自治体の地域特性を踏まえた電動モビリティ適用性評価に関する基礎分析

伊藤　大貴[1]・鈴木　弘司[2]・鈴木　一史[3]・永田　隼[4]

[1]正会員　名古屋工業大学大学院工学研究科（〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町）
E-mail: h.ito.886@stn.nitech.ac.jp (Corresponding Author)

[2]正会員　名古屋工業大学大学院工学研究科（〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町）
E-mail: suzuki.koji@nitech.ac.jp

[3]正会員　静岡理工科大学（〒437-0032 静岡県袋井市豊沢 2200-2）
E-mail: suzuki.kazufumi@sist.ac.jp

[4]非会員　名鉄都市開発株式会社（〒450-0002 愛知県名古屋市中村区名駅四丁目 8 番 18 号）
E-mail: hayato.nagata@m-cd.co.jp

本研究では，先行研究にて実施した電動モビリティ未導入自治体へのアンケート調査結果と自治体の地域特性を示す各種データや統計指標を用いたクラスター分析により，同類の地域特性を有する自治体の地域クラスターに分類し，その後各地域クラスターの特徴を整理した．次に，電動モビリティ導入経験のある自治体を対象に，先に分類した地域クラスターとの地域特性の類似性について，各種データや統計指標の差分の和で表現される乖離度を用いて整理した．最後に，電動モビリティ導入自治体のアンケート調査結果やヒアリング調査結果も活用しながら，地域クラスターごとの課題認識や電動モビリティへの期待度，導入意向との間の関連性を分析し，電動モビリティの適用性が高い自治体の地域特性を考察する．

Key Words: *電動モビリティ, アンケート調査, 適用性評価*

1. はじめに

(1) 研究の背景

近年，技術の進展等に伴い，我が国では電動キックボードや自動配送ロボットなど，1-2 人乗りの新たな電動モビリティの導入や検討が進められている．これら電動モビリティが普及することで，国民の新たな移動手段の一つとなるとともに，交通渋滞や交通安全の確保等の交通課題の解消や，ラストワンマイルの確保や高齢者等の移動手段の確保，観光振興等の地域活性化，低炭素社会の実現など，様々な課題の解消が期待される．各種モビリティの特徴や今後の可能性，普及に向けた課題と対応については，多様なモビリティ普及推進会議[注 1)]で整理されているが，電動モビリティは，自動車や自転車，歩行者等，様々な交通手段との混在下での利用が想定されるため，交通安全等の視点からの懸念がある．これに対し，令和 3 年 12 月に警察庁により，各種電動モビリティの実証実験等の実施例や，交通ルール等の在り方等が報告されている[注 2)]．これまで電動キックボードについては運転時のヘルメット着用が義務づけられており，車道（車両通行帯の設けられた道路では，最も左側の車両通行帯，車両通行帯の設けられていない道路では，道路の左側）を通行することとされてきたが，産業競争力強化法に基づく「新事業特例制度」[注 3)]の特例措置（以降，特例措置）を講ずることで，運転時のヘルメット着用を任意とすることや，普通自転車専用通行帯および自転車道の走行を認める等の取り組みが行われた．さらに，令和 4 年 4 月に成立した改正道路交通法[注 4)]によって新たに定義される特定小型原動機付き自転車の枠組みでは，時速 20km 以下であれば免許不要でヘルメット着用も任意，条件付きで歩道通行可となるなどの規制緩和が進み，電動キックボードについては今後，国内各所での利用が増加すると考えられる．このように，我が国における電動モビリティを取り巻く社会情勢は変化しつつあり，今後，導入が加速することが予想される．

(2) 既往研究のレビュー

電動モビリティに関する既存研究として電動三輪車，電動車いす，超小型電気自動車の利用実態や効果の事例に関する既往研究や報告は多くされている．例えば，今野ら [1]は，電動三輪車の利用実態を把握するとともに，電動三輪車を利用することによる交通困難者の移動性改善の可能性を検討している．その結果，電動三輪車を利用することで，交通困難者の外出回数，移動範囲について改善することがわかっている．しかし，これは交通困難者個人の視点で評価された結果を基に検討したものにとどまっている．また，溝上ら [2]は，電動車いすに着目し，電動車いすの利用が高齢者や障がい者の生活の質（QOL）の変化に与える影響を定量化する方法を確立することを目的とした QOL 評価手法の有効性を検証している．この研究の中では，実証実験の対象者に国際生活機能分類（International Classification of Functioning, Disability and Health ：ICF）に基づく QOL 調査を実施しており，電動車いすを利用することによる日常生活の変化等を聞き取っている．電動車いすの利用者に対する主観的 QOL 評価は，モビリティを導入することによる効果を把握する点では有益であるが，この研究においても利用者視点のみ調査されている．土井ら [3]は，高齢者の外出に適し，まちなかでの回遊行動を促進する新たなモビリティ手段の開発とその効果検証を試行している．その結果，移動手段の選択肢の少ない地方都市において，新たな移動手段の提供により行動特性を変えうることを示唆している一方で，現状の道路環境下では，パーソナルな移動手段の利用は近距離帯に限定され，高齢者等の外出や回遊を促すことにはあまり寄与しないことが示されている．このように，モビリティの導入による生活スタイルへの影響や行動範囲に着目した整理は，モビリティの位置づけや役割を明確にする上では有益ではある．

立ち乗り型の小型電動モビリティの挙動や受容性に関する既往研究として，例えば日比野ら [4]は，WEB アンケート調査によりモビリティの車種選択において重視する要素や車種ごとの利用意向と，利用者属性との関係を分析しており，年代ごとに利用目的が異なることを明らかにしている．井料ら [5]は，アンケート調査により電動キックボード利用時の通行位置選択に影響を与える個人属性や道路交通条件について明らかにしている．また，鈴木 [6]は，電動キックボードについて回避特性と利用者不安感を明らかにすることを目的として，電動キックボードと歩行者がすれ違いを回避する走行実験を実施し，走行軌跡のビデオ画像観測と不安感のアンケート調査を通じ，電動キックボードの乗車時および歩行時の回避特性と利用者不安感を分析している．これにより，電動キックボード利用時の速度状況により，回避特性および不安感が異なることが明らかになっている．

