

ドライバー・ライダーの選好を考慮したライドシェアシステムの提案と成立可能性の検証

高井 元樹¹・力石 真²・藤原 章正³

¹ 非会員 広島大学 工学部 (〒739-8529 広島県東広島市鏡山 1-5-1)
E-mail: b195093@hiroshima-u.ac.jp

² 正会員 広島大学准教授 大学院先進理工系科学研究科 (〒739-8529 広島県東広島市鏡山 1-5-1)
E-mail: chikaraishim@hiroshima-u.ac.jp (Corresponding Author)

³ 正会員 広島大学教授 大学院先進理工系科学研究科 (〒739-8529 広島県東広島市鏡山 1-5-1)
E-mail: afujiw@hiroshima-u.ac.jp

本研究では、ライドシェア参加者の定着のために、ライダー及びドライバーの選好を考慮したマッチングシステムを提案する。具体的には、まず、学内ライドシェアを対象とした SP 調査を実施し、マッチング選好モデル、マッチング利用意向モデルを構築する。次に、提案するドライバー・ライダーの効用最大化を図るマッチングと、従前の運転距離最小化を図るマッチングのそれぞれについて、マッチングプラットフォームへの参加・撤退行動を組み込んだライドシェアマッチングシミュレーションを行う。シミュレーションの結果、効用最大化マッチングは距離最小化マッチングより参加者数が少なくなることが確認された。また、ライドシェア料金を設けることはドライバーのライドシェア参加に有効なインセンティブになることが示唆された。

Key Words: *ridesharing, preference, use intention, matching, feasibility*

1. はじめに

近年、情報通信技術の発展に伴い、モビリティサービスに関するシェアリングエコノミーが活発になっており、特に次世代モビリティとしてライドシェアが注目されている。ライドシェアとは、「自家用車を保有するドライバーが移動する際に、その車の空席を利用して、時間的・空間的に出発地と目的地が似ている他のライダーを送迎するサービス」である。ライドシェアは走行中の自家用車の数を減らし、効率的な資源の利用を可能にするため、カーボンニュートラルの実現に貢献するサービスとされる。また、ライドシェアの成立には参加者の定着が不可欠であり、マッチングアルゴリズムは参加者数やライドシェアによる利益に大きな影響を与える。

以上を踏まえ、(1)ライドシェアのマッチングに対する選好は旅行時間や旅行距離だけでなく、同乗相手の個人属性が影響を与えるのではないかと、(2)効用最大化を図るマッチングアルゴリズムの実装によってライドシェア参加者の定着や参加頻度の増加につながるのではないかとという仮説を立てた。本研究では、ライドシェア市場への参加者数の増大を図るために、ライダー及びドライ

バーのマッチングに対する選好を考慮したライドシェアシステムを提案する。本研究では、広島大学の自家用車を利用する通勤・通学者が途中で他の学生・教職員を送迎して大学に向かうライドシェアサービスを事例に取り上げる。具体的には、学生・教職員間の通勤・通学ライドシェアについての SP 調査を通じて、ライダー及びドライバーとしてライドシェアに参加する場合のマッチングについての選好データを入手し、その選好と利用意向をモデル化する。次に、構築したモデルを用いて、ライドシェア参加者のマッチングプラットフォームへの参加・撤退行動を組み込んだマッチングシミュレーションを行う。本研究で提案する選好モデルの効用を最大化するマッチングと既往研究で用いられている総走行距離最小化を図るマッチング (Stiglic et al. (2015)¹⁾) それぞれについてシミュレーションを行い、考察を加える。

本研究において想定するライドシェアサービスの概要は以下のとおりである。ドライバー・ライダーを広島大学の学生・教職員に限定したライドシェアシステムを想定する。また、利用前日までに参加を表明する事前手配を前提としたものを想定する。さらに、Stiglic et al. (2015)¹⁾に倣い乗車地と降車地の 2 点からなるミーティン

グポイントを導入する。ドライバーは乗車地までライダーを迎えに行き、降車地まで車で送り、ライダーを降ろし、自身の目的地まで向かう。また、ライダーの自宅から乗車地、降車地から目的地までの移動は徒歩と仮定する。さらに、ドライバー側の不便を最小化するために、1回のライドシェアトリップ当たりの乗車と降車は各1回ずつのみ認めるものとする。同一のミーティングポイントで乗降車する場合は、1人のドライバーに対して、車両容量以下の複数人のライダーが同乗可能である。また、ライダーが複数のドライバーを乗り継いで、目的地に行くことも可能であるが、この場合、降車と乗車の間に待ち時間が発生する可能性があり、ライダー側にとって不便であるため、本研究では想定しない。また、本研究では、ドライバー又はライダーの目的地が東広島キャンパス内にあると想定されるため、ライダーが複数のドライバーを乗り継ぐ可能性は低いと考えられる。

2. 既往研究と本研究の位置付け

(1) ライドシェアシステムに関する研究

Furuhata et al. (2013)²⁾によると最初の組織化されたライドシェアは第二次世界大戦中に燃料を節約するための規制政策としてアメリカ政府によって導入された。当時は、掲示板によるマッチングの手配であったが、インターネットの発展により、インターネットベースでマッチングを行う多くの民間のマッチングプラットフォームが出現した。マッチングプラットフォームでは、ドライバー又はライダーからそれぞれ受け取ったライドシェアの参加リクエストと情報を利用して、適切なライドシェアマッチングを行う。

Agatz et al. (2012)³⁾は、ライドシェア参加者のタイムスケジュールには柔軟性があると仮定し、タイムウィンドウの概念を導入した。ライドシェアのマッチングの決定には、タイムスケジュールに関する情報が不可欠であるが、従来のライドシェアでは、参加者は自身の希望する出発時刻だけをマッチングプラットフォームに提供していた。Agatz et al. (2012)³⁾は、最も早い出発時刻と最も遅い到着時刻(タイムウィンドウ)の提供を必須とすることで、スケジュール制約を考慮したマッチングシステムを提案した。

加えて Stiglic et al. (2015)⁴⁾は、乗車地と降車地からなるミーティングポイントをことにより、ドライバーの負担を増やすことなく複数人のライダーと1人のドライバーのマッチングを可能にした。また、ミーティングポイントにより、ドライバーはライダーの出発地まで迎えに行く必要がなくなり、ライダーは自身の自宅をドライバーに知られるリスクが低下する。ライダーの柔軟性を利用

することでドライバーの負担を軽減させ、マッチングの実現可能性を高めているといえる。

(2) マッチングアルゴリズムに関する研究

ライドシェアのマッチングの組み合わせを決定する方法として、システム全体の効率に焦点をあてたものと個人の選好に焦点をあてたものが挙げられる。システム全体の効率性を考慮することは、ライドシェアによる効果やマッチング効率を向上させる効果があり、個人の選好を考慮することは、個人の選好を満たすことで継続的な利用を促す(すなわち、利用者数を増加させる)効果があると考えられる。

