

ハンドル型電動車いすシミュレータの開発

Development of Handle Type Electric Wheelchair Simulator

矢口 忠博*
Tadahiro YAGUCHI

湊 和宏*
Kazuhiro MINATO

菅 家博夫*
Hiroo KANKE

要 旨

電動車いすの運転者にとって、交通ルールの理解と歩行者、自転車・二輪車・自動車などとの混合交通に潜む危険予知能力の向上が事故防止に有効と考え、それらを安全に体験できるハンドル型電動車いすシミュレータを開発した。

シミュレータの構成は、実車と大型ディスプレイ・パソコンを組み合わせた実車型と、ハンドル部とノートパソコンによる普及型の2タイプを設定した。判りやすく操作が容易な画面構成とし、ナレーションは高齢者にも聞き取りやすい周波数帯域の音声を採用した。また被験者自ら身体能力と判断能力を判定できる「身体機能確認コース」を設けた。「交通場面体験コース」は複数の事故事象に基づき、危険に陥りやすい場面を設定した。

これにより電動車いすユーザだけでなく電動車いすを運転したことがない人でもシミュレータを介して運転を体験できるようになり、さらにシミュレータ体験をメニューに加えた安全運転講習会の実施が可能となった。

ABSTRACT

Enhancing the understanding of traffic rules and the ability to anticipate the potential dangers in mixed traffic of pedestrians, bicycles, motorcycles, automobiles, and the like, would be an effective way of helping to prevent accidents for the electric wheelchair users. A handle type electric wheelchair simulator was accordingly developed to enable people to safely experience those potential dangers.

The simulator was given two configurations. The actual wheelchair type combines an actual wheelchair with a personal computer and large-screen display. The widespread use type has a steering handle unit and a notebook computer. The simulator screens are set up to be easy to follow and easy to operate for the elderly user, and the narration employs a frequency range that is easier to hear. A module that enables test subjects to check their own physical functionality and judgment capability was also included. The traffic scenario experience module was configured with several scenarios for situations that could easily turn dangerous, based on the particulars from a number of accidents.

This enables not only electric wheelchair users but also people who have never operated an electric wheelchair to have a driving experience by means of a simulator. It also enables traffic safety lectures to be held with a simulator experience included as part of the program.

1. 背景

近年、ハンドル型電動車いすは歩行が困難な人の移動手段として、多く利用されている。日本工業規格の規定では、「ジョイスティック標準型」と「ハンドル型」に分類されており、ハンドル型には三輪と四輪がある。電動車いすの保有台数⁽¹⁾は増加傾向にあり、ハンドル型の需要が多い (Fig. 1)。

また、高齢化に伴うさまざまな法整備(平成12年 交通バリアフリー法)やインフラ整備と相まって、今後電動車いすの利用が増えると考えられるが、利用者増加に伴い、電動車

*汎用開発センター

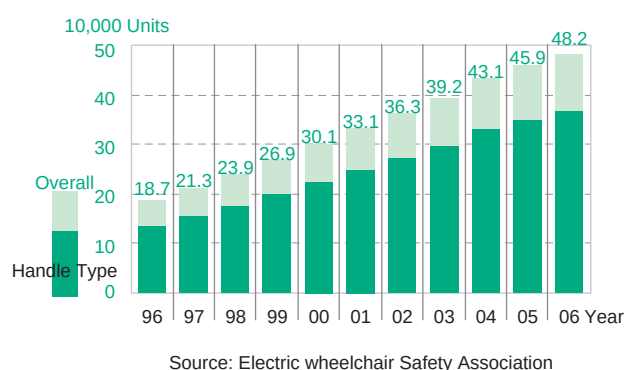


Fig. 1 Number of electric wheelchairs owned

いすに係わる交通事故件数も増加している (Fig. 2)。

事故に遭遇した電動車いす利用者の約 70% が 65 歳以上であり、「道路横断中の自動車との接触事故」が最も多い (Fig. 3)。また、電動車いすの運転者は運転免許を持ったことはない人が 48.2% と多い。(2002 年 国際安全学会報告書)

