

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 19 日現在

機関番号：20103

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K03357

研究課題名(和文) 学校選択制における真実表明からの逸脱と安定性の関係に関する理論と実験

研究課題名(英文) Deviation from Truth-telling and Stability in School Choice Problems: Theory and Experiment

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) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：生徒の学校への配属を決定する学校選択制において、最もポピュラーな配属方式である受入保留(DA)方式は、真の希望順位を表明することが生徒にとって支配戦略であるにもかかわらず、現実にはそこから逸脱する場合がある。

この逸脱のパターンを同定するために実験室実験を行い、生徒は自分の希望順位ではなく、自分を高く評価してくれている学校の順に希望順位を操作することがわかった。これをスキップダウン戦略という。次にスキップダウン戦略がナッシュ均衡の意味で合理的であるための条件ならびにそこで実現したマッチングが安定マッチングである条件を理論的に導出し、一定の条件の下でこうした戦略が合理的になることが示された。

研究成果の概要(英文)：Deferred Acceptance (DA) mechanism is the most popular matching mechanism in school choice problem. In a school choice problem, given schools' priority orderings over students being publicly announced, students submit their preference rankings over schools. Under DA mechanism, submitting true preference is dominant strategy for each student. However, non-negligible numbers of students deviate from the dominant strategy in reality.

To identify the pattern of deviation from the dominant strategy, we conducted a series of laboratory experiments. We found that students follows 'skipping-down' strategy that attributes a higher rank to schools that give those students higher priority.

Then, we derived a certain condition that the skipping-down strategy is rational in the sense that it constitutes Nash equilibrium and that the resulting matching under skipping-down strategy is stable.

研究分野：実験経済学

キーワード：マッチング理論 マーケット・デザイン ゲーム理論 実験経済学

### 1. 研究開始当初の背景

学校選択制のマッチングとは、複数の生徒を、複数存在する学校のどこに入学させるかを決定する問題である。この場合、生徒は学校に対して希望順位（選好）を持っていて、どのような選好を表明するのかを戦略的に決定する。一方、学校側は生徒の属性（通学圏内に居住しているか、など）に応じた優先順位を定めているだけで、戦略的にこの優先順位を変えることはできない。その意味で、これは片側マッチングになっている。

学校選択制のマッチングに関する研究は、Abdulkadiroglu and Sonmez (2003)を出発点として、現在マッチング理論の中では最も活発に研究が続けられている問題である（最近までの研究のサーベイとしては、安田編著(2010)を参照）。

学校選択制のマッチングにおいて提案されている方式では、受入保留（DA）方式が最も有名なものである。

この方式においては、生徒は真の選好を表明することが支配戦略になっている（耐戦略性を満たしている）。さらに、DA方式で生み出されるマッチングは必ず安定的であるが、必ずしも効率的ではないことが知られている。

現実の状況を見ると、アメリカ合衆国ボストン市やニューヨーク市をはじめとして、DA方式を採用するのが支配的な傾向である（詳しくは、安田編著(2010)参照）。

DA方式の下で生み出されるマッチングは必ずしも効率的ではないものの安定的なので、マッチングが決定した後それを覆すような提携（ブロック）が生じえないため（言い換えれば、妬みのないマッチングを生み出すため）、制度の長期的存続を考えた場合には理想的な方式と考えられている（例えば、Roth and Peranson (1999)は研修医マッチングに即してそのような見解を述べている）。

ところが、学校選択制のマッチングにおける諸方式を実験室実験によって比較検討した研究によれば、DA方式において真実表明が選ばれる比率は、被験者の4割から8割程度となっており、必ずしも高くない（安田編著(2010)を参照）。

また、こうした支配戦略からの逸脱には一定のパターンがあることが、最近の実験研究によって知られている。

ミネアポリス州で実際に生徒（父兄）に示唆されていたのは、第1希望の人気校よりも第2希望の学校を第1希望にすべきというものであったが、これが実験においても観察されている（ミネアポリス戦略、安田編著(2010)参照）。

そこで問題になるのが、こうした支配戦略からの逸脱には何らかの合理性があるのかどうかという点である。言い換えれば、どのような条件があれば、こうした逸脱はナッシュ均衡になるのかということである。

