

# 身体障害者のQOL(生活の質)を大幅に向上させる 高機能電動車いすの研究開発

## — 多機能指示端末の設計製作 —

藤井 勝敏      千原 健司      稲葉 昭夫

### Research on Manipulation Systems for Electric Wheelchairs

Katsutoshi FUJII    Kenji CHIHARA    Akio INABA

**あらまし** 電動車いすを常用する生活者向けに、そのQOL(生活の質)を向上するために有効な追加装備とその実装方法および操作方法などについて検討する。本研究では電動車いすにマニピュレータを搭載するが、その操作にはユーザが使い慣れている既存の電動車いす操縦用の入力インタフェースを活用する。また、その操作を補助するためや、電動車いすの走行を補助するための装備として、複数のカメラからなるモニタリングシステムを搭載し、その取り付け位置についても考察する。

**キーワード** 電動車いす, マニピュレータ, カメラ・モニタシステム

#### 1. はじめに

電動車いすは、自立歩行あるいは手動車いすのリムハンドル操作が困難な生活者が自らの意思で移動することを可能にする福祉用具である。近年、公共施設などのバリアフリー化が進んだことによって、電動車いすの利用者も、歩行者と同様な目的地へ自由に移動できる社会環境が整ってきている。

自らの意思で移動できるということは、社会生活において最も重要な自由のうちの一つであるが、その次の要求として、本人の意思で、外界に対する物理的な力作用を発揮することが求められている。事前に行ったアンケート調査によれば、落ちていた物を拾い上げることや、飲食物の運搬、ドアやカーテンの開閉などへの要望が特に多い<sup>[1]</sup>。

そこで、本研究では電動車いすの利用者が使用できる車載用マニピュレータを開発し、そのマニピュレータを効果的に利用できるようにするための取り組みを中心に行う。このうち、マニピュレータ本体の開発については別報<sup>[2]</sup>で述べ、本報ではその操作を指示する入力装置について述べる。

また、電動車いす自体の高機能化に向けた取り組みとして、様々な情報を提示可能な表示装置を搭載することも検討している。今回は、それをマニピュレータでの作業を補助するためのモニタ画面として活用しているが、そのためのカメラの設置位置の検討方法についても言及する。

#### 2. マニピュレータ操作システム

本研究で開発している電動車いす搭載用マニピュレータは、図1に示すように単一の昇降機構と、三つの回転軸および手先の開閉機構で構成される。手先部分は地面に接触する高さまで移動が可能で、機械的自由度は5である。主に、手先部分で小物を持ち上げ、別の場所や、操作者自身の手元まで運搬することが目的になるため、手先の位置決め調整が最も中心的な操作になる。

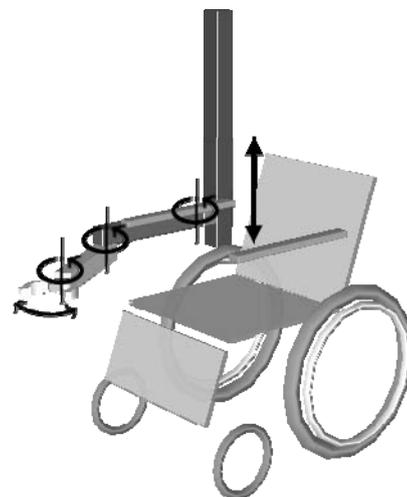


図1 マニピュレータの自由度

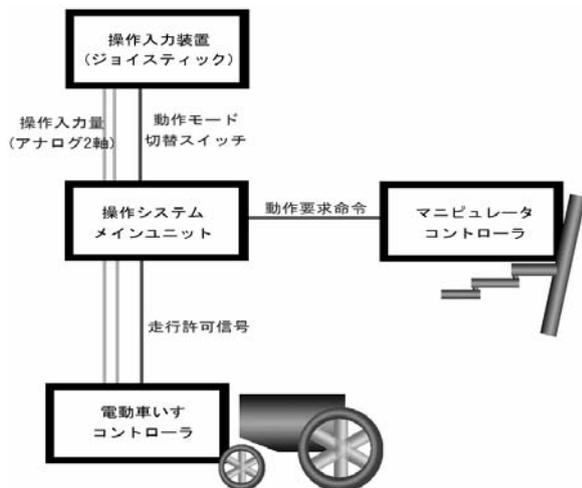


図2 操作系ブロック図

### 2. 1 操作システムの設計要件

このマニピュレータの機械的な運動に関しては、マニピュレータコントローラの管理下で実時間制御が行われているため、操作システムメインユニットは利用者からの入力があった時点で操作内容を解釈し、非同期に動作要求命令を送信すればよい。図2にマニピュレータを搭載した電動車いすの操作系ブロック図を示す。

