

ワンウェイカーシェアリングユーザの利用行動分析

千住 琴音¹ 諏訪 博彦^{1,a)} 水本 旭洋¹ 荒川 豊^{1,2} 安本 慶一¹

概要: シェアリングエコノミーが注目される中で、カーシェアリングの利用は増加している。ラウンドトリップ型のカーシェアリングは、実サービスとして確立されており、サービス向上のための分析が進んでいる。しかしながら、乗り捨て型のワンウェイカーシェアリングはまだまだ社会実験の途中であり、その利用実態については十分な分析ができていない。本研究では実証実験を実施しているパーク24株式会社から提供された利用実績データの分析を行った。その結果、利用者のタイプ分けをすることができた。また、その時系列変化を追跡することで利用者の成長過程を明らかにした。

キーワード: ワンウェイ方式カーシェアリング, 行動分析, 時系列変化

Behavior analysis of one-way car-sharing user

KOTONE SENJU¹ HIROHIKO SUWA^{1,a)} TERUHIRO MIZUMOTO¹ YUTAKA ARAKAWA^{1,2}
KEIICHI YASUMOTO¹

1. はじめに

近年、保有している遊休資産を他人に貸し出す、シェアリング・エコノミーが広まりつつある [1]。その中の一つとしてカーシェアリングがある。カーシェアリングは、都市部における公共交通機関の発達や車の個人所有による経済的負担を理由に、車を所有していない人々でも車を日常的に利用できるものとして、需要が増えつつある [2]。具体的には、パーク24によるタイムズカープラス^{*1}やオリックス自動車のORIX CarShare^{*2}などのサービスが存在する。しかし現在普及しているこれらのサービスは、出発地と返却地が同一のラウンドトリップ型のカーシェアリングであり、滞在先での時間も利用時間として加算するため、利用者としては利便性に難がある。そこで注目されるのが乗り捨て型のワンウェイ方式カーシェアリングである。

2014年の法整備により、ワンウェイ方式カーシェアリングのサービス実現は可能となった [3]。ワンウェイ方式は、貸出場所と異なった場所に乗り捨てるのが可能であるため、利用者の行動に柔軟に対応できる。安江ら [4] はカーシェアリングの利用促進に向けたサービス検討を目的とし、サービス変更時の利用意向調査を実施したところ、ワンウェイ方式の導入は会員の利用意向の増加が確認できたと主張している。こうしたことから、今後国内でのワンウェイ方式によるカーシェアリングサービスの展開が期待される。

ワンウェイ方式の普及に対する課題として、車両偏在問題が指摘されている。車両偏在問題とは、利用者の需要がある一定時間・一定場所に偏ることにより、特定の場所に車両が集中し、利用が限定される問題である。例えば、郊外から都市部への通勤という需要のみの場合、朝は郊外から都市部への利用が集中し、夕方に都市部から郊外への利用が集中することとなる。この場合、昼間郊外で利用したいという需要があったとしても利用できる車がないという問題が発生する。また、都市部においても駐車場が確保できず、希望の場所に乗り捨てできないという問題が発生する。この問題を解決し、ワンウェイ方式のカーシェアリン

¹ 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nara Institute of
Science and Technology

² JST さきがけ
PRESTO

^{a)} h-suwa@is.naist.jp

^{*1} <https://plus.timescar.jp>

^{*2} <https://www.orix-carshare.com>

グを成立させるためには、多様な需要が存在することが重要となる。

また、我々は車両偏在問題の解決のために、潜在的利用者へ車両の移動を依頼する手法を提案 [5] し、2016 年 2 月に導入した、大学キャンパスと最寄り駅で乗り捨て可能なワンウェイ方式のカーシェアリング上で実験を行っている [6]。この場合、依頼を引き受けてくれるユーザとそうでないユーザが存在すると考える。効率よく依頼を行うためには、ユーザの利用タイプに基づいて依頼することが必要と考える。例えば、通勤に使用しているユーザに昼間の移動を依頼しても受託される確率は低いだらう。一方、営業や買い物に使用しているユーザであれば、受託してもらえるかもしれない。そのため、ユーザの利用タイプを把握することは重要である。

