北海道教育大学学術リポジトリ
Hokkaido University of Education Repository
国立大学法人 北海道教育大学
HOKKAIDO UNIVERSITY OF EDUCATION

手作り教材を通して学ぶエネルギー変換に関する技術

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2014-09-08 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 秋葉, 治克 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.32150/00006270

北海道教育大学紀要（自然科学編）第65巻　第１号
Journal of Hokkaido University of Education (Natural Sciences) Vol. 65, No.1
平成26年８月
August, 2014

手作り教材を通して学ぶエネルギー変換に関する技術

秋　葉　治　克

北海道教育大学旭川校電気研究室

Technology about the energy conversion studied through handmade teaching materials

AKIBA Haruyoshi

Electric Laboratory, Asahikawa Campus, Hokkaido University of Education, Asahikawa 070-8621

Abstract

In this paper, an experiment board that can be used to learn about energy conversion technology was manufactured.On an experiment board, a miniature bulb, LED, a motor, and a dry cell have been arranged.

Next, a preparation dynamo was manufactured and a lighting experiment of a miniature bulb and LED and a drive experiment of a motor were conducted.Thereby, the structure of the conversion from kinetic energy to electrical energy, and the conversion from electvical energy to thermal energy, light energy, and kinetic energy can be learned.

Furthermore, the structure of the conversion from chemical energy to electrical energy and conversion to other energies can be learned by manufacturing a charcoal battery and conducting the same experiment.

１．まえがき

平成24年度から全面的に実施されることになった中学校学習指導要領では，技術・家庭科の技術分野の内容は「Ａ材料と加工に関する技術」，「Ｂエネルギー変換に関する技術」，「Ｃ生物育成に関する技術」，「Ｄ情報に関する技術」の四項目で構成されている。このうち本研究では，教員養成系大学の学部学生を対象として，「Ｂエネルギー変換に関する技術」を取り上げ，その学習展開法の一例を試みる。

学習内容は次の四点に重点をおいた。電気エネルギーを熱，光，動力などに換える仕組とともに，電源，負荷，導線などからなる基本的な回路を扱い，電流の流れについても知ることができるようにすること。製作品の電気的な部分の組立てではラジオペンチ，ニッパ，ねじ回し，はんだごてなどの工具を用いて，各電子部品の接点と適切な接続を行うことができるようにすること。歯車のかみ合いを利用して動力を伝える機構を知ると共

に，電気エネルギーを動力に換える仕組，逆に動力を電気エネルギーに換える仕組を知ることができるようにすること。ものづくりを支える能力を育成する観点から，実践的・体験的な学習活動を通して，工夫して製作し，さらに製作品を利用して実験を行うなど体で感じさせること。である[1)2)]。

2．ガイダンスとプレゼンテーション

本教材を活用する授業は6週構成で，1週あたり90分で実践する。

授業初日のガイダンスでは，これから行う授業内容等を説明する。第2週目は受講生各自にインターネット，図書その他の文献を利用して，マンガン電池，アルカリ電池，豆電球，LED，モータ，発電機のしくみについて調べさせる。第3週目は受講生各自にプレゼンテーションを行わせる。

これらの活動を通してマンガン電池は正極の集電棒に炭素，正極活物質に二酸化マンガン，負極活物質に亜鉛，電解液に塩化亜鉛を使用し，公称電圧は1.5Vであること。アルカリ電池は電解液に水酸化カリウムを使用したマンガン電池であること。どちらも化学エネルギーを電気エネルギーに変換していることなどを理解させる。豆電球については，物質は高温になると光を発する現象がある。これを温度放射と言う。豆電球に電流を流すとジュール熱によりフィラメントは高温に加熱されて電気エネルギーが熱エネルギーに変換され，さらに光エネルギーに変換されることなどを理解させる。LEDについては，ＰＮ接合の半導体でできていて，電圧をかけるとＰ形半導体の正孔は－極に，Ｎ形半導体の電子は＋極に動き出し，接合部で正孔と電子が再結合すると双方は同時に消滅する。このとき光が外部に放出され電気エネルギーが光エネルギーに変換されることなどを理解させる。モータについては，フレミングの左手の法則にしたがい磁力と電流を使って力を発生させて電気エネルギーを運動エネルギーに変換していること。発電機はフレミングの右手の法則にしたがい磁力と力を使って電流を発生させて運動エネルギーを電気エネルギーに変換していることなどを理解させる。

3．エネルギー変換用実験ボードの製作

第4週目は電気エネルギーを熱，光，動力に換えるエネルギー変換用実験ボードの製作を行う。

図1に，エネルギー変換用実験ボードの材料となる厚さ4 mmのシナベニヤ板の寸法を示す。また，図2にモータの支持台となる木材の寸法を示す。

以下にエネルギー変換用実験ボードの製作手順を述べる。

① 図3に示すようにモータの支持台をベニヤ板のD1，D2の穴にφ3×16mmの木ねじを使い取り付ける。

② 図4に示すようにゴム足（直径19mm，高さ10mm，BU-692-A，サトーパーツ）をベニヤ板のA1～A4の穴にφ3×10mmのねじとナット,座金を使い取り付ける。

