

健康行動変容技術とその応用

櫻田 孔司 谷口 匡之
坪田 東

非感染症疾患(NCD)は、生活習慣の改善により予防可能な疾病であるにも関わらず、死亡原因の上位を占めている¹⁾。このような状況を踏まえ、国連はSDGs(持続可能な開発目標)で、2030年までにNCDによる早期死亡を1/3減少させることを国際社会共通の目標に設定した。

しかし、現代社会は利便性の追求と過剰なエネルギー摂取の環境にあり、生活者自身による生活習慣改善が実践しにくい状況にある。そんな中、ナッジなどの行動科学の知見(行動インサイト)とAI/IoT技術を組み合わせ、人々の行動変容を促す技術領域として、BI-Tech(Behavioral Insights x Technology)に注目が集まっている²⁾。

本稿では、OKI版BI-Techとして、行動科学・心理学とAI/IoT技術を組み合わせ、人々の健康に対する意識と行動を望ましい方向に変容させる行動変容技術を提案する。特に、対象者ごとに行動変容に適した状況を見つけ、リアルタイムに介入情報を通知するプロンプト技術を提案し、その有効性に関する検証実験の結果を報告する。また、本技術が適用可能な応用分野を紹介する。

OKIの目指すヘルスケアソリューション

OKIは、人々の行動変容を通じてNCDを予防するヘルスケアサービスの実現を目指している。そのためのソリューションは、「行動データの収集・可視化」、「行動データの蓄積・分析(行動変容サービスのエビデンス構築)」、「データ分析結果に基づく行動変容サービス提供」の3ステップである。

図1に、上記3ステップを一つのサービスモデルで構成した例を示す。

まず、健康支援を行うサービス事業者(生命保険、健保組合、薬局、スポーツジムなど)が保有する対象者属性データ(年齢、性別、生活サイクル、嗜好、健康状態など)と、システム自身が取得する日常データ(行動、バイタル、心理状態、生活環境など)とを収集し、可視化する(①)。そして、ソリューションの核となる行動変容エンジンでは、これら蓄積されたデータを分析し、対象者ごとの効果的な介入ルールを学習し決定する(②)。その後、サービス事業者を通じ

て、日常データの状況変化に応じた介入情報を対象者に届ける(③)。

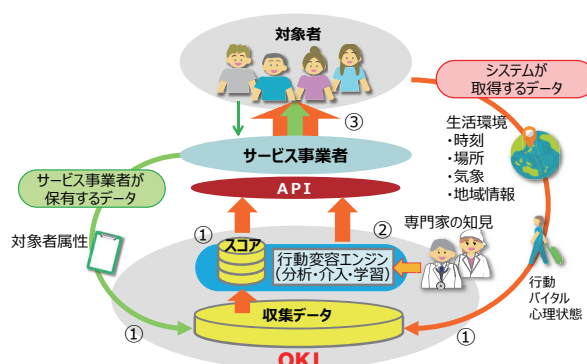


図1 ヘルスケアソリューションのサービスモデル

行動変容技術の概要

行動変容技術は、前述の行動変容エンジンで、対象者の日常状況を検出し、対象者が受容しやすいタイミングと支援内容を決定して、情報介入する技術である。

すなわち、先に説明した対象者属性データと日常データの組み合わせに基づき、情報介入に適した条件をあらかじめルールとして定義し、同条件が発見されると、対応する支援内容を決定する。また、対象者やその端末利用の状況に基づいて、情報介入通知に対する受容度を推定し、その上で情報介入タイミングを決定する。

一見同じ対象者属性であっても、思考のパターンが異なれば、効果的な情報介入の内容が同じとは限らない。そこで、高い行動変容効果を得るために、情報介入による日常状況の変化を分析して、対象者ごとの介入ルールやスコア算出方法を定期的に学習・修正する。これにより、情報介入は、対象者の生活環境や性格・信念などの違いによらず、対象者が受け入れやすい形に成長する。この点が本技術の特長である。

リアルタイムに変化する行動、バイタル、心理状態、生活環境の各情報は、各種センサーで取得することが望ましいが、現代の科学技術で取得が難しいもの(例えば心理データ)は、適切なタイミングで対象者に問診することで状況

を取得し、情報介入の実施や学習に活用する。

本技術に適用可能な行動変容の理論・モデル・技法の代表的な例を以下に説明する。

(1) 決断点プロンプト³⁾ <行動の誘発>

行動を起こすのに適した状況で、対象者に刺激を与えることによって、対象者の行動を誘発するものである。エレベーターホールに階段利用促進ポスターを掲示して階段利用者を増やす施策が代表例である。行動変容技術を用いれば、日常状況検出に基づいて効果的な決断点プロンプトを対象者に提示することができる。

(2) 即時強化 <行動の反復>

応用行動分析学では、「ある行動を行い、望ましい結果が伴えば、その行動の頻度は高まる」という基本的概念がある。これを強化⁴⁾と呼び、行動から結果までの時間が即時的であればあるほど強化の効果が高いことが知られている。日常状況検出に基づいて対象者にとっての望ましい結果(好子(こうし))を推定できれば、抽出された好子を強化メッセージとして使い、情報介入することができる。

(3) その他の介入 <個人への適合>

行動変容を目的とした代表的なモデル、トランスセオレティカルモデル(Transtheoretical Model, TTM)⁵⁾には、重要な概念要素として、行動変容ステージ(行動への準備性と行動の程度による5つのステージ:前熟考期→熟考期→準備期→実行期→維持期)とセルフエフィカシー(自己が行動をうまく行える見込み感)がある。TTMによれば、対象者の行動変容ステージに応じて適切な介入(行動変容プロセス)を行い、セルフエフィカシーを強化することで、行動の開始と継続が促進され、行動変容ステージの上昇を期待できる。行動、生活環境、心理状態(行動変容ステージ、セルフエフィカシー)を入力としたTTMベースの情報介入ルールとAI技術を組み合わせ、オンデマンド型のセルフケアサービスや専門家との健康相談サービスなどに活用できる。

健康増進プロンプトの検証実験

先に説明した行動変容の理論・モデル・技法のうち、決断点プロンプトに特化した技術(プロンプト技術)を開発し、これを用いた実験システム(健康増進プロンプト)を構築して検証実験を行った。

実験システムの構成を図2に示す。サーバーは、対象者属性(性別、肥満度、多忙度、体力)とリアルタイムの行動・

生活環境の情報(歩数、場所、時刻、気象)に基づいて、プロンプトに適した状況・タイミングを検出し、当該タイミングに合ったメッセージを被験者のスマートフォンに通知する。例えば、駅への接近を検出したら階段の利用を促すメッセージを、朝からの運動量が少ない晴れた午後を検出したら散歩を勧めるメッセージを、それぞれ通知する。被験者はスマートフォンのメッセージを閲覧し、メッセージ内容を実行できたか(できそうか)どうかを回答する。

対象者属性は、実験開始の際、被験者自身が登録する。行動・環境の情報は、被験者のスマートフォンやサーバーにより逐次検出されたデータを利用する。

プロンプトに適した状況・タイミングの検出ルールは、健康行動に関する学識経験者が設計し、その上で、被験者がスマートフォンに入力したメッセージの実行履歴に基づいて、被験者が受容しやすい内容が出力されるようAI技術を用いて学習し、メッセージの送信を制御するようにした。

