

高等学校における教科指導の充実

理 科
《 生物領域 》

学ぶ手応えを実感できる生物教材の工夫
〔植物・情報活用〕

栃木県総合教育センター
平成20年3月

ま え が き

教育課程実施状況調査や学力に関する国際的な調査では、日本の高校生の学力の状況や学習に対する意識などが明らかにされ、文部科学省等からも学力向上のための様々な対策や提言がなされてきました。さらに平成19年4月には、小学校第6学年と中学校第3学年を対象に、国語科、算数・数学科の2教科で、「全国学力・学習状況調査」が実施されました。10月末に公表された調査の結果から指摘された課題は、小・中学校においては喫緊の課題となっていますが、一朝一夕に解決することは難しい問題であると思われます。したがって、小・中学校における現在の課題は、とりもなおさず高等学校の課題としても引き継がれることになるでしょう。また、12月には、2006年のPISA調査の結果も公表され、科学的リテラシーをはじめ、数学的リテラシー、読解力を向上させるための対策が急がれる結果となりました。

各学校においても、教育活動の充実・改善に努めているところですが、特に教科指導においては、限られた時間の中で効果的な指導を展開して、生徒の学力向上に資することが大切です。

これらのことを踏まえ、総合教育センターでは、「高等学校における教科指導の充実に関する調査研究」に取り組んでいます。この調査研究の目的は、基礎・基本の確実な定着を図るための授業改善を目指して、教科指導の在り方について研究し、その成果を普及することにより、学力の向上に資することにあります。

今年度は、国語科、地理歴史科、数学科、理科において、教育課程実施状況調査の調査結果等から指摘されている課題を踏まえ、その解決を図るための授業改善の方策等について研究に取り組みました。研究の成果をまとめた本冊子を、各学校の実情に応じて有効に御活用いただければ幸いです。

最後に、今年度の調査研究を進めるにあたり、御協力いただきました研究協力委員の方々に深く感謝申し上げます。

平成20年3月

栃木県総合教育センター所長

五味田 謙 一

目 次

はじめに	1
事例Ⅰ〔植物〕葉と花と実の関係 ～ 果実の観察 ～	3
事例Ⅱ〔植物〕植物細胞の浸透現象 ～ 細胞への水の出入りを実感できる教材の工夫 ～	7
事例Ⅲ〔植物〕ポーチュラカの組織培養 ～ カルスの形成を実感できる教材の工夫 ～	13
事例Ⅳ〔情報活用〕カードゲームの手法の活用 ～ 減数分裂の過程の理解 ～	18
おわりに プレゼンテーション教材の活用について	21

学ぶ手応えを実感できる生物教材の工夫【植物・情報活用】

はじめに

本冊子は、生物に対する親しみと学ぶ手応えを実感できる授業を展開するための教師向け参考資料である。今年度は、主に植物教材を扱った四つの事例を紹介する。

研究を進めるにあたっては、昨年度と同様に、資料1、2に示す「OECD生徒の学習到達度調査（PISA）やTIMSS調査の結果分析」及び「高等学校生物教育に関する全国調査（鳩貝，平成18年3月）の観察・実験の実施状況」を踏まえて、事例作成の方向性や事例で取り上げる教材生物選定の方針を明確にした。

資料1 PISA調査（2003）、TIMSS調査（2003）の結果分析と事例作成の方向性

PISA調査（2003）、TIMSS調査（2003）の結果分析			事例作成の方向性
領域	課題	改善の方向性	
読解力	<ul style="list-style-type: none"> ■ テキストの解釈、熟考・評価に課題がある。 ■ 自由記述（論述）の設問に課題がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ テキストを理解・評価しながら読む力を高めること。 ○ テキストに基づいて自分の考えを書く力を高めること。 ○ 様々な文章や資料を読む機会や、自分の意見を述べたり書いたりする機会を充実すること。 	<p>(1)活用場面に広がりをもてるようにすること</p> <ul style="list-style-type: none"> ①食・生活との関連 生物実験の材料として、栽培植物を活用できる。 ②観察・実験の計画の重視 目的に応じた観察・実験の工夫が大切であることに気付く。 ③探究・課題追究 仮説やモデル図をもとに予想して生物現象について探究する。 <p>(2)育成をめざす基礎的スキルを明確化すること</p> <ul style="list-style-type: none"> ①身の回りの生物や生物現象に関心を持ち、疑問を持ったり、特徴を指摘したりできる。 ②観点を決めて、生物どうしを比較したり、しくみを調べることができる ③着目した特徴をもとに、図鑑やインターネットから入手した情報を利用できる。 ④生物と人間生活とのかかわりについて説明できる。
科学的リテラシー 理科	<ul style="list-style-type: none"> ■ 科学的な解釈や論述形式の設問に課題がある。 ■ 日常生活と関連の深い設問に課題がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 科学的に解釈する力や表現する力の育成を目指した指導を充実すること。 ○ 日常生活に見られる自然事象との関連や他教科等との関連を図った指導を充実すること。 	
質問紙調査	<ul style="list-style-type: none"> ■ 学習意欲、学習習慣等に課題がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 実験・観察や実生活との関連を重視した指導、目標設定や評価の工夫などにより、学習意欲を高める指導を充実すること。 ○ 宿題や課題を適切に与えることや、学習ガイダンスの充実等を通じて、学習習慣や学習規律を確立すること。 	

資料2 観察・実験の実施状況と事例で取り上げる教材生物選定の方針
 「高等学校生物教育に関する全国調査(鳩貝,平成18年3月)」より
 (回答:高校教員654名(理科総合B、生物Ⅰ、生物Ⅱ、理数生物、学校設定科目))

順位	観察・実験名	単元(Ⅱ:生物Ⅱ)	実施数	実施割合(%)
1	植物細胞の観察	細胞・組織	500	78.2
2	原形質流動の観察	細胞・組織	389	62.2
3	酵素の実験	細胞・代謝	388	60.5
4	体細胞分裂の観察	細胞・組織	370	59.1
5	浸透圧の実験	細胞・組織	368	58.6
6	葉の色素の分離	光合成	313	49.7
7	動物細胞の観察	細胞・組織	301	48.6
8	だ液腺染色体の観察	生殖・遺伝	290	46.4
9	植物組織の観察	細胞・組織	267	42.7
10	単細胞の観察	細胞・組織	239	38.6
11	ウニの発生	生殖・発生	212	34.0
12	DNAの抽出実験	生殖・遺伝	192	30.6
13	嫌気呼吸の実験	代謝(Ⅱ)	182	29.1
14	動物組織の観察	細胞・組織	169	27.4
15	脱水素酵素の実験	代謝(Ⅱ)	119	19.1



