

中 学 校

平 成 5 年 度

教 育 研 究 員 研 究 報 告 書

理 科

東 京 都 教 育 委 員 会

平成 5 年 度

教育研究員名簿（理科）

分科会	区市町村名	学 校 名	氏 名
第 1 分 科 会	墨 田	墨田区立吾嬬第一中学校	松 村 貞 治
	世 田 谷	世田谷区立駒留中学校	山 口 晃 弘
	中 野	中野区立第三中学校	大 橋 亮 介
	豊 島	豊島区立雑司谷中学校	小 室 仁 一
	荒 川	荒川区立第一中学校	○神 廣 之
	調 布	調布市立第三中学校	有 馬 貢
	田 無	田無市立第二中学校	土 井 浩
	秋 川 大 島	秋川市立東中学校 大島町立第二中学校	小 林 良 孝 柳 瀬 雄 一
第 2 分 科 会	千 代 田	千代田区立麴町中学校	松 井 友 子
	目 黒	目黒区立第九中学校	遠 田 次 郎
	練 馬	練馬区立開進第二中学校	◎伊 藤 澄 生
	足 立	足立区立第十四中学校	細 川 雅 弘
	江 戸 川	江戸川区立南葛西第二中学校	橋 本 孝
	八 王 子	八王子市立第四中学校	小 松 茂
	昭 島	昭島市立多摩辺中学校	高 梨 和 也
	多 摩	多摩市立豊ヶ丘中学校	清 水 秀 登

◎世話人      ○副世話人

担当 教育庁指導部主任指導主事 福 川 宏  
多摩教育事務所指導主事 草 野 一 紀

# 生徒の学習意欲を高め、主体的な活動を促す指導法の工夫

## 目 次

I	主題設定の理由	2
II	「電気分解とイオン」における生徒の主体的な探究活動を促す指導法の工夫	3
1	研究のねらい	3
2	研究の方法	3
3	研究の内容	4
(1)	実態調査	4
(2)	学習計画	6
(3)	評価計画	8
(4)	展開例	10
(5)	実験教材の工夫	11
(6)	生徒の自作電池	11
(7)	研究の結果	12
4	まとめと今後の課題	13
III	「生物の殖え方と遺伝」における生徒の主体的な活動を促す指導法の工夫	14
1	研究のねらい	14
2	研究の方法	14
3	研究の内容	15
(1)	事前調査	15
(2)	教材の工夫	16
(3)	学習計画	18
(4)	評価計画	19
(5)	展開例	20
4	研究の結果	22
5	まとめと今後の課題	24

## 研究主題

生徒の学習意欲を高め、主体的な活動を促す指導法の工夫

### I 主題設定の理由

中学校理科教育では、生徒の自然に対する関心を高め、観察、実験などを一層重視し、科学的に調べる能力と態度を育てるとともに、自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を養うことを目指している。

このため、理科学習においては、身の回りの事物・事象とのかかわりを通して、直接体験を重視した学習を充実させ、探究する過程を大切にするための指導内容・方法の工夫が必要である。

本研究では、学習指導要領の改訂にともない、本年度から新たに加えられた内容を選び、生徒の学習に対する関心・意欲を高め、主体的な活動を促す指導方法及び教材・教具の工夫をねらいとして研究主題を設定した。

本研究を進めるに当たって、次の事項に留意した。

- ① 身近な素材を活用した観察・実験などの工夫
- ② 教材・教具の個別化の工夫
- ③ 個に応じた指導方法の工夫
- ④ 自己評価など、形成的評価の工夫

第1分科会では、「電気分解とイオン」について次の点について研究を進めた。

- ① 生徒の主体的な活動を促す教材の工夫ならびに学習計画の工夫
- ② 身近な素材を活用した観察・実験の個別化
- ③ 生徒の意欲を高め主体的な活動を促すための評価の工夫

第2分科会では、「生物の殖え方と遺伝」について次の点について研究を進めた。

- ① 生徒の主体的な学習活動を促す授業展開及び教材教具の開発・工夫
- ② パーソナルコンピュータを利用したシミュレーション(模擬実験)の指導方法の工夫
- ③ 生徒の主体的な学習活動を促すための評価の工夫

## Ⅱ 「電気分解とイオン」における生徒の主体的な探究活動を促す指導法の工夫

### 1 研究のねらい

中学校理科第1分野では、「電気分解とイオン」の小単元に新たに「電解質水溶液から電流を取り出す」という、「電池」についての内容が加わることになった。

新しく教材として取り上げられた内容である「電池」は、日常生活の中で身近な素材であり、中でも乾電池は、小学校でも物の性質を調べる学習や電気の働きを調べる学習等で使われている。ところが、乾電池も含めて、「電池」そのものについての生徒の興味・関心は必ずしも高いとはいえず、教師の与えた課題を全員が同様に学習していくような方法では、生徒の主体的な活動を期待しにくいという問題がある。

そこで、本研究では、次のような点に留意しながら研究を進めた。

- ① 生徒の主体的な学習活動を促す指導計画の工夫
- ② 身近な素材を活用した観察、実験の個別化
- ③ 生徒の意欲を高め主体的な活動を促すための評価の工夫

### 2 研究の方法

本研究に当たり、次のような計画を立てて進めていくことにした。

- (1) 資料の収集と分析
  - ・小学校・中学校・高等学校で行われる「電池」にかかわる学習内容についての確認
- (2) 生徒の「電池」に対する意識等にかかわる実態調査
- (3) 研究のねらいや実態調査の結果に基づく、学習計画、評価計画の立案
- (4) 指導方法の工夫
  - ・生徒が主体的に活動できる授業形態と学習方法の検討及び指導計画の作成
- (5) 教材・教具の工夫
  - ・個別化を目指した教材・教具の工夫
- (6) 授業実践及び考察
  - ① 指導計画に基づく各学校での授業実践
  - ② 学習後の生徒の変容の分析と考察
- (7) 研究のまとめと今後の課題

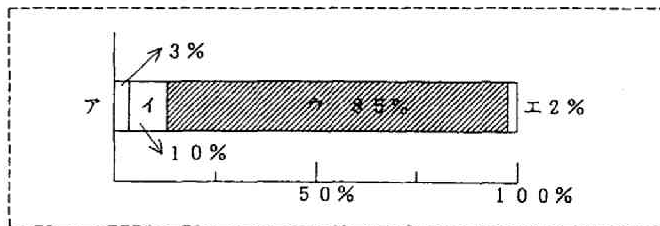
### 3 研究内容

#### (1) 実態調査 (第3学年生徒 669名対象)

研究計画に基づき、生徒の「電池」に関する意識の実態を把握するために調査を行った。

#### 1 乾電池1個の電圧は何ボルトですか。

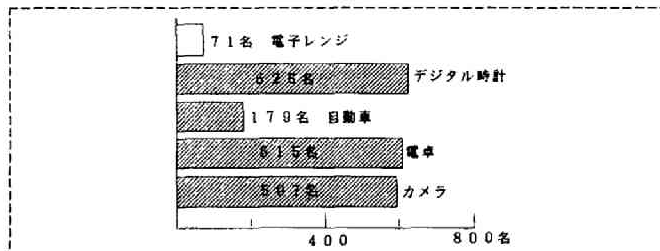
- (ア) 0.5 V      (イ) 1.0 V      (ウ) 1.5 V      (エ) 2.0 V



