バッテリー交換型2輪EVの利用行動とその変容に関するパネル分析

廣川　正太郎[1]・葉　健人[2]・周　純甄[3]・土井　健司[4]

[1]非会員　大阪大学大学院　工学研究科地球総合工学専攻（〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1）
E-mail: hirokawa.shotaro@civil.eng.osaka-u.ac.jp
[2]正会員　大阪大学大学院助教　工学研究科地球総合工学専攻（同上）
E-mail: yoh.kento@civil.eng.osaka-u.ac.jp
[3]非会員　大阪大学大学院　工学研究科地球総合工学専攻（同上）
E-mail: chun.chen.chou@civil.eng.osaka-u.ac.jp
[4]正会員　大阪大学大学院教授　工学研究科地球総合工学専攻（同上）
E-mail: doi@civil.eng.osaka-u.ac.jp

環境負荷低減，小回りの利くラストマイルの移動手段としての期待から，小型電動モビリティの普及が進んでいる．小型電動モビリティは電動車特有の航続距離が短い点など従来モビリティとは異なる性質を持つが，利用者が小型電動モビリティをライフスタイルに組み込む過程を捉えた研究は乏しい．そこで本研究では，3カ月の小型電動モビリティを貸渡す実証実験におけるモニターの行動パターンを分類し，個人属性等との関係を把握したうえで，その行動パターンの推移をパネル分析によって明らかにした．さらに，行動パターンとモニターの意識・行動データの対応から，小型電動モビリティによる社会的含意に関する知見を得た．

Key Words: *small electric vehicle, travel pattern, experience-based value, panel analysis*

1. 研究の背景・目的

近年，環境負荷の低減や，小回りの利くラストマイルの交通手段として小型電動モビリティの普及が進んでいる．また小型電動モビリティは他者と接触することなく移動することができるため，COVID-19の流行を受けたニューノーマル時代の交通需要に合致し，その期待はますます高まっている．国土交通省[1)]では2010年より超小型モビリティを用いた実証実験等を行っており，2014年には超小型モビリティ導入ガイドブックが公表され，導入が進められている．

一方で，小型電動モビリティの普及にあたって，受容性向上が一つの重要な視点として挙げられている[2)]．小型電動モビリティは充電に時間を要する，ガソリン駆動車と比して航続距離が短いなど，従来のモビリティとは異なった性質を有しており，利用者の受容性を検討することは重要である．したがって，小型電動モビリティがライフスタイルに組み込まれていく過程に着目した研究が必要であるといえる．

小型電動モビリティの実証実験は2010年代より盛んに行われており，実証実験は大きく分けて試乗・シェアリング・個人への貸与の3種類に分類される．試乗を実施した実験[3-5)]は，1度の試乗と試乗後のアンケート調査に基づき，今後のモビリティの導入について考察するものが主であった．李ら[3)]は立ち乗り型パーソナルモビリティについて，試乗により購入意欲と操作の自信が増加し，受容性が向上したことを明らかにした．中村ら[4)]は交通不便地域における小型電動モビリティの試乗を踏まえ，新たなモビリティサービスによる回遊性向上の期待や利用意向が高いことを示していた．吉村[5)]は電動キックボードの試乗において，モニターの利用意向は非常に高く，特に800m未満の短距離の利用が見込まれることを明らかにした．

他方，小型電動モビリティをシェアリング方式で導入した社会実験[6-8)]では，走行距離等の利用実態と利用者へのアンケート調査を実施し，全体としての利用傾向を捉えたものの，個人に着目した利用実態や受容性については，言及できていない．

また，電動小型モビリティを個人に貸与する社会実験例[9-11)]は乏しい．その中でも竹原ら[9)]は小型電動モビリテ

ィの順応に関する研究を行っており，順応の過程で目的地が多様化する行動パターンがあることを明らかにした．ただしこの研究では貸出期間が 1 か月と限定されている上に，地方部の代替交通手段が乏しい中山間地域での実験である．多様な施設の密度が高く，自由な移動の需要が高い都市部や郊外部での利用についての長期間の検証は行われていない．溝上ら[10,11]は生活の空間的な広がりを評価する指標のLSAを導入し，電動車いすの利用頻度が高いモニターほど生活活動範囲が広くなることを示した．以上の個人に貸与する実証実験は貸出期間がおおよそ1か月であり，長期的な需要の過程を捉えているとは言い難い．

以上の既往研究を踏まえると，小型電動モビリティの研究において，長期的な利用を経てライフスタイルにモビリティが組み込まれる過程の研究は乏しい．したがって本研究では，小型電動モビリティのひとつである2輪EVの実証実験より，長期的な車両の利用経験をパネルデータとして収集し，個人に着目した行動パターンの推移を明らかにする．特に，電動であるがゆえに航続距離が比較的短いという制約条件のもと，個別モビリティの特徴である自由度の高い移動を可能にすることを，また，小型電動モビリティの社会的含意に関する考察を行うことを目的とする．

