〔論　文〕

対話型 AI 自動運転車いすを核とした福祉インテリジェントモビリティサービスの開発

—社会実装に向けた産学官連携体制について—

東　　大輔[*1]・服部　雄紀[*1]・金子　寛典[*1]・田中　基大[*1]・
髙橋　雅仁[*2]・河野　　央[*2]・千田　陽介[*2]・大森　洋子[*3]・
堀　憲一郎[*4]・澁谷　秀雄[*5]・松尾　重明[*5]・
巽　　靖昭[*4]・リー　リチャード[*4]

Development of the New Welfare Service “Partner Mobility” Using AI Interactive Automated Drive System (Industry-academia-government collaboration for Social implementation)

Daisuke AZUMA[*1], Yuki HATTORI[*1], Hironori KANEKO[*1], Motohiro TANAKA[*1]
Masahito TAKAHASHI[*2], Hiroshi KONO[*2], Yosuke SENTA[*2], Yoko OMORI[*3]
Kenichiro HORI[*4], Hideo SHIBUTANI[*5], Shigeaki MATSUO[*5]
Yasuaki TATSUMI[*4], Lee RICHARD[*4]

Abstract

Elderly or disabled people who have difficulty moving about tend to stay indoors. However, this is not healthy. We have therefore developed a “Welfare Intelligent Mobility Service” using AI interactive auto-drive personal vehicles for such immobilized people. Using this service, they can easily go outdoors. These vehicles are called “Partner Mobility” because they can be controlled by voice commands, and they contain a system that enables the vehicle to discuss appropriate destinations with the users, depending upon the health conditions of the users. This report introduces the organization of an industry-academia-government collaboration for the social implementation of these service and previous research of our college.

Key Words：Artificial Intelligence, Automated Drive, Wheelchair, Welfare Service, Personal Mobility

1．背　　景

内閣府が推進する「Society 5.0」は，人工知能や自動運転といった先端技術をあらゆる産業や社会生活に取り入れて新たな価値を創造し，全ての人々が快適で活力に満ちた質の高い生活を送れる人間中心社会を実現するものである(1)．その応用範囲は多岐に渡るが，特に期待されているのが超高齢社会を支える新たな福祉サービスである．我が国は世界でも稀な速度で高齢化が進んでおり，その社会保障費の増大と少子化による経済活力の低下が喫緊の課題となっている．厚生労働省 平成27年度 介護保険事業状況報告によると，2000年時点での要介護（要支援）認定者数は256万人だったのに対し，団塊世代が65歳になった2015年には認定者数が620万人と2.4倍に増加しており(2)，介護保険事業費も増大している．また，団塊世代が75歳以上の後期高齢者に達する2025年には，高齢者割合が30％に達して社会保障費の確保が難しいと予測されており，政府は「地域包括ケアシステム構想」を提唱し，高齢や障がいで介護が必要な人も可能な限

[*1] インテリジェントモビリティ研究所，[*2] 情報ネットワーク工学科，[*3] 建築設備工学科，[*4] 共通教育科，[*5] 機械システム工学科
令和２年12月21日受理

This document is provided by JAXA.

り自立した生活が送れる地域（福祉サービス）づくりを推進している[3].

この「地域包括ケアシステム構想」を見据え，筑後地方の医療介護の拠点である久留米市でも，「健康づくりと介護予防の推進」や「高齢者の積極的な社会参加・参画」，「高齢者の在宅生活を支える仕組みづくり」に関連した多くの施策が実施されている[4]．また，高齢者が住み慣れた地域で暮らすことを総合的に支援する「地域包括支援センター」も市内10箇所に設置されている[5]．さらに，中心市街地活性化事業として，商店街で高齢者や障がい者などが気軽に外出できるように，「くるめヨカモン屋」内のまちなかインフォメーションで車いすや電動スクーター，ベビーカーなどを貸し出す「タウンモビリティ事業」も推進している[6]．地域包括ケアシステム構想の高齢者自立支援は行政の介護費削減の意味もあるが，本来の目的は高齢者が自らの意思で自由にいきいきと生活を楽しみ，健康寿命を延ばすことにある．75歳以上の後期高齢者になると要介護認定者の割合が急激に増えるが，家族や介護者への遠慮から自宅のベッドから動けず，さらに病状が悪化するケースは多い．「タウンモビリティ事業」の真の目的はここにあり，利用者は外出で気持ちがリフレッシュできることを楽しみにしており，その健康維持，増進への効果は大きく，「地域包括ケアシステム構想」を具現化する上で重要な役割を果たすとして，全国各地に波及し始めている．このように，移動支援は高齢者の QOL 向上だけでなく，健康増進においても重要なキーワードとなっている．課題は車いすを押して移動支援を行う介護スタッフやボランティアの人材不足である．電動車いすを貸し出すサービスも行っているが，そもそも高齢者や障がい者は電動車いすの操作が難しい場合が多く，重大な事故につながる恐れがあるため，介助者が付添っているのが現状である．

図１．久留米工業大学　研究ブランディング事業　説明図

This document is provided by JAXA.

