

## トイレット清掃用移動ロボットの開発

〔研究代表者〕 内田敬久（工学部機械学科）

〔共同研究者〕 丹羽雄太（進和株式会社）

### 研究成果の概要

本研究では、介護現場におけるトイレ空間の清掃作業をロボットにより実現することを目標としている。清掃ロボットは、介護現場等において、利用者は気兼ねなく清掃を任せることができ自尊心を保ち、また、介護者は清掃に必要となる時間や労力を減らし、介護の仕事に集中するとともに精神的な苦痛を緩和することができる。開発する清掃ロボットは、産業ロボットアームの協調ロボットを自律走行搬送ロボット（AMR）で移動させて、便器や床などのトイレ空間を清掃する。本助成では、清掃ロボットの移動を担う移動ロボットの試作に注力し研究を行った。

令和5年度では第1段階として、移動ロボットは、狭いトイレ空間を移動できる性能を備えるものとし設計製作した。製作した移動ロボットは、全長730mm、全幅520mm、高さ610mmであり、車いすとほぼ同じ大きさである。駆動は、対向二輪の独立駆動とし、前部にフリーキャスターを配置して、駆動軸の中心を旋回中心としたその場旋回が可能としている。走行及びアーム操作時の安定性を向上させるためバッテリーをはじめとした重量物は低い位置に配置し、前後の重心バランスを考慮した。移動制御はジョイスティック型の専用コントローラーによる有線遠隔操作型としている。

製作した移動ロボットにアーム型の協調ロボットを取り付けて清掃タスクプログラムを実装しトイレ空間の清掃を実現した。プログラムの作成にはダイレクトティーチングを利用し複雑形状の便座周りに対して容易に作成が可能である。数種類の清掃ツールは、ハンドにより自動で変更可能である。製作したロボットは名古屋ロボデックス、メイエキ+ みらいと、モビリティ展、瀬戸蔵ロボット博2024に出展しエンジニアから一般まで多くの人に対してデモンストレーションし、ニーズ調査と開発したロボットのPRを行った。

### 研究分野：機械工学

キーワード：サービスロボット、移動ロボット、協調ロボット、AMR、トイレ清掃、トイレ空間

#### 1. 研究開始当初の背景

介護現場における使用したトイレ空間の清掃は衛生管理にて重要である。トイレ空間が清潔に快適に保たれていることが、QOL、健康への第一歩となりえる。高齢者はトイレ空間が汚れていると行くことを我慢し結果として服や空間を汚してしまったり、特に女性はわざわざ遠く離れた清潔なトイレまで我慢したりすることがある。また、トイレ空間を汚してしまった場合、放置したり、隠したり、余計に汚してしまうことも考えられる。介護者に頼むことは気を遣い、高齢者にとって介護者との関係性にも影響を及ぼすことが考えられる。さらに、多くの人はトイレ空間の清掃作業を行いたくなく、

一般に自宅のトイレ空間の清掃にすら気構えが必要であり作業負担は大きなものがある。

#### 2. 研究の目的

本研究では、トイレ空間の清掃作業をロボットにより実現する。ロボットであれば、利用者は気兼ねなく清掃を任せることができ自尊心を保ち、また、介護者は清掃に必要となる時間や労力を減らし、介護の仕事に集中するとともに精神的な苦痛を緩和することができる。

開発する清掃ロボットは、産業ロボットアームの協調ロボットを自律走行搬送ロボット（AMR）で移動させて、便器や床などのトイレ空間を清掃する。本助成では、

清掃ロボットの移動を担う移動ロボットの試作に注力し研究を行う。移動ロボットは電動カートをベースに製作し、限られたトイレ空間の移動を実現する。

### 3. 研究の方法

本研究においては実装を目指し研究を進める。そのため、トイレ空間の清掃にはハイスpekでローコスト化を実現した JAKA の協調ロボットを活用する予定である。このため進和株式会社と共同開発する。

(1) 進和株式会社には、開発の重要な構成要素である協調ロボット JAKA Zu5 のシステムを提供いただく。また、愛知工業大学にはない協調ロボット JAKA の特性を熟知した進和株式会社の開発チームの力を得て、清掃タスクを実現するための動作計画の設計・プログラムの作成、実装を行う。

(2) 愛知工業大学では、本助成により電動カート SCOO をベースにしたトイレ空間に適応した移動ロボットを開発する。株式会社キュリオの協力を得て SCOO のデモ機による動作検証を行い動作特性の把握と課題の抽出により、協調ロボットの特性に合わせた治具を設計し、必要となるセンサと合わせてトイレ清掃用移動ロボットを試作する。また、協調ロボットの清掃動作に協調した移動ロボットの制御システムを構築する。

(3) 実装を目指した研究であるため、研究初年度である令和5年度において、清掃ロボットの基本的ハードの構成である清掃を担う協調ロボットの動作計画と移動を担う移動ロボットを試作し、展示会への参加によりニーズ調査及び開発ロボットのPRを行う。

### 4. 研究成果

ロボット開発の第1段階として、移動ロボットは、狭いトイレ空間を移動できる性能を備えるものとし設計製作した。製作した移動ロボットは、図1に示すように全長730mm、全幅520mm、高さ610mm(アーム等除く)であり、車いすと同様同じ大きさである。駆動は、対向二輪の独立駆動とし、前部にフリーキャスターを配置して、駆動軸の中心を旋回中心としたその場旋回を可能としている。走行及びアーム操作時の安定性を向上させるためバッテリーをはじめとした重量物は低い位置に配置し、前後の重心バランスを考慮した。移動制御はジョ

イスティック型の専用コントローラーによる有線遠隔操作型としている。

製作した移動ロボットにアーム型の協調ロボットを取り付けて清掃タスクプログラムを実装した。図2は、デモンストレーションの様子であり、トイレ空間の清掃を実現している。プログラムはダイレクトティーチングを利用して複雑形状の便座周りに対して容易に作成が可能である。モップなど数種類の清掃ツールは、ハンドにより自動で変更可能である。今後は、自動化・自律化に向けた制御システムの構築を行う。



図1 移動ロボット



図2 清掃デモンストレーション

### 5. 本研究に関する発表

- (1) 内田敬久、丹羽雄太 他、“愛知工業大学サービスロボット”、第6回名古屋ロボデックス、第三展示館37-24 進和株式会社 (JAKA)、2023年
- (2) 内田敬久、丹羽雄太 他、“サービスロボット”、メイエキ+ みらいと、モビリティ展、歩行者モビリティ・サービスモビリティ、2023年
- (3) 内田敬久、丹羽雄太 他、“サービスロボットプロジェクト”、瀬戸蔵ロボット博2024、2024年