

木製福祉用具と新機能付加車椅子の試作*

藤澤 充**、高橋 民雄***、米倉 勇雄****
長嶋 宏之***、長谷川 辰雄**、小林 正信***
堀田 昌宏**、浪崎 安治***、高橋 幾久雄****

県内企業のものづくり研究開発力向上と福祉機器産業の育成を目的に、平成10年度ものづくり試作開発支援センター整備事業により導入した福祉機器・用具開発のための設備群を活用して、木製福祉用具と新機能付加車椅子を試作し、展示会を開催した。今後、アンケート調査結果を基に、人間工学的な評価及び改良を加えながら、人に優しいものづくりに取り組む予定である。
キーワード：福祉機器、木製福祉用具、新機能付加車椅子、人間工学

Trial Manufacture of Wooden Welfare Goods and a Wheel-chair with New Function

FUJISAWA Mitsuru, TAKAHASHI Tamio, YONEKURA Isao
NAGASHIMA Hiroyuki, HASEGAWA Tatsuo, KOBAYASHI Masanobu
HOTTA Masahiro, NAMIZAKI Yasuji and TAKAHASHI Ikuo

To improve the ability of development and promote auxiliary instruments industry in Iwate, we made wooden welfare goods and a wheel-chair with new function by new machines introduced in 1999. And we held the exhibition of those trial products for the result spread. In future, due to the results of this questionnaire survey, we try to challenge human-friendly manufacture by ergonomics.
keywords : auxiliary instruments, wooden welfare goods, wheel-chair with new function, ergonomics

1 緒 言

2015年には65歳以上の高齢者の割合が4人に1人という超高齢社会が到来すると予測されている。少子化もあって、介護する人が絶対的に不足するため、高齢者や障害者の生活を支援する福祉機器や用具が必需品となり、その需要はますます拡大するものと考えられる。

しかし、現在の福祉機器や用具は全般に使い難く、例え使い易くても北欧などからの輸入品のため高価だったり、日本人の体型や生活習慣に合わないものが多いのが実状である。同時に、現状の景気低迷を打破するための新産業分野創出の有望な分野として、福祉機器産業の育成が期待されている。

そこで、人に癒し効果のある木材利用と人体の形状や動作特性を考慮して一人一人にぴったりと合った安全で使い易い「人に優しい」福祉機器や用具を開発するために、平成10年度「ものづくり試作開発支援センター整備事業」により、福祉機器・用具開発のための設備(金属及び木材曲げ加工、人体寸法計測、動作解析、生体解析等)を導入した。

今回これらの設備を有効活用することによって、県内企業のものづくり研究開発力向上と福祉機器産業の育成を目的に、研修・技術指導・設備開放・共同研究を実施したので、その経緯について報告する。

2 方 法

2-1 木製福祉用具の試作

圧縮処理による木材曲げ加工用のコンブウッドシステム(デンマーク製)を使って、樹種の違いと処理条件の組合せによる曲げ加工の適性について実験した。その結果を企業に展開するために、(協)岩手木工センターとの共同研究により、福祉現場ニーズ調査とその調査結果に基づいて、コンブウッドシステムで処理した木材を中心に活用して、木製福祉用具の試作を行った。

代表的な木製車椅子の開発コンセプトとしては、曲げ木を使うことで力学的な強度を出すとともに、柔らかなカーブを表現し、視覚的にも優しいものとした。また、アームの部分は特に人の手があたるため、塗装は木の感触を活かすように配慮した。

* 人に優しい福祉機器の開発(福祉機器開発事業):福祉機器開発プロジェクト

** 電子機械部、*** 木工特産部、**** 金属材料部

2-2 新機能付加車椅子の試作

最近、車椅子で外出する人のためにバリアフリー構造の道路が増えつつあるが、それは未だごく一部であり、どこにでも行ける状況とはほど遠いものがある。一般の道路における代表的な障害物は、段差と傾斜角の大きいスロープであるので、これを安全で省力的に乗り越えるための機能について検討を行った。

開発コンセプトとしては、お年寄りや障害者がわかりやすい単純な機構であること、故障した場合でも自転車店などで簡単に修理可能なものであること、電気的な動力を使わずに楽に漕げること、後退と後方転倒を防止する安全機能をもつこと、木の感触を重視することを基本方針とした。

そこで、前輪持ち上げ用の段差乗り越えハンドルをはじめ、ギア比を約 1/2 にして勾配を漕ぎやすくする変速ギアとその切り替えレバー、後退防止用のラチェット機構、後方転倒防止補助輪から構成される新機能付加車椅子を設計した。

