

顧客満足度向上のための 工場内 eScooter シェアリング配回送効果検証

桑原 昌広¹・吉岡 颯²・植野 直亮³・藤堂 篤史³

¹正会員 トヨタ自動車株式会社 コネクティッド先行開発部 (〒100-0004 東京都千代田区大手町 1-6-1)
E-mail: kuwahara@toyota-tokyo.tech (Corresponding Author)

²非会員 トヨタ自動車株式会社 コネクティッド先行開発部 (〒100-0004 東京都千代田区大手町 1-6-1)
E-mail: yoshioka@toyota-tokyo.tech

³非会員 トヨタ自動車九州株式会社 次世代事業室 (〒823-0015 福岡県宮若市上有木 1 番地) .
E-mail: naoaki_ueno@toyota-kyushu.co.jp, atsushi_todo@toyota-kyushu.co.jp

トヨタ自動車九州では、従業員の移動方法の課題解決策の 1 つとして 70 台程度の eScooter を用いたシェアリングサービスを導入している。顧客である従業員満足度向上のため、できるだけ各駐車場で車両が 0 台にならない、駐車場に車両が溢れて停車されない状態にすることを目指して配回送導入を決めた。実績データを元に配回送ルールを設定し、実サービスに適切な車両配回送条件をシミュレータを用いて探索した。探索した条件で実サービスにおいて配回送を実施し、駐車場で車両が 0 台にならず、ほぼ駐車場に車両が溢れて駐車されない状態になったことを確認した。アンケートより、7 割以上のユーザが配回送によるサービス性の向上を認識しており、適用した配回送手法により顧客満足は大きく改善されたことが分かった。

Key Words: eScooter Sharing, Simulation, Mobility as a Service, re-distribution

1. 背景

都市交通の新たなモビリティサービスの 1 つとして、eScooter シェアリングサービスは世界中で急速に拡大している。COVID-19 によって、Uber に代表される Transportation network companies (TNCs) や、個人車両を P2P でシェアリングする P2P カーシェアリングなどは減少傾向にも拘わらず、ロックダウンするまでは、バイクシェアや eScooter シェアは増加傾向であった¹⁾。ニューヨークのバイクシェアサービスである Citibike は 1 年前の 3 月に比べて 67% の利用増が見られた²⁾。日本において eScooter と呼ばれる電動キックボードは、原動機付自転車に該当するため、運転免許やヘルメット装着などの交通法令の遵守が求められ³⁾、欧米のような公道での多くの利用は見られない。しかしながら、産業競争力強化法に基づく新事業特例制度で、ヘルメット着用を任意にする特例措置の整備⁴⁾がなされるなど、日本においても徐々に利用しやすい環境が準備されつつある。

トヨタ自動車九州では、都市内交通の移動手段としてではなく、宮田工場の広大な敷地における従業員移動課題の解決策の 1 つとして、Mobby Ride 社の eScooter を 70

台程度用いたシェアリングサービスを 2020 年に導入した。図 1 に示すように、宮田工場では最大 2km の移動距離が必要であるため、スタッフと現場をつなぐ「工場ワンマイル移動」手段として、従業員サービスとして提供してきている。

eScooter シェアリングサービスは、予約なしで工場内に設置された 10 か所の専用駐車場に置かれている eScooter を利用でき、専用駐車場間をワンウェイで乗り捨てることが可能なサービスである。利用が増えるにつれ、専用駐車場に車両がない、駐車場に車両があふれているという声が出てきた。予約不要でワンウェイ乗り捨てが可能なサービスであるため、需要に偏りがある場合は車両の偏りが生じてしまうことがワンウェイ型サービスの大きな課題である。

顧客である従業員の満足度向上のため、偏りを是正する配回送導入を決めた。工場内での従業員向けサービスであるため、売上を増大するといった従来のモビリティサービスで目指すような利益最大化ではなく、顧客である従業員の満足を最大化することが目的関数となることが特徴である。社内サービスで、かつ社員による限られたリソースで、顧客満足をできるだけ最大化したい。

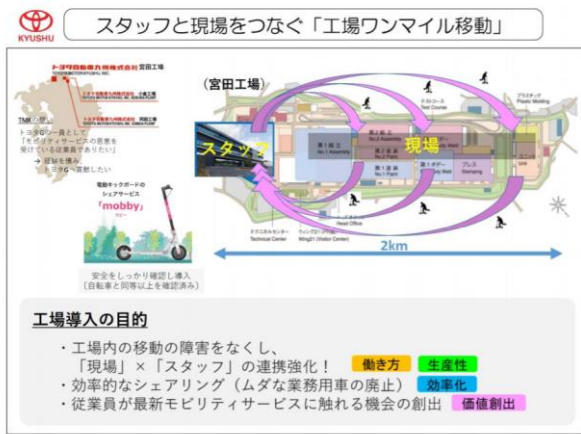


図-1 eScooter シェアリング導入の目的

顧客からの声として挙がっていた点を、できるだけ解消するため、本研究では2つの顧客満足指標を設定することとした。1つ目は、各駐車場で0台になる時間（以降、車両0時間： T_{00} ）をできるだけ小さくする。2つ目は、各駐車場で駐車可能台数を超過して駐車されている台数×時間（以降、超過台数×超過時間： T_{over} ）を小さくする、である。

