

令和元年度
老人保健事業推進費等補助金
老人保健健康増進等事業

令和元年度 老人保健事業推進費等補助金
老人保健健康増進等事業

2040 年に向けたロボット・AI 等の研究開発、
実用化に関する調査研究事業

報告書

令和 2 年 3 月
株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所

目次

1. 本調査研究事業の概要	1
1.1 背景と目的.....	1
1.2 事業内容	2
1.2.1 ロードマップの作成方針.....	2
1.2.2 調査方法	2
1.2.3 本事業で対象とするロボット・AI	2
1.3 実施体制	4
2. ヒアリング調査.....	6
2.1 調査概要	6
2.1.1 調査目的	6
2.1.2 調査対象者.....	6
2.1.3 インタビュー内容一覧	7
2.2 調査結果	10
2.2.1 委員へのヒアリング結果.....	10
2.2.2 委員以外の有識者へのヒアリング結果.....	51
3. 検討委員会の開催	88
3.1 開催概要	88
3.2 第1回検討委員会.....	88
3.3 第2回検討委員会.....	93
4. 2040年に向けたロボット・AI等の研究開発、実用化に関するロードマップ	100
4.1 ロードマップ作成に至るプロセス	100
4.2 2040年のあるべき社会像.....	102
4.2.1 介護	103
4.2.2 介護予防	104
4.2.3 認知症ケア.....	104
4.2.4 人手不足	105
4.3 2040年に必要なロボット・AI像	106
4.3.1 バイタルデータを取得するセンサーを内蔵し、身体機能・認知機能を分析する 装着型/衣服型ロボット	107
4.3.2 被介護者の状態と介護者のケア方法を科学的に分析し、最適なケアプランや 被介護者への接し方を提案するAI	108
4.3.3 筋肉・皮膚などへの刺激や、体の動きのタイミングに合わせた制御等により、 介護者・被介護者の身体機能をサポートする装着型のロボット.....	109
4.3.4 高齢者・被介護者の感情を見える化するセンサー・IoT機器やAI	111

4.3.5 高齢者の話し相手となり、健康増進・認知機能維持のための行動を促すコミュニケーションロボット	112
4.3.6 画面越しに相手の空間を感じることが出来る常時接続の大きな「窓」のような ICT 製品	113
4.3.7 高齢者や被介護者が遠隔から操作することによって、自分自身がコミュニティやその場の活動に参加しているような感覚を持つことを可能にするロボット	114
4.3.8 遠隔操作によって、移乗や入浴、食事、排せつ支援を行うロボット(単機能)	115
4.3.9 自動運転で自宅や施設内での移動を行う車椅子ロボット	116
4.3.10 9つの製品イメージの分類	117
4.4 2040 年に向けたロボット・AI の研究開発のロードマップ	118
4.4.1 2040 年に必要な技術要素	118
4.4.2 発展的 ICT・AI の研究開発ロードマップ	119
4.4.3 装着型ロボット（サイボーグスーツ）の研究開発ロードマップ	120
4.4.4 遠隔操作ロボット（アバター）の研究開発ロードマップ	121
4.4.5 自動運転車いすの研究開発ロードマップ	122
4.5 2040 年以降のロボット・AI	123
4.5.1 サイボーグスーツ	124
4.5.2 アバターロボット	126
4.6 2040 年に必要な社会の仕組み	128
4.6.1 介護業界を牽引する組織の設計	128
4.6.2 収集が必要なデータの定義・選別と収集	128
4.6.3 IT インフラの整備	128
4.6.4 ロボット・AI と介護者の協働領域の精査	129
4.6.5 品質・価格面でニーズにあう介護ロボットを製造するための仕組み	129
4.6.6 認証基準・責任範囲の見直し	129
4.6.7 ロボット・AI に対する受容性の醸成	130
4.6.8 コミュニティの醸成・活性化	130
4.6.9 介護保険制度の改定	130
4.6.10 人材育成	130
5. まとめ・今後の課題	132
5.1 まとめ	132
5.2 今後の課題	133

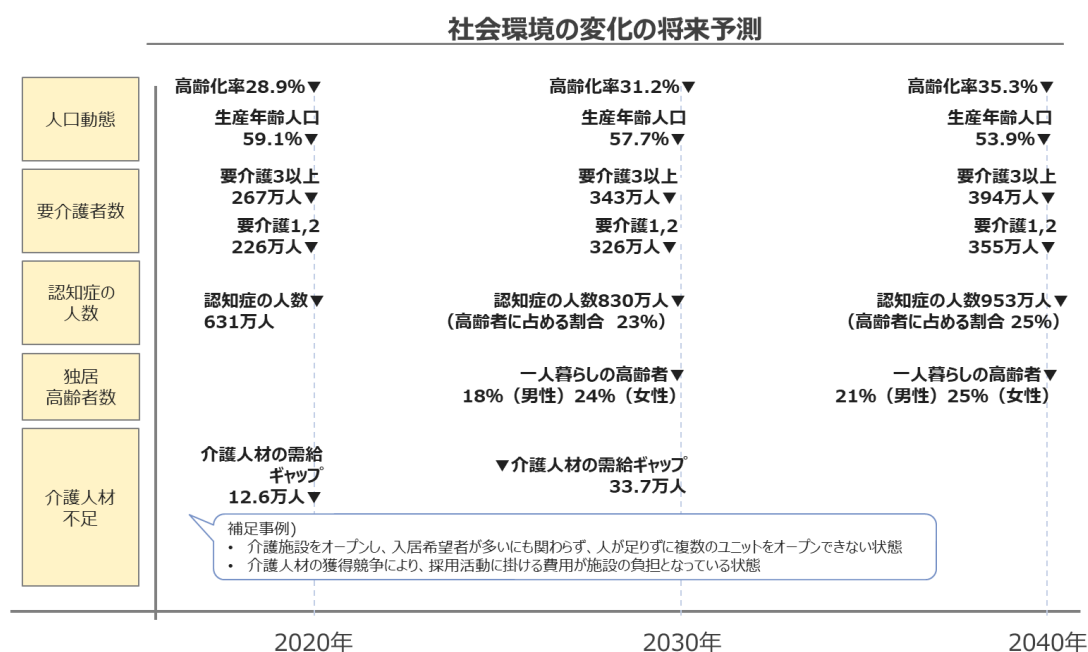
資料編

- 1 第1回検討委員会 議事
- 2 第2回検討委員会 議事

1. 本調査研究事業の概要

1.1 背景と目的

我が国においては、総人口が減少する中、高齢者割合の比率は加速度的に増加しており、世界でも屈指の超高齢社会を迎えている。団塊ジュニア世代が高齢者となる 2040 年には 3 人に 1 人以上が高齢者となる見込みであり、更には独居高齢者や認知症の増加も見込まれている。一方で、生産年齢人口は減少し、担い手の不足が大きな課題となっている。



このような中、厚生労働省と経済産業省は、2040 年頃における人と先進技術が共生する未来の医療福祉分野の在り方を検討する「未来イノベーションワーキング・グループ」を 2019 年に開催し、中間取りまとめにおいて 2040 年の社会における健康・医療・介護の理想的な姿や、それに向けたイノベーション・取組（例）が示された。

また、我が国発の破壊的イノベーションの創出を目指し、従来技術の延長にない、より大胆な発想に基づく挑戦的な研究開発を推進するため「ムーンショット型研究開発事業」が内閣府主導で開始され、ムーンショット型研究開発制度が目指すべき未来像及びその実現に向けた具体的な目標が検討されてきた。

本事業では、「未来イノベーションワーキング・グループ」の中間とりまとめを踏まえ、高齢者の介護、介護予防、生活支援、老人保健及び健康増進等に関わるロボット・AI 等の研究開発・実用化に向けた今後の取組を具体化するとともに、ムーンショット型研究開発制度において具体的な目標の検討に寄与するためのロードマップを作成する。

1.2 事業内容

本事業では 2040 年を見据え、介護施設から在宅への移行や認知症対策を視野に入れ、日本らしい介護ロボット・AI の活用促進に向けたロードマップを作成する。

1.2.1 ロードマップの作成方針

ロードマップの作成にあたっては、2040 年に解決すべき社会課題を基点とし、2040 年にあるべき社会像を具体化した上で、社会像を実現するために必要となる技術開発のロードマップを導出した。また、多くの有識者からあるべき社会像の実現にあたっては技術開発だけではなく組織体制や制度等を整備する事が必要であるとの指摘があり、2040 年の社会課題に向けて必要となる社会の仕組みについても合わせて整理した。

1.2.2 調査方法

介護ロボット・AI に精通した有識者やそれらの先進技術を介護現場に実装している事業者に対してヒアリング調査を行うとともに、ヒアリング調査の結果を検討・分析する場として検討委員会を設置し、先進技術活用の方角性、成果、課題、将来の展望等について詳細に把握した。

1.2.3 本事業で対象とするロボット・AI

一般的にロボットとは、以下の 3 つの要素技術を有する、知能化した機械システムと定義されている。

1. 情報を感知する（センサー系）
2. 判断する（知能・制御系）
3. 動作する（駆動系）

厚生労働省では、このロボット技術が応用され利用者の自立支援や介護者の負担の軽減に役立つ介護機器を介護ロボットと呼んでいる。現在、厚生労働省および経済産業省では「ロボット技術の介護利用における重点分野」として、介護ロボットを以下の 6 分野 13 項目に整理し開発・実用化を推進している。

■ ロボット技術の介護利用における重点分野



出典：「ロボット技術の介護利用における重点分野（概要）」（厚生労働省 HP）

【移乗支援】

- ・ ロボット技術を用いて介助者のパワーアシストを行う装着型の機器
- ・ ロボット技術を用いて介助者による抱え上げ動作のパワーアシストを行う非装着型の機器

【移動支援】

- ・ 高齢者等の外出をサポートし、荷物等を安全に運搬できるロボット技術を用いた歩行支援機器
- ・ 高齢者等の屋内移動や立ち座りをサポートし、特にトイレへの往復やトイレ内での姿勢保持を支援するロボット技術を用いた歩行支援機器
- ・ 高齢者等の外出をサポートし、転倒予防や歩行等を補助するロボット技術を用いた装着型の移動支援機器

【排泄支援】

- ・ 排泄物の処理にロボット技術を用いた設置位置調整可能なトイレ
- ・ ロボット技術を用いて排泄を予測し、的確なタイミングでトイレへ誘導する機器
- ・ ロボット技術を用いてトイレ内での下衣の着脱等の排泄の一連の動作を支援する機器

【見守り・コミュニケーション】

- ・ 介護施設において使用する、センサーや外部通信機能を備えたロボット技術を用いた機器のプラットフォーム
- ・ 在宅介護において使用する、転倒検知センサーや外部通信機能を備えたロボット技術を用いた機器のプラットフォーム
- ・ 高齢者等とのコミュニケーションにロボット技術を用いた生活支援機器

【入浴支援】

- ・ ロボット技術を用いて浴槽に出入りする際の一連の動作を支援する機器

【介護業務支援】

- ・ ロボット技術を用いて、見守り、移動支援、排泄支援をはじめとする介護業務に伴う情報を収集・蓄積し、それを基に、高齢者等の必要な支援に活用することを可能とする機器

一方、本事業において 2040 年の介護ロボットおよびそのロードマップを考えるに当たっては、上記に示した現在の介護ロボットの定義の中でのみ検討されることは必ずしも適当ではない。

そこで本事業では、現在の介護ロボットの定義を踏まえつつもその定義に囚われず、2040 年までの人口動態等の社会環境等に鑑み、介護領域で真に必要とされるロボットの提案を目指した。このため、ロボット技術に加え、AI 技術やデータの利活用についても調査の範囲を広げ検討した。

1.3 実施体制

ヒアリング調査結果の分析やロードマップについて検討を行うため、有識者で組織される検討委員会を以下の通り設置した。

■ 検討委員会

(敬称略、委員長以外は五十音順)

	氏名	所属・役職
○	本田 幸夫	大阪工業大学 R&D 工学部 ロボット工学科 教授 日本医療研究開発機構 プロジェクトスーパーバイザー 厚生労働省老健局 参与 大阪大学大学院 医学系研究科 招聘教授
	浅間 一	東京大学工学系研究科精密工学専攻 教授 人工物工学研究センター センター長
	植村 佳代	株式会社日本政策投資銀行業務企画部イノベーション推進室 副調査役

近藤 和泉	国立長寿医療研究センター 副院長・健康長寿支援ロボットセンター長・リハビリテーション 科部長 厚生労働省老健局参与（介護ロボット担当）
下河原 忠道	株式会社シルバーウッド 代表取締役
田宮 菜奈子	筑波大学医学医療系 ヘルスサービスリサーチ分野 教授 ヘルスサービス開発研究センター センター長
辻井 潤一	産業技術総合研究所 情報・人間工学領域 フェロー 人工知能研究センター 研究センター長
比留川 博久	産業技術総合研究所ロボットイノベーション研究センター 研究センター長

〇・・・委員長

■ オブザーバー

（敬称略）

氏名	所属・役職
諏訪園 健司	厚生労働省 審議官
立花 敦子	厚生労働省 老健局高齢者支援課 課長補佐
井上 栄貴	厚生労働省 老健局高齢者支援課 課長補佐
山田 士朗	厚生労働省 老健局高齢者支援課 室長補佐
石松 香絵	厚生労働省 老健局高齢者支援課
葭仲 潔	経済産業省 商務・サービスグループヘルスケア産業課 医療・福祉機器産業室 室長補佐

■ 事務局

氏名	所属・役職
吉田 俊之	株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所 情報未来イノベーション本部 アソシエイトパートナー
足立 圭司	株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所 情報未来イノベーション本部 マネージャー
柴田 創一郎	株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所 情報未来イノベーション本部 シニア・コンサルタント
山内 勇輝	株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所 情報未来イノベーション本部 シニア・コンサルタント

2. ヒアリング調査

2.1 調査概要

2.1.1 調査目的

有識者へのヒアリング調査を通じて、2040 年を見据えたロードマップを策定するための技術動向・活用方法・活用にあたる課題、先進技術を導入している介護現場の状況等について詳細に把握する。

2.1.2 調査対象者

調査対象者は、検討委員会委員及び委員以外の有識者としたが、委員以外の有識者の選定にあたっては、介護・介護予防・認知症といった領域、ロボット・AI に関する技術、アカデミア・企業・行政といったステークホルダーの観点から偏りがないように留意した。

■ 委員以外の有識者

(五十音順、敬称略)

氏名	所属・役職
石山 洸	株式会社エクサウィザーズ 代表取締役社長
鎌田 実	東京大学大学院新領域創成科学研究科 人間環境学専攻 教授
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
北野 宏明	ソニー株式会社 執行役員 株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所 代表取締役社長、所長
小平 紀生	三菱電機株式会社 FA システム事業本部 主席技監
真田 弘美	東京大学大学院医学系研究科 健康科学・看護学専攻 老年看護学／創傷看護学分野 教授 グローバルナーシングリサーチセンター センター長
諏訪 基	国立障害者リハビリテーションセンター研究所 顧問 厚生労働省老健局 参与（介護ロボット担当）
田實 佳郎	関西大学理事 システム理工学部・学部長 電気電子情報工学科 教授
宮永 敬市	北九州市保健福祉局総務部 認知症支援・介護予防センター所長

2.1.3 インタビュー内容一覧

調査対象となる有識者の発言内容に応じて、以下のように整理した。

■ 委員へのヒアリング

(五十音順、敬称略)

ヒアリング対象者	内容一覧
浅間 一	・ ロボットと AI の定義 ・ 人間の理解 ・ データ集約・活用 ・ 現状のロボットの課題 ・ 社会実装のために ・ ムーンショット的な夢
植村 佳代	・ 社会環境の整備 ・ 予防 ・ 利用者にテクノロジーを自然に受け入れてもらうための工夫 ・ 介護施設のマネジメント論 ・ 日本の課題 ・ 業界構造・ステイクホルダー ・ その他
近藤 和泉	・ 介護予防・認知症に対するロボットについて ・ ロボットの生活実装について ・ ロボットの安全性について ・ 産官学の連携について ・ 介護ロボットの導入・普及について ・ 実証環境の整備について ・ 組織について ・ 教育について
下河原 忠道	・ 高齢者施設の変遷 ・ コミュニティの活性化に向けて ・ 在宅への移行に向けて ・ 認知症
田宮 菜奈子	・ レセプト情報・特定検診等情報データベースと介護保険総合データベース ・ 医療と介護の連携 ・ 医療ニーズ、介護ニーズ、ソーシャルニーズ ・ 人材育成 ・ 必要なデータ ・ データの記録・蓄積

	・ 情報共有 ・ 介護へのリスペクト
辻井 潤一	・ AI の現状（データ編） ・ 人手不足に活用される AI の姿 ・ 社会実装に行きつくために必要なこと ・ 社会像実現に向けた次の AI とは ・ 個人情報・監視について
比留川 博久	・ ヒューマノイド・生活支援ロボット ・ 介護ロボット ・ モビリティロボット ・ 普及のために必要なこと ・ 在宅に向かうために必要なこと ・ 現状では難しいが、実現出来ると画期的なもの

■ 委員以外の有識者へのヒアリング

（五十音順、敬称略）

ヒアリング対象者	内容一覧
石山 洸	・ ユマニチュードと AI について ・ 介護現場・エンドユーザーと開発のマッチングについて ・ 要介護度を予測する AI について ・ 介護業界のステイクホルダーについて ・ 介護職員のリテラシーについて ・ 施設側に必要な環境について ・ AI の価格について ・ 組織について
鎌田 実	・ インフラ・高齢者モビリティ ・ 認知症 ・ 生活支援技術 ・ 2040 年に至るために ・ ムーンショット的な夢 ・ 報告書のまとめ方
川村 貞夫	・ 高齢者の QoL、最期の迎え方 ・ 質量の有無による分類 ・ 機能安全 ・ ソフトロボティクス ・ 科学と技術 ・ ヒトの理解 ・ コスト設計

	・ 機械工学と化学の連携 ・ 社会実装・産業化 ・ ニーズとシーズのつなぎ方
北野 宏明	・ ロボカップについて ・ 介護でのロボット・AI 活用について ・ 現在の介護ロボットについて ・ その他
小平 紀生	・ ロボットの社会実装について ・ センシング技術について ・ 安全について ・ 行政の役割について ・ 2040 年に実現できるとインパクトが高く、介護にも応用可能な技術について ・ 人によって違う動きをするロボットの 2040 年のイメージについて ・ その他
真田 弘美	・ ホームホスピタル構想について ・ コミュニケーションロボットの活用について ・ リラックスチェアについて ・ ロボティクスマットレスについて ・ 教育について
諏訪 基	・ ロードマップの考え方について ・ 組織について ・ 社会の受容性について ・ その他
田實 佳郎	・ 認知症とロボット・AI の活用について ・ 介護ロボットの開発について ・ インフラについて ・ 企業との連携について ・ ウェアラブルセンシングの意義 ・ その他
宮永 敬市	・ 2040 年の認知症支援・介護予防の社会像について ・ 介護ロボットの活用について ・ コミュニケーションロボットについて ・ 啓発について ・ ロードマップ（案）について

2.2 調査結果

2.2.1 委員へのヒアリング結果

検討委員会委員から得られたヒアリング調査の結果を以下に示す。(氏名五十音順、敬称略)

2.2.1.1 浅間 一 委員

(東京大学工学系研究科精密工学専攻 教授
人工物工学研究センター センター長)

■ ロボットと AI の定義

- ・ AI、ロボットをどう定義するかのコセンサスが取れていない。ロボットという機械を思い浮かべるだろうが、自動運転は典型的なロボット技術である。ロボット技術とは、センシングをしながら情報処理に基づいて判断し何かを制御する技術である。
- ・ ロボットと AI を分けて書いているが、この定義を見ただけでダメだと思ってしまう。ロボットにおいて AI は必須の技術。AI をディープラーニングの延長と捉えるのも間違い。ロボットを環境に応じて制御する技術はれっきとした AI。1980 年くらいのロボットから AI が入っている。センシングをしながら制御する技術。機械の知能とはそういうもの。
- ・ 人間の知能の一部が今の AI で実現出来る。探索等は人間よりも勝るものが出来ている。技術が進んだので、機械でやれることが増えたに過ぎない。ロボット・AI について上手い説明をしないと、「単なる ICT だよな」と言われかねない。
- ・ ICT もロボット技術の一部であるという定義で行かないといけない。ICT はヴァーチャルな情報を処理・通信する技術で、それをリアルの世界に持ってきて、センシング、アクチュエーション、制御、作業、動作等を行う技術が RT と呼ばれ、ロボットと呼ばれるものにロボット技術は使われている。
- ・ 例えば、福島原発で汚染物質を調べてくる際に、ミッションと環境条件が与えられた際にソリューションを出す技術。移動機構にセンサーを付けて遠隔操作をすると、こういうことが出来るといったソリューションを提案するのがロボット技術の大きな部分。介護においては、どうしたら患者の起立を支援出来るのか、どうしたら患者の起立を支援する人を支援出来るのか、そういった要求を調べた上でソリューションを提案してきた。ベッドにセンサーを付けるということも提案してきたが、それも Feasible な解としてのロボット技術。取り付けただけで物を持ち上げてくれる簡単なマジックハンドのようなものがあつたら一番良いソリューションだと思う。しかしそれは「ロボットでは無い」となってしまうこともある。
- ・ ここでの議論はどういうロボットが必要かという狭い話ではなく、患者や介護従事者（看護師、介護士、PT/OT/ST 等）の支援をするにも全てフィジカルなサポー

トが必要であり、それを我々はロボットと呼ぶと大上段に入らないと、ものすごく狭い議論になってしまうという懸念がある。今後ヒアリングでも先にこの大上段の話をしないと、狭い意味でのロボットの話しかしなくなってしまう。

- ・ スマートスピーカーを ICT・AI と捉えるのは問題ない。制御や運動が入ってくる場合はフィジカルな機能が必要。AI の専門家は、それを AI と呼ぶし、ロボットの専門家はロボットと呼び、今の AI で出来ないところだと言う。今後のヒアリングではロボット系の人の話と、AI の人の話は矛盾する可能性があるので注意が必要。ロボット研究の立場の人は、AI はロボットの一部分で、AI に出来ることは限れていると思う。一方、AI 研究の立場だと、AI は全てのインフラのもとになっており、ロボットも AI であり、今後 AI で何でもできるようになると主張する人々もいる。
- ・ AI は人間の脳の機能を人工的に実現する技術。運動制御のような話はなく、碁盤を操るための探索や次元圧縮等がメイン。AI は人間の脳の一部分しか再現できていない。その脳を魚に載せても猫に載せても動かない。脳は身体や運動と密接に繋がっているの、脳だけ切り離して機能することはあり得ない。記憶的なところはあるかもしれないが。運動制御等は身体依存で、現状の AI で最も欠けている所。AI の専門家は AI に外部機器が繋がっていてコントロールするだけだと思っている。いろんな人に話を聞くと人によって言っていることが違うことに混乱すると思う。そこを念頭にヒアリングするのが良い。
- ・ ロボットにおける研究開発を俯瞰する際に、CRDS の資料のように、技術の「応用領域」という表現がなされるが、その言葉は本質的ではない。「応用」というのは、シーズを「応用する」というシーズ起点の前提に立っているが、介護においてはまずニーズがあり、実現したいことがある中で、バックキャストに必要な技術を検討しなければいけない。昔は、新しい技術が出ると「応用領域」という話が出たが、シーズから応用領域を考えても、社会に必要なものの「点在」しか生まない。十分な技術とは何かを担保する考え方ではない。

■ 人間の理解

- ・ 例えば高齢になり段々立てなくなると、人に支えてもらう必要性が生じる。人に支えてもらうことを繰り返すと、人に迷惑を掛けてっていると捉えてしまい、立つことを辞めてしまう。ますます体力が落ち、加速度的に寝たきりになる。家族に頼むと心理的な負担になるので、介護機器やロボット機器が近くにあり、人に頼らずに立てるようにすることが重要となる。
- ・ 支えて抱き上げるといった今の看護のやり方（患者さんがされるがままのやり方）は間違っており、患者が自身の筋肉を使って起立出来るように支援しなければならない。そういった支援が出来る機器の開発として、ベッドのインテリジェント化や、センサーやアクチュエーターを使った環境の整備を考えていた。ただ、やれば

やるほど患者によって違うことが分かった。患者や患者を支える先生がどういう動きをしているのかを理解しなければいけない。

- ・ 人間を理解しないと、ロボット技術は実現できない。患者の理解には大きく2点あり、1点目はフィジカル面。筋骨格モデル。骨格と筋肉のどのような機構を利用しているのか。2点目は脳神経系。「脳はどのように運動をコントロールしているか」という点である。
- ・ リハビリ支援機器を開発するにはここからじっくりやらないと有効なものを作れない。
- ・ 現在、研究を通じて、患者がどのように立ち上がっているのか、またPTがどのように支援をしているかが分かってきたため、ようやく設計出来るようになってきた。目先の開発ではなく長期的な視点に立つのであれば、人間の機能や運動の意味の理解に基づいた支援システムの設計をすべき。つまり遡ると、人間の理解が必要。
- ・ 加齢に伴い身体機能だけでなく脳の機能にも衰えがある（認知症に限らず、パーキンソン病等の運動機能を低下させる脳機能を含む）。そういった身体機能の衰えについても治療法、リハビリの方法が開発されるべき。
- ・ 当初はPTの動きや力の掛け方の理解が出来れば、それを機械化し、リハビリ支援機器を作れると考えていたが、そうではなかった。PTはリハビリの方法を経験的に判断しており、根拠を尋ねても曖昧な回答に留まったり、人や流派によって言うことも異なる。体系化することが難しい。チャレンジングなことをするのであれば人の理解に基づくリハビリ方法の開発が必要であり、最近ではPTの人からも一緒にやろうと声をかけて頂いている。
- ・ 患者を理解し患者にあった動かし方を実現するようなものが最適なソリューションと言える。アシストスーツや持ち上げるロボットの開発をうたう人がいるが、ロボットはそれだけではない。あらゆるソリューションを考えるのがロボット屋の仕事。
- ・ 良い介護を実現しようとするのであれば、ロボット・AIありきで考えず、情報処理や制御機構がまず必要で、その中の一部にロボット・AIが使える程度の話。より根本的には、介護や支援をどう行うべきかを考える必要があり、そのためには人間の理解が必要。
- ・ 人間の理解のためには他分野との連携が重要となり、医学や神経生理学、ロボット工学、PTやリハビリテーション医学、認知心理学との融合・連携が重要である。なお、認知心理学としては「自分は動いている」という主体感が重要であり、VRで本当の動きよりも少し大きく動いたように見せて達成感・やる気を高めるといったことも現在行っている。ロボットの既存の枠組み（駆動、センシング、動力、材料、等アウトプットイメージの中に掲載した区分）に囚われるのではなく、神経生理学やリハビリテーション医学、認知心理学等が、一体となってロボットやAIの

活用が実現されると捉えなければいけない。そこをやるのがロボット技術であり、今の区分は古い考え方。

■ データ集約・活用

- ・ 人間を理解するためには、データが必要。データには3種類ある。①「今取れているデータ」。介護している人がつけている日記やヒヤリハット、心拍等の医療データ。②「機器を導入すると取れるデータ」。支援機器を入れることで体のどの部分にどういった力が加わっているのかが分かる等。③「IoT やセンサー・カメラ等のデータ」。
- ・ データを取るためのロボット技術という観点も重要。データの取得は人間を理解することの前段であるが、さらに前段階には実験の場が必要。
- ・ データの標準化を出来ないのは、最大の課題。ドイツはインダストリー4.0 で、データを繋げるようにすることで生産をフレキシブルにしたり、オンデマンド製造を可能にしている。経産省はコネクテッドインダストリーを推進している。
- ・ 介護等の、製造業以外の部分でも同じ問題が起こっている。製造業の中ではファナックが、自社製品と関連会社の製品を繋ぐプラットフォームの構築を推進しているが、介護にはそういった活動がない。
- ・ 介護はベンチャーが乱立している状況であるため、国が率先して標準化し、皆が繋がるようにするという政策が重要。その際、協調領域をどう作るのが課題。企業にはそれぞれ「こうしたい」という思いがあるため、協調領域を作りにくい。「学」は協調領域を作る手伝いをするという関わり方が出来る。

■ 現状のロボットの課題

- ・ 今の AI・ロボット技術で最も欠けているのは適応性である。ロボットは知っていることしかできず、環境が変化した際に適応的に動くことはできない。AI は学習したことへの対応は出来るが、学習していないことは対応できない。適応性をどのように人工的に実現できるかが最終的な研究のターゲットである。深く人間を知らないと人工的にも実現できない。
- ・ ノイズ・外乱に対してきわめて弱い。
- ・ 実時間性・リアルタイムでの決断が出来ない。電車が揺れた際に、ゆっくり考えて足を出していたのでは間に合わない。
- ・ 過学習。学習データに偏りがあるとそこばかり学習し、違うデータが来た際に対応できない。
- ・ ブラックボックス。工学屋がこれまで扱って来た数式に基づいて制御するホワイトモデルは、結果の原因を特定できる。ニューラルネットを利用した AI によってロボットが動く場合、ブラックボックス化によって、問題が起きた際の理由を説明

できない。

- ・ AI の研究者はブラックボックスの改善のための取組を行っているが、AI の研究という枠組みよりも、介護等ターゲットを明確にした上で、AI にどういった機能が必要かを考えるべきだと考える。

■ 社会実装のために

- ・ 社会への実装のために技術に関わるのは一部であり、法律や規制緩和、導入の義務付け、実証実験の場、認証基準とリスクの受容性、等が必要となる。国がやるべきことはお金を付けて開発を募るだけではない。オーストラリアの看護協会は、「ノーリフトポリシー」（重いものを持たない）を義務付けたことによって、腰痛を減らした。
- ・ 今は日本で実験が出来ないため、海外で実験してから日本に戻すというエコでないことをやっている。
- ・ 「安全」は ISO では「受容出来ないリスクがないこと」と定義される。高リスクは許されず、基準を設けて「これ以上リスクがある場合は国として認めない」というスタンスである。あらゆるリスクを考えて物を設計するのはあり得ない話であり、学術会議からの提言は、「これ以上高いリスクは認められない」という基準と、「これより低いリスクは考えない」という基準を設定することである。
- ・ 例えば、医療では「3%の人がこの手術を受けて亡くなっているが、それでも受けるか」を患者に問うている。全て国が制限するのではなく、ユーザーが決められるようにすべき。リスクを知らせた上で、使う機会を与えた方が良い。
- ・ こういった受容性も技術の社会実装の判断のためには必要。そうしないとビジネスチャンスも減ってしまう。原子力プラントを見ても、安全性やテロ対策に対する規制の影響で、プラントメーカーがプラントを作れなくなっている。電力価格の高騰は、多くの企業にも悪い影響を与えている。
- ・ 税金もどこにどう掛けるか。北欧に比べると日本は税金が少ない。彼らはサービス機器の導入を税金でカバーする考え方が出来ている。日本は税金が安く、税金でカバーできないために、皆の負担が重くなっている。そのためにシステムも普及できず、事業者が去っていくということが起こっている。

■ ムーンショット的な夢

- ・ ソフトロボティクスが現在流行っている。ロボットは硬い物、堅く制御するという発想から、軟らかいもの、柔らかい制御が実現出来るようになるのもあり得る。
- ・ 集中制御でなく、沢山のセンサーや機器がネットワークを通じて繋がる自律分散システム・群制御を考えた場合、ある程度の柔らかさが必要になる。介護機器も自律分散によりうまく連携し、その際の機構としては柔らかいということが良いの

ではないか。

- ・ 材料やバッテリーは常にロボットには必要。材料の研究は基本的に材料屋の研究であり、バッテリーは電気屋の研究。ロボット屋はなんでも屋。あるものを使ってニーズに応じていく。
- ・ 自律分散が最初に入ったのは軍事。自律分散のロボットをばらまいて沢山情報を取ってくる。あとは自動倉庫（Kiva システム）。搬送に関しては色々出てきた。柔軟さを兼ね備えたものはまだ発展途上。

2.2.1.2 植村 佳代 委員

(株式会社日本政策投資銀行業務企画部イノベーション推進室 副調査役)

■ 社会環境の整備

- ・ 北欧・米国・オランダ等を調査していると、テクノロジーを社会に実装していくためには社会環境が重要だと感じる。技術はあっても活用されている例が少ない。社会環境を整理する際には、「インフラ」「在宅」の観点に加え、在宅につなげるための病院・介護施設等の組織の在り方や、施設間ネットワークの構築の観点も必要。この観点が無いと、技術の活用に至らない。
- ・ 他国では、リーダーシップを持つ組織が存在している。
 - ＜ヘルシンキ（フィンランド）＞：
 - ・ 介護施設の見守りを複数施設横断的にバーチャルで可視化する拠点を自治体が設置している。人手不足への打ち手となっている。
 - ＜アメリカ＞：
 - ・ 病院本体よりも、クリニック的な「拠点」となる施設の数を増やしている。スマートフォンで予約や診察が可能。バーチャルでの診察のみでなく、先生を選んで実際に拠点到達し、先生と話をすることも出来る。そこには受付がなく、時間になるとスムーズに先生と話を出来る仕組みとなっている。
 - ・ アメリカは IHN(Integrated Healthcare Network)という、切れ目のない医療介護を提供する非営利の事業体という形で病院が運営されているが、上記は一番大きな IHN である「カイザーパーマネンテ」で伺った話。
- ・ 日本にも技術はあり、先生とスマートフォンで話をする等出来るはずであるが、社会環境が十分に整備されていない。
- ・ また、海外を見ていると、如何にデータを一元管理するかが重要で、そこに IT 投資がなされている。データをどのように吸い上げ、管理するか。データのプラットフォームも社会環境として考えていかなければならない。

■ 予防

- ・ 「予防」というキーワードは、海外でも重要視されている。
 - ＜カイザーパーマネンテ（アメリカ）＞
 - ・ 自立的な生活を送らせるために、啓蒙活動を行っている。利用者のデータを大量に保持しているため、個別に「今は乳がん検診を受けない方が良い」「近いうちに検診に行った方が良い」といったメールを送っている。
 - ・ カイザーパーマネンテは、「メール」「ビデオ(TV 電話)」「対面」診察の 3 カテゴリーを持っている。今はメール利用者が伸びており、直近の利用者は均等に分かれているそう。「ビデオ」での診察について、初期は利用者か

ら抵抗感を感じる声が多かったようだが、使用してみると「先生をより身近に感じる」との回答を多く得られたそう。

- ・ 日本の介護保険制度は、要介護5の人の介護報酬が最も高く、寝たきりの人が多いほど介護施設の収益があがるといった制度。改善出来ると良い。アメリカでは、以前は「介護施設に入ると様態が悪くなる」というイメージを持つ人が多かったが、「ヘルシーリビング」という、より健康になれることをコンセプトとして掲げる施設が出てきたことにより、アクティブシニアの意識が変わりつつある。
- ・ 予防の話とセットで、AIという言葉が頻発する。しかし、AIの定義が幅広になか、それまでインプットされていない新たなデータをインプットして、明確なアウトプットを出せるAIがどの程度あるのか現状は疑問。ビッグデータを与えたら、AIがアルゴリズムを導き出すという事例はおそらくなく、誰かがアルゴリズムを作らないと回りださない。
- ・ アメリカの事例で、転倒予防としてAIを活用している事例があった。これは訴訟リスクの軽減を目的としていたようだが、ゆくゆくは転倒リスクを把握できるようにしたいと言っていた。

■ 利用者にテクノロジーを自然に受け入れてもらうための工夫

- ・ オランダでは、一見普通の寝室やベッドのように見せて、自然の生活内にセンサーやカメラを溶け込ませるデザインの工夫をしている。部屋の中にセンサーやカメラが付いていると24時間監視されている気分になるといった意見から、見守りサービスの導入が見送られたこともあるため、自然に溶け込ませるという観点は重要。
- ・ 高齢者になると自分で判断が出来なくなるため、家族やコミュニティに同意を得ることが多い。テクノロジーやロボットも高齢者というよりも、家族に同意して買ってもらう方が広がっていくのではないかな。
- ・ オランダにある、一つのビルの中に複数の大学や専門学校が存在するようなビルでは、テクノロジーを学ぶ学生に、介護従事者が混ざっていくような環境がある。彼らの作った製品が、ほとんど宣伝をせず（ラジオでの宣伝程度）に広まっているのは、学生が自分の祖父母に介護ロボットを使ってもらう文化が形成されているため。家族やコミュニティの力は根強い。
- ・ 高齢者のロボットやAIへのリテラシーに不安は無い。在宅介護のマッチングサービスでは、60代介護士がタブレットの使い方を習得した。

■ 介護施設のマネジメント論

- ・ オランダのビュートゾルフという介護組織では、リーダーを置かずに組織をフラット化して介護サービスを提供している。

- ・ ビュートゾルフは、介護事業を行っているが、前提となっているのは患者に対して手を尽くしたいという思い。KPI や医者と介護施設の役割の線引き等の狭間にある中で、如何に介護をする側がモチベーションを保って仕事をするかという組織論が特徴的で面白い。それを支える IoT も整備されている。
- ・ 上記がオランダで実現できる理由には、オランダと日本の制度の違いもあるだろう。そこで、ビュートゾルフジャパンという組織に、日本での取り組み状況をヒアリングする予定。

■ 日本の課題

- ・ 福祉国家の北欧では自治体を中心となりコーディネートしているが、日本はステイクホルダーが多く、誰がリーダーシップを担うか不透明。
- ・ 神奈川県が以前、ロボットを普及させるために施設に訪問し評価方法を教えるという取組を行っていた。ロボットの評価方法は大学の先生が教えていたのだが、大学の先生にとって二足の草鞋となってしまう、継続できなかったと聞く。
- ・ 介護報酬の仕組み、法整備、施設・在宅、テクノロジー、ソフト、ハード、メンテナンス等色々な関係者がいる中で、どうパーツを集めてまとめていけるのかが見えづらい。
- ・ さらに、データをセキュアに一元管理するという仕組みも構築されていない。
- ・ 産業化を目指すために、ステップ論でステイクホルダーを構成すべきだが、ステイクホルダーが多く困難。

■ 業界構造・ステイクホルダー

- ・ 介護分野にテクノロジーを導入する際の市場規模の予測が困難。以前であればロボットの販売台数予測に金額を乗算すれば市場規模の予測がついた。しかし今は、新たなテクノロジーを導入する際の財源構成や、テクノロジー導入の加速によるコスト低減、右肩上がりの医療・介護費を抑制しようという動きの中でこの市場に参入するような産業の構成等、不確定な要素が多く、市場規模の予測が困難。
- ・ 問題意識は、小さくても良いのでまずは事業として成り立たせること。事業として成り立たせる過程の中で、ステイクホルダーの顔ぶれは異なってくる。海外調査は、必要なステイクホルダーを明確にしていくために行っている。この考え方は介護分野に限らず、どの分野でも同じ。

■ その他

- ・ アメリカの例であるが、コミュニケーションロボットは、話しかけても応答までの時間が遅いと利用者は言っていた。5G 等通信技術の進化によってコミュニケーションロボットの応答が早くなると、利用者の反応も変わるかもしれない。

2.2.1.3 近藤 和泉 委員

(国立長寿医療研究センター

副院長・健康長寿支援ロボットセンター長・リハビリテーション科部長

厚生労働省老健局参与 (介護ロボット担当))

■ 介護予防・認知症に対するロボットについて

- ・ 介護予防ロボットによって、健康寿命の延伸と平均余命の差を短くしようと試みているが、栄養分野の研究では、健康寿命が伸びると平均余命も伸びてしまい、健康寿命と平均寿命の差が縮まらない。ロボットについては、大規模な実証をしていないので未だ分からないものの、危惧している。
- ・ 日本の高齢者は労働意欲が高く、70～75 歳まで働きたい人が多くいる。高齢者になって労働時間や労働量は減っても、より健康で、より長く働き続ける事ができる社会を実現できれば良いと考えている。ある程度のケアは必要だが、認知機能・身体機能が落ちなければ、働き続ける事ができる。
- ・ 身体機能を維持するためのバランス訓練ロボットは、今後は 10 万円以下の機器が出てくるだろう。
 - [質問：ロボットの価格を安価にするために必要な事は何か]
 - ・ ある程度の台数生産が前提である。例えば 1,000 台出ると価格を 1 桁減らす事ができる。
 - ・ 歩行支援ロボットについては、簡単な技術のみで安価なロボットの開発も試みている。完全なバーチャルリアリティまでいかなくとも、画面が前にあり、体を動かすためのデバイスであれば、リハビリ的に効果ある事は分かっている。安価でも十分効果があるものは作れる。
- ・ 認知機能の維持は、身体機能の維持とカップリングして考える必要がある。適切なアプローチをすれば、今よりも認知機能の維持が図れる手応えはある。
- ・ 脳の細胞がストレスを受けて早死してしまう事が、認知機能の低下につながる。βアミロイドが蓄積しても、タウが神経細胞の中に蓄積しても、細胞は生きているので、弱った脳細胞がストレスを受けないような環境を作る事が出来れば長生きができる事は、アメリカの調査研究「ナン・スタディ」でも明らかになってきている。
- ・ 人間の神経細胞の寿命は約 20 年だが、70～80 歳まで生きる事が出来る理由は神経細胞が活動すると出るサイトカインというホルモンが、細胞体に届く事で、アポトーシスと防げるため。故に、神経が活動していないと生きていられない。その際、ただ活動すれば良いわけではなく、いわゆる楽しい活動が必要。つらい活動ばかりすると、脳の活動は落ちる。高齢者には楽しいアクティビティを用意し、毎日楽しい事をやってもらう事が重要。その 1 つにある、ある程度量を制限した仕事や友達とのおしゃべり、コミュニティでの活動があり、適切にアレンジすると脳の寿命は長くなる。高齢者の生活を支援するコミュニティやシステムを作っていけば認知

機能は維持できるのではないか。

- ・ 個人史を話す事が高齢者の生きがいになり、認知機能の維持につながる。昔の事を思い出す事や、友達と共通の話題について話す事は、脳の細胞を維持する上で重要。個人史を繰り返す話す事で、心の安定化も図れる。ロボットと話す事で、認知機能を保持できれば良い。
- ・ 若い人が減っていく中、お年寄りの話をずっと聞いている事も難しいので、ロボットを活用すべき。但し全ての会話をロボットが担うこともできないので、人間が一部を肩代わりする必要がある。人間の役割は、高齢者に対するロボットのイントロダクション、モニタリング、定期的にログを取り出して分析を行う事、ロボットの種類の選定等が考えられる。
- ・ 社会的なコミュニティとの繋がりを保っていく意味でも、ロボットの果たす役割は大きくなっていくだろう。
- ・ 音声認知機能を確実に発揮する事が重要。更に台数が必要なので、安価なものが必要。
 - [質問: 音声認知機能がブレイクスルーするポイントは何か]
 - ・ 「音源定位ができるデバイスを開発する事。音がどこから出ているか定位できれば良い。指向性のあるマイクは高いレベルで開発されているが、指向する方向がずれている。
 - ・ 環境雑音は非常に大きい影響があり、人間の言葉のみを拾ってくる事が難しい。
 - ・ あまり一生懸命このテーマは考えられていない。工学部の先生でも、音声認識エンジンは品質の高いものを使っても、マイクは安いものを使っている事が多い。
 - ・ Google スピーカーの音声認識の質が高い理由の 1 つは、マイクの質が良いためである。
- ・ 音声データがテキスト化できれば膨大なデータベースができる。量子コンピューターで大量の音声データを分析する事で、必ず何かしらの示唆がでてくるだろう。
- ・ 転倒事故報告データを 3,400 件程解析した事があるが、この量のデータではあまりトレンドが出てこなかった。しかし 100 万～億単位で解析できれば非常に細かい切り分けができる。この際、データを手入力する事は現実的ではないので、音声で自動でログが取れば良い。
- ・ 将来のため、AI に非常に期待している。表情や仕草が記録に残せ、膨大なデータが分析できれば、老人・障害者・障害児への理解が進み、こういった人たちの社会でのプレゼンスも上がってくるだろう。人と人が AI を通じて理解できるようになってくれば、良い社会になると思う。
- ・ ロボットではできない部分を補うのは、同年代のコミュニティである。テレビに友

人の顔が写るようなものを活用する事も良いが、現状のテレビ電話は使い勝手が悪いので、チャンネルを変えるようにワンボタンで使えるものがあれば良い。

■ ロボットの生活実装について

- ・ 家にロボットが入れるような環境整備が必要。大きいロボットが動き回れるスペース・通信環境や、できれば安全のために天井補強がされ、リフトが下ろせるような環境が良い。今の家屋には車椅子で通れない廊下がたくさんある。天井補強については、お年寄り 1 人が吊るせる程度の強度で良い。
 - ・ デンマークではプライエボーリという高齢者向けの住宅が多く建築されている。60 歳を超えると入所する権利が生じ、アクセスが良いところに建てられている。高齢者が 1~2 人住めれば良いのでスペースは狭い。床は平らで通信インフラが整っている等、ロボット環境を作るためには良い条件が整っている。高齢者がコミュニティにつながり続けられる意味でも良い。
 - ・ 家賃は低めで、狭いが暮らしやすく、駅に近く、同じ建物には医者があり、コミュニティにも属せるような環境ができれば良い。
 - ・ どのような形であっても、ロボットが家の中に入れる環境整備を行わないと、在宅生活の延伸は実現しない。
 - ・ 将来的に、上記のような住宅に移り住んでももらわないと、社会保障制度が維持できない可能性もある。
 - ・ 夕張市は、高齢者を中心地に集め社会保障サービスを集約している良い例である。
 - ・ 今のセントラルシティ構想は、商業系が中心に行っており、シャッター商店街をつぶしてシャッター商店街を作っているようなもの。社会福祉法人を主体とした中心化構想の協議体を作る必要がある。
- [質問: 地方に住み続けたい高齢者に対して、どのように対策をすべきか。]
- ・ 新しく家を建てる時に、ロボットを前提に建ててもらう事。補助金や減税のようなインセンティブがあると良い。
 - ・ ただし個人の自由を尊重し、住み替えは強制すべきではない。

■ ロボットの安全性について

- ・ ロボット側に障害物をうまく避ける機能が必要。技術的には可能だが、機能として備わっているものが少ない。
- ・ 家の中で使用するロボットはそこまで大きくないため、体に当たってもそこまで大きな傷害は起きないだろう。ある程度丸い形状で、要所にスポンジのようなものがついていれば良い。
- ・ 人間の体には敏感なところが多くある。例えば肋骨を横から押される動きにはとても弱い。人間のボディメカニズムを知った上でロボットを組み立てる必要がある。

るが、この領域はまだ研究の余地がある。医学側にもあまり認知されていない。例えば立ち直り反応の利用は介護では考慮されていないし、医学部の教育でも全く重視されていない。

- ・ 利用者にとっても介護者にとっても、体に無理がない介護に関する理解が進めば、介護ロボットをうまく使いこなせるようになる。
 - [質問:ボディメカニズムについて、今まで継続的な研究がなされているのか。]
 - ・ 極端な力を発揮した時、人間にどのような影響があるか等、興味を持たれ始めているので、徐々に進んではいる。
 - [質問:今の介護ロボットメーカーに、ボディメカニズムは理解されているのか。]
 - ・ おそらく深く理解されていない。表面的な知識ではなく、深い理解が必要。

■ 産官学の連携について

- ・ 企業は未だ道筋が定まっていない。発想の段階から、ある程度完成したロボットの実証、製作段階の助言、安全検証まで全てのフェーズにニーズがあるが、ワンセットで提供できる場がないことが問題。
- ・ アカデミーは、自分達の興味のあるところしか研究せず、使えないロボットを開発してしまう事が多い。アカデミーと企業のマッチングの多くはうまくいっておらず、違うスタンスでの開発支援をする必要がある。
- ・ 企業もアカデミーも本当の高齢者の生活を知らない。ニーズ側とシーズ側のマッチングが重要。

■ 介護ロボットの導入・普及について

- ・ 社会的な認知度を上げていかないとロボットの開発には繋がらない。ただの展示ではなく、現場とショーケースの組み合わせで見せていく事が重要。健康長寿支援ロボットセンターでは、ロボットの展示だけでなくロボットが動いているところを見たり、乗って体験する事ができたりと、ロボットが実際に役に立つところを見せている。家庭環境でどう使うかを見せるため、ロボティクススマートハウスのようなものがあれば良い。
- ・ 見守り支援機器の導入が最も進んでおり、導入率は約 40%、稼働率は 8~9 割。ほとんどが使われている。次に導入が進んでいるロボットは移乗系と入浴支援系。入浴支援系は 8 割程が使われているものの、移乗系は 5 割程度しか使われていないため、ブレイクスルーが必要。
- ・ コミュニケーション系ロボットは普及が進み、改良の段階に入ってきている。
- ・ 移乗系・コミュニケーション系ロボットの次は歩行支援系ロボットが使われてく

る。自立支援という意味では体を動かしてもらう必要があるため、全介助より人間が少し体を動かせるタイプのロボットがメインになってくる。

➤ [質問:自立支援ロボットは、介護現場では事故リスクから導入が進みにくい側面もあるが、どのような施策が必要か。]

- ・ 安全確保である。サスペンションで吊れば絶対に転ばない。これからのリハビリ医療は、サスペンションなしでは成り立たない。
- ・ レールの設置が難しければ、一部の天井にフックをつけてトレッドミルを動かすという手段もある。
- ・ サンヨーホームズの寄り添いロボットシステムのサスペンションは非常によく出来ている。

➤ [質問:転倒の予兆はどのようなデータから分かるか]

- ・ バランスが一番重要。いかに短時間にバランスを善し悪しを判定するのだが、国立長寿医療研究センターで作った判定システムは10秒で判定可能で、的中率も高い。方法としては利用者に特定の姿勢をとってもらい判定を行う。

➤ [質問:歩行支援ロボットから取得可能なデータでバランス判定が可能か]

- ・ 現状は難しい。ただし、将来的にはロボットを使っているうちに自然に測定することが可能になるだろう。音声ログから認知症の予兆を発見する等、自然な行動からデータを取れば最も良い。
- ・ 介護現場の様々な資源不足が介護ロボットを使いづらくしている。人不足や職員の電子工学・科学的知識の不足等。
- ・ 老健協会の調査で、システムエンジニアの数がロボット導入数と比例するという事が分かった。普及が進んだ工業用ロボットとの圧倒的な違いは、現場にエンジニアがいるかないかである。エンジニアがいれば、通信の不具合やロボットの作業不良の問題が起きてもすぐ相談ができる。特に移乗ロボットを使いこなすためには工学的な知識がある程度必要。
- ・ 自己決定できる事が、最低限のQOLの保証のために必要。認知症のリハビリテーションでも、本人の意思を掴むことが非常に重要。

