

原 著

電動カート導入による高齢者の主観的变化と要介護リスクの関連： 1年間の縦断研究

ワタナベ リョウ タ *²,³* 渡邊 良太 *²,³* サイトウ マサシゲ *⁴* 齊藤 雅茂 *⁴* コバヤシシュウヘイ *²* 小林 周平 *²* イデ カズシゲ *²* 井手 一茂 *²*
フクサダ マサ キ * 福定 正城 * コンドウ カツノリ * 近藤 克則 *²*

目的 国土交通省は、時速20 km未満で公道を走行可能なグリーンスローモビリティ（以下、電動カート）の導入を推進している。電動カート導入2か月後に社会的交流などの主観的指標の改善が報告され、長期的には介護予防効果が期待されている。そこで、電動カート利用および導入をきっかけに主観的指標が改善した高齢者において、1年後に要介護リスクが低減するか検証する。

方法 大阪府河内長野市、奈良県王寺町の住宅地で2022年7～8月より電動カートを運行した。運行前および1年後の2時点の自記式郵送調査に有効回答のあった65歳以上高齢者726人（河内長野市385人、王寺町341人）を分析対象とした。なお、1年後調査時に王寺町では電動カート運行継続していたのに対し、河内長野市では停止していた。目的変数は1年後の要介護リスクとし要支援・要介護リスク評価尺度（以下、リスク点数、点が高いほど高リスク）を用いた。説明変数は電動カート利用有無、電動カートをきっかけとした主観的指標の変化とした。主観的指標は、外出（3指標）、社会的行動（5指標）、ポジティブ感情（4指標）が電動カートをきっかけに増えたか確認した。調整変数はベースライン時点の性、リスク点数、教育歴、主観的経済状況、就労、日常生活活動動作、婚姻状況、同居とした線形回帰分析を行い、非標準化係数（*B*）を算出した。

結果 電動カート利用群は290人（39.9%）であった。電動カート非利用群を基準とした利用群の*B*は0.11（95%信頼区間-0.40～0.63）で有意な関連を認めなかった。主観的指標についても全対象ではいずれの項目も有意な関連は認めなかった。一方、王寺町のポジティブ感情である日常生活における楽しみが増えた、気持ち明るくなる機会が増えた、生きがいを感じる機会が増えた者では、そうでない者と比較してそれぞれ-1.78（-3.21～-0.35）、-1.51（-2.87～-0.15）、-1.91（-3.53～-0.30）で有意にリスク点数が低減していた。

結論 電動カート利用群全体では要介護リスクとの関連を認めなかったが、運行継続していた王寺町のポジティブ感情増加者で要介護リスク低減していた。電動カートは移動支援のみならずポジティブ感情を生み出すという所見に再現性が確認され、そのような変化がみられた者では介護予防に寄与する可能性も新たに明らかとなった。

Key words：外出促進，移動支援，グリーンスローモビリティ，介護予防

日本公衆衛生雑誌 2025; 72(12): 932-941. doi:10.11236/jph.25-001

I 緒 言

地域在住高齢者が住み慣れた地域で暮らし続けるために移動手段の確保は重要である。国土交通省は、交通便利性が高い地区に居住している高齢者ではそうでない者と比較し、外出率が高いことを示している¹⁾。さらには、高齢者の交通機関利用と身体機能²⁾および身体活動量³⁾向上、良好な精神的健

* 日本福祉大学健康社会研究センター

²* 千葉大学予防医学センター

³* 愛知淑徳大学健康医療科学部

⁴* 日本福祉大学社会福祉学部

責任著者連絡先：〒460-0012 名古屋市中区千代田5-22-35

日本福祉大学健康社会研究センター 渡邊良太

E-mail: watanabe-r@n-fukushi.ac.jp

康⁴⁾、社会的孤立や孤独感低減⁵⁾、社会的交流促進⁵⁾との関連が横断研究⁴⁾や縦断研究^{2,3,5)}で報告されている。これらの身体、心理、社会的指標が不良な者で要介護認定発生リスクが高いことが示されており⁶⁾、高齢者の移動手段の検討は重要である。

国土交通省は新たな移動手段として、時速20キロ未満で一般道を走行可能なグリーンスローモビリティ（以下、電動カート）を推進しており⁷⁾、2023年3月31日時点で130地区の運行実績が報告されている⁸⁾。電動カートは、バスなどの大型車では立ち入ることが難しい生活道路でも利用可能であり、走行音も静かで車内外の仕切りがない車両もあることから車内外のコミュニケーションが促進される特徴をもつ^{9,10)}。そのため、電動カートには生活交通や観光交通を補完する外出促進手段だけではなく、コミュニケーション活性化による介護予防効果も期待されている¹¹⁾。実際、要介護リスク低減との関連が示されている行動要因や心理社会的要因⁶⁾が、電動カート運行をきっかけに利用群のみならず非利用群も含み主観的に改善していると報告されている^{9,12,13)}。このような結果に基づき、電動カートは移動手段に留まらず、動く通いの場としても機能すると報告されている¹²⁾。さらに、7週間の電動カート実証試験において、電動カート利用群では社会参加の機会増加や手段的日常生活活動の改善が報告されるなど一部介護予防効果の関連も示されている¹³⁾。そのため、電動カートがより長期に運行されることで、その利用者や非利用群を含む電動カートをきっかけに主観的指標が改善した者で、要介護リスクが低減する可能性がある。