金属加工には CNC パイプベンダ等の金属曲げ加工機類を活用し、コンブウッドシステムで処理した木材を輪状に成形してハンドリムとして取り付けた。

2-3 人間工学的解析・評価方法の検討

解析装置には、大きく分けて、人体形状計測・動作解析・生体解析があるが、どの装置も臨床学的な知識が必要で操作が難しい上に、データ解析手法も習得しなければならないため、メーカーおよび大学からの指導を受けている最中である。また、各種シンポジウムやセミナーに積極的に参加して、人間工学的解析・評価手法や福祉機器開発の方向性等に関する情報を収集した。

3 結 果

3-1 木製福祉用具の試作展示会「やさしさのかたち」展の開催

導入したコンブウッドシステムは、従来型のスチーム加熱だけで曲げる方法に替わって、木材を 100 の蒸気釜（オートクレイヴ）に入れ、約 3 ～ 4 時間加熱し、その後、プレス内で木口方向より 15 % ～ 20 % の縦圧縮をする。これによって木材の縦方向の繊維壁面がアコーディオンの様な蛇腹状になることで、曲げ木が容易に出来るようになる。

コンブウッドシステムの基礎的な曲げ加工特性データ収集として、15 種類の木材について圧縮処理実験を行った結果、ナラ材やブナ材の広葉樹材が破壊されずに処理できた。一方、著しく破壊したものは松材やスギ材に代表される針葉樹類であった。同一処理条件での実験でこのような差が出たことから、コンブウッドシステムによる木の圧縮と曲げの特性は木の細胞構造に依存していることがわかる。

コンブウッドシステムで処理した圧縮木材は、長期の

保存が可能、引き割加工が可能、冷えた状態でも曲げ加工が可能、乾燥後は従来の木材と同等の強度が従来と異なる点である。

また、岩手木工センターとの共同研究の手始めに、障害者及び高齢者が日頃抱えている福祉機器に対するアンケート調査を行った結果、福祉機器を木製化することに対して、下記のような要望等があった。

一目見て優しく気持ちがいい。/一日中車椅子なので通常品では大変疲れる。/木製品で欲しいものは風呂用椅子、台所用品、シンク周りの改善である。/ワーキング用カットアウトテーブルがあればよい。

また、全般的には下記のような意見の他、木に対する親しみ、憧れ、必要性が伺われた。

普段の生活の中で使う椅子が意外と少なく、値段も高くニーズに合わないものが多い。/木製介護用品に限らず少数の注文が出来ない。/昔から親しんだ木が身近にあれば老人は嬉しい。/立ち上がり動作に時間がかかる。

このアンケート結果を基に、今回の圧縮処理条件で処理したブナ材を用いて、約 21 種類 40 点の木製福祉用具(車椅子(図 1)、座椅子、風呂用具、歩行器、てすり、テーブル、ボックスなど)を試作し、3月中旬に当センターと盛岡市中央公民館で「やさしさのかたち」展

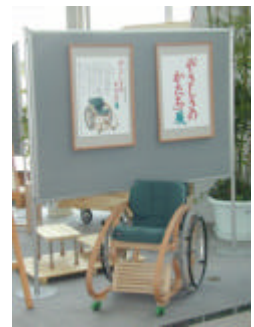


図 1 木製車椅子の外観



図 2 やさしさのかたち展全景

(図 2)を開催したところ、6 日間で約 600 名の来場者があり好評を得た。来場された県民からのアンケート結果の主なものは次のとおりであった。

- ・暖かい感じで日本にちょうど良い。
- ・木製のカーブがよい。
- ・このように心の安らぐ物の方が一生使えて喜びの時間が多くなるのではないかと。
- ・非常に良くできているし、歩行困難な方は助かる。
- ・木の温もりが丸みのある作りでとても良く伝わる。
- ・車椅子の背の部分が高くして、老人の頭を支えられるようになるともっと良い。
- ・他の製品よりも木の温もりが特に感じられた。

これらのアンケート調査結果はまだ十分に整理できて

はいないが、これから評価を行うこととしている。

3 - 2 新機能付加車椅子の試作

組立が難しくまだ不備な点があるため、まだ実用には耐えない状況ではあるが、下記の機構を付加した車椅子(図3)を試作した。



図3 試作した新機能付加車椅子の外観

[段差乗り越え機構]

普通の車椅子の主車輪は、直径が 60cm 以上であり、主車輪のみであれば 10cm 程度の段差は比較的容易に乗り越えられる。しかし、車椅子の水平姿勢を維持するために主車輪の前方に取り付けられている補助輪の直径が 20cm 以下で、これが段差に突き当たってしまうために介護者などが椅子全体を後ろに倒すようにして段差の上に補助輪を持ち上げてやらないと乗り越えができない。

