

博士学位請求論文審査報告書

申請者 丸山 隆央

論文題目 **Studies on Effective Interventions to Improve Math Learning in Low- and Lower-Middle-Income Countries**

1. 論文の主題と構成

算数・数学は科学技術や工学の基礎であり、子どもの算数・数学の能力向上は、開発途上国の人的資源開発と経済発展を推進する上で重要である。しかし、多くの途上国において、就学率が急速に上昇している中で数学の学習成果の向上がみられないという危機的状況が見られる。本論文は、この喫緊の開発課題を解決するための方策を実証的に探ることを中心課題としている。

具体的には、独立行政法人国際協力機構（JICA）の行った、エルサルバドルにおける教科書開発を中心とした支援、およびニジェールにおける算数補習活動にかかる支援に着目し、インパクト評価のミクロ計量経済学的手法を用いて、これらの政策介入が子どもの算数・数学の学習成果に与えた因果効果を検証する。さらに本論文では、検証結果をもとに途上国における子どもの算数・数学の学習改善のための効果的支援策について考察し、援助機関がインパクト評価から得たエビデンスを教育開発の戦略や実践にフィードバックしていく上での示唆を導く。

本論文の構成は以下の通りである。

Chapter 1. Introduction: Background and Objectives of the Dissertation

Chapter 2. Developing Textbooks to Improve Student Math Learning: Empirical Evidence from El Salvador

Chapter 3. Strengthening Teacher Support for Students to Improve Math Learning: Empirical Evidence from a Structured Pedagogy Program in El Salvador

Chapter 4. Do Remedial Activities Using Math Workbooks Improve Student Learning? Empirical Evidence from Scaled-up Interventions in Niger

Chapter 5. External Validity of Evidence from El Salvador and Niger for Other Low- and Lower-Middle-Income Countries

2. 各章の概要

第1章は全体のイントロダクションに当たり、本論文の目的、先行研究のレビュー、問題設定、論文の構成と主要な分析結果、そして残された課題を総括している。先行研究のレビューからは、途上国における算数・数学教育の困難（例えば世界の初等教育学齢期児

童の約半数にあたる 3 億 8 千万人が最低限学習すべき算数を習得できておらず、その大半が途上国にいることなど) が明らかになる。その上で、本論文の目的が教育介入の効果測定を通して、子どもの習熟度に即した指導を実現するための有効な支援策を提示することにあると説明される。

第 2 章では、中米のエルサルバドルの小学校 2 年生を対象に、JICA が開発した算数の教科書と指導書を配布し一連の教授法改善を促す介入プロジェクト (ESMATE) のインパクトを、無作為比較実験(randomized controlled trial: RCT)によって計測した。介入群と対照群両方の児童が 3 年生になるまでフォローしたパネルデータを用いた綿密な計量分析の結果、介入が顕著に算数の学力を向上させ、それは次年度まで継続したことが示された。

第 3 章では同じエルサルバドルにおける ESMATE の効果を、中学校 1 年生を対象に検証した。第 2 章とは異なり、中学校 1 年生の場合には対照群においても教科書が配布されたことから、分析の焦点は、生徒の学習状況のフィードバックによる教師の教授法の改善の効果となる。これを RCT で測定し、インパクトが生じた経路を Causal Mediation Analysis によってさらに追及した。その結果、介入が統計的に有意な学力向上につながったこと、その経路として数学の授業回数増加がプラスに働いたことが明らかになった。

第 4 章は、アフリカの低所得国ニジェールにおいて JICA が実施した算数の補習活動介入プロジェクト (PMAQ) のインパクトを分析した。RCT が実施できないという制約の中、プロジェクトの遅れによって介入前のデータが 2 時点取られたことにより説得力の高い二重差分(Difference-in-Difference: DID)法で検証することに成功した。介入は統計的に有意な学力向上を生み出しており、その効果はとりわけ成績下位の子どもに顕著であった。

第 5 章は、エビデンスを開発政策に反映させるための考察を行うものであり、その中心は、効果が確認された政策プログラムが他の地域でも適用可能かという「外的妥当性」を Mechanism Mapping によって検討する点にある。この手法を第 2 章と第 3 章で分析された ESMATE と第 4 章で分析された PMAQ に適用し、十分な予算措置があること、適切なカリキュラムが構築できること、教材が円滑に配布されること、補習が適切に実施されること、適切な学校管理組織が継続的に運営されること、といった文脈的仮定を抽出し、それらを満たすための施策を考察している。本章の補論として、エビデンスを実務に活かすという視点から、インドの NGO「Pratham」による学習支援をインパクト評価に基づき改善する取り組みについてのサーベイが加えられている。Pratham は、本論文で取り上げられている ESMATE や PMAQ の前身ともいえるプログラムを実施し、研究者と共同で RCT を通して効果検証してきた豊富な経験を持つことから、補論では NGO とアカデミアの協働にあたっての教訓が導かれている。

3. 論文の審査プロセス

2022年1月13日に実施した口述試問では、審査委員より多くのコメントと改訂示唆が出されたが、それらは各章の結論を明確にするための補強や、定量分析結果の示し方に関する工夫、回帰分析モデルの若干の拡張などを求めるものであった。

