

原 著

高齢者の機能的健康度の評価に基づく要介護発生リスク予測モデル およびリスクチャート（試作版）の開発

ノフジ 野藤	ユウ 悠*	アベ 阿部	タクミ 巧 ^{2*}	セイノ 清野	サトシ 諭*	ヨコヤマ 横山	ユリ 友里*
アマノ 天野	ヒデノリ 秀紀*	ムラヤマ 村山	ヒロシ 洋史*	ヨシダ 吉田	ユカ 由佳 ^{3*}	シンカイ 新開	ショウジ 省二 ^{2*,4*}
フジワラ 藤原	ヨシノリ 佳典*	キタムラ 北村	アキヒコ 明彦 ^{*,2*}				

目的 性、年齢および機能的健康度から、3年間の要介護認定の発生確率を予測するモデルを構築し、その性能を評価した。さらに、高齢者本人の気づきと行動変容を促すことで介護予防の効率化を図ることができるよう、発生確率を視覚化した要介護認定リスクチャートを開発した。

方法 兵庫県養父市在住の要介護認定を受けていない高齢者を対象に2012年に実施した郵送調査で、基本チェックリスト（KCL）に回答した5,960人および介護予防チェックリスト（KYCL）に回答した4,448人を分析対象とした。ベースライン時点から3年間の要介護認定の発生を目的変数とし、年齢に加え、1)うつの項目を除いたKCL 20項目の得点、2)KYCL得点のいずれかを説明変数とするロジスティック回帰分析を男女ごとに行い、その結果に基づき要介護認定の発生確率を計算した。モデルの較正の評価には Hosmer-Lemeshow (HL) 検定を、識別能の評価には area under the receiver operating characteristic curve (AUC) を、内的妥当性の評価には5分割交差検証により算出したAUCの平均値を用いた。

結果 KCLの分析対象者では、男性207人(8.2%)、女性390人(11.3%)、KYCLの分析対象者では、男性128人(6.6%)、女性256人(10.2%)が要介護認定を受けた。KCLまたはKYCLを含むモデルのHLのP値は、それぞれ男性0.26, 0.44, 女性0.75, 0.20であり、AUCは男性0.86, 0.86, 女性0.83, 0.85, 5分割交差検証により算出したAUCの平均値は男性0.86, 0.85, 女性0.83, 0.85であった。算出した発生確率に基づいて、縦軸に年齢階級、横軸にKCLまたはKYCL得点を配置し、交点のマスを発生確率に応じて6段階に色分けしたリスクチャートを作成した。

結論 男女共にHLのP値は有意水準(0.05)を上回っていたこと、AUCおよびAUCの平均値のいずれも0.80以上であったことから、本研究で構築したモデルは、較正、識別能、内的妥当性のいずれの面でも優良であることが示された。本リスクチャートは、簡便に使用することができることから、市区町村における介護予防事業を効率的に推進するためのツールの一つになることが期待される。今後、全国各地で広く使用できるように、大規模なサンプルによる検討や外的妥当性の検証が必要である。

Key words : 基本チェックリスト, 介護予防チェックリスト, 要介護認定, リスクチャート

日本公衆衛生雑誌 2022; 69(1): 26-36. doi:10.11236/jph.21-022

* 東京都健康長寿医療センター研究所社会参加と地域保健研究チーム

^{2*} 東京都健康長寿医療センター認知症未来社会創造センター

^{3*} 兵庫県養父市健康福祉部

^{4*} 女子栄養大学

責任著者連絡先: 〒173-0015 東京都板橋区栄町35-2
東京都健康長寿医療センター研究所 社会参加と地域保健研究チーム 野藤 悠

I 緒 言

我が国では、高齢者、なかでも75歳以上の後期高齢者の増加に伴い、要介護認定者数、介護給付費ともに増加の一途を辿っている。厚生労働省の介護保険事業状況報告によると、要支援・要介護認定者数は2018年度末時点で658万人であり¹⁾、2035年まで

は大きく増加し、2040年にピークを迎え988万人に達すると推計されている²⁾。また、介護給付費は2018年度の10.7兆円から2040年度には25.8兆円へ増加することが予想されている³⁾。このような状況下において、介護予防の取り組みの社会的重要性が益々高まっている。

全国の介護保険者（以下、市区町村）では、2015年度に創設された新しい介護予防・日常生活支援総合事業の一環として、地域の実態・課題を把握し、地域の実情に応じた取り組みを行い、その効果評価を行うという、PDCAサイクルに沿った取り組みの推進が求められている⁴⁾。また、2020年度からは高齢者の保健事業と介護予防事業の一体的実施が始まり、健康課題等を有する高齢者に対する個別的なアプローチも求められるようになった⁵⁾。こうした事業では、個人レベルの要介護リスクや地域レベルの要介護リスク（地域にどの程度ハイリスク者が存在するか）を評価するための指標が有用であると考えられる。

要介護リスクを把握する尺度としては、機能的健康度を自記式質問紙により評価する、基本チェックリスト（KCL）や介護予防チェックリスト（KYCL）がよく使われている。KCLは、厚生労働省が開発した25項目からなる尺度⁶⁾で、要支援・要介護状態となるリスクが高い高齢者を把握し、二次予防事業につなげるために、2014年度まで全国の市区町村で実施が求められてきた。近年では、辻らにより、性別・年齢に加え基本チェックリスト中の10項目で簡便に要支援・要介護リスクを評価できるリスクスコアも開発されている^{7,8)}。

KYCLは、東京都健康長寿医療センター研究所の新開らが開発した、全15項目からなる尺度である⁹⁾。各年齢の中央値と20パーセントイル、80パーセントイルの範囲がグラフ上に表示された結果返却シートも開発されており、合計点数をグラフ上にプロットすることで同性・同世代の人と比較した相対評価が可能となっている¹⁰⁾。これまでに、東京都町田市や群馬県草津町などの複数の自治体の介護予防事業で使用されてきた。

