

厚生労働科学研究費補助金（女性の健康の包括的支援政策研究事業）
分担研究報告書

地域在住中高齢者における社会的孤立、幸福感及び生きがいが身体的フレイルに及ぼす影響

研究分担者 久野譜也

筑波大学 体育系・教授

/スマートウエルネスシティ政策開発研究センター・センター長

研究要旨：

本研究は、地域在住中高齢者の身体的フレイルリスクに対する社会的孤立、幸福感及び生きがいの影響を明らかにすることを目的とした。

中高齢者（n=1953）において、社会的孤立の程度が高いほどフレイル発生率が高いことが明らかとなった。さらに、社会的孤立の程度が高い群において、幸福感や生きがいがフレイルの発生リスクを抑える要因になる可能性が示された。

A. 研究目的

近年、社会的孤立、幸福感及び身体的フレイルの関係性が注目されている^{1,2)}。そこで、本研究では、身体的フレイルのリスクに対する社会的孤立、幸福感及び生きがいの影響を明らかにすることを目的とした。

B. 研究方法

①対象者

健幸都市見附スタディ³⁾の住民調査データにて本研究の評価項目をすべて調査できた中高齢者（平均年齢69.8歳、男性51%）のデータ1953件を分析対象とした。

②評価項目

- ・基本属性
年齢、性別
- ・社会的孤立
仕事の有無、独居の有無、婚姻の有無、家族・家族以外・電話等の会話頻度、社会活動への参加、共食の有無、外出頻度の減少、地域貢献意欲、及び地域
- ・身体的フレイル
5つの項目（体重減少、疲労感、筋力低下、歩行速度の低下、身体活動量の減少）のうち3項目以上に該当した者をフレイルと判定した⁴⁾。
- ・幸福感
幸福感尺度（10件法：0点「とても不幸」～10点「とても幸せ」）
- ・生きがい
生きがい尺度（5件法：十分感じている～どちらともいえない～全く感じていない）

③社会的孤立のクラスタリング

潜在クラス数を変えてPLSA (probabilistic latent semantic analysis) によるクラスタリングを繰り返し、AICが最小となるモデルを選択したところ、社会的孤立は4つのクラスタに分かれた。

④幸福感または生きがいの程度別にみた加齢に伴うフレイル発生率の相違

4つのクラスタの中で社会的孤立が最も高いクラスタを抽出し、このクラスタにおける加齢に伴うフレイル発生率を幸福感（低・中・高の3クラス）または生きがい（低・中・高の3クラス）別に比較した。この分析には Kaplan-Meier法を用いた。

（倫理面への配慮）
総括研究報告書に準ずる。

C. 研究結果

①社会的孤立クラスタ別のフレイル発生率

4つの社会的孤立クラスタにおけるフレイル発生率は、それぞれクラスタ1（最も低い）=11.0%、クラスタ2（低い）=13.7%、クラスタ3（高い）=20.9%、クラスタ4（最も高い）=30.7%であり、社会的孤立が最も高いクラスタ4において、フレイル発生率が最も高かった（ $p < 0.05$ ）。

②幸福感または生きがいの程度別にみた加齢に伴うフレイル発生率の相違

図1に幸福感の程度別にみた加齢に伴うフレイル発生率の相違を示した。幸福感が高い群は、低い群に比べ、フレイル発生率が27.3%低いことが示された。

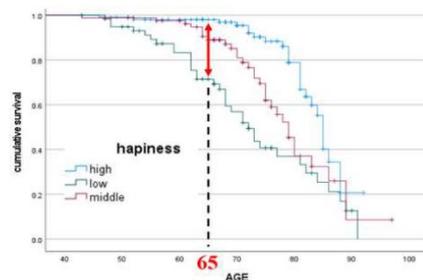


図1. 幸福感の程度別にみた加齢に伴うフレイル発生率の相違

イル発生率の相違

図2に生きがいの程度別にみた加齢に伴うフレイル発生率の相違を示した。生きがいが高い群は、低い群に比べ、フレイル発生率が23.5%低いことが示された。

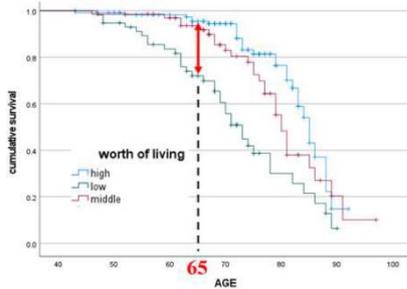


図2. 生きがいの程度別にみた加齢に伴うフレイル発生率の相違

D. 考察

・社会的孤立とフレイルの関係

社会的孤立の変数群によるPLSAクラスタリングの結果、4つのクラスタに類型化されることが示され、社会的孤立が最も高いクラスタ4は、他のクラスタに比べてフレイルの発生率が最も高いことが明らかとなった。

本研究の結果は、Daviesら (2021) の先行研究と同様であった。彼らは、イギリスの中高齢者を対象として、13年間の追跡調査を行ったところ、社会的孤立が高いほどフレイル発生リスクが高いことを示唆した。