- 生活の中で身近な植物教材となりうる野菜、果実、園芸植物を積極的に取り上げた。
- 実験の計画の段階で、仮説やモデル図の理解、実験方法の工夫など、探究の事前学習の工夫を試みた。

教材・生物	観察・実験のテーマ	時期
バナナ、リンゴ、ミカン、エンドウ	果実の観察と葉、花、実の関係	通年
野菜(根菜類)	植物細胞の浸透現象	通年
園芸植物(ポーチュラカ)	植物の組織培養、バイオテクノロジー 植物の成長の調節	初夏～秋・通年
情報活用 デジタル教材	カードゲームを用いた減数分裂の学習 デジタル教材の活用	

〈研究協力委員〉

栃木県立今市高等学校 教諭 篠原 林 奈
 栃木県立学悠館高等学校 教諭 松本 一 則

〈研究委員〉

栃木県総合教育センター研究調査部 指導主事 小川 浩 昭

事例Ⅰ〔植物〕葉と花と実の関係

～ 果実の観察 ～

指導の手引き

1 ねらい

観察結果や資料をもとに予想したり、考察したりして、花と実の関係について理解を深める。
植物の観察のガイダンスとして紹介する事例である。

2 教材の工夫・指導のポイント

植物の指導では、生徒一人一人によって生活体験や経験の差が大きく、花と実の関係について共通のイメージが十分に形成されていないと感ずることがある。高校段階であっても、身近にある野菜、花、樹木などを、積極的に話題に取り上げる意義は大きいと考えられる。このことから、特に次の項目に着目させる指導が必要であると思われる。

[被子植物の花の構造と果実、心皮と雌しべ、心皮と果実]

本事例は、理科総合B、生物Ⅰ、生物Ⅱのいずれの科目に位置付けることも可能である。植物を扱う内容だけでなく、生物の探究方法を指導する際にも展開できる。

3 教材選定のポイント

この事例では、入手のしやすさという点からリンゴを取り上げた。ただし、発展的な探究活動を考えた場合には、ウメ、モモ、サクラの果実が適している。果実の食用部分は、めしべの根元である子房の外側が発達したものであり、めしべは1本で、1枚の心皮からできているなど、典型的な特徴をとらえることができる。エンドウは、ウメ、モモ、サクラよりも心皮と種子の関係が明らかで、遺伝の事前学習としても観察しておきたい植物である。

4 参考資料

以下のWebページは、内容も充実していて、生徒にも理解できるように作成されている。

- 植物形態学 福岡教育大学 教育学部 准教授 福原 達人(理科・生物学分野)
<http://www.fukuoka-edu.ac.jp/~fukuhara/index.html>

ワークシート〔生徒配付用〕

テーマ 果実の観察 葉と花と実の関係を探る

1 目的

種子植物の体は、根・茎・葉の三つの器官に分けられる。植物の種類によって異なるが、ある条件が整うと、葉芽ではなく花芽が形成される。開花後、受精によって果実ができる。このため、果実を観察すると、もとの花の特徴が分かることがある。

この観察のねらいは、身近な果実の横断面を観察し、その特徴からもとの花のつくりを推察したり確かめたりすることである。

2 観察

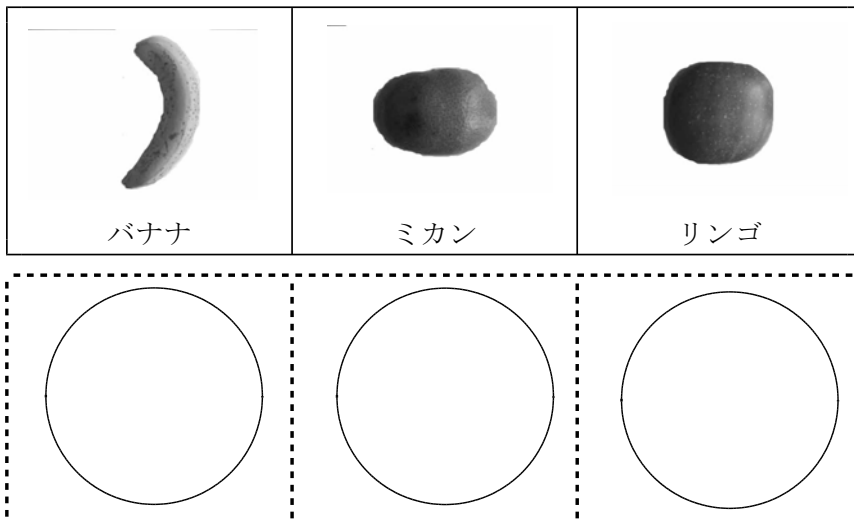
(1) バナナ、ミカン、リンゴの3種類の果実の断面を観察する。

① がく片、花弁、おしべ、めしべなどの花のつくりが分かる部分がないかどうか、果実を切る前によく観察する。

<input type="radio"/> バナナ
<input type="radio"/> ミカン
<input type="radio"/> リンゴ

② 断面を比較して、特徴をスケッチに表わす。

※ ①の観察結果をもとに、どの方向で果実を切ると特徴をとらえやすくなるか考える。



※ 3種類の果実の外形は、同じ大きさにそろえている。

③ 肉眼で観察して、いくつの部屋（室）に分かれているか確認する。

バナナ	ミカン	リンゴ
↓	↓	↓
[]	[]	[]

④ バナナの実を軽くもんでほぐすと、いくつに分かれるか。→ []

⑤ ミカンの房はいくつか。→ []

⑥ 種子がどの部分に位置するか、上のスケッチに記録する。

(2) エンドウの果実を観察する。

- ① がく片、花弁、おしべ、めしべなどの花のつくりが分かる部分がないかどうか、さや（果実）を開く前によく観察する。

- ② エンドウのさやを開いて、特徴をスケッチする。※ 特に、種子の付き方に着目する。

3 考察・発展

次の文章を読んで、果実の特徴について考える。

■ 生物学者の考え方

花は、がく片、花弁、おしべ、めしべから成り立っている。めしべは、花粉を付着させる柱頭、その下は細長い花柱、下部は膨らんで子房になり、その中に胚珠という種子になる部分を包み込んでいる複雑なつくりになっている。がく片・花弁・おしべとも、葉が特殊化したものと考えられている。同じように、めしべも特殊化した葉が1～数枚集まってできたものと考えられ、その特殊な葉の変形物を心皮と呼ぶ。

