

高齢者の介護予防に向けた行動変容を促す介入方法の推定

早川昭二^{†1} 渡辺一郎^{†1} 上村拓也^{†1} 前田一穂^{†1} 烏谷彰^{†1}
富士通株式会社^{†1}

1. 背景

厚生労働省が提唱する健康寿命延伸プランでは、2040 年までに健康寿命を男女とも 3 年以上延伸する目標と、その実現のために高齢者が要介護状態になることをできる限り防ぐ「介護予防」の重要性が示されている[1]。これに対し、先進的な自治体では、介護予防の施策として、行政と高齢者を繋ぐ「仲介者」となる行政保健師が直接自宅へ訪問して高齢者の状況を把握し、適切な介護予防行動を促す「アウトリーチ支援」が実施され始めている[2]。超高齢化社会の進展により、支援が必要な高齢者数は今後も増え続けることが予想されている一方で、「アウトリーチ支援」の担い手となる行政保健師数の伸びは少ない[3]。仲介者が増えない状況において、介護予防行動をする高齢者を増やすためには、少数の仲介者により効果的に介入していく必要があり、仲介者の介入スキルの向上や業務効率化が必須となる。「アウトリーチ支援」で介護予防行動を促す訪問勧奨業務を支援する技術の実現により、地域住民の健康寿命延伸に寄与することを目指している。

2. 本研究の課題と解決アプローチ

従来の訪問勧奨業務では、保健師が訪問現場で得た介入の成功ノウハウは、保健師の職場での事例共有会などにおいて「成功事例」として共有されていたが、データとしてチーム内に共有する仕組みがなかった。そこで、このような成功ノウハウを共有し、他の保健師が効果的にそのノウハウを活用可能にするシステムを提供することで、訪問勧奨業務を支援することを考えた。

2.1 行動変容を促すための介入プロセスに関する分析

介入の成功ノウハウを共有する仕組みの実現のため、訪問現場において、仲介者である行政保健師や社会福祉士がどのように介入手段を選択し行動変容を促しているのかをヒアリング調査した。その結果、訪問先の部屋に置かれている物や生活状況の聞き取りといった情報から、その人の特性や傾向、行動の障壁となっている問題(障害要因)などを探り、適切な介入方法を選択・実施することで、高齢者の意識や状況を変えて行動変容を促している実態を把握した。ここで得た実態を踏まえ、図 1 に示すような 3 段階からなる介入選択プロセスの仮説を立てた。

このプロセスは①訪問時に着目した高齢者個々人の特性

を表す要因群を見極める過程（特に行動変容の成否への影響の大きい要因）、②要因群に基づき有効と判断した介入を選択する過程、③介入による意識変化や行動変容の成否結果、からなる。ここで、②から③の間において、介入により直接的に行動を変容させるのではなく、介入によって高齢者の障害要因を取り除き「これなら自分にもできる」と自信を持たせるなど、外面的・内面的要因を変化させて行動を変容させることを考える。この介入と行動変容との間を工学的に表現することが、介入の成功ノウハウをチーム内に共有・活用する仕組み実現する上での技術課題となる。

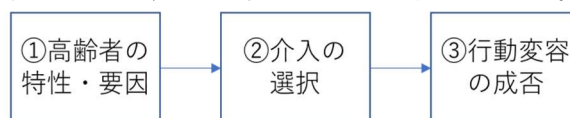


図 1: 仲介者の介入方法選択のプロセス

2.2 介入により行動変容するメカニズムについての仮説

介入と行動変容の間を繋ぐメカニズムを工学的に表現するため、行動要因という説明変数を導入した。行動要因とは、高齢者それぞれの自己効力感やモチベーション、知的・身体的能力、社会的支援の状況などのように、目的の行動を起こす際に、十分であれば行動を起こしやすくなり、不足すれば行動を阻害するような要因のことである。これらの行動要因は、図 1 中の①、②の過程で、仲介者が実際に介入方法を選択する際にも考慮している重要な要因であり、BJ Fogg の MAP モデル[4]や、社会的認知理論[5]、COM-B[6]などの行動変容理論でも用いられているものである。これらの解釈可能な要因群について、介入による改善量を推定・提示し、行動変容の成否を説明可能とすることで、支援システムを利用する仲介者の納得性も高められると考えた。

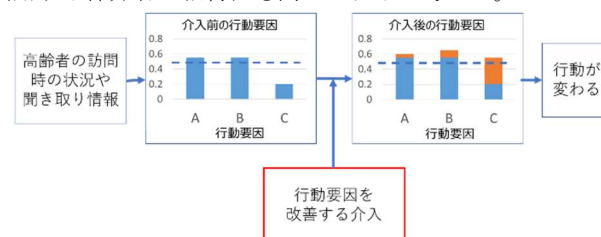


図 2: 介入による行動変容メカニズムの仮説

導入した行動要因が介入により改善し、行動変容するメカニズムを工学的に表現した仮説を図 2 に示す。図では、訪問時の高齢者の状況や聞き取りといった情報から、介入前の行動要因 A, B, C を推定したとする。ここで、要因 C(例

えば自己効力感とする)が行動に移すのに必要なしきい値（ここでは便宜的に 0.5 であるとする）を下回り、これが阻害要因となって行動できていなかったことを想定している。

それに対して、「行動要因を改善する介入」を行うことで、要因 C の値が改善してしきい値を超える（自己効力感が改善される）ことで、行動が変わるメカニズムを考えた。

すなわち、介入前の行動要因に、介入によって決まる改善量を加算した結果、行動要因がしきい値を超えて行動が変わるメカニズムである。

我々の研究[7]では本メカニズムを検証する予備実験として、訪問勧奨時に取得したアンケート等の業務データから行動変容に与える影響が大きいと考えられる行動要因を抽出・定量化し、算出した行動要因から、新規の高齢者であっても行動状態を予測できる可能性を示した。本稿では、訪問勧奨時に、対象高齢者に対して行った介入方法と、保健師が判断した介入前後の行動変容ステージ情報を用いて、介入により行動要因の値が改善し、その結果として行動状態が変容するメカニズムを統計的にモデル化する手法を提案し、実データを用いてその検証を行ったので報告する。

3. 介入による行動変容のモデル化

本章では、前章で示した行動変容メカニズムのモデル化方法について述べる。

3.1 行動状態の識別モデルと行動要因の改善量推定モデル

2.2 節では二つの仮定を設定した。一つ目は、「対象者の行動要因によって行動状態が決まる」であり、二つ目は、「介入によって行動要因が改善し、その結果として行動変容する（行動状態が介入前と変わる）」である。それぞれに対応した、以下に示す二つのモデルを考えた：

モデル 1: 行動要因から行動状態を識別する機能

モデル 2: 介入による行動要因改善量を推定する機能

モデル 1 は行動要因を入力し、その行動状態を出力する識別モデルである。このモデルは過去の発表[7]において報告済である。モデル 2 は、高齢者の行動要因と介入方法の情報を入力し、各行動要因の改善量を推定する回帰モデルである。

3.2 モデル全体の構造

図 3 にモデル 1 とモデル 2 を連結した、介入による行動変容メカニズムのモデル全体を示す。図 2 で示した介入前の行動要因の値に、介入による改善量が加算されるメカニズムを図 3 中の加算器で実現している。すなわち、介入が行われると、図中のスイッチが入り、介入前の行動要因に、モデル 2 によって推定された改善量が加算器で加わり、その結果、ノードが行動要因に対応した入力層に介入後の行動要因が入る仕組みである。

以降、モデル 1 とモデル 2 それぞれの学習方法について

述べる。まずモデル 1 のみを単独で学習し、次にモデル 1 のパラメータを固定した状態で、モデル 2 の学習を行う。なお、以下の図や説明では、行動状態の識別について、行動変容ステージ[8]の「無関心期」なのか、「関心期以上」なのかを識別することを例題としている。

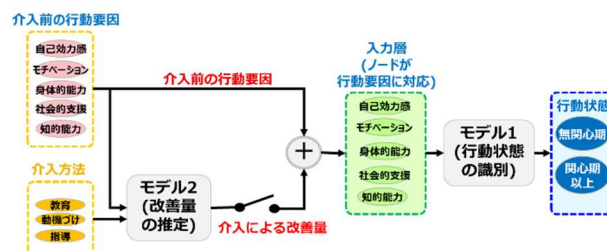


図 3：行動要因の改善量を推定するモデル

3.3 行動状態の識別モデル(モデル 1)の学習

モデル 1 は、高齢者それぞれの介入前の行動要因を入力ベクトルとし行動状態の識別結果を出力する、いわば静的な関係を表す関数である。そこで行動要因を説明変数として、無関心期の高齢者の集団と、すでに関心期以上である高齢者の集団を識別するモデルを学習する。図 4 に多クラス分類ロジスティック回帰であるモデル 1 を示す。モデル 1 は重み W_1 、バイアス b_1 、活性化関数としてソフトマックス関数および“無関心期”と“関心期以上”の二つのノードを持つ出力層で構成される。パラメータ W_1, b_1 は誤差逆伝播法により学習する。

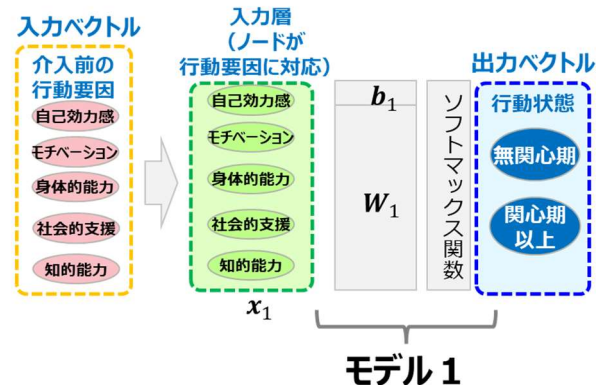


図 4：モデル 1 の学習

3.4 行動要因の改善量推定モデル(モデル 2)の学習

モデル 2 は、学習済のモデル 1 を活用し、図 3 のスイッチをオンにして、ニューラルネットワークとして学習を行う。図 5 に学習時の構成を示す。モデル 1 のパラメータを固定した状態で、入力ベクトルを、介入前の行動要因の値と実施された介入方法（1 種類の場合は one-hot ベクトル、2 種類の場合は“two-hot”ベクトル）とし、出力ベクトルは実際の介入後の行動状態を教師データとして学習を行う。

次にモデル 2 の内部構造を説明する。図 5 の①部分は介入前の行動要因と介入方法を一緒に入力して、交互作用の効果を算出する部分である。次に②部分は①の算出結果に

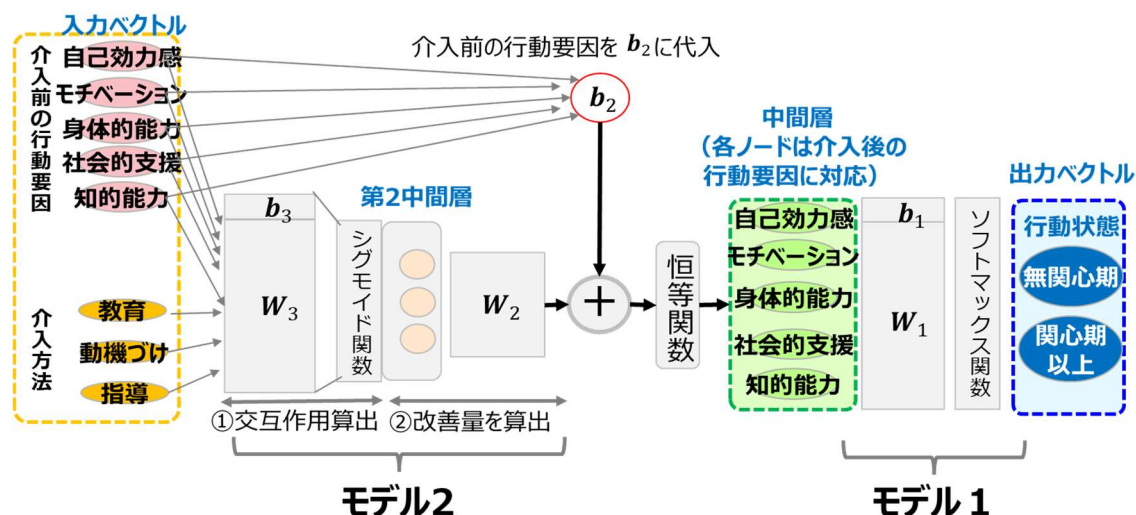


図 5：モデル2 学習時のニューラルネットワークの構成

基づいて、各行動要因に対する介入による改善量を求める部分である。学習時において、3.3 節で学習済のモデル1は誤差をモデル2に伝播するために用い、モデル2のパラメータ W_2, W_3, b_3 を誤差逆伝播法により更新した。

