

# 都市部在住後期高齢者のフレイルと 近隣環境要因との関連

(研究助成金 50万円)

代表研究者 東京都健康長寿医療センター研究所・研究員 大須賀 洋 祐

〔平成21年 筑波大学・体育専門学群卒業  
平成26年 筑波大学大学院・人間総合科学研究科修了・博士(スポーツ医学)〕

共同研究者 東京都健康長寿医療センター研究所・研究部長 金 憲 経  
東京都健康長寿医療センター研究所・研究員 小 島 成 実

## 研究目的

フレイルとは、「高齢期に生理的予備能力が低下することで疾患やストレスに対する脆弱性が増加し、要支援・要介護状態に陥りやすい状態」と定義される<sup>1)</sup>。フレイルは加齢に伴い増加し、その割合は75歳以降、急激に増加する<sup>2)</sup>。都市部における後期高齢者の増加数は全国の後期高齢者の増加数の約半数を占める将来が予測されているため<sup>3)</sup>、都市部に在住する後期高齢者のフレイル対策は、喫緊の検討課題である。フレイルは、精神的な問題や社会的な問題、そして身体的な問題が相互に関連する<sup>1)</sup>。我々はこれまでに、日常生活の身体活動時間が長いと、歩行能力や椅子からの立ち上がりなどの身体機能が高いこと<sup>4)</sup>、後期高齢者であれば、強度が低い身体活動（家事や移動のための生活活動）であっても体力と関連すること<sup>5)</sup>、そして高い身体活動量を維持するには配偶者によるサポートが重要であることを報告している<sup>6)</sup>。このように、フレイルの身体的側面を維持する上で身体活動の重要性や身体活動を維持する上で重要な人物は明らかにされているが、フレイルを予防する上で重要な身体活動に関連する近隣環境要因は十分に明らかにされていない。

この研究では、都市部在住後期高齢者におけるフレイルと身体活動に関連する近隣環境との関連を検討することを目的とする。

## 研究実施計画の概要

### 対象者

東京都健康長寿医療センターが有するコホートを利用して対象者を募集する。このコホートは、板橋区の住民基本台帳から無作為に抽出し、健診の案内を郵送している。本研究の対象者は、2016年および2017年度の追

跡調査に参加予定の後期高齢者を対象者とする。

#### 評価項目

主要評価項目はフレイルとして、その操作的定義には、Freid et al. が Cardiovascular Health Study に使用した5つの項目（体重減少、主観的活力低下、握力の低下、歩行速度の低下、活動度の低下）を用いる。3/5項目以上該当した場合、フレイルと定義する。

身体活動量は、International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) から評価する。IPAQは、移動、余暇活動、非活動的な時間の活動区分について、平均的な1週間の身体活動量を評価可能であり、加速度計から評価された身体活動量との基準関連妥当性も良好である (Spearman's  $\rho = 0.76$ )。

身体活動に関連する近隣環境は、International Physical Activity Questionnaire Environmental Module (IPAQ-E) を用いて評価する。IPAQ-Eは、身体活動に関連する近隣環境を定量化する尺度であり、基本項目7項目、推奨項目4項目、オプション項目6項目の合計17項目から構成されている。本研究では、基本項目7項目（住居密度、商店へのアクセス環境、交通機関へのアクセス、歩道の設置、自転車専用路の設置、娯楽施設へのアクセス、夜間の安全性）と推奨項目4項目（交通量の安全性、運動実践者、景観、自転車・オートバイの保有台数）を聴取する。IPAQ-E日本語版の信頼性は、先行研究により確認されている (Spearman's  $\rho = 0.79-0.99$ )。

#### 倫理的配慮

すべての対象者に研究説明（研究の内容、研究によって生ずる個人への不利益および危険性とその配慮、個人情報管理方法等）の機会を設け、研究参加の同意が得られた上でデータ収集を開始する。なお、本研究は、東京都健康長寿医療センター研究倫理審査委員会の承認を得ている。

## 1. 緒言

高齢期では生理的な予備能力の低下に伴い、疾患やストレスに対する脆弱性が増加し、要支援・要介護状態に陥りやすくなる。このような状態は「フレイル」と定義され、健康 (no frailty) から身体機能障害 (disability) への移行期間として位置づけられている<sup>1)</sup>。フレイルの発生は加齢に伴い増加し、その割合は特に後期高齢女性において高い<sup>2)</sup>。団塊世代が後期高齢者となる2025年、都市部の後期高齢者の増加数は全国の増加数の約半数を占めることが予想されているため、フレイルを先送りするための予防策は、特に都市部において速やかに講じる必要がある<sup>3)</sup>。

