



# WHEE-Project : AR ゲームで楽しく単独移動を支援する AI 車椅子システムの社会実装

WHEE-Project: Social implementation of an AI wheelchair system  
that supports independent mobility with fun AR games

申山久美子<sup>1)</sup>, 馬場 哲晃<sup>1)</sup>, 阪口 紗季<sup>1)</sup>, 韓 旭<sup>1)</sup>, 中安 翌<sup>1)</sup>, 柴崎 美奈<sup>1)</sup> 栗原 渉<sup>1)</sup>  
伊藤 祐子<sup>2)</sup>, 井上 薫<sup>2)</sup>, 東 祐二<sup>3)</sup> 菊川裕也<sup>4)</sup>, 高田将平<sup>5)</sup>

Kumiko KUSHIYAMA, Tetsuaki BABA, Saki SAKAGUCHI, Xu HAN, Akira NAKAYASU, Mina SHIBASAKI  
Wataru KURIHARA, Yuko ITOU, Kaoru INOUE, Yuji HIGASHI, Yuya KIKUKAWA, Shouhei TAKADA

1) 東京都立大学 システムデザイン研究科 (〒191-0069 東京都日野市旭ヶ丘 6-6)

2) 東京都立大学 人間健康福祉研究科, (〒116-8551 東京都荒川区東尾久 7-2-10)

3) 国立障害者リハビリテーションセンター研究所 障害工学研究部 (〒359-8555 所沢市並木 4-1)

4) 株式会社 ORPHE (〒151-0053 東京都渋谷区代々木 5-7-5)

5) 株式会社コンピュータサイエンス研究所 (〒805-0071 福岡県北九州市八幡東区東田 2-5-7)

**概要**: 本研究は, ローカル 5 G による高速・大容量の移動通信システムを活用して, 障がいのある人が楽しく単独行動を支援するための AI と AR ゲームコンテンツによる車いす活動支援システムの開発を社会実装型で進めるプロジェクトである. デザイン・工学・福祉分野の学術・企業の構成メンバーにより 6 チームごとの研究を進めている. プロジェクトの紹介を通じて VR 専門分野の研究者や産業分野との議論を図る.

**キーワード**: AR ゲーム, コンテンツ, AI, 車椅子, アクセシブルデザイン

## 1. はじめに

高齢者や身体に障がいのある者にとって, 近年の情報機器の発達によって室内での社会生活が便利になった一方, 屋外での活動量の低下による身体や心の疾患が課題にある. その要因として, 屋外移動の環境とりわけ歩道情報不足による単独行動の難しさや野外活動への楽しさや意欲の促進にかけることがあげられる. 本研究は, 東京都立大学構内に設置されたローカル 5 G を使用した車いすユーザーのための屋外活動支援システムを開発・提供する社会実装型プロジェクト[1]である. カメラとセンサーを内蔵した車椅子デバイスと AR コンテンツで, 単独行動を楽しく支援することを目的としている.

グループでは課題解決のためこれまで車椅子使用者の為にセンサーを搭載しインターネットと連動した楽しみながら活動支援する車いすシステム[2][3]や全方位画像と画像認識を用いた屋外移動時における視覚障害者の為にデザインの開発[4], スマートデバイスを使用した現実空間とバーチャルリアリティ画像を連動させる複合現実感技術 (AR) の開発とコンテンツ制作を行ってきた. 車いすの正確

な位置や AR ゲームをするための情報取得の遅延やデータ量の画像高速処理が厳しくリアルタイムに情報提示することに課題があった. そこで, 本研究は, 5 G による高速・大容量の移動通信システムを活用して, 障がいのある人が楽しく単独行動を支援するため, カメラ/センサーを内蔵し, 移動体や障害物の位置・速度・種類などを遅延のないリアルタイムに認識可能な車いすデバイスを活用した図 1 の AR ゲームコンテンツによる屋外の活動支援システムの開発を行なっている.

