

### 第3部 参考資料（委員会講演録）

## 1. サービス・ロボットの現状と展望

東京大学 人工物工学研究センター サービス工学研究部門 教授 浅間一

(2009年7月21日)

### 1. ロボットとは何か

#### (1) ロボットの種類

ロボットはその用途から大きく「製造業用ロボット」と「非製造業用ロボット」の2つに分類することができる。製造業用ロボットとは、主に「産業用ロボット」と呼ばれるもので、加工・溶接・塗装・組立・検査といった生産技術に使われるようなものであり、家電や自動車等、様々な生産に利用されている。一方、非製造業用ロボットは、産業用ロボットに対比して主に「サービスロボット」と呼ばれることが多いが、具体的にはオフィスロボット、消防・防災ロボット、土木・建築用ロボット、原子力用ロボット、宇宙用ロボット、運輸・倉庫用ロボット、ゴミ処理・清掃ロボット、サービス用ロボット、ライフメンテナンスロボット、医療・福祉ロボット、教育・アミューズメント支援ロボット、ホームロボットなどがある。これらは我々の生活を支援したり、社会参加を支援したりするものである。また、自律・移動型ロボットという自ら判断して動くロボットだけではなく、遠隔操作で動くロボットや、人の動きをアシストして動くようなロボットも存在する（図表1）。

これまでに産業用ロボット以外でどのようなロボットが開発されてきたか、いくつかご紹介すると、セラピーロボット（(独)産業技術総合研究所が開発した、アザラシをモデルにした「パロ」等）、掃除ロボット（アイロボット社が開発した家庭用の「ルンバ」や、富士重工業が開発したビル清掃用ロボット等）、様々なサービスをするサービスロボット、ダンスロボット、案内ロボット、介護用ロボット、手術ロボット、人のかたちをしたヒューマノイドロボット、建設・土木作業用ロボット、地雷探査・除去ロボット、レスキューロボット、遠隔操作ロボットなどがある。

#### (2) ロボットの構造

ロボットは基本的にいくつかの要素から構成されており、ホンダのASIMOを例にとると、移動機構や、腕、手を持ち、また様々なセンサを持ち、そこから得られる情報を使って環境認識したり、動作を計画したりするための情報処理系＝人間でいうところの脳にあたるものを持っている。また自立して動くためにはコンセントから電源を引っ張るということではなく、ロボット自身にバッテリーを搭載することが要求されている。その他に通信系、内部での処理のための通信系もあるが、外部との通信のための通信系も持っており、それは例えば人間が外から遠隔操作をするときに重要になる（図表2）。

#### (3) ロボットとRT（ロボット技術）

ロボットは未定義語であるがゆえに、実は誤解を招きやすい言葉である。ロボットといったときに、ある人は産業用ロボットを想像し、ある人はヒューマノイドロボットを想像し、ある人はパワーアシストスーツのようなものを想像する、といったように、人によって異なるイメージを

抱きやすい。そこで、「ロボット」と「RT (Robot Technology : ロボット技術)」という言葉について、私なりに整理したものについて、まずはきちんと説明させていただきたいと思う。

ロボットとRTを説明する前に、まず比較のためにIT(情報技術)と計算機の関係から説明する。計算機というのはプロセッサとかメモリとかハードディスクとかいろいろな要素を内蔵した1つのマシーンを指す言葉であるが、ITは情報処理機能を内蔵させた応用システム全体を指す言葉となっている。つまり、ITは計算機を含んだ広い概念となっている。一方、ロボットにはRTという言葉があり、これはいわゆるロボットだけではなく、ロボットの要素であるセンシング機能や動作機構・制御機能を内蔵させた応用システム全体を指す言葉となっている。RTというのは1.(1)で説明したロボットのようなものだけに应用されているものではなく、輸送機械、製造機械、建設機械、医療福祉機器などの中にも应用されているものである。なお、RTに対する他の定義としては“「センサ」、「知能・制御系」及び「駆動系」の3つの要素技術があるもの(ロボット政策研究会、経済産業省)”、“センサ、知能・制御系、駆動系の3つの技術要素を有する知能化した機械システム(「今年のロボット」大賞、経済産業省)”等がある。

また、ロボットというところにある単体の機械のようなものを想像しがちであるが、最近では環境知能化、空間知能化、英語ではSmart Room、Robotic Room、Intelligent Spaceと呼ばれる、環境全体をロボット化するようなことも研究されている。様々なセンサを部屋中に配置して、アクチュエータや、いろいろな情報を提示するようなスピーカやプロジェクタ等のデバイスをつけて、人がまさにロボットの体内で生活しているような環境を作り出し、その中で人がサービスを受けるといった技術開発もなされている。この場合、ロボット自体を知能化するというだけではなく、環境全体をロボット化する、知能化するということになる(図表3,4)。

#### (4)RTを構成するもの

RTは、ハードウェアでいうとプロセッサ、センサ、エフェクタ、アクチュエータというようなものから構成され、何らかの構造を持っている。ソフトウェアからいうと何らかのアルゴリズムが搭載されていて、アーキテクチャの上にそれが構成されて動くということになっている。ここでは情報処理や計測、制御といった技術が必要になってくるが、それらを支えるものは、1つ1つのデバイスといった要素技術と、それらをシステムとしてどうインテグレートするかというシステム化技術の組み合わせということになる。特にシステム化技術という部分は非常に難しい部分である。これは、ニーズに応じてどういうソリューションを技術的に提供するかということ design することであり、これがロボットの1つの特徴的な技術となっている。

多くの場合、RTというのは、ニーズ指向であり、「こんなものができたから何か使えないか」ではなく、むしろ「こういうRTが必要だ」というところから研究開発がスタートしているケースがほとんどである。

## 2. RT、ロボット産業と日本

### (1)世界における優位性

日本はITにおいては完全に米国に先を越されたが、RTは日本のお家芸的なものとなっている。RTを重点化することによって、日本独自の技術を持ちながら、それをいかにして産業に結び付けていくかということが、重要なポイントと思う。

日本の産業用ロボットに関していうと、稼働台数は約 35 万台(2006 年、International Federation of Robotics 統計)、出荷額も約 7,200 億円/年(2007 年、(社)日本ロボット工業会統計)と世界 1 位である。両者ともに世界 1 位の状態をキープし続けている。

研究開発においても、論文数、研究者数ともに世界最高峰である。(社)日本機械学会のロボティクス・メカトロニクス部門が主催する講演会では、2009 年も参加者が約 1,500 人、論文発表が約 1,000 件に達している。1 つの国の中でそれだけの研究者と論文が集まる会議は他に存在しない。なお、最近のロボティクス・メカトロニクス講演会のテーマとしては、安全・安心や、生活支援、豊かな生活、豊かな社会、などが主流になっている。

また若手の育成に関しても、いろんな日本発のロボット競技会があり、NHK 主催の学生を競わせる「ロボコン」、ロボットでサッカーをしたり、レスキューしたりする「ロボカップ」(今は国際的な競技会となっている)、ロボットで格闘技をする「ロボワン」、ロボット版のオリンピックであり様々な種目がある「ロボットグランプリ」などがある。

## (2) 日本のロボット産業と将来市場予測

日本のロボット産業は出荷額で年間 5,000~7,000 億円の規模といわれる。この数字をみて、「ロボットなんて所詮その程度のものか」と言われることも多いが、実はこの数字はあくまでもロボット産業という既存の産業分類で計上される数字に過ぎず、例えばすし屋ですしを握っているロボット等は食品産業で計上されるため、ここに含まれていない。ロボット産業として計上できるものは、非常に限られていて、産業用ロボットや、チップマウンターという、チップを組み付けるような機器などに限られている点に留意が必要である。

(社)日本ロボット工業会の需要予測によると、その産業用ロボットに限っても機能が高度化することにより 2030 年頃には 4.7 兆円程度の市場規模になると予想されている。しかしそれ以外の生活・サービス分野や安心・安全公共分野といった市場も大きく伸び、RT 全体で 2030 年には 10 兆円近い市場となることが予想されている。とはいえ、現状において、生活・サービス分野や安心・安全公共分野はほとんど産業化されておらず、ここを今後いかにして伸ばしていくかということが重要になる(図表 5)。

## (3) RT、ロボット産業に対する国のスタンス

RT について、2006 年 3 月に閣議決定された「第 3 期科学技術基本計画」では、重点推進 4 分野の 1 つの情報通信の中に盛り込まれている。また、経済産業省が 2004 年に策定した「新産業創造戦略」においても、先端的な新産業分野 7 つの中の 1 つとしてロボット産業が取り上げられている。また同戦略の策定を受け、同省では、今までの技術の延長線上としてどうかたちで今後技術が発展するか、あるいはさせるべきか、ということを分野ごとにまとめた「技術戦略マップ」と呼ばれるものを作成しているが、ロボットについては、種類ごとに、目的・必要機能、技術分類、要素技術が整理されている。また、同マップでは生活支援ロボットや自立支援ロボットのイメージ像が描かれている(図表 6, 7, 8)

## 3. 国のロボット関連プロジェクト

### (1) 経済産業省のプロジェクト

### ①各種プロジェクト立ち上げの経緯

経済産業省の主だったプロジェクトを紹介させていただく前に、どういう議論の下に各種のプロジェクトが立ち上がってきたのかを説明させていただく。

工学院大学前学長の三浦宏文氏と(独)産業技術総合研究所や首都大学東京におられた谷江和雄氏(故人)がロボット関係のプロジェクトの様々なプランニングをされた。そして、これからのロボット産業は大量生産向きのロボットだけではなく、多品種少量生産向きのロボットも構築していく必要があると唱えるとともに、ロボットが産業になりにくいのは、オーダーメイドが基本であり、非常にコストがかかることが原因の1つであるが、それを解決するための1つの方法として、“ハードウェア、ソフトウェアのいずれの要素もモジュール化する”というアイデアが生みだされた。モジュールを(場合によっては研究機関がシーズを提供して)メーカーが作る、そしてそのモジュールをシステムインテグレーションする組織ができれば、ロボットを作る都度、新たに設計しなおして、全部の要素から作り始めるということをしなくても済むようになり、コストダウンにつながる。またレゴのようにモジュールを組み立てることでシステムを構築することができるようになり、いろいろな用途、いろいろな環境に応じて、簡単に迅速にロボットシステムを作りあげることができるようになる(図表9)。

この考えに基づき、共通通信プロトコルを開発するプロジェクト、共通のモジュール(ハードウェア、ソフトウェア)を開発するプロジェクト、モジュールをシステムインテグレーションしやすい環境を実現するソフトウェア=ミドルウェアを開発するプロジェクト、等が立ち上がった。

### ②RT ミドルウェアプロジェクト

モジュールをシステムインテグレーションしやすい環境を実現するソフトウェア=ミドルウェアを開発するプロジェクトである。ミドルウェアというのは普通のソフトウェアとは違い、様々なソフトウェアを共通のプロトコルによって統合する、そのためのソフトウェアのことを言う。RT ミドルウェアは、(独)産業技術総合研究所を中心にでき上がりつつあり、その成果を活かしたプロジェクトも複数立ち上がっている。

### ③次世代ロボット共通基盤開発プロジェクト

画像認識や音声認識、運動制御、これらはいろいろなロボットを作る際に必要とされる機能であるので、共通基盤になるようなハードウェアモジュールを作って、一般に提供できるようにしようとするプロジェクトである。

### ④戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト

このプロジェクトは、ミッションベースのプロジェクトである。漠然とした研究開発だけではなく、具体的なミッションを決めて、例えば、レスキューであれば、地下街を遠隔操作で人が歩く速度以上で700メートルロボットを走行させて、そこから得られた画像情報をリアルタイムに遠隔地に送る、といったような研究開発を行っている。実は米国ではこうしたミッションベースのプロジェクトが数多く行われている。本プロジェクトでは、米国に倣い、同じミッションを何社かにやらせて3年目に評価し、最も優れた成果を挙げたプロジェクトを継続させる、という競争的運営方法を採用している。これは日本のプロジェクトとしては新規な方法であり、競争というものが上手く作用しており、ポテンシャルの高い技術開発が行われている。

このプロジェクトはサービスロボット分野だけでなく、次世代産業用ロボット分野、特殊環境用（レスキュー等）ロボット分野の3つの分野において行われている。

#### ⑤次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト

ソフトウェアを再利用性の高い性質を持つものにモジュール化しておいて、それらを組み合わせてシステムを構築しようというプロジェクトである。各コンソーシアム間でモジュールを融通しあうことが推奨されている。

### (2)内閣府のプロジェクト

#### ①科学技術連携施策群

各省庁でいろいろなロボットのプロジェクトが走っており（ネットワークロボットは総務省、建設ロボットは国土交通省、果樹摘取ロボットは農林水産省、災害復旧ロボットは文部科学省と消防庁、介護支援ロボットは経済産業省）、こうした状況に対し、総合科学技術会議の場で、お互いのRTを融通しあうことはできないのか、重複して国が投資を行っているようなことはないのか、ということが問題となり、調査が行われた。その結果、重複というよりもむしろ省庁間のRTの共通基盤、共通プラットフォームのようなもの＝「次世代ロボット共通プラットフォーム技術」が存在していないことが問題で、それを構築することが重要ではないか、ということになり、各種プロジェクトが走り出した（**図表 10**）。（独）産業技術総合研究所を中心としたソフトウェア基盤の構築を目指したプロジェクト、街全体をロボットが動きやすいように環境側を整備する＝環境情報構造化するプロジェクト、施設内を環境構造化するプロジェクト、作業空間を環境情報構造化するプロジェクト、といった4つが主なプロジェクトとなっている。

### (3)国土交通省のプロジェクト

#### ①建設施工におけるRTの開発・普及（ロボット等によるIT施工システム）

災害現場や二次災害が問題になるような現場に、無人の施工機械を送り、それを遠隔制御しながら災害復旧するという技術開発を行うプロジェクトである。RTを使って建機を直接制御したり、あるいは運転台に設置したロボットを遠隔制御して作業するといったことを目指した技術開発が行われた。これらは雲仙普賢岳等で実際に運用されている。このプロジェクトは、その自律機能を高めようとするものである。

なお、人を機械ないしはロボットで救出することは現行の法規上はできない。人を実際に救うことができるのはレスキュー隊員のみであり、機械は人を傷つける恐れがあるので認可されないという状況である。このような規制上の問題も、ロボット導入の阻害要因に絡んでいる。

### (4)総務省のプロジェクト

#### ①ネットワークロボットプロジェクト

これは環境知能化も含めて、実際にリアルに動くロボットや、仮想空間上でのロボット、環境に埋め込まれたセンサなどをネットワークで結び、サービスを提供しようという研究開発プロジェクトである。

## (5) 文部科学省のプロジェクト

### ①大都市大震災軽減化特別プロジェクト（大大特）

大都市において大震災が発生した際に、被災者も含めた被災地の情報をいち早く、収集・統合・活用するための、IT・RT 技術開発のプロジェクトである。阪神淡路大震災の時に 6,000 人以上の方が亡くなられたわけだが、人の生存率は 72 時間を過ぎると急激に低下するので、その 72 時間以内にかに救出できるかというのが重要なミッションとなる。実際に人がどこにいるかわかればそこにレスキュー隊員なりを派遣することができるわけだが、実際に人がどこに埋まっているかというのは現場では非常にわかりにくい。そこでなんとかロボットを活用し、そのような情報収集をするための様々な研究開発が行われた。

## (6) 過去から現在に至る国のロボットプロジェクトの大まかな流れ

過去から現在に至る国のロボットプロジェクトの大まかな流れ、歴史を図示したものが図表 11 である。

かつて、社会的ニーズの強い、原子力や災害対策、水中などで働く極限作業ロボットについての経済産業省のプロジェクトがあった。当時としては画期的なものではあったが、機能上の問題、安定性の問題、コスト上の問題から実用に耐えられるロボットを実現することはできなかった。その後のプロジェクトはそこでの反省を踏まえて立案されている。

新産業創造という観点からは、個別の様々なプロジェクトが走っていたが、共通性・再利用性が不十分であることから、前述の通り、その解決に向け新たなプロジェクトが走り出している。また、2005 年開催の愛知万博を契機に安全性にまつわる様々な問題も明らかとなり、それを解決するためのプロジェクトも開始されている。

## 4. 注目されている RT の諸分野

### (1) ナノ・マイクロメカトロニクス

ナノ・マイクロメカトロニクスとは、小さいスケールで何かをセンシングしたり、ハンドリングしたりするような技術のことである。例えば体の中に入れるロボットの開発や、加工機を使わずリソグラフィーのようなエッチング等の半導体製造技術を使ってメカニカルなデバイスを作るような技術開発が進められている。

### (2) ヒューマノイド

日本で研究が活発なのがこのヒューマノイドである。外国からは「なぜ日本はヒューマノイドの開発にそんなにお金を使っているのか」という目で見られているところもあるが、鉄腕アトムへの夢とでもいうような文化が日本にはある。技術的には非常に難しいものがあるが、多くの日本人の研究者がチャレンジしている。

### (3) 脚式移動技術

2 脚以外にもいろいろな脚式のロボットの開発が進められている。また受動歩行も最近研究が活発であり、これはロボットの各関節にモータ等のアクチュエータを組み込まなくても動くよう

にするというものである。人間も歩く際、常に各関節をダイナミックに動かしているわけではなく、この受動歩行を上手く活用し、エネルギーをセーブしながら歩行していることがわかってきている。

#### (4) 車輪移動技術

車輪移動技術はここ数年急速に進歩している。現在スタンフォード大学にいる Sebastian Thrun 氏が SLAM (Simultaneous Localization And Mapping : 自己位置同定と地図生成) という概念と技術を開発し、車輪型の移動ロボットが未知の環境を走破できる技術を確認しつつある。通常は地図があれば自分の位置がわかる、自分の位置がわかれば地図が作れるという、鶏と卵のような関係にある問題を、確率論を使って両方同時に解くという技術である。彼は DARPA (国防総省高等研究計画局) が 2005 年に行った、無人ロボット車によるレース「Grand Challenge」で優勝し、多額の賞金を手にし、それをもとに技術レベルを高めた。米国らしい施策と言える。

#### (5) フィールドロボティクス

レスキューも含めた、荒地でも移動できるような技術開発等が進められている。

#### (6) 知能化関連

Suica カードに使われているような RFID 技術の応用、センサや通信機能を搭載した多様なデバイス、生物の適用性を理解しようとする移動知、認知ロボティクス、情緒・感性・身体性に基づく知能の創発、進化・学習等の研究も活発に進められている。

### 5. 期待されている RT の応用分野 (産業用ロボット分野以外)

#### (1) 医療福祉分野

医療分野では、手術用ロボットが注目されているが、日本はビジネスという面で、米国に先を越された。日本でも昔から電機メーカーや大学で研究開発が活発に行われていたのだが、厚生労働省の認可がなかなか下りなかったため、日本で実用化される前に、米国の Intuitive Surgical 社が「ダ・ヴィンチ」というロボットを開発し、販売した。このロボットは日本には 4 台しか入っていないが、世界では 400 台ほど売れている。1 台 2 億円であるので、それだけの規模の市場を米国は作り上げてしまった、ともいえる。

福祉分野では、介護支援、自立支援、機能回復訓練、起立支援等のロボットやパワーアシストスーツ、セラピーロボットといったものが開発されている。

#### (2) サービス分野

運搬、案内、セキュリティ、清掃、血液検体搬送、警備、エンターテインメント、アミューズメント、教育、など幅広い分野での RT の応用が期待されている。

#### (3) その他

レスキュー分野、土木・建設分野、バイオ・農業分野でも、RT の応用が期待されている。農業では高齢化で人手が足りないということで RT の利用が検討されている。

## 6. RT 研究と社会との連携

日本では、シンポジウムの開催や、各種競技会（NHK 主催の学生競技会「ロボコン」、ロボットでサッカーをしたり、それをレスキューに応用したりする「ロボカップ」（現在は国際的な競技会となっている）、ロボットで格闘技をする「ロボワン」、ロボット版のオリンピックであり様々な種目がある「ロボットグランプリ」、全日本マイクロマウス大会など）が行われている。

米国では DARPA（国防総省高等研究計画局）主催の「Urban Challenge」という、7 マイルくらいの道のりを無人の車＝ロボットの一種 が決められたコースを通過して目的地まで辿り着けるか、という競技会が行われており、優勝者には賞金も用意されている。同様の取り組みは日本でも「つくばチャレンジ」というかたちで、つくば市内の駅周辺の約 1km の遊歩道を使って競技会が開催されている。

また、経済産業省はロボットの実用化なり事業化に貢献した技術者を表彰する「今年のロボット」大賞という表彰制度を設けており、既に過去 3 回、表彰が行われている。

## 7. RT、ロボット産業の将来像と課題

### (1) RT、ロボット産業の将来像

将来に向けてどのように RT 開発、ロボットの産業化に取り組んでいくべきか、ということについて、(独)科学技術振興機構にて議論が行われている。そこでの議論では「産業競争力という観点から、プロダクト／サービスの融合によるサービス創造、IT による共創化、地球環境への貢献の要請という 3 つの大きな流れがある中で、IT と RT を融合した IRT や、Service Enabling Platform と呼ばれる研究開発が重要」とされており、現在も議論は継続中である。

### (2) サービスロボット産業促進の阻害要因（課題）

なぜ、これだけ国が投資をして、多くの研究者により熱心な研究開発が行われているのにも関わらず、サービスロボットがなかなか普及しないのか、ということについては、過去多くの場において、多くの議論がなされてきた。何らかの阻害要因（課題）がある、というのが多くの関係者の意見の一致するところであり、それらを順に説明させていただく（図表 12）。

#### ①技術的課題

##### －無限定環境での使用に対する RT 機能（機能不十分、オーバースペック）

産業用ロボットがうまく動いているのは使用環境、タスクが限定されているからである。ところが、サービスロボットはどういう環境でどういう風に使われるかを定義しにくいので、無限定環境での使用に耐えられるような機能を作らなければならない。しかし、今の技術では機能的にまだまだ不十分であったり、また逆にオーバースペックになってしまったりする。オーバースペック化すると、システムの信頼性が下がり、コストも高くなって、実用化から遠くなる。

##### －要素の共通化・標準化技術・モジュール化・再利用化（システムインテグレーションの効率化）

詳細は 3. (1)①で述べたとおりである。

## ーオープン化

オープンにすることによって外部の人が使えるようにし、更にそれを改良していくという機会も与えることができる。

## ー環境構造化

人間に対してバリアフリーという言葉があるが、ロボットに対してもバリアフリーが必要であり、ロボットが動きやすい環境というものを構築する必要がある。

## ー実用化（機能面：耐久性など）・製品化（運用面：ユーザにとっての使い勝手、メンテなど）

耐久性、防塵性、耐衝撃性はどうか（これらは論文にはなりにくいのだが）、ユーザにとって使いやすいものになっているか、メンテは容易か、等の面ではまだまだ技術開発を行う余地がある。

## ②技術的以外の課題

### ーコスト

日本の技術力は高いので、「こうしたものを作れ」といえばできてしまう。しかし“コストをかければ”という条件付となっており、そこが事業化する面での阻害要因となる。

### ー商品化（ビジネスモデル）

売れるためのビジネスモデル作りが未熟である。エンドユーザがお金を出すとは限らず、多様なビジネスモデルについて議論、検討する必要があると思う。

### ー知的財産

## ③実証試験・想定訓練

試作機はできるのだが、実用には耐えられないというロボットが非常に多い。

## ④規制緩和・特区

### ー防犯に関する法規制、電波法、運搬時の構造物強度、安全上の規制、個人情報保護、武器輸出三原則、道交法、PL法

規制緩和の必要性や、規制の見直し、新しい規制の必要性について議論する必要がある。現状では、防犯ロボットを作ったとしても犯人を見つけたときにどうアクションさせればよいのかわからない、ロボットの通信に使うのに必要十分な電波のバンド幅が確保されていない、プライバシーの問題がありロボットが導入できない、地雷探査ロボットを開発しても海外市場に持っていけない、セグウェイ（電動立ち乗り二輪車）が公道で使用できない、事故が起こったときに全て製造者責任とされるので開発が進まない、といった規制上の多くの問題がある。

## ⑤安全（リスクアセスメント）・認証（免責）・保険について

現在、ロボットの安全というものに対し、事前にリスクアセスメントをし、何らかのかたちで認証し、免責する方法を検討すべきだという議論がなされているところである。

## ⑥倫理・プライバシー

倫理的な問題もあるが、その議論はまだ始まったばかりである。

## ⑦導入促進

### 一補助金（介護保険など）

介護保険は最近その給付が厳しくなり、なかなかその対象機器に認定してもらうのに苦勞が伴う状況である。

### 一免税措置

日本の現状では、免税措置のような財務省マターになると、提案しても受け入れられる可能性はほとんどない。しかし一方米国はこうした措置を戦略的、かつ積極的に行う。

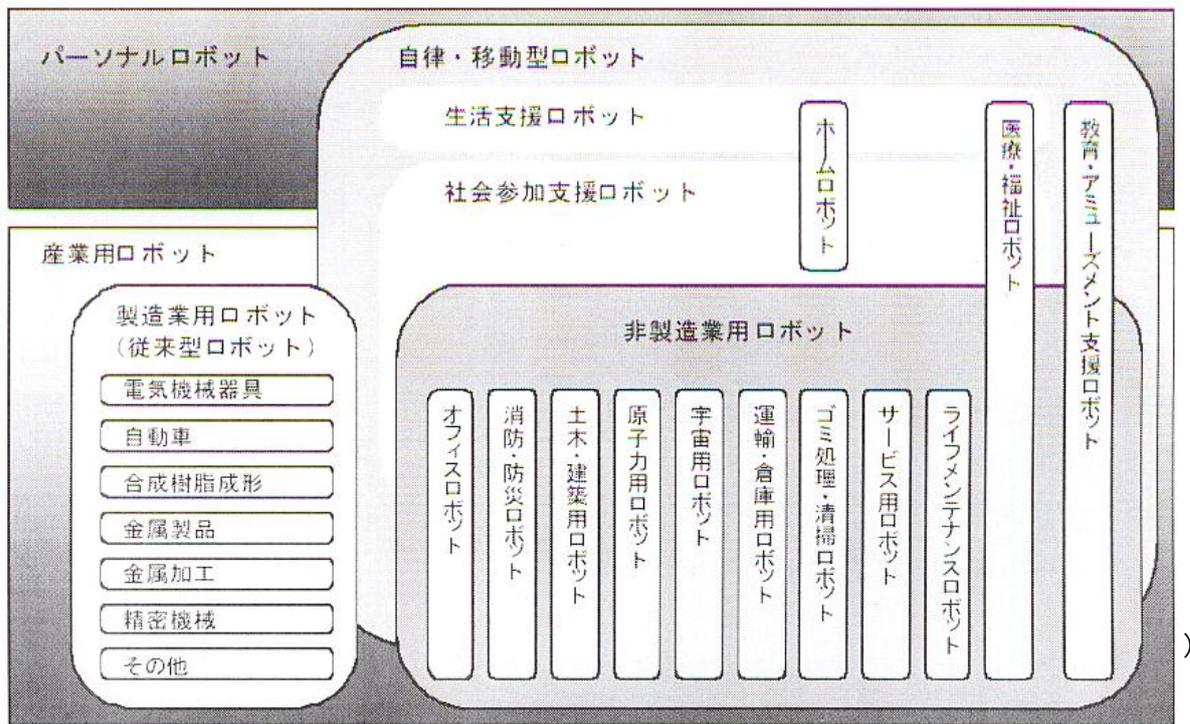
## ⑧マッチングファンド

最近、国から研究費をもらう場合には半分は自己資金で賄うべし、というファンドが多いが、これは特に中小企業にとっては大きな負担となる。コンソーシアムを作って対応することが 1つの問題解決策となり得る。

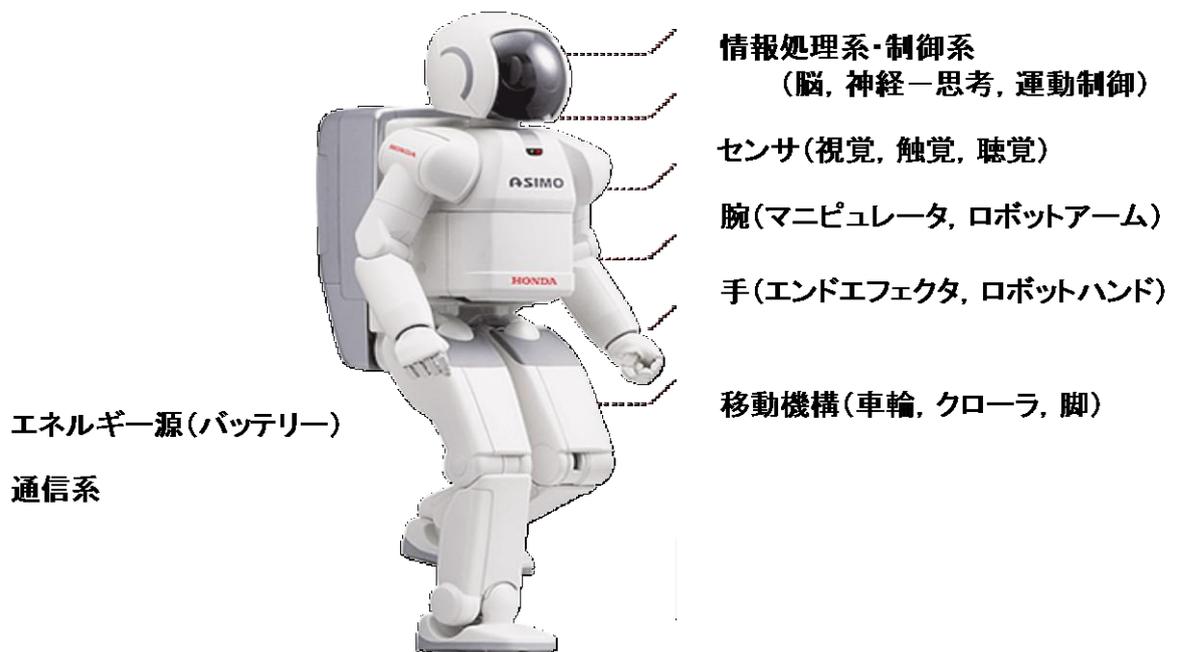
### (3) 阻害要因（課題）解決に向けた産業界の動き

阻害要因（課題）に対してどういう方策を講ずるべきか、ということについて、産業界が中心となって、ロボットビジネス推進協議会という組織が設立され、現在、安全・企画検討部会、ビジネスマッチング部会、広報・企画検討部会の3つの部会において、議論が進められているところである。

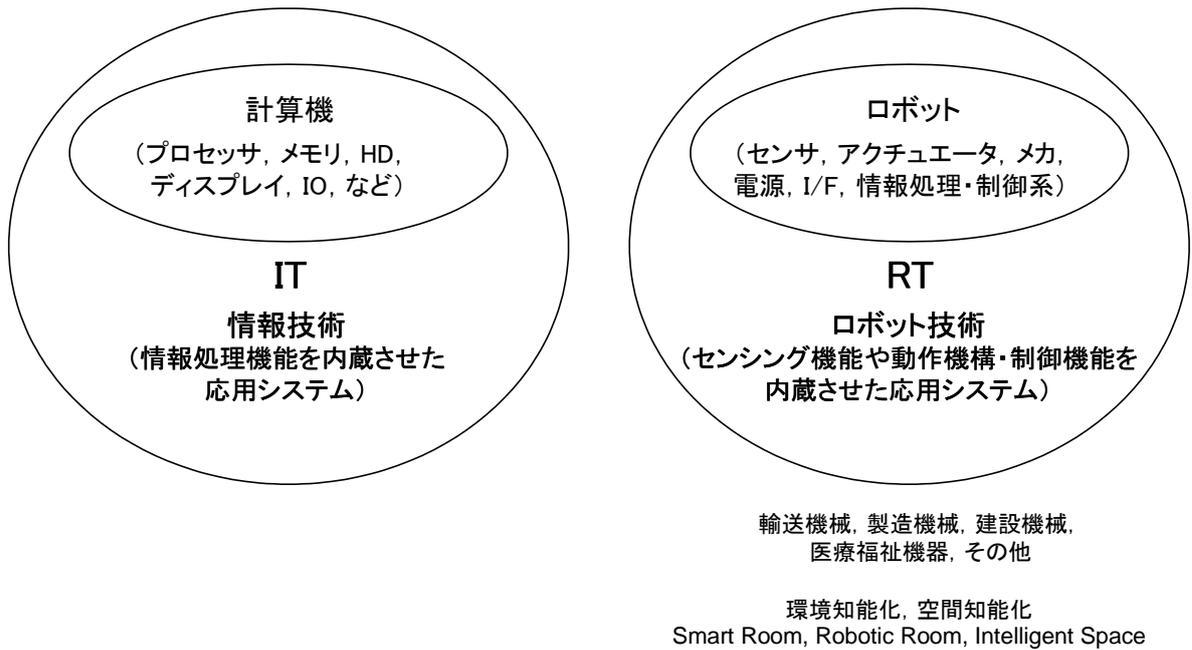
(図表1) ロボットの種類



(図表2) ロボットの構造



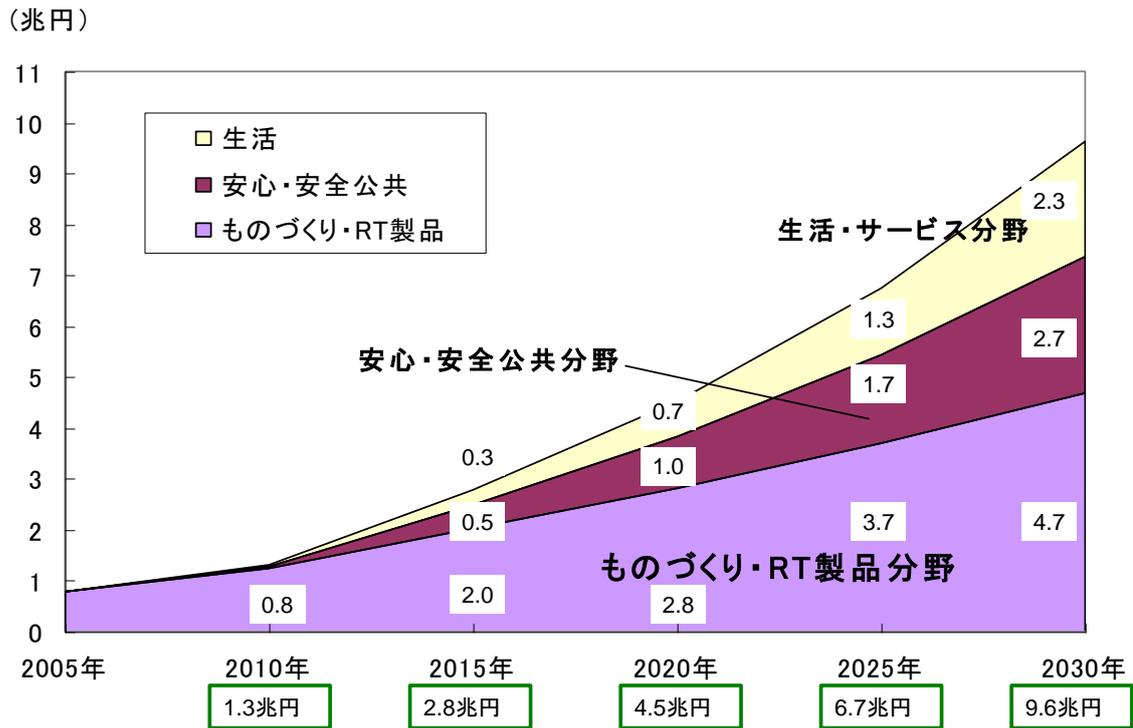
(図表 3) ロボットと RT



(図表 4) IT と RT

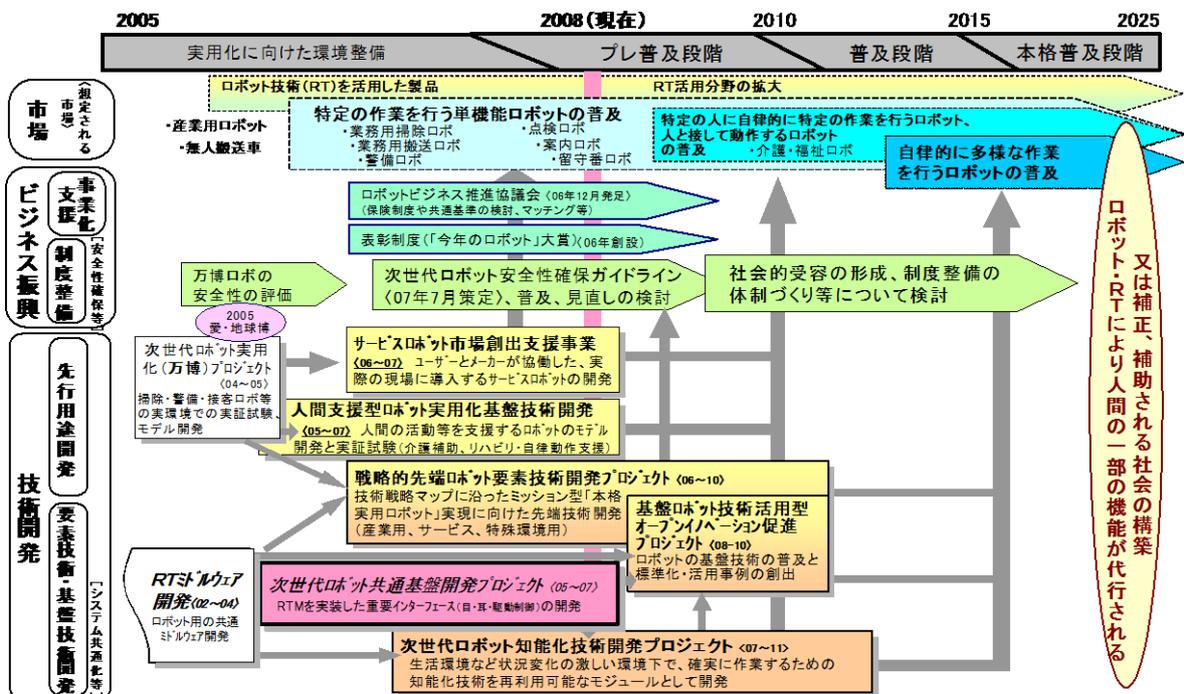
IT (Information Technology)	RT (Robot Technology)
情報世界(仮想世界)における情報処理・通信技術	物理世界(実世界)における検知・計測・認識・制御・動作・作業などの技術を含めた総合技術
情報処理デバイス, その周辺デバイス, 通信ネットワーク, ソフトウェアなどから構成される	センサデバイスやそれによる検知・計測・認識ソフトウェア, アクチュエータなどのデバイスやその制御ソフトウェア, それらを統合した移動, 搬送, マニピュレーションシステムとその動作ソフトウェア(含ミドルウェア), それらのメカトロニクス要素技術・システム統合技術などを含む。 実世界での物理的インタラクションが重要で, 実時間性や力・エネルギーなどダイナミクスを考慮する必要がある

(図表 5) RT の将来市場



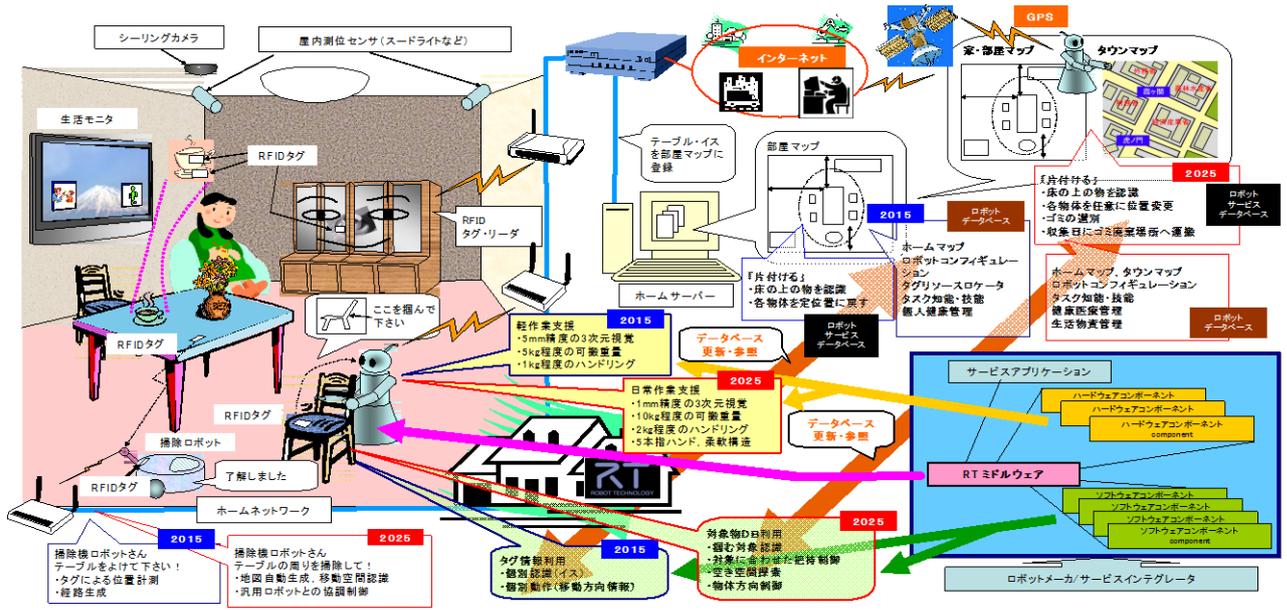
(出所) 2007 年度「RT による産業波及効果と市場分析」(財) 機械振興協会、(社) 日本ロボット工業会

(図表 6) 経済産業省のロボット政策の全体像



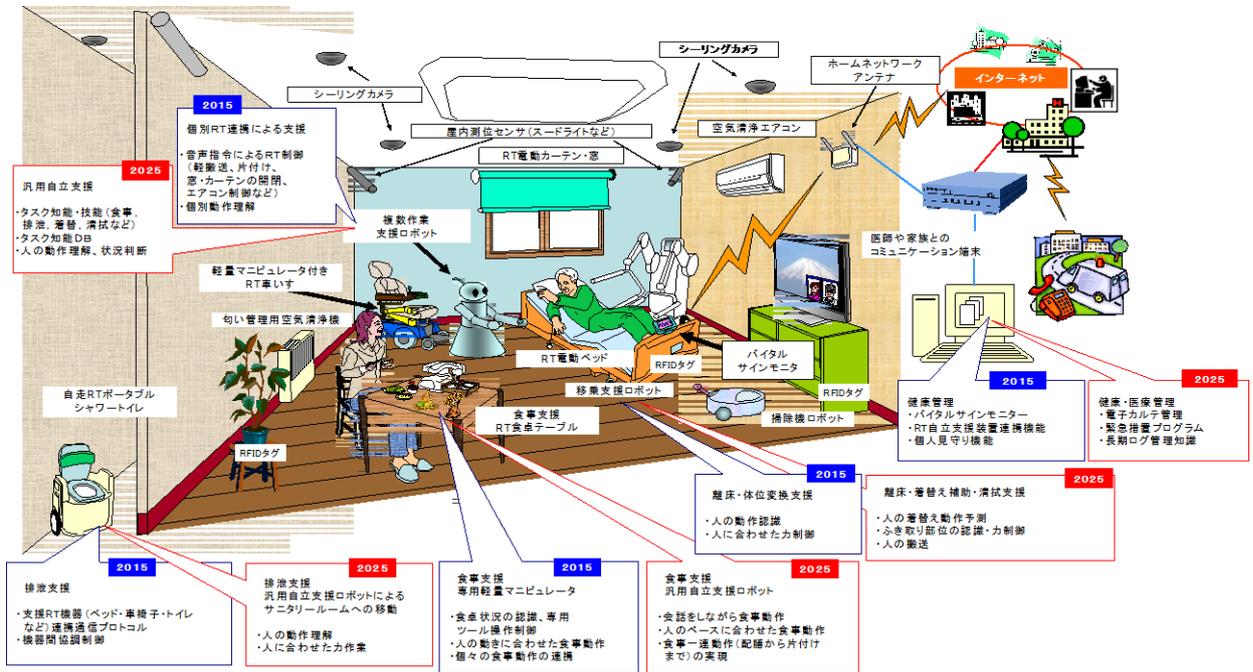
(出所) NEDO「技術戦略マップ 2008」P599

(図表 7) 経済産業省による生活支援ロボット・環境のイメージ



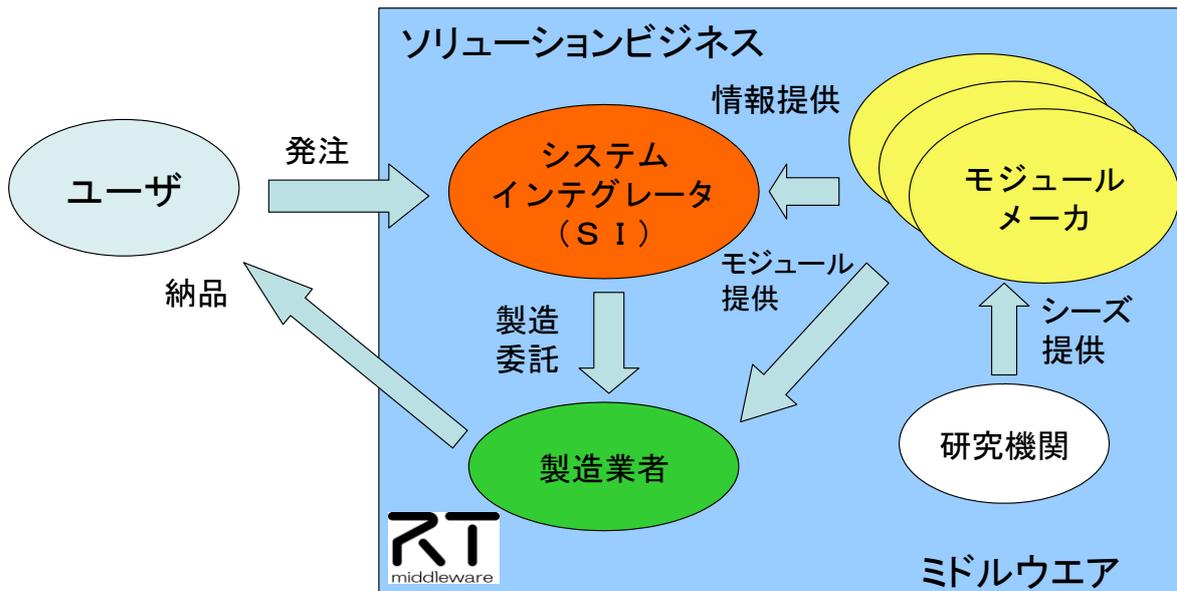
(出所) NEDO「技術戦略マップ 2005」

(図表 8) 経済産業省による自立支援ロボット・環境のイメージ



(出所) NEDO「技術戦略マップ 2005」

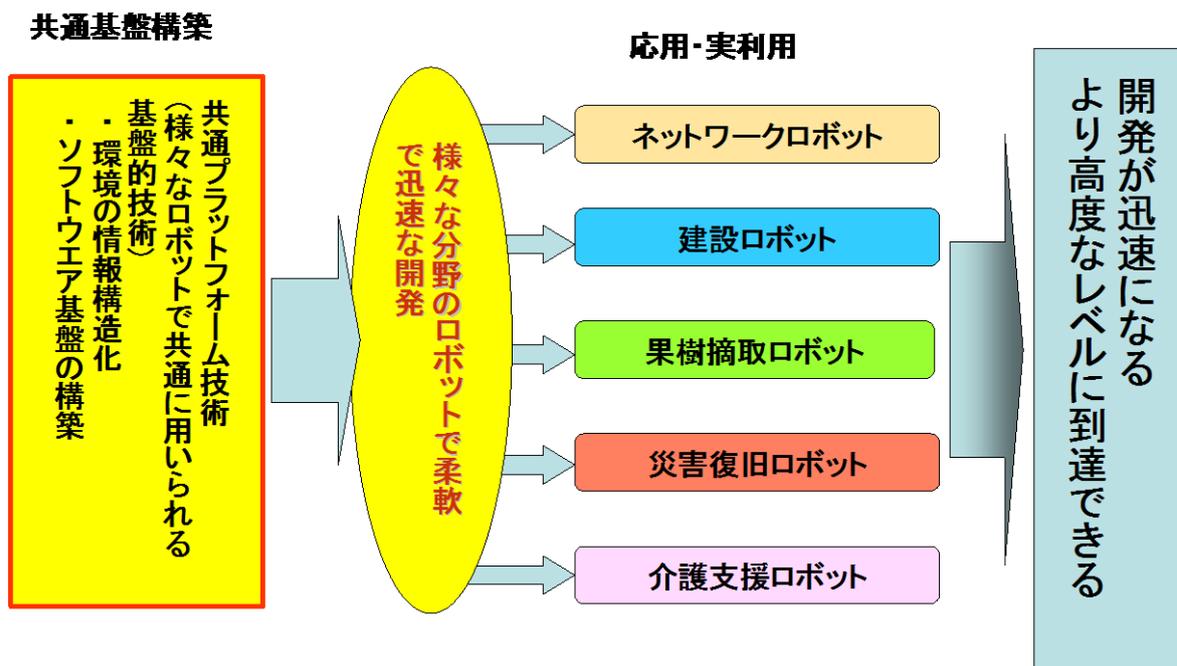
(図表 9) 期待される未来のロボット産業のモデル



ミドルウェア: SI、モジュールメーカ、製造業者間の  
交流を促進する情報基盤

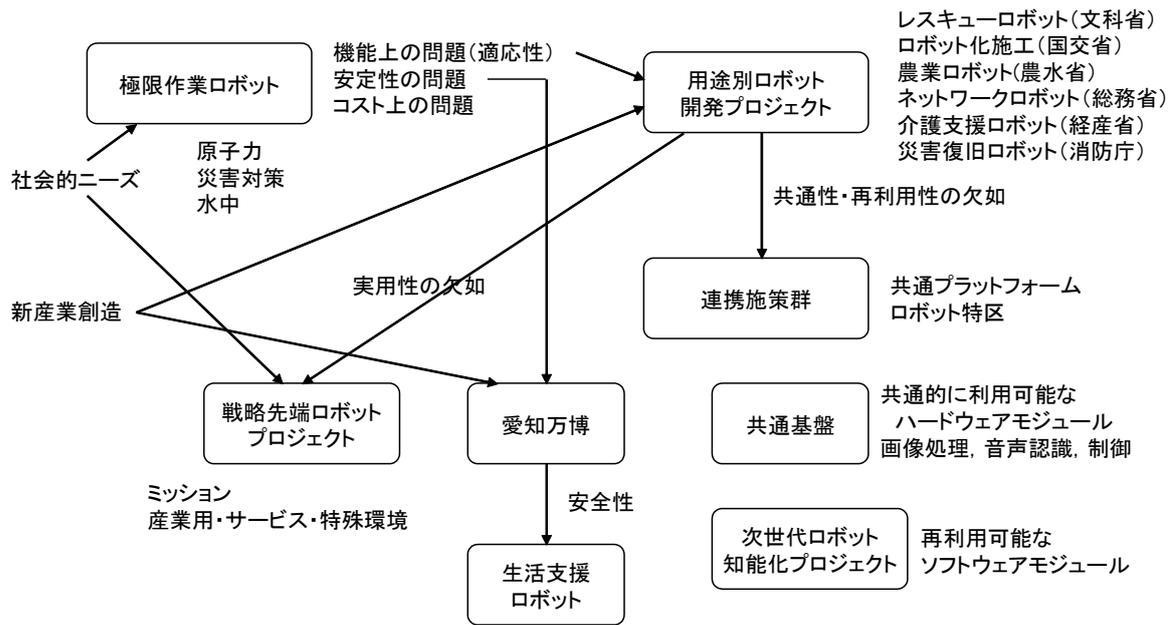
(出所) NEDO 「期待される未来のロボット産業のモデル」

(図表 10) 科学技術連携施策群における「次世代ロボット共通プラットフォーム技術」の目的



(出所) 総合科学技術会議 科学技術連携施策群 次世代ロボット連携群

(図表 11) 過去から現在に至る国のロボットプロジェクトの大まかな流れ



(図表 12) サービスロボット産業促進の阻害要因 (課題)

- 技術的課題
  - 無限定環境での使用に対するRT機能(機能不十分, オーバースペック)
  - 要素の共通化・標準化技術・モジュール化・再利用化(システムインテグレーションの効率化)
  - オープン化
  - 環境構造化
  - 実用化(機能面: 耐久性など)・製品化(運用面: ユーザにとっての使い勝手, メンテなど)
- 技術的以外の課題
  - コスト
  - 商品化(ビジネスモデル)
  - 知的財産
- 実証試験・想定訓練
- 規制緩和・特区
  - 防犯に関する法規制, 電波法, 運搬時の構造物強度, 安全上の規制, 個人情報保護, 武器輸出三原則, 道交法, PL法
- 安全(リスクアセスメント)・認証(免責)・保険について
- 倫理・プライバシー
- 導入促進
  - 補助金(介護保険など)
  - 免税措置
- マッチングファンド

## 2. パートナーロボットと作る未来のカタチ

トヨタ自動車 理事 高木宗谷

(2009年9月18日)

### 1. これまでの産業用ロボットでの取り組み

トヨタの自動車の生産ラインでは、まず1980年頃に生産ラインの自動化を目指して、ボディーの溶接用に多数の溶接ロボットが導入された。その後、1990年から2000年にかけては、同じ溶接ラインでも違う車種の車両を流すことができるように、汎用化を目指し多数のロボットが導入された。その後、塗装ラインでも一台一台違う色を塗り分けできるように、汎用化を目指してロボットの導入が進んでいる。

### 2. パートナーロボットとは？

トヨタは2001年にサービスロボット、トヨタでは「パートナーロボット」と呼んでいるが、そうしたロボットへの取り組みを始めた。従来の産業用ロボットは安全面から柵に囲まれた中で仕事をしているが、そのようなものではなく、人の生活空間の中で人と空間を共有し、人と機械の共生を目指したもの、このようなロボットをトヨタはパートナーロボットと呼んでいる。人の生活の中で人を手助けし、サポートするロボットというイメージである。パートナーロボットには、高いコミュニケーション能力、人に合わせる作業能力といった「かしこさ」、安全・安心を可能にする柔らかい動作能力といった「やさしさ」が求められると考えている（図表1）。

### 3. 愛・地球博へのパートナーロボット出展

#### (1) ロボットバンド「コンチェロ」と搭乗型ロボット「i-foot」

2001年にパートナーロボットの開発を始めたわけだが、ちょうど2005年に愛知県で愛・地球博が開催されることとなり、トヨタグループ館でパートナーロボットの1つの未来の姿を皆さんにお見せし楽しんでいただこうということになった。

本来、パートナーロボットというのは生活の中で人と一緒に仕事をするということなのだが、ノコギリやトンカチを持ったロボットを展示しても皆さんには喜んでいただけないと考えた。そこで、人は道具を使う、その人が使う道具の中でもいろいろと技が必要な楽器を演奏させてみようということで、8台のロボットから成る「コンチェロ」というバンドを出展した。また、もう1つ、未来のモビリティ社会の乗り物を皆さんに見ていただくということで、人が乗ることができる二足歩行型の搭乗型ロボット「i-foot」も出展した（図表2）。

#### ① ロボットバンド「コンチェロ」

「コンチェロ」はトランペット3台、ホルン1台、チューバ1台、トロンボーン1台、シンセサイザードラム1台、おしゃべりするD・Jロボットが1台という8台から構成されていた。トロンボーンについてはロボットの腕のリーチの問題から、バルブトロンボーンを用いたが、い

ずれの楽器も全て市販の楽器を用いた。二足歩行型のものと、二つの車輪でバランスを取る二輪倒立型の2種類のロボットから成り、ステージ上で移動しながら演奏を行うマーチングバンド的パフォーマンスを行った。

楽器を吹くロボットについては、「どうせ、お腹の中にテープが入っていてそれを流しているだけだろう」と疑う方が多かったが、実はそうではない。ロボットは各自電子楽譜をメモリーに内蔵しており、それを演算処理して、体の中にある小さなポンプから空気を送り、また人口唇を震わせ、指でピストンを押して音程を取るというメカニズムで、本当に演奏を行った。一番難しかったのが人口唇の開発で、最初はブーとかスーとかいう音しか出なかった。ちょうど開発メンバーの中にチューバを吹けるメンバーがおり、自分が唇をどう使って吹いているかということをもメカ機構に落としにくれて、ようやく演奏ができるようになった。

「コンチェロ」で使われたロボットは愛・地球博終了後もトヨタ会館で毎日演奏を行っている。当時よりも進化しており相当高い音域も取れるようになっている。また、東京藝術大学の奏楽堂という立派なホールで、藝大のオーケストラをバックにトランペットのソロを吹かさせていただいたこともある。その際、指揮者の教授より「ロボットは息継ぎをしないので、どこから演奏に入るのか分からない」と言われ、耳の部分にあるLEDの点滅でタイミングを取る合図を出したりしたが、なかなかうまく行かず指揮者の教授には大変ご苦勞を掛けた。最終的には何とか演奏ができたが、人とロボットの共生、協調といっても、この程度のことなかなかうまくいかないというのが現実で、改めて人との協調の難しさを思い知らされた。

## ②「i-foot」

二足歩行型のロボットを開発している中で「これに乗ってみたい」と若いメンバーが言い出したのが「i-foot」の開発の始まりであった。当時はまだよちよち歩きができる程度の二足歩行型ロボットしか完成しておらず、私は「倒れたら怪我をするからやめたほうがいい」と言いつつも、黙って出てくる伝票に全部ハンコを押していたら、1年半ほど経った頃にはプロトタイプができあがってきた。

万が一倒れることがあれば搭乗者も周囲の方々も大変なことになるので、なるべく低い高さになるよう設計され、搭乗者の目線をほぼ人と同じ高さとなるようにすることができた。また搭乗者の乗降のし易さに配慮し、人の膝関節とは逆に曲がる鳥脚構造を採用しており、平地だけでなく階段の昇降といった3次元モビリティの機能も有している。操作については搭乗者の手元に配されたジョイスティックで行うようになっている。

## (2) 愛・地球博での信頼性確保について

愛・地球博では「コンチェロ」や「i-foot」のショーを1日14回、朝10時から21時前まで切れ目無く、万博会期の185日間で計2,555回行った。この回数はロボットのデモンストレーションとしては天文学的な数字と最初は思えた。これは舞台裏で見ていると、舞台へ出て行ったロボットが戻ってきて、次のロボットがまたすぐに舞台へ出て行くという流れ作業のようであった。普通、オペラや何かでも多くて1日午前中と夜の2回公演であると思う。まさにショーのライン生産をやってしまったという印象であった。また、決してショーを止めてはならないということで、大変苦勞をした。

信頼性確保の考え方としては生産ラインでの考え方を基本とした。生産ラインに機械を導入す

ると、最初非常に故障率が高いのだが、いろいろ手を入れると故障率が低いところで安定するようになり、また最後機械がへたってくると故障率が上がっていくというように、故障率は時系列で見てバスタブのような曲線を描いていくことが知られている。しかし万博の場合「ショーの最初の頃は1日3回程度は中止させてください」というわけにはいかず、最初から故障のないように準備しなければならなかった。そのためにはどうしたらよいか、ということで、品質の徹底的な造り込み、バグの出にくいソフト開発、電気ハード製品・メカ部品のロバスト設計を行うとともに、それでも残る不安な事項に対しては問題が起こる前に定期メンテナンスで取り替えるという方法で対応した。結果、大きなトラブルもなく、266万人のお客様にショーをご覧いただくことができた。

#### 4. 愛・地球博以降のトヨタ・パートナーロボットの目指している方向

##### (1) パートナーロボット開発に取り組む背景

2008年の日本の出生率は1.37となっており少子化が進んでいる。2055年には人口ピラミッドは完全な逆ピラミッドになり、2005年と2055年の予測値を比較すると総人口は2005年より4,000万人減少、生産年齢人口は半減、その結果として2055年は2.5人に1人は老人という社会となり、こうした少子高齢化の進展が社会経済に与える影響が非常に心配されている(図表3)。このような大きな変化が予想される中で、誰もが、できれば今の豊かな生活をサステナブルな私たちで持続させたいと考えている。このような課題に対しては、雇用制度や医療・介護制度といった社会制度から改革して対応していくというのが本流であろうと思うが、トヨタとしては技術でそういった制度を下支えすることはできないかと考え、パートナーロボット開発に取り組んでいるところである。

##### (2) パートナーロボット開発の方向

開発の方向について示したものが図表4である。製造モノづくり支援、パーソナル移動支援、介護・医療支援、家事支援という4つの領域で我々のロボットが何かしら人のサポートをできるのではないかと考えている。

製造モノづくり支援では、生産ラインの人と一緒に共同作業をして、スキルや力のアシストをサポートするようなロボットや、人がやるには非常に過酷な環境の作業を人に代わってやってくれるロボット等が考えられる。前者のようなロボットがあれば、スキルがあり生産ラインにとって非常に有用だけれども高齢化に伴う体のちょっとした不調(体力低下、腰の痛み等)が原因で生産ラインに立てなくなった人に戻ってきてもらうことも可能になるのでは、と思う。

パーソナル移動支援では、高齢者が若かった時と同じような活動空間を維持できるよう、車というDoor to DoorならぬBed To Bedというようなことをロボットを使って実現できないか、と考えている。朝ベッドから起きてロボットに乗り、友達と歩道を散歩して、スーパーへ行って買い物をして、横断歩道はITSとの連携で安全に渡って、郊外を散歩して、それで家に帰ってこれるようなイメージである。またそれとは別に自転車よりもコンパクトで持ち運びが簡単にできるようなモビリティについても開発を行っている。

介護・医療支援では、患者に対する支援と看護師・介護士に対する支援の2つに分けて考えることができる。患者に対する支援ということでは、寝たきりというか、なかなかベッドから自分で起きていけない患者は家族や看護師・介護士に気を使ってなかなかものを頼みづらいという思

いを抱えており、自分でなんとかしようとしてベッドから転落し怪我をしてしまうということがよく起こっている。こうした場面でもロボットであれば、気兼ねなく 24 時間いろいろなことをサポートすることができると思う。また看護師・介護士に対する支援ということでは、現場で働く看護師・介護士の体に大きな負担がかかっている現状があるが、ロボットによってサポートできる部分が多多有ると思う。またリハビリ支援という面でもロボットが役に立てると考えている（図表 5）。

## 5. パートナーロボットを支える要素技術

パートナーロボットを支える要素技術としては、人と協調する技術、移動技術、全身運動能力、道具を使う能力の 4 つとそれらを集大成してコントロールする知能化技術というものから成り立っているのではないかと考えている。

### (1) 人と協調する技術

トヨタの生産ラインの中では、50kg 程度あるインストルメントパネルの車両への組み付けの際、従来はそれを簡易のチェーンのようなもので吊っておいて、生産ラインを流れてくる車両の中に作業者が入れ込むという大変力とスキルの要る作業をしていた。これをロボットの力を借りて簡単に行えるようにする装置を数年前に導入した。またフロントウインドの車両へのはめこみについても、従来は 2 人がかりでお互いの息を合わせてあうんの呼吸で行っていたが、それでは 2 人のペアがうまくいっていないとずれる等の不良が増えるということもあった。これについては、作業者の意図を汲み取り、作業者 1 人でもはめこみを可能にするロボットを導入し、品質の安定化を実現することができた。

これらは生産現場での話であるが、こうした技術についてより広く人と協調する作業の支援に展開していきたいと考え開発を行っている（図表 6）。

### (2) 移動技術

これからロボットが我々の生活空間の中できちっと作業ができるためには、地図を持っていないといけないし、リアルタイムで出てくる障害物を回避しながら自分の移動経路を設定しなければならない、また平坦なところ以外も走破できなければならない、と考えている（図表 7）。

2005 年、ちょうど愛・地球博と同じ年の東京モーターショーに、人が搭乗できる二輪倒立型のロボット「i-Swing」を出品した。四輪に比べて小回りが利き、室内空間のような非常に狭いところでも自由自在に動けるというコンセプトのロボットであった。ただこれは平地、フラットなところでしか動けないものであったので、スイングアームや独立サスペンションのようなものをつけて、斜面やでこぼこ道でも動けるようにと開発されたのが「Mobiro」である。二輪倒立型の 1 つの特徴として、搭乗者を常に水平に保てるということがあり、それゆえ搭乗者が安心して乗ることができる。また二輪倒立型というと不安定なものという印象を持たれる方も多いが、外力を与えても自らバランスを取って転倒しないという制御方法を取っている。

「i-Swing」、「Mobiro」はいずれも座って乗るタイプのものであるが、もう少しコンパクトで、人がちょうど立っているのと同じくらいの占有面積で二輪倒立型のモビリティがあってもいいのではないかと考え、開発しているのが「Winglet」である。ハンドルがついたものから、ス

ケートボードみたいな非常にコンパクトなものまで複数の形態を持つが、いずれも持ち運びの容易さを考慮して大きさはA3程度、重さは10kg前後のもので、誰にでも簡単に乗れ、かつ周りの人にもあまり迷惑をかけずに移動ができるものにしたいと考えて開発を進めている。車のトランクから取り出して、ショッピングセンターや空港などの広い場所の中をこれに乗って移動して、また駐車場まで戻ってくるというような用途が考えられるのではないかと考えている。

またロボット自身が自律して移動する、自律移動技術ということでは、人が作った地図を内蔵した上ではあるものの、リアルタイムで出てくる障害物をセンサーで検知して避けて移動することができるロボット「介助犬ロボット」が開発されている。このロボットは、「お茶のペットボトル」という言葉が分かる程度の言語認識機能があり、また人の手のようなグリップには圧力センサーと接触センサーがついており、ものを握りつぶさず、すべり落とさないよう持つことが可能である。また、現在トヨタ会館で活躍している案内ロボット「ロビーナ」は人が地図を与えるのではなく、ロボット自らが移動しながら自分で地図を生成するという機能を持っている。この機能を持つことで、未知のフロアにも対応が可能となっている。また、このロボットは見学者の方を案内したり、人とぶつからないよう回避、また万が一、人がぶつかっても怪我をしないよう逆に力を逃がす、字を書くといった能力も持っている（図表 8）。

