

戦略的創造研究推進事業
(社会技術研究開発)
平成27年度実装活動報告書

研究開発成果実装支援プログラム
「手指麻痺者の日常生活支援のための
パワーグローブの社会実装」

採択年度 平成25年度

実装責任者氏名 諸麥 俊司(中央大学、准教授)

1. 概要

本実装活動の最終目標は、開発したパワーグローブの実用化に要する課題を克服し、プログラム終了後に実用化と普及を実現することである。本パワーグローブは手指麻痺者に自在な把持機能を提供できることが確認されており、彼らの日常生活の自立性向上および就労機会の拡大に寄与すると期待できる。このパワーグローブの普及のためには、実装責任者は厚生労働省から補装具としての認定を受けることが不可欠と考えており、本プログラムにおいては、補装具の申請に必要な工学的試験評価および臨床的試験評価を実施する。パワーグローブの機能性や安全性とともに、ADL改善効果を明らかにし、その結果をもって補装具完成用部品の登録申請を行う。また、パワーグローブによる手指麻痺者の就労支援についても検討し、さらには各種イベントへの出展やデモ等を通じてパワーグローブの認知度拡大を図る。以上のように、総合的な活動を通してパワーグローブの確実な実用化を目指す。

平成27年度は、計画の従い次の内容に取り組んだ。

- [1] 工学的試験評価に用いる試験用パワーグローブ8セットの製作
 - 着脱機構の製作にあたった。
- [2] 工学的試験評価に用いる各種試験装置の製作
 - 指運動軌跡測定装置の製作を行った。
- [3] 工学的試験評価の実施
 - 指運動軌跡の測定を行った。
- [4] 臨床的試験評価の実施
 - 臨床的試験評価の準備を行った。
- [5] 頸髄損傷者による手作業従事シミュレーション用実験装置の製作
 - シミュレーション用実験装置を製作した。
- [6] パワーグローブの認知度拡大に向けた活動
 - 展示会に出展し認知度拡大に努めた。また、国際展開促進のための追加配賦を受け、米国研究者を招聘して、国際展開について検討を行なった。

2. 実装活動の具体的内容

平成27年度に実施した実装活動の具体的内容について以下に述べる。

- [1] 工学的試験評価に用いる試験用パワーグローブ8セットの製作
 - ・グローブ簡易着脱機構の完成

昨年度まではグローブとコントローラを接続する簡易着脱式ケーブルのみが未完成となっていた。本年度はコントローラ本体のケーブル接続部位にダイヤルを設け、ダイヤルを回すことでケーブル長を調節できるようにした。同時にグローブ側から出る駆動糸の指先への取り付け方と、駆動糸を指節に密着させるための固定するベルトを着脱可能とした。具体的には駆動糸の先端に輪をつくるように結び、これをグローブの指先端キャップに設けたスリットに掛けるだけの固定方式を採用した。輪を指先端に掛けた後、駆動糸の上から指節を一周するようにベルトを巻いてベルクロで固定する方式を採用した。これにより、コントローラのダイヤルで駆動糸を緩めて先端の輪を指先からはずし、ケーブル先端の金具をグローブ手首部分から抜けば、簡単にグローブのみ取り外せるようになった。また、ケーブル先端をグローブの手首部分のアタッチメントに挿し、駆動糸をグローブの手首部

分の接続孔から挿入して指根元部分で出てきた輪を指先端のスリットに掛け、ケーブルを先端も同じ接続孔に挿入して指節ベルトをまきなおせば、グローブ装着完了となる。グローブ装着時の写真とコントローラのダイヤルを回してケーブル長を短くすることで駆動糸の輪が指先からはずされた様子の写真をそれぞれ図1に示す。

以上のように、これまで一体だったコントローラとグローブは、容易に着脱可能となり、これによりグローブの交換、クリーニング、消毒等を行いやすくなった。



(a) ケーブル伸長して駆動糸を張った様子



(b) ケーブルを短縮して駆動糸を指先から外した様子

図1 グローブの簡易着脱機構

・頭部装着型インターフェースのスリム化

頭部に装着して使用する操作用インターフェースは昨年度無線化を果たしたが、センサを頭部に固定するための市販のヘッドホンの一部を構造部材として用いていたこともあり、必要以上に大きかった。27年度は、センサを納めて頭部に装着する専用の構造部材を設計し、製作を行なった。その結果、大幅なスリム化と軽量化を実現した。図2にスリム化されたインターフェースの写真を示す。

