

原著

技術科教育における乾電池の有効利用を題材とした 「バッテリーチェッカー」の製作

安東 茂樹*, 寺石 稔**, 坂口 喜啓***, 浅田 寿展****

兵庫教育大学学校教育学部*, 大阪教育大学名誉教授**, 神戸大学発達科学部附属明石中学校***, 兵庫県三田市立藍中学校****

Making of "Dry Cell Checker" as Subject Matter on Effective Use of Dry Cell for Teaching in Industrial Arts

Shigeki ANDOH*, Minoru TERAISHI**, Yoshihiro SAKAGUCHI*** and Toshinobu ASADA****

* : Faculty of School Education, Hyogo University of Teacher Education

** : Professor Emeritus, Osaka Kyoiku University

*** : Junior High School to Faculty of Human Development, Kobe University

**** : Ai Junior High School (municipal), Sanda City, Hyogo Prefecture

We took up "Dry Cell Checker" to measure residual quantities of electric energy in used dry cells as practical subject matter in the field of Electricity for Industrial Arts in junior high school.

This subject is largely occupied by the learning content of Electricity, but it also extends to Metal and Wood Processing according to its development and application. Dry cell checkers can be completed in some fifteen school hours. The subject matter enables students to think about the effective use of dry cells that they often use in daily life, and they are also made to learn partly about environmental problems.

Key words: field of electricity, practical subject matter, dry cell, electric energy, dry cell checker, effective use

I はじめに

これまで、技術科教育における電気領域の題材として、市販のキット化された電気スタンドやインターホンおよびラジオが主に用いられ、生徒に創意工夫させる部分が欠如していると指摘(安東茂樹, 1997・1998)されてきた。そこで、製作の過程で、各生徒に対応した展開と創意工夫することができる題材の必要性、並びに教科目標に示されている「生活に必要な基礎的な知識と技術の習得」(文部省, 1989)を達成するために、生活と環境との関係について学習することが重要であると考えた。

本研究においては、資源の利用を考える環境学習を含んだ指導法として、電気領域の学習に「バッテリーチェッカー」を取り上げた。そして、各家庭で使用されている乾電池の電気エネルギーの残量をできる限り正確に測定し、エネルギー残量を有効利用させること

を学習のねらいとした。これは、小さな負荷抵抗の電気機器で使用できなくなった乾電池でも、大きい負荷抵抗の電気機器では使用できると考えられたからである。

市販されている「バッテリーチェッカー」は、電気エネルギーの残量をだまかに点灯表示か目盛表示で判別や測定するようになっている。そのため、電気容量が少なくても稼動する時計のような電気機器に使用する乾電池を、使用不可として指示することが推測される。したがって、乾電池が持っているエネルギーの有効利用と各生徒の使用目的の対応を考え、豊かな発想を生かすことができる題材として「バッテリーチェッカー」の開発とその実践に取り組んだ。

II 題材としての「バッテリーチェッカー」の内容

本題材の「バッテリーチェッカー」の適用対象として、日常生活で電気機器に最も数多く使用されている

マンガン乾電池およびアルカリ乾電池（松下電池工業、1992）の、単1から単3までのサイズを用いることにした。この他の一次電池であるリチウム電池、酸化銀電池、水銀電池、そして空気電池などは、放電特性における電圧降下が急激なため、電気エネルギーの残量の測定が困難であった。そのため、マンガン乾電池およびアルカリ乾電池以外の乾電池は取り扱わないことにした。

電気領域の題材としての「バッテリーチェッカー」は、

- ① 電気エネルギーの有効利用について、意識の向上につながる。
- ② 基本的な電気回路の仕組みが理解でき、電気機器の学習へ応用や発展させることができる。
- ③ 製作を通して、電気領域の内容から木材加工領域や金属加工領域の内容まで学習することができる。などの学習内容を含む。この学習を通して、生徒は身近な生活における乾電池の価値と生活環境を見つめ直すきっかけをつかむことが期待できる。

