

<物理>

力と運動の学習における指導の工夫 — 運動の法則の教材・教具の製作を通して —

沖縄県立開邦高等学校教諭 宮 國 和 也

I テーマ設定の理由

物理において力学分野は基礎的で重要な分野である。しかし、多くの生徒は興味・関心が低く、苦手としている分野である。その主な理由は計算が難しいということである。

平成15年度実施の学習指導要領においてこの分野は「物理I」の「運動とエネルギー」という項目で扱われ、「日常に起こる物体の運動と様々なエネルギーの現象を観察、実験を通して探究的に扱い、物理学的に探究する能力と態度を養う」ことをねらいとしている。今後は更に生徒の興味・関心を高め、実験などの探究的活動から基本的な概念や法則を見出していけるような工夫が必要となるであろう。そこで、物理に対する興味・関心を高め、数式の理解を深めるため、次の2点を課題とし、本研究のテーマを設定した。

① 運動の法則における、生徒の興味・関心を引き出す教材・教具の製作

② 生徒が製作した実験器具を利用し、実験から運動の法則の規則性を見出し、関係式を導き出すまでの指導の工夫

II 研究内容

1 実態調査

(1) 目的

生徒の物理に対する興味・関心や物理現象に対する見方・考え方を調査し、研究の基礎資料とする。

(2) 対象と人数

沖縄県立開邦高等学校 理数科2年1組
男子 15名 女子 28名

(3) 調査結果

物理に対する興味・関心についての調査では、「物理を好き」と答えた生徒は3割程度で、全体的に物理に対する興味・関心は低い。しかし、物理を好きと答えた生徒はその理由として「物理に興味があるから」、「いろいろなことがわかるから」

と挙げており、好きな生徒は物理の学習に対して意欲的である。また、嫌いな理由としては「計算が多い」、「計算が難しい」という答えが6割を占めている。

次に実験についての調査では「実験が好き」という生徒が7割程度で、その理由としては「いろいろな発見がある」、「何か作るのが楽しい」という答えが多かった。

また、運動の3法則に関する調査を行ったところ、慣性の法則、作用・反作用の法則については中学校で学習しており、それらについての知識はあるが、運動の第2法則に関しては物体の運動の向きに力を加え続けても物体の速度は変わらないと答えた生徒が半分近くいた。

(4) 考察

全体的に物理に対する興味・関心は低いと言える。その主な理由は計算が難しいということである。生徒は実験を通して物理現象について調べたり、考えたりする事には興味がある。しかし、それに計算が入ると難しく興味なくなる。つまり、計算が難しいという意識が強く、そのため物理現象についても興味をなくしていると言える。

また、法則や数式についての理解がしっかりとできていない生徒は、計算を難しいと感じているということも言える。

したがって、数式の理解を深める指導の工夫と、物理に対する興味・関心を更に高めていくことが必要である。

2 素材研究

運動の法則に対する生徒の興味・関心を高めるため、次のような教材・教具を製作した。

(1) 卓上ホバークラフト 慣性の法則)

プロペラで下に空気を送ることによって全体が少し浮いた状態で運動させることができる。慣性の法則の定性的な実験に利用できる。

<材料>

ペットボトル、マブチモーター 140 (1個)、プロペラ (1枚)、単三乾電池 (2個)、電池ホルダー (単三用2個)、リード線、プラスチック皿 (1

枚), 発泡スチロール板 (10cm × 2cm × 0.5cm)

<製作の方法>

- ① ペットボトルの上部(約 15cm)を切り取る。
- ② プラスチック皿に①のペットボトルの切り口にあうように穴をあけ、ペットボトルをセロハンテープで留める。
- ③ 発泡スチロール板の中央にモーターの突起部分が入る穴をあけ、そこにモーターを両面テープで取り付ける。
- ④ モーターにプロペラをはめ込む。
- ⑤ 図2のように乾電池ホルダーと③を両面テープで皿に取り付け、リード線をつなぐ。

