

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 22 日現在

機関番号：32685

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26590119

研究課題名(和文)重症心身障害者用知育および自立的移動支援システムの開発

研究課題名(英文)Development of Cognitive Education and Autonomous Movement Support System for Person with Severe Motor and Intellectual Disabilities.

研究代表者

横倉 三郎 (YOKOKURA, SABURO)

明星大学・人文学部・教授

研究者番号：90366914

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：重症心身障害者が日常生活の中で容易に利用でき、操作に特別な訓練を要しない自立的移動支援装置の開発を行った。コントローラは、タブレットの絵表示を呼気スイッチ等で操作し、コミュニケーションを取ること及び移動先の選択や移動開始の指示を行うことのできるシステムとし、光マーカを用いたナビゲーションシステムと組み合わせることにより、自動運転での移動を可能とした。さらに、移乗機能は、利用者や介護者等の要望から装置のシートをストレッチャー状態にしてからの移乗と被介護者を起立姿勢に起し、さらにフットプレート回転によりベッドや椅子へ移乗をやすくしたことにより、介護者の身体的負担の軽減に成功した。

研究成果の概要(英文)：We have developed an equipment which supports the independent movement of person with severe motor and intellectual disabilities. This equipment does not require any special training to operate. By using the exhalation switch, the controller can instruct the destination, the movement start, and also communication is possible. The controller's direction of the destination, and movement start makes the automatic self-driving possible, by using the optical marker navigation system. Furthermore, answering to the demands and requests from users and their caregivers, transferring to the bed and chair easily is possible with this equipment. When it is a stretcher, by adjusting the height, transferring to the bed is easily done. When in a standing posture, using the footplate rotation, makes the transfer to the bed and chair easy. This reduces the physical burden of nursing of the caregiver.

研究分野：福祉工学

キーワード：重症心身障害者 移動装置 移乗機能 コミュニケーション支援

### 1. 研究開始当初の背景

重度の知的障害及び重度の肢体不自由が重複する重症心身障害者は、自力での移動や言語によるコミュニケーションの困難等から、“待機状態”に置かれる場合が多く、彼らの能動的欲求を充足することは難しく、自身の興味・関心に従って移動することができない。これらを要因としたストレス増大は、心のみならず身体を含めた状態の悪化を招来させる。

重症心身障害者は、市販の電動車椅子のジョイスティック型のコントロールレバーを自らが操作することや目的地までの経路の認識が非常に難しく、電動車椅子で自らの意思で移動することは極めて困難であり、彼らが簡便に操作でき、自らの意思決定で移動可能な装置は、重症心身障害者の空間認知能力及び因果関係の認知能力の向上のほか、出会いの機会の増加によるコミュニケーション力の豊かさを派生させるとともに、嫌悪な状況からの離脱が可能になると考える。

上記理由から重症心身障害者が日常生活の中で容易に利用でき、操作に特別な訓練を要しない自立的移動支援装置の開発が要求されている。

### 2. 研究の目的

本研究において、次の項目の要素技術の開発を行い、重症心身障害者向け知育および自立的移動支援システムの実現を目指す。

### 3. 研究の方法

#### (1) コントローラの開発

移動装置用のコントローラは、重症心身障害者が容易に操作することが可能にできるように低価格のタッチパネル型パーソナルコンピュータ（PC）を用いパネルの接触や呼吸スイッチ・音声入力（音の高低や長さ）などに対応し、使用者とコントローラ間で簡便にコミュニケーションをとることが可能なシステムを開発する。

