

# 高等学校理科「物理基礎」における学習指導要領に対応したサポート資料の作成

## 【研究の概要】

本研究では、高等学校の物理を専門としない理科教員が、「物理基礎」の授業を展開できるように支援する内容を盛り込んだサポート資料を作成した。

そのサポート資料を使った授業実践を行い、サポート資料を使った授業がもたらす3つの効果を授業実践での生徒の行動記録やワークシートの自由記述から、サポート資料の内容の有効性を検証した。

キーワード：物理基礎・探究活動・科学的な思考力・表現力の育成・サポート資料

## 《研究協力員》

岩手県立花巻北高等学校 佐々木 彰子  
岩手県立種市高等学校 川口 潤  
岩手県立久慈高等学校 澤山 純樹

平成 29 年 3 月  
岩手県立総合教育センター  
理科教育担当  
藤 枝 昌 利  
村 上 弘

## 目 次

|      |                               |    |
|------|-------------------------------|----|
| I    | 研究主題                          | 1  |
| II   | 研究主題設定の理由                     | 1  |
| III  | 研究の目的                         | 1  |
| IV   | 研究の目標                         | 1  |
| V    | 研究の見通し                        | 2  |
| VI   | 研究の構想                         | 2  |
| 1    | 研究についての基本的な考え方                | 2  |
| (1)  | サポート資料の4つの内容について              | 2  |
| (2)  | サポート資料の4つの内容と学習指導要領解説との関連について | 2  |
| (3)  | 基本構想図                         | 7  |
| 2    | サポート資料の構成                     | 8  |
| 3    | サポート資料の項目                     | 9  |
| VII  | 授業実践について                      | 9  |
| 1    | 授業実践の内容と対象                    | 9  |
| 2    | 「14 変圧器」の概要                   | 9  |
| (1)  | 中学校と高等学校の接続について               | 9  |
| (2)  | 観察, 実験, 探究活動の充実について           | 9  |
| (3)  | 物理学と日常生活とのかかわりについて            | 10 |
| 3    | 授業実践の目的                       | 10 |
| 4    | 検証方法                          | 10 |
| 5    | 生徒の実態                         | 10 |
| (1)  | 事前小テスト「交流について」                | 10 |
| (2)  | 事前小テスト「電磁誘導について」              | 11 |
| (3)  | 事前小テスト「電磁誘導と日常生活のかかわりについて」    | 11 |
| 6    | 授業の様子                         | 12 |
| 7    | 授業実践の結果と考察                    | 14 |
| (1)  | 生徒の記述より                       | 14 |
| (2)  | 事後小テストより                      | 15 |
| (3)  | 授業実践からのサポート資料の見直し             | 15 |
| VIII | 研究のまとめ                        | 16 |
| 1    | 成果                            | 16 |
| 2    | 課題                            | 16 |
| 3    | 今後の方向性                        | 16 |
| IX   | 引用文献及び参考文献等                   | 16 |
| X    | 参考資料                          | 17 |
|      | 【サポート資料(抜粋)】                  | 17 |
|      | 【事前小テスト】                      | 21 |
|      | 【事前小テスト結果】                    | 23 |
|      | 【生徒の自由記述内容と分析結果】              | 24 |
|      | 【事後小テスト】                      | 27 |
|      | 【サポート資料(抜粋)見直し】               | 28 |

## I 研究主題

主題番号 2

主題名 高等学校理科「物理基礎」における学習指導要領に対応したサポート資料の作成

## II 主題設定の理由

平成 21 年発行の高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編（以下、学習指導要領解説）では、すべての生徒が履修すべき科目数については、「化学と人間生活」、「物理基礎」、「化学基礎」、「生物基礎」「地学基礎」のうち「化学と人間生活」を含む 2 科目、又は、「物理基礎」、「化学基礎」、「生物基礎」「地学基礎」のうちから 3 科目とする。と改められた。従って、高等学校の理科教員は、自らの専門にかかわらず、複数の領域について指導することが要求されることとなった。

これを受けて、当センターでは、平成 24 年度には、「生物基礎」（2013, 千田）、平成 26 年度には「科学と人間生活」（2015, 石塚）、「地学基礎」（2015, 小松原）、平成 27 年度には「化学基礎」（2016 平松）のサポート資料を作成し、学習指導要領解説の趣旨に沿う授業改善の推進を図ってきた。

また、平成 20 年 1 月の中央教育審議会答申において、理科に関する課題を踏まえ、高等学校理科の改善の具体的事項が示された。その中には、科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、観察・実験、探究活動などにおいて、結果を分析し解釈して自らの考えを導き出し、それらを表現するなどの学習活動を一層重視することが示されている。

「科学的な思考力・表現力を育む理科教育の今日的課題－実験・観察を中心として－」（2011, 哇）の講演の中で、国際比較から見える高等学校理科の課題として、観察・実験、探究活動ができていないこと、結果から結論を考察する活動と予想（仮説）を検証する活動に乏しいことから、科学的な思考力の育成が不十分であると述べている。

本県の複数の物理担当者からも、科学的な思考力・表現力が問われる際には、読解力等の基礎力や現象をイメージする力に課題があるとの指摘が寄せられている。この要因の一つとして、観察、実験等を通して現象を捉え、既習の知識を基に思考していく経験の不足が考えられる。

以上の経緯を踏まえ、科学的な思考力・表現力の育成を目指した指導と教員の授業改善を図ることが課題であると判断した。そこで、本研究は、「物理基礎」における観察、実験サポート資料（以下、サポート資料という）を作成し、その成果物を県内の高等学校などで幅広く利用できるようにすることを目的とした。また、「物理基礎」の内容を精査する上で、物理学特有の考え方や物理学的に探究する方法を視点として、学習内容の関連性や中学校との系統性に留意した構成にする。これにより、身近な自然の事物・現象を物理学的に解釈させるなど、観察、実験、探究活動の指導の充実につながり、生徒の科学的な思考力・表現力の育成に資すると考える。

## III 研究の目的

「物理基礎」におけるサポート資料を作成し、理科教員の観察、実験、探究活動に関わる指導の支援を図ることにより、生徒の科学的な思考力・表現力の育成に資する。

## IV 研究の目標

「物理基礎」の教科書で取り上げられている観察、実験の内容を精査し、観察、実験、探究活動で科学的な思考力・表現力を育成するためのサポート資料の内容構成を明らかにする。また、サポート資料を使った授業が生徒の科学的な思考力・表現力の育成に関わる効果を授業実践を通して検証し、サポート資料の質的向上を図る。

## V 研究の見通し

### 1 科学的な思考力・表現力の育成について

- ・科学的な思考力・表現力の定義

### 2 観察、実験、探究活動の指導について

- ・物理学特有の考え方や指導の手立て、物理学的な探究方法の具体化（中学校との系統を考慮）
- ・観察、実験の教材の開発・工夫
- ・研究協力員等の授業実践

### 3 サポート資料について

- ・サポート資料の内容構成
- ・授業実践による検証

## VI 研究の構想

### 1 研究に対する基本的な考え

#### (1) サポート資料の4つの内容について

##### ア 中学校と高等学校の接続

中学校との円滑な接続を考慮し、中学校の指導内容や生徒のつまづきがちな内容を把握できるように構成する。

##### イ 探究活動の充実

探究活動の中で科学的な思考力・表現力を育成する構成とする。また、教科書に掲載されている内容を中心に、観察、実験の詳細や物理学特有の考え方を示し、物理専門以外の教員でも授業の準備や指導ができるように配慮する。

##### ウ 物理学と日常生活のかかわり

物理学の基本的な概念や原理・法則が、身近な物理現象の背後にあることや、日常生活や社会の中でどのように利用されているのかを紹介する。

##### エ チャレンジ問題

物理基礎で学習した知識を活用して、身の回りの物理現象、日常生活や社会とのかかわりを考えることができ、科学的な思考力、表現力の評価の参考となる問題を取り上げる。

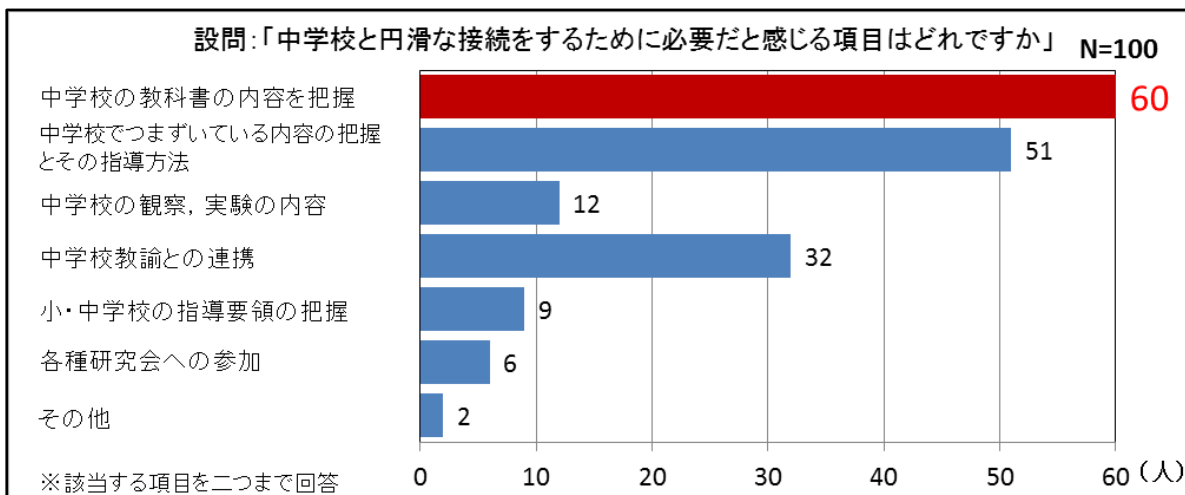
#### (2) サポート資料の4つの内容と学習指導要領解説との関連について

##### ア 中学校と高等学校の接続

学習指導要領解説には、以下のことが示されている。

従前の「Iを付した科目」、「IIを付した科目」の内容のうち、中学校と高等学校との接続を考慮しながら、より基本的な内容で構成し、観察、実験などを行い、基本的な概念や探究方法を学習する科目として「物理基礎」、「化学基礎」、「生物基礎」、「地学基礎」（基礎を付した科目）を設けた。

中学校と高等学校の接続を考慮することについては、学習指導要領の改訂以前から理科教育において系統性を重視することを示唆した研究が行われてきた。内ノ倉（2011）は、「小・中・高等学校の系統性を考える上では、まず必要不可欠と言えるのが、意図されたカリキュラムの構造を把握することである。第一に、『学習指導要領』の構造を把握することが求められる。」と述べており、三次（2011）は、「中学校の先生は小学校の授業を、高等学校の先生は中学校の授業を、それぞれよく認識していただくと、内容の系統性を踏まえた授業ができるのではないだろうか」と述べている。齋藤（2011）は、岩手県内の高等学校理科教員100人を対象に「高等学校理科教員の実態調査」を行った。その調査結果【図1】より、「中学校の教科書の内容を把握すること」、「中学校でつまづいている内容の把握とその指導方法」が、中学校と円滑な接続をするために必要だと感じている教員が多いことが分かる。



【図1】 高等学校理科教員の実態調査 (2011, 齋藤)

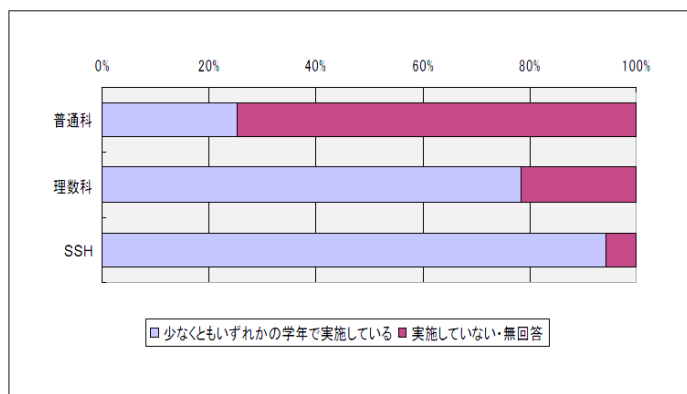
サポート資料に、「中学校の教科書の内容」や「中学校でつまづきがちな内容や指導方法」を盛り込むことで、理科教員が系統性を踏まえた授業づくりに役立てるものになると期待できる。また、生徒には、中学校の内容を学び直したり、その知識を活用したりすることで、理解が深まることが期待できる。

