神奈川工科大学

先進ＡＩ研究所

研究報告

第 3 号

2022 年度

研究推進機構

目次

・社会実装を見据えた先進高齢者支援システム開発

情報工学科　松本一教

一色正男，杉村博，高橋勝美，兵頭和人，金子直美

・健康寿命を延伸する共生型ロボット AI の研究開発

ロボット・メカトロニクス学科　三枝亮

・AI と DS をフルに活用した地域の健康と安全・QOL 向上の実践

情報メディア学科　上田麻理

社会実装を見据えた先進高齢者支援システム開発

研究代表者： 情報工学科 松本 一教
研究分担者： 一色 正男，杉村 博，高橋 勝美，兵頭 和人，金子 直美

1. 研究の目的

「人生 100 年時代」が迫りつつある．健康寿命の延伸は社会の重要課題である．身体の健康と同時に心の健康を維持し，さらに安心・安全で，生きがいのある生活作りに貢献できるシステムが求められている．本申請のメンバーは従来から互いに独立して，1) HEMS(Home Energy Management System)による家庭内の見守り，2)寄り添いロボット，3)心身の健康データ計測・収集・判定システム，4)高齢者の生きがい支援の地域活動，5)AI の基礎および応用技術開発，などを研究開発してきている．本申請では，情報通信技術(ICT)を駆使して，これら全体を統合したシステム KSC-P (Kanagawa Smart Care Platform)を開発する．未病の維持という考え方にもとづき，高齢者が生活のあらゆる場において，安心・安全に生活でき，生きがいのある生活作りに貢献できる機能やサービスを提供する．高齢者の様々な日常生活の場において， IoT(Internet of Things)で収集するデータを KSP-C に集約して蓄積し，AI で高度に活用して，心身の健康状態や生活の充実度を推定する技術を開発する．推定結果にもとづき，未病を維持するための助言や行動支援の技術も開発する．さらに，KSC-P の技術開発だけではなく，地域の高齢者支援団体との連携の仕組みも構築し，地域と一体となって高齢者を継続的に支援する体制や仕組みの構築も実現する．技術と体制・仕組みの融合によって，真に高齢者の幸福に貢献できる KSCS (Kanagawa Smart Care System)の開発を目指す．KSCS 全体に関わる社会実装実験も行い，実用化のための技術開発と地域連携と社会活動を展開して，実用化の準備を整える．

今年度は 3 年計画の研究の最終年度実用化を重視して研究開発を進めた．

2. 研究の必要性及び従来の研究

高齢者を支えるための技術開発が活発化している．それらの多くは，(a)安否確認など健康状態に不安のある高齢者を対象とする見守り技術，(b) AI によるゲノム解析や自動診断や発症予測など，医療の高度化に関する技術，(c)要介護な高齢者へのコミュニケーション支援など高度介護技術，に集中している．一方，健康か病気かという二分法的な考え方ではなく，その中間に連続的な段階を取る「未病」という状態があると考え，未病の状態を長く維持するということの重要性が指摘されるようになってきている（図 1)．未病状態を維持するためには，心身の健康状態を自らが把握して管理し，

将来に渡って維持できるような努力を継続することが必要となる．長寿化に伴い，このような努力継続期間は長期間（10 数年以上）に及ぶようになり，個人の力だけでは極めて困難である．長期間の継続を前提とした，支援のための総合的なツールや，地域でのサービスや体制なども整える必要があり，技術開発と同時に，地域の体制や仕組みの整備の両面からのアプローチが必須である．このためには，大学が持つ総合的な技術力（工学 & 情報工学 & 看護学 etc.）に加えて，高齢者を支えるための地域人材や団体との連携が必須となる．すなわち，大学が持つ技術を地域のための活用し，大学と地域が共同して，豊かな社会を実現するという仕組みである．前述のように，現状の高齢者のための技術開発では，未病維持に貢献できる技術が極めて少なく，さらに大学と地域の連携による未病の長期維持を目指す試みは，ほとんどなされていない．本申請は，このような背景の下に行う，技術開発と地域連携開発の両者を含む総合的なシステム開発であり，国内初の独創的な研究である．

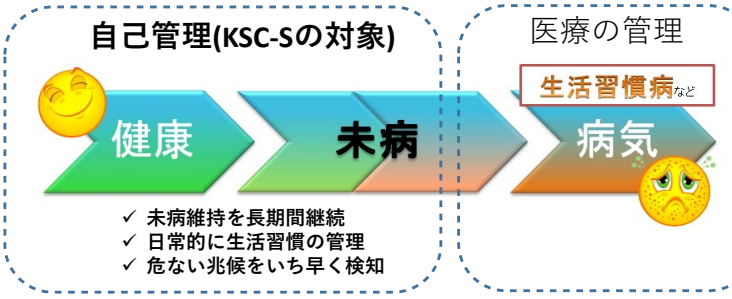


図 1 未病の維持と本システム（KSC―S）

3. 期待される効果

未病維持に着目した技術開発は少ない．高齢者向けの技術開発は，高度医療や高度介護などに集中しており，未病維持を目的とする技術開発は極めて少ない．とくに，未病者の身心の健康状態を，様々な生活の場において，長期間に渡って見守り，身心の状態を推定して，以前との変化を検出する技術はまだない．また，地域のイベントや支援団体の情報も加味して，身心の状態を改善するための助言や行動推薦を与える技術もほとんどない．技術開発と地域連携を総合したシステム化と社会実証は国内初：高齢者支援は工学技術のみでは不十分である．地域における人材や団体と共同して，地域の人間力も取り入れた連携が必要である．このような真の総合システム化と社会実装実験は国内初の新たな挑戦である．

4. 研究の経過及び結果・評価

- ✓ 今年度は 3 年計画の最終年度，昨年度に実施したシステム全体の仕様確定と詳細設計にもとづいて，実装と評価実験を中心として進めた． 本研究では，各分担者が怪異初してきた複数の錆システムを連携させるため，それらを連携して動作させる機構の開発が中心となった．これまでに開発して運用してきている

システムに対して，実用化を目指して信頼性を高める開発を行った．

- ✓ 運用可能なラベルにまで達したシステムに対して，実際に神奈川県愛川町において町役場職員と地域の協力者を含めた約 40 人による社会実装実験を行った．この実験は予備段階を経て，2022 年 6 月から公式にスタートして 2023 年 1 月に完了した．

5. 今後の計画

今後は以下の計画で展開することを計画している．

- ✓ 愛川町での社会実装結果にもとづいて，継続して地域住民への健康開発支援活動を展開する．R 科高橋教授により，愛川町からの研究活動費を得て実施する．
- ✓ 本研究で開発したシステムは有償のクラウド上に開発されており，そのままでは運用できない．2022 年度いっぱいで運転は停止しているが，他のサブシステムは稼働しており，その一部は下記のような場所に設置して社会利用できる．これらのデータはサブシステム内に格納されており，将来の活動資金獲得により，全体システムの再起動ができるように準備している．その際にはこれまでの社会実装での経験が活用できる．

図 2　サブシステムは継続的に稼働を続ける

健康寿命を延伸する共生型ロボット AI の研究開発

研究者名：ロボット・メカトロニクス学科　三枝　亮

１．研究の目的

少子高齢の時代を迎えた日本は 2025 年の「国民の健康寿命が延伸する社会」の構築を目指し，「高齢者介護の介護予防」「現役世代からの健康づくり対策」「医療資源の有効活用に向けた取組」を柱とする予防・健康管理の施策を推進している．諸外国においても，人々の心身機能，栄養状態，社会参加を改善することで健康寿命を延伸させようとする研究が幅広く行われている．しかしながら，これらの現行の研究では健康寿命を延伸させる直接的な効果は期待できるものの生活者本人の視点が欠けており，自己の健康状態への意識や生活への意欲や肯定感を高める術は十分に検討されていない．生活者の健康状態の認知や意識が高まり，健康に至る行動や意欲が自然と生まれるような生活の在り方，環境の作り方は未知である．人々の健康寿命が自助的に延伸するためにはこれらの問いを科学的に解き明かし，少子高齢の社会を支えるための技術基盤を整備する必要がある．

健康寿命の延伸は科学技術上の発見や発明と深いつながりがある．火器や鉄器により生活手段や生活環境が変革して栄養状態が高まり，顕微鏡の発明や製薬の技術によって人間の寿命が延びた．計算通信の技術が発達した現代では，CT や MRI に続いてロボットや AI が診断や診療の現場に導入されつつある．しかしながら，手術や診断を支援するロボット AI は医療従事者が用いる器具の延長線上にあり，患者の意志からは時に離れ，細胞や臓器への微視的な作用に留まっている．今後のロボット AI は生活者や患者の意志に能動的に作用し，人間の行動や心理といった巨視的なシステムも対象に取り込んで適用領域を拡大していくことが望まれる．

図 1．研究概要

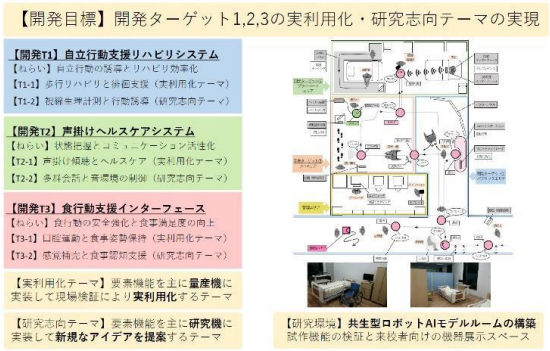


図２．研究開発ターゲット

２．研究の必要性及び従来の研究

本研究は，共生型ロボットAIが人集団の行動を機械学習して模倣的に同調介入することで，各個人に内在する健康特性を強化することを目的とする．これまでの介護・医療・障がい者施設における実証試験より，共生型ロボットAIが人集団と相互作用することで行動や知覚に変容を及ぼすことが分かってきた．例えば，ロボットが介護施設内で生活する認知症患者の徘徊行動に付き添って見守ることで患者が施設内を自由に徘徊するようになると，夜間の不眠や不穏行動が改善する場合がある．また，患者に付帯したセンサーから排せつの予測信号を受けてロボットが患者をトイレへ誘導することで，排せつの習慣ができて患者に排せつの知覚が戻ることがある．このようにロボットAI，センサネットワーク，ヒューマンインタフェース，クラウドシステムが人集団に同調介入して，生活者本人から健康特性を高める行動や心理を引き出すことで，自助的に健康寿命を延伸させることが本研究のねらいである．

共生型ロボットAIと人集団が相互作用する場面として，本研究では「歩行」，「会話」，「食事」の３つの場面に着目する．歩行の場面では全身運動，体性感覚，平衡感覚などについて，会話の場面では状況認知，聴覚，視覚などについて，食事の場面では咀嚼，味覚，嗅覚，触覚などについて同調介入することを試みる．人間とロボットの相互作用は近年行われているロボットセラピーと関連が深いが，本研究では認知運動の発達を促す一方で最終的にロボットへの依存を断ち切るように介入度を制御する点で相違があり，ロボットは別れを前提とする発達支援を提供する．

３．期待される効果

本研究では「歩行」，「会話」，「食事」の場面に対応した研究開発ターゲット（T1，T2，T3）を設定し，各場面で人集団への同調介入を実現するAIアプリケーションシステムを試作する．開発したシステムは本研究の基盤技術である共生型ロボット「ルチア」，「くるみ」などの機体に搭載して，介護施設，デイサービス施設，病院，在宅環境などの現場で機能評価を行う．研究開発の実施体制において，研究面では社会福祉法人や医療研究センターが実験評価に協力を要請し，事業面では設備機器メーカーや装置試作メーカーが研究成果物の実利用化を担当する．本研究の終了時に協力機関の現場環境で共生型ロボットAIアプリケーションの実利用を開始することを本研究の最終目標とする．

研究開発ターゲット T1 では自立支援リハビリシステムの開発を行い，「歩行リハビリと徘徊支援」と「視線生理計測と行動誘導」をサブテーマとして，共生型ロボットとセンサネットワークによる自立行動の誘導とリハビリの効率化を試みる．研究開発ターゲット T2 では声掛け傾聴ヘルスケアシステムの開発を行い，「声掛け傾聴とヘルスケア」と「多群会話と音環境の制御」をサブテーマとして，共生型ロボットとクラウドAIによる同調行動とコミュニケーションの活性化を試みる．研究開発ターゲットT3で

は食行動支援インターフェースの開発を行い，「口腔運動と食事姿勢の保持」と「感覚補完と食事認知支援」をサブテーマとして，共生型ロボットとインターフェースによる食行動の認知強化と食事満足度の向上を試みる．

本研究の基盤技術である共生型ロボット「ルチア」と「くるみ」は，これまでの研究で製作された研究モデル機体と普及モデル機体である．ルチアには人対応，見回り，遠隔操作，バイタル運動計測の要素機能が実装されており，口腔，手指，足裏に対応する感覚運動インターフェースとも連動する．くるみは巡回と人検知に機能が特化されており，低コストでの機体運用を実現する．これらのハードウェアに近年発展を遂げている Convolutional NN 型の機械学習システムを導入することで，人間の視線，音声，身振り，感触に模倣的に同調して認知行動に介入する共生型ロボット AI アプリケーションシステムを実現し，人間の健康特性の発達を促す新しい原理を探究する．

図 3．システム・インターフェース

4．研究の経過及び結果・評価

本研究で開発したシステムを示す．図 4 の Camina（カミーナ）は理学療法で用いられる歩行テスト(TUG Test)の動作を計測して歩行機能を評価するシステムである．高齢者のフレイル予防のために歩行機能を日常的に計測する．図 5 の Rosnu（ロスナ）は間や無言などの沈黙を認識して応答する体を持った音声対話システムである．話者の無言に対して語り掛け，システムが応答内容を考える際に生じる間の意味を仕草で表現することで，自然な会話のリズムを作る．図 6 の Cibo（チーボ）は食卓の状態や手先と口腔の動作を認識して食事の進行を助けるシステムである．食事の誘導や案内は高齢者や視覚障害者，子供にも有効である．食物をよく噛んでいるか，咀嚼についても非接触で見守る．図 7 の Mani（マーニ）は Cibo（チーボ）と連携して食事の進行を助けるロボットである．自分の腕やフォークの動作を見聞きして学習する．また，食物の大きさと長さを測り，食べやすさを判定して食物を提供する．図 8 の Lucia（ルチア）は介護，医療，福祉の現場で見守りや生理計測を行うヘルスケアロボットである．昼間

は介護施設の利用者の健康管理を支援する．巡回中に施設の利用者を見つけると近寄り，アームを握ってもらうことで脈拍や血中酸素飽和度を確認する．夜間は職員の見守りの作業を支援し，出歩いている人を見つけると声を掛け，倒れている人には近寄って呼吸や体温を確認して職員に知らせる．これらのシステムやロボットは産学官連携の研究プロジェクトにおいて開発された．学内外で行った成果報告の様子を図 9,10 に示す．

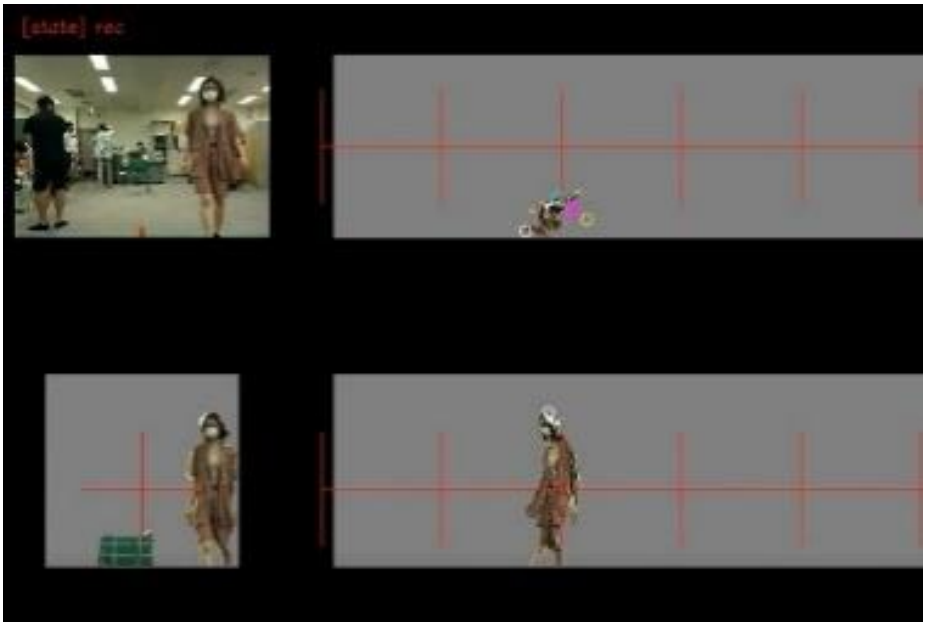


図 4.　歩行計測システム(Camina)

図 5.　音声対話システム(Rosnu)

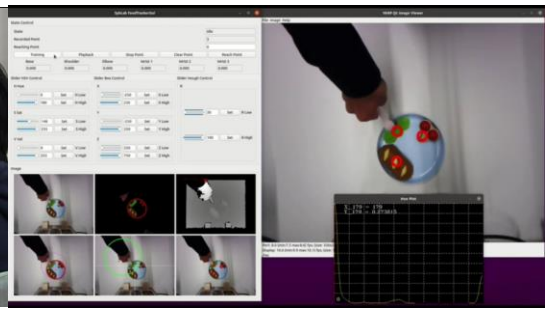


図 6.　食事誘導システム(Cibo)

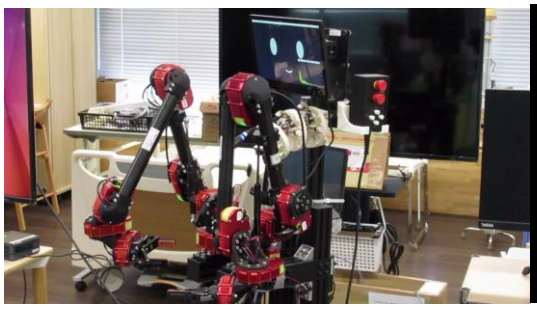


図 7.　食事介助ロボット(Mani)

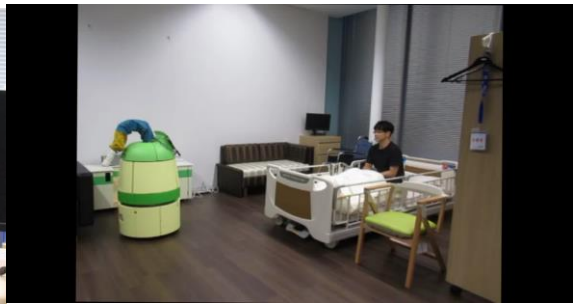
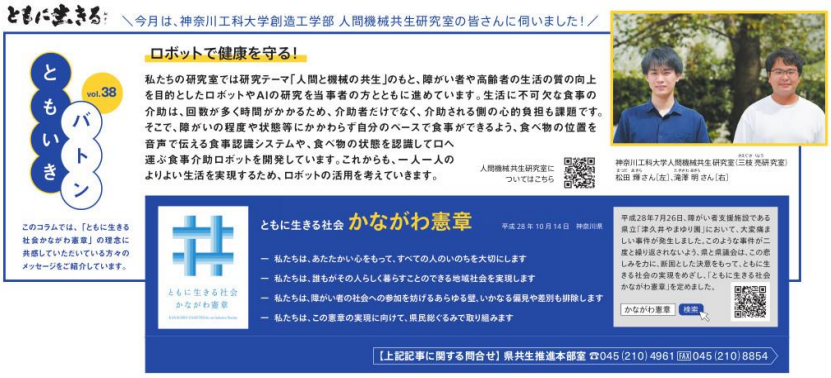


図 8.　生理計測ロボット(Lucia)

図 9.　成果報告（左:神奈川県本庁舎，　右:本学先進技術研究所）



ともに生きる　＼今月は、神奈川工科大学創造工学部 人間機械共生研究室の皆さんに伺いました！／

ともいきバトン vol.38

このコラムでは、「ともに生きる社会かながわ憲章」の理念に共感していただいている方々のメッセージをご紹介しています。

ロボットで健康を守る！

私たちの研究室では研究テーマ「人間と機械の共生」のもと、障がい者や高齢者の生活の質の向上を目的としたロボットやAIの研究を当事者の方とともに進めています。生活に不可欠な食事の介助は、回数が多く時間がかかるため、介助者だけでなく、介助される側の心的負担も課題です。そこで、障がいの程度や状態等にかかわらず自分のペースで食事ができるよう、食べ物の位置を音声で伝える食事認識システムや、食べ物の状態を認識して口へ運ぶ食事介助ロボットを開発しています。これからも、一人一人のよりよい生活を実現するため、ロボットの活用を考えていきます。

人間機械共生研究室についてはこちら

神奈川工科大学人間機械共生研究室（三枝 亮研究室）
松田 輝さん（左）、滝澤 明さん（右）

ともに生きる社会 かながわ憲章　平成28年10月14日　神奈川県

ともに生きる社会 かながわ憲章

— 私たちは、あたたかい心をもって、すべての人のいのちを大切にします
— 私たちは、誰もがその人らしく暮らすことのできる地域社会を実現します
— 私たちは、障がい者の社会への参加を妨げるあらゆる壁、いかなる偏見や差別も排除します
— 私たちは、この憲章の実現に向けて、県民総ぐるみで取り組みます

平成28年7月26日、障がい者支援施設である県立「津久井やまゆり園」において、大変痛ましい事件が発生しました。このような事件が二度と繰り返されないよう、県と県議会は、この悲しみを力に、断固とした決意をもって、ともに生きる社会の実現をめざし、「ともに生きる社会かながわ憲章」を定めました。

かながわ憲章　検索

【上記記事に関する問合せ】県共生推進本部室 ☎045(210)4961 FAX045(210)8854

図 10.　成果報告（神奈川県広報誌 11 月号）

５．今後の計画

今後は共生型ロボット AI の社会実装を進めながら，共生型ロボット AI の自由な振る舞いを人間がどこまで許容できるかなど，共生型ロボット AI と暮らす人間に生じる心の変容に迫る研究を展開していく予定である．

６．研究成果の発表

1. 三枝 亮，鈴木 薪雄，ロボットアーム，特許 7228154，発行日令和 5 年 2 月 24 日 (2023. 2. 24)，2023.
2. 三枝 亮，鈴木 薪雄，ロボット，特開 2022-174638，公開日令和 4 年 11 月 24 日，2022.
3. 三枝 亮，鈴木 薪雄，ロボット，特開 2022-174639，公開日令和 4 年 01 月 21 日，2022.
4. 松田 輝，村田 圭，三枝 亮，身体拡張認識に基づくロボットアーム制御と食事介助，情報処理学会第 85 回全国大会講演論文集, 1ZL-03，調布，3 月 02 日-04 日，2023.
5. 前土佐 勇仁，三枝 亮，音声対話システムの行動表出と沈黙時の相互理解，情報処理学会第 85 回全国大会講演論文集，1ZL-05，調布，3 月 02 日-04 日，2023.

6. 滝澤 明，三枝 亮，食事動作の認識と音響提示による食行動の誘導，情報処理学会第 85 回全国大会講演論文集，2ZM-04，調布，3 月 02 日-04 日，2023.
7. 中島 麻耶子，須藤 陸，小川 賀代，三枝 亮，光学センサの統合に基づく歩行機能の計測評価，情報処理学会第 85 回全国大会講演論文集,4ZM-03，調布，3 月 02 日-04 日，2023.
8. 須藤 陸，三枝 亮，腱駆動モジュールによる脊椎ロボットの姿勢制御，2023 年電子情報通信学会総合大会講演論文集，D-22-4，さいたま市，3 月 07 日-10 日，2023.
9. 村田 圭，松田 輝，三枝 亮，映像音響フィードバックによるロボットの自己診断，2023 年電子情報通信学会総合大会講演論文集，D-22-5，さいたま市，3 月 07 日-10 日，2023.
10. 片桐 昌樹，三枝 亮，ミラーリングによる口腔運動の引き込みと活性化，2023 年電子情報通信学会総合大会講演論文集，H-4-11，さいたま市，3 月 07 日-10 日，2023.
11. 松田 輝，磯野 玄光，三枝 亮，障がいや高齢の福祉を目的とした食事や活動の支援，共生社会実践セミナー，横浜，12 月 11 日，2022.
12. 前土佐 勇仁，三枝 亮，CG キャラクターの行動表出によるユーザ無言時の話者交代の明確化，2022-AAC-20(4)，pp.1-7 オンライン開催，12 月 09-10 日，2022.
13. 前土佐 勇仁，三枝 亮，無音検出と動作認識に基づく沈黙推定と発話応答，2022-AAC-19(5)，pp.1-5 オンライン開催，7 月 29-30 日，2022

受賞

1. 滝澤明，学生奨励賞，食事動作の認識と音響提示による食行動の誘導，情報処理学会第 84 回全国大会，調布，2023 年 3 月 2 日-4 日，2023.
2. 松田輝，学生奨励賞，身体拡張認識に基づくロボットアーム制御と食事介助，情報処理学会第 84 回全国大会，調布，2023 年 3 月 2 日-4 日，2023.
3. 前土佐勇仁，学生奨励賞，情報処理学会第 19 回アクセシビリティ研究会，オンライン開催，2022 年 7 月 29 日-30 日，2022.

報道

1. ともいきバトン vol.38「ロボットで健康を守る！」，神奈川県 県のたより，2022 年 11 月号 8 面，11 月 1 日，2022.
2. 経営ひと言／神奈川工科大学・三枝亮准教授「ロボに難問」，日刊工業新聞オンライン，4 月 7 日，2022.

AI と DS をフルに活用した地域の健康と安全・QOL 向上の実践

研究者名：上田麻理

１．研究の目的

以下の申請研究の目的を挙げる．

(ア) 災害時の避難誘導の困難さの解消：問題解決と改善
最適かつ最新の AI を用いた防災情報評価手法の提案(災害時の安心安全の実現)：技術の実現と応用

(イ) 独居高齢者の社会参加と楽しみの実現，即ちこれまで実現できなかった**独居高齢者のフレイル予防の実践**：問題解決と改善

① 独居高齢者の社会参加のきっかけとなる食の提案(咀嚼困難により高齢者が食べれないと諦めていたサク感のある食べ物の提供)：技術の実現と応用

② 高齢者が参加しやすい e スポーツの展開と実践：技術の実現と応用

２．研究の必要性及び従来の研究

研究の必要性

日本における今後数十年の社会・経済を語る上で外せないキーワードの一つが高齢化である．高齢化率は今後もさらに上昇することが見込まれており，2025 年における 65 歳以上の人口は約 30 %，2060 年には約 40 %に達することが予想され，労働人口比率の低下や社会保障費の増加といった国力の低下が危惧されている．そうした状況で，高齢化に伴う問題として社会的孤立が進行しており，2012 年には「高齢社会大綱」を閣議決定し，厚生労働省を中心に，地方公共団体への政策的補助や技術的 助言等が行われているものの，依然として地域から孤立した状態で死亡する孤立死が多数 発生している．このように高齢化における深刻な問題解決は本学も取り組むべき喫緊の課題と言える．これらの問題解消に対し，元気な高齢者を活かすための調査研究や社会実装はなされてきたが，問題となっている独居老人の社会参加は実現できていない．これまでに推奨されてきた多くの社会参加の内容が老人の楽しみ(QOL 向上)に直結しないことが問題の一つである．

元気な高齢者を増やす(フレイル予防の実践)には，被験者として社会参加を促すのではなく高齢者に楽しみ(QOL 向上)を提供しながら，社会参加と人とのコミュニケーションを実践する必要がある．

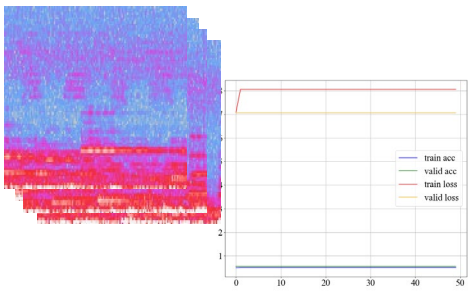
従来の研究

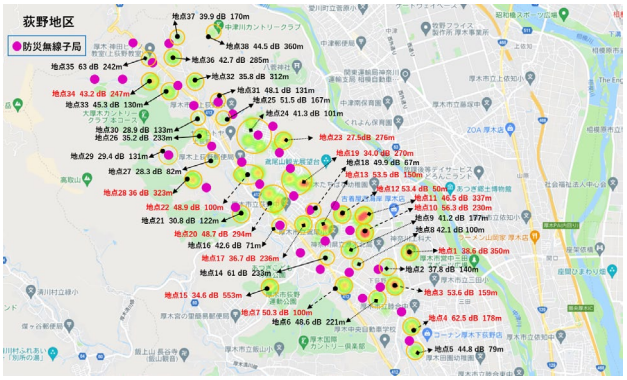
本申請研究の主対象である「聴覚・聴こえ」の視点からでの上記に対する研究例はほとんどない．また，社会学的視点からのアプローチはあるが，具体的かつ実践的アプローチによる研究例は類を見ない．

３．期待される効果

災害時の避難誘導の困難さの解消が可能となる．つまるところ，最適かつ最新の AI を用いた防災情報評価手法の提案できた．さらに，これまで実現できなかった独居高齢者のフレイル予防の実現であり，独居高齢者の社会参加と楽しみの提案を行っている．

４．研究の経過及び結果・評価





時間帯別のノイズハザードマップ，CNN による音源判別を主とする結果を得ている．

６．研究成果の発表　代表者のみ(査読付き国際会議のみ)，日本語による口頭発表は割愛

[1] M. Ueda et al., “Basic Study on the Effectiveness of Reading Aloud in Learning Programming Languages,” *Acoust. Sci. & Tech* (Accepted: 27, September, 2022).

[2] M. Ueda et al., “Measurement of Ultrasonic Radiation from Consumer Electronics Devices,” IEEE IUS2022

[3] M. Ueda et al., “A Proposal of Programming Learning System with Reading Aloud “ONDOKU”,” IEEE IIAI AAI2022, 1-6(2022).

[4] K. Harusawa et al.,“Acoustic measurement around the pinna in very high frequency region using a dummy head,” InterNoise2022, 1-7 (2022).

[5] R. Futamura et al., “Differences in acoustics characteristics of hitting sounds in baseball games,” InterNoise2022, 1-7 (2022).

[6] S. Miharu et al., “Speaker performance on sports performance-Behavior analysis using OpenPose-,” InterNoise2022, 1-5 (2022).

[7] T. Takahashi et al., “Sleep effects on noise.-Comparison of sleep effects between students and working people-,” 16th International Workshop on Informatics (IWIN2022).

[8] T. Hashimoto et al., “Actual condition of disaster prevention radio broadcasting in Atsugi City and its Artificial Intelligence-Based discrimination of difficulty in listening,” 16th International Workshop on Informatics (IWIN2022).

[9] 上田麻理他，疫学調査のための簡易聴こえ調査システム構築と提案，Audiology Japan, 2022.他共著 2 件

[10] 著書(分担)　上田麻理：人間の許容限界辞典，朝倉出版(2022)

[11] (招待講演)上田他，信学会 HCG シンポジウム(2023).