

サービスロボットの市場発展および
産業の成長に関する調査研究委員会
＜中間報告＞

令和3年3月

サービスロボットの市場発展および産業の成長に関する調査研究委員会
(通称「サービスロボット研究会」)

<中間報告>

I. 研究会の主旨

本研究会は、AI 革命とともに、近年、多くの分野で展開するようになった「サービスロボット」について、その市場形成と産業発展・成長について検討するものである。

人口減少や少子高齢化という社会的問題の解決にはサービスロボットの活用が必至であることは論を待たない。また、今般の新型コロナウイルスなど新たな感染症の世界的拡大などによる経済活動の停滞への対策としても、サービスロボットの利用は重要となっている。しかし、サービスロボットは、一部の分野を除いては、様々なプロトタイプが発表され、事業化が開始される例がでて、大きな市場形成には至らず、開始された事業が終了してしまう事例も多い。

本研究会では、サービスロボットについて、市場が拡大しない要因の洗い出しとビジネス・モデル構築を主要論点としていく。そこでは、そもそも AI 技術が飛躍的に高度化するとともに様々な形でのネットワーク化が進展する一方でロボットの駆動系技術の発展そのものに問題が生じている恐れがありはしないか、これまで数多く行われてきたニーズ・シーズ・マッチングなどに問題点・課題がないかなどを開発動向についても検討する。

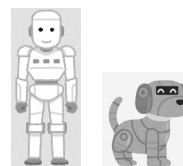
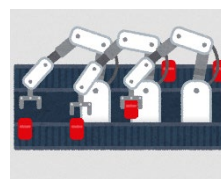
サービスロボットの活用領域は幅が広いとため、研究会では、具体的なビジネス・モデルの構築については、一部の分野に限定して情報を整理し、検討していこうと考えている。初年度の令和2年度は、介護・ケア分野に議論を絞り、課題の抽出等を行った。本中間報告は、その令和2年度の研究会の活動報告を行い、令和3年度に向けた展望を示すものである。

II. 研究会発足の背景

II-1. 3次にわたるロボット・ブームと日本の地位の変遷

日本は「ロボット大国」と呼ばれている。1980年代におきた第1次ロボット・ブーム以降、日本は製造業工場の生産ラインの自動化に用いられる産業用ロボットの製造で世界のトップを長年維持し、また、製造業の大手工場では積極的な産業用ロボット導入を行ったことにより、この「ロボット大国」の地位を獲得した。また、一時期は世界のロボット関連の特許の大半を日本企業が保有しており、ロボット分野での高いイノベーション力で知られていた。

その後の1990年代末から2000年代にかけて起きた第2次ロボット・ブームでも、自立し、自律歩行し、多様な動作をおこなう人型・ペット型ロボットを、産業用ロボットメーカー以外の日本企業が世界に先駆けて次々と発表した。それにより日本の高いロボット開発能力の裾野の広さを見せつけ、「ロボット大国」日本の



地位はさらに強化された。

その後、2010年代に世界的な第3次AI（人工知能）ブームとともに、第3次ロボット・ブームが始まり、そこでは、サービス分野を含む非製造業分野および生活関連でのロボット市場発展に大きな期待が寄せられ、「サービスロボット」という語が広く使われるようになってきた。残念ながら、この第3次ロボット・ブームにおいて、日本は必ずしも「ロボット」産業のトップ・ランナーとは言えなくなっていた。もちろん第1次・第2次ロボット・ブームの世界一の牽引者であった日本の企業も、様々なサービスロボットのプロトタイプを発表し、一部は事業化を開始する例もあったことは確かである。しかし、これらのロボットの市場形成は遅々として進んでいない。他方で、急速な市場形成に成功したサービスロボットが登場しても、それは掃除ロボットのように日本企業以外が主要なメーカーであったり、日本国外で市場が拡大したものが日本市場に導入されたりしたものとなっている。また、ロボット開発力についても、日本がロボット関連特許の大半を占めていた往時とは状況が異なっている。米国電気電子学会（IEEE）が主催する「ロボット工学とオートメーションに関する国際会議（International Conference on Robots and Automation）」はロボット分野で最高の評価を得ている国際会議だが、以前は日本、特に日本企業の論文発表に占められていたのに対し、現在は中国、そして米国で研究・活動している中国人研究者が採択論文のほぼ半数を占め、日本および日本企業の存在感は希薄になっているという。

II-2. ロボットの将来展望を描く

そこで、政府が「ロボット革命」のためのアクションプラン「ロボット新戦略」を2015年に発表し、2020年までの5年間に1000億円規模のロボットプロジェクトを推進するとの政策ビジョンが打ち出された。サービスロボットを含めた次世代ロボットを「日本経済活性化の牽引車」とするべく、官民を挙げた取り組みが推進されたのである。最近では日本においてもRaaS（Robot as a Service）などの用語も聞かれるようになり、サービスロボットの産業化への注目が続いていることは確かである。しかし、この政策ビジョンの最終年となる2020年時点でも、サービスロボットの市場は、「ロボット革命」といえるほどの発展、成長を遂げていない。

その一方で、まさに本研究会を発足しようとして準備を進めていた時期に発生したのは、中国・武漢を震源地とした新型コロナウイルス感染症で、瞬く間に世界的なパンデミックとなって世界各地を襲い始めた。そうしたなか、感染拡大の予防のための「非接触」や「非対面」が社会・経済的に非常に重要な要素として浮上し、こうした感染症パンデミックが引き起こす経済活動の停滞への対策としてサービスロボットが注目を集めるようになった。

本研究会では、これらの状況を鑑み、どこにサービスロボットの市場形成のための打開策があるのか、ビジネス・モデル構築はどのように可能なのかを議論するため発足したものである。

機械振興協会経済研究所では、これまでも『サービスロボット普及に向けた社会環境整備にかかわる調査』（機械工業経済研究報告書 H20-1-2A）など、折に触れ次世代ロボットやサ

ービスロボットの普及に関する調査研究を積み重ねてきた。また、介護・ケア分野のロボティクス及び ICT の活用という視点からは『RT 及び ICT を活用したヘルスケア産業の成長課題 ―介護ロボットの導入状況と現場ニーズに関する調査に基づいて―』（JSPMI-ERI H30-4）なども公表し、ロボットのユーザー側からの問題点の把握に努めている。本研究会では、そうした成果も踏まえつつ、新たな視点から議論を進めるよう試みている。

かつては、幅広いセクターの多様な製品群を抱え、新製品が新たな社会・生活様式を規定するほどの先端技術の宝庫だった「家電（家庭用電気（電子）器具）」は、日本の「お家芸」の一つであり、強い国際競争力を発揮していた。これらの日本の家電メーカーの一部は第2次ロボット・ブームでも中心的なプレーヤーとして活躍していた。残念ながら現在の日本の家電産業は、最先端技術領域でも汎用品領域でも海外企業の後塵を拝してしまっているが、これらの家電産業で蓄積された技術やノウハウ、経験が喪失してしまったわけではないはずである。また、産業用ロボットは、中国企業など新興勢力の猛追を受けているとはいえ、日本企業が世界的なトップメーカーとして君臨し続けている。本研究会では、これら日本企業の持っているはずの底力を、サービスロボットの市場形成に活かされるにはどのようにしたらよいか、という視点でも議論を進めていく。

Ⅲ. 研究会委員の構成

<委員長>

川村 貞夫 立命館大学 理工学部ロボティクス学科 教授
ロボティクス研究センター センター長

<委員> (50音順)

上村 沢雄 デロイト トーマツ コーポレートソリューション合同会社
リサーチ&ナレッジマネジメント 重工業セクター マネジャー

高本 陽一 株式会社テムザック 代表取締役 CEO

結城 崇 株式会社エクサイザーズ AI ケア事業 Care Tech 部事業推進グループ
グループリーダー

<委員代理/オブザーバー>

松尾 潤二 株式会社テムザック 企画本部 副本部長

<経済研究所事務局>

北嶋 守 機械振興協会経済研究所 所長代理 兼 調査研究部長

森 直子 機械振興協会経済研究所 研究副主幹 (PL)

國分 圭介 機械振興協会経済研究所 研究副主幹

<目次>

第1部 本研究会の議論の基盤

- 1-1 本研究会の対象とする「ロボット」、「サービスロボット」..... 5
- 1-2 本研究会の2つの「議論の軸」..... 10
 - 1-2-1 なぜこの2軸なのか 10
 - 1-2-2 本研究会での「2つの議論の軸」を使った議論の進め方 12

第2部 令和2年度のサービスロボット研究会が取り扱う分野および調査研究の進め方..... 14

- 2-1 介護・ケア分野を取り上げる理由 14
- 2-2 機械振興協会経済研究所における先行プロジェクトからの教示..... 14
- 2-3 介護・ケア分野での「ロボット必然性」を改めて問うことから始める..... 15
- 2-4 考慮すべき介護・ケア分野の特殊性..... 17
- 2-5 令和2年度本研究会の調査研究の手法 18

第3部 令和2年度の本研究会の調査研究成果の概況①..... 20

- 3-1 介護施設へのヒアリングからみえてくる「ロボット必然性」 20
- 3-2 介護施設で「ロボット必然性」が判明しているセグメント 22
- 3-3 ヒアリングから新たな「ロボット必然性」がみえてきたセグメント①..... 24
- 3-4 ヒアリングから新たな「ロボット必然性」がみえてきたセグメント②..... 25
- 3-5 ロボット導入予算について 26
- 3-6 令和2年度のヒアリングの課題 27

第4部 令和2年度の本研究会の調査研究成果の概況②..... 28

- 4-1 ロボット開発者向け「アンケート」の回収状況等 28
- 4-2 ロボット開発者向けアンケート質問票および回答の概要(設問群1および設問群2) 29
- 4-3 ロボット開発者向けアンケートから見えてくるもの(設問群1および設問群2) 30
- 4-4 ロボット開発者向けアンケート質問票および回答の概要(設問群3-A) 32
- 4-5 ロボット開発者向けアンケート質問票および回答の概要(設問群3-B) 32

第5部 令和2年度の本研究会の議論から見えてきたこと..... 34

- 5-1 「利用してしまう」ロボットを目指すべき 34
- 5-2 ネットワークのなかでの、「統合したサービス」としてのロボット利活用を考える..... 35
- 5-3 ロボット工学者の奮起を促すようなロボット技術開発の支援を考えるべき 36

第6部 令和2年度の本研究会で残された課題と次年度への展望..... 38

<別添資料>介護ロボットの開発に関するアンケート調査質問票..... 39

第1部 本研究会の議論の基盤

1-1 本研究会の対象とする「ロボット」、「サービスロボット」

まず、本研究会が対象とする「ロボット」および「サービスロボット」の概念定義をどのように設定しているのかを見ていく。この概念定義の議論自体に、現在「ロボット」、「サービスロボット」が抱える様々な問題、課題の一端が見えてくるため、少し丁寧に説明をしていく。

「ロボット」という語が使われている範囲は、「自動化技術」を核として、ソフトウェアのみで構成される自動化技術「ロボティクス」からハードウェアを中心とした物理的な作業の自動化を担うものまで非常に幅広い。従って「ロボット」という語で何を示しているのかをある程度明確にしないと、議論が拡散するばかりである。他方で、あまりに対象を厳密に定義してしまえば、議論する範囲を必要以上に狭めてしまうことになるし、その場の議論以外では理解されない定義を作り上げてしまう危険性もある。「ロボット」という語は、かように厄介な概念となってしまっている。

また、「ロボット」は、現在大別して「産業用ロボット」と「サービスロボット」に分類され、本研究会は後者の「サービスロボット」を議論の対象とするのだが、「サービスロボット」という語についても、現在のところ、確定的な定義はされていない¹。したがってここでも、「ロボット」と同様の問題が発生してしまう。

本研究会では、議論の対象とする「ロボット」および「サービスロボット」について、どのように扱うかを議論したのち、結果として、厳密な概念定義を設定することはせず、以下のような特徴を持つロボットを「中心に取り上げて」議論を進めることとした。

<ロボット>

- ✓ 人間の「身体的要素」を代替する、質量・速度を伴うもの
- ✓ 「足」の機能代替型のロボット以外、特に「手」の機能代替に注目
- ✓ その自律性については、完全自律には拘らない（操縦型もあり）

<サービスロボット>

- ✓ 非製造業で使われるロボットを対象とし、中心はサービス業（対人）とする

<ロボット>

◆人間の「身体的要素」を代替する、質量・速度を伴うもの、とは

1点目については、「ロボット」という語が RPA（Robotics Process Automation）技術や AI

¹ 国際ロボット連盟（International Federation of Robots: IFR）は、「サービスロボット」とは、自動制御によるマニピュレーション機能や移動機能を持ち、いろいろな作業がプログラムされ実行される機械で、人間、社会および機器（製造に用いられるものを除く）に対して有用性を提供するものと定義している。しかし、この定義は一般的に使われる定義となっていない。

(Artificial Intelligence) の発展に伴い、自動化や制御に関するソフトウェアに力点が置かれた用語として使われる場面が増えた現実を踏まえつつ、より物理的、工学的な「ロボット」の可能性を改めて考えることも重要ではないかとの研究会での議論を反映したものである。工場の製造ラインで利用される産業用ロボットのために発達したロボット工学は、その領域では既に成熟しているが、工場以外、つまりある程度固定された生産ラインではない場面、特にサービス産業や人々の生活の場面で、人と共に動くロボットについては、工学的理論自体が発達途上にある。また、ロボットに使われる素材にしても、制御機構にしても、まだ様々な発展・発達の可能性を秘めている。

本研究会では、そうした可能性の探求を後押しする一助となるような調査研究ができればと考えている。また、一般的に言って「ロボット」という言葉は、やはり人間の「身体的要素」の代替を期待されることが多いことを考えたとき、質量・速度を伴う自動装置を議論の中心におくべきだと考えたのである。