#### イ 探究活動の充実

学習指導要領解説には、改善の具体的事項と改訂（高等学校）の中に次のことが示されている。

科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、探究的な学習を重視し、観察、実験、探究活動などにおいて、結果を分析し解釈して自らの考えを導き出しそれらを表現する学習活動を一層重視する。

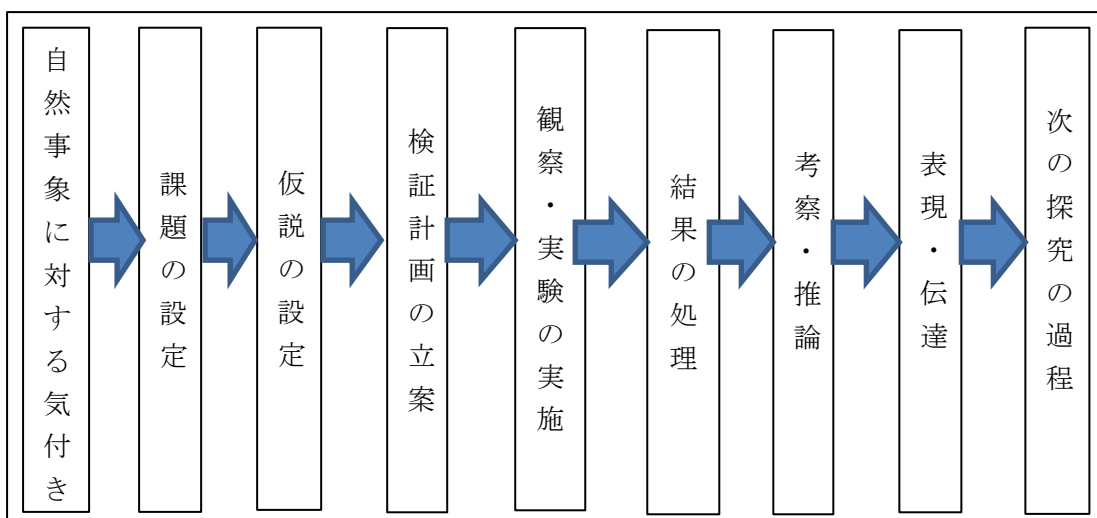
学習指導要領に示された理科の「基礎を付した科目」では、従来の「Iを付した科目」と同様に大項目ごとに探究活動が位置付けられている。全国を対象とした「平成20年度高等学校理科教員実態調査」からも、【図2】のように探究活動が十分実施されていない状況が改訂の背景にあると考えられる。



【図2】 課題研究・探究活動の実施状況

「平成20年度高等学校理科教員実態調査」独立行政法人科学技術振興機構

理科における探究活動とは、探究の過程を通して探究の方法を習得する学習活動である。探究活動は、【図3】に示す探究過程の例のように様々な探究の方法を利用して行われ、問題解決に向けて、探究の過程が繰り返されている。



【図3】 探究過程の例

学習指導要領解説には、「基礎を付した科目」の探究活動では、探究の方法のすべてを網羅的に実施する必要が無いこと、探究過程の全体又はその一部を実施して良いことが示されている。また、科目毎の探究方法【表1】では、物理基礎にだけ「法則性の導出」が示されている。「法則性の導出」は、授業の中で意識して習得させることが大事である。

【表1】 科目毎の探究方法

| 探究方法         | 物理基礎 | 化学基礎 | 生物基礎 | 地学基礎 |
|--------------|------|------|------|------|
| 問題を見いだすための観察 |      |      | ○    |      |
| 情報の収集        | ○    | ○    |      | ○    |
| 仮説の設定        | ○    | ○    | ○    | ○    |
| 実験の計画        | ○    | ○    | ○    | ○    |
| 実験による検証      | ○    | ○    | ○    |      |
| 調査           |      |      | ○    | ○    |
| 野外観察         |      |      |      | ○    |
| 実験データの分析・解釈  | ○    | ○    | ○    | ○    |
| 法則性の導出       | ○    |      |      |      |
| 推論           |      |      |      | ○    |

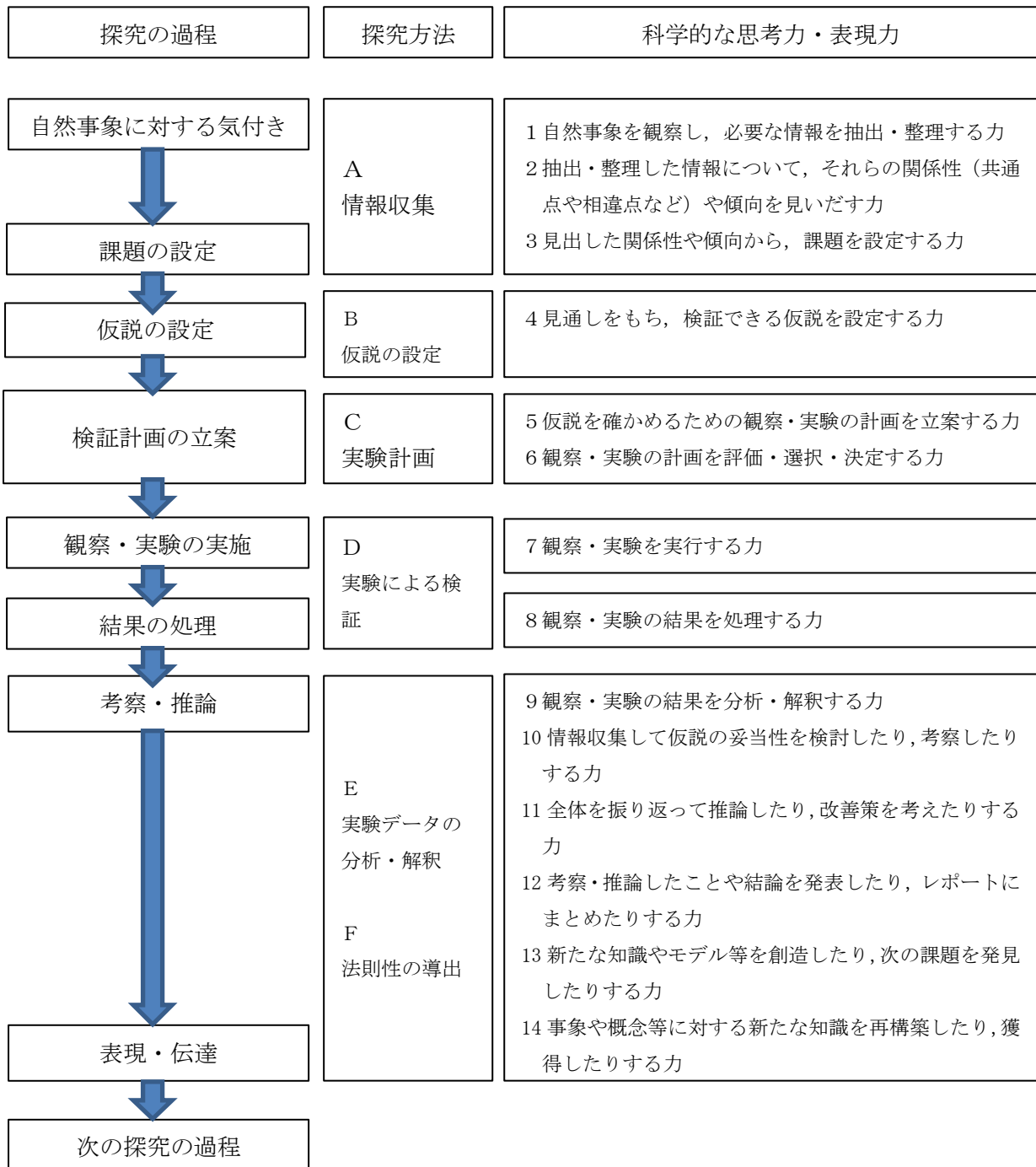
教育課程部会理科ワーキンググループにおいて、理科における資質・能力の例（高等学校基礎科目）が示された。【表2】は、その一部を抜粋してまとめたものである。本研究では、14の力を科学的な思考力・表現力として定義付けた。

【表2】 理科における資質・能力（科学的な思考力・表現力）

|       | 理科における資質・能力   |
|-------|---|
| 課題の把握 | 1 自然事象を観察し、必要な情報を抽出・整理する力<br>2 抽出・整理した情報について、それらの関係性(共通点や相違点)や傾向を見出す力<br>3 見出した関係性や傾向から、課題を設定する力  |
| 課題の探究 | 4 見通しをもち、検証できる仮説を設定する力<br>5 仮説を確かめるための観察・実験の計画を立案する力<br>6 観察・実験の計画を評価・選択・決定する力<br>7 観察・実験を実行する力<br>8 観察・実験の結果を処理する力   |
| 課題の解決 | 9 観察・実験の結果を分析・解釈する力<br>10 情報収集して仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力<br>11 全体を振り返って推論したり、改善策を考えたりする力<br>12 新たな知識やモデル等を創造したり、次の課題を発見したりする力<br>13 事象や概念等に対する新たな知識を再構築したり、獲得したりする力<br>14 考察・推論したことや結論を発表したり、レポートにまとめたりする力 |

探究の方法を学習課題の特質に応じて適切に取り上げ、具体的な課題解決の場面でこれらの方法を用いることができるように扱う必要がある。そして、探究の方法の中で科学的な思考力・表現力が育成されるよう指導の工夫を図ることが必要である。次項【図4】は、それぞれの探究方法で必要とされる科学的な思考力・表現力をまとめたものである。これをサポート資料に示すことで、理科教員が探究の過程を意識すること、探究の方法を学習課題の特質に応じて適切に取り上げ、具体的な課題解決の場面で探究の方法を用いることや科学的な思考力・表現力の評価の参考となり、探究活動の充実につながることを期待できる。また、生徒にとっては、探究の方法の習得及び科学的な思考力・表現力の育成が図られることが期待される。

また、「科学的な思考力・表現力を育む理科教育の今日的課題—実験・観察を中心として—」（2011, 哇）の講演の中で、国際比較から見える高等学校理科の課題として、観察・実験、探究活動ができていないこと、結果から結論を考察する活動と予想（仮説）を検証する活動に乏しいことから、科学的な思考力の育成が不十分であると述べていることから、サポート資料では、次項【図4】探究の方法と科学的思考力・表現力にあるD実験による検証、E実験データの分析・解釈、F法則性の導出の中で、8～14の科学的な思考力・表現力の育成に重点をおいで編集することとした。



