

かんぽセミナー

「マッチング理論で社会を変える！」

東京大学大学院経済学研究科教授 小島武仁氏

令和7年7月3日

今日のテーマとしましては、こちらマッチング理論になります。最初に自己紹介のスライドを用意してしまいましたが、既にご紹介いただいたのでサッといきます。改めまして私の名前は小島武仁と申します。東大の経済学部の教員をしているんですけども、特にその中でマッチング理論、それからマーケットデザインという経済学の中の1分野の研究をしております。ここでマッチング理論、マーケットデザインというのは、経済学やコンピューターサイエンスといった幾つかの分野との境界の領域のようなものです。

今、御紹介いただいたように、結構アメリカに長いこといまして、そちらで教員なんかもしていたんですけども、5年ぐらい前に日本に帰ってきたところでございます。帰ってきた理由の1つというのが、今日のテーマのマーケットデザインに関係がありまして、マッチング理論、それからマーケットデザインというのは、実際の社会の制度を設計するためにはどうすればいいか、というようなものを考える学問なのです。そして、それが机上の空論のようなところにとどまらずに、実際に制度設計に使われているという例が、諸外国では2000年ぐらいかなり沢山出てきたという状況だったんですけども、残念ながら日本では5年前ぐらいの時点でなかなかそういうことが起きておりませんでした。このことについて、私はこの分野の研究者として若干寂しい思いをしておりました。そんなところに、幸いにして東京大学からこういったポジションのオファーをいただきまして、さらに今、御紹介にもありましたけど、マーケットデザインセンターっていう研究所のようなものを作って、そこで社会実装をするためのリソースもいただけるというようなお話になりました。これに非常に魅力を感じて、帰国したという次第でございます。そして、今日はこのマッチング理論、マーケットデザインという分野についてお話しさせていただきます。

東京大学からオファーをいただいた後、5年間いろいろと活動していきまして、幾つかの政策変更について非常に小さいところですけども、インパクトを与えられたのかなと思っております。まだまだ途上なのですが、今日のお話しとしては、そういったことについて御報告させていただきたいなと思って参りました。

さて、もう1個前置きのスライドがありますが、前置きが長くなってもあれですので、マーケットデザインセンターというものを簡単にご紹介させていただきます。マーケットデザインセンターは2020年に設立をいたしまして、大学の研究所ということで、もちろん研究をしているんですけども、既に申し上げたように、研究で得た知見をうまく社会に役立てていこうっていうことを、結構意識的にやっております。そしてその関係でいろいろと政策提言のレポートを書いたりとか、自治体の制度設計に参画させていただいたりといった活動もしております。

さて、いよいよ前置きが終わりまして、既に御紹介いただいてしまいましたけれども、マッチング理論それから

マーケットデザインについて、あえてもう一度御説明をさせていただきたいと思います。このマッチング理論、それからマーケットデザインというのが今日のキーワードになります。マッチング理論というのは名前が示すとおり、何かと何かをマッチさせるというような理論で、マーケットデザインっていうのがもうちょっと広く、マッチング理論を包含するような概念です。そこで、まずはこのマーケットデザインとは何を指しているのか、ということを御説明したいと思います。若干最初のほうは抽象的ですが、お付き合いください。

マーケットデザインという言葉は、「マーケット」、それから「デザイン」という2つの言葉から構成されています。まず「マーケット」っていいますと、例えば金融市場であるとか、もしくはお米のようなコモディティの市場のようなものを思い浮かべられるかもしれませんが、経済学者はマーケットっていうものを非常に広く捉える癖があるんです。

これから具体例として取り上げますが、入試というのは学生が学校に行きたいと思っていて、いろいろと画策をする、そういうインタラクションが起きるマーケットであると捉えることができます。また、こちらも本日具体例として取り上げますが、研修医の配属もある種の労働市場というマーケットの中での出来事として捉えることができます。このように、「2人以上の人間が参加していて、その参加者それぞれが自分にとって何か望ましい結果を得たいと思っていていろいろと活動をする」ような場のことを広くマーケットと経済学者は捉えるんです。そういった広い意味でのマーケットをいかに望ましい形でデザインしていくか、制度設計をしていくか、こういうことを考える学問がマーケットデザインです。あえて日本語に訳すならば、制度設計の科学、とでも覚えていただけるとうれしいかなと思います。

さて、ここで、そもそも制度とは何かということについてお話をさせてください。我々は日々暮らしていく中で、様々な社会の制度というものの下で生活をしています。例えば、それはもちろん法律であったり、自治体の条例であったりしてもいいですし、業界のルールのようなものでもいいですが、私たちはそのような有形無形のいろんなルールに従って暮らしています。そういうルールの下で人々がいろいろ行動すると最終的に社会的な帰結がもたらされます。ここでの「社会的な帰結」というものがどんなものかと言いますと、例えば希少な資源がどのように誰にどれくらい配分されるか、というようなものです。非常に広い概念ですが、制度っていうのはこうした「社会的な帰結」をもたらすものになります。私たちが前提として考えているのはこのようなことです。

そしてこの制度というのは、しばしば歴史的な経緯から出てくるわけです。実際に社会に参加している政策担当者であるとか、もしくは我々のような一般市民がいろいろと行動していく中で、ああでもない、こうでもないと言って、制度を絶えず変更、変革していくわけです。そうすると何かしら制度ができてきて、ある程度安定的な結果をもたらしてくれるわけですが、こういった方法は手探りの経験とか勘とかそういうものに基づいているので、考え得る制度の中で一番良いものが出てくるとは限らないんです。

こういった制度というのを何かしらのルールであって、社会的な帰結やリソースの配分をもたらす装置だと思ったときに、その装置をどうやって作っていきと望ましいことが起きるだろうっていうことを我々は一歩下がって考

えたい、こういうことを念頭に置いて研究をしています。

そういうことをするためにはもちろん何かしら理論的なフレームワークが必要になるのですが、次のようなことを考えています。制度っていうのは先ほども申し上げたように、何かしら、例えば法律のようなものでは、ある場面で誰がどういうことをしていいか、どういうことをしちゃいけないかっていうことを設定して、こういうことをすると罰がありますとか、こういうことをすると何かお金がもらえとか、いろいろルールがあるわけです。もちろんそのルールたちは、それで人間がどういう行動をするかっていうのを、全部規定しているわけではないので、ある程度自由度があるわけです。その下で制度っていうのは何をしているかっていうと、参加する人々に対して、インセンティブを与えているというふうに見ることができます。

