

## 福祉機器開発部の25年を振り返って

### 1 研究方針

福祉機器開発部は“人・生活・もの”をキーワードとし、オーファン・プロダクツ（特定の障害者ニーズに基づいた福祉機器の総称）の開発・評価研究を行うことにより、障害者の自立と社会参加の促進とQOLの向上に寄与することを使命とする。

障害者の自立と社会参加の促進を図る上で最も重要と考えられている「活動し、参加する力」を当事者が自ら主体になって発展させること（エンパワメント）のためのオーファン・プロダクツ開発に重点を置き、義肢装具、移動支援機器、情報支援機器の3分野を設定し、研究・開発・評価を実施している。これらの研究開発においては、リハビリテーション現場との密接な協力はもとより障害のある当事者の参加を得ることとする。研究の成果は、開発した機器の他、福祉機器に関する規格や基準、また機器への適合の手法として出力する。

### 2 研究成果

#### (1) 義肢装具部品の開発と試験評価

障害者自立支援法の成立とともに、補装具の支給システムの見直しが行われた。補装具と日常生活用具の定義の再確認と品目が見直され、一部の修正があったが、義肢装具、座位保持装置については大きな修正はなかった。当開発部では創設以来、義肢装具の試験評価に関する研究に積極的に取り組んできた。規格の策定、試験評価手法の開発、試験機の開発や実際の試験を実施してきた。最近では義肢装具部品以外に座位保持装置部品についても試験評価を実施してきている。

##### ①義足構造強度試験機の開発

義足の構造強度試験は、国内では日本工業規格（JIS）が作成されていたが、国際的にもISOにおいて国際規格の制定作業が進められてきた。1996年に国際規格として義足の構造強度試験の規格が制定され、翌年にこれを翻訳してJIS規格が制定された。これらの規格の制定前後に、義足の一体構造試験についての試験機や試験治具の開発を進めて、義足一体構造試験の実施を可能にした。万能材料試験機に取り付ける義足一体構造試験用の治具を開発し、静的許容試験、静的破壊試験の実施を可能にした。さらにAE計測装置を用いて静的試験時の破損部位の推定手法の開発を試みた。万能材料試験機用治具としては、膝最大屈曲止めの試験用治具を開発した。同時に金属杖用

繰り返し試験機に取り付ける治具を開発することにより繰り返し試験の実施を可能にした。実際に300万回の試験評価を実施することにより試験機の改良と能力の確認を行い、試験手法として完成させた。

##### ②義肢装具部品の試験評価手法の開発

義肢装具の部品は多くの種類があり、部品毎に試験評価手法を開発する必要がある。国内には義足関係、義手関係、金属製下肢装具用継手関係などの日本工業規格が制定されているが、義肢装具の部品は多くの種類があり、十分ではない。例えば下肢装具の継手では、新しい機能を持った膝継手や足継手が開発されてきており、これらの継手に合わせた試験評価手法の開発が必要になる。当開発部では金属製下肢装具用継手のJIS規格を参考にして、下肢装具用膝継手や足継手の繰り返し試験を実施して、試験評価手法を開発した。

また、義手関係でも、電動義手の静的強度試験を能動ハンドのJIS規格を参考にして規定した。静的強度としては、鉛直方向の強度、母指の横方向引張強度、示指の横方向強度、示指・中指の伸展方向強度が同様の試験方法で対応可能であった。

さらに、能動肘ブロック継手のJISを参考にして圧縮および引張の静的強度試験手法を開発した。

これらの試験評価研究の一部は申請業者から補装具評価検討会に提出され、試験を実施した義肢装具部品が公的支給制度の対象となるかどうかの審査にも使われており、行政ニーズに対応した業務も実施している。

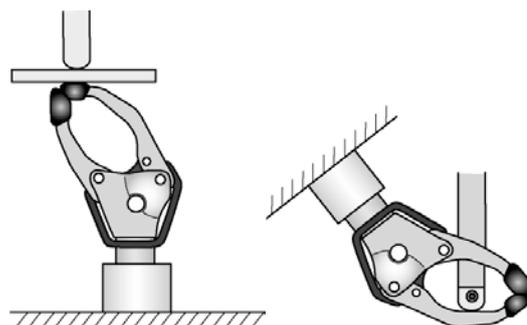


図1 電動義手の強度試験

##### ③歩容を改善する股義足の開発

本研究は、利用者が少ない故に企業での開発の進んでいない股義足を対象として、現状の股義足よりも格段に歩容を改善する股義足を提案・開発することにより、股義足使用者が社会活動を行う上で身体的・精神的負担を軽減することを実現し、その結果として、使用者の社会への活動と参加を促進させることを目的とする。

