

重度障害者を対象とした電動車いすの適合にみる機器開発の課題

二瓶美里* 井上剛伸**

The Issue of the Development of the Electric Powered Wheelchair for the Persons with Severe Disabilities. - From an Adaptation Field to Development Field-

Misato NIHEI*, Takenobu INOUE**

Abstract

This paper describes three technological problems studied from the abstraction of case studies for the persons with severe disabilities. I) Problem while acquiring the operation skill, II) Problem of powered wheelchair designed for persons with severe disabilities, III) Problem in the process of technological development. We propose development schemes for solving the problems noted above. About the first problem, by analyzing the process of acquiring the operation skill, we showed the necessity of the analysis of the operation movement, the understanding of the driver's operating characteristic, and the clarification of the process of learning the feeling while driving. Concerning the second problem, we focused on the operating interface, control and drive system, the method of maintenance, and showed the necessity of unified operation interfaces, improved control and drive system, and the maintenance of the development platform. About the third problem, we focused on the relationship between the developer and the end-user and proposed development schemes for the improvement of these problems and for the efficient application of abstraction field. By making full use of abstraction field which is between development field and actual use field, extracting problems of the developmental function and providing more suitable device for users can be expected.

キーワード：適合、機器開発、電動車いす、福祉・支援機器

Keyword : adaptation, development, electric powered wheelchair, assistive product

2008年11月20日 受付

2009年3月19日 採択

1. はじめに

国内で市販され福祉用具情報システム（TAIS）に登録されている福祉機器は、海外製も含めると5千件を超える^[1]。うち移動機器の登録件数は約41%（2,390件）と最も件数が多い。車いすに限定すると、後輪駆

動（455件）、介助用（315件）、モジュラ車いす（140件）が多く、電動車いすや電動3・4輪も136件登録されている。しかし、重度の障害がある人の場合、これらの数多い選択肢があったとしても、身体やニーズに合った車いすを決定することは困難な場合が多い。

* 東京大学大学院工学系研究科

** 国立障害者リハビリテーションセンター研究所福祉機器開発部

* Graduate School of Engineering, the University of Tokyo

** Department of Assistive Technology, Research Institute, National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities

また、購入したものがすぐに使用できず、身体寸法や住居と合わない、介助者が使いづらいなど様々な問題に直面することや、試用して初めて移乗がしづらいと分かる事例もある。さらに機種を変えて試してみるも、新たな問題が生じることもある。したがって、重度の障害のある人が個人に最も合う機種を選び出すための場、すなわち数百もの機器の種類や機能を把握し、経験や知識を持った人のいる機種を選定する場（適合の場）が必要不可欠である。

ある機器の中から適した機器を選択する適合とは逆に、新たな機器を創り出すプロセスが機器開発である。重度障害者を対象とした機器開発は、対象者のニーズや身体に合わせて個別に対応する手法が、よりよい機器を開発するのに効果的であると言われている^[2]。これは、障害による身体状況や生活状況を含むニーズが個人によって大きく異なり、そのための解決策が対象者の数だけ存在するからである。一方で、工学分野における機器開発とは、より汎用的な設計解を導き出すことを目標としている。これは、一つの技術および解決策でより多くの利用者を獲得し、効率よく製品を開発し利益を上げることを目指すためである。したがって、重度障害者を対象とした機器開発は一般的な機器の開発と比較すると、次のような不利な条件を抱えているといえる。

- ・個別対応の手法は機器開発に時間がかかる。さらにユーザの手に届く段階で丁寧なフィッティング（適合）技術が必要となり労力がかかる^[3]。
- ・重度障害者が用いる福祉機器は、開発対象やマーケットが小さいためにその重要性が産業界では認識されにくく、継続的な研究開発が困難である^[2]。

また、機器の適合においては機器を処方する人や適合する人などの中間ユーザを介することが多いため、適合から得られた知見が技術開発の視点から総合的に検討されることが少ないという問題も指摘できるであろう。そこで、ユーザと機器開発の中間に位置づけられる『適合』に焦点をあて、重度障害のあるユーザが適切な適合により機器の活用が実現すること、その過程から新たな機器開発の課題を抽出し、これらの改善を試みる。

本報では、筆者が関わった国立障害者リハビリテーションセンターのシーティング適合サービス^[4]における重度障害者を対象とした電動車いすの適合事例において、臨床場面で対応した個別の解決方法を次の2つの視点から考察する。①機器操作の習得と機器の選択、②適合プロセス。これらの個別の解決方法を総合的に鑑みることによって電動車いすの開発手法および技術課題を

抽出する。

2. 電動車いすの適合手法

2. 1. 電動車いすの適合

一般的な臨床現場で行われる適合、たとえば義肢装具等の処方の中に位置づけられる適合とは、仮合わせを含め主に身体の適合性、使用材料、工作法、操作法の確実性、外観、重量、耐久性などを考慮して個人に合わせることをいう^[3]。これは、既存の部品や材料を用いて身体やニーズおよび要求される機能を満たすように組み合わせる、あるいは開発することである。

電動車いすの適合も同様に身体の適合性、確実な操作性、生活に合わせた駆動性、概観、耐久性を考慮する必要がある。電動車いすでは図1に示すように、シーティング・操作系・駆動系・機構などが組み合わせる各要素となり、それらは操作姿勢、操作器形状、座位保持装置、サイズ・機能など相互に関連している。



図1. 重度障害者を対象とした電動車いすの適合

2. 2. 電動車いすの適合の実践

シーティング適合サービスでは、日常生活レベルの使用を実現するための走行評価・練習を取り入れた重度障害者の電動車いすの適合を行っている。電動車いすの適合は、先に述べたように操作系の選択や身体機能、機種・機能選択、シーティングなどを考慮しながら、図2に示すように使用場所や使用目的に応じた走行技能を獲得し、給付あるいは購入するところまでの

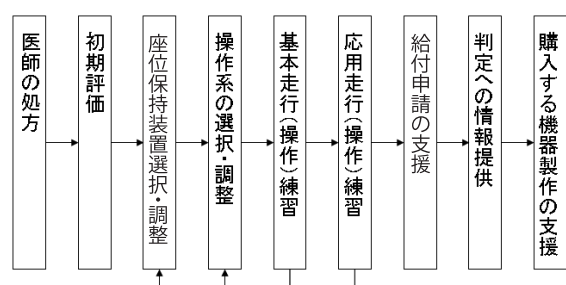


図2. 電動車いす適合の流れ^[5]

一連のプロセスをたどる。

このプロセスの中で電動車いすの適合では、評価・練習の計画、初期評価、実際の走行評価・練習を行っている。ここで特徴的なのは、基本・応用走行練習の二段階の練習を含む点である。つまり、重度障害者を対象とした適合においては、走行していない状態での評価では実用が可能かどうかの判断がつかないことを前提としている。

2. 2. 1. 走行評価・練習の計画

利用者は電動車いすで走行する意志を持っているが、自立走行（自立移動）の経験がないため、具体的な使用場所や場面をイメージすることが困難な場合がある。そのため、使用用途を具体化することで必要な走行技術を抽出し、走行練習の計画を立てることが望ましい。重度障害者の使用場所である生活範囲は自宅や施設、作業所やその周辺など限られた場面が多いため、ある程度生活範囲を絞り込むことができる。

2. 2. 2. 初期評価

評価の内容を表1に示す。ここでは“初期評価”を身体的初期評価および初期走行評価とした。身体的初期評価は、マット評価による身体機能の評価や、使用目的、場所、条件等を含んだニーズの抽出が主である。初期走行評価は、既存の電動車いすを用いた操作や試乗とする。また、標準の設定での使用が困難な場合は、走行時の座位の改善や操作する身体部位の選択を行い、再度試乗を行う。

初期評価で把握した各個人の走行技能から、走行技術の目標を設定する。例えば、施設内のみの使用を希

表 1 初期評価の項目

身体的初期評価 と生活状況	・マット評価による身体機能の評価 ・使用目的、場所、条件等を含むニーズの抽出
機器の選択・設定 と説明	・機器のセッティング（シーティング、操作系、走行特性、セッティング）
単純な操作	・操作に関する説明（電源のオン・オフ、発進時・停止時の操作、方向変換時の操作） ・広い場所での操作（電源のむ、電源を切った状態での操作練習、クラッチをつなぎ、最低速での前進・停止・後退・その場回転、長時間の停止、前進しながら右左折）

望している利用者には、廊下やエレベータ、自動ドアや狭い場所などの走行技術が設定目標となる。また、通勤などに使用する利用者に対しては狭い場所、机へのアプローチから路上や段差、片流れ、傾斜走行など幅広い走行技術が設定目標となる。

2. 2. 3. 走行評価・練習

走行評価では、各利用者がどのような操作技能を持っているかを把握しながら、使用場所を想定した基本・応用の二種類の評価・練習を行う。評価は評価者が各項目について◎（非常に良くできた）、○（できた）、△（やや難しい）、×（できなかった）および記述方式で評価した。また、練習では△（やや難しい）および×（できなかった）項目の課題をできるまで繰り返す行う。

- ・基本走行（操作）：走行感覚（走行や車両の特性に対する慣れ）を身に着けるための評価・練習で、操作と電動車いすの動作との関係を理解することを目標とする。
- ・応用走行（操作）：各利用者が目標とする走行技術（走行に必要な操作技術）の技能（ユーザの操作技術および能力）を獲得するための評価・練習で、安定した走行を実現し、各使用場所における走行を実現することを目標とする。

基本走行および応用走行の評価・練習には走行評価

表 2 生活範囲と必要な走行技術

生活範囲	必要な走行技術
屋内・施設内	・廊下の走行 ・違った床材上の走行 ・ベッド・椅子等に横付けする ・テーブルにつく ・人ごみの通過
屋外・施設周辺	・歩道の走行（峡幅・点字ブロック・傾斜） ・小さい凸凹路面での走行 ・片流れ路での直進 ・斜面の走行 ・悪路の走行 ・人ごみの通過 ・踏み切りの横断 ・道路の横断（横断歩道・信号） ・自動車への乗り込み
屋内・屋外共通	・狭い通路の通過（目標70cm） ・自動ドアの通過 ・手動ドアの通過 ・エレベータの乗降

表を用いる。評価項目は操作前のシーティングや操作系の選択、機器の説明から広い場所で操作の練習を行う基本走行の項目と、エレベータ乗降や片流れ走行、机へのアプローチ、細かい操作、悪路走行などを含む個人に合わせた応用走行項目である。生活範囲表を用いた評価・練習計画は、最終的に身につける必要がある応用的な走行技術（設定目標）である。表2にその例を示す。この応用的な走行が困難な場合、練習が足りないのか機器が適合していないのかを判断する必要がある。

走行評価表の項目は機器のセッティング、機器・乗車の説明と理解、基本走行、応用走行といった大項目13、小項目55項目からなる。ここでは、主に操作系、シーティング、設定、走行技術の4通りのアプローチを行う。これらは、例えば「応用走行が困難」な項目に対して、基本走行のどの項目が未習得であるか、あるいは機器のどの項目が適合していないのかを特定したいときに非常に有効である。

3. 操作の習得と機器選択に関する適合事例

3. 1. 走行評価・練習の適用事例

筆者らがすでに報告した事例^[6]に基づき、初期走行評価の際に、特に高い筋緊張を示したために電動車いすの操作ができるかどうかの判断が困難であった3事例について、走行評価・練習を取り入れながら設定した目標を達成した事例を紹介する。

3. 1. 1. 初期評価

事例Aは55歳の女性で症状はアテトーゼ型脳性マヒ、使用目的は施設内および周辺での走行、操作する身体部位は随意性のみられた足部である。身体的初期評価の中では、手をつかなくても座位がとれることが確認できた。また、左下肢に随意性動作が見られたことから、足操作式の既存の電動車いすで初期走行評価を行った。その結果、電動車いす停止時には足部操作はスムーズに行えたが、走行を開始すると、筋緊張が亢進し、直進、右左折および後退の安定性が得られず、廊下の壁に何度も衝突しそうになった。そのため、実用は困難であると判断された。

事例Bは45歳の男性で症状は低酸素脳症による四肢マヒ、使用目的は施設内での走行である。自立座位は不可能である。操作方法は手指で押しボタンスイッチによる環境制御装置を利用していることから、十字型5入力のスイッチを選択し、初期走行評価を行った。その結果、電動車いす停止時には各スイッチを押し続けることができたが、走行を開始すると力が入りスイッチまで手が届かず、スイッチを正確に押すことができ

ないことが分かった。そのため、実用が困難であると判断された。

事例Cは46歳の女性で症状はアテトーゼ型脳性マヒ、使用目的は外出および通勤である。支えなしで座位がとれ、上肢の随意動作は可能であり、ジョイスティックによる基本的な走行は可能であるように見えた。しかし、人ごみや狭い場所での操作や確実な停止といった操作に不安定な走行が見られ、また緊張時に上肢が伸展し、ジョイスティックを強く握ったり押したりする傾向が見られることが分かった。そのため、実用が困難であると判断された。

3. 1. 2. 走行評価・練習

事例Aの走行評価の経過を図3に示す。事例Aは、評価用電動車いすを用い、低速の設定で基本走行練習を行った後、施設使用を目標とした走行技術の習得練習を行った。初めは頸部が回旋してしまったため、正面を向いて操作できるように座の部分を回転させた評価用の電動車いすを用いた。それにより、直進や右左折操作が向上した。次に、応用走行評価ではエレベータ乗降評価・練習項目で、操作の安定性が得られなかった。そこで基本走行の関連項目において再度評価を行ったところ、後退時および旋回後に前輪の向きが変化する感覚を習得していないことがわかった。また、座の部分が回転しているため、直進方向が理解しにくいという問題が発生した。そのため、回転していた座の部分を徐々に元に戻しながら基本走行練習を行った。基本走行を確実に習得したところ、エレベータ乗降だけではなく、狭い通路（1m幅）等の走行技術に向上が見られた。また、筋緊張についても、走行感覚をつかむにつれて、徐々に安定し、低速から中速の走行が可能になった。最終的には座の回転を戻すことができ、普通型の電動車いすで対応できるようになった。