◆「足」の機能代替型のロボット以外、特に「手」の機能代替に注目、とは

それでは、どのような人間の「身体的要素」の代替に注目するのか、という点が 2 点目に関わってくる。第 1 次ロボット・ブームから現在に至るまで、産業としての「ロボット」の中心は、労働者の「手」の機能を代替する産業用ロボット、つまりロボットアームである。かたや、現在、産業用ロボット以外の「ロボット」で、一定程度の市場を形成することに成功してい



るのは、人間の「足」の機能を代替する、自動走行機である。自動走行「ロボット」は、センサーの発展と、AI の発達による自動走行のための地図作製の簡便化や走行機能制御機能の向上などが大きな追い風となって市場が拡大した。e-commerce の成長などを支えるための物流倉庫などで使用される無人搬送車 (AGV) 技術を応用した運搬ロボット (およびそれらを使った物流システム) など、数多くの場面で活用されている。国際ロボット連盟 (IFR) の統計によれば²、2019 年時点の業務用サービスロボット販売台数の約 4 割を物流ロボットが占め、将来的には 7 割を占めるまでに成長すると見込まれており、また、家庭用・個人用ロボットの金額ベースでは半分弱、台数ベースでは 7 割強は自動走行機に掃除機の機能を付加した自動掃除ロボットに占められている。そのため、最近では物理的に動く「ロボット」とは、この自動走行機を指していることが多くなってきている。

しかし、本研究では、あえて従来の「ロボット」、つまり産業用ロボットの代表的な特徴ともいえる、「手」の機能の代替をするロボットを議論の軸に据えていくこととする。それは、一般的に期待される人間の身体的作業の代替が、「手」の機能の代替をなくしては語れ

² なお、IFR 統計は、世界のサービスロボット市場を概観できる唯一の準公的資料だが、カバーする範囲が限定的である他、同じセクターの同じ年の「実績値」が毎年報告書で大きく異なる等の問題に留意する必要がある。例えば、販売額をみると、2019 年版と 2020 年版で同じ「2018 年実績」について、物流ロボットは 1/4 (2019 年版 : 36.6 億ドル→2020 年版 : 9.0 億ドル) になる一方で、医療ロボットは 1.5 倍 (28.1 億ドル→41.1 億ドル) になるなど、各年報告書での違いが非常に大きい。

ないものの、産業用ロボット“以外”でのロボットによる「手」の機能の代替には、技術的にも未発達的面が多くあり、そのため期待のわりに市場が発展しないという問題を発生させているからである。また、自動走行機能は、自動車など交通機関、モビリティの自動運転の枠組みでの多様な展開が図られており、「ロボット」という枠組みでのみ議論することに馴染まなくなってきたという事情も考慮している。しかし、産業用ロボット以外で実際に一定程度の市場が形成されているのは「足」の機能を代替するロボットであることは確かであり、本研究会でこの「足」の機能代替をするロボットに関する議論を重要視しないことを意味するものではないことを、改めて記しておく。

図 1-1 IFR によるサービスロボットの世界市場概観

	2018年 販売台数	2019年 販売台数	2020年 予測販売台数	2021年 予測販売台数	2022年 予測販売台数	2018年 販売額 (千ドル)	2019年 販売額 (千ドル)
業務用ロボット	131,042	173,439	240,110	321,932	421,672	8,452,890	11,160,822
屋外用ロボット	9,638	10,362	11,728	14,529	18,647	1,290,967	1,332,687
業務用清掃ロボット	10,380	13,017	19,195	27,922	38,294	151,745	188,275
検査・メンテナンスロボット	11,237	14,858	18,183	23,240	30,175	95,537	220,539
建設・解体ロボット	1,044	1,198	1,405	1,604	1,855	78,041	90,298
物流システム	52,437	74,647	114,150	158,132	206,804	901,038	1,889,102
医療ロボット	6,696	8,900	11,940	16,103	22,306	4,109,014	5,275,862
防衛	16,521	18,914	21,528	24,543	27,976	1,489,196	1,724,210
自動航行船、水中ロボット(民生用・個人向け)	1,203	1,507	1,660	1,743	1,833	101,049	103,485
パワースーツ	7,381	9,311	11,239	13,722	16,884	56,772	82,827
モビリティプラットフォーム(一般向け)	398	495	697	902	1,896	10,468	15,779
広報ロボット、娯楽移動ロボット	13,962	20,043	28,130	39,133	54,484	154,588	219,154
その他の業務用ロボット	145	187	255	359	518	14,477	18,604
家庭用・個人用ロボット	17,332,479	23,226,782	26,730,395	36,820,184	45,111,606	4,711,573	5,659,708

出所) IFR (2020) 『World Robotics 2020』より作成。

図表 1-2 IFR による用途別のサービスロボットの分類

業務用ロボット		個人向け／家庭用ロボット	
屋外用ロボット	農業(大規模耕作、温室、ワイン畑)、搾乳、その他畜産関係、採掘、宇宙など	家庭用ロボット	コンパニオン・アシスタント・ヒューマノイドロボット、掃除機・床清掃ロボット、芝刈りロボット、プール清掃ロボット、窓清掃ロボット、家庭用警備・監視など
業務用清掃ロボット	床清掃、窓・壁面清掃、タンク・パイプ清掃、車体・航空機清掃など	エンターテインメント	おもちゃロボット、マルチメディアロボット、教育用・研究用ロボットなど
検査・メンテナンスロボット	施設・工場用、タンク・パイプ・下水設備用など	高齢者・障害者支援	ロボット車いす、生活補助・支援機器など
建設・解体ロボット	原子力設備解体・廃炉、建築、土木工事など		
物流システム	製造現場でのAGV、非製造(屋内)現場でのAGV、貨物・屋外物流、個人向けAGVなど		
医療ロボット	診断システム、手術支援ロボット、リハビリシステムなど		
救助・警備ロボット	火災・災害対応ロボット、監視・警備ロボット、無人飛行体、無人地上移動体、無人水中移動体など		
防衛	地雷除去、無人飛行体、無人対爆撃車、自動航行船、無人水中移動機など		
自動航行船、水中ロボット(民生用・個人向け)			
パワーアシストスーツ			
無人飛行体(一般向け)			
モビリティプラットフォーム(一般向け)			
広報ロボット、娯楽移動ロボット	ホテル・レストラン用ロボット、移動式ガイド・案内・テレプレゼンスロボット、マーケティングロボット、娯楽移動ロボットなど		

注) 表中の赤字は、2019年版から削除・追加された項目。

出所) 図1と同じ。

◆その自律性については、完全自律には拘らない（操縦型もあり）、とは

3点目の「ロボット」の自律性については、何をもってロボットの代表的な特徴である「自動化」というのか、という議論に関わる問題である。遠隔操作の指示通りに動く・機能する機器は、「自動化」を体現する「ロボット」ではない、という議論もあろう。しかし、遠隔操作で作動する機械には、様々な自動化制御機能が組み込まれて初めて成立するものであり、完全自律のみを「ロボット」として扱うことは生産的な議論を生まない。従って、本研究では、完全自律に拘ることなく、議論をすすめることとした。

<サービスロボット>

◆非製造業で使われるロボットを対象とし、中心はサービス業（対人）とする、とは

本研究会では、議論の出発点として、研究会で議論の中心とする「サービスロボット」について、「大量生産の製造ラインに使われる以外の生産自動化に利用されるものや生活領域やサービス分野で活用されるものも含めたロボット」という非常に広い概念を採用し、「サービスロボット」の定義の確定は研究会の目的とはしないとするところから始めた。この広い概念は、「産業用ロボット」に対して使われる「サービスロボット」という語がカバーする最大範囲と考えて良い。しかし、この広すぎる概念だけでは、研究会のメンバー間でも議論の焦点を絞ることが難しいことがすぐに判明することとなる。

まず、本研究会では、「市場形成が進まないサービスロボットのセクター」を考えれば、製造業の工場生産ラインの周辺などでFA（Factory Automation）支援のために利用されるサービスロボットは、議論の対象からは外すことにした。

また、ロボットの種類という切り口で考えたとき、例えば、産業用ロボットから派生した協働ロボット（コボット）は、中小企業を中心とした製造業の工場でも使われるが、飲食店などのサービス業の店舗でも使われるように、同じロボットでも利用場面が様々なものが存在する。本研究会では、ロボットが利用される場面・産業を切り口とすることとし、さらに上記の議論の整理を受けた形で、非製造業、なかでも「サービス業」で使われるロボットを、当面、議論の中心とすることにした。

「サービス業」といっても範囲は広い。まず議論になったのは、サービスロボットの市場形成促進を議論する本研究会が、サービス業のなかのBtoBとBtoCのどこに力点を置くべきなのかという問題である。

- ・ BtoBはロボットが資本財的な性質を帯びており、BtoCは消費者の生活の質の向上を目的としたもので、ロボットが消費財的に利用される想定ビジネス・モデルが求められるのではないかと。
- ・ ロボット導入の必要性がより明確でより差し迫っており、また、事業化し易いはずなのにそれができていないのは、BtoB分野ではないかと。
- ・ BtoCはいかに価格を抑えるかという市場原理から開発が始まる必要があるが、低価格で必要な機能に絞って実現する技術開発は非常に低調なため、現状は市場開拓が難

しくチャレンジングである。

- ・ BtoB と BtoC が複合された BtoBtoC 的なものがサービスロボットの本質ではないか。

研究会では、以上のような BtoB、BtoC を巡る議論があったが、結局、後述するような BtoB 対 BtoC に代わる議論の軸を打ち出すことにより、BtoB と BtoC のどちらを議論の対象とするのかについては直接的に取り扱わないこととなった。しかし、この議論からは、サービス業でのロボット活用を考えると、市場に受容される価格設定をするという市場経済原理を前提にする議論が必要で、それを基盤としたサービスロボットのロールモデルを作らないといけないということ、そして BtoC にしても事業のなかでの BtoC から生活・家庭のなかでの BtoC への展開を念頭に置いて、研究会の議論を進めることなどの重要な視点が得られた。市場経済原則を前提とする製品開発という視点、すなわちユーザー（顧客）起点のマーケットイン視点が一例である。

また、従来の産業用ロボットが、生産工場のなかで、労働者から分離された環境で作動し、作業の対象が「モノ」に限定されていたことから、ある意味で対極の条件で作動するロボットを議論することで論点を際立たせることにした。その結果、「対人サービス業」で活用されるロボットを議論の中心に据え、ロボット活用の将来性をよりクリアに浮き上がらせることを試みることにした。

また、本研究会では、「機械」「装置」「設備」「システム」など「ロボット」周辺にある自動化機能が部分的に組み込まれたものとの違いを意識しつつ、厳密な線引きをすることは敢えてしない。また、それらロボットの周辺にある機械・機構と、サービス提供従事者が一体となって生み出す「統合されたサービス」の中で果たすロボットの役割を考えることとなった。

1—2 本研究会の2つの「議論の軸」

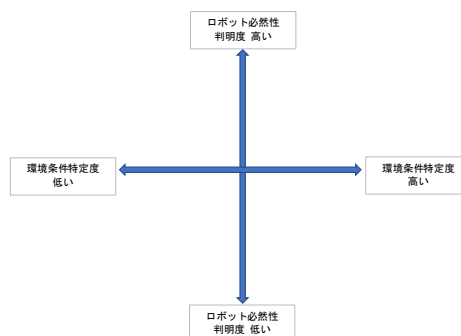
前節で、本研究会で扱う「サービスロボット」の市場領域をどこに設定するのかを議論するなかで、研究会独自の「議論の軸」を設定することにしたと述べた。

その軸は

「環境条件特定度」

「ロボット必然性判明度」

の2軸である。



1—2—1 なぜこの2軸なのか

本研究会で議論を進める中で、「サービスロボットの開発・産業化のサイクルモデルは、すでにいくつも提言されているが、それが実際の市場形成に結び付いていないのはなぜか？」という問いが浮かんでいた。さらに議論を進めていく中で、「日本のサービスロボット開発において、産業用ロボットで培われた技術の援用を主眼としているところに問題があるのではないか？」「ロボットを活用しようとしている場面設定が、間違っているのではないか」「ロボットでなければいけない場面は本当にどこなのか」などの問いかけ、問い直しが必要ではないか、つまりは、従来のサービスロボットのマーケティングの抜本的見直しが必要ではないかという疑問が生じた。

日本をロボット大国にした産業用ロボットで培われたロボット技術は、サービスロボットでも非常に重要である。しかし、産業用ロボットは確定環境（structured environment）で連続作動することが大前提であり、その特性を単純に応用することが難しい領域に、産業用ロボット技術の応用で開発されたロボットを導入することは困難であろうことは容易に考えられる。

また、「ロボットでなければいけない（必然性のある）場面は本当にどこなのか」という問いは、サービスロボット導入のブレークスルーを考えるうえで非常に重要で、日本の製造業への批判によくある無理な「技術プッシュ」「プロダクト・アウト」による製品開発を回避するための視点である。

この「環境条件特定度」「ロボット必然性判明度」の2つの軸はどちらも本研究会の独特のものであるため、これらが何を意味するのか以下に説明していこう。

◆「環境条件特定度」

現在実現化されているロボットは、全環境適応可能な汎用機械ではなく、特定の環境条件で作動するように開発されている。つまり、当該ロボットが作動する環境条件をまず特定し、場合によってはよりよい作動が確保できるように環境を調整・整備することができれば、ロボット導入は容易となる。

前節で、本研究会において「サービス業で利用されるロボット」を議論するために BtoB

対 BtoC という市場領域のどちらを優先的に取り扱うかという整理をしたことを述べた。そして、BtoB 分野の方が、ロボット導入の必要性がより明確でより差し迫っており、事業化し易いはずなのにそれができていないという見解がでていたことも紹介した。

