

# 四国職業能力開発大学校 高知職業能力開発短期大学校 紀要

第 23 号

平成 23 年(2011) 12 月

---

巻頭言	稲葉 武彦	1
<b>&lt;教育訓練技法・実践報告&gt;</b>		
ものづくり体験教室への取り組みについて		
ー新企画立案のプロセスについてー	安部 章二郎	5
東日本大震災支援プロジェクト「ZENKON湯」活動報告		
ー香川から被災地へお風呂を届けようー	齋藤 慎一郎	11
ドアヒンジ自動検査システムの開発		
ー開発課題実践報告ー	池本 和夫・三浦 志樹・水田 善朗	15
システム工学におけるシミュレーションソフトの活用方法の検討	天野 隆	21
組込みシステム構築課題実習（標準課題）用教材開発（1）		
ーネットワーク対応デジタルフォトフレームの製作ー	谷本 富男	27
組込みシステム構築課題実習（標準課題）用教材開発（2）		
ーネットワーク対応デジタルカメラとフォトフレームシステムの製作ー	谷本 富男	33
茶葉枝落とし機の開発	上田 潤一	39
ヨーグルトパック供給装置の設計・製作	福原 祥雅	41
<b>&lt;研究論文&gt;</b>		
筋電位センサに関する試み	鳥谷部 太・天野 隆・下釜 洋一・辻下 守弘・中川 朋	45
BW 変換による反辞書の変化についての検討	深江 裕忠	49
<b>&lt;附録&gt;</b>		
大学校の教育訓練体系について		55
開発課題実習報告		57
総合制作実習テーマ一覧		63

---

## 巻頭言

今号の紀要は表紙が示す通り附属高知職業能力開発短期大学校と合同で発行する初めてのものという記念すべき号です。高知校の投稿者にはフォーマットを変更してもらうなどのご苦勞をおかけしましたが、ご協力に感謝します。

さて、今年度には雇用・能力開発機構の廃止という大きな出来事がありました。大学校における職業能力開発事業は高齢・障害・求職者雇用支援機構のもとで引き続き実施することになりましたが、この機会に大学校の使命を再確認し、能開大が日本にとって必要な存在であると広く認識してもらえるように一層の努力をしなければならないと思います。

能開大のメインの使命はものづくり分野における高度技能技術者の養成で、機構の中期目標、中期計画および平成 23 年度計画のいずれにおいても「今後の経済社会を担う高度なものづくり人材を育成するため、主として若年者を対象とした高度職業訓練に特化・重点化する」と明記されています。まず、「ものづくり」とは、「もの」を作るだけでなく、「文化」をも創り出す行為であることを認識しなければなりません。たとえば、iPhone をはじめとするスマートフォンの出現は、携帯電話としての枠を超え、その用途、使用法、使用環境、さらには関連ビジネスにも大きな変化をもたらしました。歴史を振り返れば、このように新たな「もの」の出現が、新たな「文化」の発生に至った例は枚挙にいとまがありません。次に、高度技能技術者とはどのような人を言うのでしょうか。いろいろな定義が考えられますが、たとえばいま最先端とされる技能技術を修得している人、とするのは適切とは考えられません。それらの技能技術も短期間で標準のものになるのが現状です。そこで、ここでは上述のように、「新たな『もの』と『文化』を生み出す『ものづくり』に寄与できる能力をもった人」としたいと思います。このような『ものづくり』に付随するであろう多くの問題を解決する過程で、新しい技能技術の創成が必要になってくることもあるでしょうし、新しい機械が開発されたのに伴い、それに対応できる新しい技能技術の確立が必要になることもあるでしょう。人に先駆けてこれらに対応できる能力をもった人材が高度技能技術者ではないでしょうか。平たく言えば、いま我々が用いている技能技術も、いつかの時に誰かが考案したもので、その誰かになれる人を育てるのが大学校の使命だと考えます。そしてこれは訓練だけで達成できるとは思えません。

訓練はスキルの獲得が目的で、Know How に主眼が置かれています。また、正解が存在し、既定の方法で与えられた条件のもと、正解にたどり着くことが求められる閉じた系であるともいわれています。つまり、訓練や研修は他人の技能技術、あるいは考えを学ぶもので、それだけではいつも人の後をついて行くことになります。人の前に行くこと、すなわち新しい技能技術を創成することは、正解のない、開かれた世界に挑戦することになります。そのためには、創造的な仕事をしたいという強い情熱と物事の本質にできるだけ近づこうと深く考える習慣をもつこと、そしてこれらを支える自尊心が不可欠です。そこで大学校では学生に自尊心をもたせること、情熱をかき立てさせること、そして思考習慣を身につけさせることが大切になってきます。

中でもまず情熱をかき立てさせることが重要だと思います。学生に対して、指導員は

解やそこに至る道筋などをすべて知っていて、学生たちにそれを教える、あるいはアドバイスを与えながら学生たちが解にたどり着くのを見守るタイプの授業だけでは、彼らの情熱をかき立てることは難しいでしょう。より効果的なのは、指導員も自分で挑戦する何かをもち、その姿を学生に見せることではないでしょうか。学生と一緒に挑戦するのもよいでしょう。『ものづくり』に挑戦するということは、このようにするものだという姿を実際に目にすることで、そしてその瞬間には指導員も学生同様、問題解決に苦勞している同僚だと感じさせることで、学生たちは大学が創造的な場であるという雰囲気を感じ取り、それぞれのレベルに応じてきっと学んでくれると思います。情熱があれば問題解決のために自分で考えるようになり、小さな成功体験を重ねることによって自信が生まれ、自尊心も形成されてくると思います。

昔の話ですが、ある企業の管理職になっていた同級生があるとき、「〇〇大学の卒業生は伸びない。大学の教育方針がまずいのではないか」と言ったのを思い出します。自分で考える習慣が身につけていないと、おそらくこの分類に入れられてしまうことになると思います。能開大の卒業生が入社時にもっている有利さをその後も活かしていけるように、上で述べた3つの素養(自尊心、情熱、思考習慣)を獲得して卒業していてもらいたいと思います。

紀要から離れた内容が続きましたが、文章を書くことは重要な創造活動です。文章としてまとめることで頭の整理ができ、深く考える機会となり、新たな問題点が見つかることもあります。つまり技能技術に関わる者にとって、紀要を初めとする成果報告は大切な創造物です。

ところで、技術報告や技術論文では「まえがき」が大事です。本文の方は、事実とそれに基づく議論を述べればよいので、場合によっては、学生の報告書をもとに書くことも可能です。それに対し、「まえがき」では報告する成果の位置づけを述べるのが重要な目的の一つで、この部分で著者の力量(内容に関連する分野に対する理解や洞察の深さなど)が評価されます。また、「まえがき」を見て、その報告を読むべきかどうかを判断することもなされます。そこで著者としては、通常、他者による関連の分野の成果報告を調べるなどして広く情報を集め、言葉を吟味して限られたスペースの中で自身の成果の位置づけを述べ、その成果の重要度をアピールします。つまり「まえがき」をうまく書くのは極めて創造的な行為です。今後、より多くの指導員の皆さんが紀要に積極的に投稿されることを望みます。そしてその投稿が外部のジャーナルなどへも広がることを期待しています。

最後に、中国能開大紀要第10号に掲載の鷲尾誠一・中国能開大前校長の寄稿と併せてこの巻頭言をお読みいただければ幸いです。

平成23年12月

四国職業能力開発大学校  
校長 稲葉武彦

# < 教育訓練技法・実践報告 >

# ものづくり体験教室への取り組みについて

## －新企画立案のプロセスについて－

四国職業能力開発大学校 生産技術科 安部 章二郎

### About the Approach to the Manufacturing Classroom Experience

#### －A Process for Making a New Plan－

Shojiro ABE

**概要** 毎年わが校では夏休み時期やポリテックビジョンと称した学生の研究発表イベントの際に当校の PR と地域貢献を兼ねて地域の子供たちに親子ものづくり体験教室を実施している。筆者が 2004 年に企画・実施した印鑑製作も以来毎年好評なテーマであった。CAD/CAM システムを使い印影をデザイン、NC 工作機械にて印鑑を加工するというものである。しかし 1 台の機械で加工するため、体験の最後において長い待ち時間が発生することが多々あり、この点を改善した新たなテーマが求められていた。今回新たな体験テーマを企画したのでこの取り組みを報告する。

## 1 はじめに

若年者のものづくりへの関心が低くなっているといわれ久しい。安価で便利なものにあふれている現代では、苦勞して物を作るよりも買う方が効率的で経済的であり、ものづくりに対する関心が低くなるのも当然である。また家庭における遊びもプラモデル作りのような破片が散らかったり汚れたりする遊びは保護者からも敬遠され、携帯ゲーム機(図 1 参照)やカードゲームなど汚れず片づけが簡単なものが好まれるようになり若年者からものづくりの機会を奪う結果になっている。



図 1 携帯ゲーム機

しかし彼らは根本的に関心が低いのではなく、ものづくりの機会に恵まれていないということが原因で、機会を与えることにより興味を引き出せることが分かってきた。毎年香川県木材協会が行っているイベント「ウッディフェスティバル」で

の体験の一つに次のようなものがあった。ランダムに切断されたたくさんの木片と木工用接着剤を用意し、そしてそれらによって作られた見栄えの良い品物の見本を置いておく。すると子どもたちは見本を目標に自由に工作を始め楽しそうに作品を作っていたのである。現代の家庭環境・経済環境を変えることは不可能であり各家庭で取り組むことには限界がある。当校のような施設で少しでも彼らにもものづくりの機会を与え感動を味わってもらうことが重要だと考える。

## 2. 過去の体験テーマ

過去に生産技術科で取り組んだ製作テーマを振り返ってみる。

### 2.1 オリジナル印鑑製作

直径 15mm の透明アクリル丸棒に機械でオリジナルの印影を彫るもの(図 2 参照)。CAD/CAM システムとコンピュータ制御の NC 工作機械を使う。体験者は CAD/CAM システムのパソコンを操作しオリジナルの印影をデザイン、そして決められた手順に沿って操作することで NC 工作機械の加工データに変換される。その後担当者が機械を操作

し、体験者の目の前で印鑑を削りだすものである。



図2 オリジナル印鑑

内容的にも生産技術科の内容とマッチし体験者の満足度も高かった。しかし体験者はほぼパソコン操作のみで、完成度の高い製品を手にする事になり、体験のメインターゲットである小学生などには、ものづくりの大変さや、完成した時の感動を味わってもらえないのではないかと感じていた。またデザインの作業は複数台のパソコンで同時にできるが、加工は1台のNC工作機械で実行するため、最終的に体験者を長時間待たせることもあり課題となっていた。

## 2.2 アクリルクラフトの製作

レーザー加工機であらかじめ切り出したアクリル板を組み立てることで動物などの模型になる製品である(図3参照)。体験者はあたかもプラモデルのように部品を板から切り離し組み立てることで平面的な板から立体的な模型になる。また切り離れた部分には若干の切れ端のようなものがあるため、やすりで削り仕上げが必要がある。



図3 アクリルクラフト

このテーマはあらかじめ板を切り出しておけば

体験イベント当日はやすり等を準備するだけで良い。体験者も単に組み立てるのではなく”やすり”などの道具を使うことで達成感が味わえ、また製品の完成度も高く良い体験テーマである。

当校で行った体験イベントばかりでなく校外の体験イベントにも出品した。欠点があるとすれば組み立てに接着剤などを使っていないため部品が外れてしまうことがある。はめ込みだけで組み立てられるようはめ込みの具合を”ゆるくなく・きつくなく”調整した高い技術をつぎ込んだ製品なのであるが、やはり製作誤差により、はめ込みがゆるい部品は外れてしまうことがある。せっかく作った作品の手や足が外れてなくなってしまうと、とたんに価値が下がってしまう。この点だけが残念なところである。

## 2.3 オリジナルペン立の製作

このテーマも前述のアクリルクラフト同様に切り出したアクリル板を組み立て製品にするものである(図4参照)。ただしこのテーマは自分だけのオリジナリティを出すため体験者自らが描いた模様をサンドブラストによりアクリル板に彫刻する。



図4 オリジナルペン立

自分の手で彫刻する模様を描き、その模様をカッターで切りだし、そしてサンドブラストすることにより世界で一つの製品が完成する。このテーマは製品の实用性も高く、体験者が関わる部分が多い。またサンドブラストによりデザインした模様を目の前で加工する体験ができる。ものづくり体験として良いテーマである。今年度はこのような過去のテーマを参考に新たなテーマを考案する。

### 3. 新テーマの決定とそのポイント

新テーマの条件を考えた。

- ① パソコン操作はなるべく少なく。
- ② 体験者が作業する割合を多く。かつ簡単に製作できる。
- ③ 体験者のオリジナリティが反映できる。
- ④ なるべく大きいもの
- ⑤ 日常でも使えるもの
- ⑥ 女の子が興味をもつもの

①～③は本文にも述べた過去のテーマの反省からである。④～⑤は勝手ながら我が家の状況を参考にしたものである。製品が小さい場合、我が家の子供はほとんどなくしてしまう。しかし壊れにくく大きい製品はなくなることはない。事実そのような製品はおもちゃ箱でいまだにその存在をアピールしている。そこでなるべく大きいという条件を挙げた。しかし実用性に乏しく大きいものは生活の邪魔になるだけである。よって日常でも使えるものという条件を挙げた。⑥は女の子が興味をもつようなテーマが少ないのではという意見をもとにした。以上のようなポイントを満たすテーマ(製品)を考案するため作業に入った。具体的には身近な人たちからの聞き込み作業である。ここでは上記のポイントは伏せたくて聞き込み対象者から要望を聞きだし、その中から上記のポイントを意識しながら絞り込みを行った。その結果女の子向け・ある程度の大きさ・日常に使えるという意見を基にコレクションケースを製作することにした(図5参照)。



図5 コレクションケース

### 4. コレクションケースの試作

さてコレクションケースを作ることにしたが、はたしてもものづくり体験にきた来場者が喜ぶであろうか。試作品を製作し反応を見ることにした。

ちなみに今回の製作では卓上レーザー加工機を使用した(図6参照)。この機械はレーザーを使い樹脂材料や木材の切断や刻印ができる。特徴としてパソコンからはプリンタと同様に扱われるので、パソコンで描いたグラフィックや文字を簡単に素材に刻印したり切断したりできる。工業用のレーザー加工機ではG言語によるプログラムを必要とするのに対しこの機械は一切そのようなものは必要ない。



図6 卓上レーザー加工機

手持ちの材料のサイズをから製作できる高さ100mm程度と50mm程度の試作品を製作した(図7参照)。2次元CADソフトを使い板の形状を設計し卓上レーザー加工機で加工した。材質は厚さ3mm白色の亚克力板と厚さ3mmの透明亚克力板である。透明亚克力部分にはレーザー彫刻を施した。



図7 試作品 大・小

試作品を子供・女性を中心に見てもらい感想を聞いた結果、好印象を得た。すぐにでもほしいという方もおりコレクションケースというテーマの方向性が正しいことを確認した。

## 5. コレクションケースの設計

### 5.1 ケース本体の設計

コレクションケースの設計に入る。まず本体の色から決定した。市販のコレクションケースには黒・ブラウン・ホワイトなどがあるが女の子向けというコンセプトからホワイトに決定した。次に大きさであるが、なるべく大きいこと・日常に使える(実用性のある)という条件を満たすため、市販されているコレクションケースの大きさや材料コストを考慮にいれ図8の大きさに決定した。

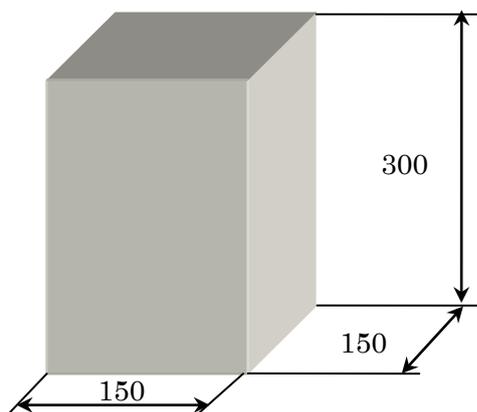


図8 コレクションケース外寸(案)

この案をもとに試作品を製作した。細かいディテールは省略した大きさの印象を確認するためのモデルである。材料は最初に製作した試作品と同じ物で製作した。その結果外寸は若干大きすぎる印象を得た。ただそれより問題に感じたのは板厚である。最初の試作品は大きさが100mm程度に対し、今回は300mmと大きく当然板厚3mmでは明らか強度的にも問題があり、製品の印象も良くないものであった。そこで次に板厚を5mmに変更することにした。また若干大きい印象を受けた外寸についても無駄なく素材を使えるように寸法を調整した結果、図9に示すようなものになった。

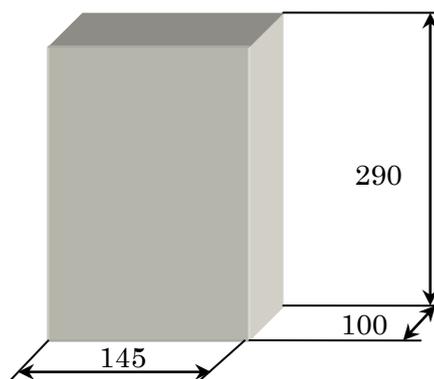


図9 コレクションケース外寸(最終)

この大きさであれば1830×915の定尺の亚克力板から9組のケースを製造できる。なお透明部分の亚克力板の厚みは強度に問題がなかったため最初の試作品と同じ3mm厚とした。このサイズ条件の中で3次元CADにて設計し最終的な形状を決定した(図10参照)。

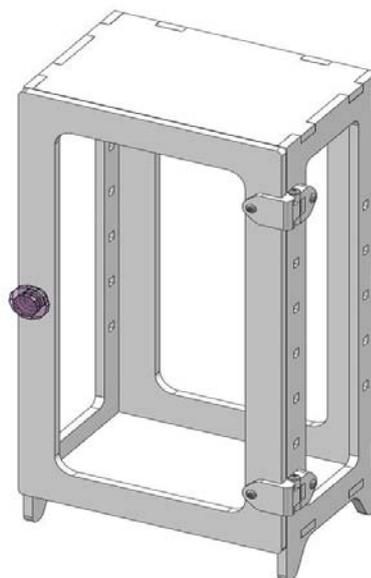


図10 3次元CADによる設計

### 5.2 ヒンジの設計

コレクションケースとしての機能を考えた場合中に収納したコレクションを保護することが必要である。よって扉を付けることとした。そうすると扉を開閉させるためにヒンジが必要である。市販品に適したものがなかったため3次元CADで設計、3Dプリンタで製作した(図11・12・13参照)。

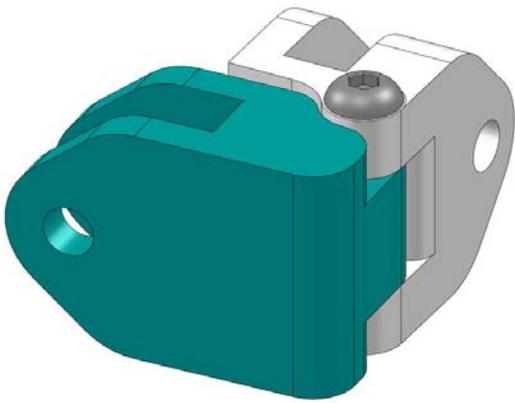


図 1 1 3次元 CAD によるヒンジの設計

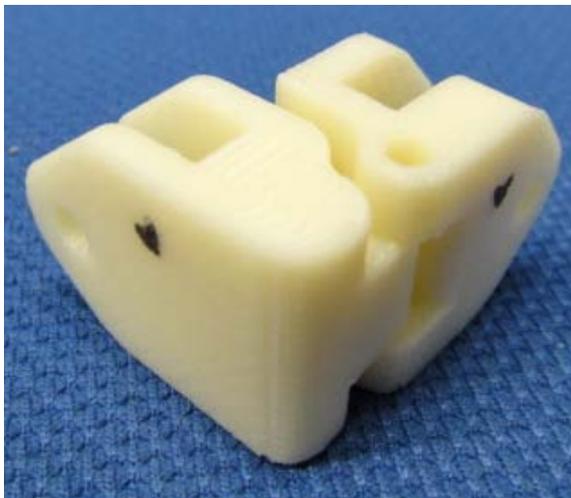


図 1 2 完成したヒンジ部分



図 1 3 3D プリンタにより量産したヒンジ

## 6. コレクションケースの製作

### 6.1 ケース本体の加工

今回は試作品の段階から簡易レーザ加工機でアクリル板の加工を行っていたため同じ機械で製作にかかった。この卓上レーザ加工機はCO<sub>2</sub>レー

ザ、出力 30W で最小ビーム径は 0.07mm である。機械にはビーム径をオフセットする機能はないので 2次元 CAD 形状データに 0.1mm のオフセットをかけて加工した。また板のジョイント部には図 14 で示した個所に 1/100 の逃げ勾配を設けジョイントが確実に入るように工夫した。

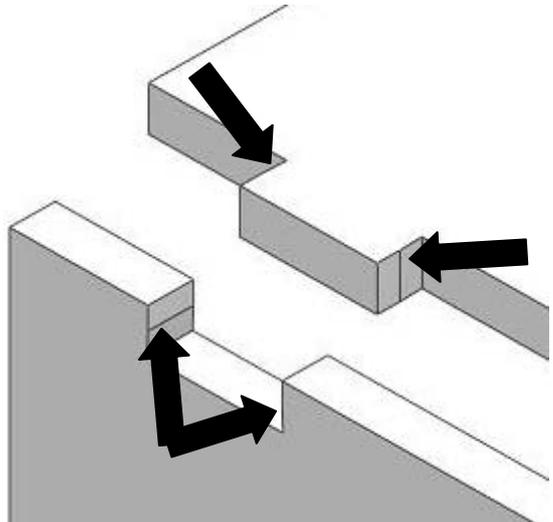


図 1 4 逃げ勾配を施した個所

### 6.2 透明部分のデザインと加工

デザインソフトにてデザイン。レーザ加工機で切断と彫刻を行う。加工機は線の色により切断部分と彫刻部分を認識する。赤線が切断、黒線が彫刻する仕組みになっている。幾何学模様や自作のイラストを使いデザインした(図 15・16 参照)。

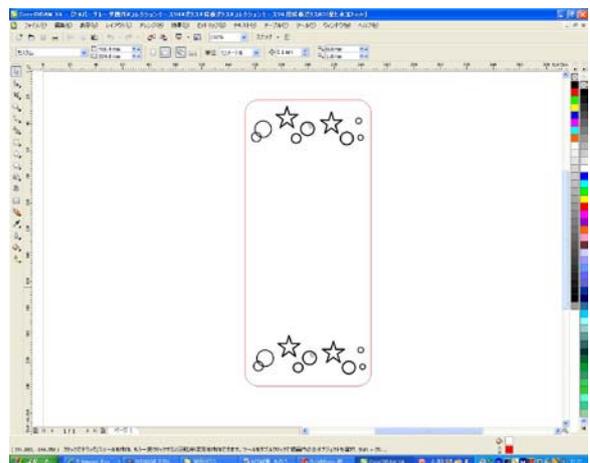


図 1 5 デザインソフトでのデザイン

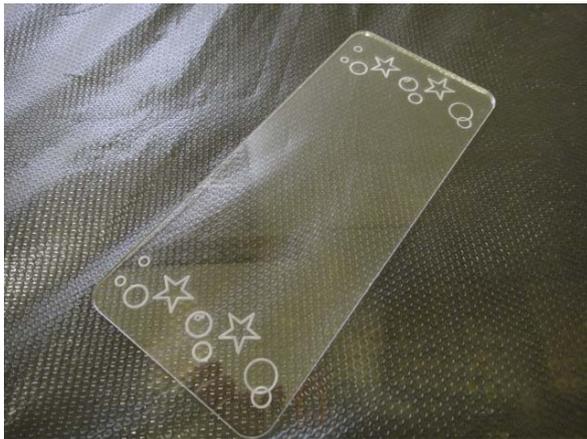


図 1 6 加工した透明部分

### 6.3 組立作業

加工した素材を組み立てアクリル用の接着剤で接着して完成させる(図 17 参照)。組み立てはまずジョイント部を接合する。この作業は比較的簡単である。ここで接着作業に問題が発生した。今回使用したアクリル用接着剤はアクリルの接着用に広く普及しているもので低い粘度により接着したい箇所の隙間に入り込みアクリルどうしを溶かし接着する。しかし接着材を多く使うと、隙間からあふれた接着剤が製品表面などに付着し溶けた跡を残してしまい製品の完成度を落としてしまう。丁寧に作業すれば防げるので体験者には丁寧に緊張感をもって作業するという体験になるであろう。図 1 8 に完成したコレクションケースを示す。

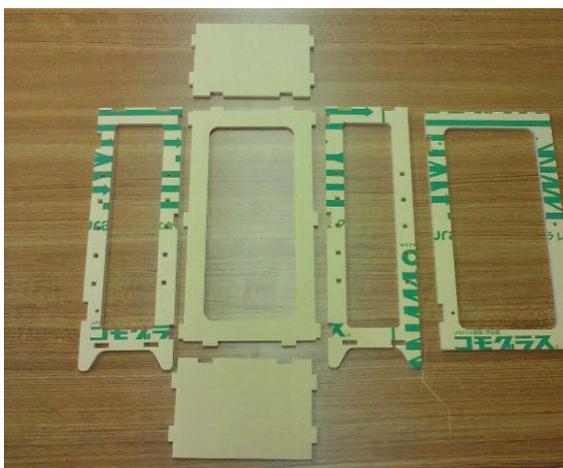


図 1 7 本体部の素材



図 1 8 完成したコレクションケース

## 7. まとめ

テーマ決定のためのポイントをほぼ網羅した内容の製品が完成した。この報告には間に合っていないが最終的に体験者のオリジナリティが反映できる部分をこの製品に加えていきたい。またこの製品は透明な部分を切り抜くため多くのスクラップが発生する(図 19 参照)。このスクラップを活用できるような企画も今後検討していきたい。

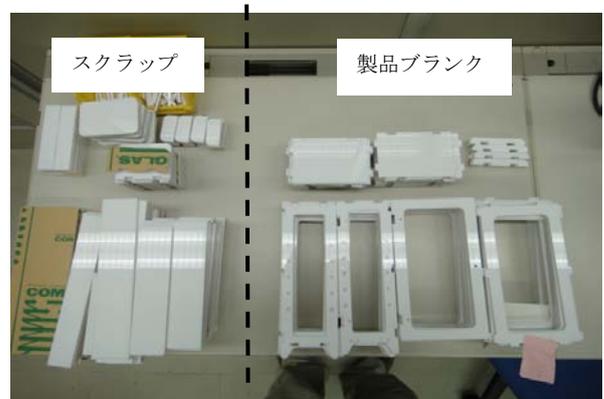


図 1 9 製品ブランクとスクラップ

## 8. おわりに

今回はものづくり体験教室の新しい製作企画の取り組みについて報告した。この事業は準備や実施においてに相当な労力を要するが各科のスタッフは本来業務の傍らこの事業に取り組んでいる。

この努力が実りものづくりに興味を持ってくれる子供が一人でも増えることを願う。

# 東日本大震災支援プロジェクト「ZENKON湯」活動報告

## —香川から被災地へお風呂を届けよう—

四国職業能力開発大学校 住居環境科 齋藤 慎一郎

### Activity Report of the Support Project "ZENKON-YU"

for the Victims of the Great East Japan Earthquake

— Send a Bath to Stricken Areas from Kagawa —

Shinichiro SAITO

**概要** 平成 23 年 3 月 11 日に起こった東日本大震災にかかわる支援活動は全国各地で行われている。筆者は香川県の有志が行っている「ZENKON湯」という支援プロジェクトに参加している。ここでは、「ZENKON湯」の支援内容と現在の被災地の状況について報告する。

## 1. はじめに

東日本大震災とは、平成 23 年 3 月 11 日金曜日 14 時 46 分、宮城県牡鹿半島沖を震源として発生した東北地方太平洋沖地震とそれに伴って発生した災害の総称である。東北地方太平洋沖地震は日本の観測史上最大であるマグニチュード 9.0 を記録している。

震災の被害として液状化現象や地盤沈下があるが、最も被害が大きかったのは波高 10 メートル以上といわれる津波である。また、福島県においては、原子力事故にも発展している。

8 月 27 日現在、この震災による死者・行方不明者は 2 万人以上、建築物の全壊・半壊は 27 万戸以上となっている。

津波被害の大きかった地域は、宮城県、岩手県、福島県の沿岸部であるが、東北・関東地方の各地域でも液状化や地盤沈下などの被害が多く見られた。

この震災での死因の 90%以上は津波による水死であり、家屋や家具の下敷きによる圧死が約 90%である阪神・淡路大震災とは大きく異なっている。これは今回の地震周期が木造家屋などの中低層建築物が揺れやすい周期とは異なっていたためだと考えられている。

## 2. 支援プロジェクト「ZENKON湯」について

「ZENKON湯」は、香川県丸亀市の建築家である齋藤正氏が実施している“香川から被災地へお風呂を届けよう”というプロジェクトである。

「ZENKON」とは本来「善根」と書き、仏教用語で字のまま「根が善良であることを意味し、四国遍路では、お遍路さんに好意で貸す宿を「善根宿」と言う。今回はそのお風呂版である。

齋藤氏は阪神・淡路大震災の時にも被災地支援をしており、その時の経験から、「いま被災地に必要なものはお風呂だ。」と思い、今回のプロジェクトを発案した。最初は簡単に建築が出来るお風呂の設計図（図 1）をネットで公開すれば、現地や近隣で作れるだろうと考えていた。しかし、それでは一向に進まず、香川で材料を用意し、自分達で建てに行くことにした。

ZENKON湯はシンプルかつ安心できる空間をコンセプトに設計されており、大工でなくても大人が 4 人いれば丸 1 日程度で作ることが出来る。

軸組（図 2）の材料は入手が容易な杉の 105 ミリ角材とし、浴槽（図 3,4）は亜鉛鉄板の曲げ加工とした。追い炊き機（図 5）も自作することでコ

ストダウンをはかった。

ZENKON湯1棟作製するのにかかる材料費はおおよそ50万円である。その費用は、支援金や高松市からの助成により賄われている。

プロジェクトメンバーは建築家をはじめとし、材木屋、造形作家、小説家、大学生など、多種多様な構成である。

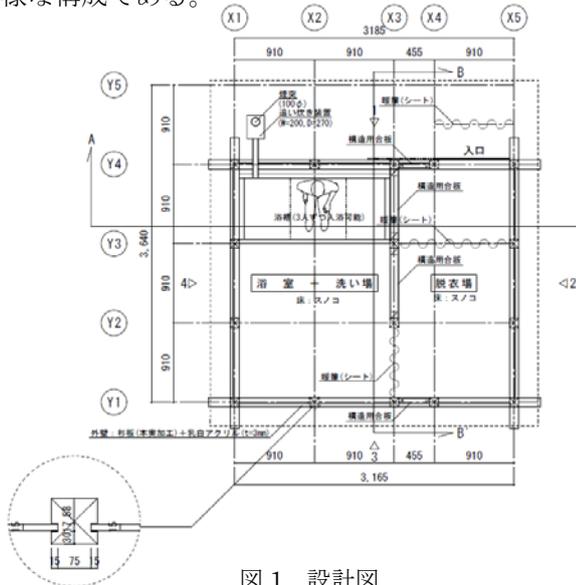


図1 設計図



図2 軸組



図3 浴槽組み立て



図4 浴槽仕上げ



図5 追い炊き機

### 3. 「ZENKON湯」活動履歴

プロジェクトでは現在まで6回、被災地での活動を行い、計15棟のZENKON湯を建設してい

る。

以下①～⑥にその活動日、場所及び建設棟数を記す。

- ①第一陣 4月6～9日  
宮城県本吉郡南三陸町 2棟
- ②第二陣 4月22～24日  
宮城県石巻市十三浜地区 1棟  
岩手県陸前高田市気仙町双六公民館 1棟
- ③第三陣 5月13～17日  
宮城県登米市津山若者体育館 2棟  
宮城県登米市旧鱒渕小学校 1棟
- ④第四陣 6月4～7日  
岩手県気仙郡住田町大股公民館 1棟
- ⑤第五陣 6月10～14日  
岩手県気仙郡住田町五葉地区公民館 1棟  
岩手県遠野市コテージランドかしわぎ 2棟
- ⑥第六陣 8月7～11日  
宮城県石巻市商店街 2棟  
宮城県石巻市渡波地区 1棟  
宮城県登米市旧鱒渕小学校 1棟

他にも、秋葉原や高松でのイベント時に広報のために設置した。(現在撤去済み)

実際に私が現地で活動したのは第五陣、第六陣であるので、次の4、5でその報告をする。

## 4. 建設報告

### 4.1 岩手県住田町五葉地区公民館(図6)

この場所はボランティアセンターとなっており、設置したお風呂はボランティアの人たちが使用することとなる。



図6 五葉地区

#### 4.2 岩手県遠野市コテージランド(図7)

当初の予定ではボランティアセンターのある青葉地区と上郷地区の公民館へ設置予定であったが、直前の余震により急遽変更された。

この場所では小中学生に対する心身のケアを行う予定であり、その一環としてお風呂が利用される。



図7 コテージランド

#### 4.3 宮城県石巻市商店街(図8)

石巻商店街からの依頼で設置した。地域の憩いの場としたいとのことであった。

建設途中にわかったことだが、この場所は満潮時には冠水するという。原因は排水溝のつまりだと考えられ、満潮時には側溝から水が噴出してくるということであった。



図8 石巻市商店街

#### 4.4 宮城県石巻市渡波地区(図9)

避難所である小学校の隣の敷地に建設した。避難所にいる約200人が使用する。自衛隊の撤退により要請があった。自衛隊の撤退後は、市や民間

が引き継がなくてははいけなかったが、準備ができていなかったとのことである。



図9 渡波地区

#### 4.5 宮城県登米市旧鱒淵小学校(図10)

避難所用のお風呂として設置した。5月の第三陣で1棟建設済みである。これまで1棟しかなかったため、男性と女性で時間を分ける必要があり不便だということで要請があった。



図10 旧鱒淵小学校

### 5. 被災地の状況

#### 5.1 岩手県気仙郡大槌町(6月14日時点)

遠野市の沿岸被災地後方支援室の方から岩手県の被災状況を聞き、被害が大きいといわれた大槌町を視察した。

道路を車で走っていると、いきなり画面が切り替わったように空き地に瓦礫の山が現れた。

大槌町は岩手県で最も被害が大きいといわれ、津波後火災にも見舞われている。(図11)

訪問した避難所は大槌高校の体育館で、ここには234人の被災者が生活していた。お風呂は寺野地区にある自衛隊のお風呂に3日に1回程度入れるとのことであった。



図 11 大槌町

## 5.2 宮城県石巻市（8月11日時点）

第六陣で行った石巻市街地は1~2mの津波が来たところである。

訪問時はちょうど震災から5ヶ月であったが、信号機はまだ復旧しておらず、警察官が各交差点で交通整理していた。また、地盤沈下や排水溝のつまりなどから、満潮時には冠水する場所が多数あるという話を聞いた。

図12はよく見るとポーチ柱が1mほどずれているのがわかる。これは建物が津波によって持ち上げられ動いたと思われる。



図 12 建物のずれ

## 6. 今後について

被災地にお風呂を届けるプロジェクト「ZEN KON湯」は第六陣を最後にする予定である。

今後は今回の経験を下に、東南海地震発生時に適切な対応ができるよう準備を進める必要がある。その準備として、9月17~19日にかけて香川県において四国島内会議を行った。（図13）

四国島内会議は東南海地震に備え、地震に対する意識を高め、いざという時に自衛が出来ることを目的とした会議である。この会議はこれからも年1回を目処に続けていく予定である。



図 13 四国島内会議

## 7. おわりに

今回、総合制作実習として、学生と一緒にこのプロジェクトに携わらせていただいている。

学生にとって、実習用ではなく人に必要とされる建築に携われるということは非常に重要であり学習効果が高いと思われる。実際、このプロジェクトに参加することで学生が自分で次の作業を考えられるようになり、いろんな人と交流することで社交性も見につけている。

また、筆者としても、実際に被災地に行き生の声を聞くことにより、支援や防災について深く考えるようになった。

現在、震災の情報が日に日に減り、被災した方々以外の記憶から薄れていっているように感じる。筆者はこの目で見えてきたこと、聞いてきたことを学生に伝え、震災の情報が風化することのないよう努めなければならない。

著者 E-mail saito@shikoku-pc.ac.jp

# ドアヒンジ自動検査システムの開発

## －開発課題実践報告－

四国職業能力開発大学校 生産機械システム技術科 池本和夫  
生産電子システム技術科 三浦志樹  
生産情報システム技術科 水田善朗

### Development of an Automatic Inspection System for Door Hinges

#### －Practice Report of a Development Subject－

Kazuo IKEMOTO, Shiki MIURA and Yoshiro MIZUTA

**概要** 自動車業界では品質保証のために検査工程の自動化に取り組んでいるが、画像処理を適用する場合には撮像条件の設定が大きな課題である。本開発課題では、ドアヒンジのブッシュの装着状況検査に、PLC 制御および画像処理技術を適用して工程を自動化し、検査の時間短縮と精度を標準化する産業用画像処理システムを構築した。測長およびトルク測定などによる現状の検査では、プレス部品の板厚寸法や板金加工の精度、およびブッシュが正常に装着されていない場合でもある程度のトルクを有することなどを原因とする過検出ならびに検査誤りによるチョコ停が問題になることがある。ヒンジの供給と姿勢制御、ブッシュの検査および良・不良品の分別までを自動化し、正面に加えて斜め方向の視点での画像処理により検査精度を標準化した概要などを報告する。本テーマは、機械・電子・情報の生産系 3 科の専門性を十分に発揮できる内容であり、企業の生産現場のニーズに対応して設定した課題である。課題開発の訓練ポイントおよび所見も記述して、ドアヒンジの自動検査システムの開発に取り組んだ 1 年間の実践報告とする。

## 1. はじめに

自動車業界では、生産ラインの自動化や省人化に取り組み、品質保証のための検査工程を充実させている。手作業を自動化し、作業者の負担を軽減すると共に、目視などによるヒューマンエラーをなくすためには、検査の標準化が重要になる。画像処理を検査工程に適用する場合には、撮像条件の設定も大きな課題である<sup>1)2)</sup>。

プレス加工を適用した自動車部品の 1 つに、ドアの開閉に重要な役割を果たすヒンジがある。水島プレス工業株式会社では、ヒンジに装着されるブッシュの検査に、測長およびトルク測定を適用して良・不良を判別している。しかし、プレス部品の板厚寸法のばらつきや板金加工の精度、およびブッシュが正常に装着されていない場合でもあ

る程度のトルクを有することなどを原因として、「良品を不良品として判別してしまう過検出」や「不良品を良品として判別してしまう検査誤り」が問題になることがある。

本開発課題では、ドアヒンジのブッシュの装着状況検査に、PLC 制御および画像処理技術を適用し、実際にラインに組み込むことを想定して、ヒンジの供給と姿勢制御、ブッシュの検査、良・不良品の分別および収納までを自動化した。また、現状の測長およびトルク測定検査に比べて検査時間を短縮し、検査精度を標準化する産業用画像処理システムを構築した。本報告では、開発した自動検査システムの概要と検証結果などを示すと共に、課題開発の訓練ポイントおよび所見を記述する。

## 2. 課題成果の概要

開発したドアヒンジの自動検査システムの外観を図1に示す。検査対象のドアヒンジは、SAPHの自動車用熱間圧延鋼材を使用して、図2に示す曲げおよび絞り加工などを適用したフィメールと左右勝手違いのメールの組み合わせにより8種類ある。メールの立ち面の穴に銅製メッシュのブッシュを装着後、ピンを挿入してかしめることにより組み立てる。検査対象のブッシュが、組み立て後もメールヒンジの立ち面の穴の中に装着されていることを確認する必要がある。

開発した自動検査システムは、部品の組み合わせにより8種類ある全てのドアヒンジについて、ブッシュの装着状況を自動検査する。システムは図3に示すように機構部、制御部および画像処理部により構成する。撮像には図4に示すように、LED照明を一体化したCCDカメラを使用する。撮像位置は、 $\pm 50\text{mm}$ の高さ調節と、上下に $\pm 7^\circ$ 、左右に $\pm 25^\circ$ の角度調節を可能にした。

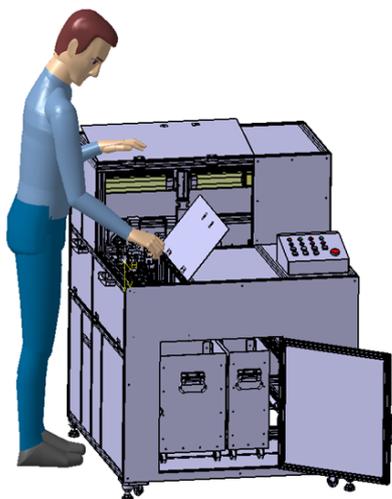


図1 自動検査システムの外観

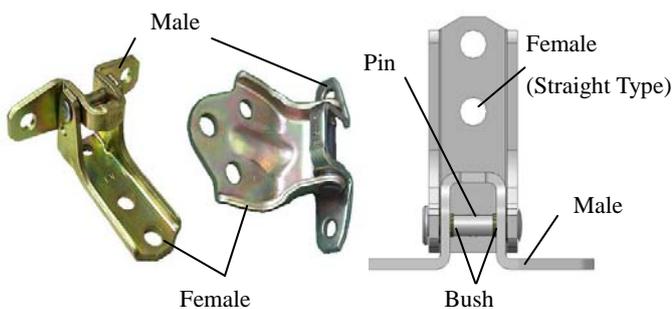


図2 ヒンジの構成

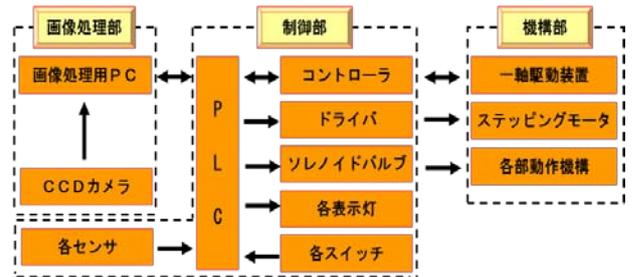


図3 自動検査システムの構成

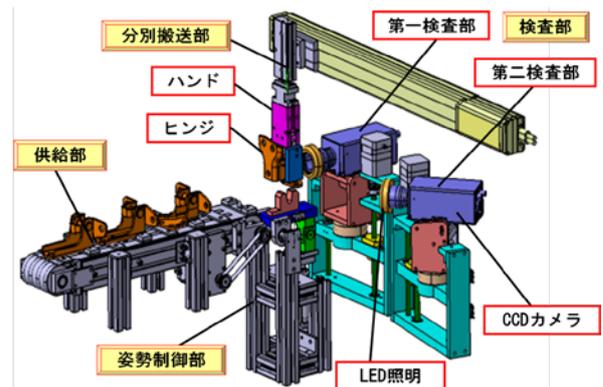


図4 ドアヒンジの撮像状況

ヒンジは約90mm離れた位置で、8種類とも常に同一の撮像条件を保持するために、専用の器具を用いて姿勢を制御した。第一検査部では、LED照明を一体化したCCDカメラを用いて、正面から左右のブッシュを同時に撮像する。正面からでは良否を確定できない場合には、第二検査部で組立時にピンに押し込まれる右側のブッシュのみを、斜め方向から撮像して追加検査する。8種類ある全てのドアヒンジについて、ブッシュを含む同一の領域で撮像後、PCで画像処理を行う。PLCとPC間でデータ通信を行い、画像処理の判定情報を受け渡す。遮光ハウジングにより、撮像条件は一定にする。

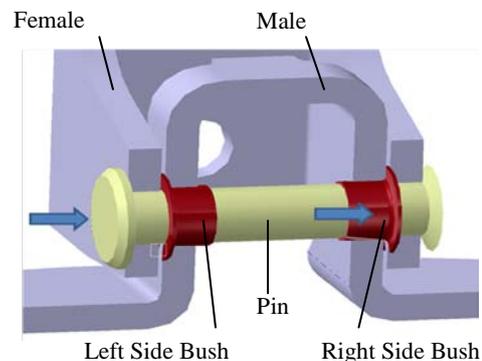


図5 ドアヒンジの断面におけるピンの挿入方向

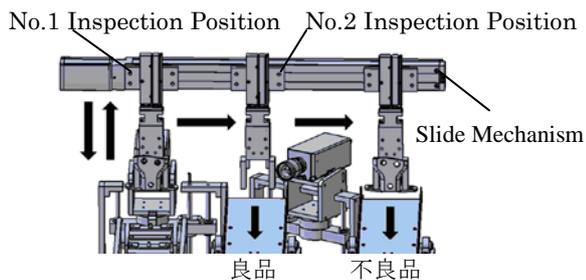


図6 ドアヒンジの検査の流れ

ドアヒンジのピンの挿入方向を図5に、検査の流れを図6に示す。

## 2.1 機構部

機構部は供給部、姿勢制御部、検査部、分別搬送部および収納部で構成する。開発したシステムの自動検査の流れを以下に示す。

- ①ベルトコンベア上に最大4個ストックされるヒンジを、1個ずつ順次供給する。
- ②供給されたヒンジは、受け治具により垂直に姿勢制御する。
- ③一軸駆動装置に接続されているハンドにより、ヒンジを掴み、撮像位置まで上昇して停止する。
- ④画像処理による良否判定結果に応じて、良品・不良品を、各々の収納部へ搬送後分別する。

## 2.2 制御部および画像処理部

各種センサやスイッチの入力信号に対応して、PLCにより空気圧機器やモータなどのアクチュエータを制御する。PC-PLC間の通信には計算機リンク方式を採用した。

システムの動作には、検査モードとキャリブレーションモードがある。図7に検査モードの流れを示す。撮像位置の自動補正を行うことをキャリブレーションとする。キャリブレーションの撮像事例を図8に示す。専用の目印を用意して、図8

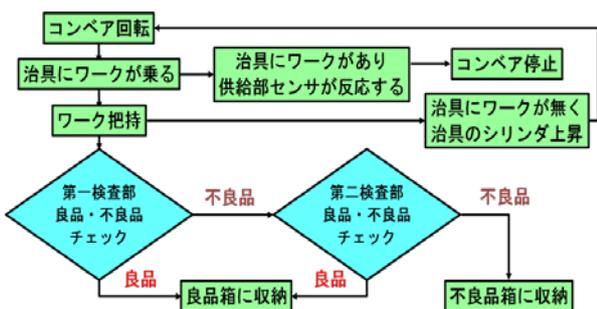


図7 検査モードの流れ

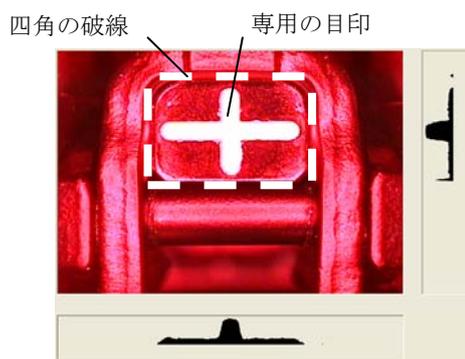


図8 キャリブレーションの撮像事例

の四角の破線で囲まれた部分の画像を処理し、基準点との位置ずれを調べる。ずれがある場合は、 $\pm 0.01\text{mm}$ の精度で位置を補正する。

LED照明の色は、ブッシュ部分とピンなどのその他の部分の濃度分散値の差が大きい赤色を採用した。

第一検査部と第二検査部におけるヒンジの撮像事例を、図9と図10に示す。第一検査部では、図9のトリミング部分を2値化後、ヒストグラムの谷の間隔により良品と不良品を判定する。第二検査部では、図10中央のヒストグラムからトリミング範囲を計算して、明るい部分、やや明るい部分と暗い部分を、白とグレーおよび黒に3値化処理する。良否は黒とグレーの領域の比で判定する。

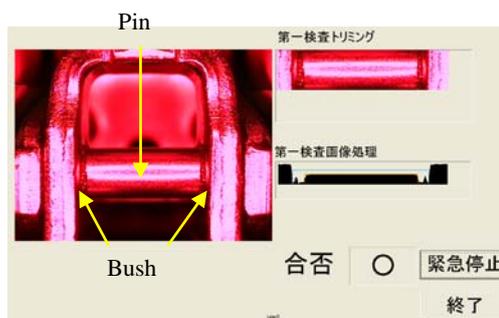


図9 第一検査（正面の画像処理）

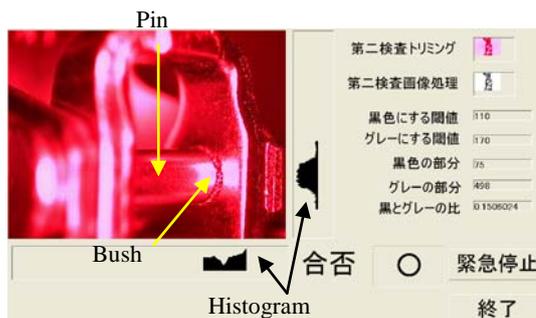


図10 第二検査（右側面の画像処理）

表1 検証実験結果 [%] (ヒンジ個数: 40)

検査項目	Tyoe of Door Hinge								合計
	A	B	C	D	E	F	G	H	
検査精度	80	100	100	100	100	100	100	100	97.5
検査誤り	0	0	0	0	0	0	0	0	0
過検出	20	0	0	0	0	0	0	0	2.5

表2 検証実験結果 [%] (ヒンジ個数: 110)

