

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 25 日現在

機関番号：20103

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23330093

研究課題名(和文) 学校選択制度メカニズムのゲーム理論分析及び実験研究

研究課題名(英文) Theoretical and experimental investigation of school choice mechanisms

研究代表者

川越 敏司 (Kawagoe, Toshiji)

公立ほこだて未来大学・システム情報科学部・教授

研究者番号：80272277

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 8,600,000円、(間接経費) 2,580,000円

研究成果の概要(和文)：公立校において通学域を越えた入学を認める学校選択制に関して理論・実験研究を実施した。まず、いじめ等の理由で不利な立場にある生徒を優先的に入学させる場合の帰結を理論的に予測し、実験的検証を行った。また、東京都で採用されている方式を分析し、米国で採用されている他の方式と実験的に比較した。いずれの実験もおおむね理論的予想を裏付けるものであったが、生徒が希望する学校の順位を提出する際に真の選好を偽るという不合理な選択をする場合があり、そのために実現した生徒の割り当てにおいて他の生徒への妬みが発生するという事態が観測された。これらの成果について国際会議で発表を行い、現在ジャーナル誌に投稿準備中である。

研究成果の概要(英文)：As for school choice mechanism, theoretical analysis and laboratory experiments were conducted. First of all, consequence of affirmative action policy that gives quota for minority students was theoretically investigated, and its prediction was examined in the laboratory. Second, school choice mechanism adopted in Tokyo was investigated, and then experimental comparisons with other mechanisms adopted in the United States were done. In both experiments, though matching outcome of each mechanism generally consistent with theoretical predictions, non-ignorable number of students misrepresented their true preferences over schools. As a consequence, it was observed that in realized matching, there were a lot of students who had envy for other students. These results were presented at several international conferences, and now submission to academic journal is preparing.

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：経済学・経済政策

キーワード：マーケット・デザイン 学校選択制 マッチング ゲーム理論 実験経済学

1. 研究開始当初の背景

インターンの研修先病院を最適に決定する研修医マッチングをはじめ、マッチング理論を用いて人材の最適配分を行うマーケット・デザイン論の研究が世界的に盛んに行なわれている。

近年特に注目されているのが、公立小中学校における学校選択制度メカニズムのデザインに関する研究である。

学校選択制度では、所定の通学区域外の学校も入学先として選択可能であるため、生徒にとってより良い教育環境を実現する機会を提供している。

わが国でも東京都を始めとして、学校選択制度の導入が進んでおり、近年制度の見直しが始まっている。

わが国に先立って導入されたアメリカで当初導入されたボストン市の方式については、生徒が入学を希望する学校の希望順位を戦略的に操作可能であることや、必ずしも効率的な配分を達成できないなどの問題点がマッチング理論の観点から指摘されている。

そこで、それらの欠陥のない受け入れ保留方式などが提案され、実験的な検討を経て、採用されるに至っている。

わが国で導入されている方式(東京方式と呼ぶ)もまた、ボストン方式と同様に、選好の虚偽表明およびそれによって生じる配分の非効率という問題を抱えていることが明らかになっている。

なお、現行制度から最小限の制度変更でより効率的な結果を実現するために、東京方式を改良した新東京方式がすでに本研究グループによって提案されている(安田洋祐編(2010)『学校選択制のデザイン』NTT出版)。

受け入れ保留方式が支配戦略で真の選好を表明させるのに対し(耐戦略性)、新東京方式ではナッシュ均衡で効率的な結果を保証しようとする点に特徴がある。

ただ、ナッシュ均衡を実現するためには、他の生徒の提出する選好を合理的に予想する必要があるなど、実際には複雑な戦略的相互作用を解決しなければならない。

前掲の安田洋祐編(2010)では、全員が正直に選好表明するという前提でのシミュレーション結果しか示されていないため、選好の虚偽表明を含むより現実的な状況において新東京方式が理論の予想通りに機能するかに関して、実験室実験による事前の実証的な検討を要する。

