研究報告

決定木およびサポートベクターマシンを用いた転倒有経験者の判別モデル *

竹田京平 1)・木戸聡史 2)・村田健児 2)・菊本東陽 2)・須永康代 2)
久保田章仁 2)・善生まり子 3)・内山真理 4)・藤縄　理 5)

【要　旨】

【目的】本研究では転倒判別精度の向上を目的にその手法として決定木およびサポートベクターマシン（以下，SVM）を利用し，従来手法と比較した．【方法】2004 年 2 月 29 日から 2017 年 9 月 21 日の期間で骨粗鬆症と転倒の予防教室に参加された方 544 人を対象に行った．はじめに，544 名をランダムに訓練データ 6 割（326 名）と未知データ 4 割（218 名）に分けた．つぎに，訓練データを用いてロジスティック回帰・決定木・SVM の 3 つのアルゴリズムを用いてモデル作成を行い，それぞれの手法で，過去の転倒歴に対する感度・特異度・精度を算出した．【結果】訓練データにおいてはロジスティック回帰と決定木で感度が 20% 程度に対し，SVM では感度 60% で転倒者を判別していた．精度は 3 つのモデルとも 95% 程度で判別された．未知データにおいては 3 つのモデルとも感度が 0% であった．精度は 3 つのモデルとも 93% 以上で判別ができた．【結論】転倒有経験者の判別において決定木ならびに SVM を用いた転倒判別モデルはロジスティック回帰分析と同等の精度で分類することができた．その中で SVM はロジスティック回帰と比べて高い感度で転倒有経験者を分類でき，転倒経験者判別という点で有用なモデルとなる可能性が示唆された．

キーワード：転倒判別，決定木，SVM

はじめに

現在，わが国では超高齢化社会を迎えている．厚生労働省によると 65 歳以上の高齢者数は 2025 年に 3,657 万人となり，2042 年には 3,878 万人とピークを迎える予測がなされている 1)．65 歳以上の要介護者において，介護が必要となった主な原因として「転倒・骨折」は，「認知症」，「脳卒中」，「高齢に伴う衰弱」に次ぐ 4 位に位置し，全体の 12.5% を占めている 2)．高齢者の転倒は骨折を引き起こすだけでなく，転倒恐怖感によって日常生活活動（ADL）が低下し，廃用症候群や寝たきりにつながる．そのため，高齢化社会に伴い介

＊ The accuracy of fall classification shown by Decision tree classifier and Support vector machine

1）トヨタ記念病院　メディカルサポート部
リハビリテーション科
（〒 471-0821　愛知県豊田市平和町 1 番地 1）
Kyohei Takeda, PT: Department of Rehabilitation, TOYOTA Memorial Hospital

2）埼玉県立大学保健医療福祉学部理学療法学科
Satoshi Kido, PT, PhD, Kenji Murata, PT, PhD, Toyo Kikumoto, PT, Yasuyo Sunaga, PT, PhD, Akihito Kubota, PT, MS: Department of Physical Therapy, School of Health and Social Services, Saitama Prefectural University

3）埼玉県立大学保健医療福祉学部看護学科
Mariko Zensho, Ns, PhD: Department of Nursing, School of Health and Social Services, Saitama Prefectural University

4）埼玉県立大学保健医療福祉学部健康開発学科
健康行動科学専攻
Mari Uchiyama, PHN, PhD : Major of Behavioral Sciences, Department of Health Science, School of Health and Social Services, Saitama Prefectural University

5）福井医療大学保健医療学部リハビリテーション学科
理学療法学専攻
Osamu Fujinawa, PT, PhD : Major of Physical Therapy, Department of Rehabilitation, School of Health, Fukui Health Sciences Prefectural University

＃ E-mail: kyohei_takeda@mail.toyota.co.jp

護予防政策が早急に求められており，近年さまざまな地域で転倒予防や介護予防の取り組みが行われている．

転倒ハイリスク者を発見するための評価研究においては施設や病院での転倒アセスメント・スコアシートや種々の身体機能測定を要するスクリーニング報告などの研究が多い[3-5]．転倒予防という観点で考えれば，転倒により骨折などが生じる前に転倒ハイリスク者を予測できれば，健康寿命の延長・医療費の削減が図れる．そのため，先行研究では転倒予測スケール作成の妥当性・有効性が検証されており，鳥羽ら[6]は感度 65.1%，特異度 72.4%，精度 66.0% の「転倒スコア」を開発し，浜崎ら[7]は感度 70%，特異度 83%，精度 81% の転倒予測スケールを開発している．しかし，先行研究の多くは転倒判別のモデルとしてロジスティック回帰分析を用いており，その他のモデルと比較・検討した研究は少なく，精度向上の余地がある可能性がある．また，先行研究ではモデル構築のためのデータセット以外の被験者データを用いて，判別の有効性について検討を行っていないものがほとんどである．

そこで，精度向上のため機械学習や人工知能を用いたモデル作成が検討されている．機械学習とはコンピューターを使ってルールを抽出し，「機械が自ら学ぶ」ことができるように編み出された手法である[8,9]．機械学習の手法は大きく分けると教師あり学習，教師なし学習および強化学習の 3 種類に大別される．最も広く用いられるのは教師あり学習で，これは入出力のペアからなるデータからルールを抽出し，そのルールをもとにある入力から未知の出力を予測する方法である[8]．医療分野における機械学習を用いた判別手法の研究では，山内ら[10]が決定木分析により脳卒中発症 3 ヶ月後における歩行自立予測を検討しており，感度 96.0%，特異度 68.8% で歩行自立の分類ができたことを報告している．また，棒谷ら[11]は表面筋電信号に基づいた腕・手の動作識別において，独立成分分析に加え識別性能の向上のためにサポートベクターマシン（以下，SVM）を用いて手・腕の動作識別精度を検討しており，独立成分分析のみでは識別率が 65.0–88.6% であったのに対し，SVM を導入すると識別率が 94.3–99.6% まで向上したことを報告している．他のデータセットにて検証を行った研究としては，横田ら[12]が人工知能を用いた転倒予測システム「FiND」を用いて分析データと検証データから転倒判別の妥当性を示している．横田らの研究では分析データ，検証データともに感度 71.3%，特異度 66.0% の結果を示しており，得られたモデルが分析対象データ以外において転倒判別する妥当性を示している．

機械学習によるモデルの代表的な例として，決定木と SVM が挙げられる．決定木はデータマイニングの手法の一つであり，独立変数の値で逐次ケースを枝分かれ状に細分化し，最終的にいくつかのグループに分ける手法である[10]．樹形図は関係の高い順に階層化され，要因間の相互関係を理解しやすく[10]，名義尺度や順序尺度といったデータの種類が異なっても分析可能である特徴を有している．SVM は二群の分類問題を解くために考えられた学習アルゴリズムである[11]．学習データの特徴量ベクトルを多次元空間にマッピングし，二群に分ける境界となる超平面を求める[11]．SVM は識別率に優れている特徴を有し[11]，分類性能という面で優れている．

従来手法の問題点としては，ロジスティック回帰分析では各変数間における相互関係が分かり難く[10]，他の医療分野における先行研究でも，SVM の方がロジスティック回帰分析よりも優れた判別性能をもつ結果を示している[13]．また，ロジスティック回帰分析では説明変数の抽出とパラメータの調整が同時に探索することはできず[14]，モデルの精度向上のためには評価者・分析者がパラメータ調整を別に行わなくてはならず，手間を要する．

従来手法と比べると，決定木は分析結果が木構造で抽出されることで，結果に至る過程や分類点のカテゴリーが視覚的に判断しやすく，ロジスティック回帰分析と同等の精度が得られれば転倒に関与する因子の相互関係を検討できることが考えられる．また，SVM は優れた分類精度によってより正確に判別でき，精度を向上できる可能性が考えられる．決定木では転倒歴へ関与する因子の分析に優れている点から，SVM では高い分類性能を有するモデルという特徴から判別精度向上の可能性があると捉え，転倒ハイリスク者判別の手法として優れている可能性があると考え，本研究の分析手法として提案した．

したがって，本研究では転倒予測をより高い精度で行うための前段階として，転倒有経験者の判別について機械学習を用いて検討し，特に従来の解析手法であるロジスティック回帰分析と，決定木および SVM を比較することで，新たな転倒リスク判別モデルの有用性を検討することを目的とした．

対象および方法

1．対象

対象は埼玉県東部地区における健康教室に参加する意思疎通可能な高齢者であり，2004 年 2 月 29 日から 2017 年 9 月 21 日の期間で骨粗鬆症と転倒の予防教室に参加した 544 名（男性 73 名，女性 471 名）を対象に分析を行った．なお，転倒経験者については 544 名中 30 名であり，転倒者と非転倒者のパラメータを表 1 に示した．各対象者は予防教室のアンケートと骨粗鬆症患者 Quality of Life 評価質問票（2000 年度版）[15] から記載された 73 項目のアンケート用紙に回答した．なお，本研究では過去 6 ヶ月間の転倒歴を聴取しており，転倒については「転んだことがありますか」という思い出し法にて実施していた．

2．アンケート項目とデータ処理

アンケートの記載項目は表 1 に示した項目である．なお，46 の「訪問」は他人の家でお茶をするなどをする行為のことである．また，49-51 の仕事については自由記載であり 3 種類まで記載できるため，本研究では種類ごとに分けるものとした．性別に関しては，男性を「1」，女性を「2」とした．また，項目の 5-27，29-48，60-73 に関して，該当する部分は「1」，該当しない部分は「0」とした．なお，本研究では項目 1-72 を説明変数「x」，項目 73 を目的変数「y」として定義するものとした．

3．機械学習のモデル作成

本研究ではモデル作成のために使用する「訓練データ」と，訓練データから得られたモデルの判別検証のために使用する「未知データ」としてデータを 2 分割して行った．はじめに，全データのうち 6 割を訓練データ，残り 4 割を未知データとしてランダムに分割し，訓練データから転倒判別のためのモデルを作成した．なお，データの除外項目は複数回参加者の過去データ，データに欠損のある者とした．対象者フロー図を図1に示す．

ロジスティック回帰について，転倒の有無によって，各因子に有意差があるかどうか，項目の 2，5-27，29，35，41，48，60-72 に関してχ二乗検定を，その他の項目は Mann-Whitney の U 検定を行った．同様に訓練データと未知データで有意差があるか，項目の 2，5-27，29，35，41，48，60-73 に関してχ二乗検定を，その他の項目は Mann-Whitney の U 検定を行った．過去の転倒経験を従属変数，調査票における転倒経験以外の 72 項目のうちχ二乗検定と Mann-Whitney の U 検定によって得られた有意な因子を独立変数としてロジスティック回帰分析を行い，転倒判別モデルを作成した．因子の抽出についてはステップワイズの減数法にて行った．2 群間のχ二乗検定と Mann-Whitney の U 検定の p 値は 0.05 未満を統計学的に有意とした．また，ステップワイズの減数法については浜崎らが行った研究 [7] にならい p 値が 0.25 未満になるまで因子の削除を行った．

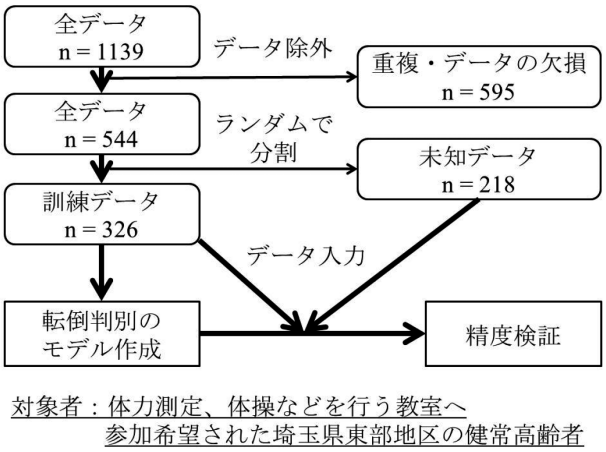


図 1．本研究における対象者フロー図

決定木と SVM に関しては変数選択を行わずに全説明変数を用いて，訓練データ 6 割から転倒判別モデルを作成した．ロジスティック回帰分析と異なり変数選択を行わなかった理由については，機械学習では教師なし学習である「次元削除」という手法が別であり，混在するとモデルの妥当性が図れないと考え，全説明変数を取り組んで行うものとしているからである．決定木についてはパラメータから転倒者と非転倒者に分ける回数を「深さ」として定義できる．本研究では決定木の深さを 1-5 とし，それぞれ算出されたモデルの感度・特異度・精度の平均値をとって決定木の感度・特異度・精度とした．SVM については各群の最も近いデータの距離（マージン）が最大となるように超平面を最適化する，ソフトマージン SVM [11] という手法にて転倒者の分類を行うものとした．

最後に，ロジスティック回帰・決定木・SVM の 3 モデルにおいて訓練データ，未知データから転倒判別させ，感度と特異度，精度を算出した．なお，ロジスティック回帰については転倒確率 P（z）が示されるが，本研究では P（z）が 0.50 以上を転倒あり，0.50 未満を転倒なしとして判別した．

Mann-Whitney の U 検定とχ二乗検定，ロジスティック回帰は SPSS，ver.27，IBM 社にて，機械

表 1. 転倒者と非転倒者のパラメータ

項目		非転倒群（n = 514）		転倒群（n = 30）		P value
		陽性者（%）	平均（SD）	陽性者（%）	平均（SD）	
1	性別（女：女性比 %）	446（86.8）		25（83.3）		0.581
2	年齢（歳）		69.9（6.2）		72.0（5.5）	0.967
3	身長（cm）		153.2（6.8）		152.0（6.4）	0.994
4	体重（kg）		52.7（7.8）		50.7（8.2）	0.208
5	痛みあり	248（48.2）		26（86.7）		＜0.01*
6	膝の痛み	104（20.2）		11（36.7）		0.032*
7	足の痛み	27（5.3）		3（10.0）		0.225
8	腰の痛み	119（23.2）		15（50.0）		＜0.01*
9	背中の痛み	18（3.5）		3（10.0）		0.103
10	頸の痛み	12（2.3）		4（13.3）		0.009**
11	肩の痛み	52（10.1）		5（16.7）		0.228
12	肘の痛み	3（0.6）		1（3.3）		0.204
13	手の痛み	19（3.7）		3（10.0）		0.115
14	介助動作あり	134（26.1）		12（40.0）		0.094
15	起き上がり動作	25（4.9）		2（6.7）		0.655
16	着座動作	60（11.7）		2（6.7）		0.561
17	畳立ち上がり	36（7.0）		5（16.7）		0.066
18	椅子立ち上がり	4（0.8）		1（3.3）		0.248
19	段昇降	16（3.1）		4（13.3）		0.020**
20	階段	37（7.2）		5（16.7）		0.072
21	リーチ動作	11（2.1）		1（3.3）		0.497
22	歩行介助あり	31（6.0）		6（20.0）		0.012**
23	手押し車	3（0.6）		0（0.0）		1
24	常時杖歩行	2（0.4）		0（0.0）		1
25	時々杖歩行	4（0.8）		0（0.0）		1
26	手すり歩行	7（1.4）		3（10.0）		0.014**
27	歩行習慣あり	490（95.3）		28（93.3）		0.648
28	歩行時間（分）		64.8（63.7）	27（90.0）	62.8（62.9）	0.846
29	運動習慣あり	451（87.7）		23（76.7）		0.091
30	散歩習慣あり	263（51.2）		14（46.7）		
	頻度（/ 週）		2.2（2.6）		2.2（2.7）	0.257
31	体操習慣あり	170（33.1）		14（46.7）		
	頻度（/ 週）		1.5（2.5）		2.4（2.9）	0.769
32	ゲートボール習慣あり	2（0.4）		0（0.0）		
	頻度（/ 週）		0.0（0.1）		0	0.809
33	グランドゴルフ習慣あり	57（11.1）		4（13.3）		
	頻度（/ 週）		0.2（0.7）		0.3（0.8）	0.269
34	その他の運動（/ 週）	185（36.0）		6（20.0）		
	頻度（/ 週）		1.0（1.8）		0.8（2.1）	0.184
35	家事習慣の有無	489（95.1）		30（100.0）		0.387
36	炊事習慣あり	448（87.2）		26（86.7）		
	頻度（/ 週）		5.9（2.4）		5.6（2.6）	0.528
37	片付け習慣あり	457（88.9）		25（83.3）		
	頻度（/ 週）		6.0（2.3）		5.3（2.7）	0.25
38	掃除習慣あり	451（87.7）		25（83.3）		
	頻度（/ 週）		4.2（2.5）		3.6（2.6）	0.446
39	洗濯習慣あり	441（85.8）		23（76.7）		
	頻度（/ 週）		4.8（2.5）		4.3（2.9）	0.802
40	その他の家事習慣あり	14（2.7）		2（6.7）		
	頻度（/ 週）		0.1（0.7）		0.3（1.3）	0.438
41	外活動の有無	494（96.1）		30（100.0）		0.618
42	買い物習慣あり	433（84.2）		27（90.0）		
	頻度（/ 週）		3.5（2.2）		3.9（2.0）	0.308
43	園芸習慣あり	298（58.0）		18（60.0）		
	頻度（/ 週）		1.7（2.0）		1.8（2.0）	0.93

