

京都教育大学
平成 25 年度 修士論文

中学校技術科における
作品の設計を伴う製作実習の提案と授業実践

指導教員 土屋英男
指導教員 多田知正

教科教育専攻 技術教育専修
竹川貴博

目次

1. 序論	4
1.1. 背景	4
1.2. 先行研究	4
1.3. 題材の選定	5
1.4. 学校現場で用いられている教材	6
1.5. 設計等に関する指導が行われていない理由	11
1.5.1. 時間の確保の困難さ	11
1.5.2. 教師と生徒のコミュニケーションの増加	12
1.6. 本研究の目的	12
2. 研究方法	13
2.1. 実習の進め方	13
2.1.1. 構想・設計の補助	13
2.1.2. 生徒による電気回路図の作成	14
2.1.3. 自宅学習の導入	15
2.2. ICT を利用した実習の支援	16
2.2.1. ICT を用いた支援の導入方法	16
2.2.2. 環境の整備	18
2.3. 評価方法	23
2.4. 授業実践	25
2.4.1. 授業の指導	25
2.4.2. 製作題材の詳細	29
3. 結果と考察	32
3.1. 教材費	32

3.2. 回路例	32
3.2.1. 周囲が暗いときにしか動作しない回路	32
3.2.2. 周囲が明るいときにしか動作しない回路	33
3.2.3. スイッチを OFF にした後もしばらくの間動作する回路	34
3.3. 授業実践の様子	35
3.3.1. ICT 教材の利用	35
3.3.2. 生徒が製作した作品	38
3.3.3. 生徒の感想	42
3.4. 授業の解析	43
3.4.1. 因子の抽出	43
3.4.2. 因子への影響の分析	46
4. 総合考察	50
4.1. ICT 活用について	50
4.2. 使用した教材について	52
4.3. アンケートの結果について	53
5. 要約	55
6. 引用文献	56
謝辞	58

1. 序論

1.1. 背景

中学校の技術・家庭科技術分野（以下、「技術科」）において、実習として「ものづくり」を行うことは重要である。平成 20 年 3 月に公示された中学校学習指導要領[1]（以下、「学習指導要領」）では、技術科の目標として、「ものづくりなどの実践的・体験的な学習活動を通して、材料と加工，エネルギー変換，生物育成及び情報に関する基礎的・基本的な知識及び技術を習得するとともに，技術と社会や環境とのかかわりについて理解を深め，技術を適切に評価し活用する能力と態度を育てる。」ことが掲げられている。

この目標を達成するために，製作実習の中で，生徒に製作品の設計を行わせることが有効であると考えられる。

学習指導要領では，中学校技術科の学習内容は，大きく分けて 4 つに分類されている。その 4 つの内容それぞれについて，ものづくりなどの実践的・体験的な学習活動（実習）が行われており，その指導項目には，計画をたててから学習を行うといったような設計の指導を行うように書かれている。

1.2. 先行研究

先行研究の中に，中学校技術科の製作実習において製作品の設計を含める試みがいくつか見られる。

田口ら[2]は，中学校の技術科において，教科に関連した知識や技能以外にも，問題解決能力を高めることが重要であると述べている。そのためには，技術科の実習における各過程において「学び方」を育てる学習内容にしていかなければならず，その中でも特に設計が重要な学習過程

であるとしており，設計の過程で指導法を工夫することにより，問題解決能力を高めることができると述べている。

尾崎[3]は，技術科において設計を行うことは，課題解決力を育成するために重要であると述べており，各内容において設計を取り入れた授業実践を行っている。1年生では，材料と加工に関する技術の実習において，本立てを参考にしながら，生徒の生活で使える「〇〇立て」の製作を行っている。2年生では，エネルギー変換に関する技術の実習において，基本となる動きを元に，目的とする動きを実現する機構の比較・検討を行い，「動くおもちゃ」の製作を行っている。

藤川[4],[5]は，学習指導要領において各教科において求められている「言語活動の充実」に着目し，技術科においては，生徒に設計を行わせることにより，技術分野特有の言語活動を実習に取り入れることができるとしている。この考えに基づき，エネルギー変換に関する技術に利用する製作題材「オリジナル LED ランプ」の開発を行っている。オリジナル LED ランプは，指定された電気回路に適した使用目的・使用条件を生徒に考えさせることで「工夫し創造する能力」を育む製作題材として開発された。また，オリジナル LED ランプを実際に授業に適用した結果，工夫し創造する能力の獲得感が高まったと報告している。

1.3. 題材の選定

本研究では，技術科の「エネルギー変換に関する技術」の中の電気回路を用いた製作品の製作実習に着目し，これに製作品の設計を取り入れることを考える。

電気回路を用いた製作品の製作実習を取り上げた一つ目の理由は，電気エネルギーが生活する上で欠かせないものとなっているからである。

生徒が生活する上で家電などの電気製品を利用する機会が多いため、生徒にとって電気エネルギーを利用する製品はとても身近に感じられる。しかし、電気エネルギーを利用する製品の大半は、様々な電氣的な部品やコンピュータが組み込まれており、その仕組みが複雑である。そのため、生徒たちは家電製品を利用する機会が多いが、その仕組みについてはよく知らないままに使っている。そこで、生徒が実際に電気製品を設計し、製作することで電気製品への関心が高まることが期待される。

二つ目の理由は、電気エネルギーの用途は幅広く、多様な製品に応用することができるからである。製作品の設計を含む製作実習を効果的に行うためには、生徒の考えるさまざまな課題に対応できるように、生徒自身が各々異なった製作品の設計を行うことができるような題材が望ましい。その点を考えると、機械製品と比べ、電気製品は身の回りで多く使われており、種類も多いため、生徒が作成する製品を考える上で選択肢が広がる。

以上のことから、電気回路を用いた製作品の製作実習は、設計を取り入れる製作実習の題材として適していると考えられる。

1.4. 学校現場で用いられている教材

現在、学校現場で行われている電気回路を用いた製品の製作実習では、生徒が製作品を設計する過程（以下、設計過程）は含まれていないのが現状である。

学校現場で実際に用いられている教材について、例をあげて説明する。現在の製作題材は、電気エネルギーを光エネルギーに変換する技術を利用したもの（照明器具など）や、電気エネルギーを音エネルギーに変換する技術を利用したもの（ラジオなど）が広く利用されている。その中

から、京都市の竹谷教材株式会社が平成 24 年度に取引のあった京都市内中学校 20 校のうち、2 校以上で採用されていた 4 つの教材について説明する。

オーロラクロック（図 1-1）は、久富電機産業株式会社が販売している、計測・制御プログラミングを学習するための教材である。4 種類のセンサ、LED およびブザーを搭載しており、プログラムでそれらを制御することができる。電気→光・音のエネルギー変換を行っており、エネルギー変換の教材としても利用される。生徒は製作の際に、基板に電子パーツを数カ所はんだづけし、その基板をケース内に挿入し組み立てるといった作業を行う。



図 1-1 オーロラクロック

My ダイナモ<ソーラー付>（図 1-2）は、株式会社トップマンが販売している、ソーラー発電と手回し発電が出来るラジオ付き LED ライトである。動力・光→電気、電気→光・音のエネルギー変換の学習ができる教材として多く用いられている。生徒は製作の際に、基板に電子パーツのはんだづけを行い、ソーラーパネル部、ダイナモ発電部、LED ライ

ト部，ラジオ部にわかれたボディと基板をコネクタで接続し，組み立てる作業を行う。



図 1-2My ダイナモ

セパレートコンポ（図 1-3）は，株式会社トップマンが販売している，FM・AM ラジオ製作キットである。ソーラーパネルによる発電や手回しによるダイナモ発電を行うことができ，動力・光→電気，電気→音のエネルギー変換の学習を行うためのキットである。生徒は製作の際に，基板に電子パーツを数カ所はんだづけし，その基板をケース内に挿入し組み立てる作業を行う。



図 1-3 セパレートコンポ

これらの教材は，これまで電気回路の製作経験のない生徒に限られた時間で製作を経験させるという点において洗練されており，ほとんどの生徒は実習時間内に製作品を完成させることができるという点では優れた教材といえる。

しかし，これら既存の教材は，あらかじめ与えられた電気回路の設計図に従い，同一の製作物を作成するキットであるため，すべての生徒の作品は同じものになる。生徒は作成する製品を考えたりそれに必要な電気回路を選択したりといったことをしないため，実習は単なる作業となり，生徒の問題解決能力を育むことに寄与しているとはいえない。

市販の教材の中で，生徒それぞれが異なった作品を作ることのできるキットは非常に限られている。その一つが，竹谷教材株式会社のオリジナル LED ランプセット（図 1-4）である。

オリジナル LED ランプセットは，京都市スタンダード指導計画にて採用されている教材で，LED とスイッチを組み合わせ，電気回路を構成するキットである。このキットでは，LED の点灯方法にいくつかパターンを持たせることができる。このキットの特徴は，基板上に電子部品

を取り付けるのではなく、各部品同士を直接はんだ付けして製作する。電気回路の製作後に生徒がそれぞれ用意した容器を加工し、製作した電気回路を組み込み、作品の完成となる。

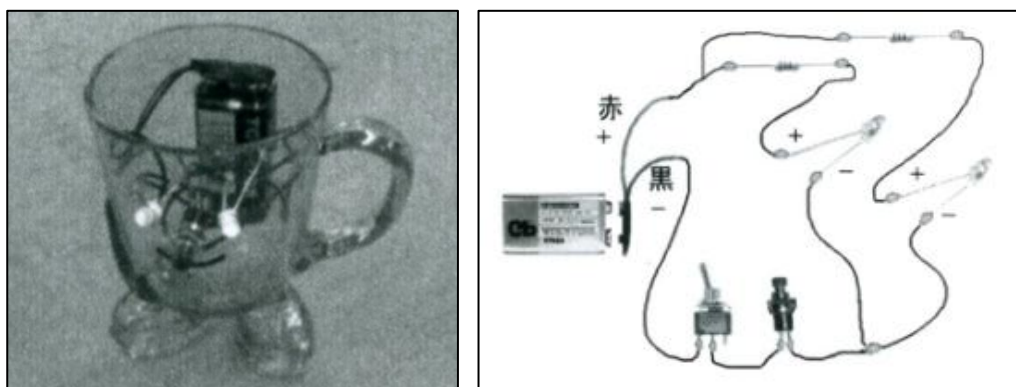


図 1-4 オリジナル LED ランプ

既存の大半のキットで行う作業内容は組み立てのみであり、設計過程は含まれていないのに対し、オリジナル LED ランプセットで行う作業内容には、わずかではあるが設計過程が含まれている。このキットは、容器の加工の際に、各生徒は、作る製品を利用しやすいように工夫を凝らして、スイッチや LED の取り付け位置を考え、その設計図を描き、容器の加工を行う。また、大半のキットの電気回路は、予め基板上に作成されているのに対し、このキットは、基板を使わずに、導線を使って LED とスイッチを接続するため、それぞれの配置を自由に決定することが可能である。

