

2022 年度博士論文

地域在住高齢者における  
近隣環境が身体機能に与える影響

桜美林大学大学院 老年学研究科 老年学専攻

安藤 雅峻

## 目次

第1章 序論	1
1.1 研究の背景	1
1.2 本研究の目的	5
1.3 本論文の構成	5
1.4 本研究における用語の操作的定義	5
第2章 第1研究-地域在住高齢者における身体機能と近隣環境との関連性に影響を与える個人的属性の検討	7
2.1 目的	7
2.2 方法・対象・統計解析	7
2.3 結果	10
2.4 考察	11
2.5 本研究の限界	13
2.6 第1研究の結論	13
第3章 第2研究-地域在住高齢者における近隣環境が1年後の身体機能に与える影響	15
3.1 目的	15
3.2 方法・対象・統計解析	15
3.3 結果	17
3.4 考察	18
3.5 本研究の限界	21
3.6 第2研究の結論	22
第4章 総合考察	24
第5章 結論	30
謝辞	31
引用文献	32
表	41
図	72
資料	74

## 第1章 序論

### 1.1 研究の背景

#### 1.1.1 高齢者における生活機能と身体機能

日本の高齢化率は増加の一途をたどり、2020（令和2）年には過去最高の28.8%に達した[1]。また、同年の簡易生命表[2]によると、平均寿命は男性が81.64歳、女性が87.74歳であり、我が国は世界有数の長寿国家である。一方、「日常生活が制限されることなく生活できる期間」である健康寿命は、2016（平成28）年時点において男性が72.14歳、女性が74.79歳と報告されている[1]。このことは、平均寿命と健康寿命との10年前後の差の分、日常生活において制限が生じ、場合によっては介護または支援を要する期間が存在する可能性があることを意味する。超高齢社会にある我が国において、高齢者が住み慣れた地域で自立した生活を継続するうえで、生活機能低下の危険因子をより早期に発見し、的確な支援策を講じることは急務である。

生活機能低下の危険因子の一つとして、身体機能低下が挙げられる。身体機能とは、「上肢および下肢の機能を含む、日常生活で用いられる基本的な身体的動作」と定義される[3, 4]。身体機能には、筋力、身体パフォーマンス、バランス、耐久性といった多面的要素が含まれる。とりわけ、筋力（握力、等）および身体パフォーマンス（歩行速度、等）は、サルコペニア[5, 6]の診断および重症度判定のための指標として国際的に採用されており[7, 8]、身体機能の中核的な要素と言える。身体機能低下は、新規要介護発生[9, 10]や日常生活活動（activities of daily living ; ADL）障害[11, 12]、高次生活機能低下[12, 13]の予測因子である。また、転倒・骨折[13, 14]、関節疾患[15]、認知症[16]、脳血管疾患（脳卒中）[17]といった、我が国における主な要介護原因[1]の上位を占める疾患および老年症候群とも関係することが報告されている。

高齢者の身体機能を維持・向上するための支援策については、運動や栄養の領域を含む介入において有効性が示されてきた[18-21]。これらは主に、個人に内在する要因に焦点を当てた介入と言える。一方、外在要因による健康への影響も考慮しなければならない。世界保健機関（World Health Organization ; WHO）の国際生活機能分類（International Classification of Function, Disease, and Health ; ICF）では、その前身である国際障害分類（International Classification of Impairments, Disabilities and Handicaps ; ICIDH）からの変更点の一つとして、環境因子に関する項目が付加されている[22]。外在要因である環境因子も含め、より包括的な観点から、高齢者に対する評価および介入を行うことは、地域実践において限りある資源

を適正に配分することや、個人を越えた集団単位での行動変容を促すことにより、効果的かつ効率的に地域に暮らす人々の健康増進を図るうえで重要であると考えられる。

### 1.1.2 近隣環境による健康への影響

高齢者の健康に影響を与える環境因子の一つとして、近隣環境が挙げられる。近隣環境は、「居住者の自宅周辺にある環境に焦点を当てており、異なる地域にある職場等を含まない」とされる[23]。転倒発生割合の地域間比較を行った研究では、市町単位[24]のみでなく、小学校区単位[25]においても差がみられたと報告されている。つまり、市区町村より細かな区画、すなわち居住地により近接した範囲において、健康に影響を与える環境因子を検証する必要性を示すものであると考える。

近隣環境の構成要素は、大きく“物的環境”と“社会環境”に分けられる[26,27]。物的環境には、地形や植生といった自然環境から、人工的な建造環境（土地利用や交通機関を含む都市デザイン、食料品店や運動施設といった各種資源へのアクセス等）といったものが含まれ、社会環境には、犯罪や交通に関連した安全性等が含まれる[27]。また、近隣の地理的範囲については、研究間で定義が異なるものの、評価方法（客観的あるいは主観的）により区別して整理されている[27]。具体的には、地理情報システム（geographic information systems；GIS）上で処理・分析される空間データに基づく客観的評価においては、近隣の定義に「距離（1マイル（1.6km）、1km、0.5km等）」が用いられ、質問紙等による主観的評価においては、「時間（徒歩〇分等）」、「距離（〇km等）」、「特定の区域（小学校区等）」が用いられる[27]。高齢者においては、退職や、加齢に伴う身体活動の減少により、生活圏域が縮小することが想定される。そして、高齢者は居住している地域でより多くの時間を過ごす[28]ことから、居住地周辺の近隣環境が健康に影響を与える可能性も高くなると考えられる。

実際に、近隣環境による健康への影響について、科学的知見が数多く報告されている。高齢者を対象とする研究においては、近隣環境が様々な健康アウトカム（健康状態[29]、認知機能[30, 31]、うつ状態[29]、心血管疾患[32]）や健康行動（身体活動[33, 34]、外出[35]、食事摂取[36]）と関係することが、システマティック・レビューやメタ・アナリシスで示されている。一方、WHOは、高齢者の健康と参加を促進するうえで、物理的・社会的環境の整備された高齢者に優しい都市（age-friendly city）を構築することが重要だと謳っている[37]。我が国では、「健康・医療・福祉のまちづくりの推進ガイドライン」[38]が策定されており、高齢者の健康増進、介護予防、コミュニティへの帰属意識や活動参加を促進する視点に基づいた“街づくりのための指針”が掲げられている。このように、学術および政策の両面から、

高齢者が住みやすい近隣環境を整備するにあたっての科学的知見の蓄積や施策立案が進められている。

### 1.1.3 高齢者における身体機能と近隣環境との関係

本研究の主題である、高齢者における近隣環境と身体機能との関係についても、物的環境および社会環境の両側面より、関連あるいは影響が検討されてきた(表1)。調査地域(国)別にみると、米国における報告[39-47]が最も多く、その他の地域(国)としてイギリス[48]、オランダ[49]、フィンランド[50,51]、ブラジル[52]、中国[53]、韓国[54-56]、オーストラリア[57-59]、そして日本[60-62]における報告が散見される。物的環境に関しては、道路の連結性、混合土地利用度(土地利用の多様性)、ウォーカビリティ、公共交通機関へのアクセス、目的地(運動施設、等)の利用可能性、景観等が良好な近隣環境は身体機能に対する保護因子であり、一方で街路の状態(亀裂や壊れた縁石、等)、照明、坂道等が不良な近隣環境は、身体機能の阻害因子とされている。一方、社会環境については、全般的な安全性、特に交通や犯罪に関する安全性が、身体機能に関係する因子であると考えられている(表1)。

身体機能と近隣環境との関係に関するシステマティック・レビューは2編ある[29,63]。Racheleらの論文では、身体機能と近隣環境との関係性が、研究間の知見の一致率に基づき整理されている[63]。このレビューでは、近隣環境を大きく9つのカテゴリー(ウォーカビリティ、居住密度、道路の連結性、混合土地利用、公共交通機関へのアクセス、歩行者用インフラストラクチャー、景観、犯罪に関する安全性、交通に関する安全性)に分類している。カテゴリーごとの先行研究間における知見の一致率は、0.0~58.8%と幅があり、よりエビデンスが強い(知見の一致率が高い)順に挙げると、景観(58.8%)、歩行者用インフラストラクチャー(54.5%)、交通に関する安全性(40.0%)と続く。9つのカテゴリー全体でみると、34.4%において統計学的にポジティブな知見が一致したとまとめられている。

先述の通り、先行研究は国外で実施されたものが数多くみられるが、社会・文化的背景が異なることを考慮すると、日本在住の高齢者を対象とする研究蓄積が必要だと考えられる。Racheleらのシステマティック・レビュー[63]における採用論文(2018年までの公表論文)のうち、日本の研究はわずか1編[62]であったが、その後も関連研究が増えていることから当該研究領域への関心の高まりがうかがえる。日本における研究の具体例として、茨城県笠間市の65~86歳の高齢者を対象とした横断研究では、人口密度や混合土地利用度が低いことや、日常生活に関連した目的地、コミュニティ・センター、医療施設、運動施設が少ないことが、身体機能が低いことと関連したと報告している[62]。同じく横断研究であり、千

葉県松戸市の65～84歳の高齢者を対象とした報告では、特に男性において、人口密度、目的地の利用可能性、交差点密度が高いことと、身体機能が高いこととの間に関連が示されている[61]。島根県の雲南市、邑南町、隠岐の島町に在住する60歳以上の者を対象とした3年間の縦断研究では、住居密度が高い地域に住むことは、身体機能の維持に影響するという結果が示されている[60]。いずれの研究も、物的環境に着目して検討されたものと言える。

#### 1.1.4 先行研究における課題

以上のように、地域在住高齢者における身体機能と近隣環境との関係について、国内外で検証が進められてきた。しかしながら、先行研究には以下の課題があると考えられる。

第一に、身体機能と近隣環境との関係性が、どのような高齢者の個人的属性のもとで成り立つかについての検証は不十分である。Lawtonの生態学的モデル[64]によれば、高齢者の能力（認知機能、心理的適応、身体的健康、その他の資質）に応じて、環境圧力に対して適応可能である（正の感情・適応行動が促される）程度、あるいは、適応がなされず負の感情・不適応行動がとられる程度は異なる。そのため、たとえ類似した近隣環境のもとに生活を送っていたとしても、その近隣環境の特徴が身体機能に影響するか否かは、高齢者の個人的属性によって異なるという仮説が立てられる。実際、先行研究において、対象者の年齢[39, 41, 44, 47]や、性別[44, 60-62]、日常生活の自立度や心理社会的要因、生活習慣[39, 40, 42, 45, 50]などに応じて近隣環境の影響が異なることが示されている。Sakariらは、下肢機能低下者においては、親しみのある場所が歩行制限リスクの低減と関連し、一方で下肢機能に問題がない者においては、サービスや店が近いことや、見本となる歩行者が周りにいることが歩行制限リスクの低減と関連したと報告した[50]。この場合は、能力が低い集団においては、安寧をもたらす環境が高齢者の健康に関係し、反対に能力が高い集団では、より活動的な生活習慣を促す環境が健康に関係するという一例と考えられる。これらの知見は、本研究の仮説形成の根拠となるものである。

第二に、高齢者の身体機能に対する近隣環境の影響に関して、縦断研究による検証が不足している。もちろん、縦断研究デザインによる研究成果は数多く報告されているが、さらに以下に挙げる点を考慮する必要があると考えられる：①身体機能を客観的指標によって評価していること、②近隣環境を物的環境および社会環境の両側面から包括的に評価していること、③日本に在住する高齢者を対象として実施していること。①については、「続けて歩くことができない」、「重い物を持ち上げられない」、「階段を昇ることが困難である」等、明らかな生活上の不具合を本人が自覚する以前に、数値化される身体機能（歩行速度や筋力）の

低下は進行している危険性がある。客観的な身体機能指標は、高齢者における死亡[65]、健康状態（骨折、認知機能低下、等）[66]の予測因子であることが実証されている。よって、客観的に評価されたより早期の身体機能低下が、近隣環境の影響を受けるか否かを検証することは重要である。②に関しては、近隣環境は、物的側面（施設や資源へのアクセス、等）と社会的側面（犯罪や交通に関する安全、等）を含む包括的な概念であり、各近隣環境要因の身体機能に対する影響の有無を検証するうえで、同一対象集団における検証が必要である。③については、日本に在住する高齢者への研究知見の適応を考えるうえで、日本在住の高齢者を対象とする独自の研究蓄積が必須である。

地域在住高齢者における身体機能と近隣環境との関係性を明らかにするうえで、これらの課題を解決する必要がある。

## 1.2 本研究の目的

本研究の目的は、次の2点である。①身体機能と近隣環境との関連性を横断的に検証するとともに、両者の関連性に影響を与える高齢者の個人的属性を明らかにすること。②包括的に評価された近隣環境の要因が、客観的な身体機能（筋力、身体パフォーマンス）指標に対して縦断的に影響するかを検証すること。

本研究によって、地域実践の場における近隣環境評価に基づく意思決定（身体機能低下リスクの層別化と、それに基づく利用可能な資源の分配）や、高齢者の身体機能（健康状態）の維持・向上に資する街づくり施策のための、科学的根拠を提示することが可能と考える。

## 1.3 本論文の構成

本論文は、第1章から第5章により構成されている。第1章では、本研究の背景と目的を述べる。第2章では、第1研究として、目的①「身体機能と近隣環境との横断的な関連性、および両者の関連性に影響を与える高齢者の個人的属性」を検証した結果を述べる。第3章では、第2研究として、目的②「包括的に評価された近隣環境の要因による、客観的な身体機能（筋力、身体パフォーマンス）指標への縦断的な影響」を検証した結果を述べる。第4章では、本研究の総合考察を、第5章では、本研究の結論を述べる。

## 1.4 本研究における用語の操作的定義

本研究では、“地域実践の現場において、専門職らが簡便かつ安価に近隣環境評価を実施できること”を想定し、自記式質問票による主観的な近隣環境評価を行うことにした。

そのうえで、近隣環境を「自宅から徒歩 10～15 分程度で行ける範囲にある物的および社会環境」と操作的に定義した。近隣の範囲については、高齢者における 10～15 分の歩行時間は、歩行距離にすると 650～800m に相当する[67]。また、高齢者に対する生活空間の評価において、近隣 (neighborhood) は 0.5 マイル (約 800m) 以内と設定されており [68]、高齢者を対象とする際の近隣の範囲として妥当であると考えた。なお、近隣環境の主観的な評価尺度として国際的に広く用いられている International Physical Activity Questionnaire Environment Module (IPAQ-E) [69]、Neighborhood Environment Walkability Scale-Abbreviated (NEWS-A) [70]、Physical Activity Neighborhood Environment Scale (PANES) [71]のいずれの尺度においても、自宅から歩いて 10～15 分程度で行ける範囲を近隣と定義している。近隣環境の構成要素として、物的環境および社会環境の両側面が含まれることについては、先述の通りである。



## 第2章 第1研究 - 地域在住高齢者における身体機能と近隣環境との関連性に影響を与える個人的属性の検討 -

### 2.1 目的

地域在住高齢者における身体機能と近隣環境の関係性において、年齢、性別、健康状態等といった高齢者の個人的属性が、両者の関係性に影響を与えているという仮説を立てた。本研究の目的は、地域在住高齢者における身体機能と近隣環境との関連性を横断的に検証するとともに、両者の関連性に影響を与える高齢者の個人的属性を明らかにすることとした。

### 2.2 方法・対象・統計解析

#### 2.2.1 研究デザインおよび方法

本研究は横断研究であり、2016～2018年に神奈川県相模原市で開催した老年症候群に関する健診に参加した地域在住高齢者を対象とした。対象者の募集は、市内の広報誌およびスポーツ施設の掲示物にて行った。本研究における対象者の包含基準は、以下の通りとした：(1) 65歳以上、(2) 地域在住、(3) 日常生活活動 (activities of daily living ; ADL) を自立して遂行可能な者。なお、ADLの自立は、介護保険による要支援または要介護の認定を受けていないことと定義し、応募時に研究協力者が確認を行った。除外基準は、以下の通りとした：(1) 自力で健診会場まで移動することができない者、(2) 重度の心肺疾患や神経疾患を有する者、(3) 後述する身体機能テストの実施が困難な者。健診に参加した地域在住高齢者延べ638名のうち、解析項目に欠損があった14名を除外し、最終的に624名を解析対象者とした。

#### 2.2.2 身体機能

身体機能の指標として、筋力 (握力、膝伸展筋力) および身体パフォーマンス (5m 歩行時間、Timed Up and Go Test (TUG) [72]) を評価した。

握力の測定には、スメドレー式ダイナモメーター (T.K.K.5401 ; 竹井機器工業株式会社、新潟、日本) を使用した。両脚を自然に開いて安定した直立姿勢にて、利き手における最大努力の握力を計測した。測定は2回実施し、最大値を解析に用いた。膝伸展筋力の測定には、ハンドヘルドダイナモメーター ( $\mu$ -Tas F-1 ; アニマ株式会社、東京、日本) を用いた。椅座位にて両上肢を胸の前で組み、股関節・膝関節屈曲90°位で、圧力センサーが下腿遠位部に位置するよう調整し、最大努力での等尺性膝伸展筋力を測定した。測定は2回計測し、

最大値を解析に用いた。5m 歩行時間の測定は、測定区間 (5m) と加速路・減速路 (それぞれ 2m) の計 9m の歩行路で実施した。快適条件にて、5m の通過時間をデジタルストップウォッチ (ALBA W072 ; セイコーウォッチ株式会社, 東京, 日本) で測定した。2 回の測定のうち、最速値を解析に使用した。TUG は、椅子から立ち上がり 3m 前方のコーンを折り返し、再び椅子に座るまでの時間をデジタルストップウォッチ (ALBA W072 ; セイコーウォッチ株式会社, 東京, 日本) で測定した。本研究における TUG の測定は、一連の動作を最大努力条件で行った[73]。TUG の測定は 2 回実施し、最速値を解析に使用した。

### 2.2.3 近隣環境

近隣環境の指標として、国際標準化身体活動質問紙環境尺度 (International Physical Activity Questionnaire Environmental Module ; IPAQ-E) [69]の日本語版[74]を用いた。IPAQ-E は、対象者の居住地周辺 (徒歩 10~15 分程度) の環境特徴に関する質問票である。IPAQ-E の信頼性については、再検査法による検証が行われており、Spearman の順位相関係数は 0.79~0.99, Kappa 統計量は 0.63~0.97 と示されている[74]。また、地域在住高齢者に対しても使用されている[75]。本研究では、先行研究を参考に[74, 75], IPAQ-E に含まれる住居密度, 商店・スーパーへのアクセス, バス停・駅へのアクセス, 歩道, 自転車道, 運動施設, 安全性 (犯罪), 安全性 (交通), 運動実践者, 景観の 10 項目を用いた。各項目は, “全くあてはまらない” から “非常によくあてはまる” までの 4 件法で回答を得た。ただし, 住居密度については, 近隣の主な住宅タイプ (例: 一戸建て, 2~3 階建てのアパート, 4 階建て以上のマンション) に関して回答を得た。IPAQ-E の回答は, 先行研究に準じて 2 値にコーディングし, 解析に用いた[74, 75]。具体的には, 4 件法で回答を得た項目については「全くあてはまらない/ややあてはまらない」と「ややあてはまる/非常によくあてはまる」の 2 値に変換した。住居密度に関しては, “一戸建て” を「低住居密度」, その他の住宅タイプを「高住居密度」とした。

### 2.2.4 個人的属性

個人的属性として, 年齢, 性別, 病歴, 疼痛, 服薬, 身長, 体重, Body Mass Index (BMI), 運動習慣, 認知機能, うつ状態, 社会的孤立, 生活機能を調査した。これらの個人的属性は, 先行研究において身体機能と関連することが報告されている[18, 76-78]。

病歴 (高血圧, 糖尿病, 脂質異常症, 脳血管疾患, 心疾患), 疼痛 (腰痛, 膝痛), 服薬の有無は, 自記式質問票にて調査した。認知機能の指標として, Trail Making Test part A (TMT-

A) [79]を用いた。うつ状態は、Five-item version of the Geriatric Depression Scale (5-GDS) [80]を用いて評価した。GDS-5 の得点範囲は 0～5 点であり、2 点以上の場合を“うつ状態”とした[80]。社会的孤立については、同居者以外の家族や友人との交流頻度を自記式質問票にて調査した。交流頻度が週 1 回未満の場合を“社会的孤立”とした[81]。生活機能の評価には、老研式活動能力指標 (Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology Index of Competence ; TMIG-IC) [82, 83]を用いた。TMIG-IC の得点範囲は 0～13 点であり、高得点ほど生活機能が高いことを表す。

### 2.2.5 統計解析

先行研究において、近隣環境による健康への影響に関しては性差が報告されているため [61, 62], 全ての統計解析は性別で層別化した。記述統計に関しては、連続変数は平均値と標準偏差で、カテゴリ変数は度数とパーセンテージで示した。連続変数の 2 群間比較においては、分布の正規性を Shapiro-Wilk 検定で、等分散性を Levene の検定で確認したうえで、正規性、等分散性が確認された変数については対応のない t 検定、正規性、非等分散性が確認された変数については Welch の t 検定、非正規性の変数については Mann-Whitney の U 検定を用いた。カテゴリ変数の 2 群間比較においては、カイ二乗検定を用いた。

身体機能と関連する近隣環境要因および個人的属性を探索するため、先行研究[84]を参考にして次のように分析を行った。まず、身体機能と関連する潜在的な近隣環境要因および個人的属性を抽出するため、重回帰分析 (赤池情報量規準 (Akaike's Information Criterion ; AIC) を用いたステップワイズ法) を行った。従属変数は身体機能の各指標、独立変数は近隣環境要因および個人的属性 (年齢, 病歴, 疼痛, 服薬, BMI, 運動習慣, TMT-A, うつ状態, 社会的孤立) と設定した。

次に、高齢者の個人的属性を考慮した、高齢者の身体機能と近隣環境要因との関連を検証するために、回帰木分析を行った。回帰木分析とは、説明変数をアルゴリズムに基づき分岐させ、分岐の過程を木構造で図示するツリーモデル (tree-based model) の一種である[85]。ツリーモデルは、従属変数の予測・判別において、説明変数間の相互関係を階層化し、視覚的にも確認できる点に特徴がある。従属変数を連続変数とする回帰問題では回帰木 (regression tree), 従属変数をカテゴリ変数とする分類問題では分類木 (classification tree) または決定木 (decision tree) と呼ばれる[85]。本研究では、Classification and Regression Tree (CaRT) アルゴリズムによる回帰木分析を用いて解析を行った。回帰木分析では、身体機能の各指標を従属変数とし、先の重回帰分析においてモデルに採用された近隣環境要因お

よび個人的属性を独立変数に用いた。予測性能の高い最適木を生成するため、10重交差確認法における最小交差確認エラー率を規準とする complexity parameter (cp) 値によって木の剪定を行った[85]。

最後に、回帰木モデルによって分類されたグループ（ターミナルノード）間における身体機能指標の比較を、Kruskal-Wallis 検定および post-hoc 検定（Steel 法）を用いて実施した。

統計解析には、IBM SPSS Statistics 27.0（IMB Japan, 東京, 日本）、R version 4.0.3（R Core Team, 2020）およびパッケージ rpart [86]を用い、統計学的有意水準は5%とした。

### 2.2.6 倫理的配慮

本研究は北里大学医療衛生学部倫理委員会の承認を得て行った（承認番号 2018-008B）。また、全対象者には書面によるインフォームドコンセントを得た。

## 2.3 結果

### 2.3.1 対象者の個人的属性と近隣環境

対象者の個人的属性と近隣環境に関する結果を、表2に示した。対象者の平均年齢は71.7±4.7歳であった。また、対象者の TMIG-IC の平均得点は11.9±1.4点であった。身体機能に関しては、男性は、女性に比較し、握力および膝伸展筋力が高値で、TUG は短時間であった。一方、5m 歩行時間は、女性の方が男性よりも短時間であった。また、TMT-A、うつ状態、社会的孤立、TMIG-IC においても性差を認め、女性は、男性に比較し、TMT-A は短時間で、TMIG-IC の平均点は高く、社会的孤立の者は少ない一方、うつ状態がある者が多かった。

### 2.3.2 身体機能に関する重回帰分析の結果

表3, 4に、男女ごとの重回帰分析の結果を示した。男性に関しては、5m 歩行時間（秒）が短いことと運動施設があること（ $B=-0.31$ ,  $p=0.004$ ）、TUG（秒）が短いことと住居密度が高いこと（ $B=-0.27$ ,  $p=0.042$ ）に有意な関連が認められた。女性に関しては、握力（kgf）および膝伸展筋力（kgf）が高いことと運動施設があること（順に、 $B=0.91$ ,  $p=0.024$ ;  $B=1.66$ ,  $p=0.043$ ）に有意な関連が認められた。

### 2.3.3 身体機能と近隣環境および個人的属性の関連（回帰木分析）

回帰木分析の結果、男性の5m 歩行時間に関して、近隣環境要因および個人的属性を含む

回帰木モデルが生成された (図 1)。本モデルでは、第 1 層で年齢が第 1 選択肢となり、80 歳を境に 5m 歩行時間が 2 群に分かれた。次いで、第 2 層で腰痛の有無により 2 群に、第 3 層でうつ状態の有無により 2 群に分かれた。そして、第 4 層に運動施設の有無が選択され、これらの要因に基づき 5 グループ (ターミナルノード) に分類された。すなわち、80 歳以下、腰痛およびうつ状態がない、運動施設があると回答した者が node 5 に分類された。5 つのグループ間の 5m 歩行時間を比較した結果、node 5 に分類されたグループは、他の 4 つのグループよりも有意に 5m 歩行時間が短かった (表 5)。男性の 5m 歩行時間以外の身体機能指標に関しては、近隣環境要因および個人的属性を含む回帰木モデルは生成されなかった。また、女性においては、全ての身体機能指標に関して、近隣環境要因および個人的属性を含む回帰木モデルは生成されなかった。

## 2.4 考察

本研究では、地域で自立して暮らす高齢者を対象としたが、TMIG-IC の平均点は同じく自立高齢者を対象とする先行研究よりもやや高い傾向にあった[87, 88]。したがって、本研究の対象者は生活機能がやや高い集団であると考えられた。

身体機能と近隣環境の横断的な関連性について、重回帰分析の結果から、男性では身体パフォーマンスと運動施設の有無や住居密度が有意な関連を示した。さらに、女性では筋力と運動施設の有無が有意な関連を示した。先行研究においても、運動施設へのアクセスの良さや住居密度が身体機能に関連することが報告されており[61, 62]、本研究の結果とも一致する。一方で、これらの近隣環境要因と身体機能との有意な関連がないと報告する研究もある[44]。歩行能力や筋力などの身体機能は、年齢や性別[89]だけでなく、身体活動[18]や、認知機能[77]、疾患[78]、社会的孤立[76]など様々な要因が影響する。また、これらの要因の多くは、近隣環境要因とも関連することが報告されており[30, 32, 33]、身体機能と近隣環境との関連性は極めて複雑であると考えられる。そのため、身体機能と近隣環境との関連性については、研究対象者の個人的属性の違いによって結果が異なってくるものが推測される。

本研究では、身体機能と近隣環境要因の関連性に影響を与える高齢者の個人的属性について、回帰木分析を用いて検証した。その結果、80 歳以下で、腰痛およびうつ状態がない男性高齢者では、近隣の運動施設の有無が 5m 歩行時間と関連することが示された。また、80 歳以下で腰痛およびうつ状態がなく、近隣に運動施設がある男性高齢者のグループは、その他のグループと比較して、5m 歩行時間が有意に短い値であった。地域在住高齢者における近隣の運動施設と身体機能との有意な関連性を報告している先行研究[62]では、対象者

の年齢が若く、腰痛およびうつ状態を有する高齢者の割合が低い傾向にあった。これは、本研究結果とも一致していると考えられる。一方で、身体機能と近隣環境との有意な関連がなかった研究においては、対象者に ADL 障害を有する虚弱な高齢者が含まれていた[44]。つまり、本研究の対象者よりも健康状態が不良な対象者であったと考えられる。本研究の結果から、近隣環境と身体機能との関連性において、性別、年齢、疼痛などの身体的健康状態、うつ状態などの精神的健康状態が影響することが明らかとなった。

本研究において、5m 歩行時間と運動施設の有無が関連した理由として、身体活動が関与している可能性が考えられる。実際、近隣に運動施設がある場合、近隣における総歩行量や、移動・レクリエーションを目的とした歩行量が増加することが報告されている[75]。すなわち、比較的年齢が若く、健康状態が良好な男性高齢者であれば、近隣に運動施設があることで歩行に関連した身体活動量が増え、歩行能力の維持・向上に繋がる可能性がある。一方で、握力、膝伸展筋力、TUG に関しては、近隣環境要因と個人的属性の両者を含む回帰モデルは生成されなかった。筋力や身体パフォーマンスの向上には、レジスタンス・トレーニングやバランス・エクササイズなどの特異的な運動プログラムが有効である[90-92]。そのため、歩行以外の身体機能に対しては、単純な身体活動量の増加だけでなく、身体活動の内容に対して影響を与える近隣環境要因の検討も必要であるかもしれない。本研究では、運動習慣を有する高齢者は7割以上にのぼり、その量と内容は多様であると考えられる。両者の関連性における身体活動の関与を裏付けるためには、より詳細な身体活動の調査と解析が必要である。

女性では、重回帰分析において、筋力と運動施設の有無とが有意な関連を示した。一方で、回帰分析においては、両者の関連性が表れる対象者の個人的属性は認められなかった。前述した通り、身体機能には様々な要因が関与しており、重回帰分析ではこれらの要因が十分に統制されていない可能性がある。特に、女性は男性と比べて多様な社会資源を有している[93]。本研究においても、社会的要因の一つである社会的孤立の該当率は、男性よりも女性の方が有意に少なかった。加えて、先行研究では、社会参加による健康への効果について、男性よりも女性の方が高いことが示されている[94, 95]。従って、女性において、身体機能と近隣環境との関連性に影響する個人的属性が抽出されなかった理由として、社会的要因の関与が示唆される。ただし、本研究の結果のみでは、どのような社会的要因が重要であるかは言及できない。今回は調査できていない社会資源の影響も作用している可能性があり、今後のさらなる検証が必要である。

## 2.5 本研究の限界

本研究には、いくつかの研究の限界が存在する。第1に、本研究は横断研究であるため、因果関係については言及できない点がある。本研究の解析では、運動施設の有無や性別、年齢、身体および精神的健康状態から、5m歩行時間を予測するモデルが生成された。しかし、歩行能力が高い集団では、より活動的な生活習慣を送るために意図して運動施設の近くに住むことを選択する可能性がある。また、身体機能の低下による身体的および精神的健康への逆方向の影響も考えられる。近隣環境による身体機能への因果関係を明らかにするためには、縦断研究による検証が必要である。第2に、本研究では近隣環境を主観的にのみ評価している。近年、地理情報システム (geographic information system ; GIS) を用いた客観的評価が広く用いられており、客観的評価と主観的評価との健康影響の違いも指摘されている [96]。本研究の対象者は、前述のとおり生活機能が比較的良好な集団であり、主観的な近隣環境評価の質は担保されているものと考えられる。しかし、近隣環境を客観的に評価した場合、本研究とは異なる結果となる可能性は否定できない。第3に、本研究では社会経済的指標 (家族構成、所得等) や居住年数が調査できていない。従って、これらの要因による身体機能および近隣環境への認知に対する交絡については言及することができない。第4に、本研究は都市近郊の単一地域で行ったものである。今回得られた回帰モデルの妥当性を検証し、一般化するためには、都市近郊以外の地域における検証を重ねる必要がある。また、日本人高齢者と欧米の高齢者では身体機能に文化差または人種差が存在することが示されているため [97]、本研究結果の他国への汎化は慎重に行うべきと言える。

## 2.6 第1研究の結論

本研究では、地域在住高齢者において、身体機能と近隣環境との関連性に影響を与える個人的属性を回帰分析により検証した。その結果、身体機能と近隣環境との関連性に影響する高齢者の個人的属性として、年齢、性別、身体および心理的健康状態が抽出された。特に、比較的年齢が若く、疼痛やうつ状態のない男性高齢者では、近隣に運動施設があることが5m歩行時間という身体パフォーマンスの維持に関連する可能性が示唆された。地域で自立して生活を送る高齢者において、身体機能低下者あるいはそのリスクを有する者を層別化するうえで、個人的属性に含まれる危険因子を同定することは当然重要である。それに加え、近隣の運動施設の有無によって、身体パフォーマンスの成績に差が生じ得ることは十分考慮する必要がある。

本研究は、日本学術振興会 科学研究費助成事業の一部を受けて実施した。

安藤 雅峻：地域在住高齢者における近隣環境に基づく効果的な運動プログラムの  
選択手法の開発．日本学術振興会 科学研究費助成事業 若手研究，2020 年 4 月～  
2023 年 3 月．

本研究の内容は、第 8 回日本予防理学療法学会学術大会で発表した。

安藤雅峻，上出直人，柴喜崇，坂本美喜，村上健，渡辺修一郎：身体的・心理的に健  
康な男性高齢者では歩行能力と近隣環境が関連する：回帰木分析による探索的検  
証．第 8 回日本予防理学療法学会学術大会，2021 年 11 月 13 日．

本研究の内容は、Gerontology and Geriatric Medicine に掲載された。

Ando M, Kamide N, Shiba Y, Sakamoto M, Sato H, Murakami T, Watanabe S: Association  
Between Physical Function and Neighborhood Environment in Healthy, Older Adults: An  
Exploratory Study Using Regression Tree Analysis. Gerontol Geriatr Med 2021; 7: 1-11.  
<https://doi.org/10.1177/23337214211052403>



## 第3章 第2研究 - 地域在住高齢者における近隣環境が1年後の身体機能に与える影響 -

### 3.1 目的

地域在住高齢者の生活を取り巻く様々な近隣環境の特徴が、客観的な身体機能（筋力、身体パフォーマンス）指標に影響を及ぼすかを明らかにするためには、縦断研究による検証を行うことが必須である。本研究の目的は、地域在住高齢者において、近隣環境要因である物的環境と社会環境による、客観的な身体機能指標への縦断的な影響を検証することとした。

### 3.2 方法・対象・統計解析

#### 3.2.1 研究デザインおよび方法

本研究は1年間の縦断研究である。対象者は第1研究と同じく、神奈川県相模原市で開催した老年症候群に関する健診に参加した地域在住高齢者であった。対象者の包含基準は、65歳以上であり、介護保険による要支援・要介護認定を受けていないADLが自立した高齢者とした（第1研究を参照）。2016～2018年の同健診の新規参加者638名のうち、解析項目に欠損があった14名を除外し、624名よりベースライン時の解析データを得た。更に、1年後の同健診に参加し、身体機能評価を実施可能であった299名（追跡率：47.9%）よりフォローアップ時の解析データを得た。

#### 3.2.2 身体機能

身体機能は、筋力（握力、膝伸展筋力）と身体パフォーマンス（5m歩行時間、TUG）をベースライン時およびフォローアップ（1年後）時に評価した。評価方法は、第1研究と同様とした。

1年間における身体機能の変化は、以下の手順によって判定した。まず、対象者ごとに1年間の各身体機能指標の変化率（1年間の変化量をベースライン時の測定値で除した値）を算出した。次に、算出した各身体機能指標の変化率をもとに、最小可検変化量（minimal detectable change ; MDC）以上の低下があった場合を“身体機能の低下”と定義した。一方、MDC以内の変動あるいはMDC以上の向上があった場合は、“身体機能の維持・向上”とした。なお、MDCとは、再テストなどの繰り返し測定により得られた2つの測定値の変化量が、測定誤差によるものであるという限界域を示したものである[98, 99]。2つの測定値がMDC以上の変化を示した場合、測定誤差ではない変化が生じたことを意味する。先行研究より、身体機能の各指標のMDCはそれぞれ、握力で5%、膝伸展筋力で12%、5m快適歩

行時間で 7%, TUG で 6%と報告されている[100].

