

中学校技術科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指導要領より、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。今回はこの教材を用いて、中学生に対して実践授業を行った。その結果、本教材は、電気と材料加工の学習が可能であり、電気回路の製作を通して、知識・技能の修得に効果が見られた。

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。

さらに平成 19 年度に実施された技術・家庭科初

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。

そこで本研究では、エネルギー変換に関する技術の学習内容の一つ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、通信機器の基礎といわれるラジオを取り上げた。この教材は電気回路製作を通じて、その知識や技能を習得させることを狙いとしている。そしてこのラジオ教材を用いた授業実践を行ったので、その学習効果などについて述べる。

2. 学力調査について

平成 21 年 3 月に国立教育政策研究所教育課程研究センターは、平成 19 年度に実施した「特定の課題に関する調査（技術・家庭）」の調査結果を公開した。

特定の課題に関する調査は、平成 15 年 10 月 7 日の中央教育審議会答申「初等中等教育における当面の教育課程及び指導の充実・改善方策について」において提言されたものであり、技術・家庭科における基礎・基本となる知識・技能の実現状況、及び、基礎・基本となる知識を生活の中で活用して、生活を工夫し創造する力の実現状況に焦点をあてて調査を行っている。そしてこの調査は、全国の無作為に選んだ国公私立中学校に通う中学 3 年生を対象としている。

そこで今回公開された結果の中から、本研究に関

[†] Tsutomu SAKAMOTO*, Mari MATSUBARA** and Yoshiro TOMABECHI**: Lesson Practice Using Radio Teaching Material for Technology Education in Junior High School.

* Graduate School of Education, Utsunomiya University

** Faculty of Education, Utsunomiya University

連する調査結果について取り上げる。

①調査問題（内容B 調査I）

図1は実際に実施された調査問題の1つである。ボール盤の回路図（直列回路）を問いとした簡単な電気回路についての設問における通過率（集計対象とした生徒数のうち正答、又は準正答を解答した生徒数の割合）が35.0%（3択問題で“1”が正答）。誤って“2”を選択した生徒が39.6%だったという調査結果が示されている。

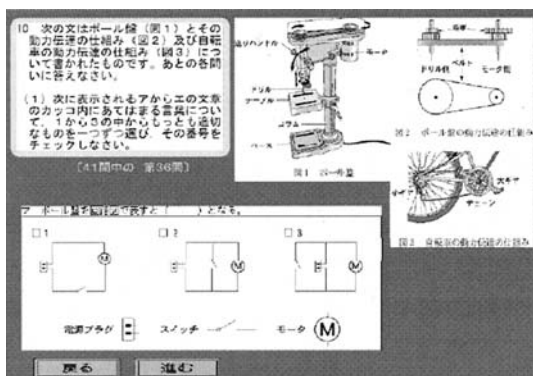


図1 実施された調査問題

②質問紙調査

今回の調査では学力調査に加えて、学習内容に対する意識や関連する生活体験、教師の指導方法や指導形態などの実際についてを把握するための質問紙調査（生徒と学校それぞれを対象）も行われた。

その中の「簡単な電気回路の仕組みについて理解できましたか」という調査では、図2に示すように“できた”又は“どちらかといえばできた”と解答した生徒が59.9%である。

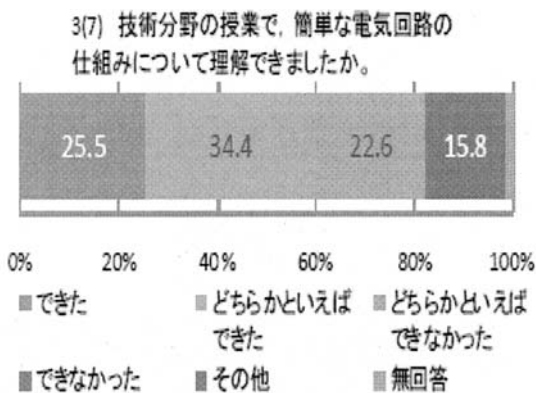


図2 生徒質問紙3(7)の集計結果

また「生活で使われている電気器具などの仕組みを知りたいと思いますか」では、図3に示すように“そう思う”又は“どちらかといえばそう思う”と解答した生徒が46.0%という調査結果が示されている。