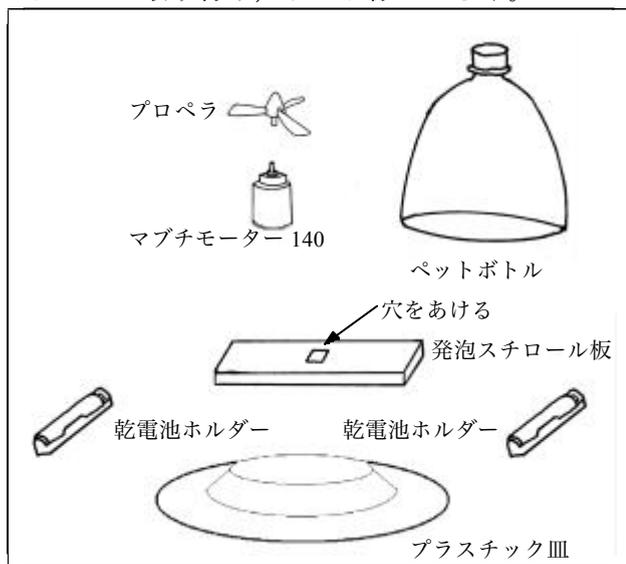


図1 卓上ホバークラフト部品

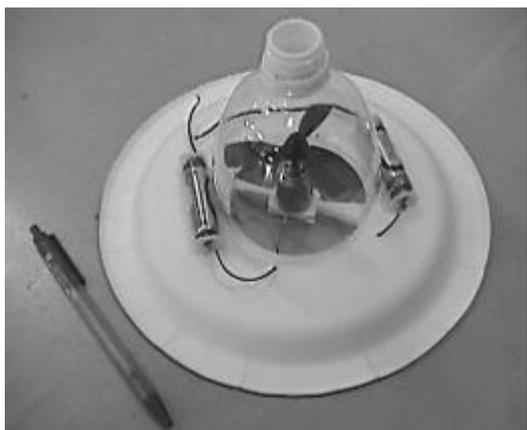


図2 卓上ホバークラフト完成図

(2) 人が乗れるホバークラフト 慣性の法則)

送風機で空気を送ることによって人が乗っている状態でも浮かすことができ、摩擦を少なくすることによって慣性の体験や慣性打ち上げなどの体験に利用できる。

<材料>

ドレンホース用三ツ股ジョイント (2個), ドレンホース (80cm 3本, 10cm 1本), エアトラック用送風機, パイプイス小 (1脚), フィルムケース (3個)

- ベニヤ板 45cm × 45cm × 0.9cm 3枚
 28cm × 65cm × 0.9cm 1枚
 角材 4.5cm × 80cm × 4.5cm 4本
 4.5cm × 28cm × 4.5cm 4本

