

# カー・シェアリング・システムにおける分割乗車割当手法

上杉健太郎<sup>†</sup> 向 直人<sup>†</sup> 渡邊 豊英<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 名古屋大学大学院情報科学研究科社会システム情報学専攻 〒464-8603 名古屋市千種区不老町

E-mail: †{uesugi,naoto,watanabe}@watanabe.ss.is.nagoya-u.ac.jp

あらまし 近年の情報技術の発達は、オンデマンドな顧客輸送システムを実現した。カー・シェアリング・システムは、複数の利用者で少数の車両を共有することをコンセプトとしている。これにより、車両保有に必要なコストの削減、車両過多が引き起こす交通渋滞や駐車場不足の改善が期待できる。カー・シェアリング・システムには、車両を任意の車両ステーションに返却可能な「ワン・ウェイ方式」と、返却する車両ステーションが予め決められた「ラウンド・トリップ方式」がある。本稿では、より利便性の高いワン・ウェイ方式における車両再配置問題に注目する。ワン・ウェイ方式では、利用者が任意の車両ステーションに車両を返却するため、車両ステーション間で駐車車両分布の偏りが生じ、システムの利便性が低下する。我々は、車両の分布状況に従って、分割乗車を利用者に割り当てることで、車両の再配置回数を削減する手法を提案する。最後に、シミュレーション実験の結果を報告し、提案手法の効果について検証する。

キーワード カー・シェアリング, 車両再配置, 分割乗車

## Splitting Assignment of Vehicles for Car Sharing System

Kentaro UESUGI<sup>†</sup>, Naoto MUKAI<sup>†</sup>, and Toyohide WATANABE<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Information Science, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, 464-0803  
Japan

E-mail: †{uesugi,naoto,watanabe}@watanabe.ss.is.nagoya-u.ac.jp

**Abstract** Recent advances in information technology enable a realization of new on-demand transportation systems. A car sharing system is one of the new on-demand transportation systems and its concept is that a large number of people share a small number of vehicles together. This new transportation system is expected as solutions for problems of traffic jams and lack of parking. There are two types of car sharing systems: one-way and round types. In this paper, we focus on the one-way type because the one-way type is more flexible than the round type. In the one-way type, users can return vehicles to any stations at any time. Thus, it is hard to keep a distribution balance of idle vehicles among stations. Therefore, we propose a method to reduce the number of vehicle relocation according to a distribution of idle vehicles. Finally, we report experimental results of our simulation, and evaluate the effect of our method.

**Key words** Car Sharing, Car Relocate, Splitting Assignment.

### 1. はじめに

情報通信技術の発展は、オンデマンドな顧客輸送サービスを実現した。デマンド・バス [1], [2] は、利用者の要求に従って、オンデマンドに走行経路を設定する顧客輸送サービスである。デマンド・バスは、リアルタイムに走行経路を決定するため、台数が制約された車両群に対する「顧客割当」と「経路設定」が、システムの利便性を決定する要因となる。本稿では、オンデマンドな顧客輸送サービスの一つである、カー・シェアリング・システム [3], [4] に着目する。カー・シェアリング・システムにおいては、車両を個人で所有するのではなく、複数人で共有し、

オンデマンドに利用する。これにより、車両所有に必要なコストの削減や、車両過多が引き起こす交通渋滞、駐車場不足の改善が期待できる [5], [6]。カー・シェアリング・システムは 20 年以上前からヨーロッパを中心に運用され、システムの導入が盛んなスイスでは、約 60,000 人の登録会員が 1950 台の乗用車を所有している (2004 年 1 月) [7]。一方、日本でも、2006 年 4 月の道路運送法改正により規制が緩和され、徐々に広がりを見せている [8]。

カー・シェアリング・システムは、車両の降車位置の制約に応じて「ワン・ウェイ方式」と「ラウンド・トリップ方式」に分類される。ワン・ウェイ方式では、サービス・エリア内の任意

