

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 9 月 22 日現在

機関番号：12701

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2013～2014

課題番号：25885037

研究課題名(和文) 学校選択問題における政策分析：マッチング理論によるアプローチ

研究課題名(英文) Policy implications in School choice

研究代表者

熊野 太郎 (Kumano, Taro)

横浜国立大学・国際社会科学研究院・准教授

研究者番号：00700494

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、学校選択に代表されるマッチング理論のモデルを、アファーマティブアクション等の政策(ターゲット分布)を包含できるモデルへと拡張し、政策効果を分析した。アファーマティブアクション等の政策と、安定マッチングは両立することが明らかになり、様々な理論的結果を得た。特に、ターゲット分布に対して凸性を満たす距離関数を導入することで、ターゲット分布を達成するのみならず、タイプ間の平等も達成できるという政策効果がもたらされることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：This study considered so-called school choice problems in matching theory. We developed the model which took into account policies based on a target distribution such as affirmative action.

We showed the existence of stable matchings and developed an algorithm to find it, that is, policies like affirmative action and stability are compatible. Although we got several theoretical results, the most surprising one implied that it was possible to respect not only a target distribution but also equality among types.

研究分野：理論経済学

キーワード：マッチング理論 学校選択 アファーマティブアクション 平等性

1. 研究開始当初の背景

近年、世界各地の公立学校選択ではマッチング理論において発見、開発された結果が応用されている。マッチング理論の大きな特徴は、アルゴリズムの明示的な構築を行い工学的に現実社会へ適用できることである。特に、アメリカのボストン市が、それまで使われていた直感的なアルゴリズム(ボストン・メカニズム)から、マッチング理論によって発見された deferred acceptance メカニズムへ移行し、一定の成果をあげている。

しかし、現実の学校選択問題と理論モデルの間にはギャップが存在する。理論モデルにおいては、学生は成績のように数値化できる指標のみによって表現されてきた。一方で、現実には、学生個人の特性(性別・国籍)なども反映させようと試みられている。アフーマティブアクションは、性別や国籍によってマッチングをコントロールしようとする政策の代表例である。このような試みは、教育機関の政策として捉えることができる。このような政策とその効果に関する理論的研究は未発達であった。

2. 研究の目的

本研究は学校選択問題における学校と学生のマッチングに対する政策がもたらす効果を理論的に分析することを目的とした。

アフーマティブアクション政策の効果に関する既存研究には以下のようなものがあった。Kojima (2012) は学生をマジョリティとマイノリティに分けた上で、マイノリティを優遇する安定的マッチングは、政策を採用しない場合の安定的マッチングに比べて、全ての学生の厚生を弱い意味で改善する可能性がある、という否定的な結論を得た。一方で、Hafalir et al. (2013) は同様な環境において、マイノリティに用意された定員に空きがあり、それがマジョリティに開放される場合、常に少なくとも一人のマイノリティの厚生を弱い意味で改善できることを示した。どちらの論文においても、政策の実施前と後で異なる安定性の定義を適用することで政策をモデルに反映した。

本研究では、1つのモデル内でアフーマティブアクション政策等を説明できるような包括的モデルを構築することで、より頑健な政策の効果を分析することを試みた。

【参考論文】

- I. Hafalir et al. (2013) "Effective affirmative action in school choice," *Theoretical Economics*, 8, 325-363.
F. Kojima (2012) "School choice: Impossibilities for affirmative action," *Games and Economic Behavior*, 75, 685-693.

3. 研究の方法

モデル

それぞれの学校は定員が外生的に与えられており、また学生に対して無差別を許す絶対的な優先順位をもつとした。学生は学校に対して強選好をもっているとし、それぞれの学生の数値化できない特性はタイプとして与えられているものとした。また学生は戦略的であるとした。

政策の定式化

マッチングをコントロールしようとする政策はタイプに対する分布として定式化した。政策の目標分布とは、ある学校の定員をタイプ別に配分した分布とした。例えば、男女比率均等化を目標とする政策の場合は、学生のタイプは男か女の2種類なので、目標分布は男に全体の半分の定員を配分し、同様に女にも全体の半分の定員を配分した分布となる。政策とは、定員と同じ数の学生の集合に対して目標分布に近い学生の集合により高い優先順位を与える順位付けとして定式化した。もし、ある2つの定員と同じ数の学生の集合 A と B に対して、目標分布からの乖離が同じである場合は、集合を構成する学生の絶対的な順位を用いて集合間の順位付けを行った。

