

選好に基づくライドシェアマッチングアルゴリズムの提案と成立可能性の数値計算

○高井 元樹¹・力石 真²・藤原 章正³

¹学生会員 広島大学 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: m232154@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、提案するライダー・ドライバ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, simulation

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、車の空席を利用して、時間的・空間的に OD 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。ライドシェアのマッチングアルゴリズムには、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。Agatz et al. (2010)¹⁾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。また、四辻ら(2016)²⁾、田村ら(2019)³⁾は、それぞれライドシェアによる移動距離の変化、移動時間の増加

量や遅れにより選好を定義している。ライドシェアマッチングに関する研究は多数存在するが、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。

以上を踏まえ、本研究では、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検証する。具体的には、まず、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。ここ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。次に、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。最後に、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。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)⁹⁾の総走行距離最小化を図るマッチング各々についてシミュレーションを行い、考察を加える。

2. 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

(1) SP 調査

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。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。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。

収集したデータを用いて、ライダー及びドライバー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。

(2) ライダーのモデルの推定結果

ライダーのマッチング選好モデル、利用意向モデルの推定結果を表-1、表-2に示す。表-1より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。また、アクセス時間、イグレス時間、総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、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。表-2よ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。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、ライドシェアを利用する場合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。

(3) ドライバーのモデルの推定結果

ドライバーのマッチング選好モデル、利用意向モデルの推定結果を表-3、表-4に示す。表-3よ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。また、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。さらに、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。表-4より、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。また、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があるという結果になった。ドライバーとしての SP 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-1 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-2 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

表-3 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-4 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

3. シミュレーション分析

(1) シミュレーション方法

シミュレーションでは、まず単発のマッチングを行い、マッチング結果より参加者の利用意向を算出する。利用意向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。マッチングされた参加者について、5日間の効用の平均を計算し、効用と閾値より、次週の利用意向を計算する。このシミュレーションを、2種類の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10

週目まで実施する。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。

SP調査のデータから、西条中央エリア (図-1 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を20地点ずつの計40地点を配置した。参加者の自宅の緯度・経度を基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-1にシミュレーション分析に用いたデータの配置を示す。

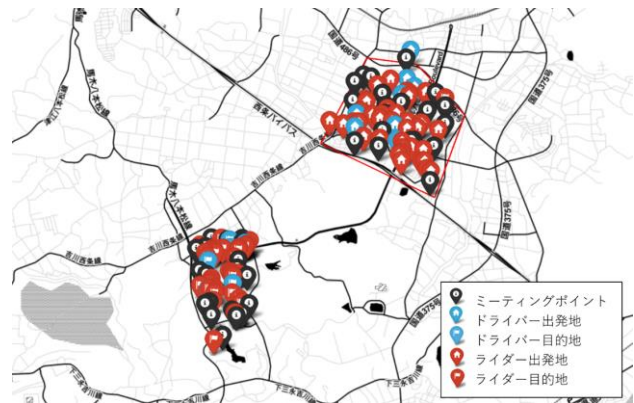


図-1 利用するデータの配置

(2) 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-2, 図-3に示す。距離最小化マッチング(optim1)を用いた場合は効用最大化マッチング(optim2)を用いた場合に比べて参加者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少ない参加者数となり、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円の場合より参加者数が多い傾向にある。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人と少ないことが影響していると考えられる。

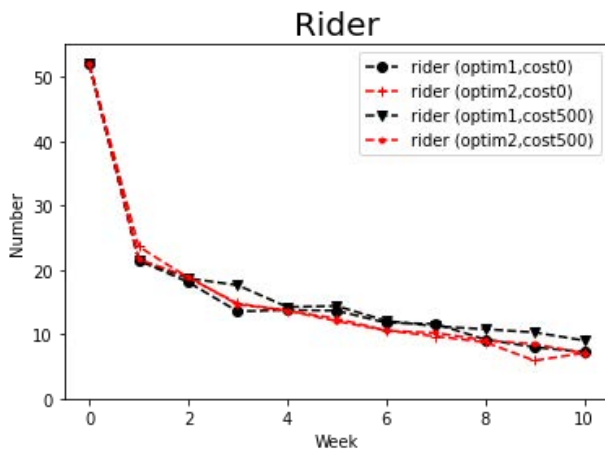


図-2 各パターンにおけるライダーの人数

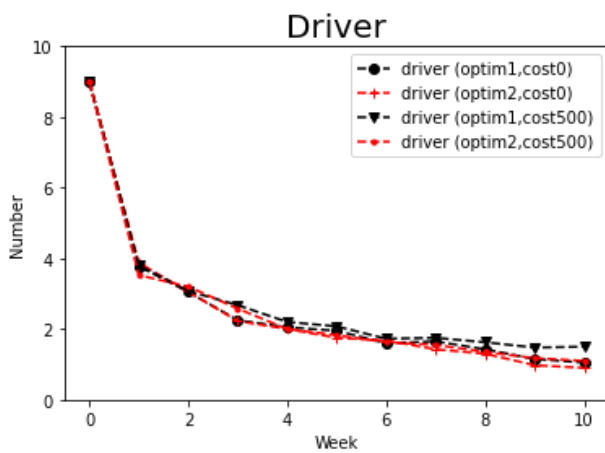


図-3 各パターンにおけるドライバーの人数

4. おわりに

本研究では、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同乗相手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。シミュレーションは、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。また、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。今後の課題として、調査を再度実施すること、実証実験を行うことが挙げられる。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り、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かった。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。

REFERENCES

- 1) Agatz, N., Erera, A., Savelsbergh, M., & Wang, X. Sustainable passenger transportation: Dynamic ride-sharing, 2010.
- 2) 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. Vol.2, No.2, pp.A_134-A_143, 2016.]
- 3) 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. Vol.5, No.2, pp.A_108-A_117, 2019.]
- 4) 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.

(2023年4月7日)

DEVELOPMENT OF NEW RIDESHARING MATCHING ALGORITHM AND SIMULATION ANALYSIS ON THE FEASIBILITY

Motoki TAKAI, Makoto CHIKARAISHI and Akimasa FUJIWARA

This study proposes a matching system that takes matching preferences into account 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, we conduct 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-minimizing matching. The results also suggest that a ridesharing fee is an effective incentive for drivers to participate in ridesharing.