



The Implications of Demographic Structural Changes for Technological Advancements in the Post-Demographic Transition China: Dual Indirect Channels Through Saving and Human...

朱, 凌暉

(Degree)

博士 (学術)

(Date of Degree)

2023-09-25

(Date of Publication)

2026-09-25

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲第8748号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/0100485932>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



学位請求論文審査結果報告

博士學位論文

論文内容の要旨及び審査結果の要旨

氏名 朱 凌暉

学位の種類 博士（ 学術 ）

学位授与の条件 神戸大学学位規程第5条1項該当

学位論文の題目

The Implications of Demographic Structural Changes for Technological
Advancements in the Post-Demographic Transition China: Dual Indirect
Channels Through Saving and Human Capital

(ポスト人口転換期の中国における人口構造変化が技術進歩へ及ぼす影響—貯蓄
と人的資本を介した二つの間接的経路—)

審査委員	主査	教授	小川 啓一
		教授	中澤 港
		教授	近田 政博

論文内容の要旨

論文題目：The Implications of Demographic Structural Changes for Technological Advancements in the Post-Demographic Transition China: Dual Indirect Channels Through Saving and Human Capital

(ポスト人口転換期の中国における人口構造変化が技術進歩へ及ぼす影響—貯蓄と人的資本を介した二つの間接的経路—)

氏名： 朱 凌暉

近年、世界中の国々が、人口構造の変化と急速な技術進歩という、大きな二つの課題に直面している。同時発生的なこれらの変化は、さまざまな社会的側面に重要な影響を与えており、特に中国においては、1990年代以降、顕著な経済成長と医療分野の改善により、平均寿命の伸びと出生率の低下につながっている。特筆すべき点として、2023年現在、中国は人口減少期に突入し、持続的な高齢化と出生率の低下といった課題の深刻化が将来的に懸念されている。第四次産業革命にともなう技術革新が急速に世界を変革しており、中国はその変化において重要な役割を担っている。新たな技術の広範囲にわたる普及は、社会と経済に大きな影響を与えることが予想されている。そのため、人口構造の変化と技術革新の相互作用について理解することは、これらの変化によってもたらされる諸課題への対処法を模索し、潜在的な技術革新による生産性の向上と経済成長を促進するために、非常に重要である。

技術革新と人口構造変化の関係は複雑であることから、包括的な研究が不足しており、明確な結論を得るに至っていない。先行研究では、全体的な人口動向の分析に主眼が置かれ、出生率の減少や高齢化といった年齢集団別の動態や、その他の複合的な効果の存在は考慮されてこなかった。そのため、技術革新や、労働力の動態、人口変動による複雑な相互作用の実態は明らかになっていない。加えて、技術革新を後押しする人的資本や技能レベルの役割は見過ごされてきた。自動化の経済的な影響は国や地域によって異なっており、このことが問題を一層複雑化している。したがって、技術革新と人口変化の相互作用を包括的に理解するためには、これらの要因を考慮したうえでの分析が必要である。

人口構造の変化が開発に与える影響は、理論的および実践的な課題を抱える、複雑な問題である。人口構造変化は、労働力の規模を変えることによる経済成長への直接的な影響に加えて、特に貯蓄や人的資本といった他の要素に間接的な影響をもたらす。このような影響の存在は、人口ボーナス理論（DDT: Demographic Dividends Theory）において強調されている。以上の背景を踏まえ、本論文ではDDTの理論枠組みを用い、こうした関係性の包括的な分析を目指して、以下の研究課題を設定した。（１）異なる年齢特有の動態によって引き起こされる人口構造変化は世界的な技術革新にいかなる影響を与えるか。（２）異なる年

年齢特有の動態によって引き起こされる人口構造変化は中国の技術革新にいかなる影響を与えるか。二つの研究課題は、それぞれ三つのより具体的なリサーチクエスチョンによって構成されており、影響の程度や構造、文脈ごとの特異性といったさまざまな角度からの分析が行われた。

本論文の主な目的は、中国の事例に焦点を当て、人口構造変化と技術革新の関係性を包括的かつ綿密な分析を通じて理解することである。先行研究の不足を補うために、本論文は、人口構造変化の全体的な影響と、子供の扶養比率の減少および高齢者の扶養比率の増加に関係する動向の両方を検討する。さらに、人口動向の変化に技術革新がもたらすメカニズムを明らかにし、人口ボーナス理論に基づく実証的な新たなエビデンスを提供する。異なる経済発展レベルの国家間の違いや中国国内での地域間の違いなど、地域性の違いによって生じる異質性も考慮する。

