

[家庭・技術家庭]

「B. エネルギー変換に関する技術」における 設計を取り入れた授業実践

—照明の製作におけるブレッドボードの有効的な活用方法—

市村 尚史*

1 主題設定の理由

平成10年告示中学校学習指導要領から、技術・家庭科技術分野（以下、技術分野）において、「エネルギーの変換を利用した製作品の設計」が求められている。それはさらに、平成20年告示中学校学習指導要領（以下、現行学習指導要領）になり、「製作品に必要な機能と構造を選択し、設計ができること」と、具体性を増した。国立教育政策研究所の「評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料【中学校 技術・家庭科】」（以下、文科省評価規準作成の参考資料）では、前述の内容に対する評価規準の設定例を、「製作品の使用目的や使用条件を明確にし、社会的、環境的及び経済的側面などから設計要素を比較・検討した上で、製作品に適したエネルギーの変換方法や力の伝達の仕組み、構造や電気回路などを決定している」と示している。エネルギー変換に関する技術を利用した設計・製作の学習を通して、「社会的側面」「環境的側面」「経済的側面」を考慮した、製作品に必要な機能や構造を工夫できる能力の育成が求められている。

一方、現行学習指導要領では、各分野の内容を取り扱う際に配慮すべき事項として、「実践的・体験的な学習活動の充実」や「問題解決的な学習の充実」などを挙げている。また、各分野の指導において、「言葉や図表、概念などを用いて考えたり、説明したりするなどの学習活動を充実させること。」と示されている。前述を踏まえ、中島（2009）は、題材設定における条件に、「生徒にとって切実で、親しみやすい身近な問題を取り上げる。」「実践的・体験的な問題解決活動を通して学習できるようにする。」「学習内容は、より豊かな生活を目指して工夫・創造するのに必要不可欠なものとする。」と述べている。また、教材については、授業のねらいによって、「基礎的、基本的事項の習得」「発展的な学習の指導」「創造的な問題解決力の育成」の3点に大別した上で、「創造的な問題解決能力の育成」については、主体的に学習を展開させていくことができる教材の開発が重要であると述べている。

以上のことから、近年、安価で手軽に購入できる電気回路部品に着目し、これを利用して照明の設計・製作活動を行うことによって、現行学習指導要領の「製作品に必要な機能と構造を選択し、設計ができること」の学習内容を満たし、生徒の設計に対する関心や工夫する能力を高められるのではないかと考えた。

2 目的

本実践は、『内容B「エネルギー変換に関する技術」（2）エネルギー変換に関する技術を利用した製作品の設計・製作 ア. 製作品に必要な機能と構造を選択し、設計ができる』について、設計の要素を取り入れた教材の開発と、指導計画の作成を通し、目的や条件に応じて必要な機能と構造を工夫する能力の育成を目的とする。

3 実践

(1) 対象生徒 第2学年 69名（1組 33名，2組 35名，特別支援学級 1名）

(2) 題材名 「使用条件に適した照明を製作しよう ～私の照明～」

(3) 題材観

エネルギー変換に関する学習において、設計要素を踏まえた製作を実践するために、照明の製作が最適であると考え

* 柏崎市立第一中学校

た。照明は、家庭や学校、屋外など、至る所に設置されており、また用途もさまざまである。環境に配慮して自動的に明るさが変化するなど、技術の進歩を体験から実感できる電化製品である。そのため、身近な題材として本実践に最適であると考えた。

また、使用する教材として、簡易型基盤の「ブレッドボード」を採用した。ブレッドボードは、はんだ付けが不要で、LEDや抵抗器などの電子部品を差し込むだけで回路を組むことが可能である。そのため、簡単に電子部品の交換ができ、電子部品の抜き差しを繰り返しながら、回路組み立ての学習ができる。