このような背景から，本学はインテリジェントモビリティ研究所を中心に強固な産学官連携を構築し，高齢者の移動支援と介護スタッフの負荷軽減を実現する「対話型 AI 自動運転車いす：パートナーモビリティ」と，それを核とした「福祉インテリジェントモビリティサービス」の開発を進めてきた[7]．大学の研究としては珍しくスピーディな社会実装を目指す座組であることから，2018年度には文部科学省 私立大学研究ブランディング事業に「先進モビリティ技術で多様な人々が能力を発揮できる，Society 5.0に基づく「いきいき地域づくり」」というテーマで採択され（図１），2019年度には総務省の国家プロジェクトにも参画するなど，中央省庁や地方自治体から大きな期待と高い評価を頂いている．

2．目　　的

自動車をはじめとするあらゆる産業では「モノ」づくりから「コト」づくりにシフトしつつあり，本学でも，上述の「パートナーモビリティ（「モノ」）」（図２）の開発だけでなく，それを核とした「福祉インテリジェントモビリティサービス（「コト」）」の開発にも力を入れている．そこで本論文では，本サービスの事業化プロセスと，サービスアウトを目指す産学官連携体制，さらに，全学で取り組む要素技術の先行研究について報告する．我々は，本サービスの早期社会実装を目指し，高齢者が遠慮なく自由に外出し，いきいきと活躍できる社会の実現に貢献する．

図２．パートナーモビリティ　リーフレット

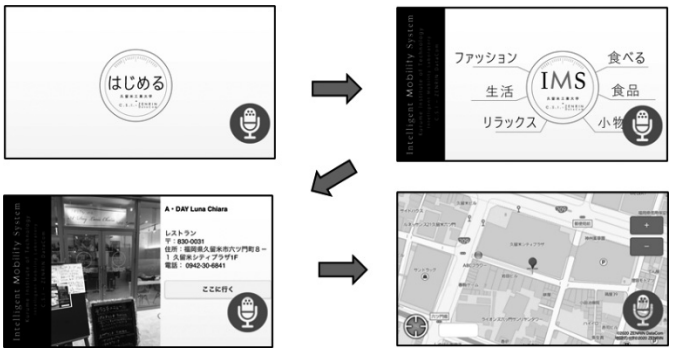


図３．AI 対話システムによる行き先相談の流れ

3．福祉インテリジェントモビリティサービス

我々が開発を進める福祉インテリジェントモビリティサービスは，サイバー（AI，IoT）とリアル（介護，モビリティ）を融合した Society 5.0に基づく「先進高齢者 MaaS（Mobility as a Service）」である．自宅にいる高齢者がスマート端末と AI 対話で行き先を相談すると自動運転車いすもしくは AI バスが自宅から目的施設まで送迎し，施設内部の移動は AI 自動運転車いすが目的の場所まで案内する．その間，システムは常に５G／４G-LTE モバイル通信で利用者を見守り続け，自動運転不具合や利用者の体調変化などの緊急時にも遠隔操作や TV 通話でサポートを行う安心安全な移動支援サービスである．（図４）

主な特徴を以下にまとめる．

⑴　利用者の趣味嗜好や健康履歴に基づき，行き先や活動内容を「相談」できる AI 対話システムを搭載（図３）．

⑵　LiDAR（赤外線測距装置）や衛星測位システムでモビリティ（AI 車いす）の自己位置を正確に把握し，自動運転もしくは５G（４G LTE）通信を用いた遠隔操作で利用者を安全に目的地まで案内する．

⑶　モビリティの自己位置ロストや利用者の体調悪化などの緊急時にも，必要に応じてサービススタッフが TV 通話や遠隔操作でサポートを行い，高齢者の一連の移動を見守り続ける．

This document is provided by JAXA.

