原　著

大阪府摂津市および阪南市における働く世代からのフレイル該当割合ならびにその関連要因

吉田　司*　渡邉　大輝*　中潟　崇*　山田　陽介*,2*
黒谷　佳代3*　澤田奈緒美4*　田中　健司5*　岡林　恵6*
島田　秀和6*　瀧本　秀美*　西　信雄*　宮地　元彦*
阿部　圭一*

目的　本研究は，大阪府北部の摂津市および南部の阪南市における40歳以上の中高齢者のフレイル該当割合と2市で共通してフレイルと関連する要因を明らかにすることを目的とした。

方法　2018年度に摂津市，2019年度に阪南市において無記名式郵送調査を行った。対象者は，小学校区ごとの40歳以上の性・年齢階級別の人口構成に応じて各小学校区から1,000人ずつ無作為に抽出した（摂津市10小学校区，阪南市 8 小学校区）。分析対象者は摂津市が5,134人，阪南市が3,939人であった。フレイル評価は，基本チェックリスト（KCL）および簡易フレイル指標（SFI）を用いた。フレイルを目的変数とし，年齢，性，BMI，家族構成，主観的健康感，経済状況，主観的体力，睡眠，喫煙，飲酒，食事回数，用語「フレイル」認知度を説明変数として多変量ロジスティック回帰分析を適用した。すべての分析は，摂津市と阪南市に分けて行った。

結果　対象者の平均年齢と標準偏差は，摂津市が62.7±12.5歳および阪南市が63.4±12.2歳であった。KCL によるフレイル該当割合は，摂津市と阪南市でそれぞれ40歳代が18.7％と17.9％，50歳代が18.2％と14.6％，60歳代が17.0％と15.7％，70歳代が25.4％と20.8％，80歳以上が39.7％と36.1％であった。SFI によるフレイル該当割合は，摂津市と阪南市でそれぞれ40歳代が16.2％と13.5％，50歳代が15.0％と11.9％，60歳代が12.5％と10.0％，70歳代が14.6％と12.3％，80歳以上が24.7％と22.3％であった。摂津市および阪南市で共通し，かつ KCL と SFI で共通してフレイルと関連した要因は，高年齢，主観的健康感の低さ，経済状況の不良，主観的体力の低さ，睡眠が不十分，およびフレイル認知度の低さであった。

結論　大阪府の 2 市における調査により，40歳代や50歳代であっても一定数のフレイル該当者がいることが明らかになり，より早期の働く世代からのフレイル予防の取り組みが必要であることが示唆された。また，フレイルと関連する 6 つの要因が抽出されたが，因果関係や公衆衛生的意義について縦断研究や介入研究による検討が求められる。

Key words：層化抽出法，基本チェックリスト（KCL），簡易フレイル指標（SFI），40歳以上，中高齢者，フレイル認知度

日本公衆衛生雑誌　2021; 68(8): 525–537.　doi:10.11236/jph.20–111

* 国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所国立健康・栄養研究所
2* 京都先端科学大学アクティブヘルス支援機構
3* 昭和女子大学生活科学部
4* 摂津市保健福祉部（現・摂津市次世代育成部）
5* 阪南市健康部
6* 大阪府健康医療部
責任著者連絡先：〒162–8636 新宿区戸山 1–23–1
国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所　国立健康・栄養研究所　吉田　司

I　緒　　言

我が国では高齢化が急速に進行し，2025年には高齢化率は30％に達する[1)]。高齢者は疾患の合併のみならず，加齢に伴う諸臓器の機能低下により，健康上の不安が大きい。こうした不安を取り除き，住み慣れた地域で自立した生活ができる期間の延伸や

©2021 Japanese Society of Public Health

QOLの維持向上を図るためには，高齢者の特性を踏まえた健康支援・相談を行うことが必要である。その一環として，厚生労働省は，2020年度から後期高齢者医療制度における健康診査にフレイルの概念を取り入れている[2]。

フレイルは英語のfrailtyを語源としており，日本老年医学会は「加齢に伴う予備力低下のため，ストレスに対する回復力が低下した状態」と定義している[3]。フレイルの研究は，Rockwoodら[4]が提唱した，疾病罹患や心身の衰えの蓄積をフレイルとする障害蓄積モデルと，Friedら[5]が提唱した，顕在化しやすい身体状況の低下からフレイルを定義する表現型モデルをベースに進められてきた。2つのモデルは評価している内容が異なり，むしろ補完的であるとみなされている[6]。我が国のフレイル評価は，各市町村が介護予防・日常生活支援総合事業で用いている基本チェックリスト（KCL）[7]，Friedらが開発した握力と歩行速度の実測および3つの質問からなる評価指標（CHS基準）[5]とその日本版（J-CHS基準）[8]，CHS基準やKCLを元にした簡易フレイル指標（SFI）[9]等が利用されている。

フレイルの該当割合は，用いる評価指標や調査対象地域の特性，対象集団特性によって異なる。たとえば，京都府亀岡市で65歳以上の自立高齢者12,054人を対象とした調査では，KCLによるフレイル該当割合が男性で30.8％，女性で33.3％，修正版SFIによるフレイル該当割合が男性で9.9％，女性で10.0％であった[10]。Chenら[11]は，福岡県在住1,565人の高齢者の9.5％（CHS基準），Shimadaら[12]は愛知県在住高齢者8,864人の7.2％（J-CHS基準），Satakeら[8]は7つの研究の合計16,251人の高齢者のうち11.2％（J-CHS基準），Yamadaら[9]は高齢者5,852人の12.5％（SFI）がフレイルであることを報告している。上記の国内の研究は，すべて高齢者を対象とした研究であるが，近年，欧米諸国で高齢者のみならず幅広い年代のフレイル該当割合について報告されるようになってきた。米国の国民健康栄養調査（NHANES）に参加した20歳以上の成人9,169人を対象とした横断研究では，46項目の問診からなる障害蓄積モデルによるFrailty Indexを算出（46項目中の該当個数が多いほどフレイルの度合いが高い）し，年齢が高いほどFrailty Indexが高かったことを示している[13]。この研究では，若年者（20～44歳）も，中年者（45～64歳）も高齢者と同様にFrailty Indexが総死亡率と関連していた。また，英国バイオバンクの37歳～73歳を対象とした前向き観察研究において，CHS基準に準じたフレイル評価によって，フレイルが交絡因子の調整後の男性と女性のすべての年齢層の死亡率と有意に関連していた[14]。これらの最近の知見は，フレイルという概念が高齢者だけにとどまらず，より若い世代でも重要で健康寿命を脅かす要因であることを示唆している。

我が国におけるフレイル研究の課題は，欧米では国レベルの大規模調査により検討されはじめている65歳未満の働く世代におけるフレイルの該当割合や，その関連要因に関する知見が不足している点である。このような状況では，国あるいは各自治体における効果的なフレイル予防や改善のための公衆衛生対策を検討・立案することが困難である。そこで本研究では，40歳以上の働く世代を含めた幅広い年齢層におけるフレイルの該当割合を年齢階級別に明らかにするとともに，その関連要因を探索的に検討することを目的とした。探索的に検討するにあたり得られた結果の再現性を高めるために，無作為抽出調査を地域性の異なる大阪府北部の摂津市と南部の阪南市において実施し，65歳以上で妥当性が検証された2種のフレイル評価ツールを用いて検討した。

Ⅱ　研究方法

本研究は「大阪府健康格差の解決プログラム促進事業（フレイル）業務」の一部として実施し，地域在住の40歳以上の男女を対象にフレイルの実態を把握するため無記名式郵送調査を実施した。調査の実施主体は，大阪府摂津市および大阪府阪南市と，大阪府，国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所である。

1.　地域

摂津市は大阪府北部の三島地域に位置する自治体（人口85,007人（うち，40歳以上48,061人），面積14.87 km^2，人口密度5,716.7人/ km^2）[15]で，阪南市は大阪府南部の泉南地域に位置する自治体（人口54,276人（うち，40歳以上33,968人），面積36.17 km^2，人口密度1,500.6人/km^2）[15]である。

2.　調査方法および対象者

摂津市における調査は2018年度に，阪南市における調査は2019年度に実施した。小学校区ごとに，居住する40歳以上の性・年齢階級別人口構成比を1,000人に割り付け，各市の担当者が比率に応じた人数で無作為に対象者を抽出した（摂津市：10小学校区×1,000人；阪南市：8小学校区×1,000人）。小学校区ごとに異なる色味の調査票（摂津市：A4サイズで全4ページ；阪南市：A4サイズで全5ページ）および封筒を用い，返送された調査票の色味によって居住小学校区を区別した。調査票の表紙には，封筒の宛名本人について回答すること，記入が困難な場合は家族などが宛名本人の回答を記入でき

