Vol.2016-MBL-81 No.11
Vol.2016-ITS-67 No.11
2016/12/7

乗り捨て型カーシェアリングの トリップ成立数増加に向けた仮想的なトリップ追加の手法

千住 琴音[1,a)]　水本 旭洋[1]　荒川 豊[1]　安本 慶一[1]

概要：近年，移動先で車を乗り捨て可能なワンウェイ方式のカーシェアリングサービスの提供が開始されている．しかし，ユーザが望む時刻と場所に車があるとは限らず，乗り捨て場所から次のユーザが望む場所へ車を移動しなければならないという課題がある．しかし，このためには運営会社のコストが掛かるため，ワンウェイ方式の普及は遅れている．そこで，ユーザが希望するトリップ（出発地，目的地，出発時刻からなる）の集合のうち，できるだけ多くのトリップを成立させることを目的に，仮想的なトリップ（仮想トリップ）を追加する方法を提案する．仮想トリップは，ユーザの希望トリップを許容範囲内で時間変更することや，乗車予定のないユーザに報酬付で車の移動を依頼することにより実現できる可能性がある．本稿では，奈良先端科学技術大学院大学付近でのカーシェアリング利用を想定したケーススタディを通して提案手法の有効性を確認する．

キーワード：乗り捨て型カーシェアリング，ワンウェイ方式，EV，行動変容，配車スケジューリング

1. はじめに

近年，駐車場不足や自動車保有にかかる経済的負担を減らせることから，カーシェアリングの利用者が増えつつある．カーシェアリングは複数人で車両を共有することであり，国内のカーシェアリング車両台数と会員数は急速に伸びており，今後さらに増加することが期待される．現在はカーシェアリングにガソリン車が用いられることが多いが，排出ガスを出さず，エネルギー効率も良い電気自動車（Electric Vehicle, EV）を活用することも検討されている．

同じく車を借りるサービスであるレンタカーとの違いの 1 つとして，運営会社とのやりとりの少なさが挙げられる．カーシェアリングではスマートフォンや車上センサで状況が管理されているため，貸出や返却等の運営会社との関わりが少なく，運用コストも低くなっている．ただし，無人管理であることから，解決しなければならない問題も多い．たとえば，車内のゴミ放置やガソリン不足などの状態で返却されると次のユーザの不満につながる．これに対し，パーク 24 株式会社が運営するタイムズカープラスでは，TCP プログラムという制度を導入している [1]．この制度ではユーザの利用状況によってプラスポイント (pp) が与えられ，その pp に応じて様々なサービスが受けられるようになっている．このように，ポイント制度を通じてユーザの行動を変えさせることで，問題の抑制に取り組んでいる．

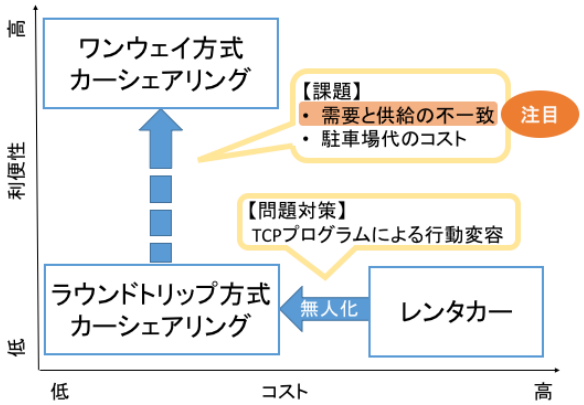

図 1　レンタカーとカーシェアリング

現在のカーシェアリングでは，貸出場所と返却場所が同じであるラウンドトリップ方式が主流だが，2014 年の法整備により，移動先で乗り捨てが可能なワンウェイ方式のカーシェアリングサービスも実現に近づいている．ラウンドトリップ方式は貸出場所と同じ場所に返却しな

1　奈良先端科学技術大学院大学
Nara Institute of Science and Technology
8916-5 Takayama, Ikoma,Nara 630-0192, Japan
a)　senju.kotone.ry1@is.naist.jp

ⓒ 2016 Information Processing Society of Japan

ければならず，その際の時間や料金などのコストがユーザにかかるため，ワンウェイ方式のほうが柔軟性の高い方式だといえる．しかし，ワンウェイ方式の場合は，乗車したい場所に車が無い，返却したい場所に空きスペースがないという需要と供給の不一致の問題を解決しなければならない．現在は対策として，乗り捨て専用の駐車スペースを確保するという制約があり，活用される車の台数分の駐車スペースを各場所に確保しておかねばならない．このため，駐車場代のコストが増え，経営が厳しくなり，ワンウェイ方式カーシェアリングサービスの撤退が起きている．

