



2021年度グループ7活動報告

研究開発項目7：実社会実証実験

研究開発課題1：企業連携実証実験基盤の開発・運営と企業コンソーシアムの活動支援

（1）実証実験基盤（公開版 CA 基盤（ミドルウェア）、CA、センサシステム）の構築

研究開発項目5と連携して、CA基盤初期プロトタイプをATRでの企業エントランスでの受付実証実験に活用できるように、操作者1名、設置型CA1～3台で利用できるように調整し、実験で利用できることを確認した。センサシステムとしては、2次元LiDARおよび3次元LiDARを活用した人位置計測システム、ネットワークカメラシステム等を、ATR以外の機関へ提供できるよう運用体制を整えた。CAとしては、移動型CA（Double Robotics社製Double3）、設置型CA（ATRが所有するアンドロイド型ロボット、ヴイストーン社製ロボットSota、CommU）などの異種CAがCA基盤に接続可能であることを確認し、また同種CAとしてSota3台が接続できることを確認した。同様に外部機関へ提供できるよう運用体制を整えた。これらを活用して接客サービスが可能であることを確認した。さらに、移動型CAと設置型CAの機能を併せ持つ移動型CA標準プロトタイプを5体試作した。これらを実証実験で活用し、次年度以降の量産型CAの仕様策定に繋げる。

（2）実証実験拠点の構築

大阪市内の拠点として、従来よりロボットなどを活用した社会実証実験を実施している複合商業施設であるアジア太平洋トレードセンター（ATC、大阪市住之江区）を一時的な拠点として整備した。また、次年度に構築を計画している東京の拠点として、今後の社会実証実験のしやすさから、水道橋駅にあるベンチャー企業向けインキュベーションオフィスIGNIS（東京都千代田区）を候補として選定し、運営会社と交渉を開始した。コロナ禍の影響により、企業と連携した外部での実証実験の実施は困難であったため、昨年度構築した実証実験拠点スモールセットを活用して、ATRエントランスでの受付実証実験を長期的（6ヶ月以上）に継続して実施し、拠点に必要な機能、機器等を整備した。また、次年度以降に実施する企業連携実証実験のための予備的な実験を、大阪、東京、それぞれにおいて実施し、拠点および実証実験基盤に必要な機能、機器等を検討した。

（3）企業連携・実証実験運営

企業連携・実証実験運営を進めるため、アバター共生社会企業コンソーシアムを設立した（2021年8月に設立、会員数：68法人（2022年3月末現在））。本企業コンソーシアムの情報会員から、自社事業でのCA利用を検討したい企業を募り、3つの分科会（ヘルスケア・医療分科会、教育支援分科会、ITインフラ分科会）を立ち上げた。2021年度は、企業コンソーシアム全体のシンポジウムを2回、分科会を4回実施した。全体シンポジウムでは本プロジェクトの成果と関連分野動向を共有すると共に、CA関連事業を既に実施している企業を事例として紹介した。分科会では、それぞれの分科会に参画した企業（合計12社）と、各分野での事業事例（ヘルスケア・医療で30事例、教育支援で20事例、ITインフラで20事例）を検討し、CAサービス実証実験企画を検討した。受付・案内サービス、および接客サービスについては、ATRでの受付案内実証実験を継続的に実施して、その内容をコンソーシアム参画企業等に紹介し、各企業の業種・業態での受付・案内・接客サービスを検討した。ただし、コロナ禍の影響により実証実験の企画検討、予備検証までは実施できたが、本実験はやむを得ず次年度に延期した。

課題推進者：宮下敬宏（国際電気通信基礎技術研究所）。

研究開発課題 2 : 発達障害・うつ病患者実証実験研究

(1) 発達障害者に最適な表情・動作の設定を自動調整できる CA の開発

発達障害患者はヒトとのコミュニケーションが苦手である一方で、CA に対しては自己開示可能なケースが少なくない。一方で、発達障害者はロボットの表情、動作との相性から受ける影響が大きく、発達障害者にロボットを使用するにあたり、発達障害者の個性を考慮し最適な表情・動作の設定を自動調整できる CA の開発は喫緊の課題となっている。