しかし、オリジナル LED ランプセットで行う作業内容は、適切な電気回路を選択するというような、設計過程を含んでいるとはいえない。このキットでは、実質 4 通りの電気回路しか構成することができず、そのすべてがスイッチを入れるとランプが点灯するという動作をするもの

であるため、生徒にとって、電気回路の選択の余地はほとんどないといえる。

このように、実際の学校現場では、電気回路を用いた製品の製作実習では、設計過程が含まれておらず、生徒の問題解決能力を育むにあたって、不十分であるといった実態がある。

1.5. 設計等に関する指導が行われていない理由

実際に中学校でエネルギー変換に関する技術の製作実習に、設計過程が含まれていない理由として、次の2つがあげられる。

1.5.1. 時間の確保の困難さ

一つ目の問題は、技術科に与えられた時間は非常に少ないため、生徒が製作品の設計を行うために必要な時間を確保することが難しいことである。エネルギー変換に関する技術は、多くの場合、第2学年で履修する。技術・家庭科として、第2学年で与えられている単位は2単位であるため、1年間に70単位時間の授業を行う。しかし、技術科と家庭科の授業を半分ずつ行うため、技術科に与えられた時間は、1年間に35単位時間である。さらに、その1年間には、エネルギー変換に関する技術だけでなく、生物育成に関する技術の学習も同時に行うことが多い。もし、3分の1を生物育成に関する技術、残り3分の2をエネルギー変換に関する技術の学習にあてるとした場合、エネルギー変換に関する技術の学習を行う時間は、1年間に20単位時間程度となる。ところが、この20単位時間すべてが製作実習を行う時間にあてられるわけではなく、他にも履修する内容が多くある。このような少ない学習時間の中で、実習に多くの時間を割いてしまうと、その他の内容を履修するための時間が不

足してしまう。そのため、従来のキットは、製作実習を 10 単位時間程度で終わらせることができるような内容になっている。したがって設計を導入する場合、10 単位時間の授業時間中に設計と製作の両方を行う必要があり、時間配分はこれまでより難しくなる。

1.5.2. 教師と生徒のコミュニケーションの増加

二つ目の問題は、従来の実習と比べて、教師と生徒のコミュニケーションが多く必要になることである。生徒に電気回路を選択させるような実習においては、製作品がそれぞれの生徒により異なるため、教師はそれぞれの生徒に対して異なる内容を指導する必要がある。また、設計過程においては、生徒の進捗の差が大きくなることが予想される。これらのことから、教師はクラス単位の一斉指導よりも、個別指導する機会が多くなると考えられる。しかし、1.5.1 で述べたように、技術の授業の時間数が少ないことから、技術の実習時間内で教師と生徒が取ることのできるコミュニケーションは質、量ともに限られる。

1.6. 本研究の目的

本研究では、電気回路を用いた製作品の製作実習において、設計過程を導入するにあたり、1.5 で述べた問題を解決できるような実習方法を開発することを目的とする。

2. 研究方法

本研究では，中学校技術科のエネルギー変換に関する技術の製作実習において，電気回路を用いた製作品の製作に設計過程を取り入れることを考える。本節では，製作実習に設計過程を取り入れるための教材や，実習の進め方の概要について述べる。

2.1. 実習の進め方

2.1.1. 構想・設計の補助

提案する実習方式では，製作実習の際，従来のように設計図を予め与えるといった手法を取るのではなく，生徒各々が解決したい課題について考え，そのために利用できる電気製品を設計し，製作する。

本来は，製作品の設計にあたっては，特に制約を設けず，生徒が自由な発想で製作品を構想することが望ましい。しかし，現代の中学生が，製作実習において，電気製品を一から構想・設計することは難しい。大半の生徒は，実習を行う時点で電気製品の製作や修理の経験をほとんど持っていない。そのため，生徒はこの時点では電気回路を用いてどのようなことが実現出来るのかわからず，作業が止まってしまうおそれがある。また，仮に実現したいことを思いついた場合も，生徒の力だけでは実現が困難な製品の開発をしようとして挫折してしまう可能性がある。

そのため，生徒にいくつかの候補から自分が設計する電気製品に利用する電気回路を選択させる方法を採用する。教師が設計する電気製品に利用する電気回路の選択肢をあらかじめいくつか用意して，その電気回路の動作を生徒に説明した後，生徒はそこから自分の気に入った動作をする電気回路を選び，それを利用した製品を設計する。作成できる電

電気回路の動作があらかじめ示されることで、生徒は作成する製品のイメージがしやすくなる。

2.1.2. 生徒による電気回路図の作成

電気製品を設計する際には、電気回路図を配布する代わりに、電気回路の仕様のみを与え、生徒自身に回路図を作成させる。生徒が自分で回路図を作成することで、ブラックボックス化された電気製品の仕組みに触れられ、その基本的な電気回路が実際に役立つ製品に利用できるという事実を知ることにより、家電製品のしくみについて興味を持ち、技術と社会の関わりへの関心が高まることが期待される。同時に、回路の選択の自由度がより高まることにより、各生徒の持つ工夫し想像する能力が最大限に活用され、その能力を向上させることができると期待される。

しかし、実際に回路図を作成する上では回路で用いる電子部品の選定を行う必要があり、中学生にはこれが難しいという問題がある。例として、大半の電気回路に含まれる電子部品であるトランジスタを考える。トランジスタは、増幅器やスイッチとして利用することができるが、それぞれに適した特性を持つトランジスタが複数存在する。また、増幅かスイッチングのどちらかに絞って利用する場合でも、扱う負荷の重さや入力電圧によって、適しているトランジスタの種類は異なる。これらのことから、自分の作成する回路に用いるトランジスタの選定は中学生には非常に難しい。トランジスタ以外の電子部品についても同様に選定は難しく、電気回路図を作成するためには、多様な電子部品の複雑な仕様を読み解き、製作しようとしている電気回路に適した電子部品を選択しなければならない。しかし、中学校の技術科の教科書には、電気回路に

関する知識は、抵抗器、スイッチ、負荷といった程度のものしか記載されていないため、適切な電子部品を選択することは難しい。

そこで、生徒が電気回路図の作成に入る際に、選択した電気回路の動作をする製品を製作する上で必要となる部品の一覧をあらかじめ与えることとする。これにより、生徒は製作する電気製品の電気回路図を作成する際に、部品の選定を行わなくて良いため、複雑な数値計算をしたり、電子部品の仕様を把握したりする必要がなくなる。

これに伴い、生徒に部品を配布する際には、選択肢として与えるどの回路でも製作できるだけの部品を一つのパッケージにすることで、全員に同じ部品を配布することにする。これにより、事前の部品の調達がしやすくなるとともに、部品の配布にかかる時間を短縮できるといった利点もある。

2.1.3. 自宅学習の導入

製作実習に設計過程が含まれていない原因の一つである実習時間の不足を解消するために、実習に自宅学習を導入する。作るものを考えたり、電気回路図を作成したりする際には、生徒が一人で考える時間が必要となってくる。そのため、構想や設計の段階では、生徒が一人で考える時間を十分確保することが重要である。また、教師の指導も、個別の指導が必要な場面が多くなることが予想されるため、授業時間内だけでは、十分な指導を行うことができない。自宅学習を導入することで、生徒に一人で考えさせる時間を設け、わからないところをその都度友人や教師に教わるといった形で授業をすすめることができる。

2.2. ICT を利用した実習の支援

設計過程が含まれていないもう一つの原因である教師と生徒のコミュニケーションの問題を解決するために、生徒の指導に ICT を利用する。これまで実習に ICT を導入した事例は、実習に用いる教材や資料をデジタル化したものが多く、コミュニケーションに ICT を導入した事例は少ない。例えば、千葉県柏市では、エネルギー変換に関する技術の電気エネルギーに関する授業の中で、器具や作業方法を撮影した画像や動画の提示に ICT 機器を利用している[6]。本研究では、教材・教具の提示だけでなく、生徒が電気製品の使用目的を考える、電気製品に使用する電気回路の選択を行う、電気回路図の作成を行うといった作業を、生徒が自宅で行う際の指導に ICT を利用する。インターネット上に実習専用のサイトを用意しておき、生徒は、教師に対してなにか質問があるときは、サイト内のフォーラムに質問を書き込む。そして、書き込まれた質問に対して教師が随時回答する。これにより、生徒は質問したいときにすぐ質問をすることができる。また、これまでにされた質問とその回答をすべての生徒が見られるようにすることで、別途プリントを配布するといった方法よりも、質問内容を他の生徒に素早くフィードバックすることができるとともに、教師の負荷も軽減される。

2.2.1. ICT を用いた支援の導入方法

生徒の指導に ICT を用いる場面は、大きく分けて 2 つある。1 つ目は、生徒が利用する資料の配布である。2 つ目は、生徒への指示や質問への回答など、生徒とのコミュニケーションのための利用である。

(1) 実習資料の配布

生徒が自宅で学習するには、電気製品の使用目的を考えるためのワークシート、電気回路の選択を行うためのワークシート、およびそれらを行う際に参考とする資料など、多くの資料が必要となる。また、生徒によって異なった製作物を設計することになるため、必要となる資料も異なる。各生徒に異なる資料を配布するには、非常に手間がかかる。また、すべての生徒に共通の資料を配るとすれば、すべてのパターンの説明を含む膨大な量の資料を配布する必要がある。

そこで、インターネット上のサーバにすべての資料を置き、生徒自身で必要な資料にアクセスし、必要に応じて画面上で閲覧したり印刷したりして利用させるようにする。資料がインターネット上にあるため、図書館や学校など、自宅外のコンピュータからでも資料を閲覧することができるようになる。また、生徒が選択した電気回路によって、アクセスできる資料を制限することにより、生徒が必要な資料を見つけやすくすることもできる。

(2) コミュニケーションツール

設計過程では、生徒は自宅で学習するため、主に一人で作業を進めることになる。そのため、何か質問があったとしても、すぐその場で誰かに聞くことが難しく、後日、登校した際に、学校で教師や友人に質問をすることになる。回答が得られるまでは、作業が中断することになり、さらには質問までに時間が開くことで、聞きたい内容を忘れてしまったり、曖昧になってしまったりするといったことも考えられる。

そこで、インターネット上のサーバに作成したサイトに、フォーラムと呼ばれる質問スペースを用意する。生徒が教師に対して何か質問があ

るときは、フォーラムに質問を書き込むことで、次の登校日まで待つことなく、教師からの回答を得ることができる。また、フォーラムを利用することで、面と向かって話をするのが苦手な生徒であっても、気軽に質問をすることができる。

さらに、フォーラムには、過去になされた質問とその回答が順次記録され、どの生徒でも閲覧が可能であるため、教師に質問することなく生徒の悩みが解決するといったこともあり、教師が同じ内容の質問に繰り返し回答する必要がなくなる。

また、インターネットフォーラムを用いた指導においては、生徒の質問に他の生徒が回答することも可能である。これにより、教師の手間を減少させることができると同時に、生徒同士の教え合いも活性化されると考えられる。さらに、上級生を回答に参加させることで、過去の内容の振り返りをする機会を設けるといったことも考えられる。