本研究では、観測データを用いた分析を通じて、実用的な配回送ルールを設定し、実サービスに適切な車両配回送条件をシミュレータを用いて探索した。配回送を実サービスで実施することより、配回送スタッフが容易に配回送可能なサポートシステムを構築した。そのサポートシステムを利用し、探索された条件を元に配回送を実施した。その後、実績データと従業員アンケート結果を用いて配回送効果を検証した。

2. 既往研究

eScooter の利用パターンは、導入事例の多い北米において様々な研究が行われてきている。Huo ら⁵⁾は、アメリカの5つの都市で平日休日問わず 11:30-17:30 で1つのピークがあることが共通した利用傾向であると報告している。また、Noland ら⁶⁾は、Louisville でのトリップパターンが通勤時に見られる朝夕のピークパターンが見られていないことを報告している。長距離の徒歩移動の代替手段として期待され、主要公共交通機関へのアクセス、イグレス利用が期待されるが、現状はそのような使われ方はされていないことがわかる。

First/last mile サービスを対象とした需要推定はそれぞれのサービスごとにたくさんの研究がなされてきている⁷⁾。また、ワンウェイ型サービスの大きな課題の1つである配回送を題材にした研究は Masoud ら¹⁰⁾など、たくさん存在する¹¹⁾。その中で、私の知る限り、売上等のビ

ジネスではない視点で配回送をしている研究は1つだけある。Carrese¹²⁾らは、eScooter が駐車されている場所、駐車方法などによって Urban decorum(街の礼儀正しさ)や歩行者、他の車両を妨げることが問題になってきていることを指摘している。それらの問題を削減するため、配回送を題材にした研究を行っている。eScooter が他の車両と異なった向きで駐車されたり、歩行空間を妨げて駐車されている場合において、“beautificator”が整理したり、よく利用される場所に再配置することを行っている。

本研究では、車両が駐車場からあふれ出て駐車される時間をできるだけ小さくすることを礼儀正しさとして定義し、よく利用される場所に再配置を行うのではなく、車両が0台の駐車場をなくすことを目的とした再配置を指向した工場内での配回送であることが異なる点である。

本研究の目的は、事業者スタッフによる複数パターンの配回送をシミュレーションし、上記評価指標を最も向上させる手法を探索することである。またその配回送手法を実際のフィールドで実行し、指標の効果の確認、従業員アンケートを通して顧客満足度が向上したかの確認も併せて実施する実用的な検証であることが特徴である。

3. 配回送手法

(1) データ分析

実サービスで観測されたデータを分析し、利用傾向をつかみ、利用傾向にあった配回送手法を検討する。

2020年6月は、利用者193人で、数総利用回数1912回の利用実績があった。図2に利用開始時間別の利用率と日別利用傾向を示す。利用開始時間別の利用率を見ると、北米での eScooter シェアリングと同様に通勤時に利用するような傾向ではないことがわかった。これは従業員が入社してから、業務移動として本サービスを利用していることを示している。また、曜日ごとの傾向はみられるが、日毎の利用にばらつきがあることがわかった。

表1に対象月のOD表を示す。駐車場T/Cが出発地/到着地として全体の30%程度のトリップを占めていることがわかり、利用の中心を担う駐車場であることがわかる。各駐車場に入ってくる車両総数と、出ていく車両の総数の差(In-Out)を見ると、どの駐車場も車両の偏りがそれほど生じていないことがわかった。

次に、駐車場毎の時間帯別利用傾向を確認し、時間方向の偏りの有無を確認する。図3に、最も利用が多いT/Cの利用傾向を示す。駐車場に車両が出入りするピークが2~3時間で入れ替わることが特徴的である。この特徴はどの駐車場でもよく似た傾向を示していた。

また、利用者視点で利用ODにどのような傾向があるかを確認した。193人の利用者の利用駐車場数は平均2.3か所であることがわかった。また、利用回数上位利用者

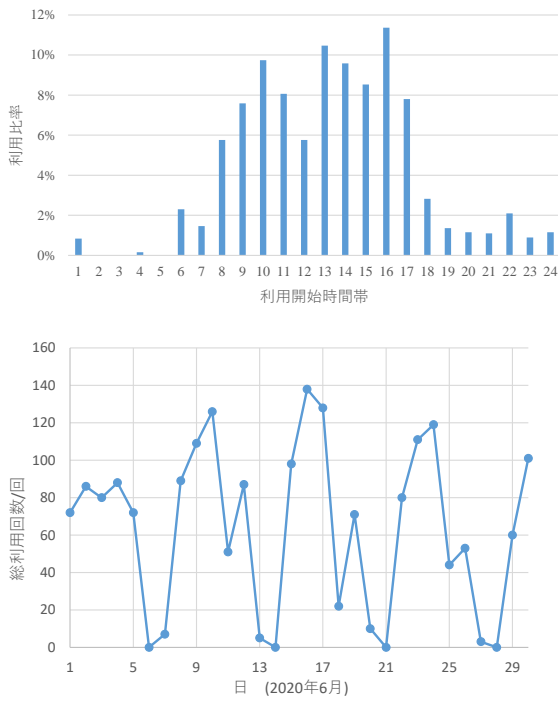


図-2 利用開始時間帯別/日別利用傾向 (2020年6月)

表-1 OD表 (2020年6月)

