

中学校

平成 16 年 度

教育研究員研究報告書

理	科
---	---

東京都教職員研修センター

研究主題

生徒一人一人の主体的な取り組みを重視した指導法の工夫

目次

主題設定の理由	2
「運動の規則性」における生徒一人一人の主体的な取り組みを重視した指導法の工夫 ～体感点滅タイマーを使った実験の個別化～	
1 研究のねらい	3
2 研究の方法	3
3 研究内容	
(1) 実態調査	4
(2) 教材・教具の開発	6
(3) 学習指導計画	7
(4) 学習展開例	8
(5) 評価計画	9
(6) 生徒の変容	11
4 研究のまとめと今後の課題	13
「生物の細胞と生殖」における生徒一人一人の主体的な取り組みを重視した指導法の工夫 ～植物の観察キットを使った個別観察～	
1 研究のねらい	14
2 研究の方法	14
3 研究内容	
(1) 実態調査	15
(2) 教材開発について	16
(3) 学習指導計画	19
(4) 評価計画	20
(5) 学習展開例	20
(6) 授業前後の調査	23
4 研究のまとめと今後の課題	24

主題設定の理由

学習指導要領の理科の目標は「自然に対する関心を高め、目的意識をもって観察・実験などを行い、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。」である。

この目標を達成するには、生徒一人一人に働きかけて関心を高め、生徒一人一人が主体的に観察・実験に取り組むことが必要である。科学的に調べる能力や態度を育て、科学的な見方や考え方を養うには、生徒一人一人の能力や考え方を見極めて評価し、評価に応じた指導を行う必要がある。しかし、学校で行われている生徒実験の中には、個に応じた指導が十分に図れないものもある。実験器具の数や指導する側の取り組む姿勢の問題から、個別化が図れないと思いこんで指導をしているという課題がある。また、生徒の顕微鏡操作の技能が揃わないことから、全員がねらいどおりの観察をすることは困難であるという前提のもとに指導しているという課題がある。平成 14 年度から、各中学校で目標に準拠した評価（いわゆる絶対評価）が行われているが、班で実験や観察を行い、班の中で実験装置の組み立てや測定、顕微鏡の調整や観察を分担しても、生徒が記入するワークシートが班ごとに同じになっているのは、一人一人の関心・意欲・態度や技能・表現を評価し、一人一人の課題を明確にして、その課題への手だてを考えることはできないと考えた。

そこで私たちは、各分野で個別化を図ることによって、主体的な取り組みを生み出す実験や単元の内容について検討すると同時に教材開発の可能性についても検討し、本主題を設定した。

「生徒一人一人の主体的な取り組みを重視した学習指導」とは、教師が単位時間の中で一人一人の意欲を高め、自ら学習に取り組ませ、その結果に対応した手だてを考え、その実験や単元のねらいを実現させていくことである。

なお、本研究にあたっては、第 1 分科会と第 2 分科会を設け、両分科会共通の研究推進の方針として、以下の 2 点を設定した。

実験の個別化を図る工夫をする。

生徒一人一人の評価を工夫し授業に生かす。

第 1 分科会では、「運動の規則性」単元で次の点について教材開発を中心に研究を進めた。

- ・生徒に教材を自作させ、生徒一人一人が自分の器具を使って実験を行う。

第 2 分科会では、「生物の細胞と生殖」単元で次の点について教材開発を中心に研究を進めた。

- ・生徒に教材を栽培させ、生徒一人一人が自分の栽培した教材の観察を行う。

「運動の規則性」における生徒一人一人の主体的な取り組みを重視した 指導法の工夫 ～体感点滅タイマーを使った実験の個別化～

1 研究のねらい

「運動の規則性」の単元では学習指導要領に「物体の運動についての観察、実験を行い、運動には速さと向きがあることを知ること。」「物体に力が働く運動及び力が働かない運動についての観察、実験を行い、力が働く運動では物体の速さなどが変わること及び力が働かない運動では物体は等速直線運動をすることを見いだすこと。」とある。加えて第1分野の目標である「物質やエネルギーに関する事物・現象に対する関心を高め、その中に問題を見いだし意欲的に探究する活動を通して、規則性を発見したり課題を解決したりする方法を習得させる。」とあることから、ここでは実際に物体の運動を観察・実験させることで、運動に対する関心を高めて疑問を誘導し規則性を発見させたり課題を解決させたりすることを指導のねらいとしている。

「運動の規則性」の単元ではほとんどの学校で力学台車を用いた実験を行い、運動の規則性を見いだすことを目標としている。実験では、力学台車の運動を記録タイマーの打点としてテープ上に残し、打点を数え、長さを測り、計算するなどのデータ処理が必要となる。実験そのものは容易に行うことが可能であり、多くの学校で実施されている。しかし、データの処理に伴い、「打点の意味を生徒が理解しているのか」「速さの概念を理解しているのか」などこの単元での学びにかかわる問題が考えられる。

これらのことから、運動の規則性の指導で記録タイマーを用いたとしても、その実験の意味があいまいなまま終わってしまうことが多く、生徒が見通しをもって実験できない、最後まで関心をもって学習に取り組むことができないなどの原因の1つになっていると考える。

そこで、多くの教員が困難と感じている運動の規則性における記録タイマーでの実験の前段階として、より生徒が運動を身近に感じられるような教具の開発ができないかと考えた。それは、より生徒が運動に親近感をもって接し、運動を学習する上で記録タイマーへのスムーズステップとするものである。この教具の開発と学習指導法や評価の工夫を行った。

2 研究の方法

次のような方法で研究を進めた。

「運動の規則性」の学習を把握するために、教員対象の調査及び、生徒の理解状況の調査（生徒対象）を行った。

生徒の理解度や関心、意欲が向上し、個別化を図る教具の開発を行った。

開発した教材を用いた効果的な学習指導法の工夫を行った。

指導と評価の一体化を図るための評価計画を作成した。

検証授業を実施し、学習後の理解状況を調べるために生徒対象の調査と分析を行った。

研究の成果をまとめ、今後の課題を検討した。

3 研究の内容

(1) 実態調査

ア 教員アンケートの内容と結果(対象：中学校理科教員212名)

「運動の規則性」の単元に関する学習指導の実態を明らかにするために、観察・実験の実態を中心に調査を行った。内容と結果は以下の通りである。

教員アンケート ～「運動の規則性」に関する指導について～

1 力学台車と記録タイマーを使った運動に関する実験を行っていますか。	
A：いいえ (2以降へ)	4.7%
B：はい (3以降へ)	95.3%
2 力学台車と記録タイマーを用いた運動に関する実験を行っていない理由をお答えください。(複数回答可)(7名中)	
A：誤差が大きいため。	1名
B：データ処理の方法が難しいため。	3名
C：速さの概念の定着が見られないため。	1名
D：準備をするのが大変なため。	0名
E：観察・実験の必要性がないと思われるため。	0名
F：1単位時間の実験ではうまくいかないため。	2名
3①力学台車と記録タイマーを用いてどのような運動に関する実験を行っていますか。(複数回答可)	
A：平均の速さと瞬間の速さの違いを調べる実験	27.2%
B：等速直線運動(速さの変わらない運動)	82.2%
C：等加速度運動(だんだん速くなる運動)	83.7%
D：自由落下	45.5%
E：その他	11.4%
②運動に関する実験を行うグループは何人ですか。	
A：3人以上(班単位)	86.2%
B：2人	4.4%
C：1人(個別実験)	9.4%
③観察・実験の結果	
A：ほとんどの生徒が実験に成功した。	85.0%
B：半分くらいの生徒が実験に成功した。	14.4%
C：2～3割くらいの生徒が実験に成功した。	0.6%
D：ほとんどの生徒が実験に成功しなかった。	0%
④この実験で、大変なところ・工夫しているところは何ですか。	
記録タイマーの精度・実験の個別化 斜面の確保 得られたテープの解析 摩擦力によるデータのばらつき 記録テープのグラフ化から距離 時間・速さの関係を導き出すところ 実験処理・まとめをしっかりと行う。	
4 運動に関する学習において、生徒の理解は難しいと思われますか。	
A：はい (5以降へ)	63.7%
B：いいえ (6以降へ)	36.3%

