

## DNAの構造と複製～相補性があるから複製しやすい

### 目的

- DNAはヌクレオチドが糖とリン酸の間の共有結合により多数結合してできた鎖状の分子であり、二重らせん構造をとっていることがわかる。
- DNAには相補性があり、AとT、GとCが相補的な塩基であることがわかる。
- 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。
- DNA複製のしくみについて、リーディング鎖とラギング鎖の違いを含めて説明することができる。
- PCR法によって人工的にDNAのある特定の部分を素早く大量に複製できることがわかる。

課題1 核酸について、以下の内容を確認せよ。

- ①ヌクレオチドの構造（糖、リン酸、塩基）
- ②DNAの構造（二重らせん構造、5'末端、3'末端）
- ③RNAとDNAの違い（糖、塩基、1本鎖 or 2本鎖）

課題2 教科書P98図3を見て、共有結合、水素結合がそれぞれどこに存在しているか確認せよ。

課題3 教科書P100図4の内容を、以下のキーワードを基に確認せよ。

半保存的複製    リーディング鎖    ラギング鎖    プライマー    岡崎フラグメント  
DNAリガーゼ    DNAポリメラーゼ    相補性    5' → 3' 方向

課題4 教科書P102参考「複製の開始」を読み、真核生物と原核生物のDNA複製の違いを説明せよ。

課題5 教科書P102発展「DNA末端の複製」を読み、テロメアと細胞分裂の関係を説明せよ。

課題5 教科書P103思考学習「メセルソンとスタールの実験」を読み、考察1、考察2に回答せよ。

課題6 教科書P132～P133を読み、PCR法に関して以下の問いに答えよ。

- ① 反応には以下のものを試験管に入れておく必要がある。それぞれ何のために必要か説明せよ。
  - ・増やしたい塩基配列を含む2本鎖DNA
  - ・大量のプライマー（短い1本鎖DNA）
  - ・4種類のヌクレオチド
  - ・DNAポリメラーゼ

- ② PCR法では、95℃→60℃→72℃と3種類の温度変化を繰り返すことによりDNAを増幅することができる。それぞれの温度で反応させることにはどのような意味があるか説明せよ。
- ③ 教科書P132問2、教科書P133考察①②に回答せよ。

### 確認しておきたい用語

核酸 リン酸 糖 塩基 ヌクレオチド DNA (デオキシリボ核酸) RNA (リボ核酸)  
アデニン (A) チミン (T) グアニン (G) シトシン (C) ウラシル (U)  
5' 末端 3' 末端 二重らせん構造 半保存的複製 メセルソン スタール  
DNAポリメラーゼ (DNA合成酵素) リーディング鎖 DNAリガーゼ ラギング鎖  
岡崎フラグメント プライマー テロメア

### (生物基礎の復習：細胞周期)

グリフィス エイブリー 肺炎双球菌 形質転換 ハーシー チェイス バクテリオファージ  
シャルガフ ワトソン クリック 細胞周期 分裂期 間期 G<sub>1</sub>期 (DNA合成準備期)  
S期 (DNA合成期) G<sub>2</sub>期 (分裂準備期) M期

## 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

なぜ塩基には相補性があるのか考察せよ（なぜペアが決まっているのか？他の塩基とはペアにならないのか？）。

### 発展課題2

DNAの2本鎖をほどいて1本鎖にする温度が、「GC含量」によって異なる。これはなぜか考察せよ。

### 発展課題3

映画「ジュラシックパーク」では、どのようにして現代に恐竜を復活させたのか、以下の①～④に触れて考察せよ。

①なぜ恐竜のDNAを入手できると恐竜が復活できるのか？

②どこから恐竜のDNAをとってきたのか？

③とってきたDNAはところどころ欠けていたりして不完全なものである。不完全なDNAを使うと何がまずいのか？（塩基が一つ別な塩基に置き換わると？？塩基が一つ欠失すると？？）

④DNAが手に入っても、遺伝情報を実際に読み取って働かせるための「細胞」がないと恐竜は誕生しない。この問題をどうやって解決したか？

### 発展課題4

遺伝子の本体がDNAだとわかるまでは、多くの遺伝学者は、遺伝物質はタンパク質に違いないと考えていた。これはなぜか考察せよ。

### 発展課題5

DNAの複製と分配の過程では、どのようなミスがありうるか。また、その結果どのような影響がありうるか考察せよ。

## 発展課題 6

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 7

複製には、DNAの構成成分であるヌクレオチドが必要であるが、そもそも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 8

半保存的複製を証明したメソルソンとスタールの実験を理解したうえで、もしDNA複製様式が保存的複製（全く新しいDNAの二本鎖がつくられる）、分散的複製（もとのDNAと新たに合成されたDNAがモザイク状につながる）だとすると、結果がどのように変わっていた考察せよ。

## 発展課題 9

全ての体細胞は同じ遺伝情報を持っていることはどのように証明できるか、実験計画のアイデアを1つ提案せよ。

## 発展課題 10

DNAを増やす方法には、大腸菌の持つDNA複製の能力を利用する方法もあるが、PCR法のほうが、「簡単に」「素早く」「大量に」DNAを増やすことができる。これはなぜか、大腸菌を用いた方法との違いがわかるように説明せよ。

## 発展課題 11

PCR法では、なぜ望む部分だけを特異的に増幅することができるのか考察せよ。

## 発展課題 12

PCR法で温度変化サイクルを30回繰り返すと、理論上のDNAの増幅率ではなく、実際には数百万倍で頭打ちになってしまう。これはなぜか考察せよ。

## 発展課題 13

PCRで使用するDNAポリメラーゼは、ヒトの持つDNAポリメラーゼとは異なる、ある特殊な性質をもつ。それはどのような性質か考察せよ。また、そのような性質を持つDNAポリメラーゼはどのように手に入れることができるか考察せよ。

## 発展課題 14

DNAの伸長は、5' → 3' の方向にしか起こらない。3' → 5' の方向にDNAを伸長するシステムにはどのような問題があるか考察せよ。