

2022年度 入学試験問題(前期日程)

理 科

(生物基礎・生物)

教 育 学 部：学校教育教員養成課程(科学技術教育コース)

理 工 学 部：生物科学科・化学生命理工学科・地球環境防災学科

医 学 部：医学科

農林海洋科学部：海洋資源科学科(海洋生命科学コース)

問題冊子 問題…… I ～ IV ページ…… 1～9

解答用紙…… 4 枚

下書用紙…… 1 枚

教 育 学 部：試験時間は 90 分、配点は表示の 0.5 倍とする。

理 工 学 部：試験時間は 90 分、配点は表示の 2 倍とする。

医 学 部：試験時間は 120 分(2 科目解答)、配点は表示の 0.75 倍とする。

農林海洋科学部：試験時間は 90 分、配点は表示の 2 倍とする。

注 意 事 項

1. 試験開始の合図まで、この問題冊子を開かないこと。
2. 試験中に、問題冊子・解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び下書用紙の不備等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
3. 各解答用紙に受験番号を記入すること。
4. 解答用紙には、必要事項以外は記入しないこと。
5. 解答は、必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
6. 解答用紙の文字数指定のある解答欄には英数字を 1 マスに 2 文字まで入れることができる。
なお、1 マスを 1 文字として数える。
7. 解答用紙の各ページは、切り離さないこと。
8. 配付された解答用紙は、持ち帰らないこと。
9. 試験終了後、問題冊子、下書用紙は持ち帰ること。
10. 試験終了後、指示があるまでは退室しないこと。

I 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

ヒトの血液は心臓のポンプ作用によって、全身をめぐる血管内を通り、組織に酸素や栄養分を届ける。血液の循環は、(1)と(2)に大別される。血液の重さの55%は血しょうと呼ばれる液体で、残りは血球と呼ばれる有形成分である。

血しょうの91%は(3)であり、(4)は7%、無機塩類1%、その他の成分1%(グルコース、脂質、アミノ酸など)が含まれている。血しょうの一部は、毛細血管から外へ染み出して(5)を形成する。(5)は細胞間を満たし、栄養分や酸素を細胞に供給し、二酸化炭素や老廃物を細胞から受け取る。(5)の大部分は毛細血管に戻っていくが、一部は(6)へ流れ込み(7)となる。

血液の有形成分は骨髄中の(8)から作られ、(9)、(10)、(11)などがある。有形成分の中で最も数が多いものは(9)である。ヒトの(9)は、核やミトコンドリアを持たず、ヘモグロビンを多量に含み酸素の運搬に特殊化している。(9)はつくられてから約120日後に、(12)や肝臓で壊される。(10)は、体内に侵入してくる病原体などの異物に対する免疫作用に関わる。(10)には、貪食作用を持つ(13)、(14)、(15)などの食細胞に加えて、獲得免疫(適応免疫)に関わる(16)がある。(16)の中で、(17)は^(a)抗体を産生して病原体を除去し、(18)は^(b)感染した細胞を直接除去する。(11)は、(19)に関わる。血管が傷つくとまず傷口付近に(11)が集まる。次に、血しょう中のタンパク質(20)が変化して水に溶けづらい繊維状の(21)が作られる。そして、これが血球と絡み合って応急的に傷口をふさぐ。

(9)中に含まれるヘモグロビンは、肺胞において酸素と結合すると鮮やかな赤色に変わる(酸素ヘモグロビン)。一方で、酸素が離れると暗赤色に変化する。酸素はあまり水に溶けやすい物質ではないが、ヘモグロビンと結合することによって末梢組織にまで十分な量の酸素が効率良く供給される。

ヘモグロビンは、酸素と可逆的に結合するが、その結合はCO₂濃度やpHなどによって強く影響を受ける。図1はヘモグロビンの酸素解離曲線を表しており、曲線AはCO₂濃度が40(相対値；ヒト肺胞のCO₂濃度に相当)、曲線Bは60(相対値；ヒト末梢組織のCO₂濃度に相当)の時のものである。