学習した情報を音声や現実空間とバーチャルリアリティ空間を高度に融合させた AR 表示により, 屋外での単独行動可能な歩道情報が可視化可聴化される. このシステムに AR ゲームコンテンツを付加することで楽しみながら IoT 技術を用いた車いす移動支援の社会的普及を促進する. 福祉, 工学, デザイン, コンテンツ分野の研究に加え, 企業との協調による社会実装により, 多様性のある市民にとっても安全な歩行環境と健康維持のための個々の活動量に合わせた健康アドバイスシステムやエンターテインメント性のある楽しみで意欲を向上させ, 路面情報の提供によ

り安全でウェルビーイング (well-being) = 身体だけではなく、精神面、社会面も含め健康的な都民生活の快適で質の向上をもたらす生活を目的とする。



図 1 WHEE-Project イメージ

## 2. 研究内容

2020年11月より2023年6月までを報告する。

### 2.1 車いす装着センサデバイス・アプリの開発とサービスの提供

様々な車椅子にも後付け装着可能な小型デバイスの開発とアプリケーションを開発した。6軸モーションセンサーを内蔵した小型・軽量デバイスである ORPHE センサーを使用し、センサから得られたデータを用いて車いすの動作解析を行う図2のアプリケーションの開発を行った。この開発により車いす訓練の動作解析が簡易に利用でき、IoTを活用した車いす訓練の支援や車いす利用の楽しさを提供する。また、センサーからのデータを歩道改善に利用でき車いす目線の街づくりや移動サービスを支援する。リリースした専門家向けの車いす用計測アプリケーションを国立障害者リハビリテーション研究所にてヒアリングを行った。

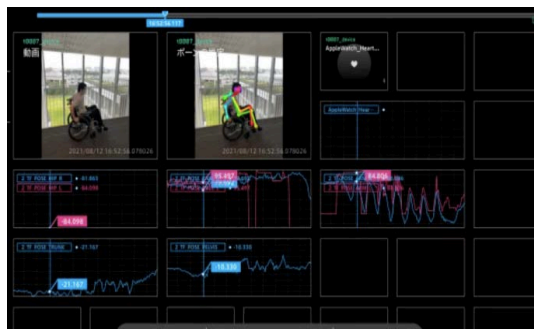


図 2 WHEE-ORPHE アプリケーション

### 2.2 自動運転車椅子のコミュニケーション促進

次世代モビリティの研究として電動車椅子を導入し、ローカル5Gを利用した自動運転車椅子システムの開発とコンテンツ連携を検討する。自動運転車椅子システムの開発として、WHILL Model C2 と ofxOpenCvTracker の連携により、より簡易な移動システムを目指す。現在構内を使用し遠隔地からの自動運転の実験を行なっている。この開発により車いす自動運転の社会実装を推進する。遠隔地からの運転支援、運転 UI の操作実験、屋内外での自動運転の実験を行い遠隔地からのコミュニケー

ションを促進する図3の自動運転システムを実験しデータを収集しまとめている。

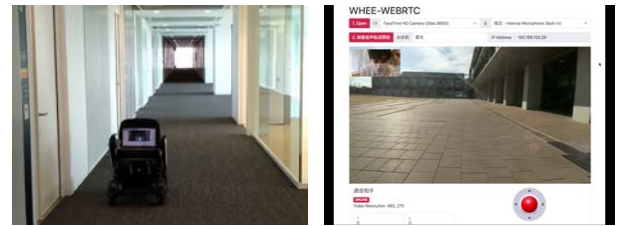


図 3 自動運転コミュニケーション実験

### 2.3 車いす目線での深層学習を用いた障害物・目標物検出システムの開発

歩道移動時のための日本国内特化型障害物等物体検出データセット開発と学習済みモデルを提供するVIDVIPプロジェクト[5]と連携し車いすに特化した開発を行なっている。視覚障害者に対して全方位画像と画像認識を用いた屋外移動時における視覚障害者のためのデザインの開発のために、PC およびスマートフォン端末において実時間にて物体検出可能なシステム開発、視覚障害者支援用途としてのデータセット設計及びテスト可能なデータセット構築、短時間で効率的なアノテーション手法の開発し、開発データセットによる動作テストを行った。車いすの安全な移動データを収集するために、車いす目線で信号や歩道、障害物などの道路の教師データを蓄積し、画像を機械学習させることで、歩道データを提示する。手法として、SSD や YOLO といった物体検出手法を利用し、それらの開発基盤を整える。地図情報サービス(株)コンピュータサイエンス研究所と共同で日野キャンパス内のデータ収集しGPS座標ベースにアノテーションを付加した図4の自動運転の試験で課題を明らかにした。