システム全体の効率性を高めるマッチングには、前者は、最適化ベースのアプローチが用いられることが多い。例えば Agatz et al. (2010)⁵⁾はシステムの利益を考えるとシステム全体の走行距離の最小化、移動時間の最小化、参加人数の最大化のいずれか又は複数の目的を考慮する必要があるとした。走行距離の最小化は、自家用車からの排気ガスによる大気汚染や交通渋滞を緩和するという環境的な利益に貢献する。移動時間の最小化は、走行距離の最小化に似ているが、参加者の利便性を向上させることにつながる。また、参加人数の最大化は、ライドシェアを利用したいと思っているより多くの人にサービスを提供するために重要な目的である。Stiglic et al. (2015)⁴⁾は参加人数の最大化を第一目的、走行距離の節約の最大化を第二目的とした辞書式の多目的問題としてマッチング問題を扱った。また、Guasch et al. (2014)⁶⁾は複数人のライダーと1人のドライバーのマッチングに焦点を当て、Begues という小さなコミュニティに住む通勤者のコミュニティと電車やバスの通る通信拠点間の移動におけるダイナミックライドシェアの検討を行った。また、満足できるサービスの品質を確保するために、ダイナミックライドシェアにおける待ち時間の最小化を検討した。Lin et al. (2012)⁷⁾はタクシーライドシェアにおける配車タクシーのルート最適化に焦点を当てており、タクシーの運転手と乗客課報の利益を考慮するために、運営費の最小化と顧客満足度の最大化を目的関数をしている。

選好を考慮した研究として、各個人の持つ選好順に基づいてマッチングを行うGSアルゴリズムを用いたものがある。GSアルゴリズムとは、受入保留式アルゴリズムとも呼ばれるマッチングアルゴリズムであり、Gale and Shapley (1962)⁸⁾によって提案された。GSアルゴリズムは、全てのペアについて、互いに現在のマッチング相手より選好順が高いペア(ブロッキングペア)が存在しないという安定マッチングを得るアルゴリズムである。得られたマッチングは、提案する側にとって最良、提案される側にとって最悪の安定マッチングとなる。また、GSアルゴリズムは、提案する側にとって正直な選好表

明が支配戦略になるという耐戦略性を有する。一方、多対一マッチングにおいては、ライダーが他のライダーとの同乗について選好が影響を受けるという外部性が生じる可能性があり、外部性がある場合安定マッチングが存在しないことがある。四辻ら(2016)⁸⁾は、GS アルゴリズムにおいて、ライドシェアによる移動距離に比例することを仮定した選好を用いた。また、田村ら(2019)⁹⁾は、ドライバーの選好をライドシェアによる移動時間の増加量により定義しており、ライダーの選好をライドシェア利用時の移動時間の遅れにより定義している。Thaithatkul et al. (2015)¹⁰⁾はライドシェアシステムの安全性と快適性を高めるために参加者の選好と旅行コストの削減の両方を考慮したアルゴリズムを提案した。ただし、参加者の選好は乱数によって生成されている点、タクシーシェアリングにおけるライダー同士のマッチングのみを取り扱っている点に課題が残る。マッチングに対する選好は移動時間や移動距離だけでなく、同乗相手についての選好も関係すると考えられるが、このようなマッチング選好を扱った研究はほとんどない。

(3) ライドシェアの成立可能性に関する研究

佐々木ら(2013)¹¹⁾は日本におけるライドシェアの事例のレビューを通して、ライドシェア実装の条件を示した。1 つ目は、マッチング成立の確率を高めることであり、そのためには参加者と供給者が十分存在し、両者のトリップが時空間的に重なるような確率を高める必要がある。2 つ目は、需要が薄くでも、要望が生じたときには、供給者と同じ起終点が同一時間帯に存在することである。3 つ目は、短距離トリップの供給者に対するインセンティブ付与の仕組みが必要ということである。

Amey (2011)¹²⁾は、組織規模でのライドシェアの実行可能性を推定するための方法論を提案し、MIT (Massachusetts Institute of Technology) コミュニティに適用した。この研究では、MIT におけるライドシェアの可能性を推定するために、MIT 通勤者調査の準備、通勤者のトリップの空間分析、現実的なトリップ特性フィルタの適用、実現可能なペアリングの選択からなる 4 段階の分析を行った。また、大規模な組織にはライドシェア推進に適した幾つかの重要な特徴があるとした。具体的には、構成員が大規模なソーシャルネットワークを有しており、互いに知り合いである可能性が高く、安全面の懸念が減ること、共通の目的地を有している可能性が高く、マッチング率を高めること、構成員の個人旅行情報を収集できる正当性があることである。

(4) 本研究の位置付け

上述のように、ライドシェアマッチングに関する既存研究は多数存在するが、その多くは、参加者の最大化、

移動短縮距離の最大化、移動短縮時間の最大化などのシステム最適に関するものであり、参加者が有する同乗者への選好を含めたマッチングについての選好を考慮した研究は極めて限られている。Amey (2011)¹²⁾が指摘するように、同乗者の選好への配慮が安全面の懸念の削減につながり、その結果、利用者の安定的確保につながる可能性がある。そこで、本研究では、ライダー及びドライバーの効用最大化を図るマッチングシステムを提案する。また、既往研究の多くは、単発のマッチングシミュレーションによりマッチングの効率性や参加者数を評価しているが、本研究では、マッチング結果を受けた参加者の次のライドシェアへの参加・撤退行動を考慮することで、マッチングを重ねるごとの参加者数の変化を定量的に把握する。

3. SP 調査

本研究の仮説を達成するために、ライドシェア参加時の旅行時間、コスト、ライドシェア相手の属性がマッチング選好ならびに参加意向に与える影響をモデル化するためのデータ収集を行った。

広島大学の学生・教職員を対象に、ライドシェアの利用意向に関する調査を Web 上で実施した。表-1 にある通り、実施期間は、2022 年の 12 月 07 日から 12 月 23 日であり、回答数は 286 人であった。また、質問内容は、回答者の個人属性、普段の出発地・目的地と目的地到着時刻、許容する最も早い自宅出発時刻・最も遅い目的地到着時刻、ライダー又はドライバーとしてライドシェアに参加する場合の SP、利用意向(頻度)に関するもので構成されている。

ライダー又はドライバーとしてライドシェアに参加する場合の SP 質問の例をそれぞれ図-1、図-2 に示す。調査回答時の負担や疲労による誤差・バイアスを考慮し SP 質問は 1 個人当たり各 5 問回答して行った。表-2、表-3 に本研究において設定した SP 属性と水準を示す。SP の水準の組み合わせは、Walker et al. (2018)³⁾を参考にランダムデザインに基づき生成した。

表-1 調査概要

実施日	2022/12/07~12/23
様式	Web 調査
対象	広島大学の学生・教職員
サンプル数	286

表-2 ライダーの SP 質問に使用した属性及び水準

属性	属性水準
ドライバーの国籍	日本人, 外国人
ドライバーの性別	男性, 女性
ドライバーの学年・職業区分	学部 1,2,3,4 年生, 修士 1,2 年生, 博士 1,2,3 年生, 教員・研究員, 職員, その他
ドライバーの年齢	20-24 歳, 25-29 歳, 30-34 歳, 35-39 歳, 40-44 歳, 45-49 歳, 50-54 歳, 55-59 歳, 60 歳以上
ドライバーの所属学部・研究科	総合科学部, 文学部, 教育学部, 法学部, 経済学部, 理学部, 医学部, 歯学部, 薬学部, 工学部, 生物生産学部, 情報科学部, 人間社会科学研究科, 先進理工学系科学研究科, 統合生命科学研究科, 医療科学研究科, 学部・研究科以外
アクセス時間 (分)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
イグレス時間 (分)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
総旅行時間 (分)	普段の通勤・通学時の旅行時間 × (0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2) + アクセス時間 + イグレス時間
ライドシェアの費用 (円)	100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500

