

2023（令和5）年度 中山人間科学振興財団活動報告書

研究助成

「Healthy Ageing の達成と健康格差の縮小に向けた理想的な建造環境の探索」

西尾 麻里沙

京都大学大学院

1. 背景

世界保健機関（World Health Organization: WHO）は、疾患や障害の有無によらず、全ての人がウェルビーイングを達成することを目指す概念として、Healthy Ageing を提唱した¹。WHOによると、Healthy Ageing は、"the process of developing and maintaining the functional ability that enables wellbeing in older age."（「高齢期のウェルビーイングを可能にする機能的能力を開発し、維持するプロセス」）である²。機能的能力とは、"the capabilities that enable all people to be and do what they have reason to value."（「すべての人が価値ある存在となり、価値ある行動をすることを可能にする能力」と定義されている²。これには次のような5つの能力が含まれる。基本的なニーズを満たす能力、学習・成長・意思決定する能力、移動する能力、人間関係を構築・維持する能力、社会に貢献する能力²である。機能的能力は、個人の内在的能力、関連する環境要因、およびそれらの相互作用から構成される²。内在的能力とは、"all the mental and physical capacities that a person can draw on and includes their ability to walk, think, see, hear and remember".（「歩く能力、考える能力、見る能力、聞く能力、記憶する能力を含む、人が持つすべての精神的・身体的能力」）²である。環境要因には、あらゆる単位の社会とそこにあるすべての要因、例えば、建築環境、人間関係、規範や価値観、政策、それらを支える制度やサービスなどが含まれる²。つまり、Healthy Ageing とは、加齢によって内在的能力が衰えたとしても、適切な環境要因による支援と、それらの交互作用があることで、機能的能力を発揮してウェルビーイングを可能にできると理論立てている。

こうした Healthy Ageing の理論に基づけば、歩行に関する内在的能力（Locomotor capacity: 歩行能力）が低下した人でも、適切な環境因子があれば、移動に関する機能的能力を維持することができると考えられる。歩行能力とは、"a state (static or dynamic over time) of the musculoskeletal system that encompasses endurance, balance, muscle strength, muscle function, muscle power and a joint function of the body"（「持久力、バランス、筋力、筋機能、筋パワー、および身体の関節機能を包含する筋骨格系の状態（静的または動的な経時的状態）」）であり³、一般に、歩行能力を維持することは、自立を維持し、生活の質を高め、社会的孤立を防ぎ⁴、健康上の不利益の発生を予防する⁵。歩行能力は、日常生活において、建造環境によって影響される。建造環境は、街並み・公園・施設などの総称であり、高齢者の身体活動と関連することが知られている⁶。歩行能力のレベルによらず、歩きやすい歩道などの建造環境があれば、移動に関連する高い機能的能力を発揮することができる可能性がある。

しかし、Healthy Ageing の文脈において、歩行能力、建造環境、そしてそれらの交互作用が、移動に関する機能的能力を構成するかどうかは、実証的に明らかになっていない。さらに、特にどのような建造環境が歩行能力を支え、機能的能力を高めるのかは明らかになっていない。そこで、本研究では、機能的能力、歩行能力と環境要因、特に建築環境との関連を明らかにすることを目的とした。本研究は、Healthy Ageing を目指した環境要因に対する介入戦略の立案に貢献し、ひいては広く高齢者のウェルビーイングの実現に寄与する。

2. 方法

使用したデータ

日本老年学的評価研究機構（JAGES）の2波パネルデータを使用した。JAGESは日本在住の65歳以上の身体的・認知的に自立した地域在住高齢者を対象とした全国調査である⁵。調査は自己報告式の質問票を用いて実施され、ベースライン調査は2016年に39の市町村に居住する279,661人を対象に実施された（回答率=70.2%）。その後の調査は2019年に実施され、64の市町村に居住する364,649人を対象とした（回答率=69.4%）。2019年の調査データのうち、新型コロナウイルスの流行時期に調査票を配布・回収した3つの市町村のデータ（n=9,450）は除外した。両調査に参加した54,786人のうち、分析に必要な調査項目に回答した6,994名を分析対象とした。尚、JAGES調査は、国立長寿医療研究センター(No.992)、千葉大学(No.2493)、日本福祉大学(No.10-05)、京都大学(R3153-2)の各倫理委員会の承認を得て実施された。

