

2016 年度 センター試験 本試験 生物基礎

第1問

出題範囲	細胞・遺伝子・タンパク質
難易度	★★★★☆☆
所要時間	10分
傾向と対策	<p>今回の第1問では細胞や酵素、遺伝子など多岐にわたる分野の知識問題や単純な思考問題が出題されている。1つの分野に知識が偏っていても高得点は期待できず、比較的「広く浅く」が求められる方針であるので、全範囲をある程度勉強していれば高得点を取れるようになっている。センター試験は、選択式の問題であり、なおかつ「生物基礎」を受験する人の多くは受験後は生物学を勉強しないであろうから、教科書の単語を隅々まで暗記するような勉強をする必要はない。教科書をざっと読んで出てくる現象の流れや仕組みを理解し、問題文に出てきた単語や説明を「ああ、あれね」という風に思い出せるレベルになればよい。あとは、過去問を解いて形式に慣れておけばよいだろう。</p> <p>この解説では覚える必要のない単語をできるだけ使わず、理解しておくべきことだけを書いてある。しっかりと読んで理解していただきたい。</p>

A

問1 1 正解は④

難易度 ★★★★★☆

解説

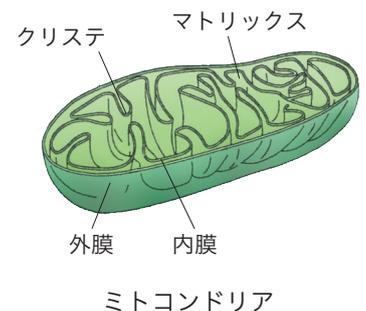
まず、ミトコンドリアについて確認していこう。

ミトコンドリアは呼吸を担う細胞小器官である。^{がいまく}**外膜**と^{ないまく}**内膜**からなる二重膜構造をとっており、内膜は内部に入り組んでひだ状の**クリステ**を形成している。また、基質で満たされている内膜の内部を**マトリックス**という。

ミトコンドリアは内部に独自のDNAをもっているため、細胞質内で増殖することができる。筋肉細胞など、多くのエネルギーを必要とする細胞では呼吸によってエネルギーをつくり出す必要があるため、ミトコンドリアがよく発達している（数が多くなっている）。

では、各選択肢を順に見ていこう。

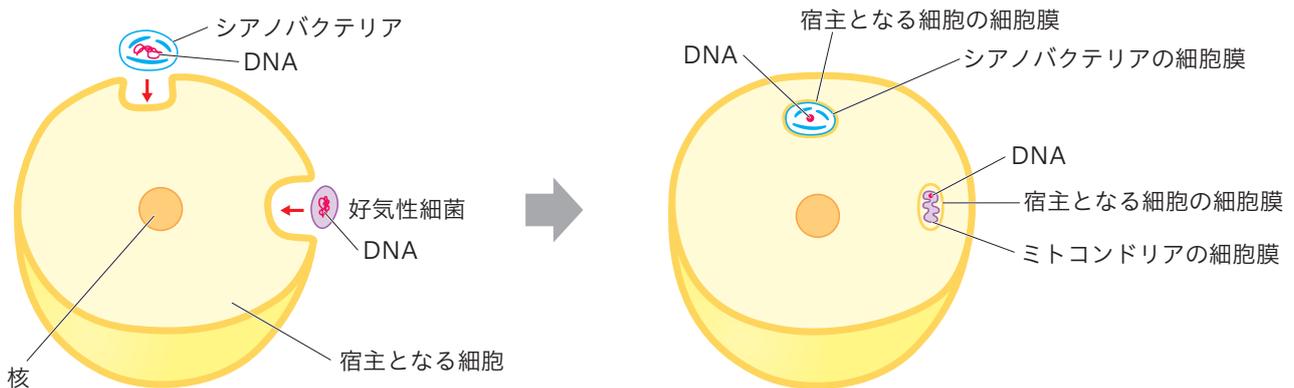
- ① 誤 ミトコンドリアの大きさは1～2μm（マイクロメートル）程度であり、内部を^{こうがくけんびきょう}**光学顕微鏡**（我々がよく学校の実験などで使う顕微鏡）で見るとは不可能である。光学顕微鏡よりはるかに倍率の高い^{でんしけんびきょう}**電子顕微鏡**であれば、内部の構造を観察することができる。
- ② 誤 ミトコンドリアは独自のDNAをもつが、そのDNAは核膜で囲まれていない。ミトコンドリアは原核生物である^{こうきせいさいきん}**好気性細菌**が宿主となる細胞内に進出し、その中で共生するようになって生じたとする^{きょうせいせつ}**共生説**を考



えると、原核生物由来なのだから核膜をもたないということが想像できる。

- ③ 誤 ミトコンドリアではデンプンのグルコースへの分解反応は起こらない。細胞質基質でデンプンが分解されるとグルコースが生じ、そのグルコースがさらに分解されると**ピルビン酸**になるが、ミトコンドリアはこのピルビン酸を内部に取り入れ、これを利用してエネルギーをつくり出している。
- ④ 正 「生物」ではなく「生物基礎」を受験する人たちにとってはやや細かい知識となるが、ミトコンドリアの呼吸ではミトコンドリア内でおこる**電子伝達系**と呼ばれる過程において酸素が消費され、水がつくられている。
- ⑤ 誤 ミトコンドリアは宿主の細胞に取り込まれた好気性細菌が変化したものであると考えられている。**シアノバクテリア**は宿主の細胞に取り込まれ、変化することによって葉緑体になったと考えられている。このように、宿主の細胞に好気性細菌やシアノバクテリアが取り込まれ、それぞれミトコンドリア、葉緑体に変化したとする説を共生説という。

共生説を考えると、葉緑体やミトコンドリアが二重膜構造をもつ理由を説明できる。宿主となる細胞に取り込まれる際、宿主となる細胞の細胞膜が好気性細菌やシアノバクテリア自身のもつ細胞膜をおおうように取り込まれたため、葉緑体やミトコンドリアは二重の膜をもつようになったのだと考えられている。



共生説（簡略図）

以上より、正解は④。「生物」を受験せずに「生物基礎」を受験する人にとってはやや細かい知識が含まれているので難しく感じたかもしれない。呼吸とだけいうと簡単に聞こえるが、その本質は複雑な化学反応の連続である。「生物」を受験する場合はそれらもすべて覚えておく必要があるが、「生物基礎」のみを受験するという人は、そこまで詳しく覚えなくてもよい。次の Check!! に書かれていることだけを最低限おさえておこう。

◆ Check!!

呼吸のメカニズム（「生物基礎」受験用）

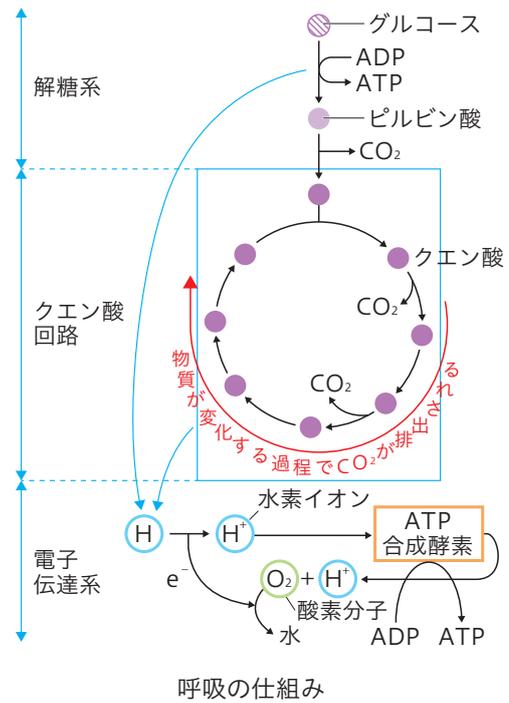
呼吸は3つの過程に大別できる。解糖系と、クエン酸回路、そして電子伝達系である。解糖系は細胞質基質で起こり、残りの2つはミトコンドリア内で起こる。

解糖系では細胞質基質でグルコースが**ピルビン酸**に変えられる。この過程で少量のATPがつくられ、水素が取り出される。

クエン酸回路 きんかいろではミトコンドリア内に取り込まれたピルビン酸が変化し、さまざまな物質となる過程で二酸化炭素および水素が取り出される。

電子伝達系では2つの反応系で取り出された水素が水素イオンとなり、ATP合成酵素を通過することによって多量のATPがつくられる。また、水素イオンと酸素から水がつけられる。

これらの反応系で起こる反応をすべて合わせると、我々がよく知る、酸素を用いてグルコースを分解し水と二酸化炭素を取り出す呼吸の反応ができあがる。



問2 2 正解は⑥

難易度 ★★★☆☆

解説

酵素 こうそとは、生体内の化学反応を促進する物質である。主成分はタンパク質であり、化学反応を促進しても反応の前後で自身は変化しない。このことをおさえて問題を見ていこう。