#### (2) 二次元距離センサの開発

赤外線距離センサを用いた壁からの位置や部屋の形状及び出入り口を自動的に認識し、さらに移動装置が走行する際の障害物を自動的に回避できるようにする。

#### (3) 位置および走路検出装置（屋内ナビゲーションシステム）の開発

赤外線により位置および走路情報を発信し、移動装置が近づくと現在地と走路情報を認識するシステムを開発し、移動装置が自動的に目的地に到着できるようにする。

#### (4) 電動式移乗機能の付加

介助者の身体的負担の軽減及び安全性の面から、上記システムを搭載した電動車椅子に電動式移乗機能を付加し、実用性を高めるようにする。（平成 27 年度追加）

### 4. 研究成果

#### (1) コントローラの開発

①タブレット型 PC のタッチスクリーンの接触やマイクからの音声信号の認識（言葉の認識でなく、音の高低や長さの認識）及び呼吸スイッチからの信号でタブレット型 PC の表示変更やそのコマンドが移動装置のメインコントローラに送信されるようにした。国内外の介護・医療施設にて医療・介護従事者などへのヒアリングなどの調査を行い、タッチパネル型 PC に組み込むソフトウェアの仕様策定を行った。

また、知的障害を補う援助機器（認知支援機器）の開発および普及の先進国であるスウェーデンの認知支援機器センターStoCKK 及び知的障害者と家族の会 FUB を訪問、FKS（認知支援機器に関する国内学会）の大会に参加し、コミュニケーション支援ソフト開発の現状と課題について情報収集を行った。

その結果、重度心身障害者用知育に関する知見としては、次の 5 点が見出された。

- 知的障害及び運動機能低下が重度の人を対象とする場合、コミュニケーション能力を 1 週間くらいかけて調査し、どのような方法が適切なのかを見つけることが必要。
- 言語表現が難しい人には、コンピューターやタブレットを使ったソフト開発が有用。
- 最重度の知的障害のある人の居住環境や日中活動等に関する満足度調査が、本人にとって意味ある写真・画像・音声を施設職員が自由に組み込めるソフトを作ることで可能となった。
- ソフトの設計としては、基本を選び、カスタマイズできるようなものが良い。
- ユーザーが、使って楽しいと感じることができるといった製品であることが重要。

このような知見に基づき、障害者とのコミュニケーション支援ソフト開発（障害者用外部制御型コミュニケーションツール開発）を継続した結果、障害者に合わせて内容の変更・追加が容易に可能であり、介護支援者によるデータ更新が簡便なコントロールシステムを開発することができた。

開発したシステムの構成を図 1 に、コミュニケーション支援ソフトを組み入れたツールの様子を図 2 に示す。

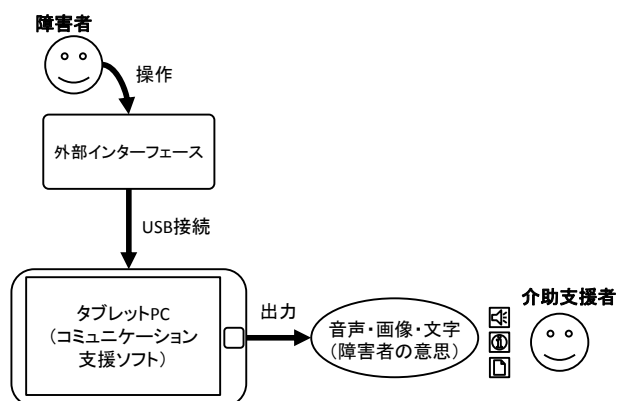


図 1 システムの構成図



図2 コミュニケーション支援ツール

コミュニケーション支援ソフトはUSB接続呼吸スイッチ（外部インターフェース）により操作を行うことができる。呼吸スイッチを吹くことにより、次の選択項目に移動することができる。吸う動作を行うと項目が決定され、タブレットPCから音声・画像・文字を出力し、介助支援者に障害者の意思を伝える。動作が完了するとスタート画面に戻り、再び項目の選択ができるようになる。コミュニケーション支援ソフトで使用している、音声・画像などはインターネットで配布しているフリー素材を使用して製作した。日常的に使用すると思われるものはあらかじめプリセットとしてコミュニケーション支援ソフトにセットされている。

さらに、使用する障害者に合わせて内容を変更・追加したい場合、介護者は、GUIによる操作が可能のため非常に簡単にデータ更新をすることができる。また、設定したデータベースのファイル保存形式は、Microsoft Excel形式のため一般的のPC上から簡単に設定やデータの変更が可能となった。

