

研究成果展開事業

ー戦略的イノベーション創出推進プログラムー

(S-イノベ)

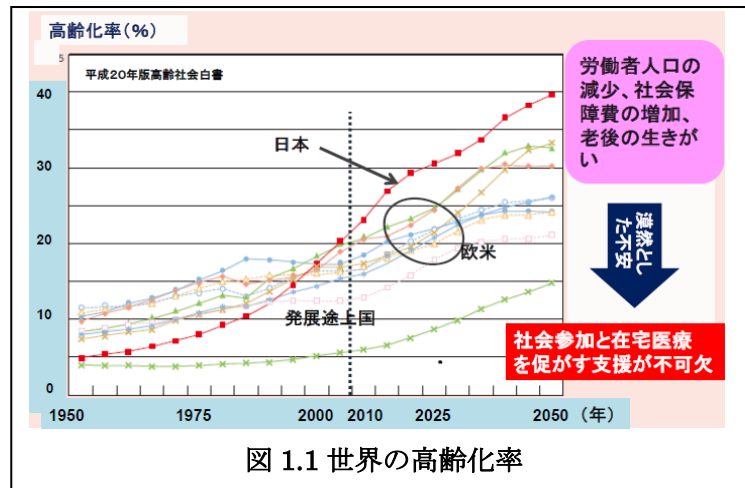
研究開発テーマ「高齢社会を豊かにする科学・技術・システムの創成」

研究開発テーマ中間評価用資料

平成 25 年 11 月 25 日

1. 研究開発テーマ

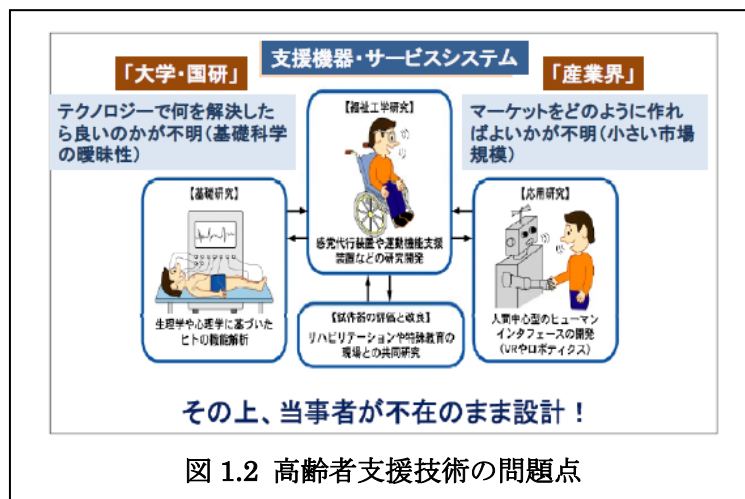
「高齢社会を豊かにする科学・技術・システムの創成」(平成 22 年度発足)



(1) 時代背景

日本は世界に先駆けて超高齢社会に急速に向かっているが(図 1.1)、現時点において既に全人口の約 25%が 65 歳以上の高齢者で占められており、2055 年にはそれが 40%に届くことが予測されている(平成 20 年版高齢社会白書)。そのため、労働者人口の減少、社会保障費の増加に加え、高齢者に社会参画を可能な限り延長することが求められている。

しかし、この課題に対してテクノロジーで何を解決することが望まれているかが不明なことから、大学や国の研究機関等の研究は方向性が定まらないままであり、また、マーケットを作り出せなかったことから、産業界でも本格的な取り組みが行えなかった(図 1.2)。



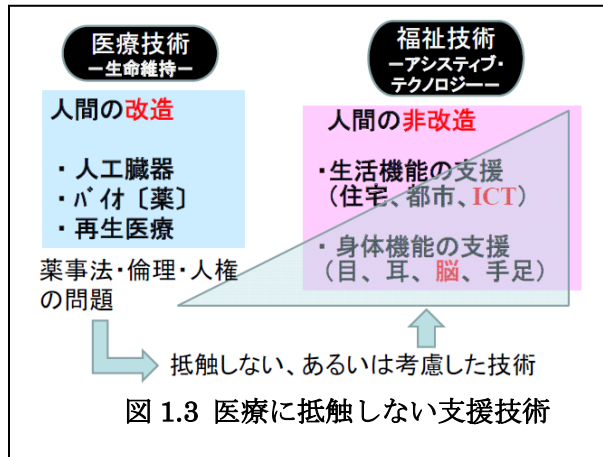
(2) 研究開発テーマの概要

＜社会参加・新規ビジネスの支援＞

本研究開発テーマでは、このような時代背景の下で、高齢社会における「就業などの支援」と個人の「活動の支援」の両方を実現することを目標とし、横断的で長期にわたる「産学連携」による取り組みを行うこととした。特に高齢者個人が社会活動を行いやすくなるような支援技術を追求する。

その中でも、人間が知的な社会生活を送る上で重要な機能である「感覚」「脳」「運動」と、それらを結ぶ「情報循環」がうまく働かなくなったことを支援する方法を構築する。同様に、コミュニティの中で必要な生活機能である「情報獲得」「コミュニケーション」「移動」と、

それらを結ぶ「情報循環」を円滑にすることを支援する方法を構築する。その支援技術として、主に、インターネットに代表されるような ICT（情報コミュニケーション技術）やロボットに代表されるような IRT（情報ロボット技術）を活かす道を確立することとした。

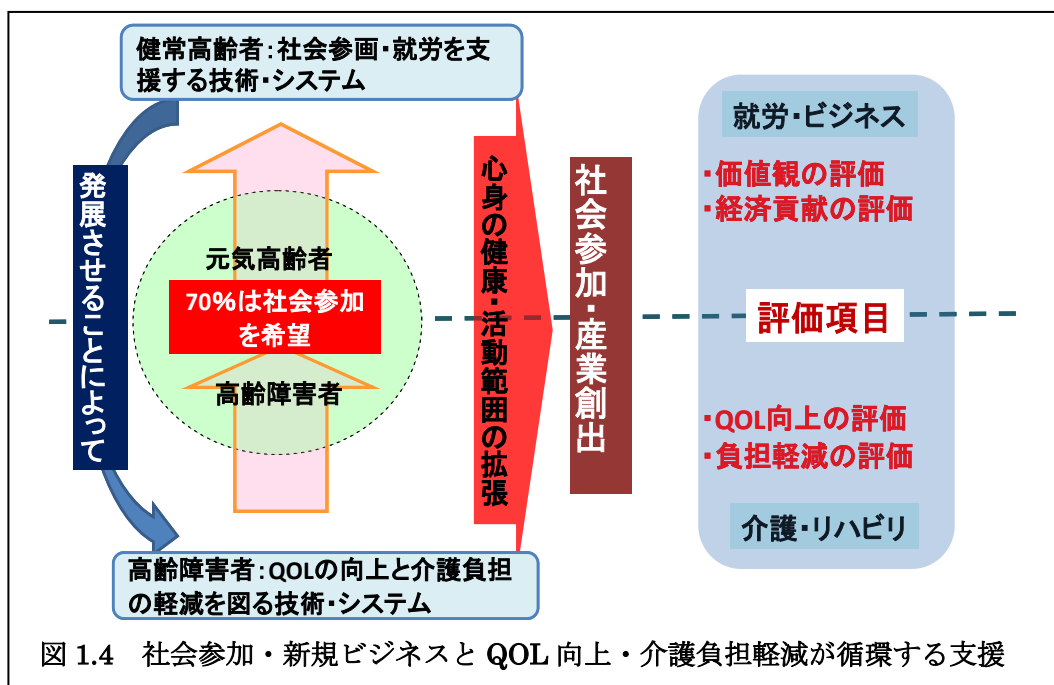


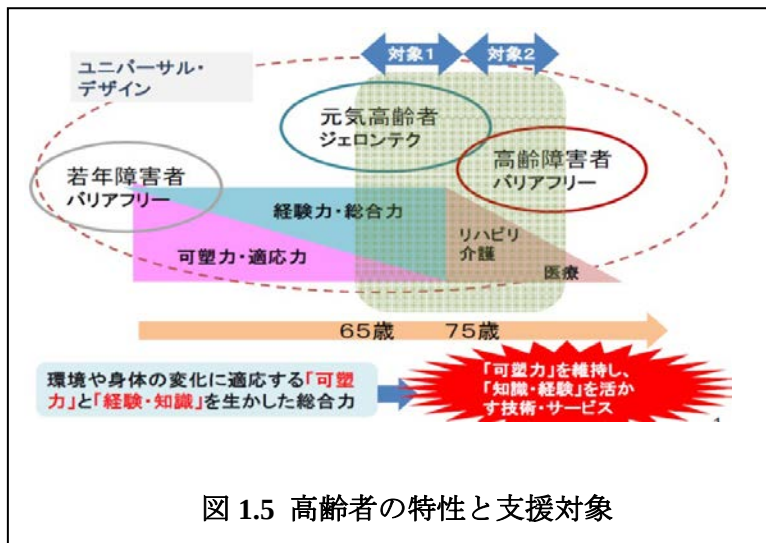
<QOL の向上と介護負担の軽減>

さらに、これらの支援機器やサービスシステムを発展させることで、障害を持つようになった高齢者（仮に高齢障害者と呼ぶ）の支援にも活かす道を探る。したがって、「QOL の向上」と「介護負担の軽減」に関わる研究開発も対象としている。ただし、医療に関わる技術は薬事法・倫理・人権などの問題に抵触する場合があります、課題解決への過程が非常に複雑になるので、本

テーマでは、医療に抵触しない範囲で介護とリハビリを支援する技術を対象としている（図 1.3）。

以上を纏めると、図 1.4 に示したように元気高齢者には社会参加を促がすことで経済発展に寄与し、虚弱高齢者には QOL の向上と介護負担を軽減させる支援機器とサービス・システムを提供し、それらの機器やサービスを循環させる方法で効率化を図る。





＜対象範囲と研究開発の設定＞

最近の調査で、我が国の高齢者のうち手段的日常生活活動(IADL)に不便をきたしていない人の割合は、75歳以下では男女ともに約70%を超え、90歳を超えても10%以上を占めていることが分かっている。これは20～30年前と比べると心身ともに10歳以上も若くなっ

ていることを示している。

このような高齢者（ここでは仮に元気高齢者と呼ぶ）の中で70%を超える人達が社会参画や社会貢献を志向していることから、まず、この活力を最大限に生かすための支援機器やサービスシステムの研究開発を対象とする。

また、一般に高齢化とともに身体機能が低下しても、「経験・知識・技能」が蓄積され、それを生かした「総合力」が優れてくる。一方で、若年者と比べると、高齢化とともに衰えた身体機能を代償する「可塑性」の働きは低下する（図1.5）。

したがって、ICTやIRTを高齢者の支援に活用する場合、可塑性や残存能力をできるだけ維持させながら、獲得した知識・経験・技能を生かすという視点を重視した支援機器やサービスシステムの研究開発を対象とする。

以上から本テーマを遂行する課題として以下の5分野を対象とした（図1.6）。

- ①身に付けて感覚・コミュニケーションを支援する「ウェアラブル ICT」
- ②通信・放送における情報の獲得や発信を容易にする「インフラ ICT」
- ③労働や介護・介助の負担を軽減する「労働支援 IRT」
- ④コミュニティ内を自由に安全に移動できる「移動支援 IRT」
- ⑤理解・記憶・表出を補助し促進させる「脳支援 ICT・IRT」

なお、ICTやIRTを活用する上で、全ての支援を機器やサービスに委ねるのではなく、ユーザの負担を軽減する道具、社会参画を促すツールとして位置づけている。

さらに、高齢化は日本ばかりでなく世界的な傾向にあることから海外での取り組みなどについても常に動向を把握し、本テーマにより創成される新しい技術・システムが将来、輸出産業などにも活かされることを期待している。

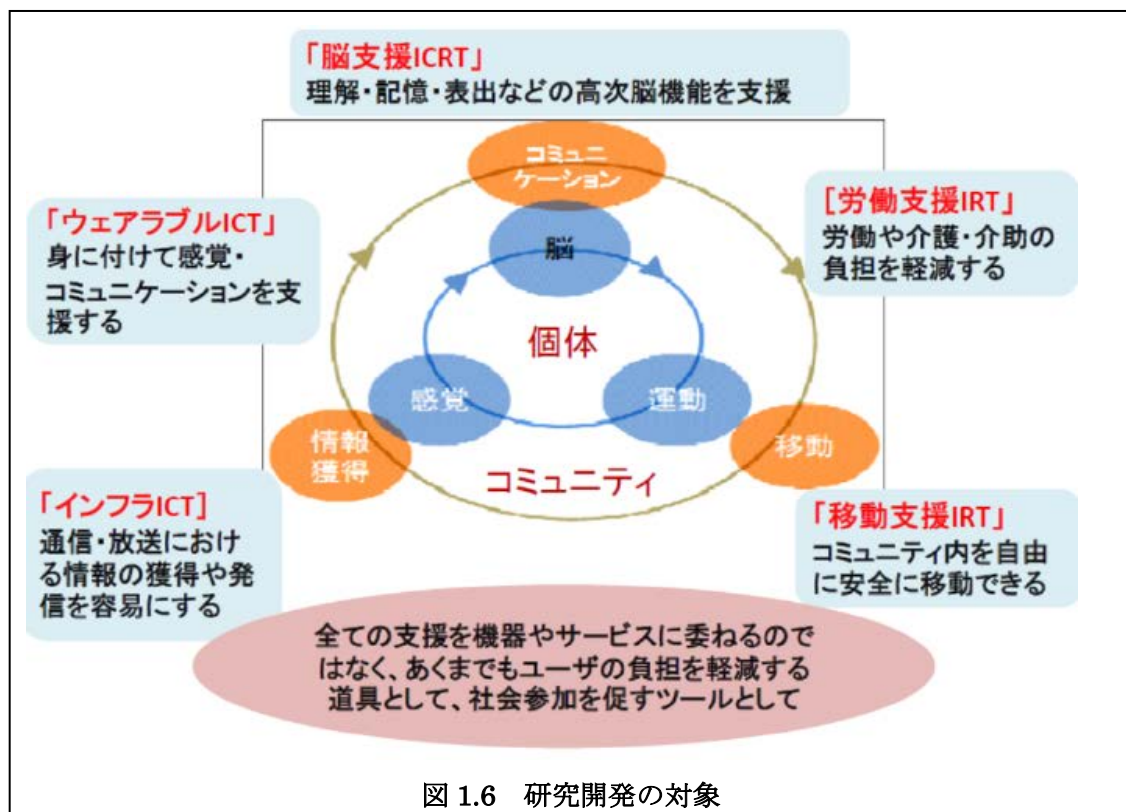


図 1.6 研究開発の対象

2. プログラムオフィサー（PO）

氏名 伊福部 達 （東京大学 名誉教授）

3. 採択課題

3.1 企画調査研究課題

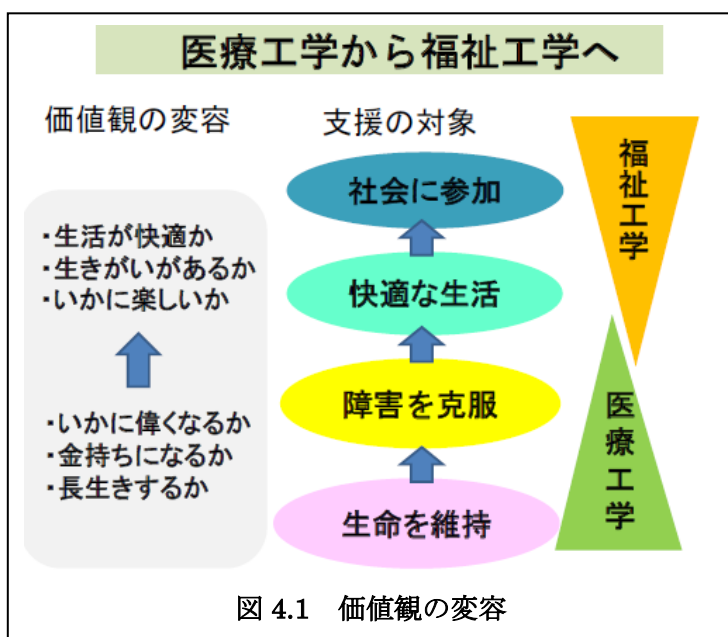
採択年度	プロジェクト マネージャー	中間評価時 所属・役職	中間評価時 研究課題
平成 22 年度	井上 剛伸	国立障害者リハビリテーションセンター 研究所 福祉機器開発部 部長	高齢者の記憶と認知機能低下に対する生活支援ロボットシステムの開発
	井上 秀雄	トヨタ自動車株式会社 技術統括部 主査	高齢者の自立を支援し安全安心社会を実現する自動運転システム
	大和 裕幸	東京大学 大学院新領域創成科学研究科 教授	高齢者社会参加統合サービスパッケージの構築
	廣瀬 通孝	東京大学 大学院情報理工学系研究科 教授	高齢者の経験・知識・技能を社会の推進力とするための I C T 基盤「高齢者クラウド」の研究開発
	牧野 快彦	富士フイルム株式会社 ヘルスケア事業 統括本部 医薬品事業部 技術担当部長	高齢者の社会参加を支援するための 「高齢者の脳と心の健康増進支援システム」の研究開発
	中邑 賢龍	東京大学 先端科学技術研究センター 教授	認知・脳科学的手法に基づく元気高齢者の認知機能支援システムおよび技術者向け教育プログラムの開発
	田中 孝之	北海道大学 大学院情報科学研究科 准教授	高齢社会での社会参加支援のための軽労化技術の研究開発と評価システムの構築
	久保田 直行	首都大学東京 システムデザイン学部 准教授	成長する個人差対応高齢者見守りロボットシステム

3.2 本採択課題

採択年度	プロジェクト マネージャー	中間評価時 所属・役職	中間評価時 研究課題
平成 22 年度	井上 剛伸	国立障害者リハビリテーションセンター 研究所 福祉機器開発部 部長	高齢者の記憶と認知機能低下に対する生活支援ロボットシステムの開発
	井上 秀雄	トヨタ自動車株式会社 技術統括部 主査	高齢者の自立を支援し安全安心社会を実現する自律運転知能システム <u>H25 年度より課題名を変更（旧課題名：高齢者の自立を支援し安全安心社会を実現する自動運転システム）</u>
	廣瀬 通孝	東京大学 大学院情報理工学系研究科 教授	高齢者の経験・知識・技能を社会の推進力とするための I C T 基盤「高齢者クラウド」の研究開発
	田中 孝之	北海道大学 大学院情報科学研究科 准教授	高齢社会での社会参加支援のための軽労化技術の研究開発と評価システムの構築

4. 研究開発テーマのねらい（目標）

一昔前は、「金持ちになること」、「偉くなること」、「長生きすること」を目標としていた人が多かったのに対して、最近では「いかに楽しいか」、「やりがいがあるか」、そして「いかに快適な生活を送るか」ということに価値を置く人たちが明らかに増えている（図 4.1）。その背景には、世界にも稀な速度で経済発展を遂げて我が国が豊かになったことに加え、超高齢社会に向けて老後を如何に快適に過ごすかを真に考える人が増えたことが挙げられる。そして快適な生活を支援するためのテクノロジーの一つとして、高齢者だけでなく産業界でも医療に加えて高齢者のための支援技術に大きな期待が寄せられている。



一方で、前述のように、最近の膨大な人数の高齢者を対象とした調査結果から、日本人の高齢者の心身機能の年齢は十年前と比べると 11 歳ほど若くなっていることが分かっている。65 歳で定年を迎えたといっても多くの人は心身ともに一昔の 54 歳に相当する若さであり、定年後の長い生活を快適に過ごし、いつまでも社会に参加し、生きがいを持ち続けていたいと希望している。