ること，を記載した。摂津市郵送調査の調査期間は2019年2月22日～2019年3月5日で，2019年3月7日までに返送された調査票は4,502票であったが，その後返送された1,307票も分析に含めた（合計5,809票；回収割合58.1％；小学校区別は53.5％～62.9％）。阪南市郵送調査の調査期間は2020年1月20日～2020年2月7日で，2020年2月13日到着分まで回収を受け付けた（合計4,801票；回収割合60.0％；小学校区別は56.2％～68.1％）。いずれの調査も，調査期間終了1週間前にリマインド葉書を発送した。年齢・性別に欠損がある人，KCL[7]またはSFI[9]によるフレイル評価で判定不能であった人（後述）を分析から除外した。また，フレイルは介護が必要な段階の前段階と考えられ[16]，要支援・要介護認定者はフレイル該当者に含むべきではないと判断し，自己申告による要支援・要介護認定者を分析から除外した。摂津市郵送調査は5,134人，阪南市郵送調査は3,939人を分析対象者とした。図1に本研究解析対象者のフローを示す。

3.　調査内容

摂津市郵送調査および阪南市郵送調査における共通項目は基本属性，KCL，SFI，フレイル等の用語の認知度，食物摂取頻度調査，指輪っかテスト，対象者の基本情報に関する質問である。本研究は下記の項目を分析に用いた。

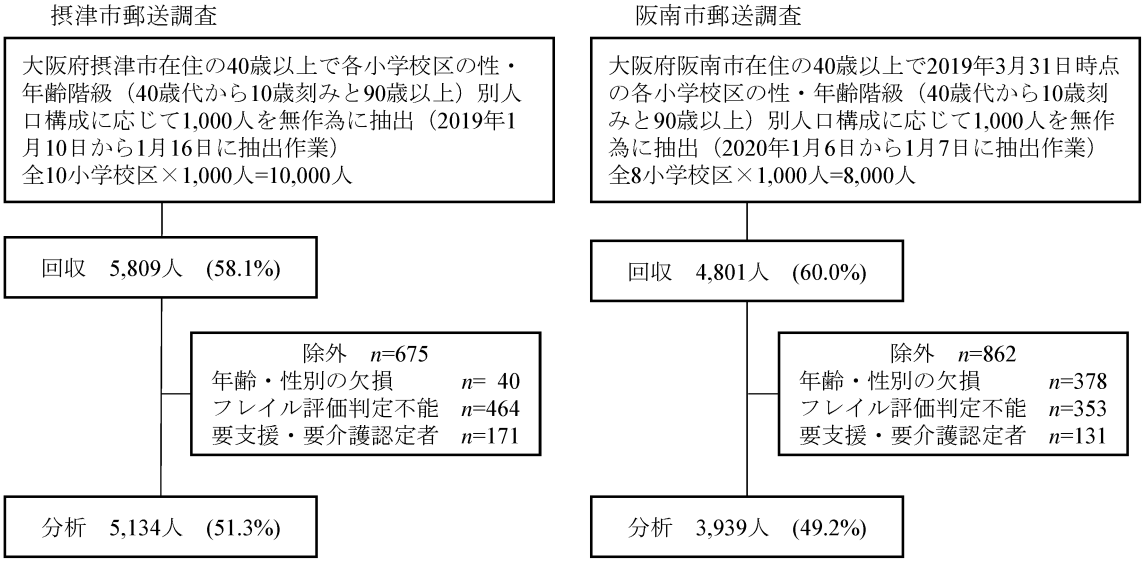
基本属性は，年齢，性別，一人暮らしか否か（はい，いいえ）を用いた。

KCL[7]は自己申告の身長および体重から算出したBMI（kg/m^2）を含む25項目による調査を実施した。KCLは生活機能の低下のおそれがある高齢者を早期に把握するために開発された質問票で，妥当性が検証され[17]，良好なフレイル評価ツールであることが報告されている[18]。SFI[9]は「6か月間で2～3 kg以上の体重減少がありましたか（はい，いいえ）」「（ここ2週間）わけもなく疲れたような感じがする」の2項目はKCLと同様で，「以前と比べて歩行速度が遅くなったと感じますか（はい，いいえ）」「ウォーキング等の運動を週1回以上していますか（はい，いいえ）」「5分前のことが思い出せますか（はい，いいえ）」の計5項目の質問を用いた。

用語の認知度は，健康長寿の延伸や生活習慣に関する用語について調査し，「次の用語を知っているか答えてください（知人に聞いたり，インターネットなどで調べたりせずにお答えください）」という質問文に対し，「良く知っている，少し知っている，聞いたことがある，知らない」の4択で認知度を調査した。「フレイル」の認知度を分析に用いた。

対象者の基本情報は，主観的健康感「普段，ご自分で健康だと思いますか（とても健康，まあまあ健康，あまり健康でない，健康でない）」，経済状況「現在の暮らしの状況を経済的にみてどう感じていますか（苦しい，やや苦しい，ややゆとりがある，ゆとりがある）」，主観的体力「現在の体力に自信がありますか（非常に自信がある，まあまあ自信がある，少し不安である，大いに不安である）」，睡眠「ここ1か月，あなたは睡眠で休養が十分とれていますか（十分とれている，まあまあとれている，あまりとれていない，まったくとれていない）」，喫煙「タバコは吸っていますか（ほぼ毎日吸う，時々吸う，吸っていたがやめた，もともと吸っていない）」，飲酒「お酒は飲みますか（ほぼ毎日飲む，時々飲む，ほとんど飲まない，もともと飲まない）」，食

図1　分析対象者のフロー



事回数「1日の食事回数は何回ですか（間食を除く）（数字を記入）」を分析に用いた。

4. フレイルの定義

本研究はKCLおよびSFIの2種類の妥当性が確認されたフレイル評価法を用いた。KCLは25項目中7項目以上該当した場合をフレイルと定義した[10,19]。欠損値があった場合，1）7項目以上該当している場合はフレイル，2）該当個数が7項目未満かつ欠損の個数を合算しても7項目に満たない場合は非フレイル，3）それ以外は判定不能とした。SFIは5項目中3項目以上該当した場合をフレイルと定義した[9,10]。欠損値があった場合，1）3項目以上該当している場合はフレイル，2）該当個数が3項目未満かつ欠損の個数を合算しても3項目に満たない場合は非フレイル，3）それ以外は判定不能とした。KCLまたはSFIの判定不能者は解析から除外した。

5. 統計解析

すべての分析は，摂津市と阪南市に分けて行った。対象者の特性は，年齢，性，BMI，家族構成，主観的健康感，経済状況，主観的体力，睡眠，喫煙，飲酒，食事回数，フレイル評価（KCL，SFI），フレイル認知度について人数と割合を記述した。年齢は40歳代，50歳代，60歳代，70歳代，80歳以上の5階級に分類した。BMIは18.5未満，18.5以上25.0未満，25.0以上の3階級に分類した。喫煙は「ほぼ毎日吸う」「時々吸う」を喫煙者，「吸っていたがやめた」を前喫煙者，「もともと吸っていない」を喫煙歴なしに分類した。飲酒は「ほぼ毎日飲む」「時々飲む」を飲酒あり，「ほとんど飲まない」「もともと飲まない」を飲酒なしとした。食事回数は3回以上，2回，1回の3階級に分類した。

次に，KCLとSFIによるフレイル評価の一致割合を確認した。KCL，SFIのいずれも高齢者に対するフレイル評価の妥当性が確認されているため，65歳未満と65歳以上で層化し一致割合およびkappa係数を算出した。また，KCL 25項目に欠損がないデータセットを用いて，SFIによるフレイル評価に対するKCL該当個数の受信者動作特性（ROC）曲線の曲線下面積（AUC）を計算した。

さらに，フレイルと評価された人の特性を検討するため，年齢，性，BMI，家族構成，主観的健康感，経済状況，主観的体力，睡眠，喫煙，飲酒，食事回数，フレイル認知度のそれぞれのフレイル該当割合についてカイ二乗検定を行った。