➤ [質問:エンジニアが介護施設で働きたいか、という問題もあるのか]

- ・ 厚労省が資格を設定し、プロフィットが生まれてくれば改善されるかもしれない。

➤ [質問:元エンジニアの元気高齢者が介護施設を支援するような形もあり得るか]

- ・ あり得る。新たな生きがいの創出につながるだろう。

■ 実証環境の整備について

- ・ 実証環境には 2 種類の施設が必要。1 つは介護ロボットを使いこなしている施設。新しいロボットのトライアルにも慣れている。もう 1 つは、ロボット導入の経験はないが意欲のある施設。
- ・ AMED の事業では慣れている施設と慣れていない施設をそれぞれ 1 施設ずつ対象に行っているが、非常に多くの知見が出てきている。今年の後半には 4 施設ずつに拡大して実施していく予定。会話ログを取っているが、慣れていない施設のほうがロボットを使いこなすために利用者と多く話しており、ログが多く取れている。非習熟施設のほうが良い実証環境の候補になる。
- ・ 産業的にも、実証の場を増やすという意味でも、実証環境はどんどん増やしたほうが良い。実証施設を作る事業を国としてやってはどうか。

■ 組織について

- ・ 今の PMDA は、医療機器の認可を薬剤の認可と同じ考え方でっており、改善の余地がある。PMDA とは完全に分離し、薬剤系の人がない組織を作らないと変わらないのではないかな。
- ・ 医療機器や介護ロボットについて、安全認証に関するオリジナルなロードマップが必要。
 - [質問:ベンチャー企業が多く、安全認証によって立ち上がり始めた市場を抑制してしまうリスクもある中で、どのようなステップで安全認証を考えていくべきか。]
 - ・ まずは自己努力である。今の ISO もステップ・バイ・ステップで自己認証するが、企業なりのポリシーを持つ事が、ベンチャー企業であっても絶対必要。
 - ・ 名古屋大学の山田教授が検討しており、どの段階でどのような安全性を検証すべきか、ある程度道筋は出来てきている。
 - ・ 自己努力の次の段階として、認可が必要。段階を踏まないと、介護ロボットが開発できなくなってしまう。

■ 教育について

- ・ 介護ロボットについて授業で教わるだけではなく、介護ロボットが本当に役に立つという実体験が必要。
- ・ 介護ロボットを本当に使いこなしている施設が日本に数える程しかなく、まずモデル施設を増やす事が必要。手間はかかるが、一番の早道である。モデル施設を作るにあたっては、介護ロボットの選定だけではなく、使いこなすところまで支援する必要がある。

- ・ 各市町村に 1 施設、チャンピオン施設があれば良い。歩いて 5～10 分のところがあれば、見学ができる。各県に 1 つでは少ない。
- [質問:チャンピオン施設とはどのようなレベルの施設と考えればよいか]
 - ・ 職員が介護ロボットを使うメリットを本当に感じているレベル。アンケートでも介護ロボットがないとダメだとはっきり出るところ。善常会や十四山の愛燦会が一例である。

2.2.1.4 下河原 忠道 委員

(株式会社シルバーウッド 代表取締役)

■ 高齢者施設の変遷

＜現状の高齢者施設の課題＞

- ・ 現状の高齢者施設の課題はとにかく人が足りないこと。介護を受けたくても受けられない状況があらゆるところで発生している。介護職が足りないという危機的状況を「介護人材の需給ギャップ何十万人」という言葉だけで片付けずに、目の前で起きているリアルな事例を共有すべき。
- ・ 例えば、特養をオープンしたものの介護職が集まらずに 2 ユニットをオープン出来ない事例があること、人を募集するための広告費の支出が嵩んでいること、介護人材の紹介ビジネスが横行し紹介料に 1 人数十万円掛かること、せっかく入った人がすぐに辞めてしまうこと等。
- ・ 要介護 1,2 の方のサポートを自治体に権限移譲し、介護保険の対象を重度な人に限定した場合、どのような混乱、またはメリットが生じるのか現場を納得させるための判断材料が少ない。社会保障費も枯渇している状況の中で、いつまでも福祉国家の幻想を追いかけてはいけない。様々な反発があったとしても介護保険に頼り切らず、地域参加型の社会を目指していくべき。「家事援助等は民間の力で工夫して乗り越えよう」というメッセージが必要ではないか
- ・ 北海道の夕張市が財政破綻した際に、夕張市民病院に村上智彦医師が駆けつけて、「財源が無いが皆で予防してなんとか乗り越えよう」と地域医療を実践した。その時から 10～20 年経っているが、死亡率は上がっておらず、また入院する人も増えていない。皆が内発的なモチベーションに基づき、予防を行った例である。

(利用者の自立支援のために)

- ・ 本人が希望する生活を過ごすことが本質。無理な食事制限や、歩行訓練は時に本人としては大きなお世話となり得る。ゆっくりしていたいと感じる人の運動量を計測してテクノロジーが指示を出しても、そのような人は動かないだろう。
- ・ 運動して元気になりたいと思う方に対して、テクノロジーを活用して支えることは良いだと思えるが、国が推し進める必要はない。ニーズには応えていくべきだが、ウォンツは自分でやるべき事柄である。線引きは難しいが、押し付けになってはいけない。

(専門職が人と向き合う仕事に集中するために)

- ・ 専門職が人と向き合う仕事に集中することは大変重要である。その仕事は本当に必要なのかという仕事も多い。例えば、おやつの支給や血圧測定等の様々な管理。必要性を今一度見極める必要がある。2040 年のあるべき姿として調査研究するというよりは、すぐに解決しなければならない喫緊の課題である。
- ・ 不要な作業を見つけるために、特別養護老人ホーム、サ高住、グループホーム等、

業態ごとに作業分解を行うべきである。行われている作業を棚卸し、一つ一つ、テクノロジーで代替出来ないか検討するのが良い。

- ・ 弊社の例を出すと、訪問介護における記録作業をスマートフォンで出来るようにしており、職員の作業が大変楽になっている。「様々な作業分解の中でテクノロジーに代替出来るようなものを見つけ、その後に具体的なテクノロジーを探す」という順番をしっかり守る必要がある。「このようなテクノロジーがあるから介護現場で使えないか」という検討の順番では前に進めるのは難しい。現場で何が問題になっているかをきちんと精査することが重要である。
- ・ また、今回の調査対象に入れることが出来るかは分からないが、テクノロジーへの代替有無に関わらず業務の見直し（完全にやめるということも含めて）をすることは重要。
- ・ 現在、自動運転車椅子の研究開発を進めている。介護職員が入居者を車椅子に移乗し、目的地の設定は声やボタンの押下で行う。サ高住の中で作業分解した所、職員が入居者をベッドから移乗させて、部屋から食堂まで連れていき、食堂で車椅子からイスに移乗させ、車椅子をどこかに置いておくという作業に大変時間を要することが分かった。その部分に自動運転を導入すれば、職員の仕事を減らすことに繋がる。さらに、入居者が自分自身でベッドから車椅子まで移乗できるのであれば、トイレや自動販売機等にもボタンを押すだけで自由に行くことが出来るため、ナースコールで職員を呼ぶ必要がなくなる。細かい作業を見ていくと、テクノロジーで代替できる所が沢山見えてくる。

<目指すべき高齢者施設の姿>

- ・ 介護職がいない高齢者施設、もっと言えば高齢者施設が無くなってしまうことが目指すべき姿だと考える。入居者が自分のことは自分でやり、人の手が必要な場合は他の入居者・地域の人々が手伝うことで生活を成り立たせるのが良い。そのためには高齢者だけが集住しては駄目。若者・障害を持つ人・外国人等、様々な人がいる集合住宅の方が助け合える文化が生まれやすい。介護施設を作るから、介護職が必要になってしまう。
- ・ 現代のマンションにも様々な人々が暮らしているが、住んでいる人達の心理環境が助け合いの文化になっていない。神奈川県に、団地の中に小規模多機能ホームを入れている施設があり、「団地を 1 つの家族に」というテーマで運営しているが、実際は難しい。
- ・ 分散型サ高住として地域の空きアパートさえもサ高住の 1 つの部屋として領域を少しずつ広げていくことが出来るような気がしており、実践を始めているところ。新しい賃貸住宅のスタイルをつくっていくことも目指すべき方向性である。新たな価値観の実践が、あたらしい日本の文化を形成していく。

<目指すべき姿の実現に向けて必要な活動>

- ・ なるべく介護保険を使わずに生活出来る方向性を示すべきであるが、介護保険は積み上げ式の制度となっており、介護保険を利用してもらわないと事業者の経営が成り立たないというジレンマが発生している。
- ・ 介護保険を利用せずとも介護事業所の経営が成り立つ状況を実現する際に、自己負担を増やすのは諸刃の剣であるが、1つの選択肢である。
- ・ 銀木屋の場合、入居した人の要介護認定が外れた事例もある。この場合、介護保険収入が下がってしまうが、銀木屋にはそれを受け入れる文化があるので上手くいっている。普通の事業者はそういう話にはなりにくい。そこをどう乗り越えるのかは経営の問題。弊社の場合は月額利用料を 20 万円程度頂いているが、ほとんどの地方のサ高住は月額利用料を 10 万円以下に設定している。この 10 万円の差（実費）があるか否かで、経営が安定するかどうかの差が出る。月額利用料が 10 万円のサ高住では介護保険頼りの経営になっている。
- ・ 介護事業モデルの大規模化等もあり、経営スキルの発揮が介護業界に求められている。
- ・ 介護に関わる文書の削減・統一化をいち早く行ってほしい。特に県を跨ぐと、書式が異なったり、厳格に求める自治体とそうでない自治体があったりと、文書の違いに困っている。記録は、不正を防ぐ目的であると思うが、他の方法で取り締まれなにか。削減したり、電子化等で効率化出来れば、負担がすごく減る。
- ・ システムベンダーによって記録のテンプレートも違っている。リーダーシップを持ったベンダーの登場が期待されるが、まずは国がリーダーシップをとるべき。デンマークはマイナンバーをネット上に入力すると、自分の今までの診療・介護データを全て見る事が出来る。現場レベルでは「iPad に触れない」、「テクノロジーに追いつけない」という声もあると思うが、いざ導入されれば事業者は頑張って覚えるため、国がいち早く電子化を推し進めるべき。

■ コミュニティの活性化に向けて

<コミュニティを活性化する方法>

(仕事という役割)

- ・ コミュニティの活性化に重要なのは「仕事」。介護保険施設ではなく、民間のビジネスモデルの中に、要介護の高齢者が仕事を出来る機会を生み出すことが重要である。
- ・ 先日オープンさせた豚しゃぶレストラン『恋する豚研究所』は、仕事付きサービス付き高齢者住宅として、高齢者住宅の 1 階に豚しゃぶレストランを併設している。レストランでは主に介護職の職員が働き、入居者には有償ボランティアとして働いてもらっている。

- ・ いつまでも元気な高齢者に長生の秘訣を聞くと、多くの高齢者が「自分の役割があること」と言う。「生きがいを追いかける」というのでは少し弱く、やはり「仕事」が有効である。歳をとっても求めればきちんと仕事を用意されている、そんな社会であるべきだと思う。
- ・ 民間企業は業務内容を作業分解して、高齢者でも出来る仕事を発見し、地域に還元していくのが良い。それを求める高齢者は多い。仕事があるとお金も稼げるし、自分の役割があるので頑張らなくてはいという内発的モチベーションが喚起される。
- ・ レストランの例以外でも例えば、子育て中のシングルマザーが近所のおばあちゃんに子供を預けて買い物に行けると、お母さんは楽だし高齢者にも役割が生まれる。障害のある人の場合も同様のことができる。
- ・ 役割・仕事のある住まいや民間事業者からの仕事の提供を考える際にハードルとなっているのは、介護事業者側の「そんなことをして事故でも起こしたらどうしよう」という考え方。リスク管理という文脈で利用者を縛り付けることが多い。民間企業側と介護事業者側双方の歩み寄りが必要。制度というよりは、心理的な問題。
- ・ 定年退職の年齢が高くなる中で、民間企業側は高齢者が出来る仕事を見つけられるようになるだろう。先日講演した際、名だたる大企業の社長達がこの考えに賛同していた。想いを持っている方ばかりであった。機運を高めるために、まず企業が高齢者を雇用し、それが当たり前になっていけば良い。
- ・ 国が高齢者雇用を一時的に推進することは良いと思う。ただし、その方法が「インセンティブの付与」で良いかは分からない。国が後押ししてくれると人の見方が変わる。国が後押しする効果は大変大きい。
- ・ 私が経営する高齢者住まいに「働きたい」と言う人が沢山来ると想定していたが、意外と来なかった。機運はまだ高まっていないし、そこまで働かなくてはいけないという危機感もない。これまでたくさん働いてきた人達なので、なんでまた働かなくてはいけないのという思いはあるだろう。

(ボランティア)

- ・ ボランティア精神を育むことについて国を挙げて取り組む必要がある。友人の認知症の方が「自分は認知症です」という札を持って歩くことを始めた。多くの人が「お家まで一緒に行こうか」や「降りる駅分かる？」等、自分に出来ることはないかサポートを始めたそう。日本にはボランティア活動の機会を求めている人は潜在的に多く、もっと喚起していくべきである。
- ・ 高齢者施設も鍵を開けて、地域の人に手伝って欲しいと要請していくことが大切ではないか。そのように開放すると悪さをする人が来るリスクや、それを入居者が嫌がるという意見もあるが、今まで 8 年間高齢者施設を開放してきたがそのような事件は一切なかった。地域の人が自由に出入りできる分、目が行き届くため悪さをする人は入りにくい。

(看取りの場所)

- ・ 例えば西表島の高齢者がいよいよ最期という状況になると、石垣島に移って病院に入院する。本当は最期まで自宅で生活し続けたいが、ソーシャルワーカーやケアマネジャーがこのままではまずいと判断して送る。本人の意思を尊重できない状況となっており、おかしい。誰かの判断基準による孤独死であっても、本人が望み、本人が自宅で死ぬことを認めても良いのではないか。病院で管だらけになるのが本当に良いのか。
- ・ 1950 年までは 80%の人は自宅で看取られた。現在の日本は 8 割が病院で亡くなる社会。これは、先進国の中でも異常であり、オランダでも病院で亡くなるのは 40%程である。
- ・ もちろん、最期は近い所にある高齢者住まいに移り住んでもらうことが致し方無い面はある。その際に、移り住んだ先が魅力的でないことが問題。社会との接点もなく管理する側とされる側で分かれ、玄関が鍵で閉まっている、そのようなところに閉じ込められることに多くの国民は恐怖を感じている。その壁のきっかけになってしまうのが認知症ではある。
- ・ 都心部のやり方をそのまま過疎地に持っていくのは間違いである。ローカルルールを設けるべきである。

(AI やロボットの活用)

- ・ コミュニケーションロボットについては一通り研究したが、現時点では不十分である。ロボットが踊って、高齢者達が真似して踊る等、不毛な内容である。
- ・ ある企業と共に、ある高齢者住宅に、入居者と息子の部屋を繋ぐ、24 時間常時接続の 4K モニターを付けた。「窓」と呼んでいるが、いつでも声をかけられるという安心感がある。センサーを付けてベッドから降りたらアラームが鳴り、玄関に近づくとき鍵が閉まるといった牢屋のようなテクノロジーはいらない。本人が安心して住み続けるための、心が温まるようなテクノロジーが必要である。

■ 在宅への移行に向けて

- ・ 訪問介護の事業者は移動することに時間(工数)を取られてしまうため、経営が難しい側面がある。高齢者住まいの中で訪問介護事業を展開するメリットは、建物の中での移動距離が少ないこと。
- ・ 高齢者住まいの 1 階に訪問介護事業所が付いていると大変効率が良い。入居者が最期に自宅に戻りたいと言ったときに、自宅が近ければ慣れたんだ訪問介護事業所を利用しながら自宅で看取り介護を受けることができる。サ高住における訪問介護事業であることが前提で、介護付き有料老人ホームの場合、出た瞬間に慣れたんだ介護者による訪問介護のが利用が出来なくなる。そこは制度上の壁だと考える。

- ・ 高齢者住まいに住む高齢者の最期を、自宅で家族が看取るというように、本人の希望を叶えるための短期的な自宅への移動は良い。しかし、最期の最期までとなると、自宅で1人暮らしをすることの困難さ、家族のストレスやその体現を考えると、効率性という観点からは自宅よりも高齢者住まいを活用するのが望ましい。高齢者住まいだけでなく、小規模多機能型居宅介護や定期巡回・随時対応型訪問介護看護、デイサービス等、様々な事業を活用するのが良い。最期まで自宅でというのは難しい時代になったという感覚がある。
- ・ しかし本当は、本当の自宅に最後まで住み続けたいという思いが地域住民には根強い。その思いを叶えるためのロボット・AI という文脈を一生懸命考えた方が良い。
- ・ なるべく最後まで自宅で生活し、いよいよという段階になって高齢者住まいに移り住んでくる場合、高齢者住まいが魅力的な住まいである必要がある。入居することで、他の人との交流が生まれるのも大きなメリットである。1度入居して自宅に戻るケースは圧倒的に少ない。
- ・ 多くの人が軽度であるにも関わらず救急車を呼んでいる。救急車を呼ぶ前に電話する場所があれば、そこで解決出来ることも多々ある。救急車を呼んでしまうと医療依存度が高くなり ADL が大きく下がる。そうなる前から介護事業者とつながりを持ち何かあれば相談出来るようにすることが重要。

(ケアマネジャーの仕事)

- ・ 現在ケアマネジャーは、物凄い量の相談を受けている。その相談の部分の有償化し、民間の力で解決出来た方が良くはないか。
- ・ ケアマネジャーの仕事は AI に適している領域。ケアマネジャーの制度を無くし、各介護職に権限を委ねるくらいが良いと思う。その際、ケア内容を追加するだけでなく、減らすという観点も必要。現状の制度では、入居者が元気になり、ケア内容を減らしていくと事業所の売上げは下がっていく。インセンティブの設計が必要。

■ 認知症

<認知症の方と共存していく社会>

- ・ 認知症は、「予防や進行を遅らせる」という方向性ではなく、「認知症があっても活躍し人と笑い合う機会がある」という方向性を目指すべきである。また、「予防」や「進行を遅らせる」という表現は絶対に使うべきではない。認知症の当事者が「認知症予防」という言葉を見ると落ち込む。
- ・ ある保険会社がCMで認知症予防保険を流していたが、認知症に対する恐怖感を煽っている。当事者は不安な気持ちになるし、周囲の人が当事者に対して腫れ物を触るように接することで、当事者の役割や仕事が減り、症状がより重症化することもある。

- ・ 認知症と共存していく社会が良い。ある自治体（北海道更別村）で VR 認知症体験会を実施したところ、それまでは「認知症になりにくいまちづくり宣言」であった村のホームページが、「認知症になっても安心して生活できるまちづくり宣言」に変えてくれた。この行動のスピーディーさは国にも求められている。

＜テクノロジーが出来る事＞

- ・ 認知症に関する社会的心理環境を変えていくために、VR で認知症体験を行っている。認知症の方に対する周りの人の接し方が良くないと、認知症の方の BPSD が悪化していく。テクノロジーによって、BPSD を悪化させないということを考えるよりも、周りにいる人たちの接し方を正しい方向に導いていくことを考えるのが良い。そのために、認知症を自分事にする体験が必要である。
- ・ 現場には、もっと認知症について学びたいと思っている人が多く、たった 2，3 年で 5 万人の人々に VR による認知症体験会を実施できている。もっと全国レベルに広げていけると考えている。
- ・ レビー小体型認知症には、我々に見えないものが見える幻視という症状がある。体験会では、例えばこの症状を VR で体験し、この症状を持つ方にどのように接すべきかを話し合ってもらい、最後に当事者へのインタビューで答えを示すという流れで実施している。
- ・ 幻視等により認知症の方が混乱している際には、相手が見えているということを否定せず、「何が見えるの」と当事者に聞いてあげて欲しい。本人が不安にならないように周りに行動していくということが大事。
- ・ テクノロジーを活用し、認知症当事者の考え方を体験することで、より自分事化することが出来る。我々の見方を変えてしまえば、当事者が同じことを何度も言うことや、同じ間違いを繰り返すことに対してイライラしなくなる。「何でそんなことできないの」と本人を攻めると、BPSD がますます悪化する。変わるべきは我々の方であると体験会では伝えている。
- ・ 認知症の方の周りの人に対しての働きかけが重要である。本人を変えようとしたり、本人を制限したりせずに、周りの見方を変えてしまった方が早い。

2.2.1.5 田宮 菜奈子 委員

(筑波大学医学医療系ヘルスサービスリサーチ分野 教授／
ヘルスサービス開発研究センター センター長)

- レセプト情報・特定検診等情報データベースと介護保険総合データベース
 - ・ レセプト情報・特定検診等情報データベース（以降、NBD）、介護保険総合データベース（以降、介護 DB）いずれもレセプトデータなのでどのようなサービスを使ったかということは詳細に把握することが可能。レセプトは“請求書”なので医療経済的な視点での分析も可能である。
 - ・ しかし、アウトカムデータが足りないため、いかにアウトカムデータと繋ぐかが課題。介護 DB についても現在様々な議論はあるが、要介護度をアウトカムとして活用している。
 - ・ 要介護度は身体機能を評価したものではない。最近では、そういったことに対応するために、要介護度とバーセルインデックスとの相関を示した。要介護 1・2・3 はややばらつくが、要介護 4・5 辺りになると相関が強くなる。
 - ・ 医学や人の関わりのなかでアウトカムは死亡が最も重要。しかし、死亡データは現在の NDB や介護 DB には一部しかない。しかし、介護給付実態調査などの全国統計調査として、介護のレセプトを一定の基準を満たした研究として申請し使わせていただくことは、統計法第 33 条によって出来る。そして、それは同じく統計法による人口動態統計と介護保険資格喪失日、市町村、性、年齢でプロバビリティーマッチングするとほとんど紐づく。ただし、当初からこれを計画に入れる必要がある。
 - ・ 要介護度の推移をアウトカムで見るにも死亡をどう扱うかが課題である。早く亡くなると要介護が悪化する確率は減る。統計的に死亡をどうとらえるかを考えている。アウトカムデータをこのデータベースからどのように考えてくかが一番の課題。
 - ・ すでに述べたように、既にプロバビリティーマッチングし、人口動態統計と紐付けさせるためのノウハウはある。しかし、現在は NDB も介護 DB も全て外のデータとマッチングさせてはいけないことになっている。死因や死亡場所を含む死亡というアウトカムに紐付けることが可能なのに、それができないというのは研究上大きなマイナスである。国には要望を事あるごとにしているところ。医療や介護はアウトカムとして死亡の扱いを検討していく必要がある。
 - ・ NDB のレセプト病名は一般的に信頼度が低い、糖尿病や認知症などは服用している薬から推測することはある程度可能である。そういったことが経験的にもわかってきており、どのくらいレセプトから病名が明らかに出来るかという検討は積み重ねていく必要がある。
 - ・ 一方、介護 DB では加算データがあるため、どのサービスを使うとどうなるか評価可能。しかし、サービス以外のプラス α の工夫（加算でレセプトに上がるもの以外

の個々の工夫など）は評価できない。そこが限界である。

■ 医療と介護の連携

- ・ 全ての介護や医療を受けている人のデータがあるということは物凄いことである。これは日本の誇れるデータベース。医療と介護のデータを連携させることの意義は医療、介護の双方にとって凄く大きい。例えば介護施設の中でどのくらい医療を使っているのか、施設に入る前と後では薬の量がどう変わったのか。急性期の疾患と介護度がどのように変遷していくかなどがわかる。最近是在宅に往診が入ったり、訪問看護が入ったりと、在宅で最期まで看取ろうとするケースが多いが、医療だけでは支えられない。上手く介護と併せて支えていくことが重要だと考えている。
- ・ 今まで医療ニーズだけで対応してきたが、病気を治すことだけが命題ではない。勿論予防はすべきだし、治せる病気は治したほうがいいが、治らなければだめということでない。病気を持ったままいかに生き生きと暮らせるかが重要。そのために医療と介護の連携が必要となり、それがソーシャルニーズである。

■ 医療ニーズ、介護ニーズ、ソーシャルニーズ

- ・ 医療ニーズと介護ニーズとソーシャルニーズの3つを分けて考えている。介護ニーズとソーシャルニーズは近い。例えばイギリスではソーシャルケアといって介護も含んでおり、ソーシャルニーズのデータとしては、国民生活基礎調査を使っている。これは国の統計。どれくらい病院にかかっているかや、家族関係、家族が何時間介護しているかというもの。ソーシャルニーズと介護ニーズと医療ニーズ、それらが全部繋がれば様々なことがわかる。
- ・ ソーシャルニーズについて、日本では家族介護の実態がわからない。これはとても問題。OECD 諸国のなかで家族に対する実態調査を実施していないのは日本だけである。それは介護保険が始まったときに、高齢者は社会が見るから、家族は介護しなくていいとしたため。
- ・ 措置の時代には、まず家族の状況の評価した。本当は家族が介護するべきだが、病気や仕事のために介護できないなどの理由がある人に優先的に税金で、ヘルパーさんや老人ホームを使わせた。まず家族が介護できる状況かをチェックしていた。しかし、介護保険制度では、独居であれ同居であれ、同じような介護ニーズがある人については同じ給付をした。それを推進するあまり家族のニーズには目をつぶった。家族に対して直接支援する方向ではなく、家族は介護をせず、サービスを使う方向にもっていったので、家族への直接支援や家族のニーズへの対応の部分が歴史的に日本は遅れてしまった。

■ 人材育成

- ・ データは以前に比べたら随分整備されてきた。以前は一般に活用させてもらえなかった。私が初めてこういう研究をしたいと厚生労働省にデータの2次利用を申請したのが2008年。厚生労働省に今の介護給付実績調査、実態調査、介護レセプトの2次利用を依頼した。3年後、3年間の厚労科研費（戦略研究）が取れた。それが今の研究につながっているのも、そういう意味では凄いイノベーション。しかし、今度は使う人がいないと思う。人材を育てなければいけない。
- ・ これまで国はデータを開示してこなかった。そのため、日本はデータを取り扱える人が育っていない。アメリカでは1993年に既にビックデータを研究者が共有していて、様々な分析を行っていた。研究者が国の統計やサーベイを使っていた。その点では、日本は全くセンスがなかった。
- ・ 人材育成の裾野は広がってきた。その一環として筑波大学では、どの分野の学生でもデータ活用できるようにするために、データサイエンスを全学部の学生の必修にした。自分で凄い分析が出来なくとも、少なくとも、読み取ったものを活用する、或いは、このデータからこのようなことが言えるのではないかと検討できるレベルまでにはする。データリテラシーは国民全員が持っている必要がある。
- ・ 他の大学でもデータサイエンス学部ができている。現在は介護DBの活用についてシステム情報工学の学生にアルバイトでビックデータの整備をしてもらっている。今後も研究室に残って介護DBの整備などを仕事としてやってほしいと思っているが難しいだろう。大手のIT会社などに就職するだろう。
- ・ DBは使えるようになったが、分析する人材が不足している。一般住民のデータリテラシーのレベルの底上げが必要。現在は、プライバシーや個人情報だから出さないなどのアレルギーがある。それよりもデータは必要だし、あると良いということを見せていく必要がある。そのためにはビックデータをハンドリング出来るノウハウを持っている専門家が必要である。
- ・ 工学部にはそのようなノウハウを持つ人材がいるが、医療やケアと一緒にやることは難しい。医学部は特定の病気に特化した専門の医療も大事だが、国民の人口動態の変化のなかで国民のマジョリティが求めているのは、特定の疾患の専門家だけでなく、ジェネラルなソーシャルニーズに対応できる医者。

■ 必要なデータ

- ・ データは国の宝。国をどうしていくべきか分析するために絶対必須なもの。国民にも自分のデータを提供して専門家が分析することは良い国を作るため、ひいては自分の生活を良くするために必要なことであり、それに協力することは意味があるという理解を持ってほしい。様々な問題はあるが、そこを変えていかないといけない。今はまだ個人情報のハードルがあるので、国民の意識を多方面から変えてい

かなければ行けない。

- ・ 現在のデータの課題としては、臨床の指標がないこと。例えば、心臓病の領域で言うと、インジェクションフラクションや駆出率などの臨床データ。本来は必要だが、今のところレセプトには入っていない。病院である治療を受けた患者が、その後の自分の経過に関するデータを提供しても良いとのインフォームドコンセントが取得できれば、医療レセプトや介護レセプトで追跡が可能となる。
- ・ もう一つアウトカムとしては予期せぬ入院。もともとプランしてここでこの治療しようという計画的な入院ではなく、アボイダブルホスピタリゼーション、すなわち適切なケアをやっていれば防ぐことが出来た入院。我々の論文のなかでも、老人保健施設や特養のなかでアボイダブルホスピタリゼーションがどのくらい起きたかをとった。それは介護医療レセプトを突合することで初めて可能となった。
- ・ 入院はひとつのソフトアウトカム。実際にどういう病気で入院したかを見ていけないといけない。在宅医療は出来るだけ住み慣れた家で長く暮らす目的なので地域包括ケアそのもの。大事なアウトカムとして地域在住期間を算定している。地域に何日いられるか、それが地域包括ケアの指標だと思う。入院したり施設に入ったりしないで、住み慣れた地域に何日いられたかである。そして、実際にデータをとってみると、介護保険利用の全期間一度も在宅に帰らず介護保険施設を使っている人の割合と、最低一度でも在宅に帰った人がどのくらい続くか、その2軸が必要なのことがわかった。
- ・ 健康寿命は国民生活基礎調査で評価している。健康寿命は要介護度で代替しており、近似値として要介護2になるまでの期間を健康寿命としている。レセプトがあると健康寿命が市町村別にわかる。健康寿命のアウトカムを要介護2になるまでの全期間健康寿命としていると荒くなる。要支援になるまでの期間と要支援になってから要介護2になるまでの期間を境界期健康寿命と名付けている。要支援になるまでは地域でのアクティビティやもとの生活レベルが関係する。要支援になってから要介護2になる期間でみると、関係する要因は診療所が近くにあるか、医療にちゃんとコンプライアンスをもってかかっているか—というように関連要因が異なる。相互、足りない部分は意識しながら補完していくことが必要である。

■ データの記録・蓄積

- ・ 病院以外で普段から自分で測定し、日常的に溜まれば良いものはある。例えば、糖尿病のヘモグロビンA1Cや血糖、脱水の程度、血圧。しかし、それらのデータをモニターして日々わかったところで、誰が対応するのかという課題がある。
- ・ ただ低栄養や脱水の変化、体重の変化がわかるといい。例えば、老人ホームで毎朝ご飯食べに通り過ぎる間に、脱水-水分何%、体重減少がわかるようなシステム。

余計なデータはなくて良いが、体重と水分、血圧、糖尿病であればHbA1cがわかれば良い。このような基本的なデータを人の手間を借りずに蓄積出来たらいい。

- ・ 特に脱水は大事。脱水を予防することで様々な悪影響を避けることが出来る。日本は脱水に対して意識が弱い。アメリカの老人ホームは脱水を起こしたら施設は理由書を書かされるほど。あちこちで水分補給機があり脱水にならないようにしている。
- ・ 記録の手間を省き、かつ記録を充実させ、データが蓄積されていくことが理想。現場の人に文書をこれ以上書かせたくない。音声入力などが有効だろう。シーツ交換と言ったらシーツ交換何時に実施したかが記録されるシステム。いつもマイクつけておいて、音声でいつ何の介護をしたか記録が出来るようなことがあればいい。

■ 情報共有

- ・ 退院時共同指導やサービス担当者会議などで、各職種が集まるのは大変。本来は集まらないといけないし、集まれば加算もとれるが、実際は忙しくて出ていけない。そこで、スマホなどで遠隔でも良いようにして欲しいと要望したところ可能になった。実際、対面で集まらなくてもいいことになったがあまり実施されていない。知られていないこととスマホでもいいのに会議システムがないとだめだと思われるため。もっと簡単に人が集まってコミュニケーションできる会議システムの開発が必要。人と人の触れ合い、Face to Faceの会話は大事だが、それが遠くて出来なければ機械の力でアシストしてほしい。データが必要な人に届いてその必要な人が行かなくてもアクション出来るなど、人と人を繋ぐツールを技術で解決してほしい。

■ 介護へのリスペクト

- ・ 介護をやりたい家族がやりたいレベルを自分で選べるようにすることが必要。これまでのように介護をお嫁さんに押し付けて家でやりなさいみたいなことは良くない。フレキシブルに働きながら遠隔技術を上手く使ってやれるようにする。大切な家族のケアをしたいという人間としての根本的な思い、ケアする人をもっと社会がリスペクトすべき。ケアに対するリスペクトが足りない。子育ても同様。子育てや高齢者は人間として誰もが通る道。みんなでシェアする気持ちが必要。
- ・ そのためにはケアが見えるようにし、家族の介護をしている人へのリスペクトと労働の保証が必要。ドイツでは、年金の掛金を介護期間中は介護保険がもっている。基礎年金がないので10年15年と家族の介護をして、介護を終えた家族が無年金状態となって社会問題になった。憲法裁判所に訴えがあり、介護保険金庫が年金を支払っているのと同じように介護保険から支払うことになった。自分では支払わない。企業から拠出するのと同じだが、介護をやっていることで介護保険が年金を

積み立てる。10 年 15 年と介護が終わったら年金がその分おきる。労災もおきる。介護が原因で腰痛になり働けなくなったら、介護保険金庫がサポートする。

- ・ ケアをすることがいかに重要でだれかに押し付けて済むわけでないことを社会がわかるべき。国民全体が高齢化に向かっていくなかで、自分自身も高齢化していき、医療や介護、自分の在り方を自分で決めていかないといけない。その時にケアしてもらう人や次世代を担う子供に対しての意識をもって介護、ケアをリスペクトする風潮を作っていく必要がある。

2.2.1.6 辻井 潤一 委員

(産業技術総合研究所 情報・人間工学領域 フェロー

人工知能研究センター 研究センター長)

■ AI の現状(データ編)

- ・ 人を観察してモデル化することが進んでいる。様々な観測手段があり、例えば靴の中にセンサーを入れて歩幅の変化を測ることで筋力の落ち具合を測ったり、英国ではタイピングの速度・使う語彙の数の変化を測ることで認知症を早期発見するという研究などがある。
- ・ センシングしている・されているという意識なしにデータをどれだけ溜めていけるか、という観点の技術が今後進むと考える。そのためには、どういったデータを取るのが有効か明らかにする必要がある。少数の観測点と、筋肉の状態や認知状態の変化等との関連付けが分かる標準的なデータが明確になることで、そのデータを取るために必要十分なセンシングが出来るようになる。今は、様々なデータを計測しながら、取得すべきデータの「標準系」を準備している段階。
- ・ 「標準系」のデータの設計・蓄積と、「気にならないセンシング技術」の開発の双方をこれから進めていくと考える。データが溜まってくると、比較的少数の観測点で、体力と認知能力が観測できる。

<フィジカル面>

- ・ 気にならないようにセンシングする技術はかなりできてきている。特に身体能力の方。例えば現在、下着に織り込むようなセンシングは出来ている。ただし、人によって体格が異なるためデータの解釈が難しい。センシングできるということと、解釈できるというのは別であり、解釈できるようにするためには、違った体型で違った身体能力を持っている人の典型的なデータを沢山集める必要がある。
- ・ 我々のグループは人間の筋肉モデルを有しているため、歩幅により筋肉の能力がどれくらい落ちているか推測できる、海外の介護施設の場合であると、手すりにセンサーを入れておき、歩くときにどのような持ち方をして歩いているかを測ることで、身体能力の低下を推測できる状況にはなっている。

<認知面>

- ・ 一方認知能力の方はまだかなり難しい。心の動き・認知能力の程度等については、センシングされたデータと認知能力の低下状態を繋ぎ合わせる標準データをどのような設計とするのか定まっていない。
- ・ タイピング速度の変化や使っている語彙数の変化で認知能力を測る例においては、まず個人差が大きい。さらに時間と共に劣化するため、老齢に伴う肉体的な面も含んだ自然な変化なのか、認知機能の低下による変化なのかの判断が難しい。個人を横並びにして、「認知能力は3ですよ」等と言えなければ、データ分析として使えないが、そのためには標準系のデータをかなり取り込まないと安定した

判断は出来ないだろう。

- ・ ある時点を観察するだけでは、認知能力が劣化しているのか、元々そういう能力だったかは分からない。標準データを作る際も、長期に渡って観察されてないとなかなか使うことができない。そのような難しさがあると考える。英国においても認知症の患者のデータを沢山取ろうという動きがネットワーク化して始まっているが、経年変化を見る必要があるため、データを取ってすぐにできるわけではない。
- ・ また、睡眠状態のセンシングは最近かなり進んできたが、センシングしたデータと睡眠状態を定義する標準データを結びつけるのは大変だろう。睡眠状態にあるかどうかを測定するためには、沢山の脳波のデータが必要であるし、センシングデータも付ける所によって信号がかなり変わってしまうためである。

■ 人手不足に活用される AI の姿

<蓄積されたノウハウの活用>

- ・ 我々のグループが行っているような子供の虐待問題に対して介入するかどうかの提案を AI が行う例が参考になる。AI が過去の事例を参考にして、今の事例がどれくらい深刻なのかを提示する。虐待などの問題は、人を投入すれば解決できるものではなく、虐待の深刻度の判定や対応の仕方は経験知に基づいている。この経験の部分を AI が管理することで、新たな人材の投入が有効に進む。
- ・ 介護現場にも色々な事例を蓄積した AI があると、介護の経験の少ない人に対して、このような場合にはどうしたらいいかを上手く引き出してくれる。医療の場合でも、例えば AI に傷の具合を見せるだけで類似の事例が出され、どのような治療が適切か示すことができる。こうすることで、新たな人材を早く現場で使えるようにすることが出来、介護人材の不足を間接的に補うことが出来る。

<自動走行技術の活用>

- ・ ロボットは介護現場に当然入ると考える。現在病院の中で、歩行が困難な患者を病院内のある検査室から別の検査室へ連れて行く際、インテリジェントな車椅子で移動することができる。自動走行車の高度版である。病院内で人の行き来があるため、その中でも上手く動けるような車椅子ができると、患者の移動は車椅子に任せることができる。
- ・ 自動走行技術は、介護士を助けるための資材の運搬にも使うことが出来る。センサーやカメラが介護施設の中を観察し、ある人に問題が起こりそうであることを検知すると、その対応に必要な車椅子や資材を、介護士のところまで持ってきてくれるようなものである。
- ・ そのためには移動するだけではなく、必要なものを取ってくるような技術も必要になる。Amazon など、配送の自動化のため、ピッキングを自動化している。それ

をもう少し生活場面に適応できると良い。最近、散らかっているものを集めて片付けるお片付けロボットのデモが行われている。ああいった技術はすぐには使えないがもう少し進むと、ものを掴んで必要なところに持っていくようなロボットは出来てくる。

- ・ 「人が動き回っている中へ入り、人と環境をシェアしながら判断・動作出来るようにする」というのは、介護だけでなく、AI における大きな課題である。今までは、AI はサイバー空間の世界で実空間と離れていたが、それがより近くなってきており、人と入り混じって動くという環境を作らざるを得ない。その難しさがある。
- ・ 自動運転技術等も、まだ完全ではない。今使える自動運転は、人通りがあまりない高速道路のような道での走行が主であり、街中で運転しようとするためになってしまう。それを考えると、病院内の人が入り混じっている中を自動運転で柔軟に動くというのは、難しい問題である。
- ・ ドイツのグループと我々のグループで、観察データから歩行者が次に動く方向を予測するということをやろうとしている。色々な観察データを沢山取り、こういう行動をしている人は今どちらの方に動こうとしている等、推測する。5 年ぐらい経過するとかなり実用に近くなる。
- ・ 街中では難しいかもしれないが、介護施設内や病院内で動くようなロボットは、かなり現実性をもってできるだろう。特定の人を特定の場所まで運ぶという程度であれば出来るが、介護士の仕事の量を減らすことまでを考えると、手を伸ばして物を掴んだりする部分も必要になる。もっと細かな動作が出来る必要がある。また、施設内で動き回るロボットは、特定の施設のための作り込まなければならない部分が大きく、実証実験から実用までのコストの問題が残っている。これを解決する技術開発が必要であろう。
- ・ ただし、人と人が接触する場面は、ロボットに置き換えるというのは大変難しく、介護士がやらなければならない仕事は明らかに残る。それ以外の多くの部分をロボット・AI に置き換えて短縮できたり、やらなくて済むようにできると考える（チャットロボットのように、寂しさを感じた時に話しかけてくれるというようなものはあっても良い）。利用者が一人で出来ることを助け介護士に掛かっているコストをいかに下げるかというところに、AI 技術やロボット技術を使った方が良いと考える。

< 翻訳技術の活用 >

- ・ 外国人材を入れた時に、言葉の問題は残る。ポケトークのような自動翻訳で、ある程度介護に特化した翻訳システムは出来ると思う。介護士に外国人材を入れて、言葉の問題をいかに解消するか考えるために AI を使うことはあり得る。

＜音声認識技術の活用＞

- ・ 環境が変わっても動作する技術をこれから開発していくべきである。例えば、音声認識でいうと、認知機能が低下した人が話す言葉、方言、固有の表現を認識できるようにすべき。健常者以外の要介護者は言語能力自体もかなり落ちている可能性がある。それらの音声認識はまだ難しい。
- ・ AI ホスピタルの中で、診察室内で医者と患者の会話を音声認識して、会話内容のサマライズ（要約）を、医療記録として残すということをやりたい。訓練された看護師の音声はある程度認識出来るが、患者になると方言、子供、老人、使う単語の数もかなり違う色々なタイプの患者が来るので難しい。
- ・ また、雑音のある環境で音声を認識するのも難しい。
- ・ 音声認識は出来ているように見受けられるが、実際の現場ではなかなか使えないのが現実。介護現場で、利用者が何を言ったのか人を介在せずに認識するのは簡単ではないというのが現状である。
- ・ コミュニケーションロボットは、ある程度静かな特定の場所にて対面で使用されるのであればかなり出来る。AI ホスピタルでは、子供に対して MRI を説明するために利用されている。子供は MRI が怖く、検査中に体が動いてしまう。以前はそうならないように、子供に鎮静剤を打っていたが、鎮静剤はコストもかかるし、子供の体にもあまりよくない。アメリカだと各病院にチャイルド・ライフ・スペシャリストがいて、子供がある治療を受ける際に、その治療を納得させるように、子供へ話をする。その場面に限れば、その用途のロボットを作り説明をすることで子供が MRI を怖がらないようになる。分野を限定して、使えるところで使っていくというものになると思う。
- ・ 音声認識一つを取ってみても、医療や介護のような個別性が高いところで使用するにはまだ難しい問題が残っている。

■ 社会実装に行きつくために必要なこと

＜施設への標準基盤の実装＞

- ・ 社会に導入していくために、国が考えるべきことの一つは共通化の仕組みではないか。医療の場合、病院ごとにシステムが違い、検査データの取り方が違う。そのため個別にシステムを導入しようとする大変コストが掛かってしまう。共通データを集積するクラウドサイトがあれば、僻地医療でもクラウドに写真だけ送れば、必要な診断結果を返してくれるといったことが出来る。
- ・ 一つ一つの介護施設の中に、特注のシステムを作らなくても良い状態を作る必要がある。共同で利用できるプラットフォームがあり、スキルや教訓を共有するのが良い。教訓をその介護施設固有のものにしておくのは、もったいない。
- ・ 児童虐待に関する取組での話だが、子供が三重から東京に移った際に、三重から

情報が移行しないと困ってしまう。標準のフォーマットがありデータが集積出来ると、人が移転してもうまく行く。介護施設の場合でも、ある介護施設から、特定の被介護者が移動した場合に、その人の履歴や、問題点を共有しないとうまくケアにつながらない。介護施設に入ったら、それで終わりという感じではない。場所の移動もある。特注のものを作ってしまうと、1つ1つのコストがものすごく上がってしまう。そこをいかに標準化して、共通のものを作っていけるか、国としてリードしないといけない。

- ・ 音声認識でも画像認識でも言葉の認識でも、ある程度、共通のものがあるわけなので、それを使えるような状態で作っておくのが良い。個別性が高い音声認識の場合でも、1つの介護施設だけでやろうとするとパンクしてしまう。介護用の音声認識系を作って、それを少し変えるだけで、ある特定の介護施設用のものに変わるというような作り方をせざるを得ない。共通のリソースの部分は、国なり、公的な部分の援助で考えて作ってあげないと、やりきれない。
- ・ データの基盤のみでなく、ソフトウェアの部分も共通化が必要。見守りに役に立つような画像認識系のセンサーに使用するソフトウェア等。国と、ネットワークを上手く作れるITベンダーが組んで、個々の介護施設の負担を下げる必要がある。ITベンダーだけで推進するとコストが掛かるため、公の力で安くすることを考える必要がある。
- ・ ロボットが動きながらデータを取り続けるというイメージの進化はあり得る。医療の場合でも、いろんなところから上がってくるデータで賢くなっていく。標準データそのものも、増えていく。回しながら、成長させていくようにしないといけない。

■ 社会像実現に向けた次のAIとは

- ・ 今後、ニューラルネットワークで解析する部分と、別のAIで解析する部分は、問題によって異なる。
- ・ ニューラルネットでは解析する部分が結構ある。ニューラルネットでは今話題になっているのはPre-trained Model といってある程度大きなデータでモデルを一つ作りあげて、その上に個別にデータをくっつける方法。
- ・ ただ、今のニューラルネットでは複雑な仕事の組み立てや、会話をしながら必要な情報を集めて、ある仕事をするといったことは出来るようにならない。ひとつ前のAI（ルールベースのAIや回帰分析等）がやっていたような、あることを行うための手順の組み立てや、推論による次の行動の予測と、上手く結びつくことが出来ていない。
- ・ ファストシンキング（条件反射のようなもの）とスローシンキング（明日大阪に行かないといけないとしたら、どういう手順で行こうかを考えるようなもの）が

あって、前者はニューラルネットでかなり出来るようになった。過去のA Iはむしろ、後者をやろうとしていて、現在のニューラルネットは前者。この2つを自然な形で融合していくことが、今後の技術課題であろう。

- ・ 今はこの2つが繋がっていない。A I領域の多くの人はこちらをつなぎたいと思っている。一番単純なのは、人がどのように歩いてきたかを捉えて、その人が何をやりたいのかを解析し、その人を助けるように動くというようなこと。ニューラルネットだけでは出来ないだろうと、皆思っている。
- ・ ただし、この2つのつなぎ方が解らず、皆困っている。我々のロボット研究の一部では、ニューラルネットワークの認識系とニューラルネットワークの行動系とを結びつけるという研究は進んではいる。
- ・ 未来イノベーション WG の 2040 年の AI 像について書かれていることはまさに、ひとつ前の A I とニューラルネットワークを繋いだら出来る事である。(相手の文化や意図を理解する、特定領域において文脈・背景・知識を考えた認識が可能になる等)。次の 10 年くらいで、これをやっていくと思う。
- ・ 介護現場の特定の環境の中で、利用者は何をしようとしておりどういった助けが必要なのか、人間が相手を理解するのと同じような形で A I が相手を理解して、それを助けてあげる動きを取るには、まだ、かなり研究が必要という感じはする。2040 年まであと 20 年あるからできているかもしれない。

■ 個人情報・監視について

- ・ 医療と同様に介護でも個人情報の問題はあるだろうし、見守っているつもりでも見守られている方は「監視されている」という意識が出てしまうという問題もあるだろう。そのバリアを取る技術が必要。データを集める際に、ビデオ等に人が映ってしまっている状態になるとデータが非常に使いにくくなる。
- ・ 倫理的・法的な整理の必要性もある。技術としては生体認証で使ったデータを内部に残さない、他からのアクセスを完全に防御するといったことで、安心感をきちんと作ることが必要。どのデータは蓄積せずにすぐに捨てて、どのデータは残す、といったことを決めていくことが課題となる。
- ・ A I ホスピタルで、患者との会話を蓄積していく際、個人情報の話が沢山出てくる。実験環境として 4~5 つの病院が入っているが、かなり神経を使って患者から同意をとっている。得られたデータを元に研究をして、実際の現場に実装しようとする、今度は実際の現場でも相手の方から合意をとらないといけない。
- ・ デンマークやフィンランド、スウェーデンには、個人情報の問題はあまりなく、かなり使えるようになっている。社会として合意形成が上手くいっており、データの扱いに対する信頼感が高いところだと、うまく機能する。しかし、ヨーロッパでも大きな国になると、価値観も多様化し、信頼感も保てない。社会としての合意形成

を、日本でも公の機関がもう少しリードして議論していかないといけない。

- ・ データの取扱いに対する規制が今まではほとんどなかった中で、Facebook がしたことはやはりまずかったと思う。データの取り扱いに対する合意形成ができないところで GAFA が突っ走ってしまった。それに対する反動が今きている。
- ・ ただし、むやみに規制するのは良くない。安心感を与えるようなルール作りが必要。一人一人の健康状態を予測するというのは良いが、データ活用によって、自分が關心を持っている商品の広告ばかりが流れてくると気持ち悪いと思うことがある。「見られているなあ」と感じる。善意でやっている部分、便利になる部分と、気持ち悪いと思う部分は裏表の関係。余計なお世話だと思う人もいる。AI の使い方に対する警戒感が出ていることは確かだと思う。

2.2.1.7 比留川 博久 委員

(産業技術総合研究所ロボットイノベーション研究センター 研究センター長)

■ ヒューマノイド・生活支援ロボット

- ・ 操作系のロボットは B to B での普及はあるが、B to C での普及はかなり先か、永久に無いのではないか。人を動かせるのは良いが、物を動かせるというのはコストパフォーマンスが低いし、技術的にも難しい。
- ・ 人型ロボットには何千万円かかる。2040 年の普及は無いだろう。コミュニケーション部分だけであれば、あり得るが、移動機能や全身・腕はいらない。本当に使えそうなのは、スマートスピーカーのようにシンプルで安いもの。ただし、在宅での 1 人暮らしでは、ロボットと話をするより近隣の人と話が出来るビデオ会議の方が良いのではないか。

■ 介護ロボット

- ・ 介護ロボットは段々出てきて、使い方の試行錯誤が始まった。

<見守り>

- ・ 上手く使う事業者が出てきた。特にパラマウントベッドの眠り SCAN は安いこともあり、夜間の定期巡回をやめて業務量を削減する等上手く使われている。医療機器としてバイタルを取れるため確実に安全確認ができる。
- ・ 30 万円ほどして医療機器としてバイタルが取れない機器は、確実に安全確認ができず、支援にしかない。

