

厚生労働科学研究費補助金
障害保健福祉総合研究事業

重度身体障害を補完する福祉機器の
開発需要と実現可能性に関する研究

平成19年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 森 浩一

平成20(2008)年3月

目 次

I. 総括研究報告	
重度身体障害を補完する福祉機器の開発需要と実現可能性に関する研究.....	1
森 浩一	
II. 分担研究報告	
1. 重度身体障害者の生活実態からの福祉機器ニーズの評価.....	9
井上 剛伸	
2. 言語(発話)障害のある重度身体障害者による音声認識ソフトの評価.....	23
丸岡 稔典	
III. 研究成果の刊行に関する一覧表.....	29
IV. 研究成果の刊行物・別刷.....	31

厚生労働科学研究費補助金（障害保健福祉総合研究事業）

総括研究報告書

重度身体障害を補完する福祉機器の開発需要と実現可能性に関する研究

主任研究者 森 浩一

国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所感覚機能系障害研究部視覚機能障害研究室長

研究要旨 近年、生体信号の高度情報処理によってスイッチ類を介さずに機器を制御し、計算機に文字入力を行うことが可能になりつつあり、四肢が十分に使えず、かつ呼吸器の使用や筋力低下等のためにコミュニケーション障害を有する重度身体障害者にも社会参加の扉が開こうとしている。しかしこのような先端技術が重度身体障害者の日常的な要求に適合して日常的に使えるようになるまでには、種々の技術的、制度的変革が必要となると想定される。そこで本研究では、(1)生体信号の高度情報処理に基づいて計算機や機器の操作を可能にする技術の開発状況（シーズ）を調査し、(2)重度身体障害者の要求（ニーズ）を調査し、これらがマッチするために必要な事項を明らかにする。今年度は、(1)脳計算機インターフェース（BCI）の最先端の技術動向を調査し、重度身体障害者に応用している事例の検討と、(2)重度身体障害者の24時間の介護記録から、QOLの改善に資する要件を抽出し、(3)重度身体障害者に一般市販品でQOL改善に役立つと思われる技術を試行し、その潜在需要の評価方法の開発と適合にかかわる問題点を抽出した。また、頸髄損傷者に対して、福祉機器開発に関するアンケート調査を開始した。

分担研究者氏名・所属機関名及び職名

井上剛伸・国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所 福祉機器開発部長

研究協力者 丸岡稔典・国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所 障害福祉研究部流動研究員

A. 研究目的

頸髄損傷・各種神経筋疾患その他による麻痺・切断等によって運動機能やコミュニケーション機能が損なわれている重度身体障害者は全国で10万人以上おり、毎年数千人ずつ新規に増えている。現状では医学的な治療が困難で、ADL（日常生活動作）はほぼ全介助であり、介護の負担は大きく、病勢の進行や2次障害によって、また本人や家族介護者の高齢化によっても、次第に悪化することもしばしばである。自発意思の

表出や自己実現が容易ではなく、QOL（生活の質）が障害され、自由意思の表出やプライバシーに関する基本的人権（投票の秘密確保など）が十分に保障されない状況もある。このような障害者の置かれた状況を考慮すると、できるだけ早期に確実な補助・代替手段が容易に利用できるようになることが望ましい。従来のようにスイッチ類を障害程度に応じて適用するなどの技術だけでは十分に対応できない重度身体障害者に対し、近年では脳コンピュータインターフェース（BCI）などの高度な医療技術で失われた機能を補う（代替する）技術を開発する研究も盛んになっており、再生医療などのバイオ技術に比べて根治性はないものの、安全性の評価と確保が容易なため、分野によ

っては直近で実用化が可能と見られている。

運動機能が高度に障害されADLがほぼ全介助の障害者のQOL（特にコミュニケーション）を高める補助手段としては、筋活動が少しでもあれば特殊なスイッチを個別適応することで意思疎通を行い、さらには括約筋、唾液分泌なども利用されることがある。しかし、運動機能が低下するに従い、意思疎通が困難になり、自己決定ができなくなる。そこで、BCIなどの筋活動を前提とせずに意思疎通を図る技術に期待がかけられている。

脳波その他の脳機能計測によって計算機を制御し、諾否応答、文字入力などを可能にするBCIは1990年代から研究されているが、脳機能研究の進歩と計算機技術の発達によって生活の場での実時間使用が現実的になってきたことで、近年研究・開発が活発になっている。しかし、一部の方式を除き、使いこなせるようになるまでに長期の訓練が必要なことが多く、また、ほとんどの研究は健常被験者による基礎的な研究であり、その技術の開発需要や障害者の必要性・要望に正確に合わせた技術開発の実現性についての検討は十分に行われていない。同じBCIの開発研究であっても、非身障者への応用が第一の目標となっている研究もあり、BCIが重度身体障害者に広く日常使用されるまでには至っていない。すなわち、研究者が想定する需要に応じる補助装置の要素技術の開発は進行しているが、実際に必要とされる技術と補助機能の開発の優先順位づけが必ずしもで

きていないために、最先端の研究が現場に活用されていないのではないかと推測される。

そこでこの研究では、重度身体障害者の聞き取り・アンケート・実地調査などを行い、障害者の真の開発需要を調べ、それに対応した技術開発がどこまで進んでおり、どのようにすれば、高度補助機器が実際に使えるようになるのかを明らかにすることを目的とする。

B. 研究方法

(1) 重度身体障害者のニーズ調査

1) 詳細生活記録からの需要調査

重度身体障害者3名の24時間の介助記録を作成し、現在使用中の福祉機器の評価と、福祉機器の開発希望の聴取を行った。福祉機器の満足度等の評価に際しては、以前の厚生労働科学研究事業により信頼性と妥当性を検証した評価スケールを用いた。また、生活上の改善希望項目を挙げてもらい、これらと障害の状況との関連について考察を行った。（分担報告書参照）

