

ISSN 1347-1724



# 日本生活支援工学会誌

June 2024 Vol.24 No.1  
日本生活支援工学会



# 日本福祉大学 大学院 社会福祉学研究科 社会福祉学専攻 修士課程<通信教育>

本学独自の双方向型の通信教育システムにより  
医療・福祉・教育等の実践現場において  
指導的・中核的な役割を担う、  
高度専門職業人を養成。

## 入学相談会 開催!

対面・オンラインの  
併用開催

- 開催日程  
8/24[土]、9/21[土]  
10/19[土]、11/30[土]
- 開催場所(対面で参加の場合)  
本学名古屋キャンパス  
※10/19[土]のみ  
本学東京サテライト

入学相談会の詳細は  
こちらから



本課程では、日本福祉大学大学院がこれまで培ってきた大学院教育の豊富な経験・蓄積を活かし、臨床と政策の両方を見通せる優れた実践者・研究者・指導者を養成しています。

### 専攻の特徴

- ・伝統ある指導体制と充実したプログラム
- ・全国どこでもITシステムを活用して研究・学習が可能
- ・質の高い修士論文執筆に向けた、きめ細やかな指導体制
- ・社会人にとって学びやすいスクーリング

詳しくは、ホームページをご覧ください。

<https://www.n-fukushi.ac.jp/gs/divisions/sowe/index.html>

【修業年限】2年 【入学定員】30名 【授与学位】修士(社会福祉学)



## 日本福祉大学 大学院

〒460-0012 名古屋市中区千代田 5-22-35

TEL 052-242-3050

E-mail: mtjim@ml.n-fukushi.ac.jp

<https://www.n-fukushi.ac.jp/gs/>



### 修士課程

- 社会福祉学研究科 心理臨床専攻  
社会福祉学専攻(通信教育)
- 医療・福祉マネジメント研究科

- 国際社会開発研究科(通信教育)
- 看護学研究科【東海キャンパス】
- スポーツ科学研究科【美浜キャンパス】

### 博士課程

- 福祉社会開発研究科 社会福祉学専攻  
国際社会開発専攻(通信教育)
- 福祉経営専攻

# 目 次 (24巻1号, 2024年6月)

## 巻頭言

～福祉ロボットとAI～	本田 幸夫	1
-------------	-------	---

## 解説

ISO 6273の規格概要とISO/TC 173/SC 7の活動	金丸 淳子	3
デンマークにおけるウェルフェア・テクノロジー活用の現在	山内 閑子	7

## 論文

スマートフォン型携帯端末の把持状態における振動パターンの識別特性の評価	鈴木 玲央	南口 拓巳	土井 幸輝	藤本 浩志	17
-------------------------------------	-------	-------	-------	-------	----

## 政府の取組み

総務省 情報流通行政局 情報流通振興課 情報活用支援室 / 地上放送課	23
文部科学省 初等中等教育局 特別支援教育課	25
厚生労働省 職業安定局 高齢者雇用対策課	26
厚生労働省 職業安定局 障害者雇用対策課	27
厚生労働省 老健局 高齢者支援課	29
経済産業省 産業技術環境局 國際標準課	30
経済産業省 商務情報政策局 ヘルスケア産業課 医療・福祉機器産業室	31
国土交通省 総合政策局 バリアフリー政策課 交通バリアフリー政策室	32

## 関係機関の取組み

国立研究開発法人 情報通信研究機構(NICT)	35
国立研究開発法人 科学技術振興機構 (JST)	36
独立行政法人 中小企業基盤整備機構 (SMRJ)	37
公益財団法人 テクノエイド協会 (ATA)	41
公益財団法人 共用品推進機構	43
公益財団法人 交通エコロジー・モビリティ財団	44
一般社団法人 日本福祉用具・生活支援用具協会 (JASPA)	45

## 研究機関等の取組み

地方独立行政法人 神奈川県立産業技術総合研究所 (KISTEC)	46
----------------------------------	----

## 研究紹介

皮膚インピーダンス変化に影響されない電動義手の開発	浅沼 雄飛	47
---------------------------	-------	----

## 会告

広告 日本福祉大学, パラマウントベッド株, (株)松永製作所	48
---------------------------------	----

## CONTENTS -Vol. 24 No. 1-

Nursing Care Robots and AI: Enhancing Human Well-being	Yukio HONDA	1
Reviews		
Overview of ISO 6273 and Activities ISO/TC 173/SC 7	Junko KANAMARU	3
Utilization of Welfare Technology in Denmark	Nodoka YAMAUCHI	7
Paper		
Evaluation of Vibration Patterns on Discrimination Characteristics of a Smartphone-Type Mobile Device in a Grasping State	Leo SUZUKI, Takumi NANKO, Kouki DOI and Hiroshi FUJIMOTO	17
Communications		
Digital Inclusion and Accessibility Division / Terrestrial Broadcasting Division, Information and Communications Bureau, MIC		23
Special Needs Education Division, Elementary and Secondary Education Bureau, MEXT		25
Employment Measures for the Elderly Division, Employment Security Bureau, MHLW		26
Employment Measures for the Persons with Disabilities Division, Employment Security Bureau, MHLW		27
Division of the Support for the Elderly, Health and Welfare Bureau for the Elderly, MHLW		29
International Standardization Division, Industrial Science and Technology Policy and Environment Bureau, METI		30
Medical and Assistive Device Industries Office, Healthcare Industries Division, Commerce and Information Policy Bureau, METI		31
Accessible Transport Policy Office, Policy Division for Universal Design, Policy Bureau, MLIT		32
National Institute of Information and Communications Technology (NICT)		35
Japan Science and Technology Agency (JST)		36
Organization for Small & Medium Enterprises and Regional Innovation (SMRJ)		37
The Association for Technical Aids (ATA)		41
The Accessible Design Foundation of Japan		43
Foundation for Promoting Personal Mobility and Ecological Transportation		44
Japan Assistive Products Association (JASPA)		45
Kanagawa Institute of Industrial Science and Technology		46
Research Introduction		
Development of Electric Prosthetic Hand Unaffected by Skin Impedance	Yuhi ASANUMA	47
Announcement		48

## ～福祉ロボットとAI～

### Nursing Care Robots and AI: Enhancing Human Well-being



東京大学大学院 工学系研究科

人工物工学研究センター 特任研究員 本田 幸夫

(一般社団法人 日本生活支援工学会 理事)

本学会は2000年に設立され今年で創立24年を迎えます。設立当時の流行語大賞は「IT革命」でした。そのような時期に、2000年以降の技術の進化による社会環境の変化を見据えて、すべての人の幸せを実現すべく医学、工学、社会福祉、心理学など生活に関連する学術・社会活動についての知見を広く結集し、連携と総合化によって学術の進展と社会への貢献を図ることを目的として本学会は設立されました。24年後の現状を鑑みますと、設立にご努力された先輩諸兄の慧眼には改めて感心し尊敬の念を抱きます。

先輩諸兄の予想通りIT技術は進展し、例えば当時の携帯電話はスマートフォン（以下スマホ）に進化し、今やスマホなくしての生活は考えられない時代になりました。ライフスタイルも大きく変化し、電車の中では皆さんスマホを見ており、街中では歩きスマホと言われる歩きながらスマホを使う時代になっています。そして一昨年ChatGPTという生成AIの技術が発表され、「IT革命」は「AI革命」に進化しています。本学会が設立された頃、レイ・カーツワイル博士が技術の発展は指數関数的に向上するという「収穫加速の法則」という論文を発表しました。その内容から、2029年にAIが人間並みの知能を備えるようになり、2045年には人工知能が人間の知能を超える技術的特異点（シンギュラリティ）が訪れる予想されました。昨今の生成AIの急速な進化を考えると、まさにシンギュラリティが現実化する可能性が高まっています。

今後、AI抜きにしての生活は考えられなくなると予想されますが、我々福祉ロボットの開発・普及に関わる関係者は進化を続けるAIをどのように利活用していくべきでしょうか。AIは参考文献の抽出、論文の剽窃チェック、資料の作成、自動翻訳などはお手のものです。その結果、知識系の多くの仕事はAIに置き換わるのではないかと言われています。福祉ロボットの開発もAIに質問をしながら開発を進める世界が来ていると思われます。実際にAIを利活用して福祉ロボットを開発しているメーカーもあるかもしれません。

しかし、AIは決して万能ではなく間違いを起こす事もわかっています。福祉ロボットは人を対象とした技術なので、AIに依存することで利用者を心身両面で傷つけてしまう可能性があります。新しい技術がどのような社会的影響を与えるのかを事前に予測するは難しく、一旦広く普及をしてしまうと制御ができなくなるというコリングリッジのジレンマという説があります。この説が正しいとすれば、AIが普及し始めた今時期に、専門家だけではなくユーザーである老若男女すべての人たちを巻き込んで、AIの利活用に関わる議論を早急に進める必要があります。私はAI技術の専門家ではありませんので、ピント外れの考えかもしれません。

せんが、AI は我々の知性とは違う知能ではないかと思っています。

人間を含む生物は、この世に生を受けて実世界で生きるための運動やコミュニケーション能力等の獲得過程を通じて、様々な感情に紐付けられた知識を知性として獲得しています。しかし、AI はこのような情動は考慮されていない文字や画像などのデータから知識を獲得しています。現実社会における人と人との関係のように、状況に応じて変化する人の情動を AI が考慮するのは現状ではまだ困難と思われます。AI はあくまで過去のデータを元に確率論的に解決策を提示する知能と思われますから、AI の判断に任せて人をケアするという行為が、はたして我々を幸せにできる適切なケアになるのかという疑問が湧いてきます。そう考えると、AI はあくまで道具として利活用して、人のケアに関する判断は人が決めるという基本姿勢を変えないことが重要だと思うのです。

より良いケアとは、ケアをする人とケアをされる人との協働作業で解決策を決めていく事だと思います。人手不足の解決策として、AI が効率的で便利だから全てを AI に任せるのではなく、あくまで人間中心の考え方でケアをする姿勢は変えてはいけないと考えながら歩いていましたら、隅田川の言問橋に至る言問通りの坂を登っていることに気づきました。この通りは東京大空襲の時、多くの避難者が言問橋を渡れば助かるという話を聞いて殺到した場所だそうです。

今後、人手不足や経済的な問題で介護難民と言われる適切なケアが受けられない人たちが増加すると予想されています。このような社会課題を解決する手段として AI やロボットなどの先端技術を利用したケアに期待が高まりますが、先端技術に関わる我々は人間中心のケアですべての人を幸せにするという基本理念を忘れず、間違った技術の使い方をさせない先端福祉技術の水先案内人であらねばならないと改めて思い、微力ながら本学会の理念を具現化していく決意を強くした次第です。

# ISO 6273 の規格概要と ISO/TC 173/SC 7 の活動

金丸淳子

## Overview of ISO 6273 and Activities ISO/TC 173/SC 7

Junko Kanamaru

### 1. はじめに

2024年3月11日、「ISO 6273 : Assistive products – Accessibility guidelines and requirements to survey the needs of persons with sensory disabilities for assistive products and services」(和文名称: 福祉用具 - 福祉用具およびサービスに関する感覚に障害のある人のニーズを調査するためのアクセシビリティ・ガイドラインおよび要求事項)がISOにおいて発行となった。

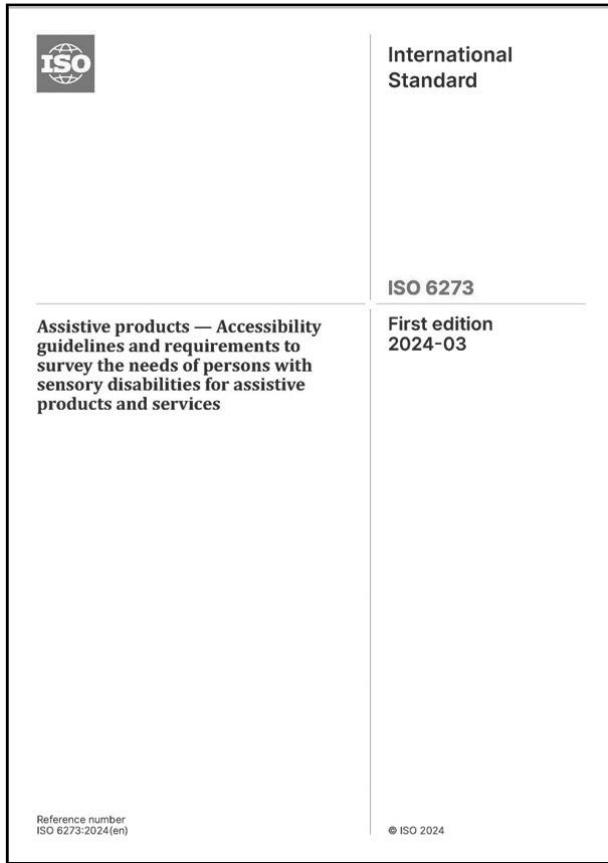


図1 ISO 6273

本稿では、この規格の概要と規格作成を行った委員会、規格発行までの経緯などについて紹介したい。なお、この規格の中では、「感覚に障害のある人」とは、視覚障害、聴覚障害のある人をいう。

\*1 公益財団法人共用品推進機構

\*1 The Accessible Design Foundation of Japan

### 2. ISO 6273 の概要

福祉機器メーカーが製品を開発する時や既存製品に関する情報収集をする時などに、視覚障害、聴覚障害の人に対してユーザーニーズ調査を行うことがある。障害のある人とのコミュニケーションには、その人に合ったアクセシビリティに関する配慮が必要である。本規格は、その調査の際に、調査実施者が障害のある人とコミュニケーションをとり、質問を理解してもらい、適切に回答を得られるようにするためのガイドラインである。本規格の規定項目は、「調査のアクセシビリティ」、「データ収集」、「福祉機器のユーザーニーズ」、「感覚機能に障害のある人のためのアクセシビリティ・ガイドライン」に分かれている。各項目で規定している配慮の概要は、次のとおりである。

#### 2.1 調査のアクセシビリティ

調査者は、障害のある調査参加者が利用しやすいコミュニケーションを取り、調査を企画する際は、参加者に対するアクセシビリティへの配慮（時間、場所を含む）がなされていなければならない。また、調査に関する作業、実施方法に関する手順も含み、文書化しなければならない。

個人情報を含んだ書面のアンケート回答など、インフォームドコンセントを必要とする場合、インフォームドコンセントは、大活字、点字、音声/DAISY形式、手話ビデオなど、利用しやすい形式で提供されなければならない。参加者のニーズに応じて、介助者を同行させる。手話通訳、質問の読み上げ、回答記入などのために支援が提供される。

\*DAISYとは、日本では「アクセシブルな情報システム」と訳されている。視覚障害者や普通の印刷物を読むことが困難な人々のためにカセットに代わるデジタル録音図書の国際標準規格として、50カ国以上の会員団体で構成するデジタルソーシアム（本部スイス）により開発と維持が行われている情報システムを表している。

参照：日本障害者リハビリテーション協会

<https://www.jsrpd.jp/overview/daisy/>

## 2.2 データ収集

アンケートは書面、電話、電子メール、オンライン、代替形式として、大活字、点字、音声/DAISY 形式、または手話、手話ビデオにより提供することができる。調査における質問者は、差別なく、様々なタイプの障害のある人と対話できるよう訓練されるべきである。視覚に障害のある人の中でも、弱視者と全盲の人では、福祉用具に対して関心を持つポイントが大きく異なるように、障害の種類によってニーズは異なる。

## 2.3 福祉機器のユーザーニーズ

調査手法の例として、「障害者の日常生活における不便さ調査」を挙げる。日常生活における不便さ調査についてインタビューすることにより、製品の使用状況や問題点、潜在的な改善点に関する情報を得ることができる。また、これらの情報から福祉用具に関するユーザーニーズのアイデアを得ることができる。

## 2.4 感覚機能に障害のある人のためのアクセシビリティ・ガイドライン

障害のある人に関する調査には、アクセシブルな文書やコミュニケーションなど、適応した方法が必要である。ウェブ・アクセシビリティの4原則（知覚可能、操作可能、理解可能、堅牢）は、ウェブサイトやアプリケーション（ソフトウェア）、マルチメディア・コンテンツ、電子文書、そして印刷物や点字文書にもある程度適用される。

それぞれの事項に関する主なガイドラインを以下に抜粋する。

### 2.4.1 ウェブサイトとアプリケーション

- 画像、動画、音声などの非テキストコンテンツについては、支援ソフトウェアが大活字、点字、音声に変換できるよう、代替テキストを提供する。
- コンテンツはシンプルなレイアウトで、拡大することができ、色のコントラストの変更ができるようにする。
- 情報は、手話ビデオ、または平易な言語で提供されるべきである。
- すべての機能がキーボードのみでアクセスできるようにする。
- 検索機能を提供すべきである。
- 一連の操作や内容が理解しやすいように、ウェブサイトやユーザー・インターフェースの要素をシンプルかつ論理的にデザインすること。

### 2.4.2 マルチメディア

- 一定期間提供されるメディアは、アクセシブルなフ

オーマットで提供するか、代替手段を提供する。

- マルチメディア・コンテンツには、字幕、音声ガイド、音声字幕、手話を提供する。
- 基本的な機能を提供すべきである：開始、停止、一時停止、戻るなど。
- 高度な機能を提供すべきである：経過時間、音量、ミュート、字幕、音声説明など。
- アクセシビリティ機能が提供されるべきである：スクリーン・リーダーの音声コンテンツとアナウンスの同時再生、クリアな音声、モノラル・ステレオ。
- ユーザーを支援するヘルプ機能を提供すること。

### 2.4.3 電子文書

- タイトルや見出しなど、単語内の文字間にスペースを挿入することや、大文字にすることは避ける。
- 重要な画像やアイコンの代替テキストを提供する。
- 複雑な表は避けるべきである。
- スプレッドシート、HTML または PDF 形式のアンケートは、それぞれのアクセシビリティ・ガイドラインに適合している場合に使用する。
- 文書のプレーンテキストファイルは、一部の点字読者にとって有用であるため、提供されるべきである。
- 弱視者のニーズを満たすために、フォントや背景の種類、サイズ、色のカスタマイズを許可すべきである。
- 項目の見出し（その条項が掲載されているページの先頭ではない）へのハイパーリンク機能を付けた目次を提供すること。

### 2.4.4 印刷文書

- 背景とテキストの間に十分な色のコントラストを確保する。背景に、写真、地図などは使用しない。
- 装飾的な書体、イタリック体などの書体は避ける。
- ライトタイプのフォントは避けるべきである。半太字や太字は視覚障害者に好まれることが多い。
- 文字は左詰めが望ましい。
- 図の周囲には、浮いて見える文字は避ける。
- 見出しやページ番号のような繰り返しのある機能は、文書の各ページの同じ場所に配置する。ページ数の多い文書には、目次をつけるとよい。
- 弱視者がより理解しやすいように、文書中に簡略化したグラフィックを使用する。
- 視覚障害の利用者が内容を理解できるように、視覚情報（画像や図表など）に文字による説明を加えること。

### 2.4.5 点字文書

点字は、視覚障害者に特に好まれる伝統的な代替フォ

一マットであるが、視覚障害者全員が点字を読み書きできるわけではない。

- 点字で表示できない文字は避けるべきである。
- 晴眼者が点字の質問票利用者を支援できるように、印刷文書と点字文書に対応する部分が識別可能でなければならない。
- アンケートに点字を打ち込むスペースを設ける。
- 質問番号を参照することにより、点字での回答を音声記録またはテキストファイルとして提供する。

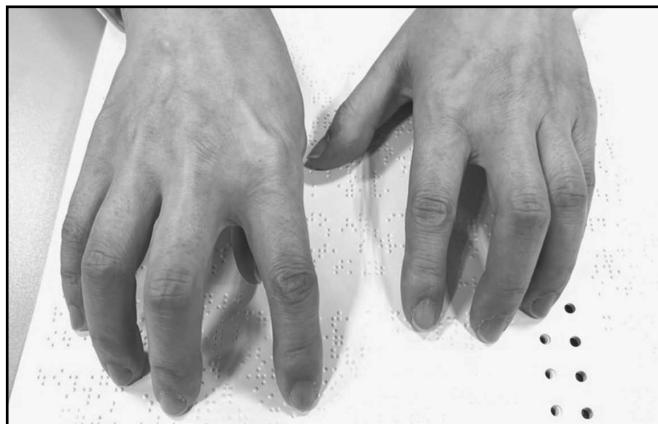


図2 点字を読む

### 3. ISO/TC 173/SC 7 と WG 7について

#### 3.1 ISO/TC 173/SC 7

この規格の作成を行ったのは ISO/TC 173/SC 7 である。ISO の中で TC は技術委員会 (Technical Committee)、SC は分科委員会 (Sub Committee) をいう。ISO (国際標準化機構) は、スイス・ジュネーブに本部があり、170 以上の国をメンバーにしている。ここで約 270 もの TC を組織し、国際規格を作成している。TC 173 は福祉用具の技術委員会で、共用品推進機構 (以下、「機構」という。) が事務局、筆者が委員会マネージャーを担当する分科委員会の SC 7 はこの中にある。

SC 7 は 2010 年に日本からの提案で設立し、設立当初

の分科会のタイトルは「アクセシブルデザイン」だった。このタイトルが、それぞれの分科会で作成する規格内容を表しており、SC 7 で作成した 7 つの規格のうち、6 規格は「アクセシブルデザイン」に関する規格である。

しかし、2017 年に、SC 7 のタイトルが変わり、ここで作成する規格の内容が、アクセシブルデザインから「感覚機能に障害のある人のための福祉用具」に変更された。これは TC 173 の方針転換に起因している。

表1 TC 173/SC 7 での作成規格

No.	規格番号	規格内容	発行年
1	ISO 17049	点字表示	2013年
2	ISO 17069	アクセシブル・ミーティング	2014年
3	ISO 19026	公共トイレの操作設備	2015年
4	ISO 19027	コミュニケーション支援ボード	2016年
5	ISO 19028	触知案内図	2016年
6	ISO 19029	公共施設の音声案内	2016年
7	DIS 6273	ユーザーニーズ調査	2024年

ISO では、新規の規格案件を提案すると、投票によってその規格作成プロジェクトは承認される。2017 年以降、いくつかの新規案件を提案したが、いずれも福祉用具に直結した規格ではなかったため、承認は得られなかった。それに、他にもアクセシブルデザイン関連規格を扱う TC はある。そこで本規格については、アクセシブルデザインから福祉用具に特化した規格とし、規格案を書き直した結果、ISO で承認された。

#### 3.2 WG

ISO で承認されたのち、この規格を審議するためにワーキンググループ 7 (WG 7) が設置され、エキスパートが参加し、審議を行った。日本をはじめ、韓国、スペイン、ドイツのメンバーで、10 回に及ぶオンライン会議を開催し、規格を完成させた。メンバーはすべて初対面。



図3 TC 173 の構成

ISO で規格作成を行う際、議論に参加するための最低参加国数が決まっている。WG 設立当初は、参加国数の不足や、意見の調整が難しい場面があつたり、途中で参加できなくなる国もあつたりしたため、WG の存続が危ぶまれた。しかし、私たちは SC 7 の参加国と個別に交渉した結果、参加国を増やすことができた。

この規格の作成期間がちょうど新型コロナウイルスまん延の時期と重なり、対面での会議ができなくなつた。そのため、オンラインのみで本当に実りある議論ができるのか心配した。しかし、メンバーの人数が少ないこともあり、メンバーに個別にメールを送り、連絡を密にすることで、驚くほど強い連携を図ることができた。また、ドイツのエキスパートは全盲で、長い間、ISO の規格開発に携わっており、彼の積極的な活動のおかげで視覚障害当事者の項目を充実させることができた。

#### 4. 規格作成への思い

本規格は日本から提案し承認された規格である。SC 7 で作成された 6 規格は、日本の規格である JIS を翻訳し、それを原案として ISO に提案し承認されたが、今回は規格原案をはじめから書き起こしたものである。

本規格を ISO へ提案したのは、製品を企画開発する前に、障害のある人の意見を取り入れてほしいという想いがあつたからだ。2006 年に国連で「障害者権利条約」が採択された。日本は国内の法律を整備し、2014 年にこの条約を批准した。条約の起草において、障害当事者の間のスローガン「“Nothing About Us Without Us”（私たちのことを、私たち抜きに決めないで）」のとおり、障害者団体も同席し、議論に参加した。

この「私たちのことを、私たち抜きに決めないで」は、障害のある人が、製品開発に参加することにもつながる。障害のある人の意見を製品開発に取り入れることで、それまで製造者には見えなかつたその製品の短所や、気づかなかつた長所までも明らかになることがある。障害がある人が参加できる調査方法を国際標準にすれば、世界共通のルールで、障害のある人も調査に参加できるようになり、製品開発のヒントになる意見を収集できる調査になると考えている。

#### 5. 規格の中で紹介された不便さ調査

機構は調査得意としている。機構の前身団体である E&C プロジェクト（1999 年設立）の時代から、13 件の障害のある人や高齢者に関する不便さ調査を実施してきた。そのノウハウを生かして、ISO 6273 の規格原案を作成する前に、日本国内の障害当事者 21 名に、「調査に関する調査」を行つた。障害のある人が調査に参加する際に、調査企画・設計者や調査実施者に望むこと、避けてほしいことなどをアンケートによって意見を求め、その結果

を規格に盛り込んだ。3.3 にあるように、不便さ調査自体も調査の事例として、「日常生活における不便さ調査」というタイトルで規格本文の「6.3 新規の福祉用具のためのユーザーニーズ」の中に明記された。

現在は、不便さ調査から一步進んだ「良かったこと調査®」を行つてゐる。この調査は、様々な障害当事者に対して行つた不便さ調査の回答の中に、ポジティブな「良いこと」や「感謝」が含まれていたことから、障害当事者は困難や不満、ネガティブなことばかりではないことがわかつたことがきっかけで、行つようになつた。

表 2 不便さ調査リスト

No	調査名	発行年
1	朝起きてから夜寝るまでの不便さ調査（視覚障害者）	1993年
2	耳の不自由な人たちが感じている朝起きてから夜寝るまでの不便さ調査	1995年
3	妊娠婦の日常生活・職場における不便さに関する調査研究	1995年
4	飲み物容器に関する不便さ調査	1995年
5	高齢者の家庭内での不便さ調査報告書	1996年
6	高齢者の交通機関とその周辺での不便さ調査報告書	1997年
7	車いす不便さ調査報告書	1998年
8	弱視者不便さ調査報告書	2000年
9	障害者・高齢者等の不便さリスト	2001年
10	子どもの不便さ調査	2001年
11	知的障害者の不便さ調査	2001年
12	聴覚障害者が必要としている音情報	2001年
13	高齢者の余暇生活の実態とニーズ調査報告書	2002年
14	視覚障害者不便さ調査成果報告書	2011年

#### 6. ISO 6273 の今後

国連が 2006 年に「障害者権利条約」を採択して以来、福祉機器による障害のある人への支援が広がつた。障害のある人が使う製品を利用しやすくするために、障害当事者のニーズを取り入れることは合理的である。また、2024 年 4 月 1 日に「改正障害者差別解消法」が施行された。合理的配慮の提供が事業者にも義務化され、一般企業の障害者配慮に対する考え方も変わることが予想される。

本規格は、福祉用具に限らず、一般製品を対象にした調査にも活用できる。規格審議の中でも、同様の意見があつた。今後は、この規格を福祉用具の製造者だけでなく、家電製品、生活用製品の製造者にも活用することで、障害の有無に関わらず、広く私たちの生活に役立つと考えている。

#### 著者紹介



金丸淳子 (Junko Kanamaru)

2000 年公益財団法人共用品推進機構  
入職（当時 財団法人）  
2018 年より ISO/TC 173/SC 7 委員会  
マネージャー、2013 年より一般財団  
法人製品安全協会理事

# デンマークにおけるウェルフェア・テクノロジー活用の現在

山内 閑子

## Utilization of Welfare Technology in Denmark

Nodoka Yamauchi

### 1. はじめに

わが国では、2040年度に総人口11,284万人の内35.3%が65歳以上となり、約280万人の介護職員を確保する必要があると推計されている<sup>1)</sup>。介護現場における労働力不足は緊喫の社会課題であり、2024年の介護報酬改定においては、介護ロボットやICT等のテクノロジーの導入を通じて、介護サービスの質を確保しつつ、職員の負担軽減に資する生産性向上の取り組みを推進することを目的として「生産性向上推進体制加算」が新設された<sup>2)</sup>。

デンマークにおいても、急速に進む高齢化という人口動態上の課題に直面しており、「労働者不足」は重要な社会課題である。人口596万人(2024年)の小国デンマークの高齢化率は、2024年現在20.5%であり、2040年には約25%になることが予測されている。現在の高齢者人口に対する介護労働者の比率を一定に保つだけでも、デンマークでは2040年までに約50%増の介護労働者(対2023年比)が必要になると推定されている<sup>3)</sup>。

北欧諸国は、北欧ビジョン2030<sup>4)</sup>における「グリーンな北欧」「競争力のある北欧」「社会的に持続可能な北欧」という3つの戦略的優先事項に基づき、2030年までに北欧地域を世界で最も持続可能で統合された地域とすることを目標としている。そのため、ウェルフェア・テクノロジー(velfærdsteknologi、以下VTと表記)と呼ばれる、福祉機器から介護ロボットやICTまでを含む広義の福祉機器を重点施策のひとつとしている。デンマークは労働者不足に焦点をあて、「医療福祉分野の人材育成」「やる気とスキルある職員」「デジタル化とウェルフェア・テクノロジー」に重点を置いている<sup>5)</sup>。

2022年のデジタル化指数で2位<sup>6)</sup>のデンマークは、2001年に最初の電子政府戦略を発表して以来、VTに関する政策を積極的に推進してきた。さらに、2020年に始まったコロナ禍は、看護職・介護職の不足を引き起こし、ICTやVTを活用せざるを得ない状況を生み出した。特に、専門職においては、平均給与がデンマークの2倍のノルウェーで就職する者が多い。

社会保障において公的部門が大きな役割を担うデンマークでは、効率化による公共支出の抑制とサービスの向上を図ることが求められている<sup>7)</sup>。VTは、高齢社会における労働力不足という切迫した社会課題を解決する

手段のひとつとして、より現実的な観点から期待されるようになっている。

本稿は、デンマークの介護現場における現在のVTの活用実態を明らかにすることを目的として、2023年2月に実施した現地調査に基づくものである。デンマークの4大都市の自治体(コペンハーゲン市、オーフス市、オールボー市、オーデンセ市)の他、ヴァイレ市、コーディング市を訪問した。政府機関、プライエーボリ(我が国のサ高住に相当する介護型住宅)、流通事業者および研究者への聞き取りから得られたVT活用に関する知見、興味ある機器とVT推進の取組みを報告する。

### 2. ウェルフェア・テクノロジーの定義

北欧の福祉機器の専門家に、VTとは何か?と尋ねると、多くの場合、皆困ったように「ポリティカルな用語だ」と返答する。VTはデンマーク発祥の用語で、公的には2007年から使用されたようである<sup>7)</sup>。

2009年のDanish Council for Growthには「公共による福祉サービスの効率向上を可能とする様々な機器と手法のこと。マンパワーを減らして職務を削減する、あるいはマンパワーの増加を伴うことなくサービスの質を向上させるもの」と定義されている<sup>8)</sup>。

その後、VTは北欧諸国間で広く使われるようになったが、その定義は国により微妙に異なっていた。近年では、VTのコンセプトは複雑なものとなり、単なる機器やアプリケーションから、管理サービス、システムを含むまでに発展した<sup>9)</sup>。

デンマークの社会住宅庁のデータベースでは次のように定義されている。「VTとは、社会福祉においてサービスに関連し、従来使われていた道具や機器、方法に比べて、より効率的で、より質が高く、値ごろ感で、課題を解決することを目的として、イノベーションやハイテクの普及のために資源を確保する場合に使われる用語である。その意味で、VTという概念は、特定の製品や技術に結びついたものではなく、機器の使用を含む目的を持ったプロセスに結びついたものである。」<sup>10)</sup>

現在、北欧共通のVTの定義として以下のNordic Welfare Centerの定義が使用されている。「VTとは、福祉機器と同義ではなく、何らかの形で支援を必要とする人々の生活を向上させる機器のことである。障害者や高齢者の安全、活動、参加、自立を維持または向上させるために使用される機器である。」<sup>11)</sup>

### 3. デンマークにおける福祉機器の給付

#### 3.1 高齢者保健福祉3原則

デンマークはノーマライゼーションの思想の発祥地であり、脱施設主義のもと「できる限り長期間在宅で」暮らせるような支援を行う施策が続けられてきた。高齢者介護施策においては、「生活の継続性」、「自己決定の尊重」、「残存能力の活用」の3つの原則が高齢者介護政策における制度の基本理念として位置づけられている。福祉機器もこの高齢者保健福祉3原則のもとに給付される。

#### 3.2 福祉機器の給付制度

北欧諸国の福祉国家は普遍主義を一つの特徴としている。デンマークの福祉制度の基本コンセプトは、次の4点に立脚している<sup>12)</sup>。

1. あらゆるものをカバーする
2. 無料で平等なアクセス
3. 財源は税金
4. 高度な地方分権化

行政の構造は、国、広域自治体である州(region)、基礎自治体である市(kommune)の3つのレベルに分けられている。社会サービスは、国が法律を定め、市が地域の実情に合わせて規定を定め、サービスを提供している。現在の医療福祉・サービスは、医療・福祉サービスの供給単位を大きくすることによって効率化を図った2007年の地方自治制度の改革に基づいている。現在は、14から5つに統合された州が医療サービスの提供責任を担い、275から98に統合された市が福祉サービスの提供を担っている<sup>7)</sup>。

福祉機器の給付は社会サービス法に基づいており、年齢や所得に関わらず、すべての人が給付対象である。市がユーザーに必要に応じて無料で提供する義務を負っている。市は福祉機器センターを設置し、機器の貸し出しを行っている。利用申請は市に対して行い、担当者がニーズ判定を行う。給付の判定においては、主に作業療法士が個々の利用者のニーズに合わせて福祉機器を選定、適合している。

給付対象の福祉機器は、法律により3種類に区分される。

#### 3.2.1 社会サービス法 第112条による給付

1) 社会サービス法第112条に基づいて現物給付・貸与される福祉機器は、例えば次のような機器がある。

- ・ 入浴用椅子
- ・ 車いす
- ・ 歩行器
- ・ 緊急通報システム
- ・ 三輪車

2) 身体に装着する用具には、例えば次のような義肢装具がある。

- ・ 整形外科用靴
- ・ 足部装具
- ・ 圧迫ストッキング
- ・ かつら
- ・ 義手や義足

なお、以下の消耗品も含まれる。

- ・ カテーテル
- ・ おむつ
- ・ 糖尿病関連用具
- ・ オストメイト関連用具

給付品目は市が決定するが、利用者は市が指定する要件を満たせば、どのような理由であれ(特別仕様、デザイン違いなど)、代替品を選択する権利がある。また、差額が発生する場合、利用者が支払わなければならない。

#### 3.2.2 社会サービス法 第113条による給付

社会サービス法第113条に基づいて購入費の一部が補助される特別な機能を持つ汎用製品には、以下のようなものがある。

- ・ 電動スクーター
- ・ 昇降ベッド
- ・ 電動機能付きリクライニングチェア

特別な機能を持つ汎用製品に対して、市は購入金額が500クローネ以上の場合に、標準的価格の50%を負担し、残りは利用者の自己負担となる。特別な場合では、市が汎用製品の価格全額を支払うこともある。通常の洗濯機、テレビ、コンピューター、スマートフォン、タブレットなど、ほとんどの家庭にある汎用製品については給付を受けることはできない。

#### 3.2.3 労働環境法による給付

また、介護現場の労働負担を軽減するために必要な機器は、労働環境法第15条によって、雇用主が整備する義務を負っている。例えば、介護者の身体の負担を減らすために高さや角度を変えられる介護ベッドや移乗用リフトなどが給付対象となる。

介護ベッドについては、在宅における介護サービスを受けている場合、介護者の労働環境の整備のために給付される。ここで重要なのは、社会サービス法第113条における汎用製品である福祉機器が給付される場合、利用者は給付される製品以外の製品を自ら選ぶ権利がある。この時、差額が発生する場合には追加費用を利用者が支払う。一方、労働環境法により介護者のために整備する機器の場合、その主な機能は介護者を不十分な作業環境から守ることなので、利用者には製品を選ぶ権利はなく、自宅に設置することを拒否することもできない。

#### 3.2.4 ウエルフェア・テクノロジーの給付

一方、VTの給付は法律ではなく政策に基づいたものである。市ごとに独自の手続きを経て市が導入の判断を行いうことが多いようである<sup>7)</sup>。市によるVTの調達にあた

ってはユーザーによる試用評価の結果や他の市の評価結果を参考として、導入の是非を決める。

### 3.3 KL(全国基礎自治体連合)によるVTの推進

全国98の市の連合組織である KL(全国基礎自治体連合)は、市の利益を代表する立場であり、市を代表して毎年の予算交渉や関係する諸政策を中央政府と協議する役割を果たしている<sup>7)</sup>。KLは、VTに関する諸政策を中央政府と交渉することに加えて、VTに関する情報を集約し広く提供している。KLのホームページは現在日本からアクセスができない。そのため、北欧滞在中にダウンロードした結果を下記にまとめる。

#### 3.3.1 ウェルフェア・テクノロジー・リスト

KLは、高齢者ケアで市が「優先的に活用している15のウェルフェア・テクノロジー・リスト」を毎年公開している。2023年度版のVTリスト<sup>13)</sup>を図1に示す。この図に含まれる各項目を以下に列挙する。

- ① 遠隔介護のための機器：訓練に取り組むモチベーションを上げたり、血圧を計測したり、活動量を計測するアプリなど
- ② 移動支援機器：リフトチェア、歩行器、リフトアップチェア、天井走行リフト、コンピューター制御の装具
- ③ パーソナルケア機器：排泄支援機器（トイレ）、おむつセンサ、入浴支援機器、ウェルネス機器

#### ① 遠隔介護のための機器



#### ② 移動支援機器



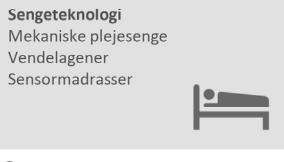
#### ⑤ 食事支援機器



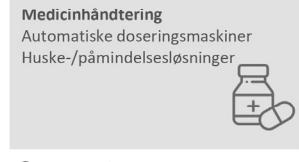
#### ⑥ 治療ロボットと機器



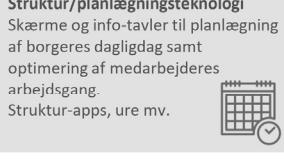
#### ⑨ スマートベッド



#### ⑩ 服薬支援機器



#### ⑬ 時間管理機器



#### ⑭ リハビリテーション機器

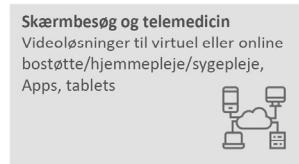


- ④ バーチャル会議機器：バーチャルやオンラインのためのビデオソリューション、在宅／施設／病院（ヘルスセンターとスクリーンでつなぐ）アプリやタブレット
- ⑤ 食事支援機器：食事支援ロボット、ロボットアーム／アームレスト、3Dプリンター食器
- ⑥ 治療ロボットと機器：光治療用の照明、サーカディアンリズム治療用の機器、スヌーズレン用品、音楽療法のための機器、ロボット、感覚統合用品
- ⑦ 小型自助具：ストッキングリムーバー、アプリケーター、小型の食器類など
- ⑧ 安全のための機器：GPSシステム、転倒通報（床センサ）、警報システム、スマートホーム機器（徘徊センサなど）、ボイスレゴニクション
- ⑨ スマートベッド：電動介護ベッド、体位変換ベッド、センサー付きマットレス
- ⑩ 服薬支援機器：自動服薬支援機器、服薬リマインダー
- ⑪ ソーシャルロボット：チャットボット、オンラインコミュニティ、バーチャル訪問サービス（旧友を訪問）、テレプレゼンスロボ
- ⑫ 掃除支援機器：ロボット掃除機、サービスロボット（ゴミ、ランドリー）、感染予防ロボット、床洗浄機器

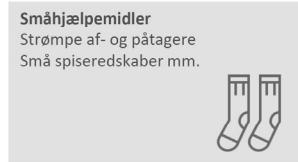
#### ③ パーソナルケア機器



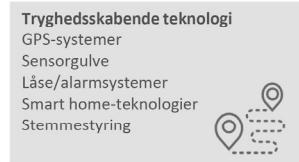
#### ④ バーチャル会議機器



#### ⑦ 小型自助具



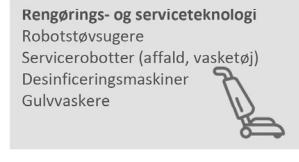
#### ⑧ 安全のための機器



#### ⑪ ソーシャルロボット



#### ⑫ 掃除支援機器



Center for Velfærdsteknologi

Oversigt over teknologier som kommunerne anvender og prioriterer imellem på social, sundheds- og ældreområderne.

図1 ウェルフェア・テクノロジー・リスト (2023年版)

- ⑬ 時間管理機器（事業者用）：日々の生活の計画や、早期発見、スタッフの業務フローの最適化などのための画面、情報ボード、時計アプリなど
- ⑭ リハビリテーション機器：トレーニングやリハビリのためのツール、アプリ、オンライン訓練プログラム、センサーと映像、VR技術による壁掛け投影機
- ⑮ 教育用機器：ウェブプラットホーム、e-ラーニング、ウェビナー

### 3.3.2 ウェルフェア・テクノロジー全国マップ

KLは、図2に示した「ウェルフェア・テクノロジー全国マップ」<sup>14)</sup>を提供している。Web上のマップで、各市がどのようなVTをどの程度導入したのかについて、

知ることができる。導入事例、福祉機器名、使用期間、担当者の連絡先に加えて、5段階の評価も確認できる。さらに、市同士が情報交換のための掲示板も閲覧できる。

#### 3.3.3 テクノロジー・レーダーチャート

デンマーク政府は、社会の高齢化に伴う社会課題を切り抜ける鍵として、VTの普及を含む電子政府戦略を位置づけている<sup>15)</sup>。これに基づき、KLは、自治体および関連機関に調査を行い、テクノロジー・レーダーチャートを毎年更新している。これは、どのテクノロジーが導入できる段階に成熟しているか、またさらに時間がかかるのか、など、テクノロジーの利用可能性を示すものである。2024年度版のチャート<sup>15)</sup>を図3および表1に示す。



図2 ウェルフェア・テクノロジー全国マップ

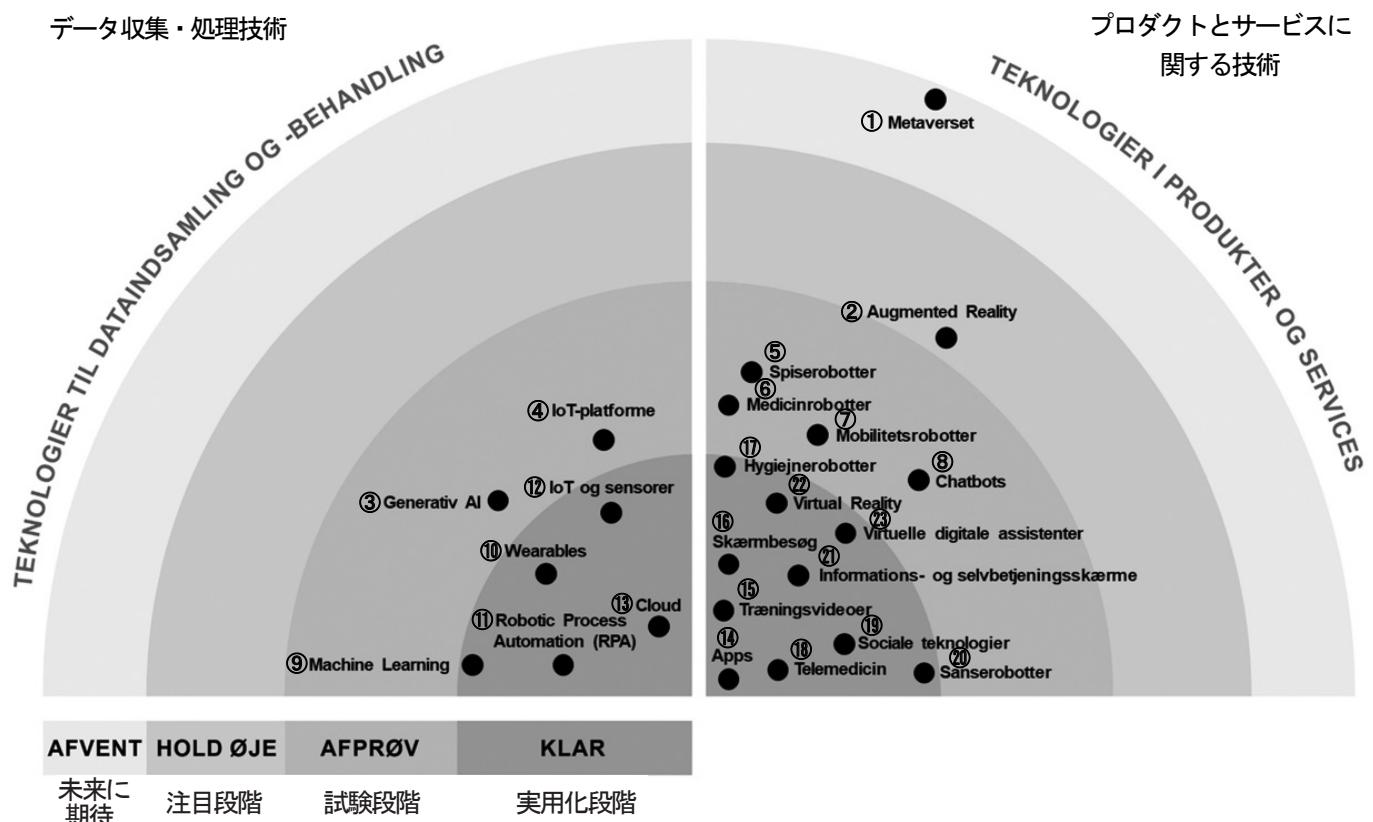


図3 テクノロジー・レーダーチャート (2024年版)

表1 テクノロジー・レーダーチャート (日本語訳)

利用可能性の段階	データ収集・処理技術	プロダクトとサービスに関する技術
未来に期待		① メタバース
注目段階		② 拡張現実
試験段階	③ 生成 AI ④ IoT プラットフォーム	⑤ 食事ロボット ⑥ 服薬支援ロボット ⑦ 移動支援ロボット ⑧ チャットボット
実用化段階	⑨ 機械学習 ⑩ ウェアラブルデバイス ⑪ ロボティックプロセスオートメーション ⑫ IoT とセンサー ⑬ クラウド	⑭ アプリ ⑮ 訓練動画 ⑯ ビデオ訪問 ⑰ ロボット排泄処理 ⑱ テレメディシン ⑲ ソーシャルテクノロジー ⑳ ロボットセンサ ㉑ セルフサービス情報端末 ㉒ バーチャルリアリティ ㉓ 仮想アシスタント

#### 4. 興味あるウェルフェア・テクノロジー

2023年2月に訪問したデンマークでは、「日本は介護労働をテクノロジーで『2⇒1』にしようとしているが、デンマークは『1⇒0』を目指している。」と言われ驚いた。訪問したプライエーボリや福祉機器センターでは、コロナ禍による介護労働者不足は、より切迫した社会課題として強く認識されるようになり、利用者の自立を支えるVTの活用の推進、介護労働における業務効率化と労働者のための環境整備におけるVT活用の徹底ぶりを目の当たりにした。

本章では、介護負担軽減と利用者のQOL向上という2重の目的を達成するために活用しているVTを「コロナ禍で活用の進んだVT」、「認知症ケアのためのVT」、「介護業務の効率化と介護負担軽減のためのVT」の3つの視点から紹介する。

