

令和 6 年 6 月 18 日現在

機関番号：22701

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K18437

研究課題名（和文）産業用ロボットの普及過程から示唆される、AI等の新しい生産要素の普及について

研究課題名（英文）Investigating a penetration process of new production factors: Implications from the case of industrial robots

研究代表者

太田 塁 (Ota, Rui)

横浜市立大学・国際商学部・教授

研究者番号：00338229

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目標は日本の産業用ロボット産業の初期の発展に注目し、ロボットの導入決定要因や、ロボットの普及が日本経済に与えた影響を分析することである。産業用ロボットという当時の新しい生産要素の導入背景や、その影響を解析することで、現在盛んに議論されている人工知能等の現代の新しい生産要素の普及過程や日本経済に与える影響に示唆を与えることを目的としている。この目的のため、1970年代後半から1990年にかけて産業別のロボット導入と各産業の労働不足に関するデータベースを作成した。このデータを用いて、非熟練労働者不足とロボット導入が強く相関していることを示した。当研究成果は査読付国際学術誌に掲載された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果の学術的意義は、日本における産業用ロボットの導入には非熟練労働力の不足が強く関連していたことを示した点にある。先行研究では労働力不足を含む様々な原因が挙げられていたが、どれも本研究のような実証分析は行っていない。1970年代以降の産業用ロボットの普及状況と労働力不足に関する指数を、産業レベルで補足できるデータをデジタル化したことで、これらの統計的関係を初めて明らかにすることができた。人工知能の普及による経済構造の変化に大きな関心が集まっている。本研究成果の社会的意義は、新技術導入が経済構造に与える影響を分析する上で、労働力供給が大きな役割を果たすことを示唆した点にある。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this research project is to study the early development of the Japanese industrial robot industry for revealing the factors that promoted the introduction of robots in 1970s and the impact of their diffusion on the Japanese economy. By analyzing the background of the introduction of industrial robots, which is a new production factor at that time, this study aims to provide suggestions for the diffusion process of modern new production factors such as artificial intelligence, which has been actively discussed recently. For this purpose, we compiled a dataset on the introduction of robots by industry and labor shortages in each industry from the late 1970s to 1990. By using this dataset, we show that there is a strong correlation between unskilled labor shortages and the introduction of robots. This study was published in a peer-reviewed international academic journal.

研究分野：国際経済学

キーワード：ロボット 労働力不足 自動化

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年、ロボットや人工知能(AI)の普及が経済構造、特に労働市場に与える影響に大きな関心が寄せられている。例えば、生成AIは言葉やコミュニケーションに強く依存する職業に大きな影響を与え、3Dアバター(ロボット)は輸送業、サービス業、農業においてヒトの雇用を減少させると予想されている。こうした新技術の普及が経済にどのような構造変化をもたらし、どのように経済成長につながるかを理解することは喫緊の課題であるが、指針となる研究が不足している。

また、労働力と代替的な可能性のある生産要素の普及過程を、国際貿易を許した設定で分析した既存研究は数少ない。比較優位に従うことで国は貿易の利益を享受するが、それによって普及の程度や速度が国によって異なれば、既存研究が明らかにしてきた示唆も国によって異なるだろう。つまり、グローバル化が進んでいる経済において、新しい生産要素はどのような普及過程をたどるのか、という問いに答えることは、労働市場等へ適切な政策を行うために必要である。

新技術の普及が経済構造に与える影響を分析する上で、産業用ロボットは良い例であろう。日本における産業用ロボットの開発・実用化は1968年頃に始まったとされ、1980年代には他の先進国や新興工業国よりもはるかに早く普及した。しかしながら驚くことに2000年代以降、他国と異なりロボットの稼働台数が徐々に減少している。産業用ロボット導入の背景には労働者不足があったとされており、さらに少子化が進んだ日本では、むしろ稼働台数は増加するのが直感的である。この予想に反した事実を真摯に受け止め、その原因を追究することで、第四次産業革命とも呼ばれるAI等の活用や普及過程に大きな示唆を得られると考える。

### 2. 研究の目的

本研究は日本の産業用ロボット産業の初期の発展に注目し、ロボットの導入決定要因やロボットの普及が日本経済の構造に与えた影響を分析するものである。これを通じて、今後訪れるであろう人工知能のような新しい生産要素の普及過程や経済構造の変化を予想することを目的とする。新技術の普及過程を解明し、将来の社会を見通すことで、適切な政策を行うことができる。

本研究は、労働と代替的と懸念される産業用ロボットの導入の背景と、グローバル化が深化する1970年代から90年代にかけての中長期的な経済構造を分析する点に、研究の新規性がある。近年、ロボットと貿易の関係についての分析は増えているが、既存研究はデータの制約により、90年代以降の期間にのみ焦点を当てている。期間が比較的短いため、ロボットと貿易の双方の関係が、経済全体の構造変化を通じてどのように現れるかを理解することは難しい。

私たちが収集する1970年代からの産業用ロボットに関する産業レベルのデータベースは、この分野で最初の履歴データベースとなる。この期間は日本経済の構造変化の時期とも重なるため、日本における産業用ロボットの初期の発展段階を研究することで、現在誰もが注目するロボットやAIと労働の関係についても、より俯瞰的な視点から議論できる可能性を秘めている。

### 3. 研究の方法

上記の目的を達成するため、以下3点の方法を取った：

#### A. データベースの作成

日本における産業用ロボットの産業別出荷データは1970年代より存在するが、初期のデータはデジタル化されていない。また、労働力不足を測る産業別職能別データも古くから存在するが、デジタル化されていない。実証分析を行うためのデータベースを作成するため、これらのデータをデジタル化する必要がある。