85%の生徒が一般的に使われている乾電池の電圧を回答した。その点では乾電池は生活に浸透しており、その起電圧の認識率も高い。

#### 2 次の中で電池を使っているものには○をつけなさい。

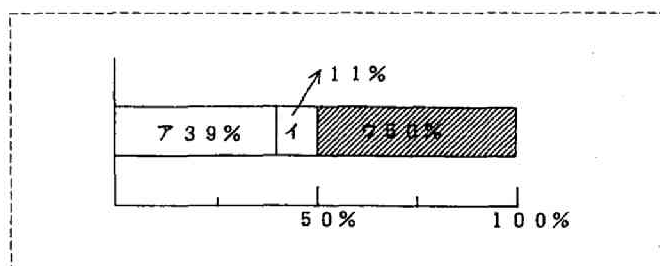
- (ア) カメラ      (イ) 電卓      (ウ) 自動車      (エ) デジタル時計      (オ) 電子レンジ



各製品に高い割合で電池の認識があるのが分かる。ただし、自動車のバッテリーについては、まだ認識が低い。

#### 3 電池を使い終わった後、どのように捨てているか。

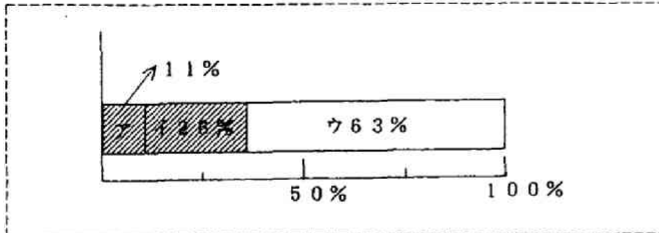
- (ア) 特別に回収せずに、燃えないゴミとして出している。  
 (イ) 再利用するために特別に回収している。  
 (ウ) 電池には有害なものが含まれているので回収している。



環境問題を含めてどれだけ意識が浸透しているか、考えさせられる結果である。まだ5割の中学3年生が電池の処理について誤った考えをもっている。本単元でも電池の処理には留意すべきである。

4 あなたは今までに「なぜ乾電池で電流を流すことができるのか」疑問に思ったことがありますか。

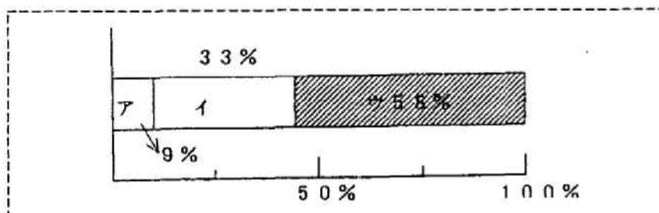
- (ア) 大変疑問に思っていた。 (イ) 疑問に思ったことがある。  
 (ウ) あまり疑問に思わなかった。



4割近くの生徒が疑問を抱いたことがあり、1割近くの生徒が強い疑問を抱いている。これらの生徒は電池について興味をもっているといえる。

5 電池に関して授業で勉強してみたいと思いますか。

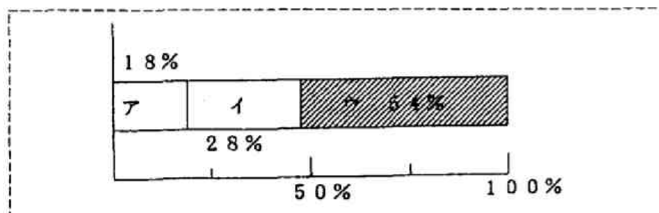
- (ア) 大変思う (イ) 思う (ウ) あまり思わない



電池の学習には約6割の生徒が消極的である。

6 電池を自分で作ってみたいと思いますか。

- (ア) 大変思う (イ) 思う (ウ) あまり思わない



電池を作ってみたいと思っているのは4割強にとどまった。

<実態調査の結果に対する考察>

多くの生徒が、身近な道具や機械に電池が使われていることを知っている。しかし、電池に疑問を抱き、電池の学習を深めたい気持ちは薄いことから、電池を単なる道具としか見ていないことが分かる。

(2) 学習計画 (11時間)

学習項目	学習内容	学習活動
第1次 食塩水の通電性  (1時間)	<ul style="list-style-type: none"> <li>食塩水の通電性</li> <li>食塩の結晶や水の非通電性</li> <li>水道水の通電性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>演示実験を見る。</li> <li>食塩は固体のままでは通電性がないのに、水溶液になると通電性があることを知る。</li> <li>食塩のように固体のままでは通電性がないのに、水溶液にすると通電性がある物質が他にないか、話し合う。</li> </ul>
第2次 水溶液の通電性  (1時間)	<ul style="list-style-type: none"> <li>いろいろな水溶液の通電性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>いくつかの水溶液に電流を流し、通電性を調べる。</li> </ul>
第3次 電解質の合成と電気分解  (3時間)	<ul style="list-style-type: none"> <li>塩素ガスと銅粉から、塩化銅を作る。</li> <li>塩化銅の電気分解</li> <li>塩酸の電気分解</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>塩素ガスに銅粉を加えると化合して塩化銅ができることを知る。</li> <li>塩化銅の電気分解をする。</li> <li>塩酸の電気分解をする。</li> <li>電気分解の実験で分かった変化の共通性について話し合う。</li> </ul>
第4次 水溶液中を流れる電流とイオン  (3時間)	<ul style="list-style-type: none"> <li>イオンとイオン記号</li> <li>電気分解のモデル化</li> <li>水溶液中を流れる電流と金属中を流れる電流の違い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>説明を聞く。</li> </ul>
第5次 電解質水溶液と金属板から電流を取り出す。  (3時間)	<ul style="list-style-type: none"> <li>自作できる電池</li> <li>電流が取り出せる条件</li> <li>身近なものを材料にして電池を自作する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>いろいろな金属やいろいろな電解質水溶液を使って電池を作る。</li> <li>演示実験を見る。</li> <li>自らの興味・関心に基づき、実験計画書を書き、異種の金属と電解質水溶液を使った電池を作る。</li> </ul>