フレイルは、慢性疾患や筋肉量の減少、身体機能の低下などの身体的な要素や、うつ、認知症などの精神的要素、そして孤独や閉じこもりなどの社会的な要素が多面的に低下した状態である<sup>1)</sup>。したがって、フレイルに対する支援は、高齢者が置かれている状況を様々な角度から捉え、包括的に検討する必要がある。つまり、食事指導や運動指導など個人レベルの支援だけでなく、個人を取り巻く環境資源の

整備など社会レベルの支援にも着目する必要がある。

近年、近隣の「景観が良いこと」や「交通の安全性が高いこと」など、個人を取り巻く環境資源は、高齢期における身体活動レベルと有意に関連することが報告されている<sup>7,8)</sup>。さらに興味深いことに、身体活動が促進されやすいように整備された近隣環境では、身体活動レベルが高く、身体機能も高いことが報告されている<sup>9)</sup>。これらの知見に基づけば、身体活動に関連する近隣環境は、身体的な虚弱化と関連する可能性がある。つまり、身体活動が取り組みやすい環境下にある高齢者であれば、フレイルである可能性は低いという仮説が成り立つ。しかし、両者の関連性について検討した研究は我々が知り得る限り見当たらない。

そこで本研究の目的は、都市部後期高齢女性のフレイルと身体活動に関連する近隣環境との関連性について検討することを目的とした。

## 2. 研究方法

### (1) 研究デザインおよび対象者

本研究は、東京都板橋区に在住する高齢女性 502名を対象とした横断研究である。すべての対象者は、2006年および2008年に東京都健康長寿医療センター研究所が立ち上げたコホート研究の登録者である。著者らは、後期高齢女性の包括的な健康チェックを目的に「お達者健診」という名称を用いて長期的な観察研究をおこなっている。この研究では2016年に参加した325名および2017年に参加した177名を対象としている。すべての対象者に研究内容、研究によって生じうる個人への不利益および危険性とその配慮、個人情報管理方法などに関する説明の機会を設け、書面にて研究参加の同意が得られた上でデータを収集した。なお、本研究は東京都健康長寿医療センター研究倫理審査委員会の承認を得た上でおこなった。

### (2) 主要評価項目

主要評価項目は、フレイルの有無とした。フレイルは、Freid et al. が Cardiovascular Health Study に使用した5つの項目（体重減少、主観的活力低下、握力の低下、歩行速度の低下、活動度の低下）から評価し<sup>10)</sup>、3項目以上該当した場合をフレイルありと定義し（フレイル群）、それ以外をフレイルなしと定義した（非フレイル群）。フレイルを構成する5つの要素については、佐竹らの報告<sup>11)</sup>を参考に以下のとおり評価とした。

体重減少：基本チェックリストの「6ヵ月間で2～3kg以上の体重減少がありましたか」の問いかけに対し、「はい」と答えた者を体重減少ありとした。

主観的活力の低下：基本チェックリストの「(ここ2週間)わけもなく疲れたような感じがする」の問いかけに対し、「はい」と答えた者を主観的活力低下ありとした。

握力の低下：握力はスメドレー式の握力計を用いて1回測定し、18kg未満の者を握力の低下あり

とした。

歩行速度の低下：両側 3 m の予備路を含めた 5 m の歩行路（全長 11m）を通常で歩いた所要時間を計測し、歩行速度を求めた。歩行速度が1.0m/秒未満の者を歩行速度低下ありとした。

活動度の低下：「軽い運動・体操」や「定期的な運動・スポーツ」の実践頻度を聴取し、いずれも実践していない者を活動度の低下ありとした。

### (3) 副次評価項目

#### ① 身体活動に関連する近隣環境

身体活動に関連する近隣環境は、International Physical Activity Questionnaire Environmental Module (IPAQ-E) の日本語版を用いて評価した<sup>12)</sup>。IPAQ-E は、基本項目 7 項目、推奨項目 4 項目、オプション項目 6 項目の合計 17 項目から構成されている。本研究では、基本項目 7 項目（住宅密度、商店へのアクセス、交通機関へのアクセス、歩道の設置状況、自転車専用路の設置状況、娯楽施設へのアクセス、夜間の安全性）と推奨項目 4 項目（交通量の安全性、運動実践者、景観、自転車・オートバイの保有台数）についてそれぞれ聴取した。質問方法、回答方法、変数のカテゴリ化方法については表 1 を参照されたい。なお、IPAQ-E 日本語版の信頼性は、先行研究により確認されている (Spearman's  $\rho = 0.79 - 0.99$ )<sup>12)</sup>。