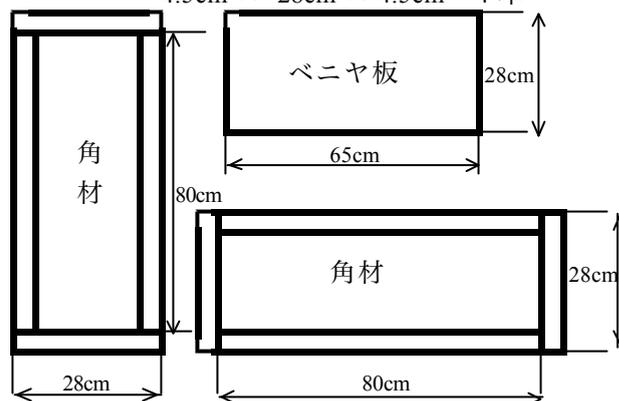


図3 ホバークラフト骨組み

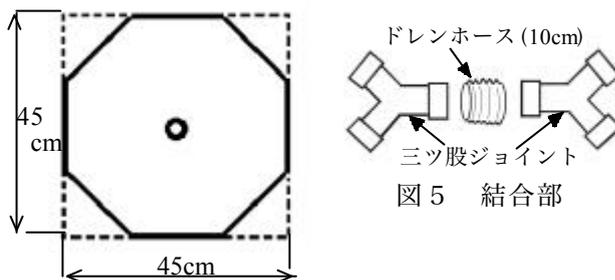


図4 ベニヤ板

<製作の方法>

① 図4のようにベニヤ板の四隅を切り取り、穴(直径 3cm)をあけてフィルムケースを入れる。

② ホース (10cm) の両側に三ツ股ジョイントを2つ取り付け(図5), 各ホースと送風機

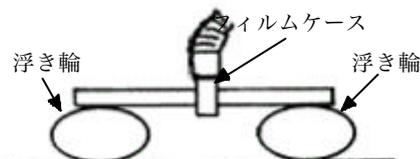


図6 接地部分の断面図

の結合部分にする。

③ 角材をベニヤ板に取り付け(図7), ドレンホースを図6のようにフィルムケースにボンドで接着する。

④ 浮き輪に1/3程度空気を入れ、両面テープでベニヤ板に取り付ける。(図6)

⑤ 送風機にホースを取り付ける。

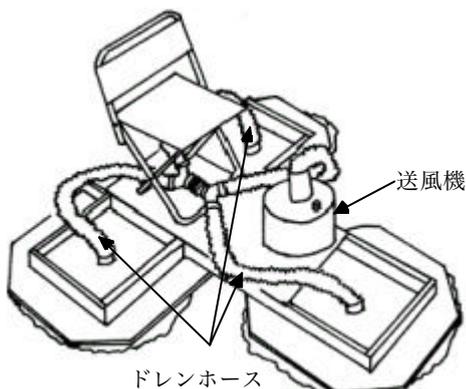


図7 ホバークラフト完成図

(3) 浮かぶ磁石 作用・反作用

円形フェライト磁石（穴あき）を同じ極どうし向かい合わせて丸棒に入れると反発して一方は浮いた状態になる。しかし、作用・反作用によってはかりの目盛りは変化しない。生徒に予想させて作用・反作用の理解を深める。

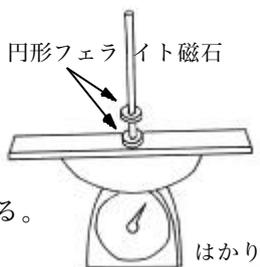


図8 浮かぶ磁石

<材料>

ベニヤ板, はかり, 丸棒
円形フェライト磁石

(4) 力学滑走台

釣り竿ケースを利用し、簡単に製作できる力学滑走台を製作する。慣性の法則などの実験に利用できる。

<材料>

釣り竿ケース(150cm), アクリル板(10cm × 10cm 2枚), 塩化ビニールパイプ(10cm 送風機またはブロアなどの大きさに合うサイズ), 滑走体(アクリル板 8cm × 15cm, 2cm × 15cm)

<製作の方法>

① 釣り竿ケースに 1cm 間隔に穴をあける。

② 2枚のアクリル板(10cm × 10cm)の一方には穴をあけ、塩化ビニールパイプを入れてホットボンドなどで固定する。

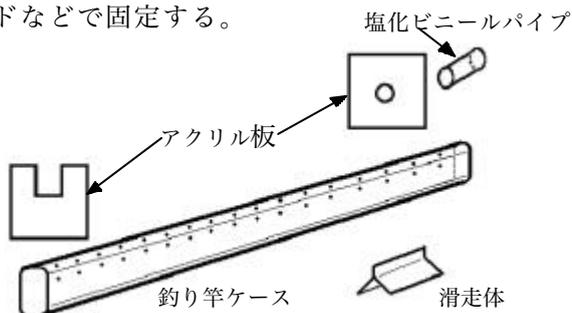


図9 力学滑走台部品

③ 他方は図9のように約 3cm 四方切り取る。

④ ②と③のアクリル板を釣り竿ケースの両側にホットボンドなどで接着する。(図10)

⑤ アクリル板(8cm × 15cm)を曲げ、その部分に残りのアクリル板(2cm × 15cm)を接着剤で取り付けて滑走体を作る。(図9, 図10)



図10 力学滑走台完成図

(5) 運動の法則を導く実験

<材料>

滑車(2個), 力学滑走台, 送風機(ブロアまたは掃除機の廃品), ばねばかり, クランプ, スタンド, おもり, ビースピ(ミニ4駆用の速度測定器 3個)