以上のとおり、グローブの簡易着脱機構とインターフェースのスリム化を実現し、これで試験用パワーグローブ8セットの製作が完了した。



図2 スリム化された頭部装着型インターフェース

[2] 工学的試験評価に用いる各種試験装置の製作

・指に加わる圧力を測定する試験装置の製作

26年度までにグローブが手に及ぼす圧力分布を測定する試験装置、駆動ユニットの牽引力測定装置および駆動速度測定装置、駆動ユニット耐久度試験装置を開発した。本年度は所定の位置での圧力測定を可能とする測定器の開発を試みたが、手袋内で移動する指表面の、しかも微小な領域に加わる軽微な圧力を十分な精度で測定できる手段は見つからず、また自ら製作も試みたが残念ながら実現出来なかった。

このため、H28年度は、伸縮性がなく感受面も大きいため、あくまでおおまかな値しか得られないが、市販のフィルム型圧力センサを用いて、先の圧力分布測定で特定された比較的高い圧力が生ずる数箇所においてグローブ内圧力の測定を行い、完成用部品登録申請のための工学的試験評価用データとして用いる予定である。

・指運動軌跡測定装置の製作

本グローブシステムは指の屈伸運動を実現するものであり、どのような指運動が実現されているかを特定することは、性能や安全性を評価する上で重要と考えた。そこで、計画には無かったが、追加で指先の運動軌跡を測定する試験装置を製作した。図3に製作した指先軌跡測定装置の写真を示す。グローブの指先に小型の永久磁石を固定し、グローブのすぐ近くに磁気センサを複数設置して、測定された磁気センサのデータから磁石の3次元位置を算出する方式を採用した。永久磁石は直径5mm、長さ8mmのネオジウム磁石を採用し、磁気センサモジュールは8個使用した。

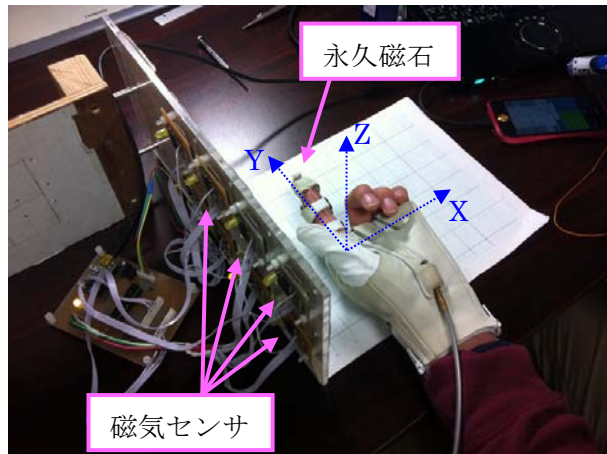


図3 指先軌跡測定装置

[3] 工学的試験評価の実施

・指に加わる圧力を測定する試験

上述したとおり、測定装置の製作を断念したため、試験は行われなかった。

・指運動軌跡測定試験

パワーグローブにより指の屈伸運動を10回行ったときの測定結果を図4に示す。指が深く屈曲されたときに、指がやや機側に寄る様子が見られるが、これは健常者が素手で行なっても同様に観測される現象である。パワーグローブを用いて実現される指運動がどのような指先軌跡を伴うか3次元データとして示された。