この議論のなかで、BtoB のサービス領域で利用されるロボットも作業対象が「モノ」なのか「ヒト」なのかで、ロボット活用のし易さが異なることが見えてきた。つまり、ロボットの作業対象が「モノ」に限られる分野は、たしかに従来の産業用ロボットとは対象物の性質が大きく異なるための未解決・未発達である技術的問題やロボット利用に際しての制度的障害を解決する必要はあるものの、対象がモノであるだけに当該ロボットが作動する「環境条件」は明確に特定しやすく、またそのためロボットが活用しやすい環境条件の整備も、産業用ロボット用の確定環境に近いものにするのを比較的進めやすいということが出来る。そのため、ロボット導入の前提が作りやすい。

他方、BtoB のなかでも主に対「人」サービスに係る領域（これは BtoBtoC 的領域も含む）は、サービスを受ける「ヒト」の状況が多様であるため、ロボットが作動する「環境条件」を特定することは容易ではない。そのため、環境をどれだけロボットが作動しやすいように整備できるのかの議論自体が未発達である。対人サービス業は、ロボットが作動しやすいように環境条件を「整備」したら、利用者が受けるサービス自体が変わってしまい、利用者の需要とズレる危険性があるため、議論が難しいこともある。研究会でも「ロボット活用のために環境を整備するという考えそのものに違和感が大きい」との指摘もでた。しかし、ロボットが作動する環境条件を特定しにくいということは、ロボット導入の前提が作りにくいということでもある。

つまり、そうしたロボットが作動する環境条件が特定できるかどうかを整理すると、ロボットの導入が比較的容易な領域、つまり市場が形成できる領域が明確化することになる。また、この議論の整理を進めていくと、ロボット以外の手法で課題解決ができるものなどとの切り分けもできるということにもつながっていく。

そのため、本研究会では、「ロボット」が動作できるための環境条件をどれだけ特定し、その先には環境整備を行うことができるのか、その洗い出しをする「環境条件特定度」という軸を採用することとなった。

◆「ロボット必然性判明度」

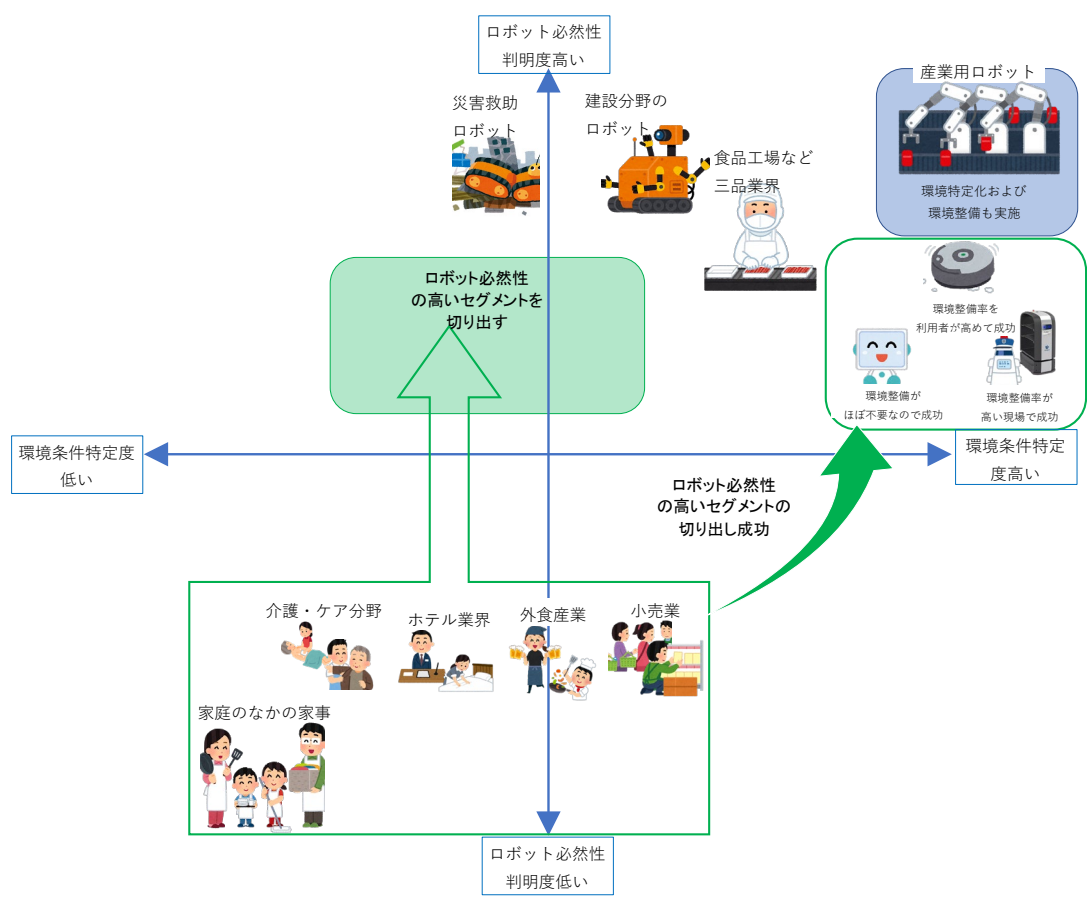
さらに、ロボット導入のし易さという軸を設定する議論のなかで、ロボットは潜在的に導入可能であっても、ロボット導入が必要かどうか、さらにいうと「必然性」があるかとは別の問題である、という視点が見えてきた。前節で、本研究会では「機械」「装置」「設備」「システム」など「ロボット」周辺にある自動化機能が部分的に組み込まれたものとの違いを意識しつつ、それらロボットの周辺にある機械・機構と、サービス提供従事者が一体となって生み出す「統合されたサービス」の中で果たすロボットの役割を考えることになったということを説明した。この「そこにロボットを導入することに必然性があるかどうか」という視点は、ロボットの周辺にある他の機械・機構・システムによって課

題・問題を解決できる場合に無理にロボット導入を推進することはしないほうが良いであろうという本研究会としての見解が背景にある。しかし、ロボットを導入する必然性があるにも関わらず、ロボット導入が進んでいない領域が多くあるであろうというのが現状でもあり、そこを切り分けていく視点、議論の軸を設定することとなったのである。

1-2-2 本研究会での「2つの議論の軸」を使った議論の進め方

本研究会では、設定した「ロボット必然性判明度」と「環境条件特定度」の2つの軸をつかって、4象限のマップを想定することとする。

図表 1-3 「ロボット必然性判明度」と「環境条件特定度」による4象限



出所) サービスロボット研究会。

そして、まず「ロボット必然性判明度」が高い2つの象限に注目し、「環境条件特定度」の高低で比較をする。

- ① 「環境条件特定度」高の象限では、事業化&マネタイズのさらなる推進のための条件を深堀
- ② 「環境条件特定度」低の象限では、事業化&マネタイズがどのように可能かを考察

事業化&マネタイズの検討にあたっては、利用空間・環境・技術などの「制約条件」を考えるとともに、ロボット導入者が設定する「境界条件」(価格など)がどこに置かれるのか、を考えてロボットの市場形成の見通しを調査していくこととした。なお、境界線については時代による状況の変化を十分考慮しできる限り反映するとともに、技術や環境が変化するスピードも考え、段階的な見通しとする。また、メンテナンス、セキュリティ問題、導入支援人材育成をどうするのかなども考慮することとしている。

この4象限に、サービス産業のなかでロボット導入の可能性が取りざたされている領域をマッピングしてみると、介護・ケア、ホテル産業、外食業、小売業などでは、実は、「ロボット必然性」はそれほど明確に判明していない状況がわかってくる。しかし、一つのセクターの状況を細かく見ると、掃除ロボット(家庭用のみならず業務用も)、警備・見回りロボット、コミュニケーション・ロボットなどは、ロボットを導入する「必然性」が高いと判明したセグメントを切り出し、さらにロボットが作動する環境条件を明確にし、それに対応した商品開発に成功している、ということが出来る。つまり、サービス産業の各セクターの全体的なロボット必然性を検討するとともに、そのなかで局所的にでもロボット必然度が高いセグメントがあるかどうかの検討を行うことが重要だということである。

本研究会では、同様の手法を使い、サービス業のなかで、上記に挙げたセクターの他にもロボット必然性判明度の高いセグメントを洗い出し、その環境条件を精査し、ロボット導入に適する条件に近づけることが可能か、あるいはロボット開発側で対応可能かどうかなどを検討する予定である。それによって、ロボット必然度の高いセグメントから順次市場化を拡大していくことで、サービス業でもロボット活用が進んでいくのではないかと、という仮説をたてた。

第2部 令和2年度のサービスロボット研究会が取り扱う分野および調査研究の進め方

2-1 介護・ケア分野を取り上げる理由

サービスロボットの活用領域は幅が広いと、本研究会では、具体的なビジネス・モデルの構築については、一部の分野に限定して情報を整理し、検討していこうと考えている。初年度となる令和2年度は、介護・ケア分野に議論を絞り、課題の抽出等を行った。

介護・ケア分野を主に取り上げたのは、一つには、増え続ける高齢者の数に対して介護現場の人手不足が深刻化しており、将来的にはさらに深刻化するために、積極的なロボット活用が叫ばれている一方で、実際の導入が進まない分野の代表例であり、本研究会で採用した2つの「議論の軸」を使った検討、特に「サービスロボット導入でなければいけない場面は本当にどこなのか」という問題を考えるうえで最適だと思われたからである。また、本研究会が議論の対象とするサービスロボットが、対人サービス業で活用されるロボットを中心とすることから、ある意味で究極の対人サービスである介護・ケア分野は、その意味でも最適の分野だと思われた。

なお、小売分野（コンビニでの活用など）は、World Robot Summit のサービスロボット分野のチャレンジ対象となっていることもあり、令和3年度以降で取り扱うための準備をする。その他の分野の取り扱いについては、研究会を進めていく中で検討をする。

2-2 機械振興協会経済研究所における先行プロジェクトからの教示

機械振興協会経済研究所では、ヘルスケア産業の成長課題を検討する調査研究プロジェクトを平成27年度から平成30年度にかけて実施している。これらのうち、平成30年度では介護ロボットの導入状況と現場ニーズに関する調査を行っており³、本研究会が令和2年度に取り上げる領域と重なる介護・ケア分野でのロボット導入の問題を議論した。そのプロジェクトで実施された介護施設に介護ロボットの導入状況に関するアンケート調査の結果によれば、介護施設で介護ロボットを有効活用している割合が、見守り支援機器（22.8%）が最高で他はほぼ1桁代と非常に低い現状が示されている。それは経済的要因（価格、補助金等制度）、情動的的要因（窓口、普及のための広報）、技術的要因（ニーズ・シーズ・マッチング）、リテラシー的要因（利用者側の理解度）などの複合的な阻害要因によって生じた問題だという分析を行っている。

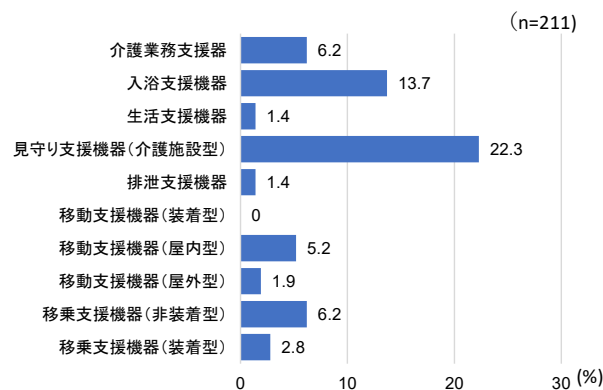
この機械振興協会経済研究所の先行プロジェクトのアンケート調査結果は、これまで厚生労働省や地方自治体などが実施した、介護ロボットの活用状況調査の結果とも整合的である⁴。いずれの調査でも、「介護ロボット」は一部の機器を除き（最も導入が進んでいる介護ロボットが見守り支援機器ではなく、装着型移乗支援機器（パワーアシスト・スーツ）と

³ 機械振興協会経済研究所（2019）『RT及びICTを活用したヘルスケア産業の成長課題—介護ロボットの導入状況と現場ニーズに関する調査に基づいて—』、報告書 No. H30-4。

⁴ 厚生労働省が介護ロボットの開発・普及の促進のために設けたウェブサイト（<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000209634.html>）など参照。

いう結果の違いがある場合もあり)、導入・活用が低調であるという結果が得られている。また、介護ロボットの普及が低調な要因として挙げられているのも、機械振興協会経済研究所による分析と同様の結果がでている。

図表 2-1 機械振興協会経済研究所の先行プロジェクトによる介護ロボット有効活用状況調査結果（複数回答）



出所) 機械振興協会経済研究所 (2019) 前掲書。

2-3 介護・ケア分野での「ロボット必然性」を改めて問うことから始める

本研究会では、先行プロジェクト等の結果を踏まえたうえで、

- ・ そもそも介護現場で必要とされているロボットが「介護ロボット」として開発されているのか、
- ・ それ以前に「ロボット」の導入が介護現場で必然性が高いと、どれだけ認識されているのか、

など、往々にして介護・ケア分野のロボット普及促進を議論する際に「所与の前提」と考えられている点を含めた問いを發することから始めることとした。

それは、「介護ロボット」⁵という概念が提起され、政府による開発支援・普及策が講じ介護現場への「ロボット」導入が政策的に促進され始めたのが2010年に遡り⁶、さらに現在に繋がる介護ロボット開発・普及支援制度が開始されたのは2015年であり、それにも関わらず2020年になっても、上記の調査結果に示されているように普及が非常に低調なままであるという状況を考えれば、そもそも現在の「介護ロボット」として開発されているロボットが、介護・ケア分野の需要に本当に適合しているのか、疑いを持たざるを得ないからである。