### 3.2.3 近隣環境

近隣環境は、IPAQ-E 日本語版[74]によって調査した。第 1 研究と同様に、IPAQ-E に含まれる住居密度、商店・スーパーへのアクセス、バス停・駅へのアクセス、歩道、自転車道、運動施設、安全性（犯罪）、安全性（交通）、運動実践者、景観の 10 項目を用いた。また、IPAQ-E の回答は、先行研究に準じて 2 値にコーディングし、解析に用いた[74, 75].

### 3.2.4 個人的属性

個人的属性として、年齢、性別、病歴、疼痛、服薬、身長、体重、BMI、運動習慣、認知機能、うつ状態、交流頻度、生活機能を調査した。調査方法は、第 1 研究と同様とした。なお、交流頻度については、同居者以外の家族や友人との交流頻度を自記式質問票にて調査し、1 ヶ月あたりの総合的な交流回数を算出した[81].

### 3.2.5 統計解析

記述統計に関しては、連続変数は平均値と標準偏差で、カテゴリ変数は度数とパーセンテージで示した。追跡-脱落群間および男女間の 2 群間比較においては、連続変数の場合、分布の正規性を Shapiro-Wilk 検定で、等分散性を Levene の検定で確認したうえで、正規性、等分散性が確認された変数については対応のない t 検定、正規性、非等分散性が確認された変数については Welch の t 検定、非正規性の変数については Mann-Whitney の U 検定を用いた。カテゴリ変数の 2 群間比較においては、カイ二乗検定または Fisher の正確確率検定を用いた。

統計解析では、1 年後の身体機能に対する近隣環境の影響を検証するため、各身体機能指標の 1 年間における変化（低下を“0”，維持・向上を“1”とコーディング）を従属変数、近隣環境の各要因を独立変数とする二項ロジスティック回帰分析を行った。モデル 1 は独立変数として近隣環境のみ、モデル 2 はモデル 1 を年齢、性別、BMI、ベースライン時の身体機能で調整した。モデル 3 は、モデル 2 に加えて、運動習慣、TMT-A、うつ状態、交流頻度を調整変数として投入した。以上の二項ロジスティック回帰分析を、全対象者、Instrumental ADL (IADL) 自立者 (TMIG-IC の下位尺度「手段的自立」が 5 点満点の者) および性別によって層別化して実施した。

本研究では、1 年間における対象者の脱落率が約 50%と高かった。そのため、身体機能の

変化と近隣環境との関係に対する脱落バイアスの影響を検証するため、逆確率重み付け (inverse probability weighting ; IPW) 法を実施した[101, 102]. まず、ベースライン時における対象者の個人的属性について、追跡-脱落群間での 2 群間比較を行い、有意確率 10%未満の変数を抽出した. 次に、1年後の追跡の有無を従属変数、2群間比較において抽出された変数を独立変数とする二項ロジスティック回帰分析を行い、個人的属性から 1年後の追跡の有無を予測するモデル式を作成した. そして、モデル式によって算出された個々の対象者の追跡確率 (傾向スコア) の逆数を重み付けに用いて、近隣環境要因によって身体機能の変化を予測する二項ロジスティック回帰分析を実施した. 以上の手順により、解析対象者のうち、脱落群に近い個人的属性を有する対象者に対しより大きな重み付けを行い、脱落バイアスによる影響を考慮した解析を行った.

統計解析には、IBM SPSS Statistics 27.0 (IBM Japan, 東京, 日本) を用い、統計学的有意水準は 5%とした.

### 3.2.6 倫理的配慮

本研究は北里大学医療衛生学部倫理委員会の承認を得て行った (承認番号 2018-008B). また、全対象者には書面によるインフォームドコンセントを得た.

## 3.3 結果

### 3.3.1 追跡群と脱落群の比較

追跡-脱落群間の比較の結果を表 6 に示した. 個人的属性のうち、統計学的有意水準 5%において有意差のある変数はなかった.

### 3.3.2 解析対象者のベースライン・データと 1 年間の身体機能の変化

解析対象者 (追跡群) におけるベースライン時の個人的属性および近隣環境、身体機能を表 7 に示した. 対象者の平均年齢は  $71.7 \pm 4.5$  歳であった. また、対象者の TMIG-IC の平均得点は  $11.9 \pm 1.4$  点であった. 身体機能に関しては、握力と膝伸展筋力においてのみ男性が有意に高値を示した (握力:  $34.8$  vs  $23.8$  kgf,  $p < 0.001$ , 膝伸展筋力:  $34.8$  vs  $27.3$  kgf,  $p < 0.001$ ). また、個人的属性のうち、BMI, 疾患数, 膝痛, うつ状態, 交流頻度においても性差を認め、BMI, 疾患数は男性の方が高値を示し (BMI:  $22.4$  vs  $21.9$  kg/m<sup>2</sup>,  $p = 0.035$ , 疾患数:  $1.18$  vs  $0.86$ ,  $p = 0.006$ ), 膝痛, うつ状態, 交流頻度は女性の方が高値を示した (膝痛:  $38.9$  vs  $25.6$  %,  $p = 0.035$ , うつ状態:  $18.1$  vs  $6.4$  %,  $p = 0.013$ , 交流頻度:  $25.1$  vs  $19.2$  回/月,  $p = 0.008$ ).

追跡者の1年間における身体機能の変化を表8に示した。対象者全体における身体機能指標ごとの低下者の割合は、握力が34.8%、膝伸展筋力が34.2%、5m歩行時間が13.7%、TUGが23.1%であった。また、女性における膝伸展筋力の低下者の割合が、男性に比べて有意に高かった(38.6 vs 21.8%,  $p=0.007$ )。

### 3.3.3 1年間の身体機能に対する近隣環境要因の影響

全対象者における二項ロジスティック回帰分析の結果を表9に示した。個人的属性を調整後においても、近隣に運動施設があることが5m歩行時間の成績を維持・向上する方向に影響し( $OR=2.31$ , 95%CI: 1.02-5.21,  $p<0.05$ )、犯罪に対する安全性が良いことがTUGの成績を維持・向上する方向に影響した( $OR=1.87$ , 95%CI: 1.06-3.33,  $p<0.05$ )。一方、1年後の握力および膝伸展筋力に対して有意な影響を示す近隣環境要因はなかった。

本研究における脱落バイアスを検証するために、IPW法を実施した。重み付けの変数として、追跡-脱落群間の比較において有意確率10%未満であった疾患数、服薬の有無、TMT-Aを用いた。IPW法の結果、近隣運動施設の有無による5m歩行時間への影響、犯罪に対する安全性によるTUGへの影響ともに、変化はみられなかった(表9)。

IADL自立者における分析結果を表10に、性別による層別化分析の結果を表11, 12に示した。女性において、犯罪に対する安全性が良いことがTUGを維持・向上する方向に影響した( $OR=2.08$ , 95%CI: 1.10-3.92,  $p<0.05$ )。しかし、他の身体機能指標と近隣環境要因との間に有意な関係はみられなかった(表12)。また、男性においては、いずれの身体機能指標に関しても、有意に関係する近隣環境要因は抽出されなかった(表11)。なお、男性において、膝伸展筋力およびTUGの低下者でバス停・駅へのアクセスが“良い”と回答した者、5m歩行時間の低下者で商店・スーパーへのアクセスが“良い”と回答した者はいなかった(表13)。

## 3.4 考察

本研究では、1年間の客観的な身体機能の変化に対して近隣環境要因が与える影響を二項ロジスティック回帰分析にて検討した。その結果、個人的属性を調整したうえで、5m歩行時間に対して運動施設の有無が、TUGに対して犯罪に対する安全性がそれぞれ有意に影響することが示された。すなわち、本研究を通じて、日本に在住する高齢者において、近隣における物的環境と社会環境の両者が、身体機能、特に身体パフォーマンスに対して縦断的に影響することが示された。物的環境である運動施設と身体機能との有意な関連に

については、日本における横断研究で示されているが[62]、本研究は縦断研究によってこの知見を補強するものである。一方、米国では、近隣における犯罪、照明、騒音、交通量などの社会環境に関する問題が多いほど、主観的に評価された身体機能の低下リスクが増大することが報告されている[47]。本研究の知見は、日本という調査地域においても、犯罪に対する安全性が、客観的に評価された身体機能の変化に影響することを示すものである。

近隣の運動施設が 5m 歩行時間に対して影響したことに関するメカニズムとして、運動施設の利用に伴う身体活動の増加が、歩行に関連する身体パフォーマンスに対して保護的に影響した可能性がある。事実、運動施設へのアクセスが良好である高齢者では、日常的な歩行量が増加することが報告されている[75]。さらに、歩行習慣を有する者において、歩行速度、歩幅、歩行比といった歩行パラメーターが有意に良好であることも示されている[103]。同論文では、筋力やバランス能力、柔軟性という他の身体機能指標については、歩行習慣の関連が見られなかったとも述べられている[103]。このことは、近隣に運動施設があることに伴う歩行に関連した身体活動の増加が、歩行のパフォーマンスに対して特異的に効果があったことを裏付けるものと考えられる。

別の視点からは、高い身体機能を有することが、身体活動を促すことも想定される。身体機能と身体活動との双方向的な関係性を検討した先行研究[104]では、身体機能は、短期・長期ともに一貫して身体活動の予測因子であった。それに対して、身体活動は長期においてのみ、身体機能の予測因子であったと報告されている。本研究では、運動習慣の影響を調整後（表 9、モデル 3）も、5m 歩行時間と近隣の運動施設の有無との有意な関係性が保たれた。このことは、短期的な身体機能の変化に対して身体活動が強くは介在しないものと解釈することができ、Metzger らの報告[104]を部分的に支持する結果と考えられる。ただし、本研究では、運動習慣や身体活動の量および内容を詳細に調査できておらず、また各対象者の居住年数も不明であるため、短期・長期いずれの効果が現れたかまでは言及できない。

近隣の運動施設と 5m 歩行時間との関係に関する他のメカニズムとしては、ヘルスリテラシーの関与が考えられる。高齢者におけるヘルスリテラシーは、ヘルスケア（プライマリケア、予防的サービス、服薬管理）へのアクセスと関連する[105]。近隣に運動施設がある高齢者では、運動に関連した活動が促進されるのみでなく、運動施設を利用する仲間との交流や、健康関連イベント（生活習慣病予防や老年症候群予防のための講演・健診、等）への参加を通じて、健康に関する知識の習得と健康管理能力が向上することが予想さ

れる。5m 歩行時間は、身体パフォーマンスの指標であると同時に、全身の健康状態を反映する指標でもある[106]。すなわち、近隣に運動施設があることは、ヘルスリテラシーの向上を経て、5m 歩行時間の良好な成績に繋がるものと考えられる。身体機能と近隣環境との関係における、ヘルスリテラシーの介在についても、今後の詳細な調査が必要である。

一方、犯罪に対する安全性が TUG に影響するメカニズムとしては、先述した運動施設と 5m 歩行時間との関係性と同様に、近隣の安全性によって身体活動が増加し、身体パフォーマンスが維持・向上する可能性が考えられる。しかしながら、犯罪を含む近隣の安全性が身体活動に影響するかどうかは、十分には明らかにされていない[29]。その他のメカニズムとしては、良好な近隣の安全性が、社会的活動（社会参加）を促進し、結果として TUG の成績の維持・向上に貢献した可能性が考えられる。近隣における安全性は、ソーシャル・ネットワークや社会的結束を介して、人々の健康に影響を及ぼす[107]。また、ソーシャル・ネットワークの得点が高いほど、TUG を含む身体機能指標の成績が良好であることも報告されている[108, 109]。第 1 研究の考察でも述べた通り、TUG という複合的課題に対しては、バランスの要素を含むような特異的なトレーニングないしは活動が必要と考えられる。特に、高齢者における社会的活動の内容は多岐に渡り、活動拠点までの移動や、活動の場での状況適応（交流する人や物に応じた行動）というように、単純な歩行運動よりも高度な身体的課題が課される。そのため、犯罪に関する安全性が、TUG に対して特異的に影響した背景として、社会的活動が関与している可能性が考えられた。本研究では、特に女性において、犯罪に対する安全性が良いことが 1 年後の TUG（身体パフォーマンス）に影響するという結果が得られた。このことは、女性では男性と比較して社会的側面がもたらす健康影響が強い[94, 95]という特性を反映したものと考えられる。

一方、本研究の結果からは、筋力指標である握力および膝伸展筋力と有意な関連を示す近隣環境要因は抽出されなかった。地方に暮らす日本人高齢者を対象とした 3 年間の縦断研究においては、女性においてのみ、近隣の住居密度が高いほど、将来の握力低下リスクが小さかったことが報告されている[60]。ただし、本研究とは対象地域の特性が異なることや、近隣環境の評価方法（先行研究では客観的手法によって近隣環境を評価）が異なるために、単純に結果を比較することはできない。

また、本研究では、ベースライン時の全対象者のうち、約半数しか 1 年後の追跡調査を行うことができなかった。地域高齢者を対象とする健診における、受診者と非受診者の特性を比較した研究では、非受診者において高齢、健康度および生活機能の低下、うつ傾向

といった特性を有することが報告されている[110]。よって、脱落者の個人的特徴による結果への影響は十分に検証すべきである。本研究の追跡群と脱落群の比較において、有意水準 5% で有意差がみられなかった個人的属性のうち、有意確率が 5~10%であった、疾患数、服薬の有無、TMT-A について効果量を検討したが、その絶対値は 0.066-0.146 といずれも小さかった。更に、二項ロジスティック回帰分析においては、脱落者の影響を考慮した IPW 法実施後においても、主要な結果に変化はなかった。本研究の解析データの基となる健診は、地域在住高齢者の自主的な応募によって参加者を募っている。1 年後の健診に参加しなかった理由の詳細は調査できていないものの、多くの場合は健診スケジュールと個人的な予定が合わなかったことと考えられる。また、健診事業の受け入れ可能人数の制約もあるが、恣意的な対象者の選択はない。以上より、本研究における脱落率は高いものの、系統的なバイアスは検証可能な限り軽微であり、本研究の結果への影響はほとんどないものと考えた。

### 3.5 本研究の限界

本研究に関しても、いくつかの限界がある。はじめに、本研究における対象者の脱落率が比較的高いことが挙げられる。この課題に対して、追跡-脱落群間の比較において個人的属性に差がある傾向はみられても効果量は小さいこと、二項ロジスティック回帰分析の主要な結果は IPW 法実施後も変わらないことを確認した。しかし、これらの検証によって、脱落バイアスによる影響を完全に排除できるわけではない。また、本健診は市内のスポーツ施設において開催されたものであり、運動施設へのアクセスが健診への参加機会自体にも影響を与えている可能性も考えられる。次に、本研究の追跡期間は 1 年間と短期であった。この課題に対して、MDC に基づき身体機能の低下または維持・向上を定義することで、少なくとも誤差範囲ではない身体機能の変化を検出した。しかしながら、MDC では身体機能の最低限の変化を捉えたに過ぎず、より臨床的に意味のある身体機能変化に対して近隣環境が影響を与えるかは不明である。最後に、第 1 研究と同様に、本研究の調査方法として、居住年数や社会経済的要因の調査が行えていないことや、近隣環境を対象者の主観によってのみ調査していることが挙げられる。特に、居住年数の統制が不十分であることは、近隣環境が短期的な身体機能変化に影響するのか、居住年数との交互作用があるのかといった解釈を困難にする。近隣環境への暴露期間の違いによる身体機能への影響について、更なる検証が必要である。

### 3.6 第2研究の結論

本研究では、地域在住高齢者において、近隣環境が1年後の身体機能の変化に与える影響を二項ロジスティック回帰分析によって検証した。その結果、近隣に運動施設があることは、1年後の5m歩行時間の成績を維持・向上する方向に影響することが示された。一方、犯罪に対する安全性が良いことは、1年後のTUGの成績を維持・向上する方向に影響することが示された。よって、短期的な身体パフォーマンスの低下を予測するうえで、近隣における運動施設の有無や、犯罪に関する安全性を含めた、包括的な評価が必要であると考えられた。また、これらの身体パフォーマンスの低下を防ぎ、高齢者が住み慣れた地域で自立した生活を維持するうえで、物的環境と社会環境の両側面から近隣環境を整備することもまた重要であると考えられた。近隣環境による身体機能へのより長期的な影響については、今後更なる検証が必要である。



本研究は、日本学術振興会 科学研究費助成事業の一部を受けて実施した。

安藤 雅峻：地域在住高齢者における近隣環境に基づく効果的な運動プログラムの  
選択手法の開発．日本学術振興会 科学研究費助成事業 若手研究，2020年4月～  
2023年3月．

本研究の内容は、11th IAGG Asia/Oceania Regional Congress 2019 で発表した。

Ando M, Kamide N, Shiba Y, Sakamoto M, Sato H, Murakami T, Watanabe S: Association  
between neighborhood environment and walking ability among community-dwelling older  
people in Japan: a 1-year prospective cohort study. 11th IAGG Asia/Oceania Regional  
Congress 2019, 2019.10.25.

本研究の内容は、International Journal of Environmental Research and Public Health に掲載  
された。

Ando M, Kamide N, Sakamoto M, Shiba Y, Sato H, Kawamura A, Watanabe S: The Effects  
of Neighborhood Physical and Social Environment on Physical Function among Japanese  
Community-Dwelling Older Adults: A One-Year Longitudinal Study. Int J Environ Res  
Public Health 2022; 19(13): 7999. <https://doi.org/10.3390/ijerph19137999>

## 第4章 総合考察

### 4.1 本研究で得られた知見

本研究のテーマは、「地域在住高齢者における近隣環境が身体機能に与える影響」である。第1研究は「地域在住高齢者における身体機能と近隣環境との関連性に影響を与える個人的属性の検討」、第2研究は「地域在住高齢者における近隣環境が1年後の身体機能に与える影響」と標題を設定し、横断的および縦断的デザインによって研究を実施した。

第1研究では、地域在住高齢者における身体機能と近隣環境との関連性について、両者の関連性に影響を与える個人的属性が存在するという仮説を立てて検証を行った。回帰木分析の結果として、年齢、腰痛、うつ状態、そして近隣の運動施設という複数の階層によって5m歩行時間を予測する回帰木モデルが生成された。先行研究においても、身体機能と近隣環境との関連性を検証するうえで、性別[44, 60-62]、日常生活の自立度[111]、歩行習慣[42]の有無などによる層別化分析は既に行われている。しかしながら、同じ環境特徴（一例として、人口密度）に着目した研究間であっても、男女間で相反する結果を示すものもみられた[61, 62]。すなわち、単一の個人的属性による層別化のみでは、身体機能と近隣環境との関係性に対する影響を説明できない可能性が考えられる。一方、本研究では、ツリーモデルの1種である回帰木分析を用いることで、身体機能に対する近隣環境および個人的属性の相互関係を階層化したことが特色である。これにより、特定の近隣環境要因が、どのような個人的属性を有する高齢者のもとで身体機能と関連するかがより明確となった。少なくとも、地域在住高齢者において近隣運動施設がもたらす利益を受けやすいのは、年齢が比較的若く、身体的・精神的に健康な男性高齢者であることが示唆された。これらの近隣環境および個人的属性を複合的に評価・解釈することは、身体パフォーマンスの低下者、あるいはそのリスクがある者を同定する際に有益であると考えられる。

また、第2研究では、二項ロジスティック回帰分析の結果として、近隣に運動施設があることが1年後の5m歩行時間の変化に対し保護的に影響することが明らかとなり、運動施設と身体パフォーマンスとの関係性について第1研究と一貫した結果が示された。さらに、近隣における犯罪に対する安全性は、横断的には身体機能との関連が認められなかったものの、縦断的にはTUGによって評価された身体パフォーマンスに影響するという結果が得られた。主観的評価による身体機能に対して、道路の連結性[44]や近隣の安全性、破壊行為やごみの散乱のような近隣障害[39, 41, 47]が影響することは報告されているが、より予防的な観点からは、対象者本人が日常生活上の不具合を自覚するよりも早期に、客観的な身体機能低下を検出し、その関連要因を同定する必要がある。そのため、本研究に

において、客観的に評価された1年後の身体機能の変化に対して、物的および社会環境の両側面が影響することを示した点は、本研究の特色だと考える。本研究の追跡期間が1年間のみである点は、研究の限界である。しかし別の観点からは、近隣に運動施設があることや、犯罪に対する安全性が良いことが短期的にも身体パフォーマンスの維持・向上に影響し得ることは、近隣環境の重要性を示す有益な知見でもあると考える。

#### 4.2 調査地域の特徴と結果の一般化について

本研究は、神奈川県相模原市に在住する高齢者を対象とした。本研究の対象集団における近隣環境の特徴を把握するため、IPAQ-Eを用いて調査対象者における各近隣環境要因の条件を満たす者の割合を算出し、先行研究と比較した(表14)。比較対象は、我が国においてIPAQ-Eの信頼性[74]および高齢者への適応可能性[75]を実証した先行研究である。前者は、東京都内およびその近郊、兵庫県姫路市に在住する492名(20~74歳)を対象としており、後者は、東京都文京区および府中市、静岡県小山町に在住する65~74歳の高齢者1921名を対象とした研究であった。なお、本研究におけるIPAQ-Eに対する回答のコーディングは、これらの先行研究と同一の方法により実施した。表14より、本研究の対象集団における、各近隣環境要因の条件を満たす者の割合は、先行研究で示されている日本における標準的な分布と概ね同様であった。その中でも特に、先行研究との間に10ポイント以上の該当率の差があった近隣環境要因として、“運動施設あり(15.3%高い)”と“運動実践者を見かける(13.0%高い)”の2項目が挙げられる。これは、本研究の調査会場が市内のスポーツ施設であり、調査(老年症候群に関する健診)への参加自体に運動施設までのアクセシビリティが影響している可能性が考えられる。また、本研究の対象者は、生活機能が比較的高い集団であり、外出などの活動機会が総じて高い結果として、運動実践者を見かけることも多いものと推察される。本研究では、運動施設の有無が身体機能と関係する結果が得られたが、運動施設がもたらす利益をより享受しやすい集団であったことが考えられる。よって、本研究の結果の解釈には、調査対象が「運動施設」と「運動実践者」の項目に該当する者が比較的多い集団であることに注意する必要がある。一般化を考えるうえで、異なる近隣環境特性を有する集団においても同様の結果が得られるかを検証する必要がある。

次に、本研究の調査地域における都市の特徴(人口統計)を、同じく日本において身体機能と近隣環境との関係性を検証した3編の先行研究と比較した(表15)。一般に、都市(地方公共団体)の区分は政令指定都市、中核市(あるいは施行時特例市)、その他の市、そして町村に分類される。本研究を実施した相模原市は、政令指定都市に該当し、調

査開始時点（2016年）における総人口は721,139人と、先行研究と比較して最も大きな都市であると言える。高齢化率については、地方在住の高齢者を対象とした Okuyama ら[60]の調査地域（島根県）で特に高く、既に高齢社会の問題に直面していると言える。一方、本研究を含むその他の調査地域に関しては、全国値よりもやや低い高齢化率である。しかしながら、2019年から2045年までの高齢化率の伸びに関しては、神奈川県相模原市は9.9ポイント上昇すると推計されており、比較的伸び率の大きな調査地域であることがわかる。ここに都市の規模を掛け合わせると、本研究の調査地域は、近い将来に高齢社会の問題に直面し、なおかつ、支援が必要となり得る高齢者の人口自体も非常に大きくなるものと考えられる。本研究の知見は、今後、高齢者を支える人材および資源が不足した際に、近隣環境を整備・活用することが、高齢者に対する効率的な支援策となり得ることを示した点で意義があると考えられる。ただし、本研究で得られた知見をより強固なものにするためには、比較的都市の規模が大きく、高齢化の延伸が見込まれる他の都市についても調査を行い、同様の結果が得られるかを検証する必要があるだろう。一方、茨城県笠間市における横断研究では、近隣における運動施設と身体機能との関連が報告されており[62]、本研究の結果は、調査地域および都市規模の異なる先行研究の知見をも補強するものである。すなわち、都市規模が異なる他の地域においても、今回の結果が一般化できる可能性を示唆するものと考えられる。この点に関しても、規模の異なる都市を対象とした縦断研究による検証を重ねる必要がある。

### 4.3 本研究における知見の活用

ここでは、本研究における知見の活用について、マイクロレベル、メゾレベル、マクロレベルの視点から述べる。なお、マイクロ・メゾ・マクロの定義[112]に関して、ソーシャルワークの観点では、マイクロレベルとは、個人・家族、小グループを含むクライアントが直面する困難状況（生活問題）を対象とするものとされる。マクロレベルとは、社会全般の変革や向上を指向するものであり、働きかける対象として地域社会、制度・政策、社会意識や文化が含まれる。また、メゾレベルとは、マイクロとマクロの間にあるもの全てが含まれ、利用者やその家族の周りがあるグループ、組織、地域住民、さらにその周りがある環境や資源等までもが対象となる[112]。

#### 4.3.1 ミクロレベル

本研究における知見のマイクロレベルでの活用方法として、個々人の近隣環境に関する認知に対して働きかけることが挙げられる。

本研究では、高齢者本人の主観的な認識に基づいて近隣環境を評価した。繰り返しになるが、IPAQ-Eは信頼性の確立された指標である[74]。しかしながら、ある特定の近隣環境要因が客観的には存在したとしても、高齢者本人が認識していない可能性も考えられる。逆に言えば、特定の近隣環境について主観と客観との間にずれが生じている場合、高齢者に対し近隣環境への気付きを提供し、その認識ないしは利用を促すことができれば、健康に変化をもたらす介入策となる可能性がある。その一例として、ウォーキングマップの作成および普及啓発が挙げられる。地域住民を対象とする実践的報告では、自宅から徒歩圏内にある目的地を再認知させることを目的として、目標地点となり得る近隣環境が図示された地図を配布した結果、1日の歩行時間が増加した[113]。IPAQ-Eにおける運動施設には、「公園、広場、ウォーキング道路、自転車道路、グラウンド、公営プール、体育館」などの多様な施設・設備が含まれている。少なくとも都市部においては、いずれの特徴も比較的身近に存在し得るものであり、高齢者の自宅周辺にある何らかの運動施設の認識および利用促進を図ることは現実的であると考えられる。

#### 4.3.2 メゾレベル

メゾレベルにおける知見の活用法として、既存建築や人的資源（地域住民の協力）を活かした、組織単位での活動の創出が挙げられる。

マイクロレベルの項で述べた通り、本研究で調査した運動施設には、主として公園やスポーツ施設といった“運動を行える場所”として意図された環境資源が含まれている。一方、高齢者が地域において、運動教室や自主グループに参加する際は、公民館やコミュニティ・センターを利用することも多々ある。また、今日では、都市整備・活用計画の中で、空き家・空き室や、商店街の空きテナントの活用について議論が行われている。建築的特徴として、運動を行うための構造・設備がなくとも、小集団で動けるスペースと、最低限の椅子や小道具さえ用意できれば、十分に運動を行う場所としての機能を果たすことができる。よって、既存建築を活かした運動関連の自主グループ等を立ち上げ、住民間に「運動を行える場所」としての認識を生むことができれば、既存建築が運動施設としての意味合いを持つ可能性がある。

さらに、地域住民の協力によって、社会環境をも変化させられる可能性もある。三重県桑名市では、グループホームに入居する認知症高齢者、グループホームの職員、地域の学童などが一団となり、散歩のついでに防犯パトロールを行ったところ、それまで犯罪件数が急増していた地域において、犯罪件数が減少し、安心して安全な街づくりに繋がったとい

う事例が報告されている[114]。認知症高齢者の徘徊という課題を、人的資源として活かした例である。このような組織的な社会貢献活動は、高齢者の“犯罪に関する安全性”への認知に対しても、変化を生じさせ得るものと考ええる。

以上のマイクロレベル、メゾレベルで述べた、個人および組織（集団）単位への介入可能性を検討できる点は、本研究が“主観的な近隣環境”を扱ったことによる利点である。

#### 4.3.3 マクロレベル

本研究における知見のマクロレベルでの活用方法として、高齢者の自助を促すような自治体単位での環境整備が考えられる。

本研究の対象者は、生活機能が比較的高い集団であることに加え、第1研究の結果からは、特に運動施設の影響を受け得る個人的属性として、男性、80歳以下、心身の健康状態が良好（腰痛およびうつ状態がない）という要因が抽出された。よって、これらの個人的属性を有する、ある程度限定された集団においてのみ、近隣の運動施設および安全性がもたらす身体機能への有益性を享受できるものと考えられる。また別の観点からは、自助努力によって生活機能や健康状態を保つことのできる集団では、街づくりとして近隣環境を整備することで、専門家の配置やサービス資源を投入しなくとも身体機能が維持・向上されることが期待できるとも言える。行政データの活用により、当該地域に居住する高齢者の年齢・性別の分布をある程度把握することができる。また、簡単なアンケートやインタビューを通じて、その地域に住む高齢者の健康状態および生活機能、そして近隣環境特徴を調査することも可能である。これらのデータを利用した地域診断に基づき、運動施設などの物理的な環境資源の不足と、潜在的なニーズ（運動施設を自助として活用できる住民）に応じた街づくりを展開することが有効であると考ええる。

都市構造そのものを変化させることは容易ではない。一方で、各地方公共団体において、人口減少・超高齢社会に伴う社会情勢の変化を見据えた街づくり構想が策定されている。相模原市においては、2021（令和3）年に、概ね20年後の目指すべき都市構造や土地利用、交通体系などの都市づくりの方針を定めた「相模原市都市計画マスタープラン」が策定されている[115]。つまり、高齢者をとりまく近隣環境は、社会情勢に応じて変化し続けなければならないものであり、本研究の知見はこれらの街づくり計画を科学的根拠により補強できるものと考ええる。

#### 4.4 研究の限界と今後の課題

本研究全体を通じた限界および今後の課題として、本研究では社会経済的指標に関する調査が行えていない。社会経済的指標は、身体機能を含む生活機能全般、そして居住地域の環境特性の双方に影響を与える交絡要因である。多くの先行研究における多変量解析では、学歴や経済状況等の社会経済的指標の影響が調整されており、社会経済的指標の低い地域に限定した解析[42]や、最低年収基準に基づき層別化した解析[43]も行われている。本研究の対象者は比較的生活機能が高く、健康関心も高い層であるため、大きな健康格差を生むほどの社会経済的背景を有する者は少ないと推察されるが、社会経済的指標を投入した際に結果が異なる可能性は否定できない。

加えて、第1研究および第2研究の考察において、身体機能と近隣環境との関係性に関与する要因として身体活動を挙げた。一方、近隣環境と食生活との関係もまた、身体活動と並び多くの関心が寄せられている領域である。先行研究でも、食品へのアクセスに関する近隣地域の格差は、食品摂取行動に影響する可能性が示唆されている[116]。よって、身体機能に関連する近隣環境要因を検討するうえで、食生活に関する要因を考慮する必要がある。本研究では食品摂取に関する指標を調査できていないが、身体機能と近隣環境との関係性をより深く検証し理解するためには、食生活に関する指標を含めた検討が必要である。

