

事例Ⅲ 体細胞分裂と減数分裂

指導のポイント

「細胞分裂」の授業展開では、過程図の提示に下記の2つの例のどちらかが行われていることが多く、それぞれのメリット・デメリットが挙げられる。

例1) 教員が板書して説明、または生徒が分裂過程を黒板上で再現する

→ 板書された図や文字をノート・プリントへ記入しながら知識を整理する

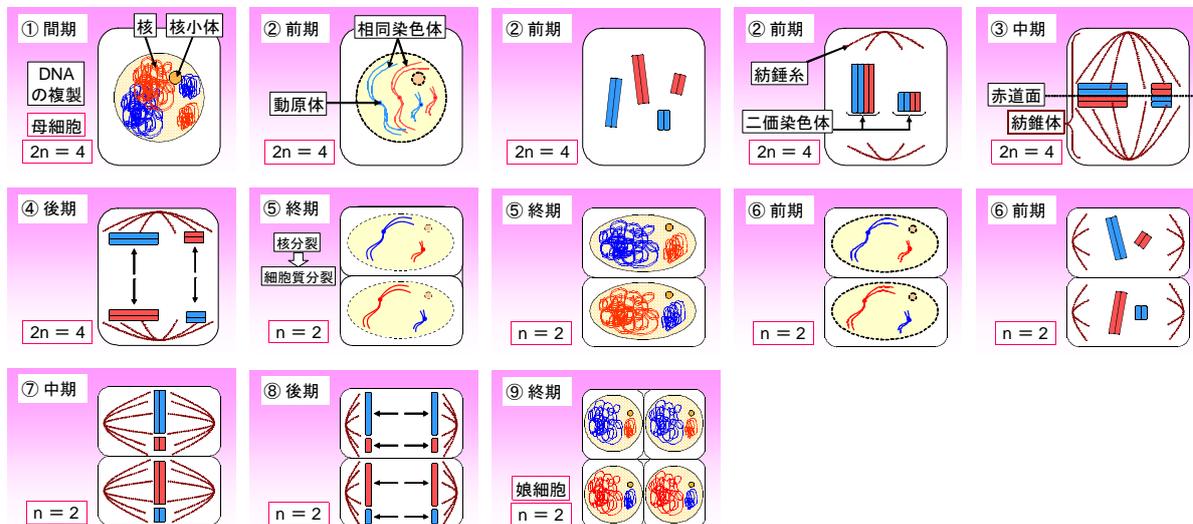
メリット	デメリット
<ul style="list-style-type: none"> 分裂過程の全体の図が板書として残る 	<ul style="list-style-type: none"> 連続した動きが分かりにくい (→ 知識の定着が困難) 繰り返し復習することが困難 (毎回書き直すのに時間がかかる)

例2) 映像教材 (PowerPointなど) を提示する → 生徒の思考活動

→ ノート・プリントへ記入しながら知識を整理する

メリット	デメリット
<ul style="list-style-type: none"> 連続した動きが分かりやすい 復習時などに繰り返し利用できる 	<ul style="list-style-type: none"> 分裂過程の全体の図が残らない (→ 知識の定着が困難)

(減数分裂における提示映像の例)



また、調査研究委員による授業後の試験結果の分析から、以下のような傾向が見られた。

- 体細胞分裂の過程図の並び替え → 正解92% (完全解答のみ)、無解答 0%
- 体細胞分裂中期に関する論述問題 → 正解21% (部分点も含む)、無解答 8%
- 体細胞分裂中期を図に描いて表現 → 正解21% (部分点も含む)、無解答30%
- 減数分裂中期を図に描いて表現 → 正解13% (部分点も含む)、無解答21%

以上から、これまでの授業展開では染色体の動きや核相の変化について、知識の定着が不確実であることや、論述・図示による表現力が不足していることが分かる。そこで、細

胞分裂の意義、染色体の動き、核相の変化等について、科学的な思考力・表現力の育成のための2つの授業展開例を作成し、ワークシートとして示した。各シートのねらいと概要は以下の通りである。

ワークシート1：体細胞分裂の意義

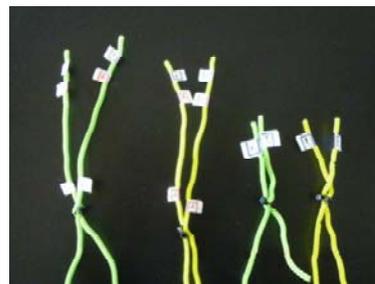
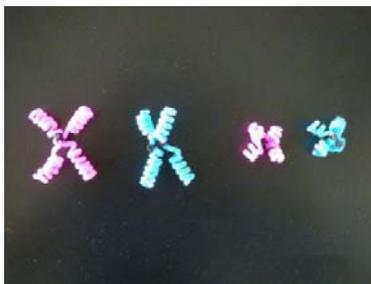
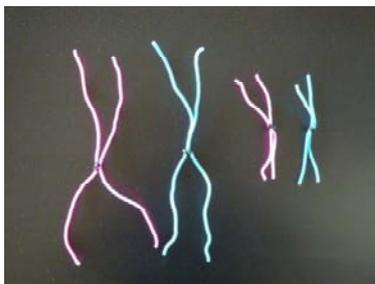
進化の過程を追いながら、体細胞分裂が行われる意義を考察させることで、染色体の動きを理解させる。生徒の多面的な見方を大切に、課題追求型の討論形式をとることで、科学的な思考力・表現力を高める。

ワークシート2：モールを用いた染色体モデルの活用

工作用モールを用いて染色体モデルを作成し、細胞分裂における染色体の様子に関する知識を整理・定着させるとともに、図示による表現力を高める。この活動のメリットとして、次のようなことが挙げられる。

- ・ 染色体の動きが分かりやすい
- ・ 生徒が学習活動に繰り返し利用できる
- ・ 2人1組になり、動かしながらその現象を言葉で説明することで、正しく理解しているかを確認することができる
- ・ 染色体の形の変化（糸状→棒状）も再現できる

一方、変化した過程の図が手元に残らない点や、作業および記録に時間がかかる点も考慮して、他の方法と組み合わせて授業を展開する。



<モデル使用後の生徒の感想>

(プラス評価)

- ・ モールがあった方が、自分で考えて動かすので理解しやすいと思う。
- ・ 今までと違ったやり方で、想像力のない人にはとてもいいと思う。私は、今まで分からなかったところが今回で分かった。
- ・ イメージしやすくて分かりやすかった。
- ・ モールを使った方が理解できた。ノートに書くよりも実際に自分でやった方が頭に入ると思う。
- ・ モールだと楽しいし、その上頭に入るから、とても効率がよいと思う。
- ・ 少し忘れかけているときにやったから思い出せて良かった。

(マイナス評価)

- ・ モールを外したり組んだりするところが少し面倒で混乱した。
- ・ 図を描いたほうが個人的には分かりやすいと思った。

(改善意見)

- ・ 紡錘糸などを加えた方がよい。

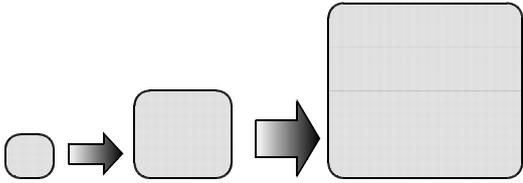
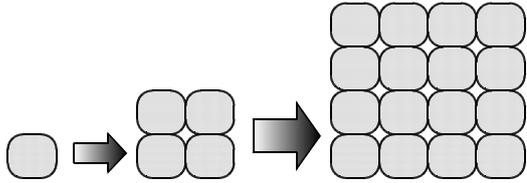
体細胞分裂の意義

課題1：生物が生存するにあたり、大型個体と小型個体の一般的なメリット・デメリットを考察し、下の表に箇条書きで記述し、話し合ってみよう。

	大型個体	小型個体
メ リ ツ ト	<ul style="list-style-type: none"> ・ 動物の捕食行動 ・ 自己防衛行動 ・ 雄個体の配偶者獲得競争 ・ 体温維持 ・ 植物における環境要因（光など）の獲得競争 ・ など 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 移動のしやすさ ・ 隠れやすさ ・ 生活圏の狭さ ・ など
デ メ リ ツ ト	<ul style="list-style-type: none"> ・ ・ ・ ・ ・ ・ 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ・ ・ ・ ・ ・

* 生物を体の大小の視点で見ると、一般的に（ 大型個体 ）の方が有利であり、進化すると考えられる。

課題2：体を大型化するには、以下の2つの方法が考えられる。それぞれの方法のメリット・デメリットを考察して、下の表に箇条書きで記述し、話し合ってみよう。

大型化の方法	①細胞の大型化	②多細胞化
メ リ ツ ト		
デ メ リ ツ ト	<ul style="list-style-type: none"> ・ ・ ・ ・ ・ ・ 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ・ ・ ・ ・ ・

考察

課題2について、次の(1)、(2)の視点で考えてみよう。

(1) 細胞の表面積と体積の比

方法①の場合、基準の細胞を一辺が1 cmの立方体として考えてみると・・・

一辺の長さ	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	・・・ n cm
表面積	6 cm ²	24 cm ²	54 cm ²	96 cm ²	6n ²
体積	1 cm ³	8 cm ³	27 cm ³	64 cm ³	n ³
表面積/体積	6	3	2	1.5	6/n ≒ 0 (n→∞)

表面積 = (細胞膜) の総面積 = 細胞内外の物質の授受量

体積 = (細胞質) の総量 = 細胞内の生化学反応の量 とすると・・・

∴

個体の大型化に対して、細胞膜の総面積の増加率が伴わないため、生化学反応に関わる物質(栄養物や老廃物)の授受が不足していき、生命を維持することが困難になっていく。

(2) 細胞の中心から周辺までの距離

方法①の場合：個体の大型化に伴い、細胞の中心からの距離は (長く) なる。

方法②の場合：個体の大型化に伴い、細胞の中心からの距離は (同じに) なる。

= 個体が大型化しても、どの細胞も (同じ距離を保てる) 。

中心 = 細胞の (核) = 生化学反応情報の発信源

周辺 = (細胞質) = 生化学反応の場

細胞内の核の大きさは等しいとすると・・・

∴

個体の大型化に伴い、方法①では核からの情報が周辺の細胞質まで伝えられにくくなり、生化学反応に支障をきたすことが考えられる。

方法②では核内の情報が周辺まで短時間で伝えられ、速やかに生化学反応が行われる。

まとめ

生物はある程度の大きさまでは (① / ②) の方法で大型化を図ったが、それ以上には (① / ②) の方法が有利であり、多細胞化による大型化へと進化したと考えられる。

(例：単細胞生物の分裂増殖 → 細胞群体 → 多細胞生物)

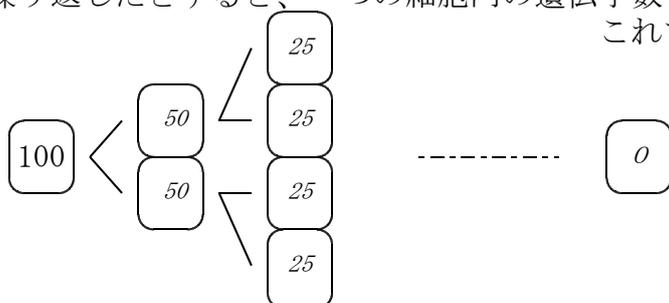
<遺伝子と染色体>

次の(1)、(2)の空欄に適する語句・数値を記入して、体細胞分裂の仕組みについて考えてみよう。

- (1) 情報の詰まった一冊の本（100ページ）をそのまま二分したとすると、一冊あたりは（ 50 ）ページ。二分を繰り返していくとすると・・・一冊あたりの情報量≒（ 0 ）
→これを細胞に例えると・・・

一つの細胞の遺伝子（細胞の設計図）の総数を100とする。細胞がそのまま二分分裂を繰り返したとすると、一つの細胞内の遺伝子数≒（ 0 ）

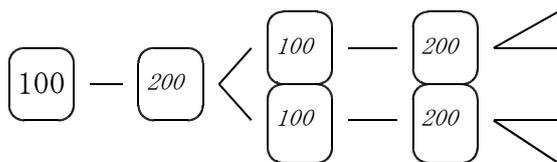
これでは生命活動は営めない。



分裂前（母細胞）と分裂後（娘細胞）で同じ情報量を受け継ぐ（同じ数の遺伝子を持つ）ためには、分裂前に情報（遺伝子）を（複製）し、その後均等に分ければよい。

[S期 ; Synthesis]

[M期 ; Mitosis]



- (2) 遺伝子は、DNAという物質内に暗号化された情報として存在している。DNAは酢酸オルセイン液（または酢酸カーミン液）に染色されやすく、この性質を利用して細胞を観察すると、DNAは（核）内の染色体に含まれていることが分かる。

また、一般的に細胞内には同じような形・大きさの染色体が2本ずつ存在していることも分かる。これらの対になる染色体を（相同染色体）といい、有性生殖によって遺伝子が両親から受け継がれていることが分かる。一方の親から受け継いだ全染色体1セットを n とすると、通常、体細胞中には2セットの染色体があるので（ $2n$ ）と表せる。 n は、その生物の生存に必要な遺伝子を含む染色体の最小のセットで、（ゲノム）とよばれる。

核の染色体構成を（核相）といい、染色体を対に持つ細胞の核相を（複相）、染色体を対に持たない細胞の核相を（単相）という。

n に含まれる染色体の数は生物の種によって一定である。例えば、一方の親から受け継いだ全染色体（生存に必要な全遺伝子が分かれています）が2本の場合、 $n=2$ と表すとすると、その体細胞中の染色体の状態は（ $2n=4$ ）と表される。ヒトの生殖細胞（卵・精子）では $n=23$ なので、体細胞では（ $2n=46$ ）と表せる。

問題：次の用語をそれぞれ説明せよ。「相同染色体」「核相」「複相」「単相」「ゲノム」

ねらい

- ・細胞分裂時の染色体の動き・変化に関する正しい知識を身につける。
- ・細胞分裂時の染色体の動き・変化について言葉で説明し、表現力の向上を図る。

準備

【材料】（1人分）

- ・モール*¹（約27cm）8本
（青色4本、赤色4本）
- ・結束バンド*² 8本

- 青 27cm
- 青 13cm
- 赤 13cm
- 赤 27cm



【作り方】（1人分）

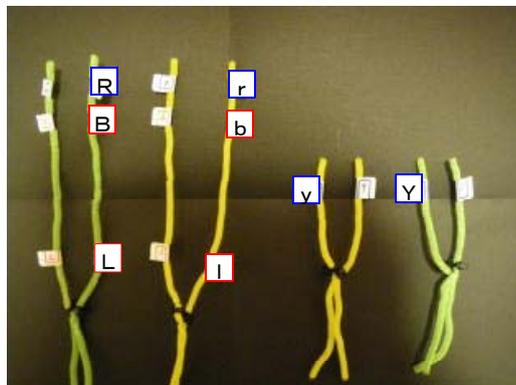
- ① 青・赤のモール各2本ずつを切断し、短い染色体（約13cm）とする。
（残り4本は切断せず、長い染色体とする。）
- ② それぞれのモールの中央部に結束バンドを付け、これを動原体とする。

方法

- (1) 染色体モデルを使用し、体細胞分裂および減数分裂時の染色体の動きを全体で確認する。この際、モールを鉛筆に巻き付けてカールさせることで、染色体の形の変化（糸状→棒状）も確認する。
- (2) 2人1組となり、「説明係」と「記録係」を決める。（記録用紙を配布する。）
- (3) まず、説明係は「体細胞分裂」について、染色体モデルを動かしながら（→図1）言葉で説明する。記録係は、説明係の説明を正確にプリントに記録（→表1）する。
- (4) 次に、役割を交代し、「減数分裂」について、説明係は染色体モデルを動かしながら（→図2）言葉で説明し、記録係は、説明を正確にプリントに記録（→表2）する。

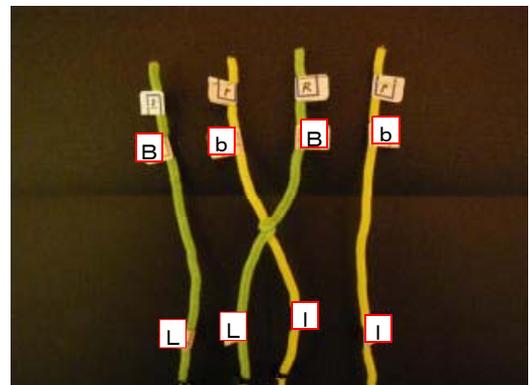
その他の活用例

「遺伝」分野において、モールにアルファベットを記入したラベルを貼り付け、「独立と連鎖」や「染色体の乗換えと遺伝子の組換え」について、理解を助ける作業に活用する。



相同染色体

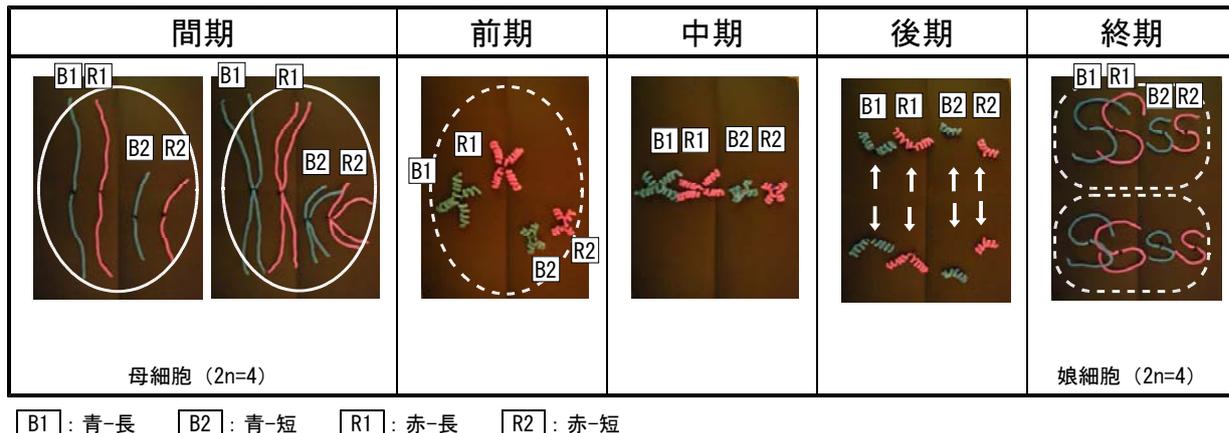
相同染色体



* 1 : 20本で¥100程度

* 2 : 100本で¥150程度 ホームセンター等で購入

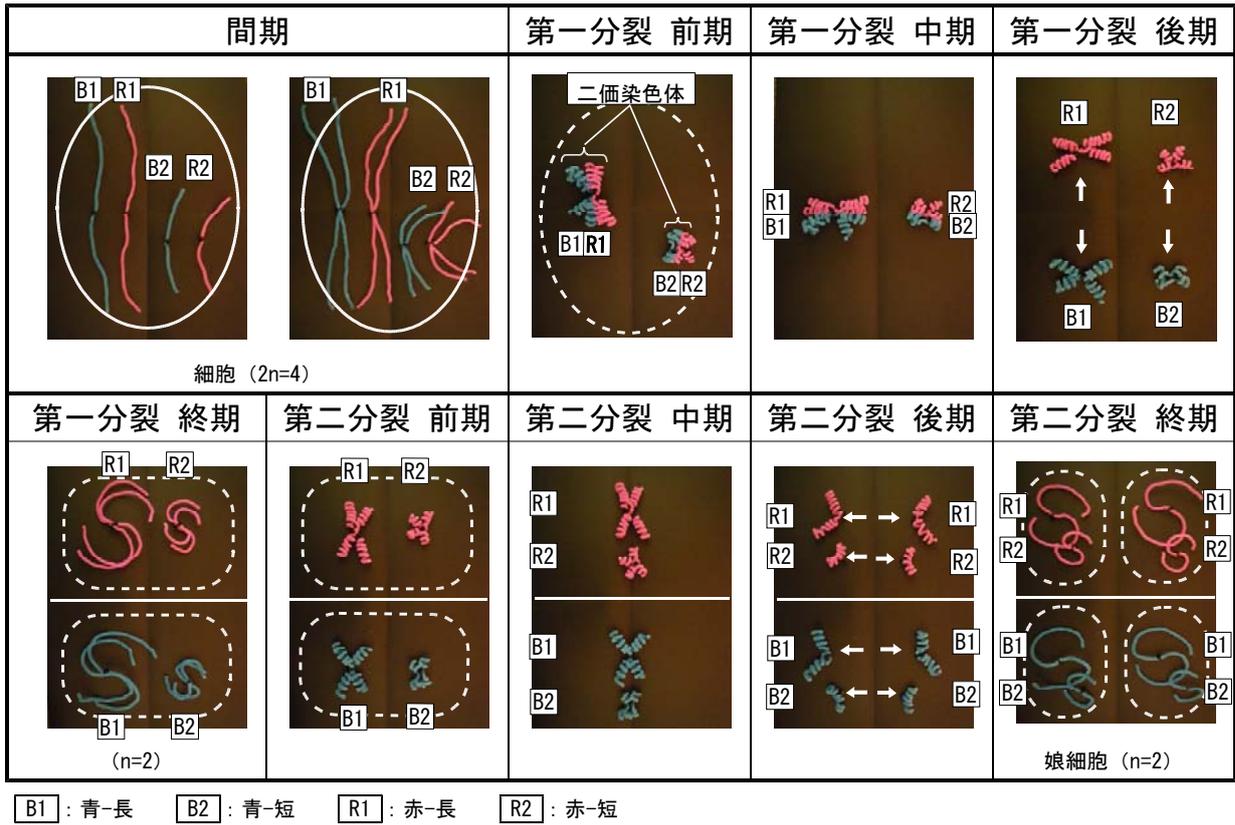
<図1> 体細胞分裂時の染色体の変化



<表1> 記録用紙

体細胞分裂		染色体の数・形態・動きに着目して、各時期に見られる現象を説明せよ。
分裂期	間期	染色体複製 あり
	前期	染色体が太くなる時期
	中期	太くなった染色体が赤道面に並ぶ 紡錘糸が動原体にかかるとつきます
	後期	紡錘糸によって 半分に分れる
	終期	太くなった染色体が細くなり 2個の細胞のふたあがり
	間期	また複製がかかる

<図2> 減数分裂時の染色体の変化



<表2> 記録用紙

減数分裂		染色体の数・形態・動きに着目して、各時期に見られる現象を説明せよ。
間期		DNA複製して仲間を増やした 、太くした
第一分裂	前期	複製した染色体を対合させて二価染色体をつくる
	中期	赤道面に並んで紡錘糸とのついで紡錘体をつくる
	後期	紡錘糸にくっついた紡錘糸が两极に引き寄せられる。
	終期	n=2の形になる
第二分裂	前期	染色体を太くする
	中期	赤道面に並ぶ。
	後期	两极に分離される。
	終期	全部で4つの細胞ができて、n=2の形になる