使用した変数

【被説明変数：機能的能力（2019）】

西尾らによる先行研究では、日本の高齢者集団における機能的能力を、3つのドメインを持つ24の変数を用いて評価している⁸。これらのドメインは以下の通りである：「ドメイン#1：人間関係を構築・維持する能力」、「ドメイン#2：基本的ニーズを満たす能力+移動する能力」、「ドメイン#3：学習・成長・意思決定する能力+貢献する能力」である。このうち、移動に関する機能的能力として、ドメイン#2の尺度を用いた。西尾らが提唱した9つの項目を用いて測定し、集計したスコアを機能的能力スコアと見做した⁸。これらのスコアは、中央値を閾値として二分し、二値変数として分析に用いた。

【説明変数：内在的能力（歩行能力）（2019）】

WHOが定義する歩行能力は、関節、骨、反射、筋力の機能によって特徴づけられる³。本研究における歩行能力は、これらのパラメータに沿って評価した。日本においてフレイルまたはセミフレイルの高齢者（65歳以上）を特定する目的で広汎に用いられている、基本チェックリストの運動に関する5項目を活用した⁷。各項目の質問文とその回答の選択肢は以下である。「過去1年間に転んだ経験がありますか。」（1. **何度もある** 2. **1度ある** 3. **ない**）、「転倒に対する不安は大きいですか。」（1. **とても不安である** 2. **やや不安である** 3. **あまり不安でない** 4. **不安でない**）、「階段を手すりや壁をつたわずに昇っていますか。」（1. **できるし、している** 2. **できるけどしていない** 3. **できない**）、「椅子に座った状態から何もつかまらずに立ち上がっていますか。」（1. **できるし、している** 2. **できるけどしていない** 3. **できない**）、「15分位続けて歩いていますか。」（1. **できるし、している** 2. **できるけど、していない** 3. **できない**）。基本チェックリストの採点方法に則り、各選択肢のうち太字で示した選択肢を選んだ場合に1点、

それ以外を0点としてカウントし、5点満点中3点以上であった場合に、歩行能力が低い状態であると見做した。

【説明変数：環境要因（建造環境）（2019）】

自然・建築環境は WHO によって以下のように定義されている“*This refers to animate and inanimate elements of the natural or physical environment, and components of that environment that have been modified by people, as well as characteristics of human populations within that environment.*”（「自然環境または物理的環境の生物および無生物の要素、ならびに人間によって改変されたその環境の構成要素、およびその環境内の人間の集団の特徴」）¹⁰。本研究では建造物環境に焦点を当て、以下の6項目で測定した。「あなたの家から徒歩圏内（おおむね1キロ以内）に、次のような場所はどのくらいありますか。— 運動や散歩に適した公園や歩道」、「あなたの家から徒歩圏内（おおむね1キロ以内）に、次のような場所はどのくらいありますか。— 生鮮食料品（肉、魚、野菜、果物など）が手に入る商店・施設・移動販売」、「お住まいの地域には、次のような場所はどのくらいありますか。— 歩行が困難な方や目・耳の不自由な方でも、利用に支障がない公共施設」「お住まいの地域には、次のような場所はどのくらいありますか。— 歩行が困難な方や目・耳の不自由な方でも、利用に支障がない電車やバスの車両」、「家から徒歩圏内（10～15分以内で歩ける範囲）に、次のような場所はどのくらいありますか。— 車いす・杖・歩行器などを利用される方でも、歩行に支障のない通り（道路）」、「家から徒歩圏内（10～15分以内で歩ける範囲）に、次のような場所はどのくらいありますか。— 電車・地下鉄などの駅やバス停」。選択肢は、全ての項目で（1. たくさんある 2. ある程度ある 3. あまりない 4. まったくない 5. わからない）だった。各選択肢のうち太字で示した選択肢を選んだ場合を環境あり、それ以外を環境なしと見做した。小学校区ごとに各6項目の建築環境があると回答した人の割合を算出し、中央値を用いて6つの二値変数を作成した。小学校区は、日本では市町村教育委員会またはそれに準ずる機関によって指定されており、教育政策や資源配分の決定は小学校区単位で行われるため、経済的、社会的、文化的背景が異なる可能性がある。

尚、2019年のデータを説明変数と被説明変数の両方に利用するという選択は、機能的能力を構成する要素として、内在的能力と環境要因を概念的に定義することに根ざしている。

