

技能 と 技術

ISSN 1884-0345
通巻第262号

職業能力開発技術誌

4/2010

特集●ものづくり訓練の現状と課題等について



Vol.45

技能と技術

4/2010号

通巻No.262

特集● ものづくり訓練の現状と課題等について

ものづくり融合実習を通して感じること

鍛冶原克之／愛媛センター（愛媛職業能力開発促進センター）

1

技能五輪旋盤職種に観る鍛錬された若年者の技能

森 公秀／中国職業能力開発大学校

9

環境・健康と左官

平尾 茂／京都府左官業組合連合会 京都左官協同組合

15

「大工」

梅田宗春／株式会社梅田工務店

20

教材開発

太陽光発電システム実習用教材の開発

山本 修・清水洋隆／職業能力開発総合大学校 電気システム工学科

23

施設紹介

ポリテクカレッジ京都

植田浩一郎／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

30

Vol.46表紙デザイン決定

編集部

35

平成23年「技能と技術」誌 特集テーマについて

編集部

36

ものづくり融合実習を通して感じること

愛媛センター（愛媛職業能力開発促進センター） 鍛冶原克之

1. はじめに

平成13年度から9年間ポリテクカレッジ福山において、アナログ電子回路、電子回路実験を中心に授業を担当してきた。

ポリテクカレッジは実学融合教育をその特徴の1つとしているが、理工系の授業は実験や実習を通して初めて理解できる内容が多く、融合教育はポリテクカレッジだけでなく多くの教育機関で実施されてきている。しかしポリテクカレッジでは更に20～30名の少人数教育が実施されており、実験実習の中で学生1人ひとりが取り組めることは、最大の特徴である。

私が担当してきた電子回路関係の授業でも、座学だけでは理解しがたいことが多く、製作を通した実習を行って理解させることに努めてきた。製作は、電子回路、電磁気学、電気回路の分野を融合できる課題を選び、就職にも役だつよう配慮してきた。こうしたものづくり融合実習は、達成感からか多くの学生たちが熱心に取り組んでくれている。ここでは、その製作課題と、学生たちの製作実習に対する状況を、学生たちへのアンケートを通して述べてみたい。

2. 製作課題の紹介

(1) シリーズ型デュアルトラッキング電源の製作

図1に回路図を、写真1に製作物を示す。
この製作の目的は、整流回路はもちろんであるが、電子回路をオペアンプからとらえて、負帰還を

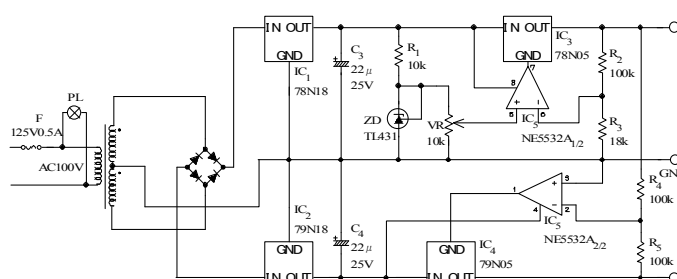


図1 シリーズ電源回路図



写真1 シリーズ電源製作物

掛けたときにバーチャルショートが働き、出力電圧を制御できることを、測定を通して徹底的に理解させる。

(2) FCCスイッチングレギュレータの製作

図2に回路図を、写真2に製作物を示す。

この製作の目的は、商用周波数トランスとスイッチングトランスの相違、トランスの極性を磁気学を使って明らかにする。さらにパワー MOSFETの動作原理と発熱処理、電解コンデンサの大きさとりプル電流容量の重要性、一般ダイオードと高速ダイオードの相違、PWM制御法などである。

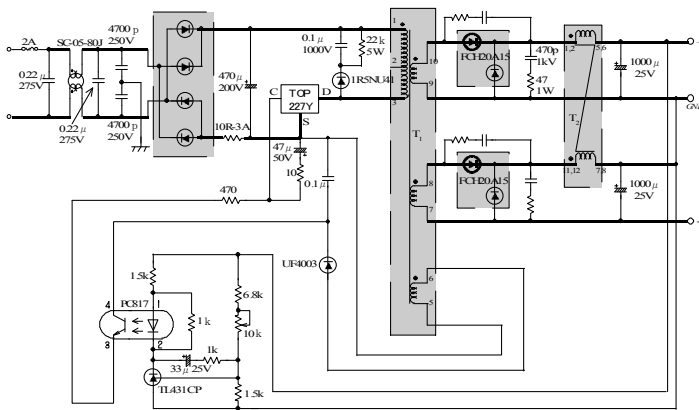


図2 FCCスイッチング電源回路図



写真3 力率改善インバータ蛍光灯製作物

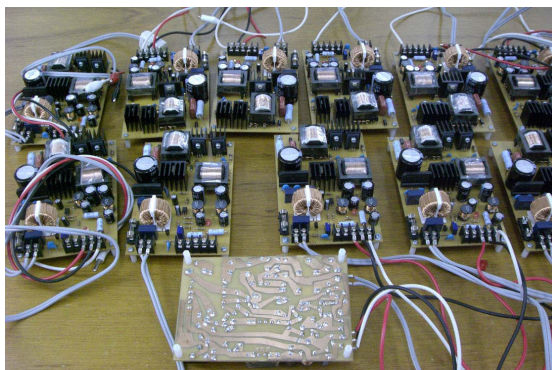


写真2 FCCレギュレータ製作物

(3) 力率改善型インバータ蛍光灯の製作

図3に回路図を、写真3に製作物を示す。

この製作の目的は、力率の意味、昇圧型コンバータ回路の働き、力率改善コントローラの働き、蛍光灯の点灯原理、直列共振回路の働きと共振コイル、パワー MOSFETのハーフブリッジドライブ方式などである。

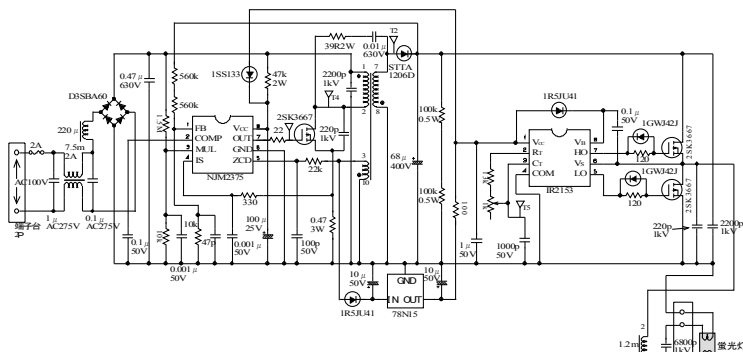


図3 力率改善インバータ蛍光灯回路

(4) 高周波誘導加熱機の製作

図4に回路図を、写真4に製作物を示す。

この製作の目的は、PLL制御の原理と構成、直列共振回路、表皮効果による加熱用コイルの評価、誘導加熱現象、ハーフブリッジドライブ回路、パルス

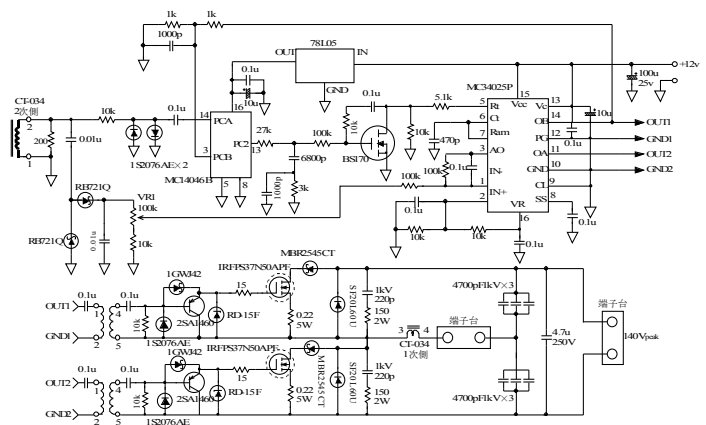


図4 誘導加熱器の回路図



写真4 誘導加熱器の製作物

トランスによるパワー MOSFETのドライブ法などである。

(5) AMラジオの製作

図5に回路図を、写真5に製作物を示す。

この製作の目的は、同調型高周波発振回路、直並列共振回路、同調回路、周波数変換回路の原理と働き、ヘテロダイン受信方式、検波回路と整流回路、受信感度の調整方法などである。

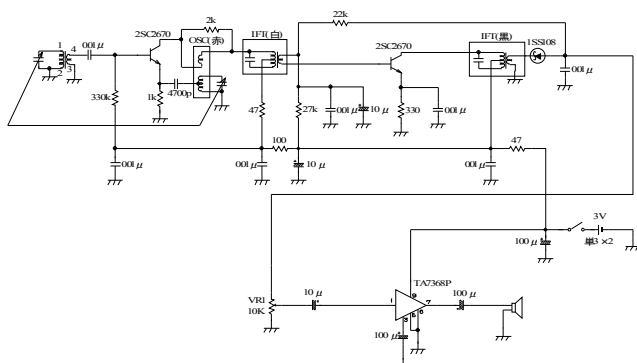


図5 AMラジオの回路図

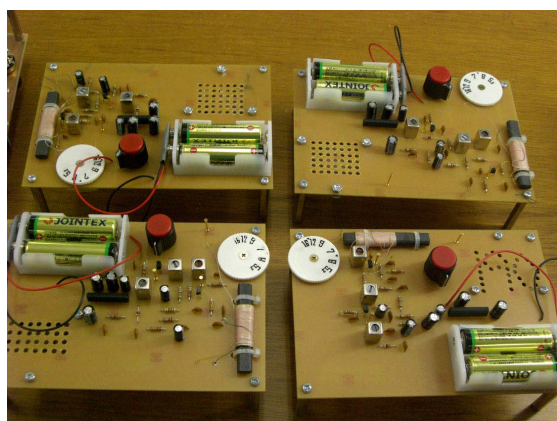


写真5 AMラジオの製作物

3. プリント基板の製作

すべての製作に共通するのは、電子回路結線図を、プリント基板として実現する力をつける、プリントパターンおよび基板製作実習である。

電子部品の規格書と実物を参考に部品パターンを製作し、次に回路図を見ながら配線パターンを基板の大きさの中に収めるように引いていく。電流容量やノイズの関係からパターンに制限が入るところも

あり、試行錯誤が続くことになる。比較的時間が掛かる面倒な作業であるが、毎年大半の学生が熱心に取り組んでおり、なかには残って作業を続ける学生もいる。慣れてくると座学で授業を聴くよりは、自分で考えながらできるのが面白いし楽しいという学生もいる。

最初のパターン製作実習は1年次の前期集中実習になるが、パターン製作に全実習時間の半分かくらいの時間をかけている。これはパターンを引くことによって身につけてほしい下記のような目的があるためである。

- (1) 部品パターンを製作することにより電子回路部品を知り慣れる
- (2) 結線図における電子部品の記号と実物を結びつける
- (3) 電子回路部品の形、特性から部品の配置を考える
- (4) パワー素子におけるヒートシンク等、結線図にない部品の必要性を知る
- (5) 電子回路結線図を立体的に見る力をつける
- (6) 許容電流値からパターン幅に変化つけることができるようにする
- (7) グラウンドパターンの取り方の重要性を知る

パターン完成後は、結線図どおりに配線ができているか、全員のパターンをチェックし、誤っている箇所があれば指摘する。指摘した学生の大半は、どう修正すればよいか聞いてくるので、授業の目的を説いて、修正を考えさせる。私が考えたパターンより良いパターンを引く学生もいて、センスの良さ、器用さに感心することもある。

2年次後半の総合制作では、ほぼ全員が自力でパターンを引き、露光、エッチングしてプリント基板を製作できるようになっている。

列車制御継電連動装置を製作する、ある信号機器メカで、数基のリレー架に数種類数百個のリレーを取り付け配線している社員の人が、「自分が作っている物がどういう動きをするのかはよく知りませんが、設計図を頂ければ、早く正確にそして見栄え良く組み上げる自信があります。これが仕事ですか

ら」と言われていたのを覚えているが、パターン製作を行うのは、そういった技能、技術を身につけることを目指す一歩にしたいという思いがあるからである。

写真6に製作中の様子および写真7に製作したパターンの一例を示す。パターンは力率改善型インバータ蛍光灯のパターンである。



写真6 配線パターン引き実習の様子

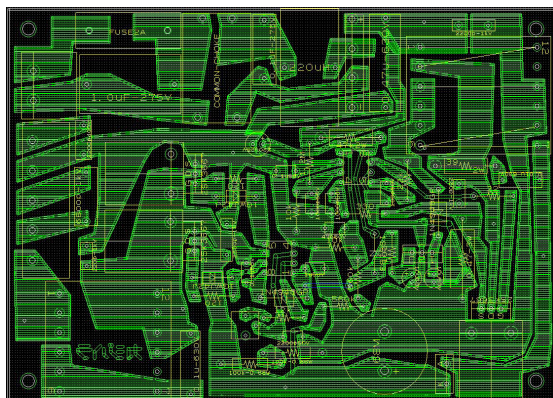


写真7 高力率インバータ蛍光灯パターン図

4. 測定器を使った視覚による確認

パターンが出来上がると、露光・エッチング・穴あけをしてプリント基板を製作し、部品の取り付け半田付けとなる。

半田付け作業に入る前にパターンの不良はないか、テストでチェックする癖をつけさせる。これはパターンが接近している箇所、エッチング不良等により細かなパターンの接触による短絡があるからである。また、細いパターンの切断している箇所もまれにある。

半田付け作業中は、抵抗、極性のある部品の取り付け間違いがないよう十分注意する。カラーコードを覚えていない学生に、抵抗の取り付け間違いが多くみられる。半田付け不良には特に注意する。目玉・イモ・ツノ・ヒビ・ブリッジ・半田くず・リード接触等、不良パターンについて十分認識させ作業に入る。半田付け不良は加熱不足が多いので、リードおよびパターンを十分加熱するよう指導する。

シリーズ型およびスイッチング型電源を制作していた頃、学生たちから出来上がって動きがすぐに見えないので、何をしているのかわからないといった意見をよく聞いた。

そこで新たに製作課題として取り入れたのが、力率改善型インバータ蛍光灯である。完成してスイッチをオンすると正常に動作すれば蛍光灯が点灯するのですぐわかる。自分が製作した蛍光灯が点灯したときの喜びからか、「オッ！ 点いた」という声思わず出るようである。

しかし、ここは学習の場である。無事点灯しただけで終わらせるわけにはいかない。動作原理を学習させる必要がある。

「蛍光灯を点灯させるには、電極（陰極）に電流を流して加熱する。ここで高電圧をかけることで高温になったエミッターから大量の電子を放出させる。放出された電子はもう片方の電極（陽極）に移動し、放電が始まる。この高電圧を発生するのに直列共振を使っている。……」などと黒板に書きながら説明し学生たちのほうを振り返ると、もう何人かが伏せている。さすがに製作を途中で投げる学生は