		D										合計	比率	In-Out
		T/C	EC	守衛	HO	1PO	2PO	W	R	PC				
O	T/C	30	183	6	12	49	20	239	59	29	627	32.8%	9	
	EC	189	10	11	23	12		6	1	25	277	14.5%	-16	
	守衛	10	12	1	1	1					44	3.6%	1	
	HO	12	22			8	58	3	2	61	166	8.7%	13	
	1PO	45	20	2	5	6	1	5	8	26	118	6.2%	2	
	2PO	22			53	1	7	6	1	2	92	4.8%	1	
	OW	232	9	1	4	10	6	6		2	270	14.1%	-2	
	OR	64			1	6			8		79	4.1%	0	
	PC	32	5	49	80	27	1	3		15	212	11.1%	-8	
	合計	636	261	70	179	120	93	268	79	204	1910	100.0%		
	比率	33.3%	13.7%	3.7%	9.4%	6.3%	4.9%	14.0%	4.1%	10.7%	100.0%			

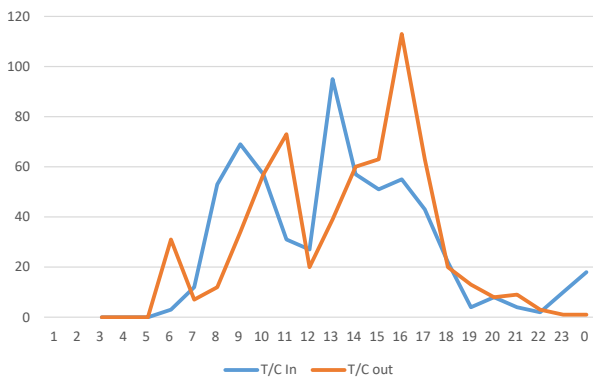
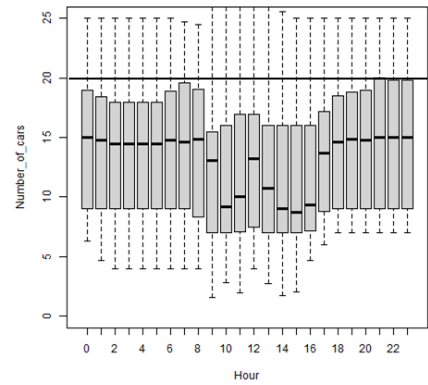


図-3 駐車場 T/C の利用傾向

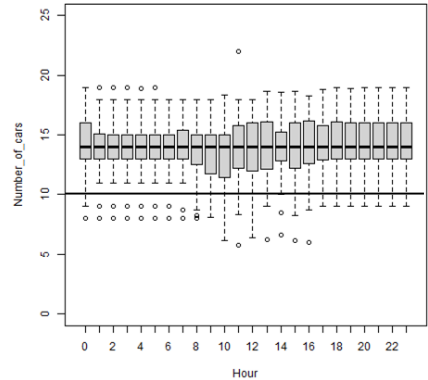
は、1日に複数回利用することが多いことから、ある2点間を片道トリップを2回した往復での利用が、主な使われ方であることがわかった。ユーザこのような特徴を示す理由としては、工場内での業務移動等での利用のためであると推察される。

最後に、駐車場毎に車両が溢れた状態で、駐車されている状態になっているかを確認した。時間帯別にどれぐらい車両が駐車場に停車しているかをカウントしたデー

a) T/C
(駐車可能台数 : 20台)



b) P/C
(駐車可能台数 : 10台)



c) OR
(駐車可能台数 : 10台)

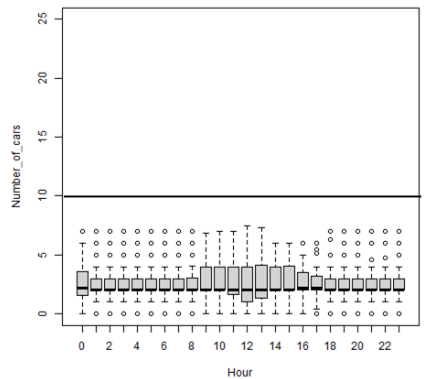


図-4 時間帯別駐車車両台数

タを1か月間収集し、分布を確認した。その結果、駐車場は大きく3つのパターンに分かれることがわかった。

図4に3つのパターンそれぞれの例としてT/C、P/C及びORの時間帯別駐車車両台数を示す。T/Cでは、変動幅が大きく駐車可能台数を大きく上回って駐車されている場合があることが特徴である。駐車可能台数とは、駐車場ごとにできるだけ詰めて駐車した場合の台数のことを示し、駐車可能台数に収まっていれば車両が溢れていないとみなせる台数とする。次にP/Cでは、変動幅が大きくないが常に駐車可能台数を上回って駐車されていることが特徴である。最後にORでは、変動幅は小さく駐車可能台数を超えることはないことが特徴である。

