
障害等に応じた入力装置の設計と適合に関する研究

—入力スイッチや信号処理回路を組み合わせできる適合評価装置の開発—

Study of Design and Adaptation of Input Devices Based on One's Disabilities

—Conformity Assessment System Which Enables to Choose Favorite Combinations of Input Devices and Signal Processing Circuits—

北川博巳 杉本義己 大森清博

KITAGAWA Hiroshi, SUGIMOTO Yoshimi, OMORI Kiyohiro

キーワード：

入力装置、信号処理回路、適合評価システム、操作部学習支援機能、電動車いす

Keyword:

Input Device, Signal Processing Circuit, Conformity Assessment System, Assistive Function of Training, Electric Wheelchair

Abstract:

When a person with disabilities uses household appliances or welfare apparatuses, it is necessary to adapt the input devices to the user depending on one's disabilities and the environment. However, the number of the opportunities to try to use the apparatuses is limited, and it is not always true that support person (OT, care worker, or one's family) knows all about input devices.

The purpose of this study is to develop a conformity assessment system. We select typical input devices and signal processing circuit from marketed products, and make prototype system which is built into a portable box. And then, this box is tested at some workshops.

In parallel, we refine assistive functions for the joystick of the electric wheelchair in order to assist the user's training. When the joystick returns neutral position, the joystick controller plays the sounds in order to let the user know that it starts receiving inputs again. The

wheelchair is continuously tried out at two schools for disabled children.

1 はじめに

障害者がパソコンをはじめとする各種機器を操作する場合、身体能力や生活環境に応じて入力装置を適合する必要がある。このためには入力装置を実際に試用することが望ましいが、現実的には限られたものしか試すことができないのが現状である。また、市場には数多くの入力機器があり、作業療法士やケアワーカー、家族といった支援者が既存の入力装置について十分把握できていない場合も起こり得る。

このような課題に対し、本研究では代表的な入力スイッチと入力信号処理回路を有し、組み合わせ可能なモジュラー型適合評価装置の開発を進めている。本装置により、様々な入力装置を気軽に試すことができる機会を提供すると共に、本装置を活用した適合事例を蓄積、集約することにより、利用者の要求に基づく入力装置の適合フローを作成することを目指している。

本年度は、代表的な入力スイッチと信号処理回路を市販品から選定し、携帯可能なケースに組み込んだ試作機を作成したので報告する。

また、本研究では昨年度から引き続き操作部学習支援機能付き電動車いすの活用を進めている。昨年度の試用評価で課題となっていた課題について改良を実施し、養護学校で試用評価を行ったので合わせて報告する。

2 モジュラー型適合評価装置の開発

2.1 入力スイッチと信号処理回路の選定

障害者がパソコンや家電製品などを使用する場合、入力装置には入力スイッチだけでなく、信号処理回路が必要になる場合がある。例えばテレビのリモコンを操作する場合、電源やチャンネル変更ボタンを操作するときは一瞬だけON信号を出力すればよいが、音量を変更するときには一定時間ON信号を保持する方が効率的に変更できる。このとき、身体能力のため入力の保持が困難な場合や一度入力すると押しっぱなしになる場合、さらに、入力スイッチの構造上そのような押し分けが困難な場合には、入力スイッチと信号処理回路を組み合わせることで適合評価を行う必要がある。

本研究で開発するモジュラー型適合評価装置の開発コンセプトを以下に示す。

- 市販品を中心に構成する。
- 取り外し可能なモジュラー型とする。
- 携帯可能とする。

入力スイッチおよび信号処理回路を、市販品により構成することにより、身体能力だけでなく、設置方法の検討を行う際により具体的に行うことができる。また、取り外し可能なモジュラー型にすることにより、同装置にアプローチが困難な対象者に対してベッド上などで容易に評価できるだけでなく、今後新しい入力スイッチが市販化された場合に柔軟に対応することが可能となる。

一方、携帯性については、同装置を持ち運び可能な大きさ、重さに納めるだけでなく、入力スイッチや信号処理回路の収納性についても配慮することにより、現場に持ち込みやすくなる。

また、同装置は代表的な入力スイッチと信号処理回路を有していることから、障害者の入力装置の適合評価だけでなく、既存の入力装置について十分把握できていない支援者に対して、各入力装置の紹介や使い勝手などを伝えるのに活用することも有効であると考えられる。