いずれの尺度も、合計点数が高くなるほど要支援・要介護リスクが高くなることが疫学研究において明らかにされており^{7~9,11)}、個人レベルおよび地域レベルのリスク評価に有用であると考えられている。しかし、先行研究では、分析した集団における得点ごとの要介護認定発生割合は算出されているものの、ある年齢の人がどれほどの点数であれば、どの程度の確率で要介護状態に至るのかという要介護認定の発生確率については示されていない。

そこで、本研究ではKCL、および、KYCLについて、得点と年齢の組み合わせから男女ごとに3年間の要介護認定の発生確率を予測するモデルを構築し、その性能を評価することを目的とした。さらに、高齢者本人の気づきと行動変容を促すことで介護予防の効率化を図ることができるよう、要介護認定の発生確率を視覚化した要介護認定リスクチャートの試作版を開発した。

II 研究方法

1. 対象者

養父コホートは、兵庫県養父市（2012年7月1日時点の人口26,642人、高齢化率32.6%）に在住する65歳以上の男女を対象にした前向き研究である。2012年に要介護1以上の認定者を除く全高齢者（7,287人）を対象に悉皆郵送調査（ベースライン調査）を実施し、6,607人が回答した（回収率90.7%）^{12,13)}。本研究では、調査時に入院・入所中であった者186人、追跡終了時点で死亡・転出していた者457人を除く計5,964人のうち、KCLの分析には、KCLのすべての回答が欠損であった者4人を除く計5,960人（男性：2,515人、女性：3,445人）のデータを、KYCLの分析には、KYCLの1項目以上の回答が欠損であった者1,516人を除く計4,448人（男性：1,930人、女性：2,518人）のデータを用いた（図1）。

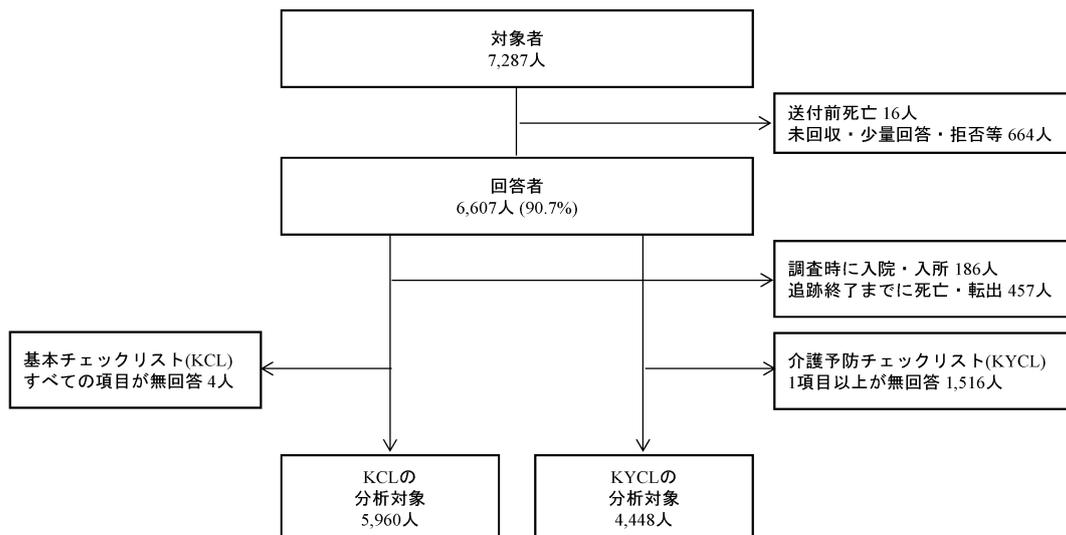
2. アウトカム

アウトカムは要介護認定の発生とした。ベースライン時点から2015年6月2日まで3年間追跡し、介護保険情報を用いて新規の要介護認定を調査した。

介護保険制度における要介護認定では、全国一律の基準に基づき介護の必要量を客観的に判定し、要介護状態や要支援状態にあるかどうかの程度判定が行われている。その手順は次の通りである。まず、本人や家族から申請がなされると、市区町村の認定調査員により心身の状況調査（認定調査）が行われ、その結果とかかりつけ医が作成する主治医意見書に基づいてコンピュータ判定が行われる（一次判定）。次に、保健・医療・福祉の学識経験者により構成される介護認定審査会により、一次判定結果、および、主治医意見書等に基づき審査判定が行われ（二次判定）、この結果に基づき、市区町村が申請者についての要介護認定を行うという流れである¹⁴⁾。

このように、全国一律の基準に基づき要介護認定は行われるものの、要支援、要介護1レベルの軽度の認定率は、様々な要因が影響することで、比較的地域差が大きいことが指摘されている¹⁵⁾。したがって、本研究の成果物を全国的に使用することを想定

図1 対象者のフロー



すると、要介護2以上を要介護認定の発生と定義することが望ましいとも考えられる。しかし、要介護認定リスクチャートを介護予防の現場で使用する際に、要介護2以上となる確率では一般の高齢者にわかりづらいため、本研究では要介護1以上の認定をイベント発生と定義した。また、今後、市区町村が3年に一度策定する介護保険事業計画で地域レベルのリスク評価の際に本研究成果を使用する可能性を想定して、追跡期間は計画の期間と合わせて3年間とした。

3. 説明変数

説明変数は、年齢に加え、KCL得点、または、KYCL得点のいずれかとした。

KCLは、手段的日常生活動作 (Instrumental Activity of Daily Living: IADL)、運動機能、栄養状態、口腔機能、閉じこもり、認知機能、うつに関する計25項目の設問から構成される尺度 (範囲0-25点) である。本研究の予備的検討により、25項目の合計得点を使用してモデルを構築した場合と、二次予防事業の選定基準の一つとして使用されてきた、うつに関する5項目を除く20項目の合計得点 (範囲0-20点) を使用した場合のAUCを比較した結果、同程度であったことから (25項目: 男性0.859, 女性0.828, 20項目: 男性0.861, 女性0.830)、より少ない項目で評価できるよう、本研究では20項目の得点を用いることとした。なお、Satake et al. の研究においても、フレイルに対するAUCは25項目では0.92、20項目では0.89と同程度であったことが報告されている¹⁶⁾。欠損値の扱いについては、先行研究と同様に¹¹⁾、行政上の業務手順に従い¹⁷⁾、「該当あり」として1点を与えた。

