

# 車両共同利用の配車のシミュレーションモデル

Simulation for the Vehicle Allocation of Car Sharing System

島崎敏一\*・下原祥平\*\*

By Toshikazu SHIMAZAKI・Shohei SHIMOHARA

## 1. 研究の背景

車両の共同利用システムは、都市のモビリティの確保や、住宅地でのセカンドカーとして注目されている。最近では、電気自動車（以下、EV）を用いた共同利用システムの社会実験が、日本においても実施されるようになった<sup>1)</sup>。

自動車の共同利用（以下、共同利用）、1台の乗用車を複数の利用者が共同で利用することであり、基本的に個人が所有し専用的に使用する通常のマイカーに対して新しい所有・利用形態を示すものである<sup>2)</sup>。共同利用に期待される効果としては、公共交通の活性化、都市の駐車問題の解消、また、EVなどの低公害車を用いることでCO<sub>2</sub>の排出削減などの効果が挙げられる<sup>3)</sup>。

また、共同利用で用いる車両を、他機種にわたって整備することにより、利用者がそのときのニーズにあった車両を選択することが可能になる。

共同利用のサービス形態は、ラウンドトリップ、ワンウェイトリップに分類できる。ラウンドトリップとは、利用者は借り出した車両を、返却の際に借り出しを行った配車ステーションへ返却を行うのに対し、ワンウェイトリップでは、返却の際に借り出しを行った配車ステーション以外でも返却が可能というサービス形態である。

## 2. 研究の目的

共同利用のサービス形態をワンウェイトリップで行う際には、配車ステーション毎の需要、魅力などの違いから、ある配車ステーションに車両が集中、または不足する車両の偏在という問題が発生する。

これにより、利用者が希望通りに利用できない、また駐車場が満車で返却ができない、といった問題が発生し、システムの効率が低下してしまう。

そのため、サービスを提供する際には、車両の偏在への対策として、偏在を引き起こすような利用を断るか、もしくは、偏在している車両を他のステーションへ移動する再配車が行われている。

本研究では、この再配車に着目し利用者の利用を断ることなく、再配車の必要を最小限に抑える運用システムの決定方法の構築を目的とする。

## 3. 研究の方法

本研究では、まず、現況を再現できるシミュレーションモデルの構築を行った。次に、共同利用の運用システム決定に際して、サービス提供者が政策的に決定できる要素として、サービス開始時の各ステーションへの配車台数（以下、初期配車台数）と再配車の方法を、構築したシミュレーションモデルに与え、利用者の待ち時間が少なく、かつ、再配車の必要を抑える運用システムを決定する。

また、構築したシミュレーションモデルの再現性、共同利用の運用システムの決定方法の有用性を検証するために、京都市での京都パブリックカーシステム（以下、KPS）をケーススタディとした。

## 4. シミュレーションモデルの構築

### 4-1 シミュレーションモデルの概要

本研究では、periodic scan方式に基づくシミュレーションアプローチを用い、各EVと各ステーションの状況を再現する。なお、スキャンニングの間隔は10分とする。

利用者の発生については、ポアソン分布を仮定し、利用者が発生した際、ステーションのEVが利用できない状態にあっても、利用をあきらめないとした。

---

Key Words: カーシェアリング, 電気自動車, 交通計画

\* フェロー, 工博, 日本大学理工学部土木工学科

(東京都千代田区神田駿河台1-8)

TEL&FAX 03-3259-0989

\*\* 正員, 工修, 日本大学理工学部土木工学科

## 4-2 シミュレーションモデルの流れ

シミュレーションモデルの流れを以下に示す（図1参照）。

共同利用ネットワークの設定，パラメータの入力  
ステーション数，各ステーションの駐車スペース数，EVの台数，利用者の発生強度，利用者の目的ステーションの選択確率などを入力

利用者の発生

利用者の発生したステーションにおいて客待ち車両の確認  
利用者の目的ステーションの空き駐車スペースの確認  
利用時間の決定

貸し出し・返却の条件のチェック

ポアソン分布に基づき利用者を発生させ，利用者の目的ステーションの選択確率より目的ステーションの決定

利用者の待ち人数，待ち時間の発生

貸し出し・返却の条件のチェックを行い，利用者の利用が成立しなかった際に発生

再配車条件のチェック

再配車の条件を満たしているかをチェック

再配車の実行

再配車の条件に基づき，EVを移動

移動中のEVの充電電池の消費

車両の返却

時間軸上で利用者の返却時間となれば車両を返却，再配車車両の到着時間となれば車両を返却

## 4-3 シミュレーションモデルの適用可能性の検証

今回構築したシミュレーションモデルが，共同利用を表現するのに適用可能であるか検証するため，KPSで実際に利用されたOD表（表-1）をもとに，シミュレーションを行った。この際，KPSでは車両の偏在が起こるような予約は，受け付けていないため，シミュレーション上でも偏在を引き起こすような利用者の発生が起こった場合には，利用をあきらめてもらうものとした。