2. バッテリー交換型2輪EV実証実験「eやんOSAKA」

本研究では小型電動モビリティのうち，バッテリー交換型 2 輪 EV を対象として分析を行った．本研究扱うデータは（一社）日本自動車工業会，大阪府，大阪大学が共同で実施したバッテリー交換型 2 輪 EV 実証実験「eやん OSAKA」で収集されたものである．**表-1** に実証実験の概要を記載する．また，本研究では車両の走行履歴データ，モニターの属性情報および実験参加前後で実施したアンケート調査を通じた意識・行動データを用いた．

表-1 eやん OSAKA の概要

実験期間	2020 年 9 月～2022 年 3 月（3 カ月×6 期） ただし，本稿は 2021 年 9 月までの 3 期分のデータを用いる
モニター	大阪大学所属学生・教職員各期 20 名 一部複数期を跨ぎ参加しているため， 分析対象は計 65 名
実験方法	それぞれの実験モニターに車両を貸出， 交換ステーションでバッテリー交換
貸出車両	本田技研工業社製　BENLY e（原付一種） 以降，単に 2 輪 EV と表記
バッテリー交換場所	大阪大学豊中・吹田キャンパス，キャンパス付近のローソン 10 店舗計 12 箇所

走行履歴データは車両に搭載されたセンサより得られたトリップエンドの緯度経度，出発時刻と到着時刻，移動距離等を含んでいる．データから個人の特定につながることを防ぐため，モニターの自宅の町丁目内のデータについては，町丁目内の代表地点に置き換えるという秘匿処理を行った．モニターの属性情報は，性別，年齢などの基本的な属性に加え，2 輪経験，通学手段等を含んでいる．実験参加前後での意識・行動に関するアンケート調査では，実験や車両への満足度，利用状況，生活の変化等を尋ねた．本実証実験での車両の貸し出し期間は最低 3 カ月であり，個人単位の行動パターンの変容を分析することが可能であり，優位性がある．

3. 分析手法

(1) 分析に用いたデータ

本研究では2輪EVを対象にしており，電車やバスなどの公共交通機関と比較して移動の自由度が高いため，複数目的地への回遊や立ち寄り行動が誘発されると考えられる．またモニターの多くは大学生であり，比較的自由時間が多く，学業，課外活動，アルバイト等多様な活動を行うことから，より多様な移動パターンが想定される．したがって，本研究では出発地から目的地までのトリップに着目するのではなく，自宅を出てから自宅に帰るまでのトリップチェーンに着目し，これを行動分析の単位とした．

まず，走行履歴データから，このトリップチェーンにおける発着地点である自宅がある町丁目の代表地点，経由地となる目的地の位置情報，および目的地到着・出発時刻を抽出した．なお，2輪EVの電源がOFFになり，かつ電源がONになるまでに1分以上かかった場合を滞在と判定し，その場所を目的地とした．次に，モニターの空間的な行動パターンを捉えるために，位置情報からトリップチェーンの幾何学的情報[12]を算出した．ここでは，9種の幾何学的情報を算出した．トリップチェーンの頂点の個数は目的地の個数，トリップチェーンの辺の長さの合計は総走行距離，行動範囲は凸包面積に相当する．またトリップチェーン中で最も滞在時間の長かった目的地を主目的地とするとき，自宅と主目的地を結ぶ直線に対するトリップチェーンの幅は，立ち寄りの自由度を指していると解釈できる．さらに，トリップチェーン中で最も遠い目的地を最遠地とするとき，自宅と最遠地を結ぶ直線に対するトリップチェーンの幅は，行動範囲の広さと解釈できる．加えて，トリップチェーンの幅と主目的地までの距離の比・トリップチェーンの幅と最遠地までの距離の比（以下，幅/主目的地距離・幅/最遠距離とする）はトリップチェーンの縦横比，つまり細長さを示

していると解釈できる．トリップチェーンの縦横比が小さい場合，最も遠い目的地への経路近傍に別の目的地があり，直線的な移動が主であるため回遊性は低いといえる．一方トリップチェーンの縦横比が大きい場合，複数の離れた目的地を自由に訪れており，回遊性は比較的高いといえる．

他方，モニターの目的地での活動に着目するため，目的地到着時刻・出発時刻から目的地の滞在時間を算出した．トリップチェーンに関して空間的・時間的に特徴を捉え，これら計11種類の情報（**表-2**）を以降の分析で用いた．

(2) トリップチェーンの類型化

トリップチェーンの類型を行う前に，前述のトリップチェーンの空間・時間に関わる11種類の指標に対し，主成分分析を適用することで，情報の縮約を行った．そして，主成分得点を用いて，クラスター分析を行うことでトリップチェーンを分類した．本研究では対象トリップチェーンのデータ数が多くなったため，有限混合分布モデルによるクラスター分析を実施した．以上の主成分分析およびクラスター分析は統計分析フリーソフトRのパッケージpsych(version2.1.9)およびmclust(version5.4.7)を用いて行った．

