

安全性を考慮したメカトロ技術の習得と療育用機器開発への応用

機械システム工学科 藤原和人

1. 緒言

近年、工学系分野では、ものづくりをプロジェクトの形で授業に取り入れた体験教育が実施されることが増えてきているが、設定課題の難易度や課題内容についての論議がついてまわる。創造的なものづくりを主眼とした教育の中では、教員側が想定した枠の中で実習させるものであっては、設計の自由度を狭めるばかりか、拘束条件に対する評価・考察自体を最初から放棄させることになり、費用対効果を基本としたものづくりの意義を教えることができない。別な言い方をすると開発の上流側の企画・設計ができる力を育成できないことになる。さらに学生の立場から見ても、ものづくりの価値や喜びを体感する機会を逸することになる。昨年産学循環型ものづくり教育として、ものづくりの題材「社会的から要求されるもの」を学外の企業や組織に求めることを基本とした教育プロジェクトを行っている。学生に必要性がわかりやすく、それほど高い完成度が要求されないものとして、療育施設において使用される機器の中で、現在必要とされているものを、現場の声を聴きながら製作することになっている。今回は、昨年度開発した機器の改良と新規の機器を開発を行う。

2. プロジェクトの概要

本プロジェクトは、メカトロ実習に安全性を考慮した創造性製作を加えた基本的なものづくりの流れを体験する授業と、療育機器開発を通した課題発見型ものづくり応用実習の2つから構成される。いずれもプロジェクト実習第二と機械システム演習の融合授業の中で3年次学生を対象として実施した。

(1)安全性を考慮したメカトロ実習

コントローラとしてArduino UNOを使用し、この使用方法を中心に、周辺電子部品との信号の入出力、モーターなどのアクチュエータ制御、センサー信号処理などを実習形式で学ぶ。一通りの技術を習得した後、Guide 51を基本とした安全性の考え方を学び、創作に応用する。今回の課題は、「ラーメンタイマー」であり、最低でも1、3、5分の時間選択ができ、時間が来たら、LEDもしくはブザーで知らせる機器の設計・製作とした。ただし、安全性の要件として、時間を待っている間に子供が触れても安全なものとした。最初にさ

まざまなアイデアを機能の列挙と概略図という形で提出させ、それを目標に製作してもらった。3人1組で33班あり、それぞれの班でオリジナリティのある作品を提出し、使用方法や特長についてプレゼンテーションしてもらった。図1には33作品の一部を示す。

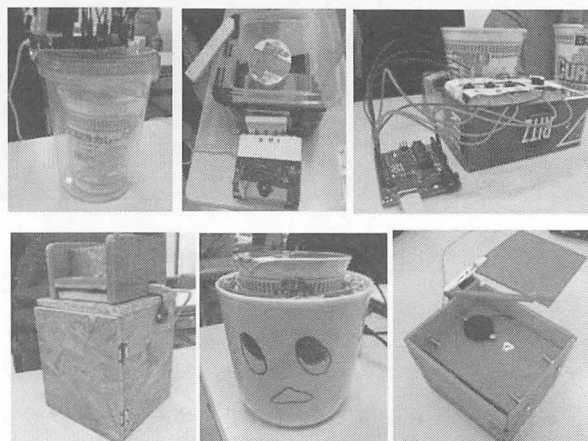


図1 ラーメンタイマー作品

(2)課題発見型ものづくり応用実習

療育機器の開発に関して、2つのグループ体制で対応する。ターゲット機器の一つは昨年開発を進めた、画像・音声と入力操作による言語教育機器であり、昨年度は使用者からのボタン入力、入力信号の無線通信、画像・音声出力を含む教育用コンテンツにより構成されていた。しかしながら、フィードバックとして返ってきた要求として、入力方法の多様化への対応、コンテンツ内容と品質の向上があった。昨年のプロジェクトの中で機器の仕様、使用マニュアル、製作方法をまとめ、現物とともに残っているので、これらを基に開発経過とプロトタイプを見直すことによって、さらに要求に忠実な製品づくりを行った。昨年度の製作機器に対する具体的な改良要求と作成した機器の概要を以下に示す。