マニピュレータコントローラが受け付ける動作要求命令のうち、主要なものは、

- 位置(6方向)、左右回転
- 手先の開閉、把持力制御(3段階)
- 作業エリア切り替え(3箇所)、収納
- 停止命令

である。ユーザはこれらの基本動作を組み合わせ、マニピュレータに所望の動作をさせることになるため、的確に動作要求命令を選択できるようにすることが、入力インタフェースの設計要件である。

### 2. 2 入力インタフェース

本研究で想定するマニピュレータの操作者は、今回は日常的に電動車いすを自分で走行している人を対象とす

る。それにより、その操作装置であるジョイスティック類の取り扱いには十分慣れていることを前提とする。図3に本研究で実装対象とする電動車いすを通常の用途、すなわち走行させる場合の操作方法を示す。この電動車いすはジョイスティックの傾斜角度により多段階の走行速度が指示できるため、この機能を活用できている利用者は、半倒し状態を維持することが身体能力的にも操作技術的にも可能と考えられる。

そこでジョイスティックの入力を、図4のマニピュレータ制御命令に対応させる操作方法を実装した。ジョイスティックを半倒し状態で維持すると、手先部分が現在の方向を維持したまま水平面上で4方向に移動する。ジョイスティックを限界まで倒した場合は、警報音を発してからそれぞれ固有の動作を開始する。中立状態から限界に倒した時の動作を選択するときは一時的に半倒し部分を経由する必要があるため、誤動作を防ぐため、この部分の動作開始までに若干の無効時間を設定している。

この操作方式では、把持作業に使う手先の移動方向と中間領域に割り当てた4方向が一致しているため、一定の範囲内であれば、位置あわせ操作は直感的に行える。ただしその範囲を超える場合、円弧運動の組み合わせで先端部分の直線的な運動を実現している機構上、連続的に移動し続けられない状況が発生する。

このような場合、あらかじめ基本姿勢が登録されている3種類の作業領域から目的とする位置に最も近い作業領域に切り替えることで、その付近での作業に適した状態に整えることが可能である。ただしその切り替えに伴う移行中の動作軌跡はマニピュレータコントローラが自動的に生成するため、思わぬ動きをして作業対象物以外の物に接触する恐れなどがある。本操作システムでは、このような事故を利用者が予見した場合、ジョイスティックから手を離すなどにより中立位置に復帰すれば動作を停止するようにしている。またこの場合に限らず、通常的位置決めの際にも、アーム部分が接触しないように、手先部分だけではなくマニピュレータ全体の挙動についても、操作者は十分に把握する必要がある。

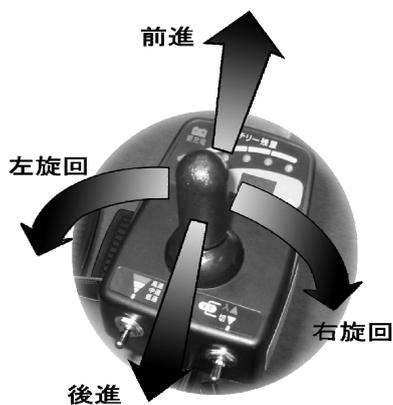


図3 電動車いすの運転方法

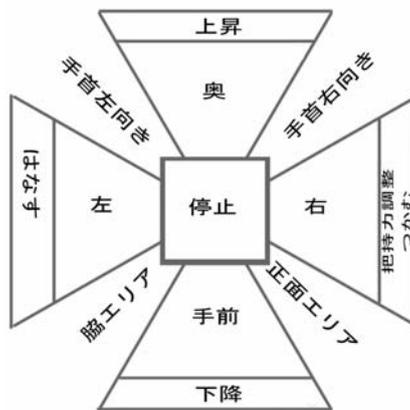


図4 マニピュレータの操作方法

### 3. カメラ・モニタシステム

電動車いすにマニピュレータを取り付けたことによって、その到達範囲にあるものなら床に落としたものでも拾うことができるようになる。しかし車いすに座ると、車体や自分自身の陰に隠れ、その領域全体を目視できないことがある。また車いすの真下付近に落し物が入った場合は、作業可能な位置まで車いすを移動する必要があるが、その際に落し物を電動車いすで踏みつけてしまうことが危惧される。こうした問題から、本研究では車いすの各所に小型ビデオカメラを取り付け、車いす前面にモニタ画面を設置して操作の補助として使うことも検討した。



図5 有効視界測定の様子



図6 カメラ・モニタシステム

#### 3. 1 有効視界の測定

図5は、電動車いす利用者が目視可能な範囲を測定する様子である。通常の走行時と同様に着座し、落下防止用ベルトを着用するが、首での見回しは多少可能である。この条件で被測定者は、マニピュレータの到達可能範囲(黒線)の中で目視できる小石をレーザーポインタで指し、測定者がその小石を取り除くことで記録する。この測定方法によって、体格による個人差がある死角を客観的に明らかにすることができる。カメラ・モニタシステムはこの結果を踏まえて、顕在化した死角領域のうちマニピュレータの操作および電動車いすの運転に必要な領域を撮影するように設置・調整すればよい。

