

都市の違いによるカーシェアリングシステムの最適ステーション配置の比較分析

山本真生¹・上野優太²・溝上章志³

¹学生会員 熊本大学 大学院自然科学研究科 (〒860-8555 熊本市中央区黒髪2-39-1)
E-mail: 174d8827@st.kumamoto-u.ac.jp

²学生会員 熊本大学 大学院自然科学教育部 (〒860-8555 熊本市中央区黒髪2-39-1)
E-mail: 182d8354@st.kumamoto-u.ac.jp

³正会員 熊本大学教授 大学院先端科学研究部 (〒860-8555 熊本市中央区黒髪2-39-1)
E-mail: smizo@gpo.kumamoto-u.ac.jp

近年、カーシェアリングは我が国においても導入され普及している。しかし、乗り捨てが可能で利便性の高いワンウェイ型カーシェアリングの導入事例は決まって少なく、今後、様々な都市での導入が期待されている。一方、運営主体においては利便性を確保し、採算が採れる効率的な運用が求められる。また、都市によって都市構造や交通パターンは異なることから利用のされ方も異なってくると予想できる。本研究では、運用シミュレーションを組み込んだ遺伝的アルゴリズムを複数の都市に適用し、ステーション配置の最適化を行った。また、都市構造や交通パターンが効率的な運用のためのステーション配置にどのような影響を与えているかを明らかにするために都市間比較分析を行った。

Key Words : carsharing, genetic algorithm, station allocation, , urban structure, travel behavior

1. はじめに

我が国では経済成長に伴うモータリゼーションの進展により、バスや鉄道などの公共交通手段の利用が減少する一方で自家用車の保有と利用が増加している。また、モータリゼーションに進展による交通渋滞の頻発や慢性化によって排気ガスの排出量は増加しており、大気汚染だけでなく、温室効果ガスによる地球温暖化といった環境問題に直面している。近年、これらの問題を解決するために自動車交通による温室効果ガス排出量の削減や自動車所有台数の削減、公共交通機関の利用促進が課題となっている。これらの改善策の一つとしてカーシェアリング（以後、CS と記す）サービスが、ここ十数年で欧州や北米やアジアの都市を中心に普及している。CS サービスによって既存の公共交通利用との接続や補間、自家用車の代替交通手段といった役割を持った都市内の新しい交通手段として注目されており、交通サービスの利便性や信頼性の向上が期待される。

CS サービスが普及しはじめた我が国においては、どのような都市でどのような規模の事業を導入すべきかをあらかじめ把握した上で検討しておくことが重要となってくる。しかし、都市によって人口規模やネットワーク

構造や交通パターンは異なり、CS サービスの利用のされ方も異なってくるであろう。さらに、欧米の都市を中心に多くの都市で提供されているが、採算が取れずに中止した都市も複数存在するため、事業として継続していくためには効率的な運用が求められる。効率的な運用には、利用者の需要を把握したうえでの適切なステーションの配置が鍵となる。また、適切なステーションの配置も上述した理由より、都市によって異なるであろう。

本研究では、開発済のCS運用シミュレーションを組み込んだ遺伝的アルゴリズム（以後、GAと記す）を複数の都市に適用し、都市ごとのステーション配置の最適化を行う。得られた結果から、都市構造や交通パターン等が効率的な運用のためのステーション配置にどのような影響を与えているかを明らかにすることを目的とする。また、本研究は、CSにおいて利便性の高いワンウェイ型の中でも、今後の我が国において導入、普及の可能性が高いステーションベース型を対象とする。

本論は5章から構成されている。第2章では、CSの現状と既往研究について述べる。第3章では、分析対象都市の特徴とCS運用シミュレーションを組み込んだGAについて説明した後、計算結果を述べる。第4章では、得られた計算結果を用いて、都市構造や交通パターンの観

点からステーション配置の最適解の分析を行う。第5章では、得られた成果と今後の課題について述べる。

2. カーシェアリングの現況と既往研究

(1) 国内のCS事業者の展開状況

図-1¹⁾に示すように、2009年にはCSの会員数は約6,000人、車両台数は約500台であったものが、2018年には会員数は130万人、車両数は約2万9千台となった。2010年以降の会員数・車両数の増加は著しく、今後もCSサービスの普及によって増加していくことが予想される。

CSの利用については、サービスへの入会手続きを行い、スマートフォン上の専用アプリケーションやICカードによって簡単に利用することが可能である。利用料金については、分単位や時間単位で車両を利用した時間分だけ料金を払えば良いので、タクシーやレンタカーほど費用もかからない。

また、CSサービスは、車両を返却するステーションと借りたステーションが同一であるラウンドトリップ型と、車両を返却するステーションが借りたステーションと異なってもよいワンウェイ型の2種類に分類できる。またワンウェイ型は専用の返却ステーションが存在するステーションベース型と、専用のステーションは存在せ

