

技能 と 技術

ISSN 1884-0345
通巻第259号

職業能力開発技術誌

1/2010

特集●新技術・新産業にかかる職業訓練の現状について



Vol.45

技能と技術

1/2010号

通巻No.259

特集● 新技術・新産業にかかる職業訓練の現状について

太陽光発電を利用した省エネルギー化への取り組み	1
吉田信也・古井英則／職業能力開発総合大学校東京校 電気・電子系	
燃料電池を活用した計測アプリケーション実習教材の検討	9
山口 修／雇用・能力開発機構佐賀センター 電気・電子系	
川上拓也／四国職業能力開発大学校 生産情報システム技術科	
間伐材を用いたログハウスの開発	17
古本勝則・望月孝則／近畿職業能力開発大学校 建築施工システム技術科	
外燃機関エンジンの設計・製作	23
高橋茂信／北陸職業能力開発大学校	
研究ノート 可視光を利用したトランスミッタの試作	30
内間安幸・喜屋武秀昭・溝口正大・石本直幸／沖縄職業能力開発大学校	
調査・研究報告 キャラクター商品の知的財産に関する一考察	33
西口美津子・足立香名子／港湾職業能力開発短期大学校横浜校	
海外情報 メキシコCNADへの短期派遣報告	40
村田光昭／近畿職業能力開発大学校附属京都職業能力開発短期大学校 生産技術科	
施設紹介 山梨県立産業技術短期大学校	48
石川公彦／山梨県立産業技術短期大学校	
ポリテクカレッジ福山	53
金丸順夫／中国職業能力開発大学校附属福山職業能力開発短期大学校	

太陽光発電を利用した 省エネルギー化への取り組み

— 発電・計測装置の製作と計測プログラムの作成・評価 —

職業能力開発総合大学校東京校 電気・電子系 吉田 信也・古井 英則

1. はじめに

近年、太陽光発電はクリーンエネルギーの活用面から話題となっている。また、この太陽光発電は環境対策の一環とし政府も力を注いでいる。

職業大東京校では、学生の教育訓練、および、関連技術者育成（含む教材開発）を目的として研究に取り組んでいる。

本報は、その概要を報ずるものである。

2. 太陽電池の原理

原理は、半導体のPN接合部に光エネルギーを吸収させそのエネルギーで価電子帯の電子を励起させ、電子・正孔対を生成する。

発生した伝導帯の電子群は負極（-）となり、価電子帯の正孔群は正極（+）として作用し起電力を得る。

図1は、その概念を示したものである。図2は、取り出せる電力について概要を示したものである。PN接合の特性で、暗電流に相当する特性はダイオード静特性であり、光照射時の電流の特性が起電

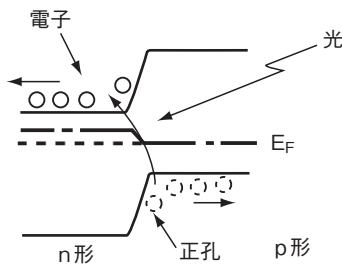


図1 PN接合での電子・正孔の生成

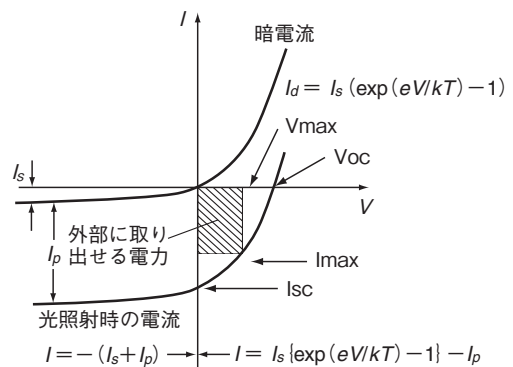


図2 取り出せる電力

力を生じたときの特性である。図中の斜線部が取り出せる電力部分である。

取り出せる電圧値は、PN接合の1セル（一素子）当たりは、0.6～0.7V程度である。したがって、高い電圧を得るにはセルの直列接続が必要となる。また、大きい電力を得るには広いセル面積（セルの並列接続など）が必要となる。

また、照射光に対する変換エネルギー効率も、下記のように処理され、データ値はこの計算方法が一般に用いられている（図2参照）。

開放電圧： V_{oc} 短絡電流： I_{sc} とし、受光面面積： S とすると電流密度： J_{sc} は次式となる。

$$J_{sc} = I_{sc} / S \quad \dots\dots (1)$$

また、最大出力電圧： V_{max} 最大電流： I_{max} とすると特性の曲線因子： FF は次式となる。

$$FF = \frac{V_{max} \cdot I_{max}}{V_{oc} \cdot I_{sc}} \quad \dots\dots (2)$$

照射光のエネルギーを $100\text{mW}/\text{cm}^2$ ($1000\text{W}/\text{m}^2$)
で規格化すると効率： η は次式となる。

$$\eta = V_{oc} \cdot J_{sc} \cdot FF [\%] \dots\dots (3)$$

3. 太陽電池の分類と用途

太陽電池（セル）は、用途により材料が異なる。
図3は、分類例を示した表である。図4は、主なセルと変換エネルギー効率の概略を示している。

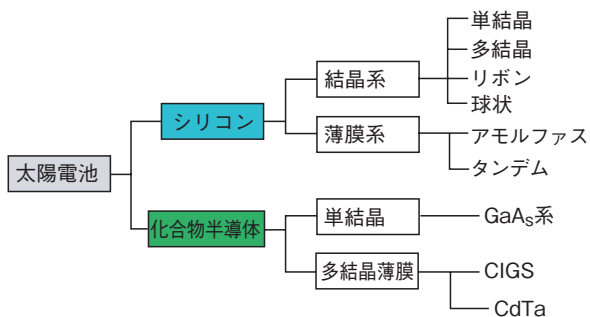


図3 セルの材料や構造による分類

3.1 極小型用途（モバイル用など）

- ① サイズが小さく結晶系での製造が容易である。
 - ② 結晶系は変換エネルギー効率が良いこと。
 - ③ コストが低廉（シリコン材料）であること。
- 等から、結晶系を主体としたタイプが多用されている。

3.2 屋外設置の電力用の用途

- ① セル自体が大型であること。
 - ② 大型セルの製造には薄膜系が有利なこと。
 - ③ コストが低廉（シリコン材料）であること。
- 等から、薄膜系（アモルファスなど）が主体として多用されている。

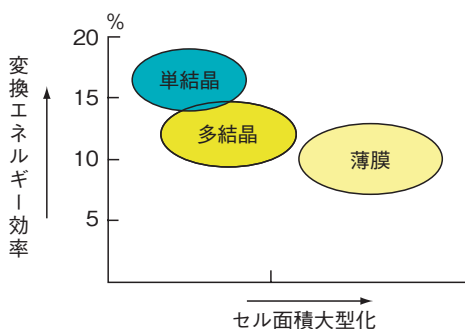


図4 各種シリコン材料セルと効率

3.3 特殊な用途

- ① センサや宇宙衛星用など。
 - ② 特別な波長特性の要求など特殊特性要求。
- 等から、化合物半導体のセルが特殊用途に多用されている。

4. 太陽電池の概略構造と写真例

セルの断面略図の一例を図5に示す。受光面には反射防止が施され、入射光を効率良く取り入れる構造である。

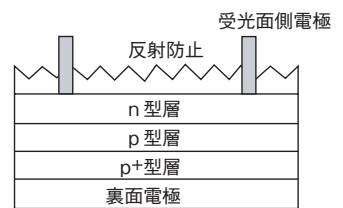


図5 セル断面略図の一例

PN接合は、反射防止を施してあるガラス基板の下に構成され高濃度P形（P⁺層）の裏側に裏面電極が構成されている。

極小型の太陽電池の外観例を図6に示す。



図6 極小型の太陽電池例

また、屋外設置の電力用は、単位セルを複数接続して太陽電池モジュールを構成する。

その太陽電池モジュールを屋外にアレイ状に敷設し、太陽電池アレイを構成し利用している。図7は、その構成をイメージで示したものである。

また、図8に、職業大東京校で敷設した写真を示す。

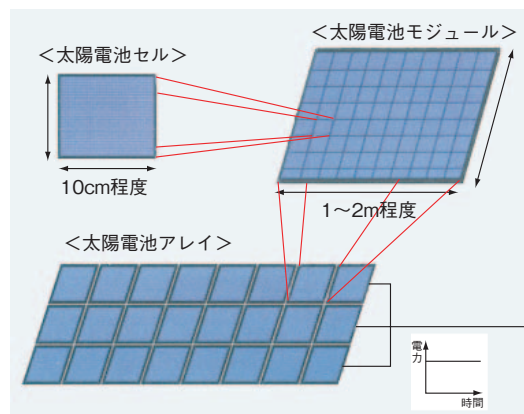


図7 太陽電池アレイのイメージ

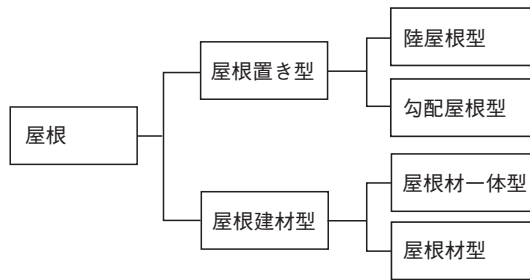


図8 職業大東京校での敷設状況

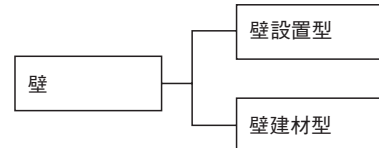
5. 屋外設置モジュールの主な種類

屋外設置の太陽電池モジュールにも多くの種類がある。設置部位や設置方式により適切な種類を選定することが大切である。

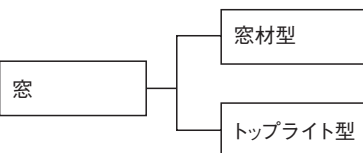
① 設置場所：屋根



② 設置場所：壁



③ 設置場所：窓



ここで建材型（建材目的も兼ねるタイプ）の太陽電池は建築基準法（建築物の立地，建築物の構造・用途，建築物の構造強度等）の関連知識を必要とする。

前掲（図8）職業大東京校での敷設例は，一般家屋に多用されている「屋根置き型」を用いている。また，取り付け用の架台支持金具等は，すべて自加

工（東京校）であり壁設置も可能としている。

6. 施工関連の知識

6.1 発電容量と法手続き

太陽光発電では，電気関連の法規から届出や承認，審査事項がある。

下表は「発電量と電圧の種別」による，届出や承認の必要事項を示したものである。

この表から，発電量が20 [kW] 以下で，かつ，低圧であれば届出や承認の必要がないことが判断できる。

また，20 [kW] の容量は，太陽光発電ではきわめて大きい容量である。

一例で考察すると，太陽電池（1200×530mmサイズ）モジュールでの発電量の最大出力が約70～75W程度であるから，20 [kW] を75 [W] で除すればモジュール数が求められる。その値は約267モジュールとなる。

通常の一般家屋で太陽光の当たる屋根面積を考慮すると，この数のモジュールをアレイ状に敷設できる広さはまれと考えられる。このことから，一般家屋への太陽光発電は関連法の手続きがほとんど必要ないことをうかがい知ることができる（但し，低圧

表1 発電量と電圧種別の手続き

太陽電池による発電システムの手続き

電気工作物	出力規模	工事計画	使用前安全管理診査	使用開始届	主任技術者	保安規定
自家用	100kW以上	届出	実施	不要※1	選任	届出
	500kW以上 1000kW未満	届出	実施	不要※1	不選任承認	届出
	20kW以上 500kW未満	不要	不要	不要	不選任承認	届出
	20kW未満※2	不要	不要	不要	不選任承認	届出
一般用	20kW未満※3	不要	不要	不要	不要	不要

届出先 経済産業省

電圧の種別

電圧の種類	低 圧	高 圧	特別高圧
直流	750V以下	750V超過7000V以下	7000V超過
交流	600V以下	600V超過7000V以下	

※1 出力500kW以上の電気工作物を譲渡，借用する場合には届出が必要。

※2 高圧連系の20kW未満は自家用工作物。

※3 低圧連系の20kW未満，もしくは独立型システムの20kWが該当する。

連系システム)。

もちろん、電力会社との売買電をする場合や補助金を申請する場合は、後項で示すところの必要な申請手続き（所轄官庁や電力会社との協議・契約）が必要である。

6.2 売買電するシステムの概要

現在主流となっている系統連系システムの概要を図9に示す。また、要素概要を①～⑤に示す。

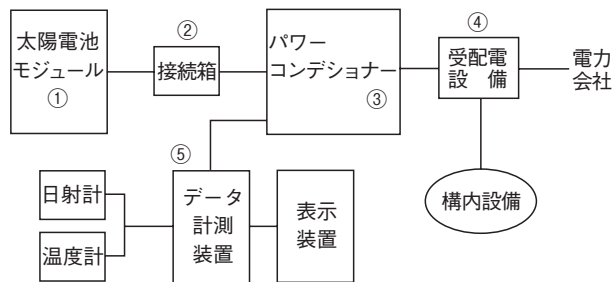


図9 システム連系システムの概要

- ① 太陽電池モジュールは、既述したようにアレイ状に敷設される。
- ② 敷設されたモジュールを接続箱で接続し、集電する。
- ③ 集電された電力は、直流であるからパワーコンディショナで交流に変換する。この際、電力会社より供給される電力との協調（電圧、周波数、位相の調相）を行う。
- ④ この③で得られた電力は受配電設備に送られ構内利用や電力会社に供給する。したがって、この受配電設備には、買電と売電の積算電力計が設備されている。
- ⑤ 太陽光発電の発電量を大きく左右する要素に日射量や温度がある。日射量は直接発電量に影響し、温度はモジュール内の生成キャリアのモビリティに影響する。特にモビリティは温度上昇に伴い低下し、発電効率を低下させる。

そこで、日射計、温度計が設置され発電量と屋外状況を表示しモニタができるシステムが構成されている。

6.3 システム構築の一般的な流れ

一般的な系統連系システムの構築の流れについて図10に概要を示す。図中の必要な申請手続きが、既述した設置側が行う法的手続きや売買時の電力会社との手続き、補助金の手続きである。

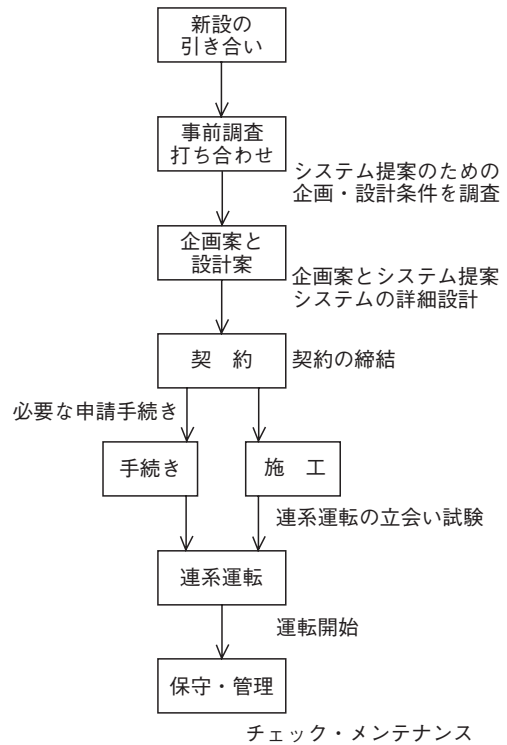


図10 システム構築の流れ

7. 関連技術者の育成について

7.1 敷設施工技術者の育成

現在、太陽光発電システムの敷設関連技術者の育成は、太陽光発電モジュールの供給企業や関連団体が主体になりセミナーを実施している。

教材も、主流である系統連系システムに関しては整っている。

内容は、システムの概要、関連法規（電気事業法、建築基準法）、系統連系ガイドライン関連（電力企業との事前協議等）、安全作業関連、屋外設置パネルの種類と標準施工法、工事区分、保守点検などである。

7.2 建築技術とのかかわりについて

太陽光発電の敷設施工関連技術者は、電気工事技術者とのかかわりが多い。しかし近年、太陽光発電

モジュールの建材型の出現により、建築施工技術と電気工事技術のコラボレーションの必要な時代に入りつつある。

次世代構造物での、省エネルギーやクリーンエネルギーの進展には両者の技術的知識が重要であることがうかがえる。

8. 職業大東京校のシステムについて

8.1 システムの概要

構築したシステムは、モジュール12枚程度の極小規模（1kW程度）である。

したがって、売買電を行わないシステムとして、太陽光発電の電力はすべて蓄電池に蓄え、その電力をインバータでAC100 [V] に昇圧して、夜間の校内用電力（防犯灯3灯、負荷NO1～NO3）に利用し、僅少であるが省エネを実現している。

また、一部（負荷NO4）はソーラ設置の建物内への供給電源である。

電力容量も小さく、更には独立したシステムであることから、設置に関する手続きは全く必要としない。

このシステムの詳細については、第17回職業能力開発研究発表会で発表しているなのでその稿を参照されたい（予稿集P133-134）。

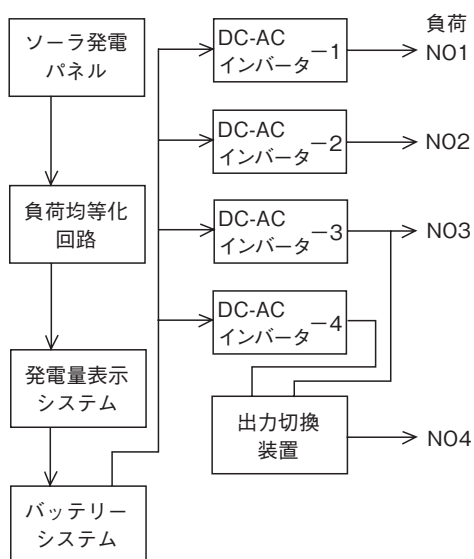


図11 システム概要

8.2 構築システムと指導・訓練について

- ① 発電モジュールの敷設実習が可能である。
- ② 関連する電気工事の実習が可能である。
- ③ 各機能要素を電気・電子系の総合製作の課題として、企画、設計、製作、稼働まで行える。
- ④ 常時稼働しているから、保守点検の大切さを教授できる。
- ⑤ このシステムでは、構築過程での各種申請手続、電力企業との連系運転の立会い等は経験できない。したがって別途これに関連する模擬教材を用意する必要がある。

9. 大学校では、さらなる内容の訓練が必要

9.1 敷設角度と変換効率

モジュールの「照射光とエネルギー変換効率について」要旨を既述した。このエネルギー変換効率は、モジュールの敷設角度（受光角度）により大きく変動する。

モジュールの敷設角度と発電量のデータ収集は重要な情報である。

9.2 パネル温度と変換効率

エネルギー変換効率は、モジュール温度に大きく影響を受ける。光エネルギーによりモジュール内に生成されたキャリアのモビリティの変動が主因である。



図12 角度と発電量の検証装置

大学校では、このような要素にもデータと理論的解説が必要である。

参考 図12は、敷設角度と変換効率のデータを得るために自作した実習機材である。

9.3 省エネルギー的見地の訓練

クリーンエネルギー・省エネルギーから環境対策を考えると、電力を消費する負荷側での省エネルギー対策も重要な教育訓練要素である。

省エネルギーの取り組みとしては、その実験による検証と解説が必要である。

今回の取り組みでは、夜間照明（防犯灯）への利用である。省電力化検討では、LED照明パネル、白熱電球パネルなどによる、エネルギー消費電力の比較検討ができる実習機材を自作している。

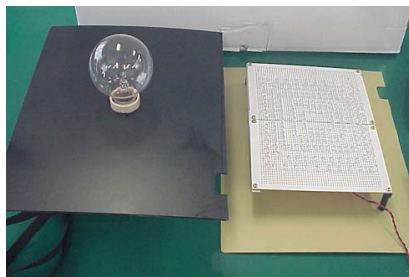


図13 自作機材例（左：白熱球 右：LED）

10. その他 実践技術としての取り組み

10.1 極小規模システムと蓄電方式

敷設面積や建築構造物の関係で極小規模（5kW以下）となる敷設では、一般の系統連系システムを適用し、パワーコンディショナーや売電・買電用の積算電力計設備を設置しても、売電収益は僅少であり設備費の償却できる見通しは得られない。また、これに対応し極小規模ソーラ発電システムのあり方について、解析された文献も見当たらない。

東京校では、極小規模ソーラシステム「蓄電方式」を実践技術研究として取り組んでいる。

10.2 蓄電方式と二次電池の検討

図14は、主な二次電池の質量効率と体積効率を示したものである。もちろん、これらの各種電池は電気的特性（放電特性、充電特性）や充電方法などは

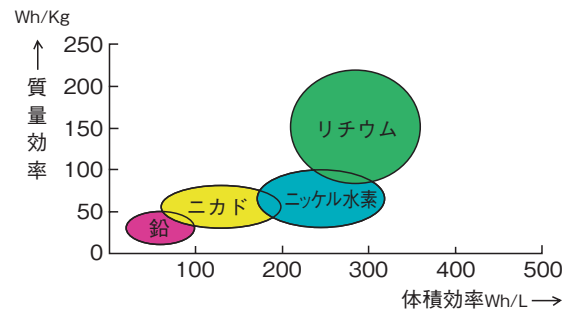


図14 二次電池の体積・質量効率

電池の種類	正極の材料	電解液	負極の材料	公称電圧V
ニッケル・カドミウム電池	ニッケル酸化物	アルカリ水溶液	カドミウム	1.2
ニッケル・水素電池	ニッケル酸化物	アルカリ水溶液	水素吸蔵合金	1.2
リチウムイオン電池	リチウム複合酸化物	非水系有機電解液	炭素	3.7
鉛蓄電池	二酸化鉛	希硫酸	鉛	2.0

図15 各種二次電池の主要材料

異なる。

最近では、自動車のHEV化により、これら二次電池（リチウム）は話題となっている。

研究システムでは、設置使用するので価格の低廉な二次電池として「鉛蓄電池」を採用した。

10.3 二次電池（鉛）の概要

① 構造例

図16は、鉛蓄電池とセル構造例を示す。

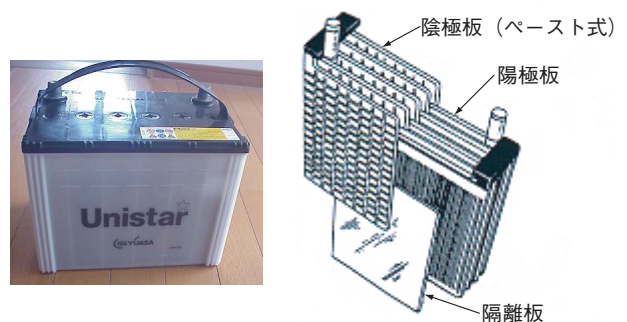
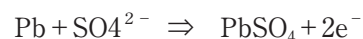


図16 鉛蓄電池とセル略構造図

② 化学反応

電極での化学反応は次のとおりである。

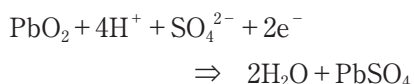
（負極）



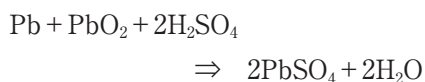
（電解液）



(正極)