・社会的孤立度の高い中高齢者における幸福感や生きがいがフレイル発生リスクに与える影響

本研究の結果は、社会的孤立度の高い中高齢者であっても、幸福感や生きがいの高低によってフレイル発生リスクが異なる可能性を示唆した。つまり、社会的孤立の状態にあっても幸福感や生きがいが高ければ、フレイル発生率を24~28%低く抑えることができる可能性が示された。

社会的孤立は、本人の意思と関係なく起こりうる。例えば、伴侶や友人との死別や離別は、特に高齢期においては社会的孤立を加速させやすい。ゆえに、突然に孤立状態となった時でも幸福感や生きがいをもって生活をできるような環境を整えることは健幸都市づくりにおいて重要な視点となるといえる。

E. 結論

中高齢者における社会的孤立はフレイルリスクを高める可能性が示された。また、社会的孤立の状態にあっても幸福感や生きがいをもつ者はフレイルリスクが低いことが示唆された。

F. 健康危険情報

該当なし

G. 研究発表

1. 論文発表

該当なし

2. 学会発表

- 1) Yuki Sugawara, Eiichi Sakurai, Yoichi Motomura, Saki Shinobu, Yukihiko Okada, Akiko Tsukao, Shinya Kuno. Are all people with high social isolation at high risk of physical frailty?: relationship with subjective wellbeing. International Conference on Frailty and Sarcopenia Research. Toulouse, France, 2023

H. 知的財産権の出願・登録状況

該当なし

参考文献・資料

- 1) Davies et al. (2021) The longitudinal relationship between loneliness, social isolation, and frailty in older adults in England: a prospective analysis. *The Lancet Healthy Longevity*, 2(2), 70-77.
- 2) Steptoe et al. (2015) Subjective wellbeing, health, and ageing. *The Lancet*, 385(9968), 640-648.
- 3) Fried et al. (2001) Frailty in Older Adults: Evidence for a Phenotype. *The Journals of Gerontology*, 56(3), 146-157.

厚生労働科学研究費補助金（女性の健康の包括的支援政策研究事業）
分担研究報告書

中高齢者の身体的フレイルに対する自治体主催運動プログラムの効果検証

研究分担者 久野譜也

筑波大学 体育系・教授

/スマートウエルネスシティ政策開発研究センター・センター長

研究要旨

本研究は、傾向スコアマッチングの手法を用いて対照群を設定した上で、自治体が主催する運動プログラムが、地域在住中高齢者の身体的フレイルの改善・予防に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

プログラムに参加した319人（介入群）と傾向スコアマッチングで設定した対照群319人の身体的フレイル判定の変化を比較したところ、対照群と比較して介入群で身体的フレイルの改善がより大きいことが示された。

A. 研究目的

高齢者を対象とした運動介入による身体的フレイルの予防・改善効果は、システマティックレビュー等にて一定の効果があることが報告されている¹⁾。しかしながら、自治体主催の運動プログラムは、対照群の設定ができないことから、介入の前後比較で効果を検証することが多く、その効果検証には限界あることが課題であった。そこで、本研究では、傾向スコアマッチングの手法を用いて対照群を設定した上で、自治体が主催する運動プログラムが、地域在住中高齢者の身体的フレイルの改善・予防に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

B. 研究方法

①対象者

健幸都市見附スタディ²⁾の住民調査データにて本研究の評価項目をすべて調査できた中高齢者2444人から、自治体主催運動プログラムの参加群（n=319、平均年齢67.1歳）と傾向スコアマッチング³⁾により抽出した対照群（n=319、67.2歳）を選定し、これらを分析対象者とした。なお、マッチングに用いた項目は、年齢、性別、服薬（高血糖、高血圧、脂質異常）、BMI、喫煙、飲酒、転倒経験、及びフレイル判定要素の計14項目であった

②評価項目

・基本属性及び生活習慣
年齢、性別、服薬（高血糖、高血圧、脂質異常）、BMI、喫煙、飲酒及び転倒経験
・身体的フレイル
5つの項目（体重減少、疲労感、筋力低下、歩行速度の低下、身体活動量減少）のうち1～2項目に該当した者をプレフレイル、3項目以上に該当した者をフレイル、それら以外をロバストと判定した⁴⁾。また、項目数をスコア化（0点～5点）し、フレイルスコアとした。

③効果検証方法

・フレイル判定の変化
2011年と2019年におけるフレイル判定（ロバスト、プレフレイル、フレイル）の変化を介入群と対照群で比較した。
・フレイルスコアの変化
2011年と2019年におけるフレイルスコアの平均値の変化を介入群と対照群で比較した。

（倫理面への配慮）

住民に対するアンケート調査は、対象者に対して文書により、自由意思によるインフォームド・コンセントを受けることとした。自治体が主体となって取得した情報は、自治体の個人情報保護に関する基本方針に則り、各種ガイドラインや条例を遵守した上で安全管理のために、自治体担当者が匿名化処理したものを使用した。なお、筑波大学体育系研究倫理委員会の承認を得た（課題番号 第体021-99号）

C. 研究結果

①フレイル判定の変化

図1にフレイル判定の変化を示した。判定が改善したのは、介入群（n=319）で170人（53.3%）、対照群（n=319）で138人（43.3%）となり、対照群に比べて介入群で1.23倍改善者がいた（ $p<0.05$ ）。