インセンティブというのは、インセンティブ契約みたいな意味で使うインセンティブも含んでいますが、金銭的なものである必要はもちろんありません。広い意味で何かこういうことをしたいとか、こういうことはしたくないとかの誘因をインセンティブと言います。制度を決めるとインセンティブが与えられ、そうするとそれに従って、社会に参加する人々はある種の行動をしていきます。人々がインセンティブに従って行動するということは、要するに、自分にとってこの制度の下で、ルールはこうなっていて自分はこんなことをしたら自分にとって一番嬉しいだろう、ということを考えながら絶えず行動をしていくということなのです。そうすると、制度からインセンティブ、インセンティブから行動という流れができて、最終的に人々が行動すると、社会的な帰結というのがもたらされます。

制度をこのように捉える上で有用なのが、20世紀の中頃ぐらいから発展したゲーム理論という枠組みです。ゲーム理論は、皆様御存じかもしれないと思うんですが、社会におけるいろいろな現象というのを、あたかもある種のゲームであるように捉えて分析するというような数学の手法です。言い換えると、例えば法律のようなものが与えられると、それはそこにその法律が適用されている国の下で、何をしたいのかというゲームのルールが与えられている。こういうことをすると何点入る、みたいなことが法律に書いてあるので、その下でプレーヤーたる国民は、例えば野球とかサッカーのプレーヤーたちが、自分たちの得点を最大化するように頑張ってプレーするのと同じように、何かプレーをする。あたかも、そういうふうなフレームワークを立てて分析すると、決めたゲームのルールの下で、どういう行動が行われて、どういう帰結が出るかっていうことを分析できるということになります。

20世紀後半から現在まで続くゲーム理論の分析の発展によって、参加する人自身のインセンティブやそのインセンティブによって参加者がどう行動するのかを予測することで、制度を決めた時に何が起きるかっていうことについての予想もできるようになってきました。

ここまでのマーケットデザイン前史という感じでして、これから21世紀に何が起きたかということをお話します。上(制度)から下(配分)へのこの矢印以外で何が起きるかということが段々分かってくると、この逆のようなことを考えたくなるわけです。つまり、今度は社会として達成したいような望ましい状態、配分というのからスタート

して、それを達成するためには、制度はどうやって作ればいいのかということを考えたくなってきます。以前は、下から上のことももちろん政策担当者は考えていると思うんですけども、なかなかこの予想が立てにくかったんです。しかし、現在では、先ほど言及したゲーム理論の発展などによってこの上から下の矢印がよく分かってきて、逆の問題が解けるになってきたということで、達成したい何かいい状態というのを目標とした場合に、それをうまく達成するためには制度をどうやって作ればいいのか、ということがさらに分析されるようになりました。

その際にポイントとして取り上げたいのが、達成したいことを決めて法律でそのような望ましい配分を実現しましょうって書くだけではもちろん駄目だということです。実際には、法律なり何なりルールを決めると、その中で人々がいろいろと、自分たちがやりたいことってというのがあって、そのインセンティブの下で行動するっていうことを織り込んだ上で、制度をつくらなきゃいけない。これが難しかったわけですけども、そういうことを実際にやっていくというのが、マーケットデザインと呼ばれる分野になります。

これ、フワッと抽象的なレベルで申し上げるとよく分からない話だと思いますので、今からマッチング理論の話をしていきますね。マッチング理論、もう言及いただいた研修医の病院の配属問題を例に、お話をさせていただきたいと思います。例えば、研修医を病院に配属したいという問題があります。日本でいうと毎年秋ぐらいに、大学の医学部の最終学年の6年生の人たちが、次、就職しなきゃいけないとなるわけです。では、就職するときに何やるかっていうと、町のお医者さんにいきなりなるわけではもちろんなくて、最初に研修っていうのをやります。今だと大体2年ぐらいが必修になっていると思いますが、全国津々浦々に研修病院というのがあって、どの研修病院にどの学生さんが行くのかっていう、大きな配属の問題というのがあります。

この市場において、研修医や病院といった個々のプレーヤーたちには、いろいろと思惑があるわけです。それぞれの研修医はどの病院に行きたいかっていうことについて希望順位を持っています。例えばある研修医は、病院A、病院B、病院Cって順番で行きたい、みたいな希望順位を持っています。病院のほうもどういった人が欲しいかっていうことについて、もちろん何かランキングのようなものを持っていると思います。こうしたときに、研修医のマッチング制度って何をやっているかっていうと、こういった様々な思惑を持っている、この研修医と病院の利害をなんらかの方法でうまく調整して、どの研修医がどの病院に配属されるかということを決める、これが制度の一例になります。

この文脈でいうと、制度っていうのは非常に抽象的な形で表現することができまして、制度というのは参加している人たちの希望という情報、これをインプットして、この配属の配分を出力するようなアルゴリズムだというふうに思うことができます。アルゴリズムという言葉も結構今日は多用するんですけども、これは皆様もよく御存じの言葉だと思いますが、今日は計算手順という意味で使わせていただきます。一般にアルゴリズムとは何か情報をインプットしたら、それを何かしらの方法に従って計算して、計算手順に従って何か加工して、アウトプットを出すものを指しますが、今日の文脈でいうと、参加しているこの市場参加者の希望や好みといった情報を入れると、それに対してマッチングを出すようなものだと思ってください。

今日問いたいのはこの研修医の配属という問題について、どういうマッチング、配属が望ましいのかということ。そして、そういう配属を出力するための制度というのは何か、ということでして、これからはこの2点についてお話ししていきたいと思います。この研修医の文脈において、どういう性質を満たす制度を設計したいのかというと、大体、市場に参加している、研修医さんや病院に聞くと、こんなことを言います。何はともあれ、この配属の問題で起きてはいけないことというのは、ミスマッチというもの。ここで言うミスマッチというのは何かといいますと、次のようなことを想像してみましょう。研修医Xさんという人と病院Aというところがあって、XさんとAは今マッチしていません。ところが実はXさんは、今の配属に不満で病院Aに本当は行きたいと思っているとします。それだけではなくて、病院Aのほうも実は今配属されているほかの研修医さんではなくて、このXさんという研修医が本当は欲しかったと思っているとします。こういう状態が起きていると、このマッチングではミスマッチが起きているということになります。両思いなのに、マッチができていない不幸なペアです。このマッチングの市場において、何はともあれ起きてほしくないことというのは、こういったミスマッチです。非常に直観的かと思います。