そこで本研究では、ワンウェイ方式のカーシェアリングにおいて、実際にどのような利用タイプが存在するのかを明らかにすることを目的とする。そのために、実際に東京都内においてワンウェイ式のカーシェアリングサービス、Times Car Plus × Ha:mo [7] の実証実験を行っているパーク 2 4 株式会社からデータを取得し、ユーザの利用行動タイプを分類する。加えて、ユーザの利用行動タイプが、時間の経過とともにどのように変化していくのか、その成長過程を明らかにする。

その結果、利用パターン（場所）に基づく利用行動タイプとして 5 タイプ（常連、2way、分散、局所、1 ルート）が抽出された。

ユーザの利用行動タイプおよびその成長過程を明らかにすることは、サービス提供者にとって重要である。ユーザの利用行動タイプが多様であることが明らかになることは、前述した車両偏在問題を軽減する可能性があり、サービス導入の判断に寄与する。また、利用行動タイプの成長過程が明らかになることによって、どのような初期ユーザタイプのユーザが、将来的に車両偏在問題を解決するユーザに成長するのかという知見を得ることができ価値がある。

2. カーシェアサービスの現状と関連研究

本章では、実際に運用されているカーシェアサービスの現状と課題を整理したうえで、関連研究について述べる。

2.1 カーシェアサービスの現状と課題

カーシェアリングには、駐車場所によって 2 つのタイプがある。路上に駐車するフリーフロート型と専用ステーションで車両を発着させるステーションベース型である。ドイツやフランスではフリーフロート型が主流となっており、Car2Go^{*3}や Zipcar^{*4}、Autolib^{*5}など、フリーフロー

ト型のサービスを展開している [8]。一方で、法律の関係で路上駐車が許されず、ステーションベース型のサービスを展開している国もあり、日本もそのうちの 1 つである。

ステーションベース型には、出発地と返却地が同一であるラウンドトリップ方式と、乗り捨て可能なワンウェイ方式の 2 種類が存在している。日本国内の場合は、パーク 2 4 によるタイムズカープラスやオリックス自動車の ORIX CarShare など、事業者の運営によるサービスが始まっているものの、法律規制により、国内ではラウンドトリップ方式が主流である。

しかし、2014 年の法整備により、ワンウェイ方式カーシェアリングのサービス実現は可能となった [3]。ワンウェイ方式は、フリーフロート型と同様、貸出場所と異なった場所に乗り捨てることが可能であるため、利用者の行動に柔軟に対応できる。安江ら [4] 調査においても、ワンウェイ方式の導入が会員の利用意向の増加に寄与することが確認されている。こうしたことから、今後国内でのワンウェイ方式によるカーシェアリングサービスの展開が期待される。

しかしながら、ワンウェイ方式の課題として、車両偏在問題が指摘されている。車両偏在問題とは、利用者の需要がある一定時間・一定場所に偏ることにより、特定の場所に車両が集中し、利用が限定される問題である。この問題を解消するためには、偏りが出ないように多様な需要が確保されるか、車両の偏在を解消するための工夫が必要がある。

2.2 車両偏在問題への取り組み

車両偏在問題について取り組んでいる研究は多数存在する。溝上ら [9] は、熊本市の実証実験データを用いてシミュレーションを実施し、ワンウェイ方式シェアリングシステムの導入可能性とその課題を検討している。その結果、各拠点による利用頻度が高いため、駐車不可や車両不在による需要と供給のマッチング、すなわち車両偏在問題を今後の課題としている。