KPSでの実測値<sup>4)</sup>とシミュレーションモデルの，1台当りの1日における稼働回数を示したものが，表-2である。シミュレーションモデルでは実測値を再現できたため，このシミュレーションモデルは適用可能である。

## 5. 運用システムの決定

### 5-1 運用システムの決定方法

共同利用システムのサービス提供者が，運用システムを決定する際には，経済的，地理的な制約から，自由にステーションの数，また，ステーションの駐車スペースを決定するのは困難である。そこで，サービス提供者が自由に設定できる要素としては，初期配車台数と再配車の方法がある。

本研究では，運用システムを決定する手順は，まず，3パターンの初期配車台数を設定し，それらと再配車方法を組み合わせ，最適な再配車方法を決定する。このような手順を踏む理由は，各再配車方法によって最適な初期配車台数は異なる可能性があり，1つの初期配車台数のパターンのみで再配車方法を決定するのは不適當である。また，初期配車台数のパターンは非常

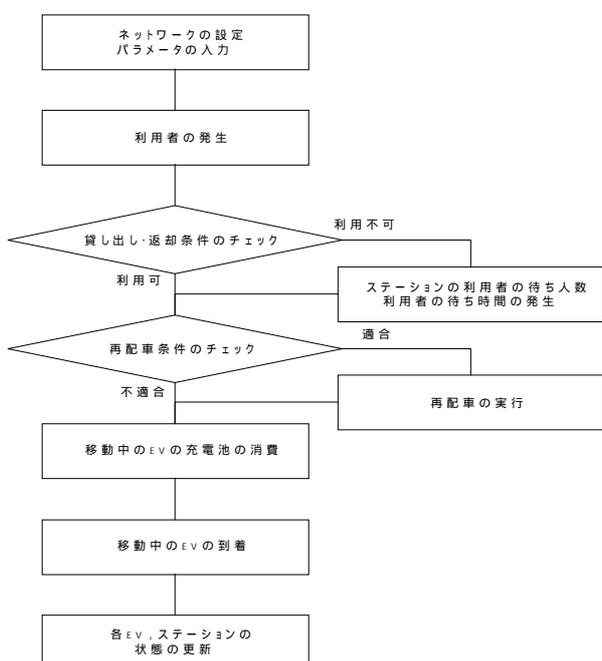
表 1 実際に利用された OD 表（単位：人/日）

	1. 商工会議所	2. ASTEM	3. みやこメッセ	4. 京都駅南	5. 銀閣寺	6. 京都ホテル	発生交通量
1	5.3	0.6	0.4	0.9	1.1	0.7	9.0
2	0.6	5.8	0.2	1.0	0.0	0.5	8.1
3	0.3	0.1	3.2	0.5	0.1	0.4	4.6
4	1.0	1.3	0.3	4.5	0.2	0.5	7.8
5	1.0	0.0	0.0	0.1	4.0	0.2	5.3
6	0.7	0.2	0.7	0.8	0.1	4.5	7.0
集中交通量	8.9	8.0	4.8	7.8	5.5	6.8	41.8

表 - 2 実測値とシミュレーションの1台あたりの稼働回数の比較（単位：回/日）

	商工会議所	ASTEM	京都駅南	みやこメッセ	銀閣寺	京都ホテル
実測	3	1.9	1.8	1.8	2.2	2.5
シミュレーション	2.7	2.1	1.9	1.5	2.3	2.1

図 1 シミュレーションの流れ



に多く、各再配車方法と掛け合わせると膨大な計算量となるためである。

### 5-2 初期配車台数の設定

本研究では、運用システムを決定する際の3パターンの初期配車台数の決定方法を以下のようにする(表-3参照)。

各ステーションへの配車台数をステーションの規模に比例して配車

各ステーションへの配車台数を発生交通量の多いステーションに多く配車

各ステーションへの配車台数を集中交通量の多いステーションに少なく配車

このような初期配車台数を用いる理由は次の通りである<sup>5), 6)</sup>。

発生交通量、集中交通量がステーションの規模に、ある程度比例している共同利用ネットワークに有効。

発生交通量、集中交通量がステーションの規模に、比例していない共同利用ネットワークで、駐車スペースは十分に確保されているが、車両台数が不足している共同利用ネットワークに有効。