以上のことから、ブレッドボードを使用した照明の製作が、機能や構造を工夫する能力の育成を目指して、最適であると考えた。

(4) 指導内容

本実践では、第2学年の年間授業時数35時間のうち、25時間を内容B「エネルギー変換に関する技術」に充てた。指導計画を表1に示す。

表1 技術分野内容B「エネルギー変換に関する技術」の指導計画 全25時間

次	時数	学習項目	学習内容	学習項目 ^{註1}	評価の観点 ^{註2}
1	2	エネルギー変換の方法	身の回りにおける発電方法を取り上げながら、エネルギー資源が一次エネルギーと二次エネルギーに分かれることを理解する。その上で、エネルギーが変換され、新たなエネルギーを得ていることを理解する。	(1) ア	知(上・下)
2	3	保守点検と事故防止	電気事故の事例を取り上げ、事故に関する知識を身に付けるとともに、定格表示や安全に関する表示の意味などについての知識を身に付ける。また、保守点検に必要な技能を身に付ける。	(1) イ	技(上・下) 知(中・下)
3	2	エネルギー変換に関する技術を利用した製作品の設計と製作	基本的な図記号の理解と、回路図の構成を理解する。	(1) イ	知(上)
	3		照明の製作①【構想】 照明に関する情報を収集・整理して、自分の生活に必要な照明の構想を「社会的側面」「環境的側面」「経済的側面」から検討する。	(2) ア	関(上・下) 工
	3		照明の製作②【基本回路の理解と試作】 ブレッドボード及び電子部品を活用し、基本的な回路として、LEDが点灯する回路や光センサを活用した回路を組み立て、回路の構成について理解する。	(2) ア	工
			(2) イ	技・知	
	3		照明の製作③【台座・傘作り】 ブレッドボードを固定するための台座と、光の向きや強さなどを考慮した照明の傘を製作する。	(2) イ	技
	3		照明の製作④【プロトタイプの製作】 自分が構想した照明の機能や構造を満たす回路を、基本回路を元に試作する。その際、再度「社会的側面」「環境的側面」「経済的側面」を十分考慮した上で、製作させる。	(1) ウ	関・工
				(2) ア	関(上)
(2) イ	知				
3	照明の製作⑤【本製作】 試作を通して、自分の構想を最も満たす回路を製作し、傘を被せて完成させる。	(2) イ	技		
4	3	評価・活用	エネルギー変換に関する技術について、照明の製作を踏まえ、「社会的側面」「環境的側面」「経済的側面」から検討する。	(1) ウ	知

註1 文部科学省『中学校学習指導要領解説 技術・家庭編 平成20年9月』のpp.23-27「B エネルギー変換に関する技術」と対応。

註2 文部科学省国立教育政策研究所『評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料【中学校 技術・家庭科】』、教育出版、2011(平成23)年11月、pp.24-26の(4)「B エネルギー変換に関する技術」と対応。

註3 略号の意味。「関：関心・意欲・態度」「工：工夫・創造」「技：技能」「知：知識・理解」。(上)(中)(下)は、表中の評価規準の順序を示す。

本実践にあたるのが、「3. エネルギー変換に関する技術を利用した製作品の設計と製作」である。

① 構想

本実践では、まず、身の回りにある照明に着目させ、使用場所や使用方法によって、機能や形に違いがあることに気付かせた。例えば、周囲を明るくすることを目的とした直接照明と、ある程度の明るさによって雰囲気醸し出す間接照明を取り上げ、目的によって光の色や大きさが違うことを全員で確認をした。また、人の手によりスイッチを切り替えて明るさを操作するタイプや、人が通るとセンサが反応し、自動的にスイッチが切り替わるタイプを取り上げ、必要性に応じて機能が異なることなども確認をした。

前述の学習を通して、生徒自身が「家庭において新たに照明を設置するとしたら、どこにどんなタイプの照明があると、より生活が豊かになったり、安全になったりするか」を考えさせ、照明製作に向けた構想を練らせた。本時で使用したワークシートを、図1に示す。

記述させる際には、「社会的側面」「環境的側面」「経済的側面」の3つの側面を十分踏まえた上で、どのような製品にするかを考えさせた。本題材の場合に考えられる「社会的側面」「環境的側面」「経済的側面」の具体的な内容の例を、以下に示す。

- 「社会的側面」… 機能面（センサ、光の色、など）。
安全性（電気事故に対するリスクなど）。
耐久性（電子部品の破損、など）。等
- 「環境的側面」… 材料の有効活用。電池の消耗。リサイクル。自然環境への配慮。など
- 「経済的側面」… 電子部品のコスト。乾電池の代金。など

ものづくりでは、必ずプラス面とマイナス面がある。例えば、機能を充実させて利便性の向上を図ることは、社会的側面がプラスである。一方で、機能の充実化を図るためにセンサやスイッチなどの部品点数が増え、コストが掛かれば経済的側面がマイナスである。同様に、乾電池の消費を抑えることは、環境的側面からも経済的側面からもプラスであるが、照明の明るさや使用部品数を抑えなければならないなど、社会的側面はマイナスとなる。