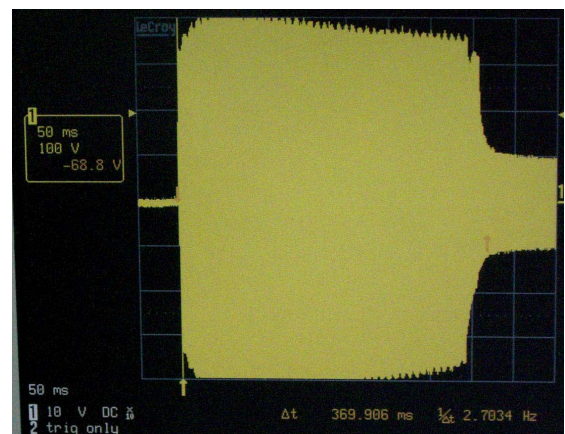


写真8 蛍光灯点灯時の電極間電圧波形

いない。パターン作成でも、何人かは、できた学生のファイルをコピーしたようで、全く部品配列が同じものがいくつか見受けられる。コピーしてでも一応作ろうとする姿勢があるが、原理等を聞き、理解しようとする学生は少ない。

授業を聴き理解しようとする学生は少ないので、理論的な話をするより動きを視覚で見るオシロス

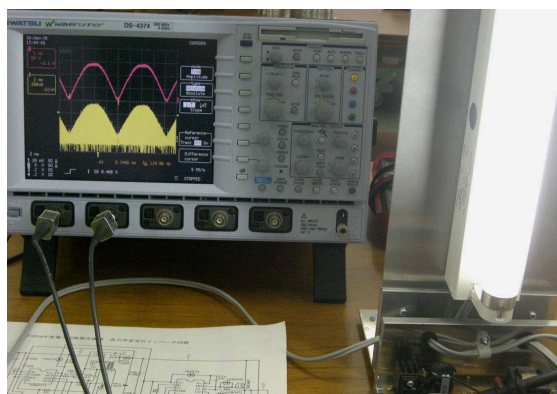


写真9 全波整流電圧と充電電流波形



写真10 市販インバータ蛍光灯の力率



写真11 製作したインバータ蛍光灯の力率

コープ等の測定器を使って、視覚により印象付けるようにしている。

写真8は点灯する瞬間の蛍光灯の両電極間の高周波電圧である。800Vppの電圧がおよそ370msにわたって掛っている。

力率が悪化するのには、交流電源の全波整流電圧波形に対し、平滑電解コンデンサの充電電流波形がパルス状になるため、電流を高周波でスイッチングして導通角を広げ、これを電圧波形に相似させる。これをオシロスコープで確認させる。この様子を写真9に示す。しかし、こちらのほうは何をしているのかよくわからないようで反応はなかった。

最近パワーメータが入ってきたので、力率が改善されている様子を目で見るできるようになった。写真10が市販のインバータ蛍光灯の力率であり、0.57となっている。写真11は学生たちが製作したインバータ蛍光灯で力率は0.96である。どちらも100V、22Wであるが、電流値は市販の蛍光灯のほうが0.15A程度多いことがわかる。

5. 実習に対する学生たちの関心度

電子技術科最後の年の平成21年度2年生は、1年次と2年次で、FCCスイッチングレギュレータ、高周波誘導加熱器、AMラジオの3作品を製作した。

学生たちに、3つの中で良かったと思う順に番号をつけさせた。一番良かったと回答した学生が最も多かったのはAMラジオで、理由は最も身近な物で、選局して音が出たことであった。最も不人気だったのはFCCスイッチングレギュレータであった。AMラジオは音が出て、加熱器は熱くなるが、レギュレータはどうなればよいかわからないというのが理由であった。

また、回路図を見て自分でパターンを引き、エッチングして基板を製作する過程について聞くと、

- ・時間がかかるがきれいに仕上がる
- ・友達と話し合いながらパターンを考えるのは面白い
- ・パズルを組み立てていく作業みたいでとても楽しい

- ・自分が作ったパターンで動いたときはとても達成感があり楽しい
 - ・パターンを引くことは難しそうであったが、1年も経たないうちにできるようになり驚いた
 - ・面倒な作業だが回路図を理解できるようになる
 - ・とにかく座学よりは好きです
- といったようにおおむね好評であった。

さらに、こういった作品の理論や原理を理解すれば楽しいし、説明できるようになれば就職にも有利になるのではないか、と聞いたところ、

- ・原理には興味がない

と答えた学生が19人中3人おり、

- ・難しいから自分には理解できない

と、最初から諦めて、その努力をしようとしらない学生も9人見受けられた。ほかは無回答であった。

作業はこなすが、仕組み等は理解しようとしらない学生たちの姿がみえてくる。

学生たちが製作した3つの作品の中で、最も時間を要したのは誘導加熱器の製作である。プリント基板の製作、アルミ製ケースの加工作業のほかに、加熱用コイルを巻く作業が入った。

入手できたリッツ線は、15／0.08で、これは直径が0.08mmのウレタン線が15本撚ってある撚り線であるが、これをさらに7本束ねて、0.8mmφの単線ウレタン線と同程度の断面積を稼ぐことにした。

リッツ線を巻くアクリル製のパイプは、直径が120mmあるので、これに20回程度巻くには、15／0.08のリッツ線は8mくらい必要である。これを直線状に7本用意して束ねていった。当然1人で作業することは難しく、実習場の作業台を一方に片付け、二人一組でリッツ線を張りながら束ねていった。

この作業では、面倒臭がって適当にしている学生はいなかった。むしろきれいに巻こうとして慎重になっているくらいである。また、「体を動かすことが好きだから、いつもこういう授業にしたい」という声も出てきた。実に生き生きと作業をしていた。

しかし重要なことは、なぜこういう面倒な作業をするのかということであり、こちらのほうに大いに関心を持ってほしいのである。

写真12左側はリッツ線を使ったコイルで、右側は同程度のインダクタンスが確保できるよう、0.8mmφの単線のウレタン線を巻いたコイルであり、下の数値はLCRメーターで測定した、それぞれの空心状態のインダクタンス値とQ値である。

Q値に注目すると、リッツ線のほうが倍以上大きく確保できている。これは $Q = \omega L / R$ であるから、LCRメーターの発振周波数250kHzに対して、



写真12 リッツ線を使ったコイル（左）と単線ウレタン線を使ったコイル（空心）



写真13 リッツ線を使ったコイル（左）と単線ウレタン線を使ったコイル（ポット有り）

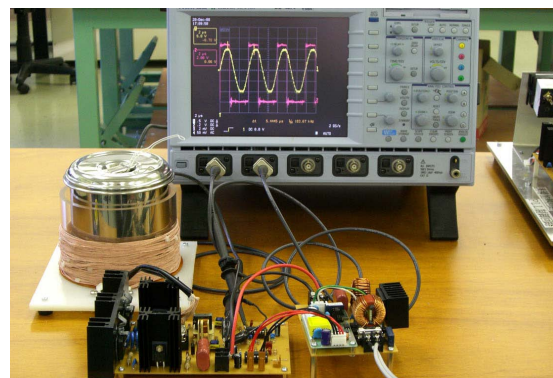


写真14 誘導加熱器の発振動作試験

表皮効果によって単線のほうのコイルの抵抗値が、倍以上大きくなっていることを示している。

また、写真13はアクリルパイプの中に、被加熱物となるステンレスポットを挿入して、インダクタンス値とQ値を測ったものである。Q値に注目すると、倍以上の開きがあったが、両コイル共に同程度まで下がっている。このことは空心時のQ値が高いほど、ステンレスポットに供給できる熱エネルギーとして、渦電流等の鉄損分が大きいことを示している。

製作した加熱用コイルは、耐圧1kVの高周波用セラミックコンデンサと直列共振回路を作るので、ステンレスポットを挿入した状態で、この回路の共振点周波数と共振点インピーダンスを、周波数特性測定装置で測定する。この値は学生個々により異なるので、実際はこの測定した周波数でのインダクタンス値やQ値をLCRメーターで測定し記録する。

製作には時間を要するため、多くの学生が放課後

残って製作している。また、一通り出来上がると動作確認をする。動作確認では、写真14に示すようにPLL回路が働いてこの共振周波数で動作していることを確認する。しかし一度で正常に動作することはまれで、その原因究明にまた時間がかかる。この段階になると連日遅くまで残っている学生も多い。一生懸命やっているのだから、上記のような自分の製作過程や測定結果を、原理とともにノートに整理すれば、良いドキュメントができるし、就職活動に必ず生かされると何度も言っているのだがなかなか旨くない。

先のインダクタンス値やQ値の測定、直列共振回路の共振周波数・共振点インピーダンスの測定、写真14のように共振周波数に応じて回路の発振周波数に変化する動作波形の測定等で、測定器に出た結果を見ながら理論的なことを説明するが、メモするあるいは必要なら写真に撮るといっても、撮ってほしいという学生は結局1人もいなかった。こういった製作実習を通して、電気・電子の仕組み・原理に興味を持ち、関心を示し、自分から学習するようになり、就職に生かしてほしいという思いで取り組んできているので残念である。

6. 就職活動に使ってみると

平成21年度、求人が大幅に減り、就職活動は非常に難しい状況であった。

その中で関西のK社が技術面接を行うといい、電子技術科から1人学生が受験した。FCCスイッチングレギュレータを製作したことを発表したいということで、試験前約1週間、放課後残って真剣に勉強した。

スイッチングレギュレータで最も重要なのはスイッチングトランスであり、トランスの原理、巻きの求め方、極性の重要性、極性のチェック方法、PWM制御を使ったFCCの安定化法など説明していき、発表用資料も作成した。もちろん面接試験場では参照することはできない。

彼が試験場で作成したという発表資料を図6に示す。一生懸命覚えようとした跡はうかがえるが、学

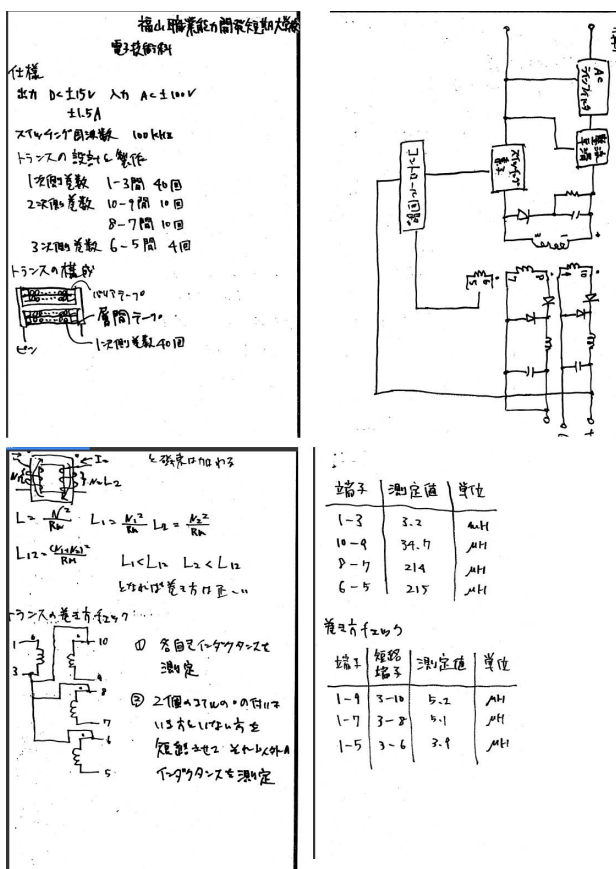


図6 K社の技術面接あで受験した学生が発表用に試験場で作成した資料

習した半分も書いていないし、フリーハンドで書いており、内定はやはり難しかったといえよう。

また、別の学生が関西のD社を受験したいといい、面接時に学校内でどんなことを勉強しているか聞かれたとき、スイッチングレギュレータを製作したことを中心に話したいというので、K社を受験した学生と一緒に、同様に勉強した。

面接官に強い印象を残すためにどうすればよいのか。製作した作品を持っていくのはもちろんであるが、学生が実習でどのようなことを行っているのか、写真でも見てもらうことにした。実際の実習時の彼の写真があれば一番よいのであるがないので、写真15に示すように試験用に撮って、これをA4サイズに引き伸ばして、実際の作品と写真を見せながら、製作実習の説明をさせることにした。

また、この学生は声が小さく、元気がないように思われるといけないので、担任がグラウンドに連れて行き大きな声を出す発声練習も行った。

時間をかけて実際に自分が製作しているので、製作過程の説明はできるが、どういう仕組みでどんな動きをしているのか、基本がしっかりと身についていないと、自分の言葉で説明することができないようである。「『準備は良くできていますね』と言われました」と言っていたが、そのニュアンスのとおり内定は難しかった。

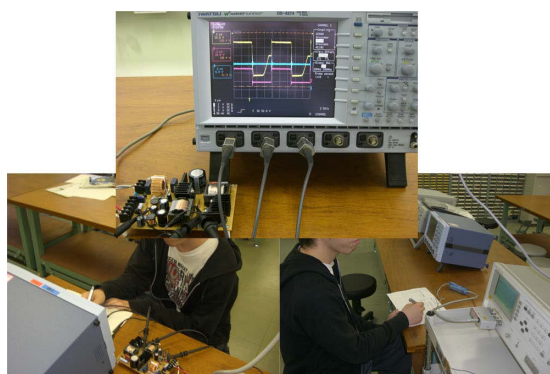


写真15 D社の面接で受験した学生が提示した実習写真

7. おわりに

5年くらい前に電子技術科から、福山市内の電機

の製造会社に就職した卒業生に、在学中にもっと勉強しておけばよかったと思う科目は何かと聞いたところ、即座に「電磁気学です」と答えた。やはり電磁気学は、電気・電子系にとってぜひ理解しなければならない重要な分野であり、私もこの製作実習において、電磁誘導現象、インダクタンス、磁気回路、相互誘導回路など何度も繰り返し説明してきた。しかもスイッチングトランスや誘導加熱現象、共振用やチョーク用コイルの話など製作に必要な最低限の範囲である。しかし彼らが自主的に理解し覚えようとする意欲を持たなければ、頭の中を素通りしてしまっただけなのだろう。

動機はどうであれ、電気・電子系の科に入学してくる学生たちに、電気磁気やアナログ電子回路関係で、これは面白いから仕組みや原理を勉強してみようと思わせる教材とはどんな教材なのだろうか。

K社を受験した学生の試験後の感想は、「原理をしっかりと深く勉強しておけば良かった」ということであり、後輩に伝えたいことは、「実習授業をきちんと受けること」であった。

その場にぶち当たってその必要性がわかるが、そのときには、自分の言葉で説明できるようになるくらいの十分な理解をして、覚えるための十分な時間がないのである。

座学より製作実習のほうが楽しく面白いという学生がほとんどであるというより全員と断言はいいが、その先にあるものにも、十分生かせることをわかしてもらい、自ら学習するようになるにはどうすればよいのか、もどかしさが続く。

<参考文献>

- 1) 高周波誘導加熱器の製作
稲葉保：『パワー MOSFET活用の基礎と実際』、P285～302 CQ出版
- 2) 力率改善型インバータ蛍光灯の製作
トランジスタ技術 2005年9月号 p235～242
- 3) トラッキング電源の製作
青木英彦：『アナログ回路の設計製作』、p79～91 CQ出版
- 4) AMラジオの製作
鈴木憲次：『ラジオ&ワイヤレス回路の設計製作』、p137～152 CQ出版
- 5) FCCスイッチングレギュレータの製作
トランジスタ技術 2000年5月号 p213～227

技能五輪旋盤職種に観る 鍛錬された若年者の技能

中国職業能力開発大学校 森 公秀

1. はじめに

古来より日本は、ものづくり立国として高い技能と技術を有し文化や産業を維持してきた。しかし近年では、中国やインドをはじめとする途上国の急激な経済成長や国内労働力の空洞化、環境・エネルギー問題に伴う産業構造の変化など情勢は厳しく、わが国の基幹産業を成すものづくり分野を担う中核的な人材の確保が技能継承の観点から大きな課題となっている。若者のものづくり離れ・技能離れが進行し、その基盤力の衰退が懸念される。

