

(別添1)

厚生労働科学研究費補助金総括研究報告書概要版

研究費の名称=厚生労働科学研究費補助金

研究事業名=障害保健福祉総合事業

研究課題名=高位頸髄損傷者の座薬挿入動作支援機器に関する研究(総括研究報告書)

国庫補助金精算所要額(円)=3,000,000(うち間接経費 0円)

研究期間(西暦)=2002-2003

研究年度(西暦)=2003

主任研究者名=中山 剛(国立身体障害者リハビリテーションセンター)

分担研究者名=横田恒一(国立身体障害者リハビリテーションセンター)

研究目的=高位の頸髄を損傷した高位頸髄損傷者は重度の四肢麻痺を伴うことが多い。そのため、多くの日常生活動作において支障が生じ、介助が必要である。その中でも排泄動作は羞恥の関係もあり、頸髄損傷者自身の生活の質(QOL)からも介助者の負担軽減の観点からも独力のできる方が望ましい。多くの頸髄損傷者が排便の際に下剤や座薬、浣腸を利用しているが、座薬挿入動作の介助率は高い。そこで、本研究では座薬挿入動作の自立支援を目的とする。あるレベルより低位の頸髄損傷者は自助具を利用して自力で当該動作が可能である。しかし、そのレベルより高位の頸髄損傷者の場合、排便動作全体が全介助となることが多い。それは手指動作の可動域や巧緻性が乏しく、触覚を喪失している場合が多いことが原因である。これらの問題を解決するためには、座薬を挿入部位(肛門)まで運び、挿入する動作と細かな挿入位置を探る動作の支援が必要となる。以上を背景にして、自助具では座薬挿入動作の自立が困難な高位頸髄損傷者を対象とした当該動作の支援装置の製作と評価を本研究の目標とする。具体的には、前述の座薬を挿入部位(肛門)まで運び、挿入する動作と細かな挿入位置を探る動作を支援する機構の研究開発である。

研究方法=研究期間を通して、高位頸髄損傷者の座薬挿入動作を支援する装置(マニプレーション機構)の製作と評価を行う。本装置(マニプレーション機構)のような研究開発を行う場合、装置を試作しても通常は様々な問題が表われることが多い。そこで、装置の試作を最低でも二段階に分け、平成14年度では第一世代試作機、平成15年度では第二世代試作機の製作を目標とした。それぞれ、平成14年度では試作機の基本性能評価、平成15年度では人体模型を対象とした評価実験を行った。平成14年度では、装置に必要な仕様を定め、それを基に第一世代試作機的设计および製作を行った。それに加えて、座薬を肛門部位に移動する際に必要な「2次元のポインティング方式の検討」ならびに軟物体を対象としたロボットアームの探り動作アルゴリズムの検討も平行して行った。平成15年度では、第一世代試作機を改良した第二世代試作機と装置の安全性を含めた操作方式に関する検討を行った。なお、全研究期間を通して人も被験者または動物を被験対象とした実験を行っていない。すなわち、研究開発機器の評価はすべて人体模型等を対象とした実験のみを行った。そのため、倫理面に対する配慮は、特に装置の操作実験を実施する際の被験者に対してのみ必要であった。そこで、国立身体障害者リハビリテーションセンターにおける倫理規定に沿って行い、同センターの倫理委員会の承認を受けた後、十分なインフォームドコンセントの上、実施した。

結果と考察=平成15年度の主な研究成果は「ロボットアームに座薬挿入動作支援装置を取り付け、人体模型を対象にした座薬挿入動作」「2次元におけるポインティング方式の装置への応用」「座薬挿入動作支援装置の第二世代試作機の製作」の3点である。「ロボットアームに座薬挿入動作支援装置を取り付け、人体模型を対象にした座薬挿入動作」では

市販のロボットアームに座薬挿入動作支援装置を取り付け、人体模型を対象とした動作シミュレーションを行った。カメラからの映像をもとに被験者が、座薬挿入動作支援装置を人体臀部模型の肛門部に位置合わせを行う。何度かの練習の結果、座薬挿入動作が可能であることが明らかとなった。「2次元におけるポインティング方式の装置への応用」では、ディスプレイ画面上で座薬の位置を確認しつつ肛門部位まで移動させるため、有効なマウスグリッド方式のポインティング方法を装置に応用し、加えてジョイスティック操作も可能とした。「座薬挿入動作支援装置の第二世代試作機の製作」では上記の全ての成果を纏めて、第二世代試作機を製作した。なお、ジョイスティックでの位置合わせ操作やボタン一つでの座薬挿入動作が可能である。