(2) 配回送手法

分析結果をもとに配回送に向けた方針を検討する。停車台数の視点では、P/Cのように継続して過大な車

両が存在する駐車場が存在することより、導入車両が適切な導入車両よりも台数が多いという仮説が考えられる。

また、T/C のように変動幅が大きく駐車可能台数を大きく上回って駐車していること、利用者は“往”と“復”で利用しその間の時間は 2-3 時間であることから、溢れた車両を配回送によって再配置するとサービス利便性を下げることがあるという仮説が考えられる。例えば、駐車台数が多いからといって、大量に配回送をしたとすると、そもそも変動幅が大きく往復ニーズの高いためユーザ利用機会を逸する可能性がある。また、ユーザ視点からも往復利用したいのにも関わらず、往路は車両が存在していたが、復路で利用しようとしたら、車両が配回送されてしまい利用機会を逸することが考えられる。以上のように上手く配回送をしないとバランスを崩してユーザの利便性を下げることがあることがわかる。そのため、配回送による影響をシミュレーションで確認することは重要であることがわかる。

配回送手法として、駐車場ごとに配回送をする閾値を変化させる視点において大きく 3 種類が考えられる。1 つ目は、リアルタイムに状況を把握し、配回送を実施する際に、将来を予測するなどして配回送する閾値をダイナミックに変更して配回送を実施する方法である。2 つ目は、日ごとに利用傾向が変動するためダイナミックに変更し追従することが難しい場合に、時間帯ごとに閾値を履歴データ等から算出し適用する方法がある。3 つ目は、ある一定期間駐車場ごとに配回送を実施する閾値を固定で適用する方法である。どの配回送手法を用いるかは、実際の利用形態に合わせた手法を採用することが望ましい。

工場内での eScooter シェアリングは、図 2 で示したように日ごとに利用のばらつきが多いという特徴を持っていること、利用者は“往”と“復”で利用しその間の時間は 2-3 時間であることから先読みが外れた場合は、利用への影響が大きい。以上より、本研究ではシミュレーションを実施して終わりではなく、実サービスに適用して検証することが目的であるため、実用的に運用しやすい配回送閾値を固定で適用する方法を採用した。

データ分析結果より、車両を少なくすることも 1 つの

案と考えられるため、配回送閾値の設定方法としては需要と供給の関係性を考慮した図 5 に示す手法を採用することとした。

4. システム・シミュレーション全体像

(1) システム全体像

本研究で使用するシステム全体像を図 6 に示す。eScooter システムから利用結果をベースとして需要を作成し、シミュレータのインプットとする。シミュレータは、需要の他にネットワーク情報、車両台数などの設定データをインプットし、複数パターンのシミュレーションを実施し、配回送閾値を算出する。今回配回送スタッフがスタッフが配回送時に、どこの駐車場からどこの駐車場へ何台運ぶのかを容易に把握できる配回送サポートシステムを構築した。配回送閾値は、そのサポートシステムにインプットされ利用される。

(2) シミュレーション手法

eScooter シェアリングは、1 章でも述べたようにワンウェイであるため利便性が高い一方、偏りが生じる可能性が高いサービスシステムである。その挙動を再現できるシミュレータを用いることが望ましい。そのため、本研究では図 7 に示す、島崎ら¹³⁾が構築したステーションタイプのワンウェイ型カーシェアリング向け状態遷移シミュレータを活用することにした。作成された駐車場間推定需要がインプットされると、1 ユーザごとに出発需要の OD 情報、出発時間を元に、出発駐車場での空き車両を探索し確保する。車両、駐車場の状態を遷移させ目的地駐車場に到着すると、対象ユーザのステーション間の発生需要を消滅させる。もし、出発駐車場で空き車両が存在しない場合は、利用失敗として発生需要を消滅させる。シミュレーション結果を評価するためには、時系列に連続に存在する数日間の推定需要データを用いることが望ましい。片道利用可能なサービスのため、車両は常に同じ場所にあることは保証されていないこと等より供給側の状態は常に異なるためである。

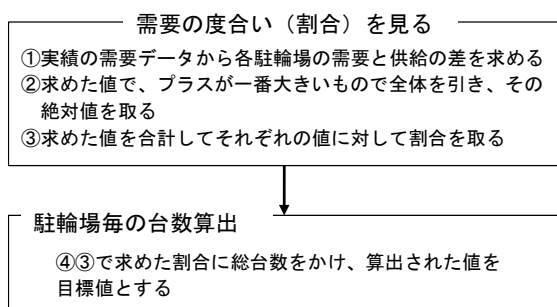


図-5 配回送閾値設定方法

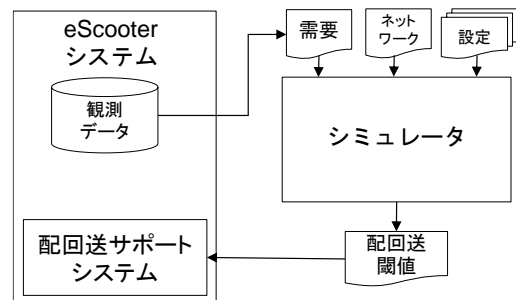


図-6 システム全体像

主要な駐車場には充電器を設置し、充電状態が少なくなるとユーザ自らで充電を実施してもらう運用ルールになっていることより、車両のSoCは考慮しないこととした。また、それぞれ枠内に駐車できる台数（以後、枠内駐車可能台数）が設定されているが、実際のところ超過して駐車されていることがあることより、枠内駐車可能台数を超えても駐車可能であることを表現できることとする。