(3) モニターの行動パターンの特徴把握

類型化されたトリップチェーンから，モニターの1か月ごとの行動パターンの特徴を把握した．第1章で述べたように個別モビリティは自由度の高い移動を可能にする．これに応じ，複数の目的地を訪れたトリップチェーンの割合および1か月間の類型化されたトリップチェーンの多様度の2つの観点から2輪EVの行動パターンの特徴を把握した．前者に関しては，モニターの1か月の総トリップチェーン数に占める多目的トリップチェーンの占める割合を算出し，多目的トリップ割合とした．後者は，1か月の移動パターンの多様度を式(1)のハナ・ケイ指標[13]を用いて算出した．

$$C_{HK(\alpha)} = \left[\sum_{i=1}^{S}\left(\frac{n_i}{N}\right)^{\alpha}\right]^{\frac{1}{\alpha-1}} \quad (\alpha > 0, \alpha \neq 1) \qquad (1)$$

ここで，$C_{HK(\alpha)}$:ハナ・ケイ指標
S:クラスター数
α:弾力性パラメータ（本研究では2とした）
n_i:i番目のクラスターのトリップチェーン数
N:トリップチェーンの総数

さらに，その1か月ごとの推移を可視化することで，2輪EVを利用したことによる，行動の変容を捉えた．

4. 行動パターンの分類結果

(1) トリップチェーンの生成・行動分類指標算出

走行履歴データよりトリップチェーンを生成した結果，**表-3**のような結果が得られ，65名のユーザーに対し，3057のトリップチェーンが生成された．また，このすべてのトリップチェーンに対し，行動分類指標を算出した．

(2) トリップチェーンの類型化

まず，行動分類指標に対し主成分分析を適用した．また，平行分析法を実施し，本研究では第 3 主成分までを使用することとした．第 3 主成分までの累計寄与率は 72.0%となり十分といえる．**表-4** にその結果を示す．

表-2 トリップチェーンを特徴づける指標

空間的情報	
・目的地の個数(個) ・主目的地距離(m) ・主目的距離を基準とした幅(m) ・幅/主目的距離 ・最遠距離(m)	・最遠距離を基準とした幅(m) ・ 幅/最遠距離 ・凸包面積(m^2) ・総走行距離(m)
時間的情報	
・主目的地滞在時間	・副目的地滞在時間

表-3 各期のトリップチェーンの概要

	期間	トリップチェーン数	ユーザー数
第1期	2020年9月27日～12月	581	14
第2期	2021年1月～3月	516	14
第3期	2021年4月～7月	739	18
第4期	2021年7月~9月	1221	19
全体		3057	65

表-4 主成分分析の結果(主成分負荷量・固有値・累積寄与率)

	PC1	PC2	PC3
主成分軸の解釈	移動・活動の量	移動・活動の自由度	活動の相対的重要度
目的地の個数	0.693	0.393	0.071
主目的地距離	0.405	-0.793	0.218
主目的地距離を基準とした幅	0.775	0.096	-0.183
幅/主目的距離	0.308	0.324	0.352
最遠距離	0.717	-0.606	0.244
最遠距離を基準とした幅	0.875	0.068	-0.387
幅/最遠距離	0.529	0.456	-0.477
凸包面積	0.857	-0.121	-0.270
総走行距離	0.872	-0.254	0.202
主目的地滞在時間	0.299	0.413	0.513
副目的地滞在時間	0.427	0.493	0.501
固有値	4.667	1.971	1.275
累積寄与率	42.4%	60.4%	72.0%

また，3つの主成分軸は，以下のように解釈した．

第 1 主成分軸（PC1）は，すべての変数の主成分負荷量が正の値をとっているため，「移動・活動の量」と解釈した．

第 2 主成分軸（PC2）の主成分負荷量の絶対値が大きい変数は目的地の個数，主目的地距離，幅/主目的距離，最遠距離，幅/最遠距離，主目的地滞在時間，副目的地滞在時間となり，この中でも目的地の個数，幅/主目的距離，幅/最遠距離，主目的地滞在時間，副目的地滞在時間は正の値をとり，主目的地距離，最遠距離は負の値をとっている．このため，第 2 主成分得点が高い程，移動の自由度が高いとともに，目的地での滞在時間が長い傾向にあるため活動の自由度も高いといえる．したがって PC2 を「移動・活動の自由度」と解釈した．

第 3 主成分軸（PC3）の主成分負荷量の絶対値が大きい変数は幅/主目的地距離，最遠距離を基準とした幅，幅/最遠距離，主目的地滞在時間，副目的地滞在時間となり，この中で幅/主目的地距離，主目的地滞在時間，副目的地滞在時間は正の値をとり，最遠距離を基準とした幅と幅/最遠距離は負の値をとっている．このため，第 3 主成分得点が高い程，トリップチェーンは細長い形状となり，目的地での滞在時間が長くなっている一方で第 3 主成分得点が低いと短時間の滞在時間で複数の目的地を立ち回る行動を示す．したがって活動を重要視するか移動を重要視するかを示す指標であり，PC3 を「活動の相対的重要度」と解釈した．