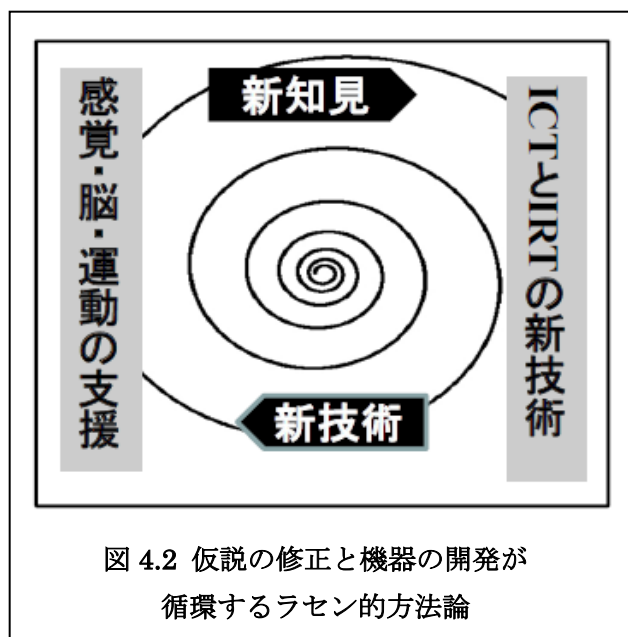
従って、単に従来日本が得意としてきたモノづくりだけでなく、ここで開発すべき支援技術やサービス体制を時代の価値観の変容に合わせていかなければ、国際競争の中で真に生き残れないことは明白である。

<研究開発テーマの目標>

このような背景の下、本研究開発テーマでは、支援技術の開発やサービス体制の構築だけでなく、新しい価値観に合わせた研究開発の方法論を構築することを目標に設定した。

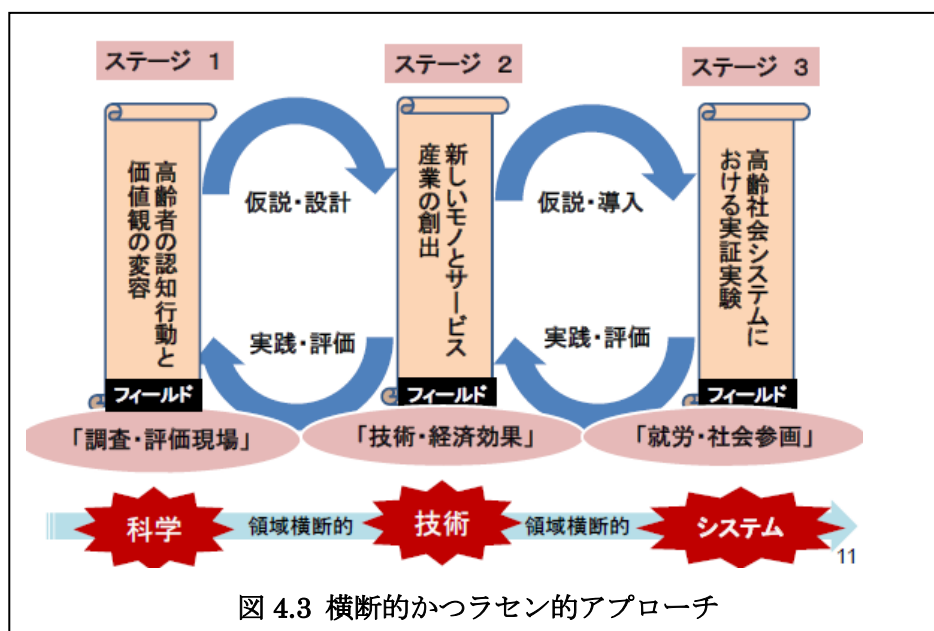
一般に、あるモノを設計する場合、その拠り所となるサイエンスがある。例えば、震度 6 の地震にも耐える建物を設計しようとすれば、力学や数学を駆使して計算し、1 本 1 本の柱の材料や太さまでも正確に決めることができる。それに対して、例えば、低下した言葉の聞き取り能力を補うための機器を設計するとなると、その拠り所となるサイエンスは未知の部分の多い聴覚と脳の科学になるが、それ自体が中々解けない難題である。

そこで、とりあえずは感覚や脳における障害部位とその情報処理メカニズムの仮説を



立てて、それを基にどのように代替・補強すれば良いかを考え、支援機器の設計と開発に進む。現場における当事者に使ってもらってあまり役に立たなければ、なぜ役に立たなかったのかを調べる基礎研究へ戻り、仮説を修正する。その仮説をもとに機器を改良した結果、前よりも良くなれば仮説を間接的に証明したことになる。

この「仮説の修正」と「機器の改良」のくり返しの過程から、支援機器が少しずつ役に立つものになる。これが福祉工学やジェロンテクノロジーにおけるラセン的な研究の方法論である（図 4.2）。つまり、従来のシーズ育成型ではなく、横断的かつラセン的に展開する方法論をとることで、ここから色々な研究成果が生まれ、一つのイノベーションの創出に繋がることが期待される。



そこで、本研究開発テーマでは、(a)高齢者の価値観の変容や認知・行動を把握する基礎研究から高齢者にマッチする支援機器やサービスシステムを設計・開発する（図 4.3 のステージ 1 に対応）、(b) 支援機器を高齢者に適用・評価した結果、問題が残されていれば再び仕様の変更する（図 4.3 のステージ 2 に対応）、(c)提案されたサービスシステムを高齢社

会で活用した場合の効果についても実地で検証し、問題が残されていればそれを見直す(図4.3のステージ3に対応)という「らせん形」の方法論をとることとした。なお、この3つのステージはそれぞれ「科学」、「技術」、「システム」に対応する。

各課題はそれぞれ異なったシーズを持っており、そのシーズをそれぞれの課題内で独自に発展させる。同時に、他の課題との間でシーズを共有することにより、横断的な共同体

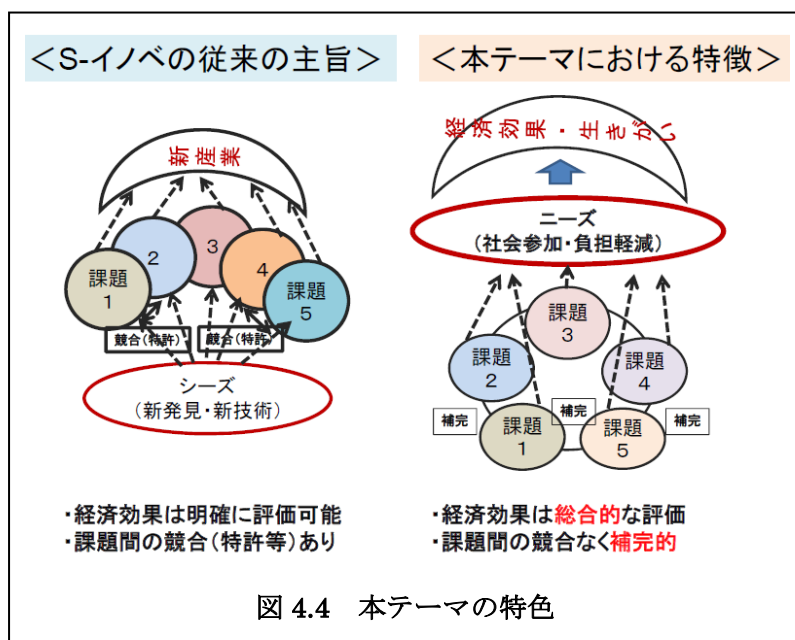
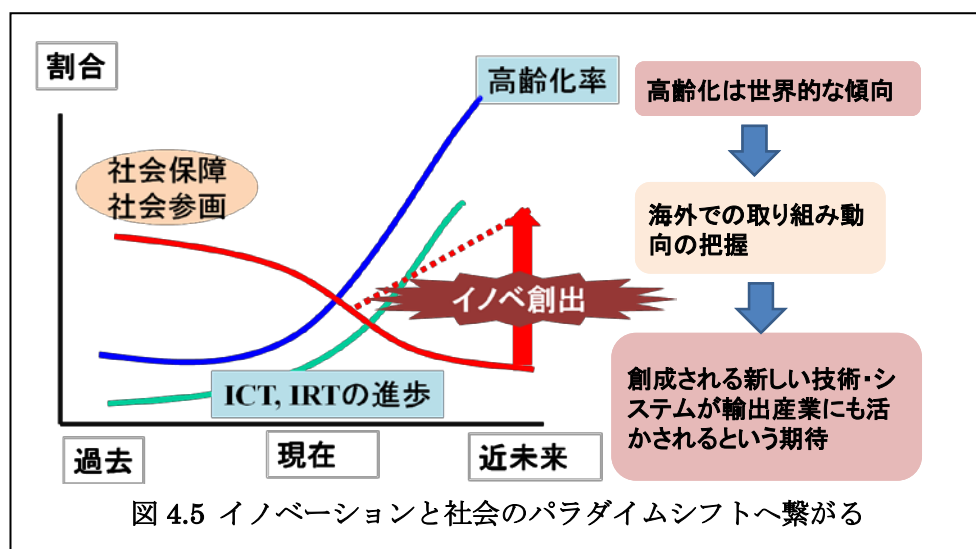


図 4.4 本テーマの特色

制を構築し、テーマの目標である経済効果と生きがい増進に貢献する。従って、S-イノベの他の研究開発テーマが主に課題ごとにシーズを発展させ、新しい産業の創出を目指すのに対し、本研究開発テーマでは、幾つかのシーズを補完的に発展させるという立場をとる。さらに、時代が要請するニーズに応えるために「生きがい」

や「快適性」など主観的な観点も加味しながら総合に経済効果を評価するという特徴を持つ(図4.4)。



一方で、高齢化は日本ばかりでなく世界的な傾向にあることから、虚弱高齢者の QOL を向上させ元気高齢者の社会参加を支援する技術・システムは将来、大きなマーケットになり、やがては輸出産業に繋がる可能性がある。その結果、そこから真のイノベーションが生まれ、社会的なインパクトやパラダイムシフトに繋がることが期待される(図4.5)。

5. 研究課題の選考について（3年程度経過後のみ）

＜選考に至るまでの過程＞

本研究開発テーマは、裾野が広く、様々な支援の可能性のあることから、最終的により良い課題を選定するため、本採択課題決定前に企画調査研究（本格的な研究を目指すための絞り込み研究）を実施した。

応募にあたっては、どのような取り組みで研究開発を進めるのかを明記させ、全期間にわたり、それを実現するための計画、および期待される成果・効果など出口イメージを明示させた。また、必ず実地での検証や成果物の評価を実施するフィールド、自治体、施設なども明記させた。

なお、各課題には、先に示した①～⑤の「5つの技術に適用可能な研究成果」が大学等に存在すること、また、諸外国でも同様な取り組みが行われている場合、そのメリット・デメリットを考察しながら、本取り組みの優位性を記述させた。さらに、国内外における関連する法制度等の調査の必要性についても考慮するよう指示した。

本テーマ終了後、成果を実現する上で必要となる社会制度やインフラ整備を明示すること、普及させるためのビジネスモデル構想を含めた提案を期待していることを研究開発テーマの設定趣旨として提示した。

本採択課題の決定にあたっては、企画調査研究の実施結果を新たな産業創出可能性の点などから評価することにより、5課題程度からなる本採択課題への絞り込みを行うこととした。ただし、絞り込みにあたっては、類似・関連の企画調査課題については、それらを組み合わせることで1つの本採択課題とする場合があることを示した。

以上の点についてはテーマ設定趣旨として公募要領中に記載するとともに、東京と大阪において公募説明会を開催し、POから直接、説明を行った。公募期間を2010年の10月27日から11月26日とし公募を行った結果、54件の応募があった。

＜選考における審査観点＞

54件の応募の内訳は、図1.6に示した対象5分野全般にわたっていたが、技術開発が中心となり、高齢者の特性やニーズを踏まえた提案は少なかった。POと3名のプログラムオフィサー補佐、ならびに7名のアドバイザーにより、まず初めに以下の「全般的な審査観点」に基づいて書類審査を行った。

1. どのような取り組みで研究開発を進めるのかという「戦略」が明記されているか。
2. 期待される成果・効果など出口イメージ（社会的インパクト）が明記されているか。
3. 乗り越えるべき「壁」とそれを乗り越える「方法」が明記されているか。

その結果、18件が面接審査対象課題として絞り込まれた。

次に、面接審査では、上記の審査観点に加え「本テーマ特有の審査観点」である、

- (1) 身体機能（感覚、脳、運動）あるいは生活機能（情報獲得、コミュニケーション、移動）を ICT や IRT で支援し、活用するという立場に立っているか。
- (2) 実地での検証や成果物の評価を実施する予定の「フィールド」、「自治体」、「施設」などを明確にしているか。
- (3) 障害を持つようになった高齢者の「QOL の向上」と「介護負担の軽減」に成果を発展させる場合、薬事法などに抵触しない（例：非侵襲的な支援）ように考慮されているか。

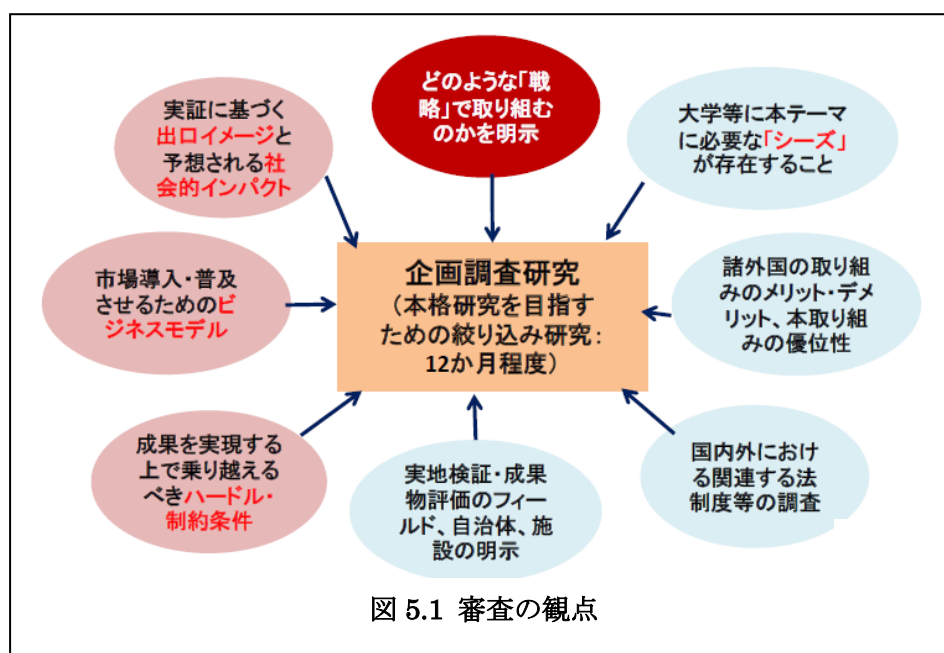


図 5.1 審査の観点

などを基準（図 5.1）として審査を行い、企画調査研究課題として 8 件の提案を採択した。

採択後、2011 年 1 月にキックオフ会議を行い、改めて本研究開発テーマの設定主旨を PO から説明した。また、研究開発開始後、全ての企画調査研究課題について、PO および JST の担当者がサイトビジットを行い、研究の進捗状況をチェックし、評価書類として取り纏めを行った。

さらに、約 1 年間の企画調査研究を実施後、企画調査研究の全体的な評価として、

- (a) 研究の目的達成
- (b) 本格研究につながる成果が得られたか
- (c) 新しい産業創出の可能性

(法令調査結果や実施フィールドと開拓状況を加味して判断)
の観点から。

また、本格研究課題としての評価として、

- (イ) 研究開発テーマの設定趣旨との整合性
(産業創出と高齢者支援（就労、生きがい、社会参加）の両面)
- (ロ) 実用化に向けた目標・計画の妥当性
- (ハ) 産学協同での研究開発体制の妥当性
- (二) 産業創出の礎となる技術の確立の可能性

に基づいて、4 課題の本採択課題を採択した（図 5.2）。なお、(c)カッコ内の「法令調査結果や実施フィールドと開拓状況を加味して判断」および（イ）カッコ内の「産業創出と高齢者支援（就労、生きがい、社会参加）の両面」については、本テーマの特殊性を反映させるために設けた審査基準である。

また、8 件の企画調査課題は移動・労働の支援技術とネットワークを使った支援システムが多くを占めたので、4 件の本採択課題に絞り込む際には、対象 5 分野に偏りが無いよう配慮した。しかし、高齢者自身が身に付けて弱った機能を支援し就労を助ける「ウェアラブル健康管理 ICT」については該当する課題がなかったため、今後、何らかの形で本研究開発テーマに導入することとした。

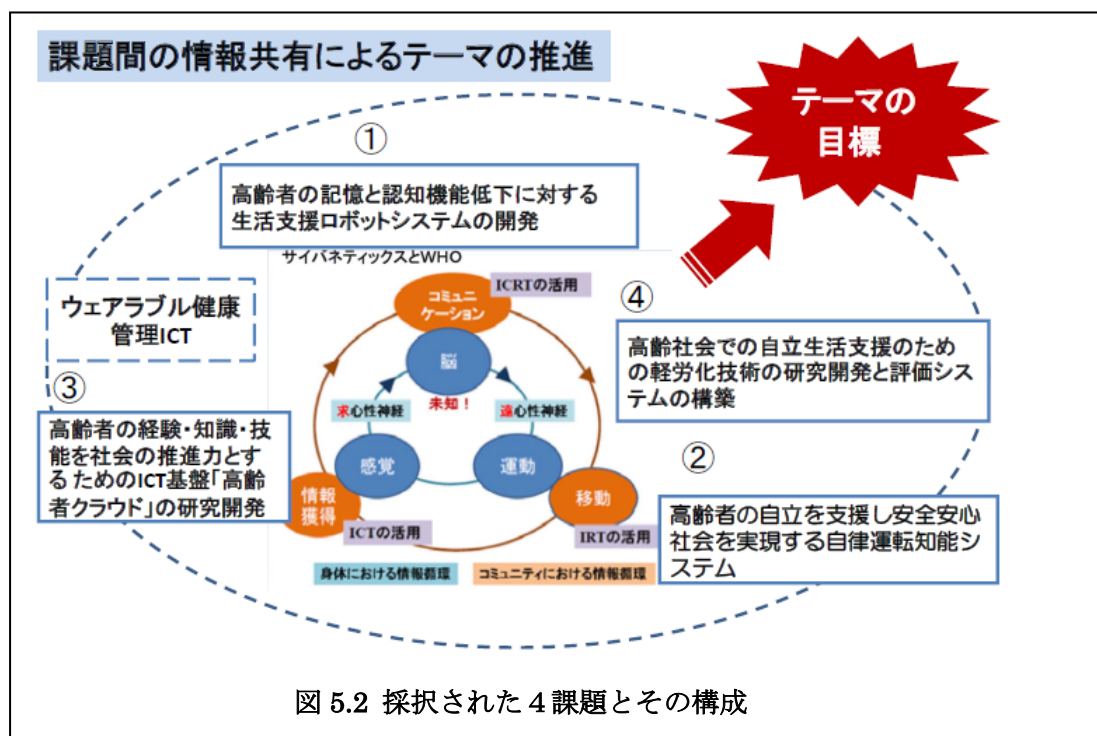


図 5.2 採択された4課題とその構成

6. アドバイザーの構成について

JST 役職	氏名	現在の所属	役職	任期
PO 補佐	秋山 弘子	東京大学 高齢社会総合研究機構	特任教授	平成 22 年 11 月～現在
PO 補佐	後藤 芳一	日本福祉大学 大学院医療・福祉マネジメント研究科	客員教授	平成 22 年 11 月～現在
PO 補佐	田中 理	横浜市総合リハビリテーションセンター	顧問	平成 22 年 11 月～現在
アドバイザー	板生 清	東京理科大学 総合科学技術経営研究科	教授	平成 22 年 11 月～現在
アドバイザー	清水 孝一	北海道大学 大学院情報科学研究科	教授	平成 22 年 11 月～現在
アドバイザー	田中 敏明	東京大学 先端科学技術研究センター	特任教授	平成 22 年 11 月～現在
アドバイザー	土井 美和子	株式会社 東芝 研究開発センター	首席技監	平成 22 年 11 月～現在
アドバイザー	正木 信夫	株式会社 ATR-promotions	代表取締役	平成 22 年 11 月～現在
アドバイザー	三澤 裕	テルモ 株式会社 研究開発本部 開発戦略部	主席研究員	平成 22 年 11 月～現在
アドバイザー	吉村 洋	財団法人仙台市産業振興事業団	理事	平成 22 年 11 月～現在

