

道路政策の質の向上に資する技術研究開発

【研究状況報告書（2年目の研究対象）】

① 研究代表者	氏名（ふりがな）		所属		役職	
	溝上章志（みぞかみしょうし）		熊本大学大学院 先端科学研究部		教授	
② 研究 テーマ	名称	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道路空間の新たな利活用方策についての研究開発				
	政策 領域	[主領域] 【領域1】 新たな行政システムの創造 [副領域]	公募 タイプ	タイプII		
③ 研究経費（単位：万円） ※H28は精算額，H29は受託額， H30は計画額を記入。端数切捨。	平成28年度	平成29年度	平成30年度	総合計		
	1,155	1,149	1,864	4,168		
④ 研究者氏名（研究代表者以外の主な研究者の氏名，所属・役職を記入。なお，記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。）						
氏名		所属・役職				
円山琢也		熊本大学・准教授（政策創造研究教育センター生涯学習教育部門）				
藤見俊夫		熊本大学・准教授（大学院自然科学研究科）				
森 俊勝		熊本大学・産学連携研究員				
須永大介		一般財団法人計量計画研究所都市交通研究室・室長				
⑤ 研究の目的・目標（提案書に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入。）						
<p>本委託研究は，再配車を行わないワンウェイ型カーシェアリングシステムの我が国における導入可能性とその効果の検討，ステーション型の場合の最適デポ配置，フリーフロート型とした場合の道路空間の新たな利活用方策などについて検討することを目的とする。</p> <p>今年度は，海外におけるシェアリングシステムの最新動向を知るための海外視察と実態・意識調査，超小型電気自動車（以下「MEV」という。）シェアリングシステム導入の可能性を検証するためのシェアリングに対する選好意識モデルとメソ交通流シミュレーションモデルを組み込んだMEVシェアリングシステムの運用シミュレーション分析を行う。また，これらの成果を見ながら，本研究の最終的な目標である都市圏でカーシェアリング社会実装実験を実施するための理論的裏付け，実験準備，関係者との調整を行うものである。</p>						

⑥これまでの研究経過 (研究の進捗状況について、これまでに得られた研究成果や目標の達成状況とその根拠(データ等)を必要に応じて図表等を用いながら具体的に記入。)

(1) マクロカーシェアリング (CS) 運用シミュレーションモデルの適用可能性の検証

1) 普及過程を考慮したCSシステムの運用シミュレーション分析

我が国へのワンウェイ型カーシェアリング (OWCS) サービスの導入可能性の検討を目的として、前年に開発したCS運用シミュレーションモデルを、サービスの普及過程を記述することが可能なモデルに拡張し、どのような普及促進策がCSサービスの普及に効果的であるかを分析した。その結果、下記が明らかになった。

表-1.1 非経験者モデルの推定結果

	説明変数	推定値	t 値
転換する	時間料金 (円/分)	-0.175	-10.8
	予約リード時間 (分)	-0.011	-4.09
	普及率 (%)	0.561	7.30
転換しない	トリップ所要時間 (分)	-0.006	-1.12
	私用・業務目的ダミー	-0.169	-0.90
	性別 (男性=1)	-0.291	-0.94
サンプル数		784	
尤度比		0.35	

- a) 従来の OWCS 選択モデルによる経験者モデル (表-1.1参照) に加えて、過去にOWCSシステムを一度も利用したことのない人がサービスを利用するか否かを選択する非経験者モデルを用いることで、OWCS サービスの普及過程をモデル化した。
- b) 前期の普及率を説明変数に持つ非経験者モデルの推定のための新たな方法を提案し、統計的にも有効なモデルが推定された。この普及過程を考慮した運用シミュレーターはOWCSの普及過程と普及率の均衡値の予測に有用である。
- c) 時間料金や配車数は OWCS サービスの普及速度や普及率に大きな影響を及ぼすこと、短期間であっても、時間料金の低減施策は OWCS の普及速度の加速と早期の均衡に有効であること、わずかの割引料金の差異によってその効果はかなり異なることが明らかになった。