表-3 ドライバーの SP 質問に使用した属性及び水準

属性	属性水準
ライダーの国籍	日本人, 外国人
ライダーの性別	男性, 女性
ライダーの学年・職業区分	学部 1,2,3,4 年生, 修士 1,2 年生, 博士 1,2,3 年生, 教員・研究員, 職員, その他
ライダーの年齢区分	20-24 歳, 25-29 歳, 30-34 歳, 35-39 歳, 40-44 歳, 45-49 歳, 50-54 歳, 55-59 歳, 60 歳以上
ライダーの所属学部・研究科	総合科学部, 文学部, 教育学部, 法学部, 経済学部, 理学部, 医学部, 歯学部, 薬学部, 工学部, 生物生産学部, 情報科学部, 人間社会科学研究科, 先進理工学系科学研究科, 統合生命科学研究科, 医療科学研究科, 学部・研究科以外
総旅行時間 (分)	普段の通勤・通学時の旅行時間 + (5, 10, 15, 20, 25)
ライドシェア費用 (円)	100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500

Q14. 乗客としてライドシェアに参加する場合は質問にお答えください。なお、帰宅時にも概ね同水準のライドシェアサービスが利用可能だと想定してお答えください。



q14-1. ① 次のうちどちらの選択肢が好ましいですか？

選択肢A	<ul style="list-style-type: none"> ・ ドライバーは日本人、男性、60歳以上、その他の大学構成員で医療科学研究科に所属しています。 ・ 自宅から乗車地まで徒歩で12分、降車地から目的地まで徒歩で11分かかります。また、自宅から目的地までは全体で39分かかります。 ・ このライドシェアでドライバーに支払う費用は300円です。
選択肢B	<ul style="list-style-type: none"> ・ ドライバーは日本人、男性、50-54歳、職員で工学部に所属しています。 ・ 自宅から乗車地まで徒歩で11分、降車地から目的地まで徒歩で9分かかります。また、自宅から目的地までは全体で36分かかります。 ・ このライドシェアでドライバーに支払う費用は450円です。

- 選択肢A
 選択肢B

q14-1. ② あなたが選んだライドシェアサービスが実際に導入された場合、通勤・通学目的で本ライドシェアサービスを利用しますか？

- 全く利用しない
 週に1日程度利用する
 週に2日程度利用する
 週に3日程度利用する
 週に4日程度利用する
 毎日利用する

図-1 ライダーの SP 質問例

Q17. ドライバーとしてライドシェアに参加する場合は質問にお答えください。なお、帰宅時にも概ね同水準のライドシェアサービスが利用可能だと想定してお答えください。

① 次のうちどちらの選択肢が好ましいですか？

選択肢A	<ul style="list-style-type: none"> 乗客は外国人、女性、大学院博士3年生で先進理工学系科学研究科に所属しています。 自宅から目的地までは全体で30分かかります。 このライドシェアで乗客から支払われる費用は200円です。
選択肢B	<ul style="list-style-type: none"> 乗客は外国人、女性、55-59歳、教員・研究員で医学部に所属しています。 自宅から目的地までは全体で35分かかります。 このライドシェアで乗客から支払われる費用は450円です。

選択肢A
 選択肢B

② ライドシェアサービスが実際に導入された場合、ドライバーとして、当該乗客を乗せて通勤・通学しますか？

当該乗客を乗せて通勤・通学しない
 週に1日程度、当該乗客を乗せて通勤・通学する
 週に2日程度、当該乗客を乗せて通勤・通学する
 週に3日程度、当該乗客を乗せて通勤・通学する
 週に4日程度、当該乗客を乗せて通勤・通学する
 毎日、当該乗客を乗せて通勤・通学する

図-1 ドライバーのSP質問例

4. ライダー及びドライバーのマッチング選好及び利用意向のモデル化

本研究では、ライダー及びドライバーについて、どのようなマッチングを好むかのマッチング選好モデルとマッチング結果から参加の有無や参加頻度を決定する利用意向モデルの計4つのモデルを推定した。

(1) ライダーのマッチング選好モデル・利用意向モデル

ライダーがドライバーAとBのどちらとのマッチングをより好ましいと思うか、二項ロジットモデルを用いて定式化した。具体的には、ドライバー*i* ∈ {A, B} を選択する確率は式(3)のように表される。

$$U_{ij}^R = V_{ij}^R + \varepsilon_{ij}^R \quad (1)$$

$$V_{ij}^R = \mathbf{x}_{ij}^R \boldsymbol{\beta}_{ij}^R \quad (2)$$

$$P_{ij}^R = \frac{\exp(V_{ij}^R)}{\exp(V_{A_j}^R) + \exp(V_{B_j}^R)} \quad (3)$$

ここで、 U_{ij}^R はライダー*j*がライドシェア参加時にドライバー*i*と同乗することにより得るランダム効用である。また、 $\boldsymbol{\beta}_{ij}^R$ は未知パラメータベクトルであり、 \mathbf{x}_{ij}^R は説明変数ベクトルである。 ε_{ij}^R はガンベル分布に従う誤差項である。

ライドシェアが実際に導入された際、ライダーが通勤・通学目的でライドシェアサービスをどの程度利用す

るかについては、オーダードロジットモデルにより定式化した。

$$y_{n,ij}^R = \begin{cases} 0 & \tau_0^R < y_{ij}^{R*} < \tau_1^R \\ 1 & \tau_1^R < y_{ij}^{R*} < \tau_2^R \\ 2 & \tau_2^R < y_{ij}^{R*} < \tau_3^R \\ 3 & \tau_3^R < y_{ij}^{R*} < \tau_4^R \\ 4 & \tau_4^R < y_{ij}^{R*} < \tau_5^R \\ 5 & \tau_5^R < y_{ij}^{R*} < \tau_6^R \end{cases} \quad (4)$$

$$y_{ij}^{R*} = \mathbf{z}_{ij}^R \boldsymbol{\gamma}_{ij}^R + \eta_{ij}^R \quad (5)$$

$$P_{n,ij}^R = \Lambda(\tau_{n+1}^R - \mathbf{z}_{ij}^R \boldsymbol{\gamma}_{ij}^R) - \Lambda(\tau_n^R - \mathbf{z}_{ij}^R \boldsymbol{\gamma}_{ij}^R) \quad (6)$$

ここで、 $y_{n,ij}^R$ ($n = 0, 1, 2, 3, 4, 5$)はライダーとしてライドシェアどの程度利用するかの利用頻度であり、全く利用しない場合0、週に1回程度利用する場合1、週に2回程度利用する場合2、週に3回程度利用する場合3、週に4回程度利用する場合4、毎日利用する場合5である。 y_{ij}^{R*} は大きければ大きいほどライダー*j*がドライバー*i*の提供するサービスをより頻繁に利用することを示す潜在変数である。 $\boldsymbol{\gamma}_{ij}^R$ は未知パラメータベクトル、 \mathbf{z}_{ij}^R は説明変数ベクトル、 η_{ij}^R はガンベル分布 $\Lambda(\cdot)$ に従う誤差項である。 $P_{n,ij}^R$ は利用頻度*n*の選択確率である。 τ_n^R ($\tau_0^R < \tau_1^R < \tau_2^R < \tau_3^R < \tau_4^R < \tau_5^R < \tau_6^R$)は閾値であり、 $\tau_0^R = -\infty, \tau_6^R = \infty$ とする。