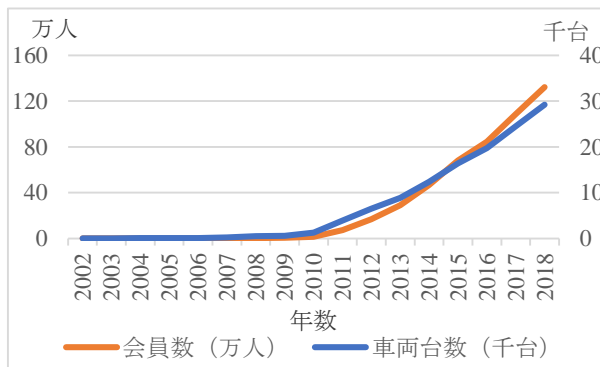


図-1 国内のカーシェアリングの車両台数と会員数の推移

ず路上や公共の駐車場に返却することが出来るフリーフロート型に分類されている。しかし、フリーフロート型については、現段階において法規制により導入が困難である。

国内におけるCS事業は、1999年に東京・大阪・神奈川の3府県で社会実験が実施されたのが最初である。その後、2005年2月にはオリックス自動車のオリックスカーシェアが国内初のCSを事業として開始した。それに続いてモビシステムやタイムズカープラスなどの事業が開始され、2018年3月時点で31の事業が展開されている。国内の主要サービスを表-1に示す。タイムズ24が展開する国内事業最大のタイムズカープラスというCS事業は2018年3月時点では47都道府県全てで展開されている。しかし、これらはいずれもラウンドトリップ型のサービスである。一方、ワンウェイトリップ型のCSサービスはトヨタ自動車Hamo RIDEサービスをトヨタ自動車の本社がある豊田市で半ば実験的に展開している。また、トヨタ自動車は東京都8区で、駐車場サービス大手でタイムズカープラスも行っているTimesと協同でTimes Car PLUS×Hamoも半ば実験的にやっている。国内においては現在のところこの2つの事業だけがワンウェイ型のサービス展開となっている。

(2) 既往研究

カーシェアリングに関する既往研究については、国内外において様々なテーマで取り組まれている。最適化に関する研究としては、1)車両の再配置、2)ステーションの再配置に大別することができる。

1)については、Ana S^ら²⁾、Aurelien^ら³⁾、Burak^ら⁴⁾たちは、数学的モデルを用いて車両の再配置の計画や手法を提案している。2)については、中村^ら⁵⁾は前者とは異なり、ステーション配置の最適化をGAを用いて行い、中心市街地や鉄道駅といった公共交通機関結節点への配置が有効であることを示している。

しかし、これらの既往研究は単一の都市や地域、仮想的な都市を対象にしている、そのため、都市によって異なる都市構造や規模、交通パターンといった要素は考慮

表-1 国内の主要サービス

サービス形態	サービス名	実施地域	車両ステーション数	車両台数	会員数
ラウンドトリップ	タイムズカープラス	全国	10,459	20,985	965,924
	オリックスカーシェア	14都府県	1,654	2,703	193,182
	カレコ・カーシェアリングクラブ	8都府県	1,662	2,794	73,592
	アースカー	17都府県	226	2526	28,339
	チョイモビ・ヨコハマ	神奈川県横浜	14	30	2,200
ワンウェイ	Hamo RIDE	愛知県豊田市	55	129	4,823
	Times Car PLUS × Hamo RIDE	東京都8区	102		

されておらず、本研究は複数の都市での最適化された結果の比較分析から影響を与える要因を明らかにする点が新しい試みである。

3. 最適ステーション配置計画

(1) 分析対象都市とその特徴

本研究で用いるCS運用シミュレーションモデルは、その入力データとしてパーソントリップ調査による個人のトリップチェーンデータを使用している。そのため、パーソントリップ調査データが揃っていることが分析の対象都市の条件である。

本研究では、対象地域としての条件を満たしている熊本市を分析対象都市の1つとした。また、近隣の都市圏で熊本市より規模の大きい北九州市、規模の小さい久留米市の3都市を分析対象都市とする。

3都市の概要について表-2に示す。人口は北九州市が約97万人と一番多く、次いで熊本市が約73万人、久留米市が約30万人である。DID地区人口はそれぞれ、約87万人、約58万人、約18万人であり、DID地区人口が市域の総人口に占める割合としては、約9割、約8割、約6割で

あるが、北九州市はDID地区面積が一番広いため、DID地区内の人口密度は最も小さくなっており、DID地区内に低密度で居住している都市といえる。一方、熊本市は3都市の中でDID地区内の人口密度が一番大きく、市街地部に人口が集中している都市といえる。久留米市はDID地区人口密度は北九州市より若干大きい、DID地区人口の市域の総人口に占める割合やDID地区面積が小さいことから、街の中心部に人口の約半数が居住しているものの、残りの人口は郊外部に居住しているという都市構造となっている。