2.2.2. 環境の整備

2.2.1 に記した方法で授業を行うためには、インターネットからアクセスできるサーバ上にコンテンツを用意する必要がある。今回の授業実践では、著者の自宅内にサーバを設置し、そのサーバを用いてコンテンツを発信した。サーバ機には、OS として Ubuntu 12.10[7]をインストールしたノートパソコンを用いた。

(1) Moodle の導入

インターネット上にコンテンツを配置し、発信するには、さまざまな知識が必要とされる。Web サイトを構築する場合、HTML, Javascript や PHP といった言語を使って Web ページの内容を記述したり、専用の

プログラムを用いてサーバにファイルをアップロードしたりする必要がある。しかし、多くの教員はそのような知識を持っていないため、インターネットを用いた授業の支援を行うことは困難である。そこで、コンテンツの制作および管理に Moodle[8]を利用する。

Moodle は教育への利用を目的に作られた CMS (Course Management System) の一つであり、無償で利用することが出来る。Moodle はコンピュータやインターネットに詳しくないユーザであっても、コンテンツの制作や管理が行えるように設計されている。自宅学習の場合、生徒の学習状況を把握することは困難であるが、Moodle では、生徒が行った作業の記録が残るため、生徒の学習状況を把握することも容易に行えるといった利点がある。奥村[9], [10]は、大学の授業に Moodle を導入し、その運用状況について報告している。授業を受けた学生や利用した教員からの評判はよく、SNS のように教員と学生間のコミュニケーションを容易に取ることができ、違和感なく取り入れることができたと述べられている。

Moodle には、本研究で提案する実習方法における ICT を用いた支援を行う上で必要な機能がすべて含まれており、授業実践では、Moodle を利用して、資料の配布、課題の配布と点検、確認テストの実施および質問用フォーラムの設置を行った。図 2-1 に Moodle のトップページ、図 2-2 にフォーラムのトップページを示す。図 2-3 は生徒がフォーラムを利用している様子を示す。



図 2-1Moodle トップページ



図 2-2Moodle フォーラム



図 2-3 フォーラム利用の様子

(2) 回路図作成用ソフトウェアの導入

生徒とインターネットを介してコミュニケーションを取る場合、直接コミュニケーションを取る場合に比べ、余分な作業が必要になる。例えば、生徒が電気回路図作成の作業についての質問をする場合、対面で指導を受ける場合は作成中の回路図を直接教師に見せれば良いが、インターネットを用いる場合は回路図をコンピュータで扱えるデータに変換してから教師に提示する必要がある。回路図の作成を紙で行っている場合、作成中の回路図をデータ化するためにデジタルカメラで撮影するか、スキャナで取り込むかする必要がある。質問を行うたびにこの作業を行うのは面倒であり、このため質問自体があまりされなくなることが懸念される。

そこで、生徒は設計作業をすべてコンピュータ上で行うこととする。作るものを考えたり、回路図の作成をしたりといった作業をコンピュー

タ上で行い、その記録をインターネットに保存していれば、資料を教師に提示するためにかかる手間が省かれる。また、生徒は自宅や学校など、場所を選ぶことなくコンピュータとインターネットがあればどこでも作業を行うことができる。

しかし、Moodle には、回路図の作成を行う機能が含まれていない。Moodle は、作業記録の記入やアンケートの実施などの文字を入力して記録するシステム（Moodle コンテンツ）を設置することはできるが、回路図の作成などの作画を行うしくみは提供されていない。

そこで、Moodle とは別に、回路図の作成のための作画ソフトウェアを導入することで、すべての作業をコンピュータ上で行うことができるようにした。その際、ソフトウェアを、インターネット上に配置して利用する Web アプリケーションとして提供することで、コンピュータにソフトウェアをインストールすることなく、Web ブラウザ上で電気回路図の作成を行うことができるようにした。Web アプリケーションとしてソフトウェアを提供することで、生徒が作成した回路図をインターネット上に直接保存することができるといった利点もある。また、回路図の作成にソフトウェアを用いることは、生徒の興味や関心を高めることにもつながると考えられる。雫石ら[11]は、技術科電気領域の学習として、デジタル回路を扱うには、授業時間が不足していることが問題であるとしている。その解決方法として電気回路のシミュレータを含む CAI コースウェアの利用を提案し、その実践を行っている。電気回路の設計にコースウェアに含まれたシミュレータを利用することで、授業時間の不足を解消でき、生徒の単元への関心が高まったと報告している。

提供する作画ソフトウェアとして、draw.io[12]を利用した。draw.io は、オープンソースの作画用ソフトウェアである。電気回路用のアイコ

ンが多数用意されており，回路図の作成にも利用できる（図 2-4）。今回の実習では，中学生が利用しやすいように，今回の実習で選択させる電気回路図を作成する上で不必要なアイコンは削除し，不足しているアイコンを新たに追加するといった改良を加えて使用している。

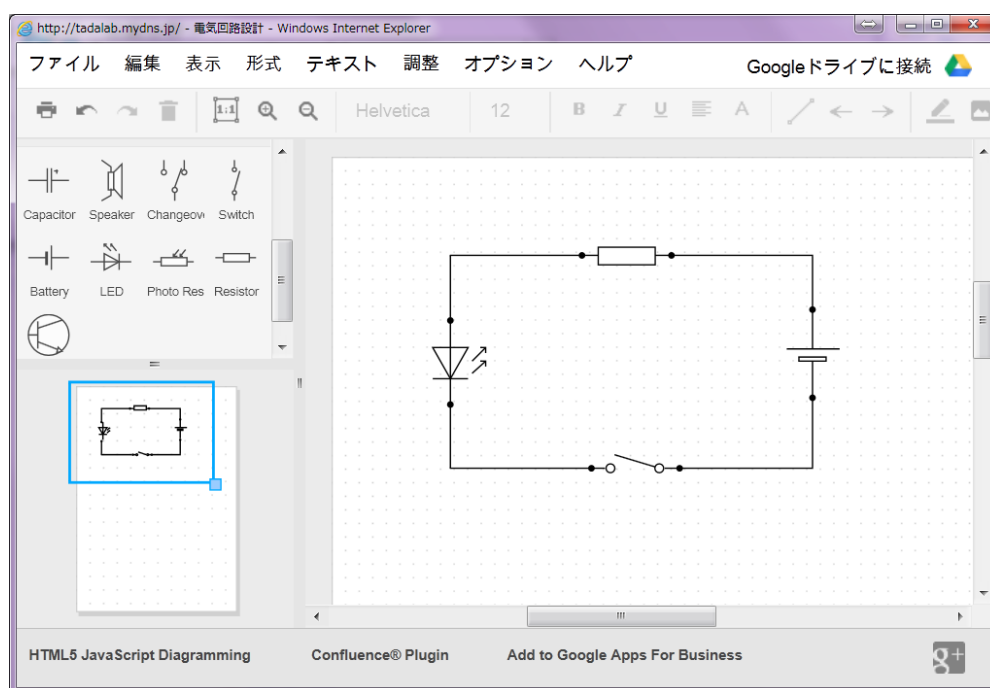


図 2-4draw.io を利用した回路図作成ソフトウェア

2.3. 評価方法

提案する実習方法の評価は，質問紙を利用して，生徒に実習前後の変容を問うことで行う。調査は，製作実習終了後に行い，質問紙の項目には，表 2-1 の 10 項目を利用する。質問の項目は，授業実践を行うことによって変容が見られることが期待される性質を問う内容のものとした。各項目に対して，実習を受けた後の気持ちの変化を「-5（実習前より弱くなった）」～「0（変わらない）」～「5（実習前より強くなった）」の間を 1 点刻みの 11 件法で回答させた。各質問項目は，生徒の実習前後

の変化を問う項目であるため、各項目の数値は実習前後の変化量に相当する。しかし、各項目とも生徒の主観的な回答であることに注意が必要である。

調査で得られた質問の回答は、統計処理により分析する。表 2-1 の各質問に対する回答（-5 から 5 の数値）の得点を、ダミー変数値として分析を行う。まず、質問項目から、変数の数を減らして、情報の縮約を行う。その際、実施する調査の質問項目間に共通性はないものとみなし、分析方法に主成分分析法を用いる。その後、得る総合特性因子を互いに独立性が高い因子として取り出し、さらに因子負荷量の絶対値をより高める、または 0 に近づける目的で、直交回転する。さらに、抽出された各因子の得点にもとづき、生徒の属性（性別、技術科の成績）による得点差を検定するために、分散分析などによる差の有意性検定を行う。これらの分析には統計パッケージソフトウェア SPSS[14]を用いる。

表 2-1 質問紙の項目

項目	
Q1	技術のことをもっと知りたい
Q2	電気製品のしくみをもっと知りたい
Q3	技術の時間が増えて欲しい
Q4	ものづくりは楽しい
Q5	ものを大切にしよう
Q6	ものをつくる職業に就きたい
Q7	困ったときは自分で工夫して解決しよう
Q8	必要なものは自分で作ってみよう
Q9	ものづくりは生活にとって大切だ
Q10	エネルギーの利用についての興味や関心

2.4. 授業実践

本研究で提案した手法の有効性を評価するため、京都府立洛北高等学校附属中学校の井上裕一朗氏に協力してもらい、同中学校の 2 年生を対象に授業実践を行なう。

教材の準備、Moodle のセットアップおよびコンテンツの準備は著者が行い、授業および生徒の対応は井上氏に担当させる。

単元指導計画（表 2-2）にあるように、授業を行うにあたって授業内容を大きく 3 つに分け、それぞれについて適した手法を用いて授業を行う。3 つの授業内容について次に示す。

- 電気についての知識習得
- 電気製品の構想・設計および回路図の作成
- 設計した製品の製作

2.4.1. 授業の指導

授業実践の指導計画を表 2-2 に、各授業時間の展開を表 2-3 に示す。

「電気についての知識習得」に関しては、一斉指導にて学習を行った。その際の学習内容として、従来のような電源・スイッチ・負荷だけでなく、実習で利用するコンデンサとトランジスタについての学習を追加した。コンデンサとトランジスタに関しては、教科書の内容から外れているため、別途教材を作成して学習を行う。

「電気製品の構想・設計および回路図の作成」に関しては、本研究で提案する手法を用いて学習を行った。初回の授業は、普通教室で行う。課題や Web サイトへのアクセス方法などの説明を行う。2 回目以降については、宿題として自宅で学習を行った。自宅学習の際には、2.2.2(1) で述べたように、生徒が利用する教材や学習の相談など、自宅で学習す

るために必要なコンテンツを、Moodle を通じて配信した。生徒は配信されているコンテンツを活用して、製作品の構想を考え、その製作品を作るために必要な電気回路を選択し、提供する Web アプリケーションを利用して、最終的な課題である電気回路図を作成する。この項目は、従来の製作実習には含まれていない内容である。

