

理科（物理基礎）学習指導案

指導者 教諭 齊藤 孝通

1 単元名 様々な力と運動

2 単元の目標と観点別評価規準

物体に働く様々な力について、それらの力が何によって決まりどこから受ける力かを明らかにした上で、その物体の運動の様子について理解する。また、その力を定量的に扱い、力と運動の関係について考察し表現することができる。

関心・意欲・態度	思考・判断・表現	観察・実験の技能	知識・理解
物体に働く様々な力について関心をもち、意欲的に探究しようとする。	物体に様々な力が働くことについて考察し、自らの考えを表現している。	物体に働く力と運動について観察、実験などを行い、基本操作を習得するとともに、それらの過程や結果を的確に記録、整理している。	物体に様々な力が働くことを理解し、知識を身に付けている。

3 単元の指導について

(1) 教材について

本単元では、物体間に及ぼし合う力を正しく認識し、表現することで、張力を伴う物体の運動や押し合う力が働く2物体の運動等について学ぶ。本授業研究では、及ぼし合う力の中でも静止摩擦力・最大摩擦力に着目し、それらが何によって決まる力なのかについて実験を通して理解できるようにする。

(2) 生徒の実態について

見通しをもって問題解決に取り組んだ経験の程度と本研究で目指す生徒の姿を明確化するため、意識調査を行った。図1はその結果である。「授業中に友達の前で自分の意見を発表することが得意である」、「実験で見た現象を言葉で表現することができる」という「あまり当てはまらない」、「まったく当てはまらない」と回答した生徒が

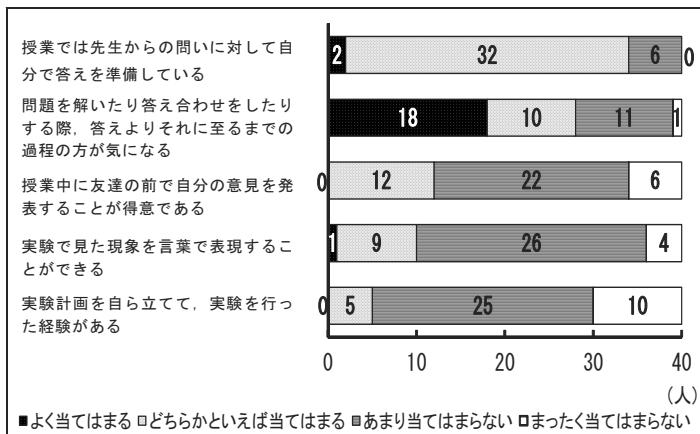


図1 活動に関する意識調査
(平成26年7月1日実施、第2学年40人)

40人中それぞれ28人、30人と、自身の考え方や見た現象を表現することに苦手意識をもっていることが分かった。また、「実験計画を自ら立てて、実験を行った経験がある」について「あまり当てはまらない」、「まったく当てはまらない」と回答した生徒は35人であった。

一方、生徒の既有知識についての実態調査（資料1）について、40人中39人が7問

中5問以上に解答できた。これらのことから、生徒は思考した結果や見た現象を文章で表現することはできているが、それを他者に口頭で表現したり、実験の計画を立てて実験を行ったりした経験が少ないことが分かった。

さらに、摩擦力は何によって決まるのか授業前に質問紙調査を行ったところ、図2に示すように、多くの生徒が「物体の質量・重さ」と回答していた。正答である「垂直抗力」と回答した生徒はなく、摩擦力が垂直抗力によって決まるという概念をもっていなかった。

そこで、本研究においては、生徒自ら実験計画を立案し、実験を行い、結果を考察することで、見通しをもって問題解決に取り組めるようにし、科学的な思考力を育みたい。また、活動の中で生徒が自らの学びを整理し他者と共有する機会を設けることで、科学的な表現力を育みたい。