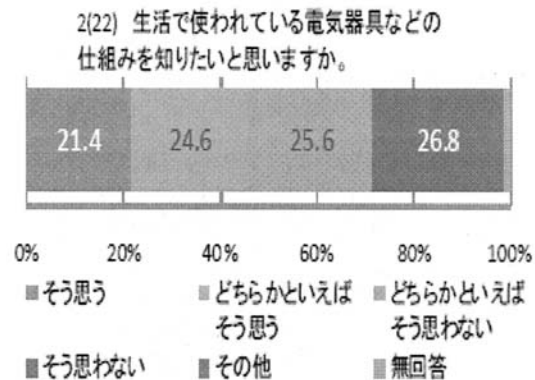


図3 生徒質問紙2(22)の集計結果

このように調査問題での通過率と、質問紙調査の結果が一致していないところなどを見ると、身近にあるエネルギーである電気についての知識、能力や関心が若干少ないと感じられる。

さらに調査結果内の「分析結果から見た主な課題と指導上の改善」（以下「課題と指導上の改善」）では、「（前略）～一つの機器で学習した事項が他の機器にも応用できるように、基本的な電気回路や原理的に共通する動力伝達の仕組みなどを重点的に取り上げたり、～（以下略）」と記されている。

そこで電気回路の仕組みや原理の理解を高めるために、本研究では比較的にわかりやすい電気回路であるゲルマニウムラジオに注目した。

また「課題と指導上の改善」において、「（前略）～道具の仕組みを生かして正確に加工するという点では課題が見られた。～（以下略）」と記されていることから、電気学習と同時に材料加工学習を導入することも検討した。

3. 教材について

3.1 回路及び完成品

本教材で利用したゲルマニウムラジオの回路図を図4に示す。このラジオは電源を必要としないので電波のエネルギーが音に変換される様子を実感しやすいと思われる。また回路が比較的簡単に理解しやすく、使用する電子部品を自作することで各部品

の役割を理解することができる。

またアンテナやラジオの土台などを木材で製作し、他領域である加工技術の習得も狙えるものとなっている⁽³⁾。

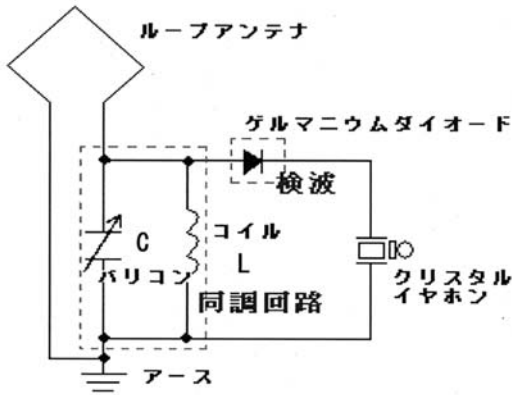


図4 本教材の回路図

本授業実践で用いるラジオ教材の完成品を図5に示す。本教材の特徴は、土台を作らずループアンテナの中に各部品を設置しているところである。これは持ち運びやすさを考慮した結果、このような形になった。

次節ではループアンテナ、コイル、バリコン、コンデンサ（以下バリコン）、回路について述べる。

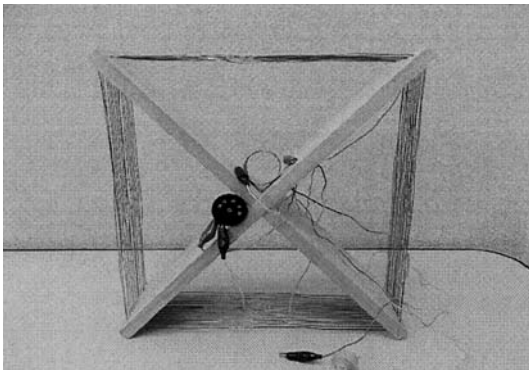


図5 ラジオ教材

3.2 ループアンテナ

今回製作したアンテナ（図6）はループアンテナと呼ばれるものである。このアンテナは磁界で動作し、導線で囲まれた面積が大きいほど、または導線の巻数が多いほど、誘起電圧が大きくなる。またこのアンテナは指向性がある。これらの特徴を念頭に置き、中学生でも持ち運べる大きさ、加工がしやす

い大きさを考慮したアンテナの設計を行った。

アンテナは図7に示すように、 $400 \times 100 \times 13\text{mm}$ の木材を2枚取り、のみを使ってかきとり、相かき継ぎを用いて組み立てる。またエナメル線を等間隔で巻きつけるために、木材のこぐち面に深さ10mmの溝を作った。エナメル線の巻数は16回である。ここでは領域Aで取り扱う木材の切断、木材を削る、木材の接合といった加工法の内容を含む。

