

# 技術科で電磁誘導を教える授業検討

—現象を可視化できる教材開発を通して—

教育学研究科 教育実践創成専攻 教科実践領域実践開発コース 技術分野 内田瑛一郎

## 1. はじめに

機器のハイテク化が進み、コンピュータが多くの製品に取り入れられ仕組みがわかりにくくなっているものが多い。このことから、現代の生徒は構造を知らず、また考えたこともなく機器を利用していると考えられる。実践授業を行う生徒26名を対象に「身近な機器の仕組みについて」アンケート調査を実施した。「身近な機器は難しい構造をしていると思う」では、身近な機器は難しい仕組みをしていると感じている生徒は79%だった。次に、「身近な機器の仕組みを考えたことがある」は54%の生徒が仕組みを考えたことがあると回答している。このことから、身近な製品に関心を持ち、どのような仕組みになっているのか興味がある生徒がいるということがわかる。このことから、技術科の授業では、身近な製品の仕組みについて、理解できる授業が求められていると感じている。

技術科の学習内容は「A 材料と加工の技術」、 「B 生物育成の技術」、 「C エネルギー変換の技術」、 「D 情報の技術」で構成されている。1・2年次は35時間、3年次は17.5時間である。それぞれの学習内容を履修する学年は学校の実態に合わせて編成することができる。技術科の時間は、製作に多くの時間が必要なため、少ない時間の中で効率よく知識を習得できる授業を行うことが求められる。

以上のことから、身近な製品を取り上げ、生徒が仕組みを理解できるような教材を選択し、少ない時間でも効率よく知識を深めながら学習できるように履修する時期や、他教科との関連を考慮し授業を行う必要がある。

## 2. 研究内容

スマートフォンが急激に発達し、中学校3年生でも約73%(モバイル社会研究所 モバイル社会白書2020年版 第5章「子どものICT利用」)が所持しているというデータがある。さらに、スマートフォンに加えて、ウェアラブルデバイスも急速に普及してきている。それらスマートフォンやウェアラブルデバイスへの充電は、従来のようにACアダプターを用いる場合もあるが、近年は非接触充電が用いられている機器もある。端子があるものは防水性に乏しく、端子の強度が課題になることがある。このことから、ウェアラブルデバイスの発展に非接触充電は欠かせないものと考えられている。非接触充電は、これまで電動歯ブラシや電動カミソリなどで用いられていた。この2つの機器は水回りで使用することが多く端子部分の防水性と端子の強度が課題とされ非接触充電が用いられている。そして、この2つの機器は身近なものであり、家庭で日頃から目にしていることもある。このことから中学生にとっても機器の性能を保証するために、非接触充電が取り入れられていることが有効であることは容易に理解できると考えられる。飯塚らは、Suicaやnanacoなど日常生活に身近なものを題材に実験を試みている。このことにより、授業で取り扱った製品だけでなくその他の製品にも興味を持たせることができたとしている(飯塚 山口 2019)。このことから、非接触充電を教材に授業を行うことは、製品の仕組みについて知る機会にできる。

非接触充電の仕組みについて、中学生は理科で電磁誘導の原理を学習する。この電磁誘導の原理を理解していても、広く活用されてい

る技術であることを知っている生徒は少ない。

さらに、テクノロジーは急速に発展し高精度で高機能な製品が多い。加えて製品の中身は技術の進化により多機能かつ小型・軽量化し、一般の人々にとっては仕組がブラックボックス化しつつある。

以上ことから、一つの身近な製品の仕組を理解することで、身の回りの製品の仕組を考えることにつながると考えている。そこで、本研究では、非接触充電に焦点を当て教材を開発し、電磁誘導の原理を学習する授業を実践する。その授業では、①電磁誘導の現象を認識できるか、②電磁誘導の原理を理解できるか、③製作を通して生徒は知識が深まると感じるのか検証する。