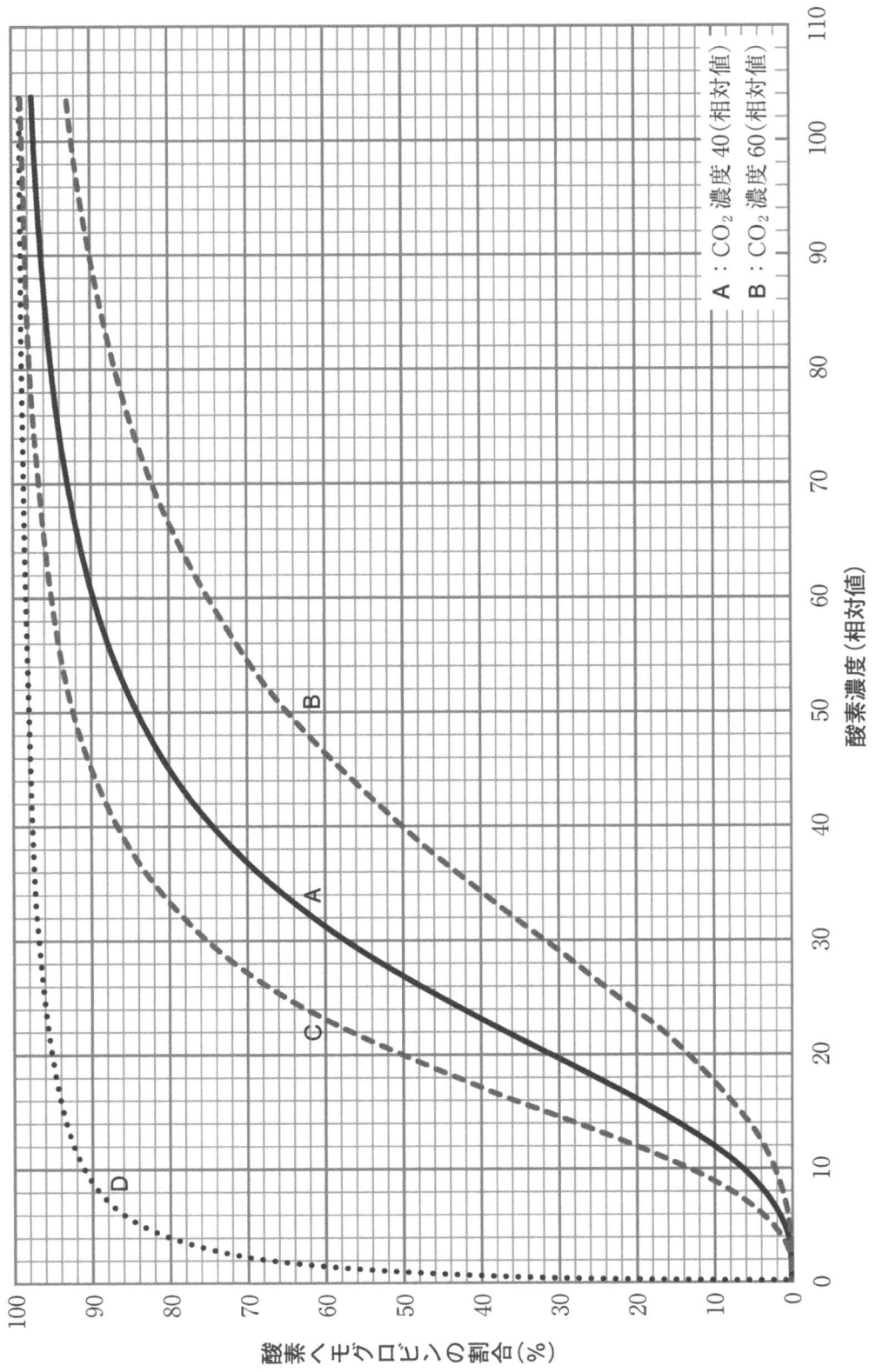


図 1

また、ヒトの筋肉の一つである大腰筋は、ヘモグロビンとよく似たタンパク質、ミオグロビンを多く含んでおり赤い色をしている。ミオグロビンも酸素と可逆的に結合できるが、その働きはヘモグロビンとは異なっている。ミオグロビンの酸素解離曲線は図1の曲線Dに示されている。

