2023年度大学入学共通テスト 解説〈生物基礎〉

第1問　生物と遺伝子（生物の特徴・代謝・遺伝情報の複製・細胞周期）

問1　①DNAやRNAなど，ヌクレオチドを構成単位とする物質を核酸という。核酸のうち，DNAを構成する塩基は，アデニン(A)・チミン(T)・グアニン(G)・シトシン(C)の4種類であり，RNAを構成する塩基は，アデニン(A)・ウラシル(U)・グアニン(G)・シトシン(C)の4種類である。核酸を構成するこれらの塩基は，原核細胞や真核細胞にかかわらず，どの細胞でも共通である。したがって，誤り。②化学反応を促進する働きをもつが，それ自体は反応の前後で変化しない物質を触媒という。触媒のうち，細胞内で合成されるものが酵素である。原核細胞や真核細胞にかかわらず，酵素はどの細胞にも含まれる。したがって，誤り。③生物の共通性の一つに，代謝を行ってATPを合成することがあげられる。すなわち，原核細胞や真核細胞にかかわらず，ATPはどの細胞でも合成される。また，真核細胞の場合，ミトコンドリアを利用して多くのATPが合成される。一方，原核細胞にはミトコンドリアなどの膜構造をもった構造体が含まれておらず，原核細胞は細胞質基質でATPを合成する。したがって，正しい。④肉眼の分解能は約0.1 mmであることを踏まえると，原核生物の大きさは一般に1桁 μm であることから，肉眼で観察することはできない。一方，単細胞からなる真核生物のうち，ゾウリムシはその大きさが約200 μm($=$ 0.2 mm)であることから，肉眼で観察できる。したがって，誤り。なお，細胞の大きさは，一般に原核細胞よりも真核細胞の方が大きい。⑤すべての生物は，呼吸によって取り出したエネルギーを生命活動に利用している。したがって，誤り。なお，上述の通り，真核細胞のみがミトコンドリアを利用した呼吸を行うことも合わせて理解しておこう。

以上のことから，③を選ぶ。

(答) 1 …③

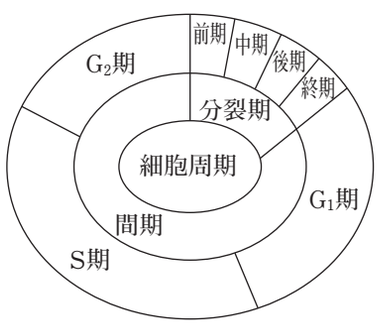
問2　葉緑体をもつ藻類が動物細胞に取り込まれた場合，独立栄養生物である藻類は光合成によって**糖**(ア)を合成し，動物細胞へと供給する。一方で，藻類は動物細胞が生成するアミノ酸などを栄養分として利用するようになる。本問ではこれらの共生関係が長く続いた場合の考察が問われていることから，藻類はアミノ酸などの栄養分を取り込む働きをもつタンパク質の遺伝子発現を**上昇**(イ)させ，動物細胞はアミノ酸などの栄養分を生成するために働くタンパク質の遺伝子発現を**上昇**(ウ)させると考えられる。仮に，これらの遺伝子発現が低下した場合，共生することで得られる利益が両者ともに少なくなることから，共生関係を解消する可能性が高い。したがって，⑤を選ぶ。

(答) 2 …⑤

問3　体細胞は精子と卵の合体によって生じた受精卵が体細胞分裂を繰り返したものであり，体細胞には精子や卵の2倍のDNAが含まれると考えられる。問題文には「精子の核の中には3×10^9塩基対からなるDNAが含まれる」とあることから，1個の体細胞には$2 \times 3 \times 10^9$塩基対$= 6 \times 10^9$塩基対のDNAが含まれると考えられる。問題文より，「1回の細胞周期の間に，DNAの一つの場所で1×10^6塩基対のDNAが複製される」ことから，1個の体細胞の核で全てのDNAが複製されるためには，$(6 \times 10^9$塩基対$) / (1 \times 10^6$塩基対$) = 6000$ヶ所で複製が開始される必要がある。したがって，④を選ぶ。

（答）　3　…④

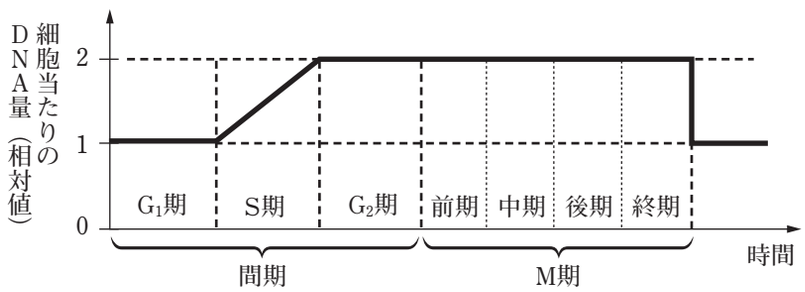
問4　体細胞分裂の過程において，分裂が終わってから次の分裂が終わるまでの過程を細胞周期という。細胞周期は間期と分裂期（M期）からなる。さらに，間期はG_1期（DNA合成準備期），S期（DNA合成期），G_2期（分裂準備期）に分けられ，分裂期（M期）は，前期，中期，後期，終期に分けられる（次図）。これらの内容を踏まえて，解答を検討する。



問題文より，タンパク質Xは分裂終了直後，すなわち終期が終わった直後に発現を開始し，DNAの複製（S期）中に減少していく。このことから，タンパク質Xは終期と次の細胞周期のS期の間であるG_1期に発現しており，S期・G_2期・分裂期には発現していないと考えられる。一方，タンパク質YはDNAの複製が始まると発現を開始するが，分裂終了直後，すなわち終期が終わった直後に急速に減少する。このことから，タンパク質YはS期・G_2期・分裂期において発現しており，G_1期には発現していないと考えられる。本問では，「一部の細胞は，タンパク質Xのみを発現し，タンパク質Yを発現していなかった」とあることから，この細胞はG_1期である。したがって，①を選ぶ。

（答）　4　…①

問5　細胞周期と細胞当たりのDNA量の変化について復習する。G_1期のDNA量を1とすると，S期でDNAが一定の速度で複製され，S期が終わった時点でDNA量は2になる。その後，細胞はG_2期を経てM期の終期において分裂するため，M期が終わった時点でDNA量は2の半分の1に戻る（次図）。



このことを踏まえて図1を検討する。まず，図1を見ると，他の細胞集団と比較してエの細胞集団における物質Aの量が多いことがわかる。物質Aが複製中に取り込まれることに留意すると，エの細胞集団はS期であると考えられる。次に，各細胞集団の全DNA量について考える。図1を見ると，オの細胞集団の全DNA量を1としたとき，カの細胞集団は2，エの細胞集団は1～2の間である。この内容と上図を照らし合わせると，オの細胞集団はG_1期，カの細胞集団はG_2期・M期であると考えられる。また，エの細胞集団はS期であることが裏付けされる。したがって，⑧を選ぶ。

（答）[5]…⑧

第2問　生物の体内環境の維持（胆汁に関する実験考察問題・免疫）

問1　本問では，試験管内の各溶液（反応液）の色調の変化を観察することで，リパーゼの働きや胆汁の働きを検証している。ここで，問題文および実験を整理する。脂肪はリパーゼによって分解され，その結果として脂肪酸が生じる。また，リトマスの粉末を溶かしたリトマスミルクの入った反応液は，アルカリ性から中性の範囲だと青色に，酸性だと赤色を示し，アルカリ性・酸性の度合いによって色調の濃さが変化することがわかる。さらに，リトマスミルクに含まれる牛乳には脂肪が含まれていることから，リトマスミルクはリパーゼの基質（＝酵素の作用を受ける物質）となる。これらの内容に留意して，各選択肢を検討する。

