財の代替の弾力性 (ρ) を-2.0にした場合のインパルス応答のシミュレーション結果である。補完関係の強化が部門間の調整経路に与える影響を表している。

図8は、AI産業のTFP (z_2) が10%上昇するもとの、財の代替の弾力性 (ρ) を-2.0にした場合のインパルス応答のシミュレーション結果である。補完関係の強化が部門間の調整経路に与える影響を表している。総労働投入は増加し、失業率はTFP上昇のみの図2の場合と比べ短期的に小幅に上昇する。AI産業では雇用が減少する一方で労働時間が増加し、生産は増加する。低生産性産業では、雇用・労働時間ともに増加し、生産は増加する。高生産性産業では、雇用者数が減少する一方で、労働時間が増加し、生産も増加する。補完性が強い環境では、AI財の供給拡大が他財の需要も同時に押し上げ、生産量は広く拡大する。しかし、雇用調整中に摩擦的失業が発生する。