2) 操作体験を通じた調査

ニーズや要望はあるが現在使っていない福祉機器ないし補助装置を試用ないし模擬をさせ、その効果の評価を行い、開発・実使用・普及における問題点を解析する。今年度は脳性麻痺の2次障害のために上肢機能が低下してパソコンの使用が困難になった者を対象とし、現在の使用状況（介助者に口述で入力指示）と、音声認識ソフト（市販品）の試用を通じた評価を実

施し、上述の問題点とその対策を考察した。

(研究協力者の報告参照)

3) 質問紙による調査

頸髄損傷者を対象として、福祉機器の使用状況と満足度、心理的側面を含めた効果、改善希望点、BCI等の高度技術への期待等の調査票を配布した。結果は集計中であり、次年度に報告する。

(2) 脳インターフェース等による福祉機器開発可能性評価

1) 市販品

重度身体障害者用（四肢動作困難者）の生活補助具等として市販されている装置の仕様・性能などを調査し、一部については実際の使用状況の調査を行った。

2) 論文発表のみの機器の調査

市販されていないものについても、文献調査等に基づき、評価を行った。市販に至っていない理由と、改善の可能性を検討し、実現可能性を評価する。一部については、試用状況を調査した。

(倫理面への配慮)

本研究は国立身体障害者リハビリテーションセンター倫理委員会の承認を得ている。プライバシーの保護やインフォームドコンセントに十分配慮し、被験者は意思が確認できるボランティアのみとし、自発的な参加承諾を得た。試用した機器については安全面に十分に配慮し、日常生活用具ないし一般市販品を用い、研究者の監視下で試用を行った。

C. 研究結果

(1) 重度身体障害者のニーズ調査

1) 詳細生活記録からの需要調査

介助を基本的なADLとコミュニケーション等の社会的行為等に分類すると、被験者によって介助項目の相対的割合と介助を必要とする時間帯の分布が大きく異なっていた。

現在使用している福祉機器（車いす、ベッド、シャワーチェア、リフト等）については、ほぼ適合している状態であると判断されたが、一部の機器については満足度が低かった。福祉機器の開発希望は、被験者の障害程度と介助要求による違いを反映していた。（詳細は分担報告書参照）

2) 操作体験を通じた調査

音声認識ソフトと現状の介助者に音声指示をして文字入力を行う方式の速度比較を行うと、介助者に指示入力する方が2倍速いことがわかり、本人が使用したいと希望する速度にくらべても開きがあった。しかし、本人の希望速度は現在の介助入力より低いことと、有用性の評価を総合すると、介助者を使わないで文字入力等のパソコン操作ができることは、本人のQOL向上に役立つことがうかがわれ、発話困難と身体障害（キーボードとマウスの使用が困難な者）を合わせ持つ人を対象にした音声認識ソフトウェア開発の潜在需要があることが認められた。

(2) 脳インターフェース等による福祉機器開発可能性評価

1) 市販品

日常生活用具（コミュニケーション支援）として、いくつかの製品が市販されている。これらは、(a) 介助を前提としたもの、(b) 何らかのスイッチ入力を使用するもの、(c) 脳波などの生体電気をスイッチとして使用するもの、(d) 脳内の血液反応を計測・利用するものがある。

さらに、制御対象としては、家電や機器操作を行う場合（環境制御と呼ばれる）と、コミュニケーションを可能にするものがある。

(a-1) 2次元の指差し等の運動ができる場合は、それによる方が速く入力できる。眼球運動が最後まで残りやすい筋萎縮性側索硬化症（ALS）では、介助者が透明文字版（市販品もあり）を身障者の眼前に置き、視線を読んで入力することもよく行われる。研究開発品としては、視線方向や頭部の方向を検出して、人手を介さずに文字を入力するシステムもあり、安定動作が可能である。しかし、商品化はされておらず、ベッドサイドでセットアップする手間がかかるため、介助者が透明文字盤を使う方法の方がよく使われている。

(a-2) 2次元の運動が使えない場合は、瞬きや眼球の偏位、小さな指の動きなどを合図として諾否の応答を得たり、「あかさたな」というように50音表の読み上げ、ないし介助者が文字版を順に指差すなどし、言いたい文字の含まれる行ないし列で合図をして1文字ずつ言葉を伝える。

(b) は(a)とほぼ同じことを装置を通じて行う。通常は機械式のスイッチで操作す

るため、やはり随意動作が可能である必要がある。四肢が全く使えない場合は、あご、舌、頬、瞬きなどが利用される。スイッチの適合は障害状況によっては専門家のアドバイスが必要である。機械式のスイッチの操作ができない程に筋力が弱っている場合は、光スイッチ（光を遮ることでスイッチが入るもの）も使われる。

スイッチによる文字入力は、50音表を縦と横に順にスキャンして、入力希望桁・行でスイッチを押して決定するという操作を行う。このため、1文字の入力に2回のスイッチ操作があり、スキャン時間を含めて少なくとも数秒かかり、1分に数文字程度以上を入力することは著しく困難である。50音表は通常は視覚的に確認しながら入力するが、音声の読み上げができる装置もあり、視覚なしでも操作は可能である。

装置としては、パソコンのソフトとして販売されているものと、パソコンとソフトがセットとして販売されているものがある。前者については、ボランティアが使えるように設定することが多い。後者は販売員が初期の設定を行うことが多い。ただし、特殊なスイッチの適合は、福祉工学関係の大学や研究所を除くと特殊知識がある理学療法士かボランティアが頼りとなっており、地方によってはそのような専門家の協力が得られないことがある。