また、コミュニケーション支援ソフトの応用として現在、東京都立A特別支援学校で特定の障害を持った生徒を対象として生活支援用ICT教材として実験も行っている。まだ少数の結果ではあるが生活行動の改善が見られているとの報告を受けている。

②メインコントローラの構成を図3に、実際に製作したメインボードとドライブ回路の写真を図4に示す。

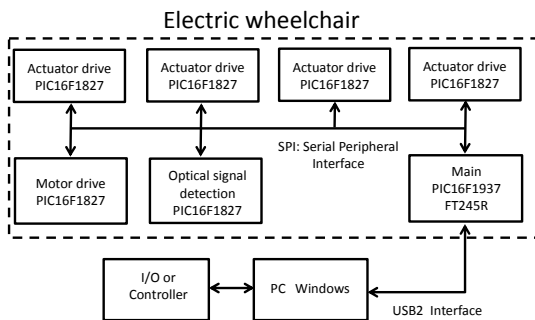


図3 メインコントローラの構成図



図4 メインコントローラおよびドライブ回路

メインコントローラは、二次元距離センサ、位置検出のための光受信ユニットおよび呼吸スイッチなどからの信号の収集・処理、タブレット型PCとの制御データの通信、および駆動装置の制御を行うものである。駆動装置には、リクライニングシートの角度調整用の電動アクチュエータおよび車輪駆動用のDCモータを使用。これらの制御には、安価なPICマイクロコンピュータを複数使いPICマイクロコンピュータ間は、SPI (Serial Peripheral Interface) を用い、タブレット型PC間は、USB2 Interface を用いてデータ通信を行いメインPICマイクロコンピュータですべて制御できる設計および開発を行った。

#### (2) 二次元距離センサの開発

回転式赤外線二次元距離センサを実際に取り付けて、壁に沿って走行するためのシステムを製作した。結果は、模擬実験では、2次元空間データの取得し移動平均から、部屋の形状（壁・出入り口の位置）と障害物のエッジ検出が行え、位置を検出することが可能となったが、現場実験では介助者や障害物の高さなどによる誤検出が見られたので走行と方向検出を分離させ、光送信ユニット（光マーカ）の方向検出を行うことにより部屋の出入り口の位置確認が容易に行うことができた。

#### (3) 位置および走路検出装置（屋内ナビゲーションシステム）の開発

天井などに複数の光送信ユニットを複数取り付け、それぞれの光送信ユニットから位置に関する情報を発信し、移動装置に取り付けている光受信ユニットで受信し、移動装置が位置情報を取得するシステムを構築した。

光送信ユニット（光マーカ）は、赤外線LED、ディップスイッチ、PICマイクロコンピュータで構成され、ディップスイッチにより設定された信号を発信する。また、電源には太陽電池を使用し、電池の交換を排除したメンテナンスフリー化を行うために光マーカからの信号は数秒に一回程度にする。光受信ユニットは、赤外線受信モジュール、PICマイクロコンピュータで構成され、光送信ユニットから発信されたシリアル信号を受信し、移動装置のメインコントローラに送信する。これらのユニットを製作し、模擬実験を行った結果、有効であることが確認された。

#### (4) 電動式移乗機能の付加

介護者の身体的負担の軽減及び安全性の面から、簡便に使用できる電動式移乗機能を

付加した自走式車椅子の開発を行った。

試作した移乗機能は2つあり、リクライニング・座面の高さ調整と、フットプレートの回転である。

#### ①車椅子本体

前輪駆動車とし、走行のための駆動に電磁ロック付の DC24V 240W のギヤードモータ (Okatech 社製 OKA-M-33) を二つ用い最大走行速度を約 5 km/h とした。後輪タイヤは、天地回転などを行いやすくするためにオムニホイール (Nexus robot 社製 127 mm ヘビー級アルミオムニホイール) を採用した。

