

「身近な物理現象」における発展的学習について

－「光と音」、「力と圧力」において、個性を生かす教育をより一層充実するために－

加藤 祐志

中学校「身近な物理現象」における「光と音」及び「力と圧力」の発展的な教材として、寒天を素材とするレンズ等を用いた実験及び水圧と水深の関係を調べる実験を取り上げた。また、平成15年12月の学習指導要領の一部改正を受けて改訂され、平成18年度から使用開始される教科書において数多く取り上げられる「発展的な学習」について、その趣旨等を検討した。

〔キーワード〕 中学校理科 光と音 寒天レンズ 力と圧力 水圧・浮力 発展的な学習

はじめに^{※1)}

基礎・基本の確実な定着を図り、個性を生かす教育を充実させるという学習指導要領のねらいを実現するためには、生徒一人一人の特性等を十分理解し、それに応じた指導方法や指導体制の工夫改善を図ることはもとより、学習指導要領に示す内容を身に付けている生徒に対して、生徒の能力・適性、興味・関心等に応じてさらに学習を広げ深めるために、個に応じた指導の充実を図ることが大切である。

そこで、平成15年12月、学習指導要領の総則を中心にその一部が改正され、その中で「学習指導要領の基準性を踏まえた指導の一層の充実」と「個に応じた指導の一層の充実」が提示された。

すなわち、学習指導要領に示している内容の確実な定着を図る指導を十全に行うこと、その上で、生徒の実態により、興味・関心等に応じた課題学習、補充的な学習や発展的な学習などの学習活動を取り入れた指導を行うことの重要性が、個性を生かす教育を充実する観点から、より明確に示されたのである。

ここでは、学習指導要領の一部改訂の趣旨及び、「改善の具体的事項（学年進行による内容構成の趣旨）」を踏まえ、「身近な物理現象」における発展的な学習の教材・実験について検討した。

1 「光と音」の単元における発展的な学習に 取り上げる実験例

光の反射や屈折、凸レンズの働きの学習において、水やガラスなどを用いた実験を通して、光の性質を理解させるためには、光の道筋である「光線」を十分に意識させることが大切である。そこで、光源としてレーザーポインタを用いると、「光線」を直接観察することができ、生徒のもつ「光線」のイメージに当てはまりやすく、十分な理解につながりやすい。とりわけ、凸レンズの実験において有効である。

ただし、レーザー光線はガラス内では見えないので、ガラスに代えて寒天で作ったレンズを用いると、レンズ内の光線を見ることができる。

また、寒天に砂糖（グラニュー糖、上白糖等）を加えると、光線が透過しやすくなる。

さらに、寒天は、容易に変形、加工することができ、安価で身近な素材なので、生徒一人一人に与えることにより、生徒の興味・関心に応じて実験を工夫する学習活動が可能となる。

－寒天を素材としたレンズ等による実験－

目 的

寒天を材料としたレンズ等を用いて、光の性質（直進、反射、屈折、全反射）について調べる。

準 備

粉寒天、電子レンジ（500W）、耐熱計量カ

ップ（電子レンジ用）、耐熱プラスチック容器（100℃まで耐えられるもの）、円形抜き型、グラニュー糖、カッターナイフ、レーザーポインタ、アクリルミラー（鏡）

方 法

A 寒天の作成（約500 ă）

- (1) 粉寒天4 gとグラニュー糖90 gを耐熱計量カップに取り、水500 ăを加えて、よく攪拌する。
- (2) (1)を電子レンジで、およそ7分間、途中よく攪拌しながら、煮立つまで加熱する（電子レンジを用いなくても、鍋等に(1)を取り、よく攪拌しながら煮立つまで加熱する方法もある）。吹きこぼれる直前で加熱を終了する。