全体では



10.4 鉛蓄電池の主な電気特性について

① 放電特性 (一例36Ah 5時間放電率)

図17は、放電特性の一例を示したものである。

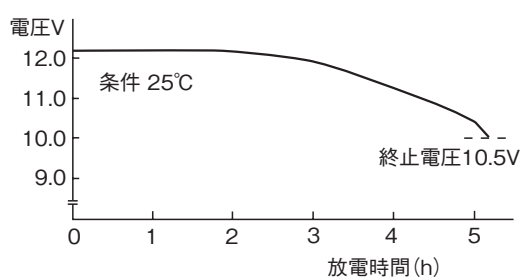


図17 放電特性の一例

② 放電深さとサイクル数

満充電の端子電圧から終止電圧の電圧まで放電する状況を100%放電と呼んでいる。

この放電の程度により100%放電, 50%放電, 30%放電と呼び, これを放電深さと称している。

この放電深さは, 鉛蓄電池のサイクル数 (利用回数) に大きな差を生じる。図18は, 放電深さとサイクル数の一例を示したものである。

この特性は, 放電時 (正極) に生ずる硫化鉛が, ある程度の塊に成長してしまうと, 充電による鉛

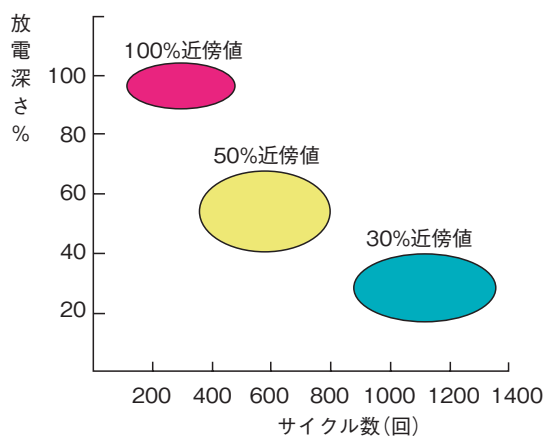


図18 放電深さとサイクル数の一例

(正極) 再生が困難となるからである。

通称, サルフェーションと呼ばれている現象である。システム構築時, この特性も考慮し対応済みである。

③ 放置温度と耐用年数との関係

鉛蓄電池は, 放置温度環境 (電極と電解液の反応) で耐用年数が大きく左右される。

図19は, その一例を示したものである。

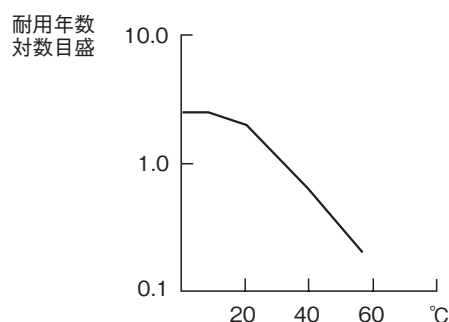


図19 放置環境と耐用年数

④ 充電電圧と寿命 (ライフ) への影響

鉛蓄電池では, 充電電圧と寿命に相関関係がある。

図20は, 単位セル当たりの充電電圧と劣化の原因を示したものである。

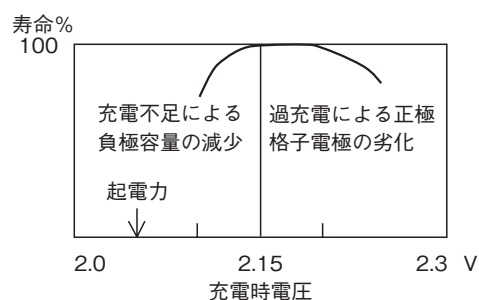


図20 充電電圧と寿命の関係

⑤ 充電電圧を考慮した充電例

充電電圧を或る一定範囲に抑え, かつ, 充電電流を当初は大きい電流から数段階にわたり降下していく充電方法が一般に用いられている (多段定電流充電法)。

これにより, 電極腐食や温度上昇を極力押さえ, 短時間充電を実現している。

図21は, 単位セルにおける, 充電のプロセスの

一例を示したものである。

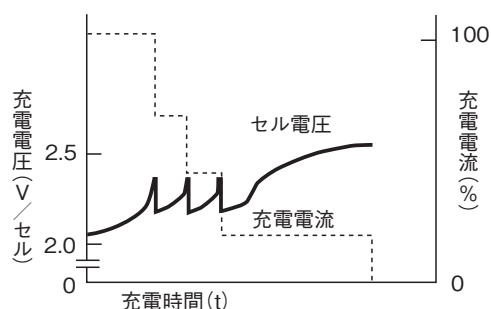


図21 多段定電流充電法

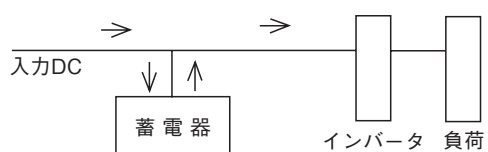
10.5 理想的な充電方法の検討

図22は、非常用電源の蓄電池充電システムを参考として書き変えたものである。

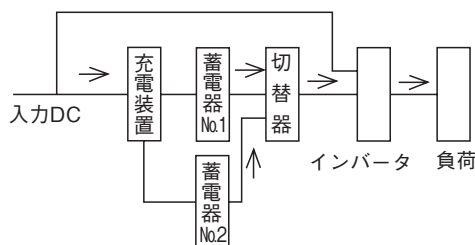
構築システムの充電方法は、ソーラパネル間での負荷均等化回路を設けているが、フローティング充電方式（a）に等価で、蓄電池に対し理想的な充電・放電環境を構成していない。

既述の電池特性を考慮した、充電・放電のシステム構築が課題である。これは、トリクル充電方式（b）と等価な方法で、充電装置ブロックに多段定電流の機能を持たせることにより可能である。

また、この回路についても、すでに検討中であり一部試作回路を作成中である。



(a) フローティング充電方式



(b) トリクル充電方式

図22 充電システムの参考図

11. まとめ

11.1 指導・訓練への展開

- ① 技術者育成教材の開発。
 大学校で得られた諸事項と企業で使用しているセミナーテキストも含め総合的に検討を行い、実習を取り入れた教材の開発を進めたい。
- ② 極小規模（5kW以下）のシステムの検証。
 極小規模太陽光発電システムについても、得られたデータをもとに提案し、ソーラ発電普及の一助に反映したい。

11.2 今後の実践研究としての展開

遠隔地でのモニタ・操作に向けて、インテリジェントハウス化の対応である。

住宅内電気機器の操作がネットワーク技術でできる時代に入っている。この技術はクリーンエネルギー普及と省エネルギー化とともに、今後、急激に発展する技術と推察する。

現システムの発電量、充電状況、放電状況をネットワーク化で遠隔地端末からモニタできるシステム構築展開を考えている。

12. 終わりに

4年前、次に予想される教育・訓練を察知され、ソーラ発電モジュールを検討材料とし与えていただきました前東京校校長、長俊夫氏に心より敬意を表します。

尚、継続した研究にご指導ご支援をいただいております現東京校校長、佐藤伝一氏を始め東京校の教職員の皆さまに感謝申し上げます。

<参考文献>

1. NTTファシリティーズ発刊の各種資料
2. 太陽光発電協会発行の各種資料
3. 3佐久市のソーラモデル事業資料
4. 通信用二次電池の充電方法, 市村, 堀江, 高野, NTT資料 1999
5. 社団法人電池工業会 資料

燃料電池を活用した 計測アプリケーション実習教材の検討

— 発電・計測装置の製作と計測プログラムの作成・評価 —

雇用・能力開発機構佐賀センター 電気・電子系 山口 修
四国職業能力開発大学校 生産情報システム技術科 川上 拓也

1. はじめに

専門課程の実習訓練においても、ものづくりを意識したカリキュラム内容および教材の開発が求められるようになってきた。

計測・制御分野の実習訓練の課題は業務アプリケーションの延長上にあるため、ものづくりの実習訓練をしたという印象がきわめて低い⁵⁾。実習訓練では業務アプリケーションを教材として活用する傾向があり、ものづくりを支援する計測用アプリケーションについての教材は少ないのが現状である⁵⁾。ものづくりを取り入れた実習訓練を行うことで、教材に基づく訓練の指導方法によっては学生個々の能力養成が高まり、学生を生産現場に送り出す場合の品質保証になり得る。近年、燃料電池は乾電池と比べ性能面でも優れているのが特徴で、環境問題や省エネルギーの対策面から実用化が注目されている³⁾。そこで、教材として燃料電池を利用した技術文献に着目して、昇圧型DC/DCコンバータを用いた発電・負荷計測装置（以下発電・負荷装置と称す）の製作では発電対象としてケミックス社製の燃料電池（PEM-004DM）を用いた^{1) 2)}。

計測技術や制御技術は、目的に沿ったプログラムを作成することで操作性や機能を高めることができる。このため、幅広い自動計測技術や機械などの制御技術に利用されている。ここでは、燃料電池の出力電圧の計測および推移をグラフにより可視化できるオブジェクト指向のプログラムを2種類開発し

た。これらを使用して燃料電池を活用した計測アプリケーション実習教材の検討を行ったので報告する。

2. 概要

発電・負荷装置に取り付ける各パーツの製作では、各種装置の説明、仕様、製作状況と計測プログラムの開発ではプログラムの説明、処理手順、動作手順、評価方法等を明らかにし、発電・負荷装置の製作とExcel VBAおよびVB.NET（以下VisualBasic.NETと称す）プログラムの作成とデータの測定、評価を試行した。

3. 装置の製作について

発電・負荷装置の製作ではAMラジオキット、昇圧型DC/DCコンバータ2機、燃料電池2機を製作した。AMラジオはバーアンテナ仕様で動作を確認した。昇圧型DC/DCコンバータは電圧値の昇圧を制御するために2種類を製作した。燃料電池の製作では固体高分子形を採用した。

3.1 AMラジオキットの製作

表3-1にワンダーキット社製のAMラジオキット（YO-76）の仕様、図3-1にAMラジオキットの製作風景、図3-2にAMラジオの完成図を示す。

表3-1 AMラジオキットの仕様

項目	内容
電源電圧	標準DC3V(2.3~3.4V 可) [単3×2電池ボックス]
動作時電流	平均 約30mA(DC3V時)
受信周波数	約535~1605kHz AM(Amplitude Modulation)方式
アンテナ	バーアンテナ
同調	LC(バーアンテナ+バリコン)
出力	スピーカ
電池ボックス	80×125×32(mm)
基板サイズ	69×87×25(mm)

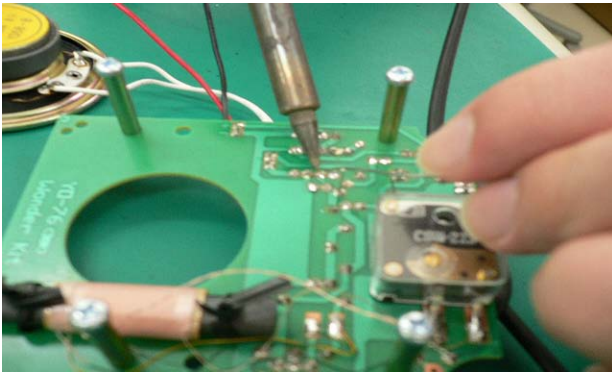


図3-1 AMラジオキットの製作風景



図3-2 AMラジオの完成図

3.2 DC/DCコンバータの製作

燃料電池の出力電圧は、セル当たり0.3~0.7Vと低い。このため、DC/DCコンバータを用いて電子機器を使用できるようにした。

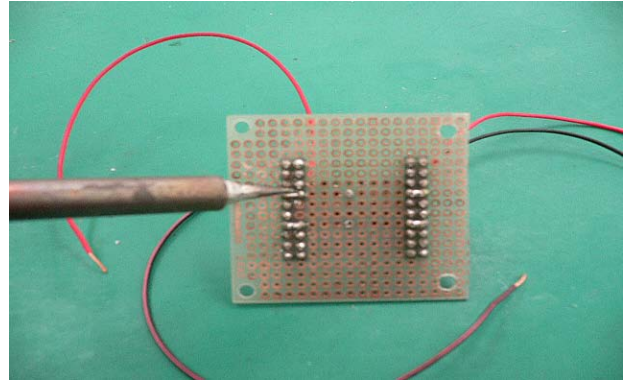


図3-3 DC/DCコンバータの製作風景

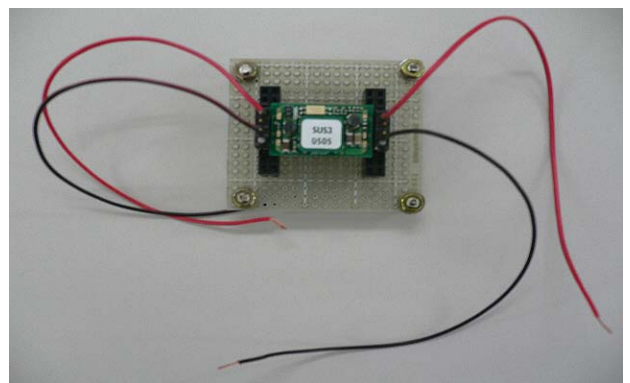


図3-4 DC/DCコンバータの完成図

1) DC/DCコンバータの製作

図3-3にコーセル社製の3V->5V変換型DC/DCコンバータ (SUS30505) の製作, 図3-4にDC/DCコンバータの完成図を示す。

2) 昇圧型DC/DCコンバータの製作

表3-2に創造科学社製の昇圧型DC/DCコンバータ (TL499A) の仕様, 図3-5に昇圧DC/DCコンバータの製作, 図3-6に昇圧型DC/DCコンバータの完成図を示す。

表3-2 昇圧型DC/DCコンバータの仕様

項目	内容
入力電圧範囲	DC1.1~10V
出力電圧範囲	最大15.5V (VRで可変)
最大出力電流	1.5V入力(15V/15mA)、3V(15V/55mA)

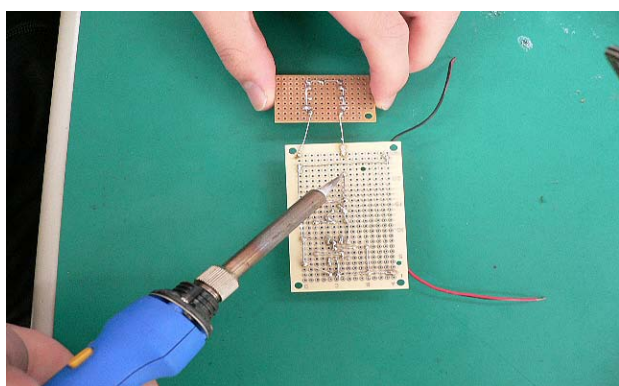


図3-5 昇圧型DC/DCコンバータの製作風景

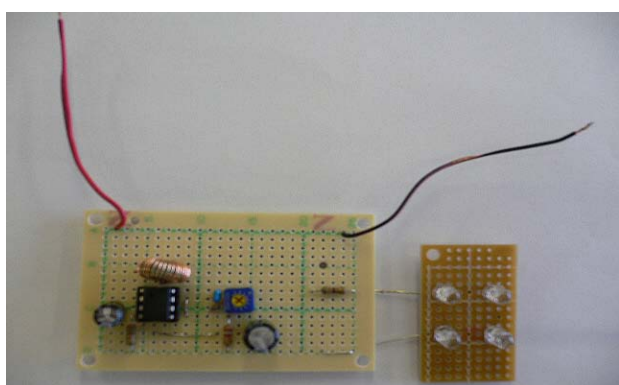


図3-6 昇圧型DC/DCコンバータの完成図

3.3 燃料電池の製作

燃料電池とは、水素と酸素を化学反応させて水を発生する際に電気エネルギーを取り出す装置である⁴⁾。発電・計測装置では固体高分子形の燃料電池を採用し、燃料にはメタノールを使用する。

製作した燃料電池の膜電極接合体 (MEA) は極性があり、極性を間違えると発電しない。燃料が充填されると発電した電圧は約0.5Vとなるが、0.4V以

表3-3 燃料電池の仕様

項目	内容
種類	固体高分子形 (PEFC・PEM)
電解質	固体高分子膜
燃料	メタノール水溶液
酸化剤	空気
動作温度	常温～80℃
出力	約0.01W～0.05W
外形寸法	約46×46×30 (mm)

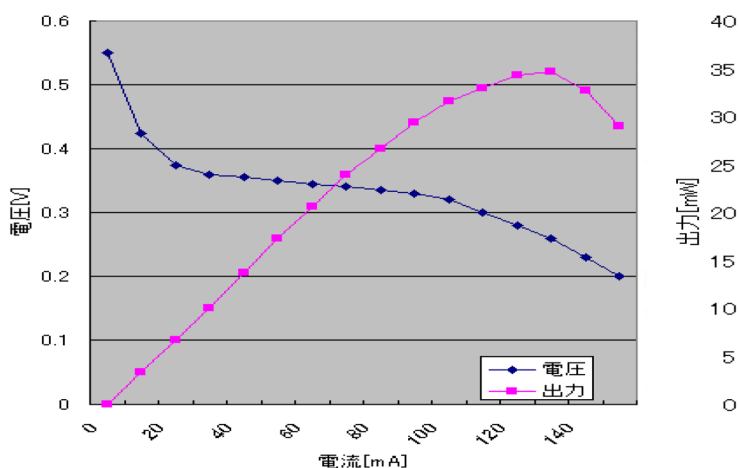


図3-7 燃料電池の電流－電圧特性

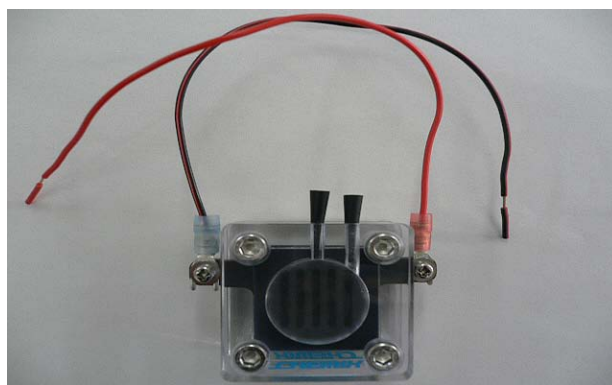


図3-8 燃料電池の完成図

下で負荷をONにすると電極や高分子電解質膜が壊れる可能性がある。表3-3に燃料電池 (PEM-004DM) の仕様、図3-7に燃料電池の電流－電圧特性、図3-8に燃料電池の完成図を示す。

特性では電流値が低いと電圧値の方が高く、逆に電流値が高いと出力の値の方が高くなる傾向がある。燃料電池の極性は赤い線のプラス極が空気極、黒い線のマイナス極が燃料極となる。

4. 試作測定プログラムのアルゴリズム検討

4.1 ExcelVBAプログラムの作成

発電・計測装置で発生した電圧はタートル工業社製のUSB型電圧測定ユニット (TUSB-S01VM VMD01) で測定した。図4-1にUSB型電圧測定ユニットの外観を示す。表4-1にUSB型電圧測定ユニットの仕様を示す。USB型電圧測定ユニットを採用した理由として、信号ケーブルとパソコンをつな



図4-1 USB型電圧測定ユニットの外観

表4-1 USB型電圧測定ユニットの仕様

項目	内容
インターフェース	USB 2.0
最大入力電圧	DC ± 10 V
許容入力範囲	DC ± 20 V
変換分解能	0.31 mV
測定誤差	± 0.1 %
測定タイミング*	10 msec ~
動作温度範囲	5 ~ 45 °C
消費電流	約 100 mA

ぐだけで正確な電圧値を高性能で測定、記録できる大容量のデータロガーで、入力回路絶縁方式によりどんな場所でも測定が可能である。また、ドライバや開発用ユーティリティが付属されているためカスタマイズによりユーザレベルでのアプリケーションの開発ができるなど利便性の良さがあげられる⁷⁾。ここでは測定データをExcelSheetにまとめ、csvファイルとして保存するようにした。さらに、作成したcsvファイルをxlsファイルに変換して測定データを表示し、グラフを作成および表示した。

1) 処理手順

図4-2にExcelVBAプログラムの処理手順についてのフローチャートを示す。

2) グラフ作成および表示のアルゴリズム

- ① 測定データであるcsvファイルは拡張子のxlsファイルに変更する。
- ② 別のExcelから「ツール→マクロ→Graphsheet」

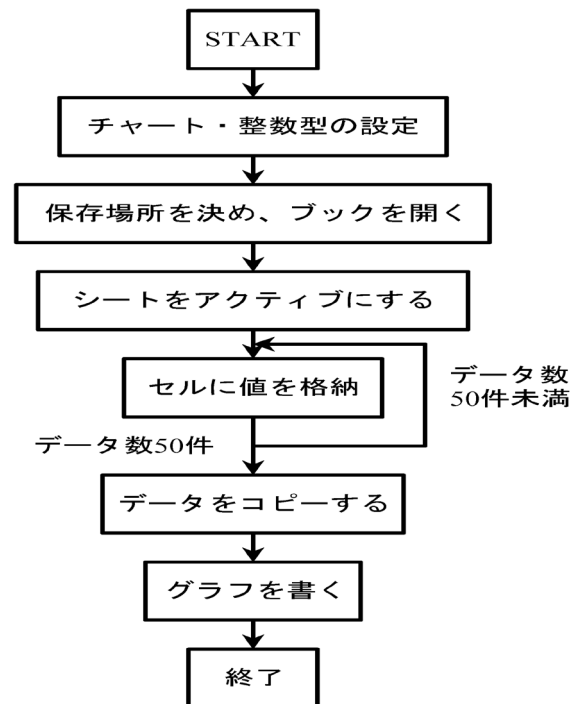


図4-2 ExcelVBAプログラムのフローチャート

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	絶縁型電圧測定ユニット					ID0	ID1	ID2	ID3	
2	測定日	#####				1	2.201843			
3	メモ1	測定結果				2	9.03E-02			
4	メモ2	#####				3	0.160828			
5	メモ3	水曜				4	8.36E-02			
6	メモ4	12:00				5	0.149231			
7	メモ5	1000				6	7.05E-02			
8	測定間隔					7	0.174255			
9	データ平均無し					8	6.44E-02			
10	電圧の種類					9	9.12E-02			
11	電流					10	5.55E-02			
12	測定データ					11	0.199919			
13	データ数	179				12	7.26E-02			
14	ID0	ID1	ID2	ID3		13	0.169373			
15	2.201843					14	0.153198			
16	9.03E-02					15	0.127258			
17	0.160828					16	0.206909			
18	8.36E-02					17	0.325928			
19	0.149231					18	0.315857			
20	7.05E-02					19	0.199899			
21	0.174255					20	0.37282			
22	6.44E-02					21	0.426025			
23	9.12E-02					22	0.36377			
24	5.55E-02					23	0.516663			
25	0.199919					24	0.529175			
26	7.26E-02					25	0.528565			
27	0.169373					26	0.544434			
28	0.153198					27	0.708923			
29	0.127258					28	1.155396			
30	0.206909					29	1.413879			
31	0.325928					30	1.259766			
32	0.315857					31	1.282043			