それぞれのトリップチェーンに対し主成分得点を算出し，その値を用い，有限混合分布モデルによるクラスター分析を実施した．結果，A~Fの6つのクラスターが抽出された．また，各クラスターのそれぞれの主成分得点の中央値から各クラスターの特徴を捉え，名前を付けた．クラスターの概要と主成分得点の中央値，1トリップチェーンあたりの目的地の個数の平均を**表-5**に示す．

(3) 行動パターン特性指標の算出

まず，モニターの1か月ごとのトリップチェーンを類型毎に集計した．クラスタリング結果からクラスター数は6となったため，S=6として式(1)から移動パターンの多様度度を表すハナ・ケイ指標を算出した．

また，**表-5** より，クラスターC,D,E は移動・活動の自由度が高く，1 トリップチェーンに含まれる目的地の数も比較的多い．これらより，クラスターC,D,E の移動パターンは複数の離れた目的地を自由に訪れ，目的地での時間を有意義に活用する傾向があることがわかる．対して，他のクラスター（A,B,F）はトリップチェーンの縦横比が小さく複数の目的地を訪れている場合でもある目的地への経路上の地点に立ち寄った等の場合が多く，移動の自由度や回遊性は低いといえる．

ここで，全トリップチェーンにおけるクラスターCDE の割合は，1 つのトリップチェーンで複数の目的地を自由に訪れている割合を指しており，これを多目的トリップ割合と定義し，以下の式(2)で算出した．

$$M_i = \frac{n_c + n_d + n_e}{N} \tag{2}$$

ここで，M_i:多目的トリップ割合
n_c:クラスターC の数
n_d:クラスターD の数
n_e:クラスターE の数
N:トリップチェーンの総数

移動パターンの多様度と多目的トリップ割合を行動パターン特性指標とし，全ユーザーに対して算出した．

(4) 個人属性と行動パターン特性指標の関係性

2 輪 EV の行動パターンは，個人的な属性と関連があると考えられる．本実証実験においてはモニター属性データと，行動パターンの関係性を検証するために相関分析および平均値の差に関する検定を行った．まず，免許取得からの年数・実験参加前の通学時間・大学への通学頻度・自動車の運転頻度の項目を対象に，相関係数およびp値を算出した．以下の**表-6** にスピアマンの順位相関係数を示す．

表-5 クラスター分析の結果

クラスター	クラスター名	トリップチェーン数	PC1	PC2	PC3	目的地個数
			移動・活動の量	移動・活動の自由度	活動の相対的重要度	
A	小範囲行動型	730	-1.706	0.202	-0.159	1.2
B	比較的小範囲・低自由度行動型	414	-1.175	-0.267	0.169	1.5
C	中範囲・比較的高自由度行動型	341	-0.869	0.513	-0.283	2.5
D	広範囲・高自由度・立ち回り行動型	578	0.169	0.896	-0.879	3.1
E	超広範囲・高自由度行動型	358	3.511	1.319	0.567	5.3
F	長距離・低自由度行動型	636	0.526	-1.584	0.699	2.4

表-6 スピアマンの順位相関係数

	免許取得からの年数	通学時間	通学頻度	自動車の運転頻度
移動パターンの多様度	0.210	0.075	-0.05	-0.005
多目的トリップ割合	0.312*	-0.005	0.105	0.046

*:p<0.05 **:p<0.01 n=51(自動車の運転頻度のみ n=35)

表-7　ピアソンの相関係数

	免許取得からの年数	通学時間	通学頻度	自動車の運転頻度
移動パターンの多様度	0.010	0.319*	-0.185	0.009
多目的トリップ割合	0.158	-0.176	0.132	0.036

* :p<0.05 **:p<0.01 n=51(自動車の運転頻度のみ n=35)

表-8　各指標の平均値の差（有意な差が得られたもの）

平均値差異	原付・2輪		通学手段		
	乗車経験	保有経験	公共交通機関	原付・自動2輪	自転車・徒歩
移動パターンの多様度					
多目的トリップ割合		9.9%*	-11.3%*	11.0%**	

* :p<0.05 **:p<0.01 n=51

また，表-7 にピアソンの相関係数を用いた際の結果を記す．結果より，免許取得からの年数と多目的トリップ割合の間に有意な正の相関が見られた．また，通学時間が長い程移動パターンの多様度が減少する結果が見られたが，これは自宅と大学の距離が遠いとバッテリー容量の点で行動に制限がかかるためであると考えられる．

モニター属性データの，原付または自動 2 輪の経験（乗車経験・保有経験）・通学手段（公共交通機関・原付等 2 輪・自転車）利用の有無の項目を対象に，平均値の差に関する独立 t 検定を実施した．表-8 に有意な差が得られたものの結果を示す．結果として原付・自動 2 輪を保有しており，通学に用いているモニターは多目的トリップ割合が比較的高い傾向にあると判明した．