- (3) 型となる耐熱プラスチック容器に(2)を注ぎ、冷却し固める。凸レンズや円形レンズ、半円形レンズを作製する場合、円形抜き型



図1 型と抜き型を用いる。

B レンズ等の加工と光の性質の観察

- (1) カッターナイフで寒天を切り、直方体や台形寒天に加工する。レーザーポインタを光源に用いて、光の直進、屈折、全反射を観察する。

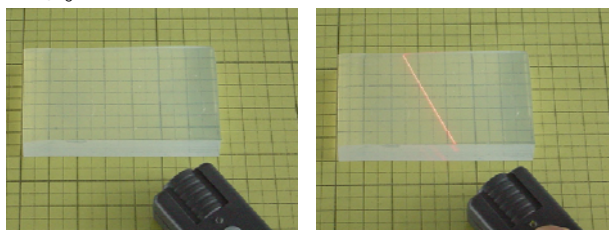


図2 光の屈折と直進の観察

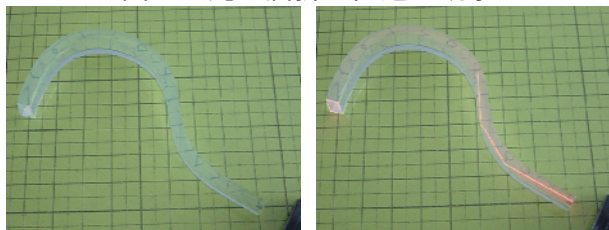


図3 光の全反射の観察

- (2) 円形抜き型から寒天を抜くと円形レンズ、

円形レンズを中心で切り分けると半円形レンズになる。半円形レンズとアクリルミラー（鏡）を用いると、反射の観察ができる。

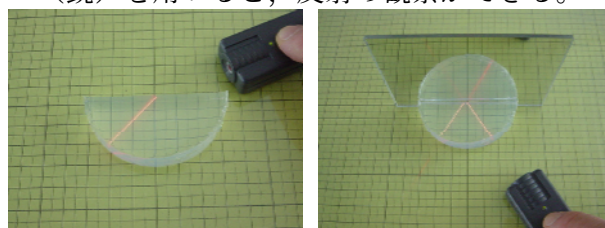


図4 半円形レンズを用いた観察

- (3) 円形レンズを図3のように切り、切った面を合わせて凸レンズに加工する。

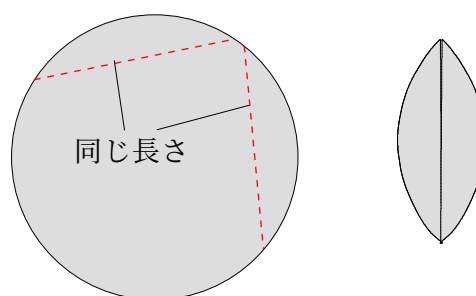


図5 凸レンズの加工

凸レンズを用いて、凸レンズを通る光の進み方について観察する。

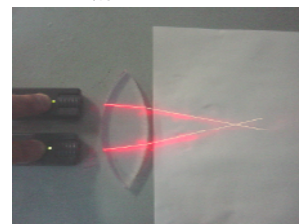


図6 凸レンズの観察

2 「力と圧力」の単元における発展的な学習に取り上げる実験例

単位面積あたりに働く力の大きさとしての圧力の概念を、圧力に関係ある身近な現象を取り上げながら理解すること、とりわけ大気圧を空気の重さに関連付けてとらえることは、大気の層や空気の重さを五感で確かめられないので、実感を伴わないことがある。

そこで、水圧と水深の関係を実験で調べることにより、より実感の伴う理解を目指す。

一水圧と水深の関係を調べる実験一

目 的

水圧の実験を行い、水圧が水深に比例すること、水中の物体に働く浮力について調べる。

準 備

アクリル円筒（内径7 cm，長さ30cm），アクリル板（10cm×10cm，厚さ2 mm），メジャー，比熱測定用球（おもり），両面テープ，糸，水槽，グラフ用紙

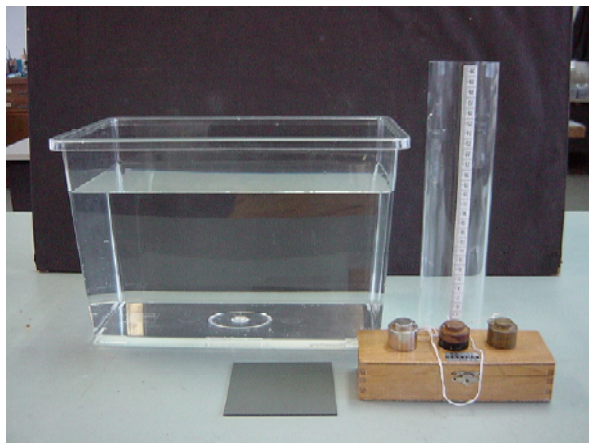


図7 実験装置

方 法

A 実験装置の作製

- (1) アクリル円筒の内径，アクリル板の厚さとアクリル板の重さを測定する。（ここでは，アクリル円筒の内径が7 cmのもの，アクリル板の厚さが2 mmで重さが24 gのものをを用いる。）
- (2) アクリル板の厚さを含めて水深が示されるように，アクリル円筒の長さに合わせてメジャーを切り，両面テープでアクリル円筒に貼り付ける。

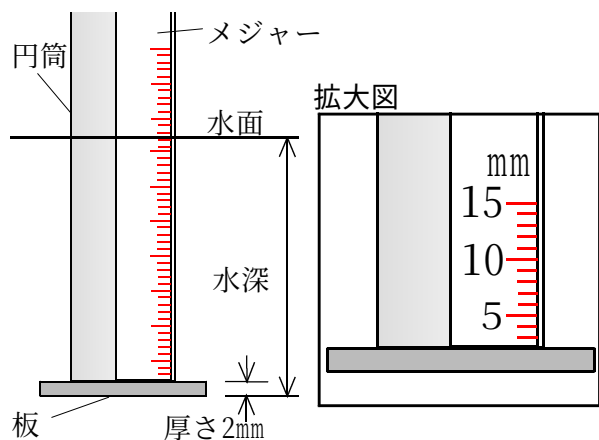


図8 メジャーの切り方・貼り付け方

- (3) 比熱測定用球（おもり）に糸をつける。

B 水圧の測定

- (1) アクリル板に働く浮力を求める。
 - ・アクリル板の体積 20 cm^3
 - ・アクリル板にはたらく浮力 20 g 重
 - ・アクリル板の重さと浮力の差 4 g 重
- (2) 圧力を計算するために，アクリル円筒の底面の面積を求める。