最後に，フレイル判定に対する各項目の関連を検討するために，KCLまたはSFIによるフレイル判定を目的変数に，年齢，性，BMI，家族構成，主観的健康感，経済状況，主観的体力，睡眠，喫煙，飲酒，食事回数，フレイル認知度を説明変数にした二項ロジスティック回帰分析によってオッズを算出した。対象者の特性による分類に加えて，主観的健康感は「とても健康」「まあまあ健康」を良好，「あまり健康でない」「健康でない」を不良と分類，経済状況は「ゆとりがある」「ややゆとりがある」を良好，「やや苦しい」「苦しい」を不良と分類，主観的体力は「非常に自信がある」「まあまあ自信がある」を自信あり，「少し不安である」「大いに不安である」を自信なしに分類，睡眠は「十分とれている」「まあまあとれている」を良好，「あまりとれていない」「まったくとれていない」を不良と分類，食事回数は3回以上，1～2回の2階級に再分類，フレイル認知度は「良く知っている」「まあまあ知っている」「聞いたことがある」を認知あり，「知らない」を認知なしに分類した。オッズを算出するにあたる基準（および基準以外のカテゴリ）は，年齢は40歳代（50歳代，60歳代，70歳代，80歳以上），性は女性（男性），BMIは18.5以上25.0未満（18.5未満，25.0以上，および欠損），家族構成は同居（独居，および欠損），主観的健康感，経済状況および睡眠は良好（不良，および欠損），主観的体力は自信あり（自信なし，および欠損），喫煙は喫煙歴なし（前喫煙，喫煙，および欠損），飲酒は飲酒なし（飲酒あり，および欠損），食事回数は3回以上（1～2回，および欠損），フレイル認知度は認知あり（認知なし，および欠損）として解析モデルに投入した。また，欠損メカニズムは観測値に依存したランダムな欠損（missing at random）と仮定し，多重代入法[20]で補完したデータを用いて感度分析を実施した。フレイルの関連要因は，摂津市と阪南市で共通し，かつKCLとSFIの両フレイル評価でも共通する要因を，共通要因と定義した。

分析にはSPSS Statistics 22.0（IBM社）およびR software 3.4.3（R Development Core Team）を用い，有意水準は両側5%とした。

6. 倫理的配慮

摂津市郵送調査計画時に，国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所の国立健康・栄養研究所研究倫理審査委員会に申請（健栄89，2018年12月3日申請）し，1）自治体事業で摂津市の担当者以外が住民情報を扱わず，2）無記名式郵送調査で対応表が存在しないため，審査不要と判断された。阪南市郵送調査は摂津市郵送調査と同様の手順で調査を行った。調査票発送時に，調査目的，対象者の選定，調査票の返送をもって調査への参加の同意とすること，居住小学校区ごとに調査票の色味が異なる

こと等が記載された書面を同封し，調査票の返送をもって研究参加への同意を得たとみなした。

Ⅲ　研究結果

1.　対象者の特性

摂津市と阪南市の対象者特性を表1に示す。参加者の平均年齢±標準偏差は，摂津市が62.7±12.5歳および阪南市が63.4±12.2歳，女性の割合は摂津市が52.7％および阪南市が51.3％であった。KCLおよびSFIによるフレイル該当割合は，それぞれ摂津市が21.6％および15.2％，阪南市が18.9％および12.6％であった。

2.　2つのフレイル評価ツールの一致割合

KCLおよびSFIによるフレイル該当者の一致割合を算出した（表2）。65歳未満でKCLとSFIのフレイル評価が一致した割合は，摂津市84.6％および阪南市85.5％で，kappa係数は中程度であった（摂津市が0.441，阪南市が0.413）。また，SFIによるフレイル該当者に対するKCL得点のAUCは高い予測値を示した（摂津市が0.842，阪南市が0.849）。これらの関係は65歳以上でも同様であった（表2）。

3.　フレイル該当率の有無による対象者特性

KCLおよびSFIによるフレイル者と非フレイル者の対象者特性を表3，表4に示す。摂津市および阪南市で共通してKCLによるフレイル評価と関連があった項目は，高齢者，男性，BMIによる痩せおよび肥満者，独居，主観的健康感が低い者，経済状況が低い者，主観的体力が低い者，睡眠がとれていない者，喫煙者，飲酒歴がない者，食事回数が少ない者，フレイル認知度が低い者が多かった。SFIによるフレイル評価と関連があった項目は，高齢者，BMIによる肥満者，主観的健康感が低い者，主観的経済状況が低い者，主観的体力が低い者，睡眠がとれていない者，飲酒歴がない者，食事回数が少ない者，フレイル認知度が低い者が多かった。

4.　多変量解析によるフレイル該当割合に関連する因子

KCLおよびSFIによるフレイル者とその関連要因を検討した（表5）。KCLによるフレイル判定で，摂津市および阪南市の両方で正の関連が示唆された変数は，70歳代および80歳以上，男性，独居，主観的健康感の不良，経済状況の不良，主観的体力の自信なし，睡眠の不良，喫煙者，フレイル認知度が認知なしであった。また，SFIによるフレイル判定で，摂津市および阪南市の両方で正の関連が示唆された変数は，80歳以上，BMI 25以上，主観的健康感の不良，経済状況の不良，主観的体力の自信なし，睡眠の不良，フレイル認知度が認知なしであっ

表1　摂津市および阪南市の対象者の特性[a]

	全　体 (n=9,073)	摂津市 (n=5,134)	阪南市 (n=3,939)
年齢			
40歳代	1,782(19.6)	1,091(21.3)	691(17.5)
50歳代	1,714(18.9)	942(18.3)	772(19.6)
60歳代	2,353(25.9)	1,292(25.2)	1,061(26.9)
70歳代	2,539(28.0)	1,429(27.8)	1,110(28.2)
80歳以上	685(7.5)	380(7.4)	305(7.7)
性別			
女性	4,727(52.1)	2,705(52.7)	2,022(51.3)
男性	4,346(47.9)	2,429(47.3)	1,917(48.7)
BMI			
＜18.5 kg/m^2	561(6.2)	328(6.4)	233(5.9)
18.5≦BMI＜25 kg/m^2	5,964(65.7)	3,304(64.4)	2,660(67.5)
≧25.0 kg/m^2	2,290(25.2)	1,354(26.4)	936(23.8)
欠損	258(2.8)	148(2.9)	110(2.8)
家族構成			
同居	7,827(86.3)	4,349(84.7)	3,478(88.3)
独居	1,109(12.2)	654(12.7)	455(11.6)
欠損	137(1.5)	131(2.6)	6(0.2)
主観的健康感			
とても健康	979(10.8)	489(9.5)	490(12.4)
まあまあ健康	6,487(71.5)	3,641(70.9)	2,846(72.3)
あまり健康でない	1,292(14.2)	804(15.7)	488(12.4)
健康でない	296(3.3)	188(3.7)	108(2.7)
欠損	19(0.2)	12(0.2)	7(0.2)
経済状況			
ゆとりがある	763(8.4)	401(7.8)	362(9.2)
ややゆとりがある	4,254(46.9)	2,308(45.0)	1,946(49.4)
やや苦しい	3,261(35.9)	1,936(37.7)	1,325(33.6)
苦しい	701(7.7)	437(8.5)	264(6.7)
欠損	94(1.0)	52(1.0)	42(1.1)
主観的体力			
非常に自信がある	338(3.7)	172(3.4)	166(4.2)
まあまあ自信がある	4,596(50.7)	2,505(48.8)	2,091(53.1)
少し不安である	3,534(39.0)	2,082(40.6)	1,452(36.9)
大いに不安である	584(6.4)	364(7.1)	220(5.6)
欠損	21(0.2)	11(0.2)	10(0.3)
睡眠			
十分とれている	1,447(15.9)	781(15.2)	666(16.9)
まあまあとれている	5,323(58.7)	2,961(57.7)	2,362(60.0)
あまりとれていない	2,130(23.5)	1,290(25.1)	840(21.3)
まったくとれていない	155(1.7)	94(1.8)	61(1.5)
欠損	18(0.2)	8(0.2)	10(0.3)
喫煙[b]			
喫煙歴なし	4,711(51.9)	2,532(49.3)	2,179(55.3)
前喫煙者	2,784(30.7)	1,591(31.0)	1,193(30.3)
喫煙者	1,567(17.3)	1,007(19.6)	560(14.2)
欠損	11(0.1)	4(0.1)	7(0.2)
飲酒[c]			
飲酒なし	4,763(52.5)	2,649(51.6)	2,114(53.7)
飲酒あり	4,273(47.1)	2,457(47.9)	1,816(46.1)
欠損	37(0.4)	28(0.5)	9(0.2)
食事回数			
3回以上	7,708(85.0)	4,368(85.1)	3,340(84.8)
2回	1,071(11.8)	665(13.0)	406(10.3)
1回	86(0.9)	61(1.2)	25(0.6)
欠損	208(2.3)	40(0.8)	168(4.3)
フレイル評価（KCL）			
非フレイル	7,220(79.6)	4,026(78.4)	3,194(81.1)
フレイル	1,853(20.4)	1,108(21.6)	745(18.9)
フレイル評価（SFI）			
非フレイル	7,796(85.9)	4,353(84.8)	3,443(87.4)
フレイル	1,277(14.1)	781(15.2)	496(12.6)
フレイル認知度			
良く知っている	361(4.0)	131(2.6)	230(5.8)
まあまあ知っている	724(8.0)	236(4.6)	488(12.4)
聞いたことがある	1,409(15.5)	761(14.8)	648(16.5)
知らない	6,532(72.0)	3,979(77.5)	2,553(64.8)
欠損	47(0.5)	27(0.5)	20(0.5)

a　値は人数（％）で示した。
b　喫煙は「ほぼ毎日吸う」「時々吸う」を喫煙者，「吸っていたがやめた」を前喫煙者，「もともと吸っていない」を「喫煙歴なし」とした。
c　飲酒は「ほぼ毎日飲む」「時々飲む」を飲酒あり，「ほとんど飲まない」「もともと飲まない」を飲酒なしとした。