### (3) 全身運動能力

愛・地球博に出展したロボットは歩くことはできたが、将来的にロボットがいろいろな道具を扱う、いろいろな作業をするためには、もっと全身運動能力を上げていく必要があると考えている（図表 9）。

二足歩行に関する現在の技術レベルを説明すると、従来のロボットの足はベタ足の構造であったが、人のように、つま先とかかとを分けることで、蹴り上げる動作が可能となり、2005年当時ではあるが、世界最高のジャンプ力（40ミリ程度）を持つロボットを作り上げた。またベタ足だと移動する際どうしても腰を落としたかたちとなるが、つま先とかかとを分けることにより、腰を高く、重心を高く保持できるようになり、ロボットにかかる膝の負担の軽減や歩幅の拡大、また時速7kmでの走りを可能とした。また走行中避けられない姿勢のずれや外力がかかった場合に対しても自ら補正して安定した姿勢を保持できる能力を持っている（図表 11）。

### (4) 道具を使う能力

既にトランペットを吹く、物をつかむといったことがやれるようにはなってきているが、我々の生活空間の中で活躍するためにはもっといろいろな作業ができる腕や指が必要になるだろうと考えている（図表 10）。

ロボットにバイオリンの演奏をさせることを通じて、両手、両腕の協調制御について研究している。左手で弦を押さえる力と右手のボウイングするスピードがうまくいかないと曲にはならない、指先もただ押す、押さないだけではなく微妙な制御でビブラートができるようにならないといけない、など難しい課題はあるが、これらがうまくできるようになると、ロボットにいろいろな複雑な作業、仕事をやらせることが可能になる。ロボットに楽器を演奏させて何になるとの批判の声もあるが、技術的にどこまでできるようになっているかを理解いただくためには、演奏力というのは1つの分かりやすい見せ方だと考えている（図表 11）。

## 6. 実用化へ向けて

非常に大きな技術の集大成であるロボットを、トヨタ企業で世の中に出してやり切れるとは思っておらず、産業界でのビジネスモデルの共有化による協業も必要と考えている。また、学との連携ということでは、トヨタのやりたいタスクに対する技術を一緒に開発している。また官に対しては、今までなかったロボットというものが生活の中に入ってくるので、いろいろな規格・規制やそれらの整備が必要だとお願いをさせていただいている。

### (1) 大学・研究機関との融合研究

#### ① 東京大学との共同研究（CIRT 連携プロジェクト）

今のトヨタのロボットは、限定された環境で、人から教えられたことは何とかやれている、というレベルにあるが、これからはロバスト性というか、与えられた一般環境の中でロボット自身がある程度、意図推定だとか、見真似だとかをして行動しなければいけない、そういった知能化を図っていく必要があると考えており、そうしたことについて、東京大学と文部科学省の COE で共同研究をさせていただいている。東京大学の先端的なロボットとトヨタの得意とするモノづくりとが共同し、リビングに散らかっているものの中から洗濯が必要な物を探し出すことから、洗濯機の操作（フタの開け閉め、スイッチの操作等）までできるロボットを既に完成させている（図表 11）。

#### ② 理化学研究所との共同研究

理化学研究所とは、人間がいろいろなものを見て、いろいろなことを判断したり学習して、組織で行動しているというところも、少しロボットの中にアルゴリズムとして取り入れることができなにかということで、共同研究を行っている。人の脳波をセンシングすることにより車椅子を頭で考えるだけで操るということを行っている。人の脳波だとか、脳のことを理解することで、ロボットの判断等に応用できないかと考えている。

### (2) パートナーロボットの運用課題

技術面で解決すべき諸課題がある一方で、ロボットを社会の中に持っていき、運用しようとした場合にもいろいろな課題が存在している。具体例を挙げると、ロボットが屋内・屋外問わず自律移動する場合に、人の中をどのくらいのスピードで動き回ってよいのか、どこまで人に接近してよいのか、どこまで人に近づいたら停止しなければならないか、人に追従する場合、どのくらいの間隔でついていけばよいのか、どのくらいの距離をおいて停止すればよいのか、人のサポートをする場合、人に物を渡したりドアを代わりに開け閉めしたり、という動きが考えられるが、その際ロボットはどのくらいの力で、どういうスピードでやればいいのか、これらについては何も全く決まっておらず、基準・ルールは整備されていない。また、人と同じ生活空間で暮らす以上、ロボットもエレベーターやエスカレーターを利用することが考えられるが、エスカレーターについてはロボットが乗っていいのか、決まっておらず、エレベーターについては乗ってはいけないとされている。現行法では、人とロボットの共存が考慮されていないからである。

### (3) パートナーロボット普及に向けた活動

#### ① 安全基準作り

これからロボットが普及していくことを考えた場合、安全基準がまだまだ未整備ということが大きな課題としてある。しかし、そのために実証実験を行いたいと思っても、閉鎖された空間であれば、そのトップの方や所有者の了解を得ればロボットを動かせるところがあるが、公的な場所、例えば駅、公道等で行おうとすると、各省庁のいろいろな管轄があり、そもそも実証実験自体がやれないこともずいぶんあると聞いている。また、過去行われた実証実験についてもそのデータがなかなか共有化されておらず、どのくらいのことを担保すればよいのか分からず、参入を断念する企業の方々も多いと聞く。

実証実験のデータ蓄積と安全基準をきちっと日本の中でまとめてやる第三者機関の設立が非常に待たれている。トヨタでも社内ですでるところまでリスクアセスメントをして安全設計に取り組んでいるわけだが、これはやはり一企業の判断に過ぎないわけであり、統一的な安全に関する規格があれば、と思っている。そのためには中立な第三者機関が必要、と考え提案させていただいている。また最終的にはできあがった国内の基準がガラパゴス化することのないよう、国際規格の ISO 策定のプロセスに日本の主張を通していく必要があると考えている（図表 12、13）。

## ②多岐に渡る関係省庁・法規への対応

いろいろな関係省庁の管轄があり、それぞれに許可をもらわないと、運用したくても一歩も動きが取れないというのがロボットの現状である。そもそも、ロボットを動かすにあたり考慮しないといけないルールにはどのようなものがあるのか、法規制を把握しきれないという問題もある。また法規制の適・不適の解釈がグレーな場合には、企業にとってリスクが大きく、なかなか参入を躊躇してしまうという問題もある。

そこでこのようなことを皆で集まって議論をしていく場が必要だということで、協議会のようなものを作り、実証実験の可否だとか、関連法規の有無の検証をやらなくてはならないと提案させていただいている（図表 14、15）。

## ③普及に向けた中長期的な検討課題への対応

どのような対応をしたとしても最終的に残ってしまうリスクも考えられ、それらに対しては、免許制度や保険のようなものによる対応も必要だろうと考え、提案させていただいている（図表 16）。

## ④NEDO 生活支援ロボット実用化プロジェクト、ロボットビジネス推進協議会での取り組み

①に関連した動きとして、経済産業省の協力により、NEDO で生活支援ロボット実用化プロジェクトが 2009 年に立ち上がっている。トヨタも安全技術を導入した搭乗型生活支援ロボットの開発というところに関わらせていただいている。

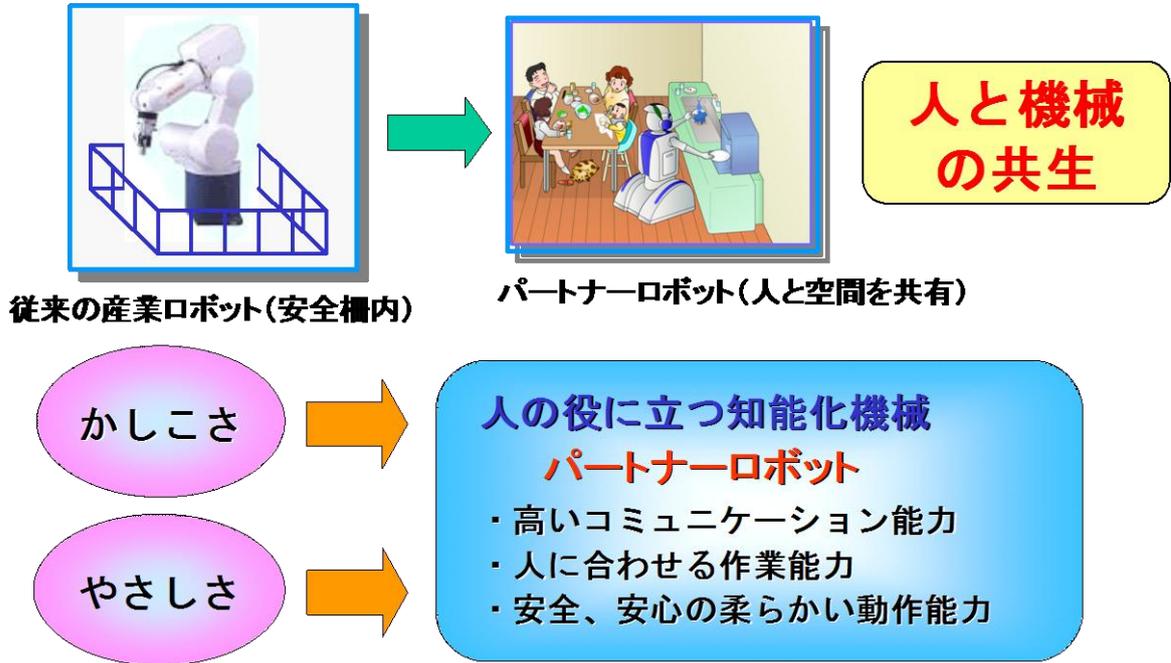
また、これまでご説明した普及に向けた諸課題解決を目指して、2007 年よりロボットビジネス推進協議会が活動を開始しており、トヨタも議論に参加している。（図表 17）

## 7. パートナーロボットのいる未来の暮らし

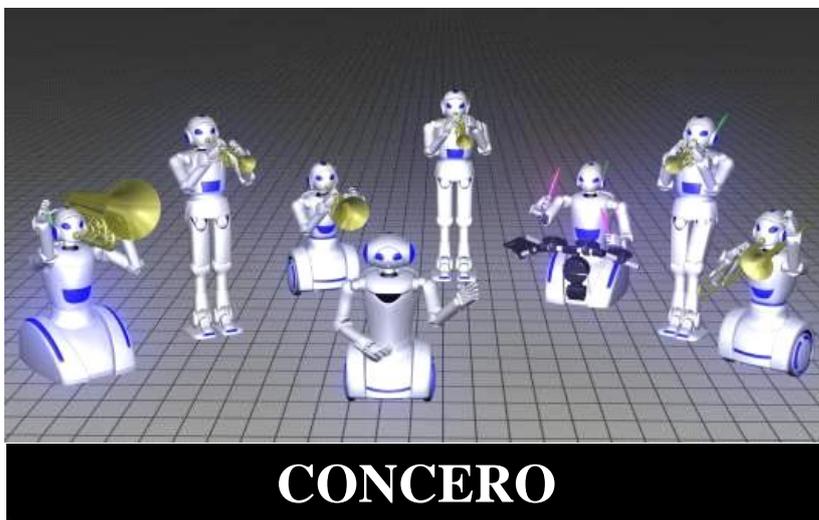
トヨタとしては、将来的には、職住が接近しているような未来の街＝サステナブルタウンの中で、暮らしの世話役としてのロボットや、高齢者が自分の生活を維持するのに必要な行動範囲を容易に維持できるモビリティといったものを提供していきたいと考えている（図表 18）。

(図表1) パートナーロボットのビジョン

## 柵から出て、人と空間を共有するロボットへ



(図表2) トヨタグループ館に登場したパートナーロボット

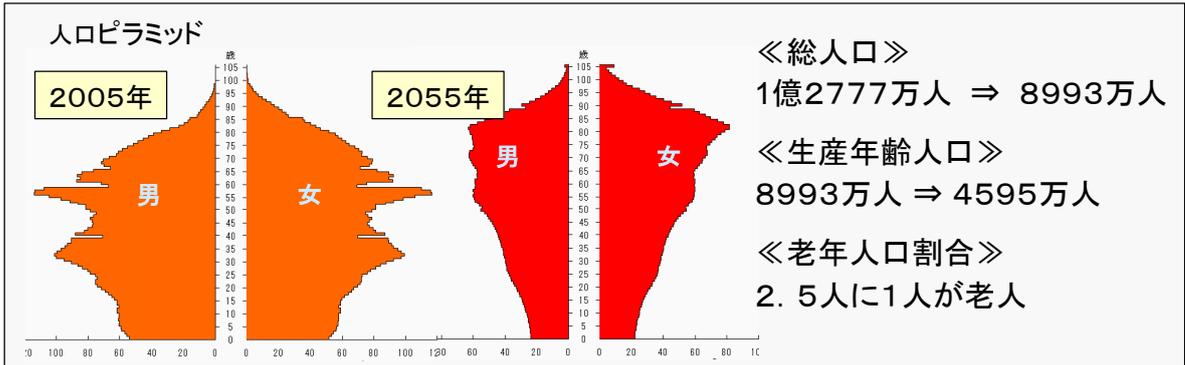
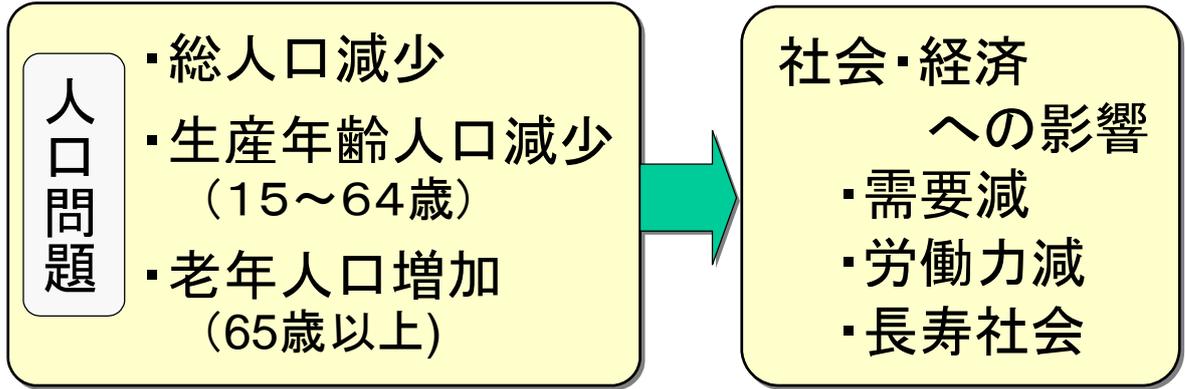


ロボットバンド 『コンチェロ』

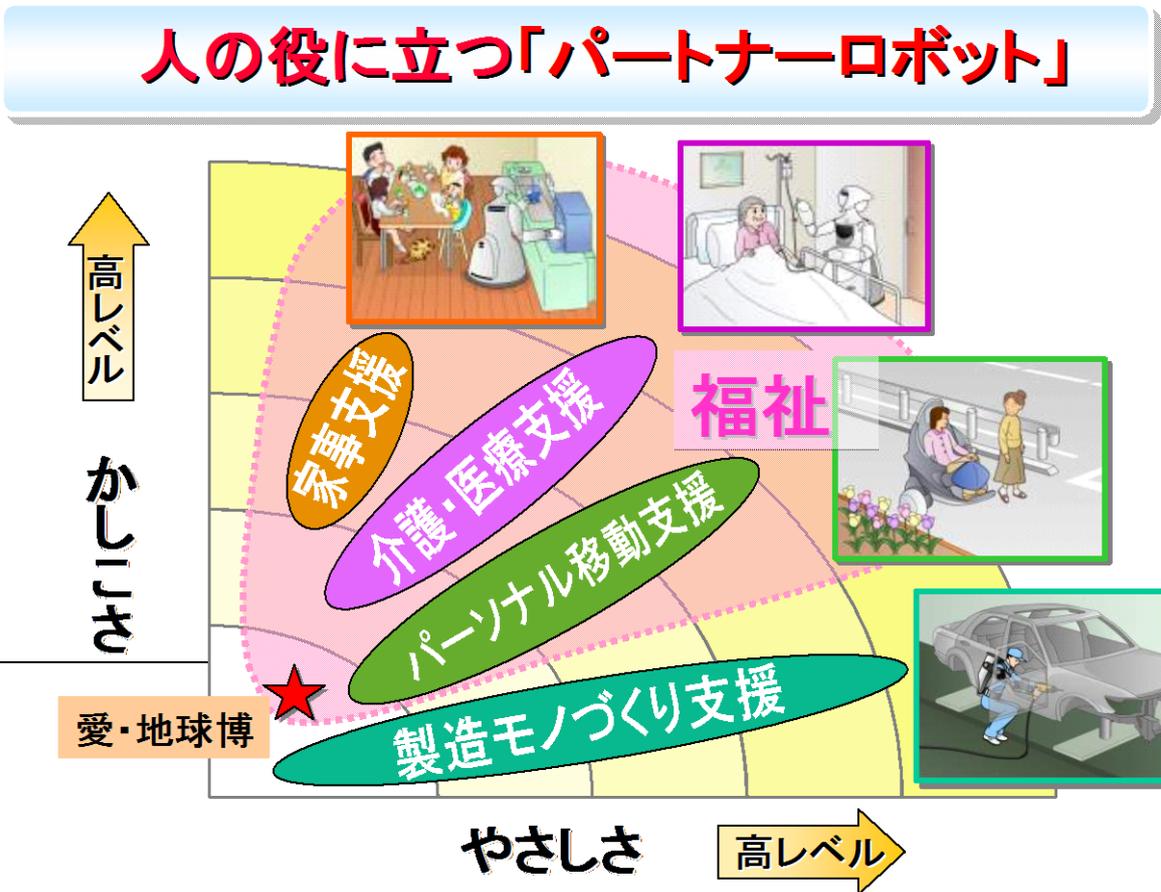


搭乗型ロボット  
『i-foot』

(図表3) パートナーロボット開発の背景：少子・高齢化の社会的影響



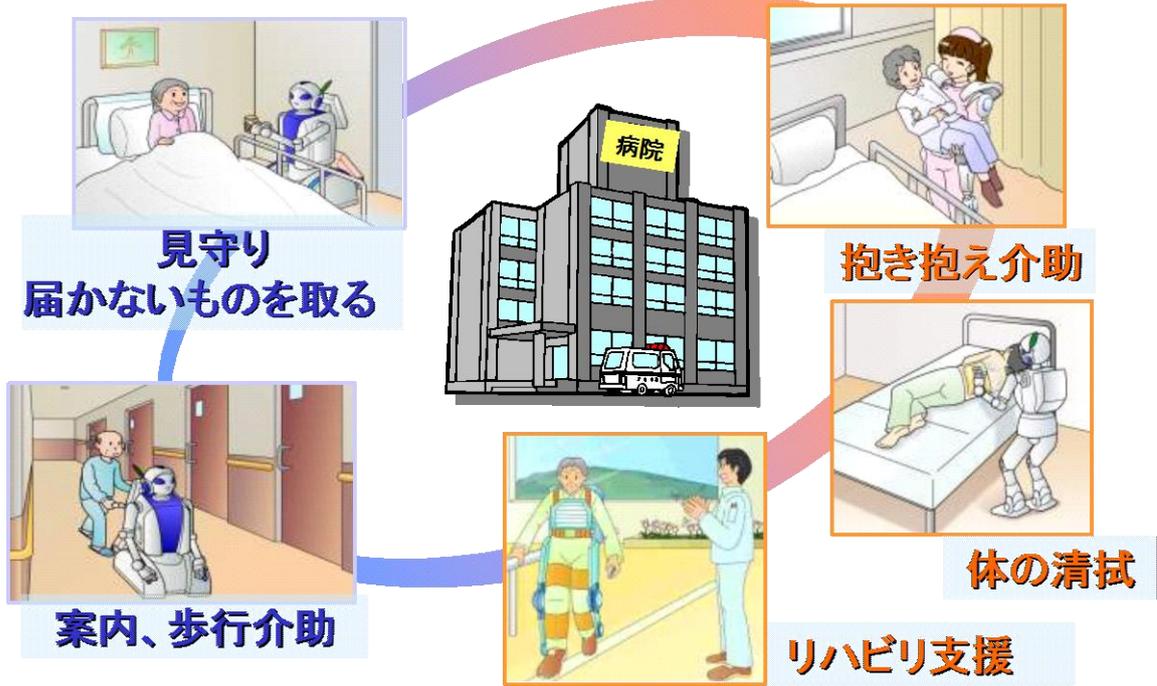
(図表4) パートナーロボット開発の方向



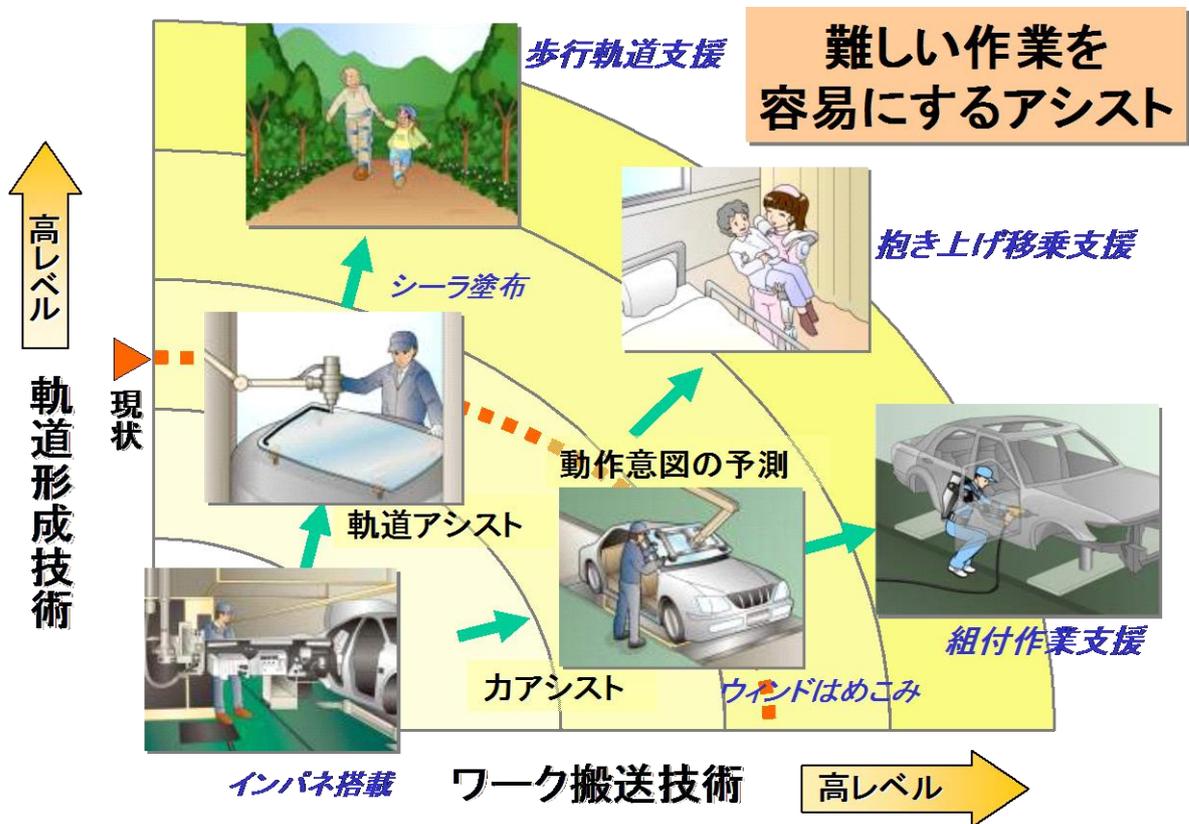
(図表 5) 介護・医療での活用シーン

## 患者さんの支援

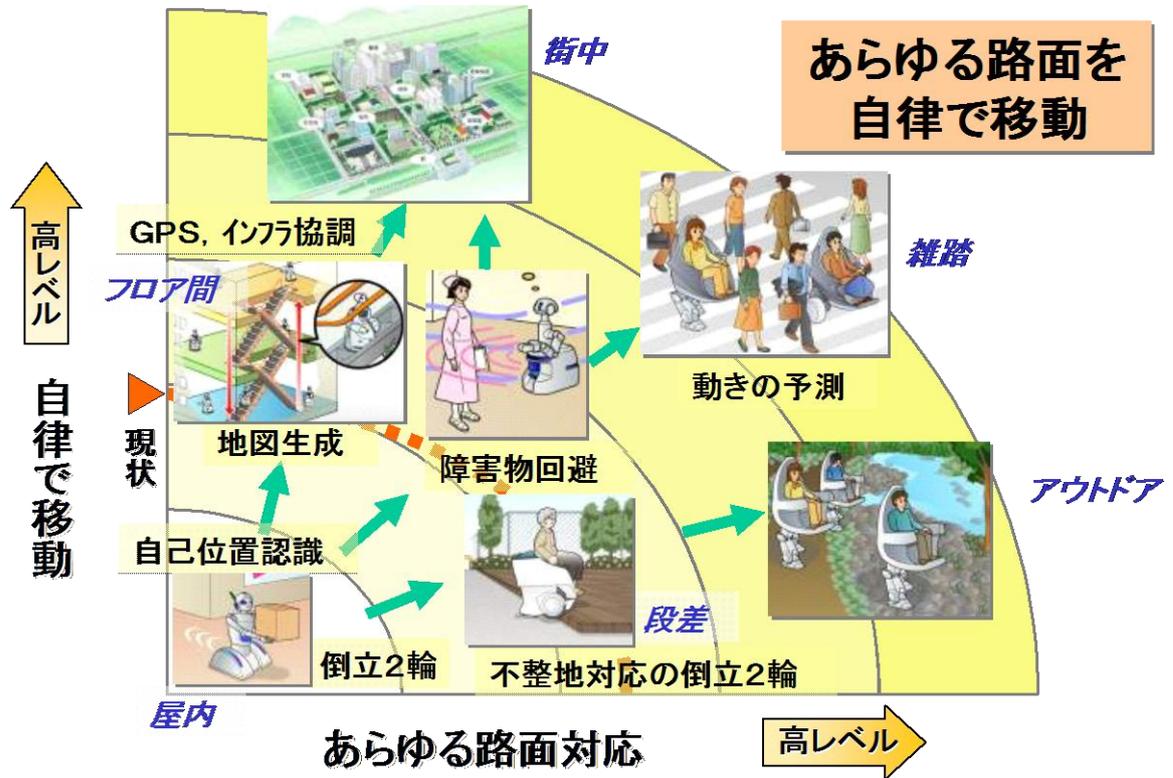
## 看護師・介護士の支援



(図表 6) 人と協調する技術のロードマップ



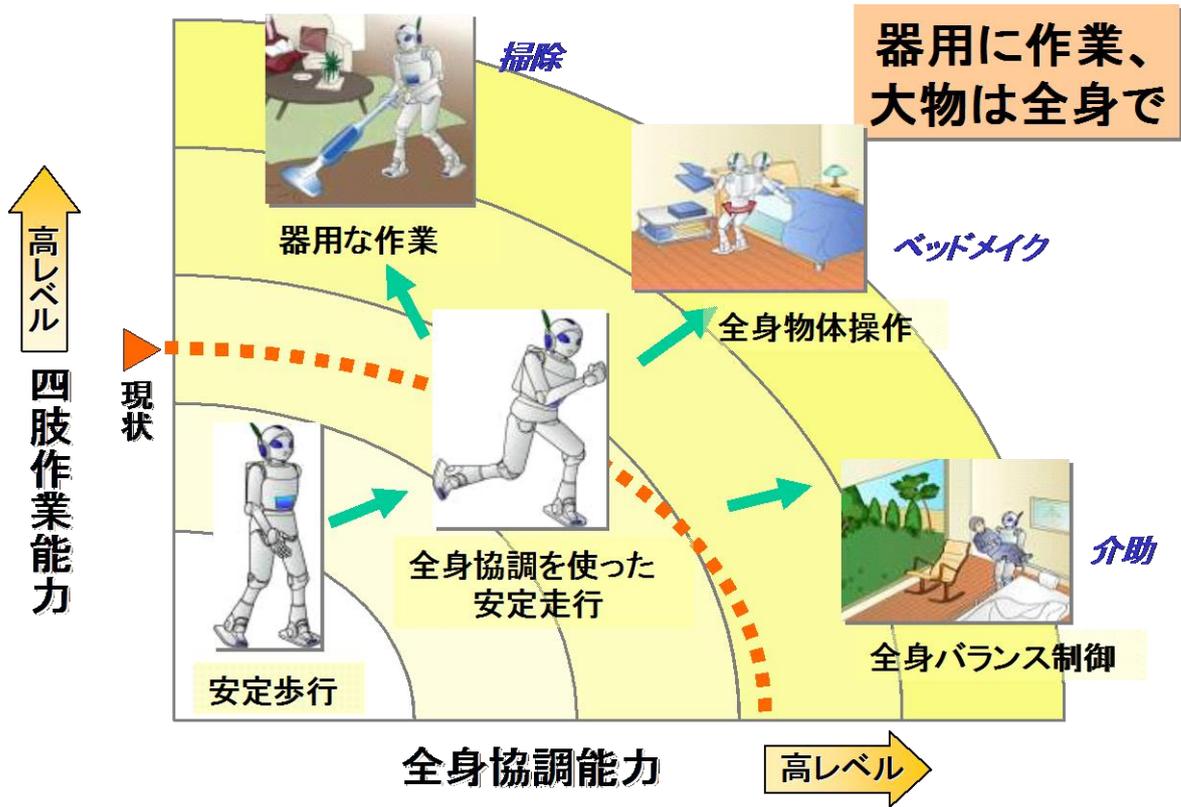
(図表 7) 移動技術のロードマップ



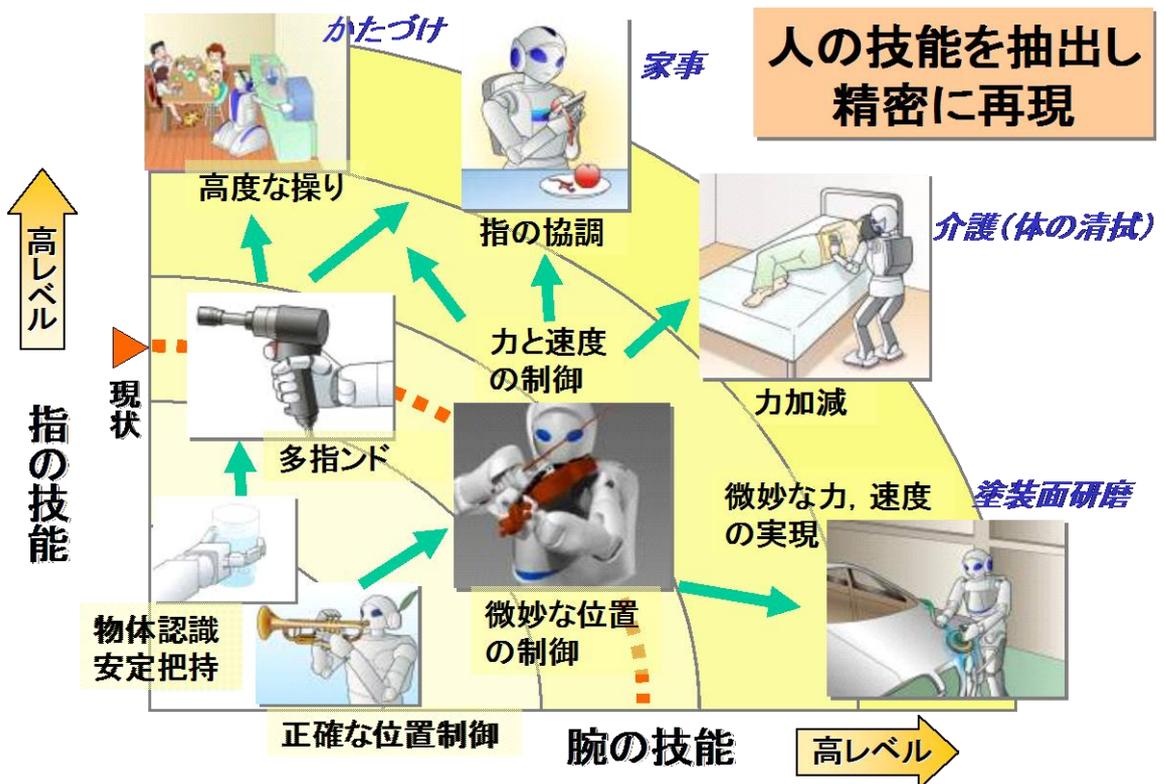
(図表 8) さまざまなパートナーロボット (その1)



(図表 9) 全身運動能力のロードマップ



(図表 10) 道具を使う能力のロードマップ



(図表 11) さまざまなパートナーロボット (その 2)

つま先とかかとの構造を持ち、歩行・走行性能の増したロボット



バイオリン演奏するロボット



洗濯をするロボット(CIRT連携プロジェクト)



(図表 12) パートナーロボット普及に向けた活動 (その 1)

### (1)現状課題:安全基準

- ①製品安全性への懸念等から、実証実験自体が行えないケースもある
- ・病院、ショッピングモール等は所有者の判断で実施可能
  - ・空港、駅、公道等は所管省庁・自治体等の同意が必要
- ⇒用途や使用シーンが多岐に亘るため、複数の省庁への確認が必要

<現状>

- ・火事・災害救援ロボットは、自治体の判断で、実地検証が容認されないケースあり
- ・公道での実証は、特区を申請しても対応できないケースあり
- ・ロボット特区においても、自治体の判断で、信号・横断歩道等は容認さケースあり

- ②事業者・研究機関・大学等の連携が図りにくいため、安全性に関する実証実験結果データ等が蓄積・共有化されていない

<現状>

- ・事業者は、何をどの程度検証すれば良いかわからず、参入を断念するケースあり



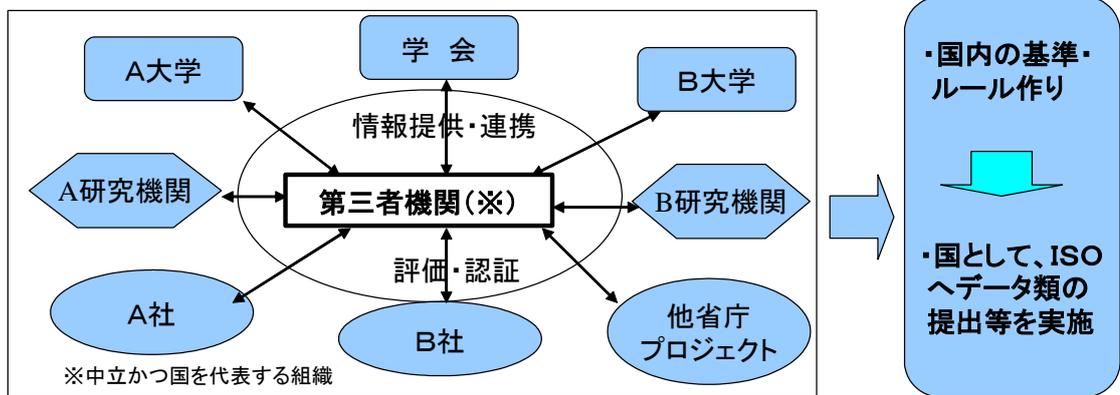
実証実験・データ蓄積を行い、安全基準作りを行う、第三者機関の設置

(図表 13) パートナーロボット普及に向けた活動 (その 2)

## (2). 活動提案: 安全基準作り

- ・今後、サービスロボットの普及を図るには、安全性を担保する仕組みが必要
  - －企業の自己認証ではなく、統一した見解が必要
- ・第三者機関を設置し、評価方法、基準の検討を開始する
  - －日本の英知を集結し、実証実験の段階から、リスクアセスメントの洗い出し等を行い、安全に関するデータの蓄積を行う
- ・将来的には安全基準を策定し、評価・認証を行うと共に、ISO策定における日本のイニシアティブの発揮を図る

<イメージ> 安全性の検証・基準策定を行う仕組みの整備



(図表 14) パートナーロボット普及に向けた活動 (その 3)

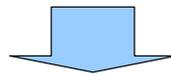
## (3) 現状課題: 関係省庁・法規が多岐に亘る

### ① 用途や使用シーンが多岐に亘るため、関係省庁・関係法規も複数存在

<現状>

- ・用途や使用シーンが多岐に亘るため、事業者だけでは適用される法規制等を把握しきれないケースあり
- ・所官省庁が複数に亘る場合は、各省庁への調整、→事業者の負担が大きい

### ② 法規制の適・不適の解釈がグレーな場合等、事業者にとってリスク大 ⇒ 参入障壁になっている



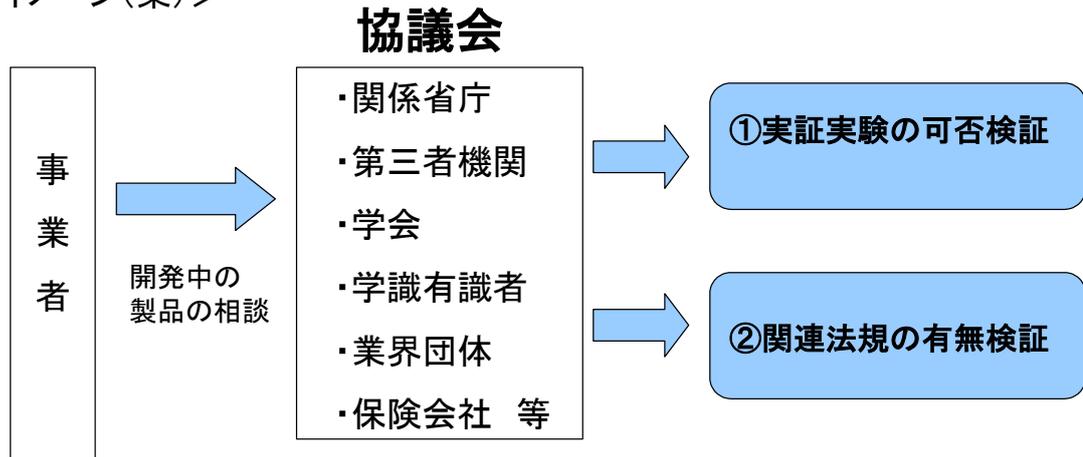
企業の新規参入、開発の課題解決を図るために、関連法規の見える化や、解釈に関する確認をサポートする場が必要

(図表 15) パートナーロボット普及に向けた活動 (その 4)

#### (4) 活動提案: 関連法規の見える化・調整の場作り

- ・開発段階からでも、関係省庁、第三者機関、業界団体等の関係者と意見交換できる場を作り、以下の様な機能を持たせる
  - ①多くの場で、実態に近い形の実証実験が行える機会の企画、検討
  - ②関連法規の有無等の検証

<イメージ(案)>



(図表 16) パートナーロボット普及に向けた活動 (その 5)

#### (5) 普及に向けた中長期的な検討課題

※ロボット普及状況を踏まえながら、段階を踏んでの検討

##### ①カテゴリー・活用シーンに応じたリスク度に準じ

###### ・免許(講習・トレーニング)制度のありかたの検討

-メーカー側の想定を越えた活用方法等もなされる可能性があり、事故防止の観点から、必要性の是非を検討

###### ・民間保険制度のあり方の検討

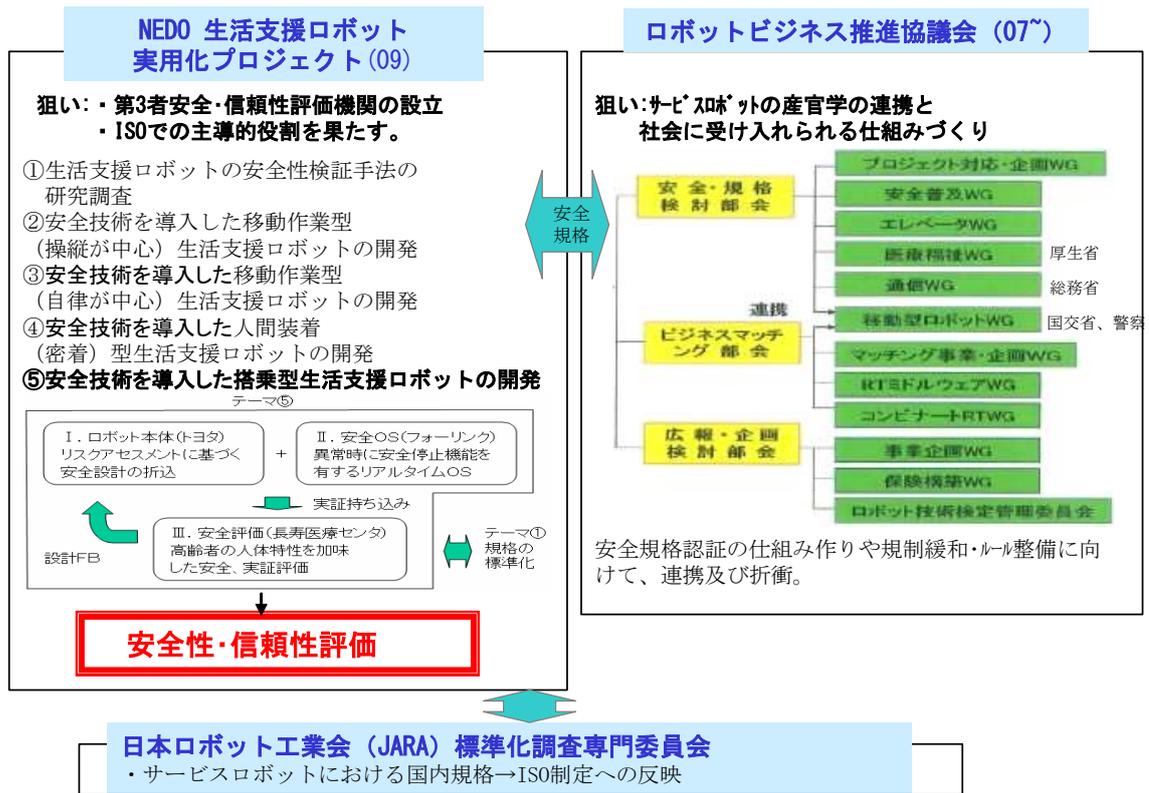
-責任の所在のあり方等に関する検討

##### ②普及に向けた継続的な施策のあり方の検討

###### ・個人ユーザー: 介護・福祉等、公的保険や措置制度による認定(自己負担の軽減)

###### ・事業者: 施設設備への補助、診療報酬・介護報酬の認定

(図表 17) パートナーロボット普及に向けた活動 (まとめ)



(図表 18) パートナーロボットのいる未来の暮らし



### 3. 使ってもらえる支援ロボットを開発するために

国際医療福祉大学・大学院 福祉援助工学分野 教授 山本澄子

(2009年10月9日)

私は動作分析が専門であり、特に片麻痺者の歩行を補助するための装具の開発を行っている。そこでの経験や、装具を含めた福祉用具全般を取り巻く状況や問題点等を踏まえ、使ってもらえる支援ロボットをこれから開発していくためにはどんなことを考えたらよいかについて、私なりの意見を述べさせていただきます。

#### 1. わが国の人口動態と高齢化

本題に入る前に、わが国の高齢化の状況および今後の見通しについて、数字を交えて簡単に説明させていただく。

わが国の出生率は段々下がってきている。合計特殊出生率が1950年には4.32人だったのが、2006年には1.32人になってしまっている。

一方、高齢者は増えており、65歳以上の高齢者が総人口に占める割合は急激に増えている。今後もその割合は増え続け、2055年には全人口に対する65歳以上の高齢者の割合が40.5%、うち75歳以上だけをみても26.5%となると予測されている。それに伴い、2005年時点では65歳以上の高齢者1人を3.3人の現役世代(15~64歳)で支える姿であったのが、2055年には1.3人で支えなければならなくなるということである。わが国における高齢化は他国と比べてもはるかに速く進み、また人口の高齢化率も高くなっていくことが予測されている(図表1,2,3)。

また、高齢者が自分で生活できる期間を自立期間と呼ぶが、それができない、いわゆる寝たきりに近いような非自立期間は、1999年の厚生省研究会の報告によれば、男性は平均で1.6年、女性は平均で2.8年とされている。なお、この男女差は主に平均寿命の差からくるものであるが、この平均寿命も男女共に年々伸び続けている。

このような将来においては、福祉用具が大きな役割を果たすものと考えられる。

#### 2. 片麻痺者のための装具の開発

##### (1) 片麻痺者とは

片麻痺とは脳出血、脳梗塞による半身麻痺であり、右半身麻痺の方と左半身麻痺の方がいる。全国に約147万人の患者がおり、身体障害の中では一番人数が多い。日本の総人口を考えると100人に1人はいるという計算になり、読売ジャイアンツの長嶋終身名誉監督や前サッカー日本代表監督のオシム氏もそうである。意識障害、運動障害、感覚障害、言語障害、高次脳機能障害など、いろいろな障害があり、単に体が動かないだけの障害ではなく、言葉が不自由だったり、言葉の認識ができなかったりと、いろいろ難しい障害を伴うものである。発症から6ヶ月までは回復する可能性があるということで、その間に一生懸命リハビリテーションが行われるのだが、どうしても障害が残ってしまう方が多い。

## (2) 新しいタイプの短下肢装具「GaitSolution」の開発

片麻痺により運動障害が残ってしまうと、麻痺した半身側の手は屈曲したまま、一方足は伸びきったまま、突っ張ったままという感じでしか歩けなくなってしまう。このような状態では、どうしても伸びきった、突っ張った足が床から離れる際につま先が引っかかって歩きにくい。足首の関節の動きはつま先を落とす方向の底屈とつま先を上げる方向の背屈があるが、これまでは底屈の動きをとめることにより歩行時につま先が引っかからないようにするタイプの膝から下に着ける装具（短下肢装具）が多く開発され、利用されてきた。これを着けることにより、それが無い時よりは楽に歩けるようになるのだが、足首の関節の動きが制限されるためにスキー靴を履いているような歩き方になってしまい、まだまだ歩きづらいというところがあった（図表 4）。

そこで私は 20 年以上前からいろいろな計測器を使って百人以上の片麻痺者の歩き方を計測し、装具はどうあるべきかということ、筋肉の働きなどを加味して考えた。その結果、人間は踵から床に着いてつま先が落ちるような歩き方をするが、そのつま先が落ちる底屈の動きに対して装具によって適度な強さでブレーキをかけるとその後がきれいに歩けるということを発見した。その後の背屈方向の動きについては装具の足首部分の継手が無抵抗に動くことにより足首の関節の動きを阻害しないで歩けるようになる。そのような歩行を可能にするには、これまでの装具とは違って、底屈方向にブレーキがかかりながら動き、背屈方向に無抵抗に動くことを実現しなければならない。しかし、そうした私の考えに対し、これまで底屈をとめることが常識だった装具の業界からは反発を受けた（図表 5）。

10 年ほど前に足首部分を継手の構造にし、そこにバネを用いた最初の装具が完成した。これを使うと楽に歩けるようにはなるのだが、患者からは「見た目が悪い」「重い」「ガチャガチャ音がするので図書館のような場所へ行けない」「階段を下りるときにぶつかるから怖い」「装具の上から靴が履きにくい」「ゴツイ」と言われ、また装具を実際に作る義肢装具士からは「継手部分の軸を合わせるのが難しく作りにくい」と言われ、売り出したもののあまり売れなかった。次にもう少し小型化するためにバネを油圧ダンパーにするなどの改良を施したものを出したのだが、それでも「ゴツイ」「重い」といったいろいろなクレームがついた。その後デザイナーにも参画していただき、2 年間かけてデザインタイプの「GaitSolution」を作り上げた。片麻痺者は足だけでなく手の麻痺もあるので、麻痺していない側の片手で 1 人で着脱できることを可能にし、装具の上から靴を履くのが楽なデザインとし、また義肢装具士の手間を減らすために半既製品化したものとなった。ここまできてようやく患者にも義肢装具士にも受け入れのよいものとすることができた。この装具開発の経験を通じ、装具というのは歩行を補助するのが第一の目的であるが、実は歩行補助以外の機能も非常に重要だということを勉強した（図表 6）。

「GaitSolution」を着けることにより、健常者と同じように歩けるようになるわけではないが、楽に歩けるようになり、歩く速さが 2 倍以上になる場合もある。「今まで近所を歩くのがやっとだったが、ひとりでも遠くまで行けるようになった」「今まで怖くて歩けなかった人ごみに行けるようになった」などの声もよく聞く。既に全国で 6 千人くらいの方に使っていており、その人数も徐々には増えている。だが、片麻痺者が全国で 147 万人いるということを考えると、もちろんそのうちのどれくらいの方がこの装具を利用可能な状態かは分からないが、まだまだ普及していない、と思う。なお普及に際しては私自身も取り組んでおり、現在は年に 20 回程度、全国各地や世界各地で講習会を行っている。「この装具を使ってこういう練習をしていただ

くともっと歩きやすくなる」「身体機能が一定になった方だけではなくて発症直後の急性期からこの装具を使ってこういう練習をすると、歩行改善のゴールが高くなる可能性がある」といったことを義肢装具メーカー、医療関係者を交えて講演して歩いている。しかし、それでやっと月に200本出ているかなという感じである。

### (3) 装具処方の流れ

「GaitSolution」がなぜ普及しないのかという話の前に、装具処方の流れがどうなっているかについて説明する。

装具は、医師、理学療法士、義肢装具士との関わりを経て患者の元に届くようになっている。医師はリハビリテーション全般を担当する。理学療法士は歩行などの動作練習を担当する。理学療法士は国家資格であり、全国で6万人くらいおり、また毎年1万3千人程度新卒が新たに入ってくるという状況で、病院やリハビリテーションセンター等に勤務している。義肢装具士は装具の製作を担当する。義肢装具士も国家資格であり、全国で5,6千人程度いるものと思われるが、病院やリハビリテーションセンターに勤務するごく一部を除いていわゆる業者として施設に出入りしている。

どの装具を患者に処方するかという決定権は医師が持っており、その医師の指示のもとに理学療法士、義肢装具士が対応するということが法律で定められている。

### (4) 「GaitSolution」普及における問題点

「GaitSolution」がなぜ普及しないのか。まず1つには金額の問題があると思う。従来の装具に比べはるかに高機能であるのだが、しかしそのために価格が高くなっている。従来の装具はだいたい3,4万円程度だが、「GaitSolution」は12万円くらいである。本人負担は1割で済むのだが、購入時には一時的に全額を立て替えなくてはならない。たかが12万円と思われるかもしれないが、病気になってすぐの方は入院費等いろいろお金がかかるし、もう仕事に復帰できないかもしれない等と経済的に不安な方が多い。そのような状況では「必要性がよくわからない装具などというものに一時的にせよ12万円も払えるか」という方が多くなってしまいうのも理解できるところである。また、患者がそのような状態であると医療関係者も高額な装具を勧めることをやめてしまう。

また、従来の装具のように足首の関節を固定に近い状態にするものと違って足首部分の継手の自由度が大きいため、装着してすぐに歩けるといえるものとはなっておらず、使用のためのノウハウが必要という問題もある。「GaitSolution」の機能を生かして患者自身が使いこなせるようになるためにはレベルの高い訓練が必要なのだが、厚生労働省の方針により入院期間の短縮が求められており、その時間がなかなか取れないという問題もある。

装具処方の決定権を持つ医師側の問題もある。装具に詳しくない医師も多く、新しいものへの正しい理解をしていただかず、どんな歩き方でも歩ければよいということで、装具の選択に時間をかけないということもよくある。また、理学療法士には、治療を重視し、装具のような道具全般の使用に対する拒否反応を示す人も多く、使うことを恥だと思ふ人すらいる。ユーザーの装具に対する情報不足という問題もある。ユーザーである患者はそれが必要となる病気に罹る前には装具についての知識は基本的に持っておらず、医療関係者から従来の装具を勧められたらそれを受け入れるしかないという状況にある。これも問題の1つだと思ふ。

### 3. 福祉用具とその普及・開発における問題点

装具からもう少し話を広げ、装具を含めた福祉用具が今どのような状況にあり、その普及・開発の面でどのような問題点を抱えているかということについて説明する。全体的に見て福祉用具はいろいろと便利なものはあるのだが、なかなか使われていないというのが現状である。

#### (1) 福祉用具とは：福祉用具の分類

福祉用具は、お金がどこから出るか（支給ないしは補助があるか）ということによる違いと、使用に際しての医師による判定が必要か不要かということによる違いにより、補装具、日常生活用具、その他の福祉用具の3つに分類することができる。（図表7）。

補装具というのは失われた機能の補助をする道具であり、装具や、義手、義足、補聴器などがこれに当たる。本人負担は1割程度で支給される。また使用に際して医師による判定が必ず必要である（図表8）。

日常生活用具というのは日常生活の便宜をはかる道具であり、具体的には車いす、車いすのスロープ、歩行器、立ち上がり補助便座、ベッド関連の用具、徘徊防止装置、拡大読書機、発話補助装置、細かい操作がむずかしい方のパソコン操作用トラッキングボール、等々ありとあらゆるものがある。補装具同様、本人負担は1割程度でレンタルや購入することができる。ただし使用に際しての医師による判定は不要である（図表8,9）。

その他の福祉用具とは、補装具、日常生活用具以外の福祉用具を指す。使用に際しての医師による判定は不要となっており、原則全額自己負担である。

#### (2) 2つの具体的事例にみる福祉用具が普及しない理由

2つの福祉用具を例に挙げ、それらにどんな効果があつて、なぜ普及しないのかということについて説明する。

##### ① 移乗補助器具「トランスファーボード」（分類：日常生活用具）

今介護の現場では介護をする人の腰痛、なかでも被介護者を持ち上げることによって腰が痛くなるというのが非常に大きな問題となっている。これを解決するためのものがこの「トランスファーボード」である（図表10）。簡単な構造のプラスチックの板に過ぎないのだが、介護者の腰部負担を大きく減らす効果がある。3次元動作分析の手法で腰部負担の大きさを表す腰部椎間板圧縮力を計測してみると、福祉用具を何も使わない場合は国際規格でもあるNIOSH（米国国立労働安全衛生研究所）の許容値を超えてしまうが、「トランスファーボード」を使うことにより許容値以下に抑えることができることが明らかとなっている。しかし、価格もそれほど高くないものであるにも関わらず、普及していない。

なぜ普及しないのか。1つには介護現場の情報不足があると思う。これを使えばこれだけ腰の負担が減るということが現場で知られていない。また、「トランスファーボード」を使う際にはある程度のノウハウが必要だが、これを教えられる人が少ないという問題もある。「トランスファーボード」を使うための環境整備が必要という問題もある。例えばベッドから車いすに移す動作であれば、まずベッドの横に直に車いすがつけられないと、「トランスファーボード」は使えないが、日本は非常に狭い家屋や病室が多く、そのスペースすら取れないことが多い。また、ス

ペースの問題がクリアできたとしても、アームレストが取り外しできるタイプの車いすでないとして「トランスファーボード」から車いす側に滑らせるようにして円滑に移すことができないが、そのような車いすが日本には少ないという問題もある。北欧等で使われる車いすはコンフォート型といって、アームレストを取り外せるだけでなく、その人に合わせてサイズを決めて、調節できるような多機能のものが主流となっているが、日本で主流の標準型車いすはアームレストが外れないばかりか、毎日それに乗って生活するには十分な性能を持ったものにはなっていない（図表 10）。それ以前の現場の心理的な問題として、介護に道具を使うのは面倒だとする介護者側の思いや、介護する側もされる側も人の手による介護を望むという、非常に根強い思いもある。

## ②高機能義足「C-Leg」（分類：補装具だが、全額自己負担）

「C-Leg」は世界最大の義肢装具メーカーであるドイツのオットーボック社の製品である（図表 10）。コンピュータを用い動きをきちんとコントロールしているので、非常にきれいに歩けるだけでなく、普通の義足では難しい、一歩ずつ階段を下りることも可能となる。しかしこれも普及していない。

なぜ普及しないのか。1つに価格が高いため、公的補助が受けられない（全額自己負担）という問題がある。義足であることから補装具の分類となり本来であれば公的補助が受けられるはずなのだが、価格が270万円程度とあまりに高いので、公的補助の対象となっていない。したがって全額自己負担となり、日本では10年ほど前から売られているが、国内のユーザーはわずか170人にとどまっている。また、私が開発した「GaitSolution」も似たような問題を抱えているが、この「C-Leg」使用に際しては高度なリハビリテーションが必要となるが、それができる理学療法士が少ないうえに厚生労働省の入院期間の短縮という方針により高度なリハビリテーションを受ける機会がないという問題もある。さらには「C-Leg」を使えるようにするために義肢装具士が時間を使いながら調整を行ったり、理学療法士が高度なリハビリテーションを行ったりしても、なんら加算報酬がつかないため、それを患者に使わせようというインセンティブが働かないという問題もある。

## (3)福祉用具の普及における問題点

先に2つの事例をみたが、福祉用具全体としての普及における問題点について、社会的側面と心理的側面の2つに分けて説明する。

### ①社会的側面

効果があるということがある程度分かっているものでも普及が難しいという場合には、お金の問題（福祉用具の支給・補助金の有無や補助金額の多寡等）がとても大きいと思う。また医師や理学療法士といった医療関係者に対する福祉用具に関する情報伝達と教育の不備という問題もある。他にも「トランスファーボード」の普及の問題点でも触れたように、福祉用具を使用するための環境整備がなされていないことにより使用に際しての制限が出てくるという問題もある。

### ②心理的側面

サービスは人の手でやるべきだ、されるべきだという根強い信仰に近いものがあり、道具を使

うのは面倒という思いも現場にはある。また、普通の人と違うものは使いたくないという心理もある。世の中にはメガネをかけている人はたくさんいるので、メガネをかけることに抵抗がある人はあまりいないと思われるが、これが補聴器となれば違うと思う。それを使用すれば周囲から目立ってしまうようなものは、どんなものであっても使いたくないという心理は当然ではと思う。他にも、リハビリテーションの過程でいうと、いい福祉用具を使って楽をすると良くならない、サボっていることになるのではないかと、ということが患者の心理として非常にある。使ってしまったら本来良くなるはずのものが良くならないのではという心理である。

#### (4) 福祉用具の開発における問題点

普及の前段階とも言える、開発における問題点についても説明したい。まずはマーケットの大きさをどう捉えればよいか、というものがある。障がい者と比べると高齢者のほうが圧倒的にマーケットは大きいのではないかと思うが、はっきりとは見えていない部分もある。またユーザーの個人差をどう捉えればよいかという問題もある。たしかに障がい者は個人差があるが、それでは高齢者に個人差はあまりないかというところとも言い切れず、なかなか難しい。また、ユーザー・中間ユーザーの心理的抵抗については既にご説明したとおりで、ロボットについても「鉄腕アトムが家に来てくれるならいいけれど変な機械が来られても困る」と言われたことがある。もしかしたらこれが大方のロボットに対する正直な気持ちでは、とも思う。その他の考えられる問題点として「開発者のシーズ指向」、「ユーザーと開発者を結ぶ『通訳』の不足」があるが、この2点についてはより詳細に以下に説明させていただく。

##### ① 開発者のシーズ指向

私がいつも工学系の方々のお話を聞いていて、だから開発が上手くいかないのではと思う一番の原因がこれである。「こういう素晴らしい技術があるから、これを何かに使えないか」というところから開発が始まると、使えるものはできない気がする。私の装具開発では、逆に使える技術がなく、「こういう技術が欲しい」というところから始まったので、使える装具をなんとか作れたのかな、と思っている。

また「高齢者は〇〇のはず」「障がい者は〇〇があると便利だと思う」というような憶測、推測で開発を進めるのもよくない。例えば義手を例にとると、開発者側がそのような憶測、推測を持ち、「指が動く義手は必要ですか？」と質問すると、手を切断された方は100パーセント、「動かないよりは動いたほうがよい」と答える。それを開発者は真に受けて指が動く義手を一生懸命開発するのだが、そのようなものは実際には使われない。両手切断だと状況は違うが、片手切断の場合は普通の手と同じように義手が動くということをもともと期待してはいないのではと思う。そうした方々が義手に一番期待していることは、見た目が自分の手と同じで違和感がないということである。義足は人目に触れないからよいが、義手は人の目に触れる。指は動かずとも、毛や爪まで生えている義手のほうが、指が動くだけの義手よりも好まれるという現実がある。

シーズ指向ではなく、また憶測・推測に基づかず、福祉用具が使われる全場面、条件を想定した開発が行われる必要がある。乗って移動するものであれば、動くだけでなく乗り移りやすさ、降りやすさはどうか。体に着けてもらうものであれば、着脱がしやすいか、自分1人で着脱できるか。使用しないときにはどこにどんなふうに保管すればよいか。狭いところ等限られたスペースでの使用はできるか。雨の日や荷物がある場合にも使えるか。認知症だったり、皮膚が弱

かったり、褥瘡の危険があったり、骨粗鬆症があったり、関節が動かないといった場合も使えるか。そのものを使うことに対する家族の理解、職場の理解は得られやすいか。また介護者が使用するものであっても、介護される側がそれを使うと楽とか、あってよかったというものであるか。こうした諸々のことを考慮して全てクリアするような開発をしなければ使われるものにはならないと思う。

## ②ユーザーと開発者を結ぶ「通訳」の不足

ユーザーと開発者を結ぶ「通訳」的な役割を荷う者がなかなかいないという問題がある。

私が「GaitSolution」を開発した際に関わった人たちの関係を例に、ユーザーから開発者への流れでみると、まずユーザー（片麻痺者）がいて、次に医療関係者（医師、理学療法士）がいて、次に「通訳」＝私がいて、次に福祉用具メーカー（義肢装具メーカーのエンジニア、義肢装具士）がいて、次に機械部品メーカー（油圧ダンパー製作会社）がいるという構図になっている。それぞれ直接接する人、例えばユーザーと医療関係者、福祉用具メーカーと機械部品メーカーは話をするが、ユーザーと機械部品メーカー、機械部品メーカーと医療関係者は恐らく会ったことすらないと思う。

「Gaitsolution」の開発の際の状況を例に挙げると、ユーザーの方にどんな装具が欲しいですかと聞くと「家の前の坂を歩いて買い物に行きたい」「スーパーでカートを押して歩きたい」「今の装具は押される感じがしていや」「装具の上からいろいろな靴をはいて、おしゃれがしたい」などの言葉が出てきた。これをいきなり開発者である福祉用具メーカーや機械部品メーカーが聞いて装具を開発できるかという、かなり難しいということが理解できるのでは、と思う。また、医療関係者は「ステージⅢの患者さんは筋の緊張が強いから強い力が加わると膝が不安定になります」「立脚後期の膝過伸展をとめられる装具があるとよい」というように、専門用語を散りばめてものを言うため、これも開発者には理解するのが厳しいところがある。そこで私がユーザーサイドである「ユーザーと医療関係者」と開発者サイドである「福祉用具メーカーと機械部品メーカー」との間に入って、ユーザーサイドの希望を開発者サイドにも分かるように「足首部分の継手の可動域はどのくらいの制動トルクをかければよいか」とか「耐久性はどのくらい必要か」ということを数値にして伝えるという「通訳」的な部分を担当した。それを受けて福祉用具メーカーは実際に装具をデザインして製作のしやすさを考えながら、価格を決めたり、普及の方法を考え、最後に機械部品メーカーが油圧ダンパーの設計、部品の寸法精度や発生トルク、耐久性等の機械的なことを担当した。

このように福祉用具を取り巻く関係者間には大変な距離があるということがご理解いただけたらと思う。「通訳」的なことを担当する人間はまだ少ないが、このような人材をもっと活用していく必要があると思う。今福祉分野でのロボットの開発にたずさわっている方は多いと思うが、恐らく直接医療関係者やユーザーとやりとりをしても、なんとなく話が食い違うという経験をされているのではないだろうか。また私自身の経験から感じているところとして、医療関係者は工学系の難しいことを言われると恐れ入りましたという感じになり、自分の意見を言わず押し黙ってしまうことがあるのでその点にも注意が必要と思う。

以上、福祉用具の開発における問題点について説明したが、これは今後福祉分野でのロボット開発にも共通する問題点と思われる。

#### 4. 使ってもらえる支援ロボットを開発するために

最後にこれまでご説明してきたことを踏まえて、使ってもらえる支援ロボットを開発するために何が必要かということについての私の考えを述べさせていただきたい。

##### (1) 開発の基本的方向性

まずは「本当に何が必要なのかを知る」ということである。憶測、推測に基づく義手の誤った開発の例を紹介したが、ユーザーは本当は何を望んでいるのか、医療関係者は本当は何を望んでいるのか、ということ、開発者は「この技術があればこれができる」といった発想から離れて知る必要があるのではないかと思う。

また使用に際しての「使われ感」をなくすことが望ましく、そのためには「使うことでスキルアップするもの」「完全なものより不完全なもの」の開発を目指す必要があると思う。ニンテンドーDS の脳トレのソフトが非常に流行っているが、あのソフトのように自分の頑張り次第でレベルが上がり、またそれを本人が感じられるということが大事なことであり、ロボットの開発においても求められることだと考えている。人や機械に何かやってもらったということでは嬉しさや満足感はあまり得られない。私の作った装具「GaitSolution」もそれを使って歩けるようになるためには患者自身が頑張っ練習し努力しないとにならないが、その結果歩行が上手になると満足度が高まるというデータが得られている。満足度が高まれば更にそれを使って努力しようとする、こうしたプロセスはとても大事なことだと思う。故に、それを使えば何でもできるようになるといったような、完全なものを作ろうとすることはあまり良くないのではと思う。スイスのHocoma社が開発した「Lokomat」という歩行練習のためのリハビリテーション器具があるが、それを導入された施設の方より「これで歩行練習すると、あまり上手くやってくれるものだから、ユーザーが使用中に居眠りしてしまう」との話を聞いたことがある。それではリハビリテーションにならないのではないかと思う。

##### (2) 開発の具体的方向性

誰が、いつ、どこで使うのか、ということを考え、決めなくてはならない。誰が、というところでは対象者を限定する必要があるが、例えばこれから成長していく障害のあるお子さんやインテリ高齢男性は有望なターゲットであると思う。障害のあるお子さんであれば、ご両親はなんとかして良くしてあげたいという気持ちがあるので、多少お金がかかったり、いろいろな不都合があっても、使ってみようということになるのではないか。またインテリ高齢男性はスキルアップしたいという意欲が強く、また他の人は使えないけれども自分は使えるといった機械を所有、利用することに強いと思う。その他、治療用なのか、日常生活用なのかということも開発早期の段階で決めなくてはならないと思う。