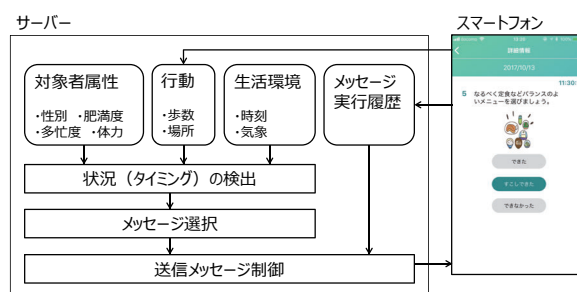


図2 実験システムの構成

実験は、ある自治体で募集した93名(男性45名、女性48名、平均45歳)を対象に、2018年9月から約3ヵ月間行い、行動の変化、行動変容ステージの変化、効果の自覚を調査した。

効果の変化は、NEAT(Non-Exercise Activities Thermogenesis)と食行動を対象に、介入前後での行動の活性化状況を調査した。NEATは日常生活での運動以外の身体活動を指し、例えば、掃除、通勤、買い物などが該当する。実験でのNEAT測定は、濱崎・柳内が開発した質問調査票⁶⁾を用いた。また、日常生活での食行動を調べるため、Shimazakiらの研究で使用されている12項目の質問票⁷⁾を用いた。

図3は、実験の開始時・終了時の質問調査の2変数(歩行主体のNEAT、食行動)について、開始時から終了時にかけての行動得点の平均値を示している。t検定(2組の標本の平均に有意差があるかどうかの検定に用いられる統計学的検定法)を行った結果、歩行主体のNEAT、食行動のいずれでも、開始時から終了時にかけて有意な増加を示した。

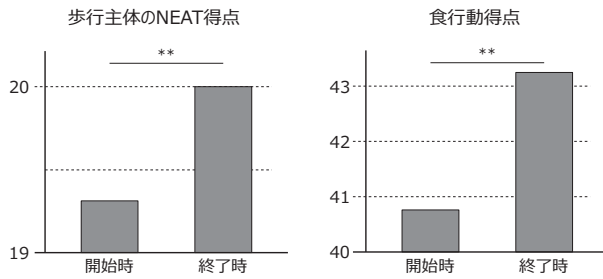


図3 実験結果 (行動の変化)

図4は、NEAT及び食行動それぞれの行動変容ステージの分布を介入前後に分けて示している。NEATは、前熟考期及び熟考期に属する人数が介入後に準備期以降に移動している。食生活の行動変容ステージでは、介入後に実行期と維持期に人数が移動した。

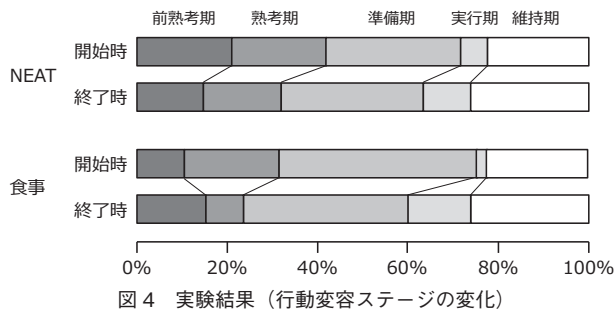


図4 実験結果 (行動変容ステージの変化)

図5は、実験の開始時に比べて、最初の1ヵ月と3ヵ月に分け、「行動・体格・感覚」の自覚を「自覚できた」あるいは「自覚できなかった」の2択で回答させた結果を示している。おおむね4割以上の被験者で自身の変化を自覚する結果が得られた。また、1ヵ月目と3ヵ月目の比較から、効果を自覚する被験者が時間経過とともに増加する傾向が確認された。さらに、1ヵ月目から3ヵ月目にかけて自覚を感じる被験者の増加率を分析したところ、介入初期の段階では、「体を動かす頻度・量が増した」「長時間歩けるようになった」「ぐっすり眠れるようになった」「息切れしなくなった」など、行動や感覚の自覚が現れた。その後、時間経過とともに、「腹囲が減った」「体が引き締まった」「体重が減った」「筋肉がついた」など、体格の自覚が現れることが認められた。以上の実験結果から、スマートフォンを活用した決断点プロンプトが、健康行動変容ステージの上昇を促し、日頃の歩行を中心とする身体活動量を増加させ、食習慣行動にも影響を与えたと考えられる。一方で、生活サイクルにあったメッセージの内容とタイミングは被験者から否定的な意見が聞かれた。対象者の生活サイクルや特性に応じた介入情報最適化の技術改良が更に必要である。