44	畑仕事習慣あり	105（20.4）		6（20.0）		
	頻度（/ 週）		0.6（1.5）		0.6（1.3）	0.741
45	寄り合い習慣あり	121（23.5）		8（26.7）		
	頻度（/ 週）		0.5（1.1）		0.4（0.7）	0.324
46	訪問習慣あり	169（32.9）		9（30.0）		
	頻度（/ 週）		0.5（1.0）		0.6（1.2）	0.804
47	その他の活動習慣あり	66（12.8）		6（20.0）		
	頻度（/ 週）		0.2（0.8）		0.4（0.9）	0.693
48	仕事の有無	121（23.5）		7（23.3）		0.578
49	1 種類の仕事習慣あり	102（19.8）		5（16.7）		
	頻度（/ 週）		0.6（1.4）		0.3（0.9）	0.391
50	2 種類の仕事習慣あり	11（2.1）		0（0.0）		
	頻度（/ 週）		0.1（0.5）		0	0.551
51	3 種類の仕事習慣あり	3（0.6）		0（0.0）		
	頻度（/ 週）		0.0（0.2）		0	0.732
52	痛み（点）		17.9（3.3）		15.1（4.5）	＜0.01***
53	身の回り（点）		15.8（0.7）		15.7（0.7）	0.072
54	家事（点）		19.5（1.5）		18.3（2.8）	0.009***
55	移動（点）		26.6（2.5）		25.7（2.2）	0.040***
56	娯楽・社会的活動（点）		10.8（4.2）		9.9（3.9）	0.171
57	総合的健康度（点）		6.3（1.9）		5.3（1.8）	0.004***
58	姿勢・体型（点）		11.5（2.9）		10.7（2.6）	0.058
59	転倒・心理的要素（点）		14.1（3.0）		11.4（2.9）	＜0.01***
60	高血圧	147（28.6）		12（40.0）		0.182
61	糖尿病	40（7.8）		6（20.0）		0.033**
62	脳卒中	8（1.6）		0（0.0）		1
63	狭心症と心筋梗塞	18（3.5）		3（10.0）		0.103
64	腎臓病	19（3.7）		3（10.0）		0.115
65	胃切除	6（1.2）		1（3.3）		0.329
66	卵巣摘出	32（6.2）		0（0.0）		0.245
67	喘息	14（2.7）		1（3.3）		0.578
68	慢性関節リウマチ	8（1.6）		1（3.3）		0.402
69	変形性膝関節症	55（10.7）		2（6.7）		0.758
70	変形性脊椎症	7（1.4）		0（0.0）		1
71	脊柱管狭窄症	24（4.7）		0（0.0）		0.635
72	その他の疾患	99（19.3）		7（23.3）		0.584

SD；standard deviation

*：ピアソンの χ 二乗検定において，$P < 0.05$　**：フィッシャーの正確確率検定において，$P < 0.05$　***：Mann-Whitney の U 検定において，$P < 0.05$

学習は jupyter notebook のライブラリである scikit-learn の決定木（DecisionTreeClassifier）と SVM（SVC：ソフトマージンの SVM）にてモデル作成を行った．

4. 倫理的配慮

本研究ではすでに埼玉県立大学の倫理委員会（承認番号 27037）で承認されて実施され，論文・学会[16-24]にて発表されたデータを，匿名化された状態で受け取り，二次解析を行った．

結果

本研究では 544 名をランダムに訓練データ 6 割と未知データ 4 割に分けた結果，訓練データで 326 名（性別：男性 44 名，女性 282 名．年齢：70.4（6.3）歳．身長：152.9（7.0）cm．体重：52.5（7.8）kg.），未知データで 218 名（性別：男性 29 名，女性 189 名．年齢：69.6（6.0）歳．身長：153.5（6.3）cm．体重：52.8（7.8）kg.）に分けられた．訓練データと未知データのパラメータを表 2 に示す．また，転倒経験者は訓練データで 18 名（性別：男性 2 名，女性 16 名．年齢：70.6（4.6）歳．身長：152.5（6.1）cm．体重：50.4（8.3）kg.），未知データで 12 名（性別：男性 3 名，女性 9 名．年齢：74.1（6.1）歳．身長：151.3（6.9）cm．体重：51.1（8.4）kg.）に分けられた．

訓練データと未知データにおける各モデルの精度を図 2 と図 3 に示す．各モデルにおいて，訓練データ・未知データのいずれも精度と特異度が 90% 以上であった．特に，未知データにおいてはロジスティック回帰が最も精度が高かった．また，SVM では訓練データにおいて感度が 60.0% であり，

表 2. 訓練データと未知データのパラメータ

項目		訓練データ（n = 326）		未知データ（n = 218）		P value
		陽性者（%）	平均（SD）	陽性者（%）	平均（SD）	
1	性別（女：女性比 %）	282（86.5）		189（86.7）		0.948
2	年齢（歳）		70.4（6.3）		69.6（6.0）	0.097
3	身長（cm）		152.9（7.0）		153.5（6.3）	0.078
4	体重（kg）		52.5（7.8）		52.8（7.8）	0.518
5	痛みあり	167（51.2）		107（49.1）		0.624
6	膝の痛み	73（22.4）		42（19.3）		0.381
7	足の痛み	22（6.7）		8（3.7）		0.123
8	腰の痛み	83（25.5）		51（23.4）		0.584
9	背中の痛み	15（4.6）		6（2.8）		0.273
10	頸の痛み	10（3.1）		6（2.8）		0.831
11	肩の痛み	29（8.9）		28（12.8）		0.141
12	肘の痛み	3（0.9）		1（0.5）		0.653
13	手の痛み	14（4.3）		8（3.7）		0.717
14	介助動作あり	93（28.5）		53（24.3）		0.277
15	起き上がり動作	19（5.8）		8（3.7）		0.256
16	着座動作	43（13.2）		19（8.7）		0.108
17	畳立ち上がり	25（7.7）		16（7.3）		0.887
18	椅子立ち上がり	5（1.5）		0（0.0）		0.086
19	段昇降	14（4.3）		6（2.8）		0.349
20	階段	31（9.5）		11（5.0）		0.056
21	リーチ動作	6（1.8）		6（2.8）		0.556
22	歩行介助あり	20（6.1）		17（7.8）		0.45
23	手押し車	1（0.3）		2（0.9）		0.567
24	常時杖歩行	1（0.3）		1（0.5）		1
25	時々杖歩行	2（0.6）		2（0.9）		1
26	手すり歩行	9（2.8）		1（0.5）		0.056
27	歩行習慣あり	311（95.4）		207（95.0）		0.812
28	歩行時間（分）		63.2（63.1）		67.0（64.5）	0.494
29	運動習慣あり	276（84.7）		198（90.8）		0.035*
30	散歩習慣あり	167（51.2）		110（50.5）		
	頻度（/ 週）		2.2（2.5）		2.3（2.7）	0.621
31	体操習慣あり	116（35.6）		68（31.2）		
	頻度（/ 週）		1.6（2.5）		1.4（2.4）	0.259
32	ゲートボール習慣あり	1（0.3）		1（0.5）		
	頻度（/ 週）		0.0（0.1）		0.0（0.1）	0.776
33	グランドゴルフ習慣あり	31（9.5）		30（13.8）		
	頻度（/ 週）		0.2（0.7）		0.2（0.7）	0.124
34	その他の運動習慣あり	103（31.6）		88（40.4）		
	頻度（/ 週）		0.8（1.7）		1.2（2.0）	0.020**
35	家事習慣の有無	311（95.4）		208（95.4）		0.994
36	炊事習慣あり	279（85.6）		195（89.4）		
	頻度（/ 週）		5.8（2.5）		6.0（2.2）	0.108
37	片付け習慣あり	286（87.7）		196（89.9）		
	頻度（/ 週）		5.9（2.4）		6.0（2.2）	0.657
38	掃除習慣あり	284（84.1）		192（88.1）		
	頻度（/ 週）		4.1（2.5）		4.3（2.5）	0.241
39	洗濯習慣あり	276（84.7）		188（86.2）		
	頻度（/ 週）		4.7（2.5）		4.9（2.5）	0.251
40	その他の家事習慣あり	9（2.8）		7（3.2）		
	頻度（/ 週）		0.1（0.7）		0.1（0.8）	0.762
41	外活動の有無	314（96.3）		210（96.3）		0.995
42	買い物習慣あり	275（84.4）		185（84.9）		
	頻度（/ 週）		3.4（2.2）		3.5（2.1）	0.532
43	園芸習慣あり	177（54.3）		139（63.8）		
	頻度（/ 週）		1.5（2.0）		1.8（2.1）	0.041**