実験等の計画の概要	評価の観点
<p>○演示実験</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>食塩水, 蒸留水, 水道水, 食塩について別々に通電性を調べる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>興味・関心をもつことができたか。</li> <li>食塩は固体のままでは通電性はないのに水溶液になると通電性があることを確認できたか。</li> <li>水道水には通電性があるのに, 蒸留水には通電性がないことを確認できたか。</li> </ul>
<p>○個別実験</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>生徒が主体的に学習できるワークシートを用意する。</li> <li>蒸留水, 水道水, エタノール, 塩酸, 硫酸, 酢, 食塩, 砂糖, 塩化銅などを用意する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自ら進んで実験することができたか。</li> <li>通電性がある水溶液と通電性のない水溶液があることを発見できたか。</li> </ul>
<p>○演示実験またはビデオ教材</p> <p>○グループ実験</p> <p>○グループ実験</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>生徒が主体的に学習できるワークシートを用意する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>塩化銅は塩素ガスと銅粉の化合によってできることを確認できたか。</li> <li>自ら進んで実験することができたか。</li> <li>電気分解の際, 両極に起きる変化を発見できたか。</li> <li>電気分解の実験で分かった変化の共通性を発見できたか。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>ビデオやパソコンシミュレーションなどの視聴覚教材も使う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電解質水溶液の電気分解をイオンの概念を用いて説明することができたか。</li> </ul>
<p>○個別実験</p> <p>○演示実験</p> <p>○個別実験</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>個別に実験計画書を作成させる。</li> <li>実験計画書に応じて, いろいろな金属やいろいろな電解質水溶液を用意させる。</li> <li>自作した電池と実験計画書を掲示する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電流が取り出せるときの条件を発見できたか。</li> <li>電極板や電解質水溶液の種類によって取り出せる電流の強さが変わることを発見できたか。</li> <li>自ら進んで実験できたか。</li> <li>身近な金属や電解質水溶液を使って電池を作ることができたか。</li> </ul>

(3)評価計画 (観点別評価)

学習項目	学 習 内 容	自然への関心・意欲・態度
第5次 電解質水溶液と 金属板から電流 を取り出す。  (3時間)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自作できる電池</li> <li>・電流が取り出せる条件</li> <li>・身近なものを材料にして電池を自作する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電解質水溶液と金属板を用いて電流が取り出せることについての関心①</li> <li>・実験への積極的参加①⑤</li> <li>・実験への積極的参加①⑤</li> </ul>

①授業者の観察・調査    ②ペーパーテスト    ③ワークシート

### 自 己 評 価 カ ー ド

\_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日                      \_\_\_\_\_ 年 組 \_\_\_\_\_ 番氏名

1. 今日の授業に進んで取り組みましたか。
2. 観察・実験や作業が手際よくできましたか。
3. 今日の授業の内容はよく分かりましたか。
4. 授業中、疑問に思ったり、発見したり、分かったりしたことなどを書こう。


}

◎○△で記入する

◎：よい    ○：ふつう

△：十分ではない

- ・授業のまとめとして、毎回必ず記入させる。
- ・項目1では「自然への関心・意欲、態度」の評価に関連付ける。
- ・項目2では「観察・実験の技能・表現」の評価に関連付ける。
- ・項目3では「知識・理解」の評価に関連付ける。
- ・項目4では「科学的な思考を促す」一助として、新たな疑問・発見などを自由に記入させる。

科学的な思考	観察・実験の技能・表現	知 識 ・ 理 解
・電流が取り出せるときの共通性④⑤	・実験の操作①⑤ ・実験結果の記録③  ・実験計画書の作成③ ・実験の操作①⑤ ・実験結果の記録③	・電流が取り出せる条件②④

④ノート    ⑤報告書・自己評価等

## 理科ワークシート

目的：自分で電池を作ろう。

特徴（ねらい） \_\_\_\_\_

準備するもの \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

電池の図と実際に作ってみた結果

※ 結果は文章または表で書くこと。

3年 \_\_\_\_\_ 組 \_\_\_\_\_ 番氏名 \_\_\_\_\_

(4) 展開例 第5次 第1時 (通算第9時)

導入	学習内容	留意点	評価
導入 5分	・前時の確認	・イオンと電流の関係を確認する。	・イオンと電流の関係が説明できたか。
展開1 (演示実験)	・液体と金属板から電流が取り出せること。  ・メロディーカードの性質	・液体に金属板を浸すと電流が取り出せることを知る。 鉄・亜鉛と食塩水 ・液体と金属板の種類についてはここでは触れない。 ・メロディーカードを示す。 電池で鳴ること 極性があること	・演示の実験に興味・関心がもてたか。 ・液体に金属板を浸すと電流が取り出せることを知ったか。 ・メロディーカードの性質を知ったか。
展開2 (個別実験)	・いろいろな溶液と金属板を用いてどのような組み合わせのときにメロディーカードが鳴るか調べる。	・生徒の興味、関心に応じて、自由に組み合わせを作れるように、材料を準備しておく。 溶液：食塩水、エタノール、砂糖水、塩化銅水溶液 金属：銅、亜鉛、マグネシウム 容器：フィルムケース ・生徒の活動に応じ、個別に援助する。 ・実験の結果は、「結果カード」に記入し、提出させる。 ・「結果カード」を整理しながら黒板に貼る。	・主体的、意欲的に実験に取り組めたか。  ・結果を「結果カード」に記入できたか。
30分 まとめ			
	・どのような組み合わせのときにメロディーカードが鳴るか考察する。	・黒板に貼った「結果カード」を見ながら考察させる。	・どのような組み合わせのときにメロディーカードが鳴るか、発見できたか。
	発問「どんな条件のときにメロディーカードが鳴りますか」		
		予想される答え 条件1：電解質水溶液 条件2：異種金属 ・「流れる－流れない」はここで押さえ、「強い－弱い」はまだ触れないので、ここでは完全に押さえない。 ・自己評価カードの記入と提出を求める。	・どのような組み合わせのときに電流が取り出せるか考えることができたか。
10分			