本論文の成果は、先行研究の蓄積に対していくつかの貢献をもたらす。第一に、自動化の進展といった文脈での人口構造の変化が、世界規模での技術革新に与える具体的な影響の分析は、先行研究に新しい視座を提供する。第二に、人口変動と技術革新の相互作用の背景にあるメカニズムに着目することで、先行研究では不明瞭であった点を補完する。第三に、中国を含む開発途上国の文脈において、技術進歩の度合いを複数の指標や手法を用いて測定することにより、データの制約を克服し分析の堅牢性を高める。これらの貢献は、中国の長期的かつ持続可能な発展に対し、意義のある示唆を提供するだけでなく、同様の人口構造の変化を経験する他の開発途上国にとっても重要な教訓を提供する。

研究目的に沿って、本論文では第一に、国際的な文脈において、人口構造の変化が技術進歩に与える影響について、詳細な検討を行う。この際、技術進歩は自動化ロボットの導入度によって代替的に指標化される。第二に、中国の文脈で、人口構造変化が技術進歩に与える影響に焦点を当てる。データの制約を理由に、技術進歩は、マルムキスト生産性指数を用いたデータ包絡分析 (DEA)、確率的フロンティア分析 (SFA)、および最小二乗法を用いて推定される全要素生産性 (TFP)、従業員 1,000 人当たりの特許出願件数、および従業員 1,000 人当たりの研究開発費用などの指標によって示される。二重間接メカニズムとして、貯蓄と人的資本の相互関係が存在するとする仮説を検証するため、因果関係の段階的アプローチを用いた媒介分析を行い、本分析を補完するために相互作用モデルも用いた。そして、結果の妥当性と一貫性を検証するために、推計の頑健性の確認を包括的に行った。

第一の研究課題に対する分析では、子供の扶養比率の減少や労働力人口の減少といった人口構造における変化が、技術進歩にさまざまな影響を与えることが確認された。他方で、高齢者支援負担の増加が技術進歩に与える影響は有意でなかった。貯蓄はロボット導入を促進する役割を果たす一方、人的資本の開発は人口動態の傾向によって異なる効果を有する、追加の間接的な経路となる。さらに、分析結果は中国と他の高所得国との間の顕著な違いを示しており、中国の技術進歩の度合いが世界平均を上回っていることを明らかにした。中国に見られる特異な軌跡に寄与している要因としては、急速な人口変動、顕著な経済成長、

技術進歩、および人的資本の導入などが挙げられる。

第二の研究課題に対する分析では、年齢別の動態によって異なる効果を踏まえながら、貯蓄と人的資本を介した間接的なメカニズムに関する、中国の文脈での検討を行った。子供の扶養比率の減少は、貯蓄と教育機会の増加を経て進歩を促進する一方で、高齢者への支援率の影響は複雑であり、健康状態や貯蓄パターンの変化に影響を与える。技術進歩は、人口構造の変化や貯蓄、人的資本レベル、経済状況、および都市化の進行度合いといったさまざまな要素の影響を受けるため、地域間での顕著な違いが観察された。また、国内移住は、これらの格差を説明する重要な役割を担っている可能性がある。さらに、労働力を構成する人口の変化が技術進歩に与える影響も、セクターによってその効果が大きく異なることが明らかになった。若年労働者が多く、教育水準が高い、子供の扶養率が低いセクターでは技術進歩は早いことが明らかになった一方で、人口の高齢化がもたらす影響については明確になっていない。時間とともに、人口構造の変化、人的資本、そして技術進歩の相互関係は強まっていることが伺われる。

結論として、本論文は、中国の人口転換後の人口構造における変化が、技術進歩に重要な影響を与えた点を強調している。子供の扶養比率の減少は、貯蓄増加と人的資本の蓄積を経て技術進歩を促進する一方で、高齢者支援率の上昇が技術進歩に与える影響は多面的、かつ、その方向も異なっていた。本論文は、人口動態と技術進歩の関係性が複雑であることを示し、国や地域、セクター間で異なる変動が存在することも明らかにしている。これらの課題に対処し、利益を最大化するためには、年金制度の改革、人的資本と幼児期の発達への投資、および戸籍制度の改革といった政策措置が求められる。これらの措置を講じることにより、中国の長期的かつ持続可能な発展における人口転換の負の影響を軽減し、技術進歩を活用できることを、本論文の成果は示唆している。

論文審査結果の要旨

論文題目：The Implications of Demographic Structural Changes for Technological Advancements in the Post-Demographic Transition China: Dual Indirect Channels Through Saving and Human Capital