44	畑仕事習慣あり	63（19.3）		48（22.0）		
	頻度（/ 週）		0.6（1.5）		0.6（1.5）	0.518
45	寄り合い習慣あり	85（26.1）		44（20.2）		
	頻度（/ 週）		0.5（1.0）		0.4（1.0）	0.151
46	訪問習慣あり	103（31.6）		75（34.4）		
	頻度（/ 週）		0.5（0.9）		0.6（1.1）	0.415
47	その他の活動習慣あり	48（14.7）		24（11.0）		
	頻度（/ 週）		0.3（0.9）		0.2（0.7）	0.235
48	仕事の有無	79（24.2）		49（22.5）		0.636
49	1 種類の仕事習慣あり	61（18.7）		46（21.1）		
	頻度（/ 週）		0.6（1.4）		0.6（1.4）	0.519
50	2 種類の仕事習慣あり	6（1.8）		5（2.3）		
	頻度（/ 週）		0.1（0.5）		0.1（0.6）	0.713
51	3 種類の仕事習慣あり	2（0.6）		1（0.5）		
	頻度（/ 週）		0.0（0.2）		0.0（0.1）	0.811
52	痛み（点）		17.5（3.7）		18.0（2.9）	0.615
53	身の回り（点）		15.7（0.8）		15.8（0.5）	0.701
54	家事（点）		19.3（1.8）		19.6（1.1）	0.013**
55	移動（点）		26.5（2.7）		26.6（2.1）	0.999
56	娯楽・社会的活動（点）		10.4（4.1）		11.3（4.2）	0.015**
57	総合的健康度（点）		6.3（2.0）		6.3（1.8）	0.706
58	姿勢・体型（点）		11.5（2.8）		11.4（2.9）	0.786
59	転倒・心理的要素（点）		13.9（3.1）		14.1（3.0）	0.456
60	高血圧	96（29.4）		63（28.9）		0.89
61	糖尿病	22（6.7）		24（11.0）		0.08
62	脳卒中	7（2.1）		1（0.5）		0.153
63	狭心症と心筋梗塞	12（3.7）		9（4.1）		0.823
64	腎臓病	15（4.6）		7（3.2）		0.509
65	胃切除	4（1.2）		3（1.4）		1
66	卵巣摘出	20（6.1）		12（5.5）		0.853
67	喘息	6（1.8）		9（4.1）		0.118
68	慢性関節リウマチ	7（2.1）		2（0.9）		0.327
69	変形性膝関節症	38（11.7）		19（8.7）		0.272
70	変形性脊椎症	5（1.5）		2（0.9）		0.708
71	脊柱管狭窄症	16（4.9）		8（3.7）		0.491
72	その他の疾患	71（21.8）		35（16.1）		0.099
73	転倒者	18（5.5）		12（5.5）		0.993

SD ; standard deviation

＊：ピアソンの χ 二乗検定において，$P < 0.05$　　＊＊：Mann-Whitney の U 検定において，$P < 0.05$

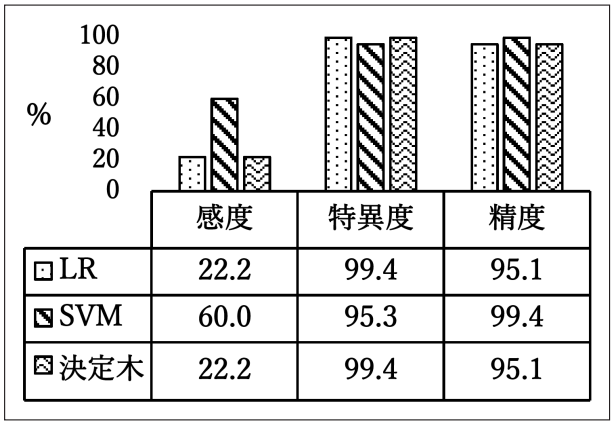


図 2. 訓練データでの感度・特異度・精度

※ LR：Logistic Regression，SVM：Support Vector Machine

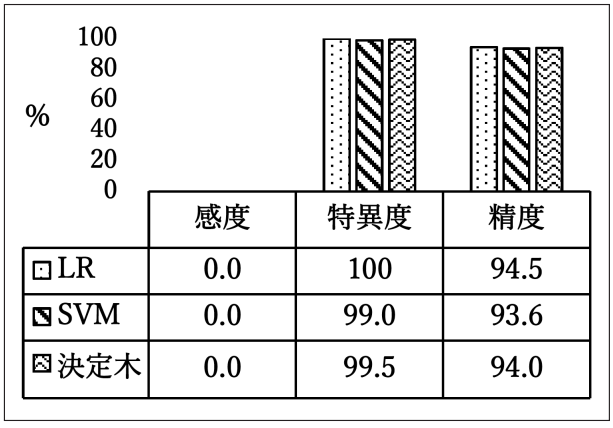


図 3. 未知データでの感度・特異度・精度

※ LR：Logistic Regression，SVM：Support Vector Machine

転倒経験者の判別においてはSVMが最も高かった．しかし，各モデルとも訓練データで感度が20%以上あったのに対し，未知データでは感度が0%であった．

考察

決定木は回帰や分類問題においてデータを識別するため，視覚性が高く，変数の種類を問わない利点があるが，分類性能が低く，データの変化に対するモデルの変化は大きいことから過学習する傾向がある[25]．一方，SVMは，分類問題に用いられるモデルであり，高い精度の分類性能に優れているが，結果の過程が提示されにくいためデータの解釈という点において課題がある[25]．

本研究では決定木においては訓練データで感度22.2%，特異度99.4%，精度95.1%で転倒判別を行い，SVMでは感度60.0%，特異度95.3%，精度94.8%で転倒判別を行った．従来手法であるロジスティック回帰の感度22.2%，特異度99.4%，精度95.1%の転倒判別と比べて特異度・精度ともに差を認めなかったが，感度についてはSVMが60.0%と3モデルの中で最も高い感度を示していた．これは，SVMがロジスティック回帰と決定木に比べ，転倒有経験者を正確に転倒判別できた点を表している．本研究で感度は，転倒経験者のうちモデルが正確に転倒経験者を区別できたかを示している．高い数値ほど転倒経験者を正しく判別していることを意味する．一方，本研究で特異度は，転倒未経験者のうちモデルが正確に転倒未経験者を区別できたかを示している．高い数値ほど転倒未経験者を正しく判別していることを意味する．

ロジスティック回帰，決定木分析は説明変数の選定に優れているモデルであり[26]，サンプルの転倒者から転倒に関わる説明変数を抽出し，転倒により強く関与する因子を抽出できる特徴を有するモデルである．一方，SVMは2値のパターン認識に優れたモデルである．サンプルはサポートベクトルによって判別されているが，このサポートベクトルを生成する際，最も判別ができるような数式を機械が自動的に決定している．訓練データにおいてSVMが最も感度が高かった点については，ロジスティック回帰，決定木とは違って高い分類性能を有しているためであると考える．