このことから、果実は種子とそれを包む心皮からなると考えられ、特殊な葉が種子を包み込んで果実になったと解釈できる。

- (1) バナナ、ミカン、リンゴ、エンドウの果実の内部は、主にめしべの特徴をよく表している。観察によってとらえられた特徴から、それぞれの植物のめしべは、何枚の心皮からできたものと考えられるか。

バナナ [枚] ミカン [枚] リンゴ [枚] エンドウ [枚]

- (2) リンゴは、分類学上バラ科に属する植物である。他のバラ科の植物についても調べて、リンゴとの共通点や相違点を確認する。(インターネットを利用する。)[例：サクラ、イチゴ]

月 日		学年 組 氏名
感想		

「葉と花と実の関係」について

以下、今回のワークシートで取り上げた植物について、特徴を紹介する。

■ ワークシートの植物の特徴

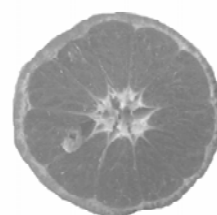
バナナは三つ、リンゴは五つの心皮がもとになっていると考えられる。これらはミカンのようにはっきり分かれていない。断面を観察し、種の配列を見ると、種子を包む心皮の様子が分かる。



バナナ



リンゴ



ミカン

○ ミカン

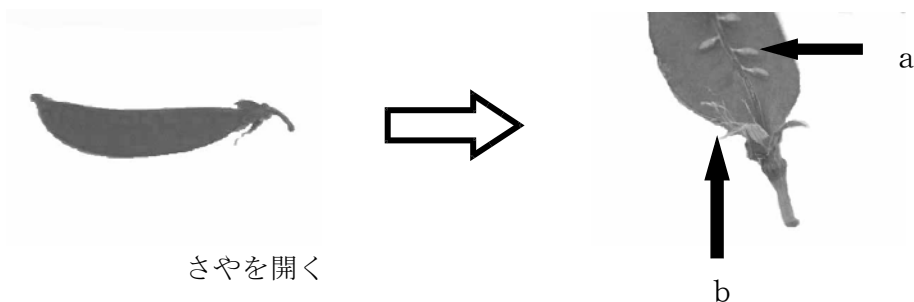
ミカンに限らず、一つの雌しべが実際には複数の単位の集合体であるような種類が多いので、ウマノアシガタの一つの雌しべやミカンの一つの房に当たる単位を「心皮 (carpel)」と呼ぶ。この言葉を使って表すと、「雌しべの形態を次のように表現することができる。ミカンの花は数は一定しないが多数の心皮からなる雌しべを一つ持っている。」

○ リンゴ

花卉が丸く大きく、花卉や萼の数も5枚で、おしべがたくさん(20本)ある。外観はモモやウメの花に似ているが、5枚の心皮からつくられているという特徴が果実にあらわれている。同じバラ科であっても、イチゴやリンゴは、がく片付着部より下方の花托が、子房を包み込んだまま発達して果実となるため、ウメ、モモ、サクラとはかなり違いが見られる。

○ エンドウ

マメ科の花の雌しべは一つである。ミカンなどと違って1心皮だけからなるが、ミカンの果実の房一つだけを比較すると、よく似た構造をしている。



エンドウ (マメ科) の果実と種子
(a : 種子 b : 雌しべ)

事例Ⅱ〔植物〕植物細胞の浸透現象

～ 細胞への水の出入りを実感できる教材の工夫 ～

指導の手引き

1 ねらい

植物の細胞を濃度の異なる溶液に浸したとき、水の移動が起こり、細胞の大きさが変化する。この変化をどのように測定するか、現象をモデル化して考え、観察、実験を通して確認する。

2 教材の工夫・指導のポイント

水の出入りによる大きさの変化、質量の変化を実感するための工夫

植物細胞の浸透現象は、観察した形態的な変化を、物理学、化学の考え方に基づいて解釈して、理解しなければならないという難しさがある。原形質分離を起こしている細胞を観察しても、それがどのような生物学的な意味をもつ変化なのか、生徒は実感が持ちにくい。この事例では、ユキノシタやカナダモの葉の細胞を用いた、顕微鏡による原形質分離の観察の前に位置付けて、実感を持たせるよう工夫した。

また、ワークシートには、植物がしおれていくときの变化、塩漬けにしたときの变化、しおれた切り花や野菜を水につけたときの变化など、観察によってとらえた特徴を、モデル図を活用しながら、植物細胞の構造と浸透圧・膨圧・吸水力などの考え方で説明する「ワーク」を設定した。

この事例に適した材料には、ダイコン、ニンジン、ジャガイモなどが挙げられる。しかし、新鮮さが異なるので、推定した細胞の浸透圧と等張な溶液の濃度は、かなり誤差を含んでいると考えられる。定量的実験ではなく、あくまでも定性的実験として、現象をとらえる一つの実験方法であることを、生徒に説明していくことが大切である。

3 材料の選定のポイント

浸透現象を調べる実験では、どの根菜類が題材として最適であるか、一概には言えない。むしろ、鮮度の方が大きく影響すると思われる。植物細胞の浸透圧は、常温では一般に5～10気圧程度といわれている。

また、植物の浸透圧は一定ではない。植物種によっても異なるし、同じ種類でも季節によって異なる。たとえば、ハマナスやハマヒルガオなど海浜の潮風に適応した植物の浸透圧は高い。また、ユキノシタなどは冬季に浸透圧が高くなる。このような冬の低温に対する適応は、濃度を高めて凝固点を下げるしくみと考えられる。材料を選択する際に、これらの点を考慮する必要がある。

4 引用文献・参考文献

植物生理学の解釈を理解するには、物理化学の基礎知識が必要となる。

特に、キーワードとして”水の化学ポテンシャル”に注目する必要がある。

- 「高等学校生物 I 改訂版」(新興出版社啓林館)
- 日本植物生理学会「みんなのひろば」
<http://www.jspp.org/17hiroba/index.html>

テーマ 植物細胞の浸透現象を探ろう

1 目的

- ・植物の細胞を濃度の異なる溶液に浸したとき、水の移動が起こり、細胞の大きさが変化する。この変化は、肉眼でどのようにとらえられるだろうか。
- ・この変化をどのように測定するか、現象をモデル化して考えよう。
- ・この変化を測定してみよう。

