

理科における学習の定着を図るための 観察・実験教材の開発に関する研究

一 小・中学校の学習定着度状況調査の分析をとおして一

《補助資料目次》

I	物理領域における補助資料	1
1	物理領域小学校における開発教材	1
2	物理領域中学校における開発教材	4
3	平成 19 年度の成果（中学校「電流とその利用」における開発教材と検証結果）	9
II	化学領域における補助資料	15
1	化学領域小学校における開発教材	15
2	化学領域中学校における開発教材	16
III	生物領域における補助資料	17
1	生物領域小学校における開発教材	17
2	生物領域中学校における開発教材	21

平成 21 年 1 月 7 日
岩手県立総合教育センター
科学産業教育担当
稲 森 藤 夫
茂 庭 隆 彦
菅 原 尚 志
柴 田 敬 教
千 葉 博

I 物理領域における補助資料

1 物理領域小学校における開発教材

(中学校「エネルギー変換」における小学校向け開発教材活用例)

(1) エネルギー変換における学習のねらい

「エネルギー」という言葉は小・中学生でも日常普通に使っている。しかし、エネルギーの本格的な学習は中学校3年で初めて行い、小・中学生は「知っているつもり」でこの言葉を使っているに過ぎない。しかも前回の学習指導要領の改訂でエネルギーの定義に必要な「仕事」は高校に移行された。発展的内容として中学校3年で学習するとはいえ、やはり「仕事」と「エネルギー」は同時に学習することが望ましい。と考える。

したがって、本学習では電気エネルギーを筆頭に様々なエネルギーについての認識をもたせることから始める。学習の導入では「仕事」と「エネルギー」について簡単に解説する。そして、電気エネルギーに焦点を当て、手回し発電機を用いて仕事を電気エネルギーに変換させることで、そのエネルギーは様々なエネルギーに変換させることができることを実感する。

次にペルチェ素子を用いて熱エネルギーを電気エネルギーに変換する方法を考える。そこで使う熱エネルギーは摩擦熱実験機によって自分たちで生み出す。自らが体を動かし体験する活動を通して、「仕事」と「エネルギー」が互いに姿を変えて移り変わることを、及び、多くのエネルギーを得るには多くの仕事が必要であることに気づかせたい。また、開発した小学校向け教材やスーパーキャパシティその他の新素材などを使うことにより環境に目をむけさせ、効果的な省エネルギーについて考えさせたい。

これらの学習を通して、「使わないことが省エネルギー」ではなく、「エネルギー環境」について正しく知り、いかに効率的にエネルギーを作り出し、消費するかについて考えさせたい。そして持続可能な社会に生きるために必要な知識や態度、考え方等を育てたい。

(2) 主な教材・教具

ア 手回し発電機セット (【図 1-1】)

- ・ 手回し発電機 (ケニス)
- ・ 豆電球 6 V
- ・ 40°Cで変色する液晶シートを豆電球の周囲にはる。
- ・ マブチモーターFA-130
- ・ 回転の様子が分かりやすいようにはねをつける。
- ・ 直流ブザーをならす。

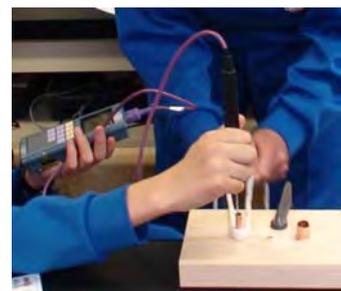


【図 1-1】手回し発電機

イ 摩擦熱実験機 (【図 1-2】)

真ちゅうパイプ部にロープを巻き付け、こすることで摩擦熱を発生させ、お湯を沸かすことができる。パイプ上部にチューブを取り付けると沸騰の様子を観察でき、お湯がこぼれない。また、パイプにシリコン栓をつけると蒸気ので飛ばすことができる。

水の温度を測定しながら、沸騰するまでの時間を競わせると、面白い。自らが体を動かし体験する活動を通してエネルギー変換を体感させたい。



【図 1-2】摩擦熱発電機

ウ ペルチェ素子 6 Aタイプ (40mm×40mm) (【図 1-3】)

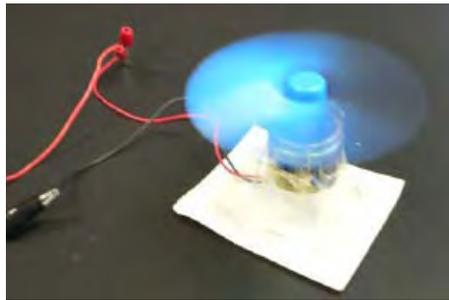
(ア) ゼーベック効果を用いた実験

ヒートシンクの代わりにして剣山を使う。剣山の針が、氷水との接触面積を増やし、常に温度を下げる役目をする。

- ① 皿に氷を入れる。
- ② 剣山を針が下になるように置き、剣山の上面が水に浸らない程度まで水を入れ、しばらく放置する。
- ③ 剣山の上にペルチェ素子を置く。
- ④ 金属製のふたのついた容器にお湯を8～9部目まで入れしっかりふたをする。
このとき、やけどをしないように十分に注意する。(軍手を使用)
- ⑤ ペルチェ素子の上にお湯を入れた容器をふたの面が下になるように逆さまにしたのせる。(【図 1-5】)
- ⑥ 太陽電池用モーターとペルチェ素子をつなぐとプロペラが回転する。(【図 1-4】)
- ⑦ お湯の代わりに手をのせただけでもモーターは回転する。
- ⑧ モーターの代わりに豆電球で試してみる。
- ⑨ 電子オルゴールはどうか。



【図 1-3】ペルチェ素子



【図 1-4】プロペラの回転



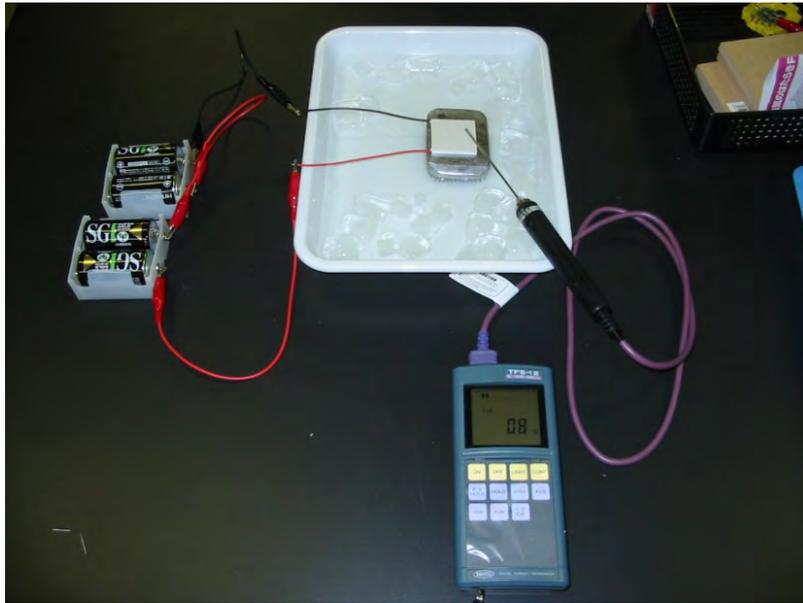
【図 1-5】温度差の設定

(イ) ペルチェ効果(発熱・吸熱現象)を用いた実験

※ペルチェ効果を使って水滴を凍らせる。

ペルチェモジュール, 剣山, トレイ, 導線, 乾電池4個, 電池ボックス

- ① 皿に氷を入れる。
- ② 剣山を針が下になるように置き、剣山の上面が水に浸らない程度まで水を入れ、しばらく放置する。
- ③ 室温を測定する。(次頁【図 1-7】)
- ④ 剣山の上にペルチェ素子を置く。
- ⑤ 単1の乾電池4個を直列につなぎ、ペルチェ素子の赤色の導線が+になるように接続する。
このとき、黒を+にすると下側部分が吸熱面になるので注意する。(次頁【図 1-6】)
- ⑥ ペルチェ素子の上に水滴を置き、様子を観察する。条件にもよるが、およそ1～3分で水滴が凍る。(次頁【図 1-8】)



