

## は じ め に

大学入学共通テスト対策をする上で最も重要なことは、限られた時間をいかに有効に使うかということです。本書は、実戦的な単元別演習で、短期間に共通テスト生物対策を行うことができる問題集です。

### ◆本書の特長と効果的な利用法◆

#### ①3段階の難易度表記

本書では、従来の共通テストの問題の難易度を参考に、問題番号の左上に

無印…やや易      ★…標準      ★★…やや難

の3段階で難易度を表示しています。まずは、標準的な★の問題が確実に解けるようにしましょう。

#### ②出題の傾向を踏まえた問題で万全の入試対策

本書は、従来の共通テストの問題を徹底研究し、学習効果を高めるための問題を収録しています。知識中心の問題だけでなく、読解力や考察力が要求されても対応できるよう思考型の問題も数多く収録しました。共通テストの形式に慣れておくことで、余裕をもって試験に臨めるでしょう。

#### ③苦手分野があれば「基本事項総まとめ」で総チェックできる

特定分野が苦手な場合は、そこから対策を始めてみましょう（分野の詳細は目次や「出題分野一覧表」で確認できます）。一回目の学習で全てを理解できなくともあわてる必要はありません。解説を熟読して確実な理解に努めましょう。

基本事項の総チェック用に、問題編に「基本事項総まとめ」を用意しました。適宜参照してください。

#### ④わかりやすい論理的解説

正解の選択肢だけでなく、それ以外の選択肢についても、「なぜその選択肢を選んではいけないのか」を丁寧に解説しました。考察問題については、正解に至る過程が詳しく説明されていますので、論理的な考え方が身につきます。

#### ⑤自己採点ができる小問配点表示（別冊解答・解説編）

別冊解答・解説編の冒頭に「配点・正解一覧表」を用意しました。

# 出題分野一覧表

●レベル表記について：無印…やや易 ★…標準 ★★…やや難

## 第1章 生物の進化

問題番号	レベル	主 題	問題番号	レベル	主 題
第1問	★	生物の誕生と生物の変遷	第8問	★	タンパク質、細胞骨格
第2問	★	減数分裂	第9問	★	代謝と酵素
第3問	★	集団の遺伝子頻度の変化	第10問	★	呼吸
第4問	★	進化のしくみ	第11問	★	異化、アルコール発酵
第5問	★	人類の進化	第12問	★	ミトコンドリア
第6問	★	系統分類	第13問	★★	光合成
第7問	★	分子進化	第14問	★	ATP合成

## 第2章 生命現象と物質

## 第3章 遺伝情報の発現と発生

問題番号	レベル	主 題	問題番号	レベル	主 題
第15問	★	DNAの構造	第22問	★	発生のしくみ
第16問	★	DNAの複製	第23問	★	形態形成を調節する遺伝子
第17問	★	原核生物の遺伝子発現	第24問	★	分化と遺伝子発現
第18問	★★	遺伝情報の発現	第25問	★	PCR法
第19問	★	ラクトースオペロン	第26問	★★	遺伝子操作
第20問	★	配偶子と受精	第27問	★	遺伝子組換え
第21問	★	両生類の受精と発生	第28問	★	バイオテクノロジー

## 第4章 生物の環境応答

問題番号	レベル	主 題	問題番号	レベル	主 題
第29問	★	眼・耳のはたらき	第35問	★	光屈性とオーキシンの性質
第30問	★★	伝導と伝達	第36問	★	植物ホルモンに関する実験
第31問	★★	筋収縮	第37問	★	種子の発芽
第32問	★	膜電位の変化と中枢神経系	第38問	★★	光周性、花芽分化
第33問	★★	動物の行動に関する実験	第39問	★	植物の光応答
第34問	★★	神経系、伝導と伝達	第40問	★	重複受精、花の形態形成

## 第5章 生態と環境

問題番号	レベル	主 題	問題番号	レベル	主 題
第41問		個体群の成長曲線、生存曲線	第46問	★	炭素循環と物質生産
第42問	★	種内・種間関係	第47問	★	窒素循環とエネルギー
第43問		標識再捕法	第48問	★	窒素代謝
第44問	★	生物の相互作用	第49問	★	生物多様性
第45問	★	生態系の物質生産			

# 目 次

はじめに

出題分野一覧表

◆基本事項総まとめ◆	6
■第1章■ 生物の進化	46
(第1問～第7問)	
■第2章■ 生命現象と物質	74
(第8問～第14問)	
■第3章■ 遺伝情報の発現と発生	100
(第15問～第28問)	
■第4章■ 生物の環境応答	158
(第29問～第40問)	
■第5章■ 生態と環境	206
(第41問～第49問)	

※解答・解説は別冊です。

★第8問 次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1～3)に答えよ。

[解答番号 1 ～ 3] (配点 11)

A グルコースは、ヒトにとって重要なエネルギー源となる物質であり、たとえ小腸内腔のグルコース濃度が低くとも、体内へ積極的に取り込む必要がある。そのため、小腸内腔から小腸上皮細胞を経て、組織液へ効率的に輸送されるしくみが存在する。このグルコース輸送には、次に示す3種類の膜タンパク質がはたらく。

タンパク質Ⅰ；ナトリウム－カリウム ATP アーゼ。組織液と比較して、細胞内の $\text{Na}^+$ 濃度を低く、 $\text{K}^+$ 濃度を高く維持することにはたらく。