### 3. 調査方法

本研究においては、比較的短時間で多数の対象者から事項について多くの調査をできること、また、それらの結果を数量化しやすいという理由から、質問紙法により調査を行った。具体的には、質問紙を用いて空欄に単語を記述するという方法で実施した。調査問題は同じ生徒を対象に3回実施した。授業前、授業中、授業後である。授業中には、教材を製作した後に調査問題に電磁誘導の原理を説明しながら回答を記入させた。

調査問題の内容を表1に示す。調査問題の内容は、問題1は電磁誘導の原理に関する出題。問題2は電磁誘導を活用したワイヤレス充電の特徴に関する問題である。事後調査問題については授業の感想など記述式で回答する項目がある。

### 4. 実践授業について

(1) 単元 C エネルギー変換の技術

項目 指導事項 (1) ア, イ (2) ア

(2) 授業について

山梨県内公立中学校 A校 26名

令和3年9月30日(木)

(3) 本時の目標

「電磁誘導を利用してLEDを点灯させよう」

(4) 題材名

実践授業を行った学校の年間計画では2年次に、「B 生物育成の技術」と「C エネルギー変換の技術」が位置付けられている。「C エネルギー変換の技術」は4月から始めている。それぞれの学習が週ごとに変わりながら授業が行われているが、「B 生物育成の技術」は栽培する作物の生育状況を確認しながら授業を行う必要がある。そのため、季節によっては「B 生物育成の技術」の学習が中心になることもある。さらに、コロナ禍により、分散登校が行われていた時期がある。このことから、「C エネルギー変換の技術」の授業は間隔が空いてしまうことがあった。次に、2年次は、理科で電気の学習をする。しかし、実習校では、まだ電気の学習はしていなかった。

1年次は「A 材料と加工の技術」を学習している。桐集成材の加工を通して、作品を構想し製作する経験をしている。

実践授業に至るまでの「C エネルギー変換の技術」の学習は、「1-1 生活や社会とエネルギー変換の技術」、「1-2 エネルギー変換の歴史」、「1-3 電気エネルギーの利用」を学習した。本時は「1-3 電気エネルギーの利用」で実施する。実践授業の直前には、豆電球・LED・ブザー・スイッチ・電池・銅線を利用して実際に回路をつくり実験をしたり、回路図をかいたりしながら学習が進められていた。

本時で利用するはんだごては2学期の最初の授業で使い方を学習している。銅線の接合を通してはんだごての使い方を学んだ。そこで初めてはんだごてを使用した生徒が多かった。

授業には前向きに取り組んでいる生徒が多く、教師の問いかけにも、熟考し積極的に発言する姿が見られる。

(5) 教材について

朝倉は「教材・教具の必要性について教師自身が指導計画や生徒の実態に即した教材・教具を自作し活用することによって学習効果

が上がる」と述べている(朝倉 1993)。このことから電磁誘導の現象を認識できる教材、製作を通して原理を学ぶことができるような教材を開発することを目指した。教材開発は以下のことを基に行った。

- ① 1時間程度で製作が可能な教材
- ② 現象を可視化することができる教材
- ③ 安価な教材

教材について、①技術・家庭科は時間数が減少していることから簡単な時間をかけずに製作できるものとした。②ワイヤレス充電について学ぶためには、非接触でも電気が発生することを認識させる必要がある。そこで、LEDを用いて非接触で点灯する様子を可視化できる教材にした。③低価格で製作することができるので、個人で製作が可能である。図3に開発した教材、図4に開発した教材が点灯している様子を示す。

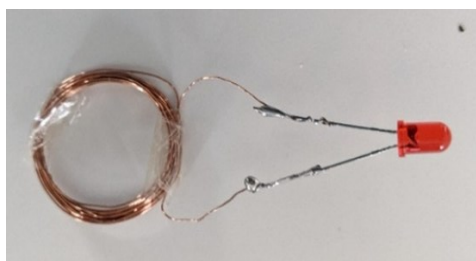


図3 開発した教材



図4 点灯している LED

この教材は、エナメル線と LED で構成されている。エナメル線の輪は、直径約 3 cm、LED は比較的電流が少なくても点灯する赤色 LED とした。このエナメル線は筒状の治具に 10 回ほど巻き付けて、LED をはんだづけすると完成する。このコイルを受信コイルとする。

受信コイルを送信コイル(電源を取り付け、

電圧をかけたコイル)に近づけると、赤色 LED が点灯する。エナメル線は被覆があり、直接接触させるだけでは導通しない。また、送信コイルが受信コイルに非接触でも LED が点灯することことから、電磁誘導の現象を可視化し、認識することができる。

製作時間は約 15 分程度である。このため、50 分の授業時間であれば製作をすることができその後、教師が電磁誘導の現象の原理を説明できる。

コイルと LED は比較的安価なものなので生徒一人一人が製作することができる。自分自身で作製することにより、学習内容を明確にし電磁誘導の認識することにつなげたい。教材の製作工程を表 2 に記す。

#### (6) 授業内容について

授業冒頭では、市販の装置を点灯させた。その LED の装置には、スイッチがないことを説明した。そこから、スイッチがないのに点灯する原因を考えさせた。その後、製作を行った。市販の LED の装置を図 5、点灯している様子を図 6 に示す。



図5 市販の装置

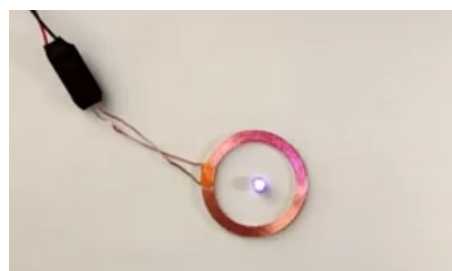


図6 市販の装置が点灯している様子

次に、製作にあたってエナメル線と LED のリード線をはんだごてで接合する作業では、細かい線を接合することになるので、プロジェクターで作業内容が分かりやすくなるように拡大した。表 3 に実践授業の内容を示す。

表1 事前・事後調査問題

事後調査問題	調査問題	組	番	氏名【	】
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px; display: inline-block;">事前調査問題</div> <p>問題1</p> <p>Qi は、スマートフォンに (①接続ケーブル) を差すことなく、(②ワイヤレス) で充電できる便利な規格です。Qi は、(③電磁誘導) 方式を採用している。この (③電磁誘導) 方式は「ファラデーの (③電磁誘導) の法則」を基にしており、「(④コイル) に (⑤磁石) を近づけたり遠ざけたりすると(⑥磁界)が変化して (⑦誘導) 電流が流れる」という原理を使っている。(③電磁誘導) では、(⑤磁石) の代わりに(⑧交流)電源をつかう。(①接続ケーブル) 充電器に「送電用の (④コイル)」を、スマートフォンなど充電する側の端末に「受電用の (④コイル)」を組み込みます。送電用のコイルに (⑧交流) 電源をかけると (⑥磁界) が発生する。この (⑥磁界) が発生した状態で受電用の (④コイル) を近づけると、(⑨誘導起電力) が発生する。(③電磁誘導) 方式は、このときに発生する (⑨誘導起電力) を利用して、スマートフォンなどの端末に充電する仕組みです。なお、(⑩直流) 電源では (③電磁誘導) が起こらない。</p> <p>問題2</p> <p>(①電磁誘導) 方式のワイヤレス充電のメリットは、(②接続ケーブル) がなくても (③置く) だけで充電でき、(②接続ケーブル) がないので対応する機種であれば異なる機種にも充電でき、(④複数) 台を充電できる充電器もある。ワイヤレス充電のデメリットは、充電が (⑤遅い)、充電する位置が (⑥限定される)、ケースやアクセサリが (⑦邪魔) になる機器もある。</p> <p>○製作を通して理解は深まりましたか      はい      いいえ  <span style="margin-left: 300px;">どちらかに○を付けてください。</span></p> <p>その理由を教えてください。</p> <p>○授業で難しかったところはどこですか</p> <p>○授業の感想を書いてください</p>					

表2 教材の製作工程

順序	活動内容
1	エナメル線を治具に10回、巻き付ける。※直径3cmくらいの治具を用いる。
2	エナメル線の両端を耐水ペーパーで削る。
3	LEDをエナメル線の両端にはんだづけをする。※LEDはどちらに接合してもよい。
4	治具から教材を取り外す。
5	エナメル線をビニールテープで固定する。