こうした状況を踏まえ国は、働く人々の有する技能を一定の基準により検定し、国として証明する国家検定制度「技能検定」を実施するなど、技能に対する社会一般の評価を高め、働く人々の技能と地位の向上を図っている。また、若年者ものづくり競技大会、技能五輪全国大会・国際技能競技大会（World Skills Competition）などを企画し、大会開催地域を中心として、若い優れた技能者による祭典を提供し、技能の重要性・必要性をアピールし、技能尊重機運の醸成を促している。

現在、技能五輪全国大会は、原則として毎年11月に開催され、国際大会が開催される前年の大会は、国際大会への派遣選手選考会を兼ねている。全国大会の出場選手は、各都道府県職業能力開発協会等を通じて選抜された者（原則23歳以下）とされている。

筆者は、45回大会から現在までの3年間、技能五輪旋盤職種の競技委員として参加した。このなかで、鍛錬された高度な技能、選手をサポートする指

導員や企業体制に触れ、ものづくり立国・日本の技能基盤を確認できた。その一部でも紹介できればと思います以下に報告する。

2. 技能五輪全国大会

第1回技能五輪全国大会は、第12回国際大会（アイルランド）へ派遣する日本代表選手を選抜するため、1963年5月に東京で開催された。筆者の生まれた年でもある。第28回全国大会までは、東京都・千葉県内を主会場に実施していたが、第29回全国大会（1991年）は、愛知県と中央職業能力開発協会の共催により、愛知県内の各会場で実施された。その後の検討により、技能五輪全国大会を都道府県との共催により開催する地方開催方式が推進され、富山大会（第32回）、島根（第34回）、群馬（第36回）、静岡（第37回）、埼玉（第38回）、福島（第39回）、熊本（第40回）、新潟（第41回）、岩手（第42回）、山口（第43回）、香川（第44回）、茨城（第47回）、その他は東京都・千葉県内を主会場に開催された。48回大会（2010年）は神奈川県、50回大会（2012年）は長野県で開催される予定である。

地域開催の場合は、県内の民・官・国の職業訓練施設が競技会場となり、地域で学んでいる訓練生や一般見学者、これから職業を選択する小中高校生へ広く技能を紹介することができる。また参加補助金などを設ける自治体や地元の企業も積極的に協力している。職種は、機械・金属・電子・建設・建築・ファッション・サービス・情報通信分野などの約40職種である。

3. 技能五輪旋盤職種の概要

旋盤職種は、工作機械である「普通旋盤」を用い、支給された素材を部品図と組立図で表される製品仕様どおりに加工する速さと精度および表面性状を競うものである。各種刃物、付属品（ジグ）を巧みに使い多様な加工と0.01mm以下の精度を実現する。

図1に競技風景を示す。

支給される材料は、未加工の鋼材の丸棒が5・6個である。選手は持参した数十種類の刃物で切削し、荒削り、中仕上げ、調整、仕上げの順に精度を上げ、美しい部品に仕上げていく。この間、累積誤差を規定内に収めるために、常に計算しながら補正を行う。最後に部品を組み立て摺動するかどうか、また、ねじを回転させたときの滑らかさやでき栄えも審査の対象となる。製品を提出するまで気が抜けない。



図1 競技風景

この職種の魅力は、最初は表面の黒い鉄のかたまりが、旋盤の技能を駆使することによって、美しく光沢のある高精度な部品に仕上がることである。例えば、練習により0.01mmの精度を実現できても、限られた時間の中で作品を完成させるためには、工具や測定器の選定と準備、適切な工程と加工条件、選手の体力と集中力および応用力がなければ課題を完成させることはできない。このような総合力が揃って、付加価値の高い製品ができる。

旋盤は工作機械で最も代表的なものである。機械技術にかかわりが無い人でも、よくその名前を知っている。それは、旋盤はいろいろな加工ができ、大

変便利で普及しているからでもある。ものづくりは、すべての原点である。旋盤は、間違いなくものづくりの主要な技能であり、その重要性はこれからも変わるものではない。

4. 競技課題

旋盤職種の競技課題は、約3ヵ月前に公開される。

公開された課題説明・課題図面・持参工具・実施要領について質問を受け付ける。競技の公平さを維持するためその内容や新たな補足説明なども逐次公開される。そのため、定期的に更新情報を確認する必要がある。競技に使用する旋盤は、株式会社アマダシンツール製（旧株式会社テクノワシノ）のLEO-80A、ベッド上の振り490mm、芯間距離800mmを15台ほどで複数回に分けて行う。使用する旋盤は事前に調整され必要があれば部品交換され

表1 競技日程

競技準備日 第1日目

時間	内 容	所要時間	備 考
16:35	受付・ゼッケン配布	5分	
16:40	工具の搬入および工具展開の説明	10分	
16:50	工具の搬入・工具展開の開始 精度確認用持参材料の加工等	60分	付添い人1名可 精度確認用持参材料のみ加工可
17:50	選手集合、試削り説明注意	10分	
18:00	試削り（持参工具点検・試削り加工寸法チェック）	50分	精度確認用持参材料も加工可
18:50	持参工具点検・試削り加工寸法チェック	10分	
19:00	機械清掃・機械チェック、他	30分	
19:30	集合、競技日の説明、解散	5分	

競技日 第2日目

時間	内 容	所要時間	備 考
8:15	受付・選手集合、挨拶	5分	
8:20	競技準備説明・注意	10分	
8:30	機械・工具チェック・点検、機械精度検査	15分	精度確認用持参材料も加工可
8:45	競技説明・競技開始準備、試削り保管箱開封	15分	
9:00	競技開始 競技	180分	
12:00	競技中断 昼食	60分	
13:00	競技再開 競技	110分	
14:50	競技標準終了時間	30分	競技延長開始時間
15:05	競技打ち切り時間	延長	
15:20	全選手製品提出最終時間	15分	

る。抽選により使用する旋盤が決められるが、選手は大会前にすべての機械の加工精度検査を行うことができる。

第47回大会は、表1に示す2日間の日程で、合計72名の選手を6班に分け8日間の競技が行われた。

第1日目は、工具の搬入・工具展開として、持参した刃物・工具・測定器・ジグなどを設置調整し、指定された部品を用いた精度確認を60分以内で行う。図2に工具展開終了後の様子を示す。



図2 工具展開終了後の風景

その後、試し削りとして50分間の課題の荒削り加工や精度確認を行う。試し削りの結果、機械に不具合があった場合は、大会施設の許される範囲でその後の調整や予備機への移動も可能である。

第2日目が競技の本番である。9:00から競技が開始され標準競技終了時間までの4時間50分間の旋盤加工作業が行われる。この間選手は、複雑な加工工程を鍛錬された技と集中力をもって進める。競技の終盤になると組立寸法の調整に入り、幾度も部品を組み立て芯出しや測定作業が行われる。このときにも傷1つつけないように細心の注意を払わなければならない。大会を見学に来られている一般の方は、展示されている見本の部品を組み立てようとするが、なかなか上手くできない。むしろ、組み立ての際に傷をつけてしまい分解できなく放置されていることが度々ある。

競技標準時間終了後は、30分以内に部品の洗浄および防錆を終え組立図D(図7)の状態に組み立て、受け入れ検査を通して作品を提出する。

図3は、受け入れ検査の様子である。選手の関係



図3 受け入れ検査風景

者やこの後に競技を控えているライバスの選手が摺動の具合を食い入るように見ている。力を発揮できなかった選手は疲労困憊の中で検査の順番を待たなければならない。

競技課題の図面を図4から14に示す。課題は、図4に示されている部品①から⑤を図面仕様の精度に加工し、組立図Dの状態からC, B, Aへ摺動させなければならない。各組立状態での部品間の寸法を高精度(図4から7)に仕上げる必要がある。各部品が部品図に規定されている寸法公差に仕上げられていても組立寸法の精度や摺動はできない。寸法公差の指示がない箇所も組立状態を考慮した公差域や累積誤差の補正が必要となる。

47回大会の課題で困難なところは、4ヵ所の偏芯の同期、部品③と④のM52×2外形右ねじの位相合わせ、部品⑤などの薄肉形状の加工、組立図Aから

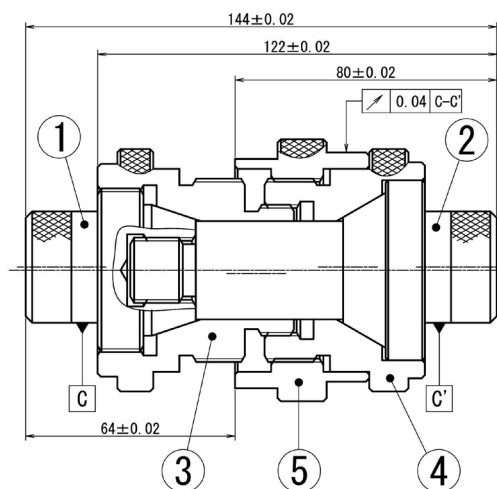


図4 組立図A

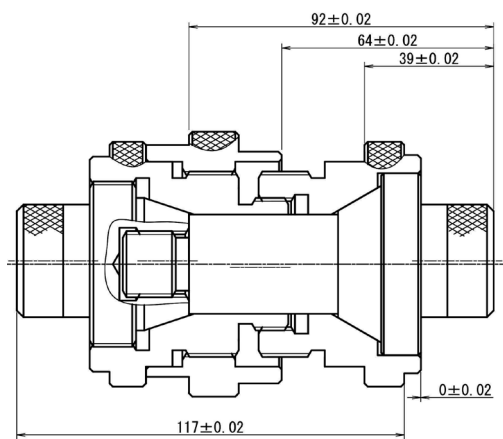


図5 組立図B

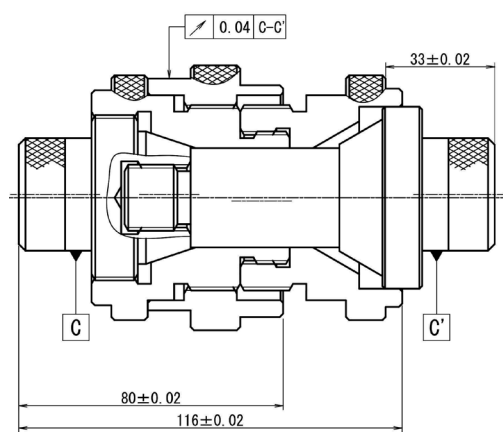


図6 組立図C

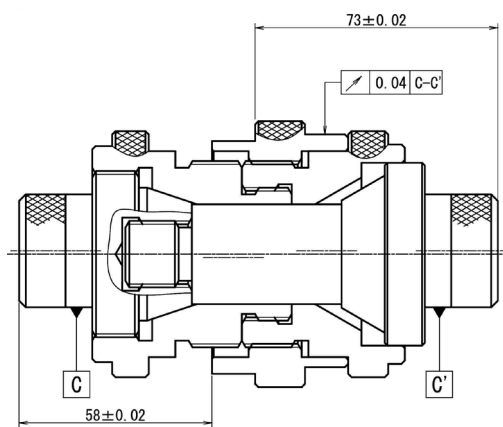


図7 組立図D



図8 完成作品

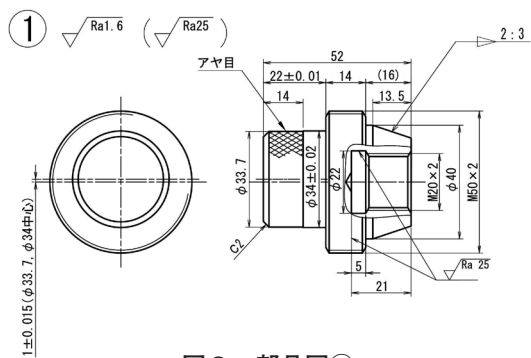


図9 部品図①

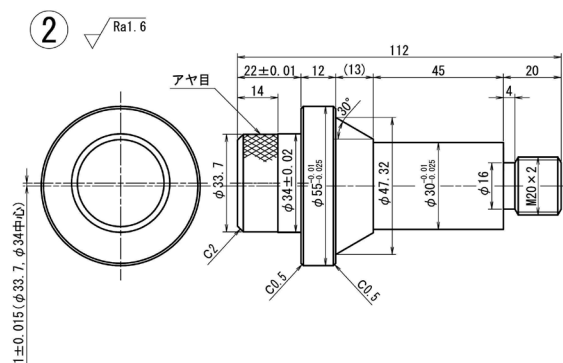


図10 部品図②

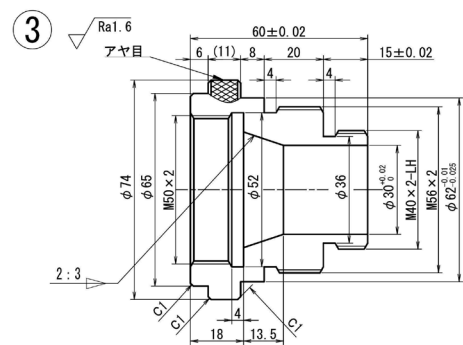


図11 部品図③

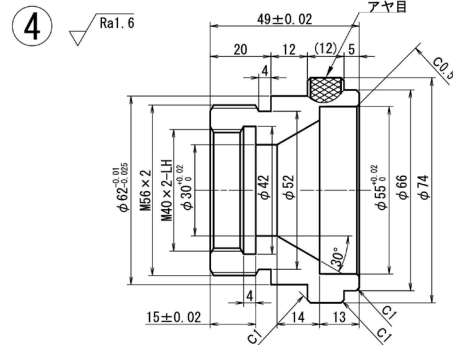


図12 部品図④

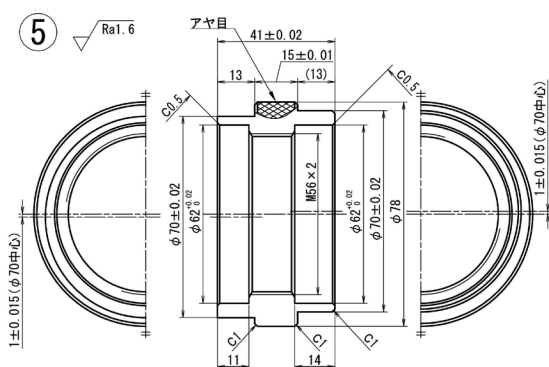


図13 部品図⑤

D状態の組立て精度，部品⑤と③，⑤と④，④と③のねじの勘合などがあげられる。

5. 鍛錬された若年者の技能

5.1 ねじの位相合わせ

組立図AからBの状態，組立図CからDの状態へ部品⑤を回して摺動されるためには，部品③と④のM52×2のねじの位相が合わなければならない。競技は，組立状態で測定や心出しは行ってもよいが，切屑の出る作業は行ってはならない。

多くの選手に見られた加工方法は，先に仕上げた部品③または④のねじを基準として，ねじ切りバイトの位相合わせをシックネステープを介して傷が入らないように目とハンドルを回すわずかな負荷を感じ做いっている。更に仕上げ間近になると，基準部品を組み付け，位相のわずかな「ずれ」をて式ダイヤルゲージで測定し，複式刃物台送りの微調整を行う。

ねじを仕上げた後に位相の誤差が確認された場合は厄介である。部品⑤が部品③から部品④へ摺動しない場合は，部品③のねじのギャップを増やすか，端面追い込み量を求め位相を合わすなどの処置に迫