内々トリップ数は北九州市で約198万トリップ、熊本市で約140万トリップ、久留米市で約52万トリップであり、都市の人口規模に比例して増加している。生成原単位はそれぞれ2.25、2.78、2.75であり、人口規模によらない。交通機関別分担率は、自動車分担率は久留米市が65.4%と最も高い。公共交通分担率は、北九州市が14.9%と最も高く、熊本市は6.8%で最も低い。平均トリップ長は総人口が多く、DID地区人口が市域の総人口に占める割合が高い北九州市と熊本市は久留米市よりも1km程長い。

(2) CS選択モデルと運用シミュレーション

CS選択モデルは、個人ごと、トリップごとにCSに置き換えをするか否かを予測する非集計離散選択モデルである。

CSに対する利用意向の把握、CSへのトリップの置き換えモデルの推定を目的として、熊本市において仮想条件下での選好意識を調べるSP調査を行った。詳細は文献5)にゆずる。

モデルの推定のためのデータには、「置き換える」、または「条件によっては置き換えても良い」とした現在のトリップごとに設定された仮想のサービスプロファイルを持つCSサービスに対して「利用する」か「利用しない」が回答されたSPデータを用いている。2項ロジットモデルの推定結果を表-2に示す。尤度比、的中率ともに高く、各変数のパラメータの符号条件も論理的であり、t値も高く統計的に有意であり、モデルの適合度は高い。

また、このモデルは熊本市で実施したSP調査のデータから推定されているが、本研究では、北九州市や久留米市においても選好の構造は同一であると仮定し、3都市全てにこのモデルを適用している。

図-2に運用シミュレーションのフローを示す。このシミュレーションモデルの特徴は、発ステーションでの利用可能な車両の有無や着ステーションでの返却可能性が利用時刻以前の他の利用者の選択結果によって変化する、いわゆるマルチエージェントシミュレーションとなっている。また、車両の偏在のために借りたいステーション

表-1 3都市の概要

	北九州	熊本	久留米
人口(人)	976,846	734,474	302,402
人口密度(人/km ²)	1,995	1,885	1,316
DID地区人口(人)	877,833	579,318	183,547
DID地区人口密度(人/km ²)	5,572	6,643	5,644
内々トリップ数(万)	198	140	52
生成原単位	ネット	2.89	3.14
(トリップ/日)	グロス	2.25	2.78
分担率	自動車	57.8	55.3
(%)	公共交通	14.9	6.8
	その他	27.3	37.9
トリップ長	平均	4.5	4.7
(km)	分散	20.55	18.52
		15.91	

表-2 モデルの推定結果

説明変数		推定値	t値
利用 する	時間料金(円/min)	-0.188	-10.33
	事前予約時間(分)	-0.0046	-1.83
	ステーションに車両がない確率の逆数	0.047	1.96
利用 しない	トリップ所要時間(分)	0.016	3.26
	私用・業務目的ダミー	0.415	2.20
	性別(男性=1)	0.318	1.68
	年齢	0.011	2.07
サンプル数		784	
尤度比		0.31	
的中率		0.74	

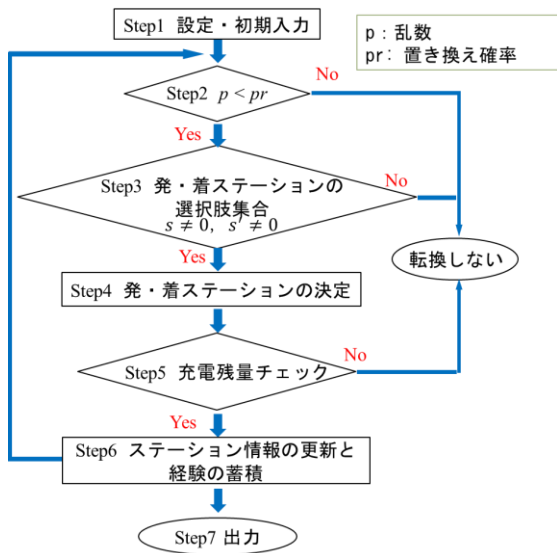


図-2 シミュレーションフロー

の車両が予約できないというリスクを表す「ステーションに車両がない確率の逆数」が日々変動するため、一日ごとに更新されるワンウェイ型CSへの置き換え確率も日々変動することである。

(3) 問題の定式化 とGAの適用

効率的な運用を行うためには、需要の偏りを考慮して適切な位置にステーションを配置することが望まれる。このとき、利用者にとっては利便性が高く、一方でサービス提供者にとっては利益率がが高くなるような効率的なステーション配置が望ましい。以下では、ネットワーク上の全ノードをステーションを候補地とし、利便性を表す指標である予約受付率（利用トリップ数/利用希望トリップ数）と利益率を表す指標である 実車率（利用時間/日/台）を同時に最適にするようなステーション配置計画を検討する。

まず、決定変数として、候補地 p にデポを配置するとき 1、そうでないとき 0 の値をとる離散的な解変数 δ_p と、時刻 t から $t + t_{pq}$ の時間に個人 i が車両 n でデポ p からデポ q へ移動するとき 1、そうでないとき 0 の値をとる離散的な状態変数 $x_{p,q,t,t+pq}^{i,n}$ を導入する。

