

2022 年度博士論文（要旨）

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.....	2
1.3 本研究における用語の操作的定義.....	2
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-.....	3
2.1 目的.....	3
2.2 方法・対象・統計解析.....	3
2.3 結果.....	4
2.4 考察.....	5
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-....	6
3.1 目的.....	6
3.2 方法・対象・統計解析.....	6
3.3 結果.....	7
3.4 考察.....	7
第4章 総合考察.....	9
第5章 結論.....	11
引用文献.....	12

## 第1章 序論

### 1.1 研究の背景

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[1, 2]。身体機能低下は、新規要介護発生[3, 4]や日常生活活動 (activities of daily living ; ADL) 障害[5, 6]、高次生活機能低下[6, 7]の予測因子である。また、転倒・骨折[7, 8]、関節疾患[9]、認知症[10]、脳血管疾患 (脳卒中) [11]といった、我が国における主な要介護原因[12]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。

近年、高齢者の健康に影響を与える要因の一つとして、近隣環境が着目されている。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[13]。近隣環境による健康アウトカム (健康状態[14]、認知機能[15, 16]、うつ状態[14]、心血管疾患[17]) や健康行動 (身体活動[18, 19]、外出[20]、食事摂取[21]) への影響が科学的に示されている。一方、世界保健機関 (World Health Organization ; WHO) [22]や、我が国では国土交通省[23]が、高齢者にとって住みやすく、高齢者の健康および参加を促進するための、近隣環境整備に関する施策を掲げている。

高齢者における近隣環境と身体機能との関係について、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。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)、ウォーカービリティ、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、街路の状態 (亀裂や壊れた縁石、等)、照明、坂道等が、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等が、身体機能に関係する要因として検討されてきた。また、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・レビューも報告されている[14, 24]。

先行研究の多くは国外で実施されたものであるが、日本在住の高齢者を対象とする研究の蓄積も進められている。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[25]。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[26]。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[27]。

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，先行研究における課題として，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[28]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，環境圧力に対する適応（正の感情・適応行動が促される）の程度は異なる。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可能性がある。加えて，高齢者の身体機能に対する近隣環境の影響に関して，以下の点を考慮した縦断研究による検証が不足している：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。

## 1.2 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。

## 1.3 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に行うことにした。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。

## 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

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。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。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) [29]) を評価した。握力および膝伸展筋力の測定は 2 回行い、最大値を解析に用いた。5m 歩行時間の測定は快適条件にて、TUG の測定は最大努力条件にて[30]、それぞれ 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) [31]の日本語版[32]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。本研究では、先行研究を参考に[32, 33]、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[32,33]。具体的には、4 件法で回答を得た項目に関しては「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（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、身長、体重、Body Mass Index（BMI）、運動習慣、認知機能（Trail Making Test part A (TMT-A) [34]）、うつ状態（Five-item version of the Geriatric Depression Scale (5-GDS) [35]）、社会的孤立[36]、生活機能（老研式活動能力指標（Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology Index of Competence ; TMIG-IC） [37, 38]）を調査した。

#### 2.2.5 統計解析

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[39]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（Classification and Regression Tree (CaRT) アルゴリズム）を用いて解析を行った。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。

#### 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

対象者の平均年齢は  $71.7 \pm 4.7$  歳、TMIG-IC の平均得点は  $11.9 \pm 1.4$  点であった。重回帰分析の結果、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。回帰分析の結果, 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モデルが生成され, 80 歳以下, 腰痛およびうつ状態がない男性高齢者において, 運動施設があると回答した者では 5m 歩行時間が他の群と比較して有意に短かった。

## 2.4 考察

本研究における回帰分析の結果, 男性において, 80 歳以下で, 腰痛およびうつ状態がない者では, 5m 歩行時間が短い (身体パフォーマンスが高い) ことに, 近隣に運動施設があることが関連した。また, 上記に該当するグループでは, 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[25]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[40]。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。

## 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

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。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。

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）[41]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。

#### 3.2.3 近隣環境

近隣環境は、IPAQ-E日本語版[32]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。

#### 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。

### 3.2.5 統計解析

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。加えて、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[42, 43]。

### 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

追跡-脱落群間の比較の結果、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。解析対象者（追跡群）におけるベースライン時の平均年齢は71.7±4.5歳、TMIG-ICの平均得点は11.9±1.4点であった。追跡者の1年間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%， $p=0.007$ ）。