＜人選にあたっての考え方＞

以下に、人選にあたっての基本的な考え方と背景について述べる。まず、本テーマはカバーすべき範囲が極めて広いことから、それぞれの分野で第一人者である 3 人の PO 補佐を置くことにした。

PO 補佐の秋山弘子は米国イリノイ大学で長年にわたり老年学（ジェロントロジー）を教授していた社会心理学者であり、ジェロントロジーの諸問題を多くの社会実験を通して検証してきた実績があることから、本テーマを大局的に評価するに相応しいと考えた。

PO 補佐の後藤芳一は長年にわたり行政（経済産業省）の立場から福祉機器開発の支援や制度設計を進めており、現在は福祉工学を大学で教授しており、本テーマにおける産学連携の在り方や経済効果等を評価するにはもっとも相応しいと考えた。

PO 補佐の田中理は一貫してリハビリ現場で支援機器の開発と評価を行ってきた工学系研究者であり、現場におけるニーズや当事者が求めているシーズを的確に把握できる者であり、本テーマの現場における有用性を評価するに相応しいと考えた。

さらに、PO 補佐の下に 7 人のアドバイザーを配置した。

AD の板生清は旧電電公社においてセンサやネットワークを人間の支援に生かす研究を進め、大学では人間 - 自然インタフェースの分野を切り開いたもので、ジェロントロジーの諸問題を「システム」として捉える最適な技術系研究者である。

AD の清水孝一は米国と日本の大学において一貫して生体計測やスポーツ科学の教育・研究を実践してきた者で、ジェロントロジーで欠かせない高齢者の身体機能の諸特性を計測・評価できる医工連携分野の研究者である。

AD の田中敏明は理学療法士でありながら工学博士を有している者で、一貫して現場において高齢者支援を運動力学や認知工学の分野から実践してきており、高齢者の身体機能特性を的確に把握できる医工連携分野の研究者である。

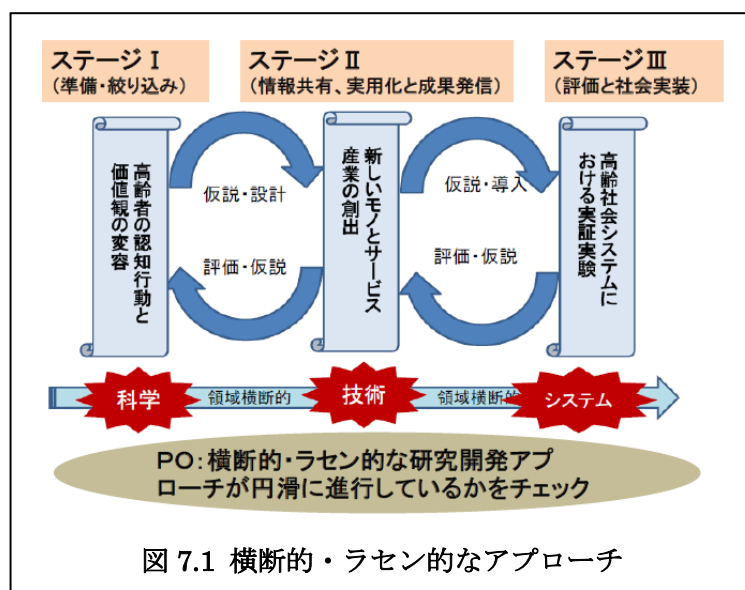
AD の土井美和子は企業において長年にわたり医療機器やヒューマンインタフェースの研究開発に携わっており、行政においてもこの分野に多くの提言をしてきた者であり、企業化に関する評価を行うには最も相応しい。

AD の正木信夫は音響認知工学の分野を脳科学の観点から開拓した者で、また、ATR の脳活動イメージングセンター長を務めており、高齢者の認知行動を科学的に把握する上で欠かせない研究者である。

AD の三澤裕は企業において長年にわたり医療機器とくに生体計測機器を開発してきた技術系研究者であり、本テーマを実用化や産業化に向けて多くの提言をできる研究者である。

AD の吉村洋は長年にわたり企業において技術開発とその製品化を進めており、退社した後は北欧における福祉技術・政策の調査研究に携わっていた者で、極めて広い立場から本テーマを評価できる者である。

7. 研究開発テーマのマネジメントについて



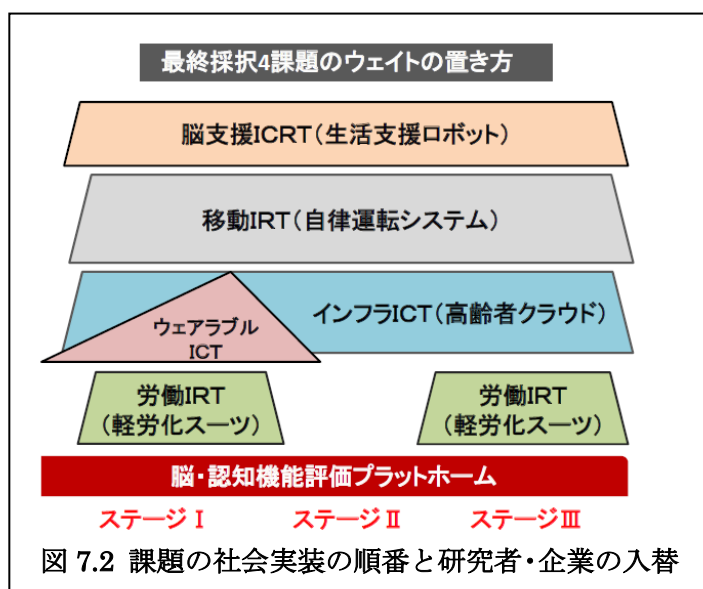
(1) POの運営方針について

高齢社会に伴う多様な課題を運営・遂行するために、前述のように、本研究開発テーマでは、現場を重視した横断的かつラセン的な取り組みを行う（図 7.1）。

ステージⅠでは、高齢者の価値観の変容や認知・行動を把握する基礎研究を行いながら、その結果に基づいて高齢者にマッチする支援機器やサービスシステムを提案する。

ステージⅡでは、開発された支援機器・サービスシステムを高齢者に使用してもらい、問題が残されていれば再び仕様の変更を行い、実用性の観点からそれらを評価する。

ステージⅢでは、提案された支援機器やサービスシステムを高齢社会で活用した場合の効果や従来制度との整合性を考慮しながら社会実験を行い、社会的な受容性と経済への波及効果を検証し、問題がなければ実用化・製品化の段階に入る。ただし、いずれのステージでも現場で活用した場合の効果を検証した上で、問題が残されていればそれを見直すことを義務付けている。



これを義務付けている。

これまでにPOとJST担当者による現場のサイトビジットを実施し、施設・設備の視察、研究開発の状況把握を行い、それに基づいた指導・助言を行っている。各課題は産学連携によるチームで遂行するが、H25年度以降は各チームは他のチームと情報を共有し、本研究開発テーマの目標を目指すよう指導を行っている。POはこの情報共有とテーマ推進

が円滑に進められているかを随時チェックしている。また、「学」は高齢者機能の解析と支援機器やサービスシステムの評価に中心をおき、「産」は「学」で得られた知見に基づき設計・制作を行い、その有用性を「産学連携」により実地で検証を行う。POは、この

「解析・評価」と「設計・実証」のループが円滑に進められているかを随時チェックしている。

さらに、その結果に基づいて、早期に社会実装が可能な課題か、基礎研究が必要な長期にわたる課題かの判断を行う。この過程で、さらに必要となる技術がある場合には、それを遂行できる企業や大学等を追加で参入させる。逆に課題の遂行に必要な無いと判断された場合、参画している企業や大学等を撤退させる（図 7.2）。

（２）研究開発テーマの進捗状況の把握

- ① サイトビジット(年 1 回／秋)：PO、JST の出席のもと、各チーム個別にそのチームの研究参画機関全員からの進捗状況の把握と評価、研究開発施設・設備視察
- ② 研究開発テーマ推進会議(年 1 回：H25 年度より実施)：PO、アドバイザー全員、JST の出席のもと、各チームリーダーからの発表と質疑による進捗状況の把握と評価（研究開発担当者は全員参加可能、またチーム間連携推進の役割も持つ）

以下に各課題個別の研究開発概要と具体的な成果について述べる。

課題 1. 「高齢者の記憶と認知機能低下に対する生活支援ロボットシステムの開発」(以下、略称：生活支援ロボット)

PM, 研究リーダー：井上 剛伸（国立障害者リハビリテーションセンター研究所）

開発リーダー：大中 慎一（日本電気株式会社）



図 7.3.1 課題 1 の概念図

＜課題の概要＞

認知機能の低下した高齢者を対象として、生活に必要な情報を伝えることにより、適切な生活行動を促し、自立・自律した生活の維持促進を目的とした実用可能な情報支援ロボット・システムの開発を行う。さらに、利用者個々に対応する導入サービス

や供給体制を含めた、トータルな高齢者支援産業の創出を目指す（図 7.3.1）。

＜背景と目的＞

日本では、高齢化や独居・高齢夫婦世帯の増加により、軽度の認知機能低下に対する支援や、世帯単位での細やかな支援が必要とされている。また、支援を必要とする軽度の認知障害を有する人は、アルツハイマー病などの進行を遅らせる薬の実用化や、医療技術の進歩や地域での取り組みによる早期発見の実現により、ますます増加すると考えられている（図 7.3.2）。

本課題では、認知機能の低下した健常高齢者・MCI（軽度認知障害）・軽度認知症者を対象として、生活の自立・自律を支えるための情報支援ロボット・システムを開発すること

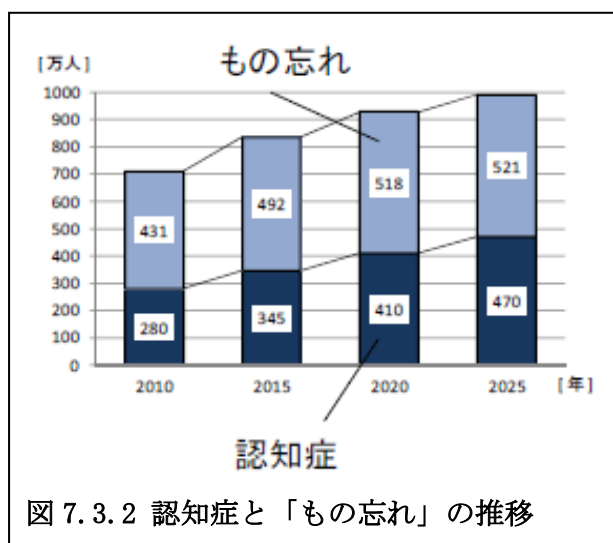


図 7.3.2 認知症と「もの忘れ」の推移

を目指している。そのために、①高齢者の生活フィールドを中心に据えた大規模ニーズ調査と、②高齢者の認知・生活特性の科学的分析を行い、それらを基に③ロボット・システムに要求される機能や情報支援手法を決定している。その結果、④スケジュールや投薬などの記憶があいまいになるのを補完する機能がロボット・システムに求められていることを示している。そこで、⑤認知機能の低下により発話が不明瞭になった音声でも対話ができるような

ロボット・システムの研究開発を最優先課題としている。

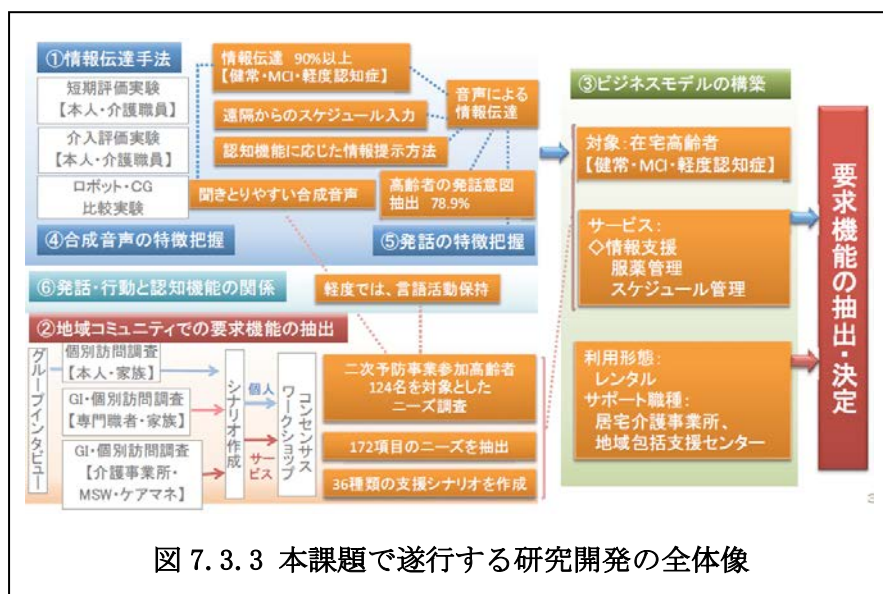


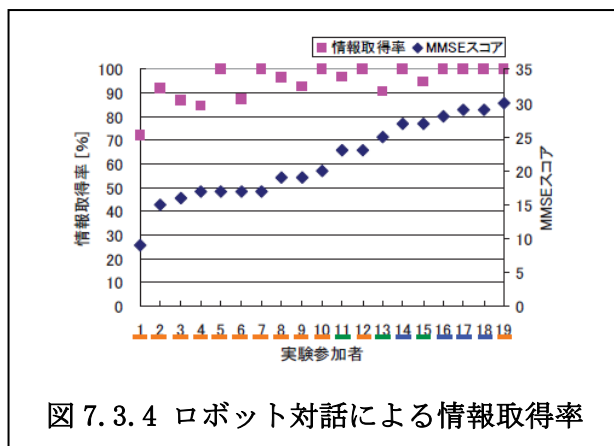
図 7.3.3 本課題で遂行する研究開発の全体像

＜研究開発の対象：高齢者に伝わりやすい情報伝達の方法＞

加齢により、聴覚の特性が変化するため、高齢になると普段の音声情報が聞こえ辛くなったり、大きな声でないと伝わらなくなったりする人が増

えてくる。また、情報の一部が欠落して聞こえなかった場合、我々は記憶を頼りにその欠落した情報を補完することができるが、認知症者の場合、記憶機能が低下して、情報を補

完することが難しくなる。そこで、この研究では、聞き取りやすい合成音声と、伝わりやすい情報伝達方法（情報伝達プロトコルとアルゴリズムの開発）、高齢者の返答発話から情報伝達の可否を検出する技術の開発を進めている（図 7.3.3 の①④⑤）。



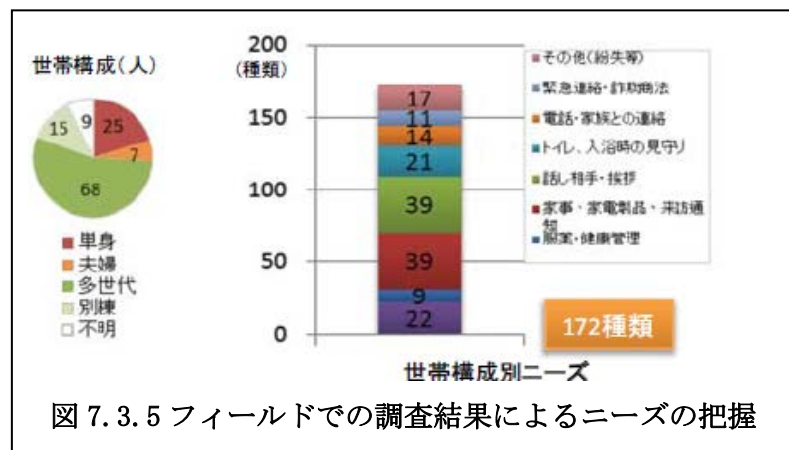
＜結果の例＞

この情報伝達手法をプラットフォームであるロボットシステム（NEC 社製 PaPeRo®）に実装し、ロボットとの対話によって情報を伝達する実験を高齢者、MCI、軽度認知症者合計 20 名に対して実施した結果、80%以上の情報が取得されることがわかっている（図 7.3.4 ロボット対話による情報取得率）。さらに、1 回の情報提示で情報が取得できなかった場合、2 回目の情報提示を行うと情報取得率は 90%以上となることがわかっている。

以上から、提案する情報伝達手法の有効性を確認している。

＜現場での調査と評価：高齢者の生活フィールドと支援ニーズの調査＞

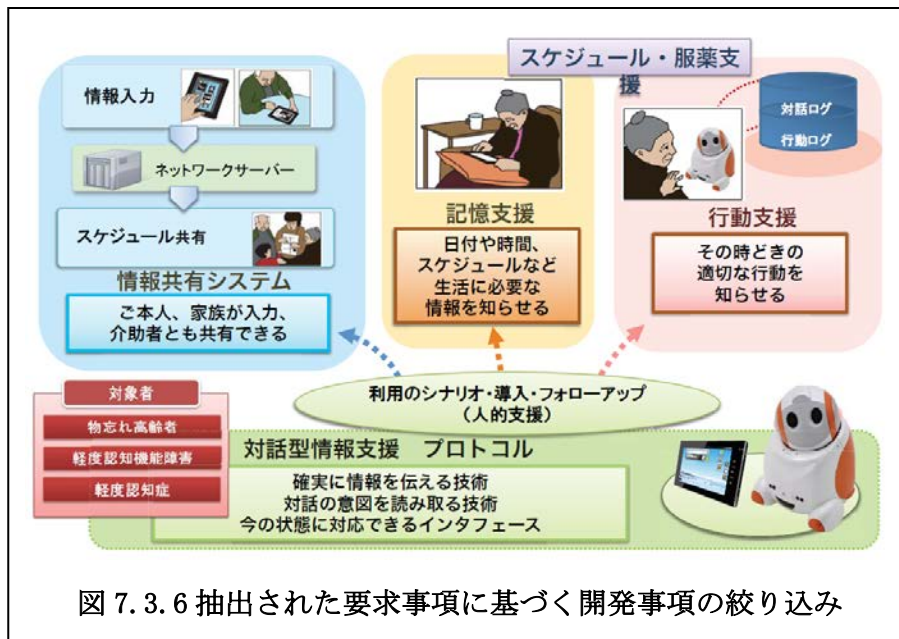
現在までに、伊豆市の協力により、伊豆市在住の高齢者を対象に、介護二次予防事業参加者 124 名に対するグループ・インタビュー、軽度認知症者 9 世帯を対象とした個別訪問



調査、地域包括支援センター等の地域の支援者および家族 40 名を対象とした個別訪問調査、軽度認知症者 2 世帯と地域の支援者、機器開発者によるコンセンサスワークショップの 4 段階の調査を実施している（図 7.3.3. の②）。

その結果、健康管理、家事関連、話し相手、トイレ・入浴の見守り、家族等との連絡、緊急連絡等の 172 種類のニーズが得られている（図 7.3.5）。また、それらを基に 36 種類の支援シナリオを作成し、ワークショップ等で議論することによって、スケジュール支援、服薬管理、血圧測定補助、カロリー計算、けんかの仲裁といったニーズが大きいことが明らかとなった。

＜高齢者の記憶と認知機能低下に対する生活支援ロボット・システムの要求機能に基づくビジネスモデルの提案＞



実験・調査結果、システムに係るビジネスモデルの検討を行い、主要な機能をスケジュール管理支援と服薬管理支援の2種類に絞っている。また、ロボットのほかにタブレット PC や利用者の状況に応じて選択できるデ

バイスを用意し、予定の登録機能や認知機能に合わせた情報提示の設定、発話内容や行動履歴から認知機能のレベルを推定する機能を有したシステムとする要求機能をまとめている。これらを実現するために、人的なサービス提供も重要な要素と考え、それも含めて、新しい高齢者サービスの形態としてシステム開発を進めている(図 7.3.6)。