この動作を車椅子使用者が自力で可能にするため、図3に示すように主車輪と補助輪との間に補助輪を持ち上げるためのハンドルを取り付けた。その機構は、下部フレームに固定したメスの角ネジに噛み合ったオネジが、ハンドルを回すことによって下方に伸び、その先端のキャスターが補助輪を持ち上げるもので、ハンドル軸とオネジを滑りキーで連結することでキャスターが下がってもハンドルの位置は変わらないようにした。

[変速および逆転防止機構]

車椅子で楽にスロープを登る方法として、手漕ぎ力低減のための変速機構と、逆転防止のためのラチェット機構を取り付けた。スロープで、図3に示す変速レバーを作動させると、約2分の1の手漕ぎ力で登坂が可能となり、手を離してもスロープを転げ落ちる危険が解消される。但し、手漕ぎ輪と主車輪の軸は同軸であることが望ましいため、変速機構はかなり複雑なものになった。

[後方転倒防止機構]

段差乗り越えの際、および登坂時の後方転倒を防止するため、主車輪の後方に後方転倒防止補助輪を取り付けた。この補助輪は、普通の走行の際には浮いた形になっており、水平姿勢維持補助輪下端が主車輪よりも 15cm 以上持ち上がった際に接地するようになっている。

3 - 3 人間工学的解析・評価方法の検討

各装置について、約2回程度教育を受けたが、まだ使えこなせる状況ではない。継続して指導を受け、かなり

の時間を確保して装置操作及びデータ解析の訓練が必要であるし、どのような形で適用を図っていくのが効果的であるかを今後検討しなければならない。

以下に、研修及び指導を受けた際や展示会見学・シンポジウム聴講の際に重要だと感じ、今後の研究や企業にとって参考になると思われる事項を列記する。

● SolidWorks98 研修(4/26 ~ 28 : 東京新橋)

本ソフトは体型応用モデリングシステムの中では、外部から取り込んだ人体形状等のデジタル化されたデータを用いて製品設計作業を行うものであるが、以下のような特徴がある。

ソリッドモデラーに属するので、図面、モデリングおよびアセンブリの段階的作業により、設計から動作シミュレーションまでを行える。/ 感覚的な造形ではなく、数値入力による設計が主体である。/ 他の関連ソフトとの連携により、設計したモデルの構造解析等が可能である。

● 生体計測研修(9/7 ~ 9 : 東京田町)

「人間工学のための生体計測の基礎コース」というメーカー主催の研修があり、生体信号測定の仕事と ME 機器の知識、アーチファクト対策をはじめ、生体信号(脳波、表面筋電図、瞬目と眼球運動、心電、重心動揺、体温変化など)の意味や測定方法、自律神経機能との関係と応用を座学と実技で習得できる。

● 感性工学会シンポジウム(6/5 : 東京)

日本感性工学会では各研究部会が独自に活動を行っており、現在約 40 近い研究部会が学会設立に向けて準備されている。ものづくり事業に関連ある部会としてはユニバーサルシステム研究部会や魅力工学研究部会、その他にも人間の感覚や好みを数値化、定量化しようとする部会が存在する。分野を限定しない感性工学の幅広さと福祉関係等への応用性の高さを知ることができて、有益な学会である。

● 米国福祉機器展及びセミナー(7/7 : 仙台)

海外では公設機関やベンチャー企業の出展が多いが、まだ日本では少ないのが実状である。セミナーでの意見として、商品コンセプトの明確さを第一にすべきである/ リハビリの方向性は、米国では1人で何とか生活させるが、日本では五体満足に近づける/ 介護体制は、米国では道具を使用して日常生活をさせるところまで行すが、日本では寝たきり看護が楽な福祉機器が設計されている等が出された。

● 国際福祉機器展(10/14,15 : 東京)

今年は、海外企業 15 カ国・112 社を含む 542 社が出展し、入場者数は約 12 万人。移動機器・福祉車両ブースにはオーダメイドのタイプ、木製、各種スポーツ用等の車椅子とその関連製品の出展が目立つ。日常生活用品ブースでは、食器・文具・家具等の自助具やユニバーサル製品展示が、建築・住宅・施設用設備ブースでは、バリアフリー対応の住宅や高齢者・障害者対応の衛生陶器等の展示や実演が行われていた。

●第1回福祉技術部会シンポジウム(10/28,29:つくば)

前回の続編的な発表内容も多く、福祉機器開発とその評価には時間がかかる。岩手県も県内外の大学等の指導を受け、外部との連携を深めながら徐々に土壌を整備していかなければいけない。また、開発テーマは企業が発掘・選定し、公設試は情報提供、技術支援、コーディネート(必要に応じて共同研究)を行うのが自然である。

●生命研(持丸研究員)による動作解析及び生体計測指導結果(12/9,10:盛岡)

