神奈川工科大学

先進ＡＩ研究所

研究報告

第 2 号

2021 年度

工学教育研究推進機構

目次

・先進高齢者支援システム開発と社会実装実験
－異種システム連携による KSC-P の実現－
情報工学科　松本一教
一色正男，杉村博，高橋勝美，兵頭和人，井上秀男，金子直美

・QOL 向上のための癒し空間創成に関する研究
情報工学科　大塚真吾
基礎・教養教育センター　師玉真理
基礎・教養教育センター　三浦直子
情報メディア学科　上田麻理
臨床工学科　磯村恒

・人と AI が共存する社会創生に向けた AI ELSI の研究
－神奈川工科大学 AI 憲章と AI デザイン指針に向けて－
情報ネットワーク・コミュニケーション学科　臼杵潤
情報ネットワーク・コミュニケーション学科　岡本学
ロボット・メカトロニクス学科　兵頭和人
ロボット・メカトロニクス学科　三枝亮
情報工学科　大塚真悟
情報メディア学科　上田麻理

・AI 技術を活用する EdTech 開発
－IoT による教育ビッグデータ構築と個別最適化に向けて－
情報工学科　田中哲雄

先進高齢者支援システム開発と社会実装実験
－異種システム連携による KSC-P の実現－

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，井上 秀男，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．

今年度は研究の 2 年目（全体として 3 年計画）であり，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 KSC-P

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 2 年目であり（全体は 3 年計画），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．本研究全体

を図 2 に示す．今年度の成果概要を書き込んでいる．以下では，各部分について研究結果を説明する．

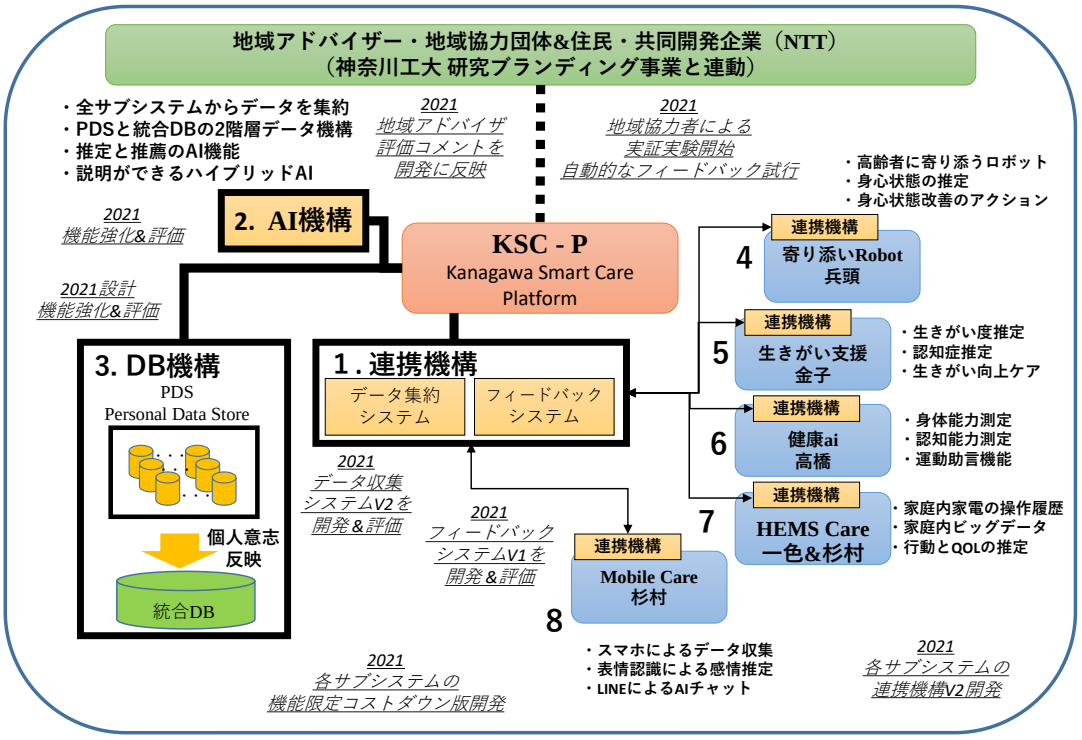

図 2 システム全体と成果概略

(1) 連携機構（図 2 中の 1，データ収集システム）: 各サブシステムからデータを収集する機構を実装した．独立したシステムからのデータ収集であるため，KSC 全体を通じて利用者を唯一に特定できる識別子を付与する必要がある．システム全体のセキュリティとも密接に関連する．いくつかの方式を比較した結果，実用システムとして広く利用されており安全性に対する実績を持つ LINE の認証機構を利用する方式を採用した．各サブシステム側で LINE へのログイン（認証）を行うことで，LINE が発行する識別子を本システム全体で利用することができるようにした．

(2) 連携機構（図 2 中の 1，フィードバックシステム）: 収集したデータに対する分析処理など（図 2 中の 2 で実行）を経た結果を利用者にフィードバックする．当初は個々のサブシステム側でのフィードバックを検討したが，最終的に KSC-P として統一したフィードバックを与える方式を採用することに決定し，利用者の利便性を考慮して，LINE のメッセージを利用する方法を採用した．また，

フィードバックのための「褒め言語」を開発し，利用者のやる気を引き出し，KSC を継続的に利用できるようにした．この効果については，後述の(5)で説明する実験により，ある程度の有効性を実証できた．

図 3 データベース中の個人データ可視化機能（第 1 版）

(3) AI 機構（図 2 中の 2）：データベース（図 2 中の 3）に蓄積されているデータに対する AI 手法（とくに機械学習）を適用する部分となる．今年度では，全体としての機能設計を行った．また，ほとんどのデータはそのまま利用できるものではなく，目的に応じた加工処理などの前処理が必須となる．今年度は各種の前処理アルゴリズムを実装した．一例として，15 秒単位で収集される心拍数データに対して，任意の単位で集約処理を行うことができる．平均値を取る方法を始めとして様々な集約手法も組み込んで実装しているほか，欠損値の処理アルゴリズムについても代表的な手法を組み込んで実装している．