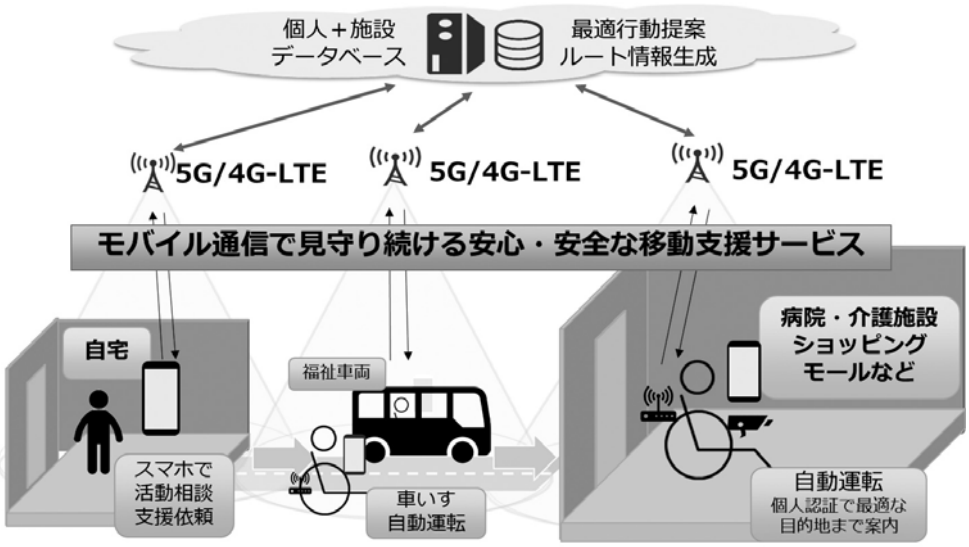


図４．福祉インテリジェントモビリティサービスの概

４．福祉インテリジェントモビリティサービス開発協力体制

本学は2015年11月に，自動車メーカーでスポーツカーの空力デザイン開発に従事していた教員（本報告筆頭執筆者）を所長として次世代モビリティを研究するインテリジェントモビリティ研究所を設立し，福祉インテリジェントモビリティサービスの開発を開始した．開発は，研究所所長の自動車開発経験を活かし，高い技術と知見を有する企業・団体との強固な産学官連携体制を構築し，各領域のトップ技術をシステムインテグレーションする手法で進めてきた．久留米工業大学はプロジェクトの全体統括と企画，デザイン，統合システム開発を行いつつ，自動運転システム，言語処理エンジン，生体信号取得システム，人工知能システム，空間デザイン，移乗装置，サービス効果測定などの先行研究も行っている．そして，事業化推進は三菱総合研究所，統合システム開発はコンピュータ・サイエンス研究所，５Ｇ技術と AI 対話システムで NTT ドコモ，次世代通信技術で国立研究開発法人情報通信研究機構が協力してくれている．また，LiDAR を用いたデジタルマップ作成と自己位置推定のシステムで日立産機システム，研究開発支援でデンソー，ダイハツ工業などの自動車関連企業，電動車いすとの連携で WHILL が本事業をサポートしてくれている．さらに，本事業推進で文部科学省，各技術領域の研究開発で総務省や厚生労働省の関連団体，福岡県から支援を受けており，実証試験では久留米市などからも協力を受けている．なお，サービスデザイン開発を進める上で最も重要になるのはサービス対象となる事業者や団体，ユーザーとの深い連携であるが，本プロジェクトは久留米市介護福祉事業者サービス協議会をはじめ，楠病院（久留米），熊本赤十字病院，西日本鉄道のサンカルナ久留米，福祉住環境アソシエーション（大阪豊中），福祉住環境ネットワークこうち（高知）などの介護福祉・医療団体と深く連携しており，現場のニーズや課題を正確に入手できる連携体制を構築している．これまでのプレスリリースから2020年11月現在の開発協力体制を以下に記す[(8)-(12)]．

【開発協力体制】

１．久留米工業大学　：プロジェクト統括
２．株式会社三菱総合研究所　：社会実装推進統括
３．株式会社コンピュータ・サイエンス研究所：統合システム開発
４．株式会社 NTT ドコモ　：対話型 AI サービスの提供，５Ｇ技術協力
５．株式会社日立産機システム　：デジタルマップ自己位置推定システム ICHIDAS 技術協力
６．株式会社ゼンリンデータコム　：ルート検索システム技術協力
７．デンソー株式会社　：技術協力
８．ダイハツ工業株式会社　：研究開発協力
９．国立研究開発法人情報通信研究機構　：研究開発協力

This document is provided by JAXA.

10. WHILL 株式会社　：WHILL MODEL-CR 活用
11. 久留米市介護福祉サービス事業者協議会　：スーパーバイザー，介護団体との連携
12. 楠病院　：研究開発協力
13. 熊本赤十字病院　：医療，防災，モビリティ分野に関する研究開発協力
14. 宮崎スマイリングパーク　：研究開発協力
15. 西日本鉄道株式会社　：サンカルナ久留米　実証試験協力
16. 福祉住環境アソシエーション　：研究開発協力
17. 福祉住環境ネットワークこうち　：研究開発協力
18. 久留米市　：研究開発協力
19. 福岡県　：研究開発協力

