



技術戦略研究センターレポート

TSC Foresight

2023年6月

行動変容支援技術分野の技術戦略策定に向けて —ヘルスケア領域における行動変容支援—

Vol. 113

はじめに.....	2
1章 実現したい将来像と解決すべき社会課題.....	3
1-1 将来像と解決すべき社会課題の定義.....	3
1-2 解決・実現のための方法.....	5
1-3 行動変容支援が活用されるユースケースと必要技術....	8
1-4 環境分析とベンチマーキング.....	12
2章 解決・実現手段の候補.....	15
2-1 分析から得られた実現手段の候補.....	15
2-2 行動変容支援分野における技術動向.....	21
2-3 技術開発の方向性.....	23
3章 おわりに.....	25

TSCとはTechnology Strategy Center（技術戦略研究センター）の略称です。

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
技術戦略研究センター（TSC）

はじめに

『第 6 期科学技術・イノベーション基本計画』において、「サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会」である Society 5.0¹をより具体化した、「一人ひとりが多様な幸せ (well-being) を実現できる社会」の実現が、我が国が目指すべき方向性として示されている²。その社会像の実現に向け、様々な課題を解決し、量的な成長から質的に豊かな社会を実現するために、テクノロジーの果たすべき役割はさらに重要になっている。

本レポートでは、このような社会像を実現するために必要な技術として、自律的な行動変容を支援するテクノロジーを対象とし、技術開発に関して検討した結果をまとめた。

¹ Society 5.0 とは(内閣府) https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html

² [第 6 期]科学技術イノベーション基本計画(内閣府、2021)
<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/6honbun.pdf>

1 章 実現したい将来像と解決すべき社会課題

1-1 将来像と解決すべき社会課題の定義

2021年3月に閣議決定された『第6期科学技術・イノベーション基本計画』において、我が国がイノベーションを通じて目指すべき方向性として、「国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会」と「一人ひとりが多様な幸せ(well-being)を実現できる社会」が示されている。特に後者の実現に向けては、経済的な豊かさの拡大だけではなく、精神面も含めた質的な豊かさを高めることが必要である。多くの人々が人生100年時代に健やかで充実した人生を送るため、健康寿命の延伸だけでなく、何歳になっても社会と主体的に関われるようになることが求められている。Well-beingとは、世界保健機関(WHO)憲章の前文による健康の定義において、「健康とは、病気ではないとか、弱っていないということではなく、肉体的にも、精神的にも、そして社会的にも、すべてが満たされた状態[Well-being]にあること」(日本WHO協会訳)として使われたことによって広まった概念である³。狭い意味での心身の健康のみを指すものではなく、広義の健康概念を指しており、より幅広い人のQOL(Quality of life:生活の質)や幸福を示す概念として使われている。

また、国連総会で採択された、持続可能な開発のための17の国際目標であるSDGsでは、人間社会をより暮らしやすい社会にするための目標として、「すべての人に健康と福祉を」、「質の高い教育をみんなに」が示され、持続可能な社会を成し遂げるために必要な目標として、「働きがいも経済成長も」、「産業と技術革新の基盤をつくろう」が示されており⁴、これらは、「一人ひとりが多様な幸せ(well-being)を実現できる社会」に向けた目標と符合しているといえる。

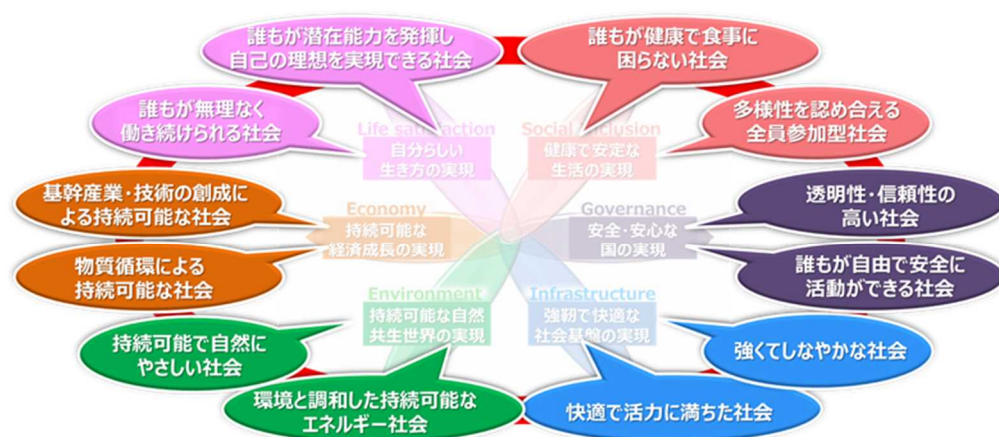
TSC Foresight 将来像レポート「イノベーションの先に目指すべき『豊かな未来』」(NEDO、2021)⁵では、豊かな未来の実現に向けて、大切にすべき価値軸や実現すべき社会像を示した(図1)。その中で、今後大切にすべき価値軸として、「健康で安定な生活の実現」、「自分らしい生き方の実現」、そこから、実現すべき社会像として、「誰もが潜在能力を発揮し自己の理想を実現できる社会」、「誰もが無理なく働き続けられる社会」、「誰もが健康で食事に困らない社会」、「多様性を認め合える全員参加型社会」、「快適で活力に満ちた社会」を示しており、いずれも「一人ひとりが多様な幸せ(well-being)を実現できる社会」に関連する将来像を提示している。

³ 世界保健機関(WHO)憲章とは(日本WHO協会)<https://japan-who.or.jp/about/who-what/charter/>

⁴ 持続可能な開発目標(SDGs)とは(国際連合広報センター)
https://www.unic.or.jp/activities/economic_social_development/sustainable_development/2030agenda/

⁵ <https://www.nedo.go.jp/content/100934289.pdf>

さらに、TSC Foresight 短信「ウェルビーイング社会の実現に貢献するマテリアル技術」(NEDO、2020)⁶においてはマテリアル技術に注目し、Well-being へ人々の関心が集まっており、Well-being の促進に貢献する、人体・感覚情報を活用するマテリアル技術への期待が高まっていること、Well-being 促進とレジリエンス強化につながるマテリアル技術として、インフラ用途の構造材料等において複合化やリサイクルなどの新たなレジリエンス価値を有する材料の開発を進めることによって、個人やコミュニティとマテリアル製造業が様々な社会課題の共創的解決へ向かうインセンティブとなり、結果として SDGs や Society 5.0 の目標課題達成につながっていくことを示した。



図：実現すべき12の社会像

図1 将来像レポート「イノベーションの先に目指すべき『豊かな未来』」で示した実現すべき12の社会像

このように様々な目指すべき将来像に関連している「一人ひとりが多様な幸せ (well-being) を実現できる社会」の実現に向けては、科学技術をどのように活用して課題を解決していくかが重要である。一人ひとりが多様な Well-being を促進することとは、自律的に一人ひとりが行動し、年齢や様々な障害などの有無に関わらず、心身に潜在している能力を生涯にわたって思う存分活かすことができる状態の実現であり、創造力を発揮し、精神的な豊かさを実感できることである。Well-being には自分らしい生き方を実現することや、働きがいがあり、同時に社会として経済成長するような産業の創成を達成することも重要な要素である。

⁶ https://www.nedo.go.jp/library/ZZNA_100047.html

1-2 解決・実現のための方法

1-1 節で示した将来像実現のためには様々な方策が考えられる。その一つは、人文科学知の活用による Well-being の実現である。例えば、法制度の活用(労働安全法制など)、社会制度の活用(働き方改革、社会保障制度など)などがある。一方、自然科学知の活用による Well-being の実現として、医学的方法、工学的的方法、環境デザイン的方法などがある。本レポートではテクノロジーを活用した Well-being 促進の観点から、自然科学知の活用に関して検討を行った。

自然科学知の活用による Well-being の実現手法としては、以下の三つの方法が挙げられる。

- ① 製薬・バイオテクノロジーなどによる医学的方法
医療技術の向上、感染症ワクチンなど、病気の克服や肉体的・精神的に健康への寄与から一人ひとりの Well-being を促進
- ② ICT 技術で構成されたシステムを用いた工学的的方法
ICT 技術や材料技術などを活用し、誰でも不自由なく日常活動でき、一人ひとりの能力・モチベーションを向上させ、心身共に健康で活動できる状態を通して Well-being を促進
- ③ 人々が選択・意思決定・行動する際の環境を活用した環境デザイン的方法
ナッジ・環境改善・都市デザイン等を活用し、安全・安心・快適な空間環境の確保・実現から一人ひとりの Well-being を促進

これらの解決方法の取り組みは、それぞれ独立して進められるものではなく、課題解決のために相互に関連・連携していくべきものであるが、ICT や材料・デバイス技術を活用したシステムを構築することができれば、一人ひとりの Well-being の支援・促進を実現するとともに、新たなサービスを幅広い領域に社会実装することができ、日本の産業競争力向上等にも資すると期待できる。したがって、以降は工学的方法を中心に検討することとした。

一人ひとりの Well-being を促進するためには、一人ひとり自ら Well-being 促進にむけその行動を変えていく、行動変容が必要である。人が自らの行動を変えるべく、何かの行動を起こすモチベーションとして、「自律性」、「有能感」、「関係性」が重要であるといわれている。自律性とは、自分の行動の結果は自分の意図によるものだと思うこと、有能感とは自分には課題解決能力があると自ら信じられること、関係性とは人とのつながりを感じられることである。このなかでも、特に「自律性」の欲求が重

要だとされている⁷。自律性を重視し、自ら決定したという気持ち強い場合は、何かを行うときのモチベーションも強くなる。自身の行動を自己決定して変えていくことで、一人ひとりの Well-being も向上していく。そのため、自律的な行動変容をテクノロジーで支援することにより、効果的に Well-being を促進することができると考えられる。

図 2 に工学的手法による自律的な行動変容支援の概要を示す。ヒト⁸の内部状態（感情などは）は、取り巻く環境要因・外部要因・人的内部要因などの影響を受けて変化するが、その内部状態によって誘起される行動や身体・生体反応などをセンシングし、その情報をもとにヒトの内部状態の推定を行う。つぎに、その内部状態の推定を基に何らかの気づきや感情誘起など促す外部刺激を直接ヒトに提示することで、人が自律的に行動することを支援する。その結果、自律的行動変容が実現されるというものである。

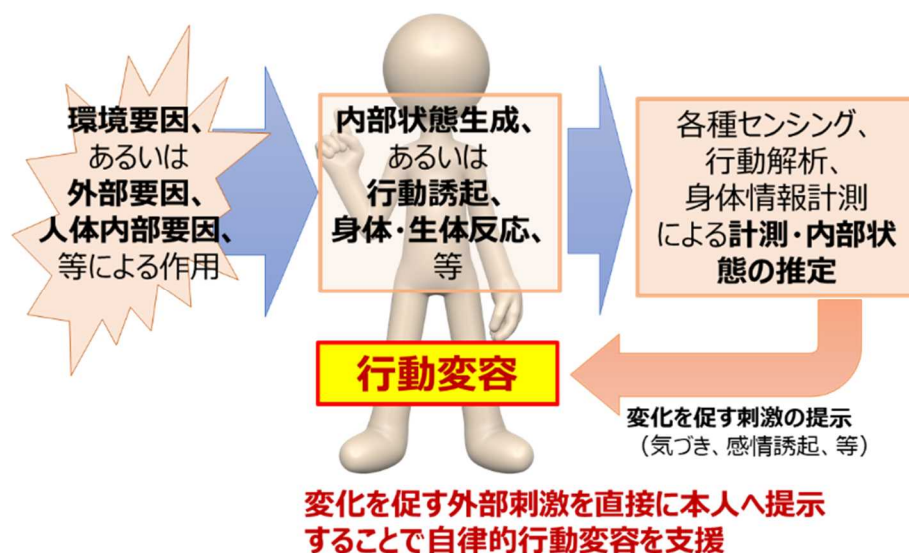


図 2 工学的手法による自律的な行動変容支援の概要

ヒトが行動を自律的に行ったと認識する上で、身体を通して外界環境から刺激を得る「身体性」と、自分が主体的に行動していると感じる「行為主体感」が重要な役割を担っている⁹。

身体性とは、意識と外界の環境と相互作用を持つ身体は不可分に関係しており、深いレベルで結び付けられていることを指す。ここで重要になる、自己の身体部位に

⁷ Ryan, Richard M. and Deci, Edward L. Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness. The Guilford Press, 2017.

⁸ 「ヒト」とは生物学上の種としての存在を指す。

⁹ 雨宮智浩. サイバー空間と実空間をつなぐ身体性と身体認知. 心理学評論. 2016, vol. 59, no. 3, p. 324-329.

関してそれが自己の一部であると感じる感覚は「身体所有感」と呼ばれ、視覚や体性感覚から得られた情報を時空間的な整合性により生じる感覚である。

行為主体感とは、意識と身体を持った行為者が自分で何かを行うことのできる能力のことである。行為主体感は運動主体感とも呼ばれ、観察される運動を引き起こしているのは他の誰でもない自分であるという感覚のことである。

身体所有感と行為主体感は、視覚や聴覚を主体とする言語中心の従来の情報入出力に加え、五感をマルチモーダルに活用し、多感覚情報を適切に情報提示(フィードバック)することにより作り出すことができる。これを活用して、変化を促す外部刺激を適切に提示することにより、人が自らの意思で新たな行動を起こしたと意識することが、自律的な行動変容を工学的手法で支援するために必要になる。

1-3 行動変容支援が活用されるユースケースと必要技術

1-1 節で示した将来像実現に向けて、人のどういった行動が変容すれば一人ひとりの Well-being が促進されるか、そのユースケースを明らかにすることが重要になる。1-2 節で示した工学的手法による自律的な行動変容支援が活用されるユースケースを、文献調査、有識者ヒアリングの結果を基に抽出した。その際、以下の 4 項目を考慮した。

- ① 人の行動に関わるシーンとシナリオで生じる課題を解決するための行動変容の在り方がデザインできるか。
- ② 行動変容を構成する、センシング・情報の分析処理・フィードバックによって、課題が解決できるか。
- ③ 行動変容を支援するシステムを構成する材料・デバイス技術の開発ニーズがあるか。
- ④ 行動変容支援システムによってサービスの提供が可能か。

また、ユースケースを抽出するためには、人の行動変容のメカニズムを理解する必要がある。このメカニズムについて、参照すべき代表的なモデルとして下記の四つが知られている。

1. マズローの欲求五段階説¹⁰: 欲求には生理的欲求、安全欲求、親和欲求、承認欲求、自己実現欲求の五つがあり、より低位の欲求が満たされることで、上位の欲求が生まれてくる。
2. 行動変容ステージモデル¹¹: 人の行動変容は、無関心期、関心期、準備期、実行期、維持期の五つのステージを経る。人がどのステージにいるかを把握し、そのステージに合わせた働きかけが必要。
3. 二重過程理論¹²: ヒトは、システム 1 (直感・感情の心理) とシステム 2 (熟慮の心理) の二つのモードで思考を処理している。ヒトが扱える情報量は制限されているため、日常はシステム 1 で行動している。自律的な行動には、システム 2 が必要。

¹⁰ Maslow, A. H. Motivation and Personality. Harper & Row, 1954.

¹¹ Prochaska, J. O.; DiClemente, C. C. Stage and processes of self-change of smoking: toward an integrative model of change. Journal of Consulting and Clinical Psychology. 1983, 51, p. 390-395.

¹² Stanovich, K. E.; West, R. F. Individual difference in reasoning: Implications for the rationality debate? Behavioral and Brain Sciences. 2000, vol. 23, no.5 p. 645-726.

4. Fogg Behavior モデル¹³:「行動(Behavior)」に至るには、「動機(Motivation)」と「実行能力(Ability)」があるタイミングで、「刺激、促進(Prompt)」がなければならない。定式的には Behavior = M×A×P と表記される。

1-2 節で述べた人が自らの行動を変えるため何かの行動を起こすために重要な身体性・行為主体感と、上記四つの行動変容モデルで重要なヒトの欲求や関心・認知・モチベーション・能力などの観点を考慮して、本レポートで検討対象とするユースケースを抽出した。さらに、各ユースケースに対して必要になる行動変容支援技術を紐づけて表 1 に整理した。表には、ハンディキャップのある人の支援や高齢者の歩行・移動支援といった日常活動支援、熱中症予防や作業時の動作の改善など労働災害対策、うつや睡眠障害など心身の健康改善支援、スポーツのけが防止やコーチング、脳・心や身体のパフォーマンス向上、オフィス空間のデザイン、及び、車内空間のデザインによる人間の能力拡張支援などのユースケースを示しているが、それぞれ、行動変容支援技術が必要であることが確認できる。

表 1 検討したユースケースと必要とされる技術

ユースケース	簡易説明	必要技術
ハンディキャップのある人の支援	視覚障害者に固有な視覚・聴覚・触覚での質感メカニズムをセンシングし、危険情報提示などにより、安全安心に自由に行動できるよう支援する。	触覚ディスプレイモジュール、ヒアラルデバイス
高齢者の歩行支援	身体機能の低下に伴い、歩くことに不安を抱えている、高齢者に安全で効果的な歩行運動を可能にする。一人ひとりに最適なトレーニングを提供。個々の人が自らプランをデザインし、実行できるようにすることで、モチベーション向上、施設スタッフの管理業務の負担も軽減。	身体機能のセンシング、個々の人の歩容の自動計測、AIによる歩行分析、可視化
スポーツのけが予防	練習のしすぎや、不適切な動作により試合中にけがが発生することがある。運動負荷が治療を分析し、情報提示。体調管理やパフォーマンス向上に役立てる。	動作に関する数値や、トレーニング量、体に与えるストレス量などのセンシング
人のパフォーマンスの向上	参加者の身体性に応じて運動・感覚能力を拡張、ヒトの動きのやわらかさを調整、トレーニングを経ずに競技を楽しむ。個々のケースに応じて、そのフィードバック方法を変更、行動と認知のデザインにより自己増強性 × 自己効力感を高めモチベーションを向上させる。	環境の制御（運動力学的介入）、参加者の身体性に応じて運動・感覚能力を拡張、ヒトの動きのやわらかさを調整
作業時の動作の改善	組み立て工程での、ネジ締めや持ち上げなどの動作で危険行動をとってしまう。作業をどのように行っただかを解析、身体の動きや力加減といった作業の様子を認識。模範的な動作との違いを、身体の部位ごとにフィードバックし、作業支援や危険行動を防止する。作業負荷が大きくなった場合は、休憩を促す。	姿勢センサー、モーションキャプチャ、AI
熱中症予防	気温や、心拍数、深部体温などを測定し、危険度を通知。体調不良を管理。	センサー（気温、体温、心拍）、AI
ストレス対応	訓練者の認知や判断の途中経過分析の定量的な評価により、新人に対する効率的な教育や、教育した人材に定着してもらう。	気づき&優先順位判断、訓練効果の定量的な評価
オフィス空間のデザイン	遠隔地の香りと高画質映像で 視覚 × 嗅覚 を刺激し没入感のある集中空間を演出、利用者の集中やリラックス状態を可視化し、パフォーマンスの向上を支援。疑似的な環境変化がユーザーの脳を刺激し、リフレッシュ効果を生ずる。	脳波、心拍・加速度計測により活動量や姿勢等の情報の取得
車内空間のデザイン	車でドライブやショッピングに出かけた体験と香りをもみ付けることで、本能的に感情や記憶に訴えかけて感動につながる空気を提供。リラックスや疲労軽減、車内での作業、助手席の睡眠など、モビリティ全体を通じた快適と安心の提供。	カメラでまばたきや顔の表情を捉えたり、センサーで体温や脈拍、呼吸数などを測定、健康状態や眠気、緊張度合いなど、個人の状態をセンシング

¹³ Fogg, B. J. “A behavior model for persuasive design”. Proceedings of Persuasive '09: the 4th International Conference on Persuasive Technology. Claremont, CA, USA, 2009-04, article no. 40, p. 1-7.

これらのユースケースについて Fogg Behavior モデルを参考に、横軸を「能力」、縦軸を「モチベーション、プロンプト」として整理した(図 3)。横軸の「能力」は、左側が、何か行動を起こす能力が欠損しており、欠損した能力を補完しないと、行動が起こせない状態を示している。中央部分はそのも能力を備えているが、一時的な阻害要因により持っている能力を一時的に喪失し、発揮できないような状態になっている場合を示している。一方右側は、もともと自然にヒトとして持っていない機能を何らかの手段により拡張していく状態を表している。縦軸の「モチベーション、プロンプト」は、モチベーション向上のための気づきの提示方法で分類した。上側は、人に何らかの気づきを直接的に情報提示(フィードバック)することで、人的要因に働きかけて行動変容を直接的に支援するユースケースである。一方下側は、人を取り巻く環境に情報提示して環境的要因を制御することで、人の行動変容を間接的に支援するユースケースを示した。

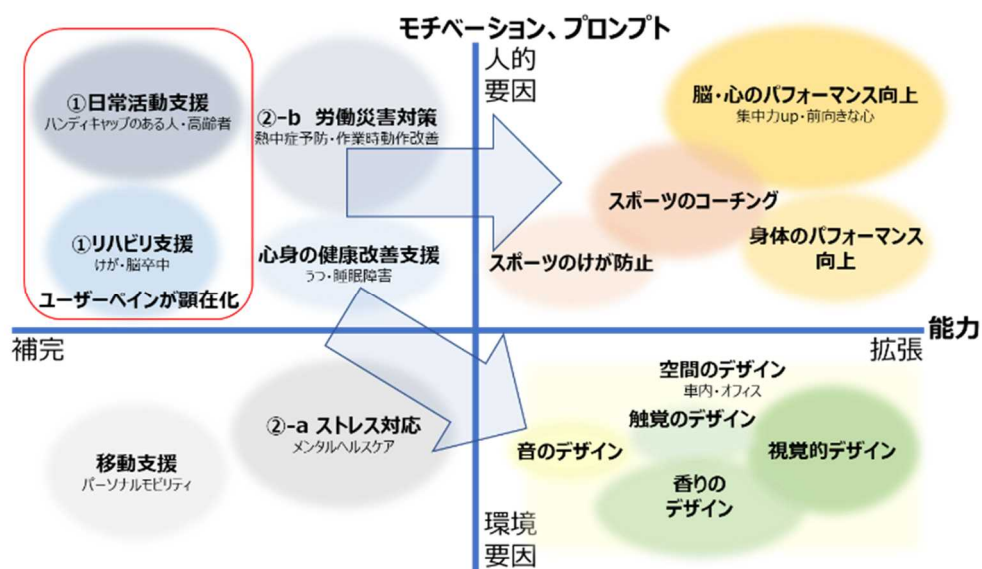


図 3 ユースケースの分類

図 3 に示した様々な領域ですでに行動変容に関わるニーズが顕在化しつつあり、実際にこういった社会課題の解決に取り組む企業も国内外共に増加している。特に能力が欠損している人を対象とする介護やヘルスケアの領域(図 3 の赤囲み: 高齢者・ハンディキャップのある人・傷病者へのサービス提供)は、ユーザーペインが最も顕在化しているユースケースである。例えば高齢者においては、「フレイル」と称されるユーザーペインが顕在化している。フレイルとは、健康な状態と要介護状態の中間に位置し、身体機能や認知機能の低下がみられる状態のことであり、日本人高齢者(65 歳以上)において、フレイルの方が 8.7%、プレフレイルの方が 40.8%存在してお

り、今後改善が望まれる¹⁴。このようにまずはユーザーペインが顕在化しているヘルスケア領域で、行動支援技術を開発しその成果を社会実装した成功事例を示していくことが望まれる。さらに、そこで得られた成果を活用して適用領域を拡大し、様々なサービスを展開することで、一人ひとりの Well-being の促進が期待できる。

¹⁴ Murayama, H. et al. “National prevalence of frailty in the older Japanese population: Findings from a nationally representative survey.” Archives of Gerontology and Geriatrics. 2020, 91.

1-4 環境分析とベンチマーキング

1-4-1 Well-being 及び行動変容促進に関する政策動向

Well-being 促進にむけた英国、ニュージーランド、ノルウェーなどの政策を表 2 に示す。生活満足度、やりがい、幸福感など個人としての Well-being の心持ちや、人間関係、健康、活動、教育、技術などの状況が重要であることが指摘されている。また、行動変容に着目すると、日本では、『成長戦略フォローアップ』、『統合イノベーション戦略 2022』において検討されておりナッジを含む行動変容支援技術は「BI-Tech」と呼ばれている。BI-Techとは行動インサイトとIoT/AIなど先進技術を融合した技術である。行動科学や社会科学などの実証的な研究を基に、ヒトがどのような選択を行うかについて洞察し、行動変容に活用している。

表 2 Well-being 促進に向けた各国の政策

国名	Well-being関連政策
英国	医療・ヘルスケア、教育、地域経済の活性化、子どもの福祉などの各分野においてWhat Works Centreという官民共同組織を設立。どのような取り組みがWell-beingの向上に有効なのかについての研究や、そのエビデンスの共有、知見を活用したアドバイスなどを実施。
ニュージーランド	「私たちは、経済的なウェルビーイングだけでなく、社会的なウェルビーイングにも取り組む必要がある」と世界に向けて宣言、「幸福予算（Wellbeing Budget）」を発表。国民のWell-beingに関するデータを集積し、政策や提言が各世代のWell-beingに与えるインパクトをフレームワーク化。今の幸福度を測る12のドメインと将来的な幸福を構成する4つの資源を定義。
ノルウェー	Well-beingに関する新たな国家戦略を策定することを2021年7月末に発表。GDPに変わるような、人々の暮らしの本質的な良さを測ることができる指標を創り出し、国家をより良い方向へ導くことが目的。ノルウェー統計局が人々の生活の質に関する全国調査を実施。
日本	第6期科学技術・イノベーション基本計画で、日本が目指すべきSociety 5.0の未来社会像を、「持続可能性と強靱性を備え、国民の安全と安心を確保するとともに、一人ひとりが多様な幸せ（well-being）を実現できる社会」と表現。その実現に向けて『「総合知による社会変革」と「知・人への投資」の好循環』という科学技術・イノベーション政策の方向性を示した。

表 3 に主な日本の政策を示す。これまで日本では、主な目的として低炭素型の行動変容を促すものが多かったが、このレポートでは、先のユースケースの分析により、ユーザーペインが顕在化しているヘルスケア分野に新たに着目し分析を進める。

表 3 行動変容促進に向けた日本の政策

政策・文書	発行省庁	決定時期	概要
未来投資戦略2018	内閣 (日本経済再生本部)	平成30年6月15日 閣議決定	ビッグデータ分析等を活用して行動変容を促す情報発信（ナッジ）等による国民運動の展開や省エネガイドラインの整備により、低炭素型製品・サービス・ライフスタイルのマーケット拡大を図る。
成長戦略フォローアップ	内閣	令和元年6月21日 閣議決定	ナッジ・プーストなどの 行動インサイトとIoT、AIなど先進技術の融合（BI-Tech） により、 個人の価値観に即した働きかけ を通じて 環境配慮などの行動変容を促す 製品・サービス・ライフスタイルのマーケット拡大を図る。
統合イノベーション戦略 2022	内閣府	令和4年6月3日 閣議決定	ナッジやプースト等の行動科学の知見とAI/IoT等の先端技術の組合せ（BI-Tech） により、 効果的で高度な行動変容を促進 させ、脱炭素型のライフスタイルへの転換を推進。
令和元年版環境白書 ・循環型社会白書 ・生物多様性白書	環境省	令和元年6月7日 閣議決定	ナッジやプースト等の行動インサイトとAI/IoT（BI-Tech）を活用して一人ひとりにパーソナライズされたメッセージをフィードバックし、 低炭素型の行動変容を促す 。
エネルギー白書2019	経済産業省 資源エネルギー庁	令和元年6月7日 閣議決定	ナッジやプースト等の行動インサイトとAI / IoT等の先端技術を組合せた BI-Techにより、一人ひとりにパーソナライズされたメッセージをフィードバックし、 低炭素型の行動変容を促す 。

出所：伊原克将「ナッジが世界の公共政策に与えた社会的インパクトとは」
(EY Japan、2020)¹⁵を基に技術戦略研究センター作成

¹⁵ https://www.ey.com/ja_jp/consulting/what-has-been-the-social-impact-of-nudge-on-global-public-policy

1-4-2 行動変容支援技術分野に関連する市場動向

行動変容に関連する市場の代表的なものであるヘルスケア領域の中で、「Digital Health」に関わる世界市場は、調査会社の予測で、いずれも CAGR(年平均成長率)で 15~18%の見込みであり、2030 年には少なくとも 3,000 億米ドル(34.3 兆円)の市場規模となると予測¹⁶されている。同様に、「Wearable Healthcare Device」の世界市場も、CAGR: 18~24%の成長見込みであり、2030 年には少なくとも 670 億米ドル(7.7 兆円)の市場規模となると予測¹⁷されている。表 4 に示すように、Google や Apple のような BigTech では、自前のプラットフォームをベースに、ヘルスケア領域への投資を拡大している。

表 4 Big Tech のヘルスケア分野への参入状況

企業	取組み内容	狙い
Google	<ul style="list-style-type: none"> 個人向けの遺伝子検査サービス(疾病リスクレポート)企業である23andMeに出資。 2019年11月に、ウェアラブルデバイス大手企業のFitbit買収を発表、2021年1月に買収完了。 	検索エンジンから取得できる個人データと、ヘルスケアデータの組み合わせによる事業創出
Apple	<ul style="list-style-type: none"> ウェアラブルデバイスApple Watchをキーとし、ヘルスケア分野への参画強化。サードパーティーがアプリやデバイスを開発できるソフトウェアプラットフォームの構築により、ヘルスケアへの取り組みを加速。 AppleのResearchKitを利用したアプリ開発で、より簡単に被験者を登録、医学研究に使えるデータを収集することが可能に。個人向けのヘルスケアへと対象を広げたCareKitで、日常の健康管理やセルフケアにつながるサービスを簡単に開発することができるなど、オープンソースフレームワークによるエコシステムにより、ヘルスケア分野での存在感を高めている。 	世界中で普及している 自社デバイス を活用した、ヘルスケアサービスの立ち上げ
Amazon	<ul style="list-style-type: none"> 2018年1月にヘルスケアベンチャーを立ち上げる計画を発表。Berkshire HathawayとJP Morgan Chaseと連携し、3社で、米国で雇用する従業員の医療費削減などを目指す取り組みのため、非営利団体「Haven」を立ち上げ。 2018年6月に、処方せん薬を飲むタイミングに合わせて個別にパックし、ディスペンサーに詰めて配送するオンライン薬局PillPackの買収を発表。 2019年10月、オンライン医療診断サービスと患者の重篤度選別ツールを開発するHealth Navigatorを買収。 2019年9月に自社従業員向けサービス(オンライン診療、処方箋送付等)Amazon Careを発表。 	世界中に張り巡らした EC/物流網 を活用した、薬の処方/診断を含む「The Everything Store」の構築
Microsoft	<ul style="list-style-type: none"> 2020年7月、PHR分野における、クラウドベースのヘルスケアリアルエンスアーキテクチャーを発表。TISとの連携も発表。 医療トレーサビリティ推進協議会に参画し、医薬品、医療機器等の製造から使用、廃棄までの全流通過程をトレースできるプラットフォームのSeeプラットフォームの検討を進めている。2021年1月に実証実験。 2020年10月からFRONTEOと協業し、会話型認知症診断支援 AI プログラムの Microsoft Azure 上での提供に向けた開発に取り組む。2023年度の上市を目指す。 Microsoft Teamsを活用したオンライン診療への取り組みが進む。インテグリティ・ヘルスケアのオンライン診療システムYaDoc Quickに採用されている。 	ヘルスケア領域での クラウド化 を進め、診察情報や健康情報のデータ活用するためのプラットフォームの提供を目指す
Meta (Facebook)	<ul style="list-style-type: none"> 2019年10月、米国ガン協会、米国心臓学会などと協力し、ユーザーの年齢性別に応じた健康診断やワクチン接種、がん検診などの受診を定期的に勧める、予防に焦点を当てたPreventive Healthというツールを公開。 	ユーザー数世界一の SNS の顧客接点を活用した、ヘルスケアサービスの立ち上げ

¹⁶ <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/digital-health-market>

<https://www.expertmarketresearch.com/reports/digital-health-market>

<https://www.gminsights.com/industry-analysis/digital-health-market>

<https://www.alliedmarketresearch.com/digital-health-market-A10934> など複数の市場規模予測を基に NEDO 技術戦略研究センターで試算。

¹⁷ <https://www.psmarketresearch.com/market-analysis/wearable-medical-devices-market>

<https://www.researchandmarkets.com/reports/5321392/wearable-medical-devices-global-market-report>

<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/wearable-medical-device-market-81753973.html>

<https://www.gminsights.com/industry-analysis/wearable-medical-devices-market> など複数の市場規模予測を基に NEDO 技術戦略研究センターで試算。

2章 解決・実現手段の候補

1章では、「一人ひとりが多様な幸せ(well-being)を実現できる社会」として期待される社会像の例を示し、その実現に向け、自律的な行動変容が重要であることと、行動変容支援の活用が期待されるユースケースを示した。自律的な行動変容を支援するシステムには、ヒトの内部状態(感情など)や、その内部状態によって誘起される行動や身体・生体反応などを検知するセンシング技術、その情報をもとにヒトの内部状態を推定する分析・処理技術、及び、その情報を基に何らかの気づきや感情誘起などヒトの行動の自律的変化を促す外部刺激を直接ヒトに提示する情報提示技術などが必要になる。本章では、自律的な行動変容の支援に必要とされる実現手段の候補、その現状と課題を示す。

2-1 分析から得られた実現手段の候補

2-1-1 行動変容支援システムの全体構成

図4に行動変容を促進する支援システムの全体構成例を示す。人体における運動制御は、感覚器で受けた刺激が脳によって知覚・認知され、脳内での意思決定を経て発せられた運動の指示が運動器に伝達され、運動器である筋肉が収縮することで達成される。さらに、その結果を新たな刺激として感覚器が受けることで、運動が継続され、このような繰り返しとして運動制御サイクルが構成される。こうした人体における感覚器から脳、脳から筋骨格への伝達やそれらを通じた運動制御サイクルに対して、脳波や筋電等の生体信号や運動結果をセンシングすること、そして、その結果に基づいて振動等の触覚刺激、筋電気刺激や外骨格などによる感覚器や運動器への情報提示(フィードバック)を行うこと、といった工学的な介入によって、運動状況の把握と改善を行う。生体情報、運動情報はリアルタイムでセンシングされるデータであり、これらの情報を、分析・処理することでヒトに情報提示する刺激を生成する。その際に、過去の自身の運動、他者の行動、属性、心理、認知状態などからなるディープデータを参照して情報提示(フィードバック)の内容を個別に最適化できれば、一人ひとりにとって適切な介入が可能となる。ここで、ディープデータとは、特定の目的のために、複雑な因果関係から確実な事象を導出可能なデータのことであり、本目的のために構成したディープデータを参照することができるようになれば、自分自身の日常動作や各種技能における運動機能などをより良く自律的に制御することが可能になり、効果的な訓練やリハビリなどへの応用が期待される。

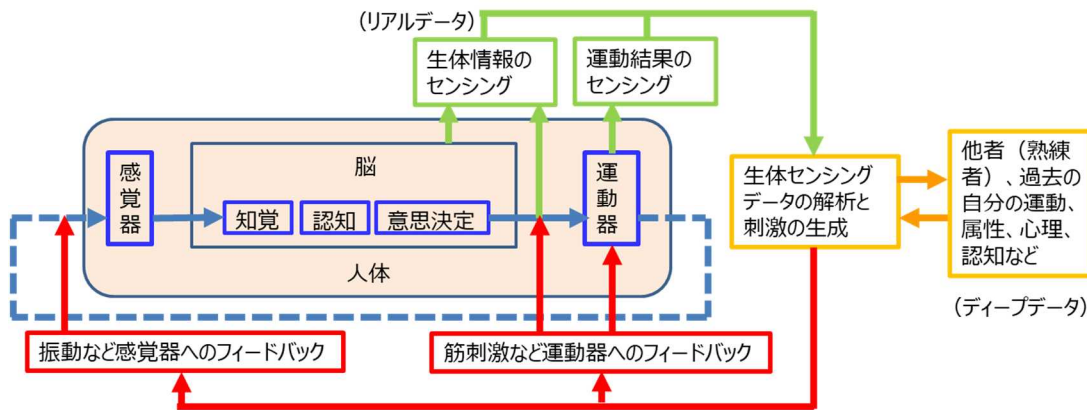


図 4 行動変容支援システム技術の全体構成例

出所: 文献¹⁸を基に NEDO 技術戦略研究センター作成

2-1-2 必要なセンシング技術

人体の状況などのヒトの状態を的確に把握するため、ヒトに関わる情報を適切にセンシングする技術が必要である。ヒトに関わる情報には、表 5 に示すような、その人の生体信号、属性、心理、認知バイアスなどがある。このうち、生体信号はヒトの即時的な状態(生理反応、行動反応、主観反応など)を反映したリアル情報であり、属性や認知バイアスなどはヒトのコンテキストを反映した統計情報である。行動変容支援システムの実現に向けては、単一項目ではなく、複数の項目を組み合わせたマルチモーダルにセンシングしたデータを、複合的に紐付け、ヒトの状態をより多面的に認識し、それを活用する必要がある。一方で、リアルデータの取得には多くのセンサーを使うことなく、ヒトの負担の少ない、できるだけ簡易的なセンシング技術が求められる。

¹⁸ 高橋陸他. 医療健康の未来を拓くバイオニクス技術. NTT 技術ジャーナル. 2021, vol. 33, no. 5 <https://journal.ntt.co.jp/article/13545>

表 5 センシング項目

カテゴリ	センシングデータ項目	
生体信号	生理反応	脳波、呼吸、血圧、心拍、皮膚温、ホルモン、健診受診、病歴、臭覚、味覚
	行動反応	姿勢、動作、表情、位置、反応時間、作業時間、作業成績、運動日数、運動時間、運動継続年数、運動習慣、喫煙、飲酒、ギャンブル依存、セルフコントロール、うつ、ストレス
	主観反応	主観申告、自由連想、コメント、SNS、Webログ
属性	性別、年代、性年代、居住地区（都道府県、地域、郵便番号、居住期間）、婚姻、同居家族、子供_人数、子供_年齢、学歴、職業、業種、担当業務、職位、資本金、従業員数、身長、体重、BMI、ライフイベント_本人、趣味、交通の利便性、ギャンブル経験、家事、スマホ利用、利用商品・サービス等、加入保険	
心理	先延ばし傾向、二分法的思考、強欲傾向、心理的特権意識、レジリエンス、非緩和共同性尺度、災害時の価値観、幸福度、人生満足度、幸福4因子、行動的適合性、楽観主義、10大基本価値、承認欲求傾向、向社会的行動、やり抜く力、保守革新、衣食住の価値観等	
認知バイアス・その他	確率荷重、価値、損失回避、短時間割引、フレーミング効果、曖昧さ回避、サンクコストバイアス、ハーディング効果、利他性、アンカリング、注意力、ISOQ、社会経済的地位_SES、子育て6因子、コロナウイルスの影響、文化的側面	

出所：人間情報データベース(NTT データ経営研究所)¹⁹を基に NEDO 技術戦略研究センター作成

表 6 にセンシング技術例と課題をまとめた。現状提案されているデバイスは、使用環境が限定されていることや、装着感、耐久性、堅牢性、測定信頼性などに課題が残されている。また、個人に関わる状態のデータは、個人の同意を得て取得する必要がある。

表 6 センシング技術例と課題

対象、目的	センシング対象	手法、デバイス	技術、材料	課題
生理反応 (生体信号等)	声	マイク	内容や抑揚などのAI解析	場所の限定、騒音など環境依存
	表情	カメラ	顔の動きのAI解析、赤外線カメラ	場所の限定、暗闇など環境依存
	心拍、脈波	赤外反射(リストバンド)	フォトダイオード	使用環境に合わせた堅牢性
		非接触反射波(ミリ波、マイクロ波等)	ドップラーレーダ	場所の限定、動作時精度
	心電	テキスタイル電極	微小な動きや色の変化のAI解析	場所の限定、動作時精度
	脳波	有機導電素子、ナノファイバー、金属メッキ繊維	有機導電素子、ナノファイバー、金属メッキ繊維	装着感、耐久性、堅牢性
	眼電位	耳掛け脳波計、額パッチ脳波計	銀ナノワイヤ、SAM膜、プリントドエレクトロニクス	装着感、測定信頼性
	呼吸、経皮ガス	マグネシウム集中モニタリングセンサー	ソフト電極、MEMS	装着感
	汗pH	膜型表面応力センサー、FET、振動子周波数変化、表面プラズモン	ゲート材料、表面修飾膜、圧電素子、多孔質酵素膜	測定信頼性、小型化、ウェアラブル化
	血糖値	パッチ型pHセンサー	プリントドエレクトロニクス、柔軟基材	装着感、耐久性、堅牢性
行動反応 (動き、筋能力、運動負荷等)	涙液糖	分子修飾FET(コンタクトレンズ)	分子修飾FET、グルコース発電、酵素修飾薄膜電極、生体適合材料	測定信頼性、装着感
	唾液糖	酸化還元電位(マウスガード)	酵素修飾薄膜電極、生体適合材料(PETG)	測定信頼性、装着感
	全身動作	カメラ	動作のAI解析	場所の限定、暗闇など環境依存
	特定個所の動き	加速度センサー(リストバンド型)	特定部位の動きによる推定技術、MEMS	推定できる情報の限界
		加速度センサー(ウェア装着型)	伸縮性導電素子、テキスタイル加工技術	装着感、耐久性、堅牢性
	荷重状態	伸縮性歪センサー	銀系ナノ材料、カーボン系材料、エラストマー	装着感、耐久性、堅牢性
		伸縮性圧力センサー	金属ワイヤ、エラストマー	装着感、耐久性
	嚙下音	小型マイク	圧電素子	装着感
	筋電、筋音	フレキシブル電極、フレキシブル圧電歪センサー	銀ワイヤ、ピエゾ薄膜、MEMS-on-Film	測定信頼性、装着感、ウェアラブル化
	汗中乳酸	電気化学電位、FET	酵素修飾電極、有機半導体	測定信頼性、装着感、ウェアラブル化

¹⁹ https://www.nttdata-strategy.com/services/advanced_technology/human_information.html

2-1-3 必要な分析・処理技術

行動変容のための支援・介入の効果には個人差がある。そこで、例えば、介護において、介護度別の画一的支援から、個人の属性(年齢・性別等)・特性(心理等)に合わせて最適化された支援に変えることが可能になれば、その効果を最大化することが期待できる。その実現には、日々刻々と変わる個人の状態に応じて、生理反応や行動反応、それに加えて感情状態などに関わるデータも取り込んだ分析・処理技術の開発が必要である。一人ひとりにおける過去の経験などその人が持つ背景・周囲との関係性や状況などのコンテキスト、MRI や脳波計測など生体信号を用いた認知・生理機能などからなるディープデータを用い、心身状態(ストレス・モチベーション・生体の仕組み)や主観的な反応などを反映した個人の特性を推定できるモデル化・評価技術を開発することで、個人に合わせたよりきめの細かい行動支援が可能になる。このような一人ひとりへの個別化は実際には難度が高いため、まず、個人の属性・生体特性に加えて心理特性データなどを統計解析し、個人をいくつかのグループに分類して、それぞれのグループに対して効果的な支援・介入方法を抽出・分析し、提供するようなやり方が考えられる。この場合、センシングしたリアルデータから、モデルを適時・適切に選択し、提供することが必要になる(図 5)。こういったデータの分析・処理には、例えば、組み合わせ最適化など、現在開発が進んでいる AI や量子技術といった高度計算資源の活用が有用である。さらに、このような分析・処理技術の実装を進めることはモデルの効率的活用の技術力を高めることにつながり、そこで培った技術で他の様々な領域へ適応範囲を広げていける可能性がある。

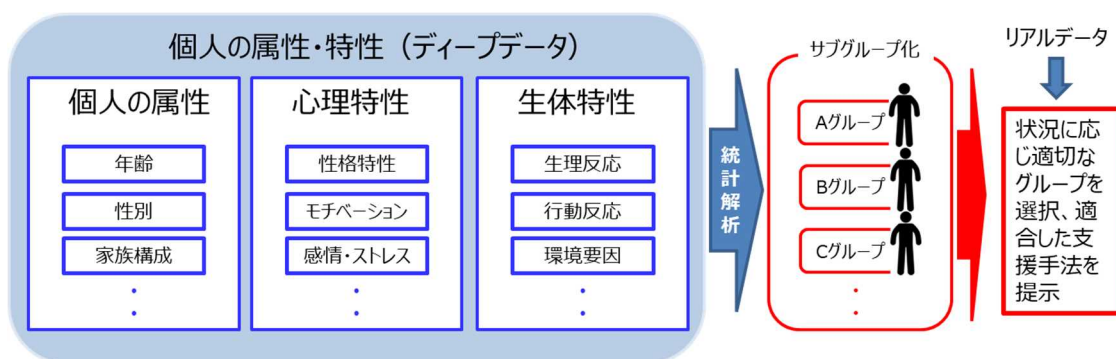


図 5 ディープデータを活用した分析・処理技術の概要

2-1-4 必要な情報提示技術

現在 AR、VR などの領域で触覚を活用した情報提示(フィードバック)に関するソリューションが様々提案されている。例えば、難聴者等へ聴力を補完した情報提示、視聴覚への注意を損なわないような情報提示、騒音・暗環境など特定条件での情報提示などが提案されている。また、フレキシブルな温冷感付与が可能な材料・デバイス技術や、温冷感を情報提示する技術なども提案されており、人肌を感じることによる安心感付与、温冷感による精神安定、冷感の提示による臨場感向上や集中力向上などが検討されている。このように、五感をマルチモーダルに活用することで、身体性・行為主体感を高めることができ、より自律的な行動につながる事が期待できる。

表 7 に情報提示に関わる技術と課題をまとめた。現状提案されているデバイスには、形状や装着性等の技術的課題が残されており、小型、薄型、軽量、柔軟性など常時使用にも違和感のないスマートなデバイス実現には材料開発の余地がある。プロトタイピングによる実証検証と並行して、実用化のための材料・デバイス開発が重要になる。

表 7 情報提示技術例と課題

器官	感覚	刺激種	活用事例	手法、デバイス	技術、材料	課題
感覚器	視覚	言語・映像情報	体調やアドバイスなどの情報提示、個人工ササイズのインタラクション性向上、加工した表情投影による気持ちの好転	スマホ、HMD、メガネ型鏡型ディスプレイ	高解像度素子、半透過投影デバイス、小型レーザモジュール、網膜投影デバイス	スマホの活用拡大、ウェアラブル化、センシングとの一体化、ハンスフリー化
		光	ストレス低減や集中力向上などの空間設計	照明	LED、大型ディスプレイ	香りや音などのマルチモーダルな作用
	聴覚	言語・音情報	音声による指示/アドバイス、音楽やテンポ提示によるリラックスや集中力向上	スマホ、イヤホン、耳掛けスピーカー	ノイズキャンセリング、音響個人認証、骨振動パラメトリックアレイ	小型軽量化、センシングとの一体化 対象追随型
		触覚	圧力	視覚や聴覚障害者への危険情報や方向通知、テンポ提示による精神安定誘導	振動デバイス	モーター系(偏芯、リニア) 圧電素子(PZT等無機材料系) 圧電素子(フッ素等有機材料系)
	空間での非接触タッチ感提示			超音波	超音波発振子アレイ	場所の限定、騒音、分解能
	熱		他者との接触感覚提示 精神の安定化の誘導 体温調整支援	熱媒使用 熱電素子	熱媒使用 無機熱電材料(BiTe系、FeAlSi系、MgSb系) 有機材料系(CNT)	小型化、装着感 装着感、フレキシブル化 熱電変換効率
	電気	筋刺激による情報通知、冷感提示による臨場体験や精神安定	ジュール熱 電極パッド	有機/無機導電材料 ピン電極、パッチ型、テキスタイル型	温度制御性向上 装着感、フレキシブル化	
	臭覚	化学物質	精神安定や集中力向上、睡眠支援	香シューター	香源設計、マイクロファン、SAW霧化器	時間応答性向上、多様化、小型化、モバイル化
	味覚	化学物質	味覚による食欲制御支援	イオン電気泳動	イオン放出用ゲル	小型化
		電気		電気刺激フォーク/スプーン	電気バス確保用電極	小型化、電気バスの簡易化
運動器	動き	筋電気	リハビリ支援、他者の動きとレースによるスキル習得支援	電極パッド	ゲル電極	装着感、微細な動きの対応
		外骨格	歩行支援、リハビリ支援、けが予防	アクチュエータ	空気圧(マッキベン) 電場応答性高分子(イオン導電材料、誘電エラストマ) その他(静電、相変化)	高出力化、小型化、ウェアラブル化

2-1-5 ヒトへの実装に向けて必要な技術

ヒトの状態を理解するための情報を取得するためには、状態をリアルタイムで正確に計測することが必要になる。また、適切なタイミングで適切なプロンプト(刺激・促進)を提示することにおいても、リアルタイムで手軽に使用できるようにする技術とそれを支えるシステム・デバイスが必要で、無装着感、低消費電力かつ長時間計測が可能、常に正確な計測が可能、といった機能が求められる。こういったシステム・デバイスでは、実際の使用を想定して、ヒトとセンシングデバイス・フィードバックデバイスの界面での、良好な機械特性、高耐久性、高粘着性、通気性などを確保することが重要である。加えて、ヒトと接する材料・デバイスには、防水、透湿性、肌への優しさなどが要求される。さらに、連続的な日常使用を想定した場合、電源の確保のための高性能な二次電池やエネルギーハーベスティング技術と共に、社会実装のためのシステム・デバイスの低コスト化技術が重要になる。こういったヒトへの実装技術には、使う人が安心して使用できることも重要であり、セキュリティ、安全性に関わるガイドライン・規格などの検討も重要である。

2-2 行動変容支援分野における技術動向

自律的な行動変容のためには、情報のセンシング、分析処理結果に加えて、リアリティある最適なプロンプトとして情報をヒトに提示する必要がある、情報提示技術が最も重要と言える。ヒトに情報を提示する手段として、五感と呼ばれる、視覚・聴覚・触覚・味覚・臭覚を利用することが考えられる。従来ヒトへの情報提示には、色、明るさ、大きさ、高低などで定量化することが可能な視覚、聴覚が主に使われてきた。一方、物理量と感覚量の関係など、客観化、定量化が困難な触覚は、情報提示への活用が進んでいなかったが、よりリアリティを増すため、近年では視覚・聴覚に加えて触覚を活用する情報提示技術の研究開発が活発になされている²⁰。ここでは、ヒトへの情報提示に関して、触覚技術(ハプティクス)を活用した情報提示について、特許及び論文の動向を評価した。図6に2010年から2019年までの出願人国籍別の特許出願件数の年次推移(出願年(優先権主張年))を示す。特許出願件数の年次推移は2010年から年々増加していたが、近年若干減少傾向にある。出願件数上位の出願人国籍(調査期間合計)は、米国(44%)、韓国(15%)、中国(13%)、欧州(13%)、日本(11%)の順である。

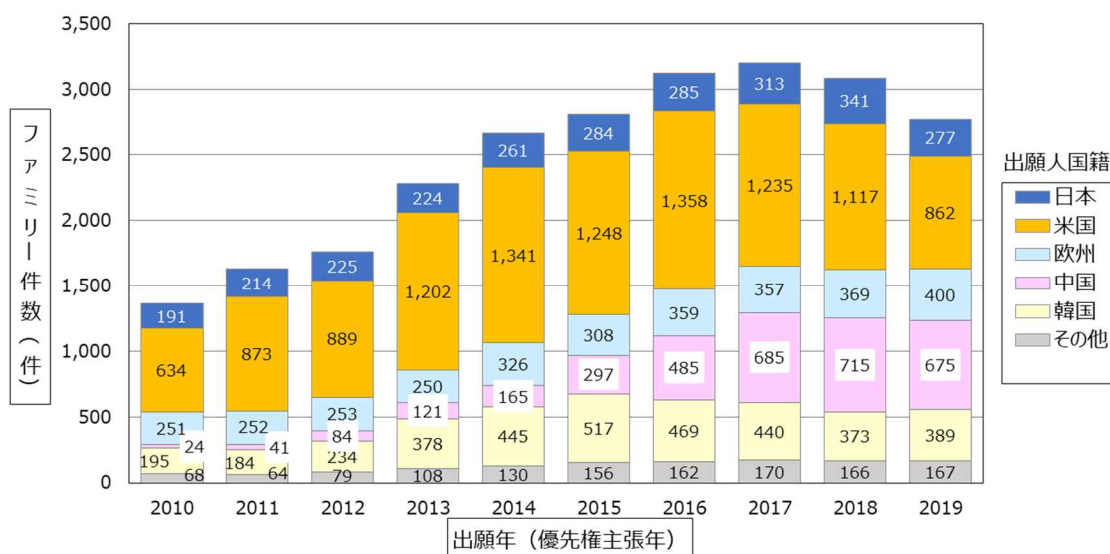


図6 触覚をヒトに提示する技術に関する出願人国籍別の特許出願件数の年次推移
(出願年(優先権主張年):2010~2019年)

出所: Derwent Innovation™の検索結果を基に NEDO 技術戦略研究センター作成(2021)

²⁰ 田中由浩. 触覚研究の動向. システム/制御/情報. 2020, vol. 64, no. 5, p. 119-120.

論文についても特許と同様に触覚技術領域の動向を評価した。論文件数の年次推移は、2019 年まで増加傾向である(図 7)。報告数上位の国籍は、欧州(36.4%)、米国(22.2%)、中国(14.9%)、日本(11.3%)、韓国(7.5%)の順である。

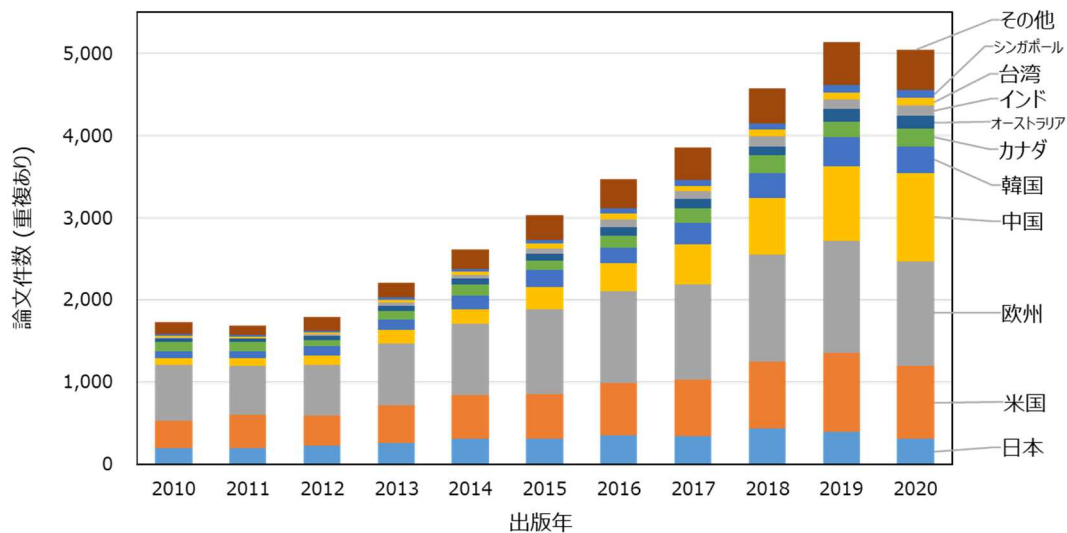


図 7 触覚をヒトに提示する技術に関する論文件数の年次推移(2010~2020 年)

出所: Web of Science™ の検索結果を基に NEDO 技術戦略研究センター作成(2021)

2-3 技術開発の方向性

表 8 に各技術の現状と課題をまとめた。センシング技術については、現在 IoT 技術の活用により、ヒトに関わる各種情報のデジタル化が進展しているが、今後は、個別のセンシング項目を統合し、紐付けされた複数データを活用する技術開発により、新しい価値を産み出していく必要がある。分析・処理技術では、進展する AI 等の活用により、一人ひとりのコンテキストや生体情報などから人の状態を読み取り推測するシステムの実現が期待されるが、感情などの状態や行動の情報を正確に把握してそれを適切に活用することが課題であり、ヒト情報のディープデータ化や簡易情報からの状態推定技術が必要となる。情報提示技術については、ロボット領域などで、アクチュエータ技術の開発が進んでいるが、人への適用は途上である。今後は、ハプティクスをはじめとする五感を活用した高度な出力手段の開発が必要になる。その開発において、人に適合するアクチュエータ素材や、情報提示信号の適正な生成方法を活用し、身体性と行為主体感を担保するためのリアリティを持った情報提示手法を確立することが望まれる。

表 8 行動変容に関わる技術の現状と主な課題

技術	技術段階	技術手段	主な課題	目標例
センシング	IoTの進展により、各種情報の取得が進む	・ヒトに関わる情報のデジタル化 ・ヒトへ実装するためのウェアラブル/ペースタブル（貼り付け型）デバイスなど	・個別のセンシング情報の統合 ・良好な機械特性、高耐久性、高粘着性、通気性の確保、防水、透湿性、肌への優しさなどヒトへの実装	・複数データ間の紐付けがなされたセンシング ・ヒトへ実装するための、無装着感、低消費電力、長時間正確な計測が可能なデバイス
分析・処理	AIなどの進展により、個別化が進む	一人ひとりのコンテキストや、生体情報などから、人の状態を読み取り推測するシステム	・感情などの内的状態や行動の正確な把握 ・得られた情報の適切な活用	ヒト情報のディープデータ化、簡易情報からの状態推定
情報提示	ロボット領域など、アクチュエータ技術の開発は進んでいるが、人への適用は途上	・ヒトに情報を提示するための、ハプティクスをはじめとする五感を活用した高度な出力手段 ・ヒトへ実装するためのウェアラブル/ペースタブルデバイスなど	・良好な機械特性、高耐久性、高粘着性、通気性の確保、防水、透湿性、肌への優しさなどヒトに実装するためのアクチュエータ素材 ・ヒトに情報を提示する信号の適正な生成	・身体性、行動主体感を担保するためのリアリティを持った情報提示 ・ヒトへ実装するための、無装着感、低消費電力、長時間稼働可能なデバイス

図 8 に行動変容支援のため今後必要とされる技術開発項目をまとめた。センシング、分析・処理、情報提示に関する技術開発を進めるとともに、共通基盤として、動力源、通信技術などの基盤技術、効果に関わる評価や実証・検証フィールド試験、感覚量の標準化、規格・標準化、セキュリティ、安全性に関わる国際規格、安全性ガイドラインなどの検討も並行して進めることも重要である。また、人の理解に関わる共通基盤として、認知科学、行動科学、脳科学分野との協働も必要となる。

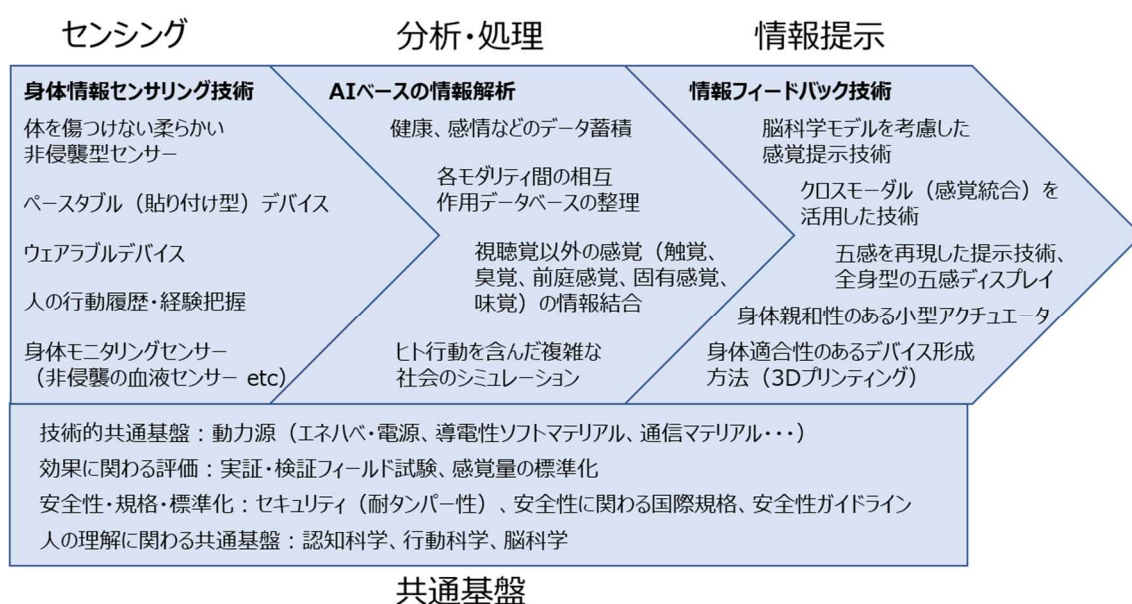


図 8 行動変容支援に必要とされる技術開発項目

3章 おわりに

本レポートでは、日本が目指すべき将来の社会像として、「一人ひとりが多様な幸せ(well-being)を実現できる社会」が望まれていることを示し、その実現に向けて必要となるテクノロジーを提案した。それは、自律的な行動変容を支援するテクノロジーであり、それにより、一人ひとりの Well-being の実現を促進させるものである。近年、行動変容に関わる様々なニーズが顕在化しつつあり、世界各国においても Well-being 促進にむけて様々な施策が展開されている。市場としても高い成長率が見込まれる領域である。

行動変容を支援するテクノロジーとしては、下記に挙げる技術群の研究開発が重要である。

1. 人体の状況など、ヒトの状態を把握するための情報をマルチモーダルにセンシングする技術
2. 情報提示の内容を一人ひとりの個人差に応じて最適化するためのディープデータを活用した分析・処理技術
3. 処理された情報を基に、適切なタイミングで最適なプロンプト(刺激・促進)をフィードバックする技術
4. 上記 1~3 に共通して必要となる、システムを常時ヒトに実装するための小型化、薄型化、軽量化、柔軟化などの材料・デバイス技術

今後、これらの技術群を組み合わせる様々なシステムを実装し、サービスシステムとして用途を拡大していくためには、システムを早期に構築してデータを収集する実証実験の場の形成や、ヒトへの適用を円滑に進めるための安全基準やデータ管理などのガイドラインの整備が求められる。加えて、日本の強みであるハードウェア(材料、デバイス)の技術をサービスシステムの構築に活かしていくためのプラットフォームの形成も重要である。さらに、研究開発の初期段階から、技術の専門家だけでなく、事業・金融・政策などに精通した幅広い関係者(マルチステークホルダー)が参画し、連携していくことも重要である。

技術戦略研究センターレポート

TSC Foresight Vol.113

行動変容支援技術分野の技術戦略策定に向けて

2023年 6月16日発行

TSC Foresight Vol.113 行動変容支援技術分野 作成メンバー

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
技術戦略研究センター(TSC)

■センター長 岸本 喜久雄

■センター次長 飯村 亜紀子

■ナノテクノロジー・材料ユニット

- ・ユニット長 藤本 辰雄
- ・研究員 福田 浩章
- 小野 雄平 (2022年3月まで)
- 森 孝博 (2022年3月まで)
- ・フェロー 川合 知二 大阪大学産業科学研究所 招へい教授
- 北岡 康夫 大阪大学共創機構イノベーション戦略部門 機構長補佐/部門長
- 井上 貴仁 株式会社 AIST Solutions (アイストソリューションズ) コーディネート事業
本部事業化推進部 (兼) プロデュース事業本部事業構想部 コーディネータ
- 三島 良直 国立研究開発法人日本医療研究開発機構 理事長

■デジタルイノベーションユニット

- ・ユニット長 伊藤 智
- ・研究員 多田 達也 (2022年3月まで)

●本書に関する問い合わせ先
電話 044-520-5150 (技術戦略研究センター)

●本書は以下 URL よりダウンロードできます。
<https://www.nedo.go.jp/library/foresight.html>

本資料は技術戦略研究センターの解釈によるものです。
掲載されているコンテンツの無断複製、転送、改変、修正、追加などの行為を禁止します。
引用を行う際は、必ず出典を明記願います。