主な成果として、股離断者の神経・筋・骨格系

および股義足をモデル化し、遺伝的アルゴリズムにより歩行パターンを生成するコンピュータシミュレーションシステムを構築した。本システムでは、健側の伸びあがりによる義足側のクリアランスの確保などの、股義足歩行の特徴をコンピュータ上で再現することができた。

さらに、数値シミュレーションの結果を基に、股義足の股継手中心を解剖学的な股関節中心に近い位置に配置した股継手、および股関節を空気圧アクチュエータにより能動的に振り出しおよび制動する股継手（図2）を試作した。評価の結果、いずれの股継手についても左右対称性などで歩容の改善が見られることがわかった。

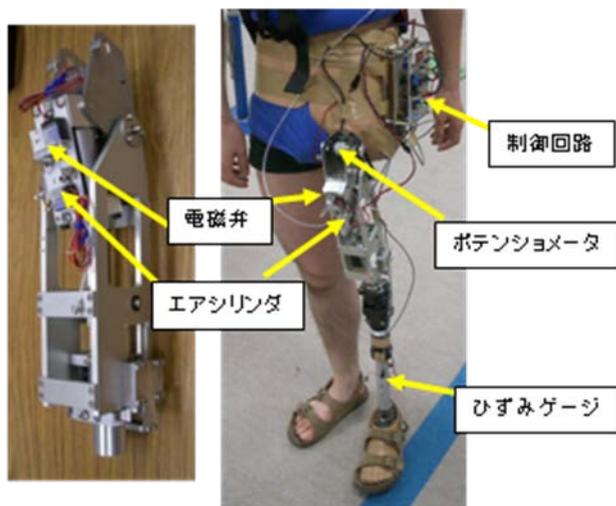


図2 空気圧式能動股義足

## (2) 移動支援機器の開発と評価

移動は生活の上で必要不可欠な活動の一つであり、それを支える移動支援機器も重要な役割を担う機器である。特に重度の障害者にとって、自らの力で移動を実現できることは、生活を拓ける大切な要素となり、そのための機器開発を実施した。また、車いすの利用における安全性の確保や、適合のための姿勢評価も重要なテーマである。これらは、国際標準機構（ISO）の策定とからめた研究として実施している。さらに、移乗における介助者負担の観点から、腰部負担の評価に関する研究も実施した。

### ① 重度障害者の自立移動機器の開発

本研究の目的は、市販の電動車いすの使用が困難な重度障害者を対象として、その自立移動を実現する高機能電動車いすを開発することである。

研究方針として、先端技術を取り込み、それらを適材適所に活用することで、対象とする障害者が実際に使用することのできる機器を開発することとした。

本プロジェクトは、産業技術総合研究所、東京

大学との共同研究であり、これらの研究機関で開発する音声認識、ジェスチャー認識、筋電検出、力覚検出のそれぞれの先端技術を、電動車いすの操作入力に活用するとともに、全方位カメラシステムや遠隔画像伝送システムを活用し、危険回避や非常時の支援を行うシステムを開発する。当研究所では、それらを搭載するプラットフォームとなる電動車いすおよび電動車いすシミュレータ（図3）の開発と、システムの統合を行う。

開発した各電動車いすを対象者の生活場面に導入し、その有用性および心理的な効果が有ることを確認した。音声認識電動車いすを使用して、脳性マヒ者が地域の運動会に参加した際の写真を示す（図4）。



図3 電動車いすシミュレータ 図4 音声認識車いす

### ② 座位保持装置の評価基準の開発

障害者や高齢者の使用する車いす上で使用する座位保持装置は安全であり、耐久性を持つことが必要である。特に、後者の強度は現在、ISO 16840-3とそれに準拠している厚生労働省の座位保持装置部品の認定基準及び基準確認方法に關与する。

そこで、臨床現場で障害者が座位保持装置を使用したとき、どのような荷重がかかるのか、長時間の計測記録を行なった。その結果、当初と異なった荷重、ずり下がりによる側方支持への下方や内転支持の前方荷重が働くことがわかった。

次に、理論による荷重計算を検討した。頭部の衝撃試験を日常生活での頭部屈曲伸展最大速度と頭部質量による運動量を検討した結果、頭部に速度が加わった運動量は非常に少なかった。これらにより、頭部の衝撃試験は厚生労働省の基準からは削除された。

また、調整を手でする場合、その時のグリップ力が強度試験に影響することがわかった。これについては障害者・児の母親が調整する場合も多く、それを加味した試験とすべきである。

