

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 15 日現在

機関番号：20103

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H01469

研究課題名(和文) マッチング市場設計における情報収集・開示と選好内生化に関する研究

研究課題名(英文) Information acquisition and endogenous preference formation in matching market design

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) 6,200,000円

研究成果の概要(和文)：まず、学校選択制マッチングにおいて、生徒に対する優先順位が不完備情報である場合のモデル化を行った。その際、生徒側にはコストのかかるサーチを行えば自分自身の優先順位を知ることができる場合とできない場合を理論的に考察した。次に、実験室実験においては、生徒に対する優先順位が完備情報および不完備情報でサーチ機会がない場合とある場合の3通りについてDA方式とIA方式を比較した。IA方式における方がサーチを選ぶ割合が有意に高く、いずれの情報上の条件の下でも、DA方式における方が真実表明の比率は高かった。また、どちらの方式についても、不完備情報の方が完備情報の場合に真実表明の比率が高いことが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来の研究では、生徒の学校に対する選好順位、学校側の生徒に対する優先順位や定員については完備情報であると仮定されてきた。近年、生徒の選好順位については不完備情報である場合を考察する研究があるが、その他についてはまだ研究がない。

そこで、本研究では、優先順位が不完備情報であるという状況を考察した。現実にも、入学試験の成績など優先順位に関する情報は不完備情報であることが多く、生徒は模擬試験を受けるなどのコストを支払って優先順位に関する情報を得ている。こうしたより現実的なマッチング状況において、生徒が無駄にコストを支払ってしまうことを防止するにはDA方式の方が優れていることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：In the school choice problem, a model in which priority ordering on the students are incomplete information was developed. In this model, if a student could know his/her position in the priority ordering by paying a certain cost. A necessary and sufficient condition for truth-telling and no search decision being a dominant strategy was derived for both deferred acceptance (DA) and immediate acceptance (IA) mechanisms. In the laboratory experiment, three information conditions were examined: complete information, incomplete information with or without a search opportunity. The frequency of search decisions was higher with the IA mechanism than with the DA mechanism, and the rate of truth-telling was higher with the DA mechanism than with the IA mechanism. Moreover, the rate of truth-telling was higher in the incomplete information without a search opportunity condition than in the complete information condition with both mechanisms.

研究分野：実験経済学

キーワード：マッチング理論 ゲーム理論 実験経済学 不完備情報 マーケット・デザイン

1. 研究開始当初の背景

男性と女性、研修医と病院、企業と労働者といった2つのグループに属する主体が、互いに相手グループのメンバーに対する選好をもち、その選好に基づいてカップルや配属先が決定される問題をマッチング市場という。

マッチング市場におけるマッチングの決定に当たっては、何らかの望ましさを基準を達成することが必要となる。マッチング前の状態よりも悪くならないという個人合理性や、これ以上の厚生改善が考えられないというパレート効率性、さらには、実際にマッチした相手より互いに選好しあう者同士(ブロッキング・ペア)が存在しないという意味での安定性といったものが代表的な基準となる。

デビッド・ゲールとロイド・シャプレーが考案した受入保留(Deferred Acceptance: DA)方式は、こうしたマッチング決定方式の代表的なものであり、(パレート効率性が満たされない場合がある他は)上記の基準すべてを満たすようなマッチングを生み出す他に、(片方のグループについて)真の選好を表明することが最適となっている(耐戦略性 strategy-proofness)という性質も併せもっている。

受入保留方式はこのように理論的に望ましい性質をもっていることが証明されている以外に、研修医マッチングや学校選択制の下でのマッチングなど、数千人・数万人規模のマッチング市場における実践で使用され、それ以前に採用されていたマッチング方式よりも優れた成果を挙げている。わが国でも研修医マッチングでは10年以上の利用実績がある他、諸大学における進級コース決定や研究室配属決定に利用されている。

こうした現実世界での実践では、理論では想定されていなかった様々な制約条件が課せられることがある。例えば、研修医マッチングでは、夫婦である研修医が同じ地域の病院への配属を希望するといった(選好の)外部性が存在したり、配属研修医数の地域間格差をなくすために病院ごとの定員だけでなく地域定員が設定されたりしている。学校選択制では、兄弟姉妹が通っている場合に入学が優先されたり、特定の科目(典型的には理数系)が優秀な生徒や特定の人種の生徒が優遇されたりといったアフターマティブ・アクションが実施されている。研究室配属では、各研究室の受入学生定員の上限だけでなく、継続的な研究活動を維持するために人員を確保しようとして定員の下限が設定されることがある。

