

わが国介護ロボット産業の発展に向けた課題と展望 ～北欧にみるユーザー・ドリブン・イノベーションの重要性～

要旨

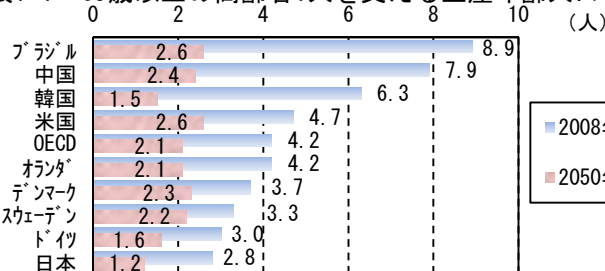
1. 世界的に高齢化が進み、介護サービスに対する需要が高まる中、65歳以上の高齢者1人を支える生産年齢人口（Old-age support ratio）の大幅な減少や、GDPに占める介護費用の割合の上昇が見込まれている。こうした状況下、「介護ロボット」を開発・導入し、介護現場の労働生産性や効率性を向上することで、介護費用や介護従事者の負担を軽減するとともに、介護従事者の不足を緩和しようとする動きが先進国を中心に拡がりつつある。
2. わが国をはじめ、欧米など各国では介護ロボットの需要拡大を見込み、介護ロボットの開発・実用化が進められている。欧米各国、韓国などでは、ロボット専門メーカーやベンチャー企業の主導で開発や販売が先行している一方で、わが国においてはベンチャー企業に加え、大手電気機械メーカーや大手自動車メーカーなど、異業種から参入する動きがある点などが特徴として挙げられる。
3. ロボット開発のためには、①センサ、②駆動系、③知能・制御系の3つの要素技術とそれらを擦り合わせることが必要であるが、わが国は、これらの要素技術に高い競争力を有していることに加え、自動車産業や電機産業などで培われた優れた技術を活用することが可能であり、介護ロボット開発において潜在的な強みを持っている。
4. このような優れた技術がある一方で、わが国には、介護ロボットの実用化を進める上で最も重要となる、実際のユーザーがリアルな実生活の環境の中でスムーズに使うことができる製品に仕上げるためのテスト環境が十分に整っていない。そのため、わが国の介護ロボット開発を手掛ける企業や大学、自治体などが、高福祉国家であるデンマークやスウェーデンといった北欧諸国のテスト環境を活用し、実証実験に取り組む動きがある。
5. オーデンセ市を中心とした南デンマークには、認定技術サービス機関である「DTI(Danish Technological Institute)」のロボット技術センターなどが立地し、世界的なロボットクラスターが形成されている。DTIが中心となり、世界各国の優れた介護ロボットに関する情報収集を行い、有用と思われる技術・企業をデンマークに呼び込み、開発支援や実証実験の場の提供を行っている。
6. デンマークでは、ユーザーのニーズを出発点とした「ユーザー・ドリブン・イノベーション」によるイノベーション手法や対象プロジェクトを評価する「評価手法」が確立されており、わが国企業が同国で実証実験を実施することで、その優れた開発手法を取り込むことができる。また、DTIとの連携により、デンマークのみならず欧州各国への販路拡大に成功したわが国の介護ロボットもある。
7. スウェーデンにおいても、デンマークと同様に、ユーザーニーズに基づくイノベーションが重視されており、「情報」に強みのある「スウェーデン介護・福祉機器技術研究所（SIAT）」と「技術」に強く、スウェーデンにおいてロボットクラスターを形成している「ロボットダレン」が協力し、エンドユーザーを巻き込んだ実証実験を行う仕組みと体制が整っている。このようなイノベーション環境を求めて、米国のシリコンバレーよりロボットダレンに移転した企業もあるほか、わが国の企業で現地法人を設立している事例もある。
8. わが国の自動車産業や電機産業などで培った優れた要素技術に根ざした潜在的な強みを十分に発揮し、介護ロボット産業を発展させるためには、「ユーザー・ドリブン・イノベーション」による開発環境が整っているデンマークやスウェーデンなどの北欧諸国を活用したオープン・イノベーションを進めることで、ユーザーを巻き込んだロボット開発と欧米などへの販路拡大を効率的に実現することも、より積極的に検討する価値があろう。将来的には、わが国のユーザーが何を求めているのかを観察し、ユーザー自身も気づいていない潜在的な付加価値を提供する「デザイン・ドリブン・イノベーション」を実践し、課題先進国として世界に先駆けた革新的な介護ロボットとサービスを生み出すことが期待される。

わが国介護ロボット産業の発展に向けた課題と展望 ～北欧にみるユーザー・ドリブン・イノベーションの重要性～

1. 介護ロボット活用に向けた動き

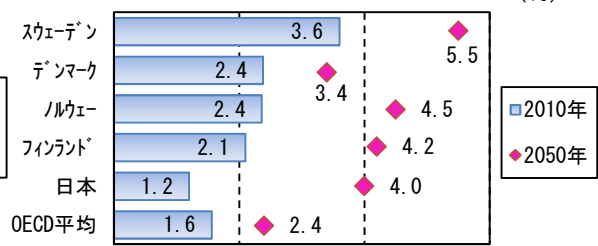
- 世界的に高齢化が進むなか、介護サービスに対する需要が高まっている。一方、65歳以上の高齢者1人を支える生産年齢人口（Old-age support ratio）の大幅な減少や、GDPに占める介護費用の割合の上昇が見込まれており（図表1-1、1-2）、「介護従事者の不足」、「介護従事者の負担増」、「国の介護費用負担の増大」、「介護を受ける側の個人の尊厳の保持」などへの対応が喫緊の課題となっている（図表1-3）。
 - こうした状況下、「介護ロボット（※）」を開発・導入し、（1）介護の現場の労働生産性や効率性を向上することで、介護費用や介護従事者の負担を軽減するとともに、介護従事者の不足を緩和し、（2）介護される側の自立を促すことで、個人の尊厳の保持を実現しようとする動きが、高齢化が先行する先進国を中心に広まりつつある。
 - 高福祉国であり、介護費用および介護職員の負担が大きいスウェーデン、デンマークなどの北欧諸国が、政策として積極的に介護施設や在宅への介護ロボット導入を進めているほか、米国や韓国では、成長市場としての介護ロボット産業に着目し、国内製造業振興の観点から介護ロボットの開発を政策的に支援している（図表1-4）。
 - 厚生労働省によれば、2025年のわが国の介護費用負担は19.8兆円（対GDP比3.2%）、2025年度に必要となる介護職員数は237～249万人と試算されており、それぞれ足許の8.4兆円（2012年、同1.8%）、149万人（2012年度）から、大幅に増加することが見込まれている（図表1-5）。
 - こうした中、わが国においても、2013年6月に閣議決定された日本再興戦略において「ロボット介護機器開発5ヵ年計画」の実施が盛り込まれるなど、主に介護ロボットの開発・実用化を促進することを企図した様々な取り組みが実施されつつある（図表1-6、1-7）。こうした取り組みもあり、わが国の介護ロボットの市場規模は、2035年には4千億円を超える規模となることを見込まれている（図表1-8）。
- （※）本稿で、介護ロボットとは、ロボット技術を活用した介護／福祉／医療機器で、①介護される人の歩行や食事などの自立を支援するもの〔自立支援型〕、②介護する人の負担を軽減（排泄、移乗介助 など）するもの〔介護者支援型〕、③介護される人とのコミュニケーション、見守り、メンタルケア機能があるもの〔コミュニケーション・メンタルケア型〕などを指す

図表1-1 65歳以上の高齢者1人を支える生産年齢人口



（備考）OECD “Society at a Glance 2011-OECD Social Indicators”

図表1-2 GDPに占める介護費用の割合



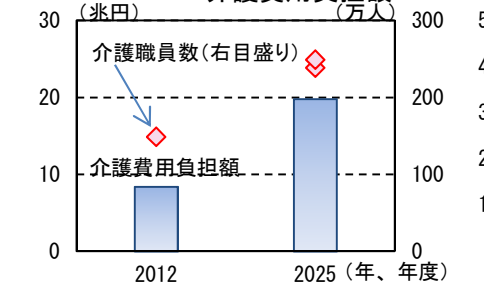
（備考）OECD “Help Wanted? Providing and Paying for Long-Term Care”

