

令和 5 年 5 月 29 日現在

機関番号：13201

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K01716

研究課題名（和文）社会経済的地位と子どもの学力に関する日本の実証分析

研究課題名（英文）Socioeconomic status and children's cognitive ability in Japan

研究代表者

モヴシュク オレクサンダー（Movshuk, Oleksandr）

富山大学・学術研究部社会科学系・教授

研究者番号：50332234

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、社会経済的地位（SES）と学力の関係を探り、日本におけるSESの学力への影響が時間の経過とともにどのように変化するかを分析した。PISAとTIMSSという2つの国際的な学力調査データを用い、15歳時点での読解、数学、科学（PISA）、10歳と14歳時点での数学と理科（TIMSS）に対するSESの影響を推定した。その結果、両調査ともに2000年代前半からSESの影響が拡大傾向にあるという事が判明した。また義務教育は、SESの格差を起因とする学力格差を緩和する役割も担っている。しかし分析結果から、日本の義務教育は10～14歳のSESの影響を十分に緩和していないことが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的には、本研究は、社会経済的格差(SES)が教育成果にどのように関連しているかについての重要なデータを提供するものである。また、SESが子どもの学力に与える影響が大きくなっていることを明らかにし、人的資本の整備や長期的な経済成長に影響を与える可能性がある。社会的には、義務教育にもかかわらず、教育成果の不平等が深刻化していることが明らかになった。このことは、教育の機会均等という前提を覆すものであり、喫緊の社会的課題である。特に、SESに関連する格差を緩和し、社会的公平性の高い教育を促進するための効果的な介入の必要性が強調された。

研究成果の概要（英文）：This study explored the relationship between socioeconomic status (SES) and academic achievement and analyzed how the impact of SES on academic achievement in Japan changes over time. Using data from two international assessments, PISA and TIMSS, the study estimated the impact of SES on academic achievement in reading, math, and science at age 15 (PISA), and in math and science at ages 10 and 14 (TIMSS). The results showed that the impact of SES has been increasing since the early 2000s in both PISA and TIMSS surveys. One of the goals of compulsory education is to mitigate the academic achievement gap caused by the differences in SES. However, the results of the analysis indicate that compulsory education in Japan does not sufficiently lessen the effects of SES among 10- to 14-year-olds.

研究分野：経済学

キーワード：教育格差 社会経済的地位 OECD生徒の学習到達度調査 PISA 国際数学・理科教育動向調査 TIMSS
教育制度

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

(1) 子どもの学力は、成人後の経済活動（賃金水準など）に大きな影響を与えると考えられているため、近年盛んに研究されている課題である。子どもの学力を決定する要因を明らかにするために、教育生産関数を用いて、生徒自身の属性、生まれつきの能力、学校資源、社会経済的地位（SES）などの要因からの影響を分析することが一般的になっている。

(2) これらの要因のうち、SES が子どもの学力に与える影響は、世代間移動に重要な意味を持つため、特に注目されている。保護者は、子どもの将来に投資する強い動機を有する。保護者の SES が高い世帯は、子どもに多くの投資をする余裕があり、子どもの学力が向上する可能性が高くなる。その結果、こうした子どもたちは、高い学歴を得て収入の高い仕事に就業するために必要なスキルを体得する機会をより多く有する。一方、SES が低い世帯の子どもは、教育成果が低い可能性が高い。そこで、経済格差の拡大を是正する公共政策が実施されない限り、所得分布の下位に位置する多くの人々が貧困から抜け出せず、世代間移動がさらに阻害されることが懸念される。この問題は、諸外国では盛んに研究されているが、日本では学力データの活用に限界があるため、最近までほとんど研究が行われていなかった。その結果、日本では SES が子どもの学力に与える影響に関する実証的な証拠は依然として限られており、未解決の重要な課題として以下の3つの問題点が挙げられる。

(3) 第1の問題点は、日本の先行研究において SES が子どもの学力に大きな影響を及ぼすという点は示されているが、この効果の大きさが時系列でどのように変化しているのかについてはほとんど知られていないという事である。第2に、これまでの研究で、日本における SES の学力に対する影響を推定する場合、ある特定の年齢の子ども（例えば10歳か14歳のいずれか）を対象に行われることが多く、異なる年齢の子どもにおいて SES の影響を比較し、その影響が時間の経過とともにどのように変化しているかを調べた比較研究がほぼ存在していない事である。最後は、利用しやすい教育へのアクセス拡大を通じて、社会経済的格差が子どもの学力に及ぼす有害な影響を軽減できる可能性に関わるものである。しかし、子どもの学力に与える SES の影響を日本の教育制度が増幅させるか減少させるかについては、まだ証拠が乏しい。これが第3の問題点となる。