5．事業化プロセス

我々の目的は高齢者や障がい者が介助者に遠慮することなく，自由に外出して活躍できる社会を実現することである．しかし，その目的を実現するには，本サービスが事業として成立することを社会に示し，競合他社との技術開発競争が加速する仕掛けを構築する必要がある．我々にとって重要なことは，福祉インテリジェントモビリティサービスを最終形でなくてもよいので早期に社会実装（事業化）することであり，三菱総合研究所と共に入念な市場分析とサービスデザイン，他社との差別化などの検討を進めている[13)-15)]．事業化前なので詳細は記述できないが，ここでは事業化検討プロセスのごく一部として，「課題定義」，「市場分析」，「初期ターゲットユーザー設定」，「プロトタイプサービス構築」，「実証試験（PoC：Proof of Concept）」を簡単に紹介する．

5－1．課題定義

⑴　高齢者の外出促進

先述のように，高齢者が生き生きと暮らすためには社会とリアルに繋がり，刺激を受けることが必要不可欠である．コミュニティへの参加，通院，リハビリ，ショッピング，観光など，あらゆる活動を支援する移動支援サービス，しかも，ユーザーの体調管理もサポートするインテリジェントなサービスとし，トータルに高齢者の社会参画を見守り続ける移動支援サービスとする．

⑵　介護医療スタッフの負荷軽減

超高齢化により，病院や介護施設では高齢者対応業務が増加し，館内の移動支援だけでなく，各種物資搬送を担う人材の不足が露呈しており，医療と介護の崩壊が危惧されている．そこで，本サービスは高齢者の移動支援だけでなく，無人運転による施設内の物資搬送（食事，宅配物，薬など），AI による夜間巡回にも対応できるものと定義する．

5－2．市場分析

平成30年の経済産業省「2050年までの経済社会の構造変化と政策課題について」によると，2040年まで65歳以上の高齢者が増え続け，総人口の減少と共に15歳から64歳までの生産年齢人口比率が減少し続ける．その一方で高齢者は自分に合った働き方で社会参画し続け，生産世代の一助になることを希望しており，体力上の懸念材料である移動を支援するサービスがあれば高齢者の社会参画と QOL 向上を促進でき，国家としての生産性向上と，国家予算の30％強を占める社会保障費削減を実現できる．このような背景から，自動運転による移動支援サービスは介護医療現場のみならず国や自治体からも大きく期待されており，本サービスの事業性は十分に高いと言える．また，我々のサービスはプラットフォーム型で開発しているため，介護施設や医療機関だけでなく，大型ショッピングモールや空港，観光施設，駅，テーマパークなどへの導入も容易であり，導入ターゲットとなる施設は少なく見積もっても全国で１万か所はある．仮にそれらの10％が導入したとすると，施設・団体へのリース事業（B to B：Business to Business）と個人利用者向けのサービス事業（B to C：Busines to Customer）を組み合わせて数億円～数10億円程度の市場規模が期待でき，それらに関連する多様な事業も考慮すればさらに市場規模は拡大する．

5－3．初期ターゲットユーザ設定

本来ならば，移動に不安を抱える高齢者すべてをターゲットユーザーとしたいところだが，自らの足で立つことが難

This document is provided by JAXA.

しい重度要介護者も対象に入れるとリスク対策に多大なコストと時間を要するため，まずは，「杖を使えば自分で移動できるが長距離移動は不安」という高齢者をターゲットユーザーに設定した．まずは安全性を確保できる範囲のサービスを可能な限り早期に社会実装し，新たなモビリティサービスの利便性と事業性を社会に示す．これを実現できれば，多くの企業，団体がこの領域に参入し，技術開発競争を活性化する仕掛けが構築できる．

5－4．プロトタイプサービス構築

上述のパートナーモビリティと福祉インテリジェントモビリティサービスプラットフォームを用い，介護施設や商店街，空港，病院，美術館を想定したプロトタイプサービスを構築した．なお，サービス検討の際には日常的に高齢者の移動支援を行っている介護スタッフの方々の意見を可能な限り反映した．

5－5．実証試験（PoC：Proof of Concept）

構築したプロトタイプサービスを用い，全国各地で PoC（実証試験）を行った（図５）．最初は2017年８月に久留米市役所横の両替町公園で実施した実証試験であり，インテリジェントモビリティ研究所を設立してシステム開発を開始してからわずか２年足らずで実証試験を実施したことになる．CNN 型人工知能を搭載して対話で行き先を相談できる自動運転車いすの走行試験は全国初だったため，新聞，TV，ヤフーニュースなど多くのメディアで紹介されると，我々のスピード感とやり抜く力に興味を持ってくれた企業や団体が協力してくれるようになり，新たな技術の実証試験がまたメディアで紹介されてさらに協力企業が増えるという好循環ができ，上述の強固な産学官連携開発体制を構築できた．その結果，プロトタイプシステムとサービスの熟度が大幅に向上し，2020年４月には熊本赤十字病院との共同研究および実証試験がスタートし，2020年７月には大型シニアマンションである西日本鉄道のサンカルナ久留米での実証試験もスタートした．現地で得られる知見と，現地スタッフからの助言により，プロトタイプシステムとサービスの熟度は大幅に向上しつつある．以下にこれまでに実施した主な実証試験とデモ走行をまとめる．（図５）