タンパク質Ⅱ； $\text{Na}^+$ を受動輸送する際に、それと同じ方向にグルコースを濃度差に逆らって輸送することができる。

タンパク質Ⅲ；グルコースの、濃度勾配に従った受動輸送にはたらく。

これらの膜タンパク質の小腸上皮細胞の細胞膜上での分布は、一様ではなく、領域XやYに局在することが知られている。

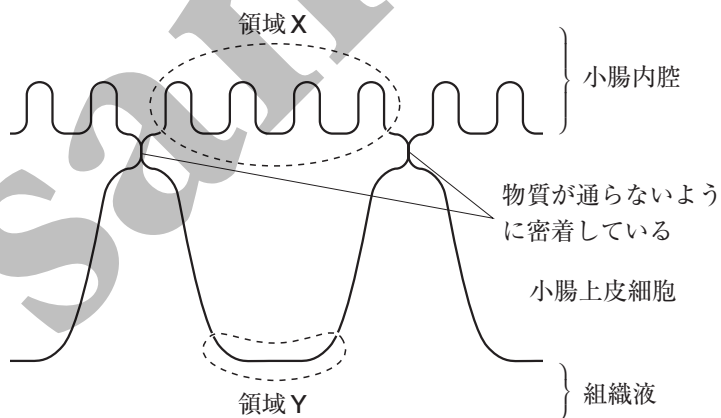


図 1

問1 図1中の、領域XとYには、タンパク質Ⅰ～Ⅲのいずれが局在分布していると考えられるか。その組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 1

	X	Y
①	Ⅰ	Ⅱ, Ⅲ
②	Ⅰ, Ⅱ	Ⅲ
③	Ⅰ, Ⅲ	Ⅱ
④	Ⅱ	Ⅰ, Ⅲ
⑤	Ⅱ, Ⅲ	Ⅰ
⑥	Ⅲ	Ⅰ, Ⅱ

**B** 細胞の中には細胞骨格とよばれる細い繊維状の構造物があり，細胞の形の維持や，細胞や細胞内構造物の移動に関与している。細胞骨格には微小管やアクチンフィラメントなどが含まれる。微小管はチューブリンという球状タンパク質の二量体が重合してできた，プラス(+)端とマイナス(-)端のある細い管である。これに関して次のような**観察**を行った。

**観察** ある種の魚は背景の明るさによって体色を変化させる。この反応は色素胞という巨大細胞の中で，黒色の色素顆粒が微小管に沿って移動し，集合または分散することによって生じる。色素胞では微小管の一端は核の近くにある中心体へ向かい，+端は細胞の周辺部へ向かっている。色素顆粒にはタンパク質Xが結合し，このタンパク質が微小管の上を移動することによって色素顆粒を運ぶ。このしくみを調べるために，ある条件下でタンパク質Xをシリコンビーズに結合させ，単離した微小管にのせて移動の様子を記録した(図1)。

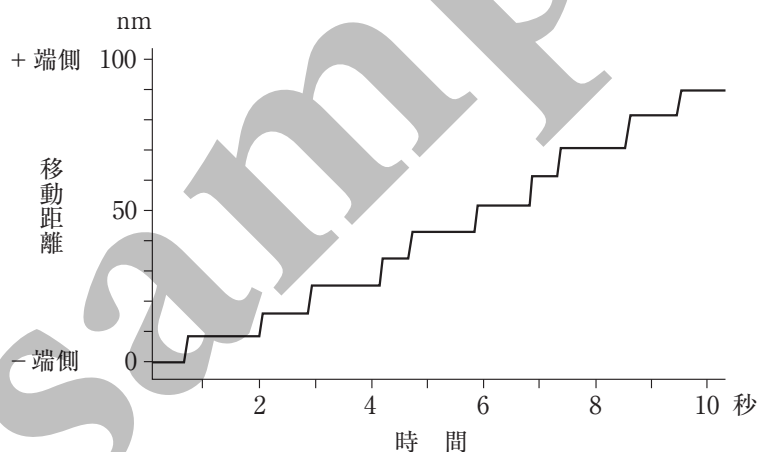


図 1

問2 観察に関する説明として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ  
選べ。 2

- ① タンパク質Xは微小管の＋端側から－端側へだけ移動する。
- ② タンパク質Xは体色を濃くするのにはたらく。
- ③ タンパク質Xは色素顆粒の集合にはたらく。
- ④ 移動速度はおよそ 90 nm/ 秒である。
- ⑤ すべるような滑らかな運動である。

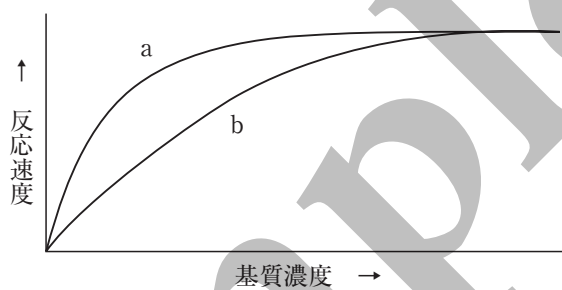
問3 タンパク質X以外にも細胞骨格上を移動するタンパク質が存在する。その  
ようなタンパク質として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選  
べ。 3

- ① アクチン
- ② ケラチン
- ③ カドヘリン
- ④ フィブリン
- ⑤ ミオシン

★第9問 次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1～5)に答えよ。

〔解答番号 1 ～ 6 〕(配点 18)