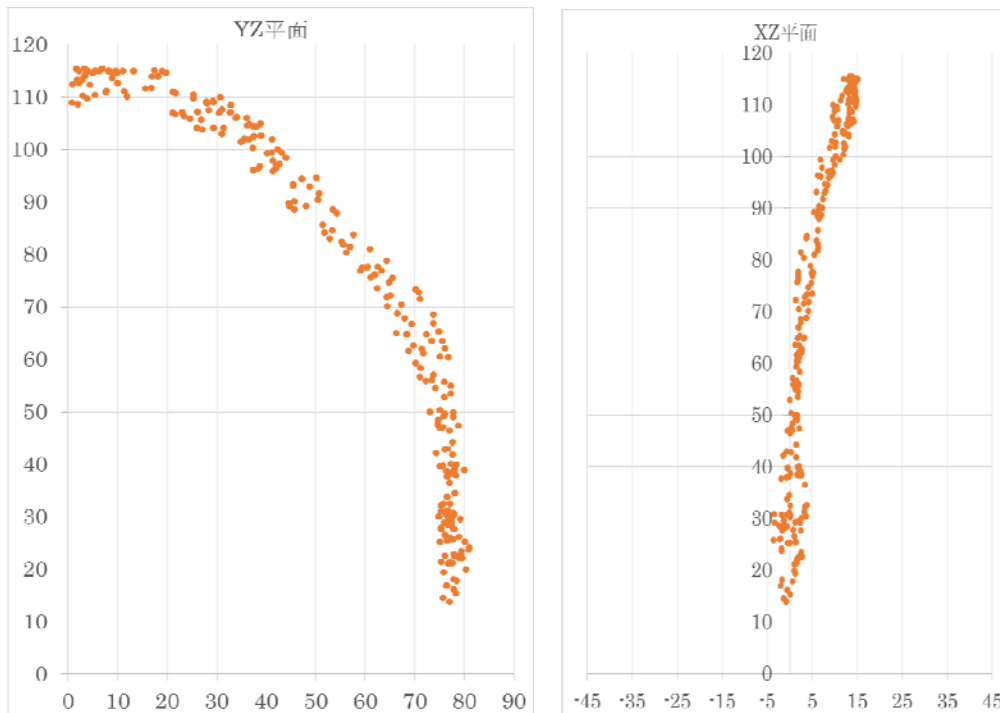


図4 指先軌跡測定結果

[4] 臨床評価試験の準備

28年度に完成用部品登録申請を行なうためには、28年9月末までに最低3名による3ヶ月使用のデータが必要である。当初の計画ではH27年度には臨床試験評価を開始する予定であったが、試験用グローブの製作の遅れや臨床試験を担当する施設との連携不足から残念ながらまだ実現していない。

28年度9月末までの確実な臨床評価試験の完了のために、以下の準備を行なった。

(1) 神奈川リハビリテーションセンターでの臨床評価試験の準備

臨床評価実施機関である神奈川リハビリテーションセンターのリハビリテーション工学研究室の村田氏、同職能科の松本氏と、28年度の臨床試験の実施について打合せを行なった。同機関の倫理審査への対応を早急に行い、目標4名の被験者による臨床評価試験を5月中に開始できるよう準備を進めることとなった。

(2) 長崎市および小金井市の病院での臨床評価試験の準備

臨床評価試験を確実に実施するために、ロボットリハビリの臨床評価試験で多くの経験を有する東京女子医科大学の和田太先生を本実装活動にお招きし、28年度より実装活動メンバーに加わっていただくことになった。さっそく臨床評価担当の長崎大学大学院医歯薬学総合研究科の東先生と新たに加わった和田先生と一緒に、期限内の臨床評価試験完了に向けた打ち合わせを行い、神奈川リハビリテーションセンターに加えて、長崎市内および小金井市の医療機関でも1ないし2名ずつ臨床評価試験を実施できるよう準備を開始していただくこととなった。長崎市での臨床評価試験実施についてはすでに長崎大学で倫理審査委員会の認証を得ており、すぐに被験者の選定を開始することとなった。小金井市での実施については、和田先生に早急に倫理審査の申請をしていただき、6月初旬の試験開始を目指すこととなった。3機関による臨床評価試験を実施するにあたり、共通の試験の実施方法や評価方法などが詳細に決定され、この内容に基づき、各機関での倫理審査書類が整えられることとなった。