その際、この新東京方式を、従来から用いられている諸方式と、特に効率的配分の観点から比較して研究を行うことが必要である。

また、新東京方式を現実に運用するに当たって考慮すべきことは他にもある。学校選択制度では、いじめや障害といった特別な事情がある生徒を入学させる特別枠が設定されることがあるが、それが他の生徒の厚生に与える影響について十分な考慮が必要である。

こうした特別な配慮が必要な生徒の入学

を何らかの形で優先する制度をアファーマティブ・アクション(積極的差別是正処置, AA)というが、アメリカではこの是非を巡って議論が続いている。

特別な配慮が必要な生徒を優先的に入学させることにより、もしAAがなければ入学できたはずの生徒が排除され、それが学校側にとっても教育の質・レベルを補償する上で負の効果を持ちうるかが議論の焦点である。

学校選択制度におけるAAについては、受け入れ保留方式の下では、AAの導入は特別な配慮が必要な生徒を含む生徒全体の厚生を下げるという定理が証明されている(Kojima (2010) "School Choice: Impossibilities for Affirmative Action" mimeo)。

新東京方式に関しては、AAを導入する効果(あるいは、デメリット)については理論的にも実験的にもまだ何も検討もなされていないのが現状である。

そこで、新東京方式が他の諸方式と比べてどれだけ配分の効率性を改善できるか比較研究した上で、AA導入の是非に関しても理論的に検討し、わが国の学校選択制度改革に関して実験室実験を通じた実証的検討を行う必要性が生じたので、本研究課題を着想するに至った。

2. 研究の目的

本研究では、学校選択制度メカニズムのデザインについて、マッチング理論と実験経済学による研究を行う。

公立小中学校における学校選択制度に関しては、主としてアメリカ合衆国で研究が進んでいるが、わが国でも東京都を始めとして導入が進んでいる。すでに東京都で導入されているメカニズムでは生徒にとって真の選好を偽る誘因があり、効率的な配分をもたらさないため、そうした欠陥を改善するメカニズムを理論と実験の双方から検討を行うことが本研究の目的である。

本研究では、まず東京で導入されている方式に関して、配分の効率性や安定性の側面から、従来から検討されてきた受け入れ保留方式やボストン方式と対比しながら、その性能をマッチング理論や実験室実験によって評価・検討し、現行の東京方式が抱える問題点を解消するような新しい方式を提案する。

その上で、いじめや障害などを理由とした特別な入学枠を設置するといったアファーマティブ・アクション(積極的差別是正処置, AA)を導入した場合の効果について理論的予測を行った上で実験室実験を行い、どのような方式と条件の下で、生徒全体の厚生を下げることなく、特別な配慮が必要な生徒を優先的に入学させることが可能になるのかを同定することを目指す。その際、アメリカを中心に諸外国のAA導入事例を調べて、理論分析および実験計画の際に参考にする。

3. 研究の方法

受け入れ保留方式やボストン方式など、従来から用いられている学校選択制度メカニズムの諸方式については、本研究グループで、すでにその内容を取りまとめている(安田洋祐編(2010)『学校選択制のデザイン』NTT出版)。

これをふまえて、東京都で採用されている東京方式の問題点を洗い出し、その欠陥を改善した新東京方式を提案し、その性質を理論的に分析する。

ここで新東京方式とは次のようなメカニズムである。生徒は各自、学校に対する希望順位(選好)を表明する。この希望順位のうち、第1希望の学校から順に、入学可能かどうかを検討される。割り当ては各学校における生徒の優先順位によって決定される。優先順位が高い生徒から順に定員までその学校に割り当てられる。第1希望に入れなかった場合は、次に第2希望の学校に入学可能かが検討される。以下同様である。

なお、各生徒には、通学圏にある自分自身の学区にある学校(指定校)における席はあらかじめ確保されているため、それ以下の希望順位にある学校に割り当てられることはない。これは新東京方式がもつ、他の方式にはない特徴の1つである。

もし生徒が指定校以外に入学が決定した場合は、その指定校で確保されている席は不要なので、他の生徒のために解放される。

これが新東京方式であるが、研究ではこの方式に加えて、生徒が第1希望のみを表明するという単純東京方式も検討した。というのは、こうした学校選択メカニズムにおいては、生徒がすべての学校に対する選好を表明しなければならないが、そうした作業には多大な認知的コストがかかると予想されるので、それを軽減することでどれくらいメカニズムの性能が改善されるのかを検討するためである。