また、こうした逸脱によって生みだされる

マッチングは安定的なのかどうかということも、探求しなければならない問題である。もし、こうした逸脱がナッシュ均衡であるにも関わらずそこから生じるマッチングが安定的ではないならば、DA方式の下で安定ではないマッチングが実現するため、DA方式を現実を使用する上で問題が生じる可能性がある。

そこで、DA方式における支配戦略からの逸脱を実験的に特定・類型化し、そうした逸脱によって生み出されるマッチングの性質を理論的に探究することが必要と考え、本研究課題を着想するに至った。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、学校選択制の下で、DA方式における支配戦略からの逸脱がナッシュ均衡になる条件を導くこと、またそのナッシュ均衡が安定マッチングを導く条件を同定することである。

公立小中学校における学校選択制度は、アメリカ合衆国やイギリス等のヨーロッパ諸国、さらには東京都を中心として我が国でもすでに導入されており、DA方式をマッチング・メカニズムとして採用しているところが多い。また、研修医マッチングをはじめとする双方向マッチングでの世界でも、DA方式がデファクト・スタンダードとして採用されており、わが国でも10年来そうである。したがって、研究対象を主としてDA方式に限定することには一定の妥当性があると考えられる。

また本研究では、学校選択制の下で、DA方式における支配戦略からの逸脱について、理論面だけではなく、実験経済学的手法に従って実験的実証を行う。具体的には、様々な条件の下で実験室実験を実施してDA方式における支配戦略からの逸脱パターンを同定し、次にそうした逸脱がナッシュ均衡になるための条件およびその均衡の下でのマッチングが安定マッチングになるための条件を理論的に導出する。

その上で、逸脱パターンごとのマッチングの集合がどのようなものになるかを同定し、それらを互いに比較検討することで、DA方式の安定性を見直す。

さらに、人種やいじめ、障害などを理由として特別な入学枠を設定するなど、生徒の属性に応じて入学定員枠が設定されるアフーマティブ・アクション（積極的差別是正処置）のような制約条件が存在する場合についても議論を拡張する。

これにより、現実的な制度的制約の下でのDA方式の安定性を再検討する。

### 3. 研究の方法

本研究の基礎となるDA方式の理論的性質や学校選択制の下での実験的実証成果については、すでに本研究グループでその内容を

とりまとめている(安田編(2010)参照)。

生徒の属性に応じて入学定員枠が設定されるアファーマティブ・アクション(積極的差別是正処置)のような制約条件が存在する場合については、研究に着手した時点ではKojima(2012), Matsubae(2011), Hafarir et al.(2012)による理論研究があったが、実験研究はなかった。

そこで、DA方式とこれらの研究で検討されていた2種類のアファーマティブ・アクションを対象として、支配戦略から逸脱について理論と実験によって検討することにした。

本研究では、最も単純な場合として、3つの学校X, Y, Zがあり、生徒がA, B, C, D, Eの5名である環境を想定した。

各学校の定員は2名で、生徒の学校に対する選好と学校の生徒に対する優先順位は共有知識である。

また、生徒A, B, Cはマジョリティ、D, Eはマイノリティとして、アファーマティブ・アクションがある場合には、この属性に応じて定員枠の取り扱いを変えることにした。

具体的には、Kojima(2012), Matsubae(2011)の設定(これをDA-Quotaと呼ぶ)では、マジョリティの定員に上限(1名)が設定されるという形で、マイノリティへの優先枠を確保する。Hafarir et al.(2012)の設定(これをDA-Reserveと呼ぶ)では、マイノリティへの優先枠が1名分あらかじめ設定されているが、もしマイノリティの応募がない場合には、その定員枠をマジョリティのために解放するというものである。

DA-Reserveの方が、DA-Quotaよりも定員枠についてフレキシブルな取り扱いをするので、一般にマッチング結果の効率性は高くなる傾向がある。そこで、実験では、DA-Reserveの方がDA-Quotaよりもマッチング結果の効率性が高い環境(環境I)と、同じである環境(環境II)とを比較することにした。この2つの環境では、学校の優先順位は共通であるが、生徒Eの選好だけが異なる。なお、DA-ReserveもDA-Quotaも、耐戦略性を満たしており、(それぞれの環境の下で)安定マッチングを生み出すことがわかっている。

それぞれの環境について、18グループを作成した(これに加えて、アファーマティブ・アクションがないDA方式について、各環境で9グループ作成した)。実験は中央大学において実施され、被験者には実験経済学の方法論に従い、実験中のマッチング結果に応じて金銭的報酬を支払った。平均的な報酬額は、約1時間の実験に対して約2000円であった。

