

# 新しい技術の開発

静岡県立島田工業高等学校

大村 整

## 1 はじめに

本校の情報電子科は、令和になった際に電子機械科と情報技術科が統合されて設置された学科です。当時の電子機械科では、自動制御を主体とし PLC（プログラマブルロジックコントローラ）を用いた制御と組込みマイコンの学習を中心に行われていました。情報技術科では、コンピュータネットワークの構築 CG（コンピュータグラフィック）などのソフトウェアを中心とした学習が主体でした。統合されたことで広義の意味で制御を学ぶように進めてきました。電子回路を中心としたハードウェア、プログラミングを中心としたソフトウェア、ネットワークに通じる通信技術を取り入れた内容に移行してきました。特に、電子回路基板の製作では、エッチング技術しか方法がなかったため、回路の変更や製作には時間がかかったり、廃液処理の問題などが発生していました。現在のモノづくりには、少量多品種とスピードが要求され、既存の設備では対応が難しくなってきました。

## 2 電子回路製作の流れ

電子回路を製作するには、1 設計、2 ブレッドボードを利用した試作、3 ユニバーサル基板を用いたはんだ付けの作業となります。ここで、問題となったのは、ユニバーサル基板を利用した際電子回路配線のはんだ付けの不具合です。はんだ付けの練習をする時間を、多くとることができないため、未熟な技量によるはんだ不良なども多く発生してきました。

基板作成には、パターン設計が必要ですが、回路図作成、部品配置、配線の順に作業を進めます。製造工程では CAM（製造データ作成）→内層・外層の回路形成（ラミネート・露光・現像・エッチング・剥離）→穴あけ→銅メッキ→ソルダーレジスト塗布という流れになります。試作は、数個の製作でよいため、化学薬品の準備や処理を考えなくてもよい加工機が理想的です。回路設計後、速やかに加工を行うことができ、ごみ問題も容易に処理ができます。

生徒が、授業で設計し、すぐに加工まで行うことのできるこのシステムにより、非常にスピード感のある電子工作が可能となりました。また、失敗したときの損害も少なく済むことは大きな利点です。

### (1) 授業における電子回路設計の取り組み

以前は、電子回路の授業等で、回路設計を学習後、ブレッドボードで回路を配線し、測定器を用いてその動作を確認してきました。また、新たに電子工作を行う際に必要な電子回路は、ユニバーサル基板に部品や配線のはんだ付けをおこなってきました。エッチングなど化学薬品

を用いた電子回路基板の製作は、大量生産には適しているものの、準備、作業、片付けにおいて時間や廃液処理等費用もかかることから、現在の実習項目から外されています。実習に基本製作を取り入れるためには、外部に発注をおこないますが、時間と多量の注文するしかないので、費用がかかります。今回設備の導入を機会に新たに、コンピュータによる電子回路の設計を導入しました。使用したソフトウェアは、無料の PCBE を使用しました。理由として、パソコンにインストールする必要がなく、古いコンピュータでも動作が可能となり、インターネットに接続することのできないコンピュータを使用することができる利点があったためです。

今回導入した実習の様子を図 1 に示します。ソフトウェアの操作方法を学習に使用した電子回路図（非安定マルチバイブレータ回路）を図 2 に示します。



図 1 PCBE 操作の様子

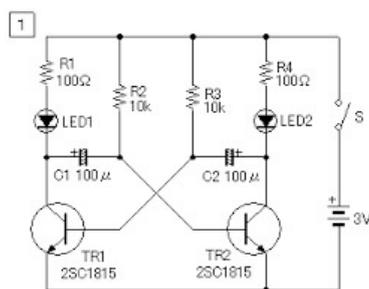


図 2 電子回路図

実際の回路設計を行う前に、ブレッドボードを使用し、回路の動作確認を行います。今回は、予めこちらで配線したものを生徒に見せて机上で作成した電子回路がどのように配線されるかを目視による確認を行います。（図 3 ブレッドボードに配線した回路）