「社会的側面」「環境的側面」「経済的側面」のプラス面とマイナス面を整理し、トレード・オフすることで理想の照明について構想を練り上げることを、目的の一つとした。

② 基本回路の理解と試作

ブレッドボードを活用して、電子部品の理解と基本的な回路の構成を学習した。本時を計画した当初は、電子部品の組み合わせ方を生徒自身に全て考えさせることで、生徒一人一人の個性がより強く表れる回路の製作を目指そうと考えた。しかし、センサを利用した際の回路は複雑であり、また、使用するLEDによって抵抗器の値も変更しなければならない。そこで、LED1つ、抵抗器1つ、ジャンパーワイヤー1本と電源で構成される、ごく簡単な「LEDを点灯させる回路」を示し、全ての生徒に試作させ、部品と回路の構成について理解させた。また、「光センサを利用した回路」や「光の点滅をスイッチで操作する回路」なども、授業者が提示して試作させた。

基本回路を授業者が提示することによって、複雑な回路の組み立てに関わる学習を簡略化させた。その上で様々なパターンの基本回路を組み合わせて製作させることで、十分に設計の要素を取り入れた回路の製作が達成されると考えた。なお、ブレッドボードを含め、使用した電子部品とその他材料を表2に示す。


わたしのものづくりシート ～オリジナル照明の製作～		
ID _____ 氏名 _____		
	第3案	(例)
誰のため		家族
どこで		階段の踊り場
目的		夜、階段を通った時に、足元を明るくするため
機能		スイッチを押さなくても、勝手に電気が点く
優先事項 社会・環境 ・経済	① ② ③	①環境性 電池の消耗をなるべく少なくして、環境に良いものにする。部品数が増えそうなので経済性は悪くなると思う。 ②社会性 ③経済性
デザイン		
その他 <small>※作ることで きるかどうかを あまり意識せず、 書いて みましょう</small>		・勝手に明りが点くように、赤外線センサを付ける。 ・間接照明にする。 ・LEDは、光が直接目にしつこくないので、いろんな向きに付けて、光が広がるようにしたい。 ・LEDを付けすぎると、消費電力が増えて電池の消耗が激しくなるので、付けすぎないように注意する。 ・上のカバーは、和風な感じにするために、和紙で作りたい。

図1 構想用のワークシート

表2 本題材で使用した電子部品一覧

ブレッドボード EIC-801	ジャンパーワイヤー	小型スライドスイッチ	ロック付プッシュスイッチ
固定抵抗器150Ω	固定抵抗器2KΩ	固定抵抗器75Ω	トランジスタ2SC1815
光導電セル(光センサ)	5φ高輝度LED黄	可変抵抗器 2KΩ	5φ高輝度LED緑
5φ超高輝度LED白	電池ホルダ	アルカリ電池 単3	特注木台

③ 台座と傘の製作

台座は、裏面の窪みに電池ボックスを収納できるタイプを採用し、ブレッドボードの電源として乾電池が利用できるようにした。また、ブレッドボードを覆う傘については、授業者が指定せず、生徒の意思に任せることにした。これは、照明の製作の力点が、傘の製作に偏らないようにするためである。生徒には、和紙を利用した行灯タイプや市販されている台所用のプラスチック容器を利用したタイプなどを紹介し、生徒自身に材料を用意させ、製作させた。

④ プロトタイプの製作

基本回路の学習を踏まえ、構想プリントを使用して考えた、オリジナルの照明の機能を満たす回路製作を目指した。ここでは、基本回路を組み合わせた、基本回路から発展した回路を試作させたりしながら、理想の照明のプロトタイプを製作させた。その際、構想プリントで考えた「社会的側面」「環境的側面」「経済的側面」のバランスを考慮させ、どの側面を優先して製作するかを踏まえた部品選択と部品数を考えさせた。

本時で使用したワークシートを図2に示す。

技術科 WS12

製作 条件に適した照明を製作しよう ~私の照明~

ID

 氏名

表以外に必要な情報をまとめてみましょう

ステップ1 使用条件を確認しよう!

使用する場所【どこで】	自分の部屋 リビング	廊下 車庫	階段(踊り場) ()
使用場所の状況			
使用する人【誰が】	自分 祖父母	兄弟姉妹 ()	親
使用する時間帯【いつ】	寝る前だけ 使いたいときに	夜中ずっと ()	人が通った時だけ ()

ステップ2 使用条件に適した機能を考えよう!

光の大きさ	できるだけ明るく	適度	ぼんやり光る程度
光の方向	一方向	拡散(全方向)	()
光の色 ※LED単品でできない色も含まれています	白 オレンジ	黄 赤	緑 () 青
スイッチの使用	なし	1つ	2つ
光センサの使用 (暗くなると点灯)	なし	する	
赤外線センサの使用 (人が通ると点灯)	なし	する	

ステップ3 使用条件を満たす部品を揃えよう!