未知データによる転倒判別について，横田ら[12]は未知データにおける転倒判別で感度71.3%，特異度66.3%で転倒判別を行っていることを報告している．本研究での決定木による転倒判別では未知データでは感度が0%，特異度が99.5%，SVMでは感度が0%，特異度が99.0%であった．特異度は横田ら[12]の研究と比べて大きく上回っているが，感度の結果は乖離していた．これは，サンプルサイズが少なかったことによって未知データにおける転倒判別がうまくいかなかったと考える．横田ら[12]は46,241名を訓練データと未知データに分けて転倒判別モデルを作成している．転倒経験者は本研究が全体の5%であるのに対し，横田ら[12]の研究では0.16%と本研究の方が転倒経験者の人数比は大きい．しかし，横田ら[12]の研究では23, 120名の訓練データでモデルを作成しており，本研究の544名とはサンプルサイズが大きく異なっている．横田ら[12]の方が転倒判別のパラメータがより細かく分析でき，転倒に寄与する因子を抽出して転倒判別できたと考えられる．

最後に機械学習を用いた転倒判別についての本研究はいくつか考慮しなければならない点がある．まず，本研究では測定の誤分類が考えられる．本研究における転倒の有無は「過去6ヶ月間で転んだことがありますか」という思い出し法であり，正確な転倒の定義を採用しておらず転倒経験を有する者でも転倒なしと答えた可能性がある．この研究限界に関しては浜崎ら[7]も述べており，調査の正確性はカレンダー法などを検討することが望ましい．続いて，性差や障害レベルによる予測精度を検討しなかった点が挙げられる．本研究では従来手法と新規モデルでの転倒判別を主目的としたため，転倒に関わる因子を検討しなかった．そのため性差や障害レベルによって予測精度の違いが生じた点も考えられる．今後は転倒が性差や障害レベルに関与することを明らかにした上でモデル検討を行うことが必要である．続いて，本研究では地域および対象者が限られているため，転倒の要因として気候による凍結などの因子も考えられ，本研究での転倒判別モデルが他の地域や対象で妥当性が不明である点が挙げられる．この問題点は浜崎ら[7]も挙げている．今後は鳥羽ら[6]浜崎ら[7]と同じく，地域を拡大し異なるフィールドでの検討が必要である．続いて，データの項目が多かった点が挙げられる．機械学習ではデータの説明変数が多くなると最適な結果が出力されなくなり[27]，過学習によって未知データにて転倒判別が行えなかった可能性がある．一般的にロジスティック回帰分析では，導きたい目的変数で必要なデータ数は説明変数の10倍以上が好ましいと言われている[28]．本研究では72項目の目的変数から機械学習を行ったため，データの計算量が多くなり，最適な結果を出力できず，訓練

データの適合性は高いが未知データでの適合性は低い過学習が生じた可能性は否定できない．今後はサンプルサイズを増やすことで過学習を防ぐことや，前向き研究により転倒に強く関与する説明変数を選択することが必要である．最後に，有害事象が少なかった点が挙げられる．本研究で分析した544人のうち，転倒経験のあった人は30人であり，転倒経験者が少なく全データの5%であった．本研究で用いたデータの95%は非転倒者であることから，モデルが適当にすべて転倒なしと予測すると精度が95%以上になる危険性が生じる．また，転倒経験者が少ないと過学習が起きてしまい，未知データに対する精度が下がってしまう．よりよいモデル作成のためには，より多くの転倒データの取得が必要である．

この研究における今後の展望として，従来手法だけでなく決定木やSVMを用いることで転倒予測に繋げられる可能性が挙げられる．今回は544名を対象に研究を行い，決定木とSVMは従来手法と同程度の精度で転倒判別を行えた．また，SVMは訓練データにおいてロジスティック回帰分析・決定木と異なり高い感度で転倒判別が可能であった．しかし，本研究は横断的に過去の転倒経験の判別を行ったものであるため，将来の転倒予測に向けたさらなる検討が必要であると考えられる．特に，転倒に強く関与する因子の抽出やビッグデータを活用した前向き研究の実行が必要である．臨床的な意義としては，高い精度で転倒判別をできるモデルを明らかにすることで，転倒予測するときにより高い精度にて転倒予測ができ，転倒を生じる前に医療的介入が可能となる点が挙げられる．

結論

結論として，決定木とSVMを用いた転倒判別は従来手法と変わらない精度で分類できた．SVMでは従来手法と比べて高い感度で分類することができ，従来手法より転倒有経験者を判別することができる点が示唆された．今後はビッグデータによって転倒判別の精度向上や転倒に関与する因子を明らかにすることで，転倒予測につながる可能性が挙げられる．

謝辞

本研究の実施にあたり，骨粗鬆症と転倒の予防教室に参加された皆様，予防教室を手伝っていただいた当時の学生・教員，研究方法について助言いただきました株式会社チノーの佐賀匡史氏にこの場をお借りして厚く御礼申し上げます．

利益相反

本論文に関して，開示すべき利益相反状態は存在しない．

【文　献】

1) 今後の高齢者人口の見通しについて．https://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/hukushi_kaigo/kaigo_koureisha/chiiki-houkatsu/dl/link1-1.pdf．（2020年2月20日引用）
2) 平成29年版高齢社会白書（全体版）．https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2017/html/zenbun/s1_2_3.html．（2020年2月20日引用）
3) 泉キヨ子，平松知子・他：入院高齢者の転倒予測に関する改訂版アセスメントツールの評価．金沢大学つるま保健学会誌．2003; 27 (1) : 95-103.
4) 鈴木みずえ，征矢野あや子・他：最新転倒・転落リスクアセスメントツールを求めて～現状の課題と展望～．日本転倒予防学会誌．2018; 5 (1) : 35-39.
5) 横田慎一郎，安延由紀子・他：転倒・転落リスクアセスメントのあり方をツール開発評価の観点から検討する．日本転倒予防学会誌．2018; 5 (1) : 51-55.
6) 鳥羽研二，大河内二郎・他：転倒リスク予測のための「転倒スコア」の開発と妥当性の検証．日本老年医学会雑誌．2005; 42 (3) : 347-350.
7) 浜崎満治，高椋清・他：自立高齢者における転倒予測スケール作成の試み．理学療法学．2006; 33 (3) : 91-94.
8) AIビジネス研究会：60分でわかる！AIビジネス最前線．技術評論社，東京，2016，pp. 90-91.
9) 嵜山陽二郎：機械学習による薬物のヒト肝ミクロゾーム安定性の予測．CBI学会和文誌．2009; 2: 1-5.
10) 山内康太，熊谷謙一・他：脳卒中発症3ヶ月後における歩行自立予測．理学療法福岡．2017; 30: 54-60.
11) 棒谷英法，大須賀美恵子：表面筋電信号に基いた腕・手の動作識別－独立成分分析とサポートベクターマシンを用いて．人間工学．2012; 49 (1) : 1-9.
12) Yokota S, Ohe K: Construction and evaluation of FiND, a fall risk pre-diction model of inpatients from nursing data. Jpn J Nurs Sci. 2016; 13: 247-255.
13) 青木謙二，末吉健二・他：サポートベクター