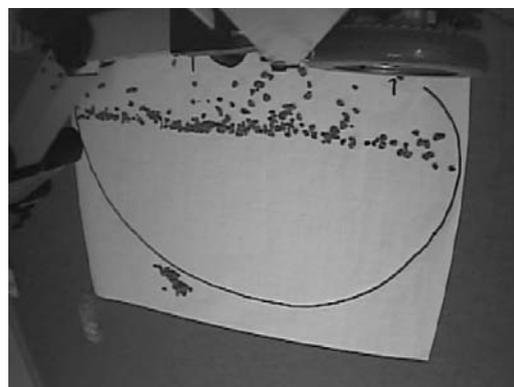
#### 3. 2 カメラとモニタ画面の搭載

電動車いすにカメラとモニタ画面を搭載した状態を図6に示す。現段階では3台の小型カメラで撮影した映像のうちの1つを切り替えスイッチで選択して液晶モニタに表示するシステムとなっており、マニピュレータの操作系とは独立している。

カメラの取り付け位置は、

1. 車いす側面: 床方向作業領域を撮影
2. 車いす底面: 作業領域側の駆動輪周辺を撮影
3. 車いす背面

に仮設置したが、実際には利用目的や利用者の体格、身体能力に応じて調整すべきと考えられる。モニタは、見



(a) 側面用カメラ



(b) 車いす直下カメラ

図7 モニタ画面の映像

易さとマニピュレータの動作範囲に干渉しないように配慮してジョイスティックの先に固定した。

図7に、設置したカメラから撮影した映像を示す。車いすの直近に残る死角(小石の残っている部分)が補完できている。モニターで見る映像は立体的ではないため、絶対的な奥行きを把握するためには、カメラを増やし、他視点からの映像と切り替えて総合的に判断する方法で対応することになる。しかし一般的な生活において物体を持ち運ぶ作業で求められる位置決め精度はそれほど高くなく、慣れた操縦者ならば映像で手先と対象物との相対的な位置関係が把握できる程度で事足りる場合もある。この点に関しては、次年度予定する実証実験の結果を踏まえて、改めて検討する予定である。

また背面カメラはマニピュレータの利用には直接的には関係しないが、後方確認には非常に有用である。電動車いす利用者の多くは、真後ろを振り返って後退することが困難であるため、その場で旋回し基本的に前進で移動することが多い。しかし、エレベータ内のような限られた空間では旋回できないことがあるため、後方の安全を確認する手段としても、このカメラ・モニタシステムが必要とされる可能性がある。

これらの視点切り替えは、現段階ではスイッチを押しての操作となっているが、利便性を考えた上でマニピュレータの操作システムと統合する予定である。

#### 4. まとめ

電動車いす利用者の自立を支援するために開発している車載用マニピュレータの操作方法について検討し、操作システムを設計、開発した。また、このマニピュレータの操作補助および電動車いすの移動自体を支援する目的でカメラ・モニタシステムを開発し、取り付け位置の調整方法について検討を行った。

マニピュレータの操作は、電動車いす利用者が既に習熟しているジョイスティックを使用することで、特に指示入力端末を増やすことなく直感的に作業が達成できるように工夫した。次年度からは、この試作した電動車いすを使い、生活空間における実証実験を行う予定である。

また、今回開発した指示入力方法をテレビや照明器具などの家電製品に応用することも予定している。このような製品は付属のリモコンを使って制御できるが、電動車いすの利用者にとっては扱いにくいとの意見があることから、使い慣れている電動車いす用ジョイスティックで家電も操作できるシステムが望まれている。その他に



図8 スキャン方式操作ボックス

も、電動車いすに搭載したモニター画面を情報端末化するなどの研究を行い、総合的に利用者のQOL向上に寄与するように研究開発を進める所存である。

さらには、より重度の身体障害を持つ場合でも本研究の成果が享受できるよう、ジョイスティック以外の形態をした入力装置でもマニピュレータ等を操作する方法を研究する計画である。一例として図8のようなスキャン方式の操作ボックスなどを検討中であるが、効率的な作業性を実現することが課題であると考えている。

#### 謝 辞

本研究に対して、ユーザとしての立場から研究開発の方針に至るまで貴重なご意見、ご提案を下さいましたバーチャルメディア工房 ぎふ上村数洋理事長に深く感謝いたします。

#### 文 献

- [1] 今井ほか，“県内福祉施設で使用可能な支援機器の調査”，岐阜県生産情報技術研究所研究報告 第7号，pp.47-50, 2006.
- [2] 千原ほか，“身体障害者のQOL(生活の質)を大幅に向上する高機能電動車いすの研究開発 - 操作検証用マニピュレータの設計製作 -”，岐阜県生産情報研究所研究報告 第8号，pp.51-56, 2007.