本項目においては、発達障害者の発達障害症状評価、認知機能・言語能力・適応行動・感覚特性といった患者情報を収集する。発達障害者に CA とインタラクションしていただき、個々の患者の特性・状態に最適なパラメータを設定し、患者情報・会話及び生理データ・個々の発達障害者に最適なパラメータから成る“データベース”を構築する。構築したデータベースを基に個々の患者に最適なパラメータをモデル化する。その結果に基づき、特徴的な要素を検出し、個々の被験者臨床データに対応した表情・動作の設定を自動調整できるようにプログラムを開発する。

当該年度は発達障害者 60 名分の患者情報および CA とのインタラクション時の会話及び生理データを収集した。また発達障害児が通う教育施設で多数の実証実験を行った。

(2) うつ病患者の精神症状に合わせた最適な表情・動作の設定を自動調整できる CA の開発

うつ病患者は過去の暗い話などネガティブな会話の内容については、ヒトより CA に自己開示可能なケースが多い。一方で、うつ病患者は精神状態により CA の表情、動作から受ける影響が大きく変化するため、うつ病患者に CA を使用するにあたり、患者の精神状態により随時最適な表情・動作の設定を自動調整できる CA の開発は喫緊の課題となっている。

本項目においては、うつ病患者の当日の精神状態についての情報を収集する。CA とインタラクションしていただき、個々の患者の精神状態に最適なパラメータを設定し、患者情報・個々の患者の精神状態・個々のうつ病患者に最適なパラメータから成る“データベース”を構築する。構築したデータベースを基に個々の患者に最適なパラメータをモデル化する。結果に基づき、特徴的な要素を検出し、個々の被験者の精神状態に対応した表情・動作の設定を自動調整できるようにプログラムを開発する。

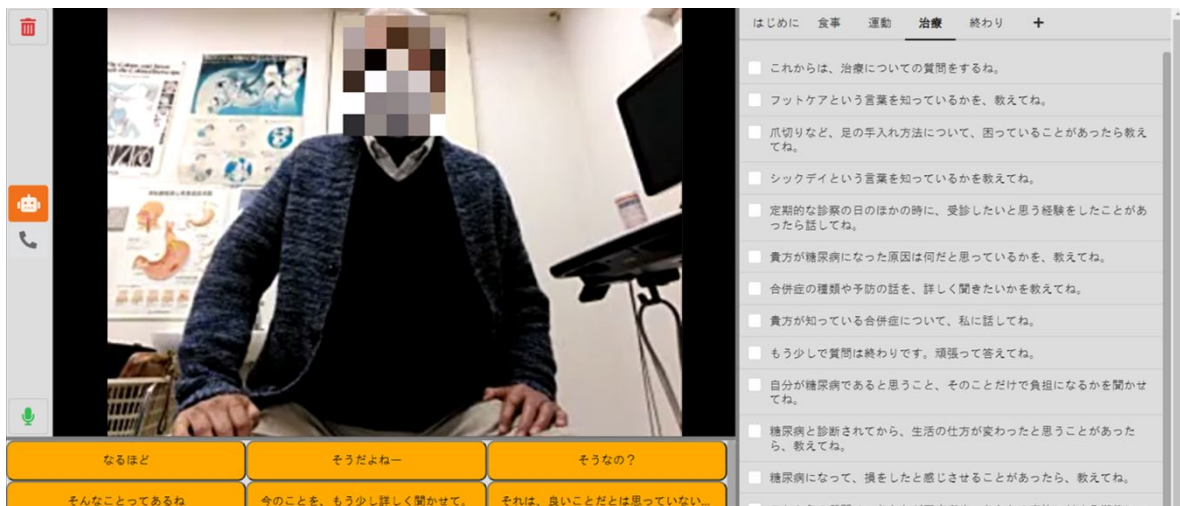
当該年度はうつ病患者 60 名分の精神状態についての情報および CA とのインタラクション時の会話及び生理データを収集した。また実証実験を多数行った。

課題推進者：熊崎 博一（長崎大学）

研究開発課題 3 : 高齢者実証実験研究と企業コンソーシアムの運営

(1) 高齢者用遠隔操作インターフェースの開発と改良

令和 3 年度は、年度後半の実証実験に向け、高齢者向け遠隔操作システムのプロトタイプを実装した。遠隔操作者の割り当てや CA の半自律制御によるシステム補助を最終的に行うことを念頭に、CA からの映像・音声配信、操作者からの映像・音声配信には Selective Forwarding Unit (SFU) を介して WebRTC による実装を行うとともに、遠隔操作クライアント・CA の制御に MQTT over SSL もしくは MQTT over WebSocket による実装を行った。遠隔操作クライアントのインターフェースは Web ブラウザ/Javascript により実装し、後述 (2) の実験に参加した高齢者の意見を参考に、適宜改善を進めた。下図にインターフェースの例を示す。



インターフェースの評価に関しては、項目（２）の実験に参加した高齢者を対象に、アンケートおよび聞き取り調査を行った。参加者ほぼ全員がロボットを操作して楽しかった、面白かったと回答し、相手が楽しそうな反応を返すのでうれしい、ロボットになりきって相手と話すことが楽しい、など高評価が得られた。他方、遠隔操作システム自体については、遠隔操作によるタイムラグ、ロボットの声で話すための音声認識による遅延、ロボットの話しているタイミングが分かりにくい、マウス操作が難しい、ボタンが多く操作が難しい、などの感想が得られた。このような点については、引き続き改良方法を検討していく必要がある。

（２）実証実験のデザイン・実施・評価

令和３年度は、上記（１）で開発した遠隔操作システムを用いて、以下の実証実験を実施した：

- ・児童への絵本の読み聞かせ（７月、堺市泉が丘駅）
- ・区役所、地域の案内（７-８月、１２月、堺市南区役所）
- ・大型児童館での館内案内（８月、１１月、堺市泉が丘駅）
- ・小学校での認知症サポーター養成講座支援（１１月、２月、堺市上神谷小学校、若松台小学校）
- ・小学校での授業支援（１１月、３月、堺市桃山台小学校）
- ・糖尿病クリニックでの療養指導（９月～、金沢市内クリニック）

下図に、小学校での授業支援の様子を示す。



図：小学校での実験の様子。小学校に設置した CA8 台（図左）に対して、別の場所（モール内の貸会議室）から高齢者が遠隔操作を行った（図右）

一連の実験において、絵本読み聞かせ、館内案内、授業支援、療養指導など様々なタスクが対象とされたが、いずれについても問題なく実行できている。特に糖尿病の療養指導は専門性が高い内容であるが、画面の指示に従うことで実行できるよう、専門の医師・看護師と検討、開発を進めているものであり、スキル・経験が不十分なナースや、外来での指導と比べても高い効果が得られているものと思われ、効果の検証を進めている。

課題推進者：西尾修一（大阪大学）

研究開発課題 4：5G 通信環境の研究開発

（1）5G 通信システムの構築の実施

当該年度マイルストーンを達成している。実施内容詳細は以下の通りである。

2021 年 12 月にローカル 5G 用無線局の免許を取得し、スタンドアロン(SA)構成を用いた 5G 通信システムの運用を開始した。実効スループットと通信遅延を計測およびアプリケーション動作試験を実施し、2022 年 1 月 18 日から 2022 年 3 月 18 日までの 2 ヶ月間の連続稼働を確認した。実効スループットは、アップリンク通信速度が 45Mbps、遅延は 30ms であり今後向上を図る。

また、オープンソースソフトウェアである OpenAirInterface をベースとし、約 1 万行の修正と機能追加を行い、SA 構成による自作の 5G 通信システムを構築した。機能追加により

- ・100MHz 帯域（273 リソースブロック利用）
- ・アップリンク用スロットの拡大（最大 4 スロット）
- ・端末の離脱確認、再接続処理
- ・フレームロス率に応じた変調方式および符号化率の変更

が可能となっている。これらの機能拡張によって、5G 対応スマートフォン接続時のアップリンク通信速度が 150Mbps に向上し、116 時間維持できることを確認した。ダウンリンク通信については、7 日間の動画ストリーミングが可能であることを確認している。

自作の 5G 通信システムは、5G コア部に Open5GCore を用いた系統 1 と Open5GS を用いた系統 2 の 2 種類を構築している。Open5GCore に対して試験機を用いて接続負荷試験を実施し、一部のソフトウェア修正を加えることで 1000UE の同時接続が可能であることを確認した。1000UE は試験機のライセンスによる上限である。

自作の 5G 通信システムを用いて、CA 通信帯域の予測・割当アルゴリズムの研究開発を実施した。移動する CA の存在確率計算を MEC サーバで行い、0.5ms 周期で存在確率に基づいてリソースを割り当てることに成功している。

課題推進者：村田正幸（大阪大学）。