

基礎研 レポート

介護ロボット開発の進展と今後の 開発への示唆

- 複数の展示会で注目を集める様々なロボット -

社会研究部 准主任研究員 青山 正治

(03)3512-1796 aoyama@nli-research.co.jp

はじめに

10月の上旬から中旬にかけて、福祉機器の総合展示会である「国際福祉機器展 2014(10月1~3日)」、最先端のエレクトロニクス総合展示会である「CEATEC 2014(10月7~11日)」、さらにサービスロボットを中心とした展示会である「Japan Robot Week 2014(10月15~17日)」の3つの大規模展示会が連続で開催された。これらの展示会では、各方面の、研究開発や実用化を目指す最先端のロボットが多数展示され、来場者の注目を集めていた。

本稿では、初めに、これらの展示会の特設ブースで展示されていたロボットを一覧表で示し、その中でも政策的支援を受けて開発が進む介護ロボット¹⁾について、開発や改良が一段と進む機器の中より数点の事例を示す。さらに、それらの機器について簡略な検討を加え、今後の介護ロボット開発について考察を加えることとする。

1——活発化する様々な分野のロボット開発

1 | 10月上中旬に大規模展示会が集中開催

初めに、上記の3つの大規模な展示会の概況について触れたい。

一つ目の「国際福祉機器展 2014」は全国社会福祉協議会と保健福祉広報協会が主催し、福祉関係者や事業者、一般のユーザー向けに様々な福祉機器の普及啓発を目的として開催されている。今回で第41回目となる福祉用具・機器の総合展示会であり、アジアで開催される福祉機器の展示会としては最大である。東京ビッグサイトで、世界15カ国・1地域の585社・団体により福祉車両から様々な車いす、福祉用具などまで、約

図表-1 「国際福祉機器展 2014」の入り口風景



(写真)筆者撮影 (東京ビッグサイト、正面入り口付近)。

¹⁾ 以降では「介護ロボット」と「ロボット介護機器」の表記が混在するが、「ロボット介護機器」は主に経済産業省の事業などで使われる

2万点の製品群が展示され、前述の3日間の会期中に約12.8万人が来場した。会場では各種用具・機器が展示され、それらに直に触れて説明を受けながら操作体験することもできる。多数の機器に触れて、使い勝手の比較も可能なため、高齢者や車いすの来場者も数多く訪れていた。

二つ目の、国内最大の最先端エレクトロニクスの総合展示会である「CEATEC 2014」はCEATEC JAPAN 実施協議会（一般社団法人情報通信ネットワーク協議会、一般社団法人電子情報技術産業協会、一般社団法人コンピュータソフトウェア協会の3団体で構成）が主催し、各種業界関係者や一般向けに各種ICTやエレクトロニクスに関する最新の成果や動向を情報発信し、社会の発展に貢献することを目的としている。幕張メッセで開催され、5日間の会期中に約15万人が来場した。会場では、次世代のエコカーであるFCV（燃料電池車）からスマートハウスの各種システム、最先端のウェアラブルデバイスなどまで、ICTやエネルギー関連、ヘルスケアなどの様々な製品や開発中の機器の展示が行なわれていた。

最後の「Japan Robot Week 2014」は、日刊工業新聞社が運営事務局を担当し、サービスロボットやロボット関連技術の専門展として、東京ビッグサイトで開催された。複数の関係団体・企業が出展し、多数の関係者が訪れて、商談や技術交流も行われていた。開催初日には、第6回目となる「ロボット大賞」を受賞した10件の表彰式が行なわれ、表彰された製品の特設展示スペースにはハイテクの要素部品から手術支援ロボットまでの様々な機器が展示され、見学者が熱心に質問するシーンが繰り返されていた。

各展示会とも介護ロボットなどの様々なデモが実施され、多くの来場者を集めており、その関心の高さがうかがわれた。毎年、訪れていると各分野における技術革新の着実な進展が実感される。これらの様々なハイテクな機器やシステムは、将来的に、利便性が高く、安全・安心な機器・システムとして社会実装され、超高齢社会における人々の生活を様々な角度から支えることになろう。