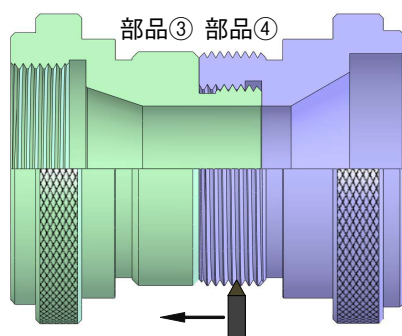


図15 ねじの位相合わせ



図14 完成部品

られる。

技能五輪において優勝を争うレベルでは，ねじの勘合や仕上げは重要な評価項目となる。旋盤の親ねじの摩耗やハーフナットの噛みつき具合も影響する。選手の中には，5kgほどの重りをハンドルにぶら下げハーフナットの噛みつきを確実にしている。また，ねじ切りの仕上げは，チャック外周を手で回し手動で行っている。これにより，ねじの“びびり”を押さえ光沢のあるねじ面を仕上げる。

5.2 芯出し

芯出しは，旋盤加工において最も基本的な作業であるが，その正確さ，速さ，状況に応じた加減など鍛錬された技能を要する。技能検定2級程度であれば，幾度か練習すれば1回の芯出しが5分以内で合わせられるようになる。試験時間の上でも特に問題はない。しかし技能五輪では，部品⑤のように薄肉形状が多くチャック力を抑えなければ変形し加工精度に影響する。また芯出しの種類と精度の要求が高く，120°の偏芯（第46回課題）や軸直角穴位置（第45回課題）の芯出し作業が必要である。

120°芯出しは，爪1から4番の位置で，芯高に調整されたダイヤルゲージで振れを正確に読み取り，あらかじめ計算された値に合わせていく。

軸直角穴や平面加工では，直角度が必要となり，旋盤の円筒加工精度に加え，主軸上下の水平度が影響する。このため選手は，試し削りの際に精度確認をミクロンオーダーで行う。誤差が確認された場合は，旋盤のレベルを調整し対処する。選手や指導員は納得するまで機械の調整を行う。

5.3 寸法出し

要求される精度は、組立寸法で $\pm 0.02\text{mm}$ 、部品寸法の重要な場所は公差で 0.02mm である。競技中の室内温度は、 24° 前後で空調されているが、加工中は切削熱のため部品の温度は上昇する。熱収縮を見越した寸法補正が必要となる。選手は、これまでに幾度も練習を行った実績から、各段階に応じた数ミクロン程度の補正を行っている。また、ミクロンオーダーの寸法を出すため、図16のように縦方向（軸方向）、横方向（径方向）にダイヤルゲージを当て切り込み寸法を確認している。



図16 縦、横方向測定用ダイヤル

5.4 偏芯出し

偏芯の難しさは、単にその部品だけを所定の寸法量を偏芯させるだけでなく、それぞれの偏芯角度を同期させなければならない。強いては組み立てや摺動に大きく影響する。必然的に、偏芯を加工する工程順が決まってくる。図17は、部品①の偏芯加工のため、部品③と④と⑤を組み付け、部品⑤の偏芯部分を基準に偏芯出しを行っている様子である。

加工手順は、熱の影響、寸法精度、加工時間、難易度などを要因に各社各選手により異なる。大会は一般公開を前提としているため、競技中、他社の加工工程を念入りにチェックする場面や、選手や指導員同士の情報交換の場面も多々見られる。

5.5 組立寸法

競技の終盤に差し掛かると組立寸法出しに入る。組立寸法は、大半が旋盤の縦方向（軸方向）の寸法

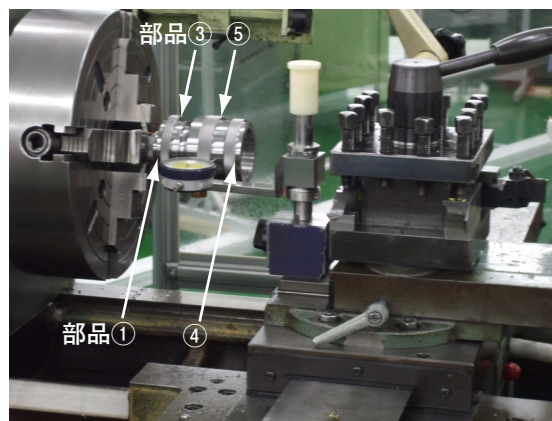


図17 偏芯出し風景

であり、普通旋盤では、 $\pm 0.02\text{mm}$ の精度に仕上げるのは手間もかかるし非常に困難である。さらに、組立位置は、テーパ面の当たりで決まる部分が多く、テーパ合わせの寸法が重要である。したがって複式刃物台の傾きをそのままにし、勘合部品の両方のテーパを仕上げる選手が多い。テーパ合わせの寸法出しのためダイヤルゲージで往復台の位置を正確に決める。課題は組立寸法の配点が多く組立寸法出しに十分な作業時間が取れるかが課題となる。

6. おわりに

技能五輪は、ものづくり立国・日本の原動力をみる大会といっても過言ではない。選手の真剣な取り組みや指導員や企業サポート体制などをみると、日本の強靱な技能基盤を感じる。思うように力を発揮できず嘆き崩れる選手もいるが、この掛け替えのない経験をもとに、選手全員が将来のものづくり基盤を支える逸材となるだろう。私としても本大会に習い高度で多様な知識と技能を兼ね備えた“ものづくり現場を担う将来のリーダー”として産業の発展に貢献できる職業人の育成に邁進していきたい。

<参考文献>

- 1) <http://www.ginou-nippon.jp>「ものづくり立国・日本」次世代フェスタ
- 2) <http://www.javada.or.jp/> 中央職業能力開発協会
- 3) 第47回技能五輪全国大会2009年 競技課題113p～131p 中央職業能力開発協会

環境・健康と左官 —ものづくり技能の継承と人材育成—

京都府左官業組合連合会 京都左官協同組合専務理事

平尾 茂

1. 左官の始まり

土を掘り、積み上げ風雨から身を守る行動から左官が始まった。やがて火山灰が、何かの変化で固まることを知り建築らしきものとなっていったと思われる。これらにつながる工法「土コンクリート」で作られたポンペイの遺跡やローマのカラカラ浴場・コロセウムなど数多くの建造物が現在でも数千年の歴史を経て残る。

これらは、現在も工法として残り「土のたたき工法」・「版築」として施工されている。四日市の潮吹き築堤（重要文化財）などは、100年を超え土の強度を証明している。（同時期に作られたコンクリート製の築堤は破損）

近代に入りこれらの土も「塗り壁」として使われるようになり、荒壁から威容を示す城郭の白壁戦国時代、千の利休により茶室に土壁が塗られ現在の化



図1 コロセウム

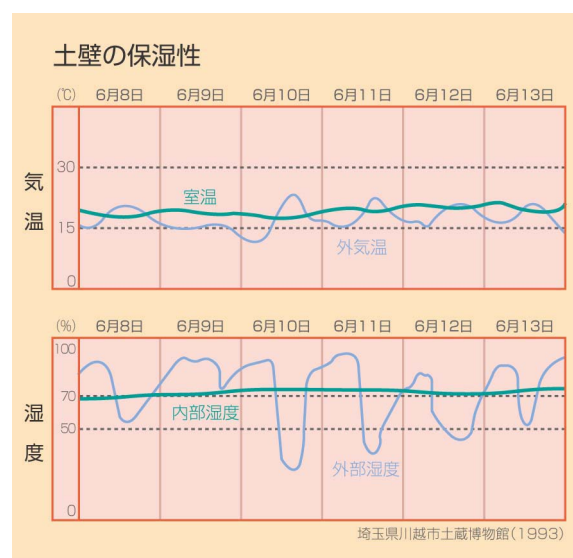


図2 土壁の保湿性

粧壁になっていった。と、同時に土壁の代表的な構築物として「土蔵」がある。土蔵の仕様は、数百年前にして低炭素化であり調湿性に優れている。夏涼しく、冬暖かい土蔵の構造は、耐火性に優れ火災からも併せて貯蔵物を守ることは一般に良く知られている。

図2のグラフに示すように、内外温湿度の波と内部の直線に表れているが、これをNHK（アインシュタインの眼・土壁は生きている）がカメラによって証明している。

2. 新しい左官

日本の気候風土に合った数百年の歴史を持つ既存工法が、戦後の好景気と核家族化による住宅ブーム

やビル開発により簡易的な「乾式工法」工場生産建材による建築に取って変わり、「湿式工法」が衰退したことから左官による塗り壁が激減した。これによりシックハウス症候群や化学物質汚染が増加。不幸にして火災が起こると燃焼時間や毒ガスによる死亡事故が多発することとなった。

近年、これらの反省から左官の自然素材による塗り壁が見直され「塗り壁の家」というような宣伝文句が出てくるようになった。これらと、世界的に問題となっている地球温暖化による低炭素施工や健康的な住宅環境が求められることから自然素材による工法、左官の対応が注目されてきた。



図3 大正時代の町屋 修復と耐震改修

図3は、阪神淡路大震災から既存木造建築が弱いという「風説」が流れたことから大正時代に建築された町屋を、手前は修復のみ、奥は耐震工法として修復発表したもの。

3. 長期優良住宅と関係法律の流れ

その地球温暖化問題国際条約「京都議定書」が平成17年に発効され、今や世界的低炭素化問題が避けて通れない。これは法律ではないが、現在の建築では省力施工が半ば義務づけられている感がある。その前に、住宅品質保証に関する法律「品確法」が平成15年10月に施行され、シックハウスなどの報告が義務化されている。これに関連し耐震偽装も絡んだ「瑕疵担保履行法」が平成20年4月に施行、翌21年

10月その履行が義務化された。

これは、国交省が進める「超長期優良住宅」構想の基幹となすもので、これらのすべてが左官とは深く関連している。

4. 日本の気候風土と左官

高温多湿の気候には、紙と木と土による日本古来の既存工法が理にかなっている。図4は京町屋の通り庭だが、この空間にすべての機能を持たせている。京町屋は「隙間風文化」と称せられ現在も住まれている人たちを含め、潤いのある住環境に満足されている。

これらの住環境が、先述の簡易的な建築に取って代われ、それらをフォローする法律が必要となってきた。それがシックハウス症候群や火災による人命の犠牲を強いられている現象である。また、日本の住宅の寿命が20～30年といわれる原因ともなっている。後に触れるがこれに左官の壁が加わるとそれらの問題が解決する。

言葉を重ねるが、日本の気候風土に合った長期優良住宅は、内外を含め左官の壁が欠かせない。



図4 京町屋の通り庭

5. 外国との比較

石工（イシク）組合に代表される欧州地域の石材によるものづくり、先述のコロセウムなどの土コンクリートや丸太を使った建築物、インドの「牛糞文化」といわれた牛糞による住宅づくり、簡単な動物の皮を使ったパオ、それぞれの地域から入手できる材料と施工法、その地域に合った生活環境に即した建物づくりが行われてきた。これら欧米の住宅の寿命は150年といわれている。これに比べわが国の最近の住宅は平均寿命25年といわれ、全国的なアンケートにおいても、築後20年のリフォーム開始が多いというデータが出ている。

日本では、気候に合った木造建築があり数百年の歴史を刻んでいる。東寺の五重の塔は釘一本使われていないし、先の西本願寺の「御影堂」の改修は400年振りである。この間、これらの建物は幾多の地震や火災に逢いながらも原型を止めていることは、木造既存建築の強さを証明した。

このように、先人たちは知恵を絞り手近にあるものでそれぞれの国の気候に合わせて耐久性のあるものづくりをしてきたことに感心させられる。

6. 建築工事における左官の必要性

左官は、床・壁・天井のどこでも継ぎ目なしで塗れ、どのような形でも作業できる材料であり技術で、建築の中で唯一の職種である。展伸性があり湿式ならではのものづくりの特性である。

建築では、どうしても収まらない死角というものがあり変形、円形、大小に係らず半端な寸法の仕上げには展伸性のある材料でしかできない部分があるもので、建築には左官が欠かせない。

また、蔵飾りでも見られる絵画性、彫塑性もありフレスコや高松塚古墳の漆喰絵などが良く知られている。左官では伊豆・松崎町の「伊豆の長八」がありあまりにも有名である。

京都では、左官仕事の範囲をユーザに周知するため1年に一度開催される「ものづくりフェア」にお



図5 「源氏物語絵巻」の漆喰絵



図6 「牛若丸と弁慶」の立体像

いて左官のパフォーマンスを行っている。図5は、平成20年度制作の「源氏物語絵巻」の漆喰絵。図6は、平成21年度制作の「牛若丸と弁慶」の立体像で漆喰によって色付けした。

7. 環境・健康と左官

左官の塗り壁の材料は、自然素材であることを述べてきた。その材料には、それぞれの個性と性能を有する。

(1) 土などの自然素材

土の持つ特性や強さについてすでに紹介しているが、壁にすると抜群の「調湿性」を持ち自ら呼吸することから「結露」を防ぎ、健康的で潤いのある住環境が得られる。また、材料としての素材の製造か

ら廃棄にいたるライフサイクルでのCO₂の排出量は格段に低く省エネ材である。

漆喰を含む塗り壁は、シックハウス症候群などを防止する健康壁として知られる。アレルギー体質（アトピー）など、困っておられる方で塗り壁の家に移って完治したなどの話をお聞きする。

(2) 漆喰壁の特性

漆喰には、上記の調湿以上に多くの特性がある。漆喰は、壁に塗り硬化するときに空気中の二酸化炭素を吸収しながら硬化する。その吸収量は石灰40kgに対して24kgになる。この使用量は、一般家庭の6畳の間の壁の量に相当する。この壁を1万㎡施工すると漆喰の量を13.3t使用するので、CO₂ガスの吸収量は7.9tになる。これを対比すると、例えば50年杉の原木が1年間に吸収する量の560本、逆に1人の人間が排出する量320kgの25人分に相当するので、漆喰の壁が吸収する効果に理解が得られると思う。

更に、漆喰が持つ「抗菌性（不活化率）」がある。鳥インフルエンザに対する殺菌に石灰が使われた事実をTVなどでみられたと思うが、鳥取大学農学部鳥由来人獣共通感染症疫学研究センターの実験によりドロマイトプラスター添加漆喰の抗菌率99.998%が確認された。これは単一石灰の抗菌率より高い数値が出ている。

この抗菌性は、新インフルエンザなどで問題となっている病院の院内感染や学校での学級閉鎖などを防ぐものといえる。

(注) 以上の数値の計算式は、紙面の関係で省く

(3) セメントなど他の材料

モルタルやコンクリートブロック等の製品は、製造過程において多少のCO₂を排出するがセメントの製造における燃料の多くは、産業廃棄物の再利用をしている。また、これらのライフサイクルにおける廃棄におけるエネルギーの使用量は焼成がないだけに低く、一部はリサイクルに廻されるものがほとんどである。

(4) 湿式材が持つ防火性・耐久性

自然素材である左官の材料には数百年の歴史を持つ耐久性があり、土を含む材料の性能から防火性を持ち不幸にも火災に遭遇しても、材料的に延焼が遅く、化学物質の汚染もないので、逃げる時間があり、人命を守る。

8. 左官仕上げの特性

建築の仕上げには、今まで述べてきた湿式材を多く使用する「湿式工法」と、木材や化学製品で加工される乾式材による「乾式工法」に大別される。今まで比較してきた材料は、この乾式材（合板やクロスなど）を対象としたものである。