(4) DB 機構（図 2 中の 3）：連携機構を通じて収集したデータを蓄積する．Amazon のクラウドサービス（AWS）により実装している．上記(3)で述べた前処理アル

ゴリズムを高速に処理するために，生データをそのままの形式で長期間蓄積する部分と，主として時系列データ処理を高速処理するための部分（内部的に分散データベース Hadoop を利用する）に分けて構築している．また，蓄積されているデータを簡易的に可視化して表示する機能も実装しているので，図 3 に一例を示す．

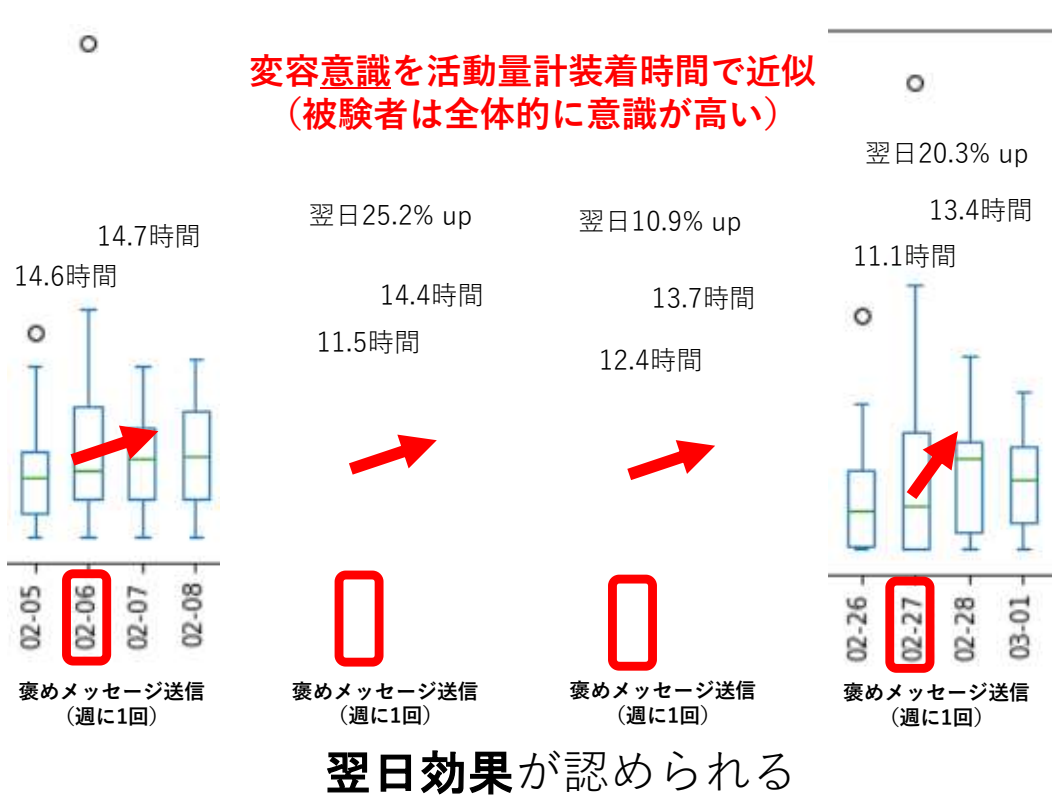

図 4 健康維持の意識変容に関するフィードバックの効果

(5) 地域アドバイザ・地域協力団体・住民（図 2 中の上部）：コロナ禍の中での実施には困難があり，オンラインでのインタビューを併用する形式で実施した．とくに，上記(2)で説明したフィードバックの効果に関する評価により，利用者の意欲や実際の身体活動が向上しているなどの効果を明らかにすることができた．しかし同時に，その効果は限定的であり短期間しか継続しないことも明らかとなり，現段階のシステムによる限界も判明した．図 4 には，利用者が自らの心身状況をフィードバックで知ることにより，行動変容に向けた意識がどの程度高まるかを示している．ここで，意識の高まりは直接測定できないため，KSC の一部にアクセスした時間により間接的に測定している．図 5 では，利用者が現状を変えようとする行動へ踏み出た実績を図示している．ここで，

行動への踏み出しの測定には，1 日での身体活動を用いることにし，それを 1 日の歩行ステップ数で代表させている．この効果を図 5 に示している．

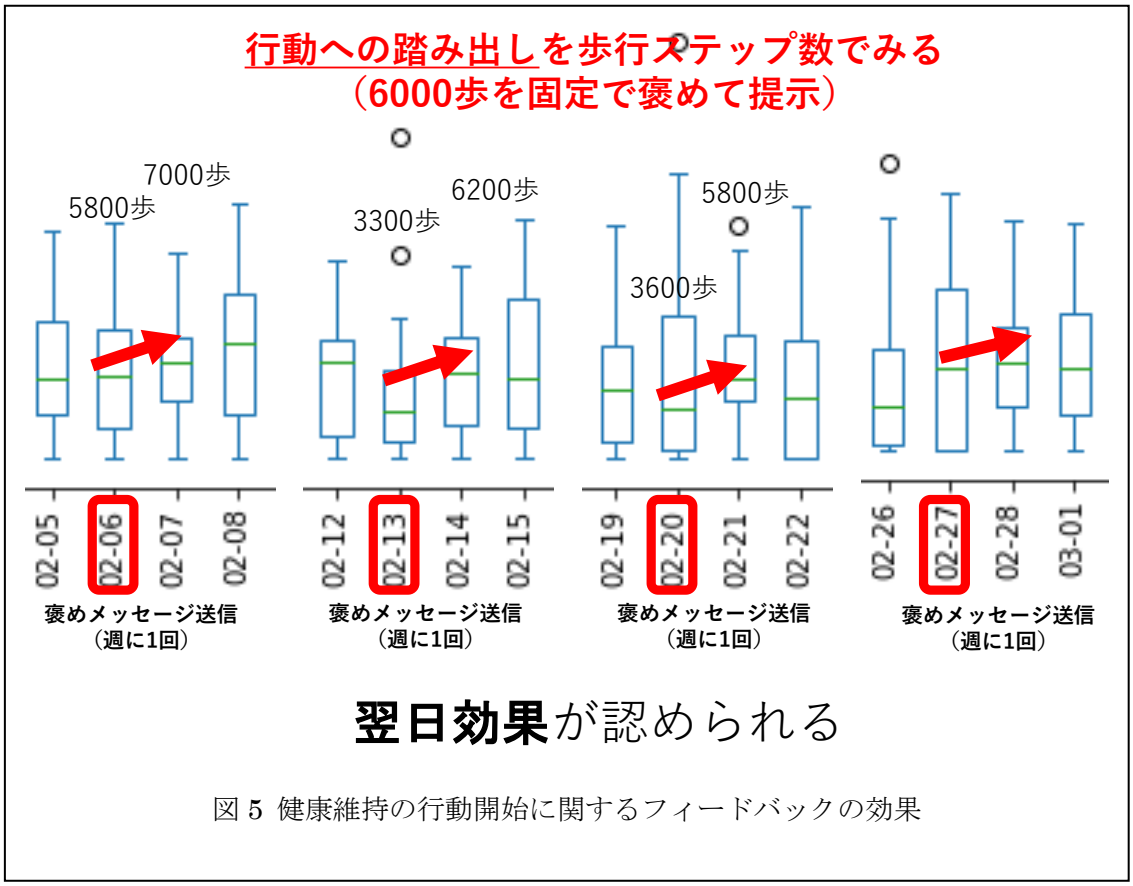

図 5 健康維持の行動開始に関するフィードバックの効果

(6) 健康 ai（図 2 中の 6）サブシステムについては，自治体との将来的な連携を想定して準備を進めた．とくに，厚木市が神奈川県後期高齢者医療広域連合からの委託事業として開始している「高齢者の保健事業と介護予防の一体的な実施」との連携を想定している．ここでの一体的な実施とは，疾病予防や重症化予防などの保険事業と介護予防事業を横断的に取り組むことを意味している．本研究での KSC による未病維持と目的が合致している．このような将来的な見通しの下で（図 6），健康 ai を厚木市内の地域包括支援センターや薬局，整骨院などに設置して広く利用できるようにした．また，海老名市医師会の協力も得て，海老名市の医院への設置も行った．また愛川町の担当者と調整を行い，来年度（2022 年度）から KSC の一部を愛川町で試行することを目指して，そのための準備を進めている．

(7) HEMS HAL（図 2 中の 7）：では，HEMS で収集するデータと KSC で収集しているデータを利用して利用者の QOL を判定するシステムの一部の実装を行っている．この機能を KSC 側から自由に呼び出して利用できる機構を実装した．

図 6　KSC-P 接続可能な HEMS Care 環境の整備

5.　今後の計画

2022 年度以降では，以下の計画で展開することを計画している．

- ✓ 2022 年度： KSC-P システム開発を継続する．2021 年度の評価実験結果を反映した改良を施すほか，愛川町での試行による実際の評価データの収集を開発に反映させる．その他の自治体（特に厚木市）との連携準備活動を強化する．
- ✓ 2022 年度以降： 北里大学医学部など医療系他大学（医師など医療関係者の参加）や青森大学（スポーツ健康科学関係者の参加）と連携して研究の深耕や全国的な展開を視野に入れて進める．とくに，疾病回復者のリハビリ支援への適用など KSC の適用範囲の拡大も目指す．
- ✓ 2022 年度以降：上記の活動と並行して，実用化可能性向上のためのコストダウンなど実用化開発を行っていく．簡易版を開発や市販品の利用などコストダウンに取り組み，実用化可能性を高める．

QOL 向上のための癒し空間創成に関する研究

研究者名：情報工学科・大塚真吾，基礎・教養教育センター・師玉真理，基礎・教養教育センター・三浦直子，情報学部・上田麻理，臨床工学科・磯村恒

１．研究の目的

本研究では，高齢者や若者を対象として QOL を向上させることを目的とし，具体的には，ロボットを用いて高齢者や若者に笑いのある対話生成を行うことで癒し空間を創生することを目指す．そのためには，１）笑いの自動生成とロボットによる実演，２）ロボットと高齢者・若者の対話，３）人間が笑いやユーモアを感じるメカニズム究明，４）ロボットによる笑いが高齢者・若者の健康に与える影響，に関して検討を行う．

現在 AI や ICT を利用した「癒やし空間」を提供するサービスは存在するが，本研究が目指す「笑い」を用いたサービスは存在しない．その理由は，「笑い」の自動生成が非常に難しいためと考えられる．このように，ある程度人間の感覚に依存する「笑い」を AI や ICT により自動生成することは非常に困難であり，本研究は挑戦的であるといえる ．また，本研究で行う漫才台の自動生成は，「笑いを喚起する対話文の自動生成」の技術からなる．これは対話文をどのように生成すると笑いやユーモアを感じかるかという難しい問題を解決することであり，社会心理学者・哲学者等の知見が必要である．本研究ではこれらの知見を持つ研究者もおり，工学的アプローチだけでないところも学術的独自性が高いといえる．また，ロボットと人間(特に高齢者)との対話では，ロボットの声が聞き取りにくいといった問題点があり，人間の「聴こえ」のメカニズムを明らかにする必要性や，高齢者・子供・様々な障害者に対する音や聴こえ・デザインの研究等の知見が必要である．この点について検討を行っている研究は皆無である．