【これまでの主な実証試験とデモ走行】

2017年８月　：久留米市役所初走行
2017年12月　：「楠病院（久留米）」実証試験
2017年12月　：福岡モーターショー2017実証試験（福岡県から依頼出展）
2018年２月　：久留米商店街（公道）実証試験
2018年３月　：福祉住環境サミット（大阪）デモ走行
2018年５月　：ASIA-PASIFIC International ITS Forum　依頼出展と特別講演
2019年１月　：久留米市役所内（市長室フロア）実証試験
2019年２月　：横須賀スマートモビリティチャレンジ2019（YRP から依頼出展）
2019年10月　：福岡空港実証試験
2019年12月　：福岡モーターショー2019実証試験（福岡県から依頼出展）
2020年１月　：東京オートサロン2020実証試験（主催者から依頼出展）
2020年２月　：千葉市ハーモニープラザ実証試験
2020年２月　：横須賀スマートモビリティチャレンジ2020（YRP から依頼出展）
2020年４月　：熊本赤十字病院との共同研究開発開始
2020年７月　：西鉄サンカルナ久留米実証試験を開始

This document is provided by JAXA.

(a)　久留米商店街（2018. 2 ）

(b)　福岡空港（2019. 10）

(c)　東京オートサロン（2020. 1 ）

(d)　熊本赤十字病院（2020. 4 ）

(e)　サンカルナ久留米

図 5　全国各地での実証試験の様子

6．要素技術先行研究

福祉インテリジェントモビリティサービスは早期の社会実装を目指し，商品化レベルの確立された技術をシステムインテグレーションする形で開発を進めているが，それと並行して本学では各技術領域の専門家が集結し，システム改良に向けた先行研究も進めている．ここでは各領域の研究状況を簡単に紹介する．詳細は各領域からの別報を参照されたい．

6－1．自動運転領域

本領域は福祉インテリジェントモビリティサービスの基本となる最重要領域であるため，協力企業と密に連携を取りながら，確立された技術と本学での先行研究開発技術を融合する形でシステム改良を進めている．課題はモビリティの自己位置ロストであり，全国での実証試験から屋内で自己位置ロストが発生しやすい条件や室内意匠の特徴が見えてきた．

(1)　人混みや予期せぬ障害物に囲まれると 2 D-LiDAR が壁の形状を認識できなくなり自己位置を見失う

(2)　走行エリアの壁の形状が単調だと 2 D-LiDAR が特徴を捉えられず自己位置を見失う

上記事象に対して，デモ走行や試乗体験会では壁形状を調整することや，ターゲットオブジェクトを設置するなどの調整を施して対策しており，そのノウハウは十分に蓄積されてきたものの，事業化においては大きな課題となる．そこで，国立研究開発法人情報通信研究機構と連携して自己位置ロストが発生した際に外部カメラから人工知能で自己位置情報を補完するシステムを開発した．また，自己位置ロストからの即時復帰ができない場合や，乗車者の急な体調変化に対する緊急対応，そもそも自動運転が困難なエリアでの移動支援を実現する目的で，５Ｇ技術を用いた遠隔操作システムの開発を NTT ドコモと共に進めており，2020年11月の新商品発表会にて共同プレスリリースを行っている．さらに，本システムの実用化を見据え，総務省プロジェクトとして，モビリティからクラウドに画像を転送する際に通信状況や情報の重要度に応じてスループットを変更するシステムの開発を NTT ドコモ，国立研究開発法人情報通信研究機構とともに開発し，NTT ドコモ中央研究所で実証試験を実施した．

なお，本領域では自動運転を指令するインターフェースの先行研究も進めており，カメラで顔の特徴を抽出する画像処理システムを構築し，乗車者の顔の向きや表情で運転指令を出すインターフェースの開発も進めている．

This document is provided by JAXA.