マシンを用いた血友病Bデータベースの解析－アミノ酸置換の第Ⅸ因子活性への影響－．研究報告数理モデル化と問題解決(MPS)．2011; 85(7): 1-8.
14) Albon C：Python機械学習クックブック．中田秀基(訳)，オライリー・ジャパン，東京，2018，pp. 253-259.
15) 高橋栄明，岩谷力・他：骨粗鬆症患者QOL評価質問表1999年度版の試用と2000年度版の作成．日本骨代謝学会雑誌．2001; 18(3): 83-101.
16) 藤縄理：住民主体のフレイル予防教室：15年間の研究事業の取り組み．看護技術．2017; 63(13): 59-63.
17) 藤縄理，遠藤直人：地域在住高齢者の骨密度と体力特性に基づいて開発した骨粗鬆症と転倒予防のための指導プログラムの効果．第22回日本骨代謝学会学術集会プログラム抄録集．2004; 136.
18) 藤縄理，菊本東陽・他：地域住民が実施している健康教室への支援．理学療法福岡．2019; 32: 29-35.
19) 藤縄理，元井修・他：地域の指導者とともに実施した骨粗鬆症と転倒の予防教室の効果．Osteoporosis Japan．2010; 18(2): 261-264.
20) 藤縄理，菊本東陽・他：住民主体の骨粗鬆症と転倒の予防教室が骨密度と体力に及ぼす縦断的効果．第51回日本理学療法学術大会．2016; 2015(43): 1586.
21) 藤縄理，菊本東陽・他：地域在住高齢者の骨密度・体力・QOLおよび食事内容の検討．第52回日本理学療法学術大会．2017; 2016(44): 1537.
22) 藤縄理，内山真理・他：骨粗鬆症と転倒の予防教室参加者の骨密度・体力・QOLおよび食事調査結果に及ぼす運動と食事の効果．日本骨粗鬆症学会雑誌．2017; 3: 252.
23) 藤縄理，菊本東陽・他：骨粗鬆症と転倒の予防教室の短期的効果．第6回日本サルコペニア・フレイル学会大会プログラム・抄録集．2019: 199.
24) 藤縄理，菊本東陽・他：骨粗鬆症と転倒の予防教室の骨密度と体力に及ぼす長期的効果．第21回日本骨粗鬆症学会プログラム抄録号．2019; 5(Supple 1): 412.
25) 福島俊一，藤巻遼平・他：ビッグデータ×機械学習の展望　最先端の技術的チャレンジと広がる応用．情報管理．2017; 60(8): 543-553.
26) 峰岸達也，伊勢昌幸・他：ロジスティック分析でのステップワイズ法と決定木による属性選択法の実データをもちいた比較．第25回ファジィシステムシンポジウム講演論文集．2009; 25: A2-02, 7.
27) 坂野鋭，山田敬嗣：怪奇!!次元の呪い－識別問題，パターン認識，データマイニングの初心者のために－(前編)．情報処理．2002; 43(5): 562-567.
28) Peduzzi P，Concato J，et al.: A simulation study of the number of events per variable in logistic regression analysis. J Clin Epidemiol. 1996; 49(12): 1373-1379.

補足資料

下記 jupyter notebook にて実装したコード

データをランダムに分割する

```
from sklearn.model_selection import train_test_split
x_train, x_test, y_train, y_test = train_test_split（x, y, test_size = 0.4, train_size = 0.6 , shuffle = True）
```

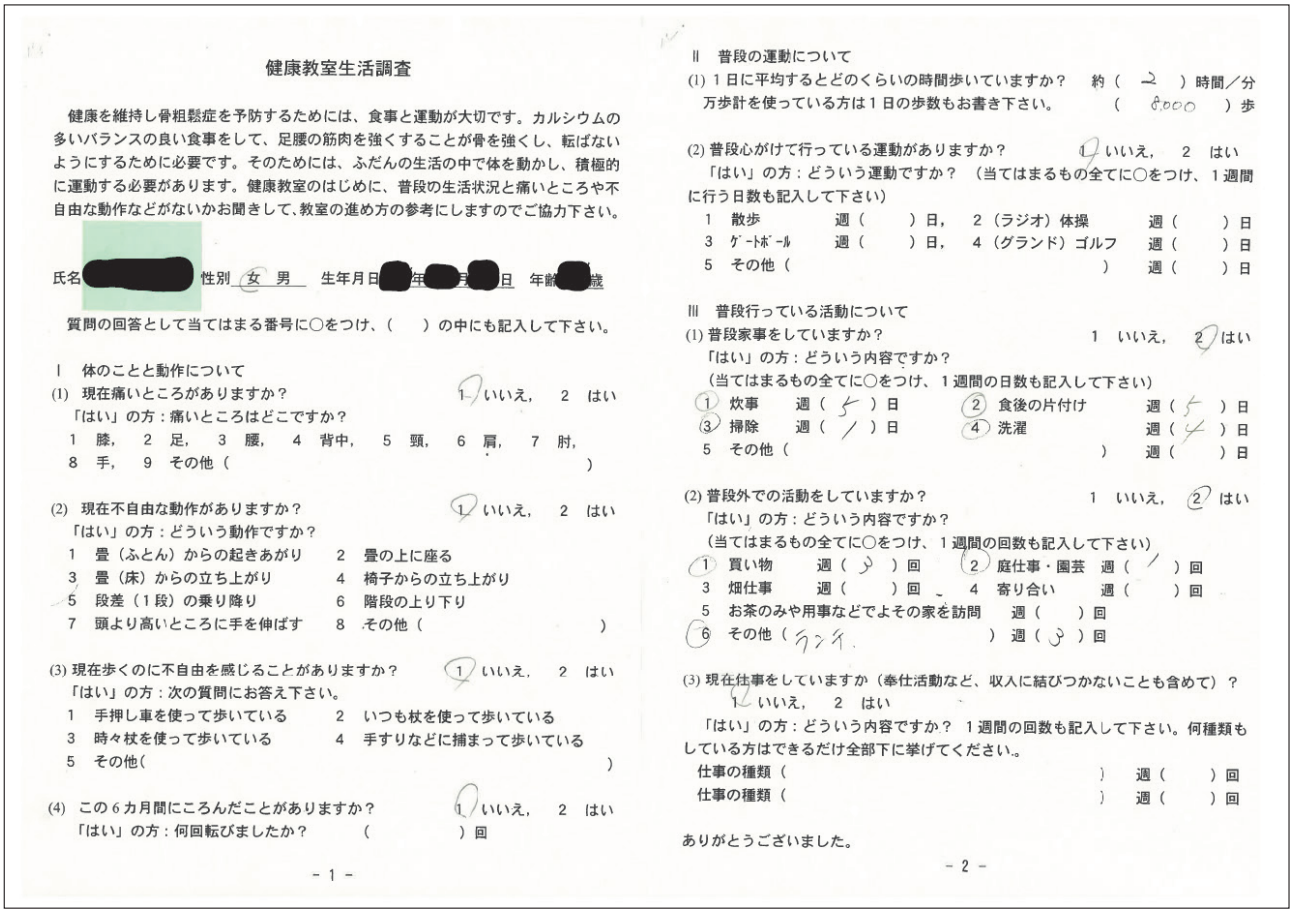
決定木のモデル実装と精度算出（深さは 1，depth の値を変更することで深さが定義できる）

```
from sklearn.tree import DecisionTreeClassifier
model = DecisionTreeClassifier（criterion=’gini’,max_depth=1, random_state=0）
model.fit（x_train, y_train）
print（metrics.accuracy_score（y_test, model.predict（x_test）））
print（metrics.accuracy_score（y_train, model.predict（x_train）））
```

SVM のモデル実装と精度算出

```
from sklearn.svm import SVC
clf = SVC（　）
clf.fit（x_train, y_train）
from sklearn import metrics
print（accuracy_score（y_test, clf.predict（x_test）））
print（accuracy_score（y_train, clf.predict（x_train）））
```

転倒予防教室における生活調査用紙



健康教室生活調査

健康を維持し骨粗鬆症を予防するためには、食事と運動が大切です。カルシウムの多いバランスの良い食事をして、足腰の筋肉を強くすることが骨を強くし、転ばないようにするために必要です。そのためには、ふだんの生活の中で体を動かし、積極的に運動する必要があります。健康教室のはじめに、普段の生活状況と痛いところや不自由な動作などがないかお聞きして、教室の進め方の参考にしますのでご協力下さい。

氏名[redacted]　性別　女　男　生年月日[redacted]　年齢[redacted]歳

質問の回答として当てはまる番号に○をつけ、（　）の中にも記入して下さい。

Ⅰ　体のことと動作について

(1) 現在痛いところがありますか？　1 いいえ，　2 はい
「はい」の方：痛いところはどこですか？
1 膝，　2 足，　3 腰，　4 背中，　5 頸，　6 肩，　7 肘，
8 手，　9 その他（　）

(2) 現在不自由な動作がありますか？　1 いいえ，　2 はい
「はい」の方：どういう動作ですか？
1 畳（ふとん）からの起きあがり　2 畳の上に座る
3 畳（床）からの立ち上がり　4 椅子からの立ち上がり
5 段差（1段）の乗り降り　6 階段の上り下り
7 頭より高いところに手を伸ばす　8 その他（　）

