

カーシェアリングシステムの普及過程を考慮した運用シミュレーション分析

○ 熊本大学 学生員 古澤悠吾
熊本大学 正会員 溝上章志

1. 序論

交通渋滞，大気汚染，自動車総数の削減などの様々な交通に関する問題が混在する中で今，利用者数を伸ばしているのが共用の自動車を会員間で共同利用するカーシェアリングサービスである．

乗り捨てが可能なワンウェイ型のカーシェアリングは，利便性が高いが需要の偏りにより借りたい時に車両がない，返却したいのにデポに車両が満車で別のデポに返却せざるをえないなどの問題が生まれる可能性がある．この様なシステム構築の難しさから国内では大規模なワンウェイ型カーシェアリング（以後，OWS: One-Way type Sharingと記す）事業の普及は進んでいない．著者らの既存研究¹⁾では開発したOWSシミュレーションによりシステムの挙動を表現しているが，サービス開始初日から予約受付トリップが最大に達するようなトリップの転換がなされている．しかし，実際のサービス導入に当たっては導入初期の需要増加から需要の定着が想定される．本研究ではOWSシステムの普及過程を考慮した運用シミュレーション分析を行う．特に，OWSシステムの普及率と予約が受け付けられないリスクの相互依存性に着目し普及予測モデルを構築し影響分析を行う．

2. 使用データとOWS選択モデル

現在，大規模なカーシェアリングの利用者推移が分かるデータは存在しない．そこで本研究ではMEVによるOWSシステムに対する利用意向とOWSシステムへの置き換えモデル作成のために既存研究と同様にSPによる選好意識調査の結果を用いる．調査対象地域は市中心部から半径10km圏内のランダムに選んだ13校区に対し，各30世帯への訪問留置法により実施した．シミュレーションの対象地域は熊本市中心部から熊本県庁，JR上熊本，JR平成駅，JR熊本駅を含む約半径5km圏内の29の熊本都市圏PT調査Cゾーンとして，PT調査のマスターデータから導入地域のトリップを151,040トリップ抽出し，潜在利用者として扱う．

どのサービスにも必ず利用者と非利用者が存在する．そこで本研究ではカーシェアのサービスの利用者と非利用者のそれぞれの OWS 選択モデルを使用することでより詳細な普及過程を導けると考える．既存研究での OWS システム選択モデルは OWS システムに転換するか，しないかの 2 項ロジットモデルである．本研究では普及過程の影響分析のために新たに普及率モデルを定式化する． t 期における個人の OWS システムの利用・非利用に対する効用関数をそれぞれ以下のように定式化する．

$$V_{OWS,i,t} = u_{i,t} + \gamma S_{t-1} + \varepsilon_{OWS,i,t}$$

$$V_{NON,i,t} = -u_{i,t} + \gamma(1 - S_{t-1}) + \varepsilon_{NON,i,t}$$

ここで， $V_{OWS,i,t}$ は個人 i が t 期に OWS システムを利用することによって得る効用， $V_{NON,i,t}$ は個人 i が t 期に OWS システムを利用しないことによって得る効用， $u_{i,t}$ は個人 i が t 期に OWS システムを利用する影響のうち私的動機のみ依存する確定項， S_t は t 期における OWS システムの普及率， $\varepsilon_{OWS,i,t}$ と $\varepsilon_{NON,i,t}$ は私的動機のみ依存するランダム項， γ はネットワーク外部性の影響度を表すパラメータである．

次に式(1)，(2)の効用差 $\Delta V_{i,t}$ は以下のように表せる．

$$\begin{aligned}\Delta V_{i,t} &= V_{OWS,i,t} - V_{NON,i,t} \\ &= 2u_{i,t} + J(2S_{t-1} - 1) + \varepsilon_{i,t}\end{aligned}$$

ここで， $\varepsilon_{i,t} = \varepsilon_{OWS,i,t} - \varepsilon_{NON,i,t}$ である． $\varepsilon_{OWS,i,t}$ ， $\varepsilon_{NON,i,t}$ が独立かつ同一のガンベル分布に従うとすると，個人 i の t 期における OWS システムの手段選択確率 $P_{i,t}$ は，以下の 2 項ロジットで表される．（ β はスケールパラメータ）

$$P_{i,t} = \left\{ 1 + \exp \left[-2\beta u_{i,t} - \beta J(2S_{t-1} - 1) \right] \right\}^{-1}$$