⁵ 厚生労働省では、「介護ロボット」に関連したロボットの定義とは、「情報を感知（センサー系）」「判断し（知能・制御系）」「動作する（駆動系）」3つの要素技術を有する、知能化した機械システムとしている。しかし、「介護ロボット」として厚生労働省で紹介されているロボットは、この要素条件を満たしていないものもある。

⁶ なお、既に2008年の厚生労働省『安心と希望の介護ビジョン』の中ですでにロボットの介護での活用を提唱している (<https://www.mhlw.go.jp/shingi/2008/11/dl/s1121-8a.pdf>)。また介護ロボット開発支援策を開始するための具体的な準備施策が開始されたのは2011年度である。

厚生労働省と経済産業省⁷は共同で、政策的な開発支援の基盤とすべく、「介護ロボット」の「重点開発分野」を2015年に定めており、2017年にはその領域の改訂も行っている。機械振興協会経済研究所の先行プロジェクトでも、この介護ロボットの「開発重点分野」として挙げられているロボットを、普及されるべき介護ロボットと想定したうえで調査研究をしている。

図表 2-2 厚生労働省・経済産業省による介護ロボットの開発重点分野



注) 図中の赤字部分は、2017年の改訂で追加された分野。

出所) 厚生労働省 (https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12300000-Roukenkyoku/2_3.pdf)。

この介護ロボットの「重点開発領域」は、数々の介護現場の「ニーズ調査」を実施し、介護現場の具体的な需要を把握して設定されることとなっている。また、介護ロボットを含む介護福祉機器の開発・普及拠点となっている厚生労働省傘下のテクノエイド協会を中心に現場のニーズを開発側に伝える「ニーズ・シーズ・マッチング」を行い、開発された機器の実証を促進するとともに、実証の場で導出されたニーズをシーズ側にフィードバックするなどの重層的なニーズとシーズのすり合わせの上で、介護ロボットの開発支援が進められているとされている。したがって、介護現場におけるロボット導入の「必然性」や、重点開発分野に挙げられた機器セグメントの妥当性については、今更議論する必要はないものとされることが多い。

しかし、上記のとおり、様々な努力がなされているにも関わらず、介護現場でのロボット活用実績が上がらないことを考えれば、いったん「所与の前提」を所与とせず、介護・ケア分野における「ロボット必然性」を一から検討していくことも必要ではないだろうか。そうすることで、従来の「介護ロボット」開発の問題が浮かび上がり、市場拡大のヒントが見えてくるのではないかと、というのが本研究会の視点である。

⁷ 経済産業省は日本医療研究開発機構（AMED）とともに、産業技術総合研究所（AIST）や日本ロボット工業会（JARA）や大学など関係諸団体によるコンソーシアムを組み、日本の高度な工業技術を活用し、介護現場の具体的なニーズを踏まえた機器の開発支援をすることとしている。

2-4 考慮すべき介護・ケア分野の特殊性

介護・ケア分野でのロボット導入について議論するときには、注意すべき点がある。それは、介護保険制度の存在である。

介護・ケア分野は、産業分野としては「サービス業」に分類されるが、自由市場でのみ成立しているわけではない。介護事業者は、介護保険制度で規定された人員配置や施設整備、事業構成の基準を遵守する義務を負っており、また介護保険報酬を受けることで事業予算の大きな部分を賄っている。平成 12（2000）年に始まった介護保険の目的は、高齢者が加齢とともに生じてしまう身体的・精神的変化により介護を要する状態になったときに、各人の残存能力の維持、あるいは能力の回復をしながら、自立した日常生活を営むことができるようにすることで、そのために、介護保険によって必要な保健・医療サービス及び福祉サービスが給付されることとなっている。また、この介護保険の目的に示されたような「高齢者が各人の能力に合わせて自立した生活を営む」支援をするために、介護保険制度が導入される前から様々な福祉機器・用具が開発されてきており、介護保険制度ができてからは、その保険適用対象と指定されることで普及が促進されてきたという経緯がある。

介護・ケア分野のロボットも、「福祉機器」の一つと考えられることが多い。少なくとも、「介護ロボット」は福祉機器の一つとして開発・普及の推進が図られてきた。だからこそ、介護・ケア分野でロボットの導入を議論するときには、「介護保険適用対象」となるかどうか当該機器の普及に大きな影響を表すと考えられるのだ。だが、たしかに被介護者は要介護度に応じた利用限度額の範囲内で、介護保険適用（介護保険給付対象）と判断された介護ロボットの貸与・購入費用に対して介護保険給付を受けることができるが⁸、介護事業者が介護施設で導入するロボットについては介護保険給付対象とはならないものがほとんどである。2018 年からは一定の条件で見守りロボットを導入している介護施設に対して介護報酬上の加算が認められるようになり、パワーアシスト・スーツについても同様の措置をする議論が開始されたものの、後者については実現はされていない。

図表 2-3 介護保険給付対象の福祉用具の種目

	種目		種目
貸与 (レンタル)	1. 車いす	購入	1. 腰掛便座
	2. 車いす付属品		2. 自動排泄処理装置の交換可能部品
	3. 特殊寝台		3. 入浴補助用具
	4. 特殊寝台付属品		4. 簡易浴槽
	5. 床ずれ防止用具		5. 移動用リフトのつり具の部分
	6. 体位変換器		
	7. 手すり		
	8. スロープ		
	9. 歩行器		
	10. 歩行補助つえ		
	11. 認知性老人徘徊感知機器		
	12. 移動用リフト(つり具の部分を除く)		
	13. 自動排泄処理装置		

出所) 厚生労働省 (2017) 『福祉用具・介護ロボット開発の手引き』。

⁸ 2012 年 4 月から自動排泄処理装置が、2015 年 4 月から見守り支援の認知用老人徘徊感知機器が、2016 年 4 月からは移動支援ロボットが対象になっている。

そのため、介護施設が介護ロボットを導入する際には、地方自治体が設定している介護ロボット導入支援の補助金・助成金を活用することが多く、直接的に介護保険の適用対象となるかどうかは問題となっていない。また、介護保険の財政的逼迫が進む中、「介護ロボット」の介護保険適用対象が急速に拡大することは考え難く、介護ロボット導入の直接的費用負担を介護保険給付で賄うビジネス・モデルを設定しても、実現性が乏しいということを考えておかねばならない。もちろん、介護・ケア分野でのロボット導入を促進するために、補助金・助成金を国・自治体が用意することは、継続していく必要はあると思われる。

他方で、介護・ケア分野のサービスの目的は、サービス利用者である高齢者が、各人の残存能力の維持、あるいは能力の回復をしながら、可能な限り自立した日常生活を営むことができるようにすることであり、そのため介護保険を中心とした制度設計がされていることにも十分な理解をする必要がある。介護・ケア分野の「質の向上」といったときには、この残存能力の維持・向上をとおした自立した日常生活の実現がどれだけ達成できているのか、という指標でまずは語られるべきであり、他のサービス事業と同様の感性的「顧客満足度」の測定でサービスの「質」を語るべき分野ではない。また、介護・ケア分野のサービスの目的の実現を考えた時には、サービス提供時の「効率性」「生産性」の向上をのみ追求しても、本来の目的の実現には繋がらない点も注意が必要である。

もう一つ留意せねばならない点は、介護・ケア分野で活用されるロボットは、福祉機器だけではない、という点である。厚生労働省・経済産業省が設定している「介護ロボット」の2017年改訂後の開発重点分野（図表 2-2 参照）を見ても、コミュニケーション支援や介護業務支援など、福祉機器の範疇外の機器・システムも含まれていることが分かる。つまり、介護・ケア分野でのロボット導入・活用を、従来の福祉機器開発の文脈からのみ議論することは、現場の重要なニーズを見過ごすリスクを高めることなのである。

2-5 令和2年度本研究会の調査研究の手法

本研究会では、これらを踏まえたうえで、令和2年度は、

- ① 介護施設に対するヒアリング
- ② ロボット開発者向けアンケート調査

の実施をすることで、介護・ケア分野の「ロボット必然性」を一から考える基盤を得ることにした。

①の介護施設のプレ調査ヒアリングについては、令和2年度は入居型介護施設に限定し、その施設長あるいは事務長などの地位にいる職員に実施することを計画した。施設長や事務長の地位にいる職員は、介護現場の機器導入の指揮を執る役割にあるのみならず、経営陣への機器導入の必要性の説明・説得の要になっており、介護施設においてロボット導入に関しての集約された意見が聴取できると考えられたからである。また、これらのヒアリングを通じて、介護現場でどれだけ「ロボット必然性」があるのか自体もある程度把握することができることも考えた。

さらに、②のロボット開発者向けアンケート調査であるが、これは、①のヒアリングを実

施したなかで生まれたアイデアである。介護現場では、ロボット技術で何ができるのか、何を期待できるのかということ自体が分からないため、具体的なニーズを挙げようにも挙げられないという声が出てきたのである。そこで、ロボット開発者、特に現在は介護・ケア分野関連のロボット開発に従事していない技術者に「ロボット技術で何ができるのか」を示してもらい、それを介護施設の方々に見せることで、反応を引き出してみる、というのが、当初の目論見であった。

第3部 令和2年度の本研究会の調査研究成果の概況①

令和2年度には、本研究会の委員の紹介を中心として介護施設に対するヒアリングを実施した。新型コロナウイルス感染拡大等の影響もあり、当初予定していたヒアリング回数からは大幅に少ない件数のヒアリング実施にとどまった。そのため、これらのヒアリングから得られた内容だけでは、代表性や一般性を確保することは難しい。そのため、本研究会での討議に加え、事務局が中心となって公聴した各種セミナー等の内容を参照しながら、ヒアリングの成果をまとめている。

3-1 介護施設へのヒアリングからみえてくる「ロボット必然性」

◆介護・ケア分野の「人手不足」をロボットで補填する、という考えに対して、現場で認識されている「必然性」は低いと思われる。

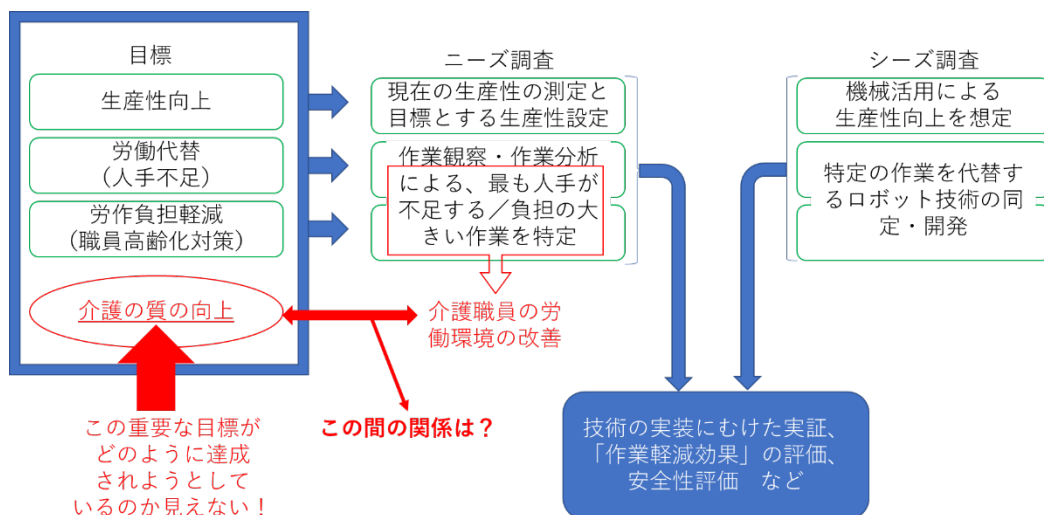
介護・ケア分野でロボット活用・導入が議論されるのは、介護・ケア分野の「人手不足」の解決策と目されるからである。現在も人手不足のために介護保険法の定める人員配置を充足することが難しい介護施設がでてくるなどの問題が生じているが、「介護人材不足の2025年問題」といわれるように、団塊の世代が後期高齢者となる2025年頃には、38万人の大きな介護人材需給ギャップが生じるとの厚生労働省の試算や、「介護人材不足の2035年問題」といわれるように、2035年にはさらに68万人の介護人材需給ギャップが生じるとの経済産業省の試算が示すように、近い将来には、介護・ケア分野で待ったなしの非常に深刻な人材不足問題が生じると言われている。中国をはじめアジア近隣国でも軒並み人口減少、高齢化社会に向かうなか、外国人労働者による介護人材の穴埋めも難しく、ロボットなどによる「人手の補填」が必要だと言われているのである。

しかし、現状として、介護施設の現場で介護ロボットが人手不足を補うという認識は希薄であることがヒアリングから判明した。それは、各種の介護ロボットの開発支援関連の資料や介護ロボット導入の経験報告からも理解されることで、現在のところ介護ロボットの果たす役割は「介護者の負担軽減」であり、介護職員の離職防止と参入促進効果を期待したものとなっている(介護職員の処遇改善、離職防止、定着促進、生産性向上の取り組みの一環)。人手不足とICT機械・ロボットでの人手代替を直接関連付けるのは、現状では無理なのである。ヒアリングで聞かれた『これはロボットでできるだろう』『ここはロボットに任せたい』という期待感はない』という意見も、情報不足や技術の理解不足からでた意見ではなく、最新のIT技術の導入に敏感、食欲な介護施設の方であるがゆえに、直接的な介護・ケアを「ロボット」で代替することに期待できないと考えていると理解すべきである。

さらに、ヒアリングを進めていく中で、なぜ人手不足の介護現場でロボットによる労働代替に期待をしないとされているのかの背景に、現状ではほとんどのロボットの導入が介護・ケアの「質」の向上に貢献しないと考えられているということもわかってきた。第2部