表3 実践授業の内容

学習活動	時間	学習活動への支援・留意点	評価項目【観点】
電磁誘導を利用してLEDを点灯させよう			
<p>○ワイヤレスのLED装置の観察。 ○これまでの授業を振り返る。</p> <p>○作業の内容を確認する。</p>	5分	<p>○ワイヤレスLED装置の仕組みを考えさせる。 ○電気回路の学習を振り返る。 ・負荷, 電源, スイッチ, 導線</p> <p>○プロジェクター等を利用しながら, 製作するものを知る。</p>	
<p>○コイルを治具に巻き付ける。 ○コイルの両端を耐水ペーパーで磨く。 ○LEDにはんだづけを行う。</p> <p>○治具から抜き取り, ビニールテープでコイルを固定する。 ○点灯を確認する。</p> <p>○電磁誘導の原理を理解する。</p>	40分	<p>○コイルを治具に10周巻き付ける。  ○治具に巻き付けたまま磨く。磨き終わったら, テスタで導通を確認する。  ○治具に巻き付けたままはんだづけを行う。安全に気を付けるように指導する。  ○治具から抜き取った際に, コイルが崩れないように注意する。素早く, ビニールテープで巻き付けるように指導する。  ○LEDが点灯することを確認する。点灯していない生徒の支援を行う。</p> <p>○電磁誘導について ・コイルの中の磁界が変化すると電流が流れることを電磁誘導という。 ・送信コイルのある電子機器は, 直流電源を交流電源に変換して, コイルに磁界を発生させている。 ・受信コイルを近づけると, 誘導起電力となり誘導電流が発生する。このときにLEDが点灯する。</p>	○ワークシートの記入【知識技能】
○ワイヤレスLEDの仕組みを考える。	5分	<p>○導入で示したワイヤレスLEDの仕組みを考える。 ・電磁誘導が利用されている。 ・コイルが使われている ・Qi充電と同じ</p>	

### 5. 実践授業

事前調査問題は、ほとんどが無回答だった。正答があったのは、問題1①「接続ケーブル」は4%、②「ワイヤレス」は12%、問題2③「置く」は4%だった。次に事後調査問題での正答率を示す。問題1では①「接続ケーブル」は77%、②「ワイヤレス」は77%③「電磁誘導」は88%、④「コイル」は65%、⑤「磁石」は35%、⑥「磁界」は42%、⑦「交流」

は19%、⑧「誘導」は8%、⑨「誘導起電力」は4%、⑩「直流」は27%だった。問題2は①「電磁誘導」は81%、②「接続ケーブル」は58%、③「置く」は54%、④「複数」は58%、⑤「遅い」は77%、⑥「限定される」38%、⑦「邪魔」は73%だった。事前調査問題(左)と事後調査問題(右)の回答を、図7に示す。

