

II 化学領域における補充資料

1 小学校における開発教材

(1) 「学調」の分析

「物の溶け方」は、溶かす水の量や温度、あるいは物質の違いによって物のとける量に違いがあるかどうかを調べ、物の溶け方の規則性についての見方や考え方を養う単元であり、条件を制御して追究するという重要な化学的学習内容を含んでいる。しかし、学習定着度状況調査の結果をみると、小学校第6学年において、「物が溶ける量と水の温度との関係付けることができる」の正答率は平成17年度で80%、平成18年度で64%であり、「物が水に溶ける前後の重さを関係付けることができる」の正答率は平成17年度で77%、平成18年度で71%と、いずれも少しではあるが正答率が下降している状況にある。そこで、本研究では、「物の溶け方」における観察・実験を再検討することとした。

(2) 観察・実験教材の備えるべき要件

小学校学習指導要領解説の理科編には、次のような記述がある。

物を水に溶かし、水の温度や量による溶け方の違いを調べ、物の溶け方の規則性についての考えをもつようにする。

ア 物が水に溶ける量には限度があること。

イ 物が水に溶ける量は水や温度、溶ける物によって違うこと。また、この性質を利用して、溶けている物を取り出すことができること。

ウ 物が水に溶けても、水と物を合わせた重さは変わらないこと。

この学習内容を理解させ、定着させるためには、次のような要件を備えた観察・実験が必要である。

ア 水溶液の存在を意識させ、学習意欲を喚起すること。

児童のほとんどは、日常生活において液体にものを溶かす経験が少なく、水溶液の存在を意識することもない。そこで、水溶液の存在を意識させ、こらからの「物の溶け方」についての学習意欲を喚起させる教材が必要である。

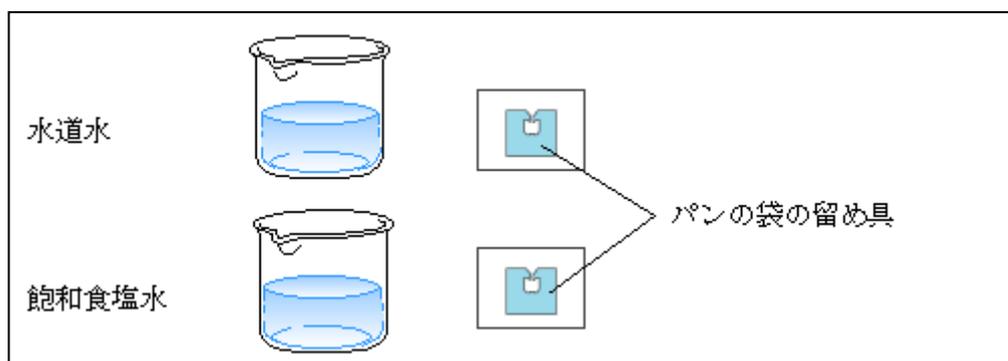
イ 条件による違いを調べる場合には、条件の制御が大切であることに気づかせること。

学習内容の一つに、温度による物の溶ける量の変化がある。これを確かめる実験は、温度を一定に保つことや、一度に溶かす食塩やホウ酸の量を一定にすることが求められる。この条件の制御を意識して行い、満足する実験結果が得られなければ、条件を制御することの大切さや、学習内容の理解・定着は図られない。

(3) 学習の定着を図るための観察・実験教材

ア 教材Ⅰ「水溶液の存在を意識し、学習意欲を喚起する教材」

【図Ⅱ-1】に教材の概要を示す。準備するものは、各班に無色の液体の入ったビーカー2個、パンの袋の留め具2個である。無色の液体は、それぞれ水道水と飽和食塩水である。



【図Ⅱ-1】教材Ⅰ「水溶液の存在を意識し、学習意欲を喚起する教材」

実験は、以下の手順によって行う。

- ① 2つの水溶液はどちらも無色透明で、見た目では区別できないことを確認する。
- ② この2つの水溶液に、パンの袋の留め具をそれぞれ入れて、観察する。

イ 教材Ⅱ「温度と物の溶け方の関係の理解・定着を図る実験教材」

【図 3-2】に教材の概要を示す。準備するものは、各班に、100ml ビーカー、100ml メスシリンダー、温度計、ガラス棒、発泡スチロール容器、黒ゴム板である。試薬として、塩化アンモニウム、また、湯煎するためのお湯（約 70℃）を用意する。