課題 2. 「高齢者の自立を支援し安全安心社会を実現する自律運転知能システム」

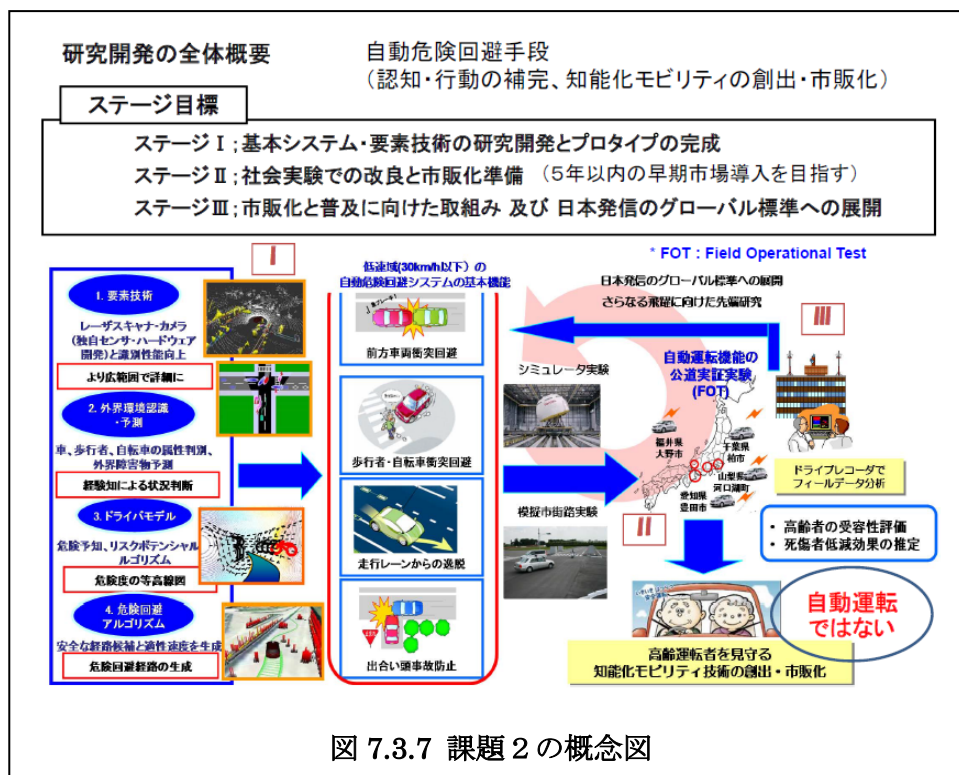
(以下、略称：自律運転システム)

P.M.: 井上 秀雄 (トヨタ自動車株式会社)

研究リーダー：永井正夫 (東京農工大学 大学院工学研究院)

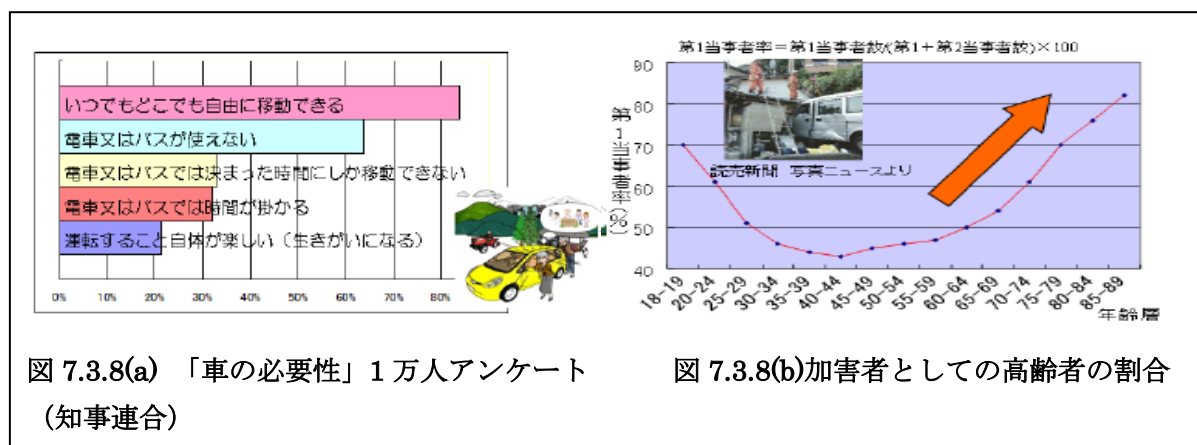
＜課題の概要＞

高齢者の日常生活を支える意味において、安全安心な移動の達成をゴールとして、その手段に、自動運転知能を有して必要なときのみ制御介入を行う安全運転支援システムを確立する。高齢者が自立して元気に生活していくためには安心安全な移動手段が欠かせず、中でも自動車は日常の足として大変重要と考えられる。そこで、センサー技術、危険予知判断技術、危険回避技術などの研究開発とともに、このシステムの実証実験により効果評価や社会的受容性の検証を行うことで、高齢者の運転能力の低下をバックアップし、事故を回避する自動運転知能を持つ自動車の研究開発とその市販化を目指す(図 7.3.7)。



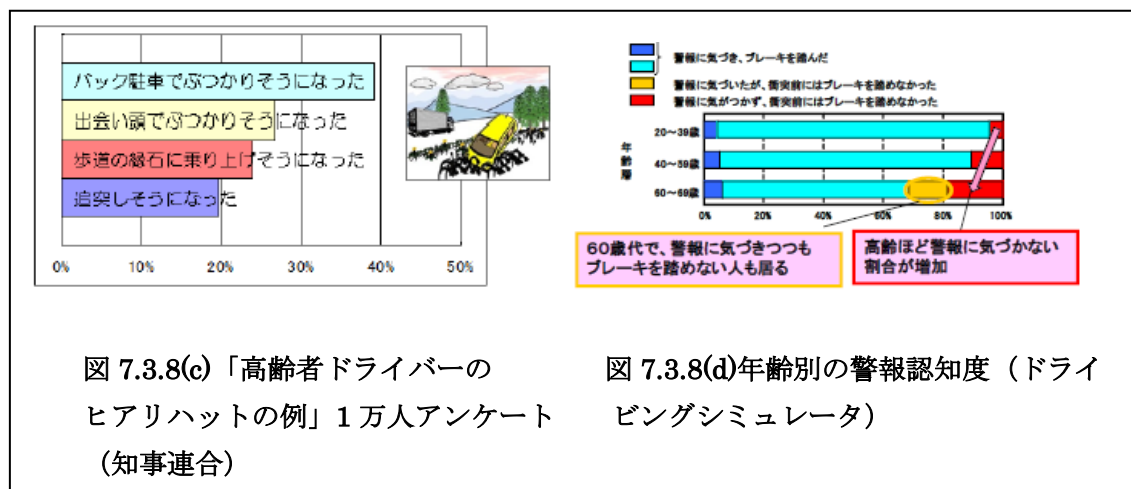
＜背景と目的＞

本課題では、高齢運転者が急増していくことを鑑み、対象者の範囲を限定して、低価格で広く導入可能な安全運転支援システムとして、新たな柱を建てようとしているものである。



2030 年には 3 人に一人が高齢者、また 5 人に一人が 75 歳以上の後期高齢者になることが確実視されており、移動の分野では 60 歳以上の免許保有者が全免許保有者の半数になると推定されている。このため、これまで少数派であった高齢運転者が大きなマスとして存在することになり、交通事故の急増の懸念がある。実際にアンケートによれば、高齢になっても車の必要性は高い（図 7.3.8(a)）が、高齢とともに加害者になる割合が急増（図

7.3.8(b)) したり、「ヒヤリハット」するケースが多くなったり（図 7.3.8(c)) しており、警報認知度が高齢になると低下してくる（図 7.3.8(d)) などの問題がある。



<実施事項>

これらのことから、特に高齢者の日常生活の移動支援を最重点課題として設定し、範囲を限定することにより早期実現・社会導入を一番の狙いとしている。

基盤技術の柱としては従来の予防安全技術に加えて、

- ① 高精度の道路環境センシング技術（画像、レーダ、GPS）
- ② デジタルデータ（地図データ、周辺映像データ）
- ③ 自律運転知能化技術（周辺認識、知識データベース、リスクポテンシャル予測）
- ④ 高齢運転者診断技術（ドライバモデル、ドライバ受容性）、運転操作系 HMI 最適化技術

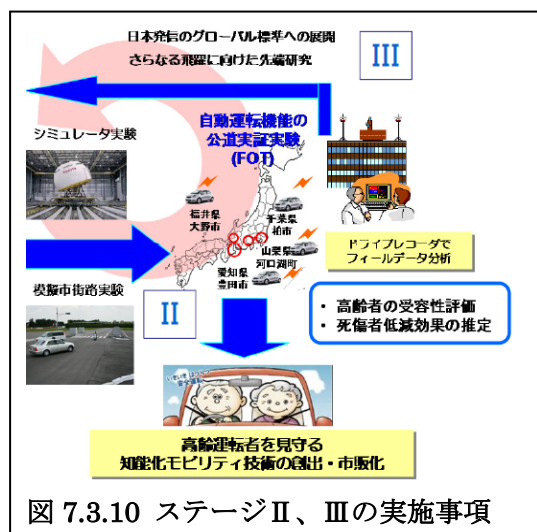
などを挙げている。

本課題の目的は、これらの技術を有機的に統合し、信頼性と有効性が高い作動領域で、高齢者による危険回避が困難と判定した際に自律運転知能による強制介入制御を実施することである。活用用途としては、地方地域の高齢者のモビリティ支援としての安全自動車を当面の目標とし、技術開発は継続的に行い、動作範囲の拡張やさらなる高機能化を実現していくことを目指している。

ステージ I (H22-24 年度) では下記基本システム・要素技術の研究開発（図 7.3.9）の構築を行う。

- ① 障害物検知の高度化、自律運転知能技術の構築により、運転者の運転操作の異常時に制御介入を行い、危険回避を行うシステムである。

- ② 高齢者の日常生活エリアでの比較的低速走行を対象とし、追突回避、歩行者衝突回避、車線逸脱回避、交差点出会い頭事故防止機能を有するものとする。
- ③ また、上記の制御介入システムの設計において、高齢運転者の受容性や制御介入の有効性を検討していく必要性があり、本プロジェクトでは、ドライビングシミュレータ実験的検討を始め、実路ヒヤリハットデータベースの中での典型的なシーンを抽出し、ドライビングシミュレータで実験シナリオの再現と走行実験を実施している。



本研究開発のステージ II 以降の開発項目は以下の通りである（図 7.3.10）。

○ステージ II（H25-28 年度）

プロトタイプ車の完成、社会実験（FOT）での改良と市販化準備

○ステージ III（H29-31 年度）

普及に向けた取組み 及び 日本発信のグローバル標準への展開



＜研究開発内容＞

本技術は高齢化に伴う避けようのない身体能力の衰え（認知、判断、操作に関するもの）を支援し、安全で安心な運転を提供することを目指するため、高齢者の特性、又、

高齢ドライバーとしての運転行動の調査・研究も入念に行い、的を射た技術にしていく。更に、高齢化に対する運転能力の衰えを本運転知能技術によりどの程度バックアップできるかを検証する（図 7.3.11）。

本課題で開発する自律運転知能システムの社会導入により、自律運転知能の実証実験での受容性評価（図 7.3.12）を徹底的に行うことで、危険回避が実現できると大幅な事故減少が期待でき、安全安心な高齢者の外出が実現できると考えている。高齢化の動向は、先進諸国に留まらず、今後急激に自動車の普及が進む新興国でも同様な傾向にある。日本は課題解決先進国として、モビリティ社会が直面する将来の課題に対する的確なソリューションを提示する



図 7.3.12 実証実験による受容性評価

責務がある。

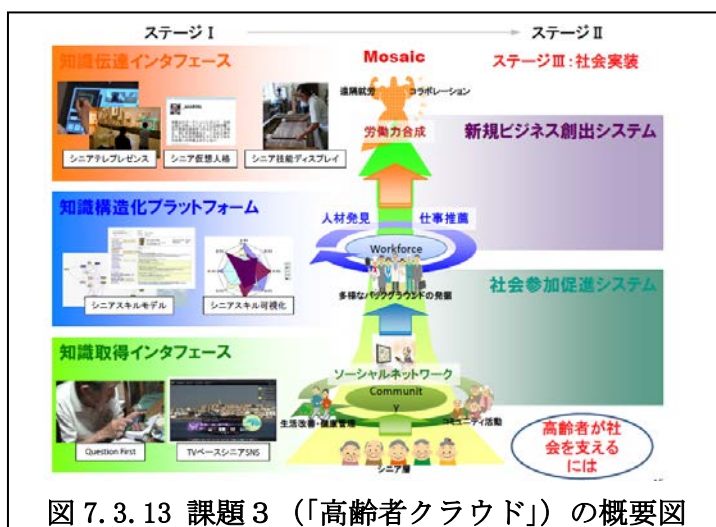
課題 3. 「高齢者の経験・知識・技能を社会の推進力とするためのICT基盤「高齢者クラウド」の研究開発」（以下、略称：高齢者クラウド）

PM, 研究リーダー：廣瀬 通孝（東京大学大学院 情報理工学系研究科）

開発リーダー： 小林 正朋（日本 IBM 東京基礎研究所）

<課題の概要>

「高齢者クラウド」基盤は、「家庭生活から社会生活へ」「社会生活からコミュニティ参加へ」「コミュニティ参加から就労・起業へ」のように、家庭にこもりがちな高齢者に一段階先の社会参加を提案できる環境の構築を目的としている。これにより、高齢者自身の労働力提供のほか、高齢者の自立度向上による介護負担の低減、高齢者コミュニティのニーズを汲み取る新たなビジネス展開など、様々な経済効果を生み出すことを目指す。とくに、高齢者が長い人生の中で内部蓄積してきた暗黙的な「経験・知識・技能」を ICT 技術により可視化・外部化し、社会に循環させることで、高齢者の社会参加による健康の増進と、我が国の持続的な成長の両立を目指すための ICT 基盤「高齢者クラウド」を構築する。



＜背景と目的＞

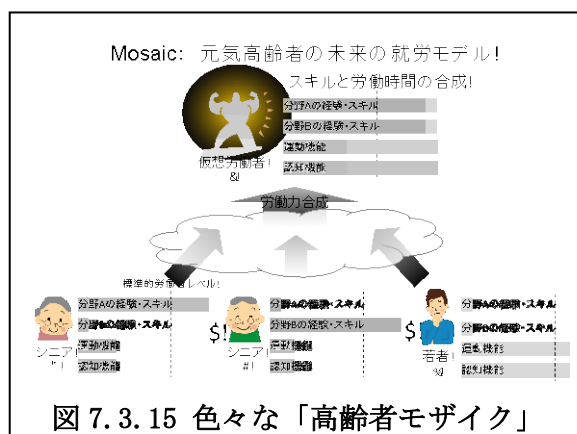
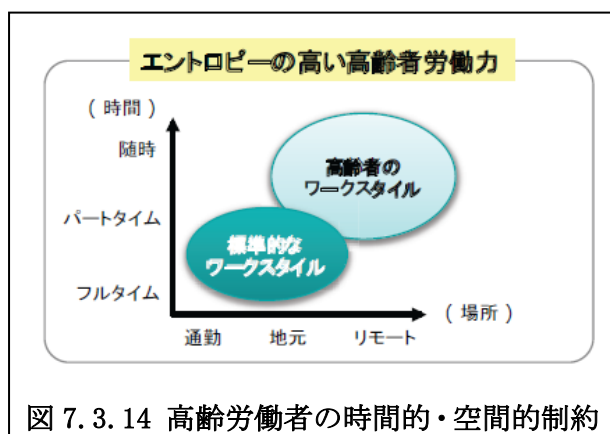
超高齢社会の有する上記課題に関して考えるとき、若年層だけで社会を支えるという社会の仕組みに固執し、高齢者を支えられるだけの存在と見なしていることに根源的な問題があると考えている。現に 60 歳以上の年齢層の 89.8%は日常生活において不自由のない元気高齢

者であることと、身体年齢の面においては現在の 70 歳は 10 年前の 60 歳と同程度であるという報告が示すように、高齢者は社会の負荷ではなく活力であるととらえることができる。

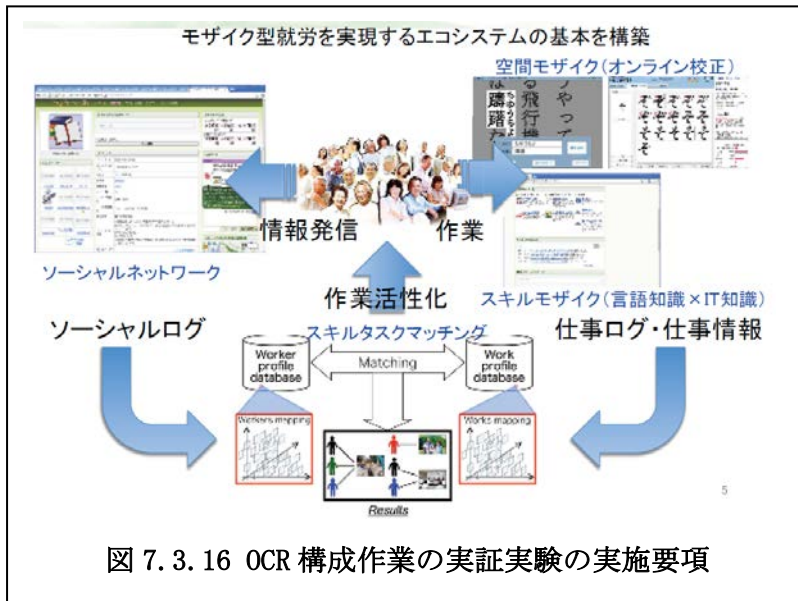
本課題では、この元気高齢者の活躍の場を情報通信技術の活用により創出するイノベーションを実現することを目指している（図 7.3.13）。

しかし、高齢者を労働資源と捉えたとき、時間的制約・空間的制約・経験や能力の不均一性・就労に対する多様な価値観を考慮する必要がある（7.3.14）

この不均一で多様性に富む労働資源を労働力として社会に還元する仕掛けとして、本課



題では ICT(情報通信技術)を活用したモザイク型就労を提案している。モザイク型就労により、多人数の高齢者が、隙間時間を活用し遠隔から、そしてスキルを補い合いながら一人分の労働力を提供する(図 7.3.15)。以下にこのモザイク型就労を実現する ICT 基盤である「高齢者クラウド」プロトタイプの実装の展開状況を示す。



<実施項目>

○柏 SNS とオンサイト
時間モザイク就労

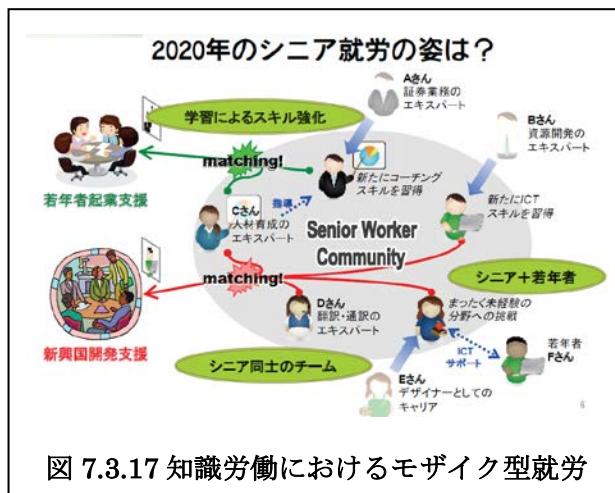
柏市では 2012 年 12 月～2013 年 3 月にかけて実証実験を行い、58 名の 65 歳以上の高齢者を対象に地域 SNS を通じた情報発信の実証実験を展開している。SNS 上での情報発信を活性化するために、テレビ番組・若年層のファシリテーション・QA カードイ

ンタフェースを導入し、高齢者のスキルや興味関心を抽出するシステムを検証している。さらに、柏市において農業分野でタイムシェアリング就労を行っている 34 名に対して時間モザイク形成システムを導入し、効率的に時間モザイク就労を展開できることを確認している。また、教育分野を対象に遠隔から若年層を高齢者が支援する空間モザイクシステムを構築し、こちらは今後フィールドでの検証を展開する予定である。

○日本点字図書館 SNS とオンラインスキルモザイク就労

2013 年度は、日本点字図書館における音声読み上げ図書の作成タスクについて、高齢者

と若者をミックスしたスキルモザイクによる OCR 構成作業の実証実験を開始している。本実証実験で、世代を超えたスキルモザイクと精緻なスキル推定モデル(図 7.3.16)の構築を目指している。



<ビジネスモデルの構築>

「高齢者クラウド」によるモザイク型就労のビジネス化に向け、特に知識労働におけるモザイク型就労の実現が新しい産業を創出する可能性がある

と考えている。若年者の企業支援・中小企業の業務支援・新興国開発支援などの領域での展開が見込まれる(図 7.3.17)。

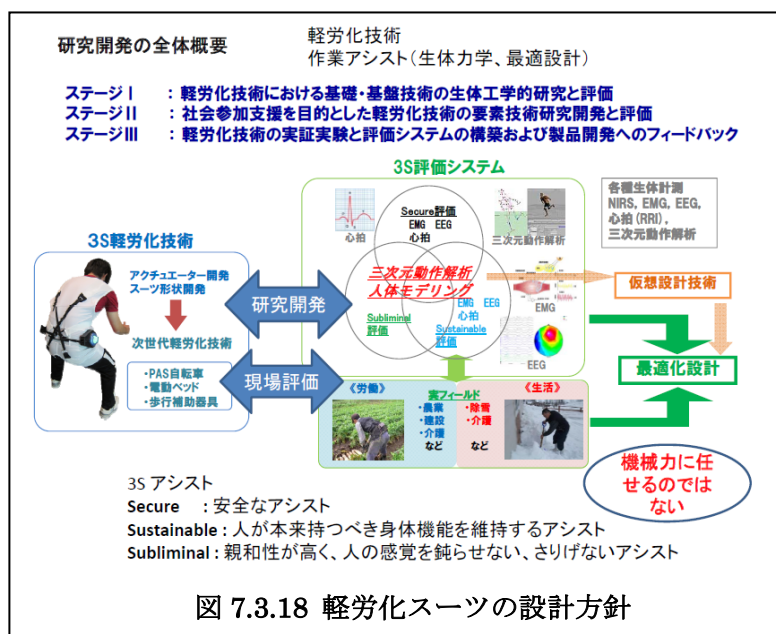
課題 4. 高齢社会での社会参加支援のための軽労化技術の研究開発と評価システムの構築（以下、略称：軽労化スーツ）

PM, 研究リーダー：田中 孝之（北海道大学 大学院情報科学研究科）

開発リーダー：山岸 孝幸（三菱電機エンジニアリング株式会社）

<課題の概要>

高齢者の過度の負担や疲労を取り除くことで作業の質を高めることが可能である軽労化技術を高齢者に適用することで、自立生活と社会参加が可能な豊かな高齢社会を実現する。



本課題では、人の手による仕事の価値を見直し、安心・安全に、持続的に、かつさりげなく作業支援する 3S アシストを提唱し、農作業のための筋力補助スーツと設計・評価システムを開発し、他のアシスト技術へも適用可能な評価基準の構築を目指す。

具体的には、軽労化ツール基盤技術として、新たに提唱する 3S アシスト概念の基に、労働支援ツ

ルとして「3S 農業用スマートスーツ」を開発する（図 7.3.18）。

<背景と目的>

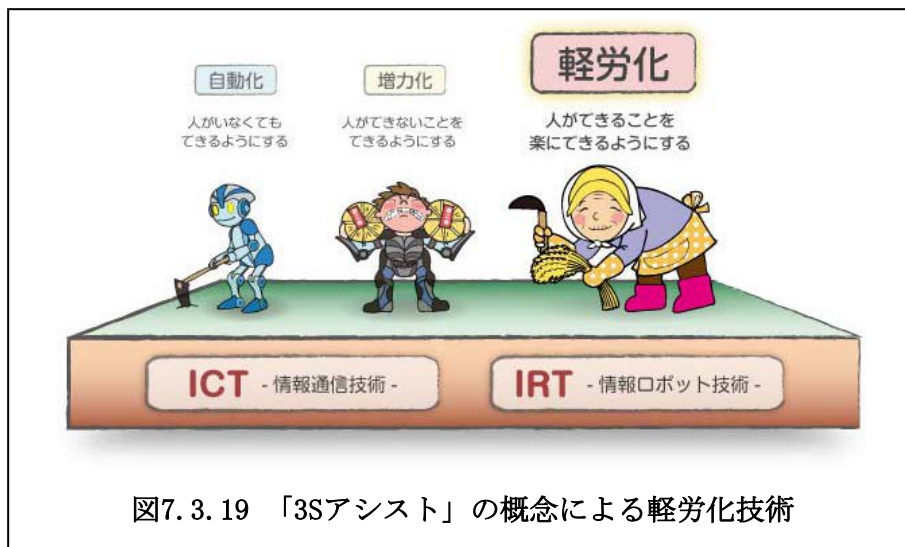
軽労化技術は、最近、ロボット制御機構の進歩とともに、多様なモデルが生まれており、実用化になっているものもある。ただし、多くは装着感到違和感を覚え、複雑な機構であるため使い勝手があまり良くななく、また高価格であるという問題点があった。本課題で扱う軽労化技術は以下の 3つのコンセプトのもとで開発する。それを「3S アシスト」と呼んでいる。すなわち、

Secure：安全なアシスト

Sustainable：人が本来持つべき身体機能を維持するアシスト

Subliminal：親和性が高く、人の感覚を鈍らせない、さりげないアシスト

である（図7.3.19）。



<実施項目>

本課題で開発を行うのは、「Smart Suit（スマートスーツ）」と名付けた軽労化スーツであり、腰部3次元運動補助、腰の屈伸、ひねり、膝の屈伸を補助することで（図7.3.20）、背筋や腰周り、大腿の筋負担を20～40%軽減することを目標としている。

その機構や制御方法としては、安全なアシストを実現することを最優先したことから、セミアクティブアシスト機構を持ち、柔らかな弾性材を補助力源とし、アクティブなモータで補助力を最適に調整できるようになっている。

さらに、モーションベースドアシスト技術、モーションセンサにより筋活動を推定するなど多様な作業な動作パターンに最適な補助力調整ができるようになっている。



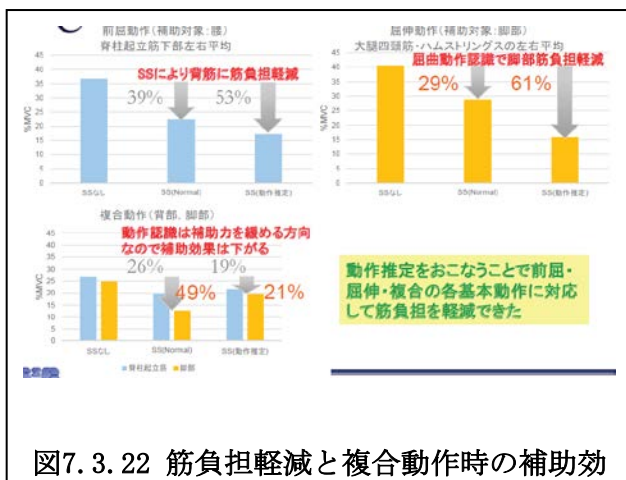


図7.3.22 筋負担軽減と複合動作時の補助効

分かるように、スマートスーツの装着により、背筋や脚部筋への負担が有意に軽減し、複合動作でも補助力が柔軟に作業に適応し、補助効果が上がることを確認している。

農業よりも複雑で多様な作業を伴う「酪農フィールド」でも同様の実証評価を行ったところ、腰前屈動作で背筋50%補助、膝屈伸動作で大腿60%補助の効果が得られている。

今後は、豊かな高齢社会コミュニティを目指して（図7.3.23）、筋力負担だけでなく、認知症予防等を考慮して、高齢労働者にとって心地良い居場所と役割を提供する効果も調べ、さらに、高齢者の予後観察に基づいて高齢者のための最適な軽労化技術の開発を進める。



図 7.3.23 豊かなコミュニティへの貢献

(3) 研究開発テーマの研究開発計画の見直し

- ① 年度初めの研究計画による見直し、及び課題の中間評価での見直しを実施した。
- ② 個別の打合せによる見直し作業や、中間評価後の進捗確認などフォローアップを実施した。

上記の結果を踏まえ、各課題について以下のように研究開発計画について変更を求めた。

1. 「生活支援ロボット」

- 意図抽出に誤りがあった場合の対策が曖昧であるので明確にする。
- 本テーマの有効性の評価の仕方に客観性が乏しいので、定量的な評価を行う。
- 他メディアとロボットとを共存させる道が示されていないので、明確にする。
- 慣れや飽きを生じさせない適応・介入の仕方を示す。
- トータルサービスを提供するための他の技術・組織との連携の仕方を示す。

2. 「自動運転システム」

- 知能化、運動制御共に、レーザレーダセンシングに大きく依存しているが、このセンシングの弱点を補う工夫が分かりにくいので、明確にする。とくに、複数の車が同時に利用した場合にどう対処するかを明確にする。
- どこから自律制御を介入すべきかは運転者の特性に大きく依存するので、熟練者モデルをベースに介入するだけではなく、高齢運転者側の認知行動特性についても検討する。

3. 「高齢者クラウド」

- 本テーマを適用できる高齢者の範囲が見えにくいので、明確にする。
- ジョブマッチングでは高齢者の心身機能の変化も考慮したマッチング方法にする。
- 直接的な技能の継承ではセンシングと提示のハードウェアを明示し、どのような技術を継承の対象とするのかを明確にする。
- ウェアラブルICTが取り組むべき内容ではあるが、就労中の心身機能の急変について、その心配を軽減する手立てを示す。

4. 「軽労化スーツ」

- スマートスーツライト（モータ制御型）の優位性を具体的に示す。
- 「さりげない（親和性）」を感覚・思考の低下でどのように評価するのかを明示し、また夏場における装着感をどうするかを検討する。
- 消費電力を少なくする工夫が足りないので、対策案を出す必要がある。例えば、モー

タを動力として利用するのではなく、ベルトの弾性力や左右のベルト力バランスを制御するなどの具体的な案を出すこと。

○評価のツール開発（脳機能解析、筋力モデル）は大学の基礎研究であるので、その位置づけと必要性を明示する。

○高齢者特有の課題を明確にして支援するという視点をもっと打ち出す必要がある。

（４）ステージアップのマイルストーン（ステージⅠからステージⅡ、またはステージⅡからステージⅢ）と評価基準（数値目標）、および、ステージアップの根拠

① 生活支援ロボット（ステージⅠからステージⅡ）

ステージⅠでは、フィールドを重視し当事者とスタッフの視点に基づいて、高齢者の認知機能レベルに適応した個別情報伝達手法の決定を目指すなど、真に必要な場面を明確化する方向で研究開発が進んでおり、当初のステージ目標はほぼクリアされている。

一方で認知症高齢者の長期モニタリング評価の実施人数が少ないこと、生活支援対象者のどのセグメントに使用可能なのかが明確化されていないなどの点が不十分であり、ステージⅡでは高齢者の認知行動特性に関する分析や分類を科学的に行い、その結果に基づいて支援システムの要求機能を明確にし、人間に親和性の高い人工システムの構築とその評価を進める必要がある。（総合評価：B）

② 自律運転システム（ステージⅠからステージⅡ）

これまでの安全システムと異なり、熟練者モデルを基にした安全システムを取り入れることで、より高度なシステムの構築を目指しており、ステージⅠの目標を十分にクリアしている。また、実用面での実証実験の場が確保されている点、産学官協力体制を築いている点など、マネジメントについてもPMの力が十分に発揮されている。ただし、どこから自律制御を介入させるべきかは運転者の特性に大きく依存するため、熟練者モデルをベースに介入するだけでは事故回避の必要十分条件を満たしているとはいえない。

ステージⅡでは、高齢者の運転認知能力や部分的運転サポートのメリットなどを明確にし、個別高齢者に適応する運転モデルを構築するとともに、構築のために必要となる核心技術を明確にする必要がある。その上で、社会的受容性評価の具体化と具現化を行うことが求められる。（総合評価：A）

③ 高齢者クラウド（ステージⅠからステージⅡ）

NHKのteledaを用いた高齢者のコミュニケーション活性化の実証実験、およびIBMのスキル抽出を目的としたデータモデルの検証実験については軌道に乗りつつあり、ステージⅠの目標はほぼクリアされている。

しかしながら、本研究課題に対する具体的な成果への繋がりが見えにくいなどの課題があり、ステージⅡでは事業者のニーズの分析・分類について検討し、その実証レベル

での実験を行うことが望まれる。実用化を考えた場合、早期に人材派遣会社を体制に組み入れていくべきであり、システム開発時に人による介入の影響と効果を検証することにも必要であるため、特に、高齢者クラウドでスキルをどこまで引き出せるのか、登録者の真のスキル・能力を正しく反映できるシステムとすることを検討すべきである。(総合評価：B)

④ 軽労化スーツ (ステージⅡからステージⅢ)

フィールドでの実証実験を行うなど、ステージⅡの目標は充分にクリアされており、計画した範囲で進捗は順調といえる。ただし、本テーマの目的である高齢者への社会活動支援や高齢者特有の問題点の抽出などの観点が弱い。

なお、軽労化技術が市場に受け入れられるための方策と、市場を如何に拡大するかというビジネス戦略は今後の重要な課題であり、ステージⅢでは少数でも構わないので市場に出すことを目指し、販売と同時に改良を行うという方法をとる必要がある。(総合評価：A)

(5) 課題内・課題間の連携の推進

現在、テーマ推進会議等を通じて4課題の研究成果を情報共有し、各課題がそれらを積極的に活用することによって、テーマ全体の研究開発を加速させている。2013年7月にはテーマ推進会議を開催し、とくにメーカーが取り組んでいる技術開発がどこまで進んでいるかを全課題について発表してもらい、各課題の位置づけを自覚してもらうとともに、テ

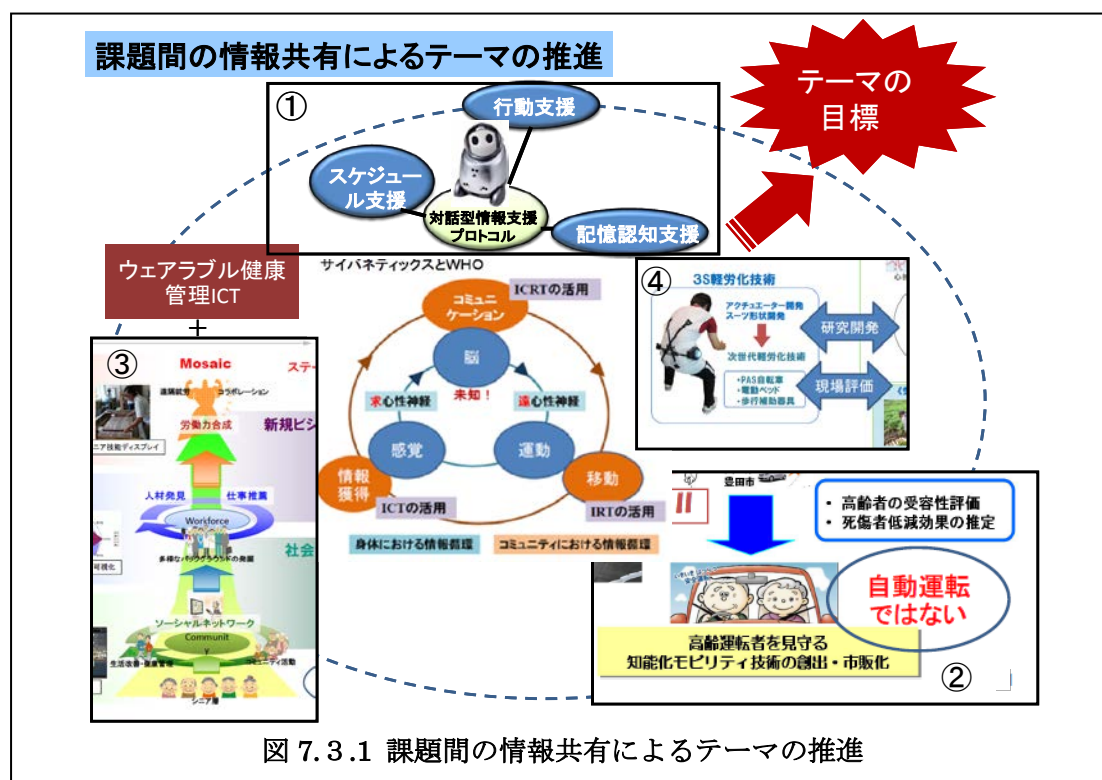


図 7.3.1 課題間の情報共有によるテーマの推進

マ目標を実現するためのそれぞれの役割を明確化した（図 7.3.1）。

さらに、同年 9 月 4 日には山梨大学（甲府西キャンパス）において生活支援工学会・ライフサポート学会・機械学会福祉工学シンポジウムが合同で開催した LIFE2013 連合学会において、一般公開特別オーガナイズドセッションを行い、各課題の進捗状況を公開するとともに、パネルディスカッションを通じて各課題の連携への取り組み等について議論した。約 150 名の参加者には、本テーマの有用性を認識していただくとともに、各課題の重要性を理解していただいた。今後も 4 課題を具体的かつ有機的に結びつけながら、本テーマの目標に向けて研究開発を推進していきたい。

（6）研究課題の評価と指導

① 生活支援ロボット

本研究課題は、認知症高齢者の長期モニタリング評価の実施人数が少ないこと、生活支援対象者のどのセグメントに使用可能なのかが明確化されていないなどの点で課題が残されている。今後は高齢者のどの対象群に有用であるかを明確にした上で、実用化に向けた仕様を絞り込む必要がある。

また、実験例の少なさを補い、使用者に慣れや飽きを生じさせなくするための適応方法・介入方法についても検討が必要である。さらに、トータルサービスを提供するための他の技術・組織との連携の方法等についても明確にする必要がある。

今後の研究開発では、早急にこれらの課題をクリアするよう指導した。また、全体としてグループごとに独立して研究に取り組んでいる印象があり、メンバー全員による情報共有とプロジェクト・マネージャー（PM）による課題解決のためのマネジメントを行うよう指導した。

② 自律運転システム

システム全体がレーザレーダセンシングに大きく依存しており、この弱点をセンサフュージョンで補完する取り組みとその有効性については、実証実験などを通じて明確化することが望まれる。

また、高齢者に真に必要な項目に絞り込むとともに必要となる技術を明確化し、社会的受容性評価の具体化と具現化を行うべきである。さらに、完全自動化された自動運転システムと比べると、本課題のように高齢者を部分的にサポートするメリットが十分に感じられない。

これらの点をクリアし、法制度も勘案しながら、部分的サポートが有用な場所や車種などを具体的に想定して研究開発を進めるよう指導した。

その上で、対象となる高齢者の範囲を絞り込み、必要とされる技術を明らかにして取り組むよう指導した。

③ 高齢者クラウド

モザイクの概念は高齢者の活用にとって重要であるが、各論の詰めが十分でないことから、拡散してしまう恐れがある。また、本研究課題に対する具体的な成果への繋がりが見えにくいなどの課題がある。

高齢者の社会参画に注力するなど焦点を絞り、取り組むべき課題を明確にするなど、実現可能性の高い具体的な計画が求められる。とくに、現在想定しているフィールドは幅が広く、個々のフィールドにおける横の関連性が希薄に感じられる。

そのため、もう少し横断的に評価できるフィールドを構築するよう指導した。具体的には、見直すべき事項として、まず、課題と可能性を整理した上で焦点を絞り、明確な達成目標とそれを実現するための研究計画の提示を行うこと。とくにシニアスキルの分析と分類（IT スキルのない人、管理業務しかスキルがない人など）の自動化技術は本提案のモザイクの成否に関わる根幹となる技術であるため、スキルの分析と分類については、根拠を示しながら検討を行う指導した。さらに、既存のジョブマッチングシステムとの差別化を行うためにも、人材派遣会社を体制に組み入れていくことを提言した。