結論=市販のロボットアームに座薬挿入動作支援装置を取り付け、人体模型を対象とした動作シミュレーションを通じて、座薬挿入動作が可能であることを明らかとした。ディスプレイ画面上で座薬の位置を確認しつつ肛門部位まで移動させるため、有効なマウスグリッド方式のポインティング方法を装置に応用し、加えてジョイスティック操作も可能とした。これらの成果を踏まえて、ディスプレイ画面上で座薬の位置を確認しながら座薬を肛門部位まで移動させ、自動的に挿入することが可能な座薬挿入動作支援装置の第二世代試作機を製作した。市販の人体模型を対象とした評価実験を通じて、第二世代試作機を利用してジョイスティックでの位置合わせ操作や押しボタンスイッチ一つでの座薬挿入動作が可能であることを確認した。

(別添2)

厚生労働科学研究費補助金
障害保健福祉総合研究事業

高位頸髄損傷者の座薬挿入動作支援機器に関する研究 (H14-障害-004)
平成15年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 中山 剛
分担研究者 横田恒一

平成16 (2004) 年 4月

(別添3)

目 次

I. 総括研究報告		
高位頸髄損傷者の座薬挿入動作支援機器に関する研究-----		1
中山 剛		
II. 分担研究報告		
1. 装置の安全性の評価 -----		3
横田恒一		
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	-----	5
IV. 研究成果の刊行物・別刷	-----	6

(別添4)

厚生労働科学研究費補助金 (障害保健福祉総合研究事業)
総括研究報告書

高位頸髄損傷者の座薬挿入動作支援機器に関する研究

主任研究者 中山 剛 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所 研究員

研究要旨

高位の頸髄損傷者の自立支援及び介助者の負担軽減を目的として、頸損者が自力でも操作可能な座薬挿入動作を支援する機器に関する研究を行った。ロボットアームに座薬挿入動作支援装置を取り付けた状態および第二世代の座薬挿入動作支援装置を用いて、人体模型を対象にした座薬挿入動作のシミュレーションを行った。カメラからの映像をもとに座薬を人体臀部模型の肛門部に位置合わせを行い、座薬挿入動作が可能であることが明らかとなった。

分担研究者

横田恒一 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所 非常勤技術員

A. 研究目的

高位の頸髄を損傷した高位頸髄損傷者は重度の四肢麻痺を伴うことが多い。そのため、多くの日常生活動作において支障が生じ、介助が必要である。その中でも排泄動作は羞恥の関係もあり、頸髄損傷者自身の生活の質 (QOL) から介助者の負担軽減の観点からも独力でできる方が望ましい。多くの頸髄損傷者が排便の際に下剤や座薬、浣腸を利用しているが、座薬挿入動作の介助率は高い。そこで、本研究では座薬挿入動作の自立支援を目的とする。あるレベルより低位の頸髄損傷者は自助具を利用して自力で当該動作が可能である。しかし、そのレベルより高位の頸髄損傷者の場合、排便動作全体が全介助となることが多い。それは手指動作の可動域や巧緻性が乏しく、触覚が喪失している場合が多いことが原因である。これらの問題を解決するためには、座薬を挿入部位 (肛門) まで運び、挿入する動作と細かな挿入位置を探る動作の支援が必要となる。

以上を背景にして、自助具では座薬挿入動作の自立が困難な高位頸髄損傷者を対象とした当該動作の支援装置の製作と評価を本研究の目標とする。具体的には、前述の座薬を挿入部位 (肛門) まで運び、挿入する動作と細かな挿入位置を探る動作を支援する機構の研究開発である。

B. 研究方法

研究期間を通して、高位頸髄損傷者の座薬挿入動作を支援する装置 (マニプレーション機構) の製作と評価を行う。本装置 (マニプレーション機構) のような研究開発を行う場合、装置を試作しても通常は様々な問題が表われることが多い。そこで、装置の試作を二段階に分け、平成14年度では第一世代試作機、平成15年度は第二世代試作機を対象として製作および評価を行った。

平成15年度では第二世代試作機の製作と評価を主任研究者の役割とし、2次元でのポインティング方法などの操作方式を含めた装置の安全性を分担研究者の役割とする。

主任研究者の平成15年度の目標は

- ・ ロボットアームを用いた座薬挿入動作シミュレーション
- ・ 座薬挿入動作支援装置の第二世代試作機の製作と評価

である。

(倫理面への配慮)