部品名	単価(円)	数	合計(円)	総額
LED(白)	90	×	=	
LED(黄)	70	×	=	
LED(緑)	70	×	=	
抵抗器	7	×	=	
ジャンパー線	3	×	=	
スイッチ	50	×	=	
光センサ(cds)	110	×	=	
赤外線センサ	150	×	=	
トランジスタ	100	×	=	
		×	=	
		×	=	

ステップ4 製作品の特徴をまとめてみよう! **【資料参考】**

	特徴	ランク	特徴	最終ランク
社会性	機能面	つ	つ	
環境性	LEDの個数(消費電力量)	個	個	
経済性	部品総額(コスト)	円	円	

特徴を文章でまとめてよう

図2 プロトタイプを製作する際に使用したワークシート

⑤ 本製作

プロトタイプ製作を通して、最も理想とする電子部品の組み合わせを最終決定し、製作させた。ブレッドボードは、両面テープで台座に固定し、傘は、ボンドや釘、ビスで固定させた。

本実践において製作した、生徒の作品例を図3に示す。

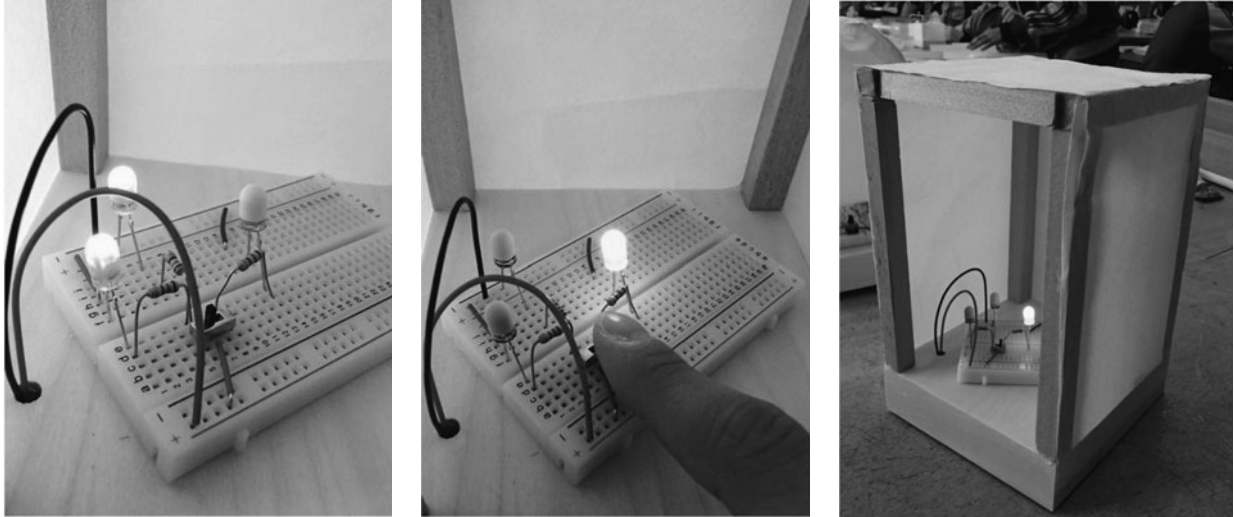


図3 切替スイッチを利用した回路を組み立てた生徒の作品例

4 考察

(1) 設計・製作に対する生徒の関心や工夫について

照明の構想では、生徒が「社会的側面」「環境的側面」「経済的側面」を考慮することで、製作の際にどのような点に配慮したり工夫したりすればよいか気付くよう、ワークシート(図1)を作成した。本時の内容における、文科省評価規準作成の参考資料を参考に作成した、判別基準を表3に示す。

表3 構想のワークシートに対する評価の判別基準

「B」判別基準	「A」判別基準
家族や自分が使用する照明について、使用条件を明確にし、「社会的側面」「環境的側面」「経済的側面」のいずれを優先して製作するか、明確に記述している。	家族や自分が使用する照明について、使用条件を踏まえた上で、「社会的側面」「環境的側面」「経済的側面」を比較・検討して、製作で優先すべきことを明確に記述している。