検査項目	Tyoe of Door Hinge								合計
	A	B	C	D	E	F	G	H	
検査精度	85	100	100	92	100	100	100	100	97.2
検査誤り	0	0	0	0	0	0	0	0	0
過検出	15	0	0	8	0	0	0	0	2.8



図11 開発した自動検査システムの外観

### 2.3 開発した自動検査システムの検証実験結果

部品の組み合わせにより合計8種類あるヒンジについて、検証実験を繰り返し実施した。8種類40個に対する検査を10回繰り返した結果を表1に示す。表1より、検査誤りをなくし、過検出はサンプル40個中1個に低減することができた。表2には、システム完成後に追加で送付して頂いた70個を含めた110個に対する検査を10回繰り返した結果を示す。同様に、検査誤りをなくし、過検出は2.8%を示した。

なお、ヒンジ1個当りの検査時間も目標仕様以内の5.2秒以下に短縮できた。

以上より、ドアヒンジのブッシュの装着状況検査に対して、画像処理とPLC制御技術を適用した自動検査システムを開発した。検査誤りをなくし、過検出を3%以下に低減して、検査時間も目標仕様以下に短縮できた。また、撮像位置を自動補正する機能も付帯できた。開発した自動検査システムの外観の写真を図11に示す。

### 3. 課題開発の訓練ポイントおよび所見

開発課題「ドアヒンジの自動検査システムの開発」では、企業の要望を満足するシステムの仕様決定や開発工程計画を作成する能力、およびシステムの設計製作や画像処理による良否判別検査を実現するための専門的スキル・技術を習得するだけでなく、開発したシステムの検証能力、ならびに企業担当者や生産システム系の教官および学生間のコミュニケーションや調整能力を養成することを目的とした。

これらの能力を養成するために、まず、ブッシュの装着状況の画像を取得する際のドアヒンジの姿勢制御が、自動検査システムの性能を左右する重要な機能であることをメンバー全員に理解させた。また、実際の企業の生産現場に開発したシステムを導入することを、前提条件として考慮させた。学生たちは、まず、企業内の生産工程で組み立て時に使用する治具の改良や、ピックするハンドの指部に工夫を加えて検査対象を直立に姿勢制御した。さらに、ブッシュの装着状況の画像取得位置を校正する機能を追加するために、専門性の異なるメンバーが協力して、制御部と画像処理部間で、サーボモータやステッピングモータによる位置決め補正量を通信するプログラムを制作した。

つぎに、開発した自動検査システムによる検査結果を、実際のブッシュの装着の有無と検証することが、システムの検査精度を標準化するために必要であることをメンバー全員に理解させた。正面から左右のブッシュを同時に撮像する第一検査部では、取得画像をトリミング後2値化する際のしきい値や、2値化画像のヒストグラムにおける良否の基準となる谷の間隔の設定などに、「不良品が良品に混在する検査誤り」を無くして「良品が不良品に混在する過検出」を低減することを要求した。また、組立時にピンに押し込まれる右側のブッシュのみを撮像して追加検査する第二検査部でも、3値化する際のしきい値や、3値化画像における良否の基準となる黒とグレーの領域の比の設定などに、検査誤りを無くして過検出を低減する

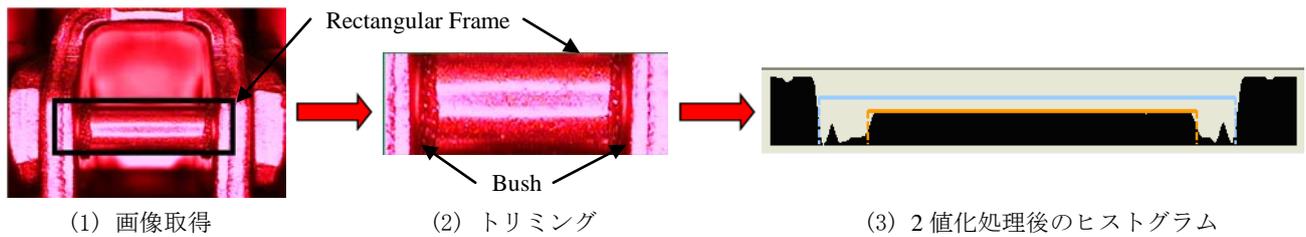


図 12(a) 第一検査部における取得画像（正面）の処理工程

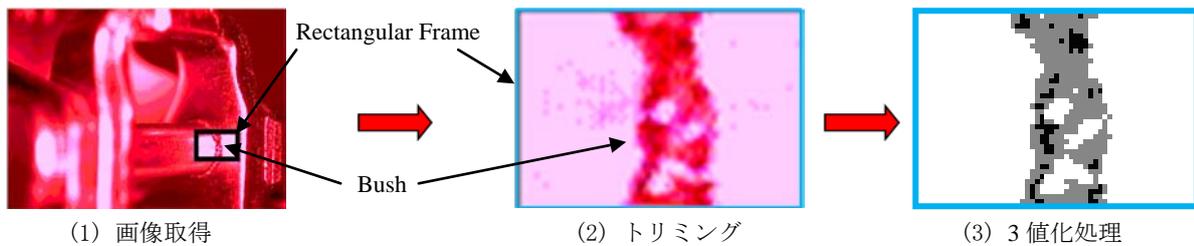
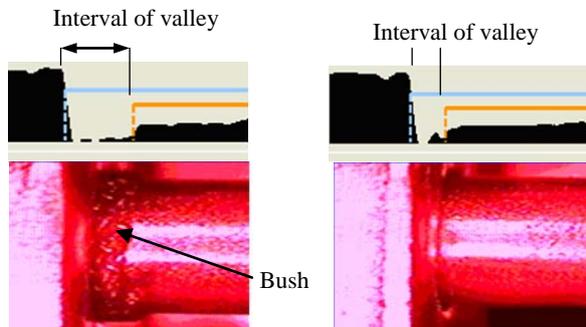
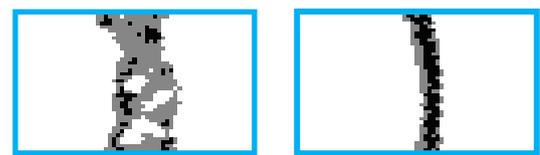


図 12(b) 第二検査部における取得画像（右側面）の処理工程



(1) ブッシュ有り（良品） (2) ブッシュ無し（不良品）

図 13 (a) 第一検査部（正面）の良否判定



(1) ブッシュ有り（良品） (2) ブッシュ無し（不良品）

図 13 (b) 第二検査部（右側面）の良否判定

ことを要求した。学生たちは、企業から提供して頂いた検査対象のドアヒンジのブッシュの有無による良否と比較しながら、画像処理におけるしきい値を調整してシステムの検査基準を決定した。良否判別の検査精度を検証するための実験も繰り返し実施した。図 12 は、第一および第二検査部における取得画像の処理工程を示す。図 13 は、ブッシュの有無による良否判定の概要を示す。

図 12 の(1)に示す取得画像のサイズは、640x480 画素である。画像処理を高速化するためにトリミングした切抜き画像の矩形領域の範囲は、第一検査部では 430x90 画素に固定している。第二検査部では、図 10 中央のヒストグラムからトリミング範囲の中心座標を計算して矩形領域を設定している。

第一検査部では、トリミング範囲を 2 値化後、ヒストグラムの谷の間隔にしきい値を設定して、図 13(a)のように、ブッシュ有りの良品とブッ

シュ無しの不良品を判定する。右側のブッシュには良品と不良品のしきい値の間に不明の領域を設定して、確実に良否を判別できる第二検査部での判定を優先した。第二検査部では、明るい部分、やや明るい部分と暗い部分を、しきい値 170 と 124 を用いて、白とグレーおよび黒に 3 値化処理する。良否は黒とグレーの領域の比に、しきい値 0.25 を設定して、図 13(b)のように、ブッシュ有りの良品とブッシュ無しの不良品を判定する。斜め方向の視点により、右側面のブッシュの有無を検査した場合、良品と不良品における黒とグレーの比の値に明確な差があるため、検査誤りと過検出のない正確な検査結果が得られた。この理由としては、ブッシュがある場合は図 13(b) (1)のように、銅製メッシュの含油されている部分が黒く、その他の反射光の検出される 8 割以上の領域がグレーおよび白色の円弧状の帯を示し、黒とグレーの比が

0.25 より小さくなる (最大値 0.15) ことが考えられる。また、ブッシュが無い場合は、その隙間の部分が図 13(b) (2) のように、ほとんどが黒くなる円弧状の細い帯を示し、黒とグレーの比が 0.25 より大きくなる (最小値 0.48) ことが考えられる。

表 1 と表 2 における過検出は、左側面のブッシュが正面からのみでは、正確に検出できていない事例である。現状のドアヒンジの組立ラインでは、ブッシュが装着されていない不良品の発生率は、70~80 万個に 1 個である。この 1 個の不良品を確実に検出するためには、左右の斜め方向から各々のブッシュを検査する手法の採用が考えられる。

現状のドアヒンジの組立および検査のラインは 7 ラインあり、その内 2 ラインは 5 工程で構成され、平均のサイクルタイムは、約 12~13 秒の検査時間を要する。また、残りの主要な 5 ラインは 7 工程で構成され、サイクルタイムは約 8~10 秒の検査時間を要する。目標の検査時間として、主要ラインの最長時間である 10 秒以下を設定した。開発したシステムの最長の検査時間 5.2 秒は、第二検査部で不良品判定する場合であり、目標時間内である。最も数が多いと考えられる第一検査部で良品判定する場合は、最短の 3.2 秒である。組立および検査工程を細分化して、サイクルタイムを短縮することを考える場合、正面から左右のブッシュを同時に検査できる撮像条件も捨て難い。

#### 4. おわりに

本開発課題により、画像処理および PLC 制御技術を適用して、ヒンジの供給と姿勢制御、ブッシュの検査、良・不良品の分別および収納までを自動化する検査システムを構築し、現状の測長およびトルク測定検査に比べて検査時間を短縮し、検査精度を標準化する産業用画像処理システムを構築できたことは、今後生産現場に関わる技術者になるに際して、大きな自信を得ることができたのではないかと考える。

工程計画の作成や作業を分担する際には、リーダーを中心に全員で議論させた。計画に沿って、メンバーを小グループに分け、それぞれの担当毎にシステム開発を進めた。この過程において、特

に設計段階では、各メンバーの担当範囲を検証し、不具合がある場合にはメンバーで討議して、その要因を明らかにしながら、設計作業を繰り返した。何度も設計をやり直す大変さを口にしながらも、システムが仕上がった際の学生の言動や、発表会後の感想などから、学生がこの開発課題のシステムを設計製作することにより、ものづくりに係る楽しさを感じていたことが伺えた。また、この開発課題における一連の取り組みにより、企画開発力や専門的な技能・技術の向上に加えて、コミュニケーションや調整能力、およびリーダーシップ能力の向上につながったと考える。

#### 謝辞

検査対象のドアヒンジの提供と共に、ご助言を賜りました水島プレス工業株式会社の皆様方に、感謝の意を表します。四国ブロックポリテックビジョンの展示発表まで、課題開発に携わってくれた 3 科の学生たちにも感謝の意を表します。

#### 文献

- 1) 池本和夫, 三浦志樹, 水田善朗, 山口直哉, 中川博之, ドアヒンジ用ブッシュの装着状況自動検査システムの開発, 日本機械学会中国四国支部・九州支部合同企画徳島講演会講演論文集, No.105-2, pp.31-32, 2010
- 2) 池本和夫, 三浦志樹, 水田善朗, 山口直哉, 中川博之, ドアヒンジ用ブッシュの装着状況自動検査システムの開発, 日本機械学会第9回評価診断に関するシンポジウム講演論文集, No.10-69, pp.98-100, 2010

著者 E-mail ikemoto@shikoku-pc.ac.jp

# システム工学におけるシミュレーションソフトの活用方法の検討

四国職業能力開発大学校 生産電子システム技術科 天野 隆

## Study on the Manner of Utilization of Simulation Software in System Engineering

Takashi AMANO

**概要** システム工学の内容から設計と制御を取り上げ、それらに関わるシミュレーションソフト活用方法について検討をおこなった。活用例をあげるとともに活用した場合のメリットやデメリットおよびデメリットの対策について述べる。

### 1. はじめに

本報告は、システム工学におけるシミュレーションソフト活用方法について検討する。活用例をあげるとともに活用した場合のメリットやデメリットおよびデメリットの対策について述べる。

### 2. システム工学の定義

システムとは、機能が異なる複数の要素が密接に関係し合うことで、全体として多くの機能を発揮する集合体である。このようなシステムの「設計」、「制御」などを研究する学問をシステム工学と呼ぶ。<sup>1)</sup>

### 3. システム工学におけるシミュレーションソフトの活用

本報告は、システム工学のツールとして以下の2例をあげ、具体的な活用方法について述べる。

- ・ Abaqus、Nastran 等の「設計」シミュレーションソフト
- ・ Scilab、MATLAB 等の「制御」シミュレーションソフト

#### 3. 1 材料力学における設計シミュレーションソフト (Abaqus<sup>2)</sup>) 活用例

図1に、両端支持ばりを示す。梁中央には集中荷重が

掛かっている。この場合の最大たわみ量  $v_{\max}$  を求める。材料力学においては、基本的な問題である。

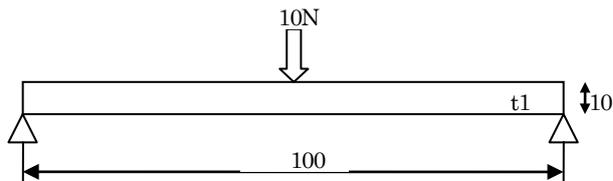


図1 両端支持ばり (梁中央に集中荷重)

まず、断面2次モーメント  $I$  を求める。ここで、 $b$  は材料幅 (図中の板厚  $t$  に相当)、 $h$  は材料高である。

$$\begin{aligned} I &= \frac{bh^3}{12} \\ &= \frac{1 \times 10^{-3} \times (10 \times 10^{-3})^3}{12} \\ &= \frac{10^{-9}}{12} \end{aligned}$$

次に、最大たわみ量  $v_{\max}$  を求める。ここで、 $W$  は荷重、 $l$  は材料長、 $E$  はヤング率である。

$$\begin{aligned} v_{\max} &= \frac{Wl^3}{48EI} \\ &= \frac{10 \times (100 \times 10^{-3})^3}{48 \times 2 \times 10^{10} \times \frac{10^{-9}}{12}} \end{aligned}$$

$$= 0.125 \times 10^{-3} [\text{m}]$$

$$= 1.25 \times 10^{-1} [\text{mm}]$$

以上を踏まえ、Abaqusにてシミュレーションを行った結果を図2に示す。図中枠内の値は上記  $v_{\text{max}}$  とほぼ一致している。(値のマイナスは鉛直下向きという意味。)

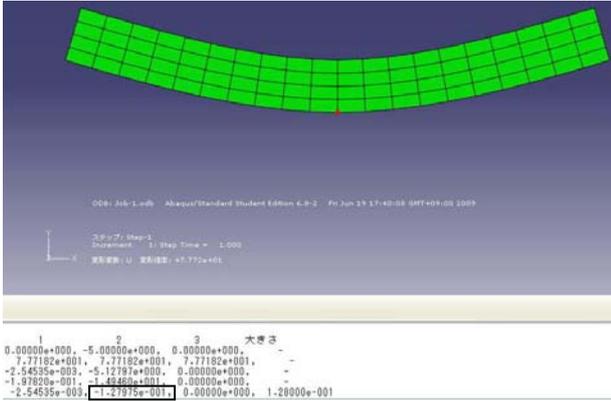


図2 梁中央に集中荷重の掛かった両端支持ばりの変形

### 3. 2 フィードバック制御における制御シミュレーションソフト (Scilab) の活用例

対象システムを1次遅れシステムとし、RC積分回路を例にあげる。回路の伝達関数、時定数を手計算し、Scilabによるシミュレーション、電気回路による実験をおこなった。

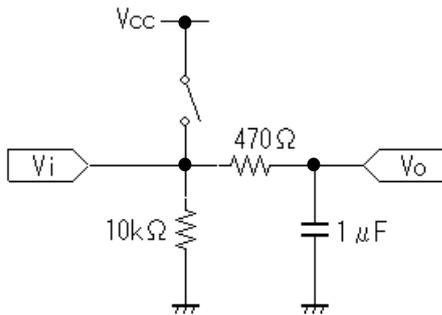


図3 RC積分回路

#### 3. 2. 1 ステップ応答

RC積分回路のインピーダンス比より伝達関数を求める。なお、 $V_o$ は出力電圧、 $V_i$ は入力電圧、 $\omega$ は角周波数、 $C$ は静電容量、 $R$ は抵抗値である。

$$\frac{v_o}{v_i} = \frac{1}{R + \frac{1}{j\omega C}}$$

$$= \frac{1}{j\omega CR + 1} \dots (1)$$

$j\omega = s$  とおくと、

$$\frac{v_o}{v_i} = \frac{1}{1 + CRs}$$

$V_i=1/s$  とし、ステップ応答  $V_s(s)$  を求める。

$$V_s(s) = \frac{1}{1 + CRs} \cdot \frac{1}{s}$$

部分分数展開により、未知数  $a, b$  を求める。

$$\frac{1}{1+CRs} \cdot \frac{1}{s} = \frac{a}{1+CRs} + \frac{b}{s}$$

$$1 = sa + (1+CRs)b$$

$s=0$  を代入すると  $a = -CR$  が求められ、 $-(1/CR)$  を代入すると  $b=1$  が求められる。よって、

$$V_s(s) = \frac{1}{s} - \frac{CR}{1 + CRs}$$

$$= \frac{1}{s} - \frac{1}{s + \frac{1}{CR}}$$

逆ラプラス変換して、

$$v_s(t) = 1 - e^{-\frac{1}{CR}t}$$

$C, R$  に値を代入して、時定数  $T$  を求める。

$$T = CR$$

$$= 1\mu \times 470$$

$$= 470\mu\text{s}$$

次に、ステップ応答のグラフおよび時定数を Scilab で算出する。

$$t=0:0.0001:0.005;$$

$$C=10^{-6};$$

```

R=470;
T=C*R;
s=poly(0,'s');
G=1/(1+T*s);
Glin=syslin('c',G);
Gout=csim('step',t,Glin);
plot(t,Gout);
xgrid();

```

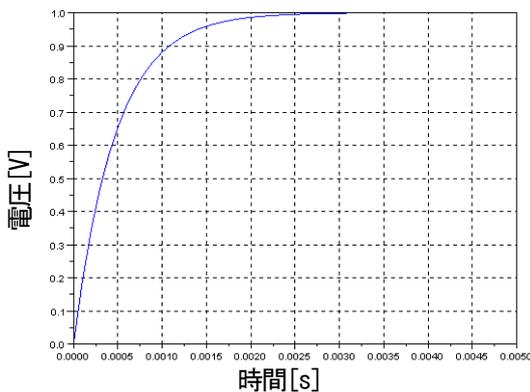


図4 RC 積分回路のステップ応答 (Scilab の出力結果)

図4に示すように、縦軸 0.63 付近が、横軸 500μs 弱であることから、およそ理論値通りであることがわかる。

さらに、図3のRC 積分回路を製作し、オシロスコープで出力波形を計測した結果を図5に示す。

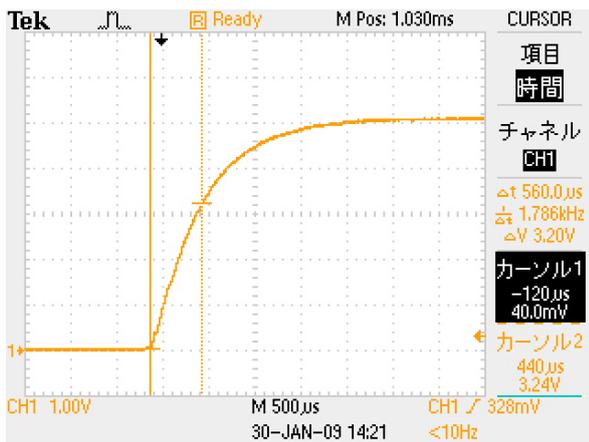


図5 RC 積分回路のステップ応答 (電気回路の出力結果)

図5に示すように、電気回路上におけるステップ入力 は 5V であるので、 $5V \times 0.63 = 3.15$  (約 3.2V)。したがって、縦軸 3.2V 付近が、横軸 560μs であることから、20% 値が大きい。これはカーボン抵抗や、セラミックコンデンサ

といった安価な部品を使用したため、抵抗や静電容量の精度によるものと考えられる。

### 3. 2. 2 周波数応答

前項 3. 2. 1 の (1) 式は周波数伝達関数  $G(j\omega)$  でもあるので、この式よりゲインと位相を求める。まず  $G(j\omega)$  を有理化して、

$$\begin{aligned}
 G(j\omega) &= \frac{1}{1 + j\omega CR} \cdot \frac{1 - j\omega CR}{1 - j\omega CR} \\
 &= \frac{1 - j\omega CR}{1 - (\omega CR)^2}
 \end{aligned}$$

ゲイン  $|G(j\omega)|$  と位相  $\angle G(j\omega)$  は、

$$\begin{aligned}
 |G(j\omega)| &= \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega CR)^2}} \\
 \angle G(j\omega) &= -\tan^{-1}(\omega CR)
 \end{aligned}$$

なお、 $|G(j\omega)|$  はデシベル表示  $g$  で表現すると、

$$\begin{aligned}
 g &= 20 \log_{10} |G(j\omega)| \\
 &= 20 \log_{10} \left( \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega CR)^2}} \right) \\
 &= -10 \log_{10} \{1 + (\omega CR)^2\}
 \end{aligned}$$

ここで、 $\omega=0$ 、 $1/CR$ 、 $\infty$  のときのゲインと位相をそれぞれ求める。

i)  $\omega=0$  のとき

$$g = \angle G(j\omega) = 0$$

ii)  $\omega=1/CR$  のとき、

$$\begin{aligned}
 g &= -10 \log_{10} 2 \\
 &= -3.01 [\text{dB}]
 \end{aligned}$$

$$\angle G(j\omega) = -\tan^{-1} 1 = -45^\circ$$

iii)  $\omega=\infty$  のとき

$$\begin{aligned}
 g &= -10 \log_{10} \{(\omega CR)^2\} \\
 &= -20 \log_{10} \omega CR \\
 &= -20 \log_{10} \omega - 20 \log_{10} CR \\
 &= -20 \log_{10} \omega \\
 &(\because -20 \log_{10} CR \text{ は無視できるため。})
 \end{aligned}$$

よって、

$$g = -20 \log_{10} \omega [\text{dB}]$$

$$\angle G(j\omega) = \tan^{-1} \infty = -90^\circ$$

次に、ボード線図を Scilab で算出する。

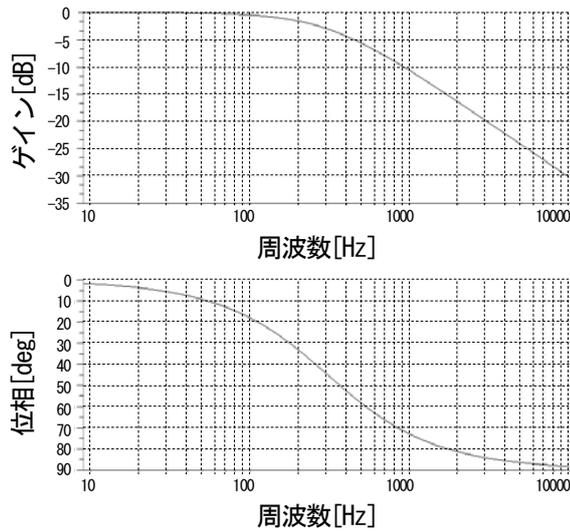


図6 Scilab による RC 積分回路のボード線図  
(上: ゲイン 下: 位相)

$R=520$ ;  $C=1 \times 10^{-6}$ ; FG の出力インピーダンス  $50 \Omega$  を含む

$$T=R*C;$$

$$s=\text{poly}(0, 's')$$

$$g1=1/(1+T*s)$$

$$g1\text{lin}=\text{syslin}('c', g1)$$

$$\text{bode}(g1\text{lin}, 0.01, 10000)$$

図6を用いて、i)、ii)、iii)の理論値と比較する。

i)  $\omega=0$  のとき

図6の左端と考えることができ、ゲイン、位相とも0となっている。

ii)  $\omega=1/CR$  のとき

約  $1900 \text{ rad/s}$  (約  $300 \text{ Hz}$ ) であり、このときのゲインは約  $-3 \text{ dB}$ 、位相は  $-45^\circ$  となっている。

iii)  $\omega=\infty$  のとき

図6の右端と考えることができ、ゲインは  $-20 [\text{dB/dec}]$  の傾きであり、位相は  $-90^\circ$  に漸近している。

ここで、図3のRC積分回路のスイッチおよび  $10 \text{ k}\Omega$  の抵抗をはずし  $470 \Omega$  の左端を入力端子とする。FGにて周波数  $10 \sim 4 \text{ kHz}$  の範囲の正弦波を入力し、オシロスコープの出力波形からゲインと位相を計測した結果を図7に示す。

