

中山間地域における 超小型モビリティの導入効果の検証 —美作市・上山地区を事例に—

竹原 裕隆¹・藤原 淳貴²・氏原 岳人³・
水柿 大地⁴・阿部 典子⁵・西山 基次⁶

¹非会員 岡山大学大学院 環境生命科学研究科 (〒700-8530 岡山市北区津島中3丁目1-1)
E-mail: px1289uu@s.okayama-u.ac.jp

²非会員 岡山大学大学院 環境生命科学研究科 (〒700-8530 岡山市北区津島中3丁目1-1)
E-mail: pfw060a2@s.okayama-u.ac.jp

³正会員 岡山大学大学院 環境生命科学研究科 (〒700-8530 岡山市北区津島中3丁目1-1)
E-mail: ujihara@okayama-u.ac.jp

⁴非会員 NPO法人 英田上山棚田団 (〒701-2614 岡山県美作市上山2135)
E-mail: mizukaki.586@gmail.com

⁵非会員 NPO法人 みんなの集落研究所 (〒700-0822 岡山市北区表町1丁目4-64 上之町ビル3階)
E-mail: taneomaku@gmail.com

⁶非会員 NPO法人 みんなの集落研究所 (〒700-0822 岡山市北区表町1丁目4-64 上之町ビル3階)
E-mail: motog2525@gmail.com

公共交通空白地域を多く抱える中山間地域では、地域の存続に向けた生活交通の維持・確保が重要な課題である。その中で、1~2人乗り程度の小型車で環境性能に優れた超小型モビリティが、中山間地域での新たな生活交通手段として近年注目されている。

本研究では、美作市・上山地区で実施された超小型モビリティ導入実験に基づき、超小型モビリティの利用実態や課題・利点等を綿密に調査することで、中山間地域における超小型モビリティの導入効果を検証した。その結果、モニターの多くは利用頻度に関係なく、超小型モビリティの課題・利点を同様に実感していた。一方、超小型モビリティの利用頻度は、従来の行動特性の違いにより二極化した。また、高頻度利用者は移動時のCO₂排出量や車両燃料費が大きく削減され、移動利便性評価が向上する傾向にあった。

Key Words : *micro electric vehicle, mountain area, adaptation, triple bottom line*

1. 研究背景と目的

日本の中山間地域では、都市部と比較して人口密度が低く、公共交通空白地域が多く存在する。一方、都市部においても、公共交通の利用者が減少し、公共交通空白地域が拡大している地域もある。高齢化の進行により、自動車の運転が困難になる高齢者の増加が予想される中で¹⁾、以上の地域では地域の存続に向けた生活交通の維持・確保が重要な課題である。

そのような中で、都市や中山間地域での日常生活を担う新たな交通手段として、超小型モビリティが近年注目されつつある。超小型モビリティは、1~2人乗り程度

の小型車であり、小回りが利き環境性能に優れているという特長がある。この超小型モビリティに関して、大都市圏郊外部での活用可能性を検証した研究²⁾や、高齢者を対象に導入可能性を検討した研究³⁾は存在する。しかし、都市部と比較して生活関連施設が十分に整っておらず、自動車が生活に必要な中山間地域における超小型モビリティの利用可能性や導入効果を検証した研究は行われていない。

そこで本研究では、中山間地域で地域住民に超小型モビリティを貸出し、モニター調査を実施することで利用実態や超小型モビリティの利点、課題を整理する。また、社会・経済・環境の側面から超小型モビリティの持続可

能性を評価する。以上を踏まえ、中山間地域における超小型モビリティの導入効果の検証を目的とする。

2. 本研究の位置づけ

超小型モビリティの利用可能性に関する研究として、大都市圏郊外部での超小型モビリティの活用可能性を検証した須永ら²⁾の研究や、高齢者の従来の交通行動における幸福度や活動能力等の分析から、高齢者への超小型モビリティの導入可能性を検討した高橋ら³⁾の研究がある。このように既存研究では、都市部における超小型モビリティの利用実態の把握や評価、高齢者の利用に対する導入可能性の検討は行われている。

超小型モビリティの導入実験は平成 22 年頃から全国各地で実証され、表-1 のように日常利用を目的として個人に貸出し、貸出中・貸出後に簡易的な調査を実施した事例もみられる。これらの多くは都市部や島嶼部を対象に実証されている。一方、中山間地域を対象とした実証実験は極僅かであり、実験結果を学術的に整理した事例もみられない。そこで、本研究の特長を以下に示す。

1. 自動車が生活に必要な不可欠な中山間地域において、超小型モビリティの担う役割を明確にしている。
2. 超小型モビリティを約 1 ヶ月間貸出し、3 種類のヒアリング調査と GPS 調査、移動距離調査を貸出前から貸出後にかけて綿密に行うことで、各モニターの従来の行動特性、超小型モビリティの課題・利点・利用実態等を詳細に把握している。
3. 調査期間中に実感した地域の特徴や被験者との対話を通じて得た所感とともに、調査結果を体系的に整理することで、超小型モビリティの運転に順応するまでのメカニズムをモデル化している。
4. 持続可能性評価の一手法であるトリプル・ボトム・ラインに基づき、超小型モビリティの導入効果を多面的かつ定量的に評価している。

3. 調査対象地域及び調査の概要

(1) 調査対象地域の概要

今回、超小型モビリティを導入する中山間地域は、岡山県美作市旧英田町と和気郡和気町との境界部に位置する上山西地区である(図-1)。以降では、「上山西地区」を「上山」と表記する。上山の公共交通サービスは中学生以下が乗車可能なスクールバスと、週 2 日・1 日 5 本運行しているコミュニティバスのみである。また、上山には、温泉施設「大芦高原温泉雲海」や医療施設「上山診療所」が存在する。一方、日常の買い物は、主にスー

パー等が存在する周匝が利用されている。また、旧英田町に位置する福本には公共施設である英田支所、英田小・中学校等や医療施設が存在する。このように、周匝、福本までが上山居住者の主な生活圏域となっている。

上山で、超小型モビリティ貸出前に居住者の日常移動実態を調査するヒアリング調査を実施した(表-2)。この調査から分かる上山の交通実態は以下の通りである。移動手段に関する交通実態はトリップベース、その他は個人ベースによる単純集計である。

- ・上山内の移動手段は主に農作業等での徒歩が半数以上を占めるが、上山外では自家用車・軽トラックが大部分を占める。
- ・全移動手段に対する移動割合は自家用車・軽トラックが 56%、コミュニティバスが 1%未滿である。
- ・80 代以上免許保持者の 25%が「とても移動しにくい」と感じており、その割合は他の年齢層と比べて高い。

表-1 全国各地の超小型モビリティ実証実験

事業者名	導入車両	導入台数(台)	利用人数(人)	貸出期間	導入地域
鹿児島県薩摩川内市	コムス	20	15	3週間	島嶼部
長崎県五島市EV・ITS実配備促進協議会	NMC	3	56	不明	島嶼部
福岡県朝倉市	コムス	8台	16	1週間	郊外住宅地
	e-zone	8台	16	1週間	中山間地域
群馬県館林市	μ-TT2		不明		市街地
さいたま市小型電動モビリティ活用推進協議会	MC-β	11	24	2週間	大都市圏
宮古島市小型電動モビリティ等の活用に係る社会実験プロジェクト推進協議会	MC-β	5	4	3か月	島嶼部