<改良要求>

1. 操作する児童によってボタンを同時に押ししてしまうので、ボタンを個別に分けてほしい
2. ボタンの表面には個別のアタッチメントをつけるので、加工しないでほしい
3. ドロップスのキャラクタを使用してほしい

4. 市販のボタンも使用できたら良い
 5. バッテリーの持ちを長くしてもらいたい
- <製作機器>

中央のボタンを含む信号送信モジュールから左右のボタンの入力情報を送る構造にしているが、ミニプラグでつないでいるので、市販のボタンと交換することもできる(図2)。iPad用の療育用アプリはマルチプラットフォームの環境で開発できるようにUnityを採用している。また図3のように表示用問題文と音声読み上げ文、そして問題用画像などは、CSVファイルで一括して管理できるよう工夫している。



図2 改良した言語療育用機器



図3 開発環境と問題管理用 CSV ファイル

二つ目のグループは、療育施設における四肢障害児の移動を支援する機器を開発する。現在のところ、限られた身体的能力で移動できる台車のようなものを考えているが、最終的には療育施設の構造や療育に必要な機能、療育に係わる職員の意見・要求に応じて企画、設計を行う。いずれにしても、移動に関する限り、安全が最重要視される。そこで、メカトロ実習で学んだ安全についての基本に加えて、システムとしての安全性についての学習も行った。

授業の進め方としては、以下の通りである。

- ・療育に必要な機器の機能および使用条件の検討(江津湖療育園における要求内容の聞き取り)
- ・要求から仕様の策定
- ・WBS、開発スケジュールの作成
- ・機構・構造設計(システム図、CAD、回路図、プログラミングフロー)
- ・製作(機構部品、構造材料の調達、工作機器による加工)
- ・テクニカルレビュー(教員による)
- ・製品レビュー(車椅子等を製作しているニッシン自動車工業熊本)
- ・最終評価(江津湖療育園職員による製作機器の評価)
- ・まとめ報告

要求項目と製作機器の概要を以下に示す。

<要求項目>

- ・江津湖療育園の身体が不自由な子供たちが移動体験できるものがほしい。
- ・療育園には電動車イスはあるが、方向転換をする際に周りの風景が急に変わることで子供たちが動揺してしまうという問題を解決したい。

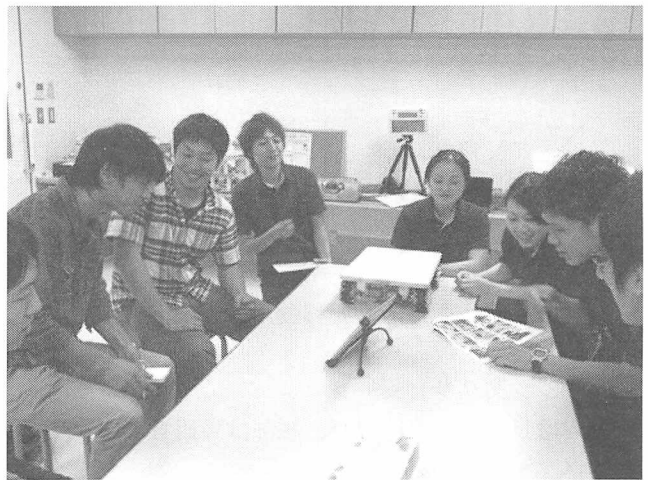


図4 療育園における要求聞き取りの様子

<製作物の仕様>

- ・1人用(最大積載 80kg)
- ・最高速度 4km/h
- ・前後移動と左右移動、(旋回も選択可)
- ・視認性のためのモニター付
- ・緊急時の補助者による制御、障害物センサーによる自動減速、停止、
- ・衝撃吸収材による3重の安全構造
- ・走行中は危険周知のため音楽の警鳴