湿式材の特徴：湿式材料は、展伸性を最大の武器とするが、ほとんどが自然素材でありリサイクルを含む省エネ材として注目される場所である。また、低炭素材料で他の建材にない利点を持っていることが特徴である。

自然素材を使った仕上げには、土や漆喰が使われることを紹介してきたが、それぞれの分野について「左官仕様」別に特徴を述べる。

(1) 色土（京土）

全国でも有名な聚楽土は、伏見の稲荷土と同様京都で採出されたことから京都が左官発祥の地といわれている。これらの色土から、聚楽壁などの京壁独特のものが生み出される。特に有名なのが茶室などに塗られる「聚楽水捏ね」・土塀などの「錆壁」がある。

(2) 壁 土

仕上げに使う色土だけでなく、荒壁や中塗り土等の工程にもいろいろな過程がある。亀裂防止を防ぎ強度をもたす「土づくり」は、更に重要となってくる。土蔵や土塀などの荒壁では、新土と古土との割合が難しく寝かすタイミングに見極めが必要となる。中塗りや仕上げに使う土は、水漉しや粘度に経験が必要となる。

(3) 漆 喰

土だけでなく、石灰（消石灰）を海苔で練り上げる漆喰は左官の仕上げとして重要な部分である。漆喰仕上げは、城郭・土蔵・土塀・社寺仏閣などに多く使われる。異色として「パラリ壁」があり、御所や桂離宮などに施工される。ほかに「漆喰磨き」などがあり用途は多い。

9. 技術の継承と人材育成

京都には重要文化財が多くあり、特にこれらの技能の継承が重要である。文化庁（文化財）においてもこれら文化財の修復技術の継承に危機感を持って

おられるようだ。

現実には技能者の高齢化が進み、それに比例して若者の業界への参入が伴っていない現実がある。このため、京都左官協同組合が母体となる職業訓練法人「聚楽会」の認定を受けた、京都府左官技能専修学院（認定訓練校通算50年）を立上げ人材育成に取り組んでいる。

学院は、鉄筋コンクリート5階建て（1,074㎡）に実習室（実技）・教室（座学）・パソコン室（CAD）で訓練を行っている。また、技能士を更にレベルアップする向上訓練を実施している。併せて一般に対する塗り壁体験も実施している。

「大工」

—「大工」が伝えてきた日本のものづくり精神と技能—

株式会社梅田工務店 代表取締役 梅田 宗春

耳を疑った。

「大工」って名前がすばらしすぎる、とある人に言われたのだ。

私は大工という名前があまり好きではなかった。ださく、古く、イメージが悪いと思っていた。

改めて考えてみた。世の中に職業は多々あれど、「大」が頭につく職業名はない。いや、あった。大統領、大臣。友人の大学教授が「私も」と手をあげた。却下。それは大学の「教員」だ。では、なぜ大工は「大」がつくのか。

歴史的に検証すれば、聖徳太子が右官、左官と任命し、右官が大工かしらだという説もある。古い絵巻物に描かれる大工かしらの頭をよく見てみれば、それらの大工棟梁は墨壺・差し金・墨差しをもって作業をしている。そう、墨付けをしている姿が描かれているのだ。

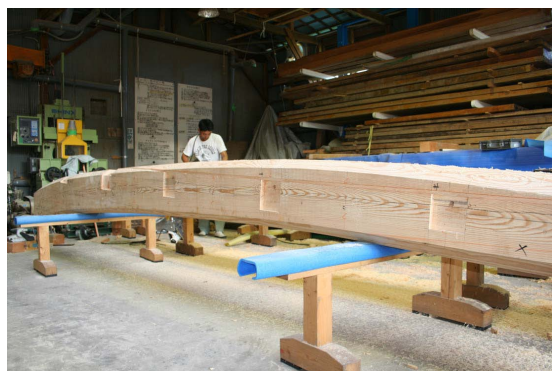
「墨付け」とは木材の質を熟知し、床や屋根の荷重・応力を見極め、まさに適材適所に分配し木構空間を構築する、木材や寸法・仕口を完全に把握し、すべての下職の仕事の納まりを熟知し、思想・理念・

概念を明確に認識して建物全体を束ね納めるために打つ墨の印のことだ。この墨付けが大工仕事の要であることが「大」という称号を与えられたゆえんであろうか。

「墨付け」をわかりやすく説明する。まず、材料を選ぶ。その木の天地、木表、木裏、株末、目積、抜節を見極め、そこに墨で印をつける。図面に書かれた寸法どおりに木材に転写するのなら簡単だが、そうではない。図面には書ききれない部分を読み取り、看板板に平面図を書き、まず、間竿という定規を作る。次に高さのための柱つえという定規を作



柱の選別



地松化粧太鼓丸太梁の加工



地松梁の仕口・組手

る。この2本の定規をもとに立体を組み上げ、数百本の部材に墨でマーキングする。1本について数十の寸法を入れるのだ。こうして入れる寸法は、延べ数千～数万にもなる。1つでも間違えれば家は建たない。

しかし、寸法の計算や記憶する寸法の多さといったハード面の困難はたやすい。ここで自分の心との戦いが起こるのである。人間の思考には思い違い・勘違いがつきものである。「これでいいのか」「間違っていないか」何度確認しても、消せない疑心暗鬼。己とのこの戦いに勝つ強い精神力をも持ち、乗り越える者のみを大工棟梁と呼ぶ。

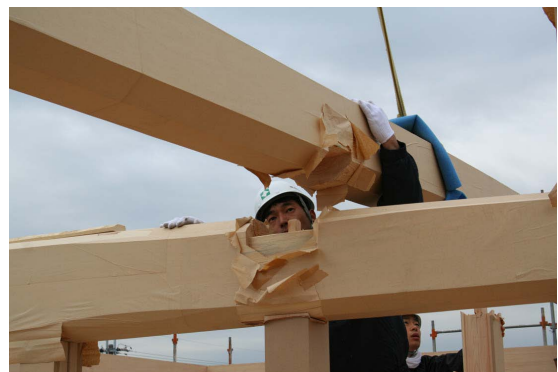
さて、高さや長さをマーキングしたら建物が建つか？ ここで重要な仕事がある。接合部である。

いかに丈夫な材料を用いても、接合部で応力をうまく伝えられなければ、強い構造体ではない。鉄筋コンクリートRC造であれば液体を流し込んで固体化させるので接合部は発生しない。鉄骨造はすべて溶接とボルトによる接続で一体化する。しかし、木構造においては、接続箇所があり、そこには必ず欠損がでる。しかし、そこは、組みあがれば見えない。しかし、その欠陥をも頭に入れた木組みをしていく知識が必要になる。しかし、近年、金物でジョイントするという工法が増加してきた。非常に簡単にできる工法である。それが主流となったのは、大工が伝えてきた仕口組手を墨付け、加工できる職人が激減したからである。それとともに、数値で表しきれない堅牢さを解析できないためである。

日本の木造の技能は、厳しい徒弟制度のもと、千年を超えて伝えられ、問題のあるものは淘汰され、

優れたものは改良され継承されてきた。その伝統的寸法を熟知した大工が、後世に残る堅牢な木造を建ててきた。その優れた技能をここで断ってはいけない。大工を学ぶ者が受け継ぎ、スクリーニングし、次に伝えていくべきでは、と考える。

このように、3次元の空間を構築し、厳しい自然環境から人を守る空間を造ることが、1つの基本ベースである。しかし、更にここに思想が入ることで文化性の高い空間となる。いつの時代も、建物は文化・芸術と融合し、その時代を反映した建造物を造ってきた。



地松太鼓丸太梁の組手



長ホゾ・連柱による耐震ねばり工法



化粧天秤梁の納まり



上棟風景

一例をあげれば、利休の茶室「待庵」。屋根は木の皮、入口は古雨戸のきり抜き、柱は足場丸太、床柱は節付、壁は藁スサだらけの荒壁、どれもこれもそこらに転がっているような雑材ばかりだ。しかし、つくられた空間は見事に美しく、厳粛な空間を醸し国宝とまで昇華する。思想・理念・概念が明確にはりつめている。それがハードで作られたもののづくりの先に追い求め、大工が最後に生涯をかけて探究する領域である。

このように、大工道は難しく厳しい。職人という道は、単純な仕事ではないため、修得するまでに数年かかる。その間、親方は、その人材に対してある意味、投資することになる。一人前の大工となり、貢献してくれることを期待しているのだ。しかし、現実には、目先しか見ず、少しできるようになれば一人前と錯覚し、本質や真髄を学ぶことなく親方から離れてしまう。続ければ、本物の大工棟梁となり、親方の地盤を引き継ぐことができるのだが！

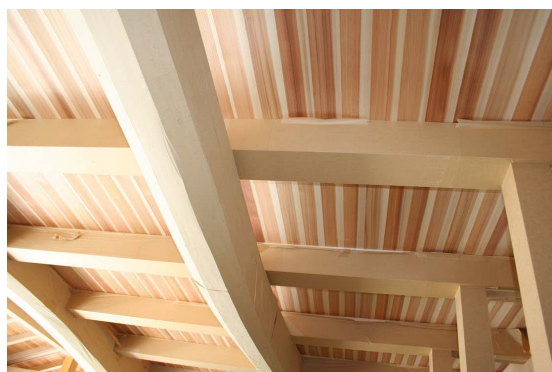
しかし安易に大工に興味を持つ者が多いのが現状だ。世間一般では鋸や金槌を使い、木を切り釘を打つのが大工の主な仕事と考えられている。小学生の

男の子のなりたい職業ランキングにもそのイメージで常に上位に入り、トントン、カンカンと「お母さんに家を建ててあげたい」とかわいい動機があげられる。

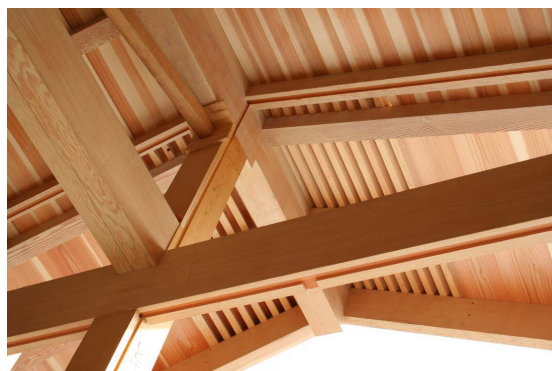
「大工になりたい」と私の門をたたく若者に聞いてみた。彼らのほとんどは、一流企業に勤め、ある程度の地位の父親を持つサラリーマン家庭に育っている。自分もそれなりの学校を出て、いざ就職に当たり考えてみたが、親父のような人生を送りたくない、という。早朝からラッシュにもまれ、どれだけががんばって働いて地位を築いても、定年退職すれば何も形に残らない、親父の後ろ姿を見ているのである。人生を生きた証が欲しい。自分の手で一軒一軒、家を建てて、己の人生の歴史を刻みたい、と！しかし、そこには能力主義という厳しい道が待ち受けていることを心してほしい。

最後に、「家」を建てるということは、人生をかけた買い物といわれる。また、家の支払いのローンのために必死で働き続けるのがほとんどであろう。家族の安らぎの場・安全・快適さを求める建主の思いを真摯に受け止め、具現化する建物は、働いた時間以上の耐用年数を持たなければならない。メーカーのカatalogからチョイスした新建材を並べ、使い捨ての短寿命の材料で建物を作るのではなく、大工が本来の形に戻って、長寿命の天然素材を軸に多用した家を作るべきではないか。

今は、世界中どこの都市に行っても同じ町並みである。コンクリートと鉄とガラスで出来上がった特徴のない都市が増加している。日本人も、唐の文化も、南蛮文化も、明治の西洋文明もいいものはすべて拒絶反応なく取り入れ、近代化のために融合させてきた。しかし、そのために多くの大事なものを捨ててきた。グローバル化した現在は、より一層、世界中から情報や工法、デザインが流れ込んでくる。しかし、あえてグローバル化した現在こそ多くの情報に惑わされずに、日本人が培ってきた技能・技術を原点に戻し、日本独自の考えで建物を生み出して、多様性を推し進めるべきである。私はそれを、古きをたずねて新しきを創る——「温故創新」と呼ぶ。



地松化粧梁と杉源平桎板天井



空気の熱膨張利用による自然対流排気穴

太陽光発電システム実習用教材の開発

—系統連系インバータの基礎と設計・製作—

職業能力開発総合大学校 電気システム工学科 山本 修・清水 洋隆

1. はじめに

職業能力開発総合大学校長期課程電気システム工学科では、4年生までに学習した基礎的および先進的な技術を複合的に活用した電気システムの構築能力を醸成することを目的とし、平成16年度入学生より総合システム実習Ⅰ～Ⅲを必修科目として新たに開講している。

筆者らは、4年生の後期に開講される総合システム実習Ⅲ（2単位）に供することを目的とし、「太陽光発電システムと電力系統とを連系させるPWM（Pulse Width Modulation）インバータシステム」を題材にした実習用教材の開発を行った^{(1), (2)}。図1は、本教材の学習の流れである。まず、パワーエレクトロニクスの基礎学習を経て、交流電力を力率1で逆潮流できる電流追従形の系統連系PWMインバータの制御回路の設計・製作・試験を行う。次に、これらの回路の動作波形を回路シミュレータでシミュレーションすることで動作を確認する。続いて、太陽電池の発電量を常に最

大に追従させる制御（MPPT（Maximum Power Point Tracking）制御）を学習し、先のインバータと組み合わせて最大電力を系統に逆潮流させる手法を学習するとともに、回路シミュレータを用いて検証する。さらに、製作したPWMインバータと模擬太陽光発電装置とDSP（Digital Signal Processor, MPPT制御部分を実装）を組み合わせて動作試験を行い、最後にこれらの結果についてプレゼンテーションする。

本教材は、電気エネルギーの有効利用が重要視されるなかで時節を得たものであり、学習者（電気システム工学科長期課程4年生）が電気・電子回路、計測・制御といった基礎技術をベースに、PWMイ

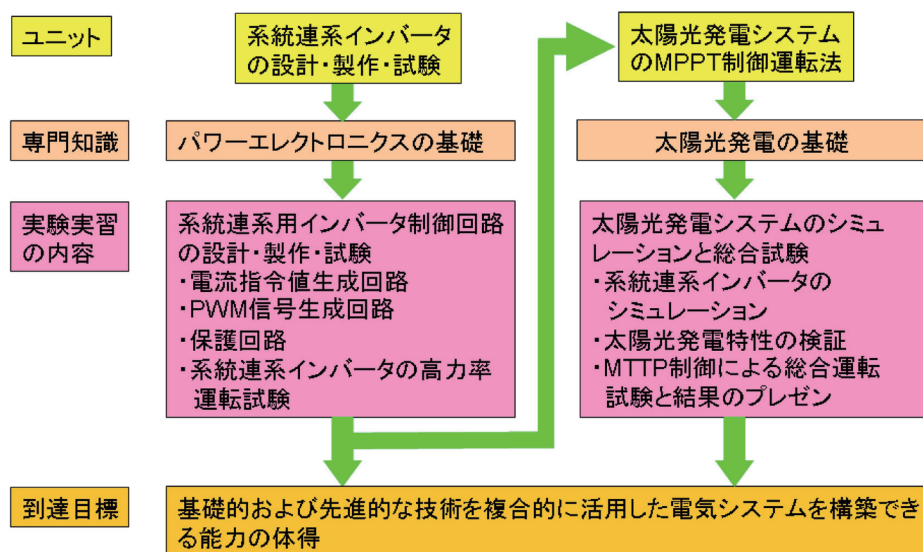


図1 学習の流れ

ンバータによる電流制御、力率制御およびMPPT制御などの電理工学・パワーエレクトロニクスにおける先進技術を効果的に体得できる内容であると考えている。

筆者らは、本実習用教材の詳細を2回に分けて報告する。前編に当たる本稿では、本教材の学習の流れと全体像と示すとともに、系統連系インバータシステムの構成と設計・製作・試験における学習要素について述べる。