中山ら [10] は経費削減のために、運用時間中に配車しないことを前提としたシステムの効率化を検討している。京都市により運用されている京都パブリックカーシステムのデータを用いたシミュレーションの中で、車両偏在を避けるために受付可能な予約でも、偏在を発生させるようならばあえて受け付けないといった条件を与えている。

車両の偏在を解消するために、車両を再配置する方法も提案されている。Barth ら [11] は各拠点に停車されている車両台数に応じて再配置をすることを提案し、南カルフォルニアのリゾート地域に関してシミュレーションを実施している。利用者の待ち時間に着目した場合最も効率的な車両台数は 100 トリップあたり 3 ± 6 台であるが、再配車を最小限に抑えるには 100 トリップあたり 18 ± 4 台必要で

*3 <https://www.car2go.com>

*4 <http://www.zipcar.com>

*5 <https://www.autolib.eu/en/>

あるという結果を示している。

上田ら [12] は電気自動車 (EV) とワンウェイ方式カーシェアリングの仕組みを組み合わせ、EV を効率的に運用するシステム、EVTour を提案し、日本道路交通情報センターの地図データと渋滞情報を用いてシミュレーションを行っている。二段階の手法を用いてフェリーのスケジューリングを実施したことで、より少ない配車回数で高い予約受率率を達成している。

Barth ら [13] は各拠点にある車台数にもとづき、相乗乗車と分割乗車を実施する利用者ベースの手法を提案している。相乗乗車または分割乗車が成立すれば利用者は価格の割引が実施されるという手法であり、シミュレーション結果では利用者は 100%受け入れると想定したとき、42%再配車が削減されている。

同様に、Uesugi ら [14] は利用者の 1 組あたりの人数と車両偏在分布に着目し、利用者分割乗車や相乗乗車してもらうことでフェリー回数を削減する手法を提案している。シミュレーションを実施した結果、改善効果があることを示している。

我々は、車両の偏在を解消するための方法として、ワンウェイ方式カーシェアリングにおける利用者へのトリップ依頼による車両偏在削減手法を提案している [5]。この手法は、車両の再配置を潜在的利用者へ依頼するものである。簡易なシミュレーションの結果、提案手法により車両の偏在が解消されることを確認している。

しかしながら、我々の研究を含めシミュレーションベースで実施されている従来研究の多くが、利用者のタイプを一定に扱っていたり、相乗りや分割を 100%引き受けるなど、ユーザの違いや特性を考慮していない。より詳細な分析を行うためには、どのようなユーザが実際にカーシェアリングを利用しているのか明らかにする必要がある。

そこで本研究では、ワンウェイ方式のカーシェアリングにおいて、実際にどのような利用タイプが存在するのかを明らかにする。その上で、車両偏在問題の解決に向けて議論を行う。

3. 分析概要

3.1 分析目的

本分析の目的は、ワンウェイ方式のカーシェアリングにおいて、実際にどのような利用タイプが存在するのかを明らかにすることである (目的 1)。また、時間の経過とともに利用タイプがどのように変化するかを確認することである。(目的 2)

3.2 分析方法

3.1 節の目的 1 を達成するために、利用者の利用パターンをクラスタリングする。利用者のカーシェアリングサービスの利用には、利用パターンに依存していると考え、クラ

表 1 利用パターンに関する要素と定義

要素	定義
net_range	利用範囲の広さ
cnt_station	利用ステーション数
log_cnt_rt	利用件数 (log)
per_rt_round	ラウンドトリップ方式での利用件数割合
per_two_way	ワンウェイ方式で 1 日に往復したトリップ件数の割合
per_rt0	最も利用頻度の高いルートの利用件数割合
per_rt1	2 番目に利用頻度の高いルートの利用件数割合
per_rt2	3 番目に利用頻度の高いルートの利用件数割合

