

理科基礎におけるものづくり実験

「手作り部品によるラジオの作製」改善計画

○川上 光博¹、加藤 初儀²、岡本 幸雄²、小島 洋一郎²

1 苫小牧工業高等専門学校 技術教育支援センター

2 苫小牧工業高等専門学校 理系総合学科

1. 目的

本校の理系総合学科では、生物、物理、化学の基礎知識、および実験技術の習得のため、全学科1学年（5学科約200名）の学生に、講義と演習分野からなる一般科目「理科基礎」を開講している。この科目の演習分野の一テーマとして、古新聞紙やアルミホイル等の身近にある日用品を活用してコンデンサー、電気抵抗、コイルを学生に自作させ、鉱石ラジオを製作させている。これによって電気の基本法則等を理解することを目標としているが、「ものづくり教育」として次の問題点があげられる。

- 1) 自作のコンデンサー及びコイル等の製作中において、製作ミスによる失敗が数多く見受けられる。
- 2) そのため、実験時間内にラジオが完成できない学生が多い。
- 3) 上記の要因により、学生の「やる気」の減退を招いている。

このため、内容を再構築して製作ミスを低減させ、基礎法則の理解向上による学生の「やる気」を引き出す教育改善を行うことを本研究の目的とした。

2. 研究方法

本研究では、鉱石ラジオ製作の際に以下の（1）～（6）に示す改善を実施した。

- 1) 製作に誤りがないかを確認するため、コンデンサー製作においてデジタルマルチメータを活用した。また自作したコンデンサーの静電容量の測定が可能かどうかの実験項目を加えた。
- 2) 製作に誤りがないかを確認するため、抵抗等の製作においてデジタルマルチメータを活用した。
- 3) デジタルマルチメータを活用することによる、ダイオードテストの実験項目を加えた。
- 4) 鉄製スタンドを活用することによって、コイル製作を効率的に行う工夫をした。
- 5) コンデンサー製作でロータリーカッターを活用して、電極として使用するアルミホイルの切断作業等を効率化する説明を加えた。
- 6) デジタルマルチメータと鉄製スタンドおよびロータリーカッターを安全かつ有効に利用できるように、鉱石ラジオの作製マニュアル及びデジタルマルチメータのマニュアルを用意した。

なお、演習は、既設の物理実験室を使用し、学生の作業は実験台にて行わせた。また、作業に必要なニッパー等の工具類も物理実験室の備品を利用した。

3. 改善結果

3.1 コンデンサーの作製

コンデンサーは、新聞紙とアルミホイル2枚を交互に重ねて作るが、アルミホイル同士が接触してコンデンサーとしての働きをしていない事例が数多く見受けられた。そのため、デジタルマルチメータを導入してコンデンサーの導通チェックを行うよう実験書に追加し、指導を行った。また、導入したデジタルマルチメータは静電容量の測定も可能であったため、作製したコンデンサーの容量を測定する実験項目を加えた。実際に作製したコンデンサーの容量は300 pF前後で、デジタルマルチメータの最小レンジが50 nFであったため正確な値を得ることはできなかったが、おおよその値およびコ

ンデンサー全体を押さえたときの容量の変化を確認することができた。

3.2 抵抗等の作製

鉛筆を使って紙に印刷した長方形を塗りつぶす炭素皮膜抵抗の作製には、以前からデジタルテスターを用いて抵抗値の測定を行っていたが、導入したデジタルマルチメータによってさらに測定し易く、抵抗値の読み取り時にも視認性が大きく向上した。また、炭素皮膜の長さ・幅を変化させて抵抗値を測定する演習においても同様の効果を発揮した（図1）。抵抗以外にもコイルの作製において、ウレタン被膜銅線の両端の被膜を削る作業後に、デジタルマルチメータの導通チェックを活用し、製作ミスが無いことを確認することができた。