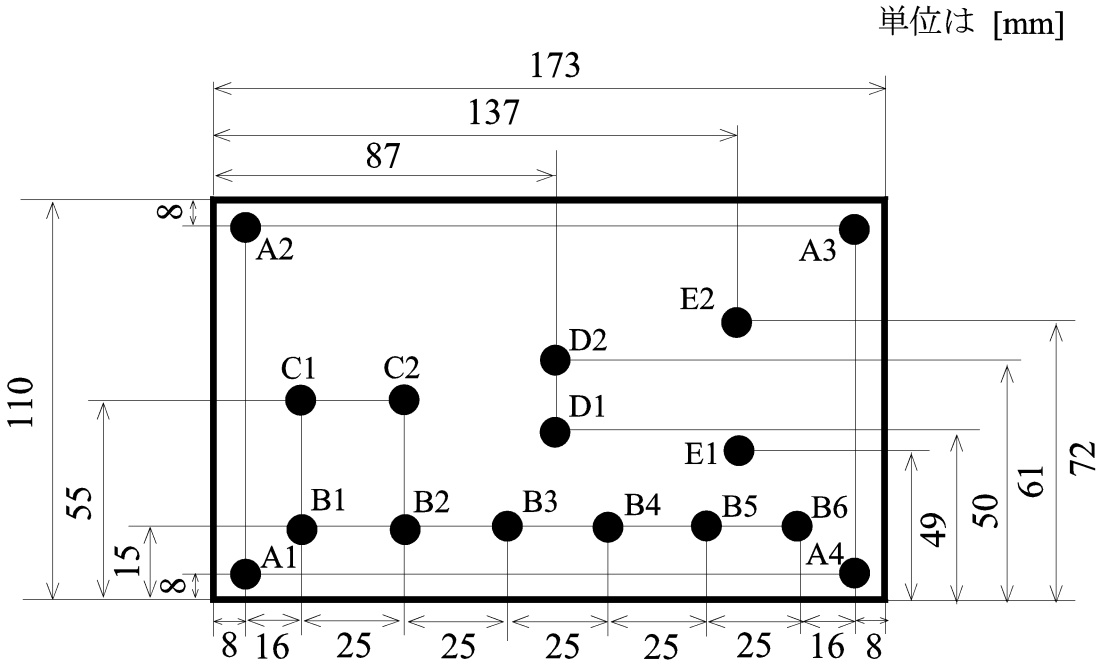
③ 図5に示すように電池ボックスをベニヤ板のE1，E2の穴に，豆電球ソケットをC1，C2の穴にφ3×10mmのねじとナットを使い取り付ける。また,ホットガンを使ってモータを支持台の上に接着する。

④ 図6に示すように電極として使うためベニヤ板のB1～B6の穴に，φ3×15mmのねじとナット，座金を取り付ける。

⑤ 図7に示すようにペットボトルの底をカッターで切り取り，キリで中央に小さな穴をあける。

⑥ 図8に示すように加工したペットボトルの底をモータの回転軸に取り付けた後，ホットガンで接着する。次に，電極B1-B2間に豆電球ソケットのリード線を，電極B2-B3間にLED（赤色，2 V，20mA）と抵抗器（100Ω，1/4W）の直列回路を，電極B3-B4間にモータ（FA-130，マブチモータ）のリード線を，電極B5-B6間に電池ボックス（単3形電池2本直列用）のリード線をそれぞれド