一方，通学に公共交通手段を用いており，普段から道路を運転する機会の少ないと考えられるモニターは多目的トリップ割合が低い傾向にあった．また，移動パターンの多様度については有意な差は見られなかった．

以上の相関分析および平均値の差の検定より，実証実験参加前に原付・自動 2 輪の利用経験のあるユーザーは多目的トリップ割合が高い傾向にあった，つまり 1 つのトリップチェーンで複数の目的地を自由に訪れる傾向にある．ここで，モニターは実証実験参加期間中に 2 輪 EV の利用経験を積むことができるため，この期間中にも行動パターンは変容するものと考えられる．
したがって，次章ではモニターが実証実験に参加している期間中の行動パターンの変容について，パネル分析を通した考察を行った．

5.　行動パターンの推移とその社会的含意

(1) 推移を確認するためのグループの設定

移動経験とともにユーザーの行動パターンがどのように変容したかを分析するために，3 か月間の実験期間の内，1 か月ごとに行動パターン特性指標を算出した．図-1 は縦軸に移動パターンの多様度，横軸に多目的トリップ割合を取った散布図である．さらにそれぞれの平均値によって，グループⅠ～Ⅳの 4 つのグループに分割した．つまり，グループⅠが移動パターンの多様度が小さく，多目的トリップ割合も小さいグループであり，反対にグループⅢは移動パターンの多様度も多目的トリップ割合も高いグループである．

次節では，3 カ月間の利用の内，1 カ月目，2 か月目，3 カ月目に該当するグループの推移から行動パターンの推移をパネル分析により考察した．

(2) 全ユーザーの行動パターンの推移

全ユーザーの 1 カ月目から 3 カ月までの行動の推移を表した遷移図を図-2 とする．

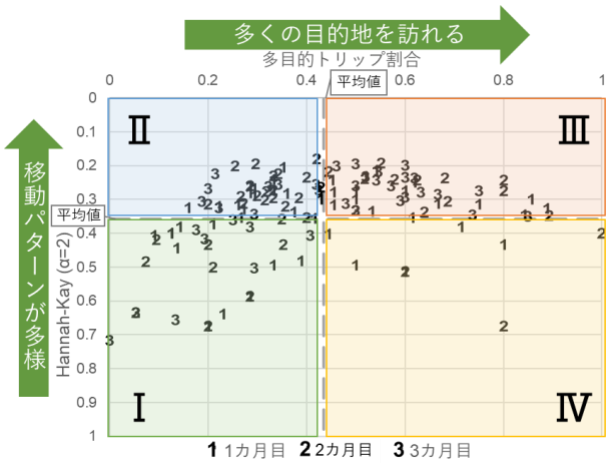

図-1　移動パターンの多様度と多目的トリップ割合の関係

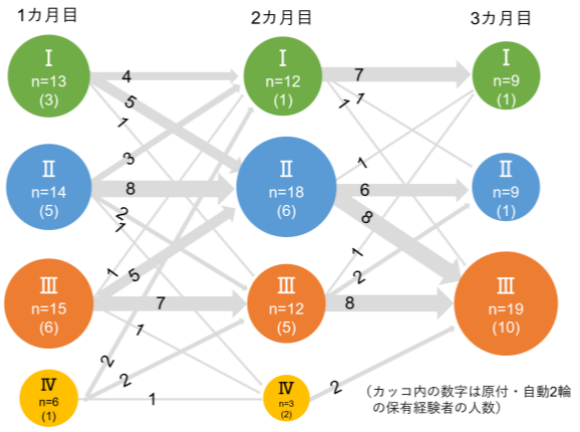

図-2　全モニターの行動パターンの推移

矢印の大きさは推移した人数，円の大きさはグループ内の人数の大きさを示す．全体の傾向として，3 カ月の利用経験を経て過半数である 19 名のユーザーがグループⅢ（移動パターンが多様かつ多目的トリップ割合が高い）へと推移した．

また，1 カ月目から 2 カ月目の間で他のグループへ推移しているが，2 カ月目から 3 カ月目にかけては行動パターンの推移が少なくなっていたことがわかる．これについて，2 輪 EV の使用の 1 カ月目は，初めて用いる 2 輪 EV への興味から，様々な場所に様々な目的で訪れたりするなどの新しい体験をするが，2 カ月目以降はモニターの生活に定着した使われ方にシフトしていき，変動が小さくなるためと考えられる．したがって，より移動経験を反映した推移に近づくと考えられる 2〜3 カ月目の推移を確認すると，グループⅡからグループⅢへ推移した人数が多くなっている．

さらに，グループⅠからⅢへの直接の推移が発生していなかったことを踏まえると，移動パターンの多様度が増加した上で自由度の高い行動が増加していると考察できる．これは，移動パターンが多様化し，その経験を踏まえて多くの目的地を自由に訪れ，多様な移動の経験を得ることによって新しい移動の創造性を高めているという過程であることが示唆される．