他方，時速 20km 未満で公道を走行可能な電動車を活用した小さな移動サービスであるグリーンスローモビリティ（以降，GSM）の社会的価値に関する研究も近年進められている．例えば，平野ら [7]は，わが国における GSM の導入事例を体系的に整理した後に，GSM をまちづくり施策として導入してきた桐生市を例とし，GSM の社会的受容性および社会的効果を分析している．この研究では，社会的受容性と社会的効果との関係については言及できていないものの，桐生市では，長年にわたる取り組みにより，GSM に対する社会的受容性が高まっており，社会的効果が発現していることを示唆している．

電動モビリティを提供・運営する自治体視点からの評価に関する研究として，永田ら [8]（以降，先行研究）は自治体を対象に，小型で 1-2 人乗りの電動モビリティの導入検討状況や，各自治体の地域課題および電動モビリティの地域課題への貢献期待度等，電動モビリティに対する自治体視点の評価について整理している．しかし，先行研究では，電動モビリティ未導入の自治体のみを対象とした調査のみに留まっているほか，調査結果の整理に留まっており，自治体の地域特性を踏まえた電動モビリティ適用性に関する分析はされていない．

(3) 研究の目的

本研究では，電動モビリティの適用性が高い自治体の地域特性を考察することを目的に，先行研究 [8]で実施した小型で 1―2 人乗りの電動モビリティに関するアンケート調査に回答いただいた自治体のうち，電動モビリティ未導入自治体について，地域特性を示す各種データや統計指標を用いたクラスター分析により，同類の地域特性を有する自治体の地域クラスターに分類し，その後各地域クラスターの特徴を整理する．その上で，電動モビリティ導入経験のある自治体を対象に，先に分類した地域クラスターとの地域特性の類似性について，乖離度を用いて整理する．最後に，電動モビリティ導入自治体のアンケート調査結果やヒアリング調査結果も活用しながら，地域クラスターごとの課題認識や電動モビリティへの期待度，導入意向との間の関連性を分析し，電動モビリティの適用性が高い自治体の地域特性を考察する．

2. アンケート調査結果に基づく地域クラスター分析

本章では，先行研究にて実施したアンケート調査結果を活用し，電動モビリティを導入していない自治体の地域特性や地域特性を示す各種データや統計指標を用いて，同類の地域特性を有する自治体の地域クラスターに分類し，特徴を整理する．なお，アンケート調査の概要と基

礎集計結果は，先行研究を参照されたい[8]．

(1) 地域特性指標の定義

本研究では，筆者らの先行研究[9]で実施したクラスター分析を踏襲しつつ，当時の課題であった交通に関する指標を追加し，クラスター分析を実施した．本研究のクラスター分析に用いた地域特性指標を**表-1** に示す．

表-1 に示す通り，自治体の地域特性は基礎統計，都市化指標，交通指標の 3 種類に大別される．

基礎統計は，各自治体の人口構成，面積等といった自治体の基礎情報であり，データは総務省統計局の令和 2 年国勢調査[注5]や各自治体が HP 等で公表するものを使用している．また，「観光客数」については各都道府県が独自に公表する 2019 年の観光入込客数のデータを使用している．なお，2019 年の「観光客数」データを用いる理由として，新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い，外出自粛等により観光客数が減少し，近年回復傾向にはあるものの，アンケート調査実施時期の情勢を踏まえ，2019 年の公表値を採用した．「総人口」や「5 年間の人口増減率」，「自治体面積」は令和 2 年国勢調査の結果を用いており，「65 歳以上比率」は，各自治体の 65 歳以上人口を「総人口」で除した値とした．

都市化指標は，各自治体の都市化の度合いを示す指標であり，人口集中地区（以下，DID）に関するデータを用いている．DID 人口割合は，各自治体における DID に居住する人口を自治体の総人口で除したものである．また，DID 面積割合は，各自治体における DID 面積を自治体面積で除したものである．データは国土交通省の国土数値情報のものを使用している．

交通指標は，自治体における道路や公共交通機関の整備状況を示す指標である．主に鉄道，バス，高速道路の拠点の数や，自治体における登録自動車の保有状況を示すデータを用いている．鉄道駅数，バス停数，自動車保有台数等の，自治体の総人口および面積と相関が見られると考え，総人口および面積で除して基準化したものを用いている．

(2) クラスター分析結果

電動モビリティ未導入自治体を対象に，(1)で定義した地域特性指標を用いた階層型クラスター分析により得られた樹形図を**図-1** に，地域クラスターごとの指標平均値を**表-2** に示す．以降，**図-1** に示す各クラスターに分類された自治体の特徴を**表-2** の結果から整理する．

クラスター1 は，岡崎市，高崎市，豊橋市等が分類されるクラスターである．人口，自治体面積がともに比較的大きい自治体が多い．また，観光客数の指標平均値が最も高い．したがって，クラスター1 は，中核的な役割を担う中規模な自治体が多く含まれるクラスターである

表-1 クラスター分析に用いた地域特性指標

分類	地域特性指標	単位	詳細
基礎統計	総人口	人	市町村の人口総数
	自治体面積	km^2	市町村全域の面積
	5年間の人口増減率	%	平成27年から令和2年の総人口増加率
	65歳以上人口割合	%	総人口に占める65歳以上人口の割合
	人口密度	人/km^2	総人口を自治体面積で除した値
	観光客数	人	2019年の各自治体における観光入込客数
都市化指標	DID人口割合	%	総人口に示す人口密集地域に居住する人口の割合
	DID面積割合	%	自治体面積に占める人口密集地域面積の割合
交通指標	高速道路IC数	箇所	市町村内の高速道路IC箇所数
	バス停密度	箇所/km^2	市町村内のバス停数を自治体面積で除した値
	人口一万人あたりバス停数	箇所/万人	市町村内のバス停数を総人口で除した値
	鉄道駅密度	箇所/km^2	市町村内の鉄道駅数を自治体面積で除した値
	人口一万人あたり鉄道駅数	箇所/万人	市町村内の鉄道駅数を総人口で除した値
	人口一人あたり自動車保有台数	台/人	市町村内の自動車保有台数を総人口で除した値

