

# 国立国会図書館 調査及び立法考査局

Research and Legislative Reference Bureau  
National Diet Library

論題 Title	高齢者の暮らしを支える技術の最新動向
他言語論題 Title in other language	The Latest Trends in Technologies for Assisting Older People's Lives
著者 / 所属 Author(s)	二瓶 美里 (NIHEI Misato) / 東京大学大学院新領域創成科学研究科准教授、檜山 敦 (HIYAMA Atsushi) / 東京大学先端科学技術研究センター講師
書名 Title of Book	高齢者を支える技術と社会的課題 科学技術に関する調査プロジェクト報告書 (Technologies to Assist Older People and Related Social Issues)
シリーズ Series	調査資料 2020-6 (Research Materials 2020-6)
編集 Editor	国立国会図書館 調査及び立法考査局
発行 Publisher	国立国会図書館
刊行日 Issue Date	2021-03-30
ページ Pages	23-43
ISBN	978-4-87582-877-8
本文の言語 Language	日本語 (Japanese)
摘要 Abstract	高齢者の暮らしを支える様々な支援技術、情報技術を具体的に紹介するとともに、評価指標や技術的・政策的課題について概観する。

\* この記事は、調査及び立法考査局内において、国政審議に係る有用性、記述の中立性、客観性及び正確性、論旨の明晰（めいせき）性等の観点からの審査を経たものです。

\* 本文中の意見にわたる部分は、筆者の個人的見解です。

## 第2章 高齢者の暮らしを支える技術の最新動向

### 【要旨】

高齢者の暮らしには、福祉用具のような要介護高齢者を支える道具から、情報デバイスや電動車いすの自動運転まで、多くの技術が関わっている。本章では、始めに支援技術の開発に関わる評価と評価指標の観点から、現在の支援機器開発が工学的な評価だけではなく、医学や運動学、運動力学、認知科学、日常生活活動、心理・社会、QOL 評価まで、総合的な評価を基に行われていることを説明する。また、独居高齢者の見守りや生活維持のための支援機器、認知症者のための支援機器の技術動向を紹介する。さらに、アクティブ期・フレイル期・エンディング期の3つのステージにおける高齢者の暮らしを支援・拡張する情報技術に関する最新動向について述べ、情報管理に関わる課題を明確にする。それらの技術を展開する上での技術的・政策的課題については、既存の制度を維持・活用するための方法、長寿先進国として高齢者を支援する技術の産業分野を発展させていくこと、技術によって高齢者の生き方に選択肢を提供していくことなどが考えられる。

### はじめに

既に高齢者の暮らしは様々な技術によって支えられている。加齢による身体機能の低下や認知機能の低下、それらによる日常生活活動の低下に対して、つえや車いすのような福祉用具から情報支援デバイスやコミュニケーションロボット、電動車いすの自動運転機能まで、介護保険制度が制定されてから20年の間に大きな発展があった。一方で、第1章でも述べたように、人々の暮らしや生き方も大きく変化しようとしている。それらを踏まえた上で、私たちの生活を支援し、拡張するこれからの技術を考えていく必要がある。本章では、高齢者の暮らしを支える技術開発の現状を述べ、これからの高齢期の自立生活や社会参加を支援する技術の可能性と技術的・政策的な課題を整理する。

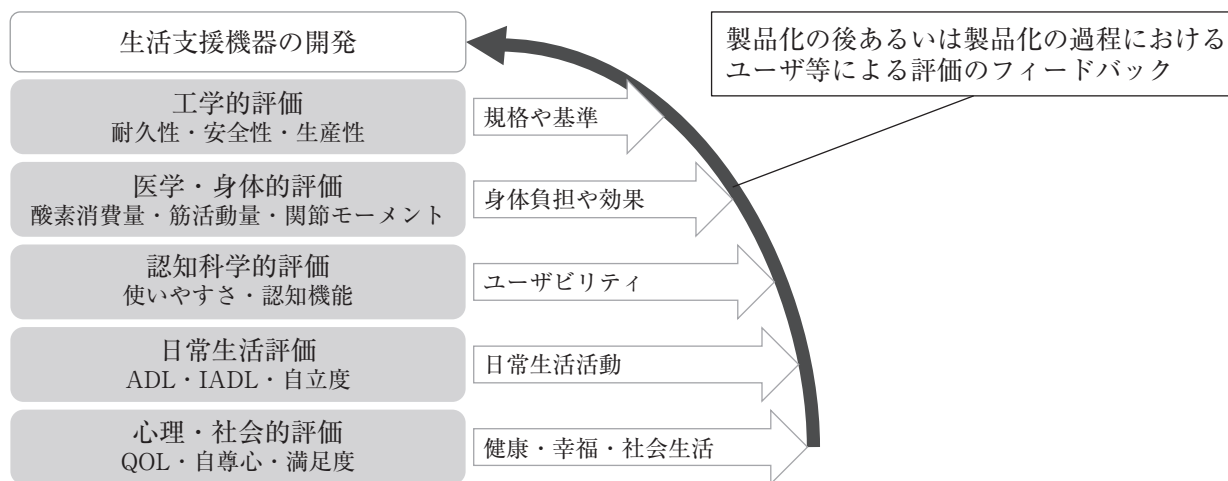
## I 高齢者の暮らしを支える技術の動向

第1章で述べたように、人を支援する機器は社会や福祉などの理念によって何を作るかが方向付けられ、発展してきた。一方で、技術開発の観点から見ると、支援機器は開発と対になる評価によって発展してきたと捉えることもできる。本節では、まず、支援機器の評価について工学的評価から心理・社会的評価まで、機器の開発に関連する項目について述べ、次に現在日常生活で使用されている技術の最新動向について述べる。

### 1 支援機器の開発に関わる評価と評価指標

機器の評価は、開発した機器の品質や効果を改善する段階において非常に重要な役割を持つ。支援機器の評価は、図1に示すように、その枠組みを工学的評価の段階から心身機能、日常生活・心理・社会的な範囲まで拡張することで発展してきた。

図1 生活支援機器の開発と評価



(出典) 筆者作成。

### (1) 工学的評価

開発した機器の耐久性、安全性、生産性は、非常に重要な評価項目である。車いすやつえ、義肢装具などは繰り返し荷重がかかり、様々な場面で使用されることから、ブレーキや背もたれ（バックサポート）、フレーム、ねじ、ピンの破損や、電気系統の故障などが発生することが想定される。耐久性や安全性は、車いすの使用中にフレームが曲がって変形したり、つえが折れたりして生じる怪我や事故を防ぐために重要な評価項目である<sup>(1)</sup>。これらは日本産業規格（Japanese Industrial Standards: JIS）や国際標準化機構（International Organization for Standardization: ISO）規格、業界の認定基準規格等により基準化されている<sup>(2)</sup>。また、支援機器の多くは、オーダーメイドの少量多種生産品である。そのため、部品の共通化、モジュール化、メンテナンス性などの生産性についても、開発段階で考慮される<sup>(3)</sup>。

### (2) 医学的・身体的評価

工学的評価によって製品がある一定の基準を満たすようになると、新しく開発した機器が他の製品と比較して身体にどういった効果があるのか、あるいはどのような副次的な作用があるのか、人体への影響を調べる医学的・運動学的・運動力学的な観点からの評価が求められることとなった<sup>(4)</sup>。

機器を用いることで症状が緩和したのか、身体や関節にかかる負荷がどの程度減少したのか、歩容がどのように変化したのか、適切なトレーニング負荷はどの程度なのかなどを、医学的な評価スケール、酸素消費量や筋活動量、動画を用いた運動解析による動作評価などの指標を用いて評価する<sup>(5)</sup>。近年では、3次元動作解析や加速度計、床反力計などが導入されることで、

\* 本章におけるインターネット情報の最終アクセス日は、令和3（2021）年2月22日である。

(1) 土屋和夫「義足足部の工学的評価」『日本義肢装具学会誌』3（2）、1987.4, pp.77-81.

