

基礎セミナー ものづくり入門(7) ～ はかってつくる中波ラジオ ～

情報電気電子工学科 松島 章
技術部電気情報技術系 岩田一樹, 吉岡昌雄

1. まえがき

スピーカーの鳴る中波ラジオの製作を中心として、新入生向けの基礎セミナーを実施した。これは工学部教員が教養教育として行う「ものづくり入門」のひとつである。

副題の中の「はかって」は「計って」、「測って」、「量って」、「図って」のすべての意味を込めてかな書きした。同様に「つくる」は「作る」、「造る」、「創る」を意図した。すなわち、単に回路図にしたがって部品をはんだ付けするだけでなく、アンテナやキャビネットの形を各自に創造させ、その電気定数や寸法をはかりながら作業を進めることとした。結果として、最終回の授業では、バラエティに富んだデザインのラジオがものくり工房に陳列されることになった。

以上の考えにより、シラバスでは「授業の目標」を次のように設定した。

私たちの生活はテレビ、ラジオ、携帯電話など、電波を利用した電子機器に囲まれています。また高校時代より、パソコンやインターネットを勉学に役立ててきた人も多いと思います。しかしそのような機器がどのような部品と部品の組み合わせによって働いているかはそれほど一般には理解されていません。

そこで本テーマでは、最も基本的な構造のラジオを題材として、はんだ付けをしながら組み立てることにより、身近な機器の仕組みを理解します。製作においては、できる限り材料を手造りし、部品の特性を測りながら進めます。さらに、屋外アンテナにつないで受信実験を行い、部品の個数や回路の複雑さが増すほど大きい音で聞こえることを体験します。以上により、ものづくりの楽しさを味わうことを目標とします。

(シラバスここまで)

本セミナーに似た内容をすでに実施した例として、担当者らが熊本県立大津高等学校理数科1年生に対して、2003年から2011年まで毎年夏期に行ってきたサイエンスパートナーシッププロジェクト(SPP)がある。これは半日の3回コースで1石ラジオなどをつくるコースであり、その成果を「工学教育に関するアジア会議2009」で報告した[1]。そこでの経験を生かしながら、本科目の授業時間数がSPPの約2倍であ

ることを考慮して、実施内容の拡充を図った。

2. 授業の形態

本コースを前学期木曜3限の90分授業の8回分で構成し、同一の内容を前半(4月14日～6月9日)と後半(6月17日～8月4日)の2クラスに対して実施した。定員は各クラス20名であったが、実際に受講したのは前半18名、後半13名であった。合計31名の内訳は次の通りである。

教育学部4名 法学部2名 文学部3名
理学部7名 工学部1名 薬学部6名
医学部8名：
男子23名 女子8名

以下に、シラバスに掲載した「履修上の注意」の一部を掲げる。文科系の学生を集める効果はあったものと思われる。

平方根を含む簡単な数値計算は現れますが、それよりも電気現象の観察と理解に重点を置きます(微分積分は電気の性質を美しく表すための手段ですが、本講義では使いません)。数学や理科が苦手でも、積極的に頭と手を働かせる意欲があれば大丈夫です。将来子どもたちに「ものづくり」の楽しさを伝える立場になる人にも体験していただくことを希望します。

(シラバスここまで)

ティーチングアシスタントとして、大学院自然科学研究科情報電気電子工学専攻博士前期課程1年の鬼松弘幸氏と加峯昂生氏に授業に参加してもらい、製作指導の補助をお願いした。

3. 授業の内容

8回の授業の内容を大まかに次のように振り分けた。

- (1) ガイダンス、電気と電波の入門。
- (2) さまざまな電気部品の特性をはかる。
- (3) 電池のいらないゲルマニウムラジオをつくる。
- (4) 3石ラジオをつくってイヤホンで聞く。
- (5) 2石アンプをつくって動作を確かめる。
- (6) アンプとラジオをつないでスピーカーから音を出す。
- (7) 部品の配置を考えてケースをデザインする。
- (8) 完成品の写真撮影、アンケート。