ライバを使ってねじ止めする。そして，豆電球（2.5V，0.3A）を豆電球ソケットに，単3形乾電池を電池ボックスに取り付けて完成である。



穴の直径　φ3（A1~A4，B1~B6，C1~C2，D1~D2，E1~E2）

ベニヤ板の厚さ　4mm

図１　ベニヤ板の寸法

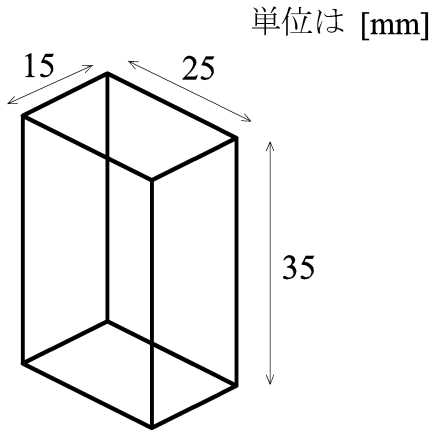


図２　モータ支持台の寸法

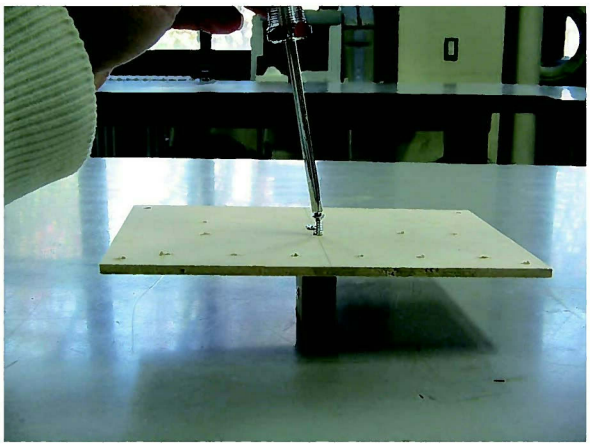


図３　モータ支持台の取り付け

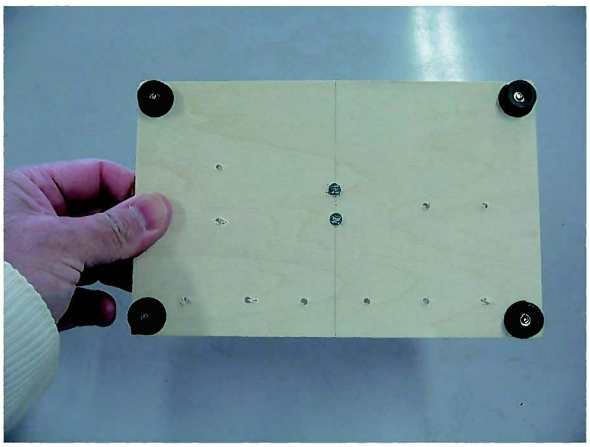


図４　ゴム足の取り付け

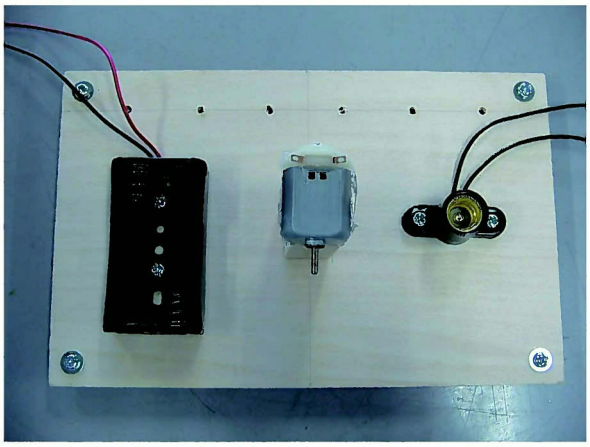


図５　電池ボックス，豆電球ソケット，モータの取り付け

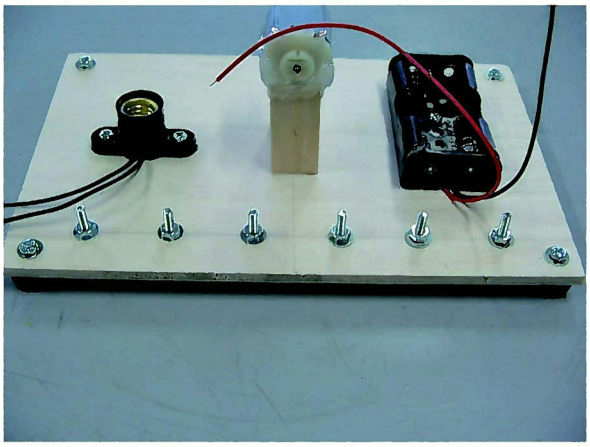


図６　電極の取り付け

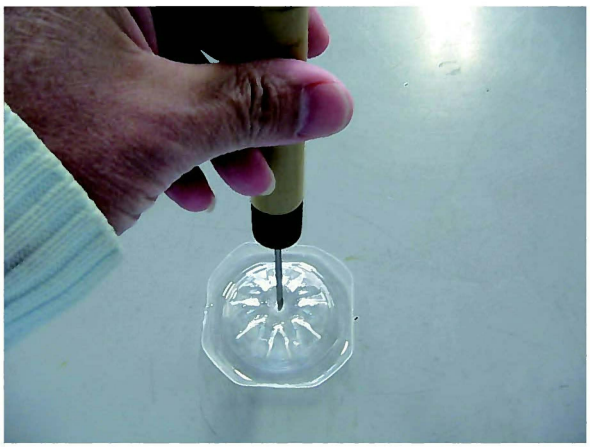


図７　ペットボトルの底を切り取り加工する

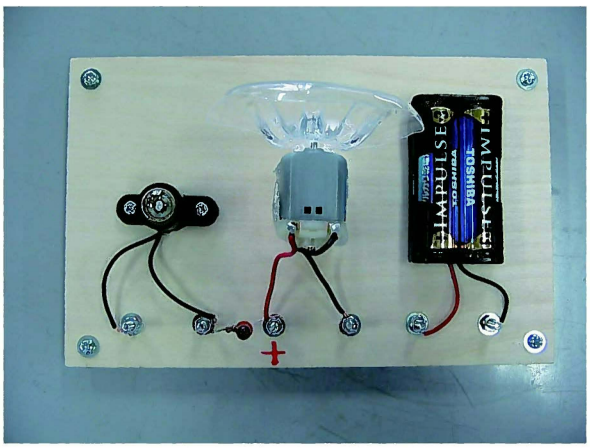


図８　完成

４．手回し発電機の製作と実験

第５週目は模型用のモータを用いて手回し発電機を製作し，エネルギー変換用実験ボードを利用して豆電球などの負荷をつないでみる。模型用のモータはもともと乾電池に接続して，タイヤやプロペラを回転させるためのものだが，使い方によっては発電することもできる。モータが発電す

るしくみは電磁誘導を利用している。モータの軸を手で回転させて運動エネルギーを与えると，磁石のＮ極からＳ極に向かって出ている磁力線をコイルが切り電圧を発生し電流が流れる。これにより，運動エネルギーが電気エネルギーに変換される。

以下に，手回し発電機の製作手順を述べる。

① 図９に示すように３速クランクギヤーボックスセット（TAMIYA）を付属の説明書にしたがって低速仕様で組み立てる。このとき，六角シャフトは右に45mm 出るように仕上げる。

② 図10に示すようにモータの端子にはんだごてを使って，長さ15mm のリード線（赤，黒）をはんだ付けする。

③ 図11に示すようにクロメートなべ小ねじ（φ３×100mm）にプラスチック製中空スペーサ（外形φ６ mm，中空φ3.2mm，長さ20mm，廣杉計器）を一番奥まで通す。

④ 図12に示すようにクロメートなべ小ねじの左端をプラスチック製中空スペーサとともにペンチを使って直角に曲げる。また，右端を５ mm 程度逆方向に直角に曲げる。

⑤ 図13に示すようにクロメートなべ小ねじをクランクアームの穴に差し込む。

⑥ 図14に示すようにクロメートなべ小ねじをクランクアームに針金（φ１×300mm）を巻き付けて固定する。

⑦ 図15に示すようにクランクアームを六角シャフトにねじ止めする。

⑧ 図16に示すように３速クランクギヤーボックスを木材（45×45×100mm）に木ねじ（φ３×10mm）を使って取り付け完成である。

手回し発電機を製作した後は受講生に対して以下のような実習を行わせる。

図17に示すように手回し発電機のクランクアームを時計回り（赤が＋，黒が－）に回すと何ボルトの電圧が発生するか回路計を使って測定させる。結果は約２［V］であった。また，クランクアームを反時計方向に回すと回路計の指針は逆振し，マイナス極性の電圧が発生していることを体験させる。

図18に示すように手回し発電機のクランクアームを時計方向，反時計方向に回したときの電圧波形をオシロスコープを使って観測させる。

図19に示すように手回し発電機と豆電球をみの虫クリップ付きリード線で接続し，クランクアームを時計方向，反時計方向に回したときの豆電球の点灯の様子を観察させる。結果はクランクアームをどちらの方向に回しても豆電球は点灯する。

図20に示すように手回し発電機と LED をみの虫クリップ付きリード線で接続し，クランクアームを時計方向，反時計方向に回したときの LED の点灯の様子を観察させる。結果は手回し発電機のリード線（赤）を LED のアノード側に，リード線（黒）をカソード側に接続してクランクアームを時計方向に回すと LED は点灯し，反時計方向に回すと消灯する。これにより LED には極性があることを体験させる。

図21に示すように手回し発電機とモータをみの虫クリップ付きリード線で接続し，クランクアームを時計方向，反時計方向に回したときのモータの回転の様子を観察させる。結果はクランクアームを回す方向によってモータの回転方向が変わる。

図22に示すように手回し発電機と電池ボックスをみの虫クリップ付きリード線で接続し，手回し発電機に DC3V の電圧を印加するとどうなるか観察させる。結果はクランクアームに手を触れなくても，クランクアームはひとりでに回りだす。これにより手回し発電機に外部から電圧を印加し電流を流すとモータになることを体験させる。

