

# 高校物理の授業におけるSTEAM教育の展開例

河端 将史

STEAM教育は、高等学校での「総合的な探究の時間」や「理数探究」等において、各教科での学習を実社会での問題発見・解決にいかしていくための教科横断的な教育と捉えられているが、そのために必要な教科・科目の授業展開例についての報告はほとんどみられない状況である。そこで、高等学校学習指導要領（平成30年告示）で行うべき、物理基礎の電気抵抗に関する実験、及び物理の電磁誘導に関する実験を取り上げ、STEAM教育の視点を踏まえた授業展開例を提案する。

[キーワード] STEAM教育    理科    各教科等    物理    探究の過程    ものづくり

## 1 STEAM教育と理科（物理）教育

理科教育や物理教育で期待されるSTEAM教育について、総合的な学習の時間の成果と課題、文部科学省におけるSTEAM教育の捉え方を整理した上で、述べる。

### (1) 総合的な学習の時間の成果と課題

文部科学省<sup>1)</sup>によると、総合的な学習の時間の成果として、全国学力・学習状況調査の分析等において、総合的な学習の時間で探究のプロセスを意識した学習活動に取り組んでいる児童・生徒ほど各教科の正答率が高い傾向にある。また、課題として、総合的な学習の時間と各教科等との関連を明らかにすることについては学校により差がある、探究のプロセスの中でも「整理・分析」「まとめ・表現」に対する取組が十分ではない、小・中学校の取組の成果の上に高等学校にふさわしい実践が十分展開されているとは言えない状況にあると指摘されている。

### (2) 文部科学省におけるSTEAM教育の捉え方

教育再生実行会議<sup>2)</sup>では、STEAM教育は「各教科での学習を実社会での問題発見・解決にいかしていくための教科横断的な教育」とされている。文部科学省<sup>1)</sup>は、STEAMの各分野が複雑に関係する現代社会に生きる市民として必要となる資質・能力の育成を志向するSTEAM教育の側面に着目し、STEAMのAの範

囲を芸術、文化のみならず、生活、経済、法律、政治、倫理等を含めた広い範囲（Liberal Arts）で定義し、推進することが重要であること、STEAM教育の土台として、幼児期からのものづくり体験や科学的な体験の充実、小学校、中学校での各教科等や総合的な学習の時間における教科等横断的な学習や探究的な学習、プログラミング教育などの充実に努めることも重要と述べている。また、各高等学校において、「総合的な探究の時間」や「理数探究」の科目等を中心としてSTEAM教育に取り組むことが期待されるが、各教科等の学習も重要であることから、各教科等において育成を目指す資質・能力を確実に育むとともに、それを横断する学びとしてSTEAM教育を行い、更にその成果を各教科に還元するという往還が重要としている。

### (3) 理科（物理）教育で期待されるSTEAM教育

(1)について、STEAM教育のSの範囲を担う理科は、学習指導要領解説<sup>3)4)5)</sup>において「資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ」として「探究（問題解決）の過程」が明確に定められている教科であることから、「探究のプロセス」を意識した学習活動を展開する代表的な教科であることはいまでもない。白山ら（2021）<sup>6)</sup>は、理科と総合的な探究の時間の「探究の過程」はおおよ

そ一致しており、例えば理科の「結果の処理」「考察・推論」は総合の「整理・分析」、理科の「表現・伝達」は総合の「まとめ・表現」とそれぞれ対応していると述べている。学習指導要領解説<sup>4)5)</sup>には、小・中学校においても、基本的には高等学校の例と同様の流れで学習過程を捉えることが必要と示されており、理科は小・中学校の取組の成果の上に高等学校にふさわしい実践が十分展開しやすい教科と言えることから、理科の学習において探究の過程の充実を図ることで、総合的な学習の時間を充実させることが期待される。

(2)について、学習指導要領解説<sup>3)4)</sup>には、原理や法則の理解を深めるためのものづくりを各内容の特質に応じて適宜行うようにすること、各分野の指導に当たっては、観察、実験の過程での情報の検索、実験、データの処理、実験の計画などにおいて、コンピュータや情報通信ネットワークなどを積極的かつ適切に活用するようにすることと、と示されていることから、理科はSTEAMのTやEの範囲が求められる教科であることは明らかである。また、物理は、歴史的にもMの要素である数学との親和性が高いことから、Aの要素を加え、各教科等との関連を明らかにすることで、STEAM教育を展開できる科目であると言える。森山ら(2022)<sup>7)</sup>がまとめた小中学校におけるSTEAMに該当する教科とArts & Humanitiesに該当する教科の構成、教科学習と総合的な学習の時間などのカリキュラム要素間の関連性を踏まえると、小中学校までの総合的な学習(探究)の学びの時間に加え、物理基礎、総合的な探究の時間や理数探究、物理の科目を往還することで、生徒のSTEAM観を育成することが期待される。

以上のことから、高等学校学習指導要領<sup>8)</sup>で示されている物理基礎の電気抵抗に関する実験、物理の電磁誘導に関する実験を例に、理科(物理)教育で期待されるSTEAM教育の視点を踏まえた授業展開例を提案する。