２．研究の必要性及び従来の研究

医療の発展などに伴い平均年齢が上昇している一方で，健康的な日常が送れる期間である健康寿命との差は，2016 年では男性で 8.84 歳，女性で 12.35 歳あり，今後，平均寿命が延びるにつれてこの差が拡大すれば，健康上の問題だけではなく医療費や介護費の増加による家計へのさらなる影響も懸念される．その一方，高齢者を支える世代である若者に関しては，超高齢化社会に対する閉塞感やあきらめ感，日本の社会に蔓延している同調圧力、非正規雇用により貧困などが原因で，常にストレスを抱える状況が続き，その結果，精神疾患を抱える人の増加や，自分から考えて行動することができない人が増えている．このような状況の中，Quality of Life (QOL)が脚光を浴びており，高齢者に関しては健康寿命を伸ばす取り組み，若者に関してはなるべくストレスを与えずに生きていくための支援に注目が集まっている． 我々はこれらの支援のために，「誰とも話さない，誰にも頼れない」独居老人の孤独や，様々な問題に直面している若者に対して「笑い」による「癒やし空間」を提供

することで，不安を軽減させ，社会問題のリスクを下げることができると考えている．

３．期待される効果

本研究のグランドゴールとして「QOL 向上のための癒し空間創成」を設定する．その上で，以下の小項目を個々の研究分担者がお互いに連携しながら解決していく．

〔大塚 G〕笑いの自動生成とロボットによる実演の検討

本グループでは，これまでロボットの動作と台詞からなる漫才台本自動生成による漫才ロボットの研究開発を行っている．この漫才ロボットは，キーワードを入力するとインターネットから知識を取得し，ルールベース，機械学習，深層学習などの人工知能技術を使い，1，2 分で漫才台本を生成し，それを演じるロボットである．これまでの漫才台本は，ボケとツッコミからなる面白おかしいロボット同士の対話を自動生成してきた．この技術を元に，本研究では高齢者を対象として，高齢者がロボットに話しかけると，その発話の内容を認識し，発話に対して面白おかしい返答をする，人とロボットの対話文自動生成を行う．さらにその面白おかしい対話に合わせてロボットの面白おかしい動作の自動生成も実現する．これにより，老人ホームや独居老人宅において，手軽に笑いを提供することが実現できると考えている．

〔上田 G〕ロボットと人間のコミュニケーションに関する検討

本グループでは特に，コミュニケーションに必要不可欠な「音声」及び，「聴こえ」のメカニズム解明及びテクニカルな部分を主な担当とする．高齢者や子供の発話は青年に比べて個人差も多く，時として聴きとり難い場合がある．一般的に，ヒトの声の特徴となる音響的特徴は，フォルマントであるが，高齢者や子供の声はフォルマントのみでは説明がつかない場合も多く，話し方等にも起因するといわれているが，その特徴量は未だ定かではない．ロボットが的確に高齢者や子供の音声を認識可能にするためには，そのような音源の収集（高齢者及び子供）と音響解析に基づく機械学習が必須と言える．さらに，高齢者においてはコミュニケーション支援も必須となってくる．そのため，音声の聴きとりを円滑にするための聴こえの支援技術（ヒアリングループの小型化等）まで範囲を広げて検討を行う．これにより，音声が聞き取りにくい人でも，安心して利用できるシステム構築が可能となる．

〔師玉・三浦 G〕笑いや快・不快を感じるメカニズムの検討および哲学的考察

人間が癒しや快適さを感じるためには，より生身で自然に近い環境を必ずしも提供する必要はなく，たとえば音楽では，人が歌う生声を心地よいと感じる人もいれば，バーチャルシンガー・ソフトウェア「初音ミク」による合成音声を心地よいと感じる人もいる．また，ネット上に投稿される写真も，撮影した風景や自撮りのポートレートに様々な加工を施して画像を「盛る」ことで，美しさや楽しさを引き立てる事例がある．ソフトバンク社のロボット Pepper も敢えてロボット的な声にすることで親しみやすくしている．そこで本グループでは，デフォルメされ，人工的であることが，かえって親しみや癒しを生み出す可能性や，AI 時代の変化に適応し受容する若者世代の快適さの変容について，さらに，QOL 向上のため

のストレス・マネージメントや笑いのメカニズム等について社会調査を行ない，変化しつつある現代社会に生きる人々の実感や実態を把握することで，QOL 向上のための癒し空間創成について学際的な検討を行う．

〔磯村 G〕ロボットによる笑いが高齢者・若者の健康に与える影響に関する検討

我が国における笑いと健康に関する研究は 1970 年代から関心が高まっており，ジャーナリストのノーマン・カズンス氏による体験談などがある．一方，わが国がこれから超長寿社会を迎えるにあたり，ロボットと AI は健康的で文化的な生活の推進への貢献が期待されているが，作業ロボットを除くと，暮らしの中に抵抗なくロボットを取り入れていくまでには至っていない．その要因の一つは人とロボットの信頼関係構築の未熟さにあると考える．本グループでは，笑いを媒介にして人とロボットの信頼関係を醸成する空間を創成するとともに，日々の孤独感や不安を少しでも解消させ，生きる気に繋げていくことを目指している．

４．研究の経過及び結果・評価

本年度は主に以下の 4 点について研究を行った．

- 笑いの対話文生成するために，高齢者や若者の発話内容を認識し，その発話に対して面白おかしい返答を自動生成する手法を研究した．その成果として，LINE Clova を用いて，ユーザがお題を与えると漫才を自動生成し，実演を行うシステムを作成し，査読付き国際会議(HCII2022)に採録された．
- 高齢者のコミュニケーション能力向上のための聴こえ支援に関する研究として，21 年度も COVID-19 を配慮し，ヒトを対象とした実験は行わないこととし，聴こえ支援に必要な聴覚生理・音響学的知見を得るために，ダミーヘッドを用いた音響計測と解析を中心に実施した．結果として，頭部形状と耳介形状がそれぞれ聴こえに大きな影響を与えることが確認できた.成果は，超音波分野でも最も権威のある IEEE IUS(採択率 4 割以下)を始めとする 3 つの査読付き国際会議論文を始めとするさ査読付き医学系国内学会での発表(4 件)，研究会(1 件)，国内学会(7 件)で発表し，フルペーパーの投稿準備を進めている．
- 笑いや親しみを喚起する物語生成システム構築のための方法論的検討を行った．2021 年公開の官庁・学会の調査結果を検討すると，AI 関連の知識量は AI 受容の是非に影響が少なく，AI のイメージは，肯定的内容（豊かさ・便利さ），次いで否定的内容（不安・恐怖）で，「親しみやすさ」は最下位であり，AI 導入期の否定的イメージ払拭のためにも，親しみを喚起する技術の装備が AI に必要であると確認できた．また，笑いや親しみを喚起するストーリー（シナリオ）生成に関わる考究としては，これまでの先行研究に加えて，文体論・表現論研究や物語情報学にまで射程を広げて調査・検討するとともに，それら先行研究を，笑いを喚起する物語生成システムに繋げるための方法論的検討も併せて行った．その結果、ストーリー（シナリオ）生成に関しては、文体論的研究からのアプローチがもっとも有効で（cf. 中村明『笑いのセン