こうした制約条件を満足させるように受入保留方式を修正することは可能であるが、マッチング問題が複雑化し、各主体にとっても自分が最終的にどこに配属されるのか、またはどれだけの人数が最終的に確保可能かについて不確実性が増してしまう。そのため、各主体は、マッチング当局に自身の選好を提出する前に、面談(インタビュー)を積極的に実施し、こうした不確実性を事前に解消しようとする。

マッチング理論において、こうした情報収集活動が分析され始めたのはごく最近のことである。こうした研究では、各主体には事前にはマッチング相手の属性等に関する情報の不完備性があり、そのため各主体は自分自身の選好が事前には定まっていなかったと仮定される。そこで各主体は面談等の情報収集活動を行うが、そのためには情報収集コストがかかる。したがって、多くの面談を受けるほどより多く相手に関する情報が獲得でき、自分自身の事後的選好をより正確に知ることができるので、結果として事前の選好に基づく場合よりもマッチング結果を改善できる可能性が増えるが、その分、情報収集のコストがかかるというトレードオフが発生する。そこで、こうした情報収集活動をどれくらい行うべきかを分析するのが従来研究の焦点であった。

また、受入保留方式に関する実験室実験では、無視できない割合で最適戦略からの逸脱が観察されている。つまり、真の選好を表明しない主体がいる。しかし、彼らは必ずしも不合理な行動をしているわけではなく、むしろ、自分が希望する順ではなく、自分が相手から評価されている順に希望を提出しており(これをスキッピング・ダウン戦略という)これが最適戦略を使用した場合と同値のマッチング結果を生む場合があることがわかっている。したがって、面談などの情報収集活動は、必ずしも自分の真の選好を知るためだけではなく、自分のことを相手がどのように評価しているかを知るために行われていると考えることも可能である。

そこで、本研究では、従来のマッチング理論では考察されていなかった、学校側の生徒に対する優先順位が不完備情報である場合について、生徒がコストのかかるサーチを行う機会があるというモデルを開発する。現実的にも、例えば、入学試験の成績は生徒にとっては不完備情報であり、そのため生徒は模擬試験を受けるなどして、自身の成績をより正確に知る機会を得ようとする。しかし、必要以上に模擬試験を受けるなどといった無駄なサーチがあれば、社会的には非効率な結果となる。

そこで、こうした問題を考察するために、マッチング理論の研究ではポピュラーな受入保留(DA)方式および即時受入(IA)方式の下で、優先順位が不完備情報である場合におけるサーチ活動について研究するという本研究課題の着想が生じたのである。

2. 研究の目的

本研究では、学校選択制マッチングの下で学校側の生徒に対する優先順位が不完備であるために、生徒が戦略的な情報収集活動を通じて選好を事後的に改訂するという環境の下でのマッチング市場を分析することを目的とする。

まず、比較するマッチング方式としては、マッチング理論の研究ではポピュラーな受入保留 (DA) 方式および即時受入 (IA) 方式の 2 つを取り上げる。次に、情報上の条件としては、学校側の生徒に対する優先順位が (1) 完備情報の場合、(2) 不完備情報でありかつサーチ機会がない場合、(3) 不完備情報でありかつサーチ機会がある場合の 3 つを検討する。

優先順位が不完備情報かつサーチ機会がある場合、生徒はよりよいマッチング結果を求めてサーチ活動に専念することになると予想されるが、この場合、サーチ活動に必要以上にコストをかけてしまうといったことが懸念される。例えば、ある学校 X にどうしても入学できないような生徒がその学校 X に対する過剰なサーチ活動を行えば、その場合、無駄なサーチ活動が行われたことになり、社会的には非効率性が発生してしまう。

そこで、各マッチング方式で、こうした無駄なサーチ活動が行われなかったための条件、すなわち、真実表明かつサーチをしないという選択が支配戦略になるための必要十分条件を理論的に導出することが、本研究の最初の目的となる。

次に、こうして導出された理論予測を基に実験室実験を実施する。実験では、真実表明かつサーチをしないという選択が支配戦略になるという条件が満たされた環境の下で、果たしてその理論予測通りの結果になるかどうかを確かめ、もしその均衡予測からの逸脱が見られた場合には、その原因を究明するため、さらなるデータ分析を行う。これが本研究の 2 つ目の目的となる。

3. 研究の方法

完備情報の場合における受入保留 (DA) 方式および即時受入 (IA) 方式の均衡についてはよく知られている。実際、DA 方式では、学校側の生徒に対する優先順位が完備情報であっても不完備情報であっても、真の選好を表明することが支配戦略である。また、コストのかかるサーチ機会があっても、サーチはしないで真実表明することが支配戦略である。