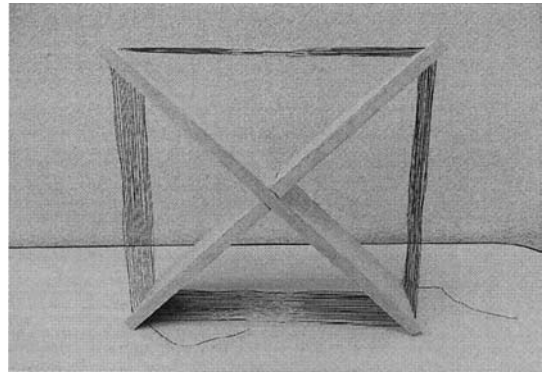


図6 木材を使用したアンテナ

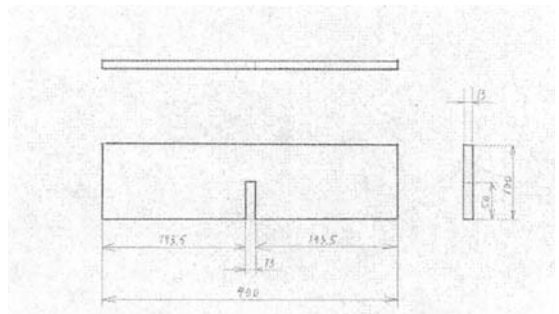


図7 使用した製図（正投影図）

3.3 コイル

同調回路の固有周波数 f [Hz] とコイルのインダクタンス L [H]、コンデンサの静電容量 C [F] には式(1)の関係がある。

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1)$$

この式の f にNHK第二放送の周波数(693kHz)、 C に市販ポリバリコンの容量を代入し、所望する L

を求めると $355\mu\text{H}$ となった。

またコイルのインダクタンス L とコイルの長さ l [m]・透磁率 μ [H/m]・断面積 s [m²]・巻数 n には長岡係数 k を介し式 (2) の関係がある。

$$L = \frac{k\mu n^2 s}{l} \quad (2)$$

この式よりトイレットペーパーを芯とすると、エナメル線の巻き数は 90 回となる (図 8)。

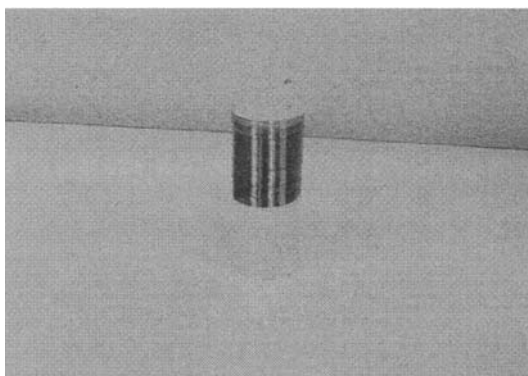


図 8 自作コイル

3. 4 バリコン

コンデンサの静電容量 C [F] は式 (3) で算出される。

$$C = \epsilon T/d \quad (3)$$

T ; 金属板が重なる面積 [m²], d ; 金属板同士の距離 [m], ϵ ; 誘電率 [F/m]

バリコンの仕組みを説明するための教材として、アルミ板を使ったバリコンを製作した (図 9)。このバリコンは 3 枚のアルミ板を加工して重ねたもので、真ん中のアルミ板を移動させることでアルミ板が重なる面積が変化し、容量も変化する仕組みになっている。

しかし生徒に製作させるラジオでは市販のバリコンを利用する。これは以前の研究^④により、バリコンの製作精度が周波数の選局に大きく影響することがわかっていたためである。

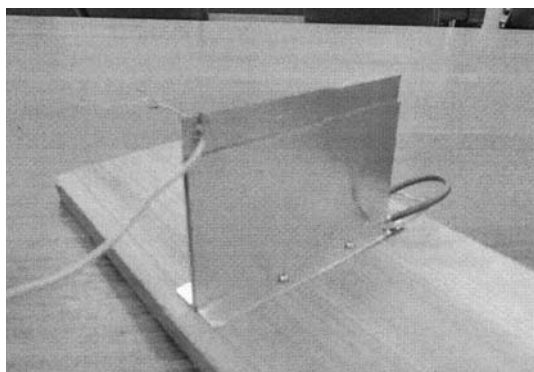


図 9 アルミ板を使ったバリコン

3. 5 回路

図 4 の回路図からユニバーサル基板上に回路を製作する。図 10 に示すように、ゲルマニウムダイオードやクリスタルイヤホンなどは、はんだ付けによって直接付ける。またコイルやバリコンはワニ口クリップによって挟むことで、回路として成り立つようになっている。

