

# 地域在住者のパネルデータを用いた健康状態の変化と利用交通手段の関係

柳原 崇男<sup>1</sup>・木澤 成紀<sup>2</sup>・伊勢 昇<sup>3</sup>・北川 博巳<sup>4</sup>

<sup>1</sup>正会員 近畿大学准教授 理工学部社会環境工学科 (〒577-8502 東大阪市小若江3-4-1)

E-mail: tyanagihara@civileng.kindai.ac.jp

<sup>2</sup>非会員 近畿大学 理工学部社会環境工学科 (〒577-8502 東大阪市小若江3-4-1)

<sup>3</sup>正会員 和歌山工業高等専門学校准教授 環境都市工学科 (〒644-0023 和歌山県御坊市名田町野島77)

E-mail: ise@wakayama.kosen-ac.jp

<sup>4</sup>正会員 近畿大学准教授 総合社会学部環境・まちづくり系専攻 (〒577-8502 東大阪市小若江3-4-1)

E-mail: h\_kitagawa@socio.kindai.ac.jp

近年、我が国の総人口は減少傾向にある一方、65歳以上の高齢者人口は増加傾向にある。交通行動と健康に関する既往研究では、公共交通を利用すると歩行量が多く、健康への貢献があるとしている。本研究では、ワンマイルを埋める地域公共交通に着目し、公共交通利用が健康状態に与える影響についての基礎的データを得ることを目的とする。その結果、利用交通手段と歩行量の関係では、公共交通の利用が1日平均歩数に影響を与えており、自動車の利用に比べ優位に歩数が増加していた。現在の利用交通手段と健康状態の変化の関係では、地域公共交通の乗り合いタクシー利用が膝下伸展力の両足と、外転筋力の低下に影響を与えており、乗り合いタクシーを利用している人は、下肢筋力の低下が見られた。

**Key Words:** public transportation, shared taxi, transportation and health, steps

## 1. はじめに

日本の高齢化率は増加を続け、2040年には高齢化率35%を超え、特に認知症や要介護状態のリスクの高い75歳以上の人口は、20%を超えると予想されている。また、2019年度の国民医療費は44兆3,895億円と前年に比べ2.3%増加し、年齢階級別に見ると、65歳以上の高齢者の割合が61.0%となっている。そのような中で、厚生労働省では「健康日本21」で、すべての国民がともに支え合い、健康で幸せに暮らせる社会を目標に置き、第一次では個人の生活習慣に着目し、第二次では社会環境の整備に関する必要性を述べている。

特にまちづくりや公共交通政策などの外出支援は、買い物困難の解消や運動、社会参加に寄与すると期待されている。コンパクトシティの形成に取り組む目的の一つに、都市機能や居住を計画的に誘導し、公共交通の利用環境を高め、自動車に依存することなく歩くことを基本とした日常生活が送れる都市構造への転換を目指すことが挙げられている。歩くことによって身体活動量を維持でき、それにより健康増進に効果があることは様々な研究によ

り示されており、医療費や介護費の抑制にも資すると期待されている。

本研究では、現在の利用交通手段が健康状態の変化に与える影響を明らかにすることを目的としている。特に、公共交通利用は、駅やバス停留所までの移動および乗り換えて等において、歩行などの身体活動が伴うことから、自動車利用よりも身体活動量が多いことが報告されている。しかし、継続的に公共交通利用が健康維持にどの程度影響しているかは明らかではない。

本研究では、運賃収入では運行経費を賄うことが出来ない乗り合いタクシーなどのフィーダー輸送を対象としている。これらのフィーダー輸送は、行政の公的負担で維持されているものがほとんどであり、地方自治体による交通事業に関する財源確保も困難な状況にある中、これらの政策が、地域住民の歩行を促し、地域住民への健康への影響を明らかにすることは、今後の地域公共交通の政策においても重要であると考えられる。

## 2. 既往研究と本研究の位置づけ

公共交通利用と歩行量に関しては、公共交通利用は、駅やバス停などへの徒歩移動が伴うことから、歩行に伴う身体活動量が増加すると報告がある<sup>1)~4)</sup>。また、Voss, C et al.<sup>5)</sup>は高齢者を対象に公共交通利用者は非利用者に比べ身体的活動量が多いことを示している。