一方、不完備情報の場合の IA 方式において真の選好を表明することが支配戦略であるかどうかは条件次第ということになる。そこで、本研究では最も簡単な場合として、生徒が応募できる学校が X と Y の 2 つであり、かつすべての生徒が X を Y よりも選好しているという状況を考える。なお、こうした設定は、生徒の選好順位が不完備情報の場合の研究でも行われているものである。そこで、この設定の下で、不完備情報かつサーチ機会がある場合に、IA 方式においても真の選好を表明することが支配戦略であるための必要十分条件を、生徒の数 N 、学校 X および Y の定員、サーチ・コスト C に基づいて理論的に導出する。

次に、その理論的結果の下に、次のような実験室実験を行う。まず、比較するマッチング方式としては、DA 方式と IA 方式とする。次に、情報上の条件としては、(1) 完備情報の場合、(2) 不完備情報でありかつサーチ機会がない場合、(3) 不完備情報でありかつサーチ機会がある場合の 3 つを検討する。

生徒は A, B, C の 3 名とし、それぞれ学校 X を Y よりも選好しているものとする。より具体的には、各生徒は学校 X にマッチすれば 1400 円、Y にマッチすれば 700 円、どこにもマッチしなければ 0 円という実験報酬を設定した (なお、これに加えて参加報酬は 400 円が支払われる)。

学校の定員は、X が 1 名で Y が 2 名のケースを設定した。つまり、人気校 X の競争が激しい場合を想定した。なお、いずれの設定でも必ず 1 名はアンマッチとなる。また、いずれの条件においても、真実表明かつサーチしないということが支配戦略となる条件が満たされるようにするため、サーチ・コストは 200 円としている。

優先順位は、すべての条件において C, B, A の順となっているが、完備情報の場合以外では生徒はこのことを知らない。また、実験は被験者内計画に従い、順序効果を避けるため、完備情報 不完備情報かつサーチ機会あり 不完備情報かつサーチ機会なし、不完備情報かつサーチ機会なし 不完備情報かつサーチ機会あり 完備情報、という 2 種類の順番で実施された。なお、被験者はそれぞれの情報上の条件でのマッチング結果はその都度は知らされず、すべての条件が終了してから通知された。また、各条件での意思決定は 1 度だけであった。

実験は、zoom により実験説明を行った後、Google フォームによって回答を行うオンライン実験によって実施された。マッチング結果に応じた報酬がアマゾン・ギフト券を通じて支払われた。また、実験後に個人属性等を尋ねるアンケートを実施しており、アンケート報酬 500 円も追加的に支払った。

4. 研究成果

実験は、公立はこだて未来大学、神戸大学、中央大学、関西大学でそれぞれ募集され、DA 方式の場合に 70 名、IA 方式の場合に 74 名が参加した (それぞれの半分ずつが異なる順番で情報条件を割り当てられた。なお、実験参加者数が 3 名に満たないグループについては、欠員部分を同一実験に参加した他の被験者の選択内容で埋めてマッチング結果を決め、報酬を支払った)。

実験結果であるが、まず、真の選好が表明された比率からみていくと、次の通りであった。

DA 方式の場合：

- ・完備情報 68.6%
- ・不完備情報かつサーチ機会なし 81.4%
- ・不完備情報かつサーチ機会あり 71.4%

IA 方式の場合：

- ・完備情報の場合 50.0%
- ・不完備情報かつサーチ機会なしの場合 77.1%
- ・不完備情報かつサーチ機会ありの場合 60.0%

つまり、いずれのマッチング方式においても、不完備情報かつサーチ機会なしの場合に最も真実表明の比率が高かった。

次に、不完備情報かつサーチ機会ありの場合に、実際にサーチ・コストを支払った被験者の割合は、DA 方式の場合には 22.9%であったのに対して、IA 方式の場合には 63.5%であった。また、さらにサーチしないで真実表明をした被験者の割合は、DA 方式の場合には 92.6%であったのに対して、IA 方式の場合には 70.4%であった。どちらの場合も、真実表明かつサーチしないことが支配戦略であることから、IA 方式の場合に無駄なサーチ活動が生じていることがわかる。

