

は、2002年に発行した“痴呆性高齢者の家族支援のための「もの」を求めて”という報告書⁸⁾の中で、“痴呆の人の家族への「もの」に関するニーズマップ”を示している。本マップでは4名の家族介護者のディスカッションにもとづいて、必要なもの、欲しいものを5つの時期に分けて整理している。内容は、相談先のリストや解説書など、サービスや情報に関するものが多いが、「もの」については、単純な（昔の形の）機器や、娯楽用品、身体介護用品などが挙げられている。

機器の開発に際しては、上述のように、認知症者や家族への聞き取りにより必要なものを調べるのも一つの方法である。しかし、当事者がニーズを機器に結び付けて直接示すことが困難である場合も多く、研究者が当事者の生活や行動を観察し、当事者や家族、施設職員と協力して、潜在的なニーズを発掘することも必要になると考えられる。国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所では、グループホームにて行動観察による生活実態調査を行い、時間やスケジュールの確認に対するニーズの詳細を調べている。

3.3 開発

初期の認知症者の自立生活を支援する機器は、近年特に注目されている領域であり、3.1で紹介したプロジェクトの主眼はここにある。初期の自立支援では、次章で紹介する、音声などで注意を喚起し思い出すことを支援するリマインダーや、必要な情報を可視化して呈示する機器などが研究開発されている。

より認知機能の低下が進んだ対象者の自立支援に対しては、各種のセンサや人工知能、GPS等最先端の技術を利用して、機器やシステムが認知症者のおかれた状況や意図（コンテキスト）を読み取り、必要な指示（プロンプト：生活動作の手順など）や情報を提供する研究が行われている。トロント大学 IATSL (Intelligent Assistive Technology and Systems Lab)⁹⁾の手洗い動作支援システム、ロチェスター大学 Assisted Cognition (Computer Systems to Aid People with Cognitive Disorders)¹⁰⁾の Activity Compassなどが代表例である。これらは研究段階であるが、将来的に実用化されれば、認知機能の低下が進んでも、より自立した生活が可能になる。Assisted Cognitionを率いる Henry Kautz 教授は、人間の介護者に代わりになる知的でしっかりしたシステムの構築には、20年前後の時間を要すると予測している。

単体の機器やシステムだけでなく、住居という環境全体にこのようなシステムを配し、総合的な生活支援を目指すスマートホームの研究も盛んに行われている。この研究の対象者は、認知症者に限らず、身体障害者や高齢者、一般健常者も視野に入れており、程度の差こそあれ、将来的に住居のスマートホーム化が進んでいくことが予想される。高齢者を対象とした研究として、ジョージア工科大学の AHRI (The Aware Home Research Initiative)¹¹⁾のプロジェクト、認知症者を対象とした研究として、BIME (Bath Institute of Medical Engineering)¹²⁾ および Dementia Voice¹³⁾、Housing21による共同プロジェクト The Gloucester Smart House¹⁴⁾がある。なお、The Swedish Handicap Institute (SHI)¹⁵⁾では、認知症者のための機器やシステムを集めたモデルルームを作り、Smart Home と

して公開している。

コミュニケーション支援としては、回想法などに用いるマルチメディアコンテンツとそのオーサリングシステムや遠隔コミュニケーションシステムが研究されている。ダンディー大学の Circa (Computer interactive reminiscence and conversation aid) プロジェクト¹⁶⁾ や、ATR 知能ロボティクス研究所の情報セラピープロジェクト¹⁷⁾ などが代表例である。

一方、介護者を支援する機器は、従来より、開発が行われてきている。各種のセンサで認知症者の行動をモニタリングし、危険な状況を察して介護者に警告を発する装置や、GPS を使って居場所を知らせる探索システムなどが代表例である。近年では、RFID (Radio Frequency Identification) タグを使った行動モニタリングが注目されている。インテル社の Caregiver's Assistant¹⁸⁾ や、ジョージア工科大学の Memory Mirror¹⁹⁾ などでは、身の回りにあるものすべてにタグをつけ、毎日の行動の変化を捉える研究を進めている。このようなシステムはプライバシーの観点から懸念が示されることが多いが、開発者は、ユーザーが、自分が監視されて良いかどうかを選択できるようにしている。導入は当事者の意思によるべきことだが、認知症の重症度によっては判断が難しいケースも考えられるため、意思に反して使用がなされることのないよう、倫理的対応が必要と考えられる。

この他、身体機能の低下への対処としては、手すりや歩行器、車椅子、リフターなどの福祉機器や、失禁対策のための介護用品など、一般の高齢者介護の分野で機器が開発されている。

3.4 評価

実用化段階にある認知症者の福祉機器については、ユーザーテストが行われている。Enable project⁵⁾ では、参加5カ国において、初期から中期の認知症者を対象に、プロジェクトで開発した機器を1年間自宅で使ってもらい、当事者と家族への効果を調査している。The Swedish Handicap Institute¹⁵⁾ における Technology and Dementia プロジェクトでは、当事者や作業療法士、研究者の協力体制のもと、認知症者の福祉機器の試験を実施し、ユーザー評価の手法とツールの開発を試みている。

3.5 導入と適用

機器の導入と適用に際しては、当事者や家族の他に、施設従事者、ケアマネージャー、作業療法士、言語聴覚士、医師など、関係する専門職の役割が大きい。これらの人々の機器への関心を高め、現場の実践につなげることも重要な研究課題となっている。

ASTRID project³⁾ では、認知症ケアの専門家に、福祉機器の活用に積極的に取り組んでもらうことを目的としたガイドを作成している。この中では、福祉機器の利用に関する社会的、倫理的問題についての調査も行われている。本ガイドでは、福祉機器の可能性に期待を寄せながらも、福祉機器があらゆるケア手段の一部として考えなければならないことへの注意を呼びかけている。認知症者の欲求や好みを重視した倫理的理念に基づいて、ニーズアセスメントを行い、機器との適合を図る方針が述べられている。

3.6 情報と供給

イギリスでは、2005年から2008年のプロジェクトとして、認知症者、介護者、専門職のための機器情報提供サイト AT dementia –information on assistive technology for people with dementia²⁰⁾ を立ち上げている。本サイトは、保健省の資金提供で、Trent Dementia Services Development Centre が運営しており、内容は、independent プロジェクトや、BIME、ダンディー大学等の一連の研究成果をもとにしている。製品情報も提供しており、機器の内容、入手先、価格などが記載され、機器の検索もできる。機器は、4つの大項目（プロンプトとリマインダー・安全・コミュニケーション・レジャー）と、それ以下の小項目に分類されている。これらの機器の中には、Enable プロジェクト等で試用評価された機器も含まれている。内容は充実しており、投薬管理を例に取っても10種類の機器が紹介されている。ユーザーは、多様な選択肢—例えば、7つのセル（一週間分）だけを持つ安価でシンプルな薬入れ（£2.05）から、テレケアシステムに接続され、薬を飲むことを促す高機能薬入れ（£175）まで—から、自分にあったものを選ぶことができる。