<製作した機器の機能・構造>

- ・軽量化のためにアルミフレームとブラシレスモータ (26 kW) の使用
- ・直感的な操作のためジョイスティックによるコントロールと旋回モードのための切り替えスイッチ
- ・移動機構には、メカナムホイールを4WDで使用
 - ・平坦なフロアで使用するためサスペンション機構は省略 (軽微な振動はチャイルドシートで吸収)
- ・モニター映像はリアルタイム性と解像度が必要であるため、カメラとHDMI有線接続
- ・センサとして超音波センサ6箇所
- ・補助者コントロール用にはゲーム用コントローラ
- ・衝撃吸収用にはぬいぐるみなど違和感のないクッション材装着
- ・機械損失と騒音の低減のため、プラスチック歯車を使用
- ・操作性・安全性のカスタマイズ、微調整のメンテナンスのため汎用コントローラ Arduino ボード使用



図5 製作した障害児移動用のカート

<ニッシン製品レビュー>

- ・基本は良くできているが、細部は障害者にあわせてカスタマイズが必要
- ・重量は軽いが、長手方向のサイズが大きいため、リフト付車への積載が難しい
- ・一般の利用を考えるのであれば、運搬可能なサイズへの折りたたみなどの構造が必要
- ・ベッドの高さまで持ち上げるリフトがあればさらに便利であり、実用化に近づく
- ・長時間使用するのであればシートの品質を上げた方がよい
- ・リフト付車に乗せる際に、斜面を登れるようなパワーが欲しい
- ・日常的に使うのであれば、手動でも動かせるような機構が欲しい
- ・条件が揃えば商品化も可能

- ・モーターパワーとバッテリー容量を増やしてもらえば、屋外での使用が可能
- ・このような産学連携プロジェクトのは大いに賛成
- ・障害物センサーによる停止距離を速度の関数とし、狭いところでもぎりぎり動けるようにして欲しい

<療育現場における最終評価および今後の希望>

- ・ほぼ要求通り (期待以上)
- ・細部については変更が必要 (乗り心地、見え方)
- ・多様な入力 (操作法) への対応
- ・複数児童を対象とした遊具についての要求
- ・車椅子制御のカスタマイズについての要求

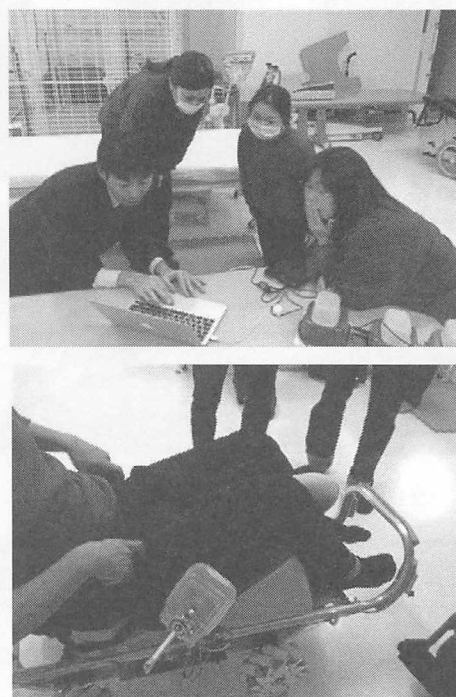


図6 療育園で製作物の説明の様子

3. 結言

まとめとして以下のように要約できる。

- ・目に見えて社会に貢献できるものづくりに対しては学生の感心やモチベーションが非常に高い
- ・設計についての知識・経験が必要であるが、初めてのものづくりでは期待できない
- ・早期体験型として上級生のものづくりプロジェクトに参加し、成功例や失敗例を一度見ておくことが、ものづくりの全体像をするために必要
- ・品質を考慮したものづくりを行うためには、企画、設計、製作の流れを知るだけでなく、設計に現れる階層構造やモジュールや構成パーツ間の関係づけなどを把握できる技術やマネジメント能力が必要であるので、今後授業の中にツールを用いた演習を取り入れ、設計のトレーニングすることが必要