

令和 6 年 6 月 24 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2023

課題番号：19K13643

研究課題名（和文）地方の研修医不足を是正する医師臨床研修マッチング制度の設計

研究課題名（英文）Designing a matching mechanism under distributional constraints

研究代表者

数村 友也（Kazumura, Tomoya）

京都大学・経済学研究科・講師

研究者番号：50804960

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では医師臨床研修マッチングを含むマッチング問題において、金銭移転をモデルに含むことで、現実の諸問題、特に医師の偏在の問題の解消を試みた。まず第1に、金銭移転を伴う一対一マッチングモデルにおいて、安定性と耐戦略性を満たすメカニズムを考察した。金銭移転の方法を適切にデザインすることで、マッチする研修医の数の観点から、受入保留メカニズムよりも望ましい安定かつ耐戦略的なメカニズムを考察した。

また通常金銭移転を伴うマッチングモデルにおいて、研修医側の耐戦略性を満たす競争均衡メカニズムが存在するのは病院側の選好が代替性を満たす時にもであることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現実のマッチング問題では、何かしらの制約を伴うことが多い。例えば研修医マッチングでは、地方や僻地などの病院に研修医が集まらないという問題が起きている。実際、日本の研修医マッチングにおいてはこのことが問題視されており、各地域に配属できる研修医数にキャップを設けるなどしている。しかしこの対策により厚生の低下など負の側面も懸念される。そのためこのような制約のもとで最も望ましいマッチングメカニズムの解明は社会的に重要な課題である。本研究はこのような社会問題の解決を目指したものであり、社会的な意義は大きいと考えられる。

研究成果の概要（英文）：We study a matching problem with distributional constraints. We first consider a one-to-one matching model with monetary transfers, and shows the existence of a stable and strategy-proof mechanism that is better than the deferred acceptance mechanism in terms of the number of matched doctors.

We also study a standard matching model with transfers. We show that there is a strategy-proof competitive equilibrium mechanism if and only if the preference of each hospital satisfy substitutability.

研究分野：理論経済学

キーワード：マッチング メカニズムデザイン 安定性 耐戦略性

## 1. 研究開始当初の背景

近年様々な現実問題に対して、マッチング理論で得られた知見の活用・メカニズムの実装が行われている。その例は学校選択制度や研修医マッチング、臓器移植など多岐にわたる。アドホックな方法によるマッチングはミスマッチを起こす可能性があり、人々が不必要な損を被ることがある。ミスマッチによる損失を可能な限り防ぐメカニズムの設計を行うのがマッチング理論である。

マッチング理論における画期的な発明の1つは受入保留メカニズムと呼ばれるものである。このメカニズムは、安定性という性質を満たすマッチングを常に選ぶということが知られている。安定性とは、「自身よりも優先順位が低い人が自分よりも好ましい相手とマッチすることはできない」という意味での公平性を指す。また、受入保留メカニズムは耐戦略性と呼ばれるインセンティブの条件を満たす。安定性のように、どのマッチングが望ましいかは人々の好みに依存する。したがって、そのようなマッチングを達成するには、人々の好みに関する情報を把握する必要がある。これはつまり人々に自身の好みに関する情報を何らかの方法で聞き出さなければならないことを意味する。しかし、もし自身の好みを偽ることでより良い相手とマッチできるのであれば、人々は正直に好みを申告しないであろうと考えられる。結果として、そのような場合には望ましい配分の達成が困難である。このような問題に対応する方法は、人々に好みを偽るインセンティブを与えないことである。好みを偽ったとしてもより良い相手とマッチすることができないようなメカニズムを耐戦略的なメカニズムと呼ぶ。以上まとめると、受入保留メカニズムは、人々が好みを正しく申告した際に安定なマッチングを選び、かつ人々は正しく好みを申告するインセンティブを持つのである。

受入保留メカニズムは現実のマッチング問題に広く活用されている。例えば日本を含む多くの国の研修医マッチングでは受入保留メカニズムが使われている。受入保留メカニズムの採用により、ミスマッチの削減の観点からより好ましいマッチングが実現していると考えられる。しかし、このようなマッチング理論の活用が弊害をもたらすこともある。これは、社会の要請が人々の厚生改善だけとは限らないことに起因する。例えば研修医マッチングでは、多くの研修医が都市部のように快適な地域での配属を希望し、受入保留メカニズムは人々の希望を極力尊重するので、地方や僻地など比較的人気の低い地域に研修医が集まらなくなってしまった。結果として、地方に十分な労働力が集まらないという問題が起きている。