2) 都市構造や交通特性の違いによるCSサービスの普及に関する都市間比較分析

我が国への導入可能性が高いワンウェイ型ステーションベースのCSサービスについて、開発したCS運用シミュレーションモデルを人口規模や交通特性が異なる北九州市、熊本市、久留米市に適用し、普及過程や稼働率などの導入可能性評価値の違いやその要因について実証的な分析を行った結果、以下のことが明らかになった (図-1.1参照)。

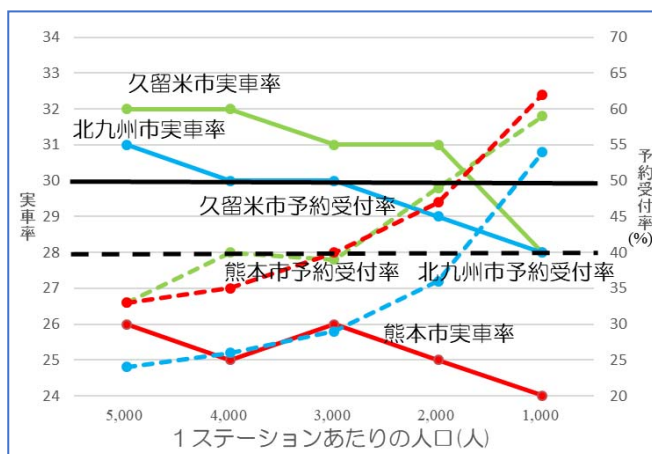


図-1.1 ステーション密度と導入可能性評価値

- a) ステーション密度が高く、人口規模が大きい都市ほど、CSサービスの普及は促進される。
- b) 平均トリップ長が短く、市街地部と郊外部の人口に差が小さく、サービスが昼夜、利用される都市ほど、CSサービスの導入可能性は高く、市街地部での人口集積度が高く、夜間のサービス利用が少なく、徒歩や二輪の分担率が高い都市ほど、導入可能性は低い。

(2) MEVシェアリングサービス導入による交通流動と効果計測のためのメソ交通流シミュレーターの精緻化

予約可能性リスクによってCSの効用が変動する転換モデル，およびモビリティモデルを組込んだMEVによるCSを想定したメソ交通流シミュレーションモデルの構造を図-2.1に示す。

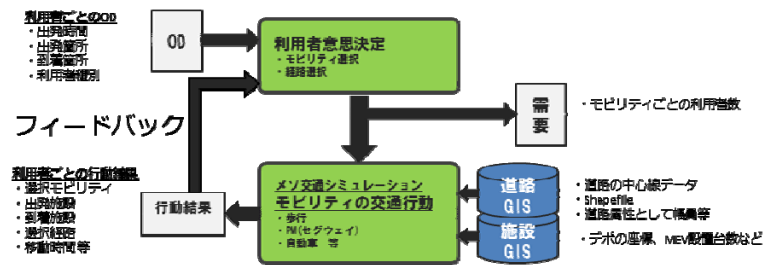


図-2.1 メソ交通流シミュレーションモデルによるMEVシェアリングシステムの運用シミュレーション

シミュレーターの精緻化を図るため，新たに交通管制・制御を考慮できるようにした．さらに，シミュレーターから得られる交通流動がショックウェーブの発生などの交通工学上の理論的挙動を再現できていることを確認した（図-2.2参照）。

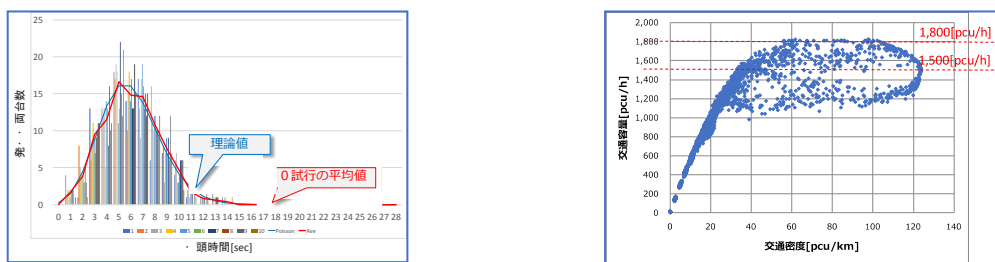


図-2.2 メソ交通流シミュレーターの検証（左：車両発生分布の検証、右：ショックウェーブの検証）

表-2.1の条件に基づき，熊本都市圏をサービス提供エリアの151,480トリップを対象として，構築したメソ交通シミュレーターを用いたワンウェイ型CSシステムの導入効果の推定，評価を行った。道路種別による利用比割合の変化やシェアリングシステムによる1トリップ当たりの平均レンタル時間など，メソ交通流シミュレーションを用いなければ再現できない種々の結果が得られた（表-2.2参照）。