しかし、これまでの電動カートと要介護リスクに関わる報告は、長期間の運行継続が必要であると示されているが、2か月以下の短期間の検証に留まっている^{12,13)}。そこで、本研究の目的は、電動カート導入後約1年間運行した地域で電動カート利用および電動カートをきっかけとした主観的指標の改善が要介護リスク低減と関連するのかが検証する。

Ⅱ 研究方法

1. 研究デザインと対象・対象地域

本研究は電動カート運行地域において運行前と1年後の利用有無群間および主観的指標の改善有無群間を比較した自然実験デザインによる縦断研究である（電動カート運行・評価日程は表S1、運行ルートは図S1に示す）。2022年7月（以下、ベースライン）に大阪府河内長野市日東・大師地区および奈良県王寺町明神・太子地区在住65歳以上高齢者のベースライン調査を2種類の方法で行った。導入地域の

自治会や回覧板を通じて案内した電動カート運行に関する説明会に参加した217人に直接配布した。同時に対象地域で無作為抽出された1,452人に自記式郵送調査を行い、合計1,669人に調査票を配布し、1,137人（68.1%）が回答した。さらに1年後の2023年7～8月に追跡調査（自記式郵送調査）を実施し、837人（追跡率73.6%）より回答を得た。性、年齢不一致、研究同意なし、ID切り取り票を除いた運行前後の両方の調査に回答した726人（平均年齢76.9±5.8歳、男性42.3%）を分析対象とした。

研究フィールドである大阪府河内長野市日東町・大師町（人口2,639人、高齢化率48.7%¹⁴⁾）および奈良県王寺町明神・太子地区（人口3,549人、高齢化率46.5%¹⁴⁾）はいずれも大阪都市圏のベッドタウンとして1970年台に開発された地区で高齢化が進んでいる。近隣の駅まではバスを利用し10～15分程度で移動可能である。いずれの地区も丘陵地帯を切り開いて開発された地区であり、坂や段差が多く、高齢者の移動に負担がかかる地域と考えられる。

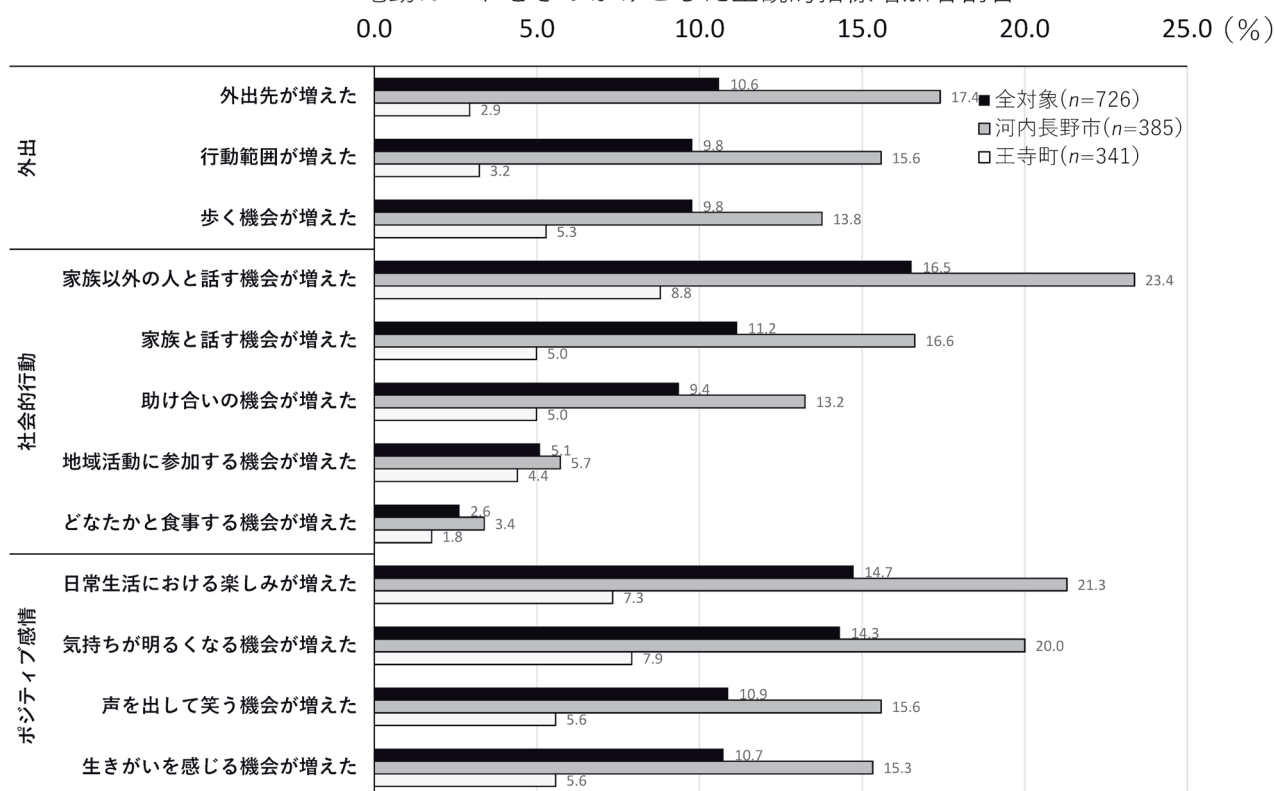
2. 電動カート運行方法

本研究で使用した車両は、ヤマハ発動機株式会社製の電動カートAR-07である。乗車人数は運転手を含めて7人乗りとなっており、窓のない車両である。雨天時には、エンクロージャーというビニール製のシートを利用することで、雨に濡れることなく運行できる。河内長野市では2台、王寺町では1台の車両で運行が実施された。なお、グリーンスローモビリティには、カート型やバス型などがあるが、本研究ではカート型を用いた。