初回のみは全学教育棟の教室で行い、2回目以降はものづくり工房に移動した。

4. 配線手順

図1, 図2にそれぞれラジオ, アンプの回路を示す。両方とも5Pの平ラゲ板に回路図中の端子番号①~⑦を振り当てて、各部品をはんだ付けする。

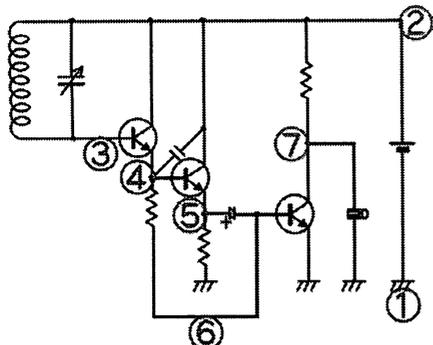


図1 3石トランジスタラジオの回路

ラジオのはんだ付けが終わったら、端子①⑦間のイヤホンで放送を受信して動作を確認する。

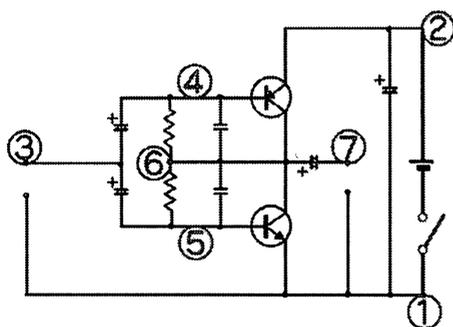


図2 2石アンプの回路

次にアンプが完成したら、端子①③間に1kHz, 50mVの正弦波信号をファンクションジェネレータで加える。端子①⑦間につないだスピーカーが鳴ったら動作が正常であることが確認される。

最後にラジオとアンプを結合する。電池を共用するために、端子の①と①, ②と②をビニール線で接続する。イヤホンを外し、ラジオの出力⑦とアンプの入力③を接続すれば、スピーカーから放送が聞こえる。

5. 購入物品

ものづくりの予算で次の物品を事前に購入し、授業に備えた。

教科書 参考文献[2]をシラバスで指定し、受講者に購入させる予定であった。しかし開講の直前に絶版となったため、出版社の在庫を全部買い取って受講者に貸し出す形にした。

測定器 ファンクションジェネレータ1台, デジタルオシロスコープ1台, ハンドヘルドLCRメータ10台。その他, 研究室で所有しているスペクトラムアナライザ1台も授業で使用した。

工具 以下を受講者の人数分購入した。はんだごて, はんだ, こて台, ドライバー, ラジオペンチ, ニッパー, ワイヤストリッパー, ピンセット, 電動ドリル, はさみ。

部品・消耗品 3石トランジスタラジオキット, 2石アンプキット, アンテナコイル用ラッピングワイヤ, 樹脂板, アルミ板, 乾電池, トグルスイッチ, ビス, 両面テープ, 瞬間接着剤, 紙やすりなど。その他, 段ボール箱, ペットボトルは廃品を利用した。

6. 授業評価アンケート結果

次の項目は、ほぼ全員から肯定的な回答(5段階評価のうち上位2つ)があった。

- ・教員の声の聞き取りやすさ
- ・授業の手段
- ・教員との双方向的なやりとり
- ・授業の目標の明示
- ・受講者が感じた授業の達成度
- ・授業の有意義さ

ただし、「目標があまり達成できなかった」との回答が少しあった。これは、若干名が8回目までにラジオの完成に至らなかったため、あるいは製作したラジオの受信感度に満足がいかなかったためと思われる。希望者には完成するまで特別に補講を行った。

以下に自由記述を列挙する。

- ・とても面白かったです。
- ・1回欠席すると時間的に厳しいです。
- ・今回のような本格的な物づくりは初めてだったので、不安だったのですが、先生方の指導もあって、とても楽しく講義を受けることができました。