※日常利用を目的として個人へ貸出している事例のみ(カーシェアリングを除く)、各事業者へのヒアリング調査に基づく

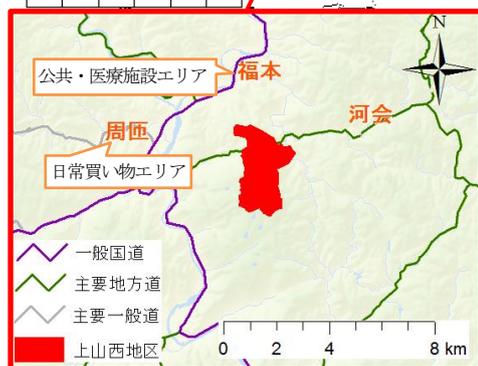
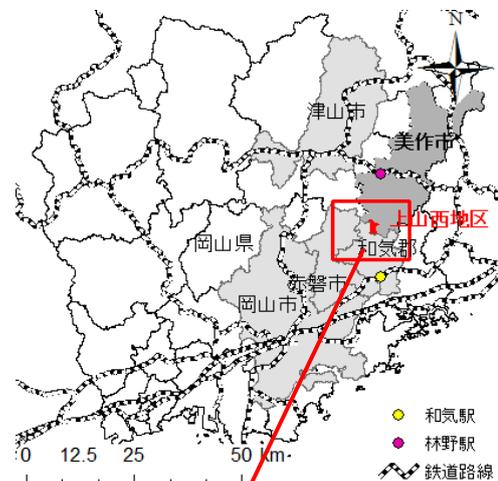


図-1 上山西地区の位置と上山居住者生活圏域

・自動車免許保持者は、高齢になるにつれて「運転に不安を感じる人」の割合が増加傾向にある。

(2) 上山集楽みんなのモビリティプロジェクト

豊かなモビリティ社会の実現とモビリティ格差の解消への貢献を目指す「トヨタ・モビリティ基金」の助成事業「上山集楽みんなのモビリティプロジェクト」が2016年1月から上山で開始された。概要を表-3に示す。コミュニティバスが運行しているにも関わらず利用率が低く、免許返納後の移動に不便が生じている上山で、新たな移動の仕組みづくりを行うプロジェクトである。本研究では、そのプロジェクトの一環として、中山間地域における超小型モビリティの導入効果の検証を行う。

(3) 各種調査の概要

◎ 本研究で使用する超小型モビリティは TOYOTA 車の「COMS (コムス)」である。車両の概要を表-4に示す。この「COMS」を超小型モビリティの知識が無い上山の居住者 12 名に貸出した。貸出期間を約 1 か月とし、12 名を 3 期間に分け、日常生活で自由に利用してもらった。その上で、各モニターに対して中山間地域における超小型モビリティの詳細な利用実態の把握を目的とし

た 4 つの調査を行った (表-2) 。 COMS 貸出中に課題・希望・意見を調査するヒアリング調査と、各トリップの詳細情報を調査する GPS 調査、COMS で移動した総移動距離を調査する移動距離調査を実施した。そして、COMS 貸出後に利用実態、貸出期間中の生活の変化、評価等を調査するヒアリング調査を実施した。

これらの調査結果をモニター間で比較することを目的とし、モニターごとに個人属性、利用実態、利用時の課題・意見、超小型モビリティに対する評価、トリプル・ボトム・ラインによる持続可能性評価等を整理した「モニターカルテ」を作成した。以降では、この「モニターカルテ」に基づき分析を行う。

4. 超小型モビリティの利用実態と順応プロセス

(1) 各モニターの行動特性

超小型モビリティの利用頻度に焦点をあて、12 名のモニターを分類した。その結果、超小型モビリティを高頻度で利用するモニターと低頻度で利用するモニターに二極化した。そして、従来の行動特性が超小型モビリティの利用方法に影響すると想定し、各モニターの従来の

表-2 モニター調査の概要

調査時期	超小型モビリティ貸出前	超小型モビリティ貸出中			超小型モビリティ貸出後
調査方法	ヒアリング調査	ヒアリング調査	GPS調査	移動距離調査	ヒアリング調査
調査項目	日常移動の目的、頻度、同伴者の有無、場所等	①超小型モビリティ利用時の課題 ②超小型モビリティ利用時の意見・希望 ③新たに生じた移動・利用法	超小型モビリティで移動した各トリップの日付、距離、移動ルート	貸出中の超小型モビリティによる総移動距離	①超小型モビリティの利用実態 (利用目的、場所、頻度、使用理由) ②生活の変化 (移動しやすさ、移動時間、各目的の頻度)
調査期間	2015/1/18~2016/11/16	第1期利用者 2016/8/12~2016/9/19 第2期利用者 2016/9/21~2016/10/25 第3期利用者 2016/11/16~2016/12/17			2016/9/25~2016/10/5 2016/10/29~2016/11/12 2016/11/23
調査対象者	上山居住者(88名)	上山居住者の超小型モビリティ利用者(12名)			

表-3 上山集楽みんなのモビリティプロジェクト概要

プロジェクト名	上山集楽みんなのモビリティプロジェクト
主体	NPO法人 みんなの集落研究所 NPO法人 英田上山棚田団
助成団体	トヨタ・モビリティ基金
主な取り組み	・経済的持続性を確保した中山間地域の移動の仕組の構築 ・中山間地適した超小型モビリティの導入・改良等
導入台数	2017年4月時点 TOYOTA「COMS(コムス)」 15台

表-4 車両の概要⁴⁾

名称	COMS(コムス)
メーカー	TOYOTA
定員	1名
最高速度	時速60km
1充電走行距離	30km/h定地走行テスト値: 68km
充電時間	約6時間
モーター出力	定格0.59kW/最高5kW
サイズ(全長/全幅/全高)	2,395mm/1,095mm/1,500mm

表-5 各モニターの行動特性

各モニター	従来の行動特性	勤務地※1		日常の買い物※3			その他習慣的な行動※3			利用回数	
		上山内	上山外	目的地		同伴者の有無	目的地		主な目的	個人(回)	平均(回)
				周匝・福本	周匝・福本以外		上山内	上山外			
A(女性,30代)	上山内高頻度移動型	週1回	週6回		週1回		週2回	週1回	集会、農作業の手伝い	21	17
B(女性,60代)		週4, 5回		月2, 3回			週1回		新聞配り	19	
C(男性,70代)		—	—	週2, 3回	月2,3回	○※4	週2, 3回	週3, 4回	ゴミ出し,娘宅訪問※5、郵便局等※5	18	
D(女性,60代)		週4, 5回		週1回				週2, 3回	娘宅訪問	15	
E(男性,70代)		週2, 3回※2		週2, 3回	週1回	○	週2, 3回	週1回	ゴミ出し、郵便局※5	10	
F(男性,40代)	上山内低頻度移動型		週6回					月2, 3回	消防団	4	3
G(男性,50代)			週4, 5回					週2, 3回	通院	4	
H(女性,40代)			週4, 5回	週1回	週1回		週1回	週3回	タップダンス※5、バンド活動等	1	
I(男性,70代)		—	—	週3, 4回			週1回		グランドゴルフ	4	
J(男性,70代)		—	—	週1回	月2, 3回	○				5	
K(女性,50代)			月2, 3回		週2回			週1, 2回	委員会、英田支所	4	
L(女性,60代)		—	—	週7回	週2, 3回	○		週1回	郵便局	2	

