

理科 5 押して使うばねを科学的に探究する(「エネルギー」を柱とする領域)

5 ばねを押すとき、加える力の大きさとばねが縮む長さの関係について、理科の授業で科学的に探究しました。
(1)から(3)までの各問に答えなさい。

押して使うばねを探究する場面

ばねの伸びは、加える力の大きさと比例の関係がありました。

ばねは、生活の中で押して使うことが多いですね。

ばねを押すときも、比例の関係が成り立つのかな。

押して使うばね
ボールペンのばね
自転車のサドルの下にあるばね

ノートの一部

【課題】
ばねが縮む長さは、加える力の大きさに比例するか。

【実験の計画】
図1の装置をつくり、ばねに加える力の大きさを変化させたときのばねの長さを3回測定して平均をとり、ばねが縮む長さを計算してグラフに表す。

【実験の結果】

| | | | | | | |
|-----------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 力の大きさ(N) | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 |
| ばねの長さ(cm) | 10.0 | 8.0 | 6.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| 縮む長さ(cm) | 0 | 2.0 | 4.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |

【考察】
.....

(1) 図2のように、ばねにのせたおもりが静止したとき、矢印で表したおもりにはたらく重力とつり合う力を、下のAからEまでの中から1つ選びなさい。
また、選んだ力の説明として適切なものを、下の力からEまでの中から1つ選びなさい。

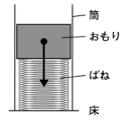
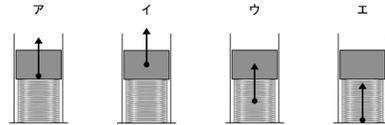
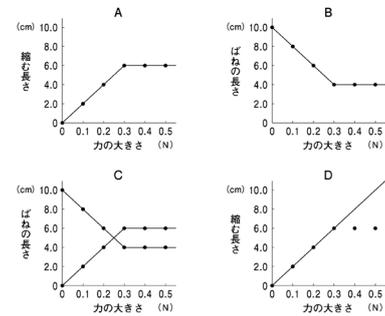


図2 おもりにはたらく重力



- カ おもりがばねを押す力
- キ ばねがおもりを押す力
- ク おもりが床を押す力
- ケ 床がおもりを支える力

(2) 【考察】に最も適したグラフを、下のAからDまでの中から1つ選びなさい。



磁石を使ったばねを探究する場面

リアモーターカーは、磁石の引き合う力と、磁石の退け合う力で浮いて走行します。

磁石の退け合う力は「磁気ばね」として利用されています。

磁石の同じ極どうしを近づけたら、ばねみたいだったね。

「磁気ばね」では、加える力と縮む長さは比例するのかな。

ノートの続きの一部

【新たな課題】
「磁気ばね」が縮む長さは、加える力の大きさに比例するか。

【実験の計画】
図3のように、磁石に加える力の大きさを0から0.5Nずつ2.0Nまで変化させたときの「磁気ばね」が縮む長さを3回測定して平均をとり、グラフに表す。

【実験の結果】

| | | | | | |
|----------|---|-----|-----|-----|-----|
| 力の大きさ(N) | 0 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 |
| 縮む長さ(cm) | 0 | 1.5 | 2.3 | 2.9 | 3.2 |

【考察】
.....

グループで個人の考察を検討している場面

グラフが原点を通る直線になるので、比例すると考えます。

グラフは原点を通るけれど、直線にはならないので、比例しないと考えます。

測定値が足りないため、どちらの考えが妥当か判断できません。

(3) 下線部について、測定値をどのように増やせばよいか、【実験の計画】の「加える力の大きさを0から0.5Nずつ2.0Nまで変化させた」の部分参考にして書きなさい。

出題の趣旨

ばねを押すときの力の大きさとばねが縮む長さの関係を科学的に探究する学習場面において、力の働きに関する知識及び技能を活用できるかどうかをみる。

本問題では、押して使うばねや磁気ばねの縮む長さと、ばねに加える力の大きさについて、理科の授業で科学的に探究する学習場面を設定した。

理科では、科学的に探究する活動を通して見いだした規則性や関係性を、日常生活や社会と関連付けることで、理科を学ぶことの意義や有用性の実感を高めることが大切である。

授業では、見いだした規則性や関係性を基に、身近な道具や技術などから新たな問題を見だし、課題を設定して科学的に探究することが考えられる。

設問(1)

