

中学校技術・家庭科「エネルギー変換に関する技術」 におけるラジオ教材を用いた授業実践[†]

坂本 勉*・松原 真理**・苫米地義郎*

宇都宮大学大学院教育学研究科*

宇都宮大学教育学部**

平成 24 年度から完全実施される中学校新学習要領により、中学校技術科では「エネルギー変換に関する技術」が必修化される。また平成 19 年度に行われた技術・家庭科の学力調査の結果では、エネルギー変換学習には欠かすことのできない、電気についての知識や関心が低い傾向にあることが示された。そこで筆者らは、電気回路や電気器具の仕組みが学習できる教材として、通信機器の基礎といわれるラジオ教材に注目した。今回はゲルマニウムラジオ（以下ゲルマラジオ）教材とトランジスタラジオ教材を用いて、大学生と中学生に対して実践授業を行った。その結果、本教材では電気回路の製作を通して、知識・技能の修得に効果がみられた。

キーワード：授業実践，教材開発，ラジオ，電気，エネルギー変換，技術科教育

1. まえがき

文部科学省は子どもたちの教育の充実を図るために、教育基本法などの改正や学習指導要領の改訂を行った。それにより中学校全教科は平成 24 年度までに新学習指導要領⁽¹⁾に完全移行する運びとなった。現在の中学校学習指導要領技術・家庭科（以下技術科）における「A 技術とものづくり」内の選択項目である「(5) エネルギー変換を利用した製作品の設計・開発」は、「B エネルギー変換に関する技術」として必修化されることとなった。

エネルギーの中の一つである電気エネルギーは主に熱、光、動力といった多くのエネルギーへと変換できるために、様々な機器に利用され、現在の私たちの生活に欠かせないものとなっている。また電気は電磁波（電波）との関わりが強く、通信技術の発展にも貢献してきた。特に携帯電話などの通信機器は、近年の技術の進化により多機能かつ小型・軽量化し、我々の生活において急速に広く普及した製品である。しかしその反面、製品の中身は技術の進化とともに複雑になっており、一般の人々にとっては

ブラックボックス化しつつあるといえる。

また平成 19 年度に実施された技術・家庭科初の学力調査の結果⁽²⁾が公表された。全国的な技術・家庭科の学習状況やこの教科の学習に対する生徒の意識などが明らかにされた。その中で電気関係では電気回路や、電気器具の仕組みについての理解や知識不足が示されている。

そこで、「電気や通信に関する知識・態度の育成」を目的として、「B エネルギー変換に関する技術」の学習内容である電気回路や電気器具の仕組みが学習できる教材として、ラジオに注目した。ラジオ受信機の製作は以前、技術科の教科書にも記載されていたが現在は無くなっている。しかしながらラジオは携帯電話など情報通信機器の基礎であり、また防災用品として重宝されていることから、これを教材として取り上げることは現代においても意義があることだと思われる。よって筆者等は、比較的回路が簡単で、エネルギー変換の様子が分かりやすいラジオとして、ゲルマラジオを教材として開発してきた⁽³⁾。前回、中学生を対象に授業実践を行った。

今回はそのラジオ教材を見直し、新たにトランジスタを用いたラジオ教材を開発した。大学生と中学生に対し授業実践を行い、授業実践を行った。それから分ったこの教材の学習効果などについて述べる。

[†] Tsutomu SAKAMOTO*, Mari MATSUBARA** and Yoshiro TOMABECHI**: Lesson Practice Using Radio Teaching Material for "Technology about Energy Conversion" in Technology and Home Economics course of junior high school.