【図Ⅱ-2】教材Ⅱ「ものを溶かす実験をより短時間に、より定量的にする教材

実験は、以下の手順によって行う。

- ① 班ごとに、水に溶かす塩化アンモニウムの質量を決め、はかり取っておく。
- ② メスシリンダーで水 50ml をはかり、ビーカーに入れる。
- ③ ビーカーの水に、①の塩化アンモニウムをすべて入れる。
- ④ 発泡スチロール容器にお湯を入れ湯浴とする。その中でビーカーを温めながら、ガラス棒でかき混ぜて、塩化アンモニウムをすべて溶かす。
- ⑤ 塩化アンモニウムが完全に溶けたら、湯浴からビーカーを取り出し、室温で法令視ながら温度計で溶液の温度をはかる。
- ⑥ 溶液中に塩化アンモニウムの白い結晶が生じ始めたら、そのときの液温を記録する。
- ⑦ ④～⑥の操作を3回繰り返し、平均をとる。

この教材は、単元の学習がすべて終了したあとの、発展的な指導として位置づけた。

この教材を用いることで、次の3つの効果が期待できる。

- ① 塩化アンモニウムという新たな物質の導入により、児童の学習意欲を喚起するとともに、物質の違いによらない規則性を理解させることができる。
- ② 温度を一定に保つという条件制御が不要であることと、完全に溶かしきる時間を節約できることから、実験操作が簡便になる。
- ③ 制御する条件を変えて実験することにより、条件制御についての意識をより高めることができる。

塩化アンモニウムは、食品添加物としても用いられている物質で児童への安全性には問題がない。温度による溶解度の差が大きく、冷却によって析出する結晶の形が星砂のようにきれいな形をしている物質なので、この単元の教材として優れている。

2 中学校における開発教材

(1) 学習指導案

中学校理科 第1学年 学習指導案

1 単元名 2 身近な物質 3章 物質の姿と状態変化

2 単元について

(1) 教材について

私たちは水に浮く氷を何気なく見ている。液体の密度より固体の密度が小さい例はとても珍しいものであるが、状態変化の例として、真っ先に思いつのが水の状態変化であり、そのため多くの物質の状態変化について誤解する場合がある。また、沸点や融点を日常生活で使う場面も、水の場合が多い。そこで、この章では水の状態変化の学習を進めるとともに、水以外のロウやエタノールなども実験に使いながら、物質の状態変化について知識を広めていく。

また、状態変化では、質量が変化しないこと、体積が変化すること、密度が変化すること、また、物質によって沸点や融点異なることなどを学習することで、科学的なものの見方・考え方や、自然についての基礎的な知識を得るとともに、実験器具の操作や記録の技能を習得し、物質に対する興味・関心を高めることを単元の目標としている。

(2) 生徒について

授業中の発言は率直で、実験への意欲もあり、おおむね理科に関心をもって活動することができる生徒が多い。しかし、一部には、どの教科に対しても興味・関心を示さない生徒もいる。期末テストで、ミスシリンダーの目盛りの読みかたの問題を出したところ、1問目では全員正解であったが、2問目の 50.2 cm^3 とよむ問題では、正答率が23.5%であった。簡単な問題であれば解くことができるが、まだまだ技能が不足していることもあり、難しい問題は間違えたものと考えられる。

密度の求め方については発展内容として学習したが、今回ロウの密度を求めることで、密度に対しての知識も深め、水とロウの状態変化による体積や密度の変化について学習を深めたい。

3 単元の目標

- ・ 状態変化に関する事物・事象に関心を持ち、進んで観察・実験を行う。(自然現象への関心・意欲・態度)
- ・ 状態変化に関する事物・事象に問題を見だし、観察・実験を通して、科学的に考察することができる。(科学的な思考)
- ・ 実験の基本操作や観察の記録の仕方を習得するとともに、結果を発表できる。(観察・実験の技能・表現)
- ・ 状態変化に関する事物・事象について理解し、知識を身につける。(自然現象についての知識・理解)

4 単元指導計画と評価規準

3章物質の姿と状態変化 (7時間)