購入費用を誰が負担するのか、これについても働きかけも含め、明確にしておく必要がある。公的補助なのか、施設で購入してもらうのか、個人が買うのか、それ次第で作るものの価格も全く変わってくるので大事なことである。

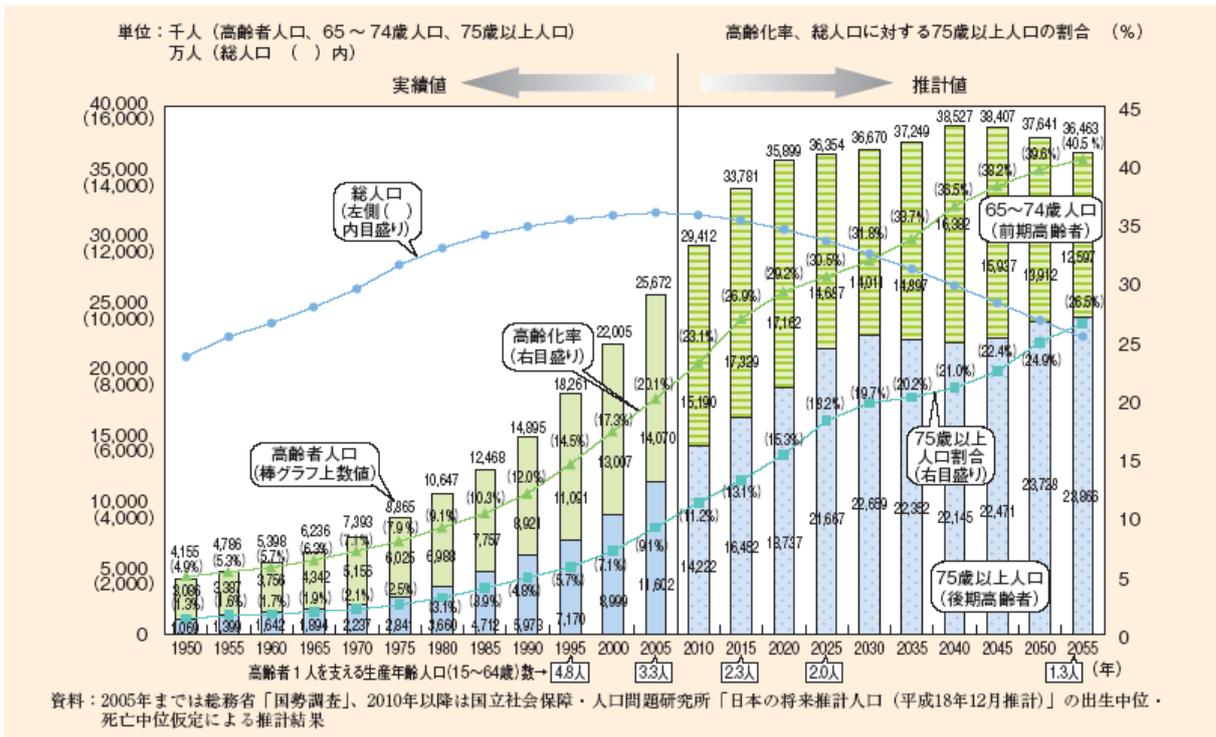
また既に述べたことだが、使用される全場面、条件を想定しないと使えるものではないのではと考える。

### (3) その他留意すべき事項

私は高齢者、障がい者の道具や機械による補助というのは工学系の方々が考えるよりもずっと難しいものがあると思っている。特に高齢者のほうがより難しいと思うのは私だけでなく現場の方々も同じである。高齢者の場合、そもそも本人にやる気がないという場合すらある。

また、ものを作ってから、これをどうしたら使えると思うか、と意見を求められることが多々あるが、そのような開発のやり方ではよくないと思う。もっと最初から、本当に何が必要かというところからみていかないと使えるものにはならないと思う。

(図表 1) 高齢者人口の推移



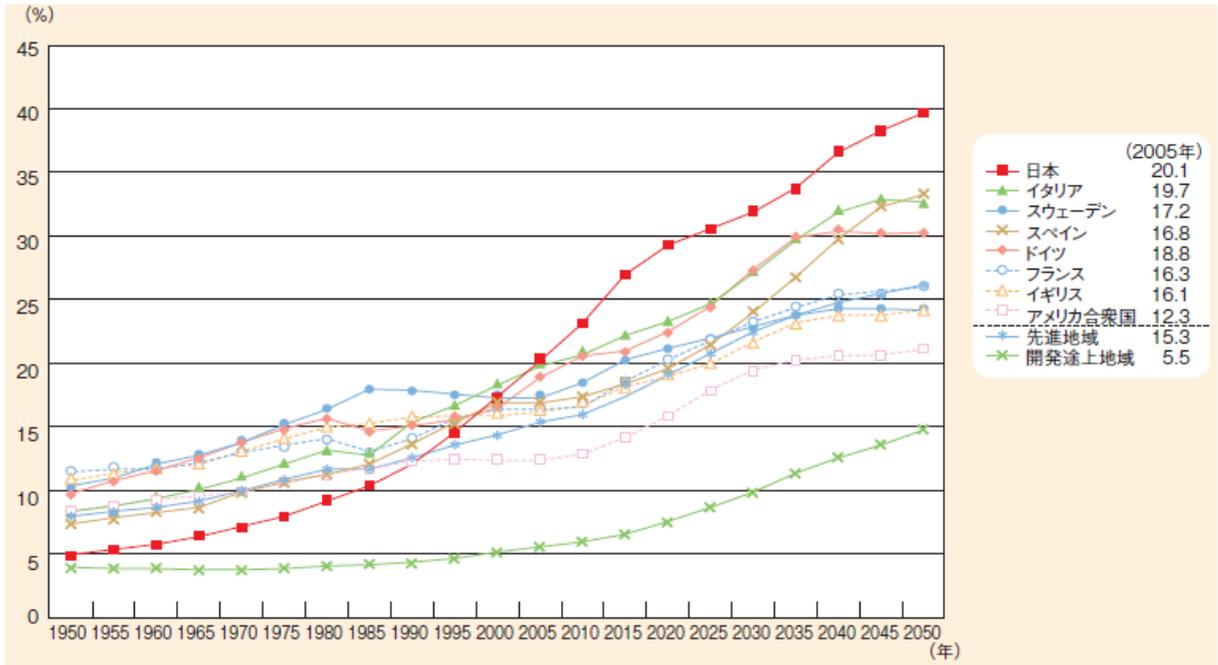
(図表 2) 高齢者を何人で支えるか

	生産年齢人口（15～64歳）を支え手とすると			15～69歳を支え手とすると	
	(a) 65歳以上を何人で支えるのか	(b) 70歳以上を何人で支えるのか	(c) 75歳以上を何人で支えるのか	(b)' 70歳以上を何人で支えるのか	(c)' 75歳以上を何人で支えるのか
平成17 (2005) 年	3.3	4.6	7.3	5.0	7.9
20 (2008) 年	2.9	4.1	6.2	4.5	6.8
27 (2015) 年	2.3	3.2	4.7	3.6	5.3
37 (2025) 年	2.0	2.4	3.3	2.7	3.6
47 (2035) 年	1.7	2.1	2.8	2.4	3.2
57 (2045) 年	1.4	1.7	2.4	2.0	2.7
67 (2055) 年	1.3	1.5	1.9	1.7	2.2

資料：平成20年は総務省「推計人口」  
他は、国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成18年12月推計）」の出生中位・死亡中位仮定による推計結果

(出所)内閣府 平成 21 年版「高齢社会白書」

(図表 3) 高齢化率の他国との比較



資料：UN, World Population Prospects: The 2006 Revision  
 ただし日本は、総務省「国勢調査」及び国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成18年12月推計）」の出生中位・死亡中位  
 仮定による推計結果による。  
 (注) 先進地域とは、北部アメリカ、日本、ヨーロッパ、オーストラリア及びニュージーランドをいう。  
 開発途上地域とは、アフリカ、アジア（日本を除く）、中南米、メラネシア、ミクロネシア、ポリネシアからなる地域をいう。

(出所)内閣府 平成 21 年版「高齢社会白書」

(図表 4) 従来の短下肢装具

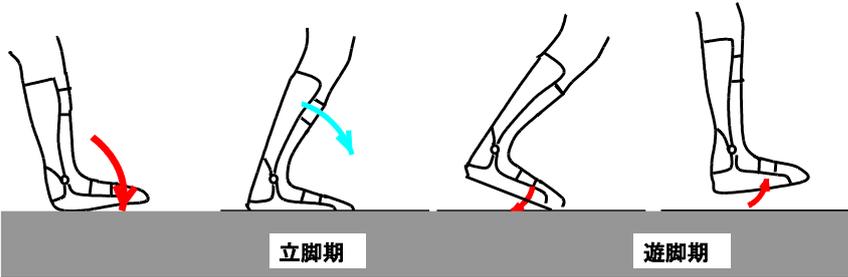


(図表 5) 新しい歩行補助の考え方

＜従来の装具による歩行補助＞

安定性の確保

クリアランスの確保



つま先を引っかけないために底屈方向の動きをとめる、背屈方向も動きにくくなり…  
歩けるようにはなるが、スキー靴を履いているような歩き方に

もっときれいに歩くために必要なことは？

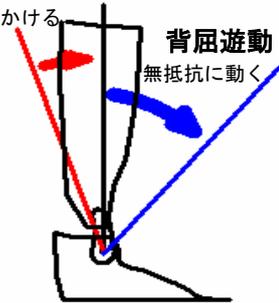
＜新しい歩行補助の考え方＞

踵から着地後つま先が落ちる際に、適度なブレーキをかけると、その後がきれいに歩ける

底屈制動の強さを調節

ブレーキをかけるように動く

背屈遊動  
無抵抗に動く



(図表 6) 短下肢装具「GaitSolution」の開発

最初に開発した装具



改良



更に改良

デザイナーも参画



バネ



バネ  
↓  
油圧ダンパー

＜問題点＞

- ・見た目が悪い
- ・重い
- ・歩行時に音がする
- ・階段を下りるときにぶつかる
- ・装具の上から靴が履きにくい
- ・製作がむずかしい

＜改良の際のポイント＞

- ・小型軽量化
- ・片手での装着
- ・装具の上から靴がはける
- ・半既製品化

(図表 7) 福祉用具の分類

<p><b>医師による 判定が必要</b></p>	<p><b>補装具</b> (失われた機能の補助) 身体障がい者・児</p>	<p><b>その他の 福祉用具</b></p>
	<p><b>日常生活用具</b> (日常生活の便宜をはかる) 身体障がい者・児 高齢者</p>	
<p><b>判定不要</b></p>	<p><b>支給、レンタル、補助 一部自己負担</b></p>	<p><b>自己負担</b></p>

(図表 8) 補装具と日常生活用具 (その1)

<p>義手・義足</p> 	<p>装具</p> 	<p>補聴器</p> 
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><b>補装具</b></div>	<p>歩行器</p> 
<p>車いす</p> 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><b>日常生活用具</b></div> <p>車いすのスロープ</p> 	<p>立ち上がり補助便座</p> 

(出所) テクノエイド協会福祉用具情報システム (TAIS) より引用 一部改変

(図表 9) 日常生活用具 (その 2)

ベッド関連の用具



拡大読書機



日常生活用具

発話が不自由な方が使用する装置



徘徊防止装置



細かい操作がむずかしい方の  
パソコン操作用トラッキングボール



(出所) テクノエイド協会福祉用具情報システム (TAIS) より引用 一部改変

(図表 10) 「トランスファーボード」と「C-Leg」

移乗補助器具「トランスファーボード」・・・日常生活用具



「トランスファーボード」が使える車いす  
コンフォート型車いす (北欧で主流)



高機能義足「C-Leg」(ドイツ オットーボック社製)  
・・・補装具だが全額自己負担



「トランスファーボード」が使えない車いす  
標準型車いす (日本で主流)



(出所) テクノエイド協会福祉用具情報システム (TAIS) より引用 一部改変

#### 4. ロボット産業を生活福祉に生かすために

ニチイ学館 執行役員 伊藤健三

(2009年11月17日)

人は高齢になると誰しもが身体の機能が低下し、生きがいも薄れていくのが現実である。要支援・要介護といった介護保険制度の枠組みに入っている方々、またその予備軍の方々の数は2007年で1,170万人程度いるとされ、2015年には1,500万人程度となることが見込まれている。高齢者の身体機能と生きがい、この両方を「ヒト」、「モノ」、「環境」とを総合的にきっちと噛み合わせて支えるというかたちが本来のあるべき姿と私は考えているが、現状は必ずしもそうになってはいない。

私はロボットの専門家ではないが、ヘルスケア関連の仕事に25年ほど関わってきた。RT(Robot Technology: ロボット技術)のような、高度技術を使った福祉用具はほとんどないのが現状であるが、これからの時代にはそうした技術を取り入れて高齢者の生活を支えていくことが必要になると考えている。

##### 1. 受動的支援（穴凹支援）と能動的自立支援

一般に60歳を超えると身体機能が低下するといわれる。高齢者になりいろいろな障害を持つと、言うなればその障害の部分にいったん穴ができ凹むわけだが、現在の支援というものはその穴を埋めることのみ、焦点があたっているように思う。それを超えて次の支援のかたちに進もうというような考えや施策がないというのが実情ではないかと思う。これには上記の「ヒト」、「モノ」、「環境」とが総合的に噛み合ったかたちでの支援がなされていないという問題もあるが、支援の受け手側の心理的な問題も背景にあると思う。自分で何かをするという自立の考えを持っている人が日本人には少なく、受け身型の人が多い。ただし今後、団塊の世代以降が高齢者となっていく中では、高齢になっても能動的でありたい、積極的でありたい、社会参画したいという気持ちを持った方々が増えていくのではないかとと思われる。そうなれば支援の在り方も、現在の生活維持への支援＝受動的支援（穴凹支援）から、豊かな生活を実現するための可能性を引き出すような支援＝能動的自立支援へと変化していくのではないかと思う。今はその過渡期にあるのかもしれないと考えている（**図表1**）。

##### 2. 数字でみる福祉用具の現状

福祉用具は1993年に福祉用具法が施行されて初めて1つの分野として認められるようになった。1993年時点では7,735億円という市場規模であったのが、2000年に介護保険制度が導入されたこともあり急速に伸びて、2007年には1兆2,608億円と、約1.6倍の市場規模となった。

主要な福祉用具の数量の推移について表したものが、参考数値ではあるが、**図表2**である。おむつは1999年度に2,303百万枚であったのが2007年度には4,540百万枚になっており、これは

1,243万人が毎日1枚使用している計算となる。福祉用具の市場動向のデータをグラフで表したものが**図表3**である。パーソナルな商品類が増えてきているように見える。

### 3. 「普及しにくい」という問題を抱える福祉用具

福祉用具の市場は以前と比べれば大きなものとなってきているものの、普及しにくいという問題を抱えている。

その原因としてよく情報不足が挙げられる。実際に福祉用具を知らない（使い方、効果等も含め）、知る機会が少ない、健康なので福祉用具の利用など考えたことがない、等々いろいろな声があるが、要は福祉用具の良さが十分に世間に伝わっていないということではないだろうかと思う。また、歴史的に給付制度の範疇で扱われてきたということもあり、自分たちの生活とは切り離されたもの、特別なものという意識もある。その他、福祉用具自体の抱える問題（不適合の問題等）や、「ヒト」による人的サービスとその中で使用される福祉用具「モノ」による物的サービスとがうまくかみ合っていないという問題もあるように思う。

そうした一方で、「利用者が望まないのに過剰に提供されている」、「過度な利用が自立の促進を阻害している」という声があるのもまた事実である。実際に介護保険制度の過去の見直しにおいては、特殊寝台の使用についてのガイドラインが新たに出され、「特殊寝台は起き上がり等の動作を補助するためのものであり、寝返り、起き上がり、立ち上がりが掴まらないでできる場合の利用は認めない」ということとなった。要はちょっと便利だから使うというような使い方は介護保険制度の下では認めないということであり、既にそのような用途で利用していた方々から大量に引きはがすということが現実に行われた。

### 4. 「福祉用具貸与利用者における貸与事業と利用意識に関する実態調査」の実施

福祉用具利用の実態把握は、現状の制度上では、何重の垣根があり、きわめて困難であるため行われてこなかった。しかし、もしかすると、こうした事実こそが福祉用具を使いにくくさせている1つの要素となっているのではないか、という声はあった。

そこで、「福祉用具貸与の実態調査研究会」によって、「福祉用具貸与利用者における貸与事業と利用意識に関する実態調査」がなされた。調査の回答者数は698人で、うち630人が65歳以上の高齢者であった。利用している福祉器具で多いのは、特殊寝台、手動車いす、じょくそう予防用具、歩行器、手すり、といった結果であった（**図表4**）。

福祉用具利用で困ったことがある方々に対する調査では、「使い方・操作を忘れて困った」、「故障して困った」、という回答数が「体に合わなくて困った」という回答数を超えており、専門家の間では利用者の体に合わせる適合こそが福祉用具利用に際して最も重要といわれているが、利用者にとっては必ずしもそうではないということが明らかになった（**図表4**）。

また、698人中645人が福祉用具を利用して満足していると回答しており、具体的に満足している理由を尋ねると（複数回答）、「生活が便利になったから」という回答が全体の49.8%で1番となっており、「立ち上がり・歩行など動作が1人でできるようになったから」という自立につながったという点で満足されている方々は27.8%にとどまっていた（**図表4**）。

福祉用具を使い続けていきたいか、という福祉用具の有効性に関する問いには、500人程度の

方が使い続けたいとの回答をしており、また、同じような体の状態の人に利用を勧めたいか、という問いには約8割の方が勧めたいと回答している（図表5）。

700人程度にすぎない調査の結果ではあるものの、ある意味ではここに一般の方の本当のニーズが現われているのではと思う。利用者のニーズは、介護保険制度の求める利用者の自立（福祉用具を使って1人で動けるようになること）にあるのではなく、何よりも日常生活が楽になる、便利になるなら使いたいというものであった。これは素直な気持ちであるようにも思う。ただし、便利と思っているということと、満足しているということが結びつくかどうかは今回の調査結果をもとにさらに考えていく必要があるところだと思う。

## 5. 福祉用具に求められる特性

福祉用具に求められる特性には、高齢者や身体障がい者等の身体機能に合った商品であること、身体機能に合わせ必要に応じて調整が可能であること、利用者及び利用環境に十分配慮した商品であること、利用あるいは利用環境の変化等によって安全性が損なわれないこと、修理・アフターサービス等にも十分配慮した製品であること、等がある。これらは至極当然のものと思うが、現実にはなかなかそうはなっていないという気がしている。

福祉用具のもつ機能は、工学的機能と臨床的機能とに大別されるが、それぞれについて現状の福祉用具の抱える課題をみると、工学的機能については、工学的な基礎である、いろいろな工業用品としての性質、機能等々についての標準化がまだまだ遅れている、試験評価も出ていない、実際に使われている場での安全性の問題にもまだまだチェックが入っていない、等が挙げられる。また臨床的機能については、利用者の身体的な状況や能力の評価等、実際に使われている状態についてのメスが入っているとは言いにくい状況にある。

## 6. 福祉用具に RT を組み込むにあたって考慮すべきこと

福祉用具に RT を組み込むという場合には、それによってどう変わるかを「見える化」「見せる化」し、利用価値、安全性等を関係者間で共有することが必要と思う。その際、いい「モノ」ができる、効率のよい、安全で、機能的で、操作性もよい「モノ」を作っていこうという考えで進めていくのではなく、利用者側に使われる、使いたい、利用したいと思わせる部分をどう作るかというところがカギとなると思う。現状では、作る側と利用する側とにかい離されたところがあるような気がしている。

## 7. 福祉用具利用に対する日本人の根強い抵抗感

日本の介護の世界には、日本人特有の生活観念がある中で、「モノ」を使って生活の支えをすることについて、介護をする側にも受ける側にも抵抗感がある。この意識を変化させなければなかなか福祉用具の利用が進まないというところはあると思う。そうした意識的な背景もあり、日本では限定された福祉用具ありき、海外では必要性が判断できれば必要とされるものを何でも利用できる、といった制度上の対応の相違も出てきてしまっている。日本において福祉用具が特別なものとして意識されるようになってしまった背景の1つには、福祉用具に対する行政の扱いの

歴史的経緯があったと思う。

社会保障関連における福祉用具に対する行政の扱いというものは、救貧から防貧、措置、契約へと移り変わってきたとの整理が可能である。過去の受け手側の意識は慈悲、お上意識というものであった（図表 6）。2000 年の介護保険制度の導入は措置から契約への変化をもたらし、それによって受け手側も自己主張や自己選択ができる環境になったともいえるが、現実には介護を受けるためにはまず要介護認定を受ける必要があるという状況があり、また支援についてもある一定時点の静止した状態だけを観察した上で検討されるかたちとなっており、受け手側本人が意見して支援が受けられるようにはなっていないというのが現状である。結果として、受け手のケアマネージャーや中間ユーザー等への依存が続いてしまっていると言える。

## 8. 現状の福祉用具の給付・助成の仕組みと問題点

福祉用具の給付・助成対象品は国が厚生労働省告示で一律に基準を示しているけれども、実際には、保険者である各自治体が独自に選定する仕組みとなっている。しかしながら各自治体の担当者は必ずしも福祉用具に関する専門的知識や十分な商品知識を有していないという指摘があり、また提供する側の先端にいる福祉用具専門相談員やケアマネージャー等も同様であるとの話もある。また介護保険制度以外にもいろいろな福祉用具の給付・助成をする制度があるが、これらは各個バラバラな施策として行われているというのが現状である。また福祉用具を出したら出しっぱなしでその後のフォローやチェックがなされていないという問題、「安全・安心」の基準作りの遅れ、標準化や評価試験体制の未整備という問題もある。評価試験体制についていえば、ようやく福祉用具の試験評価事業を行う組織として JASPEC（日本福祉用具評価センター）という第三者機関的なものが神戸に 1 つ作られた、というレベルである。

今は福祉用具という「モノ」だけがあって、それを取り巻く種々の環境の整備が遅れているのが現状である。

## 9. 福祉用具業界の現状と展望

福祉用具業界には中小企業が多く、制度に依存した格好で福祉用具の市場ができているという点には留意が必要である。制度に合致さえすればというかたちで福祉用具が作られているという姿があると思う。福祉用具のメーカーに対する最新の調査では、公的給付関連の部分に焦点を合わせたかたちでビジネスをしたいと回答したのが過半数であり、海外市場も視野にビジネスをしたいと考えているのはわずか 18.2% という結果であった。

しかし福祉用具業界は今、従来型の制度ビジネスからの脱却の時期に来ていると考えている。今後さらに福祉用具が幅広く使われていくようになり、福祉用具の一般産業化を実現させるためには、福祉用具を取り巻く全ての関係者が福祉用具を特別視（利用への抵抗感を含む）することから脱却することが不可欠であると思う。それと同時に「モノ」は「モノ」、「ヒト」は「ヒト」ということではなくて、「ヒト」、「モノ」、「環境」が総合的にきちんと噛み合ったかたちでの、ハードとソフトの総合的な連携サービスのシステム化が必要となってきたと感じている（図表 7）。

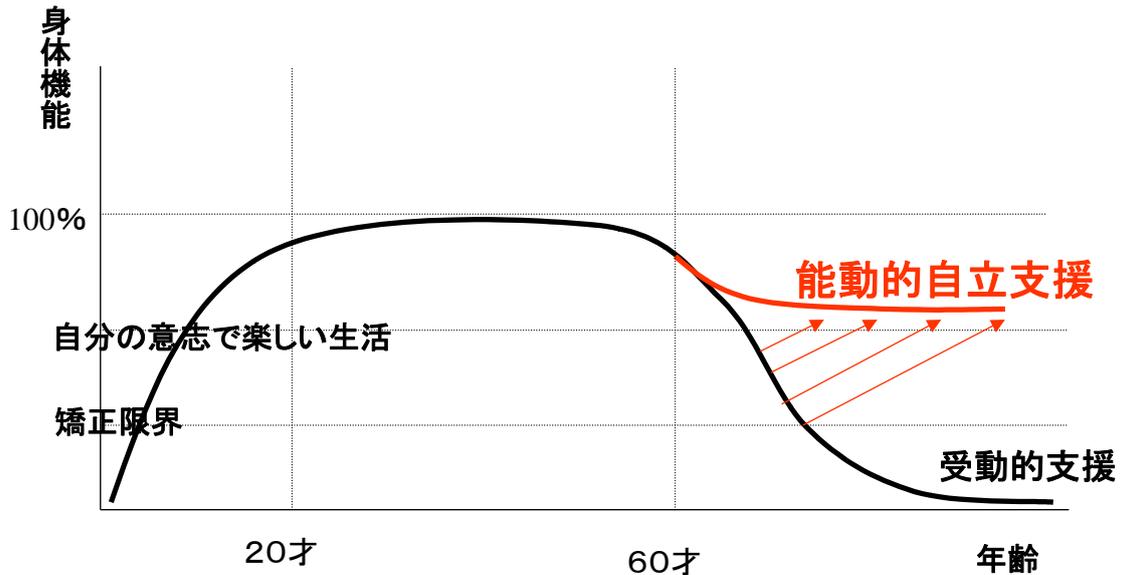
## 10. これからの高齢者の生き方と福祉用具の将来

50 年後には生産年齢人口は半減すると見込まれており、今の介護の仕組みが持続可能とは思えない。介護保険制度の維持に要する費用も拡大傾向にあるが、今の状態をそのまま続けてはいけないはずである。そうした中で、福祉用具の機能を高度化し、それをうまく活用しながら、介護の必要な方々へのサービスを行っていくことが求められるであろうし、その際に RT は有力な技術の 1 つとなると思われる。

また、これからの高齢者の生き方を考えた場合には、支援を受けるということももちろん必要ではあろうが、それとともに本人の生きがいという意味も含めて、経済社会に何らかのかかわりをもつ、社会において何らかの役割を担う、地域コミュニティに参加する、といったようなことができるよう、高齢者が自分で生き方を企画し、なおかつ選択できるような社会システムができるといいと考えており、諸制度もこうした社会システムに沿って見直しが行われればよいと思っている。

そこでそうした世の中を支えるものの 1 つにならないかというイメージで、ニチイ学館が、とある企業と組んで、「リアライブ（仮）」という RT を利用した下肢筋力トレーニング器具の開発に取り組んでいるところである。これは介護予防のための筋力、骨密度低下防止機器である。なお普及させるにあたっては、これを単体で売るのではなく、当然きちんとしたトレーニングメニューの整備等周辺環境の整備とセットで考えていかねばならないと認識している（図表 8）。

(図表 1) 受動的支援と能動的自立支援



(出所) (財) 日本システム開発研究所 垣田氏作成資料

(図表 2) 主要な福祉用具の数量の推移【参考値】

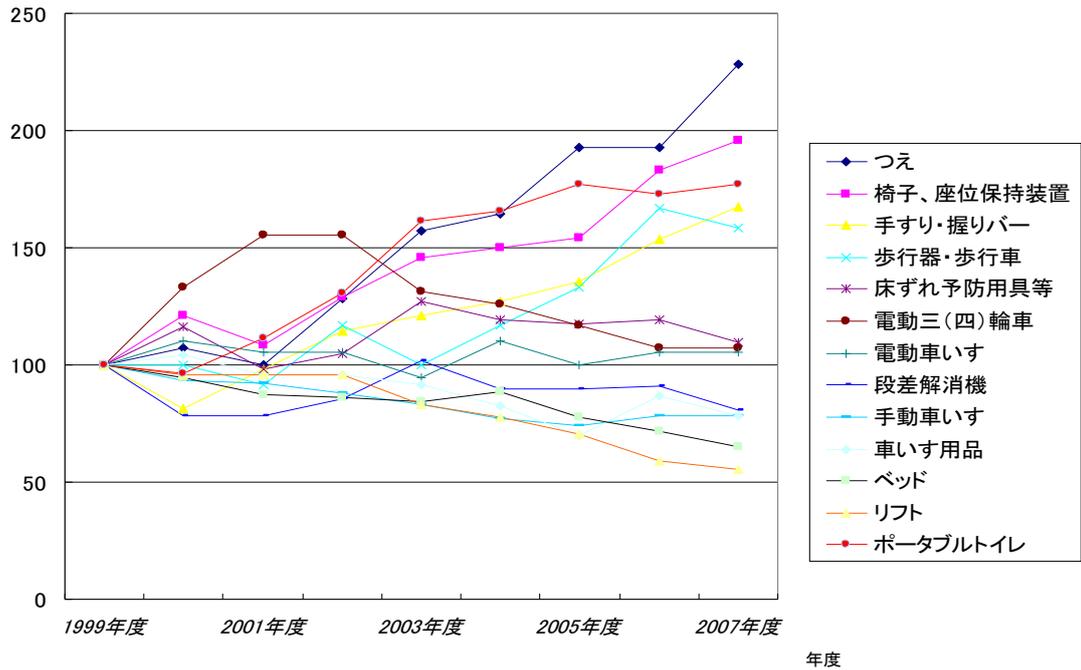
	年度別数量(参考値)									備 考
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
おむつ (百万枚)	2,303 (百万枚)	2,317 (百万枚)	2,226 (百万枚)	2,435 (百万枚)	2,996 (百万枚)	3,404 (百万枚)	3,783 (百万枚)	4,246 (百万枚)	4,540 (百万枚)	数量は日本衛生材料工業連合会による生産枚数(大人用紙おむつ)
ポータブルトイレ (千台)	343 (千台)	309 (千台)	343 (千台)	355 (千台)	362 (千台)	351 (千台)	345 (千台)	338 (千台)	340 (千台)	(※)〈一次推計〉
歩行器・歩行車 (千台)	73 (千台)	76 (千台)	98 (千台)	116 (千台)	118 (千台)	115 (千台)	120 (千台)	149 (千台)	148 (千台)	(※)〈一次推計〉
シルバーカー (千台)	299 (千台)	329 (千台)	337 (千台)	340 (千台)	350 (千台)	355 (千台)	372 (千台)	380 (千台)	390 (千台)	数量は製品安全協会資料及び本調査結果から推計
手動車いす (千台)	428 (千台)	408 (千台)	393 (千台)	397 (千台)	375 (千台)	308 (千台)	365 (千台)	418 (千台)	412 (千台)	(※)〈一次推計〉
電動車いす (千台)	6 (千台)	9 (千台)	7 (千台)	6 (千台)	6 (千台)	7 (千台)	7 (千台)	7 (千台)	7 (千台)	数量は電動車いす安全普及協会による出荷台数
電動三(四)輪車 (千台)	24 (千台)	32 (千台)	38 (千台)	27 (千台)	25 (千台)	22 (千台)	21 (千台)	17 (千台)	17 (千台)	数量は電動車いす安全普及協会による出荷台数
福祉車両等 (千台)	22 (千台)	26 (千台)	30 (千台)	33 (千台)	38 (千台)	37 (千台)	37 (千台)	35 (千台)	32 (千台)	数量は日本自動車工業会による福祉車両の販売台数
リフト (天井/床走行/人浴用等) (千台)	7 (千台)	9 (千台)	9 (千台)	9 (千台)	7 (千台)	7 (千台)	6.5 (千台)	5.7 (千台)	5.5 (千台)	(※)
ベッド (千台)	350 (千台)	391 (千台)	336 (千台)	343 (千台)	328 (千台)	340 (千台)	333 (千台)	214 (千台)	172 (千台)	数量は全日本ベッド工業会による介護ベッドの生産台数
ホームエレベーター (千台)	9 (千台)	10 (千台)	9 (千台)	8 (千台)	7 (千台)	7 (千台)	8 (千台)	7 (千台)	6 (千台)	数量は日本エレベーター協会による新設台数(市場規模には設置費用含まず)
いす式階段昇降機 (千台)	4 (千台)	5 (千台)	5 (千台)	6 (千台)	5 (千台)	5 (千台)	5 (千台)	4 (千台)	4 (千台)	(※)
補聴器 (千台)	414 (千台)	427 (千台)	420 (千台)	428 (千台)	448 (千台)	485 (千台)	471 (千台)	459 (千台)	475 (千台)	数量は日本補聴器工業会による出荷台数

注)備考欄の※印が記載されている品目は、次の式により数量を求めている。  
【数量＝市場規模÷調査結果から得られた平均単価】

(出所) 日本福祉用具・生活支援用具協会(JASPA)  
「福祉用具産業市場動向調査報告」(2007年度版)

(図表 3) 福祉用具産業の市場動向

前年対比率(%) 2007年度福祉用具産業の市場動向調査結果

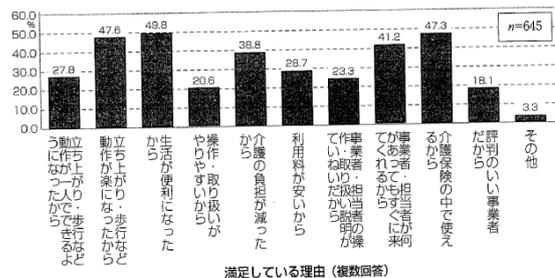
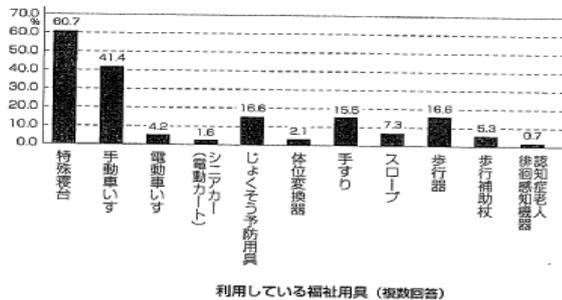
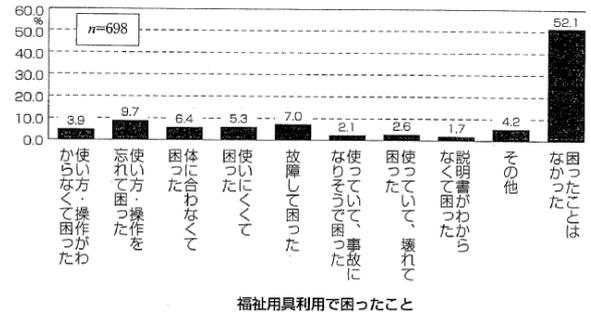


(出所) 日本福祉用具・生活支援用具協会「福祉用具産業市場動向調査報告」(2007年度版)

(図表 4) 福祉用具貸与利用者における貸与事業と利用意識に関する実態調査(その 1)

回答数 698人 (有効回答 630人、無回答 68人)

要介護度			利用している福祉用具(複数回答)		
要支援1	18人	2.6%	特殊覆台	424	60.7%
要支援2	63人	9.0%	手動車いす	289	41.4%
要介護1	73人	10.5%	電動車いす	29	4.2%
要介護2	168人	24.1%	シニアカー(電動カート)	11	1.6%
要介護3	175人	25.1%	じよくそう予防用具	116	16.6%
要介護4	123人	17.6%	体位変換器	15	2.1%
要介護5	70人	10.0%	手すり	108	15.5%
無回答	8人	1.1%	スロープ	51	7.3%
回答総数	698人	100.0%	歩行器	116	16.6%
			歩行補助杖	37	5.3%
			認知症老人徘徊感知機器	5	0.7%
			その他	63	9.0%
			無回答	3	0.4%
			回答総数	698	100.0%



(出所) 福祉用具貸与の実態調査研究会

「福祉用具貸与利用者における貸与事業と利用意識に関する実態調査」(平成 20 年 3 月)

(図表 5) 福祉用具貸与利用者における貸与事業と利用意識に関する実態調査(その 2)

このまま使い続けたい	397人	56.9%
体の状態が変わったら、別なものを使いたい	100人	14.3%
新製品が開発されたら、別なものを使いたい	19人	2.7%
体の状態がよくなれば、使わなくていい	39人	5.6%
このまま使い続けたいけれど、介護保険制度が変われば使えなくなるか不安だ	37人	5.3%
このまま使い続けたいけれど、利用料が高くなれば費用が払えない	3人	0.4%
このまま使い続けたいけれど、利用料が高くなれば使わなくていい	3人	0.4%
使い続けたくない	0人	0.0%
どちらともいえない	7人	1.0%
わからない	3人	0.4%
無回答	90人	12.9%
回答総数	698人	100.0%

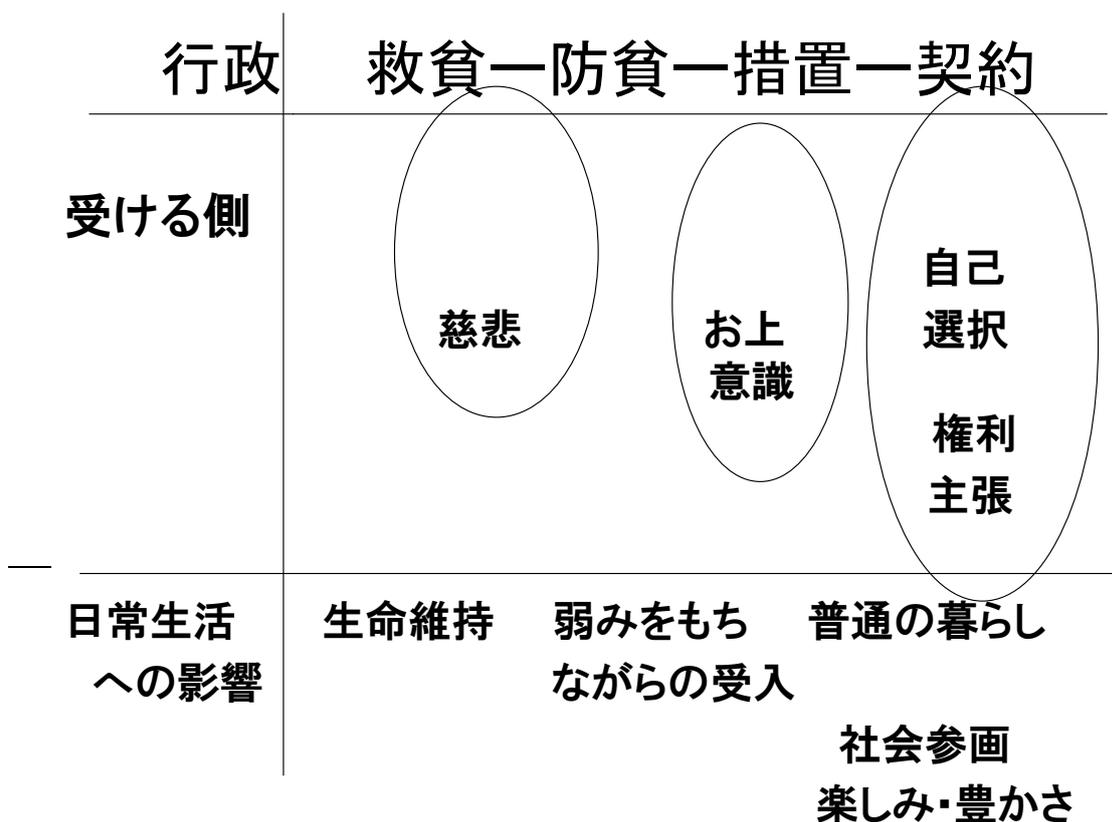
同じような体の状態の人に利用を勧めたいか

勧めたい	549人	78.7%
勧めたくない	4人	0.6%
どちらともいえない	76人	10.9%
わからない	51人	7.3%
無回答	18人	2.6%
回答総数	698人	100.0%

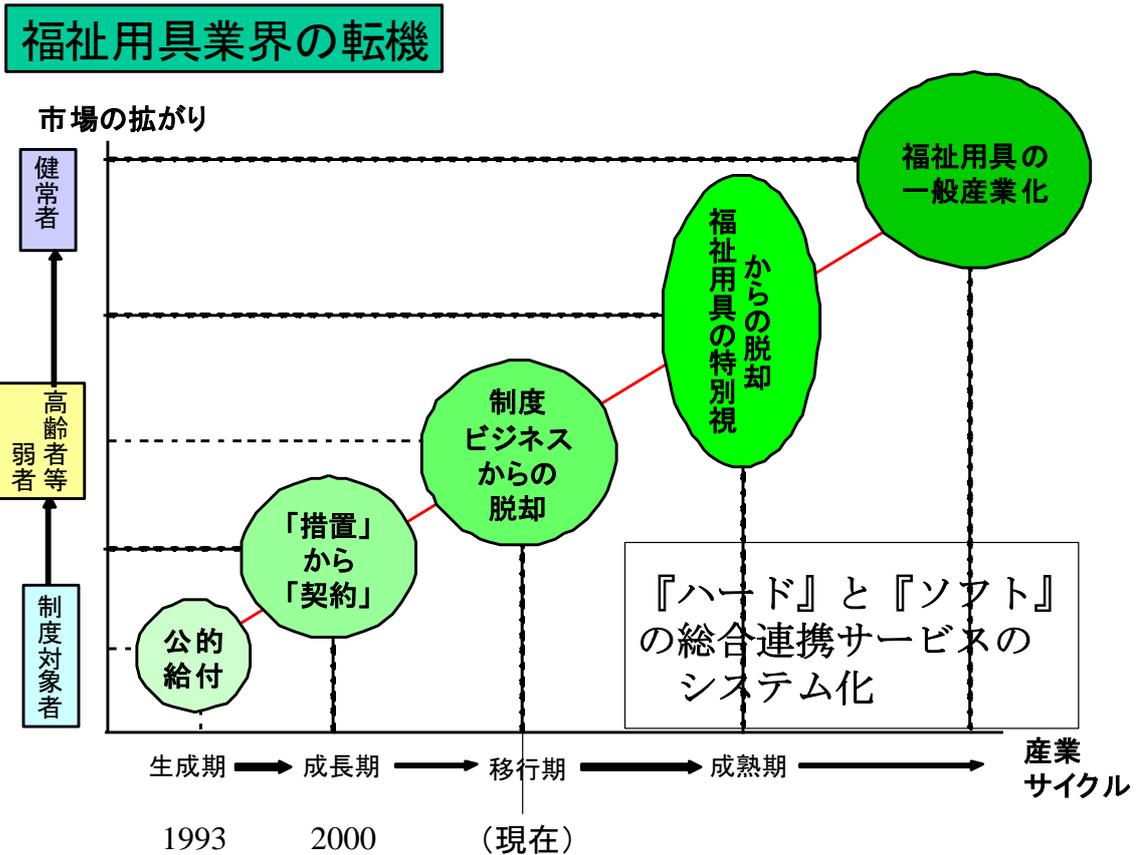
(出所)福祉用具貸与の実態調査研究会

「福祉用具貸与利用者における貸与事業と利用意識に関する実態調査」(平成 20 年 3 月)

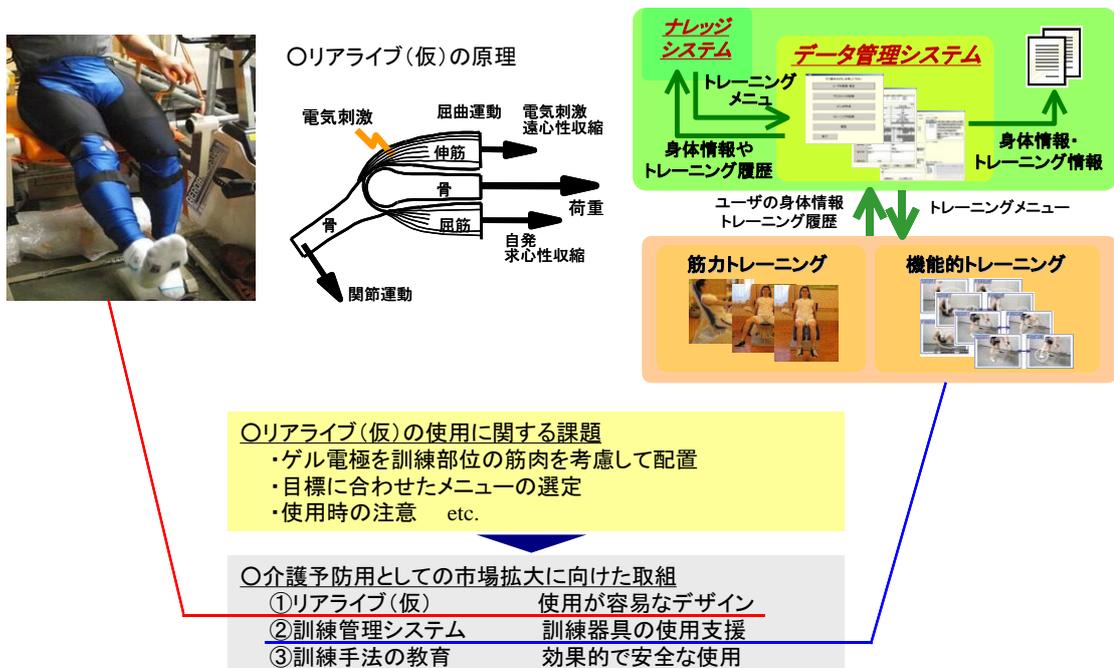
(図表 6) 社会保障関連における福祉用具に対する行政の扱いの変遷



(図表 7) 福祉用具業界の現状と展望



### ■ 下肢筋力トレーニング器具『リアライブ(仮)』の拡販に向けた取組



(出所) アクティブリンク(株)資料

## 5. 高齢者介護の現場から見た介護機器開発と普及の課題

社会福祉法人 若竹大寿会 理事長 竹田一雄

(2009年12月14日)

私は、横浜市で16事業所、総職員数1,100名(非常勤含む)、総入所定員数633名、総通所定員数501名という、高齢者介護を中心とした事業を行っている。私は工学部修士課程を修了した後、そのまま技術者として東芝に入社し、郵便の自動化機器の開発などを手掛け、諸外国でも働く機会があったのだが、40歳を境に考えるところがあり、今の世界に移って17年ほどが経つ。

### 1. 介護現場の機器活用－現状－

残念ながら高齢者介護の世界では、介護リフター(天井走行リフター、ベッド脇のリフター等)、スイッチによって背中が上がったり、足が上がったりする電動ギャッジベッド、電動車いす・リフター付き車両、利用者情報や請求業務などで使うコンピュータプログラム、といった程度の極めてローテクな機器しか使われていないのが現状である。

それでは現場の職員達は、また家で介護をする家族は、介護に機器を導入することについてどう思っているのだろうか。その意識を探るべく、私の法人内でアンケートを実施してみたが、その結果が**図表1**のとおりである。まず、入所施設で働く常勤介護職員102人の回答をみると、「可能なら積極的に機器を導入すべき」が41%、「人手が望ましく、介護に機械を使うのは抵抗がある」が58%であった。この結果には私はかなり驚いた。というのも、日本の中に数ある法人の中でも、私の法人は比較的そういうことには前向きに取り組んできたつもりであり、就職を希望される学生もそういう部分を評価して来る人たちも多いので、当然職員全体の意識としては機器活用に対して相当前向きなものであろうと思っていたからである。まさに意外や意外であった。もし私の法人以外も含めた幅広いアンケートをとれば恐らく否定的な回答結果がもっと多くなるものと思う。次に、同じく**図表1**に結果を記載してあるが、在宅のケアマネージャー(介護保険法で定められている、在宅の方が介護保険制度を使うのに当たり、どのようなサービスをどう使うかのプランを考え手続きをする職種)16人に、「自分の担当している在宅の家族(約35世帯/1ケアマネージャー)に、『良い機器があれば、積極的に導入したいか?』と質問したら、どのような答えが返ってくると思いますか?」と聞いた結果をみると、「家族は考えていない」という回答が6名と一番多かったが、「家族は大変に望む」が1名、「家族はどちらかとしたら望む」が5名、「家族はやや否定的」が4名という結果であった。

また、機器に対する現場の関心を表す別の指標にならないかということで、神奈川県で毎年開催されている「かながわ高齢者福祉研究大会」における現場職員からの発表の中に機器に関する発表がどれくらいあるか、数えてみた(**図表2**)。この大会は、県内の約800名の現場職員に加え、介護福祉士養成校の全卒業年次生約500名が参加する、高齢者介護分野では日本に例のない大きな大会である。そこでは2007～2009年の過去3年間で計498件の発表があったのだが、機器に関わるような発表はわずか6件に過ぎなかった。高齢者介護の現場における機器に対する考

え方はこのようなレベルにあるということがご理解いただけるのではと思う。

高齢者介護分野の機器導入に対する意識、抵抗感といったものについての私感を、それぞれの立場毎にまとめると以下ようになる。おそらくこうしたことに対する本格的な調査すらなされていないのが現状と思う。

(高齢者介護分野の機器導入に対する意識は？抵抗感は？) =====

**【本人】**

知識がない、活用事例にアクセスできない、機器の利用に壁がある（例：ビデオが録画できない）、一般的にお金を惜しむ

**【家族】**

知識がない、何が良いか、どうして良いか分からない、一部の積極的と消極的に二分、介護保険制度（1割負担）でカバーされれば積極的に使うだろう（使わされるだろう）

**【介護事業経営者】**

知識がない、不得意分野、機械に抵抗感がある、導入する金がない、導入する理由がない、話題にもならない

ただし、介護保険制度上で認められた福祉用具貸与（在宅介護）業者だけは活発だった

**【介護職員】**

知識がない、関心がない、実用的でないと考えている、機械導入に拒否感が未だに強い

**【介護に就労希望の学生】**

知識がない、教育がない、ただし導入に積極的な職場は魅力的に評価

**【介護関係団体】**

全く無関心、一部の医療とリハビリテーション関係者以外に専門家不在、知識の共有の場がない

**【厚生労働省・役所】**

知識がない、自分たちの担当外と考えている、つもりもない、

今まで機器について成功体験がないので及び腰（“補助金を出したがみんな使われなかった”、“福祉用具貸与の業者が本来使うはずもない福祉用具までも大量に貸しまくった結果介護保険制度に穴を空けてしまった”等の苦い経験から基本的に絞る方向）

=====

また、残念ながら当たり前のことではあるが、知られていないものは使われず、周りから使って良かったという情報が入らなければ機器に対する情報は基本的にはないに等しいわけである。実際「この器具を使って良かった」という話はほとんど聞いたことがない。さらに生産ラインであれば、生産性のいい機械を導入すれば、今まで1時間当たり500個のものが3,000個作れるようになるというかたちで導入コストを埋めるものが出てくるのだが、介護の世界では仕組み上、基本的にそういうものが発生しないため、その結果として機器が採用されにくいという面もある。

**2. 介護現場の深刻な人材難ー若い人たちは介護現場にどのようなイメージを持っているかー**

今後高齢者が増えていって、若い人が減っていく中で日本の介護をどうするのだという話があることが多いが、既に今極めて強烈な人材難の状況にある。その状況を知っていただければ、今

はそうでなくても後日必ず機器に対する需要は出てくるということが理解できるのではと思う。

深刻な人材難の状況を、私が事業を行っている横浜市を例に図示したものが**図表 3**である。平成 19 年(2007 年)10 月時点で横浜市にあった特別養護老人ホーム 100 施設のうち、新型といわれる全室個室型(従来型は 1 室に 4 ベッド程度)の 25 施設のほぼ半分が、職員不足が原因で一部のベッドを閉鎖しているという状況にあった。介護保険制度上は稼働率 95%が損益分岐点になることから一部でもベッドを閉鎖している施設は完全に赤字の状態であるが、人がいないので閉鎖せざるをえないということである。閉鎖にいたっていない施設においても当然人手不足の問題が生じており、夜勤が何回も入る、主任が帰宅せずに仕事を続けている、というような状況の中で何とかギリギリで回している。こうした状況は今も変わっていない。また、横浜市は毎年 2,000 人以上の介護従事者を新規に必要とする状況にあるが、学生は介護の世界に完全に背を向けており、2009 年の介護福祉士養成校の入学者はたった 100 人であった。

ここで若い人たちの介護に対するイメージについてのデータをご紹介したい。2009 年に、私が委員長を務める、神奈川県社会福祉協議会 介護人材対策委員会で、調査会社を使い、日本全国の 20 歳の若者 802 人を対象に、介護仕事のイメージについての調査を行った(**図表 4, 5**)。このような調査は厚生労働省も行っていないはずである。そこで分かったことは若者は介護の仕事の社会的な必要性を認め、また人の役に立つために働きたい、介護の仕事はやりがいがありそうと思っただけで、自らはそこでは働きたくないということであった。それはなぜかという、もちろん給料の問題もあると思うがそれを別にすると、体力的にきつそうだから、汚そうだから、家庭生活と両立できなそうだから、ということであった。介護に若者を呼び寄せるためにもこうしたネガティブなイメージを払しょくするような努力が必要になる。また、若者自体の数が日本では今後どんどん減っていく以上、基本的には相当な部分を何らかの代替手段で埋めていかない限り、日本の介護が成り立たなくなってしまうことは明らかである。

### 3. 過酷な介護業務 入所施設介護職員の場合—何が課題か、どこを助けて欲しいか—

介護業務は過酷とよく言われるが、実際どういふところが大変なのかについて明らかにすべく、私の法人内でアンケートを実施した。

入所施設で働く常勤介護職員 102 人に対するアンケート結果が**図表 6, 7, 8**である。**図表 6**にあるように、「介護業務の結果、腰などに長期的に業務を続けることに不安を持つダメージがある」との回答が 7 割であった。そして「身体的な負担が理由で、または精神的な負担が原因で、介護の仕事をやめようとして真剣に考えたことがある」と答えたのが、2/3 以上であった。現場では今肉体的なストレスとともに精神的なストレスも大きな問題となっている。この精神的なストレスの中には、事故を起こしたらどうしようという不安がある。事故というと、医療事故のように注射を打ち間違えたといったことを思い浮かべがちではないかと思うが、介護の現場では介護しているときに、例えばお年寄りが転倒して骨折してしまった、あるいは転倒して骨折したのだけれども気づくのが遅く対応が遅れてしまった、あるいは何かをのどに詰まらせたのだけれども気づくのが遅く対応が遅れてしまった、そういう事故が起きやすいか、その当事者にならないかということがとても強いストレスになっている。また半分以上が「自分の周りで、体のダメージで介護職を辞めた人を知っている」と回答しており、障害発生部位は圧倒的に「腰」に集中している。

**図表 7, 8**は、「A 体にダメージを与える業務」、「B 精神的に厳しい業務」、「C できれば避けたい業務」のそれぞれに該当すると思われる業務を 3 つ選んで、1 位, 2 位, 3 位と順位をつけてく

ださい」というアンケートの結果を集計しグラフ化したものである。“A 体にダメージを与える業務”という点では「移乗介護」が1位という結果であった。また機器開発の方々はなかなか取り組んでくれないのだが「排泄介護」が2位となっており、また1人で20人の高齢者をみるというのが常態化している日本の「夜勤業務」も3位となっている。トイレに1人で行けない方、今日亡くなるかもしれない方を20人抱えて翌朝まで1人で頑張るというのが日本の「夜勤業務」であり、厚生労働省がそういう制度にしているわけだが、肉体的にも精神的にも非常に厳しいものである。“B 精神的に厳しい業務”という点では、「クレーム対応」が1位となっている。被介護者の状態の記録のようなものが自動的になされるような環境やシステムがあればご家族にうまく対応できたり、ご理解を得やすかったり、また過失がないことを証明できたりするのかもしれないが、現実にはそういったものはないため守られていないので、現場は大変な精神的ストレスを受けている。“C できれば避けたい業務”という点では、「医療行為補助」が1位となっている。これは本来は介護職員がやってはいけない行為なのだが、やらざるを得ない状況に置かれており、またそれを厚生労働省は目をつぶっている。痰の吸引を必要とする入所者がいるにも関わらず夜間に医師・看護師がいないために、介護職員がやらざるを得ないが、もし事故が起きたらどうするのだ、ということである。これらA,B,Cの結果を足し合わせたものが**図表 8**の右グラフであるが、これをみると、「移乗介護」、「排泄介護」、「夜勤業務」、「クレーム対応」、これらの業務あたりに何らかの救いが入ってくれば、現場で働く職員も大分救われるのではと思う。なお、体にダメージを与える業務の上位3つ「移乗介護」、「排泄介護」、「夜勤業務」の具体的な内容については**図表 9, 10**のとおりである。

#### 4. 過酷な介護 在宅の場合—何が課題か、どこを助けて欲しいか—

3. で入所施設の場合についてみたが、在宅についてはどうであろうか。在宅の場合は直接介護をする家族に聞くことができなかつたため、私の法人内の在宅のケアマネージャー16人に対してアンケートを実施し、家族の思いを想像してもらった上で回答してもらった。その結果が**図表 11, 12**のとおりである。施設と在宅では違うところがあるが、やはり“体にダメージを与える介護”は「移乗介護」、「排泄介護」が上位に来ており、また“精神的に厳しい介護”としては「認知症の対応」、「安否確認」が上位となっている。在宅介護をいよいよもう無理だとギブアップさせる介護＝“在宅を困難にする介護”としては、以前は「排泄介護」が1番に挙げられたが、このアンケートの結果では「認知症の対応」が1位となっている。最近では認知症の方が増えており、これが家族を追い込んでいることが分かる。“体にダメージを与える介護”、“精神的に厳しい介護”、“在宅を困難にする介護”それぞれの結果を足し合わせたものが**図表 12**の右グラフであるが、これをみると、施設同様「排泄介護」が上位に、また「認知症の対応」が上位に入っている。認知症については施設の場合は決して閉じ込めているわけではないのだが、「どこへ行ったか分からない、町中を探さなくては」ということには構造上なりにくいことや、職員が認知症に対する専門教育を受けていることから、大変な業務の上位には挙がってこないが、在宅では非常に厳しいだろうと思われる。「排泄介護」と「認知症への対応」ここだけでも救えれば、家族の方々の負担も大分違ってくるのではないかと思う。

以上お伝えしてきた状況から、また今後急速に進むわが国の少子高齢化の状況から、介護に機

器を導入するというのは、たとえ今抵抗感があっても、人間系だけで支えることは必ず無理になるということをご理解いただけるのではないかと思う。

## 5. 開発にあたって、見当違いにならぬよう知っておくべきこと

### (1) 介護現場の分類

福祉機器を開発するにあたっては、当然のこととして、介護現場を知っていなければならない。迷わぬように少なくともこれだけは知っておいていただきたいということ、それを1つの地図にまとめたものが**図表 13**である。

介護保険制度の下での、高齢者介護保険サービスは施設系と在宅系の2つに分けることができる。施設系といった場合、施設の種類の種類は3種類あり、また在宅系のサービスは**図表 13**に挙げた代表的なもの以外にも多岐に渡っている。**図表 13**では介護度に応じたサービスが分かるよう、右端の矢印で示している。一般に重度になると在宅系から施設系へ移っていくことになる。ただし「福祉用具貸与」のサービスについては、在宅で、軽度から重度の方まで利用される。

既に述べたように、施設と一言でいっても3種類あり、それぞれの中での活動は全部違っている。「老人ホーム」という言葉で一般の方がイメージされるのは「特別養護老人ホーム」ないしは介護保険制度外の「有料老人ホーム」であると思う。これはターミナル（終末期）までずっと居ることができる施設である。「特別養護老人ホーム」については2.でふれたように施設内の作りから、さらに従来型と新型とに分けることができ、新型は全室個室となっている。新型の構造はかなり家庭に似せたものとなっているが、分断されていることから安否確認の面での難しさを抱えている。「有料老人ホーム」はお金持ちで元気な入所者が多いという特徴がある。これは他の施設からみてもユニークな特徴である。「介護老人保健施設」はリハビリテーションを中心とした施設で、医師と看護師が24時間常駐している。「介護療養型」は昔の“老人病院”であり、医師も看護師も「介護老人保健施設」よりも多く配置されている。重度の入所者が多いが、基本的に安静を前提にしており、入所者が施設内を活発に動き回るといったことはあまりない。施設といってもこのようにそれぞれ内容が違うので、開発を行う者はこの違いを理解しておかなくてはならない。また、施設系で働く者は在宅系のことを知らず、その逆も同じである点にも留意が必要である。施設系の人に在宅系のことを聞いてはいけないし、在宅系の人に施設系のことを聞いても間違える。親切心で専門外なのに想像しながら答えてくれる人がいるかもしれないから、注意する必要がある。さらに、介護保険制度の枠外で高齢者がいる場所として、回復期と慢性期の病院がある。病院でもリハビリテーションを行うし、また病院と介護保険制度下の3施設の間で行ったり来たりするような方もいる。また介護保険制度のサービスを利用していない在宅の1人暮らし、高齢者のみの世帯もあるが、こうした部分についてはなかなか情報が入りにくい。

高齢者介護分野での機器開発を考える際のキーポイントは、その機器が介護保険制度適用として認められれば、本人1割負担だけで、10倍の購買力を持つということである。何か新たに機器ができたからといっても、逆に厚生労働省が介護保険制度適用として認めてくれなければダメということでもある。

そこで試しに機器の活用可能性がありそうな部分はどこかということで、代表的な事例としてリハビリテーション機器とパワーアシスト機器の2類を、**図表 13**の地図上にプロットしてみた。リハビリテーション機器については、施設系の3施設、在宅系の「デイサービス・デイケア」、

介護保険制度外ではあるが病院、といったあたりではないかと思う。ただ「特別養護老人ホーム」は使うスペースの問題やリハビリテーションスタッフ不在の問題から少し難しいかもしれない。またパワーアシスト機器については、施設系の3施設、介護保険制度外ではあるが病院、というあたりではないかと思う。在宅系にパワーアシスト機器の活用可能性なしと考える理由は、日本の家はそんなものをつけて動き回れる環境にないから、また装着する介護者が一軒一軒を回る度にそれをつけたり外したりするという事は考えにくく、だからといって付けたまま移動できるようなものは考えにくいからである。「有料老人ホーム」はお金持ちで元気な方が多いことからいずれの機器もあまり活用される可能性はないと考える。

パワーアシスト機器は便利なものではあるが、今の現場の職員の意識ではそれを装着する手間を惜しみ、パッと手でやってしまうというやり方を採る人がほとんどではないかと思う。福祉は自己犠牲でやるのが当たり前というふうにずっとされてきた世界、またほんのわずかな時間を惜しまなくては仕事が回らなくなっているという面もあり、機器を使わず人手でやってしまう。結果、みな体を壊していく。以前スウェーデンに行った際に、高齢者が廊下で転んでも、労働者保護の観点から、押して移動させるリフターを使わなければ起こしてはいけないということを知り、びっくりしたことがある。日本の厚生労働省も労働者が1人で持ち上げてよい重量物の目安として、自分の体重の40%以下といったガイドラインを通知で出しているが、介護現場の職員は誰1人としてその存在を知らないと思う。またそれを本当に介護現場に適用したら、現場は回らなくなってしまう状況がある。日本もスウェーデン並み労働者保護を明確にしていけば、機器も使われていくのではないかと思う。

なお、現在介護保険制度の「福祉用具貸与」の対象となっている機器は図表14のとおりである。これらは先に述べたように1割の自己負担で利用することができる。しかしこの分野に目をつけた業者が本来必要のない人にたくさんの貸し出しを行ったため、それに懲りた厚生労働省はあまり貸さないようにという絞り込みを厳しく行っている。

高齢者介護とは全く別ものではあるが、図表13にあるように、障がい者介護というものがある。これは高齢者介護とは、ニーズも別、財源も別、モチベーションも別であり、リハビリテーション機器にせよ、パワーアシスト機器にせよ、活用可能性は高いと思う。実際にいろいろな機器が積極的に使われているが、ただ市場規模は小さいという点に留意が必要である。

以上が、最低でもこの程度のことは理解しておかないと機器の開発に勘違いを起こすと思うことである。

## (2)細かいが、それぞれ重要な視点群

これが分からないと市場が見えないという視点についてそれぞれご紹介したい。

### ①介護においては、本人と介護者はニーズがかなり異なる

ちょっと想像していただければ分かるかと思うが、介護を受ける側と介護をする側は当然違う。車いす1つをとっても、自走式の車いすと介護者が押す車いすは構造から違っている。また介護側でも、金銭支出等も含めた介護に、積極的な家族と消極的な家族がいる。また主たる介護者と介護方針の決定者が異なるということもよくある。毎日一生懸命両親を介護しているのは妻だが、日中は会社において全く介護をしない夫が介護に口を出し「ホームヘルパーを入れるなんてとんでもない、介護はお前（妻）がやれ」「施設を使うなんてふざけたことを言うてはいけない」等と言う、悲惨な家庭も結構ある。こうした場合には、妻に機器が受けても介護方針の決定者である

夫は必要性を認めない、ということがある。介護職員と家族も考えが異なることもしばしばある。

## ②介護を受けていても自立している人（軽度）と、介護にほぼ依存している人（重度）では、本人の意思も主体的な決定者も異なる

軽度の場合は、本人の意思も結構効いてくるし、本人の自立を目指して介護を受けるということになるため、機器としては自走式の車いすのようなものが求められることになる。一方、重度の場合は、家族が意思決定をし、主に家族の介護負担軽減のための機器が求められることになる。

## ③障がい者と高齢者では、同じ介護の状態像でも機器導入に対する姿勢は大きく異なる

高齢者の障害は、一度発生すると、絶えず重度へ移行していき、部位も拡大して、障害が固定しない。そのため、大きな費用のかかる機器を入れることについて、強いためらいが出てくる。また高齢者の重度者に対する福祉機器の決定権は基本的に家族にあるため、導入の主目的は介護の家族負担の軽減になりがちであり、本人はいずれ最後は入院なり施設に入所なりするのだろうという思いをもっていることから、設備投資にもためらいがある。ここでは機器の購入ではなく、貸与という仕組みが有効になる可能性がある。

一方、障がい者の障害は、先天的であっても、あるいは「交通事故に遭って両足が無くなった」というような中途障害であっても、基本的にはその障害は長期的に固定される。このこともあり、特に若い人たちは、その親も含めて、障害の克服のための機器活用に対する希望が非常に強くある。私もこの世界に入り、いろいろな福祉機器展などにずっと通っているが、以前は専門家ばかりが来ている場であったが、今では障がい者自身が来られて、どの機器がいいかなどと見ておられるようになった。障がい者は自立の可能性拡大を目的としていることから、かなり積極的な投資意欲をもっているようであり、リハビリテーション機器などは高齢者向けよりもむしろ障がい者向けのものが多い。ただし市場は小さい。