電動車いすの運転者は、以下にあげる電動車いすの事故の特徴について知っておく必要がある。

- (1) 電動車いすは乗車位置が低いため自動車等の運転者からは見えにくい。
- (2) 電動車いすは、法律で最高車速が 6 km/h と定められているため、回避行動をおこなうときに時間がかかる。
- (3) 歩道に段差があったり、障害物があると、電動車いす

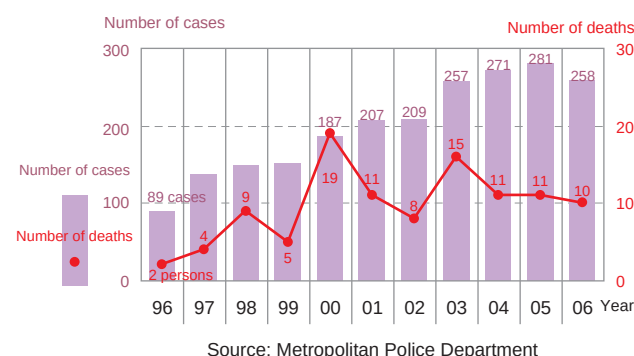
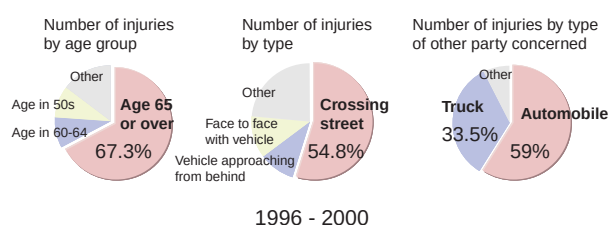


Fig. 2 Electric wheelchair transition of the number of traffic incidents and deaths



Source: International Association of Traffic and Safety Sciences 2002

Fig. 3 Current breakdown of handle type electric wheelchair injuries



Fig. 4 Guidance by the safety instructor

は車道に出てくる場合がある。

Honda は二輪車・自動車を製造するメーカーとして、かねてよりモビリティ社会で共存するすべての人の安全を目指した「共存安全思想」を掲げ、技術(ハード)・教育(ソフト)両面での取り組みを進めている。

車両への取り組みとして、自動車の運転者からの被視認性を高めることが重要と考え、モンパル ML200⁽²⁾、⁽³⁾では、灯火類の数と配置に工夫し、「Honda ASV-3 LONG デザイン」を採用した。これにより自動車の運転者からの認知距離感を初代モンパル ML100 比 10%改善させた。

一方、ソフトの取り組みとして、電動車いす購入時の安全指導があげられる。電動車いすは道路交通法において「歩行者」に分類される乗り物であり、免許証も必要としないことから、モンパル ML100 の発売(1999 年)を契機に、乗り方指導員を育成、操作方法や交通ルールの指導を実施している (Fig. 4)。

2. 開発の目的と目標

ユーザの交通安全理解をさらに深めるためには、購入時の乗り方指導に加え、実際の路上で起こりうる場面を安全に体験できるシミュレータが有効であると考え、Honda では既に実績のある二輪車・自動車シミュレータ⁽⁴⁾、⁽⁵⁾のノウハウを活用し、電動車いすの潜在ユーザとその家族にフォーカスした「ハンドル型電動車いすシミュレータ」の開発を企画した。

開発の目標を以下に定めた。

- (1) 高齢者に使いやすいこと
 - (2) 潜在ユーザが集まる場所に対応できる大きさや構成であること
 - (3) 電動車いすの操作・判断能力が客観的に評価できること
- 利用者の多くが高齢者であることから、ユーザ対話型開発手法を採用した。

3. シミュレータの構造とコンテンツ

3.1. シミュレータの構造

3.1.1. 普及型シミュレータ

まず、お客様の声を収集するために、実車のハンドル部とノートパソコンを使った簡易シミュレータを製作した。福祉機器展・交通安全講習会などのイベントに持ち込み、声を拾った。それらを整理し対応技術を投入、さらに被験者に使っていただくというプロセスを繰り返し、使いやすさを追求した (Fig. 5)。

ハンドル操作部は一般的な机への装着簡便化を図るためスクリュークランプ方式を採用、また実走行時の直進性を再現するため、中立へのリターンズプリングを採用した (Fig. 6)。