第3章で、介護・ケア分野で「質の向上」といったときには、介護が必要となった高齢者の残存能力の維持・向上をとおした自立した日常生活の実現がどれだけ達成できているのか、という指標で測るものだという事を説明した。介護・ケアに真剣に取り組む介護事業者であれば、この「質」の向上にはより敏感で、新しい制度や機器の導入にあたっては、この点の実現できるかどうかクリティカルなポイントとなる。しかし、「介護ロボット」の開発状況の調査等の資料をみると、この介護・ケアの「質」の問題は、ロボットのニーズ調査でもシーズ調査でも取り上げられることはなく、したがって、開発されたロボットが、介護・ケアの質の向上には直接貢献しない状況となっている。この介護・ケアの「質」の向上への寄与が不明である点が、ロボットの活用度の低さに直結している可能性は大きい。

図表 3-1 介護・ケア分野におけるロボット開発状況と問題点



出所) サービスロボット研究会。

また、機械振興協会経済研究所における先行プロジェクトの紹介で取り上げた、ユーザー、つまり介護施設の介護従事者の技術に対するリテラシーが低いために、介護・ケア分野でロボット活用が進まないとの要因分析も、もう少し分解して考え直す必要があるであろう。様々な介護施設対象の調査や、本研究会の委員からも、多くの介護施設の、そして介護従事者の方々の技術リテラシーは総じて低いという指摘があるのは事実である。しかし、本研究会でヒアリングを実施した先は、いずれも ICT 技術の導入に敏感、貪欲な介護施設の方々であり、技術リテラシー、ロボット・リテラシーは高い。リテラシーの高さがロボット導入・活用につながるのであれば、ヒアリング先の介護施設では、ロボットへの期待度が高く、もっとロボット導入が進んでいるはずであり、したがって介護・ケア分野での「ロボット必然性」は高いという意見が出てくるはずである。しかし、そうでない意見が飛び出したことに、もっと注意を向ける必要がある。

- 「介護の質の向上」にロボットが貢献できると現場が認識する製品が登場しない限り、人手不足のなかであってもロボット活用が拡大することはない可能性が大きい。
- ロボット活用が進まない原因を全て、ユーザーの「ロボット・リテラシー」の問題に帰すことがあるが、リテラシーの高いユーザーにさえ活用されない理由も問うてみる必要がある。

3-2 介護施設で「ロボット必然性」が判明しているセグメント

人手の代替としてのロボット活用については、「必然性」が現場で感じられずにいるため、進まないというヒアリング結果を紹介したが、非常に数は限られているが介護・ケア分野で比較的普及が進む ICT 技術・ロボティクス技術がある。それらはなぜ選択されているのだろうか。

◆見守り支援センサーや、作業・介護記録の自動作成・一元的管理などは、介護の「質」の向上に貢献することが期待できるから活用されている。

見守り支援としてのセンサーは、機械振興協会経済研究所の先行プロジェクトのアンケート結果でも 20%強という割合とはいえ、他のロボット機器より有効活用度合が高いことが分かっている。他の調査でも見守り支援ロボット・センサーは比較的進んでいるという結果がみられる。見守り支援ロボット・センサーの導入については、要介護者向けには 2015 年 4 月から認知用老人徘徊感知機器が介護保険給付の対象になり、そして介護施設向けには 2018 年から見守り支援ロボットが介護保険報酬の加算対象になるなど、政策的な支援も充実している。しかし、後者の介護保険報酬加算には、条件が厳しく、実際にこの介護保険報酬加算があるから見守り支援ロボットを導入したという介護施設は多くないと調査結果もでてくる。つまり、見守り支援ロボット・センサーは、制度的な後押し以上に、介護現場で「必然性」を感じたことで導入が進んでいる、と考えられる。

本研究会のヒアリングでも、見守り支援センサーを導入している事業者は、利用者の眠りの質を高める要因（水分量、活動量など）との因果関係を確認するためのセンサーとして使っていると語っており、見守り支援ロボット・センサーの活用が介護の「質」の向上に直結し、必然性が認められたので導入したことが分かる。見守り支援ロボット・センサーは、負荷の大きい（特に夜間の）巡回見守り業務から介護従事者を解放し、業務負担軽減を図れる機器・装置として語られることも多いが、それだけでは介護・ケアの重要な要素である「被介護者の能力維持と可能な限りの自立した日常生活の実現」には直結せず、全体的なロボット活用効果も見えないことになってしまう。前述のとおり、業務負担軽減が重要だとするときには、どのように介護の質の向上につながるのかのロジックを考える必要がある、

この介護の「質」の向上に直結する効果が分かるかどうかの問題で、将来的な導入拡大にやや批判的にならざるを得ないのが、見守り支援ロボットに並び比較的導入が進んでいる介護従事者向け装着型移乗等支援ロボット（パワーアシスト・スーツ）である。これは、介

護者の身体的負荷の大きな労作による腰痛の軽減策として注目されるとともに、近年の価格の下落と並行して実現された重量軽減や着脱方法の簡便化など技術的な向上がみられるものである。しかし、ヒアリングで聞かれたのは、介護・ケア分野の現場の状況からパワーアシスト・スーツを着用状態で作業をし続けることができないので、着脱の「面倒」さがイレギュラー対応の多い現場では非常に大きな負荷となっており、さらには「装着型」であるために 1 人 1 台体制を取らない限り他人が「着た」ものを共有するという生理的気持ちの悪さが伴ってしまうという問題である。後者の問題は、新型コロナウイルス感染拡大への対応時でも消毒対象の増加という負担増要因になってしまっている。さらに、パワーアシスト・スーツを使いこなして介護・ケアの「質」の向上へと繋げるまでには、各人が長時間をかけてスーツの使い方に慣れる必要があり、その意味で「質」の向上効果が限定的であることも考えると、価格や重量などの改善がこれ以上進んだとしても、現状以上の導入は進まない可能性を考えざるを得ない。

一方、間接的業務を「ロボット」が代替することに関しては、特に介護・ケアの「質」の向上に貪欲な施設で、「必然性」が高いと認識され、導入が進められている。厚生労働省・経済産業省の介護ロボットの「重点開発分野」にも 2017 年の改定時に「介護業務支援」として分野が追加されており、既にこうした間接業務に関するロボットは、開発に着手されているもの、製品化されているものもある。また、2019 年 6 月 21 日閣議決定の「経済財政運営と改革の基本方針 2019」で「医療・福祉サービス革新プランの推進」がうたわれ「2040 年における医療・福祉分野の単位時間サービス提供量について 5%以上向上」するため、新たに間接業務へのロボット活用が強調されるという流れになっている。

こうした間接業務へのロボット導入については、「介護現場の DX (デジタルトランスフォーメーション)」推進政策と合わさったことで、作業・介護記録の自動作成・一元的管理システムの開発・導入として進められている。新型コロナウイルス感染対策支援を加味した令和 2 年度の介護施設向け介護ロボット導入助成金をみても、作業・介護記録の自動作成・一元的管理システムの導入のための情報通信インフラ整備には、1 件あたり 750 万円を上限とした枠を設けるなど、積極的に導入が後押しされている。ヒアリング先の介護施設でも、作業・介護記録の自動作成・一元的管理による業務の効率化は高く評価していた。さらに、2020 年 5 月には厚生労働省が進める科学的介護データベース「CHASE」が運用を開始しており、従来からある介護保険のレセプトデータを蓄積した「介護保険総合データベース」、リハビリ分野に関するデータベース(通所・訪問リハビリテーションからの任意情報収集)「VISIT」と連結し、科学的根拠に沿った「質」の高い介護方法を導く礎を構築するとされている。作業・介護記録の自動作成・一元的管理は、このデータベースへのデータ入力のためにも非常に重要な要素となっており、高い需要が見込まれている。

3-3 ヒアリングから新たな「ロボット必然性」がみえてきたセグメント①

◆周辺・間接業務「見えない介護」を省人化することで、直接的な介護に介護従事者が集中でき、質の高い介護が実現できるため、現場の感じる「ロボット必然性」は高い

介護・ケア分野で、間接業務は作業・介護記録の作成だけではなく「見えない介護」（直接的な介護・ケアではなく、周辺作業・間接業務ではあるが、必要な作業、主な介護業務をつなぐ作業）は無数に存在する。本研究会のヒアリングでは、そうした「見えない介護」を「ロボットがやってくれたら、介護従事者が直接的な介護に使える一人当たり時間が増え、理想の介護がやりやすくなると思う。」という端的な指摘があったが、周辺・間接業務を省人化することで、直接的な介護に介護従事者が集中でき、質の高い介護が実現できるため、現場の感じる「ロボット必然性」は高いという観察は重要である。

「介護ロボット」は、2010年頃の第2次ロボット・ブームのさなかには、「汎用」「多機能」なヒューマノイド型介護ロボットが実現できるとの期待も膨らんだが、技術的な実現性に乏しいことが判明したため、福祉機器開発の延長・拡大路線に沿った多種多様な単機能のロボット開発に路線変更された経緯がある。そうしたなかで、直接的な介護・ケアの個別に分解された労作へのロボット・機器の活用が開発議論の中心となったのは仕方のないことであったともいえる。

しかし、介護・ケア分野の業務とは、細かく分業化され整然とシーケンス化され、各労働者は一定の労作・作業の長時間の繰り返しに従事する工場の労働とはある意味で正反対であり、直接的介護・ケアと周辺・間接作業を、業務の流れに従いつつ、各利用者（被介護者）の時々不規則に変化する状態に対応・対処しながらこなしていくことを意味している。見える介護（直接的な介護・ケア）だけをロボットで代替しようとしても、見えない介護（周辺・間接業務）による段取りや繋ぎが結局必要となり、結局はヒトがロボットによる作業の前後の作業をせざるを得ないため、ロボットによる作業代替効果が非常に限定的になってしまうのである。また、従来の介護・ケア分野のロボット導入のためのニーズ調査では同種の作業で寄せ集めて時間的負担と身体的負担などを分析するため、そこから局所的解決は可能となっても、その前後の段取りや流れの障害を起してしまう開発が行われる可能性が大きいということも関係している。見える介護と見えない介護を整理したうえで、現場が納得する形で「見えない介護」である周辺業務をロボットが請け負ってくれば、介護・ケアの質の向上にヒトが集中できるため効果は大きい。

数は少ないが、一部の介護施設では、既に、配膳ロボット、掃除ロボット、服薬支援ロボットなど「見えない介護」領域でのロボット活用が実現されている。厚生労働省・経済産業省の事業、あるいは、地方自治体の支援事業でも、自動風呂準備ロボット（装置）などユニークな間接業務を代替するロボットが開発されつつある。しかし、これらのロボットの開発は主流にはなっておらず、個別の施設の要望によってオーダーメイド的な開発が試みられているため、価格も高く、市場形成が実現される状態には程遠い。「見えない介護」のロボ

ット・機器による代替というセグメントには、潜在的に大きな需要があり、もっと積極的なニーズの掘り起こしがされてしかるべきであろう。

図表 3-2 ヒアリングで挙げられた、「見えない介護」のうちロボット代替を期待するもの

例) 配膳時（食器を回収時）に各被介護者の食べた量（食べた種類も含め）を記録
自動ベッドメイキング
オムツの処理（移動可能なディスポーザー）
お風呂の準備・掃除ロボット
服薬支援のダブルチェック
紙オムツや備品を保管場所から各居室に補充するロボット

出所) サービスロボット研究会によるヒアリングより。

この際、十分配慮が必要なのは、多種多様な介護ロボットを全体的な整合性を考えずに導入・使用すると、介護従事者が、新たな「段取り」を考える面倒、既にある多種の介護・福祉機器に加えて、多様なロボットを操作する流れを考える負担など追加の大きな負担に苦しめられる状況に陥ってしまうことである。ロボットだけではなく、新しい機器・システムを導入する際には、業務の流れ、段取りからみた必要性を考え、業務フローの再構築等を実現することが重要である。つまり、「統合されたサービス」の一つとしてどのようにロボットを位置づけるのか、介護従事者というヒトとの連携だけではなく、他のロボットや機器や装置との連携をどのようにするのかを考えて、ロボットのニーズを読み解くことが必要である。

もう一つ、ロボットの必然性が高いと思われるのが、直接的な介護・ケアをロボットが「アシスタント」としてヒトと協働するものである。例えば、介護施設から外部機関（診療所等）へ送迎をする際の乗車・降車時には、介護施設の職員が乗り降りや車いすから車内の椅子への移乗を支援することがある。ヒアリングによれば、このとき、2名1組の職員でサポートすることが理想的だが人手不足のため、1名でサポートをすることも多いという。ロボットが利用者（被介護者）の背中を保持するなど、「アシスタント」として機能できれば、作業効率だけではなく、介助者・利用者の双方の安心・安全が確保できるという。ただし、この分野でのロボットの開発は未発達であり、必要な要素技術の開発も含めて注力していく必要がある。

3-4 ヒアリングから新たな「ロボット必然性」がみえてきたセグメント②

◆介護従事者の教育・訓練（特に感性教育）にシミュレーター・ロボットやAR（拡張現実）などの最新技術を応用を進めていくことには必然性が高いと思われる。

介護従事者は、各人の職制に応じて、介護技術向上のための教育・訓練を受けることが義務付けられている。また、介護・ケア分野では、介護職員初任者研修、介護福祉士実務者研修、ケアマネジャー（介護支援専門員）、介護事務、レクリエーション介護士、介護予防運動指導員、福祉用具専門相談員、喀痰吸引等研修、サービス提供責任者などの資格、唯一の国家資格である介護福祉士などいくつかの資格・研修が取得できるようになっているため、専門の教育・訓練機関へ通学するとともに現場で技術教育・訓練を受けることが重要である。しかし、介護現場での教育・訓練は、指導する人の技量がばらついていることや訓練できる機会が限定的な場合があることなどから、効果的な教育・訓練が常に実施できるとはいえない。そこで、ヒアリングでロボットやAR（拡張現実）などの最新技術の応用として挙げられたのが、こうした介護・ケアの現場における教育・訓練であった。介護業務の質を高める教育・訓練によって、介護従事者の虐待なども防ぐことができると思われるとの意見も聞かれた。