5 その理由をお答えください。(複数回答可)	
A: 速度単位の概念定着が難しい。 (単位時間あたりの移動距離であること、速度の算出も含めて)	34.0%
B: 瞬間の速さの概念定着が難しい。	16.0%
C: 記録タイマーを用いるとテープの処理が難しい。(作業)	14.0%
D: データのグラフ化が難しい。	21.5%
E: 概念のみで体感しにくいため。	14.5%
F: その他 計算のそのものが嫌いな生徒、割り算(小数を含む)ができない生徒がいる。 力とのかかわりを伝えにくい。 5打点間隔の意味が理解しにくい。	
6 運動の学習において、生徒は運動が速さと方向によって決まり、さまざまな運動の「速さと時間」、「移動距離と時間」の関係を見いだすことはできましたか。	
A: かなりできた。	7.8%
B: ほとんどできた。	50.3%
C: ややできていない。	37.1%
D: あまりできていない。	4.8%

イ アンケートのまとめ

実態調査から以下のことが明らかになった。「運動の規則性」単元では力学台車と記録タイマーを使った実験をほとんどの教員が行っている。実験の内容は等速直線運動、等加速度運動、自由落下の実施率が高い。実験を行う人数は3人以上の班単位で行うところが多いが個別に行っているところもある。また、実験の成功率も高い。このことからこの単元では、生徒に実験を行わせ、得られたデータを処理し、速さや運動の規則性を理解させることで授業を進めていることが推測される。

しかし、実験においては個別化、記録タイマーの精度、データのばらつきなどの実験器具に関する問題や得られた記録テープから距離、時間、速さの関係を見いだすまでの処理に関する問題があることがわかった。また、実験を行わない理由として全体からみればわずかではあるがデータ処理の難しさをあげている教員も存在する。

生徒の理解については6割の教員が難しいと答え、実験での問題点にあげられたテープ(データ)の処理に関しては5打点間隔の意味が理解しにくい、グラフ化しにくいという回答がみられた。また、実験の成功とは反対にデータ処理や計算の難しさから、速さそのものの概念の定着が難しいこともわかった。

これらのことから、この単元では、①生徒が個別に実験を行うことができること。②データのばらつきを少なくすること。③データの処理を簡単に行うことができること。④概念だけではなく体感することで理解を図ること。の4点が課題であると考えた。そこで、本分科会では課題の解決をめざし、教材の工夫を主眼に研究を進めることにした。

(2) 教材・教具の開発

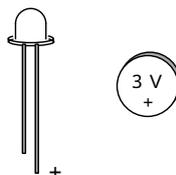
開発した教材の中心は、自動点滅LEDを使った発光タイマーである。自動点滅LEDとはLED（発光ダイオード）の中にすでに点滅回路が組み込まれており、電池を接続するだけで、一定の周期で点滅を繰り返すものである。この自動点滅LEDを電池に接続し、運動する滑走体（ドライアイス）に載せやすいように底の平らな容器に入れるようにした。この作成は以下に示した通りであるが、授業中に生徒に作らせ、一人に一台持たせ、各自が実験を行うことにした。自動点滅LEDは100円程度のもの、ボタン電池は単価の大変安いものを使った。そのため、スイッチを付けず、生徒がだれでも作れるようにセロハンテープで自動点滅LEDと電池を固定した。

また、ドライアイスの上に作成した容器入りの自動点滅LEDを載せ、滑走させる。生徒は追いかけてLEDの点滅に合わせ、滑走面にチョークで点を打ち運動を記録する方式にしたので、この発光タイマーを「体感点滅タイマー」と呼ぶことにした。

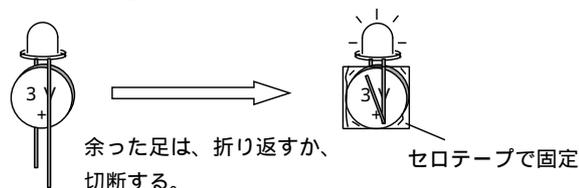
自動点滅LEDの点滅周期は生徒が合わせられる程度のもを選び、生徒が追いかけることのできる打点数も考慮してワークシートを作成した。

ア 体感点滅タイマーの作り方

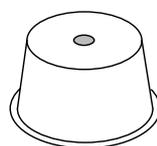
自動点滅LEDとボタン電池を用意する。本教材で用いる自動点滅LEDは、記録の容易さから、1.5 Hzのものを用いた。また、ボタン電池は、3Vのものを用いる。



自動点滅LEDを電池にセロハンテープで固定する。

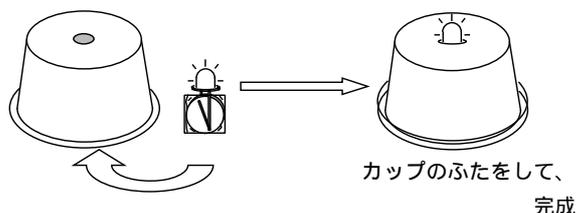


プラスチック製のミニカップ(弁当や惣菜等に使われるもの)の底にLEDが入る程度の穴を開ける。



穴を開けるときは、熱した釘やはんだごてを用いると容易にできる。

ミニカップにLEDを固定し、完成。



イ ワークシート例(実際に授業で用いたもの一部抜粋)

実験 A：平面 ドライアイスをゆっくり押す。
 実験 B：平面 ドライアイスを少し強く押す。
 実験 C：斜面上にドライアイスを静かに置く。 } この中から 2 つの実験を行うこと

実験 () A ~ C を選択する。

点滅回数〔回〕	0	1	2	3	4	合計
移動距離〔cm〕						
平均の速さ〔cm/回〕						速さの平均

Q 1： 各点滅間の移動距離はどのように変化していますか。
 ア 長くなっている イ 短くなっている ウ 変わらない

Q 2： この運動はどのような運動だと思いますか。
 ア だんだん速くなる運動 イ だんだん遅くなる運動 ウ はやさの変わらない運動

Q 3： おなじ運動で、点滅間隔の短いLEDを使うと、各点滅間隔ごとの移動距離はどのようになりますか。
 ア 長くなる イ 短くなる ウ 変わらない

Q 4： LEDが光を放っているときに、物体は動いていましたか。 (Yes ・ No)