<実験の方法>

① 滑走体におもりをつけた糸を取り付ける。

② おもりの落下によって、滑走体に一定の力を加える。

③ 滑走体の速度をビースピで測定する。

④ 測定した値をコンピュータで処理し、加速度を求めて力と加速度の関係を定量的に表す。

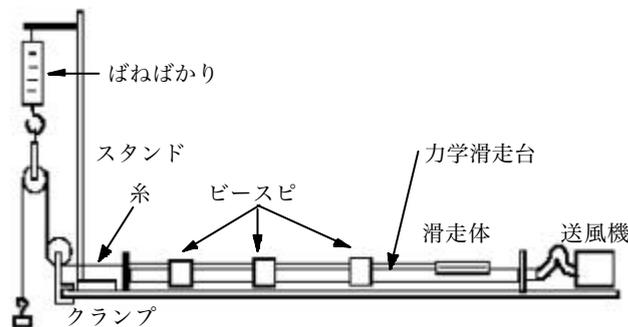


図12 運動の法則の実験器具

(6) 表計算ソフトの活用

実験データの処理には表計算ソフト「Microsoft Excel」を利用した。予め、加速度と力の大きさ

を求める計算式を表に組み込み，その表から自動グラフ表示をするように準備しておく。これにより，ビースピの速度データをコンピュータに入力すると力と加速度の関係を表すグラフが作成できる。

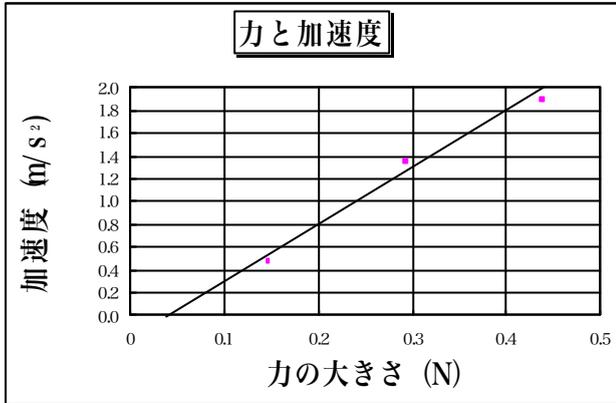


図 13 コンピュータ (Excel) による処理結果

III 授業設計

1 単元名 第2章 力と運動

2 単元設定の理由

(1) 教材観

この単元では，力の表し方やつり合い，合成分解や物理の基本法則である運動の3法則などを学習する。力や質量、加速度などの概念は運動の3法則を学び、運動方程式を様々な状況に適用していく中で理解が深まる。ここでの内容は今後の学習にも関係する重要な部分であり、しっかりと理解しなければならない。

また、「運動の3法則」は平成15年度実施の学習指導要領では物理Iの「運動とエネルギー」で扱われ、直線運動を中心に学習を進めていく。「運動の法則」の指導内容には大きな変化は見られない。

(2) 生徒観

対象学級は理数科の2年生で，授業態度，成績ともに良好である。しかし，物理は難しいという生徒が多く，物理に対する苦手意識がある。物理が苦手という生徒の多くは計算が難しいと感じている。

(3) 指導観

ここでは，実験から法則を導き出すことができるように指導方法を工夫したい。また，力や加速度，質量などの概念についてもそれらに関係づけていくことで運動の法則についての理解を深めさせていきたい。