### (5) 実験教材の工夫

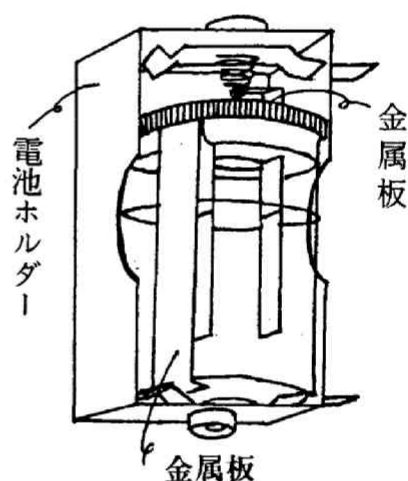
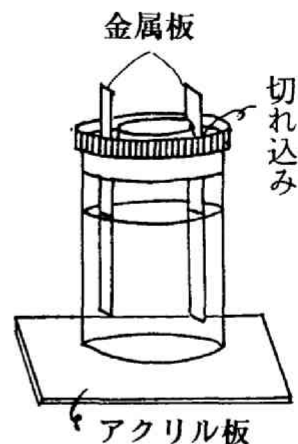
「電気分解とイオン」の単元を学習する上で、実験を個別化し、主体的な学習を行うために次のような観点からフィルムケースを活用した。

#### ○利点

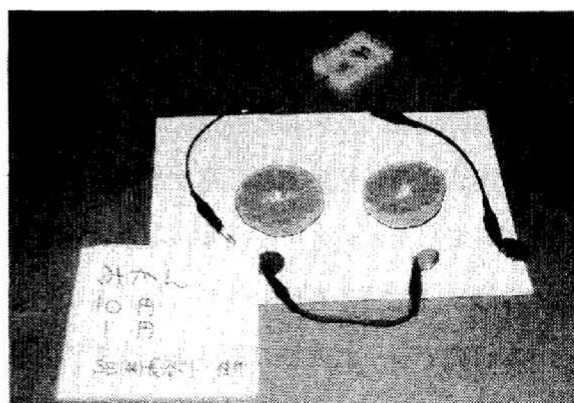
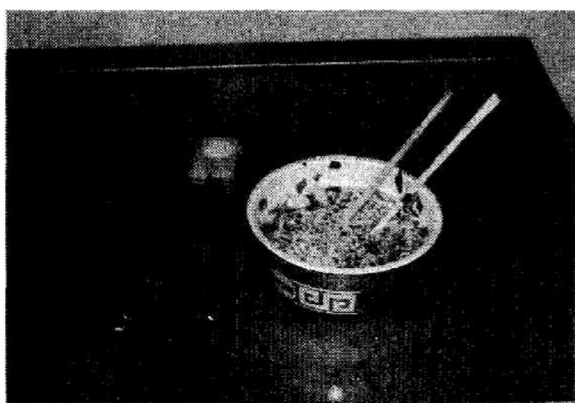
- ・身近で手に入れやすく、数が集めやすい。
- ・溶液の量が少量ですみ、個別化できる。
- ・半透明で、内部の変化の観察が容易である。

#### ○改良工夫点

- ・倒れやすいので安定させた。フィルムケース下部に5 cm×5 cmの亚克力板を付けた。なお、亚克力板の代わりに、乾電池ホルダーに取り付けることもできる。
- ・ショートを防ぐために、フタに金属板を差し込む間隔を空けて切れ込みを入れた。両手で実験を行えば、フタはなくても可能である。
- ・金属板は細かく切った。マグネシウムリボンの幅に合わせたので、少量ですんだ。
- ・乾電池ホルダーに取り付けた。生徒の興味・関心を高めるための工夫点である。



### (6) 生徒の自作電池



## (7) 研究の結果

本研究では、生徒の主体的な探究活動を促すため、「電気分解とイオン」の学習における教材・教具の改善・工夫を通して、実験の個別化を図り、合わせて学習過程における効果的な評価の方法について究明した。研究の結果については、実態調査、実験計画書の記録、授業中の生徒の活動の観察、自己評価の記録、事後調査などから生徒の変容を調べることにより把握に努めた。

### ア 教材，教具について

- (ア) 電解質水溶液を入れる容器と電極板を工夫することにより、実験の個別化が容易になり、生徒の、学習課題を探究していく意欲を高めることができた。
- (イ) 生徒自身が創意工夫し、自作の電池から電流を取り出すことにより、生徒一人一人が意欲的に学習に取り組むことができた。

### イ 個別化を図った自作電池の実験について

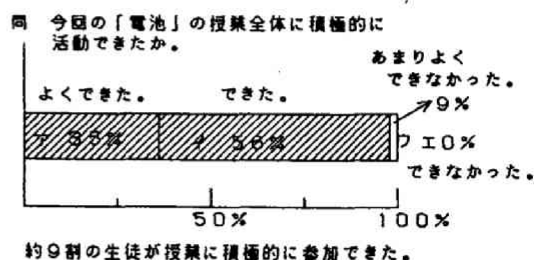
- (ア) 生徒自身の創意工夫を生かした実験計画書に基づいて実験を進めたため、個々の生徒は常にめあてをもって学習に取り組み、自ら工夫して課題の解決に努めることができた。
- (イ) 実験の個別化により生徒一人一人の発想を生かした学習活動を展開することができた。

### ウ 評価について

- (ア) 実験計画書を生徒一人一人に作成させることにより、教師は生徒の発想を授業を行う前につかむことができるので、個別指導によって個々の生徒に応じた助言が可能になり、生徒の多様な学習活動を支援することができた。
- (イ) 生徒が個々に作成した実験計画書に基づいた学習活動を進めていく本事例のような授業形態では、授業者は個々の生徒の活動を十分に観察できるので、机間指導によって実験計画書と合わせ、個々の生徒の状況を的確に把握することができた。
- (ウ) 授業後の自己評価の記録などから、生徒の変容をつかむことができた。

### エ 実態調査・事後調査の結果について

実態調査の結果では、電池を単なる道具としてしかとらえておらず、電池に関する知識や学習への意欲は低かった。しかし、本研究で行った方法で授業を展開すると、事後調査からも分かるように知識の定着や学習への意欲も高まった。



#### 4 まとめと今後の課題

##### (1) まとめ

###### ア 教材，教具の工夫について

(ア) 電解質水溶液を入れる容器と電極板を工夫することにより，実験の個別化が容易になった。

(イ) 電解質水溶液を入れる容器を小型化したことにより，電解質水溶液が少量済み，また電極板も小型でよいので，費用や準備を最小限にすることができ，個別化を前提とした生徒実験には最適であると考えられる。

###### イ 指導方法の工夫について

(ア) 学習の個別化を図ったことにより，生徒一人一人の発想を学習に生かすことができ，生徒は意欲的に課題の解決に取り組んだ。

(イ) 実験計画書を生徒一人一人に作成させることにより，教師は生徒の発想を授業を行う前に把握することができるので，個別指導によって個々の生徒に応じた助言が可能になり，生徒の多様な学習活動を支援することができた。

また，生徒が個々に作成した実験計画書に基づいて学習活動を進めていく本事例のような授業形態では，授業者は個々の生徒の活動を十分に観察できるので，机間指導により，実験計画書と合わせて個々の生徒の状況を的確に把握することができた。