(3) 学習指導計画

単元名 運動の規則性

時	学習項目	主な学習活動
1	運動の観察 (観察)	<ul style="list-style-type: none"> ビデオカメラ、ストロボ装置などを用い、物体の運動の様子を観察、記録する方法を理解する。 物体の運動の要素には速さと向きがあることを説明できるようにする。
2 本 時	物体の速さ (実習)	<ul style="list-style-type: none"> 体感点滅タイマーを使って物体の速さを記録する。 タイマーと打点と速さの関係について説明する。 記録を処理する。
3	物体の速さ	<ul style="list-style-type: none"> 速さを表す方法について話し合う。 速さの定義、単位について理解する。
4	運動と力 (実習)	<ul style="list-style-type: none"> 運動が変化するときには力が働いていることを理解する。 斜面上の物体の運動について記録タイマーを使って記録する。 結果を処理する。
5	運動と力	<ul style="list-style-type: none"> 斜面の角度と力の大きさについて説明する。 運動の向きと速さについて説明する。 運動の向きと力の向きが逆の場合を考察する。 ブレーキと摩擦力について説明する。
6	速さが変わ らない運動 (実習)	<ul style="list-style-type: none"> 摩擦力が小さくなった場合の運動について考察する。 水平面上での力学台車の運動を記録タイマーを使って記録する。 結果を処理する。
7	慣性の法則	<ul style="list-style-type: none"> 前時の結果を基に等速直線運動について理解する。 慣性の法則について理解する。 身の回りの物体の運動を今までの学習内容を使って説明する。
8	作用と反作用 の法則	<ul style="list-style-type: none"> 物体に力を加えると動き出すことを理解する。 そのとき、同時に反対向きの力を受けていることを理解する。 作用と反作用の法則を理解する。

(4) 学習展開例

学習指導計画に基づき、本時の学習展開を以下のようにし、物体の運動に関する実験の改良点や評価方法の工夫を検証することとした。

目標 速さの表し方には瞬間の速さと平均の速さがあることが説明できる。
運動を記録した画像から、瞬間の速さと平均の速さの違いを指摘することができる。

	生徒の活動	教師の指導・援助	備考・留意点
導入	<ul style="list-style-type: none"> ・前時の復習をする。 ・体感点滅タイマーの運動を調べる実験についての説明を聞く。 ・体感点滅タイマーを作成する。 ・各自が希望する方法を確認する。 ・ドライアイス、斜面の準備をする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・速さとは決められた点滅回数に進む距離の違いによって表せることを説明する。 ・方法については前時に選択させておく。 ・「体感点滅タイマー」の作り方、使い方を説明する。 ・ワークシートを配布する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験方法は ドライアイスにのせて平面上をゆっくりと滑走させる。 ドライアイスにのせて平面上を少し速くを滑走させる。 ドライアイスにのせて斜面上を滑走させる。 ・ドライアイスの扱いに注意する。 ・手放すときはそっと離すこと。 (押し出さない)
展開	<ul style="list-style-type: none"> ・体感点滅タイマーの作成 ・実験 面上を体感点滅タイマーを乗せたドライアイスを滑らせ、チョークで面上に印をつける。 1点滅の移動距離を記録する。 記録された点の間隔を観察し、気付いたことをまとめる。 点滅回数(時間)と移動距離との関係を推測する。 ・落下と滑走の画像を見て、点滅中の光跡から瞬間の速さを推測する。 ・器材の片付け(回収) 	<ul style="list-style-type: none"> ・手順を確認しながら組み立てさせる。 ・なるべく長い距離で実施させる。 ・全体を部分に区切っていくことで瞬間の速さをイメージさせる。 ・画像は前もって用意しておく。 ・点滅中の光跡の長さから瞬間の速さと平均の速さを判断させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・カップの穴は、前もって加工しておく。 ・点滅の詳しい時間については触れない。 ・点滅を秒に直させる指導は次回に行う。 ・生徒全員が任意の1点滅の移動距離を測る。
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・ワークシートを完成させて提出する。 ・平均の速さと瞬間の速さの違いを判断する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・速さには「瞬間の速さ」と「平均の速さ」があること、速さは「同じ距離を進む時間」で表すだけでなく「同じ時間に進む距離」で表すことができることを説明する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験内容から説明し、判断させる。

(5) 評価計画

学習項目 (時数)	学 習 の 目 標	評 価 規 準
運動の観察 (1)	<ul style="list-style-type: none"> 物体の運動について、観察、実験を行い、運動には速さと向きがあることを知る。 	<ul style="list-style-type: none"> 物体の運動の様子について興味・関心をもち、進んで調べようとする。 【関】 道具を使った運動の観察と記録方法について説明できる。 【技】 運動している物体の速さと向きについて指摘できる。 【思】 物体の運動の要素には速さと向きがあることを説明できる。 【知】
物体の速さ (2) ・速さの計算 ・平均の速さと瞬間の速さ	<ul style="list-style-type: none"> 物体に力が働く運動及び力が働かない運動についての観察、実験を行い、力が働く運動では物体の速さなどが変わること及び力が働かない運動では、物体は等速直線運動をすることを見いだす。 	<ul style="list-style-type: none"> 速さを表す方法について興味をもつ。 【関】 速さの定義や平均の速さ、瞬間の速さについて説明できる。 【知】 計算によって物体の速さを求めることができる。 【知】 運動を記録する道具を使って物体の運動を記録することができる。 【技】 打点などの記録から物体の運動の速さと記録との関係について説明できる。 【思】
運動と力 (5) ・斜面上の物体の運動 ・等速直線運動 ・慣性の法則 ・物体に力を加えたときの变化		<ul style="list-style-type: none"> 運動の様子が変化するとき、物体に力が働いていることを説明できる。 【知】 記録する道具を使って斜面を下る物体の運動を記録し、結果をまとめることができる。 【技】 運動の向きと同じ向きに力が働くときの、速さの変化について説明できる。 【知】 運動の向きと逆向きに力が働くときの速さの変化について説明できる。 【知】 摩擦力と速さの関係について説明できる。 【思】 等速直線運動について説明できる。 【知】 慣性の法則と慣性について説明できる。 【知】 物体に力を加えると、物体から逆に力を受けることを指摘することができる。 【思】 身の回りの運動の様子について、運動と力の関係、慣性の法則や、物体に力を加えると物体から逆に力を受けることを使って説明することができる。 【思】

【関】…自然事象への関心・意欲・態度

【思】…科学的な思考

【技】…観察・実験の技能・表現

【知】…自然事象についての知識・理解

評価規準については、生徒が個別に行う授業（第2，4，6時）についてのみ記載

評価規準A（十分に満足できる状況）	評価規準B（おおむね満足できる状況）	評価方法
<p>第2時</p> <ul style="list-style-type: none"> 運動の記録をとることに積極的に取り組み、工夫しようとする。 【関】 体感点滅タイマーの作成に取り組み、時間内に完成することができる。 【技】 体感点滅タイマーを有効に使い運動の記録をとることができる。 【技】 点滅回数と移動距離から物体の速さについて説明することができる。 【知】 実験の結果や映像から瞬間の速さと平均の速さの違いについて説明することができる。 【思】 	<ul style="list-style-type: none"> 運動の記録に取り組む。 【関】 体感点滅タイマーの製作に取り組む。 【技】 体感点滅タイマーを使って運動の記録をとる。 【技】 点滅回数と移動距離の関係に気が付く。 【知】 実験の結果と映像の共通点に気が付く。 【思】 	<ul style="list-style-type: none"> 発言 ワークシート 行動観察
<p>第4時</p> <ul style="list-style-type: none"> 運動の記録をとることに積極的に取り組み、工夫しようとする。 【関】 体感点滅タイマーを有効に使い運動の記録をとることができる。 【技】 点滅回数と移動距離から物体の速さについて説明することができる。 【知】 実験の結果を処理し、グラフ化することができる。 【技】 運動の様子が変化するとき、物体に力が働いていることを説明できる。 【知】 	<ul style="list-style-type: none"> 運動の記録に取り組む。 【関】 体感点滅タイマーを使って運動の記録をとる。 【技】 点滅回数と移動距離の関係に気が付く。 【知】 他の補助を受けながら実験の処理をすることができる。 【技】 運動の様子が変化するとき、物体に何か働いていることに気が付く。 【知】 	<ul style="list-style-type: none"> 発言 ワークシート 行動観察
<p>第6時</p> <ul style="list-style-type: none"> 運動の記録をとることに積極的に取り組み、工夫しようとする。 【関】 体感点滅タイマーを有効に使い運動の記録をとることができる。 【技】 点滅回数と移動距離から物体の速さについて説明することができる。 【知】 実験の結果を処理し、グラフ化することができる。 【技】 物体に力が働かないときには、物体の速さが変わらないことを説明できる。 【思】 	<ul style="list-style-type: none"> 運動の記録に取り組む。 【関】 体感点滅タイマーを使って運動の記録をとる。 【技】 点滅回数と移動距離の関係に気が付く。 【知】 他の補助を受けながら実験の処理をすることができる。 【技】 物体に力が働かないときには、物体の速さが変わらないことに気が付く。 【思】 	<ul style="list-style-type: none"> 発言 ワークシート 行動観察