図表1-3 高齢化社会へ向けた課題



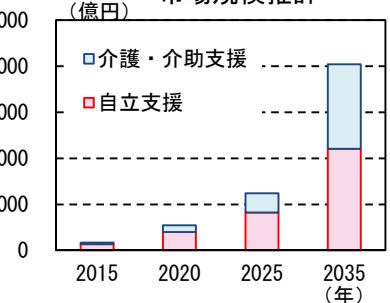
（備考）DBJ作成

図表1-5 介護職員数、介護費用負担額



（備考）社会保障審議会「介護人材の確保関係平成25年6月」、厚生労働省「平成23年介護サービス施設・事業所調査」などより作成

図表1-8 介護ロボットの市場規模推計



（備考）経済産業省「2012年ロボット産業の市場動向」

図表1-4 各国政府の介護ロボットに関する取り組み

| 国・地域 | 主な取り組み内容 |
|--------|--|
| EU | ・07年～ 第7次研究開発フレームワーク計画（FP7）〈（欧州域内研究フレームワークプログラムにて「高齢者の生活を支えるロボット利用の研究事業（生活介助ロボなど）」を実施 |
| デンマーク | ・08年 政府は、公共分野の技術導入を促進する「PWT(Public Welfare Technology)基金」を設立。15年まで実証実験、公共分野への機器紹介プロジェクトを推進 ・09年 「介護労働負担軽減プロジェクトのための基金（ABTファンド）」設立。基金を活用した、実証実験などを実施 ・13年 政府と地方自治の共同自治体プログラムとして4分野「①食事支援、②排泄、③移乗支援、④補助装置の活用（自立、リハビリなど）」の介護機器の導入を明確化 |
| スウェーデン | ・82年 サービス法施行（高齢者が住み慣れた地域で生活できる環境を整備。地方自治体が税財源により社会サービスの一環として介護サービスの提供を実施することとし、積極的な補助器具などの活用を盛り込む） ・10年～12年 社会保健省は、高齢者をアシストする製品やサービスの導入を目的として、SIAT(スウェーデン介護・福祉機器技術研究所)により100件の実証実験、評価などを実施 |
| 米国 | ・11年 「National Robotics Initiative (NRI: 国家ロボットイニシアティブ)」を掲げ、国内製造業の再活性化を目指し、次世代ロボット（人間と直接係わるロボット）の研究開発に取り組む方針発表 ・12年 国立衛生研究所（NIH）は、ヘルスケア分野におけるNRIプロジェクト6件を発表（歩行リハビリアシスト、治療用パワーアシストスーツなど） ・13年 NRIプロジェクトの第2弾として38百万ドル〔38億円〕の投資を決定（採択プロジェクトは未定） |
| 韓国 | ・07年 「ロボット試験普及事業」を開始。シルバー分野では、高齢化社会に役立つ生活支援ロボット（認知能力補助、運動補助、室外移動ロボットなど）開発の実証実験を行う ・08年 「知能型ロボット開発及び普及促進法」を制定。知能型ロボットの品質保証機関の設置、ベンチャーなどに投資するロボットファンドの創設、ロボットランド（特区）〔13年着工〕への助成などを盛り込む |

図表1-6 わが国における介護ロボットに関する取り組み

| 名称 | 主な取り組み内容 |
|--|---|
| 生活支援ロボット実用化プロジェクト (経済産業省、NEDO) | ・09年度開始。13年度までの5年間、総額60億円の研究開発事業 ・生活支援ロボットの安全性検証手法の研究開発と安全技術を導入した生活支援ロボットの開発を行う |
| 福祉用具・介護ロボット実用化支援事業 (厚生労働省、テクノエイド協会) | ・11年度開始、各年度予算83百万円で継続中 ・13年より専門職によるアドバイス支援を実施。ロボット実用化に向け、開発・介護の現場をつなぐ支援（専門家のアドバイスや介護施設でのモニター調査資金交付）を行う ・実証実験の実施 |
| 「ロボット技術の介護利用における重点分野」策定 (厚生労働省、経済産業省) | ・12年12月策定 ・今後のロボット介護機器の開発・実用化に係る重点分野として、①移乗介助、②移動支援（装着型／非装着型）、③排泄支援、④認知症の方の見守り、の4分野5項目を策定 ・14年2月。新たに1分野（入浴支援）3項目を追加し、5分野8項目を重点分野とする |
| ロボット介護機器開発・導入促進事業 (経済産業省) | ・13年度開始（予算23.9億円）。14年度概算要求：30億円 ・重点分野のロボット介護機器を開発する企業等に対する補助や安全・性能基準作成など実用化に必要な実証環境整備等を行う |
| ロボット介護機器開発5ヵ年計画 (日本再興戦略) | ・13年6月閣議決定。急速な普及拡大に向けて、移乗介助、見守り支援等、安価で利便性の高いロボット介護機器の開発をコンテスト方式で進める ・安全基準及びそれに基づく認証制度を今後1年以内に整備する ・企業が行う開発を促進するためのシーズ・ニーズマッチング |
| 介護ロボット購入助成事業 (経済産業省) | ・14年度より ・ロボット介護機器の量産化への道筋をつけることを目的とする ・介護事業者が製品を購入する際、費用2分の1以上を助成。全国100ヵ所以上の介護施設での導入を目指す ・ロボット介護機器を介護現場で活用しながら、大規模な効果検証などを行う |

図表1-7 主な自治体などの取り組み状況

| 自治体名 | 年 | 取り組み事例 | 取り組み事例概要 |
|----------|----|--|---|
| 神奈川県 | 13 | ・公益社団法人かながわ福祉サービス振興会より、施設などへの機器貸与事業などを実施。(13年)4機種、(12年)6機種、(11年)7機種、(10年)4機種 | ・13年度事業では、毎月パロの研修会開催するほか、施設向けにパロのリース費用(30体)の半額を補助。エビデンス収集も実施 |
| | 13 | ・「さがみロボット産業特区地(域活性化総合特区)」にて、歩行支援ロボットHALを活用した介護施設「湘南ロボケアセンター」を開設 | ・リハビリ用介護ロボット(HAL)の普及を目的とした介護サービス事業所(デイサービスなど)とトレーニング施設を一体化した複合施設を整備 |
| 富山県(南砺市) | 13 | ・「福祉用具・介護ロボット実用化支援事業」として、地域包括医療ケアにおける在宅介護支援ロボット活用事業を実施 | ・地域包括医療ケアの中にパロを取り入れ、在宅介護での要介護者の支援を行い、家族の介護負担を軽減化し、在宅期間の延長化について取り組む |
| 岡山県(岡山市) | 14 | ・「岡山型持続可能な社会経済モデル構築総合特区(地域活性化総合特区)」事業として「介護機器貸与モデル事業」を開始 | ・岡山市で、全国初の事業として、介護保険給付の対象となっていない介護機器(パロなど3機器)を、要介護者に1割負担で貸与(9割は国市等が負担)。利用実績等のデータを国へ報告する |

(備考) 図表1-4、1-6、1-7 各種資料より作成

2. 世界およびわが国の主な介護ロボット開発状況

- 世界的に介護ロボットに対する需要拡大が見込まれる中、わが国をはじめ、欧米など各国で介護ロボットの開発・実用化が進められている。欧米各国や韓国などでは、ロボット専門メーカーやベンチャー企業による開発や販売が先行しているほか、大学や研究機関などのアカデミアやアカデミア発のベンチャー企業で開発が進められている点が特徴的である（図表2-1）。
- 一方わが国では、ベンチャー企業に加え、大手電気機械メーカーや大手自動車メーカーなど、異業種を含む様々な産業の大手企業が介護ロボット事業に参入し、既存の自社技術や知見を活かして開発を進める動きが目立っている（図表2-2）。なお、「パロ」や「HAL」、「マインレット爽」などについては、大和ハウス工業が販売代理店として普及促進を行い、また一部には開発資金の提供も行って、異業種の企業が積極的に関わっている点も特徴的である。