2 | 特設会場で展示された様々なロボット

ここでは、介護関係を中心に、「国際福祉機器展 2014」と「Japan Robot Week 2014」で展示されたロボットを、具体的に紹介したい。

①「国際福祉機器展 2014」における介護ロボット関係の展示について

初めに、「国際福祉機器展」のロボット介護機器の特設ブースの展示内容を示す。昨年にも続き本年も経済産業省が進める「ロボット介

図表-2 「国際福祉機器展」における「福祉機器開発最前線」の特設ブース展示機器一覧

通番	企業名	開発品名	重点分野
1	株式会社アイセック・ジャパン	字幕付き電話(字幕電話)	(注)
2	株式会社オリイ研究所	分身ロボット"OriHime"	(注)
3	株式会社スーパーリージョナル	楽チン見守り「ラクミ〜マ」	見守り支援機器(介護施設型)
4	株式会社OQ-Sネット	レーザーライト	見守り支援機器(在宅介護型)
5	CYBERDYNE株式会社	介護用HAL® (腰補助タイプ)	移乗介助機器(装着型)
6	ロボット介護機器PJ基準策定・評価事業コンソーシアム(代表:独)産業技術総合研究所)	ロボット介護機器評価ツール	基準策定・評価事業
7	株式会社レイトロン	カメラ組込み型画像認識システムを用いた見守りプラットフォーム	見守り支援機器(在宅介護型)
8	株式会社エイビス	みまもり支援システム	見守り支援機器(在宅介護型)
9	RT. ワークス株式会社	電動歩行アシストカート	移動支援機器(屋外型)
10	株式会社今仙技術研究所	電動ローレタ「バンビ」	移動支援機器(屋外型)
11	富士機械製造株式会社	移動介助用サポートロボット	移動介助機器(非装着型)
12	TOTO株式会社	≪居室設置型移動式水洗便器≫ベッドサイド水洗トイレ ≪浴槽設置型入浴支援機器≫バスリフト	排泄支援(既存製品) 入浴支援(既存製品)

(注)通番の「1」「2」は厚生労働省の「障害者自立支援機器等開発促進事業」の対象機種、「12」は同社の自社開発の既存製品(資料)「保健福祉 News2014 (No.5 開催号)」(保健福祉広報協会:2014/10/1)より作成し、経済産業省事業の「重点分野」を追記

「ロボット介護機器開発・導入促進事業」の対象機器のうちの9点と厚生労働省の「障害者自立支援機器等開発促

進事業」の対象機種2点が展示され、3日間の開催期間中にデモが実施された（図表－2）。これらの機器は政策的に開発支援が行なわれている機器で、開発の注目度が高い機器群である。なお、通番の「6」は経済産業省の「ロボット介護機器開発・導入促進事業」の「基準策定・評価事業」に基づいて、開発する機器のコンセプトを練ったり、安全性の評価を行なうためのツールを開発する事業の紹介展示である。この事業は、一見地味に見える内容であるが、「重点分野」²ごとに、開発企業が機器開発を効率的、効果的に進める上で、非常に重要な内容である。

会場では、各ブースにおいてこれら開発中の機器のデモや説明が行なわれ、来場者が熱心に見学している姿や開発企業の担当者と積極的に意見交換している姿が見られた。

②「Japan Robot Week 2014」における介護ロボット関係の展示と「ロボット大賞」受賞機器について

「Japan Robot Week 2014」において、経済産業省が開発支援を実施しているロボット介護機器開発事業の中から展示された展示品は次の9点である（図表－3）。なお、経済産業省の事業における機器群であるため、図表－2の「国際福祉機器展」で展示された出展品と重複する機器が多い。