【図 1-6】電池をペルチェ素子に接続



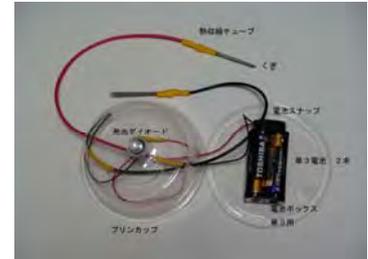
【図 1-7】室温 23.1°C



【図 1-8】吸熱（温度効果）-2.6°C

エ 電気が通るもの発見器（岩手県立総合教育センター）（【図 1-9】）

- (ア) 導通チェッカーとしての機能をもつ。
- (イ) 豆電球とLEDそれぞれを手回し発電機で点灯させそのときの負荷を実感する。
- (ウ) 豆電球とLEDそれぞれに流れる電流の大きさを電流計で測定することにより，②を電流の大きさと関連付けて理解する。

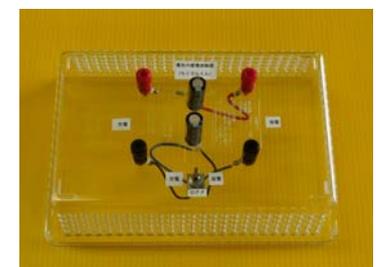


【図 1-9】電気が通るもの発見器

オ ちくでんくん（岩手県立総合教育センター）（【図 1-10】）

- (ア) 手回し発電機（ケニス）で充電する。
- (イ) ためた電気で直流モーター（はね）をまわす。
- (ウ) ためた電気で発光ダイオードや豆電球を点灯させる。
- (エ) ためた電気で直流ブザーをならす。
- (オ) ためた電気で電熱線に熱を発生させる。

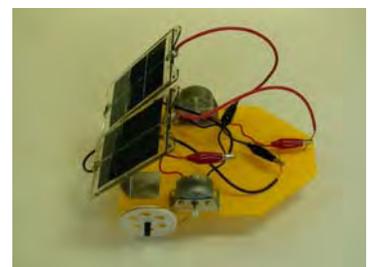
参考: エネルギーープ



【図 1-10】ちくでんくん

カ ソーラーカー（岩手県立総合教育センター）（【図 1-11】）

- (ア) 太陽電池で走行できる。
- (イ) 電池付きリモコンで自由自在な走行ができる。
- (ウ) コンデンサー付きリモコンで走行できる。
- (エ) ゼネコンで走行できる。