我が国においては、村田・室町<sup>6)</sup>らは、通勤交通手段とBMIの関係、難波・室町<sup>7)</sup>らは通勤行動、ライフスタイル、歩道整備率などによる都市環境とBMIの検討を行っている。鎌田ら<sup>8)</sup>は、公共交通割引運賃施策が高齢者の歩数に与える影響について分析し、割引施策の「おでかけ定期券」利用者のうち、1日平均歩数が8000歩を超える高齢者は、非定期券利用者に比べ、歩行量が多いことを示している。柳原・服部<sup>9)</sup>は、高齢女性の1日の交通行動と歩行量を調査したところ、公共交通利用は、自動車での移動よりも歩数が増加していることを明らかにした。

公共交通利用と健康の関係に関しては、崔ら<sup>10)</sup>は、公共交通整備が心身の健康状態に間接的に影響を与えているとしている。安東ら<sup>11)</sup>は、交通行動と健康診断結果を用い、活発的な鉄道利用頻度の増加は、大動脈硬化症等の持病リスクを低減する可能性を示唆している。谷本<sup>12)</sup>は、外出手段として公共交通を利用すると、自家用車や家族などによる送迎などの他の外出手段と比べて多様な機能行使するため、健康維持への寄与が期待されるとしている。

実際の医療費データを用いて直接的に、交通施策の医療費抑制効果を分析した研究としては、鎌田ら<sup>13)</sup>は、健康保険の給付情報から公共交通割引運賃施策の医療費抑制効果を算出したところ、年間12日間以上「おでかけ定期券」を利用して、1日4,000歩以上歩く人は医療費が抑制されていることを明らかにしている。Saeles et al.<sup>14)</sup>は、公共交通を週3回以上利用している人は、それ未満の人および公共交通を利用していない人に比べ、医療費は少ないことを明らかにしている。

しかし、これらの研究では、公共交通の利用や公共交通利用促成施策により、歩数の増加や医療費削減効果について述べられているが、フィーダー輸送のような地域のためのワンマイルを埋める地域公共交通について述べているものはなく、また、地域公共交通利用における歩行増加量を計測している研究もない。そこで、本研究では、ワンマイルを埋める地域公共交通に着目し、公共交通利用が健康状態に与える影響についての基礎的データを得ることを目的とする。

### 3. 調査概要

#### (1) 歩数調査の方法

「歩数調査のガイドライン」では、5つの歩行量の調

査方法を提示している。その5つは、パーソントリップ調査、プローブパーソン調査、歩数計と行動日誌による調査、歩数計による調査、身体活動量として歩行時間を把握するアンケート調査である。それぞれの調査方法には、メリット・デメリットがあり、最適な調査方法は決められていない。本研究では、地域公共交通利用における歩行増加量を計測するため、実質的な歩数量を計測し、かつ交通行動以外の歩いるも数を除外する必要性を考慮し、歩数計と行動日誌による調査をすることとした。この調査のデメリットとしては、毎日の行動日誌を被験者に記入してもらう必要があり、負担が大きく、モニター調査となり、サンプルに偏りの生じる可能性がある。

調査としては、地域に居住している方を対象に、約4週間、毎日、外出時の歩行量を調査した。またそれに伴い、外出時の外出場所、外出目的、交通手段、外出時間について記述してもらった。毎日の通勤行動のない高齢者の外出は、天候などの影響を受けやすく、年間歩数を80%の信頼性で見積もるためには、男性で25日間、女性で8日間、90%の信頼性だと男性で105日間、女性で37日間連続でのデータ収集が必要だと言われているが<sup>15)</sup>、長期的に歩行量を測定することは被験者への負担が大きくなると考え、被験者には約4週間程度の調査を依頼した。

日常的に散歩をしていた被験者に対しては、調査期間後の1週間、散歩時のみの歩数記録を依頼し、散歩時の歩行量とその時間から散歩時の歩行速度を算出した。本研究では、1日のトータル歩数しか把握できないため、1日の行動の中で、散歩による歩数量への影響が大きくなる可能性があり、散歩時の歩行量を除く必要がある。