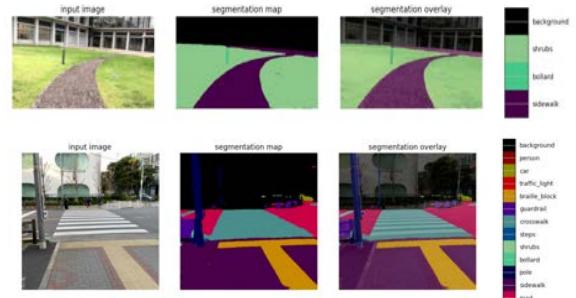


図 4 セグメンテーション学習検出実験

### 2.4 健康福祉系の調査・車いす身体活動量のリハビリメニューの作成

実際に身体にどのような効果があるのか、国立障害者リハビリテーションセンター研究所の協力のもと車いすの活動量の計測をすすめている。基礎資料を作成する目的で我が国の医療・福祉領域におけるVirtual reality (VR), AR等の先端技術の活用状況に関する文献調査を行った。[6]

## 2.5 AR ゲームコンテンツの制作

基盤技術を構築として、AR 呈示の HMD、携帯ディスプレイと Unity と Google Maps SDK を使用した GPS の連携およびカメラ映像とスキャン済みの空間情報の照合により、VR と現実の空間を位置合わせする AR 技術である VPS の連携を実装した。並行してコンテンツの制作を行っている。VR と現実の空間を位置合わせする AR 技術を元にスマートデバイスを使用した日野キャンパスで体験できる XR コンテンツ「XR STATION」作品[7]を制作し[図 5,6]、大学説明会時に公開をした[図 7]。



図 5 XR STATION キーイメージ

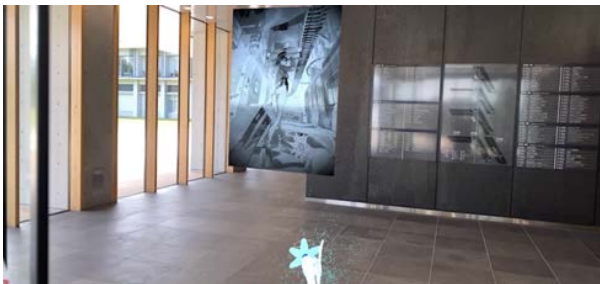


図 6 AR シーン



図 7 XR STATION 体験風景

## 2.6 ワークショップの開催

### 2.6.1 AR ハッカソン

学生を対象とした AR ハッカソンのワークショップを開催し[8]、人材の育成を図っている。大学教育においても、5G、メタバースなどの VR 技術、AI など情報社会に対応できる人材は、プロジェクト型、デザイン思考と合わせ、社会に対応した大学院教育が必要とされている。本 WS では、L5G プロジェクトと連携し大学院講座として学生に対してアイディアと技術、社会へつながる大学院講座として学生に対して社会とのプロジェクト型授業を充実させ、実践的な教育をおこなっている。参加者は学内外から公募し、事前の技術アンケートによりチーム分けをおこなった。[図 8,9]

第 1 回は 2021 年 9 月 4 日（土）～10 日（金）オン

ライン開催、特別講演として株式会社 meleap の福田 浩士氏『『HADO』から学ぶ AR コンテンツの開発』と株式会社 Psychic VR Lab の松岡湧紀氏による STYLY と Unity の演習おこなった。「AR 技術を使用した日野キャンパス内ゲームの提案」をテーマとし、9 チームによる作品発表[図 10]をおこなった。

第 2 回は 2022 年 8 月 29 日（月）～9 月 9 日（金）対面開催とし、特別講演として株式会社 Psychic VR Lab の Discont 氏と松岡湧紀氏による STYLY と Scaniverse の演習をおこなった。「3D スキャンと AR 技術を使用した大学内ゲームの提案」をテーマとし、東京都立大生および他大学生 9 チームによる大学キャンパス内を使用した AR ゲーム[図 11]のプロトタイプ開発と紹介動画の制作を行った。

第 3 回は 2023 年 8 月 17 日（木）～8 月 25 日（金）に、AR ハッカソンを開催予定である。特別講演としてユニティ・テクノロジーズ・ジャパン株式会社の築瀬 洋平氏による講演と本校人間健康科学研究科の金野達也氏による車いすの講義、韓氏によるセンサ演習を交え、今回は「車椅子で楽しむ大学内 AR ゲームの提案」をテーマに、アイデア出しとプロトタイプ制作に取り組む。



