

盲学校で使える教具を開発・製作し、全国に寄贈する。その工程を学ぶ

情報電気電子工学科 3年 松崎貴之 アドバイザー：須恵耕二

1. 音声点字サークル ソレイユ

ソレイユの活動目的は、社会ニーズに合わせた技術活用方法を各種プロジェクト等で学び、その製品を社会へ提供することで社会貢献の実績を積み、技術者として成長することである。平成 27 年 3 月現在、部員は 21 名で週に 1 回活動している。主な活動として、盲学校用学習器具の新規開発および提供、学生向けプロジェクトによる社会貢献活動の企画・申請・実施などを行っている。

2. 今年度の活動報告

本年度行った活動は大きく 3 つある。

2. 1 科学ヘジャンプ・イン九州

平成 26 年 11 月 8 日に熊本県立盲学校で「科学ヘジャンプ・イン九州」が開催された。「科学ヘジャンプ・イン九州」とは、視覚に障害のある子どもたちに科学のおもしろさを体験してもらい、科学に興味を持ってもらう機会の提供をおこなう場である。ソレイユからは「マジックサンド」「香りの科学」の 2 つのテーマを出展した (図 1)。



図 1 「香りの科学」実験の様子

本報告では「香りの科学」について述べる。企画にあたって、化学系の技術職員との打ち合わせ、部員とのディスカッションを重ねた。香りの科学は (1)サイダー試飲の実験 (香料で味を変える) (2)香油の香りを嗅ぐ実験 (気分の変化を問う、派生実験としてポテトチップスの味が匂いで変わるかどうか) (3)風船実験 (香油を染み込ませた布をこすると割れる・テープを貼ると針では割れない) の 3 つの実験を行った。主なねらいとして (1)味覚は嗅覚の影響も大きく受けている (2)匂いと気分の関係 (3)先入観をもつことの怖さを学んでもらうことを目標とした。

工夫したことは、各実験において 3 つのセクション (遊び・学び・考える) に細分化したことである。「遊び」は演出となる部分で、実験自体に興味を持って

らうための部分、「学び」は遊びに対して化学的に説明 (タネあかし) をする部分、「考える」は日常生活等どのように生かされるか問う部分である。当日において工夫したことは、実験の特性上、多人数で意見を言い盛り上がる事が得策と考えたため 3 つのブースのうち、他のブースを体験してから本ブースを体験してもらうようにした。また名前を呼ぶとき生徒達の肩を触る、ゆっくりはっきり大きく話す、人一倍明るい口調のキャラクターで接する事に注力した。これは初めての実験に対する恐怖 (視覚に障害があるとのおさら) や不安材料を少しでも緩和するために考えたものである。結果として実験後、声を聴いただけで「あのときの面白いお兄さんだ！」と言われ、効果はあったのだろうと感じる。

しかし本番において、何度も実験の失敗をしてしまったため十分な予備実験をするべきであったと思う。全盲であることから他の感覚が優れているのではと実験前に想定していたとおおり、例えばサイダー試飲の実験やポテトチップスの実験において、先にタネに気づいてしまったり、今からさせようとする内容を予測したりする生徒がいた。タネがばれてしまうこと自体は仕方がないことだが、むしろ「学び」の部分での「味覚は嗅覚に大きく左右される」という化学的事実の説得力が薄れてしまう結果となった。また炭酸が飲めない生徒、風船の破裂音を怖がる生徒がいるなど、十分な配慮が足りていなかったと感じる。本実験では独断的に企画段階から進めていったので、周りの意見に耳を傾け、フィードバックを行うことで実験を改善させていく事の必要性を感じた。

今後の展開として、次の機会はまた数年後であるが、「聴覚」に焦点を当て、バイノーラル録音技術を用いた楽しい実験や、聞こえる音や聞こえない音で周波数の概念を知ってもらう実験を行いたい。

2. 2 新製品「こえてん」の開発

2 つ目は、新製品となる「こえてん」の開発である。「こえてん」(正式名称: 声で学べる点字マスター「こえてん」) とは、全盲児が一人で点字を学習できるように開発した、点字を模したスイッチを持つ学習器である (図 2)。