学習項目	時数	学習活動	自然現象への関心・意欲・態度	科学的な思考	実験・観察の技能・表現	自然現象についての知識・理解
第1節(2時間) 物質はどのように姿を変えるのか	1	・空き缶の水蒸気の性質を利用してつぶすことから、状態変化について興味・関心を持ち、水の状態変化について確認をする。	・空き缶つぶしに興味・関心を持ち、状態変化についてすすんで調べようとする。	・空き缶が水蒸気によってつぶれることについて、自ら考え発表できる。		
	1	・身近な物質の状態変化について、説明できる。		身のまわりの物質が、固体、液体、気体に区別できることを指摘できる。		・状態変化は、温度によって物質の姿が変化する現象であることを説明できる。

第2節(2時間) 状態変化する ときに体積や 質量はどうか	1 本 時	・液体のロウを、固体のロウに するとき、体積は変化するが、 質量は変わらないことを見出せ る。		・ロウの状態変化で は、体積は変化する が、質量は変わら ないことを見出せる。	・電子てんびんで、質量 を調べることができ、ス シリンダーで体積を調べ ることがでる。	
	1	・水やエタノールの状態変化に ついて調べ、状態変化では体積 は変化するが、質量は変わら ないこと、密度も変化するこ とを理解する。		・状態変化では、体 積は変化するが、質 量は変わらないこ とを見出せる。		・液体のロウと固体の ロウ、水と氷の密度の ちがいについて、浮き 沈みと結びつけて説明 できる。
第3節(3時間) 物質が状態変 化する温度は 決まっている か	1	・水や水以外の物質について、 状態変化と温度の関係につ いて興味・関心を持てる。	・水や水以外の物質につ いて、状態変化と温度の 関係について興味・関心 を持ち、説明しようとし る。			・一気圧で水の沸点が 100℃、融点が0℃ であることを日常生活 の現象と結びつけて説 明できる。
	1	・エタノールの沸点を測定する 実験を行い、沸騰している ときの温度が一定であるこ とを指摘できる。			・エタノールの沸点が一 定であることを指摘で きる。	・物質によって、沸 点や融点異なること を説明できる。
	1	・ワインの蒸留の実験から、沸 点の違いを利用して物質を 分離することができること を理解できる。	・		・ワインの蒸留によっ てできた、エタノール の多い液体と水の多い 液体を区別できる。	・蒸留について、例 をあげて説明できる。

5 本時の指導

(1) 本時の目標

- ・ロウの状態変化では、体積は変化するが、質量は変わらないことを見出せる。(科学的な思考)
- ・電子てんびんやメスシリンダーを正しく使うことができる。(観察・実験の技能・表現)

(2) 指導構想

本時は、状態変化によって質量は変化しないが、体積は変化するこを、実感する場である。また、密度についても学習を進めることで、知識を深めたい。また、実験では、電子てんびんやメスシリンダーを正しく使えるように、丁寧な技能の指導を行いたい。

(3) 評価

観点	評価規準	具体的評価規準		支援を要する生徒への 手だて
		A：十分満足できる	B：おおむね満足できる	
科学的な思考	・ロウの状態変化では、 体積は変化するが、質 量は変わらないこと を見出せる。	・実験結果をもとに、 体積は変化するが、 質量は変わらないこ とを見出せ、密度も 変化するこ とが指摘できる。	・実験結果をもとに、 体積は変化するが、 質量は変わらないこ とを見出せる。	・ロウの表面の様子か ら、体積が変化したこ とを説明する。
実験・観察の 技能・表現	・電子てんびんやメス シリンダーを正しく使 うことができる。	・電子てんびんやメス シリンダーを一人で正 しく使うことができる。	・電子てんびんやメ スシリンダーを仲間 の支援を受けながら 安全に正しく使うこ とができる。	・実験器具の扱いをプ リントで説明をする。 ・机間巡視をし、細か な指導を行う。