(ポスト人口転換期の中国における人口構造変化が技術進歩へ及ぼす影響—貯蓄と人的資本を介した二つの間接的経路—)

氏名： 朱 凌暉

本論文は、中国における人口構造の変化と技術革新の関係性を、包括的かつ綿密な分析を通じて理解することを主な目的とし、これまで先行研究が行ってきた議論に対して、新たなエビデンスを提示している点で、学術的意義がある。具体的に、本論文の主な学術的貢献は、以下の四点である。

第一に、本論文は、人口動態と技術進歩の相互作用に焦点を当てることにより新たな知見を生み出した。先行研究においては、人口構造の変化は経済成長やマクロ経済への内生的な要因として広く探究されており、労働年齢人口の割合や経済成長、及び生産性向上の間の正の関係性が、特にアジア諸国で卓越した経済成長を実現した事例として示されてきた。しかしながら、経済成長や生産性向上が必ずしも技術進歩と同等ではなく、技術進歩に関連する具体的な成果に関する研究は限られていた。Chomik and Piggott (2021) が指摘するように、労働力と資本投入の組み合わせに関する方法論上の改善が進んだなか、単に労働力と資本の投入を増やすことに加え、技術進歩の促進は、より持続可能な成長をもたらすアプローチであることが認識されるべきである。

これらの先行研究の不足を補うため、本論文は人口構造の変化と技術進歩との相互作用を明らかにすることに重点を置いている。特に、技術進歩に焦点をあて、Oberdabernig (2015) に概説がある全要素生産性 (TFP)、従業員 1,000 人あたりの特許出願数、従業員 1,000 人あたりの研究開発費などの一般的な指標に加えて、ロボット技術の影響について国家間の国際比較による検討を行っている点で、独自の洞察を行っている。自動化の進展の最先端の状況を探求することで、本論文は、現在進行中の第四次産業革命の文脈における技術進歩に関する包括的な理解の促進にも貢献している。

第二に、本論文は異なる年齢ごとの人口動態の違いを考慮し、それらのメカニズムが技術進歩にどのような影響を与えるかを探求することで、既存の文献で行われてきた議論を拡大する。人口動態と技術進歩の相互作用に焦点を当てたこれまでの研究は、異なる結論を導き出していた。人口の高齢化や人口増加の鈍化が自動化技術の導入を助長し、経済成長を促進すると結論づけた研究もあれば、人口の高齢化や出生率の低下が技術革新を鈍化させると主張する研究もある。これらの議論を踏まえれば、特定の年齢に特徴的な動態によって引

き起こされる多面的な人口変化の性質を考慮しない場合、実際と異なる結論を導き出してしまう可能性があり、影響の複雑さを深く理解するためには、因果メカニズムに関するさらなる検討が必要である。

これらの先行研究の不足を補うべく、本論文は一般均衡モデルを基に、会計恒等式アプローチを用いて、分析の射程を拡大している。これにより、自動化の影響と、子供の扶養比率の減少と高齢者支援比率の増加に関連する、多面的な人口構造変化との間の因果関係が明らかにされた。また、これら要素の相互作用から生じる内生的な貯蓄メカニズムの重要性も強く示唆された。さらに、本論文では、質と量の間のトレードオフ関係を仮定する理論と一致して、人的資本要素の重要性を示している。これら二つの分析は、第二次人口配当があるとする理論にも基づいて行われた。理論的探求に加え、本論文では、年齢ごとに特異的な人口動態によって引き起こされる効果とメカニズムに関する仮説を、媒介分析や相互作用アプローチなどの厳密な計量経済学的手法を用い実証的に検証し、明らかにしている。

第三に、本論文は、技術の測定に関して、既存の研究が直面しているデータ不足に対処するため、データを総合的に活用するアプローチを採用している。先行する実証研究では、技術の進歩と普及についてさまざまな視点から広範に検討されてきたが、人口動態の役割についての検討は、データの入手可能性の課題によって、十分に行われてこなかった。技術の測定にあたり代理変数を用いてきた先行研究では、指標の作成において用いられるデータが、一部の期間、特に開発途上の国や地域において不足しているか利用できないことが多かった。ある期間や地域で包括的で一貫したデータが欠如することは推定バイアスをもたらし、実証的な議論の精度を低くし、異なる結論を導き出してしまう可能性があった。