こうして実施された実験結果から、支配戦略からの逸脱パターンを抽出し、理論的な検討を加えた。

なお、過去に知られている逸脱のパターンとしては、第1希望の人気校よりも第2希望の学校を第1希望にするミネアポリス戦略がある。しかし、どのような条件の下でこの

戦略を採用することが合理的になるかといった理論的検討はなされていない。

また、生徒は自分が希望している学校よりも、優先順位の上で自分を高く評価してくれている学校を希望順位の上位に置く(これをスキップダウン戦略と呼ぶ)というのも、例えば、大学内での研究室配属に際して学生から聞くことがある。

そこで、こうした支配戦略からの逸脱がどれくらいの頻度で発生し、それぞれがナッシュ均衡になるという意味で合理的であるかどうか、またその下でのマッチング結果が安定であるかどうかといった点を中心に実験結果を分析していく。

#### 4. 研究成果

まず実験結果について述べる。なお、実験では、それぞれの条件の下で、被験者は高々1回の意思決定のみを行った。これは、学校選択が人生で1回限りの選択であることを反映している。

##### (1)耐戦略性について

それで、DA方式、DA-Reserve、DA-Quotaのそれぞれにつき、2つの環境の下で支配戦略が選択された頻度を調べてみると、それは60%を超えることはなく、また各方式・環境間で統計的に有意な差は見られなかった。

次に、マジョリティとマイノリティの間で、支配戦略が選択された頻度に違いがあるかどうかを調べたところ、わずかに高くマイノリティの方が有意に支配戦略を選ぶ傾向があることがわかった。

##### (2)効率性について

実験では、希望順位の1位の学校に採択されれば1500円、2位ならば1000円、3位ならば500円というように、選好順序だけでなく基数効用も設定されていた。そこで、マッチング結果の効率性について、基数効用の観点から平均利得を比較してみた。

実験の平均利得は、どの条件においても、それぞれの環境の下で理論的に予想される利得よりも低いことがわかった。これは、先に述べた通り、4割以上の被験者が支配戦略から逸脱しているためである。

また、環境IではDA-Reserveの方がDA-Quotaよりも効率的であるというのが理論的予想であるが、実際、実験での平均利得はDA-Reserveの方がDA-Quotaよりも有意に高いことが示された。一方、やはり、理論予測通り、環境IIでは両者の間で有意な差が見られなかった。さらに、どの環境においてもマイノリティの方がマジョリティよりも平均利得が有意に高かった。

##### (3)安定性について

マッチングの安定性については、DA方式、DA-Reserve、DA-Quotaのそれぞれにつき若干定義が異なるものの、基本的には生徒の側に正当化される妬みが存在しないことが条件になる。

ここで、正当化されない妬みとは、例えば、生徒 A が学校 X に割り当てられたとき、A は実は学校 Y の方を好んでおり、また Y も採用した学生 B よりも A に高い優先順位を付けている、というような状況である。

本研究で検討した DA 方式、DA-Reserve、DA-Quota いずれについても、理論上は正当化される妬みは存在しない。しかし、実際には支配戦略から逸脱する被験者が 4 割以上いることから、一定程度、正当化される妬みを伴うマッチングが実現している可能性がある。

そこで、実験結果を調べてみると、環境 I では DA-Reserve において 25% 近く、DA 方式において 17%、DA-Quota において 3%、正当化された妬みがあるようなマッチングがあり、その比率は環境 II では DA-Reserve において 8%、DA 方式において 14%、DA-Quota において 4% であった。

この結果からわかる通り、いずれの環境においても、DA-Quota において最も正当化された妬みが有意に少なかった。

#### (4) スキップダウン戦略

支配戦略からの逸脱割合はどの方式でも同じであるのに、なぜ DA-Quota において最も正当化された妬みが少ないのだろうか？この疑問に答えるため、各条件の下での支配戦略からの逸脱パターンを調べてみた。

その結果明らかになったのは、最も多い支配戦略からの逸脱パターンは、スキップダウン戦略であるということだった。

スキップダウン戦略とは、生徒が自分の希望している学校よりも、優先順位の上で自分を高く評価してくれている学校に高い希望順位を設定するというものである。

例えば、生徒 A の選好では学校 X が 1 位、Y が 2 位、Z が 3 位だとする。一方、学校側の生徒 A に対する優先順位は、学校 X では 4 位、Y では 3 位、Z では 1 位であれば、生徒 A は希望順位を、Z を 1 位、Y を 2 位、X を 3 位になるようにして提出する、というのがスキップダウン戦略である。

