


指導資料

理科 第327号

 鹿児島県総合教育センター

令和3年4月発行

対象
校種

高等学校
特別支援学校



ICTを活用した実験 — 見えない物理量をいかに見せるか —

物理においては、実験を行ってもデータの精度が低かったり、可視化することが難しい物理量があったりするため、規則性や関係性を見いだすことが困難な場合があり、物理に興味や湧かず学習意欲が高まらない生徒がいる一因となっている。ここでは、これらの解消の一端を担うICTを活用した実験を紹介する。

1 大学入学共通テストの試行調査から

平成30年11月に実施された大学入学共通テストの導入に向けた試行調査（プレテスト）において、次の問題の正答率は24.2%と低い数字であった。

第2問 B

高校の授業で、衝突中に2物体が及ぼし合う力の変化を調べた。力センサーのついた台車A、Bを、水平な一直線上で、等しい速さ v で向かい合わせに走らせ、衝突させた。台車1台の質量 m は1.1kgである。それぞれの台車が受けた水平方向の力を測定し、時刻 t との関係をグラフに表すと図1のようになった。ただし、台車Bが衝突前に進む向きを力の正の向きとする。（図1は、省略）

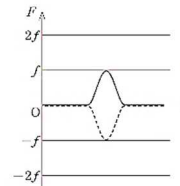
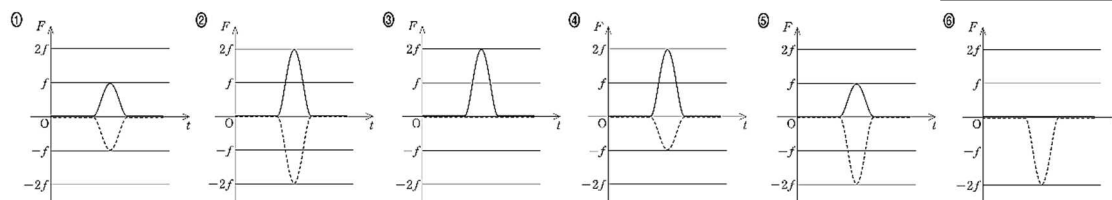


図3

問5 図1のグラフの概形を図3のように表すことにする。実線は台車Aが受けた力、破線は台車Bが受けた力を表す。台車Aが受けた力の最大値を f とした。台車Aを静止させ、台車Bを速さ $2v$ で台車Aに衝突させると、力の変化はどうなるか。そのグラフとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

正答率
24.2%



大学入試センターによると、この小問の概要は、「ある条件での衝突実験で得られたグラフを基に、異なる条件で衝突させたときのグラフを、力積と運動量変化の関係についての理解を基に考察する。」と示されている。しかし、これほど正答率が低くなった要因は、衝突時にお互いに及ぼし合う力の大きさを誤っているケースが多いと考えられる。つまり、力の作用・反作用の関係が正しく理解できていないことが原因だと思われる。

この要因の一つには、作用・反作用の関係について学習する際、ばねばかりを引き合うなど力の大きさを確認することは容易だが、2物体の衝突時に及ぼし合う力は可視化しにくいので、図（グラフ）として示されて、理解したつもりになっていることが考えられる。

2 高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）から

今回の改訂では、科学的に探究するために必要な資質・能力を育成するという観点から、観察、実験を行うことなどを通して探究する学習活動の充実が図られている。

(1) 観察、実験の充実

育成を目指す三つの資質・能力の「思考力、判断力、表現力等」について示している「内容イ」において、「～について、**観察、実験などを通して探究し、～における規則性や関係性を見いだして表現すること。**」と記されており、観察、実験の一層の充実を求めている。さらに、いくつかの小項目について実験などを行うことが明示されており、目的に応じて次の二種類の表現が用いられている。

～に関する**実験**などを行い、

- ① ～を**理解**すること。 ② ～を**見いだして理解**すること。

その目的とするところは、次のとおりである。

① 事象や公式を**理解**する。

② 観察、実験を行い、**生徒自身で規則性や関係性を見いだし、事象や公式を理解**する。

物理基礎、物理において、実験などを行うことが明示されたのは、次のとおりである。

物理基礎

- (1) 物体の運動とエネルギー
(ア) ㉞直線運動の加速度・・・**見いだす**
(イ) ㉟運動の法則・・・**見いだす**
(ウ) ㊱力学的エネルギーの保存・・・理解する
(2) 様々な物理現象とエネルギーの利用
(ア) ㊲音と振動・・・理解する
(イ) ㊳熱の利用・・・理解する
(ウ) ㊴物質と電気抵抗・・・**見いだす**

物理

- (1) 様々な運動
(ア) ㉞剛体のつり合い・・・**見いだす**
(イ) ㊲運動量の保存・・・理解する
(ウ) ㊳単振動・・・**見いだす**
(エ) ㊴気体の状態変化・・・理解する
(2) 波
(ウ) ㊵光の回折と干渉・・・理解する
(3) 電気と磁気
(ア) ㊶電気回路・・・理解する
(イ) ㊷電磁誘導・・・**見いだす**