(6) 生徒の変容

今研究で、新たな器具や方法を取り入れて行った実験とそれを受けての学習を通し、生徒がどのようにとらえたかを調査するために、『運動の規則性』の単元の学習の前後に、この学習をした生徒に対してアンケートを実施した。(調査対象生徒：中学3年生52名)

ア 事前アンケートより

『物体の運動』と聞いてどのようなイメージをもちますか。(自由記述)

物が動く	83%
重力や抗力など何らかの力がはたらく	65%

『速さ』とは何ですか。(自由記述)

物が動くスピード	42%
一定区間を移動するのにかかる時間	11%
単位時間当たりの移動距離	11%

小学校の算数で学習した『速さ』について(自由記述)

難しい・よく覚えていない	52%
計算が大変だった	8%
公式は知っている	65%

イ 事前アンケートからの考察

- (ア) アンケートの から、物体に働く力について中学1年で学習していることにより、7割近い生徒が『物体の運動』とは、外から何らかの力が加わることで物が動くというイメージをもって学習に入っていることがわかる。
- (イ) アンケートの から、『速さ』とは物が動くスピードという概念は、ほぼ半数の生徒が定着していることがわかる。一般に『速さ』は「一定距離を異動する時間」という考えで伝えられ、理解されているが、速さの単位で表される「単位時間当たりの移動距離」であるところの『速さ』を正しく認識している生徒は少ない。
- (ウ) アンケートの から、『速さ』とは「速さ＝道のり÷時間」の公式を覚えることとそれを使った計算の問題であるととらえている生徒が多い。小学校の理科では、物体の運動や速さの学習は取り扱っていない。そのためか、実際に『速さ』の勉強というと算数・数学の問題と考える生徒が多かった。また、算数の教科で学習したためか、公式を覚えその公式に与えられた数値をあてはめ計算すればよい、しなければならないと考えている生徒が多い。計算の問題として扱っているため、難しい、よく覚えていない、といった回答も多かったと思われる。
- (エ) 中学1年で『物体にはたらく力』について学習しているため『力がはたらくことにより物体が運動する』ということに対しては理科の学習として受け入れることができている。しかし、その『運動している物体がどれくらいの速さで運動しているのだろうか』

4 研究のまとめと今後の課題

(1) 研究のまとめ

本研究では、理科の学習を進めていく上で大切な単位の概念の定着を図り、そのための個別化をし、かつ生徒の主体的な取り組みを促すための教材開発と学習指導方法の工夫を行った。その過程で自動点滅LEDの有効性に着目し、これを『速さ』の学習に利用することで、物体の運動の規則性の単元で生徒実験の個別化を実現した。

体感点滅タイマーの材料が廉価なことから実験の個別化を図ることができた。また、簡易な手順で実験装置を製作することができ、生徒自らが自作し実験を行うことで、その後の記録タイマーを使用した学習の理解が容易に行うことができた。光を使うことにより視覚的にとらえやすいこと、自分のからだを動かすことで体感できることで、速さの単位やその意味を学習していく過程でより確実に定着を図ることができた。概念の定着が確実に行われることで、充実した授業を展開することができた。

実験装置と実験操作を個別化を図ることで、生徒の学習過程やワークシートにより、評価の段階で生徒一人一人の関心・意欲を知ることができ、また学習のつまずきがわかり、その後の指導に役立てることができた。

(2) 今後の課題

事前アンケートで、数値処理をとまなう単元の学習に対する生徒の苦手意識や、計算が入る学習では理科の授業というよりも数学の授業を受けている感覚をもつ生徒が多いということが再認識できた。このような学習単元であってもより身近な自然現象であることを実感できるような指導方法の工夫が必要である。

教員アンケートからの課題は次の4点である。生徒が個別に実験を行うことができること。データのばらつきを少なくすること。データの処理を簡単に行うことができること。

概念だけではなく体感することで理解を図ること。しかし、この4点のうち、今回の実験装置では、生徒が自らチェックしていくため、誤差が非常に大きくなり、は実現できなかった。この装置を『物体の運動』の中心として利用していくためには、より正確なデータをとるための工夫が必要である。

(3) 参考

体感点滅タイマーを写真撮影したもの（バルブ機能を用いて撮影）

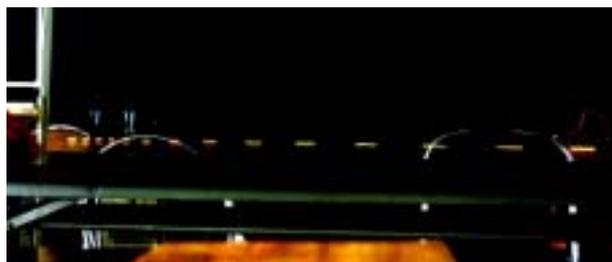
ア 等速直線運動



ウ 自由落下



イ 等加速度運動



「生物の細胞と生殖」における生徒一人一人の主体的な取り組みを重視した指導法の工夫 ～植物の観察キットを使った個別観察～

1 研究のねらい

「生物の細胞と生殖」の単元では、学習指導要領において「体細胞分裂の観察を行い、その過程を確かめるとともに、細胞の分裂を生物の成長と関連付けてとらえること。」とある。体細胞分裂の観察では、一般的な観察方法として、タマネギの球根による発根、またはソラマメの発根等が多く用いられてきている。しかし、体細胞分裂は、夜間から早朝にかけて盛んなため、午前中に処理を済ませないと見られなかったり、球根自体の休眠や薬剤処理等で発根率が悪かったりして、事前準備に時間がかかり、観察自体が困難なことが多い。実際の生徒の観察においても、プレパラートの作成に時間がかかる上に体細胞分裂を発見するのも時間がかかり、観察ができない生徒が多いので、市販のプレパラートを併用することが多く、生徒にとっては写真を見るのと同じような観察で関心・意欲を引き出せない授業になりがちである。

そこで、本研究のねらいは、発根から根の成長という一連の流れを観察させながら、体細胞分裂の様子を一人一人が顕微鏡でほぼ確実に観察できるようにすることとした。そのために、種子などの材料の精選、観察装置と発根の工夫、根の成長の観察や固定化の工夫、そして顕微鏡観察時の指導法の工夫などを試みることにした。

生徒の主体的な取り組みと観察の個別化を促す工夫として、観察キットを生徒一人一人が自ら作り、植物の成長を一日単位で実際に観察させ、自分で育てた植物を観察に利用させることである。その結果、生徒の興味・関心を呼び起こし、細胞分裂を生物の成長と関連付けてとらえることを目指した。また、この観察から、植物の成長に疑問を持ち、その内部構造についてさらに目的意識を持って主体的に取り組むことができ、さらに生徒によっては課題解決的な学習に発展すると考えたのである。