## 2 物理基礎の電気抵抗に関する実験の例

### (1) 目的

電気抵抗に関する実験などを行い、同じ物質からなる導体でも長さや断面積によって電気抵抗が異なることを見いだして理解する。また、物質によって抵抗率が異なることを理解する。さらに、実験内容をSTEAM教育の視点で捉え、各教科等との関連を明らかにする。

### (2) 準備

生徒は自ら作成した検証計画を基に、目的を達成するために必要な道具を自ら準備する。生徒の実態に応じて、教師が次のような道具をまとめて生徒に提示することも想定される。

例) 電熱線、マルチメーター、電源装置、電池、電流計、電圧計、導線、板、定規、くぎ、クリップ、工作用紙、導体紙(記録タイマー用テープなど)、テープなど

### (3) 方法

例えば、図1のように、断面積の異なる電熱線を釘を用いて板に張ったり、工作用紙に並べて両端をクリップで留めたり、面積の異なる導体紙を工作用紙に並べて両端をテープで留めるなどのものづくりをする。次に、ものづくりをしたそれぞれの電熱線や導体紙について、長さを変えて、マルチメーターで抵抗値を測定する。なお、抵抗値については、図2のように、電池、電流計、電圧計を接続して電流を流し、オームの法則から求めてもよい。また、断面積の異なる電熱線がない場合は、同じ太さの電熱線を束ねたものを用いてもよい。

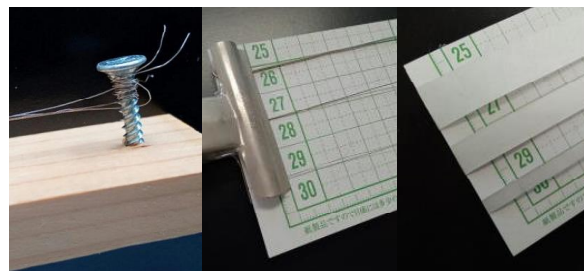


図1 左：電熱線を釘で板に張る例  
中：電熱線を工作用紙に留める例  
右：導体紙を工作用紙に留める例

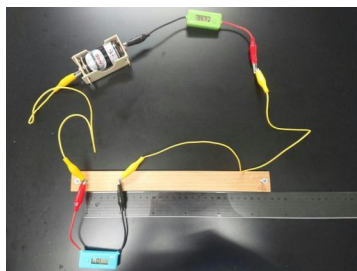


図2 抵抗値をオームの法則から求める例

#### (4) 結果及び考察

例えば、いずれの方法においても表1のような結果が得られることから、コンピュータの表計算ソフトを用いて、図3などの電気抵抗とその長さ及び太さとの関係や物質固有の抵抗率を分析・解釈したり、他の生徒と結果を共有し、統計学的手法を用いて分析・解釈した内容を検討する。

表1  $\phi 0.2\text{mm}$ のニクロム線の結果の例

| 長さ(m)             | 0.05 | 0.1  | 0.15 | 0.2  | 0.25 |
|-------------------|------|------|------|------|------|
| 1本の抵抗( $\Omega$ ) | 1.92 | 3.64 | 4.62 | 6.50 | 8.75 |
| 2本の抵抗( $\Omega$ ) | 0.47 | 0.93 | 1.43 | 1.91 | 2.32 |
| 4本の抵抗( $\Omega$ ) | 0.12 | 0.31 | 0.34 | 0.45 | 0.59 |

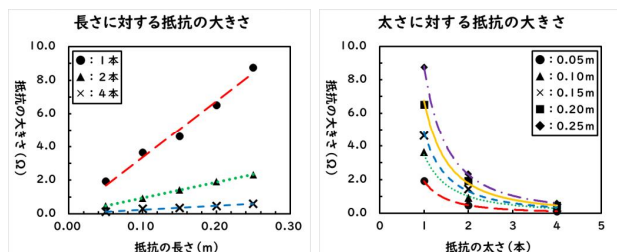


図3 電気抵抗とその長さ及び太さとの関係の例

#### (5) STEAM教育の視点

生徒が理科の見方・考え方を働かせ、探究の過程を通して学ぶ際に、STEAMのTやEの範囲に該当するものづくり、Mの範囲に該当する数学的な手法や統計学的手法を導入することで、SをSTEMの範囲に広げることができる。さらに、ものづくりのデザイン、科学史、社会科学など、生徒自身の興味・関心に応じてAの範囲に該当する教科要素に取り組み、各教科等での学習のつながりを結びつけることで、STEAM教育を展開することができる。

### 3 物理の電磁誘導に関する実験の例

#### (1) 目的

電磁誘導に関する実験を行い、磁束の変化と誘導起電力の向きや大きさとの関係を見いだして理解するとともに、電磁誘導の法則を理解する。また、実験内容をSTEAM教育の視点で捉え、各教科等との関連を明らかにする。