(4) 本時の展開案

段階	学習内容	学習活動	指導上の留意点・援助・評価(☆)
導入 5分	1 演示実験でロウの固体と液体を確認する。 2 学習課題の設定	<ul style="list-style-type: none"> 液体のロウを水にたらし、冷却によって、液体から固体に戻ることを確認する。 ロウが状態変化するときの体積や質量についてどのように変化するか予想する。 	
ロウが液体から固体になったときの、体積や質量の変化を調べよう			
展 開 3 5 分	3 結果の予想 4 実験方法の確認	<ul style="list-style-type: none"> 体積や質量について予想させる。 ア 体積は大きくなる。理由は、水も大きくなるから。 イ 体積は変化しない。理由は、同じ物質だから。 エ 体積は小さくなる。理由は、固体は重いから。 オ 質量は大きくなる。理由は、固体は重いから。 カ 質量は変化しない。理由は、同じ物質だから。 キ 質量は小さくなる。理由は、固体は軽いから。 質量を調べるために電子てんびん、体積を調べるためにメスシリンダーを使うことを確認する。 ① 液体のロウの液面を観察する。 ② 70mlの液体のロウの質量を電子てんびんで調べる。 ③ 氷水で冷却する。 ④ 固体のロウの質量を調べる。 ⑤ 固体のロウの表面を観察する。 ⑥ 固体のロウの体積を調べる。 	<ul style="list-style-type: none"> 数名に代表的な予想と理由を発表させ、全員に実験結果のイメージを持たせる。 ③の冷却中では、正しい結果を求めることができなくなるため、絶対に手で触ってはいけないことを確認する。 ⑥については、方法を詳しく説明すると結果が予想できるため、後で説明を行う。
	4 実験	<ul style="list-style-type: none"> 班ごとに①から③の順番どおりに実験を行う。 	
	5 液体のロウの密度を求める	<ul style="list-style-type: none"> 密度について確認し、液体のロウの密度を求める。 	<ul style="list-style-type: none"> ☆電子てんびんを正しく使うことができる。(観察・実験の技能・表現)
	6 実験方法の確認	<ul style="list-style-type: none"> 実験④から⑥の方法について確認する。⑥については紙板書を見ながら、実験方法を詳しく確認する。 ⑥固体のロウに水を入れ、その水をメスシリンダーで調べることで体積を求める。 	<ul style="list-style-type: none"> ・プリントを活用して求める。 ・電卓を用意する。
	7 実験	<ul style="list-style-type: none"> 実験④から⑥を行う。 	
	8 固体のロウの密度を求め、実験結果をまとめる。	<ul style="list-style-type: none"> 記録係の結果をうつしながら、結果とまとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ☆電子てんびんやメスシリンダーを正しく使うことができる。(観察・実験の技能・表現)
ま と め 10分	9 本時のまとめ 10 ロウの固体が液体の中で沈む演示実験	<ul style="list-style-type: none"> ロウが液体から固体になると、質量は変化せず、体積は小さくなることを理解する。 ロウの密度も固体のほうが大きいことに気づく。 演示実験により、水と氷では氷が浮くが、液体のロウと固体のロウでは固体のロウが沈むことを観察して、ロウでは液体よりも固体の密度が大きいことを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ☆ロウの状態変化では、体積は変化するが、質量は変わらないことを見出せる。(科学的な思考)

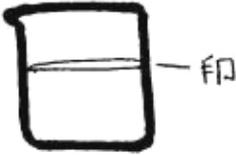
(2) 学習プリント

／ () h ○ 理科室

○

(1) 実験の手順

①液体のロウの液面を確認する。



④固体のロウの質量を調べる。

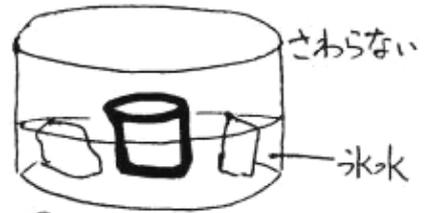


②液体のロウの質量を電子てんびんで調べる。



⑤固体のロウの表面を観察する。

③氷水で冷却する。



⑥

(2) 予想と結果

①液体のロウ	②予想 (固体のロウになると) 予想したものに○をつけよう	③結果 固体のロウ
質量 全部 -ピーカー () -61 g	質量 大きくなる 変化しない 小さくなる	質量 全部-ピーカー () -61 g
体積 70 cm ³	体積 大きくなる 変化しない 小さくなる	体積 cm ³
密度 質量÷体積 g/cm ³	密度 大きくなる 変化しない 小さくなる	密度 質量÷体積 g/cm ³
図	図	図

(3) 考察 実験から何がわかるか。

(4) まとめ

(5) 自己評価

○をつけましょう。

- ・ 積極的に実験に参加できましたか。
良い やや良い やや悪い 悪い

- ・ 電子てんびんやメスシリンダーを正しく使えましたか。
できた ほぼできた あまりできない できない

- ・ ロウの状態変化の体積や質量の関係を理解しましたか。
理解した ほぼ理解した あまり理解できない 理解できない

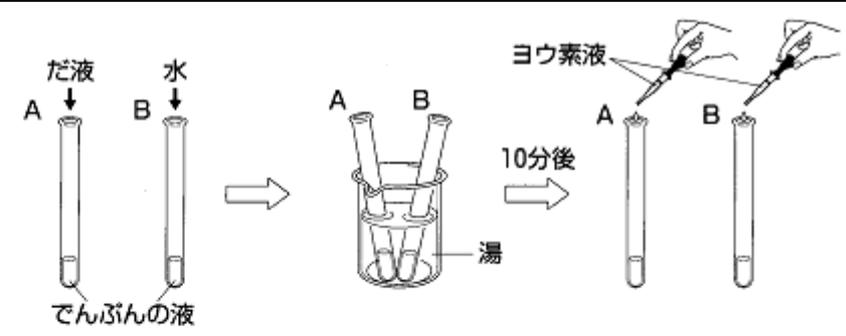
Ⅲ 生物領域における補充資料

1 生物領域小学校における開発教材

(1) 「学調」の問題

【図Ⅲ-1】は、平成18年度に実施された「学調」の小学校第6学年理科の問題で、だ液のはたらきを調べる実験に関して出題された部分である。

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。
※正答率(県平均) 78%

()より少し高い温度。

(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Ⅲ-1】「学調」で出題された問題

(2) 「学調」事後指導の手引き

【図Ⅲ-2】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。

(4) 見通しをもって実験に取り組みせ、自分の言葉で自分の考えをまとめさせる指導をしましょう。

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上、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、実験に取り組みせましょう。
(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Ⅲ-2】指導のポイント

(3) 学習指導略案

第6学年 理科学習指導略案

1 単元名 動物の体のつくりとはたらき

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、消化のようす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
導入 5分	<p>1 食べ物の通り道は、どのようになっているのか話し合う。</p> <p>2 課題を把握する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>食べ物にふくまれている養分は、どのようになって体内にとり入れられるのだろうか。</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> • 食べ物はどのような道すじをたどって運ばれ、養分はどこからとり入れられるかを話し合わせる。 • 人では、食べたものは、口→食道→胃→小腸→大腸を通過して、肛門からふんとなって出されること、その食べ物の通り道を消化管ということをとらえさせる。 • 養分は、小腸を通過している血管の血液に取り入れられることをとらえさせる。 • 食べたものは、消化管を通る間にどのように変化していくのかを想像して話し合わせる。 • ごはん粒をかんでみると、甘く感じる可能性があることを想起させ、ごはん粒にふくまれているでんぷんが、だ液によって変化するのではないかと予想させる。 	◇食べ物にふくまれている養分はどのようになって体内にとり入れられるかに興味をもち、進んで食べ物の変化について考えているか。(関意態)
展開 30分	<p>3 実験をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> • ごはん粒にふくまれているでんぷんが、だ液によって変化するか調べよう。 <p>4 実験したことを記録する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ヨウ素液は、でんぷんを青紫色に変えることを確認し、ヨウ素液を入れたときの色の変化によって、何がわかるかを明確にさせる。 • はじめに、ごはん粒にヨウ素液をたらして、青紫色に変わることを確認させる。 • ごはん粒をもみ出したり、手で温めたりすることは、口の中の状態を再現していることに気づかせる。 	◇ごはん粒を用いて、だ液がでんぷんを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。
まとめ	<p>5 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>	<ul style="list-style-type: none"> • 実験の結果、でんぷんが違うものに変化したことをまとめる。 	

(3) 評価

ごはん粒を用いて、だ液がでんぷんを消化するはたらきを調べ、結果をまとめることができる。

(4) 実験シート

だ液のはたらきを調べる実験

6年 名前 ()

