

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

平成14年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 中山 剛

平成15(2003)年4月

目 次

I 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 -----	1
中山 剛	
II 分担研究報告	
高位頸髄損傷者の座薬挿入動作支援機器に関する研究（安全性に関する研究） -----	3
中井徹志	
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 -----	7

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（以下頸損者と記す）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。ウレタンにて座薬保持部、座薬を送る直動機構を試作し、ワイヤ駆動の第一世代試作機を製作した。加えて、テスト用疑似肛門器具を対象として、座薬を挿入できる等の基本性能の評価並びに確認を行った。また、2次元におけるポインティング方式の最適化の検討を行い、マウスグリッド方式のポインティング方法が能率的であることを明らかとした。

分担研究者：

中井徹志 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所 流動研究員

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器の研究開発である。

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（マニピュレーション機構）の製作と評価を行う。本装置の場合、大まかな位置合わせを行う本体機構と探り動作を行う副機構、装置の操作を行う箇所を大別できる。そこで、本体機構及び装置の操作部分を主任研究者の役割とし、副機構を分担研究者の役割とする。なお、本装置（マニピュレーション機構）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、第一世代試作機では基本性能評価、第二世代試作機では人体模型を対象とした評価実験を行う予定である。

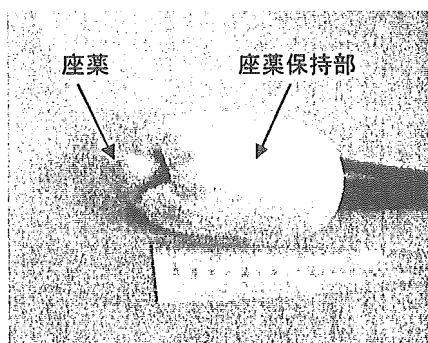
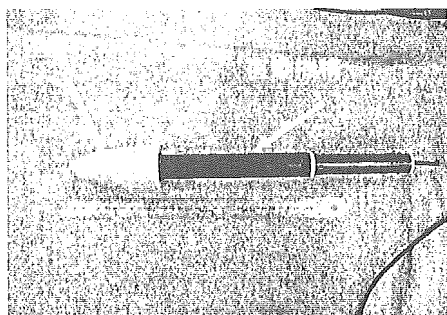
平成14年度の目標は第一世代試作機の製作と基礎的な評価であった。装置に必要な仕様を定め、それを基に設計を行った。第一世代試作機の本体機構と操作部分を製作し、性能評価を行うことが主任研究者の初年度の研究目標であった。

（倫理面への配慮）

前述の通り、平成14年度研究終了時点では、人を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、現状では特に倫理面に対する配慮が必要な点は見あたらない。なお、平成15年度において倫理的に課題がある実験等を計画する際には、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て十分なインフォームドコンセントの上、実施する予定である。

C. 研究結果

・座薬挿入動作支援装置の第一世代試作機の製作
座薬を挿入する際に肌を傷つけないように装置の先端部（座薬保持部）は柔らかい部材であることが必要不可欠となる。一方、肛門内に押し込むための土台として、座薬をしっかりと保持することも求められる。以上の2つの矛盾する問題を解決するために、様々な形状を検討・設計し、様々な素材（ウレタンやラテックス等）を用いて試作した。試行錯誤を繰り返した末、最終的な座薬保持部の設計を行い、その金型を用いて座薬保持部を製作した。その結果、柔らかいが、しっかりと座薬を保持することが可能な先端部を製作することができた（下写真）。なお、ワイヤ駆動からなる直動機構をもとにした装置の第一世代試作機では座薬を2段階に送ることができる機構となっており、下の方の写真は座薬の第1段階に送った状態である。また、製作したテスト用疑似肛門器具を対象として、座薬を挿入できる等の基本性能の評価並びに確認を行った。



・2次元におけるポインティング方式の最適化の検討

本装置は手指動作の可動域や巧緻性が乏しく、臀部の触覚も殆ど喪失した高位頸髄損傷者を対象としている。そのため、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

ることが必要となる。ところが、本装置の対象者である高位頸髄損傷者がディスプレイ画面上で確認しつつ、ポインティング操作を行うのは容易ではない。そこで、高位頸髄損傷者が本装置を使用する場面を想定し、1スイッチまたは音声指令をもとにした2次元におけるポインティング方式に関して検討実験を行った。その結果、Dragon Speech社が採用しているマウスグリッド方式の能率が良いことが判明した。

D. 考察

第一段階試作機は基本構造並びに基本性能を有していることが明らかとなった。また、本装置の操作に必要な2次元のポインティングに関して有効な入力方法も明らかとなった。今後は、これらを活かした第二世代の試作機作製が課題となると考える。

E. 結論

ウレタンにて座薬保持部、座薬を送る直動機構を試作し、ワイヤ駆動の第一世代試作機を製作した。加えて、テスト用疑似肛門器具を対象として、座薬を挿入できる等の基本性能の評価並びに確認を行った。また、2次元におけるポインティング方式の最適化の検討を行い、マウスグリッド方式のポインティング方法が能率的であることを明らかとした。

F. 健康危険情報

特になし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

・中山剛, 中井徹志, 手嶋教之: 重度肢体不自由者のための2次元ポインティング方法に関する研究, 2002年度日本人間工学会関東支部第32回大会講演集, 52-53, 2002.