本研究計画では人体模型を対象とした実験のみ計画しており、人を被験者または動物を被験対象とした実験は期間内で実施していない。すなわち、研究開発機器の評価はすべて人体模型等を対象とした実験のみを行った。そのため、倫理面に対する配慮は、特に装置の操作実験を実施する際の被験者に対してのみ必要であった。そこで、国立身体障害者リハビリテーションセンターにおける倫理規定に沿って行い、同センターの倫理委員会の承認を受けた後、十分なインフォームドコ

ンセントの上、実施した。

C. 研究結果

・ロボットアームを用いた座薬挿入動作シミュレーション

平成14年度に製作した座薬挿入動作支援装置の第一世代試作機をロボットアームに取り付けた実験を行った。すなわち、市販のロボットアーム（三菱電機株式会社製、Move Master EX）を利用して、市販の人体臀部模型（株式会社京都科学製、導尿・浣腸トレーニングモデルTA-1形）を対象として、座薬挿入動作のシミュレーションを行った（図1）。人体臀部模型の側に小型CCDカメラを設置しており、そこからの映像が被験者の眼前に設置したテレビモニタに映し出される。被験者は、モニタ映像をもとに座薬挿入動作支援装置の第一世代試作機を人体臀部模型の肛門部に位置合わせを行う。この際、ロボットアームは人体臀部模型を座標中心とした前後左右および上下方向の6方向に自由に動かすことができるようなアルゴリズムとしている。人体臀部模型に対する装置の位置合わせが終了した後、被験者がボタンを押すことで人体臀部模型に座薬を挿入する動作が開始される。被験者が何度かの練習の結果、座薬挿入動作が可能であった。

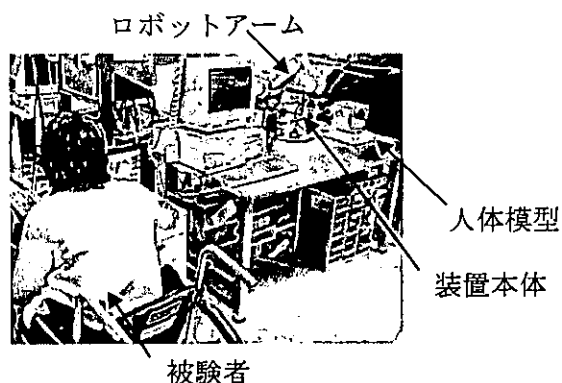


図1 ロボットアームを用いた座薬挿入動作シミュレーションの実験風景

・座薬挿入動作支援装置の第二世代試作機の製作

第一世代試作機における問題点およびロボットアームを用いた座薬挿入動作シミュレーション結果を基にして、装置の第二世代試作機を製作した（図2）。ジョイスティックでの位置合わせ操作やボタン一つでの座薬挿入動作が可能である。被験者が何度かの練習した結果、人体臀部模型（株式会社京都科学製、導尿・浣腸トレーニングモデルTA-1形）を対象として、座薬挿入動作が可能であった。

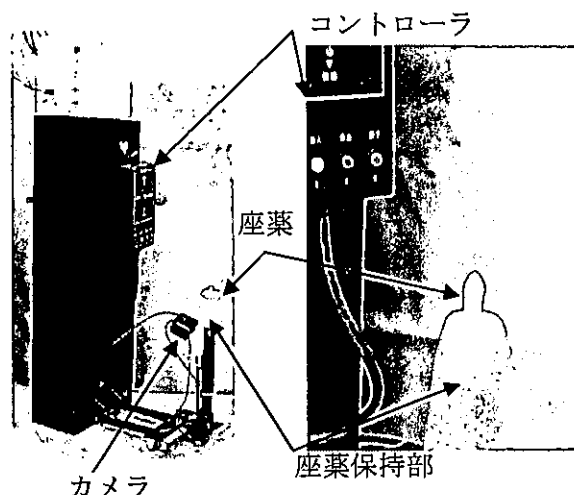


図2 座薬挿入動作支援装置の第二世代試作機

D. 考察

装置の第二世代試作機を利用して、人体臀部模型を対象とした座薬挿入動作が可能であることが明らかとなった。第二世代試作機では位置合わせ操作をジョイスティック、座薬挿入動作の開始、停止、終了を押しボタンスイッチで操作する方式を採用している。しかし、本装置の対象者として想定している高位頸髄損傷者の中には、残存する身体機能の問題からジョイスティックや押しボタンが利用できない方もいる。そのため、1入力方式や呼気スイッチなどのその他のスイッチでの操作の検討も今後は必要となると考える。