2. 系統連系インバータの構成

2.1 系統連系インバータ

「インバータ」とは、サイリスタやIGBT（Insulated-Gate Bipolar Transistor）といった電力用半導体バルブデバイスのスイッチ動作によって、直流電力を交流電力に変換する装置である。「系統連系インバータ」とは、発電された直流電力を交流に変換して、負荷に電力を供給するとともに、余剰分については電力系統に逆潮流させる機能を持つインバータである。図2にその概念図を示す。

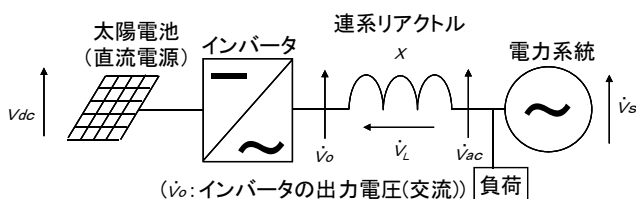


図2 系統連系インバータの概念図

電気エネルギー源には石油や石炭のような化石燃料、水力および原子力があるが、最近では太陽電池や燃料電池などの新しい発電システムが注目されている。これらが発生できる電気は直流である。このため、太陽電池あるいは燃料電池などによって発生する直流電力は、インバータで直流から交流に変換された後、負荷に供給される。

太陽電池を例にとると、太陽電池の出力は日射量等によって変化する。このため、日射がない夜間においては負荷に電力を供給できなくなる。さらには、十分な日射量があるときであっても、負荷側の都合で電力を必要としない状態が発生することも少なく

ない。このような状況は、太陽電池の利用率の低下を招く。そのため、実際の太陽光発電システムでは負荷に対して単独で電力を供給するのではなく、電力系統とも連系して運転される。太陽電池を系統と連系する場合には、日射量の変化に応じて常に最大の出力で運転させることができるため、太陽電池が本来持っている発電能力をフルに活用できる利点がある。また、太陽電池が発電していないときには電力系統から電力を受けることができる。

系統連系インバータによって太陽電池を電力系統に連系する場合に重要な事項を列挙する。

- (1) 周辺の配電機器の低コスト化や損失の低減を図る必要性から、系統側の力率が常に1となるように運転する。このためにはインバータは、系統電圧の位相を常に監視し、これに応じた位相の系統電流を供給するように制御されなければならない。
- (2) 受電端における電力の品質劣化を防ぐ必要性から、系統に逆潮流される電流の高調波をより少なくする。このために後述するPWM制御を採用した電力変換が必須となる。
- (3) 太陽電池の最大出力追尾も重要な課題である。太陽電池の出力電圧は、日射量等の影響でかなり広範囲に変動するので、常に最大電力が得られるように最適な動作点を追尾する必要がある。これについては、次号に掲載される本論文の後編で述べる。

2.2 PWMインバータ

「PWM」とは、パルス幅変調のことである。これは、インバータの出力電圧波形の基本波周期1サイクルの中で、主回路を構成する電力用半導体デバイスを順次パルス幅を変えながら高速にオン・オフし、等価的に出力電圧を正弦波に近づける制御法である。一般に、インバータをPWM制御することによって、所望の位相と波形の交流電流を得ることができる。もちろん、完全な正弦波を得ることは不可能であるが、高調波含有率がきわめて少ない交流電流を得ることは可能である。よって、PWM制御を採用し、系統側の交流電流を系統電圧と同相（力率1）の正弦波となるように運転すれば、前節で述べ

た(1)～(2)を満足できることになる。

2.3 主回路システムの構成

図3は、システム全体構成図である。図4は、プロトタイプ装置の全体写真である。主回路部(パワー部)の役割は、発生した直流の電力を交流に変換して系統に伝達することである。ここでは主回路を「直流部」、「直交変換部」、「交流部」、「ゲート駆動回路部」に分けて説明する。

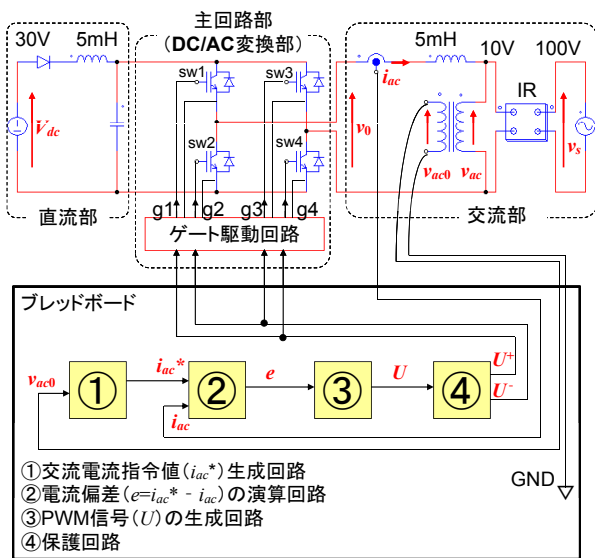


図3 設計・製作する電流追従型の系統連系PWMインバータの全体構成図

(1) 直流部

直流電源、ダイオード、リアクトル、コンデンサで構成される。直流電源は、太陽電池に相当するものであり、系統に逆潮流させる電力の発生源となる。実習では、直流安定化電源を利用する。ダイオードは、系統側の電力を直流電源側に潮流させないようにするために設けている。リアクトルは、直流側電流の平滑用である。コンデンサは、直流側電圧の平滑用である。

(2) 直交変換部

IGBTモジュールと電流センサで構成したインバータ主回路のいわば心臓部である。IGBTは自己消弧形の素子であり、ゲート電圧を入力することによってオン状態となり、ゲート電圧を零または負に

することでオフ状態となる。

図3の主回路において、Uアーム上段とVアーム下段のIGBT (sw1とsw4) の2つをゲート信号 (g1とg4) によってオンし、かつ、Uアーム下段とVアーム上段のIGBT (sw2とsw3) の2つをゲート信号 (g2とg3) によってオフすると、インバータ出力電圧 v_o は正となり、 $v_o = V_{dc}$ となる。これをモード1と呼ぶことにする。

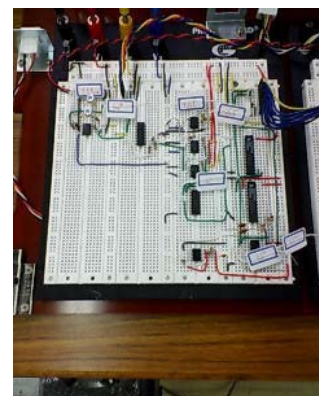
逆に、Uアーム下段とVアーム上段のIGBT (sw2とsw3) の2つをオンし、Uアーム上段とVアーム



(a) 全体写真



(b) 主回路およびゲート駆動回路



(c) 制御回路 (プロットボード)

図4 系統連系PWMインバータのプロトタイプ

下段のIGBT (sw1とsw4) の2つをオフすると、インバータ出力電圧 v_o は負となり、 $v_o = -V_{dc}$ である。これをモード2と呼ぶことにする。本実習では、モード1とモード2の時間幅を変えながら、 v_o の基本波周期1サイクルの中でこれらのモードを高速に切り換えることによってPWM制御を行う。

電流センサは交流側電流を制御回路にフィードバックするために用いるものである。ここでは、1A当たり1Vで検出できるホール素子を用いた。

(3) 交流部

リアクトル、電圧位相検出用の変圧器、誘導電圧調整器 (IR (Induction Regulator)) で構成される。リアクトルは、系統への連系リアクトルである。このリアクトルの作用によって、系統側の力率調整が可能となる。電圧位相検出用の変圧器は、系統側の電圧位相情報を検出し、制御回路にフィードバックする。また、直流側電圧は、インバータの出力電圧の実効値の $\sqrt{2}$ 倍よりも大きくしなければ、系統側に逆潮流させることはきでない。そこで、本実習では、図3に示すようにインバータ出力と系統との間にIRを入れ、IRの高压側を系統に、IRの低压側をインバータ側に接続している。これにより、比較的低い直流電圧を用いる場合でも、系統側に電力を逆潮流させることができるようにしている。

(4) ゲート駆動回路部

制御回路から指令される各半導体デバイスのオン・オフ信号をIGBTのゲートに inputs するためのインターフェース回路である。主回路と制御回路の絶縁、ならびに、電位が異なる上段IGBTと下段IGBTの両エミッタに対するオン・オフ信号のGNDを分離するために必要である。

3. 系統連系用PWMインバータ制御回路の設計・製作・試験

3.1 制御回路の全体構成

図3に示す本実習の制御回路は、信号が伝達される順に書けば「①交流電流指令値 (i_{ac}^*) の生成回路部」,

「②電流偏差 ($e = i_{ac}^* - i_{ac}$) の演算回路部」, 「③PWM信号 (U) の生成回路部」, 「④保護回路部」に分けられる。各部に入力および出力される信号は、図3に記している。学習者は、1週間 (1回の授業) 当たりに1つの制御回路の設計・製作・試験を順次完了させていく。すなわち、図5～9の各回路図を参考に、まず動作仕様を満たす回路定数値を計算する。次に、ブレッドボード上にその制御回路を製作する。さらに、ファンクションジェネレータおよびオシロスコープを用い、製作した回路が正しく動作しているかどうかを確認する方法を検討・実施する。最後に、これらの制御回路と主回路を組み合わせる配線し、正弦波電流を力率1で系統に逆潮流させる電力制御実験を実施する。

以下、各部の動作について詳述する。

3.2 交流電流指令値 (i_{ac}^*) の生成回路部

図5は、交流電流指令値 (i_{ac}^*) の生成回路部である。この回路では、まず主回路の交流部に設けた変圧器から系統側電圧位相信号 v_{ac0} (電圧に同期した正弦波アナログ信号) が取り込まれ、一段目のオペアンプに入力される。一段目のオペアンプでは反転増幅回路が構成され、可変抵抗 R_{VR1} の調整によって、取り込んだ系統側電圧位相信号 v_{ac0} をこれに同期した $\pm 1V$ の正弦波信号 v_{ac1} に変換する。この v_{ac1} が2段目のオペアンプに入力される。2段目のオペアンプでも反転増幅回路が構成され、可変抵抗調整 R_{VR2} によって v_{ac1} の振幅を調整し、交流電流指令値 (i_{ac}^*) として次段の回路 (電流偏差 ($e = i_{ac}^* - i_{ac}$) の演算回路部) に入力する。このようにすることで、系統側電圧 v_s の位相に同期した交流電流指令値

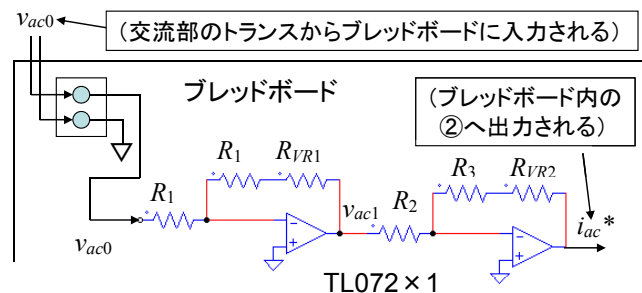


図5 交流電流指令値 (i_{ac}^*) の生成回路部 (図3の①)

(i_{ac}^*) を生成できる。

3.3 電流偏差 ($e = i_{ac}^* - i_{ac}$) の演算回路部

図6は、電流偏差 ($e = i_{ac}^* - i_{ac}$) の演算回路部である。この回路では、2つのアナログ信号が入力される。1つは、前節の回路で生成される交流電流指令値 i_{ac}^* であり、オペアンプで構成されるバッファ回路を介して減算回路に入力される。もう1つは、主回路の直交変換部の電流センサで検出される交流電流（瞬時値）の実測値 i_{ac} であり、オペアンプで構成されるバッファ回路を介して、前述の減算回路に入力される。減算回路では $e = i_{ac}^* - i_{ac}$ の演算を行い、電流偏差 e を出力する。

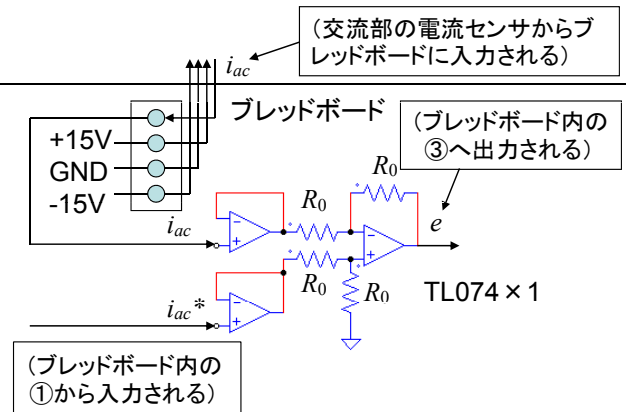


図6 電流偏差 ($e = i_{ac}^* - i_{ac}$) の演算回路部 (図3の②)

3.4 PWM信号 (U) の生成回路部

図7は、PWM信号 (U) の生成回路部である。インバータに用いるPWM生成法には、三角波変調方式とヒステリシスコンパレータ方式がある。ここ

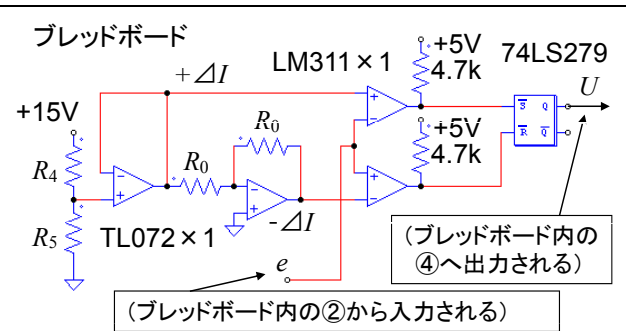


図7 PWM信号 (U) の生成回路 (図3の③)

では、回路が簡単で電流制御の応答が速いヒステリシスコンパレータ方式を採用している。

図8にヒステリシスコンパレータの動作説明図を示す。また参考として、表1にSRフリップフロップの真理値表、図9にコンパレータ単体 (LM311) の入力に対する出力の状態例を示す。図7の回路では、2つのコンパレータ (LM311) とSRフリップフロップ (74LS279) で構成されるヒステリシスコンパレータを用い、実電流 i_{ac} が指令値 i_{ac}^* に対して、常に $\pm \Delta I$ のバンド幅内に収まるように、主回路のPWM信号を発生させる。つまり図8において、 $e > +\Delta I$ なら、SRフリップフロップ (74LS279) の出力 Q はHレベルとなるので、このとき主回路のスイッチの状態はモード1 (sw1およびsw4がオンし、 $v_0 = V_{dc}$) となり、 i_{ac} は増加する。逆に、 $e < -\Delta I$ なら、SRフリップフロップ (74LS279) の出力 Q はLレベルとなるので、このとき主回路のスイッチの状態はモード2 (sw2およびsw3がオンし、 $v_0 = -V_{dc}$) と

