62. 中山間地域における超小型モビリティの利用適性に関する研究

—高齢者の自立した移動を支えるラストカーの提案—

Micro Electric Vehicle Suitability for Rural Areas

-Last Car Supporting Self-Sustained Transportation of Elderly People -

藤原 淳貴*・氏原 岳人**

Junki FUJIWARA*, Takehito UJIHARA**

This study, based on MEV verification experiments conducted in three rural areas with different regionality (center, sub center, and village), verified the suitability of micro electric vehicles (MEVs) in terms of regionality and user attributes. The major analysis results suggest the following: 1) MEVs function especially well at typical center in rural areas; 2) MEVs are evaluated as vehicles that are easy to operate, even for elderly people; 3) about 80% of usual transportation of elderly people might be secured by MEVs at center in rural areas.

Based on these analysis results, we propose a new concept of a "last car" for elderly people as a vehicle assisting their sound self-supported living until they surrender a driver's license.

Keywords: Micro Electric Vehicles, rural areas, center, elderly people, vehicle, last car

超小型モビリティ, 中山間地域, 生活拠点, 高齢者, 乗り物, ラストカー

1. 背景と目的

わが国の中山間地域では人口減少に伴い、交通・生活サービス機能の衰退がみられ、自動車が生活に必要不可欠な存在になっている。例えば、高齢になって運転能力が低下し、免許返納等を検討しても中山間地域の公共交通の利便性が著しく低いため、自家用車を手放せば、これまで通りの日常生活を送ることも難しい状況になる。実際に、高齢化により運転能力に不安を抱えつつも、生活のため無理に運転を継続する高齢ドライバーの存在も指摘されている¹⁾。そこで本研究では、中山間地域の高齢者の自立した移動を支える乗り物の一つとして「超小型モビリティ（以後、MEV:Micro Electric Vehicle と記す）」に着目した。MEVとは1人（あるいは2人）乗りの小型電気自動車で操作性の高さや家庭用電源で充電可能等の特長を有する。中山間地域においてMEVの利用可能性を検討した学術研究として、中山間地域の個人へのMEV利用可能性や個人のMEV利用の持続可能性を検証した研究²⁾は存在するが、高齢者に着目した検討は行っていない。また、地域によって交通・生活サービス水準に差があると考えられる中山間地域において、地域特性に着目しMEVの利用可能性を検討した研究はみられない。そこで、本研究ではまず、中山間地域の地域特性の異なる3地域において実施されたMEV実証実験結果に基づき、MEV利用の適性が高い地域を検討する。その後、高齢者の自立した移動を支える乗り物としてMEVの適性を検討することを本研究の目的とする。

2. 本研究の位置づけ

MEVの活用可能性や利用効果を検討した研究として、個人へのMEV利用可能性や個人のMEV利用の持続可能性を検討した竹原ら²⁾の研究や、MEVを用いたワンウェ

イ型シェアリングシステムの利用可能性を検討した溝上ら³⁾の研究、大都市圏郊外部でMEVの活用可能性を解明した須永ら^{4) 5)}の研究、高齢者へのMEVの潜在的利用可能性を検討した高橋ら⁶⁾の研究がある一方で、中山間地域におけるMEV実証実験に基づき、地域特性や高齢者に着目して、MEVの適性を検討した研究はみられない。

MEVの実証実験は2010年頃から全国各地で実証されはじめ、日常利用を目的として個人に一定期間貸出し、調査を実施した事例もみられる²⁾。しかしこれらの多くは、都市部や島嶼部を対象に実施されており、中山間地域を対象として実験結果を学術的に整理した事例は極めて少ない。そこで、本研究の特長を以下に示す。

- ①既存の研究や実証実験と比べ多い32名のモニターに対する実証実験の結果を、地域特性と利用者属性という2つの視点から定量的に分析することで、中山間地域におけるMEVの位置づけを明確にしている。
- ②地域特性の異なる3地域において、MEV利用の適性が高い地域を明らかにし、地域としての役割、地域構造、地域の規模の3つの視点からその地域特性を分析することで、中山間地域においてMEVを効果的に利用できる具体的な地域特性を明らかにしている。
- ③自家用車と比較した時のMEVの個別評価や運転・活動能力とMEV個別評価の考察などの多角的な分析により、高齢者の自立した移動を支える乗り物として「ラストカー」を提案している。

3. 実証実験の概要と実証実験地域の交通実態

(1) 実証実験と対象地域の概要

本研究は、「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」の一環として行わ

* 正会員 阪急阪神ホールディングス株式会社(Hankyu Hanshin Holdings, Inc)

** 正会員 岡山大学大学院環境生命科学研究科(Okayama University, Graduate School of Environmental and Life Science)

れた。2016年1月から2018年7月の間に、中山間地域である岡山県美作市の上山西地区（2016年度実証実験地域、以降「上山」と表記）と福本水の奥、出口、福本字山崎、小原、井口井口（2017年・2018年度実証実験地域、以降「福本」と表記）、岡山県赤磐市の周匝周匝、周匝中村、福田（2018年度実証実験地域、以降「周匝」と表記）の居住者に、トヨタ車体の「COMS（コムス）」^{7）}（表-1）を約1か月間貸出し、日常生活で自由に利用してもらう実証実験を実施した（図-1）。これら3地域の概要を表-2に示す。

