

# 高齢者の歩行習慣が健康関連 QOL に及ぼす影響

## —JAGES2019 横断研究—

小牧 靖典<sup>\*1</sup> 齊藤 雅茂<sup>\*2\*3</sup> 平塚 義宗<sup>\*4</sup>  
 近藤 克則<sup>\*5\*6</sup> 中山 徳良<sup>\*7</sup>

### 抄 録

本稿の目的は2つある。第一に高齢者の一日の平均歩行時間が健康に及ぼす影響を逆の因果（内生性）を考慮して明らかにすること、第二に得られた結果の政策的含意を健康政策と都市政策の2つの観点から考察することである。

対象は、日本老年学的評価研究（Japan Gerontological Evaluation Study: JAGES）が2019年に実施した「健康とくらしの調査」に参加した要介護認定を受けていない65歳以上の高齢男性10,058名、女性10,601名である。被説明変数は、EQ-5D-5Lから算出した健康関連QOLスコアを用いた。内生性に対処するため、操作変数法を用いた解析を行った。操作変数として「徒歩圏内（おおむね1キロ以内）にある運動や散歩に適した公園や歩道の多さ」を用いた。その結果、平均歩行時間が30分増えると、健康関連QOLスコアは男性で0.124（0.022）点、女性で0.160（0.032）点高くなった。この結果を、健康状態として意味あるスコア差（Minimum Clinically Important Difference: MID）を考慮して、男女別に健康状態を一段上げる追加の歩行時間を試算した。さらに、健康状態を一段上げる追加の歩行時間が年間医療費に及ぼす影響についても試算した。今回の結果は、公園や歩道が整備され数が増えることで歩行時間が増える高齢者の健康への影響とも解釈できる。今後、健康を視野に入れた都市政策における歩行時間の目安として利用されるとともに将来的な医療経済評価に用いられることが期待される。

キーワード：高齢者、歩行時間、操作変数法、EQ-5D-5L、健康関連QOL

## 1. はじめに

近年、街や地域の歩きやすさを意味する「ウォーカビリティ」が注目されている。ウォーカビリティは日常的な身体活動量を高める居住地近隣の環境特性として、健康、都市計画、余暇・

レクリエーションといった複数の領域で関心が高まっている<sup>1)</sup>。一方、これまで歩行と健康との関連は高齢者においても非常に多く報告されている。高齢者の身体活動に関する大規模人数の研究の文献レビューでは、中程度の強度の活動（歩行、階段昇降、自転車、ガーデニングなど）が特定の慢性疾患を予防する可能性があるとし、それらの活動をほぼ毎日30分行うことを奨励している<sup>2)</sup>。また、高齢者を対象とした介入研究では、ウォーキングを含む運動は運動機能の向上、認知機能の改善<sup>3)</sup>、心血管疾患リスクの低下<sup>4)</sup>、メタボリックシンドロームの危険因子の減少<sup>5)</sup>、うつ症状の改善<sup>6)</sup>などをもたらすことが確認されてい

\*1 名古屋市立大学大学院経済学研究科 博士後期課程

\*2 日本福祉大学社会福祉学部 教授

\*3 同 健康社会研究センター・センター長

\*4 順天堂大学医学部眼科 先任准教授

\*5 千葉大学予防医学センター社会予防医学研究部門 教授

\*6 国立長寿医療研究センター

老年学・社会科学センター 老年学評価研究部長

\*7 名古屋市立大学大学院経済学研究科 教授

る。一方、歩行と健康との関連は健康であれば歩行時間が長くなるという逆の因果（内生性）が想定される。そのため、本来ランダム化比較試験を行い、高齢者の歩行が健康に与える影響を評価することが望ましい。しかし、ランダム化比較試験は倫理面、費用面等の課題があり実施は容易ではない。そのため、本邦においてはこれまで地域在住高齢者を対象とした少人数でのランダム化比較試験の報告<sup>7)</sup>や4,500人を超える比較的大規模な自治体による歩行介入事業について傾向スコアを用いた報告<sup>8)</sup>等に限定されている。また、これらの報告でも、対象が少人数であることによるサンプルの代表性の問題、健康な人や健康意識の高い人ほど介入事業に参加するセルフセレクションバイアスなど推定上の課題は残る。

本稿の目的は2つある。第一に地域在住高齢者の一日の平均歩行時間が健康に及ぼす影響を逆の因果（内生性）を考慮して明らかにすること、第二に得られた結果の政策的含意を健康政策と都市政策の2つの観点から考察することである。

## 2. 方法

### (1) データ

本研究は、日本老年学的評価研究（Japan Gerontological Evaluation Study: JAGES）が2019年に実施した「健康とくらしの調査」データを用いた。健康とくらしの調査は65歳以上の要介護認定を受けていない高齢者を対象とした介護予防に関する要因や健康の社会的決定要因を解明する疫学調査である。2019年調査は12道県の39自治体（34保険者）を対象に2019年9月から2020年1月にかけて行われた。解析組み入れ基準を図1に示す。健康状態の質問項目としてEQ-5D-5L（EuroQol 5-dimension 5-level）を含むサブセット質問票を45,934人に配布し