このような観察方法や観察装置の工夫によって、生物の成長と細胞の学習内容が自分自身の体験を伴った知識として身に付くのではないかと、また、個別化によって、生徒一人一人に対する適切な評価にもつながるのではないかと考え、研究を進めた。

2 研究の方法

次のような方法で研究を進めた。

授業での「生物の成長」と「体細胞分裂」における学習指導についての課題の把握（教員アンケート）及び生徒の理解状況の調査（生徒アンケート）を行った。

観察キットの開発、植物の選定、発根条件の工夫を行った。

細胞の固定・解離・染色及びプレパラート作製方法の工夫を行った。

学習指導計画、学習指導案の作成と主体的な取り組みを行う指導法を開発した。

指導と評価の一体化を図るための評価計画の作成した。

検証授業の実施、分析と学習後の意識の調査（生徒アンケート）を行った。

研究の成果をまとめ、今後の課題を検討した。

3 研究の内容

(1) 実態調査

ア アンケート調査の内容と結果（対象：中学校理科教員 191名）

「生物の細胞と生殖」の単元の中にある観察・実験の学習について、指導の実態を把握するためにアンケート調査を行った。主な内容と結果は以下の通りである。

（複数回答あり）

1. 細胞の成長についての観察・実験を行っていますか。			
・行っている	26.7%	・行っていない	69.6%
行っていない理由		・その他	
・講義だけで済ませている	44.4%	・視聴覚教材だけで済ませている	42.9%
・材料を準備するのが大変	28.6%	・実験してもよくわからない	12.8%
・実験・観察する必要性がない	6.0%	・その他	9.0%
行っている場合			
*実験形態(人数)			
・3~4人	58.8%	・2人	17.6%
・ひとり	11.8%	・教師の演示	9.8%
2. 体細胞分裂の核の様子と細胞の大きさの実験・観察を行っていますか。			
・行っている	71.2%	・行っていない	27.2%
行っていない理由		・無回答	
・視聴覚教材で実施している	36.5%	・実験しても分裂がよく見えない	30.8%
・講義だけで済ませている	26.9%	・材料を準備するのが大変	17.3%
・1時間の実験ではうまくいかない	15.4%	・実験観察する必要性がない	3.8%
・その他	15.4%		
行っている場合			
*材料			
・市販のプレパラート	64.0%	・タマネギの根	48.5%
・ソラマメの根	2.2%	・その他	4.4%
*実験形態(人数)			
・3~4人	50.0%	・2人	35.3%
・ひとり	19.1%		
*実験・観察の結果			
・ほとんどの生徒が観察できた	56.6%	(市販のプレパラート使用の場合も含む)	
・半分くらいの生徒が観察できた	19.1%	・2~3割の生徒が観察できた	17.6%
・ほとんど観察できなかった	11.0%		
3. 生物の成長と細胞の学習において、生徒は生物の成長が細胞分裂によって数が増え、元の大きさになることを理解できましたか。			
・かなり理解した	20.9%	・おおむね理解した	71.2%
・やや理解していない	5.2%	・あまり理解していない	1.6%
		・無回答	1.6%

イ アンケートのまとめ

細胞の成長についての観察は、教科書では必要な実験とされていないためか、実施しているのは全体の4分の1と少なかった。実施している教員からも、「なかなか発根しない」「等間隔に印をつけることが難しい」などの意見があった。そのため、「講義だけで済ませている」「資料集などの写真を活用している」という意見が多かった。

また、体細胞分裂の観察については、教科書に載っているにもかかわらず、全体の4分の1以上が実施していなかった。さらに、行っていると答えた中でも、市販のプレパラートを使用しているという意見が多かった。その理由としては「なかなか細胞が観察できない」「材料の準備・下処理が大変」などの問題点が挙げられた。観察結果も、ほとんどの生徒が観察できたというのは市販のプレパラートを使用した場合であり、その他の47.7%はなかなか観察できていないのが現状である。

以上の結果より、自分で育てた植物を自分で観察に利用し、生徒の興味・関心を引き起こすような教材開発が必要であると考えた。

(2) 教材開発について

ア 教材開発の経緯

アンケート調査の結果、教材準備の大変さ、観察の不確かさを克服した教材開発の必要性が明らかになった。

教材準備の大変さは次のような点であると考えられる。ほとんどの教科書で、体細胞分裂の観察をタマネギの球根による発根を用いている。しかし、タマネギの球根による発根は、球根自体の休眠や薬剤処理等で発根率が悪いこと、1個の球根の発根数が限られるので複数の球根を数週にわたって水栽培し、材料を必要数確保しているという点である。

観察できない原因は、細胞が一層に近い状態で解離できていないため顕微鏡のピントが合わせにくいこと、酢酸カーミンによる染色が薄く見にくいこと、と考えられる。また、市販のプレパラートは、材料の周囲をロウで固め、細胞1~2層のスライスにした切片を用いて作製されている。この方法は、教師が行っても難しく、まして生徒が行うのは困難である。

以上の点から、より簡便で、確実に体細胞分裂のようすを観察できる方法の開発、生徒の興味・関心を高めるために2つの観察を連続して行える材料植物の精選を行った。さらに、その植物を生徒自身の手で栽培する観察キットの開発、これらを用いて一連の観察を個別化した指導法の工夫に取り組んだ。その際、次の条件を満たすように留意した。

- a 生徒自身で簡単に観察キットが製作できること。
- b 観察が容易で、生徒の興味・関心を高めること。
- c 年間を通して観察できること。
- d 同時に多くの生徒に教材を提供できること。
- e 細胞の固定と解離が簡単にできること。
- f 染色体は、数があまり多くなく、大きくて分裂像が観察しやすいこと。
- g 準備に手間と広い場所を必要としないこと。

【材料植物について】

材料植物は、一度に数を確保するために、種子を発芽させる方法で行った。染色体数が少なく観察がしやすいため多く用いられている、ユリ科植物とマメ科植物にしぼった。タマネギ、九条ネギ、コネギ、ダイズ、トウモロコシについて、種まき後の発根状況、体細胞分裂の観察しやすさを比較した。

ダイズ、トウモロコシは、種子が大きいこと多数まきにくい、発芽の際水が汚れやすい、根が太いためプレパラート作製の際細胞を一層に解離しにくい、等の理由で除外した。

タマネギ、九条ネギ、コネギなどネギ属の種子では、発芽の際水も汚れない、多数の種がまくことができ数も確保しやすい、プレパラート作製の際細胞を一層に解離しやすい、という結果を得た。品種による差もほとんどなかった。以上の結果と入手が容易であるという点でタマネギの種子を使用することにした。

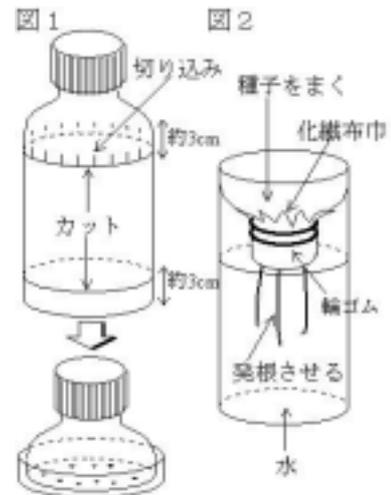
【観察キットについて】

観察キットの材料としては、ペットボトル、蓋付きプラスチック容器、牛乳パック等があげられた。内部が見通せるものの方が観察に向いており、入手しやすさの点からも、ペットボトルを利用する2つの方法を考えた。