こうしたデータ不足の問題を克服し、異なる文脈での技術進歩についてより包括的に理解するため、本論文ではさまざまな代理変数と手法を用いている。まず、1993年から2019年までの自動化革新に関する、長期にわたり国際的に比較可能なデータセットを活用し、最先端技術の詳細な分析を世界規模で行っている。さらに、中国のような開発途上国に特徴的な文脈を理解するため、本論文は技術の異なる側面を捉えられるさまざまな代理変数を組み込み、データ包絡分析 (DEA)、確率的フロンティア分析 (SFA)、最小二乗法などを使用した全要素生産性 (TFP) の推定を行った。さらに、1990年からの従業員 1,000 人あたりの特許出願数と研究開発への支出データも、分析に取り入れている。こうした広範な分析を行ったことが、技術のさまざまな側面の包括的、かつ補完的理解を可能とし、導出された結論に偏りがいないことの保証となっている。

第四に、本論文は先行研究とは異なり、人口統計学的な特徴について、開発途上国である中国の文脈を加味し、特に地域とセクター間の異質性に注目しながら、詳細に検討している。自動化、AI、ICT、デジタル技術などの複雑で多面的な技術変化の影響に関するこれまでの研究では、データの豊富さや関心の高さを受け、主に、OECD 諸国、アメリカ、欧州の先進国に焦点を当てられてきた。しかしながら、国と地域間に看過できない多様性と異質性が存在することを多くの研究が示しており、開発途上国の文脈で技術変化の影響を探究する研

究の不足が浮き彫りになっている。

中国はその膨大な人口、多様な地形、過去数十年間にわたり世界的発展の中心地であったという点に加え、近年は人口高齢化、出生率低下、高度な技術の急速な導入が進むという特徴を有している。これらの特徴を考慮し、本論文では多様で信頼性のあるデータベースを活用して、中国と世界、および同様の発展段階にある国のグループとの国際比較を行うだけでなく、中国国内における地域間や産業間の異質性に注目し、さまざまな手法を組み合わせた分析を行っている。本論文の成果は、さまざまな文脈における技術進歩の包括的な理解が可能にし、中国の将来の制度改革に対する示唆を提供するだけでなく、同様の課題を抱え、人口構造の変化や技術進歩を経験している、他の開発途上国にとっても貴重な示唆と教訓を提供している。

しかしながら、その一方で、審査の過程を通じて以下の課題が指摘された。

第一に、先行研究において技術進歩という用語について明確な定義がなされていないように、技術の扱い方に、本論文も課題を持っている。例えば、産業用ロボットに加えて、人間との対話が可能なサービスロボットなど、相互作用能力を持つロボットがますます普及し、さまざまな分野で社会を変革している。新型コロナウイルスのパンデミックによって加速されたサービスロボットの活用も、経済的および社会的に重要な影響をもたらしている。したがって、本論文は技術進歩を異なる側面から厳密に検証する努力を行っているが、異質な技術変化が単一的でない点を考慮できていないことで、結果の解釈にも曖昧さが残っている可能性がある。

第二に、本論文は流動する人口が人口構造を形成するうえで果たしている役割の重要性を認識しているが、中国の都市部と農村部における自動化の動機づけの差異による影響を詳細に検討していない。中国は急速な都市化と経済発展に伴い、多くの人々がより良い機会と生活環境を求めて農村部から都市部に移住した。この点において、戸口政策や家族の動態、住宅の入手可能性、質の高い教育へのアクセスなどの要因は労働力の流動性に重要な影響を及ぼす。本論文はこれらの要因の存在を認識しているが、具体的な移住パターンや労働の割りあてにどのような影響を与えているかについては、十分な分析を行っていない。異なる戸口状況を持つ人口や、特定地域内の都市部との格差の状況を理解することは、地域内の不平等を緩和するための効果的な政策策定にとって不可欠であるが、データの制約により、本論文の分析は省レベルのデータにのみ基づいている。今後の研究では、中国の都市部と農村部の両方における影響の調査を優先し、国内の地域格差の根本的な原因についてより包括的な視点をもった分析を行うことが重要である。こうした新しい視点は、地域格差を是正するための介入策策定においても重要である。

上記の課題を指摘することはできるものの、これらは筆者の将来の研究によって補完されるべきものであり、本論文が成した学術的貢献の価値をいささかも損なうものではない。したがって、これまでの審査を総合的に評価した結果、下記の審査委員は全員一致して、学位請求者が博士（学術）の学位を授与されるに十分な能力と資格を有すると判断する。

令和 5 年 7 月 6 日

審 査 委 員	主査	教 授	小川 啓一
		教 授	中澤 港
		教 授	近田 政博