以上のように28年度9月の完成用部品登録申請に向けて5月からの臨床評価試験の具体的な計画とそのためのスケジュールが定められた。

[5] 頸髄損傷者による手作業従事シミュレーション用実験装置の製作

頸髄損傷者がパワーグローブにより把持機能を得ることで、どのような条件や環境であれば簡単な手作業に従事可能となるかと検証するために、手作業従事シミュレーション用の実験装置を製作した。製作した実験装置を図5に示す。これは工業製品や農産物等の検品作業を想定した作業ラインであり、被験者はベルトコンベアに車椅子でアプローチし、流れてくる対象物を手に取って傷を表すマークの有無を調べて、マークがあればコンベア中央付近の傷有り用バケットに入れ、無ければコンベアに戻す。傷マークを有する対象物の内部には永久磁石が埋め込まれている。コンベア終端の下には傷なし対象物回収用の滑り台式シュートが備えられている。バケットから回収された対象物も滑り台式のシュート途中で合流し、共にコンベア開始端足元の箱に集まるようになっている。実験補助者は箱に集まった対象物を再び、1個ずつ定間隔でコンベア上に載せてゆく。二つの回収経路にはそれぞれ磁気センサとレーザセンサが備えられており、どちらのバケットから対象物がいくつ回収され、そのうちいくつが傷有り対象物であったかがカウントされる。これにより、

被験者の扱った対象物の数と、傷あり判定作業の正確さを評価できるようになっている。

28年度は頸髄損傷者10名程度に手作業シミュレーション実験に協力していただき、どのような条件や環境を整備し、どのようなシフトを組めば、手指麻痺者がパワーグローブを使って事業者が許容しうる労働を実施可能かを検証する予定である。



図5 製作した手作業従事シミュレーション用実験装置

[6] パワーグローブの認知度拡大に向けた活動

国内2つの展示会に出展し、認知度拡大に努めた。また、国際展開促進のための追加配賦を受け、カリフォルニア大学アーバイン校のProf. NenadicとProf. Doを招聘して、パワーグローブの海外展開および共同研究について議論した。その結果、脳内電極埋め込み式のBCI (Brain-Computer Interface) でパワーグローブを操作するシステムを構築し、脳卒中患者の上肢機能回復に役立つための研究を新たに開始することになった。

3. 理解普及のための活動とその成果

(1) 展示会への出展等

年月日	名称	場所	概要	ステークホルダー	社会的インパクト
平成27年8月27日-28日	イノベーション・ジャパン2015	東京ビックサイト	2日間に渡り、ブースを出展し、パワーグローブのデモと展示を行った。	産学連携による新技術に関心のある人	ブースには100名以上来場者があった。
平成27年12月2日-5日	2015国際ロボット展	東京ビックサイト	4日間に渡り、ブースを出展し、パワーグローブのデモ及び展示を行った。	製造業から医療福祉分野まで幅広くロボット関連技術に関心のある人	ブースには200名を超える来場者があった。

(2) 研修会、講習会、観察会、懇談会、シンポジウム等

年月日	名称	場所	概要	ステークホルダー	社会的インパクト
	なし				

(3) 新聞報道、TV放映、ラジオ報道、雑誌掲載等

- ①新聞報道
- ②TV放映
- ③ラジオ報道
- ④雑誌掲載

ウェブ雑誌の特集記事掲載 (Medtec Japan Online, 2016/01/08)
<http://www.medtecjapan.com/ja/news/2016/01/08/1382>

(4) 論文発表 (国内誌 0 件、国際誌 0 件)

(5) WEBサイトによる情報公開

中央大学諸麥研究室ホームページ

<http://www.elect.chuo-u.ac.jp/moromugi/report.html>

(6) 口頭発表 (国際学会発表及び主要な国内学会発表)

- ①招待講演 (国内会議 0 件、国際会議 0 件)
- ②口頭講演 (国内会議 1 件、国際会議 0 件)

金香紀、大島幸太郎、宮永祐介、安藤凜太郎、諸麥俊司、東登志夫、石松隆和、武岡敦史、石原正博、皮膚圧力分布測定に基づく腱駆動式電動グローブの接触部構造改良の検討、生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会(LIFE2015) 講演予稿集、#152、九州産業大学、2015年9月7日。

- ③ポスター発表 (国内会議 0 件、国際会議 0 件)

(7) 特許出願

- ①国内出願 (0 件)

(8) その他特記事項

なし。