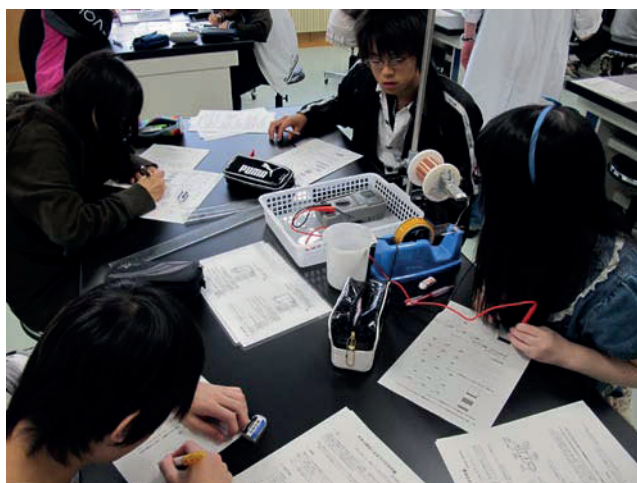


図1 抵抗の作製の様子

3.3 ダイオードテスト

導入したデジタルマルチメータはダイオードテストを行う機能が備わっていたため、手作りラジオの部品の一つであるゲルマニウムダイオードの働きを理解させるための実験項目を加えた。しかし、実験テキストのページ数の都合上、ダイオードに関する基礎知識や測定方法の詳細な説明を書き加えることができず、デジタルマルチメータのマニュアルを用意したものの、黒板および口頭での説明にも時間を割かなければならなかった。

3.4 コイルの作製

コイルは、直径9cm程度のポリビーカーにウレタン被膜銅線を24回巻きつけて作製する。各実験台に鉄製スタンドを固定し、クランプを回転軸としてそこにウレタン被膜銅線のボビンを固定することで、コイルの作製が容易になるように工夫した。一つの実験台に4～5名ずつ座り作製作業を行わせているが、1実験台につき1台の鉄製スタンドしか設置できないため一斉に作製作業を行うことはできない。しかし、学生同士互いに助け合い協力して作業する意識を持たせる良い機会となった（図2）。



図2 コイルの作製の様子

3.5 新聞紙およびアルミホイルの切断

3.1 と前後するが、コンデンサーに使う新聞紙とアルミホイルの切断にロータリーカッターとはさみを用意した。特にアルミホイルの切断にはロータリーカッターを使用することで、皺にならず短時間できれいに切断することができた（図3）。ただし、ロータリーカッターは特殊な形状であるため、取り扱いに細心の注意を払うよう実験テキストに注意書きを加え、口頭でも注意を促した。

3.6 実験テキスト等マニュアルの用意

上記3.1から3.5に挙げた改善を加えて実験テキストを修正したものを用意した。さらに抵抗の作製において、従来はテキストの上部に枠を印刷して鉛筆で塗りつぶさせ

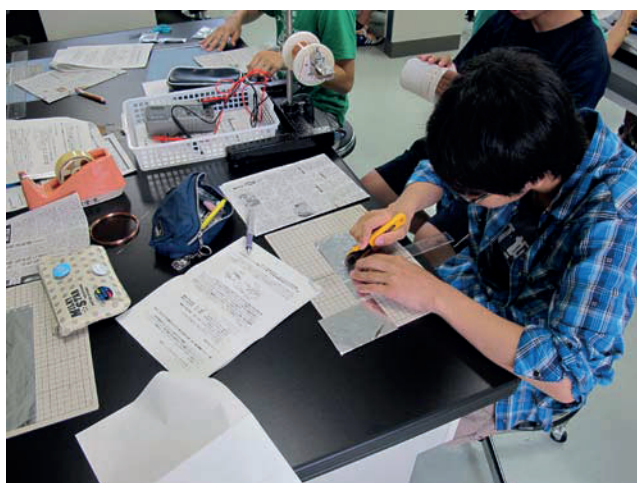


図3 コンデンサー作製の様子

ていたが、今年度は枠を下部に移動し、抵抗を切り抜くときの作業性の向上や、切り抜いた後も実験テキストを保管しやすいように配慮した。またデジタルマルチメータの説明書から各測定に該当する部分を抜粋し、両面印刷2枚にまとめたものをラミネートしてデジタルマルチメータのマニュアルとして各実験台に置いて参照させた。

4. まとめと今後の課題

全学科とも週1時間の授業時間で3週間に渡りラジオの作製から完成・試聴までを行わせた後、翌週にレポートの書き方の説明および実験に関するアンケート調査を行った。(表1)にアンケート結果を示す。また、アンケートのうち「はい、いいえ」の2択の質問は円グラフに、5段階評価の質問は棒グラフにして(図4)(図5)に示す。棒グラフは右側ほど良い評価である。なお、Q7のみ6択の質問となっている。アンケートは無記名にて行い206名中198名から回答を得られた。その結果を分析したところ、次のような傾向が見られた。