の車両ステーションに車両を返却可能である。一方、ラウンド・トリップ方式では、定められた車両ステーションに、車両を返却する必要がある。本稿では、より利便性の高いワン・ウェイ方式のカー・シェアリング・システムを対象とする。ワン・ウェイ方式のカー・シェアリング・システムでは、利用者が返却する車両ステーションを任意に決定するため、車両ステーションでの車両流出数と、車両流入数が一致しない。このため、車両ステーション間の「駐車車両分布」に偏りが発生する。駐車車両数が偏ると、利用要求に対し、即座に車両を割り当てることができない可能性があり、システムの利便性低下の原因となる。我々は以前、駐車車両数の多い車両ステーションから、少ない車両ステーションへ、車両を再配置することで車両分布のバランスを維持する手法を提案した [9]。車両間に設置した仮想的なバネの位置エネルギーに基づき、車両ステーション間で駐車車両数のバランスを維持するように再配置することで、システムの利便性が向上する。しかし、利用者に割り当てる車両の台数や、再配置に必要なコストについては考慮していなかった。本稿では、利用者に割り当てる車両の台数を、駐車車両の分布に応じて決定することにより、再配置回数を削減する手法について検討する。統計的な傾向から、各車両ステーションに最適な駐車車両数を求めることができる。この最適な駐車車両数に近づくように、利用者に「通常乗車」または「分割乗車を割り当てる」。「通常乗車」とは、1組の利用者が1台の車両に乗車することであり、「分割乗車」とは、1組の利用者グループが、グループを分割して複数台の車両に乗車し、車両の流出を促す乗車方法である。駐車車両が過剰状態の車両ステーションで分割乗車を割り当てることで、駐車車両分布バランスの均衡化を図る。

本稿の構成は以下の通りである。2章で問題を形式化し、3章で再配置問題に対するアプローチを示す。4章でシミュレーション実験の結果を報告し、5章でまとめと今後の課題を述べる。

## 2. 形式化

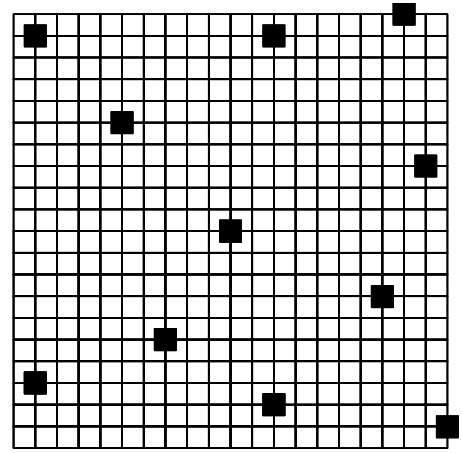
### 2.1 形式化

我々はワン・ウェイ方式のカー・シェアリング・システムを以下のように形式化して考える。

#### 2.1.1 サービス・エリア

サービス・エリアを図1に示すように、ノードとエッジから構成される格子状の道路ネットワーク  $G$  とする (式 (1))。ノードは交差点、エッジはノードを繋ぐ道路セグメントを表し、 $n, n'$  間の距離を  $d(n, n')$  で表す。また、ネットワーク  $G$  上に  $K$  箇所の車両ステーション  $S$  を配置する (式 (2))。利用者は  $w_i$  の確率でノード  $n_i$  を出発地点、または目的地点を選択する。システムの利用者はあるノード  $n_i$  から他のノード  $n_j$  へできる限り早く移動することを目的とする。また、問題を簡略化するために、一方通行や片側車線などは考慮しない。さらに、道路渋滞などによる車両や利用者の移動時間の遅延も考慮せず、エッジの移動コストは一定とする。

$$\begin{cases} G &= (N, E) \\ N &= \{n_1, n_2, \dots, n_L\} \end{cases} \quad (1)$$