さらに、CS を事業化するには一定の収益性を見込んだサービスの提供を行う必要がある。ここでは、収益を左右する実車率を適切な水準に確保することを条件としてステーション配置を行うことを目的として、ゴールプログラミングを用いた求解（以後、この解を満足解と記す）を試みる。

ゴールプログラミングとは、目標達成という概念を導入し、その目標を不等式あるいは方程式で表して多目的計画問題の実行可能解を得る一つの解法である。

$$\max_{\delta, x} \frac{\sum_t \sum_i \sum_n \sum_{pq} \delta_p x_{p,q,t,t+pq}^{i,n}}{V} \quad (1)$$

$$s.t. \quad \delta_p = \{0,1\} \quad (2)$$

$$x_{p,q,t,t+pq}^{i,n} = \{0,1\} \quad (3)$$

$$\sum_i \sum_s \sum_n \delta_p x_{p,q,t,t+pq}^{i,n} (1) + \sum_p \delta_p a_p (1) = N \quad (4)$$

$$\delta_p a_p (t) \geq 0 \quad (5)$$

$$\delta_p C_p (t) \geq \delta_p a_p (t) \quad (6)$$

$$\delta_p a_p (t) = \delta_p a_p (t-1) - \sum_i \sum_n \sum_q \delta_p x_{p,q,t-1,t+pq}^{i,n} (t-1) + \sum_i \sum_n \sum_q \delta_p x_{q,p,t-qp}^{i,n} (t-t_{qp}) \quad (7)$$

$$\frac{\sum_t \sum_i \sum_n \sum_{pq} \delta_p x_{p,q,t,t+pq}^{i,n}}{T * N} \geq 0.3 \quad (8)$$

ここでは、収益に直結する実車率に対して目標値を設定した最適ステーション配置計画問題を示す。

V は 1 日の置き換え意向のトリップ数、 $a_p(t)$ は時刻 t でのデポ p に存在する車両数、 C_p はデポ p の駐車スペース数、 S はデポ候補地集合、 N は総車両数、 t_{pq} はデポ p からデポ q までの旅行時間である。

ここで、目的関数式(1)は予約受付率の最大化を意図したものである。一方、制約条件のうち、式(4)は初期時点 $t=1$ での配車台数と移動する車両の台数は総車両数に等しいという初期制約条件である。また、式(5)はステーション p での配車数に対する非負条件、式(6)はステーションには駐車台数以上の車両は駐車できないことを表す容量制約条件である。式(7)は時刻 t でのステーション p に存在する車両数は、時刻 $(t-1)$ での車両数からステーション p から出発する車両数と駐車する車両数の入出の和になるという保存条件を表している。式(9)は、実車率について最低限の目標値を超えるように設定した制約条件である。ここでは、実車率の目標値を公共交通を運営基準である収支率が 0.3 であることから 0.3 に設定した。

最適ステーション配置計画は多目的最適化問題でかつ NP 困難な計算量クラスの問題であり、CS 運用シミュレーションから得られる状態変数を求めながら最適化を行うため、厳密解法で最適解を求めることは容易でないことが予想される。そこでメタヒューリスティック手法である GA を用いて最適化計算を行う。GA は選択、交

又、突然変異という生物の遺伝と進化のメカニズムを工学的にモデル化したものである。詳細については文献5)に譲る

選択アルゴリズムはエリート戦略とルーレット選択を併用し、交叉は一様交叉で行う。遺伝子長はステーション候補地と同じ数とし、0, 1の値でステーションの有無を表現する。この遺伝子により表現された最適ステーション配置計画ではCS運用シミュレーションによってGAの適応度を算出する。その他の各パラメータは、個体数20, 交叉率0.5, 突然変異確率0.2と設定した。終了はある世代の最も適応度が高い個体とその1世代前の最も適応度が高い個体の適合度の差が0.001以下になった時点とする。

(4) 運用シミュレーションの基本設定と計算結果

運用シミュレーションの基本条件を表-3, 分析対象都市のステーション候補地であるノードとネットワークを

表-3 シミュレーションの基本条件

スペース	配車台数	料金(円/分)	事前予約時間
5	2	20	30分前

図-4に示す。各都市のステーション候補地の数は、北九州市が814, 熊本市が3,187, 久留米市が365である。

ステーション数や密度については、ステーションベース型のフランスのパリ都市圏で実装されていたAutolib'やフリーフロート型であるが欧米の都市を中心に展開しているCar2goを参考にし、1ステーション当たりの人口を算出し、3,000人/ステーションを基準として設定した。そのため、初期の遺伝子長の中のステーション候補地数については、3,000人/ステーションに近い値になるように乱数を用いて調整を行った。