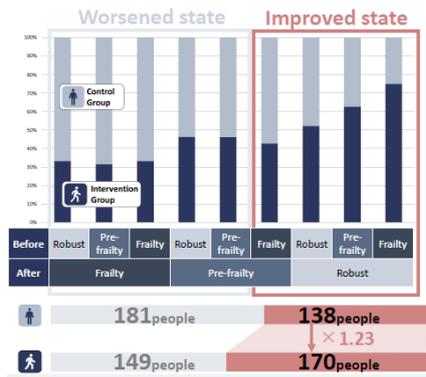


図1. フレイル判定の変化

②フレイルスコアの変化

フレイルスコアの変化を図2に示した。

対照群は平均スコア0.768点から0.887点に悪化したのに対し、介入群は0.771点から0.674点に改善した ($p < 0.01$)。

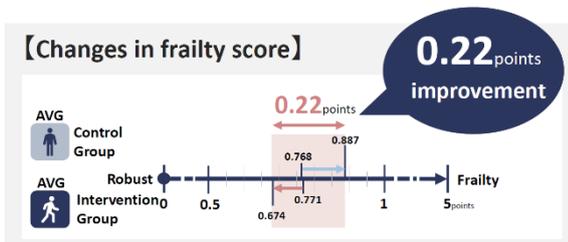


図2. フレイルスコアの変化

D. 考察

近年では、自治体主催の運動プログラムにおいても効果検証を行い、エビデンスに基づいたヘルスプロモーションを推進することが求められている。先進的な自治体では、プログラム前後で体力等の評価を行い、効果検証を行っている。しかしながら、その多くはプログラム参加群の介入前後比較による効果検証であり、対照群を設けて効果検証を行うことができないという課題があった。

そこで、本研究は、傾向スコアマッチングの手法を用いて対照群を設定した上で、自治体主催の運動プログラムが、地域在住中高齢者の身体的フレイルの改善・予防に及ぼす影響を明らかにした。

結果として、疑似的に設定した対照群と比較して、介入群の身体的フレイル改善率が有意に高いことが示され、フレイルスコアにおいても対照群と比較して改善が認められた。本研究の成果は、今後の自治体主催運動プログラムの効果検証法を検討する上で貴重な情報を提供したと考えられる。なぜならば、自治体は住民の健診・医療・介護保険データに

アクセスできるため、本研究で傾向スコアマッチングに用いた項目の大部分を、抽出することができるからである。また、健診時の既存問診項目に、フレイル判定項目を追加することも物理的には可能である。自治体が扱える保険種別は国保に限定されることや、高齢期の保険種別の移行など全住民の健康データの一元化には課題はあるが、自治体が現状扱える健康データからでも本研究の手法は十分適用可能であると思われる。

E. 結論

傾向スコアマッチングを用いて設定した対照群と比較しても、自治体主催運動プログラムはフレイル改善・予防効果があることが示唆された。

本研究における運動プログラムの効果検証手法は、今後自治体のヘルスプロモーション施策を展開する上で有効な一手段となる可能性がある。

F. 健康危険情報

該当なし

G. 研究発表

1. 論文発表

該当なし

2. 学会発表

- 1) Emina Nishiyama, Kai Tanabe, Yukihiko Okada, Akiko Tsukao, Shinya Kuno. Effect of exercise programs on physical frailty in local government. International Conference on Frailty and Sarcopenia Research, Toulouse, France, 2023

H. 知的財産権の出願・登録状況

該当なし

参考文献・資料

- 1) Rossi et al. (2021) Effects of physical exercise on the cognition of older adults with frailty syndrome: A systematic review and meta-analysis of randomized trials. Archives of Gerontology and Geriatrics, 93, 104322.
- 2) Rosenbaum & Rubin (1985) The central role of the propensity score in observational for causal effects. Biometrika, 70, 40-55.
- 3) Fried et al. (2001) Frailty in Older Adults: Evidence for a Phenotype. The Journals of Gerontology, 56(3), 146-157.

厚生労働科学研究費補助金（女性の健康の包括的支援政策研究事業）
分担研究報告書

確率的潜在意味解析によるプライバシー保護情報作成方法の提案

研究分担者 久野譜也

筑波大学 体育系・教授

/スマートウェルネスシティ政策開発研究センター・センター長

研究要旨

ヘルスケア分野のデジタルツイン開発には、データのプライバシー保護が課題である。マイクログリゲーションはこの課題を解決するための匿名化技術の一つである。本研究はクラスタリング手法の一つであるPLSAを用いてプライバシー保護情報を作成する新たな個人情報の擬人化方法を提案することを目的とした。見附市住民に対するアンケートデータに対してPLSAを繰り返した結果、2,270件の生データから299件の擬人化データを生成することができた。さらに、PLSAにより生成された擬人化データ、生データ、K-means法により生成された擬人化データを用いた社会的孤立に関するクラスタリング及び身体的フレイルや総医療費などの健康アウトカムとの一致性により、擬人化データの有用性が示された。本研究で提案する手法は、個人情報を匿名化することで、多目的に統計解析や機械学習を行うことができる有用な手法である。特に、個人情報の活用が望まれる医療分野において、提案手法は大いに活用できると考えられる。

A. 研究目的

本研究の目的は、ヘルスケア分野におけるデジタルツインの構築に向け、クラスタリング手法の一つである確率的潜在意味解析（以下、PLSA）を用いてプライバシー保護情報を作成する新たな個人情報の擬人化方法を提案することである。また、人々の異質性については、作成された擬人化データに対してPLSAを活用し、適切なセグメントを探索することで検証する。本研究では近年、単身世帯や単身高齢者の増加といった社会環境の変化に伴い、問題がより深刻化している社会的孤立をユースケースとして考える。

B. 研究方法

①使用データ

今回分析に使用したデータは、健幸都市見附スタディ¹⁾の一環で取得したものである。アンケート対象者は、見附市における45歳以上の国民健康保険および後期高齢者医療保険の加入者である。データの収集は2021年10月から11月にかけて行われた。アンケート設問は、2019年（コロナ前）と2011年の2時点における健康感・考え方、生活状況・身体状況・性格、健康関心度、住んでいた地域についての設問、学歴・就労状況・経済状況、自動車利用状況、日常的な移動についての設問、自治体のハード・ソフト事業への参加状況について問う設問で構成されている。アンケートは、11,303人に送付され、4,045件のデータが収集された。分析で使用するアンケート項目を選択後、欠損削除および異常値除去を行った結果、最終的に本研究で用いるデータ数は2,270件となった。

②分析手法

本研究では、クラスタリング手法の一つであるPLSAを用いる²⁾。本手法では、文章d中の単語wが潜在変数zを介して生成されると仮定する。EMアルゴリズムによる尤度最大化で、共起するデータに潜在変数 $z \in Z = \{z_1, \dots, z_k\}$ を付随させる。文章dと単語wの同時確率は、潜在変数zを用いて以下のように表される。

$$P(d, w) = \sum_z P(d|z)P(w|z)P(z)$$

本研究では、アンケートの回答者wが質問項目dに潜在変数zを介して回答すると仮定して、アンケートの回答が似た人を類型化することに応用する。

③擬人化データの作成方法

PLSAによる擬人化データの作成は、以下の手順で行う。まず個人情報を含む生データに対して、十分に大きなクラス数のもとでPLSAを実装し、生データを複数のクラスに類型化する。この時、所属人数が3人以上20人以下となったクラスを1件の擬人化データとして採用し、それ以外のデータを用いて再度PLSAを実行する。これらのプロセスを全てのクラスの所属人数が3人以上20人以下になるまで繰り返す。

また、本研究ではPLSAによる擬人化データの比較対象として、単純なマイクログリゲーションによる擬人化データも作成する。単純なマイクログリゲーションは、クラスタリング手法の一つであるk-means法を用いる。k

-means法による擬人化データは、PLSAで作成された擬人化データと同じ件数となるように設定する。PLSAの実装には、産業技術総合研究所が開発した確率モデリングプログラムPLASMAを用いた。

④分析手順

本研究では、②で提案した擬人化データの作成方法を用いて、PLSAによる擬人データとk-means法による擬人化データを作成する。その後、生データ、PLSAによる擬人化データ、k-means法による擬人化データのそれぞれで社会的孤立に関するクラスタリングを行い、生データによるセグメント分類を正解とした上で、結果の比較を行う。加えて、生データおよびPLSAによる擬人化データによる基本的な統計分析として、クラスタリングで得られたセグメントごとの身体的フレイルの割合や総医療費を比較し、我々の提案手法の優劣を検討する。

(倫理面への配慮)

住民に対するアンケート調査は、対象者に対して文書により、自由意思によるインフォームド・コンセントを受けることとした。自治体が主体となって取得した情報は、自治体の個人情報保護に関する基本方針に則り、各種ガイドラインや条例を遵守した上で安全管理のために、自治体担当者が匿名化処理したものを使用した。なお、筑波大学体育系研究倫理委員会の承認を得た（課題番号 第体021-99号）

C. 研究結果

①擬人化データの作成

PLSAによる擬人化データを作成した結果を表1に示す。PLSAによる擬人化データの作成では、計24回のPLSAの試行により、2,270件の生データから299件の擬人化データを得ることができた。ただし、24回目に行ったPLSAは、28件のデータを3人以上20人以下にクラスタリングすることができなかつたため、1つのセグメントとして扱うこととした。また、k-means法による擬人化データの作成では、2,270件の生データを用いてPLSAによる擬人化データと同様の299件の擬人化データを得た。

表1. PLSAによる擬人データの作成結果

PLSAの試行回(回目)	使用データ数(件)	セグメント数(個)
1	2,270	15
2	2,167	8
3	2,043	26
4	1,778	13
5	1,703	8
6	1,609	8
7	1,536	9
8	1,451	11
9	1,373	21
10	1,172	16
11	1,059	13
12	955	10
13	864	7
14	786	9
15	713	14
16	602	6
17	554	6
18	510	8
19	479	14
20	371	11
21	308	12
22	240	18
23	128	25
24	28	1
計	—	299