図表2-1 世界の主な介護ロボット開発状況

| 国/地域 | 開発機関 ベンチャー企業 | 設立 (年) | 企業名/機関名 | 主な製品名 | 製品概要 | 開発/販売 | 備考 | |
|----------|-----------------|----------------------------|--|---|----------------------------------|-----------------------------|---|---|
| 米国 | アカデミア | - | カーネギーメロン大学 | パール (Pearl) | ・高齢者介護ロボット ・人型ロボットのプロトタイプ | 開発中 | ・ナースポットプロジェクト | |
| | | | マサチューセッツ大学 | uBOT-5 | ・高齢者介護ロボット | 開発中 | ・二輪の脚、物を持ち上げる腕、ウェブカメラの眼、液晶ディスプレイの顔あり | |
| | | | カーネギーメロン大学 | ハグロボット (Hug Robot) | ・高齢者のための生活支援ロボット | 開発中 | ・メッセージの受け取りなどができる | |
| | | | ジョージア工科大学 | コディ (Cody) | ・介助ロボット | 開発中 | ・高齢者のベッド浴の介助が可能 | |
| | | | カーネギーメロン大学 | ハーブ (HERB) | ・家庭用生活支援ロボット | 開発中 | ・HERB: Home Exploring Robot Butler | |
| | | マサチューセッツ工科大学 | | パム (PAMM) | ・歩行リハビリロボット | 開発中 | ・PAMM: Personal Aid for Monitoring and Mobility | |
| | | ○ MIT発 | 1990 | アイロボット (iRobot) | エイヴァ (Ava) | ・介助ロボット | 開発中 | ・11年 ベンチャー「InTouch Health社(南カリフォルニア)」と提携し開発中[遠隔医療用「PR-VITA」は、13年にFDA取得済み。6病院で利用中] |
| | | ○ | 1997 | ゲッコシステムズ (Gecko Systems Corporation) | ケアボット (CareBot) | ・介助ロボット | 開発中 | ・世界初の高齢者ケアロボットの製作を実施 ・11年より 人型ロボット開発などを手掛けるZMP(日)と技術交流、共同マーケティング開始 |
| | | ○ UC Berkeley発 | 2005 | エクソ・バイオニクス (Exko Bionics) | エクソハイカー (ExoHiker) イーレグス (eLEGS) | ・支援型歩行ロボット | 販売中 | ・29拠点(アメリカ21、スペイン3、ルウエー1、イタリア1、デンマーク1、ドイツ1、南アフリカ1) ・カリフォルニア大学バークレー校と提携 ・08年国防総省から研究助成金を受ける ・12年 (病院使用向けの)FDA認可、CEマーク取得。 米、欧州にてリハビリスーツの販売開始 ・14年 「3D Systems(米)」と共同し、3Dプリンタを用いた患者の骨格にあった世界初の歩行支援ロボットを製作 |
| | | ○ | 2006 | ウィローガレージ (Willow Garage) | PR2 ROS | ・生活支援ロボット ・ロボット用OS | 販売中 | ・パーソナルロボット分野において、オープンソースのハードウェア普及を目指す ・13年 当社従業員のお多くはSuitable Technologies (移動型テレビ電話事業)に移籍 |
| 欧州 | アカデミア | - | レディング大学 | ヘクター (Hector) | ・生活支援ロボット | 開発中 | ・CompanionAble project<フレームワーク計画(FP7)>により立ち上がったプロジェクト | |
| | | | フラウンホーファー研究機構 (Fraunhofer Institute) IPA(生産技術・オートメーション研究所) | ケアオーボット (Care-O-Bot) | ・人型ロボット ・家庭用生活支援ロボット | 開発中 | ・背面に7自由度の一本腕を備えた車輪移動型のロボット ・飲み物のサブなどが可能 | |
| | | | マドリッドカルロス3世大学 | アシボット (Asibot) | ・高齢者のための生活支援ロボット | 開発中 | ・食べる、飲む、髭剃り、歯磨きなどを支援できるポータブルロボ ・国立病院で実証実験中 | |
| | | | カタルーニャ工科大学 | I-walker | ・歩行支援ロボット | 開発中 | ・声の指示(キッチンに連れて行ってなど)に従う「インテリジェントウオーカー」 | |
| | | ○ INRIA(フランス国立情報学自動制御研究所)発 | 1985 | ロボソフト (Robosoft) | コムバイ (Kompai) | ・人型ロボット ・高齢者のための生活支援ロボット | 開発中 | ・MOBISERVプロジェクト(医療機関、大学、研究機関、産業界など7か国から8パートナーによるプロジェクト、英、仏、独、蘭、伊などが参加、フレームワーク計画(FP7)) ・体調に不安がある高齢者を在宅で支援可能 ・血圧、脈などの測定、薬を飲む時間のお知らせ、医師とのコミュニケーションが可能 |
| | | ○ | 2010 | イオス・イノベーション (Eos Innovation) | E-one | ・見守りロボット | 開発中 | ・高さ60cm、約8kgの大きさ |
| | | ○ | 1996 | ホコマ (Hocoma) | アメオ (ARMEO) | ・リハビリロボット | 販売中 | ・米国、シンガポール、スロベニアに子会社あり ・販売提携会社 32か国にあり ・米国、オランダ、スイスの機関と研究開発を実施 |
| | | ○ | 2004 | ベスティック (Bestic) | ベスティック (Bestic) | ・食事介助ロボット | 販売中 | ・10年 CEマーク取得 ・「ベスティック北米」あり |
| | ○ | 2009 | ジラフ・テクノロジー (Giraffe Technologies) | ジラフ (Giraffe) | ・高齢者見守りロボット | 販売中 | ・米国(シリコンバレー)から移転 | |
| イスラエル | 民間 | ○ | 2001 | アルゴメディカルテクノロジー (Argo Medical Technologies) | ReWalk | ・歩行支援ロボット | 販売中 | ・拠点数30カ所 ・11年 病院向けのFDA認可取得、リハビリ用として、米国、欧州、イスラエル、にて利用可能 ・個人用は、欧州、イスラエルで使用可能、米国はFDA申請中 ・13年 安川電機(日)と提携 |
| ニュージーランド | 民間 | ○ | 2003 | レックス・バイオニクス (Rex Bionics) | レックス (Rex) | ・歩行支援ロボット | 販売中 | ・ニュージーランドで販売中 ・歩行が困難になった人の歩行を支援する「ロボットの脚」を世界で初めて開発 |
| 韓国 | アカデミア | - | - | 韓国科学技術研究院(KIST)/Center for Intelligent Robotics | シルボット (SILBOT) | ・高齢者コミュニケーション(脳トレーニング)ロボット | 開発中 | ・デンマークで実証実験中。デンマークのリハビリ施設に導入を予定 |

(備考) OECD“THE ROBOTICS INNOVATION CHALLENGE „June 2012”, robotics business review “Top22 Leading Companies for 2013 Health Care Robotics”などより作成