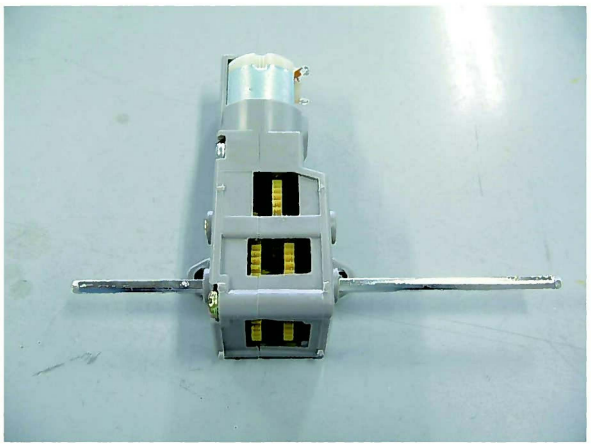


図９　３速クランクギヤーボックスの組み立て

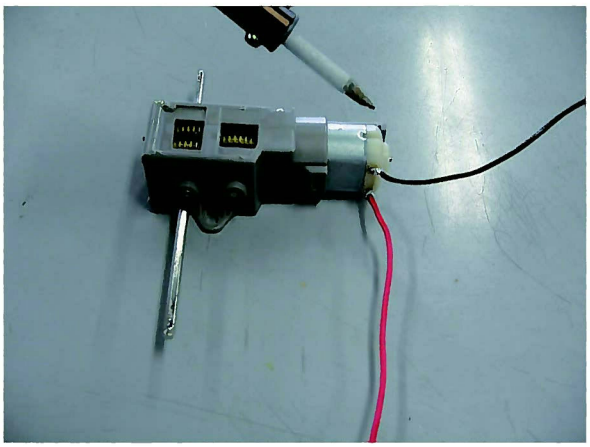


図10　リード線のはんだ付け

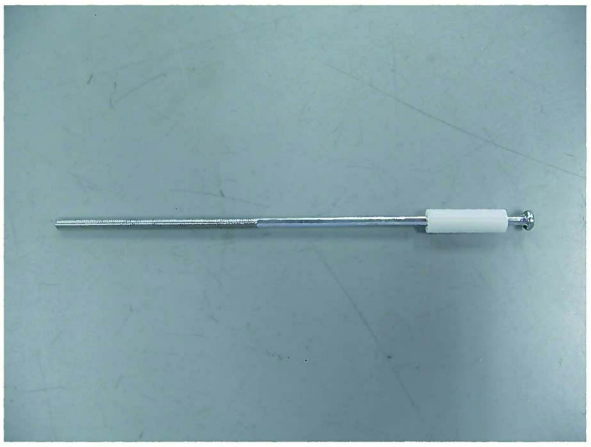


図11　なべ小ねじにスペーサを通す

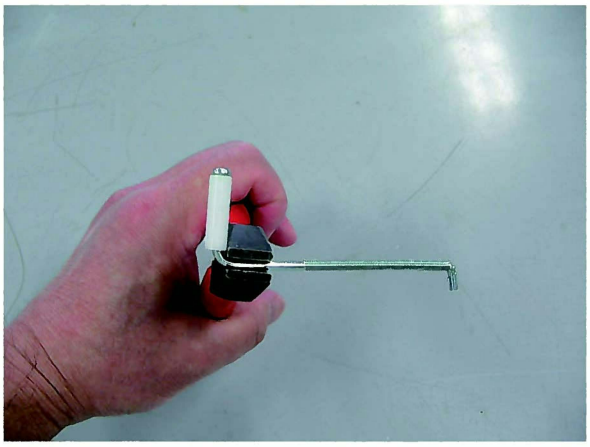


図12　なべ小ねじを曲げる

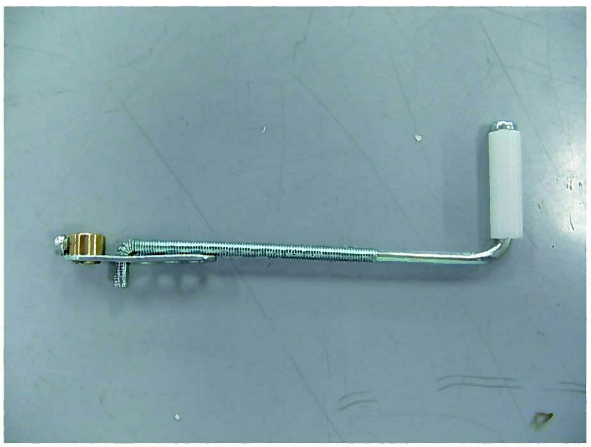


図13　なべ小ねじをクランクアームに差し込む

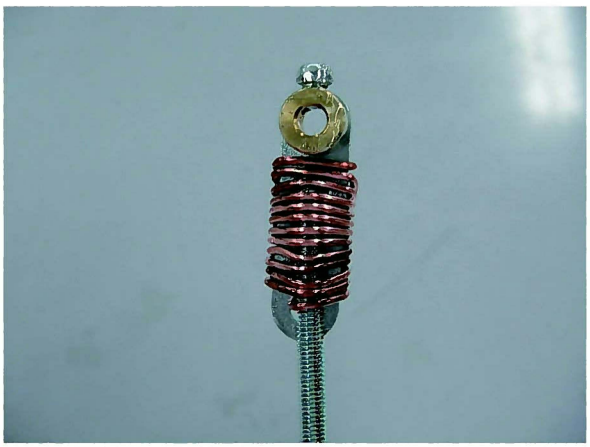


図14　針金を巻き付けて固定する

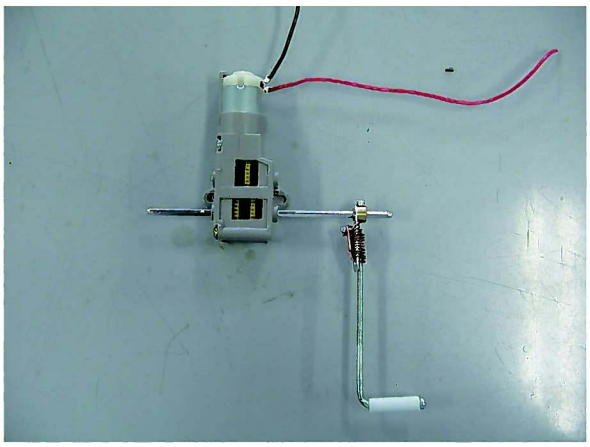


図15　クランクアームをシャフトにねじ止めする

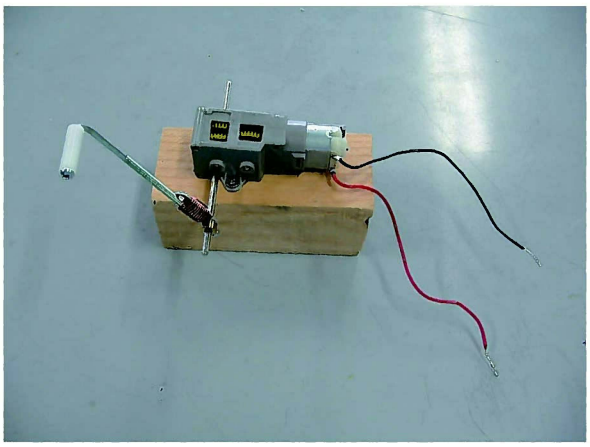


図16　完成

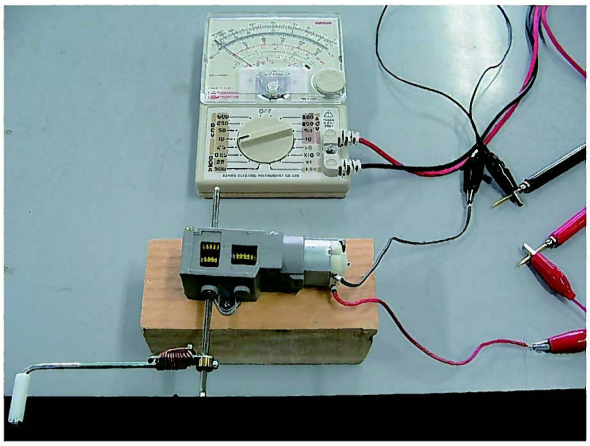


図17　回路計による電圧の測定

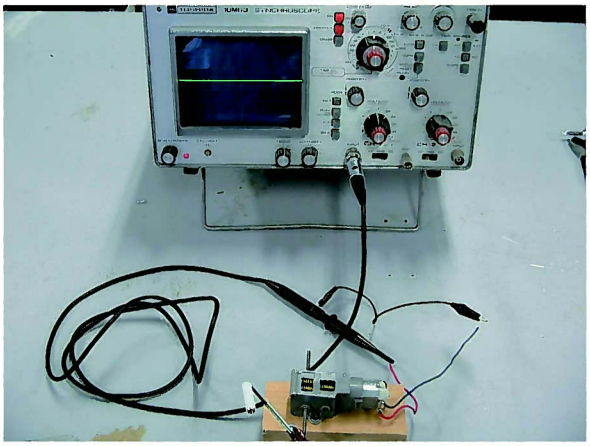


図18　オシロスコープによる電圧波形の観測

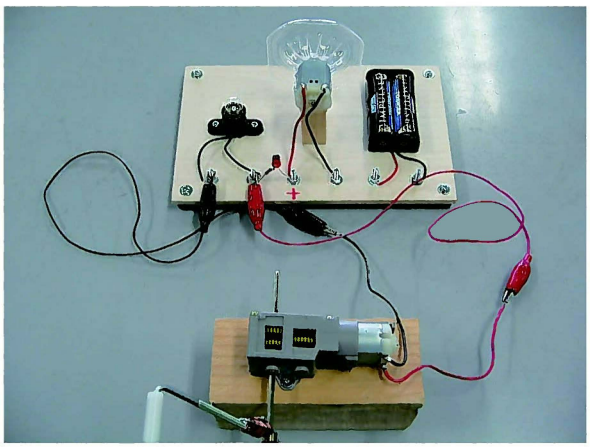


図19　豆電球の点灯実験

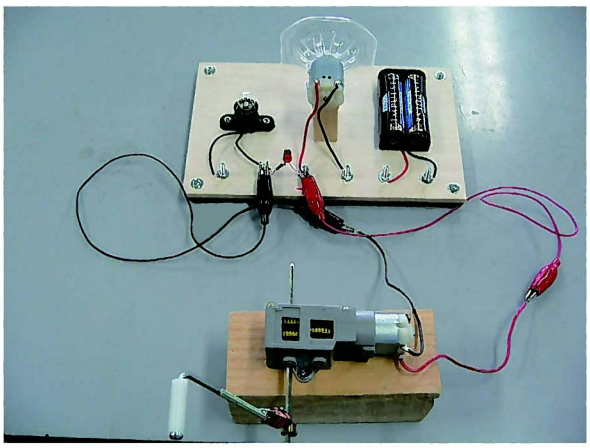


図20　LED の点灯実験

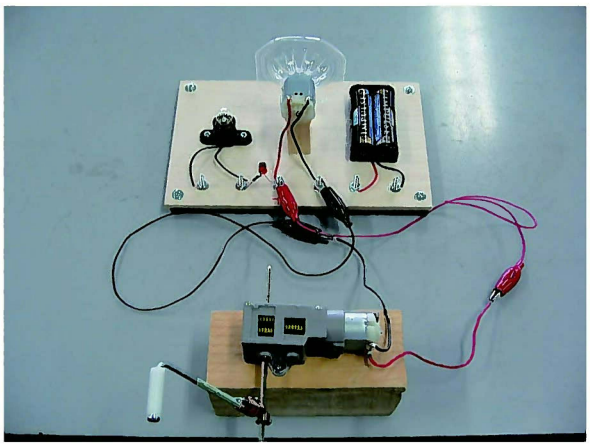


図21　モータの駆動実験

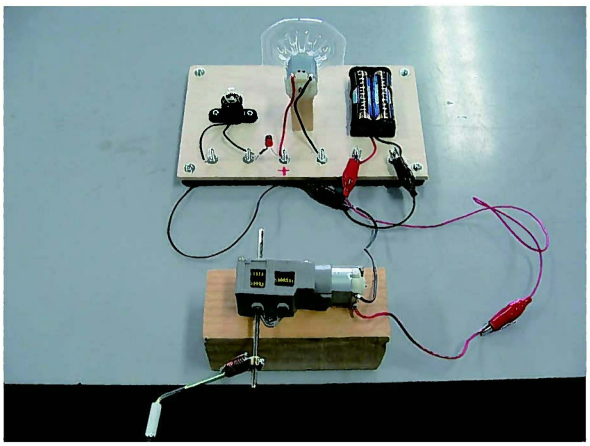


図22　DC3V 印加実験

5．木炭電池の製作と実験