図表－3 「Japan Robot Week2014」における「経済産業省ロボット介護機器合同展示」一覧

通番	企業名	開発品名	重点分野
1	CYBERDYNE株式会社	ロボットスーツHAL® 腰部負荷軽減用	移乗介助機器(装着型)
2	RT. ワークス株式会社	電動歩行アシストカート	移動支援機器(屋外型)
3	ピップ株式会社	認知症の方の見守りエージェント型ネットワークロボット	見守り支援機器(介護施設型)
4	株式会社イデアクエスト	FG視覚センサをもちいた認知症の方用非接触ベッド見守りシステム	見守り支援機器(介護施設型)
5	キング通信工業株式会社	シルエット見守りセンサ	見守り支援機器(介護施設型)
6	株式会社スマイル介護機器販売	接続先や機能が変更可能なトイレ	排泄支援機器
7	株式会社富士データシステム	在宅高齢者見守りネットワークシステム	見守り支援機器(在宅介護型)
8	株式会社CQ-Sネット パナソニック株式会社	レーダー技術を用いた安心見守りシステム(転倒検出 在宅支援)	見守り支援機器(在宅介護型)
9	株式会社レイトロン	カメラ組み込み型画像認識システムを用いた見守りプラットフォーム	見守り支援機器(在宅介護型)

(注)表の「通番」は下記パンフレットへの掲載順であり、「重点分野」の記載(「介護ロボットポータルサイト」の表記に準拠)は筆者による追記
(資料)経済産業省「ロボット介護機器」パンフレット(Japan Robot Week で展示された9社の展示物等に関して取り纏めたもの)より作成

この展示会では、主に、サービスロボットを中心として開発を行っている企業の展示が行なわれていたが、複数の大学の研究室や研究機関、企業も開発中の介護ロボットやリハビリ用のロボットの展示ブースを設けており、こちらも結構賑わっていた。

図表－4 「第6回ロボット大賞」受賞機器の一覧

部門名	受賞対象	企業・団体名
産業用ロボット部門	モジュール型高速多機能装着機 NXTⅢ	富士機械製造株式会社
部品・ソフトウェア部門	静電容量型力覚センサ「Dyn Pick®」	株式会社ワコーテック
産業用ロボット部門	全自動連続薄切装置 ティッシュ・テック スマートセクション	サクラファインテックジャパン株式会社/ 平田機工株式会社
ロボットビジネス・社会実装部門	ロボット技術を応用した臨床リハビリテーション部門と 研究開発部門を融合したロボットリハビリテーションセンター	兵庫県立リハビリテーション中央病院 ロボットリハビリテーションセンター
サービスロボット部門	狭小空間点検ロボット「moogle」	大和ハウス工業株式会社
サービスロボット部門	手術支援ロボットiArmS®	株式会社デンソー/信州大学/東京女子医科大学/ 株式会社デンソーウェーブ
サービスロボット部門	排泄支援ロボット「ベッドサイド水洗トイレ」	TOTO株式会社/ 関東学院大学 建築・環境学部 大塚雅之研究室
公共・特殊環境ロボット部門	原発対応の小型遠隔除染装置「RACCOON」	株式会社アトックス
公共・特殊環境ロボット部門	自動化コンテナターミナルシステム	株式会社豊田自動織機/飛鳥コンテナ埠頭株式会社/ 三菱重工マシナリーテクノロジ株式会社
ロボットビジネス・社会実装部門	物流現場の自動化を実現する 「医薬品物流センター高度化ロボットシステム」	東邦薬品株式会社/日本電気株式会社/ 株式会社ダイフク/株式会社安川電機

(注)「Japan Robot Week 2014」で上記10点の授賞式が開催された。なお、受賞名は省略し、順序は下記「ガイドブック」の解説順
(資料)「第6回ロボット大賞ガイドブック」(主催:経済産業省、一般社団法人日本機械工業連合)より作成

² 「重点分野」とは、経済産業省と厚生労働省の協議で同時発表されている、ロボット介護機器の開発ターゲットとなる分野・項目を指す

開催初日の15日には経済産業省と一般社団法人日本機械工業連合会による「第6回ロボット大賞」の受賞式が行われ、受賞対象の10機器などの展示・説明も実施されていた(図表-4)。

この表彰制度は、「我が国のロボット技術の革新と用途拡大及び需要の喚起を促すため、活躍したロボットの中から市場創出への貢献度や期待度の高いロボットや部品・ソフトウェアなどを表彰する制度(「第6回 ロボット大賞ガイドブック」より抜粋)」であり、幅広い分野で、様々な機器が大賞を受賞していた。