図表2-2 わが国の主な介護ロボット開発状況

| ロボット開発機器・導入促進事業【重点5分野】 | ロボットのタイプ | 主な製品名 | (製造・販売)メーカー | 製品概要 | 備考 | 販売価格 | 販売台数 | |
|---|-------------------|--|--------------------------------------|---|--|--|--|------------------------|
| | コミュニケーション・メンタルケア型 | PaperoR500 | NEC | ・話しかけると様々な国の言葉で挨拶をしたり、時間を教えてくれる。名前を呼ぶと返事をする ・人の顔を30名認識することが可能 | ・09年レンタル開始 | レンタル(3年契約) | - | |
| | | PALRO | 富士ソフト | ・人工知能を搭載した人型ヒューマノイドロボット ・人間に近い動きで、自由に動く ・レクリエーションでは、体操、クイズ・脳トレ、音楽・歌、ニュース読み上げ、旗揚げゲームなどができる ・インターネットやクラウドにつながるネットワーク機能あり | ・10年より販売開始(教育機関向け) ・12年より高齢者福祉施設向け販売開始 ・個人向けは販売検討中 | ・ビジネスシリーズ(高齢者福祉施設などで使用) 67万円 ・レンタル(月額)3万円[24ヵ月一括契約の場合] | 【国内】 全国約50カ所の施設で利用中 | |
| 認知症の方の見守り | メンタルケア | パロ | 知能システム/産業技術総合研究所 販売代理店: 大和ハウス工業、等 | ・タテゴトアザラシの赤ちゃんがモデル ・人に安らぎや癒やしなどの精神的な働きかけを行うアニマルセラピー効果がある ・撫でると鳴き声をあげたり、人の声や言葉を記録して反応する | ・05年より販売開始 ・世界30カ国で使用される ・米国医療機器認可(FDA)、CEマーク取得済み ・ドイツで健康保険の適応を受ける ・13年 オーストラリアで認知症高齢者の非薬物療法の治療に採択される | 1体35万円~ | 【国内】 2,000体超 【海外】 約800体 | |
| | | 【重点5分野導入促進事業/認知症の方の見守り】21社(電気機械8社、自動車2社、化学2社ほか) アール・ティール・シー、クラリオン、大東鉄工、スーパーリージョナル、PFI・アール・テクノセンター、ゴビ、船井電機、レイトロク、エイビス、フューロワークス、日昭電器、キング通信工業、富士電機、イデアエクス、東海ゴム工業、シャープ、ビップ、東リ、旭光電機、NKワークス、ロジカルプロダクト | | | | | | |
| 移動支援 | 自立支援型 | 移動作業型 | マイスプーン | セコム | ・手の不自由な方の食事の自立を支援するロボット。利用者の操作で食事トレイの中の食物を口元まで運ぶことができる ・身体の状態にあった装置や操作モードを、それぞれ3種類から選べる | ・02年より販売開始 | ・購入:38万9千円~ ・レンタル(5年):6,405円/月~ | 【国内外】 300台 |
| | | 搭乗型 | ロデム | テムザック | ・ユニバーサルビークル ・体の向きを変えることなくベッドや便座等の間で移乗が可能。これまでの車椅子と違って、前からの移乗ではなく後ろから乗り込み、前傾姿勢をとって胸・膝・お尻で体重を支える ・健常者と視線の高さを合わせ違和感なく溶け込める | ・09年8月発表 ・国内ではなく海外先行での実用化もありえる | 数年後に、電動車椅子程度の50万円~70万円程度で実用化を目指す | - |
| | | 人間装着(密着)型 | HAL福祉用 | サイバーダイン 販売代理店: 大和ハウス工業 | ・脚に障がいを持つ方や、脚力が弱くなった方の脚力・歩行機能をサポートする ・人が動こうとすると発せられる、脳から筋肉へ伝達される微弱な生体電位信号を皮膚表面センサーにより検出し、装着者の意思を反映した信号に基づいて動作することで、装着者の動きを助ける | ・08年HAL福祉用のレンタル・リース販売を開始 ・人材育成に注力しており、レンタルをする際、安全使用講習会を必ず開催。講習会受講後、テストを受け、称号取得済みの人は福祉用HALで3000名 ・CEマーク取得済み ・13年ドイツの労災保険適応 | レンタル:初期導入費用40万円~ レンタル期間: 【単脚】6ヵ月:13万9千円~ 5年:11万8千円 【両脚】6ヵ月:18万8千円~15万8千円 | 【国内】 200施設/ 400台 |
| | | (リズム)歩行アシスト | ホンダ | ・人の歩行研究の蓄積をベースに開発された「協調制御技術」を採用。歩行時の股関節角度センサーの情報を基に制御コンピュータがモータを駆動することで、左右の足の振り出しと蹴り出しのタイミングの対称性を改善し、より楽な歩行を可能とする | ・99年研究開始 ・国立長寿医療研究センター(愛知県大府市)が13年より介護予防の効果を検証するプログラムを開始。40台のリズム歩行アシストを提供 | - | 【国内】 病院向けに、モニター使用の歩行アシスト100台を有償で貸し出す(13年5月) | |
| 【重点5分野導入促進事業/移動支援】9社(電気機械4社ほか) 菊池製作所、GMP創房、船井電機、カワムラサイクル、サイバーダイン、幸和製作所、弘前機械開発、アズビル、今仙技術研究所 | | | | | | | | |
| 排泄支援 | 介護者支援型 | 排泄介助 | マインレット爽(さわやか) | エヌウィック 販売代理店: 大和ハウス工業 | ・自動排泄処理ロボット ・寝たきりの高齢者の排泄介護の負担が軽減されるだけでなく、要介護者自身の排泄感も爽やか | ・06年「マインレット夢」を商品化し、250台製造 ・11年「マインレット爽」を完成 ・12年介護保険の福祉用具貸与品目の適用となる | 本体・付属品一式 59万8千円 | - |
| | | エバケーター | テクニカル電子 | ・自動排泄処理ロボット ・おむつが不要 | ・00年開発完了 ・12年介護保険の福祉用具貸与商品の適応を受ける | 本体一式価格 58万円 | - | |
| | | ヒューマニー | ユニ・チャーム ヒューマンケア | ・尿吸引ロボ ・パッド内に内蔵されたセンサーが尿を検知し、タンクに自動吸引する ・肌がぬれず、夜間のおむつ交換を無くすることが可能 | ・12年介護保険の福祉用具貸与商品の適応を受ける | 本体 9万5千円 チューブ・タンクセット 3万円 | - | |
| 【重点5分野導入促進事業/排泄支援】5社(化学1社ほか) 積水ホームテクノ、TOTO、アロン化成、酒井医療、スマイル介護機器 | | | | | | | | |
| 入浴支援 | 入浴支援 | - | マッスル | ・要介護者の入浴時の動作を補助 | ・14年積水ハウスと連携し、実証実験を開始予定 | 2015年末販売予定 | - | |
| 移乗介助 (装着・非装着) | 移乗介助 | ロボティックベッド | パナソニック | ・電動ケアベッドと電動車いすの融合 ・利用者は自らの意思でベッドと車いす間の移動を自在に行える ・14年2月、最新シリーズ「リジョーネ」が生活支援ロボット国際安全規格(ISO13482)を取得 | ・09年9月発表 | 2014年4月より100万円程度 | モニター販売実施中 | |
| | | 【重点5分野導入促進事業/移乗介助(装着・非装着)】11社(電気機械2社、自動車2社) スマートサポート、サイバーダイン、菊池製作所、LLPアトムプロジェクト、富士機械製造、東海ゴム工業、トヨタ自動車、マッスル、積水ホームテクノ、パナソニック、安川電機 | | | | | | |

(備考) 各種資料(主な製品は販売・貸出実績、販売見込を有する物)、経産省「ロボット介護機器開発・導入促進」などより作成

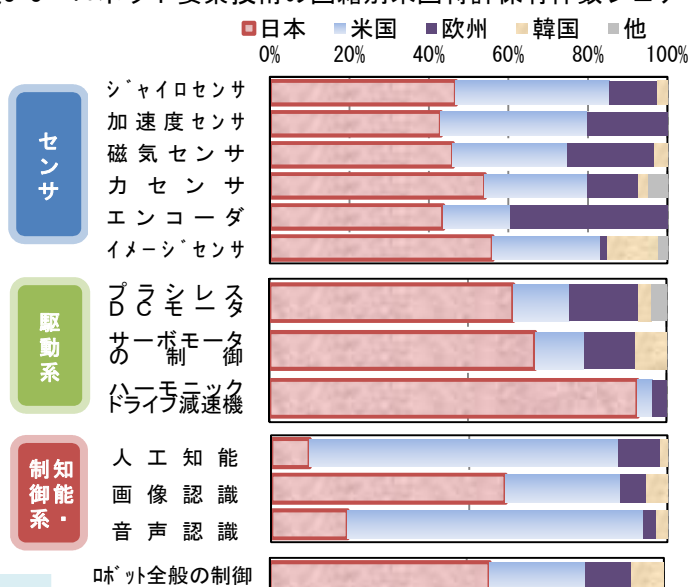
3. わが国における介護ロボット開発の強み

- ・ 高度な技術が集積するロボットの開発のためには、①センサ、②駆動系、③知能・制御系、という3つの要素技術とそれらを擦り合わせる必要があるが（図表3-1）、わが国は、これらの要素技術に高い競争力を有していることに加え、自動車産業や電機産業などで培われた優れた技術を活用することが可能であるという点で、潜在的な強みを有する。
- ・ （独）科学技術振興機構研究開発戦略センターによる「科学技術・研究開発の国際比較」によれば、電子情報通信分野（大分類）の技術要素全65項目のうち、ロボティクス分野（中分類）における「センシング・認知」および「アクチュエータ・メカニズム」の2項目を含む8項目で、日本が1位の評価を得ている（図表3-2）。実際、国籍別に特許の保有件数を確認すると「センサ」、「駆動系」などでわが国のシェアが5割を超える場合が多く、優位性が確認できる（図表3-3）。
- ・ わが国で開発・実用化が先行している2つのロボットについてみると、例えば、現在世界30カ国以上で約3,000体が利用されており、米国では医療機器として承認されている人工知能を搭載したアザラシ型ロボット「パロ」には、光センサや触覚センサなど計20箇所にセンサが搭載されているほか、知的静音型アクチュエータが、首、足、目など7箇所に組み込まれている（図表3-4）。このアクチュエータは、パロ向けに特注で開発されたものであり、負荷が大きくなっても音が出ないため、ロボットとして認識されにくい点がパロの強みとなっている。その他、高度学習機能（名前に反応するなど）を有する人工知能を搭載している。
- ・ パロの製造に当たっては、80社以上のメーカーから部材を調達しているが、携帯電話に用いられるコンパクトで軽量化された電子部品や、高級車やハイブリット車向けの部材を製造する最先端の製造ラインで製造される高密度の6層のプリント基板など、自動車産業や電機産業で培われた高度な技術が各所に活かされている。
- ・ また、「ロボットスーツHAL」には、身体を動かそうとする時に皮膚表面に現れる微少な生体電位を検出する生体電位センサ、関節角度を測定する角度センサ、重心の位置を検出する床反力センサ等が搭載されているほか、生体電位信号を検出し、人間の思い通りに動作する「サイバニック随意制御システム」と、人間のような動作を実現する「サイバニック自律制御システム」の二つの制御系の技術が組み込まれており、わが国の高度な要素技術の集積が優れた製品として結実したものと言える。
- ・ 両製品とも既に、欧州における認証規格であるCEマークを取得し、EU域内で医療機器としての販売が可能となっているほか、ドイツではそれぞれ介護保険や労災保険の適用も受けている。また、ロボットスーツHAL福祉用については、サービスロボットの国際安全規格のドラフト版であるISO/DIS 13482を2013年2月に世界で初めて取得しており、介護ロボットの産業化に向けて、世界に先駆けた取り組みを行っている。その後、2014年2月には、ISO13482が正式に発行された後、パナソニックの介護機器が世界に先駆けて同認証を取得している。