河内長野市では、定時定ルートの運行が週4回行われた。午前2時間30分、午後3時間の運行時間が設定されており、1ルートにつき時計回りと反時計回りの各2回/時で1日に19～21便の運行が行われた。王寺町では定時定ルート方式が週4回とデマンド型（予約型）運行を週3回行った。定時定ルートでは3つのルートが設定され、1日に4～5便、合計12～15便が運行された。デマンド型運行は、事前予約に基づいて利用者の希望場所から目的地まで送迎が行われたが、実証期間終了のため2022年2月からは中止された。

両市町ともに、車通りの多い幹線道路は避け、主に住宅地内を運行した。停留所は設けられておらず、ルート内のどこでも乗降が可能であった。乗車時には手を挙げ、降車時には運転手に知らせることで自由に乗降ができる。運転手は、河内長野市および王寺町のデマンド型運行において業者へ委託され、王寺町の定時定ルートの運行においては自治会のボランティアスタッフによって行われた。なお、

図1 電動カートをきっかけとした主観的な外出・社会的行動・ポジティブ感情の増加割合（市町別）
電動カートをきっかけとした主観的指標増加者割合



王寺町では1年後調査時の2023年7～8月調査時点でも運行継続していたが、河内長野市では実証事業調査の終了により2023年7月22日をもって運行停止していた。1年後調査は2023年7月20日に投函し8月21日まで回収したため、河内長野市では調査回答時に運行を停止していた。

3. 目的変数

目的変数は1年後調査で聴取した要介護リスクとし、要支援・要介護リスク評価尺度で判定した要介護リスク点数（以下、リスク点数）を用いた¹⁵⁾。リスク点数は、介護予防・日常生活圏域ニーズ調査の必須項目10問と性、年齢の合計12問で構成され、合計48点満点で点数が高いほど要介護リスクが高いことを示す。これまでに地域在住高齢者を対象にリスク点数とその後3～9年の要介護認定発生の予測妥当性が確認されている^{15～17)}。

4. 説明変数

説明変数は電動カート利用の有無および電動カートをきっかけとした主観的指標の変化とした。電動カート利用の有無は1年後調査で「2022年8月～現在までに、電動カートをどのくらいの頻度で利用しましたか。」と尋ね、「1. 週4回以上、2. 週2～3回、3. 週1回、4. 月1～3回、5. 年数回程度、6. 利用していない」より回答を得た。1～5を利用

群、6を非利用群とした。電動カートをきっかけとした主観的指標の変化については、電動カート利用と主観的指標について検証した研究¹²⁾に基づき図1に示す外出（3指標）、社会的行動（5指標）、ポジティブ感情（4指標）の12指標に分けて以下のように評価した。具体的には、1年後調査で「約1年前（2022年8月）と比べて下記のような機会に変化はありましたか。」と尋ね、12種類それぞれで「1. 増えた（電動カートきっかけ）、2. 増えた（電動カート関係なし）、3. どちらでもない、4. 減った」から回答を得た。このうち、「増えた（電動カートきっかけ）」と回答した者を各主観的指標が増加したと判定し^{12,13)}、それ以外を回答した者を電動カート導入による影響を受けていない者と考え参照群とした。

5. 調整変数

調整変数には、高齢者を対象とした移動と健康に関わる先行研究を参考に以下の8変数とした^{2,4,5,12,13)}。具体的には、ベースライン調査で聴取した性、リスク点数、教育歴、主観的経済状況、就労、日常生活活動動作、婚姻有無、同居の有無とした。年齢については、リスク点数の構成要素（65歳（0点）～90歳以上（24点））に含まれており、リスク点数と高い相関があるため除外した。

6. 分析方法

はじめに、分析対象者の基本属性を記述した。次に、電動カーをきっかけとした主観的指標の変化については指標別に該当者割合を算出した。1年後のリスク点数と電動カートおよび主観的指標の変化の関連を示すために、リスク点数をアウトカムとした線形回帰分析を説明変数ごとに行い、非標準化係数 (B)、95% 信頼区間、 P 値を算出した。また、下記 2 点の追加分析を行った。第 1 に改善を示した指標については、どのような要介護リスクが低減していたのか確認するためにリスク点数の下位項目を目的変数とした分析を行った。第 2 に、調査票の配布方法の相違による影響を確認するため、配布方法の相違を調整変数に追加した分析を行った。欠損値に起因する潜在的なバイアスを軽減するために、多重代入法を用いて 200 のデータセットを作成し、統合したうえで推定値を算出した¹⁸⁾。

統計学的有意水準は 5 % とし、分析には StataMP 17 (StataCorp, College Station, TX, USA) を用いた。

7. 倫理的配慮

本研究は千葉大学大学院医学研究院倫理審査委員会にて承認を受け (初回承認日：2021 年 8 月 24 日、最新の承認日：2024 年 7 月 5 日、番号：M10065)、対象者には自由意志による参加と不参加に伴う不利益がないことを文書で説明した。