スタリングを実施する (方法 1)。ここで利用パターンとは、利用しているステーションやルートの数や範囲、繰り返しの回数を指す。それぞれの要素を表 1 に示す。

また、目的 2 を達成するために、期間を区切ってクラスタリングを行い、その変化を確認する。具体的には、期間全体を 3 期に分けて、第 1 期のデータに基づいてクラスタリングモデルを構築し、2 期、3 期のデータに対しては第 1 期で構築したモデルに基づいてクラスタリングを行う (方法 2)。

クラスタリングにはデータマイニングツール weka^{*6}を使用する。weka はデータの前処理や視覚化のための機能を持つ統合型分析ツールである。また、クラスタリングには k-means 法を用いる。

3.3 分析対象

分析対象としては、パーク 2 4 株式会社のワンウェイカーシェアリングサービス、Times Car Plus × Ha:mo [7] の運用データを用いる。Times Car Plus × Ha:mo は 1 人乗り電気自動車 (EV) を利用して東京都内約 100 か所まで乗り捨てできる会員制サービスである。24 時間いつでも利用することができる。

会員が EV を利用するには、専用アプリやウェブ上で予約する必要がある。その際に出発地と目的地を選択する。会員は予約完了後から 30 分以内に EV を利用ことができ、24 時間以内に目的地へ返却すればよい。貸出・返却時に利用者会員が会員カードを車内のリーダにかざすため、会員 ID、出発時刻、出発地 ID、到着時刻、目的地 ID のデータを収集することができる。

本研究では、2017 年 2 月 1 日 10 月 31 日までの 9 ヶ月間のデータを分析対象とする。2 月から 4 月を第 1 期、5 月から 7 月を第 2 期、8 月から 10 月を第 3 期とする。分析対象利用者は、サービス利用者のうちいずれかの期で 5 回以上使用した 299 人分であり、合計利用回数は 6936 件である。5 回以上とした理由は、利用回数が少ない場合は、パターンとして違いが出ないと判断したからである。分析 1 については、第 1 期のデータを対象とし、分析 2 については全てのデータを対象とする。

*6 <https://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>

4. 分析結果

本章では、分析結果について述べる。

4.1 利用パターンの抽出

利用パターン抽出のために、第1期のデータに対して、k-means法を用いてクラスタリングを実施した。第1期のデータは、130人分、3ヶ月間利用の2406件である。AIC情報量に基づいてクラスタ数を決定してクラスタリングを実施して結果を確認したが、解釈困難であった。そのため、kの数を徐々に変化させ、その都度解釈を行いkの値を決定した。その結果、k=5の時に最も解釈しやすかったため、今回はk=5とした。

カーシェアリング利用者のデータを各要素ごとに平均値を求めたあと、5つのクラスタに分け、各クラスタごとの平均値と比較した。これを表2に示した。また、それぞれのクラスタに所属しているユーザの利用パターンを図1から図5に示す。○(ノード)はステーションであり、→(エッジ)はルートを示す。→(エッジ)の数字は頻度を示している。図および全対象データの平均値や他クラスタのクラスタ中心と比較しながら、各クラスタの特徴について述べる。

クラスタAは、利用件数、log_cnt_rtが全クラスタのなかで最も大きい値である。よってこのクラスタはリピーターが集まったクラスタであると考えられる。2wayの利用率を表すper_two_wayの値も平均を0.13を超えており、2way利用の人が多くことがわかる。そこでクラスタAを常連利用と名付ける。図1をみると、極端に利用頻度の高い往復利用が確認されることから、通勤などに利用されていることが予想される。

クラスタBは、per_two_wayが最も値が高く、平均より0.29上回っているため、このクラスタは2way利用を中心としている利用者のクラスタと考えられる。2way利用はラウンドトリップ利用とほぼ同じであるため、per_rt_roundの値が平均を下回っているのもそのためと考える。net_rangeの値が小さいため、利用者の利用範囲が狭いことがわかる。そこで、クラスタBを2way利用と名付ける。図2をみると、中心のステーションを軸として往復利用が多いことが確認でき、従来のラウンドトリップ型のように、ある拠点との往復に利用するパターンと考えられる。