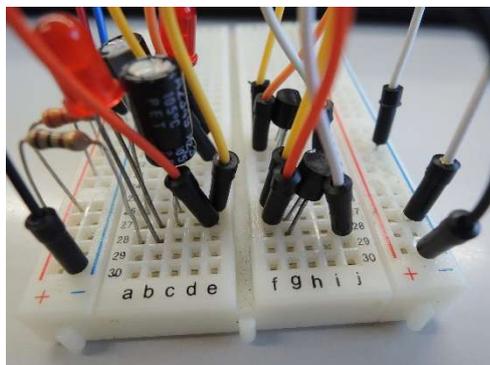


図 3 ブレッドボードに配線

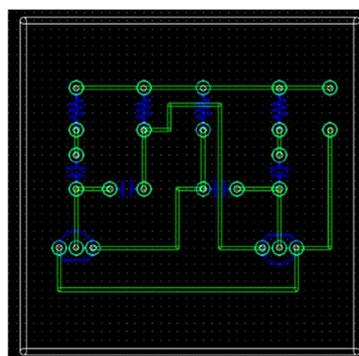


図 4 パターン設計

コンピュータを用いてパターン設計を行う際に、操作方法を指導しながら回路設計を行いました。完成したものが、図 4 になります。はじめは、基板のサイズを 5 c m × 5 c m で設計を全員で行ない、その後、如何にコンパクトな基板が作れるか挑戦させました。生徒たちは、コンピュータの画面を見つめながら、パターン設計を行いました。実際にコンパクトなパターン設計を行い、基板加工を行ったものが、図 5 になります。実際に部品を取り付けたものを図 6 に示します。部品

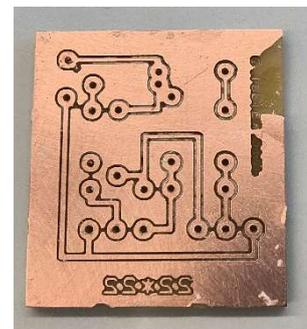


図 5 完成したパターン

同士がぶつかり合い、基板上に収まらないことに気が付きます。ここで、生徒は、コンピュータの画面上でパターンを小さく作っても取り付ける部品の大きさのことを気にしなければいけないことを意識します。

ただ、小さくするだけではいけないこと、部品の配置や回路設計等について考え始めます。



図6 完成した実際の回路

## (2) 導入した加工機 (ローランド DG 製 SRM-20)

今回導入した加工機は、3D 加工機でありその機能の一部が基板加工機として運用できるようになっています。専用の基板加工機ではなく、コンパクトな 3D 切削加工機になります。コンパクトな筐体で、オフィス等気軽におけるデスクトップサイズの大きさになります。フルカバー構造による防塵設計であり、集塵トレイを標準で装備しているため、コンピュータを多く設置している本科に設置することができます。今回は、別売で販売している基板加工用スターキットを購入し、基板加工機として現在使用しています。基板加工用ミリングソフトウェアは、アカデミック版(正式版のほぼ半額)が用意されており、安価に導入することができますが、縦横 150 mm までの基板サイズしか加工しかできません。



図7 導入した加工機 (右側)

加工中の写真を図7に示します。図8は、加工中の写真となります。

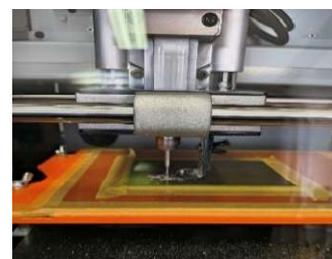


図8 加工中の写真

## 3 まとめ

今回設備を導入できたことで、授業で習う電子回路を実際に組み動作を確認し、電子回路のパターンを設計してから部品を取り付けるという、一連の流れを学ぶことができました。実習の感想の中でも「電子回路のパターンを考えることは大変だったけど、このように現在の回路ができていくか理解できて大変良かった」と生徒のレポートに記載があるほどでした。近年半導体をはじめ、技術の進歩が著しく複雑化している中で、子供たちは実際の構造や原理を知らないままとなっています。学校ではその基礎基本部分を確実に学ばせ、体験から技術を身に付けてもらいたいと思います。今回の装置導入により、学習効果は大変高いものとなり、助成していただき大変感謝しています。

## 参考

PCBE : ベクターより (<https://www.vector.co.jp/soft/winnt/business/se056371.html?ds>)

ローランド DG : <https://www.rolanddg.co.jp/products/3d/srm-20-small-milling-machine>