こうした高齢者の障害と障がい者の障害に対する違いには目を向けておく必要がある。障がい者の、ある障害向けに開発し、通用したからといって、同じ機器が高齢者の同じ障害向けで成功するとは限らない。

## ④生かされていると、生きているは異なる

これからは「プライドを持って生きること」と「生活の実現」を支えるような機器を考えていく必要があると思う。フィーディングとも言われるが、寝たきりの高齢者に対して楽に食事を食べさせるために、口を開けて餌を待っている雛鳥に親鳥がするのと似たように、口にただ食事を入れていくといったような発想ではなく、どうやって生活とか喜びとかを実現させるかという発想が必要である。

私自身の入院の体験からも言えることだが、人に排泄のお世話になるというのはかなり精神的にしんどいことである。また、家族による介護でもプロによる介護でも言えることだが、被介護者は介護者の顔色をよくみる。自分が頼みたいことでも「介護者が忙しそうだな」と感じると、遠慮して頼まない。そこでなるべく人に頼らなくて済むように、水分を摂らないなどして、水分不足から便秘になり、それをきっかけにいろいろな症状につながってしまうことも多い。年をとっても、認知症になっても、人はものすごくプライドを持っている。こういうことをきちんと理解して、生活の復活、かつての病院モデルからの脱却を目指したモデル作りをしていく必要がある

らと思っている。機器開発においても当然こうした考え方を根底に持っていなければならない。

#### ⑤機械の導入を困難にする日本の一般家庭の構造

これも容易に想像がつくところかと思うが、日本の家庭は、室内段差があり、天井高は低く、床強度は低く、天井強度はない。また、開口間口は狭く、家の入口前にも段差が多い。機器を天井に吊る、壁を支えに使う、床に載せる、機器で移動する等機器を利用する上でのほとんどのことに困難が伴う状況である。特に問題なのは床強度で、床がほとんど腐っているような家に住んでいる方も多く、機器など利用しようものなら床が抜けてしまう、というところである。日本の在宅向けの機器開発、利用にはこれらが相当大きな壁となっていくものと思う。

#### ⑥日本の介護現場の特性

意外に知られていないことなのだが、日本は世界でも最も状態が重度の方が多い。ターミナルの状態になると医療を継続するかについての決断が必要となるが、その費用が自己負担となる米国や欧州と違い、日本は医療保険で賄われるため、止めるという決断が言い出しにくく、継続することが多いためである。以前スウェーデンやデンマークの施設の方々とターミナルのことでディスカッションしたことがあるが、彼らは「ターミナルのことは全然問題にならない」「なぜなら、基本的に経口摂取、口から食物が食べられなくなれば、もうそこでそれ以上の積極的なことはやらないので一週間で亡くなるから」とのことであった。日本の高齢者はその状態になった後も病院と施設、病院と在宅の間を往復することから、よく米国や欧州では3年前に死んでいる人が日本で生きているという言われ方をする。そのため、医療管理がかなり重要なファクターとなっている。

また「老いては子に従え」という言葉もあるが、日本人は依存性質が極めて強いため、リハビリテーションなりを一生懸命やって、自分でなんとか生きていくというよりは、寝たきりでご飯を食べさせてもらうというふうになりがちである。さらに、シャワー中心の米国や欧州と違いバスタブに入るのが当たり前、食事も3食温かいのが出てくるのが当たり前、という文化であるため、介護に非常に手間がかかるのが特徴である。

ただ、一方で、日本人は細かい工夫が大変好きであり、家族に介護されたい、家族で介護したいという意識の部分ではアジアと共通している面もあるため、日本発で中国等アジアに介護ビジネスを展開していくこともできるのではないかとと思っている。日本でうまくいけば海外に展開できるかもしれないという点で、日本は意外に恵まれた開発フィールドではないかと思っている。スウェーデンでは世界を相手にしたいろいろな福祉機器を売って産業が成立しているので、育てれば有力な産業になれると思う。ただ、これは福祉機器に限らないことだが、日本の製品は諸外国の製品に比べ非常に華奢ですぐに壊れる。外国で売っていくことを前提にするならば、信頼性がこれでは通用しないと思う。

#### ⑦機械導入のコストメリットが出にくい介護現場

業務効率を上げてそれが利益にフィードバックするような制度になっていないため、福祉機器を導入するモチベーションがほとんど働かない状況にある。

#### ⑧試作品を評価する力も時間も持たない現場や高齢者

よく「ありがとう、役に立った」と言われて、すごくその気になられる開発の方がいるが、そもそも福祉というのは感謝の心から成り立っているものであり、感謝のそのような言葉は言われたからといって評価ではない。一度も使わなくても「助かりました」と言う高齢者すら多数いる。そのような言葉に決してだまされてはいけない。

また介護現場の方々は、何かが不便であるということは分かるのだが、開発に携わったような経験を持つ人はいないことから、どうしたらいいかは分からないし、そういう発想はできない。介護現場には統一された評価基準のようなものはなく、また多忙さゆえに職員の相互の間での意見交換も時間的になかなか難しく、評価を求めても、個別のバラバラの意見が出てくるだけということになりかねない。

さらに、これも大きなポイントなのだが、介護現場の方々は、大学の先生のような偉い方々と会う機会が減多になく、コンプレックスをもっているため、そうした方々の言うことを否定しない。「こうしたらどうでしょう」と言えば「そうですね」となり、「これは難しいですね」となれば「そうですね」となる。注意深く聞く耳を持つ必要がある。

### ⑨外国人労働者頼みは期待薄

厚生労働省は今のところ絶対に入れないという方針のようである。彼らは決して自分たちからははっきり言わないが、担当されている役職者にこちらから質問をすれば「そういうこと（外国人を入れる気はない）です」といったニュアンスの回答をしてくる。それでも政治が変わればどっと入ってくるようになるのではないか、と思われる方も多いかもかもしれないが、そういうこともしばらくなさそうである。というのも、日本の介護の厳しい状況、賃金が安くて仕事は厳しく割に合わないということは、既に人材供給国である東南アジアの諸外国に広く知れ渡っているからである。もちろん無資格者でも受け入れるとなれば別かもしれないが。

### ⑩使われないこと自体がフィールドの評価

そのことを素直に受け入れ、機器が使われない以上は現状にやっぱり問題があるのだ、ということ認識できるだけでも大変な情報であると思う。

### (3) 国レベルの開発方針がいつもピンぼけな理由

国レベルの開発方針はいつもピンぼけだと感じている。その理由は、決めるのが生活を知らない男性陣であるからだと考えている。女性や生活者の視点を軸にできるかがこれからのポイントだと考えている。

女性は子育て等の経験もあり、おむつ交換等も含めて介護業務のイメージがわかりやすいようだが、男性の場合は、介護の具体的行為が全くイメージできないという方が多い。介護現場での機器利用を議論するのであれば、男性だけで議論してはダメである。その一方で男性は介護を機械や他人に任せるのは嫌、最期は妻にみてもらうのだ、という考えをもっている方が多い。しかし最期を妻がみてくれるというのは根拠なき希望に過ぎず、恐らく女性はみない方のほうが多いのではと思う。特別養護老人ホームに夫婦で一緒に入所される場合、男性は妻と同室となることを希望するが、妻はそれを嫌がって、結局別室になるということは多々見られる。女性は自分が介護をした経験から子供にだけは同じ苦勞をさせたくない、施設を含めた外部のサービスや機器の使用はためらわない、という方が多い。むしろこの女性側の意識こそが本流なのではないだ

ろうか。介護保険導入時にも「保育や介護は家族がやるべきであり人手でやるべき、他人や機械がやるべきではない」という議論があったが、男性の多くはまだこうした意識でいるように思える。ロボットの専門家の権威者で、そういうことを表の場でないところではっきりおっしゃっている方々がいるのを私自身聞いている。しかし、男性側の理想論はさておき、今後高齢者の独居が増えていき、認知症が増えていき、老老介護も増えていく中では、在宅での人手による家族介護が無理となることは時間の問題である。

男性中心の開発や開発戦略では、真のニーズを見失うのは明らかであり、これからの方針、戦略立案においては、男性は一步後ろへ下がり、女性の本音に耳を傾け、また女性に積極的に参加してもらう必要があると思う。

## 6. 過去の開発につきあって—もうこれは「無理」と感じさせられた場面—

私はこれまで現場から機器の開発につきあってきたが、その中でこれは「無理」と感じさせられた場面が多々あった。それらをまとめると以下ようになる。

(過去の開発につきあって—もうこれは「無理」と感じさせられた場面—) =====

### ①ニーズでなくシーズが起点

こんなものがあるのですが、何か使えますか？

### ②アクチュエータ（要素技術者）中心の開発

この研究補助金は、このアクチュエータの評価に出ていますから・・・

### ③論文になれば終わりの研究

成果は論文だけ？ぶつ切り尻切れとんぼ問題解決に解決成果無しの研究

予算が終わればそれっきり、本来は、ダメ無理から始まるはずの開発

### ④現場に入らない開発者たち

いついつまでに、こういう観点で評価してくださいと、評価表とモノを置いていく

現場が怖い、遠慮？現場を知らない、知ろうとしない開発者たち

### ⑤機器の可能性を評価できない現場

忙し過ぎる介護現場、評価基準を待たない現場

### ⑥世界市場を視野に入れられない商品戦略

市場規模・利益予測・信頼性

### ⑦機器を導入する原資が確保できない現場の産業構造

### ⑧機器開発を支援しない縦割り行政

### ⑨企業をつぶしかねない開発企業の PL リスク

当事者責任を問えない高齢者（認知症患者）

「家族が居るところで使ってください」は無意味

=====

それぞれの内容については大体お分かりになるのではないかと思うが、若干補足させていただく。

「④現場に入らない開発者たち」ということだが、私自身技術者の先輩として、その姿勢はいかがなものか、と感じることが多々ある。介護が分からないのであれば「会社の業務とは別に、現場でボランティアをやらせてくれないか」と来るのが当たり前ではないかと思うのだが、最近の技術者はそうではないようだ。「いついつまでにこういう評価表で評価してください」と、評

価表とモノだけ置いていかれるが、そういう姿勢ではいけないと思う。介護現場に対する遠慮もあるのかもしれないが、現場が怖いのではないかという感じがする。確かに私自身もこの世界に入った時は怖かった。例えば認知症の方々と接する時にどう接していいのかわからず、そこで自分の人間性が試されているような気がしたり、対応を間違ったらもう拒絶されてしまうのではないかと、いろいろな意味で怖かった。しかしこれは要は慣れの問題である。もしそういうことがあるのだとすれば、こういうフィールドに入っていく開発者、技術者には、5. で説明した図表 13 のような地図もそうだが、いろいろと教えてあげることが必要なのではと思う。何も教えないうでそのまま放りだせば、どこが浅瀬でどこが深いのか分からないままに海へ放り込むみたいなものだから、そのまま溺れてしまうということにもなりかねないと思う。

「⑨企業をつぶしかねない開発企業の PL リスク」、これは非常に難しい問題と感じている。「家族が居るところで使ってください」などという注意書きが実態として無意味なのは明白だが、認知症の方への対応は特に難しい。認知症というのはある日突然なるものであり、機器の説明をしたときにはしっかりされていた方が翌日にはボーっとしているということも多々ある。またしっかりしている状態とそうでない状態を繰り返される方も多い。「大丈夫です。ちゃんと使えますから」と答える人がいつの間にか大丈夫ではなくなってしまうので、そういうことの事故責任をどうすればいいのか。事故によっては会社 1 つ潰れかねないので、それを考えると企業はとても怖くてやれないよ、ということになりはしないだろうか、と思う。

## 7. 最後に—どうしたら介護現場の機器開発と導入が進むか—

最後に、どうしたら介護現場の機器開発と導入が進むかについてお話ししたい。はっきり言えば、現状、使えるモノがないというのが唯一最大の問題である。使えるモノさえあれば、抵抗感があろうが、何をしようが、ちゃんと使われる。便利なモノがあつて、資金が確保できて、成功事例が伝われば、使われる。使えるものがあるのに、広報が不足しているからもっと知らしめたら使ってもらえるのではないかと、受け入れに否定的な姿勢があるから使ってもらえないのではないかと、そんなことは何も関係ない。はっきりしているのは、今使えるモノが全くないということである。

しかしそうはいつでも、もう少しこうしたらよいのではないかと、ここは何とかしないとイケないのではないかと、思うところはある。それは以下のとおりである。

(どうしたら介護現場の機器開発と導入が進むか) =====

- ①厚生労働省と経済産業省の協同体制の構築
- ②生活者・ニーズ起点の企画
- ③障害や生活を理解できる福祉機器専門技術者の育成
- ④施設：機器導入への補助金制度、在宅：介護保険制度へ組込
- ⑤開発・評価フィールドの確保と、評価者の育成
  - …ボランティアによらない評価作業の有償化
- ⑥PL 保険、または法律の整備による開発メーカー保護

=====

まず、「①厚生労働省と経済産業省の協同体制の構築」だが、両省は全然つながっていない。以前経済産業省には「厚生労働省ときちんと連携されたいかがか、そうでないとこの分野の開

発は無理ではないか」と強く申し上げたのだが、その後連携されるようになったという話は全然聞いていない。国土交通省は厚生労働省との間で課長が相互に入れ替わる等人の行き来があり、数年前から住宅施策と高齢化の問題をきちんと協同で解決していくという体制を取っているので、経済産業省もその気になれば可能なのではないかと思う。

「②生活者・ニーズ起点の企画」、これは是非お願いしたいところである。

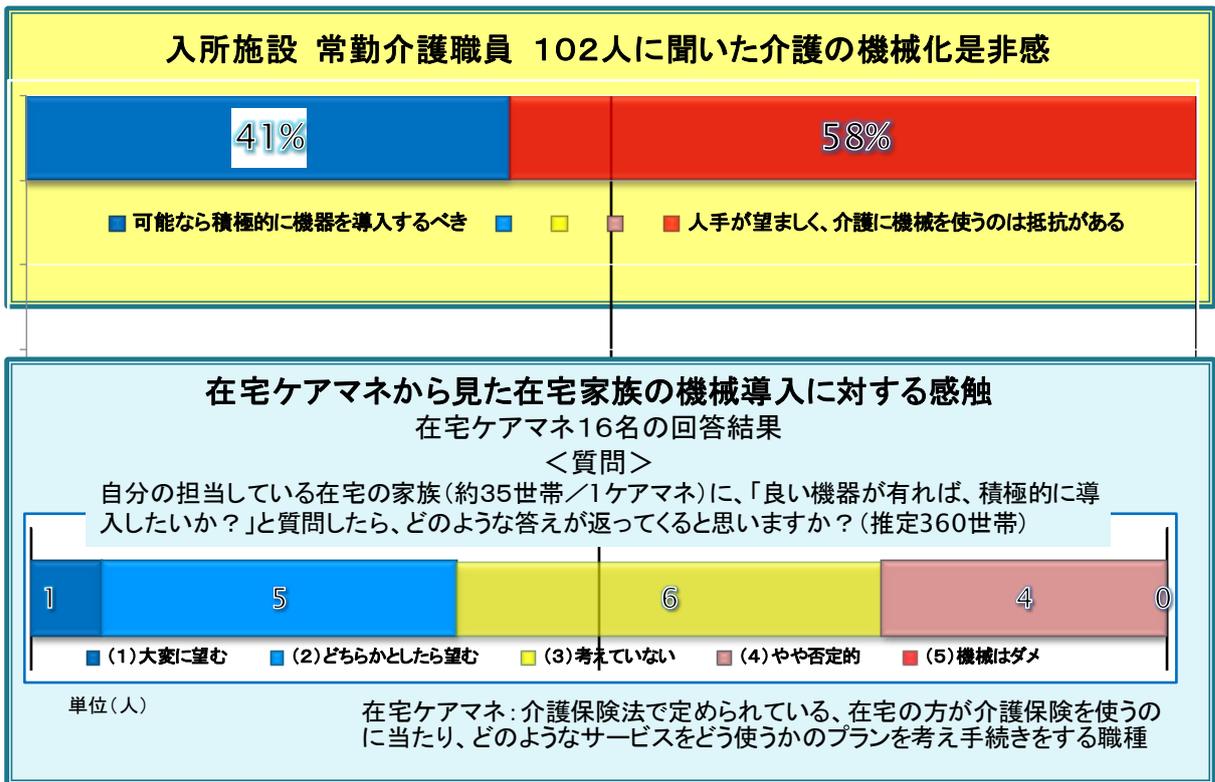
「③障害や生活を理解できる福祉機器専門技術者の育成」とあるが、これはただの技術者ではダメであり、人の心理とか、いろいろな障害を理解できる人材の育成が必要である。被介護者を取り巻く家族等は半端な専門家よりもものすごく勉強し、知識をもっていることも多く、不勉強な状態で「これは使えますか？」というようなアプローチをしても相手にされなくなってしまう。

「④施設：機器導入への補助金制度、在宅：介護保険制度へ組込」だが、施設では補助金がないと、在宅では介護保険制度に組み込まれないと、機器の導入は難しい面がある。

「⑤開発・評価フィールドの確保と、評価者の育成」については、評価作業の有償化に伴う責任体制や専門性を確立しないと、「使えますか？良かったですね」の域を出ず、全然役に立たない機器を開発してしまうことにもなりかねない。

「⑥PL 保険、または法律の整備による開発メーカー保護」、これは 6. でも話したところだが、これがなされるとこの分野での機器開発はちょっと難しいと思う。

(図表 1) 現場最前線の職員達は、介護の機械化（機器導入）についてどう思っているか



(図表 2) 機器に対する現場の関心 一つの指標 かながわ高齢者福祉研究大会での機器に関する発表状況

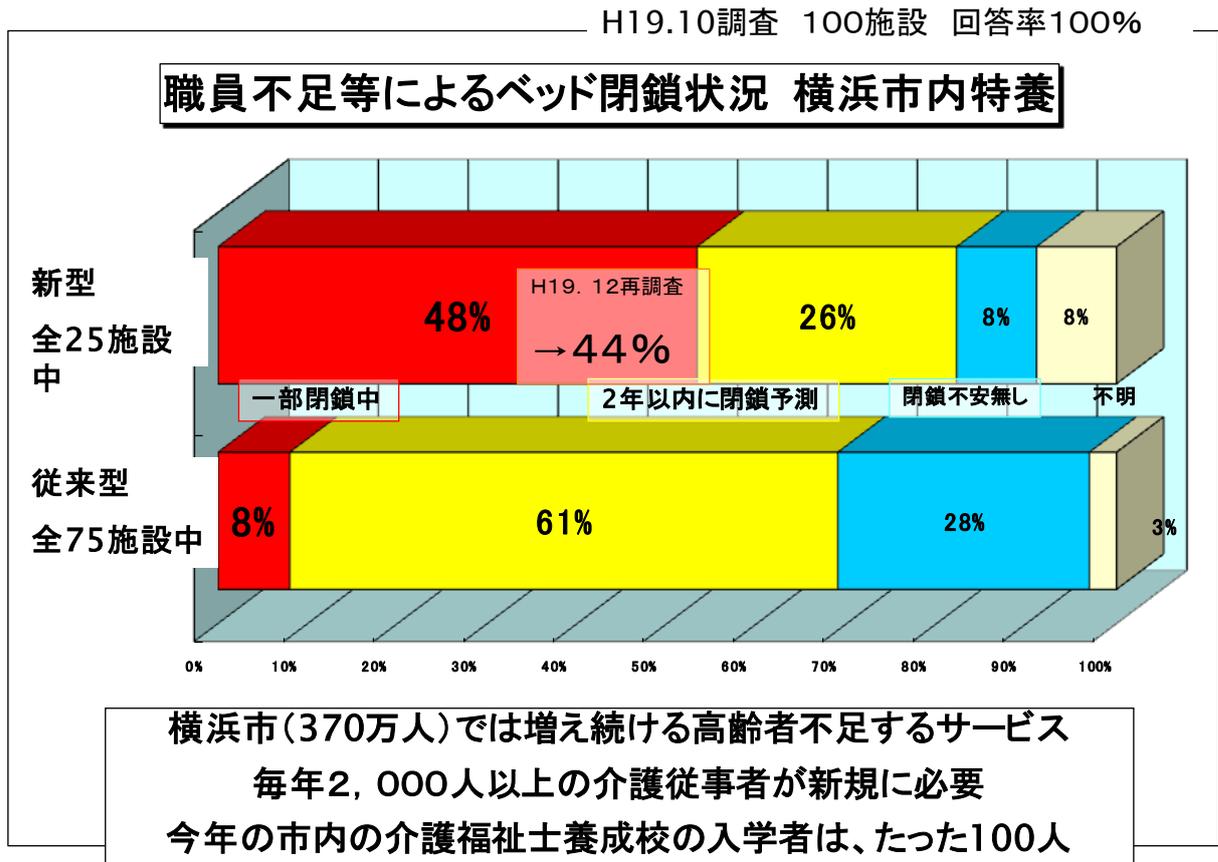
**機器に関する発表は、過去3年計498件中わずかに6件 1.2%**

年度	発表件数	機器に関する発表
2009	226	2 ○センサーマットの適切な活用法について ○個々に合う車椅子の導入
2008	138	1 ○リハビリにWiiを取り入れた例
2007	134	3 ○パワーリハビリの成果 ○デイで任天堂DS脳トレの活用法について ○個々のシーティングのあり方を見直す、モジュラー型車椅子等
合計	498	6 6/498= 1.2%

**かながわ高齢者福祉研究大会**

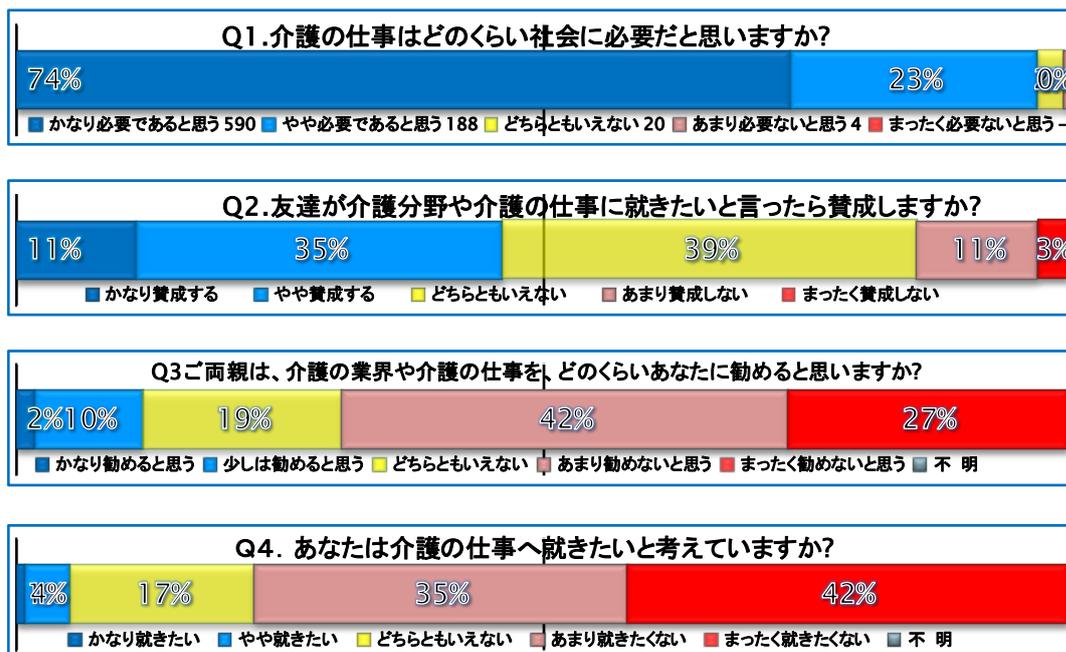
神奈川県内の社会福祉法人系の施設・在宅の高齢者介護に従事する職員達が参加して毎年行われる研究発表大会。今年度が、8回で全国的にも例を見ない活発な大会。  
発表は、食事・排泄・入浴・ターミナル・医療・安全管理・リハビリ・ケアプラン・認知症ケア・人材育成・地域ケア・業務効率など多岐にわたる。  
現場職員が約800名に加え、神奈川県内の介護福祉士養成校の全卒業年次生500名が介護現場の最前線を知るために参加するのが特徴。

(図表 3) 介護現場の深刻な人材難 事例)横浜市で起きていること



(図表 4) 全国の20歳802人に聞いた介護仕事のイメージ(その1)

若者の98%が介護の仕事は社会に必要と認めているが、  
77%が自らは就きたくないと考えている



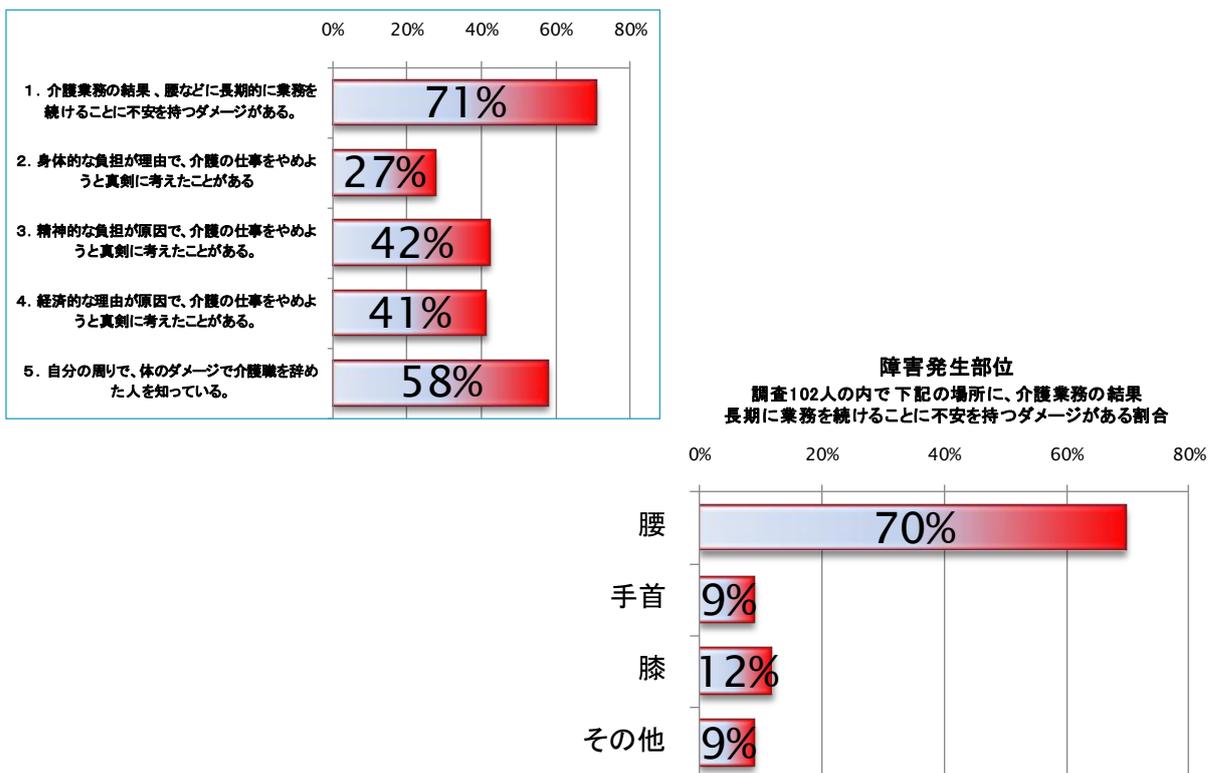
(出所) 神奈川県社会福祉協議会 介護人材対策委員会 (2009) 資料

(図表 5) 全国の 20 歳 802 人に聞いた介護仕事のイメージ (その 2)



(出所) 神奈川県社会福祉協議会 介護人材対策委員会 (2009) 資料

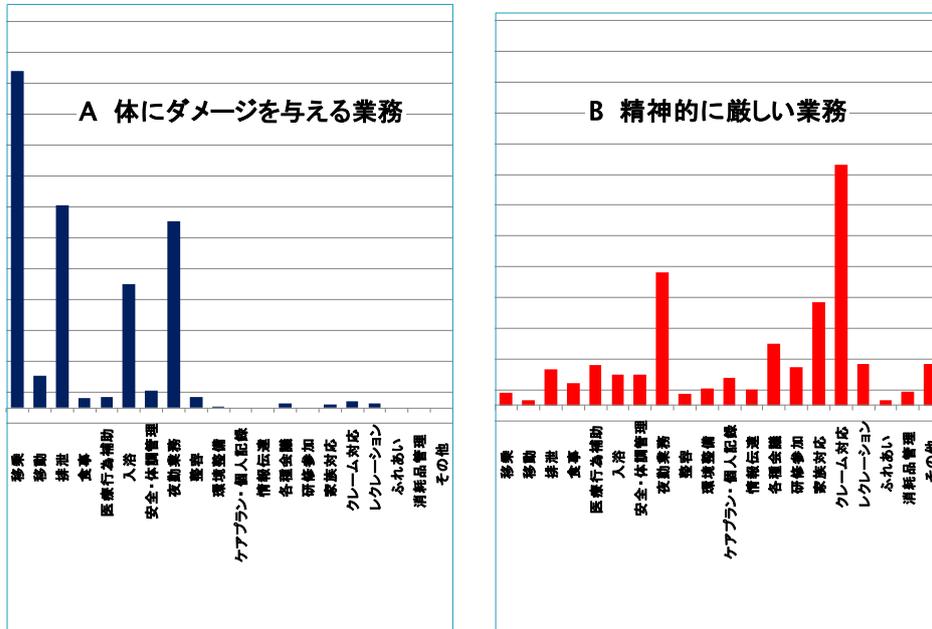
(図表 6) 介護現場最前線に聞く介護労働のダメージ 入所常勤介護職 102 人のアンケート結果 (当法人調べ) (その 1)



(図表7) 介護現場最前線に聞く介護労働のダメージ 入所常勤介護職 102 人のアンケート結果(当法人調べ)

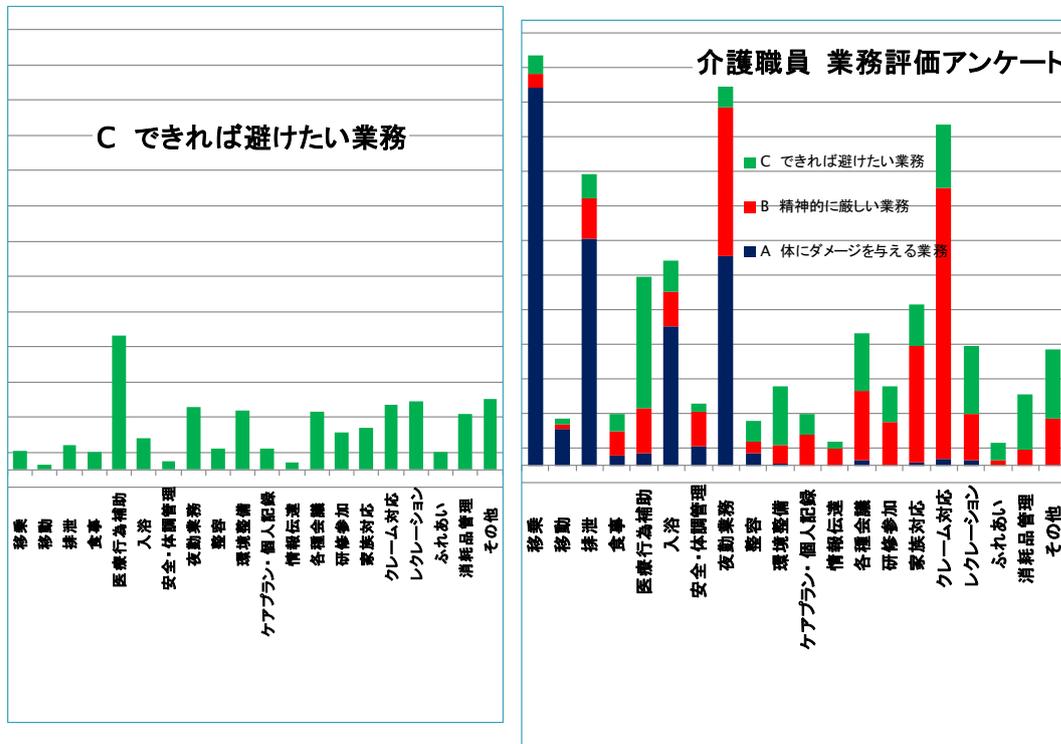
(その2)

介護現場は過酷 体をこわしストレスも抱え続ける職員達  
このままでは介護をする人がいなくなる なんとか皆さんに救って欲しい



(図表8) 介護現場最前線に聞く介護労働のダメージ 入所常勤介護職 102 人のアンケート結果(当法人調べ)

(その3)



(図表 9) 体を壊す介護業務、具体的な内容(その 1)

1位 移乗介助	2位 排泄介助
<ul style="list-style-type: none"><li>・一人でご利用者様を抱える動作</li><li>・人を数十秒持ち上げる動作</li><li>・抱えにくい体を無理に抱え持ち上げる動作</li></ul> <p>(場面)</p> <p>車椅子→ベット</p> <p>車椅子→トイレ</p> <p>ベット→車椅子</p> <p>トイレ→車椅子</p>	<p>&lt;一人でオムツ交換する動作&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・中腰の姿勢を維持する</li><li>・中腰で全体重を支えた体位交換</li><li>・中腰でスポンの上げ下げをする動作</li></ul> <p>&lt;一人でトイレ誘導する動作&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・中腰で体を支えながらズボン等を挙げる動作</li><li>・車いすから立ち上がりを援助する動作</li><li>・トイレから立ち上がりを援助する動作</li><li>・車いすに座り直す為に、後ろから抱え引き上げる動作</li></ul>

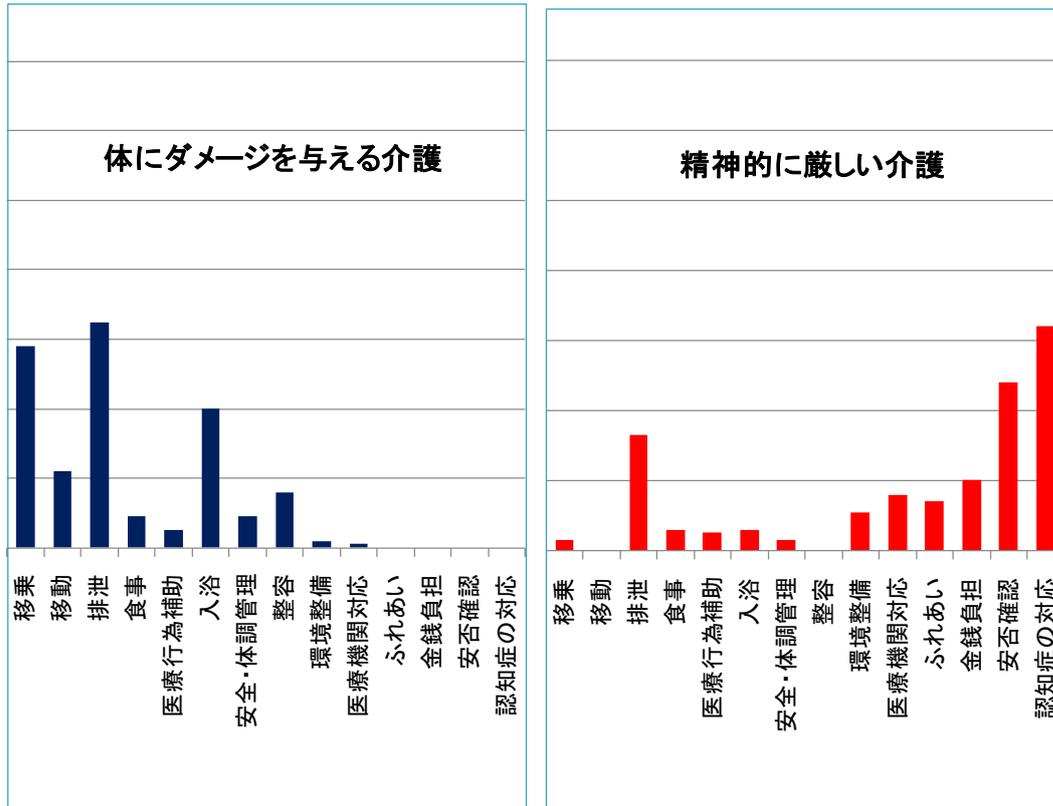
注) 同時に事故を起こしたらと言う、強い精神ストレスを持つ

(図表 10) 体を壊す介護業務、具体的な内容(その 2)

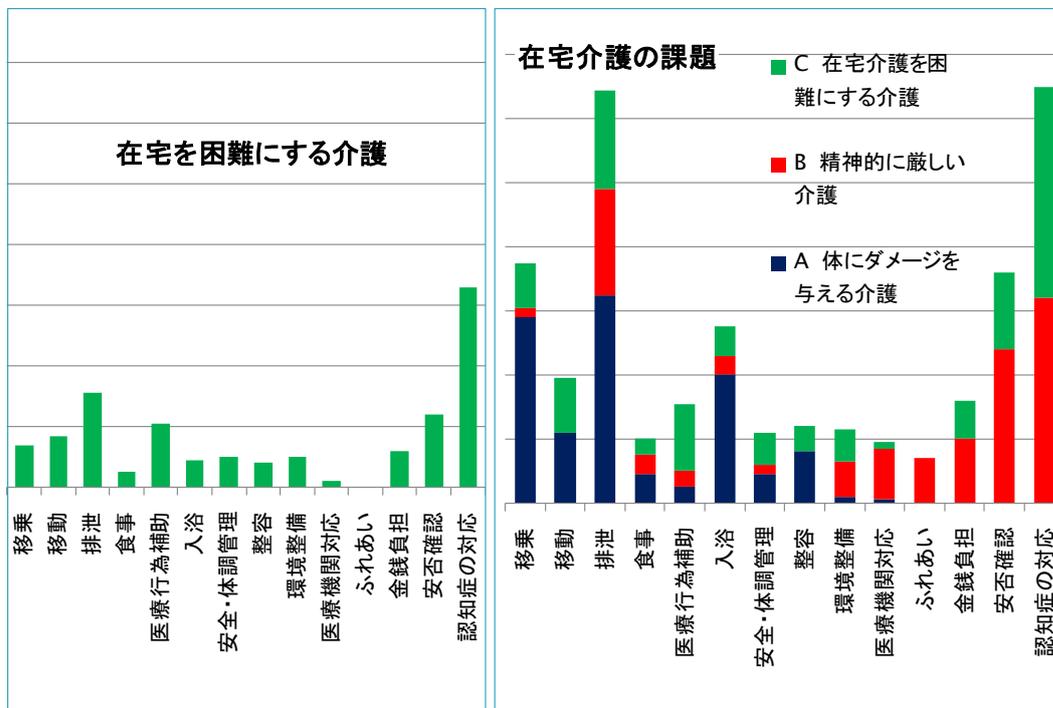
3位 夜勤業務	
<肉体的>	
※昼間半介助の方が夜間は全介助になり、援助する人が多くなり、腰などへの負担がある。動作は上記同様。	
平均1職員が援助する人数	20名程度
排泄介助(オムツ・トイレ)	× 援助回数4回
着替え	× 2回
体位交換	× 4回
離床	× 2~3回
臥床	× 2~3回
<精神的>	
※勤務時間の長さ	
※一人でフロアーを見守る時間の不安	
・急変時に対応ができるか?心肺蘇生法、傷の処置→止血、固定など	
・全フロアーが見えず、どこで何が起きているか分からない	
・見守りフロアーの状況を把握しきれいなく、誰にも聞けず援助に自信がない	

注) 新人職員の退職理由に、「夜勤業務の厳しさ(緊張)」があがることがよくある

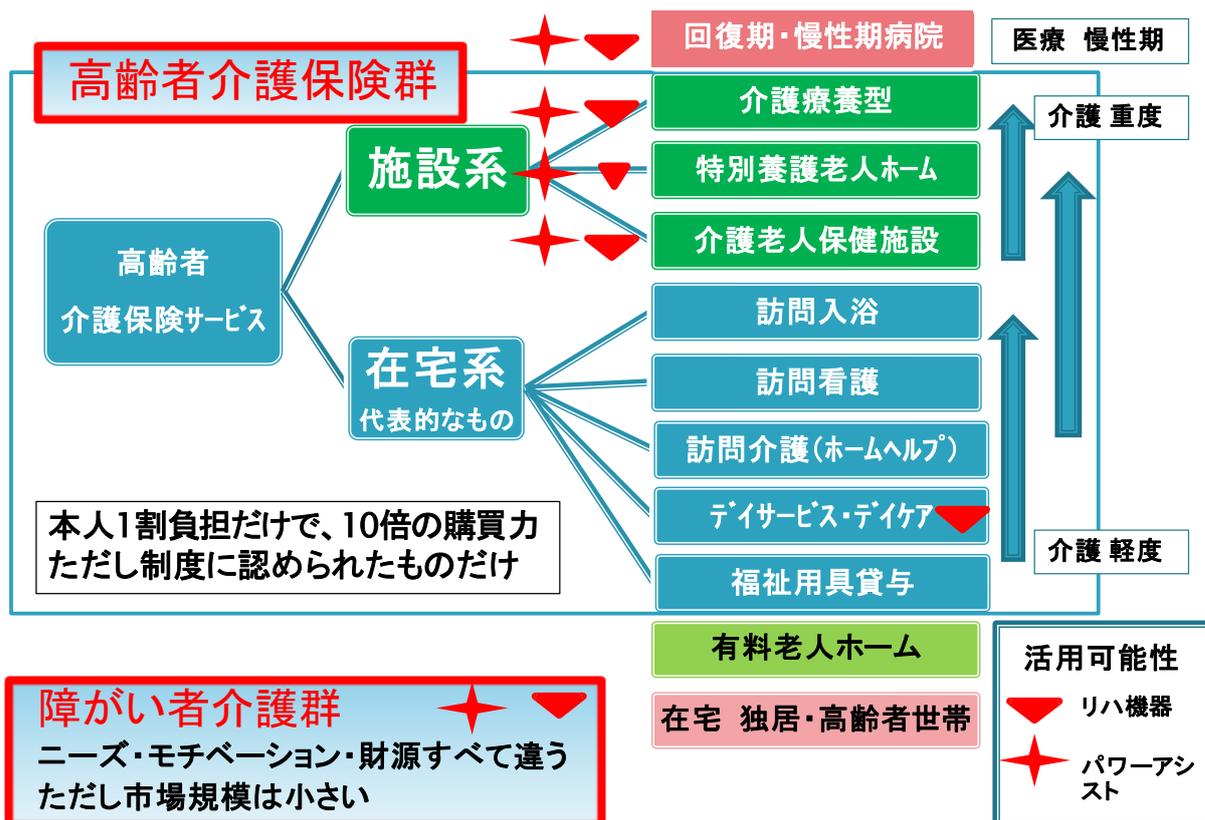
(図表 11) 在宅介護で何が問題か？ 在宅ケアマネ 16 人のアンケート結果(当法人調べ) (その 1)



(図表 12) 在宅介護で何が問題か？ 在宅ケアマネ 16 人のアンケート結果(当法人調べ) (その 2)



(図表 13) 介護現場の分類 これが市場情報を取るときの地図



(図表 14) 福祉用具貸与対象品

- ・介護保険対象は、以下の12種類
- ・実際に福祉用具貸与にかかった費用の1割相当額が利用者負担額
- ※・車いす(自走式車いす、電動車いすなど)
- ※・車いす付属品(クッション、電動補助装置など)
- ※・特殊寝台
- ※・特殊寝台付属品(サイドレール、マットレスなど)
- ※・床ずれ防止用具(エアマットなど)
  - ・体位変換器
  - ・手すり(据え置き型など工事を伴わないもの)
  - ・スロープ(工事を伴わないもの)
  - ・歩行器
  - ・歩行補助杖(松葉づえ、多点杖など)
- ※・認知症老人徘徊感知機器
- ※・移動用リフト(つり具部分を除く)
- ※ 自立支援を妨げるので、軽度者(要支援1・2, 要介護1)は対象外

## 6. 食事支援ロボット・自立支援リフトから見た“福祉ロボット”の課題と展望

セコム 顧問 杉井清昌

(2010年1月29日)

セコムが開発した食事支援ロボットと自立支援リフトの2つを材料に、開発・普及の両面から、私を感じている企業における壁、また企業から外に出た時の壁といったものについてお話したい。なお、私がこれからお話することは、同じ世界で悩んでいる人間の間でのほぼ共通の意識とお考えいただいてかまわない。産業ロボットではない、生活の場面で使われるようなロボットが日本の次世代中核産業になりうるかどうかは、そうするかどうかという意志の問題であり、自然発生的にそうなるものではないという感じがしている。

### 1. 食事支援ロボット「マイスプーン」から見た福祉ロボットの現状と課題

#### (1) 「マイスプーン」の効用

「マイスプーン」を実際に使われている方々がどういうお考えを持っていらっしゃるかということについてビデオにまとめたものがあるので、まずご覧いただきたい。

(ビデオの音声) =====

「自分で食事がしたい。家族や友人と一緒に食事をもっと楽しみたい。そんな願いを実現したのがセコム『マイスプーン』です。ジョイスティックやボタンの簡単な操作で食べ物を選び、掴み、口元まで運びます」

「愛知県に住むナカガワさん夫婦です。脳性麻痺の障害がある妻のユリさんには体が震えるような動きがありひとりでは食事ができません。3年前、ある展示会でこのロボットを見かけたユリさんはその魅力にとりつかれ、いまは週に何度か自分のペースでとれる食事を楽しんでいます。このロボットと出会うまでは、夫やヘルパーの介助がないと食事をする事ができませんでした

『(ナカガワさん夫がユリさんに対し) いいな、ロボットは怒らんでな』

『(ナカガワさん夫) 時間がかかろうが、機械を使おうが、自分で食べられるということに何か嬉しさがあるみたいだね。食事のことなんだけど、その自信が食事だけじゃなくいろんなことに対して自信を持つようになってきて、この自信をきっかけに、あれもやってみよう、これもやってみようということで生活が180度変わった部分がたくさん出ましたからね』

夫婦で向き合ってご飯を食べる。ロボットのおかげでそんな夢も現実のものになりました」

「食事支援ロボットはいま海を越えて海外でも使われ始めています。これは(開発者である)石井さんのもとに届いたオランダの利用者からの映像です。この9歳の女の子は両親と弟が見守る中、生まれて初めて自分ひとりでご飯を食べました。女の子の両親からのメッセージです。

『娘は自分で食事ができて、とても嬉しそうでした。これからは自分に誇りを持って生きていけると思います』

=====

こういう声があって何とかここまでやってこれたという感じで、ビジネス的には正直言って開発費も回収できてはいない、そういうレベルにある。

## (2) 「マイスプーン」の利用者

「マイスプーン」は国内・海外合わせて 300 台ほどが社会に出ている。そのうち国内・個人の利用者の内訳を疾患別、年代別に表したものが**図表 1**である。疾患別ということでは、当初は頸髄損傷の方に使っていただくことを想定していたのだが、ビジネス企画の段階で頸髄損傷の方は全国に 5,000 人程度で、そのうち使っていただけそうな方は 100 人程度しかいないのではないかとということが分かり、利用者がそんなに少ないようではダメだ、もっと多くの方に使っていただけるものにシなくては、ということになった。そこで専門家の方々のご意見もお聞きしながら、ALS（筋萎縮性側索硬化症）や脳性麻痺の方にもお使いいただけるようなものを開発することとなり、その結果として様々な症状の方にご利用いただいている。

年代別についても、このようなものを使ってみようとする方は若い意欲のある方だろう、と想定していたのだが、実際世に出してみると、40 歳以上の方の利用が多くなった。その理由はいろいろあるのだと思うが、若い方の場合には面倒をみてくれる方（親等）がいるが、40 歳を超えたあたりから面倒をみてくれる方がいなくなってしまい自分の力で生きていかなければならなくなる、といった事情もあるのではないかと推測している。

## (3) 「マイスプーン」の研究開発・実用化

「マイスプーン」は 1991 年に研究開発を開始したが、食べ物を把持するという機能の実現が最初のポイントであった。1998 年に試作機ができるとあちこちに持ち出して障がい者の方々に使ってもらおうということを行ったのだが、2000 年の夏にスウェーデンの HI 研究所（ハンディキャップ・インスティテュート）へ持ち込み、このようなものが欧州でも使えるか聞いてみたところ、「機能的には全く問題はない」「しかし操作用にレーザーポインタを用いてはダメだ、福祉機器では安全性に配慮しレーザーは使わない」と非常に重要な指摘をいただいた。そこで帰国後、レーザーポインタの代わりに電動車いす等で障がい者に馴染みの深いインターフェースであるジョイスティックを採用することにした。たくさんの方の命をこなすにはレーザーポインタは適していたのだが、ジョイスティックだと前後左右の 4 つの動きプラススイッチを押すという 5 つの自由度だけでこなさなくてはならず、技術者は苦労したものと思う。

それでもいつ会社側から計画にストップがかけられるか分からないまま進めていたが、ちょうど 2000 年から介護保険制度が導入されるということで、マスコミの関心を集めることができ、新聞、テレビ、雑誌（海外誌の TIME を含む）等で大きく取り扱っていただけた。それらが幸いにして我々に対する後押しとなった。記事を見た創業者より「そんなに世の役に立つものであるならば、商品化せよ」と言ってもらい、これは非常に助かった。その後厚生労働省系の（財）テクノイド協会の研究開発助成の対象に認めもらうことができた。これが一種のお墨付きとなり、プロジェクトを進めていくうえで大変大きな力となり、**図表 2**のような社外各機関との実用化に向けた協力体制も築くことができた。（財）テクノイド協会からの助成の額自体は大きなものではなく、投資したものの何十分の一といったものではあったが、厚生労働省に関心を持ってもらえたということは大きかった。

2002 年に国内初の食事支援ロボットとして発売を開始したが、それを取り上げた欧州の新聞

の小さな記事を、ちょうどそういうものを求めていたオランダの FOCAL（フォーカル）社という小さな会社の技術者が見てくれて、もしオランダで販売させてくれるなら協力する、という一種の渡りに船の話となり、2004年にオランダでの発売を開始、欧州市場へ乗り出すことができた。また2006年には経済産業省の「今年のロボット大賞」の特別賞を受賞することができ、これも大きな励みとなった。現在は欧州の7カ国と国内で販売しており、合計300台の販売実績となっている（図表3）。

#### (4) 安全対策

ロボットを世の中に出すということについては、会社としては非常に心配のあるところであった。万が一にも怪我でもさせるようなことがあれば会社の暖簾に傷をつける。しかしこのようなロボットに対する安全基準は世の中には存在していなかった。そこで自主基準でやっていこうということで、非常に弱いモーターを使う、ぶつかったらセンサーがすぐに検知して停まる仕組みにする、複雑なシステムでは何か想定できないことを起こすかもしれないので非常にプリミティブな構造とする、等で対応することとした。欧州に持っていくに際しては、CEマークを取得しないと売ることができないため、ディレクティブを全部チェックして、それに通用するようにして発売した。

#### (5) 普及への取り組み

##### ① 販売方法

実際に商品として世に出すからには売れないことには話にならないわけであり、創業者からは「(そのためには) できるだけ安くしろ」と言われていた。コストを考えると本当は100万円くらいの価格設定としたかったのだが、それでは売れないことは分かっていた。そこで食事介助という介護保険制度の下でのサービスは1時間(1日3食分相当)で4,000円相当であり、利用者から見て1割負担のため約400円、1か月当たり12,000円の負担となる。それと比較して割安感の得られるレンタル価格＝月約6,000円に設定し、売却価格は約40万円とした。ちなみに40万円という普通のタイプの電動車いすとほぼ同価格である。このように企業努力で普及可能な価格を追求した。

しかし、売れるかどうかはまた別の問題である。PRしようと思ってもテレビCMを流すお金はない、また仮にテレビCMを流したとしても肝心の想定利用者層に届く保証はない。「マイスプーン」の開発を始めてから20年近くになるわけだが、まだまだ世間に存在そのものを知られていない。PRというのは実は非常に難しい。これは一企業だけではどうにもならないことの1つではないかと思う。

##### ② 助成制度

販売開始当初から厚生労働省や諸団体に対し、幅広く助成や補助金の対象として認めてもらえないかと働きかけを行ってきた。そうした努力の甲斐もあり、2006年によく障がい者をサポートする用具「日常生活用具」の中に食事という項目を新たに作っていただき、それに該当するものとして「マイスプーン」を認めていただいた。これにより自己負担1割で利用できる道が拓けたのだが、しかし実際に給付を決めるのは国ではなく地方自治体であり、2009年によく北海道の北斗市で認められただけである。それ以外の地方自治体では認められておらず、いま

だに利用者の全額自己負担となっている。北斗市の場合は、市の担当者の方が熱心であったこと、北海道の更生相談所の所長がこうした機器の利用に熱心であったこと、障がい者運動を熱心に行っている方がいたこと、などの諸条件が揃っていたと思っている。逆に言うと諸条件が揃わないと認めてもらえないということでもある。

一方、介護保険制度ではまだ認められていない。介護保険制度の下にはもともと食事介助という項目があるので、地方自治体が給付対象として認めてさえくれればよいだけなのだが、食事介助は人がやるものという独特のカルチャーがあるため入り込めていない。障がい者は失われた機能を補うということで、介護の世界よりもいろいろな用具や機器が入りやすいようである。

全国津々浦々の地方自治体の職員で「マイスプーン」を知っている方は非常に少ないと思う。存在が知られていなければ給付対象になるわけもないと思う。

## (6)さらなる普及に向けて－オランダとの比較から見てきたこと－

オランダで「マイスプーン」の販売に協力してくれているパートナーが FOCAL 社だが、彼らは 2004 年から販売を開始して、すでに国内販売台数を凌駕する勢いである。オランダは日本の人口の約 8 分の 1 にもかかわらず、である。なのになぜそんなに売れるのかを FOCAL 社に聞いてみたところ、オランダと日本の違いがいくつか見えてきた。1 つはオランダは全額公の負担であることである。利用者が必要なものについてはしかるべき審査はするがタダで提供している。また、オランダには利用者の身体機能に応じた商品ラインナップが揃っており、それを状態に応じて利用していくというカルチャーがあるということも分かった。FOCAL 社はもともと上肢（腕）のサポート機器を取り扱っており、利用者の身体機能に応じてそれらを提供してきた。しかし重度の方向けのものだけが無く、そこに「マイスプーン」がうまくはまったわけである（図表 4）。日本の企業をみていると、どうも売れ筋のところの商品開発だけをして、そこでパイの奪い合いをしているように思われるが、それとは違った方針が必要なのではないかと感じている。

また、日本とオランダにおける、福祉機器が利用者に届けられる仕組みを比較すると面白いことがみえてくる（図表 5）。オランダでは福祉機器に関するデータベースが非常に充実しており、また誰でもそれを見られるようになっている。もともと福祉機器を積極的に使うカルチャーがあり、また全額公の負担ということもあって、いいものを紹介すると喜ばれるというのも日本との違いである。オランダでは利用者と利用者自体の状態をよく知っている医療機関の人間（療法士等）がデータベースに基づきながら相談し、合意の上で処方（＝この福祉機器を使いましょう）が出される。その処方保険会社に対して出されるため、この仕組みだと保険会社にノウハウがどんどん溜まっていく。一方、日本では、オランダのようなデータベースもなく、申請は障害をもつ利用者自身が地方自治体に行わなくてはならず、地方自治体は福祉機器に対する知識に乏しい、という状況である。こうして比較すると日本の仕組みは合理性に欠けているようであり、また利用者自身にとって不親切であるように思う。確かにオランダは高福祉・高負担で、日本は中福祉・中負担だから、財政面だけから見るとそれ自体はなかなかどうにもできないことかもしれないが、福祉機器が利用者に届けられる仕組みを現状のものからオランダのようにするだけでも、よりよい方向への変化が起きるのではないだろうか。

## 2. 自立支援リフト開発から見た福祉機器の現状と課題

## (1) 自立支援リフト開発の背景—少子高齢化社会の到来—

「マイスプーン」は主として障がい者向けとして開発されたものであったが、自立支援リフトはこれから少子高齢化社会が進んでいく中で必要とされるのではないかという観点から開発を進めてきたものである。図表 6 は日本の将来人口の変化を人口ピラミッドで表したものだが、どんどん働き手が減り、高齢者が増えていくという姿が分かると思う。このような中で介護保険費用やその財源はどうなるのか、ということについてシミュレーションした結果が、図表 7 である（一部、社会保障国民会議データを使用）。費用はどんどん上昇していくが、保険料を納める現役世代がどんどん減っていく、これでは制度を維持するのが相当厳しくなるということである。日本の介護保険制度はかなり遠慮した保険料の徴収の仕方をしている一方で、給付はかなり幅広くやっている。ドイツの介護保険制度のように、20 歳から保険料を徴収して、しかし介護度の本当に重い人にしか給付しない、そういったかたちにしていかざるを得ないのかなと感じている。また図表 8 のように、今後は高齢者の総数が増えるだけでなく、高齢者だけで住む方々が増えていくことも予想されており、そうした方々に対し十分な介護サービスを提供していけるのかというと、これもまた大変厳しいものがある。そこに技術で何らかの支えができないだろうかと考えて開発に取り組んだのが、自立支援リフトである。

## (2) 自立支援リフトの開発

自立支援リフトというのは、自力での移動が困難な方がベッドから車いすやトイレに自分で乗り移ることを可能にするものである。ただそれには条件が 1 つだけあり、自立支援リフトで体を持ち上げられるようにするために、つなぎのようなスリングというものを利用者自身に着ていただくということである。普通のリフトではヘルパーや家族等の介護者がいないとリフトが使えないのだが、この自立支援リフトではスリングさえ着れば自力での移動が可能となる。そのほうが本人にとっても、また周りの家族にとってもよいだろうと考えて開発した。この開発に際しても「マイスプーン」同様、(財)テクノエイド協会からの研究開発助成を受けることができ、多くの専門家の方々からの助言・ご指導を頂いた（図表 9）。

## (3) 自立支援リフトの特長（図表 10）

### ①自動姿勢調整

車いすに移乗する際に腰が浅い座り方になってしまうと本人にとっては大変な苦痛となるが、深い座り方へと座りなおさせることはかなりの力がある動作となり、介護者の体の負担も大きなものとなる。そこで自立支援リフトのセンサーとモーターを使って、深い座り方が簡単にできるように開発した。

### ②安全

自分の体が吊りあげられるというのは不安に感じる部分であることから、吊りあげる 4 本のロープのうち 1 本でもきちんとかかっていたら停まる、異常を感知したら停まる、あるいは元に戻るというように安全性を確保した。

### ③ウェアラブルスリング

これはなるべく格好の良いものとなるようデザインした。

#### ④排泄

③は股が割れたデザインとし、また下着に関しても股割れの下着を履いてもらうことで、排泄がうまくできるようにした。

#### (4) 自立支援リフトの想定利用者、想定利用場面

誰にでも使えるものとして開発したわけではなく、自力での移動が困難で、手指の操作力があり、用具・機器に対する理解力がある方が使われることを想定している。しかし、「マイスプーン」の例にあるように、実際世に出してみると想定した層とは違う方に使っていただけることから、このことについては出す前からいろいろ悩むよりも、実際に出してみたら対応していくほうが賢明なやり方である気がする。

利用場面としては夜間や家族外出時など、1人で車いす、ベッド、トイレに行きたい時を想定している。フィールドテストをしていて良く聞くのだが、夜中にトイレに行きたくて家族を起こしたり、ヘルパーを呼んだりするのは気が引けるので、夕方17時以降は水分を摂らない、などという自分自身に大変厳しい制約を加えている方が多いようである。さらに場合によっては周りに迷惑をかけぬよう紙おむつをつけるということまでであるらしい。これでは本人の自尊心はどんどん傷つけられていってしまう。その一方でまたそうした方を家に置いては家族は安心して外へ出られない。実際既にこうした状況がある中で、また今後老老介護の増加が見込まれる中で、自立支援リフトが役に立てるのではないかと考えている。

実際にフィールドテストで脳血管障害による片麻痺の方からは「毎朝5時頃排泄するが、気兼ねなく独力で行える」、脳性麻痺の相当体重のある方からは「従来のリフトに比べて操作が簡単」「周りの方に支えてもらわずに移動できる」といった声を頂戴しており、こういうものが普及すれば、皆が楽になれるのではないかと感じている。

#### (5) 自立支援リフトの効用

利用者本人にとっては、自分が行きたいときにトイレに行くことができることから、おむつから外れることができるし、移動したいときには車いすに移動がすぐできるので、QOLの向上につながると思う。周りの家族からみれば、怪我をさせることなく移乗させられる、腰痛にならない、本人を置いて安心して外出できる、といったことから老老介護の場でも自立支援リフトは活躍できるのではないかと思う。施設職員にとっても、怪我をさせることなく移乗させられる、腰痛にならない、ケア対象者を増やせる、深夜・早朝の排泄介助負担を軽減できる等、楽に安全なケアが可能になるというメリットがあると思うが、今の介護保険制度では施設がこうしたものを取り入れて工夫をする、生産性を高める等のインセンティブが働かない仕組みとなっている（金銭的に何の見返りもない）ので、その問題をどうにかしなければならぬと思っている。

#### (6) 普及の条件

自立支援リフトはまだ開発・フィールドテストの段階で止まっており、商品化については社内の判断でペンディングとなっている。この判断の背景には「マイスプーン」があまり売れていないということがあるのだが、フィールドテストをして利用者から期待されているものを商品化できないという状態は開発者にとっては大変辛いものがある。

しかし、もし商品化できたならばという仮定の下、こういう条件があれば普及するのではない

か、と考えているところはある。障がい者向け（64歳以下：障害者自立支援法の対象者）として考える場合にはやはり助成制度の対象になることが必要であろうと思う。高齢者介護向け（65歳以下：介護保険法の対象者）として考える場合には、助成もさることながら、それ以前に人手による介護偏重の現場に変化が起こらねばならないと思う。在宅はもとより、施設においても普通のリフトすら使われておらず、現場の職員は福祉機器のことを知らず、教育も受けたことがほとんどないのが現状である。しかし今後の介護サービスを考えた場合には、サービスの必要量は増えていく一方で、財政的にも厳しく、人手的にも厳しいわけであり、福祉機器の活用は不可避ではないかと考える。平成21年（2009）3月にNEDOから「介護サービス分野におけるサービス生産性の向上に向けた福祉機器開発の調査」報告書が出されたが、セコムもそれに協力させていただいた。ようやくそうした議論が始まりつつあるのかなと感じている。

### 3. セコムの考える介護サービスの理想型—バリアフリーな生活を目指して—

セコムのようなサービスプロバイダーの目から見て、介護の世界はこうあってほしいなと思うところを1枚の絵にまとめたものが図表11である。バリアをなくした生活ができるよう、生活をシームレスにコーディネートすることが必要であると考えている。例えば介護用ベッド、これはさまざまなメーカーから出ている、そして車いす、これもさまざまなメーカーから出ている。しかし現状困っているのは、ベッドで寝ている人を車いすに移してあげようと思った時に必ずしもそのための道具やスキルが揃っているわけではないということである。そうしたことのためにリフトがあるのだが、あまり使われておらず、施設等ではむしろ使わない方向に職員が洗脳されているという困った状況すらある。その点、福祉車両と車いすの間はうまく工夫され、シームレス化が進んできているように思われる。ガイディングプリンスルを設けてちゃんと移乗ができるようにする、そのためのインターフェース条件を整える、といったことが求められていると思う。そしてそれらができるときには、当然のこととしてそれらを積極的に使っていくという教育もなされる必要がある。介護福祉士を養成する学校では卒業するまでの2年間で福祉機器に接する時間はわずか20～30時間程度であると聞く。これをもっときちんとやっていかななくてはならない。

### 4. 医療・福祉ロボット産業の育成に向けて

医療・福祉ロボット産業を今後育成していくために必要なことは何か、を考えると、まず日本国内だけではマーケットが小さいから海外でのビジネスも視野に入れていかないといけないと思う。そこで、そもそも輸出産業が成立する条件というもの何かを調べてみたところ、昭和38年（1963年）の通商白書に5つの条件が記してあるのを見つけた。

（輸出産業成立条件 「昭和38年通商白書」より）=====

- ①活発な設備投資
- ②製品に対する旺盛な内外の需要
- ③豊富な労働力
- ④過去の技術蓄積
- ⑤外国技術の導入

=====

自動車産業はまさにこの5つの条件に合致していたように思うが、それでは医療・福祉ロボットはどうかと考えると、「①活発な設備投資」、これは今はまだない状態である。「②製品に対する旺盛な内外の需要」、これは旺盛かどうかは分からないが需要はあると思うが、ただまだ魅力的な商品がそれほど出ているわけではないので、現状ではクエスチョンがつく状態と思う。

「③豊富な労働力」、介護施設では首都圏等の一部を除いては今のところ人手が豊富であり、福祉ロボットは不要との認識が一般的であり、(福祉ロボットの)産業化にネガティブに働いていると思う。「④過去の技術蓄積」、これはあることはあるのだが各社にバラバラに散らばっている状態である。「⑤外国技術の導入」、これについては国内の技術が外国の技術に遅れているわけではない。こうしてみると5条件を満たしていないということが分かり、だから産業としてはしばらくは無理なのかな、と私は思っている。なお、医療・福祉ロボットの場合は大きな問題点以外にも以下に挙げるような小さい小骨がたくさん刺さっているという難しさもある。