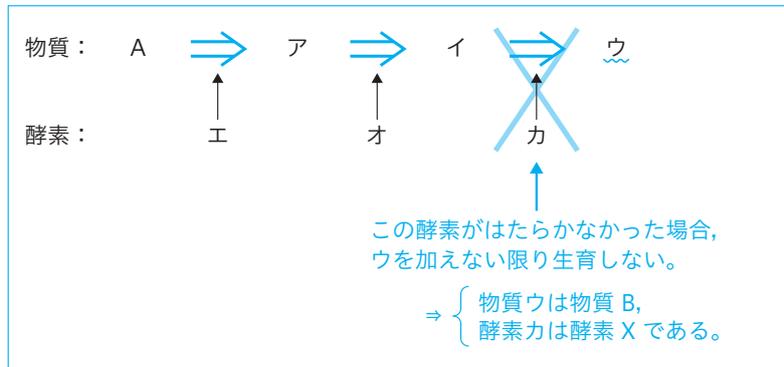
この問題では、物質Aがどのような化学反応を経て、ある原核生物が成長に必要な物質をつくりだしているのか、ということ問うている。図1を見ると、物質Aは、3種類の酵素エ、オ、カに化学反応を促進されることで物質ア、イ、ウに変化していき、最終物質であるウがある原核生物の生育に必要な物質であることがわかる。このような反応では物質を一段階とばして作り出すことはできない。例えば、酵素エがなければ物質Aから物質アはつくられないし、また、物質アがなければ酵素オがあっても物質イはつくられない。ア～ウには、物質B～Dのどれかが、エ～カには酵素X～Zのどれかが入ることに注意して、実験を見ていこう。

各実験では酵素X～Zのうち1つがはたらかなくなった変異体に物質B、C、Dを1種類ずつ加え、生育できるかどうか調べている。詳しい内容を表にまとめてみた。

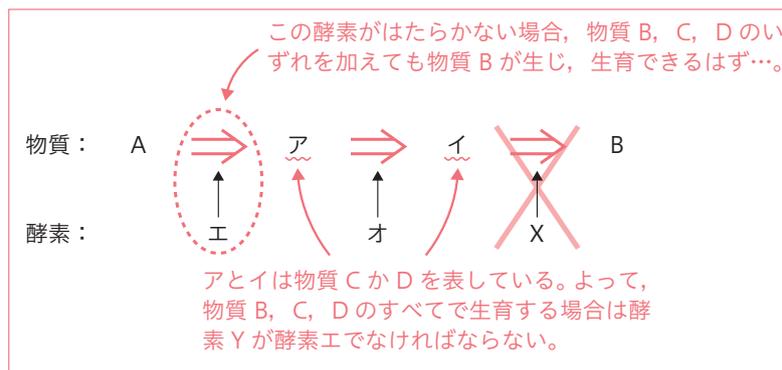
	使用した変異体	加えたときに生育が見られる物質
実験Ⅰ	酵素Xがはたらかない変異体	Bのみ
実験Ⅱ	酵素Yがはたらかない変異体	B, C, D
実験Ⅲ	酵素Zがはたらかない変異体	B, C

まず、すべての実験において、変異体に物質Bを加えると生育が見られたことに注目しよう。このことから物

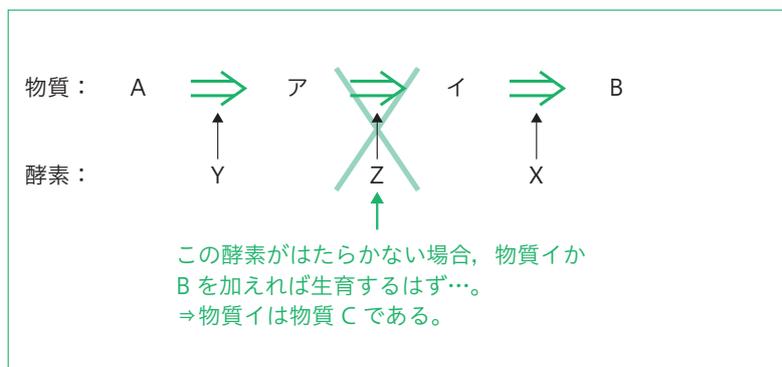
質 B は酵素 X ~ Z のいずれを失っても変異体に生育をもたらすことがわかる。つまり、酵素力がはたらかなくても物質 B があれば変異体は生育できるのであるから、最終物質のウは物質 B であるということがわかる。また、最終物質である物質 B でのみ生育が見られた実験 I の変異体では酵素力がはたらかなくなっていることがわかる。つまり、酵素力は酵素 X である。



次に実験 II を見てみよう。実験 II では B, C, D のいずれを加えても、酵素 Y がはたらかなくなつた変異体の生育が起きている。図 1 のア～ウにあてはまるすべての物質において生育が見られているのだから、酵素エは酵素 Y を表していることがわかる。よって、残りの酵素オは酵素 Z であると考えられる。



実験 III では酵素オである酵素 Z がはたらかない変異体に B, C のいずれかを加えたときのみ変異体の生育が見られたのだから、図 1 を見ながら考えると、物質イが物質 C であることがわかる。よって、残りの物質である物質アは物質 D であることがわかる。これは実験 II の結果にも一致する。



以上より、正解は に D, に Y, に Z を選択している⑥。パズルのような思考問題である。問題文の図 1 を見ながら考えると簡単に解けるだろう。各実験結果の共通点や相違点もしっかり見て考えるとよい。間違えた場合は解説をよく読んでもう一度解きなおすようにしよう。

問3 正解は⑦

難易度 ★★☆☆☆

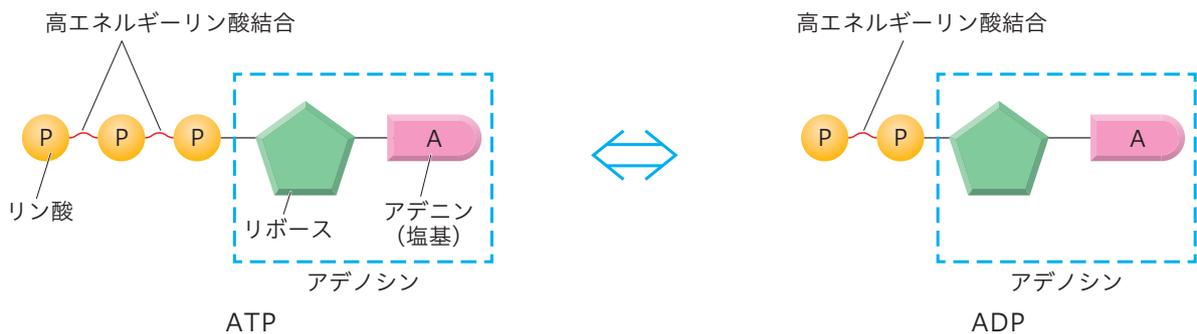
解説

①, ②, ③いずれもリンを構成元素にもつ物質である。これらの物質ではリンはリン酸として存在している。リン酸, 糖, 塩基からなる化合物を**ヌクレオチド**といい, これらの物質はすべてヌクレオチドからなっている。1つずつ確認していこう。

○ ATP

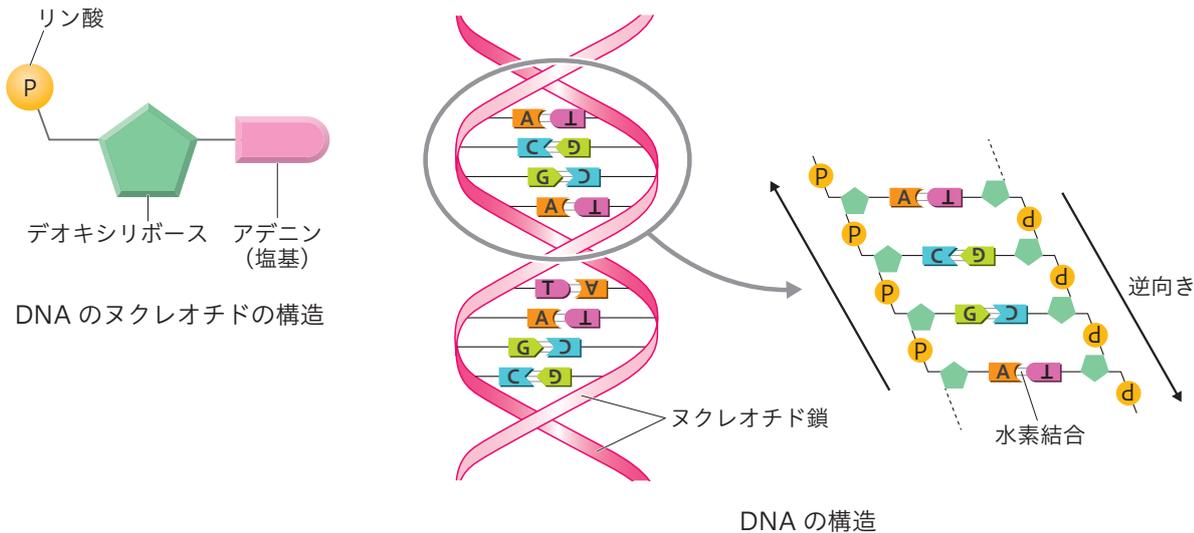
ATP の正式名称は**アデノシン三リン酸**である。名前からもわかるように, その構成要素はアデニン, リボース, そして3つのリン酸である。ATP の T はリン酸が3つあることを表す接頭辞 tri- の t である。

ATP ではATP がもつ3つのリン酸のうち, リボースと結合していない2つが**高エネルギーリン酸結合**によりつながっている。このうち, 一番外側にあるリン酸が離れて高エネルギーリン酸結合が切れるとエネルギーが放出され, ATP はリン酸を2つもつADP (アデノシン二リン酸) となる。つまり, ADP からATP がつくられる際, エネルギーは高エネルギーリン酸結合として蓄えられ, ATP がADP に変化することによりそのエネルギーを放出しているのである。このようにATP は生命活動に必要なエネルギーを供給することができるため, **エネルギーの通貨**と呼ばれている。ちなみに, ADP の D はリン酸が2つあることを表す接頭辞 di- の d である。



○ DNA

DNA の正式名称は**デオキシリボ核酸**であり, 遺伝情報をもつため, **遺伝子の本体**といわれる。DNA は2本の鎖が, らせん状に平行した**二重らせん構造**をとっており, 平行する2本のヌクレオチド鎖の向きは逆向きである。2本の鎖はリン酸, 糖である**デオキシリボース**, 塩基からなるヌクレオチドがいくつも連なるようにしてできている。すなわち, DNA の構成単位はヌクレオチドであり, これが連なった鎖をヌクレオチド鎖という。DNA のヌクレオチドがもつ塩基は**アデニン (A)**, **チミン (T)**, **シトシン (C)**, **グアニン (G)** の4種類である。このうちアデニンとチミン, シトシンとグアニンは水素結合と呼ばれる結合を形成しているため, 2本のヌクレオチド鎖はらせん状に平行する。



○ RNA

RNA の正式名称はリボ核酸であり、転写が行われる際に DNA 鎖の情報を写しとるなどの役割を果たしている。RNA もリン酸、糖であるリボース、塩基からなるヌクレオチドがいくつも連なるようにしてできているが、DNA とは異なり一本鎖の構造をとる。また、RNA のヌクレオチドを構成する塩基はアデニン (A)、**ウラシル (U)**、シトシン (C)、グアニン (G) の 4 種類であり、DNA のアデニン、チミン、シトシン、グアニンがそれぞれ RNA のウラシル、アデニン、グアニン、シトシンと水素結合を形成する。二本鎖構造である DNA に比べ、一本鎖である RNA はやわらかく、折りたたまれやすい。

以上より、正解は⑦。問われている物質はすべてヌクレオチドからなる物質だということを理解していれば解ける問題である。物質の名前を覚えるだけでなく、その構造も理解しておく必要がある。間違えた場合はしっかりと復習しておこう。

B問 4 4 正解は⑦

難易度 ★☆☆☆☆

解説

DNA も RNA もヌクレオチドがいくつも連なった構造をとっているが、両者のヌクレオチドの構造にはいくつか違う点がある。DNA を構成するヌクレオチドの糖は**デオキシリボース**であり、塩基はアデニン (A)、**チミン (T)**、シトシン (C)、グアニン (G) である。一方、RNA を構成するヌクレオチドの糖は**リボース**であり、塩基はアデニン (A)、**ウラシル (U)**、シトシン (C)、グアニン (G) である。よって、DNA にあって RNA がない塩基はチミン (T) であり、RNA にあって DNA がない塩基はウラシル (U) である。

以上より、正解は⑦。絶対に落としたい単純な知識問題である。

問 5 5 正解は⑥

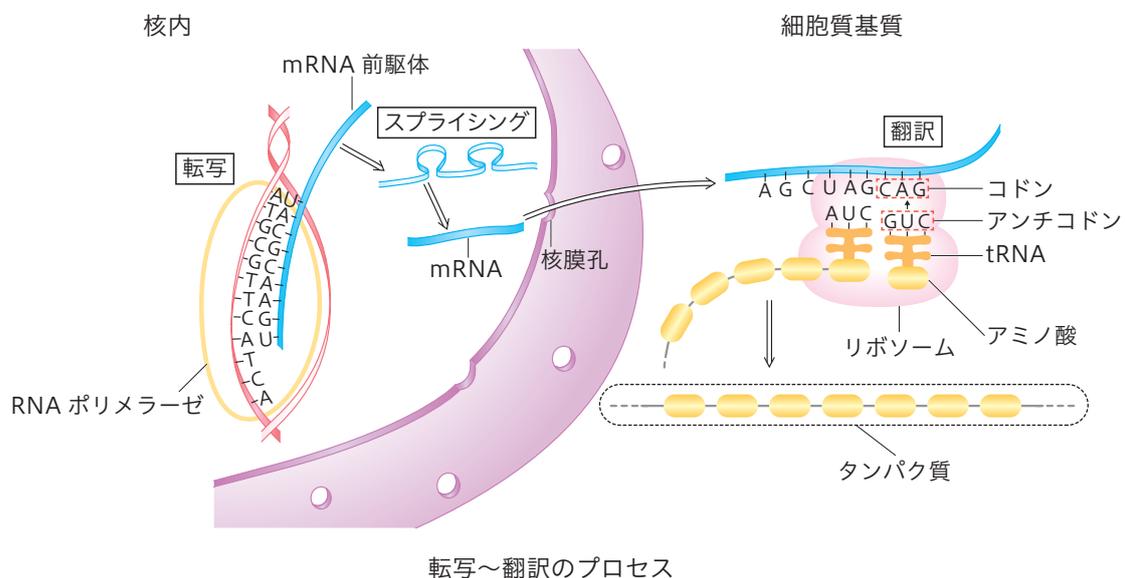
難易度 ★☆☆☆☆

解説

キには**転写**が入る。DNAは遺伝情報を塩基配列という形で保持している。DNAの遺伝情報がRNAに写しとられる、すなわち、DNAの塩基配列に対応する塩基配列をもったRNAがつくられることを**転写**という。このときにつくられたRNAはmRNA前駆体と呼ばれ、mRNA前駆体がつま塩基配列の余分な部分が排除される**スプライシング**などの過程を経て**mRNA**（**伝令RNA**、メッセンジャーRNA）となる。転写は核内で行われる。

クには**翻訳**が入る。mRNAが核から細胞質基質に移動すると、細胞質基質中に遊離する**リボソーム**内で、mRNAと対応した相補的な3つの塩基をもつ**tRNA**（転移RNA、トランスファーRNA）とmRNAが結合する。このとき、tRNAがつま3つの相補的な塩基をアンチコドンと呼び、それが結合するmRNA上の3つの塩基をコドンと呼ぶ。tRNAは上部に**アミノ酸**をもつため、tRNAがmRNAの塩基配列に従って結合していくにつれてアミノ酸がペプチド結合でつながっていき、**タンパク質**がつくられる。このようにmRNAの塩基配列に従ってタンパク質が合成されることを**翻訳**という。tRNAがつまアミノ酸はそのtRNAがつま塩基の組み合わせによって変化するので多様なタンパク質がつくられる。

mRNAやtRNAはRNAであるため、アデニン、ウラシル、シトシン、グアニンの4種類の塩基をもち、それぞれDNAのもつチミン、アデニン、グアニン、シトシンと対応する。また、mRNAとtRNAが結合する際にはアデニンとウラシル、シトシンとグアニンが対応する。



以上より、正解は⑥。こちらも単純な知識問題である。間違えた場合はもちろん、正解した場合も答えだけではなく中身までしっかりと確認しよう。

問6 6 正解は①

難易度 ★★☆☆☆

解説

選択肢を順に確認していけばよい。

- ① **正** 同じ個体を構成する細胞でも、細胞の種類によってつくられるタンパク質の量や種類は異なる。異なるからこそ細胞のはたらきや性質に違いが生じるのであり、同じならばすべての細胞の性質が同じになってしまう。細胞が独自のはたらきや性質をもつようになることを**分化**（ぶんか）というが、これは細胞がつくるタンパク質の量や種類を変えることで起こる現象である。このとき、発現する遺伝子が変わるだけであり、遺伝子がなくなるわけではないことに注意してほしい。
- ② **誤** 食物として体内に取り入れられたタンパク質は、胃で分泌されるペプシンやすい臓で分泌されるトリプシンなどの消化酵素のはたらきによりアミノ酸や非常に短いポリペプチド（アミノ酸がいくつかつながったもの）まで分解された後、小腸の上皮細胞に吸収される。その後毛細血管に入り、血液に運ばれて全身の細胞へ届けられる。細胞内でタンパク質が合成される際、このアミノ酸がつながれていくことで再びタンパク質となる。
- ③ **誤** タンパク質の構成単位はヌクレオチドではなくアミノ酸である。アミノ酸がつながることでポリペプチド鎖となり、そのポリペプチド鎖が折りたたまれるなどして複雑な構造をとることでタンパク質となるのである。ヌクレオチドが連結されてできている物質はDNAやRNAである。
- ④ **誤** 遺伝情報がDNA → RNA → タンパク質と一方向に変換される過程は形質転換ではなく**セントラルドグマ**と呼ばれている。形質転換とは外部から導入されたDNAによって細胞の形質が変化することを指す。
- ⑤ **誤** mRNAの3つの塩基の並びはタンパク質ではなく1つのアミノ酸を指定する。このアミノ酸がつながっていくことでタンパク質がつけられるのである（問5の解説参照）。

