

1 探究する能力と態度を育てる評価

～「刺激の受容と反応 受容器（眼）」の実践を通して～

1 授業実践の目的

(1) 評価を重視した授業実践

これまでの“学力”は、単に“記憶力”の良さを重視した知識や理解の程度で測定されており、“よい授業”とは、記憶力の定着のよさで判断される傾向が強かった。その結果、評価も目標に準拠した評価ではなく、「相対評価」を併用することが多かつ

た。

そこで、知識量に偏重した評価を反省し、生徒が、①自ら問題や課題に気づき②自ら考えたものをまとめ③自ら発表する力の育成を図ることが重要と考えた。このためには、従来の授業方法を見直し、それに伴い評価方法もより工夫していかなければならない。

評価方法の工夫と改善

- ・目標に準拠した観点別評価の実施
- ①「相対評価」から「絶対評価」
- ②指導と評価の一体化
- ③「診断的評価」「形成的評価」「総括的評価」の導入
- ④「自己評価」「相互評価」の導入
- ⑤一単元や1時間毎の評価

評価方法の実践

I 診断的評価

授業実践直前に行う評価。アンケートやプレテスト等で詳細に調査し、興味・関心、知識の程度を知ることができる。(84名)

- ・眼の構造（知識）
- 水晶体（15） 角膜（5）
- ・眼の病気（知識・関心）
- 網膜剥離（26） 白内障（15）
- ・眼について知りたいこと（関心・態度）
- 視力（20） 眼の見え方（12）

II 形成的評価

学習指導（授業）中に行う評価
①パフォーマンステスト
観察や実験など技術の評価
②観察法
理解や思考、興味・関心の把握

III 総括的評価

授業実践後に行う評価

- ①客観テスト
- 科学的な用語や知識の確認
- ②自己評価（アンケート）
- ・知識や能力・意欲・態度
- ・問題の把握・反省などを評価
- ③提出物による評価
- ④授業の評価
- 自らの指導について反省し、指導計画や指導法を改善
- ・授業の目的・教材の提示・教師の説明
- ・発問の仕方 ・板書の仕方・生徒との会話など

「刺激の受容と反応 受容器（眼）」の探究的な実験

1 授業実施上の留意点

(1) 教材・教具の工夫

学習指導要領の目標や内容をもとにどのような教材・教具を準備したらよいかを検討する。さらに、具体的な目標や内容と生徒の状況を勘案し、教材・教具を十分吟味し、選定する必要がある。その際、以下の点が検討の視点として重要である。

A 知的好奇心や探究心を喚起する教材・教具

生徒の特性や地域の実態などに応じて教材・教具を選定し、興味・関心と学習意欲を高めるように工夫すれば、自然を主体的に探究しようとする態度が育てられる。

本実践では、教師の眼底写真を教材として使用した。



眼底写真

I 思考力・表現力を高める教材・教具

生徒にとって余りに操作技能が高度で、扱いにくい教材・教具は、自ら取り組むことができず、思考力・表現力を育てることができない。考えることの面白さや発見したことを自ら表現したくなるような教材・教具を選定することが重要となる。本実践では、5円玉や眼科医が使う眼の断面図を教材とした。

(2) 実験実施上の工夫

実験は、知的好奇心や探究心を喚起し、自ら学ぶ意欲を高め、自然を主体的に学習しようとする態度を育てることができる。しかし、具体物の操作だけに興味をもってしまふと探究心を育てることができなくなる。生徒自らが解決しようとする問題を踏まえ、何をどのように準備し、実験の操作をどのように進め、どのような結果を期待しているのかを重視した実験を展開する必要がある。

さらに、短時間で実験器具等も余り使わず、しかも容易に行える実験は、演示実験として教室で行うこともできる。今回の実践では、①両目を使って見る②利き目の実感③盲斑の検出の3実験を教室で行った。

2 授業実践

(1) 導入（本時の学習内容の理解）

授業実践の直前に3クラス（84人）にアンケートを実施した。アンケート内容は、以下のとおりである。（括弧内は人数）

① 眼の構造を知っているか。（知識）

- ・水晶体（15）・角膜（5）・瞳（2）・網膜（1）
- ・毛様体（0）・ガラス体（0）・こう彩（0）・チン小帯（0）・脈絡膜（0）・強膜（0）

② 眼の病気で知っていることは何か。（関心・知識・理解）

- ・網膜剥離（26）・白内障（15）・ものもらい（12）・結膜炎（7）・緑内障（4）

③ 眼について知っていることは何か。（知識・理解）

- ・ブルーベリーは眼に良い（28）・暗いところで勉強すると眼が悪くなる（22）
- ・瞳孔の大きさが変わる（10）・眼にも利き目がある（5）

④ 眼について知りたいことは何か。（関心・意欲・態度・思考）

- ・視力はよくなるのか？（20）・近視（遠視、老眼）とは？（15）
- ・どうやって見えるのか？（12）・なぜ、眼は2つあるのか？（8）

(2) 評価方法の工夫と改善

探究する能力や態度の育成に向けた評価は、評価方法や評価の場面、時期などについて適切な方法を工夫しながら、評価を積み重ね、目標に準拠した観点別評価にすることが重要となる。「何のために、いつ、どのように、だれが行うか」を明確にしたうえで評価を行う必要がある。

2 理科の学習における評価とその方法

理科の学習における評価は、簡単にできる知識や理解、態度の評価のみならず、観察、実験などの作業に伴う技能を評価することが要求される。

そこで、授業実践直前に行う「診断的評価」、授業実践中に行う「形成的評価」、授業実践直後に行う「総括的評価」を実施し、これらの評価を学習指導の改善に役立てることが重要となる。

3 教材・教具の工夫

学習指導要領の目的や内容を基に、具体的な目標や内容と生徒の状況を勘案し、教材・教具を十分吟味し、選定する必要がある。

その際、①知的好奇心や探究心を喚起する教材・教具、②思考力・表現力を高める教材・教具が検討の視点として重要である。

- ・眼はどれくらいの大きさか？（６）・ブルーベリーは本当に目に良いのか？（６）
- ・眼の色が違うのはなぜ？（６）・利き目はあるのか？（３）・
- ・目薬をさすときどうして口で目薬の味がするの？（２）

このアンケートを基に具体的な授業実践計画を立てることになる。

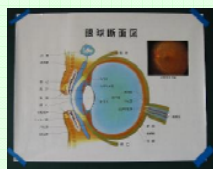
本実践は、①眼の構造と働き②人の健康との関連（眼の病気）③物の見え方④眼に関する実験の４項目を授業の柱とした。

(2) 展開（人の眼の構造と働き）

ア 眼の構造

眼の構造や名称について、羅列的な扱いを避けるために、眼の実物大の模型（スーパーボール）を用意した。これにより、眼の構造が視覚的・感覚的に理解される。

次に、眼の構造は、カメラの構造と似ていることに気付かせ、眼科医が使う眼の断面図を用い、眼の構造や各部の名称を理解させた。



眼の断面図

イ 眼の働き

近年の健康ブームにより、生徒は人と健康との関連において、眼の病気に関する知識をかなりもち合わせている。そこで、生徒の興味・関心を踏まえ、①近視・老眼②白内障③網膜剥離などの現象から、眼の働きについて解説をし、理解を深めさせた。

つぎに実験を通して、眼のしくみや働きについて探究し、考察した。

【実験１】「両目を使って見る」人が両方の眼を無意識に使って、遠近感や物の動きを認識していることを体感する実験である。

５円玉に糸をつけ、振り子のように目の前で左右に揺らす。５円玉に注視させると、両目を使って５円玉を見ている（追いかけている）様子を観察することができる。

【実験２】「利き眼の実感」

利き手・利き足が存在する様に、眼にも利き目があることを簡単に体感するための実験である。

顔の正面で右手の親指と人差し指で円を作る（ＯＫとなる）。その円を両眼で注視する。つぎに、左右の眼を順番に閉じる。右目を閉じたとき（左目だけで見ているとき）に親指と人差し指で作った円が左右どちらかにずれた場合、右眼が利き目となる。日本人の多くは、右目が利き眼と言われている。



利き眼の実験

【実験３】「盲斑の検出」

網膜上の盲斑には視細胞がないため、光が当たっても受容されない（見えない）。その盲斑を実際に体感する簡単な実験である。

左眼を閉じ、右目の正面前方約 20 cm のところで、★を正視する（★と●は両方見えていること）。次に、プリントを動かさずに眼（頭）を前後にゆっくり動かして、●が見えなくなる所を探す。それが盲斑である。



盲斑の実験

教材・教具の工夫

I 知的好奇心や探究心を喚起する教材・教具

・眼底写真 ・５円玉の振り子

II 思考力・表現力を高める教材・教具
・眼科医の使う眼の断面図

実験実施上の工夫

実験室での実験にこだわらず、教室での実験や演習実験の導入

I 演習実験

・両眼の動きを確認（５円玉の振り子）

II 教室での実験（全員で実施）
・利き眼の実感 ・盲斑の検出

実験の特徴

実験 1

「両目の動き」が体感できる。

実験 2

全員実施が可能。

「利き眼」が全身体感できる。

実験 3

教科書内容の説明実験。

まとめのプリントの活用

4 実験実施上の工夫

実験は、知的好奇心や探究心を喚起し、自ら学ぶ意欲を高め、理科を主体的に学習しようとする態度を育てることができる。しかし、具体物の操作だけに興味をもってしまうと探究心を育てることができなくなる。

そこで、生徒自らが解決しようとする問題を踏まえ、何をどのように準備し、実験の操作をどのように進め、どのような結果を期待しているのかを重視した実験を工夫する必要がある。

5 授業実践の考察

(1) 評価を生かした授業実践の成果

診断的評価は、生徒の授業に対する興味・関

心や態度、理解度が向上する。

形成的評価は、観察、実験の手法や技能の習得を評価する点では有効であった。

総括的評価の自己評価は、生徒が学習に主体的になり、今後の学習意欲の向上に役立つ。

(2) 今後の課題

自己評価の結果から、全体の約2割の生徒が眼の構造や授業内容の理解が不十分であるということが分かった。生徒の学習のつまずきやその原因を探ることが今後の課題である。

(3) まとめ（本時のまとめ）

客観テスト（単純再生法）を用い学習内容の確認をした。科学的な用語や知識の記憶だけに重点をおくことなく、眼の構造や働きの理解を深める目的で行った。そのため、黒板には前述の眼の断面図をそのまま貼り、解答できないところは黒板を確認させた。

実験内容については、「分かったこと・驚いたこと」といった質問項目を設け、論理的な思考力や表現力を育てるために、文章にまとめさせる形式をとった。

最後に自己評価を実施した。自己評価は、生徒が自分で自分の学習内容や行動・態度などを評価し、それによって得た情報によって自分の状況を認識し、自分の今後の学習や行動を改善・調整するものである。そのため、自己評価は、決して成績に使用しないことを約束し、生徒が素直に記入できる雰囲気作りをした。

理科（生物Ⅰ）学習指導案

1 単 元

環境と生物の反応

2 単元の目標

- (1) 環境と生物の反応の間にみられる仕組みを観察，実験などを通して探究する。
- (2) 生物は，個体としての外部環境の変化に対応して，安定した内部環境を維持したり，成長や器官の分化を調節したりすることを理解させる。

3 指導計画

- (1) 刺激の受容と動物の反応 6 時間 (本時 2 時間目)
- (2) 神経系 5 時間
- (3) 動物の行動 2 時間
- (4) 体液とその恒常性 10 時間

4 本時の目標

- (1) 目が刺激を受ける仕組みや，刺激に応じた反応が起こる仕組みについて学習し，目は重要な情報収集器官であることを理解する。

5 教材・教具

5 円玉，糸，スーパーボール（2 個），眼底写真，眼の断面図，プリント

6 本時の展開

過程	学 習 活 動	指導上の留意点	評価の観点
導入 5 分	本時の学習内容を理解する。 ・ヒトの眼の構造と働き ・実験の実施 ・次時の予告	本時の学習内容について順をおって説明する。 関心・意欲・探求心が高まるように集中させる（アンケートの想起）。	学習目標に適した内容の導入がなされたか。 眼の構造や働きに関心を持ち，探究しようとしたか。 本時の学習内容を理解したか。
展開 30 分	眼の構造と働きについて知る。 (1) 眼の構造 ・スーパーボール 直径約 24 mm 重さ約 7.5 g ・眼の断面図 眼の構造と働きについて知る。 (2) 眼の働き ・近視・白内障 ・網膜剥離 実験 ①両目でみる ②効き目の体感 ③盲斑の体感	眼の構造や名称について，羅列的な扱いを避ける。 眼は，重要な情報収集器官であることに気付かせる。 眼はカメラに似た構造をしていることを理解させる。 眼の断面図に注視させる。 眼の働きには①視力②視野③色覚④光覚があることを知らせる。 健康との関連にも簡単に触れる。 実験の目的を理解させる。 ・5 円玉に注視させる。 ・利き目の存在に気付かせる。 ・盲斑を体感させる。	教材の提示は適切に行われたか。 教材は興味・関心・意欲を高めることができたか。 眼はカメラに似た構造であることを理解したか。 眼の構造や名称についての知識を身に付けているか。 眼の構造とその仕組みから，眼の働きを分析し，考察したか。 眼の働きについて，健康との関連から理解したか。 眼の構造と働きに関心を持ち，それを実験によって探究しようとしたか。 眼の構造と盲斑との関係を科学的に判断したか。
まとめ 15 分	本時のまとめをする。 プリントに記入 次時の学習内容を知る。 ①遠近調節 ②明暗順応 ③視細胞	学習内容が理解できたか確認する。 興味・関心の向上と学習意欲の継続を図る。 次時の予告をする。 ・遠くや近くのものが見える。	本時の学習内容が説明できるか。 眼の構造や働きについて理解し，盲斑や眼の仕組みに関する知識を習得しているか。 本時の授業を総合的に評価したか。

2 探究活動におけるグループ学習の進め方

～「個体群の成長と環境要因との関係の観察、実験」を通して～

1 はじめに

探究活動において、「生徒をどこまでかわらせるか」、「どのような学習形態を選択させるか」は、生徒の学習への練度によって決定する必要がある。また、実際の授業の場面も従来の一斉型授業とは異なった指導方法が求められよう。

ここでは、『「個体群の成長と環境要因との関係」の観察、実験』を例に、グループ学習を中心においた探究活動について考えてみたい。

ここで紹介する探究活動は、「総合的な学習の時間」を使い、同じクラスではない生徒 16 人による約 1 ヶ月間の実践記録である。

「個体群の成長と環境要因との関係」の観察、実験の手引き

1 観察、実験の目的

(1) 「個体群の成長と環境要因との関係」の観察、実験の選定理由

- ① 個体群の成長曲線が比較的簡単に得られる。
- ② 観察、実験の方法が簡単で、生徒にとって取り組みやすい。
- ③ 観察のポイントがわかり易く、生徒の探究意欲の向上を図ることができる。
- ④ 動物や植物、どちらでも観察、実験ができる。(本手引きはウキクサを教材とする)

(2) ウキクサの選定理由

ウキクサ(図1)は、水田・湖沼などの水面に浮生する草本で、周辺の水田でもよく見られる。生徒にとって比較的身近で、誰でも知っているはずだが、その生活様式はほとんど知られていない。体は長さ、0.4～0.5cm で、3～4 個の葉状体が集まって水面に浮かび、中央から細い根を下垂する被子植物である。ウキクサは、形態的な面でも増殖成長の面でも大型の高等植物とは異なっているが、成長を調べる素材としては最適な教材といえる。以下にその特徴を挙げる。

ア 出芽によって葉状体が増殖するので、葉状体数によって成長が量的に記録できる。

イ 成長率が一般の高等植物より速いため、短期間に成長様式や環境要因を調べることができる。

ウ 小型で入手しやすく、ビーカーを使って室内培養できるので、条件統一がしやすく、同時にたくさんの実験を行うことができる。

エ 外部環境要因、特に培地条件などの制御が他の被子植物に比べると容易である。



図1 ウキクサ

2 観察、実験の準備上の留意点

(1) ウキクサの準備

ゴールデンウィーク明けに田植え前の田へ出かけ、ウキクサを採取する。色々な種類のウキクサが存在するが、観察、実験の結果にあまり差が生じないため、どんな種類のウキクサを採取しても差し支えない。学校へ持ち帰った後培養するため、緑色の濃いウキクサを選ぶと良い。近年、農薬などの影響でウキクサが採取できにくい環境となっているが、観察、実験をする前年の9月頃にウキクサが見られれば、翌年もその場所に繁殖するので、気を付けて田などを観察しておくといよい。

(2) 培養液の準備

園芸店などで売っている「家庭園芸専用肥料」(水でうすめる液体肥料)を購入するとよい。家庭園芸専用肥料は、アメリカで開発された植物の健全な生育に必要な 14 種の栄養素とビタミンを含む、安全性の高い液体肥料である。購入価格は、1,000 円程度(480ml)で、計量カップもついており便利である。使用後は栓をしめ、直射日光や高温多湿の場所を避ければ、保管も簡単である。

3 観察、実験時の留意点・注意事項

(1) 「個体群の成長と環境要因との関係」の観察、実験の成功の秘訣

ア ウキクサの培養と事前実験(5月中旬～6月中旬)

事前に予備実験やその準備を教師が行っていないと、思うような結果を得られることが少ない。そこで、生徒観察、実験開始の約 1 ヶ月前、ウキクサの培養を行った。そこでわかったことを列挙する。

- ① 水田や池から採取したウキクサは、緑藻や微生物の繁殖防止のため、大きな容器で何回も水洗いをする。→3%次亜塩素酸ナトリウム水溶液に5分間浸してもよい。

指導上の留意点

・培養液の作成

観察、実験の技能の評価としてパフォーマンステストを実施し、濃度の違う培養液を作製させる。

・ウキクサの数え方

観察の精度を上げるための技能の指導とその評価(ピンセットを使う、違うビーカーに移しながら行うなど)

2 実験準備

(1) 実験グループの構成

興味・関心の高さを考慮し、同じ仮説を設定した生徒同士でグループを構成した。その結果、「ウキクサの培養液の濃度変化による成長」と「ウキクサの葉状体の初期密度条件による成長」のグループが共に2グループできた。

役割を意識させ、グループ内での活動のモチベーションを向上させるため、グループの役割分担の決めさせた。グループ内で話し合い(討論)、自分に合った(やってみたい)役割を

選択させ、班長、準備係、観察係、発表係を決めた。この行動が、グループ討論の初期段階となった。

(2) 事前アンケートの実施

実際にウキクサを観察しながら(見ながら)、事前アンケートを実施した。ウキクサを見たことがあるか、ウキクサについて知っていることは何か、ウキクサの専門的な知識、探究活動の進め方を知っているか(科学的手法の習熟度)などの内容で、主に興味・関心を引き出すアンケートを実施した。

- ② 3世代(2週間)くらい培養したものを大量にバットにストックすると、教材としての均一性が保たれる。(図2)
- ③ 急激な温度上昇を防ぐため、バットに水をはりそこにビーカーを置く。
- ④ ビーカーに直射日光を当てると緑藻が発生するので、明るい窓際に置く。
- ⑤ 光条件を均一にするため、時々ビーカーの位置をかえる。
- ⑥ 増殖成長は葉状体を数える。どんなに小さな葉状体も数え、色素の抜けた葉状体(枯死体)は数えない。(統一条件とする)
- ⑦ ビーカーは、200mlのものが最適である。これより小さいと観察、実験期間が短くなり、「自ら学び、自ら考える」ことができにくくなる。
- ⑧ 培養液は、家庭園芸専用肥料 1000 倍希釈が一番よい。
- イ 教師の援助(観察、実験中の指導)
- ① 他グループとの比較を必ずさせる。●自分のビーカー(ウキクサの数)だけに着目すると探究心や驚き・発見が生まれにくくなる。
- ② 観察の際は必ず他グループと一緒に行く。●観察のマンネリ化を防ぎ、見つけれなかった疑問点や法則を発見させやすくする。
- ③ 気が付いたことはすぐ書き留める。●観察時に気付いたことはその場で書き留め、後にレポートとしてまとめさせ提出させる。
- ④ 葉状対数が 500 個体以上での対応。●500 個体以上であれば、たとえアバウトに観察(葉状体を数えること)したとしても結果にはあまり影響がない。



図2 バットで培養したウキクサ

4 観察、実験の結果

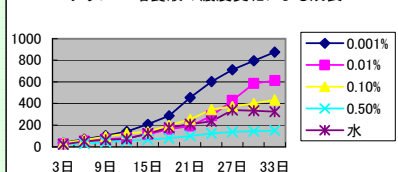
実験1 培養液の濃度変化による成長(6月中旬～7月中旬)

200mlのビーカーに培養液を 150ml 入れる。培養したウキクサのうち、2枚一組のものを選び、葉状体を 16 枚入れる。12 日毎に培養液を新しいものと交換し、3日毎に葉状体数の変化を調べる。2人一組でグループを作り、同一条件のビーカーを 2 個用意する。(図3)表1とグラフ1より、培養液が 0.001%のものが、一番成長が良かった。(以後、観察、実験時の標準培養液とする)

表1 培養液の濃度変化による成長

	3日	6日	9日	12日	15日	18日	21日	24日	27日	30日	33日
0.001%	38	70	105	143	209	285	455	603	712	795	874
0.01%	28	55	70	83	115	163	193	285	428	585	612
0.10%	35	65	96	125	140	198	255	346	374	401	435
0.50%	23	30	43	56	68	79	103	125	139	145	152
水	26	50	64	75	125	178	210	235	340	335	325

グラフ1 培養液の濃度変化による成長



培養液が 0.5%のものは、純水よりも成長が悪く、野外の養分条件より相当養分濃度が高いことが分かる。そのため、抑制作用を受けたことが想像される。

また、予想以上に培養液の濃度に影響を受け、成長することが確かめられた。



図3 実験準備の様子

発表での生徒の感想

- ・大変緊張した。何を発表したらよいのか分からなかったけれど、グループのメンバーが助けてくれたので、観察の結果を皆に発表することができた。今度発表する時は、責任をもってやるようにしたい。(女子)
- ・なかなか上手に発表できたと思う。僕は、人前でしゃべることが好きなので、自分から発表係になりたいと立候補した。しかし、いざ自分の番がくるとドキドキしたけれど、観察がしっかりできたので大丈夫だった。良い経験ができたと思う。(男子)
- ・グラフの結果をどのように発表したらよいのか分からなかった。やっぱり、発表は難しい。(女子)
- ・皆の前で発表することは、初めてなので緊張した。僕達のグループは、他のグループよりも観察を一生懸命やったので、発表も頑張ろうと思った。グラフの結果を口で説明することは難しいので、今度する時は、B紙に書いたりして、皆にもっと分かりやすい発表をしたいと思った。(男子)

3 教師のサポート

(1) 観察の際の技能のポイントの指示

葉状体の数をしっかりと数える。葉状体の数だけに注目するのではなく、根や葉状体の色や形にまで注目する。

他グループのビーカーを自分のグループのものと比較検討する。

観察係が班員の意見を聞き、メモを取る。その上で全員に示し、レポートを完成させる。

(2)・中間報告会(係分担毎に、今までの成果や反省を発表する。)の実施

観察の際に気付いたこと・疑問に思ったこ

と・困ったことを列挙する。(観察係)

今後の観察結果の様子(多分こうなるんだろうなあと一応の結論の予想を立てる)(班長)

グループ学習の良い点や問題点の把握(準備・発表係)

中間報告会以降の変化

- ① 培養液の汚れを気にするようになった。
- ② グループ内での話し合い(討論)が多くなり、グループとしてのまとまりができた。
- ③ グループ間での結果の違いに気付き始

事後アンケートの内容と結果

ウキクサの観察、実験をしてわかったこと、身についたこと

- ・仮説と違って、培養液の濃度によって増え方が違うこと。
- ・ウキクサの有効な数え方。(数が多き時の対処の仕方)

今回の観察、実験は、次の観察、実験でどんな点で役に立つか。

- ・細かい所まで観察できるようになったこと。細かい所を見ると違いが分かってくること。
- ・グループで観察、実験をする時の進め方。
- ・グループの人達とのコミュニケーションの取り方や協力の仕方。
- ウキクサに関する知識・理解
- ・「葉状体」という言葉の定着がかなり高くなった。ウキクサが被子植物であることやウキクサの生態(茎や根)のことへの理解が図られた。

探究活動の進め方を知っているか(科学的手法の習熟度)

- ・観察、実験開始前は、16人中1人の正解だったが、終了時には、12人にまで増えていた。(グループ学習の成果)今回の観察を行う中で、「科学的な探究の手法の定着」が確実に浸透した結果となった。

以前より、ウキクサについて興味・関心が増したか。

- ・自己評価の結果より、5→2人、4→6人、3→4人、2→4人、1→0人となった。

ウキクサの観察、実験を行う中で、興味・関心が高まったが、中には1ヶ月にわたる観察であったため、開始前よりも興味・関心が低下してしまった生徒もいる。(3人)

実験2 葉状体の初期密度条件による成長(6月中旬～7月中旬)

200mlのビーカーに培養液を150ml入れる。培養したウキクサのうち、2枚一組のものを選び、葉状体数12, 24, 48, 96枚入れる。12日毎に培養液を新しいものと交換し、3日毎に葉状体数の変化を調べる。2人一組でグループを作り、同一条件のビーカーを2個用意する。(図4)

葉状体の数が増えてくると正確に数えることが難しくなるので、別のビーカーを用意して、ピンセットで1つ1つ移しながら数える。また、ビーカーの水は、蒸発によって減少するので時々蒸留水を加える。

表2 葉状体の初期密度条件

(単位:枚)

	3日	6日	9日	12日	15日	18日	21日	24日	27日	30日	33日
12枚	30	81	152	301	459	702	980	1147	1290	1450	1507
24枚	52	138	253	410	560	880	1127	1291	1413	1563	1612
48枚	103	222	385	607	811	1112	1397	1502	1595	1759	1810
96枚	196	385	610	882	1115	1355	1605	1654	1729	1809	1825



図4 実験の様子

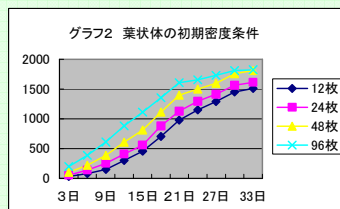


表2とグラフ2より、初期密度が違っていても生育日数が進むにつれて、増殖曲線の勾配はしだいに緩やかになり、全体としていわゆる「ロジスティック曲線」(S字型曲線)を描き、葉状体数1800個位で増殖はストップする。

つまり、絶えず家庭園芸専用肥料から栄養塩類を供給しているにもかかわらず、水面上という制限された生活空間では、ウキクサの個体群密度の上限値が約1800個体となる。(グラフ2)

5 観察、実験における評価方法

観察、実験に取り組むときは、その計画性や的確性、観察や記録の状況及び観察、実験の技能などについて評価することが必要である。

しかし、一連の観察、実験の過程で全ての生徒の行動を観察し、一人ひとりの状況を把握することは極めて困難である。そこで、観察、実験終了時に提出させるレポートや生徒の観察、実験の様子を教師が観察することで、本観察、実験を評価した。

特に重視した評価の観点は、①観察、実験の目的を十分把握しているか②データを必要なだけ集めることができるか③自分の考えを積極的に表現し記録しているか④データを基にグラフを描くことができるか⑤得られた関係から一般法則を見つけ出すことができるかである。

レポートには、生徒が主体的に自然の事象に取り組み、自ら積極的に思考している記述がいくつもみられた。

- ・どのビーカーも観察、観察の終わり頃には、葉状体の数がだいたい同じになった。
- ・葉状体の色が使用する培養液の濃度によって違っている。
- ・実験の最初は、ウキクサの葉状体の裏は黒かったけれど、培養液が0.001%のものは、ウキクサの裏が緑色になってきた。何故?
- ・根が葉状体からたくさん離れて、ビーカーの底にたくさん落ちていた。(0.5%のグループ)
- ・培養液の濃度が薄いほど、根が長くなることがわかった。それは、根が養分を吸収しようとする力が強いからだ。(0.001%のグループ)
- ・最初の葉状体の数が多いと、一気に葉状体が枯れる時があったが、何故一気に枯れたのか?
- ・葉状体数が、200枚を越すと急に枯れる個体が増えるのはどうしてか?