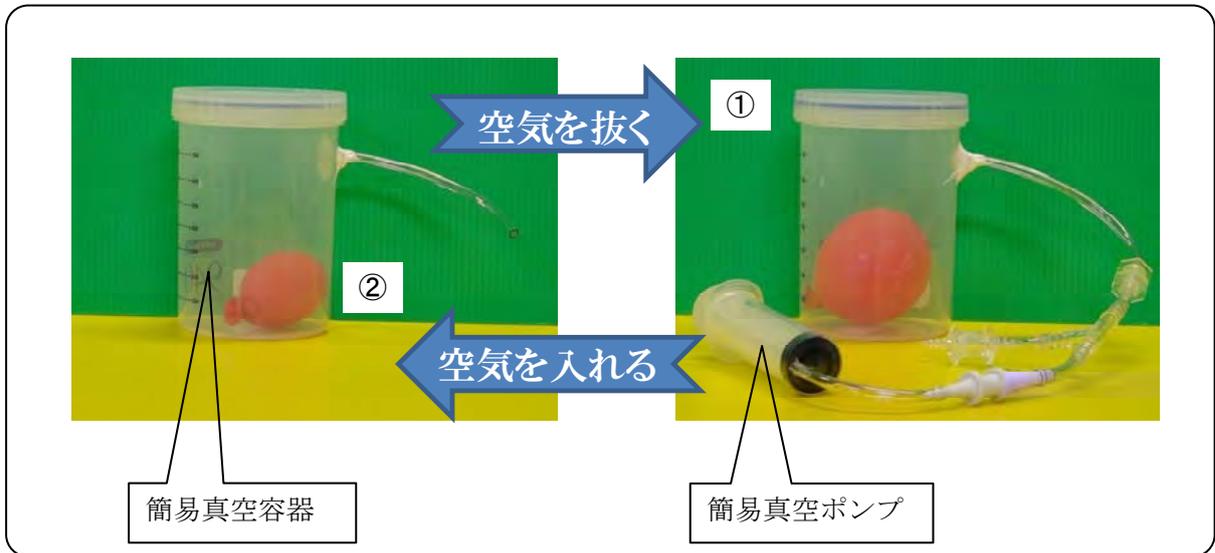
【図 1-11】ソーラーカー

観察・実験ワークシート [大気圧] No 1

補助資料 3

1年 組 氏名

1 実験の様子



2 実験の説明（変化の状況を書く）

この実験から分かることは、

(1) 風船の大きさ（ふくらむ・縮む）

- ①空気を抜くと、風船は }
 ②空気が戻ると、風船は }

(2) 簡易真空容器内の空気の圧力の大きさ

- ③空気を抜くと、簡易真空容器内の空気の圧力は、

(3) 簡易真空容器のふた、

- ③空気を抜く前は、 }
 ④空気を抜いた後は、 }

3 実験結果の解釈（変化の原因を考えて（1）の①及び②を説明してみよう）

2の（2）の実験からわかることをもとに、キーワードを **圧力、大気圧、大きさ（ふくらむ・縮む）** とすると、

①

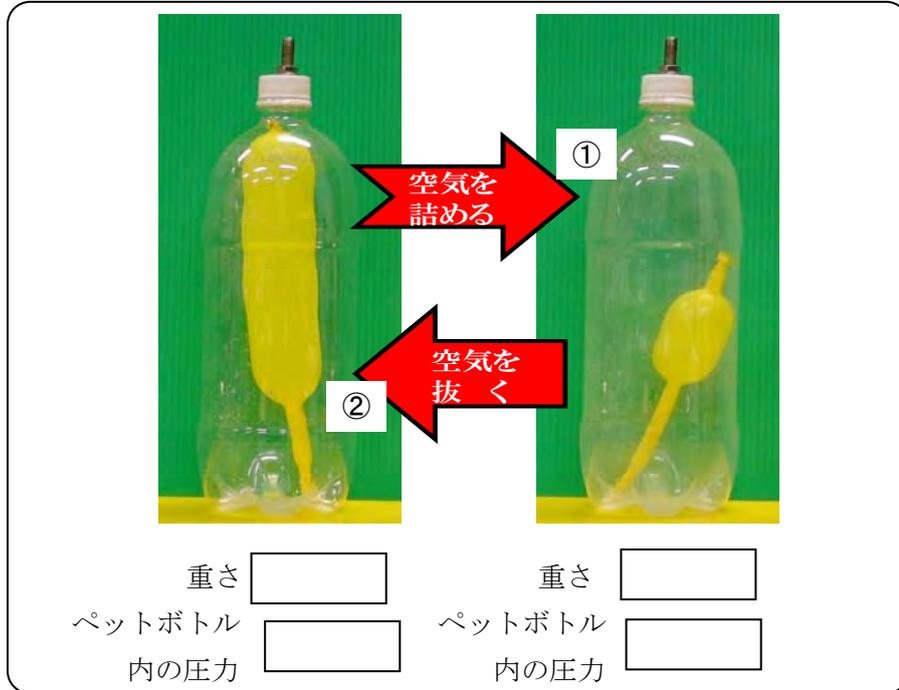
②

4 日常生活との関わり

観察・実験ワークシート [大気圧] No 2

1年 _____ 組 氏名 _____

1 実験の様子



2 実験の説明（変化の状況を書く）

この実験からわかることは、

(1) 風船の大きさ（ふくらむ・縮む）

- ①空気を詰めると、風船は }
 ②空気を抜くと、風船は }

(2) ペットボトル内の空気の圧力の大きさ

- ③空気を詰めると圧力は、，圧力の大きさは、 となった。

(3) ペットボトルをさわってみると、（かたさ：圧力の単位 [Pa] の体感）

- ④空気を詰める前は、
 ⑤空気を詰めた後は、

(4) ペットボトルに詰めた重さ

- ⑥空気を詰める前の重さは、 }
 ⑦空気を詰めた後の重さは } 差⑦-⑥

3 実験結果の解釈（変化の原因を考えて（1）の①及び②を説明してみよう）

2の（2）の実験からわかることをもとに、キーワードを **圧力、大気圧、大きさ（ふくらむ・縮む）** とすると、

①

②

4 日常生活との関わり

事前評価

圧力の学習内容は難しいと思いますか？ あてはまるものを○で囲みなさい。

1 思わない 2 どちらかといえば思わない 3 どちらかといえば思う 4 思う

また、その理由について書いてください。

事後評価 1

今回のような実験をすることで、圧力の学習内容の理解が進むと思いますか？あてはまるものを○で囲みなさい。

1 思う 2 どちらかといえば思う 3 どちらかといえば思わない 4 思わない

また、その理由について書いてください。

事後評価 2

今回の実験に取り組むことによって、確認できたことや理解できたことについて書いてください。

事後感想 1

① 今回、使用した実験教材『ボウリングの演示実験』について、感想を書いてください。

② 今回、使用した実験教材『液体圧力計』について、感想を書いてください。

③ 今回、使用した実験教材『センサー付圧力計』について、感想を書いてください。

事後感想 2

日常生活の中で大気圧に関連することについて、わかったことを書いてください。

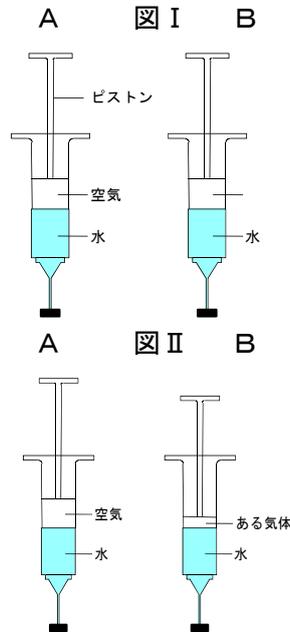
平成 20 年度 高校入試問題と実験

問題) 注射器の中に閉じこめられた物質の体積変化を調べるため、一定の大気圧のもとで、次のような実験を行いました。これについて、あとの(1)～(4)の問いに答えなさい。ただし、ピストンの摩擦と重さはないものとします。

注) (2)と(4)のみ。(1),(3),及び実験2は略

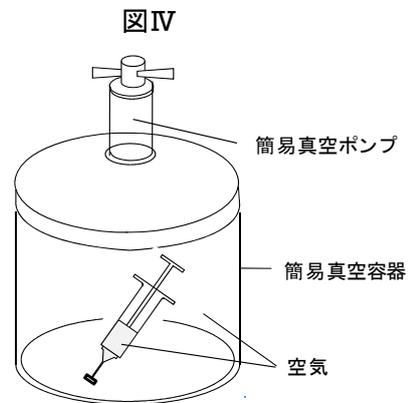
実験 1

- 1 図 I のように、2本の注射器 A, B を用意し、A には水と空気、B には水とある気体をそれぞれ入れて密閉した。
- 2 1の注射器 A, B をよく振ったところ、図 II のように、注射器 A の空気と水、注射器 B の水の体積はほとんど変化しなかったが、注射器 B のある気体の体積は減少した。



実験 3

- 5 注射器の中に、空気を入れて密閉した。
- 6 図 IV のように、5の注射器を簡易真空容器に入れ簡易真空ポンプで容器内の空気をすこしずつ抜いていった。



- (2) 図 II で、次のア～エのうち、注射器 A の空気の圧力と注射器 B のある気体の圧力について、正しく述べているものはどれですか。(正答率 15% ア)
- ア 注射器 A の空気の圧力も、注射器 B のある気体の圧力も、どちらも大気圧と等しい。
- イ 注射器 A の空気の圧力は大気圧と等しく、注射器 B のある気体の圧力は大気圧より小さい。
- ウ 注射器 A の空気の圧力は大気圧より大きく、注射器 B のある気体の圧力は大気圧と等しい。
- エ 注射器 A の空気の圧力は大気圧より大きく、注射器 B のある気体の圧力は大気圧より小さい。
- (4) 6で、注射器の中の空気の体積はどうなりますか。その理由をふくめて、簡単に説明しなさい。(正答率 38%)

正答:簡易真空容器内の空気の圧力が小さくなるので、注射器の中の空気の体積は増加する。

3 平成 19 年度の研究成果

(1) 学習定着度状況調査等の分析

平成 16 年度から 18 年度までの「学調」では、中学校第 2 学年理科の全体正答率は、53%、61%、55%と推移しており、決して高いと言える状況にはない。観点別では「観察・実験の技能・表現」をみる問題の正答率が、16 年度 54%、17 年度 54%、18 年度 53%と低迷している。また、物理の領域別でみると、過去 3 年とも「電流とその利用」に関する問題の正答率が最も低くなっている。その中でも、回路の各部の電圧を測定する問題の正答率は、16 年度 33%、17 年度 47%、18 年度 51%と改善傾向にあるとはいえ、平成 18 年度岩手県立高等学校入学者選抜学力検査（以下「学力検査」という）結果の分析では、オームの法則自体は知識として定着してはいるものの、電流計及び電圧計の端子のつなぎ方や目盛の読み方などが組み合わされた問題になると、正答率が 37%とかなり落ち込んでしまうことが明らかになっている。

これらのことから、生徒は電気に関する知識をもっているが、それを活用して問題を解決したり、回路を組み立てて電流計及び電圧計などの機器を実際に操作したりすることが苦手であるといえる。

(2) 観察・実験教材の備えるべき要件

学習指導要領及び解説は、この領域について次のように示している。

【中学校学習指導要領 理科】

2 内容

(3) 電流とその利用

電流回路についての観察、実験を通して、電流と電圧との関係及び電流の働きについて理解させるとともに、日常生活と関連付けて電流と磁界についての初歩的な見方や考え方を養う。