以上より、正解は①。形質転換など、馴染みのない言葉がでてきて戸惑った人も多いかもしれない。しかし、①が明らかに正答であるので正解してほしい。①が正答だと念頭に置いておき、②以降を一応確認していけば誤りと判断する部分に自信をもてるだろう。

（制作：熊井勇介，後藤暁彦）

2016年度 センター試験 本試験 生物基礎

第2問

出題範囲	肝臓・排出系・循環系・内分泌系
難易度	★★★★☆☆
所要時間	9分
傾向と対策	生物の体内環境についての出題。難易度が中程度の問題も含まれるが、簡単な問題に時間をかけず、難易度が中程度の問題に時間をさけるようにすれば高得点を狙える問題構成となっている。問題を解く前に大問の構成を確認し、長い問題文や計算問題などがあるようだったらその問題に時間をかけられるように他の問題を集中してなるべく早く解くことが大事になるだろう。また、「生物基礎」の場合、問題の概要を短時間で把握するためには傍線部を読むだけで良いことが多い。例えば、問3は再吸収の問題であるが、下線部 (b) だけ読めば、表1を見ただけで「ああ、いつもの計算問題ね」と概要をつかめるだろう。そして理解できなかった場合のみ、リード文を読めばよい。問1では傍線部近くのリード文に、「体液は血液、組織液、リンパ液からなる」と書かれている。このように、迷ったときはリード文を読めばヒントにできる場合も多い。

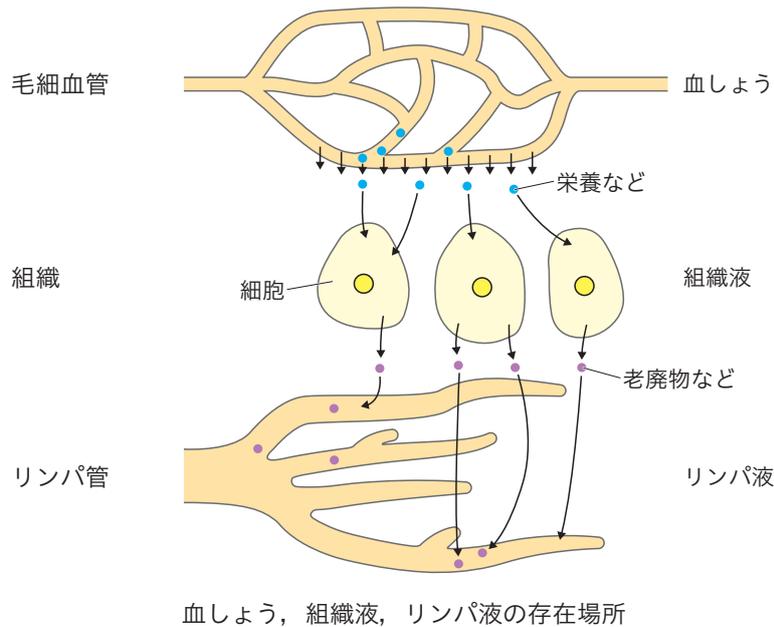
A

問1 正解は③

難易度 ★☆☆☆☆

解説

組織液^{そしきえき}とは細胞の周りを浸している液のことである。組織液は、毛細血管からしみ出た**血しょう**^{けっしょう}からなり、細胞の周りを浸した後に一部が**リンパ管**^{かん}へ入って**リンパ液**^{えき}となり、鎖骨下静脈から再び血管へ戻り血しょうとなる。また、組織液の大部分は再び毛細血管に戻り、血しょうとなる。すなわち、血しょうと組織液およびリンパ液はほとんど同じ成分からなり、流れる場所によってその名称が異なるだけである。毛細血管からしみ出た血しょうは栄養分などの物質を含み、組織液はこれらの物質を細胞内へ供給する役目を果たしている。また、細胞から出される老廃物などの不要な物質を受け取る役割も果たしており、これらをリンパ管へ運ぶことで、体外へ排出する手助けをしている。



以上より、正解は③血しょう、④リンパ液を選択している③。単純な知識問題である。忘れていた場合はしっかりと復習しておこう。

問2 8 正解は② 9 正解は⑥

難易度 ★☆☆☆☆

解説

肝臓はさまざまな化学反応の場となり、さまざまなはたらきを担っている。

アには②のアンモニアが入る。アンモニアはタンパク質やアミノ酸が分解される際に生じる有害な物質であるが、肝臓のはたらきで無害な尿素にようそに変えられる。尿素は水に溶けて尿として体外に排出される。

イには⑥の胆汁が入る。肝臓は脂肪の分解を助ける物質を含む胆汁たんじゅうをつくる。胆汁は胆たんのううに一時蓄えられ、必要に応じて十二指腸じゅうにしちように分泌される。胆汁は赤血球の分解産物であるビリルビンなども含むが、便の色が茶色いのはこのビリルビンによる影響である。

他の選択肢についても確認しておこう。

①のアルブミンは肝臓でつくられ、物質の輸送に関与するタンパク質である。血しょうに含まれている。

③のカタラーゼは肝臓や腎臓の細胞に多く含まれ、過酸化水素を水と酸素に分解する反応を促進する酵素である。

④のグリコーゲングリコーゲンは肝臓や筋肉でグルコース（ブドウ糖）からつくられ、蓄えられている物質である。

⑤のグロブリンは血しょうに含まれているタンパク質の1つである。

⑦の乳酸は酸素不足のときに筋肉などでグルコースからエネルギーを取り出す際につくられる物質である。長年疲労の原因とされてきたが、近年になって疲労とは関係ないとする説も浮上している。

⑧のフィブリンは肝臓でつくられたフィブリノーゲンが変化した物質であり、血液凝固に関わる。

以上より、の正解は②であり、の正解は⑥。肝臓にはまだまだ多くのはたらきがあるので、わからなかった場合はそれらも含めて以下の Check!! で確認しておこう。

◆ Check!!

肝臓のはたらき

肝臓はヒトの体の中で最も大きな臓器であり、さまざまなはたらきを担っている。肝臓のはたらきは頻出なので、しっかりと復習しておこう。

はたらき	説明
けつとうりょう 血糖量の調節	かんもんみやく 肝門脈から入ってきた血液中のグルコースをグリコーゲンにして、内部に蓄えている。血糖量が低下すると、グリコーゲンがグルコースへと分解され、血液中に放出される。
体温の維持	活発に代謝が行われているため、その際に生じた熱が体温の維持に役立っている。
尿素の合成	タンパク質の分解の際に生じた有害なアンモニアをオルニチン回路で尿素に変換している。
胆汁の生成	脂肪の分解に関わるたんじゅう 胆汁を合成している。胆汁は胆のうに蓄えられ、じゅうにしちよう 十二指腸に分泌される。
解毒作用	アルコールなどの血液を流れる有害な物質を分解し、無害な物質にする。お酒をよく飲む人が飲まない日を休肝日と呼ぶのは、肝臓がアルコールの分解を担っているためである。
血液成分の合成・赤血球の破壊	血液に含まれるアルブミン、フィブリノーゲンなどを合成する。また、古くなった赤血球を破壊している。