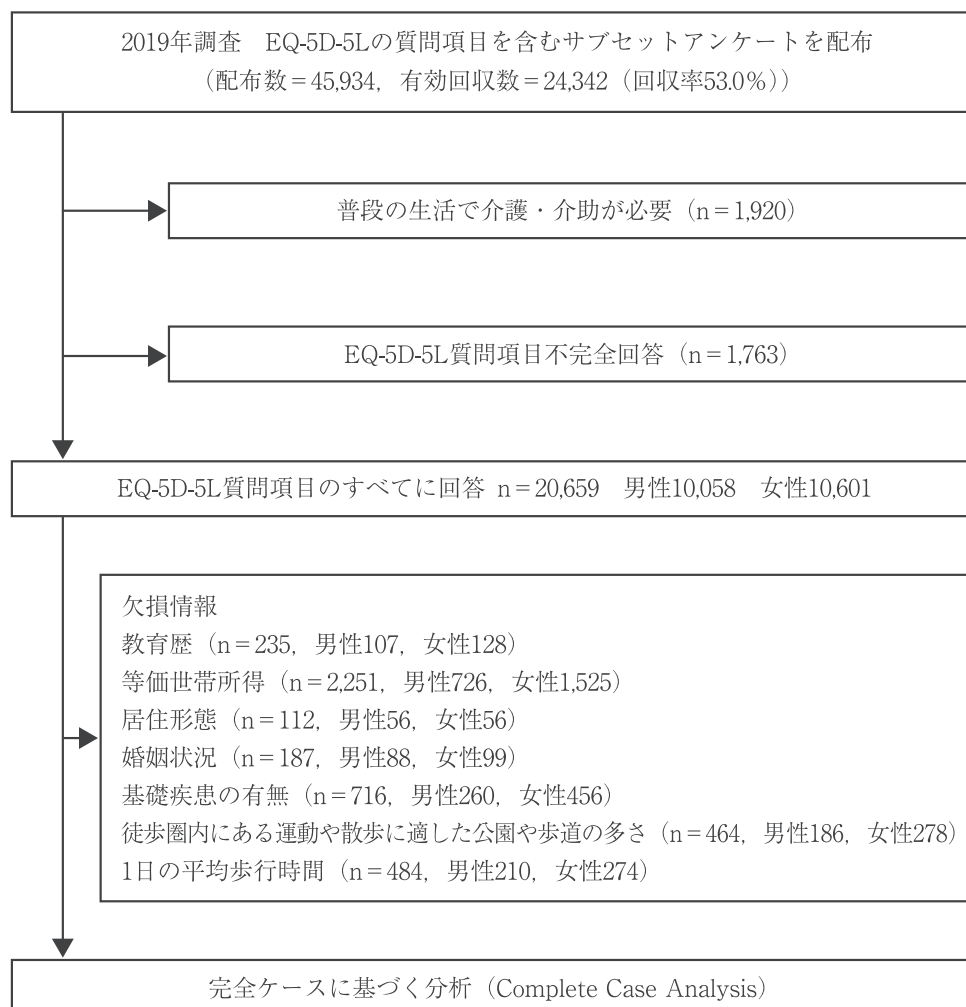
24,342人より回収した（回収率53.0%）。そのうち普段の生活で介護・介助が必要な1,920人、ならびにEQ-5D-5Lの質問項目に回答の無かった不完全回答1,763人を解析から除いた。その結果、解析対象者は20,659人（男性10,058人、女性10,601人）となり、そのうち情報欠損のない対象者による完全ケースに基づく分析（Complete Case Analysis）を行った。解析にはSTATA16.1を使用した。

表1には、解析対象者の属性を示している平均年齢は74.2（6.1）歳であった（以下、括弧内は標準偏差）。年齢区分は70歳以上74歳以下が30.3%と最も多かった。教育歴は12年以下（高校卒業程度）が43.7%と最も多かった。等価世帯所得は平均251（162）万円であった。等価世帯所得区分は200万円未満が42.1%と最も多かった。居住形態は同居が84.8%と最も多かった。婚姻状況は有配偶が73.6%と最も多かった。基礎疾患の有無は、疾患有が77.6%と最も多かった。健康関連QOLスコア（Health-Related QOL score: HRQOL score, 以下HRQOLスコア）は平均0.894（0.113）点であった。点数については0.8以上1.0以下が84.1%と最も多かった。平均歩行時間は30～59分が37.0%と最も多かった。

「徒歩圏内（おおむね1キロ以内）にある運動や散歩に適した公園や歩道の多さ」については「ある程度ある」が57.9%と最も多かった。

本稿で用いる変数の定義は表2に示している。被説明変数はHRQOLスコアを用いた。HRQOLスコアはEQ-5D-5L質問票から得られる。EQ-5D-5L質問票の5項目「移動の程度」「身の回りの管理」「普段の活動」「痛み／不快感」「不安／ふさぎ込み」の各項目を5段階で評価し日本版EQ-5D-5Lの換算表<sup>9)</sup>を用いてスコア化した。説明変数は平均歩行時間とした。平均すると1日

図 1 解析組み入れ基準



の合計で何分くらい歩きますかと尋ね、30分未満、30～59分、60分～89分、90分以上の4つから回答を得た。得られたカテゴリカル変数を連続変数として用いた。共変量は、日本人対象のHRQOLスコアに関する記述統計の報告<sup>10)</sup>を参考に、年齢、等価世帯所得、教育歴(9年以下(中学卒業程度)、12年以下(高校卒業程度)、13年以上(大学卒業以上))、婚姻状態(有配偶、死別、離別、未婚)を用いた。さらに、居住形態

(同居、独居)、基礎疾患の有無を加えた。操作変数として「徒歩圏内(おおむね1キロ以内)にある運動や散歩に適した公園や歩道の多さ(たくさんある、ある程度ある、あまりない、まったくない)」を用いた。操作変数を用いて平均歩行時間がHRQOLスコアに与える局所平均処置効果を推定するため、除外制約と単調性を仮定して以下の推定方法を用いた。

表1 解析対象者の属性

		全体		男性		女性	
		N	%	N	%	N	%
		20659	100.0%	10058	48.7%	10601	51.3%
年齢：歳	(平均値±標準偏差)	74.2	6.1	74.2	6.1	74.1	6.0
年齢区分	65-69	5287	25.6%	2580	25.7%	2707	25.5%
	70-74	6254	30.3%	3001	29.8%	3253	30.7%
	75-80	5037	24.4%	2411	24.0%	2626	24.8%
	80 以上	4081	19.8%	2066	20.5%	2015	19.0%
教育歴	9 年以下 (中学卒業程度)	4674	22.6%	2084	20.7%	2590	24.4%
	12 年以下 (高校卒業程度)	9037	43.7%	4049	40.3%	4988	47.1%
	13 年以上 (大学卒業以上)	6585	31.9%	3757	37.4%	2828	26.7%
	その他	128	0.6%	61	0.6%	67	0.6%
	欠損	235	1.1%	107	1.1%	128	1.2%
等価世帯所得：百万円	(平均値±標準偏差)	2.51	1.62	2.63	1.65	2.40	1.58
等価世帯所得区分	200 万円未満	8695	42.1%	4176	41.5%	4519	42.6%
	200 万円以上 400 万円未満	7425	35.9%	3932	39.1%	3493	32.9%
	400 万円以上	2288	11.1%	1224	12.2%	1064	10.0%
	欠損	2251	10.9%	726	7.2%	1525	14.4%
居住形態	同居	17509	84.8%	9049	90.0%	8460	79.8%
	独居	3038	14.7%	953	9.5%	2085	19.7%
	欠損	112	0.5%	56	0.6%	56	0.5%
婚姻状況	有配偶	15200	73.6%	8551	85.0%	6649	62.7%
	死別	3609	17.5%	699	6.9%	2910	27.5%
	離別	944	4.6%	330	3.3%	614	5.8%
	未婚	616	3.0%	338	3.4%	278	2.6%
	その他	103	0.5%	52	0.5%	51	0.5%
	欠損	187	0.9%	88	0.9%	99	0.9%
基礎疾患の有無	疾患無	3912	18.9%	1862	18.5%	2050	19.3%
	疾患有	16031	77.6%	7936	78.9%	8095	76.4%
	欠損	716	3.5%	260	2.6%	456	4.3%
HRQOL スコア点数	(平均値±標準偏差)	0.894	0.113	0.902	0.113	0.887	0.113
HRQOL スコア区分	0.2 未満	10	0.0%	3	0.0%	7	0.1%
	0.2 以上 0.4 未満	63	0.3%	33	0.3%	30	0.3%
	0.4 以上 0.6 未満	388	1.9%	187	1.9%	201	1.9%
	0.6 以上 0.8 未満	2814	13.6%	1253	12.5%	1561	14.7%
	0.8 以上 1.0 以下	17384	84.1%	8582	85.3%	8802	83.0%
1 日の平均歩行時間	30 分未満	5435	26.3%	2630	26.1%	2805	26.5%
	30～59 分	7651	37.0%	3620	36.0%	4031	38.0%
	60～89 分	3458	16.7%	1805	17.9%	1653	15.6%
	90 分以上	3631	17.6%	1793	17.8%	1838	17.3%
	欠損	484	2.3%	210	2.1%	274	2.6%
徒歩圏内 (おおむね 1km 以内) にある運動や散歩に適した公園や歩道の多さ	まったくない	813	3.9%	388	3.9%	425	4.0%
	あまりない	3090	15.0%	1453	14.4%	1637	15.4%
	ある程度ある	11968	57.9%	5830	58.0%	6138	57.9%
	たくさんある	4324	20.9%	2201	21.9%	2123	20.0%
	欠損	464	2.2%	186	1.8%	278	2.6%