ア 電流

(ア)(ウ)省略

(イ) 回路をつくり、回路の電流や電圧を測定する実験を行い、各点を流れる電流や回路の各部に加わる電圧についての規則性を見いだすこと。

【中学校学習指導要領解説 理科編】

(イ) について

簡単な直列回路や並列回路における電流や電圧に関する規則性を見いださせる。電流計、電圧計、電源装置及び豆電球などの抵抗を入れた簡単な回路図を基に、これら計器の操作技能を習得させながら、回路の作成に十分慣れさせる。その上で、回路の各点の電流や各部の電圧を測定していく。

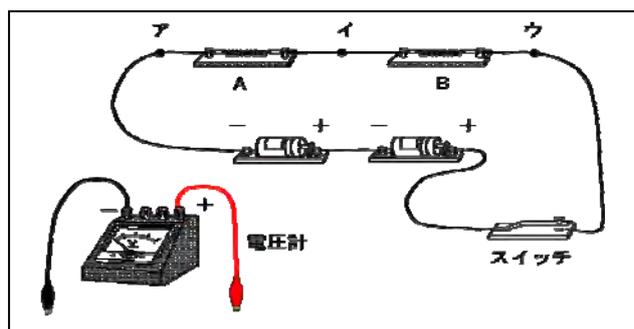
ただし、ここでは電流回路の基本的な性質を理解させるのがねらいであり複雑な回路は扱わない。したがって、直列回路、並列回路のみを扱いそれぞれ二つの抵抗のつなぎ方を扱う程度とする。(以下省略)

次頁【図 1-12】に示す平成 17 年度「学調」中学校第 2 学年理科の問題における誤答を調べると、+端子と-端子を逆に接続した生徒が 21%、部分ではなく全体（ア-ウ間）の電圧をはかる

ように接続した生徒が20%であった。経年比較では改善傾向にはあるが、測定機器（電圧計、電流計）の接続の仕方についての理解はまだ不十分であり、理解を確実にするためには、習熟のための経験を繰り返すことが大切である。事後指導の手引き（中学校第2学年 理科）にもあるように、知識は覚えて終わるものではなく、使いこなせてこそ本当の意味での定着になる。そのためにも、限られた時間内で、考えながら実験できるような機会を数多く設定することが必要である。

7 (1) (問題番号13) 正答率47% (経年比較対象：H18年度33%)

図の回路で、電熱線Aにかかる電圧をはかるには、電圧計の+端子、一端子を、それぞれどこに接続すればよいですか。図の中のア～ウ点から、それぞれ1つずつ選び、その記号を書きなさい。



【図1-12】平成17年度学調中学校第2学年理科の問題

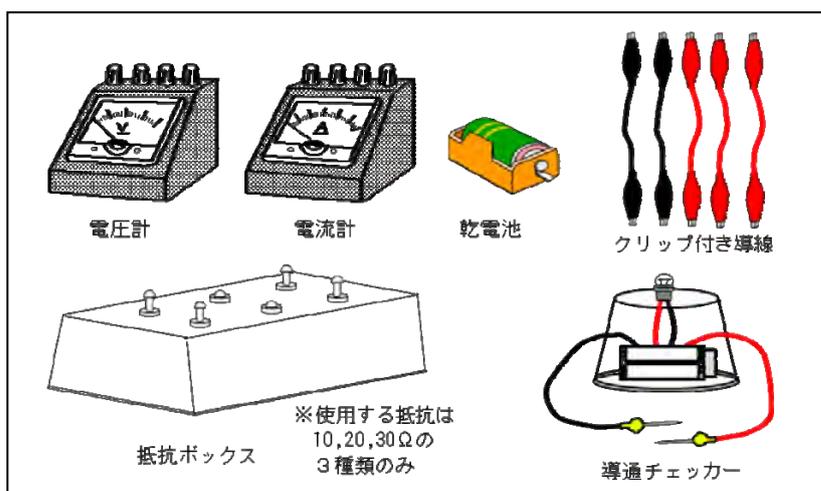
これらのことを踏まえ、観察・実験教材の備えるべき要件を次のように考えた。

- ① 生徒個々が目的意識をもった実験ができ、科学的に調べる能力と態度の育成が可能であること
- ② 既習の知識や法則を活用できること
- ③ 電圧計と電流計のはたらきや違いが区別できること
- ④ 内部構造が確認しやすいこと
- ⑤ 楽しく繰り返すことができること
- ⑥ 安価であること

(3) 学習の定着を図るための観察・実験教材

ア 使用機器及び開発教材

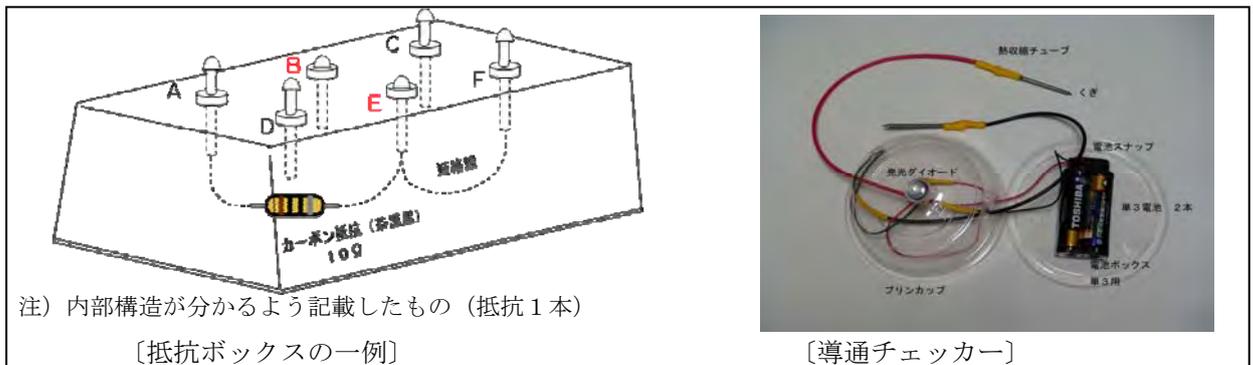
使用機器は【図1-13】に示すように電圧計、電流計、乾電池（単1電池）、クリップ付き導線、開発教材は、抵抗ボックス（不透明容器使用）及び豆電球と発光ダイオードが交換可能な導通チェッカーである。



【図1-13】使用機器及び開発教材

イ 開発教材の概要

抵抗ボックスは、不透明で内部が見えない蓋付き容器を用い、抵抗1本、抵抗2本の直列接続、抵抗2本の並列接続という3種類のパターンそれぞれについて18個ずつ、計54個を作成した。【図1-14】の6端子（A～F）を利用することにより、電流計でないと調べられないこと、電圧計でないと調べられないこと、単純なもの、複雑なものといろいろな設定が可能になる。電流計による測定結果とオームの法則を組み合わせることで抵抗値を求め、電圧計を使うことにより抵抗の位置を特定する。ゲーム的な要素を取り入れることで、既習の知識を使いこなすことによる理解の深まりを図ることがねらいであり、課題解決学習が可能となる。一方、導通チェッカーは、豆電球と豆電球型発光ダイオードとの交換が可能である。発光ダイオードは、表示機器として実用化されており、省電力、長寿命、発熱が少なく省スペースで、水銀などの有害物質を含まないことから環境への貢献度が大きいことなどが特徴である。特に今後照明の分野で劇的な省電力が実現すれば、二酸化炭素削減による地球温暖化対策としても大きく貢献することが期待される素子である。ここでは、回路をつくり電流計で電流の大きさを測定し、豆電球の場合と比較することでその特徴を捉えさせるとともに、日常生活との関連付けをねらいとし生徒が容易に製作できる教材とした。