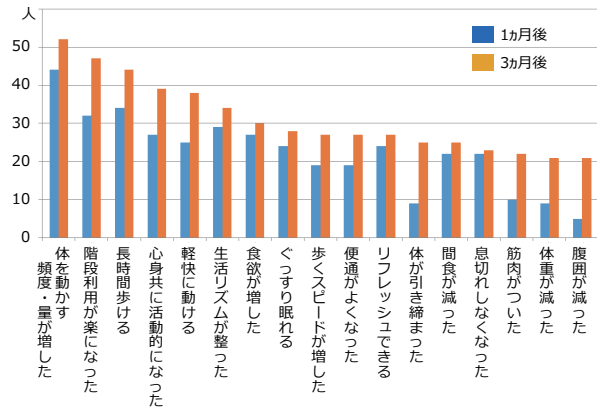


図5 実験結果 (効果の自覚)

行動変容技術の応用

行動変容技術は、身体活動や食行動以外の領域にも適用できる。現在、新たなビジネス領域として検討を進めている応用分野を紹介する。

(1) 睡眠×行動変容技術

地球の自転周期から逸脱し、昼夜問わず光が溢れる24時間社会となった現代は、環境時間と体内時計(概日リズム)にズレが生じ、日本人の5人に1人が睡眠に問題を抱える状況にある。睡眠不調は、働く人の生産性を低下させるだけでなく、生活習慣病やがん、認知症などの疾患リスクの上昇と関連し、国際がん研究機関は、交代勤務をディーゼルエンジンの排ガスと同レベル(Group2A)で発がん性のある状況と認定している⁷⁾。

睡眠の質を改善するためには、睡眠環境や睡眠時間を改善するだけでなく、日中の光暴露、食事、運動、入浴、嗜好品など、覚醒時のさまざまな生活習慣タイミングの修正が必要である⁸⁾。生活サイクルに合わせて対象者に情報介入可能なプロンプト技術は、睡眠改善のタイミング修正に適していると言える。

図6に、睡眠領域への行動変容技術の適用例を示す。睡眠を改善するためのステップとして、データ収集、データ分析、情報介入の三つを定義する。一つ目のデータ収集では、日中の活動と夜間の睡眠の状態をセンサーにより収集し、眠気など、センサーでは取得できない情報は問診により収集する。二つ目のデータ分析では、収集したデータに基づいて、睡眠の質や体内時計の位相を、さらには、体質による体内時計の型(クロノタイプ)や、平日と休日の睡眠タイミングのズレ(社会的ジェットラグ)を推定する。最後の情報介入では、データ分析の結果を踏まえて、睡眠の質を改善するための生活習慣(光暴露、食事、運動、入浴、嗜好品、入眠)を支援する

情報を、生活サイクルに合わせてタイミングよく対象者の端末(スマートフォン、スマートスピーカーなど)に提示する。

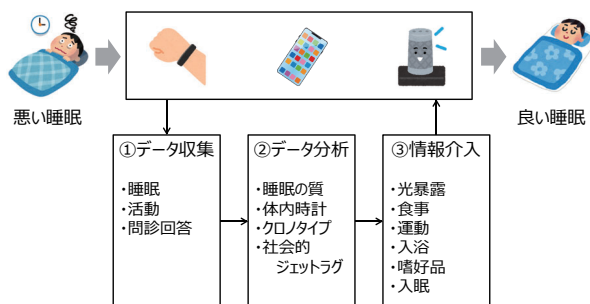


図6 睡眠領域への行動変容技術の適用例

(2) 人材×行動変容技術

人口減少を背景として人材不足が叫ばれる中、円滑なコミュニケーションによる生産性向上や人材ポテンシャルの最大化、メンタルケアなどを目的としたサービスや技術(Human Resource Technology, HRTech)に注目が集まっている。