(ウ) 生徒自身が創意工夫し，自作の電池から電流を取り出すことにより，生徒一人一人が意欲的に学習に取り組むことができた。

##### (2) 今後の課題

ア 本研究で活用した容器と電極板は，実験の個別化と多様な学習の展開を可能にしたが，小型化したために，強い電流が取り出しにくいという欠点がある。この点は，他の教材で補うなどの工夫が必要である。

イ 実験計画書は，本研究においては生徒の自発的な学習を促す上で有効であったが，形式によっては，生徒の自由な発想を制約することも考えられるので，その活用についてさらに研究を深めることが望まれる。

ウ 生徒の主体的な探究活動を促すための評価の在り方については，自己評価だけでなく，指導の過程において，多様な評価の方法を検討していくことが大切である。

### Ⅲ 「生物の殖え方と遺伝」における生徒の 主体的な活動を促す指導法の工夫

#### 1 研究のねらい

「生物の殖え方と遺伝」の学習では、身近な生物の観察、実験を通して、生物の受精や殖え方に関心を持ち、生物の遺伝の規則性を理解することが主なねらいの一つである。このねらいを達成するためには、まず身近でしかも入手しやすい生物を観察、実験の材料として用意することが必要である。

ところが、①遺伝の学習に適した身近な生物教材が少ない、②生物教材は飼育、栽培に手間がかかったり、季節、天候に左右されがちで必要なときに手に入れにくい、などの現状から一つの教材を系統的に使って観察、実験することは難しいという問題点があげられる。そこで、第2分科会では、身近な植物の中から観察、実験に利用できる植物を教材として開発するとともに、生徒の主体的な活動を促すような学習計画を作成することを目指した。

特に遺伝の学習に適する教材としてマツバボタン、ピーターコーンを取り上げた。

なお、この研究を進めるに当たって、次の点に留意した。

- ① 生徒の実態を把握し、指導上の課題を明らかにする。
- ② 生徒の主体的な学習活動を促すための授業展開及び、教材・教具を開発・工夫する。
- ③ 観察、実験がしにくい学習場面においてパーソナルコンピュータ（以下パソコンと略す）を使ったシミュレーション（模擬実験）による指導方法を工夫する。
- ④ 生徒の意欲を高め、主体的な活動を促すための評価方法を工夫する。

#### 2 研究の方法

- (1) 事前調査の実施と結果の考察
- (2) 研究のねらいの設定
- (3) パソコンを活用した指導方法の検討と工夫
- (4) 学習計画と評価計画の立案
- (5) 授業の実践と考察
- (6) 事後調査の実施と結果の考察
- (7) 研究のまとめと今後の課題の検討



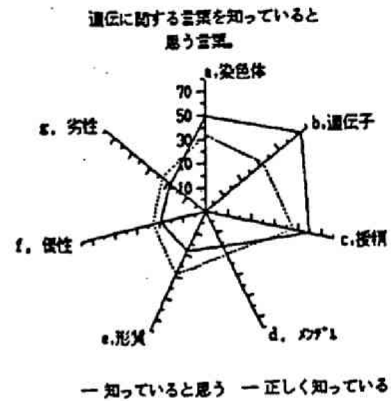
### 3 研究の内容

#### (1) 事前調査と考察

中学生の遺伝に関する意識やパソコンを使用しての学習についての関心を把握するため都内の10校、860人を対象に調査を実施した。

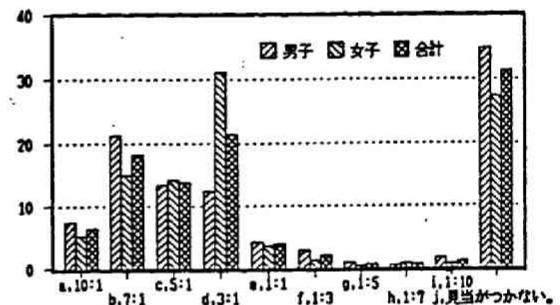
##### I 遺伝に関する言葉を知っていますか。

- 染色体、遺伝子、受精という言葉については約50%の生徒が知っているが、実際に正しく知っている生徒は25%であった。知っているつもりになっている生徒が多いことが分かった。



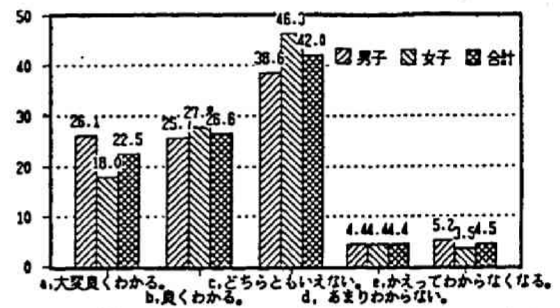
##### II ピーターコーンの黄色い数：白色の数 ほどのくらいと思いますか。

- 黄色い粒の方が多いと感じている生徒が約60%いる。その中で3：1と答えている生徒が20%いる。



##### III パソコンを使って理科の勉強をするとよく分かるようになりますか。

- パソコンを使って学習をしたい生徒が約80%いるが、パソコンを使うとよく分かるようになりますと期待している生徒は約50%しかいない。学習内容より、パソコン自体に興味を持っているためだと思われる。



以上の調査のように、生徒は遺伝に関する知識が乏しい状況がある。この実態を踏まえ遺伝の学習における生徒の学習意欲を高め、主体的な学習を促すには、可能な限り観察、実験による直接体験の機会を与えることが必要と考える。そこで、長期の日数を必要としない生物教材を開発し、また生徒がパソコンに興味を持っている現状を踏まえ、パソコンを活用したシミュレーションを行うことが、生徒の主体的な学習を促す上で効果があると考えた。

## (2) 教材の工夫

### ア マツバボタン《ジュエル》

- ・花は純白色と濃桃色があり普通種のマツバボタンより花が大きい。
- ・染色体数は $2n=10$ で普通種の $2n=18$ とは、交雑、結実することはない。

#### (ア) 教材としての特性

種子の休眠期を考慮すれば、種子を水に浸したろ紙の上にまいてから一週間程度で発芽し、宿根性植物の有色花に特有なアントシアン色素が幼苗の茎に現れるので、アントシアン色素がない白色花との組み合わせでF<sub>1</sub>を作出し、そのF<sub>1</sub>個体の自家受粉で取れた種子を蒔けば、幼苗の時期にアントシアン色素が有るものと無いものに分離できる。

#### (イ) 教材としての有効性

- ・教材（種子）の供給が自校でまかなえる。
- ・他の遺伝教材より短期間に実験ができる。
- ・実験操作が中学生にも容易にできる。

#### (ウ) 自作ビデオの活用

マツバボタンの発芽に適した温度は $20^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ で関東地方では4月上旬～5月下旬がその時期とされている。年間学習計画に基づく学習の実施に当たり、天候の不順から発芽が行われなかったり、花が咲かない場合のために、自作のビデオ教材を作成した。このビデオの活用により、観察、実験のできなかった生徒でもマツバボタンについて興味・関心をもつことができる。