結論1：リパーゼに脂肪を分解する作用があることを検証したいため，リトマスミルクとリパーゼの入った反応液の色調が赤色になることを示す必要がある。試験管ⓓを見ると，基質である脂肪を含むリトマスミルクと酵素であるリパーゼがあると反応液が赤色になっていることから，反応液には脂肪酸が生じており，リパーゼには脂肪を分解する作用があると推測できる。しかし，この実験のみからは「試験管に溶液を入れるという操作自体が反応液の色調を変えた」という可能性を否定できない。したがって，リパーゼを含まない蒸留水のみを入れた試験管ⓑにおいて脂肪酸が生じていないこと，すなわち，反応液が赤色に変化しないことを示す必要がある。よって，⑥を選ぶ。

（答）[6]…⑥

結論2：リパーゼが高温処理によって作用しなくなることを検証したいため，リパーゼの高温処理の有無によって反応液の色調が異なることを示す必要がある。上述の通り，試験管ⓓの反

応液が赤色になっていることから，反応液には脂肪酸が生じている。一方で，試験管Ⓒを見ると，基質である脂肪を含むリトマスミルクと100℃で処理したリパーゼがあると反応液が薄い青色になっていることから，反応液には脂肪酸が生じていない。これらの試験管を比較することで，リパーゼは100℃で処理すると作用しなくなるとわかる。よって，⑧を選ぶ。

（答）[7]…⑧

結論3：胆汁に，リパーゼによる脂肪の分解を助ける作用があることを検証したいため，胆汁の有無によって反応液の色調が異なることを示す必要がある。上述の通り，試験管ⓓの反応液が赤色になっていることから，反応液には脂肪酸が生じている。ここで，リトマスミルクとリパーゼに加えて胆汁の粉末を入れた試験管ⓔを見ると，反応液の色が濃赤色になっていることから，試験管ⓓよりも試験管ⓔの方が多くの脂肪酸が生じている，すなわち，胆汁によってリパーゼが働きやすくなっているとわかる。よって，⓪を選ぶ。

（答）[8]…⓪

問2　図2を見ると，試験管ⓕは層Xと層Yの2層に分かれているのに対して，試験管ⓖは層X，YおよびZの3層に分かれている。試験管ⓕについて，蒸留水と食用油を混ぜると，水と油は混ざらないために分離し，水より比重が軽い油は表面上に油膜を形成することから，層Xには食用油，層Yには水が含まれると考えられる。一方，試験管ⓖは蒸留水と食用油に加えて胆汁の粉末を入れていることから，試験管ⓕと同じ層XとYの他に，油分が分散して白く濁った層である層Zが生じている。これらを踏まえて，問題を検討する。

本問では，「胆汁がリパーゼの作用を，脂肪を乳化することにより助けている」という仮説を検証するための実験と結果が問われている。上述の通り，層Xは食用油，層Zは乳化された油分が含まれている。それぞれの入った試験管にリパーゼを入れると，いずれもリパーゼの作用により脂肪が分解されて反応液は赤色を示すが，仮説が正しい場合，層Xよりも層Zの入った反応液の方がリパーゼは作用しやすく，反応液もより濃赤色を示すと考えられる。したがって，④を選ぶ。

（答）[9]…④

問3　免疫には，物理的・化学的な防御を含む自然免疫と獲得免疫（適応免疫）とがある。獲得免疫はさらに，抗体が関与する体液性免疫と，キラーT細胞が直接抗原を排除する細胞性免疫に分けられる。

皮膚の角質層は死細胞からなる。皮膚の表面は角質層でおおわれていることから，生きた細胞内で増殖するウイルスなどの病原体の侵入を防ぐことができる。また，気管や消化管などの粘膜は，粘液を分泌してウイルスや微生物の付着を防いでいる。これらは物理的な生体防御の例である（④は不適）。

皮膚の表面は，皮脂線や汗腺などからの分泌物によって弱酸性（pH3 ～ 5）に保たれている。多くの生物は酸性条件で生育できないことから，皮膚の表面が弱酸性に保たれていることは微

生物の繁殖防ぐ効果がある。また，涙やだ液に含まれるリゾチームは，細菌の細胞壁を分解する働きをもつ。これらは化学的な生体防御の例である（③・⑤は不適）。

ウイルスや細菌などの病原体が体内に侵入した場合，マクロファージ・樹状細胞・好中球などの食細胞が食作用によってこれらの病原体を細胞内に取り込んで分解する。この反応は自然免疫の一種である（①は不適）。なお，自然免疫に関与するナチュラルキラー（NK）細胞は，ウイルスに感染した細胞を直接攻撃して破壊する働きをもつが，食作用は行わない。したがって，②を選ぶ。

