

日本を支える将来の技術者の種をまこう！

— 系の垣根を越えたものづくりへの取り組み —

雇用・能力開発機構 滋賀センター

松谷
大岡
山塚尚泰・神崎啓太郎・伊東
和弘・松尾慎太郎・勝島
剛史・松本 祥孝丈
潔

1. はじめに

「系の垣根を取り除きたい」がこの企画の始まりである。カリキュラムの策定，訓練の実施など普段の業務は系単位で行うことが多く，どうしても垣根ができてしまいがちになる。業務を遂行するうえでは“系”というくくりは大切だが，対外的な業務などでは支障をきたす原因になる場合もある。他系の指導員と同じ目標に向かって作業を進めることでコミュニケーション力を高め施設の活性化につながると思い，この企画の参加者を募った。

2. 目標の決定

各系から総勢8名の有志が集まり，具体的な目標を決めようとゴールデンウィーク直前に第1回の会合を行った。滋賀センターでは「ものづくり立国」の推進事業の一環として，4年前から『晴嵐感謝デー』と称する地域の親子を対象にした「ものづくり体験教室」を開催している。保護者の方と話をすると「テレビゲームばかりで困っている」とか「ものづくりに興味を持ってほしい」などの悩みを聞いており，これらの問題の解消に役立つのではと『晴嵐感謝デー』を発表の舞台に選んだ。題材は“子どもが喜ぶもの”ということで最近流行の昆虫を選び，カブトムシ型ロボット（以下「メカ昆虫」と記す）を作ることに決まった。その他，以下の項目を決定した。

何を作るか：メカ昆虫（リモコン操作）

期 限：晴嵐感謝デー（11月4日）

対 象 者：小学生（操作をしてもらえるように）

チ ャーム名：特工野郎Pチーム（機械系：4名，電気・電子系：3名，情報系：1名）

第4回 ものづくり体験教室 11/4（日）

晴嵐感謝デー

無料.....
ものづくり体験教室
作った作品は持って帰れます。

午前9時～午後5時
（受付は各30分前から開始します）

※この日はお昼休みを設け、
メカや写真をはさんで、いろいろな場面

特別展示 巨大！メカ昆虫？
ものづくりに参加しませんか？
ものづくり体験教室の教材提供は、子供の
みとします。
各コース定員に達する場合があります。
※印コースは各開始時間を厳守願います。
ペーパークラフト
車、電車などいろいろな紙型を、はさみ

図1 晴嵐感謝デー広報用ちらし

3. 機械設計チーム

最初，この話を聞いたとき「面白そうだな！ 子どもたちも喜ぶし，自分の勉強にもなるな！」という，安易な気持ちで引き受けた。

設計といっても，一からの設計ではなく市販品のおもちゃを大きくするだけである。が，やり始めるとこれは業務片手間でできる仕事ではないことに気づく。しかも，いったん設計し始めるとメカ昆虫のことが頭から離れなくなってしまう。

以下に今回の取り組みで感じたことを記す。

3.1 仕様書の大切さ

1回目の会議にいろいろな案がでた。今から考えるとムリムリと思えるようなことまで。だが、とりあえず最低限6本足が動くメカを作ってみようということになった。

仕様書？ そんなものはない。…あえて最初の会議の話の内容を思い出して今作るとすれば、

大きさ	約1m
重さ	10kg以下
動力	モータとバッテリー
足の回転数	1回転/秒

このあたりの曖昧さが最後まで私を苦しめることになるとは…。

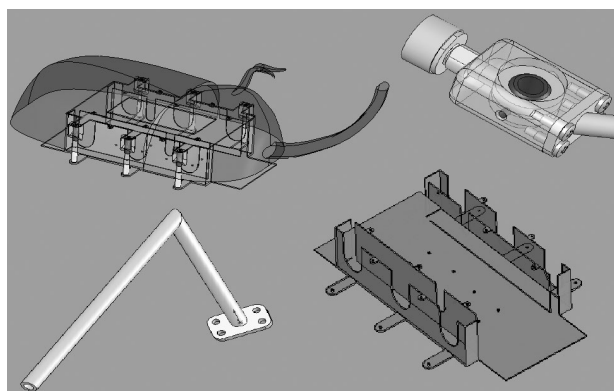


図2 CAD図面

3.2 構想設計の言葉の意味

金型の開きのような簡単な構造ですら、2, 3日くらいかかりそうなものを、6本の足を動かすための設計はタイヘン！ 大体の寸法はおもちゃの5倍程度とした（そんなんでいいの？）。また、モータのトルクや強度計算も計算できない（大学で材力や機構学の単位は取得したが…）。