「設計した製品の製作」に関しては、一斉指導と個別指導を組み合わせで行う。この過程では、同じ動作をする回路を選択した生徒を同じ机に集めて作業を行うようにする。これにより、わからないところを互いに教え合いながら作業を進めることができるため、不明な点の質疑応答を生徒同士で行う場面が多くなると考えられる。製作は、電気回路の製作とケースへの組み込みの 2 つの作業からなる。その際、教師は、適宜全体に向けての作業の指示を出し、製作中は生徒毎に一对一での指導を行う。

電気回路の製作を行う際は、山口[13]の研究結果に基づき、はじめに実体配線図を書かせることとする。山口は、エネルギー変換に関する技術に利用する製作題材「LED 照明器具」を用いた製作実習において、電気回路の製作の際に、ユニバーサル基板への部品の配置を記入する実体配線図を用いることで、誤配線を防ぐといった工夫がなされている。山口の研究は、ユニバーサル基板への部品の取り付けであるが、今回の製作の際にも、応用できると考えこの手法を採用している。生徒は、回路図からそのまま部品同士の配線をすることは難しいと考えられるが、回路図を元に実体配線図を書くことで、回路製作の際に、間違っただう場所に部品を接続する生徒が減少すると考える。

組み込み加工の際には、生徒は、作る製品を利用する環境に合わせて、収めるケースの大きさや形を考えて加工した後、そのケースに作成した

電気回路を取り付けて作品を完成させる。この作業を行う前に、製作品の完成図と電気回路の取り付け図を書かせることとする。これにより製作品のイメージを事前に明確にしておくことができ、組み込み作業の失敗を減らすといった効果がある。

表 2-2 単元指導計画

学年	中学校 二年度前期	
実施期間	2013年5月～2013年10月	
単元名	エネルギー変換に関する技術を用いた家庭生活に役立つ電気製品の製作	
各時間の学習内容	1. 電気回路（4時間）	・第1時…電気回路の構成・回路図の書き方・図記号
		・第2時…仕事をするもの1（抵抗）
		・第3時…仕事をするもの2（コンデンサ）
		・第4時…仕事をするもの3（トランジスタ）
	2. 設計（1時間＋α）	・第5時…WEBページの利用方法，課題の取り組み方の説明
		・第*時…設計
	3. 製作（6時間）	・第6時…実体配線図の作図・回路製作①
		・第7時…回路製作②
		・第8時…回路製作③
		・第9時…回路製作④
		・第10時…組み込み加工①
評価	4. 評価（1時間）	・第11時…組み込み加工②
		・第12時…作品展覧会（ポスター掲示）・総括・アンケート
		◎生活や技術への関心・意欲・態度
		・使用目的にあった製作品を作成しようとしている
		◎生活を工夫し想像する能力
	◎生活の技能	・使用目的にあった回路を選択し，設計している
		・設計図通りに電気回路を製作し，安全にも気を配っている
		◎生活や技術についての知識・理解
		・回路計を用いた，回路の点検方法を理解している

表 2-3 各時の授業展開

第1次	第1時	導入	・電気回路は何で出来ているか
		展開	・回路図の書き方と図記号
		まとめ	・設計に必要な図記号
	第2時	導入	・抵抗器とは何か？
		展開	・電気抵抗について
			・抵抗器の種類
		まとめ	・抵抗器を使った回路の動作
	第3時	導入	・「電気」をためるもの
		展開	・電池とコンデンサの違いについて
		まとめ	・抵抗器やコンデンサを使った回路の動作
	第4時	導入	・トランジスタとは何か？
		展開	・トランジスタの役割
		まとめ	・トランジスタを使った回路の動作
第2次	第5時	導入	・ものづくり実習の説明
		展開	・製作品の決定
		まとめ	・決めた製作品をどうして選んだのか、何に使うのかをまとめる
	第*時	導入	・設計を行う手順について
		展開	・製品がどのような動きをするかを考える
			・与えられた部品の役割を考える
			・製品の動作と部品の役割を関連付ける
			・部品の使用例にそって、回路図を作成
		まとめ	・設計を行なって難しかった点、楽しかった点などをまとめる
第3次	第6～9時	導入	・製作を行う手順について
		展開	・実態配線図の作成
			・実態配線図にそって、部品を接続
			・実際に電源を入れて動作確認を行う
			・動作しなかった場合は接続を再確認する
		まとめ	・製作を行なって気づいたことをまとめる
	第10～11時	導入	・製品化について
		展開	・加工に使用する道具について
			・回路を組み込むための筐体設計・製作（加工）
			・筐体内に回路を組み込み、製品を完成させる
		まとめ	・製品化を行うにあたって工夫した点などをまとめる
第4次	第12時	導入	・発表方法について
		展開	・製品発表と投票
		まとめ	・表彰式
			・アンケート
			・総評

2.4.2. 製作題材の詳細

今回の授業実践で使用した題材について述べる。題材として提供するものは、電気回路の製作に必要な電子部品のパッケージと、教室での授業で利用するワークシート、および授業支援用の Web サイトである。パッケージには、負荷として、LED とスピーカーの二種類、センサとして、CdS セル、コンデンサ、スイッチ、接触センサ（導線）が含まれており、これらを組み合わせることで、多彩な電気回路の製作を行うことができる。また、生徒それぞれの使用目的や使用条件によって、センサが反応する状況が違うが、抵抗器を変更することで、その違いにも対応することができる。Web サイトは Moodle で構築され、実習についての説明が記載されている他、生徒が行う、製作品の使用目的・使用条件の記入、電気回路の選択、電気回路図の作成、課題の提出、質問等をするために用いる。

(1) パッケージの内容

今回の授業実践では、生活に役立つ電気製品の開発を行うが、その際、2.1.1 に書いたように、パッケージ化した電子部品を用いて授業を行う。パッケージに含まれる電子部品の一覧を表 2-4 に示す。

表 2-4 パッケージの内容 (一人分)

部品名	部品型番	備考	個数
電池		単四アルカリ電池	3本
電池ケース	BH431A		1個
メロディIC	UM66T-68L	It's a small world	1個
圧電スピーカー	SPT08		1個
LED	OSW54L5111P	白, 5mm, 3.3V, 50mA, Vf=3.0~3.8V	1個
	OSUB5161P	青, 5mm, 3.3V, 50mA, Vf=3.0~3.8V	1個
	OSDR3133A	赤, 3mm, 2.0V, 20mA, Vf=1.8~2.5V	1個
LED拡散キャップ	OS-CAP-5MK-1	白, 5mm	1個
トランジスタ	2SD1140		1個
コード		より線 (AWG24相当)	1m
CdSセル	GL5537-1	5mm 2M Ω	1個
コンデンサ		470uF	1個
抵抗器		カーボン皮膜抵抗(22k)	1個
		カーボン皮膜抵抗(47k)	1個
		カーボン皮膜抵抗(130), LED(赤)電流制限用	1個
		カーボン皮膜抵抗(1.1M)	1個
		カーボン皮膜抵抗(10), LED(青・白)電流制限用	1個
トグルスイッチ	1MS1-T1-B1-M1-Q-N	単極双投・パネル取り付け	1個

パッケージを構成する電子部品の選定にあたっては、組み立てがしやすいこと、教材費を出来るだけ抑えられること、部品の調達がしやすいこと、の3点を考慮した。そのため、電子部品は、できるだけ共通して使える部品が多くなるように部品の種類を選択した。また、製作時に行うケースへの組み込みを考え、できるだけ小さく、かつ接続端子の大きい物を採用した。予備の部品数については、製作時に破損しやすいと思われる部品や使用頻度の多い部品の数を多くするなどの調整を行った。最終的に教材会社を通じて入手した部品の総点数、単価や部品総費用は、表 2-5 の通りである。

表 2-5 購入部品一覧

部品名	必要部品点数				価格		
	個/人	生徒分	予備	総数	円/個	円/人	円/部品
電池	3	240	5	245	32	96	7840
電池ケース	1	80	3	83	105	105	8715
メロディIC	1	80	3	83	78	78	6474
圧電スピーカー	1	80	3	83	60	60	4980
LED白, 5mm, 3.3V, 50mA, Vf=3.0~3.8V	1	80	5	85	67	67	5695
LED青, 5mm, 3.3V, 50mA, Vf=3.0~3.8V	1	80	5	85	37	37	3145
LED赤, 3mm, 2.0V, 20mA, Vf=1.8~2.5V	1	80	5	85	5	5	425
LED拡散キャップ	1	80	20	100	10	10	1000
トランジスタ	1	80	10	90	140	140	12600
より線(AWG24相当)	1	80	0	80	25	25	2000
CdSセル	1	80	3	83	33	33	2739
コンデンサ(470u)	1	80	3	83	85	85	7055
カーボン皮膜抵抗(22k)	1	80	10	90	4	4	360
カーボン皮膜抵抗(47k)	1	80	10	90	4	4	360
カーボン皮膜抵抗(130), LED(赤)電流制限用	1	80	10	90	4	4	360
カーボン皮膜抵抗(1.1M)	1	80	10	90	4	4	360
カーボン皮膜抵抗(10), LED(青・白)電流制限用	1	80	10	90	4	4	360
トグルスイッチ	1	80	3	83	120	120	9960
					総額	881	74428

3. 結果と考察

3.1. 教材費

部品の他，ハンダなどの消耗品や部品ケースなどを含めて，製作実習の総費用は，84,050 円であり，一人あたりの教材費は約 1,050 円となった。1.4 で取り上げた教材の中で，もっとも安いオーロラクロックは 2,900 円，もっとも高い My ダイナモ＜ソーラー付＞は 3,980 円である。1,050 円という価格は他の教材の半分以下であり，中学校技術科の教材費として妥当であるといえる。

3.2. 回路例

本パッケージでは，様々な電気回路を製作することができるが，その中から，授業実践において選択する生徒が多かった回路を以下に示す。

3.2.1. 周囲が暗いときにしか動作しない回路

図 3-1 は，センサとして，CdS セルを用いることで，周囲の明るさを感知し，明るいときには電源を OFF，暗いときには電源を ON する回路である。この回路を用いた製品の例としては，夜間のみ点灯する常夜灯などが考えられる。この回路を選択した人数は表 3-1 の通りである。この回路は，男女ともに一番選択する生徒が多かった。これは，もっとも利用する場面がイメージしやすかったためだと思われる。

表 3-1 暗い時に動作する回路を選んだ生徒の数

男子生徒	女子生徒	合計
11	19	30

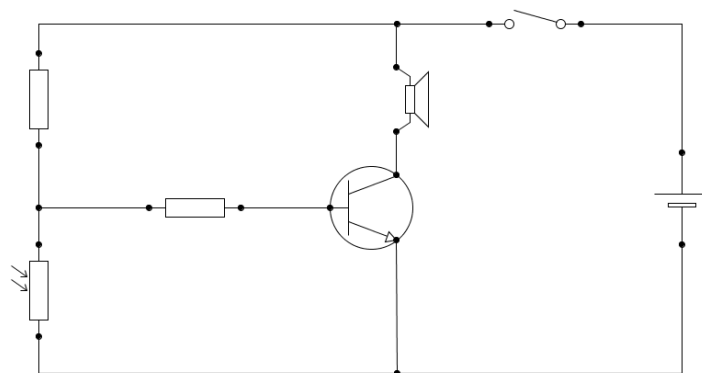


図 3-1 暗い時に動作する回路

3.2.2. 周囲が明るいときにしか動作しない回路

図 3-2 は、センサとして、CdS セルを用いることで、周囲の明るさを感知し、明るいときには電源を ON、暗いときには電源を OFF する回路である。この回路を用いた製品の例としては、箱の開閉による周囲の明るさの変化を利用して再生されるオルゴールなどが考えられる。この回路を選択した人数は表 3-2 の通りである。この回路は、女子生徒が多く選んでいた。これは、この回路に多く利用されていたオルゴールが男子生徒よりも女子生徒が好むものであったためだと思われる。