図8に配回送スケジュール機能を示す。配回送は、各駐車場に配回送閾値を設定し、それより超過した場合は、他の駐車場に車両を移動させ、閾値よりも下回る場合においては、他の駐車場から車両を持ってくる手法を採用する。配回送りソースは潤沢ではないため、優先度をつけるため閾値と停車台数との乖離が大きな駐車場間にソートする。次に運び出せる最大台数と運び入れられる最大台数を算出し、最大同時配回送台数を考慮して車両数を決定する。

評価指標は、車両0時間と超過時間・台数を用いることとする。

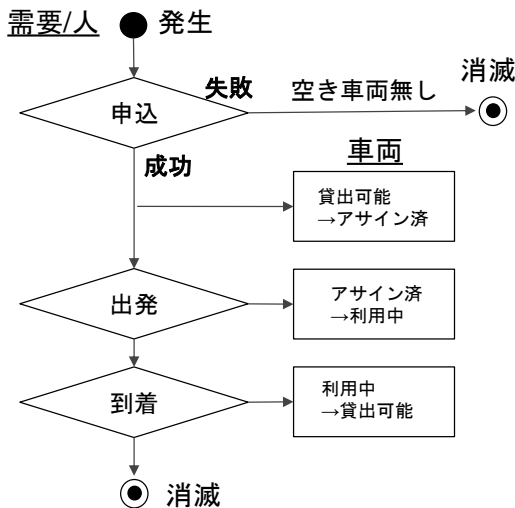


図-7 状態遷移シミュレータ

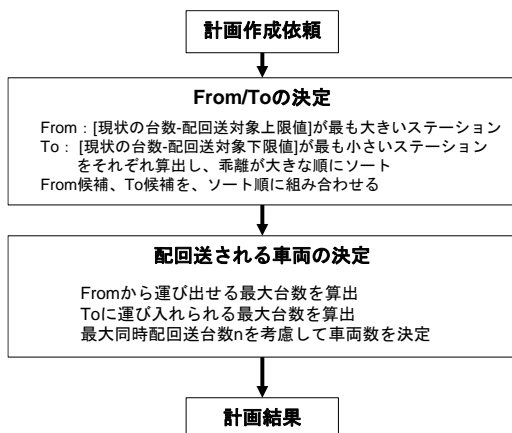


図-8 配回送スケジュール作成機能

(3) シミュレーション条件

2020年10月1日～31日の1か月間の利用実績データを発生需要とし、10月1日0時の車両配置からスタートするシミュレーションを実施する。本期間に実サービスにおいては配回送の実施はされていない。シミュレーションを実施する場合のパラメータとして、車両台数、配回送時間、配回送ルールを3つを変化させることとする。

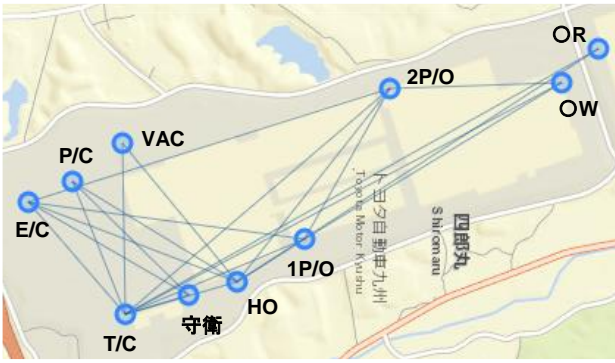
シミュレーション設定を表2で示す。車両は、速度10km/hとし車両台数は10月に配備していた61台の他に、51台、71台の現実的に選択できるパターンを対象とする。配回送車両（ミニバン）には、同時にeScooterが最大5台搭載でき、積込/荷下の作業時間を5分/台とし、移動速度は30km/hとした。社員が空き時間に配回送を行うことを前提にしたため、配回送車両は1台で、1時間のみ実施することとする。配回送は9:00-10:00、12:00-13:00、15:00-16:00の現実的な3パターンとした。配回送閾値は図5で示した手法で算出するが、配回送閾値に幅を持たせることも考慮し、閾値に対して幅0, ±1, ±2, プラス方向のみ増やす上限+1, 上限+2の合計5パターンで検討することとした。

以上より配回送をしないパターン、配回送を実施するパターンを含めた合計48ケースでのシミュレーションを実施する。

図9に駐車場配置、駐車場ごとの駐車可能台数および閾値設定手法を用いて算出された駐車場ごとの配回送閾値を示す。

表-2 シミュレーション設定

	項目	設定
車両	車両台数	下記の3パターン 51台、61台、71台
	車両時速	10 km/h
	初期配置	10月1日0時の実車両配置
配回送条件	配回送車両	1台
	車両速度	30 km/h
	配回送時間	下記の3パターン 9:00-10:00、12:00-13:00、15:00-16:00
	配回送閾値	下記の5パターン 幅0、上限/下限±1、上限/下限±2、 上限+1、上限+2
	同時積載車両数	最大5台
	作業時間 (積込/荷下)	5分/1台



駐車場	駐車可能台数	配回送閾値					
		幅0	±1	±2	上限+1	上限+2	
1	T/C	20	9	10/8	11/7	10/9	11/9
2	H/O	15	13	14/12	15/11	14/13	15/13
3	1P/O	10	5	6/4	7/3	6/5	7/5
4	2P/O	10					
5	OW	12					
6	OR	10					
7	VAC	15					
8	P/C	10	4	5/3	6/2	5/4	6/4
9	E/C	15	7	8/6	9/5	8/7	9/7
10	守衛	6	3	4/2	5/1	4/3	5/3