■ 車両ステーション

図1 サービス・エリア

Fig.1 Service area

$$S = \{s_1, s_2, \dots, s_K\} \quad (2)$$

#### 2.1.2 ステーション

車両ステーション  $s_i$  は、駐車車両集合  $C_i$ 、利用要求リスト  $R_i$ 、適正車両数  $\alpha_i$  を属性として持つ (式 (3))。

$$s_i = (C_i, R_i, \alpha_i) \quad (3)$$

利用要求リスト  $R_i$  は、 $s_i$  が乗車車両ステーションとなる利用要求と、降車車両ステーションとなる利用要求の両方を時系列に保持する。また、適正車両数  $\alpha_i$  は車両ステーション  $s_i$  での乗車予約数  $|R_i|$  と全車両ステーションでの乗車予約数  $|R_{all}|$  (式 (4)) により求められる (式 (5))。

$$|R_{all}| = \sum_{j=0}^{K-1} |R_j| \quad (4)$$

$$\alpha_i = |C| \times \frac{|R_i|}{|R_{all}|} \quad (5)$$

問題の簡略化のため、本稿では車両ステーションの駐車可能台数を制限せず、無限台数の車両が待機可能であるとする。

#### 2.1.3 車両

$N$  台の車両を式 (6) で与える。車両はグラフ  $G$  中のいずれかのノード  $n$  上に存在し、一定速度  $v_c$  でノード間を移動する。図2は車両の状態遷移を表し、車両は待機状態 (WAIT)、被割当状態 (ASSIGNED)、移動状態 (DRIVED) のいずれかの状態をとる。待機状態の車両は、利用要求が割り当てられると被割当状態に遷移する。なお、被割当状態の車両は他の利用要求や、再配置要求に割り当ててことはない。利用者が駐車中の車両ステーションに到着すると移動を開始する (移動状態)。また、再配置要求が割り当てられた車両は移動状態となり、再配置先の車両ステーションに移動する。車両は降車車両ステーションに到着すると待機状態に戻る。また、各車両の乗車可能人数を  $\beta$  とし、全車両で一定とする。

$$C = \{c_1, c_2, \dots, c_N\} \quad (6)$$

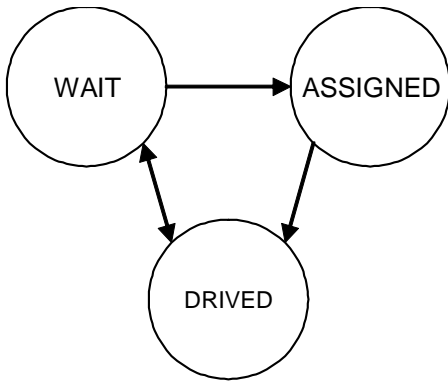


図 2 車両の状態遷移 1

Fig. 2 State transition of cars

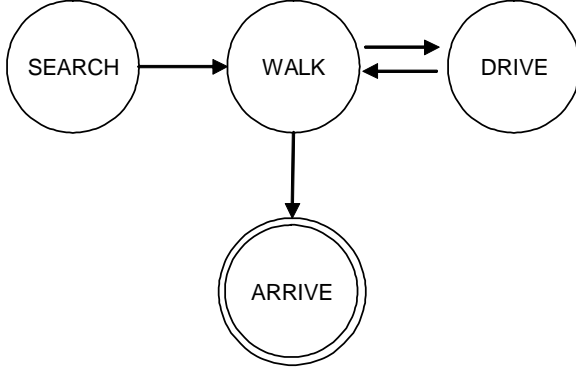


図 3 利用者の状態遷移

Fig. 3 State transition of user

#### 2.1.4 利用者

利用者集合  $U$  を式 (7) で与える．利用者  $u_i$  は利用要求  $r_i$ ，人数  $\gamma_i$ ，初期地点  $n_i^s$ ，目的地点  $n_i^g$  から成り，式 (8) で与える．