表 2 変数の定義

被説明変数	
HRQOL スコア (点) <sup>1)</sup>	EQ-5D-5L 質問表から得られた結果を日本人の換算表 (タリフ) を用いてスコア化した値
説明変数	
平均歩行時間	平均すると 1 日の合計で何分くらい歩きますかとの問いに対して 4 つから選択： 1. 30 分未満 2. 30～59 分 3. 60 分～89 分 4. 90 分以上 1. 2. 3. 4. の連続変数として処理
操作変数	
徒歩圏内にある運動や散歩に適した公園や歩道の多さ	家から徒歩圏内 (おおむね 1km 以内) にある運動や散歩に適した公園や歩道の多さ： 1. まったくない 2. あまりない 3. ある程度ある 4. たくさんある の 4 つから選択 1. 2. 3. 4. の連続変数として処理
共変量	
年齢	年齢の実数値 (歳)
等価世帯所得	等価世帯所得 (百万円)
教育歴	「9 年以下 (中学卒業程度)」を参照として、それぞれ「12 年以下 (高校卒業程度)」であれば 1、「13 年以上 (大学卒業以上)」であれば 1 を取るダミー変数
居住形態	独居ダミー (参照：同居)
婚姻状態	「有配偶」を参照として、それぞれ「死別」であれば 1、「離別」であれば 1、「未婚」であれば 1 を取るダミー変数
基礎疾患	疾患有 ダミー (参照：疾患無)

注：1) EQ-5D-5L 質問票：EuroQOL (ユーロコル) Group により開発された健康状態を評価する質問票「移動の程度」、「身の回りの管理 (自分で身体を洗ったり着替えをすること)」、「ふだんの活動 (仕事、勉強、家族・余暇活動)」、「痛み／不快感」、「不安／ふさぎ込み」の 5 項目についてそれぞれの健康状態を 5 段階で評価する。得られた結果について各国の換算表を用いて完全な健康状態「1」から死亡「0」までのスコアとして表す。

## (2) 推定方法

平均歩行時間が、HRQOL スコアに与える影響を男女別に推定する。HRQOL スコアは 1 点を上限 (閾値) とする連続変数である。しかし、標準的な回帰モデルでは閾値より上にある健康状態を持つ個人に施された打ち切りは無視される。解決のための 1 つのアプローチとして 1 点を観測可能な最大の値としてそれ以上の値を打ち切られたかのように取り扱う Tobit モデルの使用が提案されている<sup>11)</sup>。それに基づき、今回我々は、最小二乗法 (OLS) ならびに 1 を上限とする Tobit モデルによる 2 つの推定を行う。続いてそれぞれ操作変数を用いて二段階最小二乗法 (2SLS) と IV Tobit モデルによる推定を行う。

モデル式

$$HRQOL_i = \beta walk\ time_i + W'_i \gamma + \varepsilon_i$$

HRQOL：HRQOL スコア (点)

walk time：平均歩行時間 (30 分)

W'：共変量ベクトル：共変量は表 2 に記載

$\gamma_i$ ：各共変量のパラメーター

$\varepsilon_i$ ：誤差項

## 3. 倫理規定

2019 年調査における倫理審査は、国立長寿医療研究センター、千葉大学および一般社団法人日本老年学的評価研究機構で承認済みである。【国立長寿医療研究センター】受付番号：1274-2 令和 2 年 12 月 18 日 課題名：日本老年学的評

価研究 (Japan Gerontological Evaluation Study, JAGES) - 災害被災地を含む高齢者の健康とくらしに関する疫学研究 - また、市町村からのデータ提供に際しては、各市町村と総合研究協定を結び、定められた個人情報取り扱い特記事項を遵守した。個人情報保護のために住所、氏名を削除し、分析者が個人を特定できないよう配慮した。

## 4. 推定結果

### (1) 平均歩行時間が HRQOL スコアに与える影響 (男性)

表 3 は、男性における平均歩行時間が HRQOL スコアに与える影響の推定結果である。まず、OLS による推定では平均歩行時間が一段階多い (以後、一段階を 30 分とみなして 30 分と表記) と HRQOL スコアは 0.015 (0.001) 点高く (表 3 の 1 列目)、Tobit による推定 (限界効果) では 0.013 (0.001) 点高かった (表 3 の 3 列目、カッコ内は標準誤差)。続いて操作変数を用いた推定を行った。2SLS による推定では平均歩行時間が外生変数であるという帰無仮説は棄却され (表 3 説明変数の内生性の検定)、平均歩行時間は内生変数とされた。さらに、操作変数「徒歩圏内にある運動や散歩に適した公園や歩道の多さ」と説明変数「平均歩行時間」が弱相関であるとの帰無仮説を棄却した (表 3 操作変数の弱相関の検定、F 値 (Staiger and Stock) が 47.09 で目安となる 10 を大きく上回るとともに、Cragg-Donald 統計量が 50.12 で目安となる 16.38 を大きく上回った) ことから、「徒歩圏内にある運動や散歩に適した公園や歩道の多さ」と平均歩行時間との間に弱くない相関があることが示された。それを踏まえ推定を行った結果、平均歩行時間が 30 分多いと HRQOL スコアが 0.125 (0.022) 点高くなった (表 3 の 4 列目)。続いて、IV

