

移動利便性の評価を考慮したワンウェイ型 カーシェアリング選択モデルの構築

尾方 竜登¹・Jan-Dirk Schmöcker²・宇野 伸宏³・中村 俊之⁴・桑原 昌広⁵

¹学生会員 京都大学 大学院工学研究科 (〒615-8540 京都市西京区京都大学桂)
E-mail:rogata@trans.kuciv.kyoto-u.ac.jp

²正会員 京都大学准教授 大学院工学研究科 (〒615-8540 京都市西京区京都大学桂)
E-mail:schmoecker@trans.kuciv.kyoto-u.ac.jp

³正会員 京都大学教授 大学院工学研究科 (〒615-8540 京都市西京区京都大学桂)
E-mail:uno.nobuhiro.2v@kyoto-u.ac.jp

⁴正会員 名古屋大学特任准教授 未来社会創造機構 (〒464-8601 名古屋市千種区不老町)
E-mail:tnakamura@mirai.nagoya-u.ac.jp

⁵正会員 トヨタ自動車株式会社 (〒471-8571 愛知県豊田市トヨタ町)
E-mail: masahiro_kuwahara_aa@mail.toyota.co.jp

過度な自動車依存に起因する交通渋滞などの諸問題の解決と、公共交通の利用促進の面で、カーシェアリング (CS) は有用な手段である。特に乗り捨てを認めるワンウェイ型CS (OWCS) は、導入エリア内全体の自動車利用距離抑制だけでなく、公共交通による移動が不便な区間での補完的利用により利便性向上も期待できる。このOWCSへの転換には、それ自体の利便性だけでなく、荷物や混雑といった個人別の不便な条件も影響を及ぼすと想定される。そこで本研究では普段利用する交通手段を対象として、混雑具合など諸々の不便さの評価と、同じ区間にOWCSが導入された場合の利用意向を問うアンケートを実施した。アンケート結果を基に、不便さを説明変数に加えたOWCSの選択モデルを構築することで、その選択に影響を及ぼす因子を考察する。

Key Words : ワンウェイ型カーシェアリング, 公共交通, 自家用車, 移動利便性, 選択モデル

1. はじめに

過度な自動車依存による大気汚染などの環境問題や、渋滞などの交通問題が我が国の各地で発生している。これらの改善策の1つとして公共交通の利用推進が図られてきたが、自動車の利便性に対抗できず、思うような成果を挙げられていない。自動車利用の抑制を考慮するうえで、その利便性に匹敵する代替手段を提示し、自家用車からの転換に対する抵抗を小さくしなければならぬ。その有力な手段として、近年我が国でも浸透しつつあるカーシェアリング (以下、CS) が挙げられる。¹⁾

CSは、1台の自動車を複数人で組織的に共同利用する仕組みである。期待される導入効果としては、1)導入エリアでの総車両走行距離の抑制、2)抑制された自動車交通の他手段への転換、3)導入エリア全体の移動利便性向上などが挙げられる。1)や2)は、冒頭でも述べた自家

用車からの転換であり、山本ら¹⁾や矢野ら²⁾など複数の研究から報告されている。3)は、公共交通のアクセス/イグレス交通としての活用、遠回りなどで公共交通が不便なODでの利用といった、公共交通のサポートとしてCSを位置づけることにより、公共交通ならびに地域交通の利便性向上を図るものである。こちらについては、西垣ら³⁾によりCSによる導入エリア全体のアクセシビリティ向上が評価されている。

このように、その有用性が多くの研究で認められているCSであるが、ここで根本的にCSが交通手段として選択されるのかという疑問が生じる。先に述べた研究も、CSの会員に対する調査¹⁾²⁾や、CSの「潜在的な」導入効果の評価³⁾であり、CSを利用することが前提となっている。そこで本研究では、CSの会員・非会員を問わずにアンケート調査を実施し、CS選択モデルを構築することで、その利用意向に影響を及ぼす要因を把握すること