【共変量（2016）】

年齢、性、学歴（9歳未満、10～12歳未満、13歳以上、その他）、等価世帯所得（カテゴリで報告された世帯年収を世帯規模に応じて等価化した所得）、併存疾患（1つ以上 vs. なし）、就労状況（就労、退職）、婚姻状況（既婚、配偶者喪失、別居、未婚、その他）、生活状況（一人暮らし、同居）、うつ症状、機能的能力、歩行能力、建造環境、小学校区レベルの人口密度。

統計手法

ランダムフォレストアプローチを用いた欠損値補完法により、対象となるすべての変数の欠損値に対応した^{8,9}。マルチレベル修正ポアソン回帰モデルを用いて、機能的な能力、歩行能力、各建造環境の関係をそれぞれ検討した。モデルに歩行能力と建造環境の交互作用項を含めることで乗法的相互作用を推定した他、相対的過剰リスク（RERI）を用いて加法的相互作用を推定した¹³。すべてのモデルにおいて、上記の潜在的交絡因子をすべて調整した。

すべての分析は、Stata バージョン 15.1（Stata Corporation, College Station, Texas, USA）と R バージョン 3.6.2 を用いて行った。

3. 結果

ベースライン（2016年）時点で、歩行能力が高い人は6,672名（95.3%）で、そのうち男性は3,214名（48.2%）、運動能力が低い人は男性83名（25.8%）であった（表1）。歩行能力が高い人は低い人に比べ、学歴が9年以下（29.6% vs 52.2%）、所得水準が低い（49.4% vs 67.4%）、1つ以上の合併症あり（79.7% vs 93.2%）、就労経験がない（7.2% vs 16.2%）、死別（16.8% vs 29.2%）、一人暮らし（14.1% vs 23.0%）の人の割合が低かった。さらに、歩行能力が高い人の方が人口密度の高い地域に居住していた（6,475.5人/km² vs 5,675.9人/km²）。

環境要因6項目のうち、統計的に有意に内在的能力との交互作用がある項目はなかった（図1）。但し、内在的能力の高低に関わらず、駅やバス停と、運動に適した公園や道路があることは、これらの環境がない場合と比べて、高い機能的な能力を有する確率がやや高かった。特に、運動に適した公園や道路があることは、内在的能力が低い集団ほど機能的な能力に対する恩恵が大きかった（高内在的能力集団：駅やバス停あり 0.68[0.66-0.70] vs なし 0.66[0.64-0.68]; 公園や道路あり 0.68[0.66-0.70] vs なし 0.67[0.65-0.68]、低内在的能力集団：駅やバス停あり 0.41[0.34-0.49] vs なし 0.38[0.32-0.44]; 公園や道路あり 0.43[0.36-0.49] vs なし 0.37[0.30-0.44]）。

4. 考察

本研究では、統計的に有意に内在的能力と交互作用が認められる環境要因は見つからなかった。但し、内在的能力の低い集団において、整備されていることで機能的な能力を高める結果になった建造環境が4つあることが示唆された。それぞれ、運動や散歩に適した公園や歩道、多くの人にとって利用に支障のない公共施設、駅やバス停、歩行に支障のない道路である。一方、整備されていることで機能的な能力を低下させる結果となった環境として、多くの人にとって利用に支障のない電車やバスや車両があること、生鮮食品が手に入る場所があることの2点が挙げられた。

整備されていることで機能的な能力を高める結果になった4つの建造環境は、直接的に身体活動を促進し、機能的な能力（特に介護介助の必要や、1人での外出有無等）を高めた可能

性がある。一方、機能的能力を低下させる結果となった2つの建造環境は、生活の質や便
利さ（アクセス）を高めることには貢献するが、直接的に内在的能力と作用して機能的能
力に影響することはなかった可能性が考えられる。

また、ネットワーキングの可否の影響も考えられる。機能的能力を高める結果になった4
つの建造環境は、他者との交流を持ちやすくし、社会的な支援やネットワークを構築する
機会を提供する可能性がある。これらの建造環境は、地域のソーシャルキャピタルが醸成
されやすい環境を反映している可能性がある。一方、機能的能力を低下させる結果となっ
た2つの建造環境は、単に利用するだけでは他者との交流は生まれ難く、また、支援する
人（店員や駅員）とされる人（利用者）の区別が明確であるため、利用者同士の支援が生
まれにくい環境であった可能性がある。これによって、2つの建造環境では機能的能力は
高くならなかったと考えられる。