力不足を痛感…でも そんなことで悩んでいては前には進めない。とりあえずやってみる。理屈は後から付けよう！

3.3 詳細設計（部分組立図）の難しさ

大体の寸法が決まったところで各ユニットごとと詳細設計開始！（ツールはもちろん3次元CAD）

ユニットは6部で構成した。

- ① 駆動部（ギヤボックス、歯車、軸など）
- ② 筐体（車というシャーシ）
- ③ 足の間接部分（機械加工）
- ④ 足
- ⑤ 制御部（制御回路、モータ、継ぎ手）
- ⑥ 外装（カブトムシの形をしているところ）

重要寸法は、市販部品の寸法や当センターのできる加工法などで決定した。

普段の訓練では「加工法を考えた図面を描きなさい」と指導しているにもかかわらず実際に自分が描くとなると面倒である。特に自分に足りなかった箇所は、市販部品の種類の知識と板金溶接法であった。いくら形を考えてもできないものは作れない。かなりカタログと溶接の先生と相談した。最終的に重要な部分が固まったのは本番の2ヵ月前、9月上旬であった。

今回の取り組みを通して設計業務の流れを肌で感じる事ができた。

3.4 機械要素チーム

3.4.1 ギヤボックスなど駆動部分

図面が完璧にできていないまま、加工に突入！！主に、機構部品の作製であったが、“公差等は、現場合わせでしょ”という設計者の考えに不満を持ちつつ、ブウブウ♪言いながらの作業。作成している最中に、“この部品はアルミで耐えられるのでは？”“軽量化を考えれば穴をもっとあけてよ”等、一度作製した部品に再加工の要求が続き、ついに設計者とのバトルが！！（血は流していません。普段は仲良しです）

喧嘩をしている最中に、電気チームの制御回路完成の報告が！！ 部品点数30個、総個数70個。喧嘩などしている場合ではない。機構部分ができないと、溶接や動作の確認ができないことを知り、いろいろな先生（機械系以外の先生）の力を借り、ようやく完成。加工方法は比較的容易なものが多かったが、治具設計に一番時間を費やした。後半は時間との戦

いになり完成部品の精度は少し不安を残しつつ、電気チーム、溶接チームにバトンタッチした。

3.4.2 筐体

設計段階では製作担当者全員が集まりデザインレビューをし、それぞれの担当で加工可能な設計を注文したはずだったが、いざ製作となると数々の困難が待ち受けていた。筐体はアルミ2mm板の曲げ加工と溶接で製作するバスタブ形フレーム。当センター溶接実習場にある板金機械はシャーリング、コーナシャー、プレスブレーキ、最近の板金加工事業所に比べると若干古いものの十分対応できる設備である。切断をし、コーナシャーで外形を整え、プレスブレーキで曲げ加工した。設備の制約から非能率的な製作になってしまったが、ここまではほぼ予定どおりに進んだ。その後、それぞれの部品をTIG溶接で図面どおりに接合していく段階ですんなりは進まなくなった。相手はアルミ、鉄系の材料のようにアークを当てても狙ったところが素直に溶けてくれない。また、メカ昆虫とはいえ溶接構造物としてはかなり小型なフレームにトーチのキャップがどうしても引っかけ電極が思った方向を向いてくれないなど、溶接加工の難しさを痛感した。ひずみ取りや自由の利かない体勢での溶接など授業にフィードバックできそうな失敗を多々経験した。日常の訓練でひずみや溶接順序を講義するが話だけでは受講生にはなかなか伝わらない。彼らに最もインパクトを与えるのは、多少時間がかかる授業になったとしても、自分で作って失敗を重ね、そこから学んでいくということかもしれない。