2. 研究の目的

(1) 以上の背景に基づき、二つの国際学力調査を利用して SES が子どもの学力に与える影響（SES 効果）の分析を行う。国際学力調査として、第一に Programme for International Student Assessment (PISA, 以下、調査 A) を使用した。この調査は3年毎に実施され、15歳児の読解力、数学、理科の能力を評価し、現実の問題への知識応用に焦点を当てている。第二の国際学力調査として、Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS, 以下、調査 B) を使用した。この調査は4年毎に実施され、10歳と14歳の生徒がカリキュラムに基づく数学と理科に関して特定の内容を理解しているかどうかを評価するものである。どちらも教育制度の国際比較を目的としているが、PISA が機能的なリテラシーを重視するのに対し、TIMSS はカリキュラムに基づく知識を重視する。日本は両調査とも開始当初から継続して参加している。

(2) 分析目的は以下の3つである。第1に、調査 A の調査票データを利用し（2003~2018年、6回分）、15歳児の学力に対して SES が与える影響（SES 効果）の長期的変化を分析する。第2に、調査 B の調査票データを利用し（2003~2019年、5回分）、10歳児と14歳児における同様の分析を行う。第3に、調査 B の4年毎のデータを用いて、ある母集団の10歳時点の SES 効果と、その母集団の4年後の SES 効果を比較分析する。具体的には、まず2015年に10歳児の生徒母集団の SES 効果を推定し、その4年後（2019年には14歳に達する）に同じ母集団の生徒について SES 効果がどう変化したかを分析する。

(3) この研究目的により、本研究は2つの大きな学術的意義を有する。第一に、調査 A の6回分については2003~2018年まで、調査 B の5回分については2003~2019年までという長期にわたり日本における SES 効果の変化を推定できる。これにより、学力に対する SES 効果の長期的な変化だけでなく、10歳と14歳（義務教育最終学年）、および15歳という異なる年齢の生徒の効果の大きさを比較することで、大局的な把握が可能となる。第二に、本研究は、日本における SES と学力の関係や教育制度の影響について分析した初めての実証研究となる。日本の教育制度が、学力に与える SES の影響を縮小させるのか否かについては知られていない。子どもの学齢が義務教育の終盤に近づくにつれ、SES が学力に与える影響の差異は大きくなる傾向にあると予想できる。そこで本研究により、日本の教育制度がこうした差異の解消をもたらすか否かについては、10歳時点の学力とその4年後（14歳時点）の学力を比較することで実証可能となる。

3. 研究の方法

(1) 子どもの学力に対する SES 効果を推定するために、本研究では教育生産関数の概念を用いた。これは、教育プロセスにおけるインプットとアウトプットの関係を検討するために、教育研究でしばしば採用され広く利用されているモデルである。要するに、様々な要因や「入力」(生徒の特性、学校資源、家庭的背景(特に世帯の SES)など)が、学業成績などの教育「出力」にどのように寄与するかを定量化しようとする経済学的アプローチである。OECD は SES を保護者の学歴、職業的地位、および家庭資源(所得、資産、その他様々な物的所有物)の複合的な指標として定義しており、本研究においてもこの定義に基づく SES の指標を採用している。

(2) 最近まで、教育生産関数の主要な入力から得られる効果は、線形回帰法によって推定されてきた。これらのモデルは研究手法として長い間利用されてきたが、いくつかの前提条件があり、特に生産関数が非常に複雑な構造をもつ場合、教育生産関数の真のパターンを特定する能力が制限される可能性がある。これらの伝統的な回帰モデルと比較して、近年の機械学習法にはいくつかの利点がある。第1に、機械学習は、生産関数の入力と出力の間に存在する複雑で非線形な関係をモデル化することができる。特に、教育のインプットとアウトプットの関係は、様々な要因が複雑に絡み合っており、非線形であることが多いため、この点は非常に価値がある。第2に、機械学習モデルは、事前に定義された仮定にあまり依存しない。従来の回帰モデルでは、研究者が関数形を特定化し、データ分布について仮定する必要がある。そしてこれらの仮定に反する場合にバイアスが生じる可能性がある。これに対し、機械学習モデルはデータから直接「学習」することが可能なため、より柔軟かつ正確な推定を可能にする。