発生交通量、集中交通量がステーションの規模に、比例していない共同利用ネットワークで、車両台数は十分に確保されているが、駐車スペースが不足している共同利用ネットワークに有効。

表 3 設定した初期配車台数

	商工会議所	ASTEM	京都南駅	みやこメッセ	銀閣寺	京都ホテル
駐車スペース	9	7	4	9	5	9
パターン1	7	5	2	7	3	7
パターン2	8	4	1	8	3	7
パターン3	6	6	3	6	3	7

表 - 4 設定した再配車の条件

	再配車の条件					
	ステーションの客待ち車両台数		ステーションの客待ちの車両台数と向かっている車両台数		ステーションの空き駐車スペース	
	0台	1台	0台	1台	0台	1台
case1	-	-	-	-	-	-
case2	-	-	-	-	-	-
case3	-	-	-	-	-	-
case4	-	-	-	-	-	-
case5	-	-	-	-	-	-
case6	-	-	-	-	-	-
case7	-	-	-	-	-	-
case8	-	-	-	-	-	-
case9	-	-	-	-	-	-
case10	-	-	-	-	-	-
case11	-	-	-	-	-	-
case12	-	-	-	-	-	-
case13	-	-	-	-	-	-
case14	-	-	-	-	-	-

### 5-3 シミュレーションで用いた再配車方法

本研究では再配車を行なう条件を以下とする。

各ステーションの客待ちの車両台数が0台、もしくは1台以下になると、客待ちの車両台数が最も多いステーションから車両を移動させる

各ステーションの客待ちの車両台数とそのステーションへ向かっている車両の合計台数が0台、もしくは1台以下になると、客待ちの車両台数が最も多いステーションから車両を移動させる

各ステーションの空き駐車スペースが0台、もしくは1台以下になると、各ステーションの客待ち車両台数が最も少ないステーションへ車両を移動する

以上の条件を組み合わせた14ケース(表-4)を、本研究では再配車方法と設定し、3パターンの初期配車台数と組み合わせ、シミュレーションを行なった。

### 5-4 シミュレーションモデルの適用結果

KPSへのシミュレーションモデルの適用を行う。この際の発生・集中交通量については、車両の偏在が起るような予約も受けるために、実際に利用されたOD表と、予約が不成立となった希望OD表の和とした(表-5参照)。

シミュレーション結果を表-6に示す。再配車を行わないケースでの利用者1人当たりの平均待ち時間に着目すると、全てのパターンで100分前後の値とな

表 5 運用システム決定に用いたOD表

(単位:人/日)

	1.商工会議所	2.ASTEM	3.みやこメッセ	4.京都南駅	5.銀閣寺	6.京都ホテル	発生交通量
1	10.8	1.5	0.6	2.4	1.5	1.7	18.5
2	0.9	7.3	0.4	1.7	0.0	1.0	11.3
3	0.7	0.1	5.1	1.2	0.3	0.9	8.3
4	2.7	2.2	0.7	8.9	0.3	1.4	16.2
5	2.0	0.0	0.0	0.4	8.7	0.7	11.8
6	1.6	0.5	1.3	1.5	0.3	7.9	13.1
集中交通量	18.7	11.6	8.1	16.1	11.1	13.6	79.2

表 - 6 シミュレーション結果

	利用者1人当たりの平均待ち時間(分)			再配車の回数(回/日)		
	パターン1	パターン2	パターン3	パターン1	パターン2	パターン3
なし	105.5	108.3	98.3	-	-	-
case1	36.2	59.0	6.4	1.9	2.5	2.1
case2	39.0	46.2	8.5	4.2	4.9	3.4
case3	62.0	80.3	11.8	0.4	1.2	0.3
case4	57.9	74.9	12.9	1.8	1.9	1.0
case5	2.4	2.5	0.5	4.6	5.2	4.4
case6	0.6	0.3	0.3	14.7	15.4	15.5
case7	0.3	0.0	0.1	5.5	7.8	7.2
case8	0.3	0.9	0.0	16.6	21.4	20.1
case9	0.0	0.1	0.0	9.9	12.6	13.1
case10	0.5	0.5	0.2	22.9	26.6	27.5
case11	2.3	1.2	0.2	4.3	6.2	5.3
case12	0.8	1.3	0.0	15.7	16.4	16.7
case13	0.8	0.4	0.4	5.2	7.5	6.4
case14	0.2	0.7	0.0	14.6	17.0	17.1