A 生体内では、多数の化学反応が進行しており、その全体を代謝という。代謝は、  
(a) 複雑な物質を単純な物質に分解する異化と、(b) 単純な物質を複雑な物質に合成する同化に分けられる。生体内での化学反応は酵素によって触媒される。精製した酵素を一定濃度で含む反応液に、様々な濃度で基質を加え、温度や pH を最適にした条件で反応速度を測定した結果をグラフにすると、図1の曲線aのようになる。また、(c) 同様の実験を、条件を一つだけ変えて行くと曲線bが得られる。





問1 下線部(a)に関連して、次の文章中の **ア** ～ **ウ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑧のうちから一つ選べ。 **1**

アルコール発酵では、グルコースが **ア** になる過程で ATP が生産され、**ア** がエタノールになる過程で、**イ** が消費されて、**ウ** が放出される。

	ア	イ	ウ
①	オキサロ酢酸	$\text{NAD}^+$	二酸化炭素
②	オキサロ酢酸	$\text{NAD}^+$	水
③	オキサロ酢酸	$\text{NADH}$	二酸化炭素
④	オキサロ酢酸	$\text{NADH}$	水
⑤	ピルビン酸	$\text{NAD}^+$	二酸化炭素
⑥	ピルビン酸	$\text{NAD}^+$	水
⑦	ピルビン酸	$\text{NADH}$	二酸化炭素
⑧	ピルビン酸	$\text{NADH}$	水

問2 下線部(b)に関連して、植物の光合成のしくみに関する記述として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **2**

- ① チラコイド内腔に存在する光化学系によって水が分解される。
- ② 光化学系Ⅰのはたらきによって酸素が放出される。
- ③ 光化学系Ⅱのはたらきによって  $\text{NADPH}$  が生産される。
- ④ チラコイド膜を介した水素イオンの濃度勾配は、ATP を利用して形成される。
- ⑤ クロロフィルは緑色の光をよく吸収して、光合成に利用する。
- ⑥ 二酸化炭素を固定するルビスコは、ストロマに存在する。

問3 下線部(c)に関して, 図1の曲線bが得られる条件として最も適当なものを, 次の①～⑥のうちから一つ選べ。 3

- ① 活性部位に可逆的に結合し触媒作用を受けない物質が, 一定濃度で混在する。
- ② 活性部位に可逆的に結合し触媒作用を受けない物質が, どの基質濃度であっても, 基質と等濃度で混在する。
- ③ 活性部位に不可逆的に結合し触媒作用を受けない物質が, 一定濃度で混在する。
- ④ 活性部位に不可逆的に結合し触媒作用を受けない物質が, どの基質濃度であっても, 基質と等濃度で混在する。
- ⑤ 活性部位とは異なる部位に結合し酵素の活性を高める物質が, 一定濃度で混在する。
- ⑥ 活性部位とは異なる部位に結合し酵素の活性を高める物質が, どの基質濃度であっても, 基質と等濃度で混在する。

**B** トリプシンは、キモトリプシンやペプシンとともに、消化管中で食物のタンパク質を加水分解する酵素である。タンパク質は、多種類のアミノ酸が多数鎖状に連結した大きな分子であり、アミノ酸間の結合が加水分解されることで小さな分子の断片に分解(断片化)される。そこで、これらの酵素のはたらきを比較するために、あるタンパク質(P)の均質な溶液に酵素を添加し、pH 8.0, 37℃に保ってPから生じる断片数の時間変化を調べた。

トリプシンを一定量添加した場合には図1と図2のオの結果が得られた。これらの二つの図は、Pのアミノ酸間の結合がすべて加水分解されたときに生じる断片数を100%とした相対値を、グラフのスケールを変えて示したものである。キモトリプシンを一定量添加した場合にもトリプシンと同じオが得られたが、ペプシンを添加した場合には断片数の増加は認められなかった(図1の力)。一方、前と同じ量のトリプシンとキモトリプシンを同時に添加した場合には、図1のキが得られた。Pを濃塩酸中で100℃に加熱した場合には、図1のクが得られた。

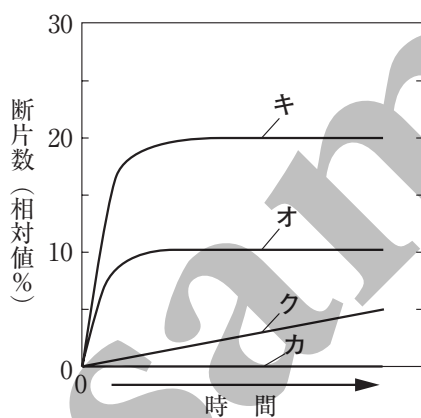


図 1

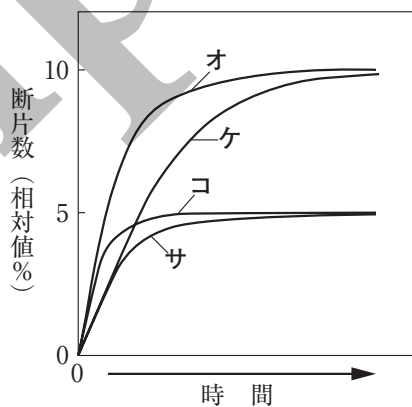


図 2

問4 トリプシンの添加量を2分の1にして反応を行うとすると、図2のどのようなグラフが得られると予測されるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