最後に、本研究は神奈川県相模原市という単一の都市において実施したものである。よって、本研究の結果のみでは、得られた知見が日本在住の高齢者に対して一般化可能であるとは断言できない。今後の課題として、規模の異なる都市においても同様の調査を行い、日本に在住する高齢者において近隣環境による身体機能への影響が一般的に認められるかについて、更なる検討を行いたい。

## 第5章 結論

本研究において、地域在住高齢者における身体機能と近隣環境との関係性を検証した結果、以下の点が明らかとなった。

- 第1研究では、地域在住高齢者における身体機能と近隣環境との関連性を横断的に検証するとともに、両者の関連性に影響を与える高齢者の個人的属性を明らかにすることを目的とした。研究の結果、近隣の運動施設の有無と5m歩行時間との間に横断的な関連性がみられた。また、両者の関連性に影響する高齢者の個人的属性として、年齢、性別、身体および心理的健康状態が抽出された。特に、比較的年齢が若く、疼痛やうつ状態のない男性高齢者では、近隣に運動施設があることが5m歩行時間の良好な成績と関連することが示された。
- 第2研究では、地域在住高齢者において、近隣環境要因である物的環境と社会環境による、客観的な身体機能指標への縦断的な影響を検証することを目的とした。研究の結果、近隣に運動施設があることは、1年後の5m歩行時間の成績（身体パフォーマンス）を維持・向上することが縦断的に示された。加えて、犯罪に対する安全性が良いことは、1年後のTUGの成績（身体パフォーマンス）の維持・向上に影響することが示された。これらの結果は、個人的属性の調整後、およびIPW法による脱落バイアスの分析後においても変化はなかった。

上記の結果は、地域で自立した生活を送る高齢者を対象とする地域実践の現場において、個人的属性および近隣環境の両視点から身体機能低下者（あるいはリスク者）を同定する際に、有用な情報となると考えられた。また、将来の身体機能低下の予防という観点からは、個人に内在する要因への介入のみでなく、外的要因である近隣環境資源を整備または利用促進することもまた、地域在住高齢者の身体機能の維持・向上に寄与するものであると考えられた。



## 謝辞

本研究を学位論文としてまとめるにあたり、大変多くの皆様のご支援、ご協力、ご助言、ご指導を賜りました。この場をお借りして、心より御礼申し上げます。

まず、桜美林大学大学院老年学研究科の渡辺修一郎教授、新野直明教授、鈴木隆雄教授、東京都健康長寿医療センター研究所の大淵修一先生のご指導に、深く感謝申し上げます。渡辺修一郎教授には、博士前期課程および博士後期課程を通して、指導教授をお引き受けいただき、終始、大変温かいご助言とご指導を賜りました。また、新野直明教授には主査、鈴木隆雄教授、大淵修一先生には副査として、大変貴重なご助言とご指導を賜りました。本当にありがとうございました。

また、北里大学医療衛生学部リハビリテーション学科理学療法学専攻の上出直人先生、柴喜崇先生（現・福島県立医科大学）、佐藤春彦先生（現・関西医科大学）、坂本美喜先生には、私が同専攻を卒業してから現在に至るまで、研究フィールドを提供していただき、研究実施に係る様々な経験をさせていただきました。厚く御礼申し上げます。加えまして、本研究の対象者として、快くご協力くださいました高齢者の皆様にも感謝申し上げます。

さらに、職場の皆様のご理解とご協力があったからこそ、社会人として大学院に進学し、大変有意義な学びを得ることができました。汐田総合病院リハビリテーション課、弘前大学大学院医学研究科社会医学講座、弘前大学 COI 研究推進機構・共同研究講座、北里大学医療衛生学部リハビリテーション学科理学療法学専攻の皆様にも、厚く御礼申し上げます。

最後に、常に励まし、支えてくれた家族に感謝いたします。

## 引用文献

1. 内閣府, 令和3年版高齢社会白書. 2021;  
[https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2021/zenbun/03pdf\\_index.html](https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2021/zenbun/03pdf_index.html).
2. 厚生労働省, 令和2年簡易生命表. 2021;  
<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/life/life20/index.html>.
3. Stuck, A.E., et al., *Risk factors for functional status decline in community-living elderly people: a systematic literature review*. Soc Sci Med, 1999. **48**(4): p. 445-69.
4. Verbrugge, L.M. and A.M. Jette, *The disablement process*. Soc Sci Med, 1994. **38**(1): p. 1-14.
5. Rosenberg, I.H., *Sarcopenia: origins and clinical relevance*. J Nutr, 1997. **127**(5 Suppl): p. 990S-991S.
6. Rosenberg, I.H., *Summary comments*. The American Journal of Clinical Nutrition, 1989. **50**(5): p. 1231-1233.
7. Chen, L.K., et al., *Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus Update on Sarcopenia Diagnosis and Treatment*. J Am Med Dir Assoc, 2020. **21**(3): p. 300-307 e2.
8. Cruz-Jentoft, A.J., et al., *Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis*. Age Ageing, 2019. **48**(1): p. 16-31.
9. Akune, T., et al., *Incidence of certified need of care in the long-term care insurance system and its risk factors in the elderly of Japanese population-based cohorts: the ROAD study*. Geriatr Gerontol Int, 2014. **14**(3): p. 695-701.
10. Yoshimura, N., et al., *Reference values for hand grip strength, muscle mass, walking time, and one-leg standing time as indices for locomotive syndrome and associated disability: the second survey of the ROAD study*. J Orthop Sci, 2011. **16**(6): p. 768-77.
11. Heiland, E.G., et al., *Association of mobility limitations with incident disability among older adults: a population-based study*. Age Ageing, 2016. **45**(6): p. 812-819.
12. Donoghue, O.A., et al., *Using timed up and go and usual gait speed to predict incident disability in daily activities among community-dwelling adults aged 65 and older*. Arch Phys Med Rehabil, 2014. **95**(10): p. 1954-61.
13. Ensrud, K.E., et al., *A comparison of frailty indexes for the prediction of falls, disability, fractures, and mortality in older men*. J Am Geriatr Soc, 2009. **57**(3): p. 492-8.

14. Orwoll, E.S., et al., *The Relationships Between Physical Performance, Activity Levels, and Falls in Older Men*. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2019. **74**(9): p. 1475-1483.
15. Culvenor, A.G., et al., *Thigh Muscle Strength Predicts Knee Replacement Risk Independent of Radiographic Disease and Pain in Women: Data From the Osteoarthritis Initiative*. Arthritis Rheumatol, 2016. **68**(5): p. 1145-55.
16. Doi, T., et al., *Physical Performance Predictors for Incident Dementia Among Japanese Community-Dwelling Older Adults*. Phys Ther, 2019. **99**(9): p. 1132-1140.
17. Cai, Y., et al., *The Association between Four Gait Speed Assessments and Incident Stroke in Older Adults: The Health, Aging and Body Composition Study*. J Nutr Health Aging, 2020. **24**(8): p. 888-892.
18. Chase, J.D., L.J. Phillips, and M. Brown, *Physical Activity Intervention Effects on Physical Function Among Community-Dwelling Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis*. J Aging Phys Act, 2017. **25**(1): p. 149-170.
19. Chou, C.H., C.L. Hwang, and Y.T. Wu, *Effect of exercise on physical function, daily living activities, and quality of life in the frail older adults: a meta-analysis*. Arch Phys Med Rehabil, 2012. **93**(2): p. 237-44.
20. Kim, H., et al., *Long-term effects of exercise and amino acid supplementation on muscle mass, physical function and falls in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: A 4-year follow-up study*. Geriatr Gerontol Int, 2016. **16**(2): p. 175-81.
21. Mori, H. and Y. Tokuda, *Effect of whey protein supplementation after resistance exercise on the muscle mass and physical function of healthy older women: A randomized controlled trial*. Geriatr Gerontol Int, 2018. **18**(9): p. 1398-1404.
22. World Health Organization, 障害者福祉研究会, *国際生活機能分類：国際障害分類改定版*. 2002, 東京: 中央法規出版.
23. Chen, T.A., et al., *Features of perceived neighborhood environment associated with daily walking time or habitual exercise: differences across gender, age, and employment status in a community-dwelling population of Japan*. Environ Health Prev Med, 2013. **18**(5): p. 368-76.
24. 山田実, 松本大輔, 林尊弘, *転倒発生の少ない市町はあるか: AGES プロジェクト. 厚生指針*, 2012. **59**(8): p. 1-7.
25. 林尊弘, 近藤克則, 山田実, *転倒者が少ない地域はあるか: 地域間格差と関連要因*

- の検討: JAGES プロジェクト. 厚生指標, 2014. **61**(7): p. 1-7.
26. Diez Roux, A.V. and C. Mair, *Neighborhoods and health*. Ann N Y Acad Sci, 2010. **1186**: p. 125-45.
  27. 埴淵知哉, 近隣環境の健康影響を探る. E-journal GEO, 2013. **8**(1): p. 66-77.
  28. Gardner, P.J., *Natural neighborhood networks — Important social networks in the lives of older adults aging in place*. J Aging Stud, 2011. **25**(3): p. 263-271.
  29. Won, J., et al., *Neighborhood safety factors associated with older adults' health-related outcomes: A systematic literature review*. Soc Sci Med, 2016. **165**: p. 177-186.
  30. Besser, L.M., et al., *Neighborhood Environment and Cognition in Older Adults: A Systematic Review*. Am J Prev Med, 2017. **53**(2): p. 241-251.
  31. Wu, Y.T., A.M. Prina, and C. Brayne, *The association between community environment and cognitive function: a systematic review*. Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol, 2015. **50**(3): p. 351-62.
  32. Malambo, P., et al., *Built Environment, Selected Risk Factors and Major Cardiovascular Disease Outcomes: A Systematic Review*. PLoS One, 2016. **11**(11): p. e0166846.
  33. Barnett, D.W., et al., *Built environmental correlates of older adults' total physical activity and walking: a systematic review and meta-analysis*. Int J Behav Nutr Phys Act, 2017. **14**(1): p. 103.
  34. Moran, M., et al., *Understanding the relationships between the physical environment and physical activity in older adults: a systematic review of qualitative studies*. Int J Behav Nutr Phys Act, 2014. **11**: p. 79.
  35. 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, 2017. **14**(1): p. 15.
  36. Rahmanian, E., et al., *The association between the built environment and dietary intake - a systematic review*. Asia Pac J Clin Nutr, 2014. **23**(2): p. 183-96.
  37. World Health Organization, *Good health adds life to years: Global brief for World Health Day 2012*. 2012, World Health Organization.
  38. 国土交通省, 健康・医療・福祉のまちづくりの推進ガイドライン. 2014; [https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi\\_machi\\_tk\\_000055.html](https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_machi_tk_000055.html).
  39. Latham, K. and M.M. Williams, *Does neighborhood disorder predict recovery from mobility limitation? Findings from the Health and Retirement Study*. J Aging Health, 2015. **27**(8): p.

- 1415-1442.
40. Clarke, P.J., *The role of the built environment and assistive devices for outdoor mobility in later life*. J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci, 2014. **69 Suppl 1**(Suppl 1): p. S8-15.
  41. Latham, K. and P.J. Clarke, *The Role of Neighborhood Safety in Recovery from Mobility Limitations: Findings from a National Sample of Older Americans (1996-2008)*. Res Aging, 2013. **35**(4): p. 481-502.
  42. Michael, Y.L., et al., *Built environment and lower extremity physical performance: prospective findings from the study of osteoporotic fractures in women*. J Aging Health, 2011. **23**(8): p. 1246-62.
  43. Clark, C.R., et al., *Perceived neighborhood safety and incident mobility disability among elders: the hazards of poverty*. BMC Public Health, 2009. **9**(1): p. 162.
  44. Freedman, V.A., et al., *Neighborhoods and disability in later life*. Soc Sci Med, 2008. **66**(11): p. 2253-67.
  45. Clarke, P., et al., *Mobility disability and the urban built environment*. Am J Epidemiol, 2008. **168**(5): p. 506-13.
  46. Brown, S.C., et al., *Built environment and physical functioning in Hispanic elders: the role of "eyes on the street"*. Environ Health Perspect, 2008. **116**(10): p. 1300-7.
  47. Balfour, J.L. and G.A. Kaplan, *Neighborhood environment and loss of physical function in older adults: evidence from the Alameda County Study*. Am J Epidemiol, 2002. **155**(6): p. 507-15.
  48. Steptoe, A. and P.J. Feldman, *Neighborhood problems as sources of chronic stress: development of a measure of neighborhood problems, and associations with socioeconomic status and health*. Ann Behav Med, 2001. **23**(3): p. 177-85.
  49. Cramm, J.M. and A.P. Nieboer, *Relationships between frailty, neighborhood security, social cohesion and sense of belonging among community-dwelling older people*. Geriatr Gerontol Int, 2013. **13**(3): p. 759-63.
  50. Sakari, R., et al., *Do Associations Between Perceived Environmental and Individual Characteristics and Walking Limitations Depend on Lower Extremity Performance Level?* J Aging Health, 2017. **29**(4): p. 640-656.
  51. Eronen, J., et al., *Environmental facilitators for outdoor walking and development of walking difficulty in community-dwelling older adults*. Eur J Ageing, 2014. **11**(1): p. 67-75.

52. Nascimento, C.F.D., et al., *Individual and Neighborhood Factors Associated With Functional Mobility and Falls in Elderly Residents of Sao Paulo, Brazil: A Multilevel Analysis*. J Aging Health, 2018. **30**(1): p. 118-139.
53. Ye, B., J. Gao, and H. Fu, *Associations between lifestyle, physical and social environments and frailty among Chinese older people: a multilevel analysis*. BMC Geriatr, 2018. **18**(1): p. 314.
54. Seo, Y., et al., *Perceived Neighborhood Environment Associated with Sarcopenia in Urban-Dwelling Older Adults: The Korean Frailty and Aging Cohort Study (KFACS)*. Int J Environ Res Public Health, 2021. **18**(12): p. 6292.
55. Seo, Y., et al., *Differences in the Association of Neighborhood Environment With Physical Frailty Between Urban and Rural Older Adults: The Korean Frailty and Aging Cohort Study (KFACS)*. J Am Med Dir Assoc, 2021. **22**(3): p. 590-597 e1.
56. Kim, M.J., et al., *The Association of Perceived Neighborhood Walkability and Environmental Pollution With Frailty Among Community-dwelling Older Adults in Korean Rural Areas: A Cross-sectional Study*. J Prev Med Public Health, 2019. **52**(6): p. 405-415.
57. Sugiyama, T., et al., *Neighborhood environmental attributes and walking mobility decline: A longitudinal ecological study of mid-to-older aged Australian adults*. PLoS One, 2021. **16**(6): p. e0252017.
58. Arakawa Martins, B., et al., *Objective and subjective measures of the neighbourhood environment: Associations with frailty levels*. Arch Gerontol Geriatr, 2021. **92**: p. 104257.
59. Abe, T., A. Carver, and T. Sugiyama, *Associations of neighborhood built and social environments with frailty among mid-to-older aged Australian adults*. Geriatr Gerontol Int, 2021. **21**(10): p. 893-899.
60. Okuyama, K., et al., *Neighborhood environment and muscle mass and function among rural older adults: a 3-year longitudinal study*. Int J Health Geogr, 2020. **19**(1): p. 51.
61. Koohsari, M.J., et al., *Walking-friendly built environments and objectively measured physical function in older adults*. J Sport Health Sci, 2020. **9**(6): p. 651-656.
62. Soma, Y., et al., *Relationship between built environment attributes and physical function in Japanese community-dwelling older adults*. Geriatr Gerontol Int, 2017. **17**(3): p. 382-390.
63. Rachele, J.N., et al., *Neighbourhood built environment and physical function among mid-to-older aged adults: A systematic review*. Health Place, 2019. **58**: p. 102137.

64. Lawton, M.P. and L. Nahemow, *Ecology and the aging process*, in *The psychology of adult development and aging*. 1973, American Psychological Association: Washington, DC, US. p. 619-674.
65. Cooper, R., et al., *Objectively measured physical capability levels and mortality: systematic review and meta-analysis*. *BMJ*, 2010. **341**(sep09 1): p. c4467-c4467.
66. Cooper, R., et al., *Objective measures of physical capability and subsequent health: a systematic review*. *Age Ageing*, 2011. **40**(1): p. 14-23.
67. 厚生労働省, *健康日本21 (第二次)* . 2013;  
[https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryuu/kenkou/kenkouinippon21.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/kenkouinippon21.html).
68. Baker, P.S., E.V. Bodner, and R.M. Allman, *Measuring life-space mobility in community-dwelling older adults*. *J Am Geriatr Soc*, 2003. **51**(11): p. 1610-4.
69. Alexander, A., et al., *IPAQ environmental module; reliability testing*. *J Public Health*, 2006. **14**(2): p. 76-80.
70. Cerin, E., et al., *Neighborhood Environment Walkability Scale: validity and development of a short form*. *Med Sci Sports Exerc*, 2006. **38**(9): p. 1682-91.
71. Sallis, J.F., et al., *Evaluating a brief self-report measure of neighborhood environments for physical activity research and surveillance: Physical Activity Neighborhood Environment Scale (PANES)*. *J Phys Act Health*, 2010. **7**(4): p. 533-40.
72. Podsiadlo, D. and S. Richardson, *The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons*. *J Am Geriatr Soc*, 1991. **39**(2): p. 142-8.
73. Shumway-Cook, A., S. Brauer, and M. Woollacott, *Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test*. *Phys Ther*, 2000. **80**(9): p. 896-903.
74. Inoue, S., et al., *Association of physical activity and neighborhood environment among Japanese adults*. *Prev Med*, 2009. **48**(4): p. 321-5.
75. Inoue, S., et al., *Perceived neighborhood environment and walking for specific purposes among elderly Japanese*. *J Epidemiol*, 2011. **21**(6): p. 481-90.
76. Sakurai, R., et al., *Poor Social Network, Not Living Alone, Is Associated With Incidence of Adverse Health Outcomes in Older Adults*. *J Am Med Dir Assoc*, 2019. **20**(11): p. 1438-1443.

77. Nieto, M.L., et al., *Cognitive status and physical function in older african americans*. J Am Geriatr Soc, 2008. **56**(11): p. 2014-9.
78. Kuo, H.K., et al., *Effect of blood pressure and diabetes mellitus on cognitive and physical functions in older adults: a longitudinal analysis of the advanced cognitive training for independent and vital elderly cohort*. J Am Geriatr Soc, 2005. **53**(7): p. 1154-61.
79. Tombaugh, T.N., *Trail Making Test A and B: normative data stratified by age and education*. Arch Clin Neuropsychol, 2004. **19**(2): p. 203-14.
80. Hoyl, M.T., et al., *Development and testing of a five-item version of the Geriatric Depression Scale*. J Am Geriatr Soc, 1999. **47**(7): p. 873-8.
81. 斉藤雅茂, 他, *健康指標との関連からみた高齢者の社会的孤立基準の検討 10 年間の AGES コホートより*. 日本公衛誌, 2015. **62**(3): p. 95-105.
82. 古谷野亘, *地域老人における活動能力の測定-老研式活動能力指標の開発*. 日本公衛誌, 1987. **34**(3): p. p109-114.
83. Koyano, W., et al., *Measurement of competence: reliability and validity of the TMIG Index of Competence*. Arch Gerontol Geriatr, 1991. **13**(2): p. 103-16.
84. Tomita, Y., et al., *Detecting cognitive decline in community-dwelling older adults using simple cognitive and motor performance tests*. Geriatr Gerontol Int, 2020. **20**(3): p. 212-217.
85. 金明哲, *R によるデータサイエンス: データ解析の基礎から最新手法まで (第2 版)*. 2017, 森北出版: 東京. p. 179-196.
86. Therneau, T. and B. Atkinson. *rpart: Recursive Partitioning and Regression Trees*. 2019; Available from: <https://CRAN.R-project.org/package=rpart>.
87. 古谷野亘, *地域老人の生活機能-老研式活動能力指標による測定値の分布*. 日本公衛誌, 1993. **40**(6): p. p468-474.
88. Iwasa, H., et al., *Cognitive performance as a predictor of functional decline among the non-disabled elderly dwelling in a Japanese community: a 4-year population-based prospective cohort study*. Arch Gerontol Geriatr, 2008. **47**(1): p. 139-49.
89. 安藤雅峻, 上出直人, *地域在住日本人高齢者における 5m 歩行時間の参照値—メタ分析による算出*. 総合リハ, 2013. **41**(10): p. 961-967.
90. Sherrington, C., et al., *Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis*. J Am Geriatr Soc, 2008. **56**(12): p. 2234-43.



91. Csapo, R. and L.M. Alegre, *Effects of resistance training with moderate vs heavy loads on muscle mass and strength in the elderly: A meta-analysis*. Scand J Med Sci Sports, 2016. **26**(9): p. 995-1006.
92. Cadore, E.L., et al., *Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: a systematic review*. Rejuvenation Res, 2013. **16**(2): p. 105-14.
93. Antonucci, T.C. and H. Akiyama, *An examination of sex differences in social support among older men and women*. Sex Roles, 1987. **17**(11-12): p. 737-749.
94. Tomioka, K., N. Kurumatani, and H. Hosoi, *Association between the frequency and autonomy of social participation and self-rated health*. Geriatr Gerontol Int, 2017. **17**(12): p. 2537-2544.
95. Tomioka, K., N. Kurumatani, and H. Hosoi, *Social Participation and the Prevention of Decline in Effectance among Community-Dwelling Elderly: A Population-Based Cohort Study*. PLoS One, 2015. **10**(9): p. e0139065.
96. Gebel, K., et al., *Mismatch between perceived and objectively assessed neighborhood walkability attributes: prospective relationships with walking and weight gain*. Health Place, 2011. **17**(2): p. 519-24.
97. Ando, M. and N. Kamide, *Japanese elderly persons walk faster than non-Asian elderly persons: a meta-regression analysis*. J Phys Ther Sci, 2015. **27**(11): p. 3481-5.
98. 下井俊典, *評価の絶対信頼性*. 理療科, 2011. **26**(3): p. 451-461.
99. Faber, M.J., R.J. Bosscher, and P.C. van Wieringen, *Clinimetric properties of the performance-oriented mobility assessment*. Phys Ther, 2006. **86**(7): p. 944-54.
100. Suzuki, Y., et al., *Absolute reliability of measurements of muscle strength and physical performance measures in older people with high functional capacities*. Eur Geriatr Med, 2019. **10**(5): p. 733-740.
101. 上出直人, 他, *地域在住高齢者における転倒関連自己効力感はフレイルの進展に影響する*. 日老医誌, 2020. **57**(3): p. 308-315.
102. Seaman, S.R. and I.R. White, *Review of inverse probability weighting for dealing with missing data*. Stat Methods Med Res, 2013. **22**(3): p. 278-95.
103. 新井智之, 他, *地域在住高齢者におけるウォーキングの実施率と運動機能との関連*. 理療科, 2011. **26**(5): p. 655-659.

104. Metti, A.L., et al., *Longitudinal changes in physical function and physical activity in older adults*. *Age Ageing*, 2018. **47**(4): p. 558-564.
105. Sudore, R.L., et al., *Limited literacy in older people and disparities in health and healthcare access*. *J Am Geriatr Soc*, 2006. **54**(5): p. 770-6.
106. Zhao, W., et al., *Association of gait speed with mortality among the Japanese elderly in the New Integrated Suburban Seniority Investigation Project: a prospective cohort study*. *Age Ageing*, 2015. **44**(1): p. 153-7.
107. De Jesus, M., et al., *Associations between perceived social environment and neighborhood safety: Health implications*. *Health Place*, 2010. **16**(5): p. 1007-13.
108. 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*, 2022.
109. Imamura, K., et al., *Association Between Social Network and Physical Function in Community-Dwelling Older Adults in Japan*. *Phys Ther Res*, 2020. **23**(2): p. 153-159.
110. 鈴木隆雄, 他, *地域高齢者を対象とした要介護予防のための包括的健診 (「お達者健診」) についての研究 1. 受診者と非受診者の特性について*. *日本公衛誌*, 2003. **50**(1): p. 39-48.
111. Sun, V.K., et al., *How safe is your neighborhood? Perceived neighborhood safety and functional decline in older adults*. *J Gen Intern Med*, 2012. **27**(5): p. 541-7.
112. 石川久展, *わが国におけるミクロ・メゾ・マクロソーシャルワーク実践の理論的枠組みに関する一考察: ピンカスとミナハンの4つのシステムを用いてのミクロ・メゾ・マクロ実践モデルの体系化の試み*. *Human welfare: HW*, 2019. **11**(1): p. 25-37.
113. 久保田晃生, 岡本尚己, 印鑰真人, *自宅近隣環境の再認知による歩行時間を増やす試み: プラステンの実践支援*. *公衆衛生*, 2015. **79**(11): p. 791-794.
114. 多湖光宗, *地方分権時代のトータルケア (12) 一人で歩けば徘徊, みんなで歩けば地域防犯隊-認知症高齢者の底力を社会資源として活かす共生 (矯正) ケア*. *総合ケア*, 2007. **17**(3): p. 81-85.
115. 相模原市, *相模原市 都市計画マスタープラン*. 2021;  
<https://www.city.sagamihara.kanagawa.jp/shisei/machitsukuri/masterplan/index.html>.
116. Larson, N.I., M.T. Story, and M.C. Nelson, *Neighborhood environments: disparities in access to healthy foods in the U.S.* *Am J Prev Med*, 2009. **36**(1): p. 74-81.

## 表

### タイトル一覧

- 表 1 アブストラクト・テーブル
- 表 2 対象者の個人的属性と近隣環境
- 表 3 身体機能に関する重回帰分析：男性
- 表 4 身体機能に関する重回帰分析：女性
- 表 5 男性の 5m 歩行時間における回帰木モデルに基づくグループ間比較
- 表 6 ベースライン時における追跡-脱落群間の個人的属性の比較
- 表 7 解析対象者におけるベースライン時の個人的属性，近隣環境，身体機能
- 表 8 1 年間の身体機能の変化（低下者数および割合）
- 表 9 近隣環境要因ごとの 1 年後の身体機能変化への影響に関する二項ロジスティック回帰分析
- 表 10 近隣環境要因ごとの 1 年後の身体機能変化への影響に関する二項ロジスティック回帰分析：逆確率重み付け法
- 表 11 近隣環境要因ごとの 1 年後の身体機能変化への影響に関する二項ロジスティック回帰分析：男性
- 表 12 近隣環境要因ごとの 1 年後の身体機能変化への影響に関する二項ロジスティック回帰分析：女性
- 表 13 身体機能低下者における近隣環境要因に関する回答の内訳
- 表 14 近隣環境に関する該当率の比較
- 表 15 調査地域に関する人口統計の比較

表1 アブストラクト・レビュー

著者名 (出版年) 研究デザイン	調査地域 (n)	対象者の特徴	近隣環境	身体機能	主な結果
Abe T, et al. (2021) [59] 横断	オーストラリア (3,419)	“How Areas in Brisbane Influence health And acTivity” (HABITAT) project, 50-74 歳 (59.6-61.7±6.1-5.9 歳), 女性 59.9-63.8%, フレイル: 12%	住居密度, 道路の連結性, 混合土地利用度, 公園の利用可能性, 公共交通機関 (バス停) へのアクセス, 安全性, 社会的結束	フレイル: frailty index (FI) score $\geq 0.35$ ( $\approx 11/32$ ) をフレイルと定義)	道路の連結性が高いと, フレイルのオッズ比がより高い. 混合土地利用度, 安全性, 社会的結束が高いと, フレイルのオッズ比がより低い.
Seo Y, et al. (2021) [54] 横断	韓国 (1778)	Korean Frailty and Aging Cohort Study (KFACS), 70-84 歳 (75.9±3.8 歳), 女性 54%, ADL 障害なし, サルコペニア 22.5%	IPAQ-E: 住居密度, 目的地へのアクセス, インフラストラクチャー, 安全性, 社会環境, 景観の質, 道路の連結性	サルコペニア: AWGS2019 基準: 低筋量 (DXA), 低筋力 (握力), 低身体パフォーマンス (歩行速度, 5 回椅子立ち上がり, Short Physical Performance Battery (SPPB))	IPAQ-E 総得点が第 5 五分位の群に対し, 総得点が低くなるとサルコペニアのオッズ比が増加. 公共交通機関へのアクセス, 運動施設へのアクセス, 目的地的の有無, 坂の危険性, 交通安全がサルコペニアと関連.
Sugiyama T, et al. (2021) [57] 縦断 (3 年)	オーストラリア: 近郊 隣 156, 外 99 (4,088)	HABITAT study, 46-71 歳 (57.9±1.9-2.2 歳), 女性 57.3-57.5%	住居密度, 交差点密度, 混合土地利用度, 歩道/自転車道密度, 公園密度, バス停密度, 社会的インシビリテイ (非尊重的態度) 密度	歩行移動能力: Physical Function 10 (PF10) (SF-36 下位尺度)	単一および複数の国勢調査レベルにおいて, 混合土地利用度は歩行移動能力の維持に影響. 社会的インシビリテイは, 単一国勢調査レベルでのみ, 歩行移動能力の低下に影響.
Seo Y, et al. (2021) [55] 横断	韓国 (2,593)	KFACS, 70-84 歳(76.0±3.9 歳), 女性 51.0%, ADL 障害なし, フレイル 7.1%	IPAQ-E: 住居密度, 目的地へのアクセス, インフラストラクチャー, 安全性, 社会環境, 景観の質, 道路の連結性	身体的フレイル: cardiovascular health study (CHS) 基準: 体重減少, 筋力低下, 歩行速度低下, 疲労感, 低身体活動 (3 点以上をフレイルと定義)	都市在住者では, IPAQ-E 総得点, 目的地的の有無, 犯罪に対する安全性が身体的フレイルと関連. 地方在住者では, 運動施設へのアクセス, 景観が身体的フレイルと関連.

表 1 アブストラクト・テーブール (続き)

著者名 (出版年) 研究デザイン	調査地域 (n)	対象者の特徴	近隣環境	身体機能	主な結果
Arakawa Martins B, et al. (2021) [58] 横断	オーストラリア (115)	Adelaide Walkability and Frailty study, $\geq 60$ 歳 (75.53 $\pm$ 7.49 歳), フレイル 41.4%, プレフレイル 25%	Neighbourhood Environment Walkability Scale (NEWS), NEWS に対応する客観的評価 (住居密度, 土地利用の多様性, 道路の連結性, アクセシビリティ, 緑地, 交通事故密度, 犯罪率)	フレイル: FRAIL scale (疲労感, 抵抗, 歩行, 疾病, 体重減少) (1-2 点をフレイル, 3 点以上をフレイルと定義)	全般的な近隣環境に対する認知, 土地利用の多様性, アクセシビリティ, 犯罪に対する安全性が, フレイル・プレフレイルと関連, 客観的変数にて調整済み.
Okuyama K, et al. (2020) [60] 縦断 (3 年)	日本 (2,526)	Shimane Community-based Healthcare Research and Education (CoHRE) study, $\geq 60$ 歳 (後期高齢者 29.7%), 非サルコペニア	丘陵, バス停の密度, 交差点密度, 住居密度, コミュニティ・センターまでの距離	握力	女性では, 住居密度が高いことが握力低下を抑制. 男性では有意な影響なし.
Koohsari, MJ, et al. (2020) [61] 横断	日本 (314)	65-84 歳 (74.6 $\pm$ 5.3 歳)	人口密度, 目的地の利用可能性, 交差点密度, 公共交通機関までの距離, Walk Score	握力, 最大歩行速度, Time up-and-go, 開眼片脚立位	男性では, 人口密度, 目的地の利用可能性, 交差点密度, Walk Score が開眼片脚立位と関連. 女性では有意な関連なし.
Kim MJ, et al. (2019) [56] 横断	韓国 (808)	$\geq 65$ 歳 (74.58 $\pm$ 6.26 歳), 女性 59.0%, フレイル 35.5%, 地方在住	ウォーカービリティ: NEWS, Neighborhood Walkability Checklist, Physical Activity Neighborhood Environment Survey (PANES) 環境汚染: 大気汚染, 水質汚染, 騒音公害, 気温・過度の日光照射	フレイル: 介護予防チェックリスト (4/15 点以上をフレイルと定義)	近隣のウォーカービリティが低いことと, 近隣の環境汚染が高いことが, ともにフレイルと関連.