- 1) 学生間の互助の結果による実験技術の向上が見られた。
- 2) 学生の電気に関する理解度や興味が高まり、演習参加への意欲を高めることができた。
- 3) 導入機材によって、ラジオの部品製作・組立時における失敗が低減されたが、実験項目の追加によって、作業時間の短縮には至らなかった。

今回の計画によって導入した機器類はラジオの作製におおいに役立ったが、部分的に見ると、満足できる改善に及ばない点があった。今後も継続して実験テキストや各種マニュアルの充実努めていきたい。

表1 実験アンケート結果

質問番号	質問	(1)投票率(%)	(2)投票率(%)	(3)投票率(%)	(4)投票率(%)	(5)投票率(%)	(6)投票率(%)
Q1.	ゲルラジオ(鉱石ラジオ)の存在を知っていましたか？	(1)はい (2)いいえ	19	81			
Q2.	以前にゲルラジオ(鉱石ラジオ)を実験などで作ったことがありますか？	(1)はい (2)いいえ	2	98			
Q3.	「目的」を読んでこの実験にどれくらい興味を持ちましたか？	(1)持たなかった (5)大いに持った	3	7	30	45	16
Q4.	作製に必要な物は不足無く準備できていましたか？	(1)はい (2)いいえ	96	4			
Q5.	作製方法の説明はわかりやすかったですか？	(1)わかりにくい (5)わかりやすい	3	11	22	34	30
Q6.	ページ4の下部にある実験を塗りつぶして抵抗を作製しましたが、作製はしやすかったですか？	(1)作製しやすかった (2)作製しにくかった	80	20			
Q7.	「作製しにくかった」場合、めりえの位置は紙のどこが望ましいですか？	数値は投票数 ※1	1	9	2	15	21
Q8.	デジタルマルチメータの使い方(抵抗値の測定)はわかりやすかったですか？	(1)わかりにくい (5)わかりやすい	3	12	30	23	32
Q9.	抵抗の作製の難易度はどれくらいでしたか？	(1)むずかしい (5)やさしい	5	13	36	23	23
Q10.	作製に必要な物は不足無く準備できていましたか？	(1)はい (2)いいえ	97	3			
Q11.	作製方法の説明はわかりやすかったですか？	(1)わかりにくい (5)わかりやすい	2	9	23	29	37
Q12.	鉄製スタンドにエナメル線のリールを固定しコイルの作製を行いました。作業はやりやすかったですか？	(1)やりにくい (5)やりやすい	7	13	30	19	31
Q13.	コイルの作製の難易度はどれくらいでしたか？	(1)むずかしい (5)やさしい	5	9	31	24	31
Q14.	作製に必要な物は不足無く準備できていましたか？	(1)はい (2)いいえ	97	3			
Q15.	作製方法の説明はわかりやすかったですか？	(1)わかりにくい (5)わかりやすい	4	12	26	29	29
Q16.	アルミホイルの切断にロータリーカッターを使用しましたが、作業はやりやすかったですか？	(1)やりにくい (5)やりやすい	7	11	17	16	48
Q17.	ロータリーカッターは安全に使用できましたか？	(1)安全だった (2)危険だった	94	6			
Q18.	デジタルマルチメータの使い方(導通チェック)はわかりやすかったですか？	(1)わかりにくい (5)わかりやすい	6	14	30	21	29
Q19.	デジタルマルチメータの使い方(コンデンサの容量測定)はわかりやすかったですか？	(1)わかりにくい (5)わかりやすい	7	14	37	19	22
Q20.	コンデンサの作製の難易度はどれくらいでしたか？	(1)むずかしい (5)やさしい	4	18	37	20	21
Q21.	作製に必要な物は不足無く準備できていましたか？	(1)はい (2)いいえ	97	3			
Q22.	デジタルマルチメータの使い方(ダイオードテスト)はわかりやすかったですか？	(1)わかりにくい (5)わかりやすい	8	15	33	20	25
Q23.	ダイオードについての知識はありましたか？	(1)はい (2)いいえ	35	65			
Q24.	接続方法の説明はわかりやすかったですか？	(1)わかりにくい (5)わかりやすい	4	21	35	22	18
Q25.	全体の組立の難易度はどれくらいでしたか？	(1)むずかしい (5)やさしい	8	23	34	23	12
Q26.	完成したラジオを聞いてみて、満足度はどれくらいですか？	(1)かなり不満 (5)かなり満足	6	8	32	30	23
Q27.	実験室での作業空間は充分確保できましたか？	(1)できなかった (5)できた	2	4	13	19	62
Q28.	1つの実験台に4～5名づつ座り作業を行いました。学生同士互いに助け合い、協力して作業を行いましたか？	(1)できなかった (5)できた	2	4	15	24	56
Q29.	ラジオの作製を通じて電気に関する理解度や興味は深まりましたか？	(1)深まらなかった (5)深まった	2	8	25	37	28
Q30.	ラジオの作製は、失敗無く実験時間内に作業を終わらせることができましたか？	(1)できなかった (5)できた	4	5	20	25	46