(2) ドライバーのマッチング選好モデル・利用意向モデル

ドライバーがライダーAとBのどちらとのマッチング

をより好ましいと思うか、二項ロジットモデルを用いて定式化した。具体的には、ライダー $j \in \{A, B\}$ を選択する確率は式(9)のように表される。

$$U_{ij}^D = V_{ij}^D + \varepsilon_{ij}^D \quad (7)$$

$$V_{ij}^D = \mathbf{x}_{ij}^D \boldsymbol{\beta}_{ij}^D \quad (8)$$

$$P_{ij}^D = \frac{\exp(V_{ij}^D)}{\exp(V_{iA}^D) + \exp(V_{iB}^D)} \quad (9)$$

ここで、 U_{ij}^D はドライバー i がライドシェア参加時にライダー j を同乗させることにより得るランダム効用である。また、 $\boldsymbol{\beta}_{ij}^D$ は未知パラメータベクトル、 \mathbf{x}_{ij}^D は説明変数ベクトル、 ε_{ij}^D はガンベル分布に従う誤差項である。

ライドシェアが実際に導入された際に通勤・通学目的でライダーとしてライドシェアにどの程度利用するかについて、オーダーロジットモデルにより定式化した。

$$y_{n,ij}^D = \begin{cases} 0 & \tau_0^D < y_{ij}^{D*} < \tau_1^D \\ 1 & \tau_1^D < y_{ij}^{D*} < \tau_2^D \\ 2 & \tau_2^D < y_{ij}^{D*} < \tau_3^D \\ 3 & \tau_3^D < y_{ij}^{D*} < \tau_4^D \\ 4 & \tau_4^D < y_{ij}^{D*} < \tau_5^D \\ 5 & \tau_5^D < y_{ij}^{D*} < \tau_6^D \end{cases} \quad (10)$$

$$y_{ij}^{D*} = \mathbf{z}_{ij}^D \boldsymbol{\gamma}_{ij}^D + \eta_{ij}^D \quad (11)$$

$$P_{n,ij}^D = \Lambda(\tau_{n+1}^D - \mathbf{z}_{ij}^D \boldsymbol{\gamma}_{ij}^D) - \Lambda(\tau_n^D - \mathbf{z}_{ij}^D \boldsymbol{\gamma}_{ij}^D) \quad (12)$$

ここで、 $y_{n,ij}^D$ ($n = 0, 1, 2, 3, 4, 5$) はドライバーとしてライドシェアどの程度利用するかの利用頻度であり、 y_{ij}^{D*} は大きければ大きいほどドライバー i がライダー j にサービスをより頻繁に提供することを示す潜在変数である。 $\boldsymbol{\gamma}_{ij}^D$ は未知パラメータベクトル、 \mathbf{z}_{ij}^D は説明変数ベクトル、 η_{ij}^D はガンベル分布 $\Lambda(\cdot)$ に従う誤差項である。 $P_{n,ij}^D$ は利用頻度 n の選択確率である。 τ_n^D は閾値であり、 $\tau_0^D = -\infty, \tau_6^D = \infty$ とする。

(3) ライダーのモデルの推定結果

本研究では東広島キャンパスへの通勤・通学を対象としたライドシェアを取り扱うため、医学部、歯学部、薬学部、医療科学研究科に所属する広島大学構成員を除いた、281 人のデータを用いて推定を行った。なお、281 人の回答者のうち、西条駅を利用している個人については、自宅からキャンパスだけでなく、西条駅からキャンパスへの移動についても SP 調査を実施した。西条駅を利用している個人は 19 人であり、最終的にライダーとしての SP 調査の標本数は $1500(281 \times 5 + 19 \times 5)$ となった。ライダーのモデルには 11 個の説明変数を用いた。日本人同士ダミーはライダーとドライバーが共に日本人である場合 1、それ以外の場合 0 となる変数、外国人同士ダ

ミーはライダーとドライバーが共に外国人である場合 1、それ以外の場合 0 となる変数である。男性同士ダミーはライダーとドライバーが共に男性である場合 1、それ以外の場合 0 となる変数、女性同士ダミーはライダーとドライバーの共に女性である場合 1、それ以外の場合 0 となる変数である。また、同じ学年・職業区分ダミーはライダーとドライバーの学年職業区分が同じである場合 1、それ以外の場合 0 となる変数、同じ年齢層ダミーはライダーとドライバーが同じ年齢層である場合 1、それ以外の場合 0 となる変数、同じ学部同じ学部・研究科ダミーはライダーとドライバーが同じ学部・研究科に所属する場合 1、それ以外の場合 0 となる変数である。アクセス時間はライダーが自宅からミーティングポイントまで移動するのにかかる旅行時間、イグレス時間はミーティングポイントから目的地まで移動するのにかかる旅行時間である。総旅行時間はライダーが自宅から目的地まで移動するのにかかる旅行時間、費用はライダーがドライバーに支払うライドシェア料金である。ライダーのマッチング選好モデルの推定結果を表 4 に示す。モデルの適合度を表す自由度調整済み尤度比は、0.273 であった。日本人同士ダミーが正に有意になっているため、日本人のライダーは日本人のドライバーを好む傾向にあることがわかる。これは、同じ国籍・言語を有することが他人との同乗という行為の重要な役割を担っている可能性を示唆している。外国人同士ダミーは正のパラメータとなったが、有意な結果とはならなかった。外国人のライダーは必ずしも外国人のドライバーを好むわけではないことが示唆された。外国人同士という枠組みでなく、同じ国籍を有する者や同じ言語を喋る人を好む等の可能性があるため、今後、これらを考慮した分析に拡大する必要がある。男性同士ダミーは負に有意な結果になったため、男性のライダーは男性のドライバーを好まない傾向にあることがわかる。また、女性同士ダミーが正に有意な結果になったため、女性のライダーは女性のドライバーを好む傾向があることがわかる。これは、安全性が大きく影響していると考えられる。女性が面識のない他人と同乗する場合、同乗相手が女性であるかどうかということは安全性にも関わる重要な要因と考えられる。学年・職業区分ダミーについては、有意な結果にはならなかった。また、年齢層ダミー、学部・研究科ダミーについても有意な結果にはならなかった。ここから、ライダーは学年・職業区分、年齢層、所属する学部・研究科が同じであるドライバーを好むわけではないということがわかる。アクセス時間が負に有意な値になっていることから、ミーティングポイント(乗車地)への移動時間が大きくなるマッチングを好まない傾向にあることがわかる。また、イグレス時間についても、負に有意な値となっており、ミーティングポイントからの移動時間が大きくなるマッ

チングを好まない傾向にあることが示唆された。さらに、総移動時間についても負に有意な値になっており、ライドシェアを利用する場合の自宅から目的地までの移動時間が大きくなるマッチングを好まない傾向にあることが確認された。これらのアクセス時間、イグレス時間、総移動時間に関しては、妥当な符号に有意な結果になったといえる。費用については、負に有意な値となっており、ライダーはドライバーに支払う料金が大きいマッチングほど好まない傾向にあることが示唆された。