※1無職は「—」 ※2「勤務地」は家の敷地内のため車不要 ※3家の敷地内・周辺等、車が不要な行動と低頻度(月1回以下)の行動は対象外、目的が複数存在する時はそれらの合計頻度を記載 ※450%の確率 ※5同伴者有

行動特性を整理した(表-5)。具体的には、従来の行動特性の要素として考えられる「勤務地」「日常の買い物」「その他習慣的な行動」の目的地を移動頻度とともに整理している。これをみると、高・低頻度利用者の「日常の買い物」の目的地は主に周匝・福本であり、移動頻度にも大きな違いはない。一方、「勤務地」「その他習慣的な行動」の上山内合計移動頻度は高頻度利用者が高く、低頻度利用者は低い。そこで、各モニターの行動特性を上山内の「勤務地」「その他習慣的な行動」の合計頻度が週2回以上である「上山内高頻度移動型」、週2回未満である「上山内低頻度移動型」に分類した。

(2) 各モニターの利用実態

図-2 に高・低頻度利用者の利用実態を超小型モビリティの利用目的とともにバブル図を用いて整理した。縦軸が自宅から各目的地までの片道距離で横軸が1か月の貸出期間である。バブルの面積の大きさは対応する期間、距離での超小型モビリティの利用頻度を表しており、各バブルに対応する利用目的を図中に記している。この図とヒアリング調査の結果を用いて、各モニターの利用実態とその要因について考察する。紙面の都合上、特徴的な結果を示したモニターを「上山内高頻度移動型」と「上山内低頻度移動型」から取りあげる。

B (女性, 60代, 上山内高頻度移動型)

貸出期間を通して、習慣的な行動である「通勤」で利用していた。理由として、「小回りが利く」等、超小型

モビリティの利点が挙げられている。中期から「水路掃除」と習慣的な行動である「新聞配達」で複数回利用しており、利用目的の多様化がみられた。理由として、「運転に慣れると、上山内の移動は超小型モビリティが便利」という意見が挙げられている。後期には、周匝へ1回利用しているが、その際「トラック等の車の往來が激しい国道走行時、馬力が無いため不安」という「心理面」の課題が挙げられている。

C (男性, 70代, 上山内高頻度移動型)

貸出期間を通して、習慣的な行動である「ゴミ出し」で利用していた。理由として、「小回りが利く」等、超小型モビリティの利点が挙げられている。前期に「日常の買い物(周匝)」で利用していたが、それ以降周匝への利用はない。理由として、「トラック等の車の往來が激しい国道走行時、馬力が無いため不安」という「心理面」の課題が挙げられている。中期から「通院」で複数回利用しており、利用目的の多様化がみられた。理由として、「気軽に乗れる」等、超小型モビリティの利点が挙げられている。後期では河会・福本へ複数回利用しており、利用エリアが拡大している。理由として、貸出後の意見で挙げられていた「超小型モビリティの運転に対する慣れ」が影響したと考えられる。その他にも、上山内で「友人宅訪問」での利用が1回あるが、GPSの不備により日付が不明である。

D (女性, 60代, 上山内高頻度移動型)

貸出期間を通して、習慣的な行動である「通勤」で利

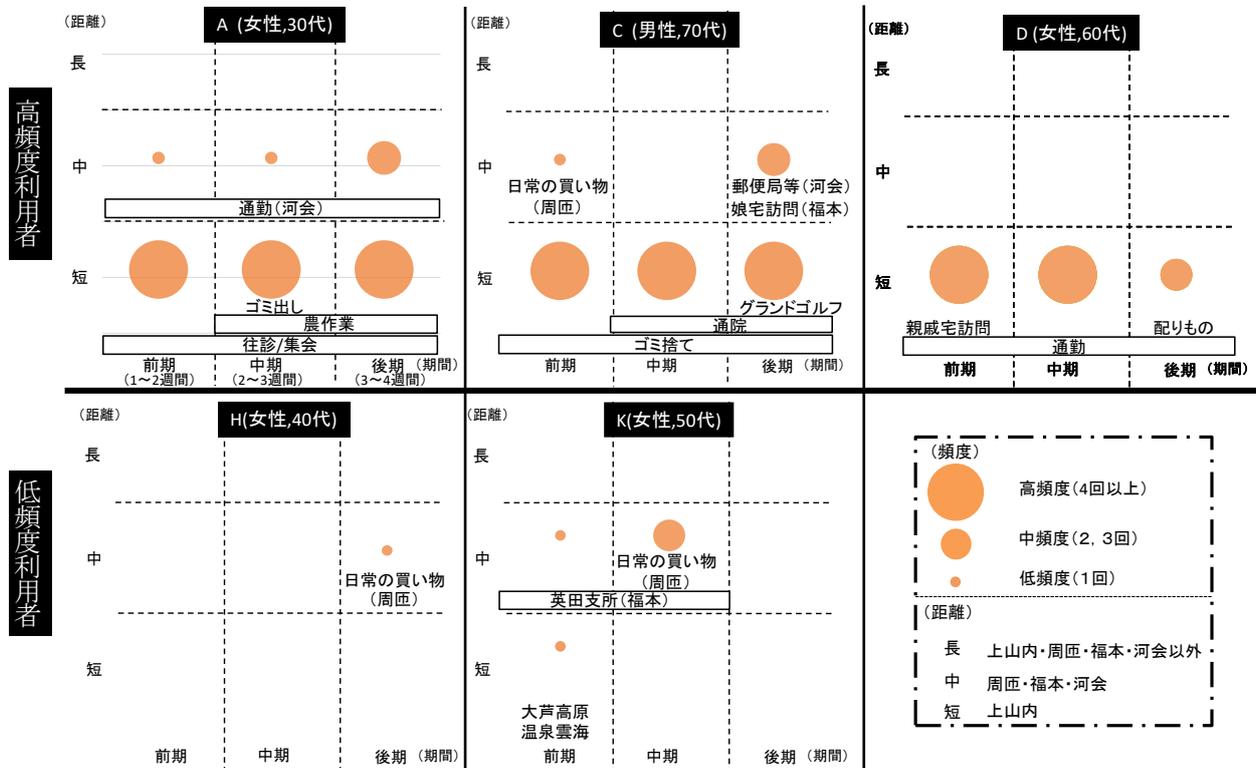


図-2 高・低頻度利用者の利用実態のバブル図

用していた。主な理由として「燃費の良さ」「小回りが利く」という超小型モビリティの利点が挙げられている。一方、上山外での利用はみられなかった。理由として、「日常の買い物（周匝）」は上山外の習慣的な行動の「娘宅訪問」時の副目的であり、超小型モビリティの航続距離では移動が困難な行動であったことと、従来から福本・河会への行動が存在しないことが考えられる。