周匝からは林野や岡山、和気方面へ向かう路線バスや周匝の近隣地域へ向かうデマンドバスが運行している。また、周匝と同じ路線バスが運行している福本からは、その他にも津山や上山、横尾方面へのコミュニティバスが運行している。上山にはスクールバスと、福本が発着点であるコミュニティバス上山線のみ存在する。

また、周匝には比較的大規模の商業施設（スーパーやドラッグストア、ホームセンター等）が複数存在するだけでなく、公共施設や医療施設も存在する。同様に福本も、医療施設や英田支所、英田小・中学校等の公共施設は存在するが、商業施設（コンビニエンスストア等）は少数である。上山には商業施設や公共施設は存在せず、宿泊・公衆浴場施設や医療施設、飲食店が存在する。

続いて、周匝と福本には道路幅員が広く交通量（走行速度の大きい車等を含む）の多い国道や、道路幅員は広いが自動車交通量が少ない県道が通っている。一方、国道・県道から住宅街のある裏道に入ると狭い道路が多数存在す

る。また、上山内は主に坂道や狭い道路が多く、Uターンを必要とする場面が多数存在する。

(2) 調査の概要

1) 2016年度調査概要

上山居住者12名を対象とした2016年度実証実験の内容を示す（表-3）。COMS貸出前はモニター12名を含む上山居住者を対象に貸出前の従来の移動実態を調査する居住者移動実態調査、COMS貸出中と貸出後には、モニターにMEV利用実態調査として、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利用実態、貸出期間中の生活の変化、COMSへ

表-1 車両の概要

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

図-1 実証実験対象地域

表-2 実証実験地域の概要

地域	周匝(赤磐市)	福本(美作市)	上山(美作市)
地域分類	生活関連施設が充実した「拠点」地域	拠点に次ぐ地域機能を有する「準拠点」地域	拠点からやや離れた山間に位置する「集落」地域
公共交通サービス	<ul style="list-style-type: none"> ■路線バス(主に林野駅～岡山間) (宇野バス美作線、赤磐・美作線広域路線バス) 運行日: 全日 運行本数: 計6本/日 ■路線バス(周匝～JR和気駅間) (赤磐・和気線広域路線バス) 運行日: 日曜、祝祭日、年末年始以外 運行本数: 計4本/日 ■デマンドバス (周匝～是里、滝山、中山、河原屋方面) (デマンド型市民バス吉井地域) 	<ul style="list-style-type: none"> ■路線バス(主に林野駅～岡山間) (宇野バス美作線、赤磐・美作線広域路線バス) 運行日: 全日 運行本数: 計6本/日 ■コミュニティバス(福本～津山間) (美作市営英田バス福本・津山線) 運行日: 日曜、年末年始以外 運行本数: 4/日 ■コミュニティバス(横尾～福本間) (美作市営英田地域循環バス河会線) 運行日: 月曜、金曜 運行本数: 4/日 ■コミュニティバス(福本～鳥淵間) (美作市英田地域循環バス公文線) 運行日: 火曜、木曜 運行本数: 5/日 	<ul style="list-style-type: none"> ■コミュニティバス(上山～福本間) (美作市営英田地域循環バス上山線) 運行日: 水曜、土曜 運行本数: 5/日 ■スクールバス(上山～福本間) 中学生以下の乗車可能
生活関連施設	<ul style="list-style-type: none"> ■商業・公共・医療施設多数 スーパーマーケット、ドラッグストア、ホームセンター、公共施設、医療施設等 	<ul style="list-style-type: none"> ■商業施設少数、公共・医療施設多数 コンビニエンスストア、公共施設(図書館、小・中学校、支所)、医療施設等 	<ul style="list-style-type: none"> ■生活関連施設少数 宿泊・公衆浴場施設、医療施設、飲食店のみ
地域内図			
道路状況	道路幅員が広く、自動車交通量の少ない県道と、道路幅員が広く、自動車交通量が多い(走行速度が大きい車が多い)国道が地域の中央に存在。一方、住宅街の中は狭い道路が多数存在。		急な坂道や狭い道路が多く、Uターンが必要な場面多数が多数存在

の総合・個別評価等を調査するヒアリング調査を実施した。

2) 2017 年度・2018 年度調査概要

高齢者を多く含む福本在住の居住者（10 名）と周匝在住の居住者（11 名）、中川在住高齢者（1 名、6 章 1 節の分析のみデータを使用）を対象とした 2017・2018 年度の実証実験の内容を示す（表-4）。実験期間中の事故等の危険性を考慮し、「簡易認知機能検査」や日常的な運転能力を評価するための「運転能力診断」、MEV の操作方法や利用の仕方を説明する「MEV 試乗会」を貸出前に新たに実施した。さらに、各モニターに対して 2016 年度調査内容に新たな項目を追加した調査や運転能力診断を実施した。以下、運転能力診断と特徴的な追加調査項目の概要を説明する。

(a) 運転能力診断（2017・2018 年度に実施）

普通自動車（トヨタアクア）を用いて検査官が同乗し、路上において「運転能力診断」を行った。運転コースは、一時停止や右左折等の運転注意箇所が複数存在する市道、県道、国道で構成された 20 分程度のコースである。運転能力診断時、助手席に同乗した指定自動車教習所指導員は、「運転能力課題」「安全未確認」「交通ルール違反」「その他」の 4 つの指標に分類される計 28 個のチェック項目に基づき、各項目のチェック回数等を記録した。