本研究では，ユーザにポイントを与えて乗車してもらう仮想的なトリップ（仮想トリップ）を導入することにより，車活用の需要と供給の不一致問題をユーザのみで解決するワンウェイ方式のカーシェアリング手法を提案する．本手法では，ユーザが予約したトリップ（要求トリップ）の許容範囲内での時間変更依頼や乗車予定でないユーザへの依頼に対しポイントを与えることにより仮想トリップを実現する．

本稿では，仮想トリップを用いたワンウェイ方式のカーシェアリングサービスについて検討を行い，仮想トリップの有無によるカーシェアリングの配車結果の違いを奈良先端科学技術大学院大学付近のケーススタディで述べる．

2. 仮想トリップを用いたワンウェイ方式のカーシェアリングの検討

本章では，移動先で乗り捨て可能であるワンウェイ方式のカーシェアリングにおける要求トリップと仮想トリップの定義を述べた後, 仮想トリップの有無による効果をケーススタディにて述べる．

2.1 要求トリップの定義

本研究では，移動先で乗り捨て可能であるワンウェイ方式のカーシェアリングの際に，ユーザが予約したトリップを，要求トリップと定義する．要求トリップは，ユーザの希望する出発地，目的地，出発時刻，許容時間からなるものとし，許容時間は出発時刻の変更可能な時間範囲を表す．

カーシェアリングを実施する場合，ある要求トリップのと目的地と次の要求トリップの出発地が一致しなければ，ルートは成立しない．そこで，ルート成立向上を促す，仮想トリップを次節で定義する．

2.2 仮想トリップの定義

本研究では，移動先で乗り捨て可能であるワンウェイ方式のカーシェアリングの際に，ユーザが予約した要求トリップをより多く成立させるため，ユーザに報酬付きで車の移動を依頼するようなトリップを，本研究では仮想トリップと定義する．

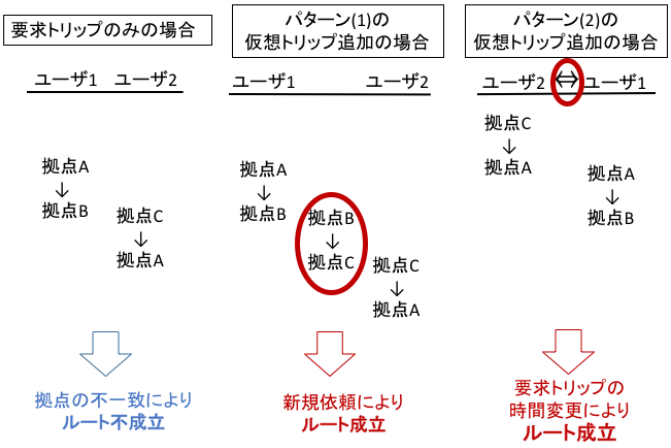

図 2 要求トリップのみと仮想トリップ追加によるルート

仮想トリップとして主に以下の 2 パターンを考える．

(1) カーシェアリングサービスに登録しているユーザへの新規依頼
(2) ユーザが許容範囲とする時間内での要求トリップの時間変更

パターン (2) の場合は，要求トリップで指定されている出発時刻の許容時間の範囲内で時間変更を行う．仮想トリップの 2 パターンの例を，図 2 に示す．ユーザ 1 は 10 時に拠点 A から拠点 B へ出発する要求トリップを，ユーザ 2 が 11 時に拠点 C から拠点 A へ出発する要求トリップを予約したとする．このときパターン 2 の場合ユーザ 2 は許容時間を出発時刻前の 2 時間 (9-11 時) とする．ユーザ 1 はパターン (1) の場合，カーシェアリングサービスに登録しているユーザ 3 に 11 時に拠点 B から拠点 C への仮想トリップを依頼する．パターン (2) の場合，ユーザ 1 とユーザ 2 が指定した許容時間をもとに要求トリップの時間をずらす．ユーザ 2 の要求トリップの出発時間を 9 時に変更する．

2.3 ケーススタディにおける仮想トリップ有無の効果

前節で述べた仮想トリップの効果を示すため，奈良先端科学技術大学院大学（奈良先端大）付近のケーススタディを考える．奈良先端大付近には近鉄奈良線，近鉄京都線，近鉄けいはんな線が通っている．そのうち，特によく使用される学研北生駒駅，学研登美ヶ丘駅，富雄駅，学園前駅，高の原駅に奈良先端大を加えた 6 拠点でワンウェイ方式のカーシェアリングを実施すると想定する．パターン (1) の場合の仮想トリップを 1 つ導入するもの

表 1 車の初期位置と要求トリップ

	出発時間	出発地	目的地
車の初期配置	—	登美ヶ丘駅	—
要求トリップ	8：30	学研北生駒駅	高の原駅
	9：00	富雄駅	高の原駅
	9：30	高の原駅	NAIST
	10：00	学園前駅	登美ケ丘駅
	10：30	NAIST	富雄駅