近年、このような医師の偏在の問題に取り組む研究がいくつか行われている。それらの研究では、主に各病院や各地域に配属できる研修医数に上限・下限を設ける状況を想定し、その制約のもとで最も好ましいメカニズムの解明を行なっている。しかし上限を設けるタイプのメカニズムでは、厳しい上限制約を設けなければ都市部への集中を防げない。一方厳しい上限は都市間での移動を制限し、不必要なミスマッチを生んでしまう。下限を設けるタイプのメカニズムは、下限を適切に設定しない限り、好ましくない配属を強制してしまうおそれがある。医師の偏在の問題の解決には、これまでの分析だけで十分だとは言えない。

## 2. 研究の目的

本研究の主たる目的は、医師の地域偏在のように何らかの制約が存在する状況において、望ましいマッチングを実現するマッチングメカニズムの解明である。ただし、そのようなメカニズムの解明には、関連するモデルにおける望ましいメカニズムの解明も重要である。そのため本研究では、オークションや関連のマッチングモデルにも分析の範囲を広げ、そのもとで望ましい性質を満たすメカニズムの解明も目的とする。

## 3. 研究の方法

本研究では、金銭移転を導入することにより、医師の地域偏在の問題の解決を試みた。具体的に、金銭移転を伴うマッチングモデルを考え、そこでいくつかの望ましい性質を満たすメカニズムの設計可能性を考察する。ここで考える性質は主に、安定性と耐戦略性である。ただし、分析によっては安定性の代わりに効率性を考えることもある。

## 4. 研究成果

本研究では3つの方面での分析を行い、それぞれ以下のような結果を得た。

(1) マッチする研修医の数の観点から、受入保留メカニズムよりも好ましいメカニズムの解明ここでは金銭移転を伴う一対一マッチングモデルに焦点を当てて分析を行った。このモデルでは、安定かつ耐戦略的なメカニズムの存在がすでに知られている。具体的に、金銭移転を一切伴わない受入保留メカニズムはこのモデルでも安定性と耐戦略性を満たす。しかし、それ以外にも安定かつ耐戦略的なメカニズムは存在し、また病院とマッチできる医師の数の観点から、必ずしも受入保留メカニズムが最適であるというわけではない。ここでの最終的な目標は、安定かつ耐戦略的なメカニズムの中で、病院とマッチできた研修医の数を最大にするメカニズムの解明である。本研究では初めの1歩として、受入保留メカニズムとの比較を行い、結果として、安定性と耐戦略性を満たしつつ、病院とマッチする研修医数の観点から受入保留メカニズムよりも好ましいメカニズムを提示した。

### (2) 競争均衡メカニズムと耐戦略性の関係の解明

問題の解決には、金銭移転を伴うマッチングモデルに対する理解を深めることも重要である。そこでここでは金銭移転を伴う多対一マッチングモデルにおいて、競争均衡メカニズムの性質について考察した。競争均衡メカニズムは、需給が一致するように価格を決定するメカニズムで、通常のマッチングモデルにおける安定なメカニズムに対応する。

競争均衡に関する大きな争点の1つは均衡の存在の問題である。均衡存在については古くから様々な研究が行われており、均衡の存在を保証する様々な条件が明らかにされている。例えば、病院側の好みは粗代替性を満たす時、均衡が存在する (Kelso and Crawford, 1984) 粗代替性は全ての財が代替財であることを仮定しているが、一定の補完性を許したのが gross substitutes and complements という条件である。Sun and Yang (2006) は病院の好みは gross substitutes and complements を満たすのであれば均衡が存在することを明らかにした。近年では、Baldwin and Klempner (2019) が demand type という概念を導入し、demand type が unimodular 性を満たすのであれば均衡が必ず存在することを明らかにした。