(医療・福祉ロボット産業の場合 (開発 ≪ 普及)) =====

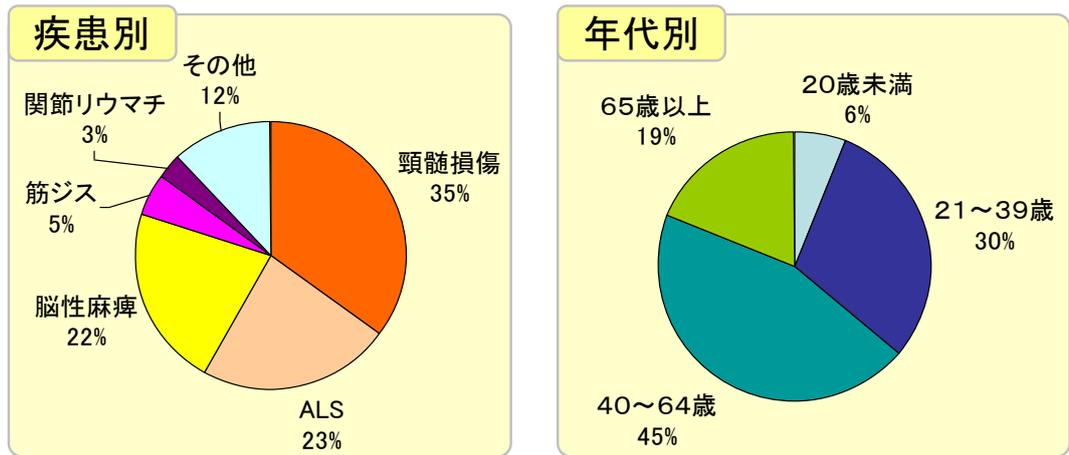
- ・ 機器開発 (利用者、技術者、医療福祉専門家)
- ・ 商品化=インキュベーション (機能、安全性、コスト、・・・)
- ・ 機器生産 (少量多品種、ラインナップ、機器間マッチング)
- ・ Assistive Technology (技術料収入)
- ・ リテラシー教育 (介護福祉士、理学療法士、自治体担当職員、・・・)
- ・ PR (信頼できるサイト、お試し機会、・・・)
- ・ 販路 (自治体購入・レンタル方式、オランダ風保険会社設立、・・・)
- ・ サービス購入に当たっての財政支援 (自立に役立つ機器への間口を広く、利用者尊重)

=====

「開発 ≪ 普及」としているが、不等号はこちらの向きでないとうまくいかない。開発費を2倍、3倍にしたところでこの不等号が成立していない限りダメだというのが、食事支援ロボットや自立支援リフトで苦勞した人間としての率直な意見である。

医療・福祉ロボット産業に現在中央省庁はどう関与しているのか、またロボットが利用者はどう届くようになってきているのか、というものを、開発と普及の2段階に分けて整理したものが**図表12**である。開発段階からまずみると、技術者は利用者や専門家の声を聞きながらロボットのプロトタイプを作るが、その際の国からの助成のルートは2種類あり、1つは厚生労働省系の(財)テクノエイド協会から、もう1つは経済産業省系のNEDOから、となっている。次に普及の段階をみると、実際にロボット産業を育成するのは経済産業省マターとなっており、厚生労働省は全く関係がない。厚生労働省は介護サービスを育成するのがミッションとなっており、(財)テクノエイド協会からの助成でロボットが開発されたとしてもそれを使うというインセンティブは特に持っていない。このようにロボット開発に関与している省庁の思惑が異なっているため、省庁間で似たような開発をしたり、中途半端な開発をしたまま放置、というようなことが起こっている。国からは信頼できる情報発信をしっかりとしてもらわないといけないと思う。利用者側からみたときには、今何が使えるんだろうということがあまり分からない状態に置かれており、オランダのような仕組み(**図表5**)にしたほうがよいのではないかと、国がしっかりと福祉機器のデータベースを整備するようなことが必要なのではないかと、思っている。また開発段階には助成があるけれどもそこから先の普及は企業任せとなっており、普及段階についてもPR面等で何らかの国の支援が必要なのではないかと考えている。

(図表1) 「マイ Spoon」利用者の内訳(国内・個人)



様々な症状と年代の方からの使用実績

(図表2) 「マイ Spoon」実用化段階における協力体制

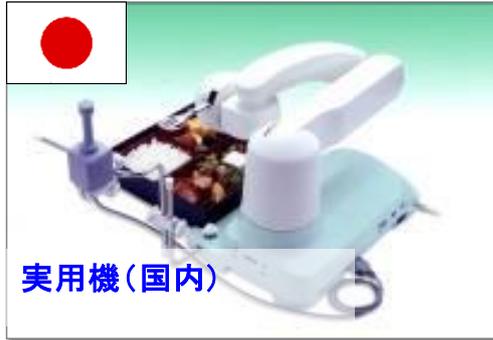


医療専門家、ユーザーとの協力体制

(図表3) 「マイスプーン」の研究開発・実用化



レーザーポインタによる  
操作



ジョイスティックによる操作



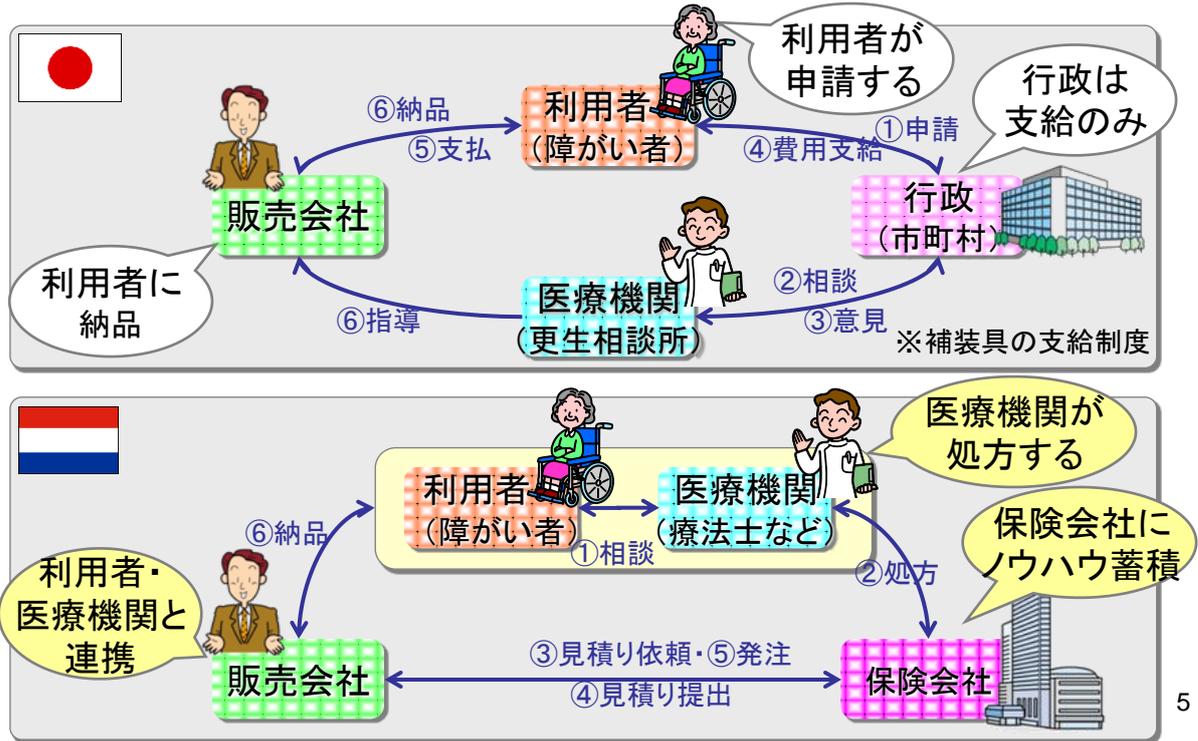
(図表4) 身体機能に応じた福祉機器のラインナップ—上肢(腕)のサポート機器を例に—

利用者の身体機能は様々である



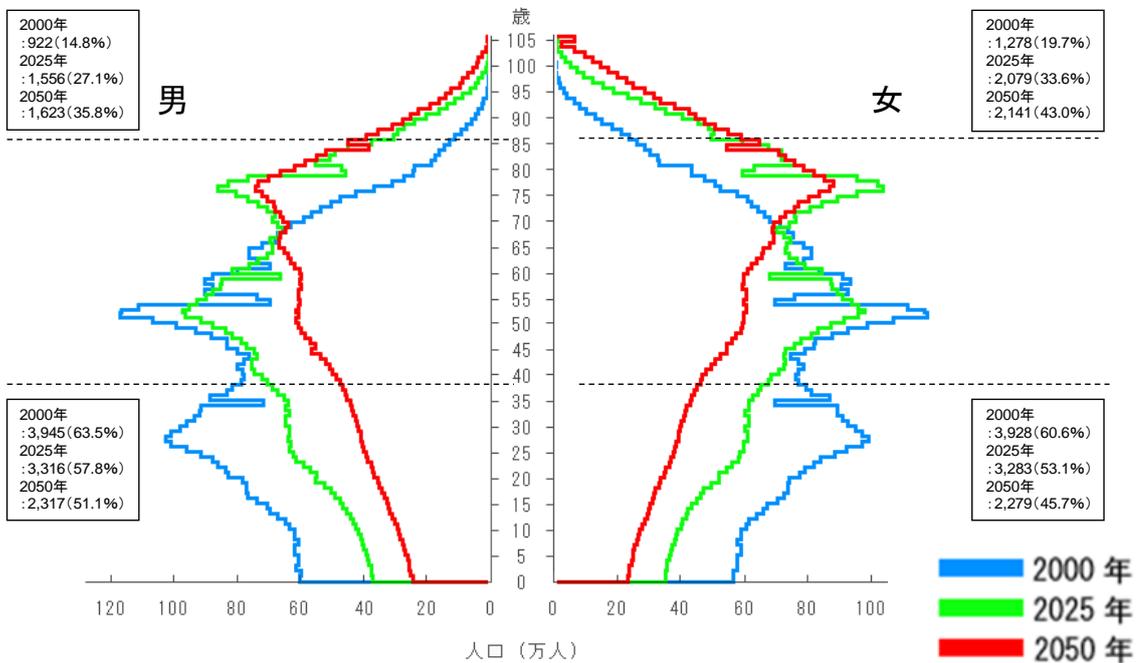
写真提供: FOCAL Meditech BV

(図表 5) 福祉機器が利用者に届けられる仕組みの日本・オランダ比較



5

(図表 6) 人口ピラミッドの推移予測



- 20歳の人が70歳になる時、男性の35.8%女性の43.0%が高齢者(2050年)
- 2050年には、20~65歳の人口が男女とも1,500万人以上減少する(2000年を基準)

(出所) 総務省統計局「平成12年国勢調査」、

国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(平成14年1月推計)」より作成

(図表7) 介護保険費用、財源のシミュレーション

人口データ(1000人)

年次	総数	20～64歳	65～74歳	75歳～
2009	127,395	75,555①	15,285	13,702
2025	119,270	65,991②	14,687	21,667
2050	95,152	45,959③	13,912	23,728

国立社会保障・人口問題研究所:出生中位(死亡中位)

介護保険費用、財源

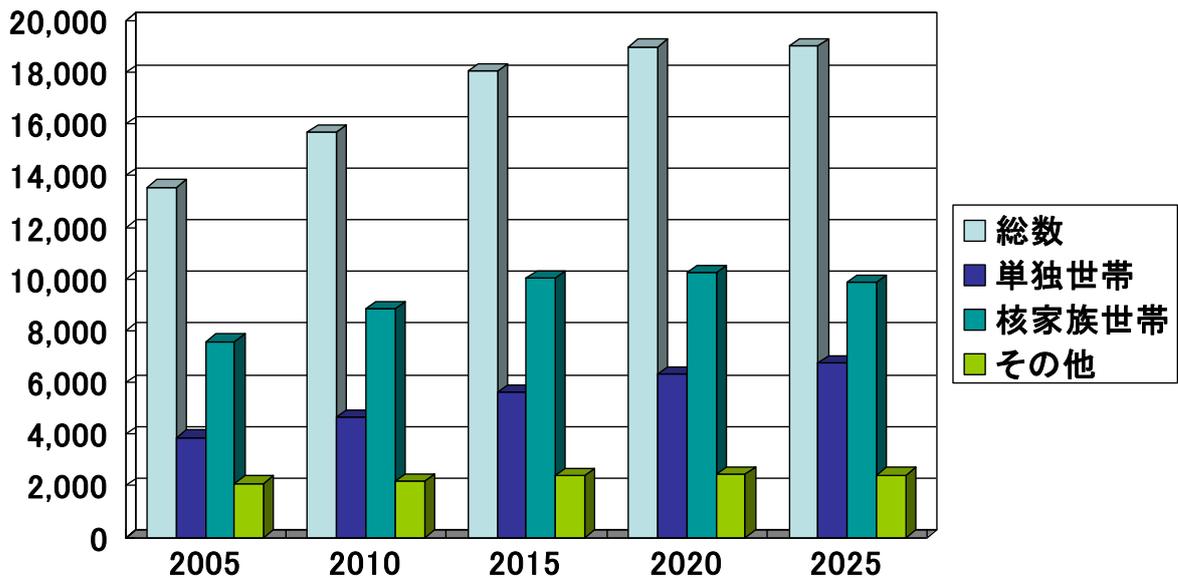
年次	介護保険費用	財源
2009	約7兆円	保険+税金
2025	19～24兆円と予測(注)	税込↓ ②/①=0.87
2050	さらに上昇か?	税込↓ ③/①=0.61

注: 社会保障国民会議

(出所) 社会保障国民会議資料より作成

(図表8) 世帯主65歳以上の世帯の家族類別世帯数

(千人)



(出所) 国立社会保障・人口問題研究所データより作成

(図表 9) 自立支援リフトの開発



- ベッドから車いすやポータブルトイレに自分で乗り移ることを可能にする。

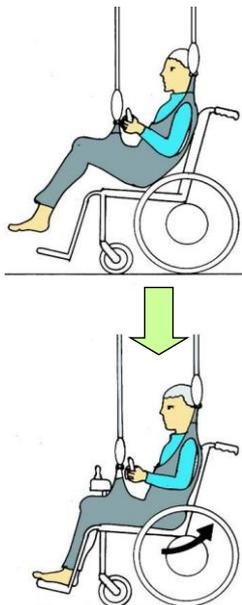


- リフト自体にセンシング機能、自動姿勢調整機能を持たせ、ロボット化して実現。

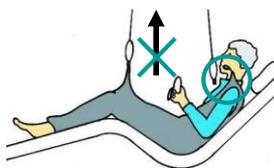
2003～2004年度 テクノエイド協会より研究開発助成

(図表 10) 自立支援リフトの特長

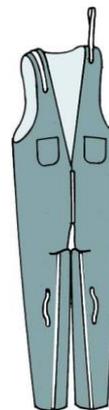
(1) 自動姿勢調整



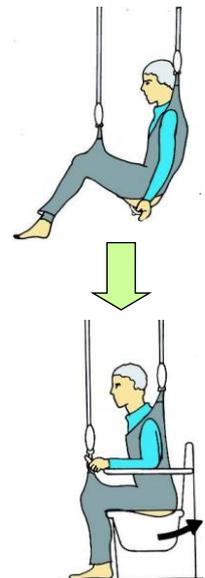
(2) 安全



(3) ウェアラブルスリング



(4) 排泄

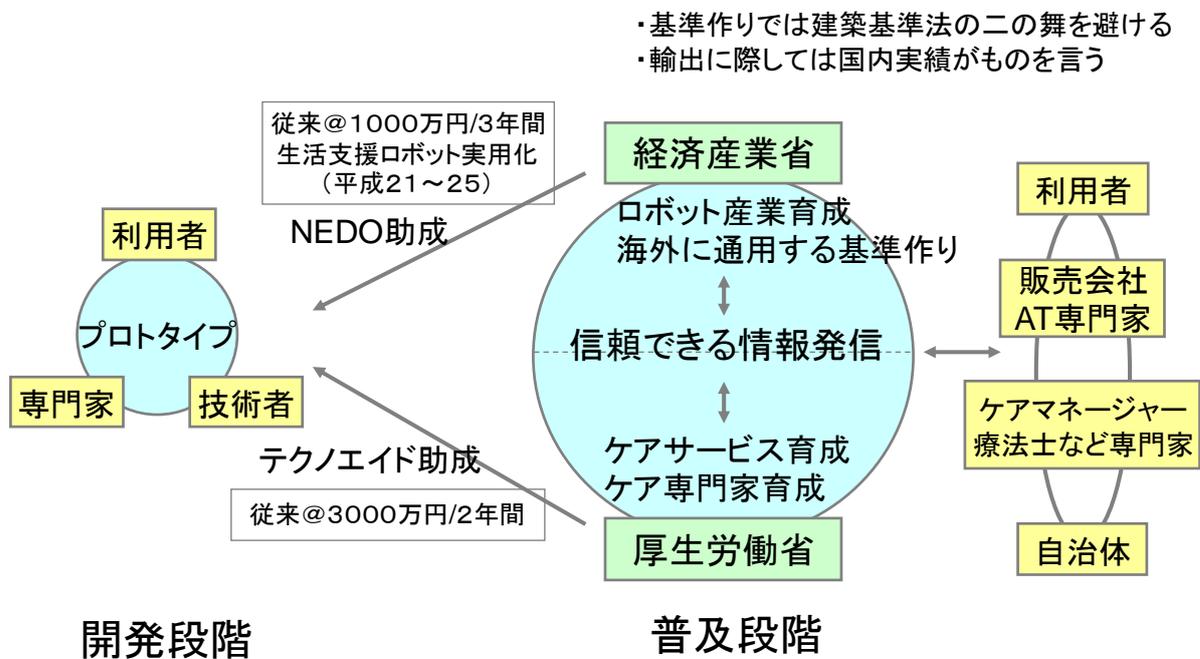


(図表 11) バリアフリーな生活を目指して

## 生活をシームレスに、コーディネートする



(図表 12) 医療・福祉ロボット産業の育成に向けて



## 7. 人間共存環境を目指したロボット技術開発

東芝 研究開発センター 技監 松日楽信人

(2010年2月22日)

### 1. 国内のロボットを取り巻く状況

国レベルでのロボットに対する施策はいろいろあり、サービスロボットに対するものもたくさんある(図表1)。しかし、産業用ロボット以外の分野についてはなかなかビジネスにはなっていないのが現状である。理想的には、国が最初の立ち上がりの部分や標準化や規制の部分のサポートを行い、技術開発・研究を行う各研究機関や大学はその成果をオープンにして、企業がそれらを利用して新しいビジネスを作る、といった流れができればいいと思っている。未だ製品や市場が確立されていない状況ではあるが、民間レベルでも各種協力や標準化に向けた活動等が活発に行われている。

20年くらい前までは世界シェアの60%くらいを取っていた日本の産業用ロボットであるが、欧州勢(特にドイツ)や韓国勢の追い上げもあり、現在はそのシェアがかなり下がってきている。こうした状況に対して、産業用ロボットの応用範囲を拡げていくとともに、産業用ロボット以外の分野にロボット技術を展開していかなければいけないと考えている。

1980年は日本の産業用ロボットの「ロボット元年」と言われており、そこからたくさんの産業用ロボット、主に自動車産業向けのものが開発された。その後バブル崩壊により、かなりの数の産業用ロボットメーカーが淘汰され、今では数えるほどしか残っていない。最近では、食品等の新しい分野でもロボットが活用されるようになり、少しずつ立ち直りかけているというのが日本の産業用ロボット市場の状況である。2010年にロボットの国内市場は1兆円規模になると言われたこともあったが、現実にはせいぜい5,000億円程度の規模にしか至っていない(図表2)。

### 2. 東芝のロボット開発の全体像(図表3)

東芝の創業者の一人に「からくり儀右衛門」と呼ばれた、田中久重という方がいらっしゃる。1851年に完成させた「万年時計」(万年自鳴鐘。国の重要文化財)でその名を広く知られているが、彼は「弓曳き童子」といった、人を楽しませる、いくつものからくり人形も作っている。彼のそうしたDNAは東芝の中に今も息づいている。

私が入社したのは1982年であり、産業用ロボットの立ち上がりの頃から今に至るまで東芝のロボット開発の経緯を見てきている。工場で使われるロボットということでは、3K(きつい、汚い、危険)の部分に対してロボットを入れていこうということで、例えばグライнда作業に使えるロボットを作り、東芝機械という関連会社から事業化した。しかし、メンテナンスの問題や、3Kの現場とはいえ機械よりも人の方がフレキシブルにやってくれるというところがあり、現在は扱っていない。原子力のメンテナンス向けのロボットは、重要な位置づけである。東芝の宇宙

開発部門は 2001 年に NEC と一緒になり、「NEC 東芝スペースシステム」という会社になったが、90 年代までは東芝単独でやっており、宇宙向けのロボット技術もいろいろ開発していた。現在の宇宙ステーション「きぼう」日本実験棟に使われているロボットアームも東芝製である。

また 1997 年の東芝の技術展の目玉として発表した、人と共存するロボット「TOMORROW」で培われた技術の多くは、今の東芝のロボットに活かされている。このロボットの開発にあたって特に心掛けたのは、人間でいう、聞く、見る、触る、という 3 つの機能の充実であったが、それらの機能とロボットアームとを組み合わせると人とビーチバレーボールもできるものに仕上げた。

「TOMORROW」のコントローラは本体に内蔵されておらず、別の場所に据え付けられたコンピュータで音声処理、画像処理、運動制御、全体統括といったことを行っていたが、今ではそれらをもっと小さなサイズのロボットの中に全部搭載し、リアルタイム処理ができるまでに技術は進んできている。その後「TOMORROW」から発展してきた技術を、医療向け、家庭・施設向け等に幅広く展開している。

### 3. ロボット技術の応用の方向性

日本のロボットメーカは、当初はどこも、工場の生産性向上に資するロボット（正確さ、速さが要求される）や、宇宙や原子力等の危険なところに入って行くロボットを主たる開発の対象としていた。その後、90 年代頃から、それらで蓄積された高度な技術を展開していこうということで、病院向けのロボット＝手術を支援するロボットや精密な作業を行うロボットの開発、生活向けのロボット＝高齢化社会や情報化社会の中で、コミュニケーション、防犯、見守り、お手伝い等を行うロボットの開発等を手掛けるようになってきた。しかし、新しい分野向けのロボット開発はそう簡単ではないということも分かってきた。ロボット技術を多様な分野に幅広く展開していく際には、ロボットというかたちにとらわれずに、既存の機器、例えば家電のようなもの、の中に入れていくというアプローチも大切であると考えている。

### 4. ロボット技術の種類(図表 4)

ロボット技術は、作業に依存するものと、依存しないものとに大別することができる。私の所属する東芝研究開発センターでは、依存しないところの技術をきちっと押さえておくというところにターゲットを絞った技術開発を行っている。その時々々の社会情勢や会社の経営方針などによって取り組んでいくべきアプリケーションは変化していくことが予想されるが、依存しないところの技術＝基盤となる技術さえ押さえておけば、その時々々に応じたアプリケーションにスピーディーに対応でき、早く検証、あるいはプロトタイプを作ることができると考えている。

### 5. 人間共存環境の持つ難しさ

原子力や宇宙向けのロボット開発も難しいが、人とロボットが共存する環境＝人間共存環境を目指したロボット開発も非常に難しいものである。産業用ロボットはそれが動く環境は先に全部決まっているに等しいし、原子力や宇宙においても環境をコントロールすることもできるので、そういう意味では開発がやりやすい。しかし、人間共存環境においては、雑音、背景、照明、画

像といった環境条件がなかなか分からず、またロボットの作業環境も移動する毎にどんどん変化していくものだし、そもそも作業内容、何をロボットにやらせるのがいいのか、そういった辺りも決めづらいところがある。セコムさんの「マイスプーン」は、非常に良いところを突いて、絞って開発されたと思うが、安全で安く作らなければいけないという大前提がある中で、ロボットに何をやらせればいいのかは絞りづらいところがある。ロボットの作業対象や手順についても、人間共存環境で使われているものには何かあらかじめ決まりがあるわけではなく、その人、その人がその場で考えて使っているというところがあるので、なかなか特定しづらい。ロボットの使用者、使用条件についても、医師が使うという場合と、普通の人が使う場合では同じように考えるわけにはいかず、またたくさんアプリケーションが考えられることから、難しいところがある。また当然のこととして、ロボットのそばに人が居るということでわかり易さ、安全性といったものには特に注意していかなくてはならない。

このように人間共存環境を目指したロボット開発には多くの困難が伴うが、開発側からすれば、決まっていないことを決め、特定化されていないことを特定化して、開発していくということだと考えている。

## 6. 東芝の人間共存環境を目指したロボット技術の紹介

ここからは人間共存環境を目指した、東芝のロボット技術の紹介をさせていただきたい。

### (1) 腹腔鏡下手術支援用ロボット鉗子(図表 5)

腹腔鏡下手術支援用ロボット鉗子は、安全で微細な技術という特徴を持っており、1999年に慶應義塾大学医学部と組んで、NEDOからの委託事業として開発したものである。日本で最初に手術ロボットの「ダ・ヴィンチ」を導入したのも、慶應義塾大学医学部である。ただ「ダ・ヴィンチ」は素晴らしく良いシステムではあるものの、価格が高く、従来の手術との互換性があまりないため、もう少しツールのなものが欲しいという慶應義塾大学側からの要望を受けて、一緒に開発を行った。

胆石や胆嚢の摘出手術や盲腸の手術は病院によってはその8割くらいが、腹腔鏡下手術であり、この手術は患者にとっては、回復が早い、傷もほとんど残らないという大きなメリットがある。しかし、医師にとってみれば、手術時の視野が狭くなるし、自分の思った通りに手を動かすこともできないため、難しい手術である。そこで、慶應義塾大学医学部だけでなく他の医師にも評価、ご協力いただきながら、腹腔鏡下手術支援用ロボット鉗子を開発し、それまでの腹腔鏡下手術では困難であった、さまざまな方向からの縫合や糸を結ぶ作業を容易にできるようにした。その際、コンパクトで低コストなシステムとなるよう心掛けた。これは海外展開、あるいはシステム活用ということを考えれば、大きなビジネスになるのではないかと期待していた。

しかし、最終的には専門メーカーに技術移管することとなった。東芝の中にも医療機器を手掛けている事業部はあるのだが、そこが扱っているのは検査や診断のための機器が主となっていることもあり、直接手術に関わる機器ということで、移管ということとなった。検査・診断にしてもリスクは抱えており、そういう意味では直接手術に関わる機器も同じかも知れないが、東芝は扱う製品分野が広く、他の事業にも影響があるので、事業化は困難であった。

腹腔鏡下手術支援用ロボット鉗子は、非常に簡単なマジックハンドとでも呼べるものであり、

モーターが3つしかついていないシンプルなものである。しかしそれでも認可を取ったり、申請するのに大変な労力がかかる。臨床や治験に至るまでにはそれなりのデータも取らなければならず、厚生労働省からの意見もいろいろ頂戴し、医師主導であればよいという話もあったが、とにかく簡単に実験ができなかった。それならば動物でやればよいではないかとの声もあるが、やはり人間と動物は違うものなので、本当に良いものにするためには人間での評価が必要になる。そういう意味でいうと、治験というのは本当に製品になると決まったものしかできないと言える。治験は治験で、複数機関で何十症例のデータを取らなくてはならないし、保険も利かないので、そうしたところにかかる費用も全部負担しないといけないという問題もある。こうした高いハードルを乗り越え、耐えられるだけの企業体力がないと、製品を世に出すというところまでにたどりつけないと思う。薬事申請についても、全く新規のもので提案すると受ける側も判断に迷うことがあり時間がかかる。その一方で従来からある機器の一つ、ないしはそれを改良したものとして申請できると、治験が不要な場合もあつたりする。こうした申請内容も良く知らなければならない。

## (2) ロボット情報家電「ApriAlpha™」(図表 6)

腹腔鏡下手術支援用ロボット鉗子の次に手掛けたのが 2003 年に発表したロボット情報家電「ApriAlpha™」である。「ApriAlpha™」は、東芝初のホームロボットであり、動くパソコンのようなイメージで、天気予報・ニュース等の情報サービスや家電の操作をしたり、留守番をするなど、といった機能を想定した。

こうしたホームロボットにやらせたいと考えているサービスについては図表 7 のように考えている。このようなサービスを提供するためには、ロボット単独では能力が限られてしまうので、ネットワークをうまく利用しようと考えている。家電とロボットを結ぶというところでは、Bluetooth™といった技術、最近であれば省電力無線といった技術が活用できるが、このような機能を家電に持たせるとコスト増となり、なかなか売れなくなってしまう。ネットワークを使うことでより便利なサービスが受けられるようになる、例えばロボットに冷蔵庫の中身を確認させ、インターネットなどを通して最適なレシピを探しださせることができるようになるとか、そういうアプリケーションを考えていかないと、普及していかないのではと思う。

このようなロボットでビジネスができないか、と考えてはいるのだが、事業化の手前までの道を行ったり来たりしているというのが現状である。100 億円の市場が見えているといったことであれば別なのであろうが、市場がよく分からないというところがあり、苦勞している。

## (3) 聞き分けロボット「聞き分け ApriAlpha™」、お供ロボット「ApriAttenda™」(図表 8)

(2)の開発を通じて、求められるロボット像に対して、能力的に不足しているところがかかなりあることが分かった。特に、聞き分ける技術、見つける技術、自分の位置を同定する技術、この辺りをもう少しきちんと開発する必要があるということで、2005 年の愛・地球博にあわせて、聞くことに特化した「聞き分け ApriAlpha™」、人を見つけて動くことに特化したお供ロボット「ApriAttenda™」の2つのロボットを開発した。

聞き分けロボットは3個のマイクロフォンで全周囲の音を拾い、どっちから入ってきた音が一番もっともらしいかという計算をして、その結果明らかになった方向にフォーカスしてその音声を認識する機能がある。このロボットはネットワークにつながっており、音声で何かを依頼すれ

ば、その内容を理解し、ネットワークを介して照明の点灯、消灯をしたり、家電製品の入切をしたり、インターネットを検索し天気予報の情報を伝えてくれる、といったことができる。さらに画像処理を組み合わせれば、誰が何を言ったということも分かることから、周囲にいる人々のそれぞれの依頼を聞きわけて、それぞれに必要なサービスを提供することもできる。処理速度はやや遅いのだが、東芝の持つ Cell プロセッサなど高性能のプロセッサを採用すればもっとスピードアップさせることはできる。

お供ロボットは、幼児の見守りやお年寄りの見守り、荷物の運搬といった利用を想定して開発したのだが、特定の人を見つけて追いかけるといったことができる。通常画像処理を使ってこのような動作を行う場合には、照明の変化が大きい環境には弱いところがあるのだが、お供ロボットにはステレオカメラによる距離計測および認識を工夫して用いており、照明にムラがあるようなところでもきちんと追従できるようになっている。さらにレーザー距離センサを組み合わせれば、動作をもっと速くすることができ、例えば追従する相手との間に急に別な人が割り込んできても、今までの行動履歴も参照しながら、きちんと追いかけていくことができる。

#### **(4) 「高齢者インターフェース」としてのロボット**

現在注目しているのが高齢者でも簡単に使えるようなインターフェース「高齢者インターフェース」である。高齢者は最近の家電などは難しいと考えており、便利なものとは知りながらも敬遠しているところがある。その一方で、高齢者はロボットを孫のような存在、話し相手になってくれるような存在と捉えるところがあり、そのようなロボットを開発して、高齢者がそれを通じて各種家電を簡単に使えるようにするといったアプローチも考えている。具体的には高齢者とロボットが会話をしながら、幼児が言葉を覚えるようにロボットに言葉を覚えさせ、その言葉が意味する各種家電の操作を覚えていくインターフェースである。こうした会話は若者にはあまり受けられないのだが、高齢の被験者には大変好評であり、今後さらに検討する予定である。

#### **(5) 環境内の自然ランドマークを利用した自己位置修正**

ロボットが人の後をついていく場合にはあまり問題にならないが、目的地に向かって案内などする場合には、ロボットに自分が今どこにいるかを把握させる必要がある。そのために、ロボット自身に環境の特徴を覚えさせる技術、例えばこの部屋の時計の位置はここだという情報が分かれば、その時計を見つけることでロボット自身で自分がどこにいるか分かるという技術も開発している。この技術によりロボットを取り巻く環境に何か細工をせずともロボットが動けるようになることが期待できる。

#### **(6) 人にもロボットにも優しい、ユニバーサルデザインの環境・インフラの整備**

ロボットのユニバーサルデザインというと普通はロボットのデザインそのものが対象となるのだが、人にもロボットにも優しい環境・インフラ作りという意味でのユニバーサルデザイン、例えば、人とロボットの双方にとって見やすい表示、持ちやすいグリップ、動きやすい環境といったものを整備できれば、ロボットも人間共存環境に入り易くなってくると考えている。ロボットだけを一生懸命研究してもどんな場所でも使えるという訳にはならないので、環境側・インフラ側とも協調してロボットを使えるようにしていく、このようなアプローチも必要と思っている。

## (7) 睡眠センサ

血液の流れから脈波を計測して睡眠状態を測定するセンサを開発している。ここでは高度な装置を使って専門医が判断するレム睡眠と、このセンサで計測した結果が大体合うということが分かってきた。こうした正確な計測が簡単にできるようになると、人の眠りの深さ、心地よさに合わせて照明を点けてあげる、暗くする、音楽を流すなど快適な睡眠を支援することができるようになる。また健康管理のための機器のように使うこともできると考えている。

## (8) パワーアシストグラブ(図表 9)

人の動作を推定し支援する技術として、手の握力を支援する、パワーアシストグラブというものを開発した。力を出しすぎると危険なので、空気圧のアクチュエータで握力を出し、大きく握る動作と掴む動作などに分類し、今どんな動作をしようとしているのかを指の動き、関節角度のデータから推定して、それに近いアシスト動作をかけてあげるという仕組みとした。空気圧のアクチュエータなので、10%くらいの支援ができる。現在、開発は継続していない。

## (9) 高齢者の離床支援システム(図表 10)

人の動作を支援する技術では、ベッドから車いすまで移動できる機器がないということでパラマウントベッドさんらと一緒に国プロジェクトとして研究開発した。東芝は制御用コントローラを担当した。施設や専門家のアドバイスを聞きながら、立上り動作を支援するシステムを開発したが、その後、リハビリテーション用などパラマウントベッドさんで検討された。このようなものは単品ではなく、システムとして考えていく必要がある。図表 11 のように、いろいろな機器がうまく繋がって使われるようになればいいと思っているが、実態としてはなかなか進んでいない。

## (10) その他の安全性に関する技術

人間共存環境において必要な安全性に関する技術として、ぶつからない技術、力を逃がす技術、人に会う技術、多重に監視する技術等も開発している。具体的には、混んでいるところでも人にぶつからない技術、突然人が飛び出してきたてもぶつからない技術、高価な力センサを用いずに外から加えられた力を推測して人に会う技術、移動する際にロボット本体だけではなく外からも監視する技術、いろいろなセンサを使ってぶつかってはならないものとの距離に応じて、また加わる力に応じて安全性を制御する技術等を研究開発している。安全なシステムの実現は、こうした技術を状況に応じて組みあわせる、ただし製品としてのコストが高くなりすぎないことにも配慮しながら、ということだと思ふ。

「人との距離」を横軸に、「出力パワー」を縦軸にとったグラフの上に、この 6. の中で説明してきたものを、カテゴリ別に整理してみたものが図表 12 である。こうして整理してみると、それぞれのカテゴリにそれぞれの規格等があるので、何かをやろうとなると、そのカテゴリについてのいろいろなノウハウが必要になってくる。また、このグラフでは整理できていないが、誰が、どこで使うのか、ということはものすごく大事な問題であり、この部分がクリアになっていかないと、事業としてはなかなか始められない。

## 7. 人間共存環境を目指したロボット技術開発を進めていく上での課題

人間共存環境を目指したロボット技術開発を進めていく上での課題をまとめると以下のようになる。

=====

### 課題(1)

- ①何ができるかを正しく示す
- ②いろいろな作業・動作を実証する
- ③現場のフィードバックにより完成度を決め、実用性を高める
- ④継続して開発する

⇒①～④の課題を解決するための仕組みと場が必要  
(販売する機関も)

=====

①、②、③、④といった課題を解決するためには、何らかの仕組みと場が必要であり、場合によっては販売してくれる機関も欲しいということになる。こう考えると1社だけでやっていくのはなかなか難しいところだと思う。

=====

### 課題(2)

#### ⑤市場性

- 必要性：本当に必要なもの？
- 市場規模：大手が参加できるか？
- 新規ビジネス：既存分野での対応？
- ビジネスモデル：他業種、多階層での協業

#### ⑥安全性

- 安全ガイドライン
- 規格：何が必要か？ 調べ方
- 制度：薬事、PL、許認可・申請、保険など

#### ⑦課題を解決するための技術：

人と共存するための要素技術開発

=====

⑤市場性、ということでは、市場として成り立たないと技術開発ができない、ビジネスもできないというところがある。またビジネスも、本当は既存分野でやれば一番いいのだが、新規ビジネスを立ち上げるとなると簡単ではない。ビジネスモデルについても、1社で、ということではなく、他業種が入ってきたりして、いろいろなレベルで協業できるようにならないとなかなか難しいと思う。

⑥安全性、ということでは、安全ガイドライン等について、国が中心になって動いてくれているが、そのガイドラインに沿ってやったとしても、一度事故が起きてしまえばブランドのイメージダウンは不可避であることから、必要ではあるけれどもこれだけでは十分ではないというところ

ろである。規格についても、いろんな情報が必要なので、そういったところの支援がないと企業として入っていきづらい面がある。制度についても、非常に関連する分野が幅広く、開発だけに目を取られていては対応できない。

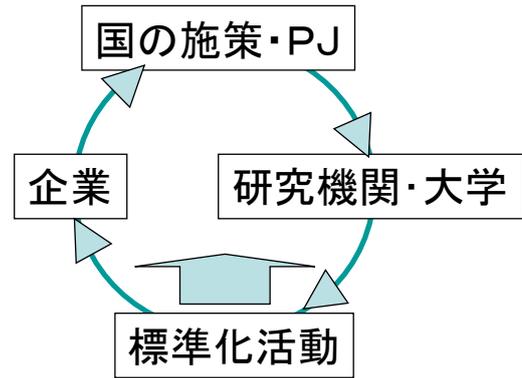
またそもそもとして技術的に満たないところもまだまだあるので、きちんとニーズに対応できる要素技術の開発をやっていかなければならないことは言うまでもない。

(図表 1) 国内のロボット施策の動向

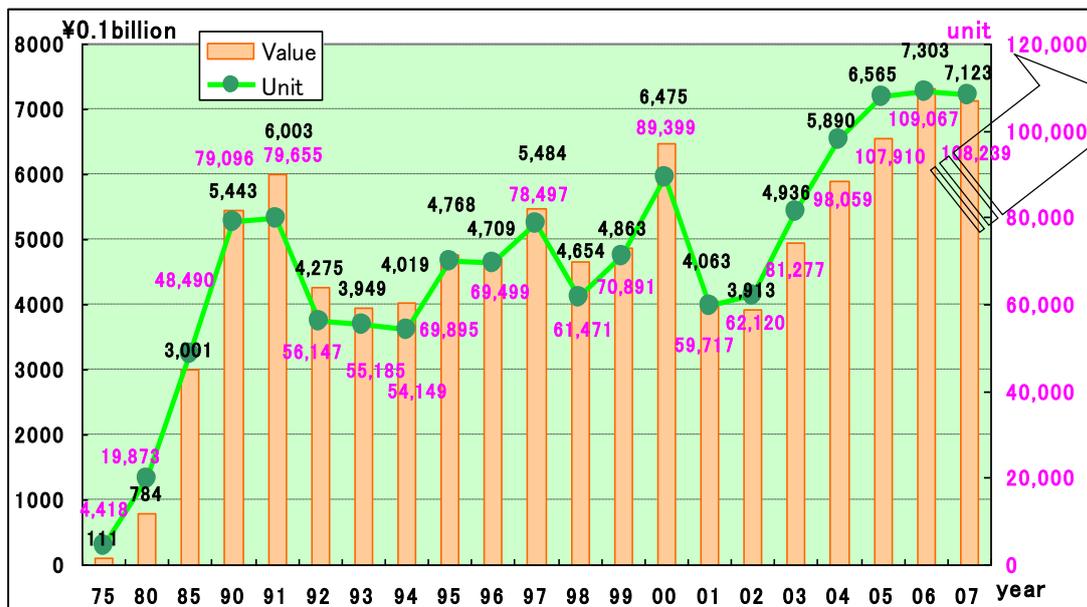
総合科学技術会議・第3期科学技術基本計画  
 総合科学技術会議・科学技術連携施策  
 長期戦略指針「イノベーション25」・社会還元加速PJ・革新的技術戦略  
 ロボット政策推進議員連盟  
 経済産業省・新産業創造計画  
 経済産業省・ロボットチャレンジ  
 (H15万博ロボットPJ, H16人間支援ロボットPJ, H16共通基盤PJ,  
 H17戦略的先端要素技術PJ, H19知能化PJ, H20オープンイノベーション、H21生活支援)  
 総務省・ネットワークロボットPJ

協力/標準化活動

- ロボットビジネス推進協議会
- RTミドルウェア
- ORiN(産業用ロボット)
- RSi(ロボットサービスイニシアチブ)
- ERF(エンタテインメントロボットフォーラム)
- NRF(ネットワークロボットフォーラム)
- OMG(国際標準推進機構)
- ISO(国際標準)
- 地域コンソーシアム



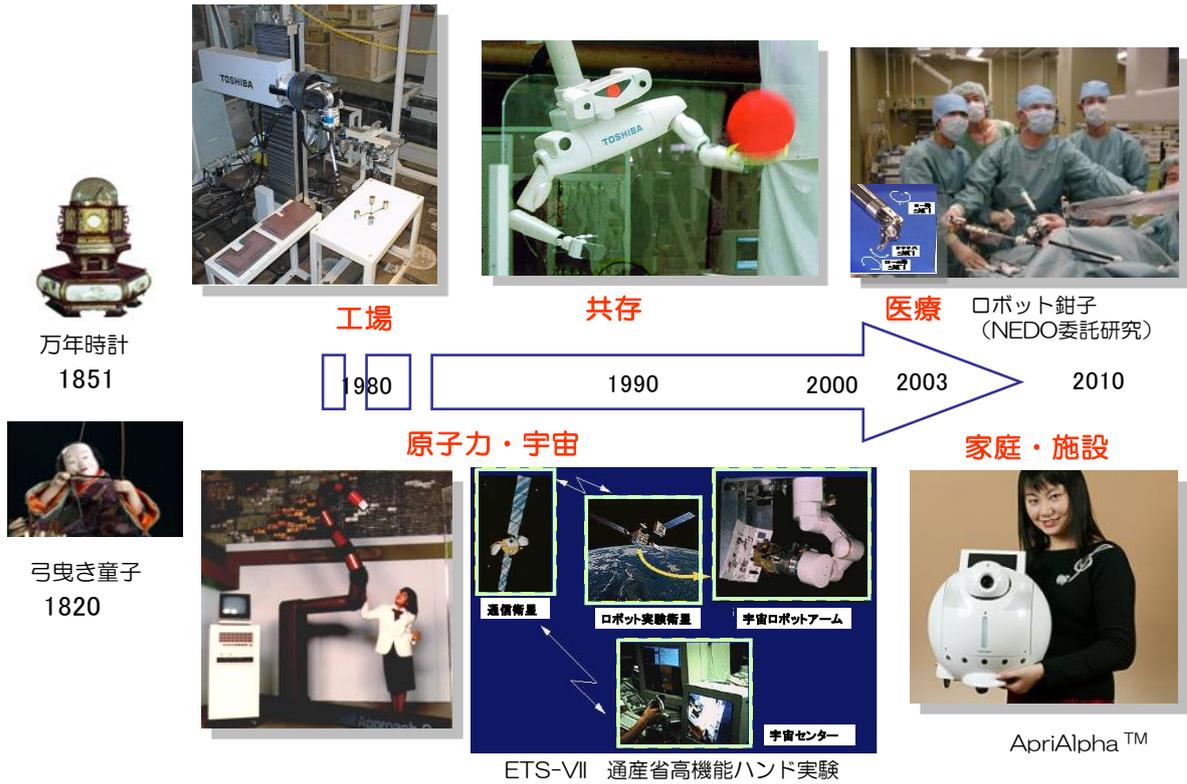
(図表 2) 日本のロボット生産額の推移



↑80年：ロボット元年

(出所) 日本ロボット工業会資料

(図表 3) 東芝のロボット開発

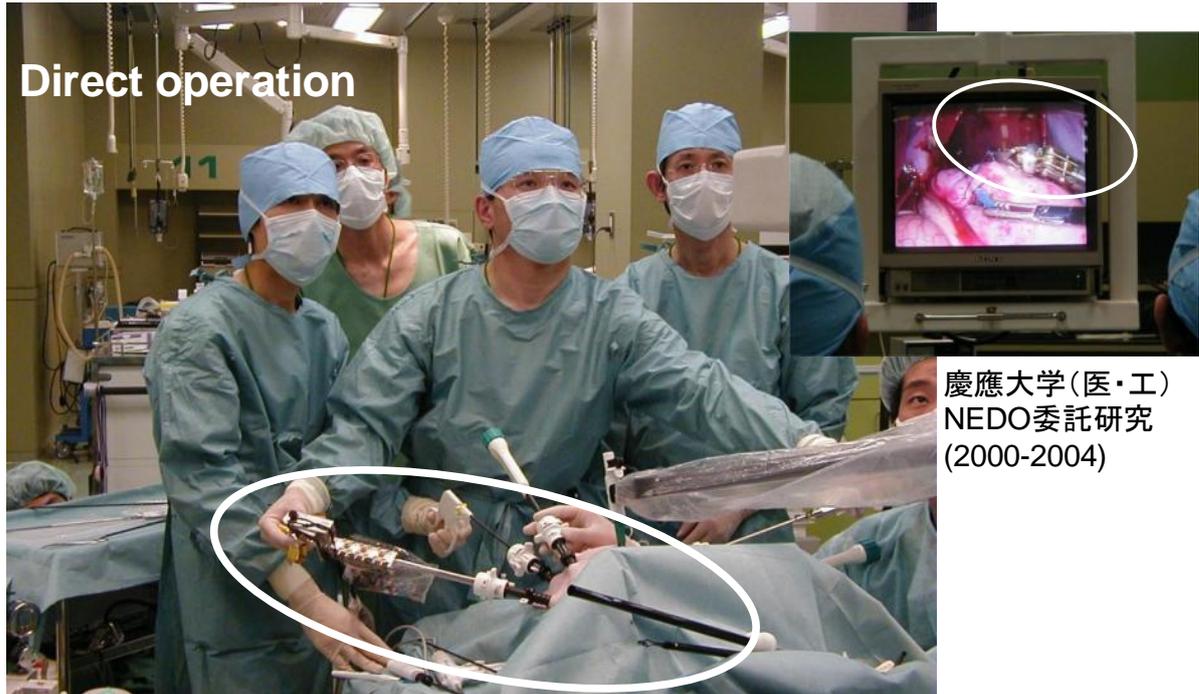


(図表 4) ロボット技術の種類



※ ロボット開発の効率化、開発期間短縮

(図表 5) 腹腔鏡下手術支援用ロボット鉗子



慶應大学(医・工)  
NEDO委託研究  
(2000-2004)

(図表 6) ロボット情報家電「ApriAlpha™」—Advanced Personal Robotic Interface Type α—

● コンセプト:『呼べば来る、付いて来る、人に優しいインタフェース』ロボット

**特徴**

- 人とのコミュニケーションを重視した“ロボット情報家電”コンセプトモデル
- ホームネットワーク環境で、情報サービスや様々な家電操作を簡単に提供
- 留守番はじめ、外出先から留守宅の様子を確認できる頼れる味方
- オープン・ロボットコントローラにより、機能の拡張もラクラク

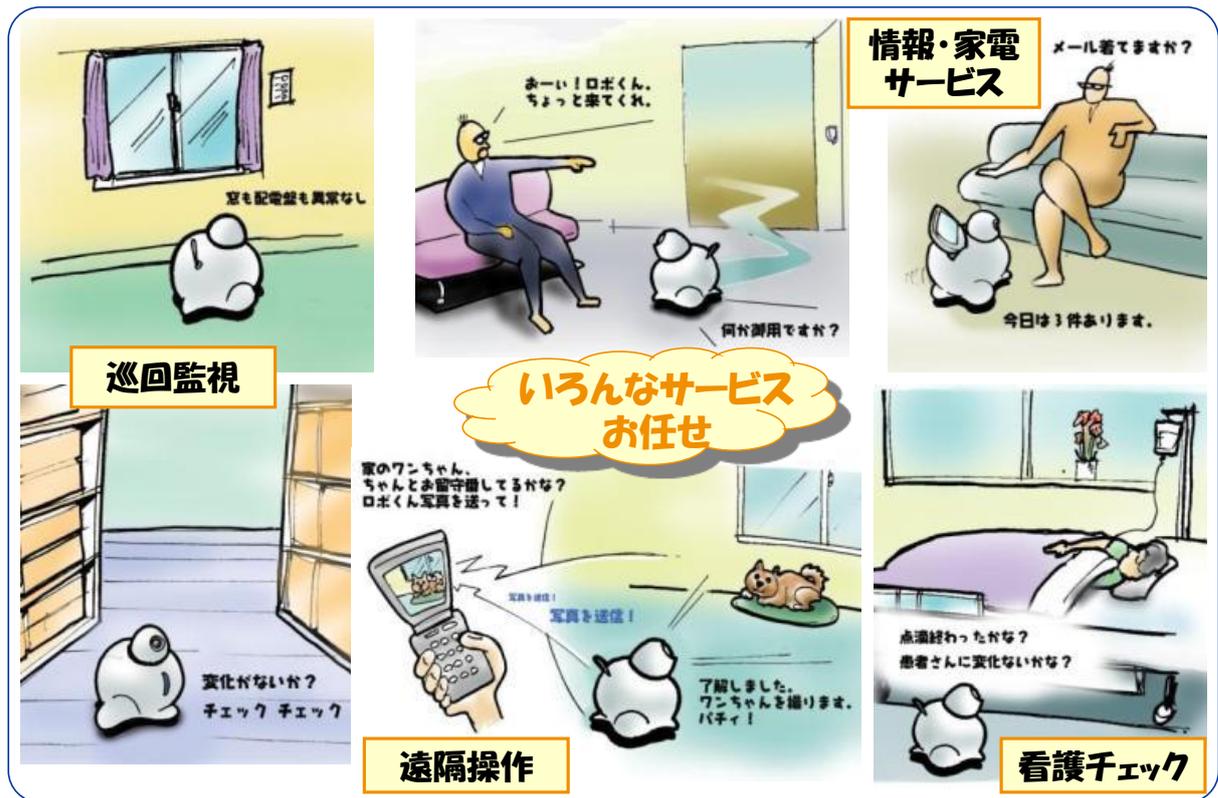
“ApriAlpha™” の仕様一覧



“ApriAlpha™” の外観

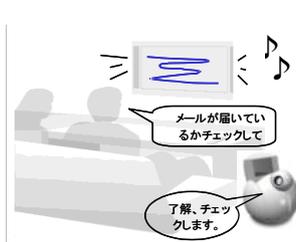
基本仕様	大きさ 直径φ 350 × 高さ 380 mm、質量 約 9.5 Kg
	目・耳・口 スーム付きCCDカメラ、マイク、スピーカ、TFT液晶モニタ
	連続稼働 約 2 時間 (高出力リチウム電池) 補助バッテリーに燃料電池の使用が可能
コミュニケーション機能	声で指示(音声認識)し、話してくれる(音声合成)
	声・音の検知、離れた所から呼びかけに応答(～ 3m)
	顔の検出・距離測定(～ 3m)、顔の認識(約100人対応)
通信機能	無線LAN通信 携帯電話・PDAから遠隔操作、画像転送 赤外線リモコンで家電操作、ホームサーバ/ネット家電と連携
運動機能	移動速度 0.5 m/s、超音波センサで障害物を回避
	室内地図データ利用、経路自動生成、指定力所を巡回監視

(図表 7) 家の中でのホームロボットの活躍イメージ



(図表 8) 音声処理・画像処理技術のチャレンジ

聞き分けロボット  
(聞き分けApriAlpha™)

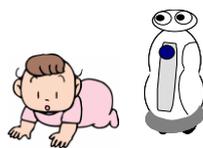


TVを見ながら  
ロボットに指示

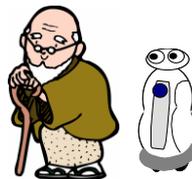


リビングで談話中  
にサービス提供

利用シーン



幼児の見守り



お年寄りの見守り



荷物の運搬

お供ロボット  
(ApriAttenda™)



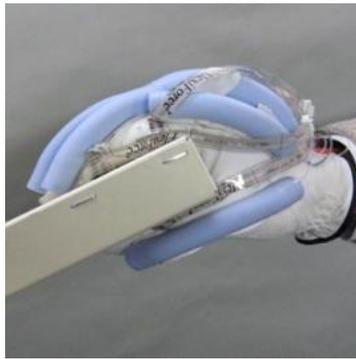
NEDO委託事業としてプロトタイプロボット展に出展、ApriAttenda™は東京理科大と共同開発

(図表 9) パワーアシストグラブ



にぎる

(五指と掌で包む把持)



つかむ

(五指腹で挟む把持)



つまむ

(三指指先による把持)

4自由度の駆動により**力が必要な動作3種**  
**「にぎる」「つかむ」「つまむ」**形状を  
健常者の**約10%の指先屈曲力**でアシスト

(図表 10) 立上り動作支援システム

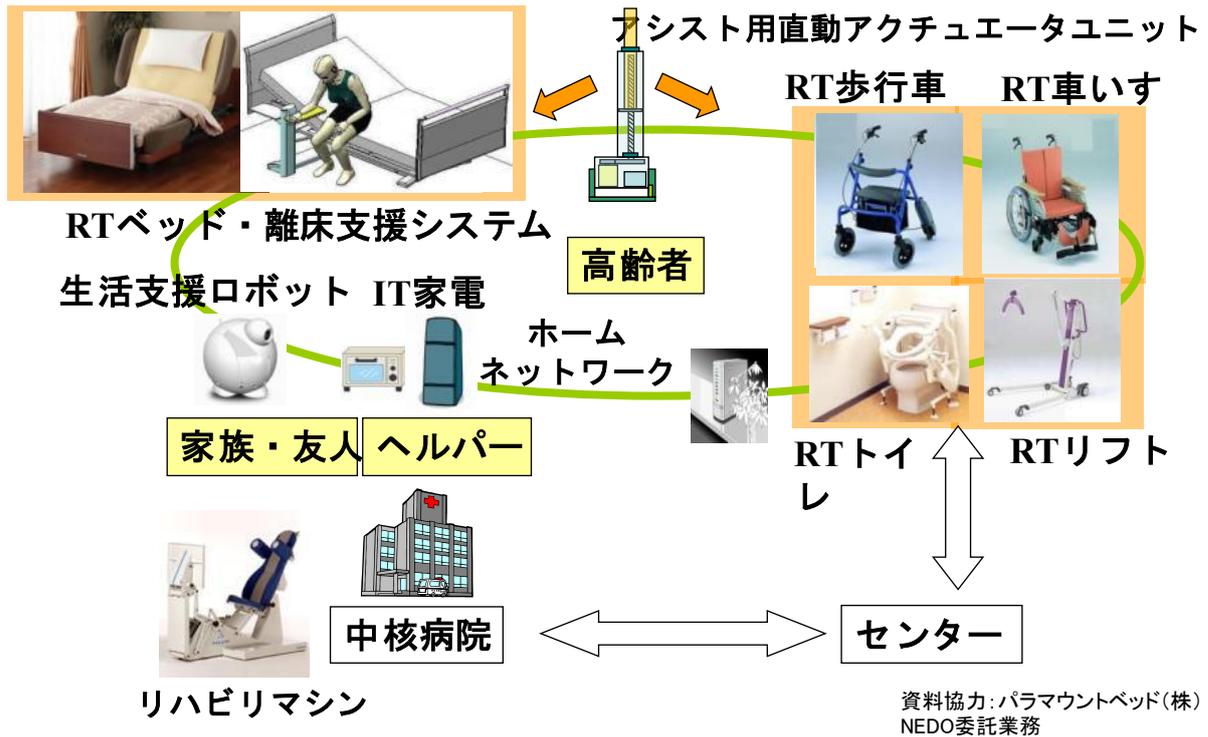
## 使用状況例

- ①前傾姿勢誘導  
(グリップ前下方移動、  
ベッド上方移動)
- ②重心移動誘導  
(グリップ前上方移動、  
ベッド上方移動)
- ③起立動作誘導  
(グリップ後上方移動、  
ベッド上方移動)

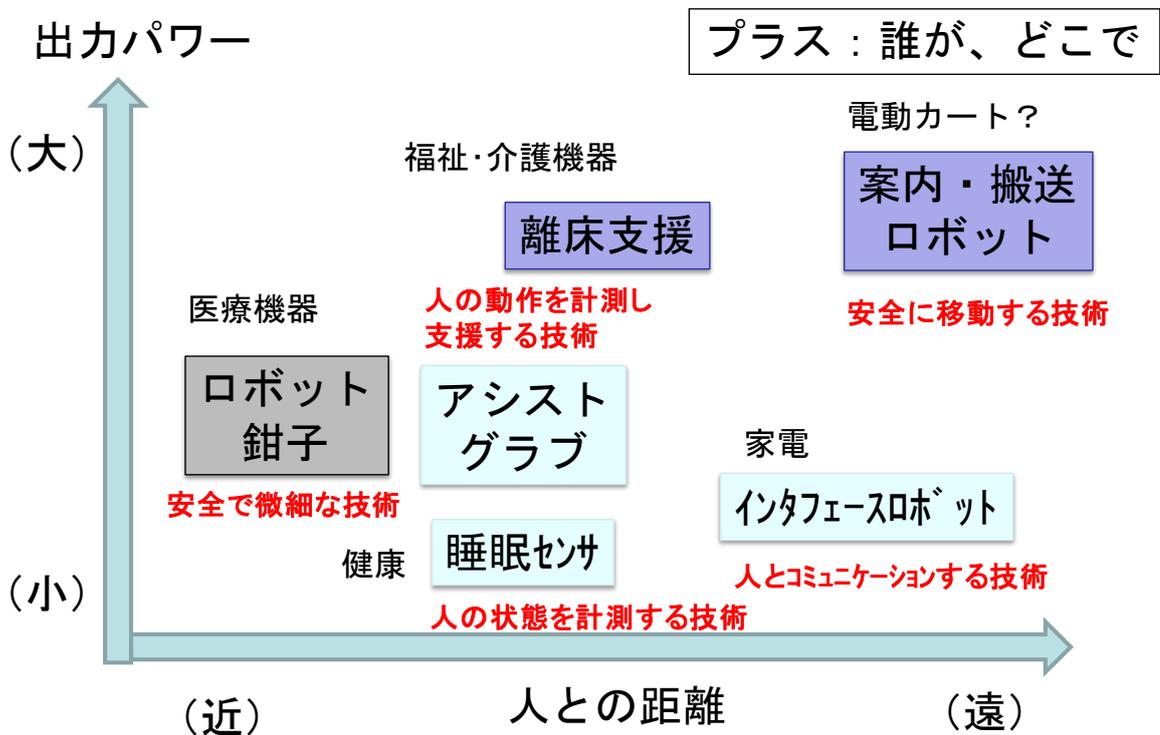


資料協力:パラマウントベッド(株)  
NEDO委託業務

(図表 11) 生活支援 RT (Robot Technology : ロボット技術) の将来像



(図表 12) 人間共存環境におけるロボットの位置づけ



## 8. 医療福祉ロボットの開発・普及における諸課題とその解決に向けた提案

ーロボットスーツHALの経験からー

筑波大学大学院 システム情報工学研究科 教授 山海嘉之

(2010年3月26日)

### 1. 大学発ベンチャー、サイバーダインの設立

大学教員の立場では自分たちがチャレンジしているものを社会に還元することは非常に難しかった。研究成果に社会的なニーズがありそうなことが分かっても、誰かからお金をもらって何かを作るといったことや、研究室にあるものを誰かにあげるといったことをすれば処分を受けてしまうからである。そのような悩みを抱えていたところ、大学教員が自らの研究成果を世の中に還元することを可能にする、大学発ベンチャーという枠組みが認められるようになり、大学側からもその枠組みで会社を作ってみよう言われたこともあり、2004年に設立したのがサイバーダインである。会社設立の経験など無く手探りで会社作りを始めたため、まず資本金を準備する必要があるといったことも知らず（結局自ら資本金1,000万円を用立てることになった）、1、2年の間、会社法や証券法等をいろいろ勉強し、ようやく2006年に本格的に動き出せるようになった。

現在サイバーダインは、資本としては42億円を集め、そのうちの半分を資本金に充てて、残りを準備金にして動いている状況である。主な事業目的として、医療福祉機器および医療福祉システムの研究開発、リハビリテーション支援機器およびリハビリテーション支援システムの研究開発、その他、運動支援やエンターテイメント、重作業支援等の研究開発、在宅介護サービス事業といったことを掲げており、それらにチャレンジしている。

会社にもいろいろなタイプの会社があると思っている。利益の追求を最重要視しなくてはならないという考え方もあるとは思いますが、私は大学発ベンチャーは理念をちゃんと持ちながら進めていけるということが重要だと思っており、サイバーダインは第三者割当のところについては全て無議決権株としており、ベンチャーキャピタルや銀行、保険会社等にご理解いただき、日本で初めて無議決権株のみでの資金調達に成功した会社でもある。

### 2. イノベーション・スパイラルの形成に向けて

研究成果の社会への還元というものを考えた場合、1回良い発明をしてそれでチャレンジしておしまいということではまずいと考えており、イノベーションをスパイラルのように回していかないといけないと考えている。イノベーション・スパイラルを形成するためには、新産業創出と人材育成が1つのカギになるが、経済産業省が新産業創出、文部科学省が人材育成という縦割りの進め方で良いのか疑問を感じている。文部科学省はカリキュラムをいろいろいじるのだが、その人材育成の出口イメージが良く分からず、そこから輩出される人材が新産業創出に役に立つということには必ずしもなっていない。そこで私は、社会と接触しているところで新産業創出と人

材育成を同時に行うようにしている。イノベーション・スパイラルの形成には組織も重要であり、スピーディーにというのは難しいが、ゆっくりとでも進化させていく必要があると思う。

また、往々にして研究者は研究の「面白み」というところを重視しがちであるが、それではなかなか目的達成にいかないのが、基礎研究の段階からユーザーに加わっていただき、意見をもらいながら問題設定をして、進めるというかたちを採ることにしている。しかしそうすると自分たちの専門ではない部分がたくさん出てくる、これを複合問題というのだが、これをうまく解決するのは難しく、他の分野の先生方にも加わっていただき、一緒になって解決を試み、それを通じて自分たちも他分野の専門家になっていくようなことが要求される。研究に参加していただくユーザーも、専門家ユーザーとエンドユーザーに分けることができるが、エンドユーザーからは「これができるようになるためにはこういう技術があれば」というアイデアは出てきづらいところもあるので、まずは専門家ユーザーの方にお聞きするようにしている。専門家ユーザーというのは、医療分野であれば医師、理学療法士、医療系スタッフといった方々であり、その方々の意見を聞きながら「じゃあこういう方向で」と進めていくわけである。

人材育成のために、と思っても大学のカリキュラムをいじろうとすることは簡単なことではない。大学では専門分野毎にそれぞれに教育が行われており、私がやろうとしていたことは、脳・神経科学、行動科学、ロボット工学、IT 技術、システム統合技術、生理学、心理学などを融合複合した人間・機械・情報系の新学術領域「サイバニクス」の開拓であったのだが、このような学際的な分野は「その他の分野」に分野分けをされてしまい、カリキュラムに1科目入れるということ自体が至難の業となっていた。なんとかしなければということで苦労してようやく1991年に1つの組織を作ることができ、建物ができ、そして初めて教育カリキュラムがいじれるようになった。それでもその組織には私以外の先生方もたくさんいるため、シャープに研ぎ澄ませるわけにはいかなかったが、平成19年度（2007年度）にグローバルCOEプログラム拠点に採択され、私が拠点リーダーとなったこともあり、同プログラム内においてはシャープにできるようになってきた。同プログラムには、医学、ビジネス科学、人文社会科学、哲学、思想といった広い分野の方々に参加いただいております、医学の博士号も人文社会科学の博士号も出せるようになっている。また、「サイバニクス」は、人に関わることを扱うことから、安全という問題のほかにも、倫理というものも重要な問題となってくると考えており、そうした分野に見識のある方々にも参加いただいている。

### 3. 人支援技術、人支援産業創出への取り組み

人を支援する技術というものには長い歴史があるが、それを産業として、人支援産業といったものが作り出せないかと考えて取り組んでいる。

実際にモノを作ってそれを現場で使ってもらおうとすると、ガイドラインの不備等の問題に突き当たるが、その都度そうした分野に詳しい方に参加していただいたり、行政と相談しながら進めていっている。

また、これまでになかった分野の開拓をして世界から「日本がいてくれてよかった」と思われるようなものを作っていかなくてはならない、そうしたことをしていけば国際社会の中での日本の存在意義も高まるのではないかと考えている。そのためには、人支援技術の開発をし、それ

を事業化するだけでなく、同技術の国際標準化といったことも同時に展開する必要があるのではないかと考えている。標準化については世界最高峰の Notified Body、第三者認証機関とコンタクトを持つのがよいと考え、欧州だとドイツの TÜV (テュフ)、アメリカだと UL (Underwriters Laboratories Inc.) と連携をとって進めている。

#### 4. 人支援技術に対する政府の動き

バイオテクノロジーやナノテクノロジーは非常に重要な技術だが、数年前から、「ロボットスーツ HAL」のような人を支援する技術も重要だという認識が、政府側に芽生えてきているように感じている。2009年の年末にも首相官邸で「ロボットスーツ HAL」を披露させていただく機会があり、その結果、私のところに見学者が押し寄せる状況となっている。

数週間前にはありがたいことに長妻厚生労働大臣以下同省の方々に 1 時間半ほどミーティングの時間を設けていただいた。「ロボット」というキーワードがつくだけで厚生労働省の方には経済産業省マターと整理されてしまい、相手にしてもらえず、医療福祉分野のロボットを手掛けようとしてもなかなかうまくいかない」と噂で聞いていたので、その真偽を局長クラスの方々に尋ねてみたところ、「それは違う」とのことであり、ロボットに対してなかなか前向きな意識を持たれているように感じられた。厚生労働省が今そのような雰囲気にあるとするならば、ロボットという技術が同分野に入っていくチャンスであると思う。治験等の壁により技術があっても社会に入っていくのに時間がかかってしまう、それ故そもそもチャレンジをあきらめてしまうという状況に対しては、現在スピーディーに動かしていくよう検討しているところとの話であった。人支援技術についてもリハビリテーションに使うとしてしまうと、複雑な手続きが必要となりエビデンスといったものも求められるようになるが、福祉機器として使うということであればそこまでは求められないとのことであった。