表1 アブストラクト・レビュー (続き)

著者名 (出版年) 研究デザイン	調査地域 (n)	対象者の特徴	近隣環境	身体機能	主な結果
Ye B, et al. (2018) [53] 横断	中国 (2559)	Shanghai Healthy City Survey, $\geq 60$ 歳 (66.12 $\pm$ 4.85 歳), 女性 57.4%, プレフレイル 39.5%, フレイル 16.9%	物的環境: 景観の質, 歩行環境 社会環境: 社会的結束, 社会参加 (家族・友人を訪ねる, 身体・文化的活動, 等)	フレイル: FRAIL scale (疲労感, 抵抗, 歩行, 疾病, 体重減少) (1-2点をプレフレイル, 3点以上をフレイルと定義)	個人レベルの景観の質, 社会的結束, 社会参加が高い, 近隣レベルの歩行環境が良好である と, フレイルのオッズ比がより低い. 機能的移動制限のオッズ比が低いことに対して, 中等度の緑地面積と年齢 ( $\geq 80$ 歳) との交互作用がある.
Nascimento CFD, et al. (2018) [52] 横断	ブラジル (1,190)	Health, Well-Being, and Aging (SABE) study, 60-80+歳, 女性 60.1%, 転倒歴あり 29.3%, 移動制限あり 45.7%	殺人率, 総緑地面積	機能的移動制限 (Timed Up and Go $\geq 12.47$ 秒)	
Soma Y, et al. (2017) [62] 横断	日本 (509)	Kasama study, 65-86 歳 (男性 73.7 $\pm$ 5.4 歳, 女性 72.9 $\pm$ 5.1 歳), 女性 52.9%	日常生活に関連した目的地, コミュニティ・センター, 医療施設の数: 銀行, 本屋, カフェ, 洋服店, コンビエンスストア, 歯医者, 電気屋, ファーストフード店, 美容室, ランドリー, 図書館, 市役所, 薬局, 郵便局, スーパーマーケット	握力, 5回椅子立ち上がり, timed up & go test, 通常歩行速度	人口密度と, 5回椅子立ち上がりおよび歩行速度(男女), 握力(女); 目的地数と, 5回椅子立ち上がり (男女), 歩行速度 (男), 握力 (女); コミュニティ・センター数と, 歩行速度 (男女); レクリエーション施設数と, 5回椅子立ち上がり (男女); 土地利用の多様性と, 5回椅子立ち上がり (男女), 歩行速度(男), 握力 (女性)が関連.

表1 アブストラクト・テーブル (続き)

著者名 (出版年) 研究デザイン	調査地域 (n)	対象者の特徴	近隣環境	身体機能	主な結果
Sakari R, et al. (2017) [50] 横断	フィンラン ド (834)	Life-Space Mobility in Old Age (LISPE) project, 年齢 75-89 歳, 女性 60.8-64.3%, 主観 的健康観悪い 54.0- 81.2%, 下肢機能制限あ り 36.9%	阻害要因 : Checklist for Perceived Environmental Barriers to Outdoor Mobility (PENBOM) (15 項目 : 道路状 態, 高い緑石, サービスへ の距離が長い, 休息場所の 欠如, 冬季の雪・凍結, 等) 促進要因 : Perceived Environmental Facilitators for Outdoor Mobility (PENFOM) (16 項目 : 近くに公園があ る, 良い歩行ルート, 美し い景観, 親しんだ環境, 適 切な照明, 活動の動機づけ の見本となるような他の歩 行者がいる, 等)	下肢機能制限 (SPPB ≤9), 歩行制限 (early: 2km 困難, advanced: 0.5km 困難)	下肢機能制限なし : サービスへ の距離が遠い, 休息場所の欠如 (冬) が歩行制限オッズの増加 と, 適切な照明, 店・サービ スが近い, 見本となる他の歩行者 が歩行制限オッズの低減と関 連. 下肢機能制限あり : 雪・凍結, 店・サービスが近いことが歩行 制限オッズの増加と, 公園/そ の他緑地, 親しんだ環境が歩行 制限オッズの低減と関連.
Latham K, et al. (2015) [39] 縦断 (2 年)	米国 (5,922)	Health and Retirement Study (HRS), ≥50 歳 (69.8 ± 9.9 歳), 女性 66.6%, 移動制限があ る者のみ	物的な近隣障害 (4 項目) : 1) 破壊行為/落書き, 2) くず/ ごみ, 3) 空き家/廃屋, 4) 犯罪	下肢機能制限 (4 項目) : (a) 数 街区の歩行, (b) 1 街区の歩 行, (c) いくつか続く階段の昇 段, (d) 一続きの階段の昇段	近隣障害の増加は, 下肢機能制 限からの回復に関するオッズ比 を低下させた。また, 心理社会 的指標および身体活動の媒介を 認めた。

表1 アブストラクト・レビュー (続き)

著者名 (出版年) 研究デザイン	調査地域 (n)	対象者の特徴	近隣環境	身体機能	主な結果
Clarke PJ (2014) [40] 横断	米国 (6,578)	National Health and Aging Trends Study (NHATS), 65-74 歳 : 52.9%, 74-84 歳 : 33.7%, 85+ 歳 : 13.4%, 女性 56.6%, 移動補助具使用あり 13.8%, 外出時の移動困難あり 17.9%	家/建物に続く歩道の凹凸や壊れた段差, 住居構造 (戸建て/集合住宅), 家までの通路の階段/ランプ (スロープ), 社会的障害 (歩道・道路のゴミ/ガラスの破片, 建物・壁の落書き, 空いていない/放棄された家や店舗)	外出時の移動困難感, 立身能力 : SPPB (歩行速度, 立位バランス, 5 回椅子立ち上がり)	家までの通路に階段があることは, 外出時の移動困難感と関係。 歩行補助具使用者では, ランプとの交互作用によって移動困難感が減弱し, 階段との交互作用によって移動困難感が増大。 歩行補助具未使用者では, 通路にランプがあることで移動困難感が増大。 SPPB と環境の関係については言及されていない。
Eronen J, et al. (2014) [51] 縦断 (3.5 年)	フィンランド (261)	Screening and Counseling for physical Activity and Mobility (SCAMOB) study, 75-81 歳 (77.4-78.0±1.8-2.0 歳), 女性 74.8-76.3%, 0.5km 歩行が困難なく可能, 追跡期間中 46% に新規歩行困難発生	促進要因 (5 項目) : 家屋の特徴 (自動ドア, 玄関前の階段), 公園/その他の緑地, 屋外レクリエーション施設 (ウォーキングルート, スキートラック), 屋外活動の魅力となる特徴 (美しい景観, 湖畔等), 身体活動を動機付ける環境/施設	0.5km 歩行の困難	近隣環境の促進要因が 0-2 項目である場合に対し, 3 または 5 項目の場合は, 新規歩行困難発生リスクが有意に低減。
Latham K, et al. (2013) [41] 縦断 (12 年)	米国 (2,709)	HRS, 55-65 歳 (59.8±3.1 歳), 移動制限あり : Baseline 38% ⇒ Follow-up 52%	近隣の安全性に対する認知	移動制限からの回復 (5 課題の遂行の困難感) : 1) 屋内歩行, 2) 1 街区の歩行, 3) 数街区の歩行, 4) 休憩なく一続きの階段を昇る, 5) 休憩なくいくつかが続く階段を昇る	近隣の安全性が高いことは, 移動制限からの回復に対する予測因子であった。



表1 アブストラクト・レビュー (続き)

著者名 (出版年) 研究デザイン	調査地域 (n)	対象者の特徴	近隣環境	身体機能	主な結果
Cramm JM, et al. (2013) [49] 横断	オランダ (945)	≥70 歳 (77.5±5.8 歳), 女性 56.0%, フレイル 48.8%	近隣の安全性: “近隣は静かで平和である”, “広々としている”, “安全である”, “治安が良く秩序がある”	フレイル: Tilburg Frailty Indicator (TFI) (5/15 点をフレイルと定義)	近隣が安全だと感じることは、フレイルではないことと関連。
Michael YL, et al. (2011) [42] 縦断 (14 年)	米国 (1,671)	Study of Osteoporotic Fractures (SOF), ≥65 歳 (71-72±5 歳), 女性のみ, 非ヒスパニック系白人, 併存疾患が少なく主観的健康観が高い	ウォーカビリティ、道路の連結性/密度	歩行時間テスト, 椅子立ち上がりテスト	歩行習慣がある者では、ウォーカビリティが良いことが粗大下肢筋力低下を遅延させた。歩行習慣がない者では影響なし。
Clark CR, et al. (2009) [43] 縦断 (8 年)	米国 (1,884)	≥65 歳 (前期高齢者 65%, 後期 35%), 併存疾患あり 35%, 肥満 16%, 認知機能障害 4%, うつ状態 12%	近隣の安全性に対する認知, 近隣の犯罪率	移動障害の発生: 階段昇降, 0.5 マイル (約 800m) 歩行の能力	最低年収基準未満の者では、近隣が危険であることにより移動障害リスクが増大。最低年収基準以上の者では影響なし。また、近隣の犯罪率は、どのサブグループにおいても影響なし。
Clarke P, et al. (2008) [45] 横断	米国 (1,195)	Chicago Community Adult Health Study, 45-92 歳 (60-69 歳 22.57%, 70 歳以上 23.33%), 女性 56.1%, 移動制限なし 80.76%, 下肢機能障害なし 81.92%	街路/歩道の状態 (亀裂, 穴, 壊れた縁石), 社会的・物理的障害 (落書き, ごみ, ガラス, たばこの吸い殻, 空き缶/ビン, 放置車両, 麻薬関連道具/避妊具), 住宅警備 (犯罪警戒中の標識)	移動制限: 2~3 街区の独歩の困難感 下肢機能障害: 下肢筋力・パラスを要する 6 つの活動遂行における困難 (1) 屈み姿勢/膝立ち, (2) 1)からの起立, (3) 椅子からの起立, (4) 大きな物を押す, (5) 重い家事, (6) 重い食料品/バッグを運ぶ)	街路状態が不良であることと下肢機能障害との交互作用は、重度の移動制限のオッズ比を増加した。軽度の移動制限との関連はなかった。その他の環境要因は、移動制限と関連しなかった。

表 1 アブストラクト・レビュー (続き)

著者名 (出版年) 研究デザイン	調査地域 (n)	対象者の特徴	近隣環境	身体機能	主な結果
Brown SC, et al. (2008) [46] 縦断 (3 年)	米国 (273)	≥65 歳 (78.48 ± 6.32 歳), 女性 59%, ヒスパニック系, 低-社会経済状況	家屋正面の構造的特徴: 地上, 玄関の階段, ポーチ (屋根付き玄関), 窓面積, 低い敷居の窓, 1 階駐車場	握力, 歩行速度	身体機能に対して, 家屋の特徴による保護的な直接効果, ソーシャル・サポートおよび精神的苦痛を介した間接効果を認めた。
Freedman VA, et al. (2008) [44] 横断	米国 (15,480)	HRS, ≥55 歳, 女性 57.1% (後期高齢者: 男性 23.3%, 女性 29.6%), 下肢機能低下者: 男性 53.9%, 女性 69.9%	物的環境: 連結性 (道路デザイン, 住宅ストック), 人口・施設密度, 大気汚染, ヘルスケアへのアクセス 社会環境: 移住 (ヒスパニック, 外国人, 英語の能力に制限がある者の割合), 居住安定性 (居住年数), 分離 (相違・孤立), 犯罪指標	下肢機能制限 (困難): 屈む・膝立ち・中腰, 1~数街区の歩行, 休憩なく 1 階分以上の階段を昇る	単変量解析では, 女性において, 連結性および移民率が下肢機能制限と関連. 個人的要因を調整後は, 男女ともに有意な結果なし。
Balfour JL, et al. (2002) [47] 縦断 (1 年)	米国 (883)	Alameda County Study, ≥55 歳 (69.2 ± 8.5 歳), 女性 56.6%, 身体的課題の遂行に問題がない者 90.9%	近隣の課題: 犯罪, 夜間の照明, 交通, 過度な騒音, ゴミ・散乱, 公共交通機関へのアクセス	身体的課題の遂行に関する困難 (9 項目): 大きな物を押す, 4.54kg 以上の物を持ち上げる, 肩より上へのリーチ, 書き物または小物の操作, 屈む, 屈んだ状態からの起立, 15 分以上立つ, 1/4m マイル (0.4km) 歩く, 階段昇降	近隣の課題が複数ある者では, 全般的身体機能低下および下肢機能低下のオッズ比が増加. 特に, 過度な騒音, 不十分な照明, 交通量が多いことが影響。

表1 アブストラクト・レビュー (続き)

著者名 (出版年) 研究デザイン	調査地域 (n)	対象者の特徴	近隣環境	身体機能	主な結果
Stepoe and Feldman (2001) [48] 横断	イギリス (658)	18-94 歳 (52 ± 18 歳), 女性 57%, 退職者 33%, 身体機能障害 29%, 社会経済状況 (SES) が高い/低い両区 域より約半数ずつ調査	近隣の問題: 街路のごみの 散乱, 臭いや煙, 暗くなっ てから歩き回る, 犬が原因 の問題, 交通や他の家から の騒音, エンターテイメン トの不足 (カフェ, 映画 館, パブ等), 交通安全, 買 い物をする場所, 破壊行 為, 隣人や若者による妨害	Physical Function Scale from the Short Form-36 (SF-36) の身体機 能スケール (<75/100 点を身体機 能障害と定義)	近隣問題スコアが高いことは, 年齢, 性別, SES (近隣レベ ル), 剥奪指標 (個人レベル), 社会関係資本とは独立して, 身 体機能障害と関連.

表 2 対象者の個人的属性と近隣環境

	全体 n = 624	男性 n = 174	女性 n = 450	p 値*
年齢, 歳	71.7 ± 4.7	73.3 ± 5.3	71.1 ± 4.4	< 0.001
病歴				
高血圧, あり	218 (34.9)	70 (40.2)	148 (32.9)	0.085
糖尿病, あり	50 (8.0)	19 (10.9)	31 (6.9)	0.096
脂質異常症, あり	136 (21.8)	33 (19.0)	103 (22.9)	0.287
脳血管疾患, あり	20 (3.2)	8 (4.6)	12 (2.7)	0.219
心疾患, あり	44 (7.1)	16 (9.2)	28 (6.2)	0.193
疼痛				
腰痛, あり	232 (37.2)	71 (40.8)	161 (35.8)	0.244
膝痛, あり	226 (36.2)	50 (28.7)	176 (39.1)	0.016
服薬, あり	418 (67.0)	127 (73.0)	291 (64.7)	0.047
BMI, kg/m <sup>2</sup>	22.2 ± 3.1	22.7 ± 2.6	22.1 ± 3.2	0.001
運動習慣, あり	469 (75.2)	133 (76.4)	336 (74.7)	0.646
TMT-A, 秒	57.7 ± 20.0	61.5 ± 27.9	56.2 ± 15.7	0.024
うつ状態, あり	94 (15.1)	18 (10.3)	76 (16.9)	0.040
社会的孤立, あり	63 (10.1)	32 (18.4)	31 (6.9)	< 0.001
TMIG-IC, /13 点	11.9 ± 1.4	11.7 ± 1.6	12.0 ± 1.2	0.012
身体機能				
握力, kgf	27.1 ± 6.9	35.6 ± 6.0	23.8 ± 3.7	< 0.001
膝伸展筋力, kgf	28.8 ± 9.6	35.1 ± 11.0	26.4 ± 7.7	< 0.001
5m 歩行時間, 秒	3.4 ± 0.5	3.5 ± 0.5	3.4 ± 0.5	0.025
TUG, 秒	5.7 ± 0.9	5.6 ± 0.9	5.8 ± 0.9	0.019

表 2 対象者の個人的属性と近隣環境（続き）

	全体 n = 624	男性 n = 174	女性 n = 450	<i>p</i> 値*
近隣環境				
住居密度, 高	142 (22.8)	41 (23.6)	101 (22.4)	0.765
商店・スーパーへのアクセス, 良い	459 (73.6)	144 (82.8)	315 (70.0)	0.001
バス停・駅へのアクセス, 良い	564 (90.4)	159 (91.4)	405 (90.0)	0.600
歩道, あり	438 (70.2)	118 (67.8)	320 (71.1)	0.420
自転車レーン, あり	264 (42.3)	85 (48.9)	179 (39.8)	0.040
運動施設, あり	498 (79.8)	148 (85.1)	350 (77.8)	0.042
安全性 (犯罪), 良い	396 (63.5)	124 (71.3)	272 (60.4)	0.012
安全性 (交通), 良い	412 (66.0)	106 (60.9)	306 (68.0)	0.094
運動実践者, 見かける	512 (82.1)	146 (83.9)	366 (81.3)	0.452
景観, 良い	434 (69.6)	119 (68.4)	315 (70.0)	0.695

値は平均値±SD または n (%).

\*: 男女間比較における *p* 値.

5m 歩行時間は快適条件, TUG は最大努力条件にて測定.

略語: BMI body mass index, TMT-A Trail Making Test part A, TMIG-IC Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology index of competence, TUG Timed Up and Go Test.

表 3 身体機能に関する重回帰分析：男性 (n=174)

	握力		膝伸展筋力		5m 快適歩行時間		TUG	
	B	95%CI	B	95%CI	B	95%CI	B	95%CI
近隣環境								
住居密度 (基準: 低)	-	-	-	-	-	-	-0.27	(-0.54 - -0.01)*
商店・スーパーへの アクセス (基準: 悪 い)	-1.91	(-3.89 - 0.07) †	3.04	(-0.51 - 6.59) †	-	-	-	-
歩道 (基準: なし)	-	-	-	-	0.12	(-0.04 - 0.28)	-	-
運動施設 (基準: な し)	-	-	-	-	-0.31	(-0.53 - -0.1)**	-	-
安全性 (犯罪) (基 準: 悪い)	-1.52	(-3.40 - 0.35)	-	-	-	-	-	-
安全性 (交通) (基 準: 悪い)	1.60	(-0.14 - 3.34) †	-	-	-	-	-	-

表 3 身体機能に関する重回帰分析：男性 (n=174) (続き)

	握力			膝伸展筋力			5m 快適歩行時間			TUG		
	B	95%CI		B	95%CI		B	95%CI		B	95%CI	
個人の属性												
年齢 (歳)	-0.44	(-0.58 - -0.29)***		-0.71	(-0.97 - -0.44)***		0.02	(0.00 - 0.03)*		0.08	(0.06 - 0.10)***	
高血圧 (基準: なし)	-	-		2.51	(-0.47 - 5.50) †		-	-		-	-	
糖尿病 (基準: なし)	-	-		-4.44	(-8.86 - -0.01) †		-	-		-	-	
脂質異常症 (基準: なし)	1.46	(-0.47 - 3.39)		-	-		-	-		-	-	
脳血管疾患 (基準: なし)	-	-		-5.43	(-11.91 - 1.05)		-	-		0.38	(-0.15 - 0.92)	
心疾患 (基準: なし)	-	-		5.54	(0.69 - 10.39)*		-	-		-	-	
腰痛 (基準: なし)	-	-		-	-		0.21	(0.06 - 0.36)**		-	-	
膝痛 (基準: なし)	-2.11	(-3.76 - -0.46)*		-	-		-	-		-	-	
服薬 (基準: なし)	-2.10	(-3.84 - -0.36)*		-3.90	(-7.33 - -0.47)*		-	-		0.30	(0.04 - 0.55)*	

表 3 身体機能に関する重回帰分析：男性 (n=174) (続き)

	握力			膝伸展筋力			5m 快適歩行時間			TUG		
	B	95%CI		B	95%CI		B	95%CI		B	95%CI	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	0.63	(0.34 – 0.92)***		1.76	(1.24 – 2.28)***		-	-		-	-	
TMT-A (秒)	-	-		-	-		-	-		0.01	(0.00 – 0.01)***	
うつ状態 (基準: なし)	-	-		-	-		0.18	(-0.06 – 0.42)		-	-	
(Intercept)	57.00	(43.48 – 70.52)***		46.44	(22.17 – 70.70)***		2.45	(1.39 – 3.51)***		-0.87	(-2.46 – 0.73)	
F-test	$p < 0.001$			$p < 0.001$			$p < 0.001$			$p < 0.001$		
AIC	563.51			766.68			-247.67			-99.24		
R <sup>2</sup>	0.35			0.38			0.13			0.40		
Adjusted R <sup>2</sup>	0.32			0.35			0.10			0.38		

\*\*\* p < 0.001, \*\* p < 0.01, \* p < 0.05, † p < 0.10

従属変数: 身体機能

独立変数: 近隣環境 (住居密度, 商店・スーパーへのアクセス, バス停・駅へのアクセス, 歩道, 自転車レーン, 運動施設, 安全性 (犯罪), 安全性 (交通), 運動実践者, 景観), 年齢, 病歴 (高血圧, 糖尿病, 脂質異常症, 脳血管疾患, 心疾患), 疼痛 (腰痛, 膝痛), 服薬, BMI, 運動習慣, TMT-A, うつ状態, 社会的孤立

5m 歩行時間は快適条件, TUG は最大努力条件にて測定.

略語: B partial regression coefficient, CI confidence interval, AIC Akaike information criterion, R coefficient of determination, TUG Timed Up and Go Test, BMI body mass index, TMT-A Trail Making Test part A



表 4 身体機能に関する重回帰分析：女性 (n=450)

	握力		膝伸展筋力		5m 快適歩行時間		TUG	
	B	95%CI	B	95%CI	B	95%CI	B	95%CI
近隣環境								
住居密度 (基準: 低)	-	-	-	-	0.07	(-0.03 - 0.17)	-	-
バス停・駅へのアクセス (基準: 悪い)	-	-	-1.75	(-4.05 - 0.54)	-	-	-	-
自転車レーン (基準: なし)	0.52	(-0.15 - 1.18)	-	-	-0.08	(-0.17 - 0.01) †	-	-
運動施設 (基準: なし)	0.91	(0.12 - 1.70)*	2.16	(0.49 - 3.84)*	-	-	-	-
安全性 (犯罪) (基準: 悪い)	-	-	1.39	(-0.01 - 2.79) †	-	-	0.11	(-0.04 - 0.27)
安全性 (交通) (基準: 悪い)	-	-	-	-	-	-	-0.12	(-0.28 - 0.04)
景観 (基準: 悪い)	-	-	-	-	-	-	-0.12	(-0.27 - 0.03)

表 4 身体機能に関する重回帰分析：女性 (n=450) (続き)

	握力		膝伸展筋力		5m 快適歩行時間		TUG	
	B	95%CI	B	95%CI	B	95%CI	B	95%CI
個人的属性								
年齢 (歳)	-0.23	(-0.30 - -0.15)***	-0.32	(-0.48 - -0.16)***	0.02	(0.01 - 0.03)**	0.07	(0.05 - 0.09)***
糖尿病 (基準: なし)	-1.91	(-3.19 - -0.63)**	-	-	0.17	(0.00 - 0.34)*	0.43	(0.15 - 0.71)**
脂質異常症 (基準: なし)	-	-	-	-	-	-	0.13	(-0.04 - 0.29)
脳血管疾患 (基準: なし)	-	-	-4.09	(-8.38 - 0.20)†	-	-	-	-
心疾患 (基準: なし)	-1.25	(-2.60 - 0.11)†	-2.62	(-5.48 - 0.25)†	0.15	(-0.02 - 0.33)†	0.26	(-0.03 - 0.55)†
膝痛 (基準: なし)	-	-	-	-	-	-	0.12	(-0.02 - 0.27)†
服薬 (基準: なし)	-	-	-	-	0.12	(0.03 - 0.21)**	-	-

表 4 身体機能に関する重回帰分析：女性 (n=450) (続き)

	握力		膝伸展筋力		5m 快適歩行時間		TUG	
	B	95%CI	B	95%CI	B	95%CI	B	95%CI
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	0.14	(0.04 - 0.24)**	0.36	(0.15 - 0.57)**	0.02	(0.01 - 0.03)**	0.03	(0.01 - 0.06)**
運動習慣 (基準: なし)	-	-	1.44	(-0.13 - 3.00) †	-0.14	(-0.23 - -0.04)**	-0.19	(-0.35 - -0.03)*
TMT-A (秒)	-	-	-	-	-	-	0.01	(0.00 - 0.01)*
(Intercept)	36.13	(30.37 - 41.88)***	40.59	(28.07 - 53.12)***	1.84	(1.09 - 2.60)***	-0.13	(-1.41 - 1.14)
F-test	$p < 0.001$		$p < 0.001$		$p < 0.001$		$p < 0.001$	
AIC	1121.38		1800.76		-715.11		-260.46	
R <sup>2</sup>	0.14		0.11		0.12		0.28	
Adjusted R <sup>2</sup>	0.13		0.09		0.11		0.26	

\*\*\*  $p < 0.001$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*  $p < 0.05$ , †  $p < 0.10$

従属変数: 身体機能

独立変数: 近隣環境 (住居密度, 商店・スーパーへのアクセス, バス停・駅へのアクセス, 歩道, 自転車レーン, 運動施設, 安全性 (犯罪), 安全性 (交通), 運動実践者, 景観), 年齢, 病歴 (高血圧, 糖尿病, 脂質異常症, 脳血管疾患, 心疾患), 疼痛 (腰痛, 膝痛), 服薬, BMI, 運動習慣, TMT-A, うつ状態, 社会的孤立

5m 歩行時間は快適条件, TUG は最大努力条件にて測定.

略語: B partial regression coefficient, CI confidence interval, AIC Akaike information criterion, R coefficient of determination, TUG Timed Up and Go Test, BMI body mass index, TMT-A Trail Making Test part A

表 5 男性の 5m 歩行時間における回帰木モデルに基づくグループ間比較

	n	中央値	[IQR]	群間差*	p 値†
Node 5	71	3.26	[3.06 – 3.46]		
Node 6	11	3.54	[3.32 – 3.64]	0.28	0.042
Node 7	7	3.88	[3.44 – 4.10]	0.62	0.068
Node 8	68	3.51	[3.29 – 3.87]	0.25	< 0.001
Node 9	17	3.85	[3.51 – 4.01]	0.59	< 0.001

Kruskal-Wallis chi-squared = 28.315, df = 4,  $p < 0.001$

\*参照: node 5

† post hoc test (Steel) 参照: node 5

Node 5: 年齢 ≤ 80 歳, 腰痛なし, うつ状態なし, 運動施設ありのグループ

Node 6: 年齢 ≤ 80 歳, 腰痛なし, うつ状態なし, 運動施設なしのグループ

Node 7: 年齢 ≤ 80 歳, 腰痛なし, うつ状態ありのグループ

Node 8: 年齢 ≤ 80 歳, 腰痛ありのグループ

Node 9: 年齢 > 80 歳のグループ

略語: IQR interquartile range.

表 6 ベースライン時における追跡-脱落群間の個人的属性の比較

	追跡 n = 299	脱落 n = 325	p 値†	効果量
年齢, 歳	71.7 ± 4.5	71.6 ± 4.9	0.862	d = 0.014
性別, 男性	78 (26.1)	96 (29.5)	0.337	φ = 0.038
BMI, kg/m <sup>2</sup>	22.0 ± 3.1	22.4 ± 3.0	0.109	d = -0.129
疾患数	0.94 ± 0.9	0.81 ± 0.9	0.077	d = -0.142
腰痛, あり	109 (36.5)	123 (37.8)	0.719	φ = -0.014
膝痛, あり	106 (35.5)	120 (36.9)	0.702	φ = -0.015
服薬, あり	210 (70.2)	208 (64.0)	0.098	φ = 0.066
運動習慣, あり	229 (76.6)	240 (73.8)	0.428	φ = 0.032
TMT-A, 秒	56.2 ± 21.5	59.0 ± 18.3	0.080	d = -0.141
うつ状態, あり	45 (15.1)	49 (15.1)	0.993	φ = 0.000
交流頻度, 回/月	23.6 ± 16.9	25.4 ± 19.8	0.208	d = -0.100
TMIG-IC, /13 点	11.9 ± 1.4	12.0 ± 1.3	0.541	d = -0.049

値は平均±SD または n (%).

†: 追跡-脱落群間比較における p 値 (対応のない t 検定またはカイ 2 乗検定) .

略語: BMI, body mass index; TMT-A, trail making test part A; TMIG-IC, Tokyo metropolitan institute of gerontology index of competence; SD, standard deviation.

表 7 解析対象者におけるベースライン時の個人的属性, 近隣環境, 身体機能

	全体 n = 299	男性 n = 78	女性 n = 221	p 値*
年齢, 歳	71.7 ± 4.5	73.4 ± 4.8	71.1 ± 4.3	< 0.001
性別, 男性	78 (26.1)			
BMI, kg/m <sup>2</sup>	22.0 ± 3.1	22.4 ± 2.2	21.9 ± 3.3	0.035
疾患数	0.94 ± 0.9	1.18 ± 1.0	0.86 ± 0.8	0.006
腰痛, あり	109 (36.5)	31 (39.7)	78 (35.3)	0.483
膝痛, あり	106 (35.5)	20 (25.6)	86 (38.9)	0.035
服薬, あり	210 (70.2)	59 (75.6)	151 (68.3)	0.224
運動習慣, あり	229 (76.6)	61 (78.2)	168 (76.0)	0.695
TMT-A, 秒	56.2 ± 21.5	61.4 ± 34.3	54.4 ± 14.2	0.065
うつ状態, あり	45 (15.1)	5 (6.4)	40 (18.1)	0.013
交流頻度, 回/月	23.6 ± 16.9	19.2 ± 16.7	25.1 ± 16.7	0.008
TMIG-IC, /13 点	11.9 ± 1.4	11.7 ± 1.7	12.0 ± 1.3	0.092
近隣環境				
住居密度, 高	79 (26.4)	23 (29.5)	56 (25.3)	0.475
商店・スーパーへのアクセス, 良い	224 (74.9)	68 (87.2)	156 (70.6)	0.004
バス停・駅へのアクセス, 良い	274 (91.6)	74 (94.9)	200 (90.5)	0.230
歩道, あり	210 (70.2)	54 (69.2)	156 (70.6)	0.822
自転車レーン, あり	117 (39.1)	40 (51.3)	77 (34.8)	0.011
運動施設, あり	252 (84.3)	69 (88.5)	183 (82.8)	0.238
安全性 (犯罪), 良い	192 (64.2)	60 (76.8)	132 (59.7)	0.006
安全性 (交通), 良い	204 (68.2)	53 (67.9)	151 (68.3)	0.951
運動実践者, 見かける	253 (84.6)	68 (87.2)	185 (83.7)	0.465
景観, 良い	210 (70.2)	56 (71.8)	154 (69.7)	0.726
身体機能				
握力, kgf	26.7 ± 6.5	34.8 ± 6.1	23.8 ± 3.6	< 0.001
膝伸展筋力, kgf	29.3 ± 9.2	34.8 ± 10.4	27.3 ± 7.8	< 0.001
5m 歩行時間, 秒	3.4 ± 0.5	3.4 ± 0.5	3.4 ± 0.4	0.233
TUG, 秒	5.7 ± 0.9	5.6 ± 1.0	5.8 ± 0.8	0.164

値は平均±SD または n (%).

\*: 男女間比較における p 値

略語: BMI body mass index, TMT-A trail making test part A, TMIG-IC Tokyo metropolitan institute of gerontology index of competence, TUG Timed Up and Go Test, SD standard deviation.

表 8 1年間の身体機能の変化（低下者数および割合）

	全体 n = 299	男性 n = 78	女性 n = 221	p 値*
握力 (≧5% 低下)	104 (34.8)	32 (41.0)	72 (32.6)	0.178
膝伸展筋力 (≧12% 低下)	102 (34.2)	17 (21.8)	85 (38.6)	0.007
5m 歩行時間 (≧7% 低下)	41 (13.7)	11 (14.1)	30 (13.6)	0.907
TUG (≧6% 低下)	69 (23.1)	14 (17.9)	55 (24.9)	0.211

値は n (%).

\*: 男女間比較における p 値

略語: TUG Timed Up and Go Test.