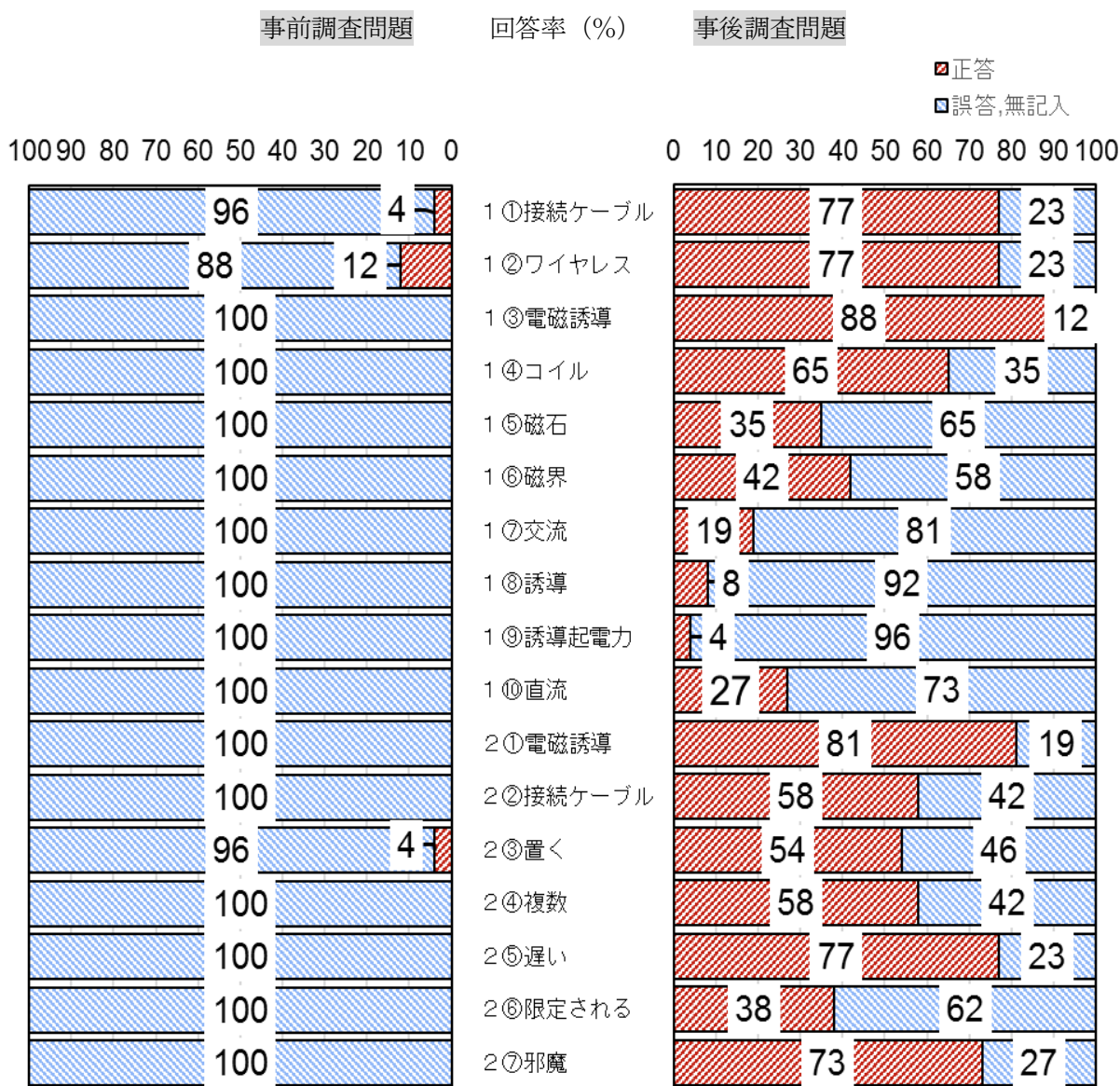


図7 事前調査・事後調査の結果

事前・事後調査問題について、事前調査問題はほとんどの生徒が回答を記入することができなかった。事後調査問題では、問題1の③「電磁誘導」は88%の生徒が書くことができた。次に、①「接続ケーブル」や②「ワイヤレス」は77%の生徒が書くことができた。しかし、電磁誘導の原理を回答する問題1の④～⑩までは回答を書くことができた生徒は少

ない。このことから、電磁誘導の現象は認識することはできたが、電磁誘導の原理については理解を深められていないことがわかる。次に、問題2のワイヤレス充電の特徴は、電磁誘導の原理の回答と比較すると書くことができた生徒が増えている。①「電磁誘導」については81%の生徒が書けている。図8に事後調査問題の結果内容ごと結果を示す。