図4-3 測定データの表示

電圧測定結果

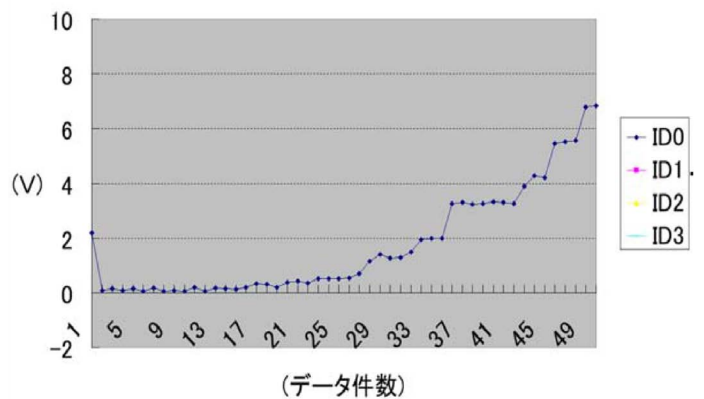


図4-4 測定データのグラフによる可視化

でプログラム実行する。

- ③ 実行後、図4-3のExcelSheetが表示される。
- ④ 「sheet1」横の「Graph1」をクリックすると図4-4のグラフが表示される。

図4-3に測定データの表示、図4-4に測定データのグラフによる可視化を示す。

3) 評価

ExcelVBAプログラムでは、測定データを登録したファイルを読み込みグラフ作成および表示をするが、操作面で改善の必要性があった。測定データの読み込み件数は当初50件であったが、マニュアル設定にてデータの読み込み件数を任意に変更できるようにした。図4-5にUSB型電圧測定ユニットの試行状況を示す。



図4-5 USB型電圧測定ユニットの試行

4.2 VB.NETプログラムの作成

ExcelVBAとは違い直接データを読み込みながらグラフを作成する。発電・計測装置を使い測定されたデータをExcelSheetに書き込み、グラフを作成および表示する。図4-7にVB.NETプログラム測定の様子、図4-8に測定データの表示、図4-9に測定結果のグラフによる可視化を示す。

1) 処理手順

図4-6にVB.NETプログラムのフローチャートを示す。

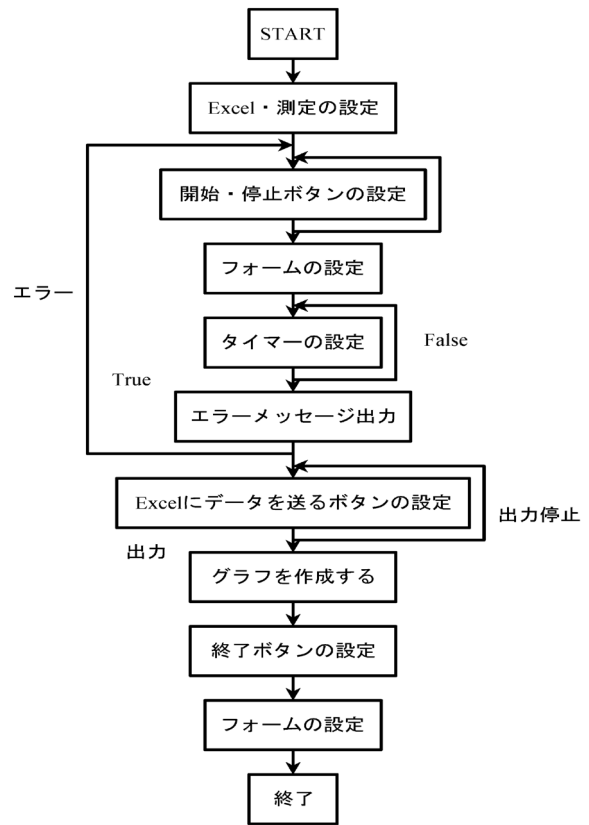


図4-6 VB.NETプログラムのフローチャート

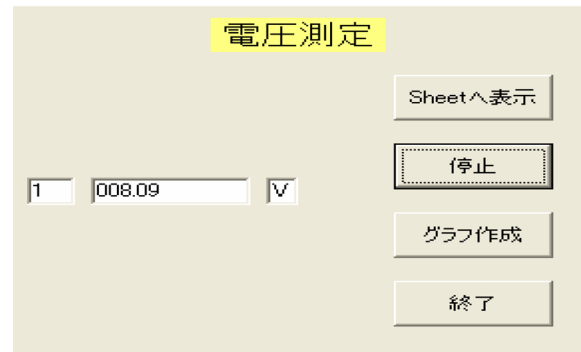


図4-7 VB.NETプログラムの測定画面

	A	B	C	D	E
1	秒数	IDO	単位	データ項目	合計
2	1	7.78	√		30
3	2	7.78	√		
4	3	7.75	√		
5	4	7.65	√		
6	5	7.43	√		
7	6	7.32	√		
8	7	7.18	√		
9	8	7.03	√		
10	9	6.93	√		
11	10	6.65	√		
12	11	5.58	√		
13	12	4.49	√		
14	13	3.61	√		
15	14	3.49	√		
16	15	3.39	√		
17	16	3.28	√		
18	17	3.13	√		
19	18	1.35	√		
20	19	0.11	√		
21	20	0.13	√		
22	21	0.64	√		
23	22	2.73	√		
24	23	4.25	√		
25	24	6.5	√		
26	25	8.11	√		
27	26	9.24	√		
28	27	1.0	√		
29	28	1.0	√		
30	29	1.0	√		
31	30	9.87	√		

図4-8 測定データの表示

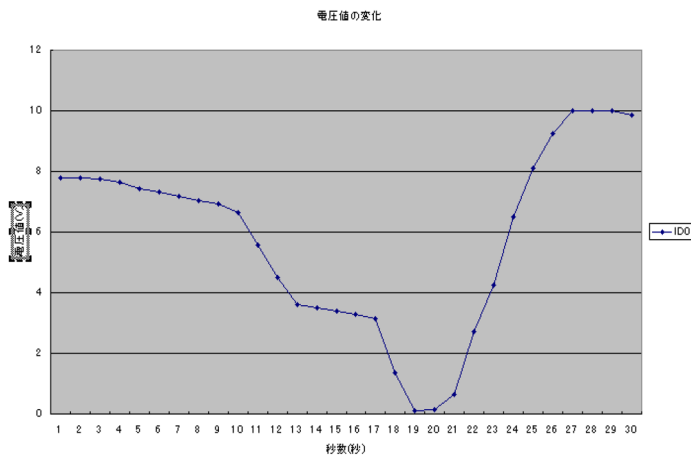


図4-9 測定データのグラフによる可視化

秒数	IDO	単位	データ項目	合計
1	1.32	V		12
2	1.42	V		
3	1.62	V		
4	3.29	V		
5	4.76	V		
6	6.07	V		
7	5.79	V		
8	5.35	V		
9	5.21	V		
10	5.01	V		
11	6.61	V		
12	7.87	V		
13		V		

図4-10 測定データの表示不具合

2) グラフ作成および表示のアルゴリズム

- ① 図4-7において [Sheetへ表示] ボタンを押すと、図4-8のExcelSheetを表示する。[Sheetへ表示] ボタンを押さない段階で [終了] 以外のボタンを押すとエラーが発生する。
- ② 図4-7の [開始] ボタンを押すと測定を始め、図4-8では秒数、データ、単位、データ項目合計数がExcelSheetに書き込まれる。その直後から [停止] ボタンを押すと処理が停止できる。
- ③ [グラフ] を押すとグラフを作成、表示する。

3) 評価

VB.NETプログラムでは、測定データを表示する前に秒数および単位表示がされるという問題があった。図4-10に測定データを表示する際の不具合を示す。

5. 発電・計測装置の製作と計測プログラムの評価

製作したAM受信機、昇圧回路、燃料電池、USB型電圧測定ユニット、中継器、プラスチック板、アルミ薄型ボックスを用いて発電・計測装置を製作した。また、試作プログラムを用いてデータ測定、グラフ作成および表示などの評価と運用の確認ができた。

5.1 発電・計測装置の製作について

本装置は出力電圧が0.5V程度となる燃料電池を用いて昇圧型DC/DCコンバータを通して出力電圧を上げることで、約2.3V電源のAMラジオを鳴らし、USB型電圧測定ユニットで電圧の測定ができる。

燃料電池の出力が低いため、燃料電池2個を直列接続することで出力(W)を上げるようにした。昇

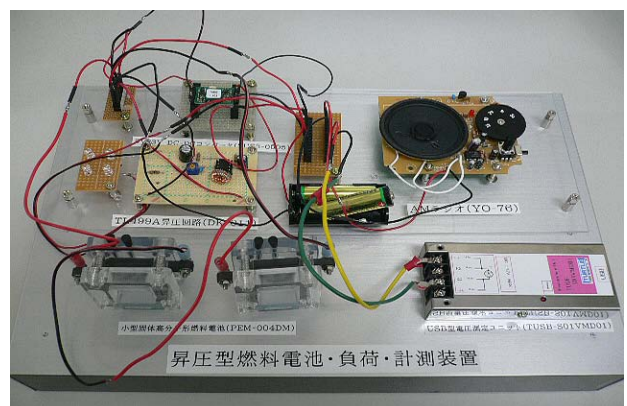


図5-1 発電・計測装置の完成図

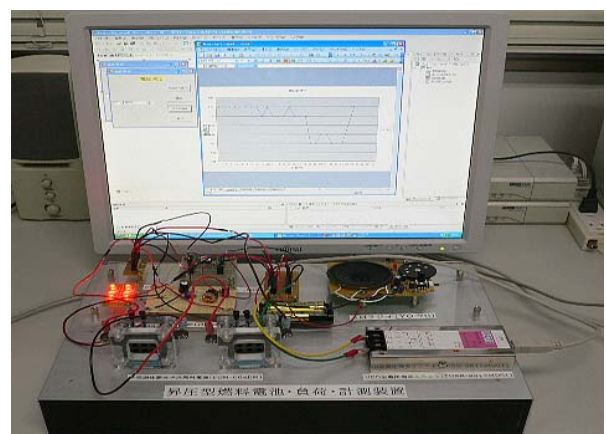


図5-2 発電・計測装置の試行

圧型DC/DCコンバータの入力電圧が仕様内であれば、図5-2のようにLEDが点灯する。USB型電圧測定ユニットが点灯すれば測定が開始される。図5-1に発電・計測装置の完成図、図5-2に発電・計測装置の試行を示す。

5.2 計測プログラムの評価

1) ExcelVBAプログラムの評価

発電・計測装置からのデータ測定とグラフ作成および表示ができることを確認した。ExcelSheetの作成、データの測定やグラフ作成および表示など試作プログラムと同様の結果が確認できた。図5-3に測定データのグラフによる可視化を示す。

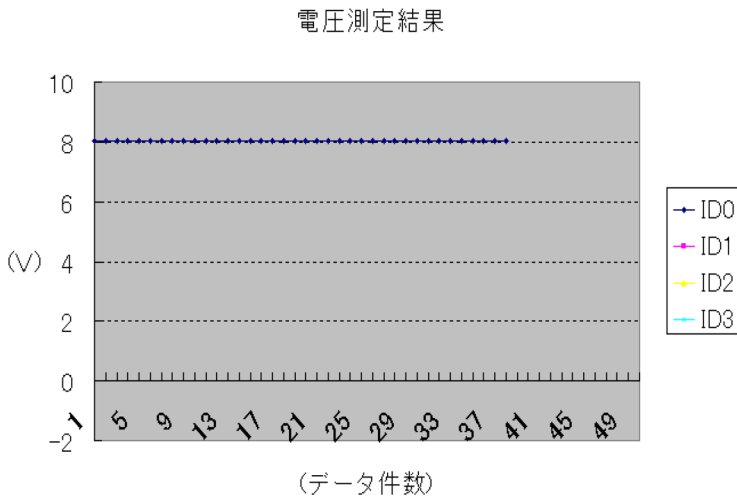


図5-3 測定データのグラフによる可視化

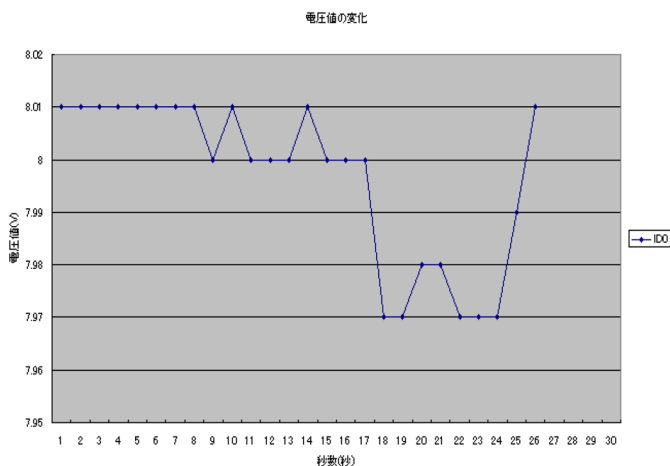


図5-4 測定データのグラフによる可視化

2) VB.NETプログラムの評価

発電・計測装置からのデータ測定とグラフ作成および表示ができることを確認した。ExcelSheetの作成、データの測定やグラフ作成および表示など試作プログラムと同様の結果が確認できた。図5-4に測定データのグラフによる可視化を示す。

6. 計測プログラムの課題

燃料電池から発生する電圧値には変化がないためデータを測定してもグラフの推移に変化は見られなかった。

ExcelVBAプログラムでは測定した値を直接Sheetに書き込むようにしていたが、測定データを登録しているcsvファイルを一端、Excelのxlsファイルに変換することで容易にグラフを作成および表示した。グラフのデータ項目数の傾き表示の改善やSheetに合わせたデータ項目数の表示では、グラフに表示されるデータ項目数をマニュアルにて設定できるようにした。VB.NETプログラムでは秒数、単位、データ項目合計数の処理にズレがあり改善を行った。

7. 実習教材としての今後の課題

出力電圧の高い燃料電池を使用し、負荷に応じて電圧値が測定できる機能を検討したい。また、ExcelSheetを全面に表示しないでグラフを作成および表示することを検討したい。さらに、xlsファイル作成の自動化や処理の高速化を図るため、中間ファイルであるcsvファイルの使用方法や図4-10で述べた測定データの表示不具合なども検討したい。

8. まとめ

発電・負荷装置とExcelVBAおよびVB.NETプログラムを用いてデータの測定、グラフの作成および表示ができる実習教材ができた⁶⁾。

ExcelVBAおよびVB.NETプログラムの作成では、仕様の見直しや課題検討、発電・負荷装置を製

作するために予想以上の時間を要し、作業工程の調整不足もあって完成が遅れてしまった。実習ではレビュー検討会も同時に進め工程遅れの調整を行う必要性を感じた。装置の製作では、配線ミスや部品の向きが逆などのミスもあった。設計図や手順を教材に表記することでミスを少なくしたい。半田づけや配線設計、配線作業ができたことは良い経験となった。

今後は、グラフ表示や操作性向上のための改良や機能を追加して計測プログラムを改善したい。また、異なる燃料電池の活用も検討してみたい。

本教材を用いて実際の実習訓練で試行する予定であるが、教材の見直しや教材を用いた指導方法の違いが習得度や満足度にどう影響するか⁵⁾といった訓練の評価についても検討していきたい。

<参考文献>

- 1) 技術評論社, 「自然エネルギーの活用にチャレンジ」, トランジスタ技術, P251～252, 2006/ 8
- 2) 技術評論社, 「自然エネルギーの活用にチャレンジ」, トランジスタ技術, P236～241, 2006/ 9
- 3) 秋元格・千葉三樹男・山本寛: 『図解入門塾すぐわかる! 燃料電池の仕組み』, P16～21, 28, 29, 38, 39, 2001
- 4) 池田宏之助: 『入門ビジュアルテクノロジー燃料電池のすべて』, P14, 15, 24, 25, 28, 29, 2001
- 5) 鳥谷部 太: 「USBを活用したGUIアプリケーション実習教材の検討」, 四国職業能力開発大学校紀要, 第21号, P27, P31, 2009/12
- 6) 川上 拓也: 平成19年度 専門課程 情報技術科 総合制作実習概要集, 「発電・負荷装置の製作と計測プログラムの検討」, P1～4, 2009/ 3
- 7) (株)タートル工業, <http://www.turtle-ind.co.jp/03products_info/catalogue/TUSBS01VM.pdf>, 計測制御用ツール, (参照 2010/ 1)

注. 「Excel VBA」, 「Visual Basic.NET」は米国マイクロソフト社の登録商標です。

間伐材を用いたログハウスの開発

— 環境にやさしいエコマテリアルの利用 —

近畿職業能力開発大学校 建築施工システム技術科 古本 勝則・望月 孝則

1. はじめに

応用課程の建設施工システム技術科における「総合施工・施工管理課題実習（開発課題）」26単位と「応用課題実習」12単位において、平成20年度に取り組んだ「間伐材を用いたログハウスの開発」について紹介する。

建築施工システム技術科の開発課題のテーマ設定は、学生自らがテーマ設定とグループ設定を行い、教職員がその内容を検討して、指導できるかどうかで決定している。しかし、具体性や予算等の問題もあり、学生側の提案をそのまま実施することは難しいことがある。

本報告の「間伐材を用いたログハウスの開発」は、和歌山県中小企業団体中央会からの紹介で、「すさみトライ・ウッド協同組合」から小規模ログハウスの施工法開発についての依頼があり、内容的に開発課題に相応しいと思われ、学生に提案して実施することとした。

このログハウスは、紀州産の間伐材の利用促進を目的として開発されたものであり、すでに和歌山市磯ノ浦の海水浴場の「海の家」や上富田町の「簡易郵便局」などの実績がある。さらなる間伐材の利用促進とログハウスの普及を行うためには、建築確認の不要な10m²以下の倉庫などを素人が日曜大工程度の技術で建てることのできる施工法の改良や施工手順のマニュアル化などが必要である。デザインのバリエーションの検討も依頼されたが、本年度はこ

の工法の理解と施工法の改良に重点を置くこととした。そこで、現地視察により施工法の把握し、実際に施工することで安全でかつ簡単な施工法のマニュアルを提案することにした。

「応用課題実習」では、構造耐力を壁倍率として評価することで、耐震性能について検討を加えることとした。また「建築生産環境論」2単位において、地球環境問題・CO₂排出・建設物副産物・産業廃棄物などについて学習しており、産業廃棄物処理場見学を通して、建築生産と環境問題についての高揚を図っている。

2. 間伐材について

樹木は太陽の光を葉に受けることで成長し、その木の成長によってCO₂を固定し、O₂を供給する。ところが、木の成長に伴い密集しすぎると、繁茂した木の葉によって日光がさざぎられ下草が育たなくなる。すると地表が荒れて土がやせ、木が育たなくなる。豊かな森林を育てるためには間引き（間伐）をして、太陽の光をあてることが重要である。

間伐材利用は、その対費用効果から伐採されてもほとんど利用されず、朽ち果てるまで山に放置されているのが現状である。木材需要の低迷等から間伐が円滑に利用されないため土壌が流出しやすく、気象災害を受けやすい過密化した森林も多くなり健全な森林の育成が大きな課題となっている。また現在、大きな問題とされている地球環境問題について、森林資源はCO₂排出ガスを吸収固定化する機能

として有効である。木材は資源循環型社会を目指すうえでも、その製造の際に要する消費エネルギーや大気中に放出されるCO₂が、鉄やコンクリートと比べると格段に少なく、地球環境への負荷のきわめて小さいエコマテリアルである。

3. 開発課題と応用課題のスケジュール

「開発課題」ではグループ作業で研究開発等を行うこととし、「応用課題」は開発課題等について、さらに掘り下げた内容を各学生がまとめる卒業研究の位置づけとしている。そこで、本課題について目標設定を行い、大まかな年間スケジュールを作成した。

表1 スケジュール概要

4月	開発課題テーマの検討
5月	テーマ決定・予備調査
6月	年間計画書作成
7月	現地調査
8月	調査報告書作成
9月	模型作製と施工法検討
10月	施工計画書作成
11月	実大ログハウス施工
12月	実大ログハウス施工とまとめ
1月	開発課題発表・応用課題検討と実施
2月	応用課題まとめと発表
3月	報告書提出

4. 開発課題の取組み

4.1 現地調査

開発方針の打ち合わせと現地調査を実施し、併せて和歌山の森林も視察することとした。

日時：平成20年7月12（土） 11：00～15：00

場所：和歌山県すさみ町

会社団体：すさみトライ・ウッド協同組合



写真1 和歌山の森林



写真2 協同組合敷地内のログハウス



写真3 民家の物置小屋

4.2 開発するログハウスの特徴

すさみトライ・ウッド協同組合で開発されたログハウスは、丸太材を積み上げる一般的なログハウス工法とは異なり、在来構法の柱に溝加工を施して、柱間に間伐材の壁材を落とし込んだピーセンピース構法であり、施工手順を写真4に示す。

その特徴は、①柱や梁材は4寸（120mm）を基本とし、②柱面に溝を加工して間伐材の壁を挿入する（写真5）。③壁材は対角方向に背割を入れた90mm角を使用する。④背割方向にほぞ加工して柱溝に積み上げる（写真6, 7）。⑤900mm間隔で柱



写真4 ログハウス施工手順



写真5 柱と溝の寸法



写真6 ログ材の形状と重ね方



写真7 ほぞの形状

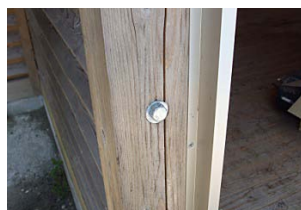


写真8 コーチスクリューでの緊結



写真9 模型製作状況

と壁材をコーチスクリューで緊結する（写真8）。
⑥梁材は壁材を組み上げた後に掛け渡す。

4.3 模型製作と施工法の把握

軸組は在来軸組構法とし、柱および開口部の間柱に溝加工を行い、背割加工したログ壁材を挿入する2分の1の模型を製作して施工法を把握した（写真9）。

4.4 実大ログハウス製作

「すさみトライ・ウッド協同組合」から紀州産の杉間伐材で製材された土台・柱・梁等の軸組材と、背割りされた壁材を納品してもらい、4.5帖（7.4529 m²）のログハウスを計画することとした（図1）。搬入時の間伐材の含水率は、高周波式含水率計で測定すると平均75.72%と高含水率であり、模型製作での検討を加えて、以下のような改良や検討を行うこととした。

- ① 柱・梁等の軸組を3寸5分（105mm角）とした。
- ② 壁材の乾燥変形と重量を考慮して、壁材の長さを3尺（910mm）とした。
- ③ 壁材の長さを2mm程度小さくし、落とし込みやすく改良した。
- ④ 柱材を垂直に固定するため、柱に頭繋ぎを設けて仮筋かいで固定した。
- ⑤ 梁材を壁材より先に組む工法も検討した。
- ⑥ 出入口・開口部の納まりを検討した。
- ⑦ 簡易な脚立足場について検討した。

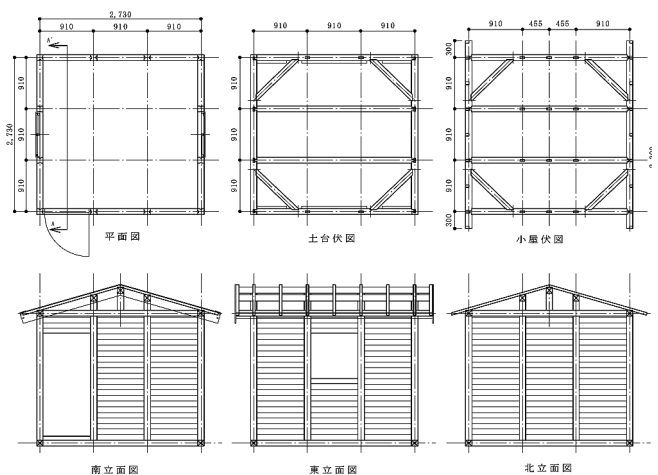


図1 実大ログハウス図面

部材の加工については、1年次の標準課題において木造2階建てを建設した経験から、施工図や墨付け・加工法は十分把握しているため、安全面を特に注意して行った。また、リーダーや各自の作業分担を明確にし、常に作業工程や施工法の確認を行うよう心がけた。

学生6人での工程は、壁材加工（3日）、土台・梁・小屋加工（4日）、柱加工（2日）、仮組調整（1日）、墨出し・レベル調整（1日）、土台・足場組立（1日）、柱・壁・小屋組立（2日）、屋根・床組立（1日）で、15日間での施工となった（写真10～17）。



写真10 柱の頭繋り取り付け



写真11 壁材の取り付け



写真12 コーチスクリューの取り付け



写真13 桁の取り付け



写真14 梁の取り付け



写真15 母屋・棟の取り付け



写真16 野地板の取り付け



写真17 完成

4.5 実大ログハウスの考察

◆含水率

搬入時の含水率は平均75.72%であったが、建て方時には平均45.83%となり、約1ヵ月で30%ほど低下していたが繊維飽和点の含水量を超えていた。今後も乾燥して気乾状態の15%前後になると、収縮して乾燥割れを生じるが、背割りを施しているため、背割り部が広がることになる（写真18）。背割りの開きによる押し上げが考えられることから、柱と壁をコーチスクリューで900mm内外に固定している（図2）。乾燥させた間伐材を使用すると、軽量になり施工時の負荷が少なくなり精度も向上するが、その分手間や経費がかさむことになる。



写真18 背割りの変形

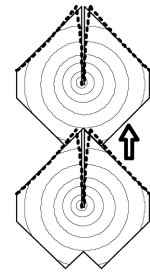


図2 乾燥収縮と変形

◆作業用足場

今回の足場は、2方向を枠組足場とし、残りの2方向を脚立足場として、素人でも作業が可能かどうか検証することとした。物置等の小屋を想定しており、軒高さを2,300mm程度としているので脚立足場でも作業は行うことができるが、小屋組作業の安全には十分に注意を払う必要がある。



写真19 脚立足場

◆壁施工法（落とし込み）

桁行方向は、頭つなぎ材（45mm角）で固定して仮筋かいを用いて柱を垂直に立ててから壁材を落とし込んだ（写真20）。最上部から落とし込むと作業性が悪いため、中段から斜めにして叩き入れ、水準器で確認しながら作業を進めた（写真21）。



写真20 頭つなぎ取り付け



写真21 水準器でのレベル確認

◆壁と梁の隙間

柱長さは設計上、加工と組立精度を考慮して、上部隙間を4mmとしていたが、柱の加工前に壁材を横に組合せて確認すると、設計寸法より22mmほど長くなっていたので、その分追加した(写真22)。しかし、実際に施工すると15~25mm程度の隙間が生じ、また面によっても大きさにばらつきがある(写真23)。要因として、今回使用した木材の施工時に生木であったための乾燥収縮と、壁材の加工精度の問題と考えられる(写真24と図3)。加工精度を向上させ、品質検査をしっかりと行えば、ばらつきが小さくなると思われる。



写真22 壁高さの確認



写真23 壁と梁の隙間



写真24 壁の隙間

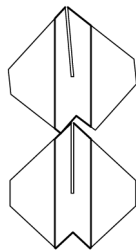


図3 ほぞの加工精度

◆作業人員

今回の作業は6人で施工したのだが、3人で十分施工できると思われる。しかし、スムーズに作業を行うためには5人以上の人数が必要である。今回の課題である「素人でも作業は可能であるか」については、作業手順を確立すれば可能と思われる。しか

し、工事に必要な資材や道具は、日曜大工程度のものではなく、安全面のことや不具合等が生じた場合の修正には、専門家の指導が必要である。また、今回は工事をしていない基礎工事・建具工事・屋根工事などは、どうしても素人には難しい作業なので、専門業者に依頼するという手段も残されている。

4.6 屋外ログハウス建設

雨仕舞い等を検証する目的で、45帖のログハウスを解体し、屋外に1坪で建設した(写真25)。基礎は施工せず土間コンクリートに設置した。屋根はアスファルトのシングル葺きとし、アルミサッシの窓と木製ドアを取り付けた。今後は、雨漏り・乾燥割れ・断熱効果等を検証していきたい。



写真25 1坪ログハウス完成

4.7 施工マニュアル

これまでの加工および施工を踏まえ、素人向けとして部材名や専門知識を含めての図や写真を豊富に使用した施工マニュアルを作成した。

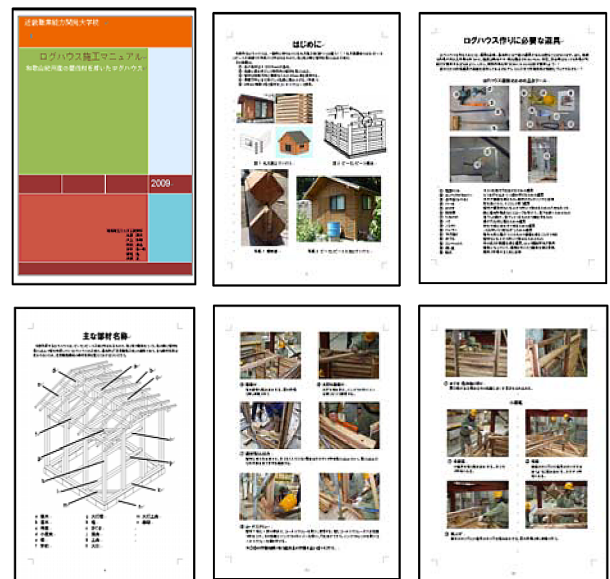


図4 施工マニュアル抜粋

5. 応用課題（卒業研究）

開発課題で『間伐材を用いたログハウスの開発』を行ってきたが、この構法はピーセンピース構法であり、在来軸組構法にログ壁を挿入する構法となっている。そこで応用課題にてログ壁の耐力を評価することで、丸太組構法の基準によらずとも一般の木造住宅での計画が可能となる。

5.1 試験方法と試験体

日本住宅・木材技術センターの試験方法に基づき、柱脚固定式の3回正負交番繰り返し加力とし、荷重-変位曲線から、降伏耐力 P_y や終局耐力 P_u 等を求め、壁倍率として評価する。

試験体は①開発課題に用いた900mm間隔にコーチスクリューで固定したもの、②固定されていないもの、③栈木を用いてビスで固定したものの3種類とした。

5.2 試験結果

試験結果のP- δ 曲線（図5・6・7）から1/15rad側で壁倍率を評価すると、それぞれの壁倍率は①コーチスクリュー固定（1.26倍）、②固定なし

表2 ①コーチスクリュー固定壁倍率評価

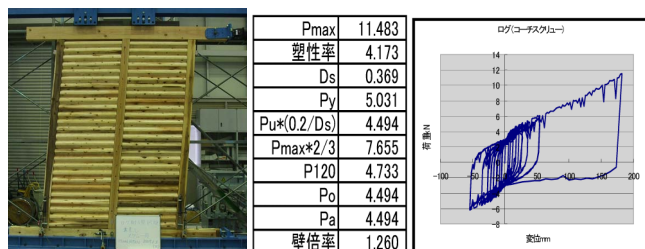


図5 ①P- δ 曲線

表3 ②コーチスクリュー固定なし壁倍率評価

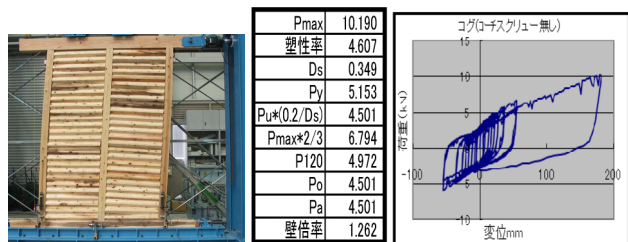


図6 ②P- δ 曲線

表4 ③栈木とビスで固定壁倍率評価

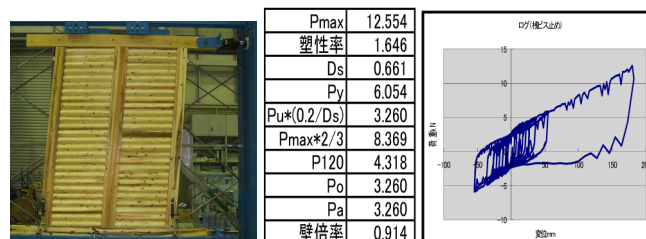


図7 ③P- δ 曲線

(1.262倍)、③栈木ビス固定（0.914倍）となり、終局耐力 P_u からの値で決まったことになる（表2・3・4）。

5.3 壁耐力試験の考察

壁倍率では、栈木ビス固定が若干低い値を示したが、3種類とも1倍程度の壁倍率を示した。すべてにおいてログ壁の滑りが生じ、初期剛性とせん断抵抗抗力が小さいことがわかった。しかし、1/15radまで耐力は上昇していることは、倒壊に至りにくいと思われる。壁倍率を向上させるには、初期剛性とせん断耐力を高める必要がある。

6. おわりに

今後の課題としては、施工法のさらなる改良を行い、壁耐力の向上を図らなければならない。最後に平成20年度の開発課題および応用課題に真剣に取り組んでくれた学生諸君に感謝いたします。

<参考文献>

- ・「丸太組構法技術基準解説及び設計例」日本建築学会
- ・「ログハウス入門」菅井康司（株）地球丸
- ・「小さなキットハウス超入門」菅井康司（株）地球丸
- ・「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」日本住宅・木材技術センター
- ・「すさみトライ・ウッド協同組合」
<http://www2.ocn.ne.jp/~susami/yubokukan/kit/kit.html>

外燃機関エンジンの設計・製作

— 総合制作実習からの報告 —

北陸職業能力開発大学校 高橋 茂信

1. はじめに

スターリングエンジンは密封された空気などの媒体を過熱することにより動作する外燃機関のエンジンである。自動車などの内燃機関のエンジンに比べ、低騒音で熱効率も高く排気ガス等が排出されないため、環境にやさしいクリーンなエンジンである。したがって、二酸化炭素ガスの排出増大による地球温暖化の問題に対する対策機器としての資格を十分に備えているエンジンとしての立場から、その設計製作を行うことは、今後重要視される環境問題への関心を高めることに役だつと考えられる。

またスターリングエンジンの製作の工程としては、デザイン、理論計算、要素設計、機械加工、組立、調整等が含まれており、専門課程制御技術科および生産技術科2年間で学んだ技能と技術の集大成となる題材としても適していると考えられる。

そこで本報告では、著者が2003年から2009年まで千葉職業能力開発短期大学校および北陸職業能力開発大学校にて取り組んだ課題について取り上げた。ベースとなる模型スターリングエンジンの設計製作からスターリングテクノロジー参加のための期待の設計製作、といった一連の流れを1年間の総合制作実習の中で実施した。その結果や問題点・今後の改善点を報告する。特に、7年間の中で製作したエンジンの内容と訓練生への指導という2つの観点を重点的にまとめた。

2. スターリングテクノロジー概要⁽¹⁾

2.1 競技会概要

スターリングテクノロジーは、毎年11月に日本工業大学（〒345-8501 埼玉県南埼玉郡宮代町）を会場に、全国からさまざまなサイズや形式の自作エンジンが集まり競技大会が開催され、スターリングエンジンとその関連技術の発展・向上を期して主催者・参加者全員が協力して行う技術的競技である。これは総合制作課題の成果を試すには最適の場である。

2009年11月に開催された第13回スターリングテクノロジーでは、6クラスに分かれ競技が実施された。競技の様子を図1に、クラス分類を表1にそれぞれ示す。



図1 スターリングテクノロジー大会風景

表1 テクノラリークラス分類 (2009年大会)

クラス名称	概要
人間乗車クラス	走路を周回し、1時間以内の走行距離を競う
無線操縦クラス	長円形走路 (25m) 2周のタイムを競う
宙返り耐久クラス	5つの垂直ループを含む走路を周回、周回回数を競う
ミニ速度クラス	周回走路 (約9m) 1周のタイムを競う
3Vクーラークラス	単三乾電池2本を電源とし、5分間の降下温度を競う
100Vクーラークラス	AC100V電源を用い、10Kの温度降下効率を競う

2.2 テクノラリー参加クラスの規定

2003年度より従来のミニクラスへ参加を行っていたが、2009年度からの規定変更を考慮し、無線操縦クラス (以下、RCクラスと表記する)、宙返り耐久クラス (以下、耐久クラスと表記する)、ミニ速度クラス (以下、ミニクラスと表記する) および3Vクーラークラス (以下、クーラークラスと表記する) の4つのクラスへ参加した⁽²⁾。参加クラスの主な規定を以下に記述する。

(1) RCクラス

2009年から新設されたクラスであり、2008年までのノーマルクラスの主な車両規定と同様であり、無

線操縦により操作を行う。規程としては、(1)サイズは自由であるが、走路を安全に周回できるサイズとする。(2)熱源の搭載は自由とすること、とされ、25m×2周の周回時間を競うものとなっている。

(2) 耐久クラス

図2に示すコースで競技を行う耐久クラスの主な車両規定としては、(1)幅105mm以内、高さ90mm以内 (長さは自由) とすること、(2)作動流体は空気を含む不燃ガスであること、(3)冷却は空気または水等を用いること、と規定されている。また熱源は搭載しても問題はないが、耐久性が勝敗を左右する耐久ミニクラスの特性上、熱源を搭載している車両が増加した。

(3) ミニクラス

ミニクラスの規程としては、(1)幅105mm以内 (高さ、長さは自由) とすること、(2)作動流体は空気を含む不燃ガスであること、(3)冷却は空気または水等を用いること、と規定されている。また熱源は搭載しても問題はないが、速度が要求される競技であるため熱源を搭載している車両は少ない。

(4) クーラークラス

クーラークラスは、市販の単三乾電池を2本まで用い、用意された温度計センサをクーラーに取り付けて競技中の温度を測定する。センサはA&D AD1214相当品が用いられ、温度測定箇所へのセン

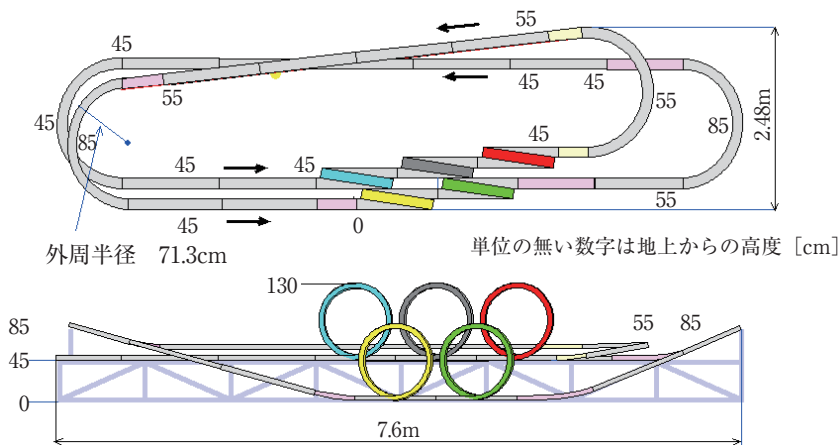


図2 耐久クラス・コース概略

サ設置は競技者自身が行う。

3. 総合制作実習の流れ

本総合制作テーマでは、11月のテクノラリーおよび3月の発表会を見据え、以下表2のような3期に分けた年間スケジュールを計画し、制作実習を行った。

I期ではスターリングエンジンの動作原理を理解し、機構の設計から図面作成までを実施する。II期では大会出場のための機体を製作し、テクノラリーへの参加を目的とする。III期ではテクノラリー参加の反省等を踏まえ、再設計・加工・組立を実施し、改良された2号機を製作し、最終発表で1年間の総まとめを行う。

この3期の実習を通して、スターリングエンジン作製を最低3回行い、学生のアイデアを具体化したり、設計・加工・改善を行ったり、と試行錯誤を繰り返すなかで状況の応じた最善な答えを探し、加えてスターリングエンジンの原理やものづくり全体の流れを理解させることも目的の1つである。

表2 総合制作実習の流れ

I期	4月	スターリング機構の理解 模型スターリングの作成 設計 2次元, 3次元CAD
	5月	
	6月	
	7月	
II期	8月	加工・組立・調整 (1号機)
	9月	
	10月	
	11月	スターリングテクノラリー
III期	12月	設計・加工・組立・調整 (2号機)
	1月	
	2月	
	3月	

4. スターリングエンジン作成方法

スターリングエンジンカーの製作は図3のような流れを基本とした。以下具体的な方法を解説する。

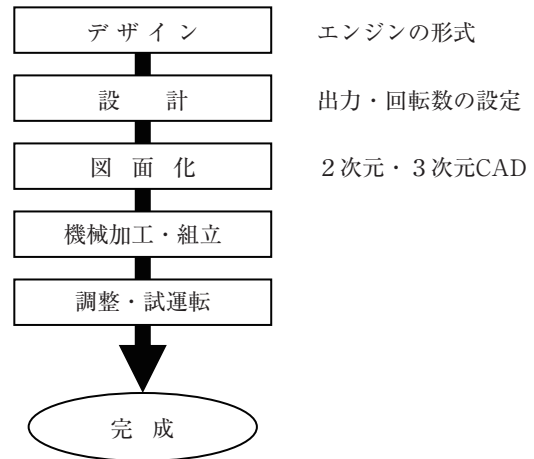
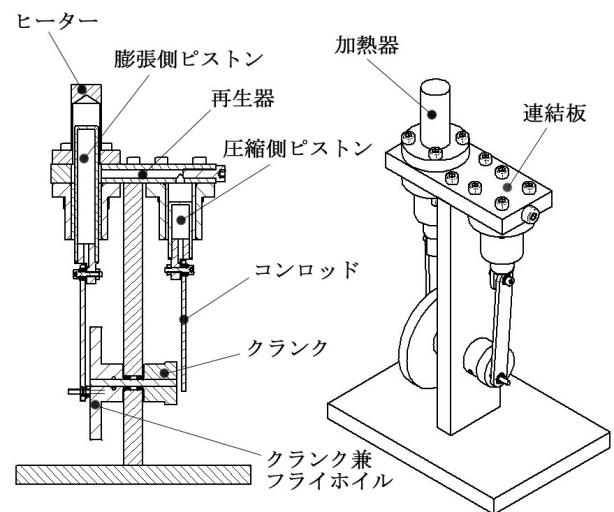


図3 エンジンカー製作の流れ

4.1 デザイン・設計⁽³⁾⁻⁽⁵⁾

文献や資料から、図4に示す模型スターリングエンジン「LSE-01」を参照して設計を実施した。本エンジンは最もシンプルな構造をもつ α 型スターリングエンジンである。膨張側および圧縮側のピストンとシリンダにはガラス製の注射器(3cc, 翼工業



(a) 断面図

(b) 外観図

図4 模型スターリングエンジン「LSE-01」

表3 LSE-01エンジン仕様

エンジン形式	α型 スターリングエンジン
行程容積（膨張側）	0.628 cm ³
シリンダ径×ストローク	φ10 mm×8 mm
行程容積（圧縮側）	0.628 cm ³
シリンダ径×ストローク	φ10 mm×8 mm
加熱形式	ガスバーナー
冷却形式	自然冷却

製）が使用されている。膨張側ピストン上部には、約0.7mmのクリアランスを設けて、ステンレス製のキャップ式ヒーターが設置されている。膨張空間と圧縮空間とはそれぞれのシリンダを連結する板材に開けられた穴によりつながれている。このエンジンはガスバーナー等で加熱することにより、約3000rpmの回転数で稼働する。表3にエンジンの仕様を示す。この模型スターリングエンジン「LSE-01」を製作するための設計確認を行った。

4.2 図面化

設計後、部品図および組立図を、機械加工用の2次元図面（AutoCAD）と、動作・機構確認用の3次元図面（UG-NX1）を2種類作成した。またUG-NX1を使用し動作および干渉チェックを行った後、膨張側および圧縮側ピストン周りとクランク・フライホイール周辺の動作・機構の確認・加工図面などの修正を行った。

4.3 機械加工・組立

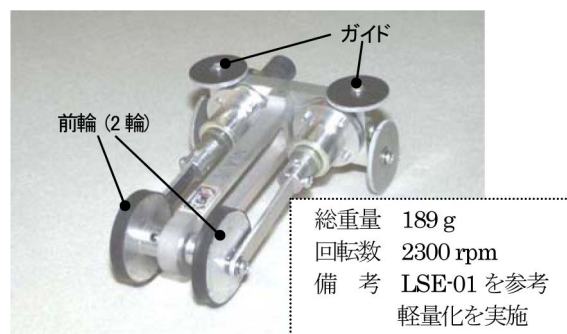
加工は2次元化した部品図面をもとに、実習の復習もかねて普通旋盤、フライス盤、ボール盤から、数値制御加工機であるワイヤカット放電加工機、レーザー加工機を使用した。その後組み立て、機体を完成させた。

4.4 調整・試運転

加工後の部品の中でも特にピストン周りの部品は念入りに洗浄・脱脂・乾燥を施し、組立に用いた。作業は、2つのピストン周辺から、クランク周りを組み上げた。最後に気体密閉用のボルトを締め、試運転を行った。膨張側ピストンの加熱は、エンジン全体の高温化を考慮し、ヒーター全体を熱するのではなく、ヒーターの上部のみを重点的に熱し、エンジンを動作させ試運転を行った。この模型スターリングエンジン作製の流れから、スターリングエンジンの設計、加工や組立て、調整の注意点を理解し、11月のテクノラリー参加車両の製作を同様の手順で行い、競技会に参加した。

5. 結果

テクノラリーへ参加前、参加後の製作機体の変化を2006年から2009年に製作した主な機体結果をもとに解説する。



(a) テクノラリー前



(b) テクノラリー後

図5 スターリングエンジンカーの変化（2006年）

5.1 2003年～2006年⁽⁶⁾

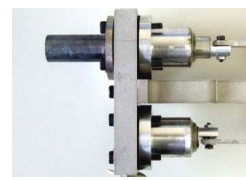
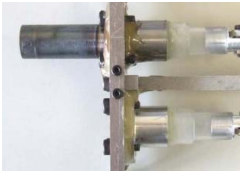
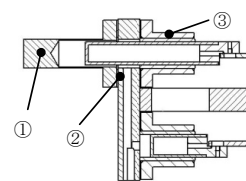
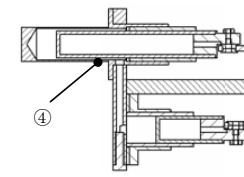
図5には、同一の学生が作成したスターリングエンジンカーを示す。テクノラリー参加前（図5(a)）は、前述したLSE-01エンジンを参考に機体を製作した。機体の80%程度Alを使用した。重量的にはテクノラリーで入賞した他校の機体より重い。テクノラリー参加後に製作した機体（図5(b)）は、4輪から3輪に変更されたことに加え、さらなる軽量化やガイドやつかみ部が増設され、より大会を見据えた機体へと改良が加えられた。

5.2 2007年

機体の軽量化の次に取り組んだ課題として、ピストン周辺の気密性の強化を試みた。2007年度に製作した加熱器周辺の変化を表4に示す。

LSE-01型に代表される α 型スターリングエンジンの膨張ピストン周辺は、①加熱器、②連結板、③シリンダカバーの順序で締結されている。また各部品の間には気密性向上のために不燃性のパッキンが挟み込まれている。この部品点数の多さが、接合部分を増加 → 膨張ピストン内部の気密性の低下 → エンジン出力の低下、を引き起こす原因であると考えた。テクノラリー参加後、部品点数の見直しをねらい、表4中の④に示す「一体型加熱器」を設計製作した。結果接合部分がなくなったことによって気密性は向上し、加えて部品数が5部品から1部品に減少したことにより、大幅な軽量化も達成できた。

表4 スターリングエンジン加熱器周辺の部品変化

	テクノラリー前	テクノラリー後
加熱器周辺		
断面図		

①加熱器 ②連結板 ③シリンダカバー ④一体型加熱器

またテクノラリーに参加した学生すべての2号機は、軽量化や形状の変更など大幅な改良が施されていた。

5.3 2008年

2008年に開催されたテクノラリーから、競技クラスの規定変更から耐久ミニクラスへと変更された。図6にはテクノラリー参加機体を示す。機体は(1)耐久性能を向上させるための高効率化、高出力化、(2)宙返り可能な速度を実現するための軽量化、を目標として作成を行った。

2つの改良目標を達成するために、(1)2007年に行った加熱器周辺の部品点数、形状のさらなる見直し、フレーム周辺に改良および出力軸周辺の軽量化を図った（図中①、②部参照）。(2)熱交換の行われる再生器を連結板内部に設置するのではなく、銅パイプを使い外部に設置し、冷却効率の向上などから高効率化を図った（図中③部参照）。これらの改良の結果、テクノラリーにおいて図2に示すコースのループを2回転させることに成功した。

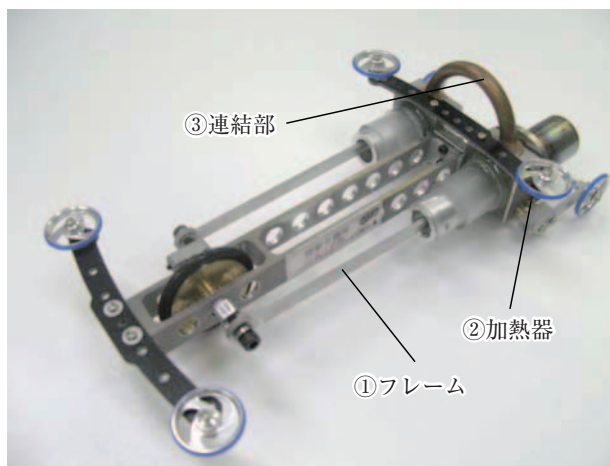


図6 2008年耐久クラス参加機体

5.4 2009年

2009年に開催されたテクノラリーでは、2008年に取り組んだクラスに加えて、新たにRCクラスおよびクーラークラス参加マシンの作成に取り組んだ。この2クラスのマシンについて述べる。

(1) RCクラス

RCクラスは、過去作製したエンジンを参考に熱源および無線操縦部品を設置し作製した。エンジンは20ccのピストンを利用した α 型スターリングエンジンを2基用い、これをT型リンク機構により駆動輪に接続し、走行を試みた。大会参加車両を図7に示す。2008年までのノーマルクラスとの大きな違いは、熱源の搭載に加えて、速度および方向のコントロールが必要な点である。これらの部品が必要なため、このクラスの機体を作成するための部品数は、購入部品、加工部品を含めて合計80点を超え、調整組立には困難を極めた。大会までに何とか完成し、エンジンの動作確認までは行えたが、当日の走行には至らなかった。この点を踏まえ改善点を探した。競技会参加後の改善としては、(1)ギヤ比の再設定と駆動力伝達ギアボックスの改良、(2)ノズルの取り直しおよびガス配管の改良、(3)機体の軽量化、を主な改良点として、現在改良を行っている。

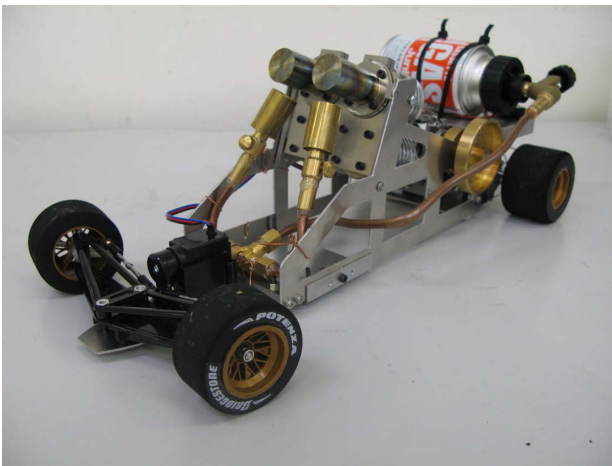


図7 2009年RCクラス参加機体

(2) クーラークラス

クーラークラスは、これまで作製してきたスターリングエンジンとは異なる。これまでのスターリングエンジンは、加熱器に熱を与え発生する温度差をエンジンの動作に利用し、その出力からくる速度や時間を競うものであるが、クーラークラスはスターリング機構を逆に利用し、外部動力等で強制的に動作させたエンジンから温度差をいかに大きく発生さ

せるかを競うものである。

競技会への参加機体は図8に示すとおりである。結果一応の温度低下は果たしたが、センサ設置およびモータの選定、さらなる温度低下のための処理等、今後改善が必要な部品が多い。現在最終発表に向けて、さらなる改良を行っている。

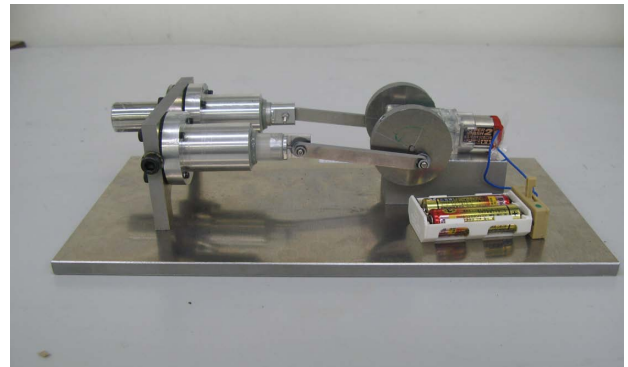


図8 クーラークラス参加機体

6. 考察

6.1 スターリングエンジンについて

テクノラリー入賞を目標とし、さらなる軽量化・気密性の向上に加え、他部品も多数の改良を加える必要がある。さらに(1)設計時に熱解析を実施し、加熱器の最適化を計る。(2)完成機体に対して性能試験を実施し、性能を数値から評価する方法も確立する等が必要であると考ええる。

機体の加工に関しては、これまでは実習の復習も

表5 スターリングエンジンの経過

年度	学生数	テクノラリー			発表会	
		作成	動作	完走	作成	動作
2003	3	1	0	0	3	2
2004	4	4	2	1	4	3
2005	2	2	2	1	2	2
2006	4	3	1	1	3	3
2007	6	3	2	1	5	5
2008	6	5	3	1	4	3
2009	7	6	5	2		

かねて、レーザー加工機、ワイヤ放電加工機のほかに旋盤、フライス盤を使用していたが、高精度の部品を短時間で作成するために、NC旋盤やMC加工機を使った部品加工を行い、短時間での作成から試作を多数回実施するなかで、機体の形状を決定し、テクノラリーでの参加全台完走を目指したいと考えている（表5参照）。

6.2 職業訓練について

テクノラリーに参加する目的は、競技で優秀な成績をのこすことに加え、図面や資料、Webからは読み取ることのできない他の参加者の意気込みやアイデア、加工のレベルなど、参加学生が大会参加を通じて肌で感じ、さらにこの分野における自分のレベルを実感することも目的としている。この学内の作成過程では得ることのできない学外からの刺激という点においても非常に有効であると考えられる。

またテクノラリー参加への準備（9月～11月）を行うなかで、設計制作の一連の流れを把握することができる。この把握により12月から3月の発表会までのⅢ期は、学生が主体となって、より自由な発想をもとに、習得してきた工作機械を駆使しながら、設計製作を行うことができ、改良 → 確認、という体験も短時間の期間で複数回に行うことができる。特に年度終盤には、各製作担当が独自のアイデアを具現化するために少なくなってきた時間を、有効にかつ自主的に作業を行う「時間のコント

ロール」が必要とされる。このため、この間指導員と訓練生という関係で訓練を実施しているというよりも、同じ視点に立ちポイントポイントでの簡単なやりとりで、各自が状況を把握し、改善を行うというより生産現場的なスタイルで作業を行うことで、訓練生本来の自主性を養うことができる。これは非常に有意義な体験であると考えている。

なお次年度も表2に示すような流れを基本として総合制作を計画していく予定であるが、RCクラス的设计・製作に伴う、設計・加工部品点数の増加の影響を考慮して、Ⅰ期を4ヵ月から3ヵ月へ短縮し、大会参加に向けての準備期間となるⅡ期の増加を予定している。またスターリングエンジン製作における技術やポイントなどの継承のため、1年次から製作や大会へ参加する試みや、他校との交流、情報交換も積極的に実施し、更に改善したスターリングエンジンの設計・製作に取り組んでいきたいと考えている。

<参考文献>

- (1) スターリングテクノラリーホームページ
- (2) 数井ほか：『北陸職業能力開発大学校生産技術科・総合制作発表予稿集』，(2008)，19
- (3) 濱口ほか：『模型スターリングエンジン』，(2000)，山海堂。
- (4) 松尾：『スターリングエンジン製作マニュアル』，(2001)，誠文堂新光社
- (5) 山口ほか：『スターリングエンジンの理論と設計』，(1999)，山海堂
- (6) 古俣・古川：『千葉職業能力開発短期大学校制御技術科・総合制作発表予稿集』，(2004)，23

可視光を利用した トランスミッタの試作

沖縄職業能力開発大学校 内間 安幸・喜屋武秀昭
溝口 正大・石本 直幸

1. はじめに

近年、パソコンと周辺機器間との接続や家電間の接続が、無線LANやBluetooth等の無線技術を利用することによりコードレス化が進んでいる。これらの無線技術は回折現象を原因とする信号漏洩が問題となっている¹⁾。そこで、回折現象がなく、信号漏洩が少ない可視光通信が注目されている¹⁾。

可視光通信は2006年に認可された電力線搬送通信(PLC)の最終端通信デバイスとしてや、空港や大規模商用施設においての情報伝達ツールとして応用されている。無線と可視光通信の得失について表1に示す。可視光は信号漏洩の防止、通信経路の可視化が可能であることが長所である。これは通信におけるセキュリティの向上だけでなく、利用者の心理的抵抗感にも配慮が可能である。短所としては、遮蔽物により可視光が遮断された場合、それによる通信の遮断や通信範囲の限定などがあげられる。

われわれはこの可視光を利用したトランスミッタを試作した。トランスミッタとは信号を送り出す電気的な送信機、送話機のことである。

表1 無線通信と可視光通信の得失

	無線通信	可視光通信
長所	・回折現象により、障害物が有っても広範囲で通信が可能	・受信者(盗聴者)への到達がない ・送信者を容易に認識できる
短所	・送信者の意図しない受信者(盗聴者)に到達する可能性 ・送信者を認識できない ・送信者を電氣的に選択しなければならない	・直進性が強いために、通信範囲が限定される ・遮蔽物により通信が遮断される

2. 試作機

本試作機は空間的に離隔した2点間を可視光によりデータ送信する装置の試作である。その際、確認用のデータとして音楽データを利用した。図1に本試作機の構成を示す。本試作機は音楽プレーヤーからの信号を回路1、光送信デバイスであるLEDにより光信号に変換し、その後空气中に可視光に変換された音楽データを送信する。その空气中を伝搬した光をフォトダイオード等の光受信デバイスにより受信し、回路2により音声信号に変換する。その信号を回路3で増幅し、スピーカーより可聴可能な音声に変換する。本試作機の通信用光線は緑色を採用し、電源電圧は携行機器を目的に9V乾電池(006P型, 6LR61型)を採用した。以下に、2種類の試作機について示す。

(1) 試作機1 (アナログタイプ)

試作機1は図2の回路により音声信号を電気信号に変換し、送信デバイスであるLEDにより空間へ可視光信号として送信する。その可視光信号を図3のフォトダイオードで受信し、回路により可視光を電気信号へと変換する。その電気信号を図4の回路により増幅し、スピーカーにより音声として出力する。

(2) 試作機2 (PWMタイプ)

試作機2は音声信号を図5の回路によりPWM信号へと変換する。PWM信号とは、波高値が一定で

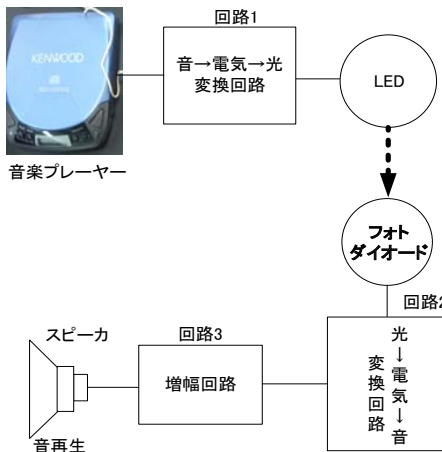


図1 試作機の構成

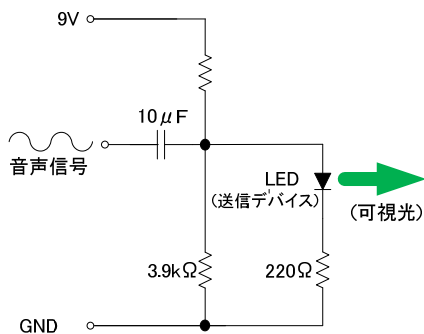


図2 試作機1の送信回路

ある矩形波の幅を連続的に変化させた信号のことである。このPWM信号で送信デバイスであるLEDを駆動することにより空間へ可視光信号を送信する。次に図6のフォトダイオードにより可視光化されたPWM信号を受信し、電気信号へと変換する。その電気信号を増幅し、スピーカーより音声として出力する。

3. 試作機の問題点

(1) 外部光源を原因とするノイズ問題

本試作機は空間中において、可視光により情報の

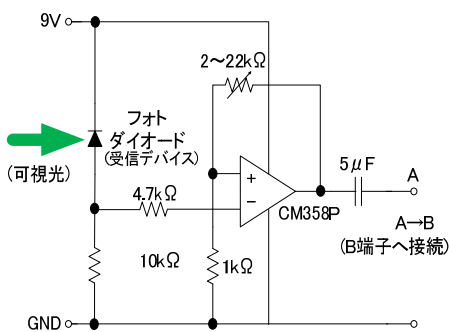


図3 試作機1の受信回路

送受信を行うため、受信デバイスであるフォトダイオードにキャリア波である可視光だけでなく、蛍光灯等の外部光源からの光を受信するという問題がある。その外部光源からの光によるノイズ発生が問題となっている。

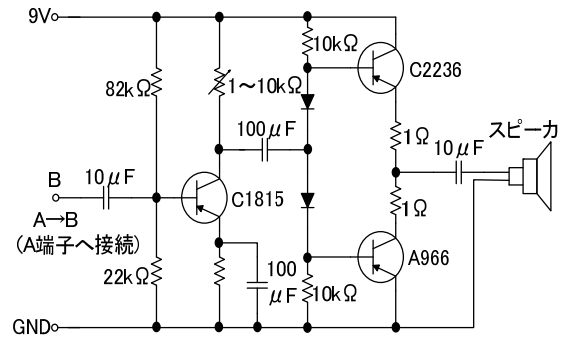


図4 試作機1の増幅回路

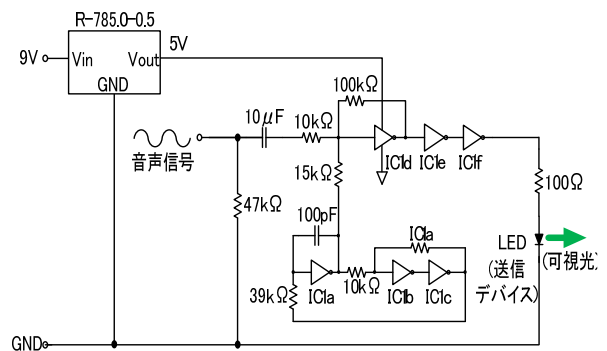


図5 試作機2の送信回路

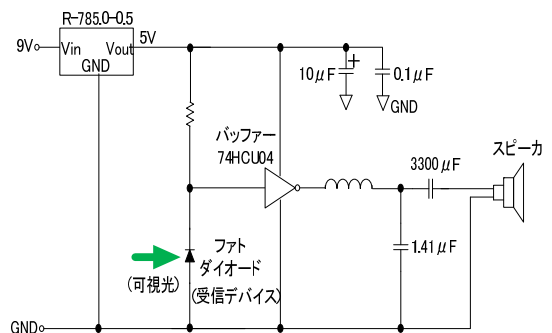


図6 試作機2の受信回路

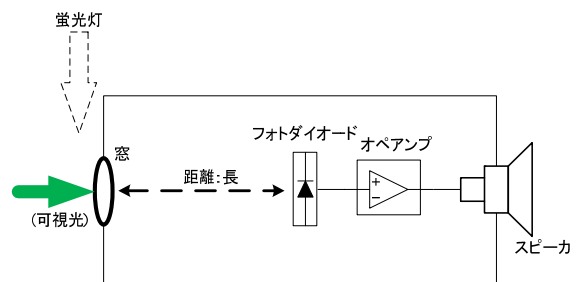


図7 外部光源からのノイズを抑制した機構

そこで、キャリア波である可視光の波長のみを通わせる電氣的、光学的フィルター等を作成し、この問題の解決を検討した。しかし、良好な結果を得ることができなかった。そこで、われわれは試作機の受信装置側に図7に示すような構造を適用した。このように受信窓と受信デバイスであるフォトダイオードの離隔距離を長くすることでキャリア以外の外部光源の影響を小さくすることができた。

(2) 送受信機間距離の変化における出力変動

送信機と受信機間の空間的な離隔距離を長くした場合、試作機に可視光信号の出力信号の減衰およびノイズが発生する。これはキャリア波である可視光

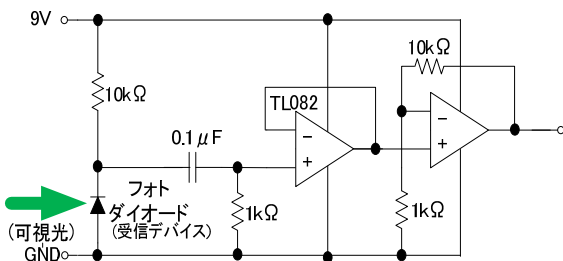


図8 挿入した回路

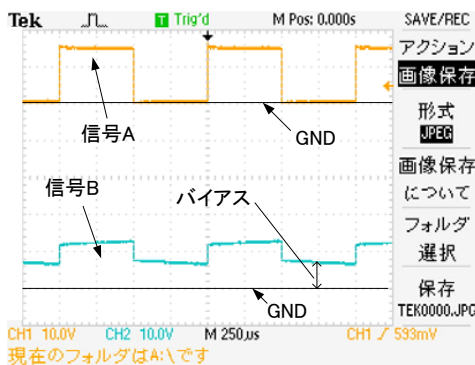


図9 実験結果1

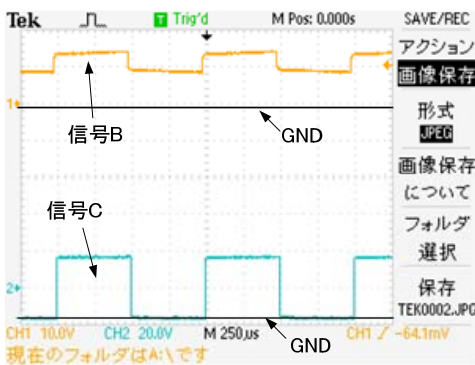


図10 実験結果2

が空間中を拡散しながら直進するために減衰することが原因と考えられる。その減衰した可視光をフォトダイオードで受信した場合、電気信号の減衰や、直流成分の重畳が起こる。これにより受信機を構成する素子が正常に駆動せず、ノイズの発生や出力の減衰が起こる。

そこでわれわれは、図8に示すような回路を受信機のフォトダイオードと信号増幅用のアンプ回路との間に挿入した。図9、図10に実験結果を示す。図9の信号AがLEDから出力された信号であり、信号Bが送信機と受信機間の離隔距離が長くなった場合の信号である。信号Bには歪みとバイアスが確認できる。図10には信号Bと、図8の回路を挿入した場合の信号Cを示す。この結果より、信号Bの歪みの改善とバイアスの除去が確認できる。これにより、図8の回路が有効に機能し、試作機による正常な信号の送受信と、信号の増幅を可能とした。

4. まとめ

無線LANやBluetooth等の無線技術を利用した場合、回析現象により盗聴や情報漏洩が考えられる。そこで本報告において指向性が強く、情報漏洩の可能性が低い可視光を利用したトランスミッタの試作について報告した。

この可視光トランスミッタの試作において、外部光源からの干渉、離隔距離における可視光受信の不具合が課題となった。この問題は受信機の構造を変更することと、電子回路の追加によるバイアス信号の除去により解決した。今後は動作環境の変化に対応した出力の自動調整等について検討予定である。

これらの可視光通信技術は現在、室内照明光を利用した通信、高度道路交通システム (ITS) 等に利用されている。今後は光によりデータの送受信を行う光ICタグや、複数の波長の違う可視光を利用したイメージセンサ通信²⁾が検討されている。

<参考文献>

- 1) 春山真一郎：電気情報通信学会論文誌 A Vol.J86-A No.12 pp.1284-1291, 2003年12月
- 2) 中川正雄監：「可視光通信の世界」, 工業調査会

キャラクター商品の 知的財産に関する一考察

港湾職業能力開発短期大学校横浜校 西口美津子・足立香名子

1. はじめに

近年、知的財産についての関心が高まっている。日常生活においても頻繁に「著作権」や「違法コピー」といった言葉を耳にするようになった。キャラクター商品についても許可なく模倣され、税関で摘発される事件が後を絶たない。

「キャラクター立国」として世界各国から評価され、今や日本の産業を支える重要なパートナーともいえるキャラクターの秘めた可能性を世界に発信してゆくに当たって、最大の敵ともいえる「模倣品」とどのように付き合っていくべきか。そもそも知的財産とは何なのか。自らキャラクターを考案、権利を取得する手続きを行うことを通して、キャラクター商品の知的財産についての考察を行うことにした。

2. キャラクター商品について

2.1 キャラクター商品とは

キャラクターとは、空想上の登場人物を総称したものをいう。日本でキャラクターという言葉が使われるようになったのは、1950年代以降といわれているが、アメリカでは、1920年代以降、ディズニーの「ミッキーマウス」あるいは「ポパイ」などのアニメーション映画がヒットし、これらの人気に着目した人たちによって、その主人公がさまざまな商品に

使われるようになったことに由来する。

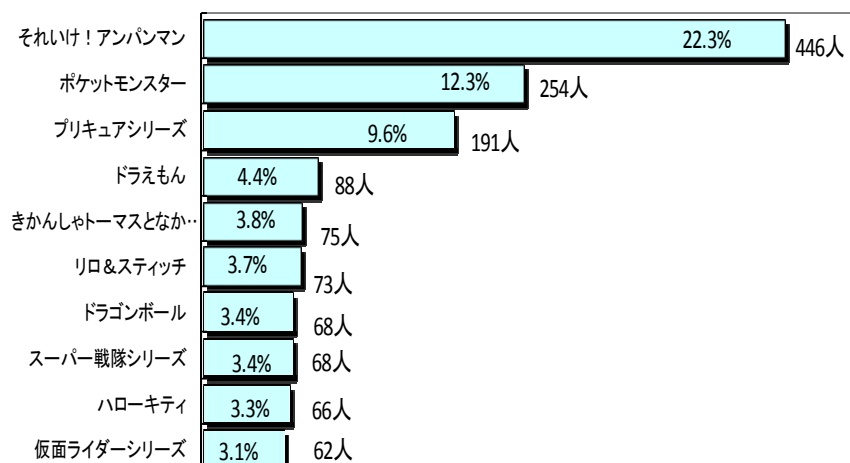
当時、こうした主人公は商品化に当たって、「空想の登場人物 (Fanciful Characters)」と呼ばれ、それが日本に入ってきたが、適当な日本語訳が見つからず、「キャラクター」として定着したといわれている⁽¹⁾。

バンダイキャラクター研究所が2000年に行った調査によると、小学生から60歳代までの日本人のうち、何らかのキャラクター商品を所有している人の割合は83.9%、また好きなキャラクターがあると回答した人の割合は87.0%に達する。特に子どもの好きなキャラクターについては、図1に示すように「それいけ!アンパンマン」が第一位であり、アニメや漫画に登場するキャラクターが並んでいる。

2.2 キャラクター商法

キャラクターは人々に広く愛されるがために、ビジネスとしても成り立つことになる。それが、キャラクター商品が生成してくる背景としてあるのだが、ここでは特に玩具を例にしてその現状を述べる。全世界の玩具の8割は中国で生産されている。以前は香港が生産基地だったが、人件費の高騰とともに、工場のほとんどは珠江デルタ地帯へと移転した。

日本の玩具メーカーも、製品の7～8割を中国で委託製造している。中国は大きな市場であるが、まだ、市場レベルが日本製品の販売価格で売れる段階には至っていない。現在、北京、上海、香港など高



(出典) バンダイ調査 ホームページより転載

図1 子どもの好きなキャラクター

所得層の見込める地域に限って商品を販売している。

日本の玩具メーカーのキャラクター商品には共通の特徴がある。それはアニメ番組などと提携して、番組スタート時にキャラクター玩具を商品化して販売することである。キャラクター商品を玩具にして海外に展開する場合にも、そのキャラクターアニメとして海外放映されることと、セットで出ていくというやり方をとっている。つまり、放映して広告・宣伝し、キャラクターの付加価値をつけることがねらいである。

中国では、テレビ放送の国家規制が強く、日本の玩具企業がキャラクター戦略を実施しにくい状況にある。一般的なおもちゃのライフサイクルは（商品にもよるが）1～2年で、毎年、多くのキャラクターが送り出されるが、実際に利益をあげられるのは上位5種類程度である。期待していなかったものが、ヒットすることもあり、必ずしも思惑どおりにはいかないことが多いようである。

2.3 キャラクターの成功例

キャラクターの中でも、優れたキャラクターは高い商業的価値を持つ。ぬいぐるみなどの玩具や、キャラクターの印刷された文房具などによって、キャラクターの出自である作品以上の売上げがもたらされることもまれではない。商業的に極端な成功を収めたキャラクターは、物語の背景を失って視覚

的側面のみが一人歩きすることもある。

また、肉体的な実体を持たないキャラクターの場合、人気不衰えな限り寿命がなくスキャンダルもない⁽²⁾。家族、友人などと称して新しいキャラクターを作り出すことも可能であり、企業のイメージアップや販促に有効な手段であるので、キャラクターの作成に力を入れている企業、団体も多い。JR東日本のSuicaで用いられるペンギンや、首都高速の『Mr.ETC』、福岡市交通局（福岡市地下鉄）の『ちかまるくん』等、公共交通機関においてもキャラクターが導入され、イメージアップに貢献している。

また、『ミッキーマウス』は商業的、かつ世界的にも成功したキャラクターの1つであり、多くのキャラクター商品が販売されている。ゲームの隠しキャラクターだった『うみにん』のように出自の作品の知名度は大してなかったものの、商品化によって人気を獲得する例もある。また、『ハローキティ』を初め、商品であることを目的としたキャラクターも数多く考案されており、キャラクターを応用することにより、ビジネスのさらなる発展が期待されている。

3. 知的財産権問題

3.1 知的財産とは何か

知的財産とは、一般に「創作活動や事業活動から

生出される無形の資産のうち権利保護できるもの」⁽³⁾あるいは、「頭や感情から生み出した創作物」⁽⁴⁾と定義される。つまり、知的財産とはアイデアや発想から生まれた目に見えないものを財産とみなすものであり、自分が創作したことに対する正当な権利を主張できるものである。

しかし、この知的財産は、第三者に模倣されやすいという性質も有しており、何らかの保護制度を設けておかなければ、他人からの侵害行為から財産を守れないという危険が生じる。そこで、この危険に対して制度として保護しようとしたものが、「知的財産権」である。

知的財産基本法では、知的財産を「発明、考案、植物の新品種、意匠、著作権その他の人間の創造的活動により生みだされるもの（中略）、商標、商号その他事業活動に用いられる商品又は役務を表示するもの及び営業秘密その他の事業活動に有用な技術上又は営業上の情報」と定義している。

3.2 知的財産制度・権利の概要

一般に「知的財産権」と呼称されるが、知的財産権という権利はなく、特許権、実用新案権、意匠権、商標権、著作権などのことを総称して「知的財産権」と呼んでいる。以下、概要を示す。

●特許権（発明、パテント）

特許権とは、発明を独占的に実施することができる財産的な価値を有する権利である。

●実用新案権（考案）

実用新案権とは物品の形状等に関する考案を認める権利である。特許権と同様、特許庁に出願し、登録料金を納付する必要がある。その際、特許権とは異なり、新規性、進歩性などの審査は行われない。

●意匠権

意匠権とは工業用デザインを認める権利である。意匠権を取得するには、特許庁に出願する必要がある。願書と図面を提出することによって行われる。

●商標権

商標権とは、商標・サービスマーク等のことをいい、SONYのロゴや、LOUIS VUITTONのバッグなどがそれである。商標権を取得するためには、特許庁に出願する必要がある。

なお、商標や意匠出願については、先に申請したものに権利が与えられる「先願主義」が世界共通のルールとなっている。この「先願主義」には異議申し立てが可能であるが、無効審査に2～5年の時間を費やさなければ解決できない。例外は米国であり、米国では真の発明者を保護する「先発明主義」を行っている。

●著作権

著作権とは独創性のある著作物のことをいい、例えば、文学作品や映画、音楽、キティちゃんの携帯ストラップ等が該当する。著作者が著作権を取得するためには、登録等に行政手続きは必要ない。著作物性を有している場合には、創作した時点で自動的に権利が発生する。

なお、著作権については文化庁による登録制度があるが、著作権関係の法律事実を公示する観点や、著作権が移転した場合の取引の安全を確保する観点から設けられているものであって、この登録は権利取得の条件ではない。

3.3 知的財産権問題の背景

アイデアや発想から生まれた目に見えないものを守り、自分が創作したものに対する権利を、正当に主張する知的財産権に関する考え方には各国の文化の違いが反映されることから、その認識にギャップが生じる恐れがある。例えば、模倣などに対する認識の違いがそれである。以下に米国、日本、中国の知的財産問題への取組みを示す。

●米国

米国では、1970年代までは、特許権の保護よりも独占禁止法の運用についての政策に重点を置いていた。しかし、1980年代にかけて大幅な貿易赤字と財政赤字のいわゆる「双子の赤字」をかかえることに

なり、レーガン共和政権は知的財産権の保護強化を明確に打ち出した。1990年代後半になると、米国の財政赤字は大幅に減少し、逆に大幅な黒字に転じた。以来、自国が優位に立っている先端技術を中心とし、知的財産により貿易・国際収支のアンバランスを解消しようと、世界各国に攻勢をかけている。また知的財産に関する訴訟攻勢も激しくなっており、外国企業、特に日本企業に対し、米国の特許権による巨額賠償請求裁判の格好のターゲットとされたこともある⁽⁶⁾。

●中国

中国においては、製造業を中心に著しい経済成長をみせる過程で、著作権侵害や商標権侵害等の知的財産権侵害が多発し、国際的に問題となっている。近年では、2001年の世界貿易機関（WTO）加盟に伴い、対応する国内法の整備がおおむね行われるなど、知的財産権保護が強化されている。しかし、国家レベルでは知的財産権保護に積極的に取り組む姿勢が見られるものの、地方政府においては、取り締まりが十分に行われていないともいわれている。実際に、日本企業が受けた模倣被害は国別では中国におけるものが最も多く、69%もの被害を経験している。また、海賊版や模倣品についての報告書⁽⁷⁾でも同様に、中国における模倣被害の深刻さが明らかにされている。背景には、中国は富裕層と一般市民との格差が大きく一般市民には正規品の値段は高すぎるので安い模造品が好まれているというものがある⁽⁸⁾。

●日本

1996年12月に、「21世紀の知的財産権を考える懇談会」が、特許庁で開催された。これは、米国の国家戦略としてのプロパテント政策の推進等、近年の急激な環境変化に対して、21世紀に向けた日本の知的財産権のあり方を明らかにする目的で開かれたものである。2001年10月から、経済産業省において、「産業競争力と知的財産を考える研究会」が開催され、2002年11月には知的財産基本法が、また2005年には「知的財産高等裁判所」が設立されるなど、知

的財産に高い関心が寄せられている。

4. キャラクターの権利の取得

知的財産への理解をより深めるため、実際にオリジナルキャラクターを作成することで権利を取得する手続きを行うことにした。足立がかつて創作した「はさみみ」というキャラクターを用い、キャラクターの知的財産において最も重要視されている、著作権の中の第一発行年月日登録を実際に行った。今回デザインした「はさみみ」（図2）とは、スポンジに洗濯ばさみを付けるという発想から生まれ、それをウサギのようにアレンジしてキャラクター化したものである。

4.1 オリジナルキャラクターの登録の意義

オリジナルキャラクターを登録するため、文化庁に出願することにした。出願し申請が受理されれば、法的に著作権の権利が認められ、創作者の表現が保証される。なぜ、このように著作権を取得しておく必要があるのかというと、オリジナルキャラクターがビジネス展開によって商標化され、ヒットした場合の権利や模倣品から受ける被害から守るための権利書になり、自分の著作であることの立証が容易であるからである。他に立証の方法がないわけではないが、時間的にも金銭的にも負担が大きくなる。

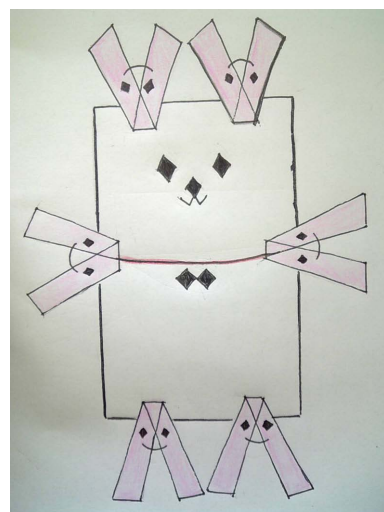


図2 はさみみ（足立作）

こうしたオリジナルキャラクターにはある特徴がある。①商品展開が幅広くできるケースが多いこと、②商品そのものがキャラクターの世界観づくりに貢献できるということ、③「癒しブーム」の火付け役であること、④幅広い年代層へ受け入れられる可能性が高いこと、⑤商品の売れ行きは店舗展開がカギということ、⑥キャラクターグッズが拡販手段であることがあげられる。しかし、⑦商品を多展開するに当たり、稀少性が失われる恐れがあるため、⑧一定市場を確立させるのは難しいという弱点もあげられる⁽⁹⁾。

4.2 第一公表年月日の登録

第一公表年月日の登録とは、著作物が最初に発行され、または公表された年月日の登録を行う制度である。効果として、反証がない限り、登録されている日に当該著作物が第一発行または第一公表されたものと推定される。申請できる者は著作権者、無名または変名の著作物の発行者である。

第一発行（公表）年月日登録の申請についての留意事項について、登録ができるか確認し、①第一発行（公表）年月日登録申請書、②著作物の明細書、③第一発行（公表）年月日を証明する資料、④収入印紙3,000円を揃え、文化庁著作権課に提出することになっている。

4.3 文化庁著作権課の対応

文化庁での権利取得については、登録の際に必要な書類の書き方も丁寧に指導が行われ、スムーズに登録手続きをすることができた。現在、著作権について研究中であることを述べると、より親身になっ

て質問に答えてくれた。

申請から約1ヵ月後、登録の通知が届いた。これによりはさみみは平成20年11月7日に最初に公表されたことが平成20年11月17日に法律上認定された。元来著作権とは登録をしなくても発生する権利であるが、登録制度が存在する理由として、創作日などの事実関係の容易な証明となることや著作権が移転した場合の取引での安全確保になる。

オリジナルキャラクターを自分自身で出願してみても、意外と簡単に登録ができるのに驚いた。日本ではともかく、同じ先願主義をとる中国の事例にあるように⁽⁸⁾、早い者勝ちで登録した模倣品が逆に真正品として法律上認められてしまう危険性が高いことを感じた。

5. キャラクターを守るために

5.1 キャラクター商品の模倣

ビジネスチャンスが大いに期待されるキャラクター商品は、一方で模倣品の流通により、その利益が失われている事実を見逃すことはできない。キャラクター商品の模倣品の流通プロセスについて説明すると、キャラクター商品の多くが中国で製造され、中国国内や東南アジアに流れている。欧米にも出回っているが、逆に日本国内に出回ることは少なく、クレームもほとんど寄せられない。

しかし、商品によっては、日本国内で急激なブームが起こって、製造が追いつかない場合などに、その模倣品が国内市場に氾濫することがある。その場合は、国内での出来事なので、消費者からのクレームとなる。模倣品の出来栄はそれぞれ異なり、出



写真撮影（足立）

図3 中国で見かけた模倣品の例

来栄えを見れば、金型が流れて作られた物なのか、真正品から型をとって作った物なのか判断できる。筆者も模倣品とわからず購入した経験があり、その模倣品のほとんどが真正品から型をとって作った物と考えられる。図3に示すノートもその模倣品の1つであり、模倣品は、パッケージの絵や写真等は真正品の物とほぼ同じだが、社名、著作権元の名前、著作権表示等はすべて外されている。社名や製品名を、真正品の物と全く別の名称にすれば商標権侵害になりにくくなっている。

模倣品の生産は中国南部が中心であり、流通されるのは中国（特に広州のおもちゃの間屋街）、東南アジア、韓国、香港、台湾、北米、欧州である。被害額は算定不可能ともいわれている。玩具はライフサイクルが短い商品であることから、香港か日本で流行っている製品を入手して、中国の業者に製造の発注を行っていると考えられる。なお、当該商品のブームが収束すると同時に模倣品も収束する。

日本で製造している真正品は、日本から港に出し、香港から中国大陸や東南アジアへ再輸出されているが、中国で製造された模倣品も香港経由で東南アジア各国へ流れている。中国での模倣品製造は分業して行われているため、工場摘発の場合も、パッケージしか見つからないこともある。キャラクター商品は、各社とも作っている内容が異なるので、共同して摘発することは難しいが、知的財産の権利が著しく侵害されているため、放置するわけにはいかない重要な問題である⁽¹⁰⁾。

5.2 キャラクター商品の模倣に対する予防策

模倣品に対する予防策として特許庁や経済産業省⁽¹¹⁾の対策方法からまとめると、①権利化、②商標登録、③意匠登録、④著作権、⑤商標登録の意匠登録も著作権もない場合、⑥物理的対策、⑦組織体制などに分類できる。

①権利化…キャラクター商品（玩具）はライフサイクルが非常に短いので、権利となるまで時間とコストがかかり、かつ、摘発に技術的な説明を要するため、権利化の手段である特許は使い

にくい。また、毎年多くのキャラクター商品が世に送り出されるので、商品の幅も広くすべての商品に対して権利の設定・摘発などの対策を講ずることができない。

②商標登録…指定商品（商標登録時に商標を使用する商品として指定されたもの）に当たるか、または指定商品に類似する場合、その製品が輸入されていれば、輸入差止めの申立てをすることにより、その製品の輸入を止めることが可能である。また、輸入されていない場合でも、裁判によって、そのキャラクターの使用禁止や無断使用製品の廃棄などを求めることができる。そして、ライセンス料相当額など自己が受けた損害額の支払を求めることができる。

さらに、裁判で判決が出るまでの期間に、その製品が大量に出回ることなどによって、商標登録者に多大な不利益が生じる場合には、仮処分によって、キャラクターの使用禁止などを求めることができる。

③意匠登録…商標権における対抗策と同じである。

なお、意匠の場合、同じか類似するデザインであっても、登録意匠と同一または類似品（例えば食器類であること、文房具等であること）でなければ、対抗策をとることができないので注意が必要である。

④著作権…著作権に基づいての対抗策をとることができる。

⑤商標登録も意匠登録も著作権もない場合…キャラクターが権利者の商品の出所を表示するものとして商品において使用されており、それが著名または周知といえる状態にまでなっている場合には、不正競争防止法違反として、そのキャラクターの使用禁止や無断使用製品の廃棄などを行わせることができる。そして、ライセンス料相当額などの権利者の損害の賠償を求めるこ

とができる。

- ⑥物理的対策…真正品の構造を、模倣が困難な構造とするよう工夫することで模倣品製造者に模倣を諦めさせることである。例えば、商標を商品と一体的に表示したり、商品に埋め込むなどの工夫が考えられる。

なお、ホログラムシールを貼ることも有効だが、コストがかかり販売価格に影響がでるため、単価の低い玩具には実用的ではない。

- ⑦組織体制…玩具の中のデザインは社外（アウトソーシング）で作っていることが多いので、商品開発を行う際に、商標、特許、実用新案を取得するという意識自体が欠けてくるので、社内的な啓蒙活動が必要とされる。

その他、一般的な方法としては、相手方に警告書を発して、交渉を行うことができる。さらに、刑事告訴をすることも可能である。知的財産の各権利についての効力を知り、効果的に使用していくことがキャラクターを保護する大きな要となる。

実際に、知的財産を意識するのは、商品として世に出すかどうか、各部署で検討する会議に上がった段階からである。その場合に、他社の権利を侵害していないかという視点とともに、自社の権利を守るという視点も必要になる。商品開発を担当する段階で知的財産についての意識を高め、権利を保護しなければ、これからも模倣品が容易に製造されるだろうと考えられる。

6. おわりに

知的財産とは人々の知的活動によって生まれた無形の財産であり、法律上の権利として認められているものである。今回、実際に文化庁に出向きオリジナルキャラクターの著作権を申請してみて、オリジナルキャラクターを始めあらゆる知的財産が保護・育成され、活用されることへの強い期待感と知的財産の保護への思いを実感することができた。

国際化が進み、知的財産がますます重要となるなかで、知的財産を常に意識し、積極的に利用することで日本経済が復活し、世界中で日本のキャラクター商品が愛されることを期待したい。

<参考文献>

- (1) 香山リカ・バンダイキャラクター研究所：『87%の日本人がキャラクターを好きな理由』学研 2001, p.186
- (2) 土屋新太郎：『キャラクタービジネス—その構造と戦略—』キネマ旬報社 1995, p.21
- (3) 土生哲也：『知的財産のしくみ』日本実業出版社, 2007, p.14
- (4) 荒船良男・大石治仁：『手にとるように知的財産権がわかる本』かんき出版 2007, p.18
- (5) 大村幸弘：『鉄を生み出した定刻 ヒット発掘』日本放送出版協会 1981, pp.54-56
- (6) 寒河江孝允：『知的財産権の知識』日本経済新聞出版社 2007, p.26
- (7) 「政府模倣品・海賊版対策総合窓口年次報告書」経済産業省及び関係省庁 2002, pp.12-22
- (8) 田中淳：『中国ニセモノ社会事情』講談社 2008, p.10
- (9) 陸川和男・西岡直実：『図でわかる キャラクターマーケティング』日本能率協会マネジメントセンター 2002, p.103
- (10) <http://www.jpo.go.jp/> (特許庁ホームページ)
- (11) <http://www.meti.go.jp> (経済産業省ホームページ, 政府模倣品・海賊版対策窓口 (漫画キャラクターの無断使用対策))

メキシコCNADへの短期派遣報告

近畿職業能力開発大学校附属京都職業能力開発短期大学校 生産技術科 村田 光昭

1. はじめに

筆者は、2007年11月8日から同28日までの約3週間、ならびに2009年10月19日から同年11月25日までの約6週間、国際協力機構（JICA）の短期専門家として、メキシコ職業技術教育活性化センター（Centro Nacional de Actualización Docente：以下CNAD）に派遣された。派遣の目的は、CNADで行われている第三国研修、応用ロボット工学コースに対して、コースならびに教材への改善提案、CNAD講師（カウンターパート：以下C/P）に対する技術移転である。

本稿では、CNADで行われている第三国研修の概要、短期専門家としてCNADで行った業務内容やその成果について報告する。

2. CNADと第三国研修

2.1 CNADとは

CNADは、メキシコ教育省（SEP）産業技術教育局（DGETI）に属する研修機関で、1994年から1999年まで、日本とメキシコとの技術協力によって実施されたプロジェクトである。目的は、メキシコ国内の工業高校や、職業訓練施設の教員に対して約1年間メカトロニクス分野の研修を行うことにより、メキシコ国内全体にその技術を広めていくことである。CNADは、今年で開設して15年である。その間、1,000人以上の教員へ研修を行ってきた。

2.2 第三国研修

CNADでは、プロジェクト終了後の2000年から、第三国研修を実施している。第三国研修とは、中南

米各国から研修受講希望者を募集し、CNADにおいて8週間の連続した研修を行うものである。2000年から2004年までの5年間、第1期として「メカトロニクス」コースが実施された。その後、2005年から2009年まで第2期として、第1期のコースをより実践的に発展させた「応用ロボット工学」コースを実施している。

2009年第三国研修では、ウルグアイ、エクアドル、コスタリカ、コロンビア、パラグアイ、ペルー、ボリビア、メキシコの各国からの参加者がいた。応用ロボット工学コースでは、DCサーボモータを使用したスカラ型ハンドロボットを研修教材とし、約8週間かけて、機械設計、CAD/CAM、汎用機械加工、NC機械加工、電子回路設計、プリント基盤製作、制御理論、制御プログラム作成、評価の順に行い、ロボットを完成させている。各国からの研修生の専門は、主に機械系と制御・電子系に分かれている。それぞれの専門各1名、計2名を1グループとし、それぞれ専門とする分野の研修生が、他の研修生の



図1 CNAD

苦手とする分野をフォローしながら、課題に取り組んでいた。

第2期の「応用ロボット工学」コースは、今年が5年目となるので、今年で終了となる。そのため、CNADでは、現在、第3期の第三国研修の準備として、中南米諸国を巡って、各国にどのようなニーズがあるのか、また、どのような研修体系だと受講しやすいのか等の情報収集を行っているところである。

3. 2007年短期派遣での業務

3.1 渡航前準備

筆者にとって、初めての海外派遣であった。当時はこんなものなのかなと思っていた準備期間も、今思い返してみると非常に慌ただしいものであったようである。派遣決定から、実際にメキシコの地に降り立つまで、実質1ヵ月しかなく、その間に行うことのできた準備といえば、CNADの技術部長と何度か電子メールで打ち合わせしたくらいである。技術部長との打ち合わせの中で見えてきたCNAD側のリクエストは、CNADで行っている第三国研修で製作しているスカラ型ロボットの教材に対して、より性能が上がるよう改善提案を行ってほしいというものであった。メールのやりとりでなんとかロボットについての具体的な情報を引き出そうと試みたが、得られたものは、スカラ型ロボットの3次元分解図と、サーボ回路の配線図のみであった。海外には、それまで何度か旅行で行った経験はあったので、メキシコでの生活には全く不安はなかったのだが、この事前の準備をしようがない状況で、とにかく来て改善提案を行ってほしいというリクエストに対して、かなりの不安を抱えた出発となった。また、この派遣では、お互いに英語ができるから、通訳は必要ないであろうとのJICAの判断であったが、これも少々の不安要素であった。案の定、後になってこれが一番大変なこととなった。

3.2 業務打ち合わせ

CNADに到着し、施設長を始め、いろいろな方とあいさつをし、その後、技術部長と滞在中の業務について打ち合わせを行ったのだが、ここで前記の言

葉の不安要素が現実のものとなった。英語が聞き取れないのである。私の知っている英語とは違う発音の英語がたくさん出てくるのである。しかも文章の要となる重要な単語が聞き取れない。俗に言うスパングリッシュであった。当然スパングリッシュ対ジャパングリッシュでは、細かな意思の疎通ができるはずもなく、初日からとても苦戦をした。幸いにもCNADの講師の1人が日本人女性と結婚をしていたので、その講師の奥さんが後日通訳を行ってくれることとなった。通訳を交えて打ち合わせを行ってみると、3週間の間に三連休があったり、第三国研修の修了式があったりで、実際に技術移転に充てることができる日数は実質10日間しかないことがわかった。わずかな日数であるにもかかわらず、CNAD側のリクエストは膨大なものであった。管理部、機械系、制御系の講師陣がそれぞれ別なことを教えてくれと要求してきた。まず、膨大なリクエストに対して、きちんと的を絞る必要があったため、派遣中に行う内容を、

1. 当初の予定どおり、スカラ型ロボットに対する機械的な改善提案を行う。
2. 第三国研修生ならびにCNAD講師に対して、筆者が日本で取り組んでいる学生の総合制作実習のロボット製作についてプレゼンテーションを行う。
3. 第三国研修の視察の3点に絞った。



図2 第三国研修生との顔合わせ

2項のプレゼンテーションは、赴任後の打ち合わせで初めて決まったことだったので、まず、機械系のC/Pにスカラ型ロボットの改善に取り組み可能

な日程を決めてもらい、残った時間を第三国研修の視察およびプレゼンテーションの準備に充てることにした。

3.3 業務状況

具体的な業務内容について紹介をする。まず、1項のスカラ型ロボットの改善提案である。第三国研修で製作しているスカラ型ロボットは、図3に示すものである。C/Pから、このロボットの問題点として、まず「動作をさせているとモータ軸とカラーを締結している止めネジがよくゆるむので、そのつど分解して締め直している」「動作をさせていると、減速機付DCサーボモータの減速機部分のバックラッシュがどんどん増大していく」ということが提示された。図3の4自由度のスカラ型ロボットの各回転軸の固定は、減速機付DCサーボモータの減速機出力軸に直接差し込み、六角穴付止めネジ一本のみで固定されている。この2点の問題は、片加重の重たいものを減速機の軸のみで支えていれば、当然起きてくる問題なので、軸部の支えにスラスト軸受の追加と、止めネジでの軸の固定からキーを使用した軸の固定への変更を提案した。また、物をつかむハンド部は、RCサーボと簡単なリンクによる開閉機構となっていた。C/Pから提示されたこの部分の問題点は、「つかむ力が小さいので、100gの物すら持ち上げることができない」とのことであった。用



図3 スカラ型ハンドロボット

いられていたリンク機構では、平行移動しなくてはならない2つのハンドがきちんと平行に開閉できていなかったため、ラックアンドピニオン機構を用いたものへと設計変更を行ってもらった。

以上の改善提案について、実際のロボットに対して改善を施せば一番良かったのであるが、C/Pと一緒に作業を行えた時間は、実質丸5日間しかなかった。そのため、部品や材料の手配、機械加工の時間などを取ることができなかつた。よって、改善点を既存のCAD図面の中に盛り込むまでしか行うことができなかった。

次に、2項のプレゼンテーションでは、筆者が当時在籍していた、北海道職業能力開発大学校で参加していた「ロボット・トライアスロン競技会」への学生の取り組みや大会での成果等を紹介した。CNAD講師の皆さんや第三国研修生を始め、他の研修生や事務の方々など、非常に多くの方に聴講していただいた。また、プレゼンテーション後にとっても活発な質疑応答となったところをみると、大変興味を持って聴講いただけたと思う。



図4 プレゼンテーションの様子

4. 2009年短期派遣での業務

4.1 業務概要

2007年に引き続き、同じ施設で、かつ、ほぼ同じ内容での派遣であった。具体的には、前回同様スカラ型ロボットの改善提案、第三国研修のコース内容および運営に関する改善提案、ならびにC/Pへの技術移転である。前回との違いは、C/Pへの技術移転として、二足歩行ロボットの歩行制御、組み込みマ

アイコン制御を行った点である。二度目の都市、施設ということで、事前の準備は前回よりもスムーズに行うことができた。ただ、前述したCNAD側の第3期の第三国研修の準備で、CNAD技術部長が、中南米各国を訪問していたため、渡航前のCNADとの業務打ち合わせは、全くといっていいほど行えなかった。

4.2 スカラ型ロボットの改善提案

今回行った業務内容を具体的に記す。まず、スカラ型ロボットの改善提案であるが、前は機械的な部分の改善を機械系C/Pと共に行った。そこで、今回は、制御部に的を絞って制御系C/Pに改善提案を行った。前述したとおり、第三国研修の応用ロボット工学コースは、今年で5回目の開催となる。コースで使用しているスカラ型ロボットの課題も毎年少しずつ改良を行っているようで、実際、昨年から製作しているロボットには、一昨年筆者が行った機械的改善提案もきちんと受け入れ、改善がなされていた。今回製作しているロボットは、5年目の課題ということで、課題としてほぼ完成形となっているであろうと想像をしていた。機械的な完成度は、私の目から見る限りでは、問題点を克服しほぼ完成形となっていた。しかし制御分野に関しては、使用している減速機付きDCサーボモータの減速機のバックラッシュを全く考慮せずに（モータの出力軸にエンコーダが付いたタイプであるため、ギヤヘッドの出力軸を直接監視することができない）。一生懸命制御を行っているという、少々お粗末な状況であった。具体的には、ロボットにペンを持たせ、円を描くようにプログラミングを行っても、紙の上に出力結果として描かれる円は、円には程遠い歪な形状であった。さらに、同じプログラムで別のロボットを動作させると、紙に描かれる出力結果も違って来た。そこで、現在行っているPID制御のパラメータにバックラッシュ量も入れるよう提案を行った。もしくは、ソフトウェアでの補間が難しいのであれば、エンコーダの位置を機械的に移動させるよう提案を行った。ただし、今年度はすでに走っているコースであるので、そこに新たなことを付加するのは難しいとのことであったので、次年度以降の改善



図5 第三国研修の様子

として受け入れてもらった。

4.3 第三国研修視察

第三国研修の視察およびコース改善提案では、まず第三国研修に参加している各国の研修生の皆さんの声を直接聞かせてもらった。その中で、コース内容に関する不具合や、コースに参加しての不満が、何点か声として聞かせてもらうことができた。しかし、それ以上に満足や感謝の声が非常に多くあったことをまず記しておく。不満点として聞こえてきた内容は、以下のとおりである。

- ・わずか8週間でロボットの設計、製作、制御を行うので、どの分野も触りの部分をなぞるだけの内容となってしまっている。
- ・現状のMatlab, Simulinkを使用するロボット制御は、制御工学を専門としていない方々にとっては難解すぎる。
- ・MatlabやSimulink, DSPボードを用いた制御方法は有益であるが、それらを取得しても、自国に機材がないので生かすことができない（機材が高すぎて購入することができない）。
- ・もう少し長い期間をかけて、それぞれの分野についてもっと深い部分まで研修を受講したいが、職場を留守にできるのは、2ヵ月が限界である。
- ・時間の制約があるので仕方ないが、ロボットのすべての部品を作りたかった（現状は数点の部品のみを作り、残りの部品は過去のものを使い回している）。
- ・製作したロボットの一部（例えば1軸のみ）で

もよいので、自国に持ち帰りたい（自国に帰って同じことを行おうとすると、すべてを1から作る必要があるのだ）。

上記内容は、一昨年、筆者が研修生から聞いた内容と、また昨年の専門家の報告書に記載されている内容とほぼ同じものであった。特に制御分野の難解さは過去に何度も問題点として上がっているにもかかわらず改善されていないのは、非常に残念であった。そこで、コース改善の提案として、CNAD技術部長と以下の点について確認を行った。

- ・ 第三国研修については、各国から来ている研修生が本当に現状行っている非常に高度な制御法を必要としているのか否か今一度吟味をすべきである。
- ・ また、各国の需要や機器の整備状況に応じて、例えばPLCで制御を行う。PICを用いた制御盤を作成する。マイコンで制御する。など、臨機応変に対応できる体制を構築するのが望ましい。
- ・ その上で、現在行っている高度な制御技術に関して学びたいという受講生がいれば、対応する。
- ・ 残念ながら、製作した教材を持ち帰っていただくのは、予算の関係上不可能である。

4.4 C/Pへの技術移転

C/Pへの技術移転では、日本から携行機材としてマイコンボードと二足歩行ロボットのキット、マイクロマウス製作に必要な部品を持参し、以下の内容について、実質4週間計5名に技術移転を行った。

- ・ 組込系システムの概念
- ・ H8マイコンボードの組立
- ・ C言語によるH8マイコンへのプログラミング法
- ・ 組込システム構築（マイクロマウスの製作）
- ・ 二足歩行ロボットの組立
- ・ ジャイロによる姿勢制御および加速度センサによる姿勢把握
- ・ 2足歩行プログラムの製作

今回の技術移転において、渡航前のCNAD側のリクエストは、二足歩行ロボットの歩行制御についてMatlabおよびSimulinkを用いて動作解析を行いたいとのことであった。しかし、事前準備を行うための物理的な時間不足等もあったため、これについて



図6 技術移転の様子



図7 二足歩行ロボットのプログラミング

は、あきらめていただいた。二足歩行ロボットについては、ジャイロセンサを用いた姿勢制御、および加速度センサを用いた姿勢判定、それらを使用した歩行プログラムの作成を行ってもらった。それだけでは、実質4週間の技術移転期間の時間を持て余してしまう恐れがあったため、組込マイコンシステムとして、マイコンボードの組立ならびに動作法、Cによるプログラミング法を行った。また、その応用課題の組込システム構築技術としてマイクロマウスの製作を行った。

達成状況としては、まず、マイコンボードの製作ならびに基本的な使用方法、Cによるプログラムの作成、二足歩行ロボットの組立ならびにそのセンサの活用法とプログラミングに関しては、予定していたとおりの時間配分、内容で進行することができた。

最後に予定していた組込マイコン応用課題としてのマイクロマウスの製作は、なんとか形にはなった

が、最後は少々強引に帳尻を合わせたような形になってしまった。マイクロマウスの製作においては、ハンダ付けなどの実作業を行っていただいたが、思っていた以上に各作業に時間がかかってしまった。そのため、ハードウェア製作後のプログラミングの時間にしわ寄せがいった形となってしまった。理由としては、C/Pの個人々の技術レベルを全く把握できていなかった点である。これは、始めて会う方々に対してなので仕方ないことでもある。また、C/Pとの事前の打ち合わせで各作業を説明し、おおよその必要作業時間についてお互いに確認を行ったのだが、C/P自身も作業内容と作業量、自分の力量についてきちんと理解していなかったようで、自分たちの力量よりはるかに短い予定を組んでしまったことも原因として上げられる。



図8 マイクロマウスの最終調整

4.5 業務を終えて

今回の派遣では、筆者自身も学ぶことが多くあった。CNADは、以前に一度赴任したことがある施設であったため、何となく施設の規模や設備、行っている内容を知っていた。そのため、それを過信しすぎてしまったが故の失敗が、今回得た一番の教訓である。抵抗1本、ダイオード1本ですら予備も含めてきっちり準備をしていかななくてはならない。「こ

のくらいあるだろう」という先入観は、実際は全く通用しない。相手国施設には何もないというくらいの気持ちできっちり準備をしないてはならないことを痛感させられた。例えば、マイクロマウスを製作するための部品を出国前に準備し、持参していったのだが、製作を始めてみるとコンデンサが数個、抵抗が数本足りないことがわかった。これは、前述したとおり、筆者が「このくらいあるだろう」という気持ちで大雑把に準備をしてしまったのが原因である。残念ながらCNADには期待をしていた部品がなく、CNADの事務の方に、約30km離れたシティの中心部まで部品を買いに行ってもらうことになり、大変迷惑をかけてしまった。

実際に技術移転に参加していただいたC/Pの皆さんは、非常にまじめに受講していただいた。一昨年起任させていただいた際にいろいろとお世話になったC/Pも一緒に受講していたのもあると思うが、比較的早い時期にC/Pの皆さんと信頼関係を築くことができたのが、一番の要因だと思う。今回技術移転内容として準備をし、行った内容は、5週間という限られた期間では少々ボリュームが多すぎたようであった。「時間が余るよりは……」とC/Pの方々のレベルを知らぬ状態で多くの内容の準備を行ったのが原因ではある。しかし、もし早くに技術移転の全内容を終えてしまい、時間が余ってしまった際のことを考えると、少し時間が足りないくらいのボリュームを準備していったことは正解であったように思う。先にも書いたように、研修に参加したC/Pの皆さんは、一生懸命に受講していただけた。休憩をしようというこちらの提案もなかなか受け入れてもらえず、最終日の最後の最後まで、時には、昼休みを返上してまで課題に取り組んでいただくことができた。筆者は、食あたりで体調を崩し、一日欠席をしてしまった。その間も自分たちでできることを見つけ、作業を行ってくれていた。

5. メキシコの人々について

「お前、週末は何してる？」いろんな人から何十回と聞かれた質問である。「いや、特に予定は……」と答えると、「よしわかった。じゃあ〇〇に行こう。」

朝10時にホテルに迎えに行くから」こうして、週末の予定がどんどん詰まっていった。「ごめん、週末はもう予定で一杯なんだ」と答えると、「よしわかった。じゃあ、今晚タコス食べながらセルベッサでも飲みに行こう」こうしてアフター5もどんどん予定が詰まっていった。いつの間にかハードスケジュールである。みんなこちらの都合は考えてくれない。



図9 CNAD近くのタコス屋台

高山病で頭が痛い（メキシコシティは標高2300m）。時差ぼけで眠れない（日本との時差マイナス15時間）。食あたりで食欲がない。それでも、お構いなしで誘ってくれる。特に辛かったのは、メキシコ到着後4日目に誘われたサッカーの試合だった。試合観戦ではなく、仕事が終わったアフター5にみんなでサッカーの試合をするから、一緒にやろうというものである。空気が薄い中、調子に乗って走り回ったところ、案の定、わずか10分で息が上がってしまい、動けなくなってしまった。

こうして、いろいろな人にいろいろと誘っていただけなのだが、だれ1人として約束した時間に現れたことはなかった。平気で30分、40分と遅刻をし、謝るのかと思ったら、どうやったらそこまで思いつくのだろうというすばらしい遅刻の言訳を始める。良くも悪くも、これがメキシコ流なんだと感じさせられた。

前回、今回の派遣とも、いろいろな人にいろいろなところに連れていってもらった。しかも、みんな家族総出で歓迎してくれた。おかげで、観光で行ったなら絶対に体験することができなかつたであろう



図10 世界遺産テオティワカンピラミッド

ことをたくさん体験し、すばらしい思い出を作ることができた。

メキシコでは、英語は全くといっていいほど通じない。英語を話せるのは、ほんの一握りの高等教育を受けた人だけだそうである。したがって、週末に買い物に出歩くと、そこはもうスペイン語しか通じない世界である。筆者は、スペイン語は全く理解できない。仕方ないので、街中で、もしかすると思っただけ英語で話してみても、全く通じないのである。それなら、わざわざ英語で話す必要がないと聞き直して日本語でしゃべる。そうすると、案外、雰囲気察してくれることが多かった。言葉が通じなくてもあきらめずに最後の最後まで付き合ってくれ、理解しようとしてくれる。このあたりもメキシコ人の良さなのかもしれない。



図11 ラテンアメリカタワーから見たメキシコシティ

ただ、残念な部分も垣間見た。メキシコも、現在不況のあおりを受け、失業率が増加しているそうで

ある。それに加えて、政府が税率を引き上げたため、ますます治安が悪くなっているとのことであった。特にメキシコシティでは、地方からの失業者が、職を求めてシティにやって来るが、実際は、期待していたような仕事はなく、食に困り犯罪に手を染めるケースが増えているとのことであった。今回、メキシコ滞在中の1ヵ月ちょっとの間に、あるC/Pの息子が、バスから降りた瞬間に拳銃強盗にあって、持っている物をすべて奪われてしまった。また、別のC/Pの娘が、短期誘拐に遭い、クレジットカードの限度額一杯現金を引き出すよう強要され奪われた事件などが起こった。滞在中ではないが、過去の邦人の被害もいろいろと聞いた。幸いにも筆者は、滞在中、特に危険な目に遭うことはなかった。唯一、休日にスーパーマーケットに買い物に行った帰りに、「メキシコに観光に来たアメリカ人だけど、お金をすべて盗まれてしまった。家族に連絡をして、お金を振り込んでもらうから、貴方の銀行口座をお金の受け取りに貸してほしい」という詐欺師に声をかけられたが、事前にきちんと情報を収集し、知識として持っていたので、何も被害に遭うことはなかった。今回特に何も危険な目に遭わなかったということは、やはり「やってはいけない」「行ってはいけない」を厳守することが知らない土地で生活をするうえで一番大切なことだと改めて実感した。

メキシコシティは、アステカ時代からの多くの歴史的建造物が世界遺産として登録されている素晴らしい街である。多くの人々が不況の影響を受けているであろうが、陽気に生活をしている。貧富の差が激



図12 シティ中心のソカロにあるカテドラル

しく、世界一の富豪はメキシコ人であるが、その一方で、路上で信号待ちの車の運転手相手に飲料やお菓子、窓ガラスの清掃などを売って生活費を稼いでいる人がたくさんいるのも事実である。一部の人の悪事のせいで、メキシコの治安が悪いと噂され、観光客が減っているとのことである。一日も早く景気が回復し、治安が良くなり、より多くの人に、この素晴らしい国を体験してもらいたいと願ってやまない。

6. おわりに

筆者が二度目に赴任した2009年は、日本とメキシコの交流が始まってちょうど400年に当たる両国にとって記念すべき年であった。また、CNAD開設15周年ならびに第三国研修第10期生修了といろいろと記念の年でもあった。11月21日に、金色に輝くアンヘル像があるレフォルマ通りで行われた日墨交流400周年記念のパレードは、日本からも多くの団体が参加して開催された壮大なものだった。このような節目のタイミングで、メキシコに赴任し、ほんのわずかであるが、短期専門家としてメキシコ国に協力できたことをうれしく思う。



図13 日墨交流400周年記念パレード

最後に、今回の派遣に関して多大なるご協力とご理解を賜りました関係者各位に感謝申し上げます。

<関連ホームページ>

CNAD
<http://www.cnad.edu.mx/>

山梨県立産業技術短期大学校

山梨県立産業技術短期大学校 教務学生課長 石川 公彦

1. はじめに

山梨県は人口が約87万人、本州のちょうど真ん中に位置し、首都圏にありながら、周囲を日本一の山、富士山をはじめ、八ヶ岳、南アルプスといった名峰に囲まれ、県土の78%を森林が占める「水と緑の宝庫」であります。

この豊かな自然環境の中でさまざまな果物が育まれ、特にぶどう、もも、すももの生産量は全国一を誇り、「果樹王国やまなし」としての地位を築いております。また、芳醇なワイン、全国に誇るジュエリーや絹織物をはじめ、甲州印伝、印章など、山梨には伝統技術や気候風土を生かした個性豊かな「優れたもの」、「ブランド」がたくさんあります。

このような県にあって平成20年の製造品出荷額等は約2兆6,576億円、そのうち生産用機械器具製造業、電気機械器具製造業、電子部品・デバイス・電

子回路製造業等の重化学工業が75.1%を占めています。

そうしたなか、当短期大学校は全国で7番目の県立職業能力開発短期大学校として平成11年4月、専門課程4学科、収容定員200名等を備え開校し、11年目となる現在までに約700人の卒業生を県内企業等に輩出したところであります。

本校の前身は、甲府市にあった県立甲府高等技術専門校を平成5年に県立高等技術専門校と校名変更し、総合能力開発センターを併設し現在地である甲州市に移設、平成11年4月に再編整備して、山梨県立産業技術短期大学校として開校したものであります。



モニュメントと本部・講義棟



実験・実習棟

2. 山梨県立産業技術短期大学校の業務内容

産業技術の高度化、情報化等進展するなかで、幅広い専門知識と高度な技術を付与し、豊かな創造力

と判断力を兼ね備えた実践技術者を育成し、本県の産業および経済の発展に寄与することを目的としています。

教育の特徴は次のとおりです。

- ・ 実験実習を重視した「実践的な教育」を行う。
- ・ 「最新鋭の実験・実習設備」で、ハイレベルな教育を行う。
- ・ 少人数による徹底した「個別的教育」を行う。
- ・ 1人ひとりの就職活動を支援する。
- ・ 開校以来「就職率は100%」（うち約9割が県内に就職）

また本校には4つの学科があり、定員は1学年100人、全校2学年で200人となっています。

1学年の定員は次のとおりです。

- ・ 機械システム系の生産技術科 (定員20人)
- ・ 電気・電子システム系の電子技術科 (定員30人)
- ・ 接客サービス系の観光ビジネス科 (定員20人)
- ・ 情報システム系の情報技術科 (定員30人)

当校が果たす役割は、次のとおりです。

- ・ 人材の育成：実践技術者育成、聴講生・研修生の受け入れ、在職者等の職業能力開発
- ・ 企業内訓練の振興：教育訓練に対する助成（資金援助）、企業が行う研修等への施設貸与、教育訓練に対する相談・指導・援助

聴講生が7年ぶりに2人入校し、聴講生では初めて終了が見込まれます。また、海外技術研修員としてブラジルからの女性が情報技術科で半年間学習訓練を行いました。

在職者等の職業訓練では、ISO9000の研修が特に人気があり、3回行いました。

3. 各科の内容

3.1 生産技術科

生産技術科では、先端的な生産分野で即戦力にな

る実践的な機械技術者の育成を目指しています。このことを達成するために当科では大きく分けて設計・加工・制御の3つの分野について学びます。

1年時と2年時前期で基礎を学んだ後、2年時後半では次のような「応用実習」を行っています。

- 「金型設計製作実習」では、取手付カップや校章マーク・コースターの金型を製作しています。毎年、県内企業の射出成型機を借用して「トライショット」を行っていますので、自分たちで製作した金型が生み出す成形品を手にすることができます。
- 「制御工学実習」では、「XYロボット機構」「ピック&プレイス機構」など機械システムの製作・制御を行っています。これによって、設計・部品加工・組立・制御までの複合技術を一貫して学ぶこ



生産技術科1年生、右手前は使用する工具、後ろはマシニングセンタとNC旋盤



基本はやはり旋盤、フライス盤

とができます。毎年、製作した作品は実学教育の成果として「テクノフェア山梨」でデモンストラーションの展示をしています。

○「自動化システム実習」では、Windows上で動作する「Visual Basic」によるダイレクト制御を学びます。毎年、4グループに分かれ、自分たちの発想で考案したロボットシステムを製作しています。

実習最終日には製作した作品の発表会を行い、成果を1年生と学校職員に披露しています。

「卒業研究」のテーマとしては、金型、メカニズム、制御、加工技術等があり、さらにレベルアップした作品を製作しています。2年間で、機械システムを「設計」によって考案し、「加工」によって具現化し、「制御」によって自動化できる実践力を身につけることができます。

3.2 電子技術科

平成11年の短大校発足時に設置された電子技術科は、2年間でエレクトロニクス（電子技術）を学べる、県内では初めての学科としてスタートしました。

「ハードウェアとソフトウェアの両技術を併せ持ったスペシャリストの育成」を目標とし、アナログ/デジタル電子回路技術の基礎から応用まで、C言語の基礎からマイクロコンピュータの組み込みプログラミング応用技術までを重点に学べる教育訓練を展開しています。

また、単にハードウェアとソフトウェア技術だけでなく、エレクトロニクスで必要とされる半導体工学や制御工学に関する知識や技術についてもバランスよく学べるカリキュラムを展開しています。

当科では、2年次に1年間かけて卒業研究に取り組みます。卒業研究では、ゼミ単位で「ものづくり」に挑戦し、計測器や自律型ロボット、ソーラーカーなどを製作します。

また、製作したロボットで学外の競技大会へ出場し、エレクトロニクスやプログラミングの技術力を

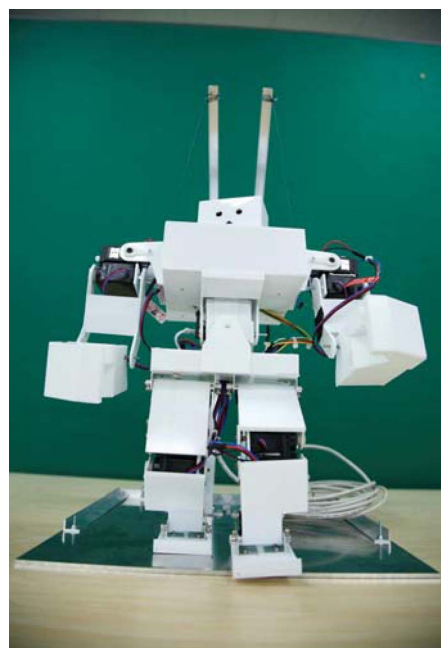
競い合います。平成20年には「全日本マイクロマウス大会 フレッシュマン部門」で、最小の探索歩数で完走し探索賞を受賞しました。

平成21年には「ロボコンやまなし 大学・一般の部」で優勝し、この大会で3連勝となりました。また、「ソーラーカー競技」でも優勝し、この大会では4連優勝となりました。

電子技術科では2年間の学習でエレクトロニクスに興味を持った学生が毎年数名、「職業能力総合大学校・応用課程」の生産電子システム技術科に進学



電子回路制作実習



卒業研究で制作中の「二足歩行ロボット」
ロボット名：白野威（しらぬい）

し、先端のエレクトロニクスについて学んでいます。

3.3 観光ビジネス科

観光立県山梨の特色ある学科として当校ではこの学科を持っており、短大校では全国で山梨県と沖縄県だけです。

観光業界で活躍するスペシャリストを目指して、ホスピタリティ（おもてなしの心）をコンセプトに観光に関する基礎知識から、旅行業やホテル業に関する専門知識・接客技術を学びます。

接客業の基本となるのがホスピタリティ（おもてなしの心）です。お客様との会話の中に、1つ1つの行動の中にホスピタリティが感じられれば、お客様はきっと満足してくださいますので、授業や学校

生活のさまざまな場面でホスピタリティ精神の育成を基本としています。

観光業務の第一線に立つホテルマンや旅行業務従事者は、実際に接したときの印象が、お客様の評価を大きく左右するため、自分自身もまた商品であることを自覚しなければなりません。2年間で自分の評価を高めようとする学生を応援します。

例えば毎週1回はスーツを着てくる日に、また学生の納得のもと茶髪の禁止をしています。

3.4 情報技術科

ソフトウェア開発のスペシャリストを目指して、プログラマやシステムエンジニアに必要な知識・技能を併せ持ったスペシャリストを育成します。

コンピュータの動作原理（どのような部品で構成



1年生の県内観光地実地調査



情報技術科の授業風景、モニタが1人2台あり、本人用と先生の画面を映し出すものです



ホテルコース1年生の制服姿
1年の後期にはホテルでの実習があります



ネットワーク実習風景、
ネットワークの仕組みについて勉強します

され、どのような動作をするのか) から、プログラミング言語を用いたソフトウェアの作り方について学びます。

ソフトウェアを生み出す(開発する)ための考え方(設計方法)や、実際の企業でソフトウェアを開発している手順などを学びます。就職後もプログラマからスタートし、徐々に仕事を覚え、システムエンジニアに成長していくのでシステムエンジニアに必要な知識・技術も学びます。

コンピュータシステムに処理手順を指示するためには、プログラム(ソフトウェア)が必要ですが、さまざまなプログラミング言語(C言語, visual basic, Java等)を用い、基本的なプログラムを作成するための手順をはじめ、就職してから実際に役に立つ実用的なテクニックも学びます。

プログラムの知識や技術だけでなく、システムエンジニアに必要な知識・技術も学びます。

4. 本校の課題

過去10年間一度も定員に達したことがない状況にあり、新しい校長を迎え校長が先頭に立ち、年4回

の高校訪問と5回にわたる学校説明会の開催やテレビ放映による学校PR等を行った結果、平成21年度は98人の入学がありました。合格者は推薦、一般前期、一般後期で111名出したところですが、併願者や事情により進学を断念した学生がいました。

平成22年度の推薦入試は100名の定員のうち54名の募集枠でしたが、125名の応募があり84名合格させました。125名の応募者は、本校推薦入試における過去最高人数ということであり、新聞等でも話題になり、今年度に限り、入学定員を114名に引き上げることにつながりました。

こうした状況のなかで、今年度の学生の確保につきましては、なんとか目標達成に近づきつつありますが、やはり継続した学生確保ということが大切であるということから、これまでの取り組みをさらに強化していかなければと考えます。

具体的には、今年度から始めた県内すべての市町村、教育委員会、商工会、および各種団体等への管理職を先頭にした訪問・宣伝活動を継続するとともに、新聞・テレビ等のマスコミにも積極的に取り上げてもらうなど、さらなる学校PRに努めていきたいと考えております。

ポリテクカレッジ福山

中国職業能力開発大学校附属福山職業能力開発短期大学校 金丸 順夫

1. はじめに

ポリテクカレッジ福山は、わが国の「ものづくり産業の基盤を支える実践技術者の養成を目的に、全国25都道府県に設置された職業能力開発大学校・短期大学校の1つであり、平成元年度に開校してから、今年度で21年目を迎えたところです。

「地元からお預かりしている人材を教育・訓練を通じて育て、高度な人材として地元にお返しする」をスローガンとして掲げ、開校以来1,800名を超える卒業生が、優れた実践技術者として、この備後地域の産業界で活躍しています。

本校では、単に「教育」ではなく、実社会での職業を踏まえた教育訓練として、実験・実習に重点を置いたカリキュラムを展開し、技能・技術と理論を切り離すことなく有機的に結び付けた独自の「実学融合」の教育システムを導入しています。



本館（事務棟）

2. 備後地域の概要と特色

福山市は広島県の東南端に位置し、瀬戸内海に面した山陽道のほぼ中央に存在しています。東の岡山市から58km、西の広島市から103kmの距離を隔て、それら大都市の影響を余り受けずに発展してきた経緯がありますが、平成10年4月に、中国地方としては岡山市（現在は政令指定都市）に次いで2番目となる「中核市」へと移行し、現在では、人口約47万人を擁する県内第2位、また中国地方第4位の都市として、政治経済、文化等、あらゆる面で備後圏におけるリーダー的な役割を担っています。

この福山市を含む県東部の備後地域は、常石造船に代表される造船業、昭和30年代に立地した世界最大規模の製鉄所、JFEスチール（株）西日本製鉄所（福山地区）を代表とする鉄鋼業、シャープ福山工場を代表とするIC・半導体産業、古くからの地場産業である繊維産業等が集積しています。

特に福山市には、鉄鋼業等の基礎素材型産業や電子デバイス製造業等のハイテク産業といった多種多様な産業が集積しており、国内外でトップシェアを誇るオンリーワン企業・ナンバーワン企業も数多く存在しています。

2006年工業統計によると、製造品出荷額等は、1兆6,865億円、事業所数は1,466事業所、従業者数は42,724人となっています。また、製造品出荷額等における構成比では、鉄鋼業43.0%、電子部品・デバイス製造業14.6%、一般機械器具10%が高い割合

を占めています。

その他、備後地域の地場産業としては、以下のものがあげられます。

<備後織物>

江戸時代、藩主水野公の奨励によって綿の栽培と縞木綿の製織が本格化し、明治中期以降に業界の組織化が進みました。現在は、藍染め技術を生かした綿デニムを中心に、綿白生地、合織織物を生産し、特に綿デニムは全国シェア50%を占めています。

<備後緋>

江戸時代末期、麦藁屋根の押し鉾竹が、煤（すす）で汚れて白と黒に染っていることにヒントを得た緋織物が発祥で「文久緋」として販売されました。その後、明治初期に品質改良が進み、その美しさや珍しさから「備後緋」の名称で全国に販路を拡大しました。現在も、緋の単純素朴な色彩、デザインが好まれ、綿やウール等を素材として、和服、洋服に利用されています。

<家具>

明治・大正期からタンス、長持等が盛んに作られており、昭和初期に木工専門学校が設立されて地域をあげて技術力の向上が図られました。昭和30年代には、輸送機関の発達などにより、産地の名声は全国的なものとなり、その後も、ライフスタイルの変遷に合わせて生産された高級家具が好評を博し、全国移出の総合産地となっています。

<福山琴>

古くから琴、三弦、尺八が盛んで、優れた琴の演奏者や数多くの琴職人がいましたが、江戸末期にその製造技術、技法が確立されました。明治末期には、伝統の技法を生かしながら、より精緻な製造技法が確立され、今日における福山琴の基礎がつけられました。福山琴は、手づくりの良さが随所にあふれ、音色が冴え、長年の使用に耐える優秀な琴とし

て有名で、全国の7割以上を生産する全国第一位の産地として発展しています。

3. ポリテクカレッジ福山の訓練内容

(1) 生産技術科

生産技術科では、基礎的な技術・技能を理解し身に付けることで、高度・複合型技術・技能に対応できる人材育成を目指しています。生産技術科のカリキュラムは、機械設計・製図・加工・計測・制御・電気・電子・情報・生産システムを主とした構成となっており、理論だけでなく実験・実習を取り入れながら、確かな技術・技能を身に付けるとともに、「ものづくり」の楽しさを実体験することを目的としています。

特に、実験・実習では、基礎を重視した作業感覚を「体感」することにより、ものづくりの実際と課題とをつなぎ合わせる問題解決志向型の教科内容としていることから、各種先端機器による訓練のほか、CAD/CAMシステムに関する実習では、3次元CADによるモデリングからNC工作機による加工までが習得できる環境となっています。

その他、授業の空き時間や夏休みを利用して、就職に有利となる普通旋盤やフライス盤作業等の国家技能検定2・3級の合格を目指した準備学習を行うとともに、CADトレース技能審査の初級・中級取得などを推奨しています。



生産技術科

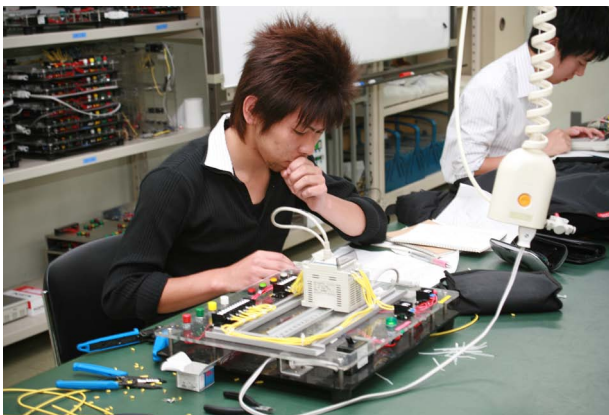
平成21年度は、普通旋盤およびフライス盤作業の実技試験で、2年生11名が合格しました。

(2) 制御技術科

制御技術科では、「エレクトロニクス」と「メカニズム」が高度に融合したシステムを構築できる実践技術者を育成します。コンピュータで制御された機械の一例として製造現場で活躍する産業ロボットがありますが、産業ロボットは、人間の働きを「エレクトロニクス」「コンピュータ」「メカニズム」によって実現したもので、①頭脳：コンピュータソフトウェア、②手足：アクチュエータ（モータなど）、③目耳：センサ（光・音・温度など）、④神経：インターフェース・通信、⑤体：メカニズムにそれぞれ対応しています。

制御技術科では、これらすべての分野を網羅すべく、機械・電気の基礎理論からコンピュータ、ソフトウェア、センサ、アクチュエータの応用にいたるまで、幅広い実践技術を身に付けることができます。

特に、実験・実習はカリキュラムの5割以上を占め、パソコンの操作はもちろん、各種言語を用いたパソコン制御とプログラミング、さらにはリレーやPLCを用いたシーケンス制御、またそれらを統合した小型生産ラインなど、多数のFA実習機器を完備し、「ものづくり」とそれらを「動かす」、「制御する」楽しさを実際に体験しながら身に付けることができるカリキュラム構成になっています。



制御技術科

(3) 電子情報技術科

電子情報技術科では、電子技術と情報技術をバランスよく身に付け、「ものづくり」分野で幅広く活躍できる実践技術者を育成します。

若者を取りこにしている携帯電話や音楽プレーヤ、ゲーム機、また、身の回りにあるデジタルカメラ、電子レンジ、冷蔵庫、自動車やロボット等には、小さなコンピュータが組み込まれています。それらの技術は、電子技術と情報技術の組込技術と呼ばれ、現在ではパソコン技術から小型コンピュータ技術へと広がっており、この分野の「ものづくり」を支える技術者には、幅広い技術が求められるようになっていきます。

そこで、電子情報技術科では、電磁気学、電気回路、電子回路等の基礎学科・実技を土台にして、専攻学科・実技に対応できる教育内容となっており、特に、専攻学科・実技では、エレクトロニクス技術、コンピュータ技術、通信・ネットワーク技術を中心に、開発や製造現場で関係する諸問題に対応できる能力を身に付けることを重点に置いたカリキュラム構成となっています。したがって、1年次から積極的に実験・実習を実施して電子情報技術とはどういったものか実感し、実験を通して疑問や問題点を自ら意識して座学を展開する方式となっています。



電子情報技術科

4. 入学者の動向と就職活動の支援

平成17年度以降、地元である備後地域からの入学者が年々増加しており、平成21年度には、9割以上が福山、府中、尾道、三原など備後地域からの入学者となっています。また、就職についても、平均すると7割以上が地元企業へ就職しており、地元へ根差した短大としての役割が定着しつつあります。

入学者の確保については、少子化の影響で新規学卒者の減少が続くなかで、確実に定員を確保するために、県立福山工業高校との高大連携授業をはじめ、体験型オープンキャンパス、HPの充実、教員



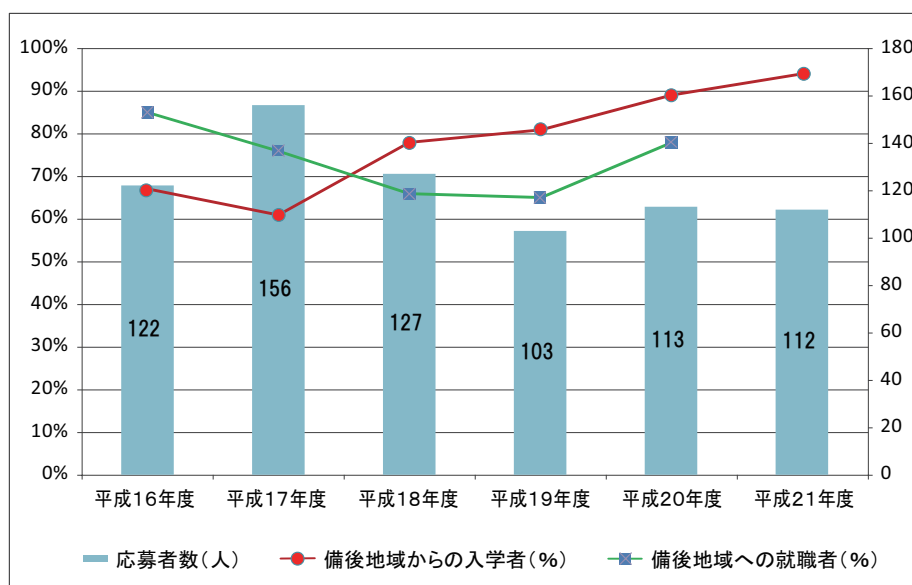
高大連携授業（出前授業）

全員による集中的な高校訪問および企業訪問などにより、当校をPRするとともに、募集のターゲットを①応募者、②応募者の保護者・家族、③高校の先生に絞って、効果的な募集活動となるよう工夫しています。

就職活動支援の面では、学級担任制により学生とのコミュニケーションを図るよう努め、早期のキャリア・コンサルティングを行うことで、学生の希望する進路を早めに把握するように努めています。また、その内容については、担任だけでなく、科全体の問題としてとらえ、就職面接の前には科内で協力体制を取りながら、求人企業の分析、応募資料の添削および徹底した面接練習を行うよう心がけています。当校における、過去3年間の平均就職率は、98.1%となっています。

5. 事業主団体との連携および地域貢献活動

当校では、設立当初からの応援団体である福山産業教育振興会をはじめとして、広島県東部機械金属工業協同組合や備後半導体技術推進連合会（BISTEC）等の事業主団体と連携しながら地域の人材育成に関する支援を行っています。





楽しい電子工作教室

その1つは、昨年度から福山産業教育振興会と連携のもとに設置した「人材育成研究会」です。

「人材育成研究会」は、産業界の人材育成ニーズを的確に把握し、効果的な職業能力開発事業を展開していくため、ものづくり分野の産業・業種別事業主団体との連携を図りながら地域産業界におけるものづくりに関する能力開発の推進・振興に資することを目的としています。昨年度は、当校に電子情報技術科が新設されることもあり、電子情報技術分野に関する技術動向を把握するとともに、専門課程の訓練内容に関するニーズ把握や地元企業の求めに応じた実践技術者を育成するため「電子情報技術分野人材育成研究会」を設置し、アンケート調査等を含めた検討を重ねたところです。今年度は、機械・制

御技術分野人材育成研究会を設置し、主に在職者訓練のニーズ把握と新規コース開発を目指した検討を行い、地元企業の従業員教育に貢献できるセミナー展開を目指すこととしています。

また、このような事業主団体との連携した活動から、その傘下企業との共同研究事業にもつながりを拡大しているところです。

その他の地域貢献活動としては、学生自治会主催の学園祭と時期を合わせた地元小・中学生向けの「ものづくりフェスタ」や、備後半導体技術推進連合会（BISTEC）、福山産業教育振興会等と連携して実施する「楽しい電子工作教室（ロボット教室）」等があります。電子技術に興味があり、将来のエンジニアを目指す地元の中学生を対象として、夏休みと春休みの期間を利用して開催しています。

今後も地域に根ざした教育訓練施設として、そして地域のコミュニティカレッジとしての役割を存分に果たすとともに、地域企業におけるものづくり人材育成やものづくり技術継承に関する支援について、産業団体、公共機関および各種教育機関等との連携を密にした取組を進めていきたいと思ひます。

<参考資料>

福山市産業振興ビジョン（改訂）
福山市Webサイト／福山市産業技術マップ
福山商工会議所Webサイト／FUKUYAMA NOW

編 | 集 | 後 | 記

表紙デザインが新しくなり2010年1号の発行となりました。

新しい年は、景気が回復し雇用環境も好転することを祈ります。

当センターの所在する相模原市は新年度より政令指定都市に移行します。
それに伴い平成22年4月1日より住所が以下のように変更になりますので
よろしくお祈いします。

〒252-5196 相模原市緑区橋本台4-1-1

【編集 山川】

職業能力開発技術誌 **技能と技術** 1/2010

掲 載 2010年3月

編 集 独立行政法人雇用・能力開発機構

職業能力開発総合大学校 能力開発研究センター

企画調整部 普及促進室

〒229-1196 神奈川県相模原市橋本台4-1-1

電話 042-763-9046 (普及促進室)

制 作 社団法人 雇用問題研究会

〒104-0033 東京都中央区新川1-16-14

電話 03-3523-5181 (代表)

本書の著作権は独立行政法人雇用・能力開発機構が有しております。



技能と技術