また、受賞対象を見ると、単にロボット機器自体や要素部品だけでなく、「ロボットビジネス・社会実装部門」として、ロボットを活用する機関や実際に稼働中の新システムなどが受賞している。個別の最先端ロボットを対象とするだけでなく、開発された最先端のロボットを活かしてリハビリテーションに取り組む臨床部門と研究部門を融合したセンターや物流工場の最先端のシステム等も表彰することは、様々なロボットの社会実装を実現した具体的な活動にも焦点を当てることに繋がるとともに、広く社会的に普及啓発を行なう上で非常に重要なことである。さらに、図表-4の受賞対象ごとの「企業・団体名」の欄を見ると、企業単独での開発と同時に、大学、研究機関やロボットを活用するユーザーなどとの連携による取組も多数行なわれている。開発企業と研究機関、ユーザーによる協働や共創が奏功する状況が示唆されている。以降では、開発が進展する介護ロボット(ロボット介護機器)の一部を紹介する。

2——開発が進展する「重点分野」のロボット介護機器の具体事例

この章では、経済産業省の「補助事業(全50事業)」の中から、「国際福祉機器展」や「Japan Robot Week 2014」で展示された機器について触れる。

1 | HAL[®]介護支援用(腰タイプ)(CYBERDYNE株式会社)

この機器は、「重点分野」の「移乗介助機器(装着型)」で開発支援されている3機種の一つである。

「HAL[®](Hybrid Assistive Limb[®])」は、身体機能を改善・補助・拡張することができる、世界初のサイボーグ型ロボットである。身体にHAL[®]を装着することで、「人」「機械」「情報」を融合させ、身体の不自由な方をアシストしたり、いつもより大きなチカラを出したり、さらに、脳・神経系への運動学習を促すシステムである。

写真の「HAL[®]介護支援用(腰タイプ)」は介護現場や病院で移乗介助の際に腰にかかる負荷を軽減する目的で開発が進んでいる。重量は約3kg(バッテリーを含む)で動作時間は、1回の充電で約2時間(動作状況で変動)である。開発初期のタイプに比べて小型軽量化され、デザインも洗練された。

なお、9月末には建設現場向けに写真と同じ形状の「HAL[®]作業支援用(腰タイプ)」が、大手建設会社へ5台リースされ、実用化の検証を進めると発表されている。

図表-5 HAL[®]介護支援用(腰タイプ)使用シーン



(写真提供)

Prof. Sankai University of Tsukuba / CYBERDYNE Inc.

また、11月12日に、作業・介護支援用（腰タイプ）の2製品がともに世界初の国際安全規格³の認証を取得している。今後、医療用の各種タイプや開発中の機器を含めて、国内外における事業展開が大いに注目されよう。

2 | 電動歩行アシストカート(RT.ワークス株式会社 (旧 船井電機))

この機器は「重点分野」の「移動支援機器（屋外型）」で開発支援されている全7機種の一つである。

足腰の筋力などが低下した自立高齢者の外出や買物を支援するもので、6軸のモーションセンサにより利用者の操作力や路面環境に合わせてブレーキ制御が自動で行なわれるため、使用中にスイッチを入れたり常時ブレーキ操作をする必要はない（写真のレバーブレーキは緊急用のもの）。

具体的には、上り坂では軽い力で上り、下り坂では自動でブレーキ制御が行なわれゆっくりと下り、利用者の転倒の危険性を大きく低減する。また、ネットワーク接続が可能なほか、歩行履歴の管理等々の付加機能が付けられる。折りたためるため、玄関先での収納や軽自動車による搬送も出来る。

2013年の「国際ロボット展」で、筆者は開発初期の同機に触れる機会があったが、今回の最新のタイプはデザインも格段に洗練され、取り回しなども非常に円滑に行なえ、改良の進展が実感された。

高齢者支援機器としての今後の展開と同時に、荷物運搬などの新規用途開発や展開にも注目したい。

図表-6 歩行アシストカート外観



(写真提供) RT.ワークス株式会社

3 | シルエット見守りセンサ(キング通信工業株式会社)

この機器は、「重点分野」の認知症の方などの「見守り支援機器（介護施設型）」で、開発支援中の全8機種の一つである。

機器の開発目的は介護職の見守りの負担軽減を行なうことにある。介護施設などの居室の壁に取り付けた本体が、入所者のベッド上での置き上がりや端座位、離床などを自動で検知し、介護職のスマホやタブレット、PCへ通報をする（図表-7の右下を参照）。