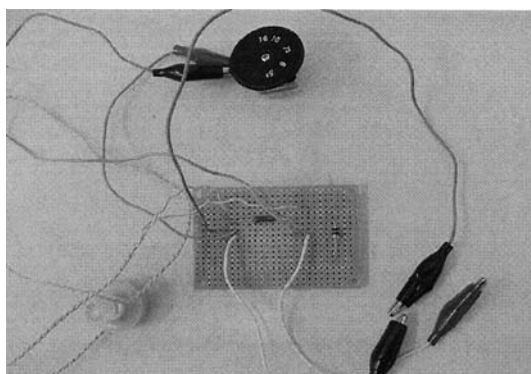


図 10 回路

3. 6 教材の部品・事前準備

使用する教材の部品を表 1 に示す。また本教材は 1 人 1 台製作するために、実践前の準備として、ポリバリコンやゲルマニウムダイオードなどの製作に使う電子部品などは、あらかじめに人数分を用意した。

なおアンテナ製作用とコイル製作用のエナメル線は、見分けをつけるために線の直径をそれぞれ 0.8 mm, 0.2mm とした。1 人分の費用は約 1,500 円程度である。

表 1 本教材の部品表

材料	個数
アンテナ用木材 (スギ, 450×210×13mm)	1 個
ポリバリコン	1 個
ビニル電線 (2m)	1 本
ゲルマニウムダイオード	1 個
クリスタルイヤホン	1 個
抵抗 (1kΩ)	1 個
アンテナ用エナメル線 (φ0.8mm×18m)	1 本
コイル用エナメル線 (φ0.2mm×11m)	1 本
ユニバーサル基板	1 個
ワニ口クリップ	5 個
木ねじ	6 個

4. 授業実践

4. 1 実践計画

今回の授業実践は、2009 年 7 月から 9 月において、宇都宮大学教育学部附属中学校「3 年選択技術」の中で計 10 時間かけて行った。受講者数は 25 名であった。また本実践の計画を表 2 に示す。

表 2 実践計画

内容	時間
1. ガイダンス, アンテナ枠製作	1～3
2. アンテナ, コイル製作	4～6
3. 回路製作	7, 8
4. 仕上げ, チューニング, まとめ	9, 10

4. 2 授業内容

4. 2. 1 ガイダンス, アンテナ枠製作

この時間では、まず実践前アンケートを実施した後に、ゲルマニウムラジオの動作原理についての説明を行い、その後にアンテナ枠の製作を行った。

アンテナ枠の製作では、生徒に図面(図 7)を渡し、材料取りするように指示した。1 年次にのこぎりを使用した経験があったので、のこぎりの扱い方などは正しくできていた。

しかし接合部分の欠き取りに使ったのみは、使用したことがない生徒が大半だったために時間がかかった。また加工技能に自信がないものは、糸のこぎ

りを使って作業を進めていたが、糸鋸盤は一台しかなかったために、作業時間が大幅に超過した。

4. 2. 2 アンテナ, コイル製作

この時間では、アンテナを完成させ、同調回路のコイルの製作を行った。

アンテナ用とコイル用のエナメル線はそれぞれ別に用意し、さらに複数人が同時に作業できるように、アンテナ用のエナメル線(16m×13 人分)を 2 つと、コイル用(10m×9 人分)の 3 つをあらかじめ用意した。

アンテナは全ての生徒が時間内に完成したが、コイル製作は時間がかかった。

4. 2. 3 回路製作

この時間では、基板に電子部品をはんだ付けして回路を製作した(図 11)。はんだ付けの経験がない生徒たちには、はんだ付けについて説明し、実際に練習をさせてから回路の製作に移らせた。

実践者の見本を用意したにも関わらず、基板にどのように電子部品を配置するか迷ってしまう生徒がたくさん見られた。



図 11 回路製作時の様子

4. 2. 4 仕上げ, チューニング, まとめ

この時間では、今までの製作した部品を組立てた。組立てが完了した生徒からラジオのチューニング作業に移らせた。そして最後に実践後アンケートを行った。

この時間までの作業に遅れが生じている生徒がほとんどだったので、はんだづけ作業から始める生徒もいたために、計 10 時間内で最後のチューニング作業まで到達した生徒はほとんどいなかった。