① オ

② ケ

③ コ

④ サ

問5 実験結果からわかることとして適当なものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 5 6

- ① 濃塩酸を用いるよりも、トリプシンやキモトリプシンを用いる方が、Pをアミノ酸にまで速やかに分解することができる。
- ② トリプシンとキモトリプシンの反応では、Pからはほぼ同数のアミノ酸が生じる。
- ③ 1分子のPから生じる断片の数は、トリプシンとキモトリプシンの場合でほぼ同じである。
- ④ ペプシンはトリプシンまたはキモトリプシンと共存すれば、Pを分解することができる。
- ⑤ トリプシンとキモトリプシンは、Pを異なる箇所 で切断する。
- ⑥ トリプシン、キモトリプシンによる反応のいずれにおいても、約90%のPが断片化されずに残る。

のタンパク質とアミノ酸が1つだけ異なるタンパク質ができる。

・置換した部分が終止コドンになったため変異前よりアミノ酸が少ないタンパク質ができる。

の3種類の可能性がある。よって、それぞれ適当である。

④、⑤ 塩基1か所の欠失や挿入が起こると、暗号の読み枠がずれるフレームシフトが起こり、変化したところから指定されるアミノ酸が大きく異なるタンパク質ができる。または、読み枠がずれたことで途中で終始コドンができ、アミノ酸数が少ないタンパク質ができる。などの可能性はあるが、変異がタンパク質のアミノ酸を指定する塩基配列の中央付近で起こるという条件からアミノ酸が1つだけ異なるタンパク質ができることはない。よって、④は誤り、⑤は適当である。

#### ポイント

##### 突然変異

##### 遺伝子突然変異

置換、欠失、挿入

##### 染色体突然変異

構造的な変化…重複、転座、欠失、逆位

異数化

倍数化

#### 問2 ② 正解⑥

核内のDNAはヒストンに巻きついてヌクレオソームをつくり、ヌクレオソームは数珠状につながったクロマチン繊維とよばれる構造をつくるが、ミトコンドリアや葉緑体のDNAはヒストンとともに存在しない。よって、⑥は誤り。なおシトクロムcはヘモグロビンなどと同様、鉄を含むヘムとよばれる有機物と複合したタンパク質で、ミトコンドリア内膜で電子を伝達するはたらきを果たすタンパク質である。シトクロムcはミトコンドリアをもつ真核生物すべてに存在し、またミトコンドリアの起源となったものと近縁な好気性細菌にも存在する。

#### 問3 ③ 正解①

DNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列の変化は一律に起こるのではなく、生物の形質への影響が少ない場合は進化速度が大きく、重要な機能に関係する遺伝情報の場合は進化速度が小さい。これは、重要なタンパク質の機能が失われると、そのような変位をもった個体は生存・繁殖できないことが多いので、その変異は子孫に伝わりにくいからである。フィブリノペプチドはフィブリノーゲンからフィブリンができる際に除かれる部分なので、変異が起こってもフィブリンの機能に影響がない。よって、進化速度はヘモグロビン、シトクロムc、

ヒストンより大きいと考えられ、グラフの傾きはヘモグロビンより大きい。

#### 問4 ④ 正解③

分岐して、生物それぞれの遺伝子に突然変異が起こることで、遺伝子の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列に違いが生じる。よって、分岐してからの時間が長いほど特定のタンパク質のアミノ酸配列の違いが大きくなると考えられる。よって、ヘモグロビンα鎖のアミノ酸の違いが最も小さい(17個)ヒトとウシは、共通祖先が分岐してからの時間が最も短い。また、それぞれの変異によるアミノ酸の変化の合計が17個なので、それぞれ8.5個ずつのアミノ酸が変化したと考えられる。

#### 問5 ⑤ 正解②

生物が分岐後の時間に比例してアミノ酸の違いの数が大きくなるので、表の数をもとにヒトと分岐時期が短い順に並べると、ウシ、ウサギ、カモノハシ、イモリ、コイとなる。よって、アはカモノハシ、イはイモリになる。

#### 問6 ⑥ 正解③

カモノハシはヒトだけでなくウシ、ウサギそれぞれと同じ時期に分岐している。より正確な時期を推定するためにはそれぞれのアミノ酸の違いを平均して求めるとよい。よって、アミノ酸の違いの数は

$$\frac{37 + 43 + 49}{3} = 43$$

なので、それぞれが分岐してから  $\frac{43}{2} = 21.5$  ずつ変化したことになる。

アミノ酸1個の変化に1000万年かかるとあるので、 $21.5 \times 1000 \text{ 万} = 2 \text{ 億 } 1500 \text{ 万年前}$ になる。

## 第8問

### 〈出題意図と着眼点〉

細胞膜にある輸送タンパク質、微小管上を移動するタンパク質Xに関する問題である。

### 〈解説〉

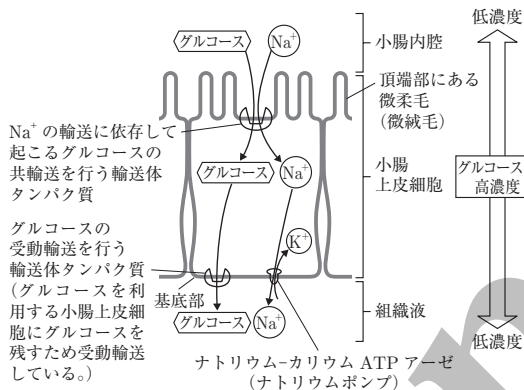
#### 問1 ① 正解④

小腸上皮細胞におけるグルコース取り込みについての詳細な知識を求めているわけではなく、細胞膜に存在する物質輸送にはたらくタンパク質についての教科書レベルの基礎知識が備わっていれば、あとは問題文の丁寧な読み取りで対応できる。まず、タンパク質I(ナトリウム-カリウムATPアーゼ、すなわちナトリウムポンプ)は、組織液と比較して、細胞内の $\text{Na}^+$ 濃度を低く維持することにはたらくというのだから、これは組織液に面している領域Yに分布していると推測できる。また、タンパク質Ⅲはグルコースの受動輸送にはたらくのだから