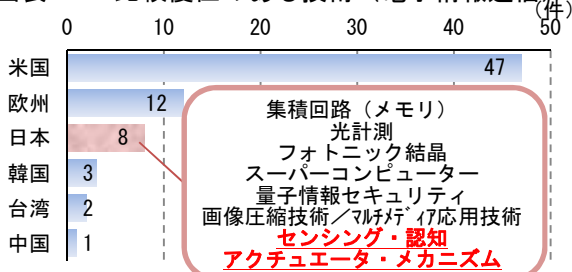
図表3-1 ロボット技術の3要素



図表3-3 ロボット要素技術の国籍別米国特許保有件数シェア



図表3-2 比較優位のある技術（電子情報通信）



図表3-4 パロに用いられている要素技術

| | | |
|--------|--------------------|--------------------|
| センサ | 視覚 | 光センサ 2箇所 |
| | 触覚 | 触覚センサ 12箇所 |
| | ひげ | 触覚センサ |
| | 平衡感覚 | 姿勢センサ |
| 駆動系 | 温度 | 温度センサ |
| | 知的静音型アクチュエータ | 7箇所（首2、前足2、後足1、目2） |
| 知能・制御系 | 名前をつけるとその名前に反応するなど | |

図表3-1 経済産業省「ロボットと共存する安全安心な社会システムの構築に向けて（平成22年9月）」

図表3-2 （独）科学技術振興機構研究開発戦略センター

「概要版科学技術・研究開発の国際比較 2011年版」

図表3-3 1. 知財情報サービス（株）データにより作成

2. 2013年6月末時点の米国特許保有数20件以上の企業

図表3-4 各種資料、ヒアリングにより作成

4. 北欧を活用した介護ロボット開発の取り組み

- ・介護ロボットの実用化を進める上で最も重要なことは、実際のユーザーが、リアルな実生活の環境の中でスムーズに使うことのできる、ユーザー目線に立った製品に仕立て上げることである、と言われている。そのためには、製品開発をラボの中で行うだけでは不十分であり、実際に介護ロボットが使用される個人宅や介護福祉施設などにおいて、要介護者など利用が想定される現実のユーザーの意見を聞いたり、開発中の機器を試してもらいながら、改良を重ねていくプロセスが必要不可欠であり、そのような実証実験を実施するテスト環境があることが極めて重要となる。
- ・一方、前頁でみたとおり、技術力では強みを持つわが国であるが、実用化に向けて必要となるテスト環境は十分に整っていないと言われている。そのような中、テスト環境の整っている北欧諸国を活用して実証実験を進め、製品の実用化へつなげようとする動きがわが国企業の中で多数出てきている。
- ・高福祉国家であるデンマークやスウェーデンでは、医療・介護に関わるサービスは、主に地方自治体を中心とした公的セクターにより実施されており、原則無料で国民に提供されている。しかしながら、高齢化に伴う介護従事者の労働力不足や財政負担の増加が懸念される中、高福祉制度を維持することが喫緊の課題となっており、介護ロボットの導入により、労働生産性向上とコスト削減を進めるとともに、介護従事者の負担を軽減し、テクノロジーを活用したよりよいサービスを提供することを目指している。このため、自国のロボット産業育成という観点に囚われることなく、世界各国で開発が進められている優れた介護ロボットを幅広く導入し、実用化を進めることで、自国民の利益に供することを最優先しており、導入へ向けた実証実験の場を各国企業に提供している。
- ・実際、図表4-1にある通り、前述のパロやHALが、開発の比較的初期の段階において、デンマークやスウェーデンにおいて実証実験を実施しているほか、足許では、ホンダやパナソニックなどの大企業や大阪大学、大阪市など、アカデミアや行政も、デンマークで介護ロボット開発のための実証実験を開始している。
- ・また、高齢者見守りロボット「ジラフ (Giraff)」を開発するジラフ・テクノロジー社は、もともと米国シリコンバレーにおいて起業されたベンチャー企業であるが、ジラフの開発過程において必要不可欠であった実証実験の場が、米国では十分に得られない、との判断のもと、スウェーデンのロボットクラスターであるロボットダレンに本社を移転し、ロボットの製品化を実現している。
- ・そのほか、韓国や中国の企業もデンマークやスウェーデンにおいて介護ロボットの実証実験を進めており、わが国企業をはじめとした各国の企業が、介護ロボットの実用化・製品化に向けて、デンマークやスウェーデンのテスト環境を積極的に活用した開発を行う動きが広がっている。