図 2 「こえてん」外観図

この製品には 12 個のスイッチがあり、6 つで点字 1 文字を表すことができる。スイッチの凹凸が点字の読み（凸字）と対応しており、指で触れることで点字の形が分かるようになっている。さらに入力した点字の読み上げ機能が付いているため、自分で正誤の確認ができ学習への意欲が高まる。「こえてん」の開発体制は「筐体設計」「ファームウェア開発」「配線・組み立て」の 3 つに区分している。

2. 2. 1 筐体設計

筐体設計は CAD ソフトで行い、中身の基板や配線および本体部品との兼ね合いを考慮しながら試行錯誤を重ねた。厚さ 3mm のアクリル板の切り出しにはレーザー加工機を用いて試作を重ね、最終設計データで配布分の 15 台の筐体を切り出した。

工夫したことは、乾電池用の電池ケースを取り付けたことである。もともと乾電池は用いないつもりだったが、持ち運びを便利にするために乾電池にも対応できるように設計した。乾電池の取り外しが容易になるよう天板右側を切り離し、裏に電池ケースをセットした。スペースを確保するために天板にあった再生ボタンやボリュームを側面にずらしたが、結果として天板のスイッチとの混同も避けることができた。

苦勞したことは、基板を固定するためのネジ穴の位置決めである。プリント基板のネジ穴は対角線上に 2 つの穴を開けるが両者間の距離が測りづらく、ずれてしまった。試作の段階で実際のプリント基板のネジ穴と合致するかを確認しながら設計し直した。またレーザー加工において切り残しが発生したが、予備部品を作るなどで対応した。本体左側側面のユニバーサル基板用のネジ穴は、設計では 2 つのネジで固定する予定だったが、基板との現物合わせの結果、1 つしか使用しなかった。これにより現在の製品では固定強度がやや低いため、今後改善したいと考えている。筐体の形については未だ試行段階である。盲学校で実際に使用して頂き、現場の意見を聞くことでさらに使いやすいように改良していきたい。

2. 2. 2 ファームウェア開発

「こえてん」の内部回路や音声合成モジュールの制

御にあたって、動作を確かめるため試作機を用いながら開発を行った。具体的には、C 言語を用いたプログラミングにより PIC マイコンを制御し、各端子の電位からボタンの凹凸を調べた。ボタンの状態と端子の電位を対応付けるため、内部配線の担当者と連携をとった。仕組みとしては、if 文により点字規則と照らし合わせ、ローマ字を生成した後 PIC と音声合成モジュール間をシリアル通信させて、点字を声にして読み上げるようにしている。

工夫したことは、週例の製作時間にて PIC 勉強会を開き、プログラミング方法の共有を図ったことである。今後の新教具の開発に携われるように、2 年生を中心として組織した。各自の PC を持参して作業することで、仕様を満たすプログラムを自力で考えられるように工夫した。PIC や電子部品のデータシートを照らしながら、マイコン制御への理解を深めた。

ファームウェア開発において苦勞したことは、マイコン特有のコンフィグレーションビット・SFR の記述である。これは内蔵クロック・デジタル IO・シリアル通信などの設定を行うための仕組みである。開発初期はポート設定・ボーレートなどの知識が欠けていたため、ボタンが反応しない・音声合成モジュールとの通信ができないことに悩まされた。図書館で文献を探したり PIC のデータシートを読み返したりすることで、試行錯誤しながらプログラムを組み終えた。

今後は、「おしゃべり点字タイプ」のファームウェアを学生主体で開発したい。この製品は、「こえてん」の開発前にソレイユが製作してきた教具であり、点字を学び始める人向けに、技術職員の方がメインで開発したものである。その準備として PIC 勉強会を続け、2 年生のプログラミング技術を高めたい。まずは既存の「おしゃべり点字タイプ」の動作を分析して、点字入力・音声読み上げ・録音機能を考察する。PIC に搭載されたデジタル IO・メモリ・シリアル通信を調べ、制御方法を理解しアルゴリズムを検討する。これらの機能を実装するための工程表を作成し、仕様を満たすようにソースコードを記述していく。

2. 2. 3 配線・組み立て

作業としては、まず抵抗やコンデンサ、ダイオードなどの回路を構成する素子をはんだ付けで接合し、基板を作成する。次に、作成した基板と各スイッチ・プラグなどをコードで接続する。最後に、あらかじめレーザー加工で切り出したアクリル板を接着して本体を組み、それに基板やスイッチ等を組み込むことで教具を完成させる。「おしゃべり点字タイプ」と「こえてん」では、教具の機能がほとんど変わらないので、プリント基板は流用できたが、大きさ・スイッチの数・録音ボタンの有無といった違いがあるので、内部配線は異

なっている。そこで、組立の際には、コードを作成する人、はんだ付けをする人といったように、作業を分担することで効率よく教具の作成を進めることができるようにした。

改善すべき点は、作成期間が年明けに集中してしまい、スケジュール調整が上手くいかず、少人数が短期間で作成を進めるといった体制になってしまったことである。途中で仕様に変更が生じ、必要となる部品が届くのが遅れてしまうなどで作成期間が短くなったのが原因である。また、異なる部品を使用する際の抵抗値の変更など、各種パラメータの調整に苦労した。

今後は、作業日程で無理のないようにするため、工程表を作成したい。「この日までにどこまで進める」といった目標を立てて、その実現を目指し、メンバーそれぞれに明確な役割を与えることで作成に対する意識の向上を図る。また、来年度の活動主体になる現在の2年生に対して、勉強会の実施や組立説明書を作成するなどして知識・技能を確実に伝え、今後の活動につなげていきたい。

2. 2. 4 寄贈と発送

最後に、完成した教具は丁寧に梱包し、全国の盲学校等に届けた（図 3）。

今回の「こえてん」の提供先は次の 15 機関である。北海道帯広盲学校、埼玉県立特別支援学校埼玉保一学園、福井県立盲学校、滋賀県立盲学校、奈良県立盲学校、京都ライトハウス視覚支援あいあい教室、大阪府立視覚支援学校、兵庫県立視覚特別支援学校、神戸市立盲学校、岡山県立岡山盲学校、徳島県立盲学校、愛媛県立松山盲学校、高知県立盲学校、福岡県立福岡視覚特別支援学校、熊本県立盲学校。



図 3 製作した 15 台の「こえてん」

2. 3 視覚障害教育実践研究会への参加

平成 27 年 2 月 28 日、3 月 1 日に奈良県文化会館で開催された「視覚障害教育実践研究会」に学生 2 名を派遣した。「視覚障害教育実践研究会」とは、視覚障害教育に携わる方々が、自主的に参加する研究大会である。今年で 32 回目を迎え、全国から約 170 名が参加した。この研究大会で、ソレイユは全盲児用新学習支援機器「こえてん」の機器展示を行い、直接触って

ただけるようにした（図 4）。



図 4 「こえてん」機器展示のようす

休憩時間での機器展示の際には、先生の話に常に聞いておけるように、機器に近い場所に立っておくようにした。各 10 分程度の休憩時間での対応であったが、その間にどのような改善が必要であるのか、お伺いするように心掛けた。先生方からのフィードバックを今後の改善に活かしていけるようアンケートを実施した。また、研究会においては、弱視や盲の生徒への教育方法についてのお話を伺い、実際に現場でのどのような教育が開かれているかを知る良い機会となった。

苦労したことは、先生方に説明する際、上手く伝わらず説明が滞ったことである。スイッチが実際の点字とどのように対応しているのか、どの範囲の点字が実装されているのか、詳しく一人の先生に話していたら、時間がきてしまい、他の方に詳しく説明できずに終わったことがあった。どのようなことを話すのかに関しては事前に決めていたのだが、どのように説明するのかまで、しっかり考えて会に臨む必要があると改めて感じた。

今後、また製品をアピールする機会があれば、説明の仕方を工夫していきたいと思っている。教具の魅力が具体的に伝わるように、よく練習して会に臨むようにしたい。また、視覚障害のある先生もいらしたため、手を添えてお話するなどの配慮が必要であったと感じた。手を添えて一つ一つの機能を試していただきながら、詳しく説明すると良いのではないかと考えている。

3. 今後の展開

ソレイユの今後の展開として、まず「こえてん」の各校での試用・評価を集め、次年度の改良や発展機種の開発に活用する。加えて「こえてん」の新規導入を希望している次の 7 機関への寄贈を目指す。和歌山県立和歌山盲学校、香川県立盲学校、愛媛県立松山盲学校、岡山県立岡山盲学校、島根県立浜田ろう学校、山口県立周南総合支援学校視覚障害教育センター、沖縄盲学校。

また、週例のマイコン勉強会を継続し、おしゃべり点字タイプのファームウェアの独自開発にも着手する。さらに、ニーズ調査を開始して新教具を検討する。