本研究の分担研究者の報告にあるALS症例【調査事例1】は、パソコンとソフトがセットとなった市販品に光スイッチを組み合わせて使用している。装置そのものは

安定して動作しているが、毎日使い易い位置にスイッチを安定して設置することが難しいと報告されている。一般の頸髄損傷のように非進行性の疾患では最初に適合を行うとその後は再適合なしに長期間使用できることが多い。しかし、ALS等の疾患では進行と共に筋力の低下があると、それに対応してスイッチの適合を調整する必要もある。

(c)は数年前より市販されている商品があり、筋電・脳波・眼電を元にスイッチ動作が可能であり、この出力を(a)のようにして読み取るか、(b)の装置にないソフトウェアに接続することで、スイッチ操作も介助者による動きの読み取りも不可能な障害者の意思の確認と文字入力ができる。小児においては電動玩具の操作にも応用される。

しかし、装置の適合は身体障害者とその家族には容易ではなく、専門家の関与が必須である。筋電や眼電の利用は比較的容易ではあると考えられるが、神経・筋変性疾患等でこれらが利用できない状態の場合に、脳波を安定して利用するには、専門家の継続的な関与が必要となると想定される。あるメーカーにおいては、ほぼ専任とも言えるボランティアがALS協会の補助を得ながら、全国の利用者宅を希望により訪問し、アドバイスしている。

〔調査事例2〕 この装置をALSの診断後10年目から10年間使用している患者（58歳男）を訪問調査した。導入した理由は、徐々にまぶたの開閉が困難になり、眼球の動き

でコミュニケーションを取るのが難しくなったためである。

導入当初は工学の専門家が適合の補助をしたが、その後は家族（職業は歯科技工士）が試行錯誤しながら設定をしている。現在でも毎日、あるいは時間によっても感度等の設定の調整が必要である。意思伝達は視覚が使えないため、(a-2)により、家族ないし介助者が音声で質問ないし「あかさた…」を唱え、患者がタイミングを見計らって返事を返すことで行っている。これにより、副作用がある薬を止める決断や、退院の意思の確認などが可能であった。さらに本を出版したり、大学で体験を話すこと、医療・介護関係者の研修も行っている。

ただし、本人は、正しく伝わる率は5割程度と評価している。介助者は間違った文字を前後関係などから修正する必要がある。また、自力で開閉眼ができないだけでなく、現在は白内障もあって視覚が使えないため、介助者なしに文字入力することは困難であると判断される。

(d)は近赤外光を用いて大脳皮質の血液量を測定する原理が応用されている。脳活動があるとその部位の血液量が増えることを利用し、諾否の応答に例えば暗算をするなどで脳反応を起こさせる。1回の反応の判定に30秒程かかるが、信頼性を高めるために1つの質問を一方を否定形にして2回繰返し、「諾」応答と「否」応答が出るようにするため、意思確認に1分近くかかることになる。この速度と信頼性で文字入力を行うことは実用的ではなく、諾否で

答えられる適切な質問の組み合わせを作成して意思確認を行うことに使われる。

装置の使用には訓練が必要であり、介助者も少ない回数で必要な用件がわかるような質問の組み合わせを考える必要がある。訓練なしで意思を正しく読み取れる確率は典型的には50%~60%程度で、訓練をすると80%程度の正答率も可能とされている。ALS患者では運動機能が廃絶した際に障害者とコミュニケーションを取る要求は切実であるため、この装置がかなりの程度普及しているが、現場での正答率や活用状況の調査はない。

2) 研究開発中の機器の調査

基礎研究の現況：脳機能計測から意図抽出

BCIの基礎研究としては、機能的磁気共鳴画像法（fMRI）や脳磁図（MEG）など、大型で高価なために家庭での使用が不可能な装置によって脳内活動を記録し、被験者の意思ないし心理過程を推測しようとする研究もある。fMRIは装置の進歩と解析技術の進歩によって、限定された状況であれば被験者の意図や感覚体験の推測ができるようになってきた。また、特定の脳領域の活動を視覚的にフィードバックして訓練することで、その領域の活動を変えることができることも明らかになっている。

家庭での使用と、速い反応時間を実現するための意図関連脳活動の記録方法としては、現状では脳波にほぼ限定される。脳波によるBCIは基礎研究も続いているが、1990年代から重度身体障害者が使用できるようになっており、近年は分析方法等の

改良が進んで文字入力も速くなっている。

以上は非侵襲的に脳活動を記録する方法による研究であるが、脳外科手術等に際して頭蓋内に電極を埋め込んでBCIを構成する研究も行われている。米国で1 cm角の100本の集合微小電極を長期間大脳運動野に埋め込んだ実験は、電極数の割には制御性（操作自由度）が十分に高いとは言えない結果になったが、国内で手術中に中心溝に電極を設置した実験では、数個の独立した運動の制御が正確にできるとの結果が出ており、非侵襲的なBCIに比べて、速い複雑な操作が安定して可能になると思われる。技術的には既存技術を組み合わせるだけで実現可能であり、最適な電極挿入位置と数の決定のみが残る。ただし、頭表から非侵襲的に記録する脳波によるBCIは8割以上の患者に使用可能と考えられており、手術で頭蓋内に電極を埋めることを希望する患者は長期使用を想定する場合以外は比較的少数になるであろう。

BCIとは別の方向として、筋肉の電気活動や眼球のかすかな運動があれば、筋電図・眼電図も使用可能である。頸髄損傷者や上肢切断者を対象に、筋電図に高度な解析を加えて単純なON/OFF制御（電動義手の開閉に対応）以上の制御をさせる研究も行われている。国内では切断端付近の複数の筋肉の筋電図を使用して自由度の高い前腕義手が試作され、海外では腕の神経を大胸筋に移植して移植部位から複数の筋電図を記録することで自由度の高い上腕義手が試作され、臨床治験の段階に至ってい

る。課題は価格と重量の低減である。

基礎研究の現況：装置の操作

BCIは接続先が計算機で、文字入力や計算機の操作、環境制御を主眼としているが、同様に他の装置を接続すること（brain-machine interface, BMI）も可能である。安全に移動できる電動車いすが開発されつつあり、これによって自分の意志で車いすを操作できるようになる可能性がある。また、ロボット技術の進歩があり、これをBCIに接続すると、日常動作や各種作業が可能になる。ただし、自由度に対応した数の生体信号を抽出するか、新たな目標制御技術の開発が必要であり、また、家庭で使用できるような小型化と安全性の確認が必要である。

応用研究

脳波を利用したBCIは、ここ数年の進歩が著しく、数秒で1文字の入力が可能になる方式が出現している。本研究者の所属施設内でも追試を行い、記録・演算方法に特別な修正をすることもなく動作することを確認した。

ドイツのチュービンゲン大学と米国のオルバニー市ワズワース研究所では重度身体障害者に長期間（数ヶ月以上）使用した実績がある。前者は頭蓋内埋め込み電極によるBCIも試行している。後者で開発されたシステムでは、視覚を使える者では脳波で1秒に8文字程度の入力が可能で、スイッチが使える者がスキャン式に入力する場合と遜色がない速度になっている。この方式は8割以上の被験者で訓練なしに

使用可能とされている。

【ワズワース研究所の事例】BCI2000というソフトウェア・システムを構築しており、無料でライセンス可能である。これを導入し、脳波計をつなげば脳波による文字入力が即座に可能となる。現在5人のALS患者が自宅で数ヶ月以上にわたって1日1時間以上使用している。毎日の電極の装着やパソコンの設定を含めて、介助者（家族）の訓練と積極的な参加が不可欠になっている。脳波電極は電解液を注入するタイプで、数時間すると乾燥するので追加注入などの手間がかかる。研究所から遠隔で使用状況をモニターしているが、介助者が解決できないトラブルが発生すると、研究者が訪問して解決している。このため、被験者は研究所近在に限定され、使用人数を増やすには専任の技術者を割り当てる必要があるとのことであった。

D. 考察

（1）重度身体障害者のニーズ調査

24時間の介助調査記録から、同じ1級の重度身体障害であっても、障害状態によって介助の要求の種類・回数・分布時間帯が大きく異なることが明らかになった。現在使用中の福祉機器は、満足度はかなり高く、ニーズに合った製品が供給されていると考えられるが、一部では改善要求があるものも認められた。それ以外の福祉機器についての開発需要は「開発して欲しい機器があるか」という質問では「ない」という返事になることが多く、「できるようになりた

いこと」など、機器や技術の限界を想定させない質問をしないと障害者の潜在需要が表出されにくいことが判明した。

一般市販品で適合を試みた例（研究協力者の報告）では、福祉用途には使えないという判定になったが、問題点は技術的に解決可能な範囲であり、追加開発のコストは自立支援の給付が可能になれば使用者が負担できる範囲になると想定できる。しかし、普及のためには適合やメンテナンスの知識を普及させる必要があり、現状ではそのための制度が確立していない。

（２）脳インターフェース等による福祉機器開発可能性評価

脳波から意図を抽出する方法は、1分に数文字の速度では可能になっており、家庭環境でも稼働することが示されている。しかし重度身体障害者への普及のためには多くの課題が残る。まず、公的給付が可能となるためには、脳波計と電極その他のハードウェアの低価格化が必要であり、また、脳波電極を長時間安定に動作させる技術の開発（あるいは介助者の技術習得）も必要になる。さらに、専門的知識を有する者によるメンテナンスが必須であり、他の福祉機器と異なり、購入時の費用補助のみでは使い続けることが困難である。この点は、国内で市販されている類似機器の状況（特に調査事例2を参照）からも明らかである。

一方、電極を脳内に埋込む装置が開発されると、安定動作や長期間の使用も問題がなくなる（類似の技術ですでに人工内耳と脳深部刺激装置が普及している）。手術時

の費用は高いが、メンテナンスの手間と費用まで考慮すると、特に非進行性の疾患では、非侵襲的な方法より優位になる可能性が高く、潜在的開発需要が存在すると考えられる。将来はバイオ技術による治療と競合することになるが、互いに排他的ではない。

E. 結論

四肢が使用困難な重度身体障害者において、介助の現状と福祉機器開発要求を調査した。希望開発項目（機器を使うなどして介助なしに行いたいこと）はそれぞれの障害・介助状況に応じて異なっていた。開発需要としては、当事者が一方的に希望を出すとその知識のために限定されたものになるため、聴取方法の工夫が必要であった。

BCIは技術としては家庭で実用可能なレベルに達しており、普及のためには適合とメンテナンスを含めた総合システムとしての開発と、制度的な補助が課題となる。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表 学会発表

小松知章，中島八十一，竹内成生，崎原ことえ，森浩一，神作憲司：頸髄損傷者における脳波を用いた非侵襲型 BMI の試み。平成 19 年電気学会産業応用部門大会論文集 II，電気学会，pp. II 99-102，大阪，2007-8-20.

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

厚生労働科学研究費補助金（障害保健福祉総合事業）
分担研究報告書
重度身体障害者の生活実態からの福祉機器ニーズの評価

分担研究者 井上剛伸

国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所 福祉機器開発部部長

研究要旨：本研究では、重度身体障害者の生活実態からの福祉機器についてのニーズを明らかにするために、重度身体障害者 3 名（頸髄損傷 1 名、頸髄損傷と脳性マヒ併発 1 名、ALS 1 名）に対し、長時間の生活記録による生活と介助状況の把握と質問紙調査による現在使用している福祉機器の主観的評価と福祉機器需要の把握を行った。結果、重度身体障害者が介助者の手を経ず、直接情報やコミュニケーションを発信、受信することが可能な情報やコミュニケーション面での行為を支援する機器の需要があること、利用者が「効率性」や「積極的適応性」を感じることができる程度の性能を有する機器開発が望まれることが示唆された。