②社会的孤立に関するクラスタリング

生データ、PLSAによる擬人化データ、k-means法による擬人化データのそれぞれで社会的孤立に関するクラスタリングを行った結果を表2～4に示す。クラスタリングに用いた社会的孤立に関するアンケート項目は、同居人数、婚姻状態、仕事の有無、外出頻度の減少、誰かとの食事機会、他者との会話頻度、社会活動参加、地域協力信頼、地域貢献意識であり、全21項目で構成されている。また、PLSAの尤度計算にEMアルゴリズムを用いるため、初期値依存性がある。そのためEMアルゴリズムの試行回数を1,000回とし、初期値を複数与えて潜在クラス数で最良のモデルを探索した。潜在クラス数を1～10でモデルの計算を行い、AICで最良のモデルを決定したところ、クラス数が4の時にAICが最小となったため、クラス数4を採用した。また、所属確率が上位5つを抽出し、所属する代表的なアンケート項目として記した。

表2. 生データから得られたセグメントとその特徴

クラス	各クラスに所属する代表的なアンケート項目
S1	社会活動参加あり、地域貢献意識_普通でない、趣味関係の活動参加、町内会・自治会など参加、地域貢献意識_高い
S2	家族以外との会話頻度_普通でない、家族以外との会話頻度_高い、家族との会話_毎日、独居でない、誰かと食事あり
S3	電話やSNSでの会話頻度_高くない、独居でない、家族以外との会話頻度_普通、家族以外との会話頻度_高くない、誰かと食事あり
S4	地域貢献意識_低い、地域貢献意識_普通でない、婚姻状態_配偶者なし、電話やSNSでの会話頻度_高くない、地域行事_参加なし

表3. PLSAによる擬人化データから得られたセグメントとその特徴

クラス	各クラスに所属する代表的なアンケート項目
C1	社会活動参加あり, 町内会・自治会など参加, 趣味関係の活動参加, 地域貢献意識_高い, 家族以外との会話頻度_高い
C2	家族以外との会話頻度_高い, 家族との会話_毎日, 誰かと食事あり, 婚姻状態_配偶者あり, 地域協力信頼_普通
C3	地域協力信頼_普通, 誰かと食事あり, 家族との会話_毎日, 婚姻状態_配偶者あり, 電話やSNSでの会話頻度_普通
C4	電話やSNSでの会話頻度_低い, 地域貢献意識_低い, 一年前から外出頻度減少, 地域協力信頼_普通, 婚姻状態_死別

表4. k-means法による擬人化データから得られたセグメントとその特徴

クラス	各クラスに所属する代表的なアンケート項目
W1	仕事あり, 健康や医療に関するボランティアの参加, 社会活動参加あり, 婚姻状態_その他, 趣味関係の活動参加
W2	家族以外との会話頻度_高い, 地域行事の参加, 地域貢献意識_高い, 誰かと食事あり, 趣味関係の活動参加
W3	地域行事の参加, 社会活動_その他参加, 地域貢献意識_高い, [1][2]以外のボランティアの参加, 学習・教養サークルの参加
W4	婚姻状態_未婚, 町内会・自治会など参加, 地域行事の参加, 社会活動参加あり, 地域貢献意識_高い

さらに、2019年度における幸福度の点数をセグメントごとに算出し、表5にまとめた。生データから得られたセグメントを正解値とし、PLSAによる擬人化データを用いて得られたセグメントと、k-means法による擬人化データを用いて得られたセグメントそれぞれの正解率を求めた。正解率は、幸福度が最も高いセグメントと最も低いセグメントの2つで算出した。幸福度が最も高いS1を正解とした場合は、PLSAによる擬人化データから得られたセグメントでの正解率は0.84、k-means法による擬人化データから得られたセグメントでの正解率は0.81であった。また幸福度が最も低いS4を正解とした場合は、PLSAによる擬人化データから得られたセグメントでの正解率は0.87、k-means法による擬人化データから得られたセグメントでの正解率は0.84であった。

表5. セグメントごとの幸福度

	クラス	幸福度
生データ	S1	8.34
	S2	7.88
	S3	7.07
	S4	6.15
PLSAによる擬人化データ	C1	7.82
	C2	7.26
	C3	7.00
	C4	5.44
k-means法による擬人化データ	W1	8.16
	W2	7.52
	W3	6.83
	W4	5.81

③セグメントごとの身体的フレイルの割合および総医療費の比較

生データおよびPLSAによる擬人化データのそれぞれから得られた社会的孤立に関するセグメントごとの身体的フレイルの割合および総医療費の比較を行った。身体的フレイルの判定には、Friedら(2001)²⁾の基準を修正したものを用いた。①体重減少、②筋力低下、③疲労感、④歩行速度の低下、⑤身体活動の低下の5項目のうち、3項目以上を満たす場合を身体的フレイルに該当するとした。PLSAによる擬人化データから得られたセグメントの身体的フレイルの割合を算出する際には、各擬人化データにおける身体的フレイル得点の中央値を用いて、身体的フレイルの該当有無を判定した。総医療費は、2017年から2019年の3年間の平均医療費を用いた。結果は表6~9に示し、記号が異なる群は5%水準で有意な差が確認された。

表6. 生データから得られたセグメントごとの身体的フレイルの割合

クラス	N数	身体的フレイル割合
S1	155	11.0% ^a
S2	701	13.7% ^a
S3	851	20.9% ^b
S4	246	37.0% ^c
計	1,953	19.6%

