

## 課題情報シート

課題名：	付加機能を持った電動車いすの開発		
施設名：	北陸職業能力開発大学校		
課程名：	応用課程	訓練科名：	生産システム技術系
課題の区分：	開発課題	課題の形態：	製作

### 課題の制作・開発目的

#### (1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術

<共通>安全衛生、生産管理、品質管理

<生産機械システム技術科>機械製図、機械加工、CAD/CAM、精密加工、精密測定、  
溶接

<生産電子システム技術科>アナログ電子回路設計、マイコンシステム設計、センシング

<生産情報システム技術科>プログラミング、計測制御、組み込みシステム開発

#### (2) 課題に取り組む推奨段階

<共通>応用課程 2 年次、標準課題修了時

#### (3) 課題によって養成する知識、技能・技術

<共通>安全衛生、生産管理、品質管理、ヒューマンスキル・コンセプチュアルスキル

<生産機械システム技術科>機械製図、機械加工、CAD/CAM、精密加工、精密測定、  
溶接

<生産電子システム技術科>アナログ電子回路設計、マイコンシステム設計、センシング

<生産情報システム技術科>プログラミング、計測制御、組み込みシステム開発、デバイス  
ドライバ開発

#### (4) 課題実習の時間と人数

人 数：11 名（生産機械システム技術科 4 名、生産電子システム技術科 3 名、  
生産情報システム技術科 4 名）

時 間：972 時間

本開発課題では「利用者が求める電動車いすの開発」を第一の目的としました。実際に介護施設や福祉機器販売店で調査を行った結果、乗用車にも積載可能で、かつ屋外での使用も考慮した電動車いすが要望されていることがわかりました。そこで、この点を満足する製品を開発しました。また、ジョイスティック操作や車いすの状態表示といった基本的な機能に加え、利用者の自立支援を目指して、音声による操作、リモコンによる遠隔操作、音声ガイド等々の機能を付加することでより高機能な電動車いすに仕上げました。

## 課題の成果概要

本開発にあたっては、実際に介護施設や福祉用品販売店を訪ね、電動車いすの利用状況や要望などについて調査を行いました。その結果、ほとんどの電動車いす利用者は、外出する際電動車いすを乗用車に載せて目的地へ移動することがわかりました。しかし、乗用車に積載可能な電動車いすは段差や地面の凹凸に弱く、屋外での使用には不向きでした。一方で、屋外用の電動車いすは大きくて重く、リフト付きの福祉用車両でなければ車への積載は困難です。

このように現状の電動車いすは一長一短であり、両方の欠点を補った製品は見当たりません。そこで、乗用車にも積載可能で、かつ屋外での使用も考慮した電動車いすの開発をしました。

表 1 に製作した電動車いすの仕様を示します。製作するにあたり、次のことを考慮しました。

表 1 基本仕様

車体寸法 (全長×全幅×全高)	1080×620×990mm
折りたたみ時の幅	350mm
車体重量	33kg
最高速度	3 km/h
最小回転半径	755mm
段差乗越え高さ	80mm(目標値)
利用者最大体重	70 kg
駆動方式	前輪駆動方式
操作方式	ジョイスティック操作 音声操作 遠隔操作

- 乗用車に容易に積み下ろしできるよう電動車いすに折りたたみ機構を取り入れ、小型軽量化する
- 屋内外での安全・快適走行を実現する。

図 1 に製作した電動車いすを示します。

車体の設計にあたっては、凹凸や段差での安定した走行ができるように、前輪のタイヤ幅を広くし、前輪、後輪の両方にサスペンションを付加しました。

折りたたみ機構と車体の軽量化の両方を実現するために、インホイールモータを採用しました。これにより、モータの設置スペースが駆動輪のホイールとほぼ同じ大きさとなり、折りたたみ機構の採用が可能となりました。また重量についても車輪 1 個あたりを約 7kg に抑えることができました。