め、比較検討する姿が見られた。

- ④ 実験室に入る前に、「今日はどうなっているんだろう」「きっと 96 枚のものは、メチャクチャ増えていそうだ」「頑張って数えるぞ」という声が頻繁に聞こえてきた。(興味・関心の向上)

(3) レポートの指導

発表係が中心となってデータの集約とそのグラフ化、及び概念や法則を見つけ出す。観察、実験の結果や経過、観察、実験から得られたこと(知識)、さらにこれから調べて

みたいことや疑問に思ったこと、グループ学習で役に立ったことなどを記録させる。

各々が独自にレポートは作成せず、班長が中心となり、意見交換しながらグループとしてのレポートを作成する。

4 形成的評価の実施～自己評価・アンケート記述

- ・グループ内でのそれぞれの役割の評価及び自分から見たグループの評価
- ・グループ学習の意義や重要性の再認識
- ・ウキクサについての知識・理解

・予想通り、最初の葉状体の数が多い程、日がたつとだんだんと葉状体が小さくなっていった。

以上のような記述から、観察、実験の目的を明確に把握し、問題意識を高めることになったことが類推される。

また、提出されたレポートの記述内容からは、観察、実験を通して獲得した情報をグラフ化し、自グループの結果と他グループの結果を比較し、類似点や相違点を見つけ出していたことが分かった。

さらに、観察、実験終了後に生徒に感想を聞いてみても、“面倒臭かったけれどウキクサのことがよく分かった”“観察、実験らしい観察、実験をした”など多くの満足した声が聞かれた。

6 発展観察、実験

- (1) 培養液の環境条件の変化による成長

200ml のビーカーに培養液を 150ml 入れる。培養したウキクサのうち、2枚一組のものを選び、葉状体数 16 枚(2枚一組)入れ、銅イオン(Cu^{2+})が、100, 10, 1, 0, 0.1, 0.01ppm入った培養液で培養する。12 日毎に培養液を新しいものと交換し、3日毎に葉状体数の変化を調べる。2人1組でグループを作り、同一条件のビーカーを2個用意する。

その他に Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 、洗剤などを培養液とする観察、実験も考えられる。

- (2) 既習事項からの発展させる観察、実験

- ・光合成における照度や光の色、温度を変化させる。
- ・酸性雨(pH)や放射線の影響を調べる。

- (3) ウキクサの葉状体数に注目する観察、実験

- ・2枚一組の葉状体ではなく、1枚の葉状体を使用する観察、実験。

7 参考文献

- (1) 生嶋功:生態学実習書:朝倉書店
- (2) 大熊光治:ウキクサの教材化Ⅰ・Ⅱ:教材生物ニュースNo.54, 69
- (3) 那須裕・釘本完:ウキクサによる重金属の吸収:遺伝vol40. 8
- (4) 露口敏幸:ウキクサの教材化:生物教育vol31. 1
- (5) 佐藤政志:実験植物としての浮草:遺伝vol37. 7
- (6) 松本聰:ウキクサによる富栄養塩類吸収とその利用:化学と生物vol19. 9
- (7) 文部省:高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編:平成 11 年

- ・探究活動の進め方(科学的手法の習熟度)の理解
- ・観察, 実験の技能(葉状体の数え方や培養液の作成)と発表の仕方と聞く態度

5 観察, 実験における評価の留意点

レポートによる評価の重視

- ・仮説を立てて観察, 実験を行ったか。
- ・データを正確に取るよう努力しているか。また, 得られたデータをグラフ化することができるか。
- ・得られたデータから, ある法則や定義を導き出すことができるか。

パフォーマンステストによる評価

- ・具体的な観察, 実験の技能や知識・理解の程度などを評価できる。

理科（生物Ⅱ）學習指導案

1 单 元

生物の集団（生物Ⅱ）

2 単元の目標

- (1) 個体群の構造と維持，生物群集と生態系について観察や実験などを通して探究する。
- (2) 生物を集団のレベルでとらえ，生物と環境とのかかわりについて理解する。

3 指導計画

- | | | |
|---------------|------|------------|
| (1) 個体群の構造と維持 | 6 時間 | (本時 2 時間目) |
| (2) 生物群集と生態系 | 6 時間 | |
| (3) 生態系とその平衡 | 4 時間 | |
| (4) 生態系と人間 | 3 時間 | |

4 本時の目標

- (1) 個体群の成長の様式や個体群が、様々な環境に適応して維持されるしくみを理解する。
- (2) 個体群の安定した状態が維持されたり、変動を生じたりすることを理解する。

5 教材·教具

ウキクサ、ビーカー (200ml)、ピンセット、柄付き針、培養液、メスシリンダー、バット

6 本時の展開

過 程	学 習 活 動	指導上の留意点	評価の観点
導入 10 分	個体群の成長の観察、実験の概要説明を聞く。 ・ウキクサの特徴を知る。 ・観察、実験を行い、「成長曲線」を描くことを知る。 ・仮説の設定をする。 「葉状体数が増加するにしたがって、増殖が抑えられる。」	5 月頃の田の様子を想像させ、ウキクサへの興味・関心をもたせる。 個体群の成長を調べる教材としては、最適であることに気付かせる。 観察結果の予想を考えさせ、仮説を発表させる。	観察や実験の目的を明確に把握しているか。 観察結果の予想をもとに仮説を立てられたか。
展開 35 分	観察、実験の準備をする。 ①実習班を決める。→2 人一組 ②観察、実験の項目を決める。 →クジで実験 1 か 2 のどちらか一方を決める。 ③観察、実験の準備をする。 ウキクサ、ピーカー、ピンセット、培養液、メスシリンダー、バット ④観察、実験の詳細な説明を聞く。 ・3 日毎に葉状体数を記録する。 ・変化や気付いたことをすぐに書き留める。 ・他のピーカーも観察する。 ・データからグラフを書く。	中・長期的な観察となるため、気の合った仲間と観察、実験をさせる。 観察、実験に期待感をもたせながら、実験項目を決定させる。 《机間巡視で指導する》 2 枚一組のウキクサを用いる。枯死体を避ける。 培養液の濃度設定は、慎重に行わせる。 昼休みや業後の決まった時間に観察させる。 培養液の交換や直射日光に当てない事に注意させる。 他グループとの比較をさせ、探究心を育てる。	自発的にグループを決めたか。 観察、実験の計画が十分に練られているか。 器具を正しく使っているか。 培養液の濃度設定は正しくできたか。 熱心に説明を聞き、観察、実験の方法を理解しようとしているか。 観察、実験の結果をグラフにまとめられるか。 観察、実験の結果から、一般性を導くことができるか。
まとめ 5 分	観察、実験の開始と活動の確認をする。 ・3 日毎に観察をする。 ・観察終了時にレポートを提出する。	観察、実験の内容が理解できたか確認する。 疑問点や質問事項などは、そのままにさせない。 観察の際は、教師も立ち会う。	観察、実験の方法が理解できているか。 観察、実験が協力して始められるか。

3 授業における発問とその評価

～「カタラーゼの実験」を通して～

1 評価について

平成 12 年 12 月の教育課程審議会答申「児童生徒の学習と教育課程の実施状況の評価のあり方について」、平成 13 年 4 月の通知「高等学校生徒指導要録の改善等について」により、新しい学習指導要領のもと、「集団に準拠した評価」（いわゆる相対評価）から、学

習指導要領による基礎・基本の確実な定着とその実現状況をみる「目標に準拠した評価」（いわゆる絶対評価）への転換が図られた。従来以上に自ら学び自ら考える力などの「生きる力」がはぐくまれているかどうか重要視されるようになった。学力を知識の量のみで捉えるのではなく、生徒一人一人のよさや

カタラーゼの実験について

1 特徴

- ・ 生化学的な実験である。
- ・ 酵素の特徴について理解を深める。
- ・ 操作が簡単である。
- ・ 失敗が少なく、仮説に基づく対照実験の設定が容易である。
- ・ 結果が明瞭である。
- ・ 生徒の興味関心を引き、探究活動への移行が容易である。
- ・ 危険性が少ない。

2 試料の特徴

切片やすり下ろした汁を利用する。

(1) 肝臓

切片を作るときは凍らせる。

長所

- ・ 少量で十分反応する。
- ・ 泡が残りやすく視覚的に理解できる。
- ・ 熱変性が視覚的に理解できる。

短所

- ・ 長期保存に不向き
- ・ 臭い

(2) ジャガイモ・ダイコン

長所

- ・ 使用する量や大きさの調節が容易で扱いやすい。
- ・ 保存が容易。

短所

- ・ 肝臓に比べると反応が低い。

「カタラーゼの実験」の手引き

1 この実験の意義

高校生物において、カタラーゼによる酵素実験は初めて行う生化学的な実験であり、以下の点で意義がある。

- ・ 酵素の特徴である最適温度、最適 pH や高温による失活などについて理解を深めることができる。
- ・ 実験にかかわる操作が簡単で、失敗が少なく、仮説に基づく対照実験の設定が容易である。
- ・ 実験の結果が明瞭で、生徒の興味関心を引きやすく、探究活動への移行が容易である。
- ・ 危険性が少ない。

2 準備上の留意点・注意事項など

(1) カタラーゼについて

カタラーゼは動物に限らず好気性の生物であれば普遍的にもつ酵素である。一般に試薬としてのカタラーゼは高価で、高校実験としては利用しにくい。そこでカタラーゼの代わりに酵素液として、ニワトリ・ブタ・ウシの肝臓、ダイコン・ジャガイモの切片やすりおろした汁などが利用される。実験結果に変わりはないので、入手しやすいものを使えばよい。酵素を大量に必要とする場合はミキサーなどを利用して試料をすり潰す。本実験ではニワトリの肝臓の生と煮沸したものを 1g ずつ用意し、乳鉢ですり潰して水を加え 100ml にし、ガーゼで濾過したものを原液とする。それぞれの原液を実験前に 20 倍に薄め、酵素液(生)、酵素液(煮)として使用する。また、凍らせた肝臓をおろし金ですり下ろしたり、生の肝臓を目の細かい茶こしに入れ、すり潰したりしたものにも水を加えたものを使用することも可能である。肝臓片を使用する場合は冷凍庫で凍らせたものを実験前に米粒ほどの大きさに切って使用する。肝臓を使う場合、長期の保存には適さない。ダイコン片・ジャガイモ片であれば一辺が 5mm 程の大きさに切り使用する。一般に長期保存した肝臓や加熱した肝臓は、臭いが残しやすい。反応した際、酸素の泡がなかなか消えない。これに対しジャガイモやダイコンは酸素の泡切れがよい。



図 1 肝臓片(2g)とジャガイモ片(5mm)



図 2 反応の様子

(2) 薬品について

$3\text{H}_2\text{O}_2$ に加える酸・塩基として 2mol/l HCl , 2mol/l NaOH を使用した。無機触媒として $\text{MnO}_2(\text{IV})$ を用意し、 0.2g ずつ薬包紙に小分けする。 $\text{MnO}_2(\text{IV})$ は粉末状のものより粒状の方が使いやすい。希釈した $3\text{H}_2\text{O}_2$ は長期保存ができないので古いものは使わない。

(3) 実験器具について

使用する薬品によって実験器具を確実に替える必要がある。そこで実験器具を区別ができるように、ビニルテープやサインペンで目印を付ける。

(4) 予備実験について

可能性を積極的に評価し、豊かな自己実現に役立つようにする必要がある。また生徒のための評価であると同時に、学校や教員が進める教育自体の評価でもある。

生徒の可能性、進歩の状況などを評価するため授業や学習の過程を見直し、個人内評価を工夫することや、評価規準や評価の根拠に学校、教員が保護者や生徒に説明責任をもつこと、評価を授業にフィードバックし、より教育効果を高めることが必要となる。

2 評価の方法

「高等学校生徒指導要録の改善等について」ではペーパーテスト等による知識や技術のみの評価が行われることがないようにと、4つの観点が示されている。すなわち「関心・意欲・態度」「思考・判断」「技能・表現」「知識・理解」である。実際に評価を行う場合、以下の手順となる。

- (1) 各単元の目標とそれぞれの評価規準を設定する。さらに各授業の具体的な評価基準を作成する。
- (2) 指導前に行う「診断的評価」、指導中に行う「形成的評価」、指導後に行う「総括的

観察、実験において予備実験は欠かせない。本実験においても、実際に酵素液の原液をどの程度薄めるか、酸・塩基によって酸素の発生量に差が生じるか、熱を加えた酵素液が確実に失活しているかなどを確認する。本実験では原液を 20 倍に薄めたが気温によってはさらに薄める必要がある。また、塩基を加えた場合、量・濃度によっては酸素が発生し対照実験と差が出ないことがある。

- (5) 発生した酸素量を視覚的に捉えたい場合や酸素の発生が緩やかで泡が消えてしまう場合、あらかじめ 3% H_2O_2 に中性洗剤（界面活性剤）を数滴加える。

3 実験展開上の留意点

(1) 実験手順

演示実験として教諭がすべてを行う場合、一部（無機触媒の反応など）を教員が演示し、説明した後で生徒が実験をする場合、すべて生徒が実験をする場合がある。ここでは無機触媒の反応を演示実験で、カタラーゼの反応を生徒が実験をする場合で説明する。

ア 演示実験

実験器具、薬品等の説明をし試験管に表の E～G となるよう HCl 、 NaOH 、3% H_2O_2 、 H_2O を入れ、触媒を加えてそれぞれの反応を見せる。発生する気体が酸素であることを確認するのは演示実験、生徒実験のどちらでもよい。本実験では生徒実験で行った。

イ 生徒実験

表の A～D ように薬品を入れカタラーゼを加えて、反応を観察する。盛んに泡がでるまでに時間がかかることがあるので、しばらく観察させる。希望する班については演示実験で行った E～G の追実験を認める。

表1 試験管に入れる薬品の一覧

試験管	A	B	C	D	E	F	G
触媒	酵素液(生)	1 m l		1 m l			
	酵素液(煮)		1 m l				
	MnO_2 (IV)				0.2 g	0.2 g	0.2 g
薬品等	3% H_2O_2	4 m l	4 m l	4 m l	4 m l	4 m l	4 m l
	H_2O	1 m l	1 m l		1 m l		
	2mol/l HCl			1 m l		1 m l	
	2mol/l NaOH			1 m l			1 m l



図3 実験操作



図4 実験結果

- (2) 火をつけた線香を試験管に入れることによって発生した気体が酸素であることを確認させる。線香は試験管の中に入れるため、長いものを使用する。盛んに泡を発生させている状態では線香が消えてしまう。泡をとるか潰してから線香を入れる。逆に中に入れても線香に変化が見られない場合は、線香をやや立てて火をつけ、燃焼している部分が大きくなるようにし、素早く試験管内に線香を入れる。この場合、線香の火が音を立てて燃え上がると水素が発生したと間違える生徒がいるので注意する。

- (3) 肝臓片などを利用した場合、酵素液が試験管の内壁に付着し十分な反応が行われない場合がある。ガラス棒などで 3% H_2O_2 内に肝臓片を落

3 実験の留意点

気温や条件によって反応が異なる。濃度や量によっては塩基と盛んに反応することもある。予備実験は確実に行う。

- ・ 3% H_2O_2 は新しいものを使用。
- ・ 必要に応じて界面活性剤を加える。
- ・ 反応に時間がかかることがある。
- ・ 切片を使用する場合は確実に試験管内に入れる。
- ・ 使用済みの薬品等の回収方法を明確にする。

評価」を4つの観点を踏まえて実施する。
(3) 各評価を目標に準拠した5段階評価に統括する。

3 評価のための資料

先入観や曖昧な記憶に頼る評価とならないためには公平で客観的な資料と評価基準が必要となる。評価における説明責任がある以上、具体的な判断尺度の作成、評価する視点の明確化、生徒のよい点や可能性、進歩の状況等を積極的に評価する個人内評価の工夫が求められる。さらに評価と授業の一体化を図

り授業の改善まで考えていかなければならない。具体的には次のようになる。

- ・ 診断的評価…アンケート・プレテスト
- ・ 形成的評価…机間巡視等による観察・ノートや宿題の点検・レポートや発表・グループ学習等での相互評価・感想や個人内評価
- ・ 統括的評価…ポストテスト・定期テスト・アンケート・評価記録の総括

一般に判断ができない内容については、評価するための材料とすることができないと考えられる。それらを補うために教師による観

4 実験の評価

関心・意欲・態度

アンケート

技能・表現

机間巡視、観察、班毎の発表

知識・理解

プレテスト、ポストテスト、レポート、

発問

思考・判断

発問、レポート

5 発展実験

・カタラーゼの普遍性の確認

→試料を変えてみる

・反応の定量化

→反応速度の定量化

とすように指示をするか、酵素液にし、内壁に付着した量を見捨てるようにする。

(4) 実験に対して積極的に参加できない生徒や一部の生徒のみで実験を進めることがないようにするため、班内で役割分担を決める。

(5) 実験終了後、使用済みの薬品については回収方法と回収場所を明確にし、勝手に流し等に捨てさせない。ガラス製の駒込ビペットを水洗いさせるときは先端部を割らないよう注意する。