④ 軽労化スーツ

試験的な利用結果からは、利用者の肯定的な意見が得られており、解決すべき技術課題の把握も十分であることから、量産タイプの開発に必要な基本的な情報はほぼ取得できているといえる。また、既存製品に対する技術的優位性については問題ないと考えられる。従って、価格面の問題がある程度解決されれば、社会問題となっている高齢者間同士の介護支援軽労化にも風穴をあけられる可能性がある。

ステージⅢではユーザビリティ評価を続けるとともに、低価格化のための技術的課題をクリアすることを依頼した。S・イノベの研究開発の範囲では、農作業への応用に注力してもらうことになるが、その後の展開として、農業以外の分野へも活用されるような取り組みを依頼した。

（7）研究費の配分について研究開発テーマ運営上の立場からのコメント

研究開発費は、提出書類やヒアリングによる評価を通じて重要性の高いものと判断された課題（図 7.3.1 の移動支援 IRT（課題②）やインフラ ICT（課題 3）など）に多く配分している。ただし、インフラ ICT の課題でウェアラブル ICT の一部を実施してもらうことから、インフラ ICT の配分額を増額した。また、脳支援 ICRT（課題①）のように基礎研究に時間の掛かる課題には、配分額は多くないが、研究を持続して行えるよう歯慮した。

さらに、早期に実現ができそうな労働支援 IRT（課題④）については、ステージⅠの終了を待たずにステージⅡへ移行し、ステージⅡを 1 年間実施した後、ステージⅢへ移行できるよう研究開発費の配分を行った。

（８）今後の取り組み

①技術的完成度が高く、早期の実現の可能性が高い課題④の軽労化スーツについては、ステージⅡから最終のステージⅢに移行させた。残りの３課題については、ステージⅡへ移行させた。

②また、健康管理を行いながら社会参加が可能なウェアラブル ICT については、生体センサーやスマートフォンとのインタフェースなどの要素技術も揃ってきており、本テーマでも積極的に取り組むこととし、課題③のインフラ ICT（高齢者クラウド）ばかりでなく、全ての課題の共通的な要素技術として開発に取り組んでもらう予定である。

③さらに、高齢者の認知・行動特性を計測する「科学」の分野は、「支援技術」や「サービス・システム」の設計の基礎となり、また開発された技術・システムを評価する上でも重要な指針となるので、プラットフォームのような形態で、全ての課題に内在できるようにしたいと考えている。

④最後に、評価については社会保障費の軽減や新産業創出に関わる客観的な経済効果だけでなく、「生きがい」や「QOL（生活の質）の向上」などの主観的なファクターも重要であることから、これらが経済効果にどのように反映されるかを定量的に調べながら、本テーマを総合的に判断しながら行っていきたい。

8. 研究開発テーマとしての産業創出の核となる技術の確立に向けた状況

8. 1 「生活支援ロボット」

(1) 研究開発テーマの達成状況

本課題では、認知機能の低下した高齢者を対象とし、生活に必要な情報を伝えることにより、適切な生活行動を促し、自立・自律した生活の維持促進を目的として、実用可能な情報支援ロボット・システムを開発している。情報支援による適切な行動の達成率は約 80% であり、当初の目標にほぼ達している。第Ⅱステージでは、本課題の技術シーズに加えて、人的支援と物的支援を組み合わせた「トータル高齢者支援システム」の産業化を目指している。

本課題の生活支援ロボットでは、日本電気製のコミュニケーションロボット PaPeRo R500 を活用しているが、これは人と接するために必要となる、「顔認識機能」、「耐雑音音声認識機能」、「タッチセンサ機能」というセンシング機能と「音声合成機能」という出力機能を持ち、「安全性」に配慮した作りとなっている。

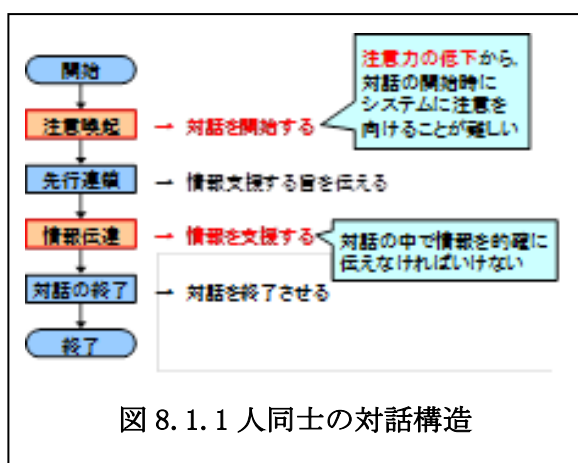


図 8.1.1 人同士の対話構造

本ロボットとの対話では、左図の人同士の対話の構造（左図 8.1.1）を参考にし、4 要素に分けて、それぞれの要素における達成度を評価している。それらの要素は、①ロボットとの対話を開始するための「注意喚起」、②情報支援する旨を伝える「先行連鎖」、③情報を支援する「情報伝達」、④対話を終了させる「対話の終了」である。

独居生活をしている軽度認知障害のある高

齢者 5 名に対して対話実験を行った結果から、ロボットの呼びかけ（注意喚起）には 100%

の割合で反応があり、約 90%の割合でロボットの話す情報（情報伝達）が理解できることを確認している。図 7.3.1 に示した全体目標を具体化した全体イメージを参考に達成した度合を PM の自己申告に従って示すと、「伝達率」は 95%以上、「把握率」は 90%以上、

「抽出率」は 80%以上、「検出力」は 70%以上となっており、上記の目標の達成度である 80%となっている。

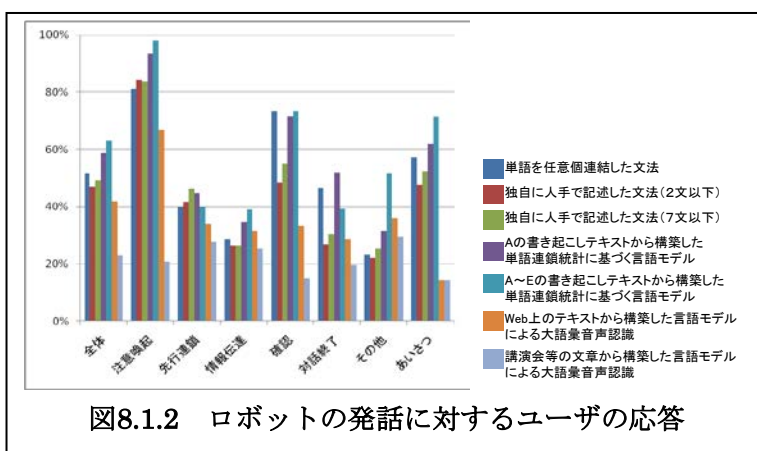


図8.1.2 ロボットの発話に対するユーザの応答

ロボットの発話に対するユーザの応答に対して、上記4要素に加えて、「肯定」「否定」「納得」「確認（聞き返し）」「疑問」「あいさつ」「呼びかけ」「感動」「笑い」「フィラー」「その他」の要素を設定し、これを識別する実験を行った。その結果、図 8.1.2 のようになり、現時点でも「気づき」の効果を与える上では十分に役に立つ技術であることを確認している。

（2）産業創出の核となる技術の確立に資する成果

本課題の核となる音声対話技術の特徴は、①不明瞭音声コマンド認識装置、および②不明瞭音声コマンド認識処理方法であり、重度障害者の不明瞭な発声でも音声コマンドとしての認識精度を向上させることができた。

図 8.1.3 のように認識対象となるコマンド語をある種の符号列（サブワード符号列）で記述することにより、ひとつの語彙に対して多様な発音を許容するとともに、頑健な音声認識を可能にしている。本提案のように高齢者を対象とした音声認識においては既存の音声認識では実用的な認識精度が得られないことから、本手法をシーズとして活用することにより、認識精度の向上が期待できる。

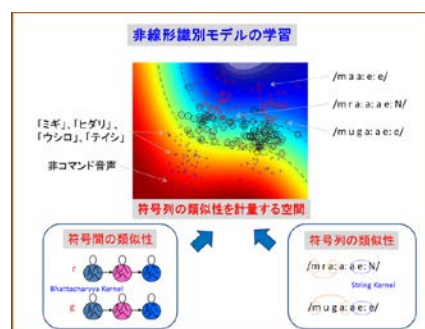


図 8.1.3 認識対象となるコマンド語の符号列

また「音声信号と非音声信号の判別装置及び方法」は、音声認識において誤動作の主要因となる、音声以外の音による影響を低減するための技術である。本手法では、音声の特徴的に含まれる基本周期（ピッチ）の存在を高精度に検出し、各時点でその存在可能性を数値化して出力することにより、音声とそれ以外の音とを高精度に判別できるようにしている。この技術も、本提案のように日常生活で音声認識を利用するために有効なシーズとなることが分かった。

（3）最終目標達成の可能性

＜競合優位性＞

競合優位性については、認知症の進んだ当事者の慰めとして利用されている「癒しロボット（パロ）」、ネットワークと連動して外部との連絡をとったりして孤立を防ぐ富士ソフトのネットロボット（PALRO）他、多くの成果地支援ロボットが提案されており、それらとの用途の違い、特性や能力の違い、さらに価格の違いなどを評価する必要がある。

この中でPALROは神奈川県介護ロボット普及推進センターの平成24年度事業に採択され、いくつかの特別養護老人ホーム等の介護施設で試用が行われている。しかし、PALROではコミュニケーションを取ることにあまり支障が無い健常高齢者を対象として応用開拓をしている段階であり、本課題のように軽度認知症者までを対象とした記憶機能支援の実現を研究目標としているものではない。また、iPadに代表されるようなタブレット端末を

高齢者支援に利用しようという提案は数多くあるが、本提案の目的である物忘れのある高齢者の生活支援システムは、現時点においてもサービスは存在しない。

さらに、音声対話の研究では、あいづちをうったり話題を振ったりすることが可能な話し相手ロボットなどが研究開発されている。本課題では、自由発話を許容するが、その正確な認識を目指すのではなく、十数種類程度の発話意図を、信頼性の低い言語知識への依存度を減じた上で識別することが可能な対話システムの開発を目指しており、この点で、これまでにないユニークな音声対話技術と位置づけることが出来る。

なお、本ロボットと同じロボットを映し出したテレビや情報端末とでいずれが本課題を遂行する上で望ましいかというアンケートを高齢者施設にいる当事者を対象に行ったところ、下表（表 8.1.1）に示すように、ロボットを好ましいと答えている者が多かった。

	ロボットタイプ	TV タイプ	携帯端末タイプ
好ましい	25.6%	16.8%	17.3%
まあ好ましい	29.4%	20.9%	20.6%
どちらでもない	26.0%	30.2%	25.5%
あまり好ましくない	8.6%	11.6%	12.6%
好ましくない	10.4%	20.5%	24.1%

表 8.1.1 アンケート結果

<市場性>

本ロボットは個人が使用するというより、高齢者施設に設置したり、数人が共有して利用したりすることを想定しており、他のロボットとは異なり、レンタル制をとることを考えている。認知機能の低下により生活に不便や困難をきたした対象者は、2020年には約842万人（認知症者：323万人、物忘れのある高齢者『軽度認知症「MCI」を含む』：519万人）になると推計されている。

市場性については、あくまでも見積もりであるが、一台あたりのレンタル料を5万円/月とし、2000施設が導入するとすれば、月1億円の売り上げが見込める。企業的な戦略としては、まず、レンタルで試験的に製品化して利用してもらい、その間に改良しながら、個人購入できるように安価にしていくという立場であり、現実的な対応と言える。

<戦略>

本課題で達成目標としているロボット・システムのイメージ図（図 8.1.4）を

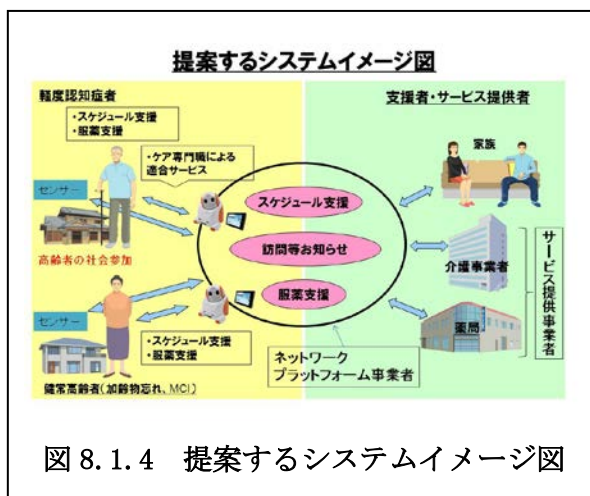


図 8.1.4 提案するシステムイメージ図

参考に、産業化への戦略の妥当性を示す。現場におけるアンケート等から、4割弱の高齢者が薬を飲むことを教えてくれるような「物忘れ支援機器」があったら便利だと考えている。このことから、本課題では以下の2点に目標を絞り込んでいる。

○物忘れ高齢者の自立生活を支援するための情報支援端末（タブレット、ロボット）

○物忘れ高齢者の自立生活を支援するためのサービス提供者（家族、介護事業者、薬局）と端末をつなぐネットワーク

また、物忘れ高齢者については、軽度認知症者などの要介護者と、健常（介護を必要としない）高齢者、の2つに大きく分けて考えている。

さらに、情報支援端末が行う情報支援（声掛け）としては、現場の要求に従い、下表（左）のような項目を対象とし、また、上記の声掛けだけでは行動を起こせない高齢者のための行動支援として、下表（表 8.1.2）（右）に示したような行動を促す支援を行うとしている。

● 起床, 朝食 ● 室温管理 ● 昼食, 夕食 ● 口腔ケア ● 服薬 ● 来客お知らせ ● 家電機器などの状況	● 起床 ⇒ 顔を洗う、朝食 ⇒ 食堂に行く ● 室温管理 ⇒ エアコンを付ける ● 昼食、夕食 ⇒ 食堂に行く ● 口腔ケア ⇒ うがいをする ● 服薬 ⇒ 薬を出して服用する ● 来客お知らせ ⇒ ドアを開ける ● 家電機器などの状況 ⇒ 火を止める等
---	--

表 8.1.2 情報提示の具体例

以上のように、ステージⅠで現場や当事者のニーズを明らかにすることで、本課題の目標が上記のように極めて具体的に絞り込まれた。ステージⅡ以降は、本ロボット・システムを導入した場合の評価を行いながら、製品化へ向けた改良・修正などを行っていく。本研究開発課題では、現場を重視し、レンタル制をとるなど、導入しやすい形態としていることから産業化への戦略としては妥当と言える。

8. 2「自律運転システム」

(1) 研究開発テーマの達成状況

本提案では、高齢運転者が急増していくことを鑑み、対象者の範囲を限定して、低価格で広く導入可能な安全運転支援システムとして、新たな柱を建てようとするものである。具体的には、

- ① 運転中に遭遇する様々な障害物を検出するための多くのセンサを開発し、さらにそれらを組み合わせることでの確に障害物を回避させる「センサシステム」を開発する。
- ② 運転する上で危険度（リスクポテンシャル）の高い場所をGPS等で事前にチェックしてその場にきた時に運転者にその場の危険度を知らせたり、あるいはブレーキ等の運転操作に介入して危険を回避したりする技術を開発する。
- ③ 多くの運転時の「ヒヤリハットデータ」を基に、熟練者ならこうして危険を回避するであろうという「熟練者回避モデル」を導入し、事故の危険性が事前に迫った時に可能性がある場合には、実際にこのモデルに基づいて自動介入するという方式も具体化している。

当初の目標である、これらの3要素技術を大きく前進させていることから、達成度はほぼ100%である。

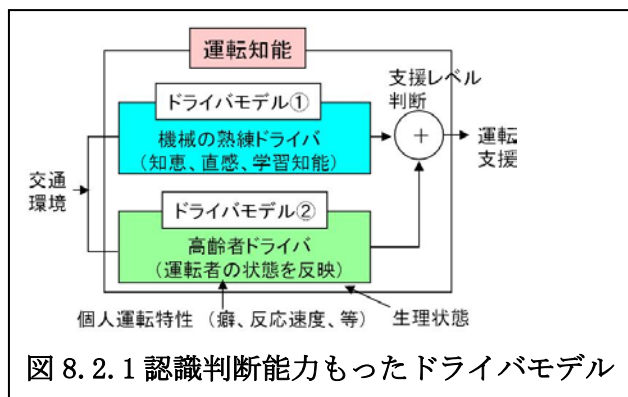


図 8.2.1 認識判断能力もったドライバモデル

高齢運転者自身によって、そのリスクを回避することが不可能と判断した場合にのみ、支援システムが制御介入し、想定される危険を回避する。ただし、高齢ドライバーの受容性や社会的な受容性を鑑み、信頼性と有効性が高い時速 30 キロ以下に限定した領域で適用することとしている。

(2) 産業創出の核となる技術の確立に資する成果

1) 図 8.2.2 に示すような構成の 3 次元スキャン型レーザセンサは、最新の MEMS (半導体マイクロ機械加工技術) によって小型かつ安価に作製し、周辺認識における画像情報と距離情報を一元的に

以上から、図 8.2.1 に示したように、熟練運転者に相当する認識判断能力もったドライバモデルを構築し、実際の高齢運転者の運転状態から予測した場面を想定比較することによって、直近に遭遇する可能性があるリスクを判断する運転知能のモデル構築を進めている。なお、本モデルでは、高

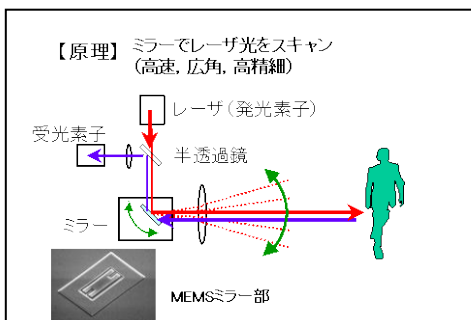
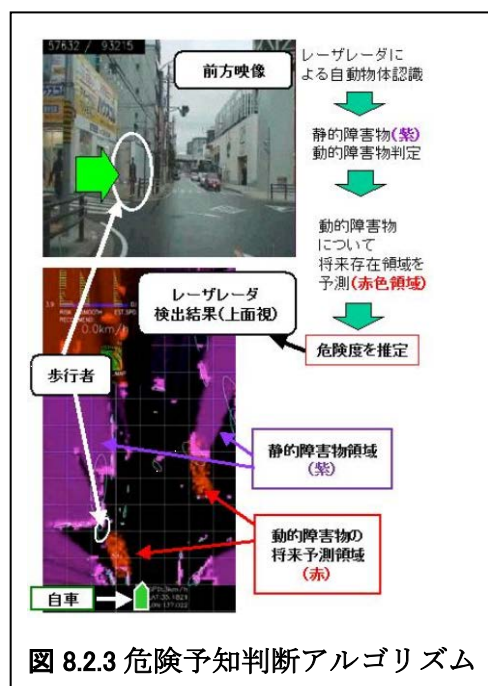


図 8.2.2 3次元スキャン型レーザセンサ

扱うことにより、周辺認識性能を飛躍的に向上させている。



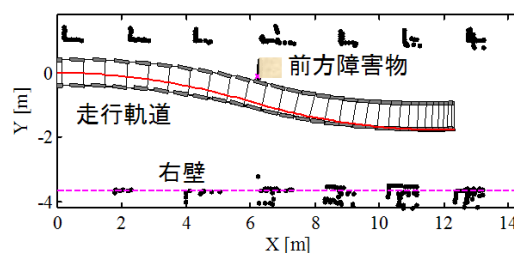
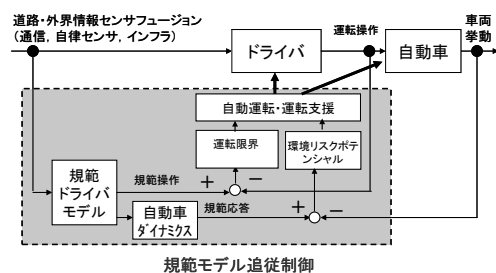
2) 危険予知判断アルゴリズム

制御介入すべきタイミングを判定し、万一、運転者が危険回避行動を行わなかった場合、危険回避介入制御するための危険予知判断アルゴリズムを検討している。本アルゴリズムはコウモリの行動をモデルとしており、建物などの静的境界（図 8.2.3）、歩行者や対向車等の動的障害物とその将来存在予測域、そして、自車の将来存在予測域を重ね合わせて、顕在的な将来リスクポテンシャルを表現している。

3) 障害物回避制御のシステム設計

衝突危険を回避するためのブレーキと、車線逸脱危険を回避するためのステアリングのアクティブ制御システム（図 8.2.4）を設計している。

運転者・機械（自動車）一体化で熟練運転者並みの制御成績を確保するため、正常状態の規範モデルから外れた場合に異常と判断して、制御介入を行うプロトタイプ車両を設計している。実装実験により、前方障害物を避けながら右壁に一定の距離をおいて走行することを確かめている（図 8.2.5）。



(3) 最終目標達成の可能性

<競争優位性>

競争する製品としては、他の自動車メーカーでも時速40 km以内の速度であれば大きな障害物の手前で自動的に止まる技術（スバル社製「アイサイト」）などが既に実用化されている。また、完全自動運転としては、米国のアーバンチャレンジ、グーグルの事例があるが、高価なセンサ等を用いたシステムで、実用化された場合でも市販化までには時間が掛か

と考えられえ。また、両者共に高齢者の認知・行動機能を考慮したものではなく、限られた条件でのみ使用されている。

一方、本課題で開発する技術は、あくまでも当事者自身が運転することが前提となっており、その上で危険のある環境や状況に応じて低下した機能を補うよう自律運転システムが介入するという立場をとる。したがって、走行場所や走行速度を限定するものではなく、このような設定で自律運転を促がす試みは他には見当たらない。

<市場性>

提案システムは、最終的に10万円程度で購入可能な車のオプション機能を目指しており、年間数万台規模での普及を想定している。また、社会的受容性や道路交通法などの変化を見守りながら、少しずつ導入数を増やしていき、さらに高齢者だけでなく一般ユーザまで広げることで、低価格化を促すというアプローチは企業戦略として現実的であり、当事者の安全安心の観点からも妥当と言える。

<戦略>

要素技術については設計段階から開発段階に入っており、他の自動車メーカーが開発しようとしている技術と本自律運転システムとの整合性をとるための情報交換研究会「FAST」を発足させていることから、最終目標への達成の可能性は極めて高い。しかし、本運転支援システムが高齢ドライバーにどこまで受け入れられるかという「高齢ドライバーの受容性」と、道路交通法による法規制および、どのような地域、どの位の速度で実現できるかを調べる「本システムの社会受容性」の2点については、十分に評価を行う必要がある。

前者の高齢ドライバーの受容性については、様々な高齢被験者による実データに基づいて詳細に分析し、万一の危険場面では的確に介入し、逆に平常時は運転者の自主的判断を優先することによって、支援制御が表にでないシステムを構築することを目指している。さらに、警告表示等は実施しないが、高齢者が操作しやすいヒューマンインタフェースについても研究の対象として進めていく予定である。

後者の社会的受容については、既存の法令やガイドラインの改定と、システムの普及方法の検討の二つの取組みが必要となる。法令・ガイドラインに関しては、H25年度も高齢者が運転しやすく危険を回避できる基準を自動車開発推進委員会等において協議している。

システム普及に関しては、産学官連携のFAST研究会の取組みをさらに推し進め、他メーカーや国と議論を継続し、システム普及方法を検討していく予定である。また東京大学ジェロントロジーネットワークにも参画し、システム普及に向けた議論を行っていく。

以上のように、技術開発に加えて、戦略的に個人的かつ社会的な受容性を確立させることに重点を置いており、最終目標に向けた十分な取り組みが行われている。

8. 3 「高齢者クラウド」

(1) 研究開発テーマの達成状況

本課題では、高齢者が長年にわたって獲得した知識・経験・技能がどのようなものであるかを定量的に把握し、それを社会的ニーズと照らし合わせながらどのように生かせるかを理論的に導き、若年者を支援したり労働力人口の減少を補ったりすることに資する広義の「ジョブマッチング」機能を開発している。そのために、

- ① 知識情報をセンシングするためのデバイス・インタフェース、
- ② 情報化された知識へのメタデータ付与と構造化システム、および
- ③ 知識情報を電多雨するディスプレイ・システムからなる要素に分けて研究開発を遂行した。

それぞれ現場での評価に基づいて具体的な成果を得ており、達成度は 80%程度といえる。

(2) 産業創出の核となる技術の確立に資する成果

1) 知識情報センシングでは、高齢者に負荷を与えないで、かつ容易に知識情報センシングを行えるよう、(A)物理ハードル、(B)概念的ハードル、(C)心理的ハードルを低くする方法を実験的に調べている。



図 8.3.1 タッチスクリーン携帯端末

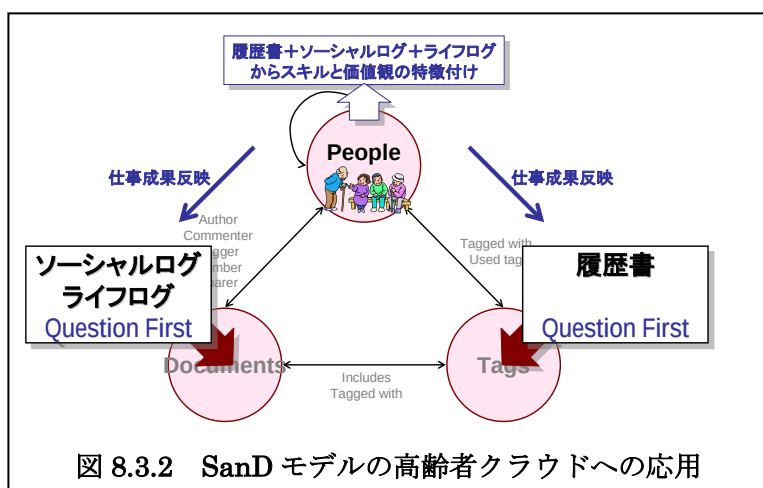
例えば、(A)では、タッチスクリーン式携帯端末をセンシング(図 8.3.1.)に利用した場合には、触れた位置を当事者にフィードバックさせないとタッチ操作エラーがより深刻化することを見出すなどの知見から最適なタッチ方法を提案している。また、(B)(C)では音声通話やメール等の伝統的なインタフェースを介して情報を聞き出す「Question First」という手法を発案し、質問に対する答えから Why (何故) と How (如何) という情報とともに、When を時計から、Where

を測位センサから、What をカメラや加速度センサから取得するなどして、5W1H 情報と組み合わせた知識情報を取得することを可能としている。さらに、電話方式、スマートフォン方式、メール方式で情報取得のし易さを評価した結果から、スマートフォン方式が最も好まれることを示した。

一方で、NHK が独自に行っている「teleda」というテレビとインターネットとを融合させた情報提示方式を用いて、対面方式と従来のテレビ電話方式とを比較し、teleda の有用性を明らかにした。

2) 情報化された知識へのメタデータ付与と構造化システムでは、本プロジェクトの最終目標のひとつである高齢者の就労を通じた社会への知識還元に主眼を置き、(A)情報取得インタフェースにより取得された自己の生活記録（ライフログ）およびネット等で得た記録（ソーシャルログ）に対するスキルメタデータの付与手法、(B)通常のライフログないしソーシャルログからの抽出が困難なスキル情報の取得方法、および(C)AとBを関連付ける手法を開発した。

具体的には、IBMが開発した人物・文書検索システムである SaND (Social Networks & Discovery) が目的に近い構造を持つことから、図 8.3.2 の概念図を示したように、これを高齢者用 SaND に拡張している。この高齢者 SaND では、ライフログ・ソーシャルログによる非定型情報、スキル情報を示すキーワード、および履歴書様の文書からスキル情報の概略を取得するという方法である。

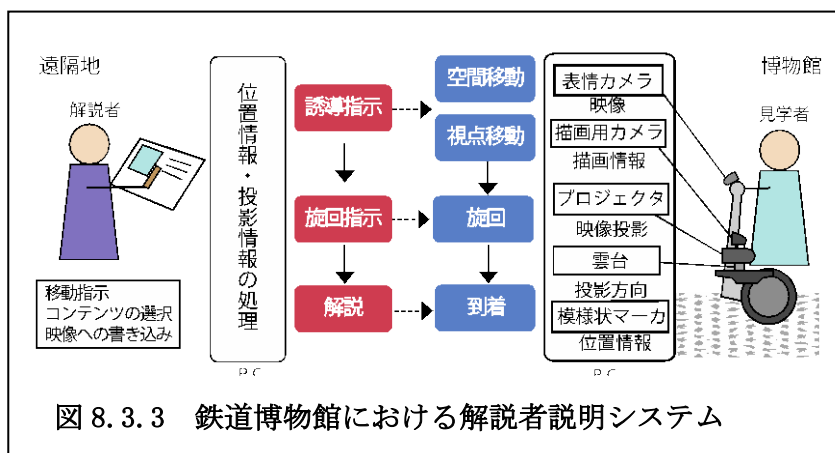


実際に多くの高齢者の履歴書データから特定人物の各種タスクへの適性推定が可能となることを確認した。さらに、シニア就労モデルの特徴である「スキルを補い合うチーム形成」「スキルの近いもの同士のタイムシェア就労」へ応用して有用性を確認した。

た。

さらに、実施フィールドとして柏における「いきがい就労」事業への適用を目指し、東京大学高齢社会総合研究機構と連携することで本格研究の開始と同時にフィールド適用実験を開始した。

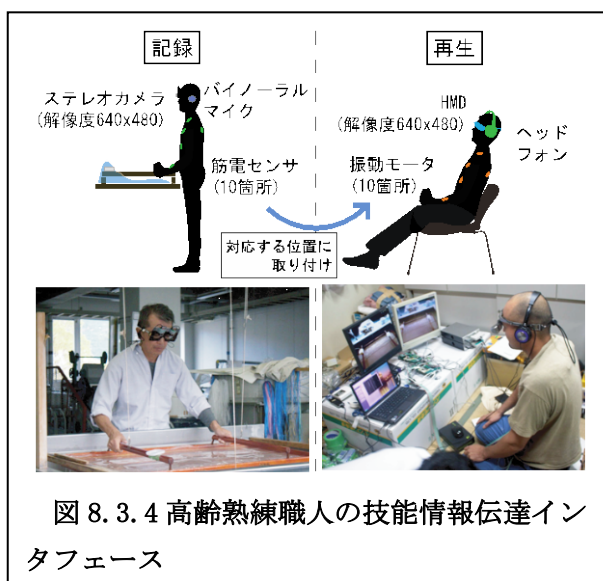
3) 知識情報を伝達するディスプレイシステムでは、直接的な手法として「テレグジスタンス」、間接的な手法として「仮想人格」「技能伝達」の技術を想定し、予備的検討を行っている。



実際に、鉄道博物館にて解説者が提案システムにより展示物について遠隔解説を実施したところ（図 8.3.3）、本システムによる指示が効果的にできることを確認した。

また、「仮想人格」の手法を用いて、例えば、高齢者本人に代わりその知識情報を自動的に出力する仕組みを作り出すことで、本人が仮想的に情報発信している状況を作り出すことができた。これにより、仮想人格から得られる知識情報は若い人たちにも直感的に理解しやすいことなどを確認している。

一方、製造業や伝統工芸の分野での「技能伝達」の場合、知識や経験のように言語化可能なものに限らず、身体知のようなノンバーバルな技能情報を伝達する必要性が大きくなる。そこで、ウェアラブルコンピュータ、各種のセンサ、および力覚ディスプレイを技能を受ける人に提示する複合現実感を用いることで技能教示を効率的に実施するシステムの研究開発を実施した。



具体的には、高齢の熟練職人(紙漉の選定保存技術保持者)の技能データを用いて、技能情報を効果的に伝達するインタフェース(図 8.3.4)の試作と評価を行い、既存メディアによる学習と企画してその有効性を示した。

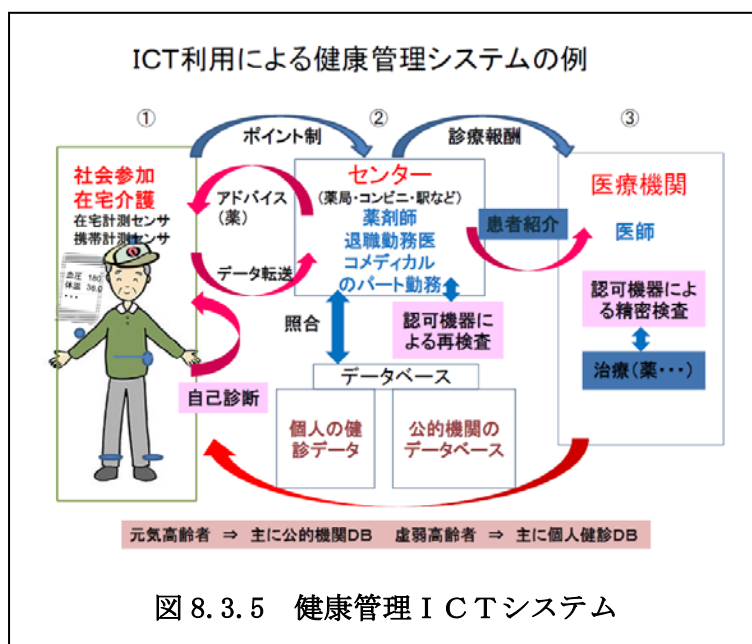
なお、社会参加している間に高齢者の身体機能をモニタして本人に知らせたり、モニタ情報をドラッグストアやコンビニに設けた健康ステーションに転送してセンターから本人に身体状況を通知したりすることにより、安心して社会参加を続けられるというような「ウェア

ラブル ICT」(図 8.3.5) による健康管理システムも重要な課題となる。本課題の「インフラ ICT」の一部にこの機能を導入するために、スマートホンにより歩行速度を計測したり、視・聴覚が使えないような状況でも触覚で通信したりすることができるセンサ機能を開発し、その有用性の検討を行った。

(3) 最終目標達成の可能性

<競合優位性>

競合するものは我が国では存在しないが、同じよう



な機能はハローワークで古くから実施している。しかし、ハローワークは、本人の自己申告に基づく主観的なデータを基にして、専門家が就労の道を探ったり提案したりするもので、これからますます増加する高齢者に対応していくことは難しい。また、高齢者自身持っている知識・経験・技能が多様化していき、何時、何処で、何時間くらい就労・社会参加するかというライフスタイルも多様化してくる時代に向かって本課題のようなプラットフォームは不可欠となるものである。さらに、開発されシステムは本研究開発テーマにおけるプラットフォームになるもので、他の課題である自律運転システム、生活支援ロボットおよび軽労化スーツを有効に生かす上で欠かせないものであり、産業創出を促進させる役割を担う。

<市場性>

WHO の提唱する ICF 基準では、現状の環境における高齢者・障害者の生産性不足を合理的配慮としての環境改善によって補完可能であるとしている。ICT によって合理的配慮を提供する「高齢者クラウド」により、国内の高齢非就業者 1866 万人のうち 40%が平均的な生産性を持ったとするとそれだけで 22.6 兆円の経済効果がある。「高齢者クラウド」により新たな産業を創出することは、GDP を拡大するのみならず、高齢者に生きがいを与え健康を増進する効果により、医療費の削減に対しても波及効果があることが予想される。現時点で、本課題による市場性を具体的に予測することは困難であるが、確実に発展・普及する各種ネットワーク技術、バーチャルリアリティ技術、遠隔ロボットを利用するという立場をとっていることから、それらの要素技術の発展・普及とともに必然的にマーケットが広がるであろう。

<戦略>

「高齢者クラウド」は、「家庭生活から社会生活へ」「社会生活からコミュニティ参加へ」「コミュニティ参加から就労・起業へ」のように、家庭にこもりがちな高齢者に一段階先の社会参加を提案できる環境の構築を目的としている。これにより、高齢者自身の労働力提供のほか、高齢者の自立度向上による介護負担の低減、高齢者コミュニティのニーズを汲み取る新たなビジネスへ展開するという戦略をとっている。現場に基づいた実証実験と実現可能性の高いものから実施していくという戦略なので、目標達成は十分に可能である。

8. 4「軽労化スーツ」

(1) 研究開発テーマの達成状況

本課題については、類似機能が多く提案されているが、他の提案と比べて機構が複雑でなく着脱が容易で素材が軽いことから衣服を身に着ける要領で利用できる点にある。結果として他の提案機能に比べて安価になり実用化・普及化も早いことが予想されることから、達成状況としては 90%を超えている。スーツに取り付けた小型のモータが負荷に応じて筋・骨格の負担を軽減するように働くので、農業、介護、除雪など多様な作業にも利用できるという利点があることを確認した。

ただし、現在のところスーツの装着により熱がこもってしまい、夏場の暑い時期には長時間の利用ができないという課題も残されている。この課題もスーツの素材のさらなる改善が必要になるが、現時点でも利用価値のある場面が多いことや産業創出の核となる技術を持っていることから、改良化しながらも製品化を急ぐべき技術である。

(2) 産業創出の核となる技術の確立に資する成果



○セミアクティブアシスト

この軽労化機能を実現するために、スーツの素材そのものがバネのような働きをして、重たいものを持ち上げたときには、腰に負担がかからないようにバネによる力が強くなり、逆に軽いもの場合にはバネの力も弱くなるという機能を実現した。

また、より人体への負担を軽減するためにスーツに取り付けた小型のモータが作動し、持ち上げる物の重量によりモータの力が適応的に重量の負担を軽くするように働く機能も有している。これ

は「セミアクティブアシスト」と呼ぶ本課題独自の技術であり、弾性材の伸長に伴う弾性力を補助力とし、その伸長量を小型モータによって調整することで補助力を制御する機構である（図 8.4.1）。農作業の前屈運動の補助では、背筋を最大で 40%、体幹全体で 14%のアシスト効果（筋活動電位軽減率）が得られ、競走馬調教機種や除雪作業における負担軽減にも大きな効果があることを示した。

○3次元動作対応モータユニット

複雑な作業に対応するようにモータユニットの改良化と装着部の最適化を図り、図 8.4.2 に示したような構造と性能を持つモータユニットに発展させることができた。腰を中心に左右独立に配置することで、腰部を 3 次元的にサポートするので、多様な動きでも腰部を

アシストできるようになった。また、利用者の姿勢を計測するセンサを内蔵しており、補



図 8.4.2 3 次元動作対応モータユニットとその特性

助力が動作を妨げないように、弾性体の発する補助力を調整できる。図に示したように、補助力の調整は、ワイヤを介してアクチュエータによって弾性体の伸長量を制御することで実現した。さらに、総重量を大幅に小さくでき、腰部の屈曲時でも回旋時でも負担軽減の

効果を認めた。

(3) 最終目標達成の可能性

<競合優位性>

競合機種としては、筑波大学で開発されたロボットスーツ「HAL」や、「ラクニエ」と呼ばれる類似品があり、ともに実用化されている。ただし、前者はロボットの骨格を身に着けるイメージであり、装着に時間がかかるとともに、筋電図を指標にしてモータを制御するために、利用ごとに筋電図の強さをノーマライズしなければならないこと、使用中も汗や電極の乾燥などによって電気インピーダンスが変わるので動作が不安定になるなどの問題が残されている。ラクニエはスーツの生地弾力性を利用したもので、本課題のアクチュエータで制御するスーツと異なり、一方向のみしか制御が行えないなど、作業ごとに調節を行うことは難しい。

他にも空気封じ込み型アクチュエータ「ラバチュエータ」など柔軟な機能を持つアクチュエータを利用した軽労化技術が製品化されたことがあるが、装置が大掛かりになってしまったこともあり、普及しなかった。本提案はあくまでも軽労化を当事者の筋力を適応的にモータ等で補うスーツとして多様な動きに対応するものであり、その意味では競合品は存在しないといえる。

<市場性>

農業のみで市場を予測すると、アンケート結果から北海道内では年齢・性別を問わず 66%の農家が軽労化技術を強く求めていることが分かっている。これを全国に拡張して考えると、農業者人口は約 300 万人を維持すると言われており、その 66%が軽労化技術を希望し、さらにその内 1%が購入したと仮定すると年間 2 万着の販売が見込まれる。従って単価を数万円程度と想定すると、最大年間 10 億円程度の売り上げとなる。