H (女性, 40代, 上山内低頻度移動型)

後期に習慣的な行動である「買い物（周匝）」で1回しか利用していない。理由として、従来の日常の買い物は、上山外の習慣的な行動の副目的であり、超小型モビリティの航続距離では移動が困難な行動であったことが考えられる。また、周匝への通勤で利用しない理由として、「積載量が少ない」という「機能面」の課題が挙げられている。

K (女性, 50代, 上山内低頻度移動型)

前・中期で「大芦高原温泉雲海」「英田支所」「日常の買い物（周匝）」という上山内・外の利用がみられた。理由として、「（せっかく）借りているから」等を挙げている。しかし、中期以降利用の停止に至っている。これは、上記の3つの行動が習慣的な行動ではないことが要因として考えられる。また、その他に「トラック等の車の往来が激しい国道走行時、馬力が無いため不安」という「心理面」の課題や「扉がビニール製」等「安全面」の課題が挙げられていたことも要因として考えられる。

まとめ

高頻度利用者は上山内の習慣的な行動で超小型モビリティを利用し、貸出期間中を通して継続的な利用を行っている。さらに、高頻度利用者の一部は利用目的が多様化している。一方、低頻度利用者の多くは、上山外の行動で超小型モビリティを利用することで「心理面」「機能面」での課題を実感し、利用の停止・減少に至っている。また、福本・河会までは継続的な利用がみられたが、周匝・赤磐では継続的な利用がみられず利用範囲が限られていた。この要因として、物理的制約よりも心理的制約（道路交通量）が影響したと考えられる。

(3) 超小型モビリティ評価と貸出前後での移動しやすさの変化

超小型モビリティの各利用目的において、従来の移動手段と比較した際の移動しやすさの変化を5段階評価で調査した。その際、「向上した」=2, 「やや向上した」=1, 「変化なし」=0, 「やや低下した」=-1, 「低下した」=-2と得点化した。そして、継続的な利用が多くみられた「上山内（近隣内）」、一部で継続的な利用がみられた「福本・河会（県道沿い）」、継続的な利用がみられなかった「周匝・赤磐（国道沿い）」のように各目的地を3種類のエリアに分類した後、各モニター並び

に全モニターの「各エリアの移動しやすさの変化平均値」を整理した。加えて、各モニターの「上山内の移動割合」「利用回数」を整理した（表-6）。全モニターの「各エリアの移動しやすさの変化平均値」は「上山内（近隣内）」では1.0と向上していたが、「周匝・赤磐（国道沿い）」では-1.1と低下しており、「福本・河会（県道沿い）」では0.2とほぼ変化がなかった。

全モニターの超小型モビリティに対する個別評価（4段階評価）・総合評価（9段階評価）を表-7に集計した。結果、モニター間で個別・総合評価に違いはみられなかった。つまり、全モニターが超小型モビリティの利点・課題を同様に実感していると捉えることができる。個別評価の中でも高評価項目である「気軽に利用できる」「駐車しやすい」「小回りしやすい」「操作しやすい」という利点は上山内の移動で実感しやすい利点である。また、評価項目の「安全性が高い」「遠くまで移動可能」は上山外の移動で実感しやすい課題である。続いて、全モニターが貸出期間中に挙げた超小型モビリティの課題を整理した（図-3）。矢印が太いほど、その課題を挙げ

表-6 上山内移動割合・各目的地の「移動しやすさ変化」平均値・利用回数

従来の行動特性	被験者名	上山内移動割合	超小型モビリティ利用時 各エリアの「移動しやすさの変化」平均値				利用回数	
			上山内(近隣内)	河会・福本(県道沿い)	周匝・赤磐(国道沿い)	個人(回)	平均(回)	
			上山内高頻度移動型	A(女性,30代)	81%	1.5	0.0	
	B(女性,60代)	95%	1.7			19		
	C(男性,70代)	78%	2.0	1.3	-2.0	18		
	D(女性,60代)	100%	1.7			15		
	E(男性,70代)	60%	0.0	0.0		10		
上山内低頻度移動型	F(男性,40代)	0%		-1.0	-1.0	4	3	
	G(男性,50代)	0%		0.0	0.0	4		
	H(女性,40代)	0%			-1.0	1		
	I(男性,70代)	75%	-1.0		-1.0	4		
	J(男性,70代)	20%			-2.0	5		
	K(女性,50代)	25%	0.0	0.0	-1.0	4		
	L(女性,60代)	50%	2.0	1.0		2		
	全モニター平均値		1.0	0.2	-1.1			

〈移動しやすさ変化の得点〉
向上した=2, やや向上した=1, 変化なし=0, やや低下した=-1, 低下した=-2

表-7 超小型モビリティの総合・個別評価

総合評価	個別評価	評価項目	上山外で実感しやすい課題				上山内で実感しやすい利点						
			車内が快適	安全性が高い	遠くまで移動可能	積載量が多い	デザイン性が高い	充電しやすい	環境にやさしい	操作しやすい	小回りしやすい	駐車しやすい	気軽に利用できる
9点	0%												
8点	0%												
7点	42%												
6点	25%												
5点	17%												
4点	8%	4点	8%	0%	0%	0%	58%	50%	92%	92%	100%	100%	67%
3点	8%	3点	33%	8%	8%	17%	33%	42%	8%	8%	0%	0%	25%
2点	0%	2点	42%	58%	17%	58%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	8%
1点	0%	1点	17%	33%	75%	25%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

※高得点ほど高評価

た人数が多い。「馬力が無い」や「航続距離が短い」という「機能面」の課題、「国道走行時、車の往来が激しいが馬力がないため不安」という「心理面」の課題を挙げているモニターが多く存在した。つまり、多くのモニターが超小型モビリティの課題を同様に実感している。

以上より、「上山内（近隣内）」では狭隘な道路が多く、Uターンを必要とする場面も多いため、超小型モビリティの小型である利点を実感しやすい。ゆえに、移動しやすさが向上したと考えられる。「周匝・赤磐（国道沿い）」では交通量が多く、車の速度が速い。また、トラック等の大型車両も多く、走行時に圧迫感を抱きやすい。ゆえに、「心理面」の課題や航続距離等の「機能面」の課題を実感しやすいため、移動しやすさが低下したと考えられる。「福本・河会（県道沿い）」では道路幅員は広いが、「周匝・赤磐（国道沿い）」と比較して交通量が少ないため、超小型モビリティの利点や「心理面」の課題を実感しにくい。ゆえに、移動しやすさが変化しなかったと考えられる。

次に、超小型モビリティ利用時の「上山内移動割合」をみると、高頻度利用者は高いが、低頻度利用者は低い。低頻度利用者の従来の行動特性が「上山内低頻度移動型」であるため、超小型モビリティの利用機会が上山外での