#### (2) 準備

2(2)と同様に、それぞれの生徒が作成した検証計画を基に、生徒自ら準備する。

例) 磁石、金属線、簡易速度計、スタンド、定規、コンピュータ、音声解析ソフト「音オシロ」、オーディオケーブル、ワニ口クリップ、クリップ付導線など

#### (3) 方法

例えば、オーディオケーブルとワニ口クリップから図4のようなミニプラグをつくるものがづくりをし、ア～カのような方法で実験することが考えられる。



図4 ものづくりをしたミニプラグの例

ア 図5のように、簡易速度計のボタンや液晶を隠さないように簡易速度計の周りに10回程度金属線を巻いたものと、定規をスタンドに固定する。巻数は磁石の磁力に合わせて検討する。

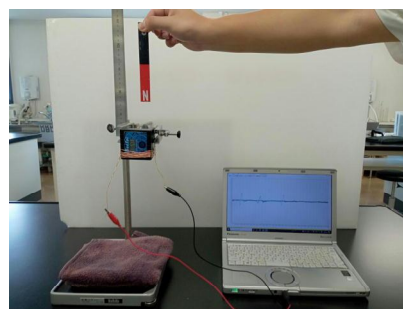


図5 電磁誘導の実験の例

イ 金属線の両端をクリップ付導線でミニプラグと接続し、ミニプラグをコンピュータのマイク端子に接続する。

ウ 「音オシロ」を起動し、サンプリングレートを22050kHzに、Xの最大値を60000以上に設定するとともに、「グラフの設定・表示」ボタンを押した後、「入力開始」のボタンを押す。

エ 「音オシロ」のグラフの画面の「プロット開始」ボタンを押し、バーの色が赤くなったら、簡易速度計に磁石を落下させる。

オ 簡易速度計に表示された磁石の落下速度とコンピュータの画面に表示された誘導起電力を記録する。

カ コイルの巻数を変えて、同じように実験を行う。

#### (4) 結果及び考察

例えば、(3)オで表2のような結果が得られることから、コンピュータの表計算ソフトを用いて、図6などの磁石の速さと誘導起電力の大きさとの関係を分析・解釈したり、他の生徒と結果を共有し、統計学的な分析手法を用いて分析・解釈した内容を検討する。

表2 コイルに磁石を落下させた結果の例

| 高さ[m]     | 0.1  | 0.2  | 0.3  | 0.4  | 0.5  |
|-----------|------|------|------|------|------|
| 速さ[m/s]   | 1.3  | 1.9  | 2.3  | 2.7  | 3.0  |
| 誘導起電力[mV] | 0.11 | 0.15 | 0.18 | 0.20 | 0.23 |

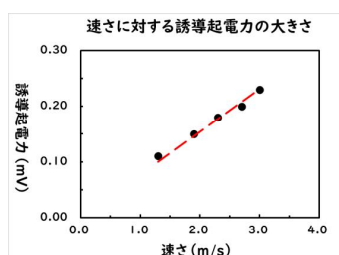


図6 磁石の速さと誘導起電力の大きさとの関係の例

#### (5) STEAM教育の視点

2 (5) と同様であるが、この実験を扱うまでに物理基礎などの理科の基礎を付した科目や総合的な探究の時間等でSTEAM教育を経験していることから、試行錯誤する時間や探究

の過程を繰り返す時間等を十分確保し、生徒一人一人が創造的にデザイン思考を働かせられるような自由度の高い授業とすることが求められる。また、各教科等での学習のつながりの結びつけについて、物理基礎の授業では教師主導で行ってもよいが、少なくとも物理の授業では生徒自身で行うことが期待される。

#### 4 まとめ

本編では、学習指導要領で示されている行うべき実験を取り上げ、科学的な手法に加え、ものづくり、数学的な手法、統計学な手法、STEM以外の教科の手法を取り入れることで、高校物理の授業でSTEAM教育を展開できることを提案した。授業を展開する際には、生徒が理科の見方・考え方を働かせ、探究の過程を通して学ぶことや、本来STEAM教育に取り組むべき「総合的な探究の時間」や「理数探究」等において、生徒が各教科等での学習のつながりを結びつけられるよう指導することが必要である。

なお、「総合的な探究の時間」等でのSTEAM教育については、後編の「兵庫県小中高大におけるSTEAM教育の実例」を参照願う。

#### 5 引用文献

- 1) 文部科学省，2022：STEAM教育等の教科等横断的な学習の推進について
- 2) 教育再生実行会議，2019：技術の進展に応じた教育の革新，新時代に対応した高等学校改革について（第十一次提言）
- 3) 文部科学省，2017：小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編
- 4) 文部科学省，2017：中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編
- 5) 文部科学省，2018：高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説 理科編 理数編
- 6) 白山由希子・栢野彰秀，2021：理科と総合的な学習の時間に見られる学習過程と学習方法の比較検討
- 7) 森山潤・永田智子・石野亮・中井俊尚，2022：小中学校での実践を想定した日本型STEAM教育の展開方略例の提案（かわばた まさし 物理研究班）