ス―日本語レトリックの発送と表現―』、岩波書店、2011、etc.)、さらに、大塚Gの研究との接点を顧慮する際には、プラグマティクス（語用論）研究からのアプローチに多くの可能性を有することが解明されてきた（cf. 小泉保『ジョークとレトリックの語用論』、大修館書店、1997、etc.)。もちろんそのままでは応用はできないが、これらの知見に記号論的発想を加えることで、実践的な笑いの生成的メカニズムに迫ることが可能となると考えている。そこで、それら知見の実装のための方法論的研究をひきつづき進めている。

- 高齢期の高齢者の生きがいに資する健康度を検討・定義し，細分化した高齢者像と健康度を評価するアルゴリズムの検討を行った．また，心理的健康度に着目した開発ロボット特有の笑いと癒し効果のロボット介入前後の比較分析手法を検討した．

５．今後の計画

本研究は今年度で一旦終了となるが，各々のグループでは引き続き研究を進めていく予定である．主な研究計画は以下である．

- これまで行ってきた、笑いの対話文自動生成に研究成果をもとに、漫才等の既存の面白おかしい対話をテキスト化しこれを教師データとした深層学習を行うことにより，笑いの対話文自動生成手法の研究を行う．
- 高齢者のコミュニケーションサポートとヒアリングループの検証実験を中心として実施する．その際DNN等による音声・音源判別を行う．また，高齢者と聴こえ・コミュニケーション支援シンポジウムの開催などを検討する．
- 社会調査の実施と笑いを喚起する物語生成システム構築のための方法論的検討を行う．具体的には，若者世代の意識や感情に関する社会調査を実施し，その調査結果を既存の複数の調査研究と比較・分析することで，この先のAI時代の変容を先駆的に解明する実証的研究を行う．

６．研究成果の発表

・Shingo Otsuka, Akiyo Nadamoto, “A System for Generating Interactive Japanese Traditional Comedy using Smart Speaker”, HCII2022(2022).(採録決定)
・Koki Harusawa et al., Measurement of very high frequency (VHF) sound field around the pinna of a dummy head, Internoise2021, 1-8 (2021)
・Mari Ueda et al., Investigation on VHF sounds in the ears project Japan - part3, International Commission on Biological Effects of Noise, 1-5 (2021)
・Mari Ueda et al., Measurement of ultrasonic radiation from light emitting diode lighting devices, IEEE IUS, 1-1(2021)
・春澤他，ダミーヘッドを用いた超音波領域における耳介周りの音響計測，超音波研究会1月，1-6 (2021).

人と AI が共存する社会創生に向けた AI ELSI の研究
－神奈川工科大学 AI 憲章と AI デザイン指針に向けて－

情報ネットワーク・コミュニケーション学科　臼杵 潤，岡本 学
ロボット・メカトロニクス学科　兵頭 和人，三枝 亮
情報工学科　大塚 真悟
情報メディア学科　上田 麻理

１．研究の目的

本研究は本学先進 AI 研究所を基軸とし，学部・学科を横断した編成にて，AI と人間と社会との問題を SDG s （Sustainable Development Goals 持続可能な開発目標）の「誰一人取り残さない」精神にのっとることで，「幅広い『ひと』にとって有意義な AI の使い方」を提案していくことを目的とした．特には，「AI との共存」に重きをおき，単なる技術革新以上の観点から，社会における AI のあり方の提言まで検討することを目的としている．

研究としては，まずは人間の社会的生活において「役に立つ AI」についての基盤技術を各方面検討することを出発点にしている．特には，対象とする『ひと』の定義において幅広い視点をもつことに重きを置いた．具体的には，健常者ばかりでなく肢体不自由者も対象に含めるバリアフリー的観点や，性善説を前提としない不正監視の観点，人間どうしだけではなくロボットと人間との「価値ある共存」に向けた観点，人間の喜怒哀楽すべてを対象とする観点，等々，単純な課題解決だけでなく，究極的には倫理的な観点にまで踏み込んだ新たな知見を得られるような形で各種研究を進めることを目的とした．

また本研究では，単なる技術研究に留まらず，一般社会，特には学生における AI 理解の調査についてもその目的に含んだ．具体的には，学生がこの AI 社会を自身の世代，そしてこれからの世代としてどう考えているかの調査，またはその考えるきっかけを与える施策検討を本研究の目的に含めることとした．

２．研究の必要性及び従来の研究

内閣府は 2019 年 2 月に「人間中心の AI 社会原則」を発表している．これに呼応して，人工知能学会倫理委員会，日本ソフトウェア科学会機械学習工学研究会，電子情報通信学会も 2019 年 12 月，機械学習が向かうべき方向性についての声明として「機械学習と公平性に関する声明」を公開発表している．以降，様々な組織においては，AI を単なる革新技術として研究を進めるだけではなく，倫理的観点，社会的観点にて，「AI のあり方」「AI との共存」の検討を並行して行っている．

これらの動きは単なる技術研究だけに留まらず，教育の分野にも影響が及んでいる．特には，北里大学は 2023 年 4 月から未来工学部データサイエンス学科を新設，湘南工科大学も