### イ ピーターコーンについて

この教材を選んだ理由は、①メンデルの法則の理論値に近い値が求められること、②材料が入手しやすいこと、③調査数がたくさん得られること、があげられる。

授業の時期がずれる場合は、冷凍品を利用するか、ゆでた後冷凍保存をしておくといよい。何度も使用する時は、あらかじめ、1列にマジック等で印を付けたり、まち針を刺したりして数えやすくする。

### ウ パソコンの活用について

#### (ア) 活用の利点について

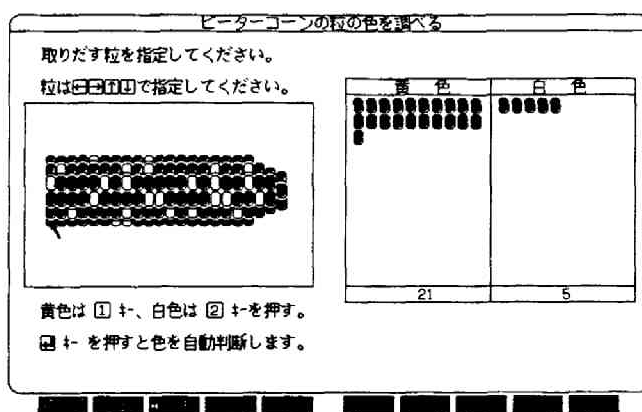
- ・短時間に何種類もの生物についてシミュレーションできる。
- ・簡単に調査数を増やすことができ、またそのことで理論値に近い結果が得られる。
- ・進度に合わせて個別に取り組める。

- ・表計算ソフトを利用し集計をまとめて提示することで、実験への取組みが成果となっ  
てすぐ分かり、意欲的に授業に参加することができる。

(イ) 教材ソフトについて

市販ソフトと自作ソフトを併用した。市販のA社のシミュレーションソフトは、ショウ  
ジョウバエ（はねの形・体色）、エンドウ（種子の形・子葉の色）、マルバアサガオ（花  
色）の3種類がある。生徒は興味・関心により好きなものを選択できる。また、パソコン  
の操作に習熟していない生徒にも分かりやすいようなワークシートを作り、操作をしやす  
いように工夫した。

自作ソフトは、ピーターコーン  
が入手できない時期を考慮し、シ  
ミュレーションができるように作  
成した。これは、集計作業前の説  
明としても有効である。また、集  
計結果をすぐに生徒に提示でき  
るようにすることにより、結果が生  
徒に反映され、理解の定着がより  
一層図れる。



エ サイコロを使った遺伝の学習

パソコンのシミュレーションはあくまで人為的に（優性の形質）対（劣性の形質）が3：  
1になるように作った教材である。そこで、このサイコロを使った学習をすることにより、  
受精時に、卵細胞と精細胞の遺伝子の優性と劣性の形質がそれぞれ1/2の確率で結び付  
いた統計的結果が3：1になることを体験することができる。

[サイコロを使った遺伝の学習の方法]

- ① サイコロの6面体に優性の形質と劣性の形質を3面ずつ描き、優性、劣性の目が  
1/2の確率で出るものを二つ作る。（卵細胞と精細胞の遺伝子である。）
- ② 二つのサイコロを同時に振る。約100回振る。
- ③ 二つのサイコロの出た目の組合せにより次のようにカウントし、割合を出す。  
優性と優性→優性    優性と劣性→優性    劣性と劣性→劣性

(3) 学習計画

ア 学習のねらい

(ア) 生物の殖え方（第1時～第3時）

- ・生物の殖え方には色々な方法があることを観察や資料から気付くことができる。
- ・動物や植物の有性生殖と無性生殖の違いを説明することができる。
- ・身近な動物や植物を材料にした観察，実験を通して，動物や植物の受精や殖え方に関心を持ち，進んで観察，実験をすることができる。

(イ) 遺伝（第4時～第7時）

- ・両親の形質が子に伝わることに気付くことができる。
- ・遺伝の規則性を発見し，説明することができる。
- ・身近な生物の遺伝に興味・関心を持ち，事例を調べることができる。

イ 「生物の殖え方と遺伝」の学習計画例

学習項目	学習活動	留意点	評価
第4時 形質の遺伝	○各自でまいたマツバボタンの種子から発芽した茎を観察し，色の違いとその数の違いに気付く。 ○優性の法則の説明を聞く。	○種子は一週間前に各自で蒔いておく。	○発芽した茎の色の違いに気付いたか。
第5時 遺伝の規則性	○ピーターコーンの種子の色を観察し，粒の色が黄色と白色であることを知りその数の比が規則性をもっていることに気付く。	○規則性があることを生徒が推論できるように援助する。	○メンデルの法則を推論できたか。
第6時 様々な遺伝	○パソコンを用い，様々な生物の遺伝について自ら進んで調べる。	○ワークシートを活用する。	○自ら進んで調べることができたか。
第7時 遺伝子	○遺伝の規則性を遺伝子を用いて説明できる。	○減数分裂について深入りしない。	○遺伝子を用いて説明できたか。

(4) 評価計画

ア 観点別評価の例

	関心・態度・意欲	科学的な思考	技能・表現	知識・理解
第5時	<ul style="list-style-type: none"> <li>ピーターコーンの粒の色の違いについて興味・関心をもつ。</li> <li>サイコロの実験に興味・関心をもつ。</li> <li>自ら進んでパソコンを用いて、調べようとする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>各自で行った観察、実験により対立形質が3:1で伝わることを推論する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ピーターコーンの黄粒、白粒を工夫して数える。</li> <li>ワークシートに従いパソコンの操作ができる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ピーターコーンの黄粒が優性・白粒が劣性であることに気付く。</li> </ul>
第6時	<ul style="list-style-type: none"> <li>意欲的に発表し、他班の結果と比べる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ピーターコーン、サイコロ、パソコンの結果から、動物でも植物でも雑種第二代では、対立形質が3:1になることを推論する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自分達の得た結果を、まとめて発表する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>メンデルの法則が説明できる。</li> </ul>