$$U = \{u_0, u_1, \dots\} \quad (7)$$

$$u_i = (r_i, \gamma_i, n_i^s, n_i^g) \quad (8)$$

$$r_i = (t_i^{in}, t_i^{out}, s_i^{in}, s_i^{out}, c_j) \quad (9)$$

利用者はグラフ  $G$  中のいずれかのノード  $n$  上に存在し，一定速度  $v_u$  でノード間を移動する．利用者  $c_i$  は  $\gamma_i$  人のグループで構成される．利用者  $c_i$  の予約  $r_i$  は，式 (9) で与える．利用要求  $r_i$  は利用開始時間  $t_i^{in}$ ，利用終了時間  $t_i^{out}$  と乗車車両ステーション  $s_i^{in}$ ，降車車両ステーション  $s_i^{out}$ ，車両  $c_j$  により表す．利用終了時刻  $t_i^{out}$  は，式 (10) により求められる．また，利用要求  $r_i$  は発生時に，乗車車両ステーション  $s_i^{in}$  の利用要求リスト  $R_{in}$  と降車車両ステーション  $s_i^{out}$  の予約リスト  $R_{out}$  のそれぞれに登録される．

$$t_i^{out} = t_i^{in} + \frac{d(s_i^{in}, s_i^{out})}{v_c} \quad (10)$$

また，本研究では，オンデマンドな顧客輸送システムを前提とする．このため，利用者は事前に予約することなく，発生と同時に利用要求を発生し，車両を確保する．

利用者の状態遷移を図 3 に示す．利用者は探索状態 (SEARCH)，歩行状態 (WALK)，運転状態 (DRIVE)，目的

地到達状態 (ARRIVE) のいずれかの状態をとる．利用者  $u_i$  は初期地点  $n_i^s$  にて最寄の待機状態車両  $c_j$  を検索する (探索状態)．待機状態の車両が存在するステーション集合  $S_{WAIT}$  の中で，初期地点  $n_i^s$  に最も近い車両ステーションを乗車車両ステーション  $s_i^{in}$  として選択する．また，目的地点  $n_i^g$  に最も近い車両ステーションを降車車両ステーション  $s_i^{out}$  として選択する．次に，利用者  $u_i$  は探索した車両  $c_j$  を利用すべきか判断する．「車両  $c_j$  を利用した場合の目的地点  $n_i^g$  までの所要時間  $T_i^{use}$ 」と，「車両  $c_j$  を利用しなかった場合の目的地点  $n_i^g$  までの所要時間  $T_i^{nonuse}$ 」を式 (11)，(12) で表す．

$$T_i^{use} = \frac{d(n_i^s, s_i^{in}) + d(s_i^{out}, n_i^g)}{v_u} + \frac{d(s_i^{in}, s_i^{out})}{v_c} \quad (11)$$

$$T_i^{nonuse} = \frac{d(n_i^s, n_i^g)}{v_u} \quad (12)$$

利用者  $u_i$  は式 (13) で与えられる条件を満たすときに，利用要求  $r_i$  を発生し，車両  $c_j$  を確保する．これにより，車両  $c_j$  は被割当状態に遷移し，他の利用要求を受け付けなくなる．車両  $c_j$  を予約した利用者  $u_i$  は，乗車車両ステーション  $s_i^{in}$  へ向かう (歩行状態)．次に，乗車車両ステーション  $s_i^{in}$  で車両  $c_j$  に乗車する．この際，車両  $c_j$  は移動状態に遷移し，乗車車両ステーション  $s_i^{in}$  の駐車車両集合  $C_{in}$  から除かれる．車両  $c_j$  に乗車した利用者  $u_i$  は，降車車両ステーション  $s_i^{out}$  へ向かう (運転状態)．降車車両ステーションに着くと車両  $c_j$  を駐車する．これにより，車両  $c_j$  は待機状態に遷移し，他の利用要求を受け付けるようになる．また，利用者  $u_i$  は，再び歩行状態に遷移し，目的地点に達する (目的地到達状態)．一方，条件式 (13) を満たさないとき，利用要求を発生せず，直接目的地点に向かい (歩行状態)，目的地点に達する (目的地到着状態)．