調査概要を以下に示す。

- ・対象地域：大阪府河内長野市楠ヶ丘地区
- ・期間：2020～2022年、各年の11月～12月
- ・被験者：楠ヶ丘地区に居住している人
  - 2020年：男性8名、女性13名、うち高齢男性5名、高齢女性5名
  - 2021年：男性7名、女性13名、うち高齢男性4名、高齢女性5名
  - 2022年：男性6名、女性14名、うち高齢男性3名、高齢女性7名
- 3カ年継続者：男性6名、女性11名、うち高齢男性3名、女性高齢者7名
- ・調査項目：
  - [1] 一日の活動記録(毎日)  
被験者に毎日の行動について記述してもらった。
  - [2] 歩行量(毎日)

歩数計を渡し1週間に1度程度自宅に伺い、1週間分のデータを回収した。機器は、ヤマサ歩数計(TH-300W)を使用した。また、本研究では、交通手段別の歩行量を明らかにするため、歩行量は外出時のみの歩行量であり、自

宅内歩数は計測していない。

[3] SF-36 v2

今回の被験者がどのような健康状態で、交通行動で差があるのかを把握するため、SF-36 v2で健康状態を測定した。SF-36 v2とは、世界で最も広く使われている自己報告式の健康状態調査票である。特定の疾患や症状などに特有な健康状態ではなく、包括的な健康概念を「身体機能」、「日常役割機能(身体)」、「体の痛み」、「全体的健康感」、「活力」、「社会生活機能」、「日常役割機能(精神)」、「心の健康」の8つの領域において測定するように組み立てられているもので、領域ごとに100点満点で評価するものである。本研究においては、8つの領域を「身体的側面」、「精神的側面」、「役割/社会的側面」の3つのコンポーネント・スコアで評価した。

[4] フレイル計測

フレイルとは、健康な状態と要介護状態の中間に位置し身体的機能の低下がみられる状態を指す。本研究では、「2ステップテスト」、「膝下伸展力(両足)」、「内転筋力」、「外転筋力」で評価した。

(2) 調査地区の概要

本研究の被験者居住地域は、大阪府河内長野市楠ヶ丘地区である。楠ヶ丘地区は南海電気鉄道三日市町駅から西北西に約1kmの丘陵地に位置する郊外型のニュータウンである。高度経済成長期の1965年前後から丘陵部に住宅地域が造成され、2019年現在、997世帯2345人が生活しており、65歳以上の高齢者は806人、高齢化率は34.4%である。楠ヶ丘地区内を運行する公共交通はタクシーを除き、公共交通不便地域であった同地区では、2013年度から地域・民間タクシー事業者・河内長野市の3者協働の取り組みのもと、地域主体の乗り合いタクシー「くすまる」が運行している。地区内の停留所は7箇所、運行時



し  
※国土地理院発行の2万5千分の1地形図を一部変更したものである。  
凡例 ー：バス路線 □・△：くすまるのバス停 (△：降車のみ)

図-1 対象地区の概略図

間は8時半から18時半、30分に1本の運行間隔である。買い物場所としては、地区内にスーパー等はなく、最も近いスーパーは楠ヶ丘地区から約1.0~1.5km離れたところにあり、周辺にはもう一つのスーパーと2つのコンビニエンスストア、南海電気鉄道三日市町駅がある。楠ヶ丘地区内と同駅は上記のくすまるで結ばれている。病院は地区内にはなく、この地区の高齢者の主な通院箇所は、南海電気鉄道三日市町駅付近にある9箇所の病院である。

三日市町駅周辺は、河内長野市立地適正化計画の中で、都市機能誘導区域に設定され、乗り合いタクシー「くすまる」は、楠ヶ丘地区と拠点を結ぶ交通であり、かつ鉄道へのフィーダー交通を担っている。

4. 調査結果

(1) 高齢者の交通行動と歩行量の関係

図-1 は、2022 年の高齢者の外出時における散歩時の歩行量を除いた交通行動別の平均歩行量である。公共交通利用日、自動車・バイク利用日、公共交通及び自動車・バイク利用日、徒歩移動のみに分類した。その結果、公共交通利用日は約 10,000 歩/日歩いており、自動車・バイク利用日の約 3,000 歩と比べて、有意に歩数が増加していることがわかる。また、公共交通と自動車をともに利用した日も 7,000 歩以上歩いており、公共交通の利用があると歩数が増えることがわかる。分析には、クラスカル・ウォリス検定を用い、下位検定にはステイール・ドゥワス検定を行った。