⑶ 自動 2 輪未経験者の行動パターンの推移

モニターの内，原付・自動2輪を過去に保有したことがないモニターの行動パターンの推移を**図-3**として示す．

結果として未経験者においては3カ月間の期間中には，多様・多目的トリップグループ（Ⅲ）への推移はあまり進まなかった．また，2か月目にグループⅠに該当したユーザーの大半は3カ月目もグループⅠにとどまり，移動パターンの多様化も見られなかった．この点について，未経験者においては3カ月以上の経験によって行動パターンの変容が起こる可能性や，実証実験に応募した際の動機の差異による影響等が原因として考えられる．

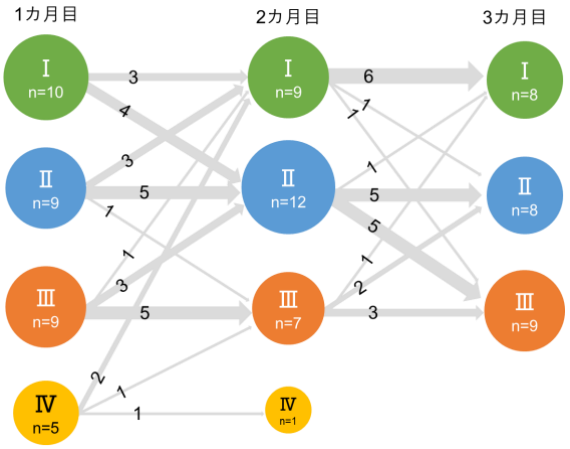

図-3 未経験者の行動パターンの推移

⑷ 行動パターンによる社会的含意について

2輪EVの使用開始から3カ月目の行動パターンは，個人の移動に関する経験や個人の生活に合わせて推移がある程度進んだ状態と考えられる．この3カ月目の行動パターンとモニターの意識・行動データとの対応を考えることでユーザーの満足度が高く，また社会に対する影響の大きい行動パターンについて考察することができる．ここで，原付・2輪の保有の経験があるユーザーは，アンケート回答時に過去に使用していた原付・自動2輪との比較を行って回答を行ってしまうと考えられる．したがって，**図-2**より特に経験者の多いグループⅢについては経験者と未経験者で分けて考察する．

a) ユーザーの満足度に関する考察

モニターの意識・行動データより，利用後の満足度について，「満足」を2点，「やや満足」を1点，「どちらともいえない」を0点，「やや不満」を-1点，「不満」を-2点と点数化し，グループごとの平均を満足度とした．結果の抜粋を**表-9**として示す．

ここから，グループⅢ（未経験者）およびⅡが同じ満足度で「バッテリー交換式2輪EVは自分の生活にあっている」と回答した．

また，グループⅢ（未経験者）は広い範囲を移動できるようになること，また2輪の運転を通して新たな刺激を得る事に関して比較的高い満足度を示していた．ここで，グループⅢ（経験者）はグループⅢ（未経験者）と比べて低い値をとっている項目が多いが，これは過去に使用していた原付・自動2輪の経験と比較してしまっているためと考えられる．

加えて，2輪EVの今後の利用に関する設問について，グループⅢ（未経験者）は「電動モビリティに対する興味が増えた」「2輪EVを購入したい」の項目に「当てはまる」と回答した人が比較的多く，今後の利用に関しても比較的積極的であることがわかる．

以上の結果より，グループⅢのうち特に未経験者は2輪EVを用いた移動の体験を通じて，個人の移動に比較的満足していると考えられる．

b) 2輪EVによる社会的影響に関する考察

2輪EVの利用を通してモビリティの需要が発生したり，地域社会の促進に寄与していたりすればこれは経済に対し良い影響を与えているといえる．この点について，

表-9 グループ別の満足度の結果（抜粋）

	バッテリー交換式2輪EVは自分の生活にあっているか	道路上をスムーズ・自由に走行できること	2輪の運転を通じ新たな刺激（風を感じる・スピードなど）を得られる
Ⅰ	0.89	1.78	1.56
Ⅱ	1.56	1.89	1.22
Ⅲ(経験者)	1.40	2.00	1.20
Ⅲ(未経験者)	1.56	1.78	1.78

表-10　グループごとの生活の変化

	人数	近所のスーパーでの買い物頻度が増えた	日常の行動範囲が拡大した（これまでは利用しなかったスーパーやカフェに訪れた）	近所のカフェや商業施設，遊戯施設への来訪頻度が増えた
Ⅰ	9	1.00	1.33	1.00
Ⅱ	9	1.00	2.22	1.43
Ⅲ(経験者)	10	0.80	1.60	1.40
Ⅲ(未経験者)	9	1.56	2.22	1.71

ユーザーはどういった目的で2輪EVを利用し，実験期間を通じて生活にどのような変化があったのかを，モニターの意識・行動データより考察した．2輪EVの使用による生活の変化に関する質問について，「よく当てはまる」を3点「当てはまる」を2点「少し当てはまる」を1点「当てはまらない」を0点とし，グループごとの平均を算出した．結果の抜粋を**表-10**に示す．ここから，グループⅢ（未経験者）は特に近所のスーパーマーケットでの買い物の頻度が増え，近所のカフェや商業施設，遊戯施設への来訪頻度が増えたことがわかる．また，グループⅡと同様に日常の行動範囲が拡大し，これまで利用しなかった商業施設に訪れたと回答していた．