車いすユーザが車いすに乗ったまま体験しているのを目の当たりにし、設置や移動の取り回し性のよさから、より多くの方々に体験して頂けることが確認できた(Fig. 7)。

3.1.2. 実車型シミュレータ

初めて電動車いすに触れる初心者が、よりリアリティの高い走行感を疑似体験できるよう、たくさんの人が集うイ



(a) At a driving school



(b) At a safety promotion event

Fig. 5 User interaction type development technique

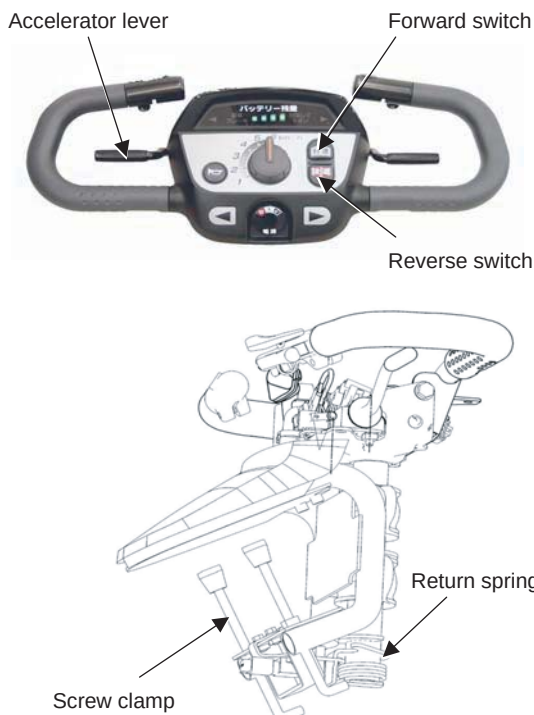


Fig. 6 Appearance of version for widespread use

ベント会場などでの利用を想定し、実車と大型ワイド画面ディスプレイを組み合わせた実車型シミュレータを製作した(Fig. 8)。

モンパル ML200 では、「高度な故障診断」「ハーネス数の削減」のために、モータドライブ部 ECU とコントロールパネル部 ECU の間で、CAN 通信をおこなっている。走行レバーのセンサ値では、コントロールパネル部基板でデジタル化し、CAN でデータを送信している。

本シミュレータでは、その通信情報を利用することでシステムの簡略化を図った。また、モンパル ML200 の診断用 PC カプラに接続すれば簡単にセットアップでき、専用のシミュレータ機を必要としないので、実機を持っている販売店で導入しやすくなる(Fig. 9)。

3.2. シミュレータのコンテンツ

3.2.1. 見やすい画面、聞きやすいナレーション

電動車いすの利用を考えている潜在ユーザに、交通マナーとルールへの理解を深めてもらうため、コンテンツにおいてもさまざまな工夫を施した。

パソコンを前にしてのアレルギーや緊張感を取り払い、安心して操作できる優しい画面デザインを目指した。また、



Fig. 7 Simulator operation by a wheelchair user



Fig. 8 Simulator configuration

メニューを操作学習・路上走行学習・その他の三つに大別したフォルダ構成とし、フォルダ内メニューの全体像が常に把握できるインデックスとした(Fig. 10)。

見やすい画面とするため、ハイコントラストの大きな文字を採用した。また、ナレーションは年代別平均聴力レベル⁽⁶⁾に基づき、高齢者にも聞き取りやすい低周波数帯である250－1000 Hzの音圧を高めた(Fig. 11)。