フレームはダブルブレース式の折りたたみ機構を採用し、主にアルミパイプとジョイントを溶接して組み立てました。

電動車いすの制御は H8®/3069F マイコンで行います。図 2 にシステムブロック図を示し



通常時 折りたたみ時

図 1 電動車いす外観

ます。H8®マイコンで各部の制御を行うため外部ポートの増設を行っています。制御プログラムは $\mu$ ITRON 準拠のリアルタイムカーネルである TOPPERS/JSP を使用して開発しました。

利用者はスイッチ、ジョイスティック、マイクおよびリモコンにより電動車いすを操作します。図 3 に製作した操作ボックスを示します。

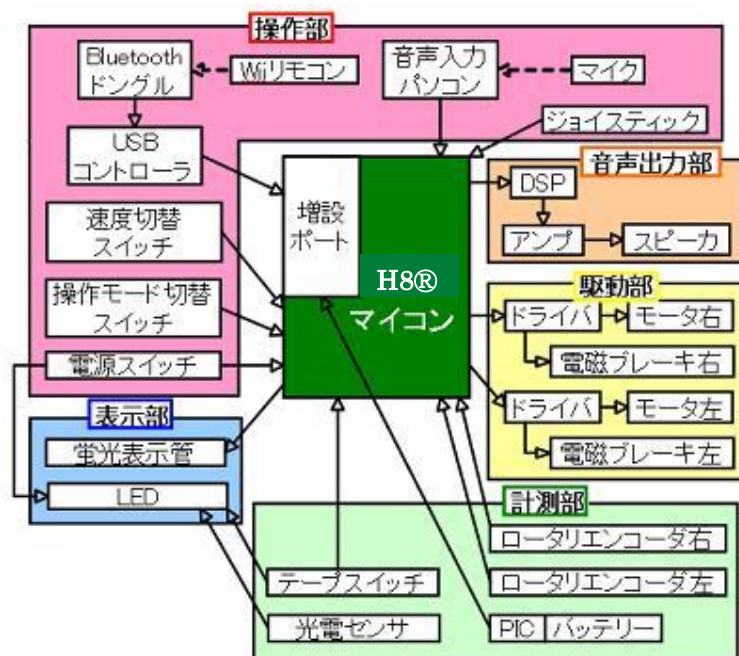


図 2 システムブロック図

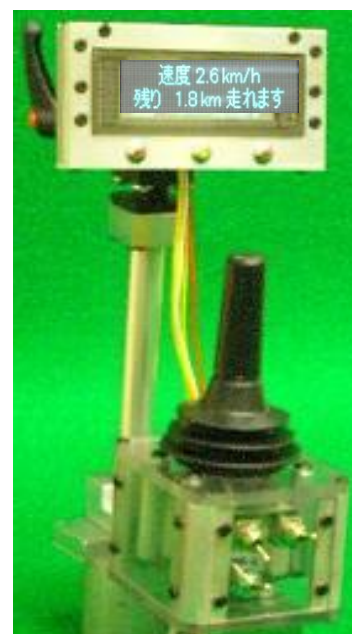


図 3 操作ボックス

駆動部は、インホイールモータに付属していたモータドライバを利用しました。モータドライバへの信号を解析し H8®マイコンでモータの回転、電磁ブレーキの制御をしています。

計測部は、残り走行可能距離の計測、利用者が電動車いすに乗っているかの判断、速度計測およびクラッチの ON/OFF 確認を行います。残り走行可能距離は、使用した電流の積算値とバッテリーから取り出せる電流の値から求めます。利用者が電動車いすに乗っているか否かは、フットレストにつけたテープスイッチで判断します。走行速度は、左右のインホイールモータに付属しているロータリエンコーダのパルスを検出して求めています。

利用者が走行時の状態を把握するために、蛍光表示管に走行速度・残り走行可能距離を表示します。電源投入時または操作方式の変更時に操作方式を表示し、選択中以外の操作方式を行った時は注意を促す表示をします。また、LED を用いて電源・クラッチ状態・乗車状態を表示します。