<移乗>

- ・ CYBERDYNE の HAL、INNOPHYS のマッスルスーツ等使われ始めている。Panasonic のリショナー、FUJI の Hug 等も、意欲のある事業者から導入が進んでいくだろう。
- ・ ただし値段が高すぎる。INNOPHYS のマッスルスーツ 10 万円程度は適正なコスト。Hug は 40~50 万円です。もともとモーターが 2 つであったのを 1 つにしている。こちらも適正なコスト。

<排泄支援>

- ・ もともと色々な施設で使われている。工事も入れて 100 万円くらいで概ね適正価格。
- ・ 「こうほうえん」は、独自に記録しているデータを分析して、排尿のタイミングを見つけたよう。

<入浴>

- ・ もともと色々な施設で使われている。まだ高いが、安否確認系は各メーカーとも PL 責任が怖く出しながらない。健康管理という名目で出している (詳細後述)。

<全般>

- ・ 介護予防が重要で、その次に要介護度が進まないようにすることが重要。それに関

しては色々な機器が開発されている。当研究室の調べによると、要介護2の人を対象に、半年以上歩行器を使用した群と使用していない群を比較すると、亡くなる率は双方43%程で変わらないが、歩行器を使用した方が、入院や施設に入っていた比率が5%程少ないことが分かった。在宅にいられる。支援機器を適切に使うと、健康寿命と寿命の差を縮めることが出来る。

- ・ 某大手介護施設は効率化（質の向上）を目指している。介護保険の制度上だと、特養は入居者3人に対して1人の介護職員が必要とされる。実態としては2.5対1で回っている。手厚いところは1.5対1。某大手介護施設はまずは厚労省の定める3対1を、その先に5対1等を実現したい考え。平均10種類ぐらいの器具をラボで性能評価している。使えそうなものは4つのフラグシップ施設でデータを取り、実証できたものは他施設に展開している。リビングプラットフォームや善光会も先進的な取組を開始している。
- ・ 自立支援については竹内孝仁先生が、水を1.5ℓ、栄養を1500cal 採り歩けば元気になり認知症も治るという考え方を提唱されている。要介護5で入ってきた人にも、歩行器を使って自分でトイレに行けるようにする施設を支援している。竹内先生の見る特養では、おむつを使わない。この方針はベテラン介護士に強く反対されたが、それを押し切ってでも意欲的に進めている。ロボット技術もここに入っていくと良い。
- ・ 自立支援を民間大手で前面に推進しているところはなく出てきて欲しい。特養は利用者の要介護度が低下すると売上が下がる。介護保険制度における要介護度低下のインセンティブは微々たるものであるし、要介護度を下げたためのリハビリ等は転倒のリスクもあり怖い。意欲的な事業所も出てきているため、自立支援に消極的な施設は淘汰されるようになるとうい。
- ・ コストパフォーマンスが良いものから、広まっていく。介護ロボットに使われている技術は元々ローテク（センサーは多少ハイテクではあるが）である。コストの安い新たな技術を開発するよりも、既存の技術を活用しながらコストを落としていく方向が良い。

■ モビリティロボット

- ・ 空港や鉄道等には、移動困難者に対する支援が義務付けられているため、大きな空港やJR等は職員が移動を支援している。そこに年間数億円～10億円程の大きなコストが掛かっているため、高齢者モビリティのニーズがある。空港は規制が無く現行法で対応可能であるため、高齢者モビリティの初期の導入先になるだろう。
- ・ 1マイルの移動に需要があるだろう。現状では近くに安く安全に利便性高く移動する手段がない。タクシーはコストが掛かると、運転手に嫌がられる。ハンドル付き電動車いすは安価で利便性高いが事故が多い。消費者庁が各省庁に対策をヒア

リングしており、経産省が協議会を立ち上げている。自動運転のマイクロモビリティを作れないか協議している。

- ・ ハンドル付き電動車いすは、道路交通法上は歩行者扱い。歩道における人との共存や、歩道の無い車道をどう走るか等、街づくりから考えていかないといけない。規制緩和の特区を作り実証してみるのが現実的。
- ・ 経済産業省物流企画室の協議会が自動運転でのラストワンマイルの配送を検討している。都心部ではトラックで荷物を運ぶ時間は全体の半分適度。残りの半分は、台車に載せて配送している。その部分を Lv4 の自動運転で実現するには規制緩和が必要。
- ・ 自動運転 Lv3 であれば現行法の枠内で利用出来ると経産省が見解を示しているが、ドライバーに判断・操作が求められるため、認知機能の低い高齢ドライバーが起こす事故の軽減は限定的。
- ・ 仮に、高齢ドライバー向けにシェアリングサービスを導入した場合、人が運転するのであれば、迎えに行くのに掛かるコストがペイしない。自動配送・自動回収にするのであれば Lv4 となってしまう、現行法では出来ない。
- ・ 某大手介護施設は、介護施設での食事時の車いす移動に自動運転技術の活用を検討している。食事の介護は2時間に業務が集中するが、その時間に限定した雇用は難しいそう。そのため、各居室から食堂まで利用者を運んでくれる車いすを検討している。

■ 普及のために必要なこと

- ・ 技術の開発と普及方法を分けて考える必要はない。技術で出来るのは、効率化・従事者の負担軽減・自律支援の3つ。この3つを実現するための仕様がまず初めにあり、技術的に出来るか、コスト的に受け入れられかを考えるのが良い。
- ・ 介護ロボットの作り手側に、施設・事業所の経営に対する視点が足りない。介護ロボットを導入すると、どのKPIが改善するのか(費用削減額、離職率、勤続年数等)を示さないといけない。
- ・ 例えば、人手不足の状況において、新たに人を採用・教育するコスト、或いは派遣会社への外注コスト、事業存続が出来なくリスク等を考慮して、いくらまでなら払えるかといった分析が必要。
- ・ 次に、自立支援については、要介護度が改善(或いは、悪くならない)した場合に、人気が出て稼働率が向上するメリットと、その価値に対する自己負担の増大を見越して、どの程度までなら払えるかといった分析が必要。(自己負担の増大は見越すが、介護保険収入の増大は、現状の財政圧迫を踏まえると見越しづらい)。
- ・ また、保険者(自治体)もステイクホルダーという考え方も可能。介護保険料を抑制出来るのであれば、削減額に対する一定額を貰うという考え方も可能。

- ・ 技術で出来ないことも沢山あるが、技術で出来た場合にいくらであれば普及するかといったことを検討したのち、技術開発のプログラムに落とすのが良い。メーカーはその観点で不足している。個別の専門家に聞いて終わりではなく、もう少し調査が必要。現状の値段の決め方は、原価の積み上げに目標利益を上乗せしてペイする価格となっている。見守りセンサーの価格は10万円が妥当だが、30万円。厚労省の事業の中で、目安となる金額を提示できると良いのでは。
- ・ 国のR&D制度では、開発段階で販売額にまで制約を付けられない。R&Dに関する提案書の段階で、社会導入のフィージビリティも審査の対象とするとよい。
- ・ 介護現場のニーズを捉えるための調査が不足している。小さな予算の会社は調査をするにしても資金も人脈もない。大きなメーカーとて、人脈が広い人を抱えていない。国の事業等で有識者を組織しているので、そういう方にヒアリングに行くのが良い。ニーズをユーザーに聞いたところで、ユーザーは技術が分からないため実現性の低いことを言う。また、この業界は斜に構えている人が多いため、99%が否定的な意見を述べる。
- ・ 介護利用者のデータは介護記録よりもセンサー等から取るのが良いが、データの統合が出来ないのが課題。ナースコール、記録用SW、見守りセンサー等のデータを統合しようとすると上手くいかない。データヘルス改革の中の論点とするのが良いのでは。
- ・ 現状に満足している特養もある。特養の平均利益率は8%ある。唯一深刻なのは人手不足である。

■ 在宅に向かうために必要なこと

- ・ 在宅は、安否確認系とコミュニケーション系に普及のチャンスがある。次いで、歩行支援にもチャンスがある。

<安否確認>

- ・ 要支援・要介護者が一人暮らしを出来ない理由は「転んだりするのが怖い」から。安否確認と24時間の出張サービスの組合せが良い。セコムやアルソックの安否確認は、人感センサーとドアの開閉センサーのみであり、技術がまだ入っていない。
- ・ お風呂の見守りとして、東京ガスが水位と人感を検知する製品を出した。妥当だと思う。非接触のものは、近赤外の距離センサーを使ったものがあったが、光が湯気にあたり散乱してしまうので、向かなかった。また、センシングの対象として心拍をとってもしょうがない。心拍の上下動には個人差があるし、仮に心拍が止まったのを検知しても、時すでに遅し。
- ・ 各メーカーは、センサーが働かず安否確認出来なかった場合のPL責任が怖いので、安否管理センサーとは言わず、健康管理用のセンサーとして出している。

- 現状では難しいが、実現出来ると画期的なもの
 - ・ 死ぬ 3 日前までトイレに行けるような技術。パワースーツのようなものをそのまま着て寝られるようなもの。在宅への誘導にもつながる。

2.2.2 委員以外の有識者へのヒアリング結果

委員以外の有識者から得られたヒアリング調査の結果を以下に示す。(氏名五十音順、敬称略)

2.2.2.1 石山 洸氏

(株式会社エクサウィザーズ代表取締役社長)

■ ユマニチュードと AI について

- ・ ユマニチュードは、見る・話す・触れる・立つ等の五感にアプローチする事で認知症の行動・心理症状を改善するケア方法。口腔ケアの際に拘束する必要があった認知症の高齢者が、拘束なしでケアできるようになった上、支援付きで歩けるようになったり、化粧をして自宅に帰れたりする等の効果があった事例が多くある。
- ・ 介護現場では効果が実感されていたが、可視化する方法がなかった。そこで AI の研究者が、画像解析・ディープラーニングを活用し、ベテラン職員と初心者とで見る・話す・触れる・立つがどのように異なるのか、可視化を試みた。
- ・ 介護の方法論自体が科学的になっておらず、科学的介護を実現するために AI をどのように活用するか、という発想から始まった。UCSF の Lawrence Tierny 教授らの論文では、ユマニチュードの導入状況と介護拒否の有無の変化が、AI によって可視化されている。
- ・ SIP では、Contextual Reasoning という文脈を読める AI を開発し、介護やサービスの生産性向上に活用しようとしている。Contextual Reasoning は、DARPA が 2,000 億円投資する程の技術である。現在の介護は強制ケアの状態だが、Contextual Reasoning により AI が文脈を捉えてケアの内容を変えることで科学的ケアが可能となる。
- ・ ケアプランを変えた場合に利用者の状態がどの程度改善したか(医科学的エビデンス)、介護費がどの程度変化したか(経済学的エビデンス)をトレースしている。医科学的エビデンスについては福岡市と、経済学的エビデンスについては神奈川県と取り組んでいる。
- ・ 天井や介護士のメガネに装着したカメラで撮影した映像や音声を解析し、介護士と患者の距離や患者と目が合っている時間を計測することで、AI がケアを評価する。AI が評価できない部分は、人間が評価を行う。
- ・ 福岡市では、家族の認知症ケアを行っている一般市民 100 人に対し、オフラインでユマニチュードに関するトレーニングを 2 時間行った。1 ヶ月後に効果を測定したところ、認知症の方の行動・心理症状が 20%程低下しており、介護者の介護負担も 28%低下した。このケアを広く普及させていくために、現在オンラインでも取り組み始めている。

■ 介護現場・エンドユーザーと開発のマッチングについて

- ・ ビール歯磨きという手法がある。口腔ケアを拒否するビール好きの利用者に対して、ビールで歯磨きをすることで口腔ケアを受け入れてもらう手法だが、このような現場の様々な工夫で、今までになかったケアの手法が生まれている。
- ・ 一般社団法人みんなの認知症情報学会では、医師、介護現場の職員、認知症の本人が具体的に作って欲しいAI をオファーし、AI 研究者が開発している。認知症当事者も参加できる事がポイント。
- ・ 認知症未来共創ハブでも、同様の取組を行っている。例えば、認知症の方が料理をする時、火の消し忘れをアナウンスしてくれたり、自動的に火を消すAI を開発している。認知症の方でも料理をして良いと思えるようになり、生きがいにつながる。活動量が増え、重度化防止につながる。
- ・ 介護現場で使えないロボットを開発することがないよう、高齢者本人や現場で働く人を巻き込みながら具体的に使えるものを開発することが重要である。介護現場・エンドユーザーと開発サイドを接続するための仕組みをどう作っていくかが非常に重要。
- ・ 実験環境をテクノロジーベンダー側に持たせる事が、ブレイクスルーの方法の一つかもしれない。

■ 要介護度を予測する AI について

- ・ 現場の方が努力しても、利用者の要介護度に変化がないと効果がないと思われてしまう。AI によって3年以内に要介護度が4から5になる可能性が80%以上、といった事がわかれば、介入によって要介護度を維持できた場合、介護者を評価する事ができる。つまりAI による要介護度の予測によって、介入効果を可視化することができる。
- ・ 神奈川県と連携し、県から頂いた認定データを基に機械学習で予測しているが、3年後に要介護度が悪化するかどうか、80.6%の精度で分かった。慶応大学の宮田教授に協力頂いており、まもなく論文がジャーナルに投稿される。
- ・ 要介護度が悪化する事が分かれば、早期に介入することができる。
- ・ 現在、重度化防止に効果的なファクターを分析し、具体的なケアメゾッドを探っている。要介護度を決定するADL、iADLの指標をみており、どの指標が要介護度の変化に起因しているのかを分析している。
- ・ 福岡市の事例では、教育コストが1.5万円であった。要介護度4と5では月額支給が最大5万円違うため、3年で180万円と考えると、1.5万円の先行投資で180万円が戻ってくる可能性がある。このようなエビデンスを基に、2021年・2024年の介護報酬改定にアプリを入れていけないかと、SIPの中でゴール設定しながら進めている。

■ 介護業界のステイクホルダーについて

- ・ 囲碁の AI の場合、プレイヤーは 2 人でどちらかが勝てばどちらかが負けるという単純な構造だが、介護業界はステイクホルダーが多くおり、考える観点やメリットがそれぞれ違う。介護事業を営む経営者の中でも社会福祉法人の方と民間の方で観点が異なるし、ケア現場の職員、社会保障費を納税している国民、利用者、テクノロジーベンダー、大学の研究者等、それぞれのステイクホルダーにとってメリットがある仕組みを考えることが非常に重要である。
- ・ 科学的な介護を行う上では、介護現場のデータを収集する必要があるが、介護は密室で行われているようなもので、あまりエビデンスが取れない。データ収集を加速するためのプラットフォームを構築すべきである。SIP の中でも一部行っているが、最終的にはチェイスとの連携なども重要になる。
- ・ 成果連動型民間契約方式は、自治体とのコミュニケーションコストが非常に高く難易度が高い。某自治体では、「なぜ社会保障費を下げなければいけないのか」という感覚ですらある。国として介護報酬改定に盛り込むほうが現実的である。
- ・ 自治体はエビデンスがあれば予算がつけるが、テクノロジーベンダーとしては予算があるからエビデンスが取れるため、いつまで経ってもエビデンスが取れない。自治体の考え方が変わる施策があればと思う。
- ・ ロボットの研究者や介護業界の有識者でさえ、世界とは情報の非対称性がある。例えば、世界ではノーベル賞受賞者のランディ・シェクマンが Google の創業者であるセルゲイ・ブリンと遺伝子改変でパーキンソン病を治そうとしているが、そこまで認識されていないだろう。ケアメゾットひとつとっても、国によって技が異なるが、認知されていない。

■ 介護職員のリテラシーについて

- ・ 現状は、プロダクトとして良いものが既にあり現場に導入されていないというよりは、現場に紹介されているプロダクト自体が間違っているフェーズにある。
- ・ AI 自体はあまり難しいものではないものの、ある程度技術的なことが理解でき、「これが欲しい」とはっきり言える人の存在が重要。そのため第 1 段階として、具体的な要件定義に参加できるリーダークラスの方を巻き込んでいく事が重要。プロダクトが出来た後に現場導入するプロセスとなるが、技術力が高いほど、現場のデジタルリテラシーは必要ない。リテラシーが求められるプロダクトは良いプロダクトではない。まず良いプロダクトを作る方に力を注ぐべきである。

■ 施設側に必要な環境について

- ・ 最低限ネットワーク環境は必要だが、実現したい世界によってハードウェアは異なるので、ゴール設定が重要である。

- ・ ロボット・AI の導入によって介護施設運営のエコノミクスがどう変化するかを考える事が重要である。例えば自立支援介護の推進でオムツをなくせるのであればオムツのコストが削減できる。他にも一人あたりが担当する利用者数、混合介護等がどうなるか等、全体設計をした上で何を導入するためにいくら必要かを考える必要がある。

■ AI の価格について

- ・ 開発コストだけでなく、普及に要するコストも考慮する必要がある。そういった意味でも、導入効果の可視化を行い、施設への導入を促進していきたい。
- ・ AI はライセンスフィーで利用できるが、アプリを使用するためのタブレットを持っていない事業者はタブレットを購入する費用がかかる。
- ・ 要介護度や認知症のアセスメントは現在人で行っているが、ディープラーニングでADL等を測定しAIが要介護度を測定できないかと思う事がある。
- ・ 施設側が改善努力を行っているかをカメラで評価することもできる。将来的には介護報酬と連動できれば良い。

■ 組織について

- ・ 現場への普及を考えると、介護報酬改定やチェイスを所管している厚生労働省が出口を設計し、マイルストーンを管理する必要がある。

2.2.2.2 鎌田 実氏

(東京大学大学院新領域創成科学研究科 人間環境学専攻 教授)

■ インフラ・高齢者モビリティ

<自動運転>

- ・ 自動運転に関しては、2015 年に経産省と国交省で「自動走行ビジネス検討会」を立ち上げた。今まさに、2020～2030 年までの自動運転に関するロードマップを作ろうとしている。
- ・ 多く人は、あと 5～10 年で自動運転の車が沢山走っていると思っているが、そうはならないだろう。実査に社会に導入しようとする、大きなコストが掛かる。車単体も 1 千万～3 千万円するし、地図を作るのも（日本全体の狭い道路まで対応すると）、数千億円かかる。誰が負担するのか、現実的な答えは到底出てこない。マイカーが自動運転化していくことはあまり期待出来ず、運転支援のレベルが少しずつ上がっていく方向だろう。
- ・ バスやタクシーはドライバー不足が顕著。最も自動運転技術が求められる職業。しかし、乗務員の運転業務が機械に代わるだけで、運転業務以外の業務を誰がするのかという論点は残る。昔の「車掌さん」の機能を、遠隔で無人で出来るかどうか難しい。2025～2030 年では、30 万人ものドライバーが不足する。無人で動く移動サービスが実現しないと、モビリティが破綻してしまう。どうやって実現するかを今まさに議論している。
- ・ 未来イノベーションワーキングでは、2040 年には自動運転が普及する前提であるが、そんなに甘い話ではないという前提で、モビリティや街づくり、その中で生活がどう変化していくか、現実的な姿を描くことがポイントである。

<国土のグランドデザイン 2050>

- ・ 国交省の「国土のグランドデザイン 2050」では、2050 年には、日本の人口は 1 億人を割り、今人が住んでいるところの 2 割が人口ゼロになる。2030 年まで東京の人口は増え 1 極集中が続く。それ以外の都市は（大阪も含めて）どんどん人口は減り、現在の 2～3 割減となるところが多い。地方では半減以下になる自治体が数多くある。少子高齢化が進めば当然のことで、これから出生率を上げてそれが影響を与えるには 20～30 年かかる。コンビニ、小規模店の経営は人口数千人でも成立するが、病院や銀行だと人口数万人程いないと成立しない。

<医療・介護>

- ・ 病院と介護ケアサービスがどのように展開され得るのか関連する先生と議論した。医療に関しては、遠隔医療がどこまで使えるか疑問である。遠隔側にそれだけの通信機能とセンサーを全部整えることは、あまり現実的でないように思う。
- ・ 高齢期の医療は疾病を治す観点というより、最低限生活できるためには何を補足すればよいかという観点。在宅医療で高齢者の生活・住環境を見ながら、医療でど

う対応するか、計画を立てて見ていくのが望ましい。

- ・ 医療関係者は、患者の移動サービスを作り、病院で診察を受けさせようとするが、それではいけない。効率的ではないが、医師がある一定間隔で患者宅等に赴き、あとは訪問看護・介護で対応するのがよい。医師がきちっと生活の現場を見て診断できるような仕組みを構築しないと、医療・ケアはうまくいかない。それなりの規模の病院と在宅医療の診療所がセットでサービスを提供できるような環境でないと、人は住めないだろう。

<コンパクト+ネットワーク、スマートシティ>

- ・ 国土交通省は「コンパクト+ネットワーク」をうたっている。以前は「コンパクトシティ」をうたい、街中に機能を集中する構想を立てていたが、現在は、各種機能を持つ小さな拠点を周辺部に作り、小さな拠点と大きな拠点をネットワークでつなぐことを構想している。移動手段があれば、集約化した小さな拠点とセットで地域が維持できる。
- ・ IoT 等の様々な技術を使いどのように上手く街を構成できるのか、しっかり考えていかないといけない。内閣府・国交省は「スマートシティ」というキーワードで、IoT でデータを集め、AI で処理することを検討しており、必要な取組であると考えるが、サイバー空間だけで議論ができるわけではなく、フィジカル空間もセットで考えなければならない。

<過疎地>

- ・ 国交省の自治局が自治体へ行ったアンケートで、「ICT 等は不要で、モビリティの問題が一番大事だ」という回答があった。ニーズとシーズにかなりのギャップがある。それをどのように埋めていくかという点が、大きなテーマである。
- ・ 3 年間、豊田市の山の中で「コミュニティ生成とモビリティ」というテーマで研究をしていた。リタイアしたての 60 代の人が U ターンをし、コミュニティに上手く入っていければ良いのだが、なかなか難しい。社会課題が沢山ある中で、地方の過疎をどう解決するか、あるいは諦めるのか、その選択が必要となる。
- ・ 地方の公共交通はほとんどが補助金で賄われている。頑張っている公共交通は収益の半分ほどを運賃で稼ぐが、厳しいところは収益の 9 割くらいが補助金。補助金でバス・タクシー業者に事業をお願いしようとしてもドライバー不足で人がいない。大型免許 2 種を持った人を確保するのは非常に困難。それを自家用有償の精度で、2 種免許が無くて 1 種免許で対応出来るようにしたり、バスとタクシーの境目を再検討し、普通免許で対応できる領域を広げていくことが出来ないか、といったことも考えていくべき。
- ・ バスもタクシーもピークは輸送人員が増えていた 1970 年代。それ以降は数分の 1 くらいに減っている。昭和の時代に作った法律に基づいて事業モデルが出来ているが人口減・高齢者増の今後は通用しなくなっていくはず。AI や IoT が進む時代、

交通事業のモデルそのものを根本から見直さないといけないのではないかと。

- ・ AI を使った交通は「はこだて未来大学」の中島先生が、産総研にいたところから取り組んでいた。中島先生は、バス・タクシーという分類に囚われず、ニーズに合わせた大きさのものを交通に利用すれば良いと考えている。このほか、Uber のように既存事業者の反発にあうものをどう整理していくか検討が必要。

<ラストワンマイル>

- ・ 国交省が道の駅を中心とした自動運転移動サービスに関するプロジェクトを行っている。
- ・ 田舎の家は、道路から坂を上ったところに建っていることが多い。ある被災地の仮設住宅の高齢者は、沢山の買い物荷物を持って坂を上るのは苦痛なので、移動手段がないとどうしても軽めのもの（パン）しか買わない。そんな人が、移動手段を提供したら肉や魚を買うようになり、自分で調理をするようになった。移動手段を作ったことで、生活のやる気が出てきた。
- ・ しかし、「トライアルとして検証する」という意味においては良いが、事業として成り立たせるには不十分。事業として成り立たせるためには、誰が費用を負担するのかの観点が必要。
- ・ 本当のラストマイルに対応するために、スピードが出なくても自動で走る電動車いすを作ったら良いと、ある企業群と取り組んでいる。完全自動とすると 1 台 100 万円程度と高くなるため、一人で 1 台所有するのではなく、共同利用とし集会場からバス停までの移動に利用するものを想定している。
- ・ 自動運転のレベル 4 に向けては、国連の道路交通安全作業部会(WP1)で、条約を変えなくても実現できるという非拘束決議を 9 月に採択した。フランスはジュネーブ条約やウィーン条約を変える必要性を提案しているが、他の国は条約を変えずに国内法の対応で十分であるとしている。日本の警察庁は、今年レベル 3 までたどり着いた。来年は高齢者の免許制度の大改編をするのでレベル 4 実現に向けての国内法の再編は再来年以降になりそう。

<防災>

- ・ 社会インフラにはモビリティ面のみでなく、防災の視点も入る。防災であれば自治体がインフラ整備をする可能性があり、それに色々なサービスを盛り込み、高齢者の見守りや支援をできないか、東大 IOG が柏市で取り組んでいる。

<地域コミュニティ>

- ・ 施設・在宅については、地域のコミュニティの中で、生きがいを持って暮らしていけることが望ましい。家に引きこもりがちにならずに、社会参加が可能になる。交通関係の専門家は、「とにかく交通を良くすること」を検討するが、移動の目的を作らないと、移動が発生しない。
- ・ 柏で地域包括ケアのプロジェクトをやった。大企業に勤めていた人が地域でボラ

ンティアデビューを出来るかをとというと難しかった。ただ、これまでの仕事と関係のある役割を作ると一生懸命やってくれるという実績あり。(例：商社出身の方による、子供への英語教育)

- ・ 子供を持たないお年寄りの女性に延長保育の仕事をお願いしたところ、「子供を育てたことがないけど大丈夫かしら」と言っていたが、子供たちに囲まれてワイワイやっているとすごく喜んだ。技術の手前に、上手く生きがいを作れるようなシナリオが欲しい。

<実現出来そうで夢のあるゴール設定>

- ・ 今週会ったロボットを作るベンチャー企業の方は、「ロボットに対して大きな期待を持つのは誤りである」と言っていた。ロボットは所詮モーターで動いているため、モーターと電源がないと動かない。パワーを出そうとするとモーターも大きくなるし、電池も必要になるので、限度がある。彼は、小さいコミュニケーションロボットが良いと主張する。小さいと人々はあまり大きな期待をせず、うまく答えられなくても「可愛い」で済む。一方、大きいと出来ないことに腹を立てる。彼は、「一つのロボットが色々なことが出来て、一家に一台あって、オールマイティに動くという幻想はもうやめよう。場面毎にそれに応じたロボット技術を使い、それらが全て IoT で繋がる未来の家を描いたら良いのではないか」と主張している。
- ・ かつて大手企業と開発したロボットは失敗した。夢物語も重要だが、物理法則には逆らえない。実現出来そうでかつ夢のあるゴール設定が大事ではないか。

■ 認知症

- ・ 認知症の進行を遅らせる薬はいくつかあるが、治すのは無理だろうと言われている。認知症になっても生活出来るようケアを充実させる議論がある。認知症の種類により表れる症状は異なるが、それらを上手く抑えられれば問題なく生活が出来るのでは、という意見もある。
- ・ 記憶が失われることに対するサポートをロボットや ICT が出来ると良い。効果がある人もない人もいる。そもそもロボットが好きか嫌いかという部分もある。うまくいった事例はある。それをどうやってユーザーを広げていくかが課題である。

■ 生活支援技術

<福祉機器利用に対するマインド>

- ・ 高齢者の生活をサポートする福祉機器は、上手く使われていない。日本では「使うと虚弱高齢者に見える」と抵抗を示す例が比較的多い。欧米ではそんなことは気にせず、「外に出てアクティブに生活したほうが楽しい」と思うのが一般的。
- ・ 支援技術を使って生活の水準を上げようというマインドをどうやって作っていくかという点が、まず入口のところで大事と思う。

- ・ テレビ番組等で、有名タレントが福祉機器を使って生活するシーンが沢山出たら意識が変わってくるのではないかな。福祉機器を使って生活することが格好悪いことでなく、生き生きと生活出来るようになることであると、思われるようにしていきたい。

<費用負担元>

- ・ 福祉機器が高度化すると、センサーやモーターが介護ロボットの的なものになっていく。それをどのように広げるか。介護保険の中に取り入れレンタルで1割負担とするのか、自己負担でも欲しいと思わせるものを作るか。最初は裕福な人しか購入出来ないが、普及が始まると必ず競争と量産効果により価格が下がる。
- ・ 現在は、「福祉機器にお金をかけたくない」という意見もあり、海外製の安く機能が良くないものを使っている。例えば、車いすでもその人の体格にあったものを使用するのが良いが、海外製品の大衆向けに設計されているものだと使い勝手が悪く、福祉機器はこんなものだというイメージが定着してしまう。価値観を変えていくことが大事。
- ・ ロボットになると安全性が気になるが、医療機器として展開するのかなど、国が整備する必要がある。海外だと福祉用具も医療機器と考えられるケースが多い。
- ・ 重度障害者向けの電動車いすはこれまで、「40万円台」であったが給付という形態で展開していたので、メーカーが努力をしなくなった。最近ベンチャー企業の「WHILL」が、100万円の格好良い車いすの販売を開始した。その後、廉価版を出して45万円で販売すると、重度障害者のみでなく高齢者も使うようになった。それなりに格好よくリーズナブルになると利用が広がっていく。彼らはさらに車いすの自動運転も行い、羽田空港で実験をやった。いろんなところから引き合いが来て、使われるようになっていく。

<コミュニティ>

- ・ 柏での取り組みでは、住民懇談会を企画しても当初は意識の高い人しか来なかった。より広げるために、万人に共通のテーマである「死」について「どのような死に方をしたいか」「終わりをよければすべてよし」という映画を基に議論した。そのような死に方をするために何をすべきか、地域の関わりをどうすべきか、という議論には、当初は懇談会に積極的でなかった方も加わった。「地域の支えあい的大事で、病院のベッドよりは在宅で死にたい」という結論に導くのが上手くいった。
- ・ 被災地で、仮設住宅で隣り合わせに暮らしている方々の中には、隣人と自然と会話が弾み「こういう生活も良い」と言う人もいます。近所付き合いが出来るような、インフラ、技術が必要。例え遠隔であっても、顔が見える関係が大事。
- ・ 石川県の「佛子園」という社会福祉法人と、「share 金沢」の方と話をした。脳性麻痺、知的障害、車いすの子供、重度認知症の老人が一緒の空間にいたら反応がおき、認知症のおばあさんが脳性麻痺の子供にご飯を食べさせようとしたそう。その子

供は脳性麻痺で可動領域が小さいので、口のところまでスプーンを持っていかないと食べさせられないのだが、おばあさんがご飯を食べさせようとするのを3週間程続けると、子供の首が動き食べさせられるようになった。さらに、認知症のおばあさんが元気になったそう。作業療法士や医学療法士が何年もかけて出来なかったことが、この組み合わせだとわずか3週間で出来た。世代間のギャップが益々増え、若者が政治不信や未来に希望を持ってないという状態になっているが、世代が混ざった空間があると、その中で良い反応が起きる。

- ・ 被災地に行っても、談話室で高齢者が話している横で、子供が学校の宿題をやると、必ず高齢者がちょっかいを出す。そういったコミュニケーションがある。そういう断絶を起きにくくするような空間づくりがあるとよい。
- ・ 若い人がいない田舎のような所でこれを実現するのはそんなに簡単ではないが、集会場のようなどころへのアクセスを容易にし、そういったコミュニケーションの場がセットされると、認知症予防、生活支援としてはよい。

■ 2040 年に至るために

- ・ 漸進的な取組と、破壊的な取組は双方必要。日本総研の寺島さんが、平成の30年間で日本が一人負けしたのを取り返すにはどうしたら良いかを話していた。彼が提案したのは、16号沿いの高齢化が進んでいる地域を農地にして、仕事を増やし食料の自給率を高めること。加えて周辺に高齢者向け住宅や、医療・ケアの体制を築き、安心な街にしたら良いのでは、ということであった。
- ・ JAPICの国土創生委員会ではレポートをまとめた。東京は世界と戦う都市として特別扱いし、地方は、拠点として残して地方創生を進めるエリアと、徐々に住環境の移動を進めるエリアに分けるのが良いのでは。その際に、地方にいる人をいきなり東京の施設に入れても、環境が変わりすぎて認知症が進む可能性があるため、地方の生活感を残した上で進めていくのが現実的だと考える。

<海外の取組を踏まえて>

- ・ 在宅でもグループホームでも、ケアサービスがあれば、子や孫に負担をかけないで生活出来る。それは望ましいゴールだと思う。北欧は上手くいっているようだが、お金が掛りすぎている。スウェーデンの国や大学、企業の関係者が、日本がお金ではなく技術で課題解決をしているならマネをしたいと話を聞きに来る。しかし、街中に福祉用具を扱っているようなショーケースはなく、福祉用具を使っている人も見かけないため、「日本の高齢者はどこにいるのか？」と質問された。
- ・ 中国では自動運転車だけが走るまちをつくってしまおうとしている。日本では、中国の真似はできない。残す所と諦める所を整理し、ネットワークの再建築をする際に、自動運転を走らせやすい環境と人中心の道路空間とのメリハリをつけることが良いと考える。

- ・ 目に見える部分は、ヒューマンセントリック・ヒューマンフレンドリーで、目に見えない所を技術で支えるインフラになると良い。エストニアがすごい。IT 化がものすごく進んでいる。国民 ID カード 1 枚に全ての情報が入っていて、交通も利用できるようなシステムを作っている。
- ・ 日本ではエストニアのような地方自治を持たせるかどうかは悩ましい。地方自治体の能力（人の数と能力）を考えると無理であろう。お金を渡して色々なことをやろうとするとコンサルが潤うだけ。地方の計画を見ると、例えば、地域公共交通網形成計画や人口ビジョン等は内容がほとんど同じで固有名詞だけ変えたような計画ばかりで呆然とする。その地域のオリジナルな特徴がほとんど見えない。

■ ムーンショット的な夢

- ・ 移動という観点だとパーソナルモビリティで、階段も登れるし、公共交通機関も使えるものが出来れば夢物語で面白い。ただ、技術的に出来ることと、それを社会実装出来ることはレベルが違う。コストを考えると現実的に社会実装出来るものはそう多くない。

■ 報告書のまとめ方

- ・ 現実路線の立場が必要だが、経産省が入るなら産業政策に繋げるために間口を広げて見せないといけない。文科省の Impact 等を見ていると研究としては面白いが出口は見えないものもある。老健事業としてやるのであれば比較的現実路線でまとめれば良いだろうが、ムーンショットを考えると夢を見せる必要もある。

2.2.2.3 川村 貞夫氏

(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)

■ 高齢者の QoL、最期の迎え方

- ・ 技術的な話をする前にコンセプト的な話であるが、高齢者を支援したり、計画を検討する側が、「高齢者はこうあると良い」と考えて社会システムを作ろうとするのではなく、高齢者の QoL を調査し正しく捉えてから目指す姿を考えるべき。生きる時間を長くすることだけに、技術の目的を合わせてはいけない。
- ・ それぞれの個人が納得するかたちで最期を迎えることが大事。病院に最期までいてチューブに繋がって死ぬことを望んでいる人ばかりではないはずである。希望する人には最後まで延命治療をするべきだろうが、すべての人が同じ価値観でよいのかなど、今後議論していくべきだろう。

■ 質量の有無による分類

- ・ ロボットの定義は非常に曖昧であり広い。そこで、非常に重要な考え方となるのが、作業なり目的の中に「質量」があるか無いかという点。例えば、8つの社会像の中に、「遠隔でデータを送り、遠隔の医者に診てもらう」というものがあるが、そういった質量が無いものは非常に実現の可能性が高い。一方で介護のアシストスーツ等、質量のあるものを動かすものは非常に難しい。切り分けて検討したほうがいい。
- ・ GAFA は音声情報と画像情報が中心で質量を取り扱わないため、簡単に安全性を確保出来る。セキュリティやプライバシーの問題は起こるが、交通事故は起こらない。しかし質量が発生すると大きく話が変わる。本事業でも質量の有無で切り分けて考えることが良いだろう。
- ・ 情報通信や AI の領域で検討できる話はどんどん進めるべき。研究開発から実現までが短い。法制度とか社会制度、セキュリティのチェック、プライバシーの問題をクリアすれば実現できるはず。そのためには、ICT と社会科学或いは人文科学の心理学の専門家が法整備などを一気にやれば相当進むはず。
- ・ 一方、質量を伴う技術は、かなり難しい問題が出てくる。以前、何でも出来るようなロボットを作ろうという話もあったが、先ほどのように質量の有無により切り分けて考えることが妥当だと思う。
- ・ 極論として、ロボット=AI とか、AI の技術が進めばロボットもなんとかなるような風潮があるが、それは明らかに間違っている。質量の有無で大きく違う。また、AI というのも万能でないし間違える。単なるツールであって、ロボットから見ると AI は一つの知能のツールであり、これをどう使いこなすかに尽きる。そこを明確に切り分ける必要がある。

■ 機能安全

- ・ 産業用ロボットでは機能安全の観点から人協調ロボットの開発が進んでいる。この場合、ロボットは一定の質量があるものだから、動作の速度を落として運動量や運動エネルギーを出来るだけ小さくし、人に危害を与えないようにする。即ち、機能で安全性を確保するという考え方。
- ・ 一方で、本質的に軽量に作ることや柔軟に作るなどの発想をもって開発すべきと考えている。例えば、寝返りを支援するベッド。空気のベッドは既にあるが、様々な部分が動き、人の寝返りを助けるベッドを作ろうとしている。
- ・ キーポイントは、ベッドがロボットになっていくこと。現在の介護では介護者が手を伸ばしてベッド上の人を抱きかかえる時に腰痛が起こる。人は関節が多いため、形状認識が必要だが、ベッド自体がアクチュエーションでき、上の“物体”をハンドリングすればいい。
- ・ 人という物体の寝返りをどのように支援すれば、介護者が腰痛になるような不自然な体勢をとらなくても出来るのか。このような研究がこれまでなかったのではないか。もっと自由な発想でやると良いアイデアが出ると思う。ユーザーに近い方とか、自由に発想できる人達を集めて、種を作っていくことが必要。

■ ソフトロボティクス

- ・ 従来の多くの工業製品の設計法は、大学の先生や企業の技術者であれ、プロフェSSIONALが機械工学をベースに作るというもの。2, 300 年前から機械工学という設計法があり、潰れないための設計がベースにある。
- ・ しかしその考え方だけでは、製品は作ったが二階に置けないとか、床の強度を補強するために建て直しが必要という話になる。機械工学の優等生は、全部に安全率をかけて強度を持たせるので、出来たロボットは物凄く重たく大きくなってしまう。
- ・ そこで軽量化や柔軟化が技術としての一つの新しさである。この領域は学会でもソフトロボティクスという分野として話題になっている。ただソフトロボティクスは、曖昧な部分を多く含んでおり、合目的な研究開発はそれなりのチームを集めないと難しい。タコの足みたいなものを作っているのが面白いと思っている人達がそうとう世界中にいる。ソフトロボットを何かに使おうと思っている人達は多くない。だから、ニーズとシーズがマッチするようなチームを作っていないといけない。
- ・ ソフトロボティクスという学問は、現在は存在しない。経験則とか試行錯誤でやっている状況。設計論として確立していくことが必要である。ただ現在はソフトの意味があまりにも広すぎる。

■ 科学と技術

- ・ 知的に科学として面白いことをすれば、必ずそれが世の中に役に立つというような幻想を描きがちだが、科学と技術は直交していると考えている。技術だけでやろうとすると技術の難しさにぶつかるから、科学的に深めて、また技術をやる。科学だけを深めようとしても無理であり、そこに技術の力を持ち込んで見えないものを見たりする。たとえば、顕微鏡の開発や天体望遠鏡を作るなど技術の力で科学を推進する。これまでの科学と技術の歴史はこのような“階段状”にはなっている。
- ・ 反省として、ロボットの研究は科学的に面白いことをしたら何か必ず技術に立つような幻想を抱いてきた。なかにはそういったものもあるが確率は低い。

■ ヒトの理解

- ・ ヒトがどのようなものか理解しないとどういう技術を深めたらいいのか分からない。だからといって人間科学を一般にやったらいいかということもそのようなことでもなく、その目的に照らしてヒトを科学することが必要である。何でもいから脳科学や人間科学をやったらそれが役に立つというのは決して正しい方向ではない。
- ・ 人をアシストするとか助けるためにどういう技術を作りたいか、そのためには、ヒトがどういうものかを理解しないとできない。それは明らかに人間を科学すること。それを深めると技術としてブレークスルーできる可能性が生まれる。
- ・ 一般に広げると上手くいかない。介護の領域に限定するなかで、介護の具体的な目的にある程度限定し、ヒトを調べ理解する、即ち科学することが重要になる。

■ コスト設計

- ・ コストを下げるための共通化については、全く違う考え方が二つある。ひとつは初めから国をあげてみんなで目標を掲げて共通基盤を作っていくという考え方。もう一つは、今の市場経済の原理と安全の制約条件のなかで、なるべくしてなる共通化、つまり値段が安くて使いやすい業界標準を構築することがある。後者の方をよく考えて作っていく方が実際に近い気がしている。
- ・ コストの計算をせずに、介護にとっていいものを作ったら売れるというのは幻想。ビジネスを考えるときには最初の条件として当たり前だと思うが、最初にコストを設定したうえで開発する必要がある。
- ・ 高機能な製品が目立ち、その製品に投資家のファンドが一儲けできると思って投資するから、本来すぐに潰れるような企業、もしくはすぐに採算が悪化するような事業がずっと続く。
- ・ コストを削ったなかでどうできるか。大学でも様々な機能を付けて研究室のラボロボットを作ろうとする。論文を書く際に、新規性が主張しやすいのでセンサー、アクチュエータをたくさん付けて、そういうもので新しい機能ができましたとや

りたがる。しかしそれが出来ても値段は高いし、メンテナンスも大変。そうではなく、最小の要素とコストで実現するためにはどうしたらいいかを考えるほうが遥かに難しい。学会でも評価しにくい。

- ・ また、製品コストに加えて、安全性などを含め、トータルのコストも検討する必要がある。(先程の例でいうと) 家を改装しなくていいことなど。
- ・ 10 年使える高価な製品ではなく、数千円から数万円くらいで1年ごとに廃棄する耐用設計などが考えられるのではないか。ユーザー側が考え方を变えてもらう必要がある。またそのために国が何かをすべき。これはこういうものだ和理解してもらうプロパガンダや優遇措置も検討の余地がある。
- ・ 高齢者が自分の寿命もわからないのに高価なものを買わない。もっと安くする必要がある。
- ・ 若い身障者は 100 万円の (高価な) 車イスでも、自分の人生があと 30 年 40 年あって、その機械を使いこなせば、自分がどれだけ社会に参加できるかが理解できる。一方、高齢者は、100 万円の車イスを買ったとしても、あと何年自分が生きられるか、また、それを使いこなして何をするのかが明確にならない。
- ・ < 3D プリンターへの期待 >
- ・ 最近では 3D プリンターで色々なものを作るが、耐久性はまだ無い。耐久性が保証できるようなものが出てくると複雑な形状を作ることができ、市場に出回る可能性がある。そこが進むと、今まで金属で作っていた試作品を容易に作ることが出来る。複雑な形状でも 3D プリンターでカーボンファイバーの CFRP で作れば、全体として軽量化出来る。
- ・ 大学でも色々なロボットの形を作りたかったが、今までは値段が高すぎて研究室のなかでは出来なかった。最近では、卓上の大きさのものであればカーボンファイバーで繊維の入った 3D プリンターを 200 万円くらいで買える。それも徐々に大きくなっていくと思うので、こういうものを使っていくと様子が変わっていく可能性があると考えます。
- ・ ただし、現在、金属材料に関するノウハウは溜まっているのに対して、3D プリンターの材料に関するノウハウが全くない。そのため、学生に作らせると金属材料のイメージで設計してプラスチックの薄いものを作ってくる。金属ならいいがプラスチックだと肉厚を付けないといけないと言ってもわからない。設計方法や解析方法などを研究対象としてやるべきである。

■ 機械工学と化学の連携

- ・ 機械工学をベースとするところは、化学との接点がない。唯一あるのは、ガソリン、エンジンなどの内燃機関。あとは材料分野に化学と関連がある人がいるくらいであり、化学との関係が希薄である。

- ・ それに対してロボット分野などでは機械工学と電気工学や情報学は、今までずっと繋がりが強かった。化学と機械工学の世界があまりにも違う。物理の世界に生きていると化学の世界がわからない。どういうロジックで話をするのかがわからない。
- ・ しかし、これからのロボットの分野では、材料とくに化学など異なる分野と議論して色々なものを作っていけないと、上手くいかない。組織作り、人材も必要。現在、中小企業で福祉機械を作ろうとしている人のベースはほとんど機械や電気、情報。
- ・ 今までは、ロボットと電気・機械・情報を統合するようなメカトロニクスの概念で進んできた。機械をベースにするので金属材料ベースである。そこに生命科学のキーワードが入ってくると、アプリケーションとして生命科学の細胞操作とか医療ロボットが出てくる。タンパク質等を量ったりすることはあるが、ロボット自身の構成要素として捉えている例はほとんどない。
- ・ 日本には高分子材料や炭素、繊維、カーボンとか色々な技術がある。それを上手く入れると非常に高い国際競争力を創出できる分野ではないか。金属である限りすぐに中国、韓国がキャッチアップしてくることはわかっている。材料だと分解してもわからない。

■ 社会実装・産業化

- ・ 開発は大学だけでも出来なくはないが、問題はそれをどうやって製品に仕上げるか。非常に悩ましい。新しい技術ほど日本では製品になりにくい状況のように見える。アメリカや中国は、ベンチャーをどんどん作って、首をかしげるような技術でもとにかくお金付けてやってみる。日本は非常に慎重で優秀な学生はみんな大企業に就職する。大企業では取締役が 10 人いても、そのうちの一人が強烈に反対すると頓挫する。
- ・ 例えばお掃除ロボット。ロドニー・ブルックス氏が作った iRobot 社が製品化したのが、日本の当時の電機メーカーでも同じ議論をしていた。技術的には当時の日本の企業でも出来たが、廊下に火のついたろうソク 1 個置いてあって倒したら誰が責任を持つのかという議論になり、開発がストップしたと聞いている。いまだに iRobot のルンバに日本のメーカーが苦戦している。
- ・ その構造がずっと今も続いている。失われた 20 年から 30 年の間にますます企業がシュリンクしている気がする。大企業が新しいことをやりたがらないように見える。試作品段階の次の製造から販売に行くところが、新しい技術ほど上手くいかない。
- ・ 介護がビジネスになるからと乗り出すところは、現実と合わない物を作ってくるように思える。それを行政が褒めるから続けようとする。しかし本当のユーザーに聞くと全然使えないと言われる。その結果行き詰まり急にだめになる。なかには良

い技術もあったと思う。

- ・ベンチャーに限定しなくてもいいが、そこを本当に事業として大企業がやるのか、ベンチャーにするのか中小企業の第二創業でやるのか、その“絵”を描く必要がある。
- ・ベンチャーは守るべきものがなければ、可能性にかけてやるのがベンチャーの強み。そういったことがここに出てくると良い。中小企業でも、もう少し出てくると良い。ベンチャーもなかなかロボット分野では上手く成功してない。我々もベンチャーをやっているが、継続して成長することは容易ではなく、本当に成功している数が少ない。

■ ニーズとシーズのつなぎ方

- ・現在我々が担当している SIP プロジェクトは福祉分野ではなく、労働人口減少の克服を目的としている。SIP は初めから基礎研究でなく、社会改革を目指す。もちろんシーズ駆動も決して悪くなく、シーズがあってニーズに結び付けるというのは産学連携の一つの典型だが、今回の SIP の我々のグループは完全にニーズ駆動にしている。徹底的にニーズを聞いてきて、それをどのように要素に分解してどういう問題を作るかという研究問題作りが非常に重要になる。
- ・ニーズを科学的に深めて普遍性・共通性のある問題に仕立てれば大学で挑戦する意欲も湧くだろう。構造を上手く作れるかどうかを重要だと考えている。プロジェクトの中に事業化推進事務局を作った。普通プロジェクトに作らないが、我々はニーズ駆動にしようとするために事業化推進事務局を作った。様々なユーザーの話が入ってくる。
- ・問題を分析して各大学の要素技術に振っていく。真ん中に社会とのインターフェース組織があって、そこに知見を持っている人が入って両方の言い分を理解したうえでどういう問題を誰に振るかを検討する。ニーズとシーズを結び付けた後には、製造やシステム開発を担う企業と結びつける必要もあり、そこを一気通貫でコーディネートできるような組織が必要。

2.2.2.4 北野 宏明氏

(ソニー株式会社 執行役員

株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所 代表取締役社長、所長)

■ ロボカップについて

- ・ 2050 年までに FIFA ワールドカップの優勝チームに勝利する完全自律型ヒューマノイドのチームを開発することを目標としているロボカップは、91 年から構想を始めている。30~50 年後に、どのようなロボティクス・AI の技術が世の中を変えるか、という想定から始めた。自動走行や物流ロボット・サービスロボット・災害救助・介護などのロボティクスが進む中で、リアルタイムディシジョン・分散型等の技術要素が全て集約されており、分かりやすく、皆がパッションを持って取り組むことができるものとしてサッカーを選んだ。
- ・ 介護が一番始めに考えたが、リアリスティックなソリューションとしてサポートできる事が既に多くあり、ターゲットとする事をやめた。介護は重要だが、あえてリアルワールドから離れた話に持っていく、技術が徹底的に必要で、それが実世界に還元されるものとしてスポーツを選んだ。
- ・ ロボカップ開催の 5 年後にスピニアウトの会社が出始めた。サッカーロボットの技術を使って倉庫物流を行うロボットを開発する会社だが、創業して 5 年目にアマゾンに買収され、物流革命の先駆けとなった。
- ・ ロボカップのスピニアウトであるアルデバランロボティクスというフランスの会社は、ナオという教育用のヒューマノイドロボットを開発しており、ソフトバンクが 100 億円を出資した。その後ソフトバンクの子会社となりペッパーをリリースしている。
- ・ 災害救助ロボットは、第 1 回大会の 1 ヶ月後の実戦投入されており、9・11 同時多発テロの災害救助として 3 週間投入された。
- ・ ロボカップのようなやり方はあるが、社会問題を対象としたソリューションの場合、テクノロジーはオプションに過ぎない。最先端技術ではない方が、最適な事の方が多い。研究開発をプッシュするプロジェクトと現場導入をプッシュするプロジェクトとでは、考え方が異なる。