図-9 駐車場配置/駐車可能台数配回送閾値

4. シミュレーション結果

図 10 に 48 ケースのシミュレーション結果を示す。台数 0 時間、超過台数×超過時間ともに、スタッフ 1 名で 1 時間の配回送を実施することで大幅に改善していることがわかる。

図 11 に配回送なしを除外した結果を示す。台数毎の傾向を確認すると、51 台の場合は超過時間×超過台数は現状の 61 台の場合と比較して小さな値を示しているが、台数 0 時間は大きな値を示している。車両を減らすことで駐車場で車両があふれる機会が減少している一方、車両が少なく台数 0 時間が 61 台に比べて多くなっていることがわかる。71 台の場合は、51 台の場合と逆の傾向で、車両を増やすことで台数 0 時間が少なくなっているが、駐車場で車両があふれる機会が 61 台の場合と比較して増加していることがわかる。全体傾向として、台数 0 時間と超過台数×超過時間の 2 つの指標はトレードオフの関係にあることがわかる。

次に、配回送する時間帯の視点で分析を行う。図 12 に配回送時間を 10 時、12 時、15 時台別にシミュレーション結果を示す。どの時間帯においても結果はばらつきがあるが、12 時台が台数 0 時間、超過台数×超過時間が

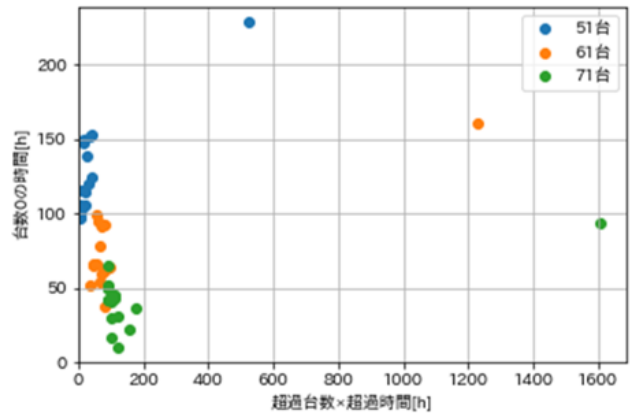


図-10 シミュレーション結果 (配回送なしを含む)

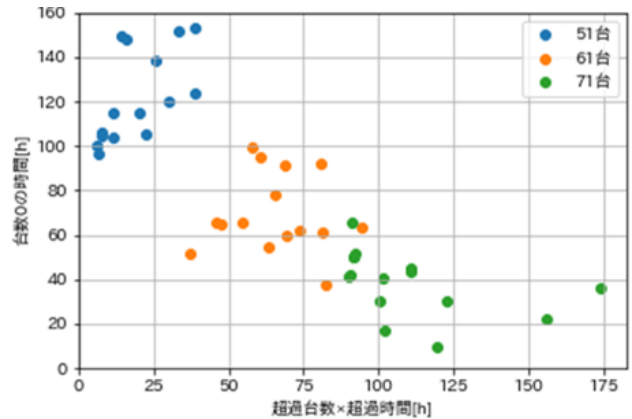


図-11 シミュレーション結果 (配回送なしを含む)

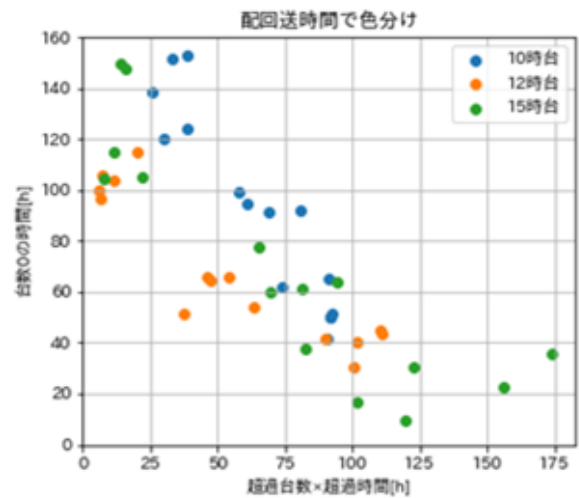


図-12 シミュレーション結果 (配回送時間帯別)

他の時間帯よりも低い傾向にあることが分かった。

最後に、配回送閾値の視点での分析を行う。図 13 に、配回送閾値別にシミュレーション結果を示す。幅 0 の場合は、配回送回数が多くなっているが、これは閾値の幅が狭いため高頻度に配回送していることがわかる。上限+2 は、配回送回数が少なく配回送台数が多いことから、車両台数を少し貯めてから配回送できていると推察される。