表 2 仮想トリップをとり入れた場合の成立ルート

	出発時刻	出発地	目的地
車の初期配置	—	登美ケ丘駅	—
仮想トリップ	8：00	登美ケ丘駅	学研北生駒駅
要求トリップ	8：30	学研北生駒駅	高の原駅
要求トリップ	9：30	高の原駅	NAIST
要求トリップ	10：30	NAIST	富雄駅

とし，今回使用する車は 1 台，移動場所に関わらず 1 回のトリップは 30 分とする．追加する仮想トリップはパターン (1) を 1 つのみとし，要求トリップは 8 時から 12 時までの間で 5 件受け付けるとし，要求トリップと車の初期配置はランダムに設定する．本ケーススタディでは，パターン (1) の仮想トリップの有無による成立したルートの違いを比較する．ルートの成立に関しては，以下の 3 つの条件をみたしているルートのうち，予約充足率の一番高いルートを最適なルートとする．

- 車の初期配置と一番最初の予約の出発地が一致している
- 目的地と次の予約の出発地が一致している
- 予約時間が重複していない

予約充足率は**要求トリップの総数に対してルートに組み入れられた要求トリップ数の割合**を表す．仮想トリップありの場合は 1 件だけ仮想トリップを入れることができるとする．このケーススタディでは，パターン (1) の仮想トリップとする．

ランダムで生成された要求トリップの一覧の例を表 1 に，配車結果の一例を表 2 に示す．仮想トリップなしの場合，上記の例ではカーシェアリングのルートは成立しなかったため，予約充足率は 0%である．仮想トリップありの場合，仮想トリップを 1 つ加えることで，ルートが成立し，予約充足率は 60%となる．このように初期配置場所と要求トリップをランダムに設定し，予約充足率の算出を 1000 回繰り返し行った．その結果，仮想トリップを加えなかった場合と仮想トリップを 1 つのみ加えた場合の予約充足率の平均は 16%と 39%であり，仮想トリップの導入は，ワンウェイ方式のカーシェアリングサービスにおいてより多く要求トリップを成立することができると考えられる．

3. おわりに

本稿では，ユーザに報酬付きで車を移動させる仮想トリップの追加するワンウェイ方式のカーシェアリングサービスを提案した．また，仮想トリップの有無による予約充足率への影響を確認し，仮想トリップを 1 つ追加した場合に予約充足率を平均で 23 %増加できることがわかった．今後の展望としては，ユーザが仮想トリップを受けてもらうための工夫が必要であるため，具体的内容を考えていく．また，仮想トリップ追加によるとトリップ最大化について定式化を行う．

参考文献

[1] パーク 24 タイムズカープラス：TCP プログラムとは，入手先 ⟨http://plus.timescar.jp/about/tcp_program.html⟩ (参照 2016-11-12).
[2] パーク 24 タイムズカープラス：ルールとマナー，入手先 ⟨http://plus.timescar.jp/tcp_guide/rule.html⟩ (参照 2016-11-10).
[3] 原祐輔，羽藤英二：乗捨て型共同利用交通システムに対する利用権取引制度の設計とその解法の提案，土木学会論文集 D3(土木計画学)，Vol.70，No.4，pp.198-210 (2014).
[4] 上田知幸, 孫為華, 柴田直樹, 伊藤実: カーシェアリングに基づいた EV の効率的運用スケジューリング，DICOMO2013 シンポジウム論文集，pp.1102-1110 (2013).
[5] 国土交通省：自動車保有台数統計，入手先 ⟨http://www.mlit.go.jp/toukeijouhou/toukei08/sokuhou/car_possession/car_possession08_02_.html⟩ (参照 2016-11-10).
[6] 国土交通省：レンタカー事業者数及び車両数の推移，入手先 ⟨http://www.mlit.go.jp/common/001126669.pdf⟩ (参照 2016-11-12).
[7] 一般社団法人レンタカー協会：レンタカー車種別車両数等の推移，入手先 ⟨http://www.rentacar.or.jp/wp-content/uploads/2016/04/1ed85486173c5883940770438cde2e6d.pdf⟩ (参照 2016-11-12).
[8] 溝上章志，中村謙太，橋下淳也：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(土木計画学研究 論文集第 32 巻)，pp.I_805-I_816 (2015).
[9] 名倉 直:横浜スマートシティプロジェクト (YSCP), 映像メディア学会誌，Vol.66, No.9，pp.750-754 (2012).
[10] 国土交通省：報道発表資料「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⟩ (参照 2016-11-12).
[11] 公益財団法人 交通エコロジー・モビリティ財団：わが国のカーシェアリング車両台数と会員数の推移，入手先 ⟨http://www.ecomo.or.jp/environment/carshare/carshare_graph2016.3.html⟩ (参照 2016-11-12).

ⓒ 2016 Information Processing Society of Japan