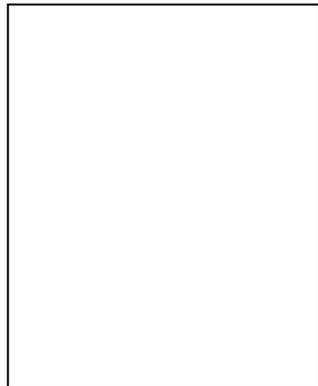
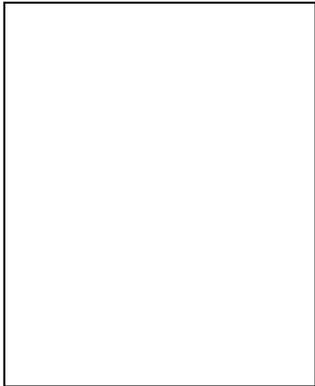
課題

食べ物にふくまれている養分は、どのようになって体内にとり入れられるのだろうか。

実験の予想

もし、ヨウ素液の色が変わったら、変わった方の実験に、() を変化させるはたらきが () 。

実験



条件

同じもの ()
()
()

ちがうもの () ()

わかったこと・気づいたこと・思ったこと

実験結果

条 件	だ 液	水
結 果 (色)		

実験のまとめ

() には、() を変化させるはたらきがある。

2 生物領域中学校における開発教材

(1) 「学調」の分析

過去4年間の調査で、小学校理科生物領域において正答率が60%以下の問題は、【表Ⅲ-1】のとおりである。ただし、調査学年が中学3年は、平成18年度から実施していないので除外している。この中で、「葉と茎と根のつくり」は、経年変化を見ても定着が十分とはいえない。また、「花のつくり」と「植物のなかま分け」の問題（【図Ⅲ-3】）では、中学1年の調査では6割を超える正答率であるのに対して、中学2年の調査では、同一問題ではないが正答率が大きく下回っており、中学1年での学習した内容が十分に定着していないことを示している。このことは、「植物の生活とからだのつくり」の単元の学習において、構造や働きを理解するために実際に植物に触れて観察する機会が少ないことが考えられる。

そこで、本研究では、第2分野生物に関する学習の導入として「1 植物の世界 第1章 花のつくりとはたらき」の単元において、実際に植物の種を植え、発芽、成長、開花するようすを観察して、花、葉、茎、根のつくりについて理解を深める教材の開発を目指した。

【表Ⅲ-1】「学調」生物領域で正答率の低い問題の経年比較

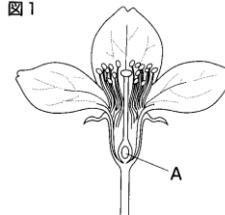
学習学年	出題内容	調査学年	主な観点	正答率 (%)				
				H18	H17	H16	H15	
中学1年 (小学5年)	顕微鏡の観察方法	中学1年	技能・表現	42	-	57	-	
		中学2年	技能・表現	75	66	46	-	
中学1年	花のつくり(胚珠)	中学1年	知識・理解	65	71	71	46	
		中学2年	知識・理解	51	61	40	-	
中学1年	花のつくり(裸子植物)	中学1年	知識・理解	-	52	35	27	
中学1年	葉と茎と根のつくり	中学1年	知識・理解	48	68	63	-	
		中学2年	知識・理解	45	56	38	-	
中学1年	茎の断面(維管束)	中学1年	知識・理解	77	67	50	-	
中学1年	植物のなかまわけ	中学1年	知識・理解	73	-	-	63	
		中学2年	知識・理解	37	57	43	-	
中学1年	光合成の行われる部分(葉緑体)	中学2年	知識・理解	58	49	-	55	
中学1年	植物の呼吸によって発生した気体の性質	中学1年	科学的思考	60	56	57	-	
中学2年	刺激の反応の経路を指摘できる	中学2年	科学的思考	51	-	-	63	
				中学校1年	66	66	62	57
				中学校2年	55	61	53	61
				中学校3年		66	64	68

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(県平均)51% (昨年度 61%)