一次試作のために選定した入力スイッチおよび信号処理回路を表1、2に示す。なお、ラッチ&タイマは1回の入力に対して出力を一定時間ON状態で保持する回路、オルタネイトは入力がONになると出力のON状態とOFF状態を入れ替えて保持する回路、呼び鈴分岐回路は入力のON状態が一定時間続くと出力先を自動的に切り替える回路である。

表1 入力スイッチ
Table1 Input switches

種別	製品名
圧電素子 /空気圧センサ	PPS スイッチ (パシフィックサプライ)
非接触センサ	ファイバースイッチ (パシフィックサプライ)
ヒモ引きスイッチ	ストリングスイッチ (パシフィックサプライ)
呼気スイッチ	呼気スイッチ PS-3 (アクセスインターナショナル)
タッチセンサ	マルチケアコール(ケアコム)

表2 信号処理回路
Table2 Signal processing circuit

種別	製品名
ラッチ&タイマ /オルタネイト	スイッチラッチ&タイマ (パシフィックサプライ)
呼び鈴分岐回路	スイッチ切替器(アルファテック)

2.2 一次試作

試作したモジュラー型適合評価装置およびその収納形態を図1、2に示す。使用したコンテナケースの外形寸法は、525(W)×340(H)×175(D) [mm]である。入力スイッチを本体側に、信号処理回路を蓋側に分けて配置している。

各入力スイッチおよび信号処理回路は3.5φジャックで接続する形式になっており、市販の一般的な押しボタンスイッチも接続可能となっている。入力スイッチはコンテナケースから取り出し可能であり、ベッドサイドなどでの利用も可能である。



図1 モジュラー型適合評価装置
Fig.1 Conformity assessment system



図2 同装置の収納形態
Fig.2 Packaged box of the system

一部の入力スイッチや信号処理回路には電源が必要である。これらの電源部はケース内部に収納し、電源コードはコンテナケースから1本のみ取り出すようになっている。

入力スイッチおよび信号処理回路の出力部には対応するLEDが接続されており、出力がONになったときに点灯する。これにより、適合評価時の動作確認が容易になっている。また、これにより、信号処理回路の入出力がどのように動作しているのかも理解しやすくなる。

出力例としてワイヤレス呼出装置（パナソニック製）を選定して同装置に組み込んだ。本装置は見通し距離で約30[m]まで届き、信号を受けると受信機が振動する。主に屋内で家族や支援者を呼び出すことを想定したものである。

なお、収納形態では入力スイッチおよび信号処理回路をコンテナケース内に納めることにより、収納性に配慮している。

2.3 試用評価

試作したモジュラー型適合評価装置が、既存の入力装置について十分把握できていない支援者に対して、各入力スイッチの紹介や使い勝手などを伝えるのに有効であるのかを評価するため、当研究所の研究員が講師を務めたコミュニケーション支援機器に関する講習会に同装置を持ち込み、試用評価を行った。設置の様子を図3、4に示す。なお、図3は養護学校での展示例のため、出力装置の例として携帯型扇風機（外付けされたボタン入力がONのときだけ羽根が回るように改造された装置）を用いている。

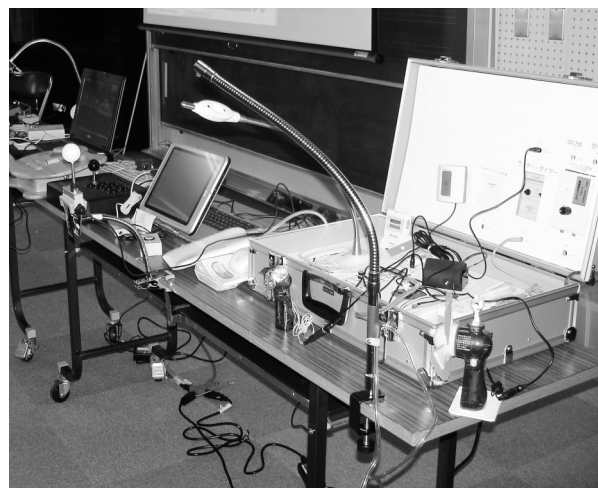


図3 同装置の試用評価
Fig.3 Trial example of proposed system



図4 構成機器の説明用紙
Fig.4 Explanatory papers of each component

同装置の設置については、配線がケース内に整理されているため、これまでよりコンパクトな展示が可能となり、電源コードも一本にまとめられているため、比較的小規模な講習会でも容易に設置することができた。また、入力スイッチおよび信号処理回路の紹介を主目的とするため、展示の際に図4のような説明用紙を作成した。いずれの講習会においても同装置を有効に活用することが出来た。

3 操作部学習支援機能付き電動車いすの開発

3.1 概要

電動車いす等の移動機器を使用することで“移動の自由”が得られ、生活範囲が広がるにも関わらず、使用することなく不自由な生活を送っている障害者が多く見られる。これに対し、より重度の障害に対応した入力インタフェースや操作補助機能の開発が進められている。一方、訓練によって電動車いすを

十分（あるいは一定レベルまで）操作可能となり得る障害者でも、使用を試みたが練習初期では操作できなかったため、あるいは本人や支援者が難しそうと感じたため、あきらめてしまう場合もある。当研究所では、操作部の機能を制限した状態で運転操作を行い、段階的に機能制限を減らしながら学習を進めていく電動車いす（以下、「ワンショット車いす」と記す）の開発を進めている。

3.2 ワンショット車いすの改良

昨年度行った試用評価¹⁾²⁾では、ワンショット車いすが電動車いすの操作学習、および乗って楽しむ教材として効果があることが評価されたが、その一方で、

- 養護学校の生徒の中には、自立活動においてボタンを押す操作を練習する機会が多いため、ジョイスティックによる操作に慣れていない生徒もいた、
- 認知、操作技能の両面において、ジョイスティック操作の「戻す」操作を苦手とする生徒が多かった、

といった課題が挙げられた。これらに対し、本年度は次の改良を行うと共に、新たに子供用電動車いすを用意し、同様の改造を行った（図5）。

- 押しボタンを接続するための3.5φジャックを4個追加した。それぞれ、前進・後進・右旋回・左旋回の機能を有する。また、生徒の認知、操作技能に応じてボタンの数を選択できるように、接続するボタンの数が1個でも動作可能にした。
- 入力制限モード時、ジョイスティックを中立に戻すと「ピー」という音を鳴らし、次の入力を受け付けることを利用者に伝える機能を付加した。



図5 改良したジョイスティック
Fig.5 Modified joystick

加古川市立加古川養護学校、および明石市立明石養護学校に協力いただき、改良したワンショット車いすの試用評価を行った。

3.3 養護学校での試用評価

(1) 試乗会の実施

加古川市立加古川養護学校において、これまで電動車いすに乗ったことの無い生徒を対象に、試乗会を行った。試乗会の様子を図6、7に示す。

当日は、ワンショット車いすを2台（大人用サイズ1台、子供用サイズ1台）持ち込み、大教室で2～3名ずつ集まってもらい、一人あたり10～40分程度試乗してもらった。それぞれの生徒の身体能力や興味などを元に教諭に判断してもらい、12名の生徒に参加してもらった。



図6 試乗会の様子
Fig.6 Test-driving event



図7 押しボタンやジョイスティックによる操作
Fig.7 Push button or joystick operation

参加した生徒の体格や身体能力に合わせて、ワンショット車いすのサイズと入力装置を選んで試乗した。特に、押しボタンによる操作については図7に示すように1ボタン（大きいサイズ）と3ボタンを

使い分けた。入力装置の選択は主に生徒の担当教諭に依頼した。また、ある1名の場合、担当教諭が生徒の頬にボタンを添えるように持ち、頭の動きで入力を行った。

参加した生徒の中にはワンショット車いすの操作を嫌がる生徒もいた。この生徒の場合、自走式車いすである程度移動できるため、思い通りに操作できない、また、すぐに止まってしまうことに対するストレスが大きかったと考えられる。

一方、2名の生徒が休憩を挟んで再度試乗するなど、ワンショット車いすに興味を持つこととなり、試乗会は成功であったと考えられる。

なお、引き続き加古川養護学校にワンショット車いすを貸し出しており、自立活動時間の中で活用している。

(2) 電動車いす操作への活用事例

明石市立明石養護学校において、電動車いすの操作練習にワンショット車いすを活用した。Aさん(高校1年生)はアテトーゼ型脳性マヒで、ジョイスティックを細かく操作するのが困難である。電動車いすについては養護学校内での使用に限定し、かつ体育館など広いところでの使用に限られていた。今回、Aさん所有の簡易電動車いすのジョイスティックを、制御回路を組み込んだジョイスティックに一時的に交換し、担当教諭が使用方法を検討しながら学校生活の中で自由に活用してもらった。貸し出し期間は2009年1月から3月である。