■ 介護でのロボット・AI 活用について

- ・ 介護分野のペインポイントやターゲットの分析が重要なのではない。それによってロボティクスを使う部分が分かってくる。
- ・ コストが問題なのではないか。介護現場や病院は赤字経営が多い中で、どう開発コストを回収していくか。メンテナンスコストもかかる。保険収載など、公的制度に乗ることが重要。
- ・ 量産化したとしても、既に大量製品されている部品の値段は下がらないため、コス

トは積み上がってしまう。基本的に加重・高精度・力が出るロボットは高価。介護現場でのメンテナンスも難しいだろう。

- ・ 人型ロボットは技術的にハードルが高い。単機能のロボットで細かくニーズを潰していくほうが良いだろう。世界で一番普及しているロボットであるルンバは、フローリングの床しか掃除しないという機能を絞った事が成功要因だった。
- ・ 単機能ロボットの活用で終わるのではなく、データがインテグレーションされる事が重要。

➤ 質問:[人を知るという事は、どのように出来るか] (本田先生)

- ・ ウェアラブルやカメラによって、定量的にクリニカルエンドポイントが分かり、痴呆症の進行・改善等やリハビリ方法をエビデンスベースでモニタリングできるようにする事が重要。
- ・ 介護のビヘイビアや精神状態を定量的にモニタリングする技術を作り、テクノロジーで相関が見られて、原因と用法が分かるようにする事が重要。
- ・ ケアをする人や本人のモチベーションを維持する上でもモニタリングは重要。
- ・ 症状が重度になってくると本格的なテクノロジーが必要になっていくだろう。エクソスケルトンや脳・神経系のインターベンションの技術、ニューロリプログラミングの技術、疼痛管理の技術等。

➤ 質問:[予防を行うためには、若いうちから体に介入するロボティクス技術も、一つの着地点ではないか] (本田先生)

- ・ それは非常に重要。今は血液検査+ α しか行われていないが、リキットバイオプシーでは炎症メディエーターを取得する事ができる。腸内細菌叢もとれる。これを新しい健康データとする。
- ・ 老化は、だいたいローレベルの炎症が続いている事がアクセレレーション。これをどうコントロールするか、モニタリングする。これを若い時から測った方が良いかもしれない。
- ・ 今はエクササイズの効果指標を BMI で取っているが、ある程度の年齢以降は、炎症メディエーターが見られればより精度の高い効果測定ができる。
- ・ この辺りのサイエンスを確立するのが重要。

➤ 質問:[病院と介護はあまり繋がっていないのか] (北野先生)

- ・ 今は繋がっていないが、ロボット技術でつなげる事ができるだろう。最終的には在宅に戻った時に、エビデンスベースで取ったデータを健康器具等でサポートする。プラセボでも良い。(本田先生)
- ・ それは良いと思う。

■ 現在の介護ロボットについて

➤ 今は電子カルテのようなものがないのか。

- ・ ケア記録はとるが、処方や診断ではなく日々の状態の遷移を記録している。データを取ってもどれぐらい使えるのかわからないところがある。認知症に着目したデータ等、何のデータを取るのかは議論が必要なところ。(諏訪園審議官)
- ・ 介護現場の人手不足の問題に対しては、アバターが活用出来ると思う。移動時間が削減されれば人手不足が緩和できる。週に1回フィジカルで訪問し、それ以外はアバターでやる等。簡単な操作ができるものは既にある。1世帯に1台ずつあり、ある程度の事をやってくれれば良い。遠隔操作できる手はいいものが出来てきている。手はしっかり作ったほうがよい。重量物は、40～50kgだと高額になるので、普及させるためには10～20kg程度が望ましい。
- ・ ケアの方法も変わる。一人が行くのではなく、複数のアバターを動かせるようにしなければいけない。N対Nのサポートで、サポートする側の人数がサポートされる側の人数に対してかなり少なく済むようにする。
- ・ 移乗技術が必要なところはパワーアシストを活用する。
 - 質問:[ウェアラブルなアバターについてはどうか。例えばパワーアシストをバックヤードで見守りを行うようなもの]
 - ・ パワーアシストで本人をある程度サポートさせてあげるようなものはありだと思う。単独で動くアバターとパワーアシストのアバターがある。
 - ・ エクソスケルトンで精密で色々な事ができ、軽く、あまりごつつくない物はムーンショット的なチャレンジになるだろう。リハビリにも使える。
 - ・ バックヤードで見ておき、動きに対して力のサポートを行うようなエクソスケルトンが良い。

■ その他

- ・ 武田薬品工業のスピンアウトであるAikomiは認知症のデジタルセラピーを行うもの。自分の思い出の写真を見ることで症状を改善するノーファーマコロジカルインターベンション。
- ・ 癌のように命の危機に関わる分野は多くの資金が投入され研究されているが、QoL改善を積み重ねていく分野はあまりしっかりやられていない。ここをしっかりとやる事がムーンショットでも重要だと思っている。

2.2.2.5 小平 紀生氏

(三菱電機株式会社 FA システム事業本部 主席技監)

■ ロボットの社会実装について

- ・ 産業用ロボットでも同じだが、社会で維持するためには、お金が問題である。産業用ロボットと介護ロボットの違いは、産業用ロボットが BtoB である事。設備投資用の機材として投資対効果が期待できれば導入される。介護ロボットのニーズは個人や民間の組織。BtoC であるから、どんなお金で維持できるかが問題。個人が払えるお金は限られている。介護保険や高齢者の貯金で賄えばよいが、そうはいかないだろう。社会全体として介護ロボットをどのような費用で維持する事が可能なのかという議論がなければ、いかに技術が優れていたとしても普及しない。今の延長線上で成立するのも試算すべきである。一人あたりの介護にかけられるお金のうち、最大・最小でいくらかける事ができるのか。
- ・ 産業用ロボットは、1980 年代から増えたが、60 年代・70 年代から研究開発は進んでいた。当時 1 台 800 万円ぐらいでできるようになって、市場に対してペイするようになってから使われるようになってきた。当時は CPU の能力に左右されていたが、今後はシステムや材料に左右されるようになるだろう。
- ・ 投資対効果は、付加価値に対して考える必要がある。付加価値が上がれば、利益や給料・株主配当が出せる。産業用ロボットの場合、設備投資をした時に付加価値が上がれば健全な投資だという判断になるが、サービス業においては QoL が付加価値になるため、どう測るかが問題。結果をどう評価するか検討する必要がある。
- ・ QoL は人の生活水準によっても異なる。裕福な人にとっては快適さが少しでも上がればよいという話になるが、生きるために必要かどうかという議論になる人もいる。
- ・ 単に人手不足をロボット導入で補ったとしても、競争力は変わらない。人手が限られた中で会社をこうしたい、その中で自動化をこうしたい、と考えるべき。目的が不明確な状態でロボットを導入した会社が、やり直し工事をする事例は非常に多くある。

➤ 質問:[そういった経営的な視点を持っている学者はいるのか]

- ・ 難しい。産業ロボットの世界でもそういった話をするが、経営工学の先生でも外すことがある。
- ・ インダストリアルエンジニアリングに戻ったほうが良い。例えば、弁当工場にロボットの先生を連れて行くと、すぐにスパゲッティを掴む工程を自動化する方法を考えるが、そもそも自動化する必要があるか、から考える必要がある。インドストリアルエンジニアリングの先生は、自動化の前に棚の高さを揃えるところから始める。
- ・ そういった意味で介護現場の生産性向上については取り組む意義がある。

- ・ 始めからロボットで介護を全てサポートしてしまうと、本人の能力は劣化する一方である。自立支援のために劣化する部分をロボットでサポートするべき。

・

■ センシング技術について

- ・ 100 万円のロボットの場合、原価には 60～70 万円程度しかかける事ができない。アーム 1 つで 10 万円と考えると、センサーが 1 つ 100 円でも 100 個つけば 1 万円となり、負担になってしまう。センサーを 1 つ 1～2 円に落とさなければいけないが、現実的ではない。
- ・ 印刷技術にセンサーを組み込むと、100 円で 100 個のセンサーを書き込む事ができる。実装技術をいかに安くするかまで踏み込まなければならない。そうすることで、全体の値段を下げる事ができる。センサーを取り付けるというよりも、材料にセンシング技術を入れる方向にもっていく必要がある。材料そのものが検出機能をもつようなイメージ。

➤ 質問:[今どこまで出来ているか]

- ・ 静電容量を活用してロボットに貼り付ける事ができるタイプのものがあるが、安全を担保するために必要な全体のセンシングではなく、近接用のセンシングにしか使えない。全体のセンシングを行うには遠距離用か画像解析を組み合わせる必要がある。近接用の場合、アームであれば、ぎりぎりの距離で検出するが、万が一接触しても柔らかい素材を使用していれば安全に使うこともできる。

■ 安全について

- ・ どう動いても人に危害を加える事がない本質安全と、安全機能で安全を担保する機能安全という考え方がある。産業用ロボットは機能安全だが、民間においては本質安全を徹底的に考える必要がある。
- ・ 産業用ロボットの場合、工場側に様々な安全のための工夫ができるが、民間の場合は空間にできる対策に限りがある。
- ・ 工場では、安全に投資できない場合は教育で補うが、民間の場合はそう簡単ではない。工場ではレベルに合わせた教育を行うが、民間の場合はピンキリであり罰則とセットでないとできない。
- ・ 産業用の場合は教育やパトライト等で補うことができるが、民間用の安全対策はそうはいかず、難しい。
- ・ 悪意のある人間もでてくるため、悪用されないための対策が必要。
- ・ 本来は家庭内でもリスクアセスメントが必要。
- ・ 安全にかかるお金も問題である。1000 万円のシステムに対し、100 万円の安全対策をするかどうか。企業の規模によっても考え方が異なる。中小規模の企業に対して

は、広い範囲で安全対策に目を向けてもらう教育が必要。

➤ 質問:[介護現場でも、職員にロボットの安全対策について教育が必要か。]

- ・ ロボットにもよるが、多軸のアクチュエーターが入ってくると機械安全がそもそもどういうものかを教育する必要がある。
- ・ 介護施設には、職員だけではなく、訪問者となる家族や子供もいるので難しい面がある。
- ・ 最後の最後は、保険でカバーするなど全体の設計を行う必要がある。
- ・ ロボットは社会の仕組みと併せて考える必要がある。

■ 行政の役割について

- ・ 人材育成で支援するのか、お金でサポートするのか、まずは何でサポートするのが大事。
- ・ 補助金は一度限りという前提で交付されているが、問題が起きるたびに新しい補助金が要求されては維持できない。
- ・ お金でないところは、人材力強化で支援する。人材のゴール設定が重要。
- ・ 極論を言えば、介護は現場の事ばかりになっているので、学者を育てるべきかもしれない。生産技術ですら全体像を分かっている人は少ない。

■ 2040 年に実現できるとインパクトが高く、介護にも応用可能な技術について

- ・ 材料やデバイス関連のイノベーションである。AI・情報処理は問題を絞り込めば答えが出し、日本の特徴を活かす意味でも材料・素材である。日本はサイバー側ではなくフィジカル側を握っておくべき。産業用ロボットとも共通の領域である。例えば、安全な材料や近接センサーデバイス、自己診断・寿命予測・予防保全などのメンテナンス系等である。メンテナンス系は信頼性をどのように高めていくかが重要なので、日本の技術力に強みがある。

➤ 質問:[こんな材料があれば良い、というものはないか。]

- ・ 例えば、機械材料と同等の能力を持つ、歯車に使える樹脂材。破壊に対する強靱さに関して金属材料に代替できるぐらいの柔らかい材料。複合材料でも良い。力を伝達する部分は金属材料を使わざるを得ない現状。
- ・ 金属部品の代替品の難しさは、長持ちすること・熱伝達率（熱を外に逃がす）などである。
- ・ ロボットは関節、モーターと減速機とベアリングのセットが一番重い。重量が半分になるとエネルギーロスが少なくなり、モーターは安いものを使えるようになる。
- ・ 柔らかく軽い材料のメリットは、安全性。また、弱い力でも動かせるようになるため、アクチュエーターが小さくなる。駆動部が小さくなると省エ

ネ等、様々なメリットがある。人工筋肉にも使えるようにかもしれない。

- ・ インテリジェントマテリアルもあるにはある。材料が劣化すると色が変わるようなものがある。機械製品だと、温度と加速度、振動を材料自身がわかってくると良い。ただ給電や信号の取り出しなどハードルはある。そういう意味でも無線給電は重要。

➤ 質問：「ロボットの中で給電を行っていく上で、重要になる電池は何か。」

- ・ 産業用ロボットに限って言えば、工場内なので電池は無くしていかなければいけない。とはいえ、フィールドに出るロボットについては話は別である。
- ・ 給電技術とセットだが、関節部門の非接触給電という話がある。もう少し容量がある電池があれば簡単になる。ケーブルレスでは給電が安定ではない状態が存在するので、常時給電で維持するのではなく、バッファをもたせるという事はあるかもしれない。

➤ 質問：「研究開発のスパンとして、2040年に新しい材料がロボットに導入されるためには、何年後に材料が開発されている必要があるか」

- ・ 素材が開発されてから、5～10年かかる。供給体制の整備等が必要。

■ 人によって違う動きをするロボットの2040年のイメージについて

- ・ 技術的にはそこまで変わらないだろう。人によって違う情報をどのようにサイバーが認識するのかを考えると、顔認証が発達して使われるかもしれない。画像系は欠かせないだろう。画像系で使えるような技術はどんどん使っていくべきだが、個人情報管理の問題はある。家庭内や施設内に使用を限定するなど考えていく必要がある。

■ その他

- ・ 一つの技術でイノベーションが起こるような事はなかなかなく、設計を全体的に考えていく必要があるため、異業種連携は重要である。

2.2.2.6 真田 弘美氏

(東京大学大学院医学系研究科

健康科学・看護学専攻 老年看護学／創傷看護学分野 教授

グローバルナースングリサーチセンター センター長)

■ ホームホスピタル構想について

- ・ 自宅で病院以上のレベルで24時間の見守り・生活支援をする事で、自ら生活していけるようにするという構想である。
- ・ 生命寿命と幸福寿命のギャップをなくす事を考えている。身体的な健康に加えて、幸せ感がある寿命が延伸されるべきだと考えている。
- ・ そのために最も大事な事は、本人の自立をいかに支援してゆくかである。本人が楽しく生きていくための社会実装が必要である。
- ・ 2040年に自分で生き方を選べる社会にするには、インディペンデント&オートノミーという概念が重要。自身でモニタリングでき、必要なヘルプを外部に発信できるようなシステムを作りたい。
- ・ インディペンデント&オートノミーは楽しく生きる事だけでなく、健康寿命を延ばす事にも寄与する。
- ・ 血圧計は昔、医師しか使う事ができなかったが、今は患者自身で使う事ができる。同様に、患者自身が使えるモニタリングデバイスを作るべきだと考えている。
- ・ 例えば、看護師向けのワイヤレスエコーを富士フィルムと開発した。今までナースのアセスメントは聴診器のみだったが、本デバイスによって便秘・嚥下・褥瘡のアセスメントを可視化である。

■ コミュニケーションロボットの活用について

- ・ ペッパーとロボホンを東大の老年病科の病棟に導入した。課題としてすぐに飽きられてしまう、重症度の高い人は逆に攻撃的になるので対象の選定が必要という事はあったが、良い効果があった。
- ・ 軽度の認知症の方で、ナースを徹底的に拒否する患者がいたが、ロボットに「看護師があなたの事が大好きだ」等のナースが言えない言葉を言ってもらった結果、患者が心を開いてくれ、今まで歩かなかった方がナースと一緒に歩いてくれたケースがあった。
- ・ 自分が評価されているのではないかという不安感や認知症患者として扱いを受ける事が原因で心を閉ざしてしまうが、自分を評価しない孫のようなロボットがいる事によって心が開かれていく。これを家でも再現すべきである。
- ・ どこまでスタンダードな会話ができるかは難しいところだが、会話が成り立たない場合があっても良く、勝手に患者が話し、心が和めば良い。

- 質問:[コミュニケーションロボットが押さえておくべきポイントは何か。]
 - ・ 気に入られ、成長するロボット。軽度な認知症の方と、認知が進んだ方向けのロボットは違うが、軽度な認知症の方の場合、ロボットが成長する事で、自身が介入したから成長したとを感じる。共に生きているという幸せ感が必要。
- 質問:[技術的な課題としてどのようなものがあるか]
 - ・ 既に会話を覚えてくれるアプリがあるが、そのような機能があれば良いが、反応を長くしてほしい。自身に関わっていくことで変化があれば高度なレベルは必要ない。
- 質問:[2040 年にあってほしい機能としてどのようなものがあるか]
 - ・ 3D プリンターのようなもので、生活用品を自分で作る事ができれば良い。なんでもやってくれるのではなく、一緒に考え、一緒に作ってくれるロボットが良い。答えは自分で出す事が重要。
- ・ 認知症の方は形があるものしか受け入れられない場合があるので、ヒューマノイドの形は必要。スマートスピーカーでは難しい。人のコミュニケーションは目が合い、会話がなされているので、形がないものには興味を示さない。
- ・ 軽度の認知症で自宅にいる人に対しては孫のような存在、つまりいつも言うことを聞いてくれるだけでなく、すこし反抗するような存在を作る事が重要。一方、認知症が進んだ方の介護上の問題は、BPSD のスイッチが入る事をコントロールする事で、その際にロボットが使える。

■ リラックスチェアについて

- ・ 認知症の方は常に精神的に不安的なところがあるので、参考資料にあるようなリラックスするチェアを入れてみようと考えた。北欧で良い報告があったものである。20～40 代の人が座ると船酔いのような感覚を覚えるが、認知症の方はリラックスして眠る。
- ・ リラックスチェアから脳波等のバイタルサインを取得し、どのようにして落ち着くかや、アジテーションとの関連性を示すデータが欲しいと思っている。将来的にはメカニズムを研究しなければいけない。
- ・ 北欧で使われている認知症の人が落ち着く毛布がある。毛布は薄くて軽いものが良いと思っていたが、ある程度重みがあって守られている感覚があるほうが落ち着くようである。某ベットメーカーが作ろうとしているが、そのメカニズムは明らかでなく、追求する必要性はある。
- ・ リラックスチェアの活用による介護者の負担軽減についてはデータとして出ているわけではないが、BPSD のスイッチが入らないようにする事で、見守る時間が少なくなると考えている。

- ・ 夜眠れなくなるのではないかと心配する声もあるが、実際に座っている時間は 30 分程度なので睡眠を妨げるという事はないと思う。
- ・ 将来的に脳波等のバイタルサインや本人の動きが取得できて、必要な BPSD を予測するような事をフィードバックしてくれる椅子があれば良い。
 - 質問:[布団以外にもありえるか?]
 - ・ あると思う。メカニズムを生理的に理解したい。
- ・ 将来的には、リラックスチェアーに座る事で BPSD の発症を予測し、スイッチが入る瞬間の前にケアができればよい。
 - 質問:[予測にはどのような情報が必要か]
 - ・ 精神科の先生と話しているのは、脳波、加速度、血圧・脈拍・呼吸等のバイタルサイン。
 - 質問:[センシングの方法としてどのような事が考えられるか]
 - ・ 今は加速度センサーによって動きはとれる。バイタルは血圧が取れない。あまり身につけたくないので、ベッドから血圧を含めて情報が取れる方法を考えてほしい。

■ ロボティクスマットレスについて

- ・ 自動内圧調整、胎動モニタリング、体位支援、自動背抜きを、フィードバックをかけながら行えるというものだが、加えて安楽性が必要。個人の体の変え方に合せ、体位変換を支援できるもの。
- ・ 夜勤帯の介護者の負担も下がるし、自身で体位変換してほしいという事が言えない人の苦痛が和らぐ。
- ・ 今は二時間毎に体位変換しているが、体位変換マットレスなら 6 時間まで介入しなくても良い。
- ・ 寝ている間に体を傾けない事で肺炎のリスクが上がるため、体の位置は変えたほうが良い。
- ・ ロボティクスマットによって、鎮痛剤の量が減った。ナースの手で体の位置を変えるより、全身が支えられるので楽だという声がある。

■ 教育について

- ・ アドバンス・ケア・プランニングが当たり前になっていくためには、10 歳から死生観について、つまり死ぬ事、生きる事について教育していくべき。アメリカやオーストラリアでは教育されている。
- ・ 一般の人が自律して生きていく事を自覚してもらうため、教育がここ 10 年で必要になると思う。
- ・ 将来、家の中でも見守りが行われ、ハピネスのための機能が導入されるという未来

像が世の中全体で共有される事が重要。現在は老いる事に対する不安が大きいので、将来は明るいと思われるようになれば良い。

2.2.2.7 諏訪 基氏

(国立障害者リハビリテーションセンター研究所 顧問

厚生労働省老健局 参与 (介護ロボット担当))

■ ロードマップの考え方について

- ・ 未来イノベーションWGの報告書(中間とりまとめ)はよく纏まっているが、バックキャストで考えられた事が2040年に本当に役に立つのか、シミュレーションや評価を別に実施すべきである。介護ロボットの開発においても、ニーズ側の意見とシーズ側からみた実現性にはギャップがあり、ギャップが解消されないまま開発された介護ロボットは結局使われない。
- ・ ロードマップでは20年以上先の事を示すが、20年先には社会環境とテクノロジーの前提条件が変わっている可能性があり、予測できない部分をどう考慮するかが課題だろう。技術進歩がバックキャスト的に予想できるのは、ある程度判断材料が揃っている場合で、実際には全く想定されていなかった分野の発見が大きく影響する事もある。
- ・ AIは一昔前、文字認識や翻訳等も意味していたが、今はディープラーニングの印象が強いかもしれない。2040年にはまた違うAIが出てきているだろう。ディープラーニングは計算機やメモリーの進歩で近年実用的になったが、考え方は昔から存在した。次のAIをロードマップに反映できれば良い。
- ・ 1990年代に科学技術基本法が作られ、日本が科学技術創造立国を打ち出してから、科学技術の研究開発現場の環境は大きく変わった。科学技術を推進することで新産業を起こし、税収を増やすことで財政のバランスをとるというシナリオで、5年間の科学技術予算を科学技術基本計画に記載している。手元にある情報を基に、何年後にどんなアウトプットがでるか、そのためにどの程度のお金が必要なのかを検討し、選択と集中を行った。その恩恵も大いにあったが、これによって国の研究開発事業の進め方が出口指向にならざるを得なくなった。出口ばかりを意識するあまり、研究現場の文化を歪めてしまった面もある。この問題を意識し、ロードマップには次の芽を育てる仕掛けを入れてほしい。

■ 組織について

- ・ AMEDの役割を考え直すべきである。事業目的として医薬・医療は入っているが、福祉・障害者・インクルージョンといったテーマは入っていない。この分野の研究開発推進体制の整備が喫緊の課題となっている。
- ・ 社会科学的なアプローチが欠けている。国は福祉用具法などを作って技術開発を助成してきたが、開発した機器があまり使われていないという課題がある。機器を開発した後に、それが本当に役に立っているのか評価する必要がある。介護ロボットを開発している企業の多くが中小企業だが、実証評価のためにはある程度の財

力や量産体制が必要で、ハードルが高い。厚生労働省の事業で実証評価の支援が始まり少しずつ改善されてきているが、ニーズから実装まで一気通貫での支援を考えた上で、国が何をすべきかもっと積極的に考え、実行していく必要がある。

■ 社会の受容性について

- ・ ユーザー側としての社会の受容性が問題である。教育やリテラシーの問題もある。実際に機器が活用できている事例をたくさん出していかなければいけない。
- ・ 介護業界は制度に忠実に動くため、制度が変わらないと中身が変わらないという特性がある。新しいテクノロジーに対する社会の受容性を高めていくためには、この特性も考慮する必要がある。但し制度については基礎研究をしっかりと行った上で検討していくべきだ。

■ その他

- ・ 障害保健福祉分野での補装具の定義や、介護保険制度における福祉用具の範囲の定義など、新しいテクノロジーの動向に合わせてタイムリーに見直すべき。機器開発と並行してこのような制度面を考えていくことも必要である。
- ・ ロードマップでは材料や量子コンピューター等も考慮する必要がある。
- ・ 自動車業界でも、大手が一社でコンセプトを作れなくなっている。複数の企業が共に考えなければいけない時代に鑑み、福祉・障害者・インクルージョンといったテーマのコンセプトデザインを主体的に取りまとめる気風を業界にも期待したい。

2.2.2.8 田實 佳郎氏

(関西大学理事／システム理工学部・学部長／電気電子情報工学科 教授)

■ 認知症とロボット・AI の活用について

- ・ 私は重度の認知症でコミュニケーションが取れず、お礼を言えない状態になってまで生きていたくないとさえ思う。介護者にとっても非常に厳しい状況。どう生き、どう死ぬのかを真剣に考える必要がある。
- ・ 認知症でコミュニケーションが取れない人は、感情自体が無い場合と感情があっても表現できない場合があるが、後者の場合は感情をセンシングする技術で介護者と利用者がコミュニケーションを取れる状態にする事が重要。車椅子生活でもお礼が言える状態にできれば良い。
- ・ 高校生の4人に3人、20代の8割がマッチングアプリを使っている。朝日新聞や読売新聞でもサイトが運営されており、満足度が非常に高い。AIを通じ、相手の好みが分かるためである。今後は、ネットを通じて消費動向が分析され、感情が分かるようになる。認知症になると感情の起伏が少なくなるが、感情の起伏が少なくなった時やコミュニケーション能力が落ちてきた時に、上記のようなツールで介入する事が技術的に可能な時代になる。
- ・ 隠れ認知症の人を早期発見し、早期介入するためには、クラウドに生体情報をアップロードする必要がある。プライバシーの問題はあるが、情報をアップロードするか否かを自分で選べれば良い。今の高校生は、SNSに情報を上げる事のある程度分かっている。この世代が将来高齢者になっていくと考えれば、情報をアップロードする事への考え方も変わってくる。
- ・ 国はマイナンバー等を活用して情報を一元管理する仕組みを整備する必要がある。
- ・ 感情をセンシングする技術は多くある。例えば脈拍から交感神経・副交感神経を分析できる。入浴で交感神経が上がると、気持ち良いと感じている、という具合である。
- ・ 体だけではなく、気持ちの管理・気持ちの健康も重要。単身世帯が増え、仕事終わりに話し相手がいない高齢者が増えてくるだろう。話し相手としてAIロボットを活用すべきである。AIロボットは、同じ話を何回も聞く事ができ、学習によってうなずき方を毎回変える事ができる。
- ・ ウェアラブルセンシングの技術によって、服を来ているだけで、どのような状態でどのような事を感じるかをAIが学習する事ができる。10年、20年とデータを取得し続ければ、本人以上に本人の事が分かるようになるだろう。
- ・ 自動翻訳がタイムラグなく出来るようになってくれば、介護士だけでなく海外の高齢者や若い世代が高齢者とコミュニケーションを取れる。自分の生活リズムに合わせ深夜でも海外の人とコミュニケーションが取れるような、個を大切にできる環境が整備できれば良い。

- ・ 高齢者の喜びや楽しみが自然に提供できる環境が構築できれば、健康寿命が伸びる。
- ・ 高齢者がウェアラブルセンシング技術によってロボットを遠隔操作し、海外の紛争地域等に技術を伝承する事ができれば、本人の生きがいになる。現在でも大手自動車メーカーのロボットは小さいネジを遠隔でつまむ事ができる。
 - [質問: ウェアラブルセンシングをブレイクスルーさせるための技術的課題は何か。]
 - ・ センサーから情報を発信するためには電気回路が必要だが、電気回路が大きく目立つと、利用者が取ってしまう。センサーの中に入る程、電気回路と電池を小さくする事や、長時間動作が可能な充電を行えるようにする事が重要である。
 - ・ 2040 年には無線給電や上記のような電気回路・電池が出来ているだろう。
 - ・ 電池自体の進歩ではなく、使用電力を少なくする技術の進歩によって、電池を小さくする事も期待できる。
 - [質問: 電池はどこまで小さくできるか。]
 - ・ 個体型・液体型・水素型等、電池の種類によって異なるが、基本的には電極が必要なので、電極の素材が耐えられる程度の大きさまで小さくなるだろう。電池の効率は量ではなく表面積で決まるが、表面積を大きくする程もろくなるので、ある程度の大きさが必要となる。
 - ・ 電極が腐食しないため、ガス型の電池が最も小さくなる可能性があるが、落としてガスが漏れると機能しない。そういう意味では個体の方が便利だが、電極の影響である程度の大きさが決まってしまう。
 - ・ 理想的には、絶えず外からエネルギーを給電し、エネルギーを貯めておければ良い。現在は周辺の電子機器の使用電力が大きいためできないが、将来半導体が進歩し使用電力が少なくなれば可能になるだろう。2040 年にはチャージアップという概念がなくなるのではないかな。
 - ・ 現在の介護ロボットの充電方法も変わるだろう。介護士は充電の作業が増えるだけで介護ロボットを使えない事もある。

■ 介護ロボットの開発について

- ・ 特別な技術ではなく、いかに汎用技術を使用して介護ロボットを開発するかが重要である。汎用技術は、既に開発費用をペイしているため安価に使用できる。トヨタがレクサスを作っている技術・パナソニックの工程管理の技術等。
- ・ 大手企業の汎用技術は、ハードを変えずにソフトでカスタマイズする設計思想を持っているため、介護現場で応用する際も修正が簡単である。ソフトは一度作ると横展開もできる。

- ・ 介護ロボットは商売になりにくいいため、汎用技術を保有する大手の企業を巻き込むためには、国の施策として貢献ポイントや税率を下げる仕組み等のインセンティブを与える仕組みが必要。
- ・ 新しく商品を開発するのではなく、今ある商品に後付けできる技術を開発する事が重要である。センサーがついた物自体を新しく買うための経済力は今の日本にはない。

■ インフラについて

- ・ 施設にただネット環境を整備すれば良いのではなく、感情のセンシングが出来、SNS 等をごく自然に利用できる環境の整備が必要。

■ 企業との連携について

- ・ 1 から新しい商品を開発する場合、製品化された商品の値段に莫大な開発費用が附加され高額になり、世に出ない。このため企業の研究所は様々な技術を持っているが、妥当な価格で製品化できない。
- ・ 既に大量生産されている技術を基に、機能付加をすると成果が出やすい。
- ・ 同じ業界の企業でも得意領域が異なるため、企業の強みとなる技術を見極める必要がある。
- ・ 長期間に渡って企業と共同開発を行う場合、担当者や方針の変更で頓挫してしまう事が多い。3 年以内で開発できるような期間で考える必要がある。
- ・ 知財の問題で半年以上契約が結ばず、研究が前に進まない事が多くある。大発見された技術を守るためには今日のような仕組みが必要だが、そうでない研究が非常に多くある。先行者利益で早く売って利益回収をする旧来のやり方が良いと感じる。但し、先に発見した人へのリスペクトは必要。

■ ウェアラブルセンシングの意義

- ・ ウェアラブルにするという事は、人に負荷をかけないという事。センシングされている事を意識せずに日常生活のデータを取得する事ができるという事である。
- ・ AI の精度がデータ数に依る部分が多い中、日本は法律的にも人数的にもビックデータの大量収集が難しい。アメリカや中国には勝てないだろう。但し、良質なデータを使う事ができればAI の精度を上げることができる。良質なデータは、日常的なデータである必要があるため、ウェアラブルである事の意義がある。
- ・ ウェアラブルセンシングは後付けで、必要な物に必要なだけ入れることができる。感情や動きをその人にマッチした形で取り込む事ができる。ウェアラブルでないセンサーは形が決まっており、データ取得にチューニングが必要。例えば、展示会のセンサーは様々なチューニングが行われた上で動作するが、ウェアラブルセン

サーは必要ない。

- ・ ウェアラブルセンシングではメタデータを取得できるため、AI 学習の効率が良い。
- ・ 大量にデータが取得できるシーンではなく、サンプル数が少なく、データが取りにくいところにウェアラブルセンシングが活かされる。介護現場では、少人数でデータ分析する必要があるが、通常の AI では到底データ数が足りず、メタデータが必要となる。
- ・ ウェアラブルセンシングによって、個々の環境に応じた学習を早く行う事ができる。

■ その他

- ・ 今後日本の経済力が下がると、海外から日本に介護人材が来ないのではないか。
- ・ 法整備の問題として、製造物責任の問題があるが、利用者側が保証範囲を理解・覚悟して使う必要がある。

2.2.2.9 宮永 敬市氏

(北九州市保健福祉局総務部 認知症支援・介護予防センター所長)

■ 2040 年の認知症支援・介護予防の社会像について

- ・ 認知症と介護予防は、行政的には別々の部署で所轄しているが、認知症と介護予防は一体的に取り組んでいくことが有効（いずれも目指すところは地域づくり）である。北九州市は認知症支援・介護予防センターにおいて一体的に取り組んでいる。
- ・ 2040 年は、活動センターを目指していくべきである。人間は活動することで成り立っており、活動が本能的にある。また、人間の生活は道具で成り立っており、道具をつかって自分の感性を豊かにしたり、人のコミュニケーションの幅を広げている。活動センターでは地域の人たちで必要な物を考え、生み出し、地域の中で使ってもらう。そこに集まると自分の能力が発揮されるような場所であり、地域の中で担い支えるというサイクルが作業を通じて実践することができ、コーディネーターが一人いれば成り立つ。
- ・ 現在、地域での介護予防が体操中心になるつつあるが、本人に役割ができ活動につながるような支援を行うことが重要。高齢になると自分が生きていくための目標を見失っている人が多いため、「自分は役割があるからこの街で生きていても良いんだ」と思えるような役割づくりが重要であり、それが本人の行動を起こすことにつながる。認知症支援においても同様である。活動センターは、その中核となる。
- ・ 活動センターでの作業は、生活便利品、農作物、洋服等地域の中で役立ってもらえるものが良い。
- ・ 学ぶというよりはそこで皆で考え知恵をしぼる事が重要。
- ・ 介護保険制度によって、自分で考え行動する力が奪われつつある。極端な例ではあるが、以前、ブロックを積み上げて階段を作ったり、ゴミ箱を積み上げてベッドの高さを上げる等の工夫をしていたところがあった。状況的には大変危ないところだが、本人や周りが知恵を絞って何とか生活していこうとする行動力があった。現在はそのような知恵を見ることが少なく、本人の力を弱らせてしまっている。生きる知恵を提供していかなければならない。
- ・ 運動や体操をする場ではなく、生産していく活動の場作りが地域にあると変わってゆく。
- ・ 高齢者の中には IT を使える人もいるが、多くは体を動かしてなんぼの世界である。そこで考える力を養い、自分は未だ役に立つという意識を持ってもらう事が 2040 年の姿だと思う。

■ 介護ロボットの活用について

- ・ 今のロボットは支援者向けものがほとんどである。当初のテーマは、本人達の出来るところを増やすという事が中心だったが、少しずつ増えてきたように思う。

- ・ 某メーカーの歩行支援ロボットのような良いものが広まっていない。行政がロボットを活用するためのプロセスや手順を示し、展開を後押しすべきである。これがないと広まらない。
- ・ 介護ロボットを知るための取組が十分に行われていない。街の中で見かけないし、展示会も一部の人しか見ていないため広がらない。ショッピングモールなど、若い世代が訪れるようなところでの啓発が必要。
- ・ 介護ロボットを開発しても導入が進まないと、企業のモチベーションも下がる。2040年の介護ロボットの活用を国としても後押ししていく絵が必要。
- ・ ニーズとシーズの橋渡しを行うコーディネーターが継続的に機能するためには、コーディネーターの活躍の場が必要。

■ コミュニケーションロボットについて

- ・ 難しいと思うが、2040年に人の感情が分かるアンドロイドロボットができていればよいが、そうはいかないところが実情。
- ・ これから一人暮らしが増えてくる中で、もっと生活支援が必要となる。その生活支援の中で一番キーになるのはコミュニケーションである。双方向の会話ができるロボットが求められる。このロボットは見守りの機能も果たす。
- ・ これからは単身世帯が増えてくるが、一人になると人間は弱くなってしまう。
- ・ 単身世帯は特にペットを飼っていることが多い。連れ合いであり、家族のような存在である。ペットに変わるような、自分の感情を伝える事ができ、言葉でなくとも反応を返してくれるようなロボットが求められる。
- ・ 人間は社会的な生き物であるが、寄り添うのは人でなくとも良い。逆に人はそこまで寄り添えない。人は人でやらなければいけない事がある。
- ・ これからバーチャルと現実世界が融合され、境目がなくなってくると新しい問題がでてくる。バーチャルは自分が望む世界を叶えてくれるため、バーチャルの世界から離れられなくなる人が出てくる。
- ・ 行政がロボットを必要な人に貸出し、日頃の見守りの中で、さりげなく必要な行政情報を通知していけば良い。「こんな集まりがあるから行ってみませんか」と、地域コミュニティへの参加を促す等。

■ 啓発について

- ・ 自分の生活を豊かにするために介護ロボットを使っていこうという事を、正しく伝える必要がある。日本は国がやってくれるという風潮があるため、まずは自分自身の生活をどのようにするのかということ。それを豊かにするためにロボットがあるということ。また、使う側の自己責任も伝えていくべき。
- ・ ロボットが使える範囲・場面がしっかり示されなければ、使えるロボットが世の中

に出回っても使われない。それぞれのロボットにはその適用範囲がある。

- ・ 日本は介護保険制度の前は親方日の丸でやってきた。自分達がやらなければいけないという意識改革をする必要がある。そのためにも、伝える場作りが必要。
- ・ 最初から自分の事は自分でやるように伝えたと反発を招くので、まずは良いものがあるから使っていこう、と伝えていく事が必要。ロボットやAI はそのためには最適。
- ・ ロボットを展示するだけでは普及は進まない。地域コミュニティや自治会で使えるところを見せていく必要がある。

■ ロードマップ（案）について

- ・ 5 年で AI はある程度使えるようにしてほしい。会話を処理できるようにする必要がある。
- ・ WEB 会議システムで使用する端末はテレビでなくとも良い。テレビは使い勝手が悪いのではないか。顔の表情が見えなくてもよいのであれば、ロボットのようなものが話すほうが現実的かもしれない。
- ・ 10 年で基本的なロボットを作り、会話補助に加えて本人に地域活動への参加を促せると良い。生活歴や好きな事等のキーワードを人間の手で把握し、ケアプランに反映させる。ケアプランの情報に基づいて、ロボットを利用して、その人に適した活動への参加を促す。例えば低栄養の人であれば一緒に食べようと促し、会話をしながら美味しいね、力がでるね、などその人にあった支援を行う等。
- ・ 20 年には、大規模な社会実験で使えるレベルになっていてほしい。
- ・ ウェアラブルなアバターの遠隔操作については、介護者が操作するとなれば、人不足の観点から現実的ではないだろう。

3. 検討委員会の開催

3.1 開催概要

有識者へのヒアリング調査結果を踏まえ、ロードマップについて検討する場として検討委員会を設置した。

■ 第1回検討委員会

開催日時	2019年11月8日（金）10:00～12:00
場所	TKP 虎ノ門駅前カンファレンスセンター
参加委員	本田委員長、植村委員、下河原委員、田宮委員、辻井委員、比留川委員
オブザーバー	厚生労働省老健局高齢者支援課 経済産業省商務サービスグループヘルスケア産業課
議題	ロードマップに関する討議

■ 第2回検討委員会

開催日時	2020年2月6日（木）15:00～17:00
場所	TKP 新橋カンファレンスセンター
参加委員	本田委員長、浅間委員、植村委員、近藤委員、下河原委員、比留川委員
オブザーバー	厚生労働省老健局高齢者支援課
議題	ロードマップに関する討議 社会の仕組みに関する討議

3.2 第1回検討委員会

第1回検討委員会までに行ったヒアリング調査の結果をもとに、事務局で2040年に目指す姿、必要とされるロボット技術、社会の仕組みを以下のように整理した。検討委員会では、目指すべき社会像や必要となる技術・社会等について討議を行った。

■ 2040 年に目指す姿

「介護」においては介護サービス提供側に要介護度を下げたり自立支援をするインセンティブが働く仕組みが構築された姿等、「介護予防」についてはデータに基づいて個人に合った予防法が提示される姿等、「認知症ケア」については、当事者が認知症があっても楽しく過ごせる姿や、周りの人が認知症当事者の考え方を知り自分毎化されている姿等、「人手不足」については介護関連業務について人がやること/テクノロジーがやることを切り分けてタスクシフトがなされている姿等が、2040 年に目指す姿として考えられる。

2040年に目指す姿	
介護	- 介護サービス提供者側に、要介護度を下げたり自立支援をするインセンティブが働く仕組み - 介護者と利用者がコミュニケーションを取れる(感情センシング・コミュニケーションロボット) - 亡くなる3日前まで、他者の手を借りずにトイレに行ける - テクノロジーを活用し、より本人の体の動きに合った科学的なリハビリの提供 - 多少体が動かなくても近所付き合いが出来る
介護予防	- データに基づいて、個人に合った予防法が提示される - 高齢者の役割の選択肢が増え、生きがいを持つことが予防に繋がる
認知症ケア	当事者に対して - 認知症があっても楽しく過ごせる。また楽しめる機会や役割があることで認知機能が維持される - 症状を早期に発見し(ウェアラブル、表情認識等) ロボットやコミュニティから必要なサポートを受けられる。 - コミュニケーションが取れなくなった認知症の人でも、御礼を伝える事ができる 周りの人に対して - 認知症当事者の考え方を知り自分事化されている
人手不足	- 現状の介護関連業務を作業分解し、人がやること/テクノロジーがやることを切り分けてタスクシフト（例、自動運転車いす、記録タブレット入力、必要資材の臨機応変な運搬） - 新人の介護従事者へ、AIが介入方法を提案することで、新人の戦力を向上

出典：第1回検討委員会 討議資料より

■ ロボット技術

必要とされるロボットとしては移動困難者が不自由なく移動できるロボット等、要素技術については感情をセンシングする技術等、AI については発話能力が衰退した方の発話を捉える技術等、ヒトの理解としては人間の機能やボディメカニズムの理解に基づいた支援システムの設計、テクノロジーインフラとしては無線給電技術等が考えられる

ロボット技術	
ロボット	<将来像> ・移動困難者が不自由なく移動できるロボット（ラストワンマイル、介護施設内等） ・自立支援のためには、全介助ではなく、体を動かすことをサポートするためのロボット <将来像に至る過程・シナリオ> ・既存の技術/汎用技術を活用し安価にロボットを開発 ・既存の製品に後付け出来る技術の開発 ・障害物を避ける機能の開発 ・個人の脳・心・体に合ったロボット開発のための人間の理解。人間を理解するためのロボット・AIの開発
要素技術	・介護者と利用者がコミュニケーションを取るために、感情をセンシングする技術の開発 ・ウェアラブルセンシング技術を普及するための、電気回路・電池の小型化する技術の開発（消費電力を抑える技術開発を含む） ・コミュニケーションロボットの音声認識機能を向上させるため、音源定義デバイスを開発
AI	・人の身体能力・認知能力を規定するために必要な「標準データ」の開発 ・「人が歩いているから避ける」「文化的背景を考慮してタスクを遂行する」ために、ニューラルネットによるFast thinking(反射等)と、これまでのAIによるSlow thinking(考える等)を接続する必要がある ・発話能力の衰退した方の発話を捉える技術の開発 ・ウェアラブルセンシングを通じてメタデータを取得し、少人数の環境（施設内の特定グループ・特定の人等）の特徴を捉えたAIの構築
ヒトの理解 (個別化技術)	・人間の機能やボディメカニズムの理解に基づいた支援システムの設計をすべき ・人間の理解のためには他分野との連携が重要となり、医学や神経生理学、ロボット工学、PTやリハビリテーションメディスン（臨床）、認知心理学との融合・連携が重要
テクノロジー インフラ	・無線給電技術 ・センシングしたデータを、柔軟にデータベースへ送信できる通信インフラ(端末、NW)

出典：第1回検討委員会 討議資料より

■ 社会の仕組み

必要とされる社会の仕組みとして、データ活用としては介護施設のデータ基盤やソフトウェア・センサー基盤の共通化等、実証環境・普及啓発としては家族やコミュニティに受け入れてもらうための仕組み等、認証基準・責任としては介護ロボットに特化した安全認証等、介護保険制度としては保険給付の対象とする介護ロボットの選定等、介護業務の標準化、産業発展の視点ではリーダーシップを取る組織等、居住空間としてはロボットが建物内を移動できるようなスペース・通信環境・天井補強等、コミュニティとしては高齢者にも「仕事」を与えることでコミュニティを活性化する事等が考えられる。

S

社会の仕組み	
データ活用	- 介護施設のデータ基盤やソフトウェア、センサー基盤を共通化し、ロボットやAIの導入コストを低減 ①介護記録等、今取れているデータ、②機器を導入すると取れるデータ、③センサー、IoT等のデータを集約 - 個人情報の利活用に関する、本人の裁量拡大の検討 - マイナンバー等で、国が生体情報を一元管理し、認知機能の低下を早期発見する
実証環境普及啓発	- 家族やコミュニティに受け入れてもらうための仕組み構築 - 介護ロボットに対する社会の受容性を高める - 実証環境(特に非習熟施設)・実体験できる施設・モデル施設・教育の場の整備 - ニーズとシーズを繋げる機会・仕組みの整備 - インセンティブによる民間大手企業の巻きこみ - システムエンジニアを介護施設に入れる - 企業の方針変更に対応した大学との共同研究の設計 - 製品の補償範囲に対する利用者理解
認証基準・責任	- 介護ロボットに特化した安全認証の整理 - 基準をがっちり固めるのではなく、利用者にリスクを提示した上で選択してもらうような仕組み
介護保険制度	- 介護に関わる文書の削減・統一化 - 介護保険の対象とする介護ロボットの整理 - 介護保険の対象者の整理・権限移譲要否の検討(要介護1,2も含むか) - サービス提供者側が、要介護を低下させることに動機づけられるような制度設計 - ケアマネジャーの仕事等、民間への移換可否の検討
介護業務の標準化	介護業務の標準化
組織体・ステイクホルダー	- リーダーシップを取る組織・業界を牽引するステークホルダーの構成を明確にする必要がある - 民間大手の介護施設が自立支援を全面的に推進 - 企業のロボットの企画から安全検証までをワンストップで支援する組織
居住空間	「介護施設」という考え方ではなく、若者・障害を持つ人・外国人等、様々な人が出入りし、交流が生まれる居住空間。 - 同じ建物内に、医者や介護士がいる - ロボットが建物内を移動できるようなスペース、通信環境、天井補強 「センサーにより監視されている」と思われない工夫がなされた家具や部屋
コミュニティ	- 民間企業が業務内容を作業分解して、高齢者でも出来る仕事を発見し地域に還元 - 高齢者にも「仕事」を与えることでコミュニティを活性化 - 自動翻訳技術や遠隔操作ロボットの活用により、海外の人も含めたコミュニティを形成

出典：第1回検討委員会 討議資料より

上記をもとに、委員から目指すべき社会像や必要となる技術・社会の仕組みについてコメントを頂いた。主な内容を以下に示す。

■ 2040年に目指す姿について

- ・ オランダ・フィンランド・ドイツにおいては介護現場の生産性は緩やかに向上しているが、日本は継続的にマイナスである。生産性の向上は喫緊の課題である。
- ・ 要介護度が高い被介護者が多く入居している施設では特に介護者の負担が高く、離職も多い。テクノロジーを開発する際、介護者の負担軽減する観点は重要である。
- ・ 介護施設には行けなくとも、アバター等の遠隔技術によってリタイヤした人が担い手になれば良い。

- ・ コミュニケーションがなくなり、高齢者が孤立してしまうことが問題である。テクノロジーを活用し、介護現場だけでなく地域住民を繋ぐことができれば良い。
- ・ 命の生存期間を伸ばすことが前提ではなく、残された日々に命を吹き込むことも重要である。高齢者は必ずしも自分達が管理されていたいと思っていない。
- ・ 介護職が高齢者の自立度を上げることに注力できれば良い。自立支援介護に取り組んでいる介護者は離職しづらい傾向にあるため、離職率も下がるのではないかな。

■ ロボット技術について

- ・ 高齢者と会話できるロボットや、ロボットという形はなくともバーチャルな表情を出しながら高齢者と会話できるような技術が現実的になってきている。高齢者の会話相手は、マンパワーとして足りていないため、会話が成立するロボットが実現すれば介護者の負担は軽減する。
- ・ 病院内で患者の移動を支援するロボットが某大学病院で使われるようになってきている。
- ・ 見守りロボットや移乗支援ロボット等、既存の介護ロボットでもいくつかヒットするものが出始めてきている。
- ・ 介護離職や介護の一般職の離職も、ワークライフバランスが問題である。家事をテクノロジーを使って支援できないかな。
- ・ 介護現場では家族との接触がほとんどない。テレビ電話のような技術を活用できないかな。某高齢者住宅では縦型のテレビにを遠隔で常時接続し窓のように活用したところ、高齢者の帰宅願望が減った。
- ・ アバターを活用し、介護士以外にも様々な人が介護施設と繋がり会話することで生産性を向上できるのではないかな。

■ 社会の仕組みについて

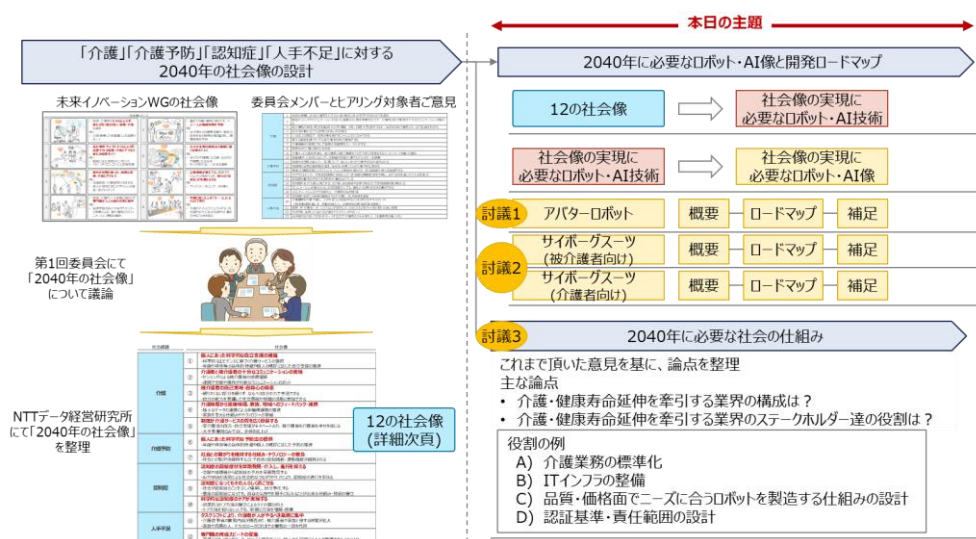
- ・ 活用できない介護ロボットが多い。テクノロジー基点ではなく現場の課題の抽出から始めるべきである。
- ・ 某介護事業者では、自社のラボで様々な機器を使用し、導入効果をデータとして蓄積している。データ収集の方法を検討すべきだ。
- ・ データを分析する人材が少なく、課題である。
- ・ 現在の制度は、介護度が高いほど施設が金銭的に儲かる仕組みになっている。高齢者の自立支援にインセンティブが働かず経営が苦しくなると、給料も下がり、介護者のモチベーションが下がるという悪循環に陥る。