シートの座面前部は、軸受でフレームと固定し後部が上方へ跳ね上げることを可能にした。

背もたれとレッグレストは、機械的にリンクされ背もたれがリクライニングするとレッグレストも同時に跳ね上がる機構になっている。レッグレスト・座面・背もたれは、2つの電動アクチュエータで制御されている。走行状態の電動車椅子の様子を図5に示す。



図5 走行状態の電動車椅子

#### ②移乗機能

1つ目の移乗機能は、図5に示す走行状態のシートが上昇を開始し、ベッドの高さまで上昇し停止する。その後、フットレスト及び背もたれが連動して、図6に示すようなストレッチャー状態になり被介護者を容易に移乗できる姿勢まで移動する。また、被介護者が寝た姿勢から車椅子乗車姿勢への動作は、上記と逆の順序で行われる。



図6 ストレッチャー状態の電動車椅子

2つ目の移乗機能は、走行状態のシートが降下を開始し、フットプレートが床まで下降し停止する。この状態で、座面及び背もたれが連動して、図7-aに示す位置まで座面と背もたれが起き上がり、被介護者を起立姿勢状態まで起す。被介護者の起立後は、フットプレートが図7-bに示す位置まで回転することにより、被介護者をベッドや椅子などに容易に移乗できる姿勢まで移動する。また、起立姿勢から車椅子への移乗は、上記と逆の順序で行われる。

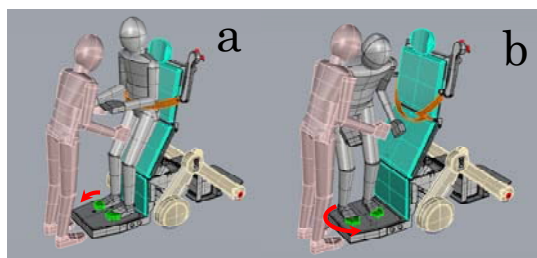


図7 起立状態の移乗



図7 起立状態の電動車椅子

上記二つの移乗機能の動作は、着脱可能なリモートコントローラで行うことができる。

#### (5) 得られた知見のインパクトと今後の展望

重症心身障害者の知的機能の活性化にも役立つ自立的移動支援システムの開発は、国内ではこれが初の試みである。また、このシステムは認知症者にも適用可能であり、開発された車椅子は安全・軽量・操作が簡便であることから、障害者福祉のみならず高齢者福祉分野においても活用が期待される。

また、コミュニケーション支援ツールは、ICT活用の知育・生活支援・学習支援に応用ができ、軽度の認知症患者に対して認知症の進行の抑制効果も期待できると思われる。

## 5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 5件)

①横倉 三郎・香椎 正治、改良型移乗機能付き電動車椅子の開発、日本福祉工学会第20回学術講演会、2016. 11. 26、前橋工科大学 (群馬県・前橋市)

②横倉 三郎、介護従事者の負担軽減を目的とした重度の心身障害者用移動装置、日本介護福祉学会第24回大会、2016. 9. 27、長野大学 (長野県・上田市)

③横倉 三郎・香椎 正治・諸星 勇樹、移乗機能付き電動車椅子の開発、日本福祉工学会第19回学術講演会、2015. 11. 28、山梨大学 (山梨県・甲府市)

④諸星 勇樹・横倉 三郎・吉川 かおり、障害者用外部制御型コミュニケーションツールの開発、日本福祉工学会第19回学術講演会、2015. 11. 28、山梨大学 (山梨県・甲府市)

⑤田中 亮・横倉 三郎・梶原 洋子・吉川 かおり、心身障がい者用コミュニケーションツールの開発、日本福祉工学会第18回学術講演会、2014. 11. 29、岩手大学 (岩手県・盛岡市)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

横倉 三郎 (YOKOKURA Saburou)

明星大学・人文学部・教授

研究者番号：90366914

### (2) 研究分担者

吉川 かおり (YOSHIKAWA Kaori)

明星大学・人文学部・教授

研究者番号：90309013

### (3) 連携研究者

香椎 正治 (KASHII Masaharu)

明星大学・情報学部・教授

研究者番号：00409525