#### ② 身体活動量

身体活動量は、International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) の日本語版を用いて評価した<sup>13)</sup>。IPAQ は、移動、余暇活動、非活動的な時間の活動区分について、平均的な 1 週間の身体活動量を評価でき、加速度計を用いて評価された身体活動量との基準関連妥当性も良好である (Spearman's  $\rho = 0.76$ )<sup>13)</sup>。本研究では、週当たりの歩行時間を身体活動量の指標として使用した。

#### ③ その他の基本的情報

対象者の基本情報として、疾患（高血圧、脳卒中、心臓病、糖尿病、骨粗しょう症、気管支喘息、悪性新生物）の有無、関節痛（腰痛、膝痛）の有無、独居の有無、過去一年間の入院歴・転倒発生の有無、飲酒・喫煙習慣の有無についてそれぞれ評価した。対象者の生活機能は、老研式活動能力指標を用いて測定し、総合得点（0 - 13 点）から評価した<sup>14)</sup>。うつ状態の評価には Geriatric Depression Scale 日本語版<sup>15)</sup>を用いて評価し、得点化した（0 - 15 点）。

表 1 IPAQ-E 日本語版<sup>12)</sup> の質問と回答、変数のカテゴリ化

質問方法	回答方法	カテゴリ化方法
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。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 一戸建て</li> <li>2) 2～3階建てのアパート</li> <li>3) 一戸建てと、2～3階建てのアパートが混じっている</li> <li>4) 4～12階建てのマンション</li> <li>5) 13階建てのマンション</li> </ol>	住宅密度 1) →低い 2～5) →高い
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る範囲に沢山ある。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 全くあてはまらない</li> <li>2) ややあてはまらない</li> <li>3) ややあてはまる</li> <li>4) 非常によくあてはまる</li> </ol>	商店へのアクセス 1～2) →悪い 3～4) →良い
バス停、駅などが自宅から歩いて10～15分以内にある。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 全くあてはまらない</li> <li>2) ややあてはまらない</li> <li>3) ややあてはまる</li> <li>4) 非常によくあてはまる</li> </ol>	交通機関へのアクセス 1～2) →悪い 3～4) →良い
近所のほとんどの道路には歩道がある。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 全くあてはまらない</li> <li>2) ややあてはまらない</li> <li>3) ややあてはまる</li> <li>4) 非常によくあてはまる</li> </ol>	歩道の設置 1～2) →悪い 3～4) →良い
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。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 全くあてはまらない</li> <li>2) ややあてはまらない</li> <li>3) ややあてはまる</li> <li>4) 非常によくあてはまる</li> </ol>	自転車専用路の設置 1～2) →悪い 3～4) →良い
近所には、講演、広場、ウォーキング道、自転車道、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もある。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 全くあてはまらない</li> <li>2) ややあてはまらない</li> <li>3) ややあてはまる</li> <li>4) 非常によくあてはまる</li> </ol>	娯楽施設へのアクセス 1～2) →悪い 3～4) →良い
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。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 全くあてはまらない</li> <li>2) ややあてはまらない</li> <li>3) ややあてはまる</li> <li>4) 非常によくあてはまる</li> </ol>	夜間の安全性 1～2) →良い 3～4) →悪い
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くなったりする。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 全くあてはまらない</li> <li>2) ややあてはまらない</li> <li>3) ややあてはまる</li> <li>4) 非常によくあてはまる</li> </ol>	交通量の安全性 1～2) →良い 3～4) →悪い
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。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 全くあてはまらない</li> <li>2) ややあてはまらない</li> <li>3) ややあてはまる</li> <li>4) 非常によくあてはまる</li> </ol>	運動実践者 1～2) →少ない 3～4) →多い
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。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 全くあてはまらない</li> <li>2) ややあてはまらない</li> <li>3) ややあてはまる</li> <li>4) 非常によくあてはまる</li> </ol>	景色 1～2) →悪い 3～4) →良い
あなたの家には車やバイクが全部で何台ありますか？	〇〇台	車・バイクの保有数 0台 1台以上