最適ステーション配置計画の解の計算結果を表-4に示す。目的変数である予約受付率は、北九州市が0.206と最も低く、熊本市と久留米市においてはそれぞれ0.325, 0.300と北九州市と約0.1の差が確認できる。一方、制約条件の一つである実車率をみると、熊本市と久留米市が目標値の0.3をわずかに上回ったのに対して、北九州市では0.51と大幅に上回っている、この結果は1台あたりの利用回数や1回当たりの利用時間から北九州市は1台あたりの利用回数が最も多く、1回当たりの利用時間も最も長いことから明らかである。

図-4から図-7に各都市の潜在需要と予約受付トリップ

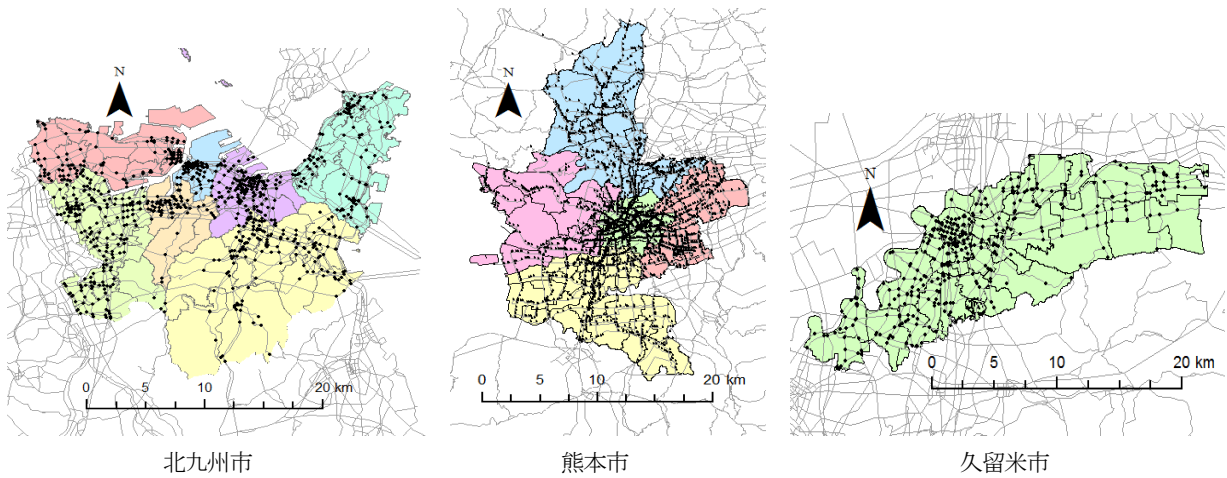


図-3 ステーション候補地とネットワーク

表-4 最適解による計算結果

	北九州市		熊本市		久留米市	
	初期配置	最適解	初期配置	最適解	初期配置	最適解
予約受付トリップ数	19,010	21,243	9,323	11,527	5,376	5,150
予約受付率	0.200	0.206	0.312	0.325	0.274	0.300
車両不在による予約不可トリップ数	71,384	77,472	18,397	21,532	12,375	10,925
駐車不可による予約不可トリップ数	4,512	4,399	2,141	2,463	1,506	1,134
稼働率	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00	1.00
実車率	0.48	0.51	0.27	0.31	0.34	0.35
1台当たりの利用回数(日)	29.2	31.2	19.0	22.2	26.6	27.7
1回当たりの利用時間(分)	23.6	23.5	20.4	20.1	18.4	18.2
ステーション数	325	340	245	260	101	93

