

II-1-4 理科

(1) 研究仮説

実験の仮説を個人で立てた後、この仮説を踏まえて googleform で簡単な問題に回答する。この結果を即座に共有することで、課題意識を明確に持ち、それにより学びへの主体性が育まれるであろう。

実験から得られた結果から、なぜそのような結果になるのかを考えるうえでより有効な「視点」を明示することで、これまで学習した内容と結び付けて思考することができるであろう。

(2) 実践

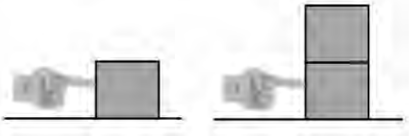
- ア 実施日時 令和 3 年 10 月
 イ 実施場所 理科室 II
 ウ 参加生徒 1 学年 3 クラス (40 名 × 3 クラス)
 エ 実施内容

物体を摩擦のある水平面上に置き、物体に力を加えていき、物体が水平面上をすべりはじめる直前の物体に加えられた力に対して逆向きにはたらく力の大きさを最大摩擦力と呼ぶことを学習した。本時では物体の質量と底面積は最大摩擦力の大きさとどのような関係があるかを考える。

時間	生徒の学習活動	指導上の留意点
導入 10 分	- 質量と底面積をそれぞれ変化させると、最大摩擦力の大きさはどのように変化するか仮説を立てる。 - googleform で簡単な問題に答える (図 1)。 - 学級全体の仮説の結果を確認する。	生徒がイメージしやすいよう演示する。
展開 35 分	- 質量と面積をそれぞれ変化させたときの最大摩擦力の大きさを測定する。 - 得られたデータをグラフにする。 - 質量と底面積は最大摩擦力の大きさとどのような関係があるかを考察する。 - 班ごとに考察したことを発表する。	- 測定器具の使い方に留意させる。 - 誤差が出ないように工夫して実験するよう促す。 「水平面に及ぼす力」と「摩擦力の公式」に着目させる。
まとめ 10 分	- 質量と底面積はそれぞれ最大摩擦力の大きさとどのような関係があるかまとめる。 - 誤差をできる限り小さくするための工夫を考えさせる。 - 初めに行った内容と同じ内容の問題を googleform で答える。	

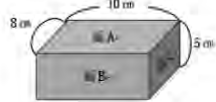
図 1 googleform の問題

図のように摩擦のある水平面に物体を置き、物体が動き出すまで手で押した。物体を重ねた場合とそうでない場合で、物体が動き出すまでに必要な力の大きさの関係として正しいと思うものを選び。なお、重ねる物体は水平面に置いた物体と同じものであるとする。



☐ 重ねない場合 (左図) のほうが必要な力は大きい。
☐ 重ねる場合 (右図) のほうが必要な力は大きい。
☐ 重ねても、重ねなくても必要な力の大きさは変わらない。

直方体の物体を摩擦のある水平面上に置き、物体が動き出すまで力を加えた。物体が動き出すまでに必要とした力の大きさと下にした面との関係について正しいと思うものを選び。



☐ 面 A を下にしたときに、物体を動かすのに必要な力が最も大きくなる
☐ 面 B を下にしたときに、物体を動かすのに必要な力が最も大きくなる
☐ 面 C を下にしたときに、物体を動かすのに必要な力が最も大きくなる
☐ どの面を下にしても、物体を動かすのに必要な力の大きさは変わらない

(3) 評価

ア 考察

授業の初めと最後に googleform で行った問題の結果を下の図 2 に示す。(上段：授業開始直後の調査、下段：授業終了直前の調査)