1つは、図1のように、ペットボトルを3つに切り分け、上部と底部を用いて、シャーレのようにし、ろ紙を敷き水で湿らせて、種子を直まきする方法である。

もう1つは、根を傷めずに観察するために、図2のようにペットボトルを2つに切り分け、水を張り、口の部分を逆さまにして化繊布巾を輪ゴムで止め、種子をまき育てる方法である。しかしこの方法では、水のつかり具合で発芽率が悪いこと、根が必ずしもまっすぐには伸びないこと、何よりも伸びた細い根に等間隔の印をつけるのが生徒にとっては大変難しい作業である。

そこで、観察キットは図1の方法を選択し、簡単に根の成長がさかんな部分の確認方法を再検討した。



【根の成長がさかんな部分の確認方法について】

根にじかに印をつける方法では、生徒作業としては極めて難しいため、植物染料を使用した。図1のように、観察キットに敷いたろ紙を植物染料を溶かした水で湿らせ、発根させて数日おいた。ここまで伸びた根は、染料により着色されていた。水道水で湿らせたろ紙に取り替え、栽培した。取りかえ後に成長した部分は、着色されずに伸びた根の先端部分であることが観察できた。

【固定・解離・染色方法について】

塩酸と酢酸カーミン液による染色方法が教科書では一般的である。しかし、染色液の品質、固定の際の温度管理等さまざまな条件に左右されるうえ、染色が薄くて分裂中の細胞や染色体を見付けにくい。これらの問題点を解決する固定・解離・染色方法を試した。

塩酸・酢酸ダーリアバイオレット液を使う方法は、かなり簡便で、はっきりと分裂像を観察できた。塩酸・酢酸ダーリアバイオレット液に、何の処理もしていない根つき種子を入れて10分ほど置いた。これにより、固定・解離・染色を同時に行うことができた。スクリー管などを用いて湯浴中で染色を行うと、時間を5分程度に短縮できた。

【観察に適切な根の長さ・時刻について】

分裂中の細胞が見付けやすかったのは、根の長さが5 mm くらいのときであった。しかし、根は10 ~ 30mm 程度であっても、十分観察できた。まく種子の数をある程度多めにし、いろいろな伸びの段階の根を確保することも有効な手段である。

分裂中の細胞を見付けやすい時間帯は、根の処理を午前中、特に10 ~ 11 時頃に行った場合であった。午後になると、極端に見付けられる細胞の数は減少した。

【プレパラート作成方法について】

プレパラート作製の際には、一層に近い状態に押し広げることが必要である。そのため、まず楊枝の先で軽くつついた。その後、カバーガラスをかけた。指でしっかり押さえながら、端から丁寧に楊枝の柄でたたいた。最後に、ろ紙の間にはさみスライドしないように垂直方向からしっかり押さえた。

以上の結果をふまえ、観察キットを用いた栽培と観察について、以下に記述する。

イ 観察キットの製作と体細胞分裂の観察

A 準備するもの(写真 1 参照)

- ・ペットボトル
- ・ろ紙 (直径 90mm ペットボトルの底面より大きなろ紙の円周に 5 mm 間隔くらいの切り込みを入れ、ペットボトルの内壁に沿わせて折ると、タマネギの種子が隙間に入り込まない。)
- ・タマネギの種子
- ・植物染料(青色 水 100cc に染料 0.1g の割合で溶かす。規定量より濃い目にする。)
- ・植物活力剤 (園芸用)
- ・染色液(酢酸ゲ-リア イレット液 : 1 規定塩酸 = 7 : 3 の割合 (体積比) で混合した液)



写真 1 準備するもの

B 観察キットの製作および栽培方法

ペットボトルを 3 つに切り分ける。底部に上部を蓋のように重ね、シャーレのように使用する。蓋をしやすくするために、上部のふちに 5mm ほどの切り込みを数カ所入れる。

ろ紙をしき、植物染料と植物活力剤を溶かした水で湿らせる。

タマネギの種子をまき、蓋をする。

4 ~ 5 日後に発根する。(発根の目安は、気温 20 ~ 25 度で、4 ~ 5 日である。)

根が 7 ~ 8mm に伸び、着色されたら、ろ紙を取り替えて水道水で湿らせ、発根した種子を 1 本 1 本水道水ですすぎ、移し替える。

2 ~ 3 日後に、成長した部分がどこか確認する。

確認後、伸びた根の先端でプレパラートをつくり、顕微鏡観察を行う。

C 固定・解離・染色の方法とプレパラートの作製方法 (図 3 参照)

染色液を、ペットボトルキャップに入れる。

根つきの種子ごと 10 分ほど浸して、固定・解離・染色を同時に行う。

根つき種子を 1 分ほど水で洗う。

根つき種子をスライドガラスにのせ、根の先端をカバーガラスで 5 mm 程度切る。

水を 1 滴かけ、つま楊枝の先端で根をつついて細かくする。

カバーガラスをのせ指で押さえながら、つま楊枝の柄で軽くたたいて細胞を押しつぶす。

スライドガラスをろ紙の間にはさみ、親指で強く押しつぶす。

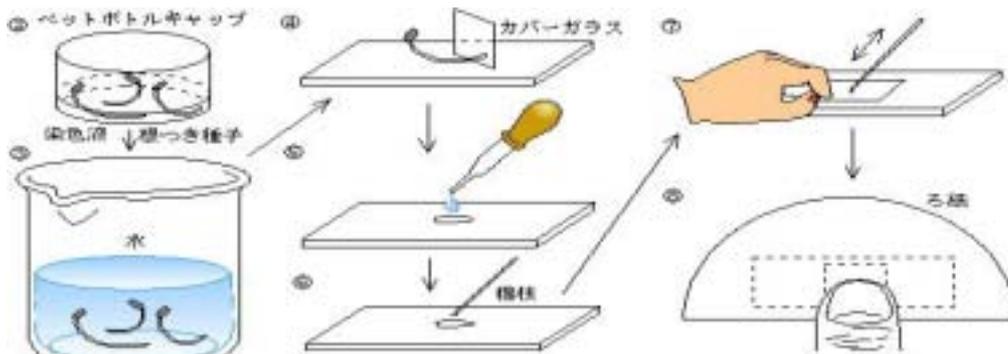


図 3 プレパラートの作製手順

(3) 学習指導計画

単元名 生物の細胞と生殖

【単元の目標】

いろいろな細胞の観察を行ない、生物のからだは細胞からできていること、及び植物と動物の細胞のつくりの特徴を見いだすこと。

体細胞分裂の観察を自ら育てた試料を用いて行い、細胞の分裂を生物の成長と関連付けてとらえること。

【学習指導計画】

時	学習項目	主な学習内容	教師の指導・支援
1	植物の成長についての導入 観察キット作り	植物の成長について知っていることと、今まで育てたことのある植物を発表する。 観察キットを作り、植物染料をしみこませたる紙の上に種子をまく。	植物の成長に関心をもたせ、成長の仕組みを追究していく態度を作る。 安全にキットを作成させる。根を植物染料で着色させる。
2	細胞の観察 観察キットの観察	顕微鏡で細胞を観察する。(オオカナダモ・ヒト・タマネギの鱗片) 観察キットを観察する。	植物がどのような構造で成り立っているのか、観察させる。 観察キットの様子をみて関心を高める。
3	細胞のまとめ 細胞と成長 根の着色 観察キットの観察	細胞について説明を聞く。 細胞と成長の関係について考える。 観察キットを観察する。 観察キットの根を水道水に移す。	動物細胞と植物細胞の違いや核の存在について説明する。 成長と細胞の関心に注目させる。 観察によって、関心を高めさせる。 観察キットの根を水道水で育てさせる。
4	根の成長の観察 根の成長と細胞の大きさ 成長している部分の細胞を見る準備	観察キットの根の観察を通して気付いたことを発表する。 細胞の大きさはどのようにになっているのか、考える。 顕微鏡観察のための試料をつくる。(細胞の固定・解離・染色を行なう。)	根の着色された様子から、根の先端部分が成長していることを理解させる。 根は先端付近で成長していることから、細胞の大きさや数について考えさせる。 試料作りは、生徒が個別に行なうように指導する。
5	細胞の観察	プレパラートをつくる。 顕微鏡で細胞の様子を観察する。	プレパラートを正しく作らせる。 細胞の様子を観察させ、体細胞分裂が起こっている細胞を数多く発見させる。
6	体細胞分裂の説明	体細胞分裂の過程についての説明を聞く。	前日に観察した体細胞分裂の過程を順を追って説明する。
7	成長のまとめ と自分のからだ	成長の仕組みのまとめ。 自分のからだとの関連付けを行なう。	生物の成長は、体細胞分裂をして細胞がもとの大きさになるということを理解させる。 自分の体も一つの細胞から大きくなってきたことを気付かせる。