また，2輪EVの利用目的を問う設問では，グループⅢは経験者・未経験者とともに近所の商店への移動に用いると回答したモニターの割合が高かった．一方，グループⅡはキャンパス間の移動，学外での部活やサークル活動のための移動など，大学の活動に関連した移動に多く用いていることが明らかとなった．

加えて，グループⅢは多目的トリップ割合が高いグループであるため，1つのトリップチェーンの間に複数の目的地を自由に訪れる傾向がある．したがってグループⅢの行動パターンでは回遊行動の創出や，それによる地域の商業施設等における売り上げへの貢献が期待できる．

さらに，a)で述べた通り2輪EVの購入意向も比較的高いことから，モビリティのメーカーにとっても需要が見込める．以上の点から，地域の商業施設における売り上げへの貢献やバイク・電動モビリティのメーカーにとってモビリティの購入が期待できるなど，社会的な影響は，グループⅢが一番高いと考えられる．

以上の点より，グループⅢは個人の満足度が高いうえで社会に正の経済的影響をもたらすことが期待でき，最も社会に与える影響が大きいといえる．したがって，未経験者を含め多様・多目的な行動パターンに変容を促すためにも，まずは移動の体験から移動の多様度を高める方策が必要だと考察される．

6. 結論

本研究では，バッテリー交換型2輪EV実証実験「eやんOSAKA」で収集されたデータを用い，2輪EVという電動小型モビリティの移動パターンを類型化し，1か月ごとに移動パターンを集計した行動パターンの3か月に渡る変容をパネル分析によって把握した．

まず走行履歴データからトリップチェーンを生成し，その空間的情報および時間的な情報を用い，主成分分析およびクラスター分析を行うことで，トリップチェーンを6種類に分類した．分類結果から，移動パターンの多様度と1トリップチェーン中に複数の目的地を自由に訪れる割合（多目的トリップ割合）をユーザーごとに算出した．また個人属性と行動パターンの関係を検証したところ，実証実験参加前に原付・自動2輪の保有経験のあるユーザーは多目的トリップ割合が高い傾向があることが明らかになった．

次に，2輪EVの長期的な利用経験を経て，個人単位での行動パターンの変容をパネル分析によって明らかにした．移動パターンの多様度・多目的トリップ割合の大小により行動パターンを4つに分割しその推移を分析したところ，結果として過半数のモニターが多様かつ多目的なトリップへと推移していることが明らかとなった．また，移動パターンが多様化したうえで，移動経験を踏まえて移動の自由度が高まり，新しい移動を生みだせる可能性が示唆された．

最後に，2輪EVが社会に与える影響について，行動パターンの観点から考察した．多様かつ多目的な行動パターンのユーザーのうち，特に未経験者においては個人の満足度が高く，社会に与える経済的影響も大きいことが示唆された．したがって，継続して経済的効果の波及が期待できるため，多様かつ多目的な行動パターンが社会に与える影響が大きいと考察された．

一方，本研究が扱った実証実験では，コンビニでのバッテリー交換が可能であり，これによってバッテリー容量による行動制限が緩和されていると考えられる．バッテリー交換に着目した分析を行うことで，生活に電動モビリティがどう受容されていくかを多面的に考察することが今後の課題である．

謝辞：本研究で用いたデータは，バッテリー交換型2輪EV実証実験「eやんOSAKA」の下で収集された．本実験の実施者である（一社）日本自動車工業会，大阪府へ謝意を表する．また，本研究は東京大学CSIS共同研究(No.1056)による成果である．