KYCLは、易転倒性、低栄養、閉じこもりに関する計15項目の設問から構成される尺度 (0-15点) であり、要支援・要介護認定⁹⁾やADL障害¹⁸⁾、自立喪失¹⁹⁾をアウトカムとした予測妥当性が高いことが示されている。自立喪失に対するKCLとKYCLの予測力の比較も行われており、両者の予測力はほぼ同等であることが報告されている¹⁹⁾。欠損値の扱いについては、処理方法が定められていないため、本研究では1項目でも欠損があった場合は解析から除外した。

4. 統計解析

1) 要介護認定発生のリスク予測モデルの構築
要介護認定率には男女差があるため²⁰⁾、男女ごとにリスク予測モデルの構築を行った。年齢、および、KCL得点、または、KYCL得点を説明変数 (いずれもカテゴリ)、要介護認定の発生を目的変数として、男女ごとにロジスティック回帰分析を行った。なお、年齢については、本研究の予備的検討において、65-69歳と70-74歳との間で要介護認定発生のオッズ比の差が有意ではなかったため [男性: 65-69歳に対する70-74歳のオッズ比1.12 (95%信頼区間0.47-2.69), $P=0.795$, 女性: 2.19 (0.95-5.04), $P=0.065$]、両区分を統合し、65-74歳, 75-79歳, 80-84歳, 85歳以上の4カテゴリとした。KCL得点、および、KYCL得点については、それぞれ3点刻みの5カテゴリ (0-2, 3-5, 6-8, 9-11, 12点以上)、および、2点刻みの6カテゴリ (0-1, 2-3, 4-5, 6-7, 8-9, 10点以上) とした。

下記の数式に基づき、ロジスティック回帰分析の結果を用いて、要介護認定の発生確率を計算した。

$$\text{logit}(E(Y|X)) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots$$

$$+\beta_k X_k$$

ここで、 $\text{logit}(p) = \log(p/(1-p))$ はロジット関数、 Y は2項の目的変数(本研究では要介護認定の発生)であり、 $E(Y|X)$ は共変量 X を有する者が要介護認定に至るリスクを表す。

共変量 X を有する者の要介護認定の発生確率は $p(X) = E(Y|X)$ で表され、前述の式から次のように計算される。

$$p(X) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k)}{1 + \{\exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k)\}} \\ = \frac{\exp(\beta^T X)}{1 + \exp(\beta^T X)}$$

2) 予測精度(識別能・較正)および内的妥当性の検証

構築したモデルの識別能(正しく高リスク者を高リスクと分類できる能力)の評価には area under the receiver operating characteristic curve (AUC) を用い、 $AUC \geq 0.70$ であれば「良好」と判断した²¹⁾。較正(リスクの絶対値の推定精度)の評価には Hosmer-Lemeshow 検定を用い、 $P > 0.05$ であれば「良好」と判断した。内的妥当性の評価には、5分割交差検証(データセットを5組に分け、そのうちの4組を用いて予測モデルを構築し、残りの1組で妥当性を検証するというプロセスを5回くり返す)により算出した AUC の平均値を用いた。

5分割交差検証による AUC の算出には Stata 16 (StataCorp, College Station, TX) を、その他の予測モデルの構築およびモデルの検証に関する統計解析は、SPSS statistics version 26.0 (IBM Software Group, Chicago, IL) を用いて行い、有意水準は5%とした。

5. リスクチャートの作成

縦軸に年齢階級、横軸に KCL 得点または KYCL 得点を配置し、交点のマスをロジスティック回帰分析の結果を用いて算出された要介護認定の発生確率(予測値)に応じてグレー(<10%)、水色(10-19%)、緑(20-39%)、黄色(40-59%)、橙(60-79%)、赤($\geq 80\%$)の6段階に色分けした要介護認定リスクチャートを作成した。

6. 倫理的配慮

本研究は、東京都健康長寿医療センター研究部門倫理委員会の承認を得て実施され(2012年5月24日:24健事第344号)、調査対象者には、調査の目的や個人情報保護の撤回について書面で説明した。

III 研究結果

KCL の分析対象者の平均年齢は男性 76 ± 7 歳、

女性 77 ± 7 歳、KCL の平均得点はそれぞれ 4.5 ± 3.9 点、 5.0 ± 4.1 点であった。一方、KYCL の分析対象者の平均年齢は男性 75 ± 7 歳、女性 76 ± 7 歳、KYCL の平均得点はそれぞれ 2.3 ± 2.3 点、 2.4 ± 2.4 点であった。3年の追跡期間中に、KCL の分析対象者では、男性207人(8.2%)、女性390人(11.3%)、KYCL の分析対象者では、男性128人(6.6%)、女性256人(10.2%)が要介護認定を受けた。イベント発生の有無別にみると、KCL の分析対象者、KYCL の分析対象者のいずれも、男女ともに要介護認定発生者では非発生者と比べ、年齢および KCL 得点または KYCL 得点有意に高かった(表1)。

要介護認定発生のオッズ比、および、リスク予測モデルの構築に使用した偏回帰係数(β)を表2に示す。KCL 得点と KYCL 得点のいずれを用いたモデルにおいても、男女ともに、年齢のカテゴリー、および、各得点のカテゴリーが上がるにつれて β は上昇した。

図2に養父コホートにおける実際の要介護認定発生数(観測値)と、モデルにより算出された発生数(期待値)の比較を示す。Hosmer-Lemeshow 検定(自由度=6)の結果、Hosmer-Lemeshow χ^2 統計量は、KCL を用いたモデルでは、男性7.78 ($P=0.255$)、女性3.42 ($P=0.754$)、KYCL を用いたモデルでは、男性5.86 ($P=0.439$)、女性8.55 ($P=0.201$)であったことから、リスクの推定精度は十分に妥当であると考えられた。