【図4】 探究の過程と探究の方法と科学的な思考力・表現力

ウ 「物理学と日常生活のかかわり」と「チャレンジ問題」について  
学習指導要領解説の第2節「物理基礎」には、次のように示されている。

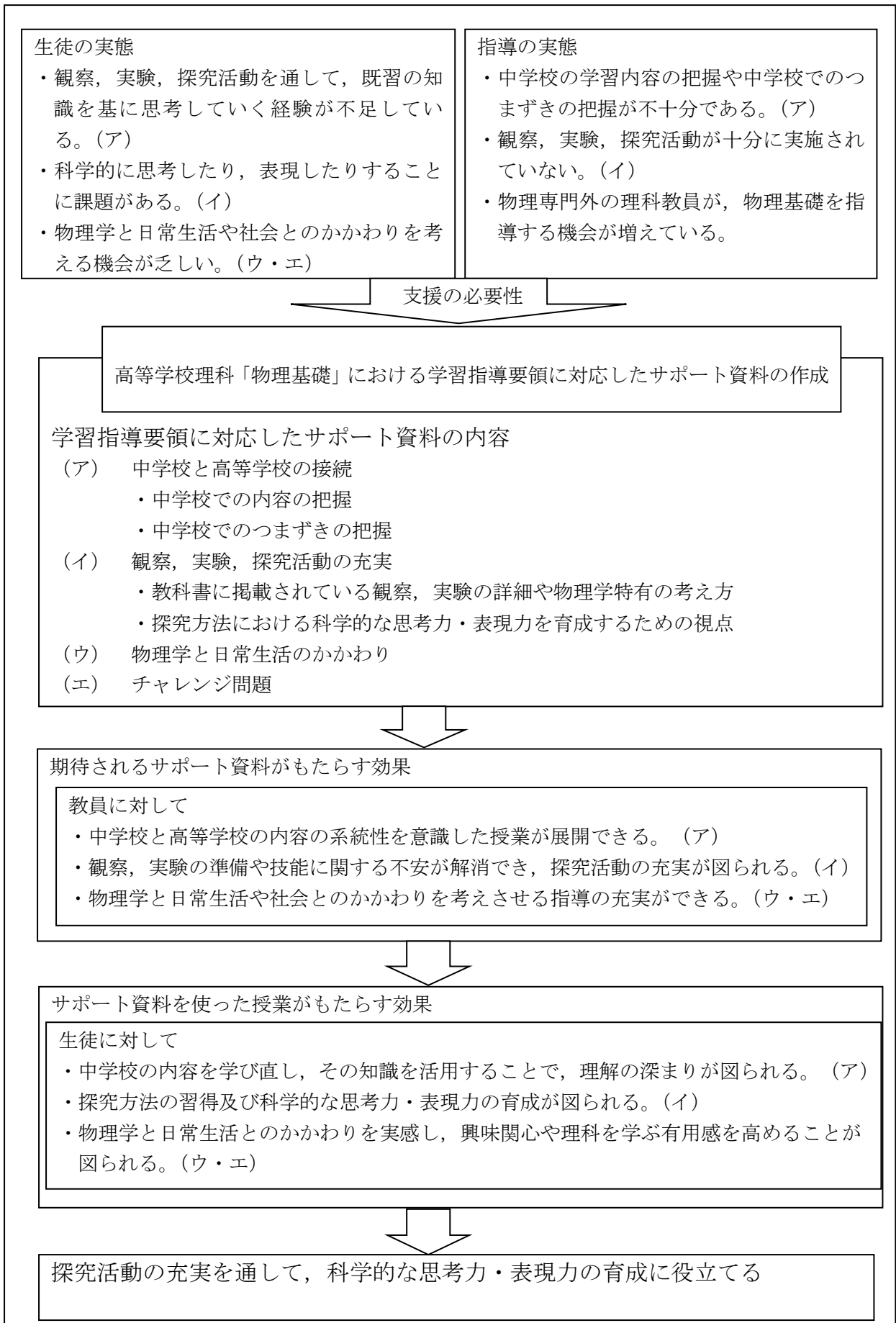
「物理基礎」の履修によって、身近に見られる物理的な事物・現象に関する基本的な概念や原理・法則を理解させ、物理学的な探究の方法を身に付けさせるようにするとともに、物理学と日常生活や社会とのかかわりを考えることができるようにすることが大切である。

サポート資料には、物理学の基本的な概念や原理・法則を理解させ、日常生活や社会の中で物理法則はどのように利用されているかを気づかせたり、考えさせたりできるような内容を紹介することで、物理学と日常生活とのかかわりを考えさせる指導の充実につながることを期待できる。また、生徒には、物理学と日常生活とのかかわりが実感でき、興味・関心や理科を学ぶ有用感を高めることが期待できる。



(3) 基本構想図

高等学校理科「物理基礎」における学習指導要領に対応したサポート資料の作成における基本構想図を示す。



【図5】 基本構想図

# Ⅶ サポート資料の構成と項目

## 2 サポート資料の構成

タイトル

### 12 変圧器

#### 1 中学校の内容

変圧器は鉄心と巻線の異なる2つのコイルからできています。巻線の多いコイルに電流を流すと巻線の少ないコイルには低い電圧が発生し誘導電流が流れます。また逆に、巻線の少ないコイルに電流を流すと巻線の多いコイル

#### 中学校の学習内容

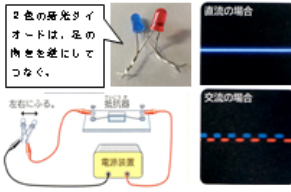
- ・タイトルに関連した既習内容
- ・学習内容に対する生徒のつまずき
- ・学習内容の系統

が流れます。この現象は、コイルを磁石に向けて動かしたときにも起こります。コイル内部の磁界が変化すると、コイルに電流を流そうとする電圧が生じる現象を電磁誘導といい、コイルに流れる電流を誘導電流ということも学習します。実験を通して、誘導電流は、磁界の変化を速くすると大きくなり、また、磁界を狭くしたり、コイルの巻数を多くしたりすることでも大きくなることを見いださせます。

ただし、磁界を変化させるとその変化をまたげる向きに誘導電流が生じるというレンツの法則については、発展として扱います。

#### 直流と交流

右図の実験を行い、一定の向きに流れる電流を直流といい、向きが周期的に変化している電流を交流ということも学習します。交流については、家庭のコンセントに供給される電流であることや変圧器によって電圧を簡単に変えられるという利点があることも学習します。



変圧器の構造やしくみまでは学習していないので、「なぜ、交流だけが電圧を簡単に変えられるのか」を疑問に思っている生徒がいると考えられます。

【磁界と境界について】  
電力がはたらいっている空間を磁場または境界というが、中学校教科書では「境界」としている。

探究の方法の中で  
身に付けさせたい科学的な思考力・表現力

#### 2 探究活動の充実

実験 電磁調理器を使った電磁誘導の実験

科学的な思考力・表現力

探究方法：実験データの分析・解釈

E-9 観察・実験の結果を分析・解釈する力

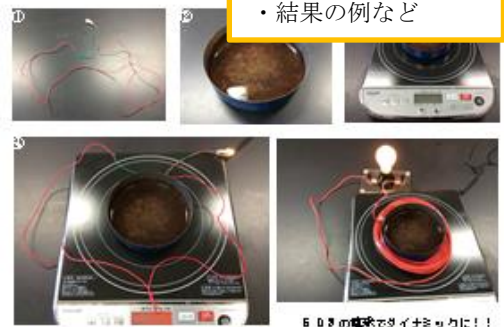
電磁調理器・金属のなべ等・互感電流

#### 観察・実験の詳細

- ・準備
- ・方法
- ・結果の例など

#### 方法

- ① 互感電流のシットとビニール線を輪にする
- ② 金属のなべ等に水を入れる。
- ③ ②を電磁調理器の中央に載せて、電磁調理器
- ④ ①を電磁調理器の上近づけると互感電流



電磁調理器の本体内部にはコイルがあり、そこに流れる電流の向きが常に変化するようにすれば磁界も変化します。すると金属のなべの底に誘導電流が流れます。ビニール線と互感電流のシットを輪にするようにつなぎ、電磁調理器の上近づけると互感電流が流れます。水と磁石を輪がすわり、コイルに電流が流れると電磁誘導が起こります。電圧のしくみを考える視点をもつことができます。

### 探究活動を充実させるポイント

- ・既習事項の活用の仕方など

#### 探究活動を充実させるポイント

事実を整理させ、生徒から疑問を引き出す。  
「なぜ、豆電球が光るのか」  
電磁調理器の中にコイルがあることと交流電流が流れていることを示す。  
中学校で学習してきた電磁誘導と関係づけ考えさせる。



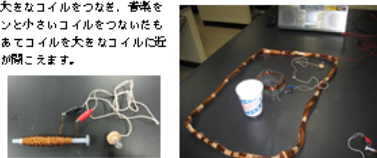
交流が、磁石を動かしているように、磁界を変化させ、誘導電流が流れる。



電磁調理器を使った実験を行うことで変圧器のしくみ考えさせる視点をもたせることができます。

教室を変圧器に～ラジカセの音声電流を用いた無線通信実験～

ラジカセのイヤホン端子に大きなコイルをつなぎ、音響を流します。ウリスタルイヤホンと小さいコイルをつないだものを用意し、イヤホンに耳にあてコイルを大きなコイルに近づくと、ラジカセの音響などが聞こえます。



### 物理学と日常生活との関わり

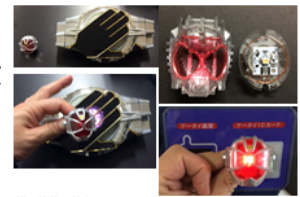
- ・物理学と日常生活との関わりを考えるコラム

ようにして、「どの駅で入場した」「どの駅で退出した」という情報がカードに書き込まれます。

「Suica」「Edy」「nanaco」「Wan」などの電子マネー、会社や大学などの身分証、マンションなどの入居で使う電子キーにもこの技術が活用されています。

#### 従来ライダースーツ

ワイザードリングは従来ヘルメットにかさりと光る仕体になっています。しかし、ワイザードリングを分解してみると電池などは入っていません。リングの中にはLED、コイル、ICチップが入っています。なぜ、電池がないのにリングが光るのか？それは、従来ヘルメットから電波が放出され、コイルを内蔵したリングを近づけると電磁誘導が起こればリングのコイルに電流が流れLEDが点灯するからです。これは、Suicaのしくみと一緒です。だから、自動販売機のICカード箇所ワイザードリングを近づけても点灯します。



#### 4 チャレンジ問題

右図は、変圧器の性質をマスターで調べたものである。一次コイルの巻数が200、二次コイルの巻数が500である。一次コイルの電圧が50Vであった。二次コイルに加わる交流電圧の値は、何Vになるか。

$$V_1 : V_2 = N_1 : N_2$$

$$50 : X = 1 : 2 \quad X = 100V$$

実験値

| 1回目   |       | 2回目   |       | 3回目   |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1次コイル | 2次コイル | 1次コイル | 2次コイル | 1次コイル | 2次コイル |
| 50.1  | 98.4  | 50.1  | 99.3  | 49.9  | 97.3  |

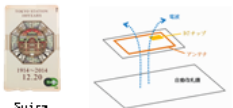
### 3 物理学と日常生活との関わり

#### ACアダプタ

ACアダプタ（AC-DCアダプタ）は、コンセントより得た交流電圧を、内部の変圧器（トランス）によって電圧を降下（降圧）させた後、ダイオードによって整流し、直流電力を出力する機器である。

#### ICカードと自動改札機

ICカードを自動改札機にかざします。自動改札機からは周波数13.56MHzの電波が放出されるので、これによってICカードで電磁誘導が起これば、カードに電流が流れます。この



### チャレンジ問題

- ・物理基礎で学習した知識を活用し、物理現象や社会とのかかわりを考える。

### 3 サポート資料の項目

サポート資料は、「物理基礎」の教科書で取り上げられている観察、実験の内容を精査し、13の項目で構成した。項目内容を【表3】に示す。

【表3】サポート資料の項目内容

|                |               |
|----------------|---------------|
| 1 身近な速さの計測     | 8 力学的エネルギーの保存 |
| 2 斜面を降下する小球    | 9 仕事による温度上昇   |
| 3 動く発射台からの投射   | 10 横波と縦波の発生   |
| 4 力のつりあい       | 11 振り子の共振     |
| 5 作用反作用の法則     | 12 変圧器        |
| 6 浮力の測定        | 13 手回し発電機     |
| 7 重力による位置エネルギー |               |

## Ⅶ 授業実践について

### 1 授業実践の内容と対象

- ・実践内容 第4編 電気
- ・対象 岩手県立種市高等学校 2学年 48名
- ・期 日 平成28年12月9日(金)
- ・サポート資料 「12 変圧器」

### 2 「12 変圧器」の概要

#### (1) 中学校と高等学校の接続について

高等学校では、「様々な物理現象とエネルギーの利用」の中の「(イ)電気の利用」で交流の発生、送電及び利用について学習する。その中で「変圧器」については、1次コイルに交流を流すと電磁誘導が起こり、2次コイルに電圧が生じ、誘導電流が流れるという基本的な仕組みや2つのコイルの巻数と電圧の関係について学習する。

中学校では、第1分野「(3)電流とその利用」で、コイル、磁石及び検流計を用いて、磁石またはコイルを動かすことにより、コイルに誘導電流が流れることを学習する。磁石やコイルを動かす向きや磁石の磁極を変えることにより誘導電流の向きが変わること、さらに、磁石やコイルを速く動かしたり、磁石を強いものと取りかえたり、コイルの巻数を多くしたりすると誘導電流が大きくなることを体験的に見出させ、まとめることが一般的である。