同じく 2023 年 4 月から情報学部を新設し，AI・人工知能を新たな社会基盤技術として意識している．特にこれら新設学科では，プログラミング等の技術学習はもとより，「AI・データサイエンスのリテラシー教育を全員必修」としており，AI がひとつの「リテラシー基盤」として確立されていることがわかる．リテラシー教育には当然ながら倫理的・道徳的観点も含んでいる．

よって本学においても，これら他大学の AI に対する動きに追随し，AI を基盤技術として確立させつつ，広く学生に向けても AI 基盤の啓発活動を継続していく必要がある．

３．期待される効果

本研究では，下記する幅広い観点で AI 関連の研究成果を持ち寄ることを目標にしつつ，社会的及び倫理的な「AI の立ち位置」を探り，さらにはそれらを学生に展開して「これからの AI 社会」を自ら考える機会を与える効果を期待する．

① ＜ロボット工学＞「ロボット AI 育成」「健康寿命延伸」「リハビリ支援」等のテーマについて研究を行い，特には「人間心理・感情を理解する AI」等に関する研究において，「ロボットとの AI 共存社会」について知見を得る．

② ＜情報工学＞「AI 時代のセキュリティ」「AI とシステム設計・マーケティング」「感性工学」等，情報工学における AI 個別研究を推進させつつ，「AI と人間の共存社会」について知見を得る．

③ ＜音響学＞ 音響 AI を用いた人間の監視の研究のなかで，やはり「AI と人間の共存社会」について知見を得る．

④ ＜SDGｓ対応＞ AI が対象とする「人間」の定義に対し「誰一人取り残さない」を観点に「情報バリアフリー」の研究として肢体不自由者向け支援技術の AI 対応を研究し，「すべての人と AI の共存」について知見を得る．

⑤ ＜社会性＞ AI と人間と社会との問題について，学生に問いかけることで，AI 社会を考えるきっかけを与える．

４．研究の経過及び結果・評価

まず①ロボット工学の観点では，人間とロボットとの共存の観点から様々な研究を行った[1]-[3]．具体的には「会話における沈黙」に着目し，音声対話システムの向上に貢献した．特には，高齢者との日常的な会話においては，傾聴者が相手の発話を待ったうえで次の発話を開始する場面があるが，本研究では，自然な会話行動を行う音声対話の実現を目的とし，沈黙認識に基づいた音声対話システムを提案した[1]．本システムは事前に設定した文章群と感情評価を用いて発話文章を生成し，連続した沈黙を認識した場合は，システムが直前に発話した文章に続く文章を生成する方式をとった．

さらに②情報工学の分野では，「AI と人間の共存社会」を目的として研究を行った．特には，テーマパークの待ち時間予測と訪問経路作成の基本研究[4]を行い，ゆくゆくは AI を用

いて「AI が人間をより楽しませるよう案内してくれる」ことを実現する礎的な成果を得た．また人間の喜怒哀楽を AI が補助する観点では，特に「笑い」の観点を重視し，「漫才の実演」[5]を行う方式の研究を行った．これもまた AI を導入していくことで，「AI が人間を楽しませてくれる」社会の到来につながっていくことが期待できる．

③音響学においては，昨年度に引き続き音響 AI を用いた人間の監視の研究を更に進め，人間の不正監視の研究等，音響関連の基礎研究を行った[6]-[8]．特にコロナ禍においてはオンライン講義が多数を占めるため，試験の実施が重要な問題となっている．これは人間の倫理性に関する課題でもあるが， 将来的には人間の悪の部分を AI が判定することを目指して，AI を用いて異音検知によってカンニングなどの不正を発見できる新技術を研究・発表した[6]．

さらに SDG s の「誰一人取り残さない」観点から，四肢の運動が難しい肢体不自由者向けの AI 支援技術の研究・発表[9][10]を行い，特には先進 AI 研究所として学内研究会「高齢者支援における AI」を開催し，この中で「AI と情報バリアフリー」についての講演を行った．

また本研究の取り組みとして，「AI と人間と社会との問題について，学生に問いかけることで，AI 社会を考えるきっかけを与える」ことを目的として，神奈川工科大学内で実施している「読書コンテスト」に「AI 賞」を設けることで，AI 啓発読書体験の牽引を行った．コンテストの応募総数については 23 名 28 作品となり，これは前年度に比べればかなり少ないものでコロナ禍の影響を大きく受けた形となったが，その中で AI 賞を与えることができ，最低限の貢献を行った．なお図書館では 2021 年 7 月 26 日（月）～11 月 26 日（金）の期間で「AI 賞 先進 AI 研究所 セレクト 関連本展示」も合わせて行い，学生向けに「AI への気づき」の機会を与えることもあわせて実施できた．

５．今後の計画

本研究はコロナ禍の影響もあり，加えて文科系メンバの離脱が重なり，文科系的側面での本研究の本来目的の達成が難しいと判断して，この年度をもって終了とする．特に読書コンテストにおいては，コロナ禍の影響があまりに大きく，応募総数もかなり少ないものだった．よって次年度以降の「読書コンテスト AI 賞」の継続も難しいと判断し，ここで本研究及び読書コンテスト AI 賞は終了させるものとする．ただし AI 技術において「人と AI の共存」についての考察は継続が必要であり，学生へのリテラシー教育への重要要素として今後も研究員各自が研鑽していくべき内容であり続ける．