3-5 ロボット導入予算について

◆経営状態のしっかりした介護事業所については、固定的な「ロボット等最新技術導入予算枠」のような考えではなく、「どれだけ労働時間が削減できるのか」の方が重要。

本研究会では、サービスロボットの市場形成を考える上で、価格設定が非常に重要な要素になるという議論が当初からあった。BtoB ではロボット導入が資本財投資と考えられるので価格設定はそれほどクリティカルではないかもしれないという指摘もあったが、機械振興協会経済研究所の先行プロジェクトのアンケート調査結果の分析からも、また他の調査結果からも、介護施設でのロボット導入の阻害要因として価格が挙げられており、また予算制約の厳しさも往々にして指摘されることであり、本研究会のヒアリングでは、予算についても質問することになった。その結果、「価格に関しては、絶対金額はそれほど気にしていない」「機械・ロボットの導入を考えるとときには、価格よりも、「どれだけ労働時間が節約されるのか（＝コスト削減に換算可能）」の方が利く」という意見が聞かれた。

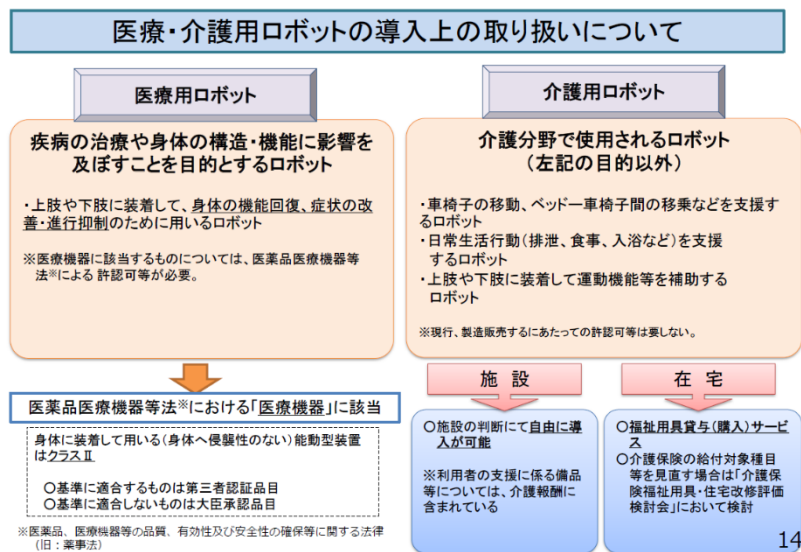
しかし、例えば、福島県が実施した平成27年度「介護ロボットニーズ調査」では、介護ロボットに充てられる年間予算額は100万円未満という意見が多く、また、全体の介護事業者の2割は赤字であり、絶対価格が非常に大きな問題になるという事業者も多いことは確かである。したがって、全般的な傾向としては、やはり、事業者向けのロボットであっても介護・ケア分野では価格設定が重要な要素であることは間違いないだろう。とはいうものの、経営状態のしっかりした介護事業者は、積極的に最新技術を取り込み、介護・ケアサービスの充実、介護の「質」の向上を目指すことを主眼においており、絶対価格で導入の有無を決めない、ということは重要な発見である。

3-6 令和2年度のヒアリングの課題

今回のヒアリングで焦点を当てているのは、入居型の介護施設におけるロボット導入であり、通所型の介護サービスはもとより、在宅サービス事業者におけるロボット活用、あるいは家族による在宅介護でのロボット活用については、今後の課題であることを明確にしておく必要がある。

また、「リハビリテーション」は、介護・ケア分野の重要な業務の一部とはなっているが、介護分野と医療分野との区別をはっきり認識しつつ、議論を展開する必要がある。例えば、厚生労働省・経済産業省の介護ロボット「重点開発分野」で、「移動支援」と「排泄支援」に2017年の改訂で、装着型の動作支援ロボットが入っているが、これらは介護としての支援であって医療行為であるリハビリテーションの一環としての支援とは区別されるものである。下肢動作支援・歩行機能のリハビリテーション支援機器は、一見、上記の介護としての装着型動作支援ロボットと同じような外見と機能を持つものがある。しかし、それらは医療機器として使用できて医療保険の適用対象となるものと、そうではなく介護用とされるものが明確に区別されている。今回のヒアリング時には、この介護・ケアと医療の近接分野の区別の問題は明確に意識されていなかったため、今後は十分留意してヒアリングを行う必要がある。

図表 3-2 介護・ケア分野における医療・介護ロボットの区分



第4部 令和2年度の本研究会の調査研究成果の概況②

令和2年度には、ヒアリングを実施したなかで生まれたアイデアとして、ロボット開発者向け「アンケート」調査の実施を試みた。介護現場では、ロボット技術で何ができるのか、何を期待できるのかということ自体が分からないため、具体的なニーズを挙げようにも挙げられないという声が出てきたのである。また、前述のとおり、介護・ケア分野でのロボット導入・開発を考える場合には、最もニーズが高い作業を「作業時間や労作負荷の最も大きい作業」として同定し、そのニーズに見合うシーズを探索し、「ニーズ・シーズ・マッチング」を行うことが多く行われている。しかし、この通常のやり方を根本から変えてみたところで、新たな視野が開けないか、というのが、今回のロボット開発者向け「アンケート」のもう一つの狙いであった。

そこで、ロボット開発者、特に現在は介護・ケア分野関連のロボット開発に従事していない技術者に「ロボット技術で何ができるのか」を示してもらい、ロボット技術側からの“仮想 押しかけ問題解決”的な「シーズ」調査を行い、その結果を介護施設の方々に見せることで、反応を引き出してみることを計画したのである。そして、その結果を、介護ロボット分野での「シーズ・ニーズマッチング」の改善のためには何をすべきなのかの要因を探り、介護・ケア分野の目的である被介護者の機能向上や残存機能の維持につなげ、介護従事者のニーズを喚起し、市場形成に導くための提言を考えることとした。

今回、大学、民間企業を中心に、本研究会の委員の伝手をつたってアンケートの送付を行ったが、回答数が想定していたより大幅に少ないという結果に終わった。まずは、内諾を得てから正式なアンケートの協力依頼をすることが多かったこともあり、アンケートの送付自体が限定的で、さらには内諾後にアンケート協力を断られる事例もあった。回収できた回答からは、大変貴重な意見が集まったものの、絶対数が少ないため、今回は「アンケート」としての統計解析等を行わず、「紙面によるヒアリング」扱いとし、回答の内容をから重要な論点を抽出することにした。

4-1 ロボット開発者向け「アンケート」の回収状況等

当初、アンケートとして実施されたロボット開発者からの「紙面によるヒアリング」は、以下の要領で実施された。（質問項目は、本中間報告の巻末の別添資料参照）

実施期間： 2021年1月15日～2月15日

回答数： 11（他2）

（大学 7、民間企業 4（+2））

	介護ケア開発経験 有	介護ケア開発経験 なし
製品開発参加経験 有	2	4
製品開発参加経験 なし	1	4

また、アンケートへの回答としてではないが、他分野向けに開発されたロボット等が介護施設で利用されている事例の紹介もあったので、その事例もまとめのなかに組み込むこととした。

4-2 ロボット開発者向けアンケート質問票および回答の概要(設問群1および設問群2)

アンケートの質問票は、3つの設問群で構成されていた(巻末の別添資料参照)。最初の「シーズ」調査は2つの設問(項目選択および自由回答が2問)、2つめの設問群は最初の設問群に関連した3つの設問(自由回答)、3つめの設問は2つの設問(自由回答)となっていた。

最初の「1-A」「1-B」は、入居型介護施設を例に取り上げ、1日の作業の流れ(タイムスケジュール)を回答者に示したうえで、

1-Aは、「どの作業がロボットで「代替」できると思か」

1-Bは、「ロボットを介護士の作業の「アシスタント」(人間が主たる労作・作業を担い、ロボットが「アシスタント」として動く)として活用できる場面はどれか」

という質問をしている。回答は複数の作業を回答できるようになっている。なお、但し書きで「既にロボット開発が進んでいるものもあるが、そうしたことに捉われず意見をお聞かせいただきたい。」として、敢えてロボット開発者側の「発想」を引き出すことを前面に押し出すことを狙った。

次の「2-A」「2-B」は、設問群1で回答した作業を代替できる、あるいはアシスタントにできるロボットについて、提供価格の想定に関する意見を問うものとなっている。

2-A①は、1-Aで回答したロボットの予想価格(試作機、量産機で分けて回答可)

2-A②は、2-A①に連続した質問で、当該ロボットによる代替が予想される作業時間

2-Bは、1-Bで回答したロボットの予想価格(試作機、量産機で分けて回答可)

<1-A、2-A>

ロボットで「代替」できると考えられる作業と、代替するロボットの価格設定については、以下のような回答となっている。

移動介助	10	オムツ等備品確認	3	床タオル回収	2
夜間見回り	6	居室の清掃	2	水分補給	2
配膳・下膳	4	嚥下体操	2	その他	3
食事状況の観察/ 会話からの状態観察	3	機能訓練	2		

- ・自動走行ロボットの活用により、移動介助を行えるという回答が最多。
- ・同じく自動走行ロボットの活用による夜間の巡回見回りも回答が多かった。
- ・状態観察や嚙下体操（補助）と機能訓練は、直接的な介護・ケア作業に係るものだが、その他は、間接業務に関する回答が目立った。

< 1-B、2-B >

ロボットが「アシスタント」として活躍できると考えられる作業と、そのロボットの価格設定については、以下のような回答となっている。

配膳・下膳	4	服薬介助	2	水分補給	1
入浴介助	3	排泄確認	1	機能訓練	1
オムツ処理	3	入浴・着替え・排泄介助	1	その他	2
トイレ誘導・排泄介助	2	タオル敷き・回収	1		

- ・排泄確認、トイレ誘導/排泄介助、オムツ処理といった分野での回答が多かった。
- ・同じく食事の準備・片づけ、入浴介助についても回答が多かった。
- ・服薬介助、水分補給などは今後の開発分野となっている点が注目。

4-3 ロボット開発者向けアンケートから見えてくるもの(設問群1および設問群2)

今回の回答で「ロボットで代替される作業」に関しては、既に市場形成も進んでいる自動走行ロボットを活用した回答が多く、特に斬新なアイデアが飛び出したというわけではなかった。しかし、嚙下体操（補助）についての回答が、介護・ケア分野での開発経験のないロボット開発者から複数あったことは注目されることである。最新のロボット技術を活かせる場面について、「技術プッシュ」的なアイデア出しで製品開発が活性化できる余地は意外な場面に存在する可能性を示していると思われる。

また、ロボットを「アシスタント」として利用できる領域を尋ねた設問に対しては、排泄確認、トイレ誘導・排泄介助、オムツ処理、食事の準備・片付け、入浴介助といった分野での回答が多く挙がり、そのほかには服薬介助、水分補給などに関する回答も目立った。総じて、間接業務のなかでも、オムツ処理や下膳など、「汚物処理」系の作業をロボットで代替させ「アシスタント」として働かせることに注目がより集まっていることをまず指摘しておきたい。「介護・ケアなどサービス業の様々な場面で配膳ロボットは応用できるが、特に汚れモノが伴う下膳時の利用が増えるのではないか」という意見もあった。

もう一つ、今回の回答から言えることは、ロボット開発者が、何の予備知識もなく介護施設の1日の作業の流れを見たときには、間接業務をロボットで代替できると考えることが多い、という点である。在庫管理ロボット・システムを介護施設でオムツなどの備品の在庫管理に応用する事例があるように、他分野で開発されたロボットを応用しやすいのも、実は間接業務に多いと思われる。上記のような理解のズレなどの問題はあっても、ロボット技

術を介護・ケア分野でよりよく活用・普及するためには、やはり従来とは異なる新鮮な形でニーズ・シーズ・マッチング等をする必要があると思われる。

さらに、「介護施設の作業分析をしたうえで、代替作業時間に対してペイできる目標価格を設定すべき」という回答があったことは重要で、「この作業のロボット化は幾らでないとペイしない」という視点を持つことが大切である。

今回の質問票作成にあたっては、研究会委員にも意見を求め、詳細を詰めたが、瑕疵があったために回答者の誤解を生んでしまった点があった。質問票に添付した入居型介護施設の1日の作業の流れ(タイムスケジュール)の表には、かなり詳細に分解した作業が時系列に並べてあるが、一つ一つの作業については何も説明をつけていない。説明を読むことで余計な先入観を回答者に与えないことを意図したものであったが、そのため、タイムスケジュール作成時に「移動」との区分が説明なしに理解することが難しい「移乗介助」を省略してしまうミスをしてしまった。そのため、回答者は「移動介助」に「移乗」も含めて理解した回答が数件あった。例えば、「移動介助」にパワーアシスト・スーツを適応できるという回答があった。

別の原因から生じた、より重要な理解のズレは、「移動介助」について、介護・ケア分野の従事者は利用者(被介護者)の残存する歩行機能を最大限に活かしながら移動する支援作業を意味しているのだが、回答者は利用者(被介護者)がより便利に移動することを主眼にした回答をしていることである。今回、従来にないアイデアを発掘することを目的として、アンケートに協力を得るロボット開発者は、意図的に「介護・ケア分野のロボット開発に携わった経験がない」と思われるロボット技術者を中心としたが、それが、こうしたズレを生じた原因と考えられる。