例えば学校、例えば入試みたいなことでいうと、第1希望の学校に入れてない学生さんがいるとします。この学生さんは実はすごく優秀で、本当は入試受けたら通るはずなのに、何かの理由で入れてないっていう、こういう不幸な状態っていうのがミスマッチに対応します。こういったミスマッチっていうのは、このマッチングという市場においては非常によろしくないものだと思われていまして、大体いろいろなマッチング市場において共通する基準が、このミスマッチというのをなるべく小さくしたいということになります。

もう一つ重要な基準として、こういうのがあります。マッチングの市場っていうのを実際に制度設計する際には、希望の順位をインプットとしてアルゴリズムを回すと、アウトプット、配分が出てくるようにすると先ほど言いましたけれども、実は実際にそういうことを日本の研修医マッチングではやっているんです。どういうことかという、研修医マッチング協議会というのがあって、そこが毎年秋ぐらいになると、研修医さんに実際に希望表をウェブサイトログインして提出してくださいっていうことをします。同様に研修病院も、この希望の順位というのを提出しています。それを基にアルゴリズムを使って決めているんです。そして、こういうふうに情報をインプットしてアウトプットするということをするときに、制度設計をしてマッチをするマッチング協議会みたいなところは、自分自身が勝手に人の心の中を覗くということができないので、ちゃんと参加する人に希望順位を聞かなきゃいけません。ここで、この仕組みをうまく作ってあげないと、個々の参加者っていうのは、正直に情報を出してくれるって保証は全くないわけです。

よくある話として別のマッチング市場、例えば就職活動などを考えると分かりやすいかもしれません。就職活動で大体面接とかすると、どの会社でも御社が第1希望ですって多分言うと思うんですけども、これって全然正直な情報じゃないわけですよ。第1希望ってのは、1個しかないはずなんだけど、いっぱいの方に言う。なんでこんなことを言うかという、当然のことながら、面接している求職者は、正直に「あなたのところは実は第3希望なんですけど一応面接してます」とか言うと落とされちゃうからです。

こうやって自分にとって得にならないような真の情報というのは、普通は出してくれないわけですけども、制度設計をして望ましい配分を出したいというこの制度設計者の立場からすると、これは非常にまずいことなわけです。というのは、なるべく皆の希望を叶えたいということとかミスマッチをなくしたいということを制度設計者が思っていると、どういうマッチングがミスマッチなのかっていうのは、当然のことながら、そこに参加している市場参加者たちが、何を好きだと思っているかっていう情報に強く依存していますので、こういう情報を出してくれないとそもそもミスマッチを減らしようがないという問題があります。なので、正直な情報を申告してもらうことができるのかという基準があります。つまり、仕組みをうまく作ってあげることで、参加している個々の参加者に、自分が持っている情報を正直に申告してもらう、こういうことを目指す必要があるのです。これが制度設計の2つある、チャレンジのうちの2つ目ということになります。

こういう性質を、耐戦略性、ストラテジー・プルーフネスとか言ったりするんですけども、こういった「ミスマッチが無い」「耐戦略性がある」という2つの条件を満たすような仕組みというのを作りたいというのが、この研修医のマッチングという配属の問題について重要な性質です。そんなものあるのかというと、今日は残念ながらあまり時間がないので答えだけ言ってしまうと、実は今言った2つの基準、ミスマッチをなくす、なるべく少なくする、そしてこの耐戦略性、ちゃんと参加者に情報を自発的に出してもらう、この2つの性質を満たす魔法のような方法というのが実は知られています。具体的に言うと、この右の上のほうに書いたコンピューターのプログラムが、ディファード・アクセプタンス、DAアルゴリズムというアルゴリズムとして知られています。

先ほど申し上げたようにどうということやるかっていうと、参加する研修医に、どの病院が1番か2番かっていう希望の順位を出してもらいます。同様に病院のほうにも、どの研修医さんが1番いいかっていう順番を出してもらいます。そして、その情報を基に、ここに書いてあるようなやり方で処理をしてマッチングを出します。先ほど言った基準ではミスマッチをなるべく減らしたいと言いましたが、実はこのアルゴリズムを使うことでミスマッチを完全にゼロにすることができるっていうことが知られています。さらに言えば、参加する研修医の方々からすると、本当のことを言うと必ず自分にとって1番良いマッチングが出てくるということを保障することができます。

このアルゴリズムの詳細、残念ながら説明する時間がございませんので、ざっくりとだけ説明させていただきます。こういう配属の問題とか就活の問題とかで何が問題、難しいのかというと、例えば大卒の一般の就活とかイメージしていただくといいかもしれません。第1希望、第2希望とかいろんなところに応募して、ある日第2希望の企業から内定が来ました。第1希望からまだ返事が来ません。だけど、第2希望の企業からは内定出します、返事早くしてください、明日までに言ってくださいとか言われちゃうわけですね。すると、もしかしたら第1希望からは内定来ないかもしれないから、しょうがないから第2希望にイエスって言っちゃおうとかやるわけです。そうするとそのイエスって言ったらその翌日に第1希望のところから実は内定が来ちゃって、ああ困ったみたいになって、先ほど言ったようなミスマッチが起きてしまうかもしれない。こういうことが起きちゃうんですけども、このアルゴリズムを使うと、そういうことが解決できるんですね。

ということか起きているのかというと、希望の順位を皆に出していただいているので、求職者たちは、あたかも全ての企業に第1希望から全部応募して、各々から返事が来るまで待つて、返事が来て、駄目だったら次のところに応募するといった一連の行動をコンピューターの中で無限の時間をかけて実行することができるわけです。すると先ほど言ったようなミスマッチを防ぐことができるという感じになっています。その結果として、最終的にこのミスマッチがなくなるまでずっと応募し続けさせてあげる、こういうことができるような仕組みになっています。