この実験においては、マッチング理論に基づいた均衡を計算しなければならないが、その計算は非常に煩雑であるため、専用の計算プログラムを開発する必要がある。なお、計算プログラムは実験における均衡計算だけでなく、実験後、実験データをブートストラップ法でシミュレーションするためにも用いる。

こうした準備の下に実験を行い、東京方式やそれを改善する新東京方式について基礎的な法則性を見出していく

その後、アファーマティブ・アクション(積極的差別是正処置, AA)を特殊な場合として含む、制約付きマッチングの理論について探求を進める。

こうした特別な配慮が必要な生徒に

対する優遇策を制約条件とした場合のマッチングが効率的な配分を導けるかどうかについては、すでに研究協力者の小島(Kojima, 2010)が調べている。しかし、小島とは違う方式を用いれば、そうした厚生損失は発生しないという理論研究も最近現れてきた(Hafalir, I. E. et al. (2012) "Effective affirmative action in school choice."

Theoretical Economics, 近刊)。

そこで、本研究ではこれら2つのAAについて比較検討することにした。なお、東京方式に適用する前に、これらの研究が共通して分析している受け入れ保留方式の場合を検討することにした。

AAに関する小島の方式では、特別な配慮が必要ではない生徒が最大限入学可能な枠をあらかじめ定めることで、特別な配慮が必要な生徒の入学を容易にすることになっている。一方、Hafalirたちの方式では、特別な配慮が必要な生徒が最低限入学できる枠をあらかじめ定めることで、特別な配慮が必要な生徒の入学を容易にすることになっている。

受け入れ保留方式の場合について、これら2つのAAの比較が終わり次第、新東京方式についても分析を行っていく。

4. 研究成果

(1) 新東京方式に関する実験研究

まず、新東京方式の性能を検討した実験研究の結果について説明する。

実験では、すでに述べたように、新東京方式および単純東京方式をボストン方式、受け入れ保留方式と比較した。

各方式を実験で検討する際に共通している実験環境は次の通りである。3つの学校X, Y, Zがあり、学校X, Yの定員は2名で、学校Zの定員は4名である。3つの学校では、入学させる生徒に関する優先順位があるが、これは各学校共通で生徒にとって共有知識になっている。

6名の生徒A, B, C, D, E, Fはどの学校に入学したいか、希望順位を提出する。同順位は許されない。また、各生徒にはそれぞれ1つの指定校があり、指定校に応募すれば確実に入学できるようになっている。

各生徒にはどの学校に入学したいかに関する選好があるが、実験ではそれを3種類用意している。それぞれ選好1, 2, 3と呼ぶ。

選好1では、新東京方式、単純東京方式、ボストン方式におけるマッチングが同一になり、それは受け入れ保留方式の下でのマッチングを(序数的に)支配している。

選好2では、新東京方式、単純東京方式におけるマッチングがボストン方式の下でのマッチングを(序数的に)支配している。

選好3では、受け入れ保留方式におけるマッチングが新東京方式、単純東京方式の下でのマッチングを(序数的に)支配している。

なお、受け入れ保留方式においては、どのような選好においても、その選好通りに希望順位を提出することが支配戦略であるが（耐戦略性）、他の方式の場合は必ずしもそうではない。しかし、選好1および3ではどの方式においても選好通りに希望順位を提出することがナッシュ均衡戦略になっている。

このような設定の下で、各方式ごとに6グループを形成し、実験を実施した。なお、実験では上記の3つの選好すべてについて希望順位を提出してもらい、そのうちの1つを選んでその際の結果に基づいて謝金を支払った。平均謝金額は2,217円であった。実験の繰り返しはせず、1回限りの意思決定で実験を行った。

