

DNAの複製と細胞の分化～全部あるけど、全部は使わない

目的

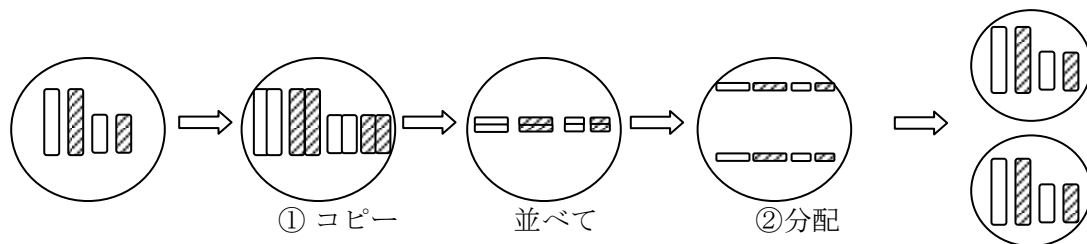
- DNAの2本鎖は塩基の相補性を利用して正確に複製されることがわかる。
- 体細胞分裂の間期のS期ではDNAの複製が起こることがわかる。
- 体細胞分裂の分裂期では、複製されたDNAが2個の娘細胞に正確に分配されることがわかる。
- 細胞の分化にともない遺伝子発現が変化することがわかる。

課題1 教科書P79問4に回答せよ。

課題2 教科書P80～P81図6を見て、染色体の複製と分配の流れを確認せよ（細胞周期での「G₁期」「S期」「G₂期」「M期」ではそれぞれ何が起きているのか？）

課題3 以下の図で、体細胞分裂における染色体の複製と分配の流れを確認せよ。

「 $2n=4$ 」の細胞を考える（ヒトは、「 $2n=46$ 」だが、起きていることは同じ）



課題4 教科書P82「体細胞分裂の観察」を読み、固定・解離・染色・押しつぶしがどのようなものか説明せよ。また、考察に回答せよ。

課題5 「半保存的複製」とはどのような複製方法か説明せよ。

課題6 犯罪捜査などで、髪の毛1本からでも容疑者を特定できるDNA鑑定という方法がある。なぜ「髪の毛1本」からでも容疑者の情報が得られるのか説明せよ。

考えるヒント

- 体細胞分裂のときには、DNAの持つ遺伝情報（塩基配列）は完全に複製されている？それとも、分裂のたびに失われている？
- 髪の毛にはDNAは存在する？もし存在するとしたら、それは完全なもの？それとも不完全なもの？

課題7 細胞の「分化」とは何か説明せよ。また、「すべての体細胞は、すべての遺伝情報をもつことになる」とあるが、それにも関わらず細胞がそれぞれ異なるはたらきをもつことができるのはなぜか説明せよ。

課題8 教科書P85を読み、「分化したカエルの細胞の核にも、からだをつくるのに必要なすべての遺伝子があることが示された」とあるが、なぜこのようなことがいえるのか説明せよ。

よ（もしからだをつくるのに必要な遺伝子の一部でも失われていると結果はどうなりそうか？）

課題9 教科書P87を読み、考察1、考察2に回答せよ。

課題10 教科書P88図15が何を意味しているか説明せよ。

確認しておきたい用語

染色体 相同染色体 細胞周期 分裂期（M期） 間期 G_1 期（DNA合成準備期）
S期（DNA合成期） G_2 期（分裂準備期） 前期 中期 後期 終期
固定 解離 染色 押しつぶし DNAポリメラーゼ（DNA合成酵素） 半保存的複製
分化 遺伝子発現 全能性 パフ だ腺染色体 ヒトゲノム計画

授業を通じて成長したい人のための発展課題

発展課題は、「創造力」を養うために、2通りの方法で「解」を見つけてみてください。

方法1：資料を見たり、検索をしたりせずに、学習した内容を基に自分の頭で考え、ある結論を導いてみる。

→自分の頭で考えるトレーニング。創造力につながる！

方法2の結論と違う結論、大いにアリ！

むしろ、様々な可能性を提示できることが大きな価値です。

方法2：資料を見たり、検索したりして、「もっともらしく、自分としても理解し納得できる」ような結論をまとめてみる。

→調べる力、難解な内容を咀嚼する力、簡潔にまとめる力につながる！

発展課題1

DNAのコピーは、「いつ」「何のために」起こるのか説明せよ。

発展課題2

DNAのコピーが正確に起こらないと、生物にとってどのような影響が考えられるか、一つ例を挙げて説明せよ。

発展課題3

DNAの2本鎖はそれ自身の情報をもとに複製できるが、タンパク質はそれ自身の情報をもとに複製できない。これはなぜか考察せよ（構成単位であるヌクレオチドとアミノ酸の違いは？）。

発展課題4

課題2の図で①、②の各段階では、どのようなミスが考えられ、また、その結果どのような影響があるか、それぞれ考察せよ。

発展課題5

動物細胞と植物細胞の体細胞分裂の共通点と相違点は何か考察せよ。

発展課題6

DNAの複製に必要なヌクレオチドはどのような形で体内に取り込まれ、どのようにして細胞までやってくるのか考察せよ。

発展課題7

ES細胞、iPS細胞の特徴を確認し、共通点と相違点をまとめよ。

<考えるポイント>

- ・作成するもとなるのはどのような細胞か？
- ・倫理的な問題はあるか？
- ・拒絶反応の問題はあるか？
- ・作成効率など、技術的な課題はあるか？
- ・臨床応用する際に何が障壁となるか？またその解決策はあるか？

発展課題 8

京都大学・山中伸弥先生のノーベル賞受賞に関して、以下の問に答えよ。

- ① i P S 細胞は、どのような点が画期的だったのか説明せよ。
- ②教科書 P 8 5 に紹介されている研究を行ったガードンが同時受賞している。なぜこの2つの研究が同時受賞となったのか、2つの研究の関連がわかるように説明せよ。

発展課題 9

「S T A P 細胞騒動」に関して、以下の点をまとめよ。

- 存在するといわれていたS T A P 細胞とはどのような細胞か。
- S T A P 細胞の何が画期的だったのか（従来の細胞との比較等）
- 何が期待されていたのか。
- S T A P 細胞の存在が疑問視されるようになったのはなぜか。
- 具体的にはS T A P 論文のどこにどのような不備があったのか。
- なぜこのような事件が起こったのか。「研究者の倫理」は教育が必要か。

発展課題 10

幹細胞を用いた「再生医療」によって将来的に治療可能になるのはどのような疾患か、考察せよ。

「DNAの複製と分配」参考資料

DNAの半保存的複製

DNAの塩基には決まった相方がいます。これを塩基の相補性といいます。具体的には、「AとT」、「GとC」がそれぞれ相補的な塩基です。DNAの2本鎖は、それぞれの鎖をいったんほどき、片方の鎖を鋳型とし、それぞれの塩基と相補的な塩基をつないでいくことで簡単に複製できます。このような複製様式を半保存的複製というのです。

ヒトの体細胞の染色体

染色体は、DNAがタンパク質とともにコンパクトにまとまったものです。染色体は、父親と母親からそれぞれ同じ形・同じ大きさのものを受け継いでいます（これを相同染色体といいます）。男女が共通に持つ常染色体は体細胞では2本1組になっています。これに対して性別の決定に関わる性染色体は、男性でXY、女性でXXと違いが見られます。ヒトの体細胞の染色体は、22対44本の常染色体と1対2本の性染色体、合計23対46本の染色体数からなり、1セットの染色体数をnで表すと、「 $2n = 46$ 」とあらわすことができます。

細胞分裂の際には、染色体は複製され、分裂前期に太く短く凝縮します。このとき、複製されたDNAのそれぞれはくっついた状態で存在し、左右の「腕」を構成します。この「腕」のことを染色分体といいます。

教科書P47図bでX型になっている染色体は、実は複製された2本のDNAからできていて、2本の染色分体からできていることがわかります。

体細胞分裂とDNAの複製・分配

体細胞分裂は、1個の細胞が分裂して2個に増える生命現象です。ここで最も重要なことは、DNAを中心とした以下の2つの出来事です。

①DNAの複製

体細胞分裂を始める前に、DNAを完璧に複製しておく

②複製したDNAの分配

体細胞分裂が始まったら、細胞質分裂の前に複製したDNAを完璧に分配しておく

DNAは、タンパク質の設計図である遺伝子の本体。ここには、いつどこでどのようなタンパク質をどのくらい作ればよいかという情報が全て収まっています。このDNAの情報をもとにして生命現象は円滑に進んでいるのです。細胞分裂の際に、これらの遺伝情報の一部が失われたり、あるいは一部が書き換わってしまうと、作られるタンパク質が変化したり、本来作られるはずのタンパク質が作られなかったり、作られるはずのないタンパク質が作られてしまったり、様々な悪影響が考えられます。そこで、完璧なDNAを複製しておく必要があるのです。また、細胞質が分裂する前に、複製したDNAを完璧に分配しておかなければなりません。

分裂前後で同じ遺伝情報を持つDNAが2個の娘細胞に伝えられるためには、細胞分裂に入る前のDNAの複製と、細胞分裂に入った後、細胞質分裂に入る前のDNAの分配が必要不可欠なのです。

体細胞分裂と染色体の凝縮

染色体は、DNAがタンパク質のはたらきによって折りたたまれたものです。簡単には、DNAがタンパク質にまきとられたり、まとめられたりして、コンパクトになったものと考えてもよいでしょう。DNAは、体細胞分裂に入ると、太く短い染色体にコンパクトにまとめられ、分裂後には再びほぐれて核内に広がります。なぜこのようなことをする必要があるのでしょいか。

※例え話：引越しだ！「ワンピース」全巻を運ぼう！

A君は、「ワンピース」が大好きで、コミックス全巻（現在81巻まで）を持っているのはもちろん、毎日それを読むことを楽しみにしています。そんなA君の家族が引越しをすることになりました。ギリギリまでワンピースを読んでいるA君。しかし、いよいよ荷物を全て運び出すことに。しかし、とてもではありませんが、81巻全部を手を持って運ぶことはできません。そこで、ワンピース81巻分を段ボールに梱包。しばしのお別れです。でも、運搬するにはとっても便利になりました。しばらくすると、新しい家に到着。A君はワンピースの入った段ボールを手に分の部屋に移動し、早速段ボールを開けてワンピースを読み始めました。

「DNAの情報を読み取ること（＝適切なタンパク質を合成すること）」は、細胞にとって必要不可欠なことであり、太く短い染色体に凝縮させることはこの活動を一時的に止めることになるので細胞にとってはあまり好ましくないことです。しかし、きちんとDNAを分配するためには、運びやすくすることが最優先されるので、太く短く凝縮させる必要があります。DNAの分配が終了すると、すぐにその情報を読み取ってタンパク質合成を再開させたいので、再び染色体をほぐす必要があるのです。