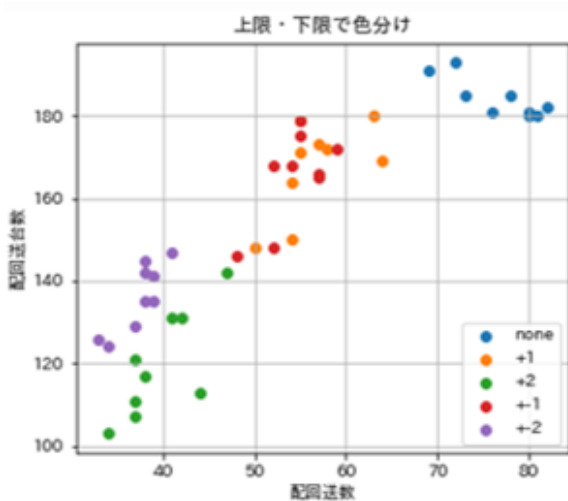


図-13 シミュレーション結果（配回送閾値別）



図-14 配回送向けに開発したシステム

表-3 車両台数毎の最適パターン

車両台数	51台	61台	71台
時間帯	12時台		
閾値	+1	+2	
台数0時間 (h)	96.6	51.6	41.4
超過台数×超過時間 (台・h)	6.6	37.3	89.8
利用成功率 (%)	98.4	99.4	99.7
配回送回数 (回)	50	38	37
配回送台数 (台)	148	117	121

各車両台数毎にどのケースが最適かを決定するため、原点との距離である $\sqrt{(T_{c0})^2 + (T_{over})^2}$ が最も小さなパターンを、最適なパターンとして採用することとする。表 3 に 51 台、61 台、71 台のそれぞれの場合の最適なパターンを示す。値は 1 か月間のシミュレーション結果を示す。

5. 実サービスへの適用と顧客評価結果

(1) 配回送評価

シミュレーション結果として、51 台/61 台/71 台ごとの最適パターンを抽出した。2021 年 1 月から、どのような条件にするかを議論した結果、2020 年 12 月の 61 台から 71 台に車両を増加させ、配回送を実施する時間帯は 12 時台、配回送閾値は+2 として実施することになった。その条件の元、配回送を 2021 年 1 月～2 月の 2 か月間実施を行った。

図 14 に示すオペレーションサポートツールには、シミュレーションによって算出された配回送閾値から計算した適正台数が各駐車場ごとに表示される。配回送スタッフは、配回送を実行する時間になった時に、ツールを利用し、各駐車場の適正台数に対して、超過または下回

表-4 実サービスでの配回送効果

駐車場	月平均台数0時間 (時間)		月平均超過台数×超過時間 (台数・時間)	
	9-12月	1-2月	9-12月	1-2月
T/C	3	0	4175	1
H/O	10	0	3107	0
1P/O	10	0	2335	0
2P/O	29	0	123	5
OW	15	0	951	0
OR	20	0	1350	0
VAC	17	0	752	0
P/C	34	0	233	0
E/C	25	0	163	0
守衛	59	0	54	0
合計	221	0	13243	6

っているかを確認が可能になる。それを元に配回送を実施した結果を、表 4 に示す。配回送によりは 9-12 月で月平均 221 時間あった台数 0 時間は、全ての駐車場で 0 になった。更に、9-12 月で月平均 13,243 台・月あった超過台数×超過時間は月平均 6 台・月に大幅に減少したことがわかった。

以上より配回送を実施することで、大幅に台数 0 時間と超過台数×超過時間を削減できたことが確認できた。

(2) 顧客満足度アンケート

2021 年 1 月から実施した配回送により、本サービスへの顧客満足度が向上したかを確認するために、2021 年 4 月に本サービスに対する従業員アンケートを実施した。合計 510 サンプル、内 eScooter シェアユーザー 118 サンプルの結果を収集できた。アンケート結果を図 15 に示す。以前より使いたい時に空き車両があるように感じた eScooter ユーザーが 77% を占めていることがわかった。

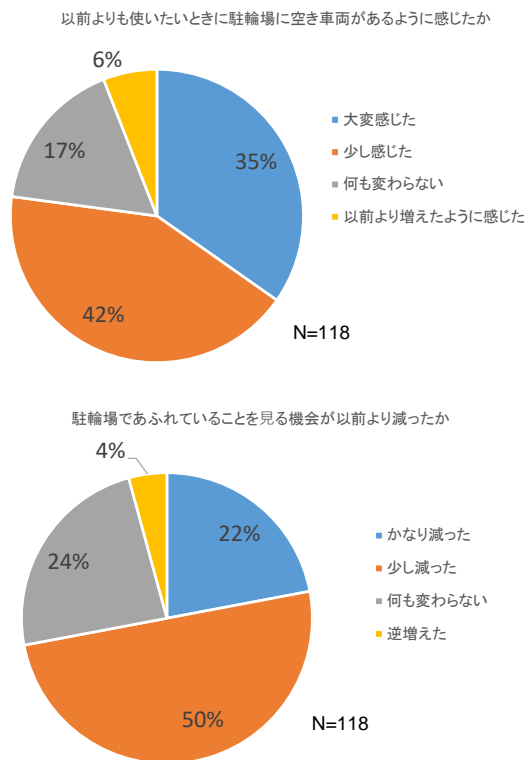


図-15 アンケート結果

また、駐車場で車両があふれていることを見る機会が以前より減ったと感じた eScooter ユーザが 72%を占めていることがわかった。

以上より、顧客満足の向上を実績だけでなく、ユーザアンケート結果からも確認することができた。

6. 結論

トヨタ自動車九州では、従業員の移動方法の課題解決策の1つとして eScooter シェアリングを導入している。顧客である従業員の満足を最大化に向けて、各駐車場で 0 台になる時間、駐車可能台数を超えて駐車されている時間・台数を小さくする配回送ルールを設定し、適切な車両配回送手法をシミュレータを用いて探索した。探索された条件を用いて、実サービスで配回送を実施し、各駐車場で 0 台になる時間、駐車可能台数を超えて駐車されている時間・台数はほぼ解消された。また、アンケートから 7割以上のユーザが配回送によるサービス性向上を認識していることか、適用した配回送手法により顧客満足は大きく改善されたことが分かった。