表 9 近隣環境要因ごとの 1 年後の身体機能変化への影響 (n = 299)

	握力		膝伸展筋力		5m 歩行時間		TUG	
	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
住居密度 (基準: 低)								
Model 1	0.83	0.49 - 1.41	0.84	0.49 - 1.44	1.32	0.60 - 2.91	0.93	0.51 - 1.70
Model 2	0.84	0.49 - 1.44	0.80	0.46 - 1.38	1.33	0.60 - 2.93	0.90	0.49 - 1.67
Model 3	0.84	0.49 - 1.46	0.78	0.45 - 1.37	1.24	0.55 - 2.77	1.02	0.54 - 1.91
IPW	0.85	0.49 - 1.49	0.76	0.44 - 1.32	1.19	0.52 - 2.74	1.06	0.57 - 1.99
商店・スーパーへのアクセス (基準: 悪い)								
Model 1	0.61	0.34 - 1.08†	0.74	0.42 - 1.31	0.82	0.37 - 1.80	1.43	0.79 - 2.59
Model 2	0.65	0.36 - 1.18	0.63	0.35 - 1.13	0.82	0.37 - 1.84	1.31	0.71 - 2.41
Model 3	0.66	0.37 - 1.20	0.62	0.35 - 1.12	0.83	0.37 - 1.86	1.41	0.76 - 2.64
IPW	0.67	0.37 - 1.21	0.60	0.33 - 1.09†	0.82	0.37 - 1.82	1.52	0.81 - 2.85
バス停・駅へのアクセス (基準: 悪い)								
Model 1	0.89	0.45 - 2.49	0.90	0.37 - 2.15	0.85	0.24 - 2.97	1.06	0.41 - 2.76
Model 2	1.14	0.48 - 2.71	0.86	0.35 - 2.09	0.84	0.24 - 2.97	1.03	0.39 - 2.72
Model 3	1.10	0.46 - 2.64	0.78	0.32 - 1.91	0.84	0.23 - 3.00	1.12	0.41 - 3.02
IPW	1.12	0.46 - 2.72	0.73	0.31 - 1.72	0.86	0.23 - 3.13	1.25	0.46 - 3.40



表 9 近隣環境要因ごとの 1 年後の身体機能変化への影響 (n = 299) (続き)

	握力		膝伸展筋力		5m 歩行時間		TUG	
	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
歩道 (基準: なし)								
Model 1	1.32	0.79 - 2.21	0.67	0.39 - 1.15	1.11	0.55 - 2.26	1.60	0.91 - 2.83
Model 2	1.32	0.79 - 2.23	0.65	0.38 - 1.13	1.12	0.55 - 2.28	1.60	0.90 - 2.84
Model 3	1.32	0.78 - 2.23	0.67	0.39 - 1.17	1.12	0.54 - 2.32	1.58	0.88 - 2.83
IPW	1.28	0.75 - 2.19	0.68	0.39 - 1.18	1.05	0.51 - 2.19	1.58	0.87 - 2.87
自転車レーン (基準: なし)								
Model 1	0.82	0.50 - 1.33	1.19	0.72 - 1.95	1.01	0.51 - 1.98	1.50	0.85 - 2.66
Model 2	0.86	0.52 - 1.41	1.05	0.63 - 1.74	1.02	0.51 - 2.03	1.41	0.79 - 2.51
Model 3	0.88	0.54 - 1.46	1.08	0.65 - 1.81	0.99	0.49 - 1.98	1.46	0.81 - 2.66
IPW	0.88	0.53 - 1.45	1.09	0.65 - 1.83	1.00	0.51 - 1.98	1.51	0.82 - 2.78
運動施設 (基準: なし)								
Model 1	1.20	0.63 - 2.28	0.61	0.30 - 1.24	2.26	1.04 - 4.91*	1.52	0.76 - 3.04
Model 2	1.25	0.65 - 2.38	0.56	0.28 - 1.16	2.28	1.05 - 4.97*	1.49	0.74 - 2.99
Model 3	1.30	0.67 - 2.53	0.52	0.25 - 1.09†	2.31	1.02 - 5.21*	1.61	0.78 - 3.33
IPW	1.30	0.67 - 2.52	0.55	0.27 - 1.12	2.31	1.01 - 5.27*	1.62	0.80 - 3.31

表 9 近隣環境要因ごとの 1 年後の身体機能変化への影響 (n = 299) (続き)

	握力		膝伸展筋力		5m 歩行時間		TUG	
	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
安全性 (犯罪) (基準: 悪い)								
Model 1	1.44	0.88 - 2.36	0.94	0.60 - 1.62	1.18	0.60 - 2.31	1.93	1.12 - 3.34*
Model 2	1.45	0.90 - 2.48	0.89	0.53 - 1.49	1.18	0.59 - 2.36	1.94	1.11 - 3.40*
Model 3	1.45	0.87 - 2.41	0.91	0.54 - 1.53	1.17	0.58 - 2.37	1.87	1.06 - 3.33*
IPW	1.38	0.83 - 2.30	0.92	0.54 - 1.58	1.14	0.58 - 2.24	1.94	1.10 - 3.43*
安全性 (交通) (基準: 悪い)								
Model 1	0.66	0.39 - 1.11	0.92	0.55 - 1.55	0.76	0.36 - 1.59	1.30	0.74 - 2.29
Model 2	0.65	0.38 - 1.10	0.91	0.54 - 1.54	0.76	0.36 - 1.59	1.29	0.73 - 2.28
Model 3	0.63	0.37 - 1.08†	0.96	0.56 - 1.64	0.74	0.35 - 1.58	1.22	0.68 - 2.20
IPW	0.61	0.36 - 1.05†	0.90	0.52 - 1.56	0.72	0.34 - 1.51	1.21	0.67 - 2.17
運動実践者 (基準: 見かけない)								
Model 1	1.00	0.52 - 1.93	1.03	0.53 - 1.99	0.56	0.19 - 1.64	1.58	0.79 - 3.16
Model 2	1.00	0.51 - 1.94	1.05	0.53 - 2.05	0.55	0.19 - 1.62	1.65	0.81 - 3.33
Model 3	0.99	0.50 - 1.94	0.98	0.50 - 1.94	0.59	0.20 - 1.78	1.70	0.83 - 3.50
IPW	0.95	0.48 - 1.90	0.98	0.49 - 1.96	0.55	0.18 - 1.66	1.66	0.81 - 3.42

表 9 近隣環境要因ごとの 1 年後の身体機能変化への影響 (n = 299) (続き)

	握力		膝伸展筋力		5m 歩行時間		TUG	
	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
Model 1	1.32	0.79 - 2.21	1.20	0.71 - 2.01	1.11	0.55 - 2.26	1.04	0.58 - 1.87
Model 2	1.33	0.79 - 2.23	1.21	0.72 - 2.06	1.11	0.54 - 2.25	1.05	0.58 - 1.90
Model 3	1.40	0.82 - 2.37	1.28	0.75 - 2.19	1.09	0.52 - 2.27	1.06	0.58 - 1.93
IPW	1.35	0.78 - 2.31	1.22	0.71 - 2.09	1.05	0.50 - 2.20	1.01	0.55 - 1.86

\* p < 0.05, † p < 0.10

従属変数: 身体機能 (0=低下, 1=維持・向上)

独立変数: 近隣環境 (住居密度, 商店・スーパーへのアクセス, バス停・駅へのアクセス, 歩道, 自転車レーン, 運動施設, 安全性 (犯罪), 安全性 (交通), 運動実践者, 景観)

Model 1: 調整変数なし.

Model 2: 年齢, 性別, BMI, 身体機能 (ベースライン時) を調整.

Model 3: Model 2 + 運動習慣, TMT-A, うつ状態, 交流頻度を調整.

略語: TUG Timed Up and Go Test, OR odds ratio; CI confidence intervals, IPW inverse probability weighting, BMI body mass index, TMT-A trail making test part A.

表 10 近隣環境要因ごとの 1 年後の身体機能変化への影響：IADL 自立者 (n = 278)

	握力		膝伸展筋力		5m 歩行時間		TUG	
	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
住居密度 (基準: 低)	0.83	0.47 - 1.47	0.74	0.42 - 1.32	1.14	0.50 - 2.59	1.28	0.65 - 2.51
商店・スーパーへのアクセス (基準: 悪い)	0.76	0.96 - 1.09	0.61	0.33 - 1.13	0.76	0.32 - 1.77	1.34	0.70 - 2.58
バス停・駅へのアクセス (基準: 悪い)	1.03	0.41 - 2.59	0.63	0.23 - 1.70	1.01	0.28 - 3.66	0.91	0.31 - 2.65
歩道 (基準: なし)	1.26	0.73 - 2.18	0.63	0.35 - 1.13	1.10	0.52 - 2.33	1.47	0.80 - 2.73
自転車レーン (基準: なし)	0.87	0.51 - 1.47	1.01	0.59 - 1.74	0.99	0.48 - 2.06	1.80	0.95 - 3.38
運動施設 (基準: なし)	1.30	0.65 - 2.62	0.46	0.21 - 1.01 †	2.51	1.08 - 5.82*	1.69	0.79 - 3.63
安全性 (犯罪) (基準: 悪い)	1.33	0.78 - 2.25	0.84	0.49 - 1.44	1.39	0.68 - 2.86	1.82	1.00 - 3.31*
安全性 (交通) (基準: 悪い)	0.65	0.37 - 1.13	0.96	0.55 - 1.68	0.69	0.31 - 1.52	1.46	0.79 - 2.68
運動実践者 (基準: 見かけない)	0.91	0.45 - 1.84	1.01	0.50 - 2.05	0.47	0.14 - 1.62	1.94	0.92 - 4.09
景観 (基準: 悪い)	1.33	0.76 - 2.33	1.23	0.70 - 2.16	1.12	0.52 - 2.41	0.97	0.51 - 1.84

\* p < 0.05, † p < 0.10

従属変数: 身体機能 (0=低下, 1=維持・向上)

独立変数: 近隣環境 (住居密度, 商店・スーパーへのアクセス, バス停・駅へのアクセス, 歩道, 自転車レーン, 運動施設, 安全性 (犯罪), 安全性 (交通), 運動実践者, 景観)

調整変数: 年齢, 性別, BMI, 身体機能 (ベースライン時), 運動習慣, TMT-A, うつ状態, 対人交流.

略語: IADL instrumental activities of daily living, TUG Timed Up and Go Test, OR odds ratio, CI confidence intervals, BMI body mass index, TMT-A trail making test part A.

表 11 近隣環境要因ごとの 1 年後の身体機能変化への影響：男性 (n = 78)

	握力		膝伸展筋力		5m 歩行時間		TUG	
	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
住居密度 (基準: 低)	0.85	0.30 - 2.43	2.75	0.56 - 13.49	1.11	0.26 - 4.78	0.40	0.11 - 1.47
商店・スーパーへのアクセス (基準: 悪い)	0.69	0.14 - 3.30	0.14	0.01 - 1.69	0.00	0.00 - .	1.03	0.15 - 6.92
バス停・駅へのアクセス (基準: 悪い)	0.40	0.04 - 4.46	0.00	0.00 - .	2.14	0.18 - 25.34	0.00	0.00 - .
歩道 (基準: なし)	0.87	0.30 - 2.53	1.67	0.42 - 6.56	0.87	0.19 - 3.93	2.03	0.52 - 7.84
自転車レーン (基準: なし)	0.70	0.26 - 1.93	1.93	0.51 - 7.39	0.40	0.09 - 1.69	1.89	0.49 - 7.29
運動施設 (基準: なし)	1.32	0.25 - 6.90	0.06	0.00 - 21.78	2.68	0.46 - 15.78	1.39	0.22 - 8.93
安全性 (犯罪) (基準: 悪い)	0.72	0.21 - 2.41	0.81	0.16 - 4.00	0.33	0.04 - 2.97	1.77	0.34 - 9.19
安全性 (交通) (基準: 悪い)	0.63	0.20 - 1.92	0.87	0.21 - 3.63	0.17	0.02 - 1.51	0.16	0.02 - 1.36†
運動実践者 (基準: 見かけない)	0.78	0.17 - 3.56	0.97	0.16 - 5.88	0.45	0.05 - 4.40	0.53	0.05 - 5.44
景観 (基準: 悪い)	0.81	0.26 - 2.55	1.18	0.25 - 5.44	0.54	0.10 - 3.06	1.98	0.53 - 7.41

\* p < 0.05, † p < 0.10

従属変数: 身体機能 (0=低下, 1=維持・向上)

独立変数: 近隣環境 (住居密度, 商店・スーパーへのアクセス, バス停・駅へのアクセス, 歩道, 自転車レーン, 運動施設, 安全性 (犯罪), 安全性 (交通), 運動実践者, 景観)

調整変数: 年齢, BMI, 身体機能 (ベースライン時), 運動習慣, TMT-A, うつ状態, 対人交流。

略語: TUG Timed Up and Go Test, OR odds ratio, CI confidence intervals, BMI body mass index, TMT-A trail making test part A.

表 12 近隣環境要因ごとの 1 年後の身体機能変化への影響に関する二項ロジスティック回帰分析：女性 (n = 221)

	握力		膝伸展筋力		5m 歩行時間		TUG	
	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
住居密度 (基準: 低)	0.86	0.45 - 1.67	0.65	0.34 - 1.24	1.34	0.50 - 3.61	1.29	0.61 - 2.73
商店・スーパーへのアクセス (基準: 悪い)	0.67	0.35 - 1.28	0.71	0.38 - 1.32	1.01	0.92 - 1.12	1.43	0.73 - 2.81
バス停・駅へのアクセス (基準: 悪い)	1.32	0.51 - 3.43	1.05	0.40 - 2.77	0.68	0.14 - 3.22	1.30	0.46 - 3.68
歩道 (基準: なし)	1.51	0.81 - 2.79	0.62	0.33 - 1.16	1.19	0.51 - 2.77	1.51	0.78 - 2.93
自転車レーン (基準: なし)	0.97	0.53 - 1.78	0.92	0.51 - 1.67	1.23	0.52 - 2.92	1.38	0.70 - 2.74
運動施設 (基準: なし)	1.33	0.63 - 2.81	0.52	0.24 - 1.15	2.16	0.85 - 5.50	1.71	0.77 - 3.80
安全性 (犯罪) (基準: 悪い)	1.73	0.97 - 3.10	0.83	0.47 - 1.48	1.64	0.73 - 3.68	2.08	1.10 - 3.92*
安全性 (交通) (基準: 悪い)	0.67	0.35 - 1.28	0.95	0.51 - 1.76	1.00	0.42 - 2.41	1.81	0.93 - 3.50†
運動実践者 (基準: 見かけない)	0.98	0.45 - 2.12	1.00	0.47 - 2.13	0.60	0.17 - 2.14	2.18	0.99 - 4.83†
景観 (基準: 悪い)	1.57	0.85 - 2.91	1.42	0.78 - 2.61	1.30	0.57 - 3.00	0.86	0.43 - 1.72

\* p < 0.05, † p < 0.10

従属変数: 身体機能 (0=低下, 1=維持・向上)

独立変数: 近隣環境 (住居密度, 商店・スーパーへのアクセス, バス停・駅へのアクセス, 歩道, 自転車レーン, 運動施設, 安全性 (犯罪), 安全性 (交通), 運動実践者, 景観)

調整変数: 年齢, BMI, 身体機能 (ベースライン時), 運動習慣, TMT-A, うつ状態, 対人交流。

略語: TUG Timed Up and Go Test, OR odds ratio, CI confidence intervals, BMI body mass index, TMT-A trail making test part A.

表 13 身体機能低下者における近隣環境要因に関する回答の内訳

	握力 ≥5% 低下	膝伸展筋力 ≥12% 低下	5m 歩行時間 ≥7% 低下	TUG ≥6% 低下
男性 (n = 78)	n = 32	n = 17	n = 11	n = 14
住居密度, 高	10 (31.3)	3 (17.6)	3 (27.3)	6 (42.9)
商店・スーパーへのアクセス, 良い	29 (90.6)	16 (94.1)	11 (100.0)	12 (85.7)
バス停・駅へのアクセス, 良い	31 (96.9)	17 (100.0)	10 (90.9)	14 (100.0)
歩道, あり	22 (68.8)	12 (70.6)	8 (72.7)	8 (57.1)
自転車レーン, あり	18 (56.3)	7 (41.2)	7 (63.6)	5 (35.7)
運動施設, あり	28 (87.5)	16 (94.1)	8 (72.7)	12 (85.7)
安全性 (犯罪), 良い	25 (78.1)	13 (76.5)	10 (90.9)	11 (78.6)
安全性 (交通), 良い	24 (75.0)	12 (70.6)	10 (90.9)	13 (92.9)
運動実践者, 見かける	28 (87.5)	15 (88.2)	10 (90.9)	13 (92.9)
景観, 良い	23 (71.9)	13 (76.5)	9 (81.8)	8 (57.1)
女性 (n=221)	n = 72	n = 85	n = 30	n = 55
住居密度, 高	20 (27.8)	26 (30.6)	6 (20.0)	13 (23.6)
商店・スーパーへのアクセス, 良い	55 (76.4)	64 (75.3)	21 (70.0)	36 (65.5)
バス停・駅へのアクセス, 良い	64 (88.9)	77 (90.6)	28 (93.3)	49 (89.1)
歩道, あり	47 (65.3)	65 (76.5)	20 (66.7)	35 (63.6)
自転車レーン, あり	26 (36.1)	30 (35.3)	9 (30.0)	17 (30.9)
運動施設, あり	58 (80.6)	74 (87.1)	22 (73.3)	43 (78.2)
安全性 (犯罪), 良い	36 (50.0)	53 (62.4)	15 (50.0)	25 (45.5)
安全性 (交通), 良い	53 (73.6)	59 (69.4)	20 (66.7)	31 (56.4)
運動実践者, 見かける	60 (83.3)	71 (83.5)	27 (90.0)	42 (76.4)
景観, 良い	46 (63.9)	56 (65.9)	19 (63.3)	40 (72.7)

値は n (%).

略語: TUG Timed Up and Go Test.

表 14 近隣環境に関する該当率の比較

	本研究 神奈川県相模原市 n=624 (65-89 歳)	Inoue S, et al. (2009) 東京都内・近郊, 兵庫県姫路市 n=492 (20-74 歳)	Inoue S, et al. (2011) 東京都文京区, 府中市, 静岡県小山町 n=1921 (65-74 歳)
住居密度, 高	142 (22.8)	111 (23.6)	715 (37.6)
商店・スーパーへのアクセス, 良い	459 (73.6)	373 (76.7)	1292 (68.2)
バス停・駅へのアクセス, 良い	564 (90.4)	420 (86.4)	1735 (91.3)
歩道, あり	438 (70.2)	288 (59.6)	1540 (81.1)
自転車レーン, あり	264 (42.3)	140 (29.0)	694 (36.6)
運動施設, あり	498 (79.8)	283 (58.4)	1224 (64.5)
安全性 (犯罪), 良い	396 (63.5)	321 (66.6)	1302 (68.6)
安全性 (交通), 良い	412 (66.0)	309 (63.8)	1275 (67.2)
運動実践者, 見かける	512 (82.1)	318 (65.6)	1309 (69.1)
景観, 良い	434 (69.6)	216 (44.5)	1299 (68.3)

値は n (%).



表 15 調査地域に関する人口統計の比較

	本研究	Soma Y, et al. (2017)	Koohsari MJ, et al. (2020)	Okuyama K, et al. (2020)
調査地域 [調査期間]	神奈川県相模原市 [2016～2019年]	茨城県笠間市 [2010～2012年]	千葉県松戸市 [2013年]	島根県雲南市, 邑南町, 隠岐の島町 [2016～2019年]
面積	328.91 km <sup>2</sup>	240.40 km <sup>2</sup>	61.38 km <sup>2</sup>	雲南市 : 553.37 km <sup>2</sup> 邑南町 : 419.29 km <sup>2</sup> 隠岐の島町 : 242.82 km <sup>2</sup>
都市区分*	指定都市	その他の市	その他の市	その他の市・町村
総人口**	721,139人	79,409人	486,185人	雲南市 : 38,506人 邑南町 : 10,977人 隠岐の島町 : 14,480人
65歳以上人口**	172,533人	19,015人	109,568人	雲南市 : 14,355人 邑南町 : 4,779人 隠岐の島町 : 5,636人
高齢化率**	24.1%	24.0%	22.5%	雲南市 : 37.3% 邑南町 : 43.6% 隠岐の島町 : 39.2%
高齢化率の伸び*** (2019 ⇒ 2045年, 県単位)	25.3% ⇒ 35.2% (9.9ポイント)	29.5% ⇒ 40.0% (10.5ポイント)	27.9% ⇒ 36.4% (8.5ポイント)	34.3% ⇒ 39.5% (5.2ポイント)

\*都市区分：指定都市（人口50万以上の市のうちから政令で指定）、中核市（人口20万以上の市の申出に基づき政令で指定）、その他の市（人口5万以上ほか）、町村。（総務省）

\*\*調査開始年における各自自治体の人口統計データ。（相模原市/笠間市/松戸市/雲南市・邑南町・隠岐の島町）

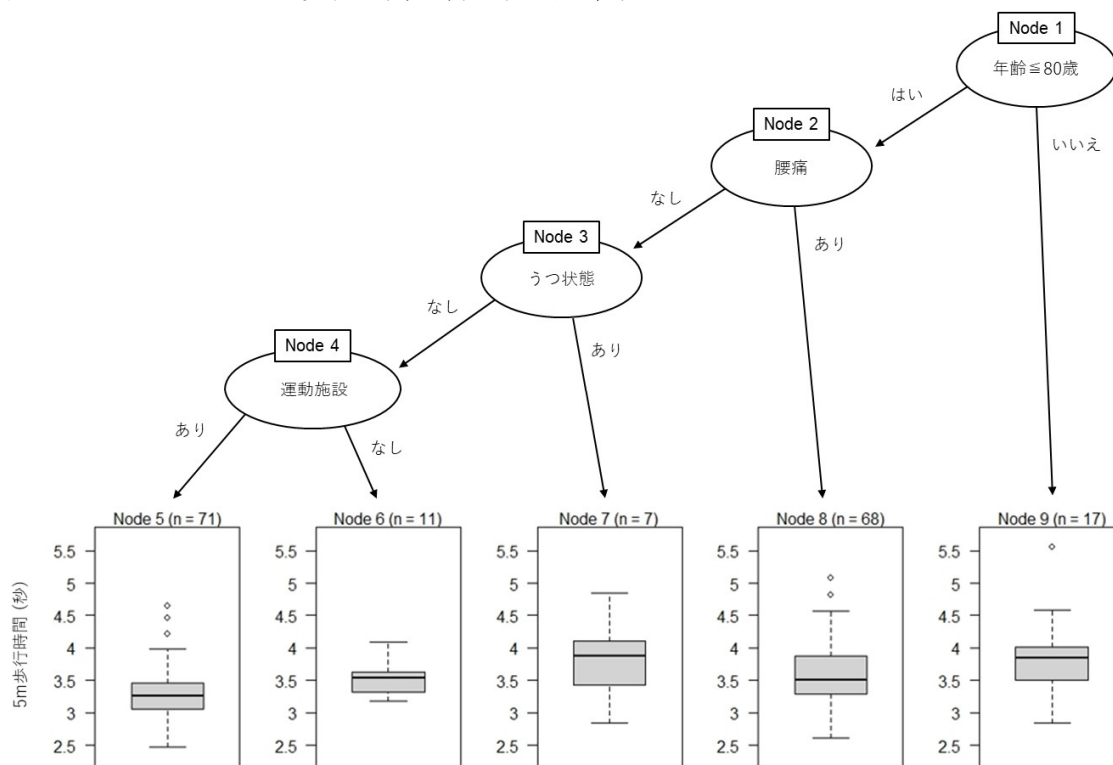
\*\*\*令和3年版高齢社会白書。（内閣府）

図

タイトル一覧

図 1 男性における 5m 歩行時間を判別する回帰木モデル

図1 男性における5m歩行時間を判別する回帰木モデル



## 資料

### タイトル一覧

- 資料 1 近隣環境に関する質問紙
- 資料 2 倫理審査結果通知書
- 資料 3 自記式質問票
- 資料 4 測定記録用紙
- 資料 5 雑誌掲載論文（第 1 研究）
- 資料 6 雑誌掲載論文（第 2 研究）

### 近隣環境に関する質問紙

---

以下の質問は、あなたの家の近所、すなわち自宅から **10～15分程度** で歩いていくことができる範囲内の環境に関する質問です。

1. あなたの近所の住宅は主にどのようなタイプのものですか。あてはまる番号に○をつけてください。
- 1) 一戸建て
  - 2) 2～3階建てのアパート
  - 3) 一戸建てと、2～3階建てのアパートが混じっている
  - 4) 4～12階建てのマンション
  - 5) 13階建て以上のマンション

以下の文章は、歩くことや自転車に乗ることに関係する、近所の環境について述べたものです。あなたの近隣環境にどの程度あてはまりますか？もっともあてはまる欄 1 つに○をつけてください。

2. 日用品を買うためのお店や、スーパーマーケット、商店街などが、自宅から簡単に歩いていける範囲にたくさんある。
- 1) 全くあてはまらない
  - 2) ややあてはまらない
  - 3) ややあてはまる
  - 4) 非常によくあてはまる
3. バス停、駅などが自宅から歩いて10～15分以内にある。
- 1) 全くあてはまらない
  - 2) ややあてはまらない
  - 3) ややあてはまる
  - 4) 非常によくあてはまる
4. 近所のほとんどの道路には歩道がある。
- 1) 全くあてはまらない
  - 2) ややあてはまらない
  - 3) ややあてはまる
  - 4) 非常によくあてはまる
5. 近所には、自転車専用レーン、歩道兼用の自転車レーンなどのように自転車が通行できるレーンがある。
- 1) 全くあてはまらない
  - 2) ややあてはまらない
  - 3) ややあてはまる
  - 4) 非常によくあてはまる
-

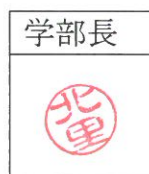
## 近隣環境に関する質問紙（続き）

- 
6. 近所には、公園、広場、ウォーキング道路、自転車道路、グラウンド、公営プール、体育館など、**無料**あるいは**安価**に利用できるレクリエーション施設がいくつかある。
- 1) 全くあてはまらない
  - 2) ややあてはまらない
  - 3) ややあてはまる
  - 4) 非常によくあてはまる
7. 近所では犯罪の危険が高く、**夜間**に外を歩くのは安全とはいえない。
- 1) 全くあてはまらない
  - 2) ややあてはまらない
  - 3) ややあてはまる
  - 4) 非常によくあてはまる
8. 近所では交通量が多く、外を**歩く**ことに危険を感じたり、歩くことが楽しくなかったりする。
- 1) 全くあてはまらない
  - 2) ややあてはまらない
  - 3) ややあてはまる
  - 4) 非常によくあてはまる
9. 近所では運動したり、体を動かしている人を多く見かける。（ここで「運動」や「体を動かす」とは、買い物、通勤などで歩いたり、ウォーキング、ジョギング、サイクリングや、その他のスポーツをすることを意味します。）
- 1) 全くあてはまらない
  - 2) ややあてはまらない
  - 3) ややあてはまる
  - 4) 非常によくあてはまる
10. 近所を歩くと、興味をひかれるもの（きれいな景観、楽しい景観など）がたくさんある。
- 1) 全くあてはまらない
  - 2) ややあてはまらない
  - 3) ややあてはまる
  - 4) 非常によくあてはまる

---

備考：国際標準化身体活動質問紙環境尺度（International Physical Activity Questionnaire Environmental Module；IPAQ-E）日本語版の基本項目・推奨項目より抜粋。

様式第二号



平成 28 年 5 月 26 日

受付番号：2016-004

利益相反申請受付番号：

【申請者】

所属・職名：P T・講師

氏名：柴 喜崇 殿

北里大学医療衛生学部  
研究倫理審査委員会  
委員長 片桐 真人



## 審 査 結 果 通 知 書

申請課題名：高齢者の生活機能低下を包括的観点から予測するシステムの開発に関する研究

先に申請のあった上記課題につき、研究倫理審査委員会での審議の結果を以下のとおり通知します。

- (1) 非該当
- ② 承認
- (3) 条件付承認
- (4) 変更の勧告
- (5) 不承認

意見：

- 指針：1. 上記申請課題を研究実施計画書に則って行うことを承認します。  
2. 利益相反申告を行ってください。(提出者)

追記：医療衛生学部長が交代した際には、文書中、当該氏名を変更すること。なお、研究終了後は研究終了報告書（様式三号）を研究倫理審査委員会あてに提出すること。

以 上

様式第二号



平成 29 年 1 月 12 日

受付番号：2016-G021B

利益相反申請受付番号：

【申請者】

所属・職名：P T・講師

氏名：柴 喜崇 殿

北里大学医療衛生学部

研究倫理審査委員会

委員長 増田 卓



## 審 査 結 果 通 知 書

申請課題名：高齢者の生活機能低下を包括的観点から予測するシステムの開発に関する研究。

先に申請のあった上記課題につき、研究倫理審査委員会での審議の結果を以下のとおり通知します。

- (1) 非該当
- (2) 承認「迅速」**  
…… 軽微な変更 【5】【9】【11】【12】【30】【ポスター】
- (3) 条件付承認
- (4) 変更の勧告
- (5) 不承認

意見：

- 指針：1. 上記申請課題を研究実施計画書に則って行うことを承認します。  
2. 利益相反申告を行ってください（処理済み）。

追記：医療衛生学部長が交代した際には、文書中、当該氏名を変更すること。なお、研究終了後は研究終了報告書（様式三号）を研究倫理審査委員会あてに提出すること。

以 上



様式第二号



2018年9月13日

受付番号： 2018- 008B (旧2016-G021B)

【申請者】

所属・職名： P T ・ 講師

氏 名： 柴 喜崇

北里大学医療衛生学部  
研究倫理審査委員会  
委員長 古田 玲子



## 審 査 結 果 通 知 書

申請課題名 高齢者の生活機能低下を包括的観点から予測するシステムの開発に関する研究

先に申請のあった上記課題につき、研究倫理審査委員会での審議の結果を以下のとおり通知します。

(1) 非該当

(2) 承認「迅速」

..... 軽微な変更【4】 【5】 【9】 【12】 【13】

(3) 条件付承認

(4) 変更の勧告

(5) 不承認

意見：

指針： 1. 上記申請課題を研究実施計画書に則って行うことを承認します。

追記： 医療衛生学部長が交代した際には、文書中、当該氏名を変更すること。なお、研究終了後は研究終了報告書（様式三号）を研究倫理審査委員会あてに提出すること。

以 上

## 調査票

記入日	平成	年	月	日
※ID (スタッフ記入欄)				確認：未・済

あなたの健康や生活、近隣環境に関する以下の質問について、当てはまるものに○を付けるか、または記入をお願い致します。ご面倒でも全ての質問にお答えいただけますよう、何卒ご協力よろしくお願い致します。

**問 1.** あなたの年齢、性別、現在の身長と体重を教えてください（身長と体重は、わかる範囲で、およその数値で結構です）。

年齢	満	<input type="text"/>	歳	性別	<input type="text" value="1. 男"/>	<input type="text" value="2. 女"/>
① 身長		<input type="text"/>	cm	② 体重	<input type="text"/>	kg

**問 2.** 現在のあなたの健康状態はいかがですか（○は1つ）。

1. 健康である    2. まあまあ健康である    3. あまり健康ではない    4. 健康でない

**問 3.** この 6 か月間 で、転んだことはありますか（○は1つ）。

1. いいえ    2. はい    → ※何回転びましたか. (  ) 回

**問 4.** あなたは運動習慣がありますか（○は一つ）。

※「運動習慣がある」とは、「1回 20～30 分以上の運動を、週 2～3 回以上行っている」ことを言います。

1. していない    2. している

次のページに続く

**問 5.** どのくらいの頻度で外出をしていますか（○は1つ）。

- |         |           |         |              |
|---------|-----------|---------|--------------|
| 1. ほぼ毎日 | 2. 週に4~5日 | 3. 週に3日 | 4. 週に2日      |
| 5. 週に1日 | 6. 2週に1日  | 7. 月に1回 | 8. ほとんど外出しない |

**問 6.** あなたが最近痛みを感じる箇所があれば、すべてに○をつけてください。

- |       |       |         |          |
|-------|-------|---------|----------|
| 1. 腰  | 2. ひざ | 3. くび・肩 | 4. 背中    |
| 5. うで | 6. 足  | 7. その他  | 8. 痛みはない |

**問 7.** あなたは、今までに次の病気や症状がありましたか。あてはまるものすべてに○をつけてください。

- |           |          |          |         |
|-----------|----------|----------|---------|
| 1. 高血圧    | 2. 脳血管障害 | 3. 心臓病   | 4. 高脂血症 |
| 5. 糖尿病    | 6. 痛風    | 7. 肝臓病   | 8. 腎臓病  |
| 9. 喘息・肺疾患 | 10. その他  | 11. 特になし |         |

**問 8.** あなたは、現在、病気で何か薬を飲んでいますか。あてはまるものすべてに○をつけてください。

- |        |         |          |           |
|--------|---------|----------|-----------|
| 1. 血圧  | 2. 心臓   | 3. 高脂血症  | 4. 高尿酸血症  |
| 5. 糖尿病 | 6. 甲状腺  | 7. 胃腸系   | 8. 眠剤・安定剤 |
| 9. 鎮痛剤 | 10. その他 | 11. 特になし |           |

次のページに続く

**問 9.** 別居の家族や親戚と会う機会はどれくらいありますか（○は1つ）。

- |           |           |                 |          |
|-----------|-----------|-----------------|----------|
| 1. ほとんど毎日 | 2. 週に2、3回 | 3. 週1回程度        | 4. 月1、2回 |
| 5. 年に数回   | 6. ほとんどない | 7. 別居の家族や親戚はいない |          |

**問 10.** 別居の家族や親戚と、手紙、電話、メールで連絡をとりあう機会はどれくらいありますか（○は1つ）。

- |           |           |                 |          |
|-----------|-----------|-----------------|----------|
| 1. ほとんど毎日 | 2. 週に2、3回 | 3. 週1回程度        | 4. 月1、2回 |
| 5. 年に数回   | 6. ほとんどない | 7. 別居の家族や親戚はいない |          |

**問 11.** 友人と会う機会はどれくらいありますか（○は1つ）。

- |           |           |           |          |
|-----------|-----------|-----------|----------|
| 1. ほとんど毎日 | 2. 週に2、3回 | 3. 週1回程度  | 4. 月1、2回 |
| 5. 年に数回   | 6. ほとんどない | 7. 友人はいない |          |

**問 12.** 友人と手紙、電話、メールなどで連絡をとりあう機会はどれくらいありますか（○は1つ）。

- |           |           |           |          |
|-----------|-----------|-----------|----------|
| 1. ほとんど毎日 | 2. 週に2、3回 | 3. 週1回程度  | 4. 月1、2回 |
| 5. 年に数回   | 6. ほとんどない | 7. 友人はいない |          |

次のページに続く

**問 13.** 以下の質問のそれぞれについて、この1週間のことを考えながら、「はい」「いいえ」のいずれかでお答えください。

1. 自分の生活に満足していますか.	1. はい	2. いいえ
2. 退屈と覚えることが、よくありますか.	1. はい	2. いいえ
3. あなたはいつも幸せと覚えていますか.	1. はい	2. いいえ
4. 外に出て新しい物事をするより、家の中にいるほうが好きですか.	1. はい	2. いいえ
5. 自分の現在の状態は、まったく価値のないものと感じますか.	1. はい	2. いいえ