二項ロジスティック回帰分析の結果、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。さらに、脱落バイアスを検証するためのIPW法実施後においても、主要な結果に変化はみられなかった。

## 3.4 考察

本研究における二項ロジスティック回帰分析の結果、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ついては、日本における横断研究において示されているが[25]、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[44]。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關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、歩行に關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[33]。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[45]。また別のメカニズムとして、ヘルスリテラシーの関与も考えられる。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、予防的サービス等）へのアクセスと關連する[46]。近隣に運動施設がある高齢者では、運動に關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、健康關連イベントへの参加を通じて、健康に關する知識の習得と健康管理能力が向上することが想定される。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[47]。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。

一方、犯罪に対する安全性から TUG への影響に關するメカニズムとしては、良好な近隣の安全性が、高齢者の社会的活動（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[48]。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[49, 50]。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、複合的課題である TUG に対して、犯罪に關する安全性が特異的に影響した背景として、社会的活動が關与している可能性が考えられた。

## 第4章 総合考察

第1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、身体機能に対する複数の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。このことにより、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。また、予防的な観点からは、客観的な身体機能指標における早期の低下を検出し、関連要因を同定する必要がある。その点に関し、第2研究では、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（特に、運動施設および犯罪に対する安全性）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ところ、日本における標準的な分布[32, 33]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は、“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項目であった。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、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。

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。さらに、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と言える。本研究の知見は、今後、支援が必要な高齢者が増加し、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える。

本研究における知見について、マイクロレベル、メゾレベル、マクロレベルの視点からの活用が考えられる。マイクロレベルにおける活用では、個々人の近隣環境に関する認知に対して、ウォーキングマップ等を利用して働きかけることが挙げられる。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。

次に、メゾレベルについては、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。前者については、公民館やコミュニティ・センター、空き家、商店街の空きテナント等を利用した運動自主グループ等を立ち上げることで、既存建築に運動施設としての意味合いを持たせられる可能性がある。後者については、一例として、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、地域の学童たちが一団となり、防犯パトロールを行った事例[51]が挙げられる。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。地域住民による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。

さらに、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。本研究の結果からは、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。当該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といった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。

## 第5章 結論

本研究の結果，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（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。また，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，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，それぞれ影響することが示された。これらの結果から，身体機能低下者（あるいはリスク者）を同定し，限りある社会資源を適正に配分するうえで，個人的属性および近隣環境（特に運動施設の有無や，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，将来の身体機能の低下を防ぎ，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し，利用を促進することもまた重要であると考えられた。

## 引用文献

1. 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.
2. Verbrugge, L.M. and A.M. Jette, *The disablement process*. Soc Sci Med, 1994. **38**(1): p. 1-14.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. Doi, T., et al., *Physical Performance Predictors for Incident Dementia Among Japanese Community-Dwelling Older Adults*. Phys Ther, 2019. **99**(9): p. 1132-1140.
11. 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.
12. 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).

13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. Malambo, P., et al., *Built Environment, Selected Risk Factors and Major Cardiovascular Disease Outcomes: A Systematic Review*. *PLoS One*, 2016. **11**(11): p. e0166846.
18. 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.
19. 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.
20. 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.
21. 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.
22. World Health Organization, *Good health adds life to years: Global brief for World Health Day 2012*. 2012, World Health Organization.
23. 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).
24. 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.
25. 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.

26. 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.
27. 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.
28. 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.
29. 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.
30. 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.
31. Alexander, A., et al., *IPAQ environmental module; reliability testing*. J Public Health, 2006. **14**(2): p. 76-80.
32. Inoue, S., et al., *Association of physical activity and neighborhood environment among Japanese adults*. Prev Med, 2009. **48**(4): p. 321-5.
33. Inoue, S., et al., *Perceived neighborhood environment and walking for specific purposes among elderly Japanese*. J Epidemiol, 2011. **21**(6): p. 481-90.
34. 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.
35. 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.
36. 齊藤雅茂, 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.
37. 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.
38. 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.
39. 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.

40. Freedman, V.A., et al., *Neighborhoods and disability in later life*. Soc Sci Med, 2008. **66**(11): p. 2253-67.
41. 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.
42. 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.
43. 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.
44. 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.
45. 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.
46. 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.
47. 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.
48. De Jesus, M., et al., *Associations between perceived social environment and neighborhood safety: Health implications*. Health Place, 2010. **16**(5): p. 1007-13.
49. 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.
50. 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.
51. 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.