表3に構築した予測モデルの識別能、および、内的妥当性の検証結果を示す。KCL を用いたモデルの AUC は、男性0.860 (0.836-0.883)、女性0.828 (0.808-0.848)、KYCL を用いたモデルでは、男性0.855 (0.825-0.885)、女性0.849 (0.826-0.872)であった。5分割交差検証により算出した AUC の平均値も、KCL を用いたモデル、KYCL を用いたモデルともに同程度の値であった。

算出した要介護認定の発生確率(予測値)を基に作成したリスクチャートを図3に示す(実際はカラーで表示されるが、本稿では白黒で表示)。薄い色ほど発生確率が低く、濃くなるにつれ発生確率が高まることを示す。要介護認定の発生確率は、男女ともに、年齢および KCL または KYCL 得点が高まるごとに増加した。

IV 考察

本研究では、養父市に在住する高齢者を対象とした前向きコホート研究のデータから、男女ごとに年齢、および、機能的健康度の指標として KCL 得点

表1 要介護認定発生の有無別にみた対象者の特性

	KCLの分析対象				KYCLの分析対象						
	男性 (n=2,515)	女性 (n=3,445)	男性 (n=1,930)	女性 (n=2,518)	要介護認定発生 (n=207)	要介護認定非発生 (n=2,308)	要介護認定発生 (n=128)	要介護認定非発生 (n=1,802)	要介護認定発生 (n=256)	要介護認定非発生 (n=2,262)	P
年齢, 点	82.6±6.2	75.3±6.5	83.6±5.8	76.2±6.8	81.9±6.4	74.7±6.3	83.8±5.8	75.4±6.6	<0.001	<0.001	<0.001
65-74歳, %	10.1	50.0	6.9	42.6	13.3	53.4	6.3	47.8			
75-79歳, %	20.3	22.1	13.3	25.5	21.1	21.9	13.7	24.8			
80-84歳, %	30.9	18.5	33.1	19.7	29.7	16.7	32.8	17.6			<0.001
85歳以上, %	38.6	9.4	46.7	12.2	35.9	8.0	47.3	9.8			
KCL得点, 点	9.2±4.5	4.1±3.6	8.9±4.2	4.5±3.8	8.9±3.1	2.1±2.1	4.8±2.9	2.2±2.2	<0.001	<0.001	<0.001
0-2点, %	6.3	41.2	8.7	38.0	14.1	50.0	48.5	14.8			
3-5点, %	15.5	31.7	13.3	30.5	21.1	29.6	28.7	22.3			
6-8点, %	26.1	15.7	23.8	16.4	25.8	12.7	13.5	25.4			
9-11点, %	22.2	6.9	27.4	9.0	19.5	5.3	6.5	18.4			<0.001
12点以上, %	30.0	4.4	26.7	6.0	10.2	1.7	2.2	13.3			
KYCL得点, 点					9.4	0.7	0.6	5.9			
0-1点, %					4.9±3.1	2.1±2.1	4.8±2.9	2.2±2.2	<0.001	<0.001	<0.001
2-3点, %					14.1	50.0	48.5	14.8			
4-5点, %					21.1	29.6	28.7	22.3			
6-7点, %					25.8	12.7	13.5	25.4			<0.001
8-9点, %					19.5	5.3	6.5	18.4			
10点以上, %					10.2	1.7	2.2	13.3			

平均値±標準偏差または各カテゴリーの構成割合 (%)

KCL; 基本チェックリスト

KYCL; 介護予防チェックリスト

表2 リスク予測モデル構築のための偏回帰係数およびオッズ比

	基準	カテゴリー	β	オッズ比 (95%信頼区間)	<i>P</i>
KCL を用いたモデル					
〈男性〉					
年齢区分	65-74歳	75-79歳	1.251	3.49(2.02-6.06)	<0.001
		80-84歳	1.527	4.61(2.72-7.79)	<0.001
		85歳以上	2.299	9.96(5.89-16.87)	<0.001
KCL 得点	0-2 点	3-5 点	0.941	2.56(1.33-4.96)	<0.001
		6-8 点	1.896	6.66(3.54-12.52)	<0.001
		9-11点	2.456	11.66(6.05-22.50)	<0.001
		12点以上	3.248	25.73(13.43-49.28)	<0.001
定数			-5.177		
〈女性〉					
年齢区分	65-74歳	75-79歳	0.906	2.48(1.53-4.01)	<0.001
		80-84歳	1.783	5.95(3.80-9.29)	<0.001
		85歳以上	2.295	9.92(6.31-15.61)	<0.001
KCL 得点	0-2 点	3-5 点	0.204	1.23(0.78-1.93)	0.380
		6-8 点	1.109	3.03(1.97-4.66)	<0.001
		9-11点	1.586	4.89(3.14-7.59)	<0.001
		12点以上	1.902	6.70(4.26-10.54)	<0.001
定数			-4.286		
KYCL を用いたモデル					
〈男性〉					
年齢区分	65-74歳	75-79歳	1.284	3.61(1.91-6.83)	<0.001
		80-84歳	1.733	5.66(3.07-10.41)	<0.001
		85歳以上	2.447	11.55(6.24-21.36)	<0.001
KYCL 得点	0-1 点	2-3 点	0.679	1.97(1.06-3.65)	0.031
		4-5 点	1.550	4.71(2.56-8.66)	<0.001
		6-7 点	2.073	7.95(4.07-15.51)	<0.001
		8-9 点	2.898	18.13(7.64-43.00)	<0.001
		10点以上	3.431	30.92(11.43-83.69)	<0.001
定数			-4.897		
〈女性〉					
年齢区分	65-74歳	75-79歳	1.294	3.65(1.99-6.69)	<0.001
		80-84歳	2.294	9.92(5.67-17.35)	<0.001
		85歳以上	3.071	21.55(12.33-37.68)	<0.001
KYCL 得点	0-1 点	2-3 点	0.615	1.85(1.19-2.87)	0.006
		4-5 点	1.115	3.05(1.95-4.76)	<0.001
		6-7 点	1.295	3.65(2.23-5.96)	<0.001
		8-9 点	2.068	7.91(4.40-14.22)	<0.001
		10点以上	2.555	12.87(5.27-31.45)	<0.001
定数			-4.695		