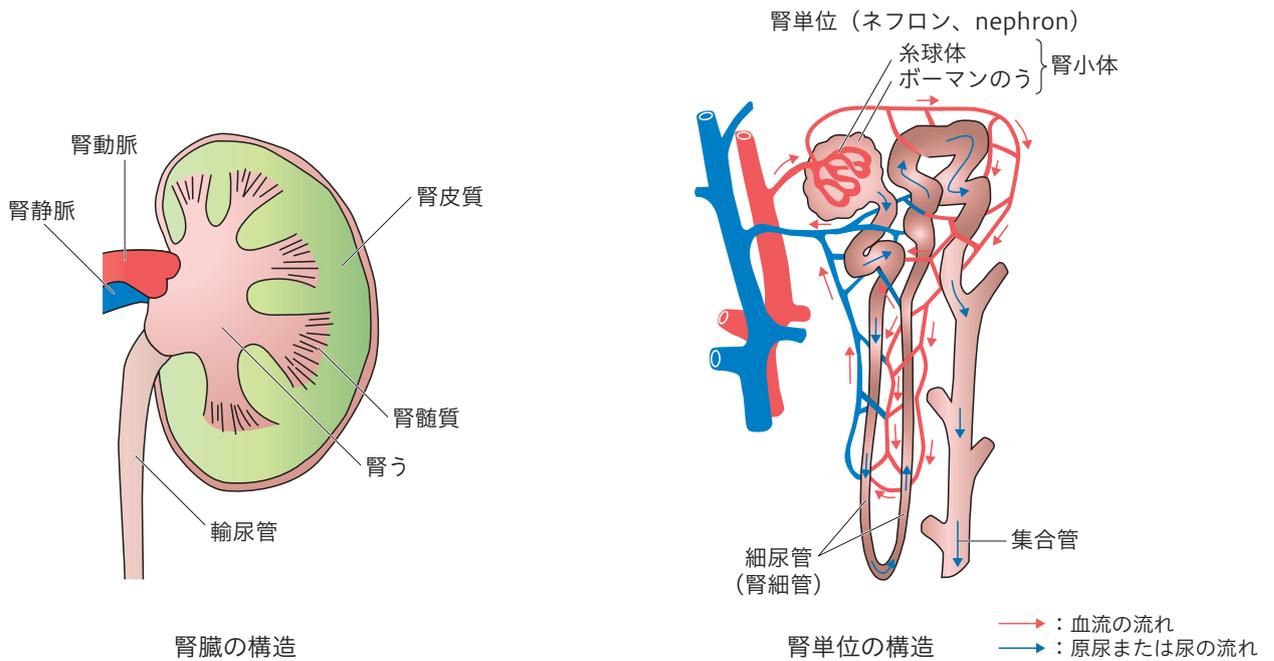
問3 正解は③

難易度 ★★☆☆☆

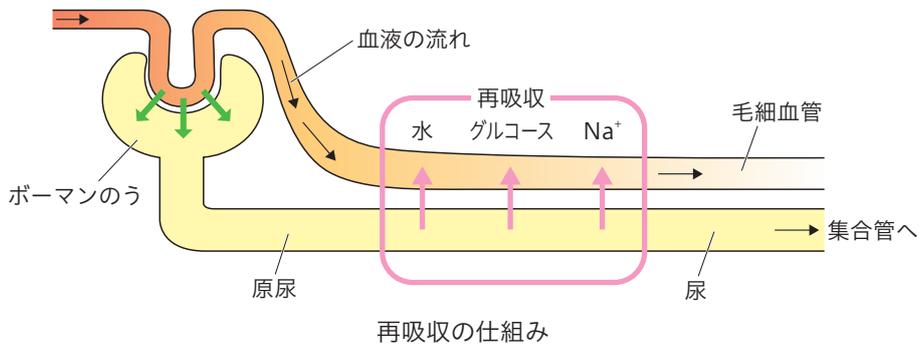
解説

まず、腎臓の構造と再吸収の仕組みを復習しよう。

腎臓はじんどうみやく
腎動脈およびじんじょうみやく
腎静脈、じん
腎うと多くのじんたんい
腎単位（ネフロン）から構成され、さらに腎単位はさいようかん
細尿管（腎細管）とじんしょうたい
腎小体から構成されている。また、腎小体はしきゅうたい
糸球体とポーマンのうから構成されている。



腎動脈から入った血液は腎動脈とつながった毛細血管が丸くまとまった構造である糸球体を流れる。このとき水や血しょう中の低分子物質はボーマンのうへこし出される。高分子のタンパク質や血液中の有形成分などはろ過されず、毛細血管中をそのまま流れていく。一方でろ過された溶液は細尿管を流れていくが、この溶液を^{げんによ}原尿と呼ぶ。原尿が細尿管を流れていく過程で、水やナトリウムイオンなどの無機塩類、グルコースなどの有用な物質は細尿管の周囲にある毛細血管へと^{さいきゅうしゅう}再吸収される。一方で、尿素や尿酸など不要な物質は再吸収されずに、そのまま細尿管を流れていく。この再吸収されなかった溶液は^{によう}尿となり、細尿管から腎うに運ばれ、^{しゅうごうかん}集合管を通じてぼうこうに運ばれる。



それでは表 1 を見ていこう。今回の問題では原尿に含まれるタンパク質とグルコースの量 (g/日) と尿素の濃縮率が問われていることがわかる。

まず原尿に含まれるタンパク質の量について考えよう。タンパク質は高分子であり、通常ボーマンのうでろ過されない。よって、糸球体を通るタンパク質はそのまま血液中を流れていき、原尿には含まれないことがわかる。以上より、原尿に含まれるタンパク質の量は 0 である。よって、 には 0 が入る。

次に、原尿に含まれるグルコースの量について考えよう。グルコースは比較的分子の小さな物質であり、ボーマンのうでろ過される。よってグルコースは原尿中に溶けて存在していることがわかる。 の選択肢を見ると、0 か 170 しかないことがわかり、原尿にグルコースは含まれているのだから には 170 が入ることが

わかる。

次に、尿素の濃縮率について考えよう。問題文に書いてあるように、濃縮率とは尿中の物質濃度を血しょう中の物質濃度で割った数値であるので、ある物質 A の濃縮率は次の式で表される。

$$\text{濃縮率} = (\text{物質 A の尿中の濃度}) \div (\text{物質 A の血しょう中の濃度})$$

では、この式を用いて考えていこう。

表 1 で尿に含まれる 1 日あたりの尿素の量が与えられているのだから、尿素の尿中の濃度を求めるには 1 日あたりに作られる尿量 (g) を求める必要がある。1 日あたりに作られる尿量は、クレアチニンの濃縮率から求められる。1 日あたりに作られる尿量を x とおくと、前述の濃縮率の式に表 1 のクレアチニンのデータを当てはめて次のような方程式が作れる。

$$100 = \frac{1.5}{x} \times 100 \div 0.001$$

クレアチニンの濃縮率
クレアチニンの尿中の濃度 (質量パーセント)
クレアチニンの血しょう中の濃度 (質量パーセント)

これを解くと、 $x = 1500$ という解が得られる。つまり、1 日あたりに作られる尿量は 1500 g であることが分かる。この値と表 1 の尿素のデータを前述の式に当てはめると、尿素の濃縮率は、

$$\frac{27}{1500} \times 100 \div 0.03 = 60$$

尿素の尿中の濃度 (質量パーセント)
尿素の血しょう中の濃度 (質量パーセント)

であることがわかる。

よって、には 60 が入る。

ちなみに、濃縮率はある物質の尿中の物質濃度を原尿中の物質濃度で割った数値として定義されることもあるので注意が必要である。臨機応変に対応してほしい。

以上より、正解は に 0、 に 170、 に 60 を選択している③。に入る 60 を求めるのはやや難しいが、クレアチニンがほとんど再吸収されない物質であることを知っていれば、それより濃縮率の低いものとして、60 を選択できる。ただし、このような知識は問題を多く解かなければ得られないものであり、それを覚えるよりは単語の定義から正しい計算結果を導けるきちんとした思考力および計算力をつけることが大事である。そのためには、やはり単語の定義をしっかりと理解する必要がある。定義や意味まで理解するような勉強が大事である。

B

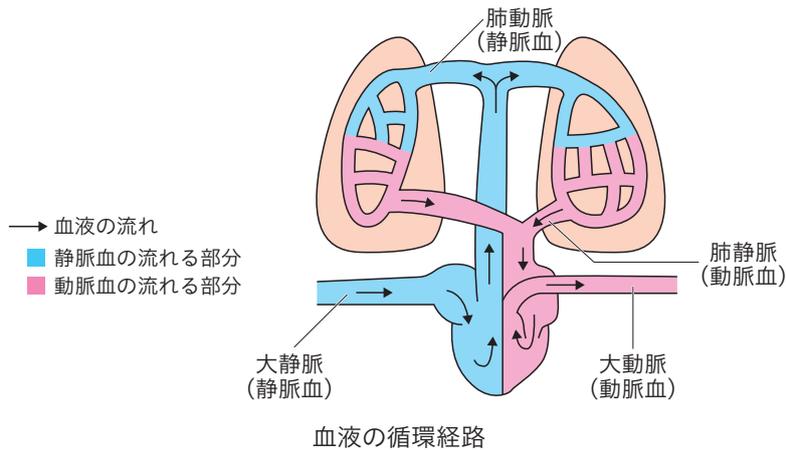
問 4 11 正解は②

難易度 ★☆☆☆☆

解説

選択肢を順に確認していけばよい。

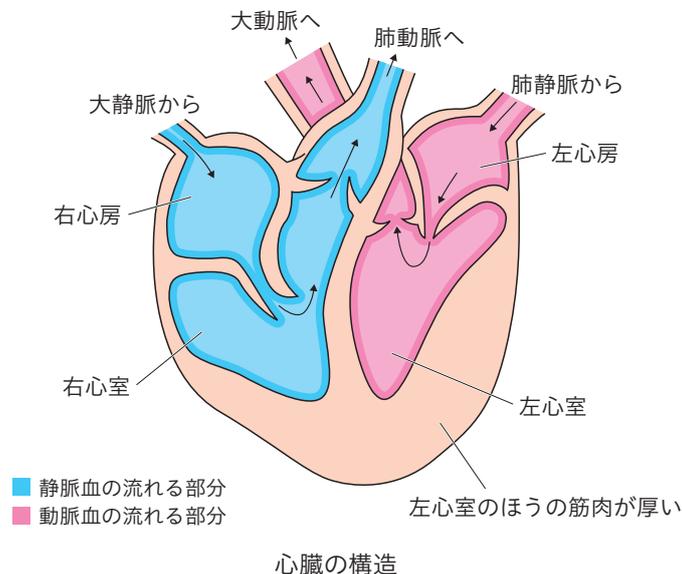
- ① 誤 肺では、**肺動脈**から運ばれてきた血液が酸素の多い**動脈血**になる。肺はガス交換（血液中の二酸化炭素を奪い、酸素をヘモグロビンに供給する）を行う器官であり、肺で酸素を供給された血液は**肺静脈**を通して心臓に達すると、大動脈から全身へと送り出される。