Tobit による推定を行った。平均歩行時間が外生変数であるという帰無仮説は棄却され (表 3 説明変数の内生性の検定)、平均歩行時間は内生変数とされた。さらに、操作変数「徒歩圏内にある運動や散歩に適した公園や歩道の多さ」と説明変数「平均歩行時間」が弱相関であるとの帰無仮説を棄却した (表 3 操作変数の弱相関の検定、AR test, WALD test とも帰無仮説を棄却した) ことから、「徒歩圏内にある運動や散歩に適した公園や歩道の多さ」と平均歩行時間との間に弱くない相関があることが示された。IV Tobit 推定 (限界効果) では、平均歩行時間が 30 分多いと HRQOL スコアが 0.124 (0.022) 点高くなった (表 3 の 7 列目)。

### (2) 平均歩行時間が HRQOL スコアに与える影響 (女性)

表 4 は、女性における平均歩行時間が HRQOL スコアに与える影響の推定結果である。まず、OLS 推定では平均歩行時間が 30 分多いと HRQOL スコアは 0.011 (0.001) 点高く (表 4 の 1 列目)、Tobit による推定 (限界効果) では 0.011 (0.001) 点高かった (表 4 の 3 列目)。続いて操作変数を用いた推定を行った。2SLS による推定では平均歩行時間が外生変数であるという帰無仮説は棄却され (表 4 説明変数の内生性の検定)、平均歩行時間は内生変数とされた。さらに、操作変数「徒歩圏内にある運動や散歩に適した公園や歩道の多さ」と説明変数「平均歩行時間」が弱相関であるとの帰無仮説を棄却した (表 3 操作変数の弱相関の検定、F 値 (Staiger and Stock) が 31.49 で目安となる 10 を大きく上回るとともに、Cragg-Donald 統計量が 33.22 で目安となる 16.38 を大きく上回った) ことから、「徒歩圏内にある運動や散歩に適した公園や歩道の多さ」と平均歩行時間との間に弱くない相関が

表 3 推定結果 (男性)

	(1)	(2)	(3)	(5)		(6)	(7)
	OLS 係数	Tobit 係数	Tobit 限界効果	2SLS 係数		IV Tobit 係数	IV Tobit 限界効果
				第 2 段階目	第 1 段階目		
平均歩行時間 (30 分/日)	0.015** (0.001)	0.023** (0.002)	0.013** (0.001)	0.125** (0.022)		0.212** (0.038)	0.124** (0.022)
徒歩圏内にある運動や散歩に適した公園や歩道の多さ (操作変数の平均歩行時間に対する係数)						0.110** (0.016)	
年齢 (歳)	-0.003** (0.000)	-0.004** (0.000)	-0.003** (0.000)	-0.002** (0.000)	0.012** (0.002)	-0.003** (0.001)	-0.001** (0.000)
教育歴 12 年以下 (高校卒業程度)	0.019** (0.003)	0.028** (0.005)	0.018** (0.003)	0.021** (0.005)	0.031 (0.032)	0.032** (0.008)	0.020** (0.005)
13 年以上 (大学卒業以上)	0.030** (0.003)	0.049** (0.006)	0.029** (0.003)	0.039** (0.005)	-0.101** (0.032)	0.064** (0.009)	0.038** (0.005)
その他	0.017 (0.014)	0.031 (0.025)	0.020 (0.015)	0.018 (0.021)	0.010 (0.134)	0.032 (0.037)	0.020 (0.022)
等価世帯所得 (百万円)	0.002** (0.001)	0.003** (0.001)	0.002** (0.001)	-0.003 (0.001)	0.041** (0.007)	-0.005* (0.002)	-0.003* (0.001)
居住形態: 独居	0.005 (0.006)	0.013 (0.010)	0.008 (0.006)	0.008 (0.009)	0.018 (0.059)	0.018 (0.015)	0.010 (0.008)
婚姻状況: 死別	-0.012* (0.006)	-0.020* (0.009)	-0.012* (0.006)	-0.005 (0.008)	0.071 (0.054)	-0.008 (0.014)	-0.005 (0.008)
離別	-0.017 (0.009)	-0.028* (0.014)	-0.017 (0.009)	0.002 (0.012)	0.153* (0.080)	0.004 (0.021)	0.002 (0.012)
未婚	-0.032** (0.008)	-0.055** (0.013)	-0.035** (0.009)	-0.018 (0.012)	0.103 (0.076)	-0.032 (0.020)	-0.020 (0.013)
その他	-0.064** (0.023)	-0.085** (0.030)	-0.057* (0.023)	-0.057* (0.028)	-0.082 (0.170)	-0.072 (0.044)	-0.048 (0.032)
基礎疾患の有無: 基礎疾患あり	-0.046** (0.002)	-0.093** (0.005)	-0.049** (0.002)	-0.024** (0.006)	0.197** (0.029)	-0.054** (0.011)	-0.030** (0.006)
定数項	1.105**	1.277**		0.758**	2.941**		
Observations	8,864	8,864	8,864	8,714	8,714	8,714	8,714
R-squared	0.109						
Adj/Pseudo R <sup>2</sup>	0.108	0.292					
Wald chi2(12)				425.2, p < 0.001		394.05, p < 0.001	
説明変数の内生性の検定							
Robust score chi2(1)					52.47, p < 0.001		
操作変数の弱相関の検定							
Staiger Stock F(1,7956)					47.09		
Cragg-Donald F statistic					50.12		
AR Chi-sq(1)						71.77 p < 0.001	
Wald Chi-sq(1)						33.58 p < 0.001	

注: カッコ内の値は頑健標準誤差を表す。また, \*\*, \* はそれぞれ 1%, 5% 水準で有意であることを示す。  
 教育歴: 参照 9 年以下 (中学卒業程度)  
 居住形態: 参照 同居  
 婚姻状況: 参照 有配偶