また産業用ロボットと労働力不足のデータは、異なる産業区分を用い、その産業区分も収集年でも異なっている。実証分析を行うデータベースを作成するために、なるべく同じ産業になるよう調整する必要がある。

日本ロボット工業会のデータによると、1970年代は自動車金額として最も大きな出荷先産業の一つとなっている。自動車生産のオートメーション化は様々な資料より確認されており、自動車産業当時の生産量や輸出量の拡大に産業用ロボットは大きな貢献を果たしている可能性がある。産業用ロボットが自動車産業に与えた影響を分析するためには、自動車の生産量、製品価格、性能の変化に関するデータが必要である。そのため、様々な資料からデータを収集し、データベースを作成する。

#### B. 実証分析

産業用ロボットの日本における普及の原因やその影響を考察するため、推定モデルを構築し、計量経済学モデルを用いて関連性や因果関係を分析する。この結果はAI等の新しい生産要素の普及過程に示唆をもたらすと期待される。

### C. 動学モデルの構築

労働と代替的な生産要素の導入と経済の構造変化の関係を構造的に分析するため、労働と代替的な生産要素を利用可能にした最適経済成長モデルを構築する。このモデルの構築に当たっては、上記の実証分析の結果を取り入れることで、より日本の産業用ロボットの導入背景が反映されることを目指す。最適成長経路として導出される新しい生産要素の普及過程から、今後のAI等の普及過程を示唆することが可能となる。また、雇用量や賃金率など労働市場における変化を分析し、高い経済成長を達成するために必要な労働市場の在り方や、そのための政策提言を行う。

## 4. 研究成果

研究成果は下記の通りである：

### A. データベースの作成

1970年代以降の日本における産業用ロボット出荷に関する産業レベルのデータを収集し、デジタル化した。同時に、産業別かつ職能別の労働力不足に関する指数を収集した。産業用ロボットと労働力不足指数は、異なる産業区分を用い、さらに同じデータであっても収集年によって異なる産業区分を用いているため、なるべく同じ産業になるよう調整する必要がある。このように作成した産業用ロボットの導入と労働力不足に関する産業別データセットは、私たちの知る限り、ロボット化に関する最初の長期的で高品質なデータベースである。

また、産業用ロボットが自動車産業に与えた影響を分析するため、自動車の生産量、製品価格、性能の変化に関する長期データ(1960年代から1990年代初頭まで)を収集し、デジタル化した。本研究期間では自動車産業に関する実証分析を行うことができなかったが、今後の研究のための準備が整った。

### B. 実証分析

作成した産業用ロボットの出荷と労働力不足に関する産業別データベースを用い、産業用ロボット導入の背景に労働力不足があることを実証的に示す研究を行い、公表した。これは査読付き国際学術誌に掲載された(Deng, et al. 2023)。産業用ロボットの導入の背景には様々な理由が指摘されているが、これまで定量的な分析は行われていなかった。当論文では熟練工や単純工といった職種別の労働力不足指数を用いて、職種別の労働力不足とロボット導入との関連について実証分析を行った。

既存研究の多くが産業用ロボットの導入が経済、特に労働市場へ与える影響について焦点を当てている。一方、本研究はその産業用ロボットがなぜ導入されたかに注目しており、研究の新規性の一つとなっている。新技術の導入が経済構造に与える影響を分析する一連の研究に対して、補完的な研究となった。

### C. 動学モデルの構築

動学モデルの基礎となる最適経済成長モデルにおける均衡の存在や特徴付けに関して、新たな発見を公表し、査読付き国際学術誌に掲載された(Deng, et al. 2021, 2022, Fujio et al. 2021)。この知見と実証分析の成果を活かし、労働と代替的な生産要素を利用可能にした最適経済成長モデルを検討することができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Deng Liuchun, Fujio Minako, Khan M. Ali	4. 巻 72
2. 論文標題 Eventual periodicity in the two-sector RSL model: equilibrium vis-a-vis optimum growth	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Economic Theory	6. 最初と最後の頁 615 ~ 639
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00199-020-01301-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Fujio Minako, Lei Yan, Deng Liuchun, Khan M. Ali	4. 巻 186
2. 論文標題 The miniature two-sector model of optimal growth: The neglected case of a capital-intensive investment-good sector	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Economic Behavior & Organization	6. 最初と最後の頁 662 ~ 671
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jebo.2020.11.007	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Deng Liuchun, Fujio Minako, Lin Xin, Ota Rui	4. 巻 233
2. 論文標題 Labor shortage and early robotization in Japan	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Economics Letters	6. 最初と最後の頁 111404 ~ 111404
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.econlet.2023.111404	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Deng Liuchun, Fujio Minako, Khan M. Ali	4. 巻 76
2. 論文標題 On optimal extinction in the matchbox two-sector model	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Economic Theory	6. 最初と最後の頁 445 ~ 494
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00199-022-01462-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Liuchun Deng, Minako Fujio, Xin Lin, Rui Ota
2. 発表標題 Labor Shortage and Early Robotization in Japan
3. 学会等名 WEAI 98TH ANNUAL CONFERENCE (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	藤生 源子  (Fujio Minako)  (80431394)	横浜国立大学・大学院国際社会科学研究院・教授    (12701)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 協力者	鄧 留純  (Deng Liuchun)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
中国	中国農業大学			
シンガポール	シンガポール国立大学			
米国	ジョンズホプキンス大学			