表 3-2 明るい時に動作する回路を選んだ生徒の数

男子生徒	女子生徒	合計
4	7	11

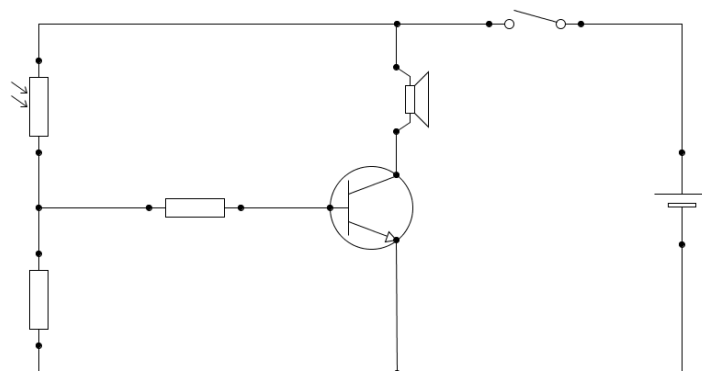


図 3-2 明るい時に動作する回路

3.2.3. スイッチを OFF にした後もしばらくの間動作する回路

図 3-3 は、コンデンサを用いることで、スイッチを OFF にしたあとも、コンデンサに蓄えられた電気を使って動作させることができる回路である。この回路を用いた製品の例としては、就寝時に自動消灯する照明などが考えられる。この回路を選択した人数は表 3-3 の通りである。この回路は男子生徒が多く選択していた。これは、この回路を利用例としてラーメントイマーがあり、女子生徒より男子生徒のほうがインスタント食品を利用することが多いためだと思われる。

表 3-3 スイッチを OFF にした後もしばらくの間動作する回路を選んだ生徒の数

男子生徒	女子生徒	合計
11	2	13

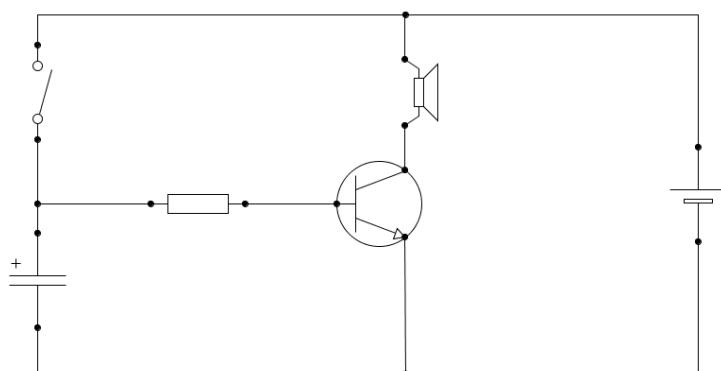


図 3-3 スイッチを OFF にした後もしばらくの間動作する回路

3.3. 授業実践の様子

3.3.1. ICT 教材の利用

授業を進める上でさまざまなトラブルや問題が発生することが予測されたため、事前にいくつかの対策を立てていたが、実際には大きなトラブルが発生することもなく、比較的スムーズに進行することができた。

提案する実習方式は、インターネットを用いて課題提出や質問を行う形式であり、自宅にパソコンがあり、インターネットにアクセスできることを前提としている。今回授業実践の対象となった生徒の中には、自宅にインターネットに接続できるパソコンがないという生徒はいなかった。事前の予想では、数人の生徒から、インターネットが使えないといった声があがると考えており、そのような生徒のために従来型の学習ができるように別途資料を用意していたが、使うことはなかった。

また、生徒のコミュニケーションに用いたフォーラムは、予想した以上に活発に利用されていた。設計時のフォーラムでの様子を図 3-4 に示す。生徒のした質問に教師が回答する前に、別の生徒が回答している。今回の授業実践では、このような生徒同士のフォーラム上での教え合いが予想より多く見られた。当初は、フォーラムを設置しても教師に直接、

対面で質問をする生徒が多数出てくると予想していたが、実際にはそのようなことはなく、ほとんどの生徒がフォーラムを利用して質問をしていた。また、質問に対して回答をつける生徒も多くいたため、普段の授業とは違い、生徒間での教え合いがより活発になったといえる。



The screenshot displays a forum thread with a light gray background. The first post is a question titled '質問' (Question) by user '竹中 颯太郎' (Takeuchi Satoru) on June 2, 2013, at 09:59. The question asks about the difference between batteries and power sources and how to represent a contact check rod in a circuit diagram. Below the question are three replies, each starting with 'Re: 質問' (Re: Question). The first reply is by '濱 勇希' (Hamu Yuki) at 14:18, explaining that batteries are a type of battery and power sources include batteries. The second reply is by '竹中 颯太郎' (Takeuchi Satoru) at 15:51, expressing gratitude. The third reply is by 'サイト 管理者' (Site Manager) at 20:47, stating that the contact check rod should be opened without connecting the parts. Each post includes a user profile icon, the title, the timestamp, the username, the content, and a set of action links (親記事を表示する, 編集, 分割, 削除, 返信) at the bottom right.

質問
2013年 06月 2日(日曜日) 09:59 - 竹中 颯太郎 の投稿

バッテリーって、電池のことですよね？バッテリーと電源はどう違うんですか？

また、接触検知棒は回路図にどうやって表わすんですか？

何個も質問してすみません・・・

[編集](#) | [削除](#) | [返信](#)

Re: 質問
2013年 06月 2日(日曜日) 14:18 - 濱 勇希 の投稿

バッテリーとは蓄電するやつだと思う・・・バッテリーは電池の種類ってことかな。

また、電源は電力を供給するもので電池も含まれる。

つまり「電源の種類で電池というものがあり、その電池の種類でバッテリーというものがある」

ってことだと思います。

[親記事を表示する](#) | [編集](#) | [分割](#) | [削除](#) | [返信](#)

Re: 質問
2013年 06月 2日(日曜日) 15:51 - 竹中 颯太郎 の投稿

ありがとうございます。参考になりました。

[親記事を表示する](#) | [編集](#) | [分割](#) | [削除](#) | [返信](#)

Re: 質問
2013年 06月 2日(日曜日) 20:47 - サイト 管理者 の投稿

接触検知棒は、その部分を何もつなげずに開けておいてください。

[親記事を表示する](#) | [編集](#) | [分割](#) | [削除](#) | [返信](#)

図 3-4 フォーラムでの生徒同士の教え合い

図 3-5 に、フォーラムの利用数の推移を示した。生徒は、主に週末に利用していることがわかる。1 週目の週末に比べ、2 週目の週末のフォーラム利用数が多いのは、2 週目に定期テストが控えていたためと思われる。6/5 に利用数が増えているのは、6/6 を提出の期限として提示し

ていたためである。しかし、実際には 6/6 までに完成していない生徒がおり、次週の 6/13 に期限を延期したため、6/6 以降にも数件の質問がみられた。

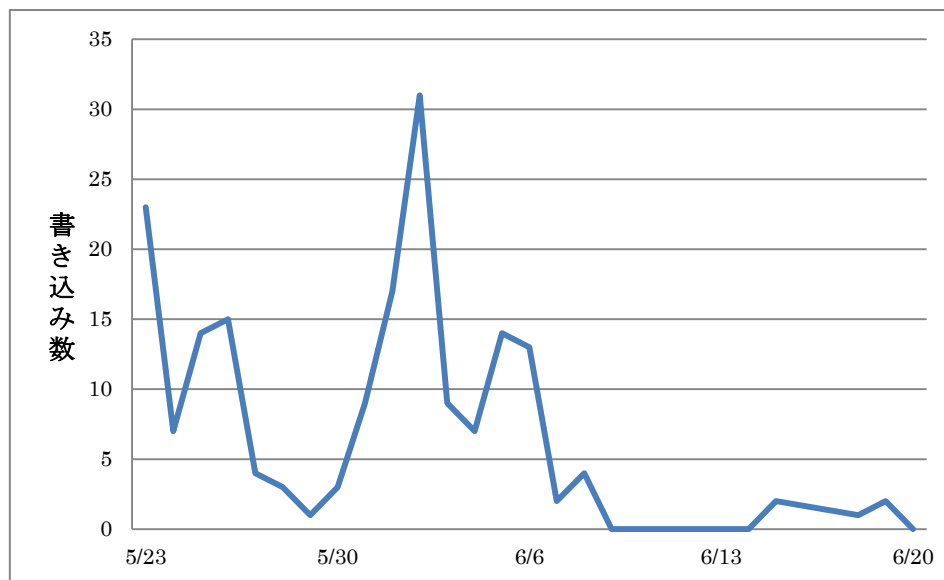


図 3-5 フォーラム利用数の推移（2013 年度）

また作画ソフトウェアについても、利用していない生徒はおらず、「使うのが面倒だ」という声も挙がらなかった。このことから、作画ソフトウェアは、設計の指導を支援するために有効に機能していたといえる。

しかし、Moodle を利用する上でのセキュリティの低さを危惧する声があった。実際に実践授業で Moodle を利用した際には、システムへのログインのみに暗号化通信を利用し、ログイン後の作業やフォーラムへの書き込みなどについては暗号化を行わずに運用した。その結果、作業記録を見やすいようにと設定した実名の表示やタイトルに利用した学校名といった情報が外部に漏洩するおそれはないのかといった質問がフォーラムに上がっていた。その質問に対しては、成績情報などについては

インターネット上のサーバには保管しておらず，仮にシステムのセキュリティが突破された場合であっても，氏名以外の情報が流出することはないと回答したところ，納得の上で利用を再開することができた。

3.3.2. 生徒が製作した作品

生徒が製作した作品を以下に示した。表 3-4～表 3-6 は，生徒が作りたいと思った製品のコンセプトである。このコンセプトは，製作品の設計に入る前に，自分の見つけた課題を解決するための方法として，選択した電気回路をどのように利用して，製作品を製作するかを書かせたものである。図 3-6～図 3-9 に授業実践で生徒が作った製作品を示した。それぞれの製作品は，各生徒の使用目的・使用条件を満たすよう設計した作品である。

図 3-6 に示す作品は，生徒 A と生徒 B の作ったものであり，電気回路の製作の際，センサとして CdS セル，負荷として LED を使った例である。双方とも，青色の LED を用い，夜間に利用する照明として作成されており，就寝時のリラックス効果を狙って作成されている。