さらに、「アシスタント」という語をめぐるでも、介護・ケア分野の現場で想定と、介護施設でのタイムスケジュールを見てロボット開発者が想定する「アシスタント」の役割にもズレがでた。トイレ誘導、排泄介助、或いは入浴介助といった作業において、介護従事者が行っている作業自体が「介助」であり、利用者(被介護者)の動作の「アシスタント」を務めている。さらにロボットが介護従事者の「アシスタント」を務めるというのは具体的に何を意味するのかを示さないと回答者には理解できないことが改めて分かった。

これらの理解のズレは、介護・ケア分野に限らずロボット開発において、「現場を知る」ことが重要であることを教示している。現場のニーズをどのように同定するのかという点も、さらには「ニーズ」として把握した課題をどのように「シーズ」と結び付けてソリューションを導出するのかという点も、表面的な現場の作業分析だけでは難しいということである。介護・ケア分野のロボット活用が進まない原因として、ロボットのユーザー側の介護事業者の技術リテラシーの低さが問題になることが多いことを指摘したが、現場の真のニーズを把握し、必要なソリューションにつなげるためのロボット開発者側の現場理解のリテラシーの高さも求められるのである。

他方で、現場の経験が無いことを理由に「安心してロボットで代替できる作業は無いよう

に思われる」という非常に慎重な回答もあったことを指摘しておきたい。今まで対人ではなく対物で進んできたロボットの開発に携わっていたロボット開発者が、こういう様々な対人作業が連続している現場では安心してロボットで代替できる作業が無いという判断をしたわけである。この慎重な姿勢は尊重されるべきものであるが、こうした慎重なロボット開発者も積極的に開発に参加できるような環境を整え、それを広く周知していくべきであることも同時に教示している。例えば、自動走行ロボットは人と混在した作動環境で安全性を確保できるよう、規格等が整備されている。ロボットアームの応用である協働ロボットも、ヒトと同じ作業空間で同時並行作業ができるよう、技術・規格が発達しつつある。そうした情報を広くロボット開発者に周知することで、積極的な開発への関与を促すことができるようになると思われる。

4-4 ロボット開発者向けアンケート質問票および回答の概要(設問3-A)

設問 3-A では、シミュレーター・ロボットや AR (拡張現実) を介護従事者の訓練・教育に応用する可能性についての意見を求めており、以下のような回答となっている。

- ・ AR やシミュレーターを使う目的をどのように設定するのか、がまずは問題ではないかという意見があった。
- ・ 教え方のマニュアル化などの徹底の方が先ではないか、などの意見もあった。
- ・ シミュレーターは量産製品となり得ないと予測から、産業としての成立を危惧する意見も複数あった。

4-5 ロボット開発者向けアンケート質問票および回答の概要(設問3-B)

介護・ケア分野でのロボット活用を考えると、安全・安心をどのように確保し、またその点を介護従事者および被介護者に納得してもらうのが非常に重要である。ロボットの機構・動作自体の安全性を工業製品として確保しておくことはもちろんのこと⁹、定期メンテナンスによって安全性を一定期間にわたって確保することは既に制度化されている。しかし、ロボットを活用する際の「安心」をどのように確保するのか、利用者にとどのように納得してもらうのかについての議論はまだまだ弱いのではないと思われる。そこで、設問 3-B では、ロボット開発者側の意見を集める試みを行った。

「作り手と使い手の安心の意識共有」をどのように確立するのが問題だという意見が複数あった。安心の定量化法の開発が重要との意見もあり、関係諸機関に取り組みを期待したいところである。他方で、「安価で単純機能のロボットの導入から少しずつ介護現場がロボットに慣れるしかない」という意見、「安心、信頼の醸成が、介護現場の業負担の軽減にはつながらない」との恐れを指摘する意見もあった。

⁹ 日本の提案によって 2014 年 2 月に生活支援ロボットの国際安全規格 ISO13482 が発行された。また、この国際規格では網羅できていない部分も含めた生活支援ロボットの安全性を確保するための要求事項を定めた日本工業規格 (JIS B8445、B8446-1、B8446-2 及び B8446-3) が 2016 年 4 月に設定された。これにより、介護・ケア分野も一部含んだ生活支援のためのロボットが、工業製品として安全性を担保できる規格が整備された。

介護・ケア分野でのロボット活用促進、そして市場形成を考えていくときに、安全・安心の確保と現場での納得感の醸成はまず実現されておくべき重要な要素であることは確かである。しかし、「安心」は実際に利用経験を積まないと生じないものであることも確かである。安心の定量化も含め、利用の促進と安全・安心の確保が同時並行的に進むようなメカニズムを考え、実現するべきである。

第5部 令和2年度の本研究会の議論から見てきたこと

本研究会では、介護施設に対するヒアリングとロボット開発者向けアンケート（紙上ヒアリング）調査を実施し、介護・ケア分野のロボット導入の現状と課題を「ロボット必然性判明度」と「環境条件特定度」の2つの議論の軸で捉えようと試みた。この議論をする過程で、「ロボット必然性判明度」「環境条件特定度」の2軸には直接関わらないが、介護・ケア分野、ひいてはサービス分野全般、さらには家庭内など生活のなかでロボットが活用されるようになるために重要な議論があった。

5-1 「利用してしまう」ロボットを目指すべき

本研究会では、現在の「介護ロボット」として開発されているロボットが、介護・ケア分野の需要に本当に適合しているのか、を考えることが一つの出発点であったことは既に述べた。「良いものが開発されているはずなのに、使われない」という、よくある議論の出発点を疑うものであった。この問いは、ヒアリングの過程で正しかったことが証明されたと本研究会では考えている。

介護・ケア分野では長年の間、利用者（被介護者）の動作の補助、あるいは介護従事者の動作の補助をするための福祉機器が数多く開発され、活用されてきた。その後、ロボット技術やAI技術が発展するにともない「福祉機器の知能化・スマート化」を目指すことにより、より良い機器・用具の開発が期待されるようになった。しかし、一方では、従来からある福祉機器は、「補助機器・用具」として機能や使いやすさを発達させてきており、そこにロボット技術やAI技術を付加していても、「補助機器・用具」としての性格自体は大きく変更されない。「補助機器・用具」であるから、それを操作する人が必要である。介護・ケア分野では深刻な人手不足が問題になっており、操作する人自体がいなくなることへの対応が迫られている。「福祉機器・用具」の延長線上では満たすことができない、しかし重要なニーズが介護・ケア分野には、多く存在することにもっと積極的に対処する必要があるだろう。

また、従来ある福祉機器にロボット技術やAI技術を付加することが、“屋上屋を架する”ような過度な機能を備えるロボット・機器を生み出してしまい、価格も不必要に高額となることで、導入されない・利用されない製品を生んでしまう可能性もあることを真剣に議論すべきである。さらに、本研究会での議論では「ロボット工学者は、ついロボットらしいロボットを目指してしまう。ロボットとして未熟な製品でも、有効な機能が搭載されていればよし、という見切りが重要」という指摘もあった。無理に「ロボット化」「知能化」を進めずに、器具・用具として工夫・改善をする技術開発の重要性も見過ごされるべきではない。

また、「良い製品なのだから、どうしたら使えるのか、利用者のリテラシーを上げる」などの努力の重要性はあるのだが、それ以前に利用者が真に「使いたい」、あるいは家電のように、「便利なのでつい手に取って使ってしまう」製品を開発することの方が重要なのではないだろうか。ロボット技術やAI技術が使われる「必然性」のある場面を取り上げてロボットへのニーズを把握することが、「(つい)利用してしまう」ロボットに帰結することを目

指すべきであろう。利用者が無理をしてロボットを使う状況を作りだすことは可能な限り避けねばならない。

5-2 ネットワークのなかでの、「統合したサービス」としてのロボット利活用を考える

近年、IoT（Internet of Things、モノのインターネット化）の時代になり、個々の機器が単体で機能することに加え、ネットワークでつながり、連動することでより効率的な、あるいは利便性の高い結果を生むような技術開発が進められるようになってきている。既に産業用ロボットはロボット同士や周辺機器との連動でだけではなく、工場全体の機器の稼働状況により当該ロボットの稼働を調整するなど、ネットワークのなかでのロボット利用が進められている。これまで単体で機能することが前提で考えられてきたサービスロボットも、小売り店舗や飲食店などでの利用を中心に、複数のロボットをネットワークでつなぎ、間に人間の指示を逐次介在させずに連動させるような活用の仕方が促進されることが考えられている。

介護・ケア分野においても、ロボット導入を進めていくうえでは、ネットワークのなかでのロボット利活用を考えていかねばならない。既に多種多様な機器が導入されており、そこに多様なロボットが混在したとき、その全てを個々に介護従事者自身が動作指示出し・動作タイミング等調整をしていたら現場は煩雑さと混乱を生じるだけである。既に、介護施設に導入されている各機器で別々に設定・準備されているコントローラを一つにまとめ、スマートフォン利用を含め単一のコントローラで指示出し・操作が可能なシステムを提供する企業も登場している。しかし、それだけでは、根本的な煩雑性は解決されない。また、連携・連動を基盤として開発されていない機器同士を連動させて利用するには、利用者自身が使い方を工夫するしかないという問題は残されたままである。人手不足なうえ、技術的な知識をあまり多く持ち合わせない従事者が比較的多い介護現場では、大きな負担を生じるばかりである。ロボットを開発する段階で、複数のロボットの、あるいは周辺機器・設備などとの連携を基盤にした利用を考えておくべきであろう。また、このようにネットワークを介したロボット連携や周辺機器・設備との連携を考えるということは、ロボット活用に「統合したサービス」の一環として考えることにもつながる。

また、前述のとおり、2020年5月には厚生労働省が進める科学的介護データベース「CHASE」が運用を開始しており、科学的根拠・データに沿った「質」の高い介護方法を導く礎を構築するとされている。ロボット単体の機能は、介護の「質」に部分的に貢献するにすぎないことから、ロボットや機器や設備の「ネットワーク」全体としての効果を考慮すべきである。そのとき、漠然と「全体」という捉え方をするのは、科学的根拠による最善策の決定という手法に反することであり、どのようなロボット・機器・設備がどのように機能し、介護・ケアの成果につながったのかをデータ的にも明確に記録・把握できるような仕組みが求められることは言うまでもない。

一つ憂慮される介護・ケア分野の現状は、多くの介護施設での情報通信インフラの脆弱さである。「介護分野のDXの推進」などが謳われる今日日であるが、施設全体でWifiが整

備されている施設は多くはない。新型コロナウイルス感染症対策の介護保険制度の助成金として、令和2（2020）年度は介護ロボットの導入助成が大幅に拡大され、施設へのWifi導入助成金は、1施設あたり750万円と大きく充実した。しかし、これで全施設がWifi導入を果たせたわけではなく、未だに脆弱な情報通信インフラしかない施設は多数ある。介護・ケア分野でロボットをネットワークで利用するには、こうした基本インフラの整備が欠かせないことは十分注意すべきである。

5-3 ロボット工学者の奮起を促すようなロボット技術開発の支援を考えるべき

第4部に述べたように、「介護ロボット」は、2010年頃には介護従事者の完全代替になるような「汎用」ヒューマノイド型ロボットの開発として議論が開始されたものの、技術的な実現性に乏しいことが判明したため、多種多様な単機能のロボット開発に路線変更された経緯を持つ。もちろん、介護従事者の直接介護・ケア作業の「代替」をするヒューマノイド型に近いロボットの開発が停止されたわけではなく、例えば、2015年2月には理化学研究所が抱え上げによる移乗介助を可能とする介護用ロボット「ROBEAR（ロベア）」を製品化するなど、介護作業を直接代替するロボットの開発、製品化は断続的に実施されていることは確かである。¹⁰

こうした直接的に人間に作用をするロボットについては、例えば、抱え上げ移乗介助ロボットでは、ロボット腕にセンサーを複数配置し、各センサーにかかる圧力を検知したうえで、被介護者に「過度な力がかからない」柔らかな動きを実現する「インピーダンス制御」機構を採用するなど、“ヒトにやさしい”技術が採用されている。しかし、介護・ケアの現場では、「過度な力がかからない」だけでは、「質」の高い介護にはつながらないのは常識である。同じように抱え上げられても、どこに抱え上げの「手・腕」が添えられるのか、どのように力がこめられるのかによって、不快感や自重による痛みを感じたりすることもある。この問題は、人体が多関節で柔らかであることによるもので、各人で異なる体格・骨格を考慮したうえで、分布的な力をコントロールして人体を上手く支える技術が実現されないと解消されない。しかし、この多関節で柔らかな人体に対処できるロボットの開発は未発達である。

第4部では「アシスタント」として働くロボットへの需要があるとのヒアリング結果を紹介した。車への移乗介助の際に介護従事者とペアになって利用者（被介護者）の身体を支えるロボットの例を挙げた。この移乗介助時の利用者保持ロボットも、多関節で柔らかく、さらに個々人で骨格や体形、さらに病歴等による保護箇所も様々に異なる人体に対して、どのポイントを姿勢保持のために支えたら、利用者に痛みや不快感を与えずに、移乗自体を楽にする補助動作になるのか、ということがロボット技術としては解明されていないため、すぐに実現できないものである。

福祉工学、あるいはスポーツ医学など、他分野の知見を取り込むとともに、こうした人体そのものへのロボットの作用について、科学的に解明を進めていくことが、介護・ケア分野

¹⁰ ほかにも、九州工業大学のチームが病院や介護施設での利用を想定した着替え介助ロボットを開発中であるなど、直接的な介護・ケア作業をロボットで代替しようという試みは多数ある。