これ、実際に使われている仕組みそのものを御説明してまして、研修医の配属ってちょっと変わったマーケットの話は何でしているのかなって思われたかもしれないですけど、実はこれ、マッチングの問題に関するマーケットデザインの大きな成功例なんです。アメリカにおいては、1950年ぐらいにこの仕組みが導入されています。具体的に、アメリカにおける研修医のマッチング協議会みたいなのがあって、そこに今、御説明したように、全ての市場参加者は、どの相手とマッチしたいかということについて希望の順位を提出しています。そして、それをコンピューターを使って処理をして、全ての人、全ての研修医がどの病院に行くかという配属を決めています。これ非常に凄いことで、大体1950年ぐらいから75年ぐらいにわたって基本的に同じ仕組みがずっと使われているんです。ちょっと、びっくりするようなことだと思います。御存じのように、就活のルールって大体何年かに1回うまく行かないって変わるのが普通だと思うんですけども、このアルゴリズムが非常にうまくできていることでずっと使われているということです。

日本においては、20年ぐらい前から、基本的に同じ仕組みが使われております。ほかにもいろんなところで使われておりまして、先ほども御紹介いただきましたけども、例えば入試で使われていたりとか、これは我々自身が担当したものでもあるんですが、社内における人材を配分・配属する際の社員さんと社内の部署の間のマッチングに今御紹介したDAアルゴリズムを使ったりとかしています。いろいろと使われているところがあるということです。

ここまでに取り扱った話題というのは、割とマッチング理論の入門的な書籍なんかでも時々扱われていると思うので、この話はここで切り上げて、少し具体的に我々が現在やっていることについてお話をさせてください。今お話ししてみたいなアルゴリズムを用いた制度設計をすることで、どのように制度を改善できると我々が考えているか、ということについてお話をさせていただきます。今日は特に、お話ししたいことが2つあります。

1つ目は、公立の高校入試制度についてです。先ほど言及した、マーケットデザインセンター、2020年に作ったんですけれども、そこにいるメンバーたちが中心となって、この公立高校入試を改善する方法を提言した政策レポートを制作し、公開しています。最初は2021年ぐらいに出したんですけれども、現状として日本の公立高校の入試というのは、まず基本的に都道府県単位で実施されていて、都道府県の教育委員会であるとか関係者たちが仕組みを作っており、いわゆる単願制という仕組みが使われているんです。そして、我々はこの単願制を問題視しています。単願制とは何かというとその言葉が示すとおりで、例えば中学生の人が公立高校を受

けたいと思うと、その県にあるどの学校に受験をするかというのを1個だけ決めて、そこに対して受験をします。後述するように様々な事情があって多くの都道府県では単願制が採用されているのですが、マッチング理論やマーケットデザインの観点から見ると、実は単願制は性能が若干悪い制度だということが、我々が指摘していることであります。これから御紹介するように、この単願制っていうのに変わって、自然な形で併願を導入して、マッチングを改善する制度というのを我々は提案しています。これをもう少し御説明させてください。

そもそも単願制って制度のどこが悪いのかっていう話をまずします。公立学校の単願制というのは次のような仕組みになっています。書類や筆記試験の点数や内申点はもちろん、面接をする学校であれば面接の結果など、高校入試には様々な選抜基準が存在します。その選抜基準を点数に限る必要はないのですが、今回は単純化のために点数という基準に絞って説明していきます。つまり、高校は書類、筆記の試験をして点数をつけて、その点数が高い人から学生を取りたいというふうに思っているとしたら、単願制の下で、我々がやりたいのは、なるべく選抜基準を満たしている、つまり高得点を獲得している学生さんをちゃんと選抜するということです。しかし、実は単願制の下では、これが上手く実現できないのです。なぜかという、単願制でのマッチは、どの学校への出願に挑戦するののかっていう判断や出願戦略によって大きく変わってしまうからです。

ここの左上の例を御覧ください。こういう例を考えましょう、生徒さんが2人います。Aさん、Bさん。Aさんは78点、結構高い点。Bさんは70点だとします。学校が2つあります。難関校と準難関校というのがあることにしましょう。仮にですけれども、この生徒Aさんはこの難関校、こっちの学校に行きたいと思ってここに応募をしたとします。ところが、その年はたまたまこの難関校が非常に難しく、合格最低点が80点だったとします。そうすると何が起きるかという、この生徒Aさんは難関校では不合格になります。ところが準難関校、このAさんにとっての第2希望は準難関校なんですけれども、これは70点が合格最低点で、Aさんはこちらを受けていれば合格していたかもしれません。しかし、単願制の下では、もちろん1校しか受けられませんので、難関校を受けて落ちちゃったAさんというのは、合格最低点を超えるほどの学力があったにもかかわらず、準難関校には行けない、第2希望には行けないということになります。その一方で、点数がちょうど70点の生徒Bさんという人は準難関校に合格している、こういう状況が往々にして起きるわけです。先ほどの言葉で言うと、ミスマッチが起きているわけですね。生徒Aさんは、準難関校のここに行きたかったのに行けていない。そして、この準難関校の学校からしても、Aさんを採用してもいい、今この人は基準を満たしているのに採用していないっていうミスマッチが起きているということになります。こういうミスマッチを引き起こすというわけです。

こういう例っていうのは、個々人の生徒さんからすると、しょうがないかもしれないって考えるかもしれないかもしれませんが、思われるかもしれません。生徒Aさんは、落ちるかもしれないけど難関校に挑戦した人なんだから、落ちちゃったのはしょうがないって思われるかもしれません。それは、この生徒個人個人の合理性からすればそうかもしれませんが、制度の観点からするとこれは非常に良くないことです。どういうことが問題かという、これは経済的な弱者の方々にとって非常によくないアウトカムである可能性があります。この文脈で言いますと、