事例Bの走行評価の経過を図4に示す。事例Bは、評価用電動車いすを用い、低速で基本走行練習を行った。いくつかのスイッチを試し、最も押しやすい5入力のスイッチを選択した。しかし、5入力の走行特性（非比例式）上、前進から右左折の操作などが難しいことが分かった。そこで、前輪キャスター向きを意識して走行感覚を身につける基本練習を重点的に行った。その結果、直進、右左折方向変換操作が向上した。次に、施設内での使用を想定した廊下、自動ドア、エレベータ等の応用走行練習を行った。走行感覚を身につける中で異常な筋緊張が低下し、スイッチを押し続けることができる時間が5秒程度から30秒以上に向上し、方向変換などの走行の安定性が向上した。その結果、エレベータや狭い通路（1m程度）での走行も可能になっ



図 3. 事例Aの経過



図 4. 事例Bの経過

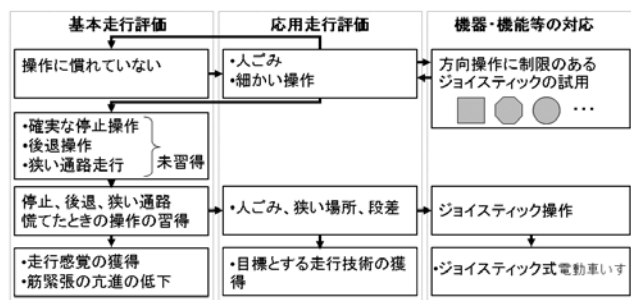


図 5. 事例Cの経過

た。

事例Cの走行評価の経過を図5に示す。事例Cは、数種類の機種に試乗し、ジョイスティックの方向操作に制限のある形状を選択しながら評価を行った。評価の結果操作に慣れておらず、特に危険回避や急な停止を迫られた際に筋緊張が亢進することがわかった。そこで、対応としては緊張したときにはジョイスティックから手を離し、一呼吸おき、リラックスすることで操作が可能であることを理解してもらうことが必要であった。そのため、車いす1台分の狭い通路で、繰り返し基本走行練習を行い、巧緻性を向上させ車両の感覚を得ることで、不安定な走行が見られた段差やエレベータなどの場所においても状態をコントロールして走行することが可能になった。

3. 1. 3. 重度障害者と電動車いす

3事例の走行評価・練習の結果から次のことが分かった。

- ・すべての事例において、初めての走行や人ごみ、狭

い場所などにおいて筋緊張が亢進し、安定した走行ができず、操作困難と判断された。

- ・方向変換後の直進、確実な停止操作、後退操作、狭い通路走行などの基本走行の反復練習を行うことで走行感覚および技能を身につけると緊張状態が正常になり、応用走行が可能になった。
- ・走行評価・練習中に操作系のスイッチや座位、機種などを試行錯誤的に合わせる必要があった。

以上により、適切で詳細な評価・練習を行うことによって、重度障害者がそれぞれの日常生活の使用場で、電動車いすの操作が可能になることが示された。

3. 2. 適合事例に見る適合のプロセス

筆者らがすでに報告した事例^[7]に基づき、自立走行が困難と思われ、特に購入機器の決定までに日数がかかり、操作系の変更が多く行われた1事例について、適合のプロセスを丁寧にたどり、相談、シーティング、操作系、練習のフェーズにわけて分析を行い、それぞれの課題をまとめた。

3. 2. 1. 長期対応の適合事例

低酸素脳症の65歳（初診時）の女性で四肢麻痺、頸部回旋・屈曲に随意動作（制限）あり。右手親指のみ、随意に動かせる。ADL全介助、日常生活は車いす上が主である。顎で1スイッチボタンによるコミュニケーションエイドを使用していた。そこで、電動車いすシミュレータを使用した操作系の評価、頸部ボタン式操作系の決定、走行評価・練習を行い、走行技術を覚えながら操作系の改良やシーティング、走行設定の適合を検討した。

3. 2. 2. 電動車いす適合のプロセス

図6に事例Dの適合のプロセスを示す。ここでは、適合の内容を「相談」「シーティング」「操作系」「走行練習」の4種類に分類し、時系列に並べた。また、図中①から⑦は、適合のプロセスの中で重要なフェーズあるいは選択がなされたタイミングを表す。それらを下記に示す。

- ① 生活環境と走行技術、機器使用の経験に関する聞き取りをし、相談・シーティング・操作系の検討を行った。
- ② 操作する身体部位と走行特性の検討、電動車いすシミュレータ^[10]を用いた操作の評価を行い、操作系の決定をした。
- ③ 基本走行、屋外走行と操作系の改良を行い、前進、右折、左折、停止操作と走行、走行困難な場合の操作系の改良や変更を行った。
- ④ 電動車いす購入の意思の確認
- ⑤ 応用走行と操作系の改良

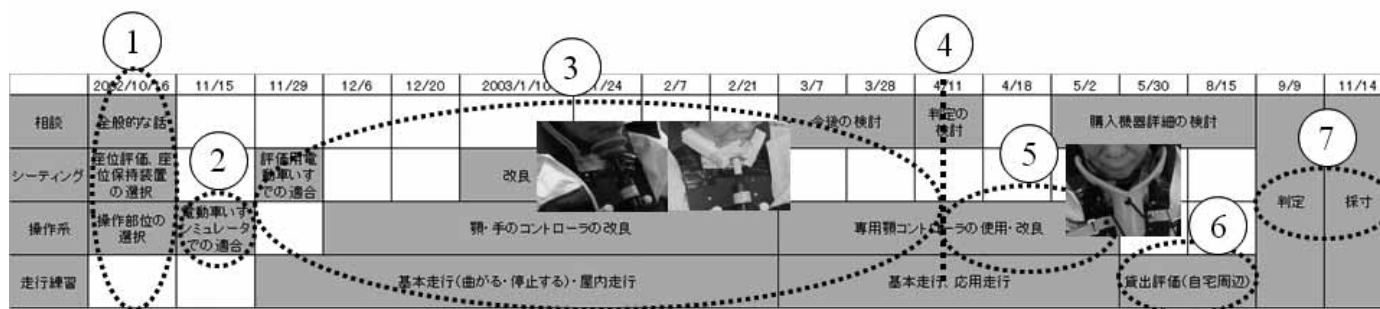


図 6. 適合プロセス（事例D）

⑥ 実用場面での走行練習（3ヶ月間の貸し出し）

⑦ 判定、購入機器の採寸

3. 2. 3. 適合におけるポイント

（1）相談

利用者との相談は主に生活環境や身体状況の把握、電動車いすの購入に関する意思確認、購入機器の詳細検討の際に行った。購入機器の詳細検討については、介助者が操作インタフェースの取り付け方法や充電方法などの取り扱い方法を十分理解した上で貸出や購入後の計画を立てた。なお、購入意志の確認までに約半年かかった。

（2）シーティング

座位評価後、日常生活で用いている介助用車いすの座位保持に合わせて、電動車いす上での座位保持装置を選択した。評価用の電動車いす上での座位保持の改良は、前半の数回のみであった。

（3）操作系

走行評価・練習期間中は毎回、操作系の改良を行った。評価の概要は次のとおりである。

- ・操作する身体部位を選択し、その部位で操作が可能かどうかを判断するために、電動車いすシミュレータを用いた評価を行った。
- ・初期には顎コントローラの接点式ジョイスティックを使用した。しかし、前述の3事例と同様に筋緊張が亢進し、思うように頸部が動かせない状態が続いた。数回の調整の結果、顎を動かす巧緻性より頸部の微小な旋回動作のほうが正確に行えることが分かった。
- ・車いすの操作や動きに慣れ、筋緊張が軽減すると頸部の動きも微妙に変化し、再度の調整が必要となった。
- ・最終的な貸し出し時には、顔のラインに沿った装具と押した感触を得られる押しボタンスイッチによる操作インタフェースを製作した。
- ・その際、接点式ジョイスティックと同様にボタンスイッチによる入力を行うための中継ボックス^[8]を追加した。

（4）操作練習

走行練習は、特に停止や右左折を中心として、屋内を走行するための基本走行練習を7回、基本走行と応用走行を反復しながらの走行練習を5回行った。その後、評価用の電動車いすを貸し出し、自宅周辺での貸出評価を実施した。貸し出しに際して、介助者に操作方法、座位、操作インタフェースの設置方法、充電方法などの指導を行った。

4. 電動車いすの適合と機器開発の課題

4. 1. 適合事例と課題の要点

各適合事例で実施した個別の問題点と課題を総合的にまとめる。

①能動的な移動による操作動作の変化

車いす上で動かない（静的な）状態ではスムーズな操作動作が確認できた。しかし、すべての事例において自分で電動車いすを操作し走行する（能動的な移動）段階になると、筋緊張の亢進やそれに伴う姿勢変化などが発生していた。

②操作技能の習得

事例A、Bから基本走行に必要な操作（基本操作）と応用走行に必要な操作（応用操作）のいくつかには、共通した関連性があることが分かった。例えば、狭い場所や後退、停止後の操作が難しい場合、旋回時の前輪の逆転を理解する、狭い廊下での走行が難しい場合、右左折からの直進タイミングを把握する、といった基本操作を反復練習することで応用操作が身につくことが分かった。

③操作系の変更と制御パラメータの調整

事例C、Dから操作系（操作インタフェース）の決定は、操作や動作の時間的な変化や慣れによる変化などに影響するためトライアンドエラーに頼るところが多く、時間がかかる要因となった。

一方で、操作インタフェースの変更は機種に依存する部分が多く、座位保持を重視して本体を選択すると操作インタフェースの取り付けができない場合や端子の形状が異なる場合があった。また、加速度や旋回速度などのパラメータの設定ができない機種や、あっても機種によって設定パラメータが統一さ

れていないため、個人に合わせた設定も機種に依存してしまうという問題が生じた。

④ 介助者や本人の機器に対する理解

普段のメンテナンスや移乗に伴う座位のセッティングは主に介助者が行う。機種によってクラッチの位置や操作方法、充電方法が異なるため、機種に応じて適切な指導を行う必要があった。

4. 2. 電動車いす開発に関する課題と提案

重度障害者を対象とした電動車いすの適合事例から得られた解決案の要点のまとめを基に、電動車いすの開発に関する課題をⅠ. 操作技能習得に関する技術課題、Ⅱ. 重度障害者の電動車いすにおける技術課題、Ⅲ. 技術開発プロセスに関する課題の3点についてまとめる。

Ⅰ. 操作技能習得に関する技術課題

能動的な移動とそれに伴う筋緊張の亢進や姿勢変化に対応するために、有効な座位保持装置の活用が必要である。静的な座位姿勢を定量的に示す試みは数多くなされている^[9]。今後、電動車いすに関しては、操作が不慣れなことによる姿勢変化などを含めた動的な評価方法が必要となる。これには、擬似的に動的な環境を体験できる電動車いすシミュレータの活用^[10]も有効であり、同時に操作時の動作の分析などを行うことで、より適した操作方法を提案することが可能となる。また、車いすがどのように動くのか、人間の操作技能習得に関する特性や、効果的に車両イメージや走行感覚を身につける方法が明らかになれば、基本走行と応用走行の関係がより明確になる。それにより、利用者の苦手な応用走行の項目に対して、的確な基本走行の練習項目を知ることができ、効率のよい操作技能習得計画が立てられる。

Ⅱ. 重度障害者の電動車いすに関する技術課題

(1) 操作インターフェース

障害が重度であるほど、使用できる機種やインターフェースが制限される。仮に操作する身体部位に合う形状のジョイスティックやスイッチが見つかったとしても、コネクタの形状や信号処理方法が機種によって異なる場合も多いため、選択範囲はさらに狭くなる。この問題を解決するには、コネクタ形状や信号処理方法も含め、電気系の規格化が必要である。日本でも近年、移動支援機器に関するネットワークの開発

や規格化が進みつつある^{[11][12]}。新技術により非接触^[3]、高機能^[14]な操作インターフェース技術の開発が進んでいるが、汎用化の際に機種依存性がボトルネックとなる。操作入力系の規格化は利用者にとっての機種選択の可能性が広がるばかりではなく、新たな操作インターフェースの開発・実用化に大いに役立つと考えられる。

(2) 制御系・駆動系

海外製の電動車いすの中には、加速度や旋回速度のパラメータが設定可能なものは多い^[15]が、日本製の電動車いすにおいては、それらのパラメータが設定できるものは限られている^[16]。前述の事例で示したように、車両の停止や旋回などの特性が操作習得に関与すると考えられることから、重度障害のある利用者には必要不可欠な機能であるといえる。また、いずれの事例においても、後退時あるいは停止後の車両の挙動の理解が困難であったことを考えると、技能の習得のためには前輪の不安定な挙動の解析^{[17][18]}や新たな機構の開発などにも期待したい。さらに、開発プラットフォームの整備が進めば、開発期間の短縮や高度化も可能となると考える。

(3) メンテナンス・維持

全ての機器が、電氣的、機械的に故障する可能性がある。開発した機器が故障した場合、利用者の一度手にした快適な日常生活は奪われることになる。したがって、メンテナンスが容易であることや、流通や給付の方法などを考慮し、継続的に利用可能な体制を整えることが必要である。また、介助者への操作方法や取り扱いの説明を考慮し、クラッチ位置やスイッチの接続、故障の際の対応などわかりやすいデザインにする必要がある。