#### (4) 統計解析

すべての統計値は、平均値±標準偏差またはn(%)から示した。フレイル群と非フレイル群の基本的情報の比較には、連続変数に対応のないt検定を、カテゴリ変数に $\chi^2$ 検定またはフィッシャーの正確確率検定を用いた。近隣環境状況によって歩行時間が異なるか明らかにするために、対応のないt検定を用いて歩行時間を比較した。近隣環境の良し悪しによって、フレイルの保有率に差がみられるか検討するために、 $\chi^2$ 検定を用いて比較した。近隣環境とフレイルの関連性は、年齢、老研式活動能力指標、Geriatric Depression Scale、心疾患・骨粗しょう症・腰痛・膝痛・主観的健康感の低下・転倒の有無を共変量とした多変量ロジスティック回帰分析を用いて検討した。なお全ての解析において、欠損値のある者は除外して検定をおこなった。

統計解析には、IBM SPSS Statics version 25を用いた。各種検定の際、有意水準は、 $P<0.05$ とした。

### 3. 研究結果

#### (1) 対象者の基本的特徴 (表2)

対象者の基本的特徴について、フレイル群と非フレイル群で比較した結果、フレイル群は非フレイル群と比較して年齢およびGeriatric Depression Scaleの得点が有意に高く、心疾患・骨粗しょう症・膝痛・主観的健康感の低下、過去一年間の転倒経験の割合が有意に高かった。また、フレイル群の老研式活動能力指標の総得点および歩行時間は、非フレイル群と比較して有意に低かった。

表2 対象者の基本的特徴 (n=478)

	非フレイル群 n=420	フレイル群 n=58	P 値
年齢, 歳	84.1±3.9	86.0±3.3	<0.05
疾患・関節痛あり, n(%)			
高血圧	252 (60.0)	30 (51.7%)	0.23
脳卒中	14 (3.3)	0 (0.0)	0.16
心臓病	88 (21.0)	19 (32.8)	<0.05
糖尿病	26 (6.2)	5 (8.6)	0.32
骨粗しょう症	147 (35.0)	30 (51.7)	<0.05
気管支喘息	20 (4.8)	5 (8.6)	0.17
悪性新生物	61 (14.5)	8 (13.8)	0.88
腰痛	156 (37.1)	37 (63.8)	<0.05
膝痛	166 (39.5)	35 (60.3)	<0.05
主観的健康感の低下あり, n(%)	49 (11.7)	26 (44.8)	<0.05
過去一年間の入院歴あり, n(%)	29 (6.9)	4 (6.9)	0.63
過去一年間の転倒歴あり, n(%)	71 (16.9)	20 (34.5)	<0.05
飲酒習慣あり, n(%)	110 (26.2)	8 (13.8)	<0.05
喫煙習慣あり, n(%)	8 (1.9)	1 (1.7)	0.70
独居あり, n(%)	185 (44.0)	25 (43.1)	0.89
老研式活動能力指標, 点	12.1±1.4	11.1±2.4	<0.05
歩行時間, 分/週	378±406	200±171	<0.05
Geriatric Depression Scale, 点	2.7±2.6	5.1±3.3	<0.05

(2) 近隣環境と歩行時間 (図1)

近隣環境と歩行時間の関連性を検討した結果、歩行時間は「自転車専用路の設置」「運動実践者」そして「景観」と有意な関連性がみられ、「自転車専用路の設置状況が悪い群」、「運動実践者を見かけない機会が少ない群」、「近隣の景観が悪い群」の歩行時間は、「自転車専用路の設置状況が良い群」、「運動実践者を見かける機会が多い群」、「近隣の景観が良い群」と比較して、いずれも有意に短かった。