以上から、ライダーのマッチングに対する選好には、移動時間や費用だけでなくドライバーの国籍や性別などの個人属性が大きな影響を与えていることが確認された。

ライダーの利用意向モデルの推定結果を表-5 に示す。利用意向モデルの自由度調整済み尤度比は、0.311 となった。

日本人同士ダミーについては有意な結果にはならなかった。日本人ドライバーとの同乗を選んだ日本人ライダーについて、ライダーとしての利用意向に関する傾向は特に見られなかった。また、外国人同士ダミーが正に有意になっていることから、外国人のドライバーとの同乗を選んだ外国人のライダーは、ライダーとしてのライドシェア参加頻度が高い傾向にあることがわかった。男性同士ダミーについては、有意な結果にはならなかった。また、女性同士ダミーが負に有意な値になった。つまり、女性ドライバーとの同乗を選んだ女性ライダーは、ライドシェアの参加頻度が低い傾向にあると示唆された。女性との同乗を選んだ女性ライダーは、他人との同乗に対する抵抗感がより強いことが起因していると考えられる。学年・職業区分ダミー、年齢層ダミー、学部・研究科ダミーについては、有意な結果にはならなかった。これらの個人属性が同じであるドライバーとの同乗を選んだライダーにライダーとしての利用意向についての傾向は特にないことが分かった。アクセス時間が負に有意な値になっていることから、自宅からミーティングポイント（乗車地）までの移動時間が大きくなるようなマッチングをされるとライドシェアの参加頻度が低くなる傾向にあることがわかる。また、イグレス時間については、有意な結果とはならなかった。総移動時間は正に有意な結果となり、自宅から目的地までの総移動時間が大きいほどライドシェアの参加頻度は高くなる傾向にあるという、妥当であるとは言えない結果になった。また、費用については負に有意な値となり、ライドシェアを利用する場合にドライバーに支払う料金が大きくなると参加頻度が低くなる傾向があることが示唆された。閾値のパラメータについては、 $\tau_2, \tau_3, \tau_4, \tau_5$ は有意な値となったが、 τ_1 は有意な結果とはならなかった。

表-4 ライダーのマッチング選好モデル

	パラメータ	t 値	
定数項	0.040	0.629	
日本人同士ダミー	0.478	4.833	***
外国人同士ダミー	0.096	0.386	
男性同士ダミー	-0.285	-2.264	*
女性同士ダミー	0.869	6.460	***
同じ学年・職業区分ダミー	-0.102	-0.625	
同じ年齢層ダミー	0.189	0.618	
同じ学部・研究科ダミー	0.306	1.607	
アクセス時間 (分)	-0.090	-6.704	***
イグレス時間 (分)	-0.063	-4.730	***
総移動時間 (10 分)	-0.350	-4.561	***
費用 (100 円)	-0.724	-16.155	***
回答者数		281	
標本数		1500	
初期対数尤度		-1039.4	
最終対数尤度		-743.4	
尤度比		0.285	
調整済み尤度比		0.273	

***:0.1%有意, **:1%有意, *:5%有意

表-5 ライダーの利用意向モデル

	パラメータ	t 値	
日本人同士ダミー	0.027	0.255	
外国人同士ダミー	0.650	3.178	**
男性同士ダミー	0.127	1.007	
女性同士ダミー	-0.395	-3.063	**
同じ学年・職業区分ダミー	0.066	0.351	
同じ年齢層ダミー	-0.217	-0.676	
同じ学部・研究科ダミー	0.029	0.131	
アクセス時間 (分)	-0.046	-3.415	***
イグレス時間 (分)	-0.018	-1.439	
総移動時間 (10 分)	0.010	4.729	***
費用 (100 円)	-0.002	-3.921	***
τ_1	-0.309	-1.441	
τ_2	0.809	3.769	***
τ_3	1.651	7.662	***
τ_4	2.336	10.392	***
τ_5	2.793	12.097	***
回答者数		281	
標本数		1500	
初期対数尤度		-2687.6	
最終対数尤度		-1836.8	
尤度比		0.317	
調整済み尤度比		0.311	

***:0.1%有意, **:1%有意, *:5%有意

(4) ドライバーのモデルの推定結果

ドライバーとしての SP に回答したのは、53 人であり、サンプル数は265(53×5)である。ドライバーのモデルには、9 個の説明変数を用いた。ダミー変数はライダーのモデルと同じである。総旅行時間はドライバーが自宅から目的地まで移動するのにかかる旅行時間、費用はライダー

から支払われるライドシェア料金である。

ドライバーのマッチング選好モデルの推定結果を表6に示す。モデルの適合度を表す自由度調整済み尤度比は、0.123 となった。

日本人同士ダミーは有意な結果にはならなかった。日本人のドライバーは必ずしも日本人のライダーを好むわけではないということが分かった。また、外国人同士ダミーについても有意な結果とはならなかった。男性同士ダミーは有意な結果にはならなかったが、女性同士ダミーは正に有意な結果になった。つまり、女性のドライバーは女性のライダーを好む傾向にあることが示唆された。学年・職業区分ダミー、年齢層ダミー、学部・研究科ダミーについては、どれも有意な結果とはならず、これらの個人属性が同じであるライダーを好むわけではないことが分かった。総移動時間が負に有意な結果となったことから、ドライバーはライドシェアを利用する場合の自宅から目的地までの移動時間が大きくなるマッチングを好まない傾向にあることが確認された。費用が正に有意な結果となったことから、ドライバーはライダーから支払われる料金が大きくなるマッチングを好む傾向にあることが示唆された。有意な結果となった3つの変数について、妥当な符号になったといえる。

ドライバーの選好モデルについてもライダーの選好モデルと同様に女性同士ダミーのパラメータの絶対値が最も大きな値となった。また、総移動時間のパラメータの絶対値は2番目に大きく、効用に大きな影響を与えていることがわかる。ライドシェアにおいて、ドライバーはほとんどの場合に迂回することになるため、その迂回時間が小さいことが重要であるということである。

ドライバーの利用意向モデルの推定結果を表7に示す。利用意向モデルの自由度調整済み尤度比は、0.086 となった。

日本人同士ダミー、外国人同士ダミーについては有意な結果にはならなかった。日本人、外国人という枠組みが同じであるライダーとの同乗を選んだドライバーにドライバーとしての利用意向についての傾向は特になんことが分かった。男性同士ダミーが正に有意な値となったことから、男性のライダーとの同乗を選んだ男性のドライバーにドライバーとしての参加頻度が高くなる傾向があることが示唆された。また、女性同士ダミーは負に有意な結果となった。女性ライダーとの同乗を選んだ女性のドライバーはドライバーとしてのライドシェアの参加頻度が低い傾向にあることが分かった。学年・職業区分ダミー、年齢層ダミー、学部・研究科ダミーについては、ライダーの利用意向モデルと同様に有意な結果にはならなかった。総移動時間は正に有意な結果となった。これは移動時間が大きいほど、ドライバーのライドシェアの参加頻度は高くなる傾向があるということで、妥当

な結果であるとは言えない。また、費用については有意な結果にはならなかった。閾値のパラメータについては、 τ_3, τ_5 は有意な値となった。また、ドライバーとしてのSPの質問の中の参加頻度についての質問で週に4回程度利用すると回答したデータが無かったため、 τ_4 は推定できなかった。

表-6 ドライバーのマッチング選好モデル

	パラメータ	t 値	
定数項	0.160	1.136	
日本人同士ダミー	0.252	1.232	
外国人同士ダミー	-0.172	-0.218	
男性同士ダミー	-0.016	-0.064	
女性同士ダミー	1.321	3.283	**
同じ学年・職業区分ダミー	-0.672	-1.923	
同じ年齢層ダミー	0.231	0.323	
同じ学部・研究科ダミー	0.426	0.958	
総移動時間 (10 分)	-0.731	-4.605	***
費用 (100 円)	0.348	4.312	***
回答者数		53	
標本数		265	
初期対数尤度		-183.0	
最終対数尤度		-150.6	
尤度比		0.177	
調整済み尤度比		0.123	