* Graduate School of Education, Utsunomiya University

** Faculty of Education, Utsunomiya University

2. ゲルマラジオ教材を用いた授業実践

筆者が試作したゲルマラジオと回路図を図1と図2に示す。アンテナ、コイル、土台は自作し、材料加工の内容を含んでいる。

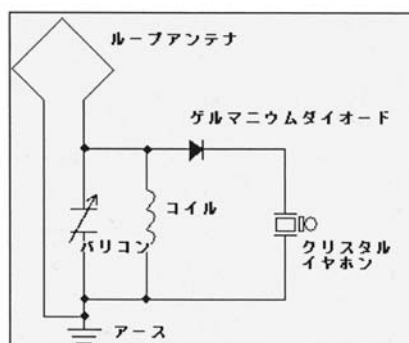


図1 ゲルマラジオの回路図

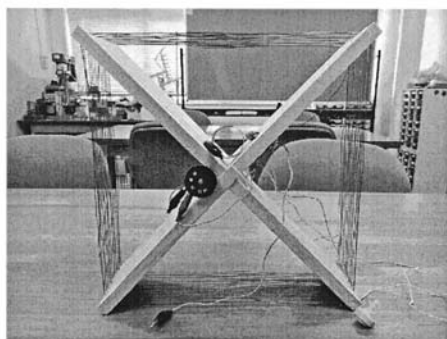


図2 ゲルマラジオ教材

この教材を用いて中学生を対象とした授業計画を立てた。そして授業実践を、宇都宮大学教育学部附属中学校平成21年度後期3年選択技術の時間内で、計10時間で行った。実施内容を表1に示す。また実践開始前と終了後に実施したアンケート調査結果を表2に示す。

事前アンケートでは対象者が電気の必要性を感じていることと、興味や知識面が一致していないことが見られたが、事後アンケートでは、どの項目でも評価が向上していた。よってラジオ教材を取り上げたことで、対象者は電気や電波を活用した機器や技術について学習できたと考える。

しかし電波の弱い場所では聞こえにくいことや、木材加工に時間がかかってしまったこと、一部支援が必要な部分があり、ラジオの調整や学習のまとめの時間が十分に確保できず、電子部品の役割などの電氣的な知識や達成感を十分に得られなかったこと

などの反省も得た。また「エネルギー変換を用いた製作品の設計」という点において、今の教材や授業内容では不十分であることも感じられた。そこで教材と学習内容の見直しを行い、より相応しいラジオ教材を用いた学習を目指す。

表1 授業実践I実施内容

授業内容	時間 (総時間)	学習指導要 領上の内容
ゲルマラジオについての説明、アンテナ枠の製作	3(3)	B(1)ア、イ、ウ
コイルの製作	3(6)	B(2)ア、イ
はんだ付けによる回路の作成	2(8)	B(2)ア、イ
ラジオの組立て・調整、学習のまとめ	2(10)	B(1)ア、ウ

表2 授業実践Iアンケート調査結果

項目	事前 平均値	事後 平均値
①電気や電波についての興味・関心	3.28	3.75
②通信についての興味・関心	3.24	3.75
③電気、電波や通信を活用した機器や技術の知識	3.00	3.94
④電気回路の仕組みについての知識	2.68	3.31
⑤ラジオについての動作原理・回路の構成の理解	2.20	3.00
⑥電気や電波の必要性	4.44	4.69

3. トランジスタを用いたラジオ教材の開発

3-1 トランジスタの利用

ゲルマニウムラジオ教材での一番大きな問題点は、聞こえにくいことであった。そこでトランジスタを用いれば、電波の弱い地域でも放送が聞こえやすくなると考えた。本教材で新たに回路設計と製作を行うラジオの回路図⁽⁴⁾を図3に示す。回路のベースは従来のゲルマラジオ教材とほぼ同様で、トランジスタを使用するために、新たに電源、スイッチ、マイクロインダクタ、セラミックコンデンサを導入している。動作原理もコイルとバリコンで放送局の周波数を選択し、ゲルマニウムダイオードで検波し、その音声信号をトランジスタで増幅し、イヤホンで検波した放送を聞き取るというようにゲルマラジオがベースとなっている。

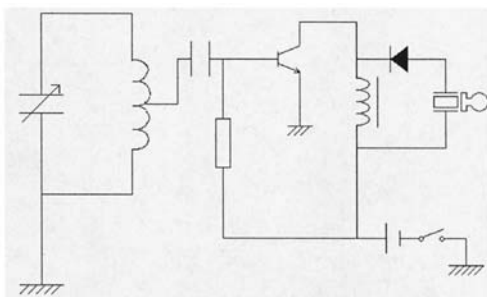


図3 トランジスタラジオ教材の回路図

トランジスタを使用し信号を増幅することで、ゲルマラジオでは放送が聞こえなかった生徒は放送を聞く機会が得られ、また放送が聞こえた生徒も、以前よりも場所を選ばずに安定して聞こえることを実感でき、どちらの立場でもより一層の達成感を得られると考えた。