2018 年度には、2017 年度と同様の車両を用いて「運転能力課題」チェック項目の一部を改変し運転能力診断を実施した。さらに「車両感覚」を測る試験として、普通自動車を用いた駐車試験やたこつぼ脱出試験（円形に設置されたコーン内へ進入・脱出する試験）を新たに実施し、コーンとの接触回数を記録した。

(b) 活動能力（2018 年度の事前移動調査項目）

「JST 版活動能力指標」⁸⁾を用いてモニターの活動能力を調査した。JST 版活動能力指標（以下活動能力指標）とは、近年の高齢者の健康状態・ライフスタイルの変化に応

じて開発された指標であり、「一人暮らしの高齢者が自立し活動的に暮らす」ために必要な能力を測定できる。したがって、MEV により自立した活動（移動）を行うための、適切な高齢者の能力を測る指標であると判断した。

4 つの尺度（新機器利用、社会参加等、各尺度 4 点満点）から構成される指標であり、得点が高いほど各々の領域の活動能力が高く、積極的に活動していることを意味する。

(3) 実証実験地域の交通実態

居住者移動実態調査に基づき各地域における貸出前（以下、従来）の居住者の交通移動を分析するため、「各地域における全交通手段に対する交通手段割合（トリップベース、紙面の都合上図を省略）」と「各地域における年齢層別に運転に対する不安人数割合（図-2）」を算出した。その結果、従来、どの地域でもバス利用割合が低く（周匝・上山：約 1%、福本：0.2%）、自家用車利用割合が最も高かったが（周匝・福本：63%、上山：34%）、高齢になるにつれ運転に対する不安を抱える人の割合が増加していた。したがって、自家用車に代わる交通手段の確保が課題として考えられる。

4. 中山間地域の地域特性の異なる地域における超小型モビリティの利用適性の検討

本章では、地域特性の異なる 3 地域間で MEV 利用実態等を比較し「MEV 利用の適性が高い地域」を検討する。1 節では、利用エリアと利用目的の視点から「MEV 利用の適性が高い移動」を定義する。2 節ではこの定義に基づき、地域ごとに従来の免許保持者の全ての日常移動（通勤、日常の買い物、通院、農作業、社会・地域活動のうち頻度が月 1 回以上の移動）に対する MEV 代替可能性割合を算出し比較する。3 節では、MEV 利用による「移動しやすさ」と「移動時間」の変化を地域ごとに整理し、比較する。

(1)「超小型モビリティ利用の適性が高い移動」の定義

表-3 2016 年度調査概要

調査名	居住者移動実態調査	MEV 利用実態調査			
		MEV 貸出中			MEV 貸出後
調査時期	MEV 貸出前	GPS 調査			ヒアリング調査
調査方法	ヒアリング調査	ヒアリング調査	GPS 調査	総移動距離調査	ヒアリング調査
調査項目	従来の移動実態 (従来の移動目的、頻度、 同伴者の有無、目的地等)	①MEV 利用時の課題 ②MEV 利用時の意見・ 要望 ③新たに生じた移動・利用法	MEV で移動した各トリップの 日付、距離、移動ルート	メーター確認と記録簿から貸 出中の MEV 総移動距離を把握	①MEV 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) ③MEV 評価(個別・総合評価)
調査期間	2016/1/18～2016/11/16	【第1期】2016/8/12～2016/9/19 【第2期】2016/9/21～2016/10/25 【第3期】2016/11/16～2016/12/17			【第1期】2016/9/25～2016/10/5 【第2期】2016/10/29～2016/11/12 【第3期】2016/12/23
調査対象者	上山居住者の94名	上山在住MEVモニター12名			

表-4 2017・2018 年度調査概要

調査名	居住者移動実態調査	事前移動調査	MEV 利用実態調査		
			MEV 貸出中		MEV 貸出後
調査時期	MEV 貸出前	MEV 貸出前	GPS 調査		ヒアリング調査
調査方法	直接配布郵送回収式アンケート調査	ヒアリング調査	ヒアリング調査	GPS 調査	ヒアリング調査
調査項目・実施内容	従来の日常移動実態 (行動目的、頻度、同伴者の有無、 目的地等)	①詳細な従来の移動実態 (従来の移動目的、頻度、 同伴者の有無、目的地等) ②日頃の運転状況 ③活動能力(2018年度のみ) 等	①MEV 利用時の課題・利点 (自由and選択回答式) ②MEV 利用時の意見・要望 ③新たに生じた移動・利用法	MEV で移動した各トリップの 日付、距離、移動ルート	①MEV の利用実態 (利用目的、場所、頻度、 使用理由、総移動距離) ②生活の変化 (移動しやすさ、移動時間、 各目的の頻度) ③MEV 評価(個別・総合評価) ④MEV 購入等に対する支払い意思額 (仮想的市場評価法)
調査日・期間	2017年度	8/31・9/13	9/13～10/10	9/13～10/10	10/18～10/30
	2018年度	【配布日】2/23 【回収期限】3/4	【第1期】5/6・5/7 【第2期】6/29・6/30	【第1期】4/20～5/21 【第2期】6/8～7/9	【第1期】5/20・5/21・5/22 【第2期】7/8・7/9・7/17
調査対象者	周匝居住者内の129名 福本居住者内の107名	福本在住高齢者MEVモニター2名(2017年度)、中川在住高齢者モニター1名(2017年度) 福本在住MEVモニター8名(2018年度)、周匝在住MEVモニター11名(2018年度)			