図 2 googleform の問題の結果 回答数：授業開始直後 110, 授業終了直後 105

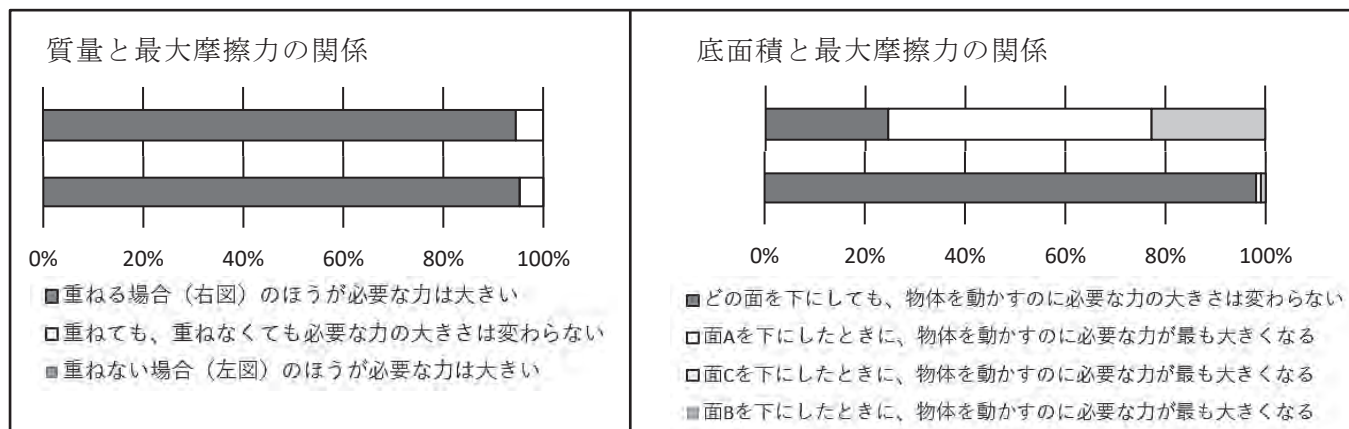


図 2 の質量と最大摩擦力の関係について正しい概念を獲得(「重ねる場合のほうが必要な力は大きい」を選択)していたと思われる生徒は 94.5%と高く、授業終了直後も 95.2%と高い水準だった。

一方、底面積と最大摩擦力の関係について授業開始直後に正しい概念を獲得(「どの面を下にしても、物体を動かすのに必要な力の大きさは変わらない」を選択)していたと思われる生徒は 24.5%であった。そのほか、「面 A を下にしたときに、物体を動かすのに必要な力が最も大きくなる」と考えた生徒は 52.7%、「面 C を下にしたときに、物体を動かすのに必要な力が最も大きくなる」と考えた生徒は 22.7%であった。75%近くの生徒は底面積と最大摩擦力の関係について誤概念を持っていた。その中で、約 7 割の生徒は底面積が大きいほど最大摩擦力が大きくなる、約 3 割の生徒は底面積が小さいほど最大摩擦力は大きくなると考えていた。授業終了直後の調査で「どの面を下にしても、物体を動かすのに必要な力の大きさは変わらない」を選択した生徒は 98.1%と大幅に増え、底面積は最大摩擦力とは関係がないことを理解できた生徒が多くいたと考えられる。

底面積が変化しても最大摩擦力の大きさは変化しないのはなぜか考察させたところ、「 $F = \mu N$ において面積が関係してこないから」や「垂直抗力だから関係なし」と授業で学習した数式をもとに論理的に考察できた生徒がいた。

また、誤差を小さくするためにできる工夫を考えさせたところ、「机の凹凸のないきれいなところでやる」や「物体の材質が均一なものにする」や「実験回数を増やす」など誤差が発生しそうな部分に着目し、次の実験につながる考えが多く見られた。

イ 参加生徒の感想(一部抜粋)

- ・摩擦力は面積によっても変わると思っていたので、変わらないと知って驚いた。
- ・面積が変わっても最大摩擦力の大きさが変わらないのは、 $F = \mu N$ の式は最大摩擦力の式で、面積についての変数が入っていないのがわかった。最大摩擦力の大きさに関係するものは、質量、(面積)、材質以外にはもうないのか気になった。
- ・物体の質量を大きくすると、最大摩擦力が大きくなり、比例の関係になるが、接する面積を大きくしても、最大摩擦力はほぼ変わらないことがわかった。
- ・実験をしたことによって、公式との関係付けをしやすくなり、覚えやすくなった。

ウ 今後の課題

底面積は最大摩擦力の大きさとは関係ないことの理由を考えさせる時間が短かった。実験し、グラフを作成する時間と、考察する時間で 2 時間使いたい。実験で使用した物体や測定器具等はあらかじめ用意したものであったが、誤差をなるべく小さくするためにどのような物体を用いればよいか、どのように測定すればよいかなど考えさせるとより深い学びにつながるのではないと思った。