A. 研究目的

本研究の目的は、重度身体障害者の生活実態からの福祉機器についてのニーズを明らかにすることにある。福祉機器開発において、技術面での進展のみならず利用者の生活場面における真の福祉機器に対する欲求を把握することが課題となっている。本研究では、BCI等の先端福祉機器の主たる利用候補者である重度身体障害者の福祉機器に対する意見に加えて、その生活を長時間にわたり観察し、記録することで、その生活状況を詳細かつ客観的に把握し、実際の生活状況に対応した福祉機器に関するニーズを抽出する。

B. 研究方法

本研究では、2007年7月から2008年2月にかけて頸髄損傷者2名（うち1名は脳性まひの2次障害によるもの）および筋萎縮性側索硬化症（ALS）患者1名計3名に対して24時間の生活記録調査と質問紙による聞き取り調査を実施した。被験者は3名とも日常生活

に多くの介助を必要とする重度身体障害者であり、その属性は表1に記すとおりである。

1. 24時間の生活記録に基づく、重度身体障害者の生活及び介助状況の把握（生活記録調査）

被験者3名に対して生活記録調査を実施した。まず、Case AとCase Cに関しては起床時間から就寝時間までの1日を調査者が被験者宅を訪問し、被験者の傍らで、被験者および介助者の行為を行為者、行為内容、行為時間の項目に分けて調査票に記載した。夜間については被験者もしくは家族に上記の項目の記載を依頼した。次に、Case Bについては、2回に分けて、0時から24時までの24時間分の被験者および介助者の行為を行為者、行為内容、行為時間の項目に分けて調査票に記載した。（表2）

2. 現在使用している福祉機器の主観的評価と福祉機器需要の把握

被験者 3 名に対して福祉機器の主観的評価と福祉機器需要について聞き取り調査を実施した。

まず、Case A、Case B、Case C の 3 名の被験者に対して現在使用している福祉機器の重要度と満足度を 5 段階で聞き取りを行った。加えて、Case A と Case B の 2 名については福祉用具満足度スケール (QUEST 第 2 版) と福祉機器心理評価スケール (PIADS) を用いて、現在の主観的評価を行ってもらった。

次に、Case A、Case B、Case C の 3 名の被験者に対して、「欲しい機器」や「一人で (介助者なしで) してみたいこと」などの項目の聞き取りを行い、福祉機器開発需要を抽出した。

上記の二つの調査は国立身体障害者リハビリテーションセンター倫理審査委員会の承認を得て実施した。調査の際には文書及び口頭にて調査内容を説明し、同意書への署名による承諾を得た。

C. 研究結果

1. 重度身体障害者の生活及び介助状況

(1) 介助内容の種類

被験者 3 名への調査を通じて、表 3 のような行為が生活の中でなされていることが明らかとなった。重度身体障害者の介助ニーズは単に生命および生活の維持にとどまらず、多岐にわたっていることがわかる。本研究では、行為内容を表 2 に示すとおり 13 項目に分類している。これら 13 項目の区分は、大まかに身体の管理を支援する項目 (「姿勢の変換」、「健康管理」)、日常生活動作 (ADL) を支援する項目 (「着替え」、「排泄」、「洗面・入浴」、「移乗」、「食事」、「掃除洗濯」、「外出」)、情報や

コミュニケーションを支援する項目 (「代筆・代読」、「家電操作」、「電話機操作」、「PC 操作」) に分けられる。

(2) 個別の生活記録の概要

(Case A)

1) Case A の身体と介助の状況

Case A の身体と介助の状況は以下のとおりである。

「左腕、左手、左指」による動作が可能であり、この他に右腕が多少曲がり、左足は若干踏ん張りが利く。加えて、腹筋と背筋が動くことによりいくつかの動作が可能となっている。

ADL についてみると、食事と整容については自立している。入浴、ベッドから車いすへの移乗、更衣については全面的に介助を必要とする。屋内の移動は電動車いすを操作することで自立している。排尿はカテーテルを、排便は座薬を用いており、その管理には介助を必要としている。

介助体制は、現在、家族 (親) と同居しており、主たる介助者は家族である。この他に、週 1 回 8 時間ヘルパーを使用している。

福祉機器は、移動に関して「電動車いす」を、移乗に関して「リフト」を、入浴に関して「シャワーチェア」を、就寝・起床に関して「電動ベッド」を使用している。

2) 行為の種類と頻度

Case A の介助の種類と頻度は表 4 に示すとおりである。調査当日はヘルパーを伴い外出予定であったが悪天候のため、中止となった。家電、電話、パソコン等の操作が自力でできるため、これらの介助項目がみられず、食事、排泄、入浴、着替えなど ADL が主な介助項目

となっている。

3) 介助行為の時間帯別頻度

Case A の時間帯別の介助の種類と頻度は表 5 に示すとおりである。ADL が主な介助項目となっているため、介助時間帯が起床時、昼食時、就寝時に集中している。

(Case B)

1) Case B の身体と介助の状況

Case B の身体と介助の状況は以下のとおりである。

頭部の随意動作が可能であり、この他に左肩が若干動く。また、脳性マヒによるアテトーゼがある。

ADL についてみると、食事、整容、入浴、ベッドから車いすへの移乗、更衣については全介助である。屋内の移動は介助用車いすを使用し、介助を必要とする。排尿はカテーテルを、排便は座薬を用いており、その管理には介助を必要としている。

介助体制は、現在、独居生活をしており、主たる介助者はヘルパーである。生活の全時間帯にわたり、つまり週 7 日 24 時間ヘルパーを利用している。なお、公的なヘルパー支給時間は 1 日 16 時間であるため、残りの 8 時間についてはヘルパーによる無償介助がなされている。

福祉機器は、移動に関して「介助用車いす」及び「座位保持用ベルト」を、移乗に関して「リフト」を、入浴に関して「シャワーチェア」を、就寝・起床に関して「エアマット」を使用している。また、一般電話に関しては音声でダイヤル可能な機能を用いている。

2) 介助行為の種類と頻度

Case B の介助の種類と頻度は表 6 に示すとおりである。調査当日は、訪問看護師の定期的な訪問日にあたり、介助者と訪問看護師の介助による適便と入浴がなされている。

食事、排泄、入浴、着替えなど ADL に加えて、家電操作、電話機操作、パソコン操作などの情報やコミュニケーション、姿勢の変換などの身体の管理など、多くの局面で介助がなされている。

3) 介助行為の時間帯別頻度

Case B の時間帯別の介助の種類と頻度は表 7 に示すとおりである。就寝時間帯（1 時から 5 時まで）を除いて多くの時間帯において介助がなされている。

(Case C)

1) Case C の身体と介助の状況

Case C の身体と介助の状況は以下のとおりである。

「目、眉、口、頬、右手親指」による動作が可能であり、この他に「左手」も若干動く。

ADL についてみると、食事、整容、入浴、ベッドから車いすへの移乗、更衣については全介助である。屋内の移動は介助用車いすを使用し、介助を必要とする。排尿は尿瓶を、排便はオムツを用いており、その管理には介助を必要としている。また、家電操作及びパソコン操作に関しては伝の心を用いて自力で行うことが可能であるが、その伝の心のスイッチを調節するために介助が必要となっている。

介助体制は、現在、家族（配偶者）と同居しており、主たる介助者は家族である。この他に、週 6 回 7 時間ヘルパーを使用している。また、入浴については週 2 回入浴サービスを

利用している。

福祉機器は、呼吸維持のため人工呼吸器と吸引機を使用している。

また、移動に関して「介助用車いす」を、移乗に関して「リフト」を、就寝・起床に関して「電動ベッド」を使用している。また、意思伝達、家電操作及びパソコン操作に関しては右手親指を用いたスイッチ操作により伝心の心を使用している。加えて、意思伝達手段の一部に透明文字盤を用いている。

2) 介助行為の種類と頻度

Case C の時間帯別の介助の種類と頻度は表 8 に示すとおりである。調査当日は健康状態が悪く、発熱があったため、入浴が中止となり、医師及び看護師の訪問があった。また、このため、健康管理に関する介助が多くなっている。加えて、健康管理に関する項目が多い要因として、吸引の必要が挙げられる。

3) 介助行為の時間帯別頻度

Case C の時間帯別の介助の種類と頻度は表 9 に示すとおりである。

深夜を含む多くの時間帯において介助がなされているが、これは当日の健康状態の悪化及び吸引の必要性から、健康管理に関する介助が必要なこと、体位交換が恒常的に必要なため、姿勢の変換に関する介助が必要なこと、が要因と考えられる。

2. 現在使用している福祉機器の主観的評価と福祉機器需要

(1) 現在使用している福祉機器の重要度と満足度

Case A、Case B、Case C で使用されている福祉機器の被験者評価による重要度と満足

度は表 10 に示すとおりである。

車いす、リフト、寝具（電動ベッド、エアマット）が共通する福祉機器として挙げられている。重要度の高い福祉機器として挙げられたものはいずれも満足度が 3 以上と高い値を示している。

(2) 現在使用している福祉機器の福祉用具満足度と福祉用具心理尺度

Case A と Case B が使用している福祉機器の満足度についてまず、QUEST 第 2 版日本語版(福祉用具満足度スケール)を用いて測定した。

QUEST 第 2 版とは、福祉用具と関連するサービスに対する満足度合を調査するための質問紙である。QUEST 第 2 版は、福祉用具全体の満足度を「1 まったく満足していない、2 あまり満足していない、3 やや満足している、4 満足している、5 非常に満足している」の 5 件法で求める質問、福祉用具 8 項目(大きさ、重さ、部品の取り付け・調整方法、安全性、耐久性、使いやすさ、使い心地、有効性)と関連するサービス 4 項目(手に入れるまでの手続きや期間、修理サービス、専門家の助言・指導、アフターサービス)の満足度合を、「1 まったく満足していない、2 あまり満足していない、3 やや満足している、4 満足している、5 非常に満足している」の 5 件法で求める質問、福祉用具 8 項目と関連するサービス 4 項目のうち重要と思われる 3 項目の選択を求める質問の 3 つで構成されている。本研究では、福祉用具全体の満足度については別途聞いていることから、福祉用具 8 項目と関連するサービス 4 項目の満足度合と重要と思われる 3 項目についてのみ実施した。

続いて、Case A と Case B が使用している

福祉機器の利用者に及ぼす心理的効果についてPIADS日本語版を用いて計測した。PIADS日本語版とは、26項目からなる心理評価スケールであり、その福祉用具を使用することによる心理的効果を調査するための質問紙である。効力感12項目（能力、自立度、生活場面での対処、とまどい(逆転項目)、効率、生産性、有用性、知識、仕事や作業の遂行、有能性、QOL、パフォーマンス）、積極的適応性6項目（生活がうまくいっている、チャレンジ精神、活動参加、活動参加、新しいことがしなくなる、生活活動の変化適応、チャンスを活かせる）、自尊心8項目（幸福感、自尊心、安心感、欲求不満(逆転項目)、自信、活力、思い通りにできる、恥ずかしさ(逆転項目)）の3つのサブスケールが存在する。被験者は各質問項目について用具の使用によって受けた影響を-3から+3までの7件法によって回答する。

Case Aで使用されている、「電動車いす」、「リフト」、「電動ベッド」、「シャワーチェア」、「マウススティック」及びCase Bで使用されている「介助用車いす」、「リフト」、「エアマット」のPIADS平均スコアとQUEST平均スコアの値を示したものが図1である。