なお完成できなかった生徒の作品は、指導者がチューニングを行った。その結果、すべてのラジオから放送を聞くことができた。

5. アンケート結果・分析

5. 1 アンケート内容

今回の授業実践において、受講者に対して実践前と実践後のそれぞれでアンケートを行った。アンケートの内容を以下に示す。なお、どのアンケート項目も1から5で設定しており、数字が大きいほど高い評価となっている。

①電気や電波についての興味・関心

(前「電気や電波について興味がある」；後「今回の製作によって電気や電波について興味を持つことができた」)

②通信についての興味・関心

(前「通信について興味がある」；後「今回の製作によって通信について興味を持つことができた」)

③電気、電波や通信を活用した機器や技術の知識

(前「電気や電波を活用した機器や技術を知っている」；後「電気、電波や通信を活用した機器や技術として、ラジオがあることを知ることができた」)

④電気回路の仕組みについての知識

(前「今までの学習で、簡単な電気回路の仕組みについて理解できていると感じている」；後「今回の製作で、あなたは簡単な電気回路の仕組みについて理解できたと感じた」)

⑤ラジオについての動作原理・回路の構成の理解

(前「『電源(電池)を使わないラジオ』について知っているか」；後「『電源(電池)を使わないラジオ』について動作原理・回路の構成などが理解できた」)

⑥電気や電波の必要性

(前・後「私たちの生活の中で、電気や電波は必要だと思う」)

5. 2 項目別の結果・分析

5. 2. 1 ①「電気・電波についての興味・関心」

表3の分布より、実践前には拡散していた評価が、実践後には低い評価を付けたものが減少している。よって现阶段では実践前後での変化は微増ではあるが、低い評価を付けた割合が減少したという点から、電気・電波についての興味・関心は増加したと考え

られる。

表3 項目①「電気・電波についての興味・関心」の集計結果

評価	実践前 (%)	実践後 (%)
1	12.00	0
2	12.00	6.25
3	32.00	31.25
4	24.00	43.75
5	20.00	18.75

5. 2. 2 ②「通信についての興味・関心」

表4の分布より、項目①と同様に、実践前には拡散していた評価が、実践後には低い評価を付けたものが減少している傾向が見られる。よってこちらも低い評価を付けた割合が減少したという点から、通信に関する興味・関心についても、本実践によって増加したものと考えられる。

表4 項目②「通信についての興味・関心」の集計結果

評価	実践前 (%)	実践後 (%)
1	12.00	0
2	12.00	0
3	36.00	50.00
4	20.00	25.00
5	20.00	25.00

5. 2. 3 ③「電気・電波や通信を活用した機器や技術の知識」

表5の分布より、実践後には低い評価を付けたものが減少し、高い評価の割合が増えている。よって今回のラジオを製作するという授業によって、電気や電波などを活用した機器や技術について、生徒ひとりひとりが興味・関心や知識・理解を深めることができたと考えられる。

表5 項目③「電気・電波や通信を活用した機器や技術の知識」の集計結果

評価	実践前 (%)	実践後 (%)
1	16.00	0
2	20.00	12.50
3	28.00	25.00
4	20.00	18.75
5	16.00	43.75

5. 2. 4 ④「電気回路の仕組みについての知識」

表6の分布より、実践前では比較的低い評価の割合が多かったが、実践後には減少している。しかし実践後でも評価1と評価2の割合が合わせて31.25%存在している。

この教材の特徴として、電気の学習だけでなく、材料加工についても扱うことで、加工技能の定着も図ることも設定している。今回材料加工に時間がかかりすぎて、時間内にラジオを完成させられなかったことで、まとめの時間が取れなかったことが原因と思われる。

生徒の加工技術の能力の差以外に、事前に準備した道具や材料が不足するという問題が発生し、結果的に生徒間での作業進行が、授業が進むにつれて差ができてしまい、説明を聞きながら作業をするというバランスが取れなくなった生徒が出てきたことも原因の一つとして考えられる。

表6 項目④「電気回路の仕組みについての知識」の集計結果

評価	実践前 (%)	実践後 (%)
1	24.00	6.25
2	20.00	25.00
3	28.00	18.75
4	20.00	31.25
5	8.00	18.75