表 3-4 生徒 A，B の選択した電気回路と製作品の概念

	選択した電気回路	どのような製品を作るか	どうして作りたいのか
生徒A	暗くなったら動作する回路	小さい明かり	日常の中で暗闇に反応して灯りがつくというしくみは省エネのいいみでも、私たちが暗闇を怖がり明るさを求めるいう意味でも大切であると思うので、今回作りたいと思いました。
生徒B	暗くなったら動作する回路	周りが暗くなったら、青や白の光がつく製品	夜、真っ暗闇よりも小さな光が付いてる方がなんとなく落ち着くかなと思ったから。青は興奮を抑える作用があるというので、よりリラックスして眠れるいいと思う。



図 3-6CdS セルと LED を使った例

生徒 C と生徒 D の作った図 3-6 に示す作品は、電気回路の製作の際、センサとして CdS セル、負荷としてスピーカーを使った例である。本体を小物入れの内部に設置することで、蓋を開けた時に自動的に音楽が流れるように作成されている。

表 3-5 生徒 C, D の選択した電気回路と製作品の概念

	選択した電気回路	どのような製品を作るか	どうして作りたいのか
生徒C	明るくなったら動作する回路	箱のふたを開けると鳴るオルゴール	自分のオルゴールを持ってないので作ってみようと思ったから。
生徒D	明るくなったら動作する回路	箱のふたを開けると鳴るオルゴール	チャレンジしてみたいと思ったから。



図 3-7CdS セルとスピーカーを使った例

図 3-8 と図 3-9 に示す作品は、電気回路の製作の際、センサの代わりにコンデンサを利用し、負荷に LED を使った例である。生徒 E の作った図 3-8 の作品は、スイッチを入れたタイミングから 3 分間音楽が流れ続ける 3 分計として設計されている。生徒 F の作った図 3-9 の作品は、スイッチを切った後も数分間音楽が流れ続けるように設計されている。

表 3-6 生徒 E, F の選択した電気回路と製作品の概念

	選択した電気回路	どのような製品を作るか	どうして作りたいのか
生徒E	明るくなったら動作する回路	3分たったら鳴り出すタイマー	3人兄弟で土曜日や日曜日は、親が仕事でいないときがあるので、カップ麺を昼ご飯にすることが多々あるので、複数で時間を計れたら、よいと思ったから。
生徒F	暗くなったら動作する回路	カップラーメンのタイマー	思いついたから



図 3-8 コンデンサとスピーカーを使った例 1



図 3-9 コンデンサとスピーカーを使った例 2

製品の製作の作業の様子を図 3-10 に示す。生徒は熱心に作業を行っていた。また、わからないところは、教師の力を借りることなく、生徒同士で互いに教え合いながら解決する場面も多く見られた。しかし、製作を行った際には、生徒が部品を破損してしまうといったトラブルが多く発生した。こういったトラブルが起きた時のために予備の部品も用意していたが、その部品が足りなくなり追加で購入する必要があった。生徒が破損した部品の多くはトランジスタであり、接続時に根本から折ってしまうというトラブルが多かった。



図 3-10 実習風景

3.3.3. 生徒の感想

製作実習終了後に、生徒の実習に対する感想を知るために実施したアンケートの項目は表 3-7 の通りである。感想は、それぞれの項目について 4 件法で回答させた。アンケートによる感想の回答を選択肢の 1, 2, 3, 4 と得点化し、集計したものを表 3-8 に示す。

表 3-7 アンケート（感想）

質問項目	選択肢			
	1	2	3	4
A 実習は楽しかったですか	楽しくなかった	どちらかといえば 楽しくなかった	どちらかといえば 楽しかった	楽しかった
B 実習は難しかったですか？	難しかった	どちらかといえば 難しかった	どちらかといえば 簡単だった	簡単だった
C 実習には満足できましたか？	満足できなかった	どちらかといえば 満足できなかった	どちらかといえば 満足した	満足した
D 自分の学力の向上につながったと思いますか？	変わらない	あまり向上 していない	少し向上した	向上した
E 実習を通して電気回路が理解できるようになりましたか？	理解できなかった	どちらかといえば 理解できなかった	どちらかといえば 理解できた	理解できた
F 作ったものを今後使っていきたいと思いますか？	絶対使わない	たぶん使わない	たぶん使う	絶対使う

表 3-8 感想集計

質問項目	1の割合	2の割合	3の割合	4の割合	平均値
A	2.86%	4.26%	60.00%	70.00%	3.23
B	24.29%	54.29%	21.43%	0.00%	1.97
C	1.43%	14.29%	62.86%	21.43%	3.04
D	2.86%	20.00%	68.57%	8.57%	2.83
E	5.71%	15.74%	68.57%	10.00%	2.83
F	2.86%	40.00%	52.86%	4.29%	2.59

注) 表4-6選択肢1～4の割合

感想の結果に対して、対応のない t 検定を行い、回答結果の平均値と選択肢の中間値に相当する得点（2.5）の差の検定を行った。その結果を表 3-9 に示す。

表 3-9 生徒の感想の t 検定

質問項目	平均との差	t値	有意確率
A	0.729	9.192	0.000
B	-0.529	-6.500	0.000
C	0.543	7.021	0.000
D	0.329	4.483	0.000
E	0.329	4.040	0.000
F	0.857	1.147	0.255

t 検定の結果，質問項目 A～E については，両者の差が有意であったが，質問項目 F については差が有意でなかった。この結果から，実践授業で行った実習は，生徒にとって，十分充実した内容と感じられたとともに，ものづくりの大変さと重要性を実感する機会になったと考えられる。

3.4. 授業の解析

製作実習の終了後に，表 2-1 に示した項目による質問紙を利用した調査の結果を示した。授業実践を行った生徒は 80 人であるが，欠席などの理由で回答に参加できなかった生徒を除いた 70 人を対象とした。

3.4.1. 因子の抽出

すでに 2.3 に示したように，表 2-1 の質問の回答（70 人分）の「実施前より弱くなった」に「-5」点，「実習前より強くなった」に「5」点の 1 点刻みのダミー得点を与えた。各項目を，これに基づいたダミー変数としたときの得点の平均値を表 3-10 に示す。

表 3-10 調査結果

項目	平均値
Q1	1.200
Q2	1.114
Q3	1.271
Q4	1.443
Q5	1.886
Q6	0.486
Q7	1.000
Q8	0.814
Q9	1.771
Q10	0.757

これら 10 個のダミー変数と、生徒 70 人で得られる多変量データを対象に、相関行列を求め、これより主成分分析を行い、主成分を抽出した。相関行列に基づいたのは、各変量の教育的重要性に軽重はないものと判断したからである。回転法には、分析により抽出された因子の負荷量のバランスがよく、また説明がもっとも妥当だと感じられたバリマックス回転を用いた。因子数は、因子の寄与率の累計が 75%を超えたときの 3 因子とした。調査項目について主成分分析を行った際の各因子の回転前の因子負荷量を表 3-11 に、回転後の負荷量を表 3-12 に示す。

表 3-11 因子負荷量（回転前）

no	項目内容	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Q4	ものづくりは楽しい	0.88	0.00	-0.11	0.07	0.01
Q1	技術のことをもっと知りたい	0.88	0.12	-0.10	-0.17	-0.01
Q2	電気製品のしくみをもっと知りたい	0.84	-0.04	-0.07	-0.10	-0.05
Q8	必要なものは自分で作ってみようと思う	0.80	-0.42	-0.03	-0.03	0.12
Q9	ものづくりは生活にとって大切だ	0.80	-0.04	0.34	-0.06	-0.19
Q10	エネルギーの利用についての興味や関心	0.79	-0.13	-0.13	-0.05	-0.48
Q7	困ったときには自分で工夫して解決してみようと思う	0.72	-0.37	0.34	0.07	0.35
Q3	技術の時間が増えて欲しい	0.68	0.27	-0.48	-0.28	0.29
Q6	ものをつくる職業に就きたい	0.65	0.19	-0.19	-0.06	0.05
Q5	ものを大切にしようと思う	0.60	0.59	0.48	0.71	0.02
因子寄与率		59.19%	8.10%	7.72%	6.40%	4.93%

表 3-12 因子負荷量（回転後）

no	項目内容	F1	F2	F3
Q7	困ったときには自分で工夫して解決してみようと思う	0.841	0.124	0.223
Q8	必要なものは自分で作ってみようと思う	0.802	0.418	-0.013
Q9	ものづくりは生活にとって大切だ	0.673	0.278	0.482
Q3	技術の時間が増えて欲しい	0.114	0.860	0.115
Q1	技術のことをもっと知りたい	0.467	0.682	0.332
Q4	ものづくりは楽しい	0.548	0.656	0.250
Q6	ものをつくる職業に就きたい	0.239	0.612	0.237
Q2	電気製品のしくみをもっと知りたい	0.563	0.582	0.225
Q10	エネルギーの利用についての興味や関心	0.565	0.568	0.108
Q5	ものを大切にしようと思う	0.162	0.251	0.926
因子寄与率		30.55%	30.03%	14.44%

第1因子は、「ものを自分で作ってみたい」、「自分で工夫して解決したい」、「ものづくりは生活にとって大切だ」という項目の因子負荷量が高い。これらは生徒自身が、技術を活用して、生活の課題を解決しようとしている様相であり、技術やものづくりに対する生徒自身の積極性を表していると解釈できる。そこで、第1因子を「創造的活動への積極性」因子（F1）と命名した。

第2因子は、「ものづくりは楽しい」、「エネルギーの利用についての興味や関心」、「電気製品のしくみをもっと知りたい」、「技術のことをもっと知りたい」、「技術の時間が増えてほしい」、「ものをつくる職業に就きたい」という項目の因子負荷量が高い。これらは生徒自身が、技術に関心を持ち、さらに学習を続け知識を深めて行きたい、という様相であり、製作を通してものづくりをするという仕事の必要性を感じられたと解釈できる。そこで、第2因子を「技術への興味・関心」因子（F2）と命名した。

第3因子は、「ものを大切にしようと思う」という項目が独立して抽出されたものである。

表 3-13 因子と項目との関係と因子の意味付け

因子名	項目
創造的活動への積極性	Q7 困ったときには自分で工夫して解決してみようと思う Q8 必要なものは自分で作ってみようと思う Q9 ものづくりは生活にとって大切だ
技術への興味・関心	Q3 技術の時間が増えて欲しい Q1 技術のことをもっと知りたい Q4 ものづくりは楽しい Q6 ものをつくる職業に就きたい Q2 電気製品のしくみをもっと知りたい Q10 エネルギーの利用についての興味や関心
ものを大切にする心	Q5 ものを大切にしようと思う

3.4.2. 因子への影響の分析

生徒をいくつかの方法で分類し、抽出した各因子について有意性検定を行った。

男女間の因子得点の平均差について、対応のない t 検定を行った。その結果（表 3-14）、F1($t = 1.357$, $df = 68$, n.s.), F2($t = -2.485$, $df = 68$, $p < 0.05$), F3($t = 1.777$, $df = 68$, n.s.)となり、F2 について男女間での平均値に有意な差が認められた。この結果は、男子生徒は女子生徒よりも技術への興味・関心が有意に、より高まったと解釈できる。