のみならず、様々な対人サービスでのロボット活用を促進していくうえでどうしても必要であり、ロボット技術者のこの分野での奮起を期待したいところである。

残念ながら、こうした研究開発に対して政策的な支援が希薄なことも現実である。科学研究費で、多関節で柔らかな人体へロボットが適切なポイントを検出して作用をする研究開発プロジェクトを提案しても、研究費が獲得できる見込みは薄い。こうした現実を変え、ロボット技術者の奮起を支援するような施策を講じていくことも必要であろう。

また、対人ロボットでは、ロボットを構成する素材の開発、あるいは改良も重要となってくる。例えば、自動車分野では軽量・高耐久性を兼ね備え、価格も比較的抑えられた素材の開発などが進んでいる。これら他分野で開発された素材を活用することに対して、個々のロボット開発者のアイデアや情報ネットワークに頼ることなく、もう少し組織的に開発情報プラットフォームのような仕組みを構築していく必要があるのではないだろうか。

第6部 令和2年度の本研究会で残された課題と次年度への展望

令和2年度は、介護現場における「ロボット必然性」を測る基盤を得るため、入居型介護施設にヒアリングを実施し、ヒアリング数は少ないものの、重要なポイントを抽出することができた。また、結果として「紙面によるヒアリング」として扱うことになったが、ロボット開発者へのアンケート調査を実施し、これも非常に重要な視点、教示を得ることができた。

しかし、令和2年度のヒアリングは入居型介護施設に限定されたため、通所型の介護サービスはもとより、在宅サービス事業者におけるロボット活用、あるいは家族による在宅介護でのロボット活用については、次年度以降に検討をする必要がある。また、ロボット開発者の「紙面によるヒアリング」から様々なポイントが抽出できたものの、引き続き、より広い意見を収集しなくてはならない。

次年度は、こうしたデータ収集の拡充を図るとともに、本研究会が用意した議論の2つの軸のうち、「環境条件特定度」まで議論を進め、そこから本研究会の目的である、介護・ケア分野のロボットの市場形成につながるビジネス・モデルの構築を試みていく予定である。また、ネットワークのなかでのサービスロボットの活用、「統合したサービス」としてのロボット利活用という視点での議論もさらに深め、他のサービス分野でのロボット活用への教示を引き出していくことを考えている。

<ご協力を賜った方々（敬称略、五十音順）>

株式会社テムザック 代表取締役社長	川久保勇次
九州大学システム情報科学研究院 助教	河村晃宏
株式会社ロボットコネクト 代表取締役	末廣祐弥
東京都立大学大学院システムデザイン研究科 准教授	武居直行
株式会社エブリハ 代表取締役	成瀬文博
東京電機大学 工学部 助教	南斉俊佑
立命館大学ロボティクス学科 教授	平井慎一
社会福祉法人平成会（長崎市） 事業統括責任者	村山龍一
高知工科大学大学院工学研究科 教授	王碩玉

※なお、掲載にご許可をいただいた方のみお名前を掲載しています。ご協力を賜った方々は他にもいらっしゃいます。皆様に心より謝辞を述べさせていただきます。

2020年度機械振興協会経済研究所調査研究プロジェクト
サービスロボットの市場発展および産業の成長に関する調査研究事業
介護ロボットの開発に関するアンケート調査

このアンケート調査は、3つの設問群で構成されています。

最初の「シーズ」調査は2つの設問(項目選択および自由回答が2問)、2つめの設問群は最初の設問群に関連した3つの設問(自由回答)、3つめの設問は2つの設問(自由回答)があります。

最後にご回答いただいた方の情報を教えていただく欄がございますので、ご記載をよろしくお願いいたします。

アンケート回答期限： 2021年 1月 26日(金)

■ 1. 「シーズ」調査

介護・ケア分野でのロボット導入・開発を考える場合には、最もニーズが高い作業を作業時間や労作負荷の観点から同定し、そのニーズに見合うシーズを探索し、「ニーズ・シーズマッチング」を行うことが多く行われています。この通常のやり方を根本から変えてみたところで、新たな視野が開けないか、というのが、この設問群の狙いです。「ロボット技術でどのようなことができるのか」を介護・ケアの現場に伝えることから始めることで、逆に介護現場のニーズを引き出すという発想です。

ロボット技術側からの“仮想 押しかけ問題解決”的な「シーズ」調査にご協力お願いいたします。

【1. の設問】

入居型介護施設を例に取り上げ、1日の作業の流れ(タイムスケジュール)を下記に示してあります。

1-A: この1日の作業の流れ(タイムスケジュール)をみたとき、どの作業がロボットで「代替」できると思いますか。できれば、簡単な理由もお答えください。

1-B: また、以下の作業の流れのなかで、ロボットを介護士の作業の「アシスタント」(人間が主たる労作・作業を担い、ロボットが「アシスタント」として動く) として活用できる場面はどれだと思いますか。できれば、簡単な理由もお答えください。

※ 既にロボット開発が進んでいるものもあるが、そうしたことに捉われず意見をお聞かせいただきたい。

【入居型介護施設のタイムスケジュール】

- 6:30 入居者の起床を促す、着替え・洗顔介助、バイタルチェック
トイレ誘導・排泄介助・オムツ処理(その場での密閉処理等)・入居者の手洗い介助
→ベッドへ移動介助
オムツ処理(廃棄規定処理)、オムツ等不足備品の確認と補充、送り・引継ぎ(早出者)
- 7:30 朝食場所への移動介助
- 8:00 朝食介助(摂食介助、摂食状況観察、服薬介助) 送り・引継ぎ(日勤者)
- 8:30 順次、朝食片付け(下膳)開始、口腔ケア、居室への移動
- 9:00 トイレ誘導・排泄介助・オムツ処理(その場での密閉処理等)・入居者の手洗い介助

- 入居者との会話から状態観察
オムツ処理（廃棄規定での処理）、オムツ等不足備品のチェックと補充の続き
- 9：50 機能訓練・レクリエーション場所へ移動介助
- 10：00 お茶（水分補給）
- 10：20 機能訓練・レクリエーション
 順次┌ 浴室へ移動介助、入浴介助、着替え介助、移動介助
 └ 利用者ごとの浴室準備（タオル・石鹸等準備、床へタオル敷き、湯張り等）、浴室清掃
 （床タオル回収、浴槽・床の清掃、使用済み身体拭きタオル回収）
- 11：30 嚥下体操
- 11：50 昼食準備、昼食場所への移動介助 申送り・引継ぎ（遅出者）
- 12：00 昼食介助（摂食介助、摂食状況観察、服薬介助）
- 12：30 順次、昼食片付け（下膳）開始、口腔ケア、居室への移動介助
- 13：00 トイレ誘導・排泄介助・オムツ処理（その場での密閉処理等）・入居者の手洗い介助
 →ベッドへ移動介助
 オムツ処理（廃棄規定での処理）
- 13：50 レクリエーション場所への移動介助
- 14：00 レクリエーション・共同生活室での自由時間
 午前の続きで、┌浴室へ移動介助、入浴介助、着替え介助、浴室清掃、移動介助
 └利用者ごとの浴室準備（タオル・石鹸等準備、床へタオル敷き、湯張り等）、
 浴室清掃（床タオル回収、浴槽・床の清掃、使用済み身体拭きタオル回収）
 →入居者との会話から状態観察
 記録の入力・整理
 居室の清掃、シーツ交換、ベッドメイキング
- 15：00 おやつ・お茶（水分補給）
- 16：00 トイレ誘導・排泄介助・オムツ処理（その場での密閉処理等）・入居者の手洗い介助
 →ベッドへ移動介助
 オムツ処理（廃棄規定処理）、記録の入力続き、居室のゴミ捨て、申送り・引継ぎ（夜勤者）
- 17：40 夕食準備、夕食場所へ移動介助
- 18：00 夕食介助（摂食介助、摂食状況観察、服薬介助）
- 18：40 順次、夕食片付け（下膳）開始、口腔ケア、居室への移動
- 19：00 着替え介助、入居者との会話から状態観察
- 20：00 トイレ誘導・排泄介助・オムツ処理（その場での密閉処理等）・入居者の手洗い介助
 →ベッドへ移動介助、入居者との会話から状態観察、就寝介助
 オムツ処理（廃棄規定での処理）
- 21：00 消灯
- 0：00 夜間の巡回見回り、必要であれば排泄介助・オムツ処理（その場での密閉処理等）
 オムツ処理（廃棄規定での処理）
- 4：00 トイレ誘導・排泄介助・オムツ処理（その場での密閉処理等）・入居者の手洗い介助
 →ベッドへ移動介助
 オムツ処理（廃棄規定での処理）

1-A 回答欄

ロボットで「代替」できる作業	理 由
(例) オムツ等不足備品のチェックと補充 および 入浴準備と後片付け後の用品搬送	(例) 物流の現場で利用されている搬送ロボットとピッキングロボットの技術を応用できるから

1-B 回答欄

ロボットが「アシスタント」になれる作業	理 由
(例) 朝昼晩の食事後の口腔ケア	(例) ●●ロボットの技術を基盤に、開発が可能と思われる

■ 2. ロボットの価格設定に関する意見調査

設問群1でご回答いただいた、作業を代替できる、あるいはアシスタントにできるロボットについて、提供価格の想定に関するご意見を伺います。介護・ケア分野では、ロボットを含む機器について、価格そのものも重要ですが、費用対効果（作業短縮効果など）も非常に重要です。その観点での設問も含まれています。

実際に具体的な開発に着手してみなければ分からない問題ではありますが、可能な限りご意見をお聞かせください。

【2. の設問】

2-A ①: 1-A で「作業を代替できる」と回答したロボットは、どれくらいの価格で提供できるか予測はできますか？（試作機、量産機で分けて回答いただいで結構です）

2-A ②: またその場合、どれくらいの作業時間を代替できると計算できますか？

2-B: 1-B で「アシスタント」として活用できる回答したロボットは、どれくらいの価格で提供できるか予測はできますか？（試作機、量産機で分けて回答いただいで結構です）

2-A ①および② 回答欄

1-A で作業を代替できる」と回答したロボット	予想提供価格／予想代替作業時間
(例) オムツ等不足備品のチェックと補充 および 入浴準備と後片付け後の用品搬送	(例) 試作機：150万円、量産型：70万円 (例) 備品配備関連：30分／人、入浴関連：1時間／人

2-B 回答欄

1-B で「アシスタント」になれると回答したロボット	予想提供価格
(例) 朝昼晩の食事後の口腔ケア	(例) 試作機：300万円

■ 3. 介護・ケア現場からの声に対する意見調査

介護施設へのヒアリングをするなかで、介護分野でのロボットの在り方について、2つの重要な論点が浮かび上がってきました。それに対し、ロボット技術を提供する側でどのように対応するのか、ご意見をお聞かせください。

【3. の設問】

3-A : 介護従事者の感性教育・技術の質向上の訓練にシミュレーター・ロボットやAR（拡張現実）などの最新技術を応用してほしいという声がかかります。多くの介護従事者は現場での実地訓練（OJT）によって技術習得をする部分が多いのですが、教え方にもバラツキがあり、現状では課題がいろいろあるとのこと。しかし、そうした機器・ロボットは未発達です。この点に関し、ご意見があれば伺いたいと思います。

3-B: 介護・ケア分野でのロボット活用を考えると、機器の「安全」を確保するだけでは十分ではなく、ユーザー（介護従事者および被介護者）が「安心」して使えること、またその点を納得してもらうことが非常に重要です。「安全」の確保は議論され、制度も整備が進んでいますが、「安心」についての議論が弱いとの指摘があります。介護・ケア分野でのロボット活用で「安心」をいかに確保していくのかについて、ご意見があれば伺いたいと思います。

3-A 回答欄

3-B 回答欄

ご回答いただきました方の情報をご記入ください。(属性のみご記入いただくか、ご所属・お名前などご記入いただくか、お選びください)

※ これらの情報は、アンケート集計および分析のためにのみに使用させていただきます。また、特定の個人(社)を特定するかたちでアンケートのご回答内容を外部に開示することはありません。

ただし、調査研究の成果物(報告書等)に“プロジェクトにご協力いただいた方”としてご所属・お名前を掲載してもよろしい方は、2)の下段に☑をいれていただきたくお願いいたします。

1)属性のみご記入いただける方

ご所属の組織	大学 ・ 民間企業 ・ 公的機関
ご専門の分野	ロボット工学 ・ 福祉工学 ・ その他 ()
組織での地位	教授・准教授・助教・その他 () 社長／企業代表者・役員・事業部長／部長相当・課長相当・主任／係長相当 所長相当・局／部門長相当・課長相当・主任相当
介護・ケア分野への関与経験	有 ・ 無
製品開発への参加経験	有 ・ 無
ご年齢 ※	20歳代・30歳代・40歳代・50歳代・60歳代・70歳代以上 ※ご年齢は、差し支えなければ、お答えください

2)ご所属、お名前などご記入いただける方

ご所属	
お役職	
お名前	
介護・ケア分野への関与経験	有 ・ 無
製品開発への参加経験	有 ・ 無
ご年齢 ※	20歳代・30歳代・40歳代・50歳代・60歳代・70歳代以上 ※ご年齢は、差し支えなければ、お答えください
お名前の紹介	<input type="checkbox"/> 所属・名前を成果物で“プロジェクトにご協力いただいた方”として紹介しても差し支えない

《プロジェクト問合せ先》

PL：森 直子 一般財団法人機械振興協会経済研究所
〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8、機械振興会館 1階
TEL：03-3434-8251 (代表) Mail：mori@eri.jspmi.or.jp

(禁無断転載)

20-2

サービスロボットの市場発展および産業の成長に関する調査研究委員会

<中間報告>

令和3年3月

一般財団法人 機械振興協会 経済研究所

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号

TEL: 03-3434-8251

<http://www.jspmi.or.jp>