ら、これが領域Xにあっても小腸内腔から小腸上皮細胞内へグルコースを濃度勾配に逆らって取り込むことには役立たない。領域Xには、タンパク質Ⅱのようにグルコースを濃度差に逆らって輸送するはたらきをもつタンパク質が配置されているはずである。小腸上皮細胞内の $\text{Na}^+$ 濃度がタンパク質Ⅰのはたらきによって小腸内腔よりも低く維持されれば、タンパク質Ⅱによって、 $\text{Na}^+$ をその濃度勾配に従って小腸内腔から小腸上皮細胞内へ受動輸送することに伴い、同方向にグルコースを濃度勾配に逆らって運ぶことができる。そして、この条件の下でタンパク質Ⅲが領域Yに存在すれば、グルコースは小腸上皮細胞から組織液へ受動輸送で効率的に運ばれることとなる。

#### ポイント

##### 小腸の物質輸送におけるナトリウムポンプの役割



ナトリウムポンプによって小腸上皮細胞内の $\text{Na}^+$ 濃度は、小腸内腔や組織液に比べて低く維持される。このため、小腸内腔から小腸上皮細胞への $\text{Na}^+$ の濃度勾配に従った輸送に伴い、小腸内腔のグルコース濃度の高低によらずグルコースを小腸上皮細胞内へ取り込むことができる。また、グルコースは、その濃度勾配に従って小腸上皮細胞から組織液に輸送される。

#### 問2 2 正解②

色素顆粒が集合すると、光が透過する部分が多くなるため体色は薄くなり、色素顆粒が分散すると、透過する光が妨げられるため、体色は濃くなる。タンパク質Xは色素顆粒を微小管の一端から+端方向に移動させるが(①は誤り)、一端は核の近く、+端は周辺部にあるため、キネシンによって色素顆粒が分散することで体色は濃くなる(②は正しい、③は誤り)。なお、10秒で90nm移動しているので移動速度は9nm/秒程度で、滑らかな運動ではない(④、⑤は誤り)。

#### 問3 3 正解⑤

骨格筋の細胞内にはアクチンフィラメントの上をミオシンが移動することで筋収縮がおこる。

#### ポイント

##### 細胞骨格

微小管…チューブリン(球状タンパク質)から構成される。

中間径フィラメント…ケラチンなどの繊維状タンパク質から構成される。

アクチンフィラメント…アクチン(球状タンパク質)から構成される。

太さは微小管>中間径フィラメント>アクチンフィラメント

#### 第9問

##### 〈出題意図と着眼点〉

酵素のはたらきに関する問題である。

##### 〈解説〉

#### 問1 1 正解⑦

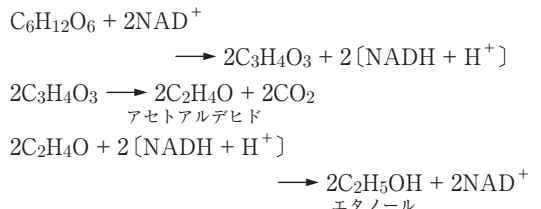
代謝は、大きく異化と同化に分けられ、異化は、酸素を利用する呼吸と利用しない発酵に分けられる。アルコール発酵では、解糖系でグルコースがピルビン酸(ア)に変えられた後、ピルビン酸は脱炭酸反応でアセトアルデヒドに、アセトアルデヒドはNADH(イ)を消費する還元反応でエタノールに変えられる。脱炭酸反応で二酸化炭素(ウ)が放出されることも覚えておきたい。

#### ポイント

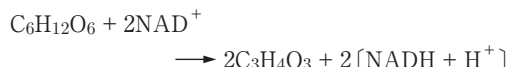
##### 解糖系：

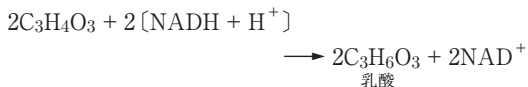


##### アルコール発酵：



##### 乳酸発酵：





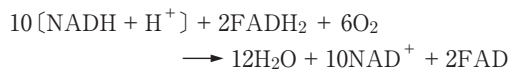
### ポイント



クエン酸回路：



電子伝達系：



## 問2 2 正解⑥

光合成は、チラコイドでの反応とストロマでの反応から成り立っている。

① 誤り。光化学系は、チラコイド内腔ではなく、チラコイド膜に存在する。

② 誤り。水を分解し酸素を放出するのは、光化学系Ⅱのはたらきによる。

③ 誤り。NADPHを生成するのは、光化学系Ⅰのはたらきによる。

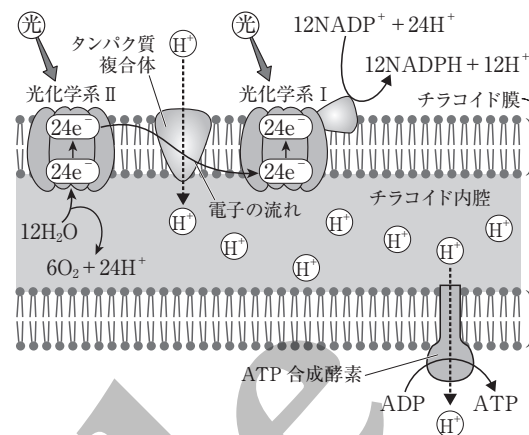
④ 誤り。チラコイド膜を介した水素イオンの濃度勾配を利用して、ATPが合成される。