を目指す。このようなCSへの転換を題材に、アンケート調査の実施と選択モデルを構築する研究は複数なされているが、それらとの差異を含め詳細は次章で示す。

なお、CSは借りた場所と返却場所が同一である「ラウンド型」と、乗り捨てが可能である「ワンウェイ型」に大別される。CS先進国である欧米諸国では後者の中でも特に、路上駐車が認められている場所ならどこでも乗り捨てが可能な「フリーフロート型」での成功事例も報告されている。一方我が国では、2014年に国土交通省⁴⁾が法改正を行い、ワンウェイ型での運用が開始されたばかりである。利用者の利便性や公共交通との連携を考えれば、比較的柔軟に利用できるワンウェイ型の方が望ましいのは明白で、今後我が国のCS事業においてもワンウェイ型の普及が望まれる。したがって本研究でもワンウェイ型を中心に議論し、その普及の一助となることを期待する。

2. CSへの交通手段転換に関するアンケート調査を実施した研究のレビュー

CSへの転換を題材にアンケート調査と選択モデルの構築を実施する研究は、海外を中心に数多くなされている。本研究では、ワンウェイ型CSの利用意向を尋ねるSP調査を実施するため、同様にSP調査を利用している既往研究をレビューする。

De Luca・Di Pace⁵⁾は、都心への通勤・都心からの帰宅において、各被験者が普段利用する交通手段からCSに転換するかを問うSP調査を実施している。その結果から、CSは自家用車からの転換を促しうが、公共交通のサービスレベルが不十分だと、そちらの完全な代替手段にもなってしまうことを指摘している。Yoonら⁶⁾は、各被験者が調査前日に行ったすべてのトリップを尋ね、続いてそれらの中でワンウェイ型CSまたはラウンド型CSに転換しても良いトリップをSP調査で尋ねている。調査から、ワンウェイ型CSは自動車保有している、中高年層である、タクシーを頻繁に利用する人が、より利用しやすいと指摘している。Carteriら⁷⁾は、パークアンドライドのライド、すなわち公共交通の乗車が、CSに置き換わった「パークアンドCS (P&CS)」を題材に、自家用車のみ利用からP&CSに転換するかを尋ねるSP調査を実施している。因子としては費用と旅行時間を設定し、両者とも有意となったが、特に費用が手段選択に及ぼす影響が大きいため、P&CSを事業展開するうえで利用料金は最重要項目であると指摘している。

我が国における研究事例として中村ら⁸⁾は、ワンウェイ型CSの運用シミュレータ作成にあたり、CSへの転換を問うSP調査とモデル推計を実施している。SP調査の

結果から、料金が安い、トリップ時間が長い、予約時間が短いほどワンウェイ型CSへの転換確率が高いことを示している。斉藤・羽藤⁹⁾は、過去の被験者の移動履歴をもとに、EVシェアリングの利用意向および加入意向についてSP調査を実施している。分析結果から、アクセス・イグレス時間が長い、料金が安い、OD距離が長いほどEVシェアリングは利用されにくいことを指摘している。

ここで、実際に個人がCSを利用するか否かの判断基準を考えると、道路の渋滞や公共交通の車内の混雑、荷物の多さといった不便さが大きく影響を及ぼすと考えられる。しかし既往研究では、CSの利用料金と所要時間に関する分析が中心で、このような「不便さ」という観点はあまり考慮されていない。そこで本研究では、既往研究と同様の金銭コストや所要時間を因子とするSP調査に加え、被験者個々人が日常の交通で置かれている不便な状況に関しても調査を行う。それにより、個人の交通手段選択により即した分析が可能であると期待される。

3. ワンウェイ型CS選択モデル構築のためのアンケート調査

(1) 調査概要

本研究では、日常的な交通の手段として自家用車による移動と公共交通（電車・バス）による移動を想定し、それらからワンウェイ型CSへの転換に関するアンケート調査を実施した。調査は、(1)日常的に通勤している、(2)普通自動車の運転免許を保有している、(3)通勤および私用の移動で公共交通か自家用車を中心に利用する、の3要件を満たす者を対象とした。対象地域は、公共交通が集中する都心部として愛知県名古屋市を、自動車への依存度が高い都市として愛知県豊田市¹⁰⁾を中心としたエリアを設定し、居住地と勤務先がともにこれら2地域に含まれる人を抽出した。なお、調査はインターネット上で行った。