#### 5. 「ロボットスーツ HAL」の開発

私たちが開発した体に装着して使うロボット、「ロボットスーツ HAL」は、体を動かそうとした時に皮膚表面に出てくる非常に微弱な電気信号をセンサーで検出してそれを使って動くという仕掛けと、ロボットのように動く仕掛けの 2 つの動作原理により、それを装着した人の動作を支援するものである。このような仕組みを採用する場合、人間の内側の情報をどう人工物であるロボットにつないでいくかが問題となる。例えば装着せずに、センサーで検出した情報をもとに遠くにあるロボットを動かそうとすると、人へのフィードバックが働かないため、思ったとおりに動かすことは難しい。しかし、「ロボットスーツ HAL」の場合には、装着した人が体を動かそうとした瞬間から、「ロボットスーツ HAL」と装着した人との間でクルクルとインタラクティブなフィードバックが発生する仕組みとなっているため、思ったとおりに動かすことが容易となる。今のロボット技術だけで動作支援を考えると難しいところを、人の脳の神経系もうまく利用することにより対応しているというところがある。ただし、イメージしただけでモノを動かすような世界は危険やリスクが大きすぎると考えており、「ロボットスーツ HAL」は脳で思っただけでは動かないようにしている。「ロボットスーツ HAL」の原理は国際特許になっており、WIPO (World Intellectual Property Organization) から重要特許として選ばれ、また国内でも発明協会の

21世紀発明賞を受賞することができた。

「ロボットスーツ HAL」は全身に装着するもの、下半身だけに装着するもの、上半身だけに装着するもの、片足だけに装着するもの、手に装着するものなどいろいろなバリエーションがあり、フラッグシップモデルについては自分たちで作っているが、それ以外のものについては他所で作っている。皮膚表面の電気信号を検出するセンサーは当初は皮膚に直接貼るようにしていたが、今では非接触でも電気信号を検出できるようなものも開発している。また、「ロボットスーツ HAL」の技術を活用した義足、サイバニック・レッグも開発している。日本では義足を使われる方の数はさほど多くはないのだが、諸外国では傷痍軍人向け等の需要がかなり大きいようである。

なお、「ロボットスーツ HAL」で培った技術は動作支援という枠を超えて、人間の内側の神経系の活動についての研究や、健康長寿社会を支えるイノベーション技術として、高齢者に対する生理的、身体的、認知的、社会的な支援を統合的に実現するために展開できると考え、そうした分野の開拓を今進めているところである。

## 6. 「ロボットスーツ HAL」の活用状況

2008年10月から歩行機能をサポートする下半身だけに装着するタイプの「ロボットスーツ HAL」が、レンタル方式で介護・福祉施設へと出荷が始まっており、現在20施設、60台ほどご利用いただいている。納品にあたっては施設で働く方々＝専門家ユーザーに、インストラクションのコースを受講していただき、簡単な試験に合格された方にライセンスを発行して、ライセンスを持つ人がいるところで使ってください、ということにしており、専門家ユーザーと一緒に運用的な運用をしている。また出荷したそれぞれの「ロボットスーツ HAL」についての情報をきちんと管理できるようなシステムを構築しており、そこでの個人情報の取り扱いについても弁護士と何度も相談しながら、適切な取り扱いを行っている。

研究開発段階のものも含めた活用事例を以下にいくつかご紹介する。

### (活用事例1) ポリオの方

全く足を動かせなかった方が「ロボットスーツ HAL」を装着することにより足の曲げ伸ばしができるようになり、しばらくしてからは「ロボットスーツ HAL」無しでも足を動かすことができるようになった。恐らく「ロボットスーツ HAL」を使用したことにより、運動の調整系がうまく働くようになった結果であると思うが、事前に脳の活動なり何なりの情報を取っておけば、ピフオーアフターの検証ができたのにと悔やんだ。以後は「ロボットスーツ HAL」を使う際にはMRI等でデータを取るようになっている。なお、この方はオランダに招かれ、オランダの医師の前でのデモンストレーションも行った。

### (活用事例2) 脳卒中による片麻痺の方

右半身が麻痺しており、右足は動かそうとしてもブルブル震えるだけの方に「ロボットスーツ HAL」を装着したところ、麻痺は残ったが、膝をきれいに曲げて歩けるようになった。また、1人で歩けない方は階段を登れるまでになった。

### (活用事例3) 完全に脊髄が切れてしまった方

非常に早期の段階でのリハビリテーションに使えるかというチャレンジを医師と組んで行っている。このチャレンジにおいては細胞がどういう接合の仕方をするのかを理解することが重要であり、細胞培養装置も自分たちで作った。

#### (活用事例 4) 椎間板の手術をした後に麻痺が出、車いす生活をされていた方

電気信号を測ってみると健常者の 100 分の 1 から 200 分の 1 ではあるものの検出できたので、「ロボットスーツ HAL」を用いたところ、歩くことができるまでになった。

#### (活用事例 5) 原子力プラントの作業員向け

プルトニウムのペレットを扱う「ロボットスーツ HAL」も開発している。これは装着型ではなく、安全な場所にいる操作者の意図に従いアームを動かし、ペレットをつまんだり動かしたりすることができるシステムとなっている。操作者の力の加え方にも忠実にアームが動くようになっており、グニャグニャした動き、しっかりした動きを使い分けることができるようになっている。

また、「ロボットスーツ HAL」の活用には、感覚的なものだけではなく、きちんとした評価ができるように、いろいろな定量的な情報を収集できるようにしており、それらを数値で評価できるシステムも構築している。また、「ロボットスーツ HAL」用に特別な靴を開発し、それを用いて重心のデータを測定、収集している。重心を測定するフォースプレートという板はあるが、これは 1 m<sup>2</sup>で 50~100 万円もする高いものであり、またそのプレートを置いたところでしか重心が測定できないが、この靴を使用すればどこを歩こうが重心のデータを測定できる利点がある。

## 7. 「ロボットスーツ HAL」の海外展開

私は世界をいくつかのリージョンに分けて、それぞれの特性を理解した上で、各リージョン向けにハイテクを使ったメディケアとか、ロボティックケアのようなことを展開できればと考えている。

### (1) デンマーク

デンマーク政府が「ロボットスーツ HAL」の導入を決めてくれ、4 月には日本より出荷予定となっている。デンマークに展開するためには現地法人を作らないとならないということになっており、その手続きに時間がかかっていたが、デンマークの首相が来日し「ロボットスーツ HAL」を見に来るということがあり、それをきっかけに手続きがすんなりと完了した。

デンマーク政府はロボットを使って人を支援していくという方針を打ち出し、既に 600 億円程度の予算をつけてそのための特別なプログラムを作り、首相自らがそうした施策を推進している。このプログラムではロボットを一定期間、運用・テストし、ロボットによるレイバーサポートの効果を検証していくことになっているが、この場合の効果とは例えばロボットを使うことにより理学療法士の労働が減ったといった、そういうことを指すのだそうである。それで効果があるということになれば、全国の地方自治体に展開していくというスキームとなっている。このプログラムの中で「ロボットスーツ HAL」は使われることになっている。ただこのプログラムが終わる

頃には日本から綺麗に技術移転が終わってしまうのではないかという懸念も持っている。このプログラムから学んだのは、テクノロジーを自分たちの国では持っていないなくても、テクノロジーを展開するのが容易な環境さえ作れば、外国からテクノロジーが集まってくるということであった。日本でもそういう仕組みを作ってみてはどうかという考えを持っており、政府にもそうした提案をしているところである。

## (2) スウェーデン

スウェーデンのカロリンスカ研究所とは「ロボットスーツ HAL」に関しての試験や研究を共同で行う契約を交わしており、先方より既に日本にポスドクを派遣したいと言われている。来日された方には「ロボットスーツ HAL」を使ったトレーニングをしてもらおうと思っているのだが、それが終わって帰国される際には「ロボットスーツ HAL」と一緒に帰国してもらおうと考えている。彼らには現地でいいプロモーターになってくれることを期待している。「ロボットスーツ HAL」のようなテクノロジーはテクノロジーだけではなくそれをちゃんとマネージできる人がセットでないと広まっていけないと思っているからである。

## (3) 中東

中東の政府関係者と話をしたところ、彼らは「ロボットスーツ HAL」のようなものを自ら作るというよりも、そうしたものを使った教育や訓練センター作り、そういったところに関心があるようである。フランスのソルボンヌ大学がアブダビにあることもそういうことを示しているのかな、と感じている。

## (4) シンガポール

シンガポールの医療福祉施設には、世界各国のあらゆるハイテク製品が揃っており、それらを運用している。各国からはトレーニングを受けに人々が集まってきているが、それを教えているのもまた世界から集まってきた人たちである。

大学では、企業が絡むプロジェクトが授業に組み込まれていて、見たこともないようなハイテクの加工機を使って、人口関節やら、頭を手術した時に骨の代わりにはめる金属プレートやらをいろいろ作っている。それらは単なる研究用ではなく、ISOをきちんと押さえた上で、病院等に売っている。大学は地域の企業よりも高い加工レベルを持っており、難しい案件を引き受けて、それをきちんと売っていくというスタイルが取られている。「ロボットスーツ HAL」はシンガポールにはまだないが、シンガポールと比べて日本はこのままで大丈夫かなと感じた。

## 8. 苦労している点

いろいろと取り組んでいる中で苦労している点は列挙できないほどたくさんあるが、以下にくつかをご紹介します。

### (1) 新しいチャレンジなので何をするにも時間がかかってしまう

新しいチャレンジをしていこうとすると何も参考になるものがないので、手法の確立から事業化に至るまで、またそれをさらに展開していく、といった何をやるにしても時間がかかってしまう。また学会に論文を投稿すると「過去の参考になる引用文献をたくさん列挙しろ」と言われて

しまうが、新しい分野なので参考になりそうなものは見つからず、といっても引用文献が少ないとはじき返されるので苦労している。

## (2) 複合問題を扱える人材が少ない

どうしても複数の分野にまたがる知識を持っていないと解決が難しい問題＝複合問題を扱うことが多くなるのだが、それを扱える人材が少ない。また、各分野から人を集めてきて対応しようとする、それぞれが自分の分野のところにだけ特化して問題に取り組もうとするため、なかなかうまくいかない。分野と分野にまたがる部分に重要なものがあつたりするので、そうした境界の部分をもっと埋めていくような人材が欲しいと思っている。全部の分野について詳しいような、それぐらいの人を作っていくてはいけないと思っている。

## (3) 実現するためのデバイスがないことが多い

手法ができあがってもそれを実現するためのデバイスがないことも多い。そうするとモーター、センサーといったデバイスの開発も自ら行わなくてはならず、大変である。例えば以前、半導体のウェハを焼こうと思って、いくらぐらいするのか調べたところ、150億円程度すると聞きびっくりしてしまった。その時は幸いにしてちょうど半導体産業が冷え込んでいる時期だったので半導体のラインの1つを借りるということができたので助かった。

## (4) 研究開発と人材育成の連動の難しさ

### (5) 検証する場の確保

安全にしても倫理的な洞察にしても検証する場が必要になるのだが、そうした場を確保するのが難しい。

### (6) 資金調達

元手があれば別だが、ゼロから始めるとすると資金調達からやっていかなければならない。円滑に資金調達するためには出口イメージと開発スケジュールとをきっちり合わせなくてはならず大変である。産業革新機構という国が後押ししているベンチャー育成のためのファンドもあるのだが、普通の投資会社に比べても短期で収益があがるものしか投資先として考えていないというところには問題があると思っている。

### (7) 大学の倫理委員会への対応

最近は何をするにしても、大学の倫理委員会に書類を出さないといけない時代になっているが、あらゆる案件を見ないとならない倫理委員会には膨大な書類が流れていくことになり、またかなりきっちりと審査するため、返事をもらえるのは半年後となり、そこで全ての流れが止まってしまうというところがある。日本人は少しやりすぎてしまうところがあると思う。

### (8) ISO13485（医療機器の品質保証のためのISO）への対応

「ロボットスーツ HAL」等は医療系にも使われるので、ISO13485への対応をきちんとしようとしているが、本来のものづくりに加えての対応となることもあり、大変手間がかかる。手間がか

かるということはスピードが低下するということであり、スピードが低下するということは固定費が積分されていくということである。

#### (9) J-SOX（日本版 SOX 法＝内部統制に関する法律）への対応

2008 年度より上場企業は J-SOX に従わなくてはならなくなったが、これは ISO を 1 つの参考にした非常にかっちりとした管理が求められるものであり、ベンチャーのようにこれからチャレンジしていこうと考えている小さな企業にとっては大きな重荷となっている。とはいえ、上場しないことには資金調達がうまくいかないというところがあり、苦しんでいる。SOX の本家の米国では SOX をやらない企業がだんだん増えてきているとも聞いているが、日本という国は一度やり始めるとなかなかやめないというところがあるので心配している。

## 9. 生活支援ロボット実用化の課題 ～次世代ロボット産業政策～

経済産業省製造産業局産業機械課長(兼ロボット産業室長) 米村猛

(2010年4月13日)

### 1. ロボットとは (図表1)

経済産業省としてのロボットの定義は「センサー、駆動系、知能・制御系の3つの要素技術を有する、知能化した機械システム」である。感じて、考えて、動く、この3つが揃えばロボットとみなすという考え方をしている。この定義によれば最近の自動車や洗濯機等の家電もロボットとなるわけだが、幅広く捉えることにしている。

ロボットは工場で使われる「産業用ロボット」と、医療・福祉や防災、メンテナンス、生活支援、アミューズメント等で活用される「サービスロボット」の大きく2つに分けることができる。また「次世代ロボット」という整理の仕方をする場合には、その中には「サービスロボット」と「産業用ロボット」のうちの「次世代産業用ロボット」＝工場の中で人と一緒に作業を行うロボットが含まれることになる。

### 2. ロボット産業の現状 (図表2)

日本の2007年のロボット市場の規模は約7,000億円であり、これはほぼ産業用ロボットで占められている。ただ2009年は不況の影響もあり、おそらくこの半分程度になっているものと思われる。ロボット市場は機械産業の宿命で不況の度に落ち込み、景気が回復すると上がって、という周期を繰り返しているが、総じて拡大傾向にある。産業用ロボットの稼働台数は日本が世界一であり、世界全体の約3分の1が日本にあるという状況である。産業用ロボットに関しては日本は圧倒的に大国であり、強い競争力を持っているが、その背景にはロボットメーカーが日本の自動車や電機といったユーザー側からの厳しい要求にきちんと応えることができるよう、日々技術を磨いているということがあるのだと思う。

### 3. 次世代ロボット産業政策の方向性

#### (1) 日本の生産年齢人口の減少とロボット

今後日本は総人口、生産年齢人口が減少し、高齢化も進んでいくことが予想されている。既に介護現場は相当な重労働の状況にあるが、2025年までに現在の約2倍の介護人材が必要になるとの厚生労働省の試算もある(図表3)。介護を取り巻く状況が非常に厳しくなる中で、経済産業省としても日本の強みである機械の技術を活用して、介護される側、する側が少しでも楽になるようなことができないだろうかと考えている。もちろん海外にそのための人材を求めるという方法もありうると思うが、この問題を解決するための選択肢を増やすという意味から、機械やロボットでサポートできる部分を広げようという試みも同じように大切なことと考えている。

今後の日本を考えた場合に、モノづくりの現場での人材不足を補完する次世代産業用ロボット

や、日常生活で活躍するサービスロボットに大きな期待が寄せられており、ロボット全体の市場規模の将来予測として 2025 年に約 6.2 兆円までに成長するという試算もある。経済産業省としても近々改めて将来予測の数字を出す予定があるが、大体これと似たような感じのものになるであろうと考えている。

## (2) ロボット産業政策研究会（図表 4）

私は 2008 年 7 月に現在のポジションに来たのだが、同年 9 月から経済産業省の中にロボット産業政策研究会という研究会を立ち上げた。ロボットの議論はメーカーのみ、ないしはメーカーと学者の方々だけで議論することが多いのだが、それでは技術が中心の話になりがちである。そうではなく、この研究会では入口の使う側の意識から、出口のビジネス・産業、出口の制度までも意識した議論を行うべく、ユーザー、サービスプロバイダー、関係省庁等幅広い方々を集めて組成し、議論を重ねて、2009 年 3 月に報告書を取りまとめることができた。「こういうものが欲しいのだが」という声に対して「それではこういう制度に変えなくてはいけない」といったように、入口と出口の両方からしっかりと議論が行えたのではないかと考えており、また研究会を通じて、霞が関全体としての意識をある程度共有化できたのではないかと考えている。

### ① サービスロボットの实用化・普及のイメージ（図表 5）

研究会ではビジネスとして考えた場合、B to B と B to C はきちんと分けて議論をしようということになった。介護ロボットの場合でいえば、B to B というのはプロが働く施設のような場所に入っていくロボットを指し、B to C は一般家庭に入っていくロボットを指すことになる。B to B では比較的人との接触の少ないロボットが、B to C では見た目はロボット、ロボットしていないが、ロボット技術を活用したロボテク製品などから实用化・普及が進んでいくのではないかと考えている。

### ② ロボット産業政策の対象とするサービスロボットのタイプ（図表 6）

研究会ではいろいろあるサービスロボットの中でも、日常生活の補助・補完・支援を行う、移動作業型（操縦中心、例：ロボットアーム付き車いす）、移動作業型（自律中心、例：自律走行車いす）、人間装着（密着）型（例：パワーアシストスーツ、移乗支援ロボット）、搭乗型（例：姿勢制御型車いす）の 4 タイプの生活支援ロボットを重点的に支援し、实用化を目指していこうという結論になった。

### ③ 生活支援ロボットの实用化の課題

研究会では实用化の課題の本質は対人安全の技術や基準が確立されていないことにあると考えた。これにより市場化のリスクが高くなっており、このまま市場に委ねているだけでは本格的な普及が望めない状況にあることが明らかになった。市場に出して事故が起こった時に企業の責任として問われるリスクが高いため、企業としてはなかなか市場に出せないというジレンマに陥っているということが分かってきている。特にプロではない一般のユーザーに使われることまでを想定するとかなり厳しいものがある。そこで経済産業省としても、ここまでやっておけば市場に出してもよいという安全に関する基準・ルール作りに関与し、しかもそれを ISO のようなかたちで国際標準化していきたいと考えている。これは企業に補助金を与えるのではない仕組みで、

研究開発を促進させたいということである。もちろんこれとは別途、実用化に向けた低価格化や機能高度化のための基盤技術開発やそのモジュール化についての研究開発支援も継続していく。

#### 4. 生活支援ロボット実用化プロジェクトの概要（図表 7, 8）

3. (2) のロボット産業政策研究会での議論も踏まえ、また高齢者、要介護者、身体障がい者等から介護・移動支援等の生活支援でのロボットの活用に強い要請があることから、経済産業省としても、そうした分野に乗り出す企業のリスクを軽減すべく、対人安全技術を確立し、基準・ルールを策定し、その国際標準化も目指していくことを支援することとした。具体的には、研究開発の支援組織である NEDO に対し国が交付金を入れて、ある種のコンソーシアムのようなかたちで、開発側だけではなくユーザーや関係省庁等いろいろな方々に参加いただき、平成 21 年度（2009 年度）より 5 年程度継続していくプロジェクトとして進めているところである。研究開発の実証が終わったところですぐに制度作りに移れるような一貫通貫したプラットフォームになるように仕組んでおり、また同プロジェクトに対しては、(独)産業技術総合研究所やロボットビジネス推進協議会のサポートも受けている。

##### (1) 研究開発項目① 研究テーマ：生活支援ロボットの安全性検証手法の研究開発（図表 9）

安全性試験・検証手法の開発といった部分については、自動車分野におけるノウハウを持っている(財)日本自動車研究所に協力いただいている。生活支援ロボットについての安全基準はまだ世界のどこにも存在していないが、産業用ロボットについては過去日本がほとんど国際標準を作ったようなところがあり、それにより強い産業競争力を有しているというところがある。生活支援ロボットにおいても国家戦略としてそうした立場を狙いたいと思っている。国際標準というのは各国間での細かい議論と作業の積み重ねによってできあがるものであり、その作成にあたっては大変な労力を要するものではあるが、技術レベルでは日本に劣る韓国も関心を寄せており、放っておくと韓国側に国際標準作りの主導権を握られる可能性もある。そうならないよう、経済産業省としても当プロジェクトの中で企業の方々と一緒になって日本にとって有利な国際標準作りに取り組んでいきたいと考えている。

##### (2) 研究開発項目② 研究テーマ：安全技術を導入した移乗・移動支援ロボットシステムの開発（図表 10）

パナソニックが開発した、ベッドと車いすが一体化した「ロボティックベッド」を用いて取り組んでいる。電動ベッドでは誤操作による死亡事故も度々起こっていることから、そうしたことが起こらないようにするためにはどうすればよいのか研究していかななくてはならない。

##### (3) 研究開発項目③-1 研究テーマ：安全技術を導入した生活公共空間及びビルの掃除ロボットシステムの開発（図表 11）

富士重工業が開発した清掃ロボットシステムを用いて取り組んでいる。このロボットシステムの開発者の「100%きれいな状態にまで清掃することを目指したのではなく、8割くらいを目指して、残りの2割は人がぐるっと回ってきれいにすればよいというくらいの考えで開発した」という言葉が印象的であった。現在のロボットにできることはまだ限られているし、人がやったほ

うが優れている状況もある中では、ロボットに人を超えることを求めるのではなく、人のサポートや人との組み合わせの中でロボットを活かしていくという発想も必要なのだろうと思う。

#### (4) 研究開発項目③-2 研究テーマ：安全技術を導入した警備ロボットの開発（図表 12）

総合警備保障が開発した警備ロボットを用いて取り組んでいる。今はあちこちにセンサーをつけてそれをモニターで監視するという警備が主流となっているが、それとは違う警備のあり方も考えようということである。なお、現在は法律により警備ロボットは威嚇はできても攻撃はしてはいけないことになっているとのことであるが、こうしたことについても議論をしていかななくてはならない。

#### (5) 研究開発項目④ 研究テーマ：安全技術を導入した人間装着型生活支援ロボットスーツ HAL の開発（図表 13）

筑波大学の山海教授が開発したロボットスーツ HAL を用いて取り組んでいる。介護される側、する側の両方に対する支援に期待している。

#### (6) 研究開発項目⑤ 研究テーマ：搭乗型生活支援ロボットにおけるリスクアセスメントと安全機構の開発（図表 14）

トヨタ自動車の開発した搭乗型ロボットを用いて取り組んでいる。このロボットは米国のセグウェイよりもはるかに高性能なものであると思っているが、現在の日本の法律ではいずれも公道を走らせることができないようである。またこうしたロボットは今後いろいろな交通の組み合わせの中に入っていくことが期待されるものでもあることから、社会的な位置づけや必要な社会インフラの整備等について、関係する国土交通省や警察庁等とも議論を行っている。

### 5. ロボットビジネス推進協議会の活動支援（図表 15）

ロボットビジネス推進協議会は、トヨタ自動車副社長の内山田会長の下、(社)ロボット工業会が事務局となり、ロボットに関する新たなビジネス展開を促すべく、いろいろな活動をし、また提言を行っている。経済産業省としても積極的に活動支援を行っているところである。

### 6. 新成長戦略（基本方針）におけるロボット

2009年12月30日に政府が発表した新成長戦略（基本方針）では、6つの戦略分野のうちの1つ「ライフ・イノベーションによる健康大国戦略」の中に、ロボットについて以下の表現がみられる。

=====

（日本発の革新的な医薬品、医療・介護技術の研究開発推進）

安全性が高く優れた日本発の革新的な医薬品、医療・介護技術の研究開発を推進する。産官学が一体となった取組や、創薬ベンチャーの育成を推進し、新薬、再生医療等の先端医療技術、情報通信技術を駆使した遠隔医療システム、ものづくり技術を活用した高齢者用パーソナルモビリティ、医療・介護ロボット等の研究開発・実用化を促進する。その前提として、ドラッグラグ、デ

バイスラグの解消は喫緊の課題であり、治験環境の整備、承認審査の迅速化を進める。

=====

この基本方針を具体化、肉付けしたものが5月か6月には発表される予定であり、それに向けて現在経済産業省も厚生労働省や国土交通省といった関係省庁とも連携を取りながら議論を行っているところなので、ご期待いただければと思う。

## 7. 産業構造ビジョンの重点分野のイメージにおけるロボット

経済産業省では、6. で触れた新成長戦略（基本方針）を踏まえ、日本産業の今後の在り方を示す産業構造ビジョンを策定するために、産業構造審議会に新たに産業競争力部会を設置し、2010年2月よりメンバーの方々に議論いただいているところである。同部会では日本の将来を創るものとして5つの戦略分野を提示しているが、その1つの「先端分野」の中にロボットはきちんと位置づけられている（図表16）。同部会でのロボットに関する議論は今後行われる予定であるが、その際には生活支援ロボットと共に、次世代も含めた産業用ロボットについても議論いただけないものかと考えているところである。

日本の企業にはもっともっと自動化、ロボット化できる余地があると思う。これまでは大企業中心であったが、中堅企業、中小企業や製造業だけでなくサービス業といったところにも導入していけるのではないかと、そうしたことが産業の空洞化を阻止することにもつながるのではないかと考えている。パラレルリンクロボットという細かい作業ができる産業用ロボットが今市場にかなり安い値段で出回るようになってきており、これはかなり幅広い業種で活用することができるものだと考えている。日本は自動車や電機に象徴されるようにモノに体化している産業が強い。ITも大事であるが、やはり最後はモノづくりのところで日本の強さをうまく活かせるようにしていきたいと考えている。また同部会の中でも度々言われていることなのだが、製品を単体で売るといったやり方では付加価値があまりつかないので、システムとかソリューションとかアフターサービスとかいったものをセットにしてうまく売っていくというやり方を考えていくことが、ロボット産業においても大事なことになるのだろうと思う。

以上、経済産業省の次世代ロボット、なかでも生活支援ロボットの实用化に向けた諸施策についてご説明してきたが、産業として立ち上げていくためには、安全面の課題を克服していくことと出口であるビジネスについてしっかり考えていくことの2つが大事なことになる。現在進んでいる経済産業省の生活支援ロボット実用化プロジェクトと民間主導のロボットビジネス推進協議会の両者が力を合わせれば、5年後くらいには産業として大きくジャンプアップできるのではないかと考えている。

(図表 1) ロボットとは

【定義】「センサー、駆動系、知能・制御系の3つの要素技術を有する、知能化した機械システム」 → 自動車、家電、航空機、工作機械、産業機械、建機・・・

ロボットは、工場における生産財として使用される「産業用ロボット」と、医療・福祉や防災、メンテナンス、生活支援、アミューズメント等、多様な用途への活用が期待される「サービスロボット」に大別される。

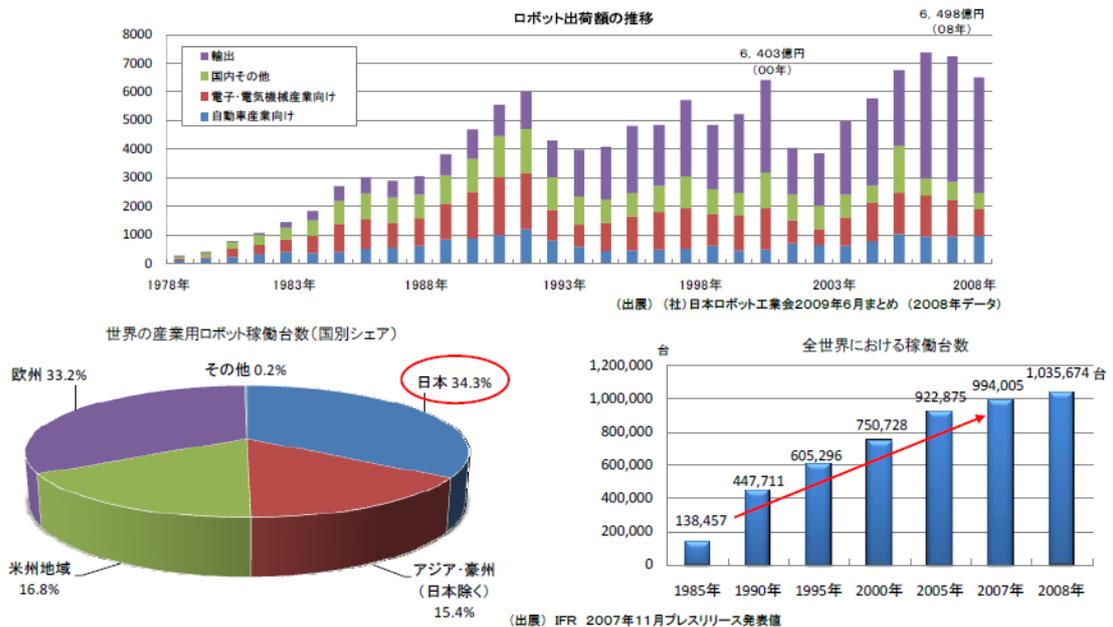


(出典: 各社のホームページ)

3

(図表 2) ロボット産業の現状

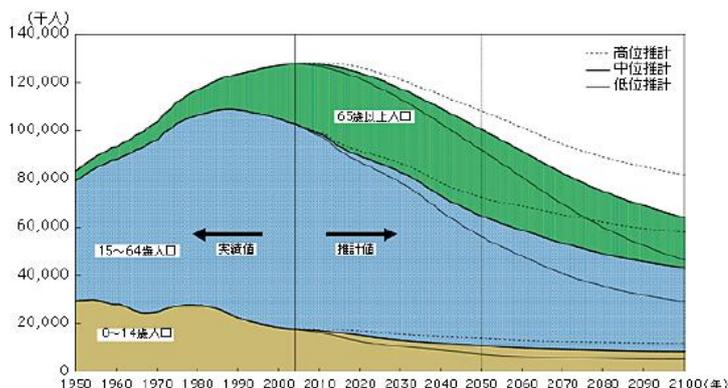
- 2007年のロボット市場の規模は約7,000億円。ほぼ全てが産業用ロボット。
- 産業用ロボットの稼働台数は、世界一。世界シェア37%(2006年)。
- 全世界における稼働台数は、年々増加。



(出展) IFR 2007年11月プレスリリース発表値

(図表 3) 必然的に、日本の生産年齢人口は減少の一途

- 中長期的に、我が国の**人口減少、労働力の不足が懸念**。総務省の2005年国勢調査(確定値)によれば、総人口は2005年に戦後初めて減少に転じた。
- 2025年に向けて「人材が絶対的に不足する時代」に突入(高齢者1070万人増加、現役世代1310万人減少)。**2015年には「団塊の世代」が65歳以上の高齢者となり一気に高齢化が促進する**。
- 厚生労働省資料によれば、介護現場では**約7割の方が腰痛**、一方で2025年までに現在の**約2倍の介護人材が必要**とされている。



資料：2000年までは総務省統計局「我が国の推計人口」、2001～2004年までは「人口推計年報」  
 (注) 1950年～1971年は沖縄県を含まない。

(図表 4) ロボット産業政策研究会 (2008 年 9 月～2009 年 3 月)

<p>メーカーだけでなく、ユーザー、サービスプロバイダー、関係省庁等を巻き込み、生活支援ロボットの実用化のための開発方法、ビジネスモデル、安全、規制のあり方を検討した。</p>	
<p><b>&lt;委員構成&gt;</b> (役職は当時)</p> <p>(メーカー) 高木 宗谷 トヨタ自動車 理事 パートナーロボット部                  牧野 正志 パナソニック 生産革新本部長                  稲葉 善治 ファナック 社長                  竹中 恭二 富士重工業 相談役                  ロボットビジネス推進協議会 会長                  利島 康司 安川電機 取締役社長・                  日本ロボット工業会 会長</p> <p>(サービス                  プロバイダー) 井上 弘毅 住友商事 ビル事業部部長                  杉井 清昌 セコム 執行役員・IS研究所長                  濱 隆 大和ハウス工業 取締役常務執行役員                  総合技術研究所長</p> <p>(ユーザー) 伊藤 健三 日本福祉用具評価センター 理事                  田中 理 横浜市総合リハビリテーションセンター長</p> <p>(コンサル                  タント) 石黒 周 MOTソリューション 代表取締役                  ロボットラボラトリー リーダー</p> <p>(有識者) 三浦 宏文 工学院大学 学長【委員長】                  新井 民夫 東京大学大学院 工学系研究科教授                  日本ロボット学会 会長・                  東京大学 IRT研究機構副機構長                  萩田 紀博 ATR 知能ロボティクス研究所長                  平井 成興 産総研 知能システム研究部門長</p>	<p><b>&lt;開催&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 08年9月より09年3月まで計5回開催。</li> <li>➢ 下部WGとして、以下の3WGを設置。                         <ul style="list-style-type: none"> <li>・サービスロボット市場化WG</li> <li>・ロボテク市場化WG</li> <li>・ロボット概念整理WG</li> </ul> </li> <li>➢ 3月25日に最終回を開催し、報告書をとりとめた。</li> </ul>
	<p><b>&lt;オブザーバー等&gt;</b></p> <p>【関係省庁】総務省(情報通信国際戦略局)、                  警察庁(交通局)、                  厚生労働省(大臣官房、老健局、社会・援護局)、                  国土交通省(自動車交通局技術安全部)</p> <p>【関係団体】NEDO、NITE、(社)日本ロボット工業会</p> <p>【省内】研究開発課、基準認証U、製造局参事官室、                  自動車課、医福室、製品安全課</p>

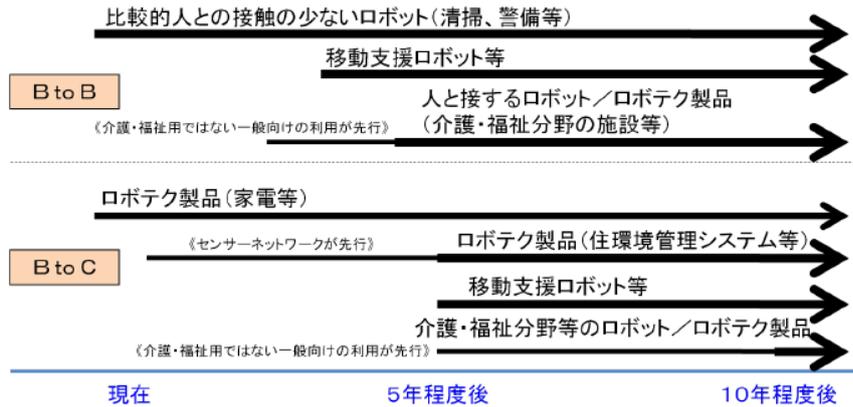
(図表 5) サービスロボットの实用化・普及のイメージ～ロボット産業政策研究会～

○5年程度以内のサービスロボットの市場

- **BtoB市場** 移動系ロボットやロボテックを活用したロボットシステムが中心。  
人と接するロボット／ロボテック製品もサービス施設において一般向けに利用され始める。
- **BtoC市場** 既存の電気器具等でロボテック製品が普及し始める。  
ロボテックシステムも、その一部分であるセンサーネットワークなどの導入が始まる。

○5年程度後から10年程度後のサービスロボットの潜在市場

- **BtoB市場** 人と接するロボット／ロボテック製品の介護・福祉分野等のサービス施設導入が進展。
- **BtoC市場** 住環境管理、移動支援等での市場拡大が進む。



※ロボット産業政策研究会より

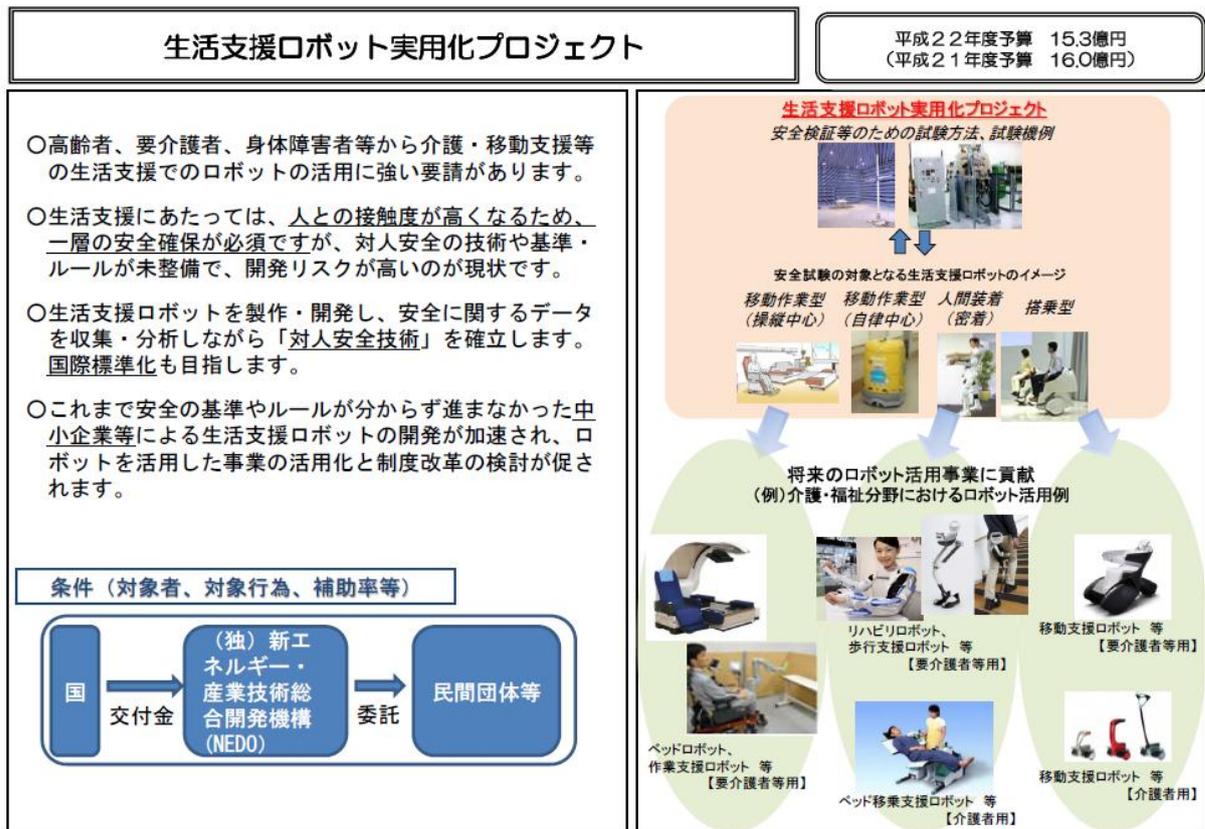
(図表 6) サービスロボットのタイプ別整理～ロボット産業政策研究会～

- サービスロボットは5つに大別される。
  - コミュニケーション型
  - 移動作業型(操縦中心、自律中心)
  - 人間装着(密着)型
  - 搭乗型
  - 汎用型
- 人との接触度合いの少ない、コミュニケーション型や一部の移動作業型を中心に実用化が進展。
- また、汎用ヒューマノイドロボットは研究開発段階。
- 超高齢化・人口減少という背景からニーズの高い介護・福祉分野のロボット(人間装着型、搭乗型など)「生活支援ロボット」は、実用化があと一步。

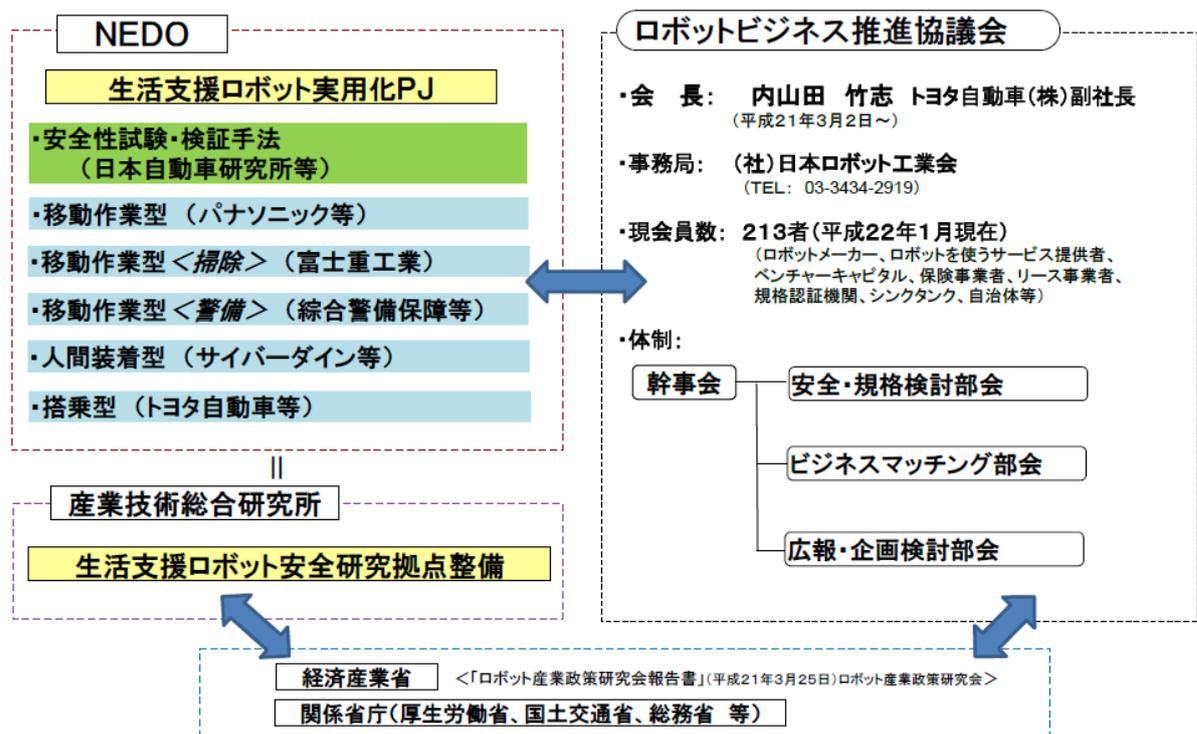
ロボットのタイプ	コミュニケーション型	移動作業型	人間装着(密着)型	搭乗型	汎用型
主な開発ロボット	桃上コミュニケーション型 アリスII	作業支援ロボット 自律型ロボット 自律型ロボット	自律型ロボット 自律型ロボット 自律型ロボット	自律型ロボット 自律型ロボット 自律型ロボット	自律型ロボット 自律型ロボット 自律型ロボット
人と接する度合い	小	小	大	大	大
自律性	小	小	大	小	小
汎用性	小	小	大	小	大
実用化段階	実用化段階	実用化段階	実用化段階	実用化段階	実用化段階
研究開発段階	研究開発段階	研究開発段階	研究開発段階	研究開発段階	研究開発段階

※ロボット産業政策研究会より

(図表 7) 生活支援ロボット実用化プロジェクト



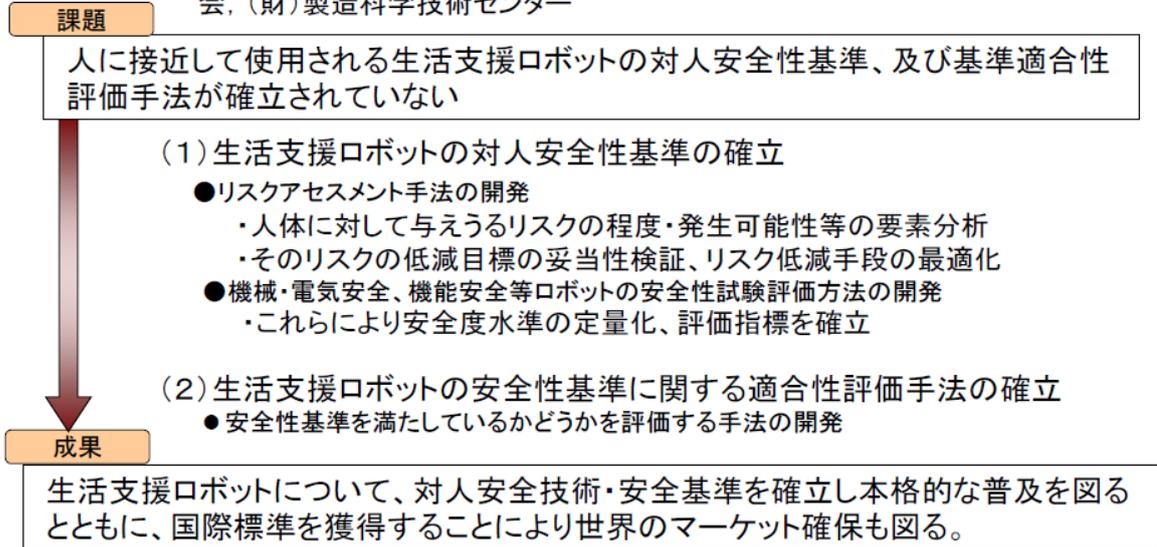
(図表 8) 生活支援ロボットの実証に向けて～生活支援ロボット実用化プロジェクト～



(図表 9) 研究開発項目①～生活支援ロボット実用化プロジェクト～

●研究テーマ： 生活支援ロボットの安全性検証手法の研究開発

●委託先： (財)日本自動車研究所, (独)産業技術総合研究所, (独)労働安全衛生総合研究所, 国立大学法人名古屋大学, (財)日本品質保証機構, (社)日本ロボット工業会, (財)製造科学技術センター



(図表 10) 研究開発項目②～生活支援ロボット実用化プロジェクト～

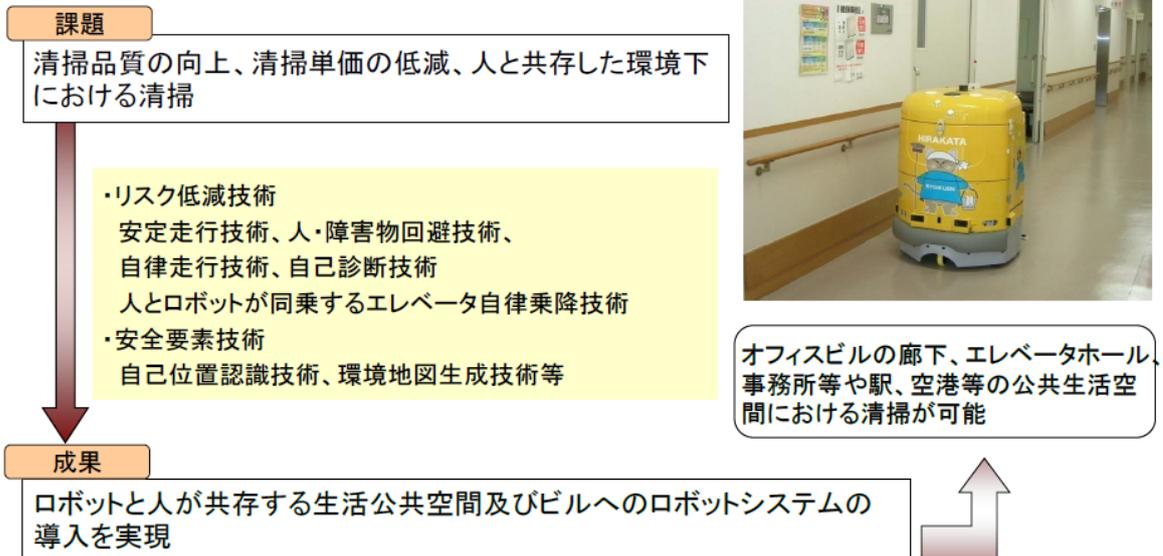
●研究テーマ： 安全技術を導入した移乗・移動支援ロボットシステムの開発

●委託先： パナソニック株式会社、国立リハビリテーションセンター



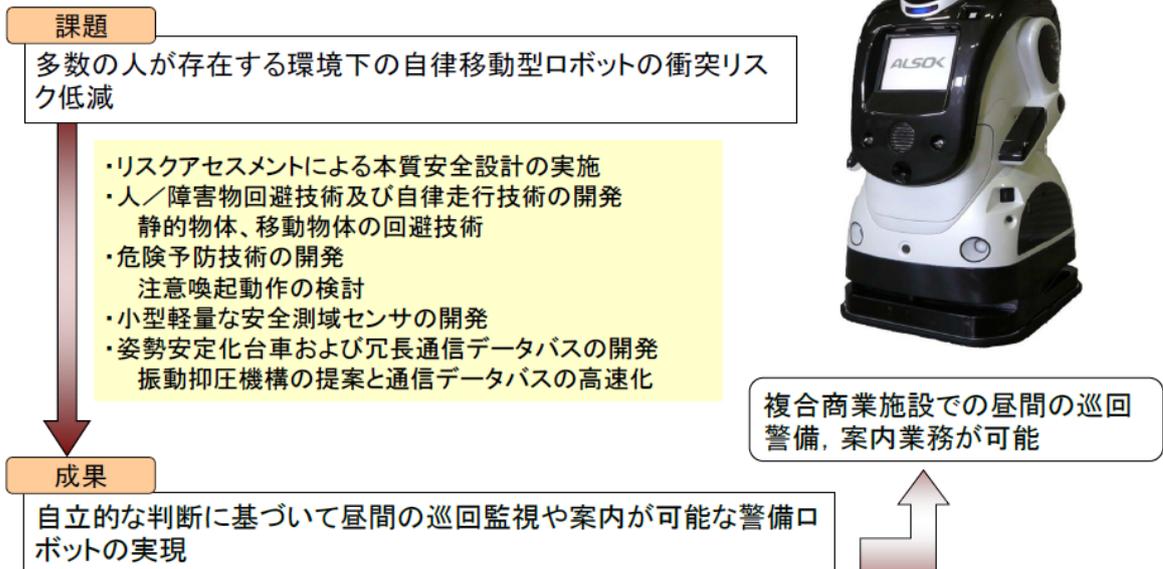
(図表 11) 研究開発項目③-1～生活支援ロボット実用化プロジェクト～

- 研究テーマ: 安全技術を導入した生活公共空間及びビルの掃除ロボットシステムの開発
- 委託先: 富士重工業株式会社



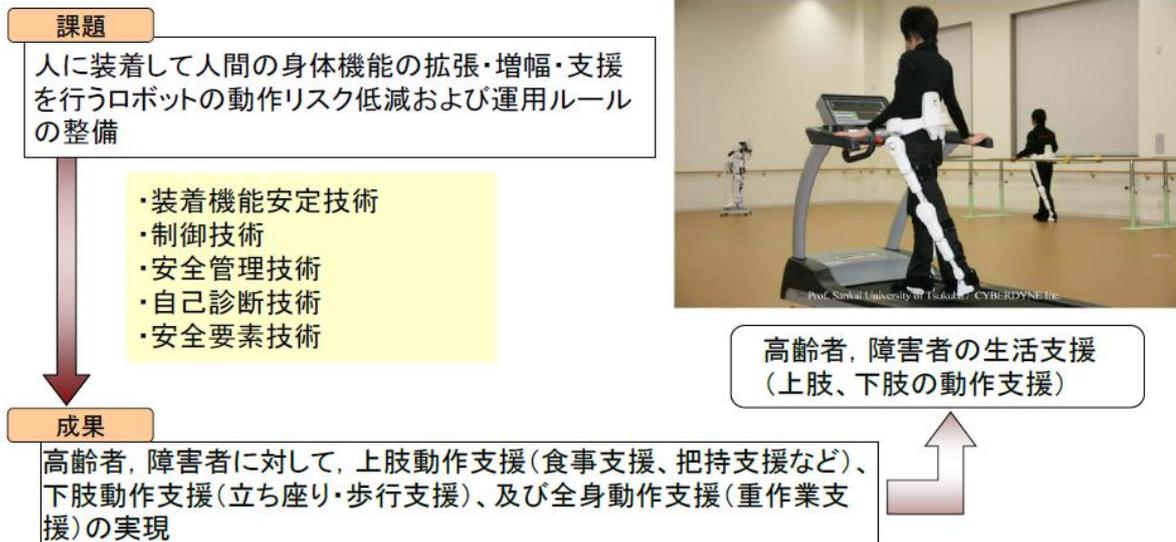
(図表 12) 研究開発項目③-2～生活支援ロボット実用化プロジェクト～

- 研究テーマ: 安全技術を導入した警備ロボットの開発
- 委託先: 総合警備保障株式会社、北陽電機株式会社、三菱電機特機システム株式会社



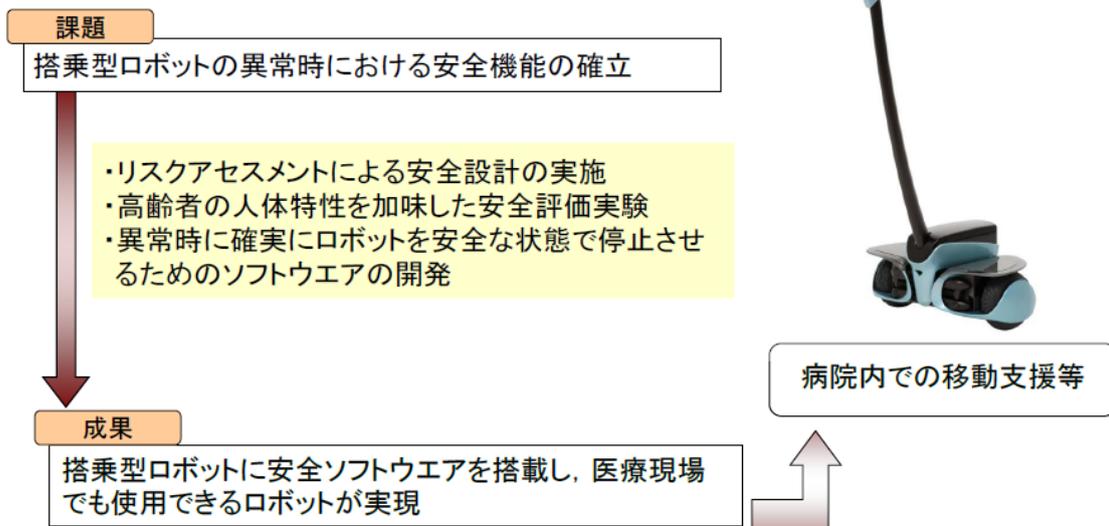
(図表 13) 研究開発項目④～生活支援ロボット実用化プロジェクト～

- 研究テーマ： 安全技術を導入した人間装着型生活支援ロボットスーツHALの開発
- 委託先： CYBERDYNE株式会社, 国立大学法人筑波大学



(図表 14) 研究開発項目⑤～生活支援ロボット実用化プロジェクト～

- 研究テーマ： 搭乗型生活支援ロボットにおけるリスクアセスメントと安全機構の開発
- 委託先： トヨタ自動車株式会社、国立長寿医療センター、株式会社フォー・リンク・システムズ



(図表 15) ロボットビジネス推進協議会の活動支援

経済産業省は、ロボットに関する新たなビジネス展開を促すべく、関係者(※)の連携の場として民間主導で立ち上げられた中立的な任意団体「ロボットビジネス推進協議会」を積極的に支援。

※ ロボットメーカー、ロボットを使うサービス提供者、ベンチャーキャピタル、保険事業者、リース事業者、規格認証機関、シンクタンク及び自治体 等

- ◆ RTソリューションビジネスの事業化支援
- ◆ 技術開発を含めた中長期的な新産業の創出支援
- ◆ 法令対応のコンサルティング、人的ネットワークの構築
- ◆ ロボット普及のための社会インフラ(共通基盤、規格、法律等)整備
- ◆ RT政策の提言

<http://www.roboness.jp/>

- ・会 長：内山田 竹志 トヨタ自動車(株) 副社長 (平成21年3月2日～)
- ・事務局：(社)日本ロボット工業会 (TEL:03-3434-2919)
- ・年会費：普通会员 10万円、準会員 5万円、学会会員・特別会員：無料  
現会員数・・・213者(平成22年1月現在)

(図表 16) 産業構造ビジョンの重点分野のイメージにおけるロボット

日本の将来を創る、戦略分野の提示		
<b>今後の戦略分野</b> I. アジアの所得弾力性の高い産業(インフラ、衣・食・住のボリュームゾーン) II. 炭素生産性の高い分野 III. 少子高齢化による市場拡大分野		
以下の戦略分野について、①現状と課題、②世界の市場や主要プレーヤーの動向、③主要国の動向、④日本の主要プレーヤーの動向と戦略、⑤今後の方向性・将来像と行動、を提示。		
<b>(1) 新興国インフラ開拓</b> ・発電・送配電網 ・水ビジネス ・情報通信 ・都市開発・工業団地 ・鉄道 ・原子力発電 ・廃棄物処理・リサイクル等	<b>(2) 次世代エネルギーソリューション</b> ・スマートグリッド、スマートコミュニティ、スマートハウス ・蓄電池、次世代自動車 ・太陽光 ・グリーンIT(LED、有機EL等)等	<b>(3) 社会課題解決サービス</b> ・健康関連(医療・医療機器・医薬品・介護) ・子育て関連 ・生活インフラサービス(買物支援、防犯サービス) ・電子政府 ・循環型産業(都市鉱山) 等
<b>(4) 感性・文化産業大国(地域の感性・文化を新興国市場につなげる)</b> ・コンテンツ ・農業・食料品 ・ファッション、デザイン ・中小企業の海外進出 ・流通業の海外進出 ・観光・医療ツーリズム ・日用品(伝統工芸品含む)等	<b>(5) 先端分野</b> ・宇宙 ・航空機 ・レアメタル ・ロボット ・高度IT(クラウド等) ・機能性化学	・ナノテク ・超伝導

50

経済産業省第一回産業競争力部会資料より

## 10. 高齢者介護の現状と課題、福祉用具と生活支援ロボット

厚生労働省 老健局 振興課長 土生栄二

(2010年5月17日)

### 1. 介護保険制度の導入

高齢化の進展に伴い、要介護高齢者の増加、介護期間の長期化など、介護ニーズはますます増大している一方、核家族化の進行、介護する家族の高齢化など、要介護高齢者を支えてきた家族をめぐる状況も変化している。こうした状況に対応するべく、介護の社会化を目指し、高齢者の介護を社会全体で支え合う仕組みとして介護保険制度が創設され、2000年より実施されている。同制度は、単に介護を要する高齢者の身の回りの世話をするというを超えて、高齢者の自立を支援すること＝自立支援を理念とし、利用者の選択により、多様な主体から保健医療サービス、福祉サービスを総合的に受けられる＝利用者本位の制度であり、給付と負担の関係が明確な社会保険方式を採用している。

利用者から見た従前の制度と介護保険制度の違いを一覧にしたものが**図表 1**である。同制度の導入により、利用者の選択（サービス、事業者）の範囲が広がった、医療との連携が可能になった、多様な事業者がサービスを提供できるようになった、所得にかかわらず1割の利用者負担で済むようになった、等の変化が生じた。1963年に老人福祉法が制定され高齢者福祉政策が始まってから介護保険制度創設に至る高齢者保健福祉政策の大きな流れを表したものが**図表 2**である。

### 2. 介護保険制度の仕組み

介護保険制度の仕組みを表したものが**図表 3**である。費用負担は、1割が利用者負担で、残りの9割は保険給付で賄うとなっているが、その内訳をみると半分は40歳以上の方が支払う保険料で、残りの半分は国、都道府県、市町村の税金で賄われる仕組みとなっている。介護保険制度に基づくサービスには、在宅、施設の2つの大きなタイプがある。施設にもいくつかのタイプがあるが、一番代表的なものは特別養護老人ホームという、要介護者の方を入所させる施設であり、これは社会福祉法人等の非営利の主体が設置主体となっている（**図表 4**）。

### 3. 介護保険制度をめぐる動向

介護保険制度の実施状況（**図表 5**）であるが、被保険者数は高齢化の進展に伴って、65歳以上の方を中心に増えている。介護保険制度に基づくサービスを受けるための条件となる要介護認定を受けている方も2000年の制度施行当初の2倍以上となっており、制度の普及の効果が出ているのではないかと感じている。また、サービス受給者数の推移をサービス別にみると（**図表 6**）、どのサービスも大きく伸びているが、特に居宅サービス受給者の伸びが大きいことが分かる。また施設サービスについても、よく特別養護老人ホームの待機者（＝サービスが受けられていない

方)の問題がマスコミ等で取り上げられることが多いが、それでも制度施行当初に比べればサービス受給者は6割増と相当の増加傾向にはある。

介護保険制度の費用・保険料の動向(図表7)をみると、総費用でみると2000年の制度施行当初は3.6兆円であったのが現在は予算ベースで8兆円に迫っている。また65歳以上の被保険者が支払う保険料は、制度施行当初は全国平均で3千円程度だったのが、現在では4千円を超えている。この平均4,160円も補正予算等で保険料の抑制措置が講じられた上での額であるため、実力ベースでみれば既に4,500円程度にある。特に理論的な根拠があるわけではないが、その額を超えた負担を求めることは難しいのではないかとということで「5千円の壁」という表現があることから、そろそろ限界にきているのではないかと指摘もなされている。

在宅で介護されている方の状況(図表8)をみると、まだまだ女性の方の介護者の割合が高いが、60歳以上男女計の比率が約6割と介護者自身の高齢化が相当進んできていることが分かる。お嫁さんが介護をするのがなんとなく社会の一般的なことであったのが、最近では老々介護という言葉が示すように、夫婦がそれぞれ、先に介護状態になったほうの介護をするといったケースが増えてきていることが見て取れる。

また、最近の介護問題を語る時に避けて通れないのは、認知症高齢者が増えてきているという問題である(図表9,10)。2002年9月末時点では要介護者・要支援者の総数は314万人であったが、そのうちの半数程度が何らかの認知症の症状を呈していた。認知症高齢者についての将来推計もあるが、当然高齢者が増えるに従って認知症高齢者の数は飛躍的に伸びていくということである。

#### 4. 今後の介護保険制度を取り巻く課題

今後の介護保険制度を取り巻く課題を整理すると以下のようなになる。

=====

- ・ 高齢者人口の増加(特に、今後は、第1次ベビーブームが高齢者世代に)
  - ⇒ 高齢化の進展に伴う医療ニーズの増加
  - ⇒ 介護サービスだけでなく、要介護(要支援)にならないための施策(予防)の充実
  - ⇒ 個別ケアの推進
- ・ 認知症高齢者の増加
  - ⇒ 認知症ケア・介護の推進
- ・ 老夫婦世帯、高齢者単独世帯の増加
  - ⇒ 高齢者の住まいの確保
  - ⇒ 介護サービスについて「独居モデル」の確立
- ・ 都市部の超高齢化社会の進展
  - ⇒ 都市部における高齢者の住まいの確保
  - ⇒ 高齢化の進展に伴う介護サービスニーズの増加
- ・ 介護サービスの担い手である介護従事者の確保
  - ⇒ 介護サービスの質を高めるための介護従事者の処遇向上

=====

既に日本は世界一の高齢化国であるが、さらに高齢化は進み、現在、60歳くらいのところに

いる団塊の世代が、2025年には75歳以上となる（図表11）。介護ニーズ増が見込まれる中、まず何よりも介護が必要にならないための予防をすることの重要性が指摘されている。また団塊の世代が高齢者の中心となっていくと、介護に対する要求水準が変わり、個別ケアが非常に重要になるのではないかとされている。認知症の方に対するケアの問題は、専門的にどのようなケアをするのかということとともに、徘徊や買い物困難といった部分での手助けが必要になるという点で地域全体で認知症の方への理解、サポートを進めていくことも必要だと思われる。また、高齢者の単独世帯、老夫婦のみの世帯といった世帯構成が今後増えていくことが見込まれており、特に都市部においてはそもそも高齢者の住む場所が十分ではないといった問題も顕在化してきていることから、住宅政策と福祉政策との連携が大きな課題となっている。全体の労働力人口が減少していく中で介護サービスを担う人材をいかにして確保していくかも重要な課題である。

厚生労働省の地域包括ケア研究会報告書等で「今後の介護はこういう風にしていけばよいのではないか」といった指摘、提言がなされている。それらをまとめたものが図表12である。

## 5. 介護分野における経済危機対策等（平成21年度(2009年度)補正予算等）

与党である民主党のマニフェストには、介護職員の月給を4万円引き上げることが謳われている。平成21年度(2009年度)の補正予算等でも介護職員処遇改善交付金というかたちで、国費で、介護職員1人当たり約1.5万円の給与底上げを図っている。民間人の給与を国が補てんするのは極めて異例の措置であるが、これは民主党政権になる前の麻生自民政権時代の補正予算をそのまま引き継いでいるものであり、超党派的にこういう措置の必要性が認知されているのではないかと感じている。施設についてもまだまだ足りないと言われる状況にあるが、三位一体改革等で国の補助金は相当限定された役割になっているが、都道府県に基金を創出して施設の緊急整備を図るという施策も行われている（図表13）。

## 6. 介護の担い手不足とロボットへの期待

現行のサービス水準・介護のやり方を前提とすると2025年には必要となる介護職員数が2007年の倍以上必要になるとの推計が社会保障国民会議でなされている。他方で、今後高齢者や女性の労働力率を更に高めれば数字は変わりうるが、労働力人口は減少していくという見通しもなされている。それらの見通しを単純に割り算すると、労働力人口に占める介護職員数の割合が2025年には2007年の倍以上にならないと高齢者の介護ができないということになる（図表14）。また介護だけでなく医療も含めて考えると、2025年には、必要となる医療・介護分野全体の人材数は労働力人口の1割前後になると見込まれている（図表15）が、そのような社会というのはちょっと想定しがたいところがある。今後、いかにして個々人の生産性を上げていくかということが非常に重要な課題と認識しており、医師と看護師の役割分担、看護師と介護職員の役割分担の見直し等を行うとともに、生活支援ロボット、介護ロボットを活かしていくということも、当然考えていかななくてはならない課題だと考えている。

## 7. 介護保険制度における福祉用具（在宅での利用）

厚生労働省内では、医療機器なのか、そうでないのか、というところに非常に大きな境目があ

る。介護保険制度では後者の福祉用具を扱っており、在宅で使われる福祉用具の中から保険給付の適用とする対象種目を厚生労働大臣告示によって定めている。対象種目の貸与費用の9割を保険給付することを基本としているが、貸与にはなじまないと考えられるもの、例えば入浴に使うものや排泄に使うもの等については販売費用の9割を保険給付している。貸与にするか販売にするかについては、主に利用者側の心理面を考慮しての整理となっており、経済原理で分けられているわけではないことから、議論の余地があるところと考えている（図表 16, 17）。