表7. PLSAによる擬人化データから得られたセグメントごとの身体的フレイルの割合

クラス	N数	身体的フレイル割合
C1	51	0.0% ^a
C2	80	3.8% ^a
C3	141	11.3% ^a
C4	27	40.7% ^b
計	299	10.0%

表 8. 生データから得られたセグメントごとの
総医療費

クラ スタ	N数(0円の 人を除く)	総医療費(千円)	
		平均値	標準偏差
S1	167	27.9 ^a	30.7
S2	767	30.0 ^a	48.8
S3	948	34.5 ^a	53.8
S4	313	39.3 ^b	53.8
計	2,195	33.1	50.8

表 9. PLSAによる擬人化データから得られた
セグメントごとの総医療費

クラ スタ	N数(0円の 人を除く)	総医療費(千円)	
		平均値	標準偏差
C1	51	26.3 ^a	13.6
C2	80	30.0 ^a	16.2
C3	141	31.7 ^a	18.7
C4	27	42.5 ^b	23.7
計	299	31.3	18.1

D. 考察

以上の分析結果から、我々の提案手法であるPLSAを用いたプライバシー保護情報の作成方法の優劣について議論することができる。まず生データ、PLSAによる擬人化データ、k-means法による擬人化データのそれぞれで社会的孤立に関するクラスタリングを行った結果より、PLSAによる擬人化データから得られた4つのセグメントそれぞれを特徴づけるアンケート項目は、生データから得られたセグメントを特徴づける。

アンケート項目と同義のものが多数含まれていることが分かる。特に、生データから得られたセグメントにおいて幸福度が最も高いS1には「社会活動参加あり・地域貢献意識_高い」が含まれており、これはPLSAによる擬人化データから得られたセグメントにおいて最も幸福度が高いC1にも含まれている。さらに、最も幸福度が低いS4に含まれる「地域貢献意識_低い」はC4にも含まれている。以上のことから、PLSAによる擬人化データを用いた人々の異質性を考慮したクラスタリングの有用性が示唆された。

しかし、PLSAによる擬人化データを用いた身体的フレイルや総医療費を含む健康アウトカムの評価には課題も存在する。特に身体的フレイルの割合比較では、表6、7より、生データから得られたセグメントごとの割合の差は、PLSAによる擬人化データから得られたセグメントでは確認することができていない。これは生データを擬人化したことにより、身体的フレイルを判定するためのアンケート項目の回答がまとめられてしまい、適切なフレイル判定ができていないからであると考えられる。そこで生データの時点で各人の身体的フレイル判定が分かっていた場合を仮定して、PLSAによる擬人化データから得られたセグメントごとに身体的フレイルの割合を比較した結果を表10に示す。表7、10を参照すると、生データの時点であらかじめ身体的フレイルの判定が明らかな場合には、PLSAによる擬人化デー

タから得られたセグメントでも適切な評価が出来ていると言える。この結果を踏まえると、PLSAによる擬人化データを用いて健康アウトカムの評価を行う場合には、生データの時点で評価したい健康アウトカムそれぞれにおける判定フラグを結合しておくことでより適切な分析が可能になると考えられる。

表 10. PLSAによる擬人化データから得られた
セグメントごとの身体的フレイルの割合

クラ スタ	N数	身体的フレイル割合
C1	51	10.3% ^a
C2	80	16.2% ^b
C3	141	21.3% ^c
C4	27	43.3% ^d
計	299	19.6%

E. 結論

本研究では、PLSAを繰り返し試行することにより、個人情報保護した擬人化データを作成することに成功し、近年深刻化している社会的孤立をユースケースとして考えたうえで、PLSAを用いた新たなプライバシー保護情報の作成方法を提案した。本研究の提案手法は、個人情報を非個人情報化し、組織を越えた情報共有や多目的での統計分析・機械学習を行う有用な手法であると考えられる。特に、個人情報を活用できた方が有益となるヘルスケアサービスにおいて、広く大いに活用可能であろう。ヘルスケアサービスが提供する利用者の価値を最大化するためには、個々の利用者の生活上の価値観に合わせてサービスのアクションを個別に最適化する必要があり、これにはプライバシーを保護したうえで、個人の健康に関する機微な情報の利活用が必要不可欠である。今後、本研究での提案手法は、デジタルツイン技術のヘルスケア分野への応用および社会実装に向けた課題解決の一助になることが期待できる。

今後の研究課題としては、情報量損失の評価が挙げられる。本研究では、社会的孤立をユースケースとして考え、生データから得られたセグメントとPLSAによる擬人データから得られたセグメントの特徴比較は行ったが、定量的な情報量損失の評価は行っていない。伊藤ら(2014)⁴⁾は、情報量損失の評価にあたって平均平方誤差・平均絶対誤差・平均変化率といった尺度を用いている。今後はこれらの指標を用いて、情報量損失について定量的な評価を行う必要があるだろう。ただし、社会実装を見据えた場合、最終的に評価すべきは構築されたデジタルツインをもとに行われる国や自治体の政策、または企業から提供されるサービスによる効果である。よって、擬人化データの評価をどの程度行うべきなのかについても議論が必要になるだろう。

F. 健康危険情報 該当なし

G. 研究発表

1. 論文発表 該当なし

2. 学会発表

- 1) 管原侑希, 櫻井瑛一, 本村陽一, 信夫咲希, 岡田幸彦, 塚尾晶子, 久野譜也. 確率的潜在意味解析によるプライバシー保護情報作成方法の提案. サービス学会, 京都市, 2023.