1) MEV 利用の適性が高い利用エリア

各地域のモニターの MEV 利用実態を示す(表-5)。なお、平均利用回数と地域内利用割合は「MEV で外出してから帰宅するまでの移動」を1回とし、GPS データを1利用ごとに確認して算出した。また、各地域の「地域内」の境界線は「地域を完全に囲む 1km メッシュを組み合わせた最小の長方形」とした。地域内利用割合は、どの地域のモニターも 50%以上であり、特に周匝では 90%以上と非常に高い割合であった。続いて、「MEV 利用目的ごとの従来の移動手段と比較した時の MEV による移動しやすさ変化(5段階評価)」を、「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 と数値化し、目的地別の移動しやすさ変化値平均を地域ごとに算出した(表-6)。どの地域のモニターも MEV により地域内の移動しやすさが向上していた。地域内 MEV 利用に関して、主に「小回りが利く」「気軽さ・手軽さ」というメリットがモニターから挙げられていた。以上の分析より、MEV 利用の適性が高い利用エリアは「地域内」といえる。

2) 超小型モビリティ利用の適性が高い利用目的

MEV 利用の適性が高い「地域内」の移動を対象とし、各移動目的において「従来移動していた人数」と「MEV を1回以上利用した人数」を集計した(図-3)。なお、貸出期間が1ヵ月であることを考慮し、MEV を1回以上利用する可能性のある「月1回以上の頻度で行う目的」を対象とした。通勤や日常の買い物、通院、社会・地域活動をみると、従来それらの目的で移動していた人の大部分は、それらの移動目的で MEV を利用していた。一方、従来、農作業を

図-2 各地域居住者の年齢層×運転への不安 (個人ベース)

表-5 各地域 MEV モニターの MEV 利用実態

モニター	周匝 (11名)	福本 (9名)	上山 (12名)
MEV 利用実態			
1ヵ月の平均利用回数	27回	27回	11回
地域内利用割合	90%	58%	78%

行っていた人の中で、農作業で MEV を利用する人数は少なかった。MEV の農作業利用に対する意見として、「積載量が少なく、草刈り機などが積めない」「馬力が無いため、畑などに落ちたら登れない」等の意見が各地域のモニターから挙げられた。したがって、MEV 利用の適性が低い利用目的は「農作業」であるといえる。なお、実証実験では、改良していない基本性能の COMS を使用している。

1・2 節の分析より MEV 利用の適性が高い移動を「地域内かつ農作業以外の移動」と定義する。

(2) 各地域の超小型モビリティ代替可能性割合の算出

4 章 1 節の定義に基づき、各地域における免許保持者の「全日常移動の頻度」に対する「MEV 利用の適性が高い全移動の頻度」と「MEV 利用の適性が高い単身移動の頻度」のそれぞれの割合を MEV 代替可能性割合として算出した(表-7)。福本・上山と比較して周匝の MEV 代替可能性割合が非常に高いことが分かる。地域ごとに従来の居住者の全日常移動に対する地域内の移動割合(トリップベース、紙数の都合上図を省略)を算出した。上山・周匝と比較して福本は、MEV 利用適性が高い「地域内」の移動割合が低いことが分かる。小規模の商業施設しかない福本の居住者は、地域外で日常の買い物を行うことが多い。また、上山居住者の従来の全地域内日常移動における移動目的割合(トリップベース、紙数の都合上図を省略)では、地域内移動の大部分が MEV 利用適性の低い農作業による移動であった。したがって、福本と上山では MEV 代替可能性割合が低いと考えられる。

(3) 超小型モビリティ利用が交通行動に及ぼす影響の検討

1) MEV による移動時間の変化

表-6 各地域モニターの目的地別の MEV 利用における移動しやすさ変化

モニター	移動しやすさの変化値※平均(利用目的数)	
	地域内利用	地域外利用
周匝	1.0(44目的)	0.2(9目的)
福本	1.0(21目的)	0.0(35目的)
上山	1.3(16目的)	-0.2(17目的)

※移動しやすさの変化値(利用目的ごと)
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

図-3 各移動目的において従来移動していた人数と MEV 利用人数

表-7 各地域における MEV 代替可能性割合

対象	MEV 代替可能性割合	周匝	福本	上山
免許保持者の全日常移動		59%(39%)	20%(15%)	11%(9%)

※日常移動: 通勤、日常の買い物、通院、農作業、社会・地域活動のうち頻度が月1回以上の移動
※括弧内の割合は「MEV 利用の適性が高い単身移動」の MEV 代替可能性割合