介護保険制度における福祉用具の範囲の考え方、どういものが福祉用具なのか、については審議会での議論で決められている（図表 18）。参考までだが、医療機器については、何らかの治療に使うものということで、リスクの大小でクラス分けがなされており、リスクが非常に大きいものについては厚生労働大臣の承認が必要になっている（図表 19）。福祉用具は基本的には一般の製品と同じということで事業の所管は経済産業省となっており、この点で医療機器とは大きな違いがある。

どの福祉用具に介護保険制度の保険給付を新たに適用するか、ということは、図表 18 の介護保険制度における福祉用具の範囲の考え方に則った上で、介護保険福祉用具・住宅改修評価検討会という場で、議論していただくことになっている。介護保険制度は制度設計を3年ごとに見直すこととなっており、同検討会も3年ごとに開かれている。次の制度改定が平成24年(2012年)であることから、それに向けてまた検討会での議論をお願いするということになる。プロセスとしては保険者や現場の方、事業者団体や開発者側からの意見を集約して同評価会で議論、そこで保険給付の対象として新たに認められたものを介護給付費分科会へ報告し、厚生労働大臣告示改正等を実施するという流れとなっている（図表 20）。平成21年(2009年)の制度改定で新たに保険給付の対象種目として追加された福祉用具は図表 21 のとおりである。その1つ、自動排泄処理装置（図表 22）は、寝たきりの方であっても尿・便を吸引し、その後を清潔にするところまで自動的にやってくれる装置である。この装置は排便の用に供するということで心理面から貸与にはなじまないとして、介護保険制度の保険給付としては販売のみが対象となっているが、事業者側からはコストの問題もあるので何とか貸与も対象にしてもらえないかという要望も頂いており、今後の検討課題と認識している。

## 8. 介護労働者設備等整備モデル奨励金（施設での利用）

施設に介護福祉機器を導入しようとする場合の厚生労働省の補助金としては、介護労働者設備等整備モデル奨励金という仕組みがある。これは介護労働者の負担軽減という観点からの助成措置であり、移動用のリフトといったものが対象になっている（図表 23）。

今後ロボット、あるいはロボットの機能を有する福祉用具が出てきた時には、在宅の場合であれば介護保険制度の保険給付を適用するかどうかということになると思うが、施設の場合には、特に施設で集中的に導入するという場合には、介護保険制度を使うというよりは補助金の対象にするかどうかといった議論が必要になるのではないかと考えている。

## 9. 福祉用具研究開発助成事業（研究開発に対する支援）

研究開発に対する厚生労働省の支援ということでは、従前から(財)テクノエイド協会を通じて

福祉用具研究開発助成事業を行ってきたが、昨年（2009年）の事業仕分けの結果を受けて、平成22年度（2010年度）からは独立行政法人福祉医療機構において実施することとなった。ただしスキーム自体は変わっておらず、今後とも研究開発助成を続けていきたいと考えている（図表24）。

#### 10. 障害者自立支援機器等開発促進事業

介護分野向けではないが、厚生労働省で障害者を担当しているところでは、開発者と実際の現場をきちっとつないでいけるような研究開発の促進事業を新たに実施しようとしている（図表25）

#### 11. 福祉用具と安全性

厚生労働省でも福祉用具の安全性の問題については非常に重要な課題と認識している。数値的なものをみると、介護ベッドや電動車いすで多くの事故が起こっている。介護ベッドでは手すりに首が挟まってお亡くなりになったり、電動車いすでは特にハンドルで操作できるタイプのものが便利ということで安易に使われ事故が多くなっている。経済産業省もJIS規格の見直しをやられているが、厚生労働省でも福祉用具臨床的評価実施事業において、臨床的な、使い勝手の面での評価に取り組んでいる（図表26, 27, 28）。

#### 12. 新成長戦略（基本方針）における介護ロボットの位置づけ

昨年（2009年）末に政府が発表した新成長戦略（基本方針）には「ものづくり技術を活用した高齢者用パーソナルモビリティ、医療・介護ロボット等の研究開発・実用化を促進する」といった文言がみられる。厚生労働省としても内閣府の指導の下、実用化プロジェクト等、経済産業省と十分に連携して対応していきたいと考えている。

#### 13. 高齢者介護行政の一担当者の「生活支援ロボット」に関する視点（私見）

生活支援ロボットに対する厚生労働省として、ではなく介護行政に携わっている1人の人間の意見＝私見、こう思っている、というところをまとめると以下ようになる。

<私見その1>=====

##### 【現場や個人のニーズへの対応】

- 現場、利用者のニーズに適切に対応する機器の開発（つくりたいものではなく、使いたいものを）
- 機能・用途によっては、広く一般国民の利用や、介護する側の労働者が使用することを想定する方が適切か。
- 開発プロセスにおける開発と利用現場との双方向のコミュニケーション、フィードバック（現実的な使用環境の想定）
- 機能・用途にもよるが、介護等に特化する場合は、まずは、施設、病院等で活用、その後在宅

(個人での利用)での普及という順序か。

=====  
現場や個人のニーズにいかに対応するかということは当たり前のことではあるが、非常に重要と認識している。まずは現場が本当に使いたいと思うものを作っていただきたい。また誰が使うかということで要介護者を想定すると、高齢者の中でもあまり元気がない方であり、半分以上が既に認知症の症状を呈しているため、その方々に使っていただくには極めて高い安全性が求められる。そこで、要介護者自身が使うということについて否定はしないが、そこまでの安全性は求められないということで、広く一般国民や介護する側が使うことを想定した方が、場合によっては適当なことではないだろうかと思う。開発者と現場のコミュニケーションは当然必要だと思っており、経済産業省とも連携してどういう枠組みがよいのか考えていきたい。使われる場所ということでは、在宅にいる個人のためという方向ではなく、まず施設や病院等で実験的に、あるいは重点的に導入し、そこで普及していった後に在宅の個人に取り入れられていくという流れで考えるのがよいのではないだろうかと思っている。

<私見その2>=====  
【安全性の確保】

○要介護の高齢者を主たる利用者として想定するのであれば、その心身機能の状態に応じた相当の安全性確保が必要。

【コスト・パフォーマンス】

○共通のプラットフォームと、個々の利用者に配慮したフィティングの組み合わせ

○現場で導入可能なコスト・パフォーマンス

○一定のレベルを満たせば介護保険給付や補助金活用の可能性は十分にある。

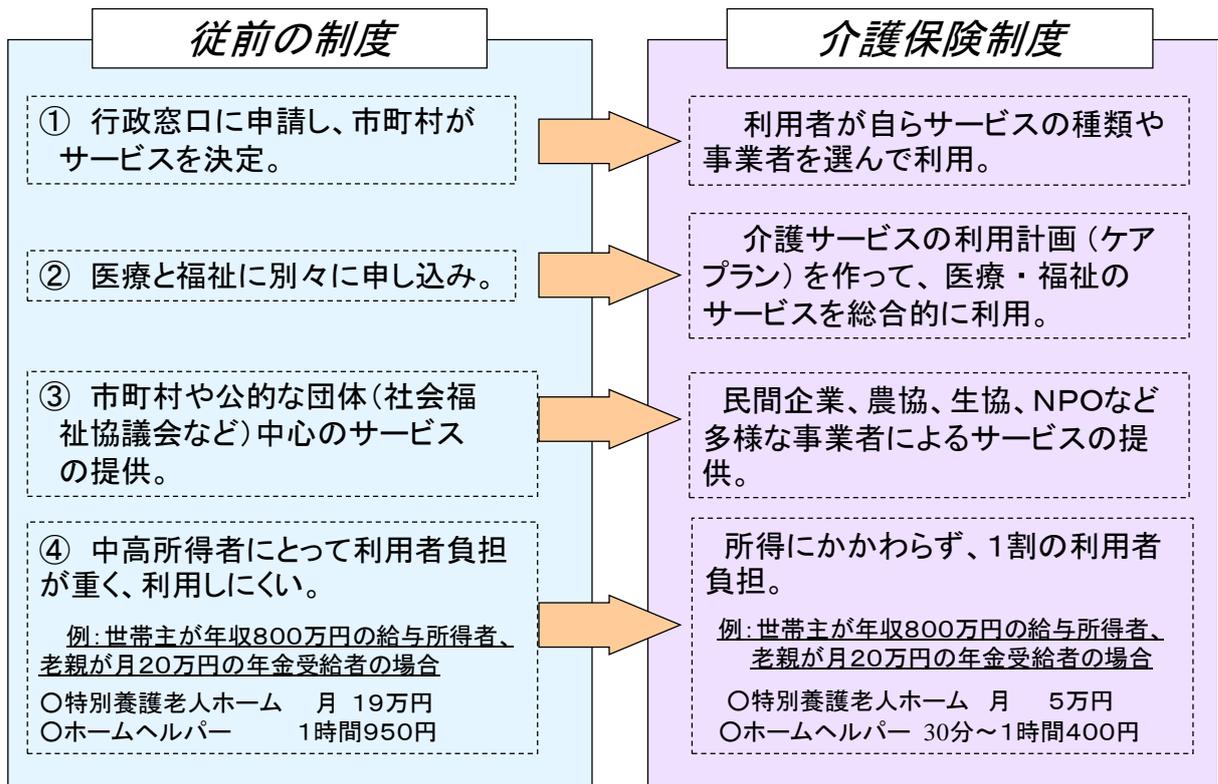
・導入コストと人件費の比較

・本人の心理的負担、介護者の負担軽減効果等も含めたパフォーマンス

=====  
安全性の確保については先の私見その1で述べたことの繰り返しにもなるが、利用者像としてどういう人たちを想定するのかによって、求められる安全性も当然変わってくるものと考えている。

コスト・パフォーマンスをあげていくことも重要と考えている。その際には共通化して、標準化してコストダウンを図るということと個々の利用者の違いにどう対応していくかということとを合わせて考えていかなくてはいけない。介護保険制度の財政は既にひっ迫してきているので、相当のコスト・パフォーマンスは必要になると考えている。ただし、当然現場で本当に有用なものであれば、介護保険制度の給付対象にする、補助金による支援をしていくという可能性は十分にあると思う。その場合導入コストと人件費の比較という視点があると思うが、人にやってもらうよりも機械にやってもらうほうが自尊心が保たれるといった心理面でのパフォーマンスも十分に勘案する必要があると考えている。

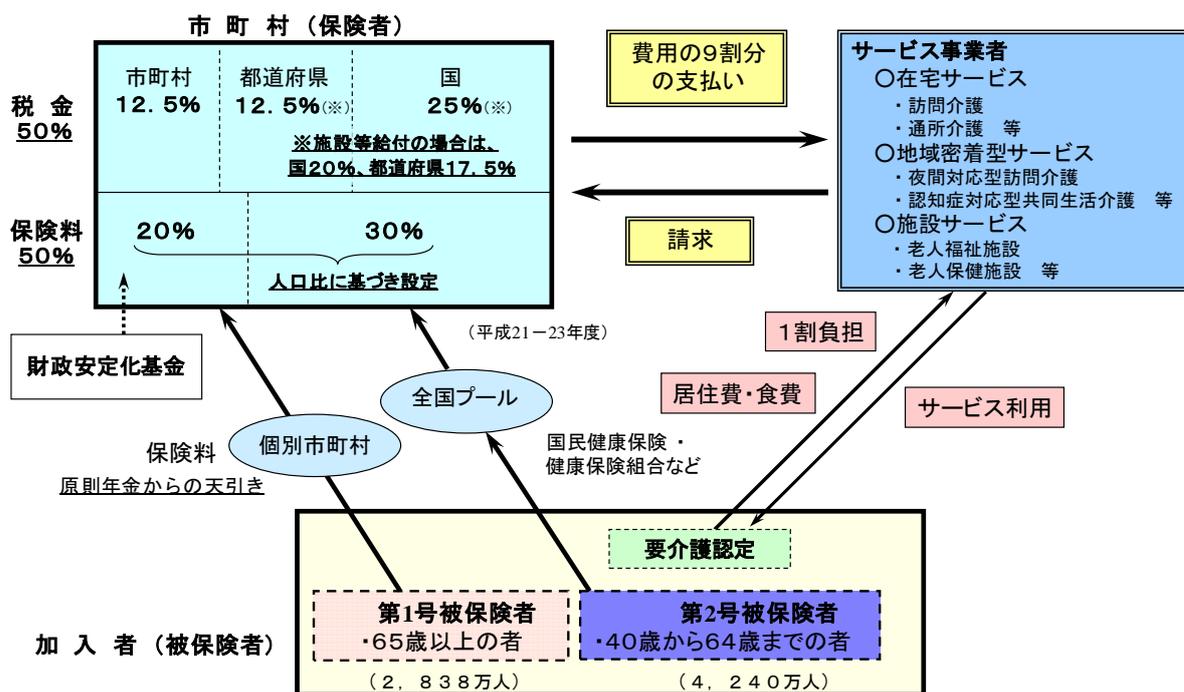
(図表 1) 利用者から見た従前の制度と介護保険制度の違い



(図表 2) 高齢者保健福祉政策の流れ

年代	高齢化率	主な政策
<b>1960年代</b> 高齢者福祉政策の始まり	5.7% (1960)	1963年 老人福祉法制定 ◇特別養護老人ホーム創設 ◇老人家庭奉仕員(ホームヘルパー)法制化
<b>1970年代</b> 老人医療費の増大	7.1% (1970)	1973年 老人医療費無料化
<b>1980年代</b> 社会的入院や寝たきり老人の社会的問題化	9.1% (1980)	1982年 老人保健法の制定 ◇老人医療費の一定額負担の導入等 1989年 ゴールドプラン(高齢者保健福祉推進十か年戦略)の策定 ◇施設緊急整備と在宅福祉の推進
<b>1990年代</b> ゴールドプランの推進	12.0% (1990)	1994年 新ゴールドプラン(新・高齢者保健福祉推進十か年戦略)策定 ◇在宅介護の充実 高齢者介護・自立支援システム研究会報告(厚生省)
介護保険制度の導入準備	14.5% (1995)	1996年 連立与党3党政案合意 介護保険制度創設に関する「与党合意事項」 1997年 介護保険法成立
<b>2000年代</b> 介護保険制度の実施	17.3% (2000)	2000年 介護保険施行 2005年 介護保険法の一部改正

(図表3) 介護保険制度の仕組み



(注) 第1号被保険者の数は、「介護保険事業状況報告(暫定)(平成21年4月末現在)」による。

第2号被保険者の数は、社会保険診療報酬支払基金が介護給付費納付金額を確定するための医療保険者からの報告によるものであり、平成20年度内の月平均値である。

(図表4) 介護保険施設等の概要

	介護施設 (老人ホーム)	介護老人施設	介護療養施設	認知症高齢者グループホーム	特定施設 (注1)	高齢者専用 賃貸住宅
定義	入浴、排せつ、食事等の介護その他の日常生活の世話、機能訓練、健康管理及び療養上の世話を行うことを目的とする施設(法第8条第24項)	看護、医学的管理の下における介護及び機能訓練その他必要な医療並びに日常生活の世話を行うことを目的とする施設(法第8条第25項)	療養上の管理、看護、医学的管理の下における介護その他の世話及び機能訓練その他必要な医療を行うことを目的とする施設(法第8条第26項)	認知症高齢者が共同生活を営むべき住居(法第8条第18項)	入浴、排せつ、食事等の介護その他の日常生活上の世話であって厚生労働省令で定めるもの、機能訓練及び療養上の世話を行う施設(法第8条第11項)	高齢者の入居を受け入れることとして賃貸住宅(高齢者円滑入居賃貸住宅)のうち、高齢者単身・夫婦世帯など専ら高齢者世帯に賃貸する住宅
施設数	5,986	3,435	2,608	8,818	2,694	20 (191)
定員数	412,807	313,894	110,730	123,479 (注2)	87千	688(戸) (5449(戸))(注3)
設置主体となる法人	社会福祉法人等	医療法人、社会福祉法人等	医療法人等	制限なし (営利法人も可)	-	制限なし (営利法人も可)
主な加算	看取り介護: 80~1280/日 専従医師: 20 障害者生活支援員: 26 栄養管理: 10or12 夜間職員: 13or18or22or27	リハマネジメント加算: 25/日 短期集中リハ: 60/日 在宅復帰支援機能: 5or15/日 認知症短期集中リハ: 60/回 認知症ケア: 76/日 ターミナルケア: 200or315/日	夜間職員勤務加算: 7~23/日 他科受診時費用: 444/日	医療連携: 39/日 退所時相談援助: 400/回 看取り加算: 80/日 夜間ケア: 25/日 認知症行動・心理症状緊急対応: 200/日	夜間看護体制: 10/日	-

(注1) 有料老人ホーム、軽費老人ホーム、養護老人ホーム及び適合高齢者専用賃貸住宅については、特定施設入居者生活介護として指定を受ければ介護保険の対象となるが、指定を受けていない介護保険適用外の施設も存在するため、施設数及び定員数について( )内に介護保険の指定を受けていないものも含めた総数を記載している。

(注2) 認知症高齢者グループホームについては定員数ではなく利用者数を記載している。

(注3) なお、高齢者専用賃貸住宅全体の戸数は18,794戸(平成19年度末時点)である。

(資料出所) 施設数、定員数(利用者数)については、有料老人ホーム、軽費老人ホーム及び養護老人ホームは厚生労働省「介護給付費実態調査」(平成19年10月審査分)及び同「社会福祉施設等調査」(平成19年10月時点)、適合高齢者専用賃貸住宅については厚生労働省老健局振興課調べ(平成20年7月1日時点)、それ以外については同「介護サービス施設・事業所調査」(平成19年10月1日時点)。

(図表 5) 介護保険制度の実施状況

### ① 65歳以上被保険者数の推移

・65歳以上の被保険者数は、9年で約673万人（32%）増加。

	2000年4月末	2003年4月末	2009年4月末
被保険者数	2,165万人	2,398万人	2,838万人

### ② 要介護（要支援）認定者数の推移

・要介護認定を受けている者は、9年で約251万人（115%）増加。

	2000年4月末	2003年4月末	2009年4月末
認定者数	218万人	348万人	469万人

### ③ 要介護（要支援）認定の申請件数

・要介護認定の申請件数は、9年で約231万件（86%）増加。

注：2004年から要介護更新認定の有効期間を最大2年としたため、2008年の一年間の申請件数は2003年より少なくなっている。

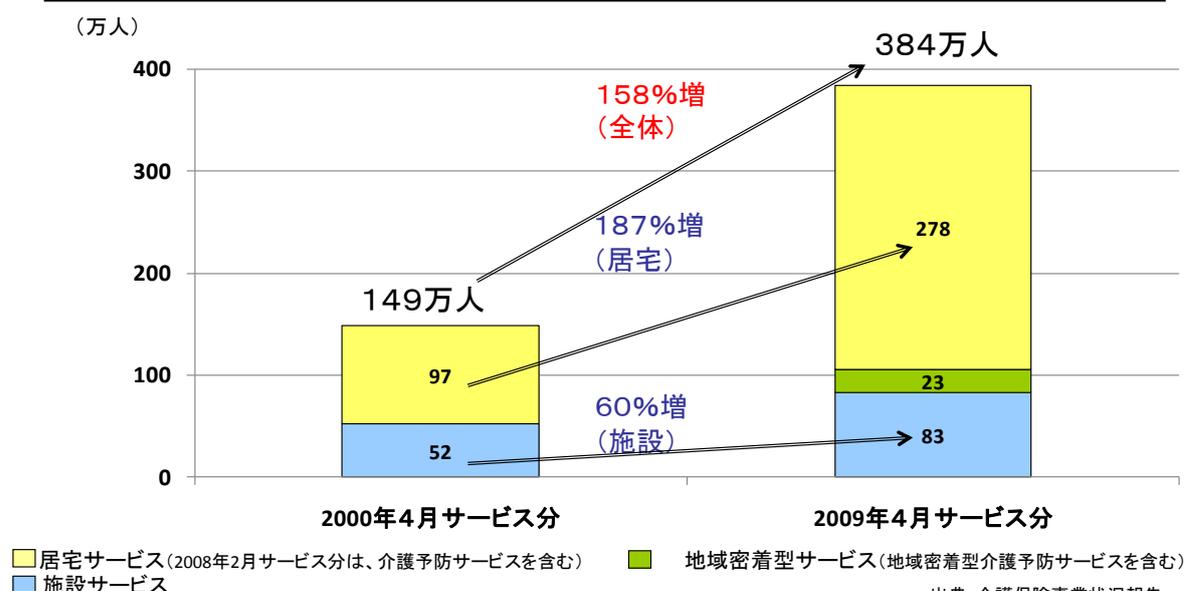
	2000年度	2003年度	2008年度
申請件数	269万件	547万件	500万件

(図表 6) サービス受給者数の推移

### サービス受給者数の推移

○ サービス受給者数は、9年で約235万人（158%）増加。

○ 特に、居宅サービスの伸びが大きい。（9年で187%増）



出典：介護保険事業状況報告

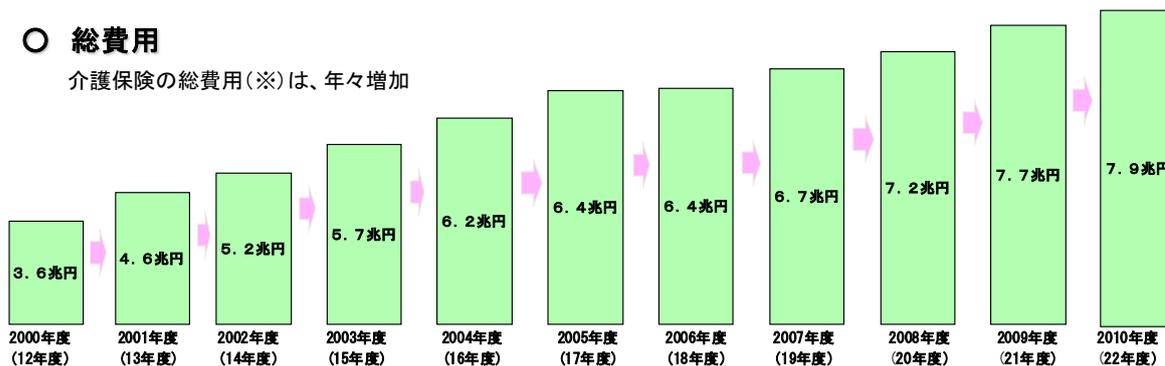
※介護予防サービス、地域密着型サービス及び地域密着型介護予防サービスは、2005年の介護保険制度改正に伴って創設された。

※各サービス受給者の合計とサービス受給者数は端数調整のため一致しない。

(図表 7) 介護保険制度の費用・保険料の動向

○ 総費用

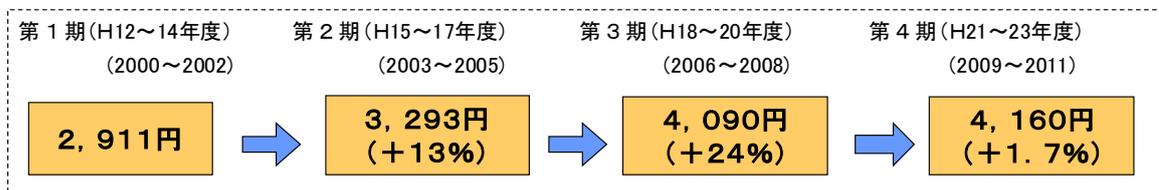
介護保険の総費用(※)は、年々増加



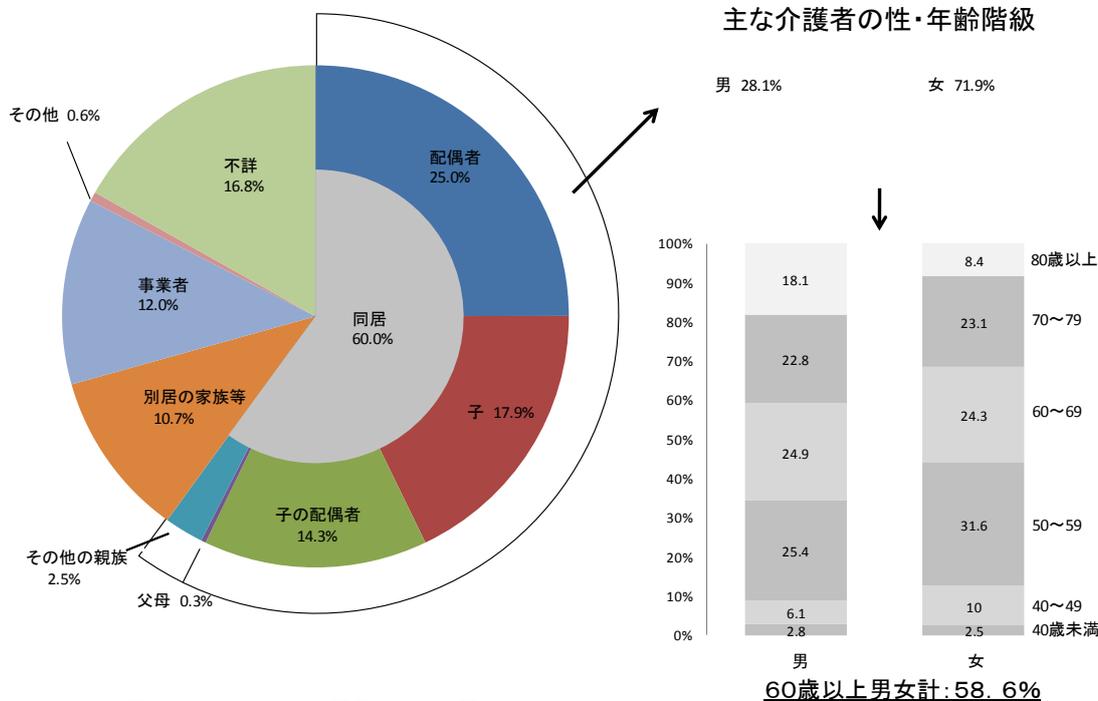
(注) 2000～2007年度は実績、2008年度は補正後予算、2009年度(介護報酬改定+3.0%)、2010年度は当初予算。

※介護保険に係る事務コストや人件費などは含まない(地方交付税により措置されている)。

○ 65歳以上が支払う保険料[全国平均(月額・加重平均)]



(図表 8) 要介護者等からみた主な介護者の続柄



出典: 厚生労働省「平成19年国民生活基礎調査」

(図表9) 「認知症高齢者の日常生活自立度」Ⅱ以上の高齢者の推計人数

(2002.9末現在)	要介護者 要支援者	認定申請時の所在(再掲) 単位: 万人					
		居宅	特別養護老人ホーム	老人保健施設	介護療養型医療施設	その他の施設	
総数	314	210	32	25	12	34	
再掲	日常生活自立度Ⅱ以上	149	73	27	20	10	19
	日常生活自立度Ⅲ以上	79	28	20	13	8	11

将来推計	2002	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
日常生活自立度Ⅱ以上	149	169	208	250	289	323	353	376	385	378
	6.3	6.7	7.2	7.6	8.4	9.3	10.2	10.7	10.6	10.4
日常生活自立度Ⅲ以上	79	90	111	135	157	176	192	205	212	208
	3.4	3.6	3.9	4.1	4.5	5.1	5.5	5.8	5.8	5.7

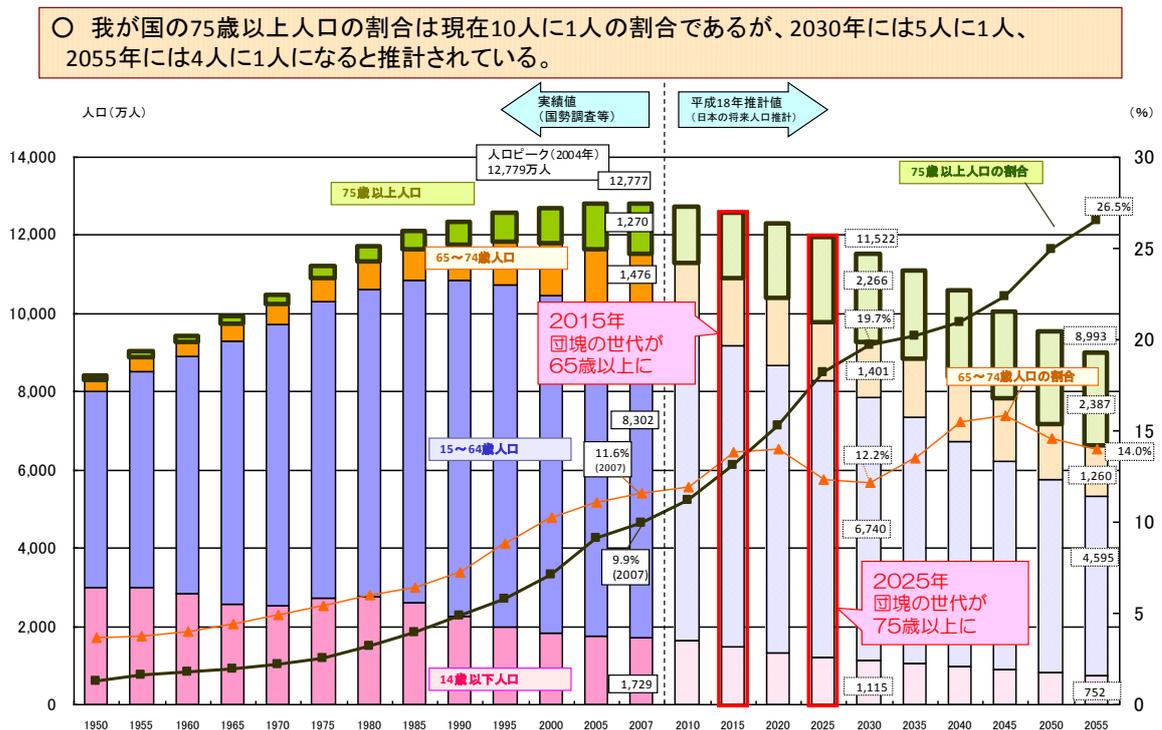
※1 下段は、65歳以上人口比(%) 「その他の施設」: 医療機関、グループホーム、ケアハウス等

※2 要介護認定に用いられる「認知症高齢者の日常生活自立度」においてランクⅡ以上と判断される高齢者数を推計したものであり、必ずしも医学的な認知症の確定診断を経たものではない。

(図表10) 認知症高齢者の日常生活自立度

ランク	判定基準	見られる症状・行動の例	判断にあたっての留意事項
I	何らかの認知症を有するが、日常生活は家庭内及び社会的にほぼ自立している。		在宅生活が基本であり、一人暮らしも可能である。相談、指導等を実施することにより、症状の改善や進行の阻止を図る。
II	日常生活に支障を来すような症状・行動や意思疎通の困難さが多少見られても、誰かが注意していれば自立できる。		在宅生活が基本であるが、一人暮らしは困難な場合もあるので、日中の居宅サービスを利用することにより、在宅生活の支援と症状の改善及び進行の阻止を図る。
IIa	家庭外で上記Ⅱの状態が見られる。	たびたび道に迷うとか、買い物や事務、金銭管理などそれまでできたことにミスが目立つ等	
IIb	家庭内でも上記Ⅱの状態が見られる。	服薬管理ができない、電話の応対や訪問者への対応などひとりで留守番ができない等	
III	日常生活に支障を来すような症状・行動や意思疎通の困難さがときどき見られ、介護を必要とする。		日常生活に支障を来すような症状・行動や意思疎通の困難さがランクⅡより重度となり、介護が必要となる状態である。「ときどき」とはどのくらいの頻度を指すかについては、症状・行動の種類等により異なるので一概には決められないが、一時も目を離せない状態ではない。在宅生活が基本であるが、一人暮らしは困難であるので、夜間の利用も含めた居宅サービスを利用しこれらのサービスを組み合わせることによる在宅での対応を図る。
IIIa	日中を中心として上記Ⅲの状態が見られる。	着替え、食事、排便・排尿が上手にできない・時間がかかる やたらに物を口に入れる、物を拾い集める、徘徊、失禁、大声・奇声を上げる、火の不始末、不潔行為、性的異常行為等	
IIIb	夜間を中心として上記Ⅲの状態が見られる。	ランクⅢaに同じ	
IV	日常生活に支障を来すような症状・行動や意思疎通の困難さが頻繁に見られ、常に介護を必要とする。	ランクⅢに同じ	常に目を離すことができない状態である。症状・行動はランクⅢと同じであるが、頻度の違いにより区分される。家族の介護力等の在宅基盤の強弱により居宅サービスを利用しながら在宅生活を続けるか、または特別養護老人ホーム・老人保健施設等の施設サービスを利用するかを選択する。施設サービスを選択する場合には、施設の特徴を踏まえた選択を行う。
M	著しい精神症状や周辺症状あるいは重篤な身体疾患が見られ、専門医療を必要とする。	せん妄、妄想、興奮、自傷・他害等の精神症状や精神症状に起因する問題行動が継続する状態等	ランクⅠ～Ⅳと制定されていた高齢者が、精神病院や認知症専門棟を有する老人保健施設等での治療が必要となったり、重篤な身体疾患が見られ老人病院等での治療が必要となった状態である。専門医療機関を受診するよう勧める必要がある。

(図表 11) 75 歳以上高齢者の増大



(図表 12) 地域包括ケアの実現とそれを支える介護保険制度 (地域包括ケア研究会などによる)

【システムの整備】

- 市町村（保険者）、地域包括支援センター、かかりつけ医、ケアマネジャー、介護サービス提供事業者の役割分担、連携、機能強化
- 医療、福祉、介護等のトータルでの生活の支援／サービスのマネジメント／多職種共同／生活圏域ごとの面的対応／インフォーマル・サービス、保険外サービスも含めた組み合わせ
- 24時間・365日対応可能な在宅サービスの拡充
  - ・ 24時間短時間巡回型在宅サービスの強化
  - ・ 小規模多機能サービスの普及、通所・短期入所を含む在宅サービスパッケージの強化
- 住まいの確保と個々人の生活の尊重
  - ・ 施設、居住型サービス、高齢者住宅の整備

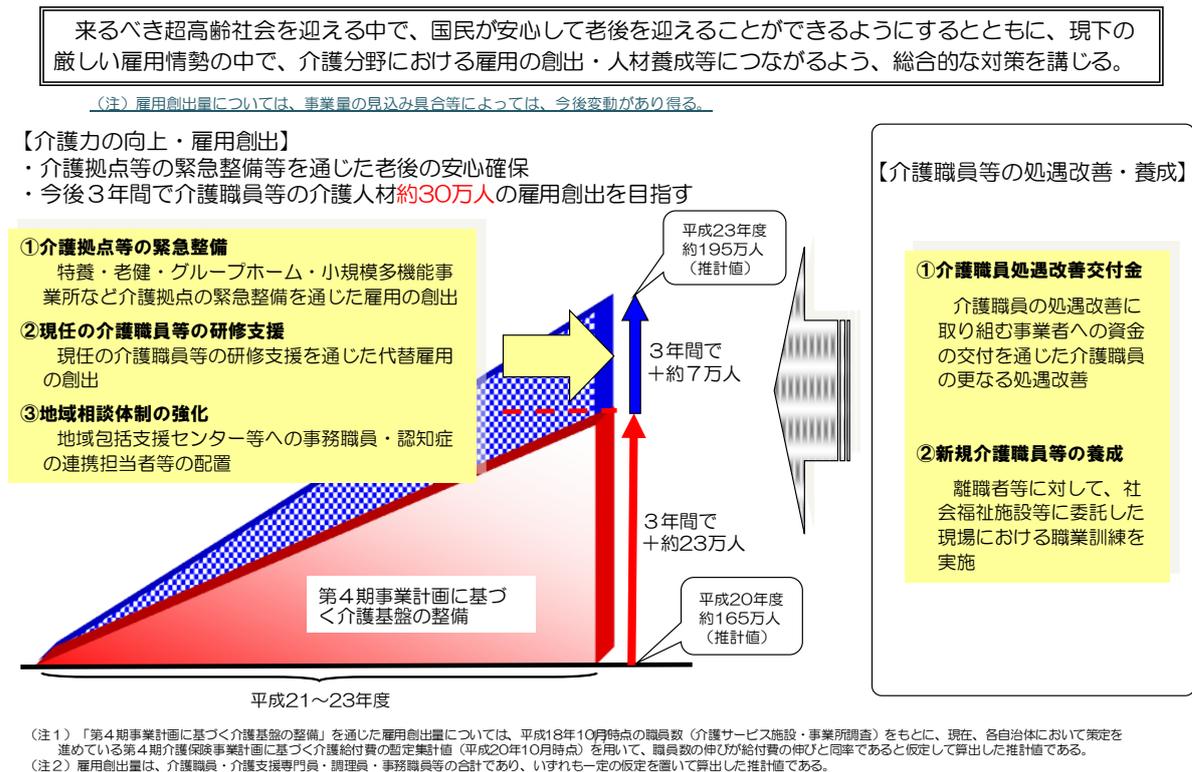
【人材の確保】

- 介護福祉士、訪問介護員を含めた介護人材のキャリアパス／役割分担
- 処遇改善
- 労働環境の整備（特に女性）／用具・機器等の効果的な活用
- 介護労働市場への参入支援

【経営の安定化・効率化】

- 経営理念と地域貢献
- 経営システム（規模、サービス拠点とマネジメントなど）
- 雇用管理、人材育成
- 法令遵守 = 社会的信頼の確保・向上、人材の確保

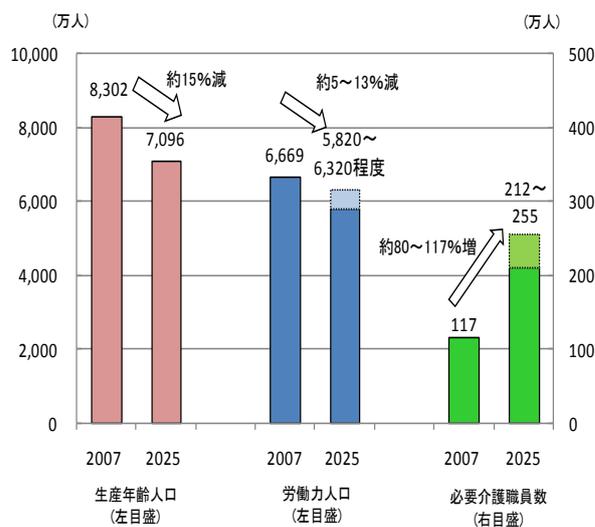
(図表 13) 介護分野における経済危機対策等(平成 21 年度(2009 年度)補正予算等)



(図表 14) 介護の担い手と介護職員の見通し

- 2007年から2025年にかけて、生産年齢(15～64歳)人口は約15%減少し、労働力人口も約5～13%程度減少すると見込まれる。一方、必要となる介護職員数は倍増すると推計される。
- この結果、現行のサービス水準を維持・改善しようとする場合、労働力人口に占める介護職員数の割合は、2007年から2025年にかけて、倍以上になる必要があると見込まれる。

生産年齢人口、労働力人口、必要介護職員数の見通し(試算)



労働力人口に占める介護職員の割合

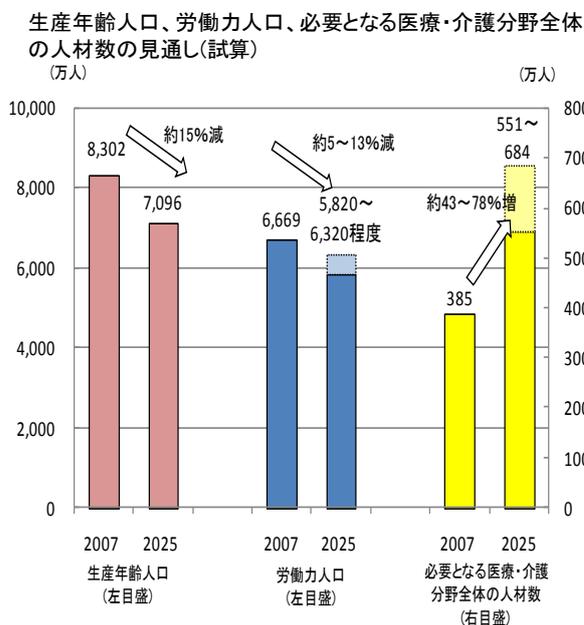
	2007年	2025年
介護職員数	117.2万人	212～255万人
労働力人口	6,669万人	5,820～6,320万人
割合	1.8%	3.4～4.4%

(資料出所) 国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(平成18(2006)年12月推計)」、雇用政策研究会「労働力人口の見通し(平成19年12月)」、社会保障国民会議「医療・介護費用のシミュレーション」、総務省「労働力調査」、「人口推計」、厚生労働省「介護サービス施設・事業所調査」

注) 2025年の生産年齢人口は出生中位死亡中位推計の値。労働力人口は2017年から2030年の「労働市場への参加が進んだケース」と「進まないケース」が平均的に減少すると仮定して試算したもの。2025年の介護職員数は社会保障国民会議のAシナリオ～B2・B3シナリオの値。

(図表 15) 医療・介護分野全体の人材の見通し

2025年には、必要となる医療・介護分野全体の人材数は、労働力人口の1割前後になると見込まれる。



労働力人口に占める医療・介護分野全  
体の人材の割合

	2007年	2025年
医療・介護分野 全体の人材数	385万人	551~684万人
労働力人口	6,669万人	5,820~6,320万 人
割合	5.8%	8.7~11.8%

(資料出所) 国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(平成18(2006)年12月推計)」、  
雇用政策研究会「労働力人口の見通し(平成19年12月)」、社会保障国民会議「医療・  
介護費用のシミュレーション」、総務省「労働力調査」、「人口推計」、厚生労働省  
「介護サービス施設・事業所調査」

注) 2025年の生産年齢人口は出生中位(死亡中位)推計の値。労働力人口は2017年から2030年  
の「労働市場への参加が進んだケース」と「進まないケース」が平均的に減少すると仮定して  
試算したもの。2025年の医療・介護分野全体の人材数は、社会保障国民会議のAシナリオ~  
B3シナリオの値。

(図表 16) 介護保険制度における福祉用具

【制度の概要】

○ 介護保険の福祉用具は、要介護者等の日常生活の便宜を図るための用具及び要介護者等の機能訓練のための用具であって、利用者がその居宅において自立した日常生活を営むことができるよう助けるものについて、保険給付の対象としている。

【厚生労働大臣告示において以下のものを対象種目として定めている】

	福祉用具貸与	特定福祉用具販売
対象種目	<ul style="list-style-type: none"> <li>・車いす(付属品含む)</li> <li>・特殊寝台(付属品含む)</li> <li>・床ずれ防止用具</li> <li>・体位変換器</li> <li>・手すり</li> <li>・スロープ</li> <li>・歩行器</li> <li>・歩行補助つえ</li> <li>・認知症老人徘徊感知機器</li> <li>・移動用リフト(つり具の部分を除く)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・腰掛便座</li> <li>・特殊尿器</li> <li>・入浴補助用具(入浴用いす、浴槽用手すり、浴槽内いす、入浴台、浴室内すのこ、浴槽内すのこ、入浴用介助ベルト)</li> <li>・簡易浴槽</li> <li>・移動用リフトのつり具の部分</li> </ul>

【給付制度の概要】

① 貸与の原則

利用者の身体状況や要介護度の変化、福祉用具の機能の向上に応じて、適時・適切な福祉用具を利用者に提供できるよう、貸与を原則としている。

② 販売種目(原則年間10万円を限度)

貸与になじまない性質のもの(他人が使用したものを再利用することに心理的抵抗感が伴うもの、使用によって形態・品質が変化し、再利用できないもの)は、福祉用具の購入費を保険給付の対象としている。

③ 現に要した費用

福祉用具の貸与及び購入は、市場の価格競争を通じて適切な価格による給付が行われるよう、保険給付における公定価格を定めず、現に要した費用の額により保険給付する仕組みとしている。

(図表 17) 介護保険制度における福祉用具の主な種目



(図表 18) 介護保険制度における福祉用具の範囲の考え方

(第 14 回医療保険福祉審議会老人保健福祉部会提出資料(H10(1998年).8.24))

介護保険制度における福祉用具の範囲

- 1 要介護者等の自立の促進又は介助者の負担の軽減を図るもの
- 2 要介護者等でない者も使用する一般の生活用品でなく、介護のために新たな価値付けを有するもの(例えば、平ベッド等は対象外)
- 3 治療用等医療の観点から使用するものではなく、日常生活の場面で使用するもの(例えば、吸入器、吸引器等は対象外)
- 4 在宅で使用するもの(例えば、特殊浴槽等は対象外)
- 5 起居や移動等の基本動作の支援を目的とするものであり、身体の一部の欠損又は低下した特定の機能を補完することを主たる目的とするものではないもの(例えば、義手義足、眼鏡等は対象外)
- 6 ある程度の経済的負担があり、給付対象となることにより利用促進が図られるもの(一般的に低い価格のものは対象外)
- 7 取り付けに住宅改修工事を伴わず、賃貸住宅の居住者でも一般的に利用に支障のないもの(例えば、天井取り付け型天井走行リフトは対象外)

居宅福祉用具購入費の対象用具の考え方

- 福祉用具の給付は、対象者の身体の状況、介護の必要度の変化等に応じて用具の交換ができること等の考え方から原則貸与
- 購入費の対象用具は例外的なものであるが、次のような点を判断要素として対象用具を選定
  1. 他人が使用したものを再利用することに心理的抵抗感が伴うもの(入浴・排せつ関連用具)
  2. 使用により、もとの形態・品質が変化し、再度利用できないもの(つり上げ式リフトのつり具)

(図表 19) (参考) 医療機器の分類と規制

(薬事法改正により平成17年4月施行)

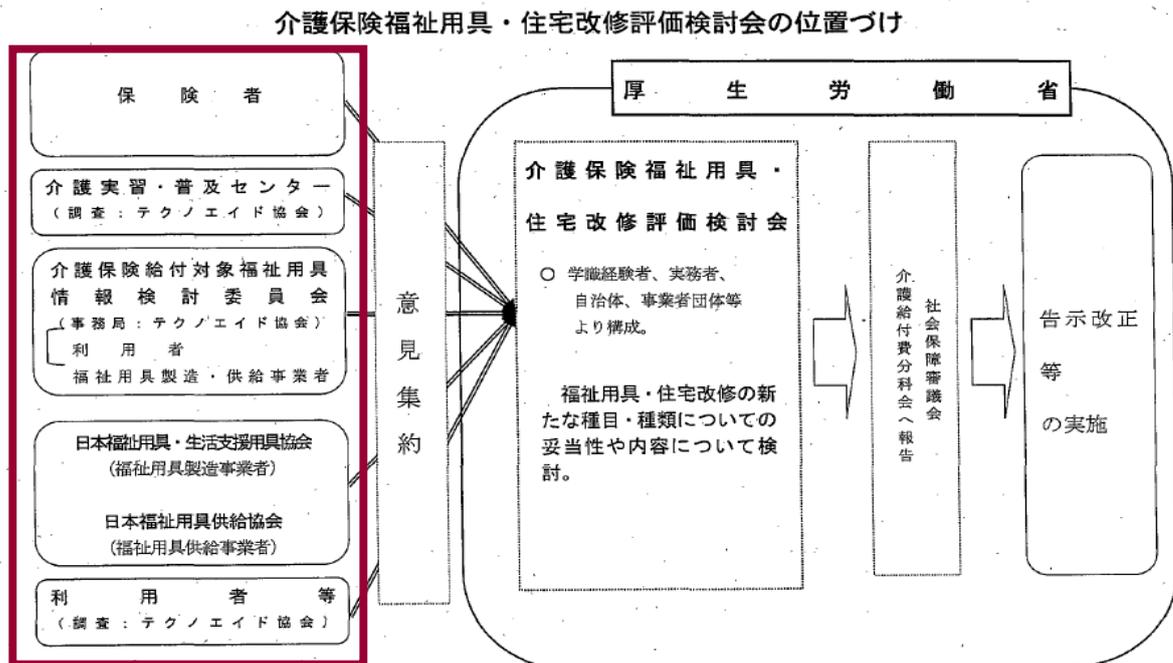
		小 ← リスク → 大			
国際分類 (注1)	クラス I	クラス II	クラス III	クラス IV	
具 体 例	不具合が生じた場合でも、 人体へのリスクが極めて低 いと考えられるもの  (例) 体外診断用機器 鋼製小物(メス・ピンセット等) X線フィルム、 歯科技工用用品  	不具合が生じた場合でも、人 体へのリスクが比較的低いと 考えられるもの  (例) MRI装置、電子内視鏡、 消化器用カテーテル、超音波 診断装置、歯科用合金  	不具合が生じた場合、 人体へのリスクが比較 的高いと考えられるもの  (例) 透析器、人工骨、 人工呼吸器、 心臓血管用ハル ンカテーテル  	患者への侵襲性 が高く、不具合 が生じた場合、 生命の危険に直 結する恐れがあ るもの (例) ペースメカ、 人工心臓弁、 ステント  	
	業事法 の分類	一般医療機器	管理医療機器	高度管理医療機器	
規制	承認等不要	第三者認証(注2)	大臣承認(総合機構で審査)		

(注1) 日米欧豪加の5地域が参加する「医療機器規制国際整合化委員会(GHTF)」において平成15年12月に合意された医療機器の

リスクに応じた4つのクラス分類の考え方を薬事法に取り入れている。(平成17年4月)

(注2) クラスII品目のうち、厚生労働大臣が基準を定めたものについて大臣の承認を不要とし、あらかじめ厚生労働大臣の登録を受けた民間の第三者認証機関(現在13機関)が基準への適合性を認証する制度。クラスII品目の90%をカバー。

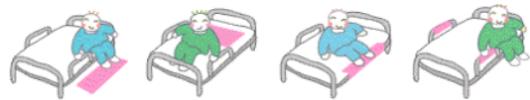
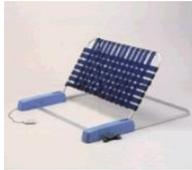
(図表 20) 介護保険福祉用具・住宅改修評価検討会



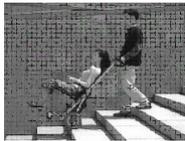
(図表 21) 福祉用具の追加について(平成 21 年(2009 年)より給付対象)

○ 保険給付の範囲に含める福祉用具及び住宅改修(イメージ)

1. 起き上がり補助装置(体位変換器)      2. 離床センサー(認知症老人徘徊感知機器)



3. 階段移動用リフト(移動用リフト)



4. 自動排泄処理装置(特殊尿器)



5. 入浴用介助ベルト(入浴補助用具)



6. 引き戸等の新設(引き戸等への扉の取替え)

扉の取替えと比較し、費用が低廉に抑えられる場合、給付可能

(取扱上の留意事項)

- ・階段移動用リフト—安全面の観点から、レンタル事業者等に研修の義務付け
- ・起き上がり補助装置—一床の上での使用に限定。ベッドの上では使用しない
- ・自動排泄処理装置—衛生面の確保と「寝かせきり」や廃用症候群の助長の防止

(図表 22) 自動排泄処理装置 (特殊尿器)

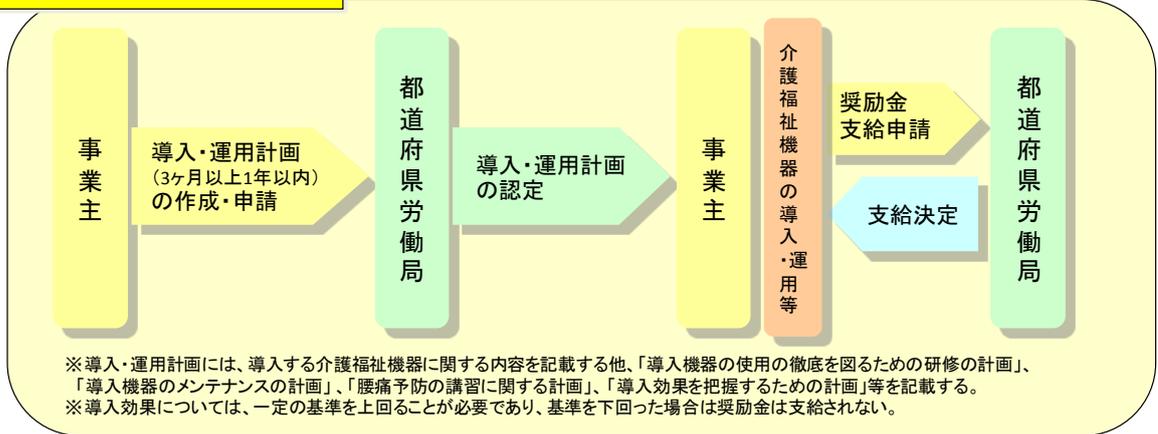


(図表 23) 介護労働者設備等整備モデル奨励金

1. 概要

介護労働者の作業負担軽減や腰痛対策のため、事業主が介護福祉機器(移動用リフト等)について、導入・運用計画を提出し、都道府県労働局の認定を受けて導入・運用した場合に、所要経費の1/2を助成(上限250万円まで)。

2. 支給までの主な流れ



(資料) 厚生労働省ホームページより

(図表 24) 福祉用具研究開発助成事業

(財)テクノエイド協会が実施する補助事業(平成21年度(2009年度)まで)

平成21年度予算額 213百万円

### 用具の研究開発

在宅又は施設において、日常生活、社会参加等を支援する用具の実用化研究開発

- ア 新技術・新材料を利用した研究開発
- イ 既存技術・既存材料を応用した研究開発
- ウ 既存製品(外国製品を含む)の研究開発
- エ 単機能製品を組み合わせた新システム製品の研究開発
- オ 生産工程を合理化するための技術開発



**食事支援ロボット  
My Spoon**

### 研究開発に関する重点テーマ

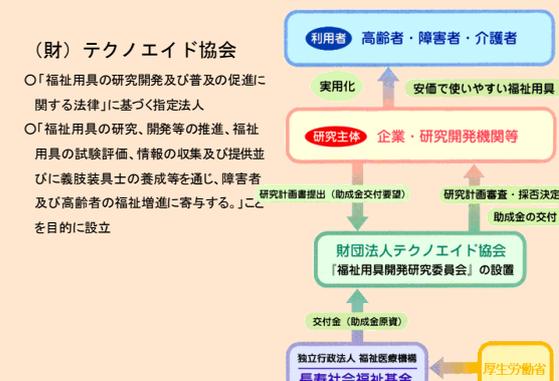
平成21年度は、以下のテーマを重点的に研究

- ① 排泄関連用具の研究開発
- ② 座位保持装置の研究開発
- ③ 視覚聴覚障害者の情報コミュニケーション支援機器の研究開発
- ④ 就労支援のための福祉用具の研究開発
- ⑤ 自助具の研究開発

### 研究開発助成事業の仕組み

(財)テクノエイド協会

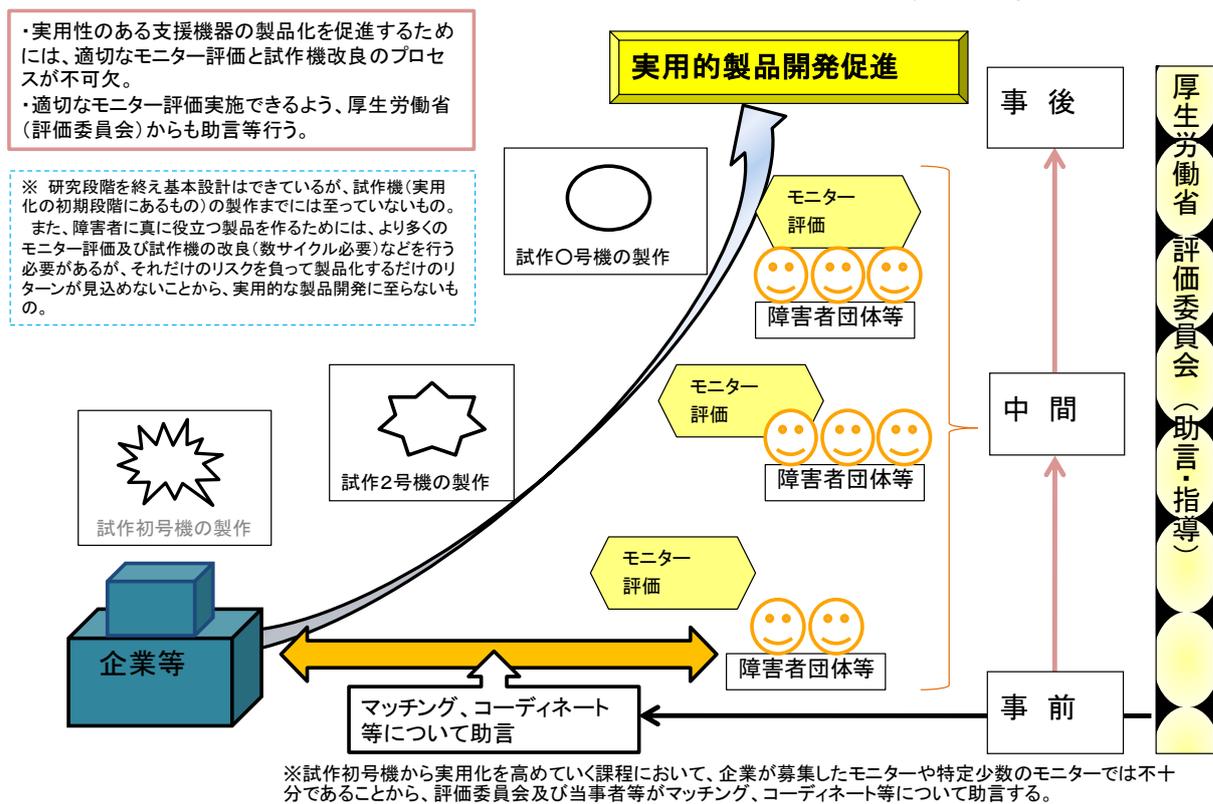
- 「福祉用具の研究開発及び普及の促進に関する法律」に基づく指定法人
- 「福祉用具の研究、開発等の推進、福祉用具の試験評価、情報の収集及び提供並びに義肢装具士の養成等を通じ、障害者及び高齢者の福祉増進に寄与する。」ことを目的に設立



※ 平成22年度以降は、独立行政法人福祉医療機構において実施

(図表 25) 障害者自立支援機器等開発促進事業

公募〆切 5/31(月)



(図表 26) 福祉用具の安全性について

○臨床的評価実施事業

〔事業の概要〕

福祉用具を必要とする人は、虚弱な高齢者・障害者が多く、特に高齢者による製品欠陥、誤使用による事故が急増している。

単に福祉用具を製品として捉えた工学的安全性の評価だけでなく、利用者の状態像や使用する環境にも着目した臨床的な観点で、安全性や使い勝手等を第三者機関が評価し、安全性、利便性に関する評価、公表及び情報提供を行う環境整備を推進する。

〔評価方法〕

- ・臨床的評価
  - 福祉用具の特性のうち工学量に変換するのが困難なものを、専門職の臨床的経験に基づき評価
  - 安全性、適応における問題点についてチームアプローチによる評価、合議制

〔対象品目〕

- ・手動車いす ・電動車いす(標準型・簡易型・ハンドル型) ・特殊寝台

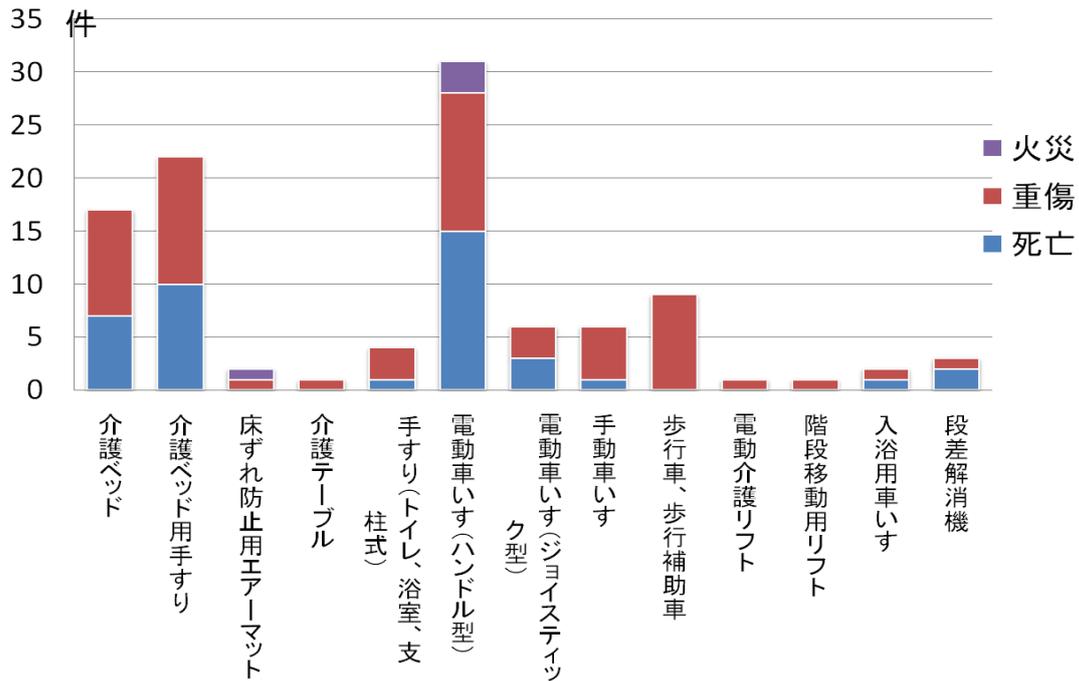
※来年度以降、他の福祉用具についても評価対象の拡大を検討

---

○利用者の安全性の確保の徹底

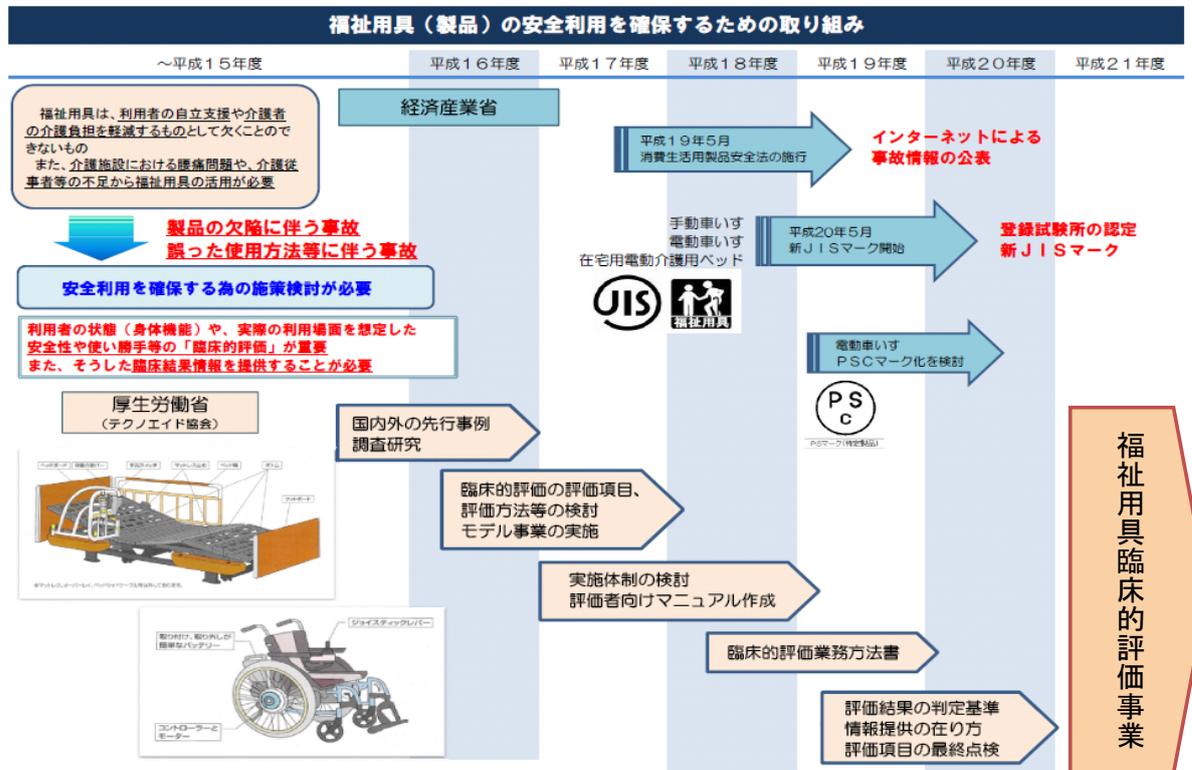
- ・福祉用具の重大製品事故に関しては、適宜、消費者庁より公表されており、事故防止のため、その都度メールにて情報提供 → 福祉用具貸与事業所等への周知徹底
- ・関係省庁と連携しつつ、販売メーカーや福祉用具貸与事業所等も含め一体となって取り組む必要性

(図表 27) 経済産業省公表重大製品事故



※「経済産業省(METI)重大製品事故公表」から抜粋(2007年5月14日～2009年08月11日)

(図表 28) 福祉用具(製品)の安全利用を確保するための取り組み



## 11. セラピー用ロボット・パロの社会システムへの融合

内閣府 柴田崇徳

(2010年6月8日)

### 1. 人間と共存するロボット

ロボットの産業を活性化していくという意味では、産業用ロボットそのものの性能を上げていくという方向と、新しい市場を作り出していくという方向が考えられる。産業用ロボットは1960年代の終わりぐらいから工場の中で使われ続けているが、道具として使われるものであるため、その付加価値がなかなか認められにくい面がある。パソコンとかデジカメといったものと同じように、投資して性能を上げていってもどんどん値段は下がっていき、産業として見た時にうまみが少ないというところがある。一方、新しい市場を作り出していくという方向から考えられるのがサービスロボットである。このサービスロボットには、人に対して物理的にサービスを提供するものと、人の心に働きかける、心理的サービスを提供するものがある。物理的サービスを提供するものとしては、洗濯をすとか、料理を作るとか、いろいろ考えられると思うが、アイロボット社の家庭用掃除ロボット「ルンバ」は世界で既に400万台以上売れている。心理的サービスを提供するものとしては、エンターテインメントのように一瞬の楽しみを与えるものもあれば、人と一緒に生活するコンパニオン、パートナーのようなもの、医療・福祉施設でセラピーに用いられるようなもの等が考えられる。ただしエンターテインメント向けの場合には、米国には数千億円規模の市場があるともいわれているが、おもちゃと似ているところがあり、最初にインパクトを与えてもすぐ飽きられていく可能性があるため、新しいものを次々に作っていかないといけないという点で産業として考えた場合に難しさがあると思う。