Ⅲ. 技術開発プロセスに関する課題

機器開発の立場においては、エンドユーザーの利用

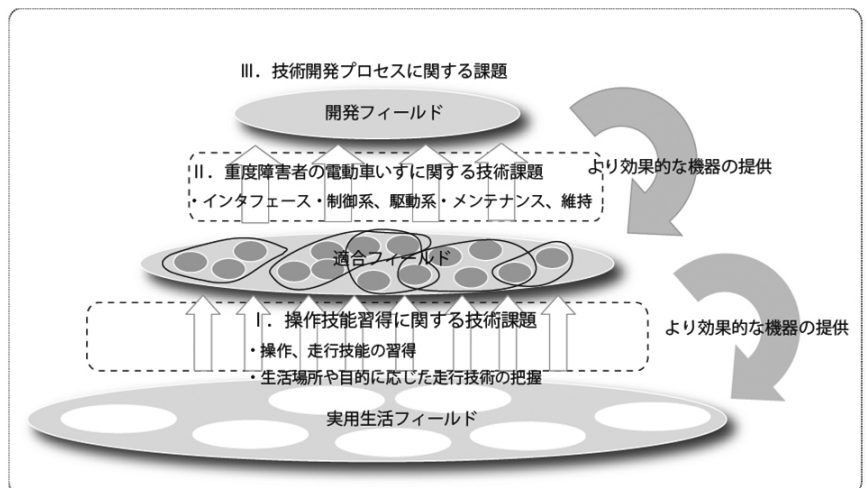


図7. 適合フィールドを活用した開発スキームの提案

現状や機器を使いこなすその過程を把握することは、新たな機器を開発する際の重要な情報源となる。前述のように、数例の利用者の日常生活に直に接することで、共通した問題点や課題が見えてくることも多い。また、機器の機能や特性を活かし、ユーザに合う機器を提案することも工学の役割であるといえる。

ユーザにより実用的で質の高い製品を提供するためには、新技術を用いた開発だけでなく、それを活用するための制御・駆動系・開発プラットフォームなど開発の土台となる部分を整備する必要がある。自動車開発の分野では、電気自動車の開発が進みそれに伴い各社が共通の基盤となる開発プラットフォームの整備を始めている。このような取り組みは、特に継続的な研究開発を維持する体力が乏しい福祉機器の分野においては、有効な解決策として期待できる。

また、図7に示すように、適合フィールドは、さまざまな実用生活フィールドで利用するユーザの特性に合わせて電動車いすを提供することができる場である。同時にそれらの集約された特性や情報を開発者の視点から分析することで、開発フィールドに効率良く取り込むことが可能となる。このような枠組みを構成することで、開発フィールドから実用生活フィールドまで、より効果的な機器の提供が実現すると考える。

一方で、福祉機器の機能や人体への効果を検証する必要性も求められており、福祉機器開発に関する倫理的な問題点、課題点も指摘されており^[19]、エンジニアの関われる範囲や、効果の検証方法の見直しなども検討する必要性がある。

5. まとめ

本報では、国立障害者リハビリテーションセンターで実施したシーティング適合サービスにおける電動車いすの適合事例を基に、操作技能習得に関する技術課題、重度障害者の電動車いすに関する技術課題、技術開発プロセスに関する課題の3つを抽出し、これを改善する開発スキームを提案した。まず、適合事例における電動車いすの操作技能習得の過程から、操作技能の習得が単純に操作する身体部位の操作性によるものだけではなく、身体全体の筋緊張や慣れが関与していることを明らかにした。また、それらは応用走行と関連する基本走行の反復練習により改善され、操作技能が向上することが分かった。これにより、操作時の動作分析や人間の操作技能特性、走行感覚を身につける方法を検討することなどの操作技能習得に関する技術課題を抽出した。次に、適合事例を基に電動車いすの操作インタフェース、制御・駆動系、メンテナンス・

維持に関する開発課題を抽出し、操作インタフェース規格の統一や制御・駆動系の改良、開発プラットフォームの整備の必要性を示した。さらに、技術開発プロセスに関する課題として、開発者とエンドユーザーの関わりや開発プラットフォームの整備の課題をあげ、これらの課題の改善や適合フィールドの効果的な活用に向けた開発スキームを提案した。