MEV 利用実態調査では、MEV 利用目的ごとに従来の交通手段による移動時間と MEV による移動時間を尋ねている。従来の交通手段と比較して、MEV により移動時間が短縮した目的が存在するモニター数を「移動時間が短縮した人数」、MEV により移動時間が延長した目的が存在するモニター数を「移動時間が延長した人数」とし、地域ごとにそれぞれの人数を集計した（表-8）。なお、移動時間が短縮した MEV 利用目的と延長した MEV 利用目的が両方存在するモニターはどちらの項目でも1名とカウントした。表-8 をみると、周匝モニターと福本モニターの半数以上は、移動時間の短縮した MEV 利用目的が存在したことが分かる。また、これらの移動時間が短縮した目的の8割は自転車や徒歩からの転換であったが、周匝の一部モニターは「自家用車が通れない狭隘な道路を MEV で移動することで、移動時間が短縮した」と述べていた。一方で、上山モニターの半数以上は移動時間が延長した。坂道が多いため従来自家用車で移動する機会が多い上山内において、相対的に馬力の無い MEV を利用したことが要因であった。

2)MEV による生活全体の移動しやすさ変化

MEV 利用実態調査では、自家用車と MEV を比較した時の生活全体の移動しやすさ変化を5段階評価で尋ねている。移動しやすさが「向上した」「やや向上した」と回答したモニター数を「向上した人数」、「変化なし」と回答したモニター数を「変化がない人数」、「やや低下した」「低下した」と回答したモニター数を「低下した人数」とし、地域ごとに集計した（表-9）。その結果、周匝・福本モニターの8割以上は MEV により生活全体の移動しやすさが向上していた。各地域の全モニター数に対する地域内 MEV 利用で「気軽さ・手軽さ」を実感したモニター数の割合は、上山が17%、福本が50%、周匝が82%と上山と比較して周匝と福本が高い。したがって、上山モニターより生活全体の移動しやすさが向上した人数が多いと考えられる。ここで、表-2の地域内図をみると、周匝と福本は施設・住居間の距離が近く機能が集積しているが、上山では、施設・住居間の距離が遠い。そのため、周匝・福本は上山と比較して「気軽さ・手軽さ」を実感する機会が多いと考えられる。

以上の1節～3節の分析結果より、周匝（拠点）は「MEV 利用の適性が十分に高い」、福本（準拠点）は「MEV 利用の適性がやや高い」、上山（集落）は「MEV 利用の適性が

低い」と評価する。

5. 中山間地域における超小型モビリティ利用の適性が高い地域特性

本章では、MEV 利用の適性が十分に高い周匝（拠点）の「地域特性」を「地域構造」「地域としての役割」「地域の規模」の3つの視点から定義する。

(1)地域構造

周匝内の施設は他地域と比較して日常の買い物施設数が圧倒的に多く、比較的規模の大きいスーパーやドラッグストア、ホームセンターが存在している。居住者移動実態調査より、従来の周匝・福本居住者の周匝への日常の買い物におけるトリップ数を目的地別に算出すると、国道沿いに位置し、ある程度集積している比較的規模の大きいスーパーやホームセンター、ドラッグストアへの移動が多かった。

続いて、周匝モニターの「MEV による地域内日常の買い物における線密度図（個人の住所が特定されないよう拡大して図示）」と国道沿いと日常の買い物施設付近の裏道の様子を示す（図-4）。線密度は、「地域内日常の買い物施設にのみアクセスしている GIS ラインデータ」を用いて、ArcGIS の「線密度ツール」により作成した。線密度は、セルごとに、セルの中心に作図された円内の GIS ラインデータの長さを、各円の面積で割ることで算出している。この図をみると、地域内の施設へ向かう時、国道からだけでなく、裏道からのアクセスも多い。周匝（拠点）は「日常の買い物施設に近接する住宅街」かつ「裏道が狭隘な旧道」であるため、小回りしやすく、手軽に利用できる MEV を裏道で利用したと考えられる。また、周匝（拠点）のような「国道以外からも施設へのアクセスが可能な道路状況を有する地域」は国道走行時に「他の車両との走行速度の違い」や「大型車両」に対して心理的不安を感じる MEV の利用に適していると考えられる。

以上の分析より、周匝（拠点）の地域構造として「国道沿いに比較的規模の大きい日常の買い物施設が数業種集積して存在する地域」「日常の買い物施設に住宅街が近接しており、国道以外からもアクセスが可能な道路構造を有する地域」の2つを定義した。

(2)地域としての役割

従来の周匝への全移動に対する日常の買い物割合は周匝

表-8 各地域における移動時間が変化した人数

移動時間	モニター	周匝	福本	上山
短縮した人数		7/11名	7/10名	2/12名
延長した人数		4/11名	5/10名	7/12名

表-9 各地域における生活全体の移動しやすさが変化した人数

生活全体の移動しやすさ	モニター	周匝 (11名中)	福本 (10名中)	上山 (12名中)
向上した人数		9名	8名	5名
変化がない人数		2名	1名	4名
低下した人数		0名	1名	3名

図-4 MEV による地域内日常の買い物における線密度

居住者が53%、福本居住者が88%、上山居住者が83%と、どの地域居住者も高い割合であった。したがって、周匝は地域外居住者からも日常の買い物で利用される「日常生活拠点」としての役割があることが明らかとなった。