【図1-14】開発教材

(4) 開発教材を用いた授業の実際

盛岡市立上田中学校2学年1クラス（男子22名、女子15名 計37名）において、12月18日（火）、19日（水）に指導実践を行った。

ア 指導計画

① 題材名：「電流」の単元における基本的な知識・操作の確認及び活用

② 学習目標：

- ・本実践をとおして、測定機器の操作を身につけ、回路の規則性を説明できる。
- ・基本的な操作及び知識を活用して抵抗ボックスを解明する課題解決を行うことにより、既習事項の理解を深めるとともに定着を図る。

③ 学習指導計画（点線の枠内は本実践前の学習内容と時間）

- ・電流はどんな時に流れるか・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2時間
- ・電流は回路をどのように流れるか・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2時間
- ・回路によって電流を流そうとするはたらきはどうか・・・・・・・・・・ 2時間
- ・電圧と電流にはどんな関係があるか・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3時間
- ・回路によって抵抗はどうなるか・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1時間

・補充学習（本実践）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2時間

イ 指導試案

補充授業は、生徒が目的意識をもって実験に取り組み、お互いに学びあうグループ交流や

T. T. などを取り入れた課題解決学習とし、その指導試案を次のように考えた。
 なお、①～⑤は2時間、「ものづくり」である⑦～⑨は1時間の授業で実施する。

学習活動及び使用教材	教師の指導等
<p>START</p> <p>事前評価アンケート</p> <p>① 抵抗ボックスを使用した課題解決学習のねらいと進め方について説明を聴く。(T₁が指導)</p> <p>② 抵抗1本が入っている抵抗ボックスの回路を調べ予想する。(T₁が指導)</p> <p>③ 抵抗ボックスを開けて確認する。できたか?</p> <p>④ 抵抗が2本直列、2本並列に入っている抵抗ボックスの回路を調べ予想する。(T₁が指導)</p> <p>⑤ 抵抗ボックスを開けて確認する。できたか?</p> <p>⑥ 事後評価アンケート 学習の定着の検証</p>	<p>※37名を17のペアと3人一組の編成とする。</p> <p>※電圧計18台、電流計18台を準備</p> <p>① T₁が説明しT₂が補助する。その際、黒板の図や実物を使って補助する。</p> <p>② 制限時間を設け回路を解明させる。T₁、T₂で分担し、電流計及び電圧計の使い方などで困っている生徒を指導する。</p> <p>③ 予想をワークシートに記入させる。抵抗ボックスを開けて回路を確認させる。解決したら別の抵抗ボックスに取り組みさせる。ペアで相談しても解決できない場合はT₁、T₂が指導する。</p> <p>④ T₁、T₂で分担し、電流計及び電圧計の使い方などで困っている生徒を指導する。</p> <p>⑤ 予想をワークシートに記入させる。抵抗ボックスを開けて回路を確認させる。解決したら別の抵抗ボックスに取り組みさせる。ペアで相談しても解決できない場合はT₁、T₂が指導する。</p> <p>⑥ 事後評価アンケート、定着調査</p>
<p>⑦ 導通チェッカーの製作 (T₁が指導)</p> <p>⑧ 製作する。できたか?</p> <p>⑨ 回路を流れる電流を測定する。(T₁、T₂が指導)</p> <p>⑩ 事後評価アンケート 学習の定着の検証</p> <p>END</p>	<p>⑦ 生徒は、回路図を見て、実際に導通チェッカーの配線を行う。</p> <p>⑧ T₁、T₂で分担し、配線などで困っている生徒を指導する。</p> <p>⑨ 身の回りで発光ダイオードが使用されている例などを示し、日常生活と関連付けた指導を行う。</p> <p>⑩ 事後評価アンケート、定着調査 ※事後評価アンケート及び学習の定着の検証は、⑤あるいは⑨のどちらかが終了した後に実施する。</p>

(5) 実践結果の考察と分析

ア 検証問題及び結果

実践結果の分析については、学習内容が定着したかどうかを指導実践一ヶ月後のテスト結果でみとることとした。それらの問題を【図 1-15】に示す。

平成 20 年 1 月 21 日にテストによる検証を行い、問題は正答率で比較が可能な平成 17 年度学調（下記¹）及び平成 18 年度学力検査の問題（下記²）を使用した。

1 図の回路で、電熱線 A にかかる電圧をはかるには、電圧計の+端子、-端子を、それぞれどこに接続すればよいですか。図の中のア～ウ点から、それぞれ1つずつ選び、その記号を書きなさい。

+端子 ()
-端子 ()

2 図のように、発泡ポリスチレンで包まれていて、熱が逃げないように工夫された容器を使って、液体を加熱する装置を作りました。①と②には、電圧計と電流計のいずれかをつなぎ、電熱線に加わる電圧と流れる電流の強さを同時に調べられるようにしました。

(1) 次のア～エのうち、上図の回路を表す正しいものはどれですか。一つ選びなさい。

(2) この実験で、接続した電流計と電圧計のふれは、次の図のようになりました。このときの電熱線の抵抗の値はいくらですか。単位をつけて数字で書きなさい。

【図 1-15】 検証問題（平成 17 年度学長及び平成 18 年度学力検査の問題）

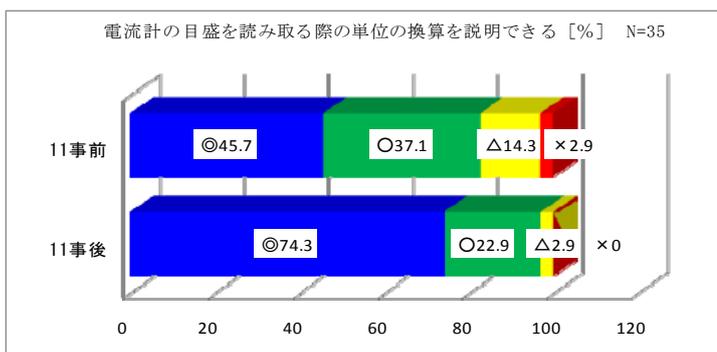
検証問題の正答率(県平均)と今回の指導実践における正答率を【表 1-1】に示す。

今回の指導実践における正答率が、100 に近づいていることから、学習の定着がより図られ、今回提案した開発教材と指導方法の有効性が明らかになったと考える。

【表 1-1】 出題内容と正答率の比較

問題番号	出題内容	正答率 (県平均)	今回
1	電圧計の接続	47.0	73.5
2-(1)	回路図 (電流計及び電圧計の接続)	70.0	94.1
2-(2)	目盛りの読み取りとオームの法則	37.0	82.4

また、上記 2-(2) の正答率が上昇した理由については、【図 1-16】に示した電流計の目盛を読み取る際の単位の換算に関する事前・事後のアンケート結果や、【表 1-2】に示した事後アンケート No5 の結果において、「できる」と回答した生徒の割合が、68.6% に増加したことからも読み取ることができる。