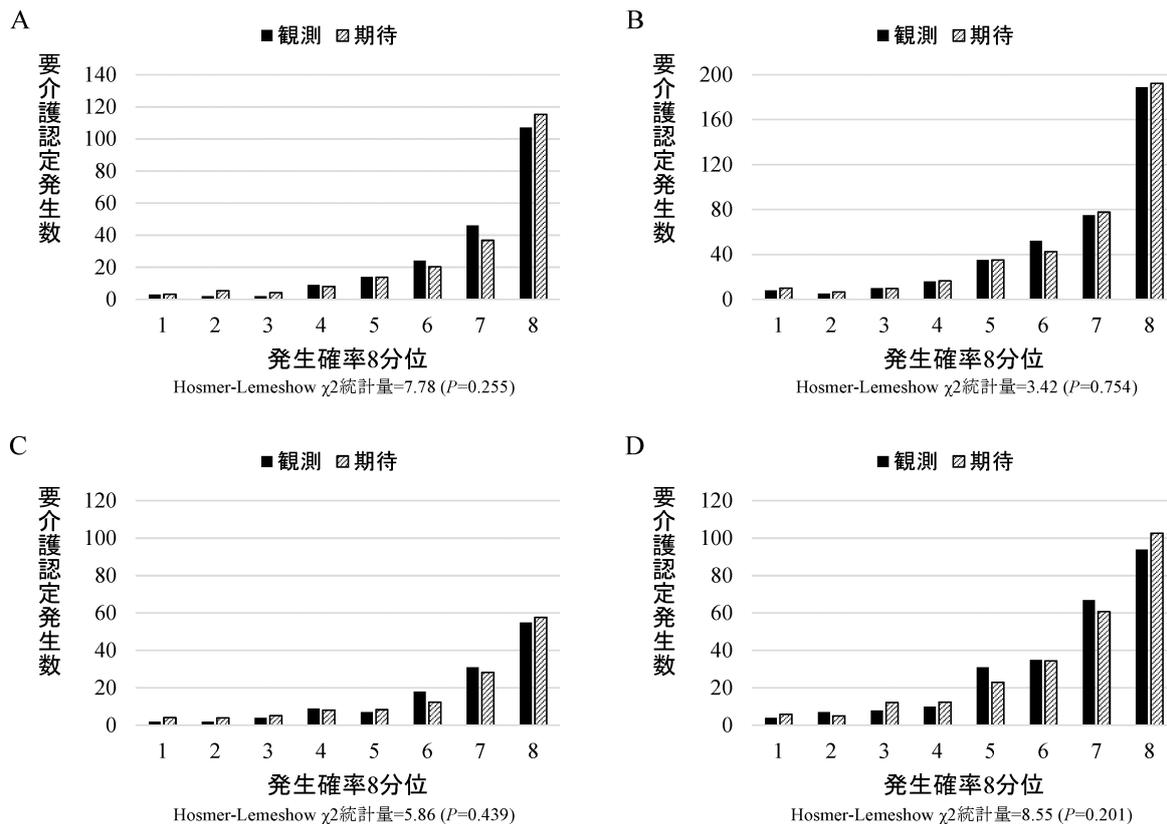
KCL ; 基本チェックリスト

KYCL ; 介護予防チェックリスト

または KYCL 得点を用いた 2 種類の要介護発生のリスク予測モデルを構築し、その精度を評価した。さらに、構築したリスク予測モデルを基に要介護認定の発生確率を算出し、リスクチャートを作成した。構築したモデルの較正を評価した結果、KCL、

KYCL のいずれを用いたモデルにおいても男女ともに Hosmer-Lemeshow の *P* 値は有意水準を上回っていたことから、リスクの絶対値の推定精度は良好と考えられた。また、AUC および 5 分割交差検証により算出した AUC の平均値のいずれも 0.80 以上

図2 発生確率8分位毎の観測値および期待値



A : KCL を用いたモデル (男性) B : KCL を用いたモデル (女性)
 C : KYCL を用いたモデル (男性) D : KYCL を用いたモデル (女性)

表3 識別能および内的妥当性の評価

	KCL を用いたモデル		KYCL を用いたモデル	
	男性	女性	男性	女性
AUC	0.860 (0.836–0.883)	0.828 (0.808–0.848)	0.855 (0.825–0.885)	0.849 (0.826–0.872)
5分割交差検証により算出したAUCの平均値	0.860 (0.819–0.875)	0.829 (0.799–0.845)	0.854 (0.804–0.879)	0.851 (0.804–0.861)