趣旨

力の働きに関する知識及び技能を活用して、物体に働く重力とつり合う力を矢印で表し、その力を説明できるかどうかをみる。

■学習指導要領における分野・内容

第1分野 (1) 身近な物理現象

(4) 力の働き

㊦ 力の働き

物体に力を働かせる実験を行い、物体に力が働くとその物体が変形したり動き始めたり、運動の様子が変わったりすることを見いだして理解するとともに、力は大きさと向きによって表されることを知ること。また、物体に働く2力についての実験を行い、力がつり合うときの条件を見いだして理解すること。

■枠組み(視点)

知識

1. 解答類型と反応率

| 問題番号 | 解 答 類 型 | | 反応率 (%) | 正答 | | |
|------|---------|-------------|---------------|---------------|------|---|
| 5 | (1) | つり合う力を表した矢印 | つり合う力の説明 | | | |
| | | 1 | ア と解答しているもの | キ と解答しているもの | 15.5 | ◎ |
| | | 2 | ア と解答しているもの | キ 以外を解答しているもの | 2.4 | |
| | | 3 | ア 以外を解答しているもの | キ と解答しているもの | 62.1 | |
| | | 4 | ア 以外を解答しているもの | キ 以外を解答しているもの | 18.8 | |
| | | 99 | 上記以外の解答 | | 0.8 | |
| | | 0 | 無解答 | | 0.2 | |

2. 分析結果と課題

- 静止している物体に働く重力とつり合う力を矢印で表すことに課題があり、指導の充実が求められる。
- 解答類型3には、ばねの上で静止している物体に働く重力とつり合う力を説明できているが、重力とつり合う力をばね全体で押し返す力と捉え、ウのような作用点がばねの中心にあると考える生徒がいると考えられる。また、つり合う力をイのような同一作用点の力やエのような床からの垂直抗力と捉える生徒がいると考えられる。

3. 学習指導に当たって

- 物体に働く重力とつり合う力を矢印で表して説明できるようにする
 力の働きについて科学的に探究する上で、力は大きさと向きによって表されることや物体に働く2力のつり合いなど、目に見えない力を矢印で表して説明することは大切である。
 指導に当たっては、物体に力を働かせる実験を行い、一つの物体に二つの力が働いていることに気付くようにし、それらの力の大きさや向きを矢印で表して、つり合いの関係を説明する学習場面を設定することが考えられる。

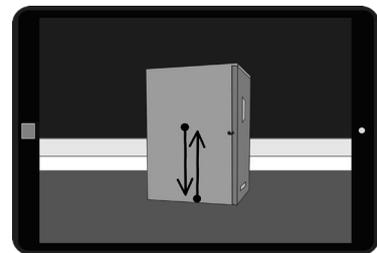
学習場面の例

<物体に働く力を矢印で表す>

教室内の風景をタブレット型端末で撮影し、画像の中から、物体に働く力や、つり合う力を見だし、それらの力を矢印で表すなどの学習活動を行うことが考えられる。



理科室で撮影している場面



物体に働く力を矢印で表す

設問(2)

趣旨

課題に正対した考察を行うためのグラフを作成する技能が身に付いているかどうかをみる。

■学習指導要領における分野・内容

第1分野 (1) 身近な物理現象

(1) 力の働き

⑦ 力の働き

物体に力を働かせる実験を行い、物体に力が働くとその物体が変形したり動き始めたり、運動の様子が変わったりすることを見いだして理解するとともに、力は大きさと向きによって表されることを知ること。また、物体に働く2力についての実験を行い、力が釣り合うときの条件を見いだして理解すること。

■枠組み（視点）

技能

1. 解答類型と反応率

| 問題番号 | 解 答 類 型 | | 反応率 (%) | 正答 | |
|------|---------|----|-------------|------|---|
| 5 | (2) | 1 | A と解答しているもの | 45.5 | ◎ |
| | | 2 | B と解答しているもの | 23.5 | |
| | | 3 | C と解答しているもの | 18.0 | |
| | | 4 | D と解答しているもの | 12.6 | |
| | | 99 | 上記以外の解答 | 0.0 | |
| | | 0 | 無解答 | 0.4 | |

2. 分析結果と課題

- 課題に正対した考察を行うために、実験結果を適切に処理し、グラフを作成することに課題があり、指導の充実が求められる。
- 解答類型2には、課題に正対した考察を行うために縦軸を「縮む長さ」として設定しておらず、実験結果を適切に処理し、グラフを作成する技能を身に付けていない生徒がいると考えられる。
- 解答類型3には、課題に正対した考察を行うための縦軸を「縮む長さ」として設定しておらず、更に全ての値を用いてグラフを作成していることから、考察を行うために必要な結果を抽出し、グラフを作成する技能を身に付けていない生徒がいると考えられる。
- 解答類型4には、グラフ上に表した点を結んでおらず、実験結果を適切に処理し、グラフを作成する技能を身に付けていない生徒がいると考えられる。