表 3-14 男女の因子得点の平均の差の検定

因子		平均	t値	有意確率
F1	F	0.152	1.357	0.179
	M	-0.171		
F2	F	-0.271	-2.485	0.015
	M	0.303		
F3	F	0.198	1.777	0.080
	M	-0.221		

次に、因子得点における、技術科の観点別の評価点（A,B,C），選択した電気回路の種類，および製作実習後の感想（表 3-7 の A~F）による違いを分析するため、一元配置分散分析を行った。その結果を、表 3-15～表 3-17 に示す。

分析の結果、F2 について、感想 A（ $F(3,66)=3.556, p<.05$ ）および感想 B（ $F(3,66)=4.443, p<.05$ ）に有意な差がみられた。Tukey HSD を用いた多重比較によると、感想 A の回答、「どちらかといえば楽しかった」と「楽しかった」との関係（表 3-18）で、感想 B の回答、「難しかった」と「どちらかといえば簡単だった」の関係（表 3-19）で有意な差がみられた。

表 3-15 因子得点における観点別評価の影響の分析結果

独立変数	従属変数	F値	有意確率
第Ⅰ観点	F1	1.669	0.196
	F2	2.039	0.138
	F3	2.669	0.077
第Ⅱ観点	F1	0.598	0.553
	F2	0.389	0.679
	F3	0.816	0.447
第Ⅲ観点	F1	0.723	0.398
	F2	0.443	0.508
	F3	0.707	0.403
第Ⅳ観点	F1	0.706	0.497
	F2	3.132	0.050
	F3	0.033	0.968

表 3-16 因子得点における選択した電気回路の影響の分析結果

独立変数	従属変数	F値	有意確率
選択した 電気回路	F1	1.244	0.299
	F2	0.914	0.478
	F3	0.520	0.760

表 3-17 因子得点における実習の感想の影響の分析結果

独立変数	従属変数	F値	有意確率
感想A	F1	0.373	0.773
	F2	3.556	0.019
	F3	0.503	0.681
感想B	F1	0.489	0.615
	F2	4.434	0.016
	F3	1.057	0.353
感想C	F1	0.480	0.697
	F2	1.368	0.260
	F3	0.508	0.678
感想D	F1	2.725	0.051
	F2	0.406	0.750
	F3	1.540	0.212
感想E	F1	2.320	0.083
	F2	1.425	0.243
	F3	0.940	0.426
感想F	F1	2.448	0.071
	F2	1.995	0.123
	F3	1.784	0.159

表 3-18 因子 F2 と感想 A の多重比較

従属変数	独立変数		平均値の差 (I-J)	標準誤差	有意確率	95% 信頼区間	
	(I) 感想A	(J) 感想A				下限	上限
F2	1.0	2.0	-0.035	0.866	1.000	-2.318	2.248
		3.0	-0.002	0.687	1.000	-1.812	1.808
		4.0	-0.792	0.699	0.671	-2.636	1.051
	2.0	1.0	0.035	0.866	1.000	-2.248	2.318
		3.0	0.033	0.567	1.000	-1.461	1.527
		4.0	-0.757	0.582	0.566	-2.292	0.777
	3.0	1.0	0.002	0.687	1.000	-1.808	1.812
		2.0	-0.033	0.567	1.000	-1.527	1.461
		4.0	-0.790	0.246	0.011	-1.439	-0.142
	4.0	1.0	0.792	0.699	0.671	-1.051	2.636
		2.0	0.757	0.582	0.566	-0.777	2.292
		3.0	0.790	0.246	0.011	0.142	1.439

表 3-19 因子 F2 と感想 B の多重比較

従属変数	独立変数		平均値の差 (I-J)	標準誤差	有意確率	95% 信頼区間	
	(I) 感想B	(J) 感想B				下限	上限
F2	1.0	2.0	-0.431	0.278	0.275	-1.098	0.236
		3.0	-1.004	0.338	0.011	-1.814	-0.195
	2.0	1.0	0.431	0.278	0.275	-0.236	1.098
		3.0	-0.573	0.291	0.127	-1.270	0.124
	3.0	1.0	1.004	0.338	0.011	0.195	1.814
		2.0	0.573	0.291	0.127	-0.124	1.270

このことから、本研究で提案する手法による実習を行うことで生まれる生徒の「技術への関心・意欲」の変容に違いが認められた。また、製作実習が楽しかったと感じた生徒とどちらかといえば楽しかったと感じた生徒の間、および製作実習が難しかったと感じた生徒とどちらかといえば簡単だったと感じた生徒の間にも、「技術への関心・意欲」の変容に違いが認められた。

4. 総合考察

4.1. ICT 活用について

中学校の技術科の実習において、ICT を用いたコミュニケーションの研究は、本研究が最初ではない。宮川[15]は、技術科におけるプログラムによる計測・制御の学習に、知識支援のためのオンライン教材と生徒同士のコミュニケーションのためのオンライン教材を導入している。この教材は、生徒が他の生徒の進捗状況をオンラインで確認でき、進度の早い生徒に相談したりすることができる。授業実践の結果、生徒の知識の習得感、学習継続への欲求や学習の充実感を高める効果があったと報告している。しかし、この教材は実習室で利用されることを前提としたものであり、相談は直接対面で行うことを想定している。中学校技術科の実習において、教師と生徒、または生徒同士のコミュニケーションそのものを ICT で行うような事例はこれまで見られなかった。

ICT を用いたコミュニケーションは、予想以上にうまくいったといえる。

授業実践の対象となった生徒には、自宅にインターネットに接続できるパソコンがないという生徒はいなかった。昨今は、各家庭にコンピュータやインターネットが普及しており、今回提案したような手法を用いて授業を行うための環境は十分に整っているといえる。

生徒のコミュニケーションに用いたフォーラムは、予想した以上に活発に利用されていた。現代の中学生は、メールや SNS などの利用を通じて、このような形での文字ベースのコミュニケーションに慣れており、抵抗が少なかったと考えられる。また対面よりも気楽に質問をしたり答えたりできるという点や、作業に取り組む時間帯がずれていてもコミュ

ニケーションができるといった特徴が生徒間での教え合いを一層引き出す効果をもたらしたと考えられる。

また作画ソフトウェアも活発に利用されていた。ソフトウェアを WEB アプリケーションとして提供したことによって、ソフトウェアのインストールの手間がかからないだけでなく、OS やハードウェアを問わずに動作するため、パソコン以外にもタブレット端末などからのアクセスができることから、利用するためのハードルが低くなった結果ではないかと考えられる。

以上のことから、授業実践において設計過程の指導に用いた Moodle のフォーラムや作画ソフトウェアは実用に足るものであり、ICT を用いた支援による自宅学習の導入の効果は大きかったといえる。それは、長期休暇や旅行などが重なったことに加えて、電気回路図の作成に時間がかかったため、実習期間が予想以上に長くなったとはいえ、他に大きな問題もなく実習が終了し、その後、製作実習以外の学習も無事に行われていることからわかる。

しかし、Moodle を利用する上で、生徒が不安を持つことなく学習できるように、事前に説明資料を用意しておくなどして運用して行く必要がある。実習ではコンピュータを利用するのは生徒だけだと想定していたため、保護者への対応は全く考えていなかった。実際にはコンピュータの所有者は保護者であり、生徒がコンピュータを使う際には、保護者の監督下で行うということが大いに考えられる。そのため、保護者に対して、実習について、作業内容やコンピュータの利用についての連絡を行っておく必要がある。

また、ICT の導入に関する環境整備が課題として挙げられる。今回の授業実践では、著者の自宅に Web サーバを設置する形で環境を整備した

が、実際に中学校現場でこの形式の授業を展開していく上では、ICT 技術に詳しくない教員でもサーバの立ち上げや維持管理も含めて独力で授業の準備ができるような、より簡素な枠組みを考える必要がある。例えば、中学校の既存の Web サーバに容易に導入できるパッケージを構築することなどが考えられる。

4.2. 使用した教材について

授業実践で利用した教材は、教材費を低く抑えることができるだけでなく、学習指導要領の求める事項を満たしている教材であることから、学校現場で利用する教材として適しているといえる。

トランジスタの破損に関しては、接続端子が 3 本あり、それぞれが細長いために起こったものと推測される。今後、トラブルを減らすためには、トランジスタを、接続端子が太いものや、それぞれの端子が離れているものなどに部品を変更する必要がある。

また、パッケージ内容に可変抵抗を追加することで、より簡単に製作を行うことができると思われる。今回の実習では、抵抗器を幾つか用意して、その中から一つ選ぶことで、センサの感度を調整したが、事前に適切な抵抗値を知るのは困難だった。可変抵抗を導入することで、電気回路を製作してから実際にテストしながら、製作品の用途や使用環境に適した抵抗値に設定することができる。

生徒の中には、用意していた部品だけでなく、部品を追加してより高度な電気回路の設計を行うなどの工夫を凝らした作品もあった。電気回路を製作する際に、余分になった部品を級友に譲ってもらう生徒や、電子部品店に足を運んで部品を購入する生徒もいた。授業実践に提案した

教材では、そのようなことは想定しておらず、予想以上に生徒の想像力を掻き立てる結果となった。

4.3. アンケートの結果について

アンケートの結果から、提案する方式で実習を行うことにより、技術への関心・意欲や創造的活動への積極性が高まるということがわかった。その際、分散分析などによる生徒の属性による影響を調べたところ、実習による効果には、様々な影響により違いがあることがわかった。

ひとつは、性別による効果の差があることがわかった。生徒の性別により、技術への興味・関心に差がみられ、女子生徒に比べ男子生徒により効果のある内容であったことが示された。これは、製作する作品が生活の改善に利用するものと限定したため、女子生徒の興味を引きにくいものとなってしまったのではないかと考えられる。これを改善するためには、実用性を求めた作品だけでなく、女子生徒の興味をより引くように、LED等を利用したインテリア性の高い作品を作れるように考える必要があると思われる。

また、実習の感想より、実習が難しいと感じた生徒とそうでないと感じた生徒とで、技術への興味・関心に差がみられた。これは、自宅学習による作業の導入によって、実習でつまずきがあった際に、励まし合う友人が近くにいなかったためではないかと思われる。実際、自宅学習には、予定していた作業期間より、長い期間が必要となった。生徒の感想によると、実習を難しいと感じた生徒は多くおり、実習の難易度は高かったと思われる。中でも、電気回路図の作成が一番難しかったところだと思われる。そのため、電気回路図の作成をより簡易にする工夫や、も

しくは電気回路図の作成を行わずに同様の効果を得られる手法の導入が必要であると思われる。

5. 要約

これまで、中学校技術科のエネルギー変換に関する技術の実習において、製作品の設計は行われていなかった。本研究では、設計が行われていない原因を検討し、解決するための手法を考え、その手法を用いて効果的に学習を行うための教材を開発した。また、それらを利用して授業実践を行うことで、製作品の構想・設計を含んだ製作実習に、提案した手法および題材が有効に利用できることを示した。