しかしながら、電源を使わずエネルギーが変換される様子が分り難いという欠点がある。よって今回新たに提案する学習内容は、従来のゲルマラジオ教材を用いて通信の基礎を学習した後、発展・応用・活用としてトランジスタを使ったラジオ教材を設計・製作するという流れである。このように学習内容を2段階に設定することで、基礎で得たことを活用する場面が生まれ、より一層の習得に繋がると考えた。

3-2 材料加工の削除

これまでの教材では、アンテナ製作時に木材加工を取り入れることで、加工技能の向上も同時に狙えるものとしていた。しかし授業実践では、中学生の技能を想定した時間配分で臨んだにもかかわらず、その時間以上に時間を費やした。

そこでアンテナはあらかじめ実践者が数台用意し、受講者がそれを利用することで、時間の短縮を図り、その分の時間を最後のラジオの調整や学習のまとめなどの時間に回すことにした。

3-3 ブレッドボードを用いた回路設計の導入

授業実践において、基盤に電子部品を配置するのに手間取る生徒が多く見られた。よって基板に回路設計を配置する前に、ブレッドボード(図5)を用いて回路設計を行う。ブレッドボードは、主に電気回路のシミュレーションに使われるものだが、はんだ付けをする必要がなく、電子部品を自由に組み変

えて電気回路を作ることができるという、非常に自由度の高い道具である。

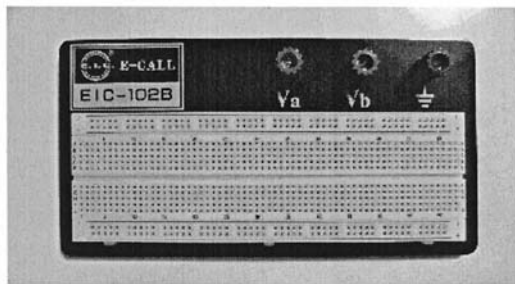


図4 ブレッドボード

ブレッドボードを学習に導入することで、回路の構成を確認しやすく、自分自身で回路図を見ながら試行錯誤をして回路を設計することができ、それによって製作だけでなく設計においても、より一層の達成感を味わうことができ、学習効果も上がるのではないかと考えた。しかし一般で売られているブレッドボードは、ユニバーサル基板よりかなり高価なところが難点といえる。そこでその問題を解決する手段として、図6のような学習プリントを制作した。

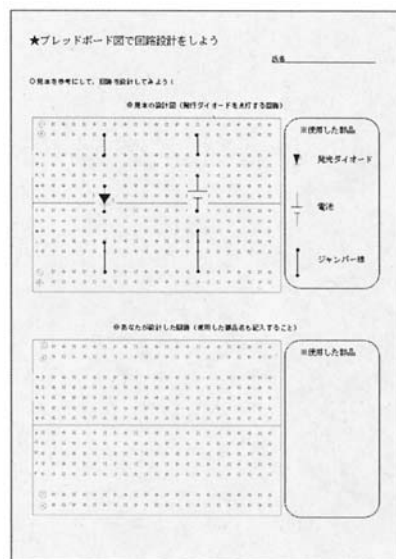


図5 ブレッドボード図

利点は記録することで、一度回路を崩しても、この図を見ながら元通りに復元できること、またこれを利用することで、1クラス分のブレッドボードが

あれば、複数クラスでの実施も可能となることからコスト面にも配慮できるといった効果が得られると考える。

3-5 大学生に対する授業実践

3-5-1 実践の概要

前節で提案した教材を中学生に対し適用する前に、大学生に対し授業実践を行った。宇都宮大学教育学部学校教育教員養成課程技術教育専攻平成22年度技術科実験実習Ⅲの時間を頂き、2週（1週135分×2）に渡り授業実践を行った。受講者数は大学3年生8名で、1週目は主にゲルマニウムラジオの設計、2週目は主にトランジスタラジオの設計を行った。材料及び費用を、表3に示す。なおループアンテナの費用は、木材とエナメル線を合わせて390円程度である。