Ⅲ 研究結果

表 1 に分析対象者の基本属性を示す。電動カート利用群は 290 人 (39.9%) であった。電動カート利用群の利用頻度の分布は年数回が 105 人 (36.2%)、月 1～3 回が 97 人 (33.4%)、週 1 回以上が 88 人 (30.3%) であった。

図 1 に電動カーをきっかけとした主観的な外出・社会的行動・ポジティブ感情の増加者割合を示す。外出は対象者の 9.8～10.6%、社会的行動は 2.6～16.5%、ポジティブ感情は 10.7～14.7% の者で電動カーをきっかけに増加していた。図には示していないが、主観的指標が改善した者の 81.5～98.7% は電動カート利用群であり、電動カート非利用群や欠損は 1.3～18.5% であった。

表 2 に 1 年後のリスク点数と電動カート利用の有無および電動カーをきっかけとした外出、社会的行動、ポジティブ感情の変化との関連を示す。電動カート非利用群を基準に利用群の B は 0.11 (95% 信頼区間 $-0.40 \sim 0.63$)、と有意な関連は認めなかった。市町別でも同様に有意な関連は認めなかった。また、電動カート利用頻度別にも分析したが、いずれも有意な関連は認めなかった。主観的指標の

変化では全対象においていずれの項目も有意な関連は認めなかった。一方、王寺町のポジティブ感情である日常生活における楽しみが増えた、気持ちが明るくなる機会が増えた、生きがいを感じる機会が増えた者ではそれぞれ -1.78 ($-3.21 \sim -0.35$)、 -1.51 ($-2.87 \sim -0.15$)、 -1.91 ($-3.53 \sim -0.30$) で有意にリスク点数が低減していた。これらの 3 指標とリスク点数の下位項目をアウトカムとした追加解析では、預貯金の出し入れについて、有意な改善を示した (表 S2)。また、調査票の配布方法を調整変数に加えた結果も主解析と同様の傾向を示した。

Ⅳ 考 察

本研究の主な所見は、電動カート利用有無別では要介護リスクとは関連していないが、運行継続していた王寺町では電動カーをきっかけにポジティブ感情が増加した者で非増加者と比較し、1 年後の要介護リスク低減を示したことである。

先行研究の電動カート利用割合は、同じ地域在住高齢者を対象とした調査回答者の 9.6～24.9% と報告されている^{12,13)}。本研究の利用割合は 39.9% で先行研究よりも高かった。電動カートの利用に関わる先行研究^{12,13)} は、2 か月以下の運行と追跡期間が短い報告である。本研究では、2023 年 1 月～2 月にかけて運行休止期間があったが、1 年後に評価をしている。7 週間の実証試験では電動カート利用の周知方法が課題¹³⁾ であることも示されているが、1 年という期間で利用方法が十分に周知され、利用者数が増加した可能性がある。市町別の電動カート利用割合は、河内長野市が 51.9%、王寺町が 26.4% と河内長野市の方が高かった。河内長野市の対象者は王寺町対象者と比較し年齢構成が高く、より高齢な者で電動カート利用割合が高いこと示している先行研究^{12,13)} を支持している。内閣府の高齢社会対策総合調査¹⁹⁾ によると、65 歳以上高齢者の外出時の移動手段について、上位から順に徒歩：50.1%、自分で運転する自動車：46.6%、家族などの運転する自動車：27.1%、電車・地下鉄：21.0%、バス・路面電車：20.5%、自転車：19.5%、タクシー：11.9% と並んでいる。この度の電動カート利用割合は運行地域内の 39.9% であり、本対象地域において第 3 位にまで位置する重要な移動手段となっている可能性がある。

最大 9～12 年間追跡研究で交通機関利用者の健康指標が非利用者と比較し良好と示されている^{2,5)}。一方、1 年後に評価した本研究では電動カート利用の有無によるリスク点数に差を生じなかった。また、電動カート利用有無ではないが、要支援・要介