モデル1,2 が学習できれば、新規の高齢者に対して、行動変容する確率の高い介入方法を推定できる。次節では、提案したモデル2を実データで検証する。

4. 実験

本章では、実際の保健勧奨の現場において高齢者から聞き取ったアンケートデータを用いて、前章で提案したモデルにより効果的な介入方法を推定できるか検証した結果について述べる。

4.1 実験データ

実験データには、ある自治体で行われた訪問勧奨業務の対象となった高齢者70人分のデータを用いた。データには、高齢者への介入方法（複数種の介入も含む）と、仲介者が判断した介入前後の行動変容ステージの情報を含んでいる。その内訳を表1に示す。また実験に用いた行動要因の値は、研究発表[3]に記載した、健康状態や日常生活に関するアンケートデータをSEMで分析し因子得点化する方法で算出した。

表 1：実験に用いた高齢者の内訳

モデル1の学習に用いた高齢者数	<ul style="list-style-type: none"> 介入前が無関心期：37名 介入前に関心期以上：33名
モデル2の学習・評価に用いた高齢者数	<ul style="list-style-type: none"> 介入前が無関心期で介入後も無関心期：29名 介入前が無関心期で介入後に関心期以上へ移動：8名

4.2 学習条件

モデルの学習・評価は少数データであったため Leave-one-out CV(LOOCV)により実施した。モデル1は無関心期と関

心期以上を識別する必要があるため、表1に示す計70名分のデータを用いて学習した。またモデル2は、介入前の行動状態が無関心期の高齢者が介入によって関心期以上に遷移するかを学習するため、表1に示す介入前が無関心期の高齢者計37名のデータを用いて LOOCV 評価した。各モデルの学習条件は以下の通りである：

モデル1のエポック数:500

モデル1の学習率:0.01

モデル2のエポック数:1000

モデル2の学習率:0.1

4.3 介入後の行動状態の推定結果

モデル2による介入後の行動状態の推定精度、すなわち、介入前の行動要因と実施された介入方法を入力することで、正解データ通りの行動状態を出力できるかを、評価した。結果を表2に示す。正解率は68%(25/37)、再現率は75%(6/8)、適合率は38%(6/16)という結果となった。

表 2：介入後の行動状態の推定結果

		推定結果	
		無関心期	関心期以上
正解	無関心期のまま	19人	10人
	関心期以上に遷移	2人	6人

4.4 考察

前節で学習したモデルが、図2で示したような介入により行動要因が改善されるメカニズムを実現できているか、図5の中間層に入力される介入前の行動要因と改善量の値を取り出して確認した。図6に介入により関心期以上に遷移した高齢者の例と、介入しても無関心期のままの高齢者の例をそれぞれ2名について、介入前の行動要因と加えた改善量を5種類の行動要因ごとに示す。介入により関心期以上へ遷移した高齢者2例については、ほとんどの行動要因において改善量が加算されていた(図6上)。また、例1で

は「動機づけ」の介入によりモチベーションが改善しているのに対し、例2では「訓練」の介入により身体的能力が改善しており、介入によって改善する行動要因が異なる傾向が見られた。一方、介入しても無関心期の高齢者2名に対しては、改善量が小さいか、マイナス方向に加算されていた(図6下)。実際の介入後の行動要因と比較を行う必要はあるものの、図2で提案した、介入による行動要因の改善量を介入前の行動要因に加算するモデルにより、行動変容のメカニズムを表現できる見込みを得た。また、介入前の行動要因と介入方法を入力することで、意図通りに改善量の推定ができていることから、事前に対象者の行動要因が分かれば、その対象者を行動変容されるうえで有効な介入方法を予測できる可能性を示すことができた。

5. まとめ

本稿では、介入により行動変容するメカニズムを、説明変数として行動要因を導入したモデルで表現する方式を提案し、実際の訪問勧奨業務において収集されたデータを用いて検証した。実験の結果、介入により無関心期から関心期以上にステージが遷移している高齢者は、説明変数である行動要因が改善されており、行動変容のメカニズムの確からしさを裏付けることができた。また、新規の高齢者に対して、ステージ遷移に有効な介入方法を確率的に予測できることを示した。これにより、他の保健師の介入方法のノウハウをモデルで表現でき、新規対象者に対しても他の保健師が成功率の高い介入方法を知ることができるようになり、ノウハウの共有に有用であると考えられる。今後は、高齢者数を増やして実験を行い、精度改善を図る。また、推定した行動要因と似た高齢者の過去事例の検索可能なアプ