次に実験結果について述べる。

まず、真実表明の比率であるが、選好1と3においては、単純東京方式が最も真実表明の割合が高く9割を超えていたのに対し、受け入れ保留方式では8割程度であった。また、選好2においては、真実表明が支配戦略であるにも関わらず、受け入れ保留方式における真実表明の比率が最も低く4割程度であったのに対し、単純東京方式では7割程度でもっとも高い比率を示していた。

次に効率性について比較した結果について述べる。ここで効率性は、実験での平均利得によって表されている。ただし、生徒のグループ分けに基づく偏りを避け、かつランダムに決定される学校の優先順位の恣意性を排除するため、次のようなブートストラップ・シミュレーションを実施した。それは、実験で表明された各生徒の選好をもとに、コンピュータを用いて可能なすべてのグループ分けを行い、かつ可能なすべての優先順位の順列を生成し、こうして起こりうるすべての場合をシミュレーションするということである。こうして算出した疑似的データにおいてマッチングを計算し、そこでの利得の平均を求めたわけである。それによれば、各選好においては、各方式間の平均利得の順序付けは理論的予測と同じであったが、均衡戦略から逸脱した生徒もいたため、絶対的な数値においては理論的予測よりも低い値になった。

また、全体を通して言えることは、単純東京方式における実験の平均利得は、3つの選好のどれにおいても理論的予測とほぼ一致しており、他の方式と比べて必ずしも常に最大の利得であるわけではないが、理論予測通りの結果を安定的に生み出しているという特徴があることが分かった。

最後に、安定性について述べる。ここで安定性とは（正当化可能な）妬みをもつ生徒が存在しないということを用いる。（正当化可能な）妬みは、決定されたマッチングにおいて、割り当てられた学校よりも選好の上で上位に来る他の学校に割り当てられた生徒の中に、自分よりも優先順位が低い者がいる場合に発生する。そこで、（正当化可能な）妬み

をもつような生徒の割合を調べてみた。理論上は、受け入れ保留方式ではそのような生徒は存在しないはずであるが、真実表明から逸脱する生徒が少なくないため、（正当化可能な）妬みをもつような生徒が生じている。こうした生徒が最も少なかったのは単純東京方式であった。

このように、本研究によれば、受け入れ保留方式においては、理論的には100%であるはずの真実表明の割合が他の方式よりも低く、そのため（正当化可能な）妬みをもつような生徒が生じてしまうという問題があったが、単純東京方式はそうした問題が軽微であった。このことから、学校選択制を考えていくうえで、理論的な性能だけではなく、そのメカニズムの単純性を考慮することが実践的には重要であることがわかったのである。

（2）AAに関する実験研究

次に、受け入れ保留方式の下でのアフターマティブ・アクション（AA）の効果を検討した実験について説明する。

各方式を実験で検討する際に共通している実験環境は次の通りである。3つの学校X, Y, Zがあり、それぞれの学校の定員は2名である。3つの学校では、入学させる生徒に関する優先順位があるが、これは各学校共通で生徒にとって共有知識になっている。

5名の生徒A, B, C, D, Eはどの学校に入学したいか、希望順位を提出する。同順位は許されない。

生徒のうちA, B, Cは特別な配慮を要しない生徒であり（マジョリティと呼ぶ）、D, Eは特別な配慮が必要な生徒（マイノリティと呼ぶ）だとする。実験では、マイノリティのうち1名（具体的にはE）に対してのみ、AAが適用されるものとした。

AAについては、すでに説明した小島の方式とHafarirたちの方式を比較した。なお、それぞれの方式について、2通りの異なる説明の仕方を実施し、フレーミング効果があるかどうかの実験では検討した。

各生徒にはどの学校に入学したいかに関する選好があるが、実験ではそれを2種類用意している。それぞれ選好1, 2と呼ぶ。

選好1では、通常の受け入れ保留方式もHafarirたちの方式も同じ結果を生み出すが、小島の方式の下では、マジョリティとマイノリティそれぞれにおいて結果が悪くなる生徒がいる。