なお、**動脈血**は酸素が多く含まれる血液を指し、**静脈血**は酸素があまり含まれていない血液を指す。そのため、肺動脈には静脈血が、肺静脈には動脈血が流れるという一見矛盾したように思えることが起こる。

- ② 正 心臓の左心室からは動脈血が大動脈を通して全身へ送り出される。左心室は血液を全身へ送り出す力が必要であるため筋肉の壁が他の部分よりも厚くなっている。

下図で心臓の構造を覚えよう。どこでどのような血液が流れている、あるいは送り出されているのか意識しながら図を見ていくとよい。また、心臓の左心室や左心房はその心臓をもつ本人から見て左側にある。



- ③ 誤 リンパ管は鎖骨の下付近にある左鎖骨下静脈で血管と合流している。つまり、リンパ液を動脈ではなく、静脈へ戻しているのである。
- ④ 誤 酸素を組織へ運搬しているのはアルブミンではなく赤血球に含まれる**ヘモグロビン**である。ヘモグロビンは、酸素濃度の高い血液中では酸素と結合し、酸素濃度の低い血液中では酸素を放出する性質をもつ。このような性質により、ヘモグロビンは効率よく組織に酸素を運搬することができるのである。
- ⑤ 誤 免疫などに関わるリンパ系はリンパ管、リンパ節、脾臓、^{ひぞう}胸腺、そして骨髄からなる。副甲状腺はリンパ系には含まれない。次の表でリンパ系を構成する器官の名前とはたらきを覚えよう。

器官	場所（ヒトの場合）	はたらき
<p>リンパ節</p>	からだのさまざまな場所に散在	<ul style="list-style-type: none"> ・内部にリンパ球（T細胞やB細胞）やマクロファージなどを含むことにより、抗原の排除を行ってリンパ液をろ過している ・リンパ管が血管と合流し、抗原が血液中に放出されて全身へ広がってしまう前に抗原を取り除いている
<p>脾臓</p>	腹部左上	<ul style="list-style-type: none"> ・リンパ球を生成する ・異物除去 ・血液のろ過
<p>胸腺</p>	心臓の上あたり	<ul style="list-style-type: none"> ・T細胞を分化および成熟させる
<p>骨髄</p>	骨の内部	<ul style="list-style-type: none"> ・造血幹細胞からリンパ球を生成する ・B細胞を分化および成熟させる

以上より、正解は②。やや細かい知識を必要とする選択肢もあったが、②が明らかに正しいので、正解してほしい問題である。いくつかの分野にわたる知識が要求される問題であり、間違えた場合は動物の組織や器官、免疫などを復習しておこう。

問5 12 正解は④

難易度 ★★★☆☆

解説

選択肢を順に確認していけばよい。

- ① 誤 すい臓のランゲルハンス島のB細胞からのインスリン分泌は、交感神経ではなく**副交感神経**の活動が増加すると促進される。

インスリンは肝臓にはたらきかけて**グリコーゲン**の合成を促進したり、他の細胞にもはたらきかけて**グルコース**の取り込みや分解を促進したりすることで血糖量を低下させるホルモンであるが、交感神経の活動が増加す

ると、副腎髄質からの**アドレナリン**の分泌やすい臓のランゲルハンス島の A 細胞からの**グルカゴン**の分泌が促進され、肝臓でのグリコーゲンのグルコースへの分解が活発になることで血糖量が増加する。

- ② 誤 肝臓でのグルコース分解は、副腎皮質から分泌される**糖質コルチコイド**によって調節されていない。糖質コルチコイドは筋肉にはたらきかけてタンパク質の糖化（グルコースへの分解）を引き起こすホルモンである。
- ③ 誤 肝臓でのグリコーゲン合成は、すい臓のランゲルハンス島の A 細胞からの**グルカゴン**の分泌が増加しても促進されない。グルカゴンは、肝臓にはたらきかけてグリコーゲンのグルコースへの分解を促進するホルモンであり、グリコーゲン合成は促進しない。
- ④ **正** 脳下垂体前葉からの甲状腺刺激ホルモンの分泌は、甲状腺からの**チロキシン**の分泌が増加すると抑制される。これは、チロキシンの分泌が過剰になって体に悪影響を及ぼしてしまうのを防ぐためであり、このように一連の反応の最終物質などが前の段階の反応までさかのぼって反応を調節する仕組みを**フィードバック**という。フィードバックには最終物質が前の段階の反応を抑制する**負のフィードバック**と、促進する**正のフィードバック**が存在する。ちなみに、チロキシンはからだのいろいろな細胞にはたらきかけて代謝を促進するはたらきをもつ。
- ⑤ 誤 心臓の拍動は、副腎髄質からのアドレナリン分泌が増加すると抑制ではなく促進される。ほかにも、心臓の拍動は交感神経の活動が増加すると促進され、副交感神経の活動が増加すると抑制される。
- ⑥ 誤 胃などの消化管の運動は、副交感神経の活動が増加すると抑制ではなく促進される。また、消化液の分泌も副交感神経によって促進される。

以上より、正解は④。ホルモンや自律神経の作用は紛らわしいものが多いので、きちんとした知識が要求される上にこの問題ではフィードバックという調節機構を知っている必要があるため、やや難しかったかもしれない。間違えた場合は、以下の Check!! でホルモンや自律神経のはたらきを確認しよう。

◆ Check!!

ホルモン

内分泌腺からは適宜**ホルモン**が分泌され、特定の細胞で生理的な調節を引き起こさせている。あるホルモンによって生理的な調節が引き起こされる器官をそのホルモンの**標的器官**といい、その器官を構成する細胞を**標的細胞**という。標的細胞には対応するホルモンを感知する受容体が存在し、その受容体に特定のホルモンが結合することで、生理的な調節が引き起こされる。ホルモンにはいくつもの種類があり、種類ごとに分泌される内分泌腺や標的器官、またそれに引き起こさせる生理的な調節が異なっている。

それでは代表的なホルモンを見ていこう。

内分泌腺		ホルモン	はたらき
脳下垂体	前葉	成長ホルモン	タンパク質の合成促進。 グリコーゲンの分解を促進し、血糖量を増加させる。
		甲状腺刺激ホルモン	甲状腺に作用し、チロキシンの分泌を促進する。
	後葉	バソプレシン	腎臓の集合管における水の再吸収を促進する。 血圧を上昇させる。
甲状腺		チロキシン	代謝を促進させる。
副甲状腺		パルトルモン	血中カルシウム濃度を上昇させる。
副腎	皮質	糖質コルチコイド	筋肉などにはたらきかけてタンパク質から糖をつくらせ、血糖量を増加させる。
		鉱質コルチコイド	腎臓の集合管におけるナトリウムイオンの再吸収を促進し、カリウムイオンの排出を促進する。
	髄質	アドレナリン	グリコーゲンの分解を促進し、血糖量を増加させる。 心拍数を増加させる。
ラウソングル臓のハンス島	A 細胞	グルカゴン	グリコーゲンの分解を促進し、血糖量を増加させる。
	B 細胞	インスリン	代謝を促進したり、グリコーゲンの合成を促進したりすることで、血糖量を低下させる。

◆ Check!!