E. 結論

モニタ画面上で座薬の位置を確認しながら座薬を肛門部位まで移動させ、自動的に挿入することが可能な座薬挿入動作支援装置の第二世代試作機を製作した。市販の人体模型を対象とした評価実験を通じて、第二世代試作機を利用してジョイスティックでの位置合わせ操作や押しボタンスイッチ一つでの座薬挿入動作が可能であることを確認した。

F. 健康危険情報

特になし

G. 研究発表

1. 論文発表
 2. 学会発表
- なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

厚生労働科学研究費補助金（障害保健福祉総合研究事業）
分担研究報告書

高位頸髄損傷者の座薬挿入動作支援機器に関する研究

分担研究者 横田恒一 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所 非常勤技術員

研究要旨

高位の頸髄損傷者の自立支援及び介助者の負担軽減を目的として、頸損者が自力でも操作可能な座薬挿入動作を支援する機器に関する研究を全体で行った。本分担研究においては、機器を利用して座薬を挿入する際、肛門部位を探るために必要なアルゴリズムであるマニプレーション機構（座薬挿入動作支援装置）で座薬を適切な位置に移動させる動作（位置決めアルゴリズム）の検討を行った。その結果、マウスグリッド方式のポインティング方法の効率が非常に良いことが明らかとなった。

A. 研究目的

高位の頸髄を損傷した高位頸髄損傷者は重度の四肢麻痺を伴うことが多い。そのため、多くの日常生活動作において支障が生じ、介助が必要である。その中でも排泄動作は羞恥の関係もあり、頸髄損傷者自身の生活の質（QOL）からも介助者の負担軽減の観点からも自力でできる方が望ましい。多くの頸髄損傷者が排便の際に下剤や座薬、浣腸を利用しているが、座薬挿入動作の介助率は高い。そこで、本研究では座薬挿入動作の自立支援を目的とする。あるレベルより低位の頸髄損傷者は自助具を利用して自力で当該動作が可能である。しかし、そのレベルより高位の頸髄損傷者の場合、排便動作全体が全介助となることが多い。それは手指動作の可動域や巧緻性が乏しく、触覚が喪失していることが多いことが原因である。これらの問題を解決するためには、座薬を挿入部位（肛門）まで運び、挿入する動作と細かな挿入位置を探る動作の支援が必要となる。

高位頸髄損傷者のような重度肢体不自由者が本装置のような装置を操作することは難しい。操作の際、特に問題となるのが座薬を挿入部位（肛門）まで運ぶ動作（位置合わせ動作）である。

本装置の主な支援対象である高位頸髄損傷者の場合、残存する身体機能の関係で1スイッチ入力方式や音声指令方式などが操作方法となることも多い。この場合、装置の先端部分を動かして肛門部位に合わせる場合には、上手に操作することは非常に難しく、時間を要することが問題となってくる。また、装置の安全性の観点からも、よ

り確実かつ簡単に座薬の位置決め動作ができる方が望ましい。

以上を背景にして、音声認識を利用してモニタ画面上で装置先端部分の位置決めを行うことを想定する。その上で幾つかの2次元ポインティング方法の比較検討を通じて、最適な方法の確立を本研究の目的とする。

B. 研究方法

ドラゴンスピーチセレクト、バージョン6.00（ScanSoft, Inc開発、(株)アスキーソリューションズ販売）とVia Voice for Windows, Pro USB Version 9日本語版（日本アイ・ビー・エム株式会社製）の代表的な市販日本語音声認識ソフトウェアを使用する。Dragon Speechでは、マウスポインタの移動方法として、(i)方向と速さを指定する方法、(ii)方向と距離を指定する方法、(iii)マウスグリッドによる移動方法の3種類が存在する。本実験では、(i)のみの命令方法、(iii)のみの命令方法、(i)と(ii)を組み合わせた命令方法の3種類の命令方法にて実験を行う。一方、Via Voiceでは(i)方向と速さを指定する方法、(ii)方向と距離を指定する方法、(iii)方向のみで微少移動を指定する方法の3種類の移動方法がある。本実験では、(i)のみの命令方法、(ii)のみの命令方法、(i)と(ii)を組み合わせた命令方法、(i)と(iii)を組み合わせた命令方法、(ii)と(iii)を組み合わせた命令方法の5種類の命令方法にて実験を行う。