選好2では、すべての方式が同一のマッチングを導くようになっている。

なお、受け入れ保留方式においては、AAがあるとなかろうと、どのような選好においても、その選好通りに希望順位を提出することが支配戦略である（耐戦略性）。

このような設定の下で、各方式ごとに9グループを形成し、実験を実施した。なお、実験では上記の2つの選好すべてについて希望

順位を提出してもらい、そのうちの1つを選んでその際の結果に基づいて謝金を支払った。平均謝金額は2,000円であった。実験の繰り返しはせず、1回限りの意思決定で実験を行った。

次に実験結果について述べる。

まず、真実表明の比率であるが、2つの選好のどちらにおいても、比較した方式間で有意な差は見られなかった。ただし、真実表明の比率は50%~60%と低いものであった。

真実表明の比率について、マジョリティとマイノリティの間に差があったかどうかを調べたところ、両方の選好において有意な差が見られた。具体的には、マイノリティの方が真実表明をする傾向が高く、その比率は70%~90%であった。つまり、全体における真実表明の比率の低さは、マジョリティが支配戦略から逸脱したことによって生じていたと言えるだろう。

次に効率性について比較した結果について述べる。先の東京方式の場合と同様に、可能なあらゆるグループの組み合わせと優先順位の順列に対してブートストラップ・シミュレーションを実施し、平均利得を求めてそれを効率性の尺度とした。

メカニズム間の平均利得の差について、その順序関係は理論の予測通りであったが、絶対的な値で見ると均衡利得よりも有意に低かった。これは真実表明をしない生徒がかなり存在していたためである。

この平均利得についてもマイノリティとマジョリティを比較してみると、どの方式においても有意な差が見られた。マイノリティの平均利得の方が有意に高かったのである。

最後に、安定性について述べる。(正当化される)妬みをもつ生徒の割合は、選好1における方が選好2におけるよりも高かった。また、マジョリティとマイノリティとを比較すると、どの方式においてもマジョリティの生徒が妬みをもつ割合が高かった。

マイノリティの生徒については、妬みを持つような生徒が少ない場合が多かったが、妬みを生じたのはHafarirたちの方式の方であった。

これらの結果を総合してみると、効率性の観点からはHafarirたちの方式の方が優れているが、安定性の観点からが小島の方式の方が優れているということになる。

もとより、受け入れ保留方式は耐戦略性と安定性を満たすが、効率性を満たさないメカニズムであるので、安定性に関して疑問点のあるHafarirたちの方式は、実験的には問題が多いのではないかと推測される。

これらの研究成果については国際会議で発表しており、現在ジャーナル誌に投稿すべく、英文論文を鋭意執筆中である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

[雑誌論文](計 15 件)

1. Atila Abdulkadiroglu, Yeon-Koo Che and Yosuke Yasuda, "Expanding 'Choice' in School Choice", *American Economic Journal: Microeconomics*, 近刊. (査読有)

2. Masahiro Goto, Naoyuki Hashimoto, Atsushi Iwasaki, Yujiro Kawasaki, Suguru Ueda, Yosuke Yasuda and Makoto Yokoo, "Strategy-proof Matching with Regional Minimum Quotas", *AAMAS2014 (Full Paper)*, 近刊. (査読有)

3. 川越敏司, 「実験経済学 経済理論を検証・改善するのに不可欠のツール」『週刊エコノミスト』臨時増刊号『経済学のチカラ』, 2013年12月09日, pp.82-83.

4. 安田洋祐, 「マッチング・マーケットデザインの理論と実践」, 第25回RAMPシンポジウム予稿集, 2013年.

5. 安田洋祐, 「マーケットデザインの理論とビジネスへの実践」, 一橋ビジネスレビュー, Vol.61, No.1: 6-21, 2013年.

6. 安田洋祐, 「マッチングの数理」, 数学セミナー, 4月号: 40-45, 2013年.

7. 安田洋祐, 「マーケットデザインの進展と学校選択制への応用」, *新世代法政策学研究*, Vol.15: 345-384, 2012年.

8. 瀧澤弘和, 「市場/オークションと実験経済学: オークションの基礎理論から新しいアイデア・発展まで」, 『0のキーワードで読み解く経済学教室: 社会経済物理学とは何か?』, 東京図書, 2011年5月.