AT dementia は、認知症と福祉機器の研究をベースとした総合情報提供サイトだが、The Alzheimer's Store²¹⁾ は、認知症に関連する商品（機器の他、書籍なども含む）を扱う専門通販サイトである。本サイトは、2001年にアメリカのエイジレス・デザイン社がアルツハイマー病対策コンサルティング業務の一環として立ち上げたもので、最近 The Alzheimer's Store Canada も開設した。経営者によれば、売り上げは毎年33%増で着実に伸びており、当初14点であった商品は、現在では200点以上に上っている。商品の内容は、自立支援機器から身体ケア機器まで幅広く、12の大項目別（安全・徘徊・ADL・転倒・失禁・介護・もの忘れ・書籍・活動と娯楽・オーディオとビデオ・ギフト・スピリチュアル）、または時期（初期・中期・後期）によって機器を探すことができる。個別の機器について、特徴、仕様、価格などがわかりやすく記載されている他、認知症者、介護者別に、初期・中期・後期のどの時期に役に立つかが示されている。

研究者向けの情報共有専門サイトとしては、Intel 社が運営する Center for Aging Services Technologies (CAST) のホームページ²²⁾ がある。CAST は2003年に設立された400を超えるアメリカ国内の企業、エイジングサービス組織、大学、政府代表者の連合体である。本サイトの“Clearinghouse”というページでは、技術開発者にエイジングサービステクノロジーの領域で何が起きているかを知らせることを目的とし、新製品、パイロットプロジェクト、研究開発、現れつつある技術の情報提供を行っている。研究の対象は認知症に限らないが、情報のカテゴリー（コミュニケーション・モニタリング・スマートホーム・パーソナルアシスタンス・アシスタンスコールシステム・モビリティ・投薬管理・遠隔医療・徘徊管理・転倒管理・認知補助・電子健康記録・健康増進・リソース管理）からも、本分野と認知症者の支援技術の結びつきは密接であり、参考にすることができる。

3.7 まとめ

本章では、国内において、機器による認知症者支援の可能性への認識が低い一方、海外では認知症者の機器の研究が進み、実用化されている機器の入手が可能である現状を示した。次章では、既存の製品と研究段階の機器について、具体例を紹介する。

4. 認知症者の福祉機器

4.1 認知症者の生活支援機器調査

本研究では、表1に示すサイトを主な情報源とし、既存および研究段階の認知症者の福祉機器の調査を行った。対象とする機器については、ユーザーに合った解決策が個々の特性や生活背景によって異なることから、簡単な道具から複雑なシステムまでを含めた。

収集した機器について、ICF (International Classification of Functioning, Disability and Health by WHO)²³⁾ の概念に基づき、活動と参加を支援する機器 (社会モデルに関連する機器) と心身機能の維持・向上を図る機器 (医学モデルに関連する機器) に大別した。以下では、本カテゴリーごとに機器の例を示す。

表1 機器調査の主な情報源

データベース	ASTRID ³⁾ 、CAST ²²⁾ 、Able Data ²⁴⁾ 、REHADAT ²⁵⁾ 、こころWeb ²⁶⁾
プロジェクト	Independent ⁶⁾ 、Enable ⁵⁾ 、ASTRID ³⁾
研究機関	Swedish Handicap Institute ¹⁵⁾ 、AHRI ¹¹⁾ 、BIME ¹²⁾ 、Dementia Voice ¹³⁾ 、Northamptonshire County Council ²⁷⁾ 、ATR ¹⁷⁾ 、ILC ⁷⁾
大学	IATSL (University of Toronto) ⁹⁾ 、Assisted Cognition (University of Washington) ¹⁰⁾
販売、メーカー等	The Alzheimer's Store ²¹⁾ 、Flack Vital ²⁸⁾ 、Lucky Checkey ²⁹⁾

4.2 活動と参加を支援する機器

活動と参加を支援する機器は、ある活動を行うことを直接の目的としており、生活に欠かせない手段である。機器の特性としては、低下した認知機能を補完 (代替) するものと、認知症者の特性に合わせてデザインやインターフェースを変えるものがある。また、用途は、①当事者が直接使うもの、②機器が自動的に支援するもの、③環境を整えるために使うもの、④介護者と連携して当事者を支援するもの、⑤介護者を支援するもの—がある。

4.2.1 忘れやすさに対処する機器

・アラームや音声ガイドにより、セルフケアや家事を支援する。

【アラーム付き薬入れ (Enable project 他)】薬を飲む時間になると、アラームが鳴って、

飲むことを思い出させてくれる薬入れ。アラームと同時に小さなセルがひとつ開き、1回に飲むだけの薬が取り出せるようになっている。アラームは薬を飲むまで鳴り続けるように設定できる。2度飲み防止用にケースには鍵がかかるようになっており、約一週間分の薬をセットできる。

【コンロセンサ (BIME 他)】3つのセンサー①火のつけそこないを検知するガスセンサ、②空焚きまたは加熱し過ぎを検知する煙探知機、③鍋の水分がなくなったことを検知する熱センサーにより、異常事態を検知し、ユーザーに火を消すよう促す。火が消されない場合は、自動的にガスの供給を止め、支援を要請する。

【リマインダー付き水栓 (BIME 他)】水の止め忘れを検知すると、音声リマインダーでユーザーに「お風呂を入れていることを忘れないで下さい」と知らせ、反応がないと自動的に給水を止める。さらに、「お風呂が入りました。水は止めました。」というメッセージを伝える。

- ・必要時に自動的に作動して、ユーザーの安全を守る。

【車いす用自動ブレーキ (The Alzheimer's Store 他)】ブレーキをかけずに立ち上がったたり座ったりしたときに、自動的にブレーキをかける装置。

【ナイトランプ (Enable project 他)】夜中にベッドから起き出したときに、自動的に寝室の明かりをつける。

- ・タグを利用して探し物を支援する。

【ロケーター (Enable project 他)】あらかじめ財布や鍵など、なくしやすいものにタグをつけておく。見つからなくなった時に、ロケーター上で探したいもののボタンを押すと、タグが鳴って場所を知らせる。拾い上げると音は自動で止まる。

4.2.2 時間やスケジュールの把握を支援する機器

- ・見当識の低下により曖昧になる時間の認知を、視覚的な情報で補う。

【昼夜表示つき電子カレンダー (Enable project 他)】

日付と曜日、昼か夜かを示すデジタル表示する電子カレンダー。

【日付表示時計 (The Alzheimer's Store 他)】

アナログ時計にデジタル表示の日付と曜日を組み合わせたもの。読み取りやすいよう、文字が大きくなっている。The Alzheimer's Store で最も売れている3商品のひとつ。