音声データの再生には MP3 データを利用しますが、MP3 デコードを H8 マイコンで行わせると 1 秒分の音声データをデコードするのに 2 分以上かかります。このため MP3 再生 DSP でデコードし、その後音声信号をアンプで増幅し、再生しています。

利用者の自立支援を目的として、次の付加機能を装備しました。

離れた場所にある電動車いすを、リモコンで操作し利用者の元に呼び寄せることができます。リモコンには任天堂のゲーム機「Wii®」用のコントローラである Wii®リモコンを用い

ます。Wii®リモコンは通信に Bluetooth 規格を利用するため、H8®マイコンに Bluetooth 通信装置を USB で接続し、Linux 用 USB ドライバと Bluetooth プロトコルスタックを移植しました。なお、安全を考慮し乗車時には遠隔操作できないようにしています。

マイクに対し音声で命令することで前進、旋回(その場で右旋回、左旋回)および停止の動作を行います。電動車いすに小型 PC を備えつけ、入力された音声を音声認識ソフトで判別し、命令された動作を行います。

音声操作で命令した動作を行う時、バッテリー残量が僅かな時および無人走行をしている時に音声メッセージで案内します。

## 課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

調査・情報収集段階では、施設や販売店に出向き市場や顧客のニーズ調査を行ったうえで、製品構想を練らせました。この段階を通して、学生の調査・分析能力、企画力、仕様作成能力を養成しました。同時に、グループ会議や勉強会、打ち合わせの機会を多く持たせて、コミュニケーション能力、チームワーク力および協調性を養わせました。この段階では課題に対する動機付けが重要であり、先生と学生または学生同士でコミュニケーションを取り合う機会を多く持つことで、自分たちが協力して「何を作るのか？」を確認させる指導が必要でした。また、売れる製品は利用者のニーズに合ったものであり、そのためにも市場調査、ニーズ調査が必要であることを理解させ、実際に調査を行わせました。

基本設計、詳細設計、試作の段階においては、製作物に関する専門的な知識や、設計ツール (CAD/CAM・CAE システム) 等の効果的な使い方などの技能が必要でした。この段階を通して、これまで学習したことが実際に役に立つという実感を学生に持たせること、設計と試作を繰り返し、試行錯誤させることで、ものづくりの難しさと満足できる結果が得られた時の楽しさを体感させることが必要と考えます。

製作段階においては、製作物に関する専門的な知識、機器・工具類の取り扱いなど技術・技能が必要でした。この段階では、納期を守るためにはグループ内の役割分担やスケジュール管理・調整が必要であり、このためにはコミュニケーション能力や協調性が求められることを自覚させるような指導が重要でした。

評価段階では成果物の性能を客観的に評価しました。この段階では、出来上がった製品が動く・動かないだけの定性的評価でなく、どれだけの性能で動くのかという定量的評価まで踏み込んで評価させることが必要であり、この作業が、製品が売れるか・売れないかの分かれ目となるような、重大な意味を持つことを理解させるような指導が重要でした。

発表段階として、ポリテックビジョンで発表・展示を行いました。展示においては、製作物の説明とともにデモンストレーション走行を行いました。自らが製作した物について来場者からの質問や意見などを、真に客観的な評価として直接聞くことができたことは、学生にとって有意義であったと考えます。

最終的に企画の段階で決定した仕様をほぼ満足する成果物を完成させることができました。とはいえ、実際には多くのトラブルにみまわれ、未完成に終わる危機もありました。しかし、時には指導員が主体的に問題解決の方策を提示し、なんとか完成にこぎつけました。これは、完成する