3.3 第2回検討委員会

第2回検討委員会までに行ったヒアリング調査の結果をもとに、ロードマップ作成の流れ、ロードマップ、社会の仕組みを事務局で以下のように整理した。検討委員会の場では、ロードマップ作成方針やロードマップの内容、社会の仕組み等について討議した。

■ ロードマップ作成の流れ

第1回検討委員会での討議内容を基に事務局にて2040年の社会像を12つに整理した。12つの社会像を実現するために必要な2040年に必要なロボット・AI像・開発ロードマップ及び2040年に必要な社会の仕組みを検討する。



出典：第2回検討委員会 討議資料より

■ アバターロボットのロードマップ

・ アバターロボットについて

アバターロボットは、遠隔操作や自律運転によって介護者や医療者の代わりに生活支援やコミュニケーション支援を行うロボットである。

遠隔操作と自律運転を切り替えることが出来るロボット。場面に応じてロボットの形状が変化し、介護者や医療者の代わりに生活支援やコミュニケーション支援を行う。被介護者と介護関係者・家族・地域コミュニティ等をN対Nで繋げる。

■ 主な機能

・ 在宅医療・介護

- 医療・介護の専門職、家族等が遠隔操作によって、被介護者に治療、看護、リハビリ、介護、生活支援を行う。
- 人-アバター間のインタラクションをAIが学習することで、自律運転も可能。人に危害を加えないようSymbiosis的機能を有する。
- 他の介護ロボットや家電ロボット等と連携して被介護者を支援
- バイタルデータ等から疾患・認知症等の前駆症状・体調不良・徘徊等を検知し、医療・介護者や家族に伝えることで不測の事態を回避。

・ コミュニケーション・移動支援

- アバターロボットが映し出す映像(ホログラム等)によって、被介護者が地域コミュニティとつながることを支援する。
- 感情をセンシングし被介護者の微弱な表出を捉える。
- 被介護者の会話相手となる等、パートナーとしての役割を持ち、認知症の予防、進行の遅延化等を図る。
- アバターロボットに乗ることで、安全な移動を支援する。

・ 安全性・環境配慮

- CO2等、環境に配慮した動力源

出典：第2回検討委員会 討議資料より

・ ロードマップ

短期・中期においては認知症の被介護者の話相手となる AI や遠隔操作が可能な精緻なロボットハンド等が、長期においては自律動作する AI 等を開発する必要がある。

	2020年	短期～中期	長期	2040年
		アバターロボットの構成要素となるロボット・AI		アバターロボット
コミュニケーションを支援する技術		・確実な音声認識技術 ・リアルタイムな自動翻訳システム ・ホログラムによるコミュニケーション ・趣味・嗜好が合う人同士をマッチングする（SNS含む）	・人の感情を見える化する技術 → 人の表情をアバターに再現する技術	・人-アバター間のインタラクションを学習し自立動作するAI ・個人の趣味・嗜好をクラウド上にアップデート
疾患（認知症等）の予兆を早期発見し予防法を提案する技術		・認知症の被介護者の話相手となるAI ・ケアプランと連動したリコメン機能 ・認知心理学、神経生理学分野を横断的に人理解		・被介護者に関する統合DBから個人の生体特性に合った前駆症状、行動の予測
医療・介護・家事・移動等多様な支援をする技術		・人間の機能やボディメカニズムの理解に基づいたロボット開発 ・食品、消費材料をストックするAI ・遠隔操作可能な精緻なロボットハンド ・ロボットが自律的に判断し、他のロボットを連携・操作		・人に危害を加えないSymbiosisなAI ・自動運転で目的地への移動を支援
センサー		・ロボットが得た感覚を遠隔の操作者に伝える技術 ・センサーの小型化 → 非接触・低侵襲センサー技術		・ロボットを遠隔操作可能なウェアラブルセンシング
ロボット素材		・ロボットと被介護者との接触面等にロボットが装着可能な柔らかい素材の開発 → ロボット自体を構成するが柔らかい素材の開発 ・3Dプリンター材料の耐久性向上による安価化/軽量化		・機械材料と同程度の強靱さ・耐久性・熱伝導率を持ち、柔らかく軽い材料 ・形態変化可能な素材、素材の制御技術
動力源		・動力源の小型・長時間化 ・無線給電技術 ・安全な材料・設計 ・充電の急速化・自動化		・CO2等を燃料とする動力源
様々な場面のデータ連携基盤		・身体能力、認知能力等を規定する「標準データ」（バイタル・生活データ含む）を定義 ・個人情報の漏洩対策 → マイナンバー等で生体情報一元管理		・施設間やロボット間でのデータ互換性を担保するシステム基盤の確立 ・被介護者個人毎の統合DB整備

出典：第2回検討委員会 討議資料より

■ サイボーグスーツ（被介護者向け）のロードマップ

・ サイボーグスーツ（被介護者向け）について

サイボーグスーツ（被介護者向け）は、装着することで被介護者が潜在的に保持している能力を覚醒・再生させ、身体の痛みや機能低下を緩和するロボットである。

装着者（被介護者）のあらゆる生体情報を取得し、神経細胞に信号を伝達することで、人が潜在的に保持している能力を覚醒・再生する。また、最適な姿勢や動きに導くことで身体の痛みや機能低下を緩和する。ゲル状の素材で構成され、体に纏うと密着し、装着感を感じずに長時間着用することが可能

■ 主な機能

- ・ **被介護者の生体情報取得・活用と身体への信号伝達**
 - ・ アシストスーツ内のセンサーが生体情報（バイタルデータ、各筋組織の活用度や柔軟性等）を常時取得し、良い治療、リハビリ、ケアにつなげる。
 - ・ 装着者の筋組織や神経細胞に信号を伝達等に刺激を与えることで、装着者が本来持つ身体能力や知覚機能を覚醒・再生させる。
 - ・ 病気や身体機能の低下による痛みの発生の原因を理解し、信号により緩和する。
- ・ **遠隔治療**
 - ・ 医師・看護師がスーツを遠隔操作することにより、遠隔治療する。
- ・ **身体機能の変化に対応したアシスト機能**
 - ・ 取得したデータからAIが身体機能のアシスト方法を分析し、アシスト機能にフィードバックすることで身体機能の低下を遅らせる
 - ・ 身体機能に対応したアシストを行い、転倒などの事故を回避する。
 - ・ 痛みを伴う動作等を理解し、痛みが伴わない動作へ導く
- ・ **身体への密着**
 - ・ 個人の体型に依存せずに、体に密着する伸縮性のある素材
- ・ **ナノマシンの中央指令拠点**
 - ・ 身体のナノマシンを磁場制御によりコントロール

出典：第2回検討委員会 討議資料より

・ ロードマップ

短期・中期においては個人の体型に合わせて身体機能をアシストする AI 等が、長期においては神経細胞に信号を伝達することにより身体能力や近く能力を覚醒・再生する技術等を開発する必要がある。

2020年	短期～中期	長期	2040年
	サイボーグスーツの構成要素となるロボット・AI ★		サイボーグスーツ ★
身体機能を維持・補強する技術	- 個人の体型に合わせて身体機能をアシストするAI（痛みを感じにくい動きへのアシストを含む） - 人間の機能やボディメカニズムの理解に基づいたロボット開発 - 身体機能の科学的アシスト方法体系化 - 医師・看護師等が遠隔でリハビリ・治療を行うための被介護者のバイタルデータ見える化	- 神経細胞に信号を伝達することにより身体能力や知覚能力を覚醒・再生する、痛みを緩和する技術 - 上記を医師・看護師が遠隔から実施する技術	
疾患(認知症等)の予兆を早期発見し予防法を提案する技術	- 自分のバイタルデータを見る化 - バイタルデータに異常が発生した際、医師・看護師等に通知する - 個人の趣味・嗜好をAIが理解し、ケアプランと連動してリコメンドを行う	- 磁場発生によるナノマシンの制御 - BPSD等の発症を予測し未然に防ぐ	
センサー	電気回路の大容量化・小型化	- ゲル状スーツに内蔵可能な程度に電気回路を小型化 - 少ない電力で稼働できる電気回路	
ロボット素材	軽量かつ伸縮性のあるゲル状スーツ	ゲル状素材で身体に密着し、着ていることを感じないほど自然な着心地の素材	
動力源	- 動力源の小型・長時間化 - 安全な材料・設計	充電行為が必要なくなる程、高効率な無線給電	
様々な場面のデータ連携基盤	- 身体能力・認知能力等を規定する「標準データ」（バイタル・生活データ含む）を定義 - バイタルデータ・生活情報を基に要介護度の変化を予測 - 個人情報漏洩対策 → マイナンバー等で生体情報一元管理	被介護者個人毎の統合DB整備	

出典：第2回検討委員会 討議資料より

■ サイボーグスーツ（介護者向け）のロードマップ

・ サイボーグスーツ（介護者向け）について

サイボーグスーツ（介護者向け）は、装着することで介護者が潜在的に保持している能力を覚醒・再生させ、介護熟練者のケア方法を再現するような動きに導くロボットである。

装着者のあらゆる生体情報を取得しつつ、神経細胞に信号を伝達することで、人が潜在的に保持している能力を覚醒・再生。重労働に伴う身体の痛みを予防・緩和するような姿勢や動きに導いたり、介護熟練者のケア方法を再現するような動きに導く。ゲル状の素材で構成され、体に纏うと密着し、装着感を感じずに自然体で着用できる

主な機能

・ 被介護者の生体情報取得・身体への信号伝達

- アシストスーツに具備されたセンサーが生体情報(バイタルデータ、各筋組織の活用度や柔軟性等)を常時取得
- 装着者（介護者）の筋組織や神経組織等に刺激を与えることで、装着者が本来持つ身体能力や知覚機能を覚醒・再生させる。

・ 多能工化

- アシストスーツ内のセンサーが取得したデータを基に、AIが身体機能のアシスト方法を分析し、アシスト機能にフィードバックする
- 医療介護の専門職の技能を始め、熟練者のケアの体位・身体動作等を再現・シミュレートし、装着することで素人でもプロのケアが可能になる
- また、重労働に伴う身体の痛みを予防・緩和するような動作へ導く

・ 身体への密着

- 個人の体型に依存せずに、体に密着する伸縮性のある素材

出典：第2回検討委員会 討議資料より

・ ロードマップ

短期・中期においてはケア方法をセンシングし、ケアの質の評価を行う AI 等が、長期においては神経細胞に信号を伝達することにより腰痛等を緩和する技術等を開発する必要がある。

2020年	短期～中期	長期	2040年
	サイボーグスーツの構成要素となるロボット・AI		サイボーグスーツ★
身体機能を維持・補強する技術	- 個人の体型に合わせて身体機能をアシストするAI（腰痛等を感じにくい動きへのアシストを含む） - 人間の機能や biomechanism の理解に基づいたロボット開発(3-1) - 身体機能の科学的アシスト方法体系化	神経細胞に信号を伝達することにより身体能力や知覚能力を覚醒・再生する、腰痛等を緩和する技術	
疾患(認知症等)の予兆を早期発見し予防法を提案する技術	個人の特性に合わせて疲労度合いを見える化し、体力回復に向けたリコメンドを行う	磁場発生によるナノマシンの制御	
介護スキルを補う技術	- ケア方法をセンシングし、ケアの質の評価を行う(3-2) - 熟練者のケア方法を再現		
センサー	電気回路の大容量化・小型化	- ゲル状スーツに内蔵可能な程度に電気回路を小型化(3-3) - 少ない電力で稼働できる電気回路(3-4)	
ロボット素材	軽量かつ伸縮性のあるゲル状スーツ	ゲル状素材で身体に密着し、着ていることを感じないほど自然な着心地の素材(3-5)	
動力源	- 動力源の小型・長時間化 - 安全な材料・設計	充電行為が必要なくなる程、高効率な無線給電(3-6)	
様々な場面のデータ連携基盤	- 身体能力・認知能力等を規定する「標準データ」（バイタル・生活データ含む）を定義(3-7) - ケア方法を基に必要な介護費を算出 - 個人情報の漏洩対策 → マイナンバー等で生体情報一元管理	介護者個人毎の統合DB整備	

出典：第2回検討委員会 討議資料より

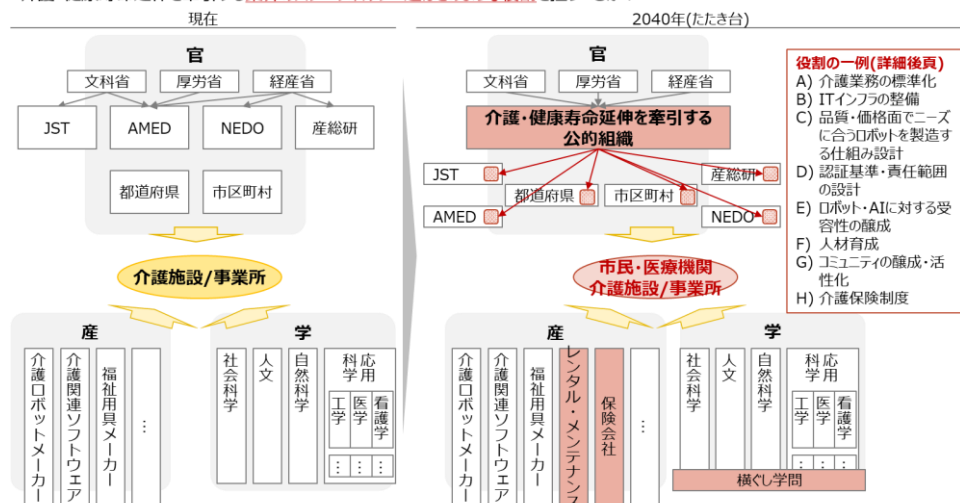
■ 社会の仕組み

・ 社会の仕組み・ディスカッションの観点

現在、介護・健康寿命延伸に関連する業界を取り巻くステークホルダーは多様であり、業界を牽引する組織はいない。そこで、各ステークホルダーから人員を集め、業界を牽引する一つの公的組織を構築することで、ステークホルダー間のシナジーを出していけるのではないかな。

介護・健康寿命延伸を牽引する業界はどのような構成が望ましいか？

介護・健康寿命延伸を牽引する業界のステークホルダー達はどのような役割を担うべきか？



出典：第2回検討委員会 討議資料より

・ 社会の仕組み（案）

2040 年の社会像を実現するためには、テクノロジーの研究開発のみでなく、普及に向けた取り組みや社会環境の整備が必要となる。ヒアリング及び検討委員会で得られた意見を基に、2040 年に向けた必要となる社会の仕組みを整理した。

A.介護業務の標準化

- ・ 現在の課題：介護従事者が行うべき業務と、介護従事者でなくても出来る業務の双方を介護従事者が担い、人手不足が深刻化している
- ・ 目指す姿：介護従事者がやるべき業務と、ロボット等に代替すべき業務が区別され、人とロボットがそれぞれの役割を全うし被介護者を支援する姿
- ・ 施策(案)：
 - ① サービス種別ごとの業務の棚卸による、ロボット等に代替すべき業務の探索と変革
 - ② 介護関連文書（記録内容含む）の削減・統一化
 - ③ 介護サービス報酬外サービスの民間サービス化

B.ITインフラの整備

- ・ 現在の課題：
 - ・ 介護・健康増進等に必要データ項目が十分に定義されておらず、介護・健康増進に繋がるデータを取得出来ていない
 - ・ 介護関連のIT基盤が揃っていないため、各施設がITを独自でフルオーダーしている
 - ・ 介護関連機器やロボットに互換性が無いため、データの集約・分析が出来ない
- ・ 目指す姿：互換性が担保されるIT基盤が介護施設・在宅・介護ロボット等に備わっている状態
- ・ 施策(案)：
 - ① 介護施設に標準的なIT基盤を国が整備
 - ② データの取扱いに対するルール作り
 - ③ 必要なデータ項目の整備

C.品質・価格面でニーズにあうロボットを製造するための仕組み

- ・ 現在の課題：
 - ・ 最終的な製品コストと、コストに対する市場の評価を想定した設計・製造・販売が出来ていない
 - ・ 介護ロボットメーカーの事業継続力が低く、介護ロボットの部品交換や買い替えに対応出来ない
- ・ 目指す姿：最終的なコストを念頭に置きながら、ニーズに合わせて基礎研究や製造を行うことで、事業継続できる姿
- ・ 施策(案)：
 - ① 研究計画段階での製造原価目標算出の義務化
 - ② ロボット導入による定量的な効果の見える化とフィードバックの仕組み構築
 - ③ 大手企業の参入を促す補助金やインセンティブの設計
 - ④ 介護ロボットメーカーへの安全対策に関する教育

D.認証基準・責任範囲の見直し

- ・ 現在の課題：
 - ・ 製造物責任法を意識するあまり、メーカーが製品開発に及び腰になっている
- ・ 目指す姿：リスクの開示と利用者の自己判断に基づき、介護ロボットの利用有無を選択できる姿
- ・ 施策(案)：
 - ① 「介護ロボット」向けの製造物責任法や安全認証の段階的な整備
 - ② 介護ロボットにより発生した事故に対する保険整備

E.ロボット・AIに対する受容性の醸成

- ・ 現在の課題：「ロボット・AI」と聞くと、拒否反応を示したり能力を過小評価する傾向がある。ロボット・AIができる事を利用者が誤認している
- ・ 目指す姿：人々がロボット・AIに抵抗感なく、親しみを持って接することが出来る姿
- ・ 施策(案)：
 - ① ロボットに接する機会の醸成
 - 教育課程におけるロボットとの触れ合い
 - 地域の活動の中でのロボットを知る機会の創出
 - ② データ利活用の意義を社会に周知
 - ③ モデル施設の更なる整備

F.人材育成

- ・ 現在の課題：
 - ・ 医療・介護関連のビッグデータを分析できる人材が不足している
- ・ 目指す姿：医療・介護関連のビッグデータを分析できる人材の確保
- ・ 施策(案)：
 - ① 教育課程における統計学の重要性の拡大
 - 統計学部生への医学データ活用教育
 - 医学部生への医学データ活用教育
 - ② 介護ロボットに精通したエンジニアの資格化

G.コミュニティの醸成・活発化

- ・ 現在の課題：被介護者が、人とコミュニケーションを取ったり、楽しいと思える活動が出来るような場(コミュニティ等)が不足している
- ・ 目指す姿：被介護者が、人とコミュニケーションを取ったり、楽しいと思える活動が出来るような場(コミュニティ等)の充実
- ・ 施策(案)：
 - ① 被介護者にも「仕事」を与えられる仕組みの構築
 - ② 同じ居住空間に医師や看護師がいるコミュニティの設計
 - ③ 家族がより被介護者と接する時間を捻出するために、「家事」に対する支援を設計・見直し

H.介護保険制度の改定

- ・ 現在の課題：介護関連支出が増大している一方で、被介護者の意思や自立支援を尊重した支援になっていない点がある
- ・ 目指す姿：介護関連支出の増加を抑制しながらも、介護者・被介護者共に、自分らしく生きていけるような介護保険制度の設計
- ・ 施策(案)：
 - ① 給付対象とする介護ロボットの見直し
 - ② 介護ロボットを導入するための住環境整備に対する給付
 - ③ 給付対象とする要介護度・介護サービスの見直し
 - ④ 要介護度の低下、または悪化防止に対する給付額の見直し

出典：第2回検討委員会 討議資料より

委員のコメントの主な内容を以下に示す。

■ ロードマップの作成方針について

- ・ 2040 年で完成を目指すのではなく、既に実用化できている技術を使い続けながらアップデートし、既に顕在化している高齢化に伴う課題に対処していく必要がある。
- ・ 一つのロボットに様々な機能が集約されているが、介護職の作業を部分的に支援する単機能のロボットのほうが現実的である。
- ・ 特定のロボットありきでロードマップを検討するのではなく、あるべき姿を構想し、実現する手段のひとつとしてアバターロボットやサイボーグスーツがある。

■ アバターロボットについて

- ・ 既に技術開発が進んでいるものが社会に浸透するのに 20 年程度要するため、ヒューマノイドを 2040 年に社会実装することは難しいだろう。
- ・ アバターロボットのファンクションによって、2040 年より早く実現できるものもあれば、2040 年に難しいものもある。
- ・ 遠く離れた家族とコミュニケーションができれば、認知機能の維持に繋がる。なるべく良い刺激を脳に与え、活動的な状態に保つことは認知機能の維持に繋がる。某高齢者住宅にある「窓」のようなテレビ会議システムは良い事例である。テレビ会議はテレビのリモコンを操作するように簡単に使用できる事が必要である。
- ・ 地域とのコミュニケーションも認知機能維持のために重要である。
- ・ リフトの自宅導入が増えてきているが、自身で操作できるようなツールがあれば良い。
- ・ 委員と現在筑波大学で開発している自動運転車椅子は、介護職が行う部屋から食堂までの誘導作業を分解し、一部だけをテクノロジーで代替している良い事例である。

■ サイボーグスーツについて

- ・ 認知症の高齢者は、少しでも違和感のあるものは体から外してしまう。今の高齢者にスーツを装着してもらう事は難しいのではないかな。
- ・ ゲル状素材のように基礎から研究する技術は 2040 年での実装は難しいのではないかな。
- ・ 既存の装着型ロボットは恥ずかしくて付けられないという声が現場の介護職からある。より軽く、手軽に使えるが理想である。

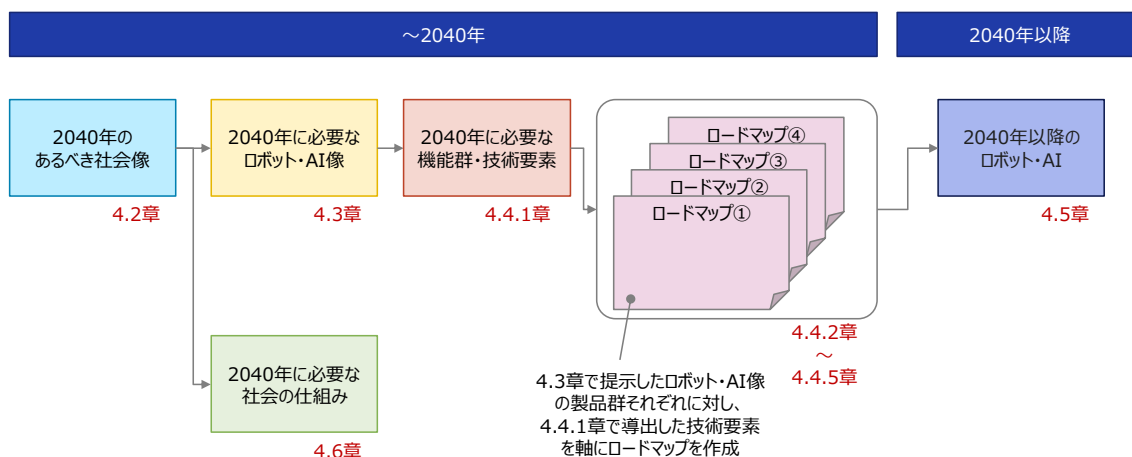
- ・ 圧迫することで筋肉を緊張させて支え、振動によって弛緩させるデバイスの開発は目標として非常に面白い。

■ 社会の仕組みについて

- ・ 海外では医療と介護が制度上分かれていないことが多い。日本は在宅において医療職と介護職が連携している中で、テクノロジーの導入をどちらが主導するのか曖昧である。
- ・ 海外では、ロボットの使用者への教育が伴わないためにロボットが活用できない事が課題となっていることがしばしばある。
- ・ 科学的な介護を行った上で、テクノロジーを活用する必要がある。
- ・ 利用者がロボットの開発に参加する必要がある。
- ・ 介護ロボットの評価にはデータが重要である。現在厚生労働省ではデータベースとして「CHASE」が開発されているが、データ収集には課題がある。介護施設にメリットがあるデータ収集方法を検討するなど、データ蓄積の仕組みを検討する必要がある。
- ・ 介護ロボット導入を支援するコンサルタントがしっかりと機能する必要がある。

4. 2040 年に向けたロボット・AI 等の研究開発、実用化に関するロードマップ

4.1 ロードマップ作成に至るプロセス



初めに、「2040 年のあるべき社会像」を検討委員会の委員及びヒアリング調査対象者の意見を基に整理した。委員及び有識者へのヒアリングの際は、2019 年 3 月にまとめられた「未来イノベーション WG からのメッセージ」にて纏められている 8 つの「先端技術が溶け込んだ 2040 年の社会における健康・医療・介護のイメージ」を基に 2040 年のイメージについて認識合わせを行った上で、本事業が対象とする「介護」「介護予防」「認知症ケア」「人手不足」というテーマに対して、各委員及び有識者の方々の知見の深いテーマや、研究領域に則して意見を伺った。

次に、「2040 年のあるべき社会像」を実現するために必要なロボット・AI 等のテクノロジーと、テクノロジーの開発・普及促進に必要な制度や仕組み等を、委員及びヒアリング対象者へのヒアリング結果を基に、「2040 年に必要なロボット・AI 像」と「2040 年に必要な社会の仕組み」として整理した。両者の整理に至ったのは、委員及びヒアリング対象者より、介護ロボットの開発・普及促進のためには、テクノロジー観点のロードマップに加え、開発・普及促進に必要な制度や仕組みの整備を両輪で捉える必要があるとの意見が挙げられたためである。

「2040 年に必要なロボット・AI 像」を整理する際は、2040 年時点での普及を目標とするロボット・AI 像に留まらず、すぐにでも普及していくことを目指すべきロボット・AI 像についてもその検討の必要性が提示されたため整理を行った。大きく 4 分類 9 つのロボット・AI 像を導出した。4 分類 9 つのロボット・AI 像は、価格面での導入のしやすさや開発の実現性を考慮し、多数の機能を有する複合機能型ロボットを避け、単機能であったり用途が限定されたロボット・AI 像として整理した。

また、「2040 年に必要な社会の仕組み」については、ヒアリングにおいて多数の観点が挙

げられたが、より多くの問題提起が挙げられた観点や、本事業のテーマに合致または隣接する観点のみを整理し、雇用や税金、交通法等、委員や有識者の方から挙げられた意見の量として少ないものや、他事業で当該テーマに対する検討が行われているものは整理の対象外とした。

次に、整理した「2040年に必要なロボット・AI像」の開発ロードマップを作成するために、4分類のロボット・AI像の開発に必要な機能群と要素技術を「2040年に必要な機能群・要素技術」として整理した。整理の際は、個々のロボット・AI像に直接的に紐づく機能と、センサーの小型化や無線給電による動力源の確保等、各ロボットの実現を下支えする共通要素技術を、委員及び有識者へのヒアリング内容に基づき整理した。

ここまで整理した4分類のロボット・AI像それぞれに対して、「2040年に必要な機能群・技術要素」の具体例を、ロードマップ上に「短期～中期」と「長期」として整理した。「短期～中期」には、既存の技術の延長で実現出来ると想定される技術を、「長期」には新たな要素技術の開発が必要と想定される技術や、「短期～中期」での開発の延長線上にあるものを位置付けている。

最後にムーンショット型研究開発制度において、「2050年までに達成すべき6つの目標」（令和2年1月23日、総合科学技術・イノベーション会議決定）が決定される中、介護・介護予防・認知症ケア・人手不足というテーマにおける、より具体的な目標設定に寄与することを試みて、2040年以降のロボット・AI像を整理した。2040年時点では、単機能であったり、用途が限定されたロボット・AI像であったが、2040年以降はそれらが複合化されたり、現在は確立されていない新たな要素技術が用いられるようなものを想定し、サイボーグスーツとアバターロボットとして整理した。

4.2 2040 年のあるべき社会像

「介護」「介護予防」「認知症ケア」「人手不足」という社会課題に対し、2040 年のあるべき社会像を、ヒアリング内容を基に整理した。

社会課題	社会像
介護	① 個人にあった科学的な自立支援の推進 ・科学的なエビデンスに基づく介護サービスの提供 ・年齢や体型等の身体的特徴や個人の嗜好に応じた自立支援の推進
	② 被介護者の自己実現・自尊心の尊重 ・頼りたくない部分を頼らず、なるべく自分の力で生活できる ・自分の能力を発揮して社会貢献や地域の活動に参加できる
	③ 介護者と被介護者のコミュニケーションの充実 ・センシングによる被介護者の感情理解 ・遠隔で会話や操作が可能なコミュニケーションロボット
	④ 介護現場と医療機関、家族、地域等との連携 ・様々なデータの連携による多職種連携の推進 ・家族を支える仕組みやテクノロジーの整備
	⑤ 介護サービスの質の向上に向けた制度設計 ・要介護度の改善・自立支援がモチベーションされ、被介護者も介護者も幸せを感じる ・大手事業所のみでなく、全体を底上げ
介護予防	⑥ 個人にあった科学的な予防法の提供 ・年齢や体型等の身体的特徴や個人の嗜好に応じた予防の推進
	⑦ 社会との繋がりを維持する仕組み・テクノロジーの普及 ・社会との繋がりを維持することで自然と認知機能・運動機能が維持される
認知症	⑧ 認知症の前駆症状を早期発見・介入し進行を抑える ・会話や感情等から認知症の予兆を早期発見する ・AIやSNSの活用による社会的なつながりやケアにより、認知症の進行を抑える
	⑨ 認知症になってもその人らしく過ごせる ・社会が認知症のことを正しく理解し、自分事化する ・重度の認知症になっても、自身の気持ちを相手に伝えることが出来る仕組み・技術の確立
	⑩ 科学的な認知症のケアを実現する ・効果的なケア方法の確立によるケアの質の向上 ・ケア方法を知らない人でも、早期に方法を理解・習得
人手不足	⑪ テクノロジーとの業務シェアにより、介護者が人がやるべき業務に集中 ・介護従事者の業務内容が精査され、被介護者や家族と接する時間が拡大 ・家族や周囲の人、テクノロジーがこれまでの業務の一部を代替
	⑫ 専門職の育成スピードの促進 ・蓄積されたノウハウデータ・AIによる提案を元に、新人でも早期にスキルを発揮できるようになる

4.2.1 介護

① 個人にあった科学的な自立支援の推進

ヒアリングにおいて、「既存の技術やサービスは、個人の体型や身体機能等を考慮した設計が出来ていない」や「個人にあった介護を行うためには、人間の身体機能や認知機能のメカニズムを把握する必要がある」といった考えが提示された。年齢や体型等の身体的特徴や個人の思考、エビデンスに基づき、個人に合った介護サービスが提供される社会が望まれる。

② 被介護者の自己実現・自尊心の尊重

ヒアリングにおいて、「亡くなる3日前まで独力でトイレに行けるような技術が必要」や「身体が不自由になっても地域活動に参加したり、自分の好きなことを出来るような社会を実現したい」といった考えが提示された。排泄等の行為を人に頼らずに、自分の力で生活出来たり、自分の能力を発揮して地域の活動等を通じて社会貢献に参加することで、自尊心を維持出来たり、自己実現が出来る社会像が望まれる。

③ 介護者と被介護者のコミュニケーションの充実

ヒアリングにおいて、「認知機能を維持するためにコミュニケーションが促進されることが非常に重要」や「身体機能や認知機能が衰えても、自尊心を保ちその人らしく生活出来るよう、介護者と被介護者のコミュニケーションを支援する必要がある」といった考えが提示された。遠隔地にいてもお互いの顔を見ながらコミュニケーションを容易に取れる技術によって、介護者と被介護者のコミュニケーションが促進されたり、身体機能や認知機能が低下し、感情を上手く表現できなくなってもセンシング等により被介護者の感情を捕捉し、介護者のコミュニケーションが取れる社会像が望まれる。

④ 介護現場と医療機関、家族、地域等との連携

ヒアリングにおいて、「介護記録からのみでなく、介護機器や住宅設備内のセンサー等、様々な手段を活用して被介護者のデータを収集し、情報連携やデータ分析に活用することで、明らかになることの範囲が広がり、より良い介護が出来るようになる」といった考えが提示された。医療機関・施設・在宅等、様々な場所のデータが統合管理されることで、医療・介護に従事する多職種の連携が促進されたり、被介護者の家族により良い介護に向けた情報がフィードバックされる社会像が望まれる。

⑤ 介護サービスの質の向上に向けた制度設計

ヒアリングにおいて、「現在の介護保険制度では要介護度が高い方へのサービス程、介護報酬額が大きいため、介護サービス提供者が要介護度を下げることにも尽力しても、介護事業者の報酬に反映されにくい」といった考えが提示された。要介護度の改善等、

被介護者や家族が望む介護サービスを介護者が提供すると、成果に応じて適当な報酬が支払われるような制度の実現が望まれる。

4.2.2 介護予防

⑥ 個人にあった科学的な予防法の提供

ヒアリングにおいて、「アメリカでは、個人の状態に合わせて医療機関が積極的に予防を促している事例がある¹」といった考えが提示された。年齢や体型等の身体的特徴や個人の思考、エビデンスに基づき、個人に合った介護予防サービスが提供される社会が望まれる。

⑦ 社会との繋がりを維持する仕組み・テクノロジーの普及

ヒアリングにおいて、「高齢になっても社会参加することが生きがいに繋がり、それが予防に繋がる」といった考えが提示された。身体機能や認知機能の維持に寄与する「社会参加」を促進するために、テクノロジーが身体機能や認知機能を補うことが出来る社会が望まれる。

4.2.3 認知症ケア

⑧ 認知症の前駆症状を早期発見・介入し進行を抑える

ヒアリングにおいて、「会話時の音声ログ等、自然な行動の中で得られるデータから認知症の予兆を発見することが出来れば良い」や「認知症の初期段階では、会話することによって認知機能の維持に繋がったり、認知症の進行を抑えることが出来る」といった考えが提示された。会話や感情等から認知症の予兆を早期発見し、周囲の人が必要な支援を迅速に提供出来たり、社会との繋がりによって認知症の進行を抑える事の出来る社会が望まれる。

⑨ 認知症になってもその人らしく過ごせる

ヒアリングにおいて、「認知症になってもその人らしく過ごせるように、認知症の方に接する人が認知症を正しく理解する必要がある」や「重度の認知症になって御礼が言えない状態になっても、センシング等により御礼の気持ちを相手に伝えられるようになると良い」といった考えが提示された。社会が認知症の事を正しく理解し、自分事として捉えることで、認知症になった方がその人らしく過ごせたり、重度の認知症になっても自分の気持ちを相手に伝えることが出来、自尊心を持って生活出来るような社会が望まれる。

¹ 米国のカイザーパーマネンテでは、利用者のデータを大量に保持して、利用者個別に予防を促すメールを送っている。

⑩ 科学的な認知症のケアを実現する

ヒアリングにおいて、「ユマニチュードのような認知症の方向けの介護手法を、認知症の症状の改善や、介護者の負担軽減に活かすことが出来る」や「AI を活用した分析を進め科学的介護を実現する必要がある」といった考えが提示された。認知症に対するより効果的なケア方法が確立され、ケアの質が向上すると共に、誰もが容易に科学的なケアを習得・実践できる社会が望まれる。

4.2.4 人手不足

⑪ テクノロジーとの業務シェアにより介護者が人がやるべき業務に集中

ヒアリングにおいて、「介護サービスの種別ごとにどのような業務を行っているかを棚卸して、テクノロジーで代替出来る業務は、代替していくのが良い」や「介護者がテクノロジーと協働で介護サービスを提供するのが良い」といった考えが提示された。介護者が担う介護業務をテクノロジーが代わりに行ったり、介護者がロボットやAI と協働で介護を行えるようになることで、介護者が人がやるべき業務に集中出来るようになる社会が望まれる。

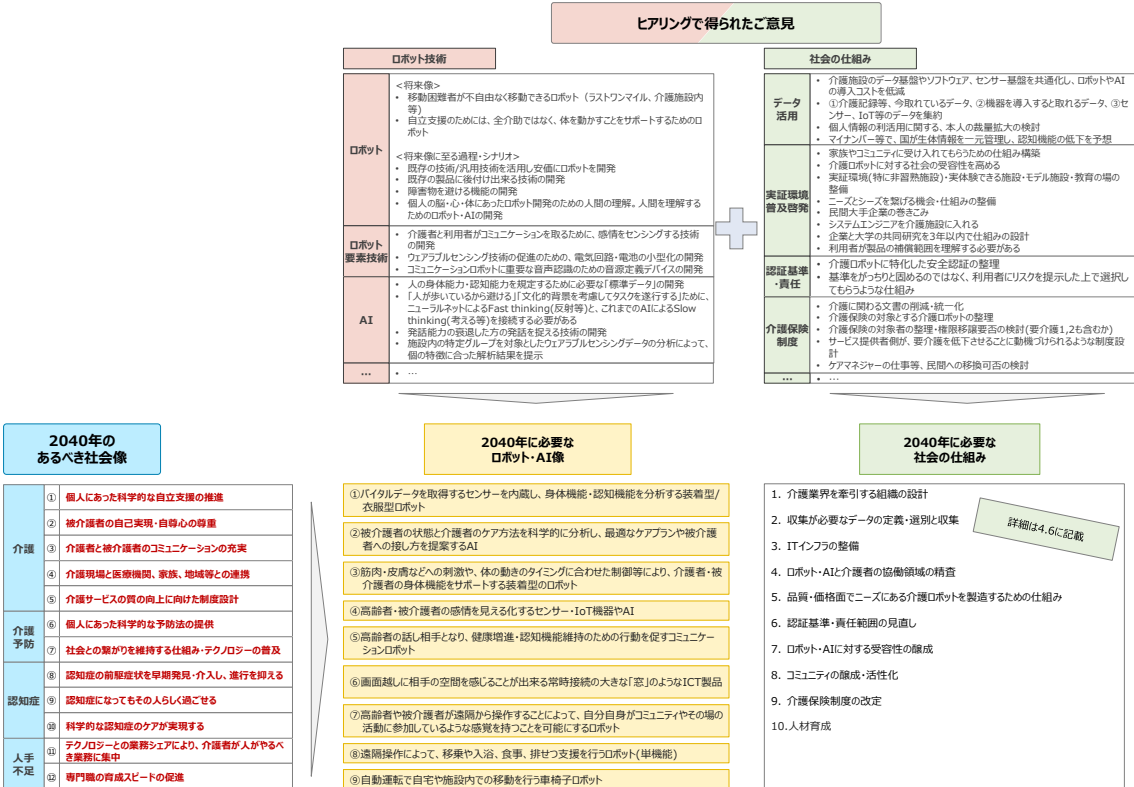
⑫ 専門職の育成スピードの促進

ヒアリングにおいて、「AI がケアノウハウを学習し介護者にケア方法を提案することで、介護者のスキル向上スピードを早くできる」といった考えが提示された。蓄積されたノウハウデータに基づくケア方法の提案・指導により、経験の浅い介護者も早期に専門性を高め、高いスキルを発揮できるようになる社会が望まれる。

4.3 2040年に必要なロボット・AI像

2040年のあるべき社会像を実現するために必要なロボット・AI像について、2040年のあるべき社会像に、ヒアリングで得られた2040年に必要なロボット技術及び、社会の仕組みを照らし合わせ、検討委員会での討議を踏まえ以下の9つに整理した。

- (1) バイタルデータを取得するセンサーを内蔵し、身体機能・認知機能を分析する装着型/衣服型ロボット
- (2) 被介護者の状態と介護者のケア方法を科学的に分析し、最適なケアプランや被介護者への接し方を提案するAI
- (3) 筋肉・皮膚などへの刺激や、体の動きのタイミングに合わせた制御等により、介護者・被介護者の身体機能をサポートする装着型のロボット
- (4) 高齢者・被介護者の感情を見える化するセンサー・IoT機器やAI
- (5) 高齢者の話し相手となり、健康増進・認知機能維持のための行動を促すコミュニケーションロボット
- (6) 画面越しに相手の空間を感じることが出来る常時接続の大きな「窓」のようなICT製品
- (7) 高齢者や被介護者が遠隔から操作することによって、自分自身がコミュニティやその場の活動に参加しているような感覚を持つことを可能にするロボット
- (8) 遠隔操作によって、移乗や入浴、食事、排せつ支援を行うロボット(単機能)
- (9) 自動運転で自宅や施設内での移動を行う車椅子ロボット



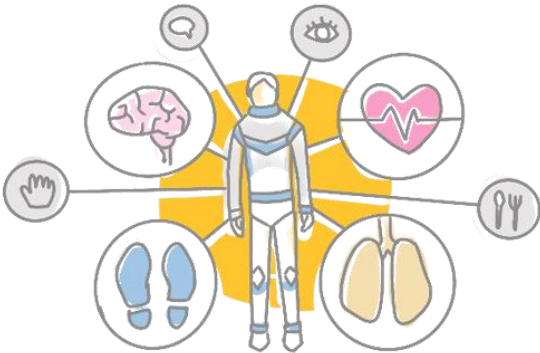
4.3.1 バイタルデータを取得するセンサーを内蔵し、身体機能・認知機能を分析する装着型/衣服型ロボット

2040 年のあるべき社会像で整理した以下の 3 つを実現することを念頭に、委員やヒアリング対象者から挙げた意見を基に製品イメージを整理した。

- ③介護者と被介護者のコミュニケーションの充実
- ⑧認知症の前駆症状を早期発見・介入し、進行を抑える
- ⑨認知症になってもその人らしく過ごせる

また、その際に参考にした委員やヒアリング対象者からの意見は以下の通り。

- 発する言葉や動作から、身体機能や認知機能の衰えを早期に発見することで、周囲の人がその方を支える準備をしたり、身体機能や認知機能低下の進行を抑えられるような技術・製品が必要である。

製品イメージ	・被介護者が日常的に着用している服、あるいは部分的に装着するロボットから、バイタル情報等を収集し、行動の意図等を把握する。 ・収集したデータから個人の特性を分析し、身体機能や認知機能の衰えを検知する。 
--------	---

4.3.2 被介護者の状態と介護者のケア方法を科学的に分析し、最適なケアプランや被介護者への接し方を提案する AI

2040 年のあるべき社会像で整理した以下の 3 つを実現することを念頭に、委員やヒアリング対象者から挙げた意見を基に製品イメージを整理した。

- ①個人にあった科学的な自立支援の推進
- ⑥個人にあった科学的な予防法の提供
- ⑫専門職の育成スピードの促進

また、その際に参考にした委員やヒアリング対象者からの意見は以下の通り。

- 人の認知機能や身体機能は、年齢や体型等により異なることに加え、日々変化していくもの。個人にあったリハビリや介護を提供するためには、現在存在するデータ(介護記録等)のみでなく、介護ロボットや居住空間内のセンサー等からデータを収集し、認知機能や身体機能についてより理解する必要がある。
- ケア方法に関するデータが蓄積してくると、AI が最適なケアプランや方法を提示出来るようになる。これは、専門職の育成スピードの向上につながり、人手不足の改善に寄与することが出来る。

製品イメージ	・ 科学的な介護を実現するために、AI が個人にあったケアプランや、被介護者に対する接しかたを提案。 ・ 既存の介護システム上の情報のみでなく、センサーやカメラで取得した情報を基に分析。 
--------	---

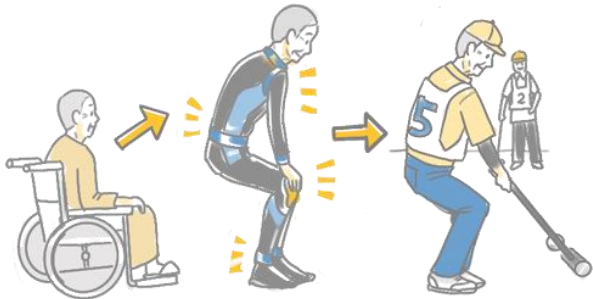
4.3.3 筋肉・皮膚などへの刺激や、体の動きのタイミングに合わせた制御等により、介護者・被介護者の身体機能をサポートする装着型のロボット

2040 年のあるべき社会像で整理した以下の 3 つを実現することを念頭に、委員やヒアリング対象者から挙げた意見を基に製品イメージを整理した。

- ①個人にあった科学的な自立支援の推進
- ②被介護者の自己実現・自尊心の尊重
- ⑥個人にあった科学的な予防法の提供

また、その際に参考にした委員やヒアリング対象者からの意見は以下の通り。

- 症状が重度になると、脳・神経系へ介入し、痛みを和らげるような技術が必要である。
- 既存の移乗支援ロボットを価格面やデザイン面、重量面等でより使いやすくした製品が必要である。

製品イメージ -a	・ 起立や歩行動作に不自由がある方に対して、体の動きをサポートする。 ・ 被介護者の体の痛みに対して、痛みを和らげるための刺激や信号を発信する。 
-------------------------	---

製品イメージ -b	・介護者の身体に掛かる肉体的負担を和らげる。 ・既存の製品よりも、軽く低価格で、デザイン性及び耐水性に優れ、着脱に手間が掛からないもの。 
----------------------	--

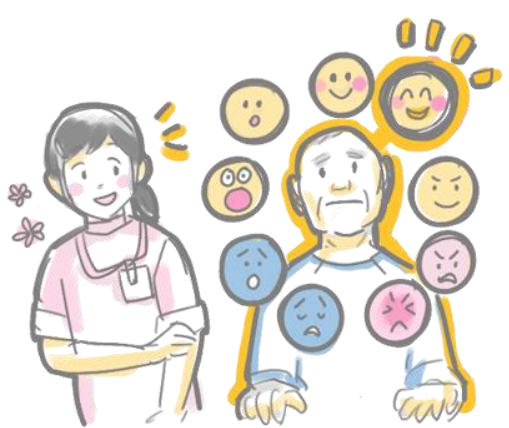
4.3.4 高齢者・被介護者の感情を見える化するセンサー・IoT 機器や AI

2040 年のあるべき社会像で整理した以下の 3 つを実現することを念頭に、委員やヒアリング対象者から挙げた意見を基に製品イメージを整理した。

- ③介護者と被介護者のコミュニケーションの充実
- ⑧認知症の前駆症状を早期発見・介入し、進行を抑える
- ⑨認知症になってもその人らしく過ごせる

また、その際に参考にした委員やヒアリング対象者からの意見は以下の通り。

- 中重度の症状を持ち、被介護者とコミュニケーションが取れなくなった介護者でも、自身の意思や感謝の気持ちを相手に伝えられるよう、感情をセンシング出来る技術・製品が必要である。

製品イメージ	・センサーや IoT 機器により取得した情報を基に深層心理の感情を分析することで「1. 感情を表現できない方の感情を見える化し、家族・介護者のモチベーションと認知症の方の尊厳を維持」「2. 疾患や認知症の前駆症状を特定し、進行に備える」。  An illustration showing a female caregiver in a pink uniform on the left, smiling and looking towards an elderly person on the right. The elderly person is wearing a blue shirt and has several circular icons floating around their head and shoulders, representing different emotions like happiness, surprise, sadness, and anger. The caregiver also has a few small flower-like icons near her head.
--------	--

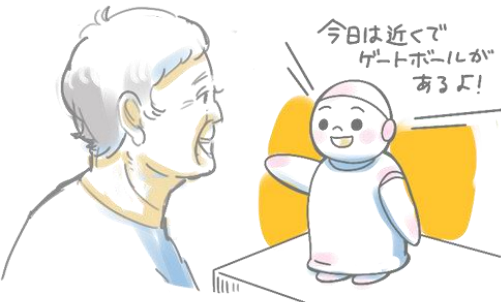
4.3.5 高齢者の話し相手となり、健康増進・認知機能維持のための行動を促すコミュニケーションロボット

2040年のあるべき社会像で整理した以下の2つを実現することを念頭に、委員やヒアリング対象者から挙げた意見を基に製品イメージを整理した。

- ③介護者と被介護者のコミュニケーションの充実
- ⑥個人にあった科学的な予防法の提供

また、その際に参考にした委員やヒアリング対象者からの意見は以下の通り。

- 認知機能の維持のため、社会参加をしたり、人やロボットと会話をするが大変重要である。これらを促進する技術・製品が求められる。

製品イメージ	・孫やペットのように高齢者に好かれやすい形をしたロボット。高齢者の話し相手となり、認知機能の維持を支援する。 ・被介護者の趣味や健康状態に合わせた声掛けをし、社会参加や健康増進につながる活動を促す。 
--------	--

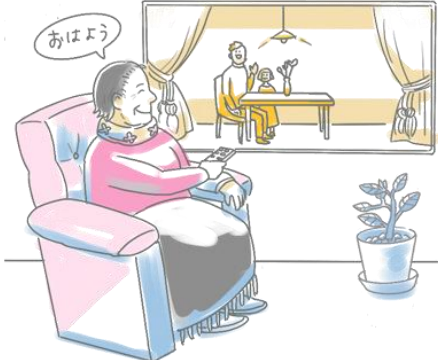
4.3.6 画面越しに相手の空間を感じることが出来る常時接続の大きな「窓」のような ICT 製品

2040 年のあるべき社会像で整理した以下の 2 つを実現することを念頭に、委員やヒアリング対象者から挙げた意見を基に製品イメージを整理した。

- ③介護者と被介護者のコミュニケーションの充実
- ⑦社会との繋がりを維持する仕組み・テクノロジーの普及

また、その際に参考にした委員やヒアリング対象者からの意見は以下の通り。

- 既存の TV 電話のようなものは、使うのが難しい。手間や躊躇いなく家族と常時繋がれるような ICT 製品があると、いつでもコミュニケーションが取れてよい。大きな窓のような製品を想定している。

製品イメージ	・一人暮らしや施設に入所している方が、自宅の家族と常に繋がっていることを感じられるよう、施設と自宅を繋ぐ常時接続の「窓」のような ICT 製品。 ・TV 電話等既存のコミュニケーション手段と異なり、手間やためらいなく、家族と繋がることが出来る。  The illustration shows a person with short dark hair, wearing a pink long-sleeved shirt, sitting in a pink armchair. They are holding a small device in their hands. In front of them is a large, wide-screen television or monitor. The screen displays a living room scene where two people are sitting at a table, talking. A speech bubble from the person in the chair says 'おはよう' (Good morning). To the right of the chair is a small potted plant with green leaves. The background is a simple white wall.
--------	--