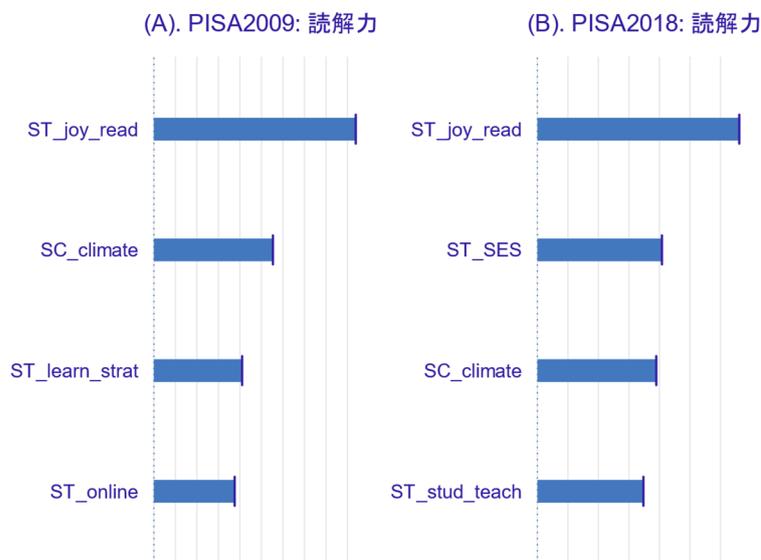
(3) 機械学習モデルがデータの複雑な関係を見分けることができるのは、その高度な複雑性によるものであるが、この複雑性がしばしば解釈の妨げになる。説明変数の効果が勾配係数のような単一のパラメータで示される従来の回帰モデルとは異なり、機械学習モデルの効果は数千のパラメータに依存する可能性がある。そこで、このような複雑なモデルの説明可能性を高めるための技術が開発されてきた。本研究では、そのような手法の中で以下の2つを採用している。Variable Importance (VI) プロットと Partial Dependence (PD) プロットである。VI プロットは、モデルにおける変数の重要性に基づいてランク付けするグラフ表現であり、データ内の主要な予測因子を強調するものである。一方、PD プロットは、1つまたは2つの特徴が予測結果に与える限界効果を視覚化し、モデル内の複雑な関係を明らかにする。

(4) 本研究では、以下の3段階を経て分析を実施した。第1段階として、公開されている PISA と TIMSS の調査結果よりデータを収集した。データ整理後のデータセットは、個人、家庭、学校レベルの多数の説明変数とともに、生徒の学業成績で構成されている。第2段階では、様々な機械学習アルゴリズム(エラスティックネット、ランダムフォレスト、ブースティングなど)を用いて教育生産関数を推定した。その結果、予測残差の最も小さいアルゴリズムが最も効果的であると判断され、さらなる分析が行われた。第3段階では、この最適な機械学習アルゴリズムを利用し、前述の VI と PD プロットを用いて子どもの学力に対する SES の影響を評価した。

4. 研究成果

(1) 第一の目的に沿って、2009年と2018年の読解力に関する PISA 調査の比較について報告する。両年において読解力が PISA 調査の主要分野であり(調査年によって変更する)、生徒背景アンケートでも読解力がより重視されていた。同様の分析は、2003年と2012年に数学的リテラシー、また2006年と2015年に科学的リテラシーが主要分野として実施された(これら2つの科目の結果も、上述の読解力の結果とほぼ同じであったため割愛)。図1は、生徒の学力を予測する説明力が最も高かった4つの変数による VI プロットである。両年とも、「生徒の読書の楽しさを測る複合指数(ST_joy_read)」が最も重要な変数であった。続く2009

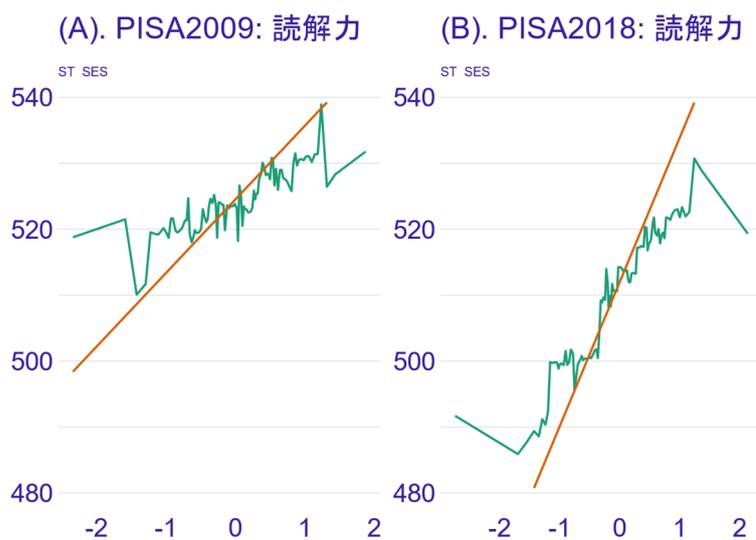
図1



年の最重要変数は、「生徒が評価する学校環境(SC_climate)」、「生徒の学習戦略(ST_learn_strat)」、「生徒のオンライン読書頻度(ST_online)」であった。2018年では、SES効果が