より重度の障害がある人を対象とする福祉機器（オーファンプロダクツ）は利用者の身体状態やライフスタイルの個性と市場や社会制度上の複雑な課題があるといわれている。その中で、機器の適合は、これまで利用者の身体状況やライフスタイルに合わせるためのフェーズとして扱われてきた。今回、複数の適合事例を総合して検討した結果、機器の機能やシステム側にも提案ができる重要なフェーズとして捉えることができることを確認した。限られた時間や費用の中で、重度障害者を対象とした機器開発において、すべての利用者のライフスタイルや個性を把握して機器開発にフィードバックすることはあまり現実的ではないだろう。適合の場を活用することでより多くの利用者に適した機器開発の促進が期待される。そのためにも、個別事例の検討を進めるとともに開発フィールドにフィードバックする仕組みを考えていく必要があるだろう。福祉機器の開発に関わるエンジニアは、他の分野の技術や成長、新しい概念を取り入れながら個別対応だけでは終わらせない努力をしていかなければならない。なお、ここで示した事例はすでに報告した事例であり、その際に対象者の同意を得ている。

電動車いすの走行評価については、筆者が在職中に国立障害者リハビリテーションセンターシーティング適合サービスにおいて対応した事例である。同研究所廣瀬秀行氏、中山剛氏、同病院岩崎洋氏、吉田由美子氏、東京大学塚田敦史氏にそれぞれの立場から有益なご助言とご指導をいただいた。心から感謝の意を申し上げる。

参考文献

- 1) 福祉用具情報システム (TAIS), <http://techno-aids.or.jp/system/index.shtml>, (参照2009-3).
- 2) 塚田敦史, 井上剛伸, 他, 福祉機器開発におけるボトルネックとその解決策 (福祉機器開発事例の検証), 日本機械学会論文集 (C編) Vol.675-68, pp.3439-3446 (2002).
- 3) 作業療法ジャーナル編集委員会編, 最新版テクニカルエイド, 三輪書店, (2005).

- 4) 廣瀬秀行, 高橋功次, 他, シーティング適合サービス開始後3年間の結果報告, 国立リハビリテーションセンター研究紀要Vol.22, pp.15-21(2002).
- 5) 井上剛伸, 酒井美園, 岩崎洋, 技術支援の実践と電動車いすの可能性, リハビリテーション・エンジニアリング Vol.21 No.2(2006).
- 6) 二瓶美里, 井上剛伸, 他, 初期評価からは見えない電動車いす操作能力ー実走行評価の重要性ー: 事例報告, 第18回リハ工学カンファレンス, pp.261-262(2003).
- 7) 二瓶美里, 井上剛伸, 他, 電動車いすの走行評価・訓練, 第20回国立身体障害者リハビリテーションセンター業績発表会(2003).
- 8) Adaptive Switch Laboratories, Inc., Switch adapter, <http://www.asl-inc.com/>, (参照2008-10).
- 9) 廣瀬秀行, ISO16840-1姿勢と座位保持の表現手法の紹介, 理学療法学Vo.31 No.2, p.81(2004).
- 10) 井上剛伸, 数藤康雄, 廣瀬秀行, 南雲直二"電動車いすシミュレータの開発と知的レベル低下者への適用", バイオメカニズム16, pp.183-194, 2001
- 11) 田中栄一, 中島康博, 操作インターフェースの工夫と可能性ー操作能力から見た操作インターフェース適合の取り組み 筋ジストロフィー患者への対応を中心にー, リハビリテーション・エンジニアリング Vol.21 No.2, pp.74-87(2006).
- 12) Dan ding, Rory A. Cooper, et. al., Integrated Control and Related Technology of Assistive Devices, Asst. Technol. 2003 Vol.15 pp. 89-97.
- 13) Sato Y. et al., Development of a Computer Vision-based Intelligent Electric Wheelchair System, RESNA 2006(2006).
- 14) Inoue T., Sakaue K., et al., Development of Intelligent Wheelchairs for Persons with Severe Disability, Challenges for Assistive Technology G.Eizmendi et al.(Eds.) AAATE (2007).
- 15) インバケア(昭和貿易株式会社), 電動車いすのアクセサリ, <http://www.showa-boeki.co.jp/hd/> (参照2008-10).
- 16) 鳥井勝彦, 走行・制御システムの課題と今後の展望, リハビリテーション・エンジニアリング, Vol.21 No.2, pp. 84-87(2006).
- 17) Xavier Attali, Francois Pelisse, Looking back on the evaluation of electric wheelchairs, Medical Engineering & Physics 23 pp. 735-743 (2001).
- 18) S. Guo, R. A. Cooper, et al., Influence of Wheelchair Front Caster Wheel on Reverse Directional Stability, Asst Technol 2003 Vol. 15, pp.98-104(2003).
- 19) 財団法人テクノエイド協会, 福祉用具臨床試験における研究倫理報告書, 日本生活支援工学会 (2008) .