表-1に、アンケート調査の質問項目を示す。各被験者には、移動目的（通勤または私用目的）および移動手段（公共交通または自家用車）を筆者らが指定し、該当するトリップで最も移動頻度の高いものを想定してもらった。そして、そのトリップに関する金銭コストや移動時間などの情報（RPデータ）や、不便度の評価を尋ねたうえで、ワンウェイ型CSへの転換に関するSP調査を行った。ここで、ワンウェイ型CSの利用形態としては、移動の全区間をCSで移動する「ダイレクト型」、途中でCSを使い、そこから公共交通に乗り換える「アクセス型」、公共交通利用後の末端手段としての「イグレス型」が想定される。そこで本研究では、表-2に示すよ

表-1 アンケート調査項目

- (1) 日常的に行うトリップ
「通勤」または「私用」のいずれかの目的で外出頻度の最も高いトリップについて、「移動頻度」「荷物の量」「同行人数」を尋ねる。また、同トリップについて、公共交通の利用についての回答者には「運賃」「アクセス時間」「待ち時間」「乗車時間」を、自家用車についての回答者には「運転距離」「運転時間(平均・最大)」をそれぞれ尋ねる(これらをRPデータとして後のSP調査に利用する)。
- (2) 不便度評価
(1)のトリップについて、「費用」「所要時間」「混雑具合」「運行頻度」「乗り換え」「始発・終発時刻」の各項目別に(主観的)不便度を尋ねる。
- (3) ワンウェイ型CSの利用意向を問うSP調査
(1)のトリップに関する数値情報を利用し、新たに同じ区間でワンウェイ型CSが導入された場合に、現在利用している交通手段とワンウェイ型CSのどちらを利用するかを尋ねる。
- (4) 個人属性
被験者の年齢、性別、世帯人数、自家用車保有台数、CS利用経験、交通手段別の外出頻度を尋ねる。

表-2 SP調査で提示するワンウェイ型CSの利用形態

		勤務先	
		名古屋市	豊田市
居住地	名古屋市	・ダイレクト	・アクセス ・イグレス
	豊田市	・アクセス ・イグレス	・ダイレクト

うに「通勤」での移動について回答する被験者に対し、その居住地と勤務先の組み合わせに応じてSP調査内でワンウェイ型CSの利用形態を提示した。一方「私用」での移動については、予備調査で移動目的や目的地を絞っていないため、被験者ごとに大きく異なると考えられる。したがって、「私用」での移動について回答する被験者に対し、SP調査で提示するワンウェイ型CSの利用形態は、表-2とは無関係に3種の中から無作為とした。ただし、本稿ではこれら3種のうち、最もCSへの転換確率が高いと考えられる「ダイレクト型」を対象とした分析を行う。

SP調査の中では、RPデータをもとに現在の交通手段とCSの利用条件を設定した。「ダイレクト型」CSの利用意向について回答する被験者には、表-3、表-4に示すように利用条件を変化させ、計8パターンについて回答を得た。なお、表-4に示すように、自家用車利用について回答する被験者に対して提示するCSの利用条件の一部は、既往研究などを参考に独自に設定した。被験者の選択肢は、単に2択で「現在の交通手段 or CS」とはせず、表-5に示すように4択として幅を持たせた。

表-3 SP調査における変数表(公共交通利用)

因子	水準
公共交通の待ち時間	RPデータ, その5割増しの値
CSの料金	RPデータの運賃, その5割増しの値
CSへのアクセス時間	RPデータのアクセス時間, その5割増しの値
CSの乗車時間	RPデータの乗車時間, その5割増しの値

表-4 SP調査における変数表(自家用車利用)

因子	水準
自家用車の運転時間	RPデータの平均時間, 同最大時間
CSの料金	200円/15分, 400円/15分
CSへのアクセス時間	5分, 10分
CSの乗車時間	RPデータの運転時間の平均時間, 同最大時間