6－2．自然言語領域

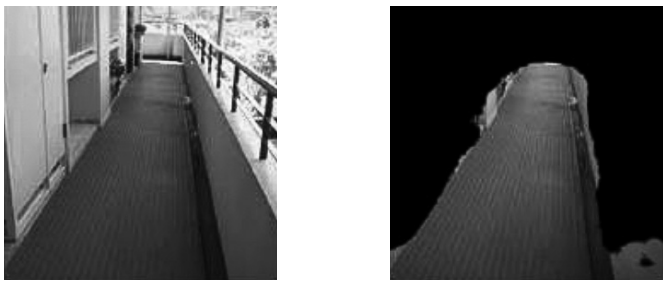
本領域では福祉インテリジェントモビリティサービスの音声対話システムにおける方言への対応方法について，過去の研究事例の調査も進めつつ[16)-18)]，本学独自の方言対応システムの検討を進めている．具体的には，汎用の音声認識システムを使用し，音声認識処理の後処理として，方言によるユーザ発話文の音声認識誤りの訂正処理を加え，さらに，音声認識誤り訂正後のユーザ発話文から名詞や動詞などのキーワードを抽出し，それらのキーワードと予め準備した動詞の格フレームパターンとのマッチングを行い，その結果を基に，ユーザ発話文に対する意味表現を生成することによって，ユーザの意図を把握し，対話を進める方式を検討している．今後，全国的に普及が進むと予想される大型シニアマンションでの福祉インテリジェントモビリティサービスの利用を想定し，音声対話システムの検討を行ったところ，パートナーモビリティの現在位置の情報を用いてシニアマンション内の各エリアに対応したシーン別対話シナリオを切り替えることにより，ユーザ発話文の意味を表現するために使用する格フレームパターンが限定され，一般の文で発生する動詞の多義の問題も大幅に軽減でき，的確かつ柔軟な対話処理を実現できる可能性が高いと予想されることがわかった．また，パートナーモビリティで採用された汎用の音声認識システムを用いた標準語による発話と方言（筑後方言）による発話とでの音声認識精度の比較実験を行ったところ，方言による発話の音声認識精度は標準語による場合と比較してやや低いことわかった．特に，単語レベルでは，10％弱の音声認識誤りが発生しており，格フレーム辞書に登録された格フレームパターンとのマッチング処理の精度に影響を与えるため改善が必要と考えられる．現在は，検証試験の被験者が高齢ではなく，方言を多用しない傾向があったため，標準語による発話との比較で音声認識精度にあまり大きな差が生じなかった可能性がある．

今後は，福祉インテリジェントモビリティサービスの音声対話システムに，今回提案した方言への対応処理を組み込み，検証実験を行うとともに，各地域での方言への対応方法のマニュアル化を検討する．詳細は別報を参照されたい．

6－3．人工知能・画像処理領域

本領域ではパートナーモビリティが安全に走行できるエリアを認識する画像処理システムの研究を進めている．現在は GAN を基にした pixpix 2 を用い，画像加工のニューラルネットワークの動作検証と，Tensorflow を用いた動作環境の構築と検証が完了している．人工知能の学習には大量の画像データが必要であるが，今回はパートナーモビリティが走行する日本国内の介護福祉施設や医療機関，空港などの画像データを十分に準備できなかった．まずは学内で撮影した1024枚の画像データセットを用いて人工知能の学習を進め，福岡県の生涯あんしん住宅で撮影した画像で検証を行った．

図 6 のように，学習したエリア（学内）とは異なるエリア（生涯あんしん住宅）の任意画像による通路検出でも比較的良い結果を得ることができた．また，通路に障害物がある場合も，障害物を避けた範囲を走行エリアと認識することもできた．今後は学習データセットを拡充して認識精度を高める．



(a) 入力画像　　(b) 通路検出出力画像

図 6．本研究で開発したシステムによる検出結果の例

6－4．IoT，センサ領域

福祉インテリジェントモビリティサービスの特徴の一つに，利用者のバイタル情報（血圧，脈拍，体温など）や診察履歴などに基づいて目的地の相談や提案ができることがある．このバイタル情報を可能な限り簡便かつリアルタイムに取得できるシステムの開発を進めている．しかも，ローコストで実現する必要もあり，現在は市販のバイタルセンサを複数用いてデータ収集するシステムの開発を進めている．当初は Bluetooth の通信ログからプロトコル解析を試みたが

This document is provided by JAXA.

課題が多く，実現は難しかった．その後，一部の市販バイタルセンサは Bluetooth の Heart rate profile という規格を用いていることを利用し，自作プログラムでバイタル情報取得に成功した．また，本研究では，企業でのシステム開発経験に基づき，自作の通信プログラムを構築する際の注意点をまとめることにも取り組んでいる．後進のエンジニアにとって，大変有意義な資料である．詳細は別報を参照されたい．

6－5．環境デザイン領域

自動運転車いすが安全に走行できる室内環境や都市環境を整備するための，インテリジェントユニバーサルデザインの提案をするために，国内外でユニバーサルデザインが実施されている先進事例を現地調査し，自動運転車いすが安全に走行する際の課題を調査している．国内では福岡県の協力で，高齢者が使いやすい福祉住宅を提案する施設である「生涯あんしん住宅」を調査し，海外ではバリアフリー先進国である北欧の都市空間と建築空間の現状を把握するために，デンマークのコペンバーゲンとフィンランドのヘルシンキの現地調査を実施した．