自律神経

生物の体内環境はホルモンのほかに、**自律神経**と呼ばれる神経のはたらきによっても保たれている。

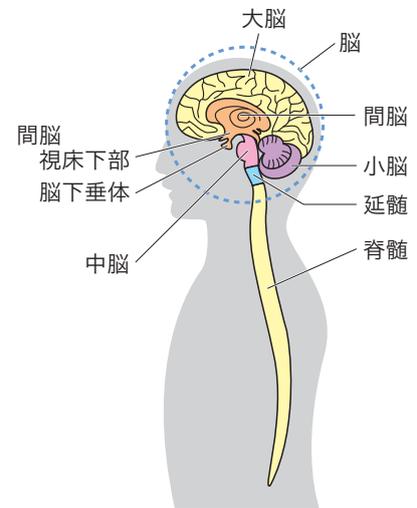
自律神経には**交感神経**と**副交感神経**の2種類が存在し、それぞれ異なる生理的な調節を担っている。また、自律神経によって行われる生理的な調節は目的の器官に直接情報が伝達されるため、ホルモンの内分泌による血液を介した生理的な調節よりも素早くはたらく。自律神経全体をまとめて**自律神経系**という。

では、交感神経と副交感神経のはたらきの違いを確認しよう。

器官	交感神経	副交感神経
ひとみ (瞳孔)	拡大	縮小
唾液分泌	促進 (ネバネバして粘性のある唾液)	促進 (サラサラとして酵素を多く含む唾液)
肺の気管支	拡張	収縮
心臓拍動	促進	抑制
血圧	上昇	下降
立毛筋	収縮	—
汗腺 (汗の分泌)	盛んになる	—
消化器官の活動	抑制	促進
副腎髄質	刺激	—
排尿	抑制	促進
生殖器	射精と膣の収縮促進	勃起促進

交感神経は^{せきずい}脊髄 (頸髄, 胸髄, 腰髄) から、副交感神経は^{のう}脳 (中脳, ^{えんずい}延髄) および脊髄 (仙髄) から出ている。

間脳の視床下部は自律神経による生理的な調節においても中枢を担っており、感覚器官からくる情報や血液中の血糖量などから自律神経をコントロールして、生理的な調節を行っている。



脳, 脊髄の位置

(制作：熊井勇介, 後藤暁彦)

2016年度 センター試験 本試験 生物基礎

第3問

出題範囲	バイオーム・生態系
難易度	★★☆☆☆
所要時間	6分
傾向と対策	バイオームや生態系に関する出題である。覚えていれば単純な問題が多く、すぐに解けてしまう問題も多いだろう。この分野は覚えていなければ高得点は期待できない。一度でも勉強したことのある人ならばある程度は取れるが、山を張って勉強しなかった人は残念ながらまったく得点できないだろう。勉強量で最も差がつく分野の1つだと思うので、しっかりと理解して解けるようにしておきたい。

A

問1 正解は①

難易度 ★☆☆☆☆

解説

には常緑広葉樹、には熱帯多雨林が入る。マレーシアやインドネシアなどの赤道に近い高温多湿の地域では^{ねったいた うりん}熱帯多雨林が発達する。熱帯多雨林はフタバガキなどの常緑広葉樹が主な構成要素であり、そこにつる植物や着生植物などがついて生育している。また、階層構造が発達しており、草本から高木までさまざまな種類の植物が分布している。そのためさまざまな生物が生育できる環境が整っており、生物多様性に富んだ環境であるといえる。

には亜熱帯多雨林が入る。^{あねったいた うりん}亜熱帯多雨林は熱帯多雨林よりもやや高緯度にあり、やや気温が低くなる時期のある地域で発達する。熱帯雨林と同様に常緑広葉樹が^{ゆうせんしゅ}優占種（ある範囲において個体数が多く、かつ広い生活空間を占めている種）となるが、亜熱帯多雨林ではソテツやヘゴなどが主に生育する。硬葉樹林は夏に乾燥し、冬に降水量の多い地域で発達するため誤りである。

以上より、正解は①。単純な知識問題である。選択肢が各記号あたり2つしかないので、消去法で選んでいてもよい。間違えた場合は森林のバイオームをもう一度しっかりと覚えなおす必要がある。

問2 正解は③

難易度 ★★☆☆☆

解説

^{うりよくじゆりん}チークはタイやオーストラリア北部などに分布する雨緑樹林の優占種の1つである。雨緑樹林は亜熱帯多雨林や熱帯多雨林が分布する地域と気温はほぼ変わらないが、降水量の多い雨季と少ない乾季があり、やや降水量の

少ない地域に分布する。他の優占種として**コクタン**などが挙げられる。雨緑樹林に分布する樹木は、乾季に落葉するものが多く、これにより乾燥に適応している。

それでは選択肢を確認していこう。

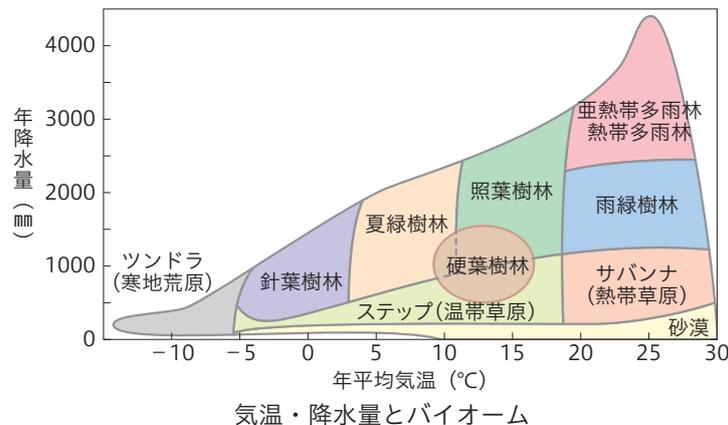
- ① 誤 雨緑樹林を構成するチークやコクタンなどは降水量が減少する乾季に落葉し、雨季に多くの葉をつける。
- ② 誤 雨緑樹林が葉を多くつけるのは雨季であり、気温は関係していない。
- ③ **正** 雨緑樹林を構成する樹種は降水量が減少する乾季になると一斉に落葉する。
- ④ 誤 砂漠で優占するサボテンなどの多肉植物の説明である。雨緑樹林を構成する樹種は乾季に落葉することで乾燥に対応している。雨緑樹林では乾季でも砂漠ほど降水量が少なくならないため、このような適応で十分なのである。
- ⑤ 誤 亜熱帯多雨林でみられるヘゴやマルハチなどの木生シダ類の説明である。

以上より、正解は③。こちらも知識問題である。間違えた場合は森林のバイオームをもう一度復習しよう。

問3 15 正解は⑤

難易度 ★★★★★

解説



上図を思い出そう。上図は年平均気温と年降水量の違いによる森林のバイオームの変化を表している。

今回の問題では、雨緑樹林が分布する地域と気温は同じであるが、降水量は少ない地域について問われている。上図の横軸は年平均気温を、縦軸は年降水量を表しているので、年平均気温はそのまま降水量を少なくするために上図を雨緑樹林から下に見ていくと、これに該当するのはサバンナと砂漠であることがわかる。選択肢の中でサバンナまたは砂漠で優占しているものは⑤のアカシアのみである。

ほかの樹種についても見ていこう。

- ①のガジュマル、④のヒルギは熱帯多雨林～亜熱帯多雨林で見られる樹種である。
- ②のスタジイは亜熱帯多雨林や照葉樹林で見られる樹種である。
- ③のシラビソは針葉樹林で見られる樹種である。
- ⑥のブナは夏緑樹林で見られる樹種である。

以上より、正解は⑤。代表的な樹種を覚えていなければならぬ少し細かい知識問題である。アカシアは覚えてなかったかもしれないが、ほかの選択肢の植物はおさえておきたい樹種である。ほかの選択肢は明らかな誤りであることがわかるので消去法で正解できるだろう。「生物基礎」ではこのような細かいことまで聞いてくることもあると考えられるので、忘れていた場合は各バイオームの優占種をしっかりと覚えておくようにしよう。

B

問 4 16 正解は⑤

難易度 ★★☆☆☆

解説

自然の生態系は、長いスパンで見るとそのバランスが保たれている。例えばある生物の個体数で考えたとき、ある生物が増加しすぎると、その生物を捕食する生物が増加するなど、ある生物が減少するような方向への変化が生じることで増加が抑えられる。逆に、その変化が強すぎてある生物が減少しすぎると、その生物を捕食する生物が減少するなど、ある生物が増加するような方向への変化が生じることで減少が抑えられる。このようにして、短いスパンでは変動しつつも長いスパンで見ると一定の範囲内にその変化が保たれているのである。

つまりこの問題では、ヤチネズミの個体数が増えたときにはヤチネズミの個体数が減るような方向の変化を、反対に減少したときには増えるような方向の変化をとっている選択肢を選べばよいことがわかる。

それでは、選択肢を順に見ていこう。

- ① 正 ある地域において個体数が増えた際に、一部の個体が別の地域へ移動すれば個体数は減少する。
- ② 正 ある生物の個体数が増えた際に、その生物を食べる捕食者が増えればある生物はその後減少する。
- ③ 正 ある生物の個体数が増えた際に、生活環境などの悪化によってその生物の子どもが病気になればある生物はその後減少する。
- ④ 正 ある生物の個体数が減少した際に、食物が増えればある生物はその後増加する。
- ⑤ 誤 ある生物の個体数が減少した際に、その生物の資源を奪ってしまうような生物が侵入するとある生物の死亡率は増加し、その後さらに減少してしまう。
- ⑥ 正 ある生物の個体数が減少した際に、その生物 1 匹あたりの資源量が増加すればある生物の死亡率は低下し、その後個体数は増加する。