(2) ICTの活用

観察、実験で使用する実験機器についても、「物体の運動の様子を記録するに当たっては、記録タイマーを用いるほかに、**センサ**や**ビデオカメラ**などを活用することが考えられる。」と、ICTの活用例が示されている。

3 ICTを活用した実験の利点

ICTの活用については、例えば、ワイヤレスでデータを送信できるセンサを用いて観察、実験を行い、データをパソコンなどの機器に取り込めば、次のような利点が考えられる。

(1) 精度の高いデータの取得

観察、実験の結果から規則性や関係性を見いだすには、精度の高いデータを得られる方がよい。ICTの活用で、人為的誤差の少ない精度の高いデータを得ることができる。

(2) 時間短縮

実験と同時にデータがグラフ化(可視化)されることで、データ処理の時間が短縮できる。併せて、観察、実験直後に分析・考察ができるので、一連の流れを結び付けて記憶に留める効果が期待できる。

(3) 規則性や関係性の考察が容易

条件を変えて実験した結果を、同じグラフ上に重ねて表示できるので、規則性や関係性を見いだすことが容易になる。

4 ICTを活用した実験例

生徒に次のような変容が期待できるセンサを活用した実験例を二つ紹介する。一つは、冒頭のプレテストと関連して「生徒が実際に実験を行い、2物体間にはたらく力を一つの画面上に可視化して示す」ことで、驚きをもって誤概念を払拭することが期待できる実験である。もう一つは、教科書で実験結果のグラフを確認していたものを、実際に実験を行い結果を確認することで、事象に対する理解を深めたり、記憶に留めたりすることが期待できる実験である。

(1) 2物体の衝突

物理基礎の「作用・反作用の関係」にある二つの力を測定する実験である。この実験は、二つのばねばかりを引き合ったり、ばねを付けた力学台車を衝突させたりして、ばねの変形量で力の大きさを確認することが多い。後者の実験では、連続写真や撮影した動画の静止画面で確認することができるが、画像の分析に時間がかかってしまうことが多い。しかし、センサ付き力学台車やタブレット等を活用することで、短時間で実験や結果のグラフ化ができ、その後の分析・考察に時間をかけることができる。

さらに、この実験では物理の「運動量と力積」の関係を確認することも容易である。先述の画像解析では、力積や運動量を求めるために必要な力や速度のデータを得ることが困難であるが、この実験のセンサで測定する項目に速度を追加するだけでよく、操作方法は同じであるため、「作用・反作用の関係」の復習にもなる。

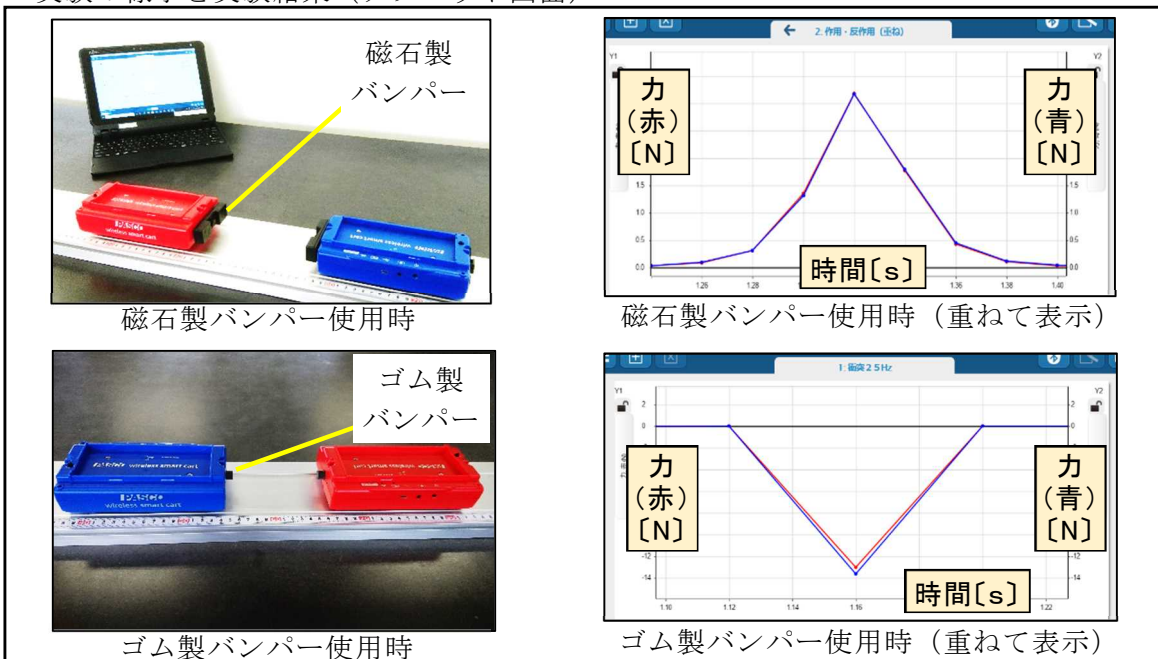
ア 使用した道具

センサ付き力学台車（2台）、タブレット（Bluetooth機能付き）、データ処理ソフト、力学台車滑走台

イ 実験内容

向かい合わせに走らせた2台のセンサ付き力学台車を衝突させて、力、速度を測定した。しかし、先端部分がゴム製バンパーの力学台車を衝突させた場合、力を及ぼし合う時間が短すぎたり、及ぼし合う力が異なったりした。そこで、実際に台車同士は衝突しないが、先端部分を磁石製バンパーに変えて、磁石の斥力を利用した実験を行った。