***:0.1%有意, **:1%有意, *:5%有意

表-7 ドライバーの利用意向モデル

	パラメータ	t 値	
日本人同士ダミー	-0.318	-1.286	
外国人同士ダミー	0.627	1.103	
男性同士ダミー	0.596	2.329	*
女性同士ダミー	-1.190	-3.396	***
同じ学年・職業区分ダミー	-0.374	-0.805	
同じ年齢層ダミー	-0.327	-0.378	
同じ学部・研究科ダミー	-0.099	-0.164	
総移動時間 (10 分)	0.008	2.151	*
費用 (100 円)	0.001	0.702	
τ_1	-0.143	-0.404	
τ_2	0.643	1.784	
τ_3	1.316	3.545	***
τ_5	1.881	4.915	***
回答者数		53	
標本数		265	
初期対数尤度		-426.5	
最終対数尤度		-376.9	
尤度比		0.116	
調整済み尤度比		0.086	

***:0.1%有意, **:1%有意, *:5%有意

5. 選好を考慮したライドシェアシステム

以下、本研究において提案するドライバー及びライダーの選好を考慮したライドシェアシステムの概要を述べる。

ライドシェアにおいて、ライダー j 及びドライバー i は、それぞれ出発地 o_j, o_i 、目的地 d_j, d_i 、最も早く自宅を出発できる時刻 e_j^o, e_i^o 、最低限目的地に到着しておきたい時刻 l_j^d, l_i^d を有する。ライダー j は、出発地 o_j からミーティングポイントへ歩いて行ける最大の距離 m_j^o 、ミーティングポイントから目的地 d_j へ歩いて行ける最大の距離 m_j^d を有する。ドライバー i は、ライドシェアに参加してライダーを送迎した場合のドライバーが許容する最大移動時間 T_i 、ドライバーの車両に乗せることができる最大的人数 C_i を有する。ライドシェアに参加し得るすべての人はこれらのトリップ情報 s を有しており、これらの制限を含めた情報を用いてマッチングを行う。

ライドシェアの実現可能なマッチングはドライバー $i \in D$ 、ライダーの集合 $J \subset R$ 、ミーティングポイントアーク $a \in A$ の組み合わせとして定義され、 (i, J, a) と表す。ここで、ミーティングポイントアーク a は乗車地 k と降車地 l の組 (k, l) で表される。

(1) Stiglic et al. ¹⁾のマッチングアルゴリズム

本研究では、提案する選好モデルの効用を最大化するマッチングと Stiglic et al. (2015) ¹⁾が用いている運転距離を最小化するマッチングの比較を行う。

上述したように、Stiglic et al. (2015) ¹⁾は、マッチングされた参加者数の最大化を第一目的関数、短縮された運転距離の最大化を第二目的関数とした組み合わせ最適化を用いている。単一のライダーと複数のドライバーのライドシェアのマッチング問題は、制約条件付きの最大重み付き二部マッチング問題として定式化される。マッチング問題は、二部グラフを用いて表現される。ドライバー $i \in D$ とライダー $j \in R$ 又はライダーの組 $J \subset R$ のノードを作り、実現可能なマッチであればノード間のエッジ e でつなぐ。実現可能なマッチはミーティングポイントのペアによって複数存在する場合があるが、その場合は最も短縮された運転距離が最大になるものをノード間のエッジとして、1組のノード間には1つのエッジしか存在しないものとする。各エッジはマッチングされた参加者数 v_e 、短縮された運転距離 σ_e の2つの成分を持っている。Stiglic et al. (2015) ¹⁾のマッチングにおける目的関数を式(13),(17)に示す。 E は二部グラフ内のすべてのエッジの集合 $e \in E$ を示しており、 x_e はエッジ e が最適なマッチングである場合に1、そうでない場合に0となる二項変数である。制約条件(14)-(16)の下で第一目的関数(13)を解く。得られた解 z_1^* はマッチングされた参加者数の最大値であ

る。その後、制約条件(14)-(16)に(19)を加え、第二目的関数(17)を求め、最適解とする。短縮された運転距離 σ_e は式(18)により求まる。

$$\max z_1 = \sum_{e \in E} v_e x_e \quad (13)$$

$$\sum_{e \in E_i} x_e \leq 1 \quad \forall i \in D, \quad (14)$$

$$\sum_{e \in E_j} x_e \leq 1 \quad \forall j \in R, \quad (15)$$

$$x_e \in \{0, 1\} \quad \forall j \in E. \quad (16)$$

$$\max z_2 = \sum_{e \in E} \sigma_e x_e \quad (17)$$

$$\sigma_{(i,j,(k,l))} = d_{o_i d_i} - (d_{o_i k} + d_{kl} + d_{l d_i}) + \sum_{j \in J} (d_{o_j d_j} - (d_{o_j k} + d_{l d_j})) \quad (18)$$

$$\sum_{e \in E} v_e x_e \geq z_1^* \quad (19)$$

(2) 提案するマッチングアルゴリズム

本研究で提案するマッチングは、マッチングされた参加者数の最大化を第一目的関数、マッチングされた参加者の効用最大化を第二目的関数とした組み合わせ最適化である。これを式(20),(21)に示す。実現可能なマッチを表すエッジ e は、マッチングされた参加者数 v_e 、マッチングされた参加者の効用 u_e の2つの成分を持っている。制約条件は(14)-(16),(19)と同じである。また、式(22)により、マッチングペア内の効用を求める。 N はマッチングペア内のライダー数、 $V_{ij_n}^D$ はドライバー i がライダー j_n とマッチングされる場合に得る効用、 $V_{ij_n}^R$ はライダー j_n がドライバー i とマッチングされる場合に得る効用である。これらの効用は前章にて導入したモデルを用いて定量化する。 α はドライバーの効用とライダーの効用の重みであり、 $\alpha = 0.5$ の場合ドライバーの効用とライダーの効用は同程度重要であるということを示す。シミュレーションでは、 $\alpha = 0.5$ とした。

$$\max z_1 = \sum_{e \in E} v_e x_e \quad (20)$$

$$\max z_2 = \sum_{e \in E} u_e x_e \quad (21)$$

$$u_e = \alpha \left(\frac{\sum_{n=1}^N V_{ij_n}^D}{N} \right) + (1 - \alpha) \left(\frac{\sum_{n=1}^N V_{ij_n}^R}{N} \right) \quad (22)$$

(3) シミュレーション方法

シミュレーションは、次の前提のもと行った。

1. シミュレーション分析において、4章で推定した選好モデルをマッチングの最適化に、利用意向モデルをマッチングの結果を受けた参加者の参加頻度

の算出に用いる。

2. シミュレーションに用いる利用意向は SP 調査の設問と同様に、全く利用しない、週に1回程度利用する、週に2回程度利用する、週に3回程度利用する、週に4回程度利用する、毎日利用する、6段階とする。
3. 参加者はマッチング結果による効用に従って次週の参加頻度を決定すると仮定する。
4. マッチング結果による効用は1週間ごとに更新されるものとする。また、マッチングされなかった参加者の効用は前週の効用を用いる。一度もマッチングされなかった参加者の効用は計算できないため、マッチングされるまでは利用意向を週に1回程度利用とする。