$$T_i^{use} < T_i^{nonuse} \quad (13)$$

#### 2.1.5 車両再配置

車両ステーション  $s_i$  は，駐車車両比率  $p_i$  (式 (14)) が式 (15) の条件を満たすとき再配置要求を出す． $p_i$  は車両ステーション  $s_i$  の駐車車両数と適正車両数  $\alpha_i$  の比を表し，駐車車両が不足すると  $p_i$  の値は小さくなる．

$$p_i = \frac{|C_i|}{\alpha_i} \quad (14)$$

$$p_i < \epsilon \quad (0 \leq \epsilon \leq 1) \quad (15)$$

再配置要求を発生した車両ステーション  $s_i$  は，再配置車両  $c_k$  を検索する． $s_i$  は，まず再配置先車両ステーション  $s_j$  を決定する． $s_j$  は全ステーション  $S$  の中で，車両移動後の駐車車両比率  $p_j$  が最も大きい車両ステーションを選択する (式 (16))．これにより，車両が最も「過剰に配備されている」車両ステーションを選択可能である．また， $c_k$  は  $s_j$  の駐車車両集合  $|C_j|$  から選択する．

$$p_i = \frac{|C_i| - 1}{\alpha_i} \quad (16)$$

### 3. 乗車割り当て法

車両予約の発生は一様分布ではないため，システムの運行が

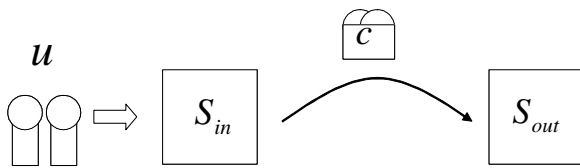


図4 通常乗車

Fig.4 normal assignment

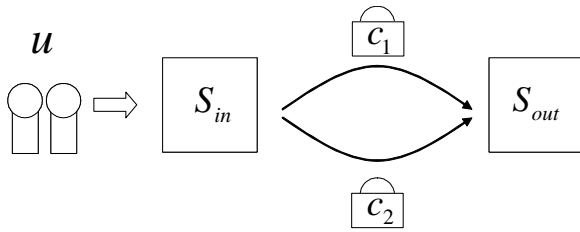


図5 分割乗車

Fig.5 divide assignment

継続するに連れて、各車両ステーションにおける「駐車車両数」と「適正車両数」とのずれが生じる。そこで、待機車両の分布に基づいて、利用者に「通常乗車」、「分割乗車」のいずれかを指示することで、車両ステーション間の流出・流入量を制御し、車両数の偏りを減らす。また、全ての利用者はシステムの利用率向上を共通目的とする。このため、指示を受けた乗車方法に、利用者は常に従うものとする。

### 3.1 乗車割当

#### 3.1.1 通常乗車

$n (n \leq \beta)$  人から成る 1 組の利用者に対して、1 台の車両を割り当てる。結果的に、乗車車両ステーションでは、駐車車両が 1 台減少し、降車車両ステーションでは、駐車車両が 1 台増加する (図 4)。

#### 3.1.2 分割乗車

$n (2 \leq n \leq \beta)$  人から成る 1 組の利用者に対して、 $m (2 \leq m \leq n)$  台の車両を割り当てる。つまり、利用者は  $m$  台の車両に分かれて乗車し、個々に目的の車両ステーションに向かう。結果的に、乗車車両ステーションでは、駐車車両が  $m$  台減少し、降車車両ステーションでは駐車車両が  $m$  台増加する (図 5)。通常乗車と比較すると、車両移動量は 1 台から  $m$  台に増加する。つまり、分割乗車は、通常乗車に比べ、「乗車車両ステーションにおける駐車車両数の減少」と、「降車車両ステーションにおける駐車車両数の増加」を促進する効果がある。