4.3.7 高齢者や被介護者が遠隔から操作することによって、自分自身がコミュニティやその場の活動に参加しているような感覚を持つことを可能にするロボット

2040年のあるべき社会像で整理した以下の3つを実現することを念頭に、委員やヒアリング対象者から挙げた意見を基に製品イメージを整理した。

- ②被介護者の自己実現・自尊心の尊重
- ③介護者と被介護者のコミュニケーションの充実
- ⑦社会との繋がりを維持する仕組み・テクノロジーの普及

また、その際に参考にした委員やヒアリング対象者からの意見は以下の通り。

- 身体が不自由になっても、遠隔からでも趣味等のコミュニティの活動に参加できる技術・製品が必要。コミュニティに参加し、仕事や役割を持つことが生きがいや予防に繋がる。

製品イメージ	・身体が不自由で自宅から出られない高齢者等が、遠隔操作をすることで、社会参加し、自身の生きがいを感じられるようになる。 ・遠隔操作の方法は、参加する活動や利用者の状態により多様（ボタン一つで動く、利用者の手の動きに合わせて動く、等）である。  An illustration showing a person sitting in a chair, wearing a headset and holding a remote control. A thought bubble above the person shows a small figure of the person standing and fishing. To the right, a screen displays a virtual fishing scene with a fish jumping out of the water. Musical notes are floating around the person's head, suggesting they are listening to music.
--------	--

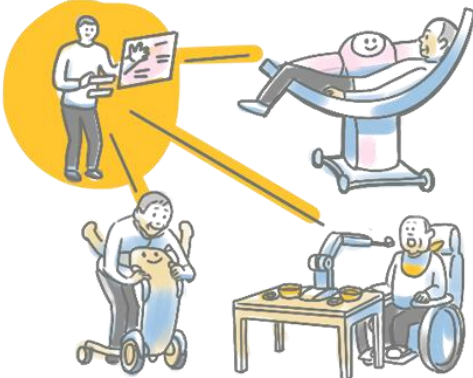
4.3.8 遠隔操作によって、移乗や入浴、食事、排せつ支援を行うロボット(単機能)

2040年のあるべき社会像で整理した以下の2つを実現することを念頭に、委員やヒアリング対象者から挙げた意見を基に製品イメージを整理した。

- ②被介護者の自己実現・自尊心の尊重
- ⑪テクノロジーとの業務シェアにより、介護者が人がやるべき業務に集中

また、その際に参考にした委員やヒアリング対象者からの意見は以下の通り。

- コミュニティに参加し、仕事や役割を持つことが生きがいや予防に繋がる。身体が不自由になっても、遠隔からでも趣味等のコミュニティの活動に参加できる技術・製品が必要である。

製品イメージ	・介護者や家族が、遠隔操作することで、被介護者に必要な身の回りの支援を行う。 ・個別の目的に特化した複数のロボットを遠隔から操作することで、少ない人数で沢山の被介護者の支援を行うことが出来る。  The illustration depicts a caregiver in a yellow circle on the left, holding a tablet and operating three different robots via yellow lines. One robot is assisting a person in a bathtub, another is helping a person in a wheelchair move, and the third is assisting a person at a dining table with eating.
--------	--

4.3.9 自動運転で自宅や施設内での移動を行う車椅子ロボット

2040 年のあるべき社会像で整理した以下の 3 つを実現することを念頭に、委員やヒアリング対象者から挙げた意見を基に製品イメージを整理した。

- ②被介護者の自己実現・自尊心の尊重
- ⑦社会との繋がりを維持する仕組み・テクノロジーの普及
- ⑪テクノロジーとの業務シェアにより、介護者が人がやるべき業務に集中

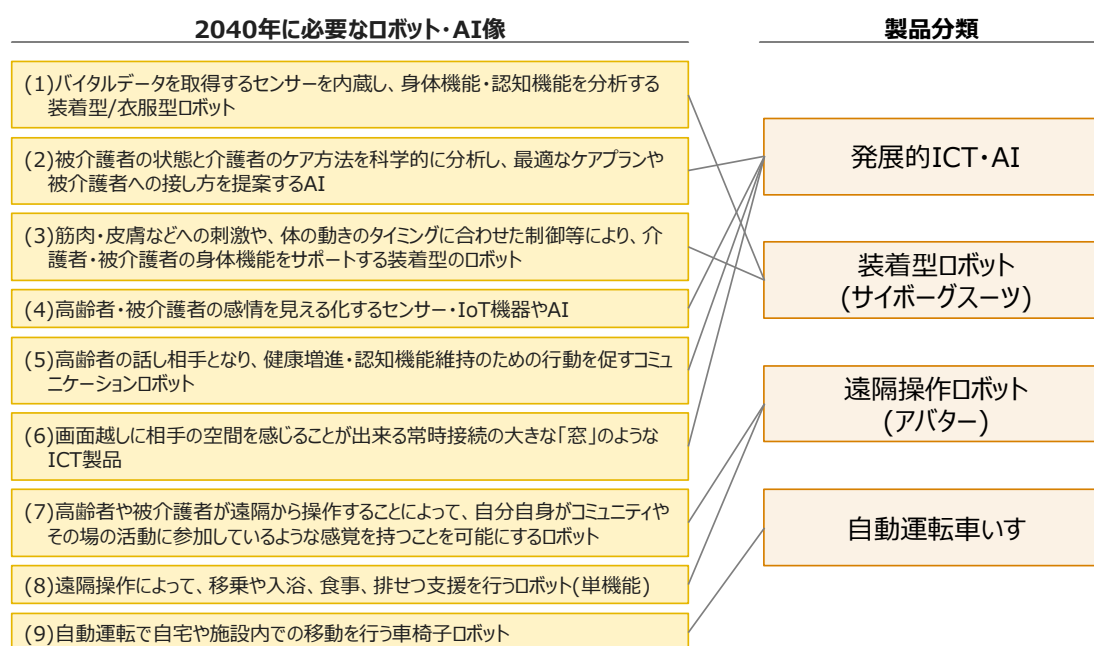
また、その際に参考にした委員やヒアリング対象者からの意見は以下の通り。

- 高齢者がコミュニティ等に参加するためには移動手段が必要。在宅から公共交通機関にアクセスするまでのラストワンマイルに活用できる自動運転車いすが必要である。
- 介護施設内における、居室から食堂への移動等に、自動運転技術を活用出来る。テクノロジーと介護者が業務をシェアして、介護者は人がやるべきサービスに集中できるようにする必要がある。

製品イメージ	・ 介護施設内での日常的な移動(居室から食堂、お風呂場等)に活用される。 ・ また、自宅から近くバス停等、ラストワンマイルに活用される。 ・ 高齢者の身体機能維持を考慮し、自力で運転する余地を残しておく。 
--------	---

4.3.10 9つの製品イメージの分類

「4.4 2040年に向けたロボット・AIの研究開発のロードマップ」作成にあたり、9つのロボット・AI像及び、製品イメージを、製品の特長から以下の4つ（発展的ICT・AI、装着型ロボット（サイボーグスーツ）、遠隔操作ロボット（アバター）、自動運転車いす）に分類した。ロードマップはこの4分類ごとに作成した。



【発展的 ICT・AI】

既存の ICT 製品のコスト面や使いやすさの面を改善させたものや、AI が分析を行い被介護者・介護者にサービスを提供するもの。センサー系、知能・制御系・駆動系の全てを併せ持つわけではなく、ロボットと区別される。

【装着型ロボット(サイボーグスーツ)】

体の一部分に装着する、または衣服のようにまとう。身体機能・認知機能の分析や支援を行うロボット。

【遠隔操作ロボット(アバター)】

遠隔操作によって、被介護者の社会参加を支援したり、少数の介護者で多数の被介護者をサポートできるようにするロボット。

【自動運転車いす】

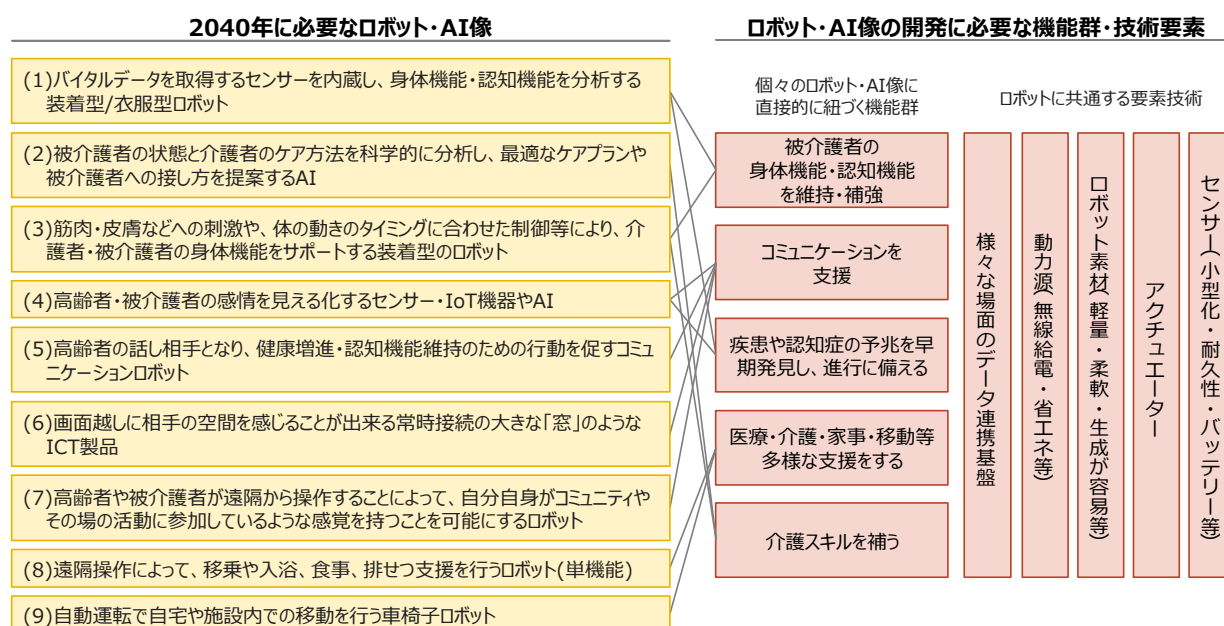
介護施設内や、自宅から近くのパス停等、限定された目的や場所で、高齢者、被介護者の移動を支援する車いす型ロボット。

4.4 2040 年に向けたロボット・AI の研究開発のロードマップ

4.4.1 2040 年に必要な技術要素

2040 年に必要なロボット・AI 像の研究開発ロードマップ作成にあたり、研究開発が必要な技術要素を、個々のロボット・AI 像に直接的に紐づく技術と、ロボット・AI に共通する技術に分類し整理を行った。

直接的に紐づく技術・共通する技術はそれぞれ以下の通りである。



【個々のロボット・AI 像に直接的に紐づく技術】

- 被介護者の身体機能・認知機能を維持・補強する技術
- コミュニケーションを支援する技術
- 疾患や認知症の予兆を早期発見し、進行に備える技術
- 医療・介護・家事・移動等多様な支援をする技術
- 介護スキルを補う技術

【ロボットに共通する要素技術】

- 様々な場面のデータ連携基盤
- 動力源（無線給電・省エネ等）
- ロボット素材（軽量・柔軟・生成が容易等）
- アクチュエーター
- センサー（小型化・耐久性・バッテリー等）

4.4.2 発展的 ICT・AI の研究開発ロードマップ

発展的 ICT・AI の実現に向けた「短期～中期」及び「長期」の研究開発ロードマップは以下の通り。

	2020年	短期～中期	長期	2040年
コミュニケーションを支援する技術		- 認知症の被介護者の話相手となる会話AI - 確実な音声認識技術 - バイタルデータを基に被介護者の感情を見える化する技術 - 会話から個人の趣味・嗜好を分析するAI - ワンボタンで利用できるテレビ電話機能	- 脳波により被介護者の思考を見える化する技術 - 生活データから癖を分析し、被介護者の感情を見える化する技術	
疾患や認知症の予兆を早期発見し、進行に備える技術		- ケアプランと連動したリコmend - 疾患や認知症の前駆症状を検知し、介護者や家族に通知	被介護者に関する統合DBから個人の生体特性に合った前駆症状、行動の予測	
介護スキルを補う技術		- 要介護度を予測し、ケアの効果を可視化するAI - ケアプランを自動作成するAI - 介護者のケア方法を評価するAI	個人の特性に応じて新しいケア方法を提案するAI	
センサー		- 被介護者のバイタルデータを違和感なくセンシングする技術 - 介護者のケア方法を違和感なくセンシングする技術	—	
アクチュエーター		—	—	
動力源		- 高効率な無線給電 - 電気回路の小型化・高効率化	充電行為が必要なくなる程、高効率な無線給電	
ロボット素材		ロボット部品として活用可能な柔らかい素材	3Dプリンターで製作可能なロボット部品として活用可能な柔らかい素材	
様々な場面のデータ連携基盤		- マイナンバー等を活用した被介護者個人単位のセキュアなデータ管理・分析基盤 - データ管理基盤とケアプラン・医療関連データの連携 - データ管理基盤と自治体が保有する介護関連データの連携	被介護者個人単位のデータ蓄積	

4.4.3 装着型ロボット（サイボーグスーツ）の研究開発ロードマップ

装着型ロボット（サイボーグスーツ）の実現に向けた「短期～中期」及び「長期」の研究開発ロードマップは以下の通り。

	2020年	短期～中期	長期	2040年
被介護者の身体機能・認知機能を維持・補強する技術		- 人間（被介護者）の機能やボディメカニズムの理解に基づいたロボット開発 - 被介護者の個人の体型・体の動き方に合せた身体機能アシスト - 被介護者向け身体機能の科学的アシスト方法体系化	- 筋肉・皮膚などへの刺激による被介護者向け身体機能アシスト 脳、神経への電気刺激による痛みの緩和（被介護者） 脳、神経への電気刺激等による認知機能の維持	
疾患や認知症の予兆を早期発見し、進行に備える技術		- バイタルデータ、生活データから身体機能・認知機能を評価するAI - バイタルに異常が発生した際、介護者・家族等に通知する - 個人の趣味・嗜好をAIが理解し、ケアプランと連動してリコメンドを行う	バイタルデータ、生活データから被介護者のBPSD等の発症を予測するAI	
介護スキルを補う技術		- 人間（介護者）の機能やボディメカニズムの理解に基づいたロボット開発 - 介護者の個人の体型・体の動き方に合せた身体機能アシスト - 介護者向け身体機能の科学的アシスト方法体系化	- 筋肉・皮膚などへの刺激による介護者向け身体機能アシスト 脳、神経への電気刺激による痛みの緩和（介護者向け）	
センサー		- 被介護者のバイタルデータを違和感なくセンシングする技術（服の繊維に内蔵可能等） - 電気回路の大容量化・小型化	—	
アクチュエーター		モーターの小型化・高効率化	導電性高分子アクチュエーターや形状記憶合金による身体機能アシスト	
動力源		- 高効率な無線給電 - 電気回路の小型化・高効率化	充電行為が必要なくなる程、高効率な無線給電	
ロボット素材		ロボット部品として活用可能な柔らかい素材	- 機械材料と同程度の強靱さ・耐久性・熱伝導率を持ち、柔らかく軽い素材 3Dプリンターで製作可能なロボット部品として活用可能な柔らかい素材	
様々な場面のデータ連携基盤		- マイナンバー等を活用した被介護者個人単位のセキュアなデータ管理・分析基盤 - データ管理基盤と医療関連データの連携	被介護者個人毎の統合DB整備	

4.4.4 遠隔操作ロボット（アバター）の研究開発ロードマップ

遠隔操作ロボット（アバター）の実現に向けた「短期～中期」及び「長期」の研究開発ロードマップは以下の通り。

	2020年 短期～中期	長期 2040年
コミュニケーションを支援する技術	・遠隔操作可能なロボットアーム ・室内の障害物の検知・回避 ・遠隔操作による移動機能 ・リアルタイムな自動翻訳システム ・趣味・嗜好が合う人同士をマッチングする機能	・ロボットアームを遠隔操作可能な手袋 ・被介護者の脳波からロボットを遠隔操作する技術
医療・介護・家事・移動等多様な支援をする技術	・人間の機能やボディメカニズムに基づいた移乗支援 ・個人の体型に合わせた移乗支援 ・室内の障害物の検知・回避	・被介護者の体勢を検知し、簡易な操作で移乗 ・自動移動機能
センサー	・ロボットが得た感触を遠隔の操作者に伝える技術 ・センサーの小型化	・ロボットを遠隔操作可能なウェアラブルセンシング
アクチュエーター	・モーターの小型化・高効率化	・－
動力源	・高効率な無線給電 ・電気回路の小型化・高効率化	・充電行為が必要なくなる程、高効率な無線給電
ロボット素材	・ロボット部品として活用可能な柔らかい素材	・機械材料と同程度の強靱さ・耐久性・熱伝導率を持ち、柔らかく軽い素材 ・3Dプリンター材料の耐久性向上による安価化/軽量化
様々な場面のデータ連携基盤	・マイナンバー等を活用した被介護者個人単位のセキュアなデータ管理・分析基盤 ・介護ロボット・家電・医療関連データとデータ管理基盤の連携	・被介護者個人毎の統合DB整備

4.4.5 自動運転車いすの研究開発ロードマップ

自動運転車いすの実現に向けた「短期～中期」及び「長期」の研究開発ロードマップは以下の通り。

	2020年	短期～中期	長期	2040年
医療・介護・家事・移動等多様な支援をする技術		- 自動運転AI（室内） - 室内の障害物の検知・回避 - 人間（被介護者）の機能やボディメカニズムの理解に基づいたロボット開発	- 自動運転AI（屋外） - 階段の昇降機能 - 個人の体格に合わせた身体サポート機能 - 被介護者の筋の緊張を緩める振動機能	
センサー		- 被介護者のバイタルデータを違和感なくセンシングする技術 - 自動運転に必要な室内環境のセンシング技術	- 階段の形状センシング技術 - 自動運転に必要な屋外環境のセンシング技術	
アクチュエーター		モーターの小型化・高効率化	—	
動力源		- 高効率な無線給電 - 電気回路の小型化・高効率化	充電行為が必要なくなる程、高効率な無線給電	
ロボット素材		高い強靭さ・耐久性を有し、軽い素材	機械材料と同程度の強靭さ・耐久性・熱伝導率を持ち、柔らかく軽い素材	
様々な場面のデータ連携基盤		- マイナンバー等を活用した被介護者個人単位のセキュアなデータ管理・分析基盤 - データ管理基盤と医療関連データの連携	被介護者個人毎の統合DB整備	

4.5 2040 年以降のロボット・AI

ここまで 2040 年のロボット・AI 像と製品群、そこに向けた研究開発ロードマップを考察した。さらにここでは、2040 年以降のより挑戦的な目標として、これらの製品群の機能が複合化されたり、現在は存在しない要素技術を活用する等、より多機能なロボット・AI として、「サイボーグスーツ」及び「アバターロボット」の発展系について検討を加えた。

4.5.1 サイボーグスーツ



統合・複合化する 2040年の ロボット・ AI像	(1) バイタルデータを取得するセンサーを内蔵し、身体機能・認知機能を分析する装着型/衣服型ロボット (2) 被介護者の状態と介護者のケア方法を科学的に分析し、最適なケアプランや被介護者への接し方を提案するAI (3) 筋肉への電気刺激や、体の動きのタイミングに合わせた制御等により、介護者・被介護者の身体機能をサポートする装着型のロボット (4) 高齢者・被介護者の感情を見える化するセンサー・IoT機器やAI (5) 高齢者の話し相手となり、健康増進・認知機能維持のための行動を促すコミュニケーションロボット
2040年以降のサイボーグスーツ 概要	装着者のあらゆる生体情報を取得し、神経細胞に信号を伝達することで、人が潜在的に保持している能力を覚醒・再生する。 また、最適な姿勢や動きに導くことで身体の痛みや機能低下を緩和する。ゲル状の素材で構成され、体にまとうと密着し、装着感を感じずに長時間着用することが可能
主な機能	①被介護者の生体情報取得・活用と身体への信号伝達 ・アシストスーツ内のセンサーが生体情報(バイタルデータ、各筋組織の活用度や柔軟性等)を常時取得し、良い治療、リハビリ、ケアにつなげる。 ・装着者の筋組織や神経細胞等に刺激を与えることで、装着者が本来持つ身体能力や知覚機能を覚醒・再生させる。 ・病気や身体機能の低下による痛みの発生原因を理解し、信号により緩和する。 ②遠隔治療 ・医師・看護師がスーツを遠隔操作することにより、遠隔治療する。 ③身体機能の変化に対応したアシスト機能 ・取得したデータからAIが身体機能のアシスト方法を分析し、アシスト機能にフィードバックすることで体機能の低下を遅らせる ・身体機能に対応したアシストを行い、転倒などの事故を回避する。 ・痛みを伴う動作等を理解し、痛みが伴わない動作へ導く ④身体への密着 ・個人の体型に依存せずに、体に密着する伸縮性のある素材 ⑤ナノマシンの中央指令拠点 ・身体のナノマシンを磁場制御によりコントロール

4.5.2 アバターロボット



統合・複合化する 2040年の ロボット・ AI像	(6) 画面越しに相手の空間を感じることが出来る常時接続の大きな「窓」のような ICT 製品 (7) 高齢者や被介護者が遠隔から操作することによって、自分自身がコミュニティやその場の活動に参加しているような感覚を持つことを可能にするロボット (8) 遠隔操作によって、移乗や入浴、食事、排せつ支援を行うロボット(単機能) (9) 自動運転で自宅や施設内での移動を行う車椅子ロボット
2040年以降のサイボーグスーツ 概要	遠隔操作と自律運転を切り替えることが出来るロボット。場面に応じてロボットの形状が変化し、介護者や医療者の代わりに生活支援やコミュニケーション支援を行う。被介護者と介護関係者・家族・地域コミュニティ等をN対Nで繋げる。
主な機能	①在宅医療・介護 ・医療・介護の専門職、家族等が遠隔操作によって、被介護者に治療、看護、リハビリ、介護、生活支援を行う。 ・人-アバター間のインタラクションを AI が学習することで、自律運転も可能。人に危害を加えないよう Symbiosis 的機能を有する。 ・他の介護ロボットや家電ロボット等と連携して被介護者を支援。 ・バイタルデータ等から疾患・認知症等の前駆症状・体調不良・徘徊等を検知し、医療・介護者や家族に伝えることで不測の事態を回避。 ②コミュニケーション・移動支援 ・アバターロボットが映し出す映像(ホログラム等)によって、被介護者が地域コミュニティとつながることを支援する。 ・感情をセンシングし被介護者の微弱な表出を捉える。 ・被介護者の会話相手となる等、パートナーとしての役割を持ち、認知症に備えるための支援をする。 ・アバターロボットに乗ることで、安全な移動を支援する。 ③安全性・環境配慮 ・CO2 等、環境に配慮した動力源

4.6 2040 年に必要な社会の仕組み

2040 年の社会像を実現するためには、テクノロジーの研究開発のみでなく、普及に向けた取組や社会環境の整備が必要となる。ヒアリング及び検討委員会で得られた意見を基に、2040 年に向けて必要となる社会の仕組みを整理した。

4.6.1 介護業界を牽引する組織の設計

厚生労働省や経済産業省、文部科学省、都道府県、市区町村等は、介護や健康寿命延伸を担う業界に対して、研究開発や普及啓発等様々な形で取組を行っている一方、業界団体や民間企業、介護施設もより良い姿を目指し、個別に取組を推進している。ロボット開発やデータの利活用を全国規模でより普及させていくためには、研究開発から普及までの取組に一貫性を持たせる機能や、個別施設に IT 共通基盤を導入することを支援するような機能を持つ組織が必要となる。

具体的な案としては、以下が挙げられた。

- トップダウン的に、関連省庁の直下に「介護・健康寿命延伸を牽引する公的組織」を設立し、科学技術振興機構（JST）や日本医療研究開発機構（AMED）、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、産業技術総合研究所（AIST）、都道府県、市区町村等に方針の伝達や事業管理を行う指令等組織を設立。当該組織は健康寿命延伸に向け、都道府県や市区町村の ICT 基盤整備を司る機能も実装。
- ボトムアップ的に、理想的な介護体制を実現した施設・組織が教育・支援体制を多施設に提供。

4.6.2 収集が必要なデータの定義・選別と収集

介護記録等に入力されるデータは、身体機能や認知機能、取組の効果を規定するには精度に改善の余地がある。また、今後展開される CHASE で定義されたデータは、現場に必須の入力を求めるものが限られるため、特定の目的に特化したデータ分析を行うには、より目的を限定した形で精度の高いデータを収集することが必要となる。

そのための具体的な取組案として、以下が挙げられた。

- 目的を特定した必要なデータの定義（例：看取りの時期を推計するためのデータ、ロボットの要求仕様を定義するためのデータ等）
- “必須” 取得データを提供するためのインセンティブの設計

4.6.3 IT インフラの整備

介護施設で使用されている IT システム及び基盤は、個別施設の努力の元に個別に構築されてきたため、施設横断でデータを収集し分析することが困難な状況となっている。また、介護関連機器や介護ロボット間の互換性が限定的であるため、より広範なデータの収集や分析を行うためには、介護施設に導入される IT インフラや、介護関連機器、介護ロボット

の相互運用性を担保していくことが必要となる。そのための具体的な取組案として、以下が挙げられた。

- 介護施設に対し国が標準的な IT 基盤を整備
- データの取扱に対するルール設計

4.6.4 ロボット・AI と介護者の協働領域の精査

専門職が行うべき業務と、専門職以外に代替可能な業務を介護職が担っており、人手不足も相まって、介護者の負担が深刻化している状況にある。2040 年には、介護者と介護ロボットや AI 等のテクノロジーが協働することにより、専門職が人がやるべき業務に集中できるようになる必要がある。そのための具体的な取組案として、以下が挙げられた。

- ロボット等に代替すべき業務を探索するために、サービス種別ごとに業務の棚卸を実施
- 介護関連文書（記録内容含む）の削減・統一化
- 介護サービス報酬外サービスの民間サービス化

4.6.5 品質・価格面でニーズにあう介護ロボットを製造するための仕組み

介護施設や被介護者に、介護ロボットを今よりも活用してもらうためには、介護事業者や被介護者のニーズに合う機能や品質と価格で製造・販売を行う必要がある。

2040 年に向けて、最終的な品質とコストを念頭に置きながら、ニーズに合わせて基礎研究や製造を行うことで、よりニーズに合う介護ロボットが普及する状態となることが望ましい。そのための具体的な取組案として、以下が挙げられた。

- 研究計画段階で製造原価目標算出の義務化
- ロボット導入による定量的な効果の見える化とフィードバックの仕組みの構築
- 大手企業の参入を促す補助金やインセンティブの設計
- 介護ロボットメーカーへの安全対策に関する教育

4.6.6 認証基準・責任範囲の見直し

介護ロボット等が市場に出回った際に生じる事故・リスクを、メーカー側が極限まで低下させようとするのが、品質を高める半面、コスト高の要因となったり、リスク回避のために参入を躊躇することの要因となっている傾向がある。

2040 年に向けて、リスクの開示と利用者の自己判断に基づき、介護ロボットの利用有無を選択できる状態となることが望ましい。そのための具体的な取組案として、以下が挙げられた。

- 「介護ロボット」向けの製造物責任法や安全認証の段階的な整備
- 介護ロボットにより発生した事故に対する保険の整備

4.6.7 ロボット・AI に対する受容性の醸成

利用者や介護者の一部には、ロボットやAIといった言葉に対して、拒否反応を示したり能力を過小評価する傾向があるという実態も存在する。

2040 年に向けて、人々がロボット・AI に抵抗感なく、親しみを持って接することが出来る姿が望ましい。そのための具体的な取組案として、以下が挙げられた。

- ロボットを正しく理解する機会として、教育課程におけるロボットとの触れ合いや地域の活動の中でロボットを知る機会の創出
- データ利活用の意義を社会に周知
- モデル施設の更なる整備

4.6.8 コミュニティの醸成・活性化

被介護者が、人とコミュニケーションを取ったり、楽しいと思える活動(コミュニティ等)に、より参加出来るようになることが、被介護者自身の身体機能や認知機能の維持・向上に寄与する。

2040 年に向けて、被介護者が、人や人格を持つロボットとコミュニケーションを取ったり、楽しいと思える活動(コミュニティ等)に参加出来る機会が充実している状態が望ましい。そのための具体的な取組案として、以下が挙げられた。

- 被介護者にも「仕事」を与えられる仕組みの構築
- 同じ居住空間に医師や看護師がいるコミュニティの設計
- 家族がより被介護者と接する時間を捻出するために、「家事」に対する支援の設計・見直し

4.6.9 介護保険制度の改定

介護関連支出が増大している中であっても、介護者・被介護者がより自分らしい生活を営むことが出来るよう介護保険給付の在り方について、より議論を進めていく必要がある。

2040 年に向けて、介護関連支出の増加を抑制しながらも、介護者・被介護者共に、自分らしく生きていけるような介護保険制度が設計されていることが望ましい。具体的な案として、以下が挙げられた。

- 給付対象とする介護ロボットの見直し
- 介護ロボットを導入するための住環境整備に対する給付
- 給付対象とする要介護度・介護サービスの見直し
- 要介護度の低下・または悪化防止に対する給付額の見直し
- 家族による支援をサポートする給付の設計

4.6.10 人材育成

医療・介護関連のビッグデータを分析できる人材や、介護ロボットを現場に導入する際の、

ロボットの選定や選定後の効果的な活用支援を行う人材が不足しているという課題がある。

2040 年に向けて、データハンドリングを行える専門家・エンジニア、現場の状況(ニーズや課題)を理解しつつデータ分析を行える人材、介護ロボットの導入コンサルを行える人材を育成していることが望ましい。そのための具体的な取組案として、以下が挙げられた。

- 医学・看護学・工学等を横断する教育の設計(ヘルスケアサービスリサーチ分野等)(修士課程を想定)
- 教育課程における統計学の重要性の拡大として、統計学部生への医学データ活用教育・医学部生への医学データ活用教育
- 介護ロボットに精通したエンジニアの資格化

5. まとめ・今後の課題

5.1 まとめ

本事業では未来イノベーションワーキング・グループにおいて検討された 2040 年の社会における健康・医療・介護のイメージを基に、介護・介護予防・認知症ケア・人手不足の領域において 2040 年における社会像と社会像を実現するために必要な研究開発ロードマップ及び組織体制・制度等を具体化した。更に、ムーンショット型研究開発制度において、「2050 年までに達成すべき 6 つの目標」（令和 2 年 1 月 23 日、総合科学技術・イノベーション会議決定）が決定される中、同領域における具体的な目標設定に寄与すること目的に、2040 年以降のロボット・AI 像を策定した。

2040 年においては、2020 年に 28.9%である高齢化率は 35.3%と予測されており、3 人に 1 人以上が高齢者となる見込みである。また、要介護者数（要介護 3 以上）は 267 万人（2020 年）から 394 万人（2040 年）に、認知症の人数は 631 万人（2020 年）から 953 万人（2040 年）に増加する見込みである。このように介護需要が高まる一方で介護人材の供給は追いつかず、需給ギャップは 13 万人（2020 年）から 34 万人（2025 年）に増え、担い手不足が大きな課題となる。このような社会環境を踏まえ、ヒアリング調査や検討委員会によって 2040 年の目指すべき社会像として以下が示唆された。

<介護>

個人にあった科学的な介護が提供され、被介護者が自尊心や自己実現意欲を維持・向上出来るようコミュニケーションや地域との連携が促進される姿。

<介護予防>

個人にあった科学的な予防法が提供されると共に、社会活動への参加が認知機能や身体機能の維持に繋がる姿。

<認知症ケア>

認知症を早期発見し進行を抑えたり、認知症になってもその人らしく暮らせるよう、社会が認知症のことを正しく認識する姿。また、科学的な認知症ケアが提供される姿。

<人手不足>

人とテクノロジーが業務をシェアすることで、介護者が行うべき業務に集中できる姿。また、AI 等に蓄積されたノウハウを基に、専門職の成長スピードが向上する姿。

これらの社会像を実現するために、本事業では大きく 4 分類 9 つの製品イメージを導出した。1 つ目の分類は「発展的 ICT・AI」である。複雑な技術を用いたり、全く新しい製品を開発せずとも、既存の ICT・AI 製品のコストや使いやすさを改善することで、コミュニケーションを活発にしたり、プランやケア方法の最適化に寄与するものである。画面越しに相手の空間を感じられる「窓」の様な ICT 製品や、ケアプラン作成 AI 等が含まれる。2 つ目の分類は「装着型ロボット（サイボーグスーツ）」である。体の一部に装着す

る、または衣服のようにまとうことで、身体機能・認知機能の分析や支援を行うもので、筋肉・皮膚などへの刺激によって身体機能をサポートするロボット等が含まれる。三つ目の分類は「遠隔操作ロボット（アバター）」である。遠隔操作によって被介護者の社会参加を支援したり、少数の介護者で多数の被介護者をサポートできるようにするもので、移乗・入浴・食事・排泄支援を行うロボット等が含まれる。4つ目の分類は「自動運転車椅子」で、介護施設内や自宅から近くのカフェ等、限定された目的や場所で、高齢者、被介護者の移動を支援する車いす型のロボットである。

これらの製品を開発する上では、被介護者や介護者のデータを取得するためのセンサーの小型化や、長い時間コンセントに繋がなくても稼働出来るような充電技術や省エネ技術等の開発が、どの製品分類についても共通して必要となる。一方、個別の製品群に対しては、多種のデータから身体機能や認知機能を評価する AI や、遠隔操作により稼働するロボットアーム等の開発が必要となる。各製品群の開発ロードマップにおいては、既存技術の応用等により実現性がある程度見込めている技術を短期～中期に、短期～中期の技術開発の延長線上にある、または要素技術が確立していない技術を長期に位置づけている。

また、研究開発においてはアポロ計画のように極めて野心的だが、実現すれば大きな社会的なインパクトが期待される研究テーマの設定も重要である。本事業ではより挑戦的な目標として、2040 年の 4 分類の製品イメージが複合化した 2040 年以降のロボット・AI として、装着者が潜在的に保持している能力を覚醒・再生する「サイボーグスーツ」と、介護者や医療者の代わりに生活支援を行う「アバターロボット」を示している。

また、2040 年のあるべき社会像を実現するためにはロボット・AI の研究開発だけではなく、複数のステークホルダーが個別に実施している取り組みを管理し、統一的な方針を示す組織の設立や、介護関連支出の増加を抑制しながらも介護者・被介護者共に自分らしく生きていけるような介護保険制度の設計、介護現場への理解が深く、データ分析も行える人材の育成等が必要となる。

5.2 今後の課題

介護・介護予防・認知症ケア・人手不足の領域において 2040 年における社会像を実現するためには、ロボット・AI を実用化するための全てのフェーズ（基礎研究、製品設計、実証実験・製品化、現場導入・活用）において、在宅・施設における被介護者・介護者の実生活のニーズをフィードバックする仕組みが必要になる。なぜなら、フィードバックは、例えば基礎研究フェーズでは研究テーマ・目標設定のために、製品設計フェーズにおいては被介護者や介護者が使いやすく、導入しやすい価格設定等がなされた製品コンセプトの立案のために、実証実験・製品化のフェーズにおいては、製品コンセプトで想定した効果を精緻に検証するために、現場導入・活用のフェーズにおいては被介護者や介護者に提供する製品を改良するために重要であるためである。しかし、現在は開発企業に対するフィードバックが十分に機能せず、価格面や機能面で必ずしも介護現場のニーズに即した

ロボットの開発がなされていない現状もある。このため、データ連携基盤や実証フィールドの整備を行うことで、在宅・施設におけるニーズの可視化・共有化を促進することが必要となるだろう。

現在、開発企業や介護現場からのロボット・AIの開発・導入・普及の相談窓口として、介護実習普及センターが設置されている。また、ロボット・AIの評価・実証を行う場としてリビングラボがある。開発企業から介護実習普及センターに持ち込まれた相談を、リビングラボと連携し、実証の機会を提供することで、在宅・施設におけるニーズの可視化・共有化がなされ、開発企業に対してフィードバックを行うことが出来る。このフィードバックの仕組みが機能することが、2040年の社会像を実現するためのロボット・AIの実用化に必要となる。

資料編

- 1 第1回検討委員会 議事
- 2 第2回検討委員会 議事

1 第1回検討委員会 議事

厚生労働省 老人保健健康増進等事業

「2040年に向けたロボット・AI等の研究開発、実用化に関する調査研究事業」

第1回検討委員会 議事録

- 日時：2019年11月8日（金） 10:00-12:00
- 場所：TKP 虎ノ門駅前カンファレンスセンター
- 出席者：（敬称略）

（委員長）

日本医療研究開発機構 プログラムスーパーバイザー

大阪工業大学 ロボティクス&デザイン工学部 教授

本田 幸夫

（委員）

株式会社日本政策投資銀行業務企画部イノベーション推進室

副調査役

植村 佳代

株式会社シルバーウッド 代表取締役

下河原忠道

筑波大学医学医療系ヘルスサービスリサーチ分野 教授

田宮菜奈子

産業技術総合研究所産総研フェロー・人工知能研究センター

センター長

辻井 潤一

産業技術総合研究所ロボットイノベーション研究センター

研究センター長

比留川博久

（オブザーバー）

厚生労働省 審議官

諏訪園健司

厚生労働省 老健局高齢者支援課 課長補佐

立花 敦子

厚生労働省 老健局高齢者支援課 課長補佐

井上 栄貴

厚生労働省 老健局高齢者支援課

石松 香絵

経済産業省 商務・サービスグループヘルスケア産業課

医療・福祉機器産業室 室長補佐

葭仲 潔

（事務局）

株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所

足立 圭司

柴田創一郎

山内 勇輝

- 配布資料

- 資料 1 : 委員名簿
- 資料 2 : 協議書
- 資料 3 : 討議資料
- 資料 4 : ヒアリング調査結果

- 内容

1. 開会の挨拶
2. 委員紹介
3. 事業概要
4. 討議

【主な議事】

1. 開会挨拶

委員長である大阪工業大学ロボティクス&デザイン工学部 本田幸夫教授より開会のご挨拶を頂いた。

- ・本日の委員会ではざっくばらんに様々なご意見を頂きたいと思っている。2040年には生産年齢人口が減少し、高齢化率は35%を越えている。元気で豊かに暮らせるよう、テクノロジーを生活にどう活用していくのか、ご意見を頂きたいと思っている。
- ・ヒアリングではムーンショット的な話は未だあまり聞けていないようである。夢物語だが実現できるとインパクトのある事について、特にご意見を頂ければと思っている。

2. 委員紹介

株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所より委員紹介を行った。

また、オブザーバーである厚生労働省老健局より、ご挨拶を頂いた。

- ・未来イノベーションWGでもご議論頂いたが、2040年に向けて介護の現場をどう変えていくべきかご意見を頂きたい。人手不足や高齢化の状況は更に深刻になっていくので、突拍子もない技術を開発する必要がある。そのような技術が、高齢者の独居家庭や施設だけではなく、普通の家庭にも普及すれば、円満になっていくかもしれない。そのぐらい広く考えている。ムーンショット的なお話も含めて、本日は奇譚のないご意見を頂ければと思っている。

3. 事業概要

株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所より事業内容についてご説明を行った。

4. 討議

(本田委員長)

難しいテーマなので、どう討議するかというところがあるが、今日は左側に技術の委員、右側は医療・介護、それから植村委員は世界も含めて見られているのでビジネス視点からもご意見を頂きたい。イノベーションを起こす方法論は決まっていない中、これまで経産省中心に介護ロボットのプロジェクトをやっているが、テクノロジードリブンで変えていくことは難しいと感じている。本来は、ニーズ側からの意見を頂くのがいいのかもしれないが、まずは比留川委員、辻井委員に技術的にはどこまで来ていて、何が課題なのか、ざっくばらんに頂ければと思う。

(辻井委員)

介護とは直接的には関係ないが、SIPのAIホスピタルのサブディレクターをする中で、医療現場でも人手不足であり、労働環境が厳しくなっている。様々な記録や治療内容を詳細に記録として残す必要がある中で、負担が増えており、患者の立場や困り事、ショックをうけていないか等の心配りができなくなっている。その中でAIをどう使うか議論している。介護現場の中でも、業務負担が増大する中、できるだけコストを圧縮する必要があり、AI技術を使っていくことは方向性としてはある。患者と医師の会話を、音声認識技術を使って書き起こすことができる。書き起こした後で要点をまとめるAI技術を使い、レポートを自動的に作ることができる。患者の表情や声の調子など患者の状態に合わせた言葉のかけ方や、がんの告知の際に患者がショックを受けにくい説明の仕方などは医師の経験に依存する。そのようなことはあまり訓練されないもので、経験のある医師と経験の浅い医師で、大きな差が生じる。そのためのベテラン医師の会話の様子をビデオに撮り、それを分析することで、どのような説明の仕方をするべきかという情報を蓄積している。機械で可能な業務をできるだけ機械化し、医師が患者に向き合う時間を増やそうとしている。出来そうなところまでできているが、実際にやってみると難しい。これは介護でも同様のことがあると思うが、子供から老人まで患者によって言葉の使い方や話し方、方言が異なるため。AI技術は場面を限定すると使えるところまでできているが、実際の現場で使えるレベルまでにはそれなりの技術開発をしないと行けない。介護現場や家庭は個別性が非常に高い現場なので、その難しさは残るのではないかな。技術としては標準的に準備できるような技術を公的な機関で作って、各現場のコストを下げて、色々な現場に使えるようにすることが必要。患者との接触面としてロボットと会話ができるようなものや、具体的なロボットではなくバーチャルな表情だけ出るようなものも現実的になっている。話を単純にするのではなく、悲しみを表現する表情をするなど、かなり人間に近い状態で会話ができるようになってきている。無駄話のような会話はできるようになってきている。アレクサのようなテクニックはこれからも進むと思うが、もう少し踏み込んだ特定の話題を継続的に話ができることや、話した結果をもとに行動にするなど、まだまだ課題は多

い。例えば、AI ホスピタルでは、子供を対象にロボットが話をする実験が行われている。MRI のような検査をする時、子供は怖がって動いてしまう。アメリカではチャイルドライフスペシャリストがいて、子供に説明するが、日本はそのような専門家はいないので、鎮静剤を打つ。これには子供の体力の負担・コストの問題がある。また、検査後、しばらく家族が見守っていなければならないなどの負担もある。ロボットが子供に話をしすぎてあまり怖くないということを説明すると、鎮静剤を打たなくて済む。シナリオをある程度固定して、子供の反応もある程度調べられて、シナリオが作れると会話ロボットはできる。成育センターという子供の病院では、実証研究の段階になってきている。また、子供がソニーのアイボを触りながら遊ぶ動物療法というのがある。生の動物を使うと感染症など様々な危険があるので、アイボのほうがよいという。成育センターとソニーが協力し、子供の満足度や精神的な安定を測定する実験を始めている。そのほか、移動ロボットも進んできており、慶應大学病院では、体力が弱っている患者を検査室から検査室に運ぶときに、日立のロボットを使っている。病院は人が動き回っているが、その中でそれなりに使えるようになってきている。AI ホスピタルでやっているある部分は、介護の部分にもオーバーラップする部分があるのではないかと思う。

(比留川委員)

AMED と取り組む中で、介護ロボットはいくつか普及してきた。例えばパラマウントベッドは夜間に使われており、年間 1 万台販売されている。価格も安く、医療機器認証をとっている。RT ワークスの RT2 が 11 万 5 千円。介護保険給付で 1 割負担だと一か月 700 円位。売れた時のピークは月 2,000 台。移乗だと、FUJI の Hug が 60 万円位で月に 70、80 台売れており、年間にとすると 1,000 台位と少しヒットするものが出だしている。一方で 30 万円ぐらいする見守り機器は苦戦している。医療機器認証をとってないとバイタルも取れない。高いものは適正価格の 3 倍ぐらいである。介護助手を積極的に活用しようとする意欲的な事業所が出てきている。某介護事業者ではフューチャーケアロボットとしてロボットを活用し効率化のためにどうするか検討している。例えば、見守りのためのセンサーやドアの開閉で安否確認するシステム、施設のお風呂で声掛けをしなくて済むような安否確認センサーなど。ルンバで何分節約するのかの解析もしている。大手の製品に限らず、十何種類の機器を試している。まずはラボで検証し、データをとって有効だったら広げていく。全国 2 万床持っているが、眠りスキャンは、2 万床全部入れるかもしれない。十何億円の投資。リビングプラットフォームという事業所は、効率化で色々な機器を試している。サービスオペレーションをどうするのが重要。IT でなくても工夫していけば改善できることが結構ある。データをどう取るのか。厚労省で CHASE を出している。口腔ケアのデータが多すぎるという話もあるが、データを統合して取るのは手入力では難しい。機器で取っていくのにも限界がある。データをどう絞っていくかが議論されている。ND ソフトの記録ソフトと点数をマッピングしている業者があるが、既存の記録システムで点数の項

目は網羅できる。記録ソフトの市場は寡占状態になっていない。複数の業者が参入していて、寡占業者がない。コンバータは作らなくともよい。いかに記録項目を絞り、それをいかに効率よく使うか議論されているところである。システム化は難航している。データを統合的に取るシステムとしてはパナソニックやアズパートナーズのエガオ リンクがある。また善光会は独自のシステムを作っている。レセプトデータは自治体レベルの分析がそろそろできてきているところ。アセスメントのデータが出来てきた。いい方向になっている。自立支援を行っている事業所もあるが、データを取るとか機器を導入するところまではいっていない。オペレーションでリハビリ、筋トレ、栄養の管理をやっているというがほとんどである。テクノロジーを活用するところまでにはまだ至っていない。この領域にリーディングサービス業者が出てきてくれるといいと思っている。今後は、先進的な取り組みをしている介護事業者を支援していくのがよいのではないかとと思っている。テクノロジーのR&Dは、システム統合として必要だが、新規技術開発ではないのでお金の問題がある。既存の機器でまだまだ使いこなせていないものがたくさんあるので、それは継続し取り組んでいく必要があるのではないかと。加えて、どうしても欲しいものとして、例えば徘徊をどうやって見つけだすかという製品はなかなかない。ターゲットをいくつか絞って、介護サービスモデルを作っていくことに注力すべき。その中ではテクノロジーに詳しい人がいないとなかなか難しい。R&Dはデマンドのあるところに絞って行って、データをとってオペレーションを改善していくことが良いと思う。高齢化や少子化の問題は、2020年から2040年までそんなに深刻度が変わらない。一方、高齢者における認知症の割合は20%から24%になり、すぐに深刻化するの、ロードマップで2040年に出来ればいいというものではなく、どの順番でやるべきかというロードマップがまさに非常に大事だと思う。そのことをきちんと議論する必要がある。

(本田委員長)

まさにそこが有識者の先生に聞きたいところである。私も2040年まで待てないだろうと思う。今の話を受けてどうか。

(下河原委員)

2040年では遅いというのはまさにそのとおり。今、現場で発生している課題をきちんと抽出する作業からなされるべき。こういうテクノロジーがあるから現場でどう使えますか、ではなく、現場の問題の抽出が最初になされるべき。高齢者施設なのか在宅なのか、また在宅と施設の間なのか、業態ごとに分けて、それぞれ作業分解するべき。さらにその作業分解した中で、これがテクノロジーに取って代わると嬉しいという現場からの声を一番重要視すべきだと思っている。素晴らしいテクノロジーもあるし、機器展等に行き、実際の現場で使えるだろうかと考えながら見ているが、正直使えるものがほとんどないというのが現場サイドの声である。現場サイドとしては、いきなりホームランではなく、ヒ

ットやバントのような小さなイノベーションで良い。小さなイノベーションが何なのかということは、現場からの声がないとわからないものがたくさんあると思う。AI ホスピタルの話は前から興味をもっていた。現場で認知症のある方と医師の間で、会話の齟齬がうまれた時に、こういう会話をした方がいいといったサポートが入るといのはすごくありがたいと思う。医師は患者との接点は点でしかなく、介護現場はずっと面で支えているので、接し方に課題を感じているという現場感はない。こういう声をかけた方がこの人にはいいというのは、介護現場では介護職員が一番わかっていることで、そこをテクノロジーで代替する必要はないと思っている。一方で、会話の相手としてのマンパワーは全く足りていないので、そこにいだけで会話の相手として成立するようなロボットがもし実現したらそれは素晴らしいこと。今まで介護職員が5分10分と時間をかけていたものを、ロボットが代わってくれるのであればありがたいというのが現場からの声である。パラマウントの眠りスキャンやFUJIIのHugもやってみたが、介護現場の人は、自分でやってしまう。リフトひとつにしても、自分の腰を守るにも関わらず、リフトを設置してもなかなか現場で浸透しないという問題がある。移乗に加え、見守りも人がかかっている部分。利用者、入居者をサポートするという文脈とは別に、今一番介護の現場で問題になっているのが、介護職が全然いないこと。この資料にも書いてあるが、特別養護老人ホームをオープンしても介護職員が集まらないのでフロアーが空けられないということが現実になっている。もっと大変なのは、本当に自宅の生活を守っていきこうという訪問介護事業を担う人材がどんどんいなくなっていること。つまり手間のかかる大変な仕事から職員が離れていて、より楽な現場に移行しているという現状がある。自宅で生活し続けていく介護というのは、夢のような話に今後なっていくというのが現場感である。では施設に、となるが、施設も特養のように介護度の高い人ばかり入居させてしまうと、介護が非常に大変な仕事、つまりルーティンのおむつ交換、食事介助という仕事ばかりやっていると、人間どうしても傷ついてしまう。それで疲れて現場から離れていくという悪循環を繰り返している。介護現場の介護職達をどう支えるかということにターゲットを絞っていく必要があると思う。喫緊の課題として、介護職員の仕事をこれだけ減らすとか、これだけいいところに向いたとか、そういうところをひとつのターゲットとしたテクノロジーの開発を念頭に動いて頂けると嬉しいというのが現場からのメッセージである。

(本田委員長)

私も現場を見ていて、コ・メディカルと医師は違うという実感がある。点と面というのはあると思うが、田宮先生如何でしょうか。

(田宮委員)

子供の処置をする時のロボットというお話があったが、VRもかなりやっていて、メガネかけたら色々な景色が出てきて、子供も痛い処置を平気でやっている。VRを使ってやるこ