1 「バッテリーチェッカー」の使用範囲

最初に、生徒の家庭にある乾電池を用いた電気機器の、使用時の電圧と電流を測定することにより負荷抵抗を調べる。その結果、「置き時計」は8.8~36kΩで、

表1 乾電池電源の電気機器使用時の状況

電気製品名	電池	状況	電流(mA)	電圧(V)	負荷抵抗(Ω)
目覚まし時計 (Head phone)	単2×1	通常	0.055	1.60	29091
		ベル時	70	1.55	22.1
目覚まし時計 (ルパン三世)	単3×1	通常	0.3	1.55	5176
		ベル時	4.4	1.55	35.2
目覚まし時計 (Bell Alarm)	単2×1	通常	0.14	1.55	11071
		ベル時	52	1.50	29.0
置き時計 (Cougar Quartz)	単3×1	通常	0.05	1.80	36000
置き時計 (Quartz)	単3×1	通常	0.05	1.60	32000
置き時計 (Hisiamazon)	単3×1	通常	0.16	1.41	8812.5
懐中電灯 (FF-111C)	単1×2 (直列)	点灯	520	0.26	0.5
ペンライト (Major)	単3×2 (直列)	点灯	310	3.03	9.7
ポータブルラジオ (FR-7300)	単3×4 (直列)	Vol.1	20	6.30	315
		Vol.5	24	6.30	262
		Vol.10	94	6.10	65
ポータブルラジオ (CR-45)	単4×2 (直列)	Vol.1	17	2.35	138
		Vol.5	17	2.35	138
		Vol.10	20	2.28	114
ポータブルCD プレーヤー (SL-S350)	単3×2 (直列)	電源ON	92.5	2.75	29.5
		Vol.1	200	2.75	13.7
		Vol.5	250	2.72	10.9
		Vol.10	400	2.68	6.7
血圧計 (HEM-713C)	単3×4 (直列)	電源ON	6.8	6.60	971
		加圧時	480	5.40	11.7
		測定時	89	6.00	67
カセットアダプター (VW-TCA7)	単3×1 (直列)	カセットON	350	1.30	3.7
		カセットOFF	460	1.23	2.7

「目覚まし時計」は通常が5~29kΩ、ベルが鳴った時が22~35Ωでそれぞれ動作していることが分かった。また、「ポータブルラジオ」は65~315Ω、「ポータブルCDプレーヤー」は6.7~29.5Ω、そして、「懐中電灯」は0.5Ωの負荷抵抗であった。

さらに、電気機器の負荷抵抗値の違いにより、乾電池が有効に使用されているか調べた結果、「懐中電灯」で使えなくなった乾電池が、「ポータブルCDプレーヤー」や「ポータブルラジオ」には使える。そして、「ポータブルCDプレーヤー」や「ポータブルラジオ」に使えなくなった乾電池が、「目覚まし時計」や「置き時計」に使えることが分かった。

そこで、この「バッテリーチェッカー」に各電気機器と類似した負荷抵抗を取り付け、それをスイッチで切り替えて、乾電池が使用できるかどうかをメロディーIC音の有無や強弱で知らせた。

2 「バッテリーチェッカー」の回路

一例として、本回路では、負荷抵抗R₁を4Ω、R₂を5kΩ、および可変抵抗R_vを100Ωとし、これによりメロディーICが鳴るかどうかで調べた。そしてスイッチSW₁とSW₂は、それぞれ3接点を備え連動して、第3接点でOFFになる。R₁、R₂の負荷抵抗を切り替えることにより、各電気機器に使用できる乾電池かどうかをメロディーICが鳴るかどうかで判定できるようにした。

実際の授業で、電気機器にはそれぞれ異なる大きさの負荷抵抗を備えていることを知らせ、そして負荷抵抗により電気エネルギーの消費量が異なることを理解させる。その上で、それぞれの電気機器に対応した負荷抵抗を設定することの大切さを学ばせ、乾電池の使用目的や有効な資源の利用の方法などを確実に習得させる。

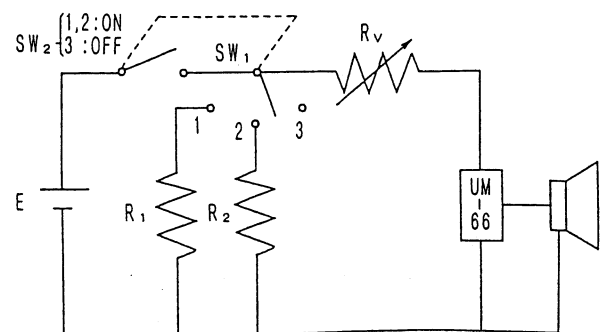


図1 「バッテリーチェッカー」の回路図

以上から、この「バッテリーチェッカー」は電気機器に対応して負荷抵抗を設定するなど各家庭の状況に応じて学習を展開するため、電気機器と乾電池の関連やその取り扱いについて、実生活で生かす力を養うことができると考えられる。

III 授業実践のための単元構成と製作方法

1 単元のねらいと教材の構造

「バッテリーチェッカー」の製作を電気領域の題材として位置づけ、授業として実践するために単元のねらいを以下のように設定した。

○単元のねらい

- (1) 身近な電気機器の保守・点検を通して、基本的な電気回路の仕組みとはたらきを理解する。
- (2) 電気回路の設計と製作を通して、目的に応じた電気機器の仕組みや使用方法について理解する。
- (3) 電気機器を安全かつ適切に取り扱う能力と態度を身につける。
- (4) 環境保全を考えた電気機器の取り扱いと電気エネルギーの有効利用を考え実践する。

授業展開において、生徒が日常生活をおくる上で電気機器の果たす役割について考えさせる。その電気機

器を動作させる乾電池の電気エネルギーの有効利用を考えさせる題材として「バッテリーチェッカー」を取り上げる。その単元のねらいを目指して、学習過程、学習活動・学習態度、および生徒の学び方について、学習内容とともにその関連を構造化した結果を図2に示す。

2 「バッテリーチェッカー」の製作内容

a 生徒が作る「バッテリーチェッカー」の構想のまとめ

市販されている「バッテリーチェッカー」を調べ、その取り扱いを知らせて必要性や有用性について考えさせる。そして、具体的に「バッテリーチェッカー」の回路を示して動作原理を理解させる。次に、生徒に、乾電池の電気エネルギーで使用している各家庭の電気機器を挙げさせ、使用時の電圧と電流を回路計で測定させ負荷抵抗を求めさせる。その結果から、各家庭で使用している電気機器に合った「バッテリーチェッカー」の設計について、各生徒の創意工夫を生かして考えさせる。