実験データを調べてみると、支配戦略から逸脱した被験者のほとんどがこのスキップダウン戦略を採用していた。そこで、スキップダウン戦略の採用が合理的であるかどうかを理論的に分析してみた。

その結果、環境 I においては DA-Quota の下でのみ、スキップダウン戦略の採用がナッシュ均衡になることがわかった。ただし、環境 II では、どの方式の下でもスキップダウン戦略はナッシュ均衡にならない。

さらに一般的に、スキップダウン戦略の採用がナッシュ均衡になる条件を理論的に導出した。簡単に言えば、スキップダウン戦略が導くマッチング結果が、真の選好の下で安定マッチングであるなら、スキップダウン戦略はナッシュ均衡になる。また、学校側の生徒に対する優先順位に同順位がなければ、それは学校最適安定マッチングになる。

つまり、鍵になるのは、DA 方式、DA-Reserve、

DA-Quota それぞれの下で安定マッチングになる可能性、言い換えれば、安定マッチングの集合の大きさがどのような関係にあるのかということである。

研究の結果、それぞれの方式が比較可能な環境においては、DA 方式、DA-Reserve の下で安定マッチングであれば DA-Quota の下でも安定マッチングだが、その逆は成り立たないということがわかった。つまり、DA-Quota の下での安定マッチングの集合が最も大きいということである。

このことにより、環境 II ではスキップダウン戦略はナッシュ均衡ではないものの、そのマッチング結果は安定マッチングになる可能性が高いため、やはり DA-Quota において正当化された妬みが最も少ない結果になったのである。

さらに興味深いことに、耐戦略性をもたないポストン方式について調べたところ、DA 方式（や DA-Reserve、DA-Quota）においてスキップダウン戦略がナッシュ均衡になる環境において、ポストン方式ではスキップダウン戦略がナッシュ均衡にはならないことがわかった。つまり、DA 方式の方が、ポストン方式よりもスキップダウン戦略に対して「脆弱」なのである。

最後に、この研究成果はゲーム理論の専門誌にすでに投稿済みで、好意的な評価を受けて現在改訂中である。

#### [参考文献]

Abdulkadiroglu A. and T. Sönmez (2003) "School choice: a mechanism design approach." *American Economic Review* 98 (3), 729-747.

Hafalir, I. E., M. B. Yenmez and M. A. Yildirim (2013) "Effective affirmative action in school choice." *Theoretical Economics*, 8(2), 325-63.

Kojima, F. (2012) "School choice: impossibility for affirmative action." *Games and Economic Behavior* 75 (2), 685-693.

Matsubae, T. (2011) "Do minority students benefit from affirmative action policy in school choice markets?: Reconsidered." SSRN (Social Science Research Network) ID: 270111.

Roth, A. E. and E. Peranson (1999) "The redesign of the matching market for American physicians: some engineering aspects of economic design." *American Economic Review*, 89, 748-780.

安田洋祐編、川越敏司、瀧澤弘和他著(2010)『学校選択制のデザイン ゲーム理論から

のアプローチ』NTT出版

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 6 件)

1. 瀧澤弘和, 「理論モデルと現実世界との関係について」, 『経済学論纂』(中央大学), 第57巻第5・6合併号, 193-208, 2017年, 査読無

2. 瀧澤弘和, 「市場と組織はなぜ共存しているのか」, 『経済セミナー』4・5月号, 日本評論社, 23-28, 2017年, 査読無

3. 川越敏司, 「合理的期待形成の罫 日銀の公約が届かない三つの理由」『週刊エコノミスト』2016年4月19日号「検証なき日銀」, 24-25, 2016年, 査読無

4. 瀧澤弘和, 「経済システムとしての日本経済のゆくえ: 比較制度分析の視点から」, 中央大学経済研究所編『日本経済の再生と新たな国際関係』, 中央大学出版会, 119-144, 2016年, 査読無

5. 川越敏司, 「実験経済学 人間の認知・思考過程を明らかにする」, 経済セミナー増刊『総力ガイド! これからの経済学 マルクス、ピケティ、その先へ』日本評論社, 94-95, 2015年, 査読無