(2) 現在の利用交通手段と健康状態の変化

図 - 2, 3 は 2020 年から 2022 年の 3 年分のデータを得ることができた高齢者 10 名の SF-36 およびフレイル計測で得られた経年変化の平均値を示したものである。筋力は維持または低下傾向にあることが分かる。SF-36 については、コロナ禍であったということも、ややばらついた結果となっているが、2020 年と 2022 年を比べると、役割/社会的側面以外は、得点がやや減少している。

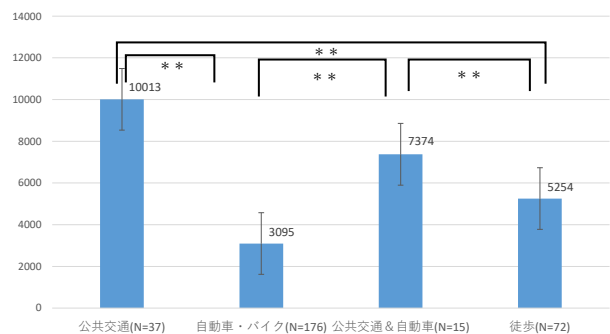


図-2 高齢者の利用交通手段別平均歩行量 (2022 年データ)

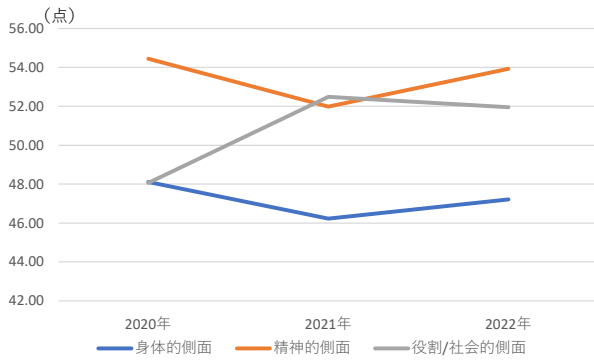


図-3 高齢者のSF-36の経年変化

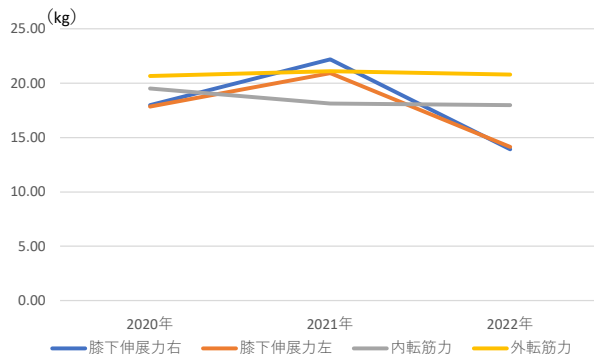


図-4 高齢者のフレイル計測の経年変化

次に、このような変化に対し、現在の交通手段の選択が健康状態に影響を与えているかを明らかにするためSF-36 およびフレイル計測の計測結果と各被験者の手段トリップ数で重回帰分析を行う。データは、2020年から2022年の3年分のデータを得ることができた対象者非高齢者を含む(20歳代被験者除く、平均年齢67.8歳)16名を対象とする。目的変数は、各個人の健康状態の変化(2022年データ値-2020年データ値)とし、説明変数は、2022年の各交通手段の利用の有無とした。この分析により、現在利用している交通手段の選択が健康状態に影響しているか知ることができる。

その結果を表-1に示す。その結果、膝下伸展力(右、左足)、外転筋力に対して、乗り合いタクシー利用が有意な説明変数となった。係数はマイナスとなっているため、乗り合いタクシー(くすまる)の利用が筋力低下に影響を与えていることが分かった。これらは、後述の分析と関係するが、筋力低下傾向にある人が乗り合いタクシーを利用していると考えられる。

次に現在の利用交通手段を選択の選択が、健康状態の変化に影響を与えているかを明らかにするため、その交通手段の利用割合(各被験者が期間中に使った全交通手段に対する各交通手段の割合)と経年によるSF-36、フレイル計測値の変化の差を比較した。今回の分析では、各被験者の利用交通手段を鑑み、公共交通の利用割合は