3.4.3 足

デザインレビューをしたとはいっても足の付け根部分は仕様がすでに変更できない状態にあった。設計の指示は、3mm厚のアルミ板に1mm厚のパイプを脚長2.5mmでTIG隅肉溶接…、無理な注文である。アルミの隅肉溶接は板厚の割に大きな脚長になるため設計の指示する板には収まらない。通常ならお断りするところだが、機械加工チームはすでに完成に近づいており、何とかしてパイプと板を接合しなけ

ればならない。悩んだ末、結局アルミの硬ろう付けを試してみることにした。アルミの硬ろう付けは母材溶融温度とろう付け温度の差が小さいため難しいが、溶接の脚長に比べれば小さなフィレットで付けることができる。問題はその華奢なフィレットで予定重量10kgを支えられるかということだったが、時間がなかったためとりあえず作ってみた。ここには書ききれないほど多くのノウハウを獲得できた。組付けをし、さあ試走、一步、二歩、三歩、ガシャッ、ガシャッ、とメカ昆虫らしい音をたてて前進する。すばらしい出来である。が、よく見てみると心配していたろう付け部分は大丈夫なものの足自体が曲がってきている。結局その後、メカ昆虫は匍匐前進状態となりアルミ製の足から強度の高いステンレス製の足に設計変更となった。なんと、お披露目一週間前のことである。

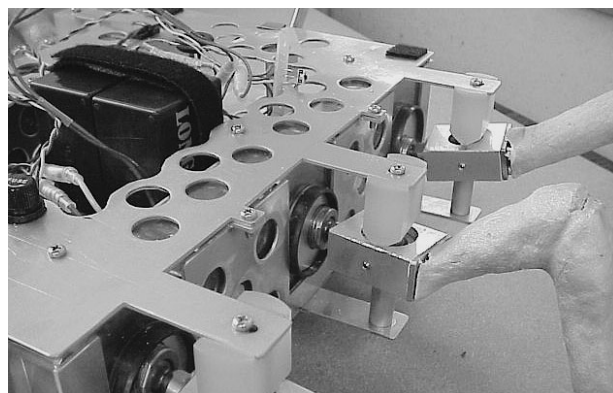


図3 ギヤボックスおよび足関節

3.5 電気制御チーム

3.5.1 リモートコントロール

まず、赤外線遠隔操作をすることに決定した。自作のリモコンのほか、テレビリモコンでも操作できるようにしたら子どもたちも喜ぶだろうと考えた。信号の形式はさまざまだが、NECフォーマットと呼ばれる形式を採用しているメーカーが多い。当センターのテレビリモコン、教材用パソコンのリモコンもNECフォーマットであったため、こちらの方式を採用することにした。

送信データの内容はリーダー部+カスタムコード(メーカーを表す)+CHデータコード+反転CHデータコード+ストップビットという構成になっている。

オシロスコープで各ボタンのデータを拾い出し、PICマイコンを使って同じ信号を作り出すことにした。また、受信回路のほうにもPICマイコンを用いて信号の判別を行っている。



図4 リモートコントローラ
(カブトムシ腹部の磁石で虫かご上部に取り付けたリードスイッチをONする)

3.5.2 モータ駆動回路

左右2台のDCモータを正・逆転制御することで「前進」「後退」「右旋回」「左旋回」を行う。パワーMOS-FETでモータ駆動回路を組んだ。試作段階の小型のDCモータでは問題なく動作していた。が、いざ本番用のDCモータを接続するとなぜかFETが壊れてしまった。本体の製作が遅れていたため、これが判明したのがなんと本番の3日前。故障の症状を見ると、過電流が原因ではなさそうだった。元々モータの逆起電力対策としてFETにダイオードを挿入していたが、ダイオードのスイッチング速度が間に合っていないのではと推測。急ぎょスイッチング速度の速いショットキーダイオードに取り替えた。当然、動作確認をすべきだったが、なんとFETの在庫がない!! 代替品もないため、当日ぶっつけ本番で臨むしかなかった。