構想のまとめとして、以下の順に行う。

- ① 使用目的に合った回路を考える。
- ② 定格を調べ、適切な部品を選ぶ。

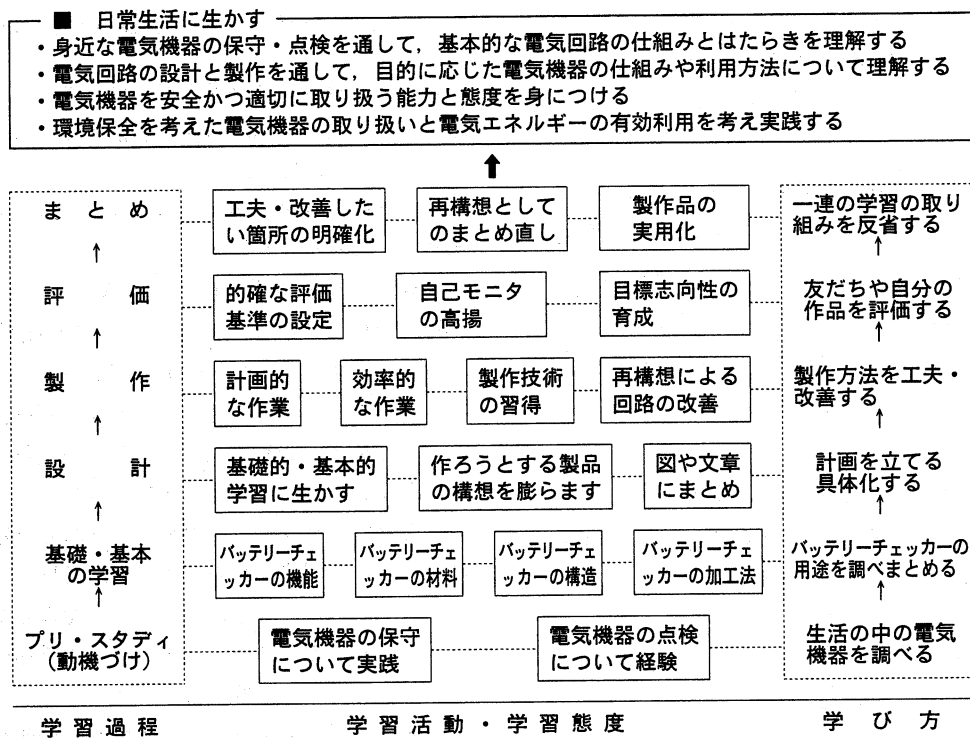


図2 教材の構造図

表2 「バッテリーチェッカー」の製作工程表

順序	工 程 名	指導時数
1	バッテリーチェッカーのはたらきと用途	1
2	乾電池の原理や利用方法	1
3	基礎的な電気学習（オームの法則等）	1
4	回路の設計（負荷抵抗の選択）	1
5	回路の製作（配線とはんだづけ）	2
6	ケース（箱）の製作	3
7	ラッパ部の製作	4
8	組み立て（回路と箱とラッパ）	1
9	点検と修正	1

(計15時間)

表3 「バッテリーチェッカー」の回路部品表

No.	部 品 名	数 量
1	メロディーIC (UM-66)	1
2	圧電スピーカ (KSB20DB4PO)	1
3	抵抗 ($R_1=4\Omega$, $R_2=5k\Omega$, $1/4W$)	各1
4	可変抵抗 ($R_v=100\Omega$, $1/4W$)	1
5	スライドスイッチ (2回路3接点)	1
6	単1・単2・単3乾電池ケース	各1
7	プリント基板 (穴あき基板)	1

ビニル線 (50~60cm), はんだ (少量)

- ③ 使用条件や部品の大きさを考えて、部品の取り付け方やケースの形状寸法を決める。

b 「バッテリーチェッカー」の設計と製作の進め方

「バッテリーチェッカー」の回路は同一であるが、乾電池を使用する電気機器に応じて使用する抵抗値の大きさを考える。そのため、回路の各部品のはたらきについて理解させる。また、部品の取り付け方やケースの製作で、生徒の個性が発揮できるように設計させる。「バッテリーチェッカー」の機能を示す回路図、回路基板を収納するケースの形状寸法などを示す構想図、そして必要に応じて部品図を描かせる。さらに、ケースを製作する場合、木材加工領域や金属加工領域の学習内容を含んでいることを知らせる。

(1) 「バッテリーチェッカー」の機能性

- ① 単1～単3のマンガン乾電池やアルカリ乾電池の、電気エネルギーの残量をメロディーICの鳴り方で測ることができる。
- ② 「バッテリーチェッカー」として使用する場合、乾電池の出し入れが容易である。
- ③ 保管時も部屋の置物としての役割を果たす。

(2) 「バッテリーチェッカー」の材料

- ① 回路に用いる部品は、入手しやすく費用が安価（500円以下）である。
- ② 回路計を用いて各部品の検査を行う。
- ③ ケースの材料として、金属、木材、プラスチック、瀬戸物、厚紙など自由に選択できる。
- ④ ケースとして、いろいろな空箱や廃材を利用することができる。

(3) 「バッテリーチェッカー」の加工

- ① 回路部分は、ラジオペンチ、ニッパ、圧着ペンチ、ワイヤストリッパ、電気はんだごて、ヒートストップ、ピンセット、ねじ回し、ナット回しなどを用いて、部品のはんだづけや配線、および取り付けを行う。
- ② ケースの加工は、けがき、切断、穴あけ、やすりがけ、ねじや接着剤による接合、および塗装などの工程を含む。
- ③ 使用する工作機械は、卓上ボール盤、糸のこ盤、帯のこ盤である。

(4) 「バッテリーチェッカー」の構造

- ① ケースを、乾電池を出し入れしても十分な強度と安定が保たれる構造物に仕上げる。
- ② 木材でケースを作る場合、8~10mm厚の板材を用いてじょうぶな構造にする。