り、満足なサービスを利用者に提供できるとは考えられず、再配車が必要である。

初期配車台数と利用者 1 人当たりの待ち時間の関係（図 - 2）は、利用者 1 人当たりの待ち時間には、初期配車台数が影響を与える。

また、case1~4 と case5~14 とで、利用者 1 人当たりの待ち時間に大きな差がでた。これは case1~4 では、ステーションの駐車スペースの減少時に再配車を行わないに対し、case5~14 では行うためである。つまり、再配車の条件が利用者 1 人当たりの待ち時間に大きな影響を与える。

再配車の回数と、利用者 1 人当たりの待ち時間の関係（図 - 3）については、相関係数-0.35 となり、再配車の回数の増加が必ずしも利用者 1 人当たりの待ち時間を減少させるわけではない。

### 5-5 考察

シミュレーション結果より、すべてのパターンにおいてステーションの空き駐車スペースの不足時に再配車を行っているケースで利用者1人当り待ち時間が小さな値となった。このことより、今回のケースでは、空き車両があるにも拘わらず返却したいステーションに駐車スペースがないことによる、利用者の利用待ち

が多く起こっていたことが分かる。

初期配車台数については、前述のように駐車スペースの不足が多く発生したため、集中交通量が多いステーションに少なく車両を配置したパターン3で、利用者1人当りの平均待ち時間が他のパターンより値に大きな差が出た。

## 6 . 結論

本研究で構築したシミュレーションモデルは、各車両・各ステーション・利用者の状態を表現するには有効だと考える。しかし、運用システムの決定方法については、本研究が提案する手法で決定するには再配車のコストなどの考慮が必要である。

また、研究の結果より、初期配車台数が利用者の待ち時間に大きな影響を与えることが分かった。よって、シミュレーションをいくつかの現実的な候補を挙げた後、再び初期配車台数の探索をさらに多くのパターンで行えば、より効率の良い運用システムが得られると考える。

今後の課題は、再配車のコスト、利用者のコストといった経済的な側面、サービス向上に伴う利用者の増加、また、利用者がどの程度の待ち時間の許容時間などを考慮にいたった運用システムの決定モデルを構築する必要があると考える。

### 参考文献

- 1) 高山光正：新しい交通システムとしての共同利用，交通工学 Vol.6, NO.2 pp.35-42, 2001年3月
- 2) 太田勝俊：マイカーに代わる新しい交通手段 カーシェアリングの意義，交通工学 Vol.6, NO.2, pp.1-4, 2001年3月
- 3) 宮下雅行：ITS/EV 共同利用システムについて，交通工学 Vol.6, NO.2, pp.20-25, 2001年3月
- 4) (財)日本電動自動車協会：EV 普及のための EV 共同利用システムの広報・調査に関する報告書（京都），平成13年3月
- 5) 下原祥平，島崎敏一：車両共同利用システムにおける車両の最適配車，土木計画学・講演集，NO.24, 2001
- 6) 下原祥平，島崎敏一：車両共同システムにおける再配車モデルの構築，土木学会関東支部，第29回関東支部技術研究発表会講演概要集

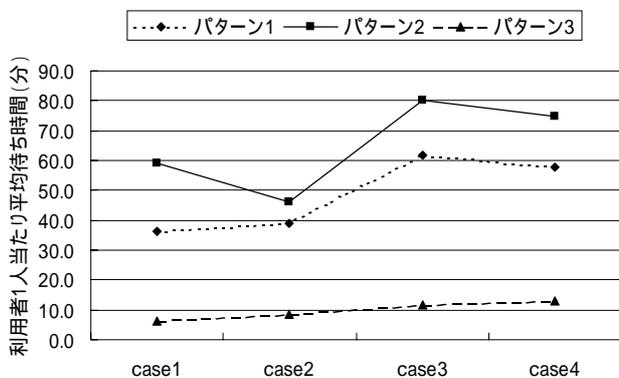


図 - 2 初期配車台数と利用者 1 人当たりの待ち時間の関係

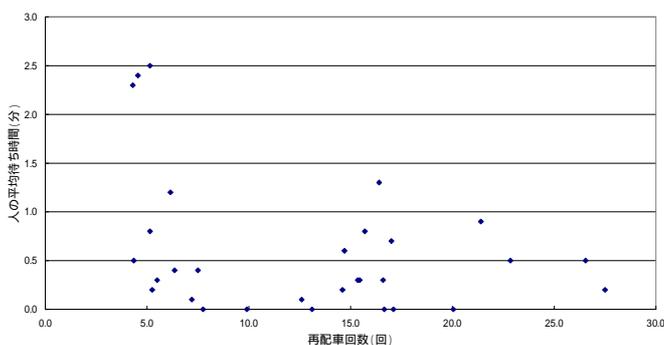


図 3 再配車の回数と、利用者 1 人当たりの待ち時間の関係