問1 文章中の(1)～(21)に適切な語句を入れよ。なお、(1), (2)および(13), (14), (15)は順不同とする。

問2 下線部(a)および(b)の免疫系は、それぞれ何と呼ばれるか。

問3 ヒトの肺胞における酸素濃度とCO₂濃度の相対値を、それぞれ100, 40、また、末梢組織での酸素濃度とCO₂濃度の相対値を、それぞれ40, 60とする。この場合、ヘモグロビンは、結合している酸素のおよそ何%を肺胞から末梢組織に運搬することができるか。図1から読み取りなさい。

問4 ヒトの胎児には母体と一部異なるヘモグロビンが含まれている。このために、胎児のヘモグロビンの酸素解離曲線は母体のものと少し異なる。母体のヘモグロビンの酸素解離曲線を図1のAとすると、胎児のヘモグロビンの酸素解離曲線は、曲線B、曲線Cのどちらに近いものになるか。60字以内でその理由も述べよ。

問5 ヘモグロビンの役割は酸素を末梢組織まで効率良く運搬することにある。ヒトのミオグロビンとヘモグロビンの酸素解離曲線(それぞれ、図1の曲線Dおよび曲線A)の比較から、ミオグロビンの働きはどのようなものであると考えられるか。15字以内で書きなさい。

II 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

生物の構造と機能の基本単位は細胞であり、(a)リン脂質と膜タンパク質から構成される細胞膜に囲まれている。細胞は、(b)原核細胞と真核細胞の大きく異なる2種類に分けられる。真核細胞の内部には、(c)細胞小器官や(d)細胞骨格などの多くの構造体が含まれている。細胞の中で、それらの構造体や生存に必要なさまざまな物質が協調して働くことで、生命活動が行われている。たとえば、(e)細胞外に分泌されるタンパク質の輸送には、複数の細胞小器官や物質が関わっている。

問1 下線部(a)に関して、以下の(ア)～(エ)の膜タンパク質の中から、受動輸送にかかわる輸送タンパク質をすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) ナトリウムポンプ (イ) アクアポリン (ウ) Ca^{2+} チャネル
(エ) カドヘリン

問2 下線部(b)に関して、次の(1)～(3)の問いに答えよ。

(1) 以下の(ア)～(キ)の構造・物質の中から、原核細胞がもつものをすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) 細胞膜 (イ) ミトコンドリア (ウ) DNA (エ) 葉緑体
(オ) 核 (カ) リボソーム (キ) ゴルジ体

(2) ウーズによって提唱された3ドメイン説によると、原核生物は、rRNAの塩基配列にもとづいた分子系統樹により2つのドメインに分けられる。そのうち、真核生物により近い系統のドメインの名称を答えよ。

(3) 原核生物では、関連する働きをもつ複数の遺伝子が連続して並んでいて、まとめて転写されることが多い。このような遺伝子群を何と呼ぶか答えよ。

問 3 下線部(c)に関して、次の(1)～(4)の問いに答えよ。

(1) アントシアンは、植物の花や果実などの色を決める色素である。アントシアンが存在する細胞小器官の名称を答えよ。

(2) 光合成の過程には、葉緑体のチラコイドで起こる反応とストロマで起こる反応がある。ストロマで起こる反応を以下の(ア)～(ケ)の中からすべて選び、記号で答えよ。

- | | | |
|-----------------|---------------|--------------|
| (ア) 二酸化炭素を取り込む | (イ) ATPをつくる | (ウ) ATPを使う |
| (エ) 光エネルギーを吸収する | (オ) NADPHをつくる | (カ) NADPHを使う |
| (キ) 有機物を合成する | (ク) 水を分解する | (ケ) 酸素が発生する |

(3) 動物細胞において、細胞内の不要になった物質の分解に関わる細胞小器官の名称を答えよ。

(4) ヒトの皮膚と肝臓の細胞を比較したとき、細胞あたりのミトコンドリアの数が多いのはどちらの細胞か。また、その理由を40字以内で答えよ。

問 4 下線部(d)に関して、次の(1)～(3)の問いに答えよ。

(1) 核膜の内側にあり、核の構造を維持している細胞骨格の名称を答えよ。

(2) 細胞骨格は3種類に大別されるが、直径が最も大きい細胞骨格とそれを構成する球状のタンパク質の名称をそれぞれ答えよ。

(3) 筋収縮に関わる細胞骨格とモータータンパク質の名称をそれぞれ答えよ。

問 5 下線部(e)に関して、細胞外に分泌されるタンパク質の輸送過程を以下の語群の語をすべて用いて200字以内で述べよ。なお、語群の語は何度用いてもよい。

細胞膜	小胞体	リボソーム	エキソサイトーシス
ゴルジ体	分泌小胞	mRNA	

Ⅲ 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

ある地域に生息する同種の個体のまとまりを個体群という。個体群は、同じ地域にすむ別の種の個体群とさまざまに関係し合いながら生活しており、食物や生息場所などの資源を取り合う(1)や、ほかの生物を食べる(2)などの種間相互作用が認められる。相互作用をもちながらある地域に生活している異種の個体群の集まりを(3)という。

(3)とそれをとりまく非生物的環境を合わせたものが(4)である。生物の個体、個体群や(3)は、非生物的環境から影響を受けるだけでなく、(a)非生物的環境に対して影響を与えている。

ある種の個体群において個体数が増加することを、個体群の(5)という。野外の生物で個体数を調査する方法として、植物や移動性の低い動物に用いる(6)と、動きが激しく見つけにくい動物に用いる(b)標識再捕法などがある。

生息地が減少したり、環境が悪化したり、また外来種が侵入したりすることにより個体数が減少すると、(c)個体数が少ないこと自体が新たな要因となって、個体群が絶滅へと向かう。個体群の多くが絶滅すると、種が絶滅することに繋がる。日本の環境省や国際自然保護連合などの国際機関は、(7)を作成し、絶滅の恐れのある種や個体群の情報を把握することに努めている。

イリオモテヤマネコは東アジアに広く分布する(d)ベンガルヤマネコのうち、西表島に生息する個体群であるとされている。島内のイリオモテヤマネコの個体数は100個体前後であり、交通事故やイエネコとの(1)、イエネコから(8)が伝播することなどが個体数の減少に影響を与えることが心配されている。

問 1 文章中の(1)～(8)に入る適切な語句を答えよ。

問 2 下線部(a)について、南の島に生息するサンゴが島の沿岸域の非生物的環境に与える影響について、1例を答えよ。

問 3 ある池で外来種のみししっぴアカミミガメの個体数を把握するため、下線部(b)の標識再捕法による調査を行なった。1回目の調査でみししっぴアカミミガメを捕獲し、24個体に標識をつけて元に戻した。1週間後に再び同じ方法で調査を行ったところ、捕獲した25個体のうち、標識がつけられていた個体が4個体認められた。この間に個体の移出入や環境の変化がなかったものと仮定して、この池のみししっぴアカミミガメの個体数を推定せよ。

問 4 下線部(c)について、人口学的な確率性という現象を60字以内で説明せよ。

問 5 下線部(d)のベンガルヤマネコの学名は *Prionailurus bengalensis* である。インドの草原地帯に生息する小型のサビイロネコの学名は *Prionailurus rubiginosus* である。学名の二名法について、その仕組みと有用性を、それぞれ 30 字以内で述べよ。

問 6 イエネコの野生型の毛は黒とこげ茶の縞模様であり、これを一般にキジトラ猫という。キジトラ猫に対して、毛が黒一色のクロ猫があり、これには 1 組の対立遺伝子 A, a が関与している。つまりキジトラ猫は AA または Aa であり、クロ猫は aa である。また、これと独立の関係にあるもう 1 組の対立遺伝子 B, b がある。B は A や a の発現を抑えて毛を白色にする。つまり B にはシロ猫をつくる働きがあるが、b にはない。いまシロ猫の夫婦からシロ猫、クロ猫、キジトラ猫の子猫が生まれたとする。ここで父親の遺伝子型が Bbaa であるとする。母親の遺伝子型を記せ。

問 7 家畜動物では、イエネコのように毛の色が多様であることが多い。一方、例えばイリオモテヤマネコの毛の模様は決まっており、クロ猫やシロ猫のような模様は見られない。野生生物において、一般に毛の色の変異が乏しいことの原因を 70 字以内で述べよ。