⑤ 誤り。クロロフィルは青色や赤色の光をよく吸収する。クロロフィルが緑色に見えるのは、緑色を吸収しにくいためである。

⑥ 正しい。

### ポイント

#### チラコイドでの反応のしくみ



## 問3 3 正解①

図1の曲線bは、基質濃度が低い範囲では反応速度が小さいが、最大反応速度は同じであることを示しており、このような結果となることが予想される条件の変更は、一定濃度の競争的な阻害物質を添加した場合である(よって①が正解)。なお、選択肢の「活性部位に可逆的に結合し触媒作用を受けない物質」は競争的な阻害物質を表している。

② 競争的な阻害物質を常に基質と等濃度加える条件なので、最大反応速度が阻害物質を添加しないときと等しくならない。

③・④ 阻害物質が活性部位に不可逆的に結合してしまうと、酵素濃度が低下したことと同様の結果(全体として速度が低下する)になる。

⑤・⑥ 「活性を高める」物質だとすれば、bの曲線はaの曲線より上にあるはずであり、適当ではないと判断できる。「活性部位とは異なる部位」をアロステリック部位と考えた場合、活性を低くする物質が結合してもbのようにはならず、活性部位の基質との親和性が変化するのでグラフの曲線がS字になる可能性が高い。

### ポイント

酵素反応液に一定濃度の競争的な阻害物質が存在する場合

基質濃度が低い範囲では

活性部位には基質と阻害物質のどちらかが結合する

基質濃度が高い範囲では

活性部位には主に基質が結合する



基質濃度が非常に高い範囲では活性部位にはほとんど基質が結合する

問4 **4** 正解②

酵素を2分の1にして実験を行った場合、生じる断片数は同じだが反応速度は遅くなるため、最終的に到達する高さは同じで反応初期の傾きがゆるやかなグラフになる。

問5 **5** **6** 正解③・⑤(順不同)

問題文にトリプシンとキモトリプシンは、タンパク質を「小さな分子の断片に分解」する酵素であること、グラフの縦軸は「アミノ酸間の結合がすべて加水分解されたときに生じる断片数を100%」とすることが示されている。グラフの断片数10%とは、例えばタンパク質Pが100個のアミノ酸からなり、一様に分解されたとすると、アミノ酸が平均10個つながったペプチドが10個生じたことを示している。このことからトリプシンとキモトリプシンは、タンパク質(P)をより短いペプチドに分解するはたらきをもつことがわかる。また、トリプシン、キモトリプシンが単独でPを分解した場合には断片数は10% (③は正しい)だが、両者で同時にPを分解した場合には断片数は20%になっている。このことからトリプシンとキモトリプシンは、それぞれ異なる箇所ですべてPを分解していることがわかる(⑤は正しい)。

① トリプシン、キモトリプシンはタンパク質をアミノ酸まで分解しているわけではないので、誤り。なお、濃塩酸を用いた場合には、時間はかかるがタンパク質をアミノ酸にまで分解することができる。

② ①と同様、Pから生じる断片はアミノ酸ではないので、誤り。

④ 実験からはこのようなことは推測できないし、実際このようなことはないので、誤り。

⑥ これらの酵素はタンパク質Pを「小さな分子の断片に分解」する酵素であることから示唆されるが、90%が断片化されずに残っているわけではないので、誤り。

なお、タンパク質分解酵素はタンパク質分子内のペプチド結合を切断するが、隣り合うアミノ酸の性質によって、切断できる場所とそうでない場所があることが知られている。

**ポイント**

**酵素の性質**

1. 基質特異性…特定の酵素は特定の基質とのみ反応する。

2. 最適温度…酵素には最もよくはたらく温度がある。

3. 最適pH…酵素には最もよくはたらくpHがある。

**おもなタンパク質分解酵素**

ペプシン…タンパク質→ポリペプチド

トリプシン…ポリペプチド→(より短い)ポリペプチド

キモトリプシン…ポリペプチド→(より短い)ポリペプチド

ペプチダーゼ…ポリペプチド→アミノ酸

**第10問**

〈出題意図と着眼点〉

呼吸に関する問題である。

〈解説〉

問1 **1** 正解⑥ **2** 正解⑧

呼吸は3つの過程に分けられ、1分子のグルコースは次のように分解されていく。真核細胞の場合第一過程の解糖系は細胞質基質で進行し、グルコースが2分子のピルビン酸に分解される過程で2分子のATP、2分子のNADHと $H^+$ が生じる。第二過程のクエン酸回路はミトコンドリアのマトリックスで進行し、2分子のピルビン酸がさまざまな有機酸に変化する過程で2分子のATP、8分子のNADHと $H^+$ 、2分子の $FADH_2$ および二酸化炭素( $6CO_2$ )が生じる(下線部(a))。第三過程の電子伝達系はミトコンドリアの内膜で進行し、NADHと $FADH_2$ のもつ電子が伝達される際に生じるエネルギーを用いて $H^+$ の濃度勾配が形成され、電子は最終的に $H^+$ と酸素( $6O_2$ )と反応して水( $12H_2O$ )が生じる(下線部(b))。この $H^+$ の濃度勾配を利用して最大34分子のATPが合成される。