2 浸透現象の測定の準備について

(はじめに) 事前学習で理解を深めよう。

■ 「花が開く、しおれる」、「生野菜と塩漬け」について

- ・花がしおれるのは、細胞から水が出ていくためである。植物の体、細胞にはたくさんの水が含まれていて、特にアサガオの花の細胞は95%以上が水である。つぼみが開くときには、自重と同じくらいの量の水が入って、ピンと咲きます。細胞の体積は約2倍になります。これは全部、根から吸収されて茎を通過して花まで運ばれたものです。花がしぼむのは、水の供給が断たれて細胞内の水が減るためと考えられます。
- ・スーパーの生鮮野菜売り場にある野菜は、低温にしてみずみずしい状態で置かれています。買ってきてしばらくして多少しおれたキャベツの葉も、せん切りにして水につけると、生き生きとした状態に戻ります。塩漬けにすると逆のことが起こります。

【ワーク1】上の文章の「花が開く、しおれる」、「生野菜と塩漬けの野菜」の違いを、植物体に含まれる水の量に着目し、図を用いて説明しよう。

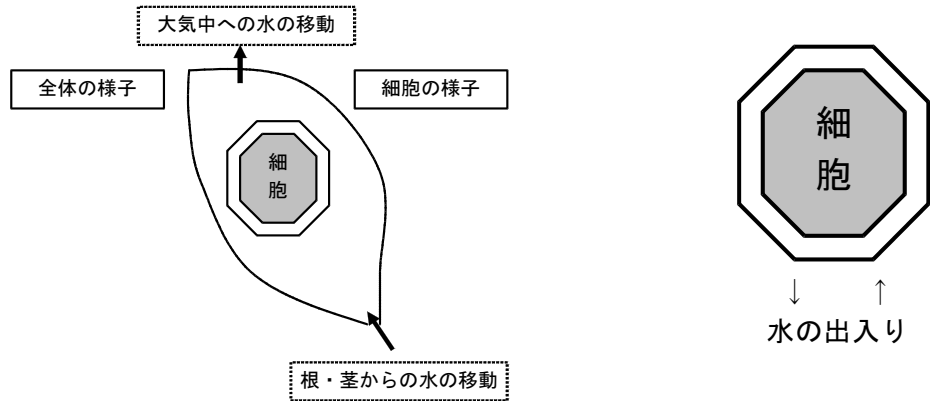
① 「花が開く、しおれる」

花が咲く	花がしおれる
------	--------

② 「生野菜と塩漬けの野菜」

生野菜	塩漬けの野菜
-----	--------

【ワーク2】 前ページの【ワーク1】について、それぞれの違いを、モデル図の細胞に出入りする水に着目して説明しよう。



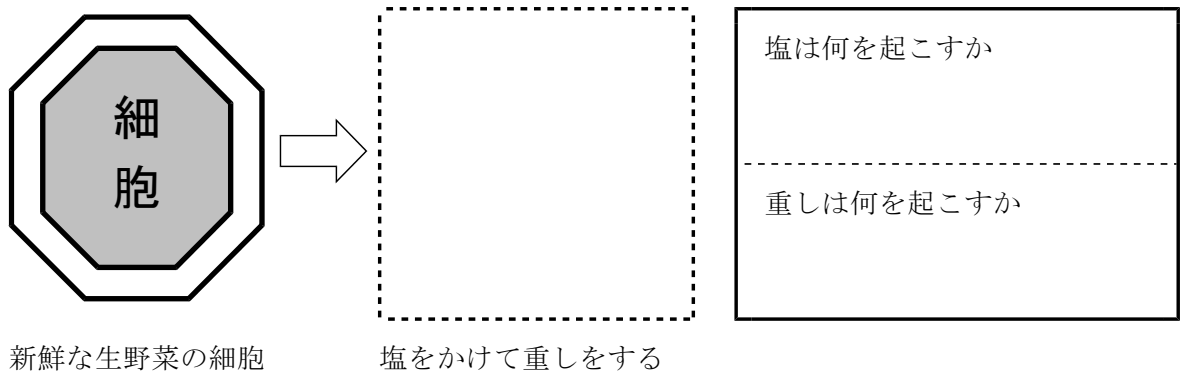
① 「花が開く、しおれる」という現象

○ 花が開くとき
○ 花がしおれるとき

② 「生野菜と塩漬け」という現象

○ 生野菜を水につけると
○ 生野菜を塩漬けにすると

【ワーク3】 野菜を切ったものに塩をふりかけて、重しをすると漬け物になります。漬け物にすると、野菜から水分が出て、もとの生野菜の状態より見た目に縮んで見えます。



月 日	学年 組 氏名
感想	

ワークシート2〔生徒配付用〕

テーマ 浸透現象の測定の実験を理解しよう

3 浸透現象を測定する実験

(仮説) ワークシート1で学習したことを検証するための測定方法を考える。

漬け物の例のように、生野菜を濃い食塩水につけると、水の移動が起こり、見た目にも変化が起こる。この変化を、次の①、②のような量的な変化(変化率)を測定する実験で確かめる。

- ① 細胞の体積の変化に伴って、細胞の大きさ(長径・短径、面積)も変化する。野菜片全体の大きさも変わるので、長さ、面積の変化を測定できるのではないだろうか。
- ② 細胞の体積の変化に伴って、細胞の質量が変化する。野菜片全体の質量も変化するので、質量の変化を測定できるのではないだろうか。

(1) 濃度を変えた食塩水に野菜片を浸し、大きさの変化を測定する。(①の仮説の検証)

- 材料； 根菜(ダイコン、ニンジンなど)
- 方法；
 - ・家庭用の野菜スライサーで薄切りにする。
 - ・次に、ドーナツの型抜きで円盤状に切り抜く。(内径30mm)
 - ・純水、切り出したまま、食塩水に浸す。(それぞれ5枚ずつ)
 - ・食塩水は、濃度を変えて準備する。(野菜片に対して十分な量を用意)
 - ・約20分後に直径を測定する。

○ 結果；

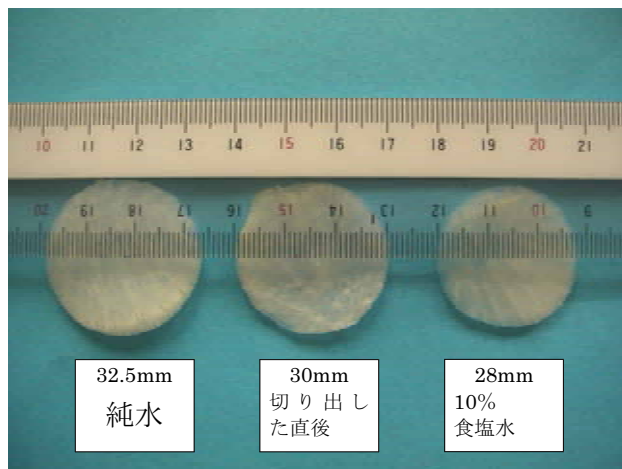
濃度()	基準 切り出したまま	0 純水							
直径(mm)									
基準との差									