3 単元の指導目標

力の表し方やその概念について学習し，実験を通して運動の3法則を理解させる。

また，それらを使って「いろいろな運動」で学習し，理解を深める。

4 単元の指導計画

第2章 力と運動

第1節 力・・・・・・・・・・3時間

A 力のあらわし方

B フックの法則

C 力の釣り合いと合成分解

D 作用・反作用の法則

第2節 運動の法則・・・・・・・・・・3時間

A 慣性の法則

B 力と質量と加速度・・・・・・・・・・本時

C 運動方程式

D 重力と質量

E 単位と次元

F 運動の3法則

第3節 いろいろな運動・・・・・・・・・・3時間

第4節 慣性力・・・・・・・・・・2時間

第5節 剛体に働く力・・・・・・・・・・3時間

5 本時の学習指導

(1) 主題名 力と質量と加速度

(2) 指導目標

力と加速度の関係について実験から規則性を見出し，関係式を導き出すことによって運動の法則を理解させる。

(3) 目標行動

G 力と加速度の関係について規則性を見出し，関係式 $a = k \cdot F$ を導き出すことができる。

(4) 下位目標行動

① 摩擦があるためにグラフは原点を通らないことが指摘できる。

② グラフより，力の大きさと加速度が比例関係であることが指摘できる。

③ コンピュータを利用し，グラフをつくることができる。

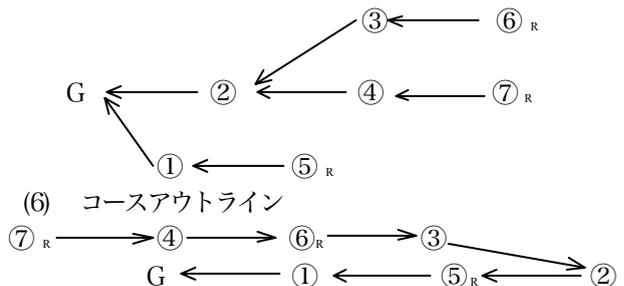
④ 物体に力を加えると，加速度が生じることが指摘できる。

⑤_R 比例関係を式で表すことができる。

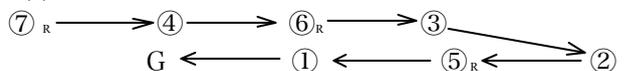
⑥_R コンピュータにデータを入力できる。

⑦_R 慣性の法則が言える。

(5) 形成関係図



(6) コースアウトライン



		<p>19 グラフを式で表すと $a = kF - b$ になることを確認する。</p> <p>20 「グラフが原点を通らないのはなぜでしょうか。」</p> <p>21 指名する。</p> <p>22 グラフが原点を通らない理由を発表する。</p> <p>23 グラフが原点を通らない理由が分かれば Yes。</p> <p>24 運動の向きと逆向きの力が働いていることを強調する。</p> <p>25 「摩擦を無視して力と速度の変化の大きさの関係を式で表すとどうなるでしょうか。」</p> <p>26 指名する。</p> <p>27 切片 b をはずした式になる。</p> <p>28 力と加速度が比例関係であるため、$a = k \cdot F$ という式で表されることが分かれば Yes。</p> <p>29 切片 b は摩擦によるもので、式に入れない。</p>	<p>⑤_R</p> <p>①</p> <p>G</p> <p>28 力と加速度は比例関係であるから、$a = k \cdot F$ という式で表されることが分かる。</p>	
<p>ま と め 3 分</p>	<p>30 まとめ</p> <p>31 次回の予告</p> <p>おわり</p>	<p>30 物体に力がはたらくとその大きさに比例した加速度が生じ、$a = k \cdot F$ という式で表される。</p> <p>31 「次の時間は力と質量の関係について調べます。」</p>	<p>30 予想と比較しながらまとめをワークシートに記入し、提出する。</p>	

IV まとめと今後の課題

運動の法則について身近な素材を使った教材・教具の製作と、それを利用して実験から力と加速度の関係を導き出す授業設計を行った。教材・教具はできるだけ簡単に製作でき、運動の3法則を身近な現象として捉えられるよう工夫した。特に力学滑走台は釣り竿のケースを利用することによって簡単に製作することができ、各グループで実験を行うことができる。

<主な参考文献>

岐阜物理サークル編著 1996 『いきいき物理わくわく実験』 新生出版
 沖高理物理教育研究会編 1998 『ホバークラフトの製作』 物理研究会誌

また、授業設計ではコンピュータを用い、実験の処理にかかる時間を短縮し、数式までを導き出せる工夫をした。

今後の課題

- (1) 他の力学現象にも興味・関心が持てるような教材・教具の開発
- (2) コンピュータ利用の工夫
- (3) 他の現象においても自ら数式や法則を導き出し、興味・関心が持てるような授業設計の工夫