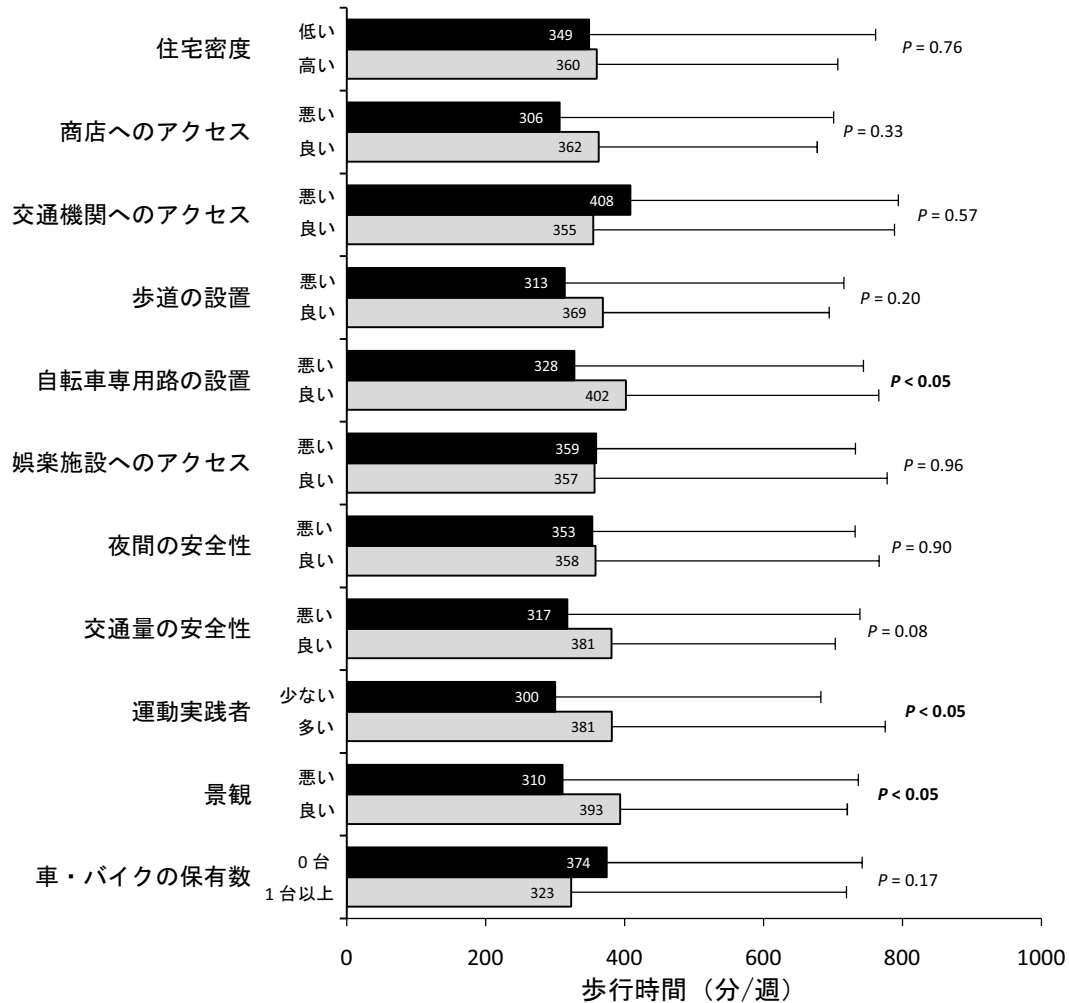


図1 近隣環境と歩行時間 (n=484)

(3) 近隣環境とフレイルの保有率 (図2)

近隣環境とフレイルの関連性を検討した結果、「交通機関へのアクセス状況」と「交通量の安全性」はフレイルと有意な関連性を示す傾向がみられ、「交通機関へのアクセスが悪い群」および「交通量の安全性が低い群」のフレイルの保有率は、「交通機関へのアクセスが良い群」および「交通量の安全性が高い群」と比較して低い傾向がみられた (それぞれ  $P=0.06$ ,  $P=0.08$ )。その他の近隣環境は、フレイルとの間に顕著な関連性はみられなかった。