5. 2. 5 ⑤「ラジオについての動作原理・回路の構成の理解」

表7の分布より、実践前の低い評価の割合が実践

後には減少していることがわかる。しかし項目④と同じく、実践後においても低い評価の割合が37.5%存在している。

この項目は動作原理や回路の理解であるので、項目④との関わりが強いと感じた。よって項目4で取り上げた生徒の意識的な部分や作業の遅れが影響していると考えられる。

表7 項目⑤「ラジオについての動作原理・回路の構成の理解」の集計結果

評価	実践前 (%)	実践後 (%)
1	44.00	0
2	20.00	37.50
3	20.00	31.25
4	4.00	25.00
5	12.00	6.25

5. 2. 6 ⑥「電気や電波の必要性」

表8の実践前アンケートの結果から、電気や電波についての必要性は、元々実生活を通して高い意識があったと推測できる。実践前後ではあまり変化は見られなかったが、実践を通じて自分たちの周りには、どれだけ電気が使われているかについて改めて考えることができた。

表8 項目⑥「電気や電波の必要性」の集計結果

評価	実践前 (%)	実践後 (%)
1	4.00	0
2	0	0
3	8.00	12.50
4	24.00	6.25
5	64.00	81.25

5. 3 全体の結果・分析

設定したアンケートの平均値の結果を図12に示す。図12より、各項目ともに実践後の数値が上昇したことが見られた。その中でも特にラジオを取り上げて製作したことより、主に項目③の「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

じている生徒が多数見られた。

このような結果から本実践で用いたラジオ教材は、生徒自身に関わりのある電波通信技術について学習し、さらにその技術の必要性を実感できる教材として、とても興味深いものといえる。また材料加工の面から見ると、相かき継ぎによる接合方法を導入し、各自がこだわりを持ち、時間をかけて作業を行っていた。そこから本教材は寸法に沿って、正確に材料取りをすることの重要性を実感できる教材であると考える。

しかし実践面については、材料不足や時間不足によって、指導がうまく行き届かなかったことがあった。授業内容や材料の準備状況を踏まえて、授業計画全体を見直す必要があると考える。

また本教材は生徒に興味を持たせられたことから、さらにラジオの感度を高めることや、音量を大きくすることを目的としてトランジスタを使用したラジオを製作するというような、さらなる発展学習をこの後に導入することで、より一層の定着や学習の深化が狙えると推測する。

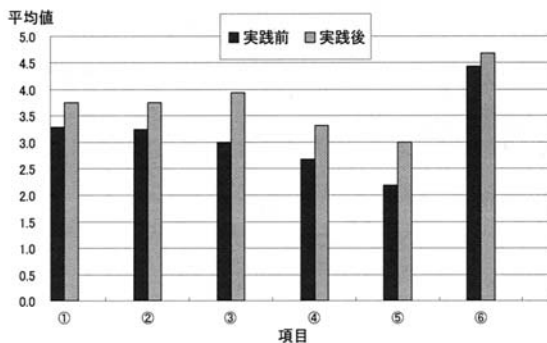


図 1 2 実践前後アンケートによる平均値の結果

6. まとめ

今回はまず技術・家庭科で実施された学力調査の結果から、基本的な電気回路の仕組みや機器の原理をさらに取り上げていくことが、電気に関しての興味・関心に繋がると考察した。

そこでラジオ教材を用いて、中学生を対象とした授業実践を実施した。実践前と実践後それぞれでアンケートを行い、次の結果が得られた。

- (1) 電気・電波・通信についての関心や知識が高まったことが見られた。
- (2) 電気・電波・通信を活用した機器や技術の知識

を深めることができた。

(3) 以前に学習した材料加工に関する技能を活用する機会を設けたことで、その技能や知識をさらに高めることができた。

(4) 電気回路やラジオの動作原理の理解については、若干の効果が見られたが、あまりできなかったと回答した生徒が少なからず存在していることがわかった。

(5) 電気・電波の必要性については、前後共に高い数値であることから、高い意識が維持できていることがわかった。

(6) 本ラジオ教材は電気回路の製作を通してその知識・技能の修得ができる。また、今回の 10 時間の授業実践計画は電気の学習に加え材料加工の学習も加えたため、学習内容が広範囲となった。そのため授業時間数の不足が生じた。

今後は学習内容全体を見直すとともに、ラジオ教材によって生まれた電気についての興味・関心や知識をさらに深めていくための教材や支援方法について検討していきたい。

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) 坂本勉他：“技術科学生のための教材作り”，宇都宮大学教育学部 教育実践総合センター紀要第 32 号，(2009)