公立高校落ちちゃった人はしばしば公立高校の代わりに私立高校へ進学するという選択肢を取るわけです。私立の無償化という話も出てきてはいますが、基本的に私立校に行くには公立よりもちょっとお金が掛かるっていうことが通常ですので、その場合は次のような問題が起こりそうです。例えば生徒Aさんは経済的に弱者で、家庭があまり裕福ではないってなると、難関校を受けて落ちてしまって私立へ行くという選択肢は非常に負担が大きいです。こういった生徒さんは難関校に挑戦することをそもそもせずに、ちょっと合格点の低い入れそうな学校を受けるということが起きることが予想されます。そうすると、同じような学力を持っている学生さんであっても、裕福な家庭の人であれば、難関校に挑戦することができるが、裕福じゃない家庭の御子息だと、あえて安全圏にある学校しか受けられないというような不平等を生むという可能性もあります。

似たような例としては、情報弱者と言われるような人々には、これは非常に不公平な仕組みになっているという可能性があります。塾なんかに行くと、どの学校に行くかということについていろいろと情報があったりするわけですが、そういったところにアクセスのない家庭なんかは、こういった出願戦略を間違えて、ここにおけるAさんのように挑戦をし過ぎて落ちちゃって大変なことになるとか、逆に本当は入れた学校に挑戦できなくて、後から考えると損をしてしまったなと思ってしまうかもしれない。こういった問題があります。

単願っていうのは、そういったミスマッチや不公平を起こしうるので、どういことをすればいいかっていうことを考えてみましょう。これ、幾つかの都道府県ではやっているんですけども、単願が駄目だったら併願にすればいいじゃないか、2つ以上受けられればいいじゃないか、ってこういうふうを考えるのが普通だと思うんです。実際に、こういった声っていうのは聞かれているんですけども、実は、単願が駄目だから併願にしようというのをただ素直にやると、うまくいかないということも分かっています。どういことが起きるかという次のような事が起きます。

併願を許すための一番自然な方法は、全ての学生さんが、幾らでもいいから学校に出していいよ、もしくは2校とか3校とか出していいよって言って、学校がそれぞれ合否判定を出すということだと考えられます。そうすると何が起きそうかっていうと、受かる人も受からない人もいますが、まず受かった人はその中で一番いい学校を選んでくださいとするわけですね。そうすると合格の辞退が出ますので、そこで定員が空いた学校は追加合格を出します、というようなことをやるっていうのが一番ありそうな設定なわけですが、こういう方法は非常にまずいんですね。なぜかという、今御説明したように併願をすると、一発でマッチングが決まらないわけです。合格辞退というのを待って追加合格を出すってプロセスが発生しますが、これは実際にやってみるとめっちゃくちゃ非効率な方法になります。

先ほど言及した就活をイメージしていただけると分かりやすいと思います。大卒の就活では、普通何が起きるかかっていうと、凄い優秀な学生さんはいっぱい内定が来る一方で、全然来ない人もいます。この内定をもらった人っていうのは、すぐ自分が行きたい企業以外に内定辞退を出してくれば、それで人採れなかった企業さんは、次の人にアプローチして新たな人を採れるみたいなことができそうなわけですが、実際にはそういうことは

全然起きません。内定辞退っていうのはなかなかゆっくりにしか起こらないので、企業のほうも内定辞退で空いた定員を埋めるために、追加で内定を出そうとしても、その頃には就活シーズンが終わっちゃって人探れませんでしたみたいのがよくあるわけです。

実は同じようなことが入試でもよく起きることが知られていて、後で言及するつもりだったんですけども、2000年頃までのニューヨークシティにおいては、こういった併願の仕組みを使っていました。個々の学生さんが併願をして幾つかの学校に申込みをする、個々の学校はそれぞれ可否判定をする。合格もらった学生さんは、自分が行きたいところだけには正式に行きますという通知を出して、ほかのところに合格辞退を出す。合格辞退が出たら、追加合格を今度は学校が出していく。といったプロセスを採用したところ、非常にこの進みが遅過ぎて、アメリカだと学年が始まるのが9月なのですが、その9月までで実にこのニューヨーク市の受験者の中の3分の1の進学先が全く決まってないという異常事態が起きてしまいました。このように、ナイーブな形であまり制度の詳細を考えずに併願を許そうっていうことをしてしまうと、今言ったような大きな問題が起きてしまうということが知られています。

ではどうしたらいいかといいますと、先ほど御紹介したDAアルゴリズムというものを使えばいいというのが、我々の提案になります。DAアルゴリズムとは、ディファード・アクセプタンス・アルゴリズムの略で、先ほど御紹介したアルゴリズムです。日本語では、受入れ保留アルゴリズムなんていう名前で知られていますが、このアルゴリズムを使いましょうというのが我々の提案であります。この受入れ保留アルゴリズムというのは、先ほど研修医の文脈で説明しましたが、参加する人たちに、まずどこにマッチしたいかを順番をつけて提出してもらって、次にそれをコンピューターで処理をして、誰がどこに行くかというのを全部決めていくという仕組みでした。これ実は文脈は違いますが、この併願の問題においても基本的に全く同じような行動をしているわけです。

具体的には、各生徒さんにどの学校に行きたいかということを、現状だと1校だけ申込みをしてもらっていますが、代わりに私の第1希望の学校はここです、第2希望の学校はここです、第3希望はここです、というリストの形で提出してもらいます。高校のほうにも、何でもいいのでその高校自身が持っている基準に従って、生徒をランクづけしてもらって、それをアルゴリズムで処理して、どの学生さんがどこにどの学校に行くかっていうことを決めることができます。

実は、DAアルゴリズムはこの問題を解決する上で、非常にいい性質を持っていまして、まず、単願制で問題になっていた問題を解決しているんです。複数校受験できています。第1希望からいっぱいリスト書いているので、普通の併願制ではまずかった問題っていうのも解決します。普通の併願制だとなかなかプロセスが進まずに目詰まりを起こしてしまう問題、これも解決してるわけです。アルゴリズムが高速にマッチのプロセスを模倣して、最終的にはどの学生がどの高校に行くかというのを1人1校までマッチさせる。言い換えると、誰かがいっぱい合格を総取りしちゃって、ほかの人がマッチできないっていうことを防ぐっていう、この単願制が恐らく目指していた、良い選出というのをこのアルゴリズムによって実現しています。