私たちの身のまわりでは電池がいろいろなところで使われている。その種類もいろいろである。第６週目は木炭電池を作り，エネルギー変換用実験ボードを利用して豆電球などの負荷をつないでみる。これにより，化学エネルギーから電気エネルギーへの変換，さらに熱エネルギー，光エネルギー，運動エネルギーへの変換を体験させる。

以下に木炭電池の製作手順を述べる。

① 図23に示すように木炭電池を作る材料として備長炭，食塩，キッチンペーパー，アルミホイルを用意する。その他に，食塩水を作るためのボールやお玉，手洗い用のバケツと手ふきん及び雑きんなども用意する。

② 図24に示すようにキッチンペーパーの上に備長炭を置く。

③ 図25に示すように備長炭にキッチンペーパーを４重程度巻き付けた後，下部を折り曲げる。

④ 図26に示すようにボールに適当量の水を入れた後，かきまぜてもボールの底に溶け切れずに残るほどの食塩を入れ濃い食塩水を作る。次に，キッチンペーパーを巻いた備長炭をボールの中に入れ，キッチンペーパーにたっぷりと食塩水を浸み込ませる。

⑤ 図27に示すように食塩水から引き上げたキッチンペーパーを巻いた炭備長炭をアルミホイルの上に置く。このとき，アルミホイルと備長炭が接触しないように注意しなければならない。この理由は木炭電池の＋極は備長炭，－極はアルミホイルであるため，両方が接触すると短絡（ショート）状態となるためである。

⑥ 図28に示すように備長炭とアルミホイルが接触しないようにアルミホイルを４重程度巻き付けた後，下部を折り曲げる。最後に両手でアルミホイルをキュッとにぎるのがうまくいくポイントである。

手回し発電機を製作した後は受講生に対して以下のような実習を行わせる。

図29～図34に示すように木炭電池の直列本数に対する電圧を回路計を使って測定させる。表１にその測定結果を示す。

図35に示すように木炭電池とモータをみの虫クリップ付きリード線で接続しモータの回転の様子を観察させる。このとき木炭電池は単体から６本まで直列本数を順次増やしながら接続して行く。結果は木炭電池単体においてゆっくりと回転し始め，直列本数を増すごとに回転速度を増して行く。