H. 知的財産権の出願・登録状況

該当なし

参考文献・資料

- 1) Hofmann (1999) Probabilistic Latent

Semantic Indexing. Proceedings of the 22nd annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval, 51(2), 211-218.

- 2) Fried et al. (2001) Frailty in Older Adults: Evidence for a Phenotype. The Journals of Gerontology, 56(3), 146-157.
- 3) 伊藤伸介ら (2014)「マイクロデータにおける匿名化技法の適用可能性の検証—全国消費実態調査と家計調査を用いて—」『統計研究彙報』, 71, 83-124.

厚生労働科学研究費補助金（女性の健康の包括的支援政策研究事業）
分担研究報告書

ビデオ通話による日常的なコミュニケーションが高齢者のメンタルヘルスに及ぼす影響

研究分担者 久野譜也

筑波大学 体育系・教授

/スマートウエルネスシティ政策開発研究センター・センター長

研究要旨

本研究は、地域在住高齢者を対象として、12ヶ月間にわたるAIスピーカー付液晶タブレットによるオンラインコミュニケーションが、コロナ禍でのメンタルヘルス悪化を防げるかを明らかにすることを目的とした。

介入群は、ビデオ通話を1年間にわたり平均4.9回/月の頻度で実施した。介入後の精神健康度は介入前に比べて有意に増加したが、対照群と比べて有意な差はなかった。一方、ビデオ通話頻度が多い者は、精神健康度の改善が大きいことが示唆された。これらのことから、後期高齢者でも即時に使用可能なAIスピーカー付液晶タブレットによるオンラインコミュニケーションは、コロナ禍でのメンタルヘルス悪化を防げる可能性が示唆された。

A. 研究目的

新型コロナウイルス感染症の感染拡大にともなう高齢者の外出自粛は、社会参加の制限による生きがいの喪失やそれに伴う会話不足、及びICTリテラシーが低いことためオンライン交流が困難であることが要因となり、心身の健康度の喪失をもたらした¹⁾。本研究は、コロナ禍でもコミュニケーションが可能なオンライン交流に着目し、後期高齢者でも即時に使用可能なAIスピーカー付液晶タブレットによるオンラインコミュニケーションが、コロナ禍でのメンタルヘルス悪化を防げるかを明らかにすることを目的とした。

B. 研究方法

①対象者

健幸都市見附スタディ²⁾の「外出自粛下における健康二次被害予防法の開発に関する介入研究」で集めた対象者178人（介入群112人〔平均年齢75.7歳〕、対照群66人〔平均年齢75.6歳〕）における介入前後のデータを分析に用いた。

②介入の概要

介入はコロナ禍の2021年12月から開始され、介入期間は12ヶ月間であった。

介入群には、AIスピーカー付液晶タブレット（Echo Show10）とWifiルーターを配布し、それらを自宅に設置してもらい、子世帯や兄弟姉妹とビデオ通話を実践するよう依頼した。対照群は通常通りの生活を送ってもらうよう指示した。なお、介入群と対照群の両群ともに歩数計（AM-151、タニタヘルスリンク社製）を配布し、期間中毎日の身体活動量を計測するとともに月1回指定の施設での歩数計データのアップロードを求めた。ただし、両群ともに歩数の目標値は設定せず、通常通りの生活における歩数を記録するよう依頼した。

③測定項目

・ビデオ通話頻度

対象者の記録簿から12ヶ月間の通話回数を合計し、月あたりの平均回数を算出した。

・メンタルヘルス（精神健康）

WHO-5 精神健康状態表簡易版により、精神健康度（不良0点～最良25点）を介入前後に評価した。

・基本属性

年齢、性別、居住状況（独居、独居以外）、スマホ所持の有無、ICT利用の困難さ（3段階）、主観的健康

・ビデオ通話の促進・阻害因子

架電の簡易さ、受電の簡易さ、機器の作動性、通話相手の協力具合、相手への遠慮、自分の忙しさ、通話相手の忙しさ、互いの時間が合わない（いずれも3段階）

④データ解析

・介入前後における精神健康度の変化

二元配置反復測定分散分析により介入前後の精神健康度得点の変化を介入群と対照群で比較した。

・精神健康度の変化量とビデオ通話回数の関係性

精神健康度の変化量（介入後－介入前）を従属変数とした重回帰分析を行った。説明変数は、ビデオ通話回数、介入前の精神健康度、年齢、性別、居住形態、主観的健康、スマホ所持、ICT利用の困難さとし、強制投入法により分析した。

・ビデオ通話回数に影響を与える要因の分析

ビデオ通話回数を従属変数とした重回帰分析を行った。説明変数は、基本属性の年齢、性別、居住形態、主観的健康、及びビデオ通話の促進・阻害因子（架電の簡易さ、受電の簡易さ、機器の作動性、通話相手の協力具合、相手への遠慮、自分の忙しさ、通話相手の忙しさ、互い