- ・時間の見通しや日課を知らせる。

【ディプランナー (Falck Vital)】左側に日中の時間を表すスケールを持ち、15分ごとにランプがひとつずつ消えていくことで現在時刻を表す。そのすぐ右側にスケジュールを書き込めるようになっており、済んだスケジュールやこれからのスケジュールをスケジュールまでの時間を視覚的に把握しながら確かめることができる。右側には夜間の時間スケジュー

ールを持つため、夜起きたときでも、朝までの時間などを確認することができる。このプランナーを使うことで、徘徊が減ったという報告もある。

4.2.3 日常生活行動を支援するシステム

- ・生活動作の手順を知らせ、生活行動の自立を支援する。

【手洗い動作支援システム (IATSL)】トイレ内の手洗いを介護者に代わって支援する。カメラで動作をモニタリングし、人工知能を利用して、必要なときに手洗いの手順を音声またはビデオで伝える。被験者を使って臨床実験を行っている。

4.2.4 移動を支援する機器

- ・人工知能や GPS を利用し、地理的情報を直感的な形で提供したり、判断を担ったりして移動を支援する。

【アクティビティコンパス (Assisted Cognition)】ユーザーの日課を記憶し、道に迷ったり、混乱した場合に PDA 上で進むべき方向を示す。目的地の絵を選択すると、画面上に正しい道順を示す矢印が現れる。時刻や現在地、向かっている方角などから目的地自体も提案する。—研究段階

【衝突回避車いす (IATSL)】3D センサを利用し、人や障害物との衝突を回避する。屋内でのナビゲーションや、プロンプトによるタスク実行支援なども目標としている。—研究段階

4.2.5 家電を操作するための機器

- ・最低限の機能に絞り、情報の選択や判断の必要性を減らすことによって、操作を可能にする。

【シンプルリモコン (The Alzheimer's Store)】テレビ等を操作する際に、最低限必要なボタンのみを配した簡易リモコン。数字より、形の方が覚えやすい人もいることから、ボタンの形を三角や星形など、幾何学的に変えたものもある。

【マルチリモコン (Falck Vital)】テレビやオーディオ機器、エアコンなど、身の回りの家電の操作を一つのリモコンで操作するもの。それぞれ単一の機能を持った大きなボタンがついている。

4.2.6 娯楽やコミュニケーションのための機器

- ・認知機能が低下しても、好きな時にオーディオ機器等を使えるよう、インターフェースをシンプルにした機器。

【1 ボタン CD プレーヤー (independent)】ボタンがひとつしかなく、オンかオフかを点灯で確かめることができる。明確なコントラストで表記されており、CD を入れる部分を簡単に開けることができる。音楽は自動再生する。認知症者のニーズに応じて開発されたものの。

【簡易操作ラジオ (BIME)】1 ボタン CD プレーヤー同様、オンかオフのスイッチひとつしかなく、チューニングや音量調整は、隠されている。

【フォトフォン (enable 他)】家族など、よく電話をかける相手の顔写真がボタンについており、押すだけで電話をかけることができる。ボタンを押すことが困難なユーザーのために、肘で押すことができる壁掛けタイプの電話もある。

4.2.7 環境を整えるためのツール

・中期以降で、認知症者を戸惑わせずに危険から遠ざけたいときに介護者が使用するもの。

【キャビネットロック (The Alzheimer's Store)】マグネット式の取り外しできる取っ手。正しい位置に取っ手をつけないと扉が開かない。取っ手を隠しておくことで、認知症者が戸棚の中の危険なものにアプローチするのを避けることができる。鍵がかかっているという印象は与えないので、混乱を招かずに安全確保が行える。

【壁画 (The Alzheimer's Store)】ドアをカモフラージュするための壁画。危険物がしまっている部屋や非常階段への入り口を目立たなくするのに役立つ。鍵がかかっているドアは、開けようとしても開かないことで不安や混乱を招く恐れがあり、そのような事態を避けることができる。

4.3 心身機能の維持・向上を図る機器

心身機能の維持・向上を図る機器は、認知症により進行する認知機能や身体機能の低下に抗し、機能を維持・向上することを目的とする。本カテゴリーの機器は、医学的アプローチのための補助的な手段と考えられる。以下では、本カテゴリーに属する機器を3つのグループ「情緒の安定を図る機器」、「認知機能の維持・向上を図る機器」、「身体機能の維持・向上を図る機器」一に整理して紹介する。この3グループは互いに関係しており、2つ、または3つに属する機器もある。また、エンターテインメント性のある機器は、4.2.6の機器にも属すると考えられる。

4.3.1 情緒の安定を図る機器

・情緒を安定させ、周辺症状などを緩和する。

【人形 (The Alzheimer's Store 他)】重度の認知症高齢者向けに様々な赤ちゃんや子供の人形が市販されている。人形を使ったケアはドールセラピーと呼ばれ、効果が研究されている。一般的に女性向けであり、介護を受ける立場に立たされた認知症者が、人形の世話をすることで心理的な安定が得られるとして注目されている。人形の中には、登録された語彙を使って話しかけるものもある。

【コミュニケーションロボット PARO³⁰⁾ (AIST)】産業技術総合研究所 (AIST) が開発したアザラシ型ロボット。なでたり、声をかけたりする行為に反応する。認知症高齢者を対象に試用実験を行い、ストレス低減、動機付け、コミュニケーションの活性化などの効果があることを明らかにしている。衛生面などの問題から、アニマルセラピーを行えない施

設等で用いることを想定している。

- ・回想を支援する。

【Circa システム (ダンディー大学)】認知症者と介護者が簡単に利用できるマルチメディアコンテンツとプレーヤー。画像や音声などを使って、認知症者と介護者の会話を促進し、コミュニケーションの円滑化を図る。

- ・遠隔コミュニケーションを支援する。

【情報セラピー (ATR)】認知症者の日常行動や動作を画像認識し、コミュニケーションをしたいという意図を検出してコミュニティに接続するインターフェース、ネットワークを介して認知症者と介護者がマルチメディアコンテンツを共有できるプラットフォーム、提示コンテンツに対する認知症者の反応や集中度を検出する手法などを開発している。

4.3.2 認知機能の維持・向上を図る機器

- ・脳に刺激を与え、活性化させる。

【トレーニングツール (東北大学他)】海外にもトレーニングツールはあるが、近年では、東北大学の川島隆太教授による前頭葉を活性化する脳のトレーニング教材やソフトが注目を集めている。簡単な計算や音読を使ったトレーニングは、学習療法³¹⁾と呼ばれ、トレーナーとのコミュニケーションを通じた心理的効果や、脳機能の改善効果に期待が寄せられている。