図36に示すように木炭電池と LED をみの虫クリップ付きリード線で接続し LED の点灯の様子を観察させる。このとき，木炭電池は単体から６本まで直列本数を順次増やしながら，木炭電池の＋極である備長を LED のアノード側に，－極で

あるアルミホイルをカソード側に接続して行く。結果は木炭電池３本直列において薄暗く点灯し始め，直列本数を増すごとに明るさを増して行く。

図37に示すように木炭電池と豆電球をみの虫クリップ付きリード線で接続し豆電球の点灯の様子を観察させる。このとき木炭電池は単体から６本まで直列本数を順次増やしながら接続して行く。結果は木炭電池４本直列において薄暗く点灯し始め，直列本数を増すごとに明るさを増して行く。

図23　木炭電池の材料

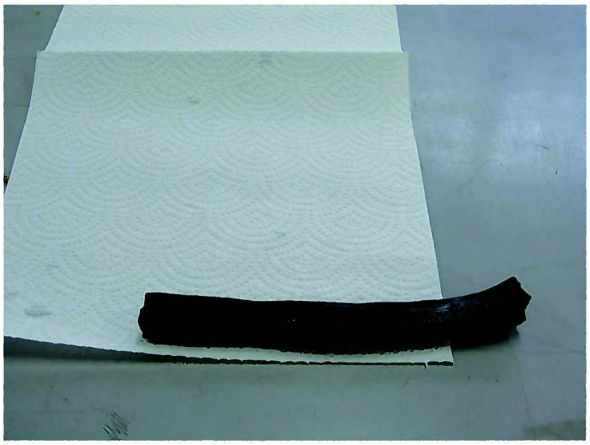


図24　キッチンペーパーの上に備長炭を置く

図25　備長炭にキッチンペーパーを巻き付ける

図26　キッチンペーパーを食塩水に浸す

図27　アルミホイルの上に浸した部分を置く

図28　完成

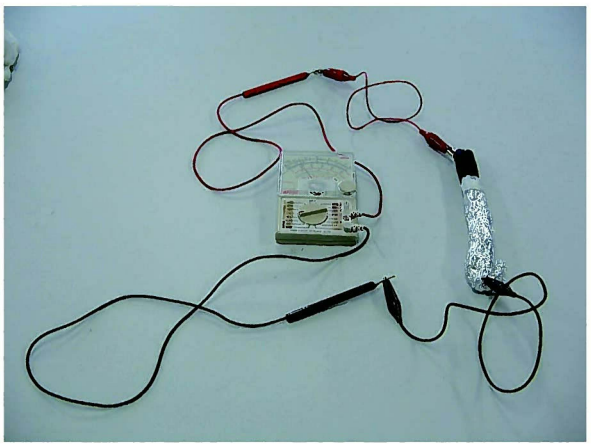


図29　回路計による電圧の測定（単体）

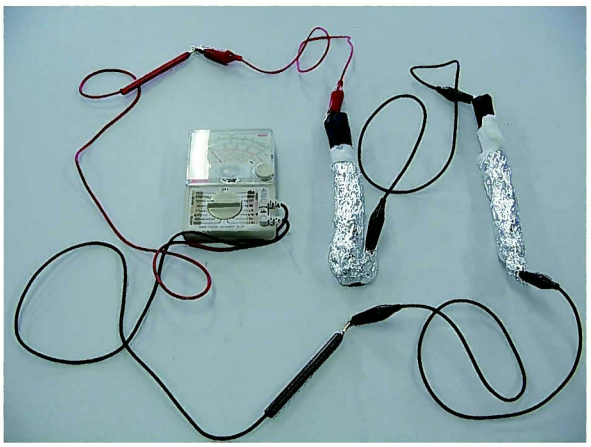


図30　回路計による電圧の測定（２本直列）

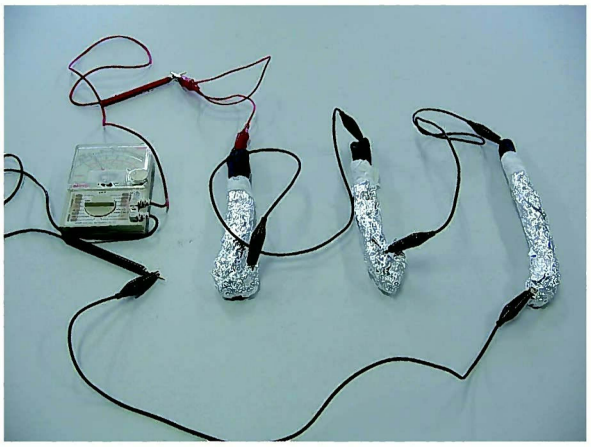


図31　回路計による電圧の測定（３本直列）

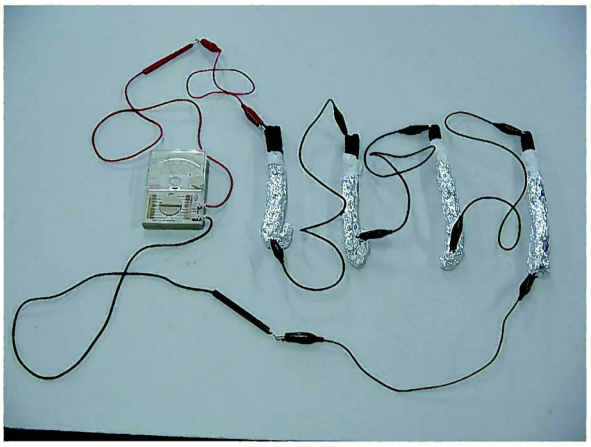


図32　回路計による電圧の測定（４本直列）