表1 分析対象者のベースラインの基本属性

	全対象 ($n = 726$)				河内長野市 ($n = 385$)				王寺町 ($n = 341$)			
	電動カート非利用群*1		電動カート利用群*2		電動カート非利用群*1		電動カート利用群*2		電動カート非利用群*1		電動カート利用群*2	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
全対象	403	100.0	290	100.0	169	100.0	200	100.0	234	100.0	90	100.0
性												
男性	194	48.1	98	33.8	75	44.4	67	33.5	119	50.9	31	34.4
女性	209	51.9	192	66.2	94	55.6	133	66.5	115	49.1	59	65.6
年齢												
65-69歳	112	27.8	34	11.7	27	16.0	20	10.0	85	36.3	14	15.6
70-74歳	139	34.5	76	26.2	45	26.6	39	19.5	94	40.2	37	41.1
75-79歳	74	18.4	81	27.9	41	24.3	60	30.0	33	14.1	21	23.3
80-84歳	64	15.9	71	24.5	45	26.6	61	30.5	19	8.1	10	11.1
85歳以上	14	3.5	28	9.7	11	6.5	20	10.0	3	1.3	8	8.9
教育歴												
10年未満	24	6.0	14	4.8	12	7.1	10	5.0	12	5.1	4	4.4
10-12年	162	40.2	137	47.2	68	40.2	87	43.5	94	40.2	50	55.6
13年以上	211	52.4	135	46.6	87	51.5	99	49.5	124	53.0	36	40.0
就業状況												
欠損	6	1.5	4	1.4	2	1.2	4	2.0	4	1.7	0	0.0
就労あり	101	25.1	32	11.0	31	18.3	21	10.5	70	29.9	11	12.2
退職した	261	64.8	216	74.5	120	71.0	150	75.0	141	60.3	66	73.3
就労したことがない	38	9.4	34	11.7	17	10.1	23	11.5	21	9.0	11	12.2
経済状況												
欠損	3	0.7	8	2.8	1	0.6	6	3.0	2	0.9	2	2.2
苦しい	28	6.9	25	8.6	11	6.5	16	8.0	17	7.3	9	10.0
普通	210	52.1	152	52.4	90	53.3	110	55.0	120	51.3	42	46.7
ゆとりあり	164	40.7	110	37.9	67	39.6	72	36.0	97	41.5	38	42.2
同居の有無												
欠損	1	0.2	3	1.0	1	0.6	2	1.0	0	0.0	1	1.1
同居	357	88.6	244	84.1	145	85.8	166	83.0	212	90.6	78	86.7
独居	46	11.4	45	15.5	24	14.2	33	16.5	22	9.4	12	13.3
婚姻状況												
欠損	0	0.0	1	0.3	0	0.0	1	0.5	0	0.0	0	0.0
婚姻あり	348	86.4	221	76.2	141	83.4	151	75.5	207	88.5	70	77.8
婚姻していない	55	13.6	67	23.1	28	16.6	47	23.5	27	11.5	20	22.2
日常生活動作												
欠損	0	0.0	2	0.7	0	0.0	2	1.0	0	0.0	0	0.0
自立	392	97.3	270	93.1	163	96.4	186	93.0	229	97.9	84	93.3
介護が必要だが受けていない	2	0.5	9	3.1	2	1.2	7	3.5	0	0.0	2	2.2
要介護	3	0.7	4	1.4	0	0.0	3	1.5	3	1.3	1	1.1
欠損	6	1.5	7	2.4	4	2.4	4	2.0	2	0.9	3	3.3
要支援・要介護リスク評価尺度点数*3 (平均/標準偏差)	13.3	8.3	17.9	8.3	16.1	8.3	18.8	8.1	11.3	7.8	16.0	8.4

*1電動カート利用有無は1年後の住民アンケート結果より抽出した。

*2年数回以上と回答した者を利用群とした。

*3要支援・要介護リスク評価尺度の構成項目の欠損者は集計から除外した。
電動カート利用の質問欠損者 ($n = 33$) は割愛した。

表2 1年後の要支援・要介護リスク評価尺度点数と電動カート利用有無および電動カートきっかけとした外出, 社会的行動, ポジティブ感情増加の関連

	電動カート利用*1	利用群	全対象 (n = 726)				河内長野市 (n = 385)				王寺町 (n = 341)			
			95% 信頼区間				95% 信頼区間				95% 信頼区間			
			B	下限	上限	P	B	下限	上限	P	B	下限	上限	P
電動カート利用*1		利用群	0.11	-0.40	0.63	0.668	0.15	-0.49	0.80	0.642	-0.23	-1.10	0.64	0.602
電動カートきっかけとした主観的指標の変化*2														
外出		外出先が増えた	0.04	-0.74	0.82	0.922	0.02	-0.81	0.86	0.962	-1.08	-3.26	1.11	0.333
		行動範囲が増えた	0.34	-0.47	1.15	0.406	0.49	-0.38	1.36	0.271	-1.15	-3.31	1.01	0.295
		歩く機会が増えた	0.13	-0.68	0.94	0.754	0.24	-0.66	1.14	0.598	-0.61	-2.32	1.09	0.480
社会的行動		家族以外の人と話す機会が増えた	-0.33	-0.99	0.33	0.328	-0.25	-1.00	0.50	0.512	-1.13	-2.45	0.19	0.092
		家族と話す機会が増えた	0.49	-0.28	1.26	0.210	0.59	-0.27	1.44	0.176	-0.52	-2.21	1.16	0.541
		助け合いの機会が増えた	-0.03	-0.84	0.79	0.948	0.15	-0.77	1.07	0.746	-1.05	-2.77	0.66	0.228
		地域活動に参加する機会が増えた	-0.28	-1.37	0.81	0.609	0.38	-0.96	1.72	0.576	-1.37	-3.21	0.47	0.145
		どなたかと食事する機会が増えた	-0.10	-1.59	1.40	0.897	0.29	-1.44	2.01	0.744	-0.94	-3.77	1.89	0.515
ポジティブ感情		日常生活における楽しみが増えた	-0.05	-0.73	0.64	0.895	0.39	-0.38	1.16	0.320	-1.78	-3.21	-0.35	0.015
		気持ちが明るくなる機会が増えた	-0.19	-0.88	0.49	0.585	0.19	-0.60	0.99	0.630	-1.51	-2.87	-0.15	0.030
		声を出して笑う機会が増えた	-0.40	-1.16	0.37	0.312	-0.23	-1.10	0.65	0.611	-1.32	-2.90	0.27	0.104
		生きがいを感ずる機会が増えた	0.03	-0.74	0.80	0.941	0.51	-0.35	1.38	0.244	-1.91	-3.53	-0.30	0.021

