

継続的な課題として
考えられる内容

力の表し方

問題の趣旨

力の3要素を理解し、作図ができる。

学習指導要領における領域・内容

【第1学年】 第1分野

(1) 身近な物理現象 イ 力と圧力

(ア) 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すとともに、力は大きさと向きによって表されることを知る。

5

【平成25年度】

(1) 図2は、実験でばねにおもりを2個つり下げたようすを示しています。このときの力の作用点を●で、おもりがばねを引く力を矢印で表しなさい。ただし、矢印の長さについては、質量100gの物体にはたらく重力の大きさを1Nとし、図2で示された1マスの1辺の長さで表すものとします。

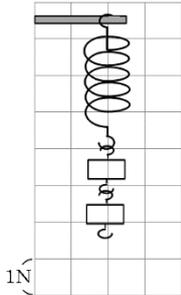


図2

通過率 28.9%

2

【平成28年度】

(2) 図1は、ボールが机の上にあるようすを示しています。図中の矢印は、ボールにはたらく重力を表しています。このとき、会話中の下線部②のように机がボールを支えている力を矢印で表しなさい。ただし、作用点を●でかくこととします。

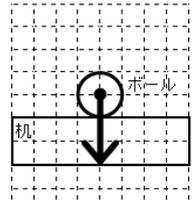


図1

通過率 12.2%

内容の系統

第3学年

風やゴムの働き

・風の働き ・ゴムの働き

第5学年

振り子の運動

・振り子の運動

第6学年

てこの規則性

・てこのつり合いと重さ

・てこのつり合いの規則性

・てこの利用

中学校第1学年

力と圧力

・力の働き

・圧力

中学校第3学年

運動の規則性

・力のつり合い

・力と運動



解答類型を基に生徒の誤答を分析しましょう。さらに、生徒の実際の解答を見て、個々の生徒のつまづきを把握し、その個に応じた具体的な手立てを講じていきましょう。

通過率の推移

年度	H25	H28	H29
通過率(%)	28.9	12.2	51.1

誤答(平成28年度)と分析

誤答と無解答	H28(%)
作用点を●で示していない。	1.5
作用点の位置に誤りがある。	27.3
矢印の長さに誤りがある。	7.4
矢印の向きに誤りがある。	2.0
矢印が直線でかかれていない。	0.1
上記の誤答のうち、二つの誤りがある。	33.2
上記以外の解答	13.2
無解答	3.1

継続的な課題

○ 力が加わるときの作用点の位置が理解できていない。

【分析】

平成 28 年度の誤答から作用点の位置を間違えている (27.3%) 生徒が多くいることが分かります。これは、作用点の意味や力の作用点がどこになるのかを理解できていないためと考えられます。平成 25 年度の問題でも作用点の位置に誤りがある誤答が 16.1% ありました。どちらの問題も 1 点で接した二つの物体の間に働く力 (平成 25 年度「おもりがばねを引く力」、平成 28 年度「机がボールを支える力」) について問う設問でした。そこで、平成 29 年度は二つの物体の間に働く力以外の力について、作用点の位置を理解できているかどうかを問うため、重力が物体に働く時の作用点を問う問題に変え、次のような問題を出題しました。

平成 29 年度の問題及び誤答

【平成 29 年度】

② (1)

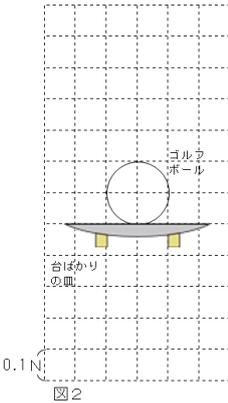


図2は台ばかりの皿の上にゴルフボールを置いた様子を表した模式図です。はるおさんがゴルフボールの重さをはかると 0.5N でした。このとき、ゴルフボールにはたらく重力を矢印で表しなさい。ただし、作用点を●でかくこととし、矢印の長さについては、0.1N を図2で示された1マスの1辺の長さで表すものとします。

年度	通過率 (%)	自校 (%)
H29	51.1	

自校の数値を入れて
分析してみましょう。

誤答と無解答	H29 (%)	自校 H29
作用点を●で示していない。	2.6	
作用点の位置に誤りがある。	16.5	
矢印の長さに誤りがある。	5.2	
矢印の向きに誤りがある。	0.9	
矢印が直線でかかれていない。	0.5	
作用点の位置と合わせて二つの誤りがある。	6.8	
作用点の位置は合っているが、二つの誤りがある。	3.8	
上記以外の解答	8.2	
無解答	4.5	

【今後の指導に向けて】

平成 29 年度の通過率は 51.1% でした。通過率は上昇しましたが、依然、50% を少し超えた状況であり、力の矢印の作図に関してより一層の定着が図られるように授業改善を進める必要があります。主な誤答を見ると、やはり、作用点の位置の誤りが多くあり、重力が物体に働く時の作用点の位置についても課題であるということが分かりました。