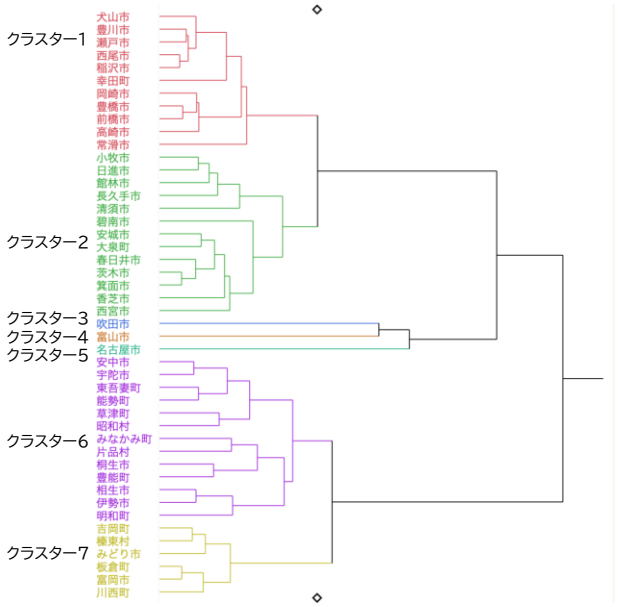


図-1 階層型クラスター分析結果（樹形図）

表-2 クラスター別地域特性指標平均値

クラスター	クラスター1	クラスター2	クラスター3	クラスター4	クラスター5	クラスター6	クラスター7
総人口	204,745	156,876	385,567	413,938	2,332,176	33,640	25,892
自治体面積	193	52	36	1,242	327	216	71
5年間の人口増減率	0.8%	1.3%	3.0%	-1.0%	2.0%	-7.3%	-2.4%
65歳以上人口割合	26.5%	22.4%	24.0%	30.0%	24.0%	38.3%	30.5%
人口密度	1,100	2,875	10,683	333	7,143	237	652
観光客数	6,443,055	2,466,481	5,163,455	25,435,028	34,123,515	1,887,812	1,014,089
DID人口割合	58.8%	77.3%	100.0%	56.0%	98.0%	16.9%	4.1%
DID面積割合	12.3%	37.1%	100.0%	5.0%	86.0%	1.9%	3.7%
高速道路IC数	2.000	1.850	2.000	3.000	53.000	0.460	0.330
バス停密度	1.343	2.790	4.655	0.844	4.674	0.895	0.147
人口一万人あたりバス停数	13.000	11.000	4.357	25.000	6.543	45.000	3.200
鉄道駅密度	0.074	0.133	1.855	1.535	0.810	0.045	0.088
人口一万人あたり鉄道駅数	0.740	0.647	0.285	1.522	0.622	1.222	1.749
人口一人あたり自動車保有台数	0.479	0.467	0.260	0.063	0.433	0.588	0.505

といえる．

クラスター2 は，春日井市，小牧市，箕面市等が分類されるクラスターである．人口規模はクラスター1 と同様に中規模であるものの，自治体面積が小さい傾向にある．そのため，人口密度の指標平均値が最も高いクラス

ターである．それに伴い，DID 人口割合および面積割合，公共交通機関に関する指標の平均値が高く，このことから，中枢都市近郊に位置し，比較的人口が集中する自治体が多いクラスターであるといえる．

クラスター3 は，吹田市のみで構成されるクラスターである．吹田市は政令市である大阪市に隣接する衛星都市として発達している．そのため，非常に狭い市域に中核市程度の人口が居住しており，人口密度が高く，市内全域が DID に指定されている．このことにより，吹田市が単独で他クラスターから分割されたと推測される．

クラスター4 は，富山市のみで構成されるクラスターである．富山市は市域が広域であるため，同程度の人口を有する他の自治体と比べて人口密度が低い．また，DID 人口割合に対し，DID 面積割合の指標が非常に低いため，市内の限られた地域に多くの人口が居住する構造となっていると考えられる．これらの要因により，富山市が単独で他クラスターから分割されたと推測される．

クラスター5 は，名古屋市のみで構成されるクラスターである．名古屋市は政令市であり，今回の対象となる自治体の中で，自治体規模が突出して大きい傾向にある．そのため，観光や交通，都市化指標等様々な指標において他自治体と異なる特徴を有することが示している．

クラスター6 は，安中市，桐生市等が分類されるクラスターである．人口に対し自治体面積が広大であるため，人口密度の指標平均値が最も低いクラスターである．また，人口減少率，高齢化率がいずれも高く，一人あたりの自動車保有台数の指標平均値も最も高い．したがって，少子高齢化が進行し，かつ自動車保有台数も多い自治体が多いクラスターであるといえる．

クラスター7 は，みどり市，富岡市等が分類されるクラスターである．人口，自治体面積ともに小規模であり，都市化の指標についても指標平均値が最も低い．その他の項目についても全体平均を下回るものが多い．したがって，都市化の進んでいない郡部の小規模自治体が多いクラスターであるといえる．

以上から，クラスター3からクラスター5の3つのクラスターについては単独の自治体で構成されており，本研究の以降の分析においてデータ数が十分でないと判断したことから，以降の分析ではこれら 3 つのクラスターを分析対象から除外し，クラスター1，2，6，7 の 4 つのクラスターについて整理を進める．

(3) クラスター別地域課題重要度評価

本節では，前節に示した 4 つの地域クラスターごとにアンケート結果を整理し，クラスター間および母集団との比較を通じてクラスターごとの特徴を把握する．具体には，地域課題の重要度評価と電動モビリティの貢献期待度評価に着目する．