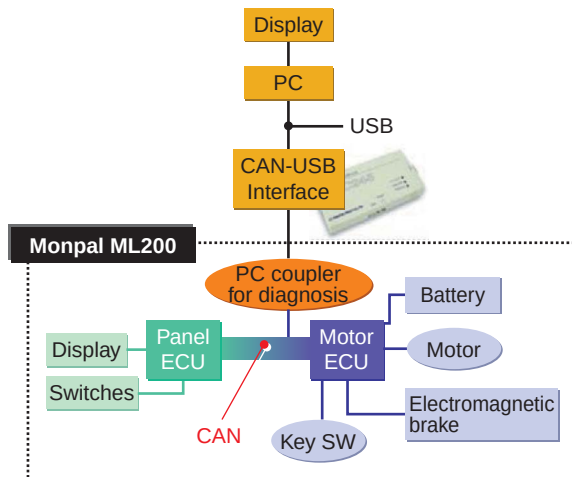


Fig. 9 Diagram of CAN-USB system



Fig. 10 Indexed menu

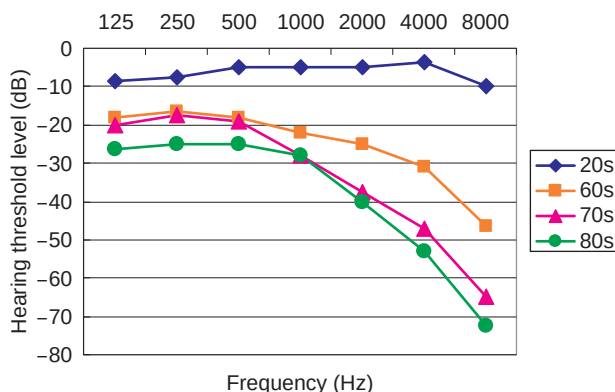


Fig. 11 Average hearing threshold level by age group

3.2.2. 操作基本練習と身体機能チェック(視力、動作遅れ)
 電動車いすの販売の現場では、お客様の運転に対する身体能力(反応速度・握力など)と判断能力を客観的に確認し、安全指導に活かしたいとの声があった。また、これから電動車いすのユーザになりたいと考えている方々とその家族から、運転・操作の適正があるかどうかの判断材料を求める声も耳にした。

操作基本練習と動作反応速度と視力・判断能力を測定する機能をメニューの「その他」フォルダに用意した。

操作基本練習では、アクセルから手を離して止まるといった電動カート特有の操作に先ず慣れ、走る・曲がる・止まるの動作を学べる運転練習コースがある。

動作反応遅れ測定画面では、走行中、前方の信号が赤に変化してから、被験者が走行レバーを戻す(止まる)までの時間を測定し、画面下に表示するようにした(Fig. 12)。

視力と判断能力測定画面では、動作を指示する短い文章が書いてある表示板が走行とともに徐々に大きく見えてくるなかで、文章が読め、その動作をおこなった瞬間の文字の大きさから おおよその視力を割り出せるようにした(Fig. 13)。(視力は画面下に表示される)



Fig. 12 Measuring delay in reaction movement



Fig. 13 Vision test

これら機能により、被験者自ら身体能力と判断能力を知ることができる。Fig. 14はこれらのフローチャートを示す。

3.2.3. 交通場面の設定

電動車いすの事故統計や、販売店やお客様調査で実際に掘っている事故事象を分析し、以下の交通場面体験コースを選出した。

- (1) 路上に障害物
- (2) 信号機のある交差点
- (3) 踏み切りをわたる
- (4) 信号機のない横断歩道
- (5) 車が横断する歩道
- (6) 見通しの悪い交差点
- (7) 人ごみの中
- (8) バックする自動車
- (9) 農道でのすれちがい
- (10) 自動ドアの通過
- (11) エレベータの使用

被験者の技能や教育目的に合わせた場面の組み合わせが可能であり、これら一場面の擬似走行体験時間を約3分と短くすることで、飽きずに、また交通安全講習会など、学習時間に制限がある場合でもできるだけ多くの方が体験できるように工夫した(Fig. 15)。

3.2.4. 実映像による走行擬似体験

CG による映像とは別に、実映像を用いたシステムも作成した。モンパルML200にビデオカメラを搭載し、街中や公園を走行したビデオ映像を編集して、モンパルシミュレータの操作系でビデオ映像を動くようにしている。システムとして、下記のような機能を有している。