表2　摂津市および阪南市の年齢層別の2つのフレイル評価ツールの一致割合[a]

KCL	摂津市			阪南市		
	SFI			SFI		
	非フレイル	フレイル	合計	非フレイル	フレイル	合計
65歳未満						
非フレイル	1,947(75.8)	157(6.1)	2,104(81.9)	1,497(78.4)	100(5.2)	1,597(83.6)
フレイル	240(9.3)	226(8.8)	466(18.1)	177(9.3)	136(7.1)	313(16.4)
合計	2,187(85.1)	383(14.9)	2,570(100.0)	1,674(87.6)	236(12.4)	1,910(100.0)
kappa係数	0.441(0.396–0.486)			0.413(0.356–0.470)		
ROC AUC	0.842(0.820–0.864)[b]			0.849(0.823–0.876)[c]		
65歳以上						
非フレイル	1,800(70.7)	113(4.4)	1,913(75.1)	1,512(74.9)	81(4.0)	1,593(78.9)
フレイル	352(13.8)	281(11.0)	633(24.9)	251(12.4)	174(8.6)	425(21.1)
合計	2,152(84.5)	394(15.5)	2,546(100.0)	1,763(87.4)	255(12.6)	2,018(100.0)
kappa係数	0.441(0.400–0.482)			0.425(0.374–0.476)		
ROC AUC	0.854(0.834–0.875)[d]			0.856(0.831–0.880)[e]		

[a] 値は，人数（%），kappa係数（95%信頼区間），ROC AUC（95%信頼区間）で示した。
[b,c,d,e] KCL 25項目に欠損がないデータセットを用いた，SFIによるフレイル評価に対するKCL該当個数の受信者動作特性（ROC）曲線の曲線化面積（AUC）
[b] KCL欠損による除外（$n=129$）
[c] KCL欠損による除外（$n=106$）
[d] KCL欠損による除外（$n=285$）
[e] KCL欠損による除外（$n=173$）

た。欠損値を補完したデータを用いた場合は，KCLによるフレイル判定で阪南市の独居の関連が有意でなくなった（95%信頼区間0.999–1.706）が，その他は同様の結果であった。

Ⅳ　考　　察

本研究は，大阪府の摂津市および阪南市における40歳以上の地域在住中高齢者を対象にフレイル該当割合を調査し，フレイルと関連する要因について調査項目から網羅的に分析した。高齢者において妥当性が検証されているKCLとSFIの関連は65歳未満と65歳以上は同様の傾向であった。KCLとSFIを用いて定義したフレイル評価により，65歳未満であっても一定の割合でフレイル該当者が存在することを示した。またフレイル該当者が関連する要因で，摂津市と阪南市で共通し，かつKCLとSFIの両フレイル評価でも共通する要因は，年齢，主観的健康感，経済状況，主観的体力，睡眠，およびフレイル認知度であった。我々が知る限り，日本人において40歳以上の働く世代を含めたフレイル該当割合を明らかにし，幅広い年代の対象者に対してフレイルと健康および社会因子の関連を検討した最初の研究である。

65歳未満も含まれたフレイル研究は，海外で大規模に実施されている。英国ではCHS基準に準じたフレイル評価でバイオバンクデータベースにおける37～73歳の493,737人を年齢階級別に評価している[14]。米国NHANESデータベースにおいては，20歳以上の成人9,169人の年齢階級別の平均的なFrailty Indexを評価している[13]。また，年齢階級別データは公表されていないが，アジア地域においても50歳以上の台湾人1,839人を修正版CHS基準で評価した研究が報告されている[21]。先行研究と本研究では評価手法が異なるため直接比較することはできないが，諸外国と同様に幅広い年代のフレイル該当割合の分布を示した本研究は，基礎的なデータとして価値が高いと考える。Taniguchiら[22]は縦断データを用いて，日本人高齢者の予後を「自立状態を高く維持する」「遅れて低下する」「早期に低下する」「65歳時点ですでに低下している」と4タイプに分類できることを示しており，中年者でもフレイル該当者が一定割合存在することを示した本研究の結果と矛盾しない。年齢が高いとフレイルの該当割合は高いことから，加齢がフレイルの主要な要因であることは明らかであるが，“frailty/frail”は“fitness/fit”の対義語として定義されているものであり[23,24]，加齢はフレイルの必須要素ではない。フレイルは高齢期のみではなく，他の健康問題と同様に年齢で区切

表 3　基本チェックリストによるフレイル評価ごとの対象者特性[a]

	摂津市			*P* 値	阪南市			*P* 値
	非フレイル *n*＝4,026	フレイル *n*＝1,108	合計		非フレイル *n*＝3,194	フレイル *n*＝745	合計	
年齢				＜0.001				＜0.001
40歳代	887(81.3)	204(18.7)	1,091		567(82.1)	124(17.9)	691	
50歳代	771(81.8)	171(18.2)	942		659(85.4)	113(14.6)	772	
60歳代	1,073(83.0)	219(17.0)	1,292		894(84.3)	167(15.7)	1,061	
70歳代	1,066(74.6)	363(25.4)	1,429		879(79.2)	231(20.8)	1,110	
80歳以上	229(60.3)	151(39.7)	380		195(63.9)	110(36.1)	305	
性別				＜0.001				＜0.001
女性	2,194(81.1)	511(18.9)	2,705		1,699(84.0)	323(16.0)	2,022	
男性	1,832(75.4)	597(24.6)	2,429		1,495(78.0)	422(22.0)	1,917	
BMI[b]				＜0.001				＜0.001
＜18.5 kg/m^2	218(66.5)	110(33.5)	328		180(77.3)	53(22.7)	233	
18.5–24.9 kg/m^2	2,683(81.2)	621(18.8)	3,304		2,220(83.5)	440(16.5)	2,660	
≥25.0 kg/m^2	1,031(76.1)	323(23.9)	1,354		718(76.7)	218(23.3)	936	
家族構成[b]				＜0.001				＜0.001
同居	3,469(79.8)	880(20.2)	4,349		2,854(82.1)	624(17.9)	3,478	
独居	472(72.2)	182(27.8)	654		337(74.1)	118(25.9)	455	
主観的健康感[b]				＜0.001				＜0.001
とても健康	463(94.7)	26(5.3)	489		465(94.9)	25(5.1)	490	
まあまあ健康	3,086(84.8)	555(15.2)	3,641		2,449(86.1)	397(13.9)	2,846	
あまり健康でない	416(51.7)	388(48.3)	804		247(50.6)	241(49.4)	488	
健康でない	50(26.6)	138(73.4)	188		28(25.9)	80(74.1)	108	
経済状況[b]				＜0.001				＜0.001
ゆとりがある	352(87.8)	49(12.2)	401		346(95.6)	16(4.4)	362	
ややゆとりがある	1,958(84.8)	350(15.2)	2,308		1,679(86.3)	267(13.7)	1,946	
やや苦しい	1,458(75.3)	478(24.7)	1,936		996(75.2)	329(24.8)	1,325	
苦しい	222(50.8)	215(49.2)	437		141(53.4)	123(46.6)	264	
主観的体力[b]				＜0.001				＜0.001
非常に自信がある	167(97.1)	5(2.9)	172		157(94.6)	9(5.4)	166	
まあまあ自信がある	2,310(92.2)	195(7.8)	2,505		1,943(92.9)	148(7.1)	2,091	
少し不安である	1,420(68.2)	662(31.8)	2,082		1,024(70.5)	428(29.5)	1,452	
大いに不安である	118(32.4)	246(67.6)	364		60(27.3)	160(72.7)	220	
睡眠[b]				＜0.001				＜0.001
十分とれている	677(86.7)	104(13.3)	781		595(89.3)	71(10.7)	666	
まあまあとれている	2,444(82.5)	517(17.5)	2,961		2,008(85.0)	354(15.0)	2,362	
あまりとれていない	863(66.9)	427(33.1)	1290		566(67.4)	274(32.6)	840	
まったくとれていない	35(37.2)	59(62.8)	94		16(26.2)	45(73.8)	61	
喫煙[b,c]				＜0.001				＜0.001
喫煙歴なし	2,068(81.7)	464(18.3)	2,532		1,820(83.5)	359(16.5)	2,179	
前喫煙者	1,214(76.3)	377(23.7)	1,591		952(79.8)	241(20.2)	1,193	
喫煙者	744(73.9)	263(26.1)	1,007		417(74.5)	143(25.5)	560	
飲酒[b,d]				＜0.001				0.013
飲酒なし	2,028(76.6)	621(23.4)	2,649		1,684(79.7)	430(20.3)	2,114	
飲酒あり	1,983(80.7)	474(19.3)	2,457		1,503(82.8)	313(17.2)	1,816	
食事回数[b]				＜0.001				＜0.001
3 回以上	3,477(79.6)	891(20.4)	4,368		2,763(82.7)	577(17.3)	3,340	
2 回	487(73.2)	178(26.8)	665		300(73.9)	106(26.1)	406	
1 回	39(63.9)	22(36.1)	61		11(44.0)	14(56.0)	25	
フレイル認知度[b]				＜0.001				＜0.001
良く知っている	120(91.6)	11(8.4)	131		213(92.6)	17(7.4)	230	
まあまあ知っている	212(89.8)	24(10.2)	236		427(87.5)	61(12.5)	488	
聞いたことがある	655(86.1)	106(13.9)	761		565(87.2)	83(12.8)	648	
知らない	3,021(75.9)	958(24.1)	3,979		1,973(77.3)	580(22.7)	2,553	