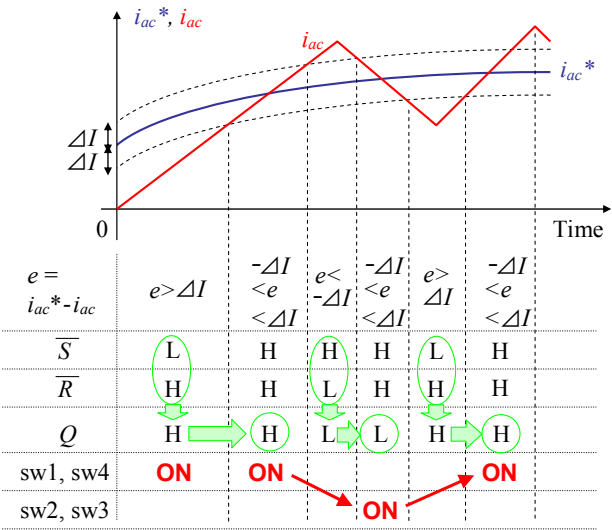


図8 ヒステリシスコンパレータの動作説明図

表1 SRフリップフロップの真理値表

$\overline{S}$	$\overline{R}$	Q
L	L	—
L	H	H
H	L	L
H	H	Q_{n-1}

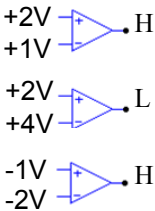


図9 コンパレータ単体 (LM311) の状態例

なり、 i_{ac} は減少する。 $-\Delta I < e < +\Delta I$ なら、SRフリップフロップ(74LS279)の出力 Q は直前の状態を維持する。よって、図8に示すように、実電流 i_{ac} は指令値 i_{ac}^* に対して、 $\pm \Delta I$ のバンド幅内で増減しながら追従することになる。

3.5 保護回路

図10は、保護回路の構成を示す。この回路には、前段のPWM信号(U)が入力され、周波数制限回路、デッドタイム生成回路の2つの回路を介して、ゲート駆動回路へ伝達されるデジタル信号(U^+ および U^-)を出力する。

周波数制限回路では、Dフリップフロップ(74LS74)とクロック発生器(NE555)を用いる。まず、前段のPWM信号(U)の信号がDフリップフロップのD端子に入力される。この信号は、DフリップフロップのCK端子に入力されるクロックパルスの立ち上がりのタイミングに同期して、Q端子に出力される。ここでは、IGBTで実現できるスイッチング周波数の最大値を超える周波数のPWM信号が誤ってD端子に入力されたとしても、Q端子のから出力される信号の周波数がCK端子に入力されるクロックパルスの周波数 f_0 を超えることはないように設定する。これにより、ノイズ等による偶発的なIGBTの損傷を防止している。IGBTの最高スイッチ

ング周波数を25kHz程度とするならば、NE555の出力クロックは $f_0 = 1 / (2.08CR)$ なので、 $R=18k\Omega$ 、 $C=1000pF$ と設定すればよいことになる。

デッドタイム生成回路は重要である。本装置でIGBTのスイッチングが完了するためには、おおむね $1.5\mu s$ 程度の時間が必要である。このため、 U^+ と U^- のスイッチングが同時に切り換わると、ごく短時間ではあるが、主回路上下アームのIGBTが両方ともオン状態になるため、このときにアーム短絡が発生してしまう。よって、 U^+ および U^- の立ち上がり信号を $1.5\mu s$ 以上遅らせる必要がある。これを行うのがデッドタイム生成回路である。この回路では、RC回路の出力電圧の立ち上がりが遅れること、さらにTTLのICにおいてはデジタルの入力信号が1.4V以上のときにHレベルで1.4V以下のときにLレベルを出力することを利用して、PWMパルスの立ち上がりのみ所定時間遅らせている。最終出力段のICにオープンコレクタのバッファである74LS07を用いているのは、ゲート駆動回路に用いているPCM-6DおよびIFD-2BDにおいては、Hレベルが15V、Lレベルが0Vとして扱われるため、それに合わせてデジタル信号の電圧レベルを変換する必要があるためである。

4. 系統連系運転試験

上述した制御回路の設計・製作・試験を完了した学習者は、製作した制御回路を用いて図3の実験システムを構成し、動作確認を行う。図11および図12は、動作確認時における各部の動作波形をレコーダで測定した結果である。

図11は、通常運転中に入る直前の主回路動作波形である。つまり、制御回路を動作させ、交流部の誘導電圧調整器(IR)で所定の大きさの電圧値に調整して交流系統に接続しているが、直流部の電源を投入しておらず $V_{dc}=0V$ のときの波形である。上段のトレースは交流電流実測値 i_{ac} 、中段のトレースはその指令値 i_{ac}^* 、下段のトレースは交流電圧の位相信号である v_{ac0} である。 v_{ac0} と i_{ac} を比較すると、両者の位相は一致している。よって、インバータが流

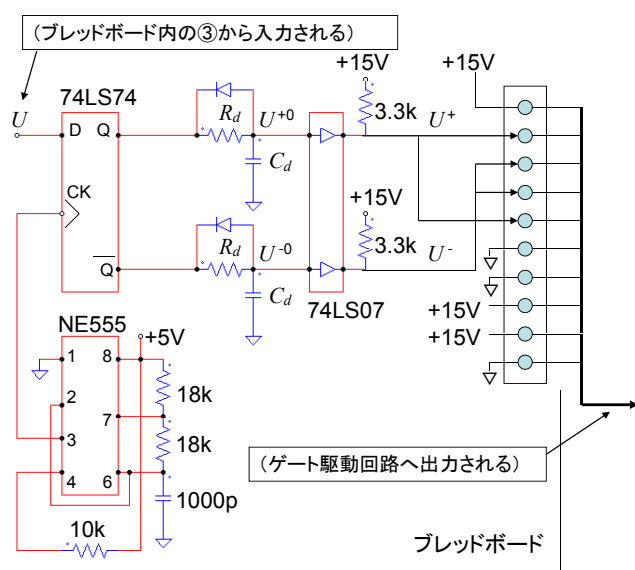


図10 保護回路 (図3の④)

すべき正しい電流指令値が生成されていることが確認される。一方、交流電流実測値 i_{ac} とその指令値 i_{ac}^* を比較すると、実電流は指令値に対して一致していないことが確認される。これは、インバータは電流 i_{ac} をコントロールしようとして主回路の半導体をスイッチングさせるが、直流側の電圧 V_{dc} の大きさが交流側電圧 v_{ac} の大きさよりも低いいため、実電流 i_{ac} が指令である i_{ac}^* に追従できないでいる状態である。つまり、この段階においては正常な動作波形といえる。学習者が作成した制御回路を主回路に接続した際、図11の動作波形が確認できない場合には、制御回路内の配線ミスや制御回路と主回路の接続ミスが考えられる。よって、この場合には運転試験を中断し、誤動作の原因を明らかにした後に、再度運転試験に臨む必要がある。

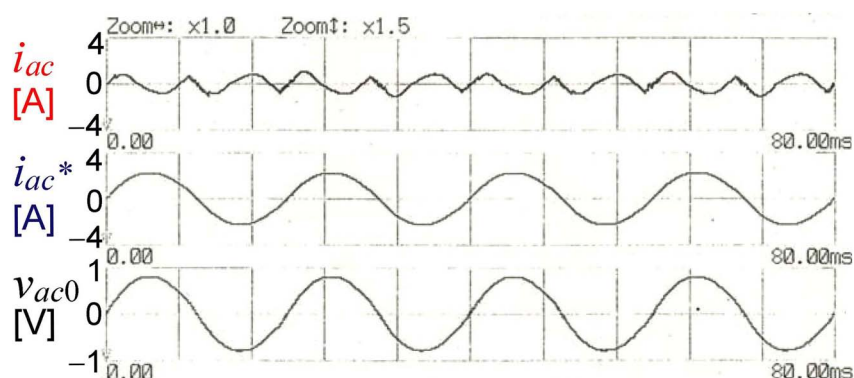


図11 主回路の動作波形（運転開始直前）

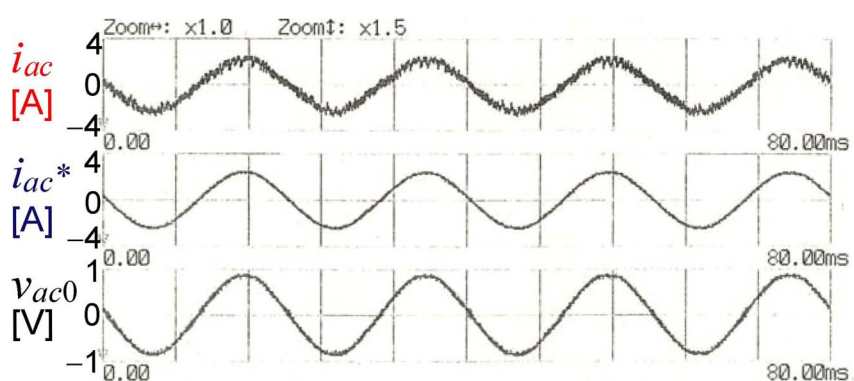


図12 主回路の動作波形（運転開始中）

図12は、通常運転中の正常な主回路動作波形例である。すなわち、直流部の電源を投入して v_{dc} を30Vに上昇させたときの波形である。ここでの主な確認事項は、次のとおりである。

1) 交流電流実測値 i_{ac} とその指令値 i_{ac}^* との比較

実電流は指令値に対して位相遅れや振幅減衰が発生することなく追従しているか否か。

2) 交流電圧の位相信号である v_{ac0} と i_{ac} の比較

両者の位相は一致しているか否か。

図12に示す波形の例では、設計・製作した系統連系PWMインバータによって、高調波含有率の少ない正弦波電流を力率1で系統に逆潮流する制御が行えていることが確認される。

5. おわりに

本稿では、太陽光発電システム実習用教材の開発における系統連系PWMインバータの設計・製作・試験について述べた。次号では、太陽光発電とそのMPPT制御について報告し、本教材を総括する予定である。最後に、卒業研究として系統連系PWMインバータのプロトタイプ開発に寄与した稲葉 聡氏（現、静岡県職業訓練指導員）に謝意を表する。

<参考文献>

- (1) 稲葉 聡：「力率補償付き正弦波PWMコンバータの設計製作」，平成17年度職業能力開発総合大学校電気システム工学科卒業論文，2006年3月
- (2) ハチャングター ナッタボン：「太陽光発電システムの実験装置の開発」，平成18年度職業能力開発総合大学校電気システム工学科卒業論文，2007年3月

ポリテクカレッジ京都

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 植田浩一郎

1. はじめに

京都職業能力開発短期大学校（愛称：ポリテクカレッジ京都）は、昭和56年に京都府北部舞鶴市に設置され、来年は30周年を迎えますが、これまで「ものづくりを通じて地域に貢献する人材の養成」を理念として、近畿圏の産業界に創立以来2,725名の修了生を送り出しています。また、京都北部の中核的教育訓練施設として、この地域の産業界の従業員教育への支援等も積極的に行っています。

当校の専門課程（高卒者等対象の2年制課程）では、実践力を育成するため、生産現場で実際に使用される機器設備を用いた実験・実習を中心として、実験・実習と切り離すことなく理論を習得する「実学融合」のカリキュラムを編成しています。

さらに、社会人の基礎として5S（整理整頓、清潔、清掃、安全、しつけ）を重視し、危険予知訓練の導入などのほか、あいさつの励行等を教育訓練だけでなく学校生活全般に取り入れています。



当校の航空写真

2. 地域の概要

当校が設置されている舞鶴市は、京都府北部の中丹地域に所在しています。舞鶴市は東舞鶴・中舞鶴・西舞鶴の3つの地域に区分され、東舞鶴地区は明治時代より軍港の町として栄え、現在も海上自衛隊舞鶴総監部がおかれています。中舞鶴地区は、大小の造船所が集積し、現在の南極観測船「しらせ」は同地区のユニバーサル造船㈱で建造されました。当校が設置されている西舞鶴地区は古くから城下町として栄え、港には第8管区海上保安庁と国際埠頭がおかれています。このように、舞鶴市は、波静かで干満の差が少ない天然の良港として有名な舞鶴湾と造船の町です。舞鶴市の人口は年々減少し今年はずいに9万人を切ってしまいましたが、近畿圏北部の中核的な都市となっています。

当校の入校生の出身地域は、舞鶴市を中心として京都府北部、福井県嶺南地方、兵庫県北部のJR山陰本線およびJR小浜線沿線の北近畿地域が大半と



建造中の南極観測船「しらせ」

なっています。

京都北部の京丹後市は舞鶴市に次いで多くの学生が入校していますが、自動車部品製造を中心とした機械器具製造業が集積している地域となっており在職者の訓練も盛んな地域となっています。舞鶴市に隣接する宮津市は天橋立で知られる観光都市となっています。同じく隣接する綾部市は大きな工業団地がありますが、近年工場の海外移転等による工場閉鎖が見受けられるようになってきました。

福井県嶺南地方は、原子力発電所が数多く立地し、これらの発電所の維持・保全等に関係する企業が集積しています。

3. 当校の職業能力開発

3.1 学卒者の訓練

当校は、北近畿地域の産業界を支える実践技術者（ものづくりに関する専門的な技術と高度な技能を併せ持った課題解決型の人材で、研究者・開発者と技能者の間をつなぐ役割を担う人材）を養成するため、当校には専門課程（高卒2年訓練の課程）として生産技術科（定員20名）、電子情報技術科（定員30名）、住居環境科（定員30名）、染織技術科（定員20名、平成22年度をもって廃科）の4つの訓練科が設置されています。校訓の「よい人柄、よい身体、よい腕前」の下、前述の5Sを基本に教育訓練を行っています。

生産技術科では、地域の主要産業である機械器具製造業への就職を目指し、製造業でのコンピュータ利用技術の代表であるCAD/CAMの活用や、マシンニングセンタ等のコンピュータ制御の加工機での加工、三次元測定機による精密な計測等、高度な生産技術を習得するべく訓練に励んでいます。

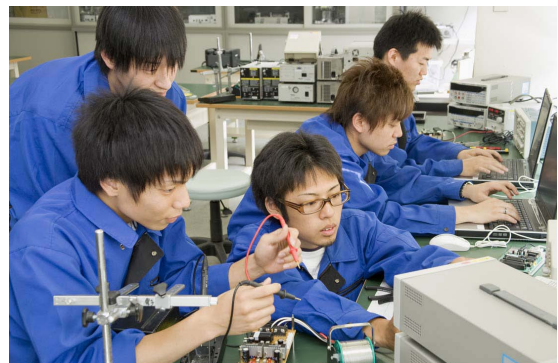
電子情報技術科では、ユビキタス社会で必須の電子回路の設計・製作技術、組込みマイコン技術、通信ネットワーク技術を融合したカリキュラムによりこれらの技術に精通した実践的な技術者を目指して日々励んでいます。