また、マッチング結果が安定マッチングになっていた比率については、以下の通りであった。

DA 方式の場合：

- ・完備情報の場合 100%
- ・不完備情報かつサーチ機会なしの場合 81.4%
- ・不完備情報かつサーチ機会ありの場合 100%

IA 方式の場合：

- ・完備情報の場合 85.6%
- ・不完備情報かつサーチ機会なしの場合 69.3%
- ・不完備情報かつサーチ機会ありの場合 64.1%

今回の実験設定では、DA 方式でも IA 方式でも均衡においては安定マッチングになる条件になっているが、IA 方式においては、本来なら学校 X にマッチしない生徒がサーチを行い、かつ本来なら学校 X にマッチする生徒がサーチを行わない場合に、前者の生徒が X にマッチするといったことが生じたために、上記のような差が生じたのである。このように、IA 方式では、本来サーチすべきではない（サーチしないことが支配戦略である）状況でサーチをすることが、サーチ・コストという損失を発生させると同時に、安定マッチングではない結果に導くという意味でも、社会的に非効率的な結果をもたらしてしまうことがわかった。

さらに現在、希望順位の提出やサーチ活動の選択と、アンケートを通じて収集したリスク回避性や認知能力との関係を探っているところである。

この研究成果は、国際会議 2022 Asia Meeting of the Econometric Society, East and South East Asia での発表に採択された。また、ジャーナル誌への投稿に向けて論文を取りまとめているところである。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 4件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Toshiji Kawagoe, Taisuke Matsubae	4. 巻 62, No.4・5・6
2. 論文標題 Two-sided matching with type-specific maximal and minimal quotas in a student-supervisor assignment	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Journal of Economics (Keizaigaku Ronsan)	6. 最初と最後の頁 1-36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Yusuke Kasuya	4. 巻 202
2. 論文標題 Group incentive compatibility and welfare for matching with contracts	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Economics Letters	6. 最初と最後の頁 109824
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.econlet.2021.109824	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yusuke Kasuya	4. 巻 207
2. 論文標題 Unilateral substitutability is necessary for doctor-optimal stability	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Economics Letters	6. 最初と最後の頁 110047
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.econlet.2021.110047	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Daisuke Hirata, Yusuke Kasuya, Kentaro Tomoeda	4. 巻 130
2. 論文標題 Stability against robust deviations in the roommate problem	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Games and Economic Behavior	6. 最初と最後の頁 474-498
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.geb.2021.08.012	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 川越敏司	4. 巻 第67巻第3号
2. 論文標題 行動メカニズム・デザインに関する概説	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 オペレーションズ・リサーチ	6. 最初と最後の頁 128-135
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 松八重泰輔	4. 巻 61(2)
2. 論文標題 不完備情報下における外部性のある協力ゲームの解達の間の関係	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 経済学論纂	6. 最初と最後の頁 37-54
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 松八重泰輔	4. 巻 61(5・6)
2. 論文標題 学生の評価を上げる努力と安定マッチング	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 経済学論纂	6. 最初と最後の頁 247-266
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yusuke Kasuya	4. 巻 202
2. 論文標題 Group incentive compatibility and welfare for matching with contracts	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Economics Letters	6. 最初と最後の頁 109824
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.econlet.2021.109824	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 川越敏司	4. 巻 8月24日号
2. 論文標題 「制約付きマッチング」が定員配置の課題を解決	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 週刊東洋経済	6. 最初と最後の頁 116-117
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件(うち招待講演 0件/うち国際学会 1件)

1. 発表者名 川越敏司、糟谷祐介
2. 発表標題 マッチングにおける情報取得に関する理論と実験
3. 学会等名 第3回「マーケット・デザインの実践」コンファレンス
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川越敏司
2. 発表標題 情報不完備性の下でのDA方式に関する実験
3. 学会等名 第2回「マーケットデザインの実践」コンファレンス
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Toshiji Kawagoe
2. 発表標題 Matching with Minimal Quota: A Case Study of the Japanese University Student-Supervisor Assignment
3. 学会等名 Econometric Society Australasian Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川越敏司・松八重泰輔
2. 発表標題 Matching with Minimal Quota: A Case Study of the Japanese University Student-Supervisor Assignment
3. 学会等名 第1回「マーケットデザインの実践」コンファレンス
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 糟谷祐輔
2. 発表標題 Stability, Strategy-Proofness, and Respecting-Improvements Properties
3. 学会等名 Summer Workshop on Economic Theory 2019
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 川越敏司	4. 発行年 2021年
2. 出版社 有斐閣	5. 総ページ数 222
3. 書名 基礎から学ぶマーケット・デザイン	

1. 著者名 川越敏司	4. 発行年 2020年
2. 出版社 講談社ブルーバックス	5. 総ページ数 259
3. 書名 「意思決定」の科学	

〔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
研究分担者	松八重 泰輔 (Matsubae Taisuke) (00823783)	中央大学・経済学部・助教 (32641)	
研究分担者	糟谷 祐介 (Kasuya Yuusuke) (20792419)	神戸大学・経済学研究科・講師 (14501)	

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