図8 電動車いす操作の練習
Fig.8 Exercise scene of driving

ワンショット車いすの使用頻度は週1回程度、1回に10～15分程度、教室間の移動や体育館内などで練習を行った。図8は廊下での練習の様子である。

練習期間中、主に全方向ワンショットモード(一定時間移動後停止し、ジョイスティックを中立に戻

すと再度入力を受け付けるモード)による練習を行った。練習期間を通しての教諭の所感を以下に示す。

- 実験開始当初は制限時間を1秒程度にしていたが、すぐに停止するためAさんのストレスが大きかったと感じた。そこで、他の教諭とも相談し、実験開始の早い時期に制限時間を2秒に延長して使用した。
- ジョイスティックを中立に戻す方法として、手を離す方法を学習した。これを反復練習することにより、以前よりスムーズに「一度手を離して再びジョイスティックを倒す」操作ができるようになった。
- 音を聞いてから次の操作を行うということを学習できており、音が有効だと感じた。
- 自分の行きたい方向と違う方向に入力したときに間違いに気付くのが速くなった。また、壁にぶつかったらすぐに手を離すようになり、方向転換も以前に比べて上手くなった。
- 練習で上手くいったときに教諭から褒められることにより、Aさんの自信につながり、車いす操作に対する積極性が増した(以前の電動車いすでは壁にぶつかりっぱなしになり、なかなか褒めてもらえなかった)。

また、練習時の教諭の工夫として、『ゴール地点に「到着！先生、ピアノ弾いて」といった言葉を入れたVOCAを置き、目的地に楽しいことがあることを伝えることでAさんのモチベーションを高める』ことが有効であった。

Aさんの事例において早い時期に制限時間を延長したことは、昨年度の試用評価では見られないことだった。これは、Aさんが既に電動車いすの使用経験(未熟な操作技能による暴走を含めた経験)を有しており、自らの操作で移動するという楽しさより、すぐに止まってしまうというストレスの方が大きかったため、と考えられる。したがって、ワンショット車いすの適用プログラムを計画する際には、座位姿勢の確認や入力スイッチの選定、認知の程度だけでなく、電動車いすの使用経験の有無についても確認する必要があることが示唆される。

また、Aさんの事例を通して、音によってジョイスティック操作の確認ができることが有効であることが確かめられた。

なお、Aさんは引き続きワンショット車いすで練習することになっている。

4 おわりに

本研究ではモジュラー型適合評価装置に用いる入力スイッチおよび信号処理回路を選定し、携帯可能な試作機を製作した。入力スイッチに関する知識の少ない人を対象とした試用評価では、設置時の労力を軽減でき有効であった。今後は、本装置を活用した適合事例を蓄積、集約することにより、利用者の要求に基づく入力装置の適合フローの作成を進めたい。

並行して、ワンショット車いすの開発、試用評価を進めた。押しボタンでの操作を追加することにより、より多くの生徒に試乗してもらうことができた。また、入力制限モードにおいて、車いす停止後にジョイスティックを中立に戻すと音で知らせる機能を付加することで、車いす操作の理解の助けになったという意見が得られた。今後は、試用事例を蓄積する

と共にワンショット車いすの活用方法の体系化を進めていきたい。

謝辞

本研究の第3章を進めるにあたり、加古川市立加古川養護学校、明石市立明石養護学校の生徒および教員の皆さまに多大な支援を賜りました。また、ワンショット車いすの適合では、家庭介護・リハビリ研修センターの皆さまにご協力いただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 大森清博、杉本義己、北山一郎、“操作部学習支援機能付き電動車いすの開発”、日本リハビリテーション連携科学学会第9回大会論文集、pp.78-79、2008
- 2) 大森清博、杉本義己、前田悟、北山一郎、“操作部学習支援機能付き電動車いすの開発－養護学校での試用評価－”、第23回リハ工学カンファレンス、pp.47-48、2008