(3) 現在歩くのに不自由を感じることがありますか？　1 いいえ，　2 はい
「はい」の方：次の質問にお答え下さい。
1 手押し車を使って歩いている　2 いつも杖を使って歩いている
3 時々杖を使って歩いている　4 手すりなどに捕まって歩いている
5 その他（　）

(4) この6カ月間にころんだことがありますか？　1 いいえ，　2 はい
「はい」の方：何回転びましたか？　（　）回

－ 1 －

Ⅱ　普段の運動について

(1) 1日に平均するとどのくらいの時間歩いていますか？　約（ 2 ）時間／分
万歩計を使っている方は1日の歩数もお書き下さい。　（ 8000 ）歩

(2) 普段心がけて行っている運動がありますか？　1 いいえ，　2 はい
「はい」の方：どういう運動ですか？（当てはまるもの全てに○をつけ、1週間に行う日数も記入して下さい）
1 散歩　週（　）日，　2（ラジオ）体操　週（　）日
3 ゲートボール　週（　）日，　4（グランド）ゴルフ　週（　）日
5 その他（　）　週（　）日

Ⅲ　普段行っている活動について

(1) 普段家事をしていますか？　1 いいえ，　2 はい
「はい」の方：どういう内容ですか？
（当てはまるもの全てに○をつけ、1週間の日数も記入して下さい）
1 炊事　週（ 5 ）日　2 食後の片付け　週（ 5 ）日
3 掃除　週（ / ）日　4 洗濯　週（ 4 ）日
5 その他（　）　週（　）日

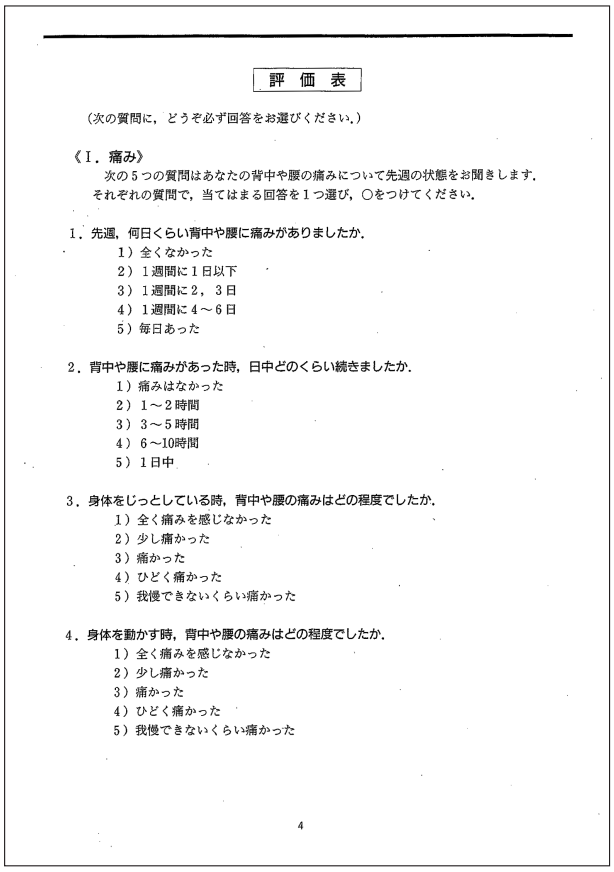
(2) 普段外での活動をしていますか？　1 いいえ，　2 はい
「はい」の方：どういう内容ですか？
（当てはまるもの全てに○をつけ、1週間の回数も記入して下さい）
1 買い物　週（ 3 ）回　2 庭仕事・園芸　週（ / ）回
3 畑仕事　週（　）回　4 寄り合い　週（　）回
5 お茶のみや用事などでよその家を訪問　週（　）回
6 その他（ ラジオ体操 ）週（ 3 ）回

(3) 現在仕事をしていますか（奉仕活動など、収入に結びつかないことも含めて）？
1 いいえ，　2 はい
「はい」の方：どういう内容ですか？ 1週間の回数も記入して下さい。何種類もしている方はできるだけ全部下に挙げてください。
仕事の種類（　）　週（　）回
仕事の種類（　）　週（　）回

ありがとうございました。

－ 2 －

骨粗鬆症患者 QOL 評価質問表 2000 年度版における QOL 項目のアンケート用紙



評　価　表

（次の質問に，どうぞ必ず回答をお選びください．）

《Ⅰ．痛み》
次の5つの質問はあなたの背中や腰の痛みについて先週の状態をお聞きします．
それぞれの質問で，当てはまる回答を1つ選び，○をつけてください．

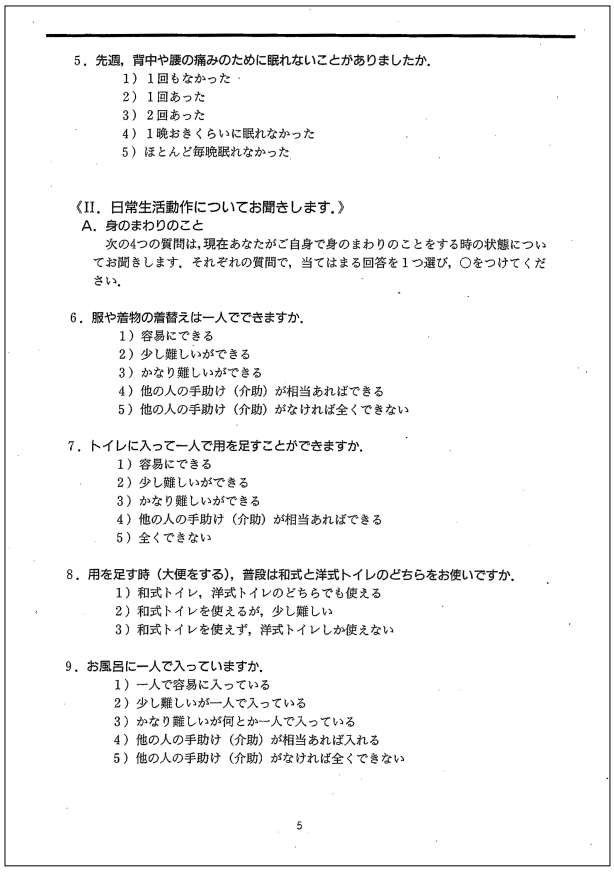
1．先週，何日くらい背中や腰に痛みがありましたか．
1）全くなかった
2）1週間に1日以下
3）1週間に2，3日
4）1週間に4～6日
5）毎日あった

2．背中や腰に痛みがあった時，日中どのくらい続きましたか．
1）痛みはなかった
2）1～2時間
3）3～5時間
4）6～10時間
5）1日中

3．身体をじっとしている時，背中や腰の痛みはどの程度でしたか．
1）全く痛みを感じなかった
2）少し痛かった
3）痛かった
4）ひどく痛かった
5）我慢できないくらい痛かった

4．身体を動かす時，背中や腰の痛みはどの程度でしたか．
1）全く痛みを感じなかった
2）少し痛かった
3）痛かった
4）ひどく痛かった
5）我慢できないくらい痛かった

4



5．先週，背中や腰の痛みのために眠れないことがありましたか．
1）1回もなかった
2）1回あった
3）2回あった
4）1晩おきくらいに眠れなかった
5）ほとんど毎晩眠れなかった

《II．日常生活動作についてお聞きします．》
A．身のまわりのこと
次の4つの質問は，現在あなたがご自身で身のまわりのことをする時の状態についてお聞きします．それぞれの質問で，当てはまる回答を1つ選び，○をつけてください．

6．服や着物の着替えは一人でできますか．
1）容易にできる
2）少し難しいができる
3）かなり難しいができる
4）他の人の手助け（介助）が相当あればできる
5）他の人の手助け（介助）がなければ全くできない

7．トイレに入って一人で用を足すことができますか．
1）容易にできる
2）少し難しいができる
3）かなり難しいができる
4）他の人の手助け（介助）が相当あればできる
5）全くできない

8．用を足す時（大便をする），普段は和式と洋式トイレのどちらをお使いですか．
1）和式トイレ，洋式トイレのどちらでも使える
2）和式トイレを使えるが，少し難しい
3）和式トイレを使えず，洋式トイレしか使えない