4 実験成否の評価方法

本実験は予備実験をした上で、操作手順を間違えないように実施すれば、ほとんど失敗はない。実験に対する関心・意欲・態度をアンケートで、実験における技能・表現を机間巡視と観察で、知識・理解、思考・判断をレポートによって評価する。特に最適温度、最適 pH、熱による失活といった基本的な概念の理解と、本実験における対照実験の組み合わせをプレテスト、ポストテスト、実験中の応答の中で確認する。思考・判断、知識・理解については積極的に発問し、応答を観察する。技能・表現を評価するために、班毎に発表する機会を設ける。

実験中に生徒に口頭試問をすると、有機触媒である酵素と無機触媒との違いや対照実験の組み合わせについて理解できている。また、ほとんどの生徒が実験に積極的に参加し、実験後も各自で考案した実験を望む生徒が多い。

5 発展実験

一般にカタラーゼの実験は定性実験である。発展実験として生徒に定量化した実験を設定させ実施することが可能である。インターネットを利用し検索すると愛知エースネットコンテンツ作成委員会(理科専門部会) シャボン玉液を用いたカタラーゼ活性の定量的測定、福島県教育センター所報ふくしま 酸素の触媒作用の測定が参考になる。また、圧力センサーを用いて、酸素の発生量をコンピュータに取り込む方法が北海道教育センター理科教育におけるコンピュータの活用 コンピュータを用いた酵素反応の計測など参考となるコンテンツが見つかる。

また、カタラーゼが普遍的に存在することを確認するため、試料をいろいろと替えて実験することも可能である。肝臓やジャガイモ片などだけでなく、身近な植物や魚の切り身などをミキサーですり潰し、独自の酵素液を作るなどが考えられる。

6 参考文献

カタラーゼの実験については多くの教科書・図説で紹介されており、参考文献も多い。前述したようにインターネットを利用すると参考となるサイトが見つかるので各自で検索をしてほしい。

察や個人内評価の工夫が求められる。特に、形成的評価におけるノート、宿題、レポート、相互評価や個人内評価は個に応じた「次の授業」への対応はできても、「今現在行っている授業」における手だてにはならない。授業と評価の一本化を図るとき時間的なずれが生じることになる。

4 授業における発問とその評価の意義

授業内において生徒一人一人のよさや可能性を積極的に評価し、その評価を授業に速やかにフィードバックしてより教育効果を高める手だてとして、教師による発問とその応答を観察するという方法がある。授業における発問を積極的に評価することには以下に示される利点がある。

- ・生徒の反応や様子に柔軟に対応することができる（指導と評価の一本化）。
- ・生徒に自己表現の機会が増え、授業に積極的に参加しているという実感が生まれる（関心・意欲・態度、技能・表現の助長）。
- ・他の生徒と意見を共有したり、異なる意見をもったりすることによって自ら学び自ら考える力などの「生きる力」がはぐくまれる（思考・判断の助長）。
- ・個に応じた対応を速やかにとることができる（知識・理解の助長）。

逆に短所として以下のような点が考えられる。

- ・教師の主観が入ることにより客観性に欠ける（発言の順番、質問による差）。
- ・評価基準と尺度の明確化が困難である（教師や他の生徒による援助をどの程度認めるのか）。

すなわち客観性に欠け、「判断ができない内容については、評価するための材料とすることができない」という知見から、授業における発問を評価に取り入れていないのが現状である。逆に、客観性をもたせる工夫を加えれば、発問に対する応答を評価に加える価値は十分にある。

5 「生体内の化学反応と酵素」の授業における発問とその評価

授業内における発問に客観性をもたせるため、以下のように評価基準を設けた発問項目を用意し、応答回数を増やすことによって、

主観に関わる部分が相殺されるよう配慮する。

(1) 事前準備

- ・指導計画に合わせ授業毎に発問内容を10種類程度決める（各発問を2名以上に答えさせ、延20名以上が応答するようにする）。
- ・それぞれの発問が4つの観点のどれに該当するか決め（複数に該当することもあり得る）、評価基準を3段階に分けて設定する。
- ・発問、評価基準および生徒氏名を記載したマトリックスを作成する。
- ・指名する生徒をあらかじめ決めておく。このとき、単元、学期毎にすべての生徒が4つの観点すべてに答えることができるようにランダムにする。

(2) はじめの授業

- ・発問に対する応答を評価に入れることを説明する。
- ・評価方法として、あらかじめ評価基準を設け、応答の内容を3段階に分けて評価し、記録することを伝える。
- ・発問と応答数を増やし、客観性をもたせることを理解させる。

(3) 授業実践

授業における発問とその評価基準の例として、「生体内の化学反応と酵素」の単元の1時限目の指導案を記載する。授業内容は手引きの「カタラーゼの実験」の無機触媒の部分を演示実験、酵素の部分を生徒実験で実施するとともに発問による応答を評価した。単元全体では4時限の授業（最後の授業は実験の結果発表）で29の発問を用意し、延85名の生徒が応答した。各観点別の評価人数は以下ようになった（1つの質問に複数の観点について評価を与える場合もある）。

関心・意欲・態度（32名について評価）

A 16名 B 5名

思考・判断（23名について評価）

A 12名 B 5名

技能・表現（20名について評価）

A 7名 B 5名

知識・理解（57名について評価）

A 27名 B 3名

ポストアンケートを実施し、生の感想を聞くと以下のものであった。

- ・いつ当たるか分からなくて怖かったし緊張した。
- ・みんなの答えを聞くことができてよかった。
- ・友達が優秀に見えた。
- ・いつもより授業に集中できたし、みんなの答えが面白くて楽しかった。
- ・どんどん質問されるので、いつもよりも考えることができた。
- ・丁寧な言葉でちゃんと話すのが大変だった。

(4) 今後の課題

授業における発問と応答をフィードバックさせること自体は当然のことであり、誰もが実践していることである。しかし、客観性を持たせ評価することは予想以上に難しく、教師にも授業に対する緊張感が生まれる。指導と評価との一本化というのは教員に対する評価でもあるということを実感した。

単元『生体内の化学反応と酵素』における発問とその評価について

- 1 単元 第2章 生体とエネルギー 1 生体内の化学反応と酵素
 本単元は新学習指導要領生物Ⅱ (1) 生物現象と物質 ア タンパク質と生物 (ア) 生物体内の化学反応と酵素に該当する。
- 2 単元の目標 生体内での化学反応を速やかに進行させる酵素の触媒作用、基質特異性、作用条件など特性を理解させる。
- 3 配当時間 第2章 生体とエネルギー 計18時間
 1 生体内の化学反応と酵素 4時間 (本時はその1時限目)
- 4 各時限の流れ

時限	区分	指導内容	関心・意欲・態度	思考・判断	技能・表現	知識・理解	発問	評価規準
1 限	導入	・中学校時に学んだ過酸化水素と酸化マンガンによる酸素の発生の実験を基に無機触媒について説明する。	○			※	1 何と何を混合すると酸素が発生するか。 2 反応の前後で過酸化水素はどうなったか。 3 反応の前後で酸化マンガンは変化したか。	B:積極的に授業の臨み、中学校時の記憶を基に答えようとする努力がみられる。 A:積極的に授業に臨み、中学校時の記憶を基に正しい答え述べることができる。 ※正答した生徒には知識・理解についてもAとする。
	展開	(演示実験) ・実験器具の取り扱い方、目盛りの読み方について説明する。 ・無機触媒の反応を予想させる。 ・演示実験を行う。	○			※	4 実験器具の名称 5 目盛りを読むときの目線はどうするか。 6 その理由を答えなさい。	B:積極的に授業の臨み、中学校時の記憶を基に答えようとする努力がみられる。 A:積極的に授業に望み、中学校時の記憶を基に正しい答え述べることができる。 ※正答した生徒には知識・理解についてもAとする。
		(生徒実験) ・カタラーゼについて説明を加える。 ・班ごとに生徒実験を行う。		○			7 演示実験Bで触媒による反応は変化がみられるか。 8 その理由を答えなさい。 9 演示実験Cで触媒による反応は変化がみられるか。 10 その理由を答えなさい。	B:中学校時の記憶や経験を基に推定しようとする努力がみられ、理由を自分の言葉で表現することができる。 A:中学校時の記憶や経験を基に推定し、理由を適切な表現で説明することができる。 例 塩酸では濃度が高ければ高いほど金属を溶かすなど反応性が高いので、触媒による反応も高くなる。
						○	11 生徒実験Aで反応が終了した試験管にさらに過酸化水素を加えるとどうなるか。 12 その理由を答えなさい。	B:反応結果を予想するが、触媒の特性と関連づけて説明することができない。 A:触媒の特性を理解した上で、反応結果を正しく予想することができる。
	整理	・実験結果のまとめ。 ・片付け。 ・実験結果のレポートについて説明する。						

※演示実験と生徒実験における触媒と薬品については以下とする。

生徒実験

演示実験

	試験管	A	B	C	D
触媒	酵素液(生)	1ml		1ml	1ml
	酵素液(煮)		1ml		
	MnO ₂ (IV)				
薬品等	3% H ₂ O ₂	4ml	4ml	4ml	4ml
	H ₂ O	1ml	1ml		
	2mol/l HCl			1ml	
	2mol/l NaOH				1ml

	試験管	E	F	G
触媒	MnO ₂ (IV)	0.2g	0.2g	0.2g
	3% H ₂ O ₂	4ml	4ml	4ml
薬品等	H ₂ O	1ml		
	2mol/l HCl		1ml	
	2mol/l NaOH			1ml

5 評価

※始業時の準備・態度等を観察することによって関心・意欲・態度を評価する。

※発問の1～6については中学校時の復習であり、当時の化学に対する興味関心の高さの確認することを主眼に発問する。

※生徒実験の様子を観察することによって技能・表現を評価する。

※実験器具の片付けの様子を観察することによって関心・意欲・態度を評価する。

4 マルチメディアを活用した授業の実践

～「ニワトリの脳の観察」を通して～

1 はじめに

近年、著しい情報通信技術（IT）の進展は情報のマルチメディア化として学校教育における授業の形態を大きく多様化した。コンピュータ、デジタルカメラなどの情報機器の発達やインターネットの普及は文字・動画・静止画・音声・グラフィックスなどをデジタ

ル化し一括で扱うことを可能とした。さらにプロジェクターなどの視聴覚機器を活用することによって、より分かりやすい授業を展開すること、これまで授業で扱うことが不可能または困難であった学習内容を容易に教えること、説明や板書の時間の短縮が可能となった。

「ニワトリの脳の観察」の手引き

1 観察、実験の意義

新教育課程における生物Iの「環境と動物の反応」は体を扱う分野でもあり、生徒の関心も高く、教員の工夫次第でいろいろな実験を実施することが可能である。特に「刺激の受容と行動」では目や耳、皮膚などの感覚器官についての実験を行う学校は多い。しかし、受容器からの刺激を伝達し、処理する神経系を扱う観察、実験は少ない。特に、動物の脳は、普段から目にすることも少なく、また、教科書等の解説だけではイメージが捉えにくい。そこで入手が簡単で特に準備を必要としないペットフードの鶏頭水煮を利用したニワトリの脳の観察について説明する。



図1 授業の様子



図2 生徒の様子



図3 解剖の様子

鶏頭水煮

特徴

- ・犬用のペットフード
- ・入手が簡単
- ・安価（1クラス400円程度）
- ・柔らかく脳を取り出しやすい

留意点

- ・気温が低いときは湯煎する
- ・崩れやすいので、強くつかまない。

脳の観察にあたっての留意点

- ・観察、実験の意義や必要性について説明する
- ・材料の状態や観察方法について図を用いて具体的に説明する。
- ・教科書等を参照させ、脳の写真を確認させる。
- ・途中で気分が悪くなった生徒や解剖を行うことができない生徒の対応について教員間で申し合わせておく。
- ・試料を慎重に取り扱い、骨片や肉片で遊ぶ、ふざけることのないように指導する。

2 準備上の留意点・注意事項など

(1) 鶏頭水煮について

ペットフードとして1缶（800g）200円程度で市販されている。主に大型犬や猫のカルシウムを補う補助食品である。1缶にニワトリの頭部が10～12個程度入っている。1クラス（40人）が2人1班で実施するのであれば2缶あればよい。

観察を行う時期によっては煮汁が煮こごり状になっている場合がある（図4）。油脂も付着しており、扱いにくいので、一度湯煎してから利用する。臭いはさほどきつくはないが、夏季では気にする生徒が生じる可能性がある。

骨が非常に柔らかく、崩れやすいので取り出すときは注意する。生徒に配布するときは大きめのバットにあげて、手渡しする。

(2) 事前指導について

予備知識もなしに脳の観察を行うことを避ける。突然、この実験を行うと、生徒の反応として、「気持ち悪い」「汚い」「臭い」「怖い」だけではなく、大きなショックを受ける生徒が生じる可能性がある。あらかじめ、観察、実験の必要性、材料の状態や観察方法について触れるとともに、教科書等を参照させ、脳の写真を確認させる。また、どうしても解剖を行うことができないと申し出た生徒に対しての対応について観察、実験を担当する教員で申し合わせておく。途中で気分が悪くなる生徒がでる可能性があるため、観察、実験を行う時間は実習助手または他の教員が同席することが望ましい。試料の取り扱いについてもあらかじめ指導する。骨片や肉片で遊ぶ、ふざけることのないようにする。

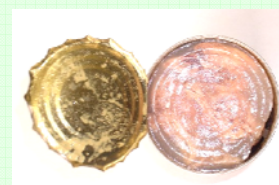


図4 鶏頭の缶を開けた状態

2 視聴覚機器および情報機器の活用

授業の基本は「黒板にチョーク」「教科書とノート」である。より興味、関心を引き出し、分かりやすい授業を目指すとき、視聴覚機器および情報機器などマルチメディアの活用は効果的である。特に実験、観察では

- ・ 普段目にする機会が少なく、教科書や図説だけではイメージを捉えにくい事象を説明する
- ・ 実験、観察の説明に必要な図を板書する
- ・ 実験操作の細部を班毎に説明する
- ・ 実験、観察の結果を班毎に確認をする

・ 実験結果や顕微鏡等の像を生徒全員に示すなどの場合に生徒の理解を助けるとともに、スクリーンによってクラス全体に説明ができ時間の短縮や生徒の集中力の維持を図ることができる。

3 脳の観察、実験の導入

自然現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方の育成には観察、実験が重要である。「理科嫌い」「理科離れ」の原因の一つに、自然の事物・現象に直接ふれる観察、実験などの体験的な学習が効果的に実施されて