表-2.1 基本条件の設定値

ステーション	駐車スペース/ ステーション	配車台数/ ステーション	総配車台数	料金	予約リードタイム
42箇所	5	3台	126台	20 (円/分)	30分前まで

表-2.2 シミュレーション結果（左：道路リンク利用割合の変化，右：パフォーマンス指標）

道路幅員	OWCS導入後の 利用率増加分	予約成立割合	12.6%
13.0m~	0.9%	1日あたりの利用回数	452回
5.5m~13.0m	1.1%	1日1台あたり利用回数	3.59回
3.0m~5.5m	0.7%	1日あたりの総走行距離	774,221 m
~3.0m	8.4%	1トリップあたりの平均走行距離	1,712.88 m
		1日の総レンタル時間	26時間21分17秒
		1トリップあたりの平均レンタル時間	3分49秒

(3) ワンウェイ型CS導入のための要件整理と海外におけるCS環境との比較

車輛の保管場所に対して厳格な「自動車の保管場所の確保等に関する法律」がある我が国に導入可能なワンウェイ型ステーションタイプのCSサービスであるパリ都市圏のAutolib'にみる欧米のシェアリングサービスと駐車政策について、1)サービスの利用実態とパフォーマンス、2) Autolib'事業と契約ステーション整備、3) 欧州のカーシェアリングサービスと駐車政策、4)Autolib'ステーションの設置ガイドラインについて、現地視察、関係機関での情報収集を行った。

1) サービスの利用実態とパフォーマンス

サービスの提供範囲	パリ+周辺都市圏86自治体
ステーション数	1,042箇所
駐車デポ数	5,838デポ
ステーション間平均距離	364m (パリ中心部では250m)
車両数	3,698台
サービス加入者数	年間契約：99,600、1回チケット：137,000
年間利用回数	5,193,312回/年
1日1台あたり平均利用回数	5.2回/台・日



図-3.1 Autolib'のサービスと利用実態

Autolib'車両	ステーション
利用可能車両1台あたり加入者数：27人	利用可能駐車スペース数：1.73
平日1日1台あたり利用回数：4.7回	平日出発数：15レンタル
週末1日1台あたり利用回数：5.8回	連休出発数：18.3レンタル
年間1台平均利用回数：1,569回	年間出発数：5,367レンタル
年間サービス回数：330日	年間サービス日数：353日
年間メンテナンス回数：35日	年間メンテナンス日数：12日
平均速度：15.6km/h	利用可能性駐車スペース比率：73%
1日の平均走行距離：44.2km	利用可能性駐車スペース：71%
1トリップあたりの平均走行距離：9.3km	ステーションあたり平均駐車スペース数：5.32 (4~7)
1日のレンタル時間：3時間10分	ステーション間の平均距離：364m
年間契約者の利用率：96.7%	
女性の利用率：37%	
郊外トリップ比率：46.9%	

図-3.2 Autolib'のパフォーマンス

2) Autolib'事業契約とステーション整備

オートリブ・メトロポール (パリと周辺86自治体で組織) はボロレ・グループへ12年間の事業委託を行う。ボロレは、インフラ投資と事業の維持管理に年間、1億ユーロを投資する一方で、登録料と利用料金はボロレの収入となる。

ステーションの整備費用50,000ユーロ/1ステーションは自治体が支出するのに対して、ボロレは1駐車スペース当たり750ユーロ/年の借用料を自治体に支払う。自治体は、750€/スペース/年×5.32スペース/ステーション×12年+公道使用料=(47,880+α)ユーロの収入(≒ステーション整備費)となる。メトロポールへの参加自治体が増加しているのは、ステーション整備によるAutolib'の普及による市民のモビリティ向上と同時に財政的リターンを得るためである。