2番目に重要な変数となり、続いて3番目に「生徒が評価する学校環境(SC_climate)」、以前は2番目)、「生徒と教師の比率(SC_stud_teach)」がそれに続く。SES効果は、2009年の9位から重要度が上昇し、学力の予測に対するこの変数の重要性が増大した。図2は、2009~2018年にかけて、学力に対するSES効果の変化を示している。

図2

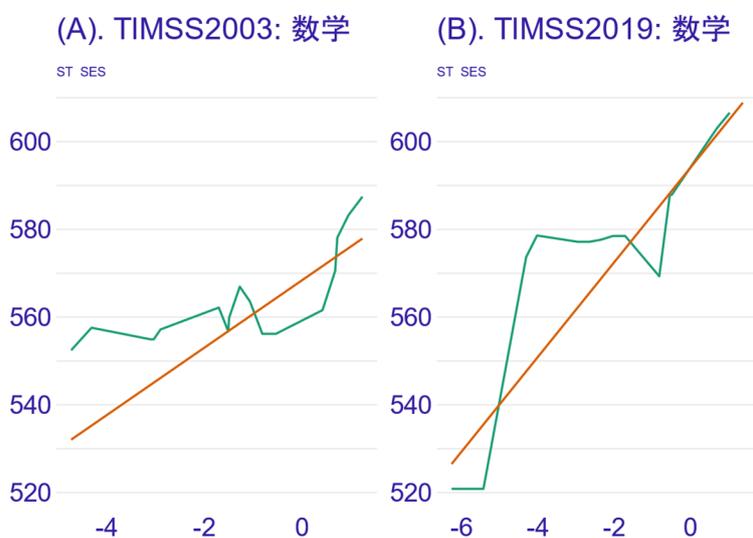


2009年と比較すると、2018年はPDプロットの傾きが顕著に急になっており、学力に対するSESの影響が増大していることがわかる。特に、2009年のSES効果により、テスト平均点が510点前後から540点前後へと約30点変化している。2018年ではSES効果による広がりさらに拡大しており、485点から530点まで45点の差が生じている。さらにこの図2には、従来の線形モデルからのPDプロットも含まれている。機械学習モデルと従来モデルの結果の間には、SESの中間域で

は共通点があるものの、SESの両端ではかなりの乖離がある。特に、線形効果を厳密に仮定すると、SES下限では過小評価、SES上限では過大評価となった。

(2) 第二の目的に沿って、TIMSS調査の結果を報告する。PISAとは対照的に、TIMSS調査には調査主要分野に関して調査年のローテーションがなく、特に2003年以降、生徒と学校の背景アンケートの内容は調査年を通して概ね同等である。ここでは、14歳児の数学について2003年と2019年の比較を報告する(10歳児の結果も概ね同様のため割愛)。VIプロットを用いると、SES効果の重要性が時間の経過とともに増加していることがわかるが、その増加はPISA調査の図1で報告したほど急激なものではない。

図3



例えば、数学のSES効果は2003年にはすでに3番目に重要な変数であったが、2019年には2番目に上昇した(TIMSS調査のVIプロットの結果は割愛するが、生徒の数学への関心に関する変数が一貫して最も重要な変数であり続けている)。図3は、2003年と2019年の数学のPDプロットである。両年ともSESの上昇はより高い学力と関連しており、正の効果の傾きは、近年になるほど急勾配となっている(図2の

PISA調査によるPDプロットと同様)。さらにPDプロットでは、線形効果を持つ従来モデルでは見逃されていた高度な非線形性が確認された(ここでも、参考のため線形モデルによる効果を示す)。非線形性のパターンは、2003年から2019年にかけて大きく変化した。2003年のSESの増大効果は、SES指数の最上位に位置する世帯群(社会経済的地位が非常に高い世帯群)における急激な増加に起因するものであった。2019年はその逆で、SES指数の下位に位置する比較的不利な世帯群の間においてSES効果の変動の大半が集中した。これらの特徴的な傾向の原因はいまだ不明であり、さらなる研究が必要である。