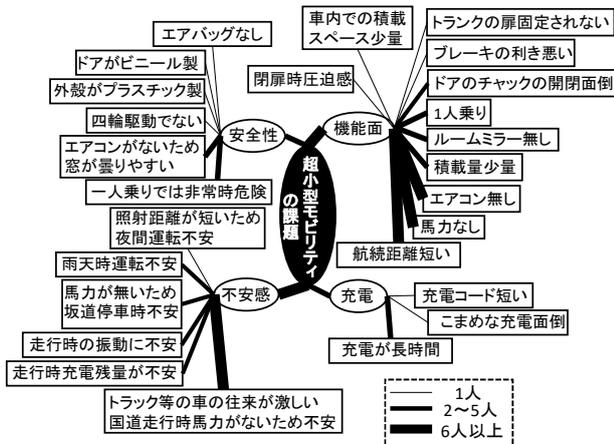


図-3 超小型モビリティの課題

習慣的な行動に限られることが要因だと考えられる。

(4) 超小型モビリティの順応プロセス

高・低頻度利用者間で「利用頻度の二極化」がみられた。そして、高頻度利用者の中には「超小型モビリティの運転に対する慣れ」を挙げているモニターがみられた。これは心理学で「順応」と呼び、環境や境遇の変化に慣れることを指す。また、順応したモニターの一部は、多様な利用や利用エリアの拡大がみられた。以上のような、超小型モビリティの運転に順応するプロセスを整理したところ、「継続的な利用や利用目的の多様化がみられ、順応するモニター」「継続的な利用をし、順応するモニター」「利用が停止・減少し、順応しないモニター」の3パターンに分類された（図-4）。

「継続的な利用や利用目的の多様化がみられ、順応するモニター」「継続的な利用をし、順応するモニター」は「上山内高頻度移動型」である。これらのモニターの多くは前期に上山内の習慣的な行動で超小型モビリティを利用し、移動しやすさの向上を実感した。ゆえに、利用が促進され、継続的に利用することで運転に順応したと考えられる。また、「継続的な利用や利用目的の多様化がみられ、順応するモニター」は、上山内での習慣的な行動が従来から複数存在していた、あるいは、従来は単数であったが貸出期間中一時的に増加したモニターである。ゆえに、上山内で移動のしやすい超小型モビリティを多様な上山内の習慣的な行動に利用したと考えられる。さらに、この中の1名は「超小型モビリティで移動することが楽しい」と述べており、好奇心旺盛な性格であるため、順応後に積極的な利用を行った。その結果、福本・河会へ利用エリアが拡大した。一方、「継続的な利用をし、順応するモニター」は従来、上山内での習慣的な行動が単数である。ゆえに、利用目的が多様化していないと考えられる

「利用が停止・減少し、順応しないモニター」は「上山内低頻度移動型」である。このモニターの多くは、上

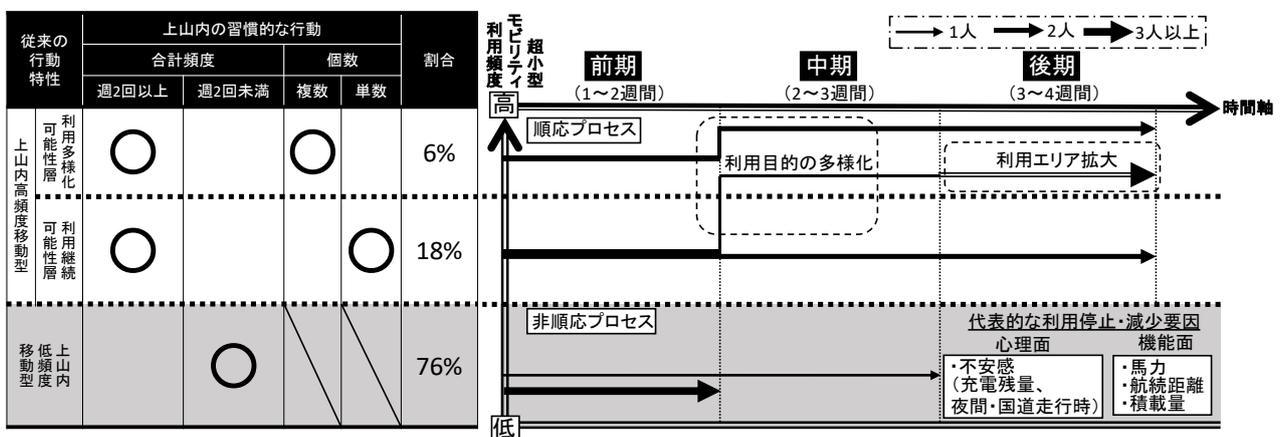


図-4 超小型モビリティ順応プロセス

山外の行動での利用が大半である。その結果、国道走行時や充電残量に対する不安感等の「心理面」の課題や航続距離等の「機能面」の課題を実感することで移動しやすさが低下し、利用の停止・減少に至った。また、一部のモニターは、上山内の習慣的な行動で超小型モビリティを利用していたが、坂道の多い上山で「馬力のなさ」という機能面の課題を強く実感し、利用減少に至った。

(5) 超小型モビリティの利用ポテンシャルの推計

貸出前のヒアリング調査から、上山居住者のうち、免許保有者（67 名）を従来の行動特性により「上山内高頻度移動型」「上山内低頻度移動型」に分類した。その結果、免許保有者のうち「上山内高頻度移動型」が 24%（16 名）、「上山内低頻度移動型」が 76%（51 名）となった。「上山内高頻度移動型」のうち、従来、上山内の習慣的な行動が 1 つであり、超小型モビリティを継続的に利用する可能性のある「利用継続可能性層」が 18%（12 名）、さらに従来、上山内の習慣的な行動が複数存在し、継続的な利用・利用の多様化の可能性のある「利用多様化可能性層」は 6%（4 名）であった。次に、免許保有者（67 名）の中で「上山内高頻度移動型」に属するモニターのトリップのうち、今回の調査で継続的な利用が多くみられ、移動しやすさが向上していた上山内でのトリップを潜在的に利用可能性のあるトリップとした。そして、上山居住者の全トリップに対して、潜在的に利用可能性のあるトリップの割合を求めたところ 12%となった。

5. 超小型モビリティの持続可能性評価

(1) 持続可能性評価指標の算出方法

本章では、超小型モビリティが中山間地域で持続的に適応可能な交通であるかを検証するために、TBL（トリプル・ボトム・ライン）を用いて超小型モビリティの持続可能性評価を行う。TBL とは、社会・経済・環境的側面から持続可能性を評価する手法であり、近年では交通分野での適用事例もみられる⁹⁾。本研究では、表-8 に示した社会・経済・環境の各指標を用いて持続可能性評価を行う。なお、経済・環境の指標と社会の「各目的の頻度」は、1 か月の実施期間で得られた各モニターのデ