3. 学習指導に当たって

○ 課題に正対した考察を行うために適切なグラフを作成できるようにする

ばねを押す力の大きさとばねが縮む長さの関係を科学的に探究する上で、課題に正対した考察を行うために適切なグラフを作成する技能を身に付けることは大切である。

指導に当たっては、課題に立ち返りながら考察を行うために、どのようなグラフを作成すればよいかを検討する学習場面を設定することが考えられる。

その際、グラフの横軸である「変化させる量」と縦軸である「変化した量」が何に当たるかを考え、グラフを作成することが重要である。

2. 分析結果と課題

- 考察の妥当性を高めるために、測定値の増やし方について、測定する間隔（刻み幅）や範囲に着目して実験の計画を検討して改善することに課題があり、指導の充実が求められる。
- 解答類型1と解答類型2と解答した生徒は、測定する間隔か範囲の一方しか記述しておらず、測定する間隔や範囲の両方に着目して具体的に数値を示して計画することができていないと考えられる。
- 解答類型5と解答類型6の具体的な例としては、以下のようなものがある。

(例)

- ・ おもりをより重いものにして測定する。 (解答類型5)
- ・ 測定する間隔をもっと細かくして実験を行う。 (解答類型5)
- ・ 何度も同じ実験を行い、測定値を増やす。 (解答類型6)
- ・ 磁石のN極同士が向き合うようにする。 (解答類型6)

加える力の大きさを具体的に示さない解答が見られた。このように解答した生徒は、測定値を増やして実験をすることは理解しているが、具体的に数値を示した実験を計画できていないと考えられる。

- 解答類型99の具体的な例としては、以下のようなものがある。

(例)

- ・ 加える力の大きさを0から0.2ずつ2.0まで変化させる。
- ・ 縮む長さが変わらなくなるまで測定値を増やせばよい。
- ・ リニアモーターカーには磁気ばねの原理が使われている。

単位の未記入や測定する力の大きさを具体的に示していない解答が見られた。このように解答した生徒は、加える力の大きさを具体的に示して実験を計画することができていないと考えられる。

- 無解答の反応率は29.0%である。無解答の中には、測定値を増やして実験を計画することは理解しているが、測定する間隔と範囲に着目して加える力の大きさを具体的に示した実験を計画できていない生徒がいると考えられる。
また、作成したグラフから考察の妥当性を検討して、追加の実験方法をどのように計画するか表現することができていない生徒がいると考えられる。

- 平成27年度【中学校】理科 $\boxed{1}$ (4) (正答率74.0%)、平成30年度【中学校】理科 $\boxed{8}$ (2) (正答率72.4%)で類題を出題しており、条件を変えた二つの実験結果のグラフを分析して解釈することがおおむねできていた。これに関連して本問では、「考察の妥当性を高めるために、実験結果のグラフから実験の計画を検討して改善できるかどうか」を出題した(正答率43.8%)。今回の結果から、探究の過程を振り返り、実験の計画を検討して改善することに課題がある。

3. 学習指導に当たって

○ 考察の妥当性を高めるために、実験の計画を検討して改善できるようにする

身近な物理現象を科学的に探究する上で、考察の妥当性を高めるために、実験結果の処理について振り返り、実験の計画を検討して改善することは大切である。

指導に当たっては、本問のように、測定値の不足から妥当性の高い考察が行えない場合、測定する間隔や範囲などの改善点を明確にし、それらを基に実験の計画を検討して改善する学習場面を設定することが考えられる。

コラム④

博物館や科学学習センターなどとの連携

博物館や科学学習センターなどとの連携については、中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説理科編に記述があり、生徒の実感を伴った理解を図るために、博物館などの施設を利用し、学習活動を行うことの有効性が示されている。

磁石の同極が退け合う力を利用した磁気ばねや、磁石の異極が引き合う力と同極が退け合う力を利用して走行するリニアモーターカーは、磁石に働く力を利用したもので、理科で学習したことが日常生活や社会の中で活用されている一例である。

理科で学ぶ様々な原理や法則によって科学技術が支えられていることに触れ、それらが日常生活や社会に深く関わりをもっていることを理解するために、博物館や科学学習センターなどと連携して学習活動を進めることは大切である。