人と共存するロボットについての分類の仕方にはいろいろあると思うが、人間のようなヒューマノイドロボット、家庭で掃除やセキュリティに使われるホームロボット、ペットの代わりとなるペットロボット、医療・福祉ロボットという4つに分けることが可能である(図表1)。この医療・福祉ロボットを更に医療ロボット、福祉ロボットにわけて説明すると、医療ロボットは、ドイツや英国といった欧州もさることながら、米国での研究開発が非常に盛んである(図表2)。実用化されているものもいくつかあるが、実用化にあたっては臨床・実証実験等で非常に苦労するという面がある。米国の手術ロボットの「ダ・ヴィンチ」は、2009年に日本で医療機器としての認証を得ているが、日本に最初に紹介されたのは2005年であった。しかしその時は臨床データをきちんと揃えることができなかつたため認証を得られず、その後ジョンソン・エンド・ジョンソン社の力を借りてようやく認証を得ることができた。2010年1月に英国のインペリアル・カレッジ・ロンドンで、同国の医療ロボットの状況を視察してきたが、英国でも日本同様、臨床実験をやるのは大変なことであり、また医療機器としての認証を得ても、医者が喜ぶ、病院経営者が喜ぶ、患者が喜ぶ、という3つの喜びを満足させるものでなくては導入されていないという話を聞いた。福祉ロボットもいろいろ研究開発、実用化されており、セコムの「マイ Spoon」は日本だけでなく欧州でも利用されている(図表3)。ただし、福祉の場合には利用する方々の状態が多様であるため、必ずしも1つの機器でいろいろなことをカバーするオールマイティなも

のはできず、若干ニッチなものになり得るという面があると思う。

## 2. アザラシ型メンタルコミットロボット「パロ」

### (1) 「パロ」とは？

私が1993年より研究開発を行っているアザラシ型メンタルコミットロボット「パロ」(図表4)は、生活の中に入るロボットを作りたいということで、いろいろな役割を考え、仕事としては役に立たなくても人の心に働きかける、そういうロボットを作ろうということでやってきている。図表1の4分類でいくと、ペットロボットと医療・福祉ロボットの両方の範疇に入るものと考えている。

研究開発当初、米国のペット市場は3,4兆円程度の規模であり、また日本の市場は1兆円程度の規模であったが、その後も景気にあまり左右されずに安定的に伸びてきている。また、アニマル・セラピーの研究が1960,70年頃から進んできた結果、アニマル・セラピーは単に医療・福祉施設向けのものということではなく、学校や刑務所等いろいろな場所向けに、また子どもからお年寄り、障害者といったいろいろな人たちに効果があることが分かってきている。アニマル・セラピーの利点は大きく3つに整理することができるが、1つは心理的利点、うつの改善、元気付ける、動機増加といった利点である。2つ目の利点は生理的利点、ストレスの減少、血圧の安定化といった利点であり、3つ目の利点が社会的利点、人と人の会話を、話をするきっかけを作ったり、話題を提供していくといったコミュニケーションの増加を促すという利点がある。これらの利点は「パロ」を使ったセラピー、ロボット・セラピーといっているが、これにおいても同じ効果を検証してデータとして得ているところである。一方、本物の動物の場合には、アレルギー、噛みつき、引っかき、人畜感染症、住居問題、世話が大変、といった問題点やリスクがあるが、ロボットであればこうしたものを避けられるという面もある。そういう意味で「パロ」のような動物型ロボットのニーズは十分にあるのではないかと考えたわけである。

「パロ」のようなロボットを、メンタルコミットロボットと呼んでいるが、動物のように、人と共存し、特に身体的な触れ合いの相互作用を通して、楽しみや安らぎの精神的効果を与えることを目的としており、それを約束するということで“メンタル”“コミット”ロボットと呼んでいる。先に産業用ロボットは付加価値が非常に少ないという旨の話をしたが、人の心への働きかけのようなものの効果は主観的に評価されるという面がある。客観的な評価としては速い、安い、正確といったものがあるが、主観的な評価は楽しい、とか、安らぐというものであり、こうした評価を受けて利用者の満足度を高めることができれば主観的な価値、新たな付加価値を生み出すことができると思っている。「パロ」の対象としては、子どもからお年寄り、そして身体が不自由な人などを考えており、そうした方々に物質的な豊かさではなくて「心の豊かさ」を提供していきたいと考えている。

### (2) 「パロ」の特徴

「パロ」は改良を重ね続けており、現在実用化されているのは第8世代であるが、長さは55cm、体重が2.7kgとなっている。この2.7kgというのは、人間の赤ちゃんより少し軽めであり、高齢者、特に女性の高齢者が「パロ」を抱っこした時に、昔の子育てのことを思い出して、脳に刺激を与えていくことを目的に考えられた重さである。「パロ」の毛皮の下の全身には、面のタイプ

でスポンジの構造をした柔らかさを持つ触覚センサがついている。温度センサについては、過熱を防ぐという目的もあるが、人にとって心地よい温度=30 度前後を維持するという目的も持っている。毛皮については、医療・福祉施設で長期的な実験をやり、安全性や難燃性、抗菌加工、毛を抜けにくくするといった対策が採られたものとなっている。また、「パロ」が動いている時に機械的な音が聞こえないように、静穏アクチュエータというものを「パロ」専用に新たに開発し、採用している。また人が抱っこする際には非常に大きな力がかかることから、壊れないような作りとし、制御を持たせている。CPU としては 32bit の RISC チップを 2 つ搭載しており、音声認識機能と学習機能を持たせている。学習機能には大きく 2 つあり、1 つは名前を学習するというもの、もう 1 つは行動を学習するというものである。撫でられた行動は心地よい、たたかれば嫌がる、といった価値観に基づいて強化学習をして、できるだけ飼い主の好みの性格に変わっていくようになっており、長期間かけて「パロ」との関係を徐々に築いていくということを狙っている。なお、触覚センサについては、携帯電話や自動車の部品を作るメッキ工場に作ってもらっており、「パロ」の基盤についてはトヨタ自動車のレクサス認定の工場で作ってもらっている。

### (3) 安全性とディペンダビリティ

「パロ」の安全性とディペンダビリティということでは、抗菌加工、防汚加工、抜け毛防止、難燃加工が施されており、またペースメーカーを入れている方や病院等での使用も考えられるため、電磁シールドを施している。また人の強い力に対処できるようにもしている。利便性、メンテナンス性については、子どもからお年寄りまで誰にでも容易に使えるということが重要なので、充電器はおしゃぶりのようなものとし、スイッチも 1 カ所だけで、それに軽く触れれば「パロ」が起きて誰にでも使えるというふうにしている。耐久性としては、ペットの代わりという言い方をしていることから、犬の平均寿命が 12 年といわれているので、それ以上は使えるよう想定し、10 万回の撫でテスト等各種耐久テストを行っている。7 年間の長期テストも行っている。落下テストも行っており、また静電気の問題もあるので、いろいろなところから 2 万ボルトの電圧をかけて、止まったり、壊れたりしないかのテストも行っている。

### (4) 芸術性のポイント

長く大事に使ってもらう、愛着のわくものを作るという意味では、芸術性の部分が非常に重要であると考えている。感性を重視して、さわり心地（素材、構造）、抱き心地（柔らかさ、重量、バランス）、温かさ（温度制御）を大切に考えている。デザインとしては、「パロ」はアザラシの形をしているが、通常ペットといえば犬、猫というところがあり、やはり人気があるため、そちらの形のものも作ってみたのだが、犬、猫は誰もが本物を良く知っているため、すぐ本物と比較され「あれはしないのか?」「これはしないのか?」「さわり心地が違う」「動きが違う」と厳しい評価となってしまふところがあった。一方、アザラシだとあまり本物と比べることがないため、評価も得られ、受け入れられやすいということが分かり、アザラシの形を採用している。また、外側の部分は一体一体手間暇かけて手作りをしており、それぞれ顔つきは違っている。まつ毛は手縫いして取り付けており、毛のトリミングだけでも一体につき 2 時間かけている（図表 5）。本物のかわいらしさを追求するということでは、私自身実際にカナダまで行き、アザラシに触ったりビデオを撮ったりして生態の調査をし、鳴き声のサンプリングを行ってそれを「パロ」

の声に使っている。

#### (5) 「パロ」の工場

「パロ」にはできるだけ日本の文化を取り入れようと考えている。「パロ」を作っている工場は富山県の南砺市にあるが、この地域はモノ作りに古い歴史があり、和紙作りには1200年以上の歴史があり、奈良の正倉院にも保管されており、今でも手作りで和紙を作っている。絹織物や木彫り、漆、欄間でも有名な地域であり、また和紙作りで有名な五箇山には合掌造りの集落があり、世界遺産にもなっている。ロボットのルーツのようなからくり人形についても歴史がある地域である。こういうモノを大事に作るという精神を「パロ」の中にも取り込んで、一体一体心を込めて作っている。そうした部分は海外の方々には非常によく理解していただいております、南砺市には海外メディアが10社以上訪れており、海外では映画にもなっている。将来的には産業観光とでもいうようなものにつながればよいと思っている。

### 3. 応用分野における評価結果

「パロ」についての主観評価は、世界7カ国（日本、英国、スウェーデン、イタリア、韓国、ブルネイ、米国）で約2千名の方に評価いただき、人種、文化、宗教観の違いに関わらず高い評価を得ることができた。また見た目やさわり心地が重要であるということが分かり、音声認識機能があれば話しかけたいとのことであつたため、日本語、英語、スウェーデン語等いろいろな言語に対応したバージョンを作り対応している。

ロボット・セラピーでの効果の検証についても国内外の高齢者向け施設や病院での検証を行ったが、基本的に高い評価を得た。それを主成分分析すると、大きく2つの尺度が出てきて、1つはペットの代替としての期待、もう1つはセラピーに対する期待があるということであつた（図表6）。日本、韓国ではセラピーに対する期待はあまりなく、ペット代替としての期待が高い、スウェーデン、イタリア、英国ではその逆、米国、ブルネイは両方に対する期待が高いという結果であつた。これは文化的な差というものが背景にあるのではないかと思う。日本では既に1,300体ほど出荷されているが、約7割が個人名義での購入となっており、施設関係は2割強というところである。一方、デンマークでは今納品が始まっているところだが、個人には販売されおらず、セラピー用の機器として施設向けに100%販売されている。

なお、国内外でいろいろと臨床・実証実験をするにあたっては、倫理委員会をきちんと通して、手続きを踏んだ上で行っている。

### 4. 「パロ」によるロボット・セラピー

#### (1) ロボット・セラピーの対象

「パロ」のロボット・セラピーの対象というのは、必ずしも高齢者ばかりとは考えていない。もちろん日本では高齢化が世界の中で最も進んでおり、高齢者に対するロボット・セラピーへの期待が高いことは事実である。今後、さまざまなケアの必要な高齢者が増えていく、そのためにはケアをする介護者も相当数増やしていかないといけない、しかし介護者が現在置かれている状況をみると、忙しすぎて物理的なサービスに注力せざるをえず、なかなか心のサービスにまで手が

回っていないという状況がある。そうした中で「パロ」が役立つ部分は当然あると思うし、また認知症の予防とかそういった観点でも役に立つのではないかと考えている。

## (2) ロボット・セラピーの臨床・実証実験

ロボット・セラピーの臨床・実証実験は2003年頃からいろいろ行っている。2003年8月から、国内の介護老人保健施設で行っている長期の実験では、気分がよくなる、活性化する、「パロ」が導入されるとそれまで会話もせずじっとしていた高齢者の方々に積極性が現われ、明るくなり、楽しく過ごされるようになる、ストレスが軽減される、うつの状態が改善する・普通の状態になる、といった結果が出ている。

## (3) 認知症と「パロ」を用いたロボット・セラピー

### ① 認知症とは？

65歳以上の高齢者では4～6%、75歳以上の高齢者では15～25%が認知症患者といわれている。認知症の分類としては、アルツハイマー型認知症（45～65歳に発病、大脳の委縮性疾患）が全体の43.1%、脳血管性認知症（多発性脳梗塞、60～70歳の老年初期に多い）が30.1%、老年性認知症等（75歳以上の老年後期に多い）が26.8%となっている。認知症は日本だけの問題ではなく、世界の認知症患者は1990年に1,470万人であったのが、2020年には3,000万人になるとの予測もある（図表7）。認知症の治療、予防法には、薬物療法、食事療法、アート・セラピー、音楽療法、運動療法、学習療法、アニマル・セラピーなどがあるが、それぞれに問題や課題がある。

### ② 「パロ」を使った認知症患者に対するロボット・セラピー

「パロ」を使った認知症患者に対するロボット・セラピーの事例をいくつかご紹介する。イタリアの施設でアルツハイマー型認知症の患者に「パロ」を使ってみたところ、他の治療法と比べて一番効いているとのことである。「パロ」を渡すと、ずっと続いていた叫びがずっと収まり、普通に話ができるようになり、セラピストと会話を始めて、自分を表現していくようになった。また、表情も柔らかくなり、笑顔も垣間見えるようになった。以後この施設では患者を落ち着かせなければならない時には「パロ」を抱かせるようにしているとのことである。また、同施設の統合失調症の患者に対しては、徘徊していた患者が「パロ」を与えることによって、「パロ」と遊んでそのまま座っていられるようになった。

このように行動の面で「パロ」によりいろいろ変わっていくことについてはたくさん事例があるのだが、実際に脳の中で何が起きているのかということに興味があった。ただ脳の中そのものを見るということは難しいので、東京工業大学の武者利光名誉教授が開発された「DIMENSION」という認知症を診断するためのシステムを用いて、「パロ」と触れあう前と後とで脳がどう変化するかということ調べた。29名からデータを取り、そのうち14名が認知症の状態と診断される状況だったのだが、うち7名の方は「パロ」と触れあった後、脳の状態が非常によくなっているということが分かった。また脳の中で何が起きているということについては以下のような事例もある。東欧からデンマークに移民してきた方で認知症になった後、それまでしゃべれたはずのデンマーク語がしゃべれなくなった方がいたのだが、その方は「パロ」にはデンマーク語で話

しかけ、また「パロ」と触れあっているときだけは、周りの人とデンマーク語で会話ができるようになった。この方の脳を機械的に捉えると、頭の中には言葉をしゃべるエンジンの部分と辞書として東欧語の辞書とデンマーク語の辞書とが備わっている、認知症によってデンマーク語の辞書とエンジンのコネクションは切れてしまったが、東欧語の辞書とエンジンはつながっている、これが「パロ」と触れあう前の状態で、触れあう際には、デンマーク語の辞書とエンジンのコネクションが復活するのか、はたまた新しいパスができたのかは分からないが、いずれにせよ、デンマーク語の会話ができるようになるということだと思ふ。脳の機能の全部を見ることは難しいが、「パロ」によっていろいろなかたちで脳に刺激が与えられるということはあると思う。

現在日本では1名の認知症患者に対し、年間400万円程度の介護費用をかけているとされる。認知症患者の平均余命は約8年といわれているので、おおざっぱに計算すれば3,200万円が1人の認知症患者のケアにかけられているということになる。ここから、認知症になるのを1年遅らせれば400万円程度浮くとか、1人でも認知症にならないようにできれば3,200万円浮かせることができるとか、そういう経済的な計算ができることになる。なお、デンマークでは1名の認知症患者に対し、年間800～1,000万円程度の介護費用をかけており、これは日本の倍以上である。認知症患者に対する現状の薬物療法では9カ月程度しかその効果は期待できない等の問題もある。まだまだ研究していかないといけないところはあるが、「パロ」は認知症患者に対しかなり効果的に使っていただけるものではないかと考えており、実際、「パロ」の工場がある富山県南砺市は「パロ」を8カ所のデイケアサービスセンターで導入し認知症の予防に役立てていこうとしており（＝介護費用の低減につながる）、茨城県つくば市では市長が医師ということもあり半額補助の制度が導入されており、東京都の荒川区、板橋区などの自治体でも導入されている。

## 5. 「パロ」の海外への展開

### (1) 欧州における安全基準・認証制度等

海外に展開するにあたっては、現地の安全基準・認証制度にいかにか適合させるかが非常に重要なこととなる。欧州にはCEマーク（商品がすべてのEU加盟国の基準を満たすものに付けられるマーク）、RoHS指令（電子・電気機器における特定有害物質の使用制限についてのEUによる指令）等があるが、これをクリアしなくてはならない。CEマークといってもいろいろな種類があり、「パロ」の場合は一般医療機器としてのCEマークは取得していないのだが医療福祉機器とみなされていて、オランダやデンマークではVATが免除されている。デンマークでは「パロ」の免許制度を導入しており、それは、セラピストや介護者に「パロ」の使い方、効果等についての講習会を1日受けてもらい免許を取ってもらう、そしてその免許を持っている人がいる施設は「パロ」を購入し利用することができるという仕組みであり、そうしたものがあつたためCEマークを取ってなくても医療福祉機器として認めてもらっているのではないかと思う。また、RoHS指令は大変厳しいものであり、部品レベル、それこそねじ1つとか、マニュアルの紙に使っているインクまでRoHS対応していなくてはならないため、中小企業では体力的にもたないのでは＝海外展開しにくいのでは、と感じている。

### (2) デンマークへの「パロ」の展開

2005年にデンマークの国の倫理委員会が「パロ」をデンマークに入れてもよいという評価をし、2006年～2008年の“Be Safe”という認知症患者のための5つの機器を検証するという国の

プロジェクトに「パロ」を入れていただき、約1年半かけて検証することができた。そこでの結論としては、「パロ」は人を代替するものではないが、セラピストや介護者がそれを使うことで認知症患者に対するケアの質を高めていく点で非常に有意義なものであるというものであった。その後、デンマーク技術研究所、ここはもともとは国の機関であったところで現在はデンマークの女王陛下がパトロネーゼのNPOだが、そこが窓口となりデンマークに「パロ」を導入していくこととなった。2008年末から導入が始まり、既に100体以上が導入されており、2011年までに1,000体の導入が予定されている。

デンマークは北欧の福祉先進国であり、1980年代から高齢化が進み、人口に占める65歳以上の割合は15%となっている。デンマークでは介護の現場で働く人たちに高い意識レベルがあるということと、それをサポートする社会システムが構築されているということから、日本と比べると「パロ」のような新しいものが入っていきやすいのだと思う。高齢者が施設ではなく自分の家で生活するのがデンマークでは主流であり、24時間体制の看護・介護制度がそれを支えている。デンマークはさらに質の高い福祉を目指して「パロ」の導入を始めており、デンマークでは価格が60万円もするが全て地方自治体が購入している。

先にも触れたが、デンマークでは「パロ」の免許制度を導入しており、免許取得者は既に200名を超えている。その方々には日々できるだけ「パロ」の利用に際しての記録を残してもらうようお願いをしており、数カ月毎に免許取得者間の意見交換会を開催している。当初は認知症センターといった場所で認知症患者を対象にした使い方を想定していたのだが、今では子どもたちの施設や発達障害、精神障害、身体障害といった障害のある方々向けの施設などでも使われるようになってきている。それぞれの現場からどう使ったらどういう効果があるのかといったデータを集めており、またニーズを吸い上げるようにしている。それらを今後の「パロ」の改良に役立てようと考えており、今後は利用される方々の状態に応じスペシャライズされた「パロ」の開発という方向性もありうると思っている。

### (3) その他欧州諸国への「パロ」の展開

オランダでも「パロ」は、デンマークの免許制度の仕組みと併せて2009年の9月から導入されており、現在約40カ所の施設で利用されている。

ドイツやスペインへも展開を考えているところである。スペインは今景気が悪いので、この先どうなるかは分からないところはあるが、BBVAというスペイン語圏で2番目に大きい銀行が「パロ」を子ども向けや高齢者向けの施設で1年半ぐらいテストしてみて非常にいいということで、2009年9月に女王陛下が会長を務める同国のアルツハイマー協会に「パロ」を寄付している。

欧州的な文化を持つ、オーストラリアやニュージーランドでも、アルツハイマー協会等を中心に導入が始まっているところである。

### (4) 米国への「パロ」の展開

#### ① 米国における安全基準・認証制度等

米国で「パロ」を導入するにあたっては、安全基準・認証制度としてUL（米国保険業者安全試験所）規格はあるのだが、医療機器扱いとなるため、担当するFDA（米国食品医薬品局）をまず通す必要がある。FDAでは医療機器の分類を安全性のレベルの差でクラス1、クラス2、クラス3に分けており、それぞれに規制要件があるのだが、「パロ」はクラス2＝侵襲性はないけれ

ども身体には触れるためそれなりに安全性に気をつけなくてはならない医療機器、としての認証を受けている。ただし心理的効果、社会的効果に関しては謳ってよいが、生理的効果については謳わないでほしいと言われている。「パロ」そのものの効果なのか、「パロ」と一緒にいる介護者とかそういった人たちによる影響なのかはきちんとしたデータとしては言えないから、ということがその理由であった。今後「パロ」の生理的な効果をきちんと謳えるようにするためには、使い方の手引書のようなものを用意しなくてはならないと考えている。

## ②米国における「パロ」の導入状況

「パロ」が導入されている施設には、例えば海軍系の施設があり、そこの CEO の元海軍少将の方が政府や軍関係等いろいろなところに「パロ」を紹介して下さり、陸軍系、空軍系の施設、ベテランズ・アソシエーションのメディカルセンター等にも導入が進んだ。またある民間の高齢者向け施設では、普段暴れて手に負えない高齢者の女性が「パロ」がいると一緒に遊んで穏やかに過ごすなど大変喜ばれている。施設の中には、その日の 1 人 1 人のサービス・行動内容を記録する、タッチパネル式記録システムを採用している施設もあり、「パロ」についてもサービスの 1 つとして記録が残されるようになっていた。聞いたところによると米国の介護施設の約半数は地方自治体から支援を受けており、地方自治体に対して記録等をきちんと提示する必要があるため、同システムの導入が進んでいるとのことである。

## (5)海外での「パロ」を用いた、子ども向けのロボット・セラピー

長期入院している子どもたち向けのロボット・セラピーとしては、2003 年 10 月からスウェーデンのカロリンスカ研究所の附属病院で実験が行われている。また、イタリアの自閉症、ダウン症を専門としているシエナ大学病院では 2004 年 3 月からソーシャルスキルを訓練するために「パロ」が活用されており、タイの 3 つの病院でもシリントン王女のプロジェクトで自閉症の子どもに対し「パロ」が活用されている。米国のボストン・ヒガシ・スクールという寄宿制の自閉症の子ども向けの学校でも「パロ」は活用されており、この施設では 1 人当たり年間 20～25 万ドル程度のコストをかけてケアをされているとのことであった。このように「パロ」を導入することで、質の高いケアの実現や、一般社会での生活に向けたソーシャルスキルの訓練などに役立てることができるのではないかと考えている。

## (6)世界での「パロ」の利用・認知状況

「パロ」は現在約 30 カ国で利用されている（図表 8）が、商品として本格的に入っているのは欧州の一部である。米国向けはゆっくりしていてあまり数は出ていないのだが、非常に喜ばれており、ニューヨーク・タイムズやウォール・ストリート・ジャーナルが今取材にも来ているので、そのうち記事で紹介されるかなと期待しているところである。「パロ」の展示ということでは、フランス・パリのルーブル美術館の装飾美術館で 2008 年 12 月に展示され、また米国ではニューヨーク近代美術館で 2009 年 2 月に「パロ」の映画とともに展示された。フランス・パリの病院美術館等でも展示が行われている。

欧州では「パロ」を題材にした「メカニカル・ラブ」というドキュメント映画も撮られており、これが欧州における「パロ」の認知拡大に大きな影響を与えた。「パロ」はデンマークでは演劇の題材にもなっている。欧州では文化の面からロボットに対しては怖い、嫌なものという意識が

強かったのだが、今はかなり変わってきているように感じている。「パロ」だけでなく、セコムの「マイ Spoon」についても高く評価されている。

## 6. デンマークでの質問

今年（2010 年）のゴールデンウィークにデンマーク出張に行き、そこで現地の方々にいくつか質問を投げかけてきたので、その回答を最後に紹介したい。

<デンマークでの質問 1>=====

【質問】介護側と研究開発側の協力の仕組み？

- ・ Care Net (DTI 運営) 等によるコラボレーション
- ・ ABT Foundation (EUR 400M, 2009-2015)

【質問】ロボット等の先端的介護機器の社会保障制度への適用状況？

- ・ PARO 100 units, My Spoon, Roomba, PDAs, etc

【質問】支援機器導入のモチベーション？

- ・ 介護者のより良い環境
- ・ 時間と省力化
- ・ ユーザの自立の機会の増加
- ・ 経済的理由

【質問】メーカ、ユーザ、ケアギバー、サービスプロバイダ、国、市町村の関係・金の流れ（ビジネスモデル）？

- ・ 約 90%の施設は、地方自治体が運営

=====

介護側と研究開発側の協力の仕組みとしては、デンマーク国内の高齢者施設等をネットワークしている組織である Care Net（運営：デンマーク技術研究所）があるが、同組織は年に 1 回程度の頻度で来日し日本の研究機関や施設の見学をしている。4 億ユーロを積み立てて実証実験を行う ABT Foundation もあり、今後いろいろなロボットは ABT Foundation を使ってデンマーク国内で現場に入っていくことになると思うが、その次のステップとして欧州内での横の展開も狙っているようであり、日本のロボット技術とコラボレーションしたいとも考えているようである。支援機器の導入のモチベーションとしては、介護者のよりよい労働環境の実現や時間と省力化、ユーザの自立機会の増加、のほかに、デンマークは認知症の介護に日本の倍近いコストをかけているということから、経済的理由も大きいようである。なお、90%の施設は地方自治体が運営していることから、地方自治体が価値があると判断すれば優れた技術が導入されていくことになっている。

<デンマークでの質問 2>=====

【質問】安全性や認証？

- ・ CE, RoHS

【質問】促進に効果的な制度など？

- ・ ABT-Foundation

【質問】機器・ロボットを集約的に使用している施設と、それ以外の施設の間の成長率の差違、

およびその背景にある介護サービス市場と介護労働市場における両者に対する評価の差違？

- ・新しい技術を取り入れるところは、その傾向が強い
- ・差についてはデータが無い

【質問】介護現場の労働環境の日本との違い？

- ・デンマークでは、核家族化が進んでいる
- ・高齢者は、支援が必要になると家族ではなく、制度によるケアを利用する
- ・介護者の給与は、日本の2倍程度

=====

安全性や認証については先に挙げた CE マークや RoHS がある。促進に効果的な制度としては先に挙げた ABT-Foundation がある。機器・ロボットを集約的に使用している施設と、それ以外の施設の間の成長率の差違、およびその背景にある介護サービス市場と介護労働市場における両者に対する評価の差違であるが、そうしたデータはないということであった。またデンマークと日本の介護現場の労働環境の違いということでは、デンマークでは核家族化が進んでおり、高齢者の1人暮らし、2人暮らしが多いため、家族によるケアではなく、制度によるケアを利用している。またデンマークの介護者の給与は日本の2倍程度であり、働きに対するモチベーションも非常に高い。よりよいケアをするために、自分で勉強して仕事にあたらうという意識が強く、それが当然質の高いサービスにつながっている。

(図表 1) 人と共存する様々なロボット



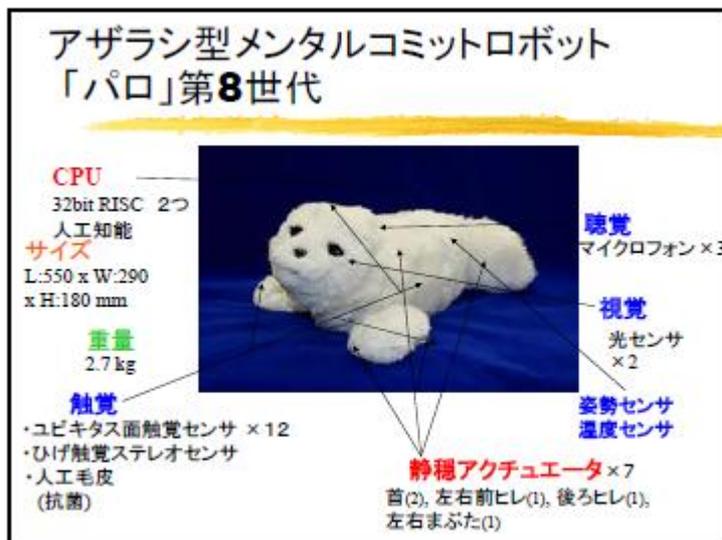
(図表 2) 医療ロボット(手術支援等)



(図表 3) 福祉ロボット



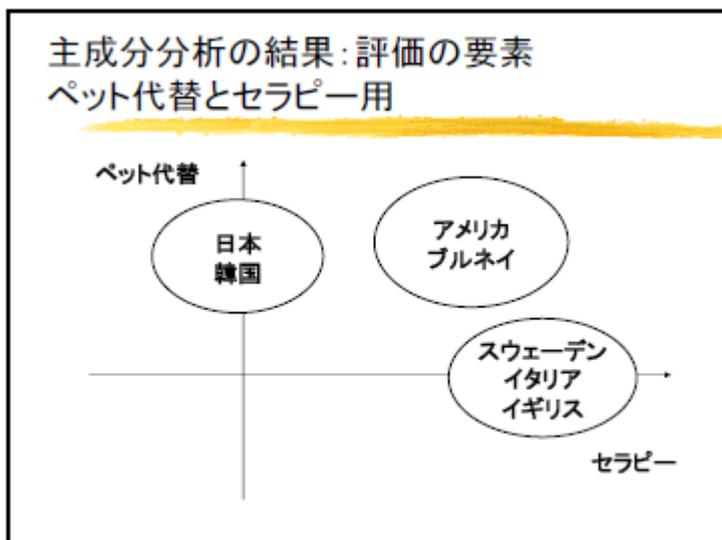
(図表 4) アザラシ型メンタルコミットロボット「パロ」第 8 世代



(図表 5) パロの芸術性



(図表 6) 主成分分析の結果：評価の要素、ペット代替とセラピー用





## 12. 次世代ロボットの産業化と“介護ロボット”の社会実装

MOTソリューション 代表取締役 石黒周

(2010年10月1日)

### I. 講演にあたって ～次世代ロボットとは

今日の趣旨を私なりに咀嚼して、タイトルを「次世代ロボットの産業化と“介護ロボット”の社会実装」としてお話します。私は、次世代ロボットの産業化に、かれこれ10年近くいろいろな立場に関わってきたが、そのような人間は数少なく、いつまでもそんな状況では日本としていけないと思っている。

最初に、タイトルで「介護ロボット」をカッコ付きにしているが、一般の人がイメージするような、いわゆる「ロボット」が現場に入ることには疑問を持つ一方、逆に広義のロボット技術は避けて通れない、入らない筈がない、という私のスタンスを示している。「ロボット」という言葉でイメージされる「モノ」と、「ロボット技術の活用」は分離して考えることが必要で、「ロボット産業」イコール「いわゆるロボットを作る話」、即ちハードウェアを作って売るモデル、となるとコストを下げるために大量生産が必要、そのためには共通ニーズを拾い出して・・・という従来型の話に落ち込んでしまうと、答えが見つからなくなる。

## 次世代ロボットとは(私の立場)

### 人と協働する機械システム。

(人に代わって、あるいは人と協働してベネフィットを提供するシステム。)

技術的には、センシング、知能・制御系、  
駆動系の要素技術を統合したシステム。

「人と協働するシステム」→サービスプロセスや社会性の高いアクティビティへの導入、最終的には社会実装は必然。しかし、日本がその中心国になれるかは極めて疑問。日本が次世代ロボット/RTの社会実装により豊かで幸福な国になることと同時に新産業としてその産業化を成功させる中心国になることを何とか実現しなくてはならない。

(c)Shin Ishiguro

その上で、ロボット工学からのアプローチではなく、技術経営のドクターとしての私の立場から、産業化という観点でロボットを定義すれば、「人と協働する機械システム」、言い換えれば「人に代わって、あるいは人と協働してベネフィットを提供するシステム」となる。オフィシャルな技術的定義では「センシング、知能、制御系の要素技術を統合したシステム」とされるが、形の

定義がないことを幸いに、いわゆる「ロボット」というハードにこだわらずに捉えたい。

私は「ロボカップ」にも携わっているが、これは人工知能の研究者が始めたということもあって、2050年をゴールとして人間の脳を人工知能システムで置き換えようという50年がかりのプロジェクト。その関係者と話していても感じるが、脳であれ肉体であれ、「人間を再構成しよう」という試みがロボットの研究である。倫理的側面は別にして、人間の行動全てを置き換えようとするものだが、その成果をいかに社会に取り入れるか、という研究ではないことは注意が必要。

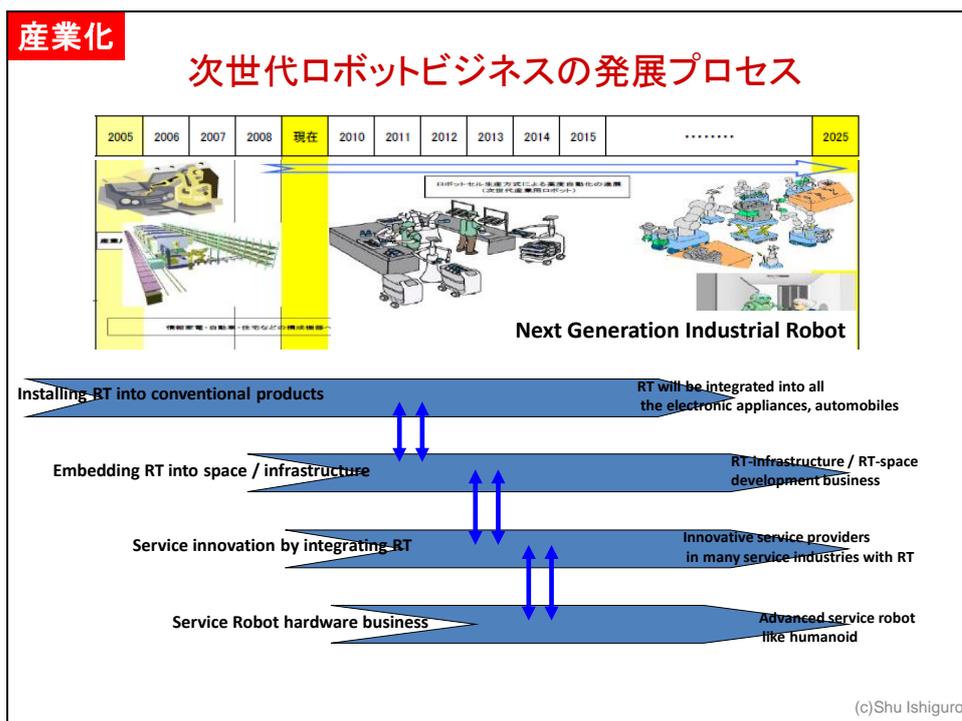
黄色の部分には、ロボット研究が最終的に人間を置き換える試みだとすれば、その途上途上の部品、例えば生産性を上げる、人間がやらなくても良いことをやらせる、といったことは必然的に社会へ導入される筈だという考え方。必ず入るものであって、その際には今までの人間中心の思考では考えつかなかったような新しいコンセプトやビジネスのアイデアも生まれてくる筈。問題は、それを日本が取れるかどうか。これが私の最大の興味・関心事である。

社会的な問題・課題に直面した国は、ロボットに見えるかどうかは別にして、むしろ見えない形で、ロボット技術を利用して進化し、あるいは産業化する可能性が非常に高まっている。そのネタである研究開発は、特許や学术论文の数など統計的に見ても、日本が総合的には世界一。さらに、社会的な問題・課題の代表的なもの、特に今回のテーマでもある高齢化社会、日本の場合は少子化のおまけもついているが、それを解決する必要がある先頭の立場にいるのはまぎれもなく日本。65歳以上を高齢者とすること自体に疑問もあるが、ともあれ65歳以上の比率が現時点で23.1%、2050年には40%、という日本中が夕張市になるイメージか。

確実に訪れる未来に対し、日本は最も有力な解決手段を手にしており、その両者をうまく結び付ければ大きな新産業を産み出せるし、同時に社会的課題も解決できる筈、それがなぜうまくできないのかを解決する必要がある。

## II. 次世代ロボットの産業化

### (1) 次世代ロボットビジネスの発展プロセス



家電や自動車といった従来型プロダクトの中に、情報処理制御技術が統合システムとしてインストールされる過程が既に当然のように起こっており、遠からず全ての家電・車等は、定義上はロボット化する。それと併行して、ハウスメーカー・ゼネコン・不動産会社が使い手側になって、街中にセンサーネットワークが張り巡らされ、その処理情報に基づいて様々なものが制御されて動くという「都市」、小さい単位では「家」といったインフラ・空間へのインストールが次に起こるステップ。

さらに次が「サービス」。セコムなどは「社会システム産業」を謳い、従来は人中心だった警備サービスに「機械警備」というコンセプトでテクノロジーをうまく導入した代表例。人が行う経済的活動をサービスと大きく考えれば、その“人”の部分を、ロボットテクノロジーの要素技術によってうまく置き換え、サービスプロセス全体をリエンジニアリングするプロセスをうまくやれば、非常に生産効率の高い新サービスが産まれるのではないかと。

これが先ほどの「インフラ」より後にくる理由は、実際にサービス業に携わる多くの人たちは、研究開発費という費目すら会社の財務処理上に無いくらい極めて遠い所にいるのが現実であるため、こういう時間軸としている。

これらのプロセスが回っていくうちに統合度が上がり、セルフサービス型の商品という意味での「ロボット」になっていくというプロセスだが、サービスロボットとして顕在化する部分はごく一部で、その下には遙かに大きい「ロボット化する社会」があるというイメージ。

## (2) 従来の産業化のアプローチの課題と産業化のとりえ方

**産業化**

### 従来の産業化のアプローチの課題と産業化のとりえ方

**従来のアプローチの課題**

- **研究・技術信仰**
  - テーマ設定を誰がどのようにして行ったか？産業化を目指した人がそのための目標設定を行ったか？
  - 価値創出プロセスにおける研究・技術開発の位置づけが認識されていて、価値実現に不足する要素をどのプレイヤーとの連携で満たし、それらを組み合わせてトータルの価値を誰が実現までコミットして行うのか
- **モノづくり信仰**
  - 価値提供の考えから価値共創へ。プロシューマやユーザーイノベーション。
  - (暗黙裡の)旧来のビジネスモデル固定からビジネスモデルファーストへ。ビジネスモデルのイノベーション。



- **適切なタイミングに適切な技術レベルのRTを適切な比率だけ組み込んだシステムをベースとしたビジネスモデルを持った事業が次世代ロボット事業であるという共通認識を持つ。ずっといわゆるロボットが登場しないビジネスかもしれないし、ハードウェアを売って儲けるビジネスにならないかもしれない。**

(c) Shu Ishiguro

### ① 研究・技術信仰

それを進めていく中で、産業化の障害は何かと考えると、研究技術やモノづくり以外の重要なことが抜け落ちているのではないかと。研究・モノづくりは当然不可欠で、中心であることは否定しないが、そこが強すぎるため、同じぐらい重要なことが欠落しているのではないかと。一つは、研究技術信仰。「とにかく優れた研究と技術開発をすれば、必ずやそれは世の中の役に立

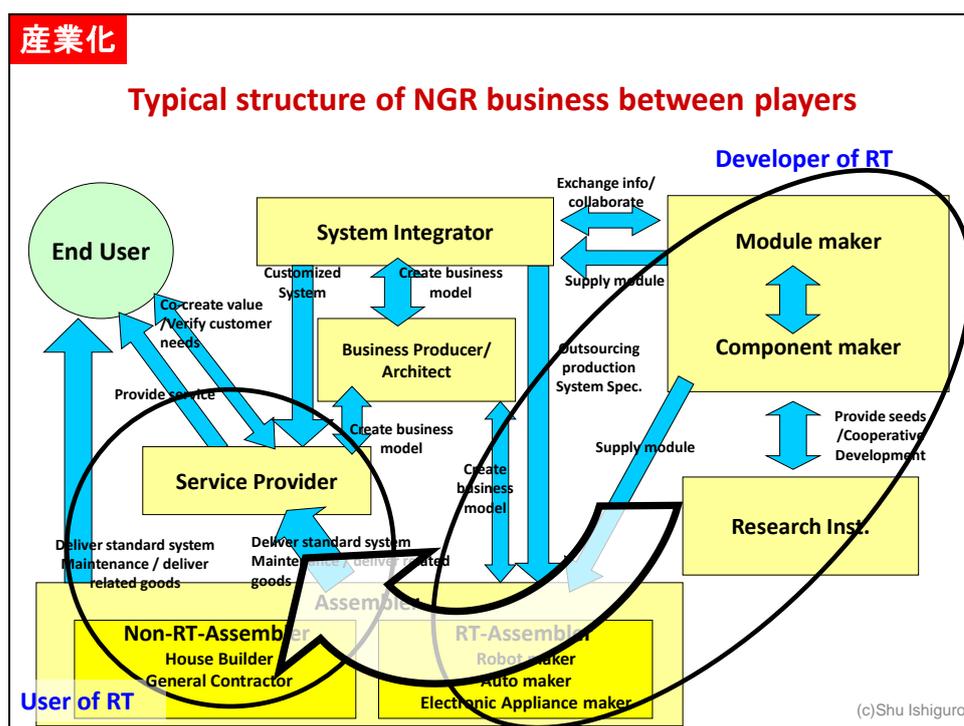
つ」と言う雰囲気がある。一般に現在のロボット研究のテーマは、ロボットの産業化に直結していると誤解されているのではないか。研究テーマとして優れていても、それが社会的・産業的価値を生むように設定されていなければ、社会的な問題の解決に寄与しないことは当然。テーマ設定を誰がどのように行ったか、産業化を目指した人がそのための目標設定をきちんと行ったのか。企業の研究開発部門の人が「市場で売るビジネスモデルは自分が考えることではない」と話す例もあり、企業が絡んでいるから産業化・事業化できるとも言い難い。

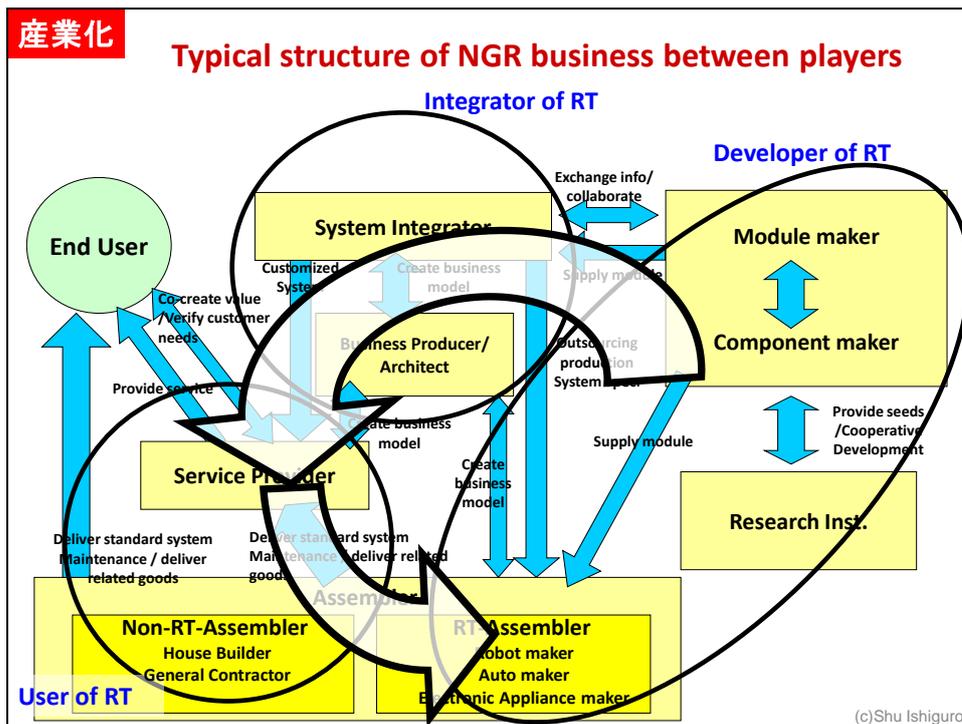
価値創出プロセスにおける技術開発研究の位置付けが本当に考えられているのか、この研究を頑張れば、成果がバトンタッチされ最後は市場に出る、という位置付けができていないのか、きちんと考え直すべき。また、ロボット技術は代表的な要素技術だけでも3つあり、研究者、利用者、ビジネスとして売る立場の人など、非常に多くのプレイヤーが連携。現在の問題は、その多様なプレイヤーが、トータルで実現すべき目標を共有しないまま動いているように見えること。

## ② モノづくり信仰

私も技術屋でありモノへの愛着はあるが、モノだけで稼げる時代ではないことも事実で、言葉でいえば「ユーザーイノベーション」「プロシューマー」といったものが重要な位置付けになっているが、ロボットの分野では「私作る人、あなた買う人」といった関係が色濃く残り、作る側が「あなたにはわからないので」「難しい技術の集まりなので」「あなたは買って利用する努力をしてください」と言うだけ。さらに、「モノ」と言ったとたんに、多くの人が「マスマーケティング」「マスプロダクション」のビジネスモデルを頭に描いてしまい、「コストを安くしないと売れない」「コストを安くするためには大量生産・販売が必要」という、一見力強い理屈のもとで研究開発を進めてしまう。産業を興す上で、ビジネスモデルの重要性が従来以上に高まっているにも関わらず、なぜかロボットの領域では「モノづくり」、だから「大量生産」へ、という昔ながらの考え方が暗黙の了解となっている。

## (3) プレイヤー間の構造





従来は作り手側が使い手側に押し込むというモデルだが、ビジネスプロデューサー／アーキテクトがキーとなり、みんなで実現しようという画を描き、それに基づいて各プレイヤーが動き、技術側と使用者側のループをまわしていくべきで、下の矢印部分が「ユーザーイノベーション」「プロシューマー」に近いものかもしれない。

#### (4) 次世代ロボットビジネスのアプローチ

**産業化** 次世代ロボットビジネスのアプローチ

### 1. ビジネスドリブン

- RTは必須だが、ロボットが約束されるわけではない→エコシステム、ユーザーイノベーションなど
- ディスコンティニューイノベーション不足に陥る→RTビジネスアーキテクトの登場が必要

### 2. テクノロジードリブン

- 単純なモノビジネスに陥る→社会性の高い用途は税によって支える社会システムの再設計、ボランタリー経済の金銭経済価値評価方法の導入など
- 問題解決型開発はビジネスモデルファースト、研究は厳しい競争と淘汰とセクション

(c)Shu Ishiguro

一方、ビジネスドリブンでやれば産業化が済むとも考えていない。実際の研究を見ると、巨大なブレークスルーやイノベーションが潜んでいると感じるし、テクノロジーとビジネスは両輪だ

と思うが、今は明らかにテクノロジー中心で、ビジネスドリブンの考え方があまりにも不足。

エコシステムという言葉は、デンマークの人がよく使うが、商品生態系・ビジネス生態系のような考え方で、価値の提供において、ハードウェア、ソフトウェア、サービス、コンテンツといったパーツを全部トータルで包含して捉える考え方。グリーンイノベーションで言うエコシステムとは異なる。

ビジネスドリブンでは、世界観が変わるようなコンセプトを出すスティーブ・ジョブズクラスのプロデューサー、アーキテクトが出現しないと、ディスコンティニュアスなイノベーション不足に陥って改善型になりがち。一方、テクノロジードリブンの場合は、どうしてもモノへの依存度が高くなるためビジネスモデルはシンプルで、モジュール化が最近の流れだが、大量生産型に陥りがち。そうすると、特に社会性の高い用途では、社会性が高いがために一般の人は金を払わない領域であり、出口がなくなる。若干遅きに失しているが、社会システムの再デザインからやるべき。

また、経済学的に正しい言葉かどうかわからないが、ボランタリー経済の金銭経済価値評価方法を導入する必要がある。ボランティアや家族がやっているから介護の経済的評価はゼロ、としたとたんにテクノロジーが入る余地はなくなる。例えば、朝のラジオ体操をロボットで、と言うと、「今はボランティアがやっているのでコストはゼロ、ロボットを入れるには金がかかる、だから永久に入りません」と言われてしまう、本来ボランティアの仕事は経済的にいくらと勘定するべきなのか、それを考えて前提としないと議論が前に進まない。

#### (5) 次世代ロボット産業化のアプローチ

**産業化** **次世代ロボット産業化のアプローチ**

**1. 全体設計アプローチ**

- あるべき姿や新たな価値体系をテーマにする→社会システムデザイン/エコシステムデザイン
- アーキテクト主導。本来は政治主導型。:複数の専門領域と産学官民(消費者)の共創。
- 社会や市場の淘汰のメカニズムによる評価。
- 推進が極めて困難。

**2. 局所最適化アプローチ**

- できることをテーマにする→積上げ型価値創出:価値につながるかは不明で、しかも他力本願。
- 専門家主導。従来の行政主導型。:他のプレーヤーと上下関係。
- 狭い専門領域内で完結:学会的評価可能(確立された評価)
- 推進が容易。

(c)Shu Ishiguro

また、問題解決への道筋がつきやすい「局所最適化アプローチ」に終始する場合はほとんど。現在いくつも進めている事例だが、ロボット技術で既存サービスの一部を機械に置き換えようと考えた場合、「ロボットの開発・導入コストが2千万円・年ぐらいかかる」と言ってしまうと、経営者は「2千万円のコスト増を回収するためには、人間は時給600円だから・・・」という計

算を始めてしまい、魅力を感じない。仮に「3年で回収可能」と言っても、「その3年の間に技術が進歩し安くて良いものができる筈、ならば止めておこう」と考えるのが経営者であり、これまで何十回とこんな会話が繰り返されている。

全体を大きく捉えて「ITやRTの導入で、サービスのサブプロセスが100から60に減る」と言えば、経営者が参加する話になるが、個々のサブプロセスの改善だけを見てしまうと経営判断のレベルにならない。全体を再設計する第一歩としての局所最適化ならばよいが、最初から最後まで局所最適化を続けては、問題をわかりやすくする、あるいは一歩目を踏み出しやすくするというメリットがある代わりに、問題が矮小化されてしまう。

ロボットの場合でいえば、浅間先生をはじめとする世界的な研究者が考えるほどの大きなテーマにならない。ロボット研究者と話していると、日本の技術は世界一であり、頑張れば日本は凄いことになると感じるし、大きな構造転換へつながれば十分元が取れる研究なのに、その使い道が局部の細かい改善に行かざるを得ないところが問題。局所最適は黙っていても誰もがやるものであり、不足しているのは全体最適へのアプローチ。教育の仕組みの中にも、それができる人材を育成する取り組みが必要。

## (6) 次世代ロボット産業化のKFS

**産業化**

### 次世代ロボット産業化のKFS

1. **トータルバリューパッケージ(エコシステム)ビジネス**
  - スマートプラネットビジネス、アップルiPodビジネスモデル
  - プロセスリエンジニアリング
2. **ユーザーイノベーション**
  - サービスプロセスのスパイラルアップ
  - ボランタリー経済の金銭経済価値評価
3. **バリューイノベーション**
  - RTによる従来のコストパフォーマンスの関係曲線自体のシフト
  - QOL↑+生産性↑(Output↑/Input↓)
    - ボランタリー経済の金銭経済価値評価によって金銭経済価値に一元化した政策、戦略、施策評価

(c) Shu Ishiguro

キーワードの一つ目は「トータルバリューパッケージビジネス」。トータルの絵の中に、日本の強みとしている技術やモノの部分を含む。トータルの絵は、様々なプレイヤーが関わる非常に複雑な絵になる筈で、それをうまくハンドリングするだけでも強力なノウハウ。それに近いものがIBMの「スマートプラネットビジネス」やiPod以降のアップル復活。アップルは過去の反省から、コンピュータという名称すら捨てて、「新しい音楽の楽しみ方」というスティーブ・ジョブズの世界観を実現すべく、著作権者と交渉してコンテンツの流れを作り、iTunes Storeで全世界で販売する仕組みを作り、優れたデザインのハードウェア、サービス、コンテンツソフトを全部揃えてビジネスとして成立させた。いつまでもハードの販売台数を数えているようでは

ダメで、ITで行われてきたプロセス全体のリエンジニアリングがRTにも必要。

二つ目のキーワードは「ユーザーイノベーション」。新技術をサービス業者が咀嚼して生産効率を上げていく中で、最終的にはセルフサービス機と市場のサービス、いわば家庭の洗濯機とクリーニングサービスのように、両者が供給する所まで行き着くというイメージ。

「ボランタリー経済」は、特にユーザー側が、家庭の主婦やボランティアの人である場合に、それをゼロ円とカウントしたのでは話にならないので、金銭経済的価値評価をきちんとし、社会全体としてどちらを選択したほうが得なのかきちんと評価すべきという考え方。

「バリューイノベーション」、これはもともとブルー・オーシャン戦略の言葉。不必要な機能を除き、その分をパフォーマンスへ注力することで、コストダウンと高付加価値化が両立可能、というストーリーだが、ITがバリューイノベーションの手段となる筈。その際は単にインプットを下げてアウトプットを上げるという生産性の向上だけでなく、QOLも含めた全体を上げていくことを考える必要がある。

### Ⅲ “介護ロボット”の社会実装

#### (1) “介護ロボット”の社会実装（RTによるライフイノベーション）とは

**社会実装**

**“介護ロボット”の社会実装  
(RTによるライフイノベーション)とは**

- ロボット／RTの組み込みによってライフイノベーションを実現すること
- そのためには従来のロボットの産業化、社会実装のアプローチを大転換させる必要がある。
- 社会システムの再設計から行うこととそれを実現するためにはその実現にコミットする地域社会が中心となって、試行錯誤を行いながら実モデルをつくりあげること



- まずは成功につながるアプローチの実践例と成功に向かいつつある地域を選択し、集中的に成功に持っていくこと

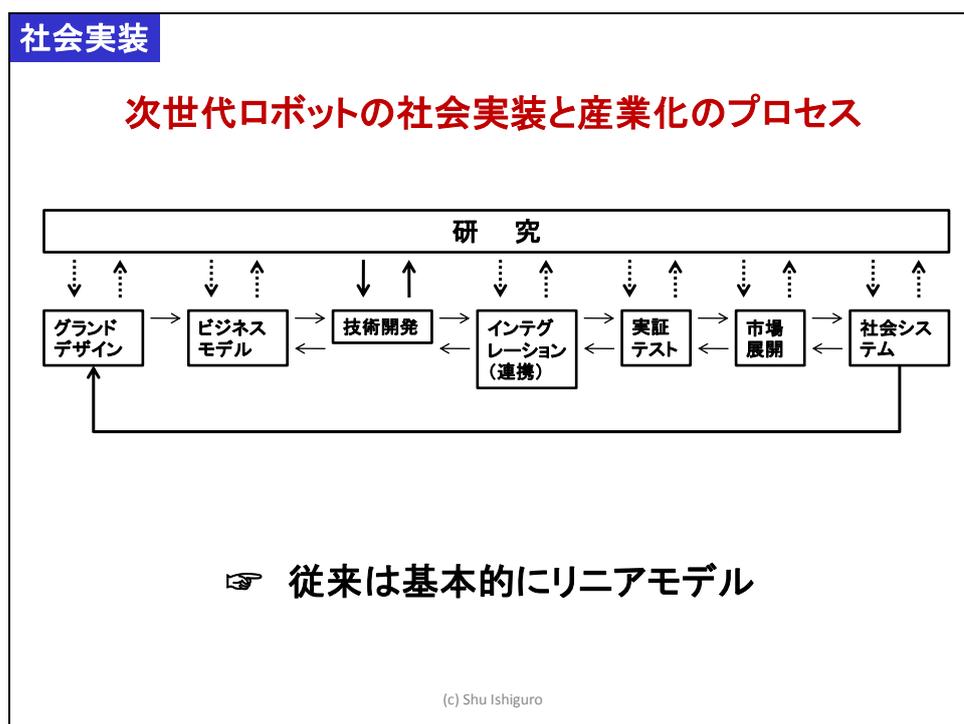
(c) Shu Ishiguro

ここから社会実装の内容になるが、RTが社会に実装されて日本の高齢化対応がきちんと実現し日本人が幸せになるという話と、それが日本の技術や産業のビジネスモデルによって実現され、日本に産業が興り日本の社会全体が幸せになれば一挙両得だという認識が前提。

それはすなわち、ロボットあるいはRTを組み込むことによるライフイノベーションの実現である、と読み解くと、従来のアプローチは大転換の必要がある。

社会システムの再設計抜きでは、先ほどのサービスと同じで、局所的解決の積み上げが幸せな社会につながるのか、という議論になり、採用に至らない。

## (2) 次世代ロボットの社会実装と産業化のプロセス



リニアモデルをもとに社会実装を図示した。「研究」は根っこにあるものではなく、全プロセスに深く関わって横に広がっているイメージ。多くの議論は「技術開発」からスタートし、右へ進めば進むほど「テーマは誰が立てたのか?」「技術屋が考えたもので売れない」という話に陥る。スタートは「グランドデザイン」であるべきで、「こんな社会、こんな高齢化対応をした制度や仕組みが良い」という絵がまずあった上で、実現への戦略やビジネスモデルがあり、そこから技術開発が生まれ、インテグレーションされ、実証テスト、市場展開を行って実現へ向かう。さらにそれがグランドデザインへフィードバックされ、並行してRT以外も含めた「研究」が行われる形が理想。こういうと当たり前のことに聞こえるが実現していない。

現実はこのサイクルを回そうとした時に、いきなり日本全体で行うことは困難で、コミュニティや地域の中での実証が現実的。実際に様々な自治体や地域の方と、RTをベースとした産業を興し社会へ導入する活動を行っている経験から言うと、困難だが必要であることは明らか。

(3) “介護ロボット”の社会実装のための提案

**社会実装** **“介護ロボット”の社会実装  
(RTによるライフイノベーション)のための提案**

経産省と厚労省の医療・介護ロボット実用化検討に期待しつつも...

1. アクティブシニアからのアプローチ
2. 海外におけるモデル社会と国家間連携
3. 経済的合理性の評価
  - ボランティア経済の金銭経済価値評価
4. 国際戦略総合特区を活用した地域の社会実装  
アプローチと社会システムデザイン手法の確立
5. 政府調達と規制
  - 例えばRTをLabor Saving Technology, QOL Improving Technology, etc.と呼び、ロボット化率を設定
  - 規制緩和:例えば遠隔医療であれば医師法第17条、第20条、薬事法第39条など
  - 規制強化:No Lift Policy(英、豪など)、No Hazard Policyなど

2010/10/15 (c) Shu Ishiguro

時間的制約もあり、また既に述べた内容もあるので重複する部分は割愛するが、ここ数年実際に行っていることも含め、RTを活用し、高齢化社会に対応した産業化実現への提案を紹介する。

① アクティブシニアからのアプローチ

**社会実装** **1. アクティブシニアからのアプローチ**

- アクティブシニアは十分にビジネスになるセグメント。
- 要介護者予備軍として、できるだけ長く自宅で自立生活できるような仕組み

例えば

半強制的なアクティブシニアネットコミュニティ

コミュニティの特性を活かした①情報の提供→②遠隔見守りや遠隔ヘルスチェック→③遠隔医療→④介護サービス(ex.RT福祉用具のレンタル/シェアリング)

- ハウスメーカーによるハウスのロボット化と顧客ネットワーク活用+遠隔医療システムを活用した医者ネットワーク

2010/10/15 (c) Shu Ishiguro

全てが関連しているが、一つ目は「アクティブシニアからのアプローチ」。いまさらと言われるかもしれないが、今はRTが不可欠な人を対象に考えている場合が多い。これはおそらくリス

クとベネフィットに深く関係しており、RTがなければ死んでしまう、という深刻な人に対しては、ベネフィット評価はしにくくなるし、多少のリスクがあっても入れるべきという方向に進む。悪いことではないが、「社会的に納得されない」ということもあって、今はそれだけが優先され、むしろマーケットとして魅力的である元気な層へのアプローチが不足しているのではないか。



アクティブシニアは、今は元気でも介護予備軍でもある。マーケットとしてだけではなく、将来への準備として国がそこへ施策を打ち込んでいけないだろうか、と考えており、一例があアクティブシニアネットコミュニティ。「昔のような近所の身守りを増やそう」とよく言うが、隣近所も高齢者ばかりになるわけで、地域的なコミュニティだけに頼ることは不可能。現在の技術を生かし、ある意味半強制的に全員がネットワークに入り、見守りや情報提供を行う。幸い今のアクティブシニア層になりたての2,000万人ぐらいは、コンピュータも携帯も使っており、大きな抵抗感はない筈。最初は情報提供から始めて、遠隔見守りや遠隔ヘルスチェック、遠隔医療、最後は介護サービスへとつながっていく。これを今から国としてきちんと取り組んでおくべきではないか。

現在、ハウス自体をロボット化する国のプロジェクトに参画中。従来、大手ハウスメーカーは、「新築物件を一度売ってしまえば終わり」だったが、人口減少で新築主体のビジネスモデルが成立しなくなることに気付き、ハウス自体をRT化し、情報配信やヘルスチェック機能、さらには医師とのネットワーク化を指向して実験を重ねており、事業化に向けて国から金も付いている。

これは単独の企業が自分の顧客向けに企業努力として実施している例だが、このようなシステムが主流になれば、コミュニティビジネスのように、参加者同士が自助的に見守り合うことも可能になるろうし、その延長線上として遠隔医療もある。最近では総合病院に人が溢れ、本当に具合の悪い人が診察を受けられないような状況だが、家のセンサーによる診断が可能になれば、社会医療システムの効率的な活用にもつながる筈であり、国単位での実現を考えている。

## ② 海外におけるモデル社会と国家間連携 –デンマークとの連携

### 社会実装

## 2. 海外におけるモデル社会と国家間連携 デンマークとの連携

### 1. デンマーク国のCriteria

- ① ロボットに対する期待は医療介護の領域のLabor Saving Technologyとして
- ② アジアでは中国が最重要国
- ③ いわゆる研究フェーズではなく、企業の製品、技術
- ④ 意思決定速度と成果までの時間

### 2. デンマークとの連携の日本にとっての価値

- ① 「外圧」と「改革の道筋のわかりやすさ」による社会制度改革
- ② 高齢化対応の実験社会あるいはモデル
- ③ 社会システムデザインの先進的知見の入手

### 3. 連携の戦略

- ① 日本の世界一のロボット技術+ブランドとデンマークの幸福度世界一の社会の仕組み+高齢化対応社会システムブランド(北欧ブランド)
- ② 意思決定速度、適用可能な経済規模などから地域主権/道州制との運動と日本にとってのモデル地域づくりの政治的意図の形成
- ③ 連携によって生み出された日本+デンマーク製(ブランド)の高齢化対応社会システムを中国に販売:そのために両国で実証して見せる必要

(c)Shu Ishiguro

デンマークは自治体の独立性が高く、オーデンセ市やオーフス市などでRTを導入した高齢化対応のコミュニティを作る動きがあることは有名。ここ2~3年、日本と連携して何かできないかということで、自治体だけでなく国レベルでも議論しているところ。

デンマークとの連携を進める理由は、国を動かすための「外圧」という面もあるが、単に技術供与するだけでなく、モデル的地域、実験的な国と捉え、彼らの試みを日本にフィードバックしてもらい関係を構築しようというもの。

もともと北欧は高齢化対応で非常に先進的と言われているが、デンマークは「幸福度世界一」も。ちょっとジョッキングだが、「幸福を選択した代わりに経済は遅れている」のではなく、一人当たりGDPは日本より10~20%高い上に、幸福度は日本が90位でデンマークが1位。学ぶべきところは学ぼうということでデンマークに着目。

デンマーク側は、日本の技術を盗もうとは考えておらず、技術開発は日本で行えばよい、デンマークは日本の技術を役立てる知見を貯めたい、だから役立ちそうな技術をどんどんくれ、というスタンス。その意味では、日本の技術が他では入手できないと思えるうちは協力してくれる。その間に日本が欲しいものを貰える関係をきちんと築く必要がある。デンマークは、つい20年ほど前まで、資源の国外依存度が非常に高い国だったが、現在は自国で全部カバーできるようになっており、「こういう社会にしていく」というゴールやビジョンを明確にして、その途中で戦略的なプロセスをきちんとおさえている国だと思われるので、そこを学びたいと考えているが、最終的には、福祉の北欧ブランドと技術の日本ブランドを融合して、高齢化対応インフラを、たとえば深刻な状態になりつつある中国に輸出してはどうか、というような議論をしているところ。

地域をモデルにするにあたって、デンマークをうまく活用すればいいし、デンマーク側もそう言っている。人口540万人程度のデンマークの仕組みを、1億2,000万人の人口を抱え文化も国民性も違う日本に置き換えられるとは考えていない。

540万人という福岡県レベル。私が産業化にかかわった「プロ大阪」は840万人ぐらい。デンマークを見れば「500万人では自立できない」ということはない、とわかる。

そういう所と連携しながら、国際戦略総合特区を活用しながら、社会実装のアプローチと、社会システムデザイン手法を確立する、例えば「社会システムデザイン研究所」といった研究の視点から手法開発をするところがあって欲しい。経済学や社会工学の専門家も加え、これからの社会システムをトータルでデザインし、実証し、フィードバックをかけ、どういったプロセスで実行していくのか、実際と遊離せず、実学に近い研究を行う研究所の設立があってもいいのではないか。

最後に、「ロボット」や「RT」という用語は、どうしてもヒト型のイメージが先に立って、誤解や不必要な議論を招く。「生産性を高める技術である」という目的をオーソライズした用語を考える必要がある。デンマークではLabour Saving Technologyと呼んでいるが、これも介護現場の人に対しては首切りのイメージになってしまう。QOL Improvement Technologyとでも言うべきか、「人間を構成する技術」がRTそのものであり、生産性を高める技術を研究していたら、結果的にそれがロボットテクノロジーだった、という形が最も良いのではないかと感じている。

[禁無断転載]

2011年5月17日発行

## ロボットが支える豊かな日本を

社団法人 日本経済調査協議会  
専務理事 奥 雅 文

〒106-0047  
東京都港区南麻布5-2-32  
興和広尾ビル6階  
電話 (03) 3442-9400 (代表)  
FAX (03) 3442-9403  
<http://www.nikkeicho.or.jp>

[非売品]

印刷/株東京技術協会