同機は3次元のレーザーセンサを活用することにより、一般のカメラ画像とは異なるシルエット画像（濃淡の画像でベッド上の人の状況が動画で確認でき、利用者のプライバシーへも配慮）で表示される。Wi-Fi通信による通知の時点で被介護者の状況を介護職が把握できるとともに、検知前後の合計15秒の履歴画像も保存され、事後でも、発生した状況をシルエット

図表-7 シルエット見守りセンサ(及び受信画像)



(注) 右下はタブレット端末の受信画像である
(写真提供) キング通信工業株式会社

³ 2014年2月に発行した生活支援ロボットの国際安全規格 ISO13482 の認証を日本品質保証機構（JQA）から取得

ト画像により視覚的に検証可能である。開発当初の機器に比べ、小型化されデザイン的にも改良が進んでいる。今後の展開を注目したい。

3——開発が先行する機器群の共通項からの示唆

本章では開発・改良が進展する前述の3機種ロボット介護機器について、それらに共通する点などについて検討したい。

3機種とも「重点分野」における開発機器であるが、その開発分野は異なる。しかし、3機種に共通する要素として、開発初期の試作機に比べて①小型化された、②駆動要素のある前2者は活用中に特別な操作が不要、③デザイン的に洗練された、などの共通点が挙げられよう。

1 | 小型化について

①の小型化については、「HAL[®]介護用 腰補助タイプ (以降、「装着型」)」は、介護職が腰部に装着し、そのまま動き回る必要性もあり、重量面を含めて小型軽量化は必須である。「歩行アシストカート (以降、「屋外型」)」についても、小型化は、狭い道路を通過する際や取り回しの際に重要な要素であるほか、格納などの点においても必須の要件である。「シルエット見守りセンサ (以降、「見守り」)」では小型化の要素はあまり必要ないと思われがちだが、実際には被介護者の居室の壁に箱型の本体が設置されるわけであり、心理的圧迫感や見られていることへの嫌悪感を低減する必要性から小型化は必須である。特に古い介護施設などは、空間的にも余裕が少なく、小型化は重要な要素でもあろう。

2 | 自動制御について

②の特別な操作が不要である点については、まさにロボット技術の適用による効用である。日常的に多忙な介護施設の介護現場において、食事の時間帯の前後は複数の被介護者を車いすに移乗することが必要となる。このため、機器装着後に機器の操作や調整が必要であれば、介護職の負担は非常に大きいものとなる。しかし、「装着型」は装着後にスイッチを入れさえすれば、その後に特別な調整の操作などは基本的にない。また、軽量であり、装着したままでの活動も可能である。次に「屋外型」も、利用する高齢者の歩行速度や路面の状況などに対応して自動制御されるため、特段の操作は必要ない。基本的に電源スイッチのON/OFFと駐車時のレバーの操作だけである。筋力の低下した高齢者の活用を前提とすれば、もし走行中に機器操作の必要性がある機器であれば、その操作に気を取られ、転倒やモノへ接触する可能性もあろう。しかし、この機器は走行中の操作がシルバーカー並みでハンドルのブレーキ操作も緊急時以外は不用である。これらの具体事例を見ると、ロボット技術や自動化技術の活用が、前者では操作の煩雑さを解消し、後者では日常の外出を促進し、重い買物の荷物運搬の心身への負担を大幅に減じること、さらに転倒を防止できるなどの効用をもたらすと考えられ、開発・普及の価値は非常に大きい。

3 | デザインについて

最後に③のデザインについて検討する。近年、工業製品におけるデザインの重要性は増すばかりである。筆者が3つの異なる機器に共通して感じることは、開発当初のモデルから、それぞれ非常に洗練されたデザインに改良されたことである。このデザインの改良は、そもそもは、小型化が必要であ