- ・被験者の取り扱いに関しては、倫理規定、同意書、女性スタッフ、保険や謝金の予算措置が必要となる。
- ・最初はできるだけ簡素化した人体モデルを用い、簡単な計測から徐々に高度な計測に移るのがよい。
- ・人間を計測するためのマーキングポイントの習得には実習経験が不可欠である。

●知能型福祉介護機器開発協議会設立記念シンポジウム(12/16:仙台)

- ・21世紀のキーワードは「環境、福祉、安全」であり、迅速でかつ十分な調査に基づく事業化が必要。
- ・高齢化社会では行動範囲が狭まるため、今後通信販売の増加が予測される。また、介護保険がスタートすることにより、販売よりレンタルが主流となる。
- ・最初に流通事業者の意見を聞くべきである。
- ・介護者とケアマネジャの大半が女性であるので、女性の感性に訴えることがカギとなる。
- ・今後フィッティング技術が重要なファクタとなる。

●東北大(山本講師)による動作解析指導結果

(2/8:仙台、3/9:盛岡)

- ・マーカー貼付に適したウェア選択とバンド(膝の上下)の活用と、マーカーが隠れないようにカメラの台数は6台以上、8台が望ましい。
- ・椅子などの小物はカメラ視界を遮らないような工夫が必要である。
- ・移乗動作等の解析は非常に難しいので、簡素化したモデルで行う工夫が必要である。
- ・関節モーメント法等データ解析手法として、臨床歩行分析研究会が開発したデータ変換プログラムではExcelによる解析が有効である。
- ・マーカーは左右5カ所ずつでかなりの解析が可能。
- ・実際の計測に入る前に、データ検証のためのシステムチェックが必要である。

●生命研(木塚研究員)による生体計測指導結果

(3/24:つくば)

筋肉の収縮状態を電位に変換したものが筋電位であり、筋肉の活性化の状態を知ることができるが、現在は皮膚に近い筋肉の状態しか計測できない。筋力は最大筋力の30%程しか使われておらず、筋電図と筋出力(トルク)を表にすると、ほぼ比例関係となる。しかし、微小トルクでは比例関係が成り立たず微妙な曲線を描く。この特徴を利用してリラックス度の計測が可能となる。

4 考 察

試作した新機能付加車椅子と木製福祉用具は第1号機としてやっと試作してみた段階であるため、実用化のための評価がまだこれからである。具体的には、木製福祉用具はデザイン重視で試作したため、安全性や機能性の配慮が不十分であり、新機能付加車椅子は機能面だけに特化して試作した段階であるため、実用性に乏しい。特に、当センターが独自に取り組んだ新機能付加車椅子の試作は、市販の車椅子を改造する形で進めたが、次のような問題点が浮き彫りにされており、その解決のため今後さらに実用化に向けた改良を進める予定である。

1)今回使用した市販の車椅子は、折りたたみ式であり、その機能性と重量軽減を重視しているためと考えられるが、フレームに使用している鋼管の肉厚が薄く強度が小さい上、左右・上下の寸法がバラバラで、例えば長さが60cm以上になる段差乗り越え機構などの中心線を曲げず、左右同じ位置に取り付けることが困難であった。

2)全ての機構部品に鉄系材料を使用したので、改造後の車椅子の総重量が約50Kgにもなり、取り扱い上の問題が出てきた。

車椅子の性能は、電動品を中心に年々向上しているとともに、大幅な製造コストの低減が計られ、普及品では3万円代のものが市販されるようになっている。従って、車椅子の製造メーカーが皆無である本県業界が、これから車椅子業界に新規参入することは、製造技術の導入・習得と、その合理化によるコスト低減の壁が高く、極めて困難である。わずかな望みがあるとすれば、他のメーカーにはない画期的な機能を付加するか、障害者もしくはお年寄り一人一人の身体の高さや障害の程度に合った、その人のための一台を作るといった方法が考えられる。その際に、本研究の経験が生かされれば幸いである。

全般的には、本来の目的でもあるように、人体形状計測や動作特性・生理学的解析などにより、安全性や操作性、快適性などの向上に取り組み、さらに「人に優しいものづくり」に挑戦したいと考えている。しかし、平成10年度ものづくり試作開発支援センター整備事業により導入した設備群は、どの設備も操作方法及び応用が難しいため、基礎的な実験データがかなり不足している状況にある。福祉機器に限らず一般的な商品開発に関しても言えることであるが、斬新で良いアイデアと素早い対応が不可欠であるので、開発体制を含めた開発環境を早期に整備充実したいと考えている。

謝 辞

共同研究を実施していただいた協同組合岩手木工センターの方々をはじめ、人間工学的な解析についてご指導をいただいている東北大学大学院医学系研究科の山本澄子講師、通商産業省工業技術院生命工学工業技術研究所人間環境システム部の持丸正明研究員、同所木塚朝博研究員に感謝の意を表します。