【ゲーム (The Alzheimer's Store 他)】脳を刺激するためのカードゲームやボードゲームが市販されている。認知機能を改善するための個人に合ったコンピューターソフトの研究なども行われている³²⁾。

【玩具 (The Alzheimer's Store 他)】ピース数が少ないジグソーパズルや、様々な色彩と異なるテキスタイルのアプリケがついた布など、触覚や視覚を刺激するための玩具類が市販されている。

4.3.3 身体機能の維持・向上を図る機器

- ・身体機能の低下を防ぐ。

【エクササイズツール (The Alzheimer's Store 他)】デイケアなどでは、一般高齢者向けに開発されたボールなどのエクササイズツールや、歩行訓練器具が使われている。

4.4 まとめ

本章では、「活動と参加の支援」、「心身機能の維持・向上」という観点から、既存の機器と現在行われている研究の具体例を示した。次章では、3章、4章で紹介した現状を踏まえ、今後の機器を用いた認知症者支援の展望を示す。

5. 認知症者の生活支援における今後の機器研究

5.1 認知症者の福祉機器開発に求められる方針

前章までに紹介してきたように、認知症者の生活の質向上を図る手段として、様々な機器の可能性が提案されている。これらの研究開発はまだ途上であり、機器の普及もこれからの課題となっている。特に国内では「認知症者の福祉機器」に対する認知度は低く、将来的に見込まれる大きなニーズに対し、真剣な取り組みが必要である。

国立身体障害者リハビリテーションセンターでは、認知症者が直面する生活上の障害を明らかにし、その福祉に資することを目的とし、2005年より、前章で示した生活支援機器の調査と、ユーザーの認知機能・身体機能に基づく機器の整理を行っている。本研究に関連し、認知症当事者を中心とした機器の活用と開発の方向性を見出すため、10年前より本分野で先進的な研究を行っているトロント大学の Alex Mihailidis 教授を招き、以下のシンポジウムを開催した。

認知症のある人の福祉機器シンポジウム

テーマ：—生活の質を向上させるための「もの」の活用と機器開発—

日時：平成18年11月11日（土）

場所：国立身体障害者リハビリテーションセンター学院大研修室

主催：国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所

内容：

【講演1】 “Using pervasive computing to support older adults with dementia (ユビキタスコンピューティングによる認知症高齢者支援)” アレックス・ミハイリディス氏（トロント大学 作業療法士学科）

【講演2】 “現場発の道具と機器を使った認知症の対処法” —認知症のリハビリテーションを始めよう— 安田清氏（千葉労災リハビリテーション科、ATR 知能ロボティクス研究所）

【講演3】 “老人保健施設での介護” —認知症を持つ利用者が多い現場の状況— 吉野緑氏（医療法人矢尾板記念会 介護老人保健施設 今市Lケアセンター）

【講演4】 “認知症者の生活支援機器開発マップ” —「もの」を使ってみませんか？— 石渡利奈（国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所）

参加者人数：約100名

参加者立場：家族、介護者、看護師、ケアマネージャー、行政職、作業療法士、言語聴覚士、開発者、研究者

4名の演者からは、研究開発と機器の適用の実践例、および現場と機器の実態についての発表がなされ、講演後、参加者を交えた討論が行われた。全体を通じた総括として、認知症者の福祉機器の開発には、ユーザーの現状を的確に反映することの重要性と、先端的な技術シーズをいかに現状にあわせて取り込むかという課題が指摘された。認知症者の複雑な特性や複雑な問題を解くために、より高度な技術を適した形で具現化し、機器開発を

行うことは必要不可欠である。これには、メインストリームの技術開発を行うグループの協力が必要になる。最も効果的なやり方は、技術開発者が自ら認知症者の現場に入り込み、当事者や介護者と共同で開発を進める方法である。認知症者の福祉機器開発の最先端では、このような取り組みが必要不可欠である。また、一方で認知症者の特性を定量的に蓄積するデータベースの重要性も指摘された。認知機能に関するデータベース化は、自閉症や高次脳機能障害など広範にわたる認知・知的障害者支援、およびユニバーサルデザインに代表される一般製品の開発における高齢者への配慮に効果を発揮する。本シンポジウムから、より多くの機器開発者が認知症者を意識し、もの作りをすすめる文化の構築の重要性が認識された。

5.2 将来展望

これまでに述べた現状を踏まえ、以下に10年後に期待される国内の状況を示す。

○ 当事者（導入・適用支援者）

機器を活用し、支援者の協力を受けながら、積極的に、自立した生活を送っている。

○ 使用支援

家族やリハビリテーションの専門家が機器および認知リハビリテーションについての情報・知識を十分に取得し、機器の使用に際し、必要な支援を行うことができている。

○ 研究開発

認知症についての工学的理解が深まり、幅広い分野において、当事者と一体となった機器開発が行なわれている。

○ 生産・供給

各種の機器が市販されており、機器を実際に見たり、店頭やネットで購入（レンタル）することが可能になっている。また入手を支援する仕組み（給付・貸与・支給）の基盤ができていく。

このような状況を実現するために、今後、認知症者の福祉機器研究の分野では、①既存の機器の有効性に関する実証実験、②ニーズ調査、③ニーズに基づく個別機器の開発、④開発機の実証実験等が必要と考えられる。以下にモデル例として、ロードマップ案を示す。

<認知症者の福祉機器開発ロードマップ>

2010年までに、既存の機器の有効性が確かめられ、認知症者の特性と有効な機器の対応がとれる。これに伴う介護保険品目の見直し等により、服薬支援機器や安全管理機器など、ニーズが大きい機器を中心に利用が拡大する。機器の有効性の実証実験と並行して、より具体的なニーズ調査が行なわれ、結果を基に、2010年より本格的な個別機器の開発が開始される。認知症者の特性に合わせた生活家電、当事者と遠方の家族や職場とを結ぶ遠隔支援システム、当事者の意図や動きをとらえて的確な指示をする生活動作支援システムなどが順次開発される。2013年までには、既存の機器の利用が進み、機器の有効性についての

一般の認識が広まる。実用化に近いものから開発機の有効性の実証実験が開始され、2016年までに、複数の機器の有効性が確かめられる。2016年より開発機の普及が始まり、機器を使った自立生活が一般化する。さらに、機器開発の成果が一般製品やインフラ整備へと展開される。