4 指導と評価の計画（16時間扱い）

第1次 力	4 時間
第2次 運動の法則	6 時間
第3次 様々な力と運動	6 時間

時	学習内容	評価の観点				評価規準	評価方法
		関	思	技	知		
1	張力を伴う物体の運動	◎				物体に働く力について関心をもち、意欲的に探究している。	行動観察
2 本時	静止摩擦力と最大摩擦力		◎			班で協議して未知の現象を探究するための実験計画を立て、整理して文章及び口頭で表現している。また、実験結果から導き出した考えを他者のものと比較し、共通点や相違点を見いだしている。	ワークシートの分析、発言
3	動摩擦力と動摩擦係数			○		静止摩擦力の概念を拡張し、動摩擦力も面からの垂直抗力に比例することを理解している。	ワークシートの分析、小テスト
4	斜面と摩擦力			○		摩擦力が働く場合の斜面上の物体の運動について、物体に働く力を図示し、力のつり合いや運動方程式を適用することで、運動の様子を理解している。	ワークシートの分析
5	圧力と浮力	○		○		気体や液体の圧力に関心をもち、様々な歴史的な実験について意欲的に探究している。 圧力の基本的な考え方から水圧や浮力を求める実験計画を立て、的確な実験を行っている。	行動観察、発言 ワークシートの分析
6	空気抵抗を受けるときの落下運動		○	○	○	空気抵抗がない場合とある場合の落下運動について思考し、 $v-t$ グラフで運動の様子を表現している。 空気抵抗がある場合の終端速度の概念を運動方程式に当	ワークシートの分析 小テスト

資料1 生徒の既存知識についての実態調査（平成26年7月1日実施、第2学年40人）

- (1) 次の言葉の意味について、自由に説明して下さい。
①張力 ②重力 ③摩擦力 ④垂直抗力
- (2) 摩擦の力の大きさは何によって決まると思いますか。また、この力の大きさを測るにはどのような方法があると思いますか。
- (3) 質量が一定の台車を様々な大きさの力で引く実験について考えます。 $v-t$ グラフと $a-f$ グラフをかきますが、なぜ、2種類のグラフをかく必要があるのでしょうか。
- (4) 台車の質量を変えながら、一定の力の大きさで台車を引く実験について考えます。実験結果を整理する際、 $v-t$ グラフと $a-f$ グラフと $a-1/m$ グラフを書きますが、なぜ、3種類のグラフを書く必要があるのでしょうか。

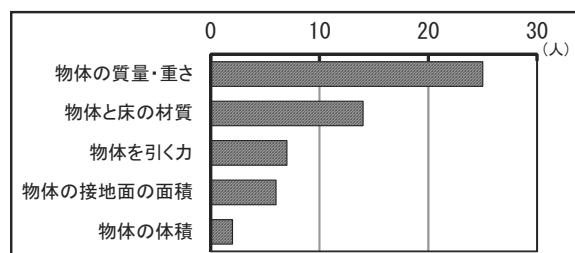


図2 「摩擦力は何によって決まるのか」に対する回答状況(記述式、複数回答)

(平成26年7月1日実施、第2学年40人)

てはめて理解している。

◎：指導に生かすとともに記録して総括に用いる評価、○：主に指導に生かす評価

5 本時の指導

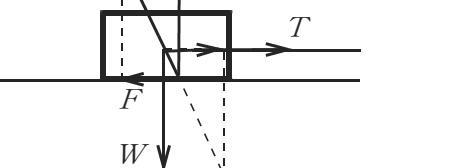
(1) 目標

未知の現象を探究するための実験計画を立て、整理して文章及び口頭で表現することができる。また、実験結果から導き出した考えを他者のものと比較し、共通点や相違点を見いだすことができる。（思考・判断・表現）

(2) 準備・資料

摩擦実験器10個、押し引きばねばかり20個、フック付きペットボトル20個、仮止め用テープ5個、クラス発表用画用紙10枚、ペン10本、マグネット40個、ワークシート