*1参照群は電動カート非利用群とした。

*2参照群は「増えた(電動カート関係なし)」, 「どちらでもない」, 「減った」のいずれかに回答した者とした。

B: 非標準化係数

説明変数ごとに個別に検定を実施した。

ベースラインの要支援・要介護リスク評価尺度点数, 性, 教育歴, 主観的経済状況, 就労, 日常生活活動, 婚姻状況, 同居の有無を調整した。

欠損値は多重代入法で補完した (m = 200)。

1年後調査で取得した要支援・要介護リスク評価尺度の年齢の点数はベースラインの値を用いた。

護リスク評価尺度を用いた研究では月1回～週1回の2時間／回程度の身体活動を含むプログラム参加者と非参加者を比較し、リスク点数に1年間の観察期間で差が生じたと報告されている²⁰⁾。本研究の電動カートの利用は1回数時間単位で実施する身体活動プログラムと比較し活動強度が低いため、利用群と非利用群での差を検出するためにはより長期間の追跡期間が必要な可能性がある。

一方、本研究のポジティブ感情増加者は、10.7～14.7%であり2か月の実証試験結果¹²⁾である4.8～7.7%の約2倍となっていた。本研究結果より、主観的指標が改善した者の81.5～98.7%は電動カート利用者であり、河内長野市で主観的指標改善者が多いことも電動カート利用割合が高いことと一致する。ただし、電動カート走行中に利用者と非利用者が挨拶をするなどの事例も確認されており、電動カート導入による周囲の変化を通じて非利用者も間接的に主観的指標改善が得られた可能性がある。非利用者の主観的指標改善も報告^{12,13)}されており、先行研究を支持した。

王寺町の電動カートをきっかけにポジティブ感情が増加したと回答した者では、そうでない者と比較し、要介護リスクが低減していた。これまでにポジティブ感情が良好な者はそうでない者と比較して要介護リスクが低いことが示され^{21,22)}、本研究結果もそれを支持した。リスク点数の下位項目を目的変数とした追加解析では、預貯金の出し入れについて有意な改善を示しただけでなくそのほかの生活活動、身体能力についても改善方向を示していた。電動カートをきっかけとした生活活動の拡大が身体能力の改善にもつながっていた可能性がある。ポジティブ感情が要介護リスク低減に関連するメカニズムとしては、ストレスホルモンの抑制などの生理的プロセスの調整、交流などの社会的関係の維持、健康行動の促進という複合的な経路によって説明されると考えられている²³⁾。加えて、統計学的な有意差は認めなかったものの王寺町の外出、社会的行動の点推定値はいずれもリスク点数改善の方向を向いていた。本研究で扱っている外出や地域活動参加などの社会的行動と要介護認定発生の関連は先行研究で示されており⁶⁾、それを支持している。

しかし、本研究では2市町を対象としたが、河内長野市ではポジティブ感情と要介護リスクの関連を認めなかった。この相違には河内長野市の運行停止が関与している可能性がある。王寺町では1年後調査時も運行継続していたが、河内長野市では運行停止していた。1年後調査では、主観的指標とリスク点数を同時期に聴取したが、リスク点数は生活機能

の実態を反映するため環境変化に即時的に応答しやすい一方、主観的指標は心理的側面に関わるため短期的変動を必ずしも捉えない可能性がある。このため、河内長野市では主観的指標が改善していた者でリスク点数が正の値を示した可能性がある。公共交通の運賃値上げや運行本数の減便などのサービス減少の影響を予測した研究では、要介護リスクと関連する身体活動量の低減が示され²⁴⁾、本研究結果とも整合する。

本リスク点数の結果から、その後6年間の介護給付費の試算が可能である²⁵⁾。斉藤らは地域在住高齢者を対象に、リスク点数1点高くなるごとにその後6年間の累積介護給付費が3.16万円高いと報告²⁵⁾している。これに基づきリスク点数に差が生じた指標について、該当者数(人)×リスク点数差(点)×3.16(万円)とし、6年間の累積介護給付費の試算を行った。すると、今後6年間で王寺町の日常生活における楽しみが増えた、気持ちが明るくなる機会が増えた、生きがいを感じる機会が増えた者では、そうでない者と比較してそれぞれ－140.7万円、－128.9万円、－114.7万円低減と推定された。公共交通は財政的に課題となり路線継続が困難となることがあるが²⁶⁾、交通機関の撤退によって介護給付費増加の可能性が報告²⁷⁾されている。本研究では電動カート導入によって介護給付費が低減する可能性を示した。

本研究の強みは、電動カート利用群および非利用群を1年単位という長期追跡した初めての研究であり、電動カートが移動支援のみならず介護予防の可能性を示したことである。一方、以下のような限界もある。第1に対象地域は限られており、一般化可能性を検証できていない。しかし、本研究とは異なる電動カートの実証試験を行った地域においても電動カートをきっかけにポジティブ感情増加者が存在するという点は確認されている^{12,13)}。第2にポジティブ感情については、ベースライン時点の基本属性については調整しているが、追跡時点での調査した結果を用いているのでポジティブ感情が増加したからリスク点数が改善したという時間的前後関係までは確認できていない。第3に本研究対象者は調査回答者に限られている。調査未回答者ほど、死亡発生率が高いという報告がある²⁸⁾。未回答者ほどポジティブ感情を抱く者が少なく、リスク点数が悪化しやすい者が多いと考えられるため、本研究結果は過小評価している可能性がある。