シミュレーションの手順を示す。このシミュレーションを、2種類のマッチングシステム (Stiglic et al. (2015)¹⁾ のマッチングシステム, 提案するマッチングシステム), ならびに、2種類のライドシェア料金 (0 円, 500 円) の計4つのパターンに対して実施する。それぞれのパターンについて、40回の繰り返しシミュレーションを行い、週を重ねるごとのライダー及びドライバーの人数の変化を観測し、マッチングシステムやライドシェア料金が参加者数へ及ぼす影響に焦点を当て、考察を行う。

1. ドライバー、ライダー、ミーティングポイントのデータを用いて単発のマッチングを行う。
2. マッチング結果より、ライダー j (ドライバー i) がライドシェア参加時にドライバー i (ライダー j) と同乗する場合の参加者の利用意向 y_{ij}^R, y_{ij}^D を計算する。
3. 参加者の利用意向 y_{ij}^R, y_{ij}^D を基にライダー及びドライバーを月、火、水、木、金曜日にランダムに振り分け、それぞれの曜日についてマッチングを行う。
4. マッチングされた参加者について、5日間の効用の平均 $\overline{y_{ij}^R}, \overline{y_{ij}^D}$ を計算し、効用 $\overline{y_{ij}^R}, \overline{y_{ij}^D}$ と閾値 τ より、次週の利用意向 y_{ij}^R, y_{ij}^D を計算する。
5. 3-4を10週目まで繰り返す。

5. シミュレーション分析結果

(1) ライドシェアの設定

本研究において、ライドシェアに参加する人の移動に関する情報はすべて既知であるものとする。また、ドライバーはミーティングポイント間を時速40kmで走行し、その他の区間を時速30kmで走行、ライダーはミーティングポイントまで時速4kmで歩行するものとする。ミーティングポイントにおけるライダーの乗降時間 τ_m はそれぞれ2分とする。シミュレーション分析のマッチング

において、ライダー及びドライバーの選好モデルは4章で推定されたパラメータを用いる。また、利用意向モデルも同様に推定されたパラメータを用いる。

(2) 利用するデータ

SP調査のデータから、西条中央エリア (図-3 赤枠内) から東広島キャンパスに通勤・通学する学生・教職員を抽出した。当該地域から通勤・通学している回答者数は52人であり、これをライダーのデータ、その中で車を所有している9人をドライバーのデータとした。

ミーティングポイントは、乗車地と降車地としてそれぞれ20地点ずつ計40のミーティングポイントを配置した。参加者の自宅の緯度・経度の平均値をとり、その地点から半径1km以内にランダム生成した20地点を乗車地とした。また、東広島キャンパスの駐車場の中からランダムに抽出した20地点を降車地とした。図-3にシミュレーション分析に用いたライダー及びドライバーの出発地・目的地、ミーティングポイントの配置を示す。

(3) シミュレーション結果

ライドシェアマッチングシミュレーションの結果を図-4、図-5に示す。optim1は距離最小化マッチング、optim2は提案する効用最大化マッチング、cost0はライドシェア料金が0円、cost500はライドシェア料金が500円であることを表している。図-4は、4つのパターンについて、ライドシェアマッチングに参加したライダーの人数の変化を示したものである。距離最小化マッチングを用いた場合は効用最大化マッチングを用いた場合に比べてライダーの人数が多い傾向がある。ライドシェア参加者のマッチング選好を満たすマッチング方法を用いた場合の方が参加者数が少なくなっており、4章で推定した利用意向モデルはマッチングを受けた参加者の利用意向の変化を観測できていない可能性があるといえる。また、料金が500円の場合の方が0円の場合よりライダーの人数が多い傾向にある。図-5は4つのパターンについて、ライドシェアマッチングに参加したドライバーの人数の変化を示したものである。こちらも距離最小化マッチングを用いた場合は効用最大化マッチングを用いた場合よりドライバーの人数が多い傾向にある。また、ライドシェア料金が500円の場合の方がドライバーの人数が多くなっている。ライダーの人数の変化と合わせて考えると、料金を設けることでドライバー参加者が増え、参加したいと思っているがドライバーがいないことにより参加できないライダーの人数を減らすことができる可能性がある。つまり、この場合、料金を設けることでライダーの効用は減るが、人数の少ないドライバーの参加頻度が高くなり、結果としてマッチングされないライダーの人数を減らすことができるといえる。また、ライダーの初期

参加者数は 52 人であるが、1 週目で大幅に減少している。これは、ライダーの参加者数に比べ、ドライバーの参加者数が 9 人と少ないため、利用意向を基に各曜日に参加者を振り分けたときにドライバーがいない曜日が生じ、ライダー自身の利用意向に関係なくライダーの参加者が減少したという可能性がある。

以上の結果から、ライドシェアの料金を設けることはドライバーのライドシェア参加にとって有効なインセンティブになる可能性が示唆された。4 章で推定した選好モデル、利用意向モデルを用いてシミュレーションを行ったが、効用最大化マッチングは距離最小化マッチングより参加者数が少なくなるという仮説に反する結果となった。