(3) 展開

学習活動・内容	指導上の留意点・評価
1 本時の学習課題を確認する。	・日常生活で摩擦のために動かせなかつた状況を生徒が自由に発言することで、本時の学習への意欲を高められるようにする。
静止摩擦力とはどのような力で、何によって決まるのだろうか。	
・日常生活で摩擦のある（動かそうと思っても動かない）状況を想起する。	
2 物体を引いても動かない状況を想起し、その物体に働いている力を全て図示する。	・静止摩擦力を考える際、物体に働く張力と重力、面からの抗力を図示する必要があるため、それが滞っている生徒に対しては、以前の授業プリントを参照するように促す。
	
3 図示した内容から、張力と重力、抗力の3力がつり合っており、この抗力を面に平行な成分と垂直な成分に分けることで定義できることを理解する。	・生徒が書いた力線から、静止摩擦力は単に進行方向と逆向きに働く力であるという概念にとどまることは誤りであることに気付くようにし、静止摩擦力と垂直抗力は面から受ける抗力の分力であることを説明する。
4 静止摩擦力と力のつり合いについての演習問題を解く。	・問題演習を通して、張力が存在しても静止している場合は、力がつり合っていることに気付けるようにし、静止摩擦力を算出するように促す。
物体を $T=2.0\text{N}$ の力で水平に引いたとき、物体は静止していた。このとき、物体が受けている静止摩擦力の大きさ F はいくらか。	
5 演習問題中の張力を徐々に大きくしていく場合、どのようなことが起こるか考え、発表する。	
6 最大摩擦力は何によって決まるのか（何が大きくなれば最大摩擦力が大きくなるのか）を個人で予想し、発表する。	・物体をばねばかりで引く演示実験を行い、静止摩擦力には上限があり、それより大きな張力が加わると滑り出すことに気付くようにし、そのときの摩擦力が最大静止摩擦力であることを理解できるようにする。
7 質量と垂直抗力の大きさをどのように制御するかを思考し、最大摩擦力を測定する実験計画を立てる。	・最大摩擦力の定義を十分理解していない生徒に対しては、机間指導により摩擦力が大きくなるには何が大きくなればよいのか言葉かけを行う。
8 実験を行い、その結果を整理する。	・最大摩擦力について、垂直抗力に言及する班がない場合、質量が同じでも摩擦力に変化が表れる場面について再考するよう促す。
・質量を一定にしてばねばかりを押し引きすることで垂直抗力の大きさを制御する。	・どのようにして二つの量を制御するか、提示した実験器具から考えられるようにする。
9 垂直抗力を変化させる方法及び垂直抗力の意味を確認させるための言葉かけを行う。	
10 質量を変えて実験を行う班に対しては、質量が変化すれば垂直抗力も変化してしまうことを助言し一方を一定にし他方を制御する方法を考えるよう	

9 実験結果を基に考察し、最大摩擦力は何によつて決まるのか、実験結果から班で明らかにする。

10 班ごとに実験方法と結果、考察を発表する。発表班以外は他者の考えを聞いて、自分たちの考えに変化が生じた場合、朱書きでその旨をワークシートに書き込む。

静止摩擦力は抗力の分力であり、最大静止摩擦力は垂直抗力の大きさによって決まる。

に促す。

- ・判断の基準Bに至らないと予想される生徒に対しては、まずは自らの考察を文章でまとめ、それを読むところから話合いに参加するよう促す。
- ・様々な観点や方法で実験した班があることを強調し、班の意見を聞いて学ぶことの重要性を確認する。
- ・生徒間での質疑等を通して、思考の深め合いを促す。

⑩ 未知の現象を探究するための実験計画を立て、整理して文章及び口頭で表現している。また、実験結果から導きだした考え方を他者のものと比較し、共通点や相違点を見いだしている。(思考・判断・表現、ワークシートの分析、発言)

A：目的を明らかにした実験計画を立て、制御する物理量を明確にして文章及び口頭で表現している。また、実験結果から導き出した考え方を他者と比較し、共通点や相違点を見いだし、考え方の修正や実験方法の工夫など新しい視点を得ている。

B：目的を明らかにした実験計画を立て、整理して文章及び口頭で表現している。また、実験結果から導き出した考え方を他者と比較し、共通点や相違点を見いだしている。