c 「バッテリーチェッカー」製作の進め方

例として製作した写真1の「バッテリーチェッカー」は、木材を用いて回路基板を収納する箱にした。その構想をまとめ、部品図として図3に示し、けがき、切断、穴あけ、やすりがけ、および木工用ボンドとくぎ・木ねじによる接合を行う。「バッテリーチェッカー」の天板はカラー硬質塩化ビニル板を用いて、3種類（単1、単2、単3）の電池ボックスの配置を考え、穴あけとやすりがけをした後、小ねじとワッシャ、ナットおよび木ねじで取り付ける。ラッパ部は黄銅板を用いて、けがき、切断、穴あけ、および治具を使って曲面仕上げをして、フラックスを付けてはんだ接合する。それを全体のバランスを考えて、木ねじで箱に取り付ける。次に、回路部品のスイッチ、抵抗、メロディーIC、ボリュームを基板に取り付け、配線してはんだづけする。そして、スイッチをカラー硬質塩化ビニル板に小ねじとナットで取り付け、メロディーの音量が適度の大きさを鳴るように可変抵抗器の調節を行う。最後に、その基板やスピーカーを箱内部に装着する。

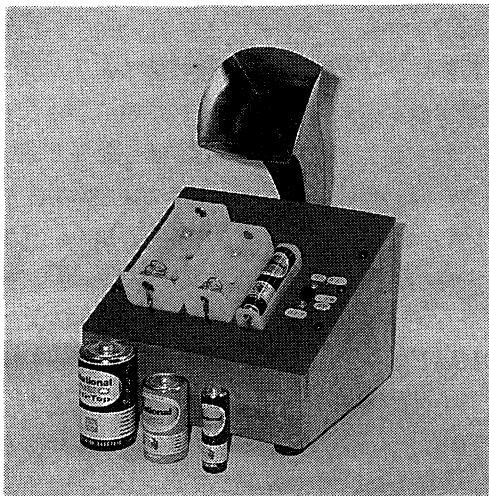


写真1 「バッテリーチェッカー」の完成モデル

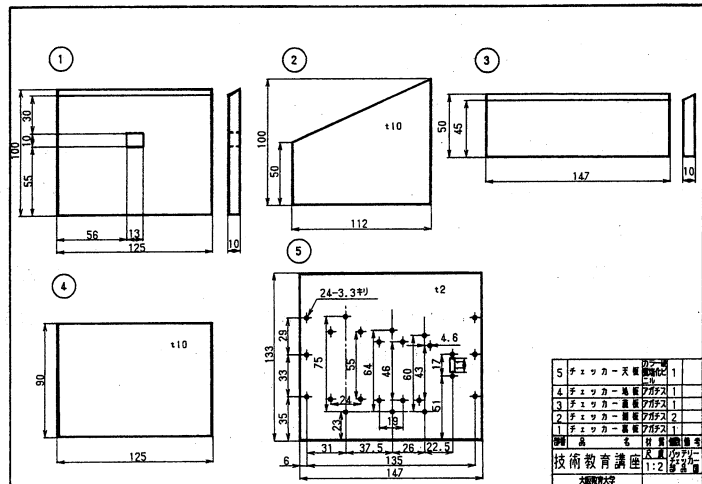


図3 「バッテリーチェッカー」のケースの部品図(一例)

IV 授業実践の結果から明らかになった生徒の実態

子生徒146人, 総計264人

○時間数: 毎週1時間の授業, 全15時間

1 授業実践のねらい

技術科教育の電気領域の題材として開発した「バッテリーチェッカー」は、中学生に受け入れられ製作が可能かなどを検討するために、中学2年生を対象に実践した。

2 授業実践の方法

授業実践の実施期間, 調査対象および時間数は以下の通りである。

○実施期間: 1997年9月から1998年1月までの期間

○調査対象: 兵庫県三田市立ゆりのき台中学校の第2学年の生徒で 男子生徒118人, 女

3 授業実践の結果からの考察

「バッテリーチェッカー」製作前の事前調査の結果, 設問1~2の回答人数を表4に示す。

設問1の「バッテリーチェッカーを知っているか」に対して, 男子生徒の53%と女子生徒の26%が「知っている」と答え, 設問2の「バッテリーチェッカーを使ったことがあるか」に対しては, 男子生徒の45%と女子生徒の22%が「使ったことがある」と答えている。男子生徒の方が, 女子生徒の2倍ほど「バッテリーチェッカー」をよく知っていて使った経験も多いことが明らかになった。