問2 **3** 正解⑨ **4** 正解⑥

呼吸とアルコール発酵の反応式は以下のようになる。

呼吸  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \rightarrow 6CO_2 + 12H_2O$

アルコール発酵  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$

エタノールの生成が見られなかった場合、呼吸だけが行われていることになり、グルコース1分子あたり6分子の酸素が消費され、6分子の二酸化炭素が生成する(⑨が正解)。

一方、1分子のエタノールが生成すると、アルコール発酵で0.5分子のグルコースが消費されたことになり、全体で1分子のグルコースが消費されたのであれば、呼



# 基本事項総まとめ

## I. 生物の進化と系統

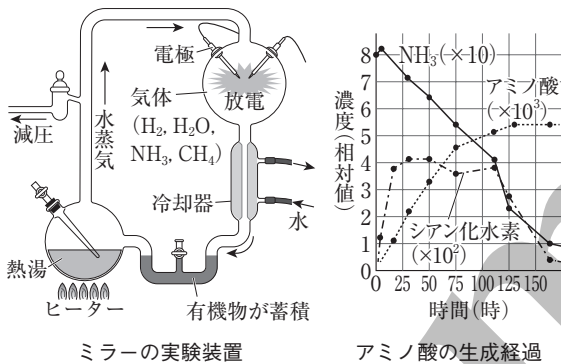
### ① 生命の起源と生物の進化

#### ◆有機物の生成と生命の誕生

1 地球の誕生 約 46 億年前

2 有機物の生成 (化学進化)

- ① 熱水噴出孔 海洋底にみられ、熱水の他、硫化水素、水素、アンモニア、メタンなどが噴出している。
- ② 有機物の生成 熱水噴出孔のような環境で、タンパク質や核酸などが生成された。
- ③ ミラーの実験 ミラーが想定した原始大気の成分としての水、メタン、アンモニア、水素からアミノ酸などが生成されることを示した実験。



3 有機物から生命へ

- ① RNA ワールド RNA が自己複製と代謝を担っていた時代と、RNA が自己複製、タンパク質が代謝を担うようになった時代。
- ② DNA ワールド タンパク質が代謝、RNA より安定な DNA が自己複製を行うようになった時代。
- ③ 細胞の起源 リン脂質の膜で包まれた中に、RNA が取り込まれて細胞が生じ、後に、自己複製は DNA、代謝はタンパク質で行うように進化した。

#### ◆生物の変遷

1 生物の出現 約 40 億年前と考えられている。

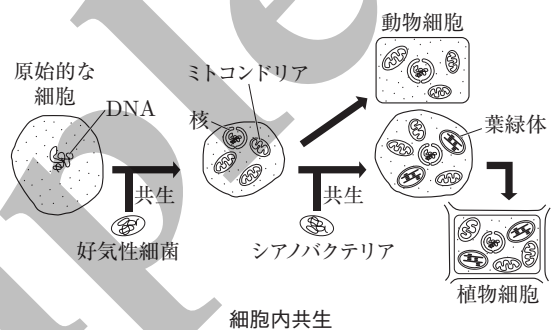
- ① 最古の化石 約 35 億年前のオーストラリアの岩石から発見された細菌に似た原核生物。
- ② 最初の生物 従属栄養生物という考えと、化学合成細菌などの独立栄養生物もいたという考えがある。
- ③ 初めて光合成を行った生物 水ではなく硫化水素や水素を用いて有機物を合成する細菌 (光合成細菌)。

④ シアノバクテリアの繁栄 約 27 億年前、水を用いた光合成を行い、酸素を海水中に放出。放出された酸素は、海水中の鉄分を酸化して沈殿。縞状鉄鉱層を形成。やがて鉄分がなくなると海水中の酸素は急増、大気中へ放出されるようになる。

⑤ 好気性細菌の出現 約 22 億年前。酸素濃度の上昇にともない、呼吸を行う細菌 (好気性細菌) が出現した。

⑥ 真核生物の出現 20 億年前、最古の化石は藻類。

⑦ 細胞内共生説 (マーグリス 1970 年) 原始的な細胞に、好気性細菌が共生してミトコンドリアに、シアノバクテリアが共生して葉緑体になったという説。根拠として、独自の DNA をもち、分裂して増殖、二重膜であることなどがあげられる。



### 2 海での多細胞生物の繁栄

① 多細胞生物の出現 (先カンブリア時代)

ア 最初が多細胞生物 約 10 億年前に出現

イ エディアカラ動物群 約 6.5 億年前に出現。クラゲのような柔らかく、運動能力の低い動物群。

② 海産無脊椎動物の繁栄 (古生代)

ア バージェス動物群 約 5.4 億年前 (カンブリア紀) に出現。三葉虫など、現在みられるほとんどの動物門が出現した (カンブリア紀の大爆発)。

イ 三葉虫の絶滅 古生代末 (ペルム紀) に絶滅。

③ 脊椎動物の出現 (古生代)