表-1 健康状態の変化に影響を与える現在の利用交通手段

	SF-36					
	身体的側面		精神的側面		役割/社会的側面	
	標準偏回帰係数	P値	標準偏回帰係数	P値	標準偏回帰係数	P値
鉄道	0.200	0.596	-0.403	0.235	-0.440	0.216
バス	-0.051	0.905	-0.516	0.187	0.023	0.952
乗り合いタクシー	-0.122	0.712	0.159	0.585	0.219	0.472
自動車	0.417	0.232	-0.257	0.390	-0.438	0.174
自転車	-0.350	0.288	0.321	0.267	0.353	0.244
徒歩	0.047	0.893	0.045	0.883	0.239	0.462
R <sup>2</sup>	0.244		0.422		0.369	

	フレイル計測									
	2ステップテスト		膝下伸展力右		膝下伸展力左		内転筋力		外転筋力	
	標準偏回帰係数	P値	標準偏回帰係数	P値	標準偏回帰係数	P値	標準偏回帰係数	P値	標準偏回帰係数	P値
鉄道	0.299	0.569	0.150	0.664	-0.228	0.492	0.205	0.493	-0.149	0.677
バス	-0.459	0.546	0.957 <sup>+</sup>	0.091	0.472	0.335	-0.116	0.786	0.783	0.163
乗り合いタクシー	0.632	0.317	-1.292 <sup>*</sup>	0.015	-0.958 <sup>*</sup>	0.039	-0.66 <sup>+</sup>	0.089	-1.081 <sup>*</sup>	0.034
自動車	0.194	0.628	-0.007	0.977	-0.081	0.747	-0.396	0.116	0.173	0.533
自転車	0.063	0.876	0.122	0.650	0.464	0.104	-0.356	0.155	-0.156	0.577
徒歩	-0.189	0.637	-0.058	0.826	0.009	0.970	-0.338	0.169	-0.473	0.120
R <sup>2</sup>	0.36		0.72		0.75		0.79		0.70	

\* : P<0.05, + : P<0.1

表-2 現在の利用交通手段の利用割合と外出データ

	公共交通利用割合 15%以上(n=3)	公共交通利用割合 15%未満(n=13)	自動車利用割合 60%以上(n=7)	自動車利用割合 60%未満(n=9)
	年齢	68.0	67.7	68.9
外出日数 (30日中)	28.3	26.0	25.1	27.4
平均歩数 (歩/日)	9258.3	5119.5	4420.4	7042.9
目的トリップ数	135.3	87.2	71.6	115.3

表-3 公共交通の利用割合と健康状態の変化

	SF-36		P値
	公共交通利用割合 15%以上 (n=3)	公共交通利用割合 15%未満(n=13)	
身体的側面	-7.35	0.32	0.07 <sup>+</sup>
精神的側面	-4.08	1.73	0.08 <sup>+</sup>
役割/社会的側面	11.78	2.86	0.02 <sup>*</sup>

	フレイル計測		P値
	公共交通利用割合 15%以上 (n=2)	公共交通15%利用 割合未満(n=11)	
2ステップ	2.50	-2.82	0.39
膝下伸展力(左右)	-5.90	-3.45	0.18
内転・外転筋力	-3.75	0.91	0.00 <sup>**</sup>

\*\* : P<0.01, \* : P<0.05, + : P<0.1

15%、自動車の利用割合は60%で分類した。表-2は現在の利用交通手段の利用割合と外出データを示したものである。公共交通の利用割合が15%以上の人は、未満の人に比べ、1日の歩数が多く、調査期間中の目的トリップ数の平均も多い。一方、自動車利用割合が60%以上の

表4 自動車の利用割合と健康状態の変化

SF-36			
	自動車利用割合 60%以上(n=7)	自動車利用割合 60%未満(n=9)	P値
身体的側面	-0.28	-1.77	0.30
精神的側面	2.04	-0.44	0.30
役割/社会的側面	-1.49	9.21	0.04*
フレイル計測			
	自動車利用割合 60%以上(n=6)	自動車利用割合 60%未満(n=7)	P値
2ステップ	-0.67	-3.14	0.43
膝下伸展力(左 右)	-5.38	-2.51	0.15
内転・外転筋力	1.46	-0.89	0.05+