①コペンハーゲンでは，NPO 組織で政治的にも有力な団体でユニバーサルデザインを推進している団体「Danske Handicaporganisationer（DH）」を訪問し，インタビューと，この団体が入居している「House of Disabled People's Organisation」の施設視察を行った．この建物は建築設計の段階から建築家，建設会社，障害者団体，大学の研究者などが協力して，ユニバーサルデザインのビルディングを建設している．また，老人ケア施設 Plejecenter Bredebo の現地調査も実施した．24時間のケアが必要な公的な老人施設であり，できるだけ家庭の雰囲気が出るような施設設計となっている．パートナーモビリティは認知症の人は自分では使えないが，スタッフは助かるという意見をもらった．

②ヘルシンキではレッパバーラ高齢者住宅サービスセンターとアールト大学 Sotera 研究所（ユニバーサルデザイン研究所）を訪問した．ヘルシンキ隣のエスポー市にある市立の老人ケア施設で，先ずエスポー市のバリアフリーデザイン担当者から公共施設や道路におけるバリアフリーの取組と色々な法律について説明を受けた．フィンランドには日本のバリアフリー法に該当するものはないが，交通，土地利用，福祉などあらゆる部門でだれでも利用しやすくしないといけないことが盛り込まれているとのことであった．施設内でも，扉やトイレ，個室のキッチンなどユニバーサルデザインとなっており，車いす利用者も使いやすいものとなっている．フィンランドも高齢化で介護が問題となっており，本学のパートナーモビリティに興味を示された．詳細は別報を参照されたい．

6－6．移乗機器開発領域

移動に困難を抱えた障がい者や高齢者が健常者の手を借りることなく，自分自身の意思で自由に行動・活動するには，車いすに乗り降りする「移乗」も自分自身で行える必要がある．「移乗」は，その過程で大きく体勢を変えるために自分自身の全体重を支える必要があり，障がいの部位や程度，筋力レベルによっては落下・転倒の危険性を伴う．このため，「移乗」には何らかの支援が必要であるが，障がいの部位や程度，筋力レベルによって支援する部位や方法が異なるため，介助者が支援する，あるいは支援装置を介助者が操作するといった支援を行う．しかし，この手法では介助者の手を借りることになり，障がい者や高齢者は遠慮してしまうため，自主的な活動を控えてしまう要因の一つになっている．そこで本領域では，利用者が介助者に頼らず車いすに移乗することを支援する自走可能な移乗支援装置の開発を行っている．

現在は「上半身の筋力がある程度，残存している障がい者や高齢者」を対象として移乗補助機器の開発と機能検証を進めている．その結果，上半身を任せる部分の形状や高さ，移乗補助装置の回転部分（最下部）と車いすの足置きの高さ，そして移乗補助装置と車いすおよびベッドの高さに調整が必要なものの，ほぼ満足のできる装置が完成した．

以下に，本移乗補助器の機能をまとめる．

⑴　タブレットにより移乗補助器をベッド横まで移動可能．
⑵　安定性を向上させるためのアウトリガーの伸展・格納をタブレットにより操作可能．
⑶　支柱が中折れし，ベッドや車いすから移乗補助器への乗込みを容易にした．
⑷　乗込みは“おんぶ”をするような形とし，上半身の力がなくとも利用できるように工夫した．
⑸　乗込んだ後，随意のスイッチ操作により中折れを垂直に戻し，車椅子もしくはベッド方向へ回転する．
⑹　移乗先への回転終了後，随意のスイッチ操作により中折れして着座する．

開発した試作機は，福岡市で開催された「ものづくりフェア2019」へ出展し，我々のブースには300人以上の来場者があった．福祉施設運営会社の反応は上々であり，今後は企業と連携して商品化を目指したい．

This document is provided by JAXA.

6－7．サービス効果評価領域

本領域では，対話型 AI 自動運転車いす「パートナーモビリティ」の社会実装に向け，各地での実証試験やデモ走行で試乗したユーザーからフィードバックを収集し，第一に，「パートナーモビリティ」やそれを利用した「福祉サービス」が，ユーザーの QOL 等の向上に及ぼす心理的な効果について検討する．第二に，本サービスの利用によりユーザーの活動や満足度がどのように変化するのか，ユーザーのニーズや利用の状況・文脈との関連から検討する．これにより，高齢者が積極的に社会に参画し，生きがいを感じながら自立的な生活を送るために必要な本サービスの改善点や課題の抽出を行っている．福岡モーターショー2019の会場で実施したアンケート調査の分析結果は別報を参照されたい．

6－8．学生アイデアソン領域

本領域では，「パートナーモビリティ」を活用した新たな福祉サービスについて，学生のフレッシュなアイデアの抽出を進めており，2020年 3 月に本学の学生が近隣大学の学生も参加する学生アイデアソンを企画してくれたが，コロナ感染拡大の影響を受けて中止とせざるを得なかった．しかし，企画した学生らは頼もしく成長し，大きな成果はあったと考える．