表3 トランジスタラジオ教材の材料費

部品名	価格 (円)
ビニル導線 (2m)	60
バリコン (CBM-223, 1個)	250
みの虫クリップ (2個)	100
コイル (BA-200, 1個)	200
抵抗 (50kΩ, 1個)	10
ゲルマニウムダイオード (1N60, 1個)	20
クリスタルイヤホン (1個)	230
マイクロインダクタ (2.2mH, 1個)	100
トランジスタ (2SC1815, 1個)	40
電池ボックス (単3用, 1個)	30
乾電池 (単3, 1本)	75
スイッチ (3P, 1個)	84
コンデンサ (0.002μF, 1個)	21
計	1220

3-5-2 1週目の内容

まず事前アンケートを取り、次に通信機器の仕組みについて学ぶために、ゲルマラジオに注目させ、そのラジオに使われる部品・原理についての説明を行った。

そして電子部品をブレッドボードにつけて設計を行い、最後にエナメル線を使ってコイルの製作を行った。

3-5-3 2週目の内容

先週に設計した回路で試聴を行い、場所やコイルの向きなどを変えて、その違いを確かめさせた。ゲルマニウムラジオの時点で8人中3人が聞くことができた。

次に試聴の結果を踏まえ、聞こえた受講者が少なかった理由を考えさせたところ、原因は受信した電波が弱かったことなどが挙げられた。その後トランジスタを使用して、受信した電波を増幅することで問題の解決を図ることを提案した。新たな回路図についての説明を行った後、ブレッドボードを使用してトランジスタラジオの設計に移った。その時の様子を図8に示す。

そしてトランジスタラジオの試聴を行い、以前の試聴した条件と一緒にして、違いを感じ取らせた。結果として8人中6人が聞くことができ、受講者は音質や音量の違いを確認することができた。なお聴くことができなかつたのは、トランジスタの配置を間違えて壊してしまったからである。

最後にまとめと事後アンケート記入を行った。



図6 2週目の様子

3-6 アンケート調査

授業実践で行ったアンケート調査の結果について報告する。アンケートは事前と事後のそれぞれで同じ項目について回答させた。実施したアンケート項目を以下に示す。

アンケート項目

1. 私たちの生活にとって、機器はとても大切である
2. 機器が動く仕組みやその構造に興味がある
3. 機器には、たくさんの電子部品が使われている
4. 私たちの生活にとって、通信機器は大切である
5. 通信機器から映像・音声が発せられる仕組みを知っている

6. 通信機器の仕組み、内部構造に興味がある
7. 電子部品は、それぞれ違う役割・特徴を持っている
8. 機器は、さまざまな部品が組み合わせられ、回路が構築されている
9. 電気回路を、自分で考えて設計・製作できる

また今回のアンケート項目は、2つに大きく分けることができ、1つ目は普段の日常の視点で答える項目、2つ目は教科の視点として、機器の仕組みや構造の理解について答える項目となっている。アンケートは5段階評価で、高い数値ほど評価が高くなっている。また有意差は危険率5%として判定した。集計した表を表4に示す。

表4 アンケート調査結果

項目	事前 平均 値	事後 平均 値	有意 差 (p 値)
1. 私たちの生活にとって、機器はとても大切である	4.75	4.75	なし
2. 機器が動く仕組みやその構造に興味がある	3.63	4.13	なし
3. 機器には、たくさんの電子部品が使われている	4.25	4.63	なし
4. 私たちの生活にとって、通信機器は大切である	4.88	4.75	なし
5. 通信機器から映像・音声が発せられる仕組みを知っている	2.13	3.75	あり
6. 通信機器の仕組み、内部構造に興味がある	3.38	4.00	なし
7. 電子部品は、それぞれ違う役割・特徴を持っている	3.25	4.00	なし
8. 機器は、さまざまな部品が組み合わせられ、回路が構築されている	3.25	4.13	あり
9. 電気回路を、自分で考えて設計・制作できる	1.75	3.25	あり