3) 欧州のカーシェアリングサービスと駐車政策

欧米は自家用車も路上駐車であるため、住居地域、特に高層住宅が新規建設されている郊外部では居住者への駐車スペースの確保が困難となっている中、自動車保有者の駐車利便性と都市交通政策、およびシェアリング事業からの駐車場収入の視点から、自家用車とCSサービスに有限の駐車スペースをどのように配分するかが重要な交通政策となっている。

4) Autolib'ステーションの設置ガイドライン



図-3.3 幹線系街路のステーション (La Fayette通り)

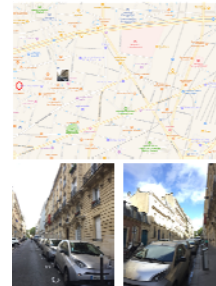
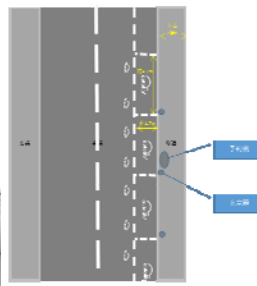
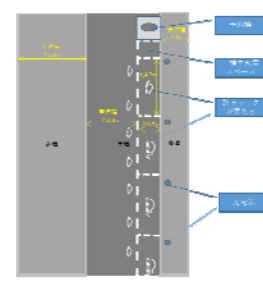


図-3.4 細道路のステーション (Trugot通り)



(4) ワンウェイ型CSシステムに関する情報収集

シェアカーについて先進研究を行っている名古屋大学と共に、交流協定を締結して持ち回りで毎年開催している 4 University International Joint Conferenceの構成メンバーであるカナダカルガリー大学、韓国ソウル市立大学、中国同済大学から研究者を招聘し、2017.08.26にSpecial Session: Automated Driving and Shared Mobilityを開催し、各国のCSサービスやそのための技術などについての情報交換を行った。当時のプログラムと発表タイトルは下記である。

August 26th (Saturday)	
9:00-12:00	Special Session Automated Driving and Shared-mobility Chairman:L.Seungjae
1	An Infrastructure-based Solution for Automated Valet Parking Cong Zhao (Tongji University), Xinghua Li and Yuchuan Du
2	Analysis on Supply and Demand of Shared Autonomous Vehicles considering Household Vehicle Ownership and Shared Use Mingyang Hao (Nagoya university) and Toshiyuki Yamamoto
3	Assessing Public Preference and Willingness to Pay for Services of Shared Autonomous Vehicles: A Stated Preference Study in Nagoya, Japan Mingyang Hao (Nagoya University), Yanyan Li and Toshiyuki Yamamoto
4	Traffic Flow Dynamics under Connected and Autonomous Vehicle Environments Sangun Park (University of Seoul), Seungjae Lee and Jooyoung Kim
5	Some Subjects and Possibility in Introducing Car Sharing System in Japan Shoshi Mizokami (Kumamoto University)
6	Comparative Analysis on Diffusion of Car Sharing System by Urban Structure and Attributes Masaki Yamamoto (Kumamoto University) and Shoshi Mizokami
12:00-12:10	Closing Remarks
12:10-18:30	Lunch and Field Trip to Kumamoto Earthquake Affected Area

図-4.1 スペシャルセッションのプログラム

その他、1) シェアリングモビリティ勉強会 (2017.07.07@名古屋大学工学部, 参加者7人), 2) カーシェアリング研究情報交換会 (2017.12.21@東京大学工学部, 参加者数8人), 3) BMW Japanとのシェアリング戦略年協会 (2017.07.21@BMW Japan) から情報収集を行った。

⑦研究成果の発表状況 (本研究から得られた研究成果について、学術誌等に発表した論文及び国際会議、学会等における発表等があれば記入。)