ただし、農作業に限定せず、介護用、除雪用、さらにはリハビリやスポーツ用に用途を広げることで、売り上げの増加が見込まれる。

＜戦略＞

本課題は H25 年度よりステージⅢに入っており、産業化する戦略として、市場性調査に基づいた価格設定をしながら、残された装着感の改良や夏場での熱放射の改善などを進めている。ただし、類似製品も製品化され始めてきていることから、それらとの差別化や優位性を強調しながら市場を確保することが重要になる。

9. 総合所見

＜研究開発テーマとしての産業創出の核となる技術＞

本研究開発テーマは、各課題から生まれた核となる技術・システムを組み合わせることで目標となる社会システムを構築し、その社会システムにより産業を創出することを目指している。各課題そのものが要素技術を組み合わせたサブシステムとなっていることから、まずは各課題のサブシステムを産業に生かす道を探りながら、上述の高齢社会を豊かにする社会システムの構築と産業創出を促すという方法をとる。ここでは、初めに各課題のサブシステムの中で産業創出の核となる技術を述べ、それらをどのようにシステムとして確立すべきかを述べる。

「生活支援ロボット」は、右図 9.1 に示したように、(a)軽度認知症者（当事者）、(b)支援ロボット、(c)支援者・サービス提供者の3者を繋ぐネットワークシステムとなっている。この中で

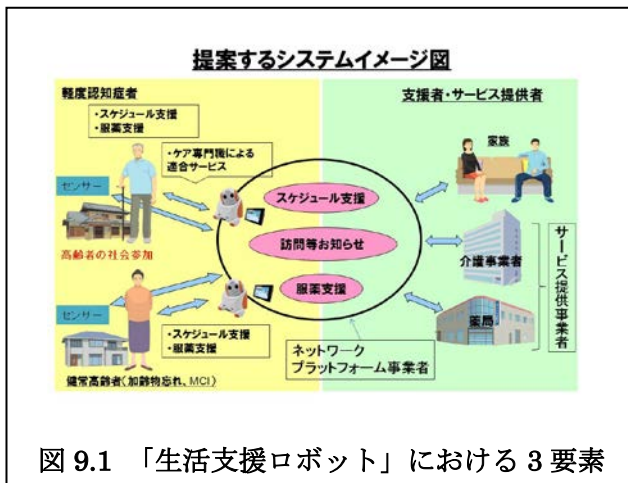


図 9.1 「生活支援ロボット」における3要素

(b)の支援用ネットワーク・ロボットが本課題の核となる技術であり、本テーマの目標である QOL の高い生活を実現する上で不可欠の技術である。とくに支援ロボットと当事者との対話技術の確立がキイとなっているが、中間評価の段階で実用に耐え得る技術に近づいている。

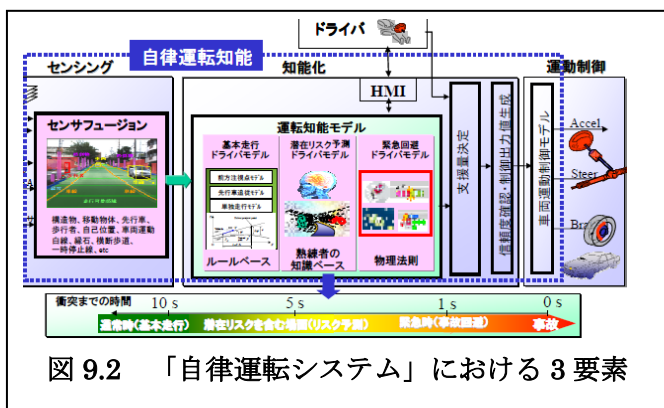
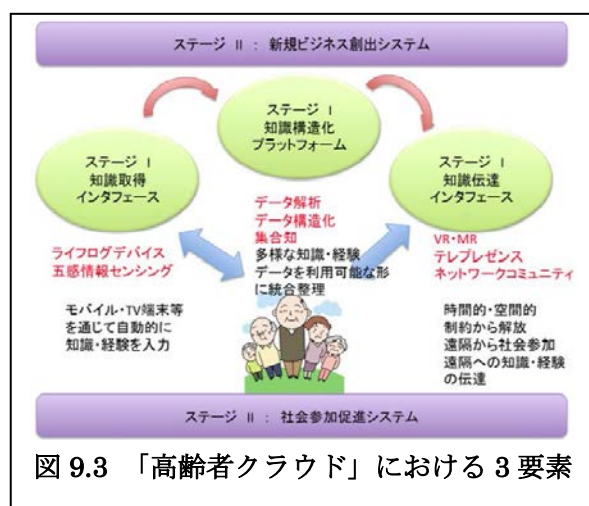


図 9.2 「自律運転システム」における3要素

次に、「自律運転システム」の場合、(a)環境情報センサ群、(b)運転知能モデル、および(c)運動制御の3者からなるシステムであり、それらをコントロールするのが高齢ドライバーである（図 9.2）。ここでの技術は中間評価の段階ではほぼ目的を達成していることから、今後はこのシステムをコミュニティの中でどこ

まで生かせるか、どのような効果や問題点があるかを現場で評価し改良化を進めることが重要となる。また、熟練者をモデルとした運転知能技術が確立されれば、他の自動車メーカーもこの技術を活用することができるため、本技術は産業創出の核となる重要な技術となる。さらに、この運転知能モデルは電動車いすやシニアカーなど他の移動技術にも転用することができるので、新たな産業の構築に繋がるものと考えられる。

「高齢者クラウド」は、(a)知識・経験・技能のセンシング、(b)データの構造化によるジョブマッチング、および(c)知識・経験・技能の伝達という3つの要素からなるシステムである(図9.3)。この中でジョブマッチング技術は高齢者が望む社会参加を大きく促すことになり、「生きがい」というまでもなく「労働者人口」の増加にもつながる技術である。マッチング技術は既に一部でその有用性が実証されており、本テーマの産業創出のための核となる技術となり得る。なお、「高齢者クラウド」のサブテーマとして実施している「ウェアラブル健康管理システム」も安心を保証した社会参加を促がすことになるので産業創出の核となる技術の一つとなり得る。



一方、軽労化技術で開発したスマートスーツは、システムというよりは独立した技術といえるが、高齢者の身体機能への負担を軽減する役割を果たすので、他の課題で得られたシステムの運用を促進させることになる。

以上を整理すると以下のようなことが実現できると考えられる。

- (A) ネットワーク・ロボットにより社会との繋がりを促進させる。
例) 4割弱の高齢者が薬を飲んだりスケジュールを忘れる「物忘れ」状態にあるが、これがほぼ解消されるので安心して社会参加ができ、社会との繋がりが促進される。
- (B) 自律運転技術により社会参加における行動範囲を広げる。
例) 10万円程度の価格で、危険のある環境や状況に対応可能な自律運転システムを装着できるようになるので、安心・安全に遠距離の外出ができるようになる。
- (C) ジョブマッチングにより自分に合った社会参加ができる。
例) 高齢の熟練職人の技能データを効果的に伝達することができるようになり、自分の得意な技能で社会参加を続ける高齢者が増え、国内の高齢非就業者1866万人のうち40%が社会参加できる可能性がある。
- (D) 軽労化スーツにより負担の少ない就労を促がす。
例) 農作業の前屈運動の補助では背筋を最大で40%、体幹全体で14%のアシスト効果が得られることから、約300万人の農業者人口の66%が軽労化技術を希望しており、農作業に従事する人たちが大幅に増えることが期待される。さらに健康管理ウェアラブル端末により安心して社会参加することが可能となる。

以上のように、本テーマの核となる技術は「社会参加促進技術」といえる。この技術を実現することにより、高齢社会を心身ともに豊かにし、社会保障費の軽減にも貢献し、若い人たちへの知識・経験の継承に結びつき、トータルとして多くの新産業の創出につながるものと考えている。

<研究開発テーマのマネジメントについて>

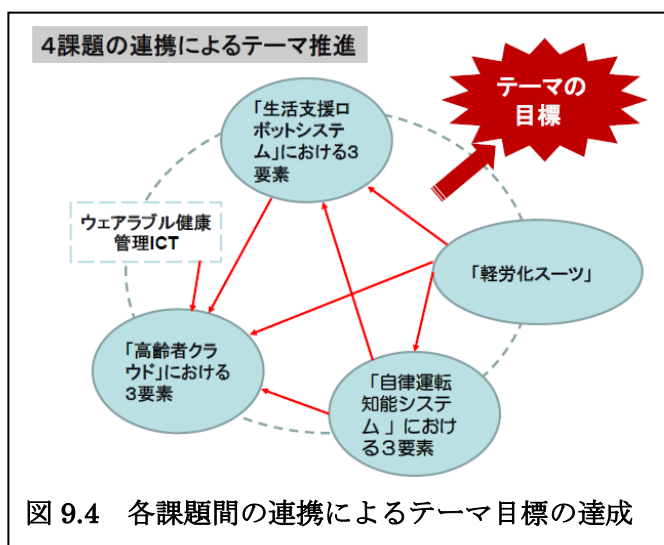
運営としては、本研究開発テーマに特有の観点である、

- 1) 身体機能あるいは生活機能を支援する ICT や IRT を開発する上で「フィールド」、「自治体」、「施設」を有効に活用しているか
- 2) 高齢障害者の「QOL の向上」と「介護負担の軽減」を支援する技術開発では薬事法などに抵触しないように考慮されているか
- 3) 「法令調査」を的確に行っているか

などを PO および JST の担当者によるサイトビジットを通じて常にチェックし、研究の進捗状況を把握するとともに、助言・指導を行ってきた。なお、課題の絞り込みでは、分野に偏りが無いよう考慮したが、高齢者自身が身に付けて弱った機能を支援し就労を助ける「ウェアラブル健康管理 ICT」については該当する課題がなく、「高齢者クラウド」の中で導入することとした。

本テーマのマネジメントとして、産業創出や社会参加の観点はいうまでもないが、各課題から生まれた技術・システムをコミュニティの中で如何に有機的に生かしながら、「生きがい」、「QOL の向上」、「社会保障や介護負担の軽減」などに取り組んでいるかなど、総合的に評価するよう心がけた。今後は、さらに各課題間の情報共有を円滑にするとともに、JST の RISTEX「コミュニティで創る新しい高齢社会のデザイン」（後述）と連携しながら現場での有用性を実証していきたい。

また、個別の課題のマネジメントとしては、図 9.4 に示したように、各課題が積極的に情報共有し、テーマ目標を如何に達成させるかに重点を置くよう指導している。まず、「軽労化スーツ」については、とくに、農業漁業など労力を必要とする就労者の多い地域や、除雪を強いられている地域や第一次産業の就労者が高齢化している地域への導入を優先してもらう。その一方で、軽労化スーツの利用の場を介護や保育など労力を必要とする範囲にまで広げ、「高齢者クラウド」の課題と連動させることにより、若い労働者の不足を補うよう指導している。さらに、このスーツは自動車運転時の腰



痛や肉体疲労の軽減にも繋がることから、「自律運転システム」の課題とも連動させることで、就労可能な範囲を広げるようにしたい。

次に、「自律運転システム」は技術的な完成度は高いが、他の自動車メーカーでも同様の取り組みを行っていることを考慮し、自律運転知能化に関する情報交換の場である FAST 研究会を利用して開発を進めるよう指導している。また、高齢者の認知・行動特性を十分に考慮し、どのレベルの高齢者に対象を広げるのか、というユーザの受容性を明確にしてもらう。さらに、既存の道路交通法に抵触する場合も多くみられるので、どのような環境・場面で利用すべきか、事故が起きた場合の責任の所在の明確化など、社会的な受容性についても高めてもらう。その上で、「高齢者クラウド」や「軽労化スーツ」の課題と連動させながら、高齢者の社会参加の範囲を広げるような役割を果たしてもらう。

「軽労化スーツ」や「自律運転システム」により労働可能な範囲が地理的にも広がることが明らかにされれば、「高齢者クラウド」では、それらのデータを有効に活用し、一層の社会参加を促がすようなアルゴリズムに発展させてもらう。

一方、「生活支援ロボット」においても、他の3つの課題を有効に活用する。例えば「軽労化スーツ」により認知症者の介護の負担を軽減したり、「自律運転システム」により認知症患者の移動範囲を広げたり、インターネット・ロボットを介して外部との接触を多くして孤立を防いだり趣味や友達の範囲を広げるなどにより、在宅やコミュニティの中で QOL の高い生活を送れるようにする。

本研究開発テーマは実験的ともいえる面が多くあるが、超高齢社会では確実にニーズが



増えていくテーマであることから、テーマの最終目標に着実に向かうことができるようマネジメントを遂行していきたい。さらに、JST の RISTEX (図 9.5) の一つである「コミュニティで創る新しい高齢社会のデザイン」の各課題が各地に広がっているのも、これらとも連携していきたい。それぞれの地域の特徴や課題を考慮し、本研究開発テーマを地域に合わせて修正・改良することで、全国展開に繋がるような道筋を考えたい。

＜本研究開発テーマを設定したことの意義＞

本研究開発テーマの重要性は超高齢社会に向かって漠然と認識されていたが、具体的などのようなアプローチで取り組めばよいかが曖昧なままであった。この未踏ともいえる分野に初めて具体的に産業創出を目標とした方法論を提示し、対照群を2つに分けてそれぞれについて何を支援すればよいかという道筋を明確にした意義は高い。このような道標を作ったことで、他省庁からも本テーマを踏まえたような高齢社会を豊かにするための研究助成制度が生まれてくることが期待される。

一方、当初は高齢社会問題に対する産学連携の本格的な取り組みの経験が少なかったこともあり、本研究開発テーマの狙いや目標が参画機関に十分に理解されなかったり、課題

ごとに異なったりしていた。POとしてもこの点は大変苦慮したところではあるが、3年を経てみると、各課題それぞれの目標が明確になり、社会システムでの位置づけや、組み込み方が理解されるようになった。

また、採算が取れないなどの理由により、高齢社会問題に関連した研究の継続を企業が躊躇するといった事案が続いている。本研究開発テーマが成功することで、企業内でも高齢社会問題に関連した研究に対する賛同者が増え

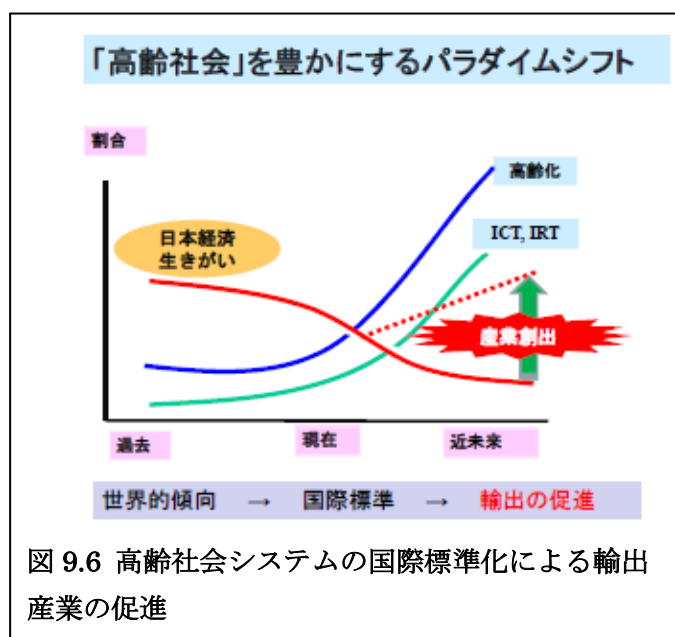
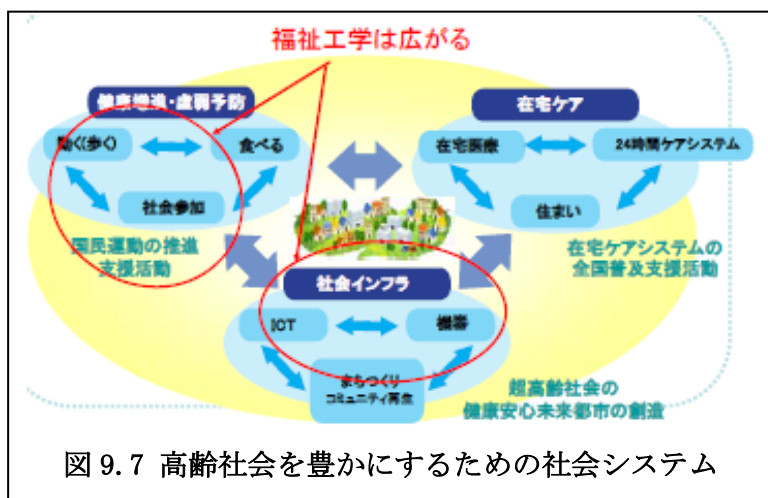


図 9.6 高齢社会システムの国際標準化による輸出産業の促進

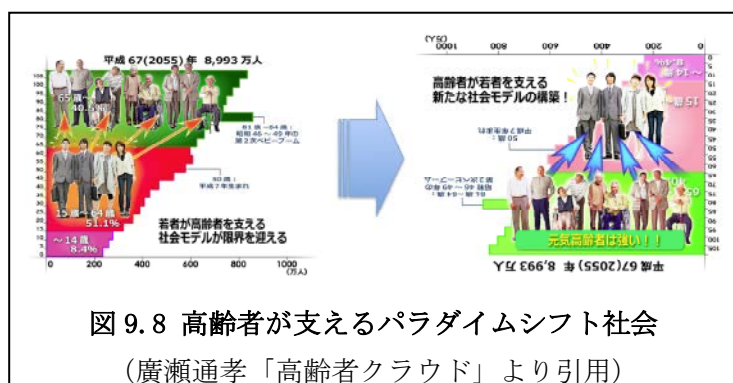
てくることが期待され、結果として高齢社会問題に取り組む企業が増え、この分野が本格的な産業として立ち上がるものと期待される。さらには、東アジアなど我が国と同じ状況に入りつつある国を将来、日本が指導する立場になる。このことから、本研究開発テーマの成果に基づいて高齢社会システムの「国際標準化」を目指すことで、高齢者を支援する ICT や IRT だけでなく高齢社会システム創成のノウハウを輸出できる可能性がでてくる(図 9.6)。



をどうするかなど大所高所から考える必要がある。

さらに、繰り替えし述べたように、最終目標達成については、高齢者の社会参加によって、どれだけ労働者人口の増加に寄与することができるのか、また社会参加により生きがいや健康がどこまで増進されるのか、介護負担の軽減が社会保障費の軽減にどこまで繋がるのか、といった総合的な観点からの評価が必要になる。一方で、社会的受容性など各種の社会制度を変えなければ普及し得ない技術も多く包含しており、テーマの評価は極めて複雑になる。

ここでは、問題をできるだけ具体化する意味で ICT と IRT を高齢社会にどのように生かすかという点に絞り込んだが、結果的に問題点を具体化しやすい形になったと考えている。さらに、具体的な成功例が生まれれば、それを基礎としてもっと複雑な問題に切り込むことも可能になると期待している。



＜今後への期待や展望＞

図 9.7 に示したように、高齢社会問題は「食べる」「動く」を促がすことなど、高齢者の健康面である「健康増進・虚弱予防」をどうするか、また、高齢者が快適に過ごせるような「在宅ケア」など、医療・介護システムや住宅・都市システムなどの「社会インフラ」

本研究開発テーマでは、これまでと異なり、高齢者が増えることを困ったこととして捉えるのではなく、新しいビジネスチャンスとして捉え、メジャーになりつつある高齢者を若い人たちを助けるための労働力（図 9.8）とみなすことで、次世代のパラ

ダイムシフトに繋がりたい。さらに、ここで得られたシステムを国際標準にすることができれば、世界の高齢化問題にも寄与することができるばかりでなく、我が国の基幹産業の一つとなり得る。

その意味でも、今最も必要なことは、本研究開発テーマの重要性を広く世の中に周知させることであり、今後は成果の広報活動についても積極的に進めていきたいと考えている。