「交流」については、向きが周期的に変化している電流であることや家庭のコンセントに供給される電流であり、変圧器によって電圧が簡単に換えられるという利点があることを学習する。「交流だけが電圧を簡単に換えられる」という理由については、教科書の発展で触れている程度であり、その仕組みについては、高等学校で扱うこととしている。

生徒に変圧器の仕組みを考えさせるときには、電磁誘導と交流の内容を理解させることが必要である。そこで、「14 変圧器」の「1中学校の内容」では、生徒が「どのような観察、実験をおこない、電磁誘導と交流の仕組みを学習したのか」を中心に紹介している(参考資料1 「1中学校の内容」)。

#### (2) 観察、実験、探究活動の充実について

「電磁調理器」は、本体内部のコイルに交流を流すことで磁界が変化し、金属のなべの底に誘導電流が流れ、なべの電気抵抗により熱が発生する。なべの代わりに、電球をつないだ導線を近づけると電球が点灯する。永久磁石を動かす代わりに、本体内部のコイルに交流を流すことで、電球をつないだ導線の周りの磁界を変化させ、誘導電流が流れ、電球が点灯する。磁界を変化させることが、コイルに誘導電流を流すという電磁誘導の本質に迫る実験である。

「12 変圧器」の「2探究活動の充実」には、「電磁調理器を使った電磁誘導の実験」の準備、方法等の詳細や科学的な思考力・表現力の育成するために「探究活動の充実のポイント」

を紹介し、授業づくりの参考例を示している（参考資料1 「2 探究活動の充実」）。

(3) 物理学と日常生活とのかかわりについて

変圧器は、電磁誘導の仕組みを利用して、電圧を変えている。変圧器のように、日常生活や社会の中で「電磁誘導」の仕組みがどのように利用されているのかを示し、理科教員が、物理学と日常生活や社会との関わりを生徒に考えさせることができるように紹介している（参考資料1 「3 物理学と日常生活とのかかわり」）。

3 授業実践の目的

本授業実践の目的は、「VI 研究の構想」に示す基本構想図にある「サポート資料を使った授業が生徒に対してもたらす効果」について検証し、その検証結果からサポート資料の内容を見直し、サポート資料の質的向上を図る。

4 検証方法

「12 変圧器」を使った授業が、生徒に対してもたらす効果を、以下の方法で検証する。

(1) 中学校の内容を学び直し、その知識を活用することで、理解の深まりが図られる。(ア)

「12 変圧器」1 ページの内容を学び直し、その知識を活用し、問題解決することで理解の深まりが図られるかを学習シートの記述内容を分析する。

(2) 探究方法の習得及び科学的な思考力・表現力の育成が図られる。(イ)

「12変圧器」2・3 ページの実験を「探究の方法」の中の「実験データの分析・解釈」に位置付け「観察・実験の結果の分析・解釈する力」を育成する効果を学習シートの記述内容を分析する。

(3) 物理学と日常生活とのかかわりが実感できる。(ウ・エ)

「12変圧器」の「物理学と日常生活とのかかわり」の内容を紹介することで、物理学と日常生活とのかかわりを実感できるか効果を学習シートの記述内容で分析する。

5 生徒の実態

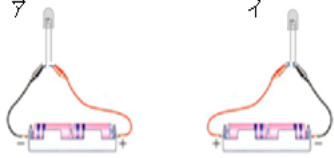
中学校までの学習内容の理解度を把握するために、事前小テストを行った。内容は、「交流について」「電磁誘導について」「電磁誘導と日常生活のかかわりについて」である（参考資料2）。

(1) 事前小テスト「交流について」

【参考資料2 抜粋】

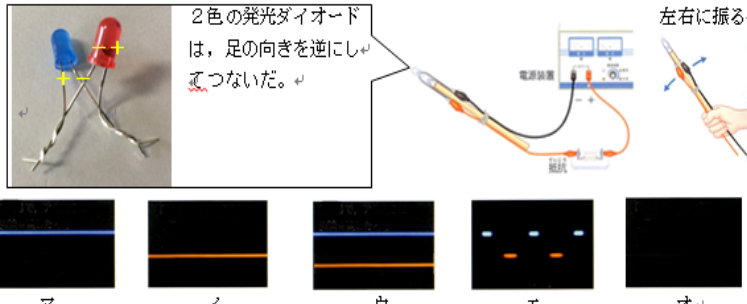
【図6】は、【参考資料2 抜粋】の(1)と(2)の解答をクロス集計したものである。発光ダイオードの仕組みから交流の流れ方を正しく理解している生徒は②とエを選択した17人中11人であった。よって48人中11人が、交流について理解していると判断できる。

(1) 下のア、イのように発光ダイオードを電池につないだときのようにして正しいものを①～④から1つ選び、記号に○をつけなさい。



① アのみ点灯する。  
② イのみ点灯する。  
③ 両方点灯する。  
④ 両方点灯しない。

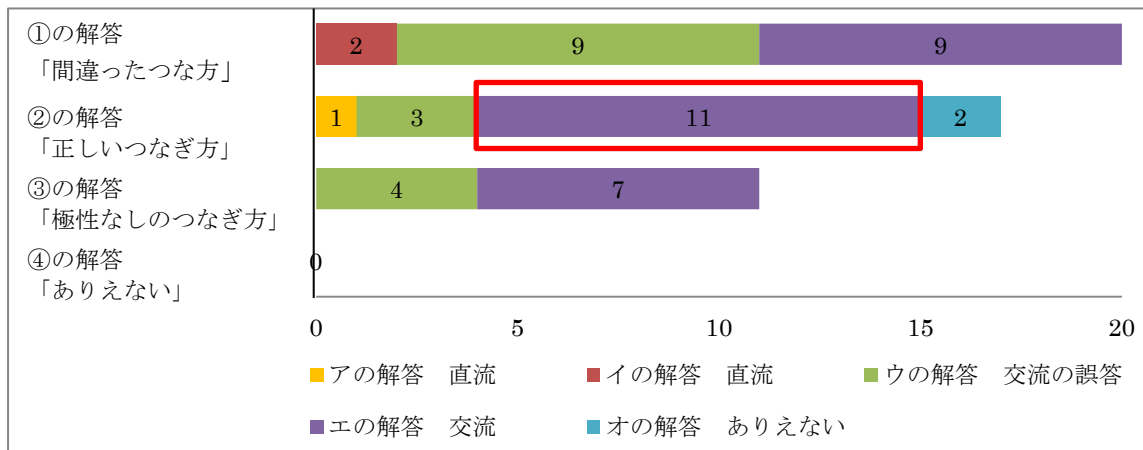
(2) 下図のように2色の発光ダイオードをつないだものを、電源装置につなぎ、交流の電流を流しました。部屋を暗くして2色の発光ダイオードを左右に振ると、どのような光り方をしますか。ア～オから1つ選び、記号に○をつけなさい。



2色の発光ダイオードは、足の向きを逆にしつてつないだ。

左右に振る

ア イ ウ エ オ



【図6】 交流の問題のクロス集計

(2) 事前小テスト「電磁誘導について」

電磁誘導について知っていることを「磁石」と「コイル」と「磁界」の3つの言葉を使って、自由記述させた。

「磁石やコイルを動かすと、コイルを貫く磁界が変化し、電圧（または電流）が生じること」に関係した記述をした生徒は12人、「磁石やコイルを動かす向きや磁石の磁極を変えることにより誘導電流の向きが変わること、さらに、磁石やコイルを速く動かしたり、磁石を強いものを取りかえたり、コイルの巻数を多くしたりすると、誘導電流が大きくなること」に関係した記述をした生徒は6人、電磁誘導の説明になっていない生徒は8人、未記入は19人であった。（参考資料3）電磁誘導についての本質的な理解は、十分でない状況であると考えられる。

(3) 事前小テスト「電磁誘導と日常生活のかかわりについて」

「電磁誘導が、身の回りで利用されているものをできるだけたくさん答えなさい。」に対して生徒はさまざまな解答をしたが、LEDライト、ごみ処理、コンセント、スイッチなど明らかに電磁誘導が利用されていない解答が多数あった。また、未記入は23人であった。これらのことから、電磁誘導が日常生活や社会の中でどのように利用されているかを知らない又は、間違った見方をしている状況であると考えられる。

6 授業実践の様子

| 段階 | 学習活動  | 指導上の留意点   | サポート資料抜粋<br>該当ページ  |
|----|---|---|--|
| 導入 | <p>1 電磁誘導と交流の内容に関する実験をし、学習内容の確認をする。</p> <p>2 電磁調理器を使った電磁誘導の演示実験をする。</p> <p>課題</p> | <p>・体験を通して中学校の学習内容を確認するこの時、磁界の変化に注目させる。</p> <p>電磁誘導の確認</p>  <p>交流の確認</p>  <p>演示実験</p>  | <p>17 ページ</p>  <p>18 ページ</p>  |
| 展開 | <p>3 電磁調理器を分解し解決の手がかりになる情報を見出す。</p>   | <p>なぜ、電磁調理器の上に、電源につないでいない白熱電球を近づけると点灯するのか。</p> <p>・疑問を解決するために、電磁調理器の内部を見たいと要求させるように対話をする。生徒に分解させ、解決の手がかりになる情報を見出させる。</p> <p>電磁調理器の分解</p>  <p>内部の観察</p>                | <p>19 ページ</p>   |

4 課題解決に向けてグループ内で話し合う。

・中学校で学習したことを生かし、「磁石を動かした時」と「コイルに交流を流した時」の共通点として、周りの磁界が変化するという見出させる。

話し合いの様子



観察の様子




話し合いの様子



5 グループ内で話し合ったことを、全体へ向けて発表する。



発表の様子

|           |                                   |  |  |
|-----------|-----------------------------------|--|--|
|           | <p>6 電磁誘導と日常生活とのかかわりについて確認する。</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ラジカセを使った電磁誘導の実験で、本時の学習を体験的に振り返らせ、本時の学習内容を確認させる。</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>・電磁誘導と日常生活とのかかわりに関する事例を紹介する。</li> </ul> | <p>19 ページ</p>  <p>19～20 ページ</p>  |
| <p>終末</p> | <p>7 振り返り</p>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・本時の授業で分かったことをワークシートに記入させる。</li> </ul>  |  |

## 7 授業実践の結果と考察

### (1) 生徒の記述より（参考資料4）

ワークシートの「今日の授業で分かったこと・感想」に自由記述させた内容を分析し、サポート資料を使った授業がもたらす効果について考察した。

「中学校の内容を学び直すこと」に関する生徒の記述は、37人中20人に見られた。記述があった生徒は、「中学校の時に習った電磁誘導が今までよく分かってなかったけど今日の授業で分かることができました。」「中学校の時の復習も実験をしながら思い出すことができ楽しかった。」「中学校の科学の授業を復習しておくべきだなと思った。」など、中学校の内容を学び直すことに必要感や価値を感じるものであった。

「探究方法の習得及び科学的な思考力・表現力」に関する生徒の記述は、37人中15人であった。記述があった生徒は、「IH コイルには交流の電流が流れており、電磁石になり、磁界が変化し、その変化する磁界を通じて電球のつながっているコードにも電流が流れることが分かった。」「コイルには交流電流が流れているから磁界が変化し点灯することが分かった。」「コイルには流れている音楽の情報が電気として流れ磁界を通して同じ情報をもった電気がイヤホンのコイルに流れる。その後、その情報は、イヤホンで振動に変換され、その振動が空気に伝わり音となる。」など、中学校の内容を活用して問題解決できた内容であったことから、電磁誘導についての理解が深まっていると考えられる。また、観察・実験の結果や中学校の内容を学び直した知識と関係付けて現象を解釈し、表現できていることから、科学的に思考し、表現できているものであった。