() ; 95%信頼区間

であったことから、識別能、内的妥当性のいずれの面でも優良であると考えられた。

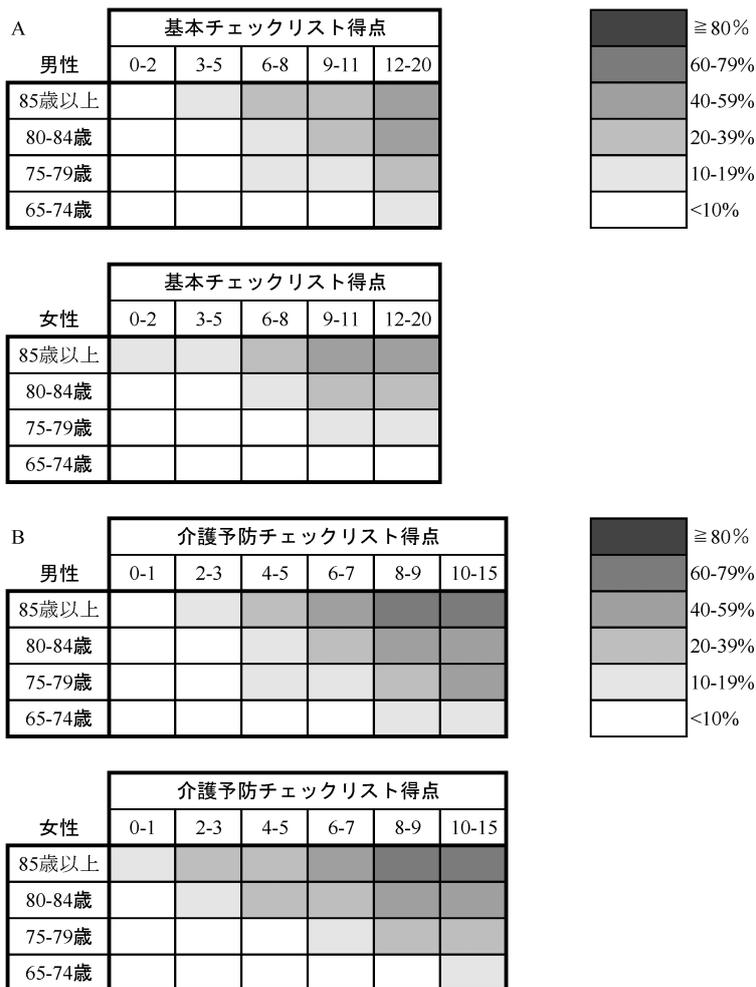
これまでに、循環器疾患予防や糖尿病予防の分野では、主要な危険因子の保有状況からどのくらいの確率でイベントが起きるかを示す、一次予防のための絶対リスク評価ツールが開発され^{22~25)}、生活習慣改善や治療の動機付けに使用されてきた。また、認知症予防の分野では、認知症の発症を予測するリスクスコアが開発されており^{26~28)}、国外の研究では得点ごとの発症確率も計算されている^{26,27)}。一方、介護予防の分野では、KCLや辻らが開発した要支援・要介護リスク評価尺度、および、KYCLが、要支援・要介護認定リスクの予測評価に有用で

あり、得点が高くなるにつれ認定割合が高くなることが報告されている^{7~9,11)}ものの、いずれの研究においても得点ごとの要介護認定の発生確率は算出されていない。要介護認定の発生確率を算出した研究は、筆者らが知り得る限りでは、本研究が初めてである。これまでは、ハイリスクということを漠然と捉えることしかできなかったが、発生確率を示すことにより、どの程度リスクが高いのかをより客観的に捉えることが可能となる。

本研究で構築された要介護発生のリスク予測モデルは、以下の2つのケースにおいて効果的な使用が期待できる。

第一に、各市区町村において高齢者福祉における

図3 3年間の要介護認定の発生確率（リスクチャート）



A : KCL を用いたリスクチャート
 B : KYCL を用いたリスクチャート

戦略立案の際に活用できる。たとえば、3年に一度、全国の市区町村で実施されている介護予防・日常生活圏域ニーズ調査に設問を組み込むことにより（KCLの場合、設問や選択肢の一部がオリジナルと異なるものの、20項目すべてがすでに含まれている。KYCLを用いる場合、新たに追加する必要がある）、地域診断の一環として、当該地域において3年以内に高確率で要介護に至るハイリスク高齢者がどの程度存在するかが推計可能になる。こうした推計を基に、介護ニーズ・費用の将来推計が可能となり、あらゆる方面から高齢者福祉における戦略が立てやすくなると考えられる。

第二に、保健・介護予防事業の現場において高齢者自らの行動変容を促す際に活用できる。すでに、KCLやKYCLを介護予防事業に使用し、高齢者個人にフィードバックしている自治体もあり、とくにKYCLは、フレイルの有無や生活機能の低下レベルが年齢相応かどうかという視点に立ち、セルフケ

アや介護予防事業への参加を促すためのツールが開発されている¹⁰⁾。本研究により、さらに個人の要介護発生確率という、より現実味をおびた数値を示すことにより、これまで以上に強く高齢者本人の気づきを促すことができると期待される。本研究では、要介護に至る確率の高低を視覚的に捉えることができるよう、リスクチャートも開発した。これにより、確率の推計に複雑な計算を必要とせず、高齢者自身で簡便に使用することができることから、介護予防の動機づけの有用なツールとして市区町村の介護予防事業の現場で効果的に使用できると考えられる。ただし、結果により過度な落ち込みや不安を生じさせるなど、確率の受け止められ方には個人差があるため、慎重に運用する必要がある。

上記の通り、本研究で開発したリスク予測モデルおよびリスクチャートは効果的な使用が期待される一方で、以下に述べる限界点がある。まず、本研究は中山間地域である養父市を対象地域としたことか