ア 初期の脊椎動物 カンブリア期末。無顎類。

イ 魚類の出現 オルドビス紀。魚類には顎がある。

ウ 魚類の繁栄 デボン紀になると、遊泳力の優れた軟骨魚類や硬骨魚類が繁栄した。

### 3 生物の陸上進出 (古生代)

① オゾン層の形成 カンブリア期末ごろ、オゾン層ができ、生物が地上で生活できるようになった。

② 植物の陸上進出

ア 最古の陸上植物 シルル紀、クックソニア。

イ シダ植物の繁栄 デボン紀には、維管束のある

リニアが出現し、石炭紀になると、リンボクやロボクなどの木生シダが湿地帯に大森林を形成。

ウ 種子植物の出現 デボン紀後期。裸子植物。

### ③動物の陸上進出

ア 無脊椎動物の陸上進出 シルル紀、昆虫類。

イ 脊椎動物の陸上進出 デボン紀末、両生類出現。

ウ 両生類の繁栄 石炭紀に繁栄したが、受精と胚発生は水中で行うため、水辺で生活。

エ は虫類の出現 石炭紀、皮膚が鱗でおい、体内受精を行い、固い殻をもつ卵を産み、胚が羊膜内の羊水の中で発生。陸上生活に完全適応。

## 4 裸子植物とは虫類の繁栄（中生代）

### ①裸子植物の繁栄と被子植物の出現

ア 裸子植物の繁栄 ヘルム紀に衰退したシダ植物に代わって、中生代三畳紀に分布を広げ、ジュラ紀に繁栄。種子の形成や水不要の受精で乾燥適応。

イ 被子植物の出現 白亜紀前期に出現、白亜紀の間に森林を形成、草本も出現。

### ②は虫類の繁栄と鳥類・ほ乳類の出現

ア は虫類の繁栄と衰退 三畳紀に発展し、恐竜も出現。ジュラ紀に多様化・大型化。白亜期末に恐竜は絶滅、は虫類は衰退。

イ ほ乳類の出現 体毛と乳腺をもつほ乳類は、三畳紀には出現。白亜紀に、単孔類、有袋類、有胎盤類の祖先が出現。

ウ 鳥類の出現 ジュラ紀に始祖鳥が出現。羽毛をもつが胸骨が未発達、飛行能力は低かった。鳥類の直接の祖先は、白亜紀中期に出現。

## 5 被子植物とは乳類の繁栄（新生代）

### ①被子植物の繁栄

ア 動物との共進化 子房の発達により、種子を包む果実が誕生し、動物による種子散布の可能性が増した。また、花の構造が複雑化し、おもに昆虫類により花粉が運搬されるしくみが発達した。

イ 草原の発達 新第三期に乾燥化にともない発達。

### ②ほ乳類の繁栄

ア ほ乳類の適応放散 絶滅したは虫類の生態的地位を引き継ぎ、ほ乳類のうち、有胎盤類の適応放散が進む。

イ 有袋類の適応放散 他大陸と早くから分かれたオーストラリア大陸には、有胎盤類が出現せず、より原始的な有袋類が適応放散した。

## ② 遺伝子の変化と進化のしくみ

### ◆遺伝情報の変化と形質への影響

#### 1 遺伝情報の変化と形質への影響

①置換 1つの塩基が置き換わること。形質への影響がない場合もあるが、1つのアミノ酸が変化してタンパク質の性質が変化することや、終止コドンとなり、そこで翻訳が終了する場合がある。

②挿入・欠失 1つのヌクレオチドが挿入されたり、欠失すること。その塩基以降のコドンの読み枠がずれる(フレームシフト)、アミノ酸配列が大幅に変化し、影響は大きい。

2 鎌状赤血球貧血症 1つの塩基が置換した例。通常とは異なるヘモグロビンが合成され、赤血球の形状が円盤状から鎌状に変化し、酸素運搬の能力が低下する。

3 一塩基多型(SNP:スニップ) 個体間の1塩基単位での塩基配列の違い。ゲノムの多様性につながる。

### ◆無性生殖と有性生殖

1 配偶子 卵や精子のように、合体して新個体を形成する生殖細胞。

2 無性生殖 配偶子によらず、親の体の一部から新個体をつくる。親と子は同一の遺伝情報をもつ。分裂・出芽・栄養生殖。

3 有性生殖 配偶子の合体により新個体をつくる。親と子は異なる遺伝情報をもつ。接合・受精。

### ◆染色体と遺伝子

#### 1 染色体の構成

①相同染色体 大きさと形が同じ染色体。

②常染色体 雌雄に共通する染色体(下表のA)。

③性染色体 雌雄で構成が異なり、性決定にかかわる染色体。

#### 2 性決定と性染色体(X, Y, Z, Wの各染色体)

	性決定の型	受精卵と性	生物例
雄ヘテロ型	XY型	2A + XX ♀ 2A + XY ♂	ヒト ショウジョウバエ
	XO型	2A + XX ♀ 2A + X ♂	ショウリョウバッタ トンボ、ヤマノイモ
雌ヘテロ型	ZW型	2A + ZW ♀ 2A + ZZ ♂	カイコガ、ニワトリ オランダイチゴ
	ZO型	2A + Z ♀ 2A + ZZ ♂	ミノガ トカゲ

#### 3 染色体と遺伝子

①遺伝子座 染色体に占める遺伝子の位置。

②対立遺伝子 共通の遺伝子座にある異なる遺伝子。