上の4項目からなる日常の視点では、あまり変化が見られなかった。この原因は今回の実践の対象が

大学生であるために、今までの経験が多く、機器の必要性などは日頃から実感しているために、結果があまり出なかったと考える。また下の5つからなる教科の視点では、「5. 通信機器から映像・音声が発せられる仕組みを知っている」、「8. 機器は、さまざまな部品が組み合わせられ、回路が構築されている」、「9. 電気回路を、自分で考えて設計・製作できる」で効果があったことが見られた。よって今回の学習内容の見直しにより、本実践での狙いである「電気や通信に関する知識・態度の育成」が達成できたと考える。

4. 中学生に対する授業実践

4-1-1 実践の概要

前章で提案した授業内容や教材によって、大学生では「電気や通信に関する知識・態度の育成」に繋がることがわかった。そこで対象者を中学生とした場合に、同じように学習の効果がえられるかどうかについて検証するために授業実践を計画した。実践は、宇都宮大学教育学部附属中学校平成22年度後期3年選択技術の時間内で授業実践Ⅱを実施した。受講者数は計32名（男子31名、女子1名）で、時間数は計11時間で行った。実施内容を表5に示す。

表5 授業実践Ⅱ実施内容（中学校）

授業内容	時間 (総時間)	学習指導要 領での内容
ガイダンス、小テスト、エネルギー変換について	1(1)	B(1)ア、ウ
電子部品の役割について	2(3)	B(1)ア、イ
ゲルマラジオの動作原理、ブレッドボードの使い方	2(5)	B(1)イ、 B(2)イ
ゲルマラジオの回路設計、ラジオの試聴	1(6)	B(2)ア、イ
トランジスタについて、トランジスタを用いたラジオの説明	1(7)	B(1)ア、イ
トランジスタラジオの回路設計	1(8)	B(2)ア、イ
トランジスタラジオの製作	2(10)	B(2)ア、イ
ラジオの試聴、学習のまとめ、事後アンケート	1(11)	B(1)ア、ウ

以下、それぞれの内容について示す。

4-1-2 ガイダンス、小テスト、エネルギー変換についての説明

1時間目は、ガイダンスと小テストを行った。また残った時間で、エネルギー変換についての復習を行った。小テストについては、後述の4-2-2に記す。

4-1-3 電子部品の役割についての説明

2, 3時間目として電子部品の役割についての学習を行った。この学習を取り入れた理由は、今回の実践で回路図や電気回路の設計・製作を行う上で、回路を構成するために必要な電子部品について注目させる必要があると考えたためである。ここではダイオード、抵抗、コンデンサ、コイルを使った実験や計測を行って、それぞれの部品の特徴や役割について確認した。

4-1-4 ゲルマラジオの動作原理、ブレッドボードの使い方の説明

4, 5時間目では、回路設計時に使うブレッドボードに慣れるために、その基本的な使用方法についての学習を行った。まずは簡単なサンプル回路図を与えて、それを見ながらボード上に回路を作らせた。そして最後に課題としてLEDをON-OFFさせる回路図を2つ提示して、ブレッドボード上に回路を設計させた。その時の様子を図7に示す。

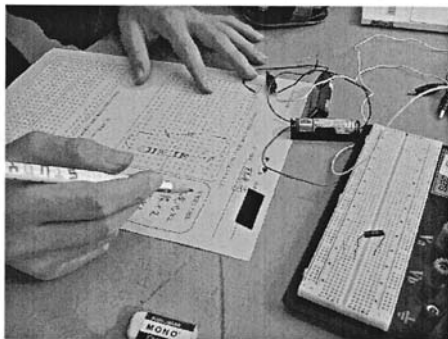


図7 4, 5時間目の様子

4-1-5 ゲルマラジオの回路設計、ラジオの試聴

6時間目はゲルマラジオの設計を行った。まず復習としてゲルマラジオの回路図を提示して、部品の構成や動作原理の説明を行った。その後、必要な部品を配り、ブレッドボード上に回路を設計させて、ラジオを試聴させた。このときに体験を通じて、受

信環境に左右されやすいことを捉えさせるために、様々な場所で試聴するように指示した。最初はブレッドボードを用いた回路設計などに手間取っていたが、最終的には個人単位でブレッドボードを使用することができており、出来上がったラジオを手に取り、指示を出さなくてもラジオが聞こえるかどうかを確認している様子が見られるなど、積極的に授業に参加している者が多く見られた。