3 実験展開上の留意点

(1) 実験、観察の手順は以下である。

ア 試料を配布するとき、騒がしくならないように指示する。

※鶏頭は横から見せるといやがる生徒が増える。パットに並べる、生徒に渡すなどのときは頭頂側がみえる状態にする。

イ 鶏頭を水洗し付着物を取り除く（図5）。

※片手で持ち、上から水道水をかける。

※ディスポーザブルの手袋は着用した方がよい。

※試料が柔らかいので、崩れないように注意させる。

ウ 図5の波線から上の頭皮をピンセットではぎ取る。

※ピンセットでつまんで引っ張ればすぐとれる。

エ 図5の●のところにピンセットを差し込み、矢印方向に持ち上げる。頭蓋骨に割れ目ができ、前頭葉が見える。ピンセットで、図5の波線より上の頭蓋骨を取り除く。

※簡単にとれるので、ゆっくりと行う。乱暴にやると骨の破片が飛び、脳に傷が付く。

オ 脳を取り出し、軽く水洗する。

※視神経や眼球を観察する場合はピンセットで目の周辺の組織を剥ぎ取る。

※組織全体がもろくなっており、視神経、小脳など分離しやすい。嗅葉は特に切れやすい。完全な形で取り出すことにこだわらないほうがよい。

※脳を取り出すときは、基本的にはピンセットですくい上げるようにする。しかし、手で直接取り出した方が失敗する生徒は少ない。

カ 取り出した脳の大きさを測定する。

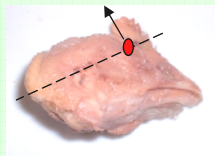


図5 缶から取り出した鶏頭

実験展開中の留意点

- ・ 試料が柔らかくもろいので、完全な形で取り出すことは難しい。
→細かいところは参考書等で確認
- ・ ピンセットで頭皮をはがすと頭蓋骨のつなぎ目が確認できる。
→ヒトの額に当たる骨をはずすと以後の作業が簡単



図6 脳の様子(横)



図7 脳の様子(上)



図8 脳を取り出した状態



図9 脳の大きさ_1

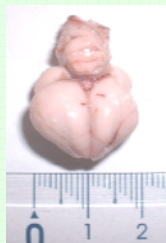


図10 脳の大きさ_2

キ 取り出した脳の観察とスケッチを行う。

ク カミソリを用いて正中断面を観察する。

※班毎に正中断面、水平断面、前頭断面を分け、お互いに観察してもよい。

※カミソリの取り扱いに注意させる。

いないことがあげられる。新教育課程における生物Ⅰの「環境と動物の反応」は体を扱う分野で生徒の関心が高い。しかし、脳の構造については普段目にする機会が少なく、教科書や図説だけではイメージを捉えにくい。そこでペットフードとして市販されている鶏頭水煮を用いた脳の観察を実践した。さらに視聴覚機器および情報機器により動画や画像といったマルチメディアを活用することによって、より効果的な指導を計画し実践した。

4 授業展開

(1) 事前準備

事前に以下のことを行う。

- ・イメージスキャナーを用いて教科書や図説からヒトの脳の模式図と脊椎動物（ほ乳類，鳥類，は虫類，両生類，魚類）の脳を比較する模式図をコンピュータに取り込む。
- ・インターネットを利用してヒトの脳とサル（サル）の脳の画像をダウンロードする。
- ・プロジェクターとビデオカメラ，ノートパソコンを接続する。黒板にスクリーンを張り，デジタルカメラを用意する。

(2) 授業の展開



図 11 脳の裏の様子



図 12 脳の側面の様子



図 13 脳の断面図_1



図 14 脳の断面図_2

観察スケッチについて

- ・スケッチにかかる時間をあらかじめ決めておく
 - ・デジタルカメラなどを活用する
 - ・ニワトリの脳の特徴を理解するには他の生物の脳を知る必要がある。
- 教科書等の利用

(2) スケッチと画像の保存について

スケッチは簡単な物とし，時間をとらせない。精密な図を書き始めると授業時間内に終了しない。スケッチの描き方については年度の初めにレポートの書き方とともに説明しておく。画像として保存する最も簡単な方法は携帯電話の撮影機能を利用することである。しかし，携帯電話の使用については学校間に差がある。

(3) 脳の断面の観察について

カミソリを用いて切片を作ることによって断面の観察ができる。切片を作るときは，試料の手に乗せ，カミソリで圧すようにして切断する。視神経束，視交叉，大脳半球，小脳などは取れやすく，バラバラにならないように注意する。演示用に水平断面を作成するときは，あらかじめ鶏頭を凍らせ，ノコギリで切断して，頭蓋骨に収まった状態の脳を他の組織とともに観察させる。

鳥類の脳では，バランス感覚を司る小脳の割合が大き，視神経束が太いなどの特徴がある。これは空を飛ぶためにバランス感覚を発達させなければならなかったこと，一般に鳥類は視覚が発達していることに対応している。切断面は目の中心部よりやや下から耳の上を通るようにする。

ア 正中断面

大脳は透明感のある肌色，脳幹はやや白く見える。小脳には白い組織が樹形に見えるのだが，加熱されているので観察できない。中脳は大脳に隠れて見えない。

イ 前頭断面

ほ乳類では神経細胞体が表層に集まっているので灰白質と白質の区別が見られる。鳥類では，細胞体の集合した部分が，大脳各所に散在しているため灰白質と白質の区別がみられない。脳下垂体を観察することも可能だが，脳を裏返して観察させた方がよい。

ウ 水平断面

中脳，視交叉が観察できる。

(4) 情報機器・視聴覚機器の活用について。

実験，観察を行うに当たって操作手順や自分が見ているものが何であるかを明確にすることが重要である。しかし，ニワトリの脳の観察では試料が小さいため，脳の各部の名称を説明することも確認することも難しい。また，理解を深めるためニワトリ以外の生物の脳との比較や観察結果をスケッチしていると時間が不足する可能性がある。

一斉授業の中で，より分かりやすい説明をし，生徒理解を深める方法として情報機器や視聴覚機器の利用がある。以下にその例を示す。

導入 (10 分)

① 前時の復習

- ・脳の模式図をプロジェクターで表示し、脳の各部の名称を確認する。
- ・ヒトと猿の脳を表示し、比較する。
- ・脊椎動物の脳を比較する模式図を表示し、それぞれの特徴を確認する。

展開 (30 分)

① 実験室の利用と観察におけるルール、マナーの説明

② 解剖および観察手順の説明

- ・脳を露出させるまでをビデオカメラを用い

てスクリーンに投影しながら説明する。

③ 解剖の実施

- ・実験器具、資料を配布する。
- ・解剖を実施する。

④ 観察結果の確認

- ・生徒が取り出した脳をデジタルカメラで撮影する。さらに、コンピュータで取り込み、フォトタッチソフトで加工した画像を投影し、脳の各部の説明と確認をする。

⑤ 観察結果のまとめ

- ・各班が取り出した脳をデジタルカメラで撮影する。撮影した画像はプリンタで印刷し、

ア 事前準備

液晶プロジェクターにビデオカメラ、ノートパソコンを接続し、黒板にスクリーンをセットする。デジタルカメラを用意する。(図 15)

- ※ビデオカメラとノートパソコンの切り替えは液晶プロジェクターで行う。
- ※スクリーンは白布やB紙を張り合わせたものでよい。
- ※ビデオカメラは三脚に設置する。
- ※デジタルカメラとノートパソコンはカードリーダー等でデータの交換が可能な状態にする。

※教室を暗くした状態で説明するとき、教員の手元が明るくなるよう電気スタンドを用意する。

※インターネットの検索を利用して、ニワトリ以外の生物(例 ヒト)の脳の画像を用意する。

イ 授業

- ・前時の復習、本時の展開予定、いろいろな生物の脳の画像をパソコンと液晶プロジェクターを使って提示する。
- ・ビデオカメラと液晶プロジェクターを繋ぎ、脳の取り出し方をスクリーンに映し出しながら説明する。
- ・最初に取り出した班の脳をデジタルカメラで撮影し、液晶プロジェクターでスクリーンに映し出す。脳の各部位の名称の説明をする。市販のフォトタッチソフトで画像に名称を書き込む、コントラストや明るさを加工してもよい。

ウ その他の活用例

- ・デジタルカメラで各班の取り出した脳を撮影する。カラー印刷したものを渡し、レポートに添付させる。
- ・撮影機能をもった携帯電話で撮影後、画像を添付したメールを学校のHP等へ送信させる。後日、画像を印刷して配布する。
- ・脳の大きさを表計算ソフトに入力させ、統計処理を行う。
- ・研究発表の際、利用する。

4 実験成否の評価方法

実験に対する関心・意欲・態度をアンケートで、実験における技能・表現を机間巡視と観察で、知識・理解、思考・判断をレポートによって評価する。特にレポートの脳のスケッチや画像における各部位の名称や役割を正しく理解できたか、脳の特徴に気付くことができたかを重視する。

5 発展実験

脳については実物を入手し、観察することは困難であり、どうしても教科書等の図に頼ることになる。酢漬けにした魚から脳を取り出すことは可能であるが、予想以上に小さく実用的ではない。近年、脳についての研究はめざましく発展しており、高校における学習は脳についての理解のほんの糸口でしかない。脳の観察を契機にインターネットや図書館で発展学習として調べさせるとよい。

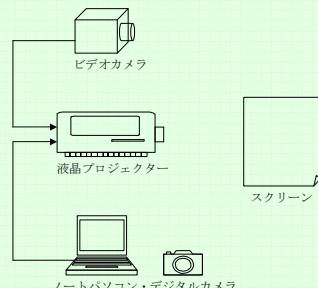


図 15 情報機器・視聴覚機器

視聴覚機器・情報機器の活用

実体験が難しい実験、観察や理解させにくい内容については視聴覚機器や情報機器の活用を図る

- ・ノートパソコンと液晶プロジェクターを利用してインターネット等で取り込んだ画像や動画をスクリーンに映し説明する。
- ・ビデオカメラと液晶プロジェクターを使い、実験操作をスクリーンに映し出して説明する。
- ・生徒の取り出した脳をデジタルカメラで撮影し、スクリーンに映し出して各部の名称等を解説する。

※インターネットで取り込んだ画像や動画、生徒がデジタルカメラで撮影した写真等には著作権や肖像権が発生する。授業内で利用する場合でも著作権と肖像権については配慮する必要がある。

後日配布する。

整理（10分）

- ① 実験器具・試料の片付け
- ② レポート指導

5 生徒の感想および結果

授業後の生徒の感想は以下のようであった。

- ・解剖の様子をビデオで映しながら説明したのでいつもより分かりやすかった。
- ・自分の取り出した脳を拡大して映し出したときうれしかった。
- ・映し出した脳の画像を使った説明が分かりやすかった。
- ・思ったよりグロくなかった。
- ・ヒトの脳のアップはグロかった。
- ・もっと臭うかと思った。
- ・メスやはさみを使わないで解剖できるとは思わなかった。

解剖の手順、各部の名称についての説明も集中して臨み、理解もよかった。また、説明時間を短縮でき、余裕のある授業展開ができた。

6 まとめ

授業を実践することによって視聴覚機器および情報機器の活用が生徒の理解を助長すること、授業における説明時間が短縮できより充実した授業が展開したことを実感した。

授業は教師による一種のプレゼンテーションとして捉えることができる。今後は視聴覚機器および情報機器を用いた生徒によるプレゼンテーション、さらに教師と生徒間のインタラクティブな情報伝達的手段としてマルチメディアの活用を検討したい。

理科（生物Ⅰ）学習指導案

1 単 元

刺激の受容と反応

2 単元の目標

- (1) 動物における受容器と効果器の構造と働きを，実験，観察を通して具体的に理解する。
- (2) 神経および神経系の構造と，脊椎動物の脳の働きについて理解する。
- (3) 動物における生得的な行動と習得的な行動について，具体的な例をもとに理解する。

3 指 導 計 画

- (1) 刺激の受容と反応 4 時間
- (2) 神経系 3 時間 （本時 3 時間目）
- (3) 動物の行動 2 時間

4 本時の目標

- (1) ニワトリの頭部の解剖を行い，脳の観察をする。
- (2) 脳の構造を理解する。

5 本時の展開

過 程	学 習 活 動	指導上の留意点	評価の観点
導入 10 分	前時の復習 ・ ヒトの脳の構造を確認する。 ・ ヒトとヒト以外の生物の脳とを比較し，それぞれの生物の特徴を理解する。	・ ヒトと鳥類の脳の違いを確認する。	・ ヒトでは大脳，鳥類では小脳が発達していることに気が付いたか。
展開 30 分	解剖手順の確認 ・ 脳の摘出に必要な器具と解剖の手順を理解する。 ・ 指示に従い解剖を行う。 解剖 観察とスケッチ ・ 取り出した脳を観察する。 ・ 各部の名称を確認する。 ・ 脳の大きさを測定する。 ・ スケッチをとる。 ・ 取り出した脳の切片を作成し，観察する。	・ クラスが騒がしくならないよう注意する。 ・ ディスポーザブルの手袋を着用させる。 ・ 途中で体調を悪くする生徒への対応のため，できるだけ複数の教員で授業を行う。	・ 興味，関心をもって解剖に臨むことができたか。 ・ 解剖の操作手順が正確であったか。 ・ 脳の各部の名称や構造が理解できたか。
まとめ 10 分	・ 片付けをする。 ・ レポートの指示をうける。		

5 効果的な観察実験の導入とその評価

～「DNAの抽出実験」を例にして～

1 はじめに

「生物Ⅰ」の「探究活動」及び「生物Ⅱ」の「課題研究」は、適切な材料と方法を用いて観察や実験及び調査などを行い、生徒自身の直接体験を通して、多種多様な生物や生物現象を探究する方法を習得させ、問題解決の能力や態度を育成

させようとするものである。そのためには、地域の実態や生徒の特性などに応じて課題を選び、生物や生物現象に対する興味・関心と学習意欲を高めさせるように工夫することが大切である。（学習指導要領より）

一方、生物は多様であるが、共通した

グループ分け

1班4名程度が適当である。ただし、準備において大量の水が必要になることから1班8名程度まで増やすことも必要である。

事前準備

材料

鳥のレバー以外にブロッコリーの花などもよい。レバーが少量でよいのに対し、ブロッコリーは多めに用意する。

レバー

すり下ろしやすいよう、冷凍しておく。ブロッコリーは冷凍の必要はない。

エタノール

なるべく低温であることが望ましいので、レバーとともに冷凍庫へ入れておく。

実験展開上の留意点

レバーをすり下ろすのは素早い操作（短時間）けが防止の観点から教師がまとめて行うのが望ましい。

すり下ろしから、湯煎開始までは2分以内が目標である。

ブロッコリーの場合はレバーほど時間を気にしなくてもよいので、実験操作に不慣れた生徒の場合は材料を工夫するとよい。

レバーを搾る際はやけどには十分な注意が必要である。

「DNAの抽出実験」の手引き

1 この実験の意義

- (1) DNAを概念としてではなく、実物を見ることによって、多いに興味・関心を引き出すことができる。
- (2) 実物に触れることにより、理解が深まる。

2 準備とその留意点

(1班分)

豚のレバー (図1) 20～30 g (鳥レバーも可)

エタノール 100 ml

食塩 10 g + α

乳鉢、乳棒 1セット

500 ml ビーカー 1個 (湯煎用)

200 ml ビーカー 1個 (搾り用)

100 ml ビーカー 3個 (食塩水用、ろ過用、アルコール用)

水 少々

洗剤 数滴

ろうと

コーヒーフィルター 1枚 (ろうとに入る程度の1人用がよい)

さらし 1枚 (20 cm × 20 cm 程度以上のもの)

バット 1個

葉さじ 1本

氷 なるべくたくさん

(全体分)

おろし金 1枚 (なるべく目の細かいもの)

前日までにレバーとエタノールを冷凍庫に入れておく (エタノールは凍らない)