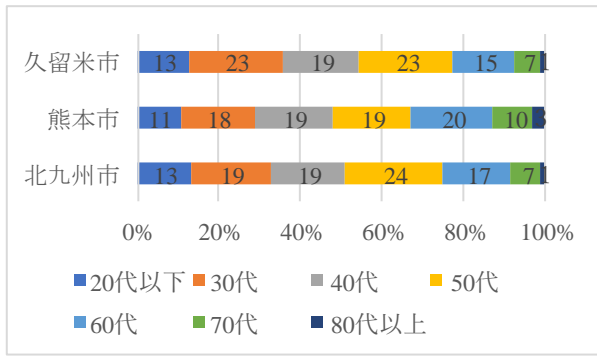


図4 利用者の年代別の割合

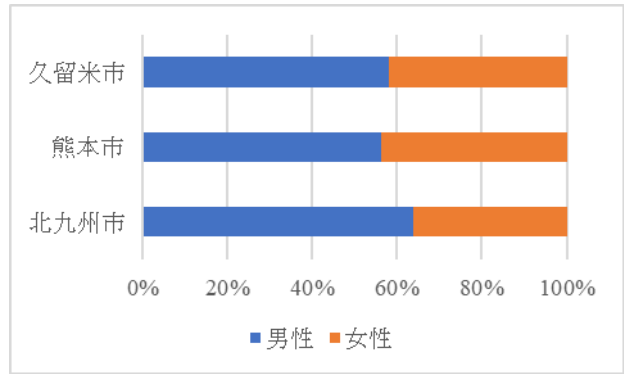


図5 利用者の性別の割合

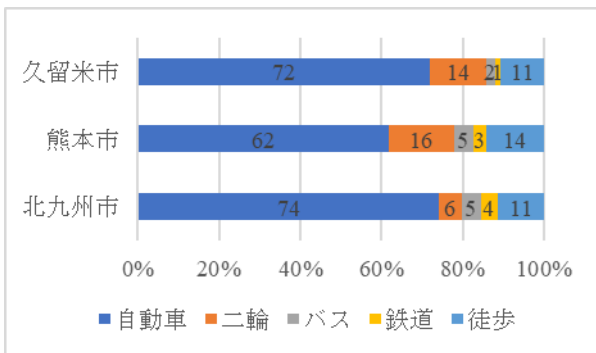


図6 利用者の転換前の代表交通手段別の割合

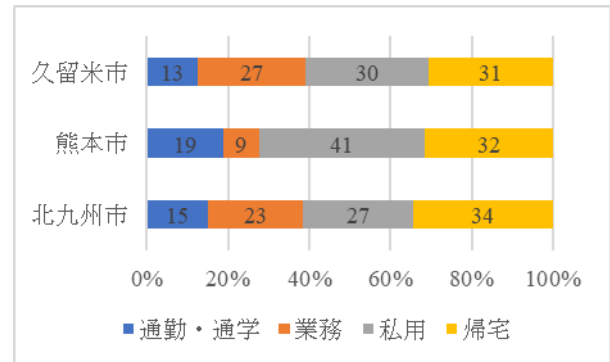


図7 利用者の目的別の割合

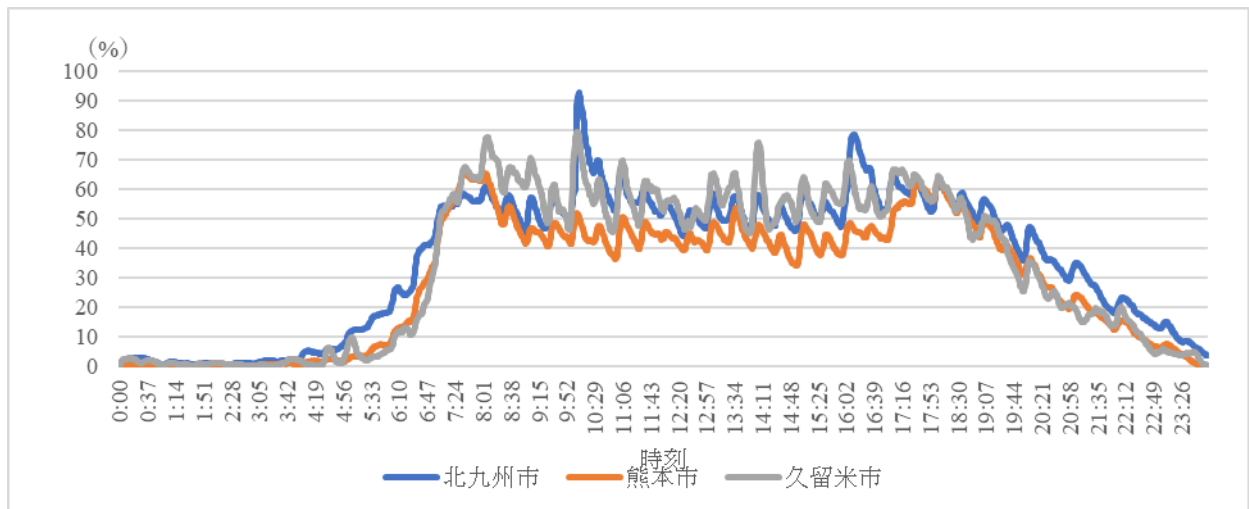


図8 3都市の稼働率の推移

の属性を示す。年代別では久留米市が20代と30代の割合が他の2都市より高い。また、熊本市において60代以上の高齢世代の割合が他都市より高い。性別においては、3都市とも割合に大きな差はなく、男性が60%前後を占め、女性より若干高い。代表交通手段別では、久留米市と北九州市の自動車からの転換割合が70%を超えているが、熊本市では約60%となっている。北九州市は潜在需要の自動車分担率と比較して、CSへの円環割合が高いことが分かる。目的別については、通勤、通学、帰宅については3都市ともほとんど差はない。しかし、熊本

市においては業務目的が他都市と比較して半分以下であり、私用目的が10%程高いことが確認できる。

図8に3都市の稼働率の推移を示す。3都市とも6時台から急激に増加し始めて、8時前後にピークを迎える。北九州市と久留米市においては10時台に最大ピークを迎え、3都市とも18時以降、徐々に減少していくことがわかる。