競争均衡を分析する主な理由は、それが望ましい性質を満たすからである。実際、競争均衡は効率的であり、かつコアと一致することが知られている。従って、競争均衡を選ぶようなメカニズムは望ましいメカニズムの1つであると考えられる。しかし、上述のように、実際に競争均衡を達成するには、そのメカニズムが耐戦略性を満たす必要がある。耐戦略性に関しては、病院の好みは粗代替性を満たすときに競争均衡を選ぶ耐戦略的なメカニズムが存在することが知られている。しかし、それ以外の環境では、どのような時に競争均衡を選ぶ耐戦略的なメカニズムが存在するのか明らかではなかった。

本研究は、耐戦略性を満たす競争均衡メカニズムが存在するのは、病院側の好みは粗代替性を満たす時のみであることを示した。これは、均衡自体は粗代替性を超えて様々な環境で存在するが、均衡メカニズムが実用可能なのは粗代替性が満たされる時しかないことを意味する。この結果をまとめた論文「Strategy-proofness and competitive equilibrium with transferable utility: Gross substitutes revisited」を UTMD ディスカッションペーパーとして公開した。

### (3) 効率的なパッケージオークションの解明

数学的にはオークションモデルは金銭移転を伴うマッチングモデルの特殊ケースである。そこでオークションモデルにおいても分析を行なった。オークションモデルにおいて安定性は意味をなす概念ではない。従って、ここでは代わりに効率性に焦点を当て、効率的かつ耐戦略的なメカニズムの分析を行った。

人々の好みは準線形である時、効率的かつ耐戦略的なメカニズムが存在することが知られている。準線形な好みとは、所得効果を持たない好みのことを指す。しかし所得効果を持たないという仮定は、必ずしも現実には当てはまらない。所得効果がないというのは、財に対する価値が支払額の水準に依存しないことをいう。しかし、そもそも財に対する価値は、その財をどれだけ有効活用できるのかに依存する。また、財をどれだけ有効活用できるのかは、その財に関する補完財をどれだけ所有しているのか次第である。例えば、携帯電話会社が周波数ライセンスを有効活用するには、電波塔の設置や通信技術の開発が必要である。財に対する支払額が変化すると、手元に残る予算が変化するので、購入できる補完財の量・質も変化すると考えられる。結果として、支払額の変化が財の有効活用の度合い、つまりは財に対する価値を変化させると考えられる。

このような波及効果は、所得に比べて財の価値が著しく小さい場合は無視可能かもしれない。しかし現実には、財の価値が莫大なものも多く存在する。周波数オークションはそのような典型例で、周波数ライセンスは数千億円の値がつくこともある希少資源である。そのような場合、上述の波及効果は無視することはできない。つまり、そのような現実のオークションを分析するには、所得効果が存在するようなモデルで分析を行うのが適当である。

本研究では、各個人が複数の財を獲得できるパッケージオークションモデルに焦点を当て、人々が必ずしも準線形の好みを持たないとき、どのような場合に効率的かつ耐戦略的なオークションメカニズムが存在するのかを検討した。結果として、効率的かつ耐戦略的なオークションメカニズムが存在するのは、人々の好みは本質的に準線形と見なせる時のみであることを示した。これは、所得効果があると考えられる現実の大規模オークションにおいて、効率性を実現することが困難であることを意味している。この結果をまとめた論文「When can we design efficient and strategy-proof rules in package assignment problems」を京都大学のディスカッション

ペーパーとして公開した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 0件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Tomoya Kazumura	4. 巻 E-32-008
2. 論文標題 When can we design efficient and strategy-proof rules in package assignment problems?	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Kyoto University Graduate School of Economics Discussion paper series	6. 最初と最後の頁 1-81
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 Kenzo Imamura, Keisuke Bando, and Tomoya Kazumura	4. 巻 UTMD-063
2. 論文標題 Strategy-proofness and competitive equilibrium with transferable utility: Gross substitutes revisited	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 UTMD working paper	6. 最初と最後の頁 1-37
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2件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Tomoya Kazumura
2. 発表標題 When can we design efficient and strategy-proof rules in package assignment problems ?
3. 学会等名 The 13th Conference on Economic Design (国際学会)
4. 発表年 2023年～2024年

1. 発表者名 Tomoya Kazumura
2. 発表標題 When can we design efficient and strategy-proof rules in package assignment problems ?
3. 学会等名 2023 North American Summer Meeting of the Econometric Society (国際学会)
4. 発表年 2023年～2024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
---------	---------