ることや見た目に圧迫感がないこと等の、各機器の機能をよりよく発揮するための課題解決に取り組む過程で考案されたものであろう。例えば、「装着型」や「屋外型」の機器は人の居る空間で使用される機器であり、モノに引っ掛かったり、人に当たる可能性なども考慮され、全体に丸みのあるデザインとなっている。「見守り」機器においても、機械的なゴツゴツした印象を減らし、厚みを薄くして、下部を丸みのあるデザインとして圧迫感を減じている。これらに加えて、「装着型」や「屋外型」の機器においては、活用する介護職や高齢者が、使用したくなるような、または活用している姿を誇らしく思えるようなデザイン上の工夫も凝らされている。

もちろん、重点分野の各機器の目標とする機能や安全性の獲得は大前提であるが、人と共生・共存する機器でもあり、デザインや意匠面においても肌理細やかな創意工夫が求められよう。

おわりに

以上のとおり、図表－1、2の各種ロボットや2章で触れた3機種は経済産業省の補助事業などで開発が進んでいる機器の一部であり、それ以外にも企業単独で開発が進む多数の介護ロボットがある。それらはここ2年弱で着々と開発・改良が進んでいる。今後とも、機器のさらなる開発・改良は必要不可欠であり、さらに開発環境の整備や普及へ向けた検討なども必要である。

今現在、技術革新の動きや機器の改良努力は着実な進展を見せており、今後ともその進展が見込まれ、これらに対応して、開発・改良された機器等を、介護現場や社会全体で上手く活かしていく方法の検討や議論も必要な時期を迎えつつある。現在、実施されている大規模な実証試験である「ロボット介護推進プロジェクト」の結果などを注視しつつ、その次に続く新たなステップに大いに注目したい。

<参考資料・レポート等>

1. 政府及び行政の公表資料

- 『日本再興戦略』改定2014「未来への挑戦」(平成26年6月24日閣議決定)
- 厚生労働省「福祉用具・介護ロボット開発の手引き」(平成26年6月)

2. ニッセイ基礎研究所「基礎研レポート(Web版)」(以下の「基礎研レポート」、「研究員の眼」は「執筆一覧」を参照)

- 『再興戦略改訂』に組み込まれた『ロボット革命』の実現「社会的な課題解決」へ向けた『5カ年計画』策定に注目(2014年9月30日)
- 「ロボット介護機器に対する2年度目の開発支援事業が始動」(経済産業省2014年度事業概要と今後の開発への期待(2014年7月29日))
- 『ロボット介護推進プロジェクト』が目指す開発・普及の土壌の醸成「開発支援の現在位置と『ロボット介護』普及への布石」(2014年6月30日)
- 「重要性増す在宅での自立を支援する機器開発-拡充されたロボット介護機器(介護ロボット)の『重点分野』」(2014年4月22日)
- 「新たな福祉用具等への介護保険適用の検討始まる」(開始された介護ロボット等の登場へ向けての準備(2014年2月21日))
- 「介護ロボットの『モニター調査(実証試験等)』が本格化-『要』となる厚生労働省・テクノエイド協会の実用化支援事業」(2013年12月30日)
- 「福祉用具から介護ロボット、住宅機器まで多彩な機器群が新たに登場-第40回『国際福祉機器展(H.C.R.2013)』から」(2013年11月7日)
- 「進展が期待されるロボット介護機器(介護ロボット)開発-『重点分野』の開発補助事業48件が出揃う」(2013年9月6日)
- 「ロボット介護機器の開発動向-『重点分野』の1次採択事業の具体的開発事例」(2013年8月9日)
- 『日本再興戦略』に盛り込まれたロボット開発への期待(2013年7月19日)
- 「本格化する『重点分野』の介護ロボット開発支援」(2013年5月23日)
- 「介護ロボット開発の方向性とイノベーションへの期待」(2012年12月25日)
- ニッセイ基礎研REPORT(冊子版)2012年2月号「介護分野へ接近を始めた多様なロボット」

3. ニッセイ基礎研究所「研究員の眼(Web版)」

- 「超高齢社会の生活者を支援する介護ロボット」(2013年11月27日)
- 「本格化する『ロボット介護機器』の開発支援」(2013年4月5日)
- 「介護ロボットだけではない『介護ロボット』」(2013年3月21日)
- 「幅広い分野で技術革新が進化する福祉機器」(2012年10月4日)
- 「介護ロボットは普及するか」(2012年6月28日)