ことが学生にとっての大きな成功体験であり、今後技術者として働く上で大きな糧になると考えられ、実際にそうなることを期待します。

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>○ 機械設計</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>車いす用ホイールの設計</li> </ul>	<p>◇ 車いすの駆動機器は、折りたたみ機構と車体の軽量化の両方を実現するために、ホイール内部にモータを組み込んだインホイールモータを採用しました。</p>   <p>設計したホイール</p> <p>ホイールは、一体ものとなりました。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 車いすの仕様を正しく理解させ、設計仕様を、もっとも良く満足するようなものを考えだせるようにアドバイスを与えます。</li> </ul>
<p>○ 機械加工</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>半自動旋盤による車いす用ホイールの加工</li> </ul>	<p>◇ 通常の機械加工実習においては、教えないような加工方法もあり、どうしたら加工できるのか？製品の加工をイメージさせ加工工程を考えます。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 実習の課題に比べ、加工の難易度をはるかに高いため、必要に応じて、加工工程、使用する工具、治具等のアドバイスを与えます。</li> <li>● 指導する側にとっても初</li> </ul>

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>○ マイコンシステム設計</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 入力ポートの設計と製作</li> </ul> <p>○ センシング</p> <p>アナログ電子回路設計</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 残り走行可能距離の算出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 加工工程</li> <li>・ 使用する工具 (バイトの加工)</li> <li>・ 使用する治具 生爪の設計・加工 バイト固定用治具の設計・加工</li> </ul>  <p>◇ 精度を確保すること、製品に傷が付かないように注意します。</p> <p>◇ 市販のマイコンボードの入力ポートの不足を補うため、増設回路の設計と製作を行いました。</p> <p>◇ 電動車いすが動作している間の電流積算値から残り走行可能距離を算出するシステムを開発しました。電流積算値の測定に必要な電子回路の製作と測定プログラムの作成を行</p>	<p>めて行う加工です。しかし生産現場においては、よくあることなので、問題解決の実践例として理論を基に切削条件等を考え、加工を行いながら加工条件を修正し、加工を進めるようにアドバイスをを行います。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● マイコンのメモリマップと市販品の回路図を考慮し、入力ポートを増設するための電子回路について助言を与えます。</li> <li>● プリント基板の大きさやケーブルとの接続を考慮した入力ポートの増設回路基板を作成するよう、部品配置と線幅を指導します。</li> <li>● 残り走行可能距離を算出するための電流測定回路について助言を与えます。</li> <li>● 電流積算値としてマイコンに記録する方法について助言を与えます。</li> <li>● プリント基板の大きさや</li> </ul>



養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>○ プログラミング</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ハードウェアデバック及び制御プログラミング</li> <li>・ デバイスドライバ開発</li> <li>・ テスト、デバック</li> </ul>	<p>いました。</p> <p>◇マイコン周辺装置を完成させるために、テストプログラム等を作成しながらハードウェアを完成させます。また制御プログラムを作成します。</p> <p>◇マイコンに接続されたハードウェア（コントローラIC）を直接制御するために、いわゆるデバイスドライバを開発します。</p> <p>◇製品開発の納期に間に合わせるようハードウェアがそろっていない状態でもスタブ、ドライバといった擬似プログラムを作成してデバック、テストを行います。</p>	<p>ケーブルとの接続を考慮したプリント基板を作成するよう、電流測定回路、マイコン回路の部品配置と線幅について指導します。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● マイコン周辺装置の動作を完成させるため、テストプログラム等を作成し、ハードウェアの入力・出力動作が仕様を満たすよう検査・改良を行います。また、仕様に掲げられた動作を正しく行う制御プログラムを作成します。</li> <li>● マイコンに接続されたハードウェアを直接制御するためのデバイスドライバの仕様を設計し開発します。</li> <li>● プログラムをテスト、デバックする時間的余裕が少ないことを事ある毎に説明し、常に今できる作業は何かを考えさせながら作業させます。</li> </ul>

### 課題に関する問い合わせ先

**施設名** : 北陸職業能力開発大学校  
**住所** : 〒937-0856  
 富山県魚津市川縁1289-1  
**電話番号** : 0765-24-5552（総務課）  
**施設 Web アドレス** : <http://www.ehdo.go.jp/toyama/college/>