表4 製作の事前調査(設問1~2)の回答人数

	はい		いいえ		計
	男子	女子	男子	女子	
設問1「バッテリーチェッカー」を知っているか	63	38	55	108	264
設問2「バッテリーチェッカー」を使ったことがあるか	53	32	65	114	264

※ 数字は人数

表5 製作の事前調査(設問3~5)の回答人数

	全然使えない	ほとんど使えない	少し使える	十分使える
	設問3 使い終わった乾電池はどのような状態だと思うか	38	134	88
	そのまま捨てる	燃えないゴミとして	別に捨てる	知らない
	設問4 使い終わった乾電池はどう処理しているか	6	52	61
	ある	ない	知らない	
	設問5 あなたの家にバッテリーチェッカーがあるか	68	69	127

※ 数字は人数

「バッテリーチェッカー」製作前の事前調査の結果、設問3～5の回答人数を表5に示す。

設問3と設問4より、使い終えた乾電池について、3分の2ほどの生徒が「使えない」と考え、捨てる方法について「別に捨てる」が23%ほどで、後は20%ほどが「燃えないゴミ」として、また「知らない」が55%と多く無関心さがうかがえる。設問5の「バッテリーチェッカーのある家」は26%ほどで、残りは「ない」か「知らない」で、あまり利用されていない状況が推察される。

「バッテリーチェッカー」製作前の事前調査の結果、設問6～8を図4に示す。

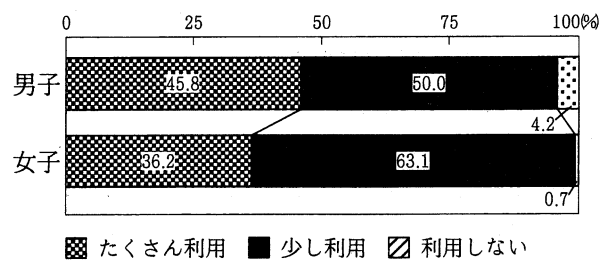
設問6より、乾電池の利用状況を調べた結果、ほとんどの生徒が「たくさん利用」と「少し利用」を回答している。「バッテリーチェッカー」の利用の程度について男女生徒を比較すると、 χ^2 検定の結果、人数の偏りは有意であり($\chi^2(2)=6.12, P<.05$)、男子生徒の方が乾電池をたくさん利用していることが認め

られた。設問7でも、「バッテリーチェッカー」の所持希望の程度について男女生徒を比較すると、人数の偏りが有意であり($\chi^2(3)=14.2, P<.01$)、男子生徒の方が「バッテリーチェッカー」を欲しがっている回答が得られた。そして全体では、70%ほどの生徒が「バッテリーチェッカー」が欲しいと思っている。また設問8より、「自分で製作したバッテリーチェッカーを利用する」が50%程度で、「利用しない」と答えた生徒は10%以下であった。男女生徒間の差は認められなかった($\chi^2(2)=1.12, n.s.$)。

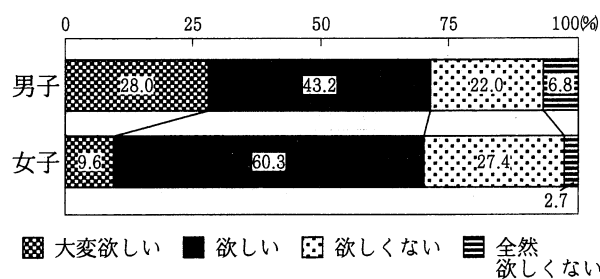
「バッテリーチェッカー」製作の前後に、同じ設問9～11による調査の結果を図5に示す。

設問9の製作の楽しさに関する設問で、実践の事前と事後を比べてみても差は認められず($\chi^2(3)=1.20, n.s.$)、事前と事後の「大変楽しい」と「楽しい」の合計がそれぞれ64%と67%であった。設問10で、事前と事後の難易度を比べてみても差が認められず($\chi^2(3)=1.20, n.s.$)、どちらも製作が「難しい」と「少