6. 瀧澤弘和, 「経済学的人間像の変遷とその社会的意義」感情心理学研究 22(3), 136-140, 2015年, 査読無

〔学会発表〕(計 15 件)

1. 瀧澤弘和, 「制度と制度変化をどう捉えるか: 青木昌彦のアプローチとその拡張」, 早稲田大学先端社会科学研究所研究会, 2017年1月30日, 早稲田大学(東京都新宿区)

2. Toshiiji Kawagoe, "Reconsidering Induced Value Theory," Friday Seminar, ニース・ソフィア・アンティポリス大学, 2016年11月4日, Niece (France)

3. 瀧澤弘和, 「『経済人(homo economicus)』から「制度をつくる人間(homo instituens)」へ?」, 日本倫理学会第67回大会, 2016年10月1日, 早稲田大学(東京都新宿区)

4. Toshiiji Kawagoe, "Reconsidering Induced Value Theory," Diversity of Experimental Methods in Economics, 中央大学(東京都八王子市), 2016年9月17日

5. Hirokazu Takizawa, "Diversity of Experimental Methods in Economics," Diversity of Experimental Methods in

Economics, 中央大学(東京都八王子市), 2016年9月17日

6. Toshiiji Kawagoe, "Truth-telling and Stability in School Choice Problems with Affirmative Action: Theory and Experiment." 日本経済学会秋季大会、早稲田大学(東京都新宿区), 2016年9月10-11日

7. Toshiiji Kawagoe, "Truth-telling and Stability in School Choice Problems with Affirmative Action: Theory and Experiment." 2016 Asia Meeting of the Econometric Society, 2016年8月11-13日, 京都大学(京都府京都市)

8. Toshiiji Kawagoe, "Skipping down strategy and stability in school choice problem with affirmative action: Theory and experiment." 2016 ESA World Meeting in Jerusalem, 2016年7月8-11日, Jerusalem (Israel)

9. 川越敏司, "Truth-telling and stability in school choice problem with affirmative action: theory and experiment," 筑波大学大学院システム工学研究科・ミクロ経済理論・ゲーム理論セミナー, 2016年2月3日, 筑波大学(茨城県つくば市)

10. 川越敏司, 「研究室配属の諸問題」, 行動経済学会第9回大会, 2015年11月28日-29日, 近畿大学(大阪府東大阪市)

11. 川越敏司, 「マーケット・デザインの世界」, 高崎経済大学・経済学会学術講演会, 2015年11月13日, 高崎経済大学(群馬県高崎市)

12. Toshiiji Kawagoe, "Truth-telling and stability in school choice problem with affirmative action: theory and experiment," 東京大学ミクロ経済学ワークショップ, 2015年10月13日, 東京大学(東京都文京区)

13. 川越敏司, 「マーケット・デザインの実践」, 中央大学・経済研究所公開研究会, 2015年9月29日, 中央大学(東京都八王子市)

14. Toshiiji Kawagoe, "Truth-telling and stability in school choice problem with affirmative action: theory and experiment," ESA European meeting 2015, 2015年9月3日, Heidelberg 大学, Heidelberg(Germany)

15. Toshiiji Kawagoe, "Truth-telling and stability in school choice problem with

affirmative action: theory and experiment," 京大・関大実験経済学ジョイントワークショップ, 2015年7月13日, 京都大学(京都府京都市)

〔図書〕(計 3 件)

1. 瀧澤弘和・小澤太郎・塚原康博・中川雅之・前田章・山下一仁, 『経済政策論: 日本と世界が直面する諸課題』慶應義塾大学出版会, 総頁数:408, 2016年

2. Toshiji Kawagoe and Hirokazu Takizawa, "Equilibrium refinement versus level-k analysis: an experimental study of cheap-talk games with private information" with "Addendum: Recent developments" (with Hirokazu Takizawa) in Ikeda, S., H.K.Kato, F. Ohtake and Y. Tsutsui eds. Behavioral Interactions, Markets, and Economic Dynamics, 総頁数:669, 2015年

3. 瀧澤弘和, 「経済学を用いた政策提言について」『人文・社会科学のための研究倫理ガイドブック』, 慶應義塾大学出版会, 222-229, 2015年, 総頁数:272, 2015年

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年月日:  
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)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

(2)研究分担者

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:

(4)研究協力者

( )