PIADSの平均スコアについては、0.1から3.0までのばらつきがみられる。一方QUESTの平均スコアは3.5以上であり、おおむね福祉機器に対する満足度は高いことがわかる。

現在使用されている福祉機器の評価はおおむね、PIADSの平均スコアとQUESTの平均スコアの両方もが高い「シャワーチェア」、「リフトA,B」、「マウススティック」とPIADSの平均スコアが低くQUESTの平均スコアが高い「電動ベッド」、「エアマット」、PIADSの平均スコアが高くQUESTの平均スコアが

中程度の「電動車いす」、「介助用車いす」に分かれる。心理的効果(PIADS)は高いが満足度(QUEST)が低い、「電動車いす」、「介助用車いす」については、さらなる改良の余地があるといえる。

各福祉機器のQUESTの最も重要だと思う項目3項目と満足度が低い(2以下)項目は表11に示すとおりである。

Case Aについては、「リフト」以外の機器において、全体的な満足度とQUESTの平均スコアに若干の乖離がみられた。これについての検討は今後の課題であるが、個々の福祉機器について、重視して評価する項目の違いが、全体的な満足度に影響を及ぼしていると推察される。

重要だと思う項目としては、用具に関する項目が大半を占めており、特に「有効性」が多く福祉機器において挙げられている。福祉機器の利用にあたっては期待した性能を満たすかどうかという性能面が重視されていることがうかがえる。

続いて、PIADSの詳細は表12に示すとおりである。

各福祉機器は、利用者の心理にプラスの効果を持っていることがうかがえる。特に、「効率性」や「積極的適応性」に対して、大きな効果を及ぼしている。また、Case Aの「電動ベッド」、Case Bの「エアマット」は安寧に過ごすための機器であるため、「効率性」や「積極的適応性」に及ぼす影響が少なく、平均スコアが低くなっているものと推察される。

(3) 福祉機器の開発需要

被験者3名に対して「介助者の手を借りずに一人でしてみたいこと」について聞き取りを行ったところ表13のような回答を得た。

ADL 面では介助を必要とするが、情報やコミュニケーション面では介助を必要としない Case A の場合は、ADL を支援する機器が希望として挙げられている。ADL と情報やコミュニケーションの両面で介助を必要とする Case B の場合は、主に情報やコミュニケーションでの行為を補助する機器が希望として挙げられている。ADL 面では介助を必要とするが、情報やコミュニケーション面では、伝の心のスイッチ調整を除いて介助を必要としていない Case C では、開発希望機器は挙げられていない。

D. 考察

1. 生活及び介助状況からみた福祉機器開発需要

Case A、Case B、Case C の生活記録調査の結果(表 14, 図 2)をみると、ADL の介助が中心の Case A は、介助時間帯が起床時、昼食時、就寝時に集中している。Case B は、エアマットの使用により姿勢の変換等の健康管理に関する行為の一部を機器で補助しているが、ADL の介助に加えて情報やコミュニケーションの介助が必要なため介助時間帯が全時間帯にわたっている。Case B は、24 時間ヘルパーを利用することでこうした介助を得ている。Case C は伝の心の使用により、情報やコミュニケーション行為について、一部機器で補助しているが、ADL 介助に加えて生命の維持についての介助が必要なため、介助時間帯が全時間帯にわたっている。Case C は、家族が長時間のヘルパー滞在を好まないため、家族が介助することでこうした介助を得ている。

姿勢の変換や健康管理などの身体の管理を支援する機器や情報やコミュニケーションを支援する機器の開発や利用を進めることは、

重度身体障害者が介助者から介助行為を受ける時間帯を減らし、介助時間帯を部分的なものとする可能性がある。このことにより、重度身体障害者が介助者と離れて生活する時間の確保による心理的負担感の軽減や家族の介助時間の軽減が期待できる。

また、Case A、Case B、Case C の開発希望福祉機器についてみると、情報やコミュニケーション面での行為を単独で遂行できる Case A は ADL 面を支援する機器を希望しているのに対し、Case B は情報やコミュニケーション面を支援する機器を希望しており、その理由としてプライバシーの保護や介助者に気兼ねしないことを挙げている。また、機器の利用によりスイッチの調整を除いて情報やコミュニケーション面での行為を単独で遂行できる Case C は希望する機器を上げていない。このことから、ADL 面及び情報やコミュニケーション面の双方に介助を必要とする重度身体障害者の場合、ADL 面を支援する機器に優先して、情報やコミュニケーション面を支援する機器の導入の必要性が示唆される。この要因としてはこうした機器の利用により、重度身体障害者が直接情報やコミュニケーションを発信、受信することは本人のプライバシーの保護の観点から重要とされることが考えられる。

以上のことより、重度身体障害者が介助者の手を経ず、直接情報やコミュニケーションを発信、受信することが可能な情報・コミュニケーション面での行為を補助する機器の需要があるといえる。また、姿勢の変換や健康管理などの生命の維持を支援する機器についても一定の開発需要があるといえる。

2. 福祉機器の主観的評価からみた福祉機器

開発需要

Case A、Case B、Case C の現在使用している福祉機器をみると(表 14)、Case C を除き、ADL および身体の管理を支援する機器が中心となっていることがわかる。上記で述べたように、これらに加えて、適切な情報やコミュニケーション行為を支援する機器が開発、普及することにより、その利用が促進されると考えられる。

次に、現在使用している福祉機器の主観的評価をみるとおおむね満足度合は高く、心理的にプラスの効果をもたらしている。ADL および身体の管理を支援する機器の基準としては用具の性能面が評価されており、性能の高い用具の使用により、「効率性」や「積極的適応性」についてプラスの心理的効果を得ることが考えられる。今後の情報やコミュニケーション面での行為を支援する機器の開発においても、利用者が「効率性」や「積極的適応性」を感じることができ程度の性能を有する機器開発が望まれる。

