

氏名	立本将士
学位の種類	博士(医療科学)
学位記番号	甲第10号
学位授与の日付	2020年3月8日
学位論文題名	Lateral transfer assist robot (LTAR): Development of a proof-of-concept prototype 「横移乗支援ロボットのプロトタイプ開発と概念実証」
指導教員	准教授 田辺茂雄
論文審査委員	主査 教授 寺西利生 副査 教授 櫻井宏明 教授 小林茂樹

## 論文内容の要旨

### 【緒言】

車いすは高齢者や身体障害者の移動を支援し、活動範囲を拡大させる優れた福祉機器である。しかしながら、在宅で車いすを使用するには主に二つの問題がある。一つは、「移乗動作」における問題である。車いすからベッドやトイレへの移乗動作は、車いす関連動作の中でも頻度の高い動作であるが、この移乗時の転倒・転落事故が多数報告されている。また、上肢依存的な動作によって生じる肩の疼痛や、介助者の腰痛の発生など、多くの不利益が報告されている。もう一つは、車いすの使用環境における「空間問題」である。特に日本を含めたアジア諸国の住環境面積は、欧米諸国の約半分程度との調査があり、比較的狭い空間でも活用できる移動支援機器が求められている。これらの問題を解決すべく、我々は新しい移動支援機器である横移乗支援ロボット(Lateral Transfer Assist Robot: 以下LTAR)を提案した。本研究は、LTARのコンセプト整理と試作機の開発を行い、健常成人を対象とした有効性・使用性の検証を行った。

### 【方法】

まず、LTAR試作機製作にあたり、コンセプト整理を行った。通常的車いすにおいて、移乗時の転倒リスクを高めている要因は、車いす側方の障害物(アームレスト、駆動輪など)の存在、移乗先との高さの差、隙間の広さであると報告されている。このため、使用者は移乗の際に、一度離臀することを要求される。その他の使用上の問題点としては、使用者は移乗前に車いすのブレーキをかけ、両側のフットレストを上げ、安全な環境を確保してから動作を開始する必要がある。この一連の手順を車いすの新規使用者、特に高齢者や認知機能が低下している者が改めて学習するには、手数が多く複雑である。これらの問題点

を解消するために、隙間や障害物を排除し、臀部を側方に滑らすだけの「横移乗」が可能な機構を有し、なおかつシンプルな操作性が重要であると考えた。更には、狭小空間でも難なく操作を可能にするためには、全方位移動が重要であると考えた。これらのコンセプトを元にLTAR試作機製作を行った。

LTARの評価として、健常成人を対象とした三次元動作分析による有効性検証と、アンケートによる使用性検証を行った。三次元動作分析は慣性式モーショントラッカーを用い、通常的車いすを使用した移乗動作とLTARを使用した移乗動作における、腰部の上下動の比較を行った。被験者は三次元動作分析を行った後、しばらくLTARを使用し、アンケートに答えた。アンケートは形や色、サイズ、乗車の快適さ、操作の簡単さ、操縦の簡単さ、機器の便利さの6項目とし、5段階リカートスケールにて聴取した。

### 【結果】

上記のコンセプトのもと、LTAR試作機を製作した。操作盤には、移乗時を指示するボタンと、操縦用の3軸ジョイスティックを有している。移乗時には移乗方向に対応するボタンを押すことで、自動的にロボットの座面が移乗先の高さに一致し、フットレストが床まで下がり、アームレストが移乗先との隙間を埋めるように座面の高さまで下がる機構を有している。これにより、使用者は横移乗が可能である。また、台車部分はメカナムホイールを採用し、3軸ジョイスティックによって、前後・左右・旋回の全方向へ移動が可能である。更には、LTARは回転半径が550 mmと省スペース化を実現した。

三次元動作分析の結果、通常的車いすからの移乗動作における腰部の上下動が約27 cmであるのに対し、LTAR使用時は約7 cmと有意に少なかった。アンケート結果より、便利さにおいて高い評価が得られた反面、操縦に関してはジョイスティックが小さく難しいという意見が得られた。

### 【考察】

本研究で開発されたLTARは、従来開発されてきた移動/移乗支援ロボットに比べ、アジアの住環境での使用に適したサイズであり、横移乗による動作様式の有効性が認められた。今後はLTARの社会実装に向けて、特に操作性の改善を念頭に開発を進め、実際の車いすユーザーにおける評価を実施していく。

## 論文審査結果の要旨

審査委員から、研究開発の背景と開発コンセプトについて説明が求められた。また、試作機の作製時の役割について問われた。世界と日本の家屋事情の違い、車椅子・ベッド間の移乗時の問題点を動作と環境(支援機器)との相互関係から文献等を引用して論理的な詳細な説明が行われた。また、試作時の役割は、コンセプトの作成とアイデアの創出、改良等の提案、データ収集と論文作成を行っており開発の主要な役割を果たした。残された課題のjoystick操作性についても改良機が示された。本研究成果は既に英文誌に採択されており、学識も含め十分に博士の学位に値すると評価した。