V 結 語

電動カート利用および電動カートをきっかけとし

た主観的指標の変化と1年後の要介護リスクとの関連を検証した。電動カートは移動支援のみならずポジティブ感情を生み出すという所見に再現性が確認され、電動カートを通じてポジティブ感情が主観的に改善した高齢者の介護予防にも寄与する可能性も新たに明らかとなった。

本研究は、ヤマハ発動機株式会社からの共同研究費、国立研究開発法人科学技術振興機構（JPMJOP1831）、JSPS 科研（JP23H00060）からの研究助成を受け、実施した。日本福祉大学は千葉大学とヤマハ発動機株式会社の共同研究契約に基づき、千葉大学と研究委託契約を締結し研究費を得ている。本研究にご協力いただきました河内長野市、王寺町の皆さまに厚く御礼申し上げます。

著者のうち、渡邊良太と斉藤雅茂は千葉大学より研究費を得ており、近藤克則はヤマハ発動機株式会社より研究費を得ていることをCOIとして開示する。

Supporting Information

Supplemental online material is available on J-STAGE.

URL: <https://doi.org/10.11236/jph.25-001>

（ 受付 2025. 1.11
採用 2025. 6. 6
J-STAGE 早期公開 2025. 8.22 ）

文 献

- 1) 国土交通省. 令和3年度 全国都市交通特性調査. 2022. https://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/2021npt.html (2024年10月22日アクセス可能).
- 2) Rouxel P, Webb E, Chandola T. Does public transport use prevent declines in walking speed among older adults living in England? A prospective cohort study. *BMJ Open* 2017; 7: e017702.
- 3) Laverty AA, Webb E, Vamos EP, et al. Associations of increases in public transport use with physical activity and adiposity in older adults. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2018; 15: 31.
- 4) Chiatti C, Westerlund Y, Ståhl A. Access to public mobility services and health in old age: a cross-sectional study in three Swedish cities. *J Transp Health* 2017; 7: 218–226.
- 5) Reinhard E, Courtin E, van Lenthe FJ, et al. Public transport policy, social engagement and mental health in older age: a quasi-experimental evaluation of free bus passes in England. *J Epidemiol Community Health* 2018; 72: 361–368.
- 6) 平井 寛, 近藤克則, 尾島俊之, 他. 地域在住高齢者の要介護認定のリスク要因の検討 AGES プロジェクト3年間の追跡研究. *日本公衆衛生雑誌* 2009; 56: 501–512.
- 7) 国土交通省. グリーンスローモビリティ. https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_fr_000139.html (2024年10月22日アクセス可能).
- 8) 国土交通省. グリーンスローモビリティ走行実績一覧. <https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/content/001631197.pdf> (2024年10月22日アクセス可能).
- 9) 平野里奈, 土井健司, 葉 健人, 他. グリーンスローモビリティの社会的価値の分析. *IATSS Review* (国際交通安全学会誌) 2022; 46: 231–240.
- 10) 国土交通省. グリーンスローモビリティの導入と活用のための手引き. 2021. <https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/content/001405966.pdf> (2024年10月22日アクセス可能).
- 11) 鎌田 実. グリーンスローモビリティ（グリスロ）のさらなる発展に向けて. <https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/content/001405967.pdf> (2024年10月22日アクセス可能).
- 12) 田村元樹, 井手一茂, 花里真道, 他. 地域在住高齢者におけるグリーンスローモビリティ導入による外出, 社会的行動, ポジティブ感情を感じる機会の主観的变化. *老年社会科学* 2023; 45: 225–238.
- 13) 渡邊良太, 斉藤雅茂, 宮國康弘, 他. ニュータウンにおけるグリーンスローモビリティの試行導入: 7週間の実証試験. *日本公衆衛生雑誌* 2024; 71: 624–636.
- 14) 政府統計の窓口. 令和2年国勢調査. 2022. <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200521&tstat=000001136464&cycle=0&tclass1=000001136472&tclass2=000001159881&tclass3val=0> (2024年10月22日アクセス可能).
- 15) Tsuji T, Kondo K, Kondo N, et al. Development of a risk assessment scale predicting incident functional disability among older people: Japan Gerontological Evaluation Study. *Geriatr Gerontol Int* 2018; 18: 1433–1438.
- 16) Watanabe R, Tsuji T, Ide K, et al. Predictive validity of the modified Kihon Checklist for the incidence of functional disability among older people: a 3-year cohort study from the JAGES. *Geriatr Gerontol Int* 2022; 22: 667–674.
- 17) 松崎英章, 辻 大士, 陳 涛, 他. 要支援・要介護リスク評価尺度における追跡9年間の要支援・要介護認定リスクに対するカットオフ値の検討. *日本公衆衛生雑誌* 2024; 71: 466–473.
- 18) Lee KJ, Carlin JB. Multiple imputation for missing data: fully conditional specification versus multivariate normal imputation. *Am J Epidemiol* 2010; 171: 624–632.
- 19) 内閣府. 令和5年度 高齢社会対策総合調査 (高齢