E. 結論

重度身体障害者 3 事例に対する生活記録調査と福祉機器開発の要望から、重度身体障害者が介助者の手を経ず、直接情報やコミュニケーションを発信、受信することが可能な情報やコミュニケーション面での行為を支援する機器の需要があることが明らかとなった。

3 事例が使用している福祉機器の主観的評価から、利用者が「効率性」や「積極的適応性」を感じることができ程度の性能を有する機器開発が望まれることが示唆された。

F. 研究発表

1. 学会発表

井上剛伸, 田中久弥, 豊原昂, 小竹元基, 蒲田実: 聴覚刺激による事象関連電位を利用した意思伝達装置の開発に関する研究, 第 20 回バイオメカニズム・シンポジウム前刷, 2007/8/7-9, 潮来, 301-312(2007)

丸岡稔典, 井上剛伸, 森浩一: 重度身体障害者の 24 時間の生活記録から抽出する福祉機器需要, 第 23 回リハ工学カンファレンス, 2008/8/27-29, 新潟 (発表予定)

表 1 被験者のプロフィール

被験者	年齢	性別	居住環境	障害種類	身体の稼働部分	介護状況
Case A	44	男性	家族同居	頸髄損傷(25歳受傷) C3, C4 不全麻痺 機能レベル C5	左腕、左手、左指、 腹筋、背筋、 右腕が多少 左足が若干	週 1 日 8 時間ヘルパー利用 それ以外は家族介護
Case B	59	男性	独居	脳性マヒの 2 次 障害 による頸損・脊損 筋萎縮性側索硬 化症 (発症後約 13 年)	首から上、左肩が 若干 アテトーゼあり	週 7 日 24 時間ヘルパー利用
Case C	67	男性	家族同居		目、眉、口、頬、 右手親指、左手も 若干	週 6 回 7 時間ヘルパー利用 それ以外は家族介護

表 2 生活記録の記載例

開始時間	終了時間	区分	内容	行為者	時間
8:26	8:31	健康管理	吸引	妻	0:05

表3 介助の種類

大項目	区分	内容	大項目	区分	内容
身体の管理	姿勢の変換	体の向きの変更(体位交換) 体の位置の変更 車いすチルトの調整 リフトを用いた車いす上での体の位置の変更	ADL	着替え	下着の着替え 上着の着替え 寝巻きの着替え 眼鏡を拭く 眼鏡の着脱 補聴器の着脱
	健康管理	吸引 吸引機の調整 検温 血圧、脈拍の測定 褥瘡の確認と手入れ 肌の手入れ カテーテル手入れ 冷やしタオル交換 投薬 点滴の調整 使い捨てカイロの位置調整		排泄	摘便 おむつ交換 尿バックの尿を捨てる 尿瓶の尿を捨てる 尿バックの交換 尿瓶をセットする
情報やコミュニケーション	代筆・代読	書類への代筆 メモの代筆 電話の代行	ADL	洗面・入浴	洗顔 耳かき 頭にブラシをかける 手で体を掻く 髭剃り 歯磨き タオルで体を拭く 清拭 入浴とその準備
	家電操作	テレビリモコン操作 エアコンリモコン操作 伝心のスイッチ調整 照明操作		移乗	ベッドよりシャワーチェアへリフトで移動 シャワーチェアの上部を浴槽へリフトで移動 シャワーチェアから手動車椅子へリフトで移動 手動車椅子からベッドへ移動 ベッドから手動車椅子へ移動 ベッドへリフトで移動 車椅子からシャワーチェアへリフトで移動
	電話機操作	一般電話機操作 携帯電話機操作		食事	食事準備 食事 お菓子を食べる 食事片付け 水分摂取
	PC操作	パソコン起動 パソコンメールソフト操作 パソコンウェブブラウザ操作		掃除洗濯	部屋の掃除 トイレ掃除 風呂掃除 書類の片付け シーツ交換 洗濯 パソコンモニターの片付け 工作用具の片付け 裁縫
その他	書類の郵送作業 外の天気の確認 湿度計の確認 カーテンの開閉 雨戸の開閉 窓の開閉 ドアの開閉 工作作業 通帳の出し入れ 電話対応 布団や毛布の着脱 寝具を外す 書類を貼る 買い物代行	ADL	外出	外出用具の準備 車いすを押す 料金の支払いの代行 外出用具の後片付け	

表 4 Case A の介助頻度

区分	姿勢の変換	健康管理	着替え	排泄	洗面・入浴	移乗	食事	合計 44回
回数	2	3	5	2	3	3	15	
区分	掃除洗濯	外出	代筆・代読	家電操作	電話機操作	PC操作	その他	
回数	2	0	0	0	0	0	9	

表 5 Case A の介助種類と頻度

時間	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	10 11 ~	11 ~ 12
ヘルパー 滞在時間											←	
姿勢の変換								1				
健康管理												
着替え								3	1			
排泄								1				
洗面・入浴												
移乗								1				
食事								1	1		1	3
掃除洗濯												
外出												
代筆・代読												
家電操作												
電話機操作												
PC操作												
その他											1	2
合計	0	0	0	0	0	0	0	6	2	0	2	5
	12 ~ 13	13 ~ 14	14 ~ 15	15 ~ 16	16 ~ 17	17 ~ 18	18 ~ 19	19 ~ 20	20 ~ 21	21 ~ 22	22 ~ 23	23 ~ 24
ヘルパー 滞在時間	→											
姿勢の変換												1
健康管理								1	2			
着替え									1			
排泄								1				
洗面・入浴								3				
移乗								1	1			
食事	1	2		2	1		3					
掃除洗濯	1				1							
外出												
代筆・代読												
家電操作												
電話機操作												
PC操作												
その他		2			2			1	1			
合計	2	4	0	2	4	0	3	6	3	0	0	0