結果として、約半数の生徒が、音量は少ないものの放送が聞こえることを確認できた。

4-1-6 トランジスタについての説明、トランジスタを用いたラジオの説明

7時間目では、より安定して聞くことができるラジオを作ることを目標として、トランジスタラジオについて注目させた。前の時間の試聴状況を聞き、生徒から聞こえる場所と聞こえない場所があったことや、音量が少なくて聞き取りにくいことが問題点として挙がった。そこでトランジスタの増幅作用について注目させて、それを導入することでより良く聞こえるラジオ受信機の製作を達成させようとした。

4-1-7 トランジスタラジオの回路設計

8, 9時間目では、ブレッドボード上に電子部品を配置させてトランジスタラジオを設計した。

部品の配置によっては、回路がショートしてしまうことが考えられたので、安全を考慮して最初はブレッドボード図で構想させ、次に生徒には電池を渡さずにブレッドボード上で回路設計させ、教師の了承を得た生徒から電池を使ってラジオを試聴させるようにした。

過去の実験や設計の体験を活かし、注意しながら部品を配置している生徒が多数見られた。その時の様子を図8に示す。

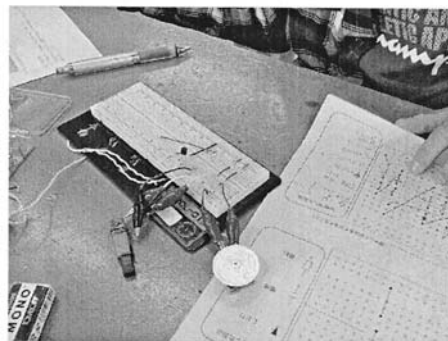


図8 8, 9時間目の様子

4-1-8 トランジスタラジオの製作、ラジオの 試聴、学習のまとめ、事後アンケート

10, 11時間目ではトランジスタラジオの製作を行った。前の時間で設計した回路を見て、ラゲ板上に部品を配置してから、はんだ付けによってラジオを製作した(図9)。

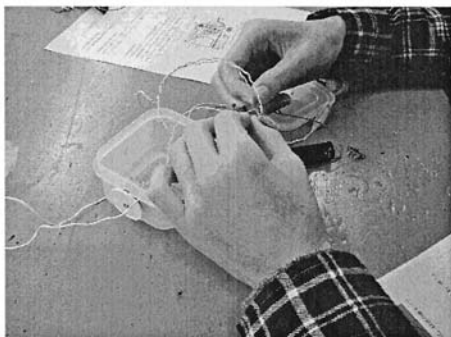


図9 10, 11時間目の様子

完成した生徒のほとんどが、自作したラジオに興味を持ち、教師が指示しなくても様々な場所で聞けるかどうかを確認していた。最後にアンケートと小テストを実施した。

4-2 アンケート調査

実践開始前と終了前のそれぞれにおいて、アンケート調査を実施した。実施したアンケート項目は、大学生を対象とした授業実践で行ったアンケート項目と同じである。事前・事後アンケート調査の結果を表6に示す。なお有意差は危険率5%としている。

表6 アンケート調査の結果

項目	事前	事後	p 値	有意差
1	4.91	4.93	0.782	なし
2	4.66	4.57	0.607	なし
3	4.66	4.63	0.899	なし
4	4.88	4.83	0.737	なし
5	2.84	3.43	0.020	あり
6	4.44	4.40	0.775	なし
7	3.84	4.33	0.039	あり
8	4.03	4.30	0.191	なし
9	2.38	3.10	0.003	あり

この表から、「機器の仕組みについての理解」、「電子部品の役割」と「回路の設計・製作」で有意差が

見られる。よって今回の実践結果から、中学生を対象とした場合でも「電気に関する知識・態度の育成」に繋げることができたと考えられる。

4-3 小テスト

受講者に対して学習の理解度の確認を計ることを目的とした、小テストを事前と事後のそれぞれで行った。事前、事後ともに、「電子部品に関する問題」と「電気回路の構成に関する問題」による大問2問を出題した。出題した問題は以下のとおりである。