\* : P&lt;0.05, + : P&lt;0.1

人は、先ほどの公共交通利用割合の逆の関係に近く、歩数および目的トリップ数が少ない。

表-3, 4 は被験者の現在の利用交通手段と健康状態を比較した表である。それぞれ表の値は(2022 の値-2020 の値)の値を示し平均値である、マイナスの値は、健康度合いが 2020 年より低下していることを意味している。

公共交通の利用割合が 15%以上の人、SF-36 では、身体的・精神的側面で、やや 15%未満の人より低く(10%有意傾向)、役割/社会的側面では、5%有意で高い。またフレイル計測においては、15%未満の人に比べ、内転・外転筋力が有意に劣っていた。

自動車の利用割合が 60%以上の人、役割/社会的側面で未満の人に比べ、有意に低く、フレイル計測においては、60%未満の人に比べ、内転・外転筋力がやや高い傾向(10%有意傾向)にあった。

内転・外転筋力に関しては、表-1の重回帰分析の結果と同様、特に筋力が衰えてきている高齢者の乗り合いタクシー利用が影響したと考えられる。役割/社会的側面では、公共交通の利用割合が 15%以上および自動車の利用割合が 60%未満の人が高く、表-2からも目的トリップ数や外出日数が多いことから、活発な社会活動をしている。

## 5. まとめ

本研究では、高齢者の利用交通手段と歩行量の関係、交通手段と健康状態の変化の関係、主な利用交通手段の選択が健康状態の変化に与える影響について明らかにした。

その結果、利用交通手段と歩行量の関係では、公共交通の利用が 1 日平均歩数に影響を与えており、自動車の利用に比べ優位に歩数が増加していた。現在の利用交通手段と健康状態の変化の関係では、地域公共交通の乗り

合いタクシー利用が膝下伸展力の両足と、外転筋力の低下に影響を与えており、乗り合いタクシーを利用している人は、下肢筋力の低下が見られた。

公共交通と自動車の利用割合から見ると、自動車のヘビーユーザーは、そうでない人に比べ、歩行量、目的トリップ数が少ない。また、役割/社会的側面の低く、社会活動は、自動車よりも公共交通を主に利用している人に比べ、活発でないと思われる。

以上より、公共交通利用は、歩行量を増加させ、活発な社会活動に寄与していると考えられる。

しかし、下肢筋力に関しては、自動車の利用割合の高い人の方が良い結果となった。歩行量は少ないため、やや矛盾する結果となった。ただし、本調査のサンプル数が多いことから、サンプル数を増やし、今後も継続して調査する必要がある。

## NOTES

注1) 厚生労働省：国民医療費の概要，<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-iryohi/19/index.html>（最終訪問日 2023 年 3 月 5 日）

注2) 厚生労働省：健康日本 21，[https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryohi/kenkou/kenkouinippon21.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryohi/kenkou/kenkouinippon21.html)（最終訪問日 2023 年 3 月 5 日）

## REFERENCES

- 1) Saelens, B. E., Vernez Moudon, A., Kang, B., Hurvitz, P. M. and Zhou, C.: Relation between higher physical activity and public transit use, *Am. J. Publ. Health*, Vol. 104 (5), pp. 854-859, 2014.
- 2) Besser, L. M. and Dannenberg, A. L.: Walking to public transit: steps to help meet physical activity recommendations, *Am. J. Prev. Med.*, Vol. 29 (4), pp. 273-280, 2005.
- 3) Freeland, A. L., Banerjee, S. N., Dannenberg, A. L. and Wendel, A. M.: Walking associated with public transit: moving toward increased physical activity in the United States, *Am. J. Publ. Health*, Vol. 103 (3), pp. 536-542, 2013.
- 4) Chaix, B., Kestens, Y., Duncan, S., Merrien, C., Thierry, B., Pannier, B., Brondeel, R., Lewin, A., Karusisi, N., Perchoux, C., Thomas, F. and Méline, J.: Active transportation and public transportation use to achieve physical activity recommendations? A combined GPS, accelerometer, and mobility survey study, *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Activ.*, Vol. 11, 124, 2014.
- 5) Voss, C., Sims-Gould, J., Ashe, M. C., McKay, H. A., Pugh, C. and Winters, M.: Public transit use and physical activity in community-dwelling older adults: Combining GPS and accelerometry to assess transportation-related physical activity, *Journal of Transport & Health*, Vol. 3 (2), pp. 191-199, 2016.
- 6) 村田香織, 室町泰徳：個人の通勤交通行動が健康状態に与える影響に関する研究，土木計画学研究・論文集，Vol. 23, pp. 497-504, 2006. [Murata, K. and Muromachi, Y.: The effects of commuting behavior on