「物理学と日常生活とのかかわり」に関する生徒の記述は、37人中13人に見られた。記述があった生徒は、「普段の授業で習う電磁誘導などがIHのコンロに使われていることを知り、身近なものにも使われているんだなと思った。」「ICカードは中にコイルが入っているから電流が流れることが分かった。コイルは身近にある物の中に入っていることが多いことも分かった。」「中学校の復習で振り返ってみて電磁誘導がいろんな物に使われているのを知って、自分でも探してみようと思った。」「日常の様々な物も電磁誘導が使われていることにびっくりしたし、とても便利



だと思った。」など日常生活の中の電磁誘導の利用に興味をもったり、物理学と日常生活とのかわりを実感できたりする記述があった。

今回の「12 変圧器」を活用した授業を参観した研究協力員の川口教諭から、以下のような感想をもらった。

- ・「12 変圧器」の実験を行うことで「変圧器の仕組み」の理解が深まることが期待できる。
- ・高校教諭が中学校の内容を把握することは大事である。
- ・生徒が、探究活動の中で知識を活用させることが思考力の育成においても重要である。
- ・物理学と日常生活や社会とのつながりを授業に生かすことで生徒の興味・関心を高めるとともに主体的に学習を進めることにつながることを確認できた。

## (2) 事後小テストより

授業実践の2週間後に、電磁調理器に電球をつないだコイルを近づけると電球が光る理由を説明する内容の事後小テスト（参考資料5）を行った。生徒20人を対象に実施し、生徒の記述を分析した結果を【表4】に示す。

【表4】 生徒の記述を分析した結果

| 説明できている | 不十分な説明 | 説明できていない | 未記入 | 欠席 |
|---------|--------|----------|-----|----|
| 10人     | 4人     | 2人       | 2人  | 2人 |

「説明できている」の記述には、「電磁調理器の中のコイルに交流が流れると、磁界が変化し、電球につながっている導線に電流が流れた」や「電磁調理器の中のコイルに交流が流れると磁石を出し入れしている状態と同じになり、磁界が変化するから」など電磁誘導と交流の知識を活用し、現象を説明できている記述であった。「不十分な説明」の記述には、「電磁調理器の中のコイルに交流が流れると、磁界が広がる」や「電磁調理器の中のコイルに交流が流れると、磁界が発生し、ビニール線を伝って電球に電流が流れた」など現象について理解の状況を確認しづらい記述であった。「説明できていない」の記述には、「磁界が発生し、熱が出る」や「電流が磁界から力を受けて点灯する」というもので、現象を説明するものではなかった。未記入者は2名であった。

「説明できている」生徒は、「今日の授業でわかったこと・感想」にも「電球が光る理由」を説明できていた。「未記入」の生徒は、事前小テストで「未記入」、「今日の授業でわかったこと・感想」では、「電球が光る理由」について、説明の記述はなかった。

このことから、理科教員は、中学校の内容を学び直しや観察、実験、探究活動において、知識の活用する場面を設定するだけでなく、生徒個々が「学び直しで内容の理解ができたか」「知識を活用し、説明できたか」を確認し、指導することが必要であることが考えられる。

## (3) 授業実践からのサポート資料の見直し

### ア 中学校と高等学校の接続について

授業実践の結果と考察より、中学校の内容を学び直しや知識の活用する場面を設定するだけでなく、生徒個々が「学び直しで内容の理解ができたか」「知識を活用し、説明できたか」を確認し、指導することが大切であると考えられることから、サポート資料に、観察、実験、探究活動において、どのような知識を活用するのか、どのような物理学の法則を使って考えさせるのかなどを明確に示し、理科教員が、生徒個々の知識・理解の確認及び指導に生かせるように見直す。

### イ 探究活動の充実について

授業実践の際の生徒の行動記録やワークシートの自由記述から、「電磁調理器を使った電磁誘導の実験」や「ラジカセを使った電磁誘導の実験」は、問題意識を喚起させたり、中学校の学習内容を活用し、問題解決できるものであった。ラジカセを使った電磁誘導の実験でおこる現象を、電磁調理器を使った電磁誘導の実験で学んだことを活用して、考察させることで、知識の活用する場面が増え、理解の深まりにつながっていくことが考えられる。この実験についても、準備等の詳細を示すなど見直す。

#### ウ 物理学と日常生活とのかかわりについて

授業実践の際の生徒の行動記録やワークシートの自由記述から、電磁誘導が日常生活や社会の中でどのように利用されているのかを紹介することは、物理現象への興味・関心を高めたり、理科を学ぶ意義や価値を実感したりするなどの効果が期待できる。紹介のみではなく、物理基礎で学習した知識を活用して、考えることができるような内容も取り入れる。

#### エ チャレンジ問題について

今回の授業実践では、扱わなかった。

### Ⅷ 研究のまとめ

#### 1 成果

- ・サポート資料をもとに授業実践を行い、生徒に対してサポート資料の内容が有効にはたらいいたことを授業実践の観察や生徒の記述から確かめることができた。また、授業実践からサポート資料の質的向上につながるヒントを得ることができた。
- ・研究協力員の先生方から、実験データを提供してもらったり、サポート資料に対する専門的な意見をもらったりしながら、サポート資料の内容の修正等を進めることができた。

#### 2 課題

- ・物理基礎を担当する理科教員によるサポート資料を使った授業実践ができなかった。

#### 3 今後の方向性

- ・サポート資料の作成及び編集を行う。
- ・高等学校教育研究会理科部会総会などでサポート資料を配付する。

### Ⅸ 引用文献及び参考文献等

#### 【引用文献】

文部科学省（2009）『高等学校学習指導要領解説理科編理数編』， pp. 4-5

内ノ倉真吾（2011），「小・中・高等学校における「エネルギー」のカリキュラムの接続の視点と方策」，『理科の教育』8月号，株式会社東洋館出版社， pp. 5-8

三次徳二（2011），「小・中・高等学校を通じた「地球」の内容の系統性」，『理科の教育』8月号，株式会社東洋館出版社， pp. 17-20

齋藤耕子（2011），「高等学校理科における小・中学校との系統性を重視した指導法についての研究」－小・中学校での学習事項をまとめたサポート資料の作成を通して－，岩手県立総合教育センター長期研修生， pp. 3-4

#### 【Web 文献】

独立行政法人科学技術振興機構：高等学校理科教員実態調査（平成20年度）

(<http://www.jst.go.jp/pr/announce/20090330-2/besshi.html>)

#### 【参考文献】

岡村定矩他（2012）『新しい科学2年』東京書籍

霜田光一他（2012）『中学校科学2』学校図書

塚田捷他（2012）『未来へひろがるサイエンス2』啓林館

有馬朗人他（2012）『理科の世界2年』大日本図書

細谷治夫他（2012）『自然の探究 中学校理科2』教育出版

國友正和他（2011）『物理基礎』数研出版

滝川洋二（2009）『発展コラム式中学校理科の教科書第1分野（物理・化学）』ブルーバックス

村上曜（2012）『楽しく考える物理シリーズ力学』プレアデス出版

村上曜（2012）『楽しく考える物理シリーズ熱力学』プレアデス出版

村上曜（2012）『楽しく考える物理シリーズ振動と波動』プレアデス出版

村上曜（2012）『楽しく考える物理シリーズ電磁気学』プレアデス出版

愛知物理サークル 岐阜物理サークル（2002）『いきいき物理わくわく実験』日本評論社

## 14

## 変圧器

## 1 中学校の内容

変圧器は鉄心と巻数の異なる2つのコイルからできています。巻数の多いコイルに電流を流すと巻数の少ないコイルには低い電圧が発生し誘導電流が流れます。また逆に、巻数の少ないコイルに電流を流すと巻数の多いコイルには高い電圧が発生します。このように、変圧器で電圧を変えることができます。



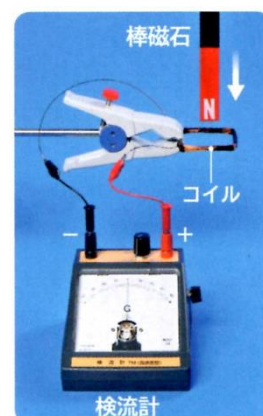
## 【中学校で学習したこと】

変圧器に関連する内容として、電磁誘導や直流と交流が挙げられる。また、小学校では、コイルに電流を流すと電磁石になることを学習している。

## 電磁誘導

コイルに磁石を近づけたり遠ざけたりすると、それだけでコイルに電流が流れます。この現象は、コイルを磁石に向けて動かしたときにも起こります。コイル内部の磁界が変化すると、コイルに電流を流そうとする電圧が生じる現象を電磁誘導といい、コイルに流れる電流を誘導電流ということ学習します。実験を通して、誘導電流は、磁界の変化を速くすると大きくなり、また、磁界を強くしたり、コイルの巻き数を多くしたりすることでも大きくなることを見いださせます。

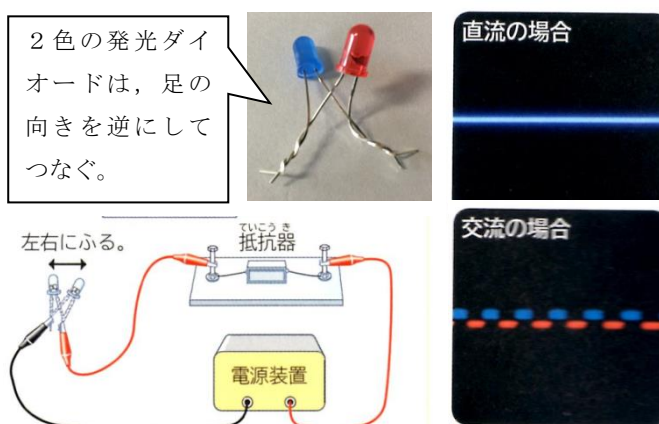
ただし、磁界を変化させるとその変化をさまたげる向きに誘導電流が生じるというレンツの法則については、発展として扱います。



## 直流と交流

右図の実験を行い、一定の向きに流れる電流を直流といい、向きが周期的に変化している電流を交流ということ学習します。交流については、家庭のコンセントに供給される電流であることや変圧器によって電圧を簡単にえられるという利点があることも学習します。

変圧器の構造やしくみまでは学習していないので、「なぜ、交流だけが電圧を簡単にえられるのか」を疑問に思っている生徒がいると考えられます。



## 【磁場と磁界について】

磁力がはたらいっている空間を磁場または磁界というが、中学校教科書では「磁界」としている。

## 2 探究活動の充実

### 実験 電磁調理器を使った電磁誘導の実験

科学的な思考力・表現力

探究方法：実験データの分析・解釈

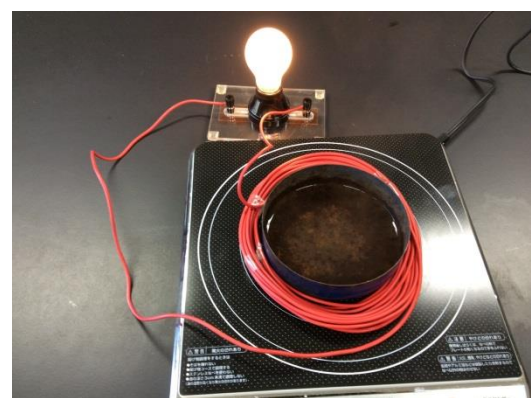
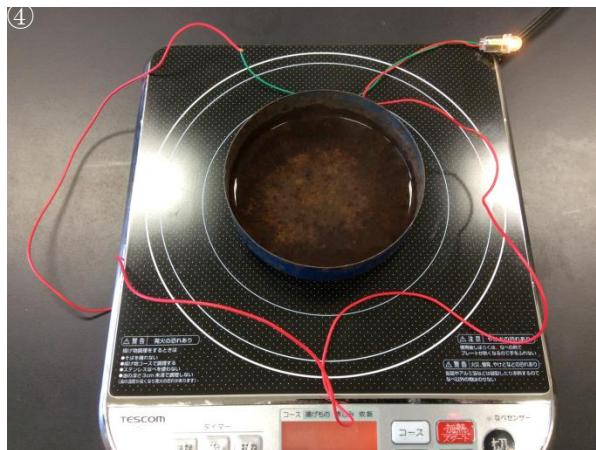
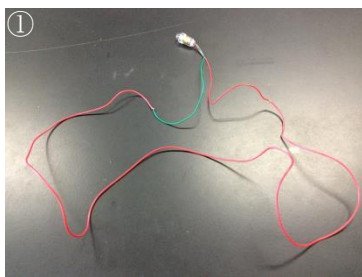
E-9 観察・実験の結果を分析・解釈する力