【図 1-16】 事前・事後アンケート結果

注) ◎……できる, ○……どちらかといえはできる

△……どちらかといえはできない, ×……できない

【表 1-2】 事後アンケートの結果【%】

N=35

事後	設問の内容	◎	○	△	×
1	興味・関心をもって実験に取り組むことができた。	68.6	25.7	2.9	2.9
2	操作の意味がわかり、目的意識をもって実験に取り組むことができた。	62.9	31.4	2.9	2.9
3	電流計を正しく接続し、回路の各点を流れる電流を測定できた。	74.3	20.0	5.7	
4	電圧計を正しく接続し、回路の各区間に加わる電圧を測定できた。	77.1	20.0	2.9	
5	電流と電圧の測定値から、抵抗の値を求めることができた。	68.6	25.7	5.7	
6	抵抗ボックス内の抵抗の大きさと位置を正しく予想することができた。	77.1	17.1	5.7	
7	繰り返し実験することで、電流計や電圧計を正しく扱うことができた。	77.1	22.9		
8	予想した回路図を正しく書くことができた。	85.7	14.3		
9	ペアでの実験は、お互いに考えを交流し学びあうことができた。	85.7	11.4	2.9	
10	今回の実験に取り組み、回路図、電流と電圧の関係を理解することができた。	71.4	28.6		

【表 1-2】において、No1 と No2 の「できる◎」と回答した割合が 60%台であるのは、初日の授業において、実験器具そのものが生徒にとって目新しいものであったことから、実験操作の理解に時間がかかったことによるものである。また、オームの法則を用いた数値計算については、生徒が抵抗ボックスを解明するという具体的な目的意識をもって実験に取り組み、楽しみながら操作及び計算を繰り返すことによって、肯定的な回答率(◎と○の和)が 94.3%という高い結果になった。授業者の鎌田崇教諭によると、男子に比べ苦手意識が強い女子において、成績の伸びが顕著であったことがこの授業の成果であると話していた。

今後の課題として 2 点挙げられる。1 つ目は、この方策をいかに県下の各中学校に広め実践で活用してもらうかである。2 つ目は、昨年度の研究である磁界(パスカル電線)と本研究を融合させ、教材としての完成度を高めることである。

II 化学領域における補助資料

1 化学領域小学校における開発教材

(1) 学習指導案（略案）

1 単元名 水よう液の性質とはたらき			
2 本時の指導			
(1) 目標 既習事項を活用して，水溶液の性質を多面的に調べる活動を行い，水溶液の性質についての考えを深める。			
(2) 展開			
段階	学 習 活 動	指導上の留意点	評価の観点
導 入 10 分	1 水溶液の調べ方にはどんなものがあつたか発表する	・児童からの発言を待ち，教師は適切な補足発問をする	
	2 課題を理解する		
五つの水よう液（塩酸，炭酸水，食塩水，アンモニア水，石灰水）を区別しよう。			
展 開 25 分	3 課題解決の見通しを考え，発表する	・グループ毎に，課題を解決するための実験方法を考えさせる	◇リトマス紙の使い方は正しいか ◇アルコールランプの使い方は正しいか ◎グループ内で意見を述べ考えを深めているか
	4 実験を行い，結果を書く	・結果は，実験後すぐに，観察されるありのままを書くように注意する	
	5 結果を共有し，結果からわかることを考え，発表する	・グループ毎に，実験結果からの考察を行わせる	
終 結 10 分	6 実験のまとめをする		
	塩酸，炭酸水，食塩水，石灰水，アンモニア水は，リトマス紙の変化や蒸発させたときの変化によって，区別することができる。		
	7 学習内容の理解度を自己評価する	・自己評価Cの児童については，支援をする。	
評価の観点：○関心・意欲・態度，◇技能・表現，◎科学的な思考，△知識・理解			

2 化学領域中学校における開発教材

(1) 学習指導案（略案）

1 単元名 電池			
2 本時の指導			
(1) 目標 数種類の金属を用いて電池をつくり，電圧を測定する活動を行い，化学変化とエネルギーについての考えを深める。			
(2) 展開			
段階	学 習 活 動	指導上の留意点	評価の観点
導入 10分	1 日常生活で用いられている電池のしくみについて考える	・生徒からの発言を待ち，教師は適切な補足発問をする	
	2 課題を理解する		
数種類の金属と電解質溶液を用いて電池をつくり，電圧を測定し，規則性を見つけよう。			
展開 25分	3 教師による演示実験について，自分の考えを述べる	・観察のポイントを示し，自分の考えを自由に述べさせる	◇電圧計の使い方は適切か ◇実験結果を適切な方法で記録しているか ◎グループ内で意見を述べ考えを深めているか
	4 実験を行い，結果を書く	・結果をどのようにまとめればわかりやすいかを工夫させる	
	5 結果を共有し，結果からわかることを考え，発表する	・グループ毎に，実験結果からの考察を行わせる	
終結 10分	6 実験のまとめをする		
	2種類の金属を塩酸や食塩水につけると電池ができ，そのとき生じる電圧の大きさや正負の符号は，金属の種類によって決まっている。		
	7 学習内容の理解度を自己評価する	・自己評価Cの生徒については，支援をする。	
評価の観点：○関心・意欲・態度，◇技能・表現，◎科学的な思考，△知識・理解			

Ⅲ 生物領域における補充資料

1 生物領域小学校における開発教材

(1) 学調の分析

【表 3-1】に、「学調」生物領域の問題の過去4年間の正答率の経年比較を示した。

【表 3-1】 学調生物領域で正答率の低い問題の経年比較

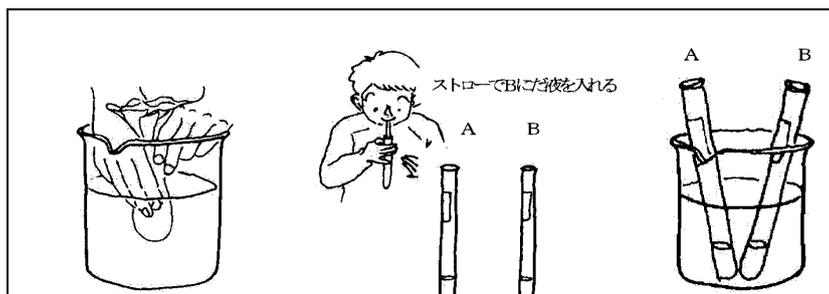
学習学年	出題内容	調査学年	主な観点	H15	H16	H17	H18	
小学校4年	季節と動物の活動の様子を指摘できる	小学校5年	知識・理解		55	50	82	
小学校5年	種子の発芽に必要な条件を調べる	小学校5年	科学的思考	41	52	56	55	
小学校5年	顕微鏡の観察手順	小学校6年	技能・表現	30	45	44	73	
小学校6年	だ液のはたらきを調べる	小学校6年	科学的思考			54	60	
			全体正答率	小学校5年	67	69	68	70
				小学校6年	82	82	80	81

(2) 学習の定着を図るための実験教材

ア 従来の観察・実験教材

【図 3-1】は、教科書に記載されている実験方法である。教科書では、お湯の中でご飯をもみ出し、2本の試験管を使って、実験を行っている。操作自体は容易であるが、この方法では、温度管理、デンプン溶液の濃度、だ液の量の3点で条件の制御が難しく、期待通りの結果が得られないことがある。さらに、次の点についても改善が求められている。

- ・人前でだ液を出すという行為が児童にとって抵抗感があり、十分な量のだ液が試験管に加えられないことがある。
- ・実験時間が10分と長い。
- ・班ごとの実験が基本で、実験器具等に制約があり、個別の実験には対応が難しい。