図表4-1 わが国の北欧などを活用した実証実験の取り組み状況

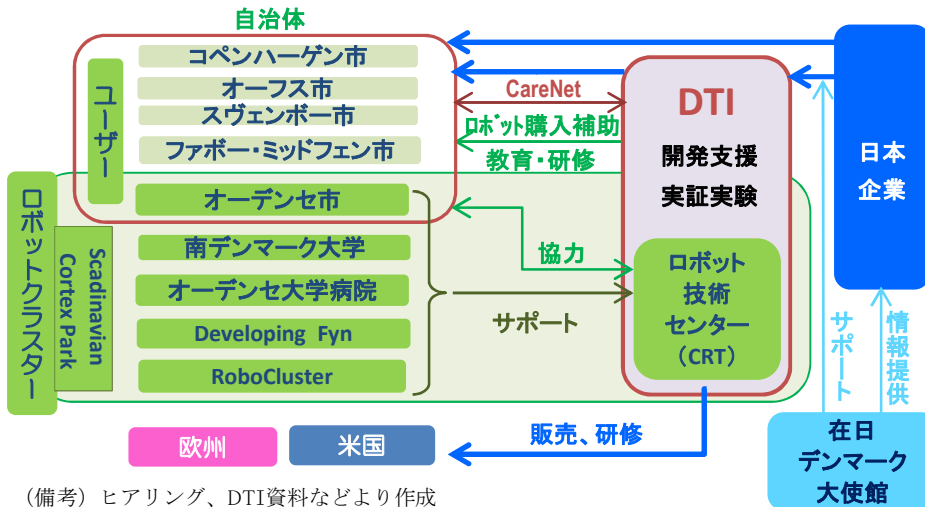
| 製品名〔機関名〕 | 国名 | 内容 |
|--|--------|---|
| パロ 知能システム/ 産業技術総合研究所 | デンマーク | ・07年 高齢者在宅介護の促進を目的とする国家プロジェクト「Be- safe」において12体のパロを導入し、ロボット・セラピーの実証実験を国立認知症センターで実施 ・08年 CEマーク取得 ・08年 DTIが窓口となり、パロの輸入販売や導入後の教育、メンテナンスなどのサービスを開始 |
| | スウェーデン | ・03年 カロリンスカ病院で実証実験開始 ・05年 スウェーデン国立障害研究所がパロを介護機器として認定するために実証実験を開始 |
| | ドイツ | ・実証実験実施 |
| | その他 | ・実証実験実施国: イタリア、フランス、オランダ、イギリス、米国、オーストラリア、ニュージーランド、香港、タイなど |
| HAL [サイバードesign] | デンマーク | ・08年 オーデンセ市で実証実験開始 ・09年 介護労働負担軽減プロジェクトのための基金(ABTファンド)活用し調印 ・10年 オーデンセ大学病院のリハビリセンターに導入され、リハビリテーションに伴う、労働負担軽減に関する試験を実施 |
| | スウェーデン | ・09年 カロリンスカ大学と共同研究の協定締結 ・10年 カロリンスカ大学のダンドリュー病院で実証実験開始(ロボットスーツの下半身部分を使ったリハビリテーションの効果などに関して) ・12年 Cyberdyne Sweden AB 設立。カロリンスカ大学と臨床試験実施(治験: 脊椎損傷や脳卒中の後遺症など)の協定締結 |
| | ドイツ | ・12年 ボーフム大学附属ベルクマンズハイル病院で治療に用いるための実証実験開始 ・13年 CEマーク取得 ・13年 ノルライン・ヴェストファーレン(NRW)州で実証実験開始 |
| | その他 | ・12年 ベルギーのルーバン・ラ・ヌーブ大学で実証実験開始 |
| マインレット爽 [エヌウィック] | デンマーク | ・08年 実証実験開始 ・13年 実証実験開始(予定) |
| ロボリア [テムザック] | デンマーク | ・11年 ファボー・ミッドフェン市にて、介護労働負担軽減プロジェクトのための基金(ABTファンド)を活用し実証実験開始 |
| ロデム [テムザック] | デンマーク | ・13年~14年 ファボー・ミッドフェン市にて実証実験開始(NEDO[新エネルギー・産業技術総合開発機構]プロジェクト) |
| 歩行アシスト [ホンダ] | デンマーク | ・13年 実証実験開始(コンソーシアム: 南デンマーク大学・オーデンセ大学病院、Developing Fyn、Scandinavian Cortex Parkなど) |
| ロボティックベッド [パナソニック] | デンマーク | ・11年 実証実験開始(コンソーシアム: オーデンセ市、オーフス市、オーフス大学病院、オーデンセ大学病院、ロトクラスターなど) |
| テレノイド [大阪大学/ATR] | デンマーク | ・11年 スウェンボー市や周辺機関と協力して、高齢者を対象とした長期的実験の実施。高齢者を癒す方法を調べる国家プロジェクトの一環として、200台のテレノイドを使用 |
| 手指関節リハビリロボット・ ハイブリッド訓練機 大阪市(地元企業2社 アルテクス/アクティリンク) | デンマーク | ・11年 在日デンマーク大使館との間で経済交流促進協定を締結 |
| | | ・11年 オーフス市の支援のもと、医療機器認証の取得に向け実証実験を開始 |

(備考) 各種資料、ヒアリングなどにより作成

5. デンマークにおける介護ロボットの取り組み（1）

- ・デンマークには、新技術開発とイノベーションを担う認定技術サービス機関（GTS機関。いずれも非営利組織）が9機関ある。そのうちのひとつで、介護福祉サービスなどの分野を担い、60名以上のロボット技術に関する専門職員を擁する「DTI（Danish Technological Institute）」が、オーデンセ市に立地するロボット技術センター（CRT：Center for Robot Technology）を拠点として、デンマーク国内における介護ロボットの導入・実用化の取り組みを進めている。
- ・具体的な活動としては、DTIの職員が、各国にある在外公館とも連携しながら、世界各国の優れた介護ロボットに関する情報収集を行い、有用と思われる技術・企業をデンマークに呼び込み、①ユーザーの視点に立ったデザイン、ビジネスモデル、ロボットシステムの開発支援、②ユーザーを巻き込んだリアルな現場での実証実験の場の提供、③実験結果の評価・取り纏めと自治体等への斡旋・補助金の拠出、④ロボットを導入する側などへの教育や研修の実施、などのサポートを行っている。
- ・このようなサポートを行うため、DTIは、CRT内に最新の介護ロボットの展示やリアルな実生活の環境での製品のテスト、評価を行う機能を備えた「CareLab」を開発するとともに、ロボットの開発側（企業、研究機関など）と利用側（自治体、介護福祉施設など）を繋ぐ役割を果たし、国内の約半数の自治体が加入する会員制組織「CareNet」を設立・運営している。また、CRTが立地しているScandinavian Cortex Park内には、南デンマーク大学、オーデンセ大学病院、Developing Fyn（フン島開発公社）などが集積し、世界的なロボットクラスターが形成されている（図表5-1、5-2）。
- ・また、オーフス市には、介護ロボットなど最新のテクノロジーをテストする実験室としての役割も担うリハビリ施設「Vikærgården」がある。施設内の個室全64室のうち12室が「Test Bed」として位置づけられており、典型的な個人宅のレイアウトを再現した室内に、音声コントロールできる設備や圧力を感知する床など、それぞれ異なる最新の介護関連テクノロジー機器を導入し、入居者の在宅復帰を支援するとともに、機器の実用化・性能向上に向けた実証実験を行っている（図表5-3）。

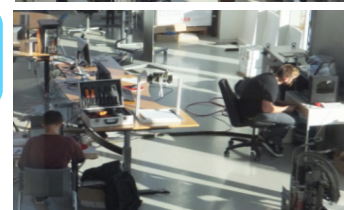
図表5-1 デンマークにおける介護ロボット導入・実用化に向けた取り組み体制



（備考）ヒアリング、DTI資料などより作成

図表5-2 DTI CareLab

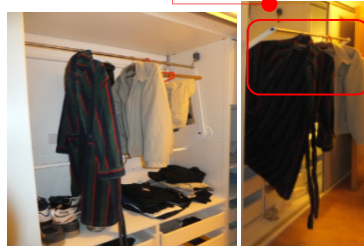
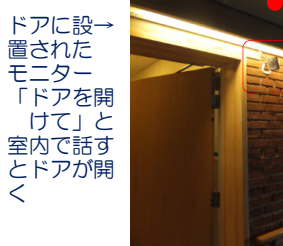
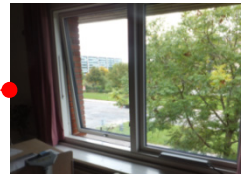
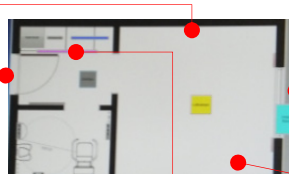
- ・約35の製品が展示され、年間1.6万人程度が訪れる
- ・製品のテスト、評価も実施
- ・ナーシングホームの一人住まいを想定したモデルルームもある



図表5-3 在宅復帰支援機能のあるリハビリ施設「Vikærgården」

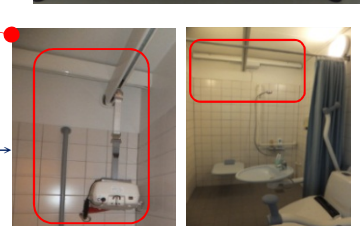
体が不自由な場合、在宅生活をサポートする機器。
↓使用者が言葉で様々な指示を出すことが可能