※1 (1)紙の上部 (2)紙の中部 (3)紙の裏 (4)めりえのみの紙 (5)紙でなく別の要因 (6)その他

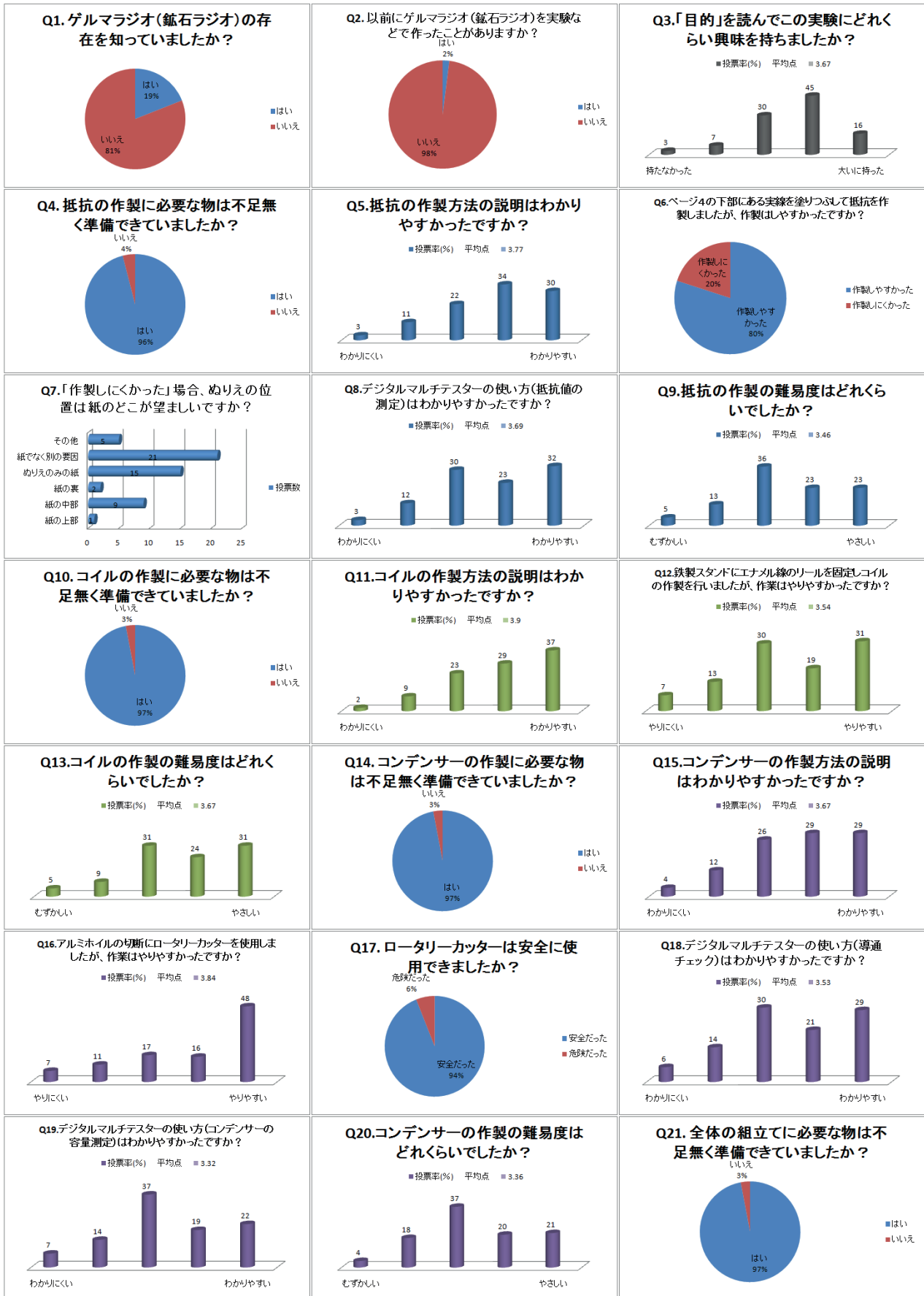


図 4 実験アンケート結果のグラフ(1)