### 3.2 乗車割当条件

駐車車両の分布バランスを維持するために、分布の状況に基づいて異なる乗車方法を割り当てる。全車両ステーションにおける「適正車両数」と「駐車車両数」の残差平方和  $T$  は式 (18) で求められる。

$$D_i = \sqrt{(\alpha_i - |C_i|)^2} \quad (17)$$

$$T = \sum_i^K (\alpha_i - |C_i|)^2 \quad (18)$$

個々の利用者に対して、 $T$  が最小となるような乗車方法を割り

当てる。つまり、乗車車両ステーション  $s_i$  と、降車車両ステーション  $s_j$  の適正車両数の組  $(\alpha_i, \alpha_j)$  と車両移動後の駐車車両数の組  $(|C_i|, |C_j|)$  の間に生じる残差  $D_i, D_j$  の二乗和  $T_{ij}$  が最小となるように乗車方法を割り当てる (式 (19))。

$$T_{ij} = (\alpha_i - |C_i|)^2 + (\alpha_j - |C_j|)^2 \quad (19)$$

また、本稿では通常乗車と分割乗車で残差の二乗和  $T_{ij}$  が等しい場合、乗車抵抗のない「通常乗車」を割り当てる。

### 3.3 具体例

具体例として、2 人 1 組の利用者によるシステムの利用を考える。車両ステーションの待機車両数と適正車両数を表 1 で与える。括弧内の数字は、適正車両数との残差である。

表 1 待機車両数と最適車両数

Table 1 The current and optimum car numbers

	車両貸出ステーション	車両返却ステーション
待機車両数	10(+3)	2(-1)
最適車両数	7	3

表 2 に、「通常乗車」、「分割乗車」を割り当てたときの、それぞれの「車両移動後の駐車車両数」と「残差二乗和」を示す。また、各車両ステーションでの最適解にアンダーラインを引いている。最適解とは、車両ステーションでの駐車車両数を最も適正車両数に近づける乗車方法である。通常乗車割当では、2 人 1 組に対して 1 台の車両を貸し出すため、車両数の変動は常に 1 である。表 2 のように、乗車車両ステーションでの最適解は分割乗車であるが、降車車両ステーションでの最適解は通常乗車である。しかし、この場合、残差の二乗和がより小さい分割乗車が割り当てられる。このように、乗車車両ステーションと降車車両ステーションの状態に応じて、乗車方法を切り替えることで、駐車車両数を適正車両数に近づけることができる。

## 4. シミュレーション実験

本章では、計算機シミュレーションにより提案手法を評価する。実験では、単位時間を  $1t$  とし、10000t までシミュレーション・プロセスを繰り返した。評価項目は、利用率、残差二乗和の 2 項目である。利用率は、システムを利用することにより、目的地点への到達時間を短縮できた利用者の割合である。残差二乗和は、各車両ステーションにおける「駐車車両数」と「適正車両数」の残差二乗和である。この値が大きいほど駐車車両の分布バランスが崩れていることを表す。表 3 に示すように、2 種類の割当手法と再配置の有無を組み合わせ、比較した。PT1 と PT2 では、再配置を行わず、PT1 では通常乗車のみを割り当て、PT2 では通常乗車と分割乗車のいずれかを割り当てた。

表 2 車両移動後の駐車車両数

Table 2 Number of parking car after driving

	乗車車両 ST	降車車両 ST	残差二乗和
通常乗車	9(+2)	3(0)	4
分割乗車	<u>8(+1)</u>	4(1)	2

表 3 実験パターン

Table 3 experimentation pattern

パターン	通常乗車	分割乗車	再配置
PT1		-	-
PT2			-
PT3		-	
PT4			

表 4 パラメータ

Table 4 experimentation parameter

パラメータ	値
サービス・エリア	30 × 30
エッジ長	20 ピクセル
車両ステーション数	20
車両数	100
車両移動速度	20
利用者移動速度	2
利用者の人数 $\gamma$	2
乗車可能人数 $\beta$	4