【図 3-1】 従来の実験方法

イ 実験条件の検討

アで示した問題点を改善するために、試験管の代わりにチャック式ポリ袋を用い、手の中で暖めることで体内での反応であることを実感させるとともに、温度管理を容易にした。また、短時間で結果が分かるようにデンプン溶液の濃度やだ液の量を検討した。

この実験では、可溶性デンプンをお湯に溶かして使用する場合が多いが、小学生には主食として普段食べているごはん粒を用いたほうが理解しやすいと考え、ごはん粒をもみだした溶液を使用した。そこで、もみだす温度と水の量を検討した。40℃のお湯と水の中でもみ出した溶液にヨウ素液を加えた結果、同様な反応が見られたことから、水でごはん粒をもみだした溶液を実験に使用できることがわかった。また、水の量と、もみだす回数を変えて実験した結果、200mlの水の中で10回もみ出した溶液の濃度が実験に適することがわかった。だ液の量は、綿球を用いた場合、しばらく口の中にふくませておくことで十分なだ液が得られた。反応3分後にデンプンの分解が進み、5分後にはほとんど分解されることがわかった。

(3) 学習指導案（略案）

1 単元名 動物のからだのはたらき				
2 本時の指導				
(1) 人や動物は、食べ物の養分をどのようにしてとり入れているかに興味をもち、ごはん粒とだ液を使って消化の様子を調べることができる。				
(2) 展開				
段階	学 習 活 動	指導上の留意点		評価の観点
		T 1 の役割	T 2 の役割	
導入 10分	<p>1 ごはん粒を噛んで時間が経過すると味がどう感じるか話し合う。</p> <p>2 課題を把握する</p> <p>でんぷんがだ液によって変化するか、新しい方法で実験をしてみよう。</p>	<p>・ごはん粒を噛み続けるとどのような味を感じるか話し合わせ、甘みを感じることはだ液によるはたらきであることに気づかせる。</p>	<p>・一人一人にごはん粒を配り、活動の様子を見守る。</p>	<p>◇だ液のはたらきによりごはん粒に甘みを感じることに気づき、これからの実験に興味・関心を示している。 (関・意・態)</p>
展開 25分	<p>3 実験方法について知る</p> <p>①ごはん粒をビーカーの中で水にもみ出す。</p> <p>②①の液2mlをスポイトで、A、Bのチャック袋に入れる。</p> <p>③Aには、水で湿らせた綿球を、Bにはだ液で湿らせた綿球をそれぞれ入れ、チャックを閉める。</p> <p>④チャック袋A、Bを手の中で3～5分程度温める。</p> <p>⑤ヨウ素液2滴入れて、色の変化を見る。</p> <p>4 実験をする</p> <p>5 実験したことを記録する</p>	<p>・子ども達の話の聞き方の様子を見守る。</p> <p>・ヨウ素液を入れた時にでんぷんが含まれていると青紫色に変化することを確認する。</p> <p>・実験の記録の仕方について予め説明しておく。</p> <p>・実験の助言や支援を行う。</p>	<p>・実験の大まかな手順①～⑤、留意点について説明する。</p> <p>・ごはん粒をみ出したり、手で温めることは、口の中での状態を再現していることに気づかせる。</p> <p>・実験の助言や支援を行う。</p>	<p>◇ごはん粒を用いて、だ液がでんぷんで消化するはたらきを調べ、結果をまとめることができるか。(技能・表現)</p>
まとめ 10分	<p>6 実験の結果からわかったことをまとめる</p> <p>7 感想を記入する</p>	<p>・でんぷんがだ液によって変化することをまとめさせる。</p> <p>・実験方法について以前行ったものと比べて感想を記入させる。</p>		<p>・だ液はでんぷんを変化させるはたらきがあったか。 (知識・理解)</p>
(3) 評価				
ごはん粒を用いて、だ液がデンプンを変化させるはたらきを調べ、結果をまとめることができる。				

だ液のはたらきを調べる実験

6年 名前 ()

課題

実験方法 (メモ)

実験の条件

A

B

ちがうもの
()

()

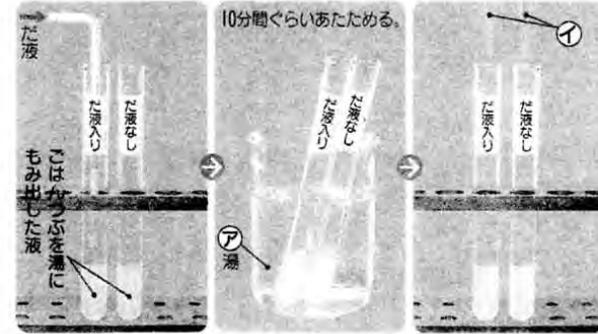
実験結果

条件	A (水)	B (だ液)
結果 (色)		

実験からわかったこと (課題に対する答え)

消化についてのまとめ

今日の学習を生かして、次の問題を解いてみよう。

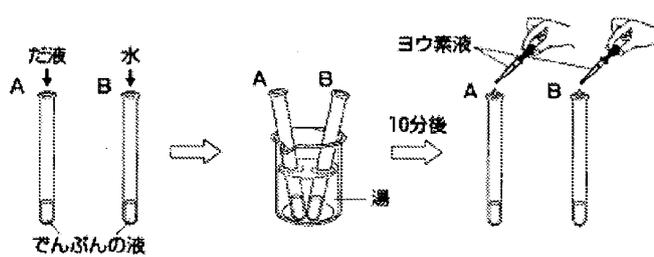


- ① アの湯は、何より少し高い温度にしますか。 ()
- ② てんぷんがあるかどうかを調べる①の液は、何ですか。 ()
- ③ ①を入れると、液の色はそれぞれどうなりますか。
(だ液入り) (だ液なし)
- ④ この実験からわかる、だ液のはたらきは何ですか。
()

感想 (今日の実験方法は前に学習した実験方法と比べてどうだったか書きましょう。)

(5) 検証の問題 (【図 3-2】)

11 からだの中のだ液のはたらきを調べるために、次のように、デンプンの液が入った試験管 A, B を用意し、試験管 A には少量のだ液、試験管 B には少量の水を加え、湯に入れてあたためました。10 分後、試験管 A, B にヨウ素液を入れて、それぞれの色の変化を調べました。これについて、下の (1) ~ (3) の問いに答えましょう。



(1) 下線部 a で、あたためた湯の温度はどのくらいですか。次の文の () にあてはまることばを書きましょう。
 () より少し高い温度。 ※正答率 (県平均) 78%

(2) 試験管 A, B の液の色は、それぞれどのように変化しましたか。次のア~エから 1 つ選び、その記号を書きましょう。 ※正答率 (県平均) 59%

ア 試験管 A の液の色と試験管 B の液の色は両方とも、青むらさき色に変化した。
 イ 試験管 A の液の色は青むらさき色に変化し、試験管 B の液の色は変化しなかった。
 ウ 試験管 A の液の色は変化せず、試験管 B の液の色は青むらさき色に変化した。
 エ 試験管 A の液の色と試験管 B の液の色は両方とも変化しなかった。

(3) この実験から、だ液には、どのようなはたらきがあると考えられますか。ことばで書きましょう。
 ※正答率 (県平均) 61%

【図 3-2】 検証の問題 (平成 18 年度「学調」小学校 6 年の問題 11)

(6) 「学調」の事後指導の手引き (【図 3-3】)

イ 正答率が低い要因
 各学校から報告された調査問題分析の報告書では、誤答全体の 8 割が「イ」という解答になっていました。正答率が低い要因として次のことが考えられます。