図 8 AR ハッカソン 2021,2023 告知キーイメージ



図 9 AR ハッカソン 講義・体験風景

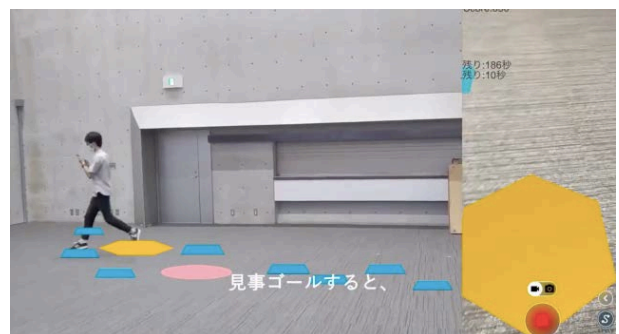


図 10 AR ハッカソン 2021 作品



図7 ARハッカソン2022 作品

### 2.6.2 車いすプロジェクションワークショップ

6軸モーションセンサであるセンサーデバイス ORPHE CORE を使用し、車いすや身体の動きと連動した画像作成とその映像を日野キャンパス4号館吹き抜け空間の6m×16mの大空間に投影するワークショップをおこなった。遠隔地から電動車椅子を動かすことも試み実践的な技術と表現のスキルアップを図った。

第1回2022年 2月10,14,15日, 第2回2023年: 2月8,13,14日開催

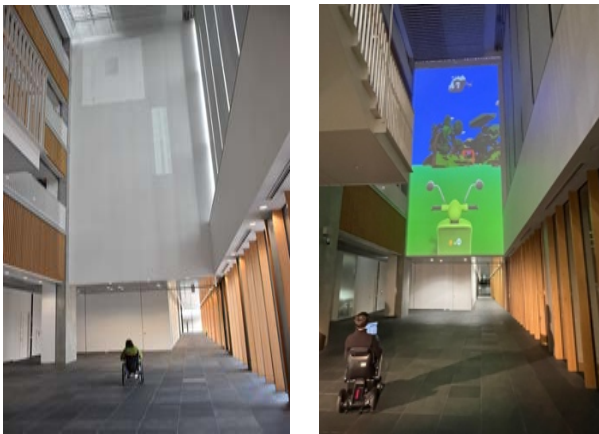


図8 車いすプロジェクション2023 試作発表会

### 2.6.3 3D スキャン

ARコンテンツ制作の基盤データとしてMatterportを使用した日野キャンパス4号館の3Dスキャンを行なった。



図9 東京都立大日野キャンパスの3Dスキャン

### 3. 今後の展開

これまでの成果を基に、実環境の中で車いすデータとゲームを融合したARコンテンツを複数の車いす使用者、健常者への使用してもらい、社会実装の検証を行う。手法として期間を決めた活動量の増減、安全性、利便性、楽しさなどのアンケートなどの実証実験を実施する。継続した活動のための広報活動や助言、他の企業とも連携をとり社会実装を推進する。

**謝辞** 本研究は「東京都立大学ローカル5G環境活用研究支援 社会実装型研究(研究代表者: 申山久美子)」の助成を受けて実施された。

### 参考文献

- [1] WHEE-Project <https://whee-project.org/>(2023年7月20日検索)
- [2] 韓旭, 申山久美子, カラーセンサを利用した車いすデバイスの開発と音楽ゲームへの検討, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 24(3), 263-270, 2019-09-30
- [3] Xu Han, Kumiko Kushiya, A Proposal of a Ground Surface Information Collection System using a 9-axis Motion Sensor for self-propelled Wheelchair Users' Exercise Promotion, JCDL '20: Proceedings of the ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries in 2020, pp.434-494, 2020
- [4] Tetsuaki Baba, Design for the visually impaired when traveling outdoors using omnidirectional imagery and image recognition, Impact, Volume 2020, Number 7, November 2020, pp. 34-36(3), Science Impact Ltd
- [5] VIDVIP プロジェクト <https://tetsuakibaba.jp/project/vidvip/>(2023年7月20日検索)
- [6] 井上薫, 佐々木千寿, 谷津智代瑞, 伊藤祐子, 申山久美子, 医療・福祉分野における Virtual Reality and Augmented Reality の適用—文献調査より—, LIFE 2022 2022年8月19日-21日
- [7] XR STATION <https://sites.google.com/view/whee-project-xr-station/> (2023年7月20日検索)
- [8] WHEE-Project ARハッカソン <https://whee-project.org/project/hackathon/>(2023年7月20日検索)
- [9] プロジェクションWS <https://whee-project.org/project/workshop/>(2023年7月20日検索)