設問6 あなたは乾電池を身近で利用しているか。



設問7 あなたはバッテリーチェッカーを欲しいと思うか。



設問8 自分で製作したバッテリーチェッカーを利用しますか。

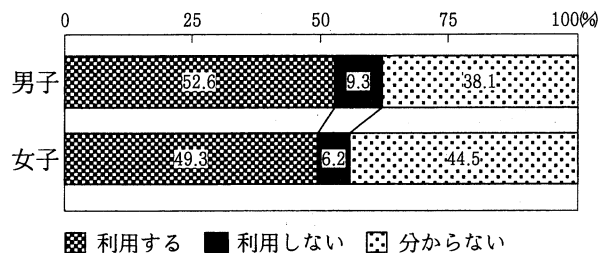
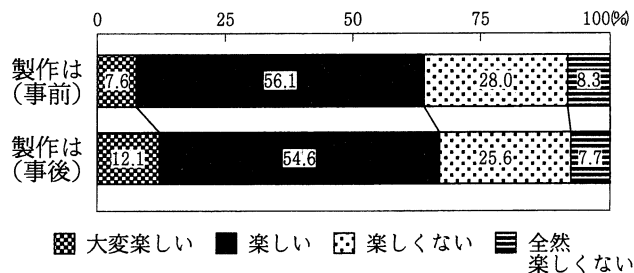
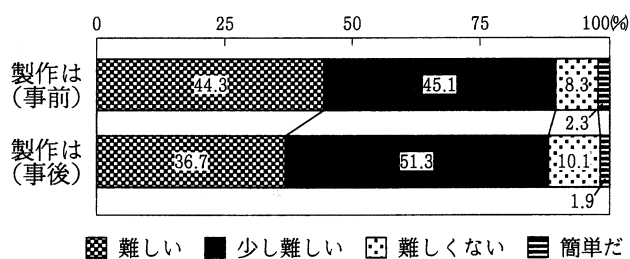


図4 製作の事前調査(設問6～8)

設問9 バッテリーチェッカーを製作することはどうか。



設問10 バッテリーチェッカーの製作はどうか。



設問11 身近な生活で、環境を保全したり良くしたりしているか。

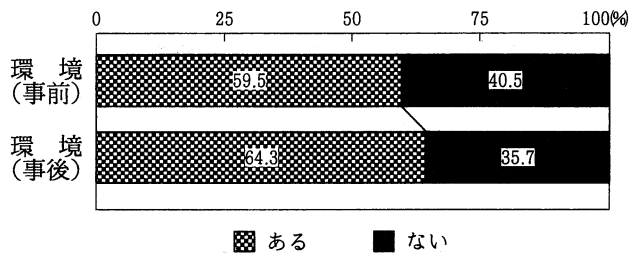


図5 製作の事前と事後調査(設問9～11)

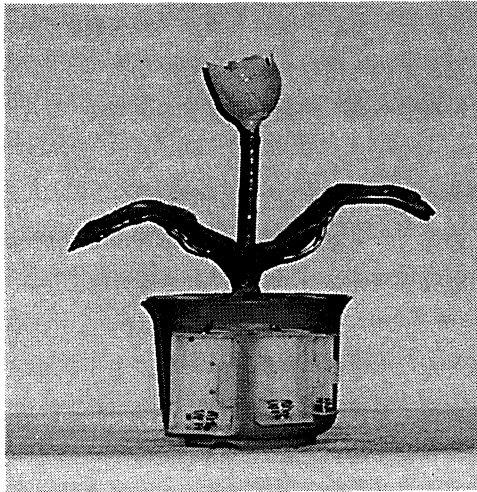


写真2 「バッテリーチェッカー」の生徒作品

し難しい」に90%近くの生徒が答えている。そして、設問11においても、事前と事後の差が認められず ($\chi^2(1)=0.52$, n.s.), とともに60%ほどの生徒が「環境を保全したり良くしたりしている」と答えている。結果、バッテリーチェッカーは実践と関わりなく、製作の楽しさがあり、適度の難しさがある題材と判断される。この一連の学習から、生徒の身近な生活環境によい影響を及ぼす学習展開が期待できる。

以上、設問1～11に対する回答の結果から、日常生活において中学生は乾電池をよく利用し、「バッテリーチェッカー」を欲しいと願っている。このことから、本題材の実用価値の高さが期待できる。しかし、一方では乾電池の有効利用や使った後の処理の仕方を、十分に考え対応できているとは思われない。そのため、「バッテリーチェッカー」の実践から環境問題を見直すきっかけをつかむ学習として位置付けたい。一連の実践の結果からは、生徒にとって作る楽しさがあり適度の難しさを含んだ良い題材と判断される。