あることが示された。それを踏まえ推定を行った結果、平均歩行時間が 30 分多いと HRQOL スコアは 0.162 (0.032) 点高くなった (表 4 の 4 列目)。続いて、IV Tobit による推定を行った。平均歩行時間が外生変数であるという帰無仮説は

棄却され (表 4 説明変数の内生性の検定)、平均歩行時間は内生変数とされた。さらに、操作変数「徒歩圏内にある運動や散歩に適した公園や歩道の多さ」と説明変数「平均歩行時間」が弱相関であるとの帰無仮説を棄却した (表 4 操作変数

表4 推定結果 (女性)

	(1)	(2)	(3)	(5)		(6)	(7)
	OLS 係数	Tobit 係数	Tobit 限界効果	2SLS 係数		IV Tobit 係数	IV Tobit 限界効果
				第2段階目	第1段階目		
平均歩行時間 (30分/日)	0.011** (0.001)	0.015** (0.002)	0.011** (0.001)	0.162** (0.032)		0.235** (0.048)	0.160** (0.032)
徒歩圏内にある運動や散歩に適した公園や歩道の多さ (操作変数の平均歩行時間に対する係数)					0.091** (0.016)		
年齢 (歳)	-0.003** (0.000)	-0.004** (0.000)	-0.003** (0.000)	-0.001 (0.001)	-0.013** (0.002)	-0.001 (0.001)	-0.001 (0.001)
教育歴 12年以下 (高校卒業程度)	0.020** (0.003)	0.029** (0.005)	0.021** (0.003)	0.014** (0.006)	0.014 -0.030	0.021** (0.008)	0.015* (0.006)
13年以上 (大学卒業以上)	0.022** (0.004)	0.033** (0.005)	0.023** (0.004)	0.026** (0.006)	-0.058 -0.034	0.039** (0.009)	0.027** (0.006)
その他	0.003 (0.023)	0.008 (0.032)	0.006 (0.023)	-0.001 (0.030)	-0.006 -0.131	0.004 (0.043)	0.003 (0.031)
等価世帯所得 (百万円)	0.005** (0.001)	0.007** (0.001)	0.005** (0.001)	-0.000 (0.002)	0.033** -0.008	-0.000 (0.003)	-0.000 (0.002)
居住形態: 独居	0.007 (0.004)	0.009 (0.006)	0.006 (0.004)	0.010 (0.007)	-0.019 (0.037)	0.013 (0.010)	0.009 (0.007)
婚姻状況: 死別	-0.009* (0.004)	-0.012* (0.005)	-0.008* (0.004)	-0.010 (0.006)	0.012 -0.034	-0.012 (0.009)	-0.008 (0.006)
離別	-0.019** (0.006)	-0.026** (0.008)	-0.018** (0.006)	-0.027** (0.010)	0.055 -0.054	-0.038* (0.015)	-0.027* (0.011)
未婚	-0.010 (0.007)	-0.016 (0.011)	-0.011 (0.008)	-0.008 (0.013)	-0.011 -0.072	-0.012 (0.019)	-0.008 (0.013)
その他	0.022 (0.019)	0.049 (0.032)	0.030 (0.018)	0.007 (0.035)	0.113 -0.183	0.029 (0.050)	0.018 (0.030)
基礎疾患の有無: 基礎疾患あり	-0.047** (0.003)	-0.082** (0.005)	-0.052** (0.003)	-0.023** (0.007)	-0.157** (0.029)	-0.047** (0.011)	-0.030** (0.007)
定数項	1.089** (0.018)	1.201** (0.026)		0.606** (0.108)	2.993** (0.165)		
Observations	8,432	8,432	8,432	8,230	8,230	8,230	8,230
R-squared	0.105						
Adj/Pseudo R <sup>2</sup>	0.104 0.968						
Wald chi2(12)	285.70, p < 0.001 285.65, p < 0.001						
説明変数の内生性の検定							
Robust score chi2(1)	66.64, p < 0.001						
操作変数の弱相関の検定							
Staiger Stock F(1,7956)	31.49						
Cragg-Donald F statistic	33.22						
AR Chi-sq(1)	76.68, p < 0.001						
Wald Chi-sq(1)	25.40, p < 0.001						

注: カッコ内の値は頑健標準誤差を表す。また、\*\*, \* はそれぞれ1%、5%水準で有意であることを示す。  
 教育歴: 参照 9年以下 (中学卒業程度)  
 居住形態: 参照 同居  
 婚姻状態: 参照 有配偶

の弱相関の検定、AR test, WALD test とともに帰無仮説を棄却した) ことから、「徒歩圏内にある運動や散歩に適した公園や歩道の多さ」と平均歩行時間との間に弱くない相関があることが示された。IV Tobit 推定 (限界効果) では、平均歩行

時間が30分多いとHRQOLスコアは0.160 (0.032) 点高くなった (表4の7列目)。



## 5. 考察

本研究は要介護認定を受けていない日本人高齢者の大規模な横断的データを用いて、平均歩行時間が健康に与える影響について HRQOL スコアを指標に解析したものである。健康状態が良いほど歩行時間が長いという逆の因果（内生性）に対処するために OLS ならびに Tobit による推定に加えて操作変数を用いた推定を行った。その結果、2SLS ならびに IV Tobit により推定された効果は、OLS ならびに Tobit により推定される効果よりも男性で 8.3 倍～9.5 倍、女性で 14.5 倍～14.7 倍大きかった。このことは、操作変数を用いて内生性に対処したことにより、測定誤差による下方バイアスの問題が緩和されたことによるものと思われる。2SLS による推定では、平均歩行時間が 30 分多くなると、男性は 0.125 (0.001) 点、女性は 0.162 (0.032) 点高くなった。IV Tobit による推計（限界効果）では、平均歩行時間が 30 分多くなると、男性は 0.124 (0.022) 点、女性 0.160 (0.032) 点高くなった。

まず、健康政策の観点で本結果の考察を述べる。EQ-5D-5L 質問票の 5 項目「移動の程度」「身の回りの管理」「普段の活動」「痛み／不快感」「不安／ふさぎ込み」のうち、項目の種類にかかわらず一段階の健康状態の差を健康状態として意味のある最小差（Minimum Clinically Important Difference: MID）として定義している<sup>12)</sup>。アメリカ、ドイツ、インドネシア、台湾など 8 つの国における報告では MID は HRQOL スコアで 0.072～0.101 点であったと報告されている<sup>12)</sup>。MID を今回得られた HRQOL スコアの限界効果（平均歩行時間が 30 分多くなることで増加する HRQOL スコア）で除することにより、健康状態として意味のある差を得るための平均歩行時間を