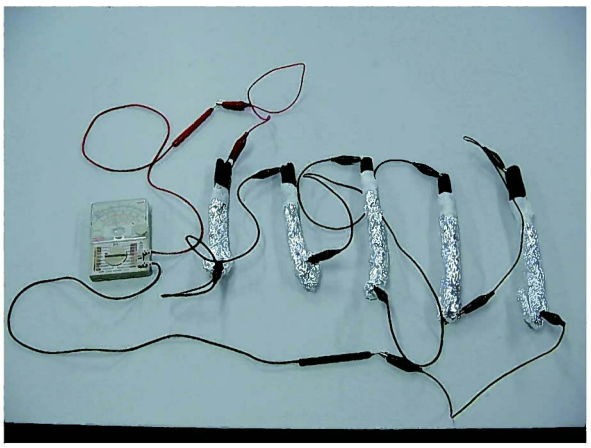


図33　回路計による電圧の測定（５本直列）

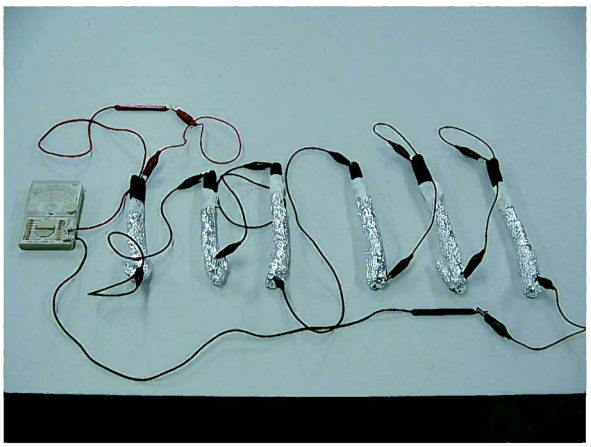


図34　回路計による電圧の測定（６本直列）

表１　木炭電池の直列本数と電圧

直列本数［本］	1	2	3	4	5	6
電圧［V］	1.2	1.7	3.0	3.5	3.9	4.6

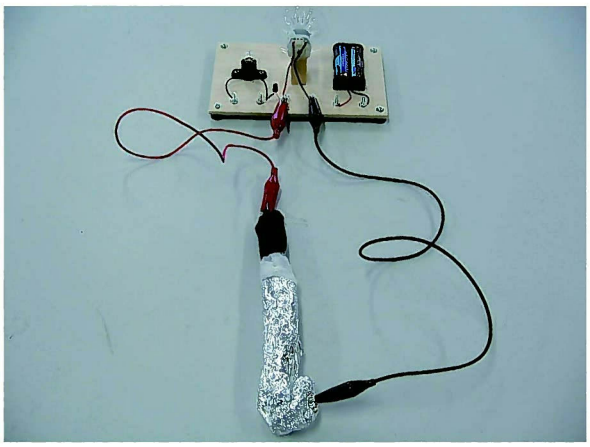


図35　モータの駆動実験

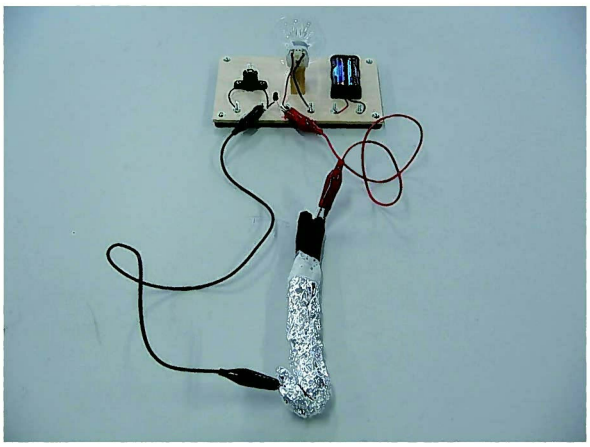


図36　LED の点灯実験

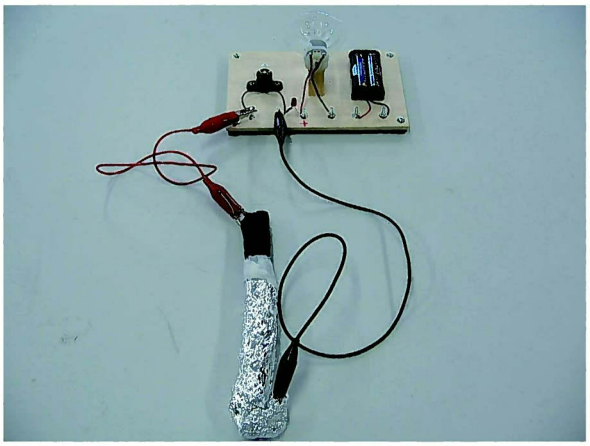


図37　豆電球の点灯実験

6．おわりに

本研究の内容は，電気電子実験Ⅱ（1単位，2年生）において実践している。また，平成25年度教育職員免許法認定講習において2名の現職中学校教諭に実践した。

今後の展開としては，エネルギー変換用実験ボードに電気二重層コンデンサを追加し，手回し発電機を回して電気二重層コンデンサを充電した後，その充電電力で豆電球と LED の点灯実験およびモータの駆動実験を行うことが考えられる。また，木炭電池の実験においては，電気エネルギーから音への変換を体験させるため，負荷としてメロディー IC やラジオを追加することが考えられる。

参考文献

1）文部科学省：中学校学習指導要領，東山書房（2009）
2）文部科学省：中学校学習指導要領解説，技術・家庭編，教育図書株式会社（2009）

（旭川校准教授）