図1 豚のレバー



図2 低温にしたエタノール

3 実験展開上の留意点

- (1) レバーをすりおろす。上記2に示した材料のうち、レバーは1クラス分としては150～200 gあればよい。レバーは各班ですりおろすのではなく、教員がまとめておろすほうがよい。これは、必要量の20～30 gをすりおろすには100 g程度の大きさがないとすりおろしにくく、また、怪我をしやすいためである。レバーはすりおろすとすぐに常温中のようにドロツとするので、これを素早く次々に生徒に分配するのがよい。1班の量は葉さじに3～4杯分位で、多いほどよい。

- (2) 食塩水は、核酸中のDNAとタンパク質を分離させる役目がある（塩析）。上記2の食塩10 gはあくまで1班分の量であり、実際には2 mol/l の濃度の食塩水が1班100 ml 程度あればよい。したがって、水1ℓに対し、食塩120 gを溶かしたものを作って置き、各班に100 ml ずつ分配する。演示で行う場合は、20 gの食塩を150 ml の水に溶かすとよい。また、食塩水を加えたとき、終濃度が1 mol/l を下回るようでは濃度が低く、DNAとタンパク質がうまく分離しないことがある。したがって実験手順には「同量」とあるが、同量以上加えても問題はない。

- (3) 実験操作は湯煎開始までは素早く行う必要がある。ここまでの操作は2分くらいで終わるようにしたい。5分以上かかるようでは失敗する可能性が高い。これは常温で

普遍的な特性もまた併せもっている。ここで取り上げたDNAはすべての生物に普遍的に存在する物質であり、その特性も共通している。

2 どの単元で取り上げるべきか。

「生物Ⅰ」においては

- (1) 細胞の機能と構造
- (2) 生殖細胞の形成と受精
- (3) 生命の連続性

「生物Ⅱ」においては

- (1) タンパク質と生物体の機能

(2) 遺伝情報とその発現
などが考えられる。

この実験においては、特に難しい操作を必要としない。また特殊な薬品や試薬を使うわけではない。したがってどの単元でも扱えるといえる。

3 他の分野または科目との関連

- ・酵素に関する知識
- ・塩析に関する知識と理解
- ・溶解度に関する知識と理解
- ・ガスバーナーの使い方

などに関する学習を終えていることにより、より高

はDNA分解酵素が働くためである。

- (4) 湯煎をする。湯煎の目的は、DNA分解酵素の働きを止めるためである。したがって、100℃である必要はない。70℃以上あればよいことになる。危険を避けるためにも、湯煎中はバーナーを外したほうがよい。レバーの量が多い場合は温度が下がってしまうため、十分に沸騰したお湯を多めに用意する。レバーが白くなるまで1分～1分半程度湯煎する。不十分であると、次にさらして搾るとき、生レバーと一緒に濾されてしまい、さらに次のろ過の段階でうまくろ過されない。湯煎中は葉さじの小さいほうを使って緩やかに混ぜる。乱暴に扱わないこと。



図3 レバーを絞る



図4 エタノールを加える

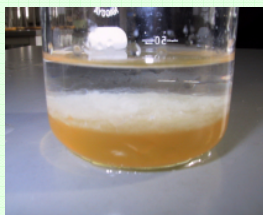


図5 分離したDNA

- (5) レバーを絞る(図3)。ピーカーにさらしをかぶせ、その中に湯煎したピーカーの中身をすべて注ぎ込む。火傷に注意しながら葉さじとピーカーの壁をうまく使いながらできるだけ絞る。多少はレバーがはみ出してもよい。黄色の油を含んだような液体が取り出せれば成功といえる。

- (6) 絞り汁をろ過する。ろうとにコーヒーフィルターをセットし、ろ過する。通常のろ紙では目が細かすぎるため、ほとんどろ過されない。ろ過がうまく進行しないときは、途中で別のフィルターに移し替えると早くなる。ろ液を氷水で冷やす場合、より低温にするため、食塩水を作ったときの余りの食塩を加えておくとよい。(2の食塩10g+αの部分)

- (7) エタノールを加える(図4)。エタノールは、DNAを沈殿させる。DNAはエタノールに溶けないからである。より低温の方が溶解度は低く、できるだけ温度を下げて加えるとよい。また、加える量は多すぎても問題はない。

- (8) エタノールを加えると、エタノールと搾り汁は上下に分離する。この境界にできた白っぽい浮遊物がDNAである。卵の白身が固まったようなものが現れることがあるが、これはタンパク質である。

湯煎では十分なお湯の量を確保しておくこと。

やけどには十分注意すること。
葉さじの背を使うとうまくいく。

ろ過は必ずコーヒーフィルターを使用すること。通常のろ紙では目が細かすぎてほとんどろ過されない。

エタノールの加え方はとにかく静かに注ぐことに尽きる。絞り汁とエタノールの境界面にDNAが現れる。乱暴に注いでもDNAは現れるが、その後取り出すことができない。

4 発展実験、実施上の工夫

(1) レバーの処理

レバーをすりおろすかわりに、ミキサーを用いてもよい。この場合は台所用洗剤数滴とレバーの1.5倍程度の氷水を加えて、粉碎する。

(2) 加熱方法

湯煎のかわりに、電子レンジで加熱してもよい。この場合は500Wで1～1.5分ほどでよいが、およそ20秒ごとに取り出し、静かに少しずつかきまぜながら全体が白っぽくなるまで加熱する。実際には電子レンジの台数の問題もあり、また、湯煎以上に気を遣う。臭いも電子レンジを使用したほうが強烈である。

い興味と関心を期待できる。また、発展実験へ取り組む意欲がより増すことも期待される。

4 評価について

この実験の意義はDNAを概念としてではなく、実物を見ることによって多いに生徒の興味・関心を引き出すことである。その意味において実験前後の学習が大切である。先に述べた取り上げることの可能な単元の復習、他教科での学習の確認が必要である。

そもそも評価はあるまとまった単元ごとに総括されなければならない。この授業では特に4観点のう

ち、関心・意欲・態度を中心に評価するとよい。評価方法としてはワークシートによるもの、教員の観察によるもの、及び自己評価の3つの方法で評価をする。このうちワークシートと自己評価は生徒の提出レポートの中で行うことができる。

5 レポート指導

- ・ タイトル
- ・ 実験の目的
- ・ 手順
- ・ 結果
- ・ 考察

生徒の感想・疑問 (レポートより)

- ・ すごい
- ・ このDNAはつながっているのか？
- ・ なぜ、この方法でDNAが取り出せるのか。
- ・ アルコールは何のために加えるのか。なぜアルコールなのか。
- ・ DNAはコーヒーフィルターを通った。しかし、出てきたDNAは糸状のものでフィルターを通るほど小さいものとは思えない。なぜこんな大きなものがフィルターを通ったのか。
- ・ これは本当にDNAなのか。証明できるか。
- ・ 自分のDNAを見てみたい。髪の毛でもできるだろうか。
- ・ 想像していたよりも簡単なものだ。これが生命であることの証かと思うとあっけない。
- ・ 遺伝の法則とはまったく結びつかない。
- ・ タンパク質がけっこう混じってしまったようだ。どうしたらタンパク質などのない純粋なDNAを取り出すことができるのか。

など予想通りの感想が大勢を占めた。

自己評価

- ・ 実験手順を間違えることはなかったか。
- ・ 操作における注意事項は十分に守れたか。
- ・ DNAを取り出すことはできたか。
- ・ 班内でのあなたの役割は？どの準備、操作を担当したか。
- ・ 事故やトラブルはなかったか。
- ・ もう一度この実験をやるとしたら・・・
用意する材料は？
注意点は？
工夫の余地は？
などの項目を用意する。

(3) DNAの精製

DNAをより精製するには、さらに搾った搾り汁を十分に冷やし（フィルターでろ過しない）、冷えたアルコールを加える。すると不純物（タンパク質）を多く含んだDNAが現れる。このDNAを割り箸等で巻き取るように取り出し、別のビーカーに移す（少々タンパク質を含んでいても問題ない）。ここに再び食塩水を加え、よく混ぜる。するとDNAはすべて溶けてしまう。これを再び湯煎する。やり方は前と同じでよい。1分～1分半程湯煎した後、コーヒーフィルターでろ過し、ろ液をよく冷やす。そこによく冷えたエタノールを静かに加える。するとろ液とエタノールの境界に不純物をほとんど含まないDNAが析出（沈殿）してくる。

DNAはすべて糸状に析出するわけではなく、細かく分断されたものの一部が再び結合しているにすぎない。したがって精製処理によって、抽出量は少なくなる。また、量が少ない場合は全く無くなってしまう場合もある。操作の早い班はチャレンジしてみるとよい。

(4) DNAの確認

シッフ試薬（フォイルゲン反応）や酢酸カーミンなど細胞核が染色できる色素で確認できる。いずれの場合もDNAにアルコールが残っているとうまくいかないで、DNAをろ紙の上に取り出してアルコールを取り除くなどの工夫が必要である。ただし完全に乾燥させると水に溶けにくくなるため、染色されにくい。生徒に工夫させるなど発展実験として取り組ませるとよい。

5 評価の観点（小テストの例題）

- (1) DNA抽出実験に使用する材料は、入手しやすく安価であることはもちろんだが、それ以外に細胞の大きさの割にDNA含量の多いものが適しているといえる。レバー以外にどのようなものが利用できると考えられるか。例を1つ挙げよ。（ブロッコリーやセイタカアワダチソウの花、蕾など）
- (2) 食塩水を加える目的は何だと考えられるか。（塩析によりタンパク質を取り除く）
- (3) 湯煎はタンパク質に熱変性を起こさせるためである。この実験ではどのようなタンパク質を対象としているか。（DNA分解酵素）
- (4) エタノールの働きはDNAを沈殿させることである。実験では冷えたエタノールを使用した。高温と低温ではDNAのエタノールに対する溶解度が異なるためである。エタノールの溶解度は高温と低温ではどちらが低いと考えられるか。（低温）

6 参考文献

<http://village.infoweb.ne.jp/~yasuhisa/ktinDNA.htm> 台所でできるDNA抽出

などの項目に加え，下記の本文中の 5 評価の観点（小テストの例題）のような問題を用意する。（1）の間ではDNAがすべての生物に普遍的に存在することを理解しているか。また，どのような材料が適切かを問うことにより，細胞の構造の中でDNAの働きを理解しているかをも知ることができる。（2）以降は他の分野，単元との関連からの問題である。

レポートには感想欄を設けることが望ましい。これにより，発展実験への意欲やより深い探究心を求め，また，知ることができる。

自己評価については大切な評価であるが，

ワークシートに対し，重み付けを十分に考慮しなければならない。

A large rectangular area filled with a light green grid pattern, intended for students to write their answers or evaluations.

理科（生物Ⅱ）学習指導案

1 単 元

分子からみた生命現象

2 単元の目標

- (1) 構造タンパク質と機能タンパク質とについてそれぞれの違いと特徴を理解する。
- (2) 生物における代謝とエネルギー代謝について、ATPを中心に理解する。
- (3) 生体防御に関するタンパク質の役割について理解する。
- (4) 遺伝子の本体であるDNAの構造と役割について理解する。

3 指導計画

- | | |
|-------------------|----------------|
| (1) 生物を特色づけるタンパク質 | 5 時間 |
| (2) 生体を防御するタンパク質 | 3 時間 |
| (3) 遺伝を担う核酸 | 8 時間（本時 2 時間目） |

4 本時の目標

- (1) DNAが生物に普遍的に存在することを確認する。
- (2) 遺伝子の本体であるDNAを観察する。

5 本時の展開

過 程	学 習 活 動	指導上の留意点	評価の観点
導入 10 分	前時の復習 ・ DNAの構造の確認	・ DNAが巨大分子であることを確認する。 ・ 生物が普遍的にもっている物質であることを確認する。	・ 前時の内容を覚えているか。 ・ DNAの特徴を理解しているか。
展開 30 分	実験 ・ 実験手順を確認する。 ・ 実験器具の用意。 ・ DNA抽出実験を行う 資料を受け取る 塩析を行う 湯煎する ろ過する エタノールを加える ・ 析出したDNAの観察をする。	・ 資料配布から湯煎までではできるだけすばやく行うように注意させる。 ・ 湯煎の際やけどに注意させる。 ・ エタノールはゆっくりと静かに加える。	操作の手順は正しく行うことができたか。 実験器具の取扱いは正しいか。 それぞれの操作の意味を理解しているか。
まとめ 10 分	レポート指導 ・ 実験の結果を整理する。 ・ レポートに必要事項を書き込む。	・ レポートの書き方の確認を行う。 ・ レポートの提出期限を伝える。	

6 野外観察の進め方

～計画の立案から評価まで～

1 はじめに

理科における野外観察は、室内における観察・実験と同様に重要であるが、実施頻度は多くないようである。これは教師の野外に対する知識が不足していることに加え、指導計画が季節・天候に左右されること、危険性ともなうなど障害が多いことに原因がある。

野外観察の第一歩は「まず野外へ」出ることである。たとえ障害が多くとも、生徒にとっては野外へ出ることそのものが楽しい。教室を出ることを告げた瞬間から生徒の興味はさまざまな方向へと膨らむ。これを授業の展開に有効に利用したい。

かつて、自然が豊かで身の回りにあふれて

実施時期

4 月第 1 ～ 4 時間目
(最初の授業)

実施方法

2 時限連続で 2 日間実施

第 1 日 1 時限目

事前指導 (教室)

- ・ 必ず集団で行動すること (無断で集団を離れないこと)
- ・ 他の授業の邪魔をしないこと (特に体育など外で活動しているクラスに対して)
- ・ 植物を採集する場合は必要最小限にとどめること
- ・ 観察ノートを事前によく読んでおくこと

安全面の指導 (教室)

- ・ 校外には決して出ないこと
- ・ ハチ、特に巣の周囲には近づかないこと
- ・ ハチ、ヘビなど危険な生物を発見した場合には速やかにその場を去り、報告すること

学習ガイダンス

- ・ 観察ノートの利用

準備

- ・ 筆記用具
- ・ 根掘り
- ・ メジャー

校庭植物の観察

自然の仕組みを知るには、とにかく野外に出てさまざまな生物とそのくらしに触れる必要がある。そうはいっても、わざわざ遠くへ出掛けることはない。学校の校庭やその周辺にも注意して探せば、30 種以上の植物が踏みつけや度重なる草刈りに耐えながら生きているのに出会える。しかし、そのような植物たちを観察しようにも名前が分からなければ親しみも半減してしまう。

植物の名前を図鑑で調べるのは、それほど簡単なことではない。一般の図鑑は汎用性をもたせるため掲載されている種類が多く、素人 (君たちのこと) にはとても扱いにくい。最近を対象を絞った簡単な図鑑も見かけるようになったが、結局は観察する側の“目”がものをいう。

観察ポイントとしては、「花の形・大きさ・色・数」「葉の形・大きさ・数・付き方」などから「根の形」「毛の有無」までいろいろある。また、同じ種類でも環境によって変異がみられることもある。そこで今日は生物観察の導入編として春の校庭植物を観察し、“目”を養おう。