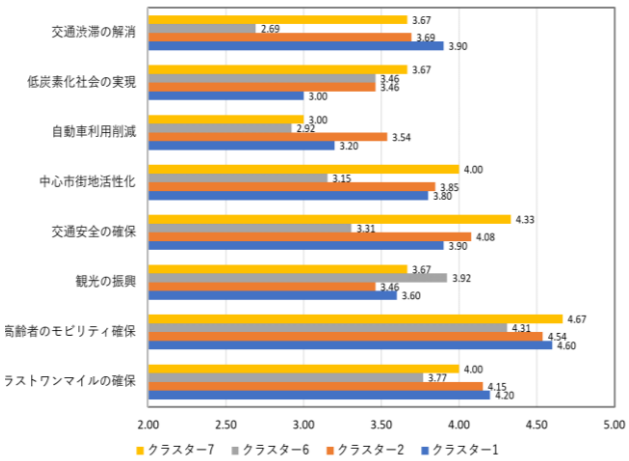


図-2　地域クラスター別地域課題重要度評価平均値

はじめに，地域クラスター別の地域課題重要度評価の得点平均値を図-2 に示す．なお，先行研究で実施したアンケート調査のうち，地域課題の重要度については 5 段階で評価していただいている．そのため，本研究では最も重要度が高いものを 5 点とし，以降 1 点ずつ低くし，最低 1 点までを付与した．その後，地域クラスターの平均値を算出し，クラスター間の平均値を比較している．

より，どのクラスターにおいても「高齢者のモビリティ確保」の重要度評価平均値が最も高いことがわかる．それ以外の地域課題については，クラスターによって重要度評価にばらつきがあることが見てわかる．

クラスター1 においては，「ラストワンマイルの確保」，「交通安全の確保」，「交通渋滞の解消」等，地域交通に関する課題の重要度の評価が高い傾向にあることがわかる．クラスター2 においては，クラスター1 と同様に「ラストワンマイルの確保」，「交通安全の確保」といった，地域交通に関する課題のほか，「中心市街地活性化」の重要度評価が高い傾向にある．クラスター6 においては，「観光の振興」，「ラストワンマイルの確保」「低炭素化社会の実現」の重要度評価が高い傾向にある．クラスター7 においては，「交通安全の確保」，「中心市街地の活性化」「ラストワンマイルの確保」等の重要度評価が高い傾向にある．

以上の結果と，先行研究における地域課題ごとの電動モビリティの適用性についての考察を踏まえると，「観光の振興」と「低炭素化社会の実現」の重要度評価が高い傾向にあるクラスター6 に含まれる自治体では，電動モビリティサービスの適用性が高いと考えられる．

次に，自治体クラスター別の電動モビリティの貢献期待度評価の平均値を図-3 に示す．なお，アンケート調査における貢献期待度の評価方法は「貢献すると思う」，「やや貢献すると思う」，「どちらでもない」，「あまり貢献しないと思う」，「貢献しないと思う」の 5 段階で評価いただいた．そこで本研究では，「貢献すると思う」を 2 点，「やや貢献すると思う」を 1 点，「どちら

でもない」を 0 点，「あまり貢献しないと思う」を-1 点，「貢献しないと思う」を-2 点に換算して集計している．**図-3** より，貢献期待度評価の平均値が最も高いのはクラスター6 であり，平均値は 0.692 であった．次いで，クラスター7 が高く，平均値は 0.500 であった．

また，全体の平均と比較すると，大都市近郊の中規模な自治体が多く含まれるクラスター1，2 は期待度が低い傾向にあり，郡部の小規模な自治体が多く含まれるクラスター6，7 においては期待度が高い傾向にあることがわかる．このことから，郡部の小規模自治体において電動モビリティの貢献が特に期待されている可能性が示唆された．

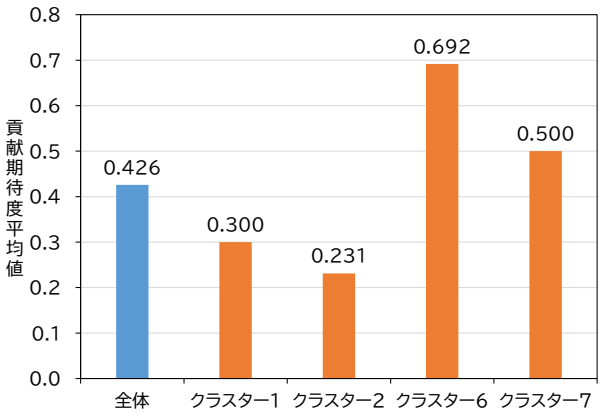


図-3 地域クラスター別の電動モビリティ貢献期待度評価

表-3 クラスター別地域特性指標変動係数

クラスター	クラスター1	クラスター2	クラスター6	クラスター7
総人口	0.660	0.830	1.144	0.699
自治体面積	0.736	0.577	0.949	1.113
5年間の人口増減率	3.564	1.369	0.410	1.409
65歳以上人口割合	0.096	0.220	0.121	0.140
人口密度	0.241	0.326	0.890	0.706
観光客数	0.794	1.273	0.906	1.080
DID人口割合	0.214	0.195	1.577	2.100
DID面積割合	0.310	0.410	1.649	2.108
高速道路IC数	0.775	1.228	1.682	1.549
バス停密度	0.507	0.546	0.768	0.975
人口一万人あたりバス停数	0.607	0.828	0.667	1.066
鉄道駅密度	0.580	1.137	1.619	1.136
人口一万人あたり鉄道駅数	0.509	0.641	0.536	0.221
人口一人あたり自動車保有台数	0.085	0.279	0.256	0.182

3. 電動モビリティ導入自治体と未導入自治体の類似性分析

本章では，実際の電動モビリティサービス導入事例からその効果や課題を地域特性ごとに抽出するため，電動モビリティサービスを導入した自治体を，2 章で分類した地域クラスターに当てはめながら考察する．

本章の分析では，先行研究 [8]のアンケート調査のうち，電動モビリティの導入検討状況に関する質問に対し，「実際に導入している（社会実験含む）」と回答した 6 つの自治体（刈谷市，豊田市，つくば市，佐用町，志摩市，出雲市）を対象とする．