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

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 中井徹志 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所 流動研究員

研究要旨

高位の頸髄損傷者（以下頸損者と記す）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ピュレーション機構に振動モータを取り付けた方式での探り動作アルゴリズムの改良を行った。その結果、人体臀部のような軟物体を対象に探り動作がより容易となった。

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、後者の細かな挿入位置を探る動作を支援する機構並びにアルゴリズムの研究開発を本分担研究の目的とする。

B. 研究方法

装置本体をほぼ肛門の位置に移動させた後、肛門の位置に座薬を完全に合わせるためには探る動作が必要となる。ところが、人体のような軟物体に対して、探り動作を行うのは容易ではない。そこで、ロボットアーム部に振動モータを取り付け、その情報をもとに探り動作を行うアルゴリズム

を研究開発することとした。

（倫理面への配慮）

平成14年度の研究では軟物体の対象として人や動物などを対象とする実験は行わなかった。代りに株式会社レジーナ製バイオスキンドール等の疑似人体模型を実験の被験対象とした。そのため、特に倫理面に対する配慮が必要な点は見あたらなかった。

なお、平成15年度において倫理的に課題がある実験等を計画する際には、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て十分なインフォームドコンセントの上、実施する予定である。

C. 研究結果

振動モータに関して、携帯用振動モータをロボットアーム手首に装着プレートを介して装着した。装着に関しては、なるべくランダムな振動が発生するように、2基のモータを装着し、回転軸が直行するように取り付けた。なお、装着後に振動モータを駆動させたところ、センシングナルの振動では、xyzのある軸に偏った振幅は認められなかった。

振動モータを駆動して、ロボットアーム先端に把持した物体を模擬頭部に接触させたところ、振動と接触の幾何学的な関係による特徴がセンサ信号波形上に現れた。すなわち、非線形フィルタによって特徴抽出に成功し、ほぼ、一点で接触している場合に、その接触方向を弁別することができた。ロボットアームに堅い物体を固定して、軟

物体である人体模型に対して拙速させた際のxyzの各軸方向の力覚センサのシグナル出力波形を 図1に示す。

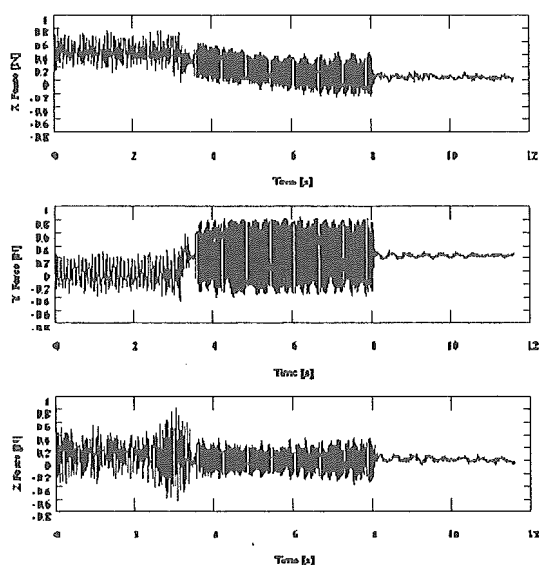


図1 xyz軸の力覚センサシグナル波形

また、ロボットアームに堅い物体（電動シェーバ）を固定しながら、軟物体である人体模型に接触し、滑らせる動作ができることを検証し、確認した。なお同動作の実現にあたっては、前述の振動モータの加振による接触状態認識手法をもちいた。

D. 考察

振動モータの加振による方式でも柔らかい物体（人体模型）に対する接触状態を把握できることから、座薬挿入動作を支援する機器における探り動作に十分に応用が可能と考える。平成15年度は実際に応用し、同じく臀部の人体模型に対して評価実験を行う予定である。

E. 結論

高位の頸損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に必要な分担研究を行った。

すなわち、支援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ピレーション機構に振動モータを取り

付けた方式での探り動作アルゴリズムの改良を行った。その結果、人体臀部のような軟物体を対象に探り動作がより容易となった。

F. 健康危険情報

特になし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

・中井徹志, 中山剛, 佐々木健: 安全性のためのアクティブセンシングによるロボットアームの人体接触動作の実現, 第18回ライフサポート学会大会講演予稿集, 93, 2002.

・中井徹志, 中山剛: 皮膚表面に対する電動シェーバのなぞり動作の実現, 電子情報通信学会技術研究報告, WIT2002-61-69福祉情報工学, 13-18, 2002.

・中井徹志, 中山剛: アクティブセンシングによる柔軟環境への押し付け動作に関する研究, 2003年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, 657, 2003.

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

書籍（該当なし）

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
中井徹志, 中山剛, 佐々木健	安全性のためのアクティブセンシングによるロボットアームの人体接触動作の実現	第18回ライフサポート学会大会講演予稿集		93	2002
中山剛, 中井徹志, 手嶋教之	重度肢体不自由者のための2次元ポイントング方法に関する研究	2002年度日本人間工学会関東支部第32回大会講演集		54-55	2002
中井徹志, 中山剛	皮膚表面に対する電動シェーバのなぞり動作の実現	電子情報通信学会技術研究報告	WIT2002-61	13-18	2002
中井徹志, 中山剛	アクティブセンシングによる柔軟環境への押し付け動作に関する研究	2003年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集		657	2003

20020303

以降P7-P17は雑誌/図書等に掲載された論文となりますので
P5「雑誌」をご参照ください