第2章については、学校によっては政策介入が予期されていたのではないかと、ESMATEの効果について社会経済階層以外の異質性はなかったのか、算数成績の有意な向上という結果が得られているのにもかかわらず批判的な評価をしているのはなぜか、今回の介入は主に教育の供給側の政策だが需要側の制約についてはどう考えるか、といった点について質疑応答が行われた。丸山氏の回答とその後の改訂はこれらの疑問に十分に答えるものであり、男女による異質性の結果についての言及や改革の有効性と問題点についての議論も改訂論文に追加され、より論点が明確になった。

第3章については、2年目に介入の効果が統計的に有意でないという結果に関して、**quantile treatment effect**など効果の異質性を考慮した分析を行えば効果が有意となるグループがあるのではないかと等の疑問が提示された。また、介入の複数の要素について論文中で整合的な説明が必要であること、概念的な整理が足りないことといった課題も指摘された。これに対して、論文の改訂作業において **quantile treatment effect** の分析を行い、2年目についても有意な正の効果は最低点から30パーセントイルまでは検出されることを新たに発見し、改訂稿に含めるなどの改善が行われた。実証結果の解釈や介入の説明に関しても適切な対応がなされた。

第4章については、口述試問では、論文内で主要なアウトカム変数や評価すべき介入の内容などについて説明が十分になされていないこと、スピルオーバーによる介入の過小評価の可能性、介入群と対照群のアウトカム変数のずれによる介入の過大評価の可能性、非認知スキルや飛び級・留年・中途退学など他のアウトカム変数への分析の拡張などの指摘や提案がなされた。これに対し、口述試問の限られた時間内で適切な回答が得られただけでなく、必要かつ十分な論文の改訂が行われた。

第5章に関しては、議論されている文脈的仮定が、予算やロジスティクスなどの表層的なものに留まっており、社会経済的な文脈的仮定に踏み込んだ検討が必要ではないかというコメントが出された。これに対して改訂稿では、文脈的仮定の修正とより深い考察が行われ、説得的な論考となった。また当初は第6章となっていた **Pratham** の事例については、興味深いケースではあるが、独立した章とするには新規性や内容がやや不足しているとの指摘が出された。これに応じて、改訂稿では同章を第5章の補論とする措置が取られた。

今後は、本論文で取り上げた JICA プロジェクトの運営経験と対比させることで、さらに考察を深められると期待される。

以上のプロセスを経て提出された最終版の博士論文は、完成度が一層高まり、問題意識や論点がより明確になったことが確認された。

4. 評価

本論文の全体を通じての評価は、大きく 3 点にまとめられる。第 1 に、開発途上国における子どもの算数・数学の学習改善のための政策介入の効果を、応用マイクロ経済学のスタンダードな手法を用いて、厳密に定量化したことである。RCT や DID といったマイクロ計量経済学の手法を適用する上では、それらが適切になるための諸条件について慎重なチェックを行うとともに、諸条件が満たされないことも考慮に入れた頑健性のチェックを多々実施している。このことが、政策実施に不可欠なエビデンスとして、本論文の実証結果の信頼性をきわめて高いものにしてしている。第 2 に、供給面での教育介入として本論文が扱ったエルサルバドルの ESMATE もニジェールの PMAQ も、単なる教科書の配布や、単なる補習講義の実施ではなく、教授法の改善と一体化した介入パッケージとなっており、パッケージの効果がどのような経路を経て生じているかについての分析も行われるなど、既存研究とは違った政策介入の効果を検証している点が革新的である。これに加えて、ニジェールの場合には RCT の蓄積が少ないスケールアップに関する研究であることも特筆される。これらの理由から、第 4 章はすでに *World Development* 誌に掲載されており、第 2 章と第 3 章も開発経済学・教育開発学の査読付き英文学術誌に刊行される可能性が非常に高い。第 3 に、本論文はエルサルバドルとニジェールの実証結果を開発政策に反映させるために、外的妥当性や実務家との協働に必要な論点について詳細に整理しており、エビデンスに基づいた政策立案(EBPM)を進める上での有益な示唆に富む。

丸山氏には、これから学術研究の知見を開発実務に生かし、また開発実務の経験を学術研究にフィードバックするというように、両者の架け橋となって活躍することが大いに期待される。そのためには、まだ学ぶことも多い。例えば、本論文で分析した介入や活用した調査は必ずしも丸山氏がデザインや実施に携わったわけではない。ぜひ積極的に途上国を自ら訪れ、経済学の分析ツールを活用して人々が直面する課題を明らかにし、解決に取り組むようになることを期待したい。将来のプロジェクトで学術研究者と協働しながらそうしたノウハウを吸収し、より一層開発実務と学術研究の双方に貢献できるような基盤を丸山氏がすでに獲得していることは、本論文が十分に示している。

以上に述べた本論文の内容評価と所定の口述試問の結果に基づき、審査委員一同は、丸

山隆央氏が、一橋大学博士（経済学）の学位を取得するに足る研究能力を備えていると判断する。

2022年3月9日

論文審査員（五十音順）

有本 寛

黒崎 卓（審査委員長）

手島 健介

真野 裕吉

森口 千晶