参考：予備実験の結果(ダイコン)

● 塩分は植物細胞によくない？

ナトリウムは動物には必要ですが、陸上の多くの植物はほとんど生活に利用していません。

土壌中の塩化ナトリウムの量が高くなって、作物の生育が阻害される塩害と呼ばれる現象があります。ナトリウムは濃度が低いときにはまったく悪い元素ではありませんが、高濃度になると障害を引き起こします。



(2) ショ糖濃度を変えた溶液に野菜片を浸し、質量の変化を測定する。(②の仮説の検証)

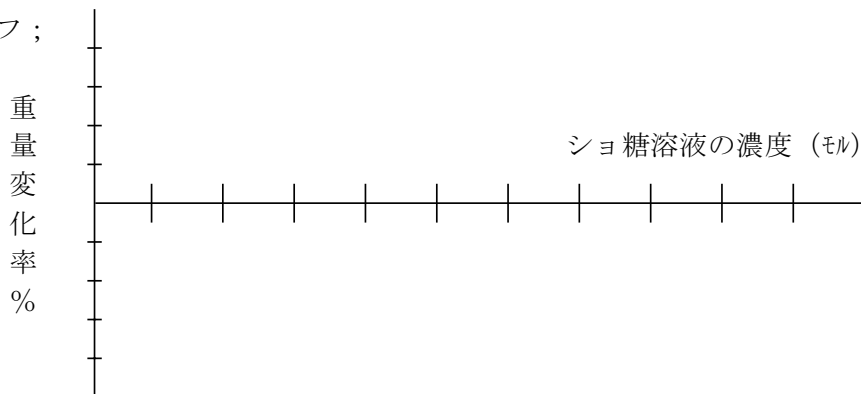
- 材料 ; ・根菜 (ダイコン、ニンジンなど) を家庭用の野菜スライサーで薄切りにする。
 - ・次に、ドーナツの型抜きで円盤状に切り抜く。(内径30mm)
 - ・各濃度の溶液ごとに5枚ずつ用意する。
- 方法 ; ・蒸留水、0.1から1.0モルまでのショ糖溶液 (0.1ごと)
 - ・液に浸す前の根菜片の質量を測定する。(A)
 - ・液を入れたシャーレに根菜片を入れる。(20分)
 - ・液から根菜片を取り出し、ろ紙にのせる。さらに、根菜片を裏返し、表面の水分をろ紙に吸収させる。時間は数秒ずつ。
 - ・根菜片の質量を測定する。(B)
 - ・重量変化率 = $(B - A) / A \times 100$ (%) を求め、ショ糖溶液濃度と重量変化率の関係をグラフにする。

○ 結果 ;

浸す溶液の濃度と根菜片の重量変化

ショ糖溶液のモル濃度	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
実験前の重量 (g)											
実験後の重量 (g)											
重量変化率 (%)											

○ グラフ ;



○ 考察 ; ①と②の結果について

- ・浸した外液の濃度と重量変化率との間に見られる関係をまとめてみよう。

- ・限界原形質分離の状態にあたる浸透圧を推定してみよう。

月 日		学年 組 氏名
感想		

「吸水力」の定義に注意！ (平成18年3月検定教科書に加わった記述)

植物の浸透現象を扱う場合、非常に理解の難しい問題の一つに「吸水力」の扱いがある。
平成18年3月検定の教科書には、次のような記述がある。

■ 本文の記述 【高等学校生物I改訂版（新興出版社啓林館）】

（「植物細胞を高張液に浸すと……。この現象は**原形質分離**とよばれる。」という記述）
その後、植物細胞を蒸留水に入れると、水が細胞内に入ってきて、細胞はもとどおりになる（**原形質復帰**）。蒸留水の中では、原形質の浸透圧によって細胞の中に水が入ってくるため、細胞がふくらむ。しかし細胞壁がかたいために、細胞のふくらむ圧力が細胞壁に加わる。この圧力を膨圧という。膨圧を受けた細胞壁はもとの形に戻ろうとし、水の浸透を妨げる力が生じる。その力の大きさは膨圧に等しい。したがって、細胞が水を取り込む**吸水力**（吸水圧）は、細胞内液の浸透圧と膨圧との差で示される。

$$\text{吸水力} = \text{浸透圧} - \text{膨圧}^*$$

■ 欄外の注釈

* この式は細胞を蒸留水に浸した場合の式で、それ以外の液では「浸透圧」の部分は「細胞内液と外液との浸透圧差」となる。蒸留水に浸した場合は、外液である蒸留水の浸透圧はゼロなので、細胞内液の浸透圧がそのまま浸透圧差となるため、この式で表すことができる。

本文の記述は従来どおりであるが、欄外の記述は今回の教科書の改訂で新たに加わったものである。
吸水力という言葉は、かつての教科書では、その状態の細胞を蒸留水（または純水）に浸した時に、あとどれだけ水を吸収できるかということの意味している。しかし、実験などでは濃度の異なる溶液に浸した場合を考察することがあるため、しばしば吸水力の解釈に混乱を生じていた。

水の最大吸収力としての吸水力を考える時には、純水の浸透圧はゼロである。しかし、ある溶液中に細胞を浸し平衡状態になった時は、低張液でも高張液でも吸水力はゼロとなることから、本文の関係式が成り立たなくなってしまう。このような混乱があるので上記のような記述が加えられたと考えられる。平衡状態の吸水力（常にゼロ）と、細胞が最大能力として持っている吸水力を混同しないことが重要である。

大学入試の出題でも、このことが話題になることもある。古い問題集の例題を扱うときには注意が必要である。

事例Ⅲ〔植物〕ポーチュラカの組織培養

～ カルスの形成を実感できる教材の工夫 ～

指導の手引き

1 ねらい

ポーチュラカを材料として、短期間の培養で、雑菌感染の影響を受ける前に植物体の一部分からカルスを形成する様子を観察する。

2 指導のポイント

植物の組織培養の技術は、科学者が試行錯誤を生かして洗練させたものである。テキストに書かれた準備・手順など、マニュアルを覚えさせることよりも、それぞれの器具の選定や準備の意図、操作の意味などを生徒に考えさせることが大切である。このようなことから、この事例では観察・実験の準備の段階に、「ワーク」を設定し、考えさせるように工夫した。