準備

・電磁調理器 ・金属のなべ等 ・豆電球 ・ソケット ・ビニール線

### 方法

- ① 豆電球のソケットとビニール線を輪になるようにつなぐ。
- ② 金属のなべ等に水を入れる。
- ③ ②を電磁調理器の中央に載せて、電磁調理器のスタートボタンを押す。
- ④ ①を電磁調理器の上に近づけると豆電球が点灯する。



60Wの電球でダイナミックに！！

電磁調理器の本体内部にはコイルがあり、そこに流れる電流の向きが常に変化するようになれば磁界も変化します。すると金属のなべの底に誘導電流が流れます。

ビニール線と豆電球のソケットを輪になるようにつなぎ、電磁調理器の上に近づけると豆電球が点灯します。永久磁石を動かすかわりに、コイルに交流を流し電磁誘導を起こすことで、変圧器のしくみを考える視点をもつことができます。



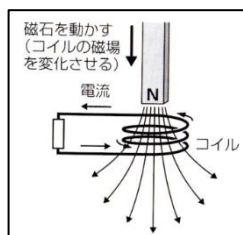
## 探究活動を充実させるポイント



事象を観察させ、生徒から疑問を引き出す。  
「なぜ、豆電球が光るのか」

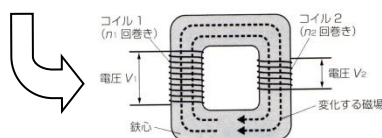
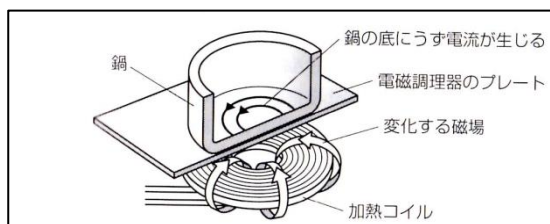
電磁調理器の中にコイルがあることや交流電流が流れていることを示す。  
中学校で学習してきた電磁誘導と関係づけて考えさせる。

### 中学校で習った知識



交流が、磁石を動かしているように、磁界を変化させ、誘導電流が流れる。

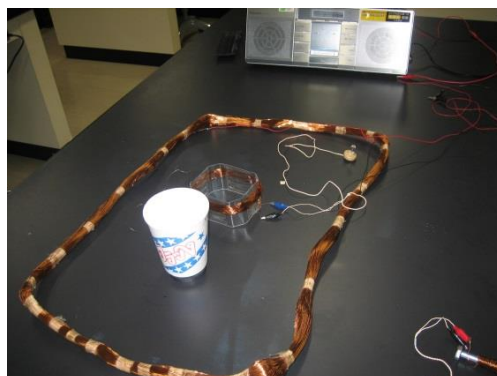
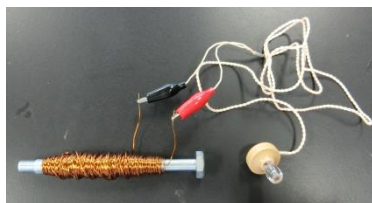
### 電磁調理器で起こっている電磁誘導



電磁調理器を使った実験を行うことで 変圧器のしくみを考えさせる視点をもたせることができます。

## 教室を変圧器に～ラジカセの音声電流を用いた無線通信実験～

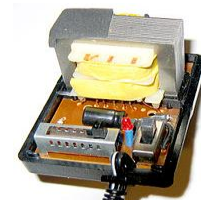
ラジカセのイヤホン端子に大きなコイルをつなぎ、音楽を流します。クリスタルイヤホンと小さいコイルをつないだものを用意し、イヤホンを耳にあてコイルを大きなコイルに近づけると、ラジカセの音楽などが聞こえます。



## 3 物理学と日常生活とのかかわり

### AC アダプタ

AC アダプタ (AC-DC アダプタ) は、コンセントより得た交流電力を、内部の変圧器 (トランス) によって電圧を降下 (降圧) させた後、ダイオードによって整流し、直流電力を出力する機器です。

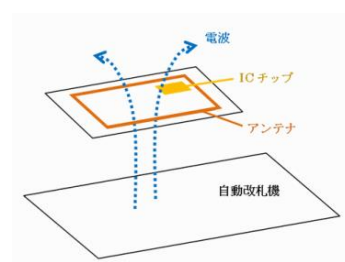


### IC カードと自動改札機

IC カードを自動改札にかざします。自動改札機からは周波数 13.56MHz の電波が放出されるので、これによって IC カードで電磁誘



Suica



導が起こり、カードに電流が流れます。このようにして、「どの駅で入場した」「どの駅で退出した」という情報がカードに書き込まれます。

「Suica」「Edy」「nanaco」「Waon」などの電子マネー、会社や大学などの身分証、マンションなどの入室で使う電子キーにもこの技術が活用されています。

## 仮面ライダー変身ベルトのおもちゃ

リングは、変身ベルトにかざすと光る仕様になっています。しかし、リングを分解してみると電池などは入っていません。リングの中には、LED、コイル、ICチップが入っています。

なぜ、電池がないのにリングが光るのか？それは、変身ベルト側から電波が放出され、コイルを内蔵したリングを近づけると電磁誘導が起こりリングのコイルに電流が流れLEDが点灯するからです。

これは、Suicaのしくみと一緒です。だから、自動販売機のICカード箇所リングを近づけても点灯します。



## 4 チャレンジ問題

右図は、変圧器の性質をテスターで調べたものである。一次コイルの巻数が250、二次コイルの巻数が500である。一次コイルのテスターの値が50Vであった。二次コイルに加わる交流電圧の値は、何Vになるか。



### 解答・解説

$$V_{1e} : V_{2e} = N_1 : N_2$$

$$50 : X = 1 : 2 \quad X = 100V$$

実測値

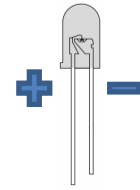
| 1回目   |       | 2回目   |       | 3回目   |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1次コイル | 2次コイル | 1次コイル | 2次コイル | 1次コイル | 2次コイル |
| 50.1  | 98.4  | 50.1  | 99.3  | 49.9  | 97.3  |

第 2 章 交流と電磁波

小テスト

氏名 \_\_\_\_\_

1. 右図は、一般的な発光ダイオードの模式図です。発光ダイオードを使って実験を行いました。以下の問に答えなさい。

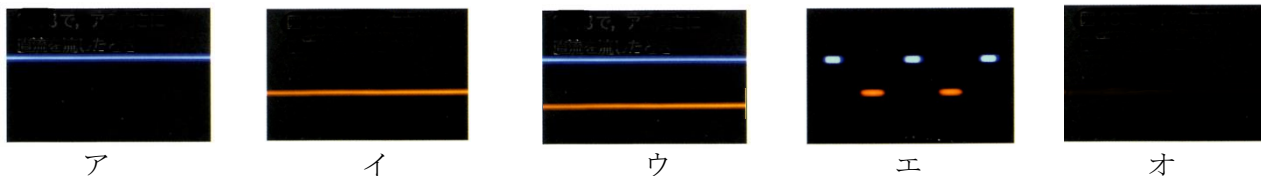
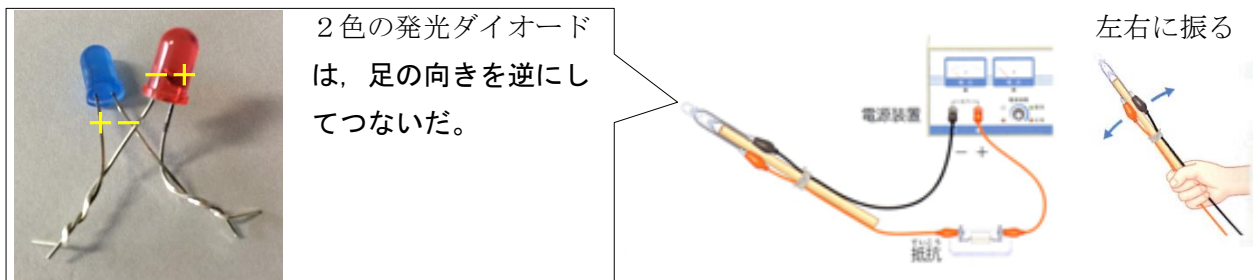


(1) 下のア、イのように発光ダイオードを電池につないだときのようにすとして正しいものを①～④から 1 つ選び、記号に○をつけなさい。



- ① アのみ点灯する。
- ② イのみ点灯する。
- ③ 両方点灯する。
- ④ 両方点灯しない。

(2) 下図のように 2 色の発光ダイオードをつないだものを、電源装置につなぎ、交流の電流を流しました。部屋を暗くして 2 色の発光ダイオードを左右に振ると、どのような光り方をしますか。ア～オから 1 つ選び、記号に○をつけなさい。



2. インターネットの掲示板に以下のような質問がありました。あなたならどう回答しますか。

Q 質問

いいね! 0 B! ツイート



### ACアダプタと電源ケーブルの違い。

解決済 ★気になる 0件

質問者: 質問日時: 回答数:

ノートパソコン買うんですがACアダプタと電源ケーブルの何が違うんですか？  
あと、ACアダプタが電源ケーブルのどっちかでもpcは作動するのですか？



通報する

【事前小テスト】

参考資料 2

3. 右図は、電磁誘導の実験です。電磁誘導について知っていることを「磁石」と「コイル」と「磁界」の3つの言葉を使って答えなさい。



4. 電磁誘導が、身のまわりで利用されているものをできるだけたくさん答えなさい。



|    | 電磁誘導に関する記述   | 知識・理解 |
|----|--|-------|
| 4  | 磁石をコイルに近づけるほど磁界の大きさが変わる。   | ○     |
| 8  | コイルを何重にも巻いて磁石を近づけると磁界が発生し、電気を流せる。また、磁石のNとSを変えると磁界が逆になる。          | ○     |
| 10 | 磁界という世界では磁石とコイルがワンツー   | ×     |
| 11 | 磁石とコイルで磁界が生まれる。  | ○     |
| 12 | コイルに流れている電流を磁石により磁界が変わり、コイルと磁石に電流が生じること。                         | ×     |
| 14 | 磁石をコイルに近づけると磁界が発生する  | ○     |
| 16 | 磁石は磁界なのでコイルです。   | ×     |
| 17 | 磁石とコイルで磁界が生まれる。コイルをつないで磁界ができること                                  | ○     |
| 18 | 磁界をもったコイルに磁石を近づけると、それぞれの磁石が反応し合う。                                | ×     |
| 21 | 磁石は摩擦でできていて、Nだと引き寄せることができるのでコイルも引き寄せられるから引き寄せられる力が磁界という。         | ×     |
| 23 | 磁石の磁界はコイルでできている  | ×     |
| 26 | 磁石とコイルをくっつけることで磁界ができる  | ○     |
| 27 | 磁石とコイルで磁界ができる  | ○     |
| 28 | 磁石をコイルに近づけたとき、磁石とコイルの間に生じる磁界によって、電流の大きさを見ること。                    | ○     |
| 29 | 磁石とコイルに磁界が発生する   | ○     |
| 30 | 磁石とコイルが磁界の関係で作用し合い、磁石の力でコイルを回せば電気が生まれ、電気を流すと逆にコイルが回る。            | ○     |
| 32 | 電気をつけることにより、コイルに磁界が発生し磁石がくっつくようになる                               | ×     |
| 33 | 磁石をコイルに近づけるほど磁界の大きさが変わる。   | ○     |
| 35 | コイルの巻数を増やしたり、磁石をはやく入れたり引いたりすると磁界が強くなる                            | ○     |
| 36 | 磁界を大きくするには磁石をもっと強いものにするかコイルをもっと巻く                                | ○     |
| 37 | 磁石とコイルをくっつけると見えないところで磁界が起こっている。検流計でどのくらいの磁界が起こっているのか分かる          | ○     |
| 38 | コイルの巻かれている回数が多い又は磁石の磁力が強いと磁界が大きくなり電気がたくさんできる。                    | ○     |
| 39 | コイルの中に磁石を通すと磁界が発生する。コイルの巻数を増やすと磁界が強くなる。N極を遠ざけると磁界が弱くなり近づけると弱くなる。 | ○     |
| 40 | 磁石にコイルを近づけると磁界が発生する  | ○     |
| 41 | 磁石とコイルの周りには磁界が発生しており、お互いが近づき合おうとする。                              | ×     |
| 42 | コイルの中に磁石を入れたりすると磁界ができる   | ○     |
| 43 | 磁石を使って磁界をつくり、コイルに電流が流れるようにする。                                    | ○     |
| 44 | 磁石の大きさや向き、コイルの巻数が違うと電流の大きさも異なり、磁界の向きも変わってくる。                     | ○     |
| 45 | コイルがあることによって磁界が広がり磁石の力が強くなる。                                     | ×     |