(1) 分析手法

分析の基本的な方針として，対象自治体の地域特性指標と各地域クラスターの指標平均値を比較し，最も類似した指標平均値を持つと判断された地域クラスターに対象自治体を分類することとする．この方針に基づき，自治体と地域クラスターの地域特性の類似性をより定量的に判断するため，対象自治体と地域クラスターの乖離度を示す指標として以下の式(1)を定義する．ここで、クラスター1，2，6，7 の変動係数を**表-3** に示す。

$$z_i^2 = \sum_{j=1}^{n} \left(\frac{x_j - \mu_{ij}}{s_{ij}} \right)^2 \quad (1)$$

ここに，

Z_i^2：対象自治体と地域クラスターの乖離度

x_i：自治体の地域特性指標の値

μ_{ij}：クラスターにおける地域特性指標の平均値

s_{ij}：クラスターにおける地域特性指標の標準偏差（変動係数×平均値）

式(1)に示す通り，対象となる 6 自治体について，各地域特性指標値について，各地域クラスターの当該指標の平均値との差分から各地域クラスターの当該指標の標準偏差で除した値の二乗（以降、平方）の和を乖離度と定義した．例えば、刈谷市の「総人口」の指標値は「153,834」、クラスター1 の当該指標平均値は「204,745」である。このとき式(1)の右辺の分子の値は「-50,911」となる。次に**表-3** に示す当該指標の変動係数と**表-2** に示す平均値の積で算出される標準偏差は約 135,132 となることから、式(1)の右辺の括弧内の数値は約-0.377 となり、当該指標の平方は約 0.142 となる。このように算出された各地域特性指標の平方の和から乖離度を算出する。この値が小さいほど，対象自治体の地域特性は対象地域クラスターと類似する地域特性を有していると考えられ，乖離度の値が大きいほど，対象自治体の地域特性は対象地域クラスターの標準的な地域特性から乖離していると判断する．本研究では，各地域クラスターについて乖離度を算出し，最も乖離度が小さい地域クラスターに対象自治体を分類することとする．

表-4　刈谷市の地域特性指標乖離度分析結果

地域特性指標	刈谷市	クラスター1	クラスター2	クラスター6	クラスター7
総人口	153,834	0.142	0.001	9.754	49.974
自治体面積	50	1.008	0.003	0.653	0.068
5年間の人口増減率	2.7%	0.444	0.619	11.163	2.275
65歳以上人口割合	21.0%	4.674	0.081	13.936	4.950
人口密度	3,053	54.273	0.036	178.233	27.207
観光客数	6,588,042	0.001	1.723	7.552	25.902
DID人口割合	80.4%	2.947	0.042	5.677	78.531
DID面積割合	41.9%	60.263	0.100	162.994	23.987
高速道路IC数	1.000	0.416	0.140	0.487	1.718
バス停密度	2.520	2.988	0.031	5.589	274.127
人口あたりバス停数	8.256	0.361	0.091	1.499	2.197
鉄道駅密度	0.179	5.985	0.093	3.383	0.829
人口一万人あたり鉄道駅数	0.585	0.169	0.022	0.946	9.069
人口一人あたり自動車保有台数	0.530	1.569	0.234	0.148	0.074
乖離度		135.240	3.215	402.014	500.906

表-5　豊田市の地域特性指標乖離度分析結果

地域特性指標	豊田市	クラスター1	クラスター2	クラスター6	クラスター7
総人口	422,330	2.593	4.156	102.010	479.805
自治体面積	918	26.073	833.678	11.739	114.971
5年間の人口増減率	-0.1%	0.100	0.619	5.787	0.463
65歳以上人口割合	23.0%	1.893	0.015	10.900	3.085
人口密度	460	5.828	6.639	1.118	0.174
観光客数	7,355,446	0.032	2.424	10.219	33.525
DID人口割合	56.6%	0.031	1.886	2.219	37.180
DID面積割合	4.1%	4.625	4.707	0.493	0.003
高速道路IC数	8.000	14.984	7.328	94.968	225.144
バス停密度	0.858	0.507	1.608	0.003	24.609
人口あたりバス停数	18.658	0.514	0.707	0.770	20.535
鉄道駅密度	0.028	1.149	0.482	0.054	0.360
人口一万人あたり鉄道駅数	0.616	0.108	0.006	0.856	8.592
人口一人あたり自動車保有台数	0.580	6.154	0.752	0.003	0.666
乖離度		64.590	865.008	241.139	949.111

表-6　つくば市の地域特性指標乖離度分析結果

地域特性指標	つくば市	クラスター1	クラスター2	クラスター6	クラスター7
総人口	253,210	0.129	0.547	32.552	157.755
自治体面積	284	0.408	59.644	0.109	7.246
5年間の人口増減率	-0.1%	0.100	0.619	5.787	0.463
65歳以上人口割合	23.0%	1.893	0.015	10.900	3.085
人口密度	892	0.616	4.476	9.643	0.272
観光客数	4,259,100	0.182	0.326	1.922	8.779
DID人口割合	36.2%	3.226	7.435	0.524	13.900
DID面積割合	6.3%	2.476	4.100	1.972	0.111
高速道路IC数	8.000	14.984	7.328	94.968	225.144
バス停密度	1.787	0.425	0.434	1.684	130.931
人口あたりバス停数	20.023	0.792	0.981	0.692	24.322
鉄道駅密度	0.014	1.954	0.619	0.181	0.548
人口一万人あたり鉄道駅数	0.158	2.388	1.390	2.639	16.942
人口一人あたり自動車保有台数	0.580	6.154	0.752	0.003	0.666
乖離度		35.726	88.667	163.577	590.163

表-7　佐用町の地域特性指標乖離度分析結果

地域特性指標	佐用町	クラスター1	クラスター2	クラスター6	クラスター7
総人口	15,863	1.954	1.173	0.213	0.307
自治体面積	307	0.649	72.480	0.199	8.952
5年間の人口増減率	-9.4%	12.798	36.147	0.492	4.285
65歳以上人口割合	43.0%	42.066	17.474	1.029	8.570
人口密度	52	15.628	9.072	0.769	1.699
観光客数	721,000	1.251	0.309	0.465	0.072
DID人口割合	0.0%	21.836	26.298	0.402	0.227
DID面積割合	0.0%	10.406	5.949	0.368	0.225
高速道路IC数	1.000	0.416	0.140	0.487	1.718
バス停密度	0.133	3.158	3.042	1.229	0.010
人口あたりバス停数	25.846	2.650	2.657	0.407	44.073
鉄道駅密度	0.078	0.009	0.132	0.205	0.010
人口一万人あたり鉄道駅数	3.152	41.007	36.483	8.682	13.175
人口一人あたり自動車保有台数	1.000	163.744	16.734	7.491	29.006
乖離度		317.572	228.092	22.440	112.327