V 開発した「バッテリーチェッカー」の有効性の考察

「市販されているバッテリーチェッカー」3種類と「開発したバッテリーチェッカー」を用いて、電気エネルギー残量に差があると思われる5種類の単3乾電池(A～E)について使用可能かどうか調べた。「市販のバッテリーチェッカー」の内、日本製の2つは発光ダイオードの点灯色によって電気エネルギーの残量を示し、米国製のは指針の指す場所が残量を示す方式である。

表6 「市販のバッテリーチェッカー」との比較

使用済 乾電池	M社(日本製) FF-991P	S社(日本製) BC-330D	BATTERY TESTER (米国製)	開発バタ テリー チェッカー	時計の 使用
A	○	○	○	○	可
B	△	○	○	○	可
C	×	△	○	△	可
D	×	×	×	△	可
E	×	×	×	×	不可

※ ○：十分使用可， △：使用可， ×：使用不可

表6の実験結果から、時計に使用する乾電池の寿命をチェックするためには「開発したバッテリーチェッカー」が適合していると言える。つまり、M社の「バッテリーチェッカー」で使用不可と表示された乾電池でも、正確には時計に使用できる乾電池も含まれていることがわかった。「市販されているバッテリーチェッカー」は、汎用の目的で作られているため乾電池の電気エネルギー残量の判定がほぼ一定値になる。したがって、個々の電気機器に対して適用することは困難である。しかし、「開発したバッテリーチェッカー」は、個々の電気機器に対応して負荷抵抗を選択し、各個人の求める測定具になることに価値が認められる。そして、各生徒に対応した展開から、創意工夫させる場面を設定し設計や製作を通して、生徒の電気回路に対する基本的な理解と電気エネルギーの有効利用についての考え方が向上すると推察される。著者の一人が住んでいる住居地(明石市)で、月毎の特殊ゴミ回収日にゴミとして捨てられた乾電池を集め、「開発したバッテリーチェッカー」で調べたところ、時計に使用可能なものは67個中52個、77.6%が使用可と分かった。中には、懐中電燈にも使用できる乾電池も含まれていた。今後、私たちの生活は電気エネルギーの有効利用という観点から、個々の生活の見直しが求められる。そのため、「バッテリーチェッカー」の製作を通して、環境保全やエネルギーの有効利用について学習を展開することに意義があると推察される。

VI おわりに

本研究では、各生徒の家庭にある乾電池で動作する電気機器に対応した「バッテリーチェッカー」の製作を題材として取り上げた。その結果、本題材は生徒自身が日常生活で利用できる実用性を含んでおり、さらに、生徒達は乾電池をよく利用しているため、「バッ

「バッテリーチェッカー」の製作に対して興味・関心が高く、設計や製作の過程で創意工夫する姿や個性を生かす活動が見られた。また、本題材は回路基板の製作など電気領域の学習を中心に、回路基板を入れるケースや拡声用ラップの製作で木材加工領域や金属加工領域の学習内容を含んでいる。

実際の授業実践から、生徒の関心が高く積極的に取り組む姿と、工夫したり発展させたりする部分が数多く見うけられた。でき上がった作品は、各生徒の努力の成果が認められ個性的な作品が多かった。そして、本題材の学習を、電気エネルギーの有効利用という環境学習の一環として取り上げることができた。今後の課題として、導通チェッカー併用のバッテリーチェッカーの実践を考えている。

最後に、本題材の開発に際して、大阪府立成城工業高等学校教諭長尾善夫先生には、回路設計についてご

助言いただいたことに対し深謝の意を表す。さらに、参考題材の製作に協力していただいた東大阪市立小阪中学校教諭金岡一磨先生に謝意を表す。

引用文献

安東茂樹：中学校技術科における教師の題材選定に関する調査研究，pp.34-36，日本教材学会年報第8巻，1997

安東茂樹：中学校技術科教育における市販教材の有用性に関する調査研究，pp.111-113，日本教材学会年報第9巻，1998

松下電池工業：電池の世界No.2 ー未来をひらくエネルギーー，pp.1-62，松下電池工業株式会社，1992

文部省：中学校指導書 技術・家庭編，pp.1-10，開隆堂出版，1989