イ 自己評価の例

<h2 style="margin: 0;">自己評価カード</h2> <p style="text-align: right;">( 月 日 )</p> <p style="text-align: center;">3年 組 番氏名</p> <p>* 下の項目について、自分の思う記号に○をつけましょう。 (a, よくできた b, できた c, あまりできなかった d, できなかった)</p>																										
<p>① ピーターコーンやパソコン・サイコロなどの観察、実習をワークシートに沿って手早くできたか。</p> <p>② ピーターコーンの黄色の粒と白色の粒の比は、どの個体も同じ比になることに気付いたか。</p> <p>③ ピーターコーンやパソコン・サイコロなどの観察、実習の結果をまとめ、積極的に発表することができたか。</p> <p>④ 今日の授業の内容が分かりましたか。</p> <p>⑤ パソコン室で組んでいる友達は、積極的に取り組んでいましたか。</p> <p>⑥ 今日の授業でどんな疑問をもったか。また、発見したこと、分かったこと等を書いてみましょう。(裏面)</p>	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>①</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr> <tr><td>②</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr> <tr><td>③</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr> <tr><td>④</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr> <tr><td>⑤</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr> </table>	①	a	b	c	d	②	a	b	c	d	③	a	b	c	d	④	a	b	c	d	⑤	a	b	c	d
①	a	b	c	d																						
②	a	b	c	d																						
③	a	b	c	d																						
④	a	b	c	d																						
⑤	a	b	c	d																						

(5) 展開例① (第4時 「形質の遺伝」)

	学習活動 ◎生徒の活動 ★教師の活動	留意点	評価
導入	<p>★〈発問〉カエルの受精卵から何が生まれるか。エンドウの種子ではどうか。</p> <p>◎カエルからカエル, エンドウからエンドウが生まれることを確認する。</p>	<p>○同じ種類の親から同じ種類の子ができることを強調する。</p>	
展開	<p>★〈発問〉1週間前に蒔いたマツバボタンの種子から何が生まれたか調べよう。</p> <p>◎マツバボタンの種子からマツバボタン(植物)が生まれたことを確認する。</p> <p>◎気付いたことや疑問をワークシートに書く。</p> <p>◎ワークシートに書いた気付いたことや疑問を発表する。</p> <p>★生徒の発表を板書しながら整理する。</p> <p>★「茎の色が違うこと」について注目させる。</p> <p>◎ビデオをみて茎の色と花の色との関係を知る。</p> <p>◎色のちがう茎の数がどれぐらいか数える。</p> <p>◎各班で色の数を発表し合い, 赤色が多いことを知る。</p> <p>★どの班の結果も, 赤色の茎が多いことを確認させ, 赤色(花は赤色)は白色よりもより出やすい性質であることを伝える。</p> <p>◎花の色の赤は, 白より優性であることを知る。</p>	<p>○種子を蒔くのは約1週間前とする。</p> <p>○遺伝に関すること以外の発表も大切にす。</p> <p>○ここでは3:1という比にこだわらない。</p> <p>○優性・劣性の定義を正しく理解できるよう援助する。</p>	<p>○発芽したマツバボタンを観察し疑問点をもつことができたか。</p> <p>○疑問などを整理し発表することができたか。</p> <p>○子葉の色と花の色の関連に気付いたか。</p> <p>○優性・劣性の意味を正しく説明できたか。</p>
まとめ	<p>★本時のまとめをする。</p> <p>◎自己評価をする。</p>		<p>○遺伝の学習について興味・関心をもつことができたか。</p>

展開例② (第5時 及び 第6時 「遺伝の規則性」)

	学習活動 ◎生徒の活動 ★教師の活動	留意点	評価
導入	<p>★前時の学習の復習をする。</p>	<p>○特に優性・劣性について正しい意味を復習する。</p>	
展開	<p>★ピーターコーンを紹介し, 粒の色は黄色が優性, 白色が劣性であることを説明する。</p> <p>◎次の6つの中から各自で選択し, 観察や実</p>	<p>○ピーターコーン</p>	<p>○ピーターコーンの粒の色の違いについて興味を</p>

展	<p>験を行う。</p> <p>◎各自で、ピーターコーンの色ごとの粒の数を数える。</p> <p>◎黄色と白色の割合が、ほぼ3 : 1であることに気付く。</p>	<p>は必ず実験する。</p> <p>○数え方を班で工夫するよう助言する。</p> <p>○遺伝には規則性があることを結果から生徒が導きだせるよう援助する。</p>	<p>もったか。</p> <p>○自ら進んで数を数えたか。</p> <p>○数え方を工夫したか。</p> <p>○対立形質の比が3 : 1になることに気付いたか。</p> <p>○自ら進んで、パ</p>
	<p>◎ショウジョウバエの眼色・羽の形状の遺伝がどのように伝わるか、パソコンを用いて調べる。</p> <p>◎眼色・羽の形状の遺伝はその孫(F2)において、3 : 1の比で伝わることを知る。</p>	<p>○パソコンの操作につまづきがないように適宜助言する。</p>	<p>パソコンを操作したか。</p> <p>○分離の法則に気付いたか。</p>
	<p>◎エンドウの種子の表面の様子などの遺伝がどのように伝わるか、パソコンを用いて調べる。</p> <p>◎種子の表面の様子などの遺伝は、その孫(F2)において3 : 1の比で伝わることを知る。</p>	<p>○パソコンの操作につまづきがないように適宜助言する。</p>	<p>○自ら進んで、パソコンを操作したか。</p> <p>○分離の法則に気付いたか。</p>
	<p>◎ピーターコーンの種子の色の遺伝がどのように伝わるか、コンピュータを用いて調べる。</p> <p>◎ピーターコーンの種子の色の遺伝はその孫(F2)において3 : 1の比で伝わることを知る。</p>	<p>○パソコンの操作につまづきがないように適宜助言する。</p>	<p>○自ら進んで、パソコンを操作したか。</p> <p>○分離の法則に気付いたか。</p>
開	<p>◎サイコロの3面ずつに優性と劣性の形質を描いたものを2個同時に振り、 優・優→優、 優・劣→優、 劣・劣→劣 と数える。</p> <p>◎優 : 劣 = 3 : 1となることを知る。</p>	<p>○100回程度くり返すことを助言する。</p>	<p>○サイコロを振り、記録することができたか。</p> <p>○優性の法則にしたがって分離の法則が成立していることに気付いたか。</p>
まとめ	<p>◎各自のデータを発表し合う。</p> <p>★本時のまとめをする。</p> <p>◎自己評価をする。</p>		<p>○メンデルの法則を推論できたか。</p> <p>○結果をまとめ、積極的に発表できたか。</p>

#### 4 研究の結果

本研究では、生徒の主体的な学習活動を促すために、「生物の殖え方と遺伝」の学習における教材・教具の工夫として、特に身近で入手しやすい生物教材の開発と、直接体験のしにくい観察、実験に代わるパソコンを使ったシミュレーションの指導方法の工夫を図り、合わせて学習過程における効果的な評価の方法について研究した。研究の成果については、授業中の生徒の活動の観察、自己評価の記録、事後調査の結果などから、生徒の変容を調べることにより把握に努めた。