6. まとめ

前半は、医学・ケア分野における知見を参考にし、認知症の中核症状、周辺症状および進行の経過（初期・中期・後期）において機器が担う役割を示した。初期では、特に記憶や見当識の低下などの中核症状に対する自立支援機器が、また中期では、周囲の環境や心理的要因が影響する周辺症状に対する環境調整や情緒の安定を図る機器が求められる。後期では身体ケアが中心となるため、一般の高齢者向けの福祉機器で対応がなされる。

後半は、研究が行われていない国内の現状を示し、欧米における研究プロジェクトや具体的な機器の紹介を行った。ヨーロッパでは、初期の自立支援をターゲットとして、当事者を中心とした自立支援機器が開発されており、開発対象は数種に絞られているが、ユーザーテストが実施され、一部は実用段階にある。一方、北米を中心に、人工知能の技術を使って、より認知機能が低下した認知症者の自立支援を行う研究が行われており、将来的な包括的生活支援システムの構築が期待される。これらとは別に、マルチメディアや情報通信技術を用いたコミュニケーション支援システムも研究され、一部は実用化に近い段階にあると考えられる。

認知症者の福祉機器の研究は、身体障害者等を対象とした機器開発に比べて遅れており、これから多くの研究が必要な分野である。本稿で紹介した既存の機器は、認知症者の生活支援に求められる機器のごく一部に過ぎず、これらの試験的研究を基に、さらに開発を進めていくことが求められている。これまで本分野の機器開発を困難にしてきたのは、認知症の複雑さであったが、近年の医療・ケア分野での研究成果により、認知症者像が明らかにされてきている。今後の認知症者の福祉機器研究では、これらの知見を基に認知症者の工学的理解を深め、従来の福祉機器研究で培われてきたユーザーの現状と先端的な技術シーズをマッチングさせる手法を取り入れつつ、開発を進めて行くことが課題となる。

7. 参照

- 1) 小澤勲：認知症とは何か、岩波書店、57、2005
- 2) 痴呆症・医療情報公開のホームページ：
<http://www.inetmie.or.jp/%7Ekasamie/index.html>
- 3) WRC ホームページ ASTRID project 紹介：
<http://www.wrc-research.ie/proj/astrid.html>（プロジェクトに関する ASTRID のホームページは閉鎖）
- 4) Marshall M et al: ASTRID A social and technological response to meeting the needs of individuals with dementia and their carers ・ A guide to using technology with in

dementia care, Hawker Publications, 2000

- 5) Enable ホームページ : <http://www.enableproject.org/index.html>
- 6) FAST ホームページ Independent project 紹介 :
<http://www.fastuk.org/research/projview.php?id=665>
(Independent project ホームページは閉鎖)
- 7) ILC 国際長寿センターホームページ : <http://www.ilc-japan.org/>
- 8) 国際長寿センター : 痴呆性高齢者の家族支援のための「もの」を求めて、国際長寿センター、2002
- 9) トロント大学 IATSL ホームページ : <http://www.ot.utoronto.ca/iatsl/projects.htm>
- 10) ロチェスター大学 Assisted Cognition ホームページ :
<http://www.cs.rochester.edu/u/kautz/ac/>
- 11) ジョージア工科大学 AHRI ホームページ :
<http://www.awarehome.gatech.edu/index.html>
- 12) BIME ホームページ :
<http://www.bath.ac.uk/bime/home.php?nl=bimehome.html&mt=home>
- 13) Dementia Voice ホームページ : <http://www.dementia-voice.org.uk/index.htm>
- 14) The Gloucester Smart House :
<http://icadi.icta.ufl.edu/pre-icadi/pdf/Orpwood.pdf>
- 15) The Swedish Handicap Institute ホームページ : <http://www.hi.se/>
- 16) ダンディー大学 Circa プロジェクトホームページ :
<http://www.computing.dundee.ac.uk/projects/circa/>
- 17) ATR 知能ロボティクス研究所 情報セラピープロジェクト :
<http://www.irc.atr.jp/ptTherapy/therapy-j.html>
- 18) インテル社 Caregiver's Assistant :
<http://seattleweb.intel-research.net/projects/activity/DCdemo/>
- 19) ジョージア工科大学 Memory Mirror :
<http://www.cc.gatech.edu/fce/ecl/projects/dejaVu/mm/index.html>
- 20) AT dementia ホームページ : <http://www.atdementia.org.uk/>
- 21) The Alzheimer's Store ホームページ : <http://www.alzstore.com/>
- 22) CAST ホームページ : <http://www.agingtech.org/Browsemain.aspx>
- 23) ICF ホームページ : <http://www3.who.int/icf/icftemplate.cfm>
- 24) Able Data ホームページ : <http://www.abledata.com/>
- 25) REHADAT ホームページ : <http://db1.rehadat.de/rehadat/eng/Reha.KHS>
- 26) こころ Web ホームページ : <http://www.kokoroweb.org/>
- 27) Northamptonshire County Council ホームページ :
<http://www.northamptonshire.gov.uk/>
- 28) Flack Vital ホームページ : <http://www.falckvital.se/index.php?struct=109>

- 29) Lucky Checkey ホームページ : <http://www.luckeycheckey.com/>
- 30) K. Wada, T. Shibata, T. Saito, and K. Tanie, "Psychological and social effects of robot-assisted activity in the elderly robot-assisted at health service facilities," *Journal of advanced computational intelligence and intelligent informatics*, vol. 7, no.2, pp. 130-138, 2003.
- 31) 学習療法研究会ホームページ : <http://www.gakushu-ryoho.jp/>
- 32) S. Tak and C. Beck, "Computer-assisted stimulating activities for persons with dementia," proceedings of 5th conference on gerontechnology by CD-text, 2005.

II. 分担研究報告

13. 重度障害者の移動支援機器研究の動向

分担研究者 井上剛伸

要旨 本研究では、科学技術振興調整費により遂行されている重度障害者の自立移動支援技術の開発プロジェクトについて調査を行い、その技術開発動向について考察を行った。このプロジェクトでは、重度脳性マヒ者や筋疾患患者を対象とした新たなインターフェース技術、危険回避・遠隔支援システム、電動車いすシミュレータの開発を行っている。その開発には、重度障害者の特徴を考慮した実用的なシステム開発の視点と、先端技術の開発の視点が、うまく融合し、効果的な技術開発が行われていた。これにより、重度の障害があっても、“できる”ことを活かし、さらに“できる”ことを広げることができることを実証している。メインストリームの技術開発と福祉技術開発の効果的なインタラクションが、今後の福祉関連技術の開発に重要である。

1. はじめに

自立移動は人の基本的な生活機能の一つである。重度障害者にとって、自立移動の実現は生活や精神的側面に多大な効果を発揮する。電動車いすはそのために有効な福祉用具である。しかし、ジョイスティックやその他既存入力装置の操作が困難な人には使用できない。ところがこのような重度障害者も、“できる”ことは多く存在する。この“できる”ことを最大限活かすことによって、移動の自立を向上することが可能である。

一方、近年の科学技術開発のスピードは目を見はるものがある。多くの先端技術が、革新的な工業製品を生み出し、我々の生活に大きな変化をもたらしている。しかし、これまでのような技術シーズ主導での製品開発に疑問の声が聞かれるようになった。ニーズに目を向けたとき、重度障害者にこそ、先端技術の応用を真っ先に試みるべきである。

本研究では、科学技術振興調整費、重要課題解決型プログラム“障害者の安全で快適な生活の支援技術の開発”において取り組まれている、重度障害者の自立移動支援技術の開発プロジェクトについて調査を行い、その技術開発動向について考察を行った。このプロジェクトは、国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所と産業総合技術研究所、東京大学が共同で進めているプロジェクトである。産業総合技術研究所や東京大学で開発している先端技術を駆使し、国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所が持つ、重度障害者を対象とした福祉機器開発のノウハウを活かし、重度障害者の自立移動を実現する技術開発を実施するプロジェクトである。研究期間は平成16年度から平成18年度である。

2. 重度障害者移動支援機器の開発方針

このプロジェクトでは重度障害者の特徴を以下のようにとらえている。

- ・ 身体機能が著しく低下している
- ・ 生活における活動や参加が著しく制限・制約されている
- ・ 身体的状況が個々の障害者で大きく異なる
- ・ 隠れた能力をもっている

一般的に重度障害者は、身体機能に重度の障害がある者として理解されているが、それにより生活が著しく制限されていることと、個別性が高いことが重要な特徴となる。しかし、限られた機能の中に隠れた能力をもっており、それを引き出すことにより、さらなる可能性を広げることができることも、重要な特徴である。

このプロジェクトでは、これらの特徴をネガティブにとらえるのではなく、“できる”ことを大切にとらえ、大事に扱う機器開発を行うことを基本方針としている。そのために、重度障害者の“できる”を最大限に活かす技術開発と、“できる”をさらに広げる支援技術を開発する 2 つの面から技術開発を行っている。また、重度障害者の特徴をふまえた、下記の 6 つの基本方針を掲げている

- ① 開発にあたり対象者をしぼり、初期段階から対象者の協力を得て開発を進める。
- ② 開発機器の使用状況を想定した上で、開発目標を設定する。介助者の役割も含めて考慮する。
- ③ 対象者の身体的特徴をとらえ、ヒューマンインターフェースを開発する。
- ④ 二次障害の危険性の把握とその対策を講じる。
- ⑤ 個別性に対応するために、モジュール化した構造とし、ヒューマンインターフェース部分のモジュールを替えることで、他の対象者にも対応できるよう配慮する。
- ⑥ 適合手法も含めて、機器開発を行う。

3. 技術開発課題

このプロジェクトでは、ヒューマンインターフェース技術（“できる”を活かす技術）と安全・安心技術およびそれらの技術を統合するプラットフォーム（“できる”を広げる技術）の開発を行っている。

“できる”を活かす技術では、重度障害者のヒューマンインターフェースの問題点を、コントロールの問題と力の問題に分けて整理し、その開発対象を決定している。コントロールの問題は、脳性マヒ者のように不随意的な運動を生じる人を対象として設定した。また、力の問題は、筋ジストロフィーのような筋疾患患者を対象とした。筋力が徐々に低下していく筋疾患患者では、残存する機能をなるべく活かしたいという意識が働く。そのため、低下する筋力および筋活動をとらえる技術が重要となる。これらをふまえ、以下の技術開発課題を設定し、開発に取り組んでいる。

- 1) 非拘束非接触動作認識技術：脳性マヒ者を対象として、頭部の動きなどを検出して電動

車いすを操作する。

2) 不明瞭音声認識技術：脳性マヒ者などの不明瞭な音声を認識し、電動車いすの操作を行う。

3) 力覚検出技術：筋ジストロフィー患者等を対象として、その微弱な力を検出し、電動車いすの操作を行う。

4) 筋電検出技術：筋ジストロフィー患者等を対象として、残存する筋活動を検出し、電動車いすの操作を行う。

また、安全・安心技術では、全方位カメラを用いた危険検出・回避技術と遠隔支援技術の開発を行っている。

統合プラットフォームは姿勢変換機能や、モジュール化を有する高機能電動車いすの開発および、適合場面で効果を発揮する電動車いすシミュレータの開発を行う。

4. ヒューマン・インターフェース技術

4.1. ジェスチャー認識¹⁾

重度脳性マヒ者を対象として、その頭部の動きをとらえることで、電動車いすの操作を実現する。図1に示すように、小型ステレオカメラを用いて、コードや機器などを一切身につけない非接触・非拘束インターフェースを実現し、ユーザーの利便性を飛躍的に高める。2眼ステレオカメラから得られる距離情報から肩より上の部分

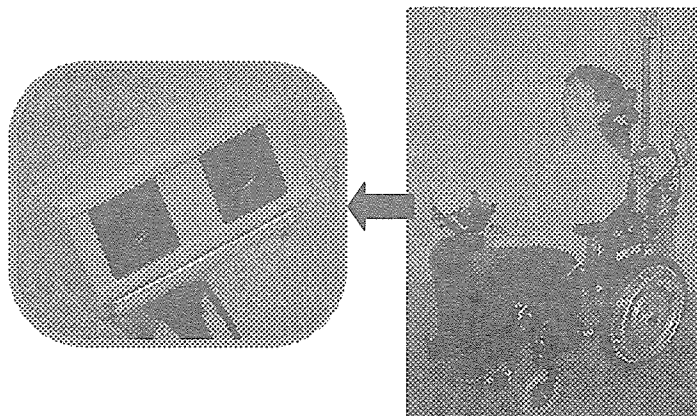


図1 ジェスチャー認識システム

を正確に抽出した上で、画像情報を用いて頭部の向きを検出する。現状では、磁気センサによる頭部の向きデータを教師データとして使用しているが、将来的には教師データ無しで動作するシステムの開発を目指している。

4.2. 音声認識²⁾

重度脳性マヒ者の発する音声は、不明瞭ではあるが、話すことができるという貴重な意味を思っている。しかしこのような不明瞭な音声を的確に認識することは現状では難しい。本システムでは、音素よりも細かい単位である音素片に基づく認識単位を用いた中間的記号系での符号化と、データマイニング手法を適用することで、この不明瞭な音声を正確に認識することを実現している。また、車いすでの使用を考慮し、マイクロホンアレイを用いた雑音抑制技術の開発も行っている。この技術により、従来の音声認識電動車いすでは

実現できなかった、マイクの身体への非装着を実現し、重度脳性マヒ者における実用性を飛躍的に向上させている。

4.3. 力覚検出³⁾

筋力の低下しつつある筋ジストロフィー患者を対象として、その微弱な力を検出して、電動車いすの操作を可能とするインターフェースを開発している。本システムは、図2に示すマウスのボタン状の入力装置に、力検出センサーを配置し、そのクリック力に応じた電動車いすの走行を実現する。また、検出される力には、路面の凹凸などにより生じる電動車いすの衝撃や振動が大きく影響するため、それらの外乱の影響を除去するための信号処理技術を開発し、実用性を向上させている。

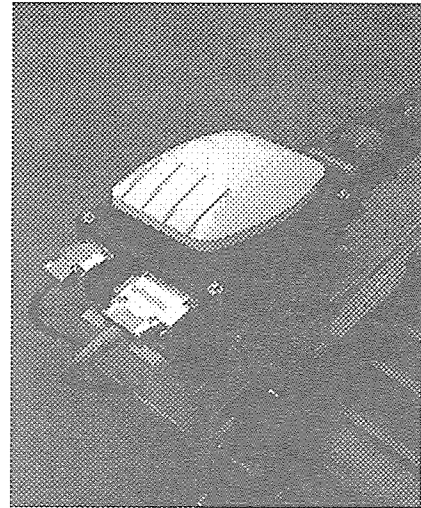


図2 力覚検出システム

4.4. 筋電検出⁴⁾

筋力が著しく低下しスイッチなどの操作は不可能でも、筋活動から発生する筋電を検出することが可能な場合がある。その筋活動を活かした電動車いす操作システムを開発している。2チャンネルの筋電入力からデジタル信号を検出し、その組み合わせから電動車いすの走行を可能とする電動車いす用筋電コントローラを試作した。また、実用場面で問題となる発汗の影響を抑えるために、容量結合型電極の開発や、取り付けのための装具の試作など、実用的に役立つ技術として開発が進められている。

5. 安全・安心技術^{5),6)}

重度障害者の自立移動の範囲の拡大や移動性の向上のために、安全を確保し、安心した移動を実現することも重要である。そのための、安全・安心技術の開発コンセプトを図3に示す。コアになる技術は全方向ステレオシステム（図4）である。このシステムは、全く死角無く全天周のカラー画像と距離情報を高解像度かつリアルタイムに取得することができる。これにより得られた画像から、段差や障害物、歩行者などを機械が自動的に検出し、危険回避を行うシステムの開発を行っている。現在までに行った実走行実験により、2mの距離にある3～4cm程度の凹凸を検出できることがわかった。また、得られた画像を、遠隔地にいる支援者に転送することにより、必要に応じた支援サービスを遠隔地から行うことのできるシステムも開発している。このシステムでは、携帯電話のラインを使用しており、従来の画像圧縮方式の問題点を改善し、輪郭や色合いを正確に伝える圧縮方法の開発を行っている。これにより、看板の文字の内容を遠隔地にいる支援者に伝えることで、的確な支援を実現することができている。

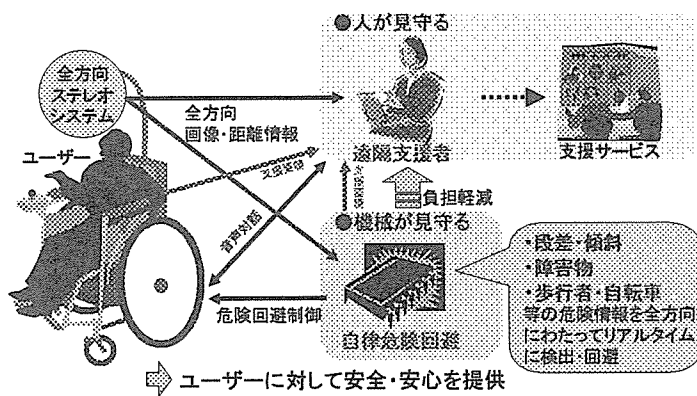


図3 安全・安心技術のコンセプト

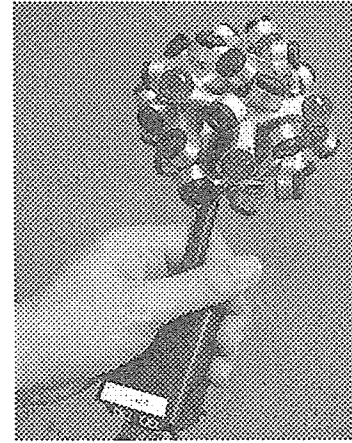


図4 全方向ステレオシステム

6. 電動車いすシミュレータ⁷⁾

以上の技術を統合するプラットフォームとして、電動車いすシミュレータの開発を行っている。概要を図5に示す。このシミュレータは球面ディスプレイと6軸動揺台を有することが特徴である。描画にはプロジェクターを4台使用し、最新のプロジェクションクラスタ技術により、ひずみ補正およびブレンディングを施し、臨場感のある画像を表示することができる。水平視野角は120°、垂直視野角は50°である。走行環境は屋外の場面と、国立身体障害者リハビリテーションセンター病院内を再現した屋内の場面を用意した。

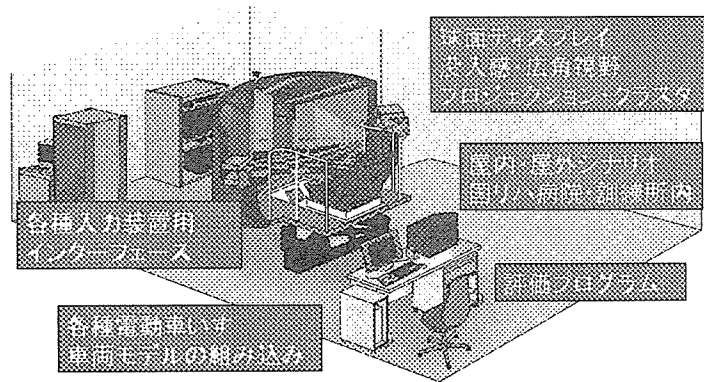


図5 電動車いすシミュレータの概観図

このシステムは、このプロジェクトで開発している各インターフェース技術の接続が可能であり、実際の対象者による実機走行前の、各機器の評価および対象者の操作性の評価を行うシステムである。また、市販の各種入力装置の接続も可能であり、電動車いすの適合を行う場面での効果的な使用も想定している。

7. 各システムの実用場面での評価

このプロジェクトで開発した各システムは、実際の対象者による実用場面での臨床評価を行い、有用性の検証が行われている。臨床評価の場面設定は以下の通りである。

- ・ ジェスチャ認識システム : 公園内での走行
- ・ 不明瞭音声認識システム : 地域の障害者運動への参加, 公園内での走行
- ・ 力覚入力システム : 施設内(屋内・屋外)での走行
- ・ 筋電入力システム : ショッピングセンター内での走行