IV 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

温度と光強度、CO₂濃度は、植物の光合成速度を制御する要因である。このうち光強度は、葉の構造や森林の階層構造、植物群落の生産構造にも影響を及ぼす。葉の構造について、植物によっては、周辺の光強度に応じて(1)と(2)を生産する。(1)は、葉の表側に円筒状の(3)細胞が密に並んだ(4)組織が発達し、(2)に比べて(5)光合成速度と(6)速度が大きい。

年間の(7)が多く、平均気温が極端に低くならない地域では、森林が成立する。森林内部では、鉛直方向での光強度の変化が大きく、よく発達した森林では階層構造が見られる。日本の森林では、高いところから順に高木層、(8)、低木層、草本層が見られることが多い。(9)では、高木層の上にさらに樹冠を突出させる(10)層が見られ、5層以上の階層構造が発達する。亜寒帯の(11)林では、階層構造は単純である。

植物群落の光合成器官と(12)の垂直的な配置を生産構造といい、草本植生では広葉型とイネ科型に分けられる。イネ科型は、光合成器官に比べて(12)の比率が小さく、(13)生産の効率が高い。(a)広葉型のソバとヤエナリを混植すると、草丈の(14)ソバがヤエナリよりも優勢となる。

問 1 本文中の(1)～(14)に入る適切な語句を答えよ。

問 2 図1は、温度と光合成速度の関係を示している。光強度とCO₂濃度を最適な条件に固定し、温度のみを変化させた場合の反応曲線として適切なのはどれか。(A)～(D)より1つ選び記号で答えよ。

問 3 光強度と光合成速度の関係において、光合成速度が一定となる光強度、CO₂の吸収速度と排出速度がつりあう光強度をそれぞれ何と呼ぶか。

問 4 林冠が閉鎖した森林の階層構造に関する以下の文章のうち、誤っているものを全て選び、記号で答えよ。

- ア. 低木層には陽樹が生育する
- イ. 光強度は高木層を通り抜けると約50%まで減少する
- ウ. 落葉広葉樹林の林床は一年を通して暗い
- エ. 極相林では、ギャップ下でなければ陰樹の芽生えもほとんど成長できない
- オ. 極相林でも、小さなサイズのギャップが形成されれば陽樹の芽生えは成長できる

問 5 図 2 は、公園のような開けた場所と発達した森林内に生育する高木のスギの樹形を模式的に示している。公園のような開けた場所に生育する個体は (A) と (B) のどちらか、記号で答えよ。また、そのように考えられる理由を 100 字以内で説明せよ。

問 6 下線部 (a) について、草丈が等しいイネ科型草本と広葉型草本を混植すると、どちらが優勢となると考えられるか答えよ。また、そのように考えられる理由を 80 字以内で説明せよ。

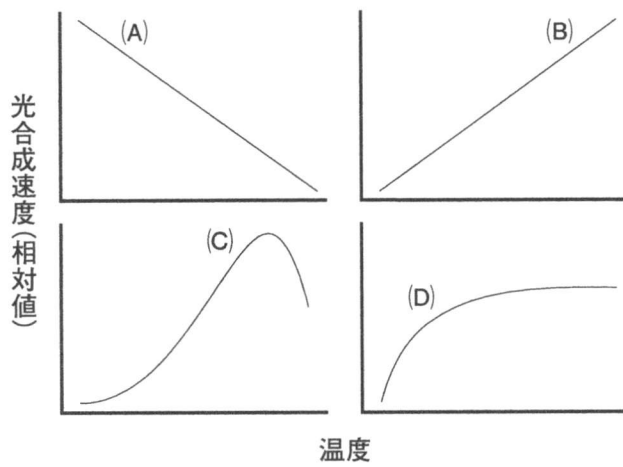


図 1

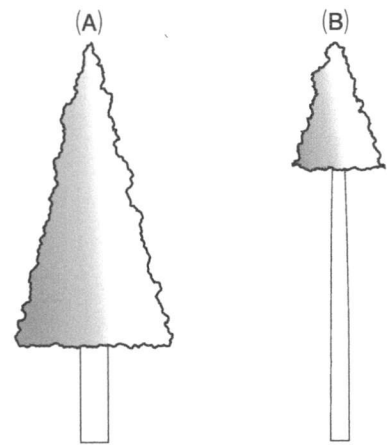


図 2