リケーションの検討など[9]、訪問勧奨業務に従事する保健師を支援可能なシステム検討を進める。

参考文献

- [1] 厚生労働省 HP, “現在の健康づくりの取り組みと今後の施策について”, 厚生労働省健康局健康課, 2021年3月19日
- [2] 厚生労働省 HP, “高齢者の保健事業と介護予防の一体的な実施について”, 2018年9月6日
- [3] 厚生労働省 HP, “令和2年衛生行政報告例(就業医療関係者)の概況”, 2022年1月27日
- [4] BJ Fogg 著、須川訳, “習慣超大全”, ダイアモンド社, p. 50, 161 (2021).
- [5] 中澤ら, “社会的学習理論から社会的認知理論へ-Bandura理論の新展開をめぐる最近の動向-”, 心理学評論, vol. 31, no. 2, pp. 229-251 (1988).
- [6] Michie, S. et al., “The behaviour change wheel: A new method for characterizing and designing behaviour change interventions,” *Implementation Science*, vol. 6, no. 42, (2011).
- [7] 早川ら, “高齢者の介護予防行動を決定する要因に関する研究”, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム 2022 論文集, pp. 590-594 (2022).
- [8] Prochaska JO, et al., “The transtheoretical model of health behavior change,” *American Journal of health promotion AJHP*, vol. 12, no. 1, pp. 38-48 (1997).
- [9] 田口ら, “業務経験の分析に基づく適切な参照面談事例の提示による保健師の育成支援”, 情報処理学会第85回全国大会講演論文集 (in printing) (2023).

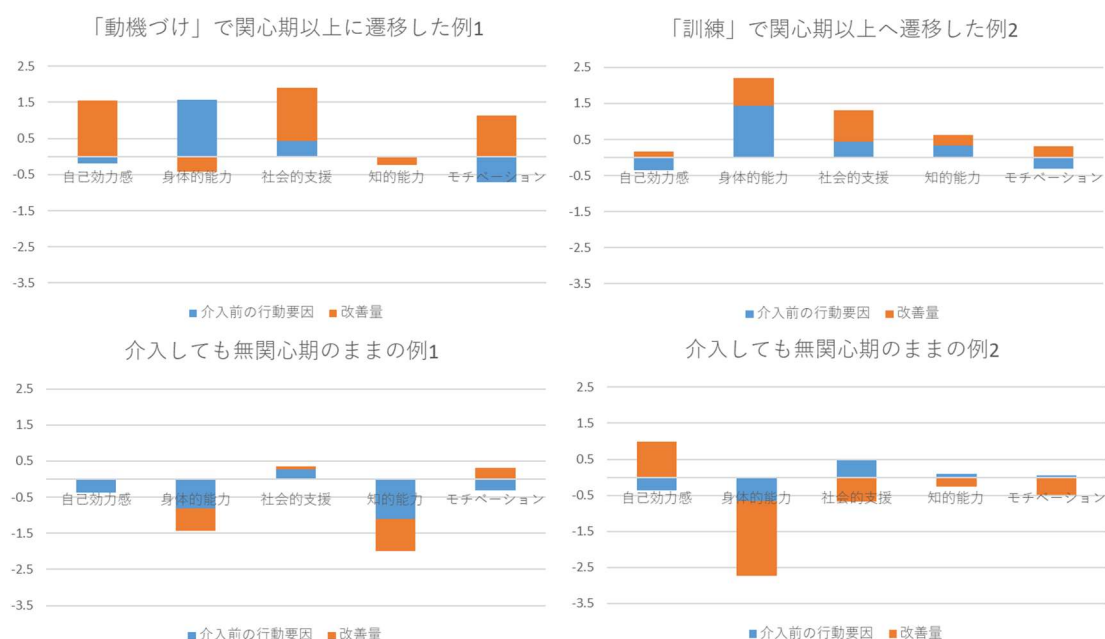


図 6: 介入前の行動要因と改善量の例

(上: 介入により関心期以上へ遷移した高齢者2例、下: 介入しても無関心期のままの高齢者2例)