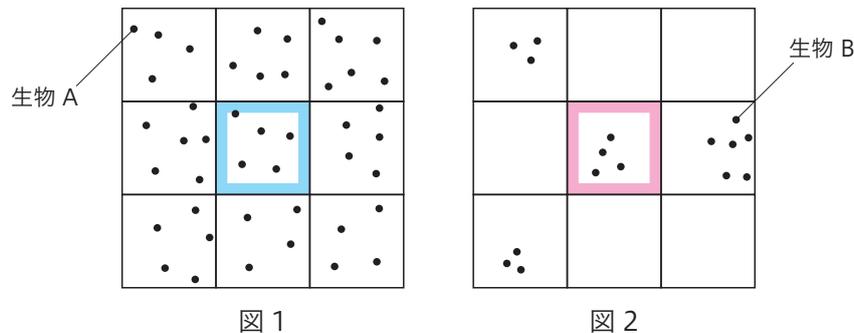
以上より、正解は誤りを含む⑤。単純な思考問題であるので正解したい。しっかりと考えれば知識がなくても正解できる問題である。

◆コラム

区画法

この問題では、ある草原での単位面積あたりのヤチネズミの捕獲個体数の変化を示すグラフが与えられている。このグラフについて何も考えなくてもこの問題は解けてしまうが、ちょっと違和感の覚えるこのグラフについて少し考えてみよう（今回の問題には関係しない）。変数をわざわざ単位面積あたりのヤチネズミの捕獲個体数としている理由はなんだろうか。これは簡単で、ある土地のヤチネズミの個体数を調べるのにすべてのヤチネズミを捕獲して個体数を調べるのはあまりにも無謀だからである。このように単位面積あたりの個体数を調べ、そこからその場所全体の個体数を推定する方法を「区画法」というが、これはすべての生物種に応用できるのだろうか――。

答えは「できない」である。下図を見てほしい。外枠の四角形がある地域を、点がある生物 A（図 1）、生物 B（図 2）の分布を示しているとする。この地域の生物 A、B の個体数を区画法で推定してみよう。



生物 A はある地域に比較的ランダムに分布している生物である。図 1 の青の小さい四角の中には 5 匹の生物 A が存在している。よって、他の小さい四角の中にも生物 A がほぼ同数いると仮定して、大きい四角の枠の中には小さい四角が 9 個存在しているので、 5×9 を計算してある地域にはおよそ 45 匹の生物 A が生息していると考えることができる。実際に数えてみるとある地域には 44 匹の生物 A が生息していることがわかり、ほとんど正確に個体数を推定できていることがわかる。

一方で、生物 B はある地域に比較的偏って分布している生物である。よって、すべての小さい四角の中に生物 B がほぼ同数いると仮定することができない。仮にそのように考えてしまうと、赤の小さい四角の枠には 4 匹の生物 B が存在しているので、 4×9 によりある地域にはおよそ 36 匹の生物 B が存在していると考えられてしまうが、実際に数えてみると 16 匹しか存在していないことがわかる。よって、まったく正確に個体数を推定できていないことがわかる。

以上から、ある地域にランダムに分布している生物種ほど区画法による個体数の推定が正確に行いやすいことがわかる。ヤチネズミは比較的ランダムに分布していると考えられることから、単位面積あたりのヤチネズミの捕獲個体数の増減はある地域全体のヤチネズミの個体数の増減に対応すると考えられるので、単位面積あたりのヤチネズミの捕獲個体数が変数として用いられているのである。

また、区画法はカタツムリや植物などのあまり、あるいはまったく移動しない生物種に適している（移

動の頻度が多いと単位面積あたりにいる生物数の変化が大きくなってしまうため)。

問5 17 正解は⑦

難易度 ★☆☆☆☆

解説

選択肢を順に確認していけばよい。

- ① 誤 **裸地** (火山の溶岩などからできた土地) から始まる一次遷移では、最初コケ植物や地衣類しか生育できないが、土壌が形成されていない状態から始まる一次遷移とは異なり、人間が放牧を行ったところではある程度土壌が形成されているので草本が生育すると考えられる。このような遷移は一次遷移に対して**二次遷移**と呼ばれる。

なお、**一次遷移**とは土壌が形成されていない状態から始まる遷移のことであり、乾性遷移と湿性遷移の2種類がある。**乾性遷移**とは裸地から始まる一次遷移であり、**湿性遷移**とは湖沼などが陸地化する一次遷移のことを指す。

- ② 誤 里山では人間が定期的に木の伐採や落ち葉かきを行うことによって地表にもよく太陽の光が届くため、陰樹は比較的生育しにくい環境にある。人間の管理によって里山の雑木林では陽樹が優占するのである。本来、遷移が進み極相林になってしまう環境に人間が適度なく乱を加えることで種多様性が保たれているのである。このように、適度なく乱によって生物の種多様性が保たれるとする説を中規模かく乱説という。
- ③ 正 オオクチバスなどの**外来生物**は、天敵となる生物があまりいない日本で急激に繁殖し、日本に元々住んでいた在来生物の個体数を激減させている。外来種のほとんどは人間の活動によって国内に持ち込まれたものであり、人間の勝手な活動によって多くの在来生物が減少を強いられている。
- ④ 誤 高山帯にハイマツなどから構成される低木林しか見られないのは人間活動による影響ではなく、標高が高く気温が低い**高山帯**の気候上、仕方のないことである。

標高が高いほど気温は低くなる(100mごとに0.5～0.6℃下がる)ため、標高によって優占する植物種が異なっている。このような高度の違いによるバイオームの分布は**垂直分布**と呼ばれている。垂直分布は丘陵帯、山地帯、亜高山帯、高山帯などに分けられる。それぞれを次の表で確認しておこう。

標高 (m) [※]	垂直分布	バイオーム	優占種の代表例
2500 ~	高山帯	低木や高山草原 (お花畑)	ハイマツ, コケモモ, コマクサ
1500 ~ 2500	亜高山帯	針葉樹林	コメツガ, トウヒ, シラビソ, ダケカンバ
500 ~ 1500	山地帯	夏緑樹林	ブナ, ミズナラ, カエデ, シラカンバ
~ 500	丘陵帯	照葉樹林	シイ, カシ, タブノキ, ツバキ

← 森林限界

※標高の境界線は緯度によって異なる (低緯度で高く, 高緯度で低い)。

なお, 亜高山帯より上は気温が低く森林が形成され得ない。この森林が形成されるかされないかの境界となる標高を森林限界という。

- ⑨ 正 化石燃料を燃やした際に発生する温室効果ガスの一種である二酸化炭素は地球温暖化や気候変動の原因となっている。

以上より, 正解は㉔と㉕を選択している㉖。㉔および㉕の選択肢は明らかに正しいので正解してほしい。

◆ Check!!

一次遷移

前述のように一次遷移には乾性遷移と湿性遷移がある。それぞれどのような遷移をとげるのか見ていこう。

まずは乾性遷移からである。乾性遷移は裸地から始まる。

段階	①裸地	②草原	③陽樹の低木林
図			
植物例	コケ植物, 地衣類	草本類 (ススキ, ヨモギなど)	陽樹 (アカマツ, ヤマツツジなど)
説明	養分や保水力のない裸地にコケ植物や地衣類などが生えてくる。	植物の増加に伴い養分や保水力が増し, 草本類が生えてくる。	さらに土壌が形成されると, 陽樹が生えてくる。

段階	④陽樹林	⑤ ^{ごんこうりん} 混交林	⑥陰樹林（極相）
図			
植物例	陽樹	陽樹, 陰樹 (シイ, カシなど)	陰樹
説明	陽樹が育ち, 樹高が高くなると林床に光があまり届かなくなる。	暗い林床でも育つ陰樹が生えてくる。	陰樹が育ち, 先に生えていた陽樹は寿命などにより枯れる。以降, 陰樹が植生の中心となる。このように, 大きな変化が起きなくなった状態を極相 <small>きょくそう</small> といい, その森林を極相林 <small>きょくそうりん</small> と呼ぶ。

次は湿性遷移を見ていこう。湿性遷移は湖沼から始まる。

段階	①湖沼	②湿原	③草原
図			
植物例	水生植物 (クロモ, ヒシなど)	浮葉植物 (ヒシなど), 抽水植物 (カキツバタなど)	草本類 (ススキ, ヨモギなど)
説明	土砂や生物, 植物の遺体が堆積し, 浅くなっていく。	さらに水深が浅くなっていき, 浮葉植物・抽水植物が生い茂る。	外縁から陸地化し, 草原となる。以降, 乾性遷移と同じ過程を経て森林となる。

(制作：熊井勇介, 後藤暁彦)