図1



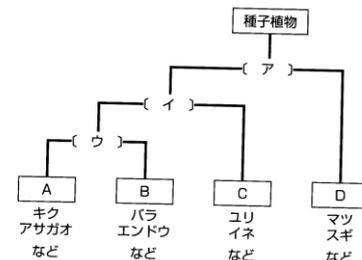
12

- (1) 図のイでは、どのような特徴のちがいによってなかま分けしていますか。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、花びらがもとで合わさっているなかま。
- 3 種子をつくるなかまと、種子をつくらないなかま。
- 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をしました。

アブラナは どのなかまに入りますか。



※正答率(県平均) 29%

(2) 観察・実験教材の備えるべき要件

学習指導要領および解説は、この単元について以下のように示している。

学習指導要領 中学校 第2分野

2 第2分野の内容

(1) 植物の生活と種類

身近な植物についての観察、実験を通して、生物の調べ方の基礎を身に付けさせるとともに、植物の体のつくりと働きを理解させ、植物の種類やその生活についての認識を深める。

ア 省略

イ 植物の体のつくりと働き

(ア) いろいろな植物の花の観察を行い、その観察記録に基づいて、花の基本的なつくりの特徴を見いだすとともに、それらを花の働きと関連付けてとらえること。

(イ) いろいろな植物の葉、茎、根の観察を行い、その観察記録に基づいて、葉、茎、根の基本的なつくりの特徴を見いだすとともに、それらを光合成、呼吸、蒸散に関する実験結果と関連付けてとらえること。

(内容の取扱い)

ア、ウ省略

イ イの(ア)については、被子植物を中心に上げ、裸子植物は簡単に扱うこと。「花の働き」については、受粉などによって胚珠が種子になることを扱う程度とし、受精などは、内容の(5)で扱うこと。

学習指導要領解説・理科編

(ア)について

花にはおしべやめしべがあり、花粉がめしべの先に付くと果実ができることは既に小学校で学習している。ここでは、いろいろな花を観察し、その結果に基づいて、花がその中心からめしべ、おしべ、花びら、がく、という順に構成されていて、種子を作る生殖器官であることを理解させる。

花のつくりについては、花の形が似ていて、花びらなどの数が等しいものがあることに気付かせるとともに、めしべが柱頭、花柱、子房の3部分から成り立っていて子房の中に胚珠があること、おしべの中には花粉が入っていることを扱う。以下 略

学習指導要領では、植物の体のつくりと働きを身近な植物の観察・実験を通して理解させることを主なねらいとしている。身近な植物の例として岩手県内の中学校が使用している東京書籍の教科書では、被子植物はアブラナを取り上げて説明している。しかし、この単元を学習する4月は、県内ではまだアブラナ科の花が咲いていないことが多く、実物に触れる機会が少ない。このことが、観察・実験を通して理解を深めて学習事項を定着させることが不十分になる理由の一つと考えられる。

そこで、学習指導要領の内容及び解説から、本研究で開発する観察・実験教材の備えるべき要件として考えられる事項を次のア～ウのとおりとした。

ア 学習指導要領の指導事項に関連した科学的事象

- ・ 植物の発芽、成長、開花、結実の成長過程の観察を通して、植物に対する関心を高めることができる。
- ・ 被子植物の花のつくりを理解することができる。
- ・ 子房と胚珠の違いが理解できる。
- ・ 花が種子をつくる生殖器官であることが理解できる。

イ 各学年の指導内容に応じた観察・実験の器具の操作技術及び、容易に理解可能な観察・実験

- ・ 栽培方法が簡単で、成長のようすを生徒一人一人が実感できる。
- ・ 短期間で開花、結実まで観察できる。
- ・ 教科書の説明に使われている写真が実感でき、内容が理解できる。
- ・ 必要に応じてルーペなどの観察器具を用いて観察する。

ウ 観察・実験を安全に行う上での配慮事項

- ・ 使用する実験器具や栽培容器等に配慮する。

(3) 学習の定着を図るための観察・実験教材の概要

観察・実験の教材が備えるべき要件を満たした教材として、「ファストプランツを材料とした花の観察」の検討を行った。アメリカの Paul H Willams が開発したファストプランツ（学名 *Brassica rape*）は、成育が早く直ぐに種をつけるアブラナ科の植物で、いつでも観察できる植物観察教材として実用化が図られた（横尾 2007）。ファストプランツは生活環が 45 日と短く、草丈も 20cm と室内で簡単に栽培できる植物である。この性質を利用して、生徒一人一人が発芽から開花、結実までの一連の成長過程と花や種子を観察することによって学習の定着を図ることを目指した【図Ⅲ-4】～【図Ⅲ-6】。そこで本研究においてはこの植物の教材化に向けて次の 2 点についての検討を図った。