※ 19人が未記入。公欠者 1人。

| No. | ワークシートへの記述  | サポート資料を使った授業がもたらす効果の分析結果 |             |               |
|-----|---|--------------------------|-------------|---------------|
|     |   | (1)中学校の学び直し              | (2)結果の分析・解釈 | (3)日常生活とのつながり |
| 1   | 今日の授業でわかったこと・感想<br><u>(2)磁界を変化させることで電球がつけたりすることが分かりました。(3)日常の様々な物も電磁誘導が使われていることがびっくりしたし、とても便利だと思いました。</u>                                     |                          | ○           | ○             |
| 2   | IHコンロでも図のこともそうなることが分かりました。  |                          |             |               |
| 3   | <u>(1)電磁誘導や磁界などほとんど忘れていたことを思い出すことができた。IHの表面が熱くならないことに驚いた。</u>   | ○                        |             |               |
| 4   | <u>(2)交流が流れてコイルが電磁石になる。電流の流れが逆になると磁界が変化して電球がつくことが分かった。授業を受けてみて、もっと電気について知りたくなった。中学校の復習で振り返ってみて(3)電磁誘導がいろいろなものに使われているのを知って、自分でも探してみようと思った。</u> |                          | ○           | ○             |
| 5   | 言葉だけでなく実際に実験をしてみることによって、どのような変化が起きているのかを知ることができてよかった。(3)身近な物も電磁誘導によって動くものもあり興味深かった。   |                          |             | ○             |
| 6   | <u>(3)コイルを使用したものがいろいろ身のまわりにあることが分かりました。コイルのしくみがどうなっているのかが分かって良かったです。コイルだけでコイルが入っているだけのものが動いたり、物から音が出たりすることが分かった。(1)すごくいい復習になりました。</u>         | ○                        |             | ○             |
| 7   | <u>(3)ワオカードは中にコイルが入っているから電流が流れることが分かりました。(3)コイルは身近にある物の中に入っていることが多いことも分かりました。コイルはいろいろなはたらきをすることが分かりました。</u>                                   |                          |             | ○             |
| 10  | コイルが全てなんだということが分かりました。理科系は全然ダメだったけど、少しだけ分かった気がします。イヤホンのやつはすごい現象だと思います。  |                          |             |               |
| 11  | 今日ひざぶりに(1)中学校の頃にやった「コイル」や「磁界」をやったので、久しぶりすぎてほとんど忘れていたけど先生の授業はわかりやすくおもしろかったです。また、機会があれば先生の授業を今度は高校の授業で受けたいです。                                   | ○                        |             |               |
| 12  | <u>(1)中学校の時に習ったことを復習できたりしたので良かったです。目には見えなくてもコイルがあるだけで電流が流れるのはびっくりしました。電気のことについてもっと知りたいし興味が出てきました。</u>   | ○                        |             |               |
| 13  | コイルがこんなにたくさん使われていたり、コイルを使ってラジカセとコイルのような実験もできることを初めて知りました。(3)磁石やコイルなど意外と身近にあるものだと感じました。  |                          |             | ○             |
| 14  | 今日の授業では電流の流れについて知ることができました。ラジカセとコイルを使った実験で、コイルを使って音楽をイヤホンに流せることにびっくりしました。   |                          |             |               |
| 17  | 最初にやった実験で横には簡単に動くけど真上に上げるのは大変なので力が加わっていることが分かった。  |                          |             |               |

|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
| 18 | 今日の授業を通して、(1)中学校の時にやった電磁誘導について少し思い出せたので良かった。また、最後にやった(2)コイルとイヤホンを使った実験ではラジカセをつないでただけで磁界が発生し、そこから音が拾えるのだと知って驚いた。とても楽しく授業を受けることができたので良かったです。(1)中学校の復習とかもできて楽しかったです。私の家にもIHクッキングヒータがあるので、料理をするときか今回のことを思い出して楽しめそうです。色々すべて良かったです。   | ○ | ○ | ○ |
| 19 | コイルに電気を流すと磁石になったり電磁誘導などやれて良かったです。あの小さな機械で音楽が聞こえたのはすごくおもしろいと思った。   | ○ |   |   |
| 20 | (2)コイルには、交流電流が流れているから磁界が変化し、点灯することが分かりました。私は、電磁誘導ということが分からなかったけど、今日の授業で少し分かりました。  | ○ | ○ |   |
| 21 | 今日の授業で電磁誘導についてやりました。(1)中学校で習って忘れていたけど思い出すことができました。(2)磁石はなくてもコイルに交流が流れると電流が流れることが分かりました。   | ○ | ○ |   |
| 22 | 電磁誘導が最初は分からなかったけど、最後は理解することができました。(3)身のまわりにはたくさん電磁誘導があり、おもちゃに驚きました。   |   |   | ○ |
| 23 | (2)IHの中にはコイルが入っていて交流電流が流れることにより電球が点灯することが分かりました。(3)身近なところにも電磁誘導はたくさんあるということが分かりました。コイルは、電磁石になったりすごいと思いました。  | ○ | ○ | ○ |
| 24 | (1)中学校の時の復習も実験をしながらおもしろかったです。   | ○ |   |   |
| 25 | (2)コイルには交流電流が流れているから磁界が変化し点灯することが分かりました。(1)中学校で学んだことを全て忘れてしまっていたので、少し懐かしさを感じました。見えていない磁界はとて大きく、大規模なコイルで音楽がきけたのはすごいいおもしろかったです。   | ○ | ○ |   |
| 26 | ラジカセからラジカセへと飛ぶときに、音量も小さくできたり大きくなったりすごかったです。コイルも光ったりとても楽しい授業でした。   |   |   |   |
| 27 | (1)中学校の時に習った電磁誘導が今までよく分かってなかったけど今日の授業で分かることができました。とても分かりやすかったです。  | ○ |   |   |
| 28 | (2)磁界が変化することにより電流が流れる。磁界が変化しないときには電圧が生じないことが分かり(1)中学校の時のことを思い出しました。コイルを使うことで大規模になっても電気が流れることが分かった。  | ○ | ○ |   |
| 29 | 今回の授業で電池がなくてもコイルだけで電気が光ったり、音楽が流れてすごいいと思った。(1)電磁誘導や誘導電流のことをあらためて知れたので良かったです。   | ○ |   |   |
| 30 | (2)IHコイルには交流の電流が流れており、電磁石になり、磁界が変化し、その変化する磁界を通じて電球のつながつているコードにも電流が流れることが分かった。コイルには流れている音楽の情報も電気が電流として流れ磁界を通して同じ情報をもった電気がイヤホンのコイルに流れる。その後、その情報は、イヤホンで振動に変換され、その振動が空気に伝わり音となる。今回の磁界やまたは空気や(3)目に見えない力というのは考えてみれば必要なことで、とても身近にあるものだと今回の授業で実感しました。また、不思議だとも感じ、目に見えない世界に興味を持ち、これからの人生はもっと目に見えない部分にも注目して生きていこうと思いました。本当にありがとうございました。 |   | ○ | ○ |

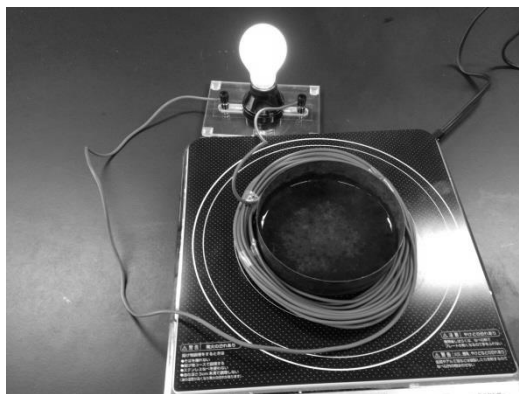
|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
| 33 | 電源につなぐことで、(2)コイルに交流の電流が流れ電磁石になり、磁界が発生する。その磁界を通じて電球が<br>つながつているコードにも電流が流れたことがわかった。(1)今回の授業で今まで知らなかったことも分かったし、<br>忘れていたことも思い出せたので良かった。IHの調理器のしくみがとても不思議に感じたけれども、最後に分<br>かってとても楽しかった。身のまわりには磁界を使うものも多くあると思うので、どのようなものがあるか知りたい<br>と思った。 | ○ | ○ | ○ |
| 34 | (2)IHは交流が流れ、磁石を動かすのと同じようになり、磁界が変化し電圧が生じることが分かった。コイルを通し<br>て音が流れたのが驚いた。少し離れたところでも音が鳴るのも驚いた。  | ○ | ○ | ○ |
| 37 | (2)IHのコイルに交流が流れているため、上からコイルを近づけると磁界が変化してつなぐことができることがわ<br>かった。(1)中学の頃理科で磁石で色々やってきたけど、今日の授業で復習したり、グループで考えて話し合った<br>りしてとても難しいことだらけでした。しかし、(3)普段の生活でたくさんコイルにお世話になっているんだなと思いま<br>した。   | ○ | ○ | ○ |
| 41 | 電磁誘導について詳しく知ることができた。今まで深く考えたことがなかったIHクッキングヒータのことを学ぶこと<br>ができた。(3)身近なところには、もつと磁界があると思うので探してみたい。  | ○ | ○ | ○ |
| 43 | (2)交流を流すことで、コイルが磁石になり磁界が動く。電気がつくのには磁界が関わっていることが分かった。  | ○ | ○ | ○ |
| 44 | (3)IHコンロは電磁誘導をつかった調理器だと分かりました。手でさわっても熱くないのはとても不思議でした。ラ<br>ジカセとコイルを使った実験では、イヤホンにしっかり音が聞こえてすごかったです。特に(2)近くのラジカセまで<br>磁界の変化で音が鳴るのは驚きました。   | ○ | ○ | ○ |
| 45 | (1)徐々に電氣を使った授業をやって復習したりして、しくみが分かって良かったです。また、IHコンロを分解して<br>コイルのしくみが分かったのでよかったです。   | ○ | ○ | ○ |
| 46 | 誘導電流が発生する理由を知ることができてとてもおもしろかった。また、IHのコンロがどんなしくみなのかも初<br>めて知ることができました。今回の授業で磁界とコイルで電流が流れることを知り、(3)もつと周りに目に見えない<br>ことがたくさんあることに気づきました。  | ○ | ○ | ○ |
| 47 | 科学はあまり得意じゃないので最初の電磁誘導の話からわからなかったけど、疑問を解決するのは楽しいこと<br>だなと思います。どの実験においても、コイルは大事なんだと分かりました。(1)中学校の科学の授業を復習し<br>ておくべきだなと思いました。  | ○ | ○ | ○ |
| 48 | (1)中学の時にならったことを使って電磁調理器の実験をしてみても、普段の授業で習う電磁誘導などがIHのコン<br>ロに使われていることを知り、(3)身近なものにも使われているんだなと思いました。   | ○ | ○ | ○ |
| 49 | (2)IHのコイルに電流(交流)を流す→コイルが電磁石になる。交流は、常に磁界が変化している。電磁誘導のし<br>くみの説明が分かりやすかったです。(1)コイルに電流を流すと電磁石になることを小学校で習ったのにすっかつかり<br>忘れていたので、ちゃんと覚えなきゃダメだと思いました。ラジカセから流れる電氣をコイルで遠くに届けたりでき<br>るのがおもしろいと思いました。  | ○ | ○ | ○ |