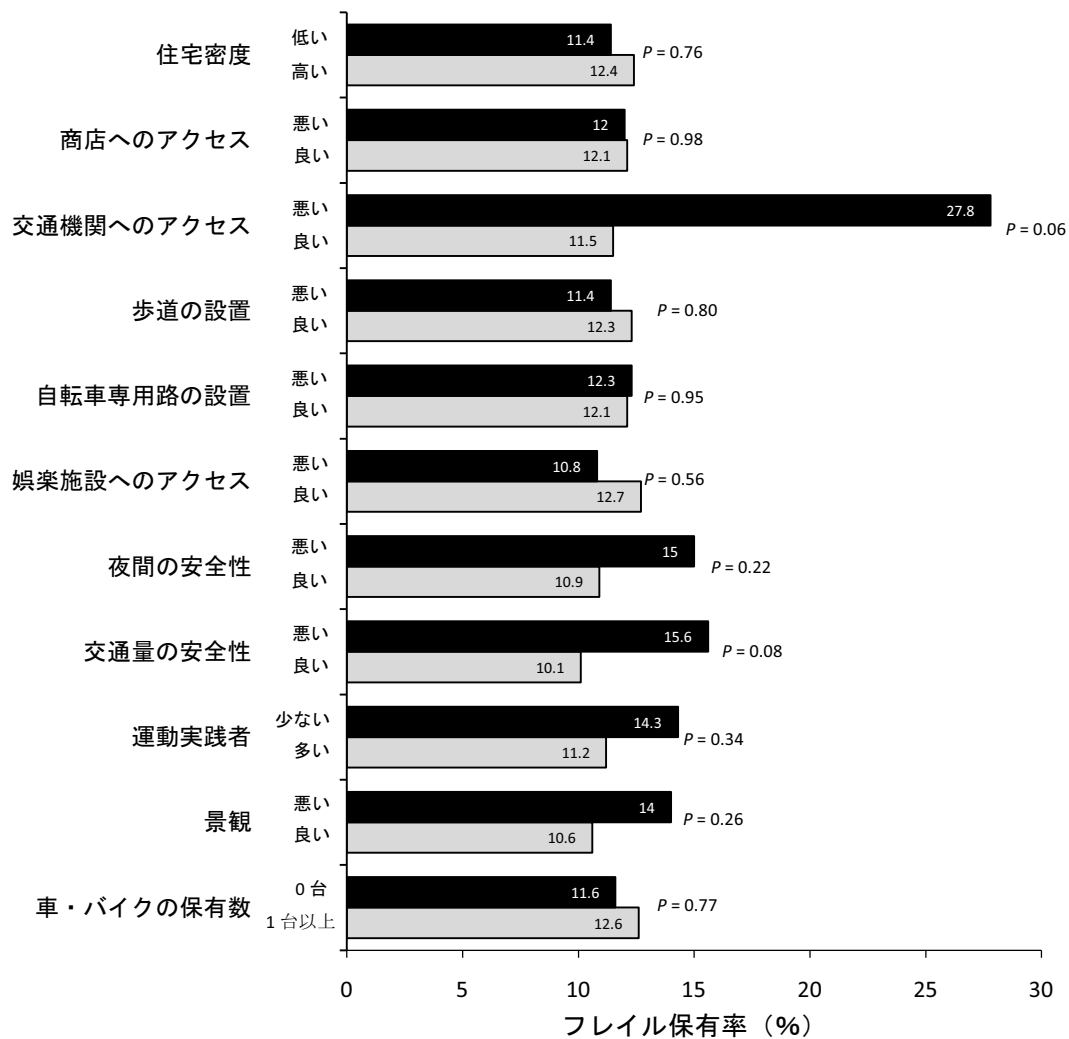


図2 近隣環境とフレイルの保有率－単変量解析－ (n=490)

(4) 近隣環境とフレイルとの関連－多変量解析－ (表3)

年齢，老研式活動能力指標，Geriatric Depression Scale，心疾患・骨粗しょう症・腰痛・膝痛・主観的健康感の低下・転倒の有無を調整変数とした多変量ロジスティック回帰分析を用いて近隣環境とフレイルとの関連性について検討した結果，両者に有意な関連性はみられなかった。



表3 近隣環境とフレイルの関連－多変量解析－ (n=476)

近隣環境要因	分類	Unadjusted ORs [95%CI]	Adjusted ORs [95%CI]*
住宅密度	高い	1.00 (reference)	1.00 (reference)
	低い	0.92 [0.52-1.61]	1.36 [0.71-2.58]
商店へのアクセス	良い	1.00 (reference)	1.00 (reference)
	悪い	0.99 [0.40-2.43]	0.63 [0.23-1.76]
交通機関へのアクセス	良い	1.00 (reference)	1.00 (reference)
	悪い	2.95 [1.01-8.59]	1.83 [0.54-6.18]
歩道の設置	良い	1.00 (reference)	1.00 (reference)
	悪い	0.92 [0.47-1.80]	0.81 [0.37-1.75]
自転車専用路の設置	良い	1.00 (reference)	1.00 (reference)
	悪い	1.02 [0.58-1.78]	0.67 [0.35-1.29]
娯楽施設へのアクセス	良い	1.00 (reference)	1.00 (reference)
	悪い	0.83 [0.46-1.55]	0.50 [0.24-1.02]
夜間の安全性	良い	1.00 (reference)	1.00 (reference)
	悪い	1.44 [0.81-2.55]	0.58 [0.29-1.18]
交通量の安全性	良い	1.00 (reference)	1.00 (reference)
	悪い	1.65 [0.95-2.86]	0.94 [0.49-1.79]
運動実践者	多い	1.00 (reference)	1.00 (reference)
	少ない	1.32 [0.76-2.35]	0.98 [0.50-1.91]
景観	良い	1.00 (reference)	1.00 (reference)
	悪い	1.37 [0.79-2.38]	0.92 [0.49-1.74]
車・バイクの保有数	1台以上	1.00 (reference)	1.00 (reference)
	0台	0.92 [0.51-1.66]	0.72 [0.37-1.41]