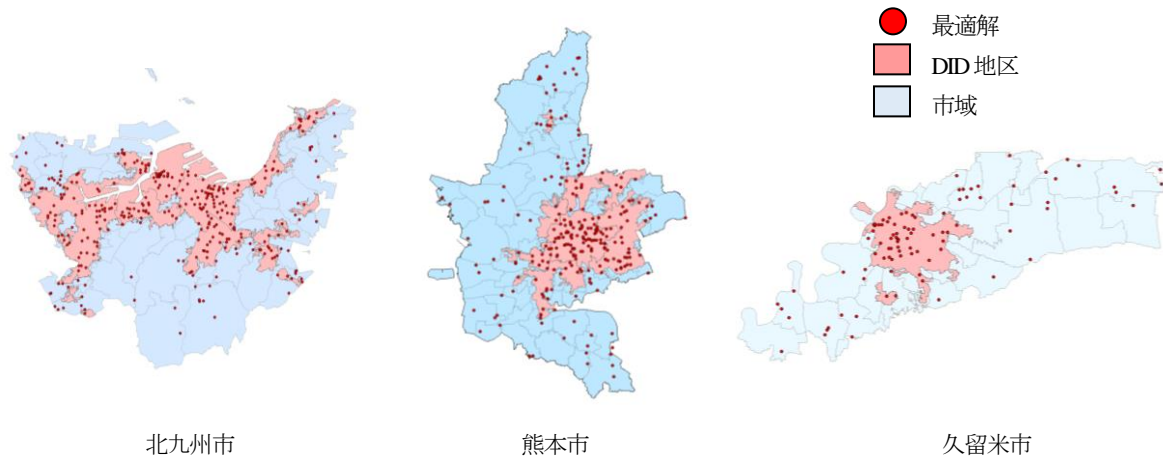
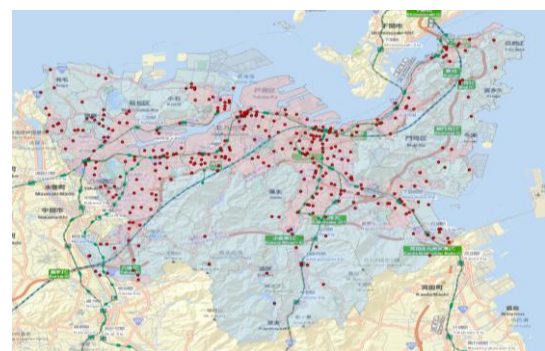


図-9 3都市の最適ステーション配置と DID 地区の分布

4. 都市の違いによる分析

(1) DID地区と最適解

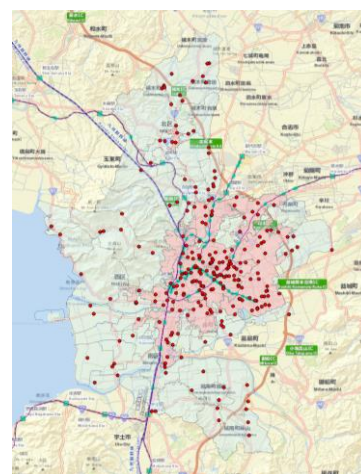
図-9にステーション配置の最適解とDID地区の分布を示す。3都市ともDID地区に集中してステーションが配置されており、人口が集中している地域への配置が効果的であることを示している。しかし、北九州市は最適解のほとんどがDID地区に配置されているのに対して、熊本市と久留米市では人口が密集していない地域にも一定数配置されていることが分かる。



北九州市

(2) 交通網と最適解

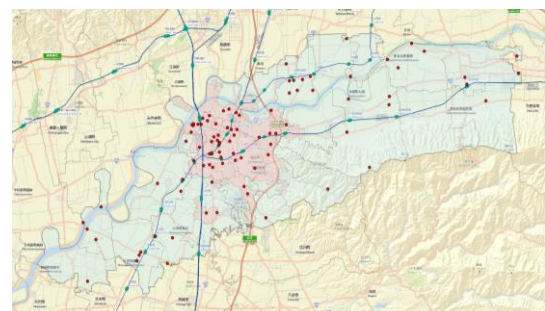
図-10にステーション配置の最適解と交通網を示す。北九州市においては、幹線道路と鉄道に沿って人口集中地区が分布し、最適解が配置されている。熊本市は人口が集中している地域においては、幹線道路だけでなく、鉄道駅へステーションが配置されているが、郊外部においては中心部を結ぶ幹線道路沿いに多く配置されている。久留米市においては、熊本市と同様に人口が集中している地域においては鉄道駅付近、郊外部では幹線道路沿いに配置されている。さらに郊外部の鉄道駅付近にも配置されている。



熊本市

(3) 用途地域と最適解

図-11にステーション配置の最適解と交通網を示す。3都市とも居住地域にほとんどのステーションが配置されている。北九州市と熊本市においては商業地域にも配置されている。また、熊本市と久留米市においては、郊外部の居住地域にも配置されていることが分かる。