$$3.14 \times 3.5\text{ cm} \times 3.5\text{ cm} = 38.5\text{ cm}^2$$
- (3) 比熱測定用球（おもり）の重さを測定する。（比熱測定用球は一般に約100 g 重で，約1 Nの力をアクリル板に与えることができる。）
 比熱測定用球（おもり）とアクリル板の重さと浮力の差による圧力を計算する。
- (4) 図9のように，水の中へ静かに沈め，板を押さえていた手を離す。

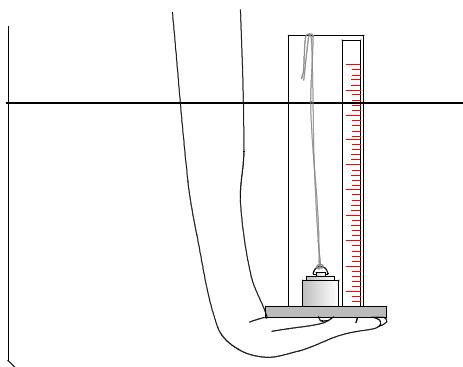


図9 装置を水中へ沈める

- (5) 装置を徐々に引き上げ，アクリル板がアクリル円筒から離れたときの水深を読み取る。
- (6) おもりの数を変え，(3)～(5)を行い，水深と圧力との関係，あるいは，水深とおもりの重さとの関係を表に整理し，グラフに表す。

3 各実験例についての検討

それぞれの実験例について，中学校教員の講座で紹介し，授業での活用について検討を行った。おおむね次のような結果であった。

－寒天を素材としたレンズ等による実験－

生徒の興味・関心を喚起し，生徒一人一人に応じた学習活動を展開する上で有用な教材と言えよう。

－水圧と水深の関係を調べる実験－

計算が複雑になってしまい、生徒に十分に理解させるためには時間を要する。グラフ処理も1年生では難しいかもしれない。選択理科の授業で取り扱ってはどうか。

4 まとめ

(1) 「光と音」の単元における発展的な学習に取り上げる実験例について

各実験例の検討においても指摘があったとおり、本実験例は光源となるレーザーポインタをある程度の数、確保できれば個別に実験を行うことができる。

また、フレネルレンズの作製や凹レンズの光の進路・焦点の探究等への学習の広がりも期待できる。

(2) 「力と圧力」の単元における発展的な学習に取り上げる実験例について

各実験例の検討においても指摘があったとおり、本実験例の圧力〔Pa〕の計算は、底面の求積や単位換算〔g 重→N〕、〔cm²→m²〕でつまずきやすく、また、アクリル板に働く浮力と重力についてもわかりにくい。しかし、複雑な計算については正しい値を示すか、あるいは、おもりの数と水深との関係とすれば、複雑な計算をせずに、おおよその比例関係をとらえることができる。

また、100 g 重のおもりを用いることで、1 N の力の大きさについて実感させることが大切である。

さらに、実測値と理論値との差の原因やアクリル円筒とアクリル板の隙間からの入った水を測定データー上どう扱うかなど、より深まりのある学習が期待できる。

おわりに^{※2)}

平成17年12月、文部科学省において「読解力向上プログラム」が取りまとめられた。このプログラムにおいて、PISAのいう読解力「自らの目標を達成し、自らの知識と可能性を発達させ、効果的に社会に参加するために、書かれたテキ

ストを理解し、利用し、熟考する能力」を向上させるために、①テキストを理解・評価しながら「読む力」を高める取組の充実、②テキストに基づいて自分の考えを「書く力」を高める取組の充実、③様々な文章や資料を読む機会や、自分の意見を述べたり書いたりする機会の充実が求められている。

これらは、国語科を中核としながら他教科等と連携して、すべての教育活動を通じて展開することが求められており、理科においては、理科で培う「科学的な見方や考え方」をよりどころにして、目的意識をもって問題解決的にテキストを解釈し、理解・評価、表現することを通して「読解力」を高めることになる。

その際、テキストの解釈及び理解・評価における、テキストの信頼性や客観性、引用や数値の正確性、論理的な思考の確かさを検証する「読む力」や、実験のデータを処理し、分かりやすく表やグラフで表現するという「書く力」、それらに基づいて自分の意見や考察を目的条件を明確にして論述する機会を充実する上で、「発展的な学習」の役割は重要である。

参考文献

- 1) 文部科学省 中学校学習指導要領（平成10年12月）解説—総則編一、一理科編—
- 2) 文部科学省 読解力向上プログラム（平成17年12月）

（かとう ひろし 物理研究室研究員）