PT3 と PT4 では再配置を行い、PT3 では通常乗車、PT4 では通常乗車、分割乗車のいずれかを割り当てた。

サービスエリアは 30 × 30 のノードを格子状に配置し、エッジの長さを 20 ピクセルとし、利用者の人数  $\gamma$  は 2 に固定した。各パラメータを表 4 にまとめる。

「利用者発生率」を 3%、5%、10%、20% に変化させたときの、「残差二乗和」、「利用率」、「再配置回数」を評価する。利用者発生率とは各シミュレーションプロセスで利用者が発生する確率である。

#### 4.1 残差二乗和

「利用者発生率」と「残差二乗和」の関係を図 6 に示す。図 6 に示すように、分割乗車を割り当てることで、残差二乗和が減少した。これにより、提案手法が駐車車両分布バランスを改善したと言える。また、PT1 で利用者発生率が 10% から 20% に変化したときに、残差二乗和は増加しなかった。駐車車両分布バランスが大幅に崩れると、駐車車両台数が 0 台の車両不足ステーションが多発する。また、車両不足ステーションでは、車両を利用できない為、車両の流出が止まる。本実験では、利用者発生率が 10% を超えると、車両不足ステーションが多発し、残差二乗和が増加しなくなったと考えられる。

#### 4.2 利用率

「利用者発生率」と「利用率」の関係を図 7 に示す。図 7 のように、再配置を行わない場合、分割乗車を割り当てることで、利用率の改善が見られたが、再配置を行う場合、分割乗車による効果はほとんど見られなかった。利用率の低下は、「車両数が 0 である車両ステーション」が発生することで起こる。再配置は、車両不足状態の車両ステーションに車両を移動するため、車両数が 0 にならないように作用する。このため、再配置を行う場合、分割乗車を加えても利用率が変化しなかったと考えられる。また、残差二乗和が減少し、車両分布のバランスが改善される場合でも、利用率は単調減少であった。これは、利用者