**問 14.** あなたの毎日の生活についてうかがいます。以下の質問のそれぞれについて、「はい」「いいえ」のいずれかに○をつけて、お答え下さい。

1. バスや電車を使って1人で外出できますか	1. はい	2. いいえ
2. 日用品の買い物ができますか	1. はい	2. いいえ
3. 自分で食事の用意ができますか	1. はい	2. いいえ
4. 請求書の支払いができますか	1. はい	2. いいえ
5. 銀行預金・郵便貯金の出し入れが自分でできますか	1. はい	2. いいえ
6. 年金などの書類が書けますか	1. はい	2. いいえ
7. 新聞を読んでいますか	1. はい	2. いいえ
8. 本や雑誌を読んでいますか	1. はい	2. いいえ
9. 健康についての記事や番組に関心がありますか	1. はい	2. いいえ
10. 友だちの家を訪ねることがありますか	1. はい	2. いいえ
11. 家族や友だちの相談にのることがありますか	1. はい	2. いいえ
12. 病人を見舞うことができますか	1. はい	2. いいえ
13. 若い人に自分から話し掛けることがありますか	1. はい	2. いいえ

次のページに続く

**問 15.** 次の質問に、「はい」か「いいえ」でお答えください。

1. 携帯電話を使うことができますか	1. はい	2. いいえ
2. ATM を使うことができますか	1. はい	2. いいえ
3. ビデオや DVD プレイヤーの操作ができますか	1. はい	2. いいえ
4. 携帯電話やパソコンのメールができますか	1. はい	2. いいえ
5. 外国のニュースや出来事に関心がありますか	1. はい	2. いいえ
6. 健康に関する情報の信ぴょう性について判断できますか	1. はい	2. いいえ
7. 美術品, 映画, 音楽を鑑賞することができますか	1. はい	2. いいえ
8. 教育・教養番組を視聴していますか	1. はい	2. いいえ
9. 詐欺, ひったくり, 空き巣等の被害にあわないように対策をしていますか	1. はい	2. いいえ
10. 生活の中でちょっとした工夫をすることがありますか	1. はい	2. いいえ
11. 病人の看病ができますか	1. はい	2. いいえ
12. 孫や家族, 知人の世話をしていますか	1. はい	2. いいえ
13. 地域のお祭りや行事などに参加していますか	1. はい	2. いいえ
14. 町内会・自治会で活動していますか	1. はい	2. いいえ
15. 自治会やグループ活動の世話役や役職を引き受けることができますか	1. はい	2. いいえ
16. 奉仕活動やボランティア活動をしていますか	1. はい	2. いいえ

次のページに続く

**問 16.** あなたが、普段どのくらい転ばないように気を遣って行動しているのかをお聞きします。以下の①～⑦の質問にある行動に対して、あなたがどのくらい“転ぶかもしれない”と気を遣いながら行なっているのか、最も当てはまると思われるもの一つに○をしてください。ただし、あなたの普段の状態を考えてお答えください。質問内容が、あなたが現在行なっていない内容であった場合、もし、あなたが行なった場合に、どのくらい気を遣うかを想定してお答えください。

① 着替えをする（普段の衣服の着脱）。

- |               |                 |            |            |
|---------------|-----------------|------------|------------|
| 1. まったく気を遣わない | 2. どちらかというと気を遣う | 3. かなり気を遣う | 4. とても気を遣う |
|---------------|-----------------|------------|------------|

② 自宅の浴槽への出入りをする。

- |               |                 |            |            |
|---------------|-----------------|------------|------------|
| 1. まったく気を遣わない | 2. どちらかというと気を遣う | 3. かなり気を遣う | 4. とても気を遣う |
|---------------|-----------------|------------|------------|

③ 椅子から立つ、または椅子に座る。

- |               |                 |            |            |
|---------------|-----------------|------------|------------|
| 1. まったく気を遣わない | 2. どちらかというと気を遣う | 3. かなり気を遣う | 4. とても気を遣う |
|---------------|-----------------|------------|------------|

④ 階段の昇り降り（家の階段に限らない）。

- |               |                 |            |            |
|---------------|-----------------|------------|------------|
| 1. まったく気を遣わない | 2. どちらかというと気を遣う | 3. かなり気を遣う | 4. とても気を遣う |
|---------------|-----------------|------------|------------|

⑤ 床の上の物、または頭上の物を取る。

- |               |                 |            |            |
|---------------|-----------------|------------|------------|
| 1. まったく気を遣わない | 2. どちらかというと気を遣う | 3. かなり気を遣う | 4. とても気を遣う |
|---------------|-----------------|------------|------------|

⑥ 坂道を登る、または下りる。

- |               |                 |            |            |
|---------------|-----------------|------------|------------|
| 1. まったく気を遣わない | 2. どちらかというと気を遣う | 3. かなり気を遣う | 4. とても気を遣う |
|---------------|-----------------|------------|------------|

⑦ 家族以外との活動や会合に参加する（親戚の集まりや老人クラブなどに参加する）。

- |               |                 |            |            |
|---------------|-----------------|------------|------------|
| 1. まったく気を遣わない | 2. どちらかというと気を遣う | 3. かなり気を遣う | 4. とても気を遣う |
|---------------|-----------------|------------|------------|

次のページに続く

**問 17.** 以下の質問は、あなたの家の近所、すなわち自宅から 10～15 分程度 で歩いて行くことができる範囲内の環境に関する質問です。

① あなたの近所の住宅は主にどのようなタイプのものですか。 あてはまる番号に○を一つつけてください。

1. 一戸建て	2. 2～3 階建てのアパート	3. 一戸建てと、2～3 階建てのアパートが混じっている
4. 4～12 階建てのマンション	5. 13 階建て以上のマンション	

以下の文章は、歩くことや自転車に乗ることに関係する、近所の環境について述べたものです。あなたの近隣環境にどの程度あてはまりますか？ もっともあてはまる欄 1 つに○をつけてください。

② 日用品を買うためのお店や、スーパーマーケット、商店街などが、自宅から簡単に歩いていける範囲にたくさんある。

1. 全くあてはまらない	2. ややあてはまらない	3. ややあてはまる	4. 非常によくあてはまる
--------------	--------------	------------	---------------

③ バス停、駅などが自宅から歩いて 10～15 分以内にある。

1. 全くあてはまらない	2. ややあてはまらない	3. ややあてはまる	4. 非常によくあてはまる
--------------	--------------	------------	---------------

④ 近所のほとんどの道路には歩道がある。

1. 全くあてはまらない	2. ややあてはまらない	3. ややあてはまる	4. 非常によくあてはまる
--------------	--------------	------------	---------------

⑤ 近所には、自転車専用レーン、歩道兼用の自転車レーンなどのように自転車が通行できるレーンがある。

1. 全くあてはまらない	2. ややあてはまらない	3. ややあてはまる	4. 非常によくあてはまる
--------------	--------------	------------	---------------

⑥ 近所には、公園、広場、ウォーキング道路、自転車道路、グラウンド、公営プール、体育館など、無料あるいは安価に利用できるレクリエーション施設がいくつかある。

1. 全くあてはまらない	2. ややあてはまらない	3. ややあてはまる	4. 非常によくあてはまる
--------------	--------------	------------	---------------

次のページに続く



⑦ 近所では犯罪の危険が高く、夜間に外を歩くのは安全とはいえない。

- |              |              |            |               |
|--------------|--------------|------------|---------------|
| 1. 全くあてはまらない | 2. ややあてはまらない | 3. ややあてはまる | 4. 非常によくあてはまる |
|--------------|--------------|------------|---------------|

⑧ 近所では交通量が多く、外を歩くことに危険を感じたり、歩くことが楽しくなかったりする。

- |              |              |            |               |
|--------------|--------------|------------|---------------|
| 1. 全くあてはまらない | 2. ややあてはまらない | 3. ややあてはまる | 4. 非常によくあてはまる |
|--------------|--------------|------------|---------------|

⑨ 近所では運動したり、体を動かしている人を多く見かける。(ここで「運動」や「体を動かす」とは、買い物や通勤などで歩いたり、ウォーキング、ジョギング、サイクリングや、その他のスポーツをすることを意味します。)

- |              |              |            |               |
|--------------|--------------|------------|---------------|
| 1. 全くあてはまらない | 2. ややあてはまらない | 3. ややあてはまる | 4. 非常によくあてはまる |
|--------------|--------------|------------|---------------|

⑩ 近所を歩くと、興味をひかれるもの(きれいな景観, 楽しい景観など)がたくさんある。


- |              |              |            |               |
|--------------|--------------|------------|---------------|
| 1. 全くあてはまらない | 2. ややあてはまらない | 3. ややあてはまる | 4. 非常によくあてはまる |
|--------------|--------------|------------|---------------|


以上で、アンケートは終了です。ご協力ありがとうございました。

## 測定記録用紙（スタッフ用）

年齢		歳		性別：男・女	
<b>体力測定セクション</b>					
CST	①	②	注	秒	
TUG	①	②	注	秒	
握力(利き手)	①	②	注	kg	
膝伸展筋力(右)	①	②	注	kg	
<b>歩行計測セクション</b>					
5m歩行時間(快適)	①	②	注	秒	
5m歩行時間(最速)	①	②	注	秒	
歩行Yes・Noチェック	① Yes・No	② Yes・No	③ Yes・No		
	④ Yes・No	⑤ Yes・No			
<b>呼吸・姿勢セクション</b>					
呼吸:FVC		注			L
	同年代	%			肺年齢
姿勢	←終了したら✓				
<b>筋厚セクション</b>					
筋厚				注	cm
足関節筋力(右)	①			②	注
下腿周径	①	②	注	cm	
足長				注	cm
<b>骨密度・認知セクション</b>					
TMT-A				注	秒
TMT-B				注	秒
骨密度(SOS,右)				m/min	
<b>InBodyセクション</b>					
体重と脂肪量	体重	Kg	体脂肪	Kg	
部位別筋量	左腕	Kg	右腕	Kg	
	左脚	Kg	右脚	Kg	
注 小数点第2位まであるものは、第2位まで記載					
アンケート・記録用紙の確認			←記入漏れを確認したらチェック		

# Association Between Physical Function and Neighborhood Environment in Healthy, Older Adults: An Exploratory Study Using Regression Tree Analysis

Gerontology & Geriatric Medicine  
Volume 7: 1–11  
© The Author(s) 2021  
Article reuse guidelines:  
[sagepub.com/journals-permissions](https://sagepub.com/journals-permissions)  
DOI: 10.1177/23337214211052403  
[journals.sagepub.com/home/ggm](https://journals.sagepub.com/home/ggm)  


Masataka Ando, RPT, MA<sup>1</sup> , Naoto Kamide, RPT, CSW, PhD<sup>1,2</sup>, Yoshitaka Shiba, RPT, PhD<sup>3</sup>, Miki Sakamoto, RPT, PhD<sup>1,2</sup>, Haruhiko Sato, RPT, PhD<sup>4</sup>, Takeshi Murakami, ST, PhD<sup>1,2</sup>, and Shuichiro Watanabe, MD, PhD<sup>5</sup>

## Abstract

The aim of this study was to perform an exploratory investigation of the individual characteristics of older adults that affect the relationships between physical function and neighborhood environment. A total of 624 community-dwelling older adults living independently, aged  $\geq 65$  years, participated in this cross-sectional study. Physical function was assessed by muscle strength (grip strength and knee extension strength) and physical performance (5-m walking time and Timed Up and Go Test). The neighborhood environment was assessed using the International Physical Activity Questionnaire Environmental Module. The individual characteristics that affect the association between both were analyzed using multiple regression analysis and Classification and Regression tree (CaRT) analysis. In both older men and women, multiple regression analysis showed that neighborhood environment was significantly associated with physical function. On the other hand, on CaRT analyses, older men  $\leq 80$  years of age without low back pain and depressive symptoms and perceived good access to recreational facilities had the shortest 5-m walking time. However, CaRT analyses found no relationship between physical function and neighborhood environment in older women. The relationships between physical function and neighborhood environment may be altered by sex, age, and physical and mental health conditions.

## Keywords

community-dwelling, older adults, physical function, neighborhood environment, regression tree analysis

Manuscript received: July 28, 2021; final revision received: September 22, 2021; accepted: September 23, 2021.

## Introduction

The elderly populations of developed countries are continuing to grow in number. In Japan, in particular, the proportion of adults aged  $\geq 65$  years reached 28.8% in 2020 (Cabinet Office, Government of Japan, 2021), making the country a “super-aged society” with the highest proportion of older adults in the world. For many countries with aging populations, maintaining and improving the functional capacity of older adults and extending their healthy life expectancy are important issues.

Older adults’ physical function is an important determining factor in maintaining and improving their functional capacity (Nakamoto et al., 2015; Sugiura et al., 2013).

Because physical function, such as muscle strength and physical performance, decreases with advancing age (Ishizaki et al., 2011), appropriate interventions and support are

<sup>1</sup>School of Allied Health Sciences, Kitasato University, Sagamihara, Japan

<sup>2</sup>Graduate School of Medical Sciences, Kitasato University, Sagamihara, Japan

<sup>3</sup>School of Health Sciences, Fukushima Medical University, Fukushima, Japan

<sup>4</sup>Faculty of Rehabilitation, Kansai Medical University, Hirakata, Japan

<sup>5</sup>Graduate School, J. F. Oberlin University, Machida, Japan

### Corresponding Author:

Masataka Ando, School of Allied Health Sciences, Kitasato University, 1-15-1 Kitazato, Minami-ku, Sagamihara 252-0373, Japan.  
Email: [m.ando@kitasato-u.ac.jp](mailto:m.ando@kitasato-u.ac.jp)



Creative Commons Non Commercial CC BY-NC: This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits non-commercial use, reproduction and distribution of the work without further permission provided the original work is attributed as specified on the SAGE

and Open Access pages (<https://us.sagepub.com/en-us/nam/open-access-at-sage>).

required. Exercise-based interventions in particular improve older adults' physical function (Cadore, Rodriguez-Manas, Sinclair, & Izquierdo, 2013; Chase et al., 2017; Csapo & Alegre, 2016; Sherrington et al., 2008) and are an effective method that contributes to maintaining and improving functional capacity. Accordingly, identifying factors that affect physical function and improving these factors may offer a means of helping to maintain and improve the functional capacity of older adults.

In recent years, it has been reported that factors related to the environment in which people live affect their health. The life space of older adults in particular contracts because their physical activity diminishes as a result of retirement and advancing age. As a result, the neighborhood environment around the area where they live is more likely to affect their state of health. In fact, systematic reviews and meta-analyses have shown that, in older adults, the neighborhood environment affects a variety of health-related outcomes, including physical activity (Barnett et al., 2017), cognitive function (Besser et al., 2017), and cardiovascular disease (Malambo et al., 2016). Systematic reviews of the effect of the neighborhood environment on the physical function of older adults have also been published (Rachele et al., 2019; Won et al., 2016). These reviews reported that both the physical environment (such as pedestrian infrastructure and aesthetics) and the social environment (such as crime and traffic) affect physical function. However, only around 30% of studies have reported positive findings with respect to the association between the neighborhood environment and physical function, and most of the other studies have reported that the results were not statistically significant (Rachele et al., 2019). Thus, the results of previous studies are inconsistent, and the effect of the neighborhood environment on physical function has yet to be fully established. One possible reason for the inconsistencies in the results of previous studies is that the individual characteristics of each study's participants, such as their age, sex, and state of health, may affect the relationship between their physical function and the neighborhood environment. Identifying the individual characteristics of older adults that alter the effect of the neighborhood environment on their physical function may help lead to innovative interventions for maintaining and improving the physical function of older adults.

The objective of this study was therefore to conduct an exploratory investigation of the individual characteristics of older adults that affect the association between their physical function and their neighborhood environment.

## Methods

### Study Design and Participants

This was a cross-sectional study of community-dwelling older adults who underwent health check-ups for geriatric syndrome in Sagamihara City, Kanagawa Prefecture, Japan,

between 2016 and 2018. The participants were recruited via community newsletters and advertisements on notice boards at sports facilities in the city. The inclusion criteria for the participants in this study were as follows: (1) age  $\geq 65$  years, (2) living in the community, and (3) able to engage independently in activities of daily living (ADL). Independence in ADL was defined as not receiving support under the long-term care insurance (LTCI) system or having obtained certification of support or care level, and this was confirmed by the researchers at the time of recruitment. The exclusion criteria were as follows: (1) unable to travel independently to the health check-up venue, (2) serious cardiopulmonary or neurological disease, and (3) unable to complete the physical function tests described below. Of a total of 638 community-dwelling older adults who underwent health check-ups, 14 were excluded for missing data, leaving 624 in the final analysis population.

### Physical Function

Muscle strength (grip strength and knee extension strength) and physical performance (5-m walking time, Timed Up and Go Test (TUG) (Podsiadlo & Richardson, 1991)) were measured as indicators of physical function.

Grip strength was measured with a Smedley-type dynamometer (T.K.K.5401, TAKEI Scientific Instruments Co., Ltd., Niigata, Japan). Maximum grip strength with the dominant hand was measured with the participant standing upright in a stable posture with the feet placed a natural distance apart. Knee extension strength was measured with a handheld dynamometer ( $\mu$ -Tas F-1; Anima Inc., Tokyo, Japan). The participant sat in a chair with the hip and knee joints flexed at 90°, and isometric knee extension strength at maximum effort was measured. Five-meter walking time was measured using a 9-m walkway, consisting of a measurement zone (5 m) and acceleration and deceleration zones (each 2 m). The time to walk the 5-m length in the middle of the walkway at a comfortable pace was measured with a digital stopwatch (ALBA W072; Seiko Watch Corporation, Tokyo, Japan). In the TUG test, the time taken for the participant to stand up from a chair without hand support, walk 3 m as quickly as possible, turn around, walk back, and then sit down again (Shumway-Cook et al., 2000) was measured with a digital stopwatch (ALBA W072; Seiko Watch Corporation). All measurements were conducted twice, and the best value of each measurement was used for the analysis.

### Neighborhood Environment

The Japanese version of the International Physical Activity Questionnaire Environmental Module (IPAQ-E) (Inoue et al., 2009) was used as an indicator of the neighborhood environment. The IPAQ-E is a questionnaire that asks study participants about the features of the environment in the neighborhood of their home (within a 10–15-minute walk).

The reliability of the IPAQ-E has been reported by the test-retest method (Inoue et al., 2009). It has also been used to survey community-dwelling older people (Inoue et al., 2011). In the present study, previous reports (Inoue et al., 2009, 2011) were followed in using 10 items included in the IPAQ-E: residential density, access to shops, access to public transport (bus stops/stations), presence of sidewalks, presence of bike lanes, access to recreational facilities, crime safety (at night), traffic safety, social environment (seeing people being active), and aesthetics. Following previous studies, the IPAQ-E responses were converted into dichotomous variables and used in the analysis (Inoue et al., 2009, 2011).

## Individual Characteristics

As individual characteristics, age, sex, medical history, pain, medications, height, weight, body mass index (BMI), habitual exercise, cognitive function, depressive symptoms, social isolation, and functional capacity were investigated. These individual characteristics were found to be factors related to physical function in previous studies (Chase et al., 2017; Kuo et al., 2005; Nieto et al., 2008; Sakurai et al., 2019).

Medical history (hypertension, diabetes mellitus, dyslipidemia, cerebrovascular disease, and heart disease), pain (low back pain and knee pain), and medications were surveyed using a self-administered questionnaire. The Trail Making Test part A (TMT-A) (Tombaugh, 2004) was used as an index of cognitive function. Depressive symptoms were assessed using the five-item version of the Geriatric Depression Scale (5-GDS). The GDS-5 score ranges 0–5 points, with  $\geq 2$  points defined as “with depressive symptoms” (Hoyl et al., 1999). Social isolation was surveyed by a self-administered questionnaire asking about the frequency of interactions with family members or friends other than members of the same household. “Social isolation” was defined as  $<1$  interaction per week (Saito et al., 2015). Functional capacity was assessed by the Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology Index of Competence (TMIG-IC) (Koyano et al., 1991). The TMIG-IC score ranges from 0–13 points, with a higher score indicating greater functional capacity.

## Statistical Analysis

Because sex differences in the effect of the neighborhood environment have been reported (Koohsari et al., 2020; Soma et al., 2017), all statistical analyses in this study were stratified by sex. For descriptive variables, continuous variables are expressed as means  $\pm$  SDs, and categorical variables as frequencies and percentages. Comparisons of continuous variables between groups were conducted using an unpaired *t*-test, Welch’s test, or the Mann–Whitney *U* test. Comparisons of categorical variables between groups were conducted using the  $\chi^2$  test.

To explore the individual characteristics of older adults that affect the association between physical function and

neighborhood environment, the following analysis was performed. Multiple regression analysis (Akaike’s information criterion stepwise method) was performed first to identify latent neighborhood environmental factors and individual characteristics associated with physical function. Neighborhood environmental factors, age, medical history, pain, medications, BMI, habitual exercise, TMT-A, depressive symptoms, and social isolation were entered into a multiple regression model, with the indicators of each physical function being the dependent variables.

Regression tree analysis was then conducted using the Classification and Regression Tree (CaRT) algorithm to explore the associations between physical function and neighborhood environmental factors in light of the individual characteristics of older people. In this regression tree analysis, the indicator of each physical function was set as a dependent variable, and the neighborhood environmental factors and individual characteristics adopted in the previous multiple regression analysis were used. To generate the optimal tree with the highest predictive performance, tree pruning was conducted by means of complexity parameters (cps) taking minimum cross-validation error as the criterion, based on 10-fold cross-validation. Finally, the physical function indices of the groups of participants classified by this regression tree model (terminal nodes) were compared using the Kruskal–Wallis test and a post hoc test (Steel method).

Statistical analysis was carried out using IBM SPSS Statistics 27.0 (IBM Japan, Tokyo, Japan), R version 4.0.3 (R Core Team, 2020), and the package rpart (Therneau & Atkinson, 2019), with  $p < .05$  regarded as significant.

## Ethical Considerations

The study protocol was approved by the ethics committee of the authors’ institution. All participants provided written, informed consent with respect to the study purpose and that their data would only be used for research purposes. Participants were informed that they could withdraw from the study at any time.

## Results

### Characteristics of Participants

Table 1 shows the characteristics of the participants. The mean age of the participants was  $71.7 \pm 4.7$  years. Their mean TMIG-IC score was  $11.9 \pm 1.4$  points. Sex differences were significant for all indicators of physical function. There were also sex differences in TMT-A, depressive symptoms, social isolation, and TMIG-IC scores.

### Multiple Regression Analysis Results

Tables 2 and 3 show the results of the multiple regression analyses stratified by sex. For men, there were significant

**Table 1.** Characteristics of participants.

	Overall <i>n</i> = 624	Men <i>n</i> = 174	Women <i>n</i> = 450	<i>p</i> value*
Age, year	71.7 ± 4.7	73.3 ± 5.3	71.1 ± 4.4	<.001 <sup>a</sup>
Medical history				
Hypertension, yes	218 (34.9)	70 (40.2)	148 (32.9)	.085 <sup>b</sup>
Diabetes mellitus, yes	50 (8.0)	19 (10.9)	31 (6.9)	.096 <sup>b</sup>
Dyslipidemia, yes	136 (21.8)	33 (19.0)	103 (22.9)	.287 <sup>b</sup>
Cerebrovascular disease, yes	20 (3.2)	8 (4.6)	12 (2.7)	.219 <sup>b</sup>
Heart disease, yes	44 (7.1)	16 (9.2)	28 (6.2)	.193 <sup>b</sup>
Pain				
Low back, yes	232 (37.2)	71 (40.8)	161 (35.8)	.244 <sup>b</sup>
Knee, yes	226 (36.2)	50 (28.7)	176 (39.1)	.016 <sup>b</sup>
Medications, yes	418 (67.0)	127 (73.0)	291 (64.7)	.047 <sup>b</sup>
BMI, kg/m <sup>2</sup>	22.2 ± 3.1	22.7 ± 2.6	22.1 ± 3.2	.001 <sup>a</sup>
Habitual exercise, yes	469 (75.2)	133 (76.4)	336 (74.7)	.646 <sup>b</sup>
TMT-A, second	57.7 ± 20.0	61.5 ± 27.9	56.2 ± 15.7	.024 <sup>a</sup>
Depressive symptoms, yes	94 (15.1)	18 (10.3)	76 (16.9)	.040 <sup>b</sup>
Social isolation, yes	63 (10.1)	32 (18.4)	31 (6.9)	<.001 <sup>b</sup>
TMIG-IC,/13 points	11.9 ± 1.4	11.7 ± 1.6	12.0 ± 1.2	.012 <sup>a</sup>
Physical function				
Grip strength, kgf	27.1 ± 6.9	35.6 ± 6.0	23.8 ± 3.7	<.001 <sup>c</sup>
Knee extension strength, kgf	28.8 ± 9.6	35.1 ± 11.0	26.4 ± 7.7	<.001 <sup>a</sup>
5-m walking time, second	3.4 ± 0.5	3.5 ± 0.5	3.4 ± 0.5	.025 <sup>d</sup>
TUG, second	5.7 ± 0.9	5.6 ± 0.9	5.8 ± 0.9	.019 <sup>d</sup>
Neighborhood environment				
Residential density, high	142 (22.8)	41 (23.6)	101 (22.4)	.765 <sup>b</sup>
Access to shops, good	459 (73.6)	144 (82.8)	315 (70.0)	.001 <sup>b</sup>
Access to public transport, good	564 (90.4)	159 (91.4)	405 (90.0)	.600 <sup>b</sup>
Presence of sidewalks, good	438 (70.2)	118 (67.8)	320 (71.1)	.420 <sup>b</sup>
Presence of bicycle lanes, good	264 (42.3)	85 (48.9)	179 (39.8)	.040 <sup>b</sup>
Access to recreational facilities, good	498 (79.8)	148 (85.1)	350 (77.8)	.042 <sup>b</sup>
Crime safety, poor	228 (36.5)	50 (28.7)	178 (39.6)	.012 <sup>b</sup>
Traffic safety, poor	212 (34.0)	68 (39.1)	144 (32.0)	.094 <sup>b</sup>
Social environment, good	512 (82.1)	146 (83.9)	366 (81.3)	.452 <sup>b</sup>
Aesthetics, good	434 (69.6)	119 (68.4)	315 (70.0)	.695 <sup>b</sup>

Note. Data are means ± SD or *n* (%), \**p* value for sex comparisons. BMI = body mass index; TMT-A = trail making test part A; TMIG-IC = Tokyo metropolitan institute of gerontology index of competence; TUG = timed up and go test. 5-m walking time at comfortable pace. TUG at maximum pace. Social environment (seeing people being active).

<sup>a</sup>Mann–Whitney U-test.

<sup>b</sup>chi-squared test.

<sup>c</sup>Welch's *t*-test.

<sup>d</sup>unpaired *t*-test.

associations between 5-m walking time and access to recreational facilities ( $B = -0.31$ ,  $p = .004$ ) and between TUG time and residential density ( $B = -0.27$ ,  $p = .042$ ). For women, both grip strength and knee extension strength were significantly associated with access to recreational facilities ( $B = 0.91$ ,  $p = .024$  and  $B = 1.66$ ,  $p = .043$ , respectively). In addition, age, medical history, pain, medications, BMI, habitual exercise, TMT-A, and depressive symptoms were identified as individual characteristics of older adults related to physical function.

## Regression Tree Analysis Results

On regression tree analysis, a regression tree model including neighborhood environmental factors was generated for the 5-m walking time of older men (Figure 1). In this model, the study subjects were divided into five groups according to age, low back pain, depressive symptoms, and access to recreational facilities. Individuals aged ≤80 years with no low back pain and no depressive symptoms and good access to recreational facilities were therefore classified in node 5. A

**Table 2.** Multiple regression models in men (*n* = 174).

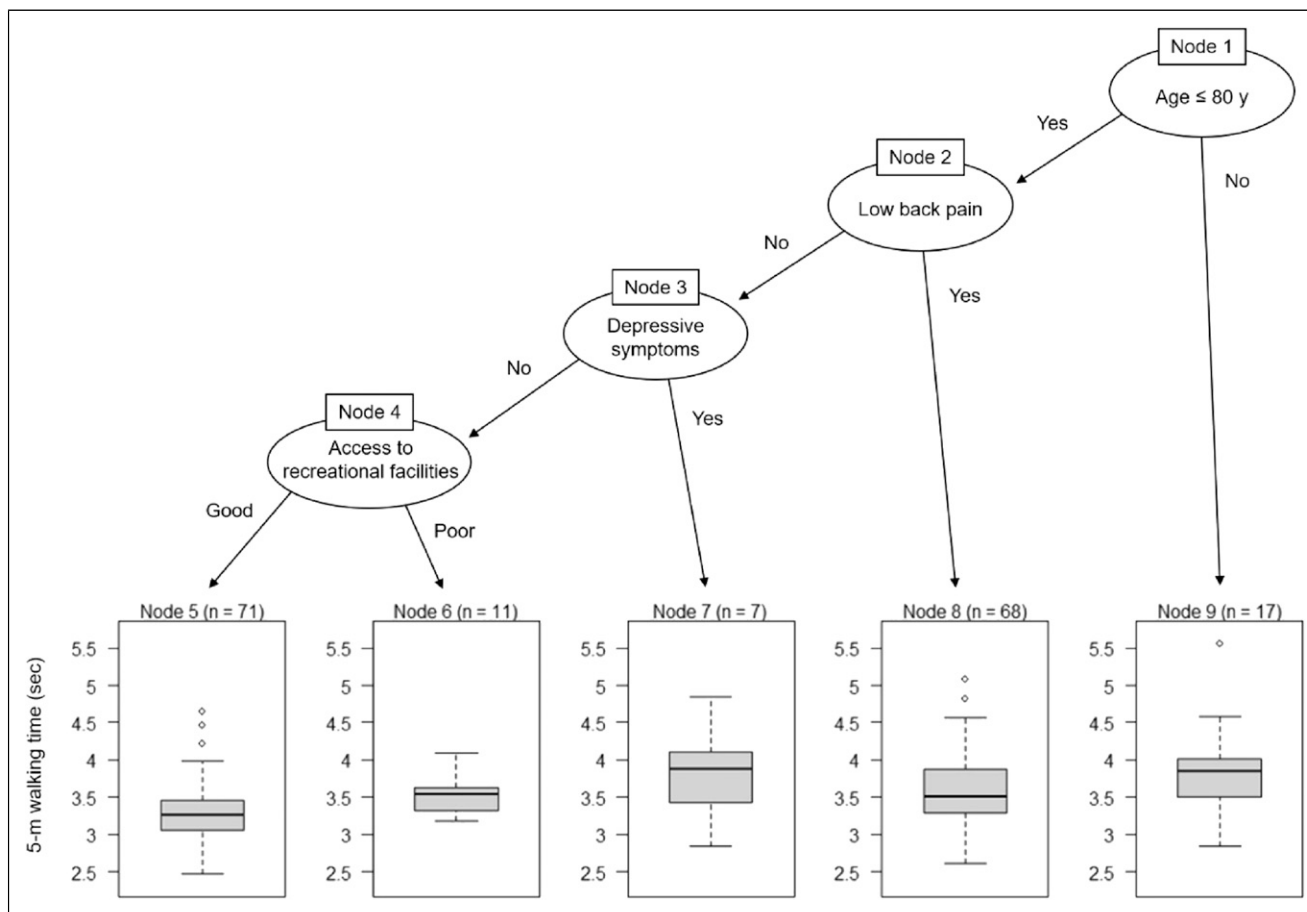
	Grip Strength			Knee Extension Strength			5-m Walking Time			TUG		
	B	95%CI	p value	B	95%CI	p value	B	95%CI	p value	B	95%CI	p value
<b>Neighborhood environment</b>												
Residential density (ref. low)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Access to shops (ref. poor)	-1.91	(-3.89-0.07)	.059	3.04	(-0.51-6.59)	0.093	—	—	—	-0.27	(-0.54-0.01)	.042
Presence of sidewalks (ref. poor)	—	—	—	—	—	—	0.12	(-0.04-0.28)	.150	—	—	—
Access to recreational facilities (ref. poor)	—	—	—	—	—	—	-0.31	(-0.53-0.1)	.004	—	—	—
Crime safety (ref. good)	1.52	(-0.35-3.40)	.110	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic safety (ref. good)	-1.60	(-3.34-0.14)	.072	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Individual characteristics</b>												
Age (y)	-0.44	(-0.58-0.29)	<.001	-0.71	(-0.97-0.44)	<.001	.02	(0.00-0.03)	.035	0.08	(0.06-0.10)	<.001
Hypertension (ref. no)	—	—	—	2.51	(-0.47-5.50)	.098	—	—	—	—	—	—
Diabetes mellitus (ref. no)	—	—	—	-4.44	(-8.86-0.01)	.050	—	—	—	—	—	—
Dyslipidemia (ref. no)	1.46	(-0.47-3.39)	.140	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cerebrovascular disease (ref. no)	—	—	—	-5.43	(-11.91-1.05)	.100	—	—	—	0.38	(-0.15-0.92)	.160
Heart disease (ref. no)	—	—	—	5.54	(0.69-10.39)	.025	—	—	—	—	—	—
Low back pain (ref. no)	—	—	—	—	—	—	0.21	(0.06-0.36)	.006	—	—	—
Knee pain (ref. no)	-2.11	(-3.76-0.46)	.013	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Medications (ref. no)	-2.10	(-3.84-0.36)	.018	-3.90	(-7.33-0.47)	.026	—	—	—	0.30	(0.04-0.55)	.025
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	0.63	(0.34-0.92)	<.001	1.76	(1.24-2.28)	<.001	—	—	—	—	—	—
TMT-A (sec)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.01	(0.00-0.01)	<.001
Depressive symptoms (ref. no)	—	—	—	—	—	—	0.18	(-0.06-0.42)	0.140	—	—	—
(Intercept)	57.00	(43.48-70.52)	<.001	46.44	(22.17-70.70)	<.001	2.45	(1.39-3.51)	<.001	-0.87	(-2.46-0.73)	.290
F-test	<i>p</i> < .001			<i>p</i> < .001			<i>p</i> < .001			<i>p</i> < .001		
AIC	563.51			766.68			-247.67			-99.24		
R <sup>2</sup>	0.35			0.38			0.13			0.40		
Adjusted R <sup>2</sup>	0.32			0.35			0.10			0.38		

Note. Dependent variable: physical function. Independent variables: neighborhood environment (residential density, access to shops, access to public transport, presence of sidewalks, presence of bicycle lanes, access to recreational facilities, crime safety, traffic safety, social environment, and aesthetics), age, medical history (hypertension, diabetes mellitus, dyslipidemia, cerebrovascular disease, and heart disease), pain (low back and knee), medications, BMI, habitual exercise, TMT-A, depressive symptoms, and social isolation. 5-m walking time at comfortable pace. TUG at maximum pace. Social environment (seeing people being active). B = partial regression coefficient; CI = confidence interval; AIC = Akaike's information criterion; R = coefficient of determination; TUG = timed up and go test; BMI = body mass index; TMT-A = trail making test part A.