また、植物の組織培養実験においては、カルス形成に長い期間を要するということが、教材化する上で大きな課題となる。たとえば、キク、ニンジンなどでは1か月、ムラサキツユクサは3～4週間かかる。比較的早いシロイヌナズナでも2週間に要するといわれている。生徒が実験に使用したときに、ニンジンのように時間がかかる材料では、せっかくカルスができて、生徒に与える印象は薄れてしまいかねない。さらに、生徒が無菌操作に十分慣れていないと、カビや細菌などの混入する率が高くなってしまう。ポーチュラカ（ハナスベリヒユ）の茎、葉は、培養開始後、およそ4日から1週間後にカルスの形成がはっきりと肉眼で観察できることが、文献や予備実験によっても確認されている。このため、実験の際、多少の雑菌が混入した場合でも汚染が進まないうちにカルスの観察が可能である。

3 材料の入手のポイント

開花期は6～11月と長く、夏の暑さにも強い丈夫で育てやすい植物である。ホームセンターなどでも入手が容易である。学校では、プランターなどで栽培し、初夏から晩秋まで実験に用いることができる。

4 参考文献

- (1) 森屋一：ハナスベリヒユの組織培養。生物教育学雑誌。3(1)。11-17(1992)
- (2) 橋元守・山川 宏：ポピュラーバイオテクノロジー(1)。
学校での組織培養の設備・用具。遺伝。42(11)。62-66(1988)
- (3) 橋元守・山川 宏：ポピュラーバイオテクノロジー(2)。
簡単な組織培養法。遺伝。42(12)。47-52(1988)
- (4) 橋元守・高橋節郎・森屋 一・難波純治：ポピュラーバイオテクノロジー(3)。
初代培養にあたっての無菌化処理。遺伝。43(1)。72-76(1989)
- (5) 橋元守・森屋 一・難波純治・高橋節郎：ポピュラーバイオテクノロジー(4)。
材料として適する植物体の検討。遺伝。43(2)。40。45(1989)
- (6) 橋元守・後 正博・朝倉正海：ポピュラーバイオテクノロジー(5)。
コマツナの組織培養と分化。遺伝。43(3)。50-54(1989)

ワークシート1〔生徒配付用〕

テーマ ポーチュラカの組織を培養しよう

1 目的

- ・ポーチュラカの茎、葉の無菌培養を行い、脱分化した細胞塊のカルスを形成させる。
- ・植物の成長・分化について考える。

2 組織培養の準備について

- (1) 事前学習で理解を深める。

■「ポーチュラカの組織培養」について

- ・ポーチュラカの茎の一部を切り取り、養分入りの寒天培地上に置くと、茎の組織からカルスと呼ばれる細胞塊が形成される。
- ・培地は、市販のムラシゲ・スクーグ培地（MS培地）とよばれるものを用いる。成分は、各種塩類、ビタミン類、アミノ酸類などが中心である。
- ・寒天培地をつくる時、ムラシゲ・スクーグ培地のほかショ糖を加える。
- ・カルスを形成させるときは、植物ホルモンの作用をもつナフトレン酢酸（NAA）とベンジルアデニン（BA）を寒天培地に加える。
- ・カルスは細胞分裂をくり返し、さらに大きくなる。新しい培地に移しかえていくと、さらに細胞の増殖を続けさせることができる。
- ・ある程度大きくなったカルスを、植物ホルモンを含まない培地に移しかえて、容器の外から光を当てると器官の分化を起こすことができる。
- ・このような実験は、カルス以外に他の生物の細胞が増えないように無菌状態で行わなければならない。

【ワーク1】 次のそれぞれの容器が、寒天培地での培養に適しているかどうか考えよう。

（※ 器具を手にしながらかえる。）

- ① ペトリ皿
[]
- ② 三角フラスコ
[]
- ③ 直径8mmの試験管
[]
- ④ 直径15mmの短試験管
[]
- ⑤ 市販のジャムのびん
[]

【ワーク2】 ムラシゲ・スクーグ培地には、どのような塩類が多く含まれているか、予想しよう。

（考えるヒント：肥料の成分は、肥料の三要素と一般に呼ばれている。）

【ワーク3】 寒天培地にショ糖を加える理由として、主にどのようなことが考えられるか。

(2) 材料・器具・試薬など

- ・材料 ポーチュラカの茎
- ・器具 無菌箱（水槽なども利用できる）

ガラス器具
(※ ワーク後記入)

- ピンセット、メス（カミソリ）、オートクレーブ（あるいは家庭用圧力鍋）、pHメーター、ろ紙、アルミホイル、はさみ、ロート、ガラス棒、噴霧器、
- ・試薬 粉末のムラシゲ・スクーグ培地(MS培地)、ショ糖、ロウ、粉末寒天、ピューラックス(あるいはキッチンハイター)、70%エタノール、ナフタレン酢酸(NAA)、ベンジルアデニン(BA)、0.1mol/l水酸化ナトリウム水溶液、0.1mol/l塩酸

(3) 培地の作り方

- ・市販のMS培地の作り方は、試薬の説明書にあるので省略する。
- ・植物ホルモンは、水に溶けにくいので薄い塩基や酸に溶かす。

① NAAは、100 mg を100mlの0.1mol/l水酸化ナトリウム溶液に溶かす。
② BAは、100 mgを、100mlの0.1mol/l塩酸に溶かす。
これらはふたをして冷蔵庫に保存しておき、必要に応じて希釈して使用する。
(希釈例) 1ℓの培地に①のNAA10ml、②のBA1mlを加える。

(4) オートクレーブ（圧力釜）による高圧滅菌 [120℃ 2気圧、15分程度]

- ・高温加圧可能な液体類は、ガラス容器に入れ、アルミホイルを二重にしてふたをする。
(寒天やショ糖など加えた培地の液、洗浄用水)
- ・ガラス器具、金属類は、キムワイプなどで包んでからアルミホイルをかけて包む。

(5) 無菌操作のための準備

無菌箱の内部に70%エタノールを噴霧器で噴霧したり、70%エタノールに浸したガーゼでよく拭いたりして殺菌する。その後で、オートクレーブから出した(4)の滅菌済み器具を無菌箱に入れる。

月	日	学年 組 氏名
感想		

ワークシート2〔生徒配付用〕

3 無菌操作による組織の切り出しと培地への植付け

(1) 無菌箱に入れる前の操作

- ① 鉢などで育てたポーチュラカの枝の中から、虫などが付いていない茎を選ぶ。
- ② 茎をはさみで切断し、切り口を小さなビーカー中であらかじめ熱融解したロウにつけて封じる。
→〔ワーク4〕この操作はどのような目的があるか。

- ③ 3.7%エタノールに約30秒間浸してから、20%ピューラックスを入れたビンの中に移し、時々振りながら約15分間浸ける。

(2) 無菌箱に入れてからの操作

- ① ビンごと無菌箱中に移し、滅菌水の入れているビーカーの中に植物材料をピンセットで移して、すすぐ。
 - ② さらに2回、別の滅菌水中で植物材料をすすぐ。
 - ③ 底面にろ紙を敷いたペトリ皿中に茎を置き、ピンセットとメス（カミソリ）で切断する。
茎は5～10mmの長さに切る。（葉は1枚を3～6の切片に分ける。）
 - ④ 切片をピンセットでつまみ、培地の上に置く。この時、切片は培地中に埋め込むのではなく、寒天培地上に置くだけでよい。
 - ⑤ 培養容器に滅菌済みの二重にしたアルミホイルで栓をする。
- (3) 培養容器は、20～30℃の直射日光の当たらない場所に置く。

4 実験結果

翌日から観察を続け、何日目でカルスが観察されたか記録する。

容器No.	4日	7日後	14日後	21日後	28日後
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

記録の仕方
○カルス形成
×カビなど雑菌発生

5 考察

(1) 観察されたカルスの特徴を説明しよう。

(2) 実験操作で、カビや雑菌が発生を防ぐ工夫はどんなところにあるか指摘しよう。

月	日		学年	組	氏名
感想					

ポータチュラカの組織培養について

茎や葉を培地上にのせておくと切り口にカルスが形成されてくる。しかも培養を開始して4日後にはカルスが肉眼で見られるようになり、日を追って大きくなっていく。茎は切り口の両端が、鉄垂鈴（てつあれい）状に膨らんでくる。このような、短期間でのカルス形成が、本教材の魅力である。

次の表は、本事例作成に先立って行った予備実験の結果である。ロウにより、切り口を覆う方法を使わなかったため、雑菌感染が非常に多かった。しかし、すべての班で、4日目にはカルス形成を確認できることが確かめられた。

実験結果の例

容器No.	4日	7日後	14日後	21日後	28日後
1	○	×			
2	○	×			
3	○	×			
4	○	×			
5	○	×			
6	○	×			
7	○	×			
8	○	○	×		
9	○	○	×		
10	○	○	×		
11	○	○	○	×	
12	○	○	○	○	×
13	○	○	○	○	○

「指導のポイント」で述べたこと以外に、ポータチュラカが組織培養の教材として優れている点を次に挙げる。

(1) 滅菌が容易であること。

今回の方法でほぼ完全に雑菌の混入を防ぐことができる。

(2) 茎や葉がメスで切断しやすいこと。

キクなどの茎は固くて切りにくいが、ポータチュラカの茎は、メスを使わなくても、カミソリなどでもうまく切断できる。葉も肉厚で切りやすい。

(3) 一度に多量の植物体を用意できること。

旺盛な生育をするので、多人数の生徒実験にも対応できる。

(4) ガラス容器内でも増殖させやすいこと。

植物ホルモンを含まない培地に節を持つ茎を植えると、ガラス容器内でも旺盛に成長する。中で開花させることも可能である、蛍光灯を取り付けただけの簡易温室内で、大きめの容器を数個使って培養しておけば、冬の時期にも生徒実験の材料として用いることができる。

(5) カルス形成、不定根形成に与える植物ホルモンの影響が明瞭であること。

- ・カルス形成は、NAA、BAがともに高濃度のときよく起こる。
- ・不定根形成は、NAA濃度が高く、BA濃度の低いときよく見られる。

事例Ⅳ〔情報活用〕カードゲームの手法の活用

～ 減数分裂の過程の理解 ～

指導の手引き

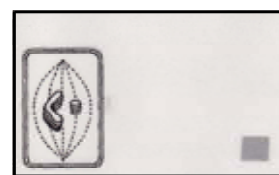
1 ねらい

生徒にとって、体細胞分裂と減数分裂の両方の過程を学ぶことで、混乱が生じ、理解が難しくなることがある。また、この内容は、観察、実験によって、劇的に理解が進むというものではないと考えられる。この事例は、楽しみながらカードに書かれた情報を何度も目にすることで、納得や実感を持たせることができることを意図している。

2 教材の工夫・指導のポイント

(1) カードゲームの手法

カードゲームのルールは、既存のトランプなどを模倣するのが一般的である。単純なルールで行った方が、学習効果が高いとされる。



(カードの大きさは自由)

(2) カードの作成

「理科ねっとわーく」のようなweb教材から画像を入手し、授業者の意図にあわせて、カードを作成できる。また、作成過程を生徒に体験させることもできる。タックシールの用紙に印刷して、厚紙に貼るといったような方法が最も簡便である。

(教材紹介 理科ねっとわーく「細胞分裂と細胞周期」より図引用)

http://www.rikanet.jst.go.jp/contents/cp0090b/contents/g00_3.html

時期										
分裂像	第1分裂				第2分裂					
模式図										
	間期	前期	中期	後期	終期	前期	中期	後期	終期	生殖細胞

(3) ワークシート

学習を振り返るためのワークシートを作成した。カードゲームを通して、減数分裂の過程で、理解が難しい段階やその順序、生物学的な特徴を再確認させる。

(4) 指導上の留意点

- ・カードゲームの活動場面では、関心・意欲・態度の観点の主であるが、ワークシートを併用することで、他の観点での成果が期待できる。
- ・減数分裂の学習を終えた後の段階での実践が、効果的と考えられる。
- ・少人数の授業や土曜講座などの機会に利用すると、生徒一人一人への指導がしやすく、効果的と考えられる。

ワークシート1〔生徒配付用〕

テーマ 減数分裂のカードゲームにチャレンジしよう

1 減数分裂のカードゲームを終えて

(1) 感想

(2) 気付いたこと (減数分裂について)

2 考えよう

Q 次の模式図は、減数分裂のどの段階を表わしていますか。判断した理由は？



(判断した理由)