表-8　志摩市の地域特性指標乖離度分析結果

地域特性指標	志摩市	クラスター1	クラスター2	クラスター6	クラスター7
総人口	46,057	1.379	0.724	0.104	1.241
自治体面積	179	0.010	17.902	0.033	1.866
5年間の人口増減率	-8.5%	10.639	30.322	0.161	3.254
65歳以上人口割合	41.0%	32.486	14.246	0.339	6.047
人口密度	257	10.112	7.802	0.009	0.736
観光客数	2,866,950	0.489	0.016	0.328	2.862
DID人口割合	0.0%	21.836	26.298	0.402	0.227
DID面積割合	0.0%	10.406	5.949	0.368	0.225
高速道路IC数	0.000	1.665	0.663	0.353	0.417
バス停密度	0.894	0.435	1.549	0.000	27.164
人口あたりバス停数	34.740	7.590	6.794	0.117	85.489
鉄道駅密度	0.305	28.967	1.294	12.736	4.712
人口一万人あたり鉄道駅数	2.388	19.143	17.623	3.169	2.733
人口一人あたり自動車保有台数	0.940	128.201	13.179	5.468	22.400
乖離度		273.359	144.362	23.587	159.373

表-9　出雲市の地域特性指標乖離度分析結果

地域特性指標	出雲市	クラスター1	クラスター2	クラスター6	クラスター7
総人口	172,775	0.056	0.015	13.071	65.865
自治体面積	624	9.222	363.898	3.969	49.035
5年間の人口増減率	0.5%	0.011	0.202	6.792	0.735
65歳以上人口割合	30.0%	1.893	2.378	3.208	0.014
人口密度	277	9.638	7.684	0.036	0.664
観光客数	12,489,000	1.397	10.189	38.418	109.774
DID人口割合	20.0%	9.508	14.450	0.014	3.410
DID面積割合	1.4%	8.172	5.508	0.025	0.087
高速道路IC数	3.000	0.416	0.256	10.777	27.283
バス停密度	0.894	0.435	1.549	0.000	27.164
人口あたりバス停数	32.296	5.980	5.467	0.179	72.753
鉄道駅密度	0.077	0.005	0.137	0.193	0.012
人口一万人あたり鉄道駅数	0.926	0.244	0.453	0.204	4.534
人口一人あたり自動車保有台数	0.830	74.320	7.762	2.585	12.504
乖離度		121.295	419.950	79.470	373.834

(2)　乖離度に基づく導入自治体の地域クラスター分類結果

各地域クラスターとの乖離度について，刈谷市の集計結果を**表-4**に，豊田市の集計結果を**表-5**に，つくば市の集計結果を**表-6**に，佐用町の集計結果を**表-7**に，志摩市の集計結果を**表-8**に，出雲市の集計結果を**表-9**に示す．なお、表中の各地域特性指標の値は、前節に算出過程を記した平方が記載されている。

表-4 より，刈谷市はクラスター2 における乖離度が非常に低く，クラスター2 の地域との類似性は十分高いといえる．

表-5 より，豊田市ではクラスター1 の乖離度が最も低いことがわかる．他の自治体における乖離度の最小値と比較すると十分に低いとは言えないが，これは自治体面積が他の自治体と比較して非常に広大であることが要因の一つであると思われる．しかし，その他 DID に関する指標や，交通インフラに関する指標は，自治体面積ほどの大きな乖離は見られない．以上より，豊田市とクラス

ター2の地域との類似性は高いといえる．

表-6 より，つくば市はクラスター1 の乖離度が十分低く，クラスター1の地域との類似性は高いといえる．

表-7 および**表-8** より，佐用町および志摩市はクラスター6 の乖離度が低く，クラスター6 の地域との類似性は高いといえる．

表-9 より，出雲市はクラスター6 における乖離度が比較的低いことがわかる．他の自治体の乖離度最小値と比較すると十分に低いとは言えないが，これは一人当たり自動車保有台数の値が他の自治体と比較して大きいことが要因の一つであるといえる．その他の指標については目立った乖離が見られないため，出雲市とクラスター6 の地域の類似性は高いといえる．

以上の結果より，豊田市，つくば市をクラスター1，刈谷市をクラスター2，佐用町，志摩市，出雲市をクラスター6の地域に分類した．

(3) 導入事例に基づく地域特性と電動モビリティ適用性の整理

(2)の分析により，地域特性指標に基づく類似した特徴を有する電動モビリティ導入自治体と未導入自治体が照合された．本節では，先行研究 [8]で実施した電動モビリティを導入した自治体へのアンケート調査およびヒアリング調査結果を踏まえ，各クラスターへの電動モビリティ導入適用性と期待される効果，想定される課題を整理する．なお，本研究では(2)で電動モビリティ導入自治体が分類されたクラスター1，2，6 のうち，ヒアリング調査で詳細な意見が得られた豊田市，志摩市，出雲市が含まれるクラスター1，6について以降整理する．

はじめに，クラスター1 に分類された豊田市，つくば市のうち，ヒアリング調査により具体な導入事例と効果について把握できた豊田市の導入事例について紹介する．豊田市では，主に一般利用を想定した超小型モビリティ・ミニカーが導入され，豊田市街を中心に利用がされていた．しかし，運営上の課題から現在では主に公用車として利用するようになった．アンケート調査結果より，超小型モビリティ・ミニカーの導入により，地域課題のうち，「ラストワンマイルの確保」，「観光の振興」，「中心市街地活性化」，「低炭素社会の実現」の 4 項目に対して貢献すると豊田市は回答している．また，地域課題の重要度評価については，「低炭素化社会の実現」の重要度評価が高く，先進的な取り組みを重視している傾向にあるといえる．その他，豊田市では「交通渋滞の解消」が高かった．さらに，電動モビリティの貢献度については，豊田市は「やや貢献すると思う」と回答しており，導入意向についても「導入意向が強い」と回答していることから，電動モビリティサービスについて比較的高く評価していることがわかる．これらより，課題解決という観点から，豊田市では比較的高い効果が上がったものと考えられる．一方で，電動モビリティの導入に際して，現行の公道規制下では電動モビリティの使い方について定まらない部分が多いことを懸念事項として挙げられていた．また，採算性や継続性について，一定のイニシャルコストおよびランニングコストがかかることを前提としながらも，サービス形態については慎重に検討する必要があると回答があった．