[a] 人数（%）で示し，欠損値を除いてカイ二乗検定による群間比較を行った。
[b] 欠損値を有する参加者の人数は下記の通りである：
BMI（摂津市148人および阪南市110人）；家族構成（摂津市131人および阪南市 6 人）；主観的健康感（摂津市12人および阪南市 7 人）；経済状況（摂津市52人および阪南市42人）；主観的体力（摂津市11人および阪南市10人）；睡眠（摂津市 8 人および阪南市10人）；喫煙（摂津市 4 人および阪南市 7 人）；飲酒（摂津市28人および阪南市 9 人）；食事回数（摂津市40人および阪南市168人）；フレイル認知度（摂津市27人および阪南市20人）；
[c] 喫煙は「ほぼ毎日吸う」「時々吸う」を喫煙者，「吸っていたがやめた」を前喫煙者，「もともと吸っていない」を「喫煙歴なしとした。
[d] 飲酒は「ほぼ毎日飲む」「時々飲む」を飲酒あり，「ほとんど飲まない」「もともと飲まない」を飲酒なしとした。

表4　簡易フレイル指標によるフレイル評価ごとの対象者特性[a]

	摂津市			*P*値	阪南市			*P*値
	非フレイル *n*＝4,353	フレイル *n*＝781	合計		非フレイル *n*＝3,443	フレイル *n*＝496	合計	
年齢				＜0.001				＜0.001
40歳代	914(83.8)	177(16.2)	1,091		598(86.5)	93(13.5)	691	
50歳代	801(85.0)	141(15.0)	942		680(88.1)	92(11.9)	772	
60歳代	1,131(87.5)	161(12.5)	1,292		955(90.0)	106(10.0)	1,061	
70歳代	1,221(85.4)	208(14.6)	1,429		973(87.7)	137(12.3)	1,110	
80歳以上	286(75.3)	94(24.7)	380		237(77.7)	68(22.3)	305	
性別				0.111				0.198
女性	2,314(85.5)	391(14.5)	2,705		1,754(86.7)	268(13.3)	2,022	
男性	2,039(83.9)	390(16.1)	2,429		1,689(88.1)	228(11.9)	1,917	
BMI[b]				＜0.001				＜0.001
＜18.5 kg/m^2	276(84.1)	52(15.9)	328		207(88.8)	26(11.2)	233	
18.5–24.9 kg/m^2	2,888(87.4)	416(12.6)	3,304		2,381(89.5)	279(10.5)	2,660	
≥25.0 kg/m^2	1,080(79.8)	274(20.2)	1,354		762(81.4)	174(18.6)	936	
家族構成[b]				＜0.001				0.466
同居	3,727(85.7)	622(14.3)	4,349		3,046(87.6)	432(12.4)	3,478	
独居	526(80.4)	128(19.6)	654		393(86.4)	62(13.6)	455	
主観的健康感[b]				＜0.001				＜0.001
とても健康	478(97.8)	11(2.2)	489		475(96.9)	15(3.1)	490	
まあまあ健康	3,265(89.7)	376(10.3)	3,641		2,578(90.6)	268(9.4)	2,846	
あまり健康でない	518(64.4)	286(35.6)	804		326(66.8)	162(33.2)	488	
健康でない	80(42.6)	108(57.4)	188		59(54.6)	49(45.4)	108	
経済状況[b]				＜0.001				＜0.001
ゆとりがある	366(91.3)	35(8.7)	401		345(95.3)	17(4.7)	362	
ややゆとりがある	2,058(89.2)	250(10.8)	2,308		1,758(90.3)	188(9.7)	1,946	
やや苦しい	1,596(82.4)	340(17.6)	1,936		1,122(84.7)	203(15.3)	1,325	
苦しい	289(66.1)	148(33.9)	437		182(68.9)	82(31.1)	264	
主観的体力[b]				＜0.001				＜0.001
非常に自信がある	171(99.4)	1(0.6)	172		165(99.4)	1(0.6)	166	
まあまあ自信がある	2,373(94.7)	132(5.3)	2,505		2,009(96.1)	82(3.9)	2,091	
少し不安である	1,630(78.3)	452(21.7)	2,082		1,139(78.4)	313(21.6)	1,452	
大いに不安である	169(46.4)	195(53.6)	364		120(54.5)	100(45.5)	220	
睡眠[b]				＜0.001				＜0.001
十分とれている	724(92.7)	57(7.3)	781		629(94.4)	37(5.6)	666	
まあまあとれている	2,631(88.9)	330(11.1)	2,961		2,139(90.6)	223(9.4)	2,362	
あまりとれていない	950(73.6)	340(26.4)	1,290		632(75.2)	208(24.8)	840	
まったくとれていない	41(43.6)	53(56.4)	94		34(55.7)	27(44.3)	61	
喫煙[b,c]				0.001				0.125
喫煙歴なし	2,188(86.4)	344(13.6)	2,532		1,912(87.7)	267(12.3)	2,179	
前喫煙者	1,346(84.6)	245(15.4)	1,591		1,051(88.1)	142(11.9)	1,193	
喫煙者	819(81.3)	188(18.7)	1,007		475(84.8)	85(15.2)	560	
飲酒[b,d]				＜0.001				0.001
飲酒なし	2,195(82.9)	454(17.1)	2,649		1,812(85.7)	302(14.3)	2,114	
飲酒あり	2,137(87.0)	320(13.0)	2,457		1,623(89.4)	193(10.6)	1,816	
食事回数[b]				＜0.001				＜0.001
3回以上	3,756(86.0)	612(14.0)	4,368		2,951(88.4)	389(11.6)	3,340	
2回	525(78.9)	140(21.1)	665		337(83.0)	69(17.0)	406	
1回	40(65.6)	21(34.4)	61		17(68.0)	8(32.0)	25	
フレイル認知度[b]				＜0.001				＜0.001
良く知っている	118(90.1)	13(9.9)	131		216(93.9)	14(6.1)	230	
まあまあ知っている	219(92.8)	17(7.2)	236		449(92.0)	39(8.0)	488	
聞いたことがある	685(90.0)	76(10.0)	761		594(91.7)	54(8.3)	648	
知らない	3,310(83.2)	669(16.8)	3,979		2,167(84.9)	386(15.1)	2,553	