６．研究成果の発表

[1] “沈黙認識に基づく音声対話システムと感性評価”，前土佐勇仁，三枝　亮，情報処理学会第 84 回全国大会，2023 年 3 月．

[2] ″Gait Measurement System for Health Care Mobile Robots″,Saegusa,R.,Gemma,M.a

nd Ogawa,K.,27thInternational Symposium on Artificial Life and Robotics (AROB2022), pp.161-166, Online, January 25-27, 2022.
[3] ″Interactive Vital Measurement with Health Care Mobile Robots″,Saegusa,R.and Ohno,K.,27thInternational Symposium on Artificial Life and Robotics (AROB2022), pp.861-866, Online, January 25-27, 2022.
[4] “テーマパークにおけるRNN による待ち時間予測と訪問経路生成”, 日高潤,平出蓮太郎,臼杵潤,電子情報通信学会総合大会、2022年3月.
[5] “コミュニケーションロボットを利用した漫才の実演”,神奈川工科大学情報工学科卒業研究, 大塚研究室,2021.
[6] “Attempt to develop a sound-based examination monitoring system “,Mari Ueda1, Tetsuo Tanaka and Hideyuki Hasegawa,Acoustical Science and Technology, 42巻,4号,pp. 226-227,2021.
[7] ″An investigation on the methods of noise countermeasures for safeguarding intangible cultural property.- Attempt of noise compatibility planning rooted in the local community-″,Mari Ueda, Honoka Kasado, Masaaki Hiroe, Yoshimichi Ogawa, Tetsuo Tanaka,IEEE IIAI AAI2021, pp.1-5,2021.
[8] ″Measurement of ultrasonic radiation from light emitting diode lighting devices″,Mari Ueda, Koki Harusawa, Yuumi Inamura, Hideyuki Hasegawa, and Kentaro Nakamura,IEEE 2021 International Ultrasonics Symposium, 4774 ,September 11-16, 2021.
[9] “AIと情報バリアフリー”,岡本学, 先進 AI 研究所 研究ブランディング事業推進本部 学内研究会「高齢者支援における AI」,2023年2月28日.
[10] “視線入力装置を用いた暗証番号入力方式の提案”,小木嘉原, 東條空翔, 岡本 学, 情報処理学会第84回全国大会, 2023年3月 (コロナ事由で口頭発表は取消).

AI 技術を活用する EdTech 開発
－IoT による教育ビッグデータ構築と個別最適化に向けて－

研究者名：情報工学科　　田中　哲雄

１．研究の目的

本研究は IoT(Internet of Things)技術と AI 技術の適用により、学生毎に応じた個別最適化を実現できる EdTech（Education Technology）システムの開発をめざす。学生は個人毎に能力や嗜好が異なり、学習や理解の状況も個人毎に異なる。熟練した家庭教師は、学生の状況を時々刻々と観察しながら、学習ペース、教材の内容や難易度などを柔軟に調整する。理解度により確認テストを行うこともあれば、集中度が下がれば休憩を取ることもある。このような熟練教師の能力を EdTech に持たせることが目標である。そのため、学生の身体に装着した各種センサーやカメラ画像データ、環境中に設置する複数種類のセンサー、あるいは学習中のキーボードやマウス操作のデータ、学習進捗に関するデータなどを総合して、学生の感情、集中度、理解度などをリアルタイムに推定する技術を開発する。また、学習教材を要素毎に分割し、難易度などの情報や相互の関連情報を付与して、教材提示を動的に調整できる技術開発も目指す。これらの技術を組み合わせることにより、学生の学習中の状況をリアルタイムに推定し、状況に応じて最適な教材を提示して学習を進められるシステムへと発展させる。この最終目標に向かって、以下の項目の目標を設定して研究を進める。

(1) 学習者の身体に装着した各種センサー、環境に設置するセンサーを通じて、生データを大量に収集し、学習時間・状況、成績、心身状況などの個人情報、および他の様々な学習や個人に関わるデータと関連付けてビッグデータ化して蓄積する IoT 技術を開発する。人倫理を念頭に、どのようなセンサーで、どのようなデータを取得するかが重要となっている。

(2) センサーデータから学習者の身体的行動状況（読書中、筆記中、思考中、キーボード操作中など）をリアルタイムで推定する AI 技術を開発する。

(3) 学習への集中度、意欲などの感情、疲労度など直接観測できない内面的状況についてもリアルタイムで推定する AI 技術を開発する。

(4) 推定した身体的状況や内面的状況と、学習進捗状況や成績等に関連するデータなどを総合して、学習者の理解度や学習への取り組み状況をリアルタイムに推定し、その結果にもとづいて、学習者の理解度を推定してつまずき等の箇所を自動的に見つけたり、動的に教材を選定して提示したり、学習ペースの調整や休憩などの指示を提示したりする機能を組み込んだ EdTech システムを開発する。

(5) 学習者の今の状況を説明して問題点や課題を示したり、なぜ課題の変更指示を出

したのかの理由を説明したりするなど、説明できるAIシステムとしての機能を実現する。

(6) ディープラーニングなどの機械学習技術には、結果がブラックボックス化するという問題を抱える。このためには、知識と推論の技術による AI の実現が必要となる。もしくは、説明可能 AI モデル構築可能なディープラーニング技術の開発も検討する。

２．研究の必要性及び従来の研究

教育は人間が行う最も高度で知的な活動である。それゆえ、ITとAI技術により、人間の教師に匹敵する能力を持つシステムの実現が望まれるようになっている。熟練教師は学習者を良く観察し、学生のわずかな振る舞いや行動から、集中度や理解度などを把握して適切な指導を行う。例えば、理解度が低ければ説明を繰り返し、場合により以前の内容に戻って復習する。難易度を下げることもあれば、逆に難しくして意欲を高めることもある。集中していなければ、中断して気分転換することもある。このような観察にもとづく教育は、良い教師ほど優れている。しかしながら、現実としてこのような手厚い教育を実施するためには、学生一人当たりの教師数を増やす必要があり、人件費や雇用人材の問題が発生する。さらには熟達した教師の引退に伴って、ノウハウが失われてしまう。一方で、本学で利用しているManabaやMoocといったEdTechは学生に合わせた個別指導という点では支援できていない。