以上を踏まえると，クラスター1 では，「低炭素化社会の実現」のように，より先進性の高い課題への取り組みを重視する自治体であれば，導入効果が高いと推察される．一方，導入に際する課題については，現行の公道規制によるものへの懸念が大きいと見られ，このような課題は，道路交通量の多い地域では特に懸念が大きいと想定され，都市化の進んだ地域を有する自治体が多いクラスター1 では一般的に当てはまると考えられる．

次に，クラスター6 に分類された志摩市，出雲市の導入事例と調査結果について紹介する．出雲市では超小型モビリティ，志摩市では電動キックボードが導入されていた．また，ヒアリング調査より，いずれも観光の振興を主目的に導入しているが，他に貢献が期待される地域課題として，志摩市は「観光の振興」，「中心市街地活性化」，「自動車利用削減」，「低炭素化社会の実現」の 4 項目，出雲市は「ラストワンマイルの確保」，「観光の振興」，「交通安全の確保」，「中心市街地活性化」，「低炭素化社会の実現」の 5 項目に対して貢献すると回答している．自治体の地域課題に対する重要度評価については，「ラストワンマイルの確保」，「観光の振興」，「低炭素化社会の実現」に対する重要度評価が高い傾向にあり，具体的な評価理由として，市街地における交通手段を補完や，新たな観光のアクティビティとしての役割を評価されたことが挙げられる．一方，導入時の課題について調査したところ，関係者協議については，いずれの自治体とも，大きな問題や調整事項は生じなかったと回答を得た．導入の上で関係者協議が大きな障壁となる可能性は低いことが窺えるものの，志摩市については実証実験として導入したことも要因の一つとして考えられることに留意が必要である．採算性，継続性については，未調査であると回答であったが，先行研究 [8]で整理されているように，電動モビリティ未導入の自治体と同様に，収益性や運営コストの懸念から，継続性が低いとする意見があがった．このことから，自治体での電動モビリティ導入を促進する上で，収益性の高い事業スキームを構築する必要があるといえる．

以上より，クラスター6 のうち，地域振興や脱炭素の取り組みを重視している場合には，導入効果が高いことがわかった．また，**図-2** からクラスター6 において，「観光の振興」や「低炭素化社会の実現」に対する重要

度評価平均値は他の地域課題と比較して高い傾向にあるため，クラスター6 に見られる地域特性をもつ自治体においても同様に導入効果が高いと考えられる．一方で，導入に際し，採算性が大きな懸念となっているとのことであるが．クラスター6 に含まれる未導入自治体の多くは，人口が少なく，高齢化率も高いことから，生産人口や有力な法人が少なく，財政状況も思わしくないと考えられる．したがって，クラスター6 の他の自治体においても同様に，採算性が導入上での障壁となる可能性がある．

4. おわりに

(1) 本研究のまとめ

本研究では，先行研究にて実施した電動モビリティ未導入自治体へのアンケート調査結果と自治体の地域特性を示す各種データや統計指標を用いたクラスター分析により，同類の地域特性を有する自治体の地域クラスターに分類し，その後各地域クラスターの特徴を整理した．その結果，人口密度が低く，高齢化や人口減少が進行する郡部の自治体において，「観光の振興」や「低炭素化社会の実現」等の課題の重要度評価が高い傾向にあることがわかった．これらの課題は，主に電動キックボード，超小型モビリティ・ミニカーによる解消が大きく期待されると考えられる．したがって，上記の地域特性をもつ自治体は電動キックボード，超小型モビリティ・ミニカー等の電動モビリティの適用性が高いと推察された．

電動モビリティ導入経験のある自治体の地域クラスターとの地域特性の乖離度分析により，実際の電動モビリティサービス導入自治体の事例をもとに，電動モビリティサービス導入による効果や課題を考察した．導入効果について，地域の中枢的な役割を担う中規模自治体においては，脱炭素等の先進的な取り組みを重視する自治体についてのみ，導入効果が高いことが予想されるが，大都市近郊の中規模自治体についても同様の傾向が見られた．また，人口密度が低く，高齢化や人口減少が進行する郡部の自治体において，交通網の補完や観光の振興といった点において，超小型電動モビリティ，および電動キックボードの導入効果が大きいと推察された．一方，導入に際する課題について，地域の中枢的な役割を担う中規模自治体においては，現行の公道規制下での運用が懸念されると想定される．大都市近郊の中規模自治体においては，既存交通網との棲み分けを慎重に検討する必要があると考えられる．郡部の自治体においては，採算性が大きな課題であり，導入にあたっては採算性の高い事業スキームの構築が必要と考えられる．

(2) 今後の課題

今回の分析のクラスター分析では，地域特性指標を3視点から設定したが，アンケート調査やヒアリング調査であがった導入時の懸念事項である採算性に関する指標も対応するために，地域特性指標として自治体の財政状況を反映した各種データや統計指標を盛り込む必要があると考えられる．

また， 本研究では自治体と地域クラスターの類似性をもとに分類する手法として，乖離度を定義し，乖離度が最小となった地域クラスターに対象自治体を分類したが，この手法は次に示す2点の課題が挙げられる．1点目は，標準化した値を足し合わせる際に，地域特性指標ごとに重みづけがされていない点である． 2点目は，乖離度の閾値を設けずに単純な大小比較のみでクラスターを決定している点である．これらの視点により，いずれのクラスターとも大きく異なる地域特性をもつ自治体を，適切でないクラスターに分類してしまう恐れがある．今後は，クラスターごとの分岐の主要因となった変数の特定と，それに応じた割増係数や閾値の設定に関する検討を行い，電動モビリティの導入適用性評価を進めていきたい．