作用点の理解については、平成 25 年度、平成 28 年度の問題のように 1 点で接した二つの物体の間に働く力の場合、作用点とは力が働く点であることを押さえ、「力を加えている物体」と「力を受けている物体」が接している部分に力が働くため、その接した点が作用点であることを理解させることが大切です。また、今年度の問題では、重力など物体同士が離れていても働く力の作用点の位置についても定着度が低いことが明らかになりました。重力や磁石の力など物体が離れていても働く力は、物体全体に力が働いているため、力が働く物体の中心が作用点になることも押さえる必要があります。さらに、物質同士が面で接している場合では面の中心が作用点になることも押さえる必要があります。苦手な生徒にとっては、物質が 1 点で接している場合、物質が離れている場合、物質が面で接している場合といった、それぞれの作用点の位置の区別が付きにくく、混乱してしまう恐れがあります。これらの作用点の位置の違いを明確にし、整理するとともに、作用点は力が働く点であるということを意識させながら、それぞれの力を実際に作図させながら理解させるといった細かな配慮が必要です。

力を矢印で表すのは、中学校第 1 学年で初めて出てくる内容です。目に見えない力を表すというのは、生徒にとってはイメージしにくいかもしれません。そのため、左ページの「内容の系統」で示したように、小学校段階から、目に見えない力を実感させる指導の工夫や力が働いている場所はどこなのかを意識させながら実験させる (例えば、第 6 学年の「てこの規則性」において) などの取組が大切になってきます。

授業改善のポイント

- 力の矢印をかかせるときには、どの物体がどの物体に力を働かせているのかをはっきりさせ、それらの物体が接する部分が作用点であることを意識させましょう。
- 1 点に働く力、物体全体に働く力 (重力、浮力、磁石の力など)、面全体に働く力 (面全体を押す力、摩擦力など) の違いを整理し、力の矢印を実際にかかせることを通して理解させましょう。
- 小学校の学習を踏まえ、身近な道具などについて、力点と作用点とを区別させて図示させ、説明させましょう。

(H25, H28 の報告書の事例も参考にしましょう。)

継続的な課題として
考えられる内容

独立変数と従属変数

問題の趣旨

グラフに表す従属変数と独立変数の意味を理解している。

これまで出題した問題の学習指導要領における領域・内容

[第1学年]

- (1) 身近な物理現象
 - イ 力と圧力 (ア) 力の働き (イ) 圧力
- (2) 身の回りの物質
 - ウ 状態変化 (イ) 物質の融点と沸点

【平成 25 年度】

5

【結果】 結果は次のようになった。

おもりの数(個)	0	1	2	3	4
ばねを引く力の大きさ(N)	0	1	2	3	4
ばねの伸び(cm)	0	4.0	8.2	11.8	16.1

(2) 実験の結果に示された表をもとに、ばねを引く力の大きさとばねの伸びとの関係を表すグラフをかこうと思います。グラフの縦軸にとる量は何ですか。次のア～エの中から最も適切なものを1つ選び、その記号を書きなさい。

- ア 変化させた量である、ばねを引く力の大きさ
- イ 変化した量である、ばねを引く力の大きさ
- ウ 変化させた量である、ばねの伸び
- エ 変化した量である、ばねの伸び

通過率
34.9%

【平成 27 年度】

6

【結果】

板とスポンジのふれ合う面積 [cm ²]	9	16	25	36
スポンジのへこみぐあい [cm]	2.2	1.3	0.8	0.6

(1) 実験1の結果に示された表をもとに、「板とスポンジのふれ合う面積」と「スポンジのへこみぐあい」との関係を表すグラフをかこうと思います。グラフの縦軸にとる量は何ですか。次のア～エの中から最も適切なものを1つ選び、その記号を書きなさい。

- ア 変化させた量である、板とスポンジのふれ合う面積
- イ 変化した量である、板とスポンジのふれ合う面積
- ウ 変化させた量である、スポンジのへこみぐあい
- エ 変化した量である、スポンジのへこみぐあい

通過率
40.9%

独立変数と従属変数に関わる内容の系統

第4学年
金属、水、空気と温度
・水の三態変化

天気の様子
・天気による1日の気温の変化

中学校第1学年
力と圧力
・力の働き
・圧力

状態変化
・物質の融点と沸点

中学校第2学年
電流
・電流・電圧と抵抗

化学変化と物質の質量
・質量変化の規則性

中学校第3学年
運動の規則性
・力と運動



解答類型を基に生徒の誤答を分析しましょう。さらに、生徒の実際の解答を見て、個々の生徒のつまづきを把握し、その個に応じた具体的な手立てを講じていきましょう。

通過率の推移

年度	H25	H26	H27	H28
通過率(%)	34.9	51.7	40.9	62.9

誤答(平成 27 年度)と分析

誤答と無解答	H27 (%)
アと解答しているもの	21.7
イと解答しているもの	20.6
ウと解答しているもの	15.5
上記以外の解答	0.1
無解答	1.3

継続的な課題

- 変化させた量(独立変数)、変化する量(従属変数)の意味が理解できていない。
- グラフをかき際に、横軸に変化させた量、縦軸に変化する量をとることを理解していない。