本研究は、このような熟達した教師の観察と推定にもとづく柔軟な指導が、現状のEdTech ではなぜ実現できていないのか、というような素朴な疑問からスタートしている。この疑問への解答は明確である。現状のEdTechは、教師の目や耳などの感覚器官に相当するデバイスを持たず、教師の「観察」に相当する能力を持たないからである。レポートの解答状況や点数などは現状のEdTechであっても収集可能であるが、それらデータは学習者そのものを観察して得られる生のデータとは異なっている。たとえレポートの点数が同じであったとしても、意欲を持って取り組んだ場合と、意欲なしに取り組んだ場合とでは、教育効果は異なる。このような違いは、学習者を直接観察することでしか判定できない。そこで申請者らは、IoTによって、学習者の様々な生データや学習環境のデータをセンサーによって直接収集し、教師が行っている観察と類似な機能を実現する研究開発が必須と発想した。収集したセンサーデータを他の多くのデータと関連付けてビッグデータ化した上でAI技術を適用することにより、教師が観察にもとづいて推定している学習者の様々な状況をシステムが自動的に推定することが可能ではないかと発想した。さらに、教師が持つ指導に関するノウハウなどの知識を抽出して知識ベース化してシステムに組み込むことで、教師と同等の知的で柔軟な指導が可能になるのではないかと発想した。

従来のEdTechでは、学習に直接関係するデータのみを扱っており、学習者の身体や行動のデータをセンサーにより収集して利用する試みは始まったばかりである。本研

究は、教師による観察、理解、指導という一連の知的な行為を、IoT によるデータ収集とビッグデータ化、ビッグデータ上の AI による高度な推定、および人間教師から抽出した知識の活用により、総合的な AI システムとして実現しようとする新たな試みである。また、学習と推論技術の両方を用いるハイブリッドな構成により、説明可能性を達成する点でも独自性が高い。

３．期待される効果

様々なセンサー類から IoT によって大規模にデータを収集し（ビッグデータ)、データマイニングや AI を使って高度に活用するという技術は研究開発が活発化している。製造業分野や流通分野などが先行しており、研究開発事例も増えてきているが、複数データソースの活用や、その上でのデータマイニングや AI の活用は未だに不十分な状況である。特に、教育分野での研究開発事例は少なくこれからである。本研究による EdTech への適用は新規性が高く、教育分野での IoT やビッグデータ、およびデータマイニングや AI の活用についての先進的研究である。また、本研究での開発は、センサーデータからの行動推定や人間の内面的な状況推定技術を含んでいる。これは個人を見守る技術として、福祉分野などでの応用が可能であり、本申請の成果の拡がりが期待できる。

４．研究の経過及び結果・評価

申請時点において、申請者らは従来からデータマイニングや AI 技術の研究、および EdTech の研究を行ってきている。データマイニングおよび AI 研究では、時系列データを対象とした特徴的パタン抽出技術を開発してきている。身体に装着した加速度センターデータから抽出した特徴的パタンを使って、行動推定を行う技術を開発している。個人のセンサーデータをライフログとして記録し、中長期にわたる時間区間での行動推定を行う技術も開発してきている。学生の授業中の行動という制限付きの状況において、身体的な行動と授業の理解度や意欲という内面的な状況の間に、ある程度の関係があることを明らかにしている。

その結果にもとづいて、行動推定を応用した集中度推定や理解度推定の技術の一部を開発した。EdTech に関連する技術としては、学習者の学習状況から理解度を推定する技術の開発や、学習者の進捗に応じて動的に教材を提供する技術の開発を行っている。学習の進捗管理、学習目標管理の技術を開発し、それらを EdTech に実現するための実装技術を開発している。また、カメラを利用した学生の集中度状況を取得する AI を開発している。プログラミング教育としては音読を取り入れた研究を実施し、幼児教育としては、センサ付きハンドグローブを開発した。

ブランディング研究事業とも連携して、E1 号館 IoT ライフモデルルームを開発して、IoT による人間の行動をビッグデータ化する仕組みを開発した。要素技術として、AI を

利用してカメラ映像から学習者の理解度・集中度合いを推定する手法や、キーボードからの学習者の状況推定をするシステムなどを開発して発表した。中核技術としては、説明可能なAIの開発を実施し、ビッグデータからデータの相違度を計算する方法についても特許申請した。

５．今後の計画

センサーデータだけでなく、学習データや個人情報データも組み込んでEdTechのためのビッグデータを構築する。また、開発する機械学習技術と連携して、センサーの調整や改良が必要であることもわかった。このシステムで遠隔授業での授業の雰囲気共有や学生状況取得も対応する。

単一データソースだけではなく、複数データソースを利用するマルチモーダルな機械学習方式を開発する必要がある。このために、データの統合であるデータFusionや相互にデータの表現形式を変換するデータTransformationの研究開発を行う。

学生指導のための知識を教師から獲得して知識ベースを構築する。説明可能AIのために、指導理由の説明となる知識も含める。知識ベースの構造と推論方式の開発も行う。

説明可能なAIを実現する。この目的のために、難易度や相互の依存関係を表現できる方式を開発し、それらの情報を埋め込んだ教材を作成する。

上述する全てをEdTechシステムとして統合する。実証実験を行って実用化を目指して全体の調整や仕上げを行う。

６．研究成果の発表

査読付き国際会議　2件

[1] Shigru Owada, Hiroshi Sugimura, Masao Isshiki, Toddler's Hand Motion Acquisition with Hand-Made Data Glove, 2022 IEEE 4th Global Conference on Life Sciences and Technologies, pp.100-101, 2022

[2] Hiroshi Sugimura, Miyuto Ogawa, A Support System for a Remote Lesson using Abstract Students' Facial Expressions and Concentration, The 20th Annual Hawaii International Conference on Education, 2022

口頭発表　2件

[3] 宮﨑 裕哉，杉村 博，オンライン受講者向け集中力持続支援システム，第84回情報処理学会全国大会論文集，No.3，pp.269-270，Mar.（2022）2022.03.03

[4] 上田麻理，石田伸幸，小田桐空大，春日秀雄，田中哲雄，音読を用いたプログラミング学習システムの提案，情報処理学会第84回全国大会予稿集，pp4-523-524,2022