Table 3. Multiple regression models in women (n = 450).

	Grip Strength			Knee Extension Strength			5-m Walking Time			TUG		
	B	95%CI	p value	B	95%CI	p value	B	95%CI	p value	B	95%CI	p value
<b>Neighborhood environment</b>												
Residential density (ref. low)	—	—	—	—	—	—	0.07	(-0.03-0.17)	.160	—	—	—
Access to public transport (ref. poor)	—	—	—	-1.75	(-4.05-0.54)	.130	—	—	—	—	—	—
Presence of bicycle lanes (ref. poor)	0.52	(-0.15-1.18)	.130	—	—	—	-0.08	(-0.17 - 0.01)	.065	—	—	—
Access to recreational facilities (ref. poor)	0.91	(0.12-1.70)	.024	2.16	(0.49-3.84)	.011	—	—	—	—	—	—
Crime safety (ref. good)	—	—	—	-1.39	(-2.79-0.01)	.051	—	—	—	-0.11	(-0.27-0.04)	.140
Traffic safety (ref. good)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.12	(-0.04-0.28)	.140
Aesthetics (ref. poor)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-0.12	(-0.27-0.03)	.120
<b>Individual characteristics</b>												
Age (y)	-0.23	(-0.30-0.15)	<.001	-0.32	(-0.48-0.16)	<.001	0.02	(0.01-0.03)	.002	0.07	(0.05-0.09)	<.001
Diabetes mellitus (ref. no)	-1.91	(-3.19-0.63)	.004	—	—	—	0.17	(0.00-0.34)	.046	0.43	(0.15-0.71)	.002
Dyslipidemia (ref. no)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.13	(-0.04-0.29)	.130
Cerebrovascular disease (ref. no)	—	—	—	-4.09	(-8.38-0.20)	.062	—	—	—	—	—	—
Heart disease (ref. no)	-1.25	(-2.60-0.11)	.072	-2.62	(-5.48-0.25)	.073	0.15	(-0.02-0.33)	.087	0.26	(-0.03-0.55)	.082
Knee pain (ref. no)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.12	(-0.02-0.27)	.098
Medications (ref. no)	—	—	—	—	—	—	0.12	(0.03-0.21)	.007	—	—	—
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	0.14	(0.04-0.24)	.006	0.36	(0.15-0.57)	.001	0.02	(0.01-0.03)	.003	0.03	(0.01-0.06)	.003
Habitual exercise (ref. no)	—	—	—	1.44	(-0.13 - 3.00)	.072	-0.14	(-0.23 -0.04)	.005	-0.19	(-0.35-0.03)	.018
TMT-A (sec)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.01	(0.00-0.01)	.014
(Intercept)	36.13	(30.37-41.88)	<.001	40.59	(28.07-53.12)	<.001	1.84	(1.09-2.60)	<.001	-0.13	(-1.41 - 1.14)	.840
F-test	p < .001			p < .001			p < .001			p < .001		
AIC	1121.38			1800.76			-715.11			-260.46		
R <sup>2</sup>	0.14			0.11			0.12			.28		
Adjusted R <sup>2</sup>	0.13			0.09			0.11			.26		





**Figure 1.** Regression tree model to discriminate 5-m walking time in men ( $n = 174$ ).

**Table 4.** Comparison of 5-m walking time at a comfortable pace between groups based on the regression tree model in men.

	<i>n</i>	Median	(IQR)	Difference <sup>a</sup>	<i>p</i> value <sup>b</sup>
Node 5	71	3.26	(3.06–3.46)		
Node 6	11	3.54	(3.32–3.64)	0.28	.042
Node 7	7	3.88	(3.44–4.10)	0.62	.068
Node 8	68	3.51	(3.29–3.87)	0.25	<.001
Node 9	17	3.85	(3.51–4.01)	0.59	<.001

Note. IQR = interquartile range; Kruskal–Wallis chi-squared = 28.315,  $df = 4$ ,  $p$  value < .001. Node 5 = Group of age  $\leq 80$  year, no low back pain, no depressive symptoms, and good access to recreational facilities; Node 6 = Group of age  $\leq 80$  year, no low back pain, no depressive symptoms, and poor access to recreational facilities; Node 7 = Group of age  $\leq 80$  year, no low back pain, and presence of depressive symptoms; Node 8 = Group of age  $\leq 80$  year, and presence of low back pain; Node 9: Group of age  $> 80$  year.

<sup>a</sup>Reference: node 5.

<sup>b</sup>post hoc test (Steel) reference: node 5.

comparison of the 5-m walking times of these five groups showed that the participants classified in node 5 had significantly shorter 5-m walking times compared with those of the other four groups (Table 4). No regression tree model including a neighborhood environmental factor was

generated for any physical function for men other than 5-m walking time. For women, no regression tree model including a neighborhood environmental factor was generated for any physical function.

## Discussion

In this study, an exploratory investigation of the individual characteristics of older adults that affect the association between their physical function and their neighborhood environment was conducted by means of regression tree analysis. The results showed that, for older men aged  $\leq 80$  years with no low back pain and no depressive symptoms, access to recreational facilities was associated with shorter 5-m walking time.

The participants in this study were older adults living independently in the community, and their mean TMIG-IC score was somewhat higher than in previous studies (Iwasa et al., 2008; Koyano et al., 1993). The present study participants were therefore considered to constitute a population with a rather high functional capacity.

Multiple regression analysis of the associations between physical function and the neighborhood environment found that access to recreational facilities and residential density

were significantly associated with physical performance in men. In women, access to recreational facilities was significantly associated with muscle strength. Some previous studies have also found that access to recreational facilities and residential density are associated with physical function (Koohsari et al., 2020; Soma et al., 2017), consistent with the present results. Other studies, however, have not identified any significant associations between these neighborhood environmental factors and physical function (Etman et al., 2016; Freedman et al., 2008). Physical functions such as walking ability and muscle strength are affected not only by age and sex, but also by numerous other factors, including physical activity (Chase et al., 2017), cognitive function (Nieto et al., 2008), disease (Kuo et al., 2005), and social isolation (Sakurai et al., 2019). Associations between these factors and the neighborhood environment have also been reported (Barnett et al., 2017; Besser et al., 2017; Malambo et al., 2016), and the associations between physical function and the neighborhood environment are believed to be highly complex. We therefore conjectured that the results of studies of the associations between physical function and the neighborhood environment may vary in accordance with differences in the individual characteristics of the participants.

In this study, regression tree analysis was used to conduct an exploratory study of the individual characteristics of older adults that affect the relationship between physical function and neighborhood environmental factors. For older men aged <80 years without low back pain and depressive symptoms, access to recreational facilities was associated with 5-m walking time. For these men, 5-m walking time was 0.25–0.62 s shorter than that of any of the other groups. The minimum detectable change in the 5-m walking time of older people has been reported to be 0.23 s (Suzuki et al., 2019). The difference among the five groups in 5-m walking time found in the present study was therefore not considered to be due to measurement errors. In a previous study that reported a significant association between neighborhood recreational facilities and physical function (Soma et al., 2017), the study participants tended to be younger and to include a lower proportion of older adults with low back pain or depressive symptoms. This is also consistent with the present results. On the other hand, one study that did not identify any significant association between physical function and the neighborhood environment included frail older adults with impaired ADL (Freedman et al., 2008). Their study participants may therefore have been in worse health than those of the present study. The present results showed that the association between the neighborhood environment and physical function is affected by sex, age, physical health-related factors including pain, and mental health-related factors including depressive symptoms.

In the present study, it appears that the association between 5-m walking time and access to recreational facilities may be mediated by physical activity such as daily walking time. In fact, total neighborhood walking, as well as transportation walking and recreational walking, has been reported to

increase if there is good access to recreational facilities (Inoue et al., 2011). That is, comparatively younger older men who are in good health may engage in more physical activity if recreational facilities are available, and this may contribute to maintaining and improving their walking ability. However, no regression tree model that included neighborhood environmental factors was generated for grip strength, knee extension strength, or TUG time. Exercise programs that include resistance training and balance exercises are effective in improving muscle strength and physical performance (Cadore et al., 2013; Csapo & Alegre, 2016; Sherrington et al., 2008). This means that good or poor access to recreational facilities probably has little effect on physical function other than walking. In the present study, however, the amount and detailed content of physical activity were not examined. It is necessary to verify the mediating effect of physical activity on the relationship between physical function and the neighborhood environment in future research.

In women, multiple regression analysis identified an association between access to recreational facilities and muscle strength. However, regression tree analysis did not identify any individual characteristics of the participants that affected the association between both. As described above, a range of different factors contributes to physical function, and in multiple regression analysis, these factors may be insufficiently controlled. In particular, women are thought to possess a wider variety of social resources than men (Antonucci & Akiyama, 1987). In this study, the rate of social isolation, a social factor, was clearly lower in women than in men. A previous study has also reported that the effect of social participation on health is greater for women than for men (Tomioka et al., 2015, 2017). This suggested that social factors in older women may have a stronger influence on physical function than neighborhood environment. However, one cannot say what sort of social factors may be important for women on the basis of the results of the present study alone. Social resources that were not investigated in this study may also be in play, and further studies are required in the future.

This study had several limitations. First, causal relationships cannot be ascertained because of the cross-sectional nature of the study. Longitudinal studies will be required to verify the causal relationships involved in the effects of the neighborhood environment on physical function. Second, the evaluation of the neighborhood environment in this study was subjective. Geographic information systems (GIS) have been widely used for objective evaluation in recent years, and differences in the effects on health of objective and subjective evaluations have been identified (Gebel et al., 2011). Although the participants in the present study were a population with comparatively good functional capacity, as described above, and it was considered that the quality of the subjective evaluation of the neighborhood environment was assured, the possibility that an objective evaluation might have led to different results cannot be excluded. Third, in this study,

socio-economic status (such as family structure and income) or the number of years of residence in the locality was not examined. One can therefore say nothing about the effect of these factors on physical function or on perceived neighborhood environment. Fourth, this study was conducted in a single region of metropolitan suburbs. To confirm the validity of the regression tree models obtained and generalize them will require their validation in regions other than metropolitan suburbs. Due to the existence of cultural and racial differences in physical function between Japanese and Western older adults (Ando & Kamide, 2015), caution is required in the generalization of the results of the present study to other countries.

## Conclusion

In the present study, regression tree analysis was used to conduct an exploratory analysis of the individual characteristics of community-dwelling older adults that affect the relationship between physical function and neighborhood environment. The results showed that sex, age, and physical and mental health are individual characteristics of older people that affect the association between physical function and the neighborhood environment. In particular, they suggested that, for comparatively younger older men with no pain and no depressive symptoms, access to recreational facilities may be associated with the maintenance of walking ability. Thus, we conclude that the relationships between physical function and neighborhood environment may be altered by individual characteristics. Older adults' individual characteristics should be taken into account when investigating the effects of the neighborhood environment on physical function and when developing or promoting the use of environmental resources.

## Declaration of Conflicting Interests

The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

## Funding

The author(s) disclosed receipt of the following financial support for the research, authorship, and/or publication of this article: This study was funded by JSPS KAKENHI (Grant Numbers 20K19406, 19K11394). The funders played no role in the design, methods, subject recruitment, data collection, analysis, or preparation of the paper.

## Ethical Approval

This study was approved by the Ethics Committee of the School of Allied Health Sciences of Kitasato University (approval no. 2018-008B). Written, informed consent was obtained from all study participants.

## ORCID iD

Masataka Ando  <https://orcid.org/0000-0003-3706-8183>

## References

- Ando, M., & Kamide, N. (2015). Japanese elderly persons walk faster than non-Asian elderly persons: A meta-regression analysis. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(11), 3481–3485. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.3481>.
- Antonucci, T. C., & Akiyama, H. (1987). An examination of sex differences in social support among older men and women. *Sex Roles*, 17(11–12), 737–749. <https://doi.org/10.1007/bf00287685>.
- Barnett, D. W., Barnett, A., Barnett, A., Nathan, A., Van Cauwenberg, J., & Cerin, E. (2017). 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*, 14(1), 103. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0558-z>.
- Besser, L. M., McDonald, N. C., Song, Y., Kukull, W. A., & Rodriguez, D. A. (2017). Neighborhood environment and cognition in older adults: A systematic review. *American Journal of Preventive Medicine*, 53(2), 241–251. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2017.02.013>.
- Cabinet Office, Government of Japan (2021). *White paper on aged society 2021*. [https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2021/zenbun/pdf/1s1s\\_01.pdf](https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2021/zenbun/pdf/1s1s_01.pdf).
- Cadore, E. L., Rodríguez-Mañas, L., Sinclair, A., & Izquierdo, M. (2013). Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: A systematic review. *Rejuvenation Research*, 16(2), 105–114. <https://doi.org/10.1089/rej.2012.1397>.
- Chase, J.-A. D., Phillips, L. J., & Brown, M. (2017). Physical activity intervention effects on physical function among community-dwelling older adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Aging and Physical Activity*, 25(1), 149–170. <https://doi.org/10.1123/japa.2016-0040>.
- Csapo, R., & Alegre, L. M. (2016). Effects of resistance training with moderate vs heavy loads on muscle mass and strength in the elderly: A meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(9), 995–1006. <https://doi.org/10.1111/sms.12536>.
- Etman, A., Kamphuis, C. B. M., Pierik, F. H., Burdorf, A., & Van Lenthe, F. J. (2016). Residential area characteristics and disabilities among Dutch community-dwelling older adults. *International Journal of Health Geographics*, 15(1), 42. <https://doi.org/10.1186/s12942-016-0070-8>.
- Freedman, V. A., Grafova, I. B., Schoeni, R. F., & Rogowski, J. (2008). Neighborhoods and disability in later life. *Social Science & Medicine*, 66(11), 2253–2267. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2008.01.013>.
- Gebel, K., Bauman, A. E., Sugiyama, T., & Owen, N. (2011). Mismatch between perceived and objectively assessed neighborhood walkability attributes: Prospective relationships with walking and weight gain. *Health & Place*, 17(2), 519–524. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2010.12.008>.
- Hoyl, M. T., Alessi, C. A., Harker, J. O., Josephson, K. R., Pietruszka, F. M., Koelfgen, M., Mervis, J. R., Fitten, L. J., & Rubenstein, L. Z. (1999). Development and testing of a five-

- item version of the geriatric depression scale. *Journal of the American Geriatrics Society*, 47(7), 873–878. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1999.tb03848.x>.
- Inoue, S., Murase, N., Shimomitsu, T., Ohya, Y., Odagiri, Y., Takamiya, T., Ishii, K., Katsumura, T., & Sallis, J. F. (2009). Association of physical activity and neighborhood environment among Japanese adults. *Preventive Medicine*, 48(4), 321–325. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2009.01.014>.
- Inoue, S., Ohya, Y., Odagiri, Y., Takamiya, T., Kamada, M., Okada, S., Oka, K., Kitabatake, Y., Nakaya, T., Sallis, J. F., & Shimomitsu, T. (2011). Perceived neighborhood environment and walking for specific purposes among elderly Japanese. *Journal of Epidemiology*, 21(6), 481–490. <https://doi.org/10.2188/jea.je20110044>.
- Ishizaki, T., Furuna, T., Yoshida, Y., Iwasa, H., Shimada, H., Yoshida, H., Kumagai, S., & Suzuki, T., TMIG-LISA Research Group (2011). Declines in physical performance by sex and age among nondisabled community-dwelling older Japanese during a 6-year period. *Journal of Epidemiology*, 21(3), 176–183. <https://doi.org/10.2188/jea.je20100138>.
- Iwasa, H., Gondo, Y., Yoshida, Y., Kwon, J., Inagaki, H., Kawaai, C., Masui, Y., Kim, H., Yoshida, H., & Suzuki, T. (2008). Cognitive performance as a predictor of functional decline among the non-disabled elderly dwelling in a Japanese community: A 4-year population-based prospective cohort study. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 47(1), 139–149. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2007.07.008>.
- Koohsari, M. J., McCormack, G. R., Nakaya, T., Shibata, A., Ishii, K., Yasunaga, A., Liao, Y., & Oka, K. (2020). Walking-friendly built environments and objectively measured physical function in older adults. *Journal of Sport and Health Science*, 9(6), 651–656. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.02.002>.
- Koyano, W., Hashimoto, M., Fukawa, T., Shibata, H., & Gunji, A. (1993). [Functional capacity of the elderly: measurement by the TMIG index of competence]. [*Nihon Koshu Eisei Zasshi*] *Japanese Journal of Public Health*, 40(6), 468–474. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8347862>.
- Koyano, W., Shibata, H., Nakazato, K., Haga, H., & Suyama, Y. (1991). Measurement of competence: Reliability and validity of the TMIG Index of Competence. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 13(2), 103–116. [https://doi.org/10.1016/0167-4943\(91\)90053-s](https://doi.org/10.1016/0167-4943(91)90053-s).
- Kuo, H.-K., Jones, R. N., Milberg, W. P., Tennstedt, S., Talbot, L., Morris, J. N., & Lipsitz, L. A. (2005). Effect of blood pressure and diabetes mellitus on cognitive and physical functions in older adults: A longitudinal analysis of the advanced cognitive training for independent and vital elderly cohort. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(7), 1154–1161. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53368.x>.
- Malambo, P., Kengne, A. P., De Villiers, A., Lambert, E. V., & Puoane, T. (2016). Built environment, selected risk factors and major cardiovascular disease outcomes: A systematic review. *PLOS One*, 11(11), e0166846. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166846>.
- Nakamoto, M., Otsuka, R., Yuki, A., Nishita, Y., Tange, C., Tomida, M., Kato, Y., Ando, F., Shimokata, H., & Suzuki, T. (2015). Higher gait speed and smaller sway area decrease the risk for decline in higher-level functional capacity among middle-aged and elderly women. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 61(3), 429–436. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2015.08.001>.
- Nieto, M. L., Albert, S. M., Morrow, L. A., & Saxton, J. (2008). Cognitive status and physical function in older African Americans. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56(11), 2014–2019. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2008.01938.x>.
- Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The timed “up & go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39(2), 142–148. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>.
- R Core Team (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. <https://www.R-project.org/>.
- Rachele, J. N., Sugiyama, T., Davies, S., Loh, V. H. Y., Turrell, G., Carver, A., & Cerin, E. (2019). Neighbourhood built environment and physical function among mid-to-older aged adults: A systematic review. *Health & Place*, 58, 102137. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2019.05.015>.
- Saito, M., Kondo, K., Ojima, T., & Hirai, H., JAGES group (2015). [Criteria for social isolation based on associations with health indicators among older people. A 10-year follow-up of the aichi gerontological evaluation study]. [*Nihon Koshu Eisei Zasshi*] *Japanese Journal of Public Health*, 62(3), 95–105. [https://doi.org/10.11236/jph.62.3\\_95](https://doi.org/10.11236/jph.62.3_95).
- Sakurai, R., Kawai, H., Suzuki, H., Kim, H., Watanabe, Y., Hirano, H., Ihara, K., Obuchi, S., & Fujiwara, Y. (2019). Poor social network, not living alone, is associated with incidence of adverse health outcomes in older adults. *Journal of the American Medical Directors Association*, 20(11), 1438–1443. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2019.02.021>.
- Sherrington, C., Whitney, J. C., Lord, S. R., Herbert, R. D., Cumming, R. G., & Close, J. C. T. (2008). Effective exercise for the prevention of falls: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56(12), 2234–2243. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2008.02014.x>.
- Shumway-Cook, A., Brauer, S., & Woollacott, M. (2000). Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the timed up & go test. *Physical Therapy*, 80(9), 896–903. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10960937>.
- Soma, Y., Tsunoda, K., Kitano, N., Jindo, T., Tsuji, T., Saghadzadeh, M., & Okura, T. (2017). Relationship between built environment attributes and physical function in Japanese community-dwelling older adults. *Geriatrics & Gerontology International*, 17(3), 382–390. <https://doi.org/10.1111/ggi.12717>.
- Sugiura, Y., Tanimoto, Y., Watanabe, M., Tsuda, Y., Kimura, M., Kusabiraki, T., & Kono, K. (2013). Handgrip strength as a predictor of higher-level competence decline among community-dwelling Japanese elderly in an urban area during a 4-year follow-up. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 57(3), 319–324. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2013.06.006>.
- Suzuki, Y., Kamide, N., Kitai, Y., Ando, M., Sato, H., Yoshitaka, S., & Sakamoto, M. (2019). Absolute reliability of measurements of muscle strength and physical performance measures in older people with high functional capacities. *European Geriatric*

- Medicine*, 10(5), 733–740. <https://doi.org/10.1007/s41999-019-00218-9>.
- Therneau, T., & Atkinson, B. (2019). *Rpart: Recursive partitioning and regression trees*. <https://CRAN.R-project.org/package=rpart>.
- Tombaugh, T. (2004). Trail making test A and B: Normative data stratified by age and education. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19(2), 203–214. [https://doi.org/10.1016/S0887-6177\(03\)00039-8](https://doi.org/10.1016/S0887-6177(03)00039-8).
- Tomioka, K., Kurumatani, N., & Hosoi, H. (2015). Social participation and the prevention of decline in affectance among community-dwelling elderly: A population-based cohort study. *PLOS ONE*, 10(9), e0139065. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139065>.
- Tomioka, K., Kurumatani, N., & Hosoi, H. (2017). Association between the frequency and autonomy of social participation and self-rated health. *Geriatrics & Gerontology International*, 17(12), 2537–2544. <https://doi.org/10.1111/ggi.13074>.
- Won, J., Lee, C., Forjuoh, S. N., & Ory, M. G. (2016). Neighborhood safety factors associated with older adults' health-related outcomes: A systematic literature review. *Social Science & Medicine*, 165, 177–186. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2016.07.024>.



## Article

# The Effects of Neighborhood Physical and Social Environment on Physical Function among Japanese Community-Dwelling Older Adults: A One-Year Longitudinal Study

Masataka Ando <sup>1,\*</sup> , Naoto Kamide <sup>1,2</sup> , Miki Sakamoto <sup>1,2</sup>, Yoshitaka Shiba <sup>3</sup>, Haruhiko Sato <sup>4</sup>, Akie Kawamura <sup>1</sup> and Shuichiro Watanabe <sup>5</sup>

<sup>1</sup> School of Allied Health Sciences, Kitasato University, 1-15-1 Kitazato, Minami-ku, Sagami-hara 252-0373, Japan; naokami@kitasato-u.ac.jp (N.K.); mikis@kitasato-u.ac.jp (M.S.); akie.k@kitasato-u.ac.jp (A.K.)

<sup>2</sup> Graduate School of Medical Sciences, Kitasato University, 1-15-1 Kitazato, Minami-ku, Sagami-hara 252-0373, Japan

<sup>3</sup> School of Health Sciences, Fukushima Medical University, 10-6 Sakae-Machi, Fukushima 960-8031, Japan; y-shiba@fmu.ac.jp

<sup>4</sup> Faculty of Rehabilitation, Kansai Medical University, 18-89 Uyama Higashi-Machi, Hirakata 573-1136, Japan; satohar@makino.kmu.ac.jp

<sup>5</sup> International Graduate School for Advanced Studies, J. F. Oberlin University, 3758 Tokiwa-Machi, Machida 194-0294, Japan; swan@obirin.ac.jp

\* Correspondence: m.ando@kitasato-u.ac.jp; Tel.: +81-42-778-9693



**Citation:** Ando, M.; Kamide, N.; Sakamoto, M.; Shiba, Y.; Sato, H.; Kawamura, A.; Watanabe, S. The Effects of Neighborhood Physical and Social Environment on Physical Function among Japanese Community-Dwelling Older Adults: A One-Year Longitudinal Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 7999. <https://doi.org/10.3390/ijerph19137999>

Academic Editor: Jimmy T. Efrid

Received: 20 May 2022

Accepted: 28 June 2022

Published: 29 June 2022

**Publisher's Note:** MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

**Abstract:** Previous studies have shown a relationship between physical and social aspects of the neighborhood environment (e.g., built environment, safety) and physical function in older adults. However, these associations are unclear in older Asian adults because longitudinal studies are lacking. This study examined the effects of neighborhood physical and social environment on longitudinal changes in physical function among Japanese older adults. We analyzed 299 Japanese community-dwelling adults aged  $\geq 65$  years. Neighborhood environment was assessed using the International Physical Activity Questionnaire Environment Module. Physical function was assessed using handgrip strength, knee extension muscle strength, 5-m walking time, and a timed up-and-go test (TUG) in baseline and follow-up surveys. Changes in physical function over one year were calculated and classified into decline or maintenance groups based on minimal detectable changes. Multiple logistic regression analysis showed that even after adjusting for confounding factors, good access to recreational facilities affected the maintenance of 5-m walking time (odds ratio [OR] = 2.31, 95% confidence interval [CI]: 1.02–5.21) and good crime safety affected the maintenance of TUG (OR = 1.87, 95%CI: 1.06–3.33). Therefore, it is important to assess both physical and social environmental neighborhood resources in predicting decline in physical function among Japanese older adults.

**Keywords:** community-dwelling older adults; neighborhood environment; physical function; longitudinal study



**Copyright:** © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## 1. Introduction

The population is aging all over the world, and Asia has the largest population of older adults of any region [1]. In 2019, the global population aged  $\geq 65$  years was 7.7 billion, of which the elderly in Eastern and Southeast Asia, including Japan, accounted for 2.3 billion (30%). This number is estimated to continue increasing until around 2050 [1]. Maintaining physical function in older adults that will enable them to continue to live independently is important in reducing future medical and long-term care costs.

Physical functional decline in older adults is a predictor of the need for long-term care [2,3], disability in activities of daily living (ADL) [4,5], and instrumental ADL [4,6].

Decline in physical function is also associated with falls and fractures [6,7], joint disease [8], dementia [9], and cerebrovascular disease [10], and these diseases and geriatric syndromes are the leading causes of need for long-term care. Physical function is related to diverse factors such as health status [11], physical activity [12], cognitive function [13], and social relationships [14]. More recently, there has been growing interest in the role of environmental factors in maintenance of physical function in older adults. Older adults, in particular, spend increasing amounts of time immersed in the neighborhood where they live as their life space shrinks [15], increasing the likelihood that they will be affected by the environment around their residence; i.e., the neighborhood environment [16].

Although the definition of neighborhood differs among studies, for older adults, neighborhood is defined as the area less than half a mile from home [17] and is considered to be within a walking distance of approximately 10–15 min. The concept of the neighborhood environment includes both physical and social components [18]. The World Health Organization (WHO) advocates the concept of the “age-friendly city,” a physical and social environment that promotes health and participation among older adults [19]. Similarly, a systematic review of studies conducted mainly in the USA and Europe reported that both the physical (e.g., built environment, aesthetics) and social (safety from crime and traffic) environments of the neighborhood are related to physical function for older adults [20]. Thus, evaluation of both these aspects is necessary to determine the effects of the neighborhood environment on physical function.

Given the differences in cultural backgrounds between Western and Asian countries, recent studies conducted in Japan [21–23], China [24], and South Korea [25–27] have provided perspectives from the Asian region. Of these studies, one has examined the relationship between neighborhood physical and social environments and physical function [26]. However, as most previous studies in Asian countries were cross-sectional studies [21,23–27], it has been difficult to clarify a causal relationship between physical function and neighborhood environment. Our previous study, which evaluated both the physical and social aspects of the neighborhood environment, reported that access to recreational facilities was associated with physical function; however, that too was a cross-sectional study [28].

The International Physical Activity Questionnaire Environmental Module (IPAQ-E) [29] is designed to capture both the physical and the social aspects of the neighborhood environment. This measure enables comprehensive assessment of parameters of the neighborhood environment, such as the built environment and safety, which have been suggested to be related to physical function and can be used to approach the solution of the research question. Therefore, the purpose of this study was to examine the longitudinal effects of neighborhood environment, assessed in terms of both physical and social aspects using the IPAQ-E on physical function.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Study Design and Participants

We conducted a one-year longitudinal study. The participants were recruited from among community-dwelling older adults who participated in health checkups for geriatric syndromes held in Sagami City, Kanagawa Prefecture, Japan. Sagami City is an ordinance-designated city located in the southwestern part of the Tokyo metropolitan area (population, 726,025; older adults, 26.4%; area, 328.9 km<sup>2</sup>). A detailed description of the procedures and inclusion criteria for this study has been provided elsewhere [28,30]. Briefly, this study included older adults (aged  $\geq 65$  years) who were not receiving support under the long-term care insurance system and who had not obtained certification of support or care level. Among 638 new participants in the health check-ups between 2016 and 2018, 14 individuals were excluded because of missing data. Thus, the baseline data were obtained from 624 older adults. In addition, 299 individuals who participated in the follow-up survey one year after the baseline survey and for whom a physical function assessment could be performed were included in the analysis (follow-up rate, 47.9%).

## 2.2. Measurements

### 2.2.1. Neighborhood Environment

The neighborhood environment was assessed using the Japanese version of the IPAQ-E [31]. The IPAQ-E is a self-administered questionnaire that asks study participants to characterize both the physical and social environments within a 10–15-min walk of their home. The reliability of the IPAQ-E has been verified [31]. Of the total of 17 items in the IPAQ-E, the following 10 items were used in the present study; these meet the definition of neighborhood environment and have been designated as core items and recommended items in previous studies [31,32]. They are: residential density, access to shops, access to public transport (bus stops/stations), presence of sidewalks, presence of bike lanes, access to recreational facilities, crime safety, traffic safety, seeing people being active, and aesthetics. Each item, except for residential density, had a 4-point Likert response scale ranging from strongly disagree to strongly agree. The “residential density” item asks about the main types of houses in the neighborhood (e.g., detached single-family residences, multifamily condos, apartments). The IPAQ-E responses were dichotomized (agree or disagree) and used in the analysis, in accordance with previous studies [31,32]. For residential density, the selection of “detached single-family residences” was categorized as low residential density, and the other selections were categorized as high residential density [31,32]. The detailed questionnaire can be accessed via the following link (<https://doi.org/10.1016/j.yjmed.2009.01.014>, accessed on 19 May 2022).

### 2.2.2. Physical Function

As assessments of physical function, muscle strength (handgrip strength and knee extension muscle strength (KEMS)) and physical performance (5-m walking time and timed up-and-go test (TUG) [33]) were measured at two points: at the baseline survey and at the one-year follow-up survey. The participants’ handgrip strength was measured using a Smedley-type dynamometer (T.K.K.5401, TAKEI Scientific Instruments Co., Ltd., Niigata, Japan). The greater of two measurements performed by the dominant hand was adopted as the representative value for handgrip strength. For KEMS, measurements were taken using a handheld dynamometer ( $\mu$ -Tas F-1; Anima Inc., Tokyo, Japan). The participant sat in a chair with the hip and knee joints in 90° flexion, and isometric knee extension muscle strength at maximum effort was measured in the right leg. The greater of two measurements was adopted as the representative KEMS value. For 5-m walking time, the participants walked at a comfortable pace on a 9-m walkway, consisting of a measurement zone (5 m) and acceleration and deceleration zones (each 2 m); we measured the time taken to walk the 5-m length in the middle of the walkway using a digital stopwatch (ALBA W072; Seiko Watch Corporation, Tokyo, Japan). The faster of two measurements was used as the representative value for the 5-m walking time. For the TUG, the time to stand up from a chair without hand support, walk 3 m as quickly as possible, turn around, walk back, and sit down again [34] was measured with a digital stopwatch (ALBA W072; Seiko Watch Corporation, Tokyo, Japan). The faster of two measurements was used as the representative TUG value.