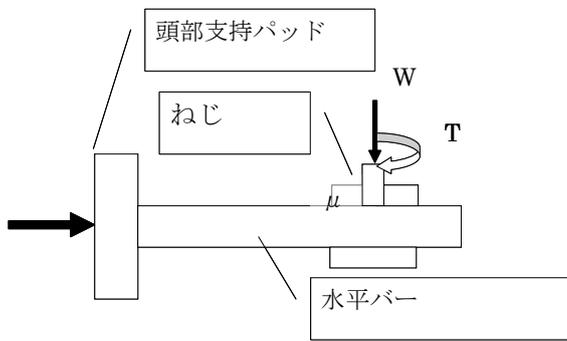


図5 手による締め付けを考慮した強度の概念

### ③座位姿勢の評価手法の開発

座位保持装置の臨床評価を実施する上で、座っている姿勢を測定できることは重要である。今までは肩が下がっているなどと定性的な評価であった。ISO 16840-1では姿勢の定量化を目指して、原案を作成し、この基礎的検討を行ってきた。その結果、ISOは完成したが、臨床上での使用や精度、そして測定手法に問題があった。そこで、脊椎を推定する胸骨線と腹部線を提案し、脊椎位置との妥当性を確認した。また、上部頸部点や下部頸部点、そして矢状面骨盤線の計測などより臨床的に測定できる手法を提案した。精度は測定手法と人体計測点に関係するので、精密測定が可能な3次元計測器を導入した。また、臨床的にはカメラとソフトによる計測が可能なシステムや水準器を使用した計測器を開発した。



図6 三次元計測器による測定

### ④移乗介助動作の評価

本研究は、ベッド・車いす間等の移乗介助における、介助者の腰部への負担を定量的に評価することを目的とする。

三次元動作分析システムにを用いた計測データから腰部周りのモーメントを算出した結果から、被介助者の頭部を介助者の脇の下に入れて行う方式が一人介助では腰部負担が少ないことが示された。また、二人介助においても、ベッド高さが低

いと負担が大きくなり、特に脚を支持する介助者が前傾姿勢をとった場合の負担が大きくなること示された。

移乗介助用リフトを使用した場合の腰部負担についても計測したところ、スリングをベッド上で敷き込む動作、車いす上で脚側のスリングを取り外す動作、床走行式リフトを回転する動作において負担が大きくなること示された。この要因として、体幹の傾斜角の影響が指摘され、ベッドの高さなどの環境や姿勢に配慮した方法により改善されることが明らかになった。

### (3) 情報支援機器の開発と評価

現在の社会は情報技術社会であるが、障害者にとってはパソコンなどの情報機器は標準の入力装置では使えず、そのために生じる情報格差（デジタル・デバイド）は重大な問題となっており、その解決が大きな課題となっている。本研究では、障害者であっても単独で使用可能な優れたパソコン入出力機器を開発・評価し、彼らのQOL向上に寄与することを目的とした。当該研究期間には、様々なコミュニケーション障害のうち、盲ろう者向けのパソコン利用支援機器、光キーボードユーザである頸髄損傷者向けのダイレクトマウスポインティング装置の開発を行った。また、急増する認知症高齢者の生活支援に対する社会的要請に応えるため、平成17年より、認知症者の生活支援機器の研究開発を開始した。

#### ①カナ呈示による盲ろう者向けパソコン利用支援機器の開発

途中で視覚障害を受け、点字の読み取りが困難な盲ろう者（盲ろう状態：視覚機能に加えて聴覚機能にも重複して障害を生じた状態）向けのパソコン利用支援装置の開発を行った。点字出力の代わりにピンディスプレイにカタカナの形状を浮き出させ、それを蝕読することで出力の内容を理解することとしてシステムの設計を行った（図7）。タッチタイピングが困難な場合には、携帯電話式の文字入力装置を併用して、入力文字の候補を浮き出させた後、確定入力により文字を入力することとして誤操作をできるだけ少なくする方策をとった。

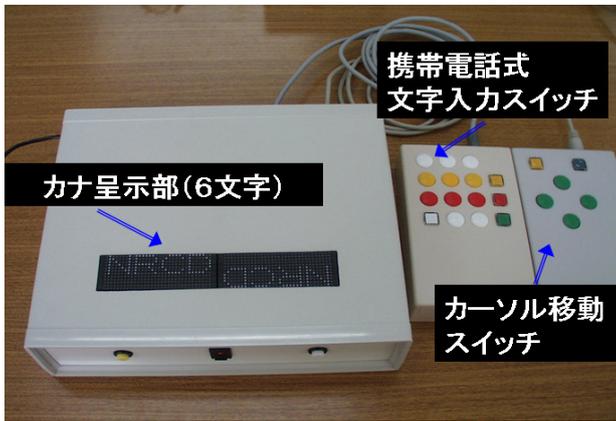


図7 ピンディスプレイを利用したカナ呈示機

### ②光キーボード利用者向け光マウス装置の開発 (伊藤)

これまで、頸髄損傷者向けにレーザーポインタを利用したキーボード代用装置を開発しているが、本装置用のマウスポイント移動方法では、マウスカーソルの位置によっては頭部の向きと視線方向が一致せず、インタフェースとして最適ではないという課題が残っていた。そこで、本装置では液晶画面に当たったレーザー照射箇所を画像処理により検出し、その箇所にマウスカーソルを移動させるというダイレクトマウスポインティングを実現した。レーザー光線を照射した箇所にマウスカーソルが移動するので、操作が直感的で分かり易く、頭部の動きをマウスカーソルの動きに連動させるためのキャリブレーション作業も必要ないシステムとなっている。