試算した。2SLS による推定では、男性 17.3 分 (0.072/0.125×30 分)～24.2 分 (0.101/0.125×30 分)、女性 13.3 分 (0.072/0.162×30 分)～18.7 分 (0.101/0.162×30 分) と試算することができた。一方、IV Tobit による推定では男性 17.4 分 (0.072/0.124×30 分)～24.4 分 (0.101/0.124×30 分)、女性 13.5 分 (0.072/0.160×30 分)～18.9 分 (0.101/0.160×30 分) と試算することができた。つまり、男性で 1 日約 17 分～24 分、女性では 1 日約 13 分～19 分歩行時間が多くなると健康状態として意味のある差を一段獲得することができると解釈できる。健康日本 21（第二次）では、日常生活における歩数の目標値として、65 歳以上は男性 7,000 歩（令和元年 現状値 5,396 歩）、女性 6,000 歩（令和元年 現状値 4,656 歩）を掲げている<sup>13)</sup>。現状値と目標値との差は、男性 1,604 歩、女性 1,344 歩である。高齢者の 1300 歩は 15 分の歩行時間に相当するとされている<sup>14)</sup>。それをもとに試算すると現状値と目標値との差は、男性で 18.5 分 (1,604/1,300×15 分)、女性で 15.5 分 (1,344/1,300×15 分) となる。この試算値と今回得られ結果を比較すると、おおむね等しい数値ともとれる。このことから健康日本 21（第二次）の歩数目標値は、健康関連 QOL の観点で健康状態を一段上げることとおおむね等しい目標値であると解釈できた。

次に都市政策の観点で考察を述べる。建造環境と高齢者の総合的身体活動および歩行との関連について系統的レビューとメタ解析を行った報告によれば、高齢者の身体活動に正の相関を示した建造環境要因は、まちの歩きやすさ、犯罪からの安全性、目的地やサービスへのアクセスの良さ、レクリエーション施設、公園や公共施設、店舗や商業施設、緑豊かな美しい景観、歩きやすいインフラ、および公共交通機関へのアクセスの良さであったとしている<sup>15)</sup>。一方、今回得られた結果は、操作変数

を用いた解析結果であることから局所平均処置効果 (local average treatment effect: LATE) と呼ばれる。LATEは割り当てに反応する遵守者 (complier) の平均処置効果である。つまり今回の結果は建造環境のひとつである「運動や散歩に適した公園や歩道」が多ければ歩行時間を増やす高齢者の歩行時間の増加あたりのHRQOLスコアの増加を示している。このことは都市整備等により「運動や散歩に適した公園や歩道」が外生的に与えられたときに歩行時間を増やす高齢者の歩行時間の増加あたりの健康に与える影響とも解釈できる。一方、歩行が医療費に与える影響についての報告<sup>16)</sup>などをもとに、国土交通省は「まちづくりにおける健康増進効果を把握するための歩行量 (歩数) 調査のガイドライン」を作成している。それによれば1日プラス1,500歩 (15分間) の歩行により年間約3万5千円の医療費抑制効果が見込まれると試算している。当該試算と今回得られた結果をあわせると男性で1日約17分~24分、女性では1日約13分~19分歩行時間を増やすことは健康状態を一段階引き上げ、年間医療費を男性で約4.0万~5.6万円 (17~24/15分×3.5万円)、女性で約3.0万~4.4万円 (13~19/15分×3.5万円) 抑制すると試算できるかもしれない。

さて昨今、生活習慣改善等の一次予防の前段階となる0次予防という考え方が提唱されている。0次予防では、暮らしているだけで健康を保てるような地域環境、社会環境を明らかにして、それを意図的に普及することで、本人が努力をしなくても、知らず知らずのうちに健康を保てるような都市設計、環境設計ができないかという考え方が示されている<sup>17)</sup>。今回我々は、男性で1日約17分~24分、女性では1日約13分~19分歩行時間が多くなると健康状態として意味のある差を獲得することを明らかにした。この結果は、健康を

視野に入れた都市政策における歩行時間の数値目標の目安になるかもしれない。

本研究にはいくつかの限界がある。第一に、今回用いたJAGES 2019横断データは共同研究に参加した12道県の政令指定都市から郡部までを含む39市町という多様な自治体に居住する自立高齢者を無作為抽出あるいは悉皆により得た大規模データであるが、解析には機能障害がある人を除外しているため健康状態は比較的保たれている集団である点を考慮する必要がある。第二に、今回の解析は情報欠損のない対象者による完全ケースに基づく分析 (Complete Case Analysis) を行った。そのため、欠損値が特定の変数と関連して発生した場合、結果に偏りが生じる可能性がある。結果の解釈を行う上でMCAR (Missing Completely At Random) が保たれていない可能性についても十分留意するとともに、今後、多重代入法などを用いた更なる研究が必要かもしれない。第三に、MIDはアメリカ、ドイツ、インドネシア、台湾など8つの国と地域における値を用いた。現時点で日本のMIDについては報告が無く、今後日本でのMID報告を待って、より精度の高い試算を行うことが出来るかもしれない。第四に、説明変数に関するものである。今回、1日の平均の歩行時間を30分未満、30~59分、60分~89分、90分以上の4つの選択肢から得たごく簡単な回答を用いて、一段階多い回答を限界効果 (30分) として解釈した。本来、カテゴリカル変数は、選択肢間が等間隔ではない (線形とは異なる) のので得られた結果を解釈する上ではこの点を考慮する必要があると思われる。更に本研究結果から導出された男性で1日約17分~24分、女性で1日約13分~19分という推定量についても、この4段階のカテゴリカル変数に基づいた概算であることに留意が必要である。第五に、操作変数に関連するものである。