クラスタCは、利用ステーション数cnt_stationと一番利用頻度の高いルートの割合per_rt0が他のクラスタより値が大きい。利用ステーション数が多いことから、日頃から様々なステーションを利用していることがわかる。また、per_rt0やper_rt1などの利用高頻度のルート利用割合がとても低いことから、よく利用するルートが定まっていないと考えられる。よってクラスタCは、よく利用するステーションまたはルートがあまり定まってない、または様々な

表2 利用パターンに注目したクラスタごとの平均値

	All Data (130人)	クラスタ A (19人)	クラスタ B (15人)	クラスタ C (27人)	クラスタ D (43人)	クラスタ E (26人)
net_range	2.46	2.26	1.73	4.14	2.39	1.42
cnt_station	7.38	7.1	5.13	13.2	6.88	3.65
log_cnt_rt	2.64	3.69	2.09	2.96	2.16	2.66
per_rt_round	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03
per_two_way	0.17	0.3	0.46	0.12	0.04	0.18
per_rt0	0.35	0.36	0.33	0.18	0.27	0.65
per_rt1	0.2	0.27	0.22	0.12	0.18	0.24
per_rt2	0.1	0.11	0.15	0.08	0.14	0.04

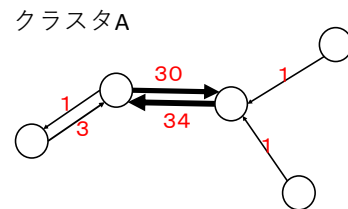


図1 クラスタAの一例

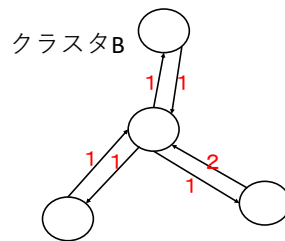


図2 クラスタBの一例

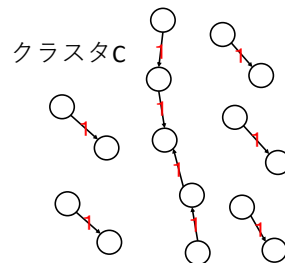


図3 クラスタCの一例

ステーションやルートを利用する利用者のクラスタと考えられる。そこで、クラスタCを分散利用と名付ける。図3をみると、利用の重なりがな様々なステーションを利用していることから、外回り営業などに利用されていることが予想される。

クラスタDは、2way利用を表すper_two_wayが最も小さい値である。また、クラスタCと同様に利用するルートが分散していることがわかる。しかし、利用範囲を表すnet_rangeを見てみると、クラスタCに比べて利用範囲が小さい。つまりこれは利用するステーションが集中しているということなので、クラスタDの人々は利用頻度の高いステーションを中心に利用している人々であることがわか

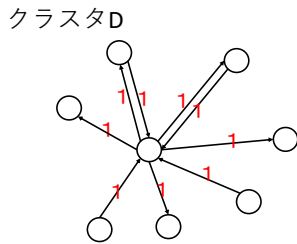


図 4 クラスタ D の一例

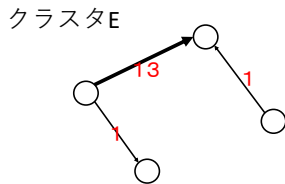


図 5 クラスタ E の一例

る。この利用者の場合、利用したことのあるルートは全てステーション 1 を発着地点としており、彼はステーション 1 を中心に利用していることがわかる。こうした利用頻度の高いステーションを中心に利用している人々を対象とするクラスタ D を局所利用と名付ける。図 4 をみると、中心にステーションを軸に、外向き、内向きの矢印が確認されることから、レジャーや買い物に利用されていることが予想される。