[a] 人数（%）で示し，欠損値を除いてカイ二乗検定による群間比較を行った。
[b] 欠損値を有する参加者の人数は下記の通りである：
BMI（摂津市148人および阪南市110人）；家族構成（摂津市131人および阪南市6人）；主観的健康感（摂津市12人および阪南市7人）；経済状況（摂津市52人および阪南市42人）；主観的体力（摂津市11人および阪南市10人）；睡眠（摂津市8人および阪南市10人）；喫煙（摂津市4人および阪南市7人）；飲酒（摂津市28人および阪南市9人）；食事回数（摂津市40人および阪南市168人）；フレイル認知度（摂津市27人および阪南市20人）；
[c] 喫煙は「ほぼ毎日吸う」「時々吸う」を喫煙者，「吸っていたがやめた」を前喫煙者，「もともと吸っていない」を「喫煙歴なしとした。
[d] 飲酒は「ほぼ毎日飲む」「時々飲む」を飲酒あり，「ほとんど飲まない」「もともと飲まない」を飲酒なしとした。

表 5　多変量ロジスティック回帰分析による検討

変数（基準）	カテゴリ	基本チェックリスト		簡易フレイル指標	
		摂津市（n＝5,134）オッズ比（95％信頼区間）	阪南市（n＝3,939）オッズ比（95％信頼区間）	摂津市（n＝5,134）オッズ比（95％信頼区間）	阪南市（n＝3,939）オッズ比（95％信頼区間）
年齢（40歳代）	50歳代	1.031（0.799–1.330）	0.862（0.625–1.189）	0.972（0.744–1.269）	0.945（0.672–1.329）
	60歳代	1.155（0.908–1.470）	1.251（0.928–1.686）	0.939（0.726–1.214）	0.959（0.689–1.334）
	70歳代	2.151（1.709–2.707）	1.925（1.434–2.584）	1.207（0.941–1.548）	1.348（0.973–1.866）
	80歳以上	4.753（3.470–6.512）	4.382（3.006–6.389）	2.512（1.794–3.517）	2.741（1.816–4.137）
性別（女性）	男性	1.309（1.092–1.569）	1.371（1.089–1.724）	1.021（0.839–1.243）	0.680（0.525–0.880）
BMI（18.5≦BMI＜25.0）[a]	＜18.5	2.158（1.606–2.900）	1.391（0.942–2.055）	1.042（0.736–1.476）	0.811（0.508–1.294）
	≧25.0	1.066（0.893–1.273）	1.292（1.042–1.600）	1.479（1.226–1.785）	1.778（1.411–2.241）
家族構成（非独居）[a]	独居	1.295（1.036–1.619）	1.329（1.015–1.738）	1.247（0.979–1.589）	0.840（0.610–1.158）
主観的健康感（良好）[a,b]	不良	3.113（2.602–3.723）	3.129（2.501–3.914）	2.818（2.331–3.406）	2.179（1.712–2.774）
経済状況（良好）[a,c]	不良	1.538（1.308–1.809）	1.808（1.488–2.196）	1.281（1.071–1.531）	1.294（1.038–1.613）
主観的体力（自信あり）[a,d]	自信なし	4.055（3.361–4.892）	3.795（3.048–4.725）	3.471（2.788–4.321）	4.871（3.713–6.391）
睡眠（良好）[a,e]	不良	1.777（1.499–2.106）	1.877（1.522–2.315）	2.113（1.765–2.529）	2.044（1.629–2.565）
喫煙（喫煙歴なし）[a,f]	前喫煙	1.040（0.852–1.270）	0.950（0.740–1.219）	0.955（0.768–1.189）	1.010（0.761–1.340）
	喫煙	1.489（1.188–1.866）	1.473（1.098–1.976）	1.385（1.084–1.769）	1.390（0.994–1.944）
飲酒（非飲酒）[a,g]	飲酒	0.923（0.782–1.089）	0.881（0.721–1.077）	0.857（0.715–1.027）	0.893（0.711–1.121）
食事回数（3 回以上）[a,h]	1–2 回	1.223（0.983–1.522）	1.407（1.062–1.865）	1.341（1.064–1.689）	1.292（0.946–1.766）
フレイル認知度（認知あり）[a,i]	認知なし	1.907（1.533–2.372）	1.878（1.514–2.331）	1.518（1.196–1.926）	1.701（1.329–2.177）

[a] 欠損値はカテゴリ変数として投入して分析した。欠損値を有する参加者の人数は下記の通りである：
BMI（摂津市148人，阪南市110人）；家族構成（摂津市131人，阪南市 6 人）；主観的健康感（摂津市12人，阪南市 7 人）；経済状況（摂津市52人，阪南市42人）；主観的体力（摂津市11人，阪南市10人）；睡眠（摂津市 8 人，阪南市10人）；喫煙（摂津市 4 人，阪南市 7 人）；喫煙（摂津市 4 人，阪南市 7 人）；飲酒（摂津市28人，阪南市 9 人）；食事回数（摂津市40人，阪南市168人）；フレイル認知度（摂津市27人，阪南市20人）；
[b] 主観的健康感は「とても健康」「まあまあ健康」を良好，「あまり健康でない」「健康でない」を不良とした。
[c] 経済状況は「ゆとりがある」「ややゆとりがある」を良好，「やや苦しい」「苦しい」を不良とした。
[d] 主観的体力は「非常に自信がある」「まあまあ自信がある」を自信あり，「少し不安である」「大いに不安である」を自信なしとした。
[e] 睡眠は「十分とれている」「まあまあとれている」を良好，「あまりとれていない」「まったくとれていない」を不良とした。
[f] 喫煙は「ほぼ毎日吸う」「時々吸う」を喫煙者，「吸っていたがやめた」を前喫煙者，「もともと吸っていない」を喫煙歴なしとした。
[g] 飲酒は「ほぼ毎日飲む」「時々飲む」を飲酒あり，「ほとんど飲まない」「もともと飲まない」を飲酒なしとした。
[h] 食事回数は 1 日につき「3 回以上」と「1～2 回」に分類し，「0 回」を欠損とした。
[i] フレイル認知度は「良く知っている」「まあま知っている」「聞いたことがある」を認知あり，「知らない」を認知なしとした。

ることなく早期から予防・改善に取り組む必要があるだろう。

年齢（80歳以上），主観的健康感，経済状況，主観的体力，睡眠，フレイルの認知度は，摂津市と阪南市で共通，かつ KCL と SFI で共通して抽出され，フレイルとの関連の再現性が確認できたと考えられる。健康日本21（第二次）[25]おいて健康寿命は「日常生活に制限のない」期間と「自分が健康であると自覚している」期間によって評価される。本研究においてフレイルと主観的健康感は独立して関連を示した。フレイルは介護の必要な状態の前段階[16]であるため，健康寿命の「日常生活に制限のない」状態と合致している。主観的健康感は，健康寿命の「自分が健康であると自覚している」状態そのものである。本研究においてフレイルと主観的健康感が関連したことは，健康寿命をキーワードとした関係性から妥当な結果である。経済状況は，本研究で未調査である教育歴とともに健康の社会的決定要因[26]で，低所得者はフレイル該当のオッズが高いことが報告されており[27]，本研究も同様の示唆が得られる結果であった。経済状況が不良の人は，健康サービスへのアクセスの制限などにより，得られる健康情報や健康行動の選択肢が限られフレイルに至った可能性がある。地域において経済状況が不良の人でもアクセス可能な健康情報の啓発，あるいは健康サービスの提供が重要であることを示唆する結果である。健康日本21（第二次）[25]では，栄養・食生活，身体活動・運動，休養，飲酒，喫煙，歯・口腔の健康に関する生活習慣と社会環境の改善を重視している。フレイルと関連が示された主観的体力，睡眠，あるいは KCL 評価において喫煙は，それぞれ身体活動・運動，休養，喫煙として健康日本21に示されており，既存の取り組みがフレイル予防につながる可能性がある。

SFIにおいてはBMI（≥25 kg/m^2）が関連していた。フレイルに関する議論では痩せに焦点が当てられることが多いが，英国加齢縦断研究（ELSA）[28]では，フレイルの進行と発症に関連のあるリスク因子の一つとして肥満を挙げている。また65歳以上の日本人を対象としたコホートである亀岡スタディの横断研究では，BMIとフレイル該当割合はU字曲線を示し，低BMIだけでなく高BMIでもフレイル該当割合と関連することを報告している[29]。本研究結果は，肥満もフレイルのリスクであることを支持する結果である。