ら、本結果の外的妥当性の検討は行っていないことが挙げられる。2017年時点における全国の要介護1以上の調整済み認定率は13.0%であり、養父市の調整済み認定率13.3%とほぼ同程度であるものの(厚生労働省, 地域包括ケア見える化システムより)、本リスクチャートの全国的な使用を想定すると、高齢者の特性は居住地域や要介護認定の状況によっても異なる可能性があるため²⁹⁾、たとえば都市部などでも同様の結果が得られるか、今後、全国的な大規模研究による検証が必要である。第二に、本研究のサンプルサイズが小さいため、オッズ比の信頼区間が大きいことが挙げられる。72,127人のKCLのデータから要支援・要介護リスク評価尺度を開発した辻らの研究⁷⁾においても、年齢階級が高くなるにつれ、信頼区間が大きくなる傾向が確認されたが、本研究のサンプルサイズはそれと比較してもかなり小さい。本研究では、全体でみるとリスク予測モデルの精度を示すAUCの信頼区間は比較的小さく、構築されたモデルは妥当なものと考えられるが、とくに高得点のカテゴリーでは表2に示すとおり信頼区間がかなり大きく、推定精度に課題が残る。また、本研究では、イベント数が十分でないことから、KCLについては3点刻みで、KYCLについては2点刻みでカテゴリー化したリスクチャートを作成するにとどまった。第三に、KYCLの分析では、欠損の扱いが定められていないため、回答に1つでも欠損があった者は分析対象から除外した点が挙げられる。本研究の予備的検討では、男女ともにKYCL欠損者では非欠損者と比べ年齢が有意に高く(男性:欠損者83±6歳, 非欠損者75±7歳, 女性:欠損者84±6歳, 非欠損者76±7歳, いずれも $P<0.01$), 年齢が高いほど分析の対象から除外されたことが示されている。このことにより、サンプルサイズがより小さくなることで推定精度が低くなるなど、本研究結果に影響した可能性は否めない。今後、KYCLを広く使用していくためには、欠損の取り扱いについて検討が必要である。最後に、本研究では、自記式質問紙に基づく機能的健康度のみを用いて要介護認定のリスク予測モデルを構築したが、その他の危険因子を加味したモデルを考慮していない点も限界として挙げられる。例えば、握力等の実測値を用いてより精度を高める工夫をしたり、どのような生活習慣を改善すればどれほど要介護発生リスクが軽減するかがわかるような予測モデルを開発していくことにより、介護予防の現場で目的や実行可能性に応じた選択が可能になると考えられる。以上より、養父市を対象地域として開発したリスク予測モデルおよびリスクチャートを一般的に使

用するにはこうした限界点をふまえる必要があると考えられる。今後、全国各地で広く使用できるよう、大規模なサンプルによる検討や外的妥当性の検証が望まれる。

V 結 語

養父市の高齢住民を対象として、年齢およびKCL得点またはKYCL得点から、3年間の要介護認定発生を予測するリスク予測モデルを男女ごとに構築し、それに基づき算出した要介護認定の発生確率から、確率の高低を視覚的に捉えるためのリスクチャート(試作版)を作成した。本試作版をひな形として、今後、全国版または他地域版の要介護リスクチャートが開発され、市区町村における介護予防事業を効率的に推進するためのツールの一つになることが期待される。

本研究に多大なるご協力をいただいた兵庫県養父市健康福祉部の皆様、さらに研究事業への参加にご快諾いただいた養父市住民の皆様へ深く感謝申し上げます。また、大阪大学大学院医学研究科の白川透氏には、統計解析においてご指導をいただき心より感謝申し上げます。なお、本研究は、平成23~26年度戦略的創造研究推進事業(社会技術研究開発)「コミュニティで創る新しい高齢社会のデザイン」研究領域研究開発プロジェクト「高齢者の虚弱化を予防し健康余命を延伸する社会システムの開発」(代表:新開省二)の助成を受けた。

本研究に関して、公開すべき利益相反関係はない。

(受付	2021. 3.15
	採用	2021. 8.25
	J-STAGE早期公開	2021.10.29

文 献

- 1) 厚生労働省. 平成30年度介護保険事業状況報告(年報). 2018. https://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/osirase/jigyo/18/dl/h30_zenkokukei.pdf (2020年12月28日アクセス可能).
- 2) 経済産業省. 将来の介護需給に対する高齢者ケアシステムに関する研究会報告書. 2018. <https://www.meti.go.jp/press/2018/04/20180409004/20180409004-2.pdf> (2020年12月28日アクセス可能).
- 3) 内閣官房・内閣府・財務省・厚生労働省. 2040年を見据えた社会保障の将来見通し. 2018. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12600000-Seisakutoukatsukan/0000207399.pdf> (2020年12月28日アクセス可能).
- 4) 厚生労働省老健局. PDCAサイクルに沿った介護予防の推進方策. 2019. <https://www.mhlw.go.jp/content/12300000/000555619.pdf> (2020年12月26日アクセス可能).
- 5) 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/000605505.pdf> (2020年12月26日アクセス可能).
- 6) 介護予防マニュアル改訂委員会. 介護予防マニュアル改訂版. 2012. https://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/dl/tp0501-1_1.pdf (2020年12月26日アクセス可能).
 - 7) 辻 大士, 高木大資, 近藤尚己, 他. 基本チェックリストと健診データを用いた縦断研究に基づく要支援・要介護リスク評価尺度の開発. 日本公衆衛生雑誌 2017; 64: 246-257.
 - 8) Tsuji T, Kondo K, Kondo N, et al. Development of a risk assessment scale predicting incident functional disability among older people: Japan Gerontological Evaluation Study. *Geriatrics and Gerontology International* 2018; 18: 1433-1438.
 - 9) 新開省二, 渡辺直紀, 吉田裕人, 他. 要介護状態化リスクのスクリーニングに関する研究 介護予防チェックリストの開発. 日本公衆衛生雑誌 2010; 57: 345-354.
 - 10) 東京都健康長寿医療センター研究所. 平成30年度老人保健事業推進費補助金老人保健健康増進等事業. 地域住民の加齢による変化を継続的に把握するための調査研究 (代表: 北村明彦) 報告書. 2019.
 - 11) 遠又靖丈, 寶澤 篤, 大森 (松田) 芳, 他. 1年間の要介護認定発生に対する基本チェックリストの予測妥当性の検証 大崎コホート2006研究. 日本公衆衛生雑誌 2011; 58: 3-13.
 - 12) Murayama H, Nofuji Y, Matsuo E, et al. The Yabu cohort study: design and profile of participants at baseline. *J Epidemiol* 2014; 24: 519-525.
 - 13) 野藤 悠, 清野 諭, 村山洋史, 他. 兵庫県養父市におけるシルバー人材センターを機軸としたフレイル予防施策のプロセス評価およびアウトカム評価. 日本公衆衛生雑誌 2019; 60: 560-573.
 - 14) 厚生労働省. 介護認定審査会委員テキスト2009改訂版. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12300000-Roukenkyoku/0000116033.pdf> (2021年5月9日アクセス可能).
 - 15) 小林哲也. 介護保険制度における要介護認定率の地域性: 都道府県別要介護認定率の傾向による分析. 介護福祉学 2015; 22: 36-44.
 - 16) Satake S, Senda K, Hong YJ, et al. Validity of the Kihon Checklist for assessing frailty status. *Geriatr Gerontol Int* 2016; 16: 709-15.
 - 17) 厚生労働省老健局. 地域包括支援センターの手引き III. その他関係資料 [3] 老人保健事業及び介護予防事業関係 [問51]. https://www.mhlw.go.jp/topics/2007/03/dl/tp0313-1c-01_03.pdf (2021年1月26日アクセス可能).
 - 18) 新開省二, 渡辺直紀, 吉田裕人, 他. 『介護予防チェックリスト』の虚弱指標としての妥当性の検証. 日本公衆衛生雑誌 2013; 60: 262-274.
 - 19) Kojima G, Taniguchi Y, Kitamura A, et al. Are the Kihon Checklist and the Kaigo-Yobo Checklist compatible with the frailty index? *J Am Med Dir Assoc* 2018; 19: 797-800.
 - 20) 内閣府. 男女共同参画白書 平成30年度版. 2018; 75-56.
 - 21) Swets JA. Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science* 1988; 240: 1285-1293.
 - 22) NIPPON DATA80 Research Group. Risk assessment chart for death from cardiovascular disease based on a 19-year follow-up study of a Japanese representative population. *Circ J* 2006; 70: 1249-1255.
 - 23) Arima H, Yonemoto K, Doi Y, et al. Development and validation of a cardiovascular risk prediction model for Japanese: the Hisayama study. *Hypertens Res* 2009; 32: 1119-1122.
 - 24) Ishikawa S, Matsumoto M, Kayaba K, et al. Risk charts illustrating the 10-year risk of myocardial infarction among residents of Japanese rural communities: the JMS Cohort Study. *J Epidemiol* 2009; 19: 94-100.
 - 25) Nanri A, Nakagawa T, Kuwahara K, et al. Development of risk score for predicting 3-Year incidence of type 2 diabetes: Japan Epidemiology Collaboration on Occupational Health Study. *PLoS One* 2015; 10: e0142779.
 - 26) Kivipelto M, Ngandu T, Laatikainen T, et al. Risk score for the prediction of dementia risk in 20 years among middle aged people: a longitudinal, population-based study. *Lancet Neurol* 2006; 5: 735-741.
 - 27) Li J, Ogronnik M, Devine S, et al. Practical risk score for 5-, 10-, and 20-year prediction of dementia in elderly persons: Framingham Heart Study. *Alzheimers Dement* 2018; 14: 35-42.
 - 28) Lin HR, Tsuji T, Kondo K, et al. Development of a risk score for the prediction of incident dementia in older adults using a frailty index and health checkup data: The JAGES longitudinal study. *Prev Med* 2018; 112: 88-96.
 - 29) Abe T, Kitamura A, Seino S, et al. Differences in the prevalence of and factors associated with frailty in five Japanese residential areas. *Int J Environ Res Public Health* 2019; 16: 397.