Aは

Bは

A

() 期 B () 期

理科ねっとわーく「細胞分裂と細胞周期」より図引用

3 先生への質問

月 日		学年 組 氏名
感想		

カードゲームによる減数分裂の学習の感想（抜粋）

□ 先頭の「○」の記号の文は、カードを使った学習を肯定的に受け止めているもので、「●」の記号の文は、否定的に受け止めているものである。

- 遊び感覚で分裂のことを覚えるはとっても楽しく、不思議と覚えられる気がしました。
- 一度に何種類も覚えられて、よかった。
- 覚えていないとゲームにならないので難しかった。
- カードを順番に並べて減数分裂の起こる順番を頭の中で整理することができた。
- ゲーム感覚であそんでいるうちに覚えられた。
- ゲームのルールをかえると、とても難しくなって、いろいろなやり方が考えられるカードだと思いました。
- 第1分裂と第2分裂のちがいがわかりにくかったけれど、ちょっとわかった。楽しいだけでなく頭を使う画期的な方法だと思います。
- 楽しく取り組む勉強もよいかと思いました。
- テストではできていたが、あらためてゲームをやってみると、動物、植物、時期の名称など、それぞれの関係が分かっていないようでショックでした。
- とてもむずかしかったけれど楽しかった。
- 友だちと一緒に楽しくゲームを進めると同時に、自分が覚えきれなかったことも少しずつ頭の中に入っていた。
- 何度も繰り返し覚えることが大切であると実感しました。
- 復習には最適の方法である。
- ふつうに勉強しながら覚えるのはたいへんだけれど、トランプ形式にしてやるのは分かりやすかった。
- また機会があればやりたい。
- みんなでやることによって楽しみながらできた。
- みんなにもやってもらいたいと思った。
- 復習するのによい。
- ふつうのトランプの方が好き。
- とても面倒な繰り返しの作業で、小学校の総合でやったことと同じ。

【ある生徒の感想（全文掲載）】

減数分裂の七並べは、とても楽しいと思いました。

第1分裂と第2分裂の過程がよく分からないこともあって、今までは生物の学習の中で苦手意識を強く感じていた内容でした。

しかし、今日、私たちがふだんやっているゲームに減数分裂を当てはめたことで、しっかりと流れをつかめたように思います。

1回目は、なかなか慣れず、教科書で1回1回確認しつつ、ゲームを進めました。特に、文章で減数分裂の過程を説明しているカードには、正直手こずりました。

時間があつたので2回戦目突入

1回目の一つずつ確認をしたかいあって、今度はスムーズに進み、七並べのゲームとして楽しむことができました。

まだカードを置いていない部分でも、流れはすでにつかめたので、見通しながら、予想しながら、戦略をたてたりなど、私の頭はフル回転です！！

ミスをしてしまったら、また、教科書を開いて、皆で確認をし合いました。何度も間違っただカードを出してしまうポイント（カードを置く場所、分裂の時期）は、学習上でも、引っかけってしまう点なのだなあと、あらためて気付くことができました。

今回の授業では、「苦手なものでも”楽しい”と感じることで探究心がわき出てくること、そんなことも学べたように思います・・・。

【感想文から読みとれること】

- (1) カードを使った減数分裂の学習は、多くの生徒に好評であった。
- (2) 第1分裂と第2分裂の特徴の違いが十分理解されていないことがわかる。
- (3) この方法には、カードに書かれた模式図、説明、名称を、教科書と照らし合わせて確認できるよさがある。

おわりに

プレゼンテーション教材の活用について

本冊子では、「学ぶ手応えを実感できる」をキーワードにして、観察や実験を中心とした事例を紹介した。しかし、最終的に生徒の知識や理解の定着に結びつかなければ、「分かった」、「身に付いた」という実感は得られない。

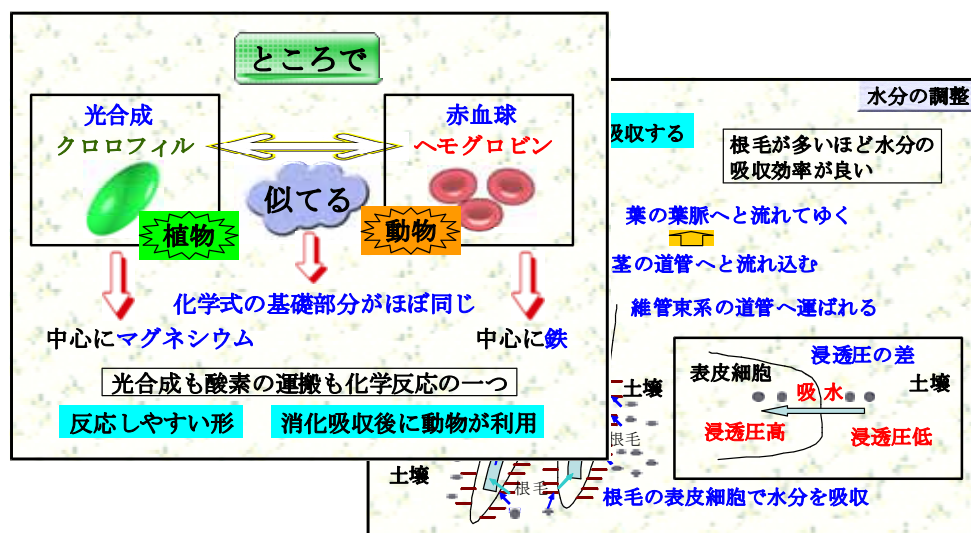
この課題を解決する一つの方法として、プレゼンテーション教材の工夫が挙げられる。これまでも多くの理科担当の先生方が、授業の導入やまとめ、観察、実験の説明や考察のための資料として用いている。授業のテンポを変えたり、発問や課題提示の効果を高めたり、アニメーションの効果を生かして模式図の理解を容易にしたりするなど、多様な活用法が考えられる。教師が説明に用いるだけでは、必ずしも生徒の理解につながるとは限らないが、生徒との対話を生かした授業を展開したり、生徒に操作させたりすることで、生徒が主体的にデジタル教材と向き合えるようになると期待される。

また、次年度から本格運用になる「県立学校間情報ネットワーク」によって、学校間の情報ネットワーク環境が強化される。このネットワーク環境では、「掲示板」や「電子会議室」の機能を用いて、デジタル教材を教員間で共有しやすくなる。

先生方一人一人のアイデアを、県内の多くの先生方と共有して、指導力アップに取り組むことを期待します。

(例) たとえば、県立学悠館高等学校では、通信制などの生徒ためのプレゼンテーション教材の開発整備に取り組んでいる。

このような教材の情報も、県立ネットワークの環境を生かすと学校間で共有できる。



高等学校における教科指導の充実
理 科 《 生物領域 》
学ぶ手応えを実感できる生物教材の工夫
〔植物・情報活用〕

発 行 平成20年3月
栃木県総合教育センター 研究調査部
〒320-0002 栃木県宇都宮市瓦谷町1070
TEL 028-665-7204 FAX 028-665-7303
URL <http://www.tochigi-edu.ed.jp/center/>