- 者の住宅と生活環境に関する調査)の結果. https://www8.cao.go.jp/kourei/ishiki/r05/zentai/pdf_index.html (2024年10月22日アクセス可能).
- 20) 阿部紀之, 井手一茂, 辻 大士, 他. 狭義の通いの場への1年間の参加による介護予防効果: JAGES 松戸プロジェクト縦断研究. 総合リハビリテーション 2022; 50: 61–67.
- 21) Hirosaki M, Ishimoto Y, Kasahara Y, et al. Positive affect as a predictor of lower risk of functional decline in community-dwelling elderly in Japan. *Geriatr Gerontol Int* 2013; 13: 1051–1058.
- 22) Mori K, Kaiho Y, Tomata Y, et al. Sense of life worth living (ikigai) and incident functional disability in elderly Japanese: The Tsurugaya Project. *J Psychosom Res* 2017; 95: 62–67.
- 23) Steptoe A, de Oliveira C, Demakakos P, et al. Enjoyment of life and declining physical function at older ages: a longitudinal cohort study. *CMAJ* 2014; 186: E150–E156.
- 24) James P, Ito K, Buonocore JJ, et al. A health impact assessment of proposed public transportation service cuts and fare increases in Boston, Massachusetts (U.S.A.). *Int J Environ Res Public Health* 2014; 11: 8010–8024.
- 25) 齊藤雅茂, 辻 大士, 藤田欽也, 他. 要支援・要介護リスク評価尺度点数別の累積介護サービス給付費介護保険給付実績の6年間の追跡調査より. 日本公衆衛生雑誌 2021; 68: 743–752.
- 26) 総務省行政評価局. 地域公共交通の確保等に関する実態調査. 2022. https://www.soumu.go.jp/main_content/000789182.pdf (2024年10月22日アクセス可能).
- 27) 平井 寛. 地域公共交通サービスの維持と高齢者の健康. 自治総研 2019; 45: 24–43.
- 28) Tolonen H, Laatikainen T, Helakorpi S, et al. Marital status, educational level and household income explain part of the excess mortality of survey non-respondents. *Eur J Epidemiol* 2010; 25: 69–76.
-

Association between subjective change and risk of disability in older adults following the introduction of electric-powered carts: A one-year longitudinal study

Ryota WATANABE^{*2*,3*}, Masashige SAITO^{*4*}, Shuhei KOBAYASHI^{2*},
Kazushige IDE^{2*}, Masaki FUKUSADA^{*} and Katsunori KONDO^{2*}

Key words : promotion of outings, mobility support, green slow mobility, long-term care prevention

Objective The Ministry of Land, Infrastructure, Transport, and Tourism of Japan has recently been promoting the adoption of green (i.e., electric-powered) slow mobility carts, which can operate on public roads at speeds <20 km/h. A two-month trial of electric-powered cart services showed improvements in subjective indicators such as social interaction among older adults, with potential long-term benefits related to preventing the eventual need for long-term care (LTC). This study investigated whether the risk of requiring LTC decreased one year after the introduction and use of electric-powered carts in older adults whose subjective indicators improved following the introduction of the service.

Methods Electric-powered cart services were introduced in Kawachinagano City (Osaka Prefecture) and Oji Town (Nara Prefecture), beginning in July–August of 2022. Our analysis included 726 adults aged ≥65 years (385 from Kawachinagano City and 341 from Oji Town) who provided valid responses to a self-administered postal survey conducted at the baseline (i.e., when the program was introduced), as well as at a follow-up one year later. At the follow-up, operations had concluded in Kawachinagano City, but continued in Oji Town. LTC risk at the one-year follow-up was assessed using the LTC risk assessment scale, with higher scores indicating a greater risk. The explanatory variables included electric-powered cart usage (defined as cart usage several times per year or more) and changes in subjective indicators prompted by cart usage. The subjective indicators assessed were outings (three items), social activities (five items), and positive emotions (four items). Covariates included sex, LTC risk score, educational background, subjective economic status, employment, activities of daily living, marital status, and cohabitation at the baseline survey. Missing data were handled using multiple imputations ($m = 200$). Linear regression analysis was used to calculate the coefficients (B).

Results Of the total respondents, 290 (39.9%) reported using the electric carts. Electric-powered cart use was not significantly associated with LTC risk ($B = 0.11$, 95% confidence interval [CI]: -0.40 to 0.63). No significant associations were found between changes in subjective indicators and LTC risk across the overall cohort. However, in Oji Town, older adults who reported increase in positive emotions such as enjoyment of daily life (-1.78 , -3.21 to -0.35), feeling uplifted (-1.51 , -2.87 to -0.15), and finding life more meaningful (-1.91 , -3.53 to -0.30) showed significant reductions in LTC risk.

Conclusion While no overall association was found between electric-powered cart usage and LTC risk, certain positive emotional changes reported in the respondents from Oji Town were associated with reduced LTC risk. These findings suggest that electric-powered carts may contribute not only to mobility support but also to LTC prevention, by fostering positive emotions among older adults.

* Center for Well-being Society, Nihon Fukushi University

^{2*} Center for Preventive Medical Sciences, Chiba University

^{3*} Faculty of Health and Medical Sciences, Aichi Shukutoku University

^{4*} Faculty of Social Welfare, Nihon Fukushi University