フレイル認知度は2018年度に実施した摂津市が22.0％，2019年度の阪南市は34.7％であり，それぞれフレイルと関連を示した。我が国で最初にフレイル認知度を示した清野ら[26]は2018年に東京都大田区在住高齢者を対象に,「“フレイル”と言う言葉を知っていますか」に対し「1 どのような意味か知っている」「2 聞いたことはあるが，意味は知らない」「3 知らない」の選択肢で1と2を合算した割合で定義した「フレイル認知度」は20.6％で，フレイルの有無とフレイル認知度は負に関連していることを報告した。本研究における摂津市の調査と清野ら[26]の調査は同年度でフレイル認知度は同程度であり，妥当な結果である。また，フレイルの有無とフレイル認知度の関連も先行研究を支持する結果であった。加えて，年度の異なる摂津市と阪南市ではフレイル認知度は大きく異なるが，変わらずフレイルとの関連を示したことは，認知度を高めることがフレイル予防につながる可能性があるため意義深い。しかしながら，本研究ではメタボリックシンドローム（メタボ）の認知度も調査し，「よく知っている」「まあまあ知っている」「聞いたことがある」のいずれかに回答した割合は摂津市が97.2％，阪南市が97.8％で，「よく知っている」のみでも50％を超えていることと比較すると，フレイル認知度はまだ不十分である。先行研究では，BMIに対してフレイル該当オッズ比がU字曲線の関係を示し[29]，エネルギー摂取量の観点も同様にU字曲線[30]であり，適正体重の管理や適切なエネルギー摂取量がフレイルに対して有効である可能性が示されている。メタボ認知度は，啓発や特定健診の普及などの貢献によるものと考えられるが，痩身者にとってはメタボの情報のみでは逆効果となる可能性もあるため，フレイルの認知度をさらに高め，メタボとフレイルの両輪で健康づくりを推進することが有効であると考えられる。

本研究の強みは，単一コホートではなく地域性の異なる大阪府摂津市および阪南市の2市で探索的に調査したことと，2種の異なる背景を持つツールでフレイルを補完的に評価し，その関連要因を検証したことである[31]。2つの地域と2つの評価ツールにより，共通して抽出されたフレイル関連要因は再現性が高く，一般化の可能性が高い。

一方で，本研究ではいくつかの方法論的制限がある。第一に，我々がフレイルの評価に使用したKCL[7,17]およびSFI[9]の妥当性は65歳以上でのみ確認されているため，65歳未満のフレイルを正確に判定できていない可能性がある。本研究ではKCLとSFIの一致割合が65歳以上と65歳未満が同程度であったことを示し，間接的に65歳未満のKCLとSFIの妥当性を示したが，慎重な解釈が必要である。今後は，中年者および高齢者どちらにおいても妥当性が検証されたフレイル評価ツールを開発し，我々の結果を再検証する必要がある。第二に，本研究は横断研究である。我々の結果でフレイル該当割合と関連を示した因子は，フレイルの他にもいくつかの慢性疾患のリスク要因と関連している[32]。従って，これらの要因とフレイル該当割合との間に観察された関係の時間的および直接的な因果関係は推論できない。第三に，我々は対象とした地域住民を居住小学校区ごとに層化抽出法によって研究参加者を選定したが，郵送調査の回収率は摂津市58.1％，阪南市60.0％であった。従って，参加者は，一般集団よりも健康意識が高い人すなわち選択バイアスが含まれている可能性がある。さらに，探索的調査であるためサンプルサイズの決定に至らず，本研究で得られた結果が我が国の代表性を示しているか不明である。最後に，本研究は自記式調査であり，自己申告によって過小申告や思い出しバイアス等の系統誤差[33]を含む可能性がある。握力など客観的な評価を併用した方が実態をより正確に捉えられるかもしれない。また，多くの潜在的なフレイル関連因子を探索的に検証したが，教育歴や疾患の有無などの未測定の因子によるバイアス[29,30]を完全に除去することができなかった。加えて，就労の有無や就労形態などの情報が得られておらず，とくに働く世代について参加者の偏りの有無を確認できていない。これらの制限により，結果の一般化が妨げられる可能性がある。従って，我々の研究よりもよくデザインされた前向き観察研究や無作為化比較研究，あるいは多数に適応可能な客観的評価の開発により，我々が関連を示した要因によるフレイル該当リスクへの影響を検討する必要がある。

上記の限界があるものの，40歳から60歳代の働く世代からフレイル該当者が存在することが明らかになり，先行研究[26]と同様に本研究においてもフレイル該当とフレイル認知度の低さが関連することが確

認されたことから，地方自治体を含む健康づくりを担う事業者による，すべての世代に対するフレイルの認知度を高める啓発・教育活動の必要性が示唆された。先行研究では，特定健診において保健指導の対象者となるだけでも肥満の軽度な改善効果が認められており[34]，フレイルの啓発・教育活動と併用して，特定健診の場などを通したフレイルチェックの機会を市民に提供することがフレイル予防につながるものと期待される。また，フレイルと関連が見られた項目はメタボ対策や生活習慣病予防等の観点から，これまでも広く取り組まれており[25]，これまでの健康づくり対策の延長で対応可能である。厚生労働省は，75歳以上を対象とした後期高齢者健康診査に，フレイルの予防を目的とした質問項目を追加した[2]。主に肥満者をスクリーニングする特定健康診査と，主に痩せをスクリーニングするフレイル予防を一体化した枠組みでの実施が期待できる。さらなる詳細な研究によって，これらの事業を実施するためのエビデンスが求められる。

V　結　　語

大阪府摂津市および阪南市においてフレイル該当割合とその関連要因を調査した結果，高齢者だけでなく働く世代である中年者でも一定の割合でフレイル該当者がおり，年齢，主観的健康感，経済状況，主観的体力，睡眠，フレイルの認知度と関連することを示した。本研究結果は，フレイルの予防を目的とした公衆衛生プログラムを策定に向けて有用な手がかりとなると考えられる。

本研究は，「大阪府健康格差の解決プログラム促進事業（フレイル）業務」の一部として，摂津市および阪南市と大阪府，国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所の共同で実施した。摂津市，阪南市および大阪府の職員の皆様，ならびに本研究へ参加・協力いただきました住民の皆様に深謝いたします。本研究に関して開示すべきCOIはない。

（受付　2020.10. 4
採用　2021. 2.10
J-STAGE早期公開　2021. 5.14）

文　　献

1）内閣府．平成29年版高齢社会白書（全体版）（PDF版）．2017. https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2017/zenbun/pdf/1s1s_01.pdf（2020年9月30日アクセス可能）．
2）厚生労働省保険局高齢者医療課．高齢者の特性を踏まえた保健事業ガイドライン（第2版）．2019. https://www.mhlw.go.jp/content/12401000/000557577.pdf（2020年9月30日アクセス可能）．
3）要介護高齢者，フレイル高齢者，認知症高齢者に対する栄養療法，運動療法，薬物療法に関するガイドライン作成に向けた調査研究班（編集主幹：荒井秀典）．フレイル診療ガイド 2018年版．2018.
4）Rockwood K, Stadnyk K, MacKnight C, et al. A brief clinical instrument to classify frailty in elderly people. The Lancet 1999; 353: 205–206.
5）Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. The Journals of Gerontology Series A, Biological Sciences and Medical Sciences 2001; 56: M146–156.
6）Cesari M, Gambassi G, van Kan GA, et al. The frailty phenotype and the frailty index: different instruments for different purposes. Age and Ageing 2014; 43: 10–12.
7）厚生労働省老健局老人保健課．基本チェックリストの考え方について．2016. https://www.mhlw.go.jp/topics/2007/03/dl/tp0313-1a-11.pdf（2020年9月30日アクセス可能）．
8）Satake S, Shimada H, Yamada M, et al. Prevalence of frailty among community-dwellers and outpatients in Japan as defined by the Japanese version of the Cardiovascular Health Study criteria. Geriatrics & Gerontology International 2017; 17: 2629–2634.
9）Yamada M, Arai H. Predictive value of frailty scores for healthy life expectancy in community-dwelling older Japanese adults. Journal of the American Medical Directors Association 2015; 16: 1002 e1007–1011.
10）Yamada Y, Nanri H, Watanabe Y, et al. Prevalence of frailty assessed by Fried and kihon checklist indexes in a prospective cohort study: Design and demographics of the Kyoto-Kameoka Longitudinal Study. Journal of the American Medical Directors Association 2017; 18: 733 e737–733 e715.
11）Chen S, Honda T, Narazaki K, et al. Global cognitive performance and frailty in non-demented community-dwelling older adults: Findings from the Sasaguri Genkimon Study. Geriatrics & Gerontology International 2016; 16: 729–736.
12）Shimada H, Makizako H, Lee S, et al. Impact of cognitive frailty on daily activities in older persons. The Journal of Nnutrition, Health & Aging 2016; 20: 729–735.
13）Rockwood K, Blodgett JM, Theou O, et al. A frailty index based on deficit accumulation quantifies mortality risk in humans and in mice. Scientific Reports 2017; 7: 43068.
14）Hanlon P, Nicholl BI, Jani BD, et al. Frailty and pre-frailty in middle-aged and older adults and its association with multimorbidity and mortality: a prospective analysis of 493 737 UK Biobank participants. Lancet Public Health 2018; 3: e323–e332.
15）e-Stat．国勢調査/平成27年国勢調査/人口等基本集計（男女・年齢・配偶関係，世帯の構成，住居の状態など）全国結果．2016. https://www.e-stat.go.jp/stat-search/file-download?statInfId=