表-8 持続可能性評価指標

TBL指標	指標	比較対象
社会	移動しやすさ変化【-】	従来の交通手段と超小型モビリティ
	各目的の移動時間【分】	調査期間前と調査期間中
	各目的の頻度【回/年】 新規移動目的の発生【-】	調査期間中
環境	CO ₂ 排出量【kg-CO ₂ /年】(地球温暖化の原因)	自家用車・軽トラと超小型モビリティ
	NO _x 排出量【kg-NO _x /年】(人体に有害)	
経済	車両燃料費【円/年】(ガソリン・軽油と電気)	

※【】内は単位、【-】は単位無し

ータを年間拡大して算出している。各指標の算出式や算出過程を以下に示す。

a) 社会

超小型モビリティで行った各目的の移動に対し、従来の交通手段と超小型モビリティの移動時間、移動しやすさ、貸出前と貸出中の移動頻度を比較する。また、超小型モビリティによる新規移動目的の発生も捉える。

b) 経済

移動距離調査結果に基づき、調査期間中の各モニターの超小型モビリティ総走行距離を算出する。この結果に基づき、超小型モビリティの車両燃料費（電気使用料金）と、超小型モビリティと同距離を移動したと仮定した場合の本人所有の自家用車・軽トラックの車両燃料費（ガソリン・軽油代）を比較する。なお、超小型モビリティや自家用車、軽トラックの実燃費は、公表燃費と異なることが想定される。そこで、超小型モビリティの実燃費は、上山地区内で超小型モビリティの実走行テストを複数回実施し、各回で算出された燃費の平均値を使用した。また、自家用車・軽トラの実燃費は、参考文献⁹⁾に従い、公表燃費に 0.7 を乗じた値を使用した。なお、単位量当たりの車両燃料費は、参考資料⁷⁸⁾で公表されている各調査期間中の平均値を使用した。超小型モビリティと自家用車・軽トラックの車両燃料費の算出式を(1)に示す。

$$C = a \cdot \frac{d}{f} \cdot 12 \tag{1}$$

- C : 車両燃料費 (円/年)
- a : 単位量当たりの車両燃料費
(電気: (円/kwh), ガソリン・軽油:(円/L))
- d : 超小型モビリティ総走行距離(km/月)
- f : 実燃費(超小型モビリティ:12.24(km/kwh),
自家用車・軽トラック:(公表燃費)×0.7(km/L))

c) 環境

超小型モビリティ走行時と、超小型モビリティと同距離を移動したと仮定した場合の本人所有の自家用車・軽トラック走行時の CO₂、NO_x 排出量を比較する。なお、超小型モビリティから排出される CO₂、NO_x は車両燃料となる電気が火力発電時に排出されるものとする。超小型モビリティ走行時の排出量算出式を(2)に、自家用車・軽トラック走行時の排出量算出式を(3)、(4)に示す。

$$E^{(m)} = p \cdot b \cdot \frac{d}{f^{(m)}} \cdot 12 \tag{2}$$

- E^(m): 超小型モビリティ走行時の CO₂、NO_x 排出量
(CO₂:(kg-CO₂/年), NO_x:(kg-CO₂/年))
- p : 電力発電量に占める火力発電量割合(=0.899)⁹⁾
- b : 発電時の排出係数(CO₂:7.09×10¹(kg-CO₂/kwh),

$$NO_x: 2.90 \times 10^{-4} (kg\text{-}NO_x/kwh)^{10)}$$

m : 超小型モビリティ

$$E_{NO_x}^{(c)} = q_{NO_x} \cdot d \cdot 12 \quad (4)$$

$$E_{CO_2}^{(c)} = q_{CO_2} \cdot \frac{d}{f^{(c)}} \cdot 12 \quad (3)$$

$E_{CO_2}^{(c)}$: 自家用車・軽トラック走行時の CO₂ 排出量 (kg-CO₂/年)

q_{CO_2} : CO₂ 排出係数(ガソリン:2.32(kg-CO₂/L), 軽油:2.58(kg-CO₂/L))¹¹⁾

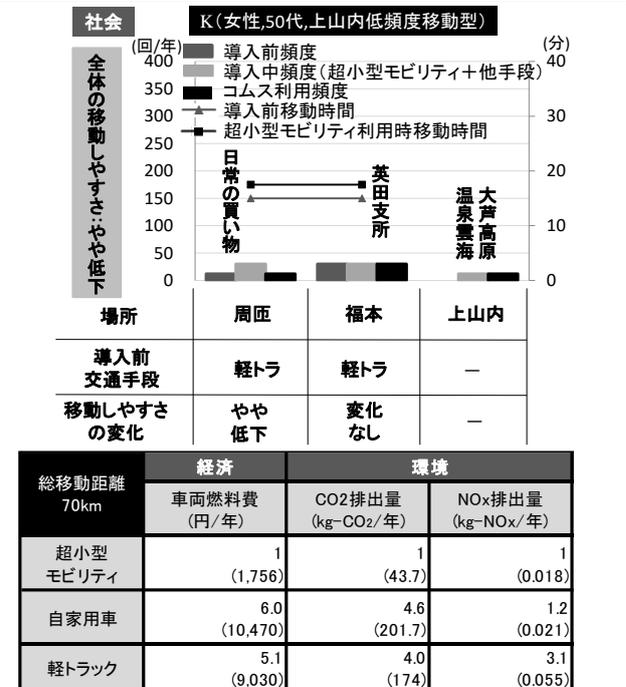
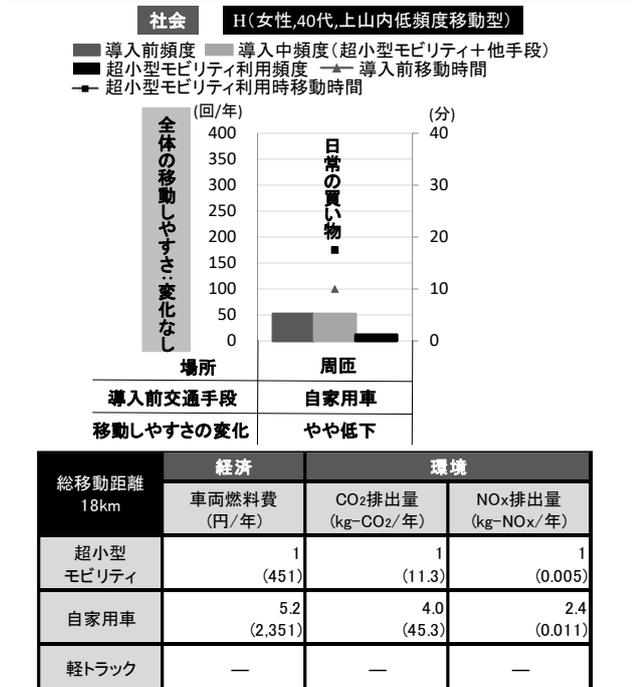
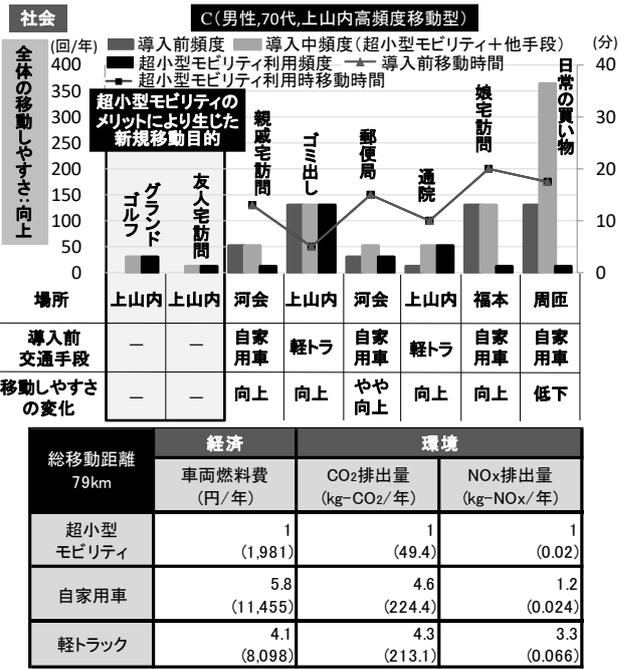
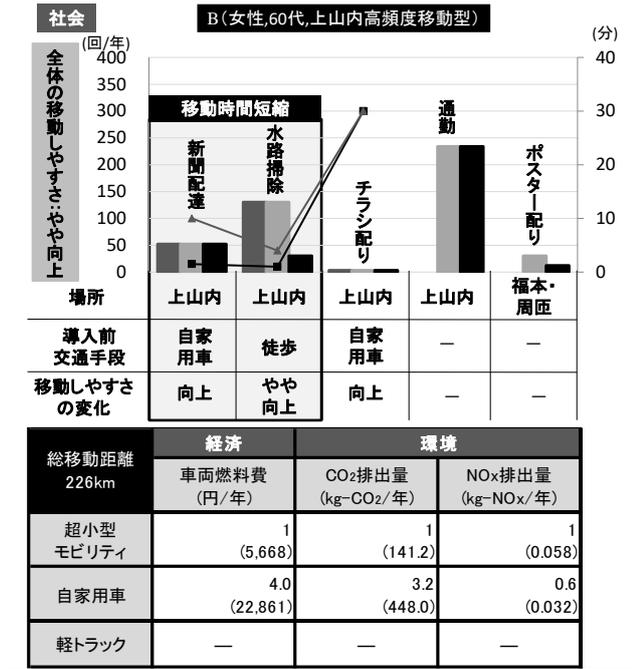
c : 自家用車, 軽トラック