パーソナルコンピュータのディスプレイ上に

864×648ピクセルの枠を設定する。各マスめの大きさは32×24ピクセル、マスめ間の距離は横384ピクセル、縦288ピクセルである。出発点、通過点、目標点を定め、音声認識ソフトウェアを利用しながらマウスポインタを移動させる。各命令方法でE→B→A等の8通りの経路で5回ずつ測定を行う。但し、Dragon Speechのマウスグリッドによる移動は経路を指定できないため、A、C、G、Iを目標点とする(図1)。

また、目標点到達は目標マスめ内にポインタが入ることで判定する。なお、被験者は健常者1名とし、作業時間、命令回数、誤認識回数、訂正回数、操作のしやすさに対する主観的評価(6段階評価)を行う。

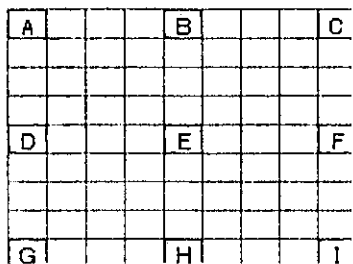


図1 操作実験におけるディスプレイ枠(倫理面への配慮)

国立身体障害者リハビリテーションセンターにおける倫理規定に沿って行い、同センターの倫理委員会の承認を受けた後、十分なインフォームドコンセントの上、実施した。

C. 研究結果

表1に各命令方法における作業時間と命令回数を示す。各命令方法において出発点から目的点まで音声認識ミスや操作上のミスがなく理想的にマウスを移動させる際の命令回数を理想命令回数と定義する。理想命令回数ほどの命令方法でも大差はなく3~4回であった。また、音声認識による誤認識やそれが原因で生じた訂正回数を除いた命令回数を作業命令回数と定義する。命令を実行させるための平均操作回数=作業命令回数/理想命令回数とすると、Dragon Speechの(iii)マウスグリッドによる移動方法のみの命令方法の場合が最も少なく1.0であり、Dragon Speechの(i)方向と速さを指定する方法のみによる命令方法が最も高く2.62であった。同様に主観的評価による評点においてもDragon Speechの(iii)マウ

スグリッドのみの命令方法が最も評点が高く、(i)方向と速さを指定のみの命令方法が最も評点が低かった。

表1 各命令方法の作業時間と命令回数

	命令方法	作業時間 [sec]	命令数 [回]
Dragon Speech	(i)のみ	34.00±9.46	10.55±6.85
	(iii)のみ	7.84±1.84	4.10±0.45
	(i)と(ii)	22.79±5.17	6.18±1.52
Via Voice	(i)のみ	17.70±9.95	5.00±1.40
	(ii)のみ	9.95±2.13	3.28±0.88
	(i)と(ii)	13.25±3.34	4.30±0.79
	(i)と(iii)	17.68±3.71	5.50±1.78
	(ii)と(iii)	16.00±7.04	3.98±1.48

※命令方法(i)~(iii)は前頁の定義に準ずる

D. 考察

命令を実行させるための平均操作回数は1つの命令を実行させるための操作ミスを含めた操作回数の期待値と言える。その値が1.0であるマウスグリッド方式は操作という点で非常に優れていることが分かる。実際、主観的評価が高いこともこれを裏付けている。加えて、表1における作業時間及び命令数等を鑑みても、比較的能率の良いマウスポインティング操作方式であり、本装置における座薬の位置決め操作に適していると考えられる。

E. 結論

高位頸髄損傷者が音声入力を利用して、座薬挿入動作支援装置の先の座薬を肛門部位に位置合わせすることを想定した実験を行った。操作実験結果からマウスグリッド方式は比較的能率の良いポインティング方法であることが明らかとなった。

F. 健康危険情報

特になし

G. 研究発表

1. 論文発表
 2. 学会発表
- なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

(別添6)

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の 編集者名	書 籍 名	出版社名	出版地	出版年	ページ

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
中山剛, 中井徹 志, 横田恒一	高位頸髄損傷者の座薬 挿入動作支援機器に関 する研究	平成15年度厚 生労働科学研 究障害保健福 祉総合研究成 果発表会(研 究者向け)抄 録集	平成15年度	9	2003

20030262

以降は雑誌/図書等に掲載された論文となりますので、
「研究成果の刊行に関する一覧表」をご参照ください。