OR: odds ratio, CI: confidence interval. \*: 年齢, 老研式活動能力指標, Geriatric Depression Scale, 心疾患・骨粗しょう症・腰痛・膝痛・主観的健康感の低下・転倒の有無によって調整。

## 4. 考 察

本研究は、都市部在住後期高齢女性のフレイルと近隣環境との関連性を検討した。多変量解析の結果、フレイルと有意な関連性がある近隣環境因子はみられなかった。これらの結果から、身体活動に関連する近隣環境はフレイルと関連するとは言えない可能性が示された。

Tsunoda et al. は、茨城県笠間市に在住する高齢者 421名の近隣環境と身体活動との関連性を検討した結果、「娯楽施設へのアクセスが良いこと」や「交通の安全性が高いこと」は長い身体活動時間と関連していたと報告している<sup>8)</sup>。本研究でも、「自転車専用路の設置状況が良いこと」や「運動実践者を見かける機会が多いこと」、「景観が良いこと」は、長い歩行時間と関連していた(図1)。茨城県笠間市の人口密度は東京都板橋区と比較して極めて低い(笠間市: 315.3人/km<sup>2</sup>, 板橋区: 16,656.0人/km<sup>2</sup>)<sup>16, 17)</sup>。電車やバスなど公共交通機関の利便性が板橋区と比較して低いと考えられる笠間市では、商店や娯楽施設、公共機関等へ移動する手段として車を利用する頻度は高いと推察される。そのため、笠間市の高齢者では、車の交通量など、交通の安全性が身体活動時間と関連していた可能性がある。一方で、板橋区

の人口密度は全国の人口密度（341人/km<sup>2</sup>）<sup>18)</sup>と比較しても極めて高いため、他人の生活活動を目にする機会は必然的に多い。そのため、自身の身体活動が近隣の運動実践者の影響をうける可能性は高い。また、道幅の狭い道路が密集しているため、車よりも自転車を移動手段として利用する人口も多いと考えられる。その影響からか、自転車事故の関与率は全国と比較して高い（全国：19.1%，東京都：33.3%）<sup>19)</sup>。このデータに基づけば、自転車専用路の設置状況が良いと一日あたりの歩行時間が長いという結果は納得できる。このように、身体活動量の多寡に関わる環境因子は地域によって異なることが明らかとなった。都市部後期高齢女性の身体活動を促進させるには、自転車専用路の充足化や地域ぐるみで運動実践者を増加させること、景観を整えることが有効である可能性が示された。

近隣環境は歩行時間と関連していたものの、フレイルとは有意な関連性がみられなかった。多変量解析の結果、フレイルと有意に関連していた独立変数は、年齢、主観的健康感、そして Geriatric Depression Scale であった。後期高齢女性では近隣環境などの社会的な要素よりも精神的な要素がフレイルとより密接に関連している可能性がある。フレイル予防を目的とした環境づくりにおいては、身体活動を取り組みやすいように整備するだけでなく、主観的な健康感の低下を防ぐために病院へのアクセスビリティを改善したり、信頼できる人物に容易に相談できるサポート体制を設置するなど、精神的な要素を支援できる視点を含めた環境整備が重要かもしれない。

本研究にはいくつかの限界を有する。1点目は、横断研究であることからフレイルと近隣環境の因果関係について言及することができない点である。そのため、結果の一般化については現状把握に留まる。2点目は、未調整の交絡因子が残されていることである。例えば、収入や学歴は、フレイルおよび近隣環境と関連すると考えられる。3点目は、対象者は無作為に抽出されているものの、健康的な高齢女性が対象者に多く含まれている。そのため選択バイアスの影響を受けている可能性があり、虚弱化が一層進んだ集団（disability）については本研究結果を一般化できない。

以上のような方法論上の限界を有しているものの、後期高齢女性のフレイルと近隣環境の関連性について初めて報告できた意義は大きい。

## 結 論

都市部在住後期高齢女性において、近隣の良好な身体活動環境は長い歩行時間と有意に関連していたものの、フレイルとは有意な関連性がみられなかった。フレイルを効果的に予防するには、身体活動を取り組みやすいという観点だけでなく、主観的な健康感の低下や抑うつなど精神的な要素を支援できる視点を含めた環境整備が必要である可能性が示された。