##### (1) 教材・教具について

###### ア マツバボタン（ジュエル）の実験について

自分たちで蒔いた種から、どのような花が実際に咲いてくるかということに強い関心を示し、生徒は主体的にその結果の予測、探究を行っていた。また、自作のビデオを並行して活用することにより、一層理解を促すことができた。

###### イ ピーターコーンの観察について

手軽に行える観察であり、しかも身近な遺伝の例として生徒は抵抗なく理解、確認ができるようである。自己評価カードなどにも「この観察をすることで、改めて遺伝を理解し直すことができた」という表現が多く見られた。

###### ウ パソコンを使った模擬実験（シミュレーション）について

生徒が主体的に教材を選択し、学習を進めていくことができるため、生徒一人一人が意欲的に取り組むことができた。また、実際の実験ではかなり困難なものもシミュレーションで短時間に模擬実験できるので、動物でも植物でも「遺伝」の理解を深めることが可能になった。自己評価カードからも、生徒自身がとても充実感をもって授業を受けていることが分かった。

###### エ サイコロを用いた実験について

始めは、何のためにこの実験を行うのかが理解できなかった生徒もいたが、実際の数値が他の実験の数値と同じことから興味を抱き、遺伝子を用いた説明のところでより深く理解することができた。

##### (2) 評価について

ア 授業での自己評価カードの記録、事前調査・事後調査の結果の比較などから、生徒の変容をつかむことができた。

イ ワークシートの活用により円滑に学習活動ができた。



(3) 事後調査

生徒の授業後の変容をとらえるため、事後調査を行った。

I ピーターコーンの黄色い数：白色の数はどのくらいと思いますか。

・3：1と答えた生徒は、事前調査のときは20%であったが事後調査では97%になった。

II 遺伝に関する言葉を知っていますか。

・遺伝に関する言葉を知っていると答えた生徒は、それぞれ約80%おり、正しい知識として知っている生徒の割合も多くなってきた。

III パソコンを使って理科の勉強して、よく分かったと思いますか。

・事前の調査では、パソコンを使って学習することにより、分かるようになると期待していた生徒は50%であった。

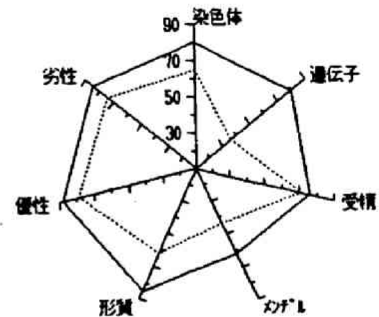
しかし、実際にパソコンを使って学習した後では、おもしろかったと答えた生徒は94%おり、分かるようになったと答えた生徒も約80%になった。

IV 遺伝について興味をもつようになりましたか。

・興味をもつようになった生徒が80%になった。

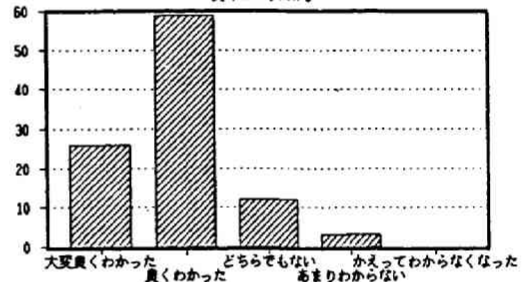
調査対象の64%は理科を好きだという生徒であったが、生物教材やパソコンを使った学習では、生徒一人一人が、興味を持ち主体的に実験に取り組む姿を見ることができた。その結果、知識を深めることにおいても効果があり、また遺伝に関して興味をもつようになった生徒が増え、他の遺伝の現象についても関心を示すようになり、より深い学習を望む生徒も出てきた。

遺伝に関する言葉を知っていますか

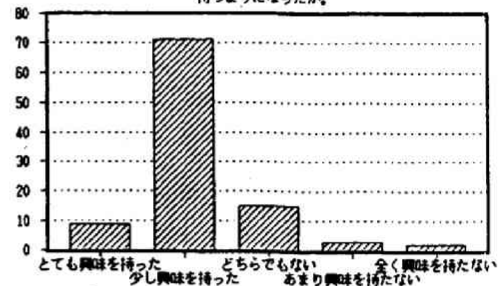


— 知っているとおもう ——— ただしく知っている

パソコンを使った学習は  
良くなったか。



遺伝に関して興味・関心を持つようになったか。



## 5 まとめと今後の課題

### (1) まとめ

#### ア 教材の工夫

- (ア) マツバボタン（ジュエル）は種子の発芽後の茎の色で花の色が判別できるので、短期間で雑種第二代の形質を観察することができた。また、身近なピーターコーンの黄色と白色の比が生徒にとって意外な発見であり、遺伝への興味・関心をもたせるのにおおいに役立った。
- (イ) パソコンを用いたシミュレーションは、生徒が主体的に学習を進めていく上で、有効な手段であり、特に、今回自作したソフトは、市販のものではまだ作成されていないピーターコーンを素材にしている点で貴重なものと考えている。サイコロを振った結果とパソコンで求めた結果とが、同じであることに生徒は大きな関心を示した。パソコンの操作が、ついブラックボックス化しがちなことから、是非教えたいことである。自作ビデオは、視覚に訴え、生物教材を補完する役割を果たしたと考える。
- (ウ) ワークシートは、生徒が自ら進んで活動する際の指針として活用できる。特にパソコンの操作では効果的である。

#### イ 指導方法の工夫

- (ア) 生徒の主体的な学習を喚起するために、まず、興味・関心を抱かせることが必要であると考えた。身近なピーターコーンや、見た目も鮮やかな花を咲かせるマツバボタンを教材にすることにより、さらに興味・関心を深め、疑問をもち、自ら学習を先に進めていくことができた。
- (イ) 自作ソフトの開発により、パソコンで得た結果を実物のピーターコーンで検証することができ、生徒は引き込まれるように熱心に学習することができた。
- (ウ) 観察、実験において、単線型ではなく、複線型の学習計画を立てた。このため生徒は、主体的に作業を選択し、学習活動を行うことができたと考える。

### (2) 今後の課題

生物教材は環境的な影響を受けやすく、計画的に準備が進まないなど、予期せぬ不都合が生じやすいが、それに対応できる教材の開発が期待される。また、今回自作ソフトを開発したが、パソコンの利用をさらに活発にするために、多様な内容のソフトを開発していく必要がある。生徒の学習意欲を高め、主体的な活動を促すための評価の在り方について、自己評価を含め、全体の評価計画をていねいに検討していくことが大切であると考えている。