$E_{NO_x}^{(c)}$: 自家用車・軽トラック走行時の NO_x 排出量 (kg-NO_x/年)

q_{NO_x} : NO_x 排出係数(車検証の「形式の識別記号」と参考資料¹¹⁾に記載の値)(kg-NO_x/年)

(2) 各モニターの持続可能性評価

各モニターの持続可能性評価を行った(図-5)。紙面



※社会の「-」は新規移動目的, 経済・環境の値は超小型モビリティを1単位とした際の比の値, ()内は各指標の具体的な数値
また, 環境・経済の自家用車・軽トラックの値は, 徒歩から超小型モビリティに転換した行動の総移動距離を除いて算出した。

図-5 各モニターの持続可能性評価

の都合上、特徴的な結果を示したモニターを「上山内高頻度移動型」と「上山内低頻度移動型」から 2 名ずつ取り上げて考察する。

B (女性, 60代, 上山内高頻度移動型)

社会面では、上山内での多目的な利用がみられ、特に通勤での利用頻度が高い。「新聞配達」や「水路掃除」では、「小回りが利く」等の超小型モビリティのメリットや「徒歩」からの転換により、移動時間の短縮がみられた。移動しやすさは上山内の各目的で向上している。超小型モビリティのメリットを実感する移動目的が多数存在していたことから、全体の移動しやすさ評価もやや向上している。

経済・環境面では、利用頻度が高く総走行距離が長いいため、自家用車と比較して、車両燃料費では-17,192(円/年)、CO₂ 排出量では-307(kg-CO₂/年)と減少幅が大きい。減少割合も 4 分の 1 程度である。しかし、NO_x 排出量は、自家用車の NO_x 排出係数が発電時の NO_x 排出係数を下回っていたため、微増している。

C (男性, 70代, 上山内高頻度移動型)

社会面では、上山内での多目的な利用と福本・河会での少数目的の利用がみられる。また、「小回りが利く」等の超小型モビリティのメリットにより、「グランドゴルフ」や「友人宅訪問」という新規移動目的が生じている。移動しやすさの変化は「日常の買い物(周匝)」以外の全目的で向上している。超小型モビリティのメリットを実感する移動目的が多数存在していたことから、全体の移動しやすさ評価も向上している。

経済・環境面では、多目的利用により総移動距離が長く、超小型モビリティへの代替目的数の多い自家用車と比較して、車両燃料費では-9,474(円/年)、CO₂ 排出量では-175(kg-CO₂/年)と減少幅がやや大きい。減少割合も 5 分の 1 程度である。NO_x 排出量は微減している。

H (女性, 40代, 上山内低頻度移動型)

社会面では、国道沿いの周匝への利用しかみられず、馬力等の課題により移動時間も片道 8 分程度延長している。この目的の移動しやすさはやや低下している。低頻度利用により超小型モビリティのメリットを実感する機会も少なく、全体の移動しやすさ評価は変化がない。

経済・環境面では、1 目的のみの利用により総移動距離が短いため、自家用車と比較して、CO₂ 排出量では-34(kg-CO₂/年)、NO_x 排出量では-0.006(kg-NO_x/年)、車両燃料費では-1,900(円/年)と減少幅が小さい。

K (女性, 50代, 上山内低頻度移動型)

社会面では、周匝・福本・上山で 1 目的ずつの利用がみられる。国道沿いの周匝への利用や県道沿いの福本への利用では、馬力等の課題により移動時間の延長がみられ、移動しやすさは周匝への移動でやや低下している。ゆえに、全体の移動しやすさ評価もやや低下している。

経済・環境面では、少数目的の利用により総移動距離が短いため、超小型モビリティへの代替目的数が多い軽トラックと比較して、車両燃料費では-7,274(円/年)、CO₂ 排出量では-130(kg-CO₂/年)と減少幅がやや小さい。

まとめ

モニターの多くは、自家用車や軽トラックからの転換が多く、徒歩からの転換は少ない傾向にあった。社会面では、上山内での移動で移動時間の短縮や新規移動目的の発生がみられ、移動しやすさも向上していた。ゆえに、上山内で多目的利用を行うモニターは全体の移動しやすさも向上する傾向にあった。一方、国道沿いの周匝への移動では移動時間が延長しており、移動しやすさが低下していた。経済・環境面では、CO₂ 排出量や車両燃料費が 3 分の 1 から 6 分の 1 程度の減少割合となっていた。特に、多目的利用を行うモニターは CO₂ 排出量や車両燃料費の減少幅が大きい傾向にあった。