表-5 SP調査での被験者の選択肢

- (1)必ず「公共交通/自家用車」を利用する
- (2)おそらく「公共交通/自家用車」を利用する
- (3)おそらく「ワンウェイ型CS」を利用する
- (4)必ず「ワンウェイ型CS」を利用する

(2) 回答者の個人属性

アンケートの実施が未完のため現時点では省略。

4. ワンウェイ型CS選択モデルの推定

(1) モデルの概要

本研究で構築するワンウェイ型CS選択モデルの概略を図-1、図-2に示す。両図において、実線で囲まれた変数が観測変数(すなわち、アンケート調査の回答内容)、点線で囲まれた変数が観測不可能な変数である。特に、「普段の移動の不便度」を潜在変数として選択モデルに組み込む点が本研究で構築する選択モデルの重要な特徴である。モデルの推計には、Ben-Akivaら¹¹⁾を参考に、潜在変数と効用関数を同時に推計可能な方法を採用した。

(2) 推定結果

アンケートの実施が未完のため現時点では省略。

5. まとめ

本研究では、交通問題などの改善効果が期待されているワンウェイ型CSについて、普段の交通手段からの転換を尋ねるアンケート調査を行った。そして、特に移動

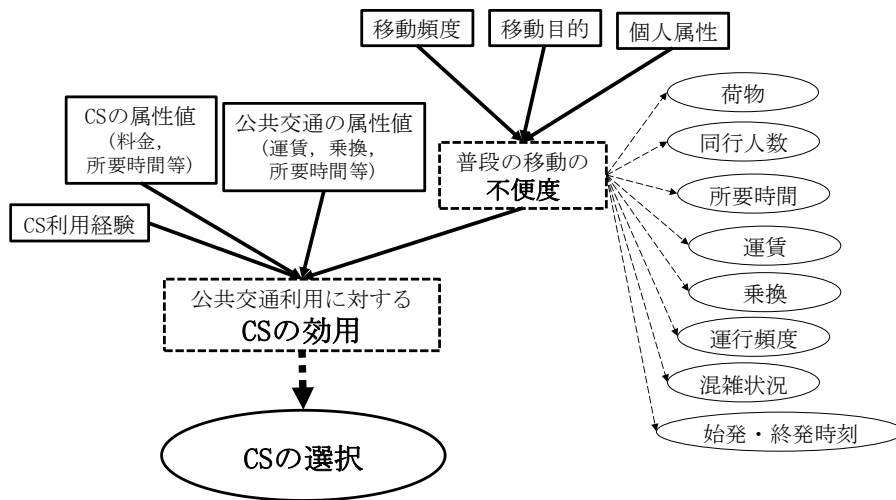


図-1 公共交通利用に対するCS選択モデル

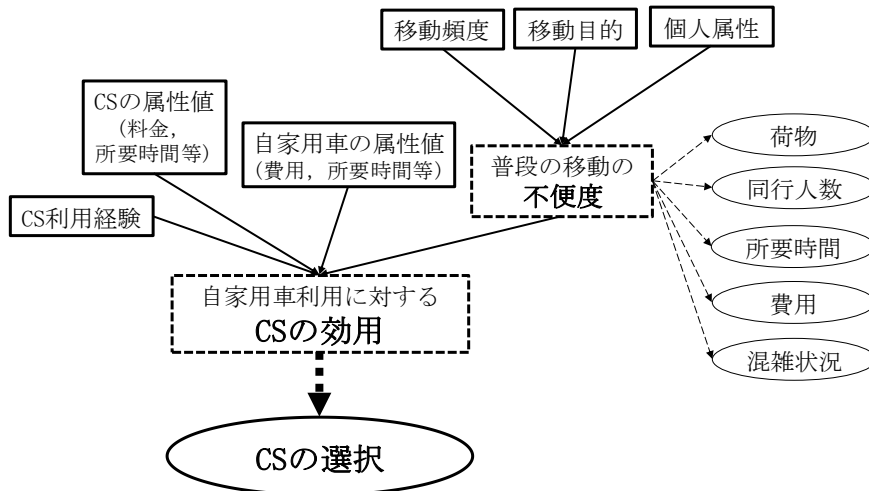


図-2 自家用車利用に対するCS選択モデル

の全区間でCSを利用する「ダイレクト型」を対象にその選択モデルを構築した。その際、普段の交通手段における費用や所要時間、混雑具合など様々な項目に対して個人が抱く「不便さ」を併せて調査し、分析に取り入れた。