Changes in each assessed physical function during the year were determined operationally by the following procedure. First, for each participant, the rate of change in each physical function over one year (the amount of change over one year divided by the measured value at baseline) was calculated. A rate of change that declined by more than the minimal detectable change (MDC) was termed “decline,” and a rate of change within the MDC or that improved above the MDC was termed “maintenance.” The MDC represents a boundary value where the amount of change between two repeated measurements is considered to be due to chance fluctuations rather than real change [35]. In the present study, we used MDCs derived from data obtained in a large sample of Japanese community-dwelling older adults [36]. The MDCs for handgrip strength, KEMS, 5-m walking time, and TUG used in this study were 5%, 12%, 7%, and 6%, respectively [36].



### 2.2.3. Other Variables

The variables of age, sex, height, weight, body mass index (BMI), medical history, pain, medications, habitual exercise, cognitive function, depressive symptoms, social interaction, and functional capacity were also investigated. These variables have been reported in previous studies as factors related to physical function [11–14]. Medical history (total number of hypertension, diabetes mellitus, dyslipidemia, cerebrovascular disease, and heart disease), pain (low back pain and knee pain), and medications were surveyed using a self-administered questionnaire. Habitual exercise was defined as exercise for 20–30 min or more per session at least two to three times per week. For cognitive function, the Trail Making Test part A (TMT-A) [37] was evaluated. Depressive symptoms were assessed using the five-item version of the Geriatric Depression Scale (GDS-5) [38]. The GDS-5 score ranges 0–5 points, with  $\geq 2$  points defined as “with depressive symptoms” [38]. For social interaction, the frequency of interactions per month with non-coresident family and relatives or friends was measured [39]. Functional capacity was assessed by the Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology Index of Competence (TMIG-IC) [40]. The TMIG-IC score ranges between 0–13 points, with a higher score indicating greater functional capacity.

### 2.3. Statistical Analysis

For descriptive statistics, continuous variables are presented as means  $\pm$  standard deviation (SD) and categorical variables as  $n$  (%). For comparisons between follow-up and non-follow-up subjects and between men and women, we used the unpaired t-test for continuous variables and the chi-square test for categorical variables.

Multiple logistic regression analysis was conducted to examine the effects of the neighborhood environment on physical function, using the change in each physical function over one year (“0” for decline and “1” for maintenance) as the dependent variable and each factor of the neighborhood environment as the independent variable. The adjusted model used age, sex, BMI, each physical function at baseline, habitual exercise, TMT-A, depressive symptoms, and social interaction as confounding factors.

Approximately half of the participants in the baseline survey were able to complete the one-year follow-up survey. Therefore, inverse probability weighting (IPW) methods [41,42] were conducted to test the effect of dropout bias on the relationship between physical function and the neighborhood environment. Propensity scores for the IPW method were calculated by logistic regression analysis with follow-up or non-follow-up as dependent variables and variables that differed by a less than 10% level of statistical significance in comparison between follow-up and non-follow-up subjects as independent variables.

Statistical analysis was performed using IBM SPSS Statistics 27.0 (IBM Japan, Tokyo, Japan), with the level of statistical significance set at 5%.

## 3. Results

### 3.1. Participant Characteristics

Table 1 shows the characteristics of the participants. The mean age was  $71.7 \pm 4.5$  years, 73.9% of participants were women, and the mean TMIG-IC score was  $11.9 \pm 1.4$ . Regarding the neighborhood environment, the rates of good access to shops, presence of bike lanes, and good crime safety were significantly higher for men than for women. With regard to physical function, handgrip strength and KEMS were significantly higher in men than in women.

In the comparison between the follow-up and non-follow-up subjects, no significant differences at the 5% level were found for any variable investigated in this study. In contrast, the follow-up subjects tended to have a more extensive medical history ( $p = 0.077$ ,  $d = 0.142$ ), a higher rate of medications ( $p = 0.098$ ,  $\phi = 0.066$ ), and a shorter TMT-A ( $p = 0.080$ ,  $d = 0.141$ ) than the non-follow-up subjects. These three variables were used to calculate the propensity scores used in the IPW model described below.

**Table 1.** Participant characteristics at baseline.

Variable	Overall	Men	Women	<i>p</i> -Value *
	<i>n</i> = 299	<i>n</i> = 78	<i>n</i> = 221	
Age, y	71.7 ± 4.5	73.4 ± 4.8	71.1 ± 4.3	<0.001
Sex, women	221 (73.9)			
BMI, kg/m <sup>2</sup>	22.0 ± 3.1	22.4 ± 2.2	21.9 ± 3.3	0.035
No. of medical history items	0.94 ± 0.9	1.18 ± 1.0	0.86 ± 0.8	0.006
Low back pain, yes	109 (36.5)	31 (39.7)	78 (35.3)	0.483
Knee pain, yes	106 (35.5)	20 (25.6)	86 (38.9)	0.035
Medications, yes	210 (70.2)	59 (75.6)	151 (68.3)	0.224
Habitual exercise, yes	229 (76.6)	61 (78.2)	168 (76.0)	0.695
TMT-A, s	56.2 ± 21.5	61.4 ± 34.3	54.4 ± 14.2	0.065
Depressive symptoms, yes	45 (15.1)	5 (6.4)	40 (18.1)	0.013
Social interaction, times/month	23.6 ± 16.9	19.2 ± 16.7	25.1 ± 16.7	0.008
TMIG-IC, /13 points	11.9 ± 1.4	11.7 ± 1.7	12.0 ± 1.3	0.092
Neighbor environment				
Residential density, high	79 (26.4)	23 (29.5)	56 (25.3)	0.475
Access to shops, good	224 (74.9)	68 (87.2)	156 (70.6)	0.004
Access to public transport, good	274 (91.6)	74 (94.9)	200 (90.5)	0.230
Presence of sidewalks, yes	210 (70.2)	54 (69.2)	156 (70.6)	0.822
Presence of bike lanes, yes	117 (39.1)	40 (51.3)	77 (34.8)	0.011
Access to recreational facilities, good	252 (84.3)	69 (88.5)	183 (82.8)	0.238
Crime safety, good	192 (64.2)	60 (76.8)	132 (59.7)	0.006
Traffic safety, good	204 (68.2)	53 (67.9)	151 (68.3)	0.951
Seeing people being active, yes	253 (84.6)	68 (87.2)	185 (83.7)	0.465
Aesthetics, good	210 (70.2)	56 (71.8)	154 (69.7)	0.726
Physical function				
Handgrip strength, kgf	26.7 ± 6.5	34.8 ± 6.1	23.8 ± 3.6	<0.001
KEMS, kgf	29.3 ± 9.2	34.8 ± 10.4	27.3 ± 7.8	<0.001
5-m walking time, s	3.4 ± 0.5	3.4 ± 0.5	3.4 ± 0.4	0.233
TUG, s	5.7 ± 0.9	5.6 ± 1.0	5.8 ± 0.8	0.164

Note. Values are mean ± SD or *n* (%). \* *p*-value for comparison between sex (unpaired *t*-test or chi-square test). Abbreviation: SD, standard deviation; BMI, body mass index; TMT-A, Trail Making Test, part A; TMIG-IC, Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology Index of Competence; KEMS, knee extension muscle strength; TUG, timed up-and-go test.

### 3.2. Changes in Physical Function

Table 2 shows the changes in physical function during the one-year follow-up. The percentage of participants with a decline in each function ranged from 13.7% (5-m walking time) to 34.8% (handgrip strength). The percentage of women with declined KEMS was significantly higher than that of men.

### 3.3. Neighborhood Environment and Physical Function

Table 3 shows the effects of neighborhood environment factors on changes in physical function over one year. Multiple logistic regression analysis showed that even after adjusting for confounding factors, good access to recreational facilities affected the maintenance of 5-m walking time (OR = 2.31, 95%CI: 1.02–5.21) and good crime safety affected the maintenance of TUG (OR = 1.87, 95%CI: 1.06–3.33).

To consider the influence of dropout bias on the results, IPW was conducted. After IPW, the effect of access to recreational facilities on 5-m walking time (OR = 2.31, 95%CI: 1.01–5.27) and the effect of crime safety on TUG (OR = 1.94, 95%CI: 1.10–3.43) were still significant.

**Table 2.** Changes in physical function during one year of follow-up.

Variable	Overall	Men	Women	<i>p</i> -Value *
	<i>n</i> = 299	<i>n</i> = 78	<i>n</i> = 221	
Handgrip strength ( $\geq 5\%$ decline)	104 (34.8)	32 (41.0)	72 (32.6)	0.178
KEMS ( $\geq 12\%$ decline)	102 (34.2)	17 (21.8)	85 (38.6)	0.007
5-m walking time ( $\geq 7\%$ decline)	41 (13.7)	11 (14.1)	30 (13.6)	0.907
TUG ( $\geq 6\%$ decline)	69 (23.1)	14 (17.9)	55 (24.9)	0.211

Note. Values are *n* (%). \* *p*-value for comparison between sex (chi-square test). Abbreviation: KEMS, knee extension muscle strength; TUG, timed up-and-go test.

**Table 3.** Effects of perceived neighborhood environment on physical function by multiple logistic regression analysis.

	Handgrip Strength		KEMS		5-m Walking Time		TUG	
	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
Residential density (ref: low)								
Unadjusted model	0.83	0.49–1.41	0.84	0.49–1.44	1.32	0.60–2.91	0.93	0.51–1.70
Adjusted model	0.84	0.49–1.46	0.78	0.45–1.37	1.24	0.55–2.77	1.02	0.54–1.91
IPW model	0.85	0.49–1.49	0.76	0.44–1.32	1.19	0.52–2.74	1.06	0.57–1.99
Access to shops (ref: poor)								
Unadjusted model	0.61	0.34–1.08 †	0.74	0.42–1.31	0.82	0.37–1.80	1.43	0.79–2.59
Adjusted model	0.66	0.37–1.20	0.62	0.35–1.12	0.83	0.37–1.86	1.41	0.76–2.64
IPW model	0.67	0.37–1.21	0.60	0.33–1.09 †	0.82	0.37–1.82	1.52	0.81–2.85
Access to public transport (ref: poor)								
Unadjusted model	0.89	0.45–2.49	0.90	0.37–2.15	0.85	0.24–2.97	1.06	0.41–2.76
Adjusted model	1.10	0.46–2.64	0.78	0.32–1.91	0.84	0.23–3.00	1.12	0.41–3.02
IPW model	1.12	0.46–2.72	0.73	0.31–1.72	0.86	0.23–3.13	1.25	0.46–3.40
Presence of sidewalks (ref: no)								
Unadjusted model	1.32	0.79–2.21	0.67	0.39–1.15	1.11	0.55–2.26	1.60	0.91–2.83
Adjusted model	1.32	0.78–2.23	0.67	0.39–1.17	1.12	0.54–2.32	1.58	0.88–2.83
IPW model	1.28	0.75–2.19	0.68	0.39–1.18	1.05	0.51–2.19	1.58	0.87–2.87
Presence of bike lanes (ref: no)								
Unadjusted model	0.82	0.50–1.33	1.19	0.72–1.95	1.01	0.51–1.98	1.50	0.85–2.66
Adjusted model	0.88	0.54–1.46	1.08	0.65–1.81	0.99	0.49–1.98	1.46	0.81–2.66
IPW model	0.88	0.53–1.45	1.09	0.65–1.83	1.00	0.51–1.98	1.51	0.82–2.78
Access to recreational facilities (ref: poor)								
Unadjusted model	1.20	0.63–2.28	0.61	0.30–1.24	2.26	1.04–4.91 *	1.52	0.76–3.04
Adjusted model	1.30	0.67–2.53	0.52	0.25–1.09 †	2.31	1.02–5.21 *	1.61	0.78–3.33
IPW model	1.30	0.67–2.52	0.55	0.27–1.12	2.31	1.01–5.27 *	1.62	0.80–3.31
Crime safety (ref: poor)								
Unadjusted model	1.44	0.88–2.36	0.94	0.60–1.62	1.18	0.60–2.31	1.93	1.12–3.34 *
Adjusted model	1.45	0.87–2.41	0.91	0.54–1.53	1.17	0.58–2.37	1.87	1.06–3.33 *
IPW model	1.38	0.83–2.30	0.92	0.54–1.58	1.14	0.58–2.24	1.94	1.10–3.43 *
Traffic safety (ref: poor)								
Unadjusted model	0.66	0.39–1.11	0.92	0.55–1.55	0.76	0.36–1.59	1.30	0.74–2.29
Adjusted model	0.63	0.37–1.08 †	0.96	0.56–1.64	0.74	0.35–1.58	1.22	0.68–2.20
IPW model	0.61	0.36–1.05 †	0.90	0.52–1.56	0.72	0.34–1.51	1.21	0.67–2.17
Seeing people being active (ref: no)								
Unadjusted model	1.00	0.52–1.93	1.03	0.53–1.99	0.56	0.19–1.64	1.58	0.79–3.16
Adjusted model	0.99	0.50–1.94	0.98	0.50–1.94	0.59	0.20–1.78	1.70	0.83–3.50
IPW model	0.95	0.48–1.90	0.98	0.49–1.96	0.55	0.18–1.66	1.66	0.81–3.42
Aesthetics (ref: poor)								
Unadjusted model	1.32	0.79–2.21	1.20	0.71–2.01	1.11	0.55–2.26	1.04	0.58–1.87
Adjusted model	1.40	0.82–2.37	1.28	0.75–2.19	1.09	0.52–2.27	1.06	0.58–1.93
IPW model	1.35	0.78–2.31	1.22	0.71–2.09	1.05	0.50–2.20	1.01	0.55–1.86

Note. Dependent variables: changes in each physical function over one year (0 = decline, 1 = maintenance). Independent variables: each factor of the neighborhood environment. Adjusted model and IPW model: adjusted for age, sex, BMI, each physical function (at baseline), habitual exercise, TMT-A, depressive symptoms, and social interaction. \*  $p < 0.05$ , †  $p < 0.10$ . Abbreviation: KEMS, knee extension muscle strength; TUG, timed up-and-go test; OR, odds ratio; CI, confidence interval; IPW, inverse probability weighting; BMI, body mass index; TMT-A, Trail Making Test part A.

#### 4. Discussion

In this study, the effect of the neighborhood environment, assessed in terms of both physical and social aspects, on changes in physical function over a one-year period was

examined using multiple logistic regression analysis. Previous studies in Western countries have shown that physical environment [43,44] and social environment [45,46] are longitudinally related to physical function. In comparison, in Asian countries, we could find only one longitudinal study that investigated the effect of the neighborhood environment on the physical function of older Japanese adults [22]. This previous study evaluated only the neighborhood physical environment; furthermore, assessment of physical function was limited to handgrip strength. Therefore, the present study is the first longitudinal study in the Asian region to examine the effects of both physical and social aspects of the neighborhood environment on physical function, including muscle strength (handgrip strength and KEMS) and physical performance (5-m walking time and TUG).

The results of multiple logistic regression analysis showed that older adults living in environments with good access to recreational facilities maintained their 5-m walking time performance after one year. Although positive associations between physical function and recreational facilities, which are factors of the physical environment, have been reported in cross-sectional studies [23,26], the present results strengthen the findings because of the longitudinal study design. In addition, good crime safety influenced the maintenance of TUG performance after one year. Previous studies in the USA have shown that the risk of subjectively assessed mobility limitation increases with neighborhood disorders such as crime and vandalism [47]. The results of the present study show that in the Asian context, crime safety, a factor of the social environment, has an impact on objectively assessed changes in physical function. Thus, both the physical and social environments affect physical function, especially physical performance, in older Japanese adults.

There are two possible mechanisms in the relationship between recreational facilities and 5-m walking time. The first pathway is the increase in physical activity associated with walking. It has been reported that older adults who have good access to recreational facilities undertake more total walking in the neighborhood per week [32]. Another pathway is the promotion of health literacy. It is assumed that older adults who have recreational facilities nearby have more opportunities to interact with fellow facility users and to participate in health-related events at the facilities. It is considered that they would acquire health knowledge and improve their health management skills accordingly. In older adults, health literacy has also been reported to be associated with access to health care (e.g., primary care, preventive services) [48]. The 5-m walk time is an indicator of physical performance as well as a reflection of overall health status [49] and may be influenced by the protective effects of health literacy. In contrast, the possible mechanisms for the relationship between crime safety and TUG include increased social activity. Safety in neighborhoods affects people's health as a social relationship [50]. It has also been reported that social isolation is associated with future decline of TUG performance [42]. In social activities, older adults are required to perform more advanced physical tasks than simple walking, such as vertical shifts in the center of gravity and changes in direction, depending on the situation of the individual and the objects in the social activity setting, and these may have had a specific effect on TUG. Further study is needed to verify these mechanisms.

This study has several limitations. First, the follow-up rate of the participants in this study was about one half. In this regard, we confirmed that there was little difference in the attributes of the two groups in comparison between the follow-up and non-follow-up groups and that the results of the multiple logistic regression analysis remained unchanged after implementation of the IPW method. In other words, we considered that dropout bias had a very minor effect on the results of this study. However, these validations do not completely eliminate the influence of dropout bias on the results. Second, the one-year follow-up period of this study is short. By defining decline or maintenance of physical function based on MDC, we detected changes in physical function that were not at least within the range of measurement error. However, MDC captured only minimal changes in physical function, and it is unclear whether the neighborhood environment has an effect on clinically meaningful changes in physical function. We cannot rule out the possibility that the results could change if a different MDC was used. In addition, this study evaluated

the neighborhood environment in a subjective manner. The participants were older adults with a rather high functional capacity, and we consider that the quality of subjective evaluation of the neighborhood environment was assured; however, it cannot be denied that different results could possibly be obtained if an objective index is used. At the very least, the parameters used in this study, such as residential density, access to destinations, the presence of the neighborhood's infrastructure, and the crime rate, can be objectified by geographic information systems. It is necessary to verify whether the same results would be obtained when using objective indicators of the neighborhood environment. Finally, this study did not examine the years of residence in the neighborhood or socioeconomic status, and adjustment for these factors was inadequate.

## 5. Conclusions

The results of this study suggest that good access to recreational facilities and good crime safety affect the maintenance of physical function after one year among older Japanese adults living in the community. Therefore, it is important to evaluate both the physical and social environments in the neighborhood to predict short-term decline in physical function. Further research is needed on the long-term effects of the neighborhood environment on physical function in older adults in Asian countries, which have an increasingly aging population.

**Author Contributions:** Conceptualization, M.A., N.K. and S.W.; methodology, M.A., N.K. and S.W.; formal analysis, M.A.; investigation, M.A., N.K., M.S., Y.S., H.S. and A.K.; data curation, M.A. and N.K.; writing—original draft preparation, M.A.; writing—review and editing, M.A., N.K. and S.W.; visualization, M.A.; supervision, N.K. and S.W.; project administration, M.A., N.K. and Y.S.; funding acquisition, M.A. and N.K. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:** This study was funded by the Japan Society for the Promotion of Science KAKENHI (Grant Nos. 20K19406 and 19K11394).

**Institutional Review Board Statement:** The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and was approved by the Ethics Committee of the School of Allied Health Sciences of Kitasato University (No. 2018-008B).

**Informed Consent Statement:** Written informed consent was obtained from all participants in the study.

**Data Availability Statement:** Data can be provided on request from the corresponding authors.

**Acknowledgments:** The authors sincerely thank all researchers related to the article.

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

## References

1. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *World Population Prospects 2019: Highlights (ST/ESA/SER.A/423)*; United Nations: New York, NY, USA, 2019.
2. Akune, T.; Muraki, S.; Oka, H.; Tanaka, S.; Kawaguchi, H.; Tokimura, F.; Yoshida, H.; Suzuki, T.; Nakamura, K.; Yoshimura, N. Incidence of certified need of care in the long-term care insurance system and its risk factors in the elderly of Japanese population-based cohorts: The ROAD study. *Geriatr. Gerontol. Int.* **2014**, *14*, 695–701. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
3. Yoshimura, N.; Oka, H.; Muraki, S.; Akune, T.; Hirabayashi, N.; Matsuda, S.; Nojiri, T.; Hatanaka, K.; Ishimoto, Y.; Nagata, K.; et al. Reference values for hand grip strength, muscle mass, walking time, and one-leg standing time as indices for locomotive syndrome and associated disability: The second survey of the ROAD study. *J. Orthop. Sci.* **2011**, *16*, 768–777. [[CrossRef](#)]
4. Donoghue, O.A.; Savva, G.M.; Cronin, H.; Kenny, R.A.; Horgan, N.F. Using timed up and go and usual gait speed to predict incident disability in daily activities among community-dwelling adults aged 65 and older. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* **2014**, *95*, 1954–1961. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
5. Heiland, E.G.; Welmer, A.K.; Wang, R.; Santoni, G.; Angleman, S.; Fratiglioni, L.; Qiu, C. Association of mobility limitations with incident disability among older adults: A population-based study. *Age Ageing* **2016**, *45*, 812–819. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
6. Ensrud, K.E.; Ewing, S.K.; Cawthon, P.M.; Fink, H.A.; Taylor, B.C.; Cauley, J.A.; Dam, T.T.; Marshall, L.M.; Orwoll, E.S.; Cummings, S.R. Osteoporotic Fractures in Men Research Group, A comparison of frailty indexes for the prediction of falls, disability, fractures, and mortality in older men. *J. Am. Geriatr. Soc.* **2009**, *57*, 492–498. [[CrossRef](#)]

7. Orwoll, E.S.; Fino, N.F.; Gill, T.M.; Cauley, J.A.; Strotmeyer, E.S.; Ensrud, K.E.; Kado, D.M.; Barrett-Connor, E.; Bauer, D.C.; Cawthon, P.M.; et al. Osteoporotic Fractures in Men Study Research Group, The relationships between physical performance, activity levels, and falls in older men. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* **2019**, *74*, 1475–1483. [[CrossRef](#)]
8. Culvenor, A.G.; Wirth, W.; Ruhdorfer, A.; Eckstein, F. Thigh muscle strength predicts knee replacement risk independent of radiographic disease and pain in women: Data from the Osteoarthritis Initiative. *Arthritis Rheumatol.* **2016**, *68*, 1145–1155. [[CrossRef](#)]
9. Doi, T.; Tsutsumimoto, K.; Nakakubo, S.; Kim, M.J.; Kurita, S.; Hotta, R.; Shimada, H. Physical performance predictors for incident dementia among Japanese community-dwelling older adults. *Phys. Ther.* **2019**, *99*, 1132–1140. [[CrossRef](#)]
10. Cai, Y.; Cao, J.; Xu, W.; Liu, H.; Wu, C. The association between four gait speed assessments and incident stroke in older adults: The Health, Aging and Body Composition Study. *J. Nutr. Health Aging* **2020**, *24*, 888–892. [[CrossRef](#)]
11. Kuo, H.K.; Jones, R.N.; Milberg, W.P.; Tennstedt, S.; Talbot, L.; Morris, J.N.; Lipsitz, L.A. Effect of blood pressure and diabetes mellitus on cognitive and physical functions in older adults: A longitudinal analysis of the advanced cognitive training for independent and vital elderly cohort. *J. Am. Geriatr. Soc.* **2005**, *53*, 1154–1161. [[CrossRef](#)]
12. Chase, J.D.; Phillips, L.J.; Brown, M. Physical activity intervention effects on physical function among community-dwelling older adults: A systematic review and meta-analysis. *J. Aging Phys. Act.* **2017**, *25*, 149–170. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
13. Nieto, M.L.; Albert, S.M.; Morrow, L.A.; Saxton, J. Cognitive status and physical function in older African Americans. *J. Am. Geriatr. Soc.* **2008**, *56*, 2014–2019. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
14. Sakurai, R.; Kawai, H.; Suzuki, H.; Kim, H.; Watanabe, Y.; Hirano, H.; Ihara, K.; Obuchi, S.; Fujiwara, Y. Poor social network, not living alone, is associated with incidence of adverse health outcomes in older adults. *J. Am. Med. Dir. Assoc.* **2019**, *20*, 1438–1443. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
15. Gardner, P.J. Natural neighborhood networks—Important social networks in the lives of older adults aging in place. *J. Aging Stud.* **2011**, *25*, 263–271. [[CrossRef](#)]
16. Chen, T.A.; Lee, J.S.; Kawakubo, K.; Watanabe, E.; Mori, K.; Kitaike, T.; Akabayashi, A. Features of perceived neighborhood environment associated with daily walking time or habitual exercise: Differences across gender, age, and employment status in a community-dwelling population of Japan. *Environ. Health Prev. Med.* **2013**, *18*, 368–376. [[CrossRef](#)]
17. Baker, P.S.; Bodner, E.V.; Allman, R.M. Measuring life-space mobility in community-dwelling older adults. *J. Am. Geriatr. Soc.* **2003**, *51*, 1610–1614. [[CrossRef](#)]
18. Diez Roux, A.V.; Mair, C. Neighborhoods and health. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **2010**, *1186*, 125–145. [[CrossRef](#)]
19. World Health Organization; Good Health Adds Life to Years. *Global Brief for World Health Day 2012*; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2012.
20. Rachele, J.N.; Sugiyama, T.; Davies, S.; Loh, V.H.Y.; Turrell, G.; Carver, A.; Cerin, E. Neighbourhood built environment and physical function among mid-to-older aged adults: A systematic review. *Health Place* **2019**, *58*, 102137. [[CrossRef](#)]
21. Koohsari, M.J.; McCormack, G.R.; Nakaya, T.; Shibata, A.; Ishii, K.; Yasunaga, A.; Liao, Y.; Oka, K. Walking-friendly built environments and objectively measured physical function in older adults. *J. Sport Health Sci.* **2020**, *9*, 651–656. [[CrossRef](#)]
22. Okuyama, K.; Abe, T.; Yano, S.; Sundquist, K.; Nabika, T. Neighborhood environment and muscle mass and function among rural older adults: A 3-year longitudinal study. *Int. J. Health Geogr.* **2020**, *19*, 51. [[CrossRef](#)]
23. Soma, Y.; Tsunoda, K.; Kitano, N.; Jindo, T.; Tsuji, T.; Saghadzadeh, M.; Okura, T. Relationship between built environment attributes and physical function in Japanese community-dwelling older adults. *Geriatr. Gerontol. Int.* **2017**, *17*, 382–390. [[CrossRef](#)]
24. Ye, B.; Gao, J.; Fu, H. Associations between lifestyle, physical and social environments and frailty among Chinese older people: A multilevel analysis. *BMC Geriatr.* **2018**, *18*, 314. [[CrossRef](#)]
25. Seo, Y.; Kim, M.; Shim, H.; Won, C.W. Differences in the association of neighborhood environment with physical frailty between urban and rural older adults: The Korean Frailty and Aging Cohort Study (KFACS). *J. Am. Med. Dir. Assoc.* **2021**, *22*, 590–597.e1. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
26. Seo, Y.; Kim, M.; Shin, H.; Won, C. Perceived neighborhood environment associated with sarcopenia in urban-dwelling older adults: The Korean Frailty and Aging Cohort Study (KFACS). *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 6292. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
27. Kim, M.J.; Seo, S.H.; Seo, A.R.; Kim, B.K.; Lee, G.Y.; Choi, Y.S.; Kim, J.H.; Kim, J.R.; Kang, Y.S.; Jeong, B.G.; et al. The association of perceived neighborhood walkability and environmental pollution with frailty among community-dwelling older adults in Korean rural areas: A cross-sectional study. *J. Prev. Med. Public Health* **2019**, *52*, 405–415. [[CrossRef](#)]
28. Ando, M.; Kamide, N.; Shiba, Y.; Sakamoto, M.; Sato, H.; Murakami, T.; Watanabe, S. Association between physical function and neighborhood environment in healthy, older adults: An exploratory study using regression tree analysis. *Gerontol. Geriatr. Med.* **2021**, *7*, 233372142111052403. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
29. Alexander, A.; Bergman, P.; Hagströmer, M.; Sjöström, M. IPAQ environmental module; reliability testing. *J. Public Health* **2006**, *14*, 76–80. [[CrossRef](#)]
30. Kamide, N.; Shiba, Y.; Sakamoto, M.; Sato, H.; Kawamura, A. Fall-related efficacy is a useful and independent index to detect fall risk in Japanese community-dwelling older people: A 1-year longitudinal study. *BMC Geriatr.* **2019**, *19*, 293. [[CrossRef](#)]
31. Inoue, S.; Murase, N.; Shimomitsu, T.; Ohya, Y.; Odagiri, Y.; Takamiya, T.; Ishii, K.; Katsumura, T.; Sallis, J.F. Association of physical activity and neighborhood environment among Japanese adults. *Prev. Med.* **2009**, *48*, 321–325. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

32. Inoue, S.; Ohya, Y.; Odagiri, Y.; Takamiya, T.; Kamada, M.; Okada, S.; Oka, K.; Kitabatake, Y.; Nakaya, T.; Sallis, J.F.; et al. Perceived neighborhood environment and walking for specific purposes among elderly Japanese. *J. Epidemiol.* **2011**, *21*, 481–490. [[CrossRef](#)]
33. Podsiadlo, D.; Richardson, S. The timed “Up & Go”: A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J. Am. Geriatr. Soc.* **1991**, *39*, 142–148. [[PubMed](#)]
34. Shumway-Cook, A.; Brauer, S.; Woollacott, M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Phys. Ther.* **2000**, *80*, 896–903. [[PubMed](#)]
35. Faber, M.J.; Bosscher, R.J.; van Wieringen, P.C. Clinimetric properties of the performance-oriented mobility assessment. *Phys. Ther.* **2006**, *86*, 944–954. [[CrossRef](#)]
36. Suzuki, Y.; Kamide, N.; Kitai, Y.; Ando, M.; Sato, H.; Yoshitaka, S.; Sakamoto, M. Absolute reliability of measurements of muscle strength and physical performance measures in older people with high functional capacities. *Eur. Geriatr. Med.* **2019**, *10*, 733–740. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
37. Tombaugh, T.N. Trail Making Test A and B: Normative data stratified by age and education. *Arch. Clin. Neuropsychol.* **2004**, *19*, 203–214. [[CrossRef](#)]
38. Hoyl, M.T.; Alessi, C.A.; Harker, J.O.; Josephson, K.R.; Pietruszka, F.M.; Koelfgen, M.; Mervis, J.R.; Fitten, L.J.; Rubenstein, L.Z. Development and testing of a five-item version of the Geriatric Depression Scale. *J. Am. Geriatr. Soc.* **1999**, *47*, 873–878. [[CrossRef](#)]
39. Saito, M.; Kondo, K.; Ojima, T.; Hirai, H.; JAGES Group. Criteria for social isolation based on associations with health indicators among older people. A 10-year follow-up of the Aichi Gerontological Evaluation Study. *Jpn. J. Public Health* **2015**, *62*, 95–105.
40. Koyano, W.; Shibata, H.; Nakazato, K.; Haga, H.; Suyama, Y. Measurement of competence: Reliability and validity of the TMIG Index of Competence. *Arch. Gerontol. Geriatr.* **1991**, *13*, 103–116. [[CrossRef](#)]
41. Seaman, S.R.; White, I.R. Review of inverse probability weighting for dealing with missing data. *Stat. Methods Med. Res.* **2013**, *22*, 278–295. [[CrossRef](#)]
42. Imamura, K.; Kamide, N.; Ando, M.; Sato, H.; Sakamoto, M.; Shiba, Y. Social isolation is associated with future decline of physical performance in community-dwelling older adults: A 1-year longitudinal study. *Aging Clin. Exp. Res.* **2022**, *34*, 1391–1398. [[CrossRef](#)]
43. Michael, Y.L.; Gold, R.; Perrin, N.A.; Hillier, T.A. Built environment and lower extremity physical performance: Prospective findings from the study of osteoporotic fractures in women. *J. Aging Health* **2011**, *23*, 1246–1262. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
44. Eronen, J.; von Bonsdorff, M.; Rantakokko, M.; Rantanen, T. Environmental facilitators for outdoor walking and development of walking difficulty in community-dwelling older adults. *Eur. J. Ageing* **2014**, *11*, 67–75. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
45. Latham, K.; Williams, M.M. Does neighborhood disorder predict recovery from mobility limitation? Findings from the Health and Retirement Study. *J. Aging Health* **2015**, *27*, 1415–1442. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
46. Clark, C.R.; Kawachi, I.; Ryan, L.; Ertel, K.; Fay, M.E.; Berkman, L.F. Perceived neighborhood safety and incident mobility disability among elders: The hazards of poverty. *BMC Public Health* **2009**, *9*, 162. [[CrossRef](#)]
47. Balfour, J.L.; Kaplan, G.A. Neighborhood environment and loss of physical function in older adults: Evidence from the Alameda County Study. *Am. J. Epidemiol.* **2002**, *155*, 507–515. [[CrossRef](#)]
48. Sudore, R.L.; Mehta, K.M.; Simonsick, E.M.; Harris, T.B.; Newman, A.B.; Satterfield, S.; Rosano, C.; Rooks, R.N.; Rubin, S.M.; Ayonayon, H.N.; et al. Limited literacy in older people and disparities in health and healthcare access. *J. Am. Geriatr. Soc.* **2006**, *54*, 770–776. [[CrossRef](#)]
49. Zhao, W.; Ukawa, S.; Tsushita, K.; Kawamura, T.; Wakai, K.; Ando, M.; Tamakoshi, A. Association of gait speed with mortality among the Japanese elderly in the New Integrated Suburban Seniority Investigation Project: A prospective cohort study. *Age Ageing* **2015**, *44*, 153–157. [[CrossRef](#)]
50. De Jesus, M.; Puleo, E.; Shelton, R.C.; Emmons, K.M. Associations between perceived social environment and neighborhood safety: Health implications. *Health Place* **2010**, *16*, 1007–1013. [[CrossRef](#)]