(3) 第三の目的に沿って、2015年の10歳児と2019年の14歳児という、同じ母集団に属する異なる調査年と異なる年齢児の生徒たちを含むTIMSSの複合調査の結果を報告する。この生徒の母集団に影響を与える可能性があるSES効果の変化を測定するために、SESと2019年のダミー変数の交互作用項をデータ中に導入した。この生徒群の学力に対するSES効果が分析対象

の4年間で増大した場合、この交互作用変数の推定効果は正の傾きを持つことになる。数学と理科のTIMSS結果を分析すると、両科目の結果が類似していたため、2015~2019年にかけての理科に対するSES効果の変化に注目する。VIプロットでは、SES効果が生徒群の学力の説明に最も重要な変数であり、生徒群の理科に対する関心の指数は2番目であった（VIプロットは割愛）。

図4: TIMSS2015-2019: 理科

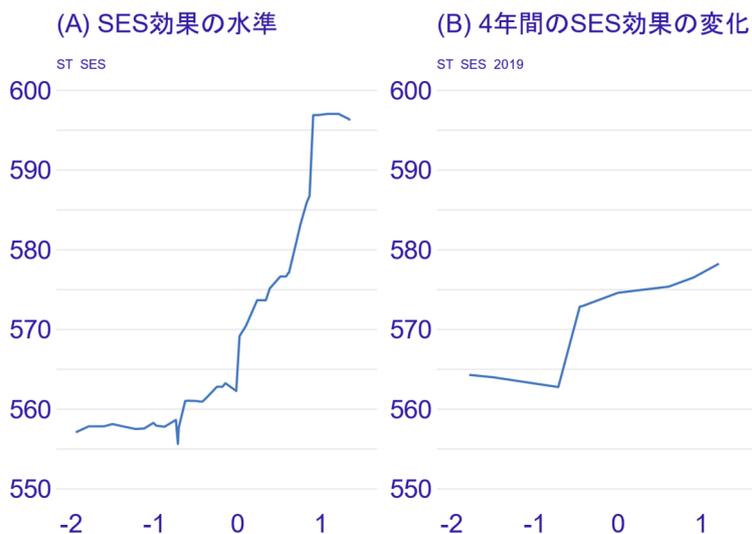


図4のパネルAはSES効果の水準に関するPDプロット、パネルBは4年間のSES効果の変化を示す。パネルAのSES効果の水準に関して、テストスコアの変動は約40点(555~595点)であり、2018年の読解力のPDプロット(図2)と同様であるが、2019年の数学のPDプロット(図3)よりは小さい。最も注目すべき点は、パネルB(分析対象の4年間におけるSES効果の変化)の推定値が以下の結果を示す事にある。パネルBの推定値から、SES指数の下位に属する比較的不利な世帯群において、学力に対するSES効果

の変化はほとんど変わらない(こうした世帯群の推定プロファイルが概ね横ばい)。他方、SES指数の高い世帯群の子どもについては、SES効果の急激な増加がみられた。義務教育制度は、経済社会格差から生じる教育効果の格差を緩和縮小する役割を担うとされる。しかしこの結果によれば、分析対象期間において日本の教育制度は、裕福な世帯の子どもが有する経済社会的な優位性を相対的に軽減させるという経路を通じて、裕福な世帯と不利な世帯の子ども達の間にある教育効果の格差を緩和するという役割を果たすことが出来ていないと解釈できる。

(4) 本研究では、日本における2003~2019年までの二つの国際学力調査に複数の機械学習アルゴリズムを適用して分析することで、子どもの学力に与える社会経済的地位の影響が増大しているという一貫した証拠が提示された。この点は、PISA調査とTIMSS調査の両データで概ね同様の結果となった。さらに、非常に複雑な機械学習モデルの理解を平易化するために設計された2つの分析ツール(VIとPDプロット)でも、上述と同様の一貫した分析結果を得た。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 モグシユク オレクサンダー
2. 発表標題 A machine learning approach to the relationship between socio-economic status and academic achievement in Japan
3. 学会等名 East Asian Social Policy Research Network (EASP) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 モグシユク オレクサンダー
2. 発表標題 Increased importance of socio-economic status for academic performance in Japan: Machine-learning evidence
3. 学会等名 日本経済学会2022年度春季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 モグシユク オレクサンダー
2. 発表標題 Increased importance of socio-economic status for academic performance in Japan: Machine-learning evidence
3. 学会等名 28th Annual Conference of the Foundation for International Studies on Social Security (FISS) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 モグシユク オレクサンダー
2. 発表標題 Increased importance of socio-economic status for academic performance in Japan: Machine-learning evidence
3. 学会等名 17th International Convention of the East Asian Economic Association (国際学会) (国際学会)
4. 発表年 2022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
--	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------