##### 4.1 コロナ禍で活用の進んだVT

コロナ禍の2020年から2021年初めにかけて、VTに関する組織を束ねるネットワーク組織Care NetとVT関連の業界団体であるDanish Careは「デンマークの基礎自治体におけるVT調査」を実施した。このアンケート調査は、新型コロナウイルス感染拡大をきっかけとして、それまで使用していなかった一部のVTが活用されるようになったとともに、高齢者介護サービスのなかでVTが果たす役割について認識が高まったことを明らかにした<sup>16)</sup>。

利用者の在宅訪問をバーチャルで行うためのウェブ会議システムやオンライントレーニング管理システム、服薬支援ロボット、オムツやベッドに取り付けるセンサーなどがコロナウイルスの感染対策として新たに使われるようになった。さらに、感染症に対応するための新たなVTのニーズとして、検査を迅速にするための機器、非接触体温計、消毒機器などが示された。

###### 4.1.1 Digi Rehab

在宅でのリハビリやトレーニングを可能にするオンライントレーニングシステムは、コロナ禍により特に利活用が大きく促進されたVTのひとつである。タブレット端末に訓練プログラムをインストールしたDigi Rehab<sup>17)</sup>は、オーデンセ市が最も推進しているVTである。

在宅でのオンライントレーニングシステムは、コロナ禍以前から導入されていたものの、単に機器を利用者の自宅に設置しただけでは、利用者のトレーニングに対するモチベーションが持続しないことが課題であった。コロナ禍で専門職の手がまわらなくなってきたことから、専門職が計画した個人別のトレーニングプログラムをインストールしたタブレット端末を訪問介護のスタッフが利用者宅で操作し、傍らについてトレーニングを行うようにしたところ、利用者が継続的にトレーニングに取り組めるようになったとのことである。



図4 Digi Rehab

##### 4.1.2 服薬支援機器

通信機能付き服薬支援機器は、コロナ禍において活用が進んだVTのひとつで、北欧4か国でのVTの導入状況を把握する指標となる機器のひとつである<sup>18)</sup>。在宅におけるリモートの服薬管理を支援するこのVTは、感染予防策として高齢者との接触回数を減らすことを目的に導入が進んだ。利用者に服薬時間と通知し、服薬を促すとともに、薬の飲み忘れや多重飲みを防ぐ。

適切なタイミングで適切な量の薬剤を自動的に提供できるため、利用者の安全性、服薬遵守、生活の質が向上する。異常がある場合、介護者に通知する設定が可能である。介護者は、リモートによる服薬状況の見守りにより、業務時間を削減でき、浮いた時間在宅訪問中の介護やコミュニケーションにより多く確保することができる。



図5 服薬支援機器<sup>19)</sup>

##### 4.2 認知症ケアとVT

デンマークは、認知症国家戦略「認知症ケア2025」に基づき、認知症者にやさしい社会を目指している。国家目標として、「認知症者にやさしい98の基礎自治体の実現」「適切な認知症診断および認知症と診断された人の80%が特定の診断を受けられるようにすること」「より良いケアと治療により、2025年までに認知症患者の抗精神病薬の使用を50%削減すること」の3つを掲げている<sup>20)</sup>。この戦略は、さらに5つの重点分野と23の具体的な取り組みを含んでいる。

パーソン・センタード・ケアの原則に基づいて、認知症者が可能な限り自立して生活するための様々な取り組みが行われており、新しい革新的な福祉機器は、このアプローチを支援し、認知症者の安全、自立、生活の質を提供するものとして活用されている。社会住宅庁は、認知症者と支援する人々を支える福祉機器の手引きと製品の選定を手助けするHPを公開している<sup>21)</sup>。

特筆すべき点として、デンマークでは認知症者のケアに感覚刺激を用いることが増えている<sup>22)</sup>。五感を活性化させることで肯定的な感情や記憶を呼び起こし、認知症者の健康を促進することをねらいとしたVTを紹介する。

#### 4.2.1 動物の彫刻

オールボー市のVTセンターの前庭には、リアルな牛の彫刻が設置されている。市の職員に尋ねると、「この牛もVTのひとつだ」と言われ、とても驚いた（図6）。認知症のある高齢者等のリロケーションダメージを軽減するために、住み慣れた土地の風景を再現することが目的である。平地の多いユトランド半島と、周辺の多くの島々で構成されたデンマークでは、人口の多くが首都コペンハーゲンに集中しており、総人口の9割近くは都市部に集中している。一方で、デンマークの郊外では牛の放牧を行っている農村地域が多い。農村で生活してきた高齢者にとっては、牛がいる牧場は慣れ親しんだ風景だ。介護型住宅の居室の窓から外の風景を眺めた際に、馴染んだ風景が再現されることで精神的な安心感を得ることができる。また、記憶を呼び起こし、介護職員や家族との会話のきっかけを生み出すことにも役立てられている。牛以外に、狐や鳥の彫刻もある。



図6 動物の彫刻

#### 4.2.2 感覚刺激を与えるベッドと寝具

ウェイテッド・ブランケットと呼ばれる、寝具の中にチェーンや繊維の束、プラスチックボールなどを入れ、重みを与えた掛けふとんは、2010年頃から不安を抱えている認知症者に感覚刺激を与えることで、落ち着きをもたらしたり、睡眠の改善に役立てられたりしている。適度な圧迫がリラックス効果を生み出すことや不安感の

減少に効果があると考えられている。

今回訪問したプライエーボリでは、ウェイテッド・ブランケットと組み合わせて、褥瘡予防のための自動寝返り支援ベッドを感覚刺激を与えるVTとして、認知症者の支援に活用していた。電動操作により、ベッドのボトムの両サイドが立ち上がり、利用者に感覚刺激による抱擁感を与えることで、安心感をもたらし、睡眠を支援する。

なお、デンマークでは、利用者の意思に反して拘束することを禁止する法律がある。ベッドにサイドレールをつけることは、利用者本人が特に同意していない場合は禁止されている。



図7 感覚刺激を与えるベッド

#### 4.2.3 サーカディアンリズム照明

緯度が高いデンマークは、日照時間が季節によって大きく異なり、サーカディアンリズム（概日リズム）障害を生じやすい。サーカディアンリズムとは、体内で刻む、約24時間周期の生体リズムのことを指す。サーカディアンリズムの乱れは不眠などの睡眠障害に加え、高血圧や糖尿病、心臓血管系疾患など多くの病気を引き起こす原因になると言われている。特に、認知症者は、不眠、夜間徘徊、日中の睡眠など、サーカディアンリズム障害を発症することが多く、心身の健康に悪影響を起たしやすい<sup>21)</sup>。オーデンセ市のプライエーボリでは、共有のリビングスペースにサーカディアンリズムをコントロールした照明を導入し朝・昼・晩に適した調光を行っている。午前中は高照度・高色温度に設定し、午後は徐々に照度と色温度を低下させていく。調光照明は、利用者のサーカディアンリズムを整え、全体的な幸福感、睡眠、生活の質に良い影響を与えることができる。

さらに、利用者ごとに個室の照明を変更できる照明システムを導入していた。個々の利用者に最適な照明を与えるためである。

#### 4.3 労働条件改善・介護負担軽減のためのVT

プライエーボリを訪問した際に、介護職員の評判がよい、と紹介されたVTを紹介する。

##### 4.3.1 多目的衛生チェア

プライエーボリでは、業務効率化と介護負担軽減のためのVTが積極的に導入されている。図8に示す電動の多目的衛生チェア<sup>23)</sup>は、着替えやトイレ、シャワー、移乗など衛生管理作業を一人の介助者でもできるように設計されている。手元のコントローラーによる操作で、介助者や入居者の利用しやすい高さに調節でき、リクライニングとティルト角度を電動で調整することができる。ベッドから多目的衛生チェアに利用者を移乗させ、椅子に座らせたまま着替えの介助が可能である。デンマークのプライエーボリでは、天井走行リフトの設置が法律で定められており、従来から介護負担軽減を目的として使用されてきたが、介護職員からはこの多目的衛生チェアの方が使い勝手がよいと人気だ。利用者もスリングで吊り下げられるよりも、安心感があるという。



図8 多目的衛生チェア

##### 4.3.2 ウオッシュ・グローブ

ウォッシュ・グローブは、手袋形の使い捨ての身体拭きである。寝たきりの利用者の入浴、おむつ交換、下半身の衛生管理などに使われる。従来、介護スタッフは泡立てた布を使用し、水と石鹼を使ってベッドサイドケア、立ち座りの衛生管理、おむつ交換を行ってきた。水や泡の布は肌に負担をかけるが、この手袋は皮膚に問題のある利用者のケアにも有用である。従来の方法よりもコスト増になるが、より多くのケースで時間を節約し、衛生状態を改善することができる。介護職員の間では、このウォッシュ・グローブが従来の方法を代替する有用な方法であると評判であり、福祉機器の利用に関する包括的な評価手法であるVTV (VelfærdsTeknologiVurdering) でも高く評価されている<sup>24)</sup>。



図9 ウォッシュ・グローブ

#### 5. メンテナンスセンターの効率化と環境整備

介護労働における業務効率化と労働者のための環境整備の徹底は、福祉機器の流通の要であるメンテナンスセンターにも及ぶ。利用者宅から返却された福祉機器は、電動車いすも最初にオゾン水で丸洗いされ、清掃・消毒される。そのため、市が調達する福祉機器は完全防水の仕様が求められる。修理対応のブースには、作業者ひとりひとりに床から腰上まで高さが可変できる作業台が設置されている。

オーデンセ市では、倉庫の天井まである大きな機械式のパーツ保管庫が5台設置されており、番号を操作パネルに入力すると、機器に対応した必要パーツを一式載せたパレットが下りてくる。機器の交換パーツのピックアップ時間を削減することができる。（図10）

ヴァイレ市では、交換パーツを積載した修理対応の専用車があり、簡単な修理であればセンターに持ち帰らず利用者宅で対応することで、効率化を図っていた。（図11）



図10 機械式パーツ保管庫



図11 メンテナンス専用車

## 6. VT活用のための人材育成の仕組みづくり

これまでの経験から、VTの介護現場への導入の成功には、その理解と教育が重要であると認識されており、機器導入のリーダーとなる人材育成の仕組みづくりに力を入れている。VTの介護現場への導入は、多くの場合職員にルーチン業務の変更が発生する。そのため、機器の効果的な活用のためにはその理解と教育が欠かせない。オーフス市には、約100名のVTパイオニアがいる。彼らは新しいVTの導入の際にリーダーシップを發揮し、機器導入を支援している。オーフス市は、10年以上にわたって培ったVTの介護現場への導入経験に基づいて、6つの主要なトピックと関連する実践的なツールを含む、現場目線のLIVというガイドブックを作成し、人材育成に活用している。市の担当者は、VTの介護現場への導入には近道ではなく、地道な活動が大事であると助言を受けた。

## 7. まとめ

コロナ禍を経た現在、VTを巡るデンマークの状況は様変わりし、「近い未来」を支える新分野から、高齢社会における労働力不足という切迫した社会課題を解決する手段のひとつとして、より現実的な観点から期待されるようになった。「利用者個人の生きがいと自立」と「より良い労働環境と資源消費の削減」の2つの目的を達成するために、デンマークは「機器を上手く使う」ことに力を入れており、そのための情報や評価などの利活用のための技術開発も盛んである。

## 謝辞

本調査は、SOMPO-産総研連携研究ラボにおける共同研究の一部として実施したものであり、ご協力いただきました方々に感謝いたします。

また、デンマークでの現地調査にご協力頂きました、

デンマーク社会住宅庁、KL、オーデンセ市、オーフス市、コペンハーゲン市、ヴァイレ市、コーディング市、Nordic Welfare Center、駐日デンマーク王国大使館の皆さんに感謝申しあげます。

## 引用文献

- 1) 厚生労働省：令和5年版 厚生労働白書一つながり・支え合いのある地域共生社会ー、3-319、2023.
- 2) 厚生労働省老健局：令和6年度介護報酬改定における改定事項について、112-113、2024、<https://www.mhlw.go.jp/content/12300000/001230329>、2024. 5. 15 アクセス.
- 3) OECD 2024 : OECD Economic Surveys: Denmark 2024, 115-116, 2024. [https://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-economic-surveys-denmark\\_19990219](https://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-economic-surveys-denmark_19990219), 2024. 5. 15 アクセス.
- 4) Nordic Co-operation : Our Vision 2030, <https://www.norden.org/en/declaration/our-vision-2030>, 2024. 5. 15 アクセス.
- 5) Information from Nordic Welfare Centwe, 2023. 3. 7
- 6) European Commission : DESI 2022, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi>, 2024. 5. 15 アクセス.
- 7) 斎藤弥生・石黒暢編：新世界の社会福祉3北欧、旬報社、221-246、2019.
- 8) 山内繁：北欧の福祉用具給付瞥見、日本生活支援工学会誌、Vol. 14 (2) 、21-26、2014.
- 9) Katarina Baudin, Maria Mullerdorf, Angekina Sundstrom and Christine Gustafsson : -The Polices of Provision of Assistive and Welfare Technology – a Literature Review,Societies, Vol.10 (1), 22, 2020.
- 10) Social-og Boligstyrelsen : Hjælpemiddelbasen, [https://hmi-basen.dk/news.asp?newsid=12929&x\\_newstype=30#:~:text=Velf%C3%A6rdsteknologi%20p%C3%A5%20hj%C3%A6lpemiddelomr%C3%A5det&text=Forskerne%20p%C3%A5%20begreberne%20velf%C3%A6rdsteknologi%20og,prim%C3%A6rt%20har%20et%20individuelt%20funktionsevnerspektiv](https://hmi-basen.dk/news.asp?newsid=12929&x_newstype=30#:~:text=Velf%C3%A6rdsteknologi%20p%C3%A5%20hj%C3%A6lpemiddelomr%C3%A5det&text=Forskerne%20p%C3%A5%20begreberne%20velf%C3%A6rdsteknologi%20og,prim%C3%A6rt%20har%20et%20individuelt%20funktionsevnerspektiv), 2024. 5. 15 アクセス.
- 11) Nordic Welfare Center : Welfare policy, <https://nordicwelfare.org/en/welfare-policy/welfare-technology/>, 2024. 5. 15 アクセス.
- 12) Nanna Skovgaard : A sustainable, coherent and dignified health & elderly care for all: The Danish case, 第49回国際福祉機器展H.C.R.2022報告、17、2022.
- 13) KL : velfærdesteknologioversigt, <https://www.kl.dk/media/20301/velfærdesteknologioversigt.pdf>, 2023. 5. 5 アクセス. (※日本よりアクセス不可)
- 14) KL : Det Velfærdesteknologiske Landkort, <https://www.kl.dk/kommunale-opgaver/velfærdesteknologi/det-velfærdesteknolo>

giske-landkort/, 2023. 6. 24 アクセス. (※日本よりアクセス不可)

15) KL : Teknologi-radar 2024, <https://www.kl.dk/videncenter/fagomraader/sundhed-og-aeldre/teknologierne-paa-sundhed-og-aeldreomraadet>, 2024. 5. 15 アクセス. (※日本よりアクセス不可)

16) 石黒暢 : コロナ禍におけるデンマークの高齢者介護: ウエルフェア・テクノロジーの活用に焦点をあてて、IDUN-北欧研究-、153-165、2020.

17) DigiRehab : SKRÆDDERSYET TRÆNING, <https://digirehab.dk/skraeddersyet-traening/>, 2024. 5. 15 アクセス.

18) Nordic Welfare Center : Kvantitativ oppfølging av nordiske kommuners implementeringstakt av velferdsteknologi, <https://nordicwelfare.org/nb/projekt/kvantitativ-uppfoljning-av-nordiska-kommuners-implementeringstakt/>, 2024. 5. 15 アクセス.

19) Evondos : Evondos® a medicine-dispensing robot, <https://www.evondos.com/>, 2024. 5. 15 アクセス.

20) Danish Ministry of Health : A safe and dignified life with dementia National action plan on dementia 2025, 5, 2017. <https://www.alzheimer-europe.org/sites/default/files/2021-10/Denmark%20National%20Action%20Plan%202025%20-%20English%20Summary.pdf>, 2024. 5. 22 アクセス.

21) Social-og Boligstyrelsen : Dementia, [https://hmi-basen.dk/en/news.asp?newsid=10670&x\\_newstype=39](https://hmi-basen.dk/en/news.asp?newsid=10670&x_newstype=39), 2024. 5. 22 アクセス.

22) Healthcare DENMARK : ASSISTED LIVING Denmark – a dementia friendly society WHITE PAPER, 18, 2018. <https://healthcaredenmark.dk/media/15vp1bzv/hcd-dementia-white-paper.pdf>, 2024. 5. 15 アクセス.

23) Arjo : Carendo Multipurpose hygiene chair, <https://www.arjo.com/ja-jp/products/hygiene/shower-systems/carendo/>, 2024. 5. 15 アクセス.

24) KØBENHAVNS KOMMUNEE : VALUERINGSRAPPORT ELFÆRDSTEKNOLOGIVURDERING [VTV] Swash vaskehandske, 6, 2017.

#### 著者紹介



山内 開子 (Nodoka Yamauchi)

2008 年武蔵野美術大学大学院博士 [後期] 課程単位取得退学。フランスベッド株式会社を経て、2022 年国立研究開発法人 産業技術総合研究所 主任研究員、現在に至る。日本リハビリテーション工学協会、日本建築学会、日本医療福祉建築協会など会員。(日本生活支援工学会正会員) 博士 (造形)

# スマートフォン型携帯端末の把持状態における 振動パターンの識別特性の評価

鈴木玲央\*, 南口拓巳\*\*, 土井幸輝\*\*\*, 藤本浩志\*\*

## Evaluation of vibration patterns on discrimination characteristics of a smartphone-type mobile device in a grasping state

Leo SUZUKI\*, Takumi NANKO\*\*, Kouki DOI\*\*\*, Hiroshi FUJIMOTO\*\*

In recent years, portable terminals, such as smartphones and wearable devices, have become increasingly popular. These devices provide users with vibration feedback to enhance the user experience by compensating for the lack of tactile information. Especially for tasks requiring immediate response, it is essential to design vibration patterns that users can quickly and accurately recognize without confusion. Currently, there is a notable lack of clear design guidelines for vibration feedback in smartphones and wearable devices. Therefore, this study focused on the development of a portable terminal-type device for improving user operability through vibration feedback. Subsequently, experiments were conducted with 15 college students in their teens and twenties. The experiments involved presenting vibrations with varying durations and intervals based on human discrimination characteristics. The results showed that for accurate perception of the ON-OFF-ON vibration pattern, the OFF time should be designed to be 20 ms or longer. Furthermore, designing the ON time to be 20 ms or longer and the OFF time to be 40 ms or longer enhances users' confidence in discriminating between the vibration patterns. This research offers valuable insights for establishing design principles in vibration feedback for smartphone-type portable devices.

Key Words: Vibration, Smartphone, Haptics, Assistive Equipment, Standardization

### 1. 序論

近年、スマートフォンやスマートウォッチなどの携帯端末が広く普及している。総務省による通信利用動向調査では、世帯におけるスマートフォンの保有割合が8割を超え、2019年には83.4 %となつた<sup>1)</sup>。それに伴い、視覚障害者の間でもスマートフォンの利用が増加してきているため、視覚以外のフィードバックが必要であると考えられる。渡辺らによると、2017年の視覚障害者のスマートフォン利用率は53.1 %であり、全盲の利用者は51.9 %、弱視の利用者は、56.2 %であった<sup>2)</sup>。このようにスマートフォンにおける拡張機能の重要性や必要性が高まりつつある。

高齢者あるいは障害のある人々（以下、高齢者・障害者）を想定して、スマートフォンを含む電気通信機器を使用する際のアクセシビリティを確保・向上するために、2003年に経済産業省は、高齢者・障害者に配慮すべき事項についての標準化施策を重点分野として位置付けた<sup>3)</sup>。その中で、経済産業省は最優先で着手すべき標準化テーマとして、高齢者・障害者に配慮した情報通信機器の設計指針の規格化や、高齢化を考慮

した消費生活製品における報知音の規格化などをあげた<sup>3)</sup>。「JISとは、日本の産業標準化の促進を目的とする産業標準化法（昭和24年法律第185号。以下単に「法」という。）に基づき制定される任意の国家規格」として位置付けられている。日本産業標準調査会（JISC）のホームページでは、産業標準化の意義を次のように述べている。何も規格を決めなければ多様化、複雑化、無秩序化してしまう「製品」や「サービス」などについて、①互換性・インターフェースの整合性の確保、生産効率の向上、品質の確保、②安心と安全の確保、消費者保護、③正確な情報の伝達、相互理解の促進、④環境保護（省エネやリサイクル等）、⑤高齢者・障害者への配慮、⑥研究開発による成果の普及、企業の競争力の強化、貿易の促進などである。それぞれの視点から、技術文書として国レベルの「規格」を制定し、これを全国的に「統一」又は「単純化」することが産業標準化の意義であり、そのためJISが存在する<sup>3)</sup>。

JISは、設計のガイドラインを国家が制定する規格として定められている。ガイドラインの策定により、メーカーや機種の違いによる混乱を無くすことができ、それにより障害者を含めた多くの人々にとって利用しやすい製品が増えるため、重要な役割を果たしていると言える。

次に、JISにおいて定められているスマートフォンを含む電気通信機器について述べる。主なターゲットとしては高齢者や障害のある人々を想定しており、電気通信機器を使用する際のアクセシビリティを確保し、さらに向上するために配慮すべき事項について規定している<sup>4)</sup>。その中でも使いやすさに直接関係する「操作」に関する項目では、状態の

\*1 早稲田大学大学院人間科学研究科

\*2 早稲田大学人間科学学術院

\*3 同志社女子大学

\*1 Graduate School of Human Sciences, Waseda University

\*2 Faculty of Human Sciences, Waseda University

\*3 Doshisha Women's College of Liberal Arts

受付：2023年8月4日 受理：2023年12月14日

確認について次のように定められている。「状態の確認については、感覚器官に一部障害のある人でも利用できるように複数の感覚によって確認できることが推奨されており、特に、『機器が使用可能な状態か』、『通信回線が使用可能な状態か』、『操作の結果』、『入力操作が意図されたものであったか』、『まもなく機器が使用できなくなること』に関しては複数の感覚による確認を義務化している。さらには、携帯電話では、上記の項目に加えて『電波の受信状態』、『電池の残量』、『ロック状態（操作を受け付けなくする状態）』、及びマナーモード状態（音声出力をしない状態）』、『充電の開始と終了』についてもできるだけ複数の感覚で確認できなければならない』<sup>4)</sup>と記述されている。

現在、高齢化を考慮した消費生活製品における報知音の規格化についてはJIS（日本産業規格）として実現されている。なお、報知音とは、使用者が製品を正しく使用するために役立つ情報を伝える目的で製品から発せられる音である。また、この規格は視覚又は聴覚の障害の有無に関わらず、使用者が消費生活製品を利用する際に、その操作または状態を知らせる手段として用いられる報知音について規定されている<sup>5)</sup>。報知音には、「操作確認音」や、「終了音」、機器が単独では正常な状態で作動できないことを知らせる「注意音」などがある。表1は、報知音の一例である、操作確認音のON/OFFパターンについてである。

表1 報知音のJISより操作確認音<sup>5)</sup>

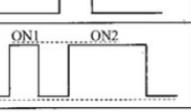
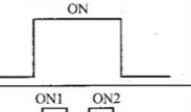
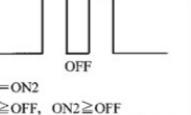
報知音の区分	ON時間 s	OFF時間 s	繰返し	パターン
受付・スタート音	0.1~0.15	—	1回	
入力無効音	ON1=0.1 ON2=0.5	0.1	1回	
停止音	0.5~0.6	—	1回	
基点音	0.05~0.075	0.05~0.075	1回	 ON1=ON2 ON1≥OFF, ON2≥OFF

表1にあるように、消費生活製品の報知音では、ON時間とOFF時間からなるパターンからできており、これらの時間や繰り返し回数などのパターンがこのJISに定められている。

また、多くのスマートフォンには、操作の結果の情報等を複数の感覚で確認出来るよう設計されている。振動フィードバックを付与することによって、ユーザは直感的に情報を理解することが可能になる。その一

方で、現在振動フィードバックに関する設計指針は定められておらず、各メーカーが独自に振動フィードバックのパターンを用いている。これにより、メーカー間で情報毎の振動パターンが異なる、あるいはメーカー内でも機種ごとに振動パターンに一貫性がないといった問題が発生する可能性がある。このような問題を解決するために振動フィードバックの設計指針が必要である。

つまり、消費生活製品の報知音と同様に、スマートフォンやウェアラブル端末の携帯端末の振動フィードバックにもこのような規格の策定が望まれる。

次に、振動パターンの知覚特性について研究を挙げる。Saketらは繰り返されるON-OFF-ON-OFF（ここで、ONを加振振動、OFFを無加振振動とする）という振動パターンについて、提示時間を4種類組み合わせて10種類の振動パターンを作成し、提示された際の印象を評価することで緊急時に適した振動パターンを明らかにした<sup>6)</sup>。福井らはスマートフォンではないが、4種類の周期と7種類の波形を組み合わせて28種類の振動パターンを作成し、送信や決定等の操作イメージと振動パターンの関連性の強さを評価することで、操作毎に適した振動パターンを調査した<sup>7)</sup>。

以上のように、振動パターンと印象の関連性を評価し、伝達情報に適した振動パターンの設計を試みる研究が行われてきている。しかし、即時性が求められるスマートフォンの操作では、ユーザがより短い時間で正しく知覚することができ、かつ他の振動パターンと混同しない振動パターンを設計する必要がある。そのため、振動の時間分解能や提示時間の長さにおける弁別閾についての知見が重要である。

本研究では、スマートフォン型携帯端末の把持状態における振動パターンのヒトの振動識別特性を評価することを目的とする。実験では、2つの振動から構成される断続振動の振動時間及び振動間隔に着目し、それらとヒトの識別特性の関係を調べることにする。

## 2. 方法

### 2.1 実験装置

実験を行うにあたって、本研究では、スマートフォンの形状やサイズ、さらに質量も同等の携帯端末型の振動提示装置を作成した。

振動パターンを発生させるために、現在さまざまな電子機器に用いられているアクチュエータとして、例えば、偏心モータ（ERM）、リニア共振アクチュエータ（LRA）、圧電アクチュエータ（Piezo素子）などが挙げられる。偏心モータは、重心に偏りがある錘をDCモータによって回転させ、その遠心力によって振動を発生

させる<sup>8)</sup>。これは、小型軽量で駆動回路が単純であるため広く使用されているが、錘の重心位置が固定されたり、振幅と周波数を独立に制御出来ないという欠点がある<sup>8)</sup>。次に、リニア共振アクチュエータは、電圧を印加して電磁力を発生させ、錘を直線状に往復運動させることで振動を発生させる。偏心モータと比べて応答性が良いという特長をもつため、近年ではスマートフォンにおいて偏心モータからリニア共振アクチュエータへの置き換えが進んでいる<sup>8)</sup>。また、圧電アクチュエータは、電圧印加による固体変形を利用して振動を発生させており、高精度で応答性が良いという特長をもつ<sup>8)</sup>。

本実験では、ヒトの識別に要する詳細な時間分解能を調べるために、振動子には最も応答性が良く精度が高いピエゾアクチュエータ（TDK株式会社、PowerHap<sup>TM</sup>15G）を用いた。市販のスマートフォンを参考にし、スマートフォンに模した実験装置として、サイズを縦14.2 cm×横8.0 cm、質量は138 gとなるように設計した。作成した把持物体の構成を図1に示す。

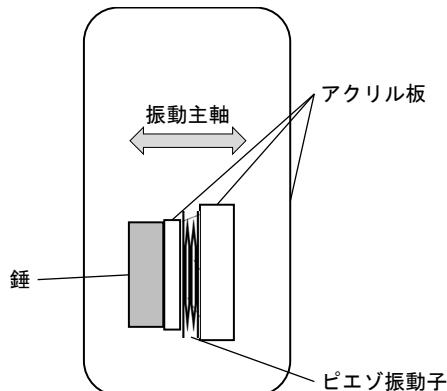


図1 振動提示把持装置 概念図

アクリル板本体（縦139 mm×横67 mm×厚さ10 mm）の下方1/3の位置に、新たなアクリル板（縦40 mm×横40 mm×厚さ8 mm）を垂直になるように貼り付け固定し、新たなアクリル板上に前述の振動子であるピエゾアクチュエータを二枚重ねて接着剤で固定した。そして、反対側の面には全体の質量の調整とアクリル板本体を適切な振幅で振動させるための錘を同じく接着剤で貼り付け固定して作成した。

また、振動の主軸方向については、普及率の高いスマートフォンと同方向とし、振幅の大きさは、市販のスマートフォンと同等の強度となるよう、振動子のピエゾアクチュエータに加える電圧を調節した。振動提示装置の構成図を図2に示す。また、振動提示装置の実際の様子を図3に示す。

振動提示装置は、PC内に搭載した波形編集ソフトウェア（株式会社エルモス、KWG）で任意の波形を生成した後、振動パターン信号発生器（株式会社エルモス、

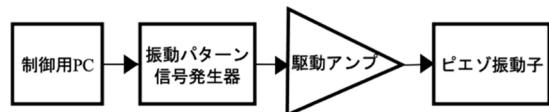


図2 振動提示装置 構成図

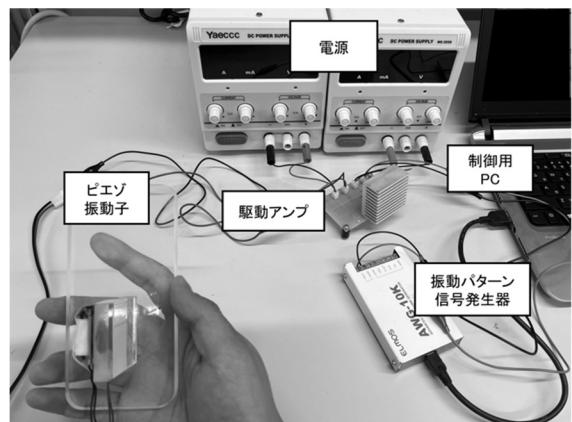


図3 振動提示装置 全体図

AWG-10K）を介して波形編集ソフトウェアで作成した波形を出力する。そして、振動パターン信号発生器から出力された電圧をパワーオペアンプ及び非反転増幅回路を用いて増幅し、振動子であるピエゾアクチュエータ（TDK株式会社、PowerHap<sup>TM</sup>15G）に印加することでスマートフォン型振動提示装置を振動させている。

次に、実験装置を加速度計で加速度を測定し、その結果と周波数から振動の振幅を求めた。なお、提示刺激の周波数は、市販のスマートフォンで使用されており、人間の感度が比較的高いとされている200 Hz<sup>9)</sup>とした。また、測定機器は加速度計（株式会社共和電業、A S-10HB）を用いて、実験装置と加速度計の間に接着剤を塗布して固定し、データロガー（株式会社キーエンス、NR-500・NR-ST04）を用いてAD変換を行った。市販のスマートフォンとはほぼ同等の振動を発生させられているか検証するために実施した計測実験について述べる。

PCに搭載した波形編集ソフトウェアから信号発生装置を介して、一例としてピエゾアクチュエータにON時間30 ms、OFF時間10 msの場合の振動について計測した。その結果を図4に示す。

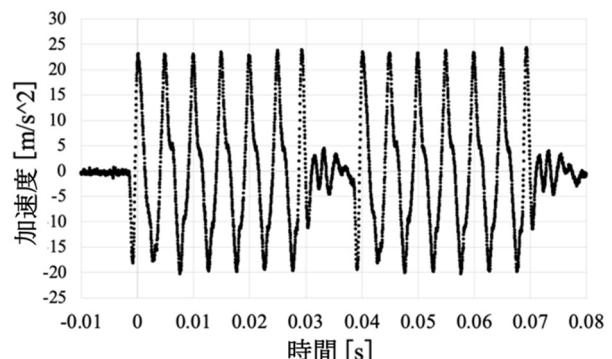


図4 振動提示装置の加速度

図4より、ON時間が加速度約 $20 \text{ m/s}^2$ の約200 Hzの波形であり、OFF時間が約 $5 \text{ m/s}^2$ の約500 Hzの波形であることが分かる。

次に、振動振幅を求めるために、ON時間である200 Hzで振動している領域に対して加速度のFFT解析を行った。FFT解析によって得られる加速度の振幅スペクトルを図5に示す。

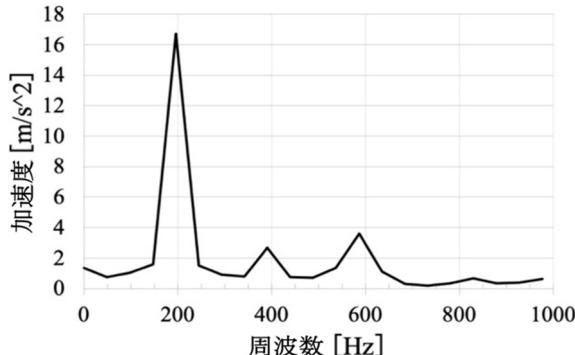


図5 波形の振幅スペクトル

以上の図から、実験装置の加速度は、主な加速度の構成要素は、200 Hz・400 Hz・600 Hzの3つであることがわかる。これらの3つの周波数の加速度に対し、それぞれ積分を2回行い、変位として合成した。

OFF時間についても同様に2回積分を行い、変位とした。以上のON時間とOFF時間の変位は、図6に示す。これは、実験装置の振動振幅に当たる。

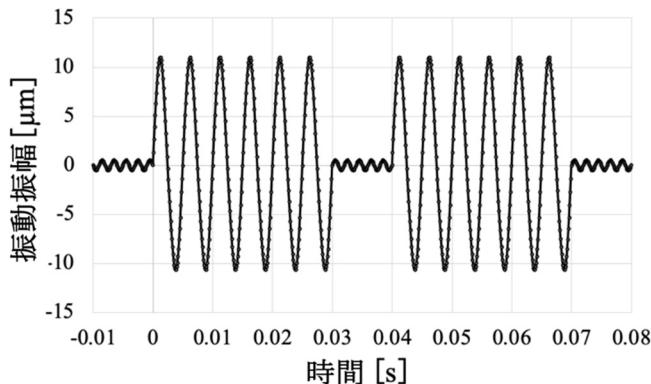


図6 実験装置の振動振幅

実験装置の振動時の高調波の400 Hz、600 Hz成分において、変位である振動振幅は2回積分されることで小さくなり、振動振幅はほぼ正弦波に近づく様子が確認できる。同様に、振動間隔に当たる時間では、加速度約 $5 \text{ m/s}^2$ 、約500 Hzの振動のノイズがあったが、2回積分を行うことで、振動振幅は約 $0.5 \mu\text{m}$ と小さかった。

これらを踏まえ、実験装置の振動振幅は、約 $10 \mu\text{m}$ であり、市販のスマートフォンを把持した場合と同等であることが確認できた。

## 2.2 実験対象者

本実験では、実験参加者として、10代から20代の大学生15名の協力を得た。実験参加者には、普段携帯端末を操作している方の手で実験装置を把持させた。いずれの参加者においても皮膚と上肢に外傷や関連既往歴はなく、皮膚感覚に異常はなかった。実験参加者には、普段スマートフォンを把持している方の手で実験装置を把持してもらった。なお、本実験は、早稲田大学の「人を対象とする研究に関する倫理審査委員会」の承認を得ており、実験前には実験参加者に対して実験内容についての十分な説明を行い、インフォームドコンセントが得られた上で実施した。

## 2.3 実験条件

実験では、2つの振動から構成される断続振動の振動持続時間及び振動が停止する時間の違いがヒトの弁別特性に及ぼす影響を調べた。振動子が震えている状態をON、震えていない状態をOFFと定義し、ON-OFF-ONという振動パターンについて、実験因子をONとOFFの提示時間として実験を行った。実験条件は、ON時間を5水準(10, 20, 30, 40, 50 [ms])、OFF時間を4水準(10, 20, 30, 40 [ms])とした。これらの実験条件は、予備実験を行い、10 msと50 msにて正答率に十分な違いを得ることができていたことから、網羅的に、10, 20, 30, 40, 50 msの5条件を用意した。

## 2.4 実験手順

実験を行う際、実験参加者は椅子で座位の姿勢をとり、普段スマートフォン型携帯端末を把持する方の手で実験装置を把持してもらった。また、実験中は、聴覚からの情報による影響を遮断するために、振動の音が聞こえないようヘッドホンを装着してもらい、ホワイトノイズを提示した。実験参加者が把持している実験装置にON-OFF-ONのパターンの振動を提示し、知覚することができた振動の数とその確信度を回答してもらった。回答方法は、振動の数については“1回”または“2回”的二件法で行い、確信度については回答に対応する確信の度合いを1-5の5段階の等間隔尺度の連続量として(数字が大きい程確信の度合いが大きい)示してもらった。試行回数は100試行(ON時間5水準×OFF時間4水準×各条件5試行)にダミー振動(OFF時間が0ms)100試行を加えた200試行を二種類の振幅条件で行い、合計400試行であった。提示刺激の振動の数がすべて2回であることを防止するため、ダミー振動を加えた。実験参加者には、実験の手続きと課題に慣れてもらうために本試行を行う前に十分な練習試行を実施した。

## 2.5 評価指標と分析方法

評価指標には、正答率及び回答の確信度を採用した。実験で得られた正答率と確信度のそれぞれについてON

時間及びOFF時間を要因とした2要因分散分析を行った。有意水準は5%とし、下位検定はBonferroni法を用いた。また、Mauchlyの球面性検定が有意であったため、Greenhouse-Geiserの調整したF値とその有意確率を参照した。

### 3. 結果

#### 3.1 正答率

正答率について、ON時間とOFF時間の間に交互作用は見られなかった( $F(3.443, 65.417) = 1.704, p = .168$ )。一方、OFF時間について主効果が有意であった( $F(1.622, 30.819) = 35.774, p < .001$ )。多重比較を行った結果、OFF時間では、OFF時間で10 msと20, 30, 40 msとの間に有意差がみられた。以上の結果より、携帯端末を把持した状態では、OFF時間を20 ms以上に設計することで、ユーザはON-OFF-ONの振動パターンを正しく知覚できる可能性が示唆された。これらの結果について、図7にON時間の正答率、図8にOFF時間の正答率のグラフを示す。

#### 3.2 確信度

確信度について、ON時間とOFF時間との間に交互作用は見られなかった( $F(4.403, 83.658) = 2.022, p = .092$ )。一方、ON時間とOFF時間それぞれについて主効果が有意であった(ON時間:  $F(1.886, 35.842) = 8.837, p = .001$ ; OFF時間:  $F(1.942, 36.892) = 23.371, p < .001$ )。多重比較を行った結果、ON時間では、10 msと20, 30, 50 msとの間に有意差が見られ、OFF時間では、10 msと20, 30, 40

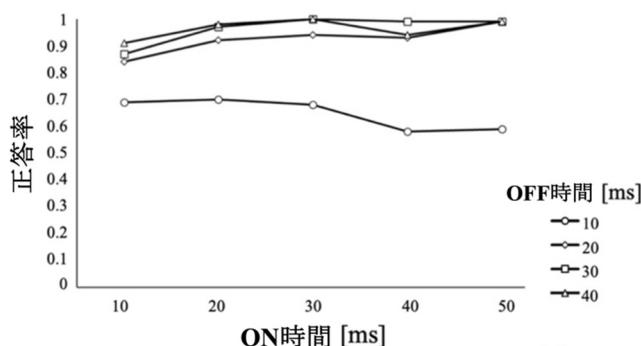


図7 正答率 (ON時間)

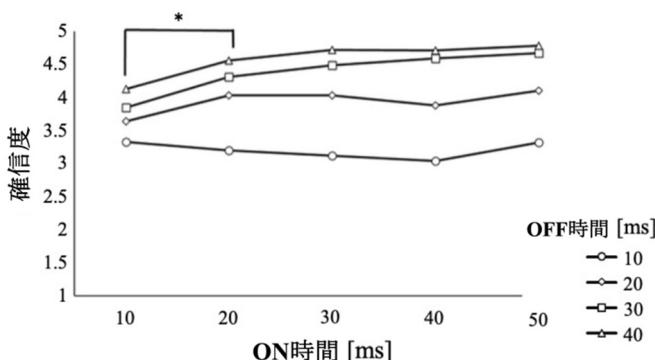


図9 確信度 (ON時間)

msとの間、20 msと30 ms、40 msとの間、30 msと40 msとの間で有意差が見られた。これらの結果から、ON時間が20 ms以上、OFF時間が40 ms以上で確信して知覚することができる可能性が示唆された。

これらの結果について、図9にON時間の確信度、図10にOFF時間の確信度のグラフを示す。

以上の正答率と確信度の分析結果から、ON時間が20 ms以上、OFF時間が40 ms以上に設計することで、ユーザはON-OFF-ONの振動パターンを正確により確信を持って知覚できる可能性が示唆された。

### 4. 考察

実験の結果より、ON-OFF-ONという振動パターンではON時間及びOFF時間が短いほど振動パターンや振動の回数を正確に知覚することが難しいことがわかった。具体的には、OFF時間が10 msの場合には正答率が有意に低いことがわかった。また、ON時間が10 msの場合と、OFF時間が短くなる場合には確信を持って答えることができないことがわかった。ここで、振動パターンと音は同時に使われる多いため、結果である触覚と先行研究の聴覚の時間分解能について比較する。大崎らは、聴覚の時間分解能を明らかにするべく、時間的に連続する信号音の中央に無音区間を設け、その時間がどのくらいの長さになると検知できるかを示す、ギャップ検知閾を明らかにした<sup>10)</sup>。定常部を400 Hz、80dBのON-OFF-ONの信号音を提示した。条件として、

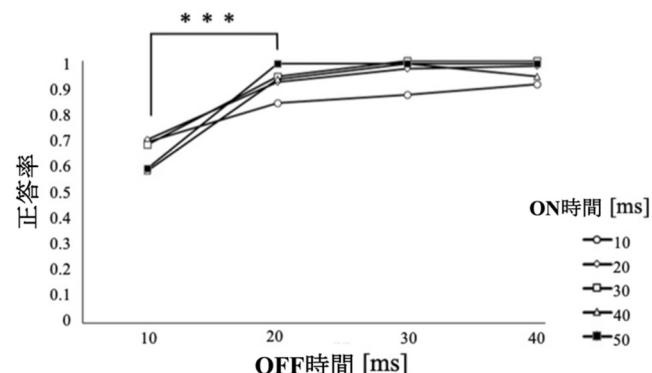


図8 正答率 (OFF時間)

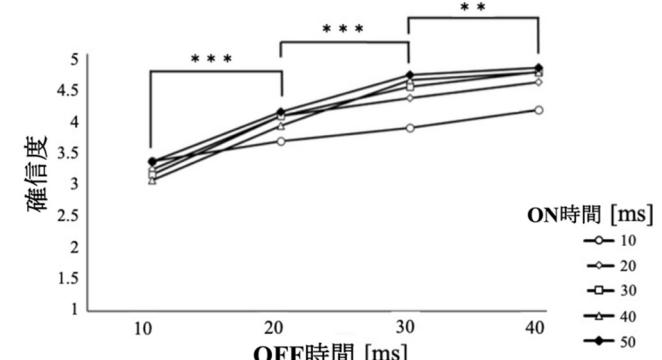


図10 確信度 (OFF時間)

中心周波数3条件(500, 1000, 4000 Hz)、信号音の帯域幅3条件(500, 1000, 2000 Hz)、計9条件の条件においても、ギャップ検知域は、20 msを下回っており、信号音の中心周波数500 Hz及び1000 Hzにおいてギャップ検知域は、10 msを下回る結果となった<sup>10)</sup>。つまり、本研究の結果、触覚を用いた振動の時間分解能は、聴覚の時間分解能よりも大きく、識別するためにより長い時間を要するということが明らかになった。この結果は、振動フィードバックの設計を行う際などに留意する必要があると考えられる。

## 5. 結論

本研究では、人間の知覚特性を根底においていた振動フィードバックの設計を目的とし、タッチパネル型携帯端末の把持状態における振動の主軸と振幅の大きさが知覚特性に及ぼす影響の評価を明らかにした。実験では、ON-OFF-ONの振動パターンにおいて、携帯端末における振動軸と振幅が知覚特性に及ぼす影響の評価を目的とし、ON時間を5水準(10, 20, 30, 40, 50 [ms])、OFF時間を4水準(10, 20, 30, 40 [ms])として実験を実施した。その結果、ON-OFF-ONの振動パターンを正確に知覚するためには、OFF時間を20 ms以上に設計する必要があることがわかった。また、ON時間を20 ms以上、OFF時間を40 ms以上に設計することで、ユーザがより確信を持って振動パターンの判別が可能であることがわかった。

## 引用文献

- 総務省：令和4年通信利用動向調査報告、2022.
- 渡辺哲也、小林真、南谷和範：視覚障害者のICT機器利用状況調査2017、新潟大学、2020.
- 経産省：高齢者・障害者への配慮に係る標準化の進め方について(提言書)、日本工業標準調査会、消費者政策特別委員会、2003.
- JIS X 8341-4 : 2005. 高齢者・障害者等配慮設計指針  
—情報通信における機器、ソフトウェア及びサービス  
—第4部：電気通信機器
- JIS S 0013 : 2022. アクセシブルデザイン—消費生活用製品の報知音, Accessible design -- Auditory signals for consumer products.
- Saket B, Prasojo C, Huang Y, Zhao S : Designing an effective vibration-based notification interface for mobile phones, Proceedings of the 2013 conference on computer supported cooperative work, 1499–1504, 2013.
- 福井教洋、中西美和：タッチパネル操作に対する触覚フィードバックの活用可能性、日本人間工学会大会講演集、48、108-109、2012.
- ヤエム ヴィボル、岡崎龍太、梶本裕之：DCモータを用いた振動提示、日本バーチャルリアリティ学会論文誌、21、555-564、2016.
- 下条誠：皮膚感覚の情報処理「計測と制御」、41(10)、723-727、2002.
- 大崎美穂、大川毅、津村尚志：聴覚の時間分解能-周波数と時間分析チャンネルのギャップ検知への影響、日本生理人類学会誌、3(2)、65-70、1998.

## 著者紹介



鈴木 玲央 (Leo Suzuki)

2022年早稲田大学人間科学部人間情報科学科卒業、2022年より早稲田大学大学院人間科学研究科人間科学専攻、修士課程に在学中。



南口 拓巳 (Takumi Nanko)

2022年早稲田大学大学院人間科学研究科修士課程修了、2022年より早稲田大学大学院人間科学研究科博士課程に在学中。早稲田大学助手。



土井 幸輝 (Koki Doi)

2006年早稲田大学大学院人間科学研究科博士後期課程修了。早稲田大学理工学部研究助手、首都大学東京システムデザイン学部助教、国立特別支援教育総合研究所研究員、同主任研究員、同志社女子大学生活科学部准教授を経て、2023年より同生活科学部教授、現在に至る。主に、視覚障害者支援技術、皮膚感覚知覚特性の解明に関する研究に従事。日本感性工学会、日本機械学会、バイオメカニズム学会、ヒューマンインターフェース学会等の各会員。博士(人間科学)。



藤本 浩志 (Hiroshi Fujimoto)

1989年早稲田大学大学院理工学研究科博士後期課程単位取得退学。早稲田大学助手、電気通信大学助手、通商産業省工業技術院生命工学工業技術研究所研究員、同主任研究官。早稲田大学人間科学部助教授を経て、2004年同人間科学学院教授、現在に至る。主に身体の運動・触覚機能の解明、障害者・高齢者の自立支援機器・インターフェースの開発研究に従事。日本生活支援工学会、日本人間工学会、バイオメカニズム学会、計測自動制御学会、IEEE等の各会員。博士(工学)。