Development of a risk prediction model and a sample risk chart for long-term care certification based on the functional health of older adults

Yu NOFUJI*, Takumi ABE^{2*}, Satoshi SEINO*, Yuri YOKOYAMA*,
Hidenori AMANO*, Hiroshi MURAYAMA*, Yuka YOSHIDA^{3*}, Shoji SHINKAI^{2*,4*},
Yoshinori FUJIWARA* and Akihiko KITAMURA^{*,2*}

Key words : Kihon checklist, Kaigo-Yobo checklist, long-term care certification, risk chart

Objectives The first aim of this study was to develop risk prediction models based on age, sex, and functional health to estimate the absolute risk of the 3-year incidence of long-term care certification and to evaluate its performance. The second aim was to produce risk charts showing the probability of the incident long-term care certification as a tool for prompting older adults to engage in healthy behaviors.

Methods This study's data was obtained from older adults, aged ≥ 65 years, without any disability (i.e., they did not certify \geq care level 1) and residing in Yabu, Hyogo Prefecture, Japan ($n = 5,964$). A risk prediction model was developed using a logistic regression model that incorporated age and the Kihon Checklist (KCL) score or the Kaigo-Yobo Checklist (KYCL) score for each sex. The 3-year absolute risk of incidence of the long-term care certification (here defined as \geq care level 1) was then calculated. We evaluated the model's discrimination and calibration abilities using the area under the receiver operating characteristic curves (AUC) and the Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test, respectively. For internal validity, the mean AUC was calculated using a 5-fold cross-validation method.

Results After excluding participants with missing KCL ($n = 4$) or KYCL ($n = 1,516$) data, we included 5,960 for the KCL analysis and 4,448 for the KYCL analysis. We identified incident long-term care certification for men and women during the follow-up period: 207 (8.2%) and 390 (11.3%) for KCL analysis and 128 (6.6%) and 256 (10.2%) for KYCL analysis, respectively. For calibration, the χ^2 statistic for the risk prediction model using KCL and KYCL was: $P = 0.26$ and $P = 0.44$ in men and $P = 0.75$ and $P = 0.20$ in women, respectively. The AUC (mean AUC) in the KCL model was 0.86 (0.86) in men and 0.83 (0.83) in women. In the KYCL model, the AUC was 0.86 (0.85) in men and 0.85 (0.85) in women. The risk charts had six different colors, suggesting the predicted probability of incident long-term care certification.

Conclusions The risk prediction model demonstrated good discrimination, calibration, and internal validity. The risk charts proposed in our study are easy to use and may help older adults in recognizing their disability risk. These charts may also support health promotion activities by facilitating the assessment and modification of the daily behaviors of older adults in community settings. Further studies with larger sample size and external validity verification are needed to promote the widespread use of risk charts.

* Research Team for Social Participation and Community Health, Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology

^{2*} Integrated Research Initiative for Living Well with Dementia, Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology

^{3*} Health and Welfare, Yabu City, Hyogo

^{4*} Kagawa Nutrition University