7．ま と め

本学が産学官連携で開発を進めている福祉インテリジェントモビリティサービスの事業化に向けた取り組み状況と，全学で取り組んでいる要素技術の先行研究の概要を報告した．対話型 AI 自動運転車いす「パートナーモビリティ」を核とした福祉インテリジェントモビリティサービスは社会的意義の高さと，我々の座組の開発スピードと社会実装実現性を高く評価され，久留米市や福岡県といった地方自治体のみならず，文部科学省や総務省などの中央省庁からも高い期待と支援・協力を頂いている．医療福祉の現場，各種施設の介助スタッフからも早期の社会実装を強く望まれており，介護施設や病院，空港，観光地，ショッピングモールなどでの実証試験を強化し，システムの安全性をさらに高めて，一部サービスからでも早期社会実装を目指す．また，全学で取り組んでいる各領域の先行研究でも着実に成果が出ており．今後は，福祉インテリジェントモビリティサービスへの組込みや成果反映の検討を開始する．本学は全学をあげて，高齢者や障がい者がいきいきと活躍できる社会の実現に貢献する．

謝　辞

本研究は，平成30年度文部科学省私立大学研究ブランディング事業（事業名：先進モビリティ技術で多様な人々が能力を発揮できる，Society 5.0に基づく「いきいき地域づくり」）の支援を受けており，謝意を表します．

文　献

⑴ 内閣府　科学技術政策　Society 5.0　ホームページ　https://www 8.cao.go.jp/cstp/society 5_0/
⑵ 厚生労働省　平成27年度　介護保険事業状況報告
⑶ 厚生労働省　地域包括ケアシステム　ホームページ
http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hukushi_kaigo/kaigo_koureisha/chiiki-houkatsu/
⑷ 久留米市における高齢者福祉施策及び介護保険事業体系一覧表
https://www.city.kurume.fukuoka.jp/1050 kurashi/2080 koureikaigo/3090 keikaku/4010 keikaku/files/H 29- 2 shiryou 2.pdf
⑸ 久留米市　地域包括支援センター　ホームページ
https://www.city.kurume.fukuoka.jp/1050 kurashi/2080 koureikaigo/3080 houkatsushien/houkatsu.html
⑹ シニア情報プラザ久留米　タウンモビリティ　ホームページ
http://www.kurume-mutsumon.info/town/index.html
⑺ 東大輔，田中基大，服部雄紀，金子寛典，リチャード　リー，“AI 搭載対話型自動運転パートナーモビリティを用いた新たな福祉サービスデザイン”，久留米工業大学インテリジェントモビリティ研究所 研究報告 第 2 号（2019），pp. 15-20.
⑻ 久留米工業大学ニュースリリース2017「自動車いす音声自動運転システムを開発」
https://www.kurume-it.ac.jp/news/post_1290.html
⑼ 久留米工業大学ニュースリリース2019「ヨコスカスマートモビリティチャレンジ」
https://www.kurume-it.ac.jp/news/post_1426.html
⑽ 久留米工業大学ニュースリリース2019「福岡空港実証試験」

This document is provided by JAXA.

https://www.kurume-it.ac.jp/news/post_1483.html
⑾ 久留米工業大学ニュースリリース2020「熊本赤十字病院実証試験」
https://www.kurume-it.ac.jp/news/post_20200142.html
⑿ 久留米工業大学ニュースリリース2020「西鉄サンカルナ久留米実証試験」
https://www.kurume-it.ac.jp/news/post_20200151.html
⒀ 東　大輔，服部　雄紀，田中　基大，リー　リチャード，金子　寛典，“AI を搭載したスマートモビリティによる福祉サービスデザイン”，日本デザイン学会 第66回 春季研究発表大会，2019
⒁ 東　大輔，大森洋子，田中基大，リーリチャード，金子寛典，服部雄紀，“高齢者向けスマートモビリティサービスの国内外動向調査”，芸術工学会2019年度秋期大会，2019
⒂ 東　大輔，服部雄紀，田中基大，リーリチャード，金子寛典，“齢者の社会参画を支援する福祉インテリジェントモビリティシステムのデザイン”，芸術工学会2020年度秋期大会，2020
⒃ 河原達也，“音声対話システムの進化と淘汰 － 歴史と最近の技術動向 －”，人工知能学会誌，Vol. 28，No. 1(2013)，pp. 45-51.
⒄ 木部暢子，佐藤久美子，中西太郎，中澤光平，“『日本語諸方言コーパス』の構築について”，言語資源活用ワークショップ発表論文集，巻 1 (2017)，pp. 57-68.
⒅ 弘前大学，“「弘大×AI×津軽弁プロジェクト」の開始について”，https://www.hirosaki-u.ac.jp/45240.html,2019.

This document is provided by JAXA.