臨床評価の評価項目としては、各システムの主観的有用性、各システムに対する満足度、各システムの使用における心理的効果の3点が挙げられている。主観的有用性については、使用者に対して、座位保持・姿勢変換、痛み、疲労感、認識の正確さ、外観、大きさ、安全性、走行性の8項目の質問を、介助者に対して、移乗のしやすさ、介助のしやすさ、準備や機械の設定のしやすさ、本人の走行を安心してみていただけるかの4項目の質問に対する回答を得た。回答は、1～10の10段階での点数付けにより、使用者本人と介助者のそれぞれについて、平均点をとり集計されている。

満足度の評価については、既存の福祉用具満足度評価スケールの用具スケールにより評価が行われている。このスケールは8項目の質問からなり、1～5の5段階でそれぞれの項目の満足度を回答するものである。集計は、各項目の得点の平均点をとり、評価点となっている。また、心理的効果の評価については、既存の福祉用具心理評価スケールにより評価が行われている。このスケールは26項目の質問からなり、-3～+3の7段階で、その用具を使うことによる心理的な効果を回答するものである。集計は、各項目の得点の平均点をとり、評価点としている。

いずれの入力装置においても、設定した実用場面において、良好な走行状態が確認できている。特に、不明瞭音声認識システムでは、地域の障害者を対象にした運動会への参加を実現し、80m走とパン食い競争に出場し、完走することができた。図6にその際の様子を示す。



図6 運動会への参加

また、各入力装置における、実用場面での使用後の主観的有用性、満足度、心理的効果の評価結果を図7に示す。いずれの評価項目においても、音声認識システムは高い得点を示している。運動会への参加など、実用に近い形で評価を行った点が反映しているものと考えられる。力覚入力については、やや低い得点を示す結果となったが、この結果は、研究期間の途中で協力対象者の体調不良により、別の対象者による評価をおこなうきっかけとなったことが影響していると考えられる。また心理的効果のジェスチャ認識システムの結果は、本スケールの内容がやや難しく、被験者にとって理解困難な質問が多かったことが影響していると考えられる。

以上の結果から、いずれの入力装置においても、概ね有用性の確認が行われている。

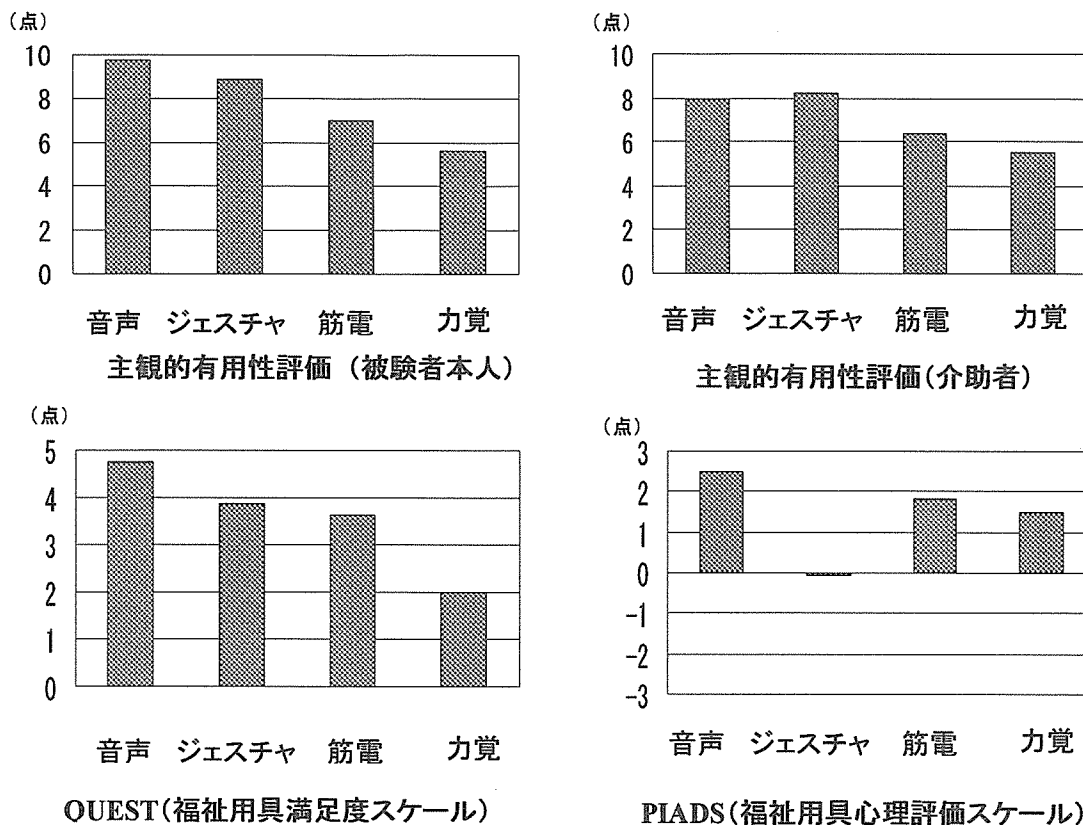


図7 実用場面での使用後の主観評価結果

8. 重度障害者の移動支援機器研究の動向

今回動向調査の対象としたプロジェクトは、これまでの福祉機器では対応できないより重度の障害者を対象としたものである。この分野はオーファン・プロダクツとして位置づけられ、利用者の数は少ないものの、重要性の高い福祉用具として研究開発が進められている。このプロジェクトでは、このような開発課題に対して、先端技術を導入し、その有効性を示したことは意義深い。このような重度障害者こそ、先端技術を必要としているにもかかわらず、市場性や経済性などから、これまで先端技術の応用対象から外されてきた対象である。また、先端技術の開発者側も、技術開発をどのように行えばよいのかが不明確であり、手を出しにくい分野でもあった。今回調査したプロジェクトは、それらのギャップを臨床研究の専門家と先端技術開発の専門家が、効果的に連携、融合することにより、実用的な移動支援機器の開発を実現している点が特徴である。福祉機器の開発には、高度な技術と利用者のマッチング技術が必要となる。その解決策を呈示した点で、今後の福祉関連技術の開発に大きなインパクトを与えたプロジェクトとして、位置づけることができる。また、そのための良いモデルケースを示した点でも意義がある。

また、この分野の技術開発では、産業のメインストリームの技術開発を無視して考えるべきではない。このプロジェクトでは、福祉関連技術開発と先端技術開発の間にお互いに有効なインタラクションを見いだすことができる。重度障害者が利用する技術には、これまで先端技術の単なる応用という視点が強かったように思うが、このプロジェクトではニ