3.6 デザインチーム

3.6.1 外装

本番1週間前、ようやく機械要素・電気要素が揃った。あとは外側をどのように装飾するか…。

失敗や故障により予算は底をついてしまっていた(というよりオーバーしていた)。装飾なしも選択肢としてあったが、相手は小学生。見映えもやっぱり

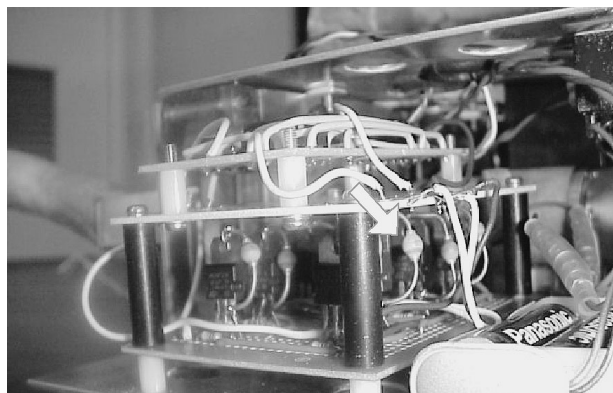


図5 DCモータ駆動回路
(FETに急ぎょ取り付けしたショットキーダイオードが見える)

重要だと石山商店街に発泡スチロールを求めた。すでに夕方、日も落ちていたので気も重かった。スーパーの店長さんは「あー、訓練校のアレね。いくつ欲しいんだ? 欲しいだけ持っていきなよ」と快くBBQ用にとってあった発泡スチロールを分けてくれた。過去3年間の広報と日ごろのお付き合いで滋賀センターも地域に根ざした施設になりつつあるなあとモチベーションが一気に上がった。

外装制作に当たっては、材料が保冷用発泡スチロールということで、箱の状態から板状に切り分け、それを重ね、ベースを作った。

加工は、カッターとノコギリを使い、大まかな形に整え、その後、ヤスリがけをした。それでも、造形用発泡スチロールではないため、表面が滑らかにならず、一時は、発泡スチロール用のパテも検討したが、乾燥に時間が必要であり、完成期日までに間に合わないことから、書道半紙を水で溶いた木工用ボンドで貼り付け、乾燥後、スプレー塗装で仕上げ

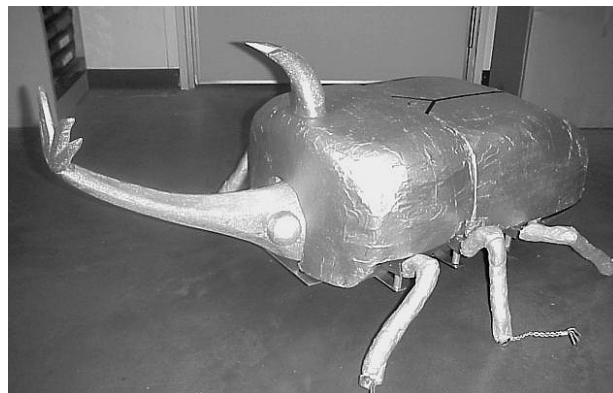


図6 概観

ている。

角の部分は、発泡スチロール材を加工して制作したが、心材による補強が一切ないため、強度は不十分である。ただし、子どもが接することを考えれば、強度がない方が、安全である。結果としては、破損すること、子どもが怪我をすることもなく、十分であった。

なお、外装は、内部に納まる機構部、制御部のメンテナンスに配慮し、角、頭部、腹部の3つのパーツに分割して制作している。

4. お披露目

いよいよ本番当日。空は秋晴れ、天はわれわれに味方している。開会の10時前から受付には行列ができていた。

メカ昆虫の発表は開場から1時間半ほど経過したころだ。ものづくり体験会場の中央に位置する特等席に布で覆われた状態で準備され、その周りに20名くらいの子どもたちが集まってくれている。

人前で説明するのには慣れている指導員だが、いつもとは対象者が違う。子ども相手だけに説明はできるだけ簡潔・明瞭・短時間にしなければならない。また話し方も重要なポイントである。遊園地のアトラクション会場にいるテンション高めのお兄さんキャラが良さそうだ。「みんなはどんな昆虫が好きかな?」といった対話方式で進行したのだが、一の質問に十返答が帰ってくる子どもの活発さに圧倒され、なかなかメカ昆虫を紹介できない。「僕、カブトムシが大好き!!」という子どもの声で、ようやくお披露目だ!