- 1) 山本真生, 溝上章志, 古澤悠吾: 都市構造や交通特性の違いによるカーシェアリングシステムの普及に関する都市間比較分析, 第56回土木計画学研究発表会, 岩手大学, 2017.11.
- 2) 森 俊勝, 溝上章志: ワンウェイ型カーシェアリングシステムの導入可能性検討のための分析ツール, 第56回土木計画学研究発表会, 岩手大学, 2017.11.
- 3) 古澤悠吾, 溝上章志, 中村謙太: 普及過程を考慮したカーシェアリングシステムの運用シミュレーション分析, 土木学会論文集D3, Vol.73, No.5, pp. I_1003-I_1012, 2017.
- 4) 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, pp.135-147, 2017.
- 5) Shoshi MIZOKAMI (2017), Some Subjects and Possibility in Introducing Car Sharing System in Japan, the 4 University International Joint Conference 2017, Aug.24-26, Kumamoto University.
- 6) Masaki Yamamoto and Shoshi Mizokami (2017), Comparative Analysis on Diffusion of Car Sharing System by Urban Structure and Attributes, the 4 University International Joint Conference 2017, Aug.24-26, Kumamoto University.
- 7) Shoshi MIZOKAMI (2017), Demand Forecasting and management Method of Electric Vehicle Sharing System – Simulation Model of One-way Micro Electric Vehicle (MEV) Sharing System, Car Sharing Association Annual Conference, May 18th - May 9th, 2017, Montreal, Canada.

⑧研究成果の活用方策（本研究から得られた研究成果について、実務への適用に向けた活用方法・手段・今後の展開等を記入。また、研究期間終了後における、研究の継続性や成果活用の展開等をどのように確保するのかについて記述。）

■実務への適用に向けた活用方法・手段・今後の展開等

- ・パリのAutolib'の利用実態からもその重要性が検証された利用可能性確率を説明変数として導入したCS選択モデルを組み込んだCS運用シミュレーションモデルは、CSサービスの導入可能性を事前に検討するツールとして実務に利用可能である。さらに、これを発展させた最適ステーション配置モデルは、トレードオフの関係にある事業者評価視点からの稼働率と利用者評価視点からの予約受付率とを総合的に最適化するステーションの配置計画に有用である。
- ・CSサービスの運用を実証実験の代わりにコンピュータ上で模擬実験するメソ交通流シミュレーションモデルは、サービスに対するパフォーマンスと効果を計測する、より高度で有用な分析ツールとなる。

■研究期間終了後における、研究の継続性や成果活用の展開

- ・現在は自動車の保管場所の確保に対する厳格な管理が求められているために、我が国ではCSサービス事業は小規模である。しかし、海外では自動車は保有からシェアへ、自動車利用も占有からライドシェアへという動きが進みつつ。さらに、完全自動運転技術が完成すると、完全自動運転車によるCSサービスが現実のものとなるであろう。
- ・本研究では我が国へのCSサービスの導入可能性を検証するための方法を開発しているが、個人が保有する完全自動運転車をシェアカーとして提供するか否かという供給側の意志決定モデルをシミュレーションモデルの中に組み込みさえすれば、完全自動運転CSサービスの分析にも適用可能であることから、継続的・発展的な研究に展開可能である。

⑨特記事項（本研究から得られた知見、学内外等へのインパクト等、特記すべき事項があれば記入。また、研究の目的・目標からみた、研究成果の見通しや進捗の達成度についての自己評価も記入。）

平成28年度と29年度の両年、CSサービスの実態調査のための海外事例視察から得られた成果、特にパリで提供されているワンウェイ型ステーションタイプのAutolib'のサービス実態、契約方式、駐車ステーションの設置ガイドラインと運用方法は、自動車の保管場所の確保に厳格な規制がある我が国にCSサービスを導入する際の駐車スペースの数と配置を決定する上で極めて参考になる。欧米ではCSサービスに必要なステーションの配置やデポ数、および車両数などについては、詳細なマーケティングと事業者にも行政にもインセンティブのある契約を行った後は、まずは実装し、改善を行っていくという方法をとっている。従って、本研究で開発している事前に需要の将来予測や最適ステーション配置を可能にする運用シミュレーションモデルに強い興味を示した。事実、我が国でのCSサービス事業を提供したいと考えている事業者や海外の大学からの情報交換の依頼もある。さらに、本研究の成果はカーシェアリングと親和性の高い完全自動運転車が普及した場合のシェア需要の予測や経済的インパクトの評価などを行う上で、今後、有用な知見を与えることが期待されている。

以上より、研究は当初計画通りに進捗している上、本年度までに得られた成果は学術的にも実務上も有用であると評価できる。