住居環境科では、住居を中心として建築業界で活躍する実践技術者を目指して、計画、設計、施工、

インテリア、設備等幅広く学びます。今年は、若者が技能を競いあう全国大会「第5回若年者ものづくり競技大会」に参加する学生もいました。

染織技術科は、「染め」と「織り」の双方の技術を修得した技術者を養成してきましたが、残念ながら今年度の2年生が最後の修了生となります。

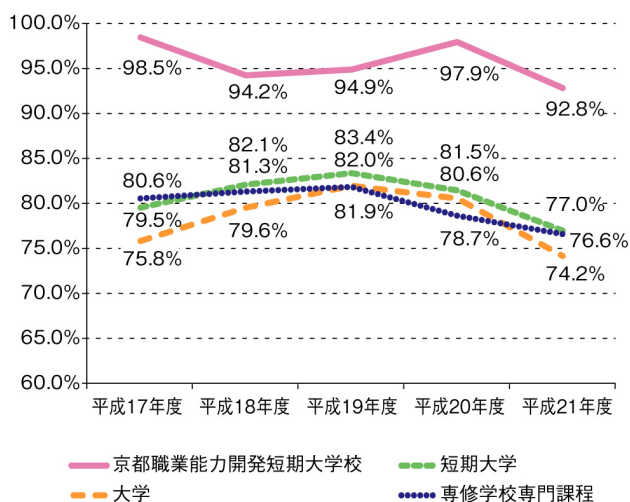
当校の学生への進路指導は、ビジネスマナー等を学ぶ「職業社会論」、職業生涯のキャリア形成等について学ぶ「キャリア形成論」、「インターンシップ」の授業科目のほか、「模擬面接」、「SPI対策講座」、「小論文対策」、「履歴書・エントリーシート作成指導」等の補講、ジョブカードを活用した学生自身による強み弱みの棚卸、個別のキャリア・コンサルティング（平成21年度は1年生と2年生とを合わせ3,000回を超えました。）、進路指導票（カルテ）による学生1人ひとりの正確な状況把握、各人ごとの状況に応じた進路指導等々、修了生全員の進路が決定することを目指して入学直後よりきめ細かく徹底した進路指導を行っています。



電子情報技術科の実習風景



第5回若年者ものづくり競技大会の状況（建築大工）



平成17～21年度進路決定状況推移⁽¹⁾
(修了者に対する就職者と進学者を合わせた割合)

平成21年度の修了生は、文部科学省系学校の75%前後の進路決定状況に比べ大幅に上回っていますが、大変厳しい雇用情勢の影響で92.8%の進路決定にとどまりました。

3.2 在職者への訓練

当校では、在職者を対象とした職業能力を開発するセミナーを実施するとともに、事業主等が行う従業員教育への支援を積極的に実施しています。

平成21年度は、当校が開催した職業能力を開発するセミナーの受講者が年間延べ247人、事業主等が行う従業員教育（指導員を派遣したもの）については述べ597人の従業員に対して支援しました。当校で実施したこれら在職者を対象のセミナーと事業主が行った従業員教育の内訳は、機械系43.7%、電子・情報系39.5%、その他16.8%となっており地域の産業構造の影響を強く受けています。

また、経済の低迷による雇用調整に対する支援措置として雇用調整助成金等の制度がありますが、この制度に関連した前記の教育訓練の内数として延べ486人の教育訓練を行っています。

引き続き、関係行政機関、舞鶴商工会議所、綾部商工会議所、丹後機械工業協同組合、財団法人京都産業21等の関係団体と連携をとりながら在職者への教育訓練の充実に努めていきます。

4. 地域への貢献

当校の教育訓練は、舞鶴市から「舞鶴市ものづくりスキルアップ応援事業」、「高等教育機関等合同PR事業」、「舞鶴市育英会入学支度金」の対象になるなど多くの支援と期待を受けています。京都府からは、京都府北部の産業振興の中核的存在として期待され、京都府知事のマニフェストの「北京都ものづくり拠点構想」に盛り込まれ、知事から直接に「地域に愛される施設」になることを要望されています。

このような地域の熱い期待を受けて、当校では地域への貢献に力を注いでいます。

当校の地域貢献は、前記の地域の在職者へのセミナーや事業主の行う従業員教育への協力だけでなく、事業主との共同研究、高校への講師派遣、地域の小・中学校の総合的学習への協力、小中学生を対象としたものづくり体験、施設解放、地域のイベントへの参加、行政機関の各種委員会等への協力等幅広く地域の産官学への貢献を行っています。以下に、これらの地域貢献のいくつかを紹介します。

4.1 企業との共同研究等

平成21年度は5件の共同研究を実施し、今年度は3件の共同研究を実施中です。平成20年度に行った「有害鳥獣検知・通報システム」は、総務省の「ふるさとケータイ事業」（地域を対象とするMVNOの活用促進事業）の実施主体に指定された京丹後市・宮津市・与謝野町・伊根町から委託された企業と行ったもので、有害鳥獣が罠にかかったことを検知し、罠の状況を携帯電話に自動的に通報するシステムです。このシステムの試作機作成と実証実験を担当しました。このシステムは共同研究の相手方企業が実用化し、京丹後市で現在100台稼働しています。

また、共同研究ではありませんが、平成21年度の2年生の総合制作実習で西舞鶴地区の「マナイ通り商店街（現状はシャッター通り状態となっている地元のアーケード街）の活性化」をテーマに取り上げ商店主や利用者、歩行人のアンケート結果等を取り

まとめ分析し、いくつかの活性化策を提案し地域の商店主からたいへん参考になると評価され、継続して取り組んでいます。



有害鳥獣検知・通報システム

4.2 高校への講師派遣

高校への講師派遣は、進路指導説明会への講師派遣と授業への講師派遣を行っています。

授業への講師派遣として、昨年度から、京都府立峰山高等学校と京都府立工業高等学校の総合的学習の時間に行っている経済産業省のモデル事業「地域産業の担い手育成プロジェクト」のクラフトマン講義へ講師を派遣し実験・実習を担当しています。



クラフトマン講義（峰山高等学校）

4.3 小・中学校の児童・生徒の施設訪問

当校では毎年、舞鶴市内の小・中学校3～4校が総合的な学習の時間を用いて来校し1～2時間程度

で施設見学や体験実習を行い、小学校の学級新聞あるいは中学校の学校新聞等で訪問した状況を発表しています。訪問した多くの生徒から、当校について「存在を知ってはいるが、行っていることについては知識がなく、高度な勉強内容と機械設備に驚きました」との感想文を受け取っています。

4.4 ポリテックビジョンin京丹後

近年の小・中学生は、ものづくりの現場を見たり、自らものづくりを経験することが少なくなっています。ものづくりの啓蒙と理解を促進するため、ものづくり企業が集積している当校から離れた（およそ50km）京丹後市で、峰山商業開発(株)および京丹後市教育委員会の協力を得て小・中学生を対象に「ポリテックビジョンin京丹後」（ものづくり体験教室）を毎年8月または9月に開催しています。今年度は、9月25日（土）、26日（日）の2日間開催し、延べ約300人（保護者を含めると約900人）の参加がありました。当日は、新聞社（3社）の取材もあり盛況な催し物となりました。



ポリテックビジョンin京丹後2010

4.5 こども発明クラブ

舞鶴みなとライオンズクラブは、毎年度「こども発明クラブ」を主催しています。年間を通じて8日間開催し、各日ごとに異なるテーマでアイデア工作や科学・電子工作など「ものづくりの場」を小学生



こども発明クラブ（平成21年度）

5年生・6年生（定員30名）を対象に提供しています。当校は、舞鶴工業高等専門学校等とともに、この「こども発明クラブ」に協力しています。今年度は、10月23日と11月20日を担当し、当校で開催します。

4.6 舞鶴市内のイベントへの参加

当校は、所在する舞鶴市内のイベントに積極的に参加し、コミュニティの一員として地域に貢献していくことを心がけています。イベントの運営に学生を参加させることで、人間的成長が見込まれることから、極力多くの学生を伴って参加しています。

田辺城まつり（5月）は、西舞鶴地区で行われ、細川幽斎が「関ヶ原の戦い」の2ヵ月前に、田辺城に籠城し西軍1万5千人と戦った史実を伝える祭りです。この祭りの武者行列に、学生が参加するとともに、校長も当校を代表して参加しています。

高等教育機関等合同PRフェア（9月）は、当校のほか、市内の高等学校（3校）、舞鶴工業高等専門学校、舞鶴医療センター附属看護学校、京都大学フィールド科学教育センター、海上保安学校が一堂に会して各学校の魅力や特徴等を市民に伝えるとともに、参加した学生間の交流を促進する舞鶴市が主催するイベントです。今年度は、約500名の参加者がありました。内容は、各校の「展示コーナー」、「進学相談コーナー」、「職業適性診断コーナー」、「ものづくり体験コーナー」、「看護体験コーナー」、各校校長による「おもしろ講座」、「ミニ英会話教室」、「吹奏楽」、「書道発表会」等です。当校では、このうち

「展示コーナー」、「進学相談コーナー」、「職業適性診断コーナー」、「ものづくり体験コーナー」、各校校長による「おもしろ講座」に学生を伴って参加しました。



高等教育機関等合同PRフェア（当校の展示ブース）

赤レンガフェスタ（11月）は、舞鶴市が東舞鶴地域の歴史的建造物である赤レンガ倉庫群を使って行うイベントです。当校は、例年学生を伴って参加し、「ものづくり体験教室」を開催しています。

成人式（1月）にも毎年多くの学生が出席しています。

5. 終わりに

当校は、所在地の舞鶴市のほか、京丹後市、綾部市、宮津市、与謝野町、伊根町からも地域に欠かさない施設として大きく期待されています。さらに、京都府からも北部地域の産業振興の重要な施設として位置づけられています。

当校ではこれらの期待にこたえ、地域の産業振興、地域の小学校・中学校・高等学校への協力と、地域住民との交流を通じて「地域に愛される施設づくり」を目指し、職員一同、職業能力開発の推進に今後も一層の努力をしていきます。

<参考>

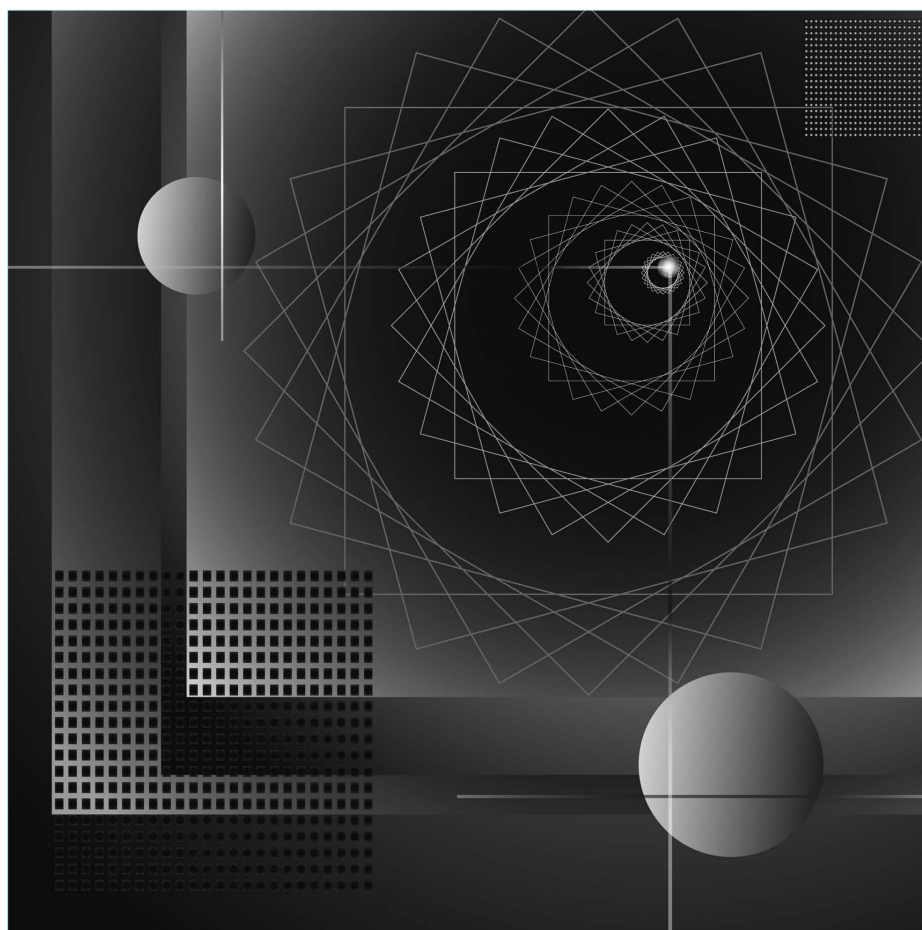
(1)文部科学省 学校基本調査：（平成18年度～平成22年度）

Vol.46 表紙デザイン決定

公募しておりました Vol.46 表紙デザインに、全国の職業能力開発施設より多数（163 点）の応募をいただきありがとうございました。編集委員長をはじめ専門識者による厳正な審査の結果、以下 11 名の作品が入選しました。

最優秀賞に選ばれた藤岡 徹氏の作品は、2011 年発行（Vol.46）の各号の表紙を飾ります。

■最優秀賞 藤岡 徹 （大阪障害者職業能力開発校）



■優秀賞 土屋智恵子 （神奈川障害者職業能力開発校）

柴原日向子 （長崎県立長崎高等技術専門校）

■佳作 横井 鐘太 （北海道立札幌高等技術専門学院）

高橋 慶次 （宮城県立仙台高等技術専門校）

齋藤 貴博 （長野県長野技術専門校）

楠元 由紀 （静岡県立浜松技術専門校）

安田ゆかり （兵庫県立神戸高等技術専門学院）

藤原 摩耶 （兵庫障害者職業能力開発校）

辻 侑希 （鳥取県立米子高等技術専門校）

春名茉由子 （島根県立出雲高等技術校）

平成23年「技能と技術」誌 特集テーマについて

「技能と技術」誌編集委員会において、今後の特集テーマが決定しました。
本誌への投稿をよろしくお願いします。

今後の特集テーマ

1 / 2011 通巻 263 号（平成 23 年 3 月掲載）

【就職支援の取り組みについて】

内容：厳しい就職状況の中でどのような対策を取り、いかに取り組んだか事例の紹介。

2 / 2011 通巻 264 号（平成 23 年 6 月掲載）

【技能伝承の取り組みについて】

内容：伝統技能の継承，ベテラン指導員の持っている技能技術をいかに伝承していくかその取り組み事例の紹介など。

3 / 2011 通巻 265 号（平成 23 年 9 月掲載）

【若年者訓練への取り組みについて】

内容：若者を取り巻く雇用情勢の厳しい中，若年者を対象とした訓練の実施報告の紹介など。

4 / 2011 通巻 266 号（平成 23 年 12 月掲載）

【障害者に対する職業能力開発について】

内容：障害者に対する職業訓練指導法などの紹介，現状の職業能力開発の実践報告など。

◇問い合わせ先

職業能力開発総合大学校 能力開発研究センター 普及促進室

〒252-5196 相模原市緑区橋本台 4-1-1

TEL：042-763-9155・9070 FAX：042-763-9047

E-mail：fukyu@tetras.uitec.ehdo.go.jp

編 | 集 | 後 | 記

8月に開催された編集委員会において、来年の特集テーマが決定しました。厳しい雇用状況を反映して若者の就職支援についての話題が多く出されました。将来のある若者の夢を潰さないように、日本が元気になってもらいたいものです。

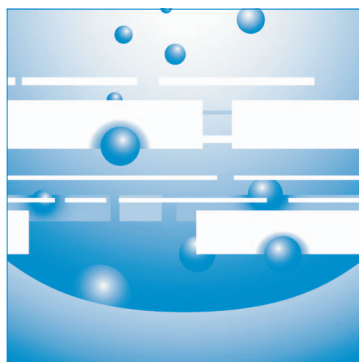
また来年の表紙デザインが決定しました。次号から表紙を飾ることになります。皆様のご投稿をお待ちしております。

【編集 山川】

職業能力開発技術誌 技能と技術 4/2010

掲 載 2010年12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
〒252-5196 神奈川県相模原市緑区橋本台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