クラスタ E は、一番利用頻度の高いルート per_rt0 の値がとても大きい。このことから、クラスタ E は 1 つのルートを集中的に利用する利用者の属するクラスタである。利用範囲を表す net_range の値や利用ステーション数 cnt_station の値が最も小さいため、クラスタに属する利用者の利用範囲はとても狭いと考えられることも、根拠となるだろう。また、他のクラスタに比べ、ラウンドトリップ利用者も多い。そこで、クラスタ E を 1 ルート中心利用と名付ける。図 5 をみると、一つのルートの利用が極端に多いことが確認できることから、特定の目的（出社、帰宅など）のために使用されていることが予想される。

4.2 利用パターンの時系列変化

利用パターンの時系列変化を確認するために、第 1 期で構築したクラスタリングモデルを用いて、第 2 期、第 3 期についてもクラスタリングを実施した。各期のクラスタリング結果を表 3 に示す。期間の経過とともに分析対象者数が増加し、特に局所利用が多いことが確認された。

さらに、第 1 期から第 2 期および、第 2 期から第 3 期にかけて、各ユーザがどのようにクラスタを遷移したのか確認した。その結果を図 6 および図 7 に示す。各ノードはク

表 3 利用パターンに注目したクラスタごとの平均値

名前	All Data 全体	クラスタ A 常連	クラスタ B 2way	クラスタ C 分散	クラスタ D 局所	クラスタ E 1 ルート
第 1 期	130 人	19 人	15 人	27 人	43 人	26 人
第 2 期	167 人	26 人	13 人	27 人	77 人	24 人
第 3 期	184 人	30 人	30 人	29 人	60 人	35 人

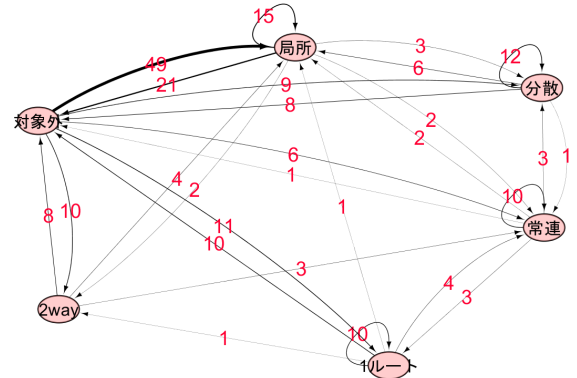


図 6 第 1 期から第 2 期への遷移

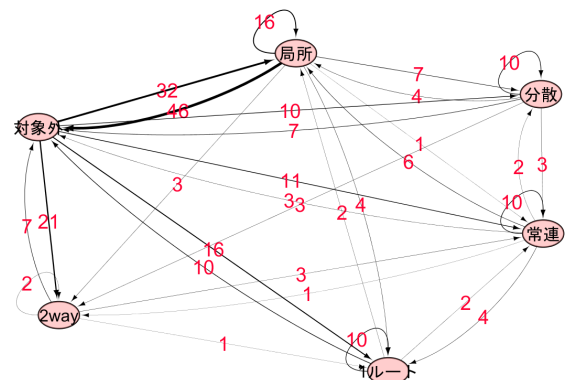


図 7 第 2 期から第 3 期への遷移

ラスタを示し、エッジはクラスタの遷移を示す。ノードの内「対象外」とは、当該期間において利用回数が 5 回に満たず、分析対象から除外されたことを示している。

図 6 および図 7 をみると、対象外からの遷移は、局所利用へが多いことがわかる。また、利用回数の多い常連を含め、どの利用パターンに対しても対象外からの遷移が一定数以上確認できた。このことから、徐々に常連に成長するというのではなく、人々の利用パターンは、利用経験によらず決定されていると考えられる。

また、それぞれの利用パターンの自己ループ割合を確認すると、ほとんどの利用パターンにおいて 50% を割り込んでおり、利用パターンが時期によって固定されていないことが確認できた。特に、2way においては、ほとんど自己ループがないことが確認できた。このことから、利用パターンは、ユーザによって固定されるものでないと考えら