さらに、先ほど御説明したこのアルゴリズムにはミスマッチをなくすという性質がありました。各生徒さんについてミスマッチがないっていうのは、この文脈で言い換えるとどうなるかっていうと、自分が合格最低点を超えているというような高校の全ての中で、自分にとって一番行きたいと思っている高校にちゃんと入れている。こういう性質になっているというふうに言い換えることができます。

このようなわけで我々は、この単願制がはらんでいる現在の高校の問題というのは、受入れ保留のアルゴリズムを導入することで解決できるというふうに考えています。実はこのアルゴリズムは私たちがオリジナルに考えた独創的なものでも何でもなくて、先行研究とか先行の社会実装の事例っていうのがたくさんあるんです。先ほど言及したニューヨークの公立高校については、2000年前後ぐらいにはナイーブな併願制を使っていたせいで、どこにもマッチできない、どこの高校にも入学先が決まっていない、という学生さんが大量に発生するっていう異常事態が起きていたんですけれども、2003年に今、御説明した受入れ保留、DAアルゴリズムを導入して制度改革をした結果、このマッチできなかった人たちっていうのが、10分の1ぐらいまで減るっていう、大きな成果が上がりました。こういったことが非常に評価されていて、このマッチング理論の分野で2012年にノーベル経済学賞が出ています。

アメリカの例は既にお話ししましたが、同様の变化というのが世界のいろいろなところで起きていまして、例えばイギリスだと、詳細は省きますが、若干、単願制に近いような仕組みというのが以前は使われていました。そして、まさに今御説明したような問題が、どうやら社会的に問題視されるようになりまして、2007年にこの単願のような仕組みを禁止するという法律ができました。結果として、我々が提案していると同じような受入れ保留、DAアルゴリズムというのを導入することになりました。先ほど言及したニューヨークについても、2003年にDAアルゴリズムの導入がなされ、それによって大きな成果が出ています。ほかにもいろんな例がありますが、ここに書いてあるように、たくさんの国や地域でDAアルゴリズムが使われています。

ここまで御説明したところで、日本ではこういうマッチングのアルゴリズムを使った仕組みっていうのは、馴染まないんじゃないかという心配をされる方もいるかもしれません。そこで、もう一つ言及しておく、確かに高校入試のような問題ではこういうアルゴリズムを導入した例が日本においては恐らくないんですが、実は身近なところではありまして、例えば保育園の入園調整にDAアルゴリズムが日本では使われていますね。もしかしたら皆様の中にも小さなお子さんが保育園に行くっていうことを経験された方がいらっしゃるかなと思うんですが、保育園ってどうやって入園するかっていうと、個々の保育園に申し込むのではなくて、認可保育園の場合は各市区町村、自治体にどの保育園に行きたいのかを申し込むというのが日本の仕組みになっています。

このときに、第1希望でうちの子供を行かせたい保育園はここです、第2希望はここです、みたいなことを提出させているんですけども、ここで使っているアルゴリズムっていうのが、今、御紹介していたDAアルゴリズムの非常に特殊なケースになっています。特殊なのは、大体学校の入試だと学校ごとにどういう学生さんを探りたいかっていう基準が違ったりしますけれども、保育園の場合は保育の必要性に従って、どの学校も同じように

生徒さんをランクづけしているので、より単純な場合になっているんです。ともかくこういうところで実は使われていたりします。日本の高校入試ではDAアルゴリズムを導入した実績がなく、いろいろと心配する声も聞いているんですけども、我々としては、実はあまり抵抗なく使えるんじゃないかということを考えています。

高校入試については、以上になります。まとめとしましては、この高校入試については、こういったマッチングの仕組みってというのが、なかなかうまく設計されていないというふうに考えています。そして、外国やほかの文脈、保育園のようなところで使われているような仕組みってものを自然な形で導入することで、基本的に追加費用を掛けることがほぼなく、この高校の入試の現状を改善することができるというふうに考えています。このアルゴリズムなんかを使った制度設計のメリットの1つに、新たなリソースといったものをほとんど使うことなく、単に組合せを改善することで、今あるリソースを、より効率的に公平に分配できるようになって、ある意味で社会の公正の総量を増やすことができるというものがあります。そして、こういう意味でコストベネフィットの観点から非常にいい制度設計になるんじゃないかというふうに思います。

では、お話を交えていただいて、もう一つの例を御説明させてください。最初のほうにも話をしていたんですけども、お医者さんの話、特に、地方の医師不足問題という話をさせていただきます。今回の話は、私の研究に依拠していて、論文はここにあるとおりです。先ほど言及したように、研修医の配属というのは結構重要な問題でして、お医者さんからすると最初の研修医でどこに行くかっていうのは、その後の医師としてスキルをつけられるかといったことを大きく左右する、非常に重要な人生の一大イベントです。そして、それと同時に病院のほうからすると研修医は非常に重要な労働力なので、医療の文脈でいうと重要なマッチングのマーケットになっています。日本についてどういう、この重要な配属問題について何が行われていくかっていうのをここにまとめました。

先ほど言及したように、2003年にこのマッチングのアルゴリズムを使ったマッチングが日本に導入されるんですが、それ以前は、医局って恐らくお聞きになられた方多いと思うんですが、その医局による人事というのが行われていたそうです。大体ざっくり言うと大学の偉い先生みたいな人が、「君は来年はA病院に行きたまえ」とか、「B病院に行きなさい」とかこういうことを言っていた、そんな仕組みになっていたそうです。容易に想像がつくように、こういう仕組みというのは非常に不公平でかつ効率が悪いというような批判が2000年前後に大きく起きました。その後に研修医の方による医療過誤といった幾つか事故のようなものが発生したこともあって、こういう旧態依然とした方法ではない仕組みをつくるべきだっていう機運が盛り上がり、その関係でこのマッチングのアルゴリズムを導入しようっていうことになりました。2003年に日本においては、アメリカからすると50年ぐらい遅いわけですけども、今日御説明している、このDAアルゴリズム、受入れ保留アルゴリズムが導入されました。

導入すると、参加したお医者さん、研修医たちからはかなり評判が良かったようですけれども、その中で異論や文句が出てきまして、それは何かっていうと、地方にお医者さんが来なくなるんじゃないかっていう、こういう心