(3)地域の規模

周匝・福本のモニターごとにMEVで利用した周匝の複数の日常の買い物施設の重心を、各施設の利用頻度を考慮して特定した。(モニター2名はGPSデータの不備により、各施設の利用頻度を考慮せず、重心を特定)そして求めた各重心と各モニター住居との片道の最短ネットワーク距離(以下自宅と日常の買い物施設間の距離)を算出した。この距離と周匝での日常の買い物における移動しやすさ変化値を用いて作成したグラフ(図-5)から、移動しやすさ変化の境界が3kmであることが分かる。続いて、3kmを基準とし、自宅と日常の買い物施設間の距離帯別の周匝での日常の買い物における移動しやすさ変化を示す(図-6)。自宅と日常の買い物施設間の距離が3km未満のモニターのうち、移動しやすさが「向上」「やや向上」と評価したモニターの割合は高く、「やや低下」と評価したモニターは存在しないのに対して、3km以上のモニターのうち、移動しやすさが「やや低下した」と評価したモニターの割合は有意に高かった。MEV利用距離と移動しやすさについて、モニターからは「長距離移動時、振動による疲労感が蓄積される」や「地域内であれば非常に便利な乗り物」などの意見が挙げられており、MEVを有効に利用できる距離帯が存在することが伺える。以上の分析よりMEVを効果的に利用可能な距離は3kmと考えられる。したがって、MEV利用の適性が高い地域の規模として「日常の買い物施設が集積する地点から3km以内」と定義する。

なお、1～3節で定義した特性を有する地域は特異ではなく、一般的な中山間地域特有の拠点であり、国道374号線沿いの中山間地域だけでも周匝、和気町福富周辺、美作市湯郷周辺と同じ特性を有する3地域が一定間隔で存在する。

6. 高齢者の乗り物としての超小型モビリティの適性の検討

本章では、高齢者の自立した移動を支える乗り物としてMEVの適性を検討する。まず、1節と2節では、年齢層別に「MEVに対する個別評価得点平均値」と「MEV代替可能性割合」を比較し、高齢者のMEVに対する評価と、高齢者の移

※移動しやすさ変化値(5段階評価)
向上=5,やや向上=4,変化なし=3,やや低下=2,低下=1

図-5 自宅と日常の買い物施設間の距離と日常の買い物における移動しやすさ変化のグラフ

動の代替可能性を把握する。3節では高齢者が一般的に運転・活動能力が衰えることを踏まえ、活動能力指標得点や運転能力診断結果とMEV個別評価との関係性を考察する。

(1)超小型モビリティに対する個別評価

本研究では、2017・2018年度調査で、モニターに自家用車と比較した時のMEVの個別評価7項目(5点満点)における得点を回答してもらっている。なお、自家用車と比較して、4・5点が高評価、3点が同評価、1・2点が低評価である。まず、「運転のしやすさ」を表す個別評価項目である「操作しやすい」「小回りしやすい」「駐車しやすい」「視野が広い」の各得点における年齢層別平均値(表-10)をみると、年齢層に関わらずどの項目においても高評価であり、高齢になるにつれやや得点が高い。したがって、MEVは自家用車と比較して高齢者にも「運転しやすい乗り物」と評価されていた。続いて、個別評価項目「気軽に利用できる」についても同様の分析を行った結果(紙数の都合上図を省略)、年齢層に関わらず平均得点が4点以上の高評価であり、MEVは自家用車と比較して高齢者にも「気軽に利用できる乗り物」と評価されていた。「気軽に利用できる乗り物」を理由に、周匝モニター1名の日常の買い物における移動頻度が、従来と比較して増加した。このように、自家用車利用時よりMEV利用時は外出頻度が増加する可能性が考えられる。最後に「走行時の安全性」を表す個別評価項目(2018年度モニターのみ回答)である「事故が起こりにくい」「対人対物への危害が少ない」についても同様の分析を行った結果(紙数の都合上図を省略)、どちらの項目も年齢層に関わらず3.5点以上の高評価であり、高齢になるにつれ平均値が高くなっていった。したがって、高齢者にとってもMEVは自家用車と比較して「事故が起こりにくく、起こったとしても対人や対物への被害が少ない乗り物」と評価されていた。なお、MEVはドアの一部がビニール製かつ車体外殻の一部がプラスチックであり、乗員保護性能に不安がある一方で、交通量が少ない道路を走行する傾向にあることや、相対的に利用時の平均速度が遅くなることから、

図-6 自宅と日常の買い物施設間の距離と日常の買い物における移動しやすさ変化のクロス集計

表-10 年齢層別の「運転しやすさ」を表す

各個別評価項目得点平均値				
個別評価項目※	年齢層	65歳未満(n=7)	前期高齢者(n=11)	後期高齢者(n=4)
操作しやすい		4.0	4.3	4.3
小回りしやすい		4.9	5.0	5.0
駐車しやすい		4.9	5.0	5.0
視野が広い		3.4	3.4	3.8

※5点満点、自家用車と比較して、1・2点:低評価、3点:同評価、4・5点:高評価

安全性においてプラスの面もあると考えられる。

(2) 運転・活動能力と超小型モビリティ利用

1) 年齢層別の運転・活動能力

運転能力診断結果に基づいて、年齢層別に「運転能力課題」「安全未確認」「交通ルール違反」「合計接触回数(車両感覚試験)」「(3章)に概要を記載」における平均接触・チェック回数を算出した結果、「合計接触回数(車両感覚試験)」は、後期高齢者モニターの平均接触回数が多く、他の年齢層より車両感覚が衰えていた。なお、他の指標は、高齢になるにつれチェック回数が増加したものはみられなかった。次に、年齢層別に各活動能力指標(3章)に概要を記載)における平均得点を算出した結果、高齢になるにつれ「新機器利用」得点の平均値が低く、衰えていた。以降では、これら「合計接触回数(車両感覚試験)」と「新機器利用」能力に焦点を当て、MEV 個別評価との関係性を考察する。