このような定式化により、既存の政策を含まないマッチング問題と、アフーマティブアクション等の政策を考慮したマッチング問題を1つのモデルで表現した。その上で、以下の推論を分析した。

安定マッチングの存在と発見方法

安定マッチングが複数あった場合に、最も効率的な安定マッチング(条件付き効率的安定マッチング)を発見する方法
条件付き効率的安定マッチングが、効率的になる条件

安定マッチングに対する政策の効果

4. 研究成果

計画していた推論に対して十分な結果を得ることができた。具体的な結果は以下のようである。

本研究におけるモデルにおいても、学校の優先順位が拡張された代替性という性質を満たせば、必ず安定マッチングが存在することが明らかになった。また、修正型 deferred acceptance メカニズムという安定マッチングの発見メカニズムをみつけた。

上記の修正型 deferred acceptance メカニズムは安定マッチングを発見するが、一般に、条件付き安定マッチングを発見することはできなかった。しかし、stable improvement cycle メカニズムという安定マッチングをインプットとしたメカニズムを用いることによって、条件付き安定マッチングを発見できることが明らかになった。ただし、このメカニズムは無条件で適用できるわけではなく、学校の優先順位に対して、比較的弱い条件を追加的に課さねばならないことが判明した。

安定性と効率性は一般に両立しえないが、学校の優先順位が acyclicity という条件を満たすとき、またそのときに限り両立することが分かった。この条件は非常に強いものであった。本モデルに含まれる簡単なクラスで acyclicity による特徴付けを初めて行ったのは Ergin (2002) である。Ergin (2002) では、この条件が「全ての学校が同様の優先順位をもつ」という状況に対応していることを示したが、本研究において明らかにされた一般的な acyclicity という条件は、たとえ全ての学校が同様の優先順位をもっていたとしても成立しない場合があり、これまでに考えられていた以上に強い条件であるという含意を得た。

政策目標と応募学生の集合に対して、距離関数を導入することで、政策効果が分類できた。

(ア) 線形距離関数のもとでは、政策目標を達成しようとする学校の優先順位が作ることができた。このとき、安定マッチングは政策目標にできる限り近い分布となる。

(イ) (強い意味での) 凸距離関数のも

とでは、政策目標を達成しようとするのみならず、学生のタイプ間の比率も一定にしようとする学校の優先順位を作ることができた。このとき、安定マッチングは政策目標に近い分布で、かつ、学生のタイプ間の比率が可能な限り平等になる。

以上により、既存の学校選択に対して、アファーマティブアクション等の政策を考慮に入れた場合に有用なモデルと実践方法を提示することができた。本研究は、学校選択のみならず、現実社会に存在する様々な「貨幣が介在することの無い」配置問題に応用することが可能である。

関連研究として、現在も様々な場面で利用されているボストン・メカニズムという直感的メカニズムが、どのような望ましい性質を恒常的にもっているのか、またその他の望ましいと考えられる性質がいかなる条件のもとで保持されるのか、を明らかにした論文 (Strategy-proofness and stability of the Boston mechanism: an almost impossibility result) が *Journal of Public Economics* に掲載された。

この研究の概要は、一般に安定的でも strategy-proof でもないボストン・メカニズムが、優先順位に対する一つの条件 (strong acyclicity) によって特徴付けられることを示した。さらに、その条件が満たされる環境を分析し、現実には起こりうるようなあらゆる学校選択問題においてボストン・メカニズムが安定的とも strategy-proof ともならないことを示した。

【参考論文】

H. Ergin (2002) "Efficient resource allocation on the basis of priorities," *Econometrica*, 70, 2489-2497.

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1件)

Taro Kumano, Strategy-proofness and stability of the Boston mechanism: an almost impossibility result, *Journal of Public Economics*, 105, 2013, 23-29, 査読有

〔学会発表〕(計2件)

熊野太郎、Aytek Erdil、Prioritizing Diversity in School Choice、名古屋大学経済学部ワークショップ、2014年6月20日、名古屋大学

熊野太郎、Aytek Erdil、Prioritizing Diversity in School Choice、数理経済学会セミナー、2013年6月10日、慶應義塾大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

熊野 太郎 (KUMANO TARO)

横浜国立大学・国際社会科学研究院・准教授

研究者番号：00700494

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし