

# 「ものづくり」による電子回路教育への取り組み

An action to the electronic circuit education by the manufacturing

電子技術科 末松 秀之

Electronic Technology Department Hideyuki SUEMATU

本稿は、著者が今年度取り組んだ「ものづくり」による電子回路教育の実践報告である。今日、技術系の教育現場において「ものづくり」が話題となっており、今年度静岡において開催された「技能五輪国際大会」の報道のためか、技能検定の知名度も以前より上がってきている。

今回、学生に「ものづくり」に対してより興味を持たせるための新たな取り組みとして、①「技能五輪国際大会」の見学、②技能検定「プリント配線板製造 2級」課題のエッセンスを電子回路パターン設計作業に取り入れた実習、③電子基板教材を用いた高周波電子回路実験を行ったので報告する。

## 1. はじめに

当電子技術科の「ものづくり」技能者育成のカリキュラムは国家検定制度「技能士 2級」と同レベルな技能を取得できるように構成されている。技能士は確かな技能の証として、製造業関連の職場において非常に高く評価されており、電子機器製造の業界では自社の技術力の証明となるため、取得に力を入れている。

技能士は、現在192職種について定められており、国家技能検定試験の「実技科目」・「学科科目」を合格して初めてその資格の取得が可能となる。電子技術科では、数ある職種の中でも、「電子機器組み立て 2級技能士」の技能と同等なスキル取得を目標に、1・2年次の夏・冬の集中実習において、合計4回、徹底的に集中訓練を実施している。

今日、このような技能士の育成は日本のほか、世界各国でも積極的に行われており、2年に一回、世界各国から選ばれた22才以下のトップクラスの青年技能者が技能を競う「技能五輪国際大会」が世界各地で開催されている。今年度は22年振りに日本の静岡県で開催された。競技種目の中には、我々が取得を試みている「電子機器組み立て」もある。

本年度は、世界トップクラスの「電子機器組み立て」をはじめとした貴重な技能を見学し、今後の技能取得の糧とすべく、電子技術科の授業の一

環として上記「技能五輪国際大会」への、見学会を実施した。(写真1)

今回、このような「技能五輪国際大会」を含めた「ものづくり」教育を実施している中で、著者が今年度取り組んだ電子回路製作の実践報告を行う。



写真1 技能五輪 電子機器組み立て作業

## 2. プリント配線板製造 2級技能士の要素を取り入れた実習

### 2-1 プリント配線板製造作業とは

プリント配線板製造作業とは与えられた電気回路図、設計基準書等に基づいて、両面プリント配線板のパターン設計（製造仕様書も含む）を手作業で完成させる作業である。



## 2-2 実習内容

当科の従来の回路パターン図は、与えられた電気回路図を基に、PCBCADを用いてパソコン上で設計する。今回は、電気回路図の他に①部品の配置、②配線幅、③ビア径などの規則を示した設計基準書を用意し、それを基に手作業でパターン図を作成する。手作業による設計は、CADのように手軽に変更ができない。そのため、事前に設計者は回路全体の構成を、綿密に考える必要がある。上記作業を、学生に一生懸命「手」を動かしながら試行錯誤してもらうことが、本実習の目的である。

本実習は、12月末の5日間集中して実習を行う、集中実習Ⅱにて実施した。実習内容を表2に示す。

日程	内 容
1日目	実習内容の説明 プリント配線板設計 (練習1回目)
2日目	設計図の添削 プリント配線板設計 (練習2回目)
3日目	設計図の添削 プリント配線板設計 (清書)
4日目	プリント配線板マスク作製 露光、エッチング、基板穴空け作業
5日目	半田付け作業 (電子部品の取付け) 電子基板の動作確認、レポート作成

表2 集中実習 (プリント配線版製造) 実習内容

本来の検定作業は、図1に示すようなプリント配線板のパターン設計作業のみである。しかし今回は1月から実施するコンピュータ工学実習で用いるためのPICマイコンの実習基板を製作することを最終目的とした。そのため、技能検定の公開されている2級の過去問題を改良し実習を行った。

プリント配線板設計図 (パターン面) から図2に示すようなマスクの作成は、①パターン面の上からA4トレーシングペーパーを重ねて、②油性マジックペンでパターン面に沿って上書きし、③汎用コピー機を用いて透明OHPシートに50%縮尺でコピーする手法を用いた。コピー機を用いて作成したマスクには、色に少し斑があったため、プリント基板へパターンを露光する時は、露光斑

を防ぐため同じマスクを2枚重ねることとした。図3に完成した電子回路を示す。

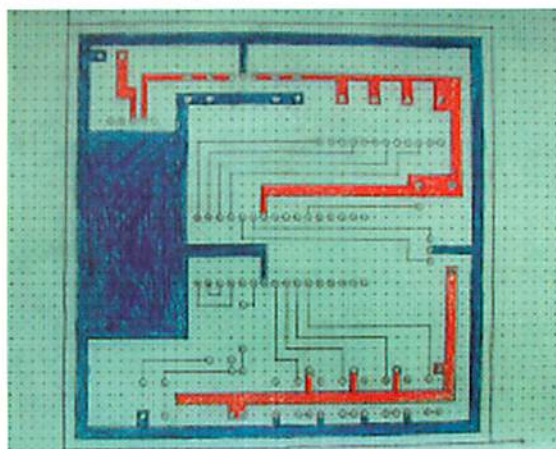


図1 プリント配線板設計図 (パターン面)

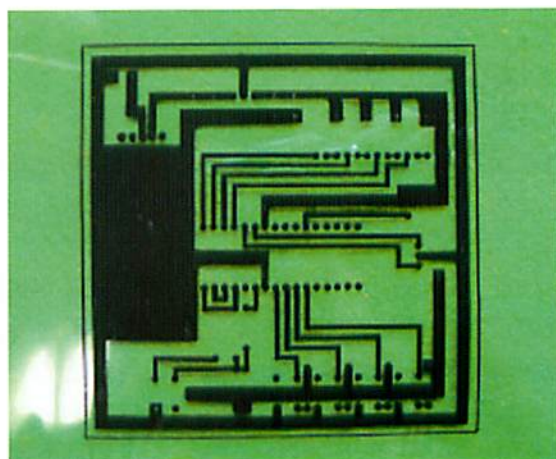


図2 マスク

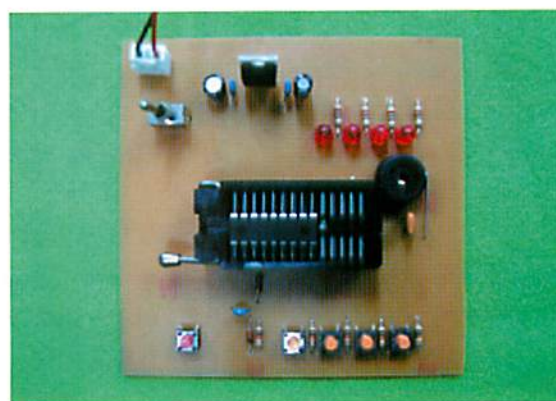


図3 完成した電子回路 (PICマイコン実習基板)



### 3. 電子基板教材を用いたアナログ電子回路実習

今回「電子回路実験」において、予め用意した自作の電子回路基板教材を用いて実験・実習を行った。「電子回路実験」は、「電子回路実験Ⅰ(トランジスタ)」「電子回路実験Ⅱ(OPアンプ)」につづく応用的な電子回路実験を行う実習である。

実習内容を表1に示す。

回数	内 容	
1回	発振回路	同調系増幅回路
2回		コルピッツ発振回路
3回		セラミック発振回路
4回		水晶発振回路
5回		CR発振回路
6回	変調・復調回路	ウィーンブリッジ発振回路
7回		AMトランスミッタ回路
8回		AMラジオの製作
9回		

表1 「電子回路実験」の実習内容

「電子回路実験」で取り扱う電子信号は、他の実習と比較すると高い周波数を使用する。そのため従来のブレッドボードを用いて回路を作成し、実験を行うと①外部ノイズ②接触不良③配線ミスなどにより回路が正常に動作しないことが多い。配線が正常であっても、ブレッドボード内の接触不良より、回路が正常動作しないこともある。

事前に学科で学んだ理論を、実験にて「理論の確認と、色々な回路定数を変化させた時、出力信号がどう変化するか？」という本来の目的を達成できずに、回路の配線チェックのみで実習を終了する学生が多い。また、ブレッドボードによる回路試作は、空中配線になることが多く実際の回路設計には何も役に立たない。

その経験から今回は、①簡単な回路パターン設計の見本として活用できること、②電子回路製作の基本スキルである半田付けを練習できること、③回路定数変更し、容易に理論の実証ができることを目的とし「必ず動作する」電子回路教材を用意した。

実験基板は、写真1に示すミッツ株式会社製基板加工機FPZ-73ATを用いた。

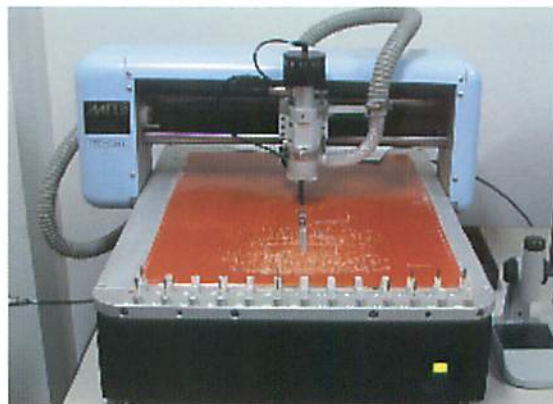


写真2 基板加工機

図1～図8に作成した電子回路を示す。

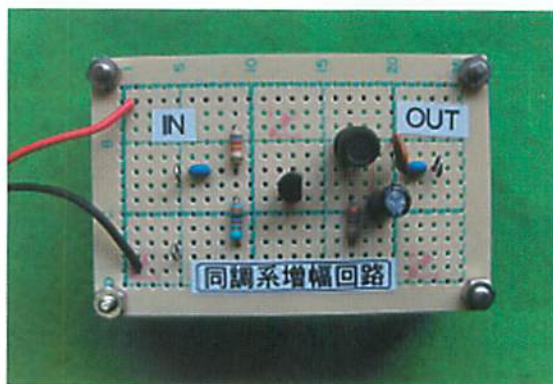


図1 同調系増幅回路

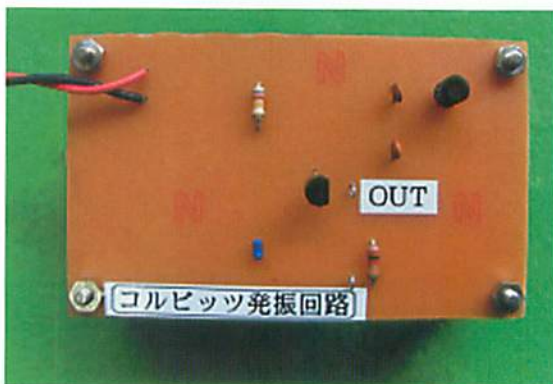


図2 コルピッツ発振回路

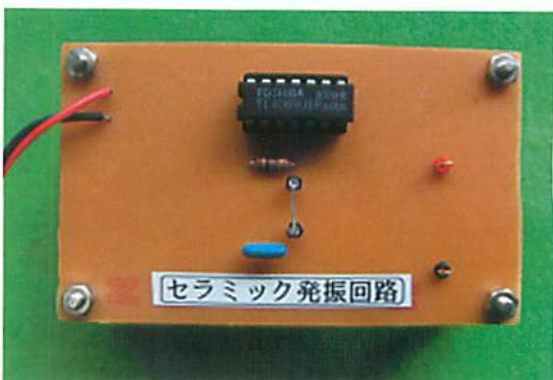


図3 セラミック発振回路



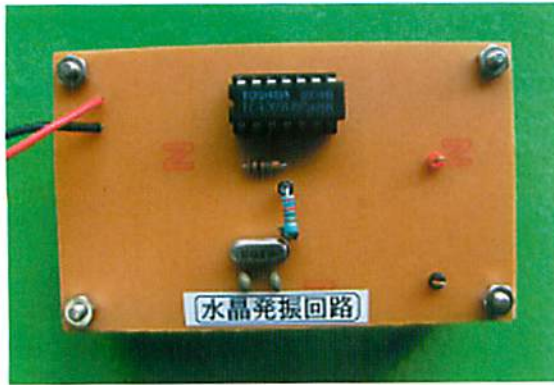


図4 水晶発振回路

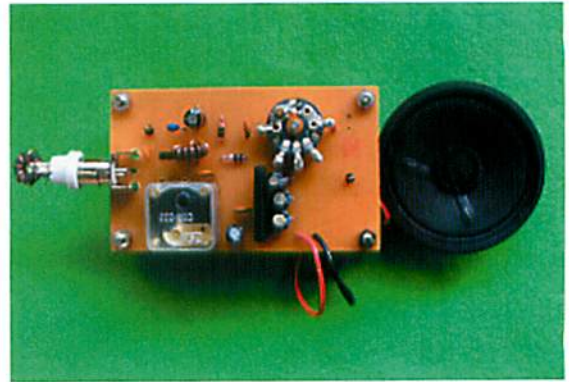


図8 AMラジオ

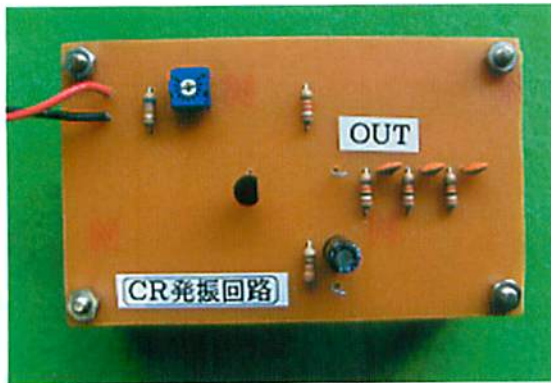


図5 CR発振回路

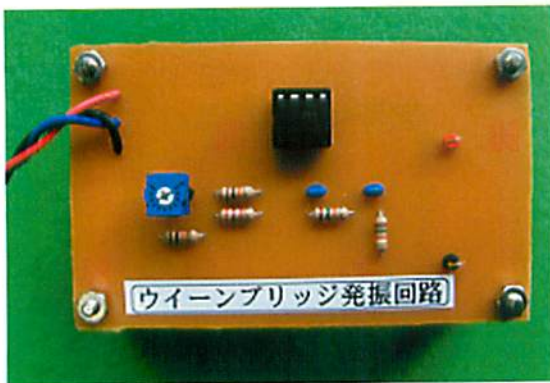


図6 ウィーンブリッジ発振回路



図7 AMトランスミッタ回路

#### 4. おわりに

実験・実習は、今回のように「電子回路基板」を製作し、「製品として形を残す」形式で行うと、受講する学生の理解度や「モチベーション」が向上する。今後は、GHzオーダーの高周波回路理論を「ものづくり」実習にて検証・実験できるような教材を作成することを試みる。

# 太陽電池を用いた小型電子機器の充放電電力計測について

## Electric Power Measurement of Charge and Discharge of Small, Electronic Equipment with Solar Battery

電子技術科 玉井 瑞又

Electronic Technology of Department Mizuyasu TAMAI

太陽電池により発電された電力のみを動力源とする小型電子機器を設計する際には、太陽電池により発電される電力、充電される電力、消費される電力、各部分での効率などを把握しておくことが必要である。発電される電力は気象条件に大きく左右されるため年間を通した動作試験をおこない実資料を得るべきである。しかし、本報告は気象台などで発表されている日照時間[h]、全天日射量[MJ/m<sup>2</sup>]など太陽電池による発電電力に関係する過去の気象情報を元に使用する太陽電池セルの枚数、電子回路の設計などをおこない発電量を求めた<sup>1)</sup>。

本報告では、太陽電池により発電し電気二重層コンデンサを蓄電部に用いLEDを点灯する小型電子機器を製作し、ハロゲンランプによる擬似太陽光での充電電力、LED点灯時の放電電力を調査したものである。

### 1. はじめに

太陽電池を電源にした電子機器は、商用電源への配線の必要が無く、消費電力の小さな機器であれば機器筐体の耐環境性等を考慮することにより、設置場所を選ばない電子機器を製作できる。

今回、太陽電池により発電、電気二重層コンデンサを蓄電部に、日中の充電、夜間のLED点灯を想定した小型電子機器と、任意の3個所の電流を測定できる電流計測回路を製作した。

太陽光を模したハロゲンライトを使用した場合の充電電力、夜間、LEDを点灯した際の放電電力を、蓄電部の入り口、出口の個所で、電流、電圧値を計測することにより求め、小型電子機器の充放電の電力モニタを試みたので報告する。

### 2. 電流計測回路の製作

機器の消費電力を計測するには、計測部位に流れる電流が発生させる磁界をホール素子等により検出し電流値に変換計測する方法がある。ホール素子による電流計測は、ホール素子の温度特性、周波数特性などを考慮する必要がある。また、他回路の発生する磁界の影響を受けるため、今回は、

シャント抵抗を用い、その両端に発生する電位差より流れている電流を計測する方法を用いた。

図1に電流計測回路、図2にその外観を示す。シャント抵抗の両端の電圧をボルテージフォロア回路で取り出し、作動増幅回路で電位差を増幅出力する回路である。今回、蓄電部の充電電力、蓄電部の放電電力、駆動回路の消費電力を同時に測定することを想定し3個製作した。また、シャント抵抗の片側の電圧を同時に計測することにより、計測部位を通過する電力を求めることができるようにした。シャント抵抗を流れる電流に与える影響を小さくするため、入力インピーダンスが1[TΩ]、「National Semiconductor社」のオペアンプ「LF411」を用いた。

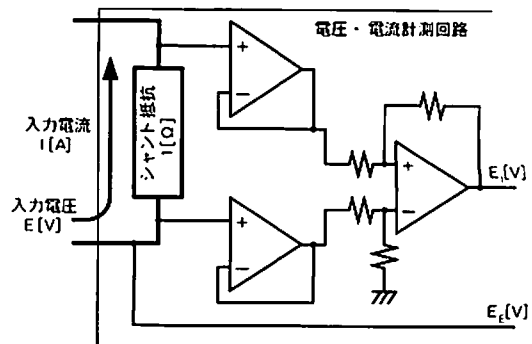


図1 電流計測回路



電流計測回路の特性を調べるため、シャント抵抗に電源装置を接続し、1[mA]から、100[mA]の電流を流し、電流計測回路の特性を調べた。図2に電流計測特性の一例を示す。計測した特性より、電圧-電流変換の式を求めた。製作した3個の回路に対し、式(1)から(3)に示す電圧-電流変換式を求めた。いずれの回路もR2が、ほぼ1.0に近く、計測する電流と回路から出力される電圧の間に、高い相関が認められた。

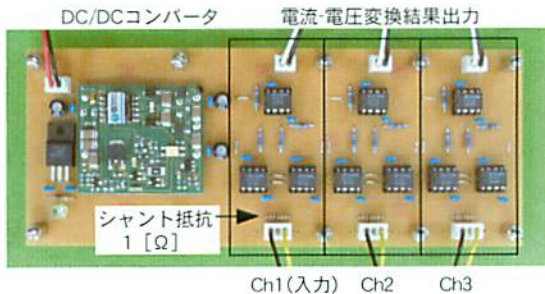


図2 電流計測回路の外観

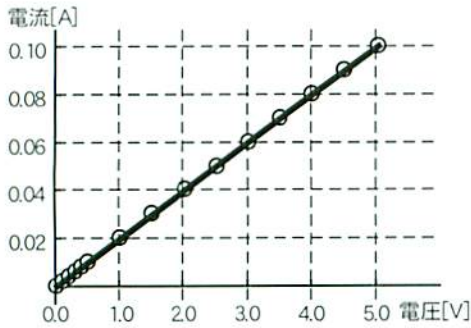


図2 電流計測回路特性

$$I[A] = 0.019936 \times E_e[V] - 0.000549 \quad (1)$$

(R2値=0.9999971743)

$$I[A] = 0.020068 \times E_e[V] - 0.000981 \quad (2)$$

(R2値=0.9999966072)

$$I[A] = 0.020196 \times E_e[V] - 0.002219 \quad (3)$$

(R2値=0.9999883572)

### 3. 小型LED点灯装置の製作

図3に製作した小型LED点灯装置の外観、図4に構成を示す。図5に発電・蓄電部の回路を示す。太陽電池で発電された電力は、逆流防止のショットキダイオードを通し、2.7[V]、35[F]の電

気二重層コンデンサを2個並列（合成容量は70[F]）に接続した蓄電部に充電される。

蓄電部の電力を、DC/DCコンバータで3.3[V]（最大100[mA]）まで昇圧し、マイコンを用いた駆動回路へ供給する。駆動回路では、トランジスタをスイッチングし、コイルを用いたチョッパ回路により24個の直列に接続したLEDを駆動する。明るい間はLEDを点灯する必要が無いいため、明るさセンサからの信号をA/D変換し昼夜の判別に用いている。

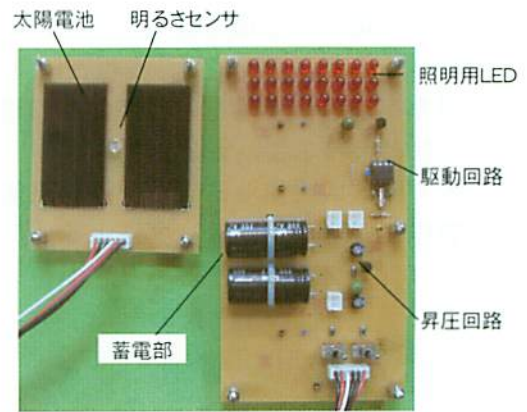


図3 小型LED点灯装置の外観

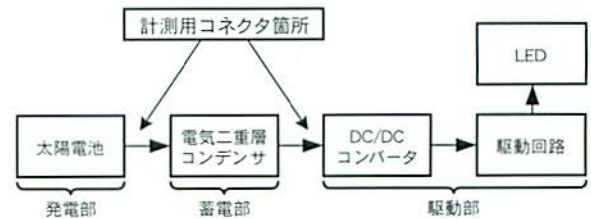


図4 装置の構成

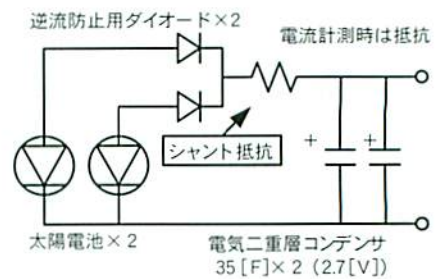


図5 発電・蓄電部の回路

駆動回路のトランジスタスイッチング、明るさセンサを用いた昼夜の判別には、3.0[V]駆動時、18~28[μA]の低消費電流で動作するマイコンを用い、LEDが点灯する明るさ、点灯パターン等をソフトウェアで変更することができるようにな

っている。

#### 4. 使用した太陽電池の特性

図6に太陽電池1枚での電圧-電流特性を示す。太陽電池にハロゲンランプを照射し、短絡電流、開放電圧を測定した。その結果、短絡電流2580[ $\mu$ A]、開放電圧2591[mV]であった。また、抵抗を接続し電流、電圧の特性を計測した。

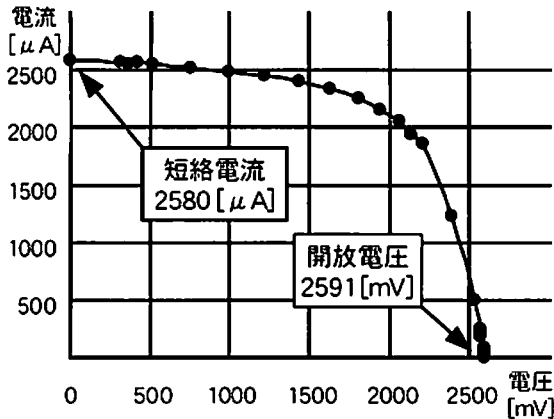


図6 太陽電池の電流電圧特性

太陽電池が発電する電圧は、電気二重層コンデンサの耐電圧を超えることが許されない。今回は、ハロゲンライトのもとで太陽電池の最大発電電圧は、電気二重層コンデンサの耐電圧である2.7[V]より低く、過充電は起きないことを確認し実験をおこなった。実用的な機器の設計においては太陽光での確認が必要である。

#### 5. ハロゲンライト光による発電電力計測

図7に充電中の太陽電池からの電圧と電流を示す。蓄電部を放電した状態で、太陽電池にハロゲンライトを当て電気二重層コンデンサの電圧が0.8[V]近傍での、電気二重層コンデンサ電圧と、流れ込んだ電流を計測した。

一般にコンデンサに蓄えられたエネルギー $W$ [J]は、コンデンサ容量を $C$ [F]、電圧を $V$ [V]とすると、 $W$ [J] =  $\frac{1}{2} \cdot C \cdot V^2$ で求めることができる<sup>2)</sup>。

電流計測部を通過する電流と電圧より、蓄電部に蓄えられた電力を算出し、時間情報よりエネルギー値を求めた。

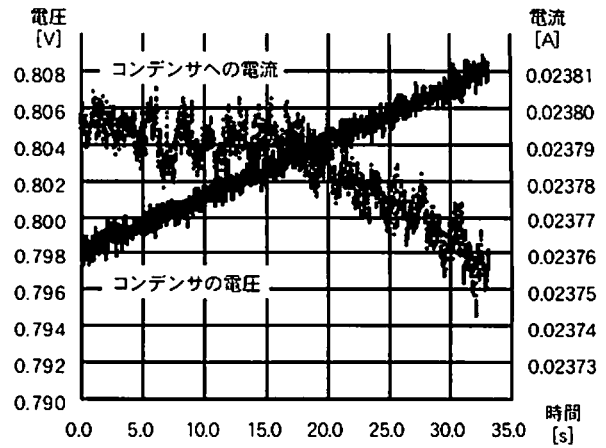


図7 充電中の太陽電池からの電圧と電流

図8に充電エネルギーの値を示す。32.3[s]間について、0.01[s]ごとのエネルギーを算出し積算した。電気二重層コンデンサ電圧をもとに充電されたエネルギーの計算値は、0.571247[J]であり、電圧・電流値をもとに計算すると0.597571[J]のエネルギーが充電されたことになった。使用した電気二重層コンデンサの容量は、規格表によると $\sim 20\sim 40$ [%]の範囲であると記載されている。今回の誤差4.4[%]は、コンデンサ容量を元に計算しているため、許容される範囲であると考えられる。

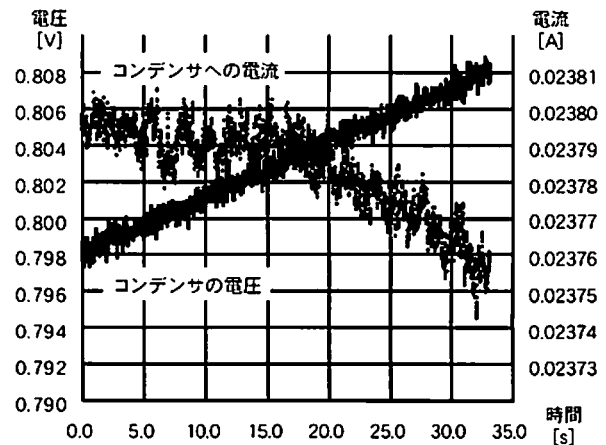


図8 充電エネルギーの値

#### 6. 駆動部の消費電力測定

図9にLED点灯動作時の電気二重層コンデンサ電圧を示す。電気二重層コンデンサを2.0[V]付近まで充電し、常にLED点灯動作を行なわせ、電気二重層コンデンサの電圧値を計測した。

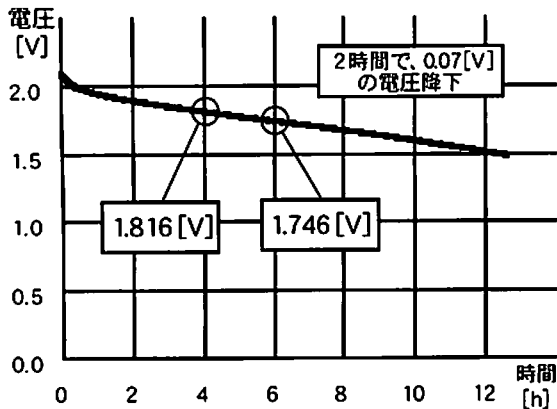


図9 LED点灯動作時のコンデンサ

動作開始後4時間経過した際の電気二重層コンデンサ電圧は1.816[V]、6時間経過した際の電圧は1.746[V]であり、蓄えられているエネルギーは、2時間で、115.42[J]から106.70[J]まで、8.72[J]減少している。

図10にLED点灯時の消費電力計測結果を示す。

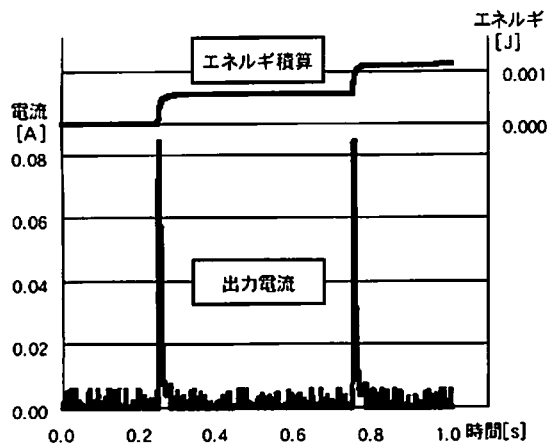


図10 LED点灯時の消費電力計測結果

電気二重層コンデンサに電源装置を接続し電圧を1.5[V]に保ち、1回のLED点灯動作中で消費されるエネルギーを求めた。実験の結果、1回の点灯サイクルで、0.0011271[J]のエネルギーを消費していた。点灯速度が1分間に30回であり、120[分]では、 $0.0011271[J] \times 30[回] \times 120[分] = 4.06[J]$ のエネルギーを消費することになる。

この値は、先に求めた電気二重層コンデンサ電圧より求めた消費されたエネルギー値と大きく違っている。

その原因として、LEDの点灯には、24個の

LEDを駆動するチョッパ回路を約4.1[kHz]でスイッチングしており、サンプリング速度が低すぎ、電圧、電流値の高周波成分が上手く計測されていないことが考えられる。

## 7. おわりに

想定した、太陽電池によりLEDを点灯する小型電子機器においては、充電電力は、太陽光線の影響により低い周波数で変化するため、サンプリング速度より、蓄電部のコンデンサ容量、電流計測結果をデジタル化する際の分解能を重視することが必要である

また、放電電力の計測では、チョッパ回路において数[kHz]のスイッチングがおこなわれているため高いサンプリング速度での計測が必要となる。

今後、蓄電部の入口と出口とで、分解能、サンプリング速度を考慮した計測回路を設計する必要がある。

また、1年間を通した実機テストの実施とデータ収集は現実的ではなく、搭載している明るさセンサと、气象台発表の全天日射量などを利用した、短期間でおこなえる動作試験環境の構築が必要であると考えられる。

## 【参考文献】

- 1) 谷辰夫;太陽電池; パワー社;2004.10.15;p13-19
- 2) 桂井誠;ハンディーブック電気; オーム社;1996.3.25



# 鉛フリー半田による面実装プリント回路の製作

Printed Circuit Boards with Surface Mount Devices using Lead-free solder.

電子技術科 田中 倫之

Electronic Technology Department Noriyuki TANAKA

近年、電子機器製造業界においては小型化、高効率化、及び高機能化を実現させるため、集積回路や面実装部品を多用するプリント基板の製造技術が確立され、プリント基板の高密度化が進んでいる。これに対して、著者が担当する電子回路の製作に関する実習では古くから利用されているディスクリートの受動素子やDIPタイプのICを利用するに留まっているのが現状である。また、欧州で施行されたRoHS指令により、これまで半田付けで用いられてきた共晶半田から鉛フリー半田に移行したことによって、これまで以上に面実装基板の製作に高度な半田付け技能が必要となった。このような生産現場の変革に対応する技術と技能を学生に習得させることを目的として半田実装の訓練教材を試作したので報告する。

## 1. はじめに

環境汚染問題の対応策として2006年7月にRoHS指令<sup>(注1)</sup>が欧州で施行され、表1にあげる特定有害物質の使用が制限された。また、日本国内においてもJ-MOSSと呼ばれるJIS規格(JISC0950)が、情報開示の規定として制定されエアコン、テレビ、冷蔵庫など主要7製品において基準値を超える規制物質の含有表示が義務つけられた。この中には共晶半田に含まれる鉛も指定されており、電子機器の材料で使用される半田には鉛フリーのものが求められるようになり、プリント基板の部品実装技術が大きく様変わりした。

特定有害物質	含有率
鉛 (Pb)	1,000ppm以下
水銀 (Hg)	1,000ppm以下
カドミウム (Cd)	100ppm以下
六価クロム (Cr (VI))	1,000ppm以下
ポリ臭化ビフェニル (PBB)	1,000ppm以下
ポリ臭化ジフェニルエーテル (PBDE)	1,000ppm以下

表1 RoHS指令の特定有害物質6種

このような背景から、当電子技術科においても2007年度より温度調整機能付き半田コテを新たに整備し、実習で使用する半田をすべて鉛フリー半田に対応させて訓練を展開している。

## 2. 鉛フリー半田の特徴

現在、実用化されている鉛フリー半田の一部を表2に示す。錫をベースとして、銀、銅、ビスマス、インジウム、亜鉛等を混ぜたものが主体となっており、Sn-57Bi以外の鉛フリー半田で共晶半田より高い融点となっていることがわかる。また、(財)電子情報技術産業協会-JEITAはSn-3Ag-0.5Cuを標準組成として推奨しており、2004年度においては国内で使用される鉛フリー半田の約75%<sup>(注2)</sup>に達している。

共晶半田とSn-3Ag-0.5Cuを比較した場合、後者は接合面の機械的強度があがる点を除いて短所が目立ち、融点は約40℃高いため、これまで共晶半田で使用していた半田コテでは熱不足で接合させることが難しく、濡れ性が悪いため仕上げが難しくなる。また、鉛フリー半田の錫含有率は共晶半田より高く、錫がもつ他の金属を溶解させる侵食作用によって、コテ先や半田槽により一層のダメージを与えてしまう。さらに、鉛フリー半田の融点の高さからコテ先を高温設定とするため、

フラックスの炭化が進行しコテ先が黒化物で覆われてしまうと半田が玉状に弾いて拡がらない。このような被害を避けるためにも、コテ先を常にクリーンに保つため新しい半田でコテ先を濡らし、使用しないときは温度を下げるなどの配慮が新たに必要となる。

半田の種類	融点
Sn-3Ag-0.5Cu	217-220℃
Sn-0.3Ag-0.7Cu	216-227℃
Sn-4.1Ag-0.6Cu-7In	207℃
Sn-0.7Cu	227℃
Sn-8Zn-3Bi	187-199℃
Sn-3.5Ag-0.5Bi-8In	196-208℃
Sn-57Bi	137℃
Sn-37Pb (共晶半田)	183℃

表2 共晶半田と鉛フリー半田の融点

### 3. 面実装プリント配線板

#### 3-1 マイクロソルダーリング技術

社団法人日本溶接協会が認証するマイクロソルダーリング技術資格の表面実装プリント配線板組立の実技課題が一般に公開されている。

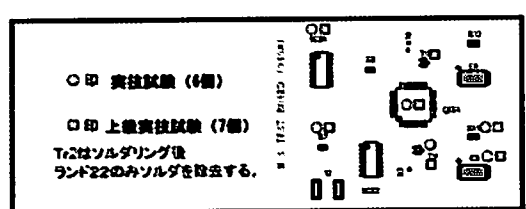


図1 マイクロソルダーリング実技課題

課題は鉛フリー半田で表面実装部品を実装ソルダーリングするもので、実装基準に適合する技能を持つかが問われる。このような実技課題によって第三者にも客観的に技能保持を証明することができ、少量多品種生産時にハンドメイドによる技能が活かされると考える。

プリント配線板には、紙フェノール、ガラスエポキシ、セラミック、フレキシブル等の材質の物が有り、本来材質の選定は実装部品の特性とコストを考慮して決定するものである。今回は、実習用途のためコスト重視で紙フェノール基板を用い

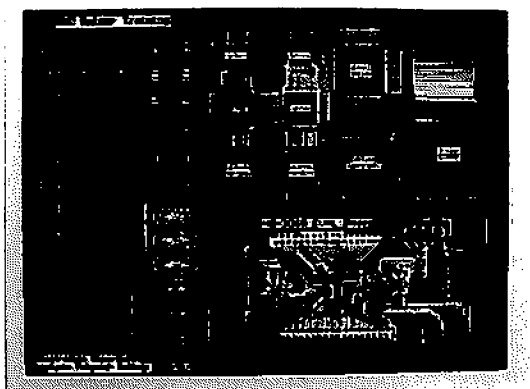
ることとした。

面実装部品 (以下SMD) はセラミックコンデンサや抵抗などのチップタイプから、ICパッケージであるSOP、TSSOP、QFPなどがある。今回、高機能マイコンやFPGA搭載の基板製作ができることを目標とし、特に入手が容易で安価なSMDを用いた実装訓練ができるようにチップ部品・TSSOP部とQFP部、さらに機能的な評価ボード部で構成されるレイアウトを設計した。

#### 3-2 パターン設計・マスク作成

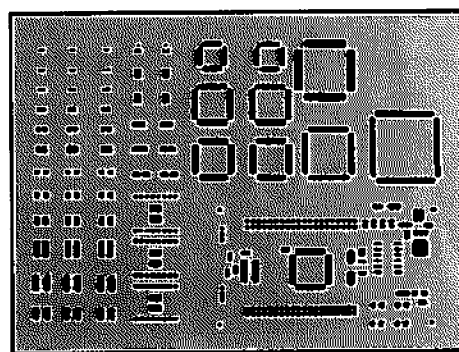
PWB-CADを用いて設計したプリント基板レイアウト図をパターンマスク、レジストマスクにそれぞれ分けて作成する。インクジェットプリンタで専用OHPシートに印刷したマスクフィルムを図2に示す。

チップ・TSSOP QFP64~208



H-3069評価ボード

パターンマスク



レジストマスク

図2 マスクフィルム (写真)

#### 3-3 露光・現像・エッチング

ポジ感光プリント基板にパターンマスクを重



ね、紫外線ライトで5分程度露光し、その後基板を現像液に浸けて1～2分以内で現像する。基板の銅箔部に青い感光剤が残り、滲みが無くはっきりとした像が出ていればエッチング工程に移る。

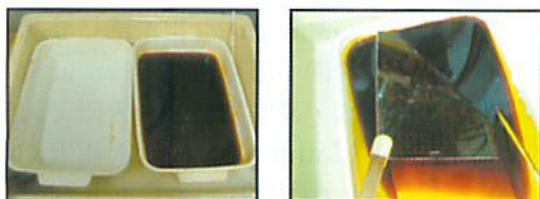


図3左 現像液とエッチング液  
右 エッチング中のプリント配線板

湯煎して45℃に温めたエッチング液（塩化第二鉄水溶液）に現像したプリント基板を浸けて感光剤の無い部分の銅箔を溶解させる。このとき、図4の確認用パターンの溶解状況を確認しながら作業することで、過溶解によるパターンの断線を防ぎ、かつエッチングの仕上がり状況が容易に判別できる。

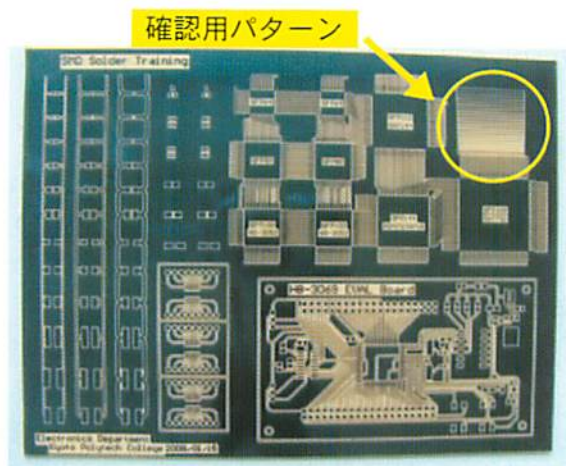


図4 エッチングしたプリント基板

図5に確認用パターンの拡大写真を示す。白色部は銅箔が取れ紙フェノールの下地が見分できる。パターン幅は最小0.1mmとし、0.5mmずつ増加して1.0mmのパターンまで配置した。0.1mmにおいても、過溶解や侵食による断線箇所もなく綺麗にパターンができていたことが確認できた。

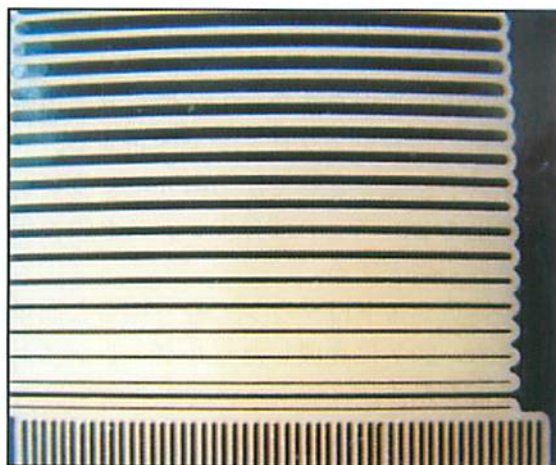


図5 確認用パターン

次に、QFPのパッド間における銅箔の溶解残りが無いか拡大ルーペで確認した。H8-3069評価基板部におけるQFP100のパッドにおいて1箇所短絡が見つかった。局所的に短絡したパッドの拡大写真を図6に示す。

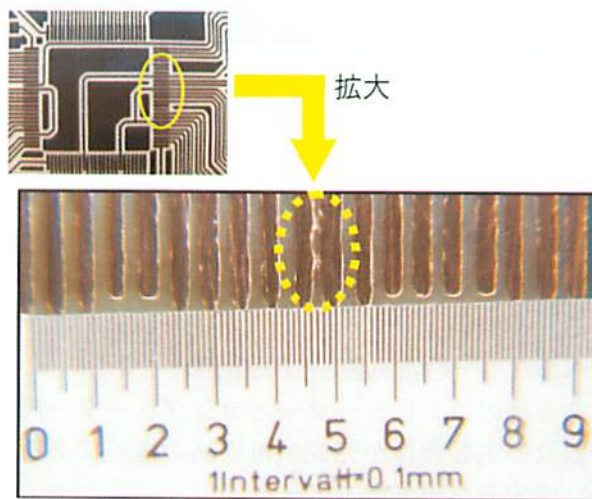


図6 QFP100パッド拡大写真

QFPのパッド幅0.35mmでマスクを作成し、実際にエッチング後に残ったパッド寸法を測定したところ、平均で約0.3mmとなった。また、QFPのパッド間は銅箔の溶解速度が遅くなり他所と比較して短絡が発生しやすい。今回は1箇所のみ短絡であったことから、カッターでパッド短絡部を切断して対応したが、スポイト等を用いてスポット的に銅箔を溶解させるなどの方法を検討する必要がある。また、痩せ細りも予め計算してパッド太さを決定しなければならない。



### 3-4 レジスト塗布

エッチング後に基板を洗浄して乾燥させ、市販のソルダーレジストをスクリーンで塗布する。ソルダーレジストを乾燥させてから露光によりレジスト膜を硬化させ、パッド部分のレジスト膜を現像液で洗浄して除去する。

取れにくいレジストはタワシで軽く擦ると簡単に除去できる。図7に完成したソルダーレジストプリント基板を示す。

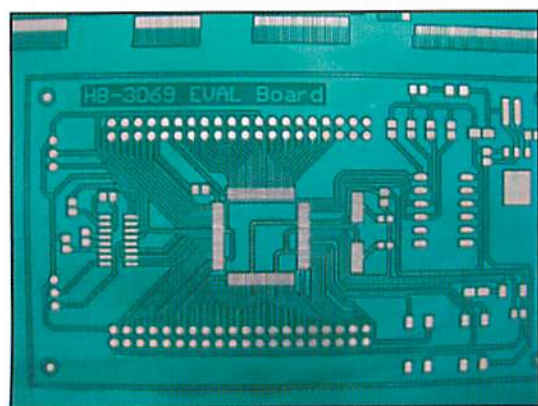


図7 ソルダーレジスト基板

### 3-5 実装技術

日本工業規格のJIS C 61191「プリント配線板実装」では電気・電子機器を次の3つに分類している。<sup>(4)</sup>

レベルA：一般電気製品（民生用）

ある種のコンピューターとコンピューター周辺機器及び主要要件が完成品組立品の機能である応用に適するハードウェア。

レベルB：業務用電気製品（産業用）

通信機器、高機能な業務用機器及び高性能かつ長寿命が必要で、必須ではないが中断のないサービスが望まれる機器。一般的に最終製品使用環境は障害を起こさないよう管理されている。

レベルC：高性能電気製品（特殊用）

連続した処理能力又は要求時に即応した処理能力が必要であるすべての機器。生命維持システムや危機管理システムのように、設備故障時間は許されず、製品使用環境は非常に苛酷であり、機器は必要な時に必ず機能しなければならない。

また、(社)日本溶接協会が制定するマイクロソルダーリング実装基準を参考にして、上記のレベルC

を目標に半田実装技能レベルの習得に取り組む。

## 4. まとめ

電子技術科のものづくりには電子回路の製作が必要不可欠であるが、先進的な電子部品ほど一般的に小形集積化の傾向があり使用実績が低調である。現在、民生機器・産業機器とも表面実装部品(SMD: Surface Mount Device)の使用比率は50%(1)を越えるまでに至り、エレクトロニクス産業の発展とともにますますその重要性が増していることを考えると、教育現場における電子回路製作においてもSMDを活用した実習教材を今後拡充していく必要があると考える。

実際に面実装プリント基板の製作を通して感じたことは、試行錯誤を繰り返すことによって得られる経験的なものが大きいということであった。当然のことではあるが、実装技能は一朝一夕に身につくものではなく、反復練習による経験によるものが大きいと改めて感じた。今後の課題として、鉛フリー半田の特徴をよく理解し、レベルCで要求される定められた基準に適合できる半田技能の習得を目標としたい。

### 【注記】

- 1) RoHS: Restriction of Hazardous Substances (特定危険物質に関する制限)

### 【参考文献】

- 1) ルネサステクノロジ、ルネサス面実装形パッケージ実装マニュアル REV.5.00、2007
- 2) トランジスタ技術SPECIAL編集部、技術者のためのプリント基板設計入門、CQ出版社、2004
- 3) 小島東作 プリント基板設計の基礎と応用、森北出版、2003
- 4) 日本溶接協会マイクロソルダーリング教育委員会、標準マイクロソルダーリング技術、日刊工業新聞社、2006
- 5) 太陽電機産業株式会社、鉛フリーはんだとはんだこてセミナー資料 2007



## 就職支援の取り組み

### - 求人開拓と就職支援システムの構築に向けた取り組み -

A action of Employment Support

電子技術科 中川 章人

Electronic Technology Department Akito NAKAGAWA

情報技術科 中原 英彦

Information Technology Department Hidehiko NAKAHARA

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では、就職支援を全職員で取り組んでいるが、一部の担当者が独自で求人開拓や就職支援を行っていることがあり、情報の共有をすることができない場合がある。

そこで本稿では、本校の求人の現状と求人開拓の提案、および就職支援を効率的に行うことのできる新たな就職支援システムの開発に取り組んでいる状況を電子・情報系を例として報告する。

### 1. はじめに

2008年は、米国のサブプライムローン問題や原油高により、日本経済を直撃し先行き不透明感が日々増している。少なからず雇用問題に大きく影響を及ぼしてくるであろうと思われる。雇用形態については、特に派遣社員は派遣期間が終わったあと派遣先の企業の社員になることを前提とした「紹介予定派遣」で派遣された人が増加し、正社員へと移行している。技能系職種では、昨年から2007年問題が浮上し、ベテランのものづくり労働者が培ってきた技能、知識、ノウハウをどのように次世代に継承していくか製造業は問題を抱えている。対策としては再雇用、他企業からの退職者の獲得、会社内部での技能伝承のマニュアル化、データベース化、技能者枠での新卒採用拡大が挙げられ、技能系短大である当校にとっては追い風である。しかし、過去採用された企業が固定化され、新規企業を開拓しないまま今日に至っているのが現状である。学生の出身地への就職希望、やりたいこと等の要求を叶え、また、学生と企業とのミスマッチによる早期離職を減らすための就職支援の取り組みについて記す。

### 2. 現在の求人について

(求人開拓)

当校の求人には次のような種類がある。

- ① 学校にきた求人
- ② インターンシップを通じての求人
- ③ 社会実務把握を通じての求人
- ④ 会社説明会を通じての求人
- ⑤ インターネットを通じての求人
- ⑥ 自営、縁故
- ⑦ その他

上位3つは、ある程度当校に理解があり、学生の負担は少ない。④～⑦については、学生自ら売り込まなければならない。

#### 2-1 学校への求人

学校に来た求人は過去、当校の卒業生を採用した実績があり、当校の概要・授業内容に理解がある。しかし、就職採用は少数精鋭主義の厳選採用には変わりはなく、昨年と同様、採用されるには限らない。企業側は優秀な人材を確保するために、採用方法に工夫を凝らし、多様化してきている。

仕事に対する熱意・意欲、企業への志望動機、情緒や性格といった人間性、仕事に取り組む資質・潜在能力など総合力が試されている。特に、学校に来た求人は、先輩がしている仕事と同じ職種になり、職種の選択の幅は少ないように思える。反対に先輩の仕事内容を聞いているため、採用後、ミスマッチによる非常に離職は少ない。

## 2-2 インターンシップ

当校でインターンシップを実施して5年目になる。地元の関連企業にインターンシップ受け入れをお願いし、地元での知名度も以前より増した。地元出身の学生はインターンシップ実施後、採用試験を受け、就職内定を頂き就職している。インターンシップを通じて就職へ結びついており、一定の成果を収めている。現在、インターンシップの受け入れ企業は、先生方がインターネットや企業訪問を行い、学生の専門、将来のキャリアに関連した就業体験が出来る受け入れ企業を探している。しかし、京都北部以外では、宿泊や交通の問題などからインターンシップ実施に結びつかないこともある。

## 2-3 社会実務把握

1年次に社会実務把握の授業の一環として工場見学を行っている。社会実務把握とは、企業の現場で知識・技術に触れ、学習意欲を喚起する授業である。学生にとって職業適性を見るには有意義である。近年、電子関係では、総合電気メーカーが生産工程を請負会社に委託し、管理部門、開発部門のみになり、スリム化が進んでいる。そのため、企業の雇用形態を理解した上で、就職させなければならない。電子・電気工業といった限られた業界の中から選択するのではなく、あらゆる業界の中で、電子・電気系の業種・職種があることを、工場見学を通じて理解させ、学生自ら進んで業界研究、企業研究し、就職の意識向上に繋がればと考えている。また、この工場見学で企業との接点ができ、当校の概要や教育訓練を理解していただき、今後の求人に関わること期待している。

## 2-4 合同就職説明会

毎年、年明け早々から会社説明会が開催されている。合同就職説明会は、一度に数多く企業の採用担当者に会え、効率的に気軽に情報収集でき、インターネット等ではわからなかった情報が説明会を通じて得られるといったメリットがあるが、一番のメリットは、会場の雰囲気に触れ、また、他校の学生と情報交換を通じて、就職活動の動向を知り、奮起させるにはよい。当校から京都市内、大阪市内で開催されている就職説明会に参加を促すには、経済的に苦しい。出展企業の中で希望する企業があれば、説明会に行く価値はあるだろう。

しかし、年始の合同説明会より採用に到ったケースは少ない。この時期の合同説明会は、四年制大学卒業見込みの学生が対象なのか。中には、採用選考も受けさせてもらえず、門前払いのケースが多く見受けられる。このような場合、職員自らが学校の概要、授業内容を詳細に説明し、理解していただき選考に扱ぎ付けなければならない。特に、地方出身の学生が時期の遅い地元で開催された就職フェアでの就職を考えている場合、先生方の力が必要になってくる。

今後、出身地で特定の会社での就職、出来れば地方出身者が当校に入学し、出身地での就職が開かれれば入学希望者が増えるかもしれない。

## 2-5 インターネットから検索

近年、インターネットの普及により、エントリーシートを送信して、各会社の説明会に参加後、選考試験が行われる。中には、送信しても返事が返ってこない、お断りの返事が帰ってくるものが少なくない。よって、エントリーシートで第1次選考という「ふるい」にかけられている。エントリーシートでは、「自己分析」「企業研究」を行い、自分自身の頭で考え分析し、自分の言葉で表現し、与えられたテーマを400字以内で記述させる問題が多い。近年、文章を書くのが苦手な学生が多く、先生方の指導・添削が必要になってくる。しかし、あまり手を掛けすぎると学生が自分で書いていないため、言葉で表現できないという欠点が出てくる。エントリーシートの第一関門から最終面接にたどり着くまで多くの関門がある。よほどこの会



社に入りたいという向上心がなければ難しい。

インターネットから就職の場合、建前上は、門戸は誰にでも開かれている。学生と企業の関係であり、学校側は関与していないので、仮に不採用になってもその理由が聞けず、今後の対策に役立たない。また、地方の学校出身学生は、何度も足を運ばなければならず、金銭的負担が大きい。

## 2-6 求人分類

過去、2年間の就職先の求人分類について調べ、下の表に表した。

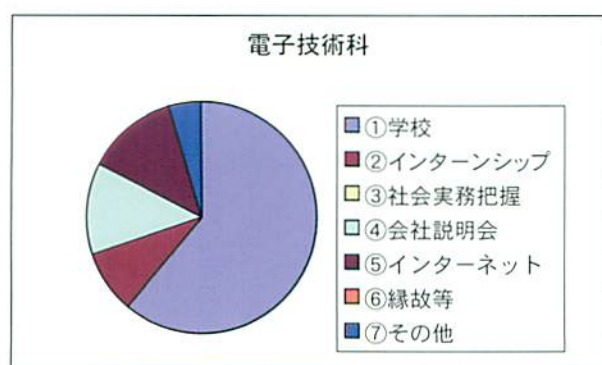


図1 電子技術科 (2年間)

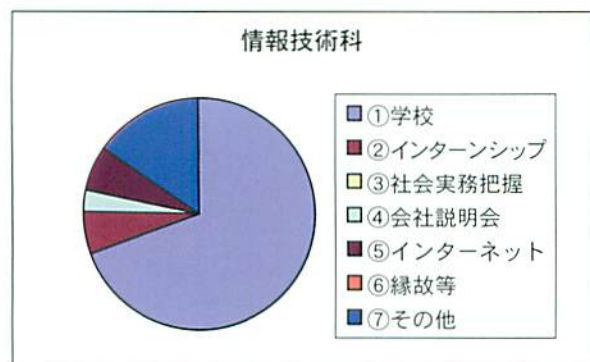


図2 情報技術科 (2年間)

図のように、学校に来た求人からの就職が圧倒的に多い。出身地での就職については、縁故、会社説明会を通じて就職が多い。学校に来た求人は、学校との信頼関係により求人をいただいております、学生に求人をいただいた会社の業務内容、職務内容を十分理解した上で、受験させなければならぬ。近年、求人数は多くなっているものの、今まで学校に来ていた求人が来なくなった企業が数社ある。会社の業務内容、職務内容を就職担当者と学生が十分理解することが必要であると強く感じ

た。そこで、就職支援のシステムなどを構築することで、多少この問題を解決できるのではないかと思ひ、システムの構築に向けた取り組みを行うことにした。

## 3. 就職支援システムの構築に向けた取り組み

ここ数年にわたって、行ってきた就職支援を今後、継続的に行えるようにするため、求人情報や過去の就職活動状況などを管理する就職支援システムが必要であると考えている。そこで、今回、システムの構築に向けて取り組んでいる内容を以下に示す。

### 3-1 現在の就職支援状況

(学生の就職希望調査)

- ・学生との面談
- ・希望する会社、職種の聞き取り
- ・希望する会社、職種についてのアドバイス

(求人提供)

- ・企業から就職支援室へ
- ・就職支援担当者から各担任へ配布
- ・各担任が掲示板に求人票を貼る
- ・学生が求人票を見る

(面接指導及び各種書類の添削)

- ・学生から担任または就職支援担当者に直接指導依頼
- ・担任または就職支援担当者が指導を実施
- ・学生は企業を受験

以上の3つの就職支援は1年後期から行われている。現在の就職支援では、求人の情報提供や会社の特徴を調べることなどに時間がかかる場合がある。そこで、この問題を解消するため就職支援システムが必要であると感じた。

### 3-2 システム化のメリット

システム化メリットとは

- (1) 情報を共有することにより、迅速に就職支

援・活動ができる（求人票、学生活動状況、OBの声など）

- ・学生がいつでも求人票を閲覧できる。
- ・採用試験などの過去の情報を得ることができる
- ・会社の特徴などを知ること、適切なアドバイスをすることができる。

(2) 定型化されたものが簡単にできることにより、面接指導や就職相談に多くの時間を費やすことができる。

(3) 担当者が変わっても、同じ就職支援が可能になる。

現在は、担当者が変わると経験や情報量によって多少、就職支援の方法が異なることもある。しかし、システム化により、この問題を解決することができる。

### 3-3 機能

求人情報や過去の就職活動状況などを管理するためには、下記のような機能が必要であると考えている。

(求人票登録)

- ・求人票閲覧
- ・活動報告書登録
- ・過去の活動報告書閲覧
- ・会社の特徴や得意分野

## 4. まとめ

今回は、就職支援（求人開拓と就職支援システムの構築に向けた取り組み）の取り組みを行ってきた。求人開拓では、インターンシップや社会実務把握を行うことで本校のカリキュラムや学生の仕上がり像を理解してもらい、今後の求人につなげていくことが効果的であることがわかった。しかし、これには学生との面談を密にして学生の希望企業・希望職種を多く引き出すことが大切であることを痛感した。このため、学生との面談を多くし、また、学生にさまざまな情報を提供するためには就職支援システムの構築が不可欠であることに気が付いた。そこで、今回はシステムの構築に向けた最初の取り組みとして、就職活動の分析

を行ったことを報告する。今後は、われわれの分析だけでなく、各担当者や就職支援担当者などにインタビューして要求分析をよりよいものにし、就職支援システムの構築に向けての取り組みを今後も行いたいと考えている。

# 企業現場での生産活動および安全衛生環境活動の体験

## — 短期企業派遣研修を通じて —

Experience of Safety, Hygiene, Environment Activity Production Activity  
through the Short-Term on Job Training

電子技術科 三木 隆史

Electronic Technology Department Takashi MIKI

短期企業派遣研修制度で民間企業に派遣される機会を得て、実際の現場で製作される電子機器や装置などを出荷するにあたり、必要とされる計測技術や機器・装置の評価・検査方法、民間企業の組織体制、安全衛生環境問題への取り組みなどを体験した。京都能開短大での授業内容や就職支援にこの体験を交えて説明することで、学生の理解度の向上や、就職への関心が高まることを期待し、さらに、環境活動や安全活動など当校において実現可能な内容について報告する。

### 1. はじめに

指導員として9年の経験になるが、学生への授業や就職指導の中で、現場に関する内容においては聴講やマスメディアで得た情報が多く、実際に目で見て体験したわけではなかった。そこで現場体験を通じて、より効果的な学生への指導・支援に結び付けたいとの考えで今回の企業研修に臨んだ。本報は研修の内容と研修後、実際に取り組んだ内容、および今後、取り組もうと計画している内容を報告する。

### 2. 目的

次の3点を研修における目標とし、より具体的な内容を盛り組んだ授業、就職支援に活用することを目的とする。

- (1) 現場で製作される電子機器や装置などを出荷するにあたり、必要とされる計測技術や機器・装置の評価・検査方法
- (2) 民間企業の組織体制、安全衛生環境活動への取り組み
- (3) 製品の品質の向上に向けての取り組み、TPM活動による生産効率の向上

### 3. 研修内容

#### 3-1 研修期間および実施施設

研修期間は、平成19年6月11日(月)から7月20日(金)まで実働29日間で、実施施設は、滋賀県大津市にある「東レエンジニアリング株式会社」であった。

#### 3-2 研修内容概要

研修内容は大きく分けて、3点に分類することができる。

- (1) 瀬田工場における装置のサポート業務
- (2) 各種会議、講習会への参加
- (3) ベンダー企業におけるサポート業務

研修の主な内容は、実際に現場で行われている受注先へ出荷する装置の電気出荷試験をサポートすることであった。また、研修と並行して、ゴミの分別、および安全対策など、研修先企業独自の安全衛生環境活動も体験した。

詳細については3-3で述べるが、守秘義務の関係上記載できないものは除外する。



### 3-3 研修内容詳細

(1) 研修期間中は、瀬田工場で取り扱われている装置に対して、電気的な業務を担当するグループに配属され、その中の1つであるChip On Glass (COG: 図1参照) ボンダー装置の電気的サポート業務を行った。

COGとはガラス基板上に直接、半導体チップを実装する技術で、携帯電話などのLCDパネルのコントローラLSIなどに使われている技術である。

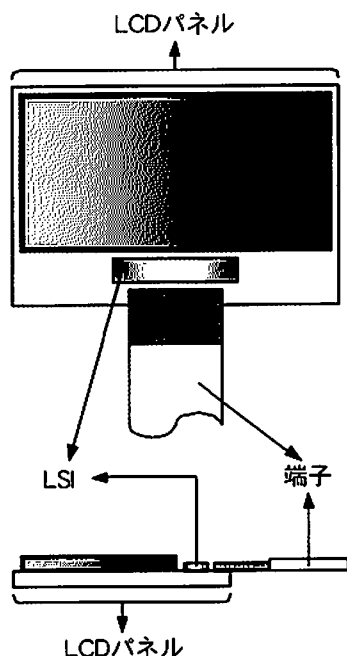


図1 COGの正面図および断面図

COGボンダー装置は、図1のLSIを自動かつ高速で実装する装置で、この装置の電気出荷試験や立ち上げ、改良のサポートが主な内容であった。サポート内容の詳細を次に示す。

#### ① 受注先へ出荷前の最終の電気出荷試験サポート業務

- ・I/Oの動作確認
- ・筐体ノイズ試験
- ・漏れ電流測定
- ・実稼動状態による電流測定
- ・絶縁抵抗試験
- ・耐電圧試験
- ・受注先の要望に応じた仕様の変更および取付け、配線作業
- ・成績書作成・製品管理資料作成

- ② 現場での装置の立ち上げサポート業務
  - ・ベンダー企業から組み上がって納入されてきた装置の立ち上げ
  - ・装置への電源、エアの繋ぎ込み
  - ・センサの動作確認
  - ・装置の銘板、シリアル番号の確認

- ③ 開発機の改良作業サポート業務
  - ・駆動モータのブレーキ制御回路の取付け
  - ・センサの取付け
  - ・電源プラグの変更、取付け
  - ・カメラ制御基板の改造
  - ・プログラミングコンソールの差込口の製作
  - ・電源・信号線の省配線作業

#### (2) 各種会議、講演会への参加

- ・品質会議
- ・デザインレビュー
- ・グループミーティング
- ・グループ内の勉強会
- ・メーカーによる勉強会
- ・製品展示会
- ・社内開催の講演会
- ・グループ内TPM活動への指導会

#### (3) ベンダー企業でのサポート業務

- ・ベンダー企業に出向き、組みあがった装置の立ち上げ・検査サポート
- ・装置への電源、エアの繋ぎ込み
- ・センサの動作確認

#### (4) 安全衛生環境活動

- ・交通安全ルール
  - ・構内安全の基本ルール
  - ・ISO活動
  - ・イエローカード、ピンクカード制
  - ・週に1回、全員一斉の大掃除
- など

## 4. 研修で体験した内容

この研修で、(1) 現場での電気的作業、(2) ISO14001の維持活動、(3) 安全活動、(4) TPM活動の4つの項目を体験した。次にそれぞれの詳細を述べる。

### (1) 電氣的作業

3-3で述べたように多くの電氣的作業を体験した。I/Oの動作確認や配線作業のように、当校の実習でも行っている内容に近いものもあったが、学科で説明のみで終わる内容を専用の測定機器(漏れ電流測定、絶縁抵抗試験、筐体ノイズ試験など)を利用した測定や、現場という独特な状況下で行う配線作業や半田付け作業など貴重な体験ができた。

### (2) ISO14001の維持活動

ISO14001とは、国際標準化機構(ISO)が発行した環境マネジメントシステムの国際規格で、企業が取得することにより、社内的に環境意識を意識付けるだけでなく、対外的にも環境に対して取り組みを行っている企業であるということを証明するものである。

東レエンジニアリング株式会社でも、特にごみの分別は、資源ごみとリサイクルごみなど計10項目以上に分けて処理し、各フロアの数箇所に分別用のゴミ箱の設置と廃棄資源活用分別表の掲示、週一回の社員全員での大掃除後、担当委員によるごみの分別確認など、取得したISO14001の維持活動に力を入れており、私自身も体験することで大変さを理解した。

また、冷暖房の温度設定もきっちりと守られており、昼休みには廊下などの一部を除いて部屋の蛍光灯を切るなど省エネ活動への積極的な取り組みも体験した。

### (3) 安全活動

3-3で述べたようにならぬ多くのルールがあり、守らない場合は各種カードが手渡され、ペナルティとして地域の環境整備活動や職場内の安全運動に参加するなど、安全問題には特に力を入れて気をつけていることが分かった。

また、小グループに分かれて、ある光景が描かれた絵を渡され、その中で起こりえる危険な要素を予測し対処法をまとめることで、社員個々の安全への意識を高めるディスカッションにも参加した。

### (4) TPM活動

TPM(Total Productive Maintenance)活動は、生産システムの効率化を図り、全員参加の小

集団活動で、ロスを発生させない予防(保全)の仕組みをつくる活動である。

この研修期間中、グループ内で計画したTPM活動に対して、上司が定期的に「目標に対して具体的な期日がない」、「期限の厳守」、「計画の建て直し」、「コストダウン」などの指導を行い、常に社員のやる気を起こさせ、生産システムの効率化を目指していることを体験した。また、デスクの上や引出しの中の整理、ファイル棚のファイルに見やすくラベルが貼られて管理されているかなどの指導もあった。これらの整理整頓も、仕事を遂行する上でロスを少なくする手法の一つであることを学んだ。

## 5. 授業、就職支援への活用

4節で体験および学んだ内容は、当校での授業や就職支援、安全活動でも実施可能な内容が多くあり、項目ごとに分けて述べる。

### (1) 電気・電子要素

半田付け作業は、当校の実習時は机上で行っている。しかし現場では装置の改良時などは立ったまま行うことが多くあった。半田付け作業自体が不慣れだとうこういった状況下での作業はより難しくなる。当校の実習では半田付け作業を多く取り入れており、将来、学生がこのような現場に就職した際にとても有効となると思われる。

また、現場での配線作業や半田付け作業に欠かすことができない要素は、いかに丁寧かつ綺麗でミスなく行うかが重要視される。実際に著者が携わった製品が市場に出て行くのだと思ったときは、かなり緊張して慎重に行った。当校でも実習を行う際にはこのような要素を意識して実施しているが、さらに体験を交えながら実習を行うことで、学生の実習への取り組み方が積極的になることに繋がるのではないかと考えられる。

### (2) 環境活動への取り組み

民間企業だけでなく教育機関でも欠かすことのできない内容である。電子技術科でも何年も前から、燃えるごみ、プラスチック類、電子基板類、電子部品類、金属類などのごみの分別を行っているが実際は多少混ざっていることが多い。しかし、学生にとって将来、就職先ではごみの分別や省エ

ネ活動は必ず行う内容であるため、学生のうちから可能な限り指導し、職員側も環境活動への関心をもつべきであるという意を強くした。

### (3) 安全活動への取り組み

職員や学生問わず、当校でも見かける行動の中で良くない行動は多々あるが、研修で習得した安全ルールの中で特にすぐにでも取り入れ、実施可能と思われるルールを次に述べる。

- ・ノーポケットハンド  
 (ポケットに手を入れたまま歩かない)
- ・歩きながらのPHS・携帯電話の使用禁止
- ・ノーラン  
 (廊下や階段では走らない)
- ・作業服の着用
- ・ボタン・ファスナーの確認
- ・夏服の上着はズボンの中に入れる
- ・帽子の着用

これらは、誰もが当たり前のように知っていることであるが、逆についっかり忘れてしまう事柄であり、その上すぐにでも危険に繋がり兼ねない内容でもある。

また、整理整頓をすることで安全対策になると同時に、仕事や学業を効率的に行いやすくなるため学生、職員問わず強い意識をもつべきであるという意を強くした。

### (4) 就職指導

短い期間であるが多少なりとも民間企業の大変さや厳しさを肌で感じる事ができた。今までは、現場の話を聞いた内容をそのまま伝えるだけであったが、これからは私自身の体験を踏まえながらより具体的に学生に説明し、少しでも納得して就職してもらい、定着率の向上に繋がるように努めていきたい。

## 6. 研修後の取り組み

研修後、「安全衛生工学」の授業で、電子技術科全学生に対し、4節で述べたように研修で体験した安全活動をグループに分けてディスカッションを行った。目的は「事前に危険なことを予測し対処法をまとめることで安全への意識を高める」こととし、実施方法として学生がよく出入りする場所「電子技術科実習場」、「学校内(実習場除く)」、

「学校外」の3つの場所に分け、それぞれの場所でどのような服装または行動・作業を行うことで事故や危険が発生し、どのように対処することで改善されるかを、グループ(1・2年混合)に分かれて考え、意見をまとめさせた。その後、実際に各自に安全標語を作成し、少しでも安全意識を持って行動するよう努めた。図2に意見聴取した書式を示す。

図2 安全衛生工学で使用した書式

検討場所別に意見をまとめ一般的な内容で意見が多かったものを述べる。

#### (1) 電子技術科実習場

- ・実習中は作業着を着用し、裾を出さない
- ・整理整頓をする
- ・休憩時間は機器の電源を落とす

#### (2) 学校内(実習場除く)

- ・廊下や階段では走らない
- ・タバコは決められた場所で吸う
- ・中庭で危険なスポーツはしない

#### (3) 学校外

- ・タバコは決められた場所で吸う
- ・携帯電話を使用しながらの運転はしない

検討場所によって意見に多少の違いはあるが、学生達は皆、安全活動に対してほぼ共通の認識が