また、生徒I、生徒K、生徒Sがワークシートに記述した内容と評価を、表4に示す。

表4 構想のワークシートに対する生徒I・K・Sの記述と評価

生徒	誰が	どこで	目的	機能	側面の優先順位	優先順位の理由	評価
I	家族	階段	足元を明るくするため	人が通ると明かりが点く	①社会②環境③経済	赤外線センサーがついていて、人が通ると点く。高度な機能がついているから、経済性は悪くなると思う。	A
K	自分	ベッド横	暗い中を明るくする	スイッチで光を点ける	①社会②環境③経済	壊れにくくして、長く使える方がいいと思った。	B
S	家族	廊下の脇	夜中起きたときに見えるように	自動で明かりが点く	①環境②経済③社会	地球に優しく、且つ低価格で、より活用的なもの。	B

Iは、人が通ると自動的に明かりが点くという製品にするため、赤外線センサーの使用を思いついた。その際、他の電子部品より赤外線センサーが高価であることを調べたが、目的を達成するために機能面である社会的側面を優先していた。Iは、複数の視点から製品の構造を検討しており、A評価に値すると考える。一方、K及びSは、それぞれ使用

条件が明確であるものの、一側面からの判断であったり、使用条件が踏まえられた製作を目指していなかったりするため、A評価には達しなかった。しかし、全生徒達の記述を見ると、Iのように、機能だけに注目するのではなく、機能が増えることによる部品の増加やさらにはコストの増加といった3つの側面の関係性を理解している生徒が多く見られた。また、「作りたい物」という単純な観点ではなく、KやSのように環境的側面や経済的側面を考慮し、さらには優先して、製作に取り組もうとする生徒がいた。

以上のことから、「社会的側面」「環境的側面」「経済的側面」を考慮させることにより、製品の製作に向けて生徒の関心を高めることができ、製作の際の工夫を促す機会となることがわかった。

(2) ブレッドボードの活用について

ブレッドボードは非常に手軽で、尚且つ回路の学習において工夫しようとする思考を促すことができるとわかった。以下は、生徒が製作中に書いた、授業の振り返りである。

- ・LEDの色を変えた。暗いところで、明るさを確認して、今までのもので良かったと確認した。
- ・どんな色を家に置いたらきれいなのか考えて、色を決められたと思います。
- ・LED白3つの方が、黄色3つより明るかった。次回はそれを生かして、スイッチを組み込みたい。
- ・押しボタンを使い、光らせる回路を並列でつなぐことができた。普通のスイッチをオン・オフにして押しボタンを光の調節にすることにした。

このように、電子部品を組み替える工夫ができることで、例えば、切り替えスイッチを利用して、室内全体を明るくする光と常夜灯を切り替える機能を実現した生徒がいた。また、可変抵抗器を利用して、ボリュームを操作することにより、必要に応じて明るさを調節する機能を実現した生徒もいた。理想とする照明を作り上げるために、電子部品の最適な組み合わせや位置を探し当てようと、生徒は何度も部品を抜き差ししていた。ブレッドボードの「手軽に電子部品を抜き差しし、組み替えることができる」という利点が、生徒の関心を高め、工夫を促していた。

以上のことから、ブレッドボードを活用することで、「B エネルギー変換」の内容における設計の学習が十分可能であると考えられる。

5 成果と課題

教材としてのブレッドボードは、電子部品を利用した回路の組み立てが容易であり、扱いやすいことが実感できた。しかし、電子部品が抜けないように固定することは難しいため、ブレッドボードを横向きや下向きにした場合は、電子部品が外れる恐れがある。また、配線が複雑になり、ジャンパーワイヤーが重なると抜けやすくなるなど、製品の構造次第では、安全性に問題が残った。生徒の考えを十分実現できる実践にするためには、授業者のさらなる教材研究が必要であると考えられる。

また、「社会的側面」「環境的側面」「経済的側面」を十分トレード・オフさせた上で、最終的な製品の製作に入るようワークシート等を準備したが、結果的には機能を充実させる社会的側面を重視した生徒が大半であった。環境的側面や経済的側面を最優先すべき面と考える生徒がほとんどいなかった原因として、乾電池を廃棄する際の問題や、電子部品購入に生徒自身が携わっていないことなどから、環境性や経済性に対する実感が十分に伴わなかったためであると考えられる。今後の実践に向けて、3つの側面に対する情報提供の仕方や、授業展開を考えたい。

参考文献

- 安孫子 啓, 安東 茂樹, 魚住 明生, 宮川 英俊 『新 技術科教育総論』2009, pp.98-105
 文部科学省 『中学校学習指導要領解説 技術・家庭科編 平成20年9月』, 教育図書
 文部科学省国立教育政策研究所 『評価規準の作成, 評価方法等の工夫改善のための参考資料【中学校 技術・家庭科】』, 教育出版, 2011(平成23)年11月