【課題 1】タンポポの観察

タンポポは誰でも知っている春の花の代表である。特徴は全部の葉が株のもとから出て、花の柄が枝分かれしないことである。タンポポには大きく分けて 2 種類ある。昔から日本に自生しているニホンタンポポと帰化種のセイヨウタンポポである。その違いは受精のしかたなどいろいろあるが、花を観察することにより容易に区別できる。

- (1) ニホンタンポポとセイヨウタンポポの茎から上の部分をスケッチしよう。

ニホンタンポポ	セイヨウタンポポ

- (2) ニホンタンポポの花を取りだし、スケッチしよう。

花のスケッチ

いたころ、子供は遊びの中から多くのことを学び取った。自然を対象にした体験学習は期待以上の多くのことを教えてくれる。野外観察も体験学習の一つとして気楽に取り組みたい。

2 指導・実施計画の立案

野外観察では、体験を通して科学的なものの見方や考え方を身に付けていきながら、自然や科学を学ぶことの楽しさを知ることができるような指導が望まれる。興味、関心だけに終わることなく、知識を増やしていきなが

ら探究していく指導が必要である。そのためには単発的な野外観察ではなく、年間の指導計画の中に野外観察を数回含むことが望まれる。

3 立案にあたっての注意事項

- ・校内校外を問わず、必ず年間指導計画の中に位置付けること。
- ・校外で実施する場合は校外学習計画書を作成し了承を得ておくこと。
- ・地域の特性を生かした教材と実物を通した体験学習であること。

(3) ニホンタンポポの花の数を数えてみよう。

個

(4) ニホンタンポポの根は何 cm あるか、予想してみよう。

cm

(5) ニホンタンポポの根を掘ってみよう。何 cm あったか。

cm

(6) 校内にはシロバナタンポポの群生がみられる。花の特徴から在来種、帰化種のいずれと考えられるか。

種

【課題2】春の七草

セリ、ナズナ、ゴギョウ、ハコベラ、ホトケノザ、スズナ、スズシロが有名な春の七草である。

セリはハルゼリ、ナズナはペンペン草、ゴギョウはハハコグサのこと。ハコベラは小鳥の餌などにも利用されるミドリハコベなど、ホトケノザは本来キク科のコオニタビラコのことであるが、あまり見かけないのでシソ科のものを探すことにしよう。スズナはカブ、スズシロはダイコンをさす。校庭でこれらの植物を中心に観察しながら、“目”を養おう。

《どちらかを選択すること》

(1-1) ハコベとオランダミミナグサをスケッチしよう。

(1-2) オオイヌノフグリとタチイヌノフグリをスケッチしよう。

(名前)

(名前)

(2) 採集した植物をスケッチし、名前を調べよう。

(名前)

(名前)

2 時限目

野外観察会

- ・タンポポを材料に観察のポイントを説明する。
- ・スケッチはこの場で簡単な記録程度のものを描かせる。
- ・花は花序ではなく舌状花を描かせる。

タンポポの根について

ほとんどの場合、きれいに掘りきれない。長いことが確認できればよいので、作業は時間で区切る。

春の七草の観察

植物観察では(1-1)、(1-2)のほかカラスノエンドウとスズメノエンドウなどの比較が適当である。いずれも混生していることが多いので見つけやすい。

生徒への指示

観察終了時に次の授業前に今日観察した植物を2種以上採集してくるよう指示

専門家とのタイアップ

地域の専門家や博物館等を活用し、探究的学習をより発展させることができる。

地域で開催される自然観察会に出掛けるのも有効である。

- ・下見を必ずすること。
日時、場所の決定、観察ノート等の作成
- ・学習時間を十分に確保すること。

4 学習の流れ

- ①事前指導（教室）
- ②安全面の指導

2 日目

3 時限目～4 時限目（前半）

事後指導とデータの整理
→レポートの作成

点描画によるスケッチの描き方の指導をする。
鉛筆で下書き→ペン入れ

4 限目（後半）

【問題】
についての補足説明

生徒の感想

- ・ニホンタンポポとセイヨウタンポポでは咲いている土の固さが違った。
- ・セイヨウタンポポは背が低い。
- ・シロバナタンポポはかなり大きいし、けっこうかたまって咲いている。聞くまでこれもタンポポだとは思わなかった。
- ・一緒に採集したノビルやスイバなどがおいしかった。タンポポは食べられるのだろうか。
- ・タンポポ以外の植物でもこのような違いのあるものは何があるのか。
- ・名前を知らなければ雑草だが、名前を知ると植物と呼べるようになった。
- ・今度は動物についても調べたい。
- ・スケッチは難しかった

③学習のガイダンス

④問題の発見（野外）

⑤問題の追究（野外）

⑥事後指導（教室）

⑦データの整理 検証や実験 次の学習活動への立案

5 実施に当たって

観察ノートなど事前に作成した教材にとらわれることはよくない。野外の状況は日一日、刻一刻と変化しているので下見と異なることは多いにありうる。また、一つのテーマ

【問題】

表は在来種のニホンタンポポと帰化種のセイヨウタンポポの生理的な違いを示したものである。

ニホンタンポポ	春にのみいっせいに開花	自家不和合性（不稔性）
セイヨウタンポポ	年中開花	自家受精が可能

自家不和合性とは、自家受精ができず他の株（個体）から花粉を得ないと受精・結実ができないことである。したがって、ニホンタンポポは一株では子孫を残すことができない。これに対しセイヨウタンポポは自家受精が可能なので、一株でも子孫を残すことができる。するとセイヨウタンポポの方が有利に見えるが、現実には本校の校内にはニホンタンポポの方が多。この理由を開花時期と他の植物との関係、根の長さなどから考えて述べよ。

気付いたこと・感想

自己評価

・ スケッチの出来栄の満足度は	満足	1	2	3	4	5	不満足
・ 観察課題は十分にこなせたか	はい	1	2	3	4	5	いいえ
・ あなたの観察眼は鋭くなったか	はい	1	2	3	4	5	いいえ
・ 何種類の植物の名前が区別できるようになったか							種類
・ 注意事項は守れたか	はい	1	2	3	4	5	いいえ

生徒番号 氏 名 班

に絞る必要もない。足下の植物の観察中に生徒がミミズを発見し、興味を示したならミミズも貴重な教材である。用水路の観察中にコイが泳いでいたり、ヌートリアが現れたり、セキレイが現れたり・・・その場に応じて視点を変えるなど臨機応変な態度も必要である。

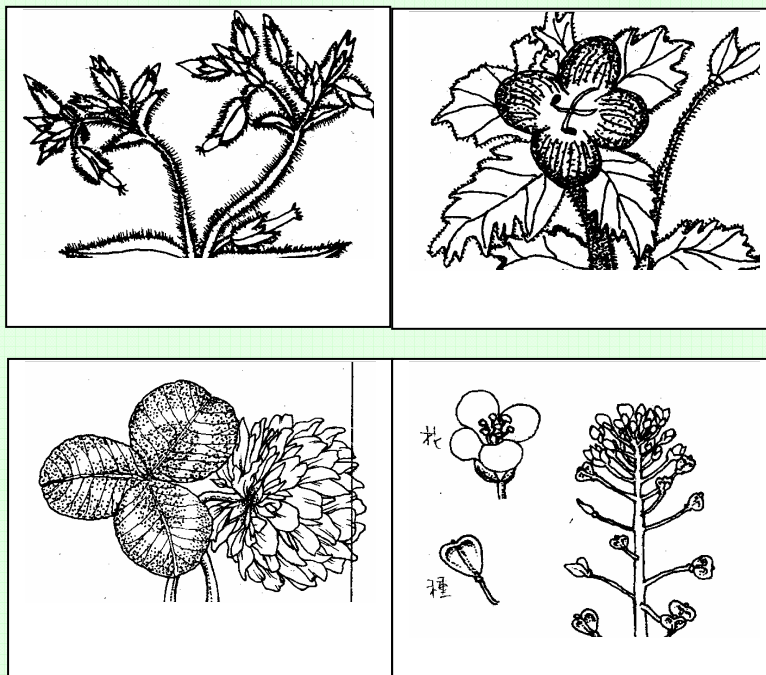
の在り方を再考することは、今後の望ましい環境利用を考えるうえで必要不可欠なことである。環境に対するマイナス面を強調するだけでなく、望ましい自然の利用方法について探究することも考えさせたい。

6 環境教育の一環として

現在の我々の生活は、環境汚染や環境破壊など多大な影響を自然に与えている。自然界の仕組みを肌で感じ、自然の中における人間

が、夢中になった。満足。

生徒のスケッチ



評価について

- ・ 提出プリント内の自己評価
- ・ 興味、関心や意欲、態度はほぼスケッチで判断できる。

他単元との関連

- ・ 遺伝
- ・ 顕微鏡観察における記録、スケッチ

発展

秋の植物観察
(秋の七草)

ハギ、オバナ、クズ、ナデシコノハナ、オミナエシ、フジバカマ、キキョウ
冬の樹木観察
など

補足

生徒に植物の種名を調べさせるには検索表が便利である。ただし、検索する観点が悪く、正しく同定することは困難である。このようなスケッチを経験させた後に利用するのが望ましいと思われる。

理科（生物Ⅰ）学習指導案

1 単 元 課題研究

2 単元の目標

- (1) 今までの学習を元に、各自で課題を見つけ研究を行う。
- (2) 課題研究を行うために必要な資料の入手方法、実験、観察方法を身に付ける。

3 指導計画

- (1) 課題研究とその進め方 4時間
- (2) 実験研究 6時間
- (3) 調査研究 6時間（本時1時間目）

4 本時の目標

- (1) 野外に出て、身近な植物について観察する。
- (2) スケッチの描き方の基礎を学ぶ。

5 教材・教具

植物図鑑 ニホンタンポポ セイヨウタンポポ

6 本時の展開

過 程	学 習 活 動	指導上の留意点	評価の観点
導入 5分	野外観察の重要性について理解する。		
展開 35分	1 事前指導 ・ 野外観察のルールについて理解する。 2 安全確保について ・ 怪我をしたときの対応について理解する。 ・ 危険な生物を発見したときの対応について理解する。 3 植物観察のポイントについて理解する。 4 タンポポの観察を行う。 ・ 2種類のタンポポの違いを確認する。 ・ タンポポの「花」について理解する。 5 タンポポをスケッチする。 ・ スケッチの書き方について確認する。	・ 生徒には話を聞くだけでなく、ノートにメモをとらせる。 ・ ハチの巣や危険場所について事前調査をする。 ・ 単独行動の危険性について理解させる。 ・ 植物の生育場所や環境まで観察する必要があることを説明する。 ・ 手際よく班を分ける。 ・ スケッチは点と線で表現し、影をつける必要がないことを理解させる。	・ 野外観察に興味、関心をもつことができたか。 ・ 「花の構造」「葉の構造」等、細部まで観察することができたか。 ・ ニホンタンポポとセイヨウタンポポの違いに気付くことができたか。 ・ 指示通りにスケッチが描けたか。 ・ 観察の結果をスケッチで表現できたか。
まとめ 10分	次回（野外観察）予告 ・ 野外観察における注意事項の確認をする。 ・ 集合場所を確認する。 ・ 持ち物の確認をする。		

興味・関心を評価することに関する研究 ～遺伝分野での実践～

1 はじめに

現在、生徒たちの学習活動を多面的に評価していくために、観点別評価の取組が、さかんに行われている。理科では、1 関心・意欲・態度、2 思考・判断、3 観察・実験の技能・表現、4 知識・理解の4つの大きな観点から評価していくことが求められている。

これらの観点のうち、1つ目に示したような生徒たちの“興味・関心”を評価の対象とすることについて、教育の現場では賛否両論の状況である。たとえば、「興味・関心をもって授業に取り組んではいるが、成績に結びつかない者を評価することができる。」といった賛成側の意見がある反面、「この生徒は興味・関心が高い（あるいは、低い）といった、教師側の一方的な主観による判断を評価として良いのか。」といった反対側の意見も存在している。

そこで、本研究では生徒たちの興味・関心を評価する方法を検討することで、生徒たちに向き合ったときに何となく感じていた“興味・関心の高さ、低さ”の原因を明らかにするとともに、どのような観察内容を評価に加えていくことが有効かを考えることを研究の目的とする。

2 研究方法

私が理科総合Bを教えている2年生の6クラスのうち、最も興味・関心が高いように感じているクラス（Ⅰ組とする）と、最も興味・関心が低いように感じているクラス（Ⅱ組とする）を対象に、授業に対する取組を観察・記録した。さらに、アンケート調査によって、生徒たち自身が感じている、授業内容に対する興味・関心の高さと授業に対する取組の姿勢を集約し、ここで得られたデータを分析することで目的に迫った。

(1) 授業に対する取組の観察の方法

授業に対する取組の観察内容は、座席表に記入することによって記録した。また観察は、①教師の講義が中心の授業と、②プリントの演習問題を生徒たちが解いていくことが中心の授業の2回において行った。

なお、①教師の講義が中心の授業では、A：真剣な態度で授業を聞いている。（3点）、B：普通に授業を受けている。（2点）、C：眠ってしまうことがあった。（1点）で記録し、②プリントの演習問題を生徒たちが解いていくことが中心の授業では、A：周囲と相談したり、教師に聞くなどして何とか解こうと努力する。（3点）、B：普通に自分で解いている。（2点）、C：眠ってしまうことがあった。（1点）で記録した。

(2) アンケート調査の内容

遺伝分野の授業が完了してから、授業で取り上げた各内容に対して「興味・関心がもてましたか？」と問いかけ、もてたと思う（5点）、どちらかといえばもてた（4点）、どちらでもない（3点）、あまり持てなかった（2点）、持てなかった（1点）の5段階で判定させた。

また、遺伝分野全体についても同様に5段階で判定させ、そう思う理由を記述させた。

さらに、「遺伝の分野全体を通して、積極的に学習できましたか？」と問いかけ、できたと思う（5点）、どちらかといえばできた（4点）、どちらでもない（3点）、あまりできなかった（2点）、できなかった（1点）の5段階で判定させ、そう思う理由を記述させた。

3 結果

(1) 授業に対する取組の観察の結果

①教師の講義が中心の授業	Ⅰ 組	Ⅱ 組
	(／38人)	(／40人)
A：真剣な態度で授業を聞いている。（3点）	7	7
B：普通に授業を受けている。（2点）	26	26
C：眠ってしまうことがあった。（1点）	5	7
平 均	2.1点	2.0点

(表－1)

②プリントの演習問題を生徒たちが 解いていくことが中心の授業	I 組 (／38人)	II 組 (／40人)
A：周囲と相談したり，教師に聞くなどして 何とか解こうと努力する。(3点)	13	9
B：普通に自分で解いている。(2点)	22	21
C：眠ってしまうことがあった。(1点)	3	10
平 均	2.2点	2.0点

(表－2)

(2) アンケート調査の結果

「興味・関心がもてましたか？」と問いかけた次の各授業内容および遺伝分野全体に対して，もてたと思う(5点)，どちらかといえばもてた(4点)，どちらでもない(3点)，あまりもてなかった(2点)，もてなかった(1点)の5段階で判定させた結果から，それぞれの点の平均を表－3に示した。ただしここでは，I組，II組の平均以外にも，(1)授業に対する取組の観察との関係を見るために，A：観察でAのみ(またはAとB)がついた者と，C：Cが1度でもついた者の平均も示した。