- health condition, *Journal of Japan Society of Civil Engineers*, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management), Vol. 23, pp. 497-504, 2006.
- 7) 難波孝太, 室町泰徳: 都市環境が徒歩行動と健康に与える影響に関する研究, 都市計画論文集, No. 42 (3), pp. 925-930, 2007. [Namba, K. and Muromachi, Y.: The effect of built environment on walking behavior and health condition, *City Planning Review - Special Issue, Papers on City Planning*, No. 42 (3), pp. 925-930, 2007.
- 8) 鎌田佑太郎, 松中亮治, 大庭哲治, 中川大: 公共交通運賃割引施策と高齢者の歩数ならびに外出先との関連性分析, 都市計画論文集, 52 巻 3 号, pp. 841-848, 2017. [Kamada, Y., Matsunaka, R., Oba, T. and Nakagawa, D.: Analysis of relationship between reduced fare program, step counts and visited places in older adults, *Journal of City Planning Institute of Japan*, Vol. 52, No. 3, pp. 841-848, 2017.
- 9) 柳原崇男, 服部託夢: 郊外型住宅地における高齢者の交通行動と歩行量に関する研究, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 70, No. 5, pp. I\_1003-I\_1011, 2014. [Yanagihara, T. and Hattori, T.: Physical activity and travel behavior in the elderly at the residential suburb, *Journal of Japan Society of Civil Engineers*, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management), Vol. 70, No. 5, pp. I\_1003-I\_1011, 2014.
- 10) 崔文竹, 森英高, 谷口綾子, 谷口守: 地域環境と心身の健康状態に関する因果分析—BMI と健康関連 QOL 指標に基づく検討—, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 73, No. 5, pp. I\_355-I\_366, 2017. [Sai, B., Mori, H., Taniguchi, A. and Taniguchi, M.: The causal model of linkages among regional environment and physical/mental health - A study based on BMI and health-related QOL, *Journal of Japan Society of Civil Engineers*, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management), Vol. 73, No. 5, pp. I\_355-I\_366, 2017.
- 11) 安東直紀, 糟谷賢一, Jan-dirk Schmoecker, 藤井聡: 健康診断データから見た交通行動と健康に関する地域間比較, 土木計画学研究・講演集, Vol. 47 (CD-ROM), 2013. [Ando, N., Kasuya, K., Schmoecker, J. and Fujii, S.: Regional comparison on the relationship between travel behavior and health condition from the viewpoint of medical exam data, *Proceedings of Infrastructure Planning Japan Society of Civil Engineering*, Vol. 47, 2013.
- 12) 谷本圭志: 地方における高齢者の外出手段と機能的健康の維持に関する実証分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 70, No. 5, pp. I\_395-I\_403, 2014. [Tanimoto, K.: Empirical analysis of elder's functional health and transportation in rural city, *Journal of Japan Society of Civil Engineers*, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management), Vol. 70, No. 5, pp. I\_395-I\_403, 2014.
- 13) 鎌田佑太郎, 松中亮治, 大庭哲治: 健康保険の給付情報を用いた高齢者を対象とする公共交通運賃割引施策による医療費抑制効果の計測, 土木計画学研究・講演集, Vol. 60 (CD-ROM), 2019. [Kamada, Y., Matsunaka, R. and Oba, T.: Estimation of the effects of a reduced fare program on older adults focusing on medical cost reduction using health insurance payment history data, *Proceedings of Infrastructure Planning Japan Society of Civil Engineering*, Vol. 60, 2019.
- 14) Saelens, B. E., Meenan, R. T., Keast, E. M., Frank, L. D., Young, D. R., Kuntz, J. L., Dickerson, J. F. and Fortmann, S. P.: Transit use and health care costs: A cross-sectional analysis, *Journal of Transport & Health*, Vol. 24, 101294, 2022.

## Changes in transportation behavior and health using panel data of people living in the community

Takao YANAGIHARA, Naruki KIZAWA, Noboru ISE and Hiroshi KITAGAWA