配が非常に声高に言われました。研修医のマッチングでこのアルゴリズムを使うと、希望を聞いて、なるべくその希望を叶えるようにアルゴリズムで処理することになるんですけど、ここで次のようなことが心配されました。日本の文脈だと非常に多くのお医者さんが東京で働きたいって言うんですね。みんな東京に行きたいって言うっちゃうと、逆に地方にはお医者さんが来なくなるんじゃないか、こういうことが非常に強く心配されました。この問題が実際に起きたかどうかというのは、実は若干いろいろと議論のあるところですが、とにかくこういった地方に医師が来ないという問題が非常にクローズアップされました。

すると制度導入から6年たったぐらいですかね、2009年にこの日本においては新たな規制っていうのを導入しています。この規制の導入で新しく都道府県別の上限制度というのを作りました。この上限制度がどういうものかという、日本には47個の都道府県がありますが、その都道府県それぞれについて、この県には今年配属できる研修医の人数は何人までにします、といった規制を入れたわけです。

例えばこんな感じです。このスライドには、制度を導入する直前にそれぞれの都道府県で募集がかけられていた定員の総数を書いています。東京は当時大体1600ぐらいありました。先ほどの話でいうと、東京に1600人以上来るとちょっと多過ぎるだろうということは気にしているわけです。この制度が導入された当時は、大体毎年8000人強ぐらいお医者さんが新たに生まれていてわけですけども、8000を大体1600で割ると20%ぐらいですか、つまり東京に全体の20%のお医者さんが新しく来るのはさすがにまずいだろうっていうことを政策担当者たちは思ったわけです。そこで、何をやったかといいますと、こういうふうに定員をつけたわけです。これは導入当時の定員ではなくて、現在使われている東京の総定員、地域の定員なんですけど大体1300弱になっています。大体当初より20%ぐらい減ってるわけです。同様に大阪などの他の大きな都市部も38%の削減、これ大分大きいと思うんですが、こういう減らし方をしたということになります。このようにして、お医者さんの一極集中を減らそうという努力がされているわけです。

なんですけども、今日指摘したいこととしては、こういう仕組みは社会的なコストを発生させてしまうんです。というのは、本当は東京の大きな病院で先進的な医療を学びたいと思っていた学生さんが、こういう定員をつけることで東京へ行けなくなる可能性があるんで、何かしらコストが掛かっているのは当然そうなわけです。しかし、この学生の希望をできるだけ叶えたいという要望と地方にもお医者さんがいなければならないという社会的な要請を天秤にかけた結果、こういう制度を導入したというふうに思うわけです。思うのですが、今日を指摘したいことというのは、今言った後者のほうです。お医者さんの一極集中を防いで、地方にもお医者さんが行くようにしたいということを目標としたときに、果たしてこの仕組みというのがどの程度パフォーマンスがいいのか、これを議論したいです。

具体的に言いますと、日本において、この都道府県別の上限制度というのをつけたときに、実際にこの上限をちゃんと満足するように、アルゴリズム自体を変更する必要があるわけなんです。日本において実際にはどうしたことやったかという、こんな感じです。ここからこの数字を見ると大体20%減っているんで、各病院が持つ

ている定員を一律20%減らしてもらうということをしました。同様に大阪については、各病院に定員を一律40%減らしてもらいました。このようにして減らした定員の下で、もともと使っていたアルゴリズムを使って研修医を配属したのです。一極集中を防ぐために上限を設定するこの制度について、実際に運用する際に必要のない社会的コストがかかっているということを指摘したいです。というのは、現行方式では、今御説明したように各病院の定員を一律削減するということをしたんですが、そういうことをすると医師不足の問題が場合によっては助長されてしまう可能性があります。

今からお見せするのは全然現実的ではない例ですが、例えばある県を想像してみてください。ある医師不足に悩む地方県Aというのがありますが、そのAっていう県には2つ病院があることにしましょう。人気の病院が1個あります、こちらは定員10。一方、不人気の病院が定員5。なんですが、この都道府県別の上限の制度によって、この地方、この県全体では定員9人まで減らしてください、こういうことを言ったとします。現行制度においてはこの地方県A、全体の定員を9人にするためにどうするかというと、次のようなことをするわけです。一律削減をするので定員をこれまでの60%にまで減らさなきゃいけません。人気の病院の方は定員6、不人気の病院の方は定員3にしてください、こういうふうにします。なんですけれども、この県に10人ぐらいの研修医がいたとします。そして、この人たちが持っている希望が例えば次のようなものだったとします。皆、人気の方の病院へ行きたい。そうすると、10人いるんだけど、この人気の大学病院は定員6しかないので6人しかマッチできません。そうすると残りの4人はマッチできないということになります。極端な場合、この4人が、この不人気病院行くぐらいだったら就職浪人しちゃうとかコンサルに行っちゃおうって思っている人たちだったとします。そうすると、この4人が結局どの病院ともマッチできなくなるということになります。注目していただきたいのは、この地方県A全体の定員というのは9人までは入っていいと言っているにもかかわらず、4人もマッチできてない人がいるんです。そういうことをする代わりに次のようなことが考えられます。これは極端な例ですが、蓋を開けてお医者さんたちの希望を見てみたときに、この人たちが誰も不人気病院には行きたくないと思っているんだったら、ここで両方の病院の定員を一律に削減しましたけれども、これをやめてあげるわけです。

そうした場合には、地域の上限を超えないようにこの定員っていうのを人気のない病院から人気のある病院に動かすということが考えられます。そうしたとしても、この病院たちの減らされた定員を足し合わせたら、この地域の定員は満たされ続けるので、定員の枠が無駄にならないわけで、政策目標は満たされたままになります。この左にある空きシートを右側に持ってきてあげると、このお医者さんのうちで、さっきマッチできてなかったお医者さんのうち、追加で3人が人気の病院にマッチできることになります。この例から何が言えるかというと、各地方に都道府県レベルで一極集中を減らすということが政策目標だったとします。この時、例えば東京のような大都市の研修医を減らしたいので、東京全体に規制をかけますといったことをするわけですね。そこで現状のようなアルゴリズムを使うと、一律削減をすることで政策目標よりもさらに強い制限を加えてしまうことになっていて、そのせいで希望が叶えられていない不幸な人たちが増えてしまうかもしれない、こういうことが分かりま