[学会発表](計 32 件)

1. 安田洋祐, 「学校選択問題のマッチング理論分析」, 日本経済学会 2013年度秋季大会(招待講演), 神奈川大学 2013年9月14-15日

2. Toshiji Kawagoe, Taisuke Matsubae, Hirokazu Takizawa, "Affirmative Action in School Choice Problem: An Experiment," *Asia Meeting of Econometric Society (AMES)*, 2013年8月2-4日, シンガポール国立大学

3. Toshiji Kawagoe, Taisuke Matsubae, Hirokazu Takizawa, "Affirmative Action in School Choice Problem: An Experiment," *2013 Florence Workshop of Behavioral and Experimental Economics*, 2013年5月2-4日, イタリア, フィレンツェ

4. Toshiji Kawagoe, Taisuke Matsubae, Hirokazu Takizawa, "Affirmative Action in School Choice Problem: An Experiment," 大阪大学社会経済研究所セミナー、2013年3月13日
5. Toshiji Kawagoe, Taisuke Matsubae, Hirokazu Takizawa, "Affirmative Action in School Choice Problem: An Experiment," ESA Tokyo 2013, 2013年2月16日
6. Toshiji Kawagoe, Yusuke Narita, Kentaro Tomoeda and Yosuke Yasuda, "An Experimental Study of The Tokyo Mechanism for School Choice Problem," ESA Tokyo 2013, 2013年2月16日
7. 川越敏司「学校選択制度におけるアフターマティブアクションの効果に関する実験研究」, 京大実験室オープニング記念ワークショップ, 2013年2月3日
8. 安田洋祐, 「マーケットデザインの理論と実践 挑戦する経済学のフロンティア」, 第1回 GRIPS マーケットデザイン・ワークショップ, 政策研究大学院大学, 2012年12月29日
9. 川越敏司「学校選択制度におけるアフターマティブアクションの効果に関する実験研究」, 第1回 GRIPS マーケットデザイン・ワークショップ, 政策研究大学院大学, 2012年12月29日
10. Michihiro Kandori, Fuhito Kojima and Yosuke Yasuda, "Understanding Stable Matchings: A Non-Cooperative Approach," SAET Conference, University of Queensland, 2012年6月30日-7月3日
11. Toshiji Kawagoe, Yusuke Narita, Kentaro Tomoeda and Yosuke Yasuda, "An Experimental Study of The Tokyo Mechanism for School Choice Problem," ESA Asia-Pacific Regional Meeting, Xiamen University, China, 2011年12月15-17日
12. Toshiji Kawagoe, Yusuke Narita, Kentaro Tomoeda and Yosuke Yasuda, "An Experimental Study of The Tokyo Mechanism for School Choice Problem," ESA European Conference Luxembourg 2011, The Luxembourg School of Finance, 2011年9月15-17日
13. Michihiro Kandori, Fuhito Kojima and Yosuke Yasuda, "Tiers, Preference Similarity, and the Limits on Stable Partners," ESEM, University of Oslo, 2011年8月25-29日

〔図書〕(計 5 件)

1. 川越 敏司,河出ブックス、現代経済学のエッセンス, 2013年, 241 ページ.
2. 小川一仁・川越敏司・佐々木俊一郎, 東洋経済新報社、実験ミクロ経済学, 2012, 175 ページ.
3. 川越敏司, 講談社ブルーバックス, はじめてのゲーム理論, 2012年, 222 ページ.
4. 安田洋祐 他, 光文社新書, 日本の難題をかたづけよう 経済、政治、教育、社会保障、エネルギー, 2012年, 300 ページ.

6. 研究組織

(1)研究代表者

川越 敏司(KAWAGOE, Toshiji)

公立はこだて未来大学・システム情報科学部・教授

研究者番号: 80272277

(2)研究分担者

安田 洋祐(YASUDA, Yousuke)

政策研究大学院大学・政策研究科・助教授

研究者番号: 70463966

瀧澤 弘和(TAKIZAWA, Hirokazu)

中央大学・経済学部・教授

研究者番号: 80297720

(3)連携研究者

()

研究者番号: