

## 研究助成実施報告書

助成実施年度	2019 年度
研究課題（タイトル）	シェアリングエコノミーと自動車台数との関係に関する理論的研究
研究者名※	松島 格也
所属組織※	京都大学大学院 工学研究科都市社会工学専攻 准教授
研究種別	研究助成
研究分野	都市政策、都市経済
助成金額	150 万円
発表論文等	

※研究者名、所属組織は申請当時の名称となります。

( ) は、報告書提出時所属先。

# 大林財団 2019 年度研究助成実施報告書

所属機関名

京都大学

申請者氏名

松島格也

研究課題	シェアリングエコノミーと自動車台数との関係に関する理論的研究
<p>(概要) ※最大 10 行まで</p> <p>本研究では、カーシェアリングやライドシェアリングといった新しい共有型の新しい交通サービスの進展が社会における自動車の総台数に及ぼす影響を分析する理論モデルを構築し、各種外的要因が実現する均衡に及ぼす影響を分析した。その結果、いずれのサービスを対象とした市場においても実現する市場均衡は規模の経済性に起因する複数均衡解が発生し、場合によっては市場が消滅する可能性があることを指摘した。カーシェアリング市場については人々のトリップ頻度が大きくなるほど、ライドシェアリング市場については人口規模が大きくとトリップ頻度が大きくなるほど、それぞれ社会における自動車総台数が増加することを示した。</p>	

1. 研究の目的	(注) 必要なページ数をご使用ください。
<p>シェアリングエコノミーにおけるサービスが実現するためには、サービスの供給側（シェアリングサービス提供者が提供する車）と需要側（シェアリングサービスの利用者）とが適切にマッチングされる必要がある。そのようなマッチング市場が成立するためには、いかに供給側と需要側の市場参加者を増加させるかと、いかに効率的なマッチングを行うかという、2つのポイントが重要となる。市場参加者が増加しそこに混雑が生じなければ、より多くの市場参加者がより効率的なマッチングを実現させ、結果としてさらに多くの主体が市場に参加するといった、ポジティブフィードバックメカニズムが働きうる。そのような市場取引の外部性に伴うフィードバックメカニズムが働く市場では複数均衡が生じるため、ある一定程度の市場参加者があれば当該市場が自律的に成立する一方、当初の市場参加者が少ない場合には市場が成立するために何らかの市場介入が必要となる場合もある。</p> <p>シェアリングエコノミーの進展が自動車利用にもたらす影響としては、1) 自家用車保有者がより安価なシェアリングサービスを利用するため車保有をやめる、2) 公共交通利用者がシェアリングサービスへと転換する、3) ライドシェアサービスの運転者としての市場参加者が増加する、といった様々な影響が考えられる。これらの効果が複雑に入り組み合ってシェアリングサービス市場の成立条件が規定されるため、結果として社会全体の自動車数がどのように変化するのは一意には決まらない。そこで本研究では、シェアリングエコノミーの進展が人々の自動車保有に及ぼす影響について整理すると共に、シェアリングサービスの需給バランスと消費者の意思決定とを表現する理論モデルを構築してその分析から必要な政策提言をおこなうことを目的とする。</p> <p>シェアリングエコノミーや自動運転技術の進展が、ライドシェアリングサービスの供給側の役割</p>	

を果たす自動車保有者が増加したり、既存の公共交通機関から自動運転車への転換が増加したりすることを通じて、自動車台数の増加を持たす可能性もある。本研究の分析結果を用いて、カーシェアリングサービスやライドシェアリングサービスの試乗が成立するために必要な要件を求めて成立するために必要な政策提言を行ったり、シェアリングエコノミーの進展によりもたらされる可能性のある自動車に大きく依存した社会から脱却するために必要な政策を求めたりといった、中長期的に持続可能な社会を考える上で有意義なシェアリングエコノミーに関する政策的提言を行える点が、本研究の大きな意義である。

これまでに申請者はタクシーサービス市場を対象とした二重待ち行列モデルを構築して、サービス提供企業と消費者の双方が集積するほど取引費用が節減されるという規模の経済性に起因した、複数均衡解の存在を指摘した。消費者とタクシーがより頻繁にスポット市場を訪問すれば互いに相手にとって外部的な利得を与えるという市場厚の外部経済性に着目した点が当該論文の独創的な点である。本研究においても取引費用の節減に伴う規模の経済性に着目し、市場が内生的に形成されるメカニズムを分析する。

## 2. 研究の経過

(注) 必要なページ数をご使用ください。

まずカーシェアリングサービスに着目し、カーシェアリングサービス市場が成立する条件を理論的に検討した。具体的には、カーシェアリングサービスを提供するスポット市場において、提供される車と利用者とのマッチングされるメカニズムを待ち行列モデルを用いてモデル化した。カーシェアリングサービスを利用する場合、サービスの需給関係により消費者が必ずしも利用しようと思ったタイミングで利用できるとは限らない。利用する際の期待待ち時間の大きさによって、利用者がカーシェアリングサービスを利用するかその他の交通手段を利用するのかを決定する。あるスポット市場で多くのサービスが供給されると考えた利用者は当該のスポット市場を訪れてカーシェアリングサービスを利用し、また利用者の増加を予想するサービス供給者は当該市場に配置する車の数を増加させる。こういった需要と供給の増加はサービス利用のための期待待ち時間という取引費用の減少を通じて、より多くの利用者やサービス供給をもたらす、ポジティブフィードバックメカニズムが機能する。このような市場取引に伴う規模の経済性が存在する場合、市場における需給関係には複数の均衡解が存在する可能性がある。このような取引費用の減少を通じた規模の経済性に着目して、カーシェアリングサービスの成立条件を理論的に検討した。さらに、自動車保有を諦めてカーシェアリングサービスに移行する利用者数の変化から、カーシェアリングサービスの進展が社会における総自動車台数に及ぼす影響について検討した。

次に、焦点をライドシェアリングサービスにうつした。Uber や Grab といったサービスは、従来のタクシーのようにサービス供給に用いられる自動車がサービス提供のみに利用されるサービスとは異なり、通常は自らの移動のために利用する自動車をサービス供給に提供することもできるという特徴をもつ。実際、自動車を保有する消費者が、自らの隙間時間を活用してライドシェアサービスの供給者としての役割を果たすことが、こういったサービスのメリットの一つであろう。その一方で、当該の消費者は自ら所有する自動車を運転せず、他の消費者が提供するライドシェアサービスを需要者として利用することもできる。このようにライドシェアリングサービスは、個々の消費者がサービスの供給者側にも需要側にもなりうるという、他の交通サービスにはない特徴を持つ。本研究では、このようなライドシェアリングサービスの市場構造を二面市場モデル

として定義し、消費者がサービス供給側になるか需要側になるかという選択行動を通じて市場が成立するメカニズムを分析した。その上で、ライドシェアサービス供給を行うためにあらたに自動車を保有するといった可能性をふまえ、ライドシェアサービスの普及と社会における総自動車台数との関係を分析した。

### 3. 研究の成果

(注) 必要なページ数をご使用ください。

カーシェアリングサービス市場に関して構築したモデルの枠組は以下のとおりである。あるひとつの地域に一定数の個人が居住している。すべての個人は自ら利用できる車を1台保有しているものとする。独占企業がカーシェアリングサービスを提供していると仮定する。サービスの普及に伴って多くの企業が市場参入しているものの、我が国におけるカーシェアリングサービスでは上位数社が市場をほぼ占有している。想定した地域の一地点に企業がサービスを提供する施設（カーシェアスポット）を設置する。個人はカーシェアスポットにおもむいてカーシェアリングサービスの取引を行うことができる。独占企業は、カーシェアスポットにおける車の供給量ならびにサービス利用料金を設定する。個人は、所有している車を放棄しカーシェアサービスを利用するか、車を保有し続けるかに関する意思決定を行う。カーシェアリングサービスを利用する個人は、カーシェアスポットに利用可能な車が存在する場合、利用時間に応じた利用料金を負担して当該サービスを任意の時間利用する。使用した車を元のカーシェアスポットに返却することでサービス利用は終了する。一方でカーシェアスポットに設置されている車がすべて利用中である場合、カーシェアの利用を意図した個人は他人のサービス利用が終了しサービスが利用可能になるまで待機する必要がある。したがって、カーシェアリングサービスを利用する場合の効用にはこのサービスが利用可能になるまでに必要な期待待ち時間を取引費用として考慮する必要がある。すなわち、カーシェアリングにおいて車を使用する場合の効用、カーシェアサービスの利用料金、待ち時間により生じる取引費用の合計と、自身が保有する車を使用する効用、保有にかかる金銭的費用の合計とを比較して、より望ましい方を選択する。以上より定義した市場均衡において、カーシェアリングサービス利用者数、スポットにおける供給台数、サービス利用料金が内生的にもとまる。

構築したモデルを用いて分析した結果の概要は以下のとおりである。まず、市場の環境に依存して複数均衡が存在し、複数均衡が発現するかどうかは、個人の車の使用頻度に依存する。使用頻度が高い場合利用頻度あたりの固定費用の減少を通じて相対的に車を所有した方が有利になるため、カーシェアリングの市場が形成されない可能性がある。また独占企業による価格設定行動に依存して、社会的余剰を最大にする解と市場均衡解との間にはギャップがあり、社会的余剰を大きくするためにはサービス利用料金に関する価格規制が必要である。さらに、社会的最適解における自動車総台数は市場均衡解における均衡解よりも大幅に多く、価格規制は自動車総台数を寄り社会的最適解に近づけるためにも有益であることがわかった。

次に、ライドシェアリング市場に関して構築したモデルの枠組は以下のとおりである。ある都市内に一定数の個人が生活しており、各個人がその都市内で利用可能な交通手段を選択し移動を行うという事象を取り上げる。その都市内で利用可能な交通手段の選択肢は、公共交通、自家用車、ライドシェアリングサービスの3種類であるとする。また、ライドシェアリングサービスを利用する際には、送迎サービスを提供する者（以下、ドライバーと呼ぶ）となるか、送迎サービ

スを利用する者（以下、ユーザーと呼ぶ）となるかの2種類の選択肢があるとする。交通手段選択の意思決定はある期間ごとに行えるものとし、以下では、その中の一つの期間に着目する。各個人は、期間中の間どの交通手段を選択するかを意思決定を期間の最初に行い、その期間中は選択した交通手段の変更は行わないものとする。本研究で想定するライドシェアリングサービスの提供者は自らも移動する意思を持っており、同一目的地に移動する希望を持つ他の主体（サービス利用者）を所有する車に乗せることによってサービスが成立する。すなわち本研究では、サービス利用者を乗車させることのみを目的としてサービスを提供するドライバーは考慮しない。交通手段選択に先だって、はじめに自家用車を所有するかどうかに関する意思決定を行う。次に、自家用車を所有しない場合には、「公共交通」、もしくは「ライドシェアユーザー」の2種類の交通手段から選択を行う。自家用車を所有する場合には、「自家用車」、「ライドシェアドライバー」の2種類の交通手段から選択を行う。各個人はこの4種類の選択肢から得られる効用から、最も望ましい交通手段を選択する。いま、各個人が移動を行う過程を考えよう。期間中に複数回の移動を行う場合、各個人は移動していない状態と移動している状態を交互に繰り返す。移動していない状態から移動の必要性が発生した場合に、各個人は移動を開始するだろう。また、移動している状態にあった個人が移動を終了した際には、移動していない状態に戻る。このような過程を期間中に繰り返す。このような移動していない状態と移動している状態を、それぞれ非移動状態、移動状態と呼ぶこととする。また、個人がライドシェアリングサービスを利用する際には、非移動状態において移動の必要性が生じた場合に、必ずしも瞬時に移動が行えるわけではない。ライドシェアリングサービス取引の相手を探索し、マッチングされた場合に移動を行うことができる。よって、非移動状態から移動状態に移行する間には、取引相手を探索する時間が必要となる。この状態を探索状態と呼ぶこととする。個人が期間中に移動の必要性が生じる状態が発生する確率が平均のポアソン分布に従っているとする。この確率は、当該期間中に生じる移動頻度を表している。また、この過程の中で移動の必要性が生じた際に移動を行うことができるのは、当該主体が非移動状態にいる場合のみであると考え。すなわち、期間中に移動頻度で移動需要が発生した場合、当該主体が非移動状態である場合のみ移動を行い効用を得ることができると考える。探索状態や移動状態で移動の必要性が生じた（移動需要の機会が到着した）場合には、得られる効用は0であると考え。以降では、簡単のために移動にかかる時間を0であると仮定する。すなわち、どの交通手段を選択したとしても移動状態は瞬時に終了し次の状態に移行するものとする。

構築したモデルを用いた分析結果は以下のとおりである。ライドシェアリング市場に参加するドライバーとユーザーの数がともに増加した場合には、マッチング相手を容易に見つけることが可能となり、マッチング数は増加する。さらに、探索状態のドライバー数、ユーザー数は増加するため、結果として探索に要する期待時間で表される機会費用は減少する。このような市場には、機会費用の減少を通じてさらに多くの参加者が集まる。よって、市場には参加するドライバーとユーザーの数が増加すればするほどマッチング数が増加し機会費用が減少し、それがさらなる市場参加者を増やすという規模の経済性が存在する。さらに、サービス提供者が有利になることにより利用者の人数が減少したり、サービス利用者が有利になることにより提供者の人数が減少したりするという、ライドシェアリング市場の参加者をサービス提供側と利用側で奪い合うメカニズムがはたらくことがわかる。以上より、市場参加者の増加を通じて市場が効率化する規模の経

済性と、市場参加者の有限性による規模の経済性の抑制効果とが市場均衡解に影響することがわかる。実現する市場均衡には、様々な市場環境要因が影響する。都市の人数が増加するほどライドシェアリング市場への参加人数が増加し、規模の経済性によりマッチング数が増加する都市の人数が小さい場合には、ライドシェアリング市場の参加者は減少し、誰も参加しないという均衡解が得られる。これは、潜在的な市場参加者が少ないことに起因する。マッチングの規模の経済性が十分に働かないことで、機会費用が大きいままであるため市場参加者が減り、それによりさらに機会費用が大きくなるという負の循環が生まれ、最終的には利用者がいなくなるという均衡解に達する。一方で、ある程度の都市の規模に達することで、マッチングの規模の経済性による機会費用の減少に起因して、ライドシェアリングの利用者が増加する。また、人口が増加するにつれてライドシェアリングを利用する双方の探索者数は増加する一方、その増加割合は逓減する。初期の利用者数が十分に小さい場合には、ライドシェアリング市場に参加人数は\$0\$となる。これは、初期状態における双方の人数が小さいために、マッチングの規模の経済性が十分に働かず、機会費用が大きいままであるため市場参加者が減り、それによりさらに機会費用が大きくなるという負の循環が生じるからである。このように、マッチングの規模の経済性の影響により、市場には複数の均衡解が存在する可能性があることが分かる。次に、移動頻度と市場均衡解との関係について分析した。移動頻度が極端に小さい場合には、一回のトリップ当たりにかかるの車の固定費用が非常に大きいため、車を所有する個人は存在しない。そのような場合には、ライドシェアリング市場におけるドライバーの参加者も存在しないため、ユーザーとして市場に参加する者もない。そのため、すべての人々が公共交通を利用する。移動頻度がある程度の大きさになると車を所有する個人が現れるため、ライドシェアリング市場にドライバーとして参加する個人も現れる。その結果として、ライドシェアリング市場は形成されるが、ドライバーよりもユーザーの人数のほうが多いため、ユーザーの探索人数が多い状態になる。また、ユーザーとドライバーの市場参加者数が接近するにつれて、マッチング数が増加する。さらに移動頻度が大きくなり車の所有が有利になると、ユーザーよりもドライバーの探索人数のほうが多い状態となる。また、ドライバーの数に比較してユーザーの数が少なくなるため、マッチング数は減少する。移動頻度が極端に大きい場合には、一回のトリップ当たりにかかるの車の固定費用が非常に小さく、全ての個人が車を所有する。そのような場合には、ライドシェアリング市場におけるユーザーとしての参加者も存在しないため、ドライバーも市場に現れない。そのため、すべての人々が自家用車を利用して移動を行う。このように、移動頻度が小さすぎる環境や大きすぎる環境では、ライドシェアリングの市場が形成されない可能性があることが分かった。

#### 4. 今後の課題

(注) 必要なページ数をご使用ください。

カーシェアリング市場に関する分析についての課題としては、第一に、複数のカーシェアリングスポットが形成される場合における市場均衡モデルを開発することである。複数のカーシェアリングスポットが存在する場合には、取引費用の規模の経済性によりひとつのスポットのみに利用客と提供される車の数の増加が起こるという市場集中の可能性が考えられる。また、カーシェア市場に参入する企業が複数存在する場合には企業間で競争が生じ、効率的な市場が形成される可能性がある。そういったモデルの拡張により、カーシェアリングサービスにおいて問題となる

需要・供給の時空間的偏在に関する知見が得られる。第二に、自家用車を所有しながらカーシェアリングサービスも利用するという個人の意思決定行動をモデル化する必要がある。カーシェアリングサービスが自家用車を利用する場合と異なるサービスとして消費されるなら、カーシェアリングサービスの普及は自動車総台数を増加させる可能性がある。第三に、本研究では、取引費用の変化に伴う外部性を考慮した市場均衡解の分析と複数均衡解実現の可能性に焦点をあてるため、一般的な性質に影響しない特性を捨象したモデルを構築している。今後、より一般化させたモデルへと拡張することが考えられ、たとえばより一般的な車の利用時間の確率分布を想定すれば、サービス利用時間の変化がもたらす影響を定量的に評価することができる。最後に、個人の意思決定の際に他の公共交通機関を選択できるモデルの開発である。公共交通機関とカーシェアリングの違いは種々存在するが、そのひとつとして待ち時間という取引費用の発生の仕方に大きな違いが存在する。公共交通機関の多くはダイヤが設定されており、利用者は取引費用を容易に想定することができる。カーシェアリングの利用では、待ち時間の想定は容易ではないが規模の経済性が存在する。公共交通手段からカーシェアリングに移行する人々の存在により自動車の需要は増加する可能性がある。自動車需要が増加すればカーシェアリングの市場が規模の経済により効率化し、さらに自動車需要が増加することが考えられる。

ライドシェアリング市場に関する分析に関する課題としては、第一に、収入を得ることを目的にライドシェアリング市場に参入する人々の行動をモデル化する必要がある。本研究では、自身の移動需要が発生した場合にのみライドシェアリングサービスを利用するという仮定を置いているが、移動需要が発生していなくても仕事としてライドシェアリング市場に参入し送迎サービスを行う人々も存在する。このような人々を考慮した場合には、自家用車を所有する人々が増加する可能性がある。第二に、ライドシェアリングプラットフォームの運営者の行動をモデル化する必要がある。また、運営者の行動をモデル化しておらず、ユーザーが支払う料金はすべてドライバーが受け取ると仮定している。しかしながら、これらの料金設定は運営者が設定している場合が多くみられる。運営者が利潤最大化のためにこれらの設定を行うことで、市場に厚生損失が生じる可能性がある。