図8 レーザ光線利用によるダイレクトマウスポインティングシステム

### ③認知症者の生活支援機器に関する研究

国内での支援機器の開発・普及を促進するため、既存の機器の効果実証、当事者のニーズに基づく機器開発、機器の情報流通に取り組んできた。研究初期に、まず、国内外の支援機器の調査を行い、ICFの心身機能、活動と機器との関係を分析した

「生活支援機器マップ」を開発した。続いて、機器の実用化のためのロードマップを示した。機器開発には、平成18年に着手し、生活の場に入り込んで研究を行う現場密着型手法により、認知症者の記憶や見当識を補う情報呈示機器を開発した。また、平成19年からは、心理面に着目し、活動意欲の向上を図る電子日記帳の開発にも取り組んでいる。一方、効果実証研究(平成20年～)では、ニーズの高い服薬支援機器や電子カレンダー等を実際の当事者に適用し、早期実用化に向けた導入方法や効果等の知見収集を行っている。これらの研究と並行して、情報流通のための機器に関するデータベースの公開、展示館での実物展示、開発者とユーザーを対象としたシンポジウムの開催等も実施している。研究開始5年を経て、ようやく機器の認知度や機器開発への関心が高まってきたところであり、今後の10年で、支援機器を用いた認知症者のより長い自宅での自立生活の実現を目指す。

### (4) リハセンター情報システムの整備に関する研究

情報インフラは道路と同じで特定の部門に所属する物ではなく、センター全体として横断的に取り組むべき課題である。福祉機器開発部と管理部企画課が中心となって各部門との連携の基にセンター情報システムの整備を図っている。開発部では関連する調査・試験研究や技術支援を主に担っている。

#### ① セキュアな情報システム整備に関する研究

情報システム環境整備として、平成18年に基幹システムの更新を行い、データの機密性の度合いに応じて、外部公開ゾーン(ホームページ等)、一般サービスゾーン(イントラ、ウイルス対策、ユーザー管理等)、高次セキュリティゾーン(個人情報処理)に分け、各サーバーを配置するよう設計・構築した。平成20年には、急激に増加した迷惑メール対策として迷惑メール対策システムを更新した。また、安全性とアクセシビリティに配慮した利用者宿舍の無線LAN整備、更生訓練所給付システム及び患者苦情DB構築の技術支援を行った。情報セキュリティは技術面だけでは防止できないのでユーザー・管理者が守るべき規程として情報セキュリティ対策等運用管理規定を整備した(平成19～20年)。平成20年には病院医療情報システム再構築を目的に外部コンサルを導入し向こう3年間の整備計画を作成し、平成21年より整備始めたところである。

## ② ホームページ関連の情報保障に関する研究

情報格差を最小限に抑えるためには、必要な情報を必要な時に入手できる環境、すなわち情報保障が大変重要である。ホームページアクセシビリティはもちろんのこと、最近、めまぐるしく発展しつつある携帯端末による遠隔操作、Web 技術に関する調査研究及び実証試験を行った。具体例として、利用者宿舍の無線 LAN にはセキュリティ、アクセシビリティに配慮し、またホームページ検索機能として外部公開ホームページには「Namazu」（平成 19 年）を、イントラホームページには「GoogleMini」（平成 20 年）を導入し利便性を高めた。

## 3 おわりに

福祉機器開発部のコアコンピタンスは、福祉機器という焦点を絞った課題について、手法にこだわることなくその開発と普及を目指した研究に取り組んでいることにある。これまでの研究は、どちらかという重度障害者を対象とした福祉機器の研究を進めてきた感があるが、認知症という新たなテーマを設定し、福祉機器研究の新分野を開拓しているところである。このような取り組みにおいても、これまで培ってきた当部のノウハウが存分に生かされることが実感され、あらためて歴史の重さを感じる良い機会となっている。また、重度障害者の自立移動機器の開発のように、先端的な技術を積極的にこの分野に取り込もうとするプロジェクトも、新たな展開であり、今後の当部の研究の方向性を指し示す成果が得られている。

福祉用具法施行から 15 年が経過し、時代の変化にともなった見直しの必要性も叫ばれている。この分野の政策提言につながるような研究を、積極的に行っていくことも、今後の方向性として示されている。