の時間が合わない)とし、ステップワイズ法により分析した。

(倫理面への配慮)

参加者には書面及び口頭により事業説明を行うことでインフォームド・コンセントを実施し、同意書への署名をもって事業参加の同意を得た。つくばウエルネスリサーチ研究倫理委員会の承認を得た(課題番号TWR0002号)

C. 研究結果

①ビデオ通話頻度

介入期間中の平均ビデオ通話回数は4.9±7.2回/月であり、平均でみると週1回以上の頻度でビデオ通話を行っていた。

②介入前後における精神健康度の変化

介入前後の精神健康度の変化を表1に示した。

両群ともに精神健康度は有意に増加したものの、その変化に違いはみられなかった。

表1. 介入前後における精神健康度の変化

	介入前			介入後	
	n	平均値	SD	平均値	SD
介入群	96	16.5	4.6	16.7	4.8
対照群	63	16.4	4.8	17.5	4.2

二元配置反復測定分散分析:

群 p=0.0630, 時間 p=0.05, 群×時間 p=0.089

③精神健康度の変化量とビデオ通話回数の関係性

介入前後における精神健康度の変化量を従属変数とした重回帰分析を行った結果、ビデオ通話回数、介入前の精神健康度、及び年齢の変数が有意なβ値を示した(表2)。つまり、精神健康度の増加量には、ビデオ通話回数が多いこと、介入前の精神健康度が低いこと、及び年齢が低いことが影響していることが示された。

表2. 介入前後における精神健康度の変化量を従属変数とした重回帰分析の結果

変数	β	SE	t	p
定数		5.128	1.921	0.058
ビデオ通話回数(回/月)	0.335**	0.040	3.281	0.001
精神健康度_介入前(点)	-0.265**	0.061	-2.742	0.007
年齢(歳)	-0.284*	0.049	-2.402	0.018
性別(男/女)	-0.128	0.579	-1.267	0.209
居住形態(独居/非独居)	0.025	0.711	0.241	0.810
主観的健康(1-5)	0.126	0.000	1.281	0.204
スマホ所持(有/無)	0.201	0.733	1.741	0.085
ICT利用の困難さ(1-3)	-0.026	0.329	-0.249	0.804

n=95, *p<0.05, **p<0.01

④ビデオ通話回数に影響を与える要因の分析
ビデオ通話回数を従属変数とした重回帰分析を行った結果、有意な変数として「相手の協力具合」と「年齢」が採択された(表3)。つまり、相手の協力がある者や年齢が高い者はビデオ通話回数が多いことが明らかとなった。

表3. ビデオ通話回数を従属変数とした重回帰分析の結果

変数	β	SE	t	p
定数		7.798	-1.317	0.191
相手の協力具合(1~3)	-0.328**	0.991	-3.443	<.001
年齢(歳)	0.255**	0.101	2.679	0.009

n=94, **p<0.01

除外された変数:

性別、居住形態、主観的健康、架電の簡易さ、受電の簡易さ、機器の作動性、相手への遠慮、自分の忙しさ、通話相手の忙しさ、互いの時間が合わない

D. 考察

①介入前後のメンタルヘルスの変化

介入群の精神健康度は介入後に有意に増加したが、対照群も増加しており、それを超えるほど顕著な増加ではなかった。介入期間中はコロナ禍であったものの、介入後半では検証フィールドにおける外出自粛が緩和されたことで、外出や対面の機会が増えたことから、対照群においてもメンタルヘルスの良化が認められた可能性がある。

②ビデオ通話回数とメンタルヘルス改善の関係

介入後のメンタルヘルスの改善には、ビデオ通話頻度による量的反応性が認められると

の仮説を立て、精神健康度の変化量を従属変数、ビデオ通話回数及びその他関連因子を説明変数とした重回帰分析を行った。結果として、ビデオ通話回数が多い者は精神健康度の増加が大きいことが示された。

このことから、ビデオ通話によるオンラインコミュニケーションを日常的に行うことでメンタルヘルスの悪化を防げる可能性が示唆された。

③ビデオ通話の促進要因

ビデオ通話頻度に影響を与える要因を探るため、ビデオ通話回数を従属変数、通話の促進・阻害因子等を説明変数とした重回帰分析を行った。その結果、「相手の協力具合」が採択され、相手の協力がある者ほどビデオ通話頻度が多いことが示された。

介入後の対象者ヒアリングにおいても、通話相手の協力度合いが通話頻度に影響を与えるという意見が多く認められ、この分析結果と一致した。

E. 結論

後期高齢者でも即時に使用可能なAIスピーカー付液晶タブレットによるオンラインコミ

ュニケーションは、コロナ禍でのメンタルヘルス悪化を防げる可能性が示唆された。

F. 健康危険情報
該当なし

G. 研究発表
1. 論文発表
該当なし

2. 学会発表
該当なし

H. 知的財産権の出願・登録状況
該当なし

参考文献・資料

- 1) Chijiki et al. (2023) A Structural Analysis of the Effects on the Life style and Health Status of Exercise Class Participants Owing to COVID-19 Prevention Measures. American Journal of Health Behavior, 47(1), 40-46.