今後の研究の方向性は、今回は実用的に運用しやすい配回送閾値を固定で適用する方法を採用することにした。様々な既存研究でも実施されているように、将来の需要推定を機械学習などの手法を用いて実施し、それに合わせて配回送を実施することが考えられる。また、トヨタ自動車九州では、eScooter シェアリングだけではな

く、社員通勤用のオンデマンドバス・シャトルサービス、お弁当の配送サービスなど様々なサービスを提供していることより、複数サービスを組み合わせた MaaS (Mobility as a Service) として、複数サービスを跨いだ車両やスタッフなどの効率的な運用計画手法の検討が考えられる。

参考文献

- 1) Shared-Use Mobility Center : Case Study: Status Update, April 8: COVID-19 Crisis Impact on Transit & Shared Mobility, <https://learn.sharedusemobilitycenter.org/casestudy/status-update-april-8-covid-19-crisis-impact-on-transit-shared-mobility/>, 2020
- 2) Gersh Kuntzman : BOOM! New Citi Bike Stats Show Cycling Surge is Real — But Mayor is Not Acting, Streets blog NYC, <https://nyc.streetsblog.org/2020/03/12/boom-new-citi-bike-stats-show-cycling-surge-is-real-but-mayor-is-not-acting/>, 2020
- 3) 警察庁: 多様な交通主体の交通ルール等の在り方に関する有識者検討会 中間報告書, 令和 3 年 4 月
- 4) 経済産業省: 電動キックボード, https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/seikatsuseihin/mobility/index.html, 2021 年 7 月 15 日更新
- 5) Jinghai Huo, Hongtai Yang, Chaojing Li, Rong Zheng, Linchuan Yang, Yi Wen : Influence of the built environment on E-scooter sharing ridership: A tale of five cities, Journal of Transport Geography, Volume 93, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103084>.
- 6) Noland, Robert B. : Trip Patterns and Revenue of Shared E-Scooters in Louisville, Kentucky. , 2019, Findings, April. <https://doi.org/10.32866/7747>
- 7) Ham SW, Cho J-H, Park S, Kim D-K. : Spatiotemporal Demand Prediction Model for E-Scooter Sharing Services with Latent Feature and Deep Learning. , Transportation Research Record. 2021;2675(11):34-43. doi:10.1177/03611981211003896
- 8) Phithakkitnukoon, S.; Patanukhom, K.; Demissie, M.G.: Predicting Spatiotemporal Demand of Dockless E-Scooter Sharing Services with a Masked Fully Convolutional Network. ,ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2021, 10, 773. <https://doi.org/10.3390/ijgi10110773>
- 9) Xu, Yiming et al.: Real-time Forecasting of Dockless Scooter-Sharing Demand: A Context-Aware Spatio-Temporal Multi-Graph Convolutional Network Approach., ArXiv abs/2111.01355 (2021): n. pag.
- 10) M. Masoud, M. Elhenawy, M. H. Almannaa, S. Q. Liu, S. Glaser and A. Rakotonirainy : Heuristic Approaches to Solve E-Scooter Assignment Problem, in IEEE Access, vol. 7, pp. 175093-175105, 2019
- 11) Suining He and Kang G. Shin. 2020. : Dynamic Flow Distribution Prediction for Urban Dockless E-Scooter Sharing Reconfiguration. Proceedings of The Web Conference 2020. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 133-143. DOI:<https://doi.org/10.1145/3366423.3380101>
- 12) Stefano Carrese, Fabio D'Andreagiiovanni, Tommaso

Giacchetti, Antonella Nardin, Leonardo Zamberlan :A Beautiful Fleet: Optimal Repositioning in E-scooter Sharing Systems for Urban Decorum, Transportation Research Procedia, Volume 52, 2021, Pages 581-588,<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.01.069>

13) Shimazaki, K ed : Development of a simulation for one way EV sharing Service, in Proceedings of 20th ITS World Congress, 2013

(Accepted ?)

RE-DISTRIBUTION EVALUATION FOR ESCOOTER SHARING SERVICE IN FACTORY TO IMPROVE CUSTOMER SATISFACTIONS

Masahiro KUWAHARA, Akira YOSHIOKA, Naoaki UENO and Atsushi TODO

Toyota Motor Kyushu has introduced a sharing service using about 70 eScooters as one of the solutions to tackle the problem of how to transport its employees. In order to improve the customer satisfactions, the company decided to introduce re-distribution method to reduce the opportunity that there are no vehicles and exceeded vehicles over its capacity in each parking spot. Based on the observed data, we set up practical re-distribution rules and searched for the appropriate conditions for actual services using a simulator. Using the support system that we built, we implemented re-distribution method based on the explored conditions, and the no vehicle time and excess vehicle time/number at each parking spot was almost completely eliminated. According to the questionnaire results, more than 70% of the users recognized that the service was improved by the re-distribution method, which indicates that the customer satisfactions were greatly improved by it.