謝辞：本研究は，（公財）国際交通安全学会の研究調査プロジェクト「2108B，2208C 電動モビリティ混在下の安全快適な道路環境整備に関する研究」ならびに科研費（基盤研究(C)：20K04737）により実施したものです．また，アンケート調査の実施に際しては，富山大学准教授の猪井博登氏，全国各地の自治体および関係部署に多大な協力を得ました．ここに謝意を表します．

NOTES

注1) 経済産業省，多様なモビリティ普及推進会議：多様なモビリティ普及推進会議とりまとめ，2019.12.2
注2) 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：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　報告書，2021.12
注3) 経済産業省：https://www.meti.go.jp/policy/jigyou_saisei/kyousouryoku_kyouka/shinjigyo-kaitakuseidosuishin/press/210705b_press.pdf
注4) 道路交通法の一部を改正する法律案：https://www.shugiin.go.jp/internet/itdb_gian.nsf/html/gian/kaiji208.htm
注5) 総務省統計局：令和 2 年国勢調査　調査の結果，2023.10.1

REFERENCES

1) 今野速太，清水浩志郎，木村一裕：私的短距離交通手段としての電動三輪車によるモビリティ改善，都市計画論文集，28 巻，pp.127-132，1993. [Konno, H. , Shimizu, K. and Kimura, K.: Mobility of Electric Three-Wheeled Vehicle Users, Papers on city planning, Vol.28,

pp. 127-132, 1993.]
2) 溝上章志，川島英敏，大森久光，永田千鶴，野尻晋一，矢口忠博：高齢化社会においてパーソナルモビリティが QOL に与える影響に関する実証調査，土木学会論文集 D3，Vol.68，No.5， pp. I_141- I_153，2012. [Mizokami, S. , Kawashima, H. , Ohmori, H. , Nagata, C. , Nojiri, S. and Yaguchi, T.: AN EXPERIMENTAL STUDY ON POSSIBILITY OF QOL IMPROVING BY USING PERSONAL MOBILITY IN AN AGING SOCIETY, *Transaction of the Japan Society of Civil Engineers*, Vol.68, No.5, pp. I_141-I_153, 2012.]
3) 土井健司，紀伊雅敦，佐々木昭恵：高齢者の外出とまちなかの回遊性を促進するためのスローモビリティとコモビリティに関する研究，IATSS Review，Vol.36，No.3，pp.152-161，2012. [Doi, K. , Kii, M. and Sasaki, A.: A STUDY OF SLOW MOBILITY AND CO-MOBILITY TO PROMOTE OUTINGS AND IN-TOWN TOURING BY THE ELDERLY, IATSS Review, Vol.36, No.3, pp.152-161, 2012.]
4) 井料美帆，日比野秀俊，鈴木弘司：電動一人乗りモビリティの車種選択規範と利用意向に関する研究，第 64 回土木計画学研究発表会講演集，8 頁，2021. [Iryo, M. , Hibino, H. and Suzuki, K.: DECISION CRITERIA OF VEHICLE TYPE SELECTION AND USAGE INTENTION OF PERSONAL MOBILITY VEHICLES , 64th Autumn Conference, 8pages, 2021.]
5) 井料美帆, 鈴木弘司, 川合琉介：電動キックボードの希望通行位置選択に関する要因分析，IATSS Review，Vol.46，No.3，p.241-249，2022. [Iryo, M. , Suzuki, K. and Kawai, R.: FACTORS INFLUENCING DESIRED TRAFFIC POSITIONS OF ELECTRIC KICKBOARD USERS, IATSS Review, Vol.46, No.3, pp.241-249, 2022.]
6) 鈴木一史：電動キックボードすれ違い時の交錯回避特性と利用者不安感の分析，第 64 回土木計画学研究発表会講演集，6 頁，2021. [Suzuki, K.: ANALYSIS ON THE CONFLICT AVOIDING BEHAVIOR AND ITS ANXIETY BETWEEN ELECTRIC KICKSCOOTERS AND PEDESTRIANS, 64th Autumn Conference, 6pages, 2021.]
7) 平野里奈, 土井健司, 葉健人, 青木保親：グリーンスローモビリティの社会的価値の分析，IATSS Review，Vol.46，No.3，p.231-240，2022. [Hirano, R., Doi, K., Yoh, K. and Aoki, Y.: ANALYSIS OF SOCIAL VALUE OF GREEN SLOW MOBILITY, IATSS Review, Vol.46, No.3, pp.231-240, 2022.]
8) 永田 隼，伊藤 大貴，鈴木 弘司，鈴木 一史：地域特性を踏まえた自治体の課題認識と電動モビリティサービスの導入・検討状況の分析，第 66 回土木計画学研究発表会講演集，10 頁，2022. [Nagata，H.,Ito, H., Suzuki, K. and Suzuki, K.: ANALYSIS OF MUNICIPALITIES' RECOGNITION OF ISSUES AND CONSIDERATION OF ELECTRIC MOBILITY SERVICES, 66th Autumn Conference, 10pages, 2022.]
9) 伊藤大貴，鈴木弘司，鈴木一史：電動モビリティサービスに対する自治体の導入意向と地域特性との関連性分析，第 65 回土木計画学研究発表会講演集，8 頁，2022. [Ito, H., Suzuki, K. and Suzuki, K.: ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN LOCAL GOVERNMENTATTITUDES TOWARD ELECTRIC MOBILITY SERVICES AND REGIONAL CHARACTERISTICS, 65th Spring Conference, 8pages, 2022.]

(Received ?)
(Accepted ?)

BASIC ANALYSIS OF THE ASSESSMENT OF THE APPLICABILITY OF ELECTRIC MOBILITY BASED ON THE REGIONAL CHARACTERISTICS OF MUNICIPALITIES

Hiroki ITO, Koji SUZUKI, Kazufumi SUZUKI and Hayato NAGATA