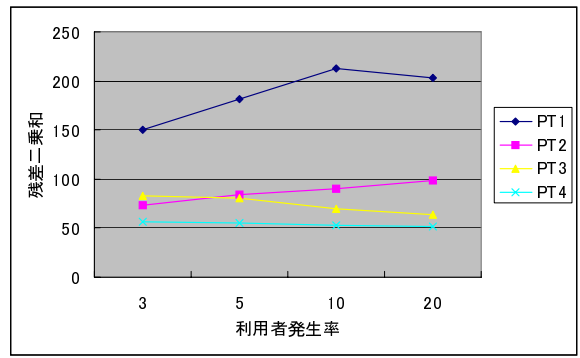


図 6 実験結果 1

Fig.6 experimental result No.1

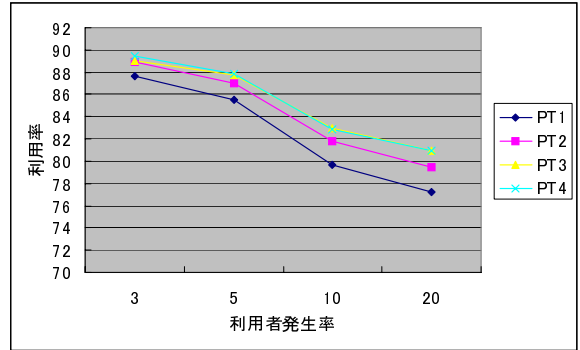


図 7 実験結果 2

Fig.7 experimental result No.2

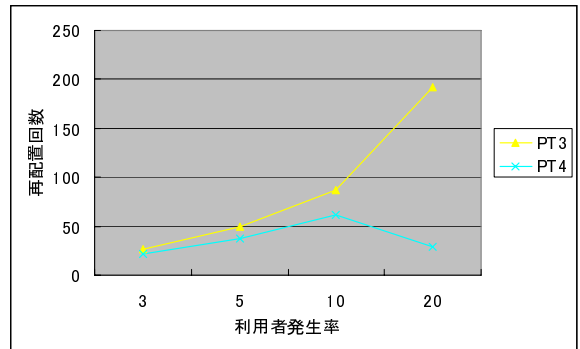


図 8 実験結果 3

Fig.8 experimental result No.3

の多発により、全体での車両不足が起こるためであると考えられる。

#### 4.3 再配置回数

「利用者発生率」と「再配置回数」の関係を図 8 に示す。提案手法により、再配置回数を削減できることを確認した。また、利用者発生率が 10% までは従来手法、提案手法ともに単調に増加するが、20% に変化したとき、提案手法では再配置回数が減少した。提案手法においては、「駐車車両数」が「適正車両数」に近づくように乗車方法を割り当てる。このため、利用者一人一人が駐車車両分布の最適化作用を持つため、多発することで、利用者による最適化作用が大きくなり、再配置数が減少したと考えられる。

## 5. ま と め

本稿では、オンデマンドな顧客輸送システムのひとつである、ワンウェイ方式カー・シェアリング・システムにおいて、再配置回数を削減する手法を提案した。提案手法では、車両数の偏りが利用者の車両移動に依存することに注目し、運営者が利用者に「通常乗車」または「分割乗車」を割り当てることにより、車両ステーションでの車両流出数を制御した。シミュレーション実験では、提案手法を加えることで、駐車車両分布が改善され、再配置回数が減少することを確認した。

今後の課題は、割り当てる乗車方法への相乗り乗車の追加である。相乗り乗車は車両返却ステーションが同じ2つの予約に1つの車両を割り当てることで車両流出数を減らすことができる。車両過多ステーションでは分割乗車を、車両過少ステーションでは相乗り乗車を割り当てることで、より効率よく駐車車両分布の偏りを減らすことができると考えられる。

また、利用者のグループが分割乗車や相乗り乗車を常に望むとは限らない。グループで共に移動することを望む利用者は分割乗車を望まない。同様に、赤の他人との相乗り乗車を望まない利用者も存在すると考えられる。今後の課題として、利用者の利用意識をモデルに取り入れ必要がある。

### 文 献

- [1] 太田正幸, 篠田孝祐, 野田五十樹, 車谷浩一, 中島秀之: “都市型フルデマンドバスの実用性”, 情報処理学会高度交通システム研究会研究報告, Vol. 2002, (2002).
- [2] 野田五十樹, 太田正幸, 篠田孝祐, 熊田陽一郎, 中島秀之: “デマンドバスはベイするのか?”, 情報処理学会研究報告 (2003).
- [3] J. E. Abraham: “A survey of preferences in carsharing”, *The Journal of World Transport policy & Practice* (2000).
- [4] Britton E: “Executive summary in carsharing 2000: Sustainable transport’s missing link”, *The Journal of World Transport Policy & Practice* (2000).
- [5] カーシェアリング普及推進協議会: “カーシェアリング普及推進協議会ホームページ”, <http://www.carsharent.org/>.
- [6] 交通エコロジー・モビリティ財団: “交通エコロジー・モビリティ財団ホームページ”, <http://www.ecomo.or.jp/>.
- [7] Mobility 社: “Mobility Car Sharing”, <http://www.ecomo.or.jp/>.
- [8] 国土交通省: “国土交通省ホームページ”, <http://www.mlit.go.jp/>.
- [9] Naoto Mukai and Toyohide Watanabe: “Dynamic Location Management for On-Demand Car Sharing System”, *The 9th International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information & Engineering Systems(KES2005)*, Vol. 1, (2005).