(4) 評価計画

【評価規準】

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考	観察・実験の技能・表現	自然事象についての 知識・理解
<ul style="list-style-type: none"> 細胞の成長について関心を持ち、目的意識をもって実験に取り組みようとする。 植物を育てることを通して自然の生命力の偉大さを感じ、生命を大切にしようとする態度をもつ。 	<ul style="list-style-type: none"> 体細胞分裂の観察を通して、生物の成長は細胞の分裂・成長によって起こることを考察することができる。 染色体などのようすに基づいて、細胞分裂過程の順序を筋道を立てて考え、整理して表現することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> いろいろな細胞のプレパラートをつくり、顕微鏡を操作して細胞の特徴を観察し、結果をまとめることができる。 細胞分裂の様子を見るための適切な処理をしてプレパラートを作製し、顕微鏡を使って観察する方法を身に付けている。 	<ul style="list-style-type: none"> 生物のからだは細胞からできていて、そのつくりについて理解し、知識を身に付けている。 生物の成長は、細胞分裂によって数が増え、増えた細胞がもとの大きさになるということを理解し、体細胞分裂についての知識を身に付けている。

【評価計画】

時	指導項目	観点	十分に満足できる状況（A）	おおむね満足できる状況（B）	評価方法
4	成長している部分は根の先端	思考	成長する部分は根の先端付近であり、その部分の細胞の大きさや様子に変化が起きていることを考えることができる。	成長する部分は、根の先端付近であることに気付くことができる。	ワークシート
		理解	実験の結果から、成長する部分は根の先端付近であることを実験のやり方も含めて説明できる。	実験の結果から、成長する部分は根の先端付近であることを説明できる。	ペーパーテスト
5	体細胞分裂の観察	関心	細胞の様子に関心を持ち、自ら進んで体細胞分裂をしている細胞を積極的に見付け出そうとしている。	細胞の様子に関心を持ち、体細胞分裂をしている細胞を見付けようとしている。	授業観察
		技能	プレパラートを正しく作成し、体細胞分裂をしている様々な段階の細胞を見付けることができ、その違いを認識することができる。	プレパラートを作成し、体細胞分裂をしている細胞を見付けることができる。	ワークシート

(5) 学習展開例

生徒一人一人が育てたタマネギの成長を観察することで、「なぜ、成長をしていくのか」という疑問を投げかけ、生徒から植物の成長を観察したくなるような学習展開を考えた。

<7時間中4時間目>

本時のねらい

観察キットの根の成長を観察することによって、その成長のしくみと細胞のようすについて関心を持ち、探究しようとする。(自然事象への関心・意欲・態度)

着色した根の成長の様子から、成長している部分は根全体ではなく、一部であることを考察する。(科学的な思考)

細胞を観察するため、処理を行なう。(実験・観察の技能)

本時の流れ

	教師の活動	生徒の活動	指導上の留意点
導入 2分	(発問)「どうやって生物は成長するのだろうか。」	「細胞が大きくなる。」 「細胞の数が変わる。」	
展開 20分	(指示)根の観察から気付いたことを書かせ、発表させる。 (発問)「根の先端付近がのびているのはなぜか。」 (発問)「細胞の大きさはどうなっているのだろうか。」	根の観察を行い、気付いたことを書く。 根の先端付近が白く、着色されていないことに気付く。 内部のようすについて調べようとする。 細胞が大きさと数の変化について予想を立てる。	根の様子を絵に描かせるとよい。
展開 23分	(説明)細胞の固定と染色の方法について説明する。	根を染色液に入れ10分間待ったのち、水道水に入れてすすぐ。	染色液の容器は一人一個用意する。
まとめ 5分	次の時間に観察をすることを説明する。片付けの指示をする。	片付けをする。	

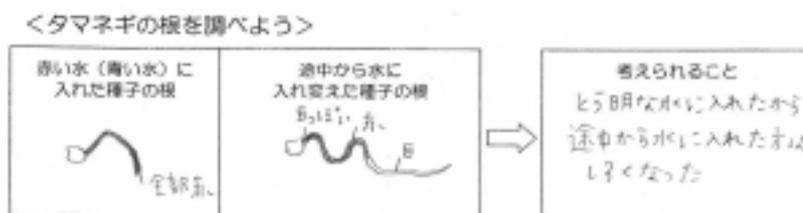
評価

観察キットの根の成長を観察することによって、その成長のしくみと細胞のようすについて関心を持ち、探究しようとしたか。(自然事象への関心・意欲・態度)

着色した根の成長のようすから、成長している部分は根全体ではなく一部であることを考察できたか。(科学的な思考)

細胞を観察するため、正しく処理を行なうことができたか。(観察・観察の技能・表現)

生徒のワークシート記入のようす



< 7時間中 5時間目 >

本時のねらい

自分が育てた根の内部構造を、自ら探究しようとする。(自然事象への関心・意欲・態度)
プレパラートを自分で作製し、顕微鏡を操作することにより、個別に細胞分裂の様子を観察する。(観察・実験の技能・表現)

本時の流れ

	教師の活動	生徒の活動	指導上の留意点
導入 8分	(説明) プレパラートの作り方を説明する。今回見付けるべき細胞の様子を例示する。	プレパラートの作り方の説明を聞く。	細胞分裂をしている画像をテレビに映し出して例示する。
展開 32分	(準備指示) 実験の準備を指示する (実験開始) 実験をはじめさせる (評価) 細胞分裂の様子を見つけた生徒のプリントにチェックしながら机間指導する。 顕微鏡観察が難しい生徒は個別に指導をする。	実験の準備を行なう。 細胞分裂の様子を見付け、教師にみせる。プレパラートを何枚作ってもよい。	一人一台顕微鏡を使わせる。 細胞分裂をしている細胞が見付からない生徒には、新しいプレパラートを作るように指導する。 細胞を見付けられた生徒には、班員に見せ、見付けられない生徒の支援をするように指導する。
まとめ 10分	(評価) いくつ細胞分裂の様子を見付けることができたか 自分から細胞分裂を見付けることができたことを褒める。	自分から見付けた細胞分裂の数を報告する。 片付けをする。	

評価

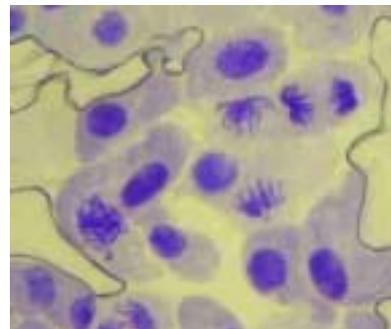
自分が育てた根の細胞を、自ら探究しようとしたか。(自然事象への関心・意欲・態度)
プレパラートを自分で作製し、顕微鏡を操作することにより、個別に細胞分裂の様子を観察する。(観察・実験の技能・表現)