今回、操作変数として「徒歩圏内にある運動や散歩に適した公園や歩道の多さ」を用いた。回答は主観的であり、定量的な情報でないことは本研究の限界点である。主観的な回答は健康の状況にも影響されるため、除外制約を十分に満たしているとは言えない点もあり結果の解釈を行う上では留意する必要がある。一方、これまでに、主観的な歩きやすさは余暇身体活動の頻度と正の相関を示したものの、地理情報システムを用いた客観的な歩きやすさは関連を示さなかったと報告されている<sup>18)</sup>。このことは、主観的な変数を用いることの利点となるかもしれない。また、解析対象者が平均 74.2 歳（標準偏差 6.1 歳）であることを考慮すると、本操作変数は一部運動が含まれるかもしれないもののおおむね平均歩行時間（の長さ）を介して HRQOL スコアに影響を与えていると解釈することは妥当であると思われた。一方、昨今の主要駅や湾岸エリアなどの再開発の状況を鑑みると「運動や散歩に適した公園や歩道」が多い地域を好んで住居を購入する社会経済的地位の高い層も否定できない。社会経済的地位の高い層は健康意識も高いので除外制約のひとつである「操作変数と被説明変数に共通の交絡因子が無い（No instrument-outcome confounder）」の条件を満たしていない可能性もある。操作変数と人口動態学的変数との関連を見たところ、男女ともに教育歴が高いほど、さらには等価世帯所得が多いほど、「徒歩圏内にある運動や散歩に適した公園や歩道」が多いとする関連が認められた<sup>注1)</sup>。そのため、今回の解析において、それらを共変数としてモデルに組み込むことで、当懸念点についてはある程度対処できたと思われた。

## 6. おわりに

今回、我々は地域在住高齢者の一日の平均歩行時間が健康に及ぼす影響を逆の因果（内生性）を考慮して推定した。さらに得られた結果の政策的含意を健康政策と都市政策の 2 つの観点から考察した。今後、健康を視野に入れた都市政策における歩行時間の目安として利用されるとともに将来的な医療経済評価に用いられることが期待される。

## 謝辞

本論文執筆に際し、山形大学医療政策学講座 准教授 池田登顕先生には有益な助言を頂きました。なお、本研究は、JSPS 科研（JP15H01972, 19K19818）、厚生労働科学研究費補助金（H28-長寿-一般 002）、国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）（JP17dk0110017, JP18dk0110027, JP18ls0110002, JP18le0110009, JP20dk0110034, JP20dk0110037）、国立研究開発法人国立長寿医療研究センター長寿医療研究開発費（29-42, 30-22, 20-19）などの助成を受けて実施しました。記して深謝します。

## 注

- 1 操作変数（徒歩圏内にある運動や散歩に適した公園や歩道の多さ）と人口動態学的変数についての記述統計を附表 1 に記す。さらに、操作変数を連続変数として捉え、共変数との関連を最小二乗法にて推定した。結果を附表 2 に記す。男女ともに、年齢が高いほど、教育歴が高いほど、等価世帯所得が多いほど「徒歩圏内にある運動や散歩に適した公園や歩道」は多かった。一方、女性は独居ほど「徒歩圏内にある運動や散歩に適した公園や歩道」は多く、死別ほど少ないという結果であった。さらに、男性では基礎疾患ありほど「徒歩圏内にある運動や散歩に適した公園や歩道」は少ないという結果であった。

附表1 操作変数（徒歩圏内（おおむね1km以内）にある運動や散歩に適した公園や歩道の多さ）と共変量の関連

		男性			
		まったくない	あまりない	ある程度ある	たくさんある
年齢：歳（平均値±標準偏差）		72. (6.1)	73.3 (6.1)	73.9 (6.0)	74.5 (6.0)
等価世帯所得：百万円（平均値±標準偏差）		2.59 (1.77)	2.71 (1.73)	2.72 (1.66)	2.97 (1.81)
教育歴	9年以下（中学卒業程度）	18.5%	12.1%	9.3%	7.2%
	12年以下（高校卒業程度）	45.5%	42.6%	37.6%	32.2%
	13年以上（大学卒業以上）	35.4%	44.3%	52.0%	59.2%
	その他	0.6%	1.1%	1.1%	1.4%
居住形態	同居	89.0%	90.3%	90.3%	92.8%
	独居	11.0%	9.7%	9.7%	7.2%
婚姻状況	有配偶	84.2%	86.4%	86.1%	88.8%
	死別	7.9%	5.8%	6.7%	6.6%
	離別	3.7%	3.2%	3.3%	2.7%
	未婚	3.5%	4.3%	3.4%	1.7%
	その他	0.7%	0.4%	0.5%	0.2%
基礎疾患の有無	疾患無	16.9%	17.8%	19.4%	20.5%
	疾患有	83.1%	82.2%	80.6%	79.5%

		女性			
		まったくない	あまりない	ある程度ある	たくさんある
年齢：歳（平均値±標準偏差）		73.2 (6.3)	73.2 (6.0)	73.5 (5.8)	74.0 (5.7)
等価世帯所得：百万円（平均値±標準偏差）		2.26 (1.54)	2.38 (1.51)	2.51 (1.58)	2.69 (1.76)
教育歴	9年以下（中学卒業程度）	20.3%	15.9%	11.2%	9.7%
	12年以下（高校卒業程度）	46.8%	49.0%	46.6%	45.4%
	13年以上（大学卒業以上）	31.4%	34.5%	40.6%	43.8%
	その他	1.6%	0.5%	1.5%	1.2%
居住形態	同居	81.6%	80.8%	80.3%	80.7%
	独居	18.4%	19.2%	19.7%	19.3%
婚姻状況	有配偶	63.5%	65.6%	65.2%	66.6%
	死別	27.2%	24.8%	25.4%	24.8%
	離別	6.7%	5.6%	6.0%	5.7%
	未婚	1.8%	3.4%	3.0%	2.7%
	その他	0.8%	0.6%	0.4%	0.3%
基礎疾患の有無	疾患無	24.9%	18.5%	21.7%	21.1%
	疾患有	75.1%	81.5%	78.3%	78.9%

注) 欠損を除く割合

附表 2 操作変数（徒歩圏内（おおむね 1km 以内）にある運動や散歩に適した公園や歩道の多さ）と共変量の関連

	男性	女性
年齢（歳）	0.011** (0.001)	0.009** (0.001)
12 年以下（高校卒業程度）	0.108** (0.022)	0.129** (0.021)
13 年以上（大学卒業以上）	0.228** (0.022)	0.195** (0.023)
その他	0.164 (0.097)	0.183* (0.081)
等価世帯所得（百万円）	0.014** (0.005)	0.024** (0.005)
独居	-0.027 (0.042)	0.054* (0.026)
死別	-0.025 (0.038)	-0.052* (0.024)
離別	-0.006 (0.054)	-0.047 (0.037)
未婚	-0.091 (0.052)	-0.043 (0.048)
その他	-0.178 (0.121)	-0.243 (0.132)
基礎疾患あり	-0.057** (0.019)	-0.015 (0.019)
定数項	2.054** (0.102)	2.117** (0.113)
Observations	8,875	8,404
R-squared	0.025	0.017
Adj R2	0.0236	0.0153