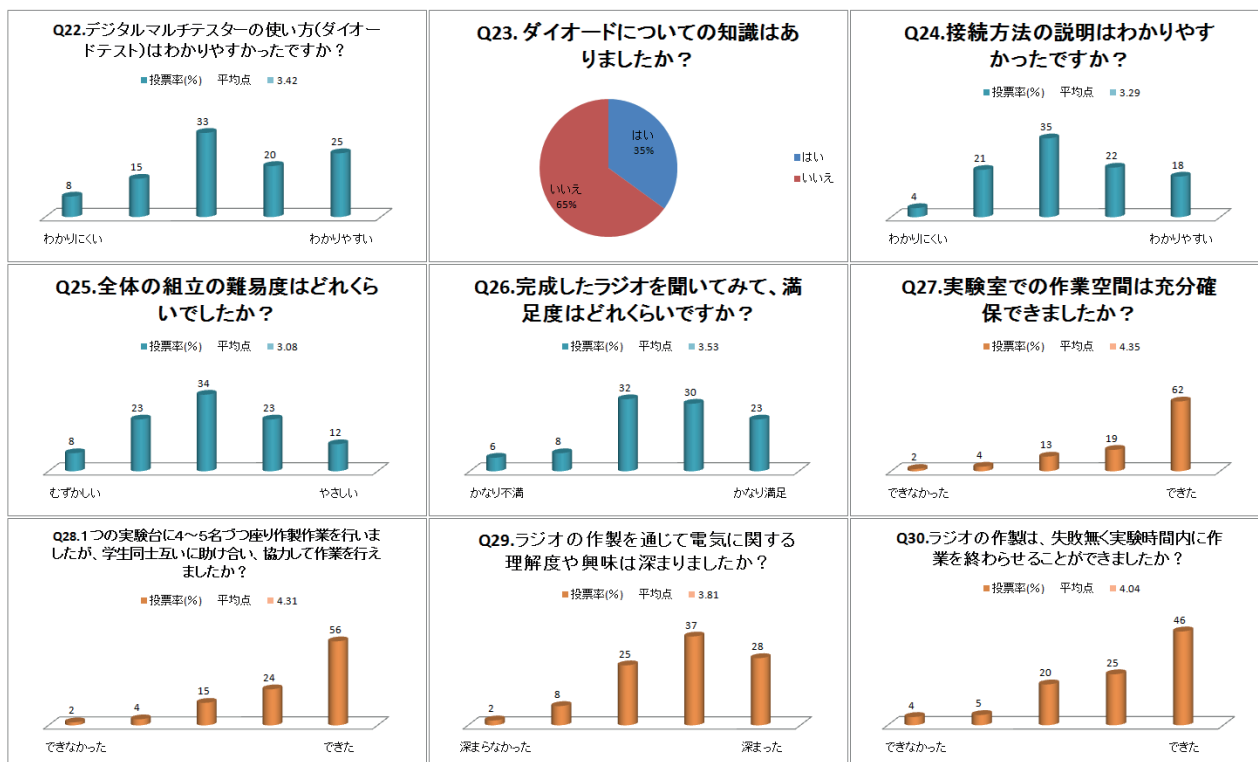


図 5 実験アンケート結果のグラフ(2)

5. 謝辞

本研究は、独立行政法人日本学術振興会の平成 22 年度科学研究費補助金（奨励研究、課題番号：22909051）の助成を受けて行われたものであり、ここに感謝の意を表します。