勢いよく布を取るとターンテーブルに乗ったメカ昆虫が顔を出す。回転させながら外観を見てもらう様は、まるで新車の発表会のようなものである。そして木製ベースで試作した足、足を動かすための歯車など各部位の説明を終え、いざデモンストレーション。直前に改良したモータ駆動回路が実際に効力を発揮するののか一抹の不安を抱えながら、僥倖を当てに恐る恐る前進のリモコンのボタンを押してみる。「動いた!!」子どもたちが歓声を上げると同時に私も同じ

言葉を叫びそうになったが、辛うじて喉で言葉を引きとめた。ほっと一安心。

ガシヨンガシヨンと機械音を立てながら勢いよく進むメカ昆虫に一気に子どもたちが集まる。集まるというより“群がる”である。歩く音とは裏腹にナイーブなボディ構造、子どもたちが僕の方が強いんだぞと言わんばかりに角を掴みだす。このままでは壊れてしまうっ! と思い「メカ昆虫を運転したい人はお兄さんの横に並べ!」の声に、全員の子どもたちが僕の右横に綺麗に整列する。あまりの子どもたちの迅速な行動に周りの大人たちもビックリした様子だ。

しかしながらバッテリー容量の関係でトータル5分程度しか運転できないため、全員に満足するまで操作させてやれないのが残念である。おおむね1人10秒ほど操作して楽しんでもらった。壊れることなく無事全員の子どもたちが操作できたのでメカ昆虫にはとりあえず及第点をあげても良さそうだ。

全員に操作をしてもらった後、「ロボットの製作現場を探検に行こう!」の声に15名くらいが参加した。

各実習場を見学し、実際製作に使用した溶接機、旋盤、フライス盤、NC旋盤、電子回路組立てなど指導員が作業しながら機器の説明をした。実演しながらの説明に熱心に耳を傾け、活発に質問する子どもたちに、「ものづくり」に興味を持ってくれたという確かな手応えを感じた。



図7 興味津々の子どもたち

5. 今後の課題

約半年で企画から製作まで行ったため課題も多い。
また、子どもたちの声もできるだけ反映させたいと考えている。

- ・角を動かす
- ・対戦ができる（クワガタムシ）
- ・速度制御
- ・動作に応じて音が出る
- ・体感コントローラ（振動など）
- ・モータの再選定
- ・モータ駆動回路の再検討
- ・予算をいかに確保するか
- ・時間をいかに確保するか

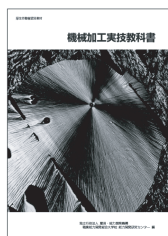
6. おわりに

当初の目的である系の垣根を越えたコミュニケーションは活発になったと思う。実際にメンバー8人以外にも多くの先生方に手助け・アドバイスをいただく結果となった。欲を言えばお互いの専門分野を勉強し合い、知識の幅を広げたかったが、短期間で日々の業務をこなしながらでは困難であった。

また、子どもたちの笑顔を見て半年間の苦勞が報われた気がした。今後もこのような活動を続ければ、「私が技術の道を選んだのは『晴嵐感謝デー』のおかげです」という世界的な技術者が現れるかもしれない。

なーんて夢のようなことを話しながら来年度の企画を練る準備を進めよう。

リニューアル教科書 好評発売中！！



機械加工実技教科書

A4判・338ページ
定価3,150円（税込）
ISBN978-4-87563-087-6
●職業能力開発総合大学校
能力開発研究センター編
●厚生労働省認定



自動車整備実技教科書

A4判・272ページ
定価2,835円（税込）
ISBN978-4-87563-088-3
●職業能力開発総合大学校
能力開発研究センター編
●厚生労働省認定



測量実技教科書

A4判・144ページ
定価1,470円（税込）
ISBN978-4-87563-089-0
●職業能力開発総合大学校
能力開発研究センター編
●厚生労働省認定

■発行所

改定発刊教科書のご案内



木工製品設計

B5判・220ページ
定価2,100円（税込）
ISBN978-4-87563-402-7
●職業能力開発総合大学校
能力開発研究センター編
●厚生労働省認定



金型工作法 —金型の役割と作り方—

B5判・250ページ
定価2,100円（税込）
ISBN978-4-87563-403-4
●職業能力開発総合大学校
能力開発研究センター編
●厚生労働省認定

社団法人 雇用問題研究会 <http://www.koyoerc.or.jp>

〒104-0033 東京都中央区新川1-16-14 電話 03-3523-5181（代表）FAX 03-3523-5187