注：カッコ内の値は頑健標準誤差を表す。また、\*\*,\* はそれぞれ 1%、5%水準で有意であることを示す。

操作変数は連続変数として捉え、共変量との関連を二段階最小二乗法にて推定

年齢の実数値（歳）

等価世帯所得（百万円）

教育歴：「9 年以下（中学卒業程度）」を参照として、それぞれ「12 年以下（高校卒業程度）」であれば 1、「13 年以上（大学卒業以上）」であれば 1 を取るダミー変数

居住形態：独居ダミー（参照：同居）

婚姻状態：「配偶者あり」を参照として、それぞれ「死別」であれば 1、「離別」であれば 1、「未婚」であれば 1 を取るダミー変数

基礎疾患：疾患有 ダミー（参照：疾患無）

## 参考文献

- 1) Sallis, J.F. Measuring physical activity environments: a brief history. *American journal of preventive medicine* 2009; 36(4): S86-S92
- 2) DiPietro, L. Physical activity in aging: Changes in patterns and their relationship to health and function. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences* 2001; 56 (SPEC. ISS. 2): 13-22
- 3) Rosenberg, D.E., et al. Promoting walking among older adults living in retirement communities. *Journal of Aging and Physical Activity* 2012; 20(3): 379-394
- 4) Park, J.H., et al. Low-volume walking program improves cardiovascular-related health in older adults. *Journal of Sports Science and Medicine* 2014; 13(3): 624-631
- 5) Lee, E.G., et al. Effects of a walking program on self-management and risk factors of metabolic syndrome in older Korean adults. *Journal of Physical Therapy Science* 2014; 26(1): 105-109
- 6) Blumenthal, J.A., et al. Cardiovascular and behavioral effects of aerobic exercise training in healthy older men and women. *Journals of Gerontology* 1989; 44(5): M147-M157
- 7) 村田伸, 他. 地域在住高齢者の身体・認知・心理機能に及ぼすウォーキング介入の効果判定—無作為割付け比較試験—. *理学療法科学* 2009; 24(4): 509-515
- 8) 藤原聡子, 辻大士, 近藤克則. ウォーキングによる健康ポイント事業が高齢者の歩行時間、運動機能、うつに及ぼす効果: 傾向スコアを用いた逆確率重み付け法による検証. *日本公衆衛生雑誌* 2020; 67(10): 734-744
- 9) 池田俊也, 他. 日本語版 EQ-5D-5L におけるスコアリング法の開発. *保健医療科学* 2015; 64(1): 47-55
- 10) Shirowa, T., et al. Japanese population norms for preference-based measures: EQ-5D-3L, EQ-5D-5L, and SF-6D. *Quality of life research* 2016; 25(3): 707-719
- 11) Austin, P.C. A comparison of methods for analyzing health-related quality-of-life measures. *Value in Health* 2002; 5(4): 329-337
- 12) 厚生労働省. 健康日本 21 (身体活動・運動)  
<https://www.kenkounippon21.gr.jp/kenkounippon21/about/kakuron/mokuhyo/index.html>.  
(2023年3月1日アクセス可能).
- 13) Henry, E.B., et al. Estimation of an instrument-defined minimally important difference in EQ5D-5L index scores based on scoring algorithms derived using the EQ-VT version 2 valuation protocols. *Value in Health* 2020; 23(7): 936-944
- 14) 国立健康・栄養研究所. 健康日本 21 (第二次) 分析評価事業  
<https://www.nibiohn.go.jp/eiken/kenkounippon21/kenkounippon21/mokuhyou.html>.  
(2023年3月1日アクセス可能).
- 15) Barnett, D.W., et al. Built environmental correlates of older adults' total physical activity and walking: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2017; 14(1)
- 16) Tsuji, I., et al. Impact of walking upon medical care expenditure in Japan: the Ohsaki Cohort Study. *International journal of epidemiology* 2003; 32(5): 809-814
- 17) 近藤克則. 第4章 健康寿命を延ばすにはどうすればいいのか. 長生きできる町. 角川新書. 2018: 135
- 18) Hanibuchi, T., et al. Perceived and objective measures of neighborhood walkability and physical activity among adults in Japan: a multilevel analysis of a nationally representative sample. *International journal of environmental research and public health* 2015; 12(10): 13350-13364

# Effects of Walking Habits on Health-Related Quality of Life in the Elderly : the JAGES cross-sectional study

Yasunori Komaki<sup>\*1</sup>, Masashige Saito<sup>\*2\*3</sup>, Yoshimune Hiratsuka<sup>\*4</sup>,  
Katsunori Kondo<sup>\*5\*6</sup>, Noriyoshi Nakayama<sup>\*1</sup>

## Abstract

The purpose of this paper is twofold. First, to determine the impact of the average daily walking time of the elderly on their health, taking into account reverse causality (endogeneity), and second, to discuss the policy implications of the obtained results from two perspectives: health policy and urban policy.

The subjects were 10,058 elderly men and 10,601 women aged 65 years or older not certified for long-term care who participated in the Health and Life Survey conducted by the Japan Gerontological Evaluation Study (JAGES) in 2019. The explained variable was the health-related quality of life score calculated from the EQ-5D-5L. To address endogeneity, analyses were conducted by using instrumental variables method. The instrumental variable was "the number of parks and sidewalks suitable for exercise and walking within walking distance (roughly within 1 km). The results showed that when the average walking time increased by 30 minutes, the health-related quality of life score increased by 0.124 (0.022) points for men and 0.160 (0.032) points for women. Taking these results into account the Minimum Clinically Important Difference (MID) score difference as a health status, we estimated the additional walking time to raise the health status by one step for each gender. We also estimated the impact of the additional walking time that raises the health status by one step on annual medical costs. The results of this study can also be interpreted as the impact on the health of the elderly, whose walking time increases as parks and sidewalks are improved and increase in number. It is expected that the results will be used as a guide for walking time in urban policies that take health into consideration, and will also be used in future health economic evaluations.

**[Keywords]** elderly, walking time, instrumental variable method, EQ-5D-5L, health-related quality of life

---

\*1 Graduate School of Economics, Nagoya City University, Aichi, Japan

\*2 Faculty of Social Welfare, Nihon Fukushi University, Aichi, Japan

\*3 Center for Well-being and Society, Nihon Fukushi University, Aichi, Japan

\*4 Department of Ophthalmology, Juntendo University School of Medicine, Tokyo, Japan

\*5 Center for Preventive Medical Sciences, Chiba University, Chiba, Japan

\*6 Center for Gerontology and Social Science, Research Institute, National Center for Geriatrics and Gerontology, Aichi, Japan