プレパラートの作成



分裂している細胞を探す。



細胞の顕微鏡写真(400倍)

(6) 授業前後の調査

アンケート調査の集計

- ・対象生徒：中学1年生 33名（生物の細胞と生殖の単元をまだ学習していない。）
学習前後の生徒の興味・関心、及び、学習後の根の成長と体細胞分裂の学習状況を把握するためにアンケート調査を行った。

授業前
1. 動物や植物についての観察・実験に興味がありますか。 ・とてもある 6% ・少しある 66% ・あまりない 26% ・全くない 3%
2. 顕微鏡で観察することが好きですか。 ・好き 31% ・どちらかといえば好き 53% ・どちらかといえば嫌い 16% ・嫌い 0%

授業後
1. 動物や植物についての観察・実験に興味がありますか。 ・とてもある 26% ・少しある 55% ・あまりない 16% ・全くない 3%
2. 顕微鏡で観察することが好きですか。 ・好き 48% ・どちらかといえば好き 42% ・どちらかといえば嫌い 10% ・嫌い 0%
3. 動物や植物はどのように成長していくか簡単に説明して下さい。 ・細胞が増える 40% ・分裂し大きくなる 37% ・その他 23%
4. プレパラートをうまく作ることができましたか。 ・できた 90% ・できなかった 10%
5. 顕微鏡で体細胞分裂をしている様子（染色体）を自分で見つけることができましたか。 ・できた 42% ・できなかった 58%
6. 自分で植物を育ててみて、どのように感じましたか。（原文のまま） ・3日ごとに観察したけど、すぐはやく育つんだなあと思いました。 ・毎回植物を見て、どんどん大きくなっているのを見るのが楽しかった。 ・根はつけ根の方がのびると思っていたのが、先端がのびることにびっくりした。 ・楽しかった。成長していく様子を見られて良かった。
7. 自分で育てた植物を顕微鏡で観察してみて、どのように感じましたか。（原文のまま） ・自分で育てた植物はこんなにたくさんの細胞があったんだなと思った。 ・植物の核にはいろいろな違いがあつてすごいと思った。 ・染色体は見られなかったけど、細胞は見えました。自分で育てた植物の細胞などが見られて良かった。

- ・対象生徒：中学3年生 123名（生物の細胞と生殖の単元をすでに学習した。）
6月にタマネギの球根から発根させ、酢酸カーミン液で染色した観察との比較を行うため、10月に、開発した方法で観察し、アンケート調査を行った。

授業後	以前の観察	・・・タマネギの球根から発根させ、酢酸カーミン液で染色
1. プレパラートをうまく作ることができましたか。 ・できた 85% ・できなかった 15%		
2. 顕微鏡で体細胞分裂をしている様子（染色体）を自分で見つけることができましたか。 ・できた 68% ・できなかった 32%		
3. 以前の観察で、顕微鏡で体細胞分裂をしている様子（染色体）を自分で見つけることができましたか。 ・できた 43% ・できなかった 56%		

アンケートのまとめ

- ・1年生では、観察後、観察・実験への興味の数値が上昇した。
- ・観察キットを利用し、自ら育てた植物の観察は、『意外とはやく根が出てびっくりしました。』『毎回植物を見て、どんどん大きくなっているのを見るのが楽しかった。』など、根の成長を興味深く観察できたと答える生徒が多かった。
- ・1年生で90%、3年生で85%の生徒がプレパラートの作成がうまくできた。
- ・1年生で42%、3年生で68%の生徒が体細胞分裂を観察できた。
- ・3年生では、タマネギの球根から発根させ、酢酸カーミン液で染色した観察と比べると、開発した方法の方が体細胞分裂を観察できた生徒が多かった。

4 研究のまとめと今後の課題

本研究では、生物の成長と体細胞分裂の学習における個別化を図る教材開発を行い、生徒の主體的な取り組みを促す学習指導法の工夫を行ってきた。観察キットを用いることにより、植物を種子から育て、毎日観察するという体験ができた。

また、観察方法を工夫したことにより、体細胞分裂がより多く観察できたので、意欲的に観察に取り組み生物に関する興味・関心が高まった。

(1) 研究のまとめ

ア 生徒は観察キットを作り、自ら育てた植物を観察に使用した。その結果、生物の学習を一つの流れの中でとらえることができるようになり、関心・意欲をもって学習に取り組めるようになった。

イ 観察キットの使用により、発根率や根の成長のようすが理解でき、生物の成長に関心が高まるようになった。

ウ 同時に多くの試料がほぼ確実に確保できるので、授業計画が立てやすくなった。

エ 生徒が、プレパラート作製の際、固定・解離・染色まで一度にできるので実験に取り組みやすくなった。

オ 顕微鏡観察における、体細胞分裂の発見率が向上し、生徒も意欲をもって観察できるようになった。

(2) 今後の課題

ア 教材・教具の開発に関して

本研究で、観察キットは500mlのペットボトルを使用した。大規模校など人数の多いところでは、観察場所の確保が難しくなる。そこで、より小型化した容器（マヨネーズカップなど）による観察が必要になると考える。

イ 授業展開の工夫に関して

(ア) 可能であれば、2時間連続の授業を行い、観察を充実させるとともに染色体の段階的な変化も理解させたい。

(イ) 授業の中で細胞を固定する際、午前中という時間に制限があるので、温度調整等の方法により、改善していきたい。

ウ 指導計画・指導方法の工夫に関して

(ア) 観察キット等により学習の個別化を図ったが、それにより理解度がどの程度向上したかは本研究では確認できなかった。

(イ) 本研究で、顕微鏡観察による体細胞分裂の発見率は向上したが、それでも見付けられない生徒がいる。その生徒に対する、教師や見付けた生徒からの支援を考慮して授業を進める必要があると考える。

(ウ) 本研究の学習指導計画は、一つの流れの中で実施するので、体細胞分裂を観察するには、年間計画や週時程の中で考慮する必要がある。

平成16年度 教育研究員名簿（ 理科 ）

分科	区市町村	学 校 名	氏 名
第 1 分 科 会	新 宿 区	新宿区立西戸山第二中学校	塩野 勝章
	杉 並 区	杉並区立大宮中学校	鈴木 元
	荒 川 区	荒川区立第三中学校	椿 一夫
	練 馬 区	練馬区立開進第一中学校	小林 正樹
	江戸川区	江戸川区立小松川第一中学校	川崎 純一
第 2 分 科 会	品 川 区	品川区立荏原第四中学校	後藤 郁夫
	世田谷区	世田谷区立桜丘中学校	水谷 麻紀
	足 立 区	足立区立第八中学校	寺下 伸子
	立 川 市	立川市立立川第四中学校	秋間 崇
	多 摩 市	多摩市立聖ヶ丘中学校	村野 千鶴子
	羽 村 市	羽村市立羽村第三中学校	前川 法彦

世話人 副世話人

（担当）東京都教職員研修センター 統括指導主事 並木 正

平成16年度教育研究員研究報告書

（ 東京都教育委員会印刷物登録
平成16年度 第21号
（東京都教育委員会主要刊行物） ）

平成17年1月24日

編集・発行 東京都教職員研修センター
所在地 東京都目黒区目黒1-1-14
電話番号 03-5434-1976

印刷会社名 鮮明堂印刷株式会社