「窓を開けて」と室内で話すと窓が開く



指示を受けハンガー下がる。車椅子の場合でも使用できる

室内を自分で移動できるよう天井にリフトを設置。使用者の体重などの利用データの収集も可能



（備考）図表5-2、5-3 筆者撮影

6. デンマークにおける介護ロボットの取り組み（2）～ユーザー・ドリブン・イノベーション～

- ・わが国の企業がデンマークにおいて介護ロボットの開発を進める主なメリットとしては、①実証実験を通じたロボット技術、サービスの高度化や、②DTIとの連携による販路の確保・拡大と研修・メンテナンスなどのサポート機能の確保、などがあげられる。これまでに10社以上の日本企業が、在日デンマーク大使館による支援も受けながら、デンマークの各自治体やDTIとの連携によるロボット開発を実施している（前頁図表5-1）。
- ・前述の通り、介護ロボットの実用化を進める上で最も重要なことは、ユーザー目線に立った製品に仕立て上げることであるが、デンマークでは、国家政策によるイニシアティブもあり、ユーザーのニーズを出発点とした「ユーザー・ドリブン・イノベーション」によるイノベーション手法が浸透しており、わが国企業が実証実験をデンマークで実施することで、その優れた開発手法を取り込んで、介護ロボットの開発・実用化を進めることが可能になる。
- ・ユーザー・ドリブン・イノベーションを進める上で鍵となるのが、対象となるプロジェクトを評価して、改良・イノベーションに結びつけるための「評価手法」である。DTIでは、「技術」「エンドユーザー」「介護施設・親族」「経済性」という4つの観点からデータの収集と評価を行っている（図表6-1）。技術面だけでなく、エンドユーザーや介護従事者などの立場からみた観点を、技術面と同等の重要性をもって客観的に評価することが重要であり、とりわけ独自のスコアシステムなどを活用して、期待される経済的な効果を定量的に補足することが、イノベーションを実現する上で最大のポイントとなるが、デンマークでは、そのために必要となる評価手法やシステムが確立されている。
- ・例えばオーフス市は、DTIと同じくGTS機関の一つであり、ITとビジネスの橋渡しをする役割を担うAlexandra Instituteと共同で、タブレット端末上で利用できる評価アプリケーションを開発し、評価スキルのない人（エンドユーザーや介護施設職員など）でも、タブレット端末に表示されるチェックボックスをチェックするだけで、簡単に評価とデータの蓄積・分析ができるシステムを整え、前述の「Vikærgården」などの施設において活用している。
- ・また、DTIと連携することで、本来であれば個々のエンドユーザーや介護施設に対し、多大な費用と労力をかけて自ら実施しなければならないマーケティング活動を、いわばDTIが一括して担ってくれるため、迅速に販路を拡大することが可能となるだけでなく、欧州各国の販売代理店などとのネットワークを活用したデンマーク国外への販路拡大も期待できる（図表6-2）。
- ・DTIとの連携により、デンマークのみならず欧州各国への販路拡大に成功した代表事例として「パロ」があげられるが、その際に産業技術総合研究所とDTIが、パロの導入のための研修プログラムを開発し、ライセンスを付与する仕組みを構築し、デンマーク国内の介護施設や欧州各国の代理店向けに実施したことも、極めて重要な成功要因である。

図表6-1 ユーザー・ドリブン・イノベーションの評価手法

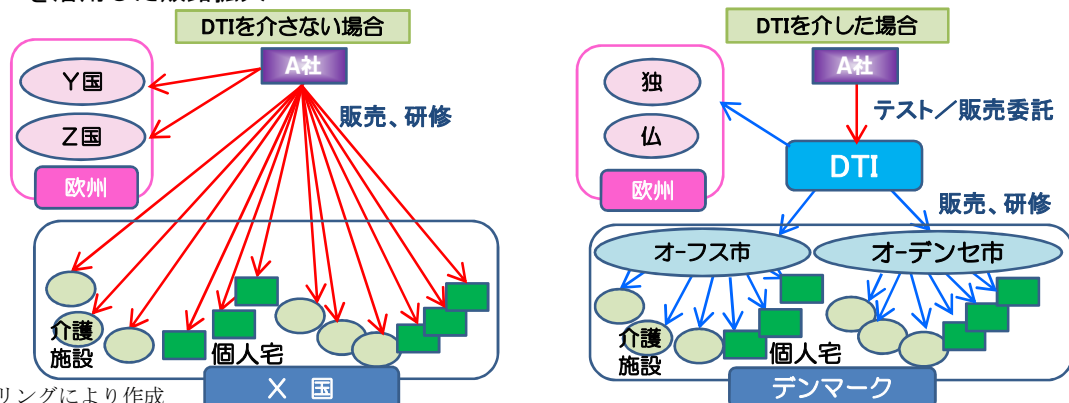
| 評価内容 | 項目 | データ収集方法 |
|--|---------|--|
| ・ 安定性、機能、ユーザーマニュアル、ホットラインの整備状況 ・ デザイン、ユーザーインターフェイス | 技術 | ・ 事例調査、ログブックや日々の作業記録の確認 ・ テクノロジー使用前後の検証 (ex.ロボット導入で時間短縮がどれくらいできたかなど) |
| ・ エンドユーザーの自立性及び独立性 ・ 生活の質の変化 | エンドユーザー | ・ エンドユーザーの行動研究(映像などによる) ・ エンドユーザーと介護従事者へのグループインタビュー |
| ・ 介護者従事者などへテクノロジーがどう動くのか(組織や文化への変化) ・ 介護従事者や親族の(作業)環境変化 | 介護施設・親族 | ・ ユーザーを訪問して聞き取り調査を実施(個人及びグループ) ・ マネージャー・ディレクターへのインタビュー |
| ・ コスト ・ 期待される費用削減効果 | 経済性 | ・ スコアシステムによる数値化 ・ 介護提供者、マネージャーへのインタビュー(データ収集のため) ・ (仮の)収支モデル作り |

経済性の評価実施事例

【ロボティックベッド(パナソニック)】 ・評価実施機関：Developing Fyn
 ・(一人当たり)年間の介護サービス提供金額 約5割の削減 [ロボットなし:243(クローネ) → ロボットあり:112(クローネ)]

図表6-2 DTIを活用した販路拡大

(備考) ヒアリング、DTI資料、Developing Fyn資料より作成

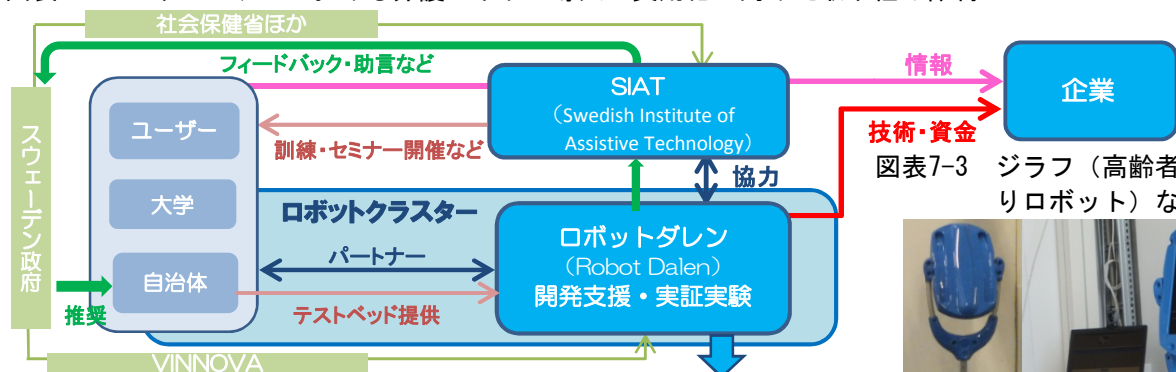


(備考) ヒアリングにより作成

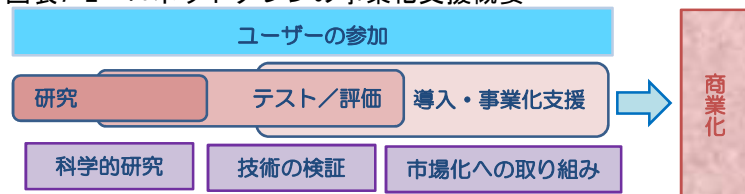
7. スウェーデンにおける介護ロボットの取り組み

- ・スウェーデンは、1982年の「社会サービス法」施行により、高齢者が住み慣れた地域で生活できる環境を整備することを掲げ、介護サービスで使用する高齢者向けの補助器具などの充実に向けた取り組みをいち早く開始している。
- ・その中心的な役割を担う「スウェーデン介護・福祉機器技術研究所（SIAT）」（政府機関）は、介護・福祉サービスに関するシステムやノウハウ、補助機具などに関する情報収集と提供、安全基準・商品規格の策定などを担っており、介護ロボットについても、マーケット動向や開発動向、ユーザーが必要となる機能や要素の把握などに取り組むとともに、ユーザーがロボットを利用するための訓練やユーザー向けのセミナーの開催などを実施している（図表7-1）。
- ・また、ロボット開発のイノベーションセンターである「ロボットダレン」（非営利機関）が、「イノベーションシステム庁（VINNOVA）」やEUの「欧州地域開発基金（European Regional Development Fund）」などから資金提供を受けながら、新しいロボット技術の研究開発やベンチャー企業などによるロボット製品の実用化を支援するインキュベーター的な役割を担っており、両機関が、情報および技術・資金というそれぞれの側面からわが国企業も含めた国内外の企業へのサポートを実施し、トップイノベーションを起こすことを目指している。
- ・スウェーデンにおいても、デンマークと同様に、ユーザーニーズに基づくイノベーションが重視されており、ユーザーのニーズや期待に応えようとするのが、結果的に製品の品質向上と競争力強化につながり、商業性を確保するとともに、ユーザーの生活の質を引き上げる、との考えに基づき、基礎研究からテスト/評価、導入・事業化支援に渡る全ての製品開発段階において、エンドユーザーを必ず巻き込んだ形でのイノベーションを推進している（図表7-2）。
- ・このため、SIATはアドバイス機関として、介護・福祉施設の役職員から成る「ユーザー評議会」を設置するとともに、エンドユーザー向けのアンケート調査などを実施し、ユーザーの声を汲み上げており、一方、ロボットダレンにおいても、パートナーである複数の自治体の協力を得つつ、実際の介護・福祉施設などを「リアルライフ・テストベッド」として位置づけ、エンドユーザーを巻き込んだ実証実験を行う仕組みと体制を整えている。
- ・このようなイノベーション環境を求めて、米国のシリコンバレーより移転した企業（ジラフ・テクノロジー社 [前述]）もある。当社が移転を決めた理由は、テストベッドの活用により、実証実験のコストを削減できることに加えて、設立時のファイナンスサポート、大学からの技術スタッフの派遣、などを受けられたためである。移転後、ロボットダレンのみならず、4つのEUプロジェクトの採択を受け、これまでに累計約100体の「ジラフ」を欧州市場を中心に出荷している（図表7-3）。また、最近では、2012年にわが国のサイバーダイン社も現地法人を設立している。
- ・ロボットダレンにおいて開発された介護ロボットについては、SIATが客観的に評価を行い、第三者的な中立の立場から政府に対してフィードバックを行うことで、政府から各自治体への推奨を通じて、当該介護ロボットが国内に広く導入される道筋が用意されている。また、CEマークの取得や米国におけるFDA認可の取得についてサポートを受けることもでき、欧米市場への販路拡大に向けたゲートウェイとして活用することも可能である。