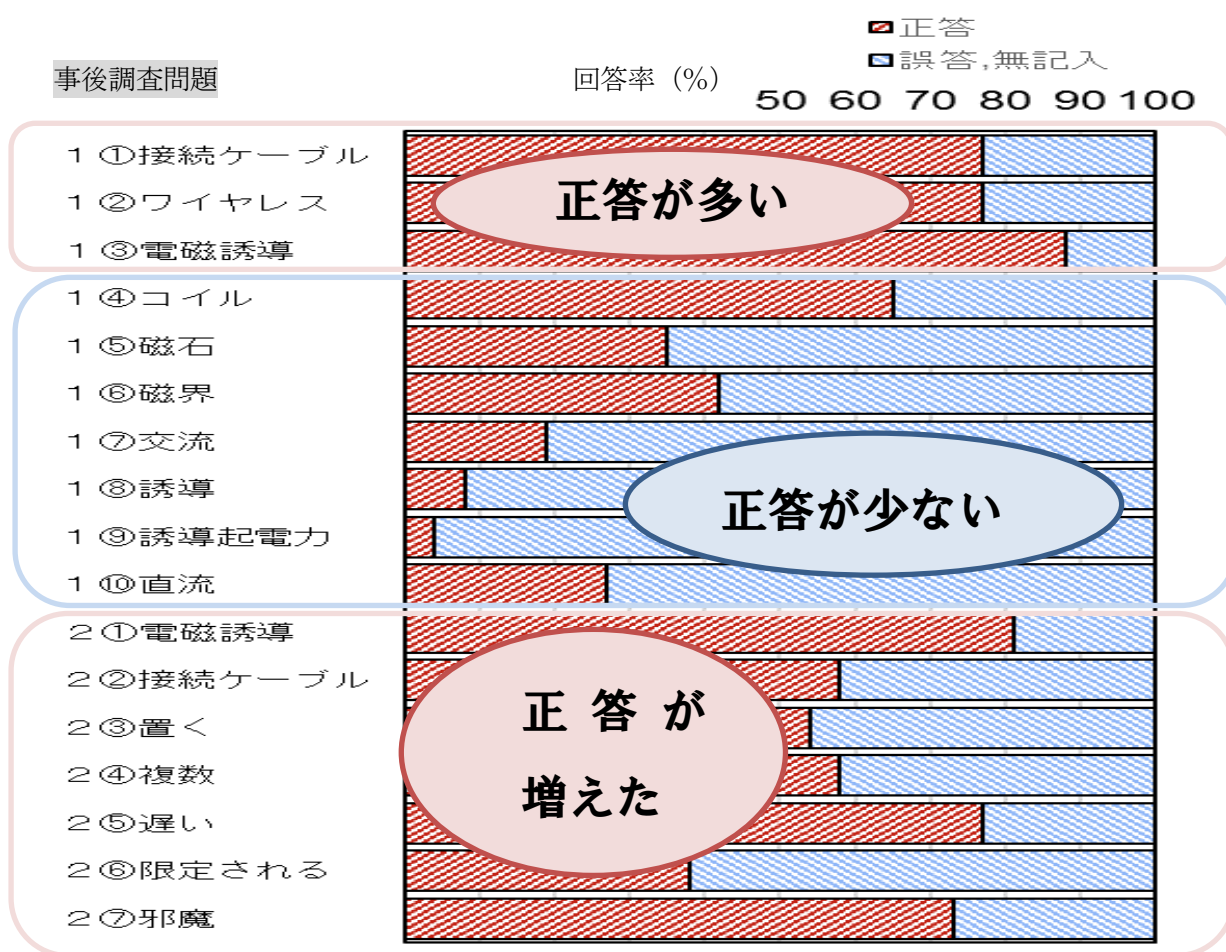


図8 事後調査の結果から

(2) 事後調査問題の記述内容

①「製作を通して理解は深まりましたか。」では96%の生徒が理解を深めることができたことと回答している。理由は「電磁誘導について理解を深めることができた」、「どのような仕組みなのかを作った後に知れたから」など回答をする生徒が多くいた。この結果から、製作を