ウ 実験の様子と実験結果（タブレット画面）



(2) 単振動

物理の「単振動」の変位、速度、加速度、復元力を測定する実験である。この実験も(1)の実験同様、データを得ることが困難であるが、センサ付き力学台車を活用することでデータを容易に得ることができる。また、タブレット上での表示方法を組み合わせることで、様々な視点で分析・考察することができる。

さらに、この実験に電圧センサを組み合わせることで、「電磁誘導」の誘導起電力を測定することができ、単振動と電磁誘導を組み合わせた授業が展開できる。

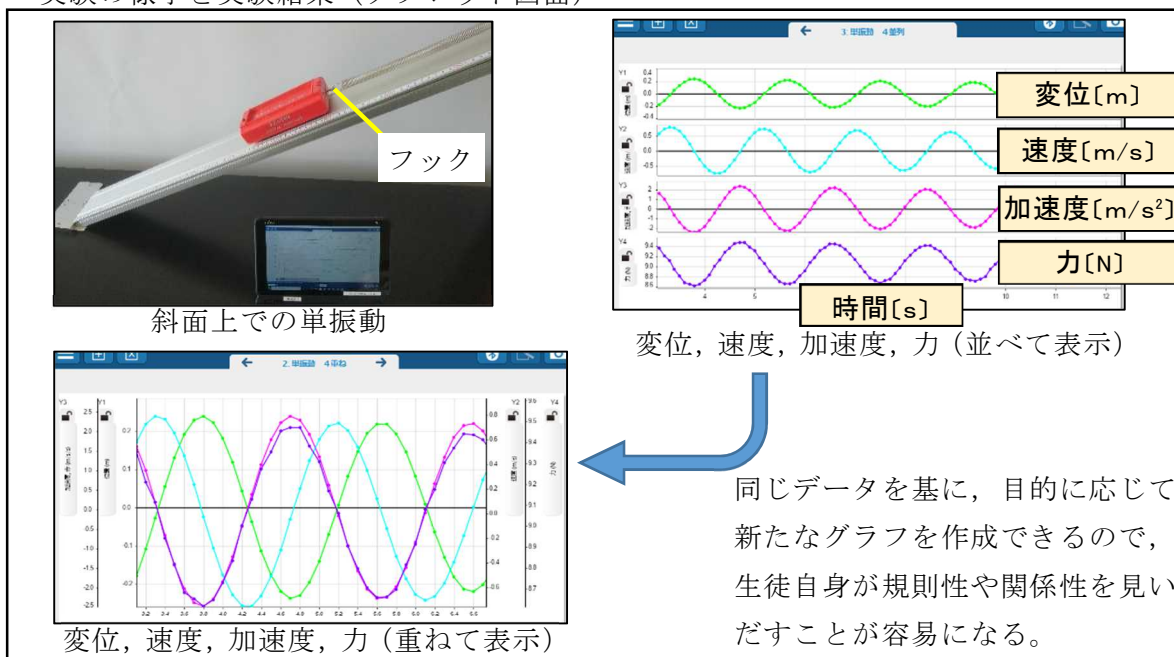
ア 使用した道具

センサ付き力学台車 (1台)、タブレット (Bluetooth機能付き)、データ処理ソフト、力学台車滑走台、ばね、スタンド

イ 実験内容

スタンドで斜めに固定した滑走台上を、ばねと接続したセンサ付き力学台車を単振動させて、変位、速度、加速度、力を測定した。このとき、センサ付き力学台車の先端部分はフックを使用した。また、この実験で用いたセンサ付き力学台車は、変位や速度の測定方法が車輪の回転を利用していたため、鉛直方向の単振動は行えなかった。

ウ 実験の様子と実験結果 (タブレット画面)



5 終わりに

効率的で効果的な観察、実験を行うことができるICTを活用した実験を推奨する。ただし、物理基礎においては、変位、速度、加速度などの関係を理解させるためにも、記録タイマーを用いた実験を行ってほしい。生徒自身が規則性や関係性を見いだすことができれば、物理に対する興味が湧き、学習意欲の高揚が期待できる。また、学習指導要領に明示された実験は勿論、それ以外にも実験を工夫したり、資料を活用したりして、生徒自身で規則性や関係性を見いだすことができるような授業を展開してほしい。

—引用・参考文献—

- 独立行政法人大学入試センター 『大学入試共通テスト平成30年度試行調査』 平成30年
- 文部科学省 『高等学校学習指導要領解説理科編理数編』 平成31年, 実教出版
(教科教育研修課 大野 康博)