2) 運転・活動能力と超小型モビリティ個別評価

運転能力診断における合計接触回数(普通自動車を用いた車両感覚試験)別のMEV 個別評価「操作しやすい」「小回りしやすい」「駐車しやすい」「事故が起きにくい」の平均得点(表-11)は、合計接触回数に関わらず、どの個別評価項目でも高評価であり、車両感覚が衰えている人にもMEV は自家用車と比較して「操作や小回り、駐車がしやすく、事故が起きにくい乗り物」と評価されていた。次に、活動能力指標「新機器利用」得点別のMEV 個別評価「操作しやすい」平均得点は(表-12)、新機器利用能力得点に関わらず、「操作しやすい」平均得点が高いため、新機器利用能力が低い人にもMEV は自家用車と比較して「操作しやすい乗り物」と評価されていた。

(3) 超小型モビリティによる移動の代替可能性割合

4章1節の定義に基づき、各地域の年齢層別に全日常移動に対するMEV 利用の適性が高い「全移動」と「単身移動」のMEV 代替可能性割合を算出した(表-13)。高齢者の全日常移動に対するMEV 代替可能性割合は、特に周匝において非常に高く、周匝高齢者の日常移動の多くをMEV

で代替できることが分かった。周匝居住者の従来の年齢層別の全日常移動に対する地域内移動割合は(紙数の都合上図を省略)、65歳未満の49%に対して、前期高齢者は90%と高い割合であった。60歳程度で定年退職となり、地域外への移動頻度が低くなることが要因として考えられる。一方で、周匝以外の地域では、全年齢層でMEV 代替可能性割合が低い。表-7において周匝以外の地域でMEV 代替可能性割合が低かった要因と同様である。

7. 本研究の分析結果とラストカーの提案

(1) 本研究の分析結果

本研究では、比較的多い32名のモニターに対する実証実験に基づき、地域特性と利用者属性の2つの視点から、MEV の適性を検討し、以下の成果を得た。

① 中山間地域の拠点となる周匝で、MEV 利用の適性が十分に高い。

周匝(拠点)のMEV 代替可能性割合は福本(準拠点)、上山(集落)と比較して非常に高い割合であった。また、モニターのうち、MEV による移動時間が短縮した人数が約6割存在し、MEV による生活全体の移動しやすさ向上人数が約8割存在した。

さらに、周匝(拠点)は、「国道沿いに、国道以外からもアクセスが可能である比較的規模の大きい日常の買い物施設が、数業種集積して存在」「日常の買い物施設集積地点からMEV 有効距離圏内(3km圏内)に住宅街が近接」の2つの特徴を有し、「日常生活拠点」として他地域居住者からも利用されていることが明らかとなった。なお、周匝(拠点)のような地域は特異ではなく、一般的な中山間地域において一定間隔で存在している。

② 運転・活動能力が衰えた高齢者の自立した移動を支える乗り物としてMEV の利用適性が高い

年齢層別にMEV に対する個別評価得点平均値を算出した結果、「運転のしやすさ」「利用の気軽さ」「走行時の安全性」を表す個別評価得点平均値は、どの年齢層も高得点であり、高齢者にもMEV は「運転しやすい」「気軽に利用できる」「安全に運転できる」乗り物と評価されていた。また、運転・活動能力とMEV 個別評価の関係性を考察した結果、MEV は車両感覚が衰えている人にも運転しやすく、事故が起きにくい乗り物、かつ新機器利用能力が低い人にも操作しやすい乗り物として評価されていた。

(2) 高齢者の自立した移動を支えるラストカーの提案

本研究では、中山間地域の拠点である周匝においてMEV 利用の適性が高いと評価された。なお、国土交通省では、今後の中山間地域のあり方として、「小さな拠点」を核として生活の足に困る高齢者なども安心して暮らし続けられる生活圏を提唱しており、周匝もその拠点となり得る。そこで本研究では、拠点におけるMEV の利用方法として「高齢者の免許返納までの期間に、健全で自立した生活を支える超小型モビリティ」としての「ラストカー」を提案する。ここで、加齢に伴う運転・活動能力状況を踏まえ、現状と

表-11 合計接触回数(車両感覚試験)とMEV 個別評価

個別評価項目※	合計接触回数(車両感覚試験)		
	0回(n=10)	1回(n=4)	2回(n=5)
操作しやすい	4.1	3.3	4.6
小回りしやすい	4.9	5.0	5.0
駐車しやすい	4.9	5.0	5.0
事故が起きにくい	3.8	3.5	3.8

※5点満点。自家用車と比較して、1・2点:低評価、3点:同評価、4・5点:高評価

表-12 新機器利用能力得点と

個別評価「操作しやすい」得点平均値

個別評価項目※1	新機器利用能力得点※2		
	2点(n=3)	3点(n=3)	4点(n=13)
操作しやすい	4.3	3.3	4.2

※1 5点満点。自家用車と比較して、1・2点:低評価、3点:同評価、4・5点:高評価

※2 4点満点。得点が高いほど能力が高い

表-13 各地域における年齢層別MEV 代替可能性割合

対象とする年齢層の日常移動	MEV代替可能性割合	周匝	福本	上山
65歳未満	52%(26%)	19%(15%)	8%(5%)	
高齢者(65歳以上)	78%(62%)	19%(14%)	14%(13%)	
前期高齢者	82%(70%)	13%(13%)	15%(14%)	
後期高齢者	71%(44%)	26%(16%)	13%(12%)	