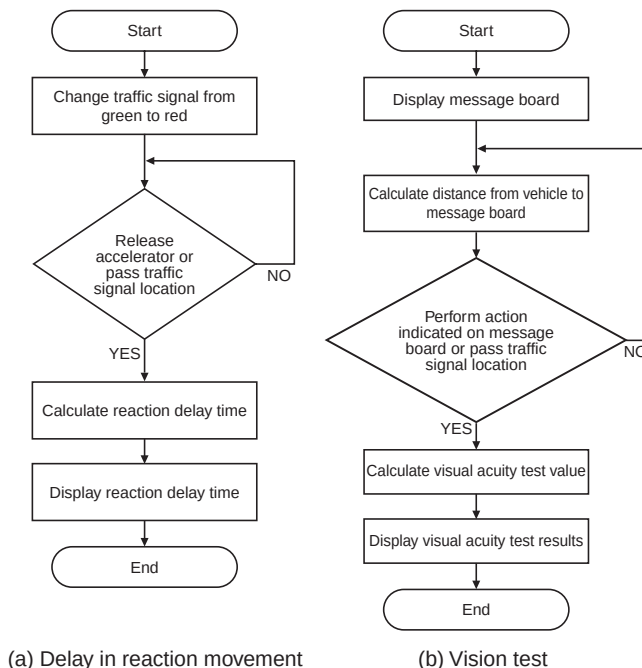


Fig. 14 Flow chart

- (1) 走行・停止：走行レバーを押し下げるとビデオを再生し、走行レバーを離すと一時停止する
- (2) 速度調整：速度指示に合わせてビデオをスロー再生する
- (3) 前進・後進：前進走行中はビデオを通常再生し、後進走行中は逆再生する
- (4) 道での分岐：決められた分岐点では、ハンドルを切ることによって、分岐先のビデオ映像に切替える(Fig. 16)。
- (5) メニューによる走行場所の選択が可能

CG の中のように自由には走行できないが、実際に街中を走っている感覚が味わえ、電動車いすで外に出かけたくなるよう工夫した。また、ユーザの地元の街並をビデオ映像にすることで、親しみやすくすることができる。

3.3. 体験者の声

これまで、約30名の被験者に体験してもらった結果、「電動車いすに乗る前にシミュレータでトレーニングできるのは安心だ」

「コンパクトで持ち運べるのが良い」

「交通安全講習会、老人クラブで貸して欲しい」

といった声をいただいた。今後は、運用方法も含め、教育効果の高いシステムへと進化させていきたい。



Fig. 15 Scene across a railroad crossing



Fig. 16 Scene of a junction

4. まとめ

ハンドル型電動車いすを運転される高齢者の交通ルールとマナーの習得，危険予知能力の向上を目的とし，ハンドル型電動車いすシミュレータを開発した。

その機能・特徴は以下のとおりである。

- (1)安全講習会の規模や目的にあわせて選べる，実車型と普及型の2タイプ
- (2)高齢者が使いやすいシンプルな操作メニュー
- (3)基本操作学習ができる(実車に乗る前の学習)
- (4)身体能力チェックができる
- (5)混合交通下での走行場면을体験できる

これにより電動車いすユーザだけでなく電動車いすを運転したことがない人でもシミュレータを介して運転を体験できるようになった。さらにシミュレータ体験をメニューに加えた安全運転講習会を実施することができるようになった。

参考文献

- (1) <http://www.den-ankyo.org/transition.html>, 2007/9/1
- (2) 市川勝久，廣瀬好寿，山本隆弘，山岸善彦，石川智明：電動カート「モンパル ML200」の開発，Honda R&D Technical Review, Vol.18, No.2, p.28-35
- (3) 山岸政彦：新型モンパル ML200 のデザイン，Honda R&D Technical Review, Vol.19, No.2, p.7-11
- (4) 鈴木憲二，宮丸幸夫，青木克仁，一見貞直：自転車シミュレータの開発とその特徴，自動車技術会 学術講演会前刷集，20075135, No. 71-07, p.15-18(2007)
- (5) 一見貞直，宮丸幸夫，青木克仁，鈴木憲二：安全運転教育用ライディングトレーナーの開発とその特徴，自動車技術会 学術講演会前刷集，20065627, No. 121-06, p.15-18(2006)
- (6) 中野有朋：老人性難聴の一例より，入門騒音工学，技術書院，p.116(1984)

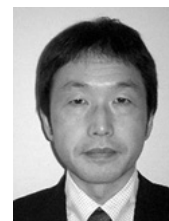
■著 者■



矢口 忠博



湊 和宏



菅家 博夫