例えば、リニアモーターカーについて、博物館などを活用して走行の原理を学んだり、専門的な説明を受けたりすることで、さらに理解が深まると考えられる。また、理科だけでなく、関連する教科と横断的に探究することで、多面的、総合的に理解することも考えられる。



リニアモーターカー



走行試験の様子



走行の原理を説明したパネル



走行の原理の模擬実験の様子

出典 山梨県立リニア見学センター

<https://www.linear-museum.pref.yamanashi.jp/>

授業アイデア例

<改善点を明確にし、実験の計画を検討して改善する>

本時の概要

課題の把握 … リニアモーターカーに磁気ばねが使われていることを知り、問題を見いだして、課題を設定する。

課題の探究 … 磁気ばねに力を加える実験を行い、加えた力の大きさと磁気ばねの縮む長さの実験の結果を表にまとめる。課題に正対した考察を行うためのグラフを作成し、比例の関係があるかどうか話し合い、実験の計画を検討して改善する。

学習場面の展開例

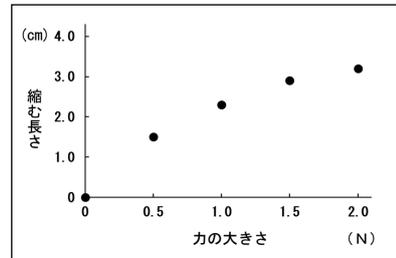
課題の解決 … 測定値を増やして実験を行い、磁気ばねの規則性を見いだす。

学習場面の展開例

【個人の考察を班で発表し、考察の妥当性を検討する場面】

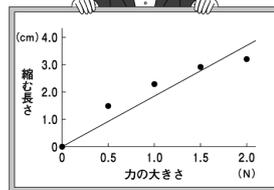


実験の結果を点にとりました。
グラフは直線になるのかな。
それとも直線にならないのかな。



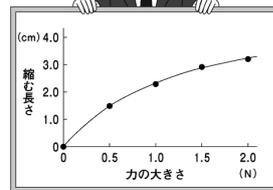
Aさん

グラフが原点を通る直線になるので、比例すると思います。



Bさん

グラフは原点を通るけど、直線にはならないので、比例しないと思います。



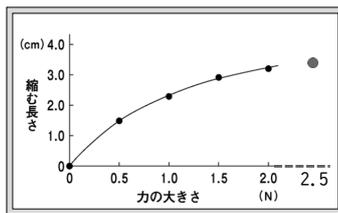
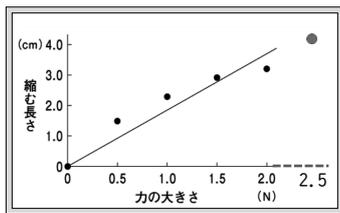
どちらのグラフになるのかな。

どちらのグラフになるか判断できないので、測定値を増やしてみたいです。

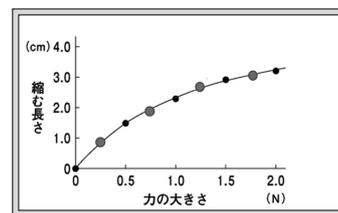
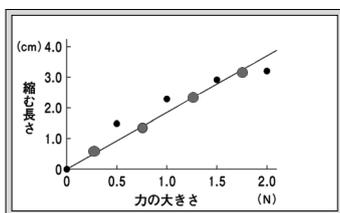


どちらの考えが妥当かを判断するために、測定値をどのように増やしたらよいか考えましょう。

【測定値の増やし方を検討し、実験の計画を改善する場面】



力の大きさを 2.5 N にしたときの値を調べればよいと考えます。
 Aさんの考えであれば、縮む長さは 4.0 cm あたりになると思います。
 Bさんの考えであれば、縮む長さは 3.0 cm あたりになると思います。



力の大きさを 0.25 N ずつ 2.0 N まで調べればよいと考えます。
 Aさんの考えであれば、グラフの形が直線になると思います。
 Bさんの考えであれば、グラフの形が直線にならないと思います。



先生

測定する間隔や範囲に着目して測定値を増やすと、AさんとBさんのどちらの考えが妥当か判断できそうですね。

ポイント

- 上記のような学習場面を設定することで、粘り強く試行錯誤したり、自らの学習を調整したりする生徒の姿から、主体的に学習に取り組む態度の学習評価に生かすことも考えられる。
- 以下の内容でも、改善点を明確にし、実験の計画を検討して改善する学習場面を設定することが考えられる。
 - ・物質に熱を加えるときの時間と温度上昇の関係
 - ・物体が斜面を下るときの時間と移動距離の関係 など