れる。

5. 考察

本章では、分析結果について考察する。まず、分析結果に基づいて、ワンウェイ方式のカーシェアリングシステムにおける車両偏在問題の発生と抑制について検討する。次に、潜在的利用者に対する再配車の依頼戦略について検討する。

5.1 車両偏在問題の発生と抑制

ワンウェイ方式のカーシェアリングには、車両偏在問題が存在する。この問題の抑制・解消には、多様な利用パターンの需要が望まれる。我々は、4.1 節において利用パターンの抽出を行い、5つの利用パターンの存在を明らかにしている。車両偏在問題を助長させる利用パターンとしては、クラスタ A の常連利用や、クラスタ E の 1 ルート中心利用が考えられる。クラスタ A の常連利用は、通勤利用と推測でき利用の方向や時間帯が他の利用者と重なることが考えられる。また、クラスタ E の 1 ルート中心利用は、片方向にのみ車を移動させるため、配置の偏りを助長させると考えられる。もちろん、それぞれ逆方向の利用者がいれば、偏りは解消されるが、その可能性は低いと考えられる。

次に車両偏在問題を抑制する利用パターンとしては、クラスタ C の分散利用やクラスタ D の局所利用が考えられる。クラスタ C の分散利用は、様々なステーションから様々なステーションへの移動を行っており、偏り抑制する効果があると考えられる。また、クラスタ D の局所利用は、特定のステーションから様々なステーションへの移動を行っており、分散利用ほどではないが、偏りを抑制する効果があると考えられる。これらのことから、クラスタ C の分散利用やクラスタ D の局所利用のユーザを増加させることで、車両偏在問題の抑制につながると考える。

クラスタ C の分散利用やクラスタ D の局所利用のユーザを増加させるためにはどのような戦略が必要であろうか。4.2 節の時系列変化の分析において、どの利用パターンに対しても対象外からの遷移が一定数以上確認できたことから、徐々に特定の利用パターンに変化するようなことはなく、利用者がもともと持っているライフスタイルに合わせて利用パターンが決定されることが考えられる。また、同一の利用者であっても、その利用パターンは時期によって大きく異なることも確認されている。これらのことから季節にに合わせて、クラスタ C の分散利用やクラスタ D の局所利用を想起するような新規ユーザ獲得キャンペーンやが有効と考えられる。

5.2 利用パターンにもとづく依頼戦略

クラスタ A は、常連利用であり、利用回数が最も多い

クラスタである。しかし、その利用内容を見ると、固定されたルート中心であることが確認できる。そのため、彼らに再配車を依頼しても承諾されにくいと考えられる。クラスタ B は、2way 中心のクラスタである。クラスタ A と同様、利用のパターンが固定化されており再配車の依頼は承諾されにくいと考える。クラスタ E は、特定の 1 ルートを利用するクラスタである。彼らは、ただ 1 ルートばかりを利用しているため、再配車を依頼しても承諾されるのは難しいと考える。

クラスタ C は、様々なステーションに分散して利用するクラスタである。彼らは、様々なステーションから利用しており、その利用パターンが固定されていない。そのため、彼らに依頼すれば、再配車の依頼が受諾されやすいと考える。クラスタ D は、ある地点を中心に、いろいろなステーションを利用するクラスタである。特定の地域に固定されるが、利用するステーションは分散しており、利用パターンは柔軟であると考えられる。そのため、彼らに依頼すれば、再配車の依頼を受諾しやすいと考えられる。これらのことから、再配車を依頼すべき利用者は、クラスタ C や D に分類される利用者と考えられる。

6. おわりに

本研究では、ワンウェイ方式のカーシェアリングにおける車両偏在問題に着目し、その問題の原因となる利用者の利用パターンを明らかにすることを目的とした。この目的達成のために、実際に東京都内においてワンウェイ式のカーシェアリングサービス、Times Car Plus × Ha:mo [7] の実証実験を行っているパーク 2 4 株式会社からデータを取得し、ユーザの利用行動タイプを利用パターンから分類した。また、その利用パターンが時間変化とともにどのように遷移していくのかもあわせて確認した。

その結果、利用行動パターンとして 5 パターン（常連、2way、分散、局所、1 ルート）が存在することを明らかにした。また、時系列変化の分析から、利用パターンが利用経験によらず決定されていること、同一利用者であっても時期によって利用パターンが変化することを明らかにした。

謝辞 本研究の一部は、JST さきがけ (16817861) の助成を受けて実施されたものである。また、パーク 2 4 株式会社にデータを提供していただいたことを感謝いたします。

参考文献

- [1] 総務省：第 4 章 第 2 節 ソーシャルメディアの普及がもたらす変化，平成 27 年度版情報通信白書，Vol. 34，総務省，pp. 199-207（オンライン），入手先 <<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/pdf/27honpen.pdf>> (2015).
- [2] 公益財団法人日本自動車教育振興財：カーシェアリングと若者のクルマ利用，*Traffi-Cation*，Vol. 34，

- 公益財団法人 日本自動車教育振興財, pp. 2-7 (オンライン), 入手先 (http://www.jaef.or.jp/6-trafficatation/img/TC_34.t.pdf) (2013).
- [3] 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, 入手先 (http://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha03_hh_000176.html). (最終閲覧日 2018 年 1 月 10 日).
- [4] 安江勇弥, 金森 亮, 山本俊行, 森川高行: カーシェアリング会員特性と利用意向に関する分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 69, No. 5, pp. I.761-I.770, (2013).
- [5] Senju, K., Mizumoto, T., Suwa, H., Arakawa, Y. and Yasumoto, K.: Designing Strategy for Resolving Maldistribution of Vehicles in One-Way Car-Sharing through Active Trip Request to Potential Users, The workshop on Human-Centered Computational Sensing (HCCS' 18) (2018).
- [6] Arakawa, Y.: Empirical research on human behavior change and digital intervention through maintaining one-way car-sharing, *International Journal of Service and Knowledge Management*, Vol. 1, No. 1, pp. 31-42 (2017).
- [7] パーク 2 4 株式会社: Times Car Plus × Ha:mo. 入手先 (<https://plus.timescar.jp/tcph/>). (最終閲覧日 2017 年 12 月 20 日).
- [8] 内田 晃: フリーフロート型カーシェアリングの展開可能性に関する基礎的考察 (石塚優教授 退職記念号), 都市政策研究所紀要, No. 9, pp. 79-97, (2015).
- [9] 溝上章志, 中村謙太, 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 (土木計画学), Vol. 71, No. 5, pp. I.805-I.816, (2015).
- [10] 中山晶一朗, 山本俊行, 北村隆一: 再配車によらない電気自動車の共同利用システムの効率化に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol. 19, pp. 481-487 (2002).
- [11] Barth, M. and Todd, M.: Simulation model performance analysis of a multiple station shared vehicle system, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 7, No. 4, pp. 237 - 259, (1999).
- [12] 柴田知幸, 川井 明, 伊藤 実: EVTour: 電気自動車の乗換スケジューリング法の提案と性能評価, 情報処理学会論文誌, Vol. 58, No. 2, pp. 308-319, (2017).
- [13] Barth, M. J., Todd, M. and Xue, L.: User-Based Vehicle Relocation Techniques for Multiple-Station Shared-Use Vehicle Systems (2003).
- [14] Uesugi, Kentaro, Naoto Mukai, and Toyohide Watanabe: "Optimization of vehicle assignment for car sharing system," *Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems*, Springer Berlin Heidelberg, pp. 1105-1111, 2007.