今後の課題としては以下が挙げられる。

- 1) 本研究では、ワンウェイ型CS選択モデルの構築と、その推定結果に基づく基礎的な考察にとどまっている。具体的な方策は確定していないが、この選択モデルを活用した詳細な分析を行う必要がある。
- 2) 本稿では「ダイレクト型」の利用についてのみ分析を行っており、「アクセス型」「イグレス型」の利用についても同様のモデルを構築し、分析する必要がある。

参考文献

- 1) 山本俊行, 成瀬弘恵, 森川高行: カーシェアリングが自動車保有および交通行動に及ぼす影響の分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.34, 2007.
- 2) 矢野晋哉, 高山光正, 仲尾謙二, 藤井聡: カーシェアリングへの加入が交通行動に及ぼす影響分析, 土木学会論文集 D3, Vol.67, No.5, pp.I_611-I_616, 2011.
- 3) 西垣友貴, Jan-Dirk Schmöcker, 中村俊之, 宇野伸宏, 桑原昌広, 吉岡顕: アクセシビリティ指標を用いたワンウェイ型カーシェアリングシステムの評価, 土木計画学研究・論文集, CDR0M., 2017.
- 4) 国土交通省: いわゆるワンウェイ方式のレンタカー型カーシェアリングの実施に係る取り扱いについて, http://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha03_hh_000176.html, 2019.9.30. 閲覧
- 5) Stefano de Luca, Roberta Di Pace: Modelling users' behaviour in inter-urban carsharing program: A stated preference approach, *Transportation Research Part A*, No.71, pp59-76, 2015.

- 6) Taekwan Yoon, Christopher R. Cherry, Luke R. Jones : One-way and round-trip carsharing: A stated preference experiment in Beijing, *Transportation Research Part D*, No.53, pp102-114, 2017.
- 7) Armando Carteni, Ennio Cascetta, Stefano de Luca : A random utility model for park & carsharing services and the pure preference for electric vehicles, *Transport Policy*, No.48, pp49-59, 2016
- 8) 中村謙太, 溝上章志, 橋本淳也 : ワンウェイ型カーシェアリングシステムの導入可能性と最適ステーション配置, *土木学会論文集 D3*, Vol.73, No.3, pp135-147, 2017.
- 9) 斉藤いつみ, 羽藤英二 : 時間的選択構造に着目した EV シェアリングの加入・利用選択モデル, *都市計画* 論文集, Vol.46, No.3, 2011.
- 10) 豊田市 : 豊田市公共交通基本計画, https://www.city.toyota.aichi.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/007/554/01.pdf, 2019年9月30日閲覧
- 11) Moshe Ben-Akiva, Joan Walker, Adriana T. Bernardino, Dinesh A. Gopinath, Taka Morikawa, Amelia Polydoropoulou : Integration of Choice and Latent Variable Models, *Perpetual Motion: Travel Behaviour Research Opportunities and Application Challenges*, pp.431-470, 2002
- (???? ?? ?? 受付)

ONE WAY CAR-SHARING CHOICE MODEL CONSIDERING MOBILITY INCONVENIENCE EVALUATION

Ryuto OGATA, Jan-Dirk SCHMÖCKER, Nobuhiro UNO,
Toshiyuki NAKAMURA and Masahiro KUWAHARA

One-way car-sharing systems (OWCS) might reduce private car usage and improve the accessibility, as they make it possible to use car-sharing for the “first mile” and/or the “last mile” and in between use public transport. However, they might not be chosen even though they are convenient; whether they are chosen should also depend on "inconvenient factors" such as luggage and overcrowding .

In order to understand which factors to have an influence on mode choice, we conduct a survey. It includes the evaluation of inconvenience on usual mode and the stated preference survey asking whether to switch to OWCS. Based on it, we build the OWCS choice model and consider the results.