【図Ⅲ-4】ファストプランツの花

- ① 生徒一人一人が教室で個別に栽培するための方法
- ② 発芽、開花、結実させるための栽培条件について



【図Ⅲ-5】ファストプランツの芽生え



【図Ⅲ-6】ファストプランツの結実

(4) ファストプランツの栽培について

栽培キットも販売されているが、量販店で販売されている器材や実験室にある器材で栽培する方法を検討した。更に改善の余地はあるが、今回行った方法を紹介する。

ア ファストプランツの種子の入手方法

種子は、日本総代理店である「インザスウッズ インドアガーデニング」から購入する。

イ 栽培器材

- ・ 土ポット（ジフィーセブン 30mm48 個で約 800 円）
- ・ セルトレー
- ・ 底面給水トレー（シャーレに水を張ってもよい）
- ・ 液体肥料（液体ハイポネックスを 500 倍に希釈したもの）
- ・ 照明付き栽培箱（【図Ⅲ-7】）
- ・ 竹串
- ・ ビニ帯



【図Ⅲ-7】水槽を利用した飼育箱

ウ 栽培方法

- ① セルトレーの中に土ポット入れて十分に給水させる。
(土ポットの下に吸水布を敷き、セルトレーの穴から出す。)
- ② 中央部に 2～3 個の種をまき、周辺の土を軽くかける。
- ③ 底面吸水トレーの上に置く。吸水は 1 日 1 回、液体肥料を与える。
- ④ 栽培箱の中に入れて、蛍光灯の強い光を 24 時間連続照射する。
- ⑤ 播種後 5～7 日：土ポット 1 個あたり 1 植物を残して、他の植物は根元からはさみで刈り取る。
- ⑥ 播種後 7～14 日：成長した植物が倒れないように竹串の支柱を立てる。糸または、ビニ帯で植物を竹串に固定する。

エ 成長のようす

播種から開花までのようすを【図Ⅲ-8】～【図Ⅲ-17】に示す。播種から19日目で開花した。



【図Ⅲ-8】9月20日（播種）



【図Ⅲ-9】9月22日（3日目）



【図Ⅲ-10】9月25日（5日目）



【図Ⅲ-11】9月28日（8日目）



【図Ⅲ-12】10月2日（11日目）



【図Ⅲ-13】10月5日（14日目）



【図Ⅲ-14】10月9日（17日目）



【図Ⅲ-15】10月11日（19日目）



【図Ⅲ-16】10月20日（30日目）



【図Ⅲ-17】10月22日（31日目）

オ 花の観察

【図Ⅲ-18】～【図Ⅲ-21】は、ファストプランツの花を観察して撮影した写真である。花が小さいので細かい操作が必要であるが、花のつくりを調べる教材として適する植物である。



【図Ⅲ-18】花の全形



【図Ⅲ-18】花を分解して観察した結果



【図Ⅲ-18】実体顕微鏡で観察した結果



【図Ⅲ-18】雌しべと子房

(5) 今後の課題

本研究では、ファストプランツの栽培方法と生育条件及び「花のつくりとはたらき」の単元においてより効果的な観察・実験教材となるかどうかについて検討してきた。ファストプランツの教材化には、容易な栽培方法の確立が重要であり、次の6点についてさらに検討する必要がある。

- ① 水の管理
- ② 温度の影響
- ③ 液体肥料の濃度
- ④ 照明方法
- ⑤ 飼育箱の工夫
- ⑥ 受粉の方法

今後、ファストプランツの栽培方法を確立して指導実践を経てその効果を確かめる予定である。

【参考文献】

- 佐藤茂他訳(2006);「ファストプランツで学ぶ植物の世界 日本語版 テキスト」, In the woods. Books
横尾恵理他(2007); 小・中学校における植物教材としての Fast Plants, 生物教育 47 巻 1・2 号