2 つのモデルの違いとして既存の OWS 選択モデルにはカーシェアを利用できた経験を変数として選択モデルで用いる．普及率モデルは前日の利用者数から算出された普及率を選択モデルの変数として用いる．

今回推定する普及過程を考慮した OWS 選択モデルには，普及率という利用者間相互依存性を表す指標が

含まれる。しかし、意識調査において普及の状況を直接提示しても妥当な回答結果を得ることは考えにくい。福田ら²⁾はETC 車載器普及率と ETC 利用による料金所通過時間に節約される待ち時間の関係から普及率を算出しており、実際の道路料金所を例に挙げ通過時間と普及率を算出している。本研究が対象とするカーシェアリングは現実には存在しない仮想のサービスであるため、既存研究の運用シミュレーション分析の結果から普及率に関係する要因を明らかにする。開発した OWS 運用シミュレーションでは、OWS システムが普及するに伴って予約が受けられないリスクが増大し OWS に対する効用は減少する。その結果、予約受付トリップは減少する。この関係から OWS 運用シミュレーションでは、他の利用者との競合が少なく予約が受けられない確率が低い時には普及率は上昇していくが、利用者が増加し予約が受けられない経験が多くなると OWS の選択確率は低下するため普及率は低下していく。この関係から普及率と予約が受けられない確率の変化は相互関係があると考えられる。運用シミュレーションから予約が受けられない確率の変動による普及率の変化を明らかにし、得られた普及率の値を普及率モデルの変数として導入した。推定結果を表-1 に示す。

表-1 利用者モデルのモデル推定結果

説明変数		推定値	t 値
置き換える	普及率	1.657	6.52
	事前予約時間 (分)	-0.011	-3.94
	利用料金	-0.263	-11.22
置き換えない	トリップ所要時間	-0.009	-1.74
	私用	-0.292	-1.59
	性別 (男性=1)	-0.274	-1.49
サンプル数		784	
尤度比		0.3449524	

3. 普及過程を考慮した運用シミュレーション分析

シミュレーション 1 日目は全ての潜在利用者に対してカーシェアへ転換するか普及率モデルを用いて算出する。2 日目からの転換処理は、前日に利用意向のあるトリップとして処理されなかったトリップに対しカーシェアを利用していないと判断し、次の日も普及率モデルで転換処理を行う。一度でも利用意向のあるトリ

ップとして処理されたトリップはカーシェアを利用しようと試みたとして次の日から OWS 選択モデルを用いて転換処理を行う。シミュレーションフローは既存研究と同様のものを使用している。1 年間のシミュレーション結果を図-1 に示す。シミュレーション結果から分かるようにグラフは一定の傾きで上昇後、膠着状態へと移行していることがわかる。これは普及率モデルから OWS 選択モデルへと移行する潜在利用者数が増加することで徐々に膠着状態になったと予想できる。

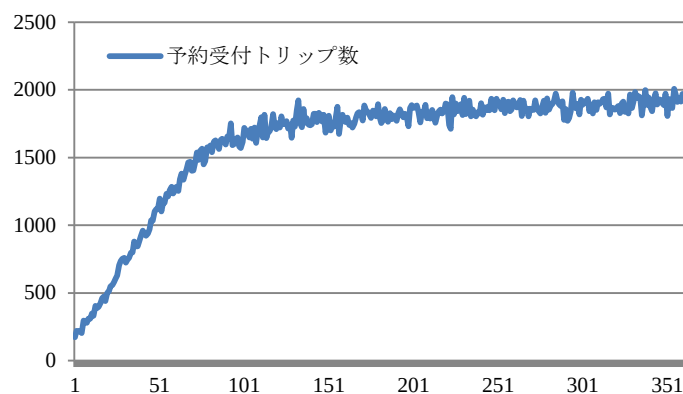


図-1 1 年間の運用シミュレーション結果

4. おわりに

OWS システムの普及過程を考慮した運用シミュレーション分析を行った。今後はシミュレーション結果の分析を進め、様々なパターン変化が普及過程にどのような影響を与えるか分析する。

参考文献

- 1) 中村謙太, 溝上章志, 橋本淳也: ワンウェイ型 MEV シェアリングシステムの導入可能性に関するシミュレーション分析, 土木学会論文集 D3,vol70,No.5,2016
- 2) 福田大輔, 渡辺健, 屋井鉄雄: 利用者間の相互依存性に着目した ETC 車載器普及モデル, 土木計画学研究・講演集 (CD-ROM), vol.28