図表7-1 スウェーデンにおける介護ロボット導入・実用化に向けた取り組み体制



図表7-2 ロボットダレンの事業化支援概要



(備考) 図表7-1、7-2 ヒアリング、SIAT、Robot Dalen資料より作成

図表7-3 ジラフ（高齢者見守りロボット）など



(備考) 筆者撮影 ↑ロボットダレン内部

8. わが国介護ロボット産業の発展に向けた課題と展望

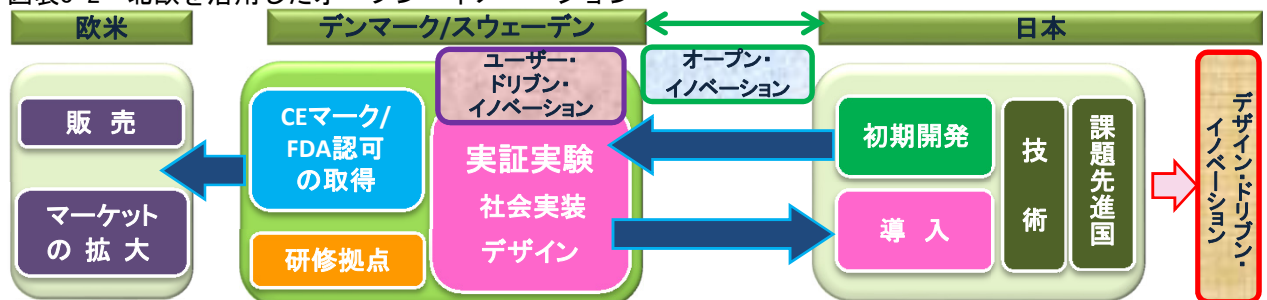
- ・わが国が、自動車産業や電機産業などで培ってきた優れた要素技術に根ざした潜在的な強みを十分に発揮し、介護ロボット産業を発展させるためには、北欧諸国にみられるような「ユーザー・ドリブン・イノベーション」によるロボット開発を進めることで、エンドユーザーに受け入れられる実用的なロボットを開発することが重要である。そのためには、実証実験のためのテスト環境を整えることが必要不可欠であるが、現時点では、ロボットに対する抵抗感や、安全性に不安がある、従業員の工数とノウハウが不足している、などの理由により、実証実験の実施についての理解や協力を得ることのできる介護・福祉施設は極めて限定的である。
- ・一方、開発された介護ロボットを広く普及させるためにも、ロボット導入について、施設運営者や介護従事者などの理解・協力を得ることは必要不可欠であり、そのためには、安全基準の確立、導入しやすい価格設定や導入コストの支援、経済性やエンドユーザーおよび介護従事者にとってのメリットの見える化、導入時の教育・研修体制の整備などを、国や自治体など多岐にわたる関係者の協力を得ながら進めていくことが求められる（図表8-1）。
- ・足許では、国や一部の自治体の施策により、実証実験や介護ロボット導入に向けた支援が行われているほか（図表1-6、1-7）、ロボット開発事業者と介護・福祉施設運営事業者との提携により、実証実験のためのテスト環境を確保する試みも行われているが、限定的な取り組みにとどまっている。
- ・米国や韓国などが、グローバルな市場での展開を前提に、政策的に介護ロボットの開発を進めている中、わが国介護ロボット産業の中長期的な発展を促すためには、わが国における社会実装と欧米諸国などへの販路拡大の道筋をいち早くつける必要がある。そのためには、既に「ユーザー・ドリブン・イノベーション」による開発環境が整っているデンマークやスウェーデンなどの北欧諸国を活用したオープン・イノベーションを進めることで、ユーザーを巻き込んだロボット開発と欧米諸国などへの販路拡大を効率的に実現することも、より積極的に検討する価値があろう。その際、開発のできるだけ初期の段階からオープン・イノベーションを進めることができれば、機能的かつ審美的なデザイン力に定評のある北欧諸国のリソースを最大限に活用することもできるであろう（図表8-2）。
- ・ただし、居住環境や文化の違いなどから、北欧での実証実験を踏まえた製品がそのままの形では日本のマーケットで受け入れられないケースもあると思われる。そのような場合、ユーザー自身が認識している顕在化されたニーズをベースに製品開発を行う「ユーザー・ドリブン・イノベーション」を超えて、わが国のユーザーが何を求めているのかを観察し、ユーザーも気づいていない本質的・潜在的なニーズの要素を見極めた上で、全く新しい革新的な付加価値を提供する「デザイン・ドリブン・イノベーション」による開発を実現していく必要もあるであろう。将来的には、世界に先駆けて社会の高齢化が進む課題先進国としてのわが国の特性と優れた技術力を最大限に活用することで「デザイン・ドリブン・イノベーション」を実践し、世界に先駆けた革新的な介護ロボットとサービスを生み出していくことが期待される。

図表8-1 介護ロボット実用化に向けた課題・問題点及び今後必要となる取り組み

| 課題・問題点 | 今後必要となる取り組み |
|---|---|
| ■ 現場(介護施設など)での実証実験のためのテスト環境が不十分 なため、ユーザーが使い易いロボットデザインの取り込みができていない | ■ 国、自治体のイニシアティブ、(メーカーなどと)介護施設との提携などによる実証実験の場の提供 ■ (開発メーカーと現場を繋ぐ)プロモーター、コーディネータ的な人材育成 |
| ■ 評価手法が未整備 かつ共有化も図られていないため、経済性やエンドユーザー、介護従事者にとってのメリットが見える化されていない。そのため、施設側などでロボットを導入するインセンティブがわからない | ■ 評価手法の確立、共有化によるメリットの見える化 ■ ITを活用した評価システム・プラットフォームの導入 |
| ■ 介護ロボット製品に関する 安全性が確認できない | ■ 介護ロボットに関連した安全基準や法律などの策定 ■ CEマーク、ISOなどの認証の取得促進 ■ (民間)保険制度の整備 |
| ■ 介護ロボットを現場で運用できる 人材の不足 | ■ 介護職のキャリアパスの仕組みづくりなどによる人材育成 ■ 介護ロボットに関連した研修の実施、研修拠点の整備など |
| ■ 介護ロボットの 価格が高い | ■ 介護ロボットの導入しやすい価格設定や導入コストの支援 ■ 介護ロボットの保険対象拡大 |

図表8-2 北欧を活用したオープン・イノベーション

(備考) 各種資料により作成



(備考) DBJ作成

[産業調査部 植村 佳代]

- ・本資料は、著作物であり、著作権法に基づき保護されています。著作権法の定めに従い、引用する際は、必ず出所：日本政策投資銀行と明記して下さい。
- ・本資料の全文または一部を転載・複製する際は著作権者の許諾が必要ですので、当行までご連絡下さい。

お問い合わせ先 株式会社日本政策投資銀行 産業調査部
Tel: 03-3244-1840
E-mail: report@dbj.jp