REFERENCES

1)　国土交通省：超小型モビリティの成果と今後，

https://www.mlit.go.jp/jidosha/content/001364961.pdf
（アクセス：2022 年 3 月 5 日）
2) 経済産業省製造産業局：多様なモビリティ普及推進会議　第２回
https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/mobility/pdf/002_03_00.pdf
（アクセス：2022 年 3 月 5 日）
3) 李昂，安藤良輔，西堀泰英，加知範康，加藤秀樹：立ち乗り型パーソナルモビリティの受容性に関する研究，土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.68, No.5 (土木計画学研究・論文集第 29 巻), I_599-I_605, 2012. [Ree, K. Ando, R. Nishibori, T. Kachi, Y. Kato, H.: Measuring the acceptability of self-balancing two-wheeled personal mobility vehicles, *Proceedings of JSCE D3*, Vol.68, No.5, (*Infrastructure planning review* Vol.29), I_599-I_605, 2012.]
4) 中村俊之，西村和記，西田純二：西播磨 MaaS 実証を通じた利用者受容性に関する考察，人間工学 2021 年 57 巻 Supplement 号 p. S08-2. [Nakamura, T. Nishimura, K. Nishida, J.: Study on user acceptability for nishiharima maas demonstration experiment, *The Japanese journal of ergonomics*, 2021Vol57, Issue Supplement, p.S08-2, 2021]
5) 吉村朋矩：若年層を対象とした電動キックボードの走行調査および利用意向に関する研究，日本都市計画学会中部支部研究発表会論文集 No.32,2021. [Yoshimura, T.: Study on the electric scooter riding survey and intention to use for younger generation, *Papers on city planning-Chubu*, No.32, 2021]
6) 須永大介，青野貞康，松本浩和，寺村泰昭，久保田尚：大都市圏郊外部における超小型モビリティの活用可能性に関する研究, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.72, No.5 (土木計画学研究・論文集第 33 巻), I_641-I_651, 2016. [Sunaga, D. Aono, S. Matsumoto, H. Teramura, Y. Kubota, H.: A study on the effectiveness of micro electric vehicle in the metropolitan suburbs, *Proceedings of JSCE D3*, Vol72, No.5, (*Infrastructure planning review*, Vol.33), I_641-I_651, 2016.]
7) 須永大介，青野貞康，松本浩和，山崎静一郎，久保田尚：大都市圏郊外部における超小型モビリティを用いた居住地カーシェアリングの導入可能性に関する研究，土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.73, No.5 (土木計画学研究・論文集第 34 巻), I_857-I_868, 2017. [Sunaga, D. Aono, S. Matsumoto, H. Seiichiro, Y. Kubota, H.: Do we accept micro electric vehicle sharing service in the residential areas in metropolitan suburbs? , *Proceedings of JSCE D3*, Vol73, No.5, (*Infrastructure planning review*, Vol.34), I_857-I_868, 2017.]
8) 安藤章，山本俊行，森川高行：路上乗り捨て型 EV カーシェアリングが市民意識と交通行動に及ぼす影響分析　―パリ市・autolib'を例として―，都市計画論文集 Vol.48 No.3 2013 年 10 月 [Ando, A. Yamamoto, T. Morikawa, T.: Analysis on effect of EV car sharing of one-way service on the public attitude and travel behavior -Case study of autolib' in Paris- , *Papers on city planning*, Vol.48 No.3, October, 2013]
9) 竹原裕隆, 藤原淳貴, 氏原岳人, 水柿大地, 阿部典子, 西山基次：中山間地域における超小型モビリティの利用パターンと導入効果に関する研究－美作市・上山地区を事例に－，交通工学論文集 2019 年 5 巻 1 号 p. 1-10 [Takehara, Y. Fujiwara, A. Ujihara, G. Mizugaki, D. Abe, U. Nishiyama, M.: Study of usage patterns and introduction effects of micro electric vehicles in mountainous area: A case of Ueyama area in Mimasaka City, *Traffic engineering*, Vol.5, Issue 1, p. 1-10, 2019]
10) 溝上章志，川島英敏，矢口忠博：高齢社会におけるパーソナルモビリティ活用による生活の質の向上，国際交通安全学会誌 Vol.36 No.3 [Mizokami, S. Kawashima, H. Yaguchi, T.: A study of the potential for QOL improvements through the use of personal mobility in an "aged society", *IATSS review*, Vol.36 No.3, 2012]
11) 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 (土木計画学), Vol.68, No.5 (土木計画学研究・論文集第 29 巻), I_141-I_153, 2012. [Mizokami, S. Kawashima, H. Hisao, O. Nagata, C. Nojiri, S. Yaguchi, T.: An experimental study on possibility of qol improving by using personal mobility in an aging society, *Proceedings of JSCE D3*, Vol68, No.5, (*Infrastructure planning review*, Vol.29), I_141-I_153, 2012.]
12) 大庭寛，人の流れデータを用いたトリップチェーンの形状と地域特性の分析
https://www.slideshare.net/o_hiroshi/ss-28763183
（アクセス：2022 年 3 月 5 日）
13) Isaac T. Tabner: A Review of Concentration, Diversity or Entropy Metrics in Economics, Finance, Ecology and Communication Science,
International Journal of Interdisciplinary Social Sciences, 2 (4), pp. 53-60.

(Received ?)
(Accepted?)

PANEL ANALYSIS OF CHANGES IN USAGE BEHAVIOR OF ELECTRIC TWO-WHEELERS

Shotaro HIROKAWA, Kento YOH, Chun-Chen CHOU, Kenji DOI

Small electric mobility is becoming more and more popular due to its low environmental impact and high social inclusion potential. It increases transportation options that can be used for a variety of trip types, from short commutes to first- and last-mile connections to transit. However, the literature lacks studies focusing on the process by which users incorporate small electric

mobility into their lifestyles. In this study, panel analysis was conducted to analyze mobility users' changes in behavioral patterns across spatial and temporal dimensions. Data was collected through a demonstration experiment in which battery-swapping electric two-wheelers were rented out to university students and faculty. This study further evaluated the relationships between behavioral patterns, user attitudes, and personal attributes. The conducted analysis helped gain insights on user adoption as well as the social impacts of the emerging electric mobility services.