最後に、2つの建造環境で機能的能力を低下させる結果になったことは、実際に利用する
際（アクセスし、乗車したり買い物したりする動作を行う際）に適切なサポートがなけれ
ば、内在的能力が低い人々の機能的能力を向上させることが困難である可能性を示唆して
いる。こうした環境では、単なる環境の整備だけでなく、利用する際のサポート体制の整
備も重要であることが考えられる。

本研究は、WHO が提唱する **Healthy Ageing** の文脈において、歩行能力、建造環境、そし
てそれらの交互作用が、移動に関する機能的能力を構成するかどうかを実証的に検討し
た。さらに、運動や散歩に適した公園や歩道、多くの人にとって利用に支障のない公共施
設、駅やバス停、歩行に支障のない道路があることで、内在的能力が低い場合でも高い機
能的能力を有する可能性が高くなることを明らかにした。こうした環境づくりが高齢者の
移動に関する **well-being** を実現するために、優先すべき施策である可能性がある。

5. 図表

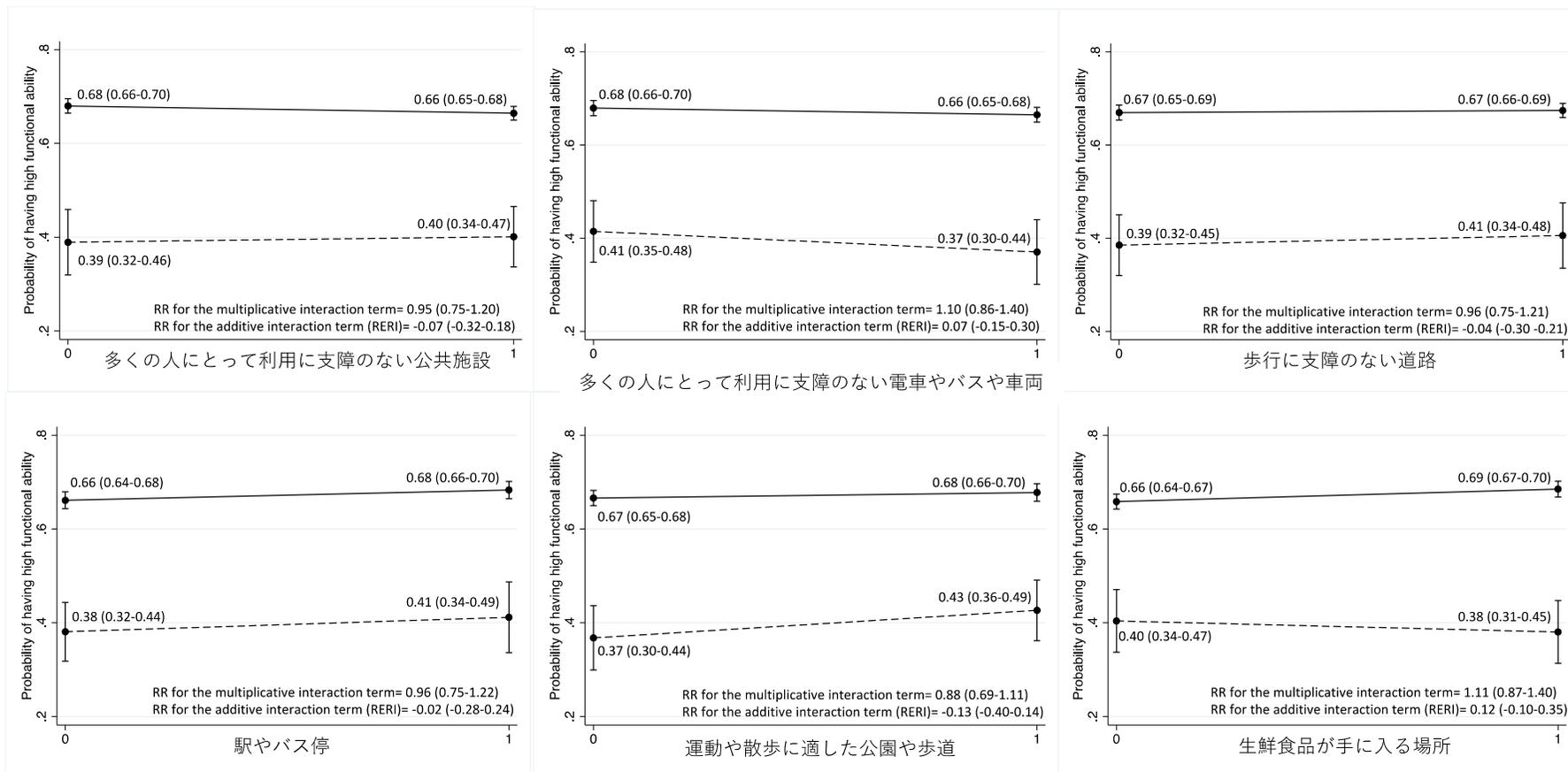
表1. 2016年の歩行能力別の分析対象者の特徴

	高歩行能力 (n= 6,672)	低歩行能力 (n= 322)
男性, n (%)	3,214 (48.2)	83 (25.8)
年齢, 平均 ± 標準偏差	72.9 ± 5.5	77.2 ± 6.3
教育歴, n (%)		
9年以下	1,972 (29.6)	168 (52.2)
10年以上12年以下	2,861 (42.9)	103 (32.0)
13年以上	1,806 (27.1)	50 (15.5)
その他	33 (.5)	1 (.3)
等価世帯所得, n (%)		
高い	3,375 (50.6)	105 (32.6)
低い	3,297 (49.4)	217 (67.4)
併存疾患, n (%)		
1つ以上	5,316 (79.7)	300 (93.2)
なし	1,356 (20.3)	22 (6.8)
就労状況, n (%)		
就労中または退職 働いたことがない	6,194 (92.8)	270 (83.9)
働いたことがない	478 (7.2)	52 (16.2)
婚姻状況, n (%)		
既婚	5,046 (75.6)	194 (60.3)
死別	1,121 (16.8)	94 (29.2)
離別	285 (4.3)	20 (6.2)
未婚	175 (2.6)	9 (2.8)
その他	45 (.7)	5 (1.6)
生活状況, n (%)		
独居	942 (14.1)	74 (23.0)
同居	5,730 (85.9)	248 (77.0)
抑うつ症状, n (%)		
抑うつ状態	1,251 (18.8)	137 (42.6)
抑うつ状態でない	5,421 (81.3)	185 (57.5)
人口密度† (人/km ²), 平均 ± 標準偏差	6,472.5 ± 3977.7	5,675.9 ± 3801.2

*すべての欠損値はランダムフォレスト法を用いて補完した

†小学校区レベル

図1. 歩行能力と建造環境別の高い機能的能力の予測確率



● --- 低内在的能力集団
 ● — 高内在的能力集団

6. 参考文献

1. World Health Organization. *World Report on Ageing and Health*. (World Health Organization, 2015).
2. Healthy ageing and functional ability. <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/healthy-ageing-and-functional-ability>.
3. virtual meeting. *WHO Locomotor Capacity Working Group Report on Initial Steps towards Measurements of Locomotor Capacity in Older People*. (2021).
