

# 博士論文審査報告書

## 論 文 題 目

脳性麻痺者のポインティング作業能力向上  
に関する研究

ーポインタの移動距離に対応した  
最適 D/C 比の推定式導出ー

Improvement of Pointing Operation Ability  
of the Cerebral Palsies

- Estimation of the Optimal D/C Ratio  
for Pointer Movement Distance -

申 請 者

西口	宏美
Hiromi	NISHIGUCHI

2018 年 2 月

本研究の背景と意義は以下のように示されている。

日本における障害者雇用に関しては、障害者の雇用の促進等に関する法律により、障害者の法定雇用率が全従業員数の 2%以上と定められ、積極的な障害者の雇用が義務付けられるとともに、残存機能を生かした雇用が要求されている。平成 28 年度末の障害者の雇用率は 1.92%と目標にほぼ近い値となっているが、未達成企業の割合は 51.2%と半数を超えており、反則金に相当する障害者雇用納付金で対応しているというのが現状である。現在、障害者の雇用は日常生活動作の評価に基づく障害等級を基準としているため、作業能力を客観的に評価できず、十分な作業能力を有する障害者の雇用に至っていないのがその一因と考えられる。これらの現状から、障害者の雇用を拡大し、経済的自立を実現するためには、障害者の法定雇用率の達成のための方策の検討が必要である。

現在、障害者の就労の場として、健常作業者の作業能力を基準として、30%未満の作業能力の場合には就労継続支援 B 型事業所、30%以上 50%未満の場合には就労継続支援 A 型事業所、50%以上の場合には福祉工場がある。障害者の経済的自立のためには標準作業の 50%以上を確保し、福祉工場での就労を目指す必要がある。

障害等級 1 級の場合には何らかの支援策を提供してもその効果は小さいが、障害等級 2 級の場合には日常生活動作が極度に制限されるものの、何らかの支援策が提供されれば残存機能を生かした作業能力の向上が期待できると考えられる。そこで本研究は、作業能力向上の対象者として、重度障害者の中でも他の障害種別と比べて就労比率が 24.7%と低い値となっている障害等級 2 級の脳性麻痺者に焦点を当てている。障害等級 2 級の場合、就労継続支援 A 型事業所に就労している事例が多いため、現状の作業能力を向上させることができれば経済的自立を可能とする福祉工場での就労も期待できるとしている。

作業現場における多くの脳性麻痺者は、手先を用いた組立作業や機械を用いた操作作業、もしくは PC 作業を行っている。手先作業に対しては治具の作成、機械を用いた操作作業に対しては操作ボタンの拡大、PC 作業の中のキーボード作業に対してはキーの拡大や治具や自助具の作成などの作業能力の向上策がすでに提供されている。昨今 GUI(Graphical User Interface)仕様の PC が普及し、マウス操作も作業現場で行われるようになっており、障害等級 2 級の脳性麻痺者は印刷業務に就労し、文書やレイアウトの校正作業を行っている事例が多い。よって、マウス操作に関する作業能力の向上策を提供することで、就労機会の拡大が期待できる。マウス操作の中でも、ポインティング作業（モニター上のポインタを移動させ、ショートカット・アイコンやメニュー・アイコンなどの目標アイコン上に位置決めしてクリックする作業）が頻繁に行われる。このポインティング作業の向上策としては、モニター上のポインタの移動距離の短縮や目標アイコンの拡大により作業能力を向上する提案がなされている。しかし、文書やレイアウト校

正に用いるアプリケーションの仕様では、目標アイコンの位置の変更は容易ではなく、上述した支援策の適用には制約が生じる。そこで本研究においては、マウスの感度である D/C 比を調整することにより、ポインティング作業時間の短縮を試みている。

以上、本研究は障害等級 2 級の脳性麻痺者を対象として、就労機会の多い印刷業務でのポインティング作業を対象とし、マウスの感度である D/C 比の調整により、ポインティング作業時間を短縮するための支援策を提供し、雇用の機会の拡大を目的とする研究である。

本論文は全 6 章から構成されている。

第 1 章においては、研究背景と目的について述べている。

第 2 章においては、上肢作業能力向上策に関する従来研究を整理し、本論文の位置づけを示している。従来研究では、手先作業に関して Fitts の困難度指標をもとに手先の移動距離とターゲット・サイズを対象としてその作業時間についての研究、またマウス操作の中のポインティング作業に関して Fitts の困難度指標を拡張してポインタの移動距離と目標アイコンのサイズを対象にその作業時間の研究が行われている。しかし、ポインティング作業を対象に、ポインタの移動距離に対応した最適 D/C 比の検討を健常者と脳性麻痺者を被験者として行っている研究は見られず、この点が本論文の大きな特徴である。

第 3 章においては、本論文において実施したポインティング作業課題の設定内容について示している。この課題は、ポインティング作業時間を最短にする最適 D/C 比を実験的に求めるためのものである。Visual Basic 5.0 を用いて作成し、アスペクト比 4 : 3 の 15 インチモニター上で実施した。実験条件として、目標アイコンについては 6mm (固定)、移動距離については 30mm, 90mm, 150mm (3 水準) を設定した。被験者は、就労継続支援 A 型事業所に就労する障害等級 2 級の脳性麻痺者 5 名、標準作業能力算出のために健常者 8 名とした。測定したデータは、10ms で測定したポインティング作業時間とポインタの移動経路の座標値である。また、本論文の研究手順についても示している。

第 4 章においては、ポインティング作業課題の実施によって測定したデータをもとに、ポインタの移動距離 3 水準における健常者と脳性麻痺者の最適 D/C 比の算出を行った。まず、脳性麻痺者群の作業特性を考慮するためにポインティング作業時間を構成する移動動作時間と位置決め動作時間に分離し、D/C 比が各時間値に与える影響について検討している。その結果、D/C 比と移動動作時間については負の線形関係が、D/C 比と位置決め動作時間については下に凸の 2 次関数の関係が得られた。さらに、ポインティング作業時間の短縮には移動動作時間と位置決め動作時間の割合が関係するという実験結果を得たことより、最適 D/C 比におけるポインティング作業時間に占める位置決め作業時間の割合を算出している。その結果、D/C 比の最適化を可能としている。

第 5 章においては、ポインタの移動距離 3 水準における既定 D/C 比と最適 D/C 比でのポインティング作業時間の比較を行い、最適 D/C 比に設定した場合のポインティング作業時間の短縮効果について検討した。健常者群では移動距離 3 水準すべてで時間短縮はわずかであったが、脳性麻痺者群では移動距離が 150mm と長くなると時間短縮の割合が大きくなった。また、脳性麻痺者個別に作業能力の向上の効果について検討したところ、ポインタの移動距離が 150mm において作業能力の大幅な向上が確認できた。さらに、ポインタの位置から目標アイコンまでの距離は常に変化することから、移動距離 3 水準を説明変数として移動距離に対応した最適 D/C 比の推定式の導出を行った。この推定式により算出された D/C 比を用いることにより、常に移動距離の変化するポインティング作業を効率化することが可能となる。就労現場での実行のサポートとして応用できるアイトラッカー（非接触式アイカメラ）を用いたポインタの移動距離に応じた最適 D/C 比の設定手順を示している。

第 6 章では、本論文のまとめとして、障害等級 2 級の脳性麻痺者の印刷業務におけるポインティング作業能力の向上と福祉工場での就労機会を拡大するための支援策を結論として示している。

以上のように、本研究では障害等級 2 級の脳性麻痺者の印刷業務におけるポインティング作業において、D/C 比の調整によりポインティング作業能力の短縮化が可能であることを実験的に検証し、さらにポインタの移動距離に対応した最適 D/C 比の推定式の導出を行っている。これらの結果は、障害等級 2 級の脳性麻痺者の福祉工場での就労を可能とする支援策として有効活用できると考える。

従って、本論文は早稲田大学の博士（経営工学）の学位論文として十分に価値あるものと認める。

2018 年 2 月

審査員（主査）	早稲田大学教授	工学博士（早稲田大学）	吉本 一穂
	早稲田大学教授	工学博士（東京大学）	高田 祥三
	早稲田大学教授	工学博士（東京大学）	棟近 雅彦
	早稲田大学准教授	博士（人間科学）（早稲田大学）	加藤 麻樹