とは、子供ではうまくいっているようだ。高齢者でも出来るのではないかと思う。今日の会議の中で最初に気付いたのは、全ての家事をロボットにというコメント。難しいことをやる技術もすごく大事だけれど、家事におけるルーティンの部分をロボット化出来ないか。介護現場に対する介護ロボットという枠組みではなく、全ての働く人のワークライフバランス。介護職が離職する原因のひとつは、なかなかワークライフバランスをとれないこと。子供が少なくなっているというのもワークライフバランスの問題。また介護離職、介護による一般職の離職もそうである。家事の支援をもう一度見直してもよいのではないか。例えば洗濯機。家族の衣類を入れたら、洗って畳んでくれると楽である。布団カバーの紐、シーツ交換等、細かい家事で結構時間がかかる。ロボットというよりももっと簡単なテクノロジーでいい。細かい家事時間を減らすこと。介護は生活支援なので家事と共通点がある。そうすると家庭のお母さんも楽になって子育てしながらもっと社会に出て、介護職員も増えるかもしれない。日常生活でもっと支援できるところが色々ある。介護の中での技術が活用できないかと思っているのが爪切り。比留川先生にご相談したところ難しいとのこと。歯医者での技術を活用してどうにかならないか。歯肉を傷つけずに歯を削るような技術。意外と介護現場で爪切りはとても時間がかかる。一個一個の清潔行為において細かいところでサポートできればよい。コミュニケーション系はとてもロボットの強みである。コミュニケーションロボットはとても受けがいい。静かなフロアーでも、誰かが来るとロボットが声掛けしてくれる。「先生おはよう」と言われるとしゃべってしまう。時々変なことも言うけどそれもまた面白かったりする。また体操もロボットを使ってお年寄りがやっていたりする。意外と現場の活性化につながる。安全性の問題はない。それをもっと向上させるといい。コミュニケーション系では、音声入力技術がすごく良くなっている。記録の簡便化には可能性がある。自分自身メールは全て音声で入力している。それによりメールの業務が省けている。介護記録なども働きながら音声で記録をすることが出来るのではないか。介護職の方に記録をさせるのは大変だしもったいない。音声入力技術をもっと上げて、個別に介護記録も出来るようにしたらいい。音声入力と同時に会議システムというほどではないが、人が集まってコミュニケーションをとれる技術ももう少し良くなるといい。まだリアルにやるよりは面倒。そういった技術もなんとか出来ないかといつも思っている。医療にも関係してくるが、退院時の調整会議とか多職種が集まって会議するというのは、なかなか出来ない。しかし、それはとても重要な為、それをテレビ会議にして報酬付けて欲しいと要望したら通った。しかし遠隔でのテレビ会議でも報酬は通るのだが、蓋を開けてみたらほとんど使われない。その理由は、テレビ会議のシステムを整備できないということだった。さらにスマホでも算定可能ということも知られていない。もっとスマホを日常的にわかりやすくして誰もが使えるようにすると良い。コミュニケーションの技術には余地がある。診療報酬には関係ないので、今は議論の対象になってはいないが、遠くに住んでいるご家族が、調整会議で呼ばれて行くケースがある。もしそれがスマホで出来たら。今家族は別に規定がないから良いが、そこもコミュニケーション

のシステムがもっと良くなるといい。比留川先生が全国データ・市町村データを分析している。要介護認定調査の項目が、データとして使えるようになってきている。そこには細かいADLが入っている。歩行器が随分使えるようになってきている。ロボット系の歩行器と普通の歩行器があるが、要介護認定調査の、特に立ち上がりや歩行に関するADLに着目し、どのように推移するのか見ようとしている。今までの要介護度の推移では粗い。要介護認定調査項目は、介護DBでもリリースの中にはいっている。今私たちは市町村のデータで主にやっているが、将来的には認定調査を分析するタイミングもある。要介護度そのものよりは精度の高い分析が出来る。歩行器を使うと車イスまでの期間の違いは結果が出ていないが、なんとか出せないかと試みている。研究側からいうと、医療と介護のデータの突合を国が行っているが、元々の病気が何で元の状況がどうであるかをアジャストしなければ結果が出てこない。医療のデータを厳密に分析するなら、それもある必要である。最後にコミュニケーションの領域で補聴器についても技術が進歩してほしい。ほとんどの高齢者が嫌がって使わない。また高い。安くならないか。補聴器と認知症は明らかに関係する。ビジュアルとか耳からの刺激が入ってこないと認知機能が低下する。あとコミュニケーションからだんだん孤立する。もっと力を入れて欲しい。AIとかで何かで出来ないか。2040年に向けて色々なことが出来るチャンス。日本から夢がいっぱい叶うといい。2040年と言わずもっと早くと思っている。

(本田委員長)

介護は特殊なことではなく、生活の一部だということ。欧米アジアもそうかもしれないが、世界と日本の社会の比較を植村先生がずっとやられている。

(植村委員)

今年度の初めに、欧米では在宅につながるテクノロジーとして、どんなものが使われているのか調査した。OECDのデータから介護の現場の生産性向上のグラフを作ってみた。そうするとオランダ・フィンランド・ドイツは緩やかではあるが右肩に上がっているが、日本だけずっとマイナスに転じている。色々な要因があると思うが、ここを改善していかないと介護現場が立ち行かなくなっていく。テクノロジーの導入は絶対進めていった方がよいと感じている。田宮先生からあった、洗濯物を畳むロボットはダイワハウスがベンチャー企業に出資し、ランドロイドという洗濯物を畳んで仕分けをするというものを作ったが、ベンチャー会社が倒産してしまった。自動車メーカーなど大手企業と意見交換を行ったところ、サービスロボットという家の中で人と一緒に共生出来て、人の手伝いが出来るヒューマノイドロボット型のロボットの開発を進めているが、なかなか社会実装出来ないという課題を持っていることがわかった。様々な国際機器展でデモとして出しているが、実際の環境では、2cmの配線が下をはっているだけで、そこを越えられない。自動車部品の会社で、車椅子や腰の負担を減らすロボットなど、今まで自動車技術で培ってきた技

術を生かして新規事業としてこの分野に参入図ってきている。今後、社会実装をどう繋げていけるのが課題である。日本の高齢化が進んでいる中で、海外で話を聞いても、日本のテクノロジーが一番だと言っている。実際に社会のビジネスとして回せる仕組みを考える必要がある。アメリカのある医療機関では、ペーパーレスホスピタルで完全に記録をしない。データはデータセンターに全て蓄積している。手術の前も書類を探したりしない。病室に看護師が入ると、必要な情報がモニターに全部表示される仕組みとなっている。アメリカでは耳が聞こえない方など様々な障害を持った方へのアクセシビリティが法律で定められている。また、アメリカで実際に見てきたが、遠隔医療で自宅にしながら医師と話をし、診断が出来るような仕組みがある。医師・自宅の患者の画面に加え、もうひとつ画面があり、そこに自動的に文字で会話の内容が表示される。耳が聞こえない人もやり取りがわかる画面。社会にどう溶け込ませていくかというデザインも考える必要がある。2040年の未来に向けて進んで行くときに、こういった社会を目指したいというところがあって、最終的には在宅につなげていけるようなところが打ち出せるといいのではないかと考える。欧州、アメリカを見たときに、2040年のビジョンを各企業が描いているが、その絵の多くは個人が中心になって、そこからどう繋いでいくかという姿が描かれている。ケアを受けるのは高齢者であるが、テクノロジーをどう活用するかを決めるのは、高齢者自身ということよりは、家族であることが多いということだった。個人とかファミリーといった人達を中心の視点から描いてみてもいいのかと事例調査から感じている。概念的な話になるが、アメリカでも今、ベビーブーマー世代がシニアになってきて、そういうイメージが嫌だという話になってきている。例えば施設に入ると悪くなっていくというイメージを、ここに入るとすごく健康になって毎日楽しくて明るい生活が送れる、というような言葉の再定義の段階に入ってきている。今までであればトイレットと言っていたものが、バスルームと言われるように言葉を再定義していくようなイメージ。テクノロジーの新しい概念みたいなものがあるといいと思っている。

(下河原委員)

個人と家族という話がフィットした。我々の施設に導入しているテクノロジーのひとつに「ソニーの窓」という共同開発しているものがある。施設入居者の中には、家に帰りたという帰宅願望がある認知症の方が多い。その人が帰ろうとしている時に、施設職員と一緒に外に出て外を回って戻ってくるということに多くの時間とストレスがかかっている。そこでご家族の家と入居者の部屋をソニーのテレビを縦型にして常時接続している。困ったときにご家族を呼んで繋ぐと、4Kなのでそこにいるように感じられ、会話が成立する。認知症とどう掛け合うのかはわからないが、帰宅願望は減った。家族と個人との関係をもう一度取り戻すためにテクノロジーを上手く活用した例かと思う。(植村委員の)生産性向上のデータを是非お借りしたい。現場の作業効率をどれだけ減らせるかということに最終的には現場のニーズがあると、現場にいる人間だけにすごく感じるところがあ

る。そこが弱いというところに伸びしろがあると思っている。

(植村委員)

他の国の話を聞いたところで、生産性の向上という意味では、介護に介護士だけではなく、アバターで時間のある様々な人が介護施設と繋がって、ちょっと誰かと会話するというのも出来るのではないか。最近聞いた話では、潜在看護師や介護士が実は多くいる。ある民間の事業者で、介護保険外のサービスとして、例えば都市圏に家族がいて、地方に両親がいる場合、病院の毎月の付き添いに行けないというケースについて、介護士だと病室に入って先生の話聞くというのは医療と介護の報酬両方に関わることなので、サービスとしては介護報酬の中では出来ないところを、民間のサービスとしてやっているところがある。IoTで記録などを全て繋いだところ、75歳の方が空いている時間にまだ自分は働けるということで、そういうサービスに自分がやりたい時だけ加わっている。記録も全部タブレットで終わるので、オフィスに立ち寄らずに直行直帰が出来る。記録も全部引き継がれて仕事をやりたい時だけ参加する。そういう参加の仕方もあるのだと感心した。

(下河原委員)

日本で最近出てきたスケッターは、介護の資格を持っていない人が、スマホひとつで施設と直接繋がって、こういう仕事だけ頼みたいということに、1時間からサポートできるサービス。ちょっとしたボランティアの有償版みたいなものが始まっている。まさに介護現場だけで解決させるということより、地域住民を繋ぐテクノロジーの活用によって、地域住民みんながそこに興味を持つ。そのような使い方がテクノロジーとしての正解かと思う。

(辻井委員)

父親が100歳で介護施設に入居している。耳が悪くなっているが、思考はしっかりとしている。感じるのは空間として、介護現場が閉じた世界になっていて、家族との接触もほとんど切れてしまっている。耳が悪いので電話で話すことも出来ないで、結局行かざるを得ないが、離れているとなかなか行けない。しかしテレビ会議で音声認識できると、結構話せると思う。父親を見ていると孫もそうだが、街の中の子供とかとも話したいのではないと思う。フィジカルに動けなくなってくると空間が狭まっている。それが施設に入っているとまた閉じたようになっていて、全ての人が介護士と老人になっている。精神的にもよくないと感じている。今の技術を使うと先ほどのアバターの例など、何処かに出かけて行ってみるということは、物理的に移動しなくても出来るはず。その辺の技術は今できる技術としてあるのではないか。コストの問題はあると思うが、上手くスマホを使うなどもある。医療をやっていると、データを集積しないとダメだと思っている。ある特定の患者が、色々な病院にかかり、ばらばらにしか記録がない状態になっていて繋がっ

ていないことが問題である。介護現場もその人の病歴を繋ぐ必要があり、データを取っていることはいいことだが、どう集中させるかがかなり大きな問題になっている。AI ホスピタルでは、クラウドをたてて出来るだけ集積している。ある種の診断機能を持たせて、遠隔地の病院からのデータを送るとその結果がそこに返される。また専門的判断がいる場合には、都市の専門的な医療の方に流されるなど、もう少しシステム作りをしないと個別の努力だけでは出来ない部分が出てきている。

(本田委員長)

20 年待たなくても、今の技術で満たすことが可能なニーズもあるのに、なぜ出来ないのか。

(比留川委員)

まだまだ光る技術がない。メーカーも現場のことを十分理解出来るかというところも出ていない。睨み合っている状況。某介護事業者は一步踏み込んで徹底的に調べ上げている。我々が聞いたことがない機器も探してくる。別にハイテクなものばかりではない。例えばバイタルを取るにしても、データを自動で飛ばせないかや、血圧などを測定する時間が短い機器はどれかとか調べる。リビングプラットフォーム。1 分かかる業務が 10 秒になったら 50 秒助かる。それをローテクも含めて、徹底的に考えていく。食事を食べた量を記録出来ないか等。ローテクで構わない。何秒助かるかを徹底的に調べる。事業者側が踏み込んでやらないとなかなかそこまでいかない。大手はそれをやる余裕があるから出来るがみんなが出来るとは思わない。専門のラボがあって徹底的に調べ、知らないものを拾ってくる。とんでもないものを拾ってくることもあるけれど、それを一つひとつ評価してデータをとって使える・ダメということを検討する。これを誰かがやらないと結局何も進まない。そこまで踏み込む人を増やしていく。全国一律では無理。余裕のある事業所は多くないので、トップを育ていき、サービスモデルを作っていくことが大事だと思う。そのようなところから、このようなことが出来ないか、こういうものがあると助かるという話があって、これがありますよとか、無理ですねといった話が出る。洗濯物は無理ですけど。データで思うのは、電カルは自然言語で打ち込んでいくが、データとしては使えないと思う。本来であればカルテにしても介護記録にしても、まずは選択肢のうちのどれかというのを選んで、次は定型文。最後が自由入力だと思う。そのデータが自然言語で自由入力されても、分析するのが大変だと思う。ドクターが一万件のデータを分析するみたいな話にどうしてもなると思う。そもそもデータの入力が定型化できないかと素人ながら思う。

(辻井委員)

今 AI ホスピタルでは、緊急医療の領域で、定型化について検討されている。医師が発

言内容を定型的なものにシステムが合わせてくれて、それをチェックするだけで一応 OK な状態にしようというもの。音声認識を入れて、医師が色々なことを言った時に、それをどんどん定型的なデータに入れ替えていくと、そこを医師がチェックしていくだけでよいもの。それともう一つは、新人の人に関係するが、緊急医療の場合は、若い医師がやっている。経験がないと緊急の病人が来たときに、ベテランだったらこういう治療したほうが良いとわかることがわからない。それをある程度、観察事項を入れると類似の状態みたいなものを出して、過去どういう処置をしたか、こういう場合には何をした方がよいのかを教えてくれる。新人を助けるためには、過去の事例を蓄積しておくとかかなり役に立つ。そういうものが介護現場にもないかと思う。それともう一つ、Google や Facebook の AI が上手くいったのは、ビジネスとデータを集めるというのがうまく回ったため。介護や医療の部分は、そこが繋がっていない。だからプレイヤーがなかなか入れない。ビジネスモデルができない状態になっていると思う。ある意味では、ムーンショットみたいなものも一例だが、公的に上手くサポートしてあげて、ビジネスモデルが作れるような基盤を作ってあげないと、民間のプレイヤーだけでは出来なくなってきている気がしている。Google のようにデータを取りながら上手く回りますよといった状態にいくまでのインフラを公として作らないと参入出来ないのではないかという気がしている。

(本田委員長)

そのあたり如何でしょうか。

(下河原委員)

データとか管理という話が中心になっているが、そもそも高齢者施設に入居している高齢者が自分たちは管理されたいと思っているのか。命の生存期間を延ばすという前提で議論が進んでいるが、それは医療的観点だと思っている。命の生存期間を延ばすことよりも、残された日々に命を吹き込むことの方が大事だと思う。煙草を吸いたい人は、煙草を吸い続けられればいいし、お酒を呑みたい人は、呑み続けられればいいという観点を、特に超高齢者に対しては、採用すべきだと現場サイドでは思う。つまり血圧をずっと自動的に測れるとか、ベッドをちょっと起き上がるだけで離床センサーが鳴るとか、食事の量・水分量とか、こと細かくチェックするとか、AI で管理していこうという文脈でいくと、どうしても施設がより施設となっていき、住んでいる人達が幸せでない状況になる。高齢者住宅を経営するものとして、視察しに来る方にいつも言っているのは、管理しないということ。食事もお小水も、玄関の鍵さえも管理しないスタンスに改めて今フューチャーされてきている。取材の量や海外からの視察の量も含めて考えると、そこをもう一度見直そうという潮流が始まっていると個人的に思っている。つまり目的は何なのか、もう一度明確にすべきだと思う。日本人は問題を解決する能力が強いが、目的を見つけだす能力が弱い気がしている。その目的が何なのかもう一度きちっと議論し、的を絞ってそれに対して盛り込ん

でいくべき。

（比留川委員）

事業者がどういう介護をやりたいかということが一番大事。国としてどういうことを目指すか、どういう介護をしたいかである。

（下河原委員）

某介護事業者が管理といい、最近カメラが復活してきている。そういった方向にいつているのは、家族からの訴訟リスクのためである。ほとんどがそのようなケースである。

（比留川委員）

某介護事業者のモチベーションはシンプルで、今のままだと介護する人の数が足りなくなる。それをサステイナブルにするためには、効率化が必要。シンプルにそれだけである。介護するためには時間がある。その余裕を作り出すために、無駄を省かなくてはならない。目的があってアプローチがある。それはそれぞれあるが、それは別に効率化を目指すからと言って、介護出来ないということはない。それぞれがどういう目標を掲げて、そのために何が必要かを考えていくということ。効率化は一つの目標だし、それぞれ幸せは100名いて100通りだと思うのでやっていくべき。

（下河原委員）

テクノロジーの導入に対して積極的な姿勢を持っているのは大手企業ばかり。その中でも介護付き有料老人ホームで一時金数百万から数千万を取っている事業者ばかりである。テクノロジーを導入することで、作業効率を上げたり、働く人達の負担を減らすことによって人員を新たに確保し、自社のシナジーを狙っている。当委員会においては、もう少し時間軸と空間軸を広げる必要がある。つまり、なかなかお金をもらえず、人材がひっ迫している中で、国民のニーズが高い特別養護老人ホーム、在宅の訪問介護。そこに、如何にテクノロジーが活用できるかというところをドライブさせていかないといけない。

（本田委員長）

国がすべきことと、あと自己責任で判断するというマインドを個人がもっているかどうかは難しいところである。今後、大手はおそらくロボットを入れて何等かやと思うが、人口が減っても働く人が本質的にいないわけではない。働き手はいるけれど、働く環境が出来ていない。それをアバター等の遠隔の技術を使えば、介護施設には行けないけれど、ある介護施設の仕事を代理人のロボットみたいなものでテクノロジーを使えば出来ることもあると思う。リタイアした人達やスキルが少ない人達が何らかの助けが出来るなど。例えば、中国の工場でやっていたことがあるが、素人にトレーニングする時間が無駄なの

で、ヘッドセットとマイクをつけてバックヤードでは、よくわかっている作業者が遠隔で教える。素人にトレーニングする時間を削減する取組を5-6年前にやっていた。そのような技術が進んできているので今は様々なことが出来ると思う。国としてやるべきことと個人の責任、なかなか難しいところがあるが、その辺りでご意見ございますか。恐らく今のテクノロジーで無理やりすれば相当助かる施設があると思うが。やはりコストの問題がある。特養などはそもそも買うお金もないし、ロボットやAIを入れたとしてもすぐ使えないと思う。ある程度トレーニングが必要になると思う。それをやっている時間は現場には無い。ロボット開発にはお金がつくが、実装という観点には予算つきにくいのではないか。

(葭仲オブザーバー／経済産業省)

今進んでいるムーンショットの議論に関しては、社会実装も含めた形でしっかり見ていこうと話している。逆に世の中から要望があればむしろ予算の組替えをしていくということはやぶさかでない。

(本田委員長)

ロボットには人工筋肉もないし、軸数でモーター使っただけしか動かないので、人間のような複雑な動きをするというのは、コスト的に現実的ではない。手触り感もまず無理。そうするとイノベーションを起こすためには、服の形とTシャツに統一するとか、おしやれはしないなど、ロボットに合わせて、我々のライフスタイルのやり方を変えるということまでやらないと出来ないと思う。田宮先生その辺どうでしょうか。

(田宮委員)

単純に洗濯機を改造すればいいのかと。ロボットが人型である必要はなく、家族のタグをよんだら洗濯し、せめて投げてくれれば良い。その後畳んでくれれば。ロボットで一人の人がやるのではなくて、洗濯機の改造とかそういったマシン系をもうちょっとやりやすくする方向があるのかと思う。辻井先生がおっしゃっていた、医療と介護が何処で何をやっているのかバラバラだという話はとても大きな問題。医療IDを活用して突合し、それを本人が使えるようにしようというのは、データ技術改革のところでやっている。それとは別に今までは一人の方が病院にかかって在宅サービス受けて施設に入ってまた病院にかかってというのが今までは全く分かっていなかったのが、レセプトの範囲で、医療と介護が連携するというのは素晴らしいことで、全国でできるようになった。今まではわからなかった、特養では薬が増えたとか等、様々なことがわかってきている。研究者の間では、世界でも注目されている。ソーシャルケアとメディカルケアは何処の国も別々である。個人に着目したビックデータはない。日本だけにあるので本当の介護のための医療はどこまでなのか。医療モデルでどんどんやるのは間違っている。全て監視することでは決

してない。ミニマムでは医療はどこまでなのか。2040年の議論の時に話したが、技術や医療は常に足し算の考え方だが、そうではなくて、ここまで削っても大丈夫という方向のアカデミックな分析をしていかなければいけない。その材料になる医療介護レセプトというのが全国版で出る。しかしそれを分析する人材がすごく少ない。でもその取っ掛かりは出来てきた。

(本田委員長)

医療のこともあるが、健康と老化の問題、認知症についてはどうか。

(田宮委員)

少し違うかもしれないが、家族の話が出て訴訟が怖いと。国民全体が、老いていくのはどうということなのか、病気を全てなくしていくことが健康ではなく、色々な疾患を持っても自己実現できていればいいという意識が日本にはまだ希薄。国民皆保険の中で医療に依存している。全て病気を見つけたら治していく方向に行っている。その全体を変えていかないと、何かあったらすぐ訴訟になる。それを気にしていたら全部モニタリングしていなければいけない。医療ケアもどこまでもやらなければいけない。国民全体の意識を変えていかなければいけない。エンドオブライフをどこまでやるか、延命治療をどうするか。

(下河原委員)

ACPの推進について老健事業で別にやっている。最終的に超高齢者になればなるほど医療は引き算のほうで最後に幸せに亡くなっていくと現場レベルでは感じている。ACPは揺れ動くもの。データが蓄積された結果、本人は何もしない方がいいという結論に繋がるような気がする。データを蓄積していく意味でも、医療と介護にもシナジーとして、終末期の過ごし方を決定する上での判断材料にしていくことは大事。我々高齢者住宅は、医療は最低限。むしろ点滴さえしない。点滴するから痰が絡んで痰の吸引が必要となり、医療が必要となって病院に行く。それで医療依存度が高くなって医療費がどんどん使われるという悪循環。なるべく医療的介入を断って自然な老衰死に導くという意味では、まさに厚労省が進めているACPが必要である。面で支えている介護職だからこそ、ACPがしやすいという文脈で進めているが、もっと前の元気なうちから、最期をどこでどんなふうに迎えたか、質問を蓄積していく流れが必要である。

(比留川委員)

介護現場で、この方が幸せだというのはある程度肌で感じられていると思う。薬を減らすというのは、介護現場の判断では出来ない。あくまで医師の判断が必要。そのためにはバックデータが必要。実際にこういう風な介護をやっていたら、こういうように幸せにな

りました、だからこの薬（眠剤、下剤）多すぎませんかという議論が出来ないといけない。某介護事業者の話ばかりになるが、もともと保険会社があってデータを集めた。服薬・栄養データをかなり統計処理できる規模で集めていた。それを基にどういう介護をしたらいいかやってみたいと考えている。介護側から見て医療もこうあるべきだということろまでいかないといけない。その為にもちゃんとしたデータが必要。

（田宮委員）

医療介護レセプトでそれが出来る。データではないが薬については。ただハッピーかどうかというデータはない。

（下河原委員）

自宅療養指導に入っている薬剤師の力を活用すべき。薬剤師が減薬プロジェクトという名目で本人の薬の状態をすべて把握し、これは必要ないというのを薬剤師の視点で判断する。それを医師と介護職に伝え、皆の合意をとったら減らす。その経過を介護職がきちっと見ていくという取組をやっている。すごく薬が減っていく。訪問してくださる薬剤師の活用等、協力者を増やしていく文脈が大事。

（本田委員長）

ステークホルダーとして生命保険会社が、ロボットの普及において一定の役割を果たすかもしれない。例えば、ロボットとAIが個人の生活習慣から、どのようなことに気を付けるべきかアドバイスをするなど。ロボットやシステムにかかる費用を保険会社が負担し、その代わり保険会社は保険料下げる、データを蓄積する仕組み。データが大事というが、15 - 20年前のアメリカを政府が個人のビックデータを取ろうとして失敗した。保険会社のカイザーパーマネントが、地域でデータを取り出した。今どうなっているのか植村先生が詳しいと思う。また、そのステークホルダーはどう感じているか。

（植村委員）

アメリカのIHN（Integrated Healthcare Network）である、カイザーパーマネントはアメリカで最も多く病院を運営している。医療から介護、終末期まで患者個人を繋いでデータを蓄積している。彼らにとって、病院はコストセンターでしかない。保険会社は病院にかかって欲しくない。保険料が増大するので、無駄なことをしないモチベーションで動いている。無駄な薬も出さない、個人中心の考え方で、医療機関が変わっても常にその人の記録は継続して記録される仕組みがあり。ある意味お客様の囲い込み政策ではあるが、在宅も含め、どの状態になっても常にその人がこれまでどういった治療を受けてきたか全て記録が残っている。今年の8月のヒアリングでは、個人のデータが溜まってきたので、病院事業体で、そろそろあなたはこの検診を受けるべきと

か、個人の状態にあったアナウンスを啓蒙活動と合わせてその人に向けて発信している。独自の情報があるので、この検診は今受けない方がいいなど、個人に決定権を委ねている。その検診を実際に受けるかどうかは、個人の責任になる。かなりのIT投資をしている。今までであれば待合室で何時間も待っている間に、他の病気がうつらないかという心配になるイメージがあるが、診察を在宅で済ますことも出来る。クリニックに行くとしても、クリニックがカフェのようになっていて待合室がない。医師と何時と時間を決めているので受付もない。医師はノートPCを持って、約束した時間に部屋に来る。クリニックとしての費用も抑えていける。啓蒙活動出来るような場にみんなが集まって、子供や家族が情報を取れるデザインに変わってきている。個人が情報を自分で管理し、どうしたいかを個人が決める。日本では個人が持てる情報がなかなかないと感じている。アメリカの場合は保険事業者が主体となっているが、フィンランドでは、人手不足で、在宅に訪問で行くところに手が回らなくなった。国がやっていたサービスを民間に委託して民間事業者がバーチャルな訪問介護をやっている。ベンチャー企業がそれを支えている。従来は1日3箇所しか訪問出来なかったが、そのサービスを活用すれば、1日1回、ご飯を作るために訪問するのみとなる。それ以外はバーチャル。例えば、センターから薬を飲む時間に声掛けするなど。実際にどれぐらい効率化が上がったかというデータがとられている。在宅にネットワークが繋がったら、新しいサービスがうまれてきた。最初、サービスを受ける側は、実際に来ないなんて心配だと抵抗を示していたが、やってみると新しいサービスが受け入れられた。その時間に繋がっている人達が、自分が趣味でやっているようなクラブ活動のようなコミュニティがいくつも起こってきて、家にいて今まで誰ともしゃべれなかった人達が、同じ年齢の方々と話が出来る。体操の時間を作っていてみんなで一緒にやる空気感を共有できる新しい効果がある。

(田宮委員)

特別に大きな画面があるのか。

(植村委員)

いいえ、普通のテレビの画面に繋いでいる。

(辻井委員)

アメリカの場合、医療や介護に対する公的関与が比較的低いのではないかと。プラベートがステークホルダーで入ってくる。フィンランドとか北欧系はどうなっているのか。北欧だと公的関与がもっと強い気がするが、彼らはどういうモデルでやっているのか。

(植村委員)

フィンランドでは医療・介護は100%公的サービス。そのためには効率化を上げなけれ

ばならず、医療介護情報のネットワークと構築している。データを取ることに国民の同意をもらい、それを活用してサービスを提供していく方向で頭を切り替えている。フィンランドは小さい国なのでデータは今までも蓄積してきている。Google や大手に参入してもらい、ノキアがなくなった際にベンチャー支援を多くした。ベンチャーも大手企業も必ず海外展開を視野に入れている。また、それらとともに大学、研究機関がビジネスを回している。ステークホルダーが色々いる。最終的にはベンチャーを育て上げたい。最初に聞いたときは、大手が来たら大手にもっていかれるのではと思ったが、決してそうではなく一緒にやることでベンチャーを引き上げていく仕組みで色々な取り組みを行っている。

(辻井委員)

日本では全体のシステム設計については、公的な関与で作らざるを得ない気がする。それで個々のプライベートなプレイヤーが参入できるような基盤を上手く作ってあげる必要があるのではないか。

(田宮委員)

フィンランドでは国民に、データを活用することについて同意をとった。そこがとても重要である。日本はそこが大きなバリアになっている。どうやってとったのか。

(植村委員)

全部 ID をとった。今、調査結果を取り纏めている。もう 1 か国、オランダを見てきた。オランダもデータを使えるように国民の同意をとったが、国民から心配だとの声が高まり、国で進めていたデータ統合が 1 回頓挫した。その後、民間の保険会社がデータは必ず必要だからと非営利の NPO 法人でずっと続けて、結局、国民も同意した。最終的には国のプロジェクトとして戻ろうとしているところ。

(比留川委員)

国民が政府を信じているところが大きい。

(田宮委員)

そこがあれば民間が参入できる。

(辻井委員)

小さな国はコンセンサスが作りやすい。北欧やオランダは上手くいくが、人口が多くなると政府に対するトラストが落ちて、システム設計が難しくなっている。

(田宮委員)

データは国民のものという意識がある。

(本田委員長)

日本でも厚労省は全体を見るが、実際の実務のところは、地域包括ケアの中で自治体単位で出来るだけ小さくしてやる可能性はないのか。

(田宮委員)

市町村毎に医療・介護レセプトを持っている。特に介護の方。つくば市や柏市などは市町村で理解が得られた。医療と介護のレセプトを個人で繋いで分析をしてもいいという理解を得られたのは、市町村が力を持ったから。地域包括ケアを市町村レベルにしたから出来たこと。

(本田委員長)

ロボットなど新しいテクノロジーも、国全体で一括でやるのではなく、そこから少しずつ崩して広げてやっていくこともあるのか。

(田宮委員)

市町村はそういう方向性は持っているようだ。

(比留川委員)

自治体は実際にデータを持っている。医療データも介護データも統合できる。また介護保険の保険者なので抑制したいインセンティブが働く。介護事業者の立場に立ってみると、特に特養がそうだが、介護度が重くなって報酬を受けた方がいい、どうせやるならたくさんあった方がいいということで。自立を上げて介護保険を減らしていくというインセンティブがあまり働かない。自治体は、総費用を払わなければいけないので、介護保険費用を抑制出来た方がいい。また厚労省の場合では制度的に出来るのか。開発費として自治体にお金をつけること。

(諏訪園審議官)

できなくはないが、自治体が具体的にやるというよりは、自治体と企業、あるいは大学等と一緒に連携する場を作っていくのが先である。

(比留川委員)

自治体にはプロジェクト全体の責任者という体制ができないか。

(諏訪園審議官)

自治体が引き受けるかどうかという問題はある。早く治して早く退院させてあげようというのが民間の病院。介護は得てして折角デイサービスにきてもらって、要介護が要支援

になってしまうと来てもらえなくなってしまうから、利用者をよくしたいとは思っていないと平気で言う人もいる。仕事を間違えていないかと思う。要介護度はなかなか改善しないが、よくしてあげるのが仕事である。医師はよくすると損するのは報酬がおかしいと言わない。介護の人も言わない人が多数だけど、一部にそのように考える人もいる。民間事業者もみんなが営利思考ではない。治してあげたい、要介護度を下げてあげたいという想いの方も大勢いる。事業者が逆のインセンティブを意識して研究をそちらの方向へいくことでも必ずしも無い。

(比留川委員)

本来は、事業者が利用者の介護度を下げていくとすごくよい。まず全体費用を抑えられる。本人も幸せ。寝たきりから動ける状態までになるなら高齢者も幸せ。利用者が元気になっていくと働く人のモチベーションも上がる。自立支援介護をやっている人は辞めない。元気になっていくのを目の当たりにしていくとやりがいが出てくる。介護される人が幸せだと辞めない。そういうモデルが出来るようになるといい。

(田宮委員)

介護保険を作った時から、それはずっと議論になってきた。インセンティブをつけて出すなど、至急検討するとして法律は通ったが、その後どうしたらいいか難しいので一部だけやっている。韓国は在宅も施設も要介護度が下がったところに報奨金を出している。その為に一人のマンパワーがずっといるぐらいのデータを出さなければならない。現在の厚労省の介護度の仕組みは、悪ければ悪いほどお金が取れる仕組みになっているのは仕方ない。そのインセンティブについては、議論を進めてもいいのではないかな。一部進んでいる施設では、デイの中で出来てはいる。ドリブンしてほしい。

(比留川委員)

それができれば一番よい。事前に自治体レベルで自治体を分ければ。

(田宮委員)

どこかで事例があるはず。

(比留川委員)

大分や和光など。

(田宮委員)

市町村でやるのがいい。

(比留川委員)

自治体がやってくれるのがいい。今の制度なら。

(田宮委員)

自治体はやり方によって、自由度があるので、介護保険の運営とか可能性は高い。

(下河原委員)

医療と介護の現場でなぜ医療は引き算が上手くいって、介護では引き算できないのかの議論は不毛で、医療の現場でもどんどん診察を重ねて診療報酬を積み重ねていこうというバイアスが発生しているという話はよく聞く。介護の現場で介護度が下がると売り上げが下がるということで立ち行かなくなるというのは、本当にぎりぎりの報酬の中でやっているが故に、医療ほどの余裕がないということ。本当にそれがなくなったら事業者がつぶれる状況だからだと思う。手前味噌だが、弊社サ高住では介護度は下がっていくし、介護報酬もなるべく介護保険を入れるなど指示をして今までやってきている。人は辞めないし、皆さんモチベーション高く仕事出来ていることは間違いない。間違いないけど、実費の方でしっかりお金を頂いているので、介護保険が最終的になくなったとしても、経営的には回していける担保があって初めてそれは実現する。つまり介護報酬だけで、ビジネスモデルを構築してしまっている介護事業者は相当厳しい状況にあって、そこは減らされては困るというバイアスがかかるのは当然の話。報酬としての価値も全然違う。介護でなるべく医療にかからない、なるべく介護の手をかけない自立支援はすごくインセンティブの大きい仕事をやっているにもかかわらずそこに対する評価が低いので、報酬額の違いもある。医療の場合の報酬額と介護の単価は全然違う。そういう意味では、介護という仕事に対する報酬の見方そのものも、医療と同じレベル、目線で語れる位の報酬にしないと、介護現場のモチベーションが上がっていかない。例えば看取り。自然な老衰死を導くことはスキルの高いこと。そういったことにインセンティブを付けてあげるとか。

(田宮委員)

サ高住に看取り予算とかないですね。

(下河原委員)

ない。インセンティブで動くということより、介護で看取りをやっている人達の思いは、それが一番いいだろうという思いに立っている、でも普段からの報酬がすごく少ないので、やはり経営が苦しい。当然給料も払えないという悪循環になっている。介護業界全体の介護報酬を上げるべきとは言っていないが、あまりに厳しい経営環境においては、働く人達のモチベーションが上がらない。看護師と介護士の初任給とその後の給料の違いというものが、如実に表れていると思う。

(田宮委員)

介護の報酬を上げていかないとクオリティを保てないと思うが、それだけに頼っていても無理がある。日本で介護の社会化を進める過程では、補償や、家族に対するコンサルテーションに対しての政策が必要と思うが、あまり検討されていない。家族がワークライフバランスをとりながら、家族介護をして、大変になったらフレキシブルなショートステイへといったもの。今日本はこのようなレスパイトがフレキシブルに出来ていない。家族の支援をしながらインフォーマルケアとフォーマルケアのいいバランスでやっていく必要がある。OECD の家族介護力の比較があるが、日本はデータがないから外れている。ナショナルデータが OECD の中で家族介護に対してないのは日本だけ。そこは厚労省の方に話して、最初は、社会化として言ってきたので家族とはなかなか言いにくい流れがあった。もう 20 年経っている。フォーマルケアに対してもっと手厚くことをやらないといけない。そこにロボットがもっと入るべき。

(諏訪園審議官)

最後に、NTT データに作ってもらった資料をもとに、今日、今からこの 5 年、10 年位をどう進めていくか議論をして頂いた。高齢化率がそう変わらないのではないかという話があったが、75 歳以上の数がどんどん増えていき、介護を使いだすということと、一方でオレンジ色の若い人達の数 2040 年までで 2 割減る。そこから 2050、2060 年と更に減っていく。某介護事業者に色々やってもらっていて、厚労省も生産性向上のプロジェクト、トヨタウエイ的な何秒何分節約していく何とか当座やれないかという方法論もやっているが、これぐらいの先になってくると、突拍子もない技術が入ってこないとなかなか難しい面もある。未来イノベーションで議論して頂いて突拍子もないのも含んだ絵も作って頂いた。今日はバックキャスト型の議論でないのでこちらから始まるが、いずれここに繋がるような議論にして頂けると有難い。

(本田委員長)

難しい課題である。政策介入するタイミングをいつにするか、現状認識をどうするか、テクノロジーがどう介入していくのか、この 5 年位のことと、20 年先本当にそれが積み上げ式でいけるのか、もっとパラダイムシフトするくらいのことがあるのかどうかなどについて、委員会として集まるのが難しいため、メールベースを含めて、NTT データとは時間を割いてやっていきたいと思っている。今日は貴重な時間を 2 時間頂いた。難しいことだが、そもそもウェルビーイングって何なのという問いかけは必要。厚労省、経産省ともディスカッションしながら進めたい。システム化やロボット化、レセプトデータ含めていい動きが出てきている。日本が得意なモノづくりとテクノロジーで、現場の人がそこで働きたいと集まれる場にしていかないといけない。海外の面白い情報を聞いて、日本独自にどうしていけるのか。フェーズは 3 つくらいだと思っている。一つは、待てないところ

をどうするのか。次に10年位のところでどうするのか、そしてムーンショット。先生方の意見を纏めて何としても出さないと時間がないと思っている。NTTデータが纏め、メールベースで議論をさせて頂きたい。経産省、厚労省最後に何かあるか。

(井上オブザーバー／厚生労働省)

ロードマップ作成にあたっては、未来イノベーションワーキンググループの中間取り纏めを踏まえて、3ページ目の8つの社会イメージがあり、これを大前提としてバックキャスト方式で5年後、10年後の議論をするという目的だったが、これまでの先生方のヒアリングの中でいくつか2040年に目指す姿として、9ページの介護予防、認知症ケア、人手不足の部分でご意見頂いている。こういったところも随時盛り込んで頂きつつ、2040年の最終的な姿のところを確定させたいと、遡っていくような議論がもし頂けるのであれば非常に有難い。引き続き宜しくお願い致します。

(葭仲オブザーバー／経済産業省)

現在ムーンショットの議論でNEDOとJSTの方ではインセンティブがついている。この12月に国際会議で内容を絞り込む。一方、AMEDとナローの方は、別途今回の補正に乗せていく方向で話が進んでいる。その中で、AMEDで持つところのムーンショットに関して、厚労省・文科省・経産省3省連携で、話を進めていこうという話になっている。この中で是非、厚労省の方から話があった、4番のところ介護職としてどのような技術の後押しを得て省力化であったり、より人々が幸せに暮らせるようにというところを、ムーンショットとしてどういうものが適切であるのか議論頂ければ。引き続き宜しくお願い致します。

(本田委員長)

最後に、12月20日に北京で日中合同医療フォーラムが開催される。野村総研が仕切っているみたいだが、各企業が集まって医療だけではなく健康、介護が入っている。中国と付き合いがあるのですごく心配している。中国は鶴の一声で色々なことをやってしまう。我々がムーンショットと思っていたものをやってしまうことも考えられる。先日気づいたのは、コミュニケーションロボットの中国メーカーは、300億の売り上げがあるらしい。大した技術ではないもの。ところが国が大きいので、各省の中にある、子供の教育用の科学施設に、全てプラットフォームとして入っている。国や省が支援しているものがあるが、アーリーアダプターが、大手の企業などの民間ではダメだと思っている。そこには何らかの公的な形のものを組んでやる必要がある。デンマークでは、官僚が関わったら事業からスピニングアウトし、ベンチャーを作ってロボットをやりだしている。年末には情報を集めて一定の報告が出来ればと思っている。長時間有難うございました。

以上

2 第2回検討委員会 議事

厚生労働省 老人保健健康増進等事業

「2040年に向けたロボット・AI等の研究開発、実用化に関する調査研究事業」

第2回検討委員会 議事録

● 日時：2020年2月6日（木） 15:00-17:00

● 場所：TKP 新橋カンファレンスセンター

● 出席者：（敬称略）

（委員長）

日本医療研究開発機構 プログラムスーパーバイザー

大阪工業大学 ロボティクス&デザイン工学部 教授

本田 幸夫

（委員）

東京大学大学院工学系研究科精密工学専攻 教授

同研究科人工物工学研究センター センター長

浅間 一

株式会社日本政策投資銀行業務企画部イノベーション推進室

副調査役

植村 佳代

国立長寿医療研究センター 副院長

健康長寿支援ロボットセンター長 センター長

近藤 和泉

株式会社シルバーウッド 代表取締役

下河原 忠道

産業技術総合研究所ロボットイノベーション研究センター

研究センター長

比留川 博久

（オブザーバー）

厚生労働省 審議官

諏訪園 健司

厚生労働省 老健局高齢者支援課 課長補佐

井上 栄貴

厚生労働省 老健局高齢者支援課 室長補佐

山田 士朗

（事務局）

株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所

足立 圭司

柴田 創一郎

山内 勇輝

● 配布資料

- 資料 1 : ロードマップに関する討議資料
- 参考資料 1 : 協議書
- 参考資料 2 : 委員名簿
- 参考資料 3 : ヒアリング対象者
- 参考資料 4 : ヒアリング調査結果

● 内容

1. 開会の挨拶
2. 討議
 - (1) ロードマップに関する討議
 - (2) 社会の仕組みに関する討議
3. 閉会の挨拶

【主な議事】

1. 開会挨拶

委員長である大阪工業大学ロボティクス&デザイン工学部 本田幸夫教授より開会のご挨拶を頂いた。

・エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所にてヒアリングを実施し取りまとめた。次年度、厚生労働省、経済産業省を含めて、特に福祉関係のロボット・AI の政策をどうしていくかというところに打ち込んでいくような資料になっていくかと思っている。忌憚ないご意見をいただいて資料としてきっちりまとめた報告書にしていきたい。

2. 委員紹介

株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所より委員紹介を行った。また、オブザーバーである厚生労働省老健局より、ご挨拶を頂いた。

・厚生労働省だけではなく、政府全体のムーンショット型研究開発事業として、CSTI（総合科学技術・イノベーション会議）が先行して進めているムーンショット型研究開発制度がある。健康・医療分野の必要性を指摘され、先行する NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）、JST（国立研究開発法人科学技術振興機構）の分野を追いかける形で、内閣府から一括計上して補正予算を要求し、100 億円の予算が付いた。先行するムーンショットと比べるとゼロが一つ少ないが、引き続き来年度以降も予算要求して頑張っていくことを健康・医療戦略室、文部科学省、経済産業、厚生労働省で確認している。そうした中で、同時並行的に事務方レベルでムーンショット型研究開発事業の具体的な目標案を議論していかなければならなかったことから、その参考とすべく、委員の先生及び有識者からヒアリングさせていただいた。健康・医療分野に限らず、

ムーンショット型研究開発制度を横から見た場合、特にアバターロボットと、サイボーグスーツが一つのトレンドとなっている傾向があり、事務方レベルで要求や具体的な目標を考えていく中で、少し強調した形で持ち上げているということをご承知おきいただきたい。資料にある「2040年に必要なロボット・AI像」について逐一報告できなかったが、今説明した経緯でアバターロボットとサイボーグスーツを強調して作成している。

(比留川委員)

おっしゃったムーンショットについては主ボードなどでいろいろ聞いているが、スーツやアバターが重要テーマに入っている。現状 JST と NEDO で執行するだけの話かと思ったが、新たに要求した予算と今すでに上がっている重要項目との関係は含まれているのか関係ないのかどちらか。

(厚生労働省)

どちらもある状況。私どもは老健局なので健康・医療分野の中でもとりわけ福祉・介護の世界でアバターやサイボーグスーツを考えていきたい。予算要求上はもっと大きな健康医療分野において要求していくところだけを持ち上げている。先行している JST サイドで立ち上げているところがあるので、汎用性のあるものを先方がやっていくのか、介護に関係する部分は健康医療分野でやっていくのか、これから事務局側で関係機関の調整が始まる。

先行している JST と NEDO が 1 年早く要求したのにその作業が遅れていて、そこに健康・医療分野が追いつきつつある。今年 6 月に、NEDO に健康医療戦略本部で具体的な目標を掲げようという動きが内々にあり、結果的にはほぼ追いつく形になっている。担当レベルでは文部科学省サイドや JST サイドとこれから調整していかなければならない。

(比留川委員)

同時期に攻防みたいな感じになるのか。

(厚生労働省)

対外的には同時に走り始める形に見える。

3. 事業概要

株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所より討議内容 (1) ロードマップに関する討議についてご説明を行った。

4. 討議

(本田委員長)

アバターとサイボーグスーツに関して JST の基礎研究や NEDO の要素技術があるが、厚生

労働省の思いは、実際使えるように社会実装するためには、現場でどう使っていくか考えながら研究開発を実用化していくというもの。有識者の先生にヒアリングした結果をまとめているので、アバターとサイボーグスーツというカテゴリーについてご意見をいただきたい。最初に浅間先生と近藤先生からご意見をいただきたい。

(浅間委員)

アバターの定義というところから入りたい。ここで書かれているのはいわゆる全日空がやっているようなものの外装というイメージか。様々な実現方法があると思うが、このイラストでいうと人間型のロボットがインターフェースになるようなイメージだが、こういうものに限定するということか。

(NTT データ経営研究所)

定義としては遠隔操作や自律動作によって介護者・医療者の代わりに生活支援コミュニケーション支援を行うことを青枠で書いてある部分として考えており、インターフェースとして人の形にするかというところは議論の余地があるところと考えている。

(本田委員長)

浅間先生、2040 年、50 年を想定しているが、そこまでにヒューマノイドを完成させるのは無理だと思いますか。

(浅間委員)

無理だと思う。今、ある程度技術開発が進んでいるものが社会に浸透するのに 20 年くらいかかっているので、現在の技術を実用化し、現場に実装化するのが 2040 年ではないか。ゲル状など基礎からやるものは 2040 年には間に合わない。

(本田委員)

おっしゃる通りだとは思いますが、ムーンショットなので、資料をまとめる時、イメージとして映画やアニメのようなイメージがあるかと思い、イラストレータに書いてもらっている。それをブレイクダウンして 2040 年くらいまでに実現できれば。ANA が進めているものも 20 年以上前に関西空港でやっているが全然広がっていない。また来た道を歩くわけにいけないので、今の技術で何かすれば変わっていくという意見を先生方にお聞きし、実際に本当に実用化して、社会に広がるようなまとめにしたい。

スマホとガラケーにしても、1980 年代にスティーブ・ジョブズがアップル・ニュートンなどを始めて、結局 2000 年代前半まではガラケーが使われていたが、突然 PDA などが出てきて、今はほとんどスマホになっている。アイディアとしては 20 年 30 年前からあり、その間に徐々に技術が進化してきている。今の 2020 年の時点で考えれば 2040 年というのがど

のくらい前に考えていたことが実現していくのか、あるいはもっとやらなければいけないということを整理できれば、政策としてよいという思いがある。

JST も NEDO も AMED（国立研究開発法人日本医療研究開発機構）もみんな同じことをするのは金銭的にもったいないと思うので、例えば基礎は JST でノーベル賞級のことをやるのであれば、そこから切り分けて、社会に実装するところは例えば AMED とか NEDO というところを入れていけばいいということも考えている。

（浅間委員）

このアバターが何をするかにもよる。コミュニケーションはやりやすいかもしれないが、フィジカルな話が入ってくると難しい。移動支援はフィジカルが入るし、移乗だとベッドから車いすに移すなどかなりフィジカルなインタラクションが入るので、かなり難しくなる。アバターロボットがどのようなサービスを提供するかによって実現が 2040 年より早まるものもあるし、2040 年に到底できないものもある。アバターロボットが何をやるのか、アクションの定義もある程度分類しておく必要がある。

（本田委員長）

2040 年には力仕事はまだなかなか難しいのか。

（浅間委員）

AI に期待しているようだとちょっと厳しいのではないかな。

（本田委員長）

近藤先生、認知症とかそのあたりのことも入れようとしています、どのようにお考えか。

（近藤委員）

今いるお年寄りで認知症がある方に装着型はあり得ない。ちょっとでも違和感があるものは全部体から外してしまう。特に全身となると、本当はやりたくないがつなぎ服を着せて、体に入っているチューブを外さないようにしたりするが、それでもかなり抵抗感がある。ただ体にぴったりフィットして違和感のないものなら装着する可能性は出てくる。ゲル化素材が本当にフィットするものであればとてもいいものになると思う。

アバターは確かにフィジカルな部分が入るとかなり難しいが、逆にホログラムを使って家族の映像が出せる技術が出来れば、遠く離れたところに住んでいる認知症の方が家族の顔を見るだけで安心するのでいいし、認知機能の維持にもきちんとつながってくるのでそういう部分は是非早い時期に開発できればいい。ホログラムを見るということも中等度以上の認知症の患者には無理だが、若い時期にそういうものを見ていると親和性が出てくる。例えば私は名古屋に住んでいて、東京の大学に進学した息子の映像がホログラムに出れば

今でも安心できる。もっと年を取ったときに、顔が見られれば認知機能の復活につながるの
で、例えば認知症であっても認知機能維持につながる部分が創出できるのではないかと考
える。

今の認知症医療は薬がまだ開発できていないが、基本的に脳の活動を賦活して、神経細胞
間のやりとりで分泌されるサイトカイン自体が神経細胞のアポトーシスを防ぐということ
はわかっている。なるべくいい刺激を脳に与えて、しかも活動的な状態を保つということ
はそのまま認知機能の維持につながるし、認知機能を維持することによって重症度が高い認
知症患者の数を減らせるというデータが出てきているのでこういった技術には期待ができ
る。