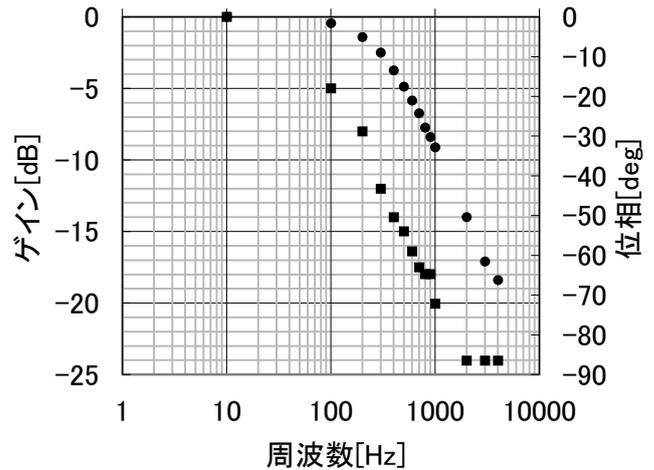


図7 電気回路実験による RC 積分回路のボード線図  
(●: ゲイン ■: 位相)

図7を用いて、i)、ii)、iii)の理論値とそれぞれ比較する。

i)  $\omega=0$  のとき

図7の左端と考えることができ、ゲイン、位相とも0となっている。

ii)  $\omega=1/CR$  のとき

約  $1900 \text{ rad/s}$  (約  $300 \text{ Hz}$ ) であり、このときのゲインは約  $-2.4 \text{ dB}$ 、位相は  $-43^\circ$  となっている。理論値と比較すると、ゲインは  $2.4/3=20[\%]$ 、位相は  $5[\%]$  値が大きい。

iii)  $\omega=\infty$  のとき

図7の右端と考えることができ、ゲインは  $-18 [\text{dB/dec}]$  の傾きであり、位相は  $-90^\circ$  に漸近している。理論値と比較すると、ゲインが  $18/20=10[\%]$  値が大きい。

ii)、iii)の理論値との誤差は、いずれもカーボン抵抗や、セラミックコンデンサといった安価な部品を使用したため、抵抗や静電容量の精度によるものと考えられる。

## 4. シミュレーションソフトの活用におけるメリットとデメリット

### 4. 1 メリット

想定されるメリットを以下に列挙する。

#### ①迅速な結果出力および設計変更

複雑な計算になるほど手計算では時間を要するが、シミュレーションソフトを使えばプリプロセッシングに時間を要すものの短時間で結果が出力される。また、設計変更が生じたときにも迅速に対応可能である。

#### ②視認性の高いグラフの効率的作成

工学系の実習は、実験データをグラフ化することが多い。データ点数にかかわらず、見やすいグラフを効率的に描くことができる。さらに、近似線フィットや近似式の算出なども瞬時に出力されるので評価しやすい。

#### ③フリーソフトなら自宅でも学習可能

コンピュータの取り扱いスピードは各学生で個人差があるため、学生によっては授業中に行った内容を理解することが困難な場合もある。フリーソフトであれば、学生が個人的に持つコンピュータに気軽にインストールすることができ、かつ自宅で学習することも可能であるので授業中の遅れをカバーできる。

#### ④コンピュータを使うことによるモチベーションの向上

昨今の学生は、幼少時からコンピュータに慣れ親しんでいることが多い。コンピュータを授業で導入することにより、必然的にモチベーションがあがる。

### 4. 2 デメリット

#### ①計算手法のブラックボックス化

理論が理解できていない場合、コンピュータが出力した数値に頼る傾向がある。また、プリプロセッシング時における入力値や選択値が正確でないと、出力結果は事実と合わない可能性がある。理解できていない場合は、誤って出力された結果を見抜けない。

#### ②高コスト

ソフトウェアがフリーでもハードウェアは用意しなければならず、コストがかかる。またソフトによっては数百万するものもあり、個人では容易に購入できない場合がある。

## 5. デメリットへの対策

### ①計算手法のブラックボックス化への対策

簡単な計算は、できる限り手計算させる。手計算をさせることによって内容を記憶でき、理解度も深まる。さらにソフトが出力した値の正確さ、精密さを見抜く力を養うことが可能となる。ただし複雑な計算に関しては、できるだけソフトにさせることによって学生のモチベーションをキープする。

### ②高コストへの対策

ハードウェアはやむを得ないが、ソフトウェアはフリーソフトをまず検討する。特に入門的な内容であればフリーソフトでも十分な場合が少なくない。3. 2項であげた Scilab というソフトはフリーにもかかわらず非常に強力なソフトであり、制御工学の入門レベルなら十分活用できる。

## 6. おわりに

シミュレーションソフトは、あくまでも支援的な立場と考えている。本質的な内容が理解されていなければ、ソフトを使いこなすことは困難である。今回例に挙げた材料力学や制御工学を含んだ工学書の内容は、物理現象を一般化しているために数式の羅列であることが少なくない。数式の羅列は、学生のモチベーションを低下させている要因の一つである。シミュレーションソフトは、数式の羅列に具体的な数値を入力しイメージを把握させるツールとして最適である。イメージが把握できれば理解度も深まり、モチベーションの維持にもつながる。今後、このようなシミュレーションソフトを有効活用していく所存である。

(参考文献)

- 1) Wikipedia、システム工学
- 2) 「有限要素法」付属ソフト、Jacob Fish 他、丸善株式会社、2008、

著者 E-mail amano@shikoku-pc.ac.jp

# 組込みシステム構築課題実習（標準課題）用教材開発（1）

## －ネットワーク対応デジタルフォトフレームの製作－

四国職業能力開発大学校 生産情報システム技術科 谷本富男

### The Development of Teaching Materials for Embedded Systems Training (1)

#### －Creation of a Network-adaptive Digital Photo Frame－

Tomio TANIMOTO

概要 生産情報システム技術科は、平成 23 年度から生産電子情報システム技術科に向けて移行期間に入る。また平成 26 年度から生産情報システム技術科と生産電子システム技術科を廃科し、新科として生産電子情報システム技術科がスタートする。そこで、生産電子情報システム技術科で必要となる標準課題用の教材を用意する必要がある。

生産電子情報システム技術科の教科の柱は、ユビキタスネットワーク、セキュアシステムと組込みシステムとなっており、必要な専攻学科や専攻実技が用意されている。標準課題は専攻学科や専攻実技に沿った内容を実施することから、適切な教材を用意する必要がある。さらに、平成 23 年度から生産情報システム技術科については移行期間として、生産電子情報システム技術科の 2 つの標準課題の中から、組込み OS を使用した標準課題を先行実施することになっている。

ネットワーク対応デジタルフォトフレームは、平成 23 年度生産情報システム技術科入学生の標準課題用に試作した作品である。組み込み Linux を中心にユビキタスネットワークやセキュリティの機能を付加した応用作品である。

## 1. はじめに

近年、家電量販店でデジタルフォトフレームを目にするようになった。デジタルフォトフレームは、デジタルカメラの写真や動画を再生する「電子式写真立て」と言える。

今回製作したネットワーク対応デジタルフォトフレームは、液晶画面に画像を切替え表示する機能、インターネット上の時計と同期して時間を合わせる機能、1 分毎の時間に対応した画像を Web サーバから取得する機能、インターネット上の音声ストリーミングサーバから音楽データを受信して再生する機能等を実現している。

## 2. システム構成

図 1 にシステム構成図を示す。

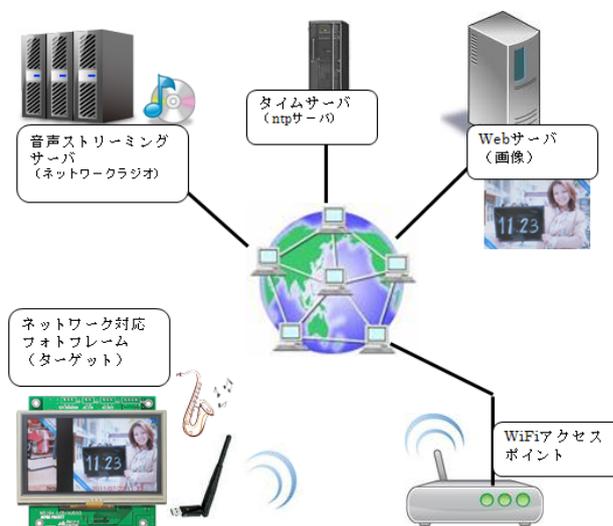


図 1 システム構成図

ターゲットマイコンは、ルネサステクノロジー社の CPU (SH4AG) を搭載したマイコン基板と、タッチパネル液晶、音声再生や録音インターフェイスを搭載した拡張基板を重ねた構成となっている。

ネットワーク対応デジタルフォトフレームのプログラムは、ターゲットマイコンの組み込み Linux 上で実行している。また、インターネット上のタイムサーバや Web サーバとの通信は、USB ポートに接続した無線 LAN モジュールから、WiFi アクセスポイントを経由している。

### 3. 機能概要

#### 3.1 液晶画面に画像を切り替え表示する機能

時計機能に連動し、1 分毎に時間に対応する画像をインターネット上の Web サーバより取得する。

DirectFB の API による複数のレイヤを使用し、徐々に画像を切り替え表示をする。画像切り替え方法には、拡大・縮小、スライド、重ね表示等の API を使用し、複数の切り替え方法を用意した。画像切り替え方法を選択しながら実行している。

図 2 に切り替え表示方法の例を示す。



図 2 画像の切り替え表示(横スライド、斜めスライド)

#### 3.2 インターネット上の時計と同期して時間を合わせる機能

コンピュータの内部時計は正確ではなく、時間の経過とともに徐々に誤差が大きくなる。正しい時間を保持するためには、定期的に時間を補正する必要がある。電波時計や GPS から正確な時間を取得する方法もあるが、別途インタフェースが必要である。

今回はネットワーク上のタイムサーバのサービスを利用している。タイムサーバは正しい時間を別のタイムサーバから取得し、クライアント PC に教える仕組みである。

#### 3.3 時間に対応した画像を Web サーバから取得する機能

Web サーバからの画像取得には HTTP プロトコルを使用する。今回は、wget コマンドを使用している。busybox の wget コマンドは縮小版のためリファレンス指定できない。リファレンス指定を必要とするサイト(美人時計)からの画像取得ができない。そのため wget の最新版ソースプログラム(wget-1.12.tar.bz2)を取得し、クロスコンパイルして使用した。

#### 3.4 インターネット上の音声ストリーミングサーバから音楽データを受信して再生する機能

mp3 音楽の再生やインターネットラジオ等の再生には mpg123 を使用している。busybox には mpg123 コマンドが用意されているが、縮小版のためインターネットラジオに接続ができない。そのため、mpg123 の最新版ソースプログラム(mpg123-1.12.5.tar.bz2)を取得し、クロスコンパイルして使用した。

### 4. ターゲット仕様

ターゲットマイコンは CPU ボードに MS104-SH4AG (株式会社アルファプロジェクト製)、追加ボードとして LCD / AUDIO ボードで構成している。

#### 4.1 ハードウェア仕様

ターゲットマイコンの CPU ボードと LCD / AUDIO ボードの主な仕様を表 1、表 2 に示す。

表 1 CPU ボード(MS104-SH4AG)の仕様

SH-4A SH7764 動作周波数 最大324MHz(27MHz水晶振動子)
PC/104規格準拠
FlashROM 16MByte, SDRAM 64MByte
CFカードスロット (TrueIDE)
Ethernet 10/100BASE-T
USB2.0 Hostインタフェース
シリアルインタフェース 2ch
LCDコントローラ

表 2 LCD/AUDIO ボード仕様

TFT 4.3inch WQVGA(480x272)
タッチパネルコントローラ TSC2007IPW(TI社製)
ライン入力、マイク入力
モノラルスピーカー出力 8Ω、Max 1.5W
ヘッドフォン出力

#### 4.2 ソフトウェア仕様

ホスト PC は、ターゲットマイコン用ソフトウェアをクロス開発する。主なソフトウェア仕様を表 3、表 4 に示す。

表 3 ホスト PC のソフトウェア仕様

仮想マシン VMWare Player-2.5.1
ゲストOS Fedora 10

表 4 ターゲットマイコンのソフトウェア仕様

ブートローダ U-Boot-2009.03
Linux kernel 2.6.29.4
ルートファイルシステム buidroot-2009.05

### 5. 開発環境

外見的な開発環境を図 3 に示す。

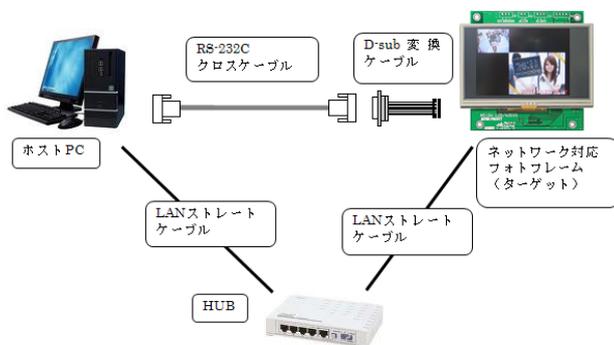


図 3 開発環境のシステム構成

ホスト PC とターゲットマイコンは RS-232C クロスケーブルで接続し、ターゲットマイコンにコマンドを送信して操作する。

また、LAN を使用した接続も出来る。この場合 SSH プロトコルによるリモート操作となる。

VMWare Player による仮想的な開発環境としては図 4 に示すようなイメージとなる。

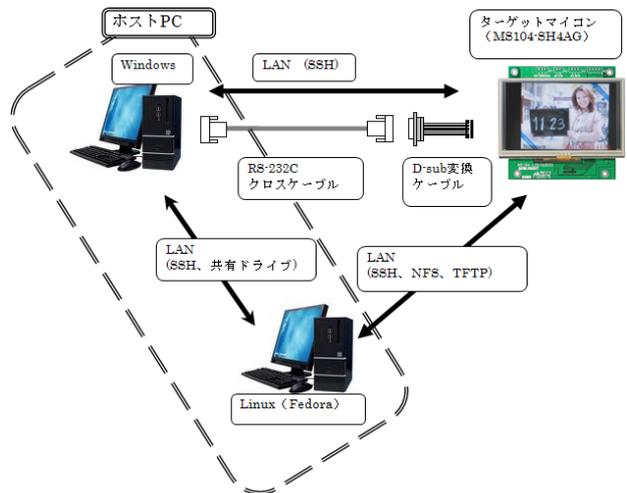


図 4 仮想的な開発環境

ホスト PC の Windows に、VMWare Player をインストールし、ゲスト OS として Fedora 10 をインストールしている。外見的には 1 台のホスト PC であるが、複数のホスト PC (Windows と Fedora10) が存在するイメージを持つ必要がある。

ターゲットマイコン用ソフトウェア開発は、Fedora10 のクロス開発環境内で行われる。ホスト PC (Fedora10) 上でクロス開発したソフトウェアは、ネットワークアプリケーションソフトウェア (NFS、samba による共有ドライブ、TFTP 等) によりターゲットマイコンに転送し実行する。コマンド操作には、SSH を使用した仮想端末プログラム (Tera Term 等) でリモート操作をした。

クロス開発環境の構築には、組込み Linux システム構築を容易にする BuildRoot のパッケージを使用した。

## 5.1 BuildRoot について

BuildRoot は組み込み Linux システムを容易にするメイクファイルとパッチの集合である。いくつかのオプションを選択すれば、容易にクロスコンパイラ、ルートファイルシステム、ターゲット用の Linux カーネルイメージを生成することができる。

パソコンの Linux は、C 標準ライブラリとして GNU の libc (glibc) を使用している。GNU の libc (glibc) はマイコン環境で使用するには巨大である。組み込み Linux では、通常、GNU libc を使用する代わりに、小さな C の標準ライブラリである uClibc を使用する。BuildRoot は uClibc を作成することができる。

さらに BuildRoot は、busybox のようなルートファイルシステム構築に必要なすべてのツールを自動的に含めてくれる。細かく操作指示する必要がなく、ターゲットマイコンのルートファイルシステム構築が容易となる。

## 5.2 ALSA について

ALSA とは Advanced Linux Sound Architecture のことで、Linux システムにオーディオや MIDI (Musical Instrument Digital Interface) 機能を提供する。ALSA は 2.6 カーネルのデフォルトサウンドシステムであり、2.4 カーネルで使用されていた OSS (Open Sound System) から変更された。

ネットワーク対応デジタルフォトフレームでは、MP3(MPEG Audio Layer-3)の音楽を作成するのに、mp123 のプログラムを使用した。mp123 は ALSA の API を使用しており、ソースプログラムをクロスコンパイルして、ターゲットマイコンで実行している。

## 5.4 DirectFB について

DirectFB(Direct Frame Buffer)は GNU/Linux システムなどの Unix 系ベースのオペレーティングシステムで動作するソフトウェアライブラリで、組み込み Linux での利用を前提に開発されている。

また、少ないメモリ使用量でグラフィックアクセラレーションを実現し、カーネルに変更を加えることなく入力デバイスの管理や抽象化レイヤの

作成、マルチウィンドウシステムの統合サポートなど、フレームバッファ上の透過的なウィンドウと多層描画レイヤを提供することで実現している。

GPU (Graphics Processing Unit) が実装していない機能は CPU でレンダリングできる。

DirectFB は GNU Lesser General Public License(LGPL)にて配布されるフリーソフトウェアである。

ネットワーク対応デジタルフォトフレームでは、液晶画面に画像の切り替え表示、現在の時刻等の文字を表示している。

## 6. システム再構築

ネットワーク対応デジタルフォトフレームを作成するには標準のシステム構成では、無線 LAN などの必要なプログラムが不足している。そのため、ターゲットマイコンのシステムを再構築し拡張する必要がある。

### 6.1 ユーザランドの再構築

ネットワーク対応デジタルフォトフレームを製作するのに、標準システム構成から追加・拡張した buildroot と busybox のパッケージリストを表 5 に示す。

表 5 ユーザランドの追加パッケージ

buildroot	Generic firewall, file, wireless tools, iptables, ntp, snmp, mpg123
busybox	Support loading of firmwares, arp, ifupdown, ping

### 6.2 Linux Kernel の再構築

無線 LAN のドライバや、セキュリティ強化に必要なパケットフィルタリングのプログラムを追加・拡張している。追加リストを表 6 に示す。

表 6 Linux Kernel の追加パッケージ

ZyDAS ZD1211/ZD1211B USB-wireless support
IP tables support
ARP tables support

## 7. おわりに

今回、組み込みシステム構築課題実習の標準課題サンプル作品として製作した。製作する過程でわかったことは、有用な情報入手が困難であったことである。また、組み込み Linux での動作環境に合ったサンプルプログラムが極めて少なかった。

パソコン Linux の書籍は豊富となったが、組み込み Linux に関する書籍はほとんどなく、しかも同じ環境 (ターゲットマイコンや組み込み Linux の構成) の書籍は見当たらなかった。国内外含めて広く情報を入手する必要から、ほとんどがインターネットからの情報だけとなった。しかし、インターネットからの情報も、環境が合わない情報、大変古い情報、間違った情報、不十分な情報等、動作確認できるまでに多くの時間を必要とした。試行錯誤による実機での動作確認では、数週間進展が見られない状況の時もあった。

学生向けの教材にするには、「どの程度まで教えるのか？」や「どこを考えてもらうのか？」の判断が重要となる。組み込み Linux の全体を知るには膨大な努力と時間が必要である。そのため、標準課題の作品を仕上げるのに必要な範囲のみに限定した教え方が必要と感じている。

Ⅲ、Ⅳ期には、標準課題に直接関係する組み込みシステム構築実習が始まる。収集した情報を早急にまとめる、教材として仕上げる必要がある。

著者 E-mail [tanimoto@shikoku-pc.ac.jp](mailto:tanimoto@shikoku-pc.ac.jp)

### 文献

- 1) 株式会社アルファプロジェクト  
<http://www.apnet.co.jp/>
- 2) DirectFB  
<http://directfb.org/>
- 2) ウィキペディア DirectFB  
<http://ja.wikipedia.org/wiki/DirectFB>
- 3) Advanced Linux Sound Architecture (ALSA) project homepage  
[http://www.alsa-project.org/main/index.php/Main\\_Page](http://www.alsa-project.org/main/index.php/Main_Page)
- 4) Gentoo Linux ALSA ガイド  
<http://www.gentoo.org/doc/ja/alsa-guide.xml>
- 5) busybox  
<http://busybox.net/>

## 組込みシステム構築課題実習（標準課題）用教材開発（2）

### ーネットワーク対応デジタルカメラとフォトフレームシステムの製作ー

四国職業能力開発大学校 生産情報システム技術科 谷本富男

#### The Development of Teaching Materials for Embedded Systems Training (2)

#### ーProduction Creation of a Network-adaptive Digital Camera and Photo Frameー

Tomio TANIMOTO

概要 標準課題用の教材として、ネットワーク対応デジタルフォトフレームに引き続き、ネットワーク対応デジタルカメラを製作した。このシステムは、インターネットのメールサーバを仲介役として、デジタルカメラ部とフォトフレーム部の間で画像を転送する。デジタルカメラ部はUSB無線LANモジュールとUSBカメラを接続し、USBカメラで撮影した静止画をメールに添付してメールサーバに送信する。フォトフレーム部は、定期的に受信メールがあるかメールサーバに問い合わせる。受信メールがあれば添付画像付きのメールを受信し、音楽を再生しながら液晶画面にスライド表示する。前回のネットワーク対応デジタルフォトフレームをベースに、受信メール処理を追加している。

ネットワーク対応デジタルカメラとフォトフレームシステムは、平成 23 年度生産情報システム技術科入学生の標準課題用に試作した作品である。組み込み Linux を中心にユビキタスネットワークやセキュリティの機能を付加した応用作品となっている。

## 1. はじめに

携帯電話の多機能化により、カメラ付き、インターネット、電子メール等の機能は標準仕様となった。ネットワーク対応デジタルカメラとフォトフレームシステムは、カメラ付き携帯電話とフォトフレームを連携させたシステムと言える。

カメラ側の撮影者と、フォトフレーム閲覧者は同一人物でも別人でもよく、海外在住のような遠隔地でもよく、親子間や友人間、仕事上の記録用等さまざまな用途での使用が考えられる。

ネットワーク対応デジタルフォトフレームは、液晶画面に画像を切替え表示する機能、インターネット上の時計と同期して時間を合わせる機能、インターネット上の音声ストリーミングサーバから音楽データを受信して再生する機能に加え、電子メールの着信処理等を実現している。

ネットワーク対応デジタルカメラのシャッターは、タッチパネルの入力で行い、USB カメラでの撮影画像を電子メールに添付して送信している。

## 2. システム構成

図 1 にシステム構成図を示す。

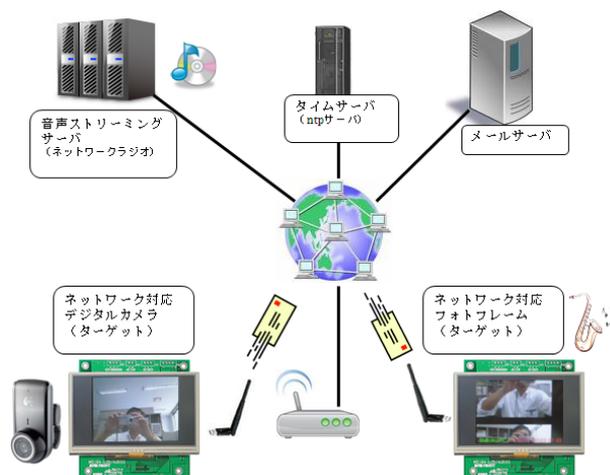


図 1 システム構成図

ターゲットマイコンは、ルネサステクノロジ社製の CPU (SH4AG) を搭載したマイコン基板と、タッチパネル液晶、音声再生や録音インタフェイ

スを搭載した拡張基板を重ねている。

ネットワーク対応デジタルカメラとフォトフレームのプログラムは、ターゲットマイコンの組み込み Linux 上で実行している。また、インターネット上のタイムサーバやメールサーバとの通信は、USB ポートに接続した無線 LAN モジュールから、WiFi(wireless fidelity)アクセスポイントを経由している。

### 3. 機能概要

#### 3.1 ネットワーク対応デジタルカメラとフォトフレーム共通の機能

- 音楽再生機能

インターネット上の音声ストリーミングサーバから音楽データを受信して再生したり、シャッター音や受信メールのお知らせなどの効果音を再生する。

- 時計の時間を正しく補正する機能

インターネット上の時計（タイムサーバ）と同期して、正しい時間に補正する。

#### 3.2 ネットワーク対応デジタルカメラの機能

- USB カメラ画像を液晶画面に表示する機能

V4L2(Video4Linux2)の API を使用し、USB カメラから静止画像を取得し、その後、DirectFB の API を使用し、液晶画面に表示する。