・事前小テスト

①家電製品などに使われている電子部品の名称・効果などについて、今あなたが知っている限りの知識でまとめて答えてください。

②今あなたはLEDを使ったランプを作ろうとしています。以下に示す電気図記号から、ふさわしいと思う記号を選択・使用して、スイッチを入れて明かりをつける装置について、回路図を作って説明してください。

・事後小テスト

①下のA群にある電子部品についての説明にふさわしいものをB群から探し、線をつなげなさい。

②右図はゲルマニウムラジオの回路図である。このラジオは主に4つの部門(①~④)に分かれている。その説明としてふさわしいものを、下のアからエの選択欄から選び、下線部に記入しなさい。

事前小テストは、受講者のこれまでの学習の定着度を確認するため、及びこの事前小テストの結果によって、実践内の学習内容の変更を考えたために、2問とも自由記入で解答させた。事後小テストは2問とも正しいと思う解答を選ぶ問題(選択式)とした。この小テスト結果を評価するにあたって制作した基準表を表7と表8に示す。

また小テストの結果を表9に示す。この結果から、設問①・②の両方で、事前のB・C判定が中心の分布から、事後のA判定が中心の分布へと変化していることがわかる。このことから本実践によって、電子部品についての理解や、電気回路についての理解に繋げることができたと考えられる。

表7 事前テストの評価基準表

設問	A判定	B判定	C判定
1. 電子部品の名称・効果などについて	部品の名称と役割・機能の両方が3つ以上記入	「部品の名前だけが4つ以上記入」, 又は「部品の名称と役割・機能の両方が2つ以上記入」	その他
2. 電気回路の設計(LEDを使ったランプ)と動作の説明	回路図が正しく、回路の説明も十分にできている	回路図の間違いが3箇所まで	その他

表8 事後テストの評価基準表

設問	A判定	B判定	C判定
1. 電子部品の名称とその機能・効果	全てを正しく結び付けられている	ほとんどが正しく結び付けられている(間違いが1~3箇所)	その他
2. ゲルマラジオ回路図の理解	回路図を見て、全ての機能が把握できている	ほとんどの機能が理解できている(間違いが1~2箇所)	その他

表9 小テストの結果

設問	A判定(人)	B判定(人)	C判定(人)
事前①	5	12	15
事前②	0	24	8
事後①	27	3	0
事後②	23	6	1

5. まとめ

これまで筆者らはゲルマラジオ教材を用いた中学校技術科の教材を開発してきた。この教材を用いた授業実践を行ったところ、電気や電波を活用した機器や技術について学習できたと感じさせることができたが、より電気に関する高い興味・関心や知識を持つことのできるような学習内容や教材の改良が必要であることも挙げた。

そこで放送がより聞こえやすいラジオ教材を検討し、トランジスタを導入することにした。そしてよ

り一層の習得を目指し、「ゲルマラジオでの学習」から「トランジスタラジオを用いた学習」という2段階学習を取り入れた授業内容を考案した。同時に加工時間の見直しや、ブレッドボードによる回路設計を導入した。

以上の新たな教材や学習内容を用いて、まず大学生を対象とした授業実践を行った。事前・事後アンケート調査の結果から、大学生たちにおいては、本研究での狙いである「電気や通信に関する知識・態度の育成」が達成できたことが見られた。

次に中学校技術科において授業実践を行った。事前・事後アンケートや事前・事後小テストの結果から、電子部品の役割、電気回路の構成や通信機器の仕組みについて、十分に学習できたことが見受けられた。よって中学生を対象とした場合でも、本研究で目的としている「電気に関する知識・態度の育成」に繋がられたと言える。

参考文献

- (1) 文部科学省：中学校学習指導要領解説技術・家庭編，教育図書，(2008)
- (2) 国立教育政策研究所教育課程研究センター：特定の課題に関する調査(技術・家庭)調査結果(中学校)，(2009)
- (3) 坂本勉，松原真理，苫米地義郎：中学校技術科におけるラジオ教材を用いた授業実践，宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要，第33号，pp. 133-140，(2010)
- (4) 子供の科学のラジオ：
http://www5a.biglobe.ne.jp/~toyoyasu/Radio_1.htm