(本田委員長)

サイボーグスーツについては、CYBERDYNE 株式会社の装着型サイボーグ「HAL」がどの
ようになっていくか、注目している。また、近藤先生がおっしゃったように、治療ではなく外
側から何らかの刺激か何かを与えることによって、脳が何らかの信号を出して、痛みを取っ
てくれれば癌と同居しても暮らせるだろうといった意見が有識者の先生方から出てきてい
る。そういうのが装着型の次にあるのかなというイメージがある。

ホログラムやテレビ電話はなぜ広がらないのか。技術的に臨場感もなく未熟ということ
か。

(近藤委員)

アクセスが面倒すぎて、高齢者が馴染まない。ワンボタン、ワンスイッチでできないと、
特に認知機能が低下している人は絶対にダメ。今テレビ電話はできるが、相当複雑な操作を
しないとアクセスできない。そこが大きな壁。

(下河原委員)

そもそもの話になるが、2040 年のロボットや AI 技術という社会像の実現に向けたテクノ
ロジー開発の導入については、2040 年がゴールではなくて、今からやっていかなければな
らない前提ですでに実用化できるものを使い続けながらバージョンアップやアップデート
をして完成に高めていく形にしないと、そこを目指して開発しようと言っている間に高齢
化が終わってしまう。今この瞬間目の前をなんとか解決しなければいけないという前提に
立った開発のロードマップが必要。

認知症に関しては気になる文言がある。認知症を早期発見するということは決して悪い
ことではないが、本人にどう伝えるかということはとてもセンシティブな問題。伝え方やそ
の後の環境によってはその方のストレスが増幅して、認知症の症状どころの騒ぎではない
状況になる。早期発見をすることはいいが、どう伝えるか。アニメキャラクターのベイマッ
クスのような優しい感じで「認知症だよ！」と伝えてくれるのは、それはそれで本当にいい

のかという疑問がある。

また、予防法を提案するというが予防法が見つかったらとっくに広まっているわけで、予防はできるわけではないことを前提に、予防という言葉は国関係の資料には載せない方がいいのではないか、というのが最新の現場の声。「進行を抑える」ではなく「進行に備える」という文言に変えた方がいいのではないか。仮に予防したところで、いずれ脳のニューロンの死滅によって、進行は否めないわけで、それが後になるか先になるかというだけの話。「備える」と言った方が現実的。

サイボーグスーツについては、先ほどおっしゃっていた通り、高齢者に着せた瞬間に脱いでしまう。認知症の当事者に着させるのはかなり無理がある。それより現場は HAL よりもっと軽くてもっと手軽に力を担保してくれるようなスーツなどを求めている。実際 HAL を導入できている介護現場はほとんどなく、高価である、恥ずかしくて付けられないという声が現場の介護職からある。介護現場の職員たちは、見た目の点でも導入しやすい価格という点でも、改善されることを心から待っている状況。

(植村委員)

海外の事例を見ることが多く、オランダでケアファームという認知症の介護施設を訪問した。農場の中に施設を作って、今まで薬で行動を制限していた人を移したら薬の使用がだいぶ軽減したというデータを持っていた。テクノロジーの視点だけでなく、人が本来リラックスできる環境の整備も大事であると感じた。都会では場所が限られていて、とても農場の中に施設を作ることはできないので、錯覚を覚える映像を使って脳の仕組みを活用したりするなど、脳というところがこれからのキーワードになると考える。アバターロボットもプログラムだけではなく、サイボーグスーツと連動して現場にいるように動きを現すことができるなど、ロボットと脳をキーワードにすると、予防も含めて何かできるのではないかと感じる。

(比留川委員)

アバターについて。介護において被介護者の大きなペインの一つは家に居られなくなること。みんな最後まで自宅で家族といたいと思っている。認知症の症状が出て家で面倒を見られなくなると物理的に隔離せざるを得なくなる。それを補填する意味で、あたかも家族と一緒にいられるようなインターフェースができると非常に喜ばれる。下河原委員のところにあった「窓」はとてもいいと思った。昔よく行った商店街でコミュニケーションを取っているような、あたかも自宅にいて普通に外出して生活しているかのような体験ができる技術が出来るといい。

スカイプを高齢者が使うのは無理。余計な機能があると使いこなせない。ワンボタンの誰でも簡単に使える本当のヒューマンインタフェースができるといい。

音声認識技術は GAFA (Google, Apple, Facebook, Inc., Amazon.com) が膨大な音声コー

パスを集めて、大量のデータで学習させているので、わが国で税金を投入してやるのは、時すでに遅しと感じる。

介護者のペインについて。どこかの施設でインカムを導入したら夜勤が楽になったという話がある。介護施設で夜勤をする人も孤独だし、在宅で一人で介護している人も孤独。介護者のペインを解決する方法としてコミュニケーションが取れるインターフェースが出来るといい。

サイボーグスーツについて。被介護者はゴテゴテしたものは着ない。ぎりぎりレオタードを着てもらえるレベル。それでも厚いと言われる。2040 年の技術的チャレンジとしては良い。ここに書いてあるようなセンサー類、衣服のようなセンサーで体の状態やバイタルを取ることにはできる。難しいのはロボット素材。素材ではなくアクチュエーター。

体を動かすことを支援する方法は 3 つある。ひとつは外部のアクチュエーターで動かす方法。HAL のようにモーターの強いものを薄い柔らかいもので作るというもの。高分子のアクチュエーターとか形状記憶合金があるが、今のところ強い力のものがないので、そういうものを作るというのはひとつチャレンジとしてある。

二つ目は筋肉の力そのものを使うというやり方。FES (Functional Electrical Stimulation) は 30 年くらい前から研究されている。筋肉に直接 100V くらいかけて動かす。問題は電極で、電極には埋め込み電極と、経皮電極と表皮電極があるが、表皮は不安定だし、経皮は皮膚がそのうち腐っていくし、埋め込み電極も周りがだめになってく。組織抵抗性が良い電極ができるといい。筋肉は制御が難しい。筋肉は電極ですごく収縮する。自分で実験したが痛くなるくらい動く。そこを微妙に制御できる電極ができるといい。筋肉を 100% 全身協調制御する技術はあるので、実現可能である。人に合わせてデータを取ってディープラーニングで学習させて歩くパターンを作ることはできるが、電極が難しい。こういう大きなプログラムではそこをやるというのはある。

三つ目は残存している筋力を使う方法。何らかの刺激、弱いアクチュエーターで動かして動作タイミングを制御するとか、振動デバイスで錯覚を与える、電気でもいいが、何らかの弱い刺激を加えて残存している筋力を使って動かす。電気刺激で無理やり動かすのではなく、筋肉は自然の収縮だけど、タイミングの制御だけを何らかで取り合うというやり方。刺激するデバイスでいいものがないのでそれを開発する。

外部のアクションでそのままパワーで動かすやり方、電気刺激で筋肉を動かす電極を作るやり方、あくまで残存筋力を使うけどそのタイミングだけを刺激するデバイスを作る。こういうものがうまく出来て、長襦袢くらいのものに埋め込めると着てくれると考えている。

(本田委員長)

要素技術にアクチュエーターが抜けていますね。

(比留川委員)

素材というのがよくわからない。最近柔らかいものでアームを作ると言っているが、それとちょっと違う気がする。

(本田委員長)

ANA のロボットは階段を上ることはまず無理なので、人のようには動けない。関空でもやったが、いくらやっても自分の位置がわからない。それでやったのが可視光通信。非常灯のところだけゼロゼロ 111 にして、そこに来たら必ずリセットがかかるという話をしたらダメらしい。関空の出入国審査カウンターを超えたところでロボットがエスカレータから落ちた。毎日少しずつずれてくる。技術者は全部見ているからこの位置でいいと言ったが、マーキングを外したらわからなくなって誤差が累積してちょっとずれて落ちてしまった。

アバターに限らず、要素技術も含め、浅間先生のご意見を伺いたい。

(浅間委員)

アバターについては、スーツもだが、やはり自分が使いたいと思うかが問題である。自分が被介護者になったときに使いたいのか、自分の親が被介護者になったときに自分が介護するものとして使いたいのか、そこが一番のポイント。自分が使うことをイメージした瞬間に「やっぱりいらないか」ということになる、社会には普及していかない。

(下河原委員)

先日ニュースで出ていたが、アバターロボットは世の中に出ていて、まさに感情をセンシングする。高齢者が部屋から出て徘徊していると追いかけてきて「お部屋にお戻りください」と言うが、これはよろしくない。

このような事例を国の資料に載せてしまうと、現場でロボットの開発をかじっている人たちが「よし行け」のような感じで作り始めてしまう。アバターロボットもこの絵とそっくりで、このような現場が欲しいものとあまりにも乖離しているものを表に出すのはいかなものか。

(比留川委員)

アバターはコミュニケーション支援という部分ではいいと思うが、遠隔で介護するのには向かないと思う。遠隔操作というのは難しい作業はできないので、介護のような難しい仕事を遠隔でわざわざやることは、20 年後であっても必要性和実現性は相当低いと考える。RIBA の壮大な失敗があるので、ミスリードは下河原先生がおっしゃったように避けた方がいい。

株式会社 FUJII の移乗支援ロボット「Hug」が割と売れていて、月間 100 台近く出て、年間 1000 台以上売っている。120 万円で全然売れなかったのが、60 万円になったら急に売れ出した。値段はとても大事。

ミスリードして、ロボット屋でそれをやろうという人が出てくるのはよくない。作業系、マニフェーション系をアバターでやるのではないと感じる。

(浅間委員)

そもそも認知症の患者はどういうコミュニケーションを求めているのかを理解しないといけない。周りの人間ではなく、本人が求めているかというところが、自立という意味では重要。介護の問題は常に、被介護者がこうしたいというものと、介護者がこうしたいというものがずれているのが最大の問題。介護する側は監視したい、常に把握していきたい。本人は監視されず自由に振舞いたい。そこがそもそもバッティングしているからなかなか浸透していかない。本人が使いたいと思っても家族が反対して、家族が使いたいと思っても本人が使いたくない。さっきのスーツは本人が使いたくなく脱いでしまう。

(比留川委員)

おっしゃる通りでごもっともだが、実証試験を考えたときに認知症患者が一人であるかどうかは分けて考えなければならない。

(浅間委員)

認知症はちょっと別だとは思う。

(比留川委員)

ひどい場合はコミュニケーションも何もない。息子が行っても「あんた誰？」と言われる世界である。ただ認知症がそれ程ひどくないが、家族に会いたいのに施設に入っている人がたくさんいる。87歳の母がいるが、孫に会って顔を見たいから施設に行かない。地域コミュニティにつながると書いてあるが、真っ先に会いたいのは家族である。

(浅間委員)

私の場合も、母が祖母を介護していた時に、祖母は絶対家に居たかったが、介護する側は体がもたず施設に入れるしかなかった。だから本人の意思に関係なく施設に入れたのは、介護される人ではなく、介護する人のことを考えなければいけないということが優先された結果であった。

(比留川委員)

せめて孫の顔が見られるようなステップを作ってあげるべきである。施設に入れるのは仕方ない。それはそれでいいが、最後の何年間はつまらなく過ごして死ぬのを待つだけの状態になってくる。生活に近いような楽しみができるといい。

(近藤委員)

地域のコミュニケーションも認知機能維持のためにはかなり大事。特に女性の場合、おしゃべりをたくさんしていると認知機能が落ちていかない。ちょっとしたものを持って隣の家に行って2時間、3時間おしゃべりをするのは大事なこと。

(下河原委員)

それなら地域住民と被介護者をつなげるテクノロジーを活用するのが良いと思う。ボランティアで入っていきたくても、子供がまだ小さくていきなりフルタイムでは入れないような人たちをテクノロジーでつなげる。介護ワークシェアリングのアプリケーションが始まっていて、介護ではなく話し相手になることを、1日1時間でもいいから有償で入れていこうという活動が始まっている。家族だけではなく、例えば引きこもりの学生や要介護高齢者をつなげてみてコミュニケーションをしてもらうなど、地域住民の隠れた資源をつなげると良い。

(本田委員長)

ウーバー・テクノロジーズ社の配車システム「Uber」の介護ロボット版のようなものだろうか。

(近藤委員)

北国などは冬に雪が深いので、足元が不確かで外出が出来なくなり、夏には成立していたコミュニケーションが冬になると途絶してしまう。そういう期間に認知機能が落ちていってしまう。Uberのようなものもあり得ると思うが、そこまで使用しなくても本当にインディビジュアル To インディビジュアルでちゃんとコミュニケーションが確保できていれば、認知機能の維持につながっていく。私は地域のコミュニケーションは認知機能の維持にとって非常に大事だと考えている。

(比留川委員)

その通りで、ホログラムのリアリティが必ずしも必要ではなく、画面でもいい。それより、昔の固定電話をかけるくらいの知識と簡単さで誰でも使えるものがある。スカイプの多地点通信ができたとしてもいいが、それを85歳の人に使いこなせというのは無理。簡単に使えるような技術があるといい。たまにスカイプで友達と向き合いながらお酒を飲むが、結構楽しい。

(浅間委員)

昨年の忘年会は、そういうのがけっこう流行ったらしい。外に出にくい人は自宅にいて、

ネットワークでつないで忘年会をやった。

(下河原委員)

先の委員会で紹介した「窓」という商品で、実際入居者と入居者家族の家をつないでモニタリングしているが、家族が訪問する回数が減っても、本人の満足度は決して変わっていない感じである。

(比留川委員)

あれは何でつないでいるのか。

(下川原委員)

インターネットでつないで、こちら側がスカイプでつないでいる。常時接続は入れる必要がない。常につながっている。

(近藤委員)

テレビのリモコンくらい簡単に使えるといい。それ以上は無理。理想を言うとテレビのチャンネルの 1 チャンネルに接続先が割り当てられていて、そこでコミュニケーションが取れるというのが一番いい。

(比留川委員)

それはできるが、それを誰かが設定しなければならず、そこが問題。

(本田委員長)

ICT もいいがアクチュエーションという話は難しいか。コミュニケーションもいいが、人の体があるので、高齢化の社会の中で体とロボティクスというのはいかがか。アバターというかロボットでもいいし、着るようなものでもいい。

しかし、高齢者は、身に着けるようなものは着たがらない。センサーをどこに付け替えても取ってしまっ、パンツだけは履いていたが靴も脱いで出ていってしまうということがあった。タグをつけるのも、2 ヶ月続けるとそのシャツを着てくれるが、洗濯をするとつぶれてしまうという問題があった。スパッツを履くと日本人が気にしている O 脚が矯正されるとか、プロの足の動きをシミュレーションして、足が遅い子が使うと早く歩けるようになるというものを、若い時から使っていれば年を取っても使うのか。そういうアクチュエーションについて 2040 年 50 年に向けてどれをどのようにやるか。浅間先生のご意見を伺いたい。

(浅間委員)

20 年後に高齢者になっているのは今だいたい 60 歳くらいの人。我々も 2040 年には 80 歳を少し超えているということは、日本の男性の寿命は 81 歳なので寿命くらい。つまり我々が使う技術ということになる。

例えば私の場合、膝が弱ってきてところどころ膝が痛い。そこでマッスルスーツを着て歩けるようにするかということそれはあまり使いたくなく、むしろ今使っているのはサポーター。膝のサポーターはばね性が上手にできていて、アクチュエーターは全く入っていないけど、そのばねで少し楽になる。もう少しアクティブなサポーターがほしい。ロボットスーツというと全部着なければいけないとか、様々な動作をサポートするなどスーパーなイメージだが、むしろ部分的なサポートのツールの方がかえって使いやすい。今 60 歳くらいの人にぎっくり腰が多い。コルセットをすると楽になるがサポートはしてくれない。アクティブなコルセットとか、そういう方が実用的。

(近藤委員)

実はサポーターなども圧迫では関節を支えられない。皮膚上に圧力を加えるとガンマ系という筋のコントロール系が賦活されて筋に自動的に少しテンションがかかり始め、膝が守られて痛みが出ないというのが実際のメカニズム。腰も同じで、締めることによって筋が少し緊張して無理な動作をしたときに守ってくれる。逆に振動の方は筋の緊張を下げる。痙縮といってぴーんと足が下を向いてしまう人は治療手段としてバイブレーターを使う。バイブレーターの振動刺激は 20 分から 40 分くらいしか効かずあつという間に元に戻ってしまうが、スーツにして常に上がってきたなというところに振動を加えられるようにすると、けっこういけるのではないかという気がする。脊髄損傷や脳卒中のような筋が動かなくなるような人は、比留川先生が最初におっしゃっていたような、どちらかというとアクチュエーター系の支えるタイプでなければならぬし、逆に健康維持にも関わるが、ちょっとした痛みを取ろうとする場合は振動と圧迫でけっこういける気がする。

(比留川委員)

今の話は面白い。圧迫すると筋肉が緊張して支え、振動すると弛緩するという体の生理学的なデバイス開発は目標として非常に面白い。そのやり方は応募する人に考えてもらえばいいと思う。ワンボタンで誰でも簡単に使える商品など仕様だけ決めて、どうやるかは考えてもらえばいい。例えば死ぬ 3 日前まで自分でトイレに行けるような移動支援技術を作ってほしい。最後死ぬときにおむつをされたくない。スーツでも歩行車でも、理研-東海ゴム人間共存ロボット連携センターの介護支援ロボット「RIBA」でも良い。例えばやり方の例を挙げて目標をムーンショットでかかげて、どうやるかは考えてもらう。

(本田委員長)

イメージの絵がある方がわかりやすいと思って付けているが、そうするとどのようなイメージになるか。

(比留川委員)

このイメージはあまりよくない。RIBA を思い出す。

(植村委員)

先日中国で話を聞いたら、中国人は、大の大人がロボットに向かって話している様子は滑稽に映ると考えるから、コミュニケーションロボットは普及が難しいという話があった。ドイツだと、ロボットというとヒューマノイド型のかっちりとした人型ロボットを思い浮かべるので、日本の発想であればアニメに出てくるような非現実的なロボットを作ってくれることを期待しているとのコメントがあった。今なんとなく思い浮かぶ未来のロボット像は、技術のことは詳しくは分からないが、従来のロボットより移動する自由があり空間も含めた場所にシームレスに移動できるロボットである。例えばドローンのような動きが追加された空中に浮かぶ球体のようなロボットをイメージしており、球体から手が出たり、大きさも小さく、アバター的に人が行きたいと思った方向に動いてコミュニティの中に入って現場にいらなくても人と同じ目線で話ができるようなロボットである。遠隔から人の支援が必要なら球体にモニターが表示されて人とコミュニケーションも取れるし、遠隔からの動作支援やアバター的に現場で手を動かしたい場合は球体から手が出て現場で動く。球体状で宙に浮かぶロボットであれば段差や階段に邪魔されることなくロボットが移動でき、従来のロボットで制約となってきたどこからかロボットが落ちる、倒れるなどの心配もなくなるだろう。未来のロボット像として従来想定されてきたロボットの動作の仕方・範囲がこれまでと変わる。ただ、従来のロボットとして定義されているアクチュエーターの範囲と違うのかなと感じ、現実的ではないかもしれません。

(比留川委員)

今のコミュニケーションロボットが役に立たない大きな理由は、そもそもコミュニケーション能力が低いから。音声認識にしてもペッパーも全然だめ。言葉を話す機能も弱い。そこは Google やアップルの技術が圧倒的に強いが、タブレットやスマホのソフトとして入っているか、せいぜいスマートスピーカーで使われている程度である。儲からないからやらないが、それらがロボットの形をしたらもっといい。音声認識は、日本がわざわざ税金を投入してやっても難しいのでそれはやらない。スマートスピーカーは話しかければ答えてくれるから誰でも使える。そういう意味ではかなりいいところまで来ている。これプラスアルファ何が必要なのか。

(近藤委員)

若いスタッフと年寄りの会話と、ある程度年を取ったスタッフと年寄りの会話では、話が弾むのはもう定年近くなったスタッフとの会話。なぜかという世代が近いので話題を見つけられる。若いスタッフは全然ダメ。ロボットも同じ。会話のコンテンツがとても大事。その部分を蓄積して、その時代に流行ったみんなが知っているようなものの記録をロボットに残して、年代に合わせて会話ができるようになると会話が弾むはず。会話をするロボット側が必ず詰まる。それは話題が見つけれなくて若い人と同じ状態になるからで、この部分は考えるべき。

(下河原委員)

うちの高齢者たちと良い感じになっているのは若い介護者。おじいさんだと若い女性の介護職だし、おばあちゃんだと若い男性の介護職。理由は違うが、その方が一緒に何かやろうと言ったときの生き生き度が違う。

(近藤委員)

私が言っているのは会話である。介護については若い人の方がいい。

(下河原委員)

会話も確かに話題は合わないが、世代が違う若い子と話しているということから得られるエネルギーを現場で感じる。

(比留川委員)

87 歳くらいの人が「あんな年寄りばかりのデイサービスには行けない」と言う。

(下河原委員)

高齢者は高齢者だけで集めるから問題。

(近藤委員)

性差はある。男性はコミュニケーション能力が低いので、ほとんどみんな新しい施設やデイサービスに入ることを嫌がる。ただ行ってみるとけっこう良かったりするので、そこをどう乗り越えるか。

(比留川委員)

うちの母は 87 歳だが、週 2 回デイサービスを利用しており、朝からお化粧をして、いそいそと出かけて行く。

(比留川委員)

資料は、基本的に技術開発の内容の資料としてそう悪いとは思わない。何のためかという目標が一言で示されているといい。

(本田委員長)

家族は確かに大変。私も経験した。フィジカルなアシストというのは基本的に素人には無理だろうか。私は母親のおむつ交換も無理で、ナースコールで呼んで来ていただいた。ひとつ私がしたフィジカルなサポートというのはお風呂に入れること。痩せてくると女性は他人に体を見られたくないが、息子だったらいい。私が来ると生き生きしてお風呂に入りたいと言うので体を洗ってあげていた。どのようなイメージにすると研究開発や現場の役に立つイメージになるか。

(下河原委員)

サイボーグスーツは、そのスーツを着るとオールマイティに何でもこなせるところを目指している気がする。それよりも介護職側の作業分解をして、部分的にテクノロジーに替えるという方が現実的。関節をサポートするとか、持ち上げる時の腰をサポートするということも同じ。対象を部分的にする。例えばおむつ交換を自動販売機のようなものに入れて自動でさせるとするのはちょっと問題だが、ポータブルな感じでポッとやったらシュッとやってくれるというのが出来たらいい。

(本田委員長)

近未来のイメージを出したい。そうするとどうなるか。「今出来るのでは」と言われると困ってしまう。

(下河原委員)

でも、出来ていない。現在開発されている自動のおむつ交換の機械を見たが恐ろしい機械であった。もう少しポータブルで安価なものを、この10年くらいで開発できると良い。誰も排泄介護はされたくないのだ。

(本田委員長)

排泄の問題は確かにそうである。それを人にやってもらうとなると、生きる気力がなくなるのではないかと想像する。トイレには自分で行きたい。

(比留川委員)

最初のアバターロボットの絵でいうと、ロボットがお年寄りに挨拶しているが、ロボットを介して地域コミュニティ側にいる人とあいさつをして、あたかもそこに出かけているよ

うなものがあるといい。使いやすそうなインターフェースがあってワンボタンで使えるもの。

スーツは主に運動支援。それは介護者の支援だし、介護される側の支援でもある。必ずしも装着型である必要もないので HAL のように履くものでもいい。歩行車のようなものもあって、いくつか組み合わせる。

(浅間委員)

ここのイメージが、アバターロボットありき、サイボーグスーツありきでやっているところが限定的になって、我々の発想をむしろ阻害している。あるべき姿を選んで、その中でそれを実現する手段のひとつとしてアバターロボットもあり、それにチャレンジする人がいてもいい。フィジカルなアシストということであればサイボーグスーツというものもある。Hug を開発している人はそういうアプローチでやりたがるだろう。それも一つの手段。しかし手段がまずあって、それが入ることを前提に未来図を描きましょうというとは違うのではないかと思う。それはひとつの可能性でしかない。

(比留川委員)

CSTI で6つのテーマ出たが、今回はそれらの下に下げなければならないのか。

(厚生労働省)

健康・医療戦略分野の目標はその下にぶら下がることになったとは聞いていない。もともと健康医療・分野というのはビジョナリー会議において25の独自の分割案が提案され、それがまとまらずに宙に浮いたような形になっていると承知。その6つを見たが、具体的な目標というものがブレイクダウンしたものではなく、CSTI としての大目標ができただけと理解している。

(比留川委員)

小冊子がある。それぞれ6テーマに2ページくらいのも。6月の時に健康・医療分野部門を柱として1つ足す事はある話か。

(厚生労働省)

あり得ると思う。

(比留川委員)

それ以外は、この場でそれほどこだわることはない。今の6つを目指さなければならないとなると、ここでまとめざるを得ないが、7番目8番目の柱を健康・医療分野で立てられるなら、おっしゃるように目標だけがあってHowはいくつか書いておけば。

(下河原委員)

まずは目的を明確にして、それがなぜ大事かという議論に時間をかけて、それで初めて How が入ってゆくべきである。このようにアバターロボットとお題を付けられるとそこから逃れられなくなる。介護職の仕事を減らすとか、在宅での看取りを増やすとか、そういう明確な国としても進めるべき目的と、それがなぜ大切かというのが前提となって、そのためにテクノロジーをどう活用するかという文脈で話し合わないという議論がブレる気がする。

(本田委員長)

ムーンショットにも確かに、「2050 年までに人と違和感を持たない、人と同等以上の身体能力を持ち、人生に寄り添って一緒に成長する AI ロボットを開発する」と書いてある。ロボットが両手を持っているという意見には反対。2040 年 50 年には実現しない。人の何倍もの大きさのロボットになると言っていた。あくまで一つの例としてこういうのもあると素人に理解しやすい絵を入れるというのはいいと思う。絵を描くとアバターロボットになってしまう。

(浅間委員)

私は自宅にいいデザインのフォークリフトがいっぱいあるといいなと思っている。フォークリフトを遠隔操作して自分を持ち上げて運んでくれるというソリューションだってあるし、それがかわいかったら買って使おうという感じになるかもしれない。

(本田委員長)

「Hug」だが、聞くとあれは自己負担が 1 割で、それがものすごく効いている。月 2,500 円くらいで使える。老々介護の場合、あれがないとベッドから車いすへの移乗はできない。なくなると困るということで、一気にこの半年くらいで 800 台くらい売っているらしい。月 200 台くらいのイメージ。

(浅間委員)

いろいろなソリューションがあって、いろいろなアイデアが出てきていいのではないかな。アバターロボットが何かやってくれるというソリューションに限る必要はないのではないかということ。

(比留川委員)

絵的には 3 種類くらいあって、目標はひとつ。実現方法は 2 つ 3 つ挙がっている方がいい。ひとつだけだとミスリードしてしまう。フォークリフトは合わないが。

(浅間委員)

フォークリフトではなく普通のリフト。リフトは介護施設に入っており、自宅にもリフトを入れている人が増えてきている。ただ絶対自分ではできない。自分で出来るようなツールがあれば、リフトを使って自分であちこち行けるようになるかもしれない。

(比留川委員)

いくつか後で事務局に参考写真を送ります。

(浅間委員)

コミュニケーションに関しても、いわゆる支援というコミュニケーションと、リハビリや予防のコミュニケーションと2つあり、要求種類が違うと感じる。

支援のコミュニケーションは自分が何かやりたいことが伝わらないことを助ける。そちらの方のイメージが今強いように感じる。

他方、認知症を抑えるコミュニケーションがある。昔、大武美保子さんが「共想法」というのをやっていた。認知症の人を集めてお互いに昔話をし合うというもの。そうするとみんなしゃべり出す。私の祖母は108歳で施設にいるが、みんなで歌を歌っている。聞いたことがない古い歌だがみんなが覚えているし共感する。そういう昔の話をしたり、写真を見せ合ったりする中で脳の機能を落とさせないようにするというのは、完全にリハビリや予防の話。それは普段の生活を支援するためのコミュニケーションではなく、予防のためのコミュニケーション。ANAの機内サービスの音楽の中で、「音楽は匂いと同じでそれを聞いた瞬間その場に戻る」と言っている。その通りで、認知症の予防にはいいかもしれない。

(比留川委員)

言葉は気を付けて使わなければならない。予防というのは医学的にできない。100歳まで生きれば全員認知症になる。単にカーブが早い遅いかで、長生きすれば全員一緒。

(近藤委員)

予防というタームに対して、医学的には一次予防、二次予防、三次予防と分けている。

一次予防は病理自体を発生させないというもの。認知症の病理過程を発生させないような薬を作って予防しようというもの。二次予防は発症予防で症状が出ないようにするもの。例えば病気があっても症状が出ないようにしようというものも予防。今やっている認知症のフィールドの中で言われている予防は、症状が出る時期を遅らせようというのが予防になっている。リスク要因をコントロールすると認知症の1/3の発症を遅らせるか、予防できるという推計もある。これを予防じゃないと言われてしまうと医学的にちょっとおかしい話になる。三次予防というのはその後重度化しないというもの。認知症であってもBPSDといって困った徘徊や妄想が出ないようにしようというもので、家族が一番必要としているのがこの三次予防。

一般に予防と言うと、頭に病理が起きないようにする、神経細胞に β アミロイドがくっつかないようにするとかタウが細胞の中に蓄積されないようにするというような感じになるので、一般で予防という言葉を使うときは比留川先生がおっしゃるように注意しなければならないが、医学的には予防という言葉を使っても全く問題ない。

(本田委員長)

諏訪園審議官がいらっしゃったのでここまでのいきさつをご説明する。アバターとサイボーグスーツはHowであって、One of themだろう。大元の何をするのかということをやらないと、例えばアバターロボットの絵も、指が付いて手がついてというのは、2040年50年は無理だろう。そうするともっと家族とのつながりや今の困り事の解決には、ロボットでなくてもテレビ電話のもう少し進化したものでもいいのではないかと、サイボーグスーツの導入まで行かなくても、個別に腰や膝の痛いところをうまく新技術でサポートするのが実用的ではないかといった様々な意見が出た。認知症に関しても意見が出ている。2040年50年の未来イノベーションの話なので、イメージはどのようなものか、あまり決めつけると、専門家としては「それはない」ということになって議論していた。

(比留川委員)

目標は明確に、こうありたいということを言葉で表現する。80歳の人でも使えるような簡単なインターフェースを持ったコミュニケーションの技術、死ぬ3日前までトイレに行けるような動作支援技術、認知症は85歳まで認知症にならない技術など。

(近藤委員)

家族に迷惑をかけないというのは良いキーワードになる。

(本田委員長)

下河原先生、やっぱり最後は若い時や現役の時に住んでいたところではなくて、施設を終の棲家にするというイメージの方がいいのか。

(下河原委員)

そう限定する必要はない。皆さん自宅に居続けたいと思っている人が多いので自宅で生活するが、家族が大変で家族だけで見ていくことが難しいという状況をいかにテクノロジーの力でサポートできるかという文脈はとても大事。仮に施設に入ったとしても、施設の中ではBPSDが増幅していかないようなくみが当然必要。集住することによるストレスもあるが、そこはそこで別なテクノロジーの活用を考えていく。

(本田委員長)

人手不足に関してロボット技術はどうか。

(下河原委員)

本当に必要。私が筑波大学の落合陽一先生と開発している自動運転車いすは、まさに介護職がやっている部屋から食堂までの誘導作業を分解して、一部分だけをテクノロジーに取って替えるというもの。そんなに難しい技術ではなく、今ある技術を少しカスタマイズすれば出来る。そうやって介護職の仕事をきちんと分解して、この部分をテクノロジーに取って替えようという議論をしていった方がすぐに使えるテクノロジーの導入につながるのではないか。

(浅間委員)

大賛成である。それしかないと思う。

(本田委員長)

今先生方がされている研究を社会実装するときに、やはりコストが重要なのか。

(比留川委員)

コストは大事である。役に立つことと、コスト。メモリセンサーでも数出ているのはパラマウントベッド株式会社の「眠り SCAN」だけ。最近売れ出して安くなった。年間 1 万くらい出ている。8 万円と安い。なぜ売れるかという、あれは医療機器だからバイタルが取れるので確実に安否確認できる。そうすると夜間の定期巡回をしなくていい。だから効率化につながる。定期巡回した上にセンサーが鳴ったときに行くというのでは仕事が増えているだけ。「Hug」が最近売れ出しているのは 60 万円まで安くなって、やはり役に立って安くなっているから。

(本田委員長)

それともうひとつ。今のまま人が人のことを全てやっているとなかなかロボットが入れない。ロボットに合わせて変えていく必要があるのか。社会システムのところを事務局から説明して頂きたい。

株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所より討議内容 (2) 社会の仕組みに関する討議についてご説明を行った。

(本田委員長)

なかなかいいものは出来ていると思うが普及が難しい。海外の事情も含めて植村先生の

ご意見を伺いたい。

(植村委員)

海外だと医療と介護が分かれていない制度の方が多い。日本は 2 つの保険制度があるため、在宅のところを繋げたくても在宅医療を担う医療職と介護職と一緒に在宅を支えているためテクノロジーを導入しようという話になった時、どちらが主導で行えばいいかが分からない。

例えば、在宅の見守りのリモートケアがフィンランドのヘルシンキ市では既に導入されており、遠隔の見守りは同時間に複数の人がアクセスできるため、ユーザー側から自然発生的に興味を語る会や運動を一緒に行うサークル活動が 12 個くらいでき在宅の活動が活性化した。

日本の場合、テクノロジー的にはできるが、それを束ねる機関や提供できる機関がない。介護と介護予防を一つのところで考えられるような組織が各自治体にはないが、在宅に遠隔を提供する拠点となるようなセンターは必要であろう。また、海外でよく出る話は、教育が伴わないと実際に使える人が出てこないということ。高齢化が進んだ日本の介護モデルにとっても関心があるが、まずは一緒に教育機関を作ろうという提案をいただくことも多い。教育も含め、日本でテクノロジーを導入するのに建付けをどうしたらいいかというところを、都道府県市区町村なども含めどうテクノロジーを通していくかを考えることは重要ではないか。

(本田委員長)

組織については議論があると思うが、教育では、下河原先生のところのバーチャルリアリティ認知症プロジェクトはすごいと思う。なぜ広がっていくのが遅いのか。

(下河原委員)

そもそも介護をきちっと科学としてとらえていない。介護なのか介護ではないのかという基準があいまいで、特に認知症のある方の対応をしていると Want ばかりが前に出ちゃって、本当のニーズに対してどこからが介護なのかということが明確になっていない。もっと介護における理論や科学に対する理解を高めていく作業が大事。そこにテクノロジーを持ってきて、新しさや楽しさが付加されると学びが楽しいということになる。そもそも介護論から始めないと。介護の目的と理論、原理。

(本田委員長)

それは医者と介護をする人の意見が違うということか。

(近藤委員)

介護はどちらかというと福祉の方から生まれてきた。そこからしてソースが違うので、お互い交流をしようとしてもタームが違ってしまっている。

(下河原委員)

看護の言論と介護の言論とで、被っているところは多い。看護が構造的に学問レベルになっているところに介護が乗っかっていけばいいと思っている。

(近藤委員)

看護学も医療の方から見ると、どちらかというと科学性に欠ける部分がある。もう一歩進まない。

(下河原委員)

何でも医療に寄せる必要はないと思う。

(近藤委員)

まさにその通りで介護という独自の分野があつていいし、特にオペレーションの整理をしていく上ではそこにきちとした概念とかタームがないとロボットが入っていく環境を作れない。

(本田委員長)

浅間先生、本当の困り事のところでテクノロジーはちゃんと貢献できるという話だったが、例えば医療機器にした方がいいのか、そうではなく工学者とか健康器具をAMEDにからめるのか。一方で、とても便利だが医者から見るとそれはやってはいけないという意見が出てくるものもあると思う。そのあたりの工学と医学と社会学のコンフリクトというのは、2040年50年に向けてどうしていけばいいか。

(浅間委員)

共創的なものは必要。「私、作る人」「私、使う人」と言っているうちはやはりダメ。使う人が作る人の開発に参加してくるような共創が必要。だいたい作る側というのはユーザーのことがわかっておらず、こんなものいいだろうと考えて作ったがはじかれる、ということが非常に多い。そうすると開発にお金も時間もかかる。共創的環境を作る必要はあると思う。

先ほど話にあったリテラシーの話だが、手術支援ロボット「ダヴィンチ」は海外で爆発的に広がったが、日本ではバリアが高すぎてなかなか広がらなかった。向こうは認可とかそういう話の前に、「出来たなら使ってみよう」と医者が開発段階から加わってやっていた。「これ

は便利だね、自分は不得手だがこれを使えばできる」という話の中でどんどん開発が進んでいったというところが違う。

「日本ロボット外科学会」という医者が作った学会がある。エンジニアリングの人はあまりいなくて、むしろユーザーが集まってメーカーに対して要求を出していく。それは使っているうちに、ユーザー側のリテラシーが高まったから。そういうコミュニティを作ってどんどん良くしていこうという形になっている。リテラシーをユーザー側で上げていくというのは必須だと思う。

(植村委員)

先月中国でも同様の話を聞いた。在宅に見守りのカメラを付けて、医者が患者のカルテ情報を共有して在宅ケアを提供するという取り組みを始めているという。診療報酬はまだ付いていないが、中国でトップの医療機関の先生が老年学研究ということで試験的な運用として始めている。先生のコミュニティの中で試しており、診療報酬は付かないから病院へのコンサルアドバイザーフィーという形で料金が出ている。いずれは診療報酬に適用されるだろうと言われており、どこからお金が出てくるかというのも新しい組織を考える時の参考になる。

(本田委員長)

2040年50年を考えたときに、アバターやサイボーグはひとつのツールとしてニーズドリブンというか、ユーザードリブンで開発していくことになる。今までは経済産業省主導でNEDOなどが開発しているが、次の20年30年を考えると、スキームを変えて、主体が現場に対して入っていくとなると、厚生労働省として開発資金を出すというのは次の枠組みの中でどうだろうか。例えば司令塔のようなことをやった時に、今までの否定は決してしないが、本当に普及するためにはイノベーションを起こさないといけない。教育も必要だし、リテラシーの問題も含む。そのあたりを審議官に伺いたい。

(厚生労働省)

アバターやサイボーグスーツがOne of themではないかというのは全くおっしゃる通り。事務局にもお願いしたが、アバターやサイボーグスーツ以外に様々な技術シーズや将来の目標のご意見があるので、メンバーの方にはヒアリングから出たものをなるべく盛り込めるようにしていただきたい。

一方で、なぜ早急にアバターやサイボーグスーツだけ深堀しているかというところで違和感を持たれたかもしれないが、これには若干の理由がある。昨年未来イノベーション研究会があり、その後継の研究として、様々な技術について議論していただいている。その中から次の研究を探して少し絞り込みをしていこうということと、さらにもっと広い社会の仕組みそのものを議論していただこうと思っている。

今年の補正予算で健康・医療介護分野のムーンショット型の長期の研究開発の補正予算が70～80億円くらい付いた。これは介護分野だけではなく医療機器、あるいは神経系のプログラミングなど様々なものに投下していく。介護分野だけ取れるものは何がいくらといった議論まで行っていない。テーマが絞り込まれた上で、それほど大きなロットはないのでいくつかは来年また予算を取りにいかなければならない。まずきっかけで何を始めるかというのを絞り込む作業も同時に必要になってくる。

実は1年前の補正予算で1千億円のムーンショット型の基金が内閣府の本体に吸収されている。時々新聞に出ているが、宇宙で使えるようなロボット開発をするというのもあれば、農業の無人化ロボット技術、建設現場の無人化技術と、かなりアバター、サイボーグ系がひとつの柱になってくる。そうするとやや卑俗な言葉になるが、向こうのお金と一緒にやってやるとかなり大きなお金で研究開発ができるのではないかという思いがある。アバター、サイボーグ技術の根幹は共通の部分があって、乗せるAIも、介護専用のAI技術があって、ロボティクスと融合され、応用が農業の現場であったり、介護の現場であったりする。この応用部分のお金さえ出せば一緒に連れて行ってもらえるのではないかというのがあったので、急遽向こうの内閣本体の動きを見て、ロボット、アバター、サイボーグスーツを将来の介護現場で使えないかということで少し深堀しているところである。

その上で、それで決して終わりということではなく、まず施設で使えるロボットとかデバイスが先に量産化なり普及が始まって、その先に在宅という話になっていく可能性が十分にある。そういう意味では、必要な目線の話や、こういうデバイスが必要というニーズの話、技術シーズができそうだという話も盛り込んでいただいて、ある種我々としてはこれをネタ帳とさせていただきたい。

来年度以降様々な研究開発の次の予算要求もあるし、経済産業省に伝えれば、経済産業省がやっている介護ロボットを展開する事業で面白いというものがある。社会の仕組みについてもタブーを設けてこれは議論しないでください、この組織論は役所では困りますということをするつもりはなく、いろいろ出していただきたい。17、18頁について、ひとつでもやれることから手を付けられればいい。我々としては様々な気づきの点、見直すべき提案というのをたくさんいただいて、やれるものから取り組みたい。

例えば17頁の最初のAであるが、介護業務の標準化というと、ケアの専門職の方はそれぞれケアの手法についてあり、厚生労働省がこういう人はこういうケアなんだというのを決めようとする大変な論争を呼んでしまう。現在、介護関連文書の削減統一化の研究会がスタートしたところ。介護サービス報酬外サービスの民間サービス化というのもあるし、介護報酬のなかでロボットの評価をどうしていくかということは次の介護報酬の話題になる。

むしろ自由闊達にアイディアを出して頂き、盛り込んでいただきたい。研究開発のサイボーグ、アバター系以外の話もお気づきの点、ニーズ・シーズを提言いただいて、それも一緒に書かせていただければ大変ありがたいし、社会の見直しすべき点についても、時間のある限り議論していただきたい。我々としては、来年すぐ出来るのか、組織分け出来るのかとい

うとできないものもあるが、出来るものからやっていくにあたっての指針として活用させていただきたい。

(本田委員長)

全体像を審議官にご説明いただいた。それを踏まえて先生方一言ずつお願いしたい。

(比留川委員)

評価するにあたってはデータがとても大事。ここに書いてある最期の高度化や標準化も大事だが、一方でデータを強力に集めるのはとても難しい。厚生労働省でデータベース「CHASE」を開発されているが、あれも何ページも項目があり、全部取るのは無理。厚生労働省としても、これを全部取りなさい、記録しなさいとおっしゃらないと思う。そうすると大きなデータが集まってこない。介護作業は介護保険の点数を決める時にある程度決められている。それぞれだいたいかかった時間を分析して報酬を決められている。それも記録はない。私は某企業のコンサルに入っているが、時間を計るのにいい方法というのがなかなかない。人に付けてもらおうと本当に適当。質のいいデータが大きく揃っているということがまずない。どうしていいかよくわからない。

もし出来るとしたら数はある程度絞る。あまりたくさん取ってくれというのは無理なので、例えば10個だけ取ってくださいと。それを取ると例えば保険請求の時に少しインセンティブが付くということをやってもらおう。人が取るのではなく、経済産業省にお願いすることかもしれないが、自動的に正確に安くそういうデータが取れる技術を開発する。現場が忙しくて時間をかけられないので手はかけられないし、介護者が入れるデータは適当なのであてにならない。必ずこれだけは取ってくださいねというデータが自動的に正確に何年も溜まっていくことができるといい。

(浅間委員)

私も全く同感で一番大きく欠けている点はまさにデータ収集とデータサイエンス。これが肝だと思う。それをやる手段がまだきちんと整っていない。まずインフラとしてやらなければいけない。そのような泥臭い話というのは重要だと思う。また、ロボット機器の要求仕様も見えてくる。介護の現場で人を理解するのにデータが役に立つ。この2つのことがあるので、そこはしっかりやらなければいけないと思う。政策的には是非やっていただきたい。

ステークホルダーの話ではひとつ欠けている部分がある。介護者は施設にいるが、その裏には患者や被介護者がいるわけで、現場では人が人に対してサービスを提供しているので二重構造になっている。ステークホルダーの位置付けを考えなければならない。機器を導入するにはコンサルがきちんと動かなければいけない。その辺りの話が16頁の図では抜けている。ステークホルダーの中ではコンサルの位置付けがかなり重要になってくると考える。

(下河原委員)

データがらみで言うと、自然な老衰死を希望する高齢者のニーズに応じていくことから、東京有明医療大学では BMI の推移を根拠とした高齢者の看取りの時期を作っている。BMI は身長と体重だけ計ればよく、百数十名に対して実施した結果、BMI が 12 くらいでもみなさんだいたい老衰であった。7 以下になってもしっかり生きている方がいて、それが 5 名。その 5 名は胃ろうを付けて延命している。かなり信ぴょう性が高いデータの蓄積だと思っている。

現在、アプリケーションの開発を進めている。体重だけ入力すれば、もしかしたら老衰の時期がわかるかもしれない。BMI だけでわかるのかという議論もあり、もっとデータを取っていかなければならないが、そういうデータのとり方、つまり社会のニーズに応えながら、かつデータを蓄積していけるという方が、現場からのデータがもっと集まるという気がする。高齢者住まいの定点調査を 6 千施設くらいに出しても回答率がとても低かった。ただアンケートに答えてほしいとかデータを出してくれというより、そのデータが自分たちの行動に結びつくというおまけが付いてこない、なかなかデータが集まらない気がする。

(近藤委員)

ターゲットというか、利用者のステージを中に入れてほしい。90 歳まで生きると、8 割の方に認知症の症状があらわれる。認知症がわかりやすいので例にすると、まずなんでもない時期、次に MCI（軽度認知障害）といって認知機能が軽く落ちる時期が入って、今はだいたい 8 割がアルツハイマー型の認知症になる。最終的にアルツハイマー型認知症の中でいろいろステージが分かれ、重度化してご飯を食べられずに人工栄養を行わなければ老衰死のような形になる。そのステージごとにニーズが違う。ステージごとの人口はわかる。どこが一番お金をかけるべきなのか。厚生労働省的には MCI になる前に予防という形で少しアプローチしたいと思うが、そこの技術がこの中ではけっこう薄い。先ほどからコミュニケーション、コミュニケーションと何度も言っていたのはその為である。コミュニケーションは一貫通貫で大事。ただコミュニケーションでも認知機能が低下する前、気配があるあたりで役に立つ技術はむしろムーンショットで行けると思うので、その部分は注目していただきたい。

(植村委員)

16 頁の図について。ヘルスケア分野において海外の事例で最近よく見る組織の在り方は、人が中心になっていることが多い。この中でもユーザーがどこにいるかというところを示せるといい。例えば自立をテクノロジーでサポートするということでも、施設で HAL を使ってリハビリをすることで、自分でトイレに行けるようになった事例も出てきているようだが、実は要介護度が改善すると施設側のインセンティブがあまりないので、実際は使われていないというのが問題になっている。個人の視点で見たときに、何が幸せにつながるの

かという視点が含まれるといい。在宅のところで、スーツを着て歩けるようになったり、機能をアシストして自身を自立に持って行くという思考があるかと思うが、人のフェーズによっては、最期の終末のところではそういうことは叶わず、自然に最期を迎えるというように変わっていく。ユーザー、人の目線から見た図にしたらいいと感じる。

(本田委員長)

全体としてまとめると、ロボットはあくまでも道具。そういう思想をもってまず開発をしていく中で、こういうのを見たときはこういう道具のロボットでいいじゃないかというものも普及していくというアプローチをした方がいいだろうという意見である。厚生労働省側で難しいかもしれないが、先ほど話にあったデータを取るとか、ロボットの実証もやるようなモデル施設のようなものを地域ごとに何個か作るというのはどうか。

(厚生労働省)

それはあり得ると思います。

(本田委員長)

今は下河原先生ところや社会福祉法人善行会などの先端的な施設があるが、それが広がるのは難しい。植村先生がおっしゃったように、地域によってライフスタイルが違う。そのようなところでモデル施設を作ってロボットの社会実装をやる。

(植村委員)

施設と在宅をテクノロジーでつなげてコミュニケーションをとったり、リモートケアが出来るようになったとき、コストがどれだけ削減できるかというような評価指標になるものを作るとなった時にも、モデル施設があるいい。地域ごとにできるのもいい。

(本田委員長)

この資料ではコストについての視点が抜けている。ロボットのコストではなく、社会全体でかかえているコストに差があるということをどこかに入れておく必要がある。それをやった時に施設として法制度の中で得になるかどうかというのがある。それは課題として挙げる必要があるか。

(比留川委員)

総コストというか人手不足になるのは明らか。今でも人手不足なので、効率化することは必要。その時に報酬がどうなるかということは厚生労働省に考えていただきたい。あとは高齢者が最後まで幸せに暮らせるかどうか。コストだけの KPI だとせちがらい。働く人がどれだけやりがいを持ってできるかが大事。人手不足の解決方法のひとつは誇りを持って働け

るか。専門性があって高齢者が喜んでやりがいがあるということが大事。

(本田委員長)

Hug というのはひとつの事例で、1 割の自己負担で月 2,500 円、3,000 円だから、一気に売れ出した。10 万円になったら使わないかもしれないが、1 万円になっても払う可能性がある。本当にユーザーが使えるロボットや施設があれば、コストというのは重要ではあるが、採用されると思う。ボーダーはあると思うが。

(比留川委員)

コストは計算できるので、1 個 1 個の機器について計算して評価すればいい。HAL は非常に難しく、介護士を一人雇用したとき一ヶ月の粗利益がだいたい 10 万円くらい。それが HAL だと月額 6 万円。粗利益 6 割飛ばす。高すぎるのが明らか。

(本田委員長)

貴重なご意見をいただき、感謝する。比留川先生から参考になるいい写真があるということなので、ご提供いただきたい。私も 20 年後を考えると 80 歳を超えており、こういったロボットのお世話になる。イノベーションを起こすには今から手を打つということに関して引き続きまとめていきたい。最後に審議官より一言お願いしたい。

(厚生労働省)

皆様にはさらにお時間を頂戴して、いろいろなものを集めて我々の指針となるものを作っていただきたい。我々も直ちにできるもの、少しずつやっていくものがあると思うが、よろしくお願いしたい。

(本田委員長)

本日はありがとうございました。

以上

令和元年度 老人保健事業推進費等補助金 老人保健健康増進等事業
2040年に向けたロボット・AI等の研究開発、実用化に関する
調査研究事業
報告書

令和2年（2020年）3月

株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所
〒102-0093 東京都千代田区平河町2-7-9 JA共済ビル10階
TEL : 03-5213-4171 FAX : 03-3221-7022