(3) 従来 of 行動特性別の持続可能性評価

従来 of 行動特性別に全体の移動しやすさの変化、移動時間・移動目的数を整理した。また、経済・環境面で特に減少割合の大きい車両燃料費と CO₂ 排出量に着目し、従来 of 行動特性別に減少量を記した箱ひげ図を作成した。なお、車両燃料費・CO₂ 排出減少量は、自家用車と軽トラックのうち、超小型モビリティへ代替目的数の多い方の交通手段利用時の車両燃料費、CO₂ 排出量から、超小型モビリティ利用時の車両燃料費、CO₂ 排出量を引いて算出している。結果を図-6 に示す。

社会面では、「上山内高頻度移動型」のモニターの多くは上山内での多目的な利用がみられ、移動しやすさが

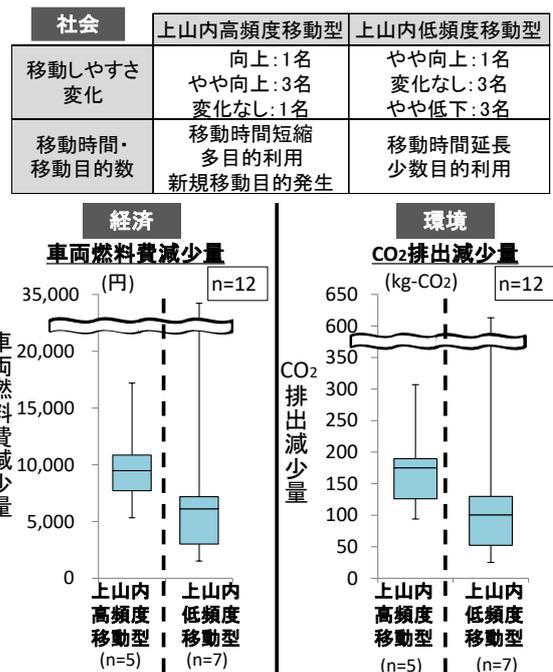


図-6 従来 of 行動特性別の持続可能性評価

「向上」, 「やや向上」していた。上山内の移動で移動時間が短縮するケースや新規移動目的が発生するケースもみられた。これより, 外出機会の増加等による生活の質 (QOL) の向上にも寄与する可能性が示唆される。一方, 「上山内低頻度移動型」のモニターの多くは上山外での少数目的の利用がみられ, 移動しやすさが「変化なし」や, 「やや低下」していた。国道沿いの周匝への利用で移動時間が延長するケースもみられた。

経済・環境面では, 「上山内高頻度移動型」のモニターは CO₂ 排出減少量と車両燃料費減少量が大きいという結果が得られた。これは, 「上山内高頻度移動型」のモニターの多くが多目的で高頻度の利用を継続的に行い, 総移動距離が長くなるからである。

以上より, 「上山内高頻度移動型」のモニターは社会・経済・環境性のメリットが大きく, 超小型モビリティの持続可能性評価が高いという結果が明らかとなった。

6. 結論

本研究では, 中山間地域で地域住民に超小型モビリティを約 1 ヶ月間貸出し, 5 種類のモニター調査結果をモニターごとに詳細に整理することで, 中山間地域における超小型モビリティの導入効果の検証を行った。以下に本研究で得られた成果を整理する。

1. モニターの利用頻度は二極化
超小型モビリティを従来の行動で習慣的に利用するモニターと利用しないモニターに二極化した。
2. 総合・個別評価はモニター間で差がみられず, 利用頻度にも関係性は無い
多くのモニターは超小型モビリティの利点・課題を同様に実感している。また, 評価が高いからといって, 必ずしも利用するわけではない。
3. 従来の行動が超小型モビリティに適した行動か否かが, 利用の促進または停止・減少に影響する
従来, 上山内で高頻度移動している「上山内高頻度移動型」は, 移動しやすさが向上する上山内の習慣的な行動で超小型モビリティを継続的に利用していた。中でも, 従来, 上山内での習慣的な行動が複数存在するモニターや貸出期間中一時的に上山内での習慣的な行動が増加したモニターは中・後期に利用の多様化がみられた。一方, 従来, 上山内で高頻度移動していない「上山内低頻度移動型」は超小型モビリティの利用の大半を上山外で行うことで, 心理的・機能的課題を実感していた。これにより移動しやすさが低下し, 前・中期に利用の停止・減少に至ったと考えられる。また,

利用範囲の限界は物理的制約よりも, 心理的制約 (道路交通量) が影響していると考えられる。

4. 高頻度利用者は社会・環境・経済性でのメリットが大きい

高頻度利用者である「上山内高頻度移動型」のモニターの多くは移動利便性が向上し, 新たな移動目的が発生するケースもみられた。つまり, 超小型モビリティの利用が外出機会の増加等による生活の質 (QOL) の向上にも寄与する可能性が示唆された。さらに, 上山内の移動で移動時間が短縮するケースもみられ, 環境性, 経済性でのメリットも大きいという結果が明らかとなった。

参考文献

- 1) 鈴木春男: 高齢ドライバー事故の実態と対策, 予防時報, 第 228 号, pp.14-19, 2007.
- 2) 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, Vol.72, No.5, pp.L641-L651, 2016.
- 3) 高橋一貴, 石田東生, 岡本直久: 高齢者の生活を豊かにするための手段としての超小型モビリティの利用可能性に関する研究, 土木計画学研究・講演集, 第 49 回, 2014.6
- 4) COMS, Toyota autobody, <http://coms.toyotabody.jp/mechanism/>, 平成 28 年 12 月 22 日最終閲覧。
- 5) 高橋勝美, 福本大輔, 西野仁, 力石真, 張峻屹, 藤原章正: 持続可能な交通に関する指標の整理と実態比較, 第 43 回土木計画学研究発表会 SS: 持続可能な交通に関する国際比較, 2011.5
- 6) 日本自動車工業会, <http://www.jama.or.jp/user/jitsunenpi/>, 平成 29 年 3 月 14 日最終閲覧。
- 7) 中国電力, http://www.energia.co.jp/elec/h_menu/pricelist/pricelist1.html, 平成 29 年 3 月 14 日最終閲覧。
- 8) ガソリン・灯油価格情報 NAVI, <http://oil-stat.com/reg/%E5%B2%A1%E5%B1%B1%E7%9C%8C.html>, 平成 29 年 3 月 14 日最終閲覧。
- 9) 中国電力発電設備・電源構成(2014 年度), <http://www.energia.co.jp/ir/rddata/data04.html>, 平成 29 年 3 月 14 日最終閲覧。
- 10) 中国電力: 2015 エネルギーグループ環境報告書, <http://www.energia.co.jp/corp/active/csr/kankyoku/pdf/2015/csr-2015.pdf>, 平成 29 年 3 月 30 日最終閲覧。
- 11) 国土交通省排出係数一覧表, <http://www.mlit.go.jp/common/01029396.pdf>, 平成 29 年 3 月 14 日最終閲覧。

(2017. 4. 28 受付)

THE INTRODUCTION EFFECT OF
MICRO ELECTRIC VEHICLE IN MOUNTAIN AREA
: A CASE OF UEYAMA AREA , MIMASAKA CITY :

Hiroataka TAKEHARA, Junki FUJIWARA, Takehito UJIHARA, Daichi MIZUGAKI,
Noriko ABE and Mototugu NISHIYAMA