※ 公欠者 12人

## 振り返りテスト

電磁調理器をつかって、電磁誘導のしくみを調べる実験を行いました。電磁調理器の中には、コイルがありました。また、電磁調理器には、交流電流が流れます。

電球につないだコイルを電磁調理器の上に近づけると電球が点灯しました。この現象が起こる理由について、「電磁調理器の中のコイルに交流が流れると・・・」の続きから文章で説明してください。その際、「磁界」という語句を必ず使ってください。



電磁調理器の中のコイルに交流が流れると

2年 組 氏名 \_\_\_\_\_

## 14

## 変圧器

## 1 中学校の内容

変圧器は鉄心と巻数の異なる2つのコイルからできています。巻数の多いコイルに電流を流すと巻数の少ないコイルには低い電圧が発生し誘導電流が流れます。また逆に、巻数の少ないコイルに電流を流すと巻数の多いコイルには高い電圧が発生します。このように、変圧器で電圧を変えることができます。



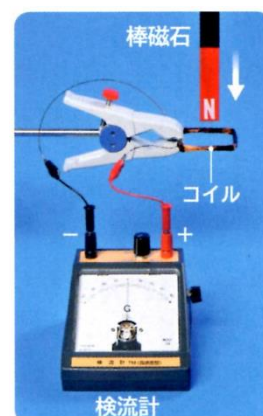
## 【中学校で学習したこと】

変圧器に関連する内容として、電磁誘導や直流と交流が挙げられる。また、小学校では、コイルに電流を流すと電磁石になることを学習している。

## 電磁誘導

コイルに磁石を近づけたり遠ざけたりすると、それだけでコイルに電流が流れます。この現象は、コイルを磁石に向けて動かしたときにも起こります。コイル内部の磁界が変化すると、コイルに電流を流そうとする電圧が生じる現象を電磁誘導といい、コイルに流れる電流を誘導電流ということ学習します。実験を通して、誘導電流は、磁界の変化を速くすると大きくなり、また、磁界を強くしたり、コイルの巻き数を多くしたりすることでも大きくなることを見いださせます。

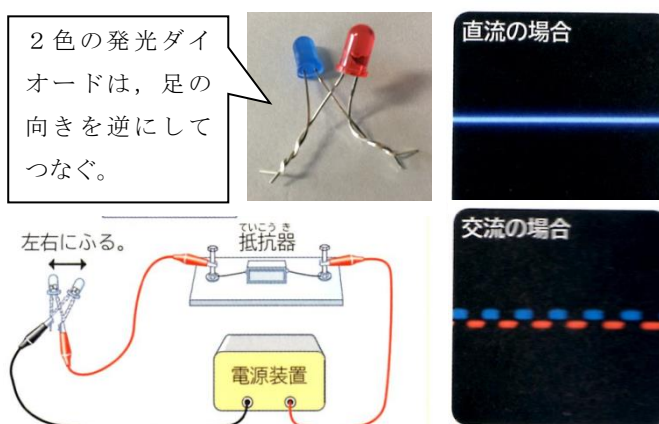
ただし、磁界を変化させるとその変化をさまたげる向きに誘導電流が生じるというレンツの法則については、発展として扱います。



## 直流と交流

右図の実験を行い、一定の向きに流れる電流を直流といい、向きが周期的に変化している電流を交流ということ学習します。交流については、家庭のコンセントに供給される電流であることや変圧器によって電圧を簡単にえられるという利点があることも学習します。

変圧器の構造やしくみまでは学習していないので、「なぜ、交流だけが電圧を簡単にえられるのか」を疑問に思っている生徒がいると考えられます。



## 【磁場と磁界について】

磁力がはたらいっている空間を磁場または磁界というが、中学校教科書では「磁界」としている。

## 2 探究活動の充実

### 実験 電磁調理器を使った電磁誘導の実験

科学的な思考力・表現力

探究方法：実験データの分析・解釈

#### E-9 観察・実験の結果を分析・解釈する力

#### 観察・実験の結果を分析・解釈した記述例

電磁調理器の中のコイルに交流が流れると、コイルの周りの磁界が変化するため、別のコイルを近づけると、誘導電流が流れ、電球が点灯する。

#### 問題解決に必要な知識

##### ○電磁誘導

コイル内部の磁界が変化すると、コイルに電流を流そうとする電圧が生じ、誘導電流が流れる。

##### ○交流

電流の向きが、周期的に変化している。

##### ○電磁石

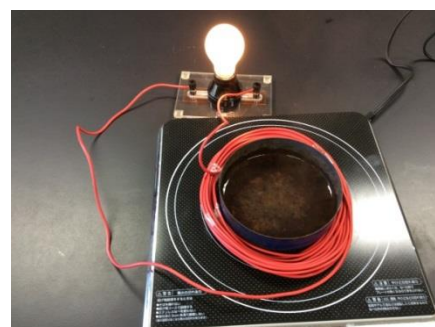
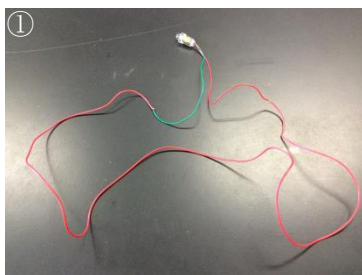
コイルに電流を流すとコイルが磁石になる。

#### 準備

・電磁調理器 ・金属のなべ等 ・豆電球 ・ソケット ・ビニール線

#### 方法

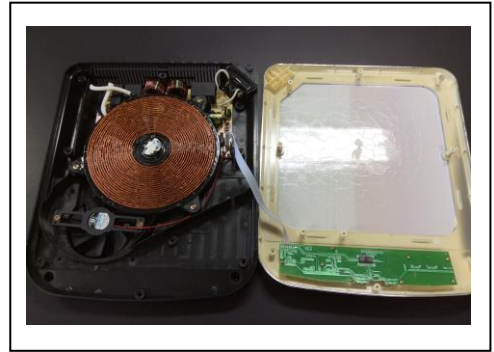
- ① 豆電球のソケットとビニール線を輪になるようにつなぐ。
- ② 金属のなべ等に水を入れる。
- ③ ②を電磁調理器の中央に載せて、電磁調理器のスタートボタンを押す。
- ④ ①を電磁調理器の上に近づけると豆電球が点灯する。



60Wの電球でダイナミックに！！

電磁調理器の本体内部にはコイルがあり、そこに流れる電流の向きが常に変化するようになれば磁界も変化します。すると金属のなべの底に誘導電流が流れます。

ビニール線と豆電球のソケットを輪になるようにつなぎ、電磁調理器の上に近づけると豆電球が点灯します。永久磁石を動かすかわりに、コイルに交流を流し電磁誘導を起こすことで、変圧器のしくみを考える視点をもつことができます。



### 探究活動を充実させるポイント

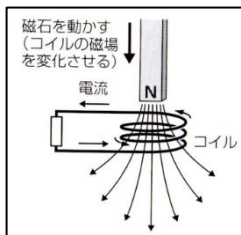


事象を観察させ、生徒から疑問を引き出す。

「なぜ、豆電球が光るのか」

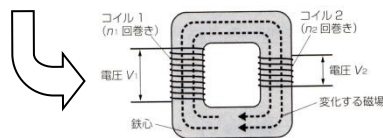
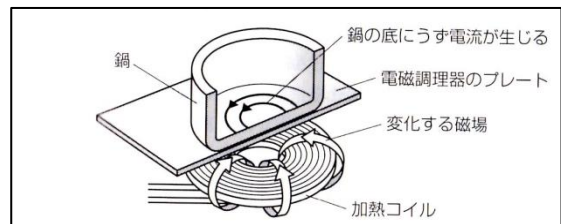
電磁調理器の中にコイルがあることや交流電流が流れていることを示す。中学校で学習してきた電磁誘導と関係づけて考えさせる。

#### 中学校で習った知識



交流が、磁石を動かしているように、磁界を変化させ、誘導電流が流れる。

#### 電磁調理器で起こっている電磁誘導

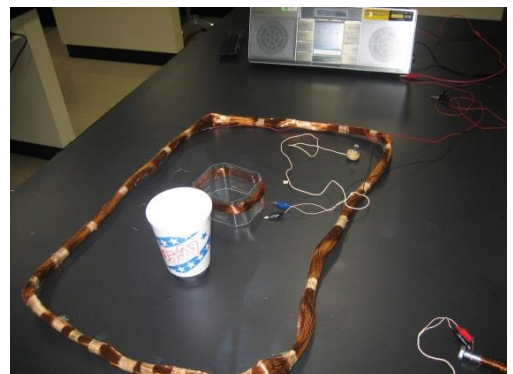
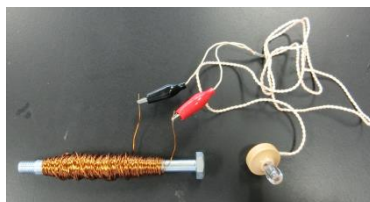


電磁調理器を使った実験を行うことで 変圧器のしくみを考えさせる視点をもたせることができます。

### 教室を変圧器に～ラジカセの音声電流を用いた無線通信実験～

- 準備 大きいコイル（100mくらいのビニール線又はエナメル線を数十回巻いたもの）  
 様々な巻数のコイル  
 クリスタルイヤホン  
 ラジカセ  
 ミノムシクリップ

ラジカセのイヤホン端子に大きなコイルをつなぎ、音楽を流します。クリスタルイヤホンと小さいコイルをつないだものを用意し、イヤホンを耳にあてコイルを大きなコイルに近づけると、ラジカセの音楽などが聞こえます。





### 3 物理学と日常生活とのかかわり

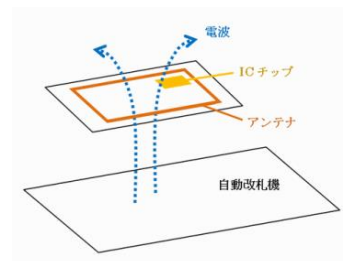
#### ACアダプタ

ACアダプタ（AC-DCアダプタ）は、コンセントより得た交流電力を、内部の変圧器（トランス）によって電圧を降下（降圧）させた後、ダイオードによって整流し、直流電力を出力する機器である。



#### ICカードと自動改札機

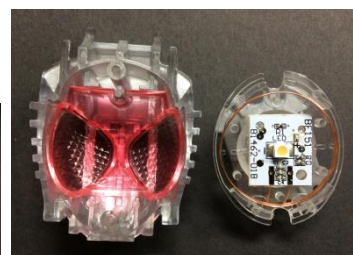
ICカードを自動改札にかざします。自動改札機からは周波数 13.56MHz の電波が放出されるので、これによって IC カードで電磁誘導が起こり、カードに電流が流れます。このようにして、「どの駅で入場した」「どの駅で退出した」という情報がカードに書き込まれます。



「Suica」「Edy」「nanaco」「Wacon」などの電子マネー、会社や大学などの身分証、マンションなどの入室で使う電子キーにもこの技術が活用されています。

#### 仮面ライダー変身ベルト

リングは、変身ベルトにかざすと光る仕様になっています。しかし、リングを分解してみると電池などは入っていません。リングの中には、LED、コイル、ICチップが入っています。なぜ、電池がないのにリングが光るのか？それは、変身ベルト側から電波が放出され、コイルを内蔵したリングを近づけると電磁誘導が起こりリングのコイルに電流が流れLEDが点灯するからです。これは、Suicaのしくみと一緒です。だから、自動販売機のICカード箇所リングを近づけても点灯します。



### 4 チャレンジ問題

右図は、変圧器の性質をテスターで調べたものである。一次コイルの巻数が250、二次コイルの巻数が500である。一次コイルのテスターの値が50Vであった。二次コイルに加わる交流電圧の値は、何Vになるか。

#### 解答・解説

$$V_{1e} : V_{2e} = N_1 : N_2 \text{ より}$$

$$50 : X = 1 : 2 \quad X = 100V$$

実測値

| 1回目   |       | 2回目   |       | 3回目   |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1次コイル | 2次コイル | 1次コイル | 2次コイル | 1次コイル | 2次コイル |
| 50.1  | 98.4  | 50.1  | 99.3  | 49.9  | 97.3  |