することで電磁誘導の原理を可視化でき、認識することにつながったと考えている。図9に結果を示す。

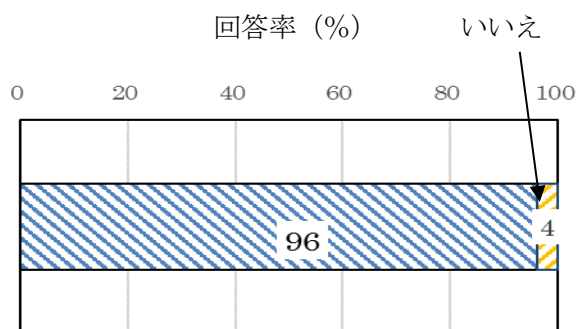


図9 「製作を通して理解は深まりましたか」の結果

②「授業で難しかったところはどこですか」では、「問題1でやった電磁誘導の原理を理解するところ」、「はんだごてでつなげる工程」などの記述が多かった。電磁誘導の原理そのものを書いた生もいた。このことから、電磁誘導の原理が難しいと感じている生徒が多かったことがわかる。作業に慣れていないことから、はんだづけの作業が難しく感じた生徒も多かった。

③「授業の感想を書いてください」では、「製作の仕方を画像にしてくれたから、とても分かりやすかった。」、「図や画像を使って教えてくれたから分かりやすかった。授業が楽しかった。」、「今日の授業で電磁誘導は自分の近くにもあるということが分かり、電磁誘導の仕組みについてわかったので良かったです。」、「自分で製作するのが楽しかった。製作をして理解もできてよかった。」、「実験をして仕組みを理解することができて楽しかった。」など授業について、理解を深められた、楽しかった、わかりやすかったなど内容が記述されていた。

## 6. 考察

中学校2年次の実践授業を実施した時期は、理科で電気について学習をしていないことから事前調査問題はほとんど空欄であった。授業の最後に、ワイヤレス充電の原理を質問したところ「電磁誘導の原理が使われていて、コイルが利用されている」と回答する生徒がいた。このことからLEDを点灯させたことで電磁誘導の現象について認識し、電磁誘導に

はコイルが利用されていることを理解していることがわかる。しかし、事後調査問題からもわかるように電磁誘導の原理を理解できていない生徒は少ない。原理の説明は、電磁誘導で点灯する懐中電灯と、プロジェクターで回答を表示しながら理解を促した。1時間という短い時間だったことや説明で用いた懐中電灯が小さく、仕組がコイルと磁石で構成されていることを理解していなかった生徒がいたことが考えられる。ワイヤレス充電の特徴については、電動歯ブラシの充電器に製作した教材を重ねて点灯させ、実際の生活で利用しているものを活用したことで、正答を書くことができた生徒が増えたと考えている。

本研究では中学校技術科において電磁誘導を教材にした授業を検討した。電磁誘導を可視化し、短時間で製作することができる教材を開発し、実践授業を行った。授業から生徒は電磁誘導の現象を認識することができた。今後は、電磁誘導の原理について理解を深められるような授業内容の検討や電磁誘導を通して、創造的な思考ができるような授業を構想していく必要があると考えている。

今後も、身近な製品に目を向け、教材開発を行い、製品の仕組みを考えようとする生徒の育成に向けて研究を深めていきたい。

### ○引用・参考文献

- ・朝倉邦造(1993)技術科教育の研究 朝倉書店, p.52
- ・飯塚正明 山口淑恵, 千葉大学教育学部研究紀要, 第67巻(2019) p.365-368.
- ・近藤義美(1990)技術科の指導論 開隆堂
- ・松崎武次, 久留米大学コンピュータジャーナル Vol15(2020), p.62-68
- ・東京書籍, 新しい理科2年, 2021
- ・東京書籍, 新しい科学2年, 2021
- ・東京書籍, 新しい技術・家庭, 技術分野, 2021
- ・大日本図書, 楽しい理科2年, 2021
- ・大日本図書, 理科の世界2年, 2021
- ・開隆堂, 2021. 技術・家庭, 技術分野
- ・教育図書, 2021. 技術・家庭, 技術分野
- ・モバイル社会研究所 モバイル社会白書2020年版 第5章「子どものICT利用」

### 謝辞

本研究を行うにあたり、ご指導くださった先生方、生徒教職大学院の先生方に厚く御礼申し上げます。