働く人のコミュニケーション行動などを収集し分析することで、組織内の人間関係や心理的安全性(組織の中で安心して自分らしく働ける状態)、幸福度(業務のやりがいや喜びで満たされた健康状態)などが推定される。これに基づいて日常業務に情報介入し、行動変容を促すことで、組織にとっても働く人にとってもメリットのある人材活用ができる。例えば、会議中の発言のやり取りに基づいて話者交替(ターンテイキング)のきっかけをそっと伝えることで、組織と個人のパフォーマンスを高める効果が期待できる(図7)。

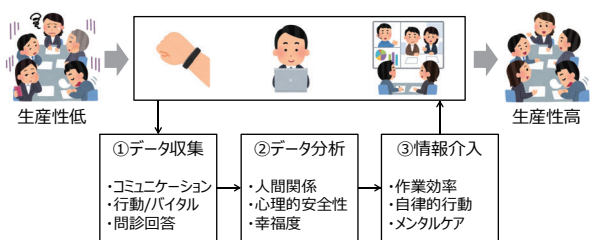


図7 人材活用領域への行動変容技術の適用例

まとめ

AI/IoT技術を活用し、対象者の状況に適した介入情報をリアルタイムに通知して、健康行動の変容を促すプロンプト技術を開発した。身体活動と食行動の改善を目的とした3ヶ月に渡る検証実験の結果、活動的な行動が有意に増加し、さらに、効果を自覚する人数が時間経過とともに増えることを確認した。

今後は、行動変容効果の向上を目指して、情報介入の個別化精度を高める技術に取り組む。本技術はさまざまな種類の行動への適用が期待できるので、不眠症の予防や組織コミュニケーションの改善にも展開したい。

謝辞

本稿記載の健康増進プロンプト検証実験は、早稲田大学の竹中晃二教授との共同研究によるものです。ここに謝意を表します。 ◆◆

参考文献

- 1) WHO: The top 10 causes of death, 2018年5月24日 <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
- 2) 環境省:成長戦略・統合イノベーション戦略・AI戦略等の政府方針に位置付けられたBI-Tech(バイテック)について(ナッジ関連)、報道発表資料、2019年、<http://www.env.go.jp/press/106977.html>
- 3) 竹中晃二:アクティブ・ライフスタイルの構築、初版、pp.28-35, 121-156、2015年、早稲田大学出版部
- 4) 杉山尚子ほか:行動分析学入門、pp.15-28、1998年、産業図書
- 5) 濱崎秀崇、柳内秀勝:肥満および代謝性疾患におけるNon exercise activity thermogenesis (NEAT)について、肥満研究、Vol.21、No.2、pp.99-105、2015年
- 6) Takashi Shimazaki, et al.: Construction of a Short form of the Healthy Eating Behavior Inventory for the Japanese Population, Obesity Research & Clinical Practice, ORCP-496, 2015年
- 7) 三島和夫:24時間社会に潜む睡眠関連健康問題、実験医学、Vol.37、No.3、pp.400-401、2019年
- 8) 白川修一郎ほか:基礎講座 睡眠改善学、第2版、pp.43-84、2019年、ゆまに書房

● 筆者紹介

櫻田孔司:Koji Sakurada. 経営基盤本部 研究開発センター コミュニケーション技術研究開発部
谷口匡之:Masayuki Taniguchi. 経営基盤本部 研究開発センター コミュニケーション技術研究開発部
坪田東:Azuma Tsubota. 経営基盤本部 研究開発センター コミュニケーション技術研究開発部