## 【参考文献】

- 1) 荒井秀典. フレイルの意義. 日本老年医学雑誌 51: 497-501, 2014.
- 2) Shimada H, Makizako H, Doi T, Yoshida D, Tsutsumimoto K, Anan Y, Uemura K, Ito T, Lee S, Park H, Suzuki T. Combined prevalence of frailty and mild cognitive impairment in a population of elderly Japanese people. *J Am Med Dir Assoc.* 14 (7): 518-24, 2013.
- 3) 厚生労働省. 都市部の強みを生かした地域包括ケアシステムの構築. 都市部の高齢化対策に関する検討会報告書. 2013. <http://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12301000-Roukenkyoku-Soumuka/0000024323.pdf>
- 4) 大須賀洋祐, 藪下典子, 金美芝, 清野諭, 松尾知明, 大久保善郎, 根本みゆき, 鄭松伊, 大藏倫博, 田中喜代次. 身体的虚弱が疑われる低体力と運動量の関係: 地域在住高齢女性を対象とした横断研究. *体育学研究.* 57(1): 9-19, 2012.
- 5) Osuka Y, Yabushita N, Kim M, Seino S, Nemoto M, Jung S, Okubo Y, Figueroa R, Tanaka K. Association between habitual light-intensity physical activity and lower extremity performance: A cross-sectional study of community-dwelling older Japanese adults. *Geriatrics & Gerontology International* 15(3), 268-275, 2015.
- 6) 大須賀洋祐, 鄭松伊, 金泰浩, 大久保善郎, 金ウンビ, 田中喜代次. 高齢夫婦向けの運動教室が運動アドヒアランスと体力に及ぼす効果. *体力科学* 64(4): 407-418, 2015.
- 7) Hanibuchi T, Kawachi I, Nakaya T, Hirai H, Kondo K. Neighborhood built environment and physical activity of Japanese older adults: results from the Aichi Gerontological Evaluation Study (AGES). *BMC Public Health.* 11: 657. 2011.
- 8) Tsunoda K, Tsuji T, Kitano N, Mitsuishi Y, Yoon JY, Yoon J, Okura T. Associations of physical activity with neighborhood environments and transportation modes in older Japanese adults. *Prev Med.* 55(2): 113-8. 2012.
- 9) Van Holle V, Van Cauwenberg J, Gheysen F, Van Dyck D, Deforche B, Van de Weghe N, De Bourdeaudhuij I. The Association between Belgian Older Adults' Physical Functioning and Physical Activity: What Is the Moderating Role of the Physical Environment? *PLoS One.* 11(2): e0148398, 2016.
- 10) Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, Seeman T, Tracy R, Kop WJ, Burke G, McBurnie MA. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 56(3): 146-56, 2001.
- 11) 佐竹昭介. フレイルの進行に関わる要因に関する研究. 長寿医療研究開発費 平成27年度 統括研究報告. 2015. <http://www.ncgg.go.jp/ncgg-kenkyu/documents/27/25xx-11.pdf>
- 12) 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.* 48(4): 321-5, 2009.
- 13) 村瀬訓生, 勝村俊仁, 上田千穂子, 井上茂, 下光輝一. 身体活動量の国際標準化—IPAQ日本語版の信頼性, 妥当性の評価—。厚生指標. 49(11): 1-9, 2002.
- 14) 古谷野巨, 柴田博, 中里克治, 芳賀博, 須山靖男. 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—. 日本公衆衛生雑誌. 34: 109-114, 1987.
- 15) 矢富直美. 日本における老人用うつスケール (GDS) 短縮版の因子構造と項目特性の検討. *老年社会科学.* 16(1), 29-36, 1994.
- 16) いばらき統計情報ネットワーク (統計課). 市町村のデータ (笠間市). 2017. <http://www.pref.ibaraki.jp/kikaku/tokei/fukyu/tokei/sugata/local/kasama.html>
- 17) 平成27年版板橋区の統計. 1. 土地・人口. 16. 国勢調査による東京都地域別世帯数, 人口および人口密度. [http://www.city.itabashi.tokyo.jp/c\\_kurashi/075/attached/attach\\_75879\\_2.pdf](http://www.city.itabashi.tokyo.jp/c_kurashi/075/attached/attach_75879_2.pdf)
- 18) 総務省統計局. 平成27年国勢調査. 人口速報集計結果. 全国・都道府県・市町村別人口及び世帯数結果の概要. 2016. <http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2015/kekka/pdf/gaiyou.pdf>
- 19) 警視庁. 都内自転車交通事故発生状況. 自転車事故の推移. 2017. [http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/about\\_mpd/jokyo\\_tokei/tokei\\_jokyo/bicycle.files/001\\_29.pdf](http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/about_mpd/jokyo_tokei/tokei_jokyo/bicycle.files/001_29.pdf)