した。

なので、解決方法としては次のようなことを考えました。実際にこういうふうに減らされた定員の下でも、結局使われていない空きシートがある場合には、何かしらの方法で適切にこの空きシートを需要のある病院へと地域内で移動させることで、みんなにとって良いマッチングが実現する。実際にどうやるかというのは飛ばすんですが、いろいろと計算なんかをするとこの仕組みをちゃんとやる方法というのが発見できます。そして、我々はこの新アルゴリズムを作って、ざっくり言うと定員をうまく動かして、地域の上限という政策目標をちゃんと満たしながらも、マッチ数を増加させる仕組みというのを考えました。

今のは単なる例という感じだったので、少しだけ実際の数字をお話させていただきます。現状で結構この研修医の問題、大きくなっています。どういうことかといいますと、グラフをご覧ください。これ緑の小さい字で申し訳ないですが、この横軸に書いてあるのは年です。一番左が2004年、これは研修医マッチングが始まった年です。一方、一番右が2003年で、青いのは何かというと今ある募集定員の総数です。国全体での募集定員で、この緑の下にあるやつは研修医の総数ですが、昔は結構お医者さんと比べてポジションの数が多かったんです。しかし、先ほど申し上げたようにポジションは削減されています。この辺でガクンと定員が減っていますけれども、これは地域の上限を設定した際に削減したからです。一方で段々と医学部の定員は増えていますので、お医者さんの供給が非常に増えているという状況です。

ポジションが削減される一方でお医者さんの供給が増加していて、なかなかポジションが決まらない学生さんが非常に増えています。マッチングを導入した当時は非常に上手くいってまして、アンマッチ、病院にマッチできてなかった人が5%を切っていたんですけれども、その後どんどん上昇してまして、今ではほとんど10%くらいまで上昇しています。よくよく考えてみると、非常に高い社会的コストをかけて育てたお医者さんが、10%近くこのマッチングでうまく決まってないっていうのは、かなり大きな問題だと思うわけです。こういったアンマッチ率が非常に増加しているという状況において、政策目標を達成するために地域ごとに上限を設定したことでお医者さんの多くがアンマッチになっています。そこで、アルゴリズムを上手く改変して政策目標の達成を実現しながらもアンマッチを減らすことが必要になってくると我々は考えています。

実際に、なかなかデータをいただけなかったんですけれども、いろいろと努力した結果、この研修マッチングのデータをいただくことができて、試算をしてみたのがこちらになります。このJRMPと書いてあるのは、Japan Residency Matching Program、日本マッチング研究協議会の略でして、これは現在実際に使われているマッチングのアルゴリズムのことです。それから、FDAっていうのは私たちの考えたアルゴリズムの名前のことで、今回はJRMPとFDAの2パターンを考えます。これらについて、実際に得られた研修医の希望表データを基に、仮に現行のマッチング制度(JRMP)を使った場合と我々が提案しているマッチング制度(FDA)を使った場合で、マッチできない人の率がどのくらい変わるかを計算したところこんなふうになりました。我々が持っているデータで最も直近なのが2020年のものなのですが、現行のアルゴリズムを使うとそこでは大体9.3%くらいの方がア

ンマッチになってしまいます。一方、柔軟に定員を動かしてあげるっていう我々が提案しているマッチングアルゴリズムを使うと、大体7~8%くらいまでこのアンマッチの率を下げるということが分かりました。しかも、各病院、研修医の方々にとって、第何希望までの相手とマッチできるかということについてもいろいろ見てみると、こういったアルゴリズムの改変によって、アンマッチの人が減るだけではなくて、研修医の希望がより叶っているということも分かりました。

研修医の文脈については、まだ我々の提案したアルゴリズムは採用いただいてないんですけれども、実は全然違う文脈で実装した例があります。企業の配属の文脈で似たような問題がありまして、詳細は省くんですけど、こちらで我々のアルゴリズムを使わせていただきました。我々のアルゴリズムがこの青いほうで、今日本で使っている研修医のマッチングアルゴリズムに対応するのが赤いほうですが、マッチングを改善することができました。

こちらについてまとめさせていただきますと、この地方の医師不足の問題っていうのは、日本をはじめとした様々な国で非常に重要な問題となっています。ある程度効率性のようなものを犠牲にしても、お医者さんをいろんなところに配る、配属するという政策は広く支持を集めるでしょう。しかし、そういうことをする際には当然のことながら、マッチのクオリティーとか、その希望を犠牲にするっていうコストが掛かります。そういうことを考えた際に、このマッチングの仕組みって制度のほうを上手く設計することで、実は本来目指していた政策目標を何ら損ねることなく、お医者さんの希望をより叶えて社会的なコストを軽減することができるということが分かりました。

ちょうど時間になりました。というわけで今日は2つ具体例をお話しさせていただきまして、入試の話、それから研修医の話、それぞれにつきまして、このマッチングの理論を踏まえて、日本の文脈でどのような制度設計に使えるかということについてお話をさせていただきました。

これでもうおしまいですが、最後にすみません、宣伝のようなことになってしまうんですけども、我々こういった活動をする際に、大学の研究所であるマーケットデザインセンターにおいて、たくさんの人々の協力を得てチームを作ってやっているんですが、こういったことについて、皆様の寄附をお願いしていますので、もしよろしければぜひ御検討頂ければと思います。

最後に今日は幾つかの具体的なお話をさせていただきましたけれども、もちろんこのマーケットデザインや経済学が適用できるかもしれない問題というのはほかにもたくさんあります。マッチングの問題は大きなものですが、ほかにもたくさんあります。残念ながら今日はお話できなかった部分もありますが、もし御興味を持たれたら、ここに参考文献を挙げさせていただきましたので、ぜひ御覧になってください。右側は私自身の本で大学の教科書みたいなものですが、こっちの左側の本は、マーケットデザインという分野で非常に有名なアルビン・E・ロスという先生が書いた一般向けの本でして、こちらには非常に、今日話した以外の話についても沢山の適用例なんか載っていますので、もし興味があればぜひ御覧になってください。よろしく申し上げます。すみません、予定していた時間をオーバーしてしまったので、一旦ここで切らせていただきます。どうもありがとうございます。

した。

— 了 —