久留米市

(3) 都市の違いと最適解

これまでDID地区、交通網、用途地域といった要因から最適解の違いを分析してきたが、ここではこれらを踏まえた最適解の違いの分析する。

図-10 3都市の最適ステーション配置と交通網

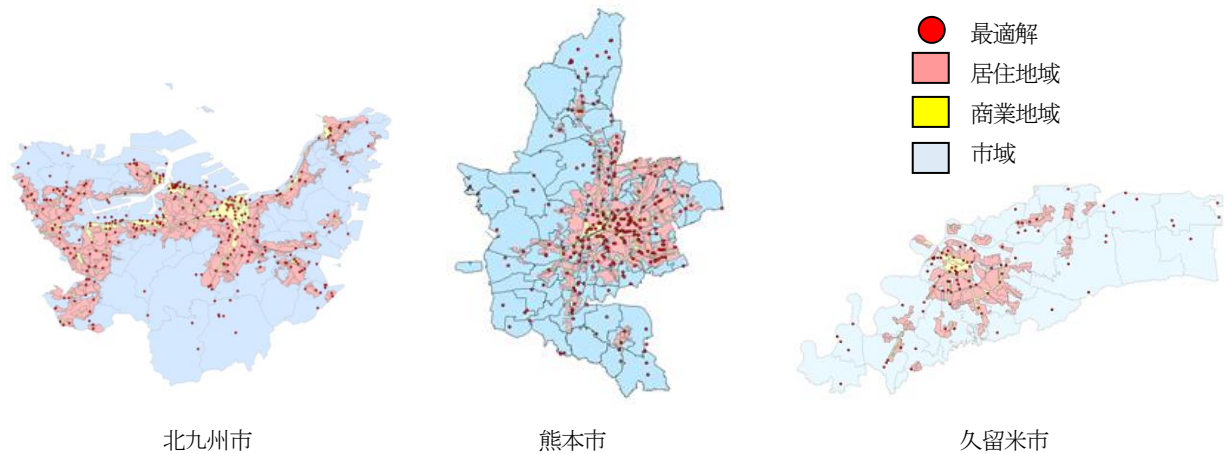


図-11 3都市の最適ステーション配置と用途地域

北九州市は、鉄道や幹線道路沿いの人口集中地区または居住地域へのステーションが配置されるため、都市部のような鉄道沿線を拠点して居住地域が形成された都市での効率的な運用に繋がると考えられる。

熊本市は、中心市街地とその周辺地域にステーションが配置される。しかし、郊外部と中心部を結ぶ幹線道路沿いにも配置されることから、熊本市と同様に中心部への移動が多い地方の都市部またはその周辺地域での効率的な運用に繋がると考えられる。

久留米市は、中心市街地だけでなく、郊外の幹線道路や鉄道駅付近にステーションが配置されている。

5. おわりに

本研究で得られた成果について以下に箇条書きで述べる。

- ・運用シミュレーションを組み込んだ遺伝的アルゴリズムを複数の都市に適用した。
- ・得られた結果から都市ごとの利用特性の違いを明らかにした。
- ・都市に関する指標を用いて、最適ステーション配置の違いを明らかにした。

参考文献

- 1) 公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団 HP, わが国のカーシェアリング車両台数と会員数の推移, http://www.ecomo.or.jp/environment/carshare/carshare_to_p.html
- 2) Ana S. Vasconcelos, Luis M. Martinez, Goncalo H.A. Correia, Daniel C. Guimaraes, Tiago L. Farias: Environmental and financial impacts of adopting alternative vehicle technologies and relocation strategies in station-based one-way carsharing: An application in the city of Lisbon, Portugal, *Transportation Research Part D*, Vol.57, pp.350-362, 2017.
- 3) Burak Boyaci, Konstantinos G. Zografos, nikolas Geroliminis : An integrated optimization-simulation framework for vehicle and personnel of electric carsharing systems with reservations, *Transportation Research Part B*, Vol.97, pp.214-237, 2017.
- 4) Aurelien Carlier, Alix Munier-Kordon, Wutold Kludiel : Mathematical model for the study of relocation strategies in one-way carsharing systems, *Transportation Research Procedia*, Vol.10, pp374-383, 2015.
- 5) 中村謙太, 溝上章志, 橋本淳也 : ワンウェイ型カーシェアリングシステムの導入可能性と最適ステーション配置, *土木学会論文集D3*, Vol.73, No.3, pp1135-147, 2017.

(2018.???.?? 受付)

COMPARATIVE ANALYSIS OF OPTIMAL STATION ALLOCATION OF STATION-BASED ONE-WAY CARSHARING DUE TO DIFFERENCE OF CITY CHARACTERISTIC

Masaki YAMAMOTO, Yuta UENO and Shoshi MIZOKAMI

Recently, carsharing has been introduced and widespread in our country. However, there are few cases of introducing one-way type car sharing that can be returned anywhere within specific areas and highly convenient, and it is expected to implement in many cities in the future.

Meanwhile, the operators are required to ensure convenience and efficient operation. Also, because urban structures and traffic properties are different for each city, it can be expected that utilization of car-sharing will be also different.

In this paper, a genetic algorithm incorporating operational simulation is applied to multiple cities and we optimize station allocation. In order to reveal the effect of urban structure and traffic pattern on station allocation for efficient operation, we conduct comparison analysis between multiple cities.