※日常移動:通勤、日常の買い物、通院、農作業、社会・地域活動のうち頻度が月1回以上の移動

※括弧内の割合は「MEV利用の適性が高い単身移動」のMEV代替可能性割合

※免許保持者を対象

ラストカーがある場合の免許返納プロセスを図解した(図-7)。一般的に、個人差があるが高齢者は年齢を重ねにつれ、運転・活動能力が衰える。また、本研究の対象地域居住者は高齢になるにつれ、運転に不安を抱える人の割合が増加していた。以上を踏まえると、現状は自身の運転能力に不安を抱えたまま、普通自動車等に乗り続ける運転(以下、「不健全な運転」)を免許返納年齢まで継続する場合がある。さらに、免許返納年齢(運転能力の衰えにより、運転の危険性が高く、免許を返納すべき年齢)となっても、無理に不健全な運転を継続する人が一部存在すると考えられる。一方、MEVを利用したラストカーは高齢者にとっても自家用車と比較して「運転しやすい」「気軽に利用できる」等のメリットを有する。したがって、運転・活動能力が衰えても継続して普通自動車等を運転する高齢者の代替的な乗り物となり、日常生活の質(以下、QOL)の維持も予想される。加えて、「気軽に利用できる」ため、外出頻度が増加し、QOLが向上する方や、本来の免許返納年齢となっても、MEVであれば健全な運転期間を延長できる方も一部に存在する可能性がある。

ここで、MEV利用実態調査において、高齢者に対して仮想的市場評価法により現状MEVを購入すると仮定した時の支払い意思額を尋ねており、その金額別にモニター数を集計した(表-14)。これをみると、COMSの希望小売価格である80万円程度に対して、どのモニターも現状の支払い意思額が低く、購入という方法でMEVを普及させるのは難しいことが分かる。一方で、「購入しない」と回答した9名のモニターの中で「将来購入したい」と回答したモニターは7名であった。また、その時期として、「現状より移動範囲が狭くなった」「免許返納時期になったら」等の意見を挙げており、免許返納までの数年間の利用を見越していると考えられる。したがって、本研究では「ラストカー」の利用形態として、自由な期間利用でき、購入より安価な「リース」が適切であると考ええる。また、本研究の分析結果によると、定年退職後の高齢者は日常生活範囲が縮小していた。これを踏まえると、特に拠点地域におけるラストカー利用でQOLの維持・向上が予想される。なぜなら、拠点地域在住の高齢者のMEV代替可能性割合は78%であり、他地域と比較して高く、高齢者は日常生活においてMEV利用で、その多くを完結できる。また、拠点地域は、他地

図-7 ラストカーと免許返納プロセス

域と比較して「運転しやすい」「気軽に利用できる」等のMEVのメリットを実感しやすい地域構造(図-8)を有しているためQOLが向上する可能性がある。

今後の課題として、普通自動車等からMEVに乗り換えた際の乗員等の安全性や、乗り換えた際に健全な運転期間がどの程度延長されるか等についての検討が考えられる。

【謝辞】

本研究の実施にあたっては、トヨタ・モビリティ基金からのご支援をいただくとともに、モニターを含む数多くのの方々のご協力を得た。記して謝意を表す。

【参考文献】

- 1) 都市交流プランニング、運転免許証の自主返納に関するアンケート調査結果[刻々と変化する交通情勢に即応するための交通安全対策(高齢者講習に係る新たな制度及びその運用の在り方について)に関する調査研究報告書より]、<https://www.npa.go.jp/koutsuu/kikaku/koureintun/kaigi/3/siryo/h/hiry04.pdf>、平成31年1月10日最終閲覧
- 2) 竹原裕隆、藤原孝貴、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、第5巻、第1号、2019.1
- 3) 溝上章志、中村純太、橋本淳也：ワンウェイ型MEVシェアリングシステムの利用可能性に関するシミュレーション分析、土木学会論文集、Vol.71, No.5, pp.1 805-1 816, 2015.
- 4) 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.1 641-1 651, 2016.
- 5) 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、Vol.73, No.5, pp.1 857-1 868, 2017.
- 6) 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
- 7) Toyota autobody, <http://coms.toyotabody.jp/mechanism/>, 2018.12 最終閲覧
- 8) 増井幸恵、岩佐一、稲垣宏樹、吉田祐子、吉田英世、菊池和則、吉田裕人、野中久美子、島田裕之、大塚理加、鈴木隆雄：現代高齢者の生活特性に配慮した新たな活動能力指標の開発(その5)：新活動能力指標(JST版)の信頼性と妥当性、日本老年社会学会第56回大会、下呂、2014.6.7-8.

図-8 周囲(拠点)の地域構造

表-14 MEVに対する現状の購入支払い意思額別高齢者モニター数

購入支払い意思額	高齢者モニター数
500,000円	1名
400,000円	2名
200,000円	3名
0円(購入しない)	9名

※COMS希望小売価格：87万9千円

9名中7名：「将来購入したい」
【具体的な時期】
現状より移動範囲が狭くなった時
免許返納時期になったら等