(ア) 実験のねらいを十分理解しないまま実験を行ったため、実験結果の定着が不十分であると考えられます。

(イ) 実験結果を考察し、だ液のはたらきについてまとめさせる時間等を十分に確保できていないと考えられます。

ウ 要因を踏まえた指導上の留意点

(ア) 見通しをもって実験ができるように、「予想を立てて観察、実験をする」、「条件制御や対照実験の意味を考えて実験をする」等の学習活動が大切です。例えば、ご飯を用意し、児童全員に口の中で十数回噛ませ、甘い味が確認できた段階で、口の中で甘くなった理由を考えさせます。次に、できるだけ口の中と同じ条件を考えたり、実験結果に影響すると考えられる条件をあげたりした上で、実験に取り組ませましょう。

(イ) 実験結果を整理し、実験結果からいえること、あるいは、いえないことを話し合いなどによって検討し、丁寧に考察する時間を確保するとともに、自分の言葉で自分の考えをまとめさせる等の学習活動を位置付け、学習したことを定着させる指導が大切です。

(ウ) この実験は、第 5 学年の条件に目を向けながら調べる力を基に、第 6 学年の多面的に追究する力を養うことをねらいにしています。それぞれの発達段階に応じて、問題解決の能力を育てていきましょう。

【図 3-3】 平成 18 年度「学調」の事後指導の手引き

2 生物領域 中学校における開発教材

(1) 学調の分析

【表 3-2】に、「学調」生物領域の問題の過去4年間の正答率の経年比較を示した。

【表 3-2】 学調生物領域で正答率の低い問題の経年変化

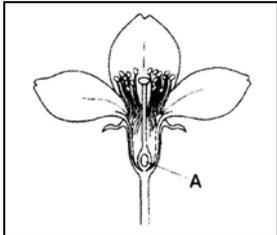
学習学年	出題内容	調査学年	主な観点	H15	H16	H17	H18
中学校1年 (小学5年)	顕微鏡観察の方法	中学校1年	技能・表現	-	57	-	45
		中学校2年	技能・表現	-	46	66	75
中学校1年	花のつくり(胚珠)	中学校1年	知識・理解	46	71	71	65
		中学校2年	知識・理解	-	40	61	51
中学校1年	花のつくり(裸子植物)	中学校1年	知識・理解	27	35	52	-
中学校1年	葉と茎と根のつくり	中学校1年	知識・理解	-	63	68	48
		中学校2年	知識・理解	-	38	56	45
中学校1年	茎の断面(維管束)	中学校1年	知識・理解	-	50	67	77
中学校1年	植物のなかまわけ	中学校1年	知識・理解	63	-	-	73
		中学校2年	知識・理解	-	43	57	37
中学校1年	光合成の行われる部分(葉緑体)	中学校2年	知識・理解	55	-	49	58
中学校1年	植物の呼吸によって発生した気体の性質	中学校1年	科学的思考	-	57	56	60
中学校2年	刺激の反応の経路を指摘できる	中学校2年	科学的思考	63	-	-	51
		全体正答率	中学校1年	57	62	66	66
			中学校2年	61	53	61	55
			中学校3年	68	64	66	

ア 「学調」の問題

【図 3-4】は、平成18年度に出題された「学調」の中学校理科の問題で、花のつくりと植物のなかまわけに関して出題された部分である。

10

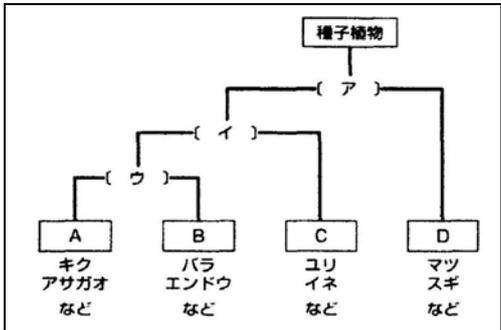
(1) 右の図は、サクラの花の断面図を模式的に示したものです。
やがて種子になるAの部分の名前を書きなさい。
(正答率 51%) (経年比較対象 昨年度 61%)



12

(1) 図のイでは、どのような特徴の違いによってなかまわけしていますか。次の1~4の中から1つ選び、その番号を書きなさい。※正答率 45%

- 1 種子になる部分が子房に包まれているなかまと、子房に包まれておらず、むき出しになっているなかま。
- 2 花びらが1枚1枚離れているなかまと、花びらがももであわさっているなかま。
- 3 種子をつくるなかまと、種子をつくらぬなかま。
- 4 子葉が1枚のなかまと、子葉が2枚のなかま。



(2) いろいろな特徴によって、種子植物を右の図のようになかま分けしました。アブラナはどのなかまに入りますか。

※正答率 (県平均) 29%

【図 3-4】平成18年度「学調」中学校2年の問題の一部

イ 「学調」事後指導の手引き

【図 3-5】は「学調」の指導資料として岩手県教育委員会が発行した事後指導の手引きに掲載されている指導のポイントの一部である。

10 花のつくり（胚珠）の問題について

イ 正答率が低い要因

(ア) 胚珠のはたらきを誤って理解していると考えられます。

(イ) 胚珠と子房を取り違えて理解していると考えられます。

ウ 要因を踏まえた指導上の留意点

(ア) 解答類型をみると、全体の約2割の生徒が、胚珠と解答すべきところを「子房」と解答しています。従って、日常の指導においては、子房はあくまでも胚珠を包む「さや」であることを強調する必要があり、この「さや」の有無が、被子植物と裸子植物を分類する際の重要な観点であることも、併せて指導することが大切です。

(イ) また、花が咲き終わった後の経過の中で、子房は果実に、また胚珠は種子へと、それぞれ変化していくことについても大切に取扱い、確実に定着させる必要があります。

12 植物のなかまわけの問題について

イ 正答率が低い要因

(ア) アブラナの花のつくりを理解していないと考えられます。

(イ) 植物分類図のフローチャートが、どのような観点で枝分かれしているのか理解していないと考えられます。

ウ 要因を踏まえた指導上の留意点

(ア) 解答類型をみると、A（合弁花類）を選択した生徒が22%、C（単子葉類）を選択した生徒が18%あり、AとCを合わせた誤答の割合は、全体の4割にも達しています。このような結果を生んだ要因の一つとしては、アブラナのつくり（根、茎、葉、花）についての基本的な理解が不十分であることが考えられます。従って、日常の指導においては、可能な限り実物に触れる機会を増やし、スケッチなどを通して、観察対象物を細かく丁寧に観察する習慣を身に付けさせることが大切です。

(イ) また、植物分類のフローチャートの成り立ちについても、植物検索用のパソコンソフトなどとの併用を図りながら、生徒が自ら採集した植物を所定の観点に沿って分類させてみるなど、直接経験を通して理解を深めさせていくような工夫が必要です。

(ウ) 小学校第6学年の調査結果では、アサガオなどの具体的な花のつくりを十分に理解していない状況がみられました。実物を使った観察が不足してしまうと、花のつくりの名称などは断片的な知識としてもっていても、さまざまな花に興味・関心がもてないままになってしまうことが心配されます。

理科の学習においては、実物に触れる機会を可能な限り多く設定し、「関心・意欲・態度」の評価も大切にしながら、実感を伴った学習を興味・関心をもって展開できるように工夫することが必要です。

【図 3-5】平成 18 年度「学調」の事後指導の手引き