(2) 清水壮一「福祉用具の安全に関する規格・基準」『日本義肢装具学会誌』28（3）、2012.7, pp.152-158. なお、「不正競争防止法等の一部を改正する法律」（平成30年法律第33号）により「工業標準化法」が「産業標準化法」に改められ、「日本工業規格（JIS）」は「日本産業規格（JIS）」に変更された。

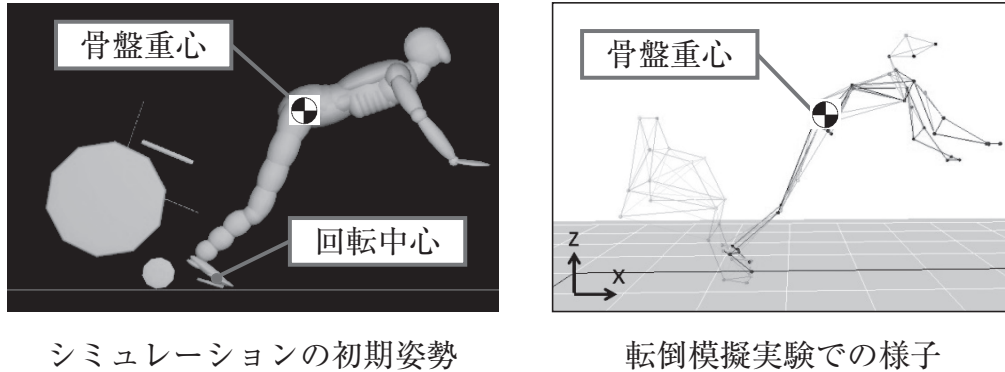
(3) 村尾俊明「福祉用具の研究開発の考え方、現状と課題」『ノーマライゼーション 障害者の福祉』28（8）、2008.8, pp.14-17.

(4) 中村隆一ほか『基礎運動学 第6版』医歯薬出版、2003; Anne Shumway-Cook, Marjorie H. Woollacott(田中繁・蜂須賀研二監訳)『モーターコントロール—研究室から心象実践へ—第5版』医歯薬出版、2020.

(5) 江原義弘・山本澄子編、臨床歩行研究会監修『臨床歩行計測入門』医歯薬出版、2008.

運動力学的な評価が可能となり、関節モーメント等の指標によって身体運動を定量的に分析、評価する枠組みができてきた。最近では、これらをシミュレーション上で行う筋骨格シミュレータなども活用されている（図2）<sup>(6)</sup>。

図2 マルチボディモデルシミュレーションと3次元動作解析の事例



シミュレーションの初期姿勢

転倒模擬実験での様子

(出典) 佐久間菜月ほか「ウィルチェアラグビー競技時の転倒と防御動作に関する研究」『ライフサポート』29 (4), 2017, pp.120-127 を基に筆者作成。

### (3) 認知科学的評価

つえや歩行器などの把持部や、電動ベッドの操作リモコン、情報支援機器の操作パネル、案内音声など、人を支援する機器や設備には何らかの操作を伴う場合が多い。これらのユーザインタフェースの設計には握力や歩行能力などの運動機能のほか、視覚や聴覚などの感覚機能、記憶や注意、遂行機能などの認知機能が関連しているため、認知科学の観点からユーザビリティの評価が行われるようになった<sup>(7)</sup>。最近では、視線（アイトラッキング）や脳波を用いたユーザビリティの評価も行われている<sup>(8)</sup>。

例えば、鈴木らは駅案内サインにおいて、白内障の症状や視覚機能の状況、加齢による視覚機能の低下の度合いによって色の見え方やまぶしさの感度が異なり、案内サインの見え方が晴眼者の見え方と違っている傾向があることを実験的に明らかにしている<sup>(9)</sup>。筆者らも、軽度認知症により注意機能等が低下すると、配列数が多い文字入力が操作しづらくなることや、一度に提示する情報量を制限する必要があることを明らかにした<sup>(10)</sup>。

### (4) 日常生活評価

支援機器の身体への影響やユーザビリティが定量的に評価できるようになり、その一部の動作に効果が認められたからと言って、日常生活においても同様の効果が得られるとは限らない。食事、更衣、整容、排せつ、入浴、移動などの各動作には本人の年齢や疾患の種類、心身機能などの個

(6) 佐久間菜月ほか「ウィルチェアラグビー競技時の転倒と防御動作に関する研究」『ライフサポート』29 (4), 2017, pp.120-127.

(7) 原田悦子『「使いやすさ」の認知科学—人とモノとの相互作用を考える—』共立出版, 2003.

(8) 嶋田智和・大倉典子「高齢者を対象としたユーザビリティ評価方法に関する国内の研究動向」『ヒューマンインタフェース学会論文誌』14 (1-4), 2012, pp.403-414.

(9) 鈴木健久・坂本圭司「高齢者に配慮した駅案内サインのための調査研究」『JR EAST Technical Review』No.33, 2010.8, pp.47-50.

(10) 二瓶美里ほか「軽度認知症者の認知特性と情報端末入力方式に関する研究」『バイオメカニズム学会誌』36 (3), 2012, pp.162-171.



人因子のほかに、居住環境や介助者などの環境因子が大きく関わる。そのため、これらの因子を考慮しながら、日常生活活動 (Activity of Daily Living: ADL) が改善したのかを評価する必要がある。

ADL には、基本的な ADL と手段的 ADL (Instrumental Activities of Daily Living: IADL) がある。基本的な ADL には前述の各動作が含まれており、その評価には Barthel Index<sup>(11)</sup>などが用いられる。IADL はより高次の ADL で交通機関の利用、買い物、食事の準備、金銭の支払い、読書などが含まれる。その評価指標として、老研式活動能力指標<sup>(12)</sup>、Lawton<sup>(13)</sup>の尺度などが用いられる。開発した機器を中長期的に使うことで ADL や IADL が著しく向上したとなれば、その機器の効果を説明することができる。

## (5) 心理・社会的評価

ある機器によって ADL や IADL が改善したからと言って、全ての使用者が満足し、ポジティブな気持ちになるとは限らない。使用することで自尊心が傷つけられることもある。それらは支援機器の不使用という行動によって表されることもあり、機器の評価においては本人の意思で「使わない物」が「使えない物」として評価されるケースもある。

これらを踏まえた上で、支援機器を使用するユーザの心理的な影響を客観的に測定する指標として、福祉用具満足度評価 (Quebec User Evaluation of Satisfaction with assistive Technology ver.2: QUEST2.0)<sup>(14)</sup>や心理的効果スケール (Psychosocial Impact of Assistive Devices Scale: PIADS)<sup>(15)</sup>などが開発されてきた。QUEST2.0 は福祉用具の満足度 8 項目とサービスの満足度 4 項目から成り、それぞれの設問は 5 段階で評価される。PIADS は 26 項目から成り、それぞれの設問は 7 段階で評価され、効力感、積極的適応性、自尊感のサブスケールによって評価される。さらに、支援機器が QOL (Quality of Life) にどのような影響を与えるかについての議論も多くなされており、SF-36<sup>(16)</sup>や WHO QOL26<sup>(17)</sup>、主観的幸福度などの指標を用いることで心身機能に関連する健康度から社会生活機能までも評価するようになってきた。

## 2 関連する分野の技術動向と新しい支援機器

ここでは、I-1 で述べた各評価項目に関連する技術動向について説明する。

### (1) 工学的評価に関わる規格や基準の動向

高齢者や障がい者が使用する福祉用具を含む支援機器は、健常者が使用する物以上にその安全性に配慮する必要がある。福祉用具は医療機器ではないことから薬機法<sup>(18)</sup>などの法規制がないが、歩道を走行する電動車いすに必要な道路交通法 (TS マーク)、一般製品と同様の製造

(11) Florence F. Mahoney and Dorothea W. Barthel, "Functional evaluation: The Barthel Index: A simple index of independence useful in scoring improvement in the rehabilitation of the chronically ill," *Maryland State Medical Journal*, 14, 1965, pp.61-65.

(12) 古谷野亘ほか「地域老人における活動能力の測定—老研式活動能力指標の開発—」『日本公衆衛生雑誌』34(3), 1987.3, pp.109-114.

(13) M. Powell Lawton, Elaine M. Brody, "Assessment of Older People: Self-Maintaining and Instrumental Activities of Daily Living," *Gerontologist*, 9(3), 1969, pp.179-186.

(14) Louise Demers ほか (井上剛伸・上村智子訳)『福祉用具満足度評価—福祉用具の効果測定—』大学教育出版, 2008.

(15) Hy I. Day and Jefferey W. Jutai, *Psychosocial Impact of Assistive Devices Scale (PIADS)*, APA PsycTests. 1996.

(16) S. Fukuhara et al., "Translation, adaptation, and validation of the SF-36 Health Survey for use in Japan," *Journal of Clinical Epidemiology*, 51(11), 1998.11, pp.1037-1044.

(17) 世界保健機関精神保健と薬物乱用予防部編, 田崎美弥子・中根允文監修『WHO QOL26』金子書房, 1997.

(18) 医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律 (昭和 35 年法律第 145 号)

物責任法（PL法）、電気用品安全法（PSEマーク）、消費生活用製品安全法（昭和48年法律第31号）などが関連する<sup>(19)</sup>。

また、福祉用具に関連する規格や基準に関しては、国内ではJIS規格<sup>(20)</sup>、SG(Safe Goods)基準<sup>(21)</sup>、QAP基準<sup>(22)</sup>などがある。

JIS規格は、日本の産業製品に関する規格や測定法などが定められた日本の国家規格である。高齢者を支援する技術に関連するものとしては、高齢者・障害者配慮設計指針としてJISハンドブック<sup>(23)</sup>に収録されているアクセシブルデザイン（基本規格／視覚的配慮／聴覚的配慮／触覚的配慮／包装・容器／衣料品／施設・設備／情報通信／コミュニケーション）、福祉用具（用語／義足／義手／装具／車いす・歩行補助具／移動・移乗機器／ベッド・関連用具／排泄用具／浴槽用具／聴覚障害機器／リスクマネジメント／生活支援ロボット）などがある。また、人間にとって使いやすいものを作るための方法論としては、人間工学（JISハンドブック「人間工学」<sup>(24)</sup>）なども関連している。

SG基準は、構造・材質・使い方などから見て生命又は身体に危害を与えるおそれのある消費生活用製品について、製品ごとに安全な製品として必要な基準を決めた安全性についての国内基準で、福祉用具には棒状つえ、簡易腰掛け便座、シルバーカー、手動車いす、歩行車（ロレータ及びウォーキングテーブル）、ポータブルトイレ、入浴用いす、電動立ち上がり補助いすの8品目が含まれる。

QAP基準は、福祉用具の安全性について使い勝手などの臨床的評価を行う民間の制度（福祉用具臨床的評価事業）であり、車いす、電動車いす、特殊寝台、スロープ、入浴補助用具、入浴用いす、ポータブルトイレ、歩行器・歩行車、エルボークラッチ・多脚つえ、ベッド用テーブルの10品目が含まれる。

## (2) 医学的・身体的評価に関連する技術動向

身体機能の維持や補助を目的とした機能として、パワーアシスト（電動アシスト）機能がある。パワーアシスト機能は、人の運動機能や動作をモータなどの動力によってアシストする機能で、車いすや歩行器、ウェアラブルスーツなどに応用されている。人の機能をアシストするには、使用者の動作をセンシングして、それらの動きに応じて適切な制御を行い、人体に負担のない範囲で力を伝える必要がある。アシスト機能には、環境情報をセンシングして安全で快適な走行ができるように車輪を制御する機能も含まれる。例えば、自動制御機能付き歩行器は、歩行補助機のアシスト版である<sup>(25)</sup>。様々なセンサを用いて歩行者の状態を判別し、適切なアシストを行う。また、複数のセンサを活用し、使用者の状態を把握することでリハビリテーション効果の高いアシストを行うだけで、使用者の身体機能の管理まで実現する可能性が見えてきている。さらに、この歩行器はGPSやネットワーク機能を備えており、家族による見守りや、緊急時の位置把握、日々の歩行履歴管理、機器の盗難防止サービスなどが提案されている。

車いす駆動アシスト機能は、ハンドリムを漕いだ力によって操作する際にアシストトルクを

(19) 清水壮一「福祉用具の開発に当たって」<<http://www.rehab.go.jp/ri/event/assist/papers/13.pdf>> また、福祉用具の安全性、標準化、適合等の整備については、日本福祉用具・生活支援用具協会（JASPA）が事業を行っている。日本福祉用具・生活支援用具協会ウェブサイト <<https://www.sg-mark.org/>>

(20) 日本産業標準調査会 <<https://www.jisc.go.jp/>>

(21) 「SG基準」一般財団法人製品安全協会ウェブサイト <<https://www.sg-mark.org/>>

(22) 「QAP基準」公益財団法人テクノエイド協会ウェブサイト <<http://www.techno-aids.or.jp/qap/qap01.htm>>

(23) 『JISハンドブック—高齢者・障害者等— 2018』日本規格協会, 2018.

(24) 『JISハンドブック—人間工学— 2013』日本規格協会, 2013.

(25) 「RT.2 ロボットアシストウォーカー（電動アシスト歩行車）」RTワークスウェブサイト <<https://www.rtworks.co.jp/product/rt2.html>>

与える機能で、インホイールモータと一体化されているもの（ヤマハ発動機社製 JW スウィング<sup>(26)</sup>（図3左））などがある。上肢の機能は残存しているが、疲労や二次障害などのリスクを軽減しながら自立や活動の範囲を広げることを目的に開発されている。身体に直接装着して作業をアシストするパワーアシストスーツ<sup>(27)</sup>、ロボットスーツは、既に廉価版が市販化されている。形状は外骨格型が多く、麻痺脚の膝関節制御<sup>(28)</sup>（図3右）や重量物を運ぶ際の腰部や下肢の負担を低減する効果が期待されている。介護用では、介護者が被介護者を抱きかかえる動作の補助や、歩行が困難な人のリハビリ訓練用として用いられている。

図3 移動を支援する技術・製品の例



左：ヤマハ発動機 JW スウィング



右：トヨタ自動車 自立歩行アシスト

（出典）「JW スウィング（電動アシスト車いす）」ヤマハ発動機株式会社より提供；「自立歩行アシスト」トヨタ自動車ウェブサイト<<https://global.toyota.jp/download/2829182/>>

### （3）認知科学的評価に関連する技術動向

認知機能の維持や補助をするための機器としては、コミュニケーションを支援する機器がある。コミュニケーション機器に関わる技術開発は、音声認識や音声合成の技術が進むことで発展した。高齢者の聴覚特性に合わせてマイクから入力された音を聴き取りやすい音に変換する対話支援スピーカーCOMUOON<sup>(29)</sup>（図4）や、高齢者向けに特化した技術ではないが、音声によるコミュニケーションによって情報支援を行うスマートスピーカー<sup>(30)</sup>なども活用されつつある。

(26) 「JW スウィング（電動アシスト車いす）」ヤマハ発動機ウェブサイト<<https://www.yamaha-motor.co.jp/wheelchair/lineup/swing/>>

(27) 「HAL（パワーアシストスーツ）」Cyberdyne ウェブサイト<<https://cyberdyne.jp/>>; 「Power ware」ATOON ウェブサイト<<https://atoun.co.jp/>>

(28) 「自立歩行アシスト」トヨタ自動車ウェブサイト<<https://global.toyota.jp/download/2829182/>>

(29) 「COMUOON」Universal sound design ウェブサイト<<https://u-s-d.co.jp/>>

(30) 「スマートスピーカー」Google website<[https://store.google.com/jp/magazine/compare\\_nest\\_speakers\\_displays](https://store.google.com/jp/magazine/compare_nest_speakers_displays)>

図4 COMUOON（日本医療産業株式会社）対話支援スピーカー



(出典) ユニバーサル・サウンドデザイン株式会社ウェブサイト <<https://u-s-d.co.jp/>>

また、コミュニケーションロボットは、高齢者の会話機会の提供や生活の質の向上、認知機能の維持など、様々な導入効果が報告され始めており、高齢者施設において多数のロボットを導入した実証実験では、約3分の1の対象者の生活の質に改善効果が認められたことが報告された<sup>(31)</sup>。筆者は、科学技術振興機構（JST）戦略的イノベーション創出推進プログラム（Sイノベ）「高齢社会を豊かにする科学・技術・システムの創成」領域下のプロジェクトにおいて「高齢者の記憶と認知機能低下に対する生活支援ロボットシステムの開発」という10年間のプロジェクトに参画してきた<sup>(32)</sup>。このプロジェクトでは、小型のコミュニケーションロボットを用いてスケジュール情報や服薬の情報支援を行うことを主な目的とし、認知機能が低下しても聞き取りやすく、情報が伝わりやすい合成音声や対話のプロトコルなどを提案してきた<sup>(33)</sup>。高齢者宅での効果検証や、静岡県伊豆市や神奈川県鎌倉市などと共同で行ったフィールドベースの社会実装実験やワークショップ（図5）を通して、人々の日常生活に役に立つものとして肯定的に受け入れられる現場に何度か遭遇した。最近では、様々なサービス展開がなされている。

(31) 「ロボット介護機器開発・導入促進事業—平成28年度成果報告書—」日本医療研究開発機構ウェブサイト <[https://www.amed.go.jp/program/houkoku\\_h28/0201030.html](https://www.amed.go.jp/program/houkoku_h28/0201030.html)>

(32) 「戦略的イノベーション創出推進プログラム 高齢社会を豊かにする科学・技術・システムの創成」科学技術振興機構ウェブサイト <<https://www.jst.go.jp/s-innova/theme/se.html>>

(33) T. Inoue et al., “Field-based Development of an Information Support Robot for Persons with Dementia,” *Technology and Disability*, 24 (4), 2012, pp.263-271; Misato Nihei et al., “Change in the Relationship Between the Elderly and Information Support Robot System Living Together,” *International Conference on Human Aspects of IT for the Aged Population ITAP 2017: Human Aspects of IT for the Aged Population. Applications, Services and Contexts*, 2017, pp.433-442.



図5 ワークショップ



(出典) 国立障害者リハビリテーションセンター研究所「大切な情報を知らせてくれるロボット」『ロボットの利活用を考える住民会議土肥地域会議記録』平成28年度 <[http://www.rehab.go.jp/ri/kaihatsu/papero\\_html/pdf/2016fg\\_report.pdf](http://www.rehab.go.jp/ri/kaihatsu/papero_html/pdf/2016fg_report.pdf)>

#### (4) 日常生活評価に関連する技術動向

活動を支援する支援機器として、個人用移動支援機器がある。近年自動車の自動運転と同様に、電動車いすを含む個人用の移動支援機器<sup>(34)</sup>の自律走行技術の開発が進められている。電動車いすの自動運転は研究や実験レベルでの取組は数多く行われ、最近では施設、公道、空港など一定範囲内での利用における実証実験などが進められている。

実用化段階にある電動車いすの自動運転あるいはそれに関連する機能では、スマートフォンを使用した遠隔操縦機能<sup>(35)</sup>(図6)がある。遠隔操縦機能は、スマートフォンをジョイスティック代わりに無線で車両制御やモード設定をする機能である。車いすから一旦ベッドや椅子、便座などに移乗した後、遠隔で車いすを居室外に出したり、必要なときに身近に移動させたりすることができる。

図6 遠隔操縦が可能な電動車いす (WHILL Model C)



(出典) WHILL 株式会社より提供。

(34) 例えば、自動運転一人乗りロボ「RakuRo(ラクロ)」株式会社 ZMP ウェブサイト <<https://www.zmp.co.jp/products/lrb/rakuro>>

(35) 「遠隔操縦機能」WHILL Model C ウェブサイト <<https://whill.jp/model-c>>

### (5) 見守りのための支援技術

独居高齢者の見守りのための支援技術については、IoT (Internet of Things) 技術が介護領域で活用されており、特に、施設などの介護現場において見守りシステムの活用が進んでいる。最も簡易的なものとしては、赤外線センサ (人感センサ) を配置して人の出入りや滞在を検知する技術がある。より高度なものとしては、ベッド等にて体動などの状態を検知できるセンサ<sup>(36)</sup>や、シルエットセンサ (映像のような個人が特定できるデータではなく動作判別に用いることができる程度のシルエットを検出することができるシステム)<sup>(37)</sup>などで取得したデータを、スタッフ詰め所にあるモニタや、スマートフォンで共有することができるネットワークシステムも活用されている。前者は在宅での生活情報の把握などに用いられることが多く、複数の人感センサを配置して、身体機能や認知機能を推定する取組も行われている<sup>(38)</sup>。後者は主に施設の個室に取り付け、スタッフ室や携帯端末で共有できるシステムである。深夜のベッドからの離床動作を早い段階で検知し、スタッフに知らせることで転倒や転落などのリスクを低減することができる。ノイズやセンサ性能に依存した誤検知 (過剰検知) や支援の必要のない行動も手元で確認できるため、不要な行動が減り、効率的なケアが実現できる。睡眠センサ等<sup>(39)</sup>のバイタルを検知可能なセンサを併用することで、被介護者の状態に合わせた支援もできるようになっている。

### (6) 認知症者のための支援技術

認知症は、記憶や注意などの認知機能や行動に係る進行性の疾患による障害で、日常生活の活動において認知的欠損が自立を阻害する。そのため、それらの機能を補うための技術が製品化されている。例えば、記憶機能が低下することによる車いすのブレーキかけ忘れを防ぐためのセーフティブレーキ付き車いす (図7左)、徘徊 (はいかい) による行方不明を防ぐための玄関センサやGPS機能付き徘徊検知器、薬の飲み忘れを防ぐための服薬支援機器、不穏や不安感により夜間睡眠が妨げられるなどの精神状態を安定させるための適度な重みや圧刺激を与えることのできる掛け布団やブランケット (図7右)、刺激を与えると反応を示す人形などが販売されている<sup>(40)</sup>。

(36) 「離床 CATCH」パラマウントベッドウェブサイト <<https://www.paramount.co.jp/learn/inversion/leaving>>

(37) 「シルエット見守りセンサ」キング通信工業株式会社ウェブサイト <<https://www.king-tsushin.co.jp/solution/wos-system/>>

(38) Aramendi, A. A. et al., "Automatic assessment of functional health decline in older adults based on smart home data," *Journal of biomedical informatics*, Vol.81, 2018.5, pp.119-130.

(39) 「眠り SCAN」パラマウントベッドウェブサイト <<https://www.paramount.co.jp/learn/reductionworkburden/nemuriscan>>

(40) 「認知症サポート用具」フランスベッドウェブサイト <<https://medical.francebed.co.jp/special/dementia/>>

図7 認知症者のための支援技術・製品の例



左：セーフティブレーキ付き車いす（セーフティ・オレンジ）

右：圧刺激で使用者の不安を緩和するウェイトッドブランケット

（出典）「認知症によりそう、カタチ」フランスベッド株式会社ウェブサイト <<https://medical.francebed.co.jp/special/dementia/>>

さらに、軽度認知障害（Mild Cognitive Impairment: MCI）や軽度の認知症のある人を対象に、自立を支援する機器が普及し始めている。国立障害者リハビリテーションセンター研究所では、認知症者ための生活支援機器データベース・福祉機器の利活用支援マニュアル等の情報公開を行っており、また、福祉機器展示館を設置している<sup>(41)</sup>。また、特定非営利活動法人イシュープラスデザインは、「認知症フレンドリーデザインガイド」を作成している。このガイドは、企業における新規事業・商品開発・研究開発担当、研究者・エンジニア・デザイナー・マーケティングが認知症のある方の困りごとを解決し生活を支援する具体的な商品・サービス開発の指針となる7つの原則から成る<sup>(42)</sup>。

### 3 おわりに

本節では、高齢者の暮らしを支える支援技術の開発を、その対となる評価や評価指標の観点に着目し、耐久性や安全性に関する状況、医学や運動学、運動力学、認知科学などの心身機能に関連する状況、日常生活活動やQOLに関する状況の項目に整理した。また、支援技術の開発の対象が、工学的な側面から心身、ユーザビリティ、日常生活活動、幸福、社会活動にまで及んでいることを説明した。そして、近年注目されている独居高齢者の増加などに関連する見守りのための支援技術や認知症者のための支援技術などについても事例を挙げて紹介した。

執筆：東京大学大学院新領域創成科学研究科 准教授 二瓶 美里<sup>にへい みさと</sup>

(41) 「福祉機器開発部」国立障害者リハビリテーションセンター研究所ウェブサイト <<http://www.rehab.go.jp/ri/depertj/kaihatsu/>>

(42) 「認知症フレンドリーデザインガイド ver 1.0」特定非営利活動法人イシュープラスデザイン『令和元年度老人保健事業推進費等補助金老人保健健康増進等事業 認知症高齢者等の意見を企業等における消費者への対応や商品開発等につなげる仕組みの構築に関する調査研究事業報告書』2020.3, pp.101-207. <[https://issueplusdesign.jp/media/2020/05/rouken2019\\_all\\_compressed.pdf](https://issueplusdesign.jp/media/2020/05/rouken2019_all_compressed.pdf)> なお、7つの原則は次のとおり。原則1：個人の意思を尊重する、原則2：五感に負担が少ない、原則3：身体への負担が少ない、原則4：意味や情報が正しく伝わる、原則5：判断や認識を惑わさない、原則6：直感的な行動を促す、原則7：社会的・文化的背景を守る。



## Ⅱ 生活を支援・拡張する情報技術

高齢期においては、一人ひとりの置かれた心身の状況も多様性を帯びてくる。そして、高齢期におけるライフステージの移り変わりにおいても活用が求められる技術も異なってくる。高齢期における生活を支援・拡張する情報技術は、成長期にある子どもや安定期にある成人に求められる技術とも異なる。人間の機能を機械に置き換える代替技術を活用することは、逆に残存能力を使う機会を減らすことになり、心身の衰退を加速するおそれもある。高齢期においては、むしろ残存機能をできるだけ活用してできることを拡張することが、心身の衰えを防止する上で重要な要素である。

本節では高齢期を3つのステージに分け、それぞれのステージにおける生活シーンを支援・拡張し得る情報技術を概観する。第1のステージは心身ともに活動的なアクティブ期で、新たな社会とのつながりを見出していく段階である。第2のステージは心身の衰えを意識するフレイル期で、「できることを維持」していくための活動が必要となる。第3のステージはエンディング期で、自らの力だけでは社会的な活動が困難な段階である。

### 1 アクティブ期を支援・拡張する情報技術

令和元（2019）年度のスポーツ庁による「体力・運動能力調査結果」によると、65歳から79歳の高齢期における握力・柔軟性・バランス・歩行速度に関する項目の体力テストについて、新体力テストを導入した平成10（1998）年以降、ほとんどの項目で向上傾向が続いている<sup>(43)</sup>。また、令和元（2019）年度の内閣府の「高齢者の経済生活に関する調査結果」では、調査対象となった60歳以上について、収入を伴う仕事をするということについて「70歳くらいまでしたい人」が21.7%、「働けるうちはいつまでも」という人も20.6%と、勤労意欲の高さが伺える<sup>(44)</sup>。

東京大学高齢社会総合研究機構による調査研究は、アクティブ期からフレイル期への遷移の予防について、地域活動や文化活動の重要性を示している<sup>(45)</sup>。5万人近くのデータから、個人でできる直接的な健康活動となる運動だけに取り組んでいる集団よりも、ボランティア等の地域活動や文化活動などの社会とのつながりを持った集団の方が、フレイルリスクが少ないという結果が報告された。

活力ある高齢者の心身の維持に加えて、2040年における推計で年間100万人の人口減少と更なる高齢化による生産年齢の減少問題も踏まえると、アクティブ期のシニアが収入を得るなど活躍できる環境を創出することは喫緊の課題であることが分かる。

高齢者の社会参加と就労を活性化することに直接アプローチしている情報技術の研究開発の取組に、東京大学による「地域の元気高齢者を集める」(Gathering Brisk Elderly in the Region: GBER)がある<sup>(46)</sup>。GBERは、高齢期における多様な社会参加の形に応じて、働きたいときに働きたい場所で、個々が興味関心のある地域活動に参加していくことを支援する情報プラット

(43) スポーツ庁『体力・運動能力調査報告書 令和元年度』2020, pp.32-35. <[https://www.mext.go.jp/sports/content/2020\\_1015-spt\\_kensport01-000010432\\_5.pdf](https://www.mext.go.jp/sports/content/2020_1015-spt_kensport01-000010432_5.pdf)>

(44) 内閣府政策統括官（共生社会政策担当）『高齢者の経済生活に関する調査 令和元年度』p.22. <<https://www8.cao.go.jp/kourei/ishiki/r01/zentai/pdf/s2.pdf>>

(45) 吉澤裕世ほか「地域在住高齢者における身体・文化・地域活動の重複実施とフレイルとの関係」『日本公衆衛生雑誌』66（6）, 2019.6, pp.306-316.

(46) 檜山敦『超高齢社会 2.0—クラウド時代の働き方革命—』平凡社, 2017.



フォームである（図8）。千葉県柏市にある一般社団法人セカンドライフファクトリーから実証実験が始まり、2020年現在において、自治体との協働の中で、熊本県・東京都世田谷区における社会実装が始まっている。

図8 GBERの3つの要素

## GBER: 地域活動へのマッチングプラットフォーム



(出典) 檜山敦『超高齢社会 2.0—クラウド時代の働き方革命—』平凡社, 2017 を基に筆者作成。

GBERのような地域の人材と活動を適宜マッチングするサービスは、2010年以降世界的に盛り上がっているシェアリングエコノミーと呼ばれるビジネス領域の中で、人の持つスキルを流通させるクラウドソーシングである。日本では、若年層を利用者の中心として、「ランサーズ」<sup>(47)</sup>、「クラウドワークス」<sup>(48)</sup>、「ココナラ」<sup>(49)</sup>、「ビザスク」<sup>(50)</sup>等のサービスが規模の大きいプラットフォームとして浸透してきている。高齢者を対象としてシステム設計がなされていないため60歳以上の利用者は限られているものの、将来、これらのサービスを利用している若年層が高齢期に差し掛かったときに、シェアリングエコノミープラットフォームが社会の中で果たす役割は各段に大きなものになっていくと想定される。

人材ビジネスの領域においても、経験豊富な高齢者の経験を経営にいかすサービスが広がってきている。特に、企業の経営経験のある人材を紹介し、経営課題の達成を支援するサービスでは、複数の企業による競争が始まっている。日本アイ・ビー・エム東京基礎研究所と東京大学は協働して、登録人材の職務経歴書と経営相談内容の文章に含まれる特徴語句を分析し、適合する人材を抽出する人材検索エンジンを研究開発した<sup>(51)</sup>。このシステムは人材スカウターと呼ばれ、前述の人材ビジネスを展開する企業の1つである株式会社サーキュレーションでの実際の業務の中で活用する形で実証実験を展開し、従来の人材検索に要する時間の削減と、取りこぼしていた可能性のある人材の発掘に効果があるとの成果が報告されている。

(47) ランサーズ株式会社ウェブサイト <<https://www.lancers.jp/>>

(48) 株式会社クラウドワークスウェブサイト <<https://crowdworks.jp/>>

(49) 株式会社ココナラウェブサイト <<https://coconala.com/>>

(50) 株式会社ビザスクウェブサイト <<https://service.visasq.com/>>

(51) 山田浩史ほか「多様なシニア人材のジョブマッチングのためのインタラクティブ検索」『日本バーチャルリアリティ学会論文誌』21 (2), 2016, pp.263-271.

本項目で紹介したようなアクティブ期における高齢者と地域活動との間をつなぐ情報技術が向かっていく方向は、モザイク型就労と呼ばれるもので、現役時代のように「一人」で「フルタイム」で「決まった職場」で働くのではなく、「働きたいとき」に「働きたい場所」で「個々の能力をいかせる」仕事を、「複数人の能力の組み合わせる」ことでモザイクのピースを組み合わせるかのよう達成していく働き方を志向するものである。高齢期における一人ひとりの社会とのつながりを無理のない形で維持していくためにも、モザイク型就労は重要なキーワードとなる。

## 2 フレイル期を支援・拡張する情報技術

加齢に伴う筋骨格系の衰えは、避けては通れない課題である。筋骨格系の衰えが進むとフレイルと呼ばれる状態に入り、家に閉じこもりがちになるなど活動が低下し、転倒などの事故の要因となるところがある。フレイルから要介護状態に移行しないようにするためにも、身体機能や認知機能に負荷をかけてトレーニングしていける環境に身を置くことが大切な要素となる。日本老年医学会では、2週間の寝たきり生活で失われる筋肉量は高齢期の通常生活の7年間で失われる量に匹敵するとして、新型コロナウイルス禍における外出自粛に伴う高齢者の不活性に対する注意喚起も行われた<sup>(52)</sup>。

フレイル予防に関して情報技術が果たす役割として大きなものは、健康意識を高めることと、健康活動の持続性を高めることの2点である。スマートフォンやスマートウォッチ・活動量計などのウェアラブルデバイスの普及は前者に寄与しており、日々の運動量やバイタルデータを手軽に集められるようになったことで、生活習慣の変化に敏感になれるようになった。また、特に若年層向けのゲームとして開発された任天堂の「Wii Fit」や「リングフィットアドベンチャー」のようなフィットネス領域へ進出したゲームは、後者において顕著な意味がある。近年フィットネスジムでも、トレーニングの持続性の支援と楽しさという付加価値を意識して、身体運動を伴う体験メディアであるバーチャルリアリティ（VR）の導入が始まっている。

東京大学は三菱ケミカルホールディングスグループと協働し、高齢期のフレイル予防を直接的な目的としてVRを活用したトレーニング支援を目指して研究開発に取り組んだ<sup>(53)</sup>。ゲーム機や一部のスマートフォンでも取り入れられている奥行き情報を計測できる深度カメラを活用して人の運動を計測し、深度カメラで計測した運動を、VR技術を用いてインストラクターの運動と重ねて可視化し比較することで、正しい姿勢での運動を実践することを支援する。特別なトレーニング器具を用いることなく自重を負荷にして行うスロートレーニングは、高齢者にも筋肉増強効果を実証されているが、正しい姿勢とスピードで行わないと目的とする筋肉に適切な負荷をかけることができないため、専らジムなどでインストラクターの指導を含めて提供する必要があった。そこにVRを活用した前述の運動姿勢の可視化を導入することで、テレビに映し出される自分とインストラクターの姿勢を参考に、一人でも正しい姿勢とスピードで運動することができるようになった。つまり、いつでも好きな時間に質の高いトレーニングを実践することの助けになる。さらに、新型コロナウイルス禍においてトレーニングジムでのクラ

(52) 日本老年医学会 「『新型コロナウイルス感染症』高齢者として気をつけたいポイント」 2020.3.13. <<https://www.jpn-geriat-soc.or.jp/citizen/coronavirus.html>>

(53) 小嶋泰平ほか「VR 姿勢教示システムを用いた中高年女性の虚弱予防エクササイズ」『日本バーチャルリアリティ学会論文誌』21 (2), 2016, pp.273-281.

スターの発生が懸念されたことに対して、VRを用いて家庭でできるトレーニング支援（図9）は、高齢者にとって人の密集を避けられる安心安全なフィットネスの1つの手段として注目される。

図9 家庭でできるVRトレーニング



（出典）筆者撮影。

カメラを用いた運動計測は、主に室内環境に適した計測技術である。ウォーキング等の虚弱予防につながるポピュラーな運動は、屋外で実践されることの方が多い。屋外では広い範囲を動き回ることになるので、カメラを用いた運動計測はあまり適した方法とはいえず、活動量計などを用いたウェアラブルデバイスを用いた運動計測が一般的に普及している。その活動量計を更に拡張した技術として、モーションキャプチャができるウェアの製品化も進んでいる<sup>(54)</sup>。このような技術が広がることで、日常的に正しい姿勢で歩くことができているかを測り、日々の運動を効果的に実践することを助けることにつながる。また近年、非運動性熱産生（Non-Exercise Activities Thermogenesis: NEAT）と呼ばれる、いわゆるスポーツ等の運動以外の日常行動に含まれる活動を高めることが意識されてきており、そのNEATを計測しフレイル予防への意識を高め、行動変容を促す装置としても期待される技術である。

### 3 エンディング期を支援・拡張する情報技術

要支援・要介護状態になり、さらに終末期医療で長期の入院生活が余儀なくされると、家族や世の中とのつながりが一層隔絶されたものになってしまう。「思い出の場所にもう一度旅行したい」、「人生で一度行ってみたかった」、「自宅に帰りたい」という要望に答えていくことも難しくなっていく。特に、家庭から離れて福祉施設に入居していたり、長期の入院生活に入っていたりする場合は、「夕暮れ症候群」という帰宅することを求める不安行動をとる状況が見られる。そのような心理的な不安を緩和する方法としてのVRの活用も、欧米と日本を中心に急速に広がり始めている。

<sup>(54)</sup> 株式会社 Xenoma は、ウェアの各部位に埋め込まれたセンサを導電性の繊維に接続し、細かな運動姿勢をリアルタイムで計測できるウェアを製品化している。株式会社 Xenoma ウェブサイト <<https://xenoma.com/>>



デイサービスの中でリハビリを行っている高齢者に対して、VRを活用した思い出の場所への旅行体験を提供し始めた機能訓練指導員の登嶋健太氏<sup>(55)</sup>は、360°カメラと安価なVRゴーグルを活用して主に福祉施設の高齢者にVR旅行体験を提供する活動に取り組んでいる<sup>(56)</sup>(図10)。また、大阪大学では、緩和ケアの一環として、VRを用いて思い出の場所を旅する体験によって入院患者の不安症状を軽減する取組が進められている<sup>(57)</sup>。

図10 福祉施設でのVR旅行体験



(出典) 筆者撮影。

ソーシャルメディアの普及は将来の葬送の形を変えていく可能性もある。若い頃からソーシャルメディアを通じて自分の日常の出来事の記録を残していった結果、その人の人生の記録が結果としてまとまった形で周囲の人々とのやり取りも含めて残されていくことにもなる。ソーシャルメディア大手のFacebookでは、「追悼アカウント」を設定することで友人や親族がデータを通じて故人を偲ぶことを支援する<sup>(58)</sup>。東京大学でもソーシャルメディア時代にデジタルデータも含めた形で遺族と向き合うことを助ける葬送のためのインタフェースの再デザインに関する取組も行われている<sup>(59)</sup>(図11)。

(55) 東京大学先端科学技術センター稲見・檜山研究室 学術支援専門職員

(56) 登嶋健太「Virtual Reality Traveling」(デジタル活用共生社会実現会議 ICT アクセシビリティ確保部会(第2回)資料)2019.1.11. 総務省ウェブサイト <[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000621657.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000621657.pdf)>

(57) 仁木一順ほか「がん・認知症に対するVRを活用したケア・予防法の確立を目指して—医療現場の立場から—」『第25回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集』2020.9. <[http://conference.vrsj.org/ac2020/program/doc/1A1-6\\_PR0080.pdf](http://conference.vrsj.org/ac2020/program/doc/1A1-6_PR0080.pdf)>

(58) 「私が死んだ場合、Facebookアカウントはどうなりますか。」facebookウェブサイト <[https://www.facebook.com/help/103897939701143?helpref=faq\\_content](https://www.facebook.com/help/103897939701143?helpref=faq_content)>

(59) Daisuke Uriu et al., "SenseCenser: An Interactive Device for Sensing Incense Smoke & Supporting Memorialization Rituals in Japan," *Proceedings of the 2018 ACM Conference Companion Publication on Designing Interactive Systems*, 2018, pp.315-318.



図11 焼香儀礼に反応しデジタルデータと連動する葬送のためのインタフェース



(出典) SenceCenser <<https://star.rcast.u-tokyo.ac.jp/sensecenser/>>

#### 4 おわりに

本節では、高齢期をアクティブ期、フレイル期、エンディング期の3つのステージに分けて、それぞれのステージで取り組まれている情報技術を活用した最新動向について紹介した。まとめとして、いずれのステージにおいても重要な要素となる情報管理に関わる最新の動向を紹介する。

情報管理については、アクティブ期では個人の社会活動に関する情報、フレイル期では健康に関する情報、エンディング期では意志決定に関わる情報が特徴的な個人情報として挙げられる。パーソナルデータを管理し、適切に活用していくために、東京大学ではPLR (Personal Life Repository) の研究開発と社会実装が進められている<sup>(60)</sup>。PLRはデータの分散管理を行い、情報提供者である本人がデータのハンドリングを行いつつ、情報を利用してサービスを提供するベンダーがサービスを提供しやすくする。個人情報を守りながらデータの利活用を行う仕組みは、行政サービスや民間サービスを効率化しさらに分野横断的データを活用した様々なサービスを創出することを促進する。

加齢に伴う体力の衰えだけでなく、新型コロナウイルス感染症のようなパンデミックにより外出が憚られる状況において、テレビ電話のような遠隔コミュニケーションのツールだけでなく、遠隔操作ロボットを活用した身体性を伴う遠隔コミュニケーションも、高齢期においてできることを根本的に拡張する情報技術である。株式会社オリイ研究所は、OriHimeと呼ばれる遠隔コミュニケーションロボットを商品化し、障がい者のコミュニケーションや就労支援への活用を目指している<sup>(61)</sup>。障がい者が自宅から OriHime を遠隔操作してカフェなどでの接客の仕事を行う実証実験などが行われており、高齢者も活用可能なツールである。このような遠隔操作ロボットはテレプレゼンスロボットと呼ばれ、近年日本で、Telexistence 株式会社、株式会社メルティン MMI、アバターイン株式会社など多くのベンチャー企業が誕生している。

やがて高齢化率が約40%に達すると見られている我が国<sup>(62)</sup>において、情報技術には高齢期

(60) Hashida Lab website <<http://www.sict.i.u-tokyo.ac.jp/members/hasida/research/>>

(61) 吉藤健太朗「社会参加を可能とする分身ロボットの活用」『保健の科学』59(8), 2017.8, pp.530-533.

(62) 高齢化率は令和47(2065)年には38.4%に達すると推計されている。「第1章第1節1 高齢化の現状と将来像」『高齢社会白書 令和2年版』内閣府ウェブサイト <[https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2020/html/zenbun/s1\\_1\\_1.html](https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2020/html/zenbun/s1_1_1.html)>

における心身の衰えがあったとしても、できることをあきらめさせないように支援し、さらには拡張させていく役割がある。また情報技術は、急速に減少する生産年齢人口で社会を維持していくため負荷を軽減するためにも不可欠な技術である。従来 of 制度に固執するのではなく、多様な高齢者を一括りにせず、個々の生活者の幸福を第一に考え、技術の可能性を最大限に活用し、安心して利用できる制度設計が、これから更に重要となる。

執筆：東京大学先端科学技術センター 講師 ひやま あつし 檜山 敦

### Ⅲ 高齢者の暮らしを支える技術のこれからの課題

本節では、前節までに提示した技術やそれらの技術に関わるこれからの課題について整理する。

#### 1 介護保険制度で用いられるこれからの福祉用具について

介護保険の福祉用具は、要介護者等の日常生活の便宜を図るための用具及び要介護者等の機能訓練のための用具であって、利用者がその居宅において自立した日常生活を営むことができるよう助けるものについて、保険給付の対象としている<sup>(63)</sup>。厚生労働大臣告示において対象種目が決められ、それに基づいて市町村が給付する用具を決定する手順がある。市町村が安全で使いやすい福祉用具を選定できるように、テクノエイド協会では福祉用具の情報を TAIS コードと呼ばれるデータベースを提供している<sup>(64)</sup>。この認証制度によって、福祉用具に関する情報の収集・分類、体系化された情報が全国で提供できるようになった。

また、福祉用具のレンタル制度は、身体状況の変化に合わせて適切な用具を選択することのできる有用な制度で、特に加齢による身体機能の変化への対応が図れる点において、他国にはない、高齢者の特性を捉えた制度であるともいえる。福祉用具の普及に伴い、その品質や安全性については、消費生活用製品安全法（消安法）や製造物責任法（PL法）、JIS規格、電動車いすにおいては道路交通法などに基づいて各企業がリスクアセスメントを行い、品質を管理することによって、日本の福祉用具はある一定水準の製品を提供できるようになった<sup>(65)</sup>。一方で、近年、ネット販売等で、安全性の保障がされていない非常に安価な製品が取り扱われるようになってきた。機械の知識がないと身体にあった安全な製品の選定が難しいこともあるため、消費者に不利益がないような仕組みが必要になると考えられる。

限られた財源の中ではあるが、要介護者等の安全な日常生活を保障する現行の制度を、今後も維持していくことが課題の1つである。

#### 2 産業としての高齢者の暮らしを支援する技術について

超高齢社会を牽引する日本では、高齢者の生活を支援する技術を新しい産業として育てようという機運が高まっている。既に海外展開を前提に進めている企業や、ベンチャー企業などが存在する。そこで生じる問題点は、国内と海外での規格の違いである。JIS規格はISO規格と

(63) 厚生労働省「介護保険における福祉用具」<<https://www.mhlw.go.jp/content/12300000/000314951.pdf>>

(64) 「福祉用具情報システム（TAIS）」公益財団法人テクノエイド協会ウェブサイト <<http://www.techno-aids.or.jp/system/>>

(65) 清水 前掲注(19)

関連付けられているところがあるが、欧州の規格や米国の食品医薬品局（Food and Drug Administration：FDA）などとは、その評価基準などが大きく異なる。各企業が輸出する際に各国の基準に合わせて仕様を変更したり、開発工程を見直したりすることが国際展開のハードルとなっている。また、第3章でも触れるが、日本において福祉用具は介護保険制度の下で福祉機器として認証されている一方で、多くの国では医療機器と同様の制度の下で認証されている。日本の制度のメリットとしては、作りやすさや新規参入のしやすさなどがあるが、国際展開を図る際には、効率よく開発して輸出するためにどのような位置付けで整理していくのが良いのか、様々な観点から検討していく必要がある。

### 3 支援する機器を開発するための設計思想及び高齢者の選択肢

第1章及び本章において、高齢者を支援する技術を開発するには、設計思想が重要であることを述べた。また、設計思想には、高齢者のQOLや生きがいなど、使用する人々の望む生き方が関わっていることを説明した。一方で、長寿命化によって我々の生き方は多様化している。これから、テクノロジーと共存しながらどのような生き方を目指していくのかを議論し、技術によって生き方の選択肢を増やしていくことが重要である。

### 4 次世代技術についての課題

高齢者の暮らしを支援すべく身体機能を補填するこれまでの方法は、感覚器や運動器などの機能障害を補填することや、活動を補助し促進することを目的に行われることが多かった。ここ数年で、バイタルデータや心身、生活に関するデータベースを支援に活用することや、自身の身体代わりにVRの世界にある身体を使うこと、社会性をネットワークで補うこと、デジタルデータも含めて遺族と向き合うことなどが現実味を帯びてきた。個人の潜在ニーズに合わせて適時的なサービスの提供が可能になる一方で、蓄積された情報を誰がどこまで活用するのか、本人が意思決定できなくなった時のデータをどのように扱うのか、それについてはまだ結論が出ていない。また、身体を解放して理想のアバター（ネット上の分身）で生きていくことや、ネット上で生き続けるため物理的な触れ合いのない社会性が人々にどのような影響を与えるのか、死後もオンライン上で生き続ける人々や、また遺族との関わりがどのように変化していくのかについても議論が必要で、これらが高齢期の暮らしを豊かにするものなのか、検討する必要がある。

## おわりに

人はこの百年でこれまでより長く生きるようになった。長く生きるということは、その間に起こった電力利用、自動車、水の供給、エレクトロニクス、ラジオとテレビ、コンピュータ、家庭用電化製品などの技術革新<sup>(66)</sup>の影響を受けてきたということの意味する。技術の受容性や技術変革がもたらす新しい生活様式への適応能力が、これからの私たちに更に求められることとなるであろう。

このような技術変革の中で、人を支援する機器も大きく変化してきた。特に、高齢者の日常

<sup>(66)</sup> George Constable and Bob Somerville, *A Century of Innovation: Twenty Engineering Achievements that Transformed our Lives*, Washington D.C.: Joseph Henry Press, 2003.



生活を支援する機器については、介護保険制度の導入から20年が経過し、必要とされる要支援・要介護高齢者に行き渡った。以前であれば寝たきりのまま長く高齢期を過ごしていた高齢者が、自立支援や介護予防的な政策が進められることによって、寝たきりになる割合は減少し、車いすや歩行器、つえなどを使って自立的な生活を行えるようになってきた。一方で、長く生きることができるようになったことで、高齢期に多い認知症者が増加し、その中核症状や周辺症状<sup>(67)</sup>に対応するために技術が用いられるようになった。そして今、情報技術が進んだことで、機能低下した身体に縛られず、活動や社会への参加が維持できるだけでなく、拡張できる可能性が見えてきた。

しかしながら、これらの技術を社会に実装し普及させていくためには、いくつかの課題が存在する。本章では、それらの課題を、第1に介護保険制度で用いられる福祉用具の安全基準の維持と制度の維持の必要性について、第2に支援技術を産業として発展させる上で問題となる規格や認証制度の国による違いについて、第3に多様化する高齢者の生き方に対して技術により選択肢を増やす重要性について、そして第4にデジタルデータを活用した支援を始めとする次世代技術をめぐる諸課題について、の4点で整理した。

執筆：東京大学大学院新領域創成科学研究科 准教授 <sup>にへい</sup>二瓶 <sup>みさと</sup>美里

## コラム2 支援機器開発者へのヒアリング

### 【ヒアリングの目的と方法】

一般高齢者及び要支援・要介護高齢者を主なターゲットとした商品やサービスを研究開発する現場でどのような課題があるか、特に制度や社会的支援などの社会的課題についてどのような点が問題であるとみなされているかを理解することを目的として、多様な規模、技術を扱っている企業の技術開発者へのヒアリング調査を実施した。

日時：令和2（2020）年7月30日

話題提供者：一般高齢者や要支援・要介護高齢者が主な利用者と想定される様々な技術を開発、提供している国内企業（企業規模や扱っている技術は多様）5社より、技術開発に携わる社員5名

\* 話題提供者が開発に関係している技術の例：

- ・ 電動車いす
- ・ 介護用ベッド
- ・ リハビリテーション支援ロボット
- ・ 多機能ヒューマノイド型ロボット
- ・ コミュニケーションを支援する動物型ロボット

(67) 認知症における中核症状とは、脳の働きが低下することにより直接的に起こる記憶障害、見当識障害、理解・判断力の低下、実行機能障害、言語障害（失語）、執行・失認などの認知機能の障害をいう。中核症状が本来の性格や本人を取り巻く環境などに影響して現れる妄想、抑うつ、興奮、徘徊、不眠、幻覚、意欲の低下などの精神機能や行動の症状を周辺症状という。「認知症の中核症状」健康長寿ネット <<https://www.tyojuu.or.jp/net/byouki/ninchishou/chukaku.html>>



聞き手：菅原育子、二瓶美里、檜山敦、畑中綾子、土屋裕子

## 【ヒアリングの結果（概要）】

### 1 技術開発において、法制度や社会制度が障壁になる状況について

- ・日本国内では福祉用具としての安全基準であり、比較的規模の小さな企業やベンチャー企業でも挑戦できる。一方で海外市場においては基本的に医療機器との扱いであり、国内とはレベルの異なる（高い）安全基準に従わなくてはならない。出荷台数が大きくないのに作り分けをしなくてはならないのが課題になり得る。
- ・企業によっては、国外の医療機器基準に合わせた厳格な社内基準を設けているところもある。基準が厳しすぎて製品化が妨げられる点があるのではないか。
- ・国内では、何かあったときには製造者責任が事業者に全面的にかかってくる。報告のルートも複雑である。その煩雑さが開発を躊躇させることがあり得る。
- ・従来の機器に通信機能を付けることで使用可能になる技術がある一方で、付けると介護保険の対象から外れるため、デメリットが大きい。介護保険の対象から外れてまで新しい技術を付属する動機は、制限されてしまう。

### 2 商品導入におけるプライバシーや自己決定の問題

- ・導入を決めるのは家族であることが多い。プライバシーに関しても、家族から同意を得ている。
- ・個人情報収集に対しては、利用者の同意が得難いため、企業も前向きではない。国、自治体、企業等への信頼や、技術に対する信頼が関連していると考えられる。
- ・個人情報を取得する上での手続きの煩雑さに加えて、煩雑さを上回るだけのデータ活用のメリットがない（データの使い所がない）と判断されるため、企業は積極的に個人情報を収集していない。
- ・医療・介護レセプト等と、機器・技術使用から得られるデータとを連携した活用は考えられるが、国としてのガイドラインが十分に整備されていないため、現段階では研究開発にとどまっている。
- ・諸外国と比較すると、国によっては情報を利用した技術・サービスの向上を国レベルで推し進めているところもあり、そのような国に競争面で遅れを取っている。対応するには、国としての情報収集及びデータ活用の仕組みを整備することが必要ではないか。

### 3 利用者が高齢者であることが、技術開発やその普及にもたらす影響

- ・高齢者という括りに対するネガティブなイメージを、利用者自身が持っている。利用者の自尊心を傷つけない、魅力的に見える商品にすることに気を遣う。
- ・機械に対する親和性が低い方々も少なくない。ユーザビリティの工夫は必要。例えば、聞き取りやすい音量、操作性の高さなど。
- ・現在の高齢者と将来の高齢者で、機器に対する期待や親和性は大きく変化する。どこにターゲットを置くかがデザイン等にも大きく影響してくる。
- ・1つの商品を導入する上で、関与者（ステークホルダー）が多い。使う人と、お金を

払う人が違うことがほとんどである。

- ・購入や導入の決定をする時に、高齢者自身に認知機能の低下という問題があり得る場合を想定する必要がある。そのため、電話での営業をしない、認知機能が低下して判断能力が落ちている可能性がある場合は購入の契約ができない、などの留意点がある。そのため、本人以外の家族に確認する手続きを踏むことが多い。

### 【まとめ】

以上のヒアリングを通して、高齢者支援機器に関わる企業の開発研究者が認識する、生活支援機器・技術を取り巻く課題についての知見を得た。国内での研究開発や技術の普及を妨げる課題とともに、海外展開を見据えた際の課題、さらに、高齢者を主な対象とした技術であることが持つ特有の課題などが指摘された。法制度、保険制度や規格から、個人情報利用をめぐる合意、そして高齢者自身及び社会が持つ価値観に至るまで広く課題が存在することが確認された。

執筆：東京大学未来ビジョン研究センター・高齢社会総合研究機構  
特任講師 <sup>すがわら</sup>菅原 <sup>いくこ</sup>育子