9．お風呂に一人で入っていますか．
1）一人で容易に入っている
2）少し難しいが一人で入っている
3）かなり難しいが何とか一人で入っている
4）他の人の手助け（介助）が相当あれば入れる
5）他の人の手助け（介助）がなければ全くできない

5

B. 家　事

次の5つの質問は現在あなたが日頃行っている家事についてお聞きしています．
他にやってくれる人がいる場合は，ご自身ができるかどうかということでお答えください．それぞれの質問で，当てはまる回答を1つ選び，○をつけてください．

10. 自分で食事の支度ができますか．
1）自分一人で容易にできる
2）何とか自分一人でできる
3）難しいが自分一人でできる
4）他の人の手助け（介助）があればできる
5）全く自分ではできない

11. 家の掃除ができますか．
1）自分一人で容易にできる
2）何とか自分一人でできる
3）難しいが自分一人でできる
4）他の人の手助け（介助）があればできる
5）全く自分ではできない

12. 手を伸ばして頭の上の棚からものをとることができますか．
1）容易にとれる
2）何とかとれる
3）難しいがとれる
4）手は届くがとれない
5）手があまり上げられずとれない

13. 日用品（食料品など）の買い物を一人でできますか．
1）容易にできる
2）何とかできる
3）難しいができる
4）手助け（介助）があればできる
5）全くできない

14. 5kg位のもの（例：1升びん2本，あるいは2リットル入りのペットボトル2本）を10メートルくらい運べますか．
1）5kgくらいのもの（1升びん2本）を容易に運べる
2）5kgくらいのもの（1升びん2本）をなんとか運べる
3）2.5kgくらい（1升びん1本）なら容易に運べる
4）2.5kgくらい（1升びん1本）ならなんとか運べる
5）2.5kgのもの（1升びん1本）を運べない

C. 移　動

次の7つの質問は現在のあなたの歩行や外出の状態についてお聞きします．ご自身が下記のことをできるかどうかお答えください．それぞれの質問で，当てはまる回答を1つ選び，○をつけてください．

15. 椅子（ソファを除きます）から立ち上がれますか．
1）容易に立ち上がれる
2）ものにつかまらずになんとか立ち上がれる
3）ものにつかまれば一人で立ち上がれる
4）少しの手助け（介助）があれば立ち上がれる
5）他の人の手助け（介助）があれば立ち上がれる

16. 畳から立ち上がれますか．
1）容易に立ち上がれる
2）ものにつかまらずになんとか立ち上がれる
3）ものにつかまれば一人で立ち上がれる
4）少しの手助け（介助）があれば立ち上がれる
5）他の人の手助け（介助）があれば立ち上がれる

17. 立った姿勢で膝を伸ばしたまま，前屈して手を床につけられますか．
1）容易に手のひらまでつく
2）手指の先ならつく
3）手指の先が足から膝下までなら届く
4）手指の先は膝からもも（大腿）までなら届く
5）立って身体を屈めることができない

18. 50メートル以上連続して歩けますか．
1）早足で途中で止まらず歩ける
2）途中で止まらず歩ける
3）途中で休めば歩ける
4）手助け（介助）（杖，手押し車などを含む）があれば歩ける
5）歩けない

19. 屋外を歩くとすれば，杖を使いますか．
1）全く使わない
2）稀に使う
3）使う時と使わない時と半々位
4）歩く時使うことが多い
5）歩く時必ず使う

20. 1階から2階までの階段で昇り降りを一人でできますか．
1）容易に一人でできる
2）手すりを使えば楽にできる
3）手すりを使えば難しいができる
4）手助け（介助）があればできる
5）できない

21. バスや電車（自家用車やタクシーを除く）などの公共の乗り物を利用できますか．
1）難なくできる
2）少し難しいができる
3）難しいができる
4）同伴者と利用すればできる
5）利用できない

《III. 娯楽・社会的活動》

次の5つの質問はあなたがなさっている趣味，娯楽，外出などについてお聞きします．それぞれの質問で，当てはまる回答を1つ選び，○をつけてください．

22. 先週，何日くらい外出しましたか．
1）毎日
2）5～6日
3）3～4日
4）1～2日
5）一度もない

23. 普段は（この1年位で），何回くらい友人や親戚の家を訪問しましたか．
1）週に1回以上
2）2週に1回くらい
3）月に1回くらい
4）3か月に2回くらい
5）半年に1～2回以下

24. 普段は（この1年位で），何回くらいお祭りや集会などの地域の行事に参加しましたか．
1）週に1回以上
2）2週に1回くらい
3）月に1回くらい
4）3か月に2回くらい
5）半年に1～2回以下

25. 普段は（この1年位で），何回くらい旅行や行楽などに行きましたか．
1）週に1回以上
2）2週に1回くらい
3）月に1回くらい
4）3か月に2回くらい
5）半年に1～2回以下

26. 普段は（この1年位で），庭仕事，園芸，その他ゲートボールなどをしていますか．
1）週に1回以上
2）2週に1回くらい
3）月に1回くらい
4）3か月に2回くらい
5）半年に1～2回以下

《IV. 総合的健康度》

次の3つの質問は現在のあなたのお身体の状態についてお聞きします．それぞれの質問で，当てはまる回答を1つ選び，○をつけてください．

27. あなたはご自分のお身体の健康状態は年齢相応と思いますか．
1）最高に良い
2）とても良い
3）年齢相応に良い
4）あまり良くない
5）良くない

28. 1年前と比べて，あなたの現在の健康状態はいかがですか．
1）1年前より良い
2）1年前より少し良い
3）1年前とほぼ同じ
4）1年前ほど良くない
5）1年前よりはるかに悪い

29. 1年前と比べて，あなたの現在の生活に満足を感じていますか．
1）1年前より良い
2）1年前より少し良い
3）1年前とほぼ同じ
4）1年前ほど良くない
5）1年前よりはるかに悪い

《V．姿勢・体形》

次の４つの質問は現在の姿勢・体形についてお聞きします．30，31問で，当てはまる回答を１つ選び，○をつけてください．

30．10年前と比べて身長が低くなりましたか．
1）全く変化はない
2）少し低くなった
3）低くなった
4）かなり低くなった
5）非常に低くなった

31．10年前と比べて背中が丸くなりましたか．
1）全く変化はない
2）少し丸くなった
3）丸くなった
4）かなり丸くなった
5）非常に丸くなった

次の２問は体形が変わった方（身長が低くなったり，背中が丸くなったり）にお聞きします．変わらない方は32，33問に回答は不用です．次の34問にお進みください．

32．体形が変わったことは気になりますか．
1）いつも気になる
2）しばしば気になる
3）時々気になる
4）ほとんど気にならない
5）全く気にならない

33．背中が丸くなった方にお聞きします．次のような症状が出やすくなりましたか．もし当てはまる症状があれば，いくつでも選び，○をおつけください．
1）息苦しい時がある
2）胸やけがおこりやすい
3）お腹が張りやすい
4）便秘しやすい
5）食欲がおちている
6）上記のような症状はない

《VI．転倒・心理的要素》

次の５つの質問はこの２週間にあなたがお感じになった不安や心配などについてお聞きします．それぞれの質問で，当てはまる回答を１つ選び，○をつけてください．

34．転倒するのではないかという不安を感じましたか．
1）いつも不安を感じた
2）しばしば不安を感じた
3）時々不安を感じた
4）ほとんど不安を感じなかった
5）全く不安を感じなかった

35．転倒の不安のために，やりたいことを諦めたことがありましたか．
1）いつも諦めていた
2）しばしば諦めていた
3）時々諦めていた
4）ほとんど諦めたことはなかった
5）全く諦めたことはなかった

36．朝，目覚めた時さわやかと感じましたか．
1）いつもさわやかと感じた
2）しばしばさわやかと感じた
3）時々さわやかと感じた
4）ほとんどさわやかと感じなかった
5）全くさわやかと感じなかった

37．神経質でくよくよ思い悩んだことがありましたか．
1）始終あった
2）しばしばあった
3）時々あった
4）ほとんどなかった
5）全くなかった

38．家族や他人に完全に頼る生活になるのではないかと心配ですか．
1）全く心配していない
2）めったに心配していない
3）時々心配する
4）よく心配する
5）いつも心配する