提案する手法および題材による実習の教育効果を検証するため、質問紙を作成し、調査を行った。調査結果を、統計処理ソフトウェア SPSS を用いて分析したことにより次のことがわかった。

1. 因子分析（主成分分析・バリマックス回転）を行った結果、「技術への関心・意欲」因子、「創造的活動への積極性」因子、「ものを大切にする心」因子の3因子が抽出された。
2. 生徒の技術の成績による、因子得点の差は認められなかった。
3. 生徒が選択した電気回路による、因子得点の差は認められなかった。
4. 女子生徒より男子生徒の方が「技術への関心・意欲」因子の得点が高くなることが認められた。
5. 実習を楽しいと感じた生徒の方が「技術への関心・意欲」因子の得点が高くなることが認められた。
6. 実習を難しいと感じた生徒の方が「技術への関心・意欲」因子の得点が低くなることが認められた。

6. 引用文献

- [1] 文部科学省：中学校学習指導要領第2章第8節技術・家庭，中学校学習指導要領，2008
- [2] 田口浩継，萩嶺直孝：技術科教育における問題解決能力の育成・学び方を育てる設計の進め方-，熊本大学教育実践研究第16号，pp. 113-118, 1999
- [3] 尾崎誠：「工夫し創造する能力」を育む「設計・計画」の学習，日本産業技術教育学会誌第53巻4号，pp. 287-292, 2011
- [4] 藤川聡：技術分野特有の言語活動を効果的に展開させる製作題材，pp. 26-29, 2011
- [5] 藤川聡，安東茂樹：エネルギー変換における工夫し創造する能力をはぐくむ製作題材の開発と検証，日本産業技術教育学会第54巻第3号，pp. 135-141, 2012
- [6] 柏市授業実践改善検討委員会：学習指導の工夫・改善「ICT活用」～「エネルギー変換に関する技術」の授業実践～，「技術分野」の授業実践例／授業提案資料，2010[Online]
：
"http://www.kairyudo.co.jp/contents/05-data/02-chu/gijutsu/jissen/"
- [7] Ubuntu Japanese Team[Online]："http://www.ubuntulinux.jp/"
- [8] Moodle.org[Online]："https://moodle.org/"
- [9] 奥村晴彦：三重大学 Moodle の構築と運用，pp. 254-257, 2007
- [10] 奥村晴彦，下村勉，秋山寛，須曾野仁志，杉浦徳宏，中島英博：三重大学における Moodle 活用の現状と課題，2006
- [11] 雫石和志，狩原雅裕，志田寛，佐藤信安：デジタル回路（論理回路）学習 CAI コースウェアの開発，岩手大学教育学部附属教育実践研究指導センター研究紀要第7号，pp. 147-160, 1997
- [12] jgraph[Online]："http://www.jgraph.com/"

- [13] 山口亮輔：生徒の構想を具体化できる LED 照明器具の題材開発，日本産業技術教育学会誌第 54 巻第 4 号，pp. 237–240, 2012
- [14] IBM SPSS[Online]："<http://www-01.ibm.com/software/jp/analytics/spss/>"
- [15] 宮川洋一，森山潤：VB を活用したプログラミング学習における生徒の問題解決を支援するオンライン教材の効果，岩手大学教育学部研究年報第 70 巻，pp. 89–101, 2011

謝辞

本研究の遂行にあたり，京都教育大学 土屋英男 教授にご指導頂きました。ここに感謝の意を表します。

本論文を作成するにあたり，指導教員の多田知正准教授には，終始にわたり厳しくも丁寧なご指導を賜りました。ここにお礼を申し上げます。

本研究の遂行にあたり，1年間の間，授業実践を引き受けて下さった京都府立洛北高等学校附属中学校の井上裕一郎先生には大変お世話になりました。ここにお礼を申し上げます。

調査の実施にあたってはお忙しい中に時間を割いてアンケートに協力いただきました，東京都八王子市立梶田中学校の廣瀬加奈先生，大阪市立阪南中学校の藤井勝貴先生，京都府宇治市立広野中学校の中川晃先生および調査に協力して頂いた中学校の生徒の皆様に感謝します。

調査の分析にあたって，京都教育大学 原田信一 准教授には，ご指導頂き感謝しています。

最後に，3年間に渡ってさまざまな助力を頂きました京都教育大学 産業技術科学科の先生方に感謝の意を表します。

付録

1 授業実践に用いたプリント 1	1
2 授業実践に用いたプリント 2	3
3 トランジスタの説明に用いた GIF アニメーション	4

平成 25 年度 5 月 9 日 (木)	技術科配付プリント No.3	2 年	組	番
電気回路の特徴	回路図	氏名		

1.電気を流す物と流さない物、その中間のものは？

名称 (導体) …電気を流すもの

例. 金属

名称 (半導体) …

例.ダイオード

名称 (不導体 絶縁体) …電気を流さないもの

例.ゴム、プラ、木

半導体がもつ、電気を一方向にしか流さない性質を (整流作用) という。
また、この電子部品には**極性**というものがあり、電気回路の中で、+側につなぐ方を

(アノード 記号 A)、一側につなぐ方を (カソード 記号 K) という。

2.図記号

①抵抗器

②モータ

③スイッチ

④コンデンサ

⑤接続

⑥電球

⑦発光ダイオード

⑧ダイオード

⑨電源 (直流)

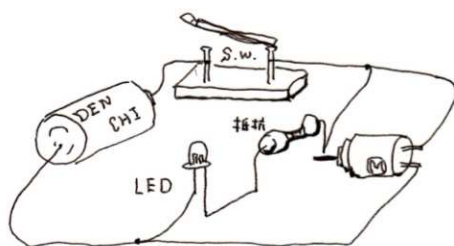
⑩交流電源

⑪アース

⑫トランジスタ

教科書 p 108

3.回路図の描き方



平成 25 年度 5 月 9 日 (木)	技術科配付プリント No.4	2 年 組 番
電気回路の特徴	部品説明	氏名

1. 電気抵抗

電気抵抗とは、(電流の流れにくさ) を表すものである。単位は (Ω)。
 電気の通り道が二又に分かれているとき、電気抵抗の値によってどちらの道に電気が流れるかが決まる。電気抵抗が大きい道ほど電気が (流れやすい・流れにくい)。

●抵抗器 今回、授業で使う抵抗器は次の 2 種類の目的で使う。

- ① (100) Ω 程度 … LED の保護用
- ② (50K) Ω 程度 … 電気の分かれ道があるとき、電流の流れる方向を決めるために用いる

●フォトレジスタ CdS セル (読み方) とも言い抵抗器の一種である。フォトレジスタの抵抗器としての特徴は以下の特徴のようになる。

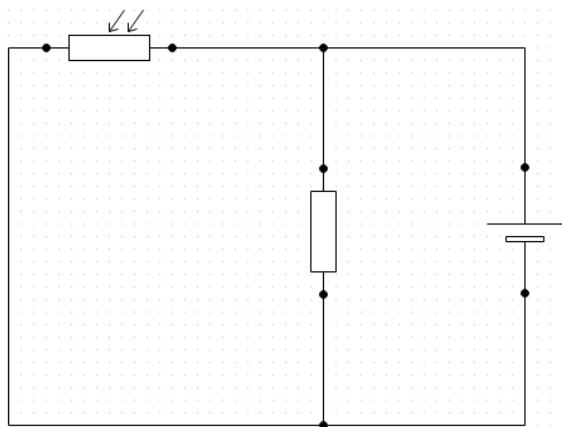
光の量によって抵抗値が変わる

明るさ	電気抵抗の大きさ	抵抗値
明るい	小さい	0Ω
暗い	大きい	$2M\Omega$

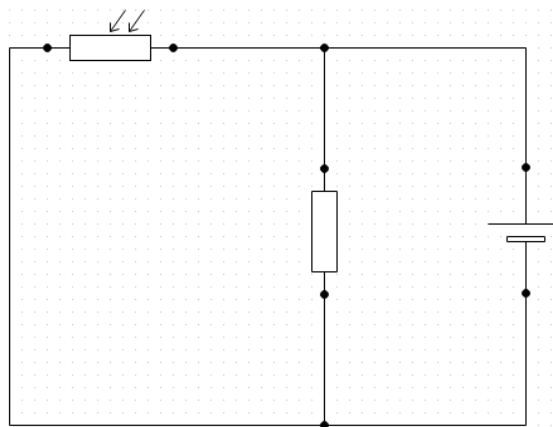
練習問題

次の 2 つの電気回路のスイッチを入れたとき、電流はどの道を通して流れるか。電流の流れる道筋をなぞりなさい。

①



②



2.コンデンサ

●コンデンサは、(電気をためる) はたらきをするもので、電池と似たはたらきをする。

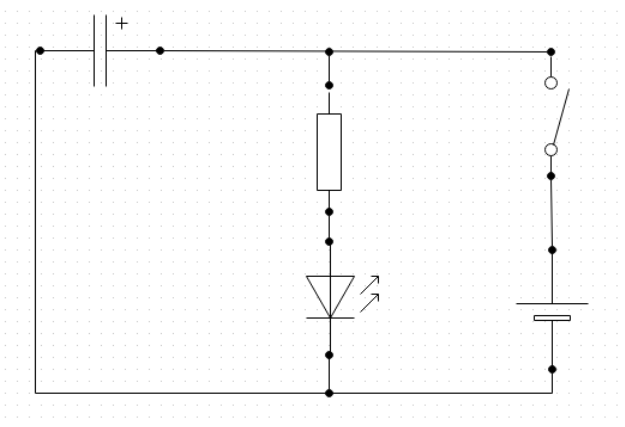
●電池との違いは、(① 充電するのが早い)(② 放電するのも早い)

●最初、電気が流れ始めるときの抵抗値は (とても小さい)。

徐々に電気が充電され、満タンになると抵抗値が (最大) になる。

●コンデンサに電流が流れなくなったらためた電気を (反対向き に 放電) する。

例題



①スイッチを入れると、はじめLEDは点灯する・点灯しない。

②しばらくすると、コンデンサが充電されて抵抗値が最大になり、コンデンサに電流が流れる・流れなくなる。

③その後スイッチを切ると、LEDが光らない・光る

○左の回路図で、③の時の電流の流れをなぞりなさい。

3.トランジスタ

●トランジスタ

トランジスタの絵を描きなさい



トランジスタの図記号を描きなさい



トランジスタの説明に用いた GIF アニメーション

以下に示す図は、実践授業の際に、トランジスタの説明を行うために利用した GIF アニメーションの一部である。

黄色のキャラクターは、電流を模したキャラクターであり、このキャラクターの移動を電気の流れに例えて説明した。

授業実践に使用したトランジスタは NPN 接合トランジスタであり、図中の通路はそれぞれ、NPN トランジスタのコレクタ（上）、ベース（左）、エミッタ（下）に相当する。

中心にある×印は回転扉であり、トランジスタの空乏層にあたる。

左の通路（ベース）から入るキャラクター（小電流）により、回転扉が押される（空乏層が狭まる）ことで、上（コレクタ）から多数のキャラクター（大電流）が、下（エミッタ）に向けて移動してくる様子を示した。