- 電子メールに画像を添付して送信する機能

タッチパネル液晶を指等でタッチすると、シャッター動作になる。図 2 にシャッター動作を示す。

シャッターイベントを検出すると、USB カメラから取得した静止画像をメールに添付して、メールサーバに送信する。



図 2 デジタルカメラのシャッター動作

#### 3.3 ネットワーク対応デジタルフォトフレームの機能

- 受信メールから画像を取り出す機能

cron(クローン)により、1分毎に受信メールを確認する。受信メールがあれば、添付画像を抜き出し保存する。

- 画像を順次表示する機能

受信メールの画像を液晶画面に順次スライド表示する。

### 4. ターゲット仕様

ネットワーク対応デジタルカメラとフォトフレーム（ターゲットマイコン）は CPU ボードに MS104-SH4AG（株式会社アルファプロジェクト製）、追加ボードとして LCD/AUDIO ボードで構成している。

#### 4.1 ハードウェア仕様

ターゲットマイコンの CPU ボードと LCD / AUDIO ボードの主な仕様を表 1、表 2 に示す。

表 1 CPU ボード（MS104-SH4AG）の仕様

SH-4A SH7764 動作周波数 最大324MHz(27MHz水晶振動子)
PC/104規格準拠
FlashROM 16MByte、SDRAM 64MByte
CFカードスロット (TrueIDE)
Ethernet 10/100BASE-T
USB2.0 Hostインタフェース
シリアルインタフェース 2ch
LCDコントローラ

表 2 LCD/AUDIO ボードの仕様

TFT 4.3inch WQVGA(480x272)
タッチパネル
ライン入力、マイク入力
モノラルスピーカー出力 8Ω
ヘッドフォン出力

## 4.2 ソフトウェア仕様

ホスト PC は、ターゲットマイコン用ソフトウェアをクロス開発する。主なソフトウェア仕様を表 3、表 4 に示す。

表 3 ホスト PC のソフトウェア仕様

仮想マシン	VMWare Player
ゲスト OS	Fedora 10

表 4 ターゲットマイコンのソフトウェア仕様

ブートローダ	U-Boot
Linux kernel	2.6
ルートファイルシステム	buidroot

## 5. 開発環境

ホスト PC の Windows に、VMWare Player をインストールし、ゲスト OS として Fedora 10 をインストールしている。外見的には 1 台のホスト PC であるが、複数のホスト PC (Windows と Fedora10) が存在するイメージを持つ必要がある。

ターゲットマイコン用ソフトウェア開発は、Fedora10 のクロス開発環境内で行われる。ホスト PC (Fedora10) 上でクロス開発したソフトウェアは、ネットワークアプリケーションソフトウェア (NFS、samba による共有ドライブ、TFTP 等) によりターゲットマイコンに転送し実行する。コマンド操作には、SSH を使用した仮想端末プログラム (Tera Term 等) でリモート操作をした。

クロス開発環境の構築には、組込み Linux システム構築を容易にする BuildRoot のパッケージを使用した。

### 5.1 Video4Linux2 について

V4L (Video4Linux) は Linux 用のビデオキャプチャアプリケーションプログラミングインタフェイスで、多くの USBWeb カメラ、テレビチューナー、その他多くのデバイスをサポートしてい

る。V4L2 (Video4Linux2) は V4L のセカンドバージョンである。

ネットワーク対応デジタルカメラでは、USB カメラから静止画像を取得するのに、最初は V4L2 API を使用した。USB カメラから取得した画像を jpeg 圧縮して、液晶表示や電子メールに添付して送信する。

### 5.2 SDL(Simple DirectMedia Layer)について

SDL はゲームなどのマルチメディア関係のソフトウェアを開発するための、グラフィックやサウンド等の API を提供するライブラリである。また Linux を中心に、Windows、Mac OS、BeOS など主要な OS で使用可能なことから、OS 間の違いを吸収したアプリケーション開発が可能となる。

ネットワーク対応デジタルカメラでは、USB カメラからの動画情報を取得し、液晶画面に表示させるのに SDL を使用している。SDL を使用する事により、USB カメラからの動画表示が高速となり、V4L2 を使用するよりリアルタイム性が良くなった。

## 6. システム再構築

ネットワーク対応デジタルカメラやフォトフレームを作成するには標準のシステム構成では、無線 LAN などの必要なプログラムが不足している。そのため、ターゲットマイコンのシステムを再構築し拡張する必要がある。

### 6.1 ユーザランドの再構築

ネットワーク対応デジタルカメラやフォトフレームを製作するのに、標準システム構成から追加・拡張した buildroot と busybox のパッケージリストを表 5 に示す。

表 5 ユーザランドの追加パッケージ

buildroot	Generic firewall, file, wireless tools, iptables, ntp, sntp, mpg123, SDL, SDL_image
busybox	Support loading of firmwares, arp, ifupdown, ping, nc, makemime, popmaildir, reformime, sendmail

## 6.2 Linux Kernel の再構築

無線 LAN のドライバや、セキュリティ強化に必要なパケットフィルタリングのプログラムを追加・拡張している。追加リストを表 6 に示す。

表 6 Linux Kernel の追加パッケージ

ZyDAS ZD1211/ZD1211B USB-wireless support
IP tables support
ARP tables support

## 7. 動作概要

### 7.1 ネットワーク対応デジタルカメラの動作

ネットワーク対応デジタルカメラは Linux の起動で自動実行し、USB カメラから取得した静止画を液晶画面に表示する。

タッチパネル液晶をクリックすることで、シャッター動作に入り、電子メールに JPEG 画像を添付し送信する。

電子メールは規格上 US-ASCII のテキストしか使用できない。MIME(Multipurpose Internet Mail Extension)は、インターネットの電子メールでさまざまなフォーマット（書式）を扱えるようにする規格である。busybox を追加・拡張した uuencode コマンドによって、MIME 規格の BASE64 符号化方式でテキストデータに変換し、メール送信している。図 3 にデジタルカメラの動作フローを示す。

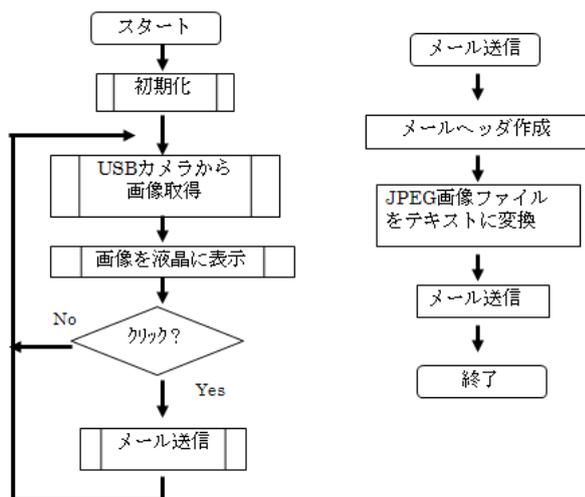


図 3 デジタルカメラの動作概要フロー

図 4 に JPEG 画像ファイルを BASE64 符号化方式でテキストに変換し、メール送信するシェルスクリプトの一部を示す。

```
# JPEG画像ファイルをテキストに変換する
uuencode -m $image $out_file | grep -v "begin-base64" >> .MIME_MAIL.tmp
echo "" >> .MIME_MAIL.tmp
echo "-----$boundary--" >> .MIME_MAIL.tmp

## Send E-Mail
/usr/sbin/sendmail -t $to_addr -f $from_addr -S mail.shikoku-pc.ac.jp < .MIME_MAIL.tmp
```

図 4 添付画像付きメール送信の一部

### 7.2 ネットワーク対応デジタルフォトフレームの動作

ネットワーク対応デジタルフォトフレームプログラムは、クローン (cron)によって 1分毎に実行され、電子メールの受信チェックをする。図 5 は crontab の内容である。受信メールは ~/Maildir/new/ に保存する。図 6 にデジタルフォトフレームの動作フローを示す。

```
***** /usr/local/bin/extract-image.sh ~/Maildir/new/*
```

図 5 crontab の内容

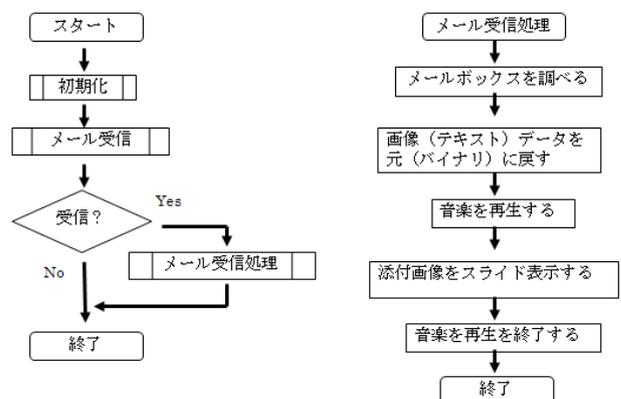


図 6 デジタルフォトフレームの動作概要

図 6 中のメール受信は、busybox を追加・拡張した popmaildir や nc(net cat)コマンドを使用した。

図 7 にメール受信コマンドを示す。

```
#メール受信
/usr/sbin/popmaildir ~/Maildir -- nc mail.shikoku-pc.ac.jp 110 < /root/mail_pass.txt
```

図 7 メール受信

図 6 中のメール受信処理は、ディレクトリ `~/Maildir/new/`の中を調べ、受信メールを確認する。受信メールがある場合は、BASE64 符号化方式によってテキスト化された画像を、`uudecode`によって元のバイナリ画像に戻している。図 8 はシェルスクリプトのデコード部分の内容である。

```
#画像(テキスト)データを元(バイナリ)に戻す。
echo "IMAGEFILENAME=${SIMAGEFILENAME}
(echo "begin-base64 744 ${IMAGEFILENAME}";cat $_FILE%
|sed -n 'image/,Sp' | sed -n '6,Sp')> tmp

LINES=$(cat tmp | wc -l)
cat tmp | sed -e "expr $LINES - 4`q" | uudecode
```

図 8 メール受信処理

## 8. おわりに

今回、組込みシステム構築課題実習の標準課題サンプル作品として製作した。カメラの製作グループ、フォトフレームの製作グループ、サーバ(DNS、メール、タイム、音声ストリーム)構築グループと、2 または 3 グループの連携によるシステム構築が期待できる。

各グループに期待したい拡張・追加機能として以下に示す。

- Web による各種設定と制御  
家庭用簡易ルータの Web による設定のように、機能選択を Web メニューから容易に選択できる仕組み
- 画像処理  
撮影日時や場所、コメント等の文字入れや、白黒画像処理やアフィン変換
- 電子メールメッセージの表示  
メッセージの内容を流れる文字で表示
- 件名によるメールの分類
- 携帯電話などの外部機器や装置との連携
- バッテリー駆動による携帯性の向上

グループ間の調整により、さまざまなアイデアと工夫の余地を残した標準課題用サンプルと考える。

## 文献

- 1) 株式会社アルファプロジェクト  
<http://www.apnet.co.jp/>
- 2) DirectFB  
<http://directfb.org/>
- 2) ウィキペディア DirectFB  
<http://ja.wikipedia.org/wiki/DirectFB>
- 3) Advanced Linux Sound Architecture (ALSA) project homepage  
[http://www.alsa-project.org/main/index.php/Main\\_Page](http://www.alsa-project.org/main/index.php/Main_Page)
- 4) Gentoo Linux ALSA ガイド  
<http://www.gentoo.org/doc/ja/alsa-guide.xml>
- 5) busybox  
<http://busybox.net/>
- 6) Video for Linux Two API Specification  
<http://v4l2spec.bytesex.org/spec/>
- 7) ウィキペディア Video4Linux  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Video4Linux>
- 8) ウィキペディア Multipurpose Internet Mail Extensions  
<http://ja.wikipedia.org/wiki/MIME>

著者 E-mail [tanimoto@shikoku-pc.ac.jp](mailto:tanimoto@shikoku-pc.ac.jp)

# 茶葉枝落とし機の開発

四国職業能力開発大学校附属高知職業能力開発短期大学校 生産技術科 上田 潤一

## Development of a Tea Plant Branch Cutting off Machine

Junichi UETA

**概要** 日本における1次産業（農業）では、担い手不足により高齢化が進んでいる。特に、高知県では若者が県外に就労する傾向にあり、このことが顕著に表れている。この分野で就労者が伸びない理由の1つとして重労働であるという固定観念があるのではないだろうか。当開発は、茶畑における仕事の効率化を図り、現在ある機械よりも性能を向上させるために取り組んだものである。農業の分野でも限られた分野ではあるが、同様の取り組みをされている方々の参考になると考えている。

### 1. はじめに

土佐霧山茶 農業組合法人 霧山茶業組合から効率的に畝間（うねま）の枝（図1）の剪定ができる茶葉枝落とし機を開発してもらいたいと依頼があった。現在、畝間の枝を切り落とす際に裾落とし機（図2）を使用している。しかし、裾落とし機は手動作業のため、茶畑の広い範囲を手入れすると、大変な時間や労力が掛かる。そこで、茶畑を耕したり肥料を与える際に使用している乗用型管理機（図3）に裾落とし機以上の機能付加した「茶葉枝落とし機」を新たに取り付けられるように開発した。



図1 畝間の枝



図2 裾落とし機

### 2. 仕様

図4に製作した茶葉枝落とし機の全体図、表1に本体仕様を示す。



図3 乗用型管理機 図4 茶葉枝落とし機

表1 本体仕様

寸法	1060×375×555 mm
重量	20 Kg
動力	エンジン (120cc)
切削工具	丸刃 φ250mm 64枚刃

### 3. 本体の概要

従来の茶葉裾落とし機では、茶葉の枝を切り落とす際にバリカン式の刃を使用している。しかし、この方式では太い枝を切り落とすことができない。そこで、太い木なども切り倒すチェーンソー、草刈り機などで使用している丸刃を使い、太い枝を切り落とすことができるか実験した。

実験で使用したチェーンソー方式のもの図5に示す。これは、市販のチェーンソーを2台並列に取り付けており、まず下部のチェーンソーで下の太い枝を切り落として、次に上部のチェーンソー

で上の細い枝を切っていくという構造である。

次に丸刃方式の仕組みは、動力にエンジン(125cc、1700min<sup>-1</sup>、2.94kW)を使用し、その回転をVプーリー・Vベルトを介して市販の丸刃(φ250mm)を2枚駆動する。丸刃の側面には、茶木があたってブレーキがかからないようにカバーを付けた。



図5 チェーンソー方式

#### 4. 切削実験

実際に乗用型管理機に取り付け切削実験を行った。切削した時の条件は、10月の茶葉が一番生い茂っている時期に行った。その時の様子を図6に示す。



図6 切削前の様子

その結果、従来の裾落とし機では、最高でも10mm程度の枝しか切り落とせなかったが、チェーンソー方式では20mm程度の太い枝を切り落とすことができた。

しかし、チェーンソーは切削スピードを上げるとチェーンが外れてしまうことがわかった。

丸刃方式は、チェーンソー方式と同じ切削スピードでも止まることなく、図8のような30mm程度の太い枝も切削できることが確認できた。また、畝間の間隔は以前よりも約1.5倍程度広くするこ

とができた(図7)。



図7 切削後の様子



図8 30mm程度の太い枝

#### 5. おわりに

今回の開発を依頼された当初は、専門的な知識を持たない方でも簡単にメンテナンスができるように市販のチェーンソーを使用していた。しかし、市販品には制限が多く、元々人の手で支えて使用するように作られているため、固定するには大変苦勞した。丸刃方式に変えてからは、製作にも自由度が出たため剛性の高いものができた。

また、従来の裾落とし機では落とすきれなかったような太い枝も切り落とすことができるようになった。このことで、畝間の間隔を広げることができた。畝間の間隔を広げると太陽がより多くあたり地温を上げることができるようになる。そうすると、茶葉の成長が早まり以前より出荷を早めることができるようになるという話を聞いている。

今後も、1次産業の多い高知県において少しでも役立つような開発を行っていきたいと考えている。

#### 文献

- 1) 金井 實, 機械要素部品の機能と使いかた, pp.80-83, 大河出版, 2009

# ヨーグルトパック供給装置の設計・製作

四国職業能力開発大学校附属高知職業能力開発短期大学校 生産技術科 福原 祥雅

## Design and Manufacture of a Yogurt Packs Supply Device

Yoshimasa FUKUHARA

**概要** 高知県内の企業から製造ラインで使用するヨーグルトパックを自動供給する装置の製作を依頼された。現在、製造ラインでは、従業員の方が一日に 30 回ほどヨーグルトパックをパック供給ガイドに供給している。そこで、ベルトコンベアを用いてヨーグルトパックを自動供給する装置を製作し、省力化できるようにすることを目標として取り組んだ。

### 1. はじめに

現在、工場での製品の加工・組立・検査・包装などにシーケンス制御が用いられている。

今回シーケンス制御を用いてベルトコンベアを制御し、一回の供給で多くのヨーグルトパックを自動供給し、省力化することを試みた。それに伴ってヨーグルトパックが倒れないようにするために、ベルトコンベア取り付けるガイドや設置するための台やシーケンス制御プログラムの作成が必要となった。

### 2. ガイドの設計・製作

製造ラインは 3 列で、装置を設置できるスペースが 1m 程度と限られている。また、供給するヨーグルトパックは 1 束 40 個を重ねたもので、安定性が悪く転倒しやすい。

ベルトコンベアで 3 列のヨーグルトパックを同時に安定して供給させるためガイドを取り付けることが必要となり、学生がガイドの設計を行った(図 1)。ヨーグルトパックに傷を付けずに安定性を高めるためにガイドの上下にコの字型のフレームを用いるなど工夫が見られた。しかし実際に製作し、送給実験をしてみるとうまくいかなかった。原因は主に下部のコの字フレームが少しの力で動いてしまうことにあった。また、上部のコの字型フレームはない方が良くことがわかり、下部のコの字フレームだけを製

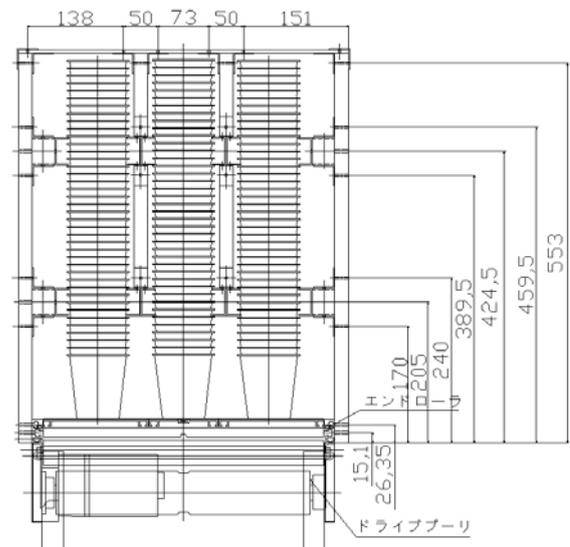


図 1 設計図面

作し取り付けた。その結果、ヨーグルトパックの束 4 行 3 列をほぼ連続して送給することが可能になった。

ベルトコンベアから落とすヨーグルトパックは 3 列のパック供給ガイドに落とす必要があり、正確に落ちるようにガイドに受け板と仕切り板を取り付けた(モデリングを図 2 に示す)。送給実験を繰り返し、受け板の位置や寸法を決定した。また、ヨーグルトパックが落ちた回数をカウントするため、受け板にマイクロスイッチを取り付けた(図 3)。パック残量を検知するためのセンサーは高さ調

整ができるよう取り付けした (図 4)。

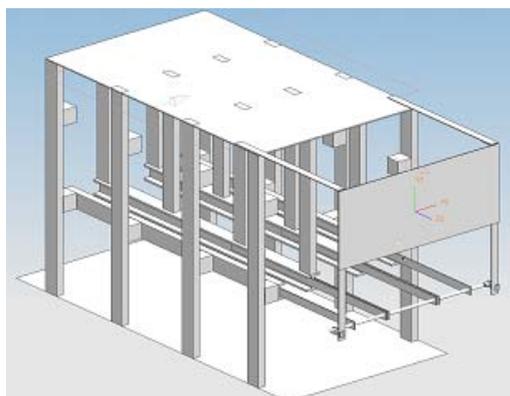


図 2 ガイドのモデリング

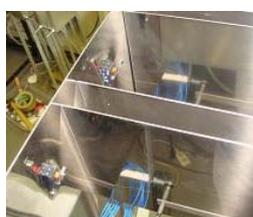


図 3 スイッチ



図 4 センサー

### 3. 溶接及び構造物の設計・製作

ベルトコンベアを置く台は高さ、奥行き、幅を企業のニーズに合わせて設計した。市販品で売られている台を検討したが、寸法のあったものがなかった。

食品会社の製造ラインのため、錆にくいステンレス鋼を用い製作することにした。ステンレス鋼の溶接は一般的に TIG 溶接で行うが、基本的な溶接である被覆アーク溶接等が上手く出来ないと歪が出やすくなる。そこで TIG 溶接での溶接を失敗しないように溶接技術を上げる練習を行った。SS400 の板厚 6mm を用いて被覆アーク溶接、半自動溶接での下向き溶接、すみ肉溶接を中心に行った。また TIG 溶接では被覆アーク溶接や半自動溶接とは違い、両手を使った溶接となるため技能の習得に時間を費やした。

ステンレス鋼は軟鋼と違い歪が出やすいので、まず構造物のミニチュアモデルを製作し、学生と溶接手順や歪の確認をした後に実際の製作を行った。ベルトコンベア、制御ボックスを取り付けた台を図 5 に示す。



図 5 ベルトコンベア・制御ボックスを付けた台

### 4. シーケンス制御

以下が主な動作内容である。動作内容については、シーケンス制御プログラムを担当した学生から提案があり、積極的に取り組む姿勢が伺えた。

- ①. ヨーグルトパックをセットする。
- ②. 装置のスタート ON
- ③. ベルトコンベアが動く。
- ④. 受け板に付けたスイッチにパックが当たり 3 個とも ON になるとベルトコンベアが停止する。
- ⑤. ベルトコンベアを少し逆転した後、停止する。
- ⑥. パック供給ガイドのヨーグルトパックが少なくなると、センサーが ON
- ⑦. ③に戻る。
- ⑧. ベルトコンベアが 3 回逆転し停止するとランプが点灯する。
- ⑨. ベルトコンベアが 4 回逆転し停止し、ブザーが鳴るとプログラムが終了する。
- ⑩. リセットボタンを押す。
- ⑪. ①に戻る。

### 5. おわりに

今回の総合制作実習で設計・製作を担当し、創意・工夫して取り組んでくれた、

生産技術科 平成 21 年度卒業生

大石直輝君 森本一考君

生産技術科 平成 22 年度卒業生

関紀宗君 永野雄太君 長谷川俊樹君 和田恭伸君  
の諸氏に深く感謝いたします。

# < 研究論文 >

# 筋電位センサに関する試み

電子情報技術科 鳥谷部 太 生産電子システム技術科 天野 隆

福山職業能力開発短期大学校 電子情報技術科 下釜 洋一

甲南女子大学 辻下 守弘

ジェイワンプロダクツ株式会社 中川 朋

## A Study of the EMG Sensor

Futoshi TORIYABE and Takashi AMANO and Yoichi SHIMOGAMA and Morihito TUZISITA and Tomo Nakagawa

概要 マイクロコンピュータ技術が進歩し、ハードウェアを含めたアプリケーションは、高度なインタフェースを実現している。我々は、インタフェースとして生体信号である表面筋電位（筋電位）に着目した。この筋電位は  $10\mu\text{V}$ ～数  $\text{mV}$  の電位で、その周波数は  $2\text{Hz}$  から  $10\text{kHz}$  程度の生体信号である。昨今では、研究者により筋電位センサが開発され利用技術が進んでいる。我々の試みは、生体信号をマイクロコンピュータの利用技術に取り入れることである。

本報告では、市販の筋電位センサを用いたインタラクティブなパソコンゲームソフトの制作例と、3種類のオペアンプを用いて筋電位センサの製作を試みた。

### 1. はじめに

我々の生活には、携帯電話、携帯ゲーム、携帯情報端末などのコンピュータが欠かせない時代となっている。タッチパネル、加速度センサ、GPS センサ、無線 LAN などは周辺機器として当然となり、コンピュータとのインタラクション、インタラクティブ性が加速している。また、3次元表示器による VR 技術や AR 技術などアプリケーションソフトにおいても、人間とコンピュータとのインタフェースを高機能化している。これらの背景には、特定分野、特定用途であったデバイスが半導体の急激な高機能化、低コスト化に伴い、身近な日常品として実現可能なことにある。その橋渡しをしているのがコンピュータであり、マンマシンインタフェースの実現を担っている。この分野に携わるものとして、見地を広げていく必要性を感じる。例えば、ブレイン・マシン・インタフェースのように医療分野であった脳波などの生体信号が、直接コンピュータのインタフェースに用いられ研究も加速している。脳波でコントロールする玩具あるいは教具も数多く製品化

されている。数年前までは研究室レベルであったものが、生活レベルにまで達している。

具体的には、生体信号の筋電位に着目し、次の事項について試みた。第一に、市販の筋電位センサを利用し、アプリケーションソフトとしてインタラクティブなパソコンゲームソフト（ゲームソフト）を制作した。第二に、3種類のオペアンプを用いて筋電位センサを製作し比較検討した。

以上を踏まえ本検討では、生体信号を利用した機器、アプリケーションソフトの開発を前提に、マイクロコンピュータの利用技術等に取り入たいと考えている。

### 2. 筋電位について

筋肉が収縮するとき皮膚の表面に生体信号が現れ、筋線維の活動電位を測定することができる。この生体信号は表面筋電位と呼ばれ、本検討では筋電位とする。筋電位は  $10\mu\text{V}$ ～数  $\text{mV}$  の電位で、その周波数は  $2\text{Hz}$  から  $10\text{kHz}$  程度の生体信号である。

20年程前には、高額な医療機器であるポリグラ

フを使用し測定していた。昨今では、研究者により筋電位センサが開発され利用技術が進んでいる。筋電位を利用した技術の代表例としては、東京大学横井教授による筋電義手がある。

### 3. 筋電位センサを利用したパソコンゲームの制作例

Thought Technology 社が開発した筋電位センサ MyoTrac を使用した。図 1 に MyoTrac の背面を示す。このセンサは、主にオリンピック選手のバイオフィードバックトレーニングで使用しているセンサである。MyoTrac は、入力を 1 個有している。アンプのゲインは 10 倍から 1000 倍の設定ができる。計測周波数は、20~500Hz、100~200Hz の帯域が 2 種類選べる。筋電位は 0~2V の電圧信号で RMS (Root Mean Square) 処理し出力する。この出力信号を秋月社製の AKI-H8/3052F USB 開発セットを利用し、A/D 変換を行い USB からパソコンに取り込んだ。A/D 変換の分解能は、10bit である。MyoTrac は、ジェイワンプロダクツ株式会社から提供を受けた<sup>(1)</sup>。

制作したパソコンゲームの画面を図 3 に示す。

図に示すように、縦軸は筋電位のレベル、横軸は時間軸として折れ線グラフでリアルタイムに表示した。また、筋電位を左のスライドバーに表示した。画面のマークを折れ線グラフが通過することによって得点化する。筋電位の測定については、尺側手根伸筋を使用した。図 2 に筋電位の測定方法を示す。手を握る、手を開く動作を測定している。

本検討では、筋電位の増減を利用しソフトウェアを制作した。これは、ADC が装備されたマイコンを利用することにより可能となる。また、マイコンを利用することで、筋肉に力を入れたり、抜いたりする動作で画面のコントロールをインタラクティブにすることができた。今後、安価に筋電位センサを多く配置することができれば、自由度の高いソフトウェアが制作できると考えられる。

なお、このようにセンサを利用したアプリケーション開発は、フィジカル・コンピューティングで見られる。さらに電子分野だけではなく幅広くプロダクト教育の中に取り入れられ、日常の中のマイコン

技術として提唱されている。我々も、この側面を取り入れる必要があると考えている。



図 1 使用した筋電位センサ MyoTrac



図 2 筋電位の測定方法

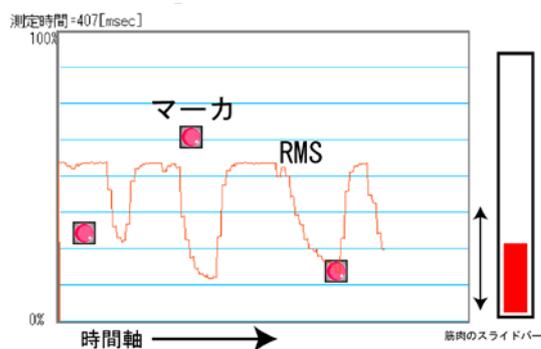


図 3 制作したパソコンゲームの画面

## 4. 筋電位センサの製作

### 4.1 筋電位センサの製作と実験方法

筋電位は  $10\mu\text{V}$ ～数  $\text{mV}$  の電位であるので、増幅率を  $60\text{dB}$  とし出力を  $1\text{V}$  に設計した。アンプにはインストルメンテーションアンプを用いた。図4に回路図を示す。また、出力式を式(1)に示す。

計測方法は双極導出法とし、負荷  $15\text{kg}$  のハンドグリップを握りしめた時の尺側手根伸筋の筋電位を測定した。図5に電極の装着方法を示す。電極は、市販の銀-塩化銀のものを使用し、被験者の前腕部に3点取り付けて測定する。

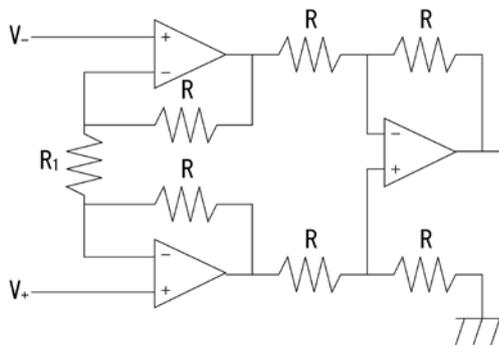


図4 インストルメンテーションアンプ

$$V_0 = \left(1 + \frac{2R}{R_1}\right)(V_+ - V_-) \quad (1)$$

### 4.2 オペアンプについて

オペアンプには、LM324 (National Semiconductor Corporation 社製)、TL084 (Texas Instruments Incorporated 社製)、AD620 (Analog Devices 社製) の3種類を使用した。LM324 は、1個約 25 円で購入できる汎用オペアンプである。TL084 は、1個約 30 円で購入できる JFET 入力オペアンプである。両オペアンプは、汎用なアンプとして良く使用され馴染みの深いものである。AD620 は、1個約 900 円で購入できる計装アンプである。入手性は高く、生体工学分野では馴染みの深い計装アンプである。このアンプは、1個の抵抗でゲインを決めることができる特徴があり、最高 10000 倍に増幅できる。

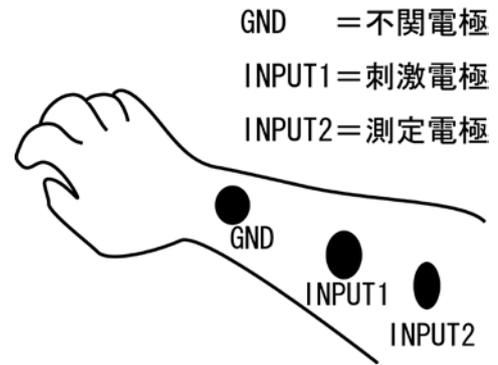


図5 電極の装着方法

### 4.3 結果

図6にLM324を使用した動作時の筋電図を示す。図7に筋電図のFFT解析の結果を示す。静止時には、 $60\text{Hz}$  でピークが見られた。電源ノイズと考えられる。動作時には、 $10\text{Hz}$  から  $1000\text{Hz}$  で振幅が見られ筋電位を観測できたと考えられる。

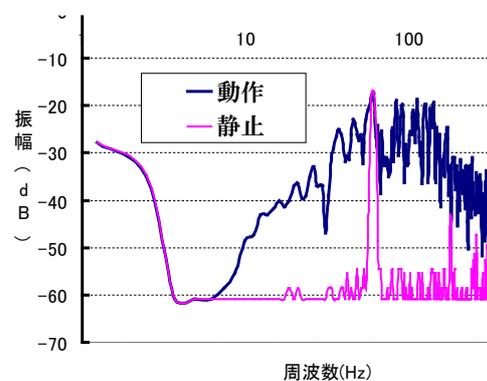
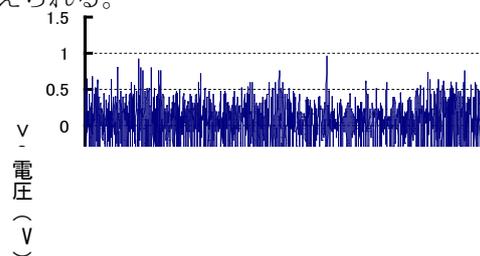


図7 筋電図のFFT解析 (LM324)

図8にAD620を使用した動作時の筋電図を示す。図9に筋電図をFFT解析した結果を示す。LM324の場合と同様の結果が得られたと考えられる。

TL084については自作した電極を用いて測定した。自作した電極は、ゴムを土台に銅板を固定したものを使用した。図10に動作時の筋電図を示す。図11に筋電図のFFT解析の結果を示す。得られた電位は、1Vに満たない結果であった。筋電図のFFT解析の結果から動作時においては、10Hzから1000Hzで振幅が見られ、他のオペアンプと同様に筋電位を観測できたと考えられる。この結果から、筋電位測定専用の電極を用いなくとも良好な筋電位を測定できると考えられる。

今回の結果からマイコンでの利用という条件付ではあるが、コスト面を含めても筋電位は測定可能であることが分かった。

## 5. おわりに

筋電位センサを利用したソフトウェア、筋電位センサの製作ともに良好な結果が得られた。今後は、筋電位センサでは、フィルタ回路やRMS出力回路などを組み込みたいと考えている。

課題として生体情報の利用方法をあげる。例えば筋電位センサを用いた低周波かつ低出力(数 $\mu\text{V}$ )な脳波を測定、あるいは、ブログ、twitterなどライブログと呼ばれる人間の行動や体験を記録する仕組みの中に生体情報を記録すること等を考えている。更に、教材としても計測制御、センサ工学、ソフトウェア実習等、幅広い範囲を包括していることから活用したいと考えている。

最後に、本報告は、総合制作実習の課題としても取り組み、鶴尾元太氏(四国校)、八谷佳明氏(福山校)の成果でもあり深謝する。

## 文献

- 1) 辻下守弘、中川朋共著：“筋電図バイオフィードバック療法”，金芳堂，2010.

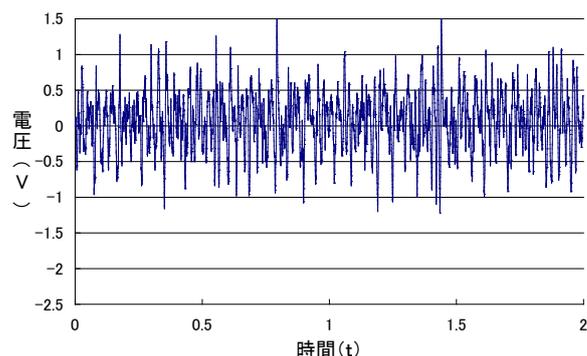


図8 動作時の筋電図 (AD620)

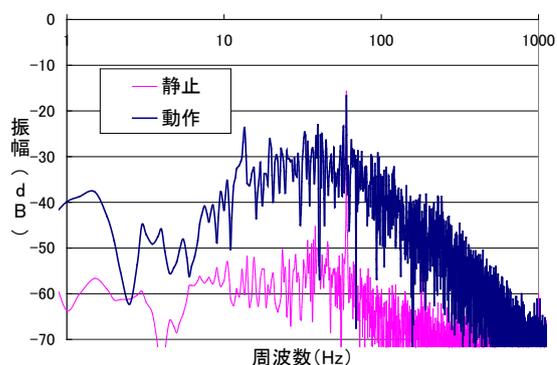


図9 FFT解析の結果 (AD620)

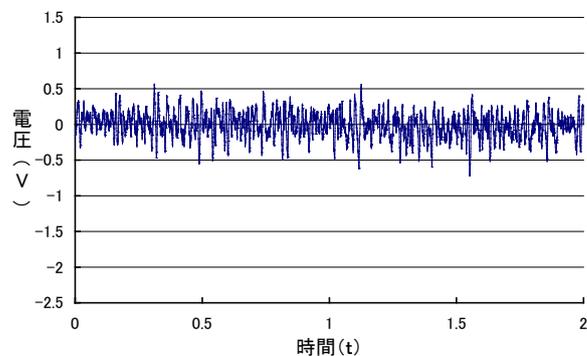


図10 動作時の筋電図 (TL084)

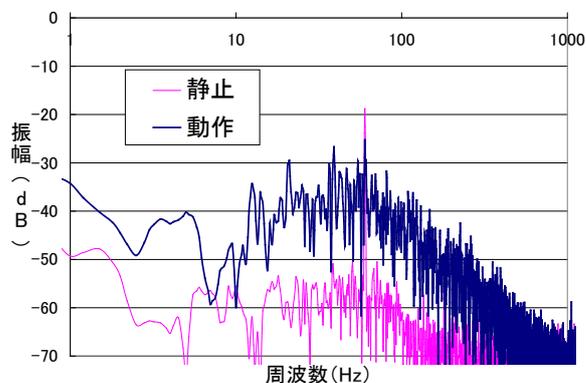


図11 FFT解析の結果 (TL084)

# BW 変換による反辞書の変化についての検討

四国職業能力開発大学校附属高知職業能力開発短期大学校 電子情報技術科 深江 裕忠

## A Study on The Change of An Antidictionary by BWT

Hirotsuda FUKAE

**概要** データ圧縮には様々な手法があるが、その中でもブロックソート法は優れた圧縮性能がある。この圧縮性能は、BW 変換と呼ばれる可逆な変換を前処理に行うことで実現している。ところで、反辞書という特別な辞書を用いたデータ圧縮手法がある。この手法の特徴は、入力系列に出現しない系列を集めた反辞書を利用することと、符号化と復号化にオートマトンを使うので処理が速いことである。この BW 変換と反辞書を組み合わせることで、圧縮性能が高まるかどうかはわかっていない。そこで、まずは BW 変換の前後で反辞書がどのように変化するかを調べる。

## 1 はじめに

近年の情報技術の発展は、特にネットワーク技術の急速な発展によって、計算機と通信路で扱うデータが膨大に増加し、ストレージとネットワークの負荷を高めている。これに対応するためには、主に 2 つの手段が考えられる。記憶量や通信路容量の増大と、データ圧縮である。

そこで、本研究ではデータ圧縮手法の反辞書法<sup>1)</sup>に注目している。反辞書法とは、極小禁止語と呼ばれる入力系列中に出現しない系列を用いたデータ圧縮手法である。全ての極小禁止語の集合を反辞書と呼び、反辞書からオートマトンを構築する。符号化側では、入力系列にしたがってオートマトンの状態を遷移していき、遷移先が 1 つしかない場合は記号を削除することでデータを圧縮し、圧縮した入力系列を生成する。復号側では、符号化側から反辞書と圧縮した入力系列を与えられる。この圧縮した入力系列に従って、反辞書から構築したオートマトンを遷移することでデータを復元する。このとき、符号側で削除した記号は遷移先が 1 つしかないので、データは完全に復元する。

すなわち、反辞書法は符号化側と復号側の処理がオートマトンを遷移するだけなので、計算機への負荷が少ないという利点がある。この利点は、組込み機器などの資源が限られ、記憶量と通信路容量を十分確保できない環境下において、優れた圧縮手法となる可能

性を秘めている。また、極小禁止語が入力系列中に出現しないという特徴を用いることで、同期符号<sup>2)</sup>や不整脈検出<sup>3)</sup>など、様々な応用が提案されている。

一方、優れたデータ圧縮手法のブロックソート法<sup>4)</sup>に注目する。ブロックソート法では、最初の処理ステップで BW(Burrows-Wheller) 変換とよばれる変換を行っている。BW 変換とは、入力系列の巡回シフトを全て用意した後に辞書式順序にソートし、各々の末尾を並べることで、別の記号系列へ変換する処理である。BW 変換を行うことで、同じ記号が連続しやすくなり、その後の圧縮処理において効率的な圧縮性能を実現している。圧縮手法は既存のものを使用すればよく、実用化されている gzip<sup>2)</sup>では、ハフマン符号<sup>5)</sup>が用いられている。

ところで、BW 変換後の系列を反辞書法で圧縮することは可能である。しかし、BW 変換することで圧縮性能が高まるかどうかはわかっていない。そこで、本研究では、BW 変換する前と後の反辞書の変化を調べる。

## 2 準備

### 2.1 辞書

情報源アルファベットサイズ  $m \geq 2$  の有限アルファベット集合を  $\mathcal{X} = \{1, 2, \dots, m\}$  とする。 $\mathcal{X}$  上の系

列を,

$$x_i^j = x_i x_{i+1} \cdots x_j \quad (i \geq 1, x_k \in \mathcal{X}, i \leq k \leq j) \quad (1)$$

とし, 系列長を  $j - i + 1$  とする. 長さ 0 の空系列は  $\lambda$  と表記する. 便宜上,  $i > j$  のとき  $x_i^j = \lambda$  とする. また, 長さ  $n (\geq 1)$  の系列  $x_1^n$  を  $x^n$  と表記する.

辞書  $\mathcal{D}(x^n)$  とは,  $x^n$  上に出現する部分系列の全ての集合であり,

$$\mathcal{D}(x^n) = \{x_i^j \mid 1 \leq i \leq j \leq n\} \cup \{\lambda\} \quad (2)$$

と定義する.

## 2.2 接尾辞と接頭辞

系列  $x^n$  に対して,  $x_i^n$  ( $1 \leq i \leq n$ ) を  $x^n$  の接尾辞と呼ぶ. ここでは,  $x^n$  の全ての接尾辞の集合を,

$$\mathcal{S}(x^n) = \{x_i^n \mid 1 \leq i \leq n\} \cup \{\lambda\} \quad (3)$$

とし, 接尾辞演算子  $\sigma$  を  $\sigma(x^n) = x_2^n$  と定義する. ここで,  $x^n$  に  $\sigma$  を  $k (\geq 1)$  回繰り返しをほどこすと,

$$\sigma^k(x^n) = x_{1+k}^n \quad (4)$$

となる. 便宜上,  $k \leq 0$  のとき,  $\sigma^k(x^n) = x^n$  とする.

また,  $x_1^i$  ( $1 \leq i \leq n$ ) を  $x^n$  の接頭辞と呼ぶ. ここでは,  $x^n$  の全ての接頭辞の集合を,

$$\mathcal{P}(x^n) = \{x_1^i \mid 1 \leq i \leq n\} \cup \{\lambda\} \quad (5)$$

とし, 接頭辞演算子  $\pi$  を  $\pi(x^n) = x_1^{n-1}$  と定義する. ここで,  $x^n$  に  $\pi$  を  $k (\geq 1)$  回繰り返しをほどこすと,

$$\pi^k(x^n) = x_1^{n-k} \quad (6)$$

となる. 便宜上,  $k \leq 0$  のとき,  $\pi^k(x^n) = x^n$  とする.

## 2.3 共通接頭辞の最大の長さと言書式順序比較

2つの任意の系列  $v, w \in \mathcal{X}^*$  には, 共通接頭辞  $u \in \mathcal{P}(v) \cap \mathcal{P}(w)$  がある. この共通接頭辞の最大の長さを

$$\text{lcp}(v, w) = \max_{u \in \mathcal{P}(v) \cap \mathcal{P}(w)} \{|u|\} \quad (7)$$

と定義する.

また, 2つの系列  $v, w$  の辞書式順序昇順での大小関係を, 比較記号  $\prec$  で示すことにする.  $v \prec w$  とは,  $l = \text{lcp}(v, w)$  とおいて,

- i)  $l < \min\{|v|, |w|\}$  のとき,  $v_{l+1} < w_{l+1}$ .
- ii)  $l = \min\{|v|, |w|\}$  のとき,  $|v| < |w|$ .

である.

## 2.4 接尾辞配列

接尾辞配列  ${}^6)S$  とは,  $\mathcal{S}(x^n)$  の要素を辞書式順序昇順で整列した結果を, 整数 1 から  $n$  まで並べた配列で表現したものである. すなわち,

$$\begin{aligned} S(x^n) &= \{\lambda, s_1, s_2, \dots, s_n\} \\ (s_i \prec s_j, 1 \leq i < j \leq n) \end{aligned} \quad (8)$$

とおいて, 接尾辞  $s_k$  ( $1 \leq k \leq n$ ) を定義する. また,

$$S[k] = n - |s_k| + 1 \quad (9)$$

と定義する. このとき,  $x^n$  の左端から  $S[k] - 1$  個の記号を削ると,  $s_k$  となる. すなわち,  $\sigma^{S[k]-1}(x^n) = s_k$  である.

## 2.5 接頭記号

系列  $u \in \mathcal{D}(x^n)$  と任意の記号  $\alpha, \beta \in \mathcal{X}$  に対して,  $x^n$  上に  $\alpha u$  が出現するなら,  $\alpha$  を  $u$  の接頭記号と呼び,  $u$  の接頭記号の全ての集合を  $\mathcal{X}_H(u)$  と表記する. すなわち,  $u \in \mathcal{D}(x^n)$  に対して,

$$\mathcal{X}_H(u) = \{\alpha \in \mathcal{X} \mid \alpha u \in \mathcal{D}(x^n)\} \quad (10)$$

とする. ここで,  $\mathcal{X}_H(\lambda)$  は  $x^n$  上に出現する全ての記号であることを注記する.

なお,  $\mathcal{X}_H(s_k) = \{x_{S[k]-1}\}$  ( $1 \leq k \leq n, s_k \neq x^n$ ) である. そこで,

$$h(s_k) = x_{S[k]-1} \quad (1 \leq k \leq n) \quad (11)$$

と定義する. 便宜上,  $h(x^n) = \lambda$  とする.

## 3 BW 変換

BW 変換とは, ブロックソート法 <sup>4)</sup> で用いられているデータ変換である. 入力系列の巡回シフトを全て用意した後に辞書式順序にソートし, 各々の末尾を並べることで, BW 変換系列に変換する. 十分に長い系列に対して BW 変換を行うと, 同じ記号が集まりやすいことが知られている.

また, 巡回シフトを用意しなくても, 接尾辞配列と接頭記号から求められる. すなわち, 入力系列  $x^n$  を BW 変換した系列を  $y^n$  とすると,

$$y_k = \begin{cases} x_n & (k = 1) \\ h(s_{k-1}) & (1 < k \leq n, s_{k-1} \prec x^n) \\ h(s_k) & (1 < k \leq n, x^n \prec s_k) \end{cases} \quad (12)$$

である.

このBW変換系列 $y^n$ と、 $s_i = x^n$ とおいたときのインデックス $i$ から、元の系列 $x^n$ へ逆変換することができる。

ブロックソート法では、 $x^n$ よりも $y^n$ のほうが同じ記号が連続しているという性質を利用している。 $y^n$ をさらにMTF(Move-To-Front)変換<sup>4)</sup>した系列 $z^n$ を生成し、既存のデータ圧縮法で $z^n$ を圧縮すると、BW変換前の $x^n$ を圧縮するときよりも圧縮率を高めることができる。実用化されているブロックソート法としては、ハフマン符号化法と組み合わせているbzip2などがある。

#### 4 反辞書

反辞書とは、データ圧縮手法の反辞書法<sup>1)</sup>で用いられている辞書である。この辞書は、一般的な辞書とは異なり、入力系列上で未出現の系列を集めた辞書である。ただし、単純に未出現の系列を集めているのではない。

いま、任意の系列 $v \in \mathcal{X}^*$ が次の(13), (14), (15)のすべてを満たすとき、 $v$ を $x^n$ の極小禁止語と定義する。

$$v \notin \mathcal{D}(x^n), \quad (13)$$

$$\pi(v) \in \mathcal{D}(x^n), \quad (14)$$

$$\sigma(v) \in \mathcal{D}(x^n). \quad (15)$$

反辞書 $\mathcal{A}(x^n)$ は、全ての極小禁止語の集合なので、

$$\mathcal{A}(x^n) = \{v \mid v \notin \mathcal{D}(x^n), \pi(v) \in \mathcal{D}(x^n), \sigma(v) \in \mathcal{D}(x^n)\} \quad (16)$$

となる。

反辞書法では、 $\mathcal{A}(x^n)$ の部分集合 $\mathcal{A}'(x^n) (\subseteq \mathcal{A}(x^n))$ から反辞書オートマトンを生成する。反辞書オートマトンは、 $\mathcal{A}'(x^n)$ に属する極小禁止語を受理するオートマトンである。そのため、 $x^n$ の部分系列を受理することはない。これを利用して、遷移先を制限することができる。遷移先を制限した結果、もし遷移先が1つに限定されるのであれば、その遷移の情報を復号側に渡す必要はない。したがって、渡す必要のない記号をすべて削除することで、圧縮する。

また、記号の削除ではなく、反辞書と算術符号を組み合わせることで、効率の良い圧縮<sup>7) 8)</sup>ができる。

#### 5 計算機実験

BW変換は可逆な変換であり、データ圧縮は行わない。ブロックソート法のデータ圧縮部分は既存の手法

を用いる。BW変換をすることで、反辞書を用いた圧縮手法でも圧縮効率が高まることが期待できる。そこで、BW変換前とBW変換後で反辞書にどのような変化が起きるのかを実験した。

実験では、以下の項目について調べた。

- 極小禁止語の総数。
- 極小禁止語の最大長。
- 極小禁止語の平均長。

実験に使用するデータは、2値の無記憶な情報源とCalgary Corpusである。

2値の無記憶な情報源は、0の生起確率 $p$ を定めた長さ100,000の系列である。 $p = 0.001, p = 0.01, p = 0.5, p = 0.1, p = 0.3, p = 0.5$ の6種類のデータについて調べた。反辞書の構築も2値で行っている。

Calgary Corpusは256値の系列として反辞書を構築した。

2値の無記憶な情報源の実験結果を表1に、Calgary Corpusの実験結果を表2に示す。

表 1: 2 値の無記憶な情報源での実験結果

生起確率 $p$	BW 変換前の極小禁止語			BW 変換後の極小禁止語		
	総数	最大長	平均長	総数	最大長	平均長
$p = 0.001$	8k	5,728	2300.0	8k	5,309	2155.9
$p = 0.01$	30k	672	192.1	29k	758	190.6
$p = 0.05$	38k	182	57.2	39k	177	57.1
$p = 0.1$	47k	102	36.5	48k	96	36.7
$p = 0.3$	70k	42	20.4	69k	42	20.5
$p = 0.5$	76k	33	18.3	75k	32	18.4

表 2: Calgary Corpus での実験結果

データ名	BW 変換前の極小禁止語			BW 変換後の極小禁止語		
	総数	最大長	平均長	総数	最大長	平均長
bib	263k	158	6.8	771k	5,556	35.9
book1	2,206k	106	7.9	4,021k	1,368	10.4
book2	1,508k	248	7.7	3,670k	913	16.2
geo	2,833k	63	4.3	2,690k	1,219	4.9
news	1,461k	1,031	6.3	3,202k	583	11.8
obj1	299k	1,013	8.1	465k	987	7.3
obj2	1,692k	609	4.7	4,611k	7,634	18.1
paper1	165k	106	5.5	405k	197	7.0
paper2	239k	117	6.3	505k	275	8.0
paper3	156k	50	5.5	317k	165	6.3
paper4	54k	38	4.5	101k	65	4.9
paper5	54k	54	4.2	105k	78	4.7
paper6	125k	216	5.2	294k	222	6.1
pic	1,338k	36,317	862.2	2,462k	36,317	765.9
progc	140k	158	5.1	338k	193	7.0
progl	136k	562	6.6	418k	2,684	19.7
progp	106k	1,633	5.9	311k	309	10.8
trans	174k	1,708	6.7	735k	1,232	20.1

この実験結果では、2 値の無記憶な情報源では、ほとんど値の変化は見られないが、Calgary Corpus では、値が増加しているように見える。

BW 変換前に対する BW 変換後の値の比較を示したのが、表 3 と表 4 である。

表 3 の 2 値の無記憶な情報源の場合、全ての項目において 0.9~1.1 の範囲に収まることから、BW 変換による反辞書の変化は少ないと考えられる。すなわち、BW 変換による影響は生起確率  $p$  とは無関係であり、BW 変換をしても効果が期待できない。

一方、表 4 の Calgary Corpus の場合、各項目の値の変化が激しい。極小禁止語の最大長は、BW 変換によって 1 つでも長い極小禁止語があれば変化するので、全体的な変化の傾向をとらえるにはむいていない。そこで、極小禁止語の総数と平均長に注目すると、2 値の無記憶な情報源と同様に変化が少ないデータと、大きな変化をするデータがある。geo など記憶がないと思われるデータほど、変化が少ない傾向がみられる。

以上より、記憶がある情報源ほど BW 変換の効果が期待できると考えられる。

表 3: 2 値の無記憶な情報源の結果比較

生起確率 $p$	総数	最大長	平均長
$p = 0.001$	0.9	0.9	0.9
$p = 0.01$	1.0	1.1	1.0
$p = 0.05$	1.0	1.0	1.0
$p = 0.1$	1.0	0.9	1.0
$p = 0.3$	1.0	1.0	1.0
$p = 0.5$	1.0	1.0	1.0

表 4: Calgary Corpus の結果比較

データ名	総数	最大長	平均長
bib	2.9	35.2	5.3
book1	1.8	12.9	1.3
book2	2.4	3.7	2.1
geo	0.9	19.3	1.1
news	2.2	0.6	1.9
obj1	1.6	1.0	0.9
obj2	2.7	12.5	3.9
paper1	2.5	1.9	1.3
paper2	2.1	2.4	1.3
paper3	2.0	3.3	1.1
paper4	1.9	1.7	1.1
paper5	1.9	1.4	1.1
paper6	2.4	1.0	1.2
pic	1.8	1.0	0.9
progc	2.4	1.2	1.4
progl	3.1	4.8	3.0
progp	2.9	0.2	1.8
trans	4.2	0.7	3.0

## 6 おわりに

BW 変換を前処理が反辞書を用いた圧縮方式に有効かどうかを調べるために、極小禁止語へ与える影響を計算機実験で調べた。その結果、記憶のない情報源の場合、生起確率に関わらず極小禁止語に影響を与えないことがわかった。逆に、記憶のある情報源なら、圧縮率が高まる可能性がある。

ところで、反辞書の構築方法として、著者らが開発した接尾辞配列を用いる手法<sup>9)</sup>がある。BW 変換でも接尾辞配列を用いることから、何らかの関連性が考えられる。また、BW 変換の前処理をしないで、反辞書構築時に一緒に BW 変換するアルゴリズムも考えられる。

今後は、記憶のある/なしの違いで本当に BW 変換の影響が変わるのか、効率的なアルゴリズムはないのか、模索していきたい。

## 参考文献

- 1) M. Crochemore, F. Mignosi, A. Restivo, and S. Salemi. Data compression using antidictionaries. *Proc. IEEE*, Vol. 88, No. 11, pp. 1756–1768, 2000.
- 2) D. Sun, H. Morita, and M. Nishiara. On construction of reversible variable-length codes including synchronization markers as codewords. *Proc. of 2006 Int'l Symp. on Information Theory and its Applications (ISITA2006)*, pp. pp.12–16, 2006.
- 3) 太田, 戸松, 木村, 森田. 反辞書符号化法を用いた不整脈検出. 信学技報 MBE2010-7, 2010.
- 4) M. Burrows and D.J. Wheeler. A block-sorting lossless data compression algorithm. *SRC Research Report*, Vol. 124, , 1994.
- 5) D. A. Huffman. A method for the construction of minimum-redundancy codes. *Proceedings of the I.R.E.*, pp. pp.1098–1102, 1952.
- 6) U. Manber and G. Myers. Suffix arrays: A new method for on-line string searches. *SIAM Journal of Computing*, Vol. 22(5), pp. 935–948, 1993.
- 7) 大川徳之. 算術符号と反辞書法を併用したデータ圧縮法. 東京大学工学部計数工学科卒業論文, 2005.
- 8) T. Ota and H. Morita. On the on-line arithmetic coding based on antidictionaries with linear complexity. *Proc. of 2007 IEEE Int'l Symp. on Information Theory (ISIT2007)*, pp. pp.86–90, 2007.
- 9) 深江, 太田, 森田. 接尾辞配列による反辞書構築法. 第 33 回情報理論とその応用シンポジウム予稿集 (SITA2010), Vol. 33, pp. pp.829–834, 2010.

# < 付 録 >

四国職業能力開発大学校・附属高知職業能力開発短期大学校の教育訓練体系について

－総合制作実習・標準課題・開発課題の説明－

この紀要には「総合制作実習」「標準課題」「開発課題」という言葉が出てきます。これを説明するためには、大学校・附属校の教育訓練体系を説明する必要があります。以下、簡単に大学校・附属校の教育体系を述べ、その中で上記課題がどのような内容と意味を持つのか説明します。

職業能力開発大学校とは、厚生労働省管轄の独立行政法人である「高齢・障害・求職者雇用支援機構」が設置し運営する教育訓練機関です。全国に、北海道・東北・関東・東京・北陸・東海・近畿・中国・四国・九州・沖縄の計 11 校があり、四国職業能力開発大学校（略称：四国校）もそのひとつです。各大学校には附属校として職業能力開発短期大学校を 1～2 校設置しています。四国校の附属校に高知職業能力開発短期大学校（略称：高知校）があります。

大学校・附属校の教育体系を、図 1 で説明します。ここでは標準的な場合を説明します。大学校・附属校には高校を卒業した学生が、入学試験を経て入学します。大学校は 4 年間の教育訓練課程を持っており最初の 2 年を「専門課程」、次の 2 年を「応用課程」と呼びます。附属校は 2 年間の「専門課程」のみになっています。専門課程を修了すると、応用課程に進学することもできますし、就職することもできます。多くの学生は応用課程に進学します。応用課程を修了すると、ほとんどの学生が就職します。

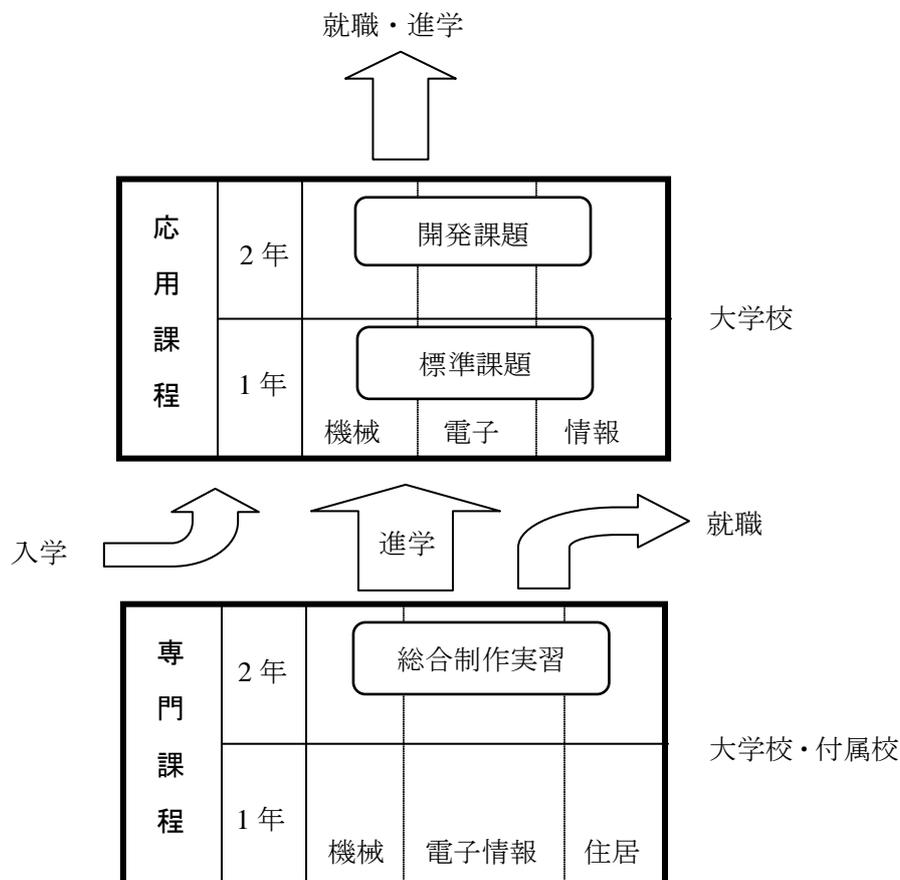


図 1 大学校・附属校の教育訓練体系と実習課題

四国校の専門課程には、機械・電子情報・住居（これらは正式名称ではありません）の3学科が、高知校には機械・電子情報の2科があります。機械と住居の定員は20名で電子情報の定員は30名です。応用課程には機械・電子・情報の3学科があります。これも定員は20名です。四国校に住居の応用課程はありません。しかし他の大学校には住居系の応用課程をもつところがありますので、住居の学生にも進学があります。

大学校・附属校の教育のもっとも大きな特長は、学科と同様に実習を重視していることです。学科で学んだ知識や技術を、実習によって実際のものづくりに応用してゆくようにしています。私たちはこの教育方法のことを「実学融合教育」と呼んでいます。「実」は実習・実技、「学」は学科・理論を意味します。実学融合教育によって、理論と技能をともに身につけた実践的な技術者を社会に送り出すこと、これが当校の目標です。

この目標を達成するために、カリキュラムが工夫されています。ここではその中で

- (1) 総合制作実習
- (2) 標準課題
- (3) 開発課題

について説明します。学生はこの順序で課題を実行します。

総合制作実習は専門課程の2年生の科目であり、いわば専門課程の卒業論文です。専門課程ではものづくりの基本となる知識や技術を学びます。総合制作実習はここで学んだ事柄に基づいて実際にソフトウェアやハードウェアを製作します。2年生後期の約半分の時間を当てています。本紀要には総合制作実習のテーマ名リストを掲載しています。

応用課程では、専門課程よりもさらに高度かつ実践的な内容の授業が行われます。1年生の後半～2年生前半に課されるのが標準課題実習です。ここでは、各科の学生でいくつかのグループを作らせ、これらの全グループに対し同一の製作課題が与えられます。すなわち、作るべき物の仕様が与えられたとき、それを実際に製作する手順や技能をここで習得します。各科の標準課題実習のテーマは本紀要には示していません。

最後に開発課題実習について説明します。開発課題の理念は、作るべき対象の仕様が与えられるのではなく、学生自身が発想し、企画し、設計することです。大まかなテーマが与えられたあと、学生は自ら行動するよう要請されます。活動にあたっては、機械・電子・情報の3科の学生がグループを作り共同で設計・製作してゆきます。このとき、コストおよび工程の管理、共同作業の進め方、連絡報告や発表の重要性とその方法などが指導されます。すなわち現実の企業活動を模擬した実践的かつ総合的な課題が開発課題であり、2年生の約70%の時間が費やされます。今年のテーマとその結果を後に掲載します。

以上、大学校・附属校の教育体系とその中での実習課題について簡単に説明しました。われわれはこのような教育・訓練によって「生産現場のリーダー」を育成することをめざしています。その活動の一端を本紀要でご覧下されれば幸いです。

**【開発課題】 ドアヒンジの自動検査システムの開発**  
**Development of an Automatic Inspection System for Door Hinge**

生産機械システム技術科 竹内政人、中村智、宮川真一、村上雅志、矢野孝幸  
 生産電子システム技術科 岡田光利、喜多誠、戸田宏昌、前谷陽介  
 生産情報システム技術科 佃浩輝、野村唯、眞鍋祥、水口祐樹  
 指導教員：池本和夫（機械）、三浦志樹（電子）、水田善朗（情報）

**1. 概要**

ドアヒンジのブッシュの装着状況検査に、画像処理およびPLC制御技術を適用した。実際にラインに組み込むことを想定して、ヒンジの供給と姿勢制御、ブッシュの検査、良・不良品の分別までを自動化し、検査の時間短縮と精度を向上する産業用画像処理システムを開発した。

**2. 開発システムの構成と自動検査の概要**

部品の組み合わせにより8タイプあるドアヒンジについて、ブッシュの装着状況を自動検査する。撮像範囲に含まれるメール、フィメールヒンジと、ピンおよびブッシュの構成は全てのドアヒンジで同一の検査条件にする。

開発システムの外観と主要機構部を図1に、制御部の構成と検査フローを図2および図3に示す。図4に示すように、第一検査部でドアヒンジの正面から左右のブッシュを同時に撮像し、第二検査部では、組立時にピンに押し込まれる右側のブッシュのみを撮像する。正面の画像処理ではトリミング部分を2値化し、ヒストグラムの谷の間隔により良品と不良品を判別する。右側面では黒とグレーおよび白に3値化処理し、黒とグレーの領域の比で良否を判別する。

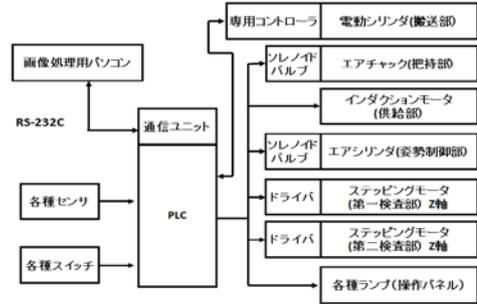


図2 制御部の構成

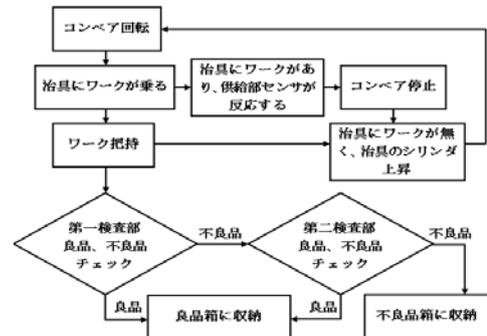


図3 検査フロー

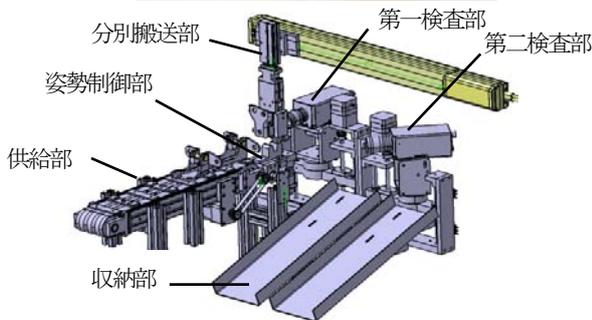


図1 開発システムの外観と主要機構部

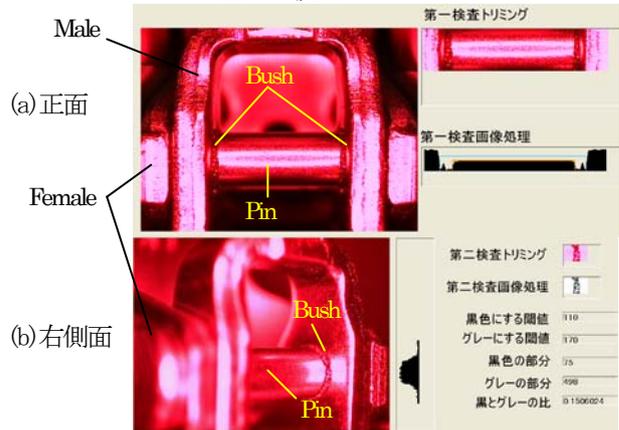


図4 正面および右側面の画像処理

**3. 開発システムの検証結果**

8タイプ40個のドアヒンジに対する検査を10回繰り返した結果、表1に示すように、検査誤りをなくして過検出を低減できた。検査時間も5.2秒以下に短縮できた。

表1 開発システムの検証結果[%]

検査項目	ヒンジタイプ								合計
	A	B	C	D	E	F	G	H	
検査精度	80	100	100	100	100	100	100	100	97.5
検査誤り	0	0	0	0	0	0	0	0	0
過検出	20	0	0	0	0	0	0	0	2.5

## 【開発課題】 真珠採取機の開発 Development of a Pearling Machine

生産機械システム技術科 小野敏和、久米広基、中山和哉、平岡賢二  
生産電子システム技術科 東 大輔、玉置大亮  
指導教員：北村 寛 (機械)、羽原由雄 (電子)

### 1. はじめに

一般的に、真珠の多くはアコヤ貝を母貝として養殖されている。挿核手術(核入れ)後、約1年半経過して真珠を取り出す(この作業を浜揚げと呼ぶ)。15~16人で1日約2万個処理している。貝を開き、真珠の入った内臓を取り去り、貝柱と貝殻を分離する。真珠採取が主目的であるが、貝柱は食用として、内臓は家畜の飼料に、貝殻もリサイクルしたいと養殖業者の方から依頼を受けた。初年度である今年度は、真珠の入った内臓をエア吸引方式で採取する実験機を製作した。

### 2. 内臓吸引実験

エア駆動式クリーナを使用し、内臓吸引実験を行った。あらかじめ開いた貝の内臓を図1のようにクリーナ吸引口に近づけ、その後ゆっくりと離すと図2に示すように貝柱だけを残し内臓はきれいに取れた。実験は30回行い約70%の確率で図2のような結果が得られた。



図1 吸引前の様子



図2 吸引後の様子

### 3. 試作機の製作

吸引実験の動作をもとに機構設計を行い、試作機を製作した。モータの回転運動を、クランク機構で往復直線運動に変換し、この往復直線運動するリニアガイドブロックに吸引ノズルを取り付け、ノズル口を貝に近づけたり離したりする動作を上下運動で再現した。ステッピングモータは、励磁最大トルク 1.35N・m、基本ステップ角 1.8° のものを使用した。吸引部の機構、構造を表したものと製作した簡易実験の様子を図3にまた、簡易型実験装置全体を図4に示す。

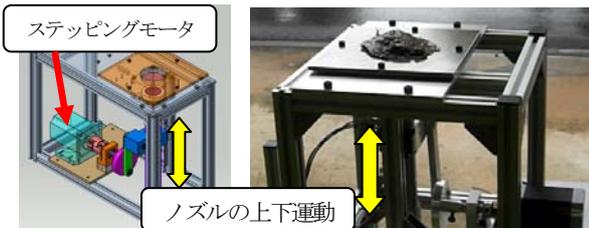


図3 吸引部の3D図と簡易実験の様子

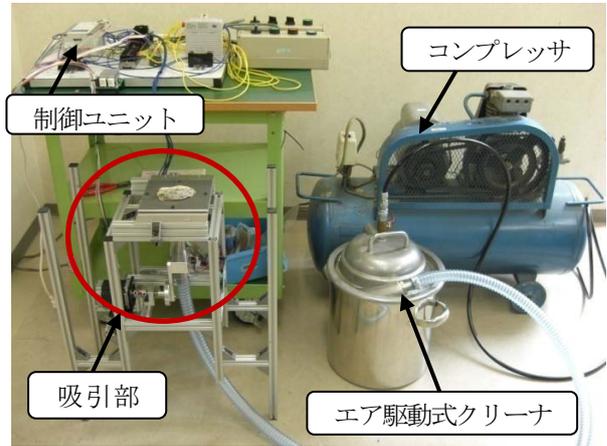


図4 簡易型実験装置

### 4. 現地での吸引実験と結果

2011年2月初旬に宇和島の真珠養殖業者に出向き、現地での真珠採取実験を行った。海から揚げた貝を開き、図3と同様の内臓吸引実験を行った。図5にその様子と結果の一部を示す。図5に示すように、内臓の一部または、大部分が残ってしまった。内臓の一部と真珠は約60%の確率で吸引されていた。



図5 現地での吸引実験の様子と結果

### 5. 考察

現地での実験から得られた考察を以下に記す。

- ① 海から揚げた直後の貝は、大きくしかも鮮度が高いことから内臓と貝殻との密着度も非常に高かった。したがって多くの内臓が残ってしまった。
- ② あらかじめ、吸引する前に内臓をパールナイフ等で貝殻から浮かしておくとお内臓の大部分を吸引することができた。

### 6. おわりに

初年度として取り組んだアコヤ貝の内臓吸引については成功率の低い結果となった。しかし、今実験で得られた内臓吸引に関するデータをもとに、平成23年度新しい吸引方法を考案し装置開発に取り組んでいく。

## 【開発課題】 インソール製作支援システムの開発 Development of a Supporting System for Insole Manufacturing

生産機械システム技術科 赤松達郎、大谷哲也、子川恭範、三宅庸夫、宮崎由隆  
生産電子システム技術科 青山慎也、林 幸平、東 和哉、森 淳史  
生産情報システム技術科 赤松健治、平尾和宏、三嶋 涼、山崎宏之  
指導教員：榎本 実（機械）、天野 隆（電子）、谷本富男（情報）

### 1. はじめに

障害者やスポーツ選手などのインソールは、メタターサルパッド（以下パッドとする。）と呼ばれる足骨格のアーチをサポートする部分を有する場合がある。現在、このパッドの位置はメーカー側の経験や実績に基づき決めており、使用者にフィットしないことが少なくない。この場合、調整のための後加工をする必要がある。そこでインソールの加工前に擬似的にパッドを配置したシステム上に使用者を乗せ、足底圧力分布や使用者自身の感覚を取得する。これを基にパッドの位置を決定すれば、フィットしやすく後加工も省けると考え、開発に至った。

### 2. システム外観

図1にシステム外観、表1にシステムの主な仕様を示す。中央部に位置するパッドは4軸（上下、左右、前後、回転）可動である。この上に片足を乗せる。

表1 システムの主な仕様

PSD	システム全体	足底圧分布、足輪郭形状、パッド輪郭形状および基準点位置座標
パッド		体重(100kgまで)をかけた状態でパッドが調整可能
		パッドはX、Y、Z、Rzの4軸可動
制御系		可動範囲（分解能）はX、Yは±10mm(1mm)、Zは±15mm(1mm)、Rzは±15deg(1deg)
計測系	足底圧力計測範囲は縦280mm、横120mm、分解能は縦横ともに8mm	
	足底面内のパッド位置を特定するための輪郭形状計測	
GUI	GUI上でパッドの位置を指示可能	
	色情報による足底圧力分布の2次元表示	

図1 システム外観

### 3. 足底圧力の計測

図2に足底圧力の計測の原理とセンサ外観を示す。格子上に配置したネオジウム磁石の直下にウレタン緩衝材を介し、ホール素子を配置している。足で踏んだ際、磁石とホール素子との距離が変化する。この変化を格子点ごとにセンシングする。図3に負荷とホール素子出力電圧の関係を示す。本センサは図1に示すパッドを覆うように敷き、その上に使用者を乗せる。

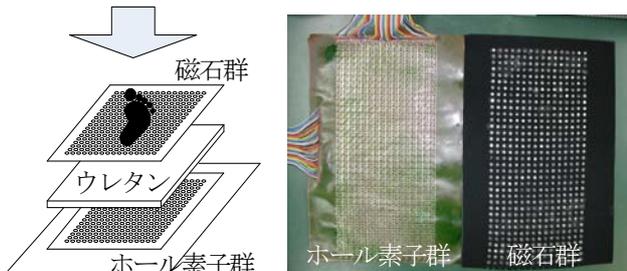


図2 足底圧力計測の原理とセンサ外観

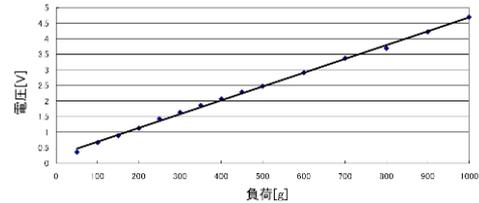


図3 負荷とホール素子出力電圧の関係

### 4. 足輪郭の計測

図4に足輪郭の計測方法と周囲4辺に配置されたPSDセンサを示す。センサと足表面の距離から輪郭形状に変換する。足表面の凹凸を考慮し、4つのセンサを鉛直方向に等間隔に配置した。

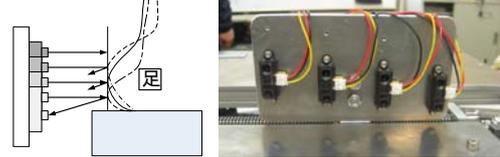


図4 足輪郭の計測方法と配置されたPSDセンサ

### 5. GUI

図5にGUIを示す。画面左側は、実際に計測した足底圧力分布（ただしフラットな面上で計測）を表示した。なお画面右側は、パッドの操作系や被験者の個人情報、予め登録されたパッドの形状等が表示される。

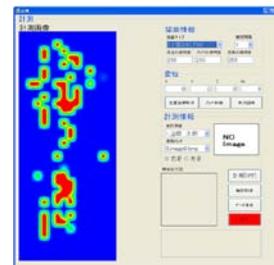


図5 GUI

### 6. おわりに

現状を以下に列挙する。

- ・パッドの位置決めは可能となったが、コントローラの不具合により動作が不安定である。
- ・足底圧力の計測は、各ホール素子とネオジウム磁石の個体差、各格子点の出力とアンプの切り替えタイミング等の不具合により動作が不安定である。
- ・足輪郭形状は計測データ取得まで至らなかった。次年度は洗い出された問題を解決する、あるいは別のアプローチからシステムを構築する予定である。

## 【開発課題】プリント基板穴あけ装置の開発

### Development of a Drilling Machine That Automatically Detects PWB Land Position

生産機械システム技術科 西川 祐二 安藤 優貴 浪越 嵩博 鷲尾 圭一 八木 健太  
生産電子システム技術科 遠山 卓 小河 友弥 ○川上 裕  
生産情報システム技術科 阿萬 巖之 田中 圭介 中 恭介 加賀 裕也  
指導教員 奥猛文（機械） 蔵本 一峰（電子） 千知岩浩一（情報）

#### 1. はじめに

本課題はエッチングされたプリント基板(以降、基板)に対して、基板の撮像データおよびCADデータからランド形状の穴位置を特定し、穴あけを施す装置を開発するものであり、昨年度からの継続課題である。今年度は、自動運転で一連の穴あけ加工を施す装置が開発できたので報告する。

#### 2. システムの仕様

本装置は、既に回路パターンの生成された基板の画像から穴あけ加工位置を認識する機能を有する。表1に本装置の仕様を、図1に全体図を示す。

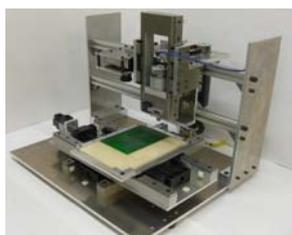


図1 システムの全体図

表1 装置の仕様

装置の寸法	機構部 W606×D530×H430mm 制御部 W700×D500×H700mm
ワーク (プリント基板)	サイズ: A5~A7 形状: 長方形形状に対応
主電源	AC100V
コレット チャック	付属コレット径 φ0.8、1.0、1.2、3.175mm 使用ドリル径 φ3.0mm 以下
加工条件	1穴当りの加工時間: 2s 以内 回転数 10000min <sup>-1</sup> 最大位置決め送り: 20mm/s
撮影範囲	210×150 (8枚撮り)

#### 3. システム構成

システムの機構部は、Z軸機構とX/Y軸ユニットで構成し、各機構のサーボモータにより位置決

めを制御する。特徴としてカメラの撮像データにおけるランド形状から穴あけ位置を特定する。

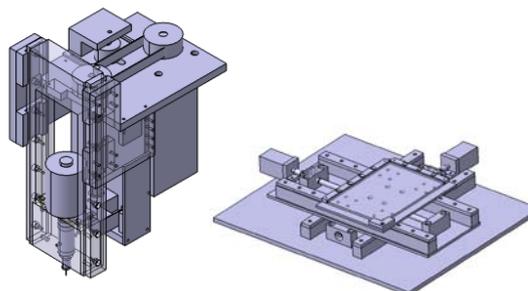


図2 Z軸機構 図3 X・Y軸ユニット

#### 4. 動作手順

動作は、穴あけ位置認識工程と穴あけ加工工程の2つの工程で構成される。

カメラの撮像データからランド形状を認識し、基板上の穴あけ位置を検出する。図4に画像認識後のデータを示す穴位置特定画面を示す。

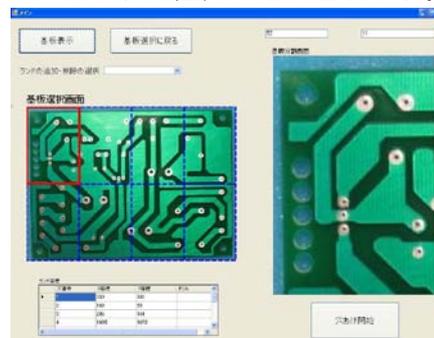


図4 穴位置特定画面

穴あけ加工工程は、前述の位置情報をもとに、指定したドリル径順に、穴あけ加工を行う。

#### 5. おわりに

今年度の装置では、カメラでの撮影から穴あけ加工までの自動動作がタッチパネル上で制御可能で、これにより一連の自動動作が可能となった。

今後は、画像検出や穴あけ精度の向上、自動運転の所要時間の短縮などを図っていきたい。

## 【開発課題】 視覚障害者のためのサポート機器の開発

### Development of Assistive Devices for the Visually Impaired.

生産電子システム技術科 上枝真也 宇佐美貴英 村上翔一 松井奨人

生産情報システム技術科 山田拓哉 岡康一郎 堅田裕人 近藤慧佑 樋堂智大

指導教員：小澤弘明（情報） 羽原由雄（電子）

#### 1. 概要

現在日本では約35万人の視覚障害者がおり、視覚障害者の外出について、白杖、盲導犬、歩行ブロック、介護役のヘルパーなどのサポート環境はあるが、万全とは言えない。

今回の開発では視覚障害者が移動手段に用いているバスをより利用し易くし、外出を今以上に容易にするために、バス停に到着したバスが自分の乗るバスなのかを判定するサポート機器の開発を行う。

#### 2. システムの構成

今回制作した制作物は路線データを送信する送信機、視覚障害者が使用する受信機、受信機を設置するクレードル、受信機に路線データを保存するアプリケーションの4つになる。図1にシステム構成を示す。

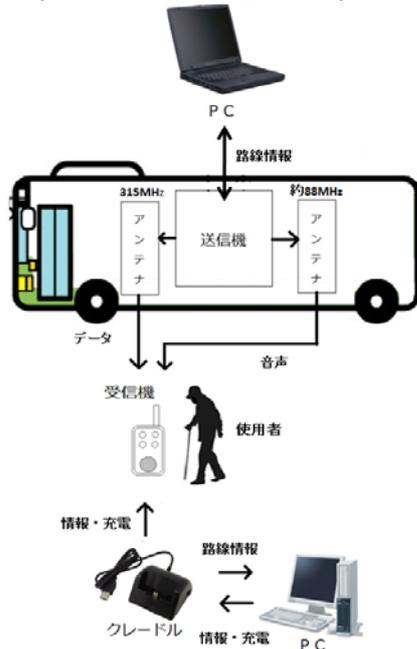


図1 システム構成図

#### 3. システムの流れ

システムの流れを、家族またはヘルパーが操作する部分および視覚障害者が操作する部分に分けて説明する。図2、図3、図4にシステムの流れを示す。

##### 3. 1. 家族またはヘルパーの操作部分

- ①乗車バス停と下車バス停を選択して時刻を表示。
- ②乗車する路線を選択してUSBで繋ぎシリアル通信で子機に路線情報を転送して保存する。

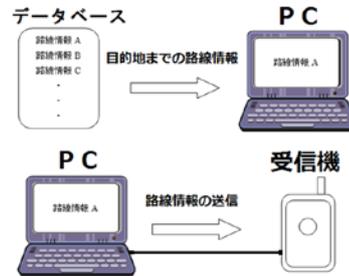


図2 家族またはヘルパーの操作部分

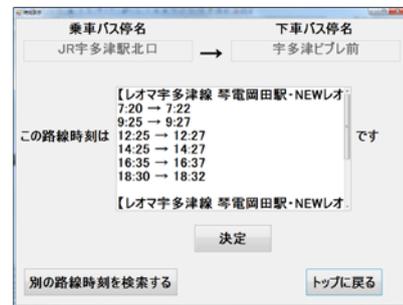


図3 検索システム

##### 3. 2. 視覚障害者の操作部分

- ①目的のバス停に使用者が到着し、子機の電源をオンにして、バスが来るまでバス停近くで待機する。
- ②目的のバスが止まったら子機から合図が出るので、バス停に止まっているバスに乗車する。



図4 視覚障害者の操作部分

#### 4. まとめ

今回作成した機器の開発において、視覚障害者とそのご家族の声を参考に、使いやすさと分かりやすさを重視した。その結果、視覚障害者がバス認識を容易に行うことができ、機器操作とPC操作の両方で複雑な操作を必要としないシステムが構築できた。

## 【開発課題】施設向け受付・案内ロボットの開発

### Development of a Guide Robot for Facilities

生産機械システム技術科 井坂 真理子、櫻井 寛朗、田中 宏和、宮地 芳明

生産電子システム技術科 大西 大輔、黒川 将礼、竹中 貴吉、山本 翔太

生産情報システム技術科 一小路 依里、江上 円佳、郷原 寿徳、小林 哲人、宮武 亮太

指導教員：西田和哉（機械）、武藤正昭（電子）、稲益悦夫（情報）

#### 1. 概要

施設向けサービスロボットとして、当校の応用棟内のエントランスホールの待機位置での受付、及び各階への移動案内を行うロボットの開発を目標とした。前年度まで1台であった移動ロボットを受付専用の親機と移動案内専用の子機の2台に分けて製作した。親機は画像認識による人の検出と音声対話による受付、子機はオムニホイール走行とエレベータ乗降による移動案内を行う。

#### 2. 設計製作状況

親機は、据え置型の受付・案内用とし、子機は、移動案内用とし、駆動輪には段差越えの改善策としてオムニホイールを採用した。また、外装デザインは、軽量化と質感を持たせるため、アルミ・アクリルパネルを主として使用した。案内機能を親機と子機に分散することで、柔軟なシステム設計ができるようにし、親機の対話機能の向上や子機の走行性能や操作性の向上を目標とした。

##### 2. 1 ロボット本体、機構部

基本仕様を表1、親機と子機の完成図を図1に示す。

表1 基本仕様（親機・子機）

	親機	子機
本体	H1300×W430×D300	H1250×W500×D500
電源	AC100V(家庭用電源)	バッテリー
移動方式	固定・据付	自律移動・無線操作
制御装置	ボードPC	ボードPC、マイコン



図1 案内ロボット親機と子機

##### 2. 2 親機による受付・案内

ロボット親機による受付・案内システムの操作画面を図2に示す。人が親機に近づくと案内を開始し、音声対話とタッチパネル操作により、来訪者の訪問先を部屋名または先生名で確認し、ロボット子機に伝達する。



図2 受付・案内システムの操作画面

##### 2. 3 子機による移動案内

図3に示すオムニホイール及びエレベータ操作アーム実装により、移動案内時の走行安定性やエレベータ操作時の低電力化を達成した。親機から伝達された訪問先へ自律移動により案内するための基本機能は完成したが、統合的な自律走行システムとしては未完成であった。

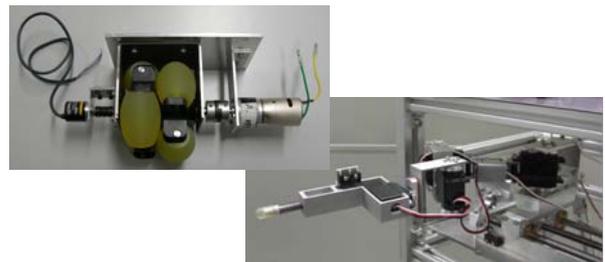


図3 オムニホイールとエレベータ操作用アーム

#### 3. まとめ

オムニホイールの採用や腕部機構の改良により、段差越えや走行安定性及びエレベータ操作性が改善された。しかし、ロボットの操作が分散され、開発・保守時と運用時におけるロボットの操作が複雑になった。案内ロボットとして概ねの完成を見たが、自律走行による案内は未完成に終わり、ロボットの操作システムの統一化や、バッテリー充電等のメンテナンス性に課題が残った。

## 平成 22 年度（平成 23 年 3 月卒）専門課程総合制作実習 テーマ一覧

### 四国職業能力開発大学校

#### 生産技術科

##### 転位歯車模型の改良

Improvement of the Profile Shifted Gear Model

岩崎祐矢、進木淳也、眞鍋裕希、山本和也 指導教員 小田浩司

##### 三次元造型機による偵察ロボットの製作

Production of a Reconnaissance Robot by 3D Molding Machine

安藤浩輝 指導教員 安部章二郎

##### 電動式エア排出機構の製作

Production of the Electric Air Discharge Mechanism

大石和未、小松誠司 指導教員 安部章二郎

##### センタ穴加工ワーク取り付けジグの製作

Production of the Center Hole Processing Jig

福田貴三彦 指導教員 安部章二郎

##### 昇降装置の製作

Production of a Lifting Equipment

中村宣広、眞鍋隼人、溝淵友樹、渡辺遼 指導教員 穴田悦生

##### 技能検定 1 級（数値制御フライス盤作業）実技課題の製作

Challenge to the Practical Skill Problem of Level 1 Trade Skills Test (NC Milling Work)

杉江邦夫、福崎孝史、藤原寛隆、宮武遼多 指導教員 藤沢則秋

##### ねじ式パンタグラフジャッキの製作

Production of the Screw-type Pantograph Jack

岡田誠、河合智司、篠原悠輔、曾我部友輔 指導教員 神田健一

#### 電子情報技術科

##### レゴマインドストーム NXT を使った自立型倒立二輪ロボットについて

Two-wheeled Inverted Pendulum Type Self-standing Robot Using LEGO Mindstorms NXT

三嶋隆弘、谷脇悠麻 指導教員 瀧本雄一

携帯端末 OS「Android」を搭載した組み込みマイコン

Embedded Control System in Android OS

武部大二郎

指導教員

瀧本雄一

ODBC を使用した蔵書管理プログラムの作成

Creation of a Bibliotheca Management Program Using ODBC

大西良典

指導教員

中村美利

Visual Basic による簡易出欠管理システムの作成

Creation of Simple Attendance Management System by Visual Basic

大森海

指導教員

中村美利

子供向け電子工作教材の検討

Examination of Electronic Workshop Teaching Material for Children

宮崎真里、尾崎友夏

指導教員

中村美利

SH-3DSP における組み込み Linux 教材の新章作成

Preparation of a New Chapter in Built-in Linux Teaching Material in SH-3DSP

黒瀬和矢

指導教員

中村美利

親子ものづくり体験教室用教材「ソーラーカー」の作成

Preparation of "Solar car" Teaching Material for the Parent-and-child Experience Classroom

松本拓也

指導教員

中村美利

ET ロボットコンテスト 2010 におけるコースの製作

Construction of Competition Course for ET Robot Contest in 2011

田中仁志、中井友輝

指導教員

鳥谷部太

自動姿勢制御自転車のソフトウェア開発

A Study on Software for an Automatic Attitude Controlled Bike

竹本翔

指導教員

鳥谷部太

ペーパークラフトデザインと電子工作の製作に関する考察

A Consideration to Paper Craft Design and Electronic Gadgets Making

宇高涼

指導教員

鳥谷部太

### 筋電位センサーの製作

Production of an EMG Sensor

白井健悟

指導教員 鳥谷部太

### 自立型ライントレース・ロボットを使った組込みソフトウェア開発

Embedded Software Development Using a Self-Sustaining Line Trace Robot

森裕貴、松本悠希

指導教員 中尾亀参継

### フルカラーLED cube の製作

Production of a Full-Color LED cube

浜田隆完、宮田幸大

指導教員 中尾亀参継

### マイコンカーの製作

Production of a Microcomputer-controlled Car for Micom Car Rally

藤田浩平

指導教員 中尾亀参継

### 教室予約システム支援ツールの作成

Development of Supporting Tool for Classroom Reservation System

板本知也

指導教員 中尾亀参継

### 野球用電子スコアボードの製作

Creation of an Electronic Scoreboard for Baseball Game

伊藤達哉

指導教員 永松将貴

### ソーラーカーコンテストのための太陽パネル制御装置の製作

Creation of a Solar Panel Controller for Solar Powered Car Contest

切中健太

指導教員 永松将貴

### 人検知機能を持った扇風機の製作

Production of a Fan with Human Detecting Function

安倍航

指導教員 永松将貴

### 室内スポーツ用電子スコアボードの製作

Creation of an Electronic Scoreboard for Indoor Sports

前田直也、上杉泰輝

指導教員 永松将貴

## 住居環境科

### 校内休憩所の設計・施工

Designing and Construction an Intramural Bower

佐野匠、細川誠司、森本善彦

指導教員 齋藤慎一郎

### 鉄筋コンクリート構造の模型作製

Construction of a Reinforced Concrete Structure Model

飛谷有輝

指導教員 越智隆行

### コンクリートカヌー大会への挑戦

Challenge to the Concrete Canoe Competition

中尾和也

指導教員 越智隆行

### 人間工学に基づいた椅子の製作

Designing and Production of an Ergonomic Chair

白石茂愛

指導教員 板倉真

### 曲木を用いた家具の制作

Designing and Production of Furniture using Bending Wood

中塚貴翔

指導教員 板倉真

### 組木の椅子

“KUMIKI” TOY CHAIR ; Forgot how to assembe it again

穂積亜希

指導教員 板倉真

### 壁材の違いによる室内熱環境に関する実験的研究

Experimental Study on Indoor Thermal Environment with Different Wall Materials

大野友也、藤崎翔平

指導教員 出口秀史

### ラティス耐震パネルの開発

Development of Seismic Resisting Lattice Panels

金山知幸、宝利亮佑

指導教員 宇都宮直樹

### 香川県の壁土の強度に関する研究

Study on the Strength of Wall Clay in KAGAWA

三木文寛

指導教員 宇都宮直樹

## 高知職業能力開発短期大学校

### 生産技術科

#### 乾式遠心バレル研磨機の強度解析

Strength Analysis of Dry Centrifugal Barrel

岡田直大、前田翔悟

指導教員 藤原亮

#### RP による建築設計支援

Architectural Design Support using RP

岡田直大、本田恭也、増田凌

指導教員 藤原亮

#### 分級機実験装置の製作

Production of Classifier Experimental Device

澤田知浩、前田翔悟

指導教員 藤原亮

#### カートの製作

Production of a Kart

立木準也、門田直也、高石将太、大石一貴、田畑勇貴、平井証名

指導教員 上田潤一

#### NC工作機械の教材作成

Teaching material making of numerically controlled machine tool

岡修作、濱口勇人

指導教員 帆足雅晃

#### 茄子用液肥の運搬補助装置の製作

Production of transportation auxiliary equipment of liquid manure for eggplant

宮本翼

指導教員 帆足雅晃

#### メタル輪ゴム銃の製作

Production of metal rubber band gun

河内康訓、曾我部良太

指導教員 帆足雅晃

#### ヨーグルトパック供給装置の設計・製作

Production and design of Yogurt Packs Supply

関紀栄、永野雄太、長谷川俊樹、和田恭伸

指導教員 福原祥雅

## 電子情報技術科

### RFID を使った野菜情報読み取りシステムの制作

Production of Readout System Using RFID that Recorded Vegetable Information

伊勢脇奨司、上村洋平、檜垣貴、山崎朗平

指導教員 磯部真一郎

### 競技用ロボットの作成

Production of Line Tracing Robot for Competition

岩川裕樹、小原都司

指導教員 磯部真一郎

### 赤外線を用いたラジコンヘリの制作

Production of an infrared radio - controlled model helicopter

中岡大亮

指導教員 井上信之

### 携帯電話向け学校ホームページの制作

Production of Mobile Phone website

川村由香里、水谷真彩子

指導教員 井上信之

### 学校案内端末システムの制作

Production of Polytechnic College KOCHI school building Information System

清家里奈、福岡千純、渡辺麻衣子

指導教員 井上信之

### Wii リモコンで操作するプレゼンテーション拡張装置の開発

Development of the presentation extension equipment using Wii Remote

土居弘尚、高野凌、高橋勝、西村幸之介、松本智也

指導教員 深江裕忠

### GPS を使用したヘリコプタ模型の自動運航装置の制作

The Product of The Autopilot Toy Plane by GPS

村上聡彦

指導教員 山岡眞吾

### 光と音の速度を利用した座標検知システムの製作(システム概要)

The Local Area Positioning System used by some differential receive timings between ultrasonic signal & light signal.(The part of System)

竹内大介

指導教員 山岡眞吾

### 光と音の速度を利用した座標検知システムの製作(CAN通信)

The Local Area Positioning System used by some differential receive timings between ultrasonic signal & light signal.(The part of CAN)

横田雄司

指導教員 山岡眞吾

### 光と音の速度を利用した座標検知システムの製作(信号発信基板の実験用プログラム)

The Local Area Positioning System used by some differential receive timings between ultrasonic signal & light signal.(The part of Signal Generator)

真鍋宏二、

指導教員 山岡眞吾

### 光と音の速度を利用した座標検知システムの製作(Bluetooth)

The Local Area Positioning System used by some differential receive timings between ultrasonic signal & light signal. (The part of BlueTooth)

上谷佳大

指導教員 山岡眞吾

### 光と音の速度を利用した座標検知システムの製作(赤外線/音波信号の送信部基板)

The Local Area Positioning System used by some differential receive timings between ultrasonic signal & light signal.(The part of IR/Ultrasonic Signal Transmit)

前田愛輝

指導教員 山岡眞吾

### 光と音の速度を利用した座標検知システムの製作(プリント基板設計)

The Local Area Positioning System used by some differential receive timings between ultrasonic signal & light signal.(The part of Printed Circuit Board)

石田聖也

指導教員 山岡眞吾

### ボイスチェンジャーの製作

Production of Voice Changer

川村悠貴、竹崎尚貴、中澤亨介、野村一成

指導教員 吉岡誉吏

### Twitter ライクな掲示板の製作

Production of Online Message Board like Twitter

小島大輔、原卓矢、金澤美好

指導教員 吉岡誉吏

平成 23 年度 紀要編集委員会

四国職業能力開発大学校

委員長 稲葉 武彦 (校長)

副委員長 若松 道博 (統括部長)

委員 神田 健一 (生産技術科)

委員 蔵本 一峰 (生産電子システム技術科)

委員 小澤 弘明 (生産情報システム技術科)

委員 板倉 真 (住居環境科)

事務局 朝倉 均 (学務課長)

高知職業能力開発短期大学校

委員長 杉本 博 (校長)

副委員長 須田 浩之 (能開部長)

委員 藤原 亮 (生産技術科)

委員 吉岡 誉吏 (電子情報技術科)

事務局 坂本 好兄 (調査役)

四国職業能力開発大学校

高知職業能力開発短期大学校

紀要 第 23 号

---

発行 平成 23 年(2011) 12 月 1 日

発行者 四国職業能力開発大学校  
〒763-0093 香川県丸亀市郡家町 3202  
TEL 0877-24-6290 FAX 0877-24-6291

印刷 株式会社 美巧社  
高松市多賀町 1-8-10

---