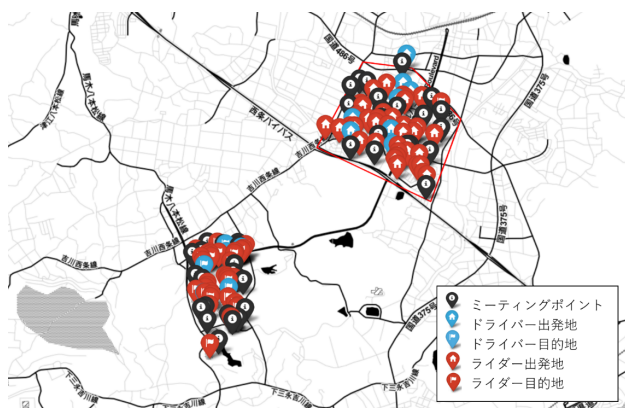


図-3 利用するデータの配置

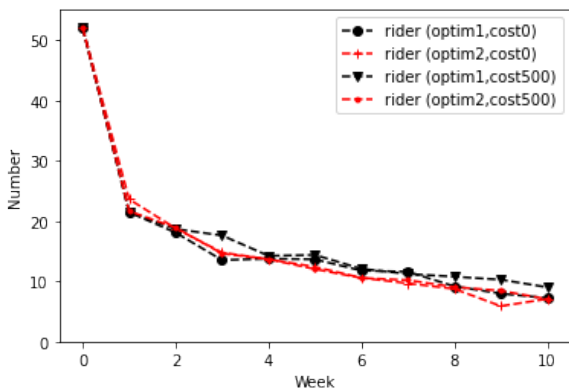


図-4 各パターンにおけるライダーの人数

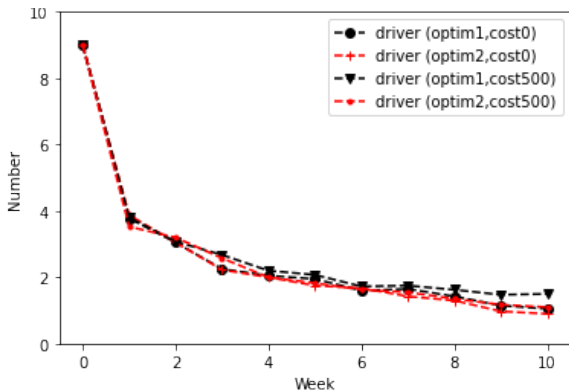


図-5 各パターンにおけるドライバーの人数

6. おわりに

本研究では、まず学生・教職員間の通勤・通学ライドシェアについての SP 調査を行い、ライダー及びドライバーとしてライドシェアに参加する場合のマッチングについての選好・利用意向を把握した。調査結果からマッチング選好モデル、利用意向モデルを構築し、そのモデルを用いて、ライドシェアプラットフォームへの参加・撤退行動を組み込んだライドシェアマッチングシミュレーションを行った。また、本研究で提案する選好モデルの効用を最大化するマッチング方法と Stiglic et al. (2015)¹⁾が提案した運転距離を最小化するマッチング方法のそれぞれについてシミュレーションを行い、参加者数の変化を比較した。本研究の主な成果は、(1)ライドシェア参加者のマッチングに対する選好を定量的に把握した点、特にライドシェアにおいて、女性のライダー及びドライバーは女性の同乗相手を好む傾向があり、女性と同乗することは、移動時間やライドシェア料金より大きな影響を効用に与えることが確認された点、(2)ライドシェア参加者のマッチングプラットフォームへの参加・撤退行動を組み込んだライドシェアマッチングシミュレーションを行うことで、マッチング結果を受けた参加者の利用意向の変化を考慮し、参加者数の変化を把握した点、(3)マッチングに対する選好を用いた効用が最大になるようなマッチングを行うことによってライドシェア参加者の定着や参加頻度の増加につながるのではないかとする仮説とは異なる結果となったが、効用最大化マッチングと運転距離最小化マッチングを用いたシミュレーションを行い、両者による参加者数の変化の差を確認した点である。

今後の課題として3つ挙げられる。1つ目は、調査を再度実施することである。本研究で実施した SP 調査の回答者のほとんどは学生であった。また車所有者のデータが少なかったため、シミュレーションに利用するドライバーのデータが少なくなった。より現実的なシミュレーションを行うために、教職員のデータや車所有者のデータを入手する必要がある。2つ目は、複数人のライダーがマッチングされるライドシェアでは、ライダー同士の選好が存在すると考えられる点である。本研究において、SP 調査によって得た選好は、ライダーのドライバーに対する選好、ドライバーのライダーに対する選好である。しかし、ライダーは同乗する他のライダーに対する選好も同様に有していると考えられ、これを考慮する必要がある。3つ目は、ライドシェアの成立可能性の検討のためには、SP 調査だけでなく、ライドシェアの実証実験を行うことで、仮想的な状況の現実性を高める必要があるという点である。それにより、SP 調査と実際の意思決定の差を小さくなり、より信頼性の高いモデル

を得ることができると考えられる。また、信頼性の高いモデルを利用したシミュレーション分析を行うことにより、得られた結果の信頼性を向上させることができるといえる。

REFERENCES

- 1) Stiglic, M., Agatz, N., Savelsbergh, M., & Gradisar, M. The benefits of meeting points in ride-sharing systems. *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol.82, pp.36-53, 2015.
- 2) Furuhata, M., Dessouky, M., Ordóñez, F., Brunet, M. E., Wang, X., & Koenig, S. Ridesharing: The state-of-the-art and future directions. *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol.57, pp.28-46, 2013.
- 3) Agatz, N., Erera, A., Savelsbergh, M., & Wang, X. Optimization for dynamic ride-sharing: A review. *European Journal of Operational Research*, Vol. 223, No.2, pp.295-303, 2012.
- 4) Agatz, N., Erera, A., Savelsbergh, M., & Wang, X. Sustainable passenger transportation: Dynamic ride-sharing. 2010.
- 5) Guasch, A., Figueras, J., i Casas, P. F., Montañola-Sales, C., & Casanovas-Garcia, J. Simulation analysis of a dynamic ridesharing model. In *Proceedings of the Winter Simulation Conference* pp.1965-1976, 2014.
- 6) Lin, Y., Li, W., Qiu, F., & Xu, H. Research on optimization of vehicle routing problem for ride-sharing taxi. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol.43, pp.494-502, 2012.
- 7) Gale, D., & Shapley, L. S. College admissions and the stability of marriage. *The American Mathematical Monthly*, Vol.69, No.1, pp.9-15, 1962.
- 8) 四辻裕文, & 丸山満帆. 一対一両側マッチングに基づく短距離ライドシェアに関するシステム分析~情報誘導によるシステム持続可能性に着目して~. *交通工学論文集*, Vol.2, No.2, pp.A_134-A_143, 2016. [Yotsutsuji et al. : System Analysis on Short-trip Rideshares Based on One-to-one Two-sided Matching - The Effect of Information Guidance on System Sustainability -. Vol.2, No.2, pp.A_134-A_143, 2016.]
- 9) 田村祐貴, 高見淳史, & 原田昇. 地方都市におけるライドシェアのマッチング成立可能性と効果に関する研究—群馬県パーソントリップ調査データを用いた分析—. *交通工学論文集*, Vol.5, No.2, pp.A_108-A_117, 2019. [Tamura et al. : A Study on the Matching and Effectiveness of Ridesharing in Local Cities - An Analysis Using the Gunma Prefecture Person Trip Survey Data -. Vol.5, No.2, pp.A_108-A_117, 2019.]
- 10) Thaiathakul, P., Seo, T., Kusakabe, T., & Asakura, Y. A passengers matching problem in ridesharing systems by considering user preference. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.11, pp.1416-1432, 2015.
- 11) 佐々木邦明, 二五啓司, 山本理浩, & 四辻裕文. 低密度居住地域における交通制約者の移動手段としてのライドシェアの可能性. *社会技術研究論文集*, Vol.10, pp.54-64, 2013. [Sasaki et al. : THE AVAILABILITY OF RIDE-SHARE AS THE TRAVEL MODE FOR TRANSPORTATION-POOR PEOPLE IN LOW DENSITY RESIDENTIAL AREA. Vol.10, pp.54-64, 2013.]
- 12) Amey, A. A proposed methodology for estimating rideshare viability within an organization, applied to the mit community. In *TRB Annual Meeting Proceedings Transportation Research Board, The National Academies*. pp.1-16, 2011.
- 13) Walker, J. L., Wang, Y., Thorhauge, M., & Ben-Akiva, M. D-efficient or deficient? A robustness analysis of stated choice experimental designs. *Theory and Decision*, Vol.84, pp.215-238, 2018.

(2023年3月6日)

DEVELOPMENT OF NEW ON-CAMPUS RIDESHARING MATCHING SYSTEM AND ITS FEASIBILITY ASSESSMENT

Motoki TAKAI, Makoto CHIKARAISHI and Akimasa FUJIWARA

This study proposes a matching system that takes matching preferences into account in order to maintain ridesharing participants. This study conducts an SP survey on on-campus ridesharing and constructs a matching preference model and a use intention model. Using the constructed models, this study conducts a ridesharing matching simulation that incorporates participants' entry/exit behaviors from the matching platform. Simulations are conducted for matching that maximizes the utility of the preference model proposed in this study and matching that maximizes the driving distance savings, respectively, to show the difference in the change in the number of participants. Simulation results show that utility-maximizing matching has fewer participants than distance-maximizing matching. The results also suggest that a ridesharing fee is an effective incentive for drivers to participate in ridesharing.