000031473210&fileKind＝1 （2020年9月30日アクセス可能）.
16） 日本老年医学会．フレイルに関する日本老年医学会からのステートメント．2014. https://www.jpn-geriat-soc.or.jp/info/topics/pdf/20140513_01_01.pdf（2020年12月20日アクセス可能）.
17） Satake S, Shimokata H, Senda K, et al. Validity of total kihon checklist score for predicting the incidence of 3-year dependency and mortality in a community-dwelling older population. Journal of the American Medical Directors Association 2017; 18: 552 e551–552 e556.
18） Ambagtsheer RC, Visvanathan R, Dent E, et al. Commonly used screening instruments to identify frailty among community-dwelling older people in a general practice (primary care) setting: a study of diagnostic test accuracy. The journals of gerontology Series A, Biological Sciences and Medical Sciences 2020; 75: 1134–1142.
19） Satake S, Senda K, Hong YJ, et al. Validity of the kihon checklist for assessing frailty status. Geriatrics & Gerontology International 2016; 16: 709–715.
20） van Buuren S, Groothuis-Oudshoorn K. MICE: Multivariate imputation by chained equations in R. Journal of Statistical Software 2011; 45: 1–67.
21） Liu LK, Lee WJ, Chen LY, et al. Association between frailty, osteoporosis, falls and hip fractures among community-dwelling people aged 50 years and older in Taiwan: Results from I-Lan Longitudinal Aging Study. PLoS One 2015; 10: e0136968.
22） Taniguchi Y, Kitamura A, Nofuji Y, et al. Association of trajectories of higher-level functional capacity with mortality and medical and long-term care costs among community-dwelling older Japanese. The Journals of Gerontology Series A, Biological Sciences and Medical Sciences 2019; 74: 211–218.
23） Romero-Ortuno R, O'Shea D. Fitness and frailty: opposite ends of a challenging continuum! Will the end of age discrimination make frailty assessments an imperative? Age and Ageing 2013; 42: 279–280.
24） Dent E, Lien C, Lim WS, et al. The Asia-Pacific clinical practice guidelines for the management of frailty. Journal of the American Medical Directors Association 2017; 18: 564–575.
25） 厚生労働省．健康日本21（第二次）国民の健康の増進の総合的な推進を図るための基本的な方針．2012. https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/dl/kenkounippon21_01.pdf（2020年9月30日アクセス可能）.
26） 清野 諭，北村明彦，遠峰結衣，他．大都市在住高齢者のフレイルの認知度とその関連要因．日本公衆衛生雑誌 2020; 67: 399–412.
27） Szanton SL, Seplaki CL, Thorpe RJ, Jr., et al. Socioeconomic status is associated with frailty: the Women's Health and Aging Studies. Journal of Epidemiology and Community Health 2010; 64: 63–67.
28） Niederstrasser NG, Rogers NT, Bandelow S. Determinants of frailty development and progression using a multidimensional frailty index: evidence from the English Longitudinal Study of Ageing. PLoS One 2019; 14: e0223799.
29） Watanabe D, Yoshida T, Watanabe Y, et al. A U-shaped relationship between the prevalence of frailty and body mass index in community-dwelling Japanese older adults: The Kyoto-Kameoka Study. Journal of Clinical Medicine 2020; 9: 1367.
30） Watanabe D, Yoshida T, Nanri H, et al. Association between the prevalence of frailty and doubly labeled water-calibrated energy intake among community-dwelling older adults. The Journals of Gerontology Series A, Biological Sciences and Medical Sciences 2020; glaa133.
31） Gilbert T, Neuburger J, Kraindler J, et al. Development and validation of a Hospital Frailty Risk Score focusing on older people in acute care settings using electronic hospital records: an observational study. The Lancet 2018; 391: 1775–1782.
32） Bouillon K, Kivimaki M, Hamer M, et al. Diabetes risk factors, diabetes risk algorithms, and the prediction of future frailty: the Whitehall II prospective cohort study. Journal of the American Medical Directors Association 2013; 14: e851–856.
33） Watanabe D, Nanri H, Sagayama H, et al. Estimation of energy intake by a food frequency questionnaire: Calibration and validation with the doubly labeled water method in Japanese older people. Nutrients 2019; 11: 1546.
34） Fukuma S, Iizuka T, Ikenoue T, et al. Association of the national health guidance intervention for obesity and cardiovascular risks with health outcomes among Japanese men. JAMA Internal Medicine 2020; e204334.

Prevalence of frailty and its related factors in community-dwelling middle-aged and elderly adults in Settsu and Hannan cities in Osaka prefecture

Tsukasa YOSHIDA*, Daiki WATANABE*, Takashi NAKAGATA*, Yosuke YAMADA*,2*, Kayo KUROTANI3*, Naomi SAWADA4*, Kenji TANAKA5*, Megumi OKABAYASHI6*, Hidekazu SHIMADA6*, Hidemi TAKIMOTO*, Nobuo NISHI*, Motohiko MIYACHI* and Keiichi ABE*

Key words：stratified sampling, Kihon Checklist (KCL), Simple Frailty Index (SFI), 40 years and older, middle-aged and elderly adults, awareness of "frailty"

Objectives The purpose of this study was to examine the prevalence of frailty and its associated factors in community-dwelling middle-aged and elderly adults in Settsu and Hannan cities, which are located in the north and south of Osaka prefecture, respectively.

Methods We conducted a mailed, self-administered, questionnaire survey of individuals aged 40 years and older in Settsu city in 2019 and Hannan city in 2020. There are 10 primary school districts in Settsu city and 8 districts in Hannan city, from each of which 1,000 people were selected according to the age and sex structures of the districts. We included 5,134 individuals from Settsu city and 3,939 individuals from Hannan city. We defined frailty using self-reported questionnaires, the Kihon Checklist (KCL), and Simple Frailty Index (SFI). Multivariate logistic regression analysis was performed for each city to examine the association of frailty with age, sex, body mass index (BMI), family structure, subjective health, economic status, subjective physical fitness, sleeping status, smoking history, alcohol use, meal frequency and awareness of the word "frailty."

Results The average age (standard deviation) of participants was 62.7 (12.5) years in Settsu city and 63.4 (12.2) years in Hannan city. The prevalence of frailty by KCL was 18.7% and 17.9% for participants in their 40s, 18.2% and 14.6% for those in their 50s, 17.0% and 15.7% for those in their 60s, 25.4% and 20.8% for those in their 70s, 39.7% and 36.1% for those 80 years and older from Settsu and Hannan cities, respectively. Using SFI, the prevalence of frailty was 16.2% and 13.5% for participants in their 40s, 15.0% and 11.9% for those in their 50s, 12.5% and 10.0% for those in their 60s, 14.6% and 12.3% for those in their 70s, and 24.7% and 22.3% for those aged 80 years and older in Settsu and Hannan cities, respectively. Significant common independent variables associated with frailty as defined using the KCL and SFI in Settsu and Hannan cities were age, subjective health, economic status, subjective physical fitness, sleeping status, and awareness of the word "frailty."

Conclusion This study found some participants to be frail as early as their 40s or 50s. Thus, efforts must be made to prevent frailty in working-age populations, including those aged 40 years and older. Six factors were associated with frailty. Longitudinal or interventional studies are required to examine their causal relationships and public health significance.

* National Institute of Health and Nutrition, National Institutes of Biomedical Innovation, Health and Nutrition
2* Institute of Active Health, Kyoto University of Advanced Science
3* Faculty of Life and Environmental Sciences, Showa Women's University
4* Department of Health and Welfare (Current, Next Generation Development Department), Settsu city local Government
5* Health Department, Hannan city local Government
6* Department of Public Health and Medical Affairs, Osaka Prefectural Government