なお，「遺伝の分野全体を通して，積極的に学習できましたか？」と問いかけ，できたと思う(5点)，どちらかといえばできた(4点)，どちらでもない(3点)，あまりできなかった(2点)，できなかった(1点)の5段階で判定させた結果も，表－3の“積極的な学習姿勢”のような平均となった。

また「遺伝分野全体を通して，興味・関心がもてましたか？」の判断に対する理由としては，興味もてた理由として，「もともと遺伝に興味があった。」とするものや，「遺伝のしくみがわかった。」，「身近な話題で関心がもてた。」とするものが多かった。なお，「ヒトの遺伝が面白かった。(特にABO式血液型)」とするものは，興味もてた，もてなかったに関わらず多く見られた(全体の約半数)。一方どちらでもないとした理由としては「興味もてるところと，もてないところがあった。」とするものがほとんどで，興味もてなかった理由には，「よく分からなかった。」，「難しかった。」といったものが見られた。

	I 組	II 組	全体	A	C
①メンデルという人と，彼の実験	3.7	3.8	3.7	3.8	3.5
②メンデルの法則	3.8	3.8	3.8	4.1	3.5
③メンデル法則の再発見	3.5	3.5	3.5	3.5	3.3
④不完全優性(オシロイバナの花色，カイコの皮膚の色)	3.8	3.6	3.7	3.7	3.4
⑤複対立遺伝子(ABO式血液型)	4.5	4.5	4.5	4.5	4.2
⑥ヒトの遺伝その1(PTC味盲～つむじの巻き方)	4.0	3.9	3.9	4.2	3.7
⑦サットン遺伝子仮説	3.0	3.4	3.2	3.2	3.1
⑧伴性遺伝(キイロショウジョウバエの眼色)	3.2	3.4	3.3	3.6	3.0
⑨ヒトの遺伝その2(赤緑色盲～ネコの毛色)	4.3	4.0	4.1	4.4	3.7
⑩肺炎双球菌の形質転換	3.7	3.3	3.5	3.5	3.2
⑪バクテリオファージの増殖	3.6	3.4	3.5	3.7	3.1
⑫自家交配と自由交配	3.4	3.3	3.4	3.7	2.9
⑬：①～⑫の平均	3.7	3.7	3.7	3.8	3.4
⑭遺伝分野全体	4.1	4.0	4.1	4.3	3.8
⑮積極的な学習姿勢	3.7	3.4	3.5	3.9	2.7

(表－3)

「遺伝の分野全体を通して、積極的に学習できましたか？」の判断に対する理由には、「授業に集中できた。」「ノートがしっかりとれた。」「授業中眠ってしまった。」といった、授業中の態度を記したものや、「遺伝病について、家でインターネットで調べた。」「テスト勉強をさぼってしまった。」といった、家庭学習の姿勢を記したもの、「テストの点あまり良くなかった。」ことから、あまり勉強できていなかったと判断したもの、「興味がもてた部分だけには積極的であった。」としたものなどがあつた。

さらに、ア：(1) 授業に対する取組の観察の結果（①教師の講義が中心の授業の点＋②プリントの演習問題を生徒たちが解いていくことが中心の授業の点－1）と、イ：遺伝の各分野に対する興味・関心度（①～⑫の点の平均）、ウ：積極的な学習姿勢の関係を個人別に示したものが次の表－4である。

No	ア	イ	ウ	No	ア	イ	ウ	No	ア	イ	ウ	No	ア	イ	ウ
1	3	3.1	3	11	2	3.3	2	21	4	3.7	3	31	3	3.9	4
2	2	3.8	4	12	5	4.0	5	22	4	2.9	4	32	3	3.2	3
3	4	3.6	4	13	3	2.5	2	23	3	3.8	4	33	3	3.5	3
4	4	4.3	2	14	3	4.0	5	24	4	3.8	4	34	4	3.6	3
5	3	3.8	3	15	2	3.4	3	25	2	3.5	5	35	4	4.3	4
6	3	3.9	5	16	2	3.8	3	26	3	3.3	1	36	4	4.3	4
7	4	4.2	4	17	3	4.0	5	27	4	3.3	4	37	3	3.8	2
8	2	3.2	3	18	3	3.7	5	28	4	4.3	5	38	2	4.3	3
9	3	4.1	5	19	4	3.2	4	29	4	4.5	4	39	3	3.3	5
10	5	4.3	4					30	4	3.3	4				

（表－4－Ⅰ組）

No	ア	イ	ウ	No	ア	イ	ウ	No	ア	イ	ウ	No	ア	イ	ウ
1	3	5.0	5	11	4	3.7	3	21	4	4.3	5	31	2	3.7	2
2	1	3.2	2	12	4	3.4	3	22	4	3.7	3	32	3	3.9	3
3	1	2.9	2	13	3	3.4	4	23	2	3.8	3	33	3	5.0	5
4	2	2.9	3	14	3	2.2	2	24	4	4.0	4	34	2	3.7	2
5	3	3.8	4	15	1	2.8	3	25	3	3.9	3	35	4	4.5	4
6	3	4.3	3	16	4	3.3	3	26	1	2.3	2	36	1	3.9	3
7	5	4.7	5	17	3	4.0	3	27	3	3.3	4	37	2	2.8	2
8	3	4.3	4	18	2	3.9	4	28	3	4.3	2	38	3	3.2	4
9	4	4.1	5	19	4	3.6	5	29	4	3.4	3	39	3	3.0	3
10	3	4.3	5	20	4	3.3	3	30	4	3.1	4	40	3	3.7	4

（表－4－Ⅱ組）

4 考察

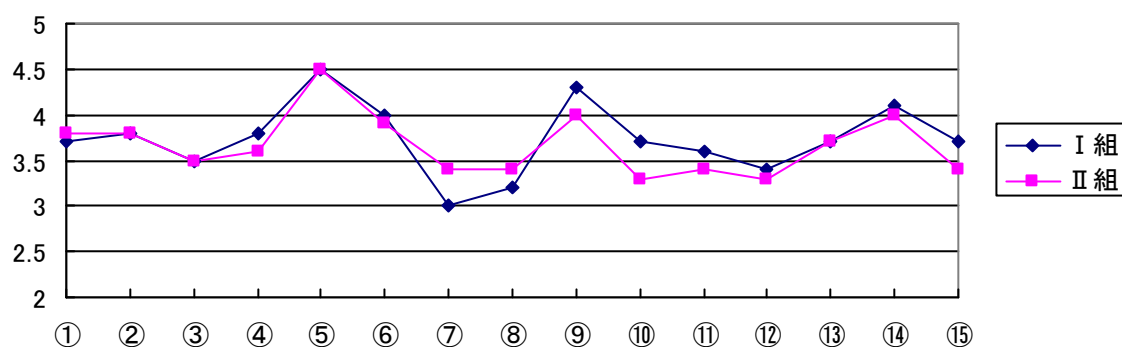
(1) 授業に対する取組の観察の結果から

Ⅰ組：最も興味・関心が高いように感じているクラスと、Ⅱ組：最も興味・関心が低いように感じているクラスの結果を比較して、表－1 から分かるように“教師の講義が中心の授業”においては、ほとんどその内容に差が見られないのに対して、表－2 から分かるように、プリントの演習問題を生徒たちが解いていくことが中心の授業では、Ⅰ組ではⅡ組よりも“周囲と相談したり、教師に聞くなどして何とか解こうと努力する”生徒が多いのに対して、Ⅱ組ではⅠ組よりも“眠ってしまうことがあつた”生徒が多かった。

このことから、私（教師）自身が以前から感じていた生徒たちの興味・関心の高さは、自分が中心となって講義をしている授業時の観察よりも、多少余裕をもって生徒の観察ができるような、プリント演習のような授業時の観察によって判断していたことが分かる。

(2) アンケート調査の結果から

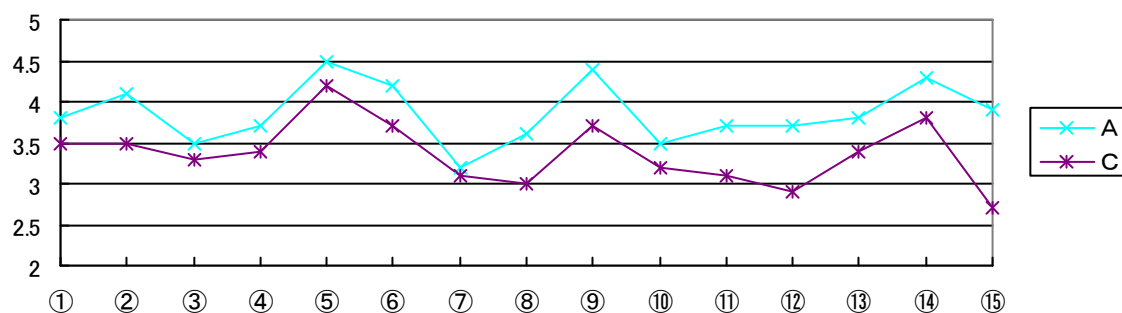
表－3の結果をグラフにしたものが次の図－1と図－2である。



(図－1)

この図－1を見ると、I組とII組の比較において、①～⑫の各分野に対する興味・関心の度合い、①～⑫の平均値、遺伝分野全体に関する興味・関心の度合い、積極的な学習姿勢において、大きな差が認められないこと、⑤や⑨のようなヒトの遺伝を扱った内容に対する興味・関心が高いことなどが分かる。

また、I組のほうがII組よりも、授業内容によって興味・関心の高さに差が出る傾向が分かった。



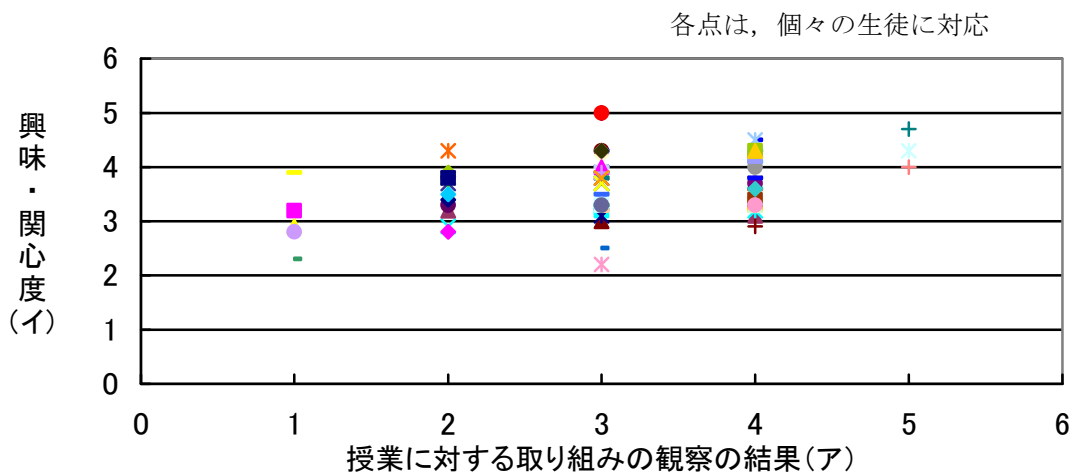
(図－2)

図－2は、授業に対する取組の観察によって、A：観察でAのみ（またはAとB）がついた者と、C：Cが1度でもついた者の平均を示したものであるが、Aのついたグループの方が明らかにCのついたグループよりも、興味・関心の度合いが高く、積極的な学習姿勢であったと自己評価していることが分かる。

したがって授業での観察結果は、彼らの教科内容に対する興味・関心の高さを、ある程度捉えることができたと言えることができるだろう。

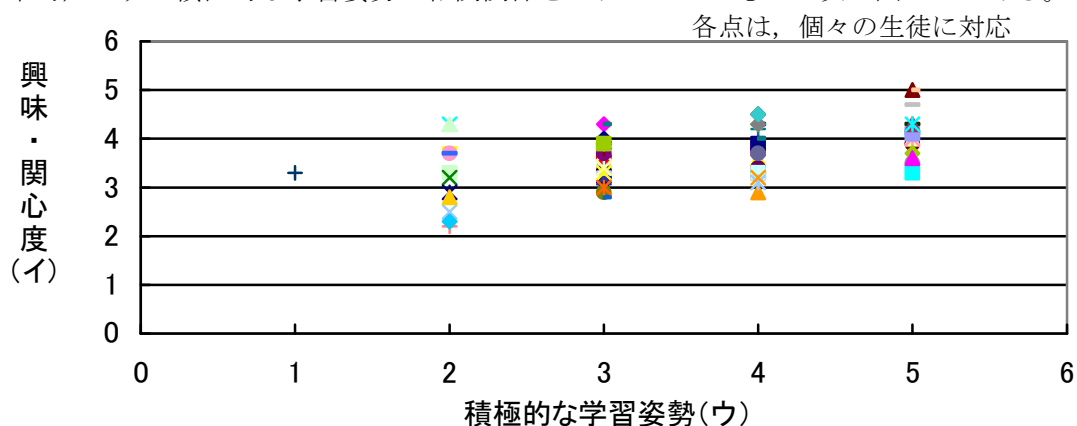
表－4のI・II組の結果をまとめて、ア：(1) 授業に対する取組の観察の結果（①教師の講義が中心の授業の点+②プリントの演習問題を生徒たちが解いていくことが中心の授業の点－1）と、イ：遺伝の各分野に対する興味・関心度（①～⑫の点の平均）の相関関係をグラフにしたものが次の図－3である。

図－3からある程度の相関性が感じられるが、授業に対する取組の観察点の内で1点（①教師の講義が中心の授業でも、②プリントの演習問題を生徒たちが解いていくことが中心の授業でも眠ってしまった生徒）と、5点（①教師の講義が中心の授業では、真剣な態度で授業を聞いて、②プリントの演習問題を生徒たちが解いていくことが中心の授業では、周囲と相談したり、教師に聞くなどして何とか解こうと努力した生徒）については、興味・関心の高さと相関関係があるとして、評価に加えて良いのではないかとと思われる。



(図－3)

また、表－4のⅠ・Ⅱ組の結果をまとめて、イ：遺伝の各分野に対する興味・関心度（①～⑫の点の平均）とウ：積極的な学習姿勢の相関関係をグラフにしたものが次の図－4である。



(図－4)

図－4からも、ある程度の相関性が感じられる。したがって、“興味・関心の高さが積極的な学習姿勢につながる。”傾向が確認できたが、興味・関心が高くても積極的な学習につながらない生徒もいることも分かった。

5 最後に

平常の授業を行って行くうえで、私自身、“興味・関心”を評価の対象とすることについては、生徒たちを多面的に評価できる反面、教師側の一方的な主観による判断を評価として良いものかといった迷いをもっていた。

本研究によって、私自身が生徒たちの興味・関心の高さを何で感じていたのかを知ることができ、今後の授業時における生徒観察の観点を明確にすることができた。

また、授業時の観察結果をどの程度まで評価に反映させても良いかといったことについても、目安が得られたように感じている。

今後は、本研究の成果を踏まえて“興味・関心”を生徒たちの評価に反映させるとともに、自分自身の授業内容の研究にも反映させ、生徒たちの興味・関心を高め、積極的な学習姿勢を育てていきたいと思う。