（答）10 …②

問4　無毒化したウイルスWを注射されたマウスの血清中にウイルスWに対する抗体が検出されたことから，注射されたマウスの体内では，ウイルスWに対する一次応答が生じたと考えられる。ここで，一次応答における抗体の産出過程について復習する。

体内に侵入したウイルスWは，樹状細胞などの食細胞に取り込まれる。樹状細胞はリンパ節へと移動し，ウイルスWの断片を細胞表面に出す。これを抗原提示という。樹状細胞に提示された抗原を認識したヘルパーT細胞は活性化する。ウイルスWを直接認識したB細胞は，活性化したヘルパーT細胞によって活性化される。活性化されたB細胞は増殖して形質細胞（抗体産生細胞）へと分化し，ウイルスWに対して特異的に結合する抗体を生産して体液中に放出する。なお，一連の過程において，一部のT細胞とB細胞は記憶細胞となって体内に残る。

以上のことから，ウイルスWに対する抗体が産生されるには，リンパ節における樹状細胞からヘルパーT細胞への活性化が必要であり，④を選ぶ。なお，胸腺はT細胞が分化する器官であり，抗原提示の場ではないので注意しよう。

（答）11 …④

問5　実験1：マウスRでは，ウイルスWを無毒化したものを注射したことで一次応答が起こり，ウイルスWに対する記憶細胞が形成されている。このマウスRに無毒化していないウイルスWを注射した場合，記憶細胞が働き，ウイルスWを迅速に排除すると考えられる（ⓚは正しい）。

実験2：上述の通り，マウスRの血清には，一次応答の結果，ウイルスWに対する抗体が含まれている。ウイルスWに対する抗体を含む血清をマウスSに注射した翌日に，このマウスSに無毒化していないウイルスWを注射した場合，抗体が働き，ウイルスWを迅速に排除すると考えられる（①は正しい）。なお，マウスRは好中球を欠くが，好中球は抗体の作用に関与しないため，好中球の存在は抗体によるウイルスWの排除に影響しない。

実験3：マウスTでは，ウイルスWを無毒化したものを注射したことで，ウイルスWに対する一次応答が起こり，記憶細胞が形成されている。しかし，マウスTはB細胞を完全に欠くため，抗体は産生されない。このマウスTに無毒化していないウイルスWを注射しても生存していることから，マウスTは抗体ではなく，キラーT細胞の働きによってウイルスWを

排除したと考えられる(ⓞ)は正しい。

以上のことから，ⓚ・①・ⓞが正しいため，⑥を選ぶ。

(答) 12 …⑥

第３問　生物の多様性と生態系（生態系の保全・生態系内の物質循環とエネルギーの流れ・バイオーム）

問１　水草は光合成を行い，光エネルギーを利用して二酸化炭素から糖(有機物)を合成する。有機物中に蓄えられた**化学**(ア)エネルギーは，食物連鎖を通して生態系の中を流れる。生体内に取り込まれた有機物は，呼吸によって分解される。その際，化学エネルギーの一部は熱エネルギーとなって生体外に放出され，最終的に生態系外へと流れ出る。したがって，エネルギーは炭素や窒素などの物質のように生態系内を循環することはない。

生物の体内では，物質の合成や分解などさまざまな化学反応がおこなわれている。これらの化学反応全体を代謝といい，同化と異化に分けられる。これらのうち，外界から取り入れた簡単な物質から，生体を構成する複雑な物質を合成する過程を同化という。同化には，二酸化炭素から有機物を合成する光合成のほか，**グルコースからグリコーゲン**(イ)が生成される過程や，**ADP から ATP**(ウ)が生成される過程も含まれる。したがって，⑤を選ぶ。なお，生体を構成する複雑な物質を簡単な物質に分解する過程を異化といい，酸素を用いて有機物を分解する呼吸のほか，グリコーゲンが分解されてグルコースが生成される過程や，ATP が分解されて ADP が生成される過程も含まれる。

(答) 13 …⑤

問２　魚の餌として水槽内に入ってきた有機窒素は，魚の体内で分解され，アンモニウムイオンの形で体外へと排出される。排出されたアンモニウムイオンは，亜硝酸菌の働きにより亜硝酸イオンに，続いて硝酸菌の働きにより硝酸イオンとなる。硝酸イオンは水草に取り込まれ，窒素同化に利用される。この一連の過程を正しく説明しているのは①である。したがって，①を選ぶ。

(答) 14 …①

問３　本問では，「水槽の生態系から窒素を取り除くための操作」が問われている。設問文より，好気的な生態系における窒素の主な循環は生物から生物への経路であり，生物と大気との間の経路がほとんどないことが読み取れる。水槽内から窒素を取り除くためには生物と大気との間の経路が必要であることを踏まえると，水槽内を好気的な生態系から嫌気的(酸素があまり存在しない)な生態系にする必要があると考えられる。水槽内において，酸素は水草の光合成により生じることから，嫌気的な生態系をつくるためには，水草を取り除く必要がある(ⓐは正しい)。なお，ⓑやⓒの処理でも水草の光合成による酸素の放出量は低下すると考えられるが，水槽内が嫌気的な生態系にはならないので，いずれも不適である。

以上のことから，ⓐのみが正しいため，①を選ぶ。

(答) 15 … ①

問4　① バイオーム A はツンドラであり，地衣類のほかにコケ植物がみられる。すなわち，植物が生育できないわけではない。したがって，誤りである。②バイオーム B は針葉樹林であり，モミやエゾマツ，トドマツなどの高木が生育する。したがって，誤りである。③バイオーム D は照葉樹林であり，日本では九州・四国および関東平野までの本州南西部の低地にみられる。したがって，誤り。なお，北海道の西南部の低地には夏緑樹林，北海道の東部には針葉樹林がみられる。④バイオーム F は硬葉樹林であり，オリーブやユーカリなどがみられる。硬葉樹林は地中海沿岸のほか，オーストラリア南部にも分布しており，ユーラシア大陸に特有のバイオームではない。したがって，誤り。⑤バイオーム I はサバンナであり，草本が優占するが，アカシアなどの樹木が点在する。したがって，正しい。

以上のことから，⑤を選ぶ。

（答）16 …⑤

問5　問題文から，以下の❶～❸内容が整理できる。

❶ 葉緑体は赤色の光を吸収するが，赤外線を吸収しない。

❷ 人工衛星でとらえた地表の反射光のデータについて，赤色光と赤外線を同じだけ反射する場合の指標 N は，0 の値をとる。

❸ 人工衛星でとらえた地表の反射光のデータについて，赤色光をすべて吸収して赤外線だけを反射する場合の指標 N は，1 の値をとる。

これらの内容と図 1 を照らし合わせる。バイオーム G は雨緑樹林であり，乾季に落葉する。落葉した場合，地表からの赤色光と赤外線は同じだけ反射することから，乾季における指標 N は，❷より 0 の値に近くなる。一方，雨季は葉が展開しており，ある程度赤色光が吸収されることを考えると，雨季における指標 N は，1 の値に近くなる。すなわち，図 1 において指標 N の値が 0 に近い期間は乾季，1 に近い期間は雨季であると推測できる。以上の内容を踏まえて，バイオーム C とバイオーム E について検討する。

バイオーム C は夏緑樹林であり，冬季に落葉する。上述の通り，落葉している期間の指標 N は 0 の値に近くなり，葉が展開している期間の指標 N は 1 の値に近くなることに留意すると，冬季の指標 N が 0 に近く，それ以外の時期の指標 N が 1 に近い③が答えとなる。

（答）17 …③

一方，バイオーム E は熱帯（亜熱帯）多雨林であり，常緑広葉樹が優占することから，年間を通して葉が展開している。すなわち，指標 N も年間を通して 1 の値に近いと考えられる。このグラフを示しているのは①である。よって，①が答えとなる。

（答）18 …①