【分析】

誤答から生徒のつまずきを分析したところ、ア、イ、ウの誤答も15%以上あることから、変化させた量（独立変数）と変化する量（従属変数）とはどのような変数なのかを理解できていないことやグラフをかく際に独立変数、従属変数をグラフの縦軸、横軸のどちらに配置するのが理解できていないことが課題と考えられます。

この傾向は平成25年度、平成26年度（加熱時間とエタノールの温度）も同様であり、平成27年度までは通過率も60%を下回っていることから継続して課題が解消されていないことが分かります。これまでの問題は、独立変数と従属変数の意味が分かることとグラフでは独立変数が横軸、従属変数が縦軸となることの両方が分からなければ解けない問題であったため、生徒がどちらでつまずいているかが分かりませんでした。そこで、平成28年度は下の問題のように「変化させる量」、「変化する量」という言葉を使わず、縦軸と横軸を入れ替えたグラフの枠を提示し、正しいものを選択させるという問題を出題することにしました。

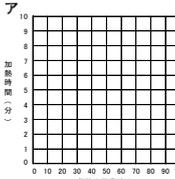
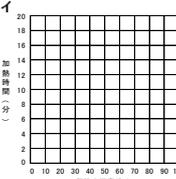
平成28年度の問題及び誤答

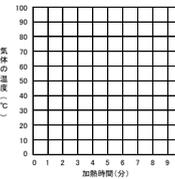
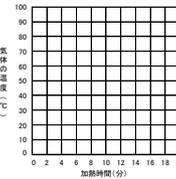
【平成28年度】

4. 表

加熱時間(分)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
気体の温度(℃)	28.0	40.2	76.3	80.0	82.4	87.5	94.3	98.1	98.1	98.2
		試験管 A	試験管 B	試験管 C	試験管 D	試験管 E	試験管 F	試験管 G	試験管 H	試験管 I
において		(液体が集まらなかった)		消泡液の少し消泡に						
燃えるかどうか		燃えた	燃えた	燃えなかった						

(2) 表の結果をもとにグラフをかくとき、縦軸、横軸にとる量と目盛りのつけ方が最も適切なものを次のア～エの中から1つ選び、その記号を書きなさい。

ア  イ 

ウ  エ 

年度	通過率(%)	自校(%)
H28	62.9	

自校の数値を入れて分析してみましょう。

誤答と無解答

	H28(%)	自校H28(%)
アと解答しているもの	3.5	
イと解答しているもの	23.2	
ウと解答しているもの	9.2	
上記以外の解答	0.2	
無解答	1.1	

【今後の指導に向けて】

平成28年度の通過率は62.9%でした。平成27年度の通過率40.9%から通過率は上昇しました。グラフの軸のとり方については、おおむね定着していることが分かりました。しかし、加熱時間（独立変数）を縦軸にとっている誤答が26.7%（ア、イと解答している生徒）あり、さらなる定着に向けて授業改善を行う必要があります。また、平成27年度までの通過率から、「変化させる量」、「変化する量」といった言葉の理解を定着させる手立ても必要です。

指導については、「変化させる量」は、実験者が意図的に変化させる量であること、「変化する量」は、変化させた量に伴って変化する量であることを意識させることが必要であると考えます。例えば、問題にあるような実験を行う際に、加熱時間と気体の温度のうち、実験者が意図的に変化させるのはどちらなのかを問うたり、実験前に実験結果を記録するための表をつくったとき、すでに数値を入れている部分が自分たち（実験者）が変化させる量であることを意識させたりすることが重要です。

また、平成29年度の全国学力・学習状況調査の数学Aの問題に次のような問題がありました。この問題の正答率は21.9%と低く、数学においても独立変数と従属変数に対する理解が不十分であることが分かります。

9. 縦と横の長さの和が20cmの長方形について、「縦の長さを決めると、それにとまって面積がなだし決まる」という関係があります。下線部を、次のように表すとき、(1)と(2)に当てはまる言葉を書きなさい。

(1)は(2)の関数である。

この問題の正答率は21.9%と低く、数学においても独立変数と従属変数に対する理解が不十分であることが分かります。こういった状況を踏まえ、数学と理科において、同様の課題があることを意識しながら、各教科の特性に応じて指導を行う必要があると考えます。例えば、独立変数と従属変数について、理科では実験において「変化させる量とその結果変化量」と表し、数学では関数において「一方の値が決まれば他方の値が一つ決まる」と表すといった表現は異なるものの、どちらの教科でも、表を書く時は、独立変数を上の行に、従属変数を下の行に書くことや、その表をグラフ化する時には、表の上の行はグラフの横軸、下の行はグラフの縦軸にかくことは共通して指導することができます。

授業改善のポイント

- 変化させる量は、実験者が意図的に変化させる量であること、変化する量は、その結果変化量であることを意識させることが必要です。
- 数学の教科担当者と連携し、教科間で共通して指導できる点については、共通に指導するなど工夫が大切です。