4. Imamura, K. *et al.* Social isolation is associated with future decline of physical performance in community-dwelling older adults: a 1-year longitudinal study. *Aging Clin. Exp. Res.* **34**, 1391–1398 (2022).
5. Wang, F. *et al.* A systematic review and meta-analysis of 90 cohort studies of social isolation, loneliness and mortality. *Nat Hum Behav* (2023) doi:10.1038/s41562-023-01617-6.
6. Cerin, E. *et al.* The neighbourhood physical environment and active travel in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* **14**, 15 (2017).
7. Kondo, K. & Rosenberg, M. Advancing universal health coverage through knowledge translation for healthy ageing Lessons learnt from the Japan Gerontological Evaluation Study. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/279010/9789241514569-eng.pdf> (2018).
8. Nishio, M., Haseda, M., Inoue, K., Saito, M. & Kondo, N. Measuring functional ability in Healthy Ageing: testing its validity using Japanese nationwide longitudinal data. *Age Ageing* **53**, (2024).
9. Hirose, J. *et al.* Validation of Each Category of Kihon Checklist for Assessing Physical Functioning, Nutrition and Cognitive Status in a Community-Dwelling Older Japanese Cohort.
10. World Health Organization. *Decade of Healthy Ageing: Baseline Report*. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/338677/9789240017900-eng.pdf> (2020).
11. ranger: A Fast Implementation of Random Forests. <https://rdr.io/cran/ranger/> (2022).
12. Stekhoven, D. J. & Bühlmann, P. MissForest--non-parametric missing value imputation for mixed-type data. *Bioinformatics* **28**, 112–118 (2012).
13. VanderWeele, T. J. *Explanation in Causal Inference: Methods for Mediation and Interaction*. (Oxford University Press, 2015).