・ラジオ作りを通じてトランジスタのことや回路のことなど多少は理解できたかなと思う。ラジオ作りは面白かったのですが、もっと実習時間がほしかった。

・全体的にはおもしろい内容になっていた。ものづくりへの興味がわきました。

・ラジオの仕組みが自分の身を持って知ることができました。工具を使って作ったり、楽しく取り組むことができた点は良かったです。

7. 今後の課題

アンケート結果や授業中の受講生の応答などを踏まえ、次年度以降は次の3点を改善したい。

(1) 本年度は最初の3回で行っていた部品の測定とゲルマニウムラジオの製作を、来年度は教え方の工夫と内容の取捨選択により2回目で終える。これにより不足がちであったトランジスタラジオとアンプの製作時間を確保する。

(2) 本年度はラジオを仕上げるのが精いっぱい、完成品の写真撮影で終わった。来年度は時間配分を考慮し、最終回の授業ではプレゼンテーション会

を実施して各自の設計のコンセプトを発表する。

- (3) トランジスタラジオの回路に FET (電界効果トランジスタ) を取り入れ, 音量と感度の向上を図る。
これにより受講者の満足感を高める。

付録 授業風景



写真1 測定器を活用した授業風景 実習班ごとにテーブルについて授業を受ける。製作に入る前に、ラジオを構成する各種の回路について、スペクトラムアナライザなどの測定器を活用して動作を学習した。



写真2 手作り部品の測定 ラジオの原理を理解するために、電波の入口であるアンテナコイルとコンデンサについては既成の部品ではなく手作りしたものを用い、LCRメータを使って素子の値を確かめた。

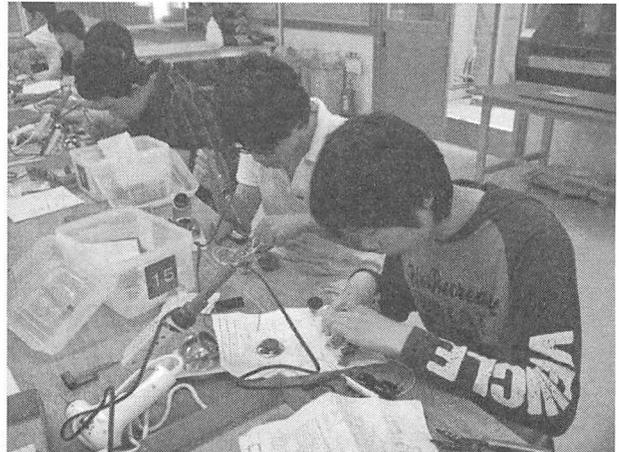


写真3 電子回路の製作 配線図にしたがってハンダ付けを行う。回を重ねるごとに手際よく作業ができるようになった。順序を間違えると各自が設計したラジオケースに納まらなくなるので真剣である。

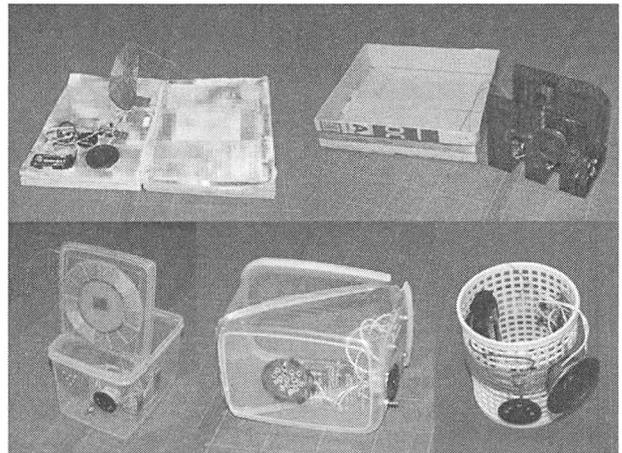


写真4 さまざまなラジオの完成品 自由に選んだケースにアンテナコイル、バリコン、回路基板、スピーカー、電池ボックス、スイッチを取り付けて完成である。部品を漫画本やペン立てに組み込んだ人もいた。

参考文献

[1] A. Matsushima, T. Suyama, and H. Yamaguchi, "An Experience of Science Education Partnership between High School and University Based on Fabrication and Measurement of Elementary Electronic Equipments," Proceedings of Asian Conference on Engineering Education 2009, 釜山, Oct. 2009.
[2] 西田和明著, 「手作りラジオ工作入門: 聴こえたときの感動がよみがえる」, 講談社ブルーバックス B-1573, 2007.