筆答試問

英語

試験時間　9:30～11:30

○ 問題は４題ある。すべて解答すること。

○ 各問題の解答には、それぞれ別々の解答用紙を用いること。１つの問題への解答が２枚にわたる場合は、１枚目の右下に「次ページに続く」、２枚目の左上に「１ページ目からの続き」と大きく明記すること。
解答用紙の裏面は使用しないこと。

○ すべての解答用紙の所定の欄に、受験番号（２箇所）・氏名・問題番号（１，２，３，４）を記入すること。

英語	問題１

以下の文章を読んで、設問（A）～（F）のすべてに解答せよ。

（著作権保護のため、引用文は省略）

（次ページに続く）

（著作権保護のため、引用文は省略）

（Chelsea Wald, “The secret history of ancient toilets”, *Nature*, vol. 533, p. 456, 2016 より抜粋、一部改変）

（A）メソポタミア時代にはなかったが、それ以降に取り入れられたトイレに関する技術を１点あげ、日本語で説明せよ。

（B）ローマ時代の大衆トイレ文化の研究が進んでいないのはなぜか。３行程度の日本語で説明せよ。

（C）下線部（１）の「deficiencies」の具体的内容について、３行程度の日本語で説明せよ。

（D）下線部（２）の中の「the 1%」は何を示すか。日本語で記せ。

（E）下線部（３）の 「a lot of value」とは具体的にはどういうことか。３行程度の日本語で説明せよ。

（F）ローマ人は落書き好きであったにもかかわらず、なぜトイレの中には落書きが少ないのか。４行程度の日本語で説明せよ。

英語	問題２

以下の文章を読んで、設問（A）～（D）のすべてに解答せよ。

（著作権保護のため、引用文は省略）

（次ページに続く）

（著作権保護のため、引用文は省略）

（Frank H. Rigler and Robert H. Peters, *Science and Limnology*, Ecology Institute, Germany, 1995 より抜粋）

metaphysical：形而上学的な
fickleness：無定見、気まぐれ
revelation：天からの啓示
corollary：推論

（A）「intuitive method」はどのような手順で進められるのか。３行程度の日本語で説明せよ。

（B）下線部（１）を和訳せよ。

（C）下線部（２）を和訳せよ。

（D）［　ア　］と［　イ　］内に入る適当な単語を、以下の選択肢の中からそれぞれ選べ。
［　ア　］: history, truths, materials, importance, discussions
［　イ　］: mathematical, reasonable, possible, hypothetical, unchangeable

英語	問題３

以下の下線部の文章を英訳せよ。

（著作権保護のため、引用文は省略）

（天野祐吉『天野祐吉の CM 天気図傑作選』朝日新聞出版社 2013 より抜粋、一部改変）

福袋：lucky bag
せき立てられる：be urged

英語	問題４

以下の下線部の文章を英訳せよ。

（著作権保護のため、引用文は省略）

（滝本敦『ヒマワリはなぜ東を向くか』中公新書 1986 より抜粋、一部改変）

花をつける：flower

筆答試問

一般基礎科目

試験時間　13:00～15:00

○ 問題は下表の通り１１題ある。
　これらのうちから３題を選択し解答すること。
　ただし、生物学１題は必ず選択すること。

○ 各問題の中の小問（A）、（B）、・・などの解答には、それぞれ別々の解答用紙を用いること。１つの小問への解答が２枚にわたる場合は、１枚目の右下に「次ページに続く」、２枚目の左上に「１ページ目からの続き」と大きく明記すること。
　解答用紙の裏面は使用しないこと。

○ すべての解答用紙の所定の欄に、受験番号（２箇所）、氏名、および選択した問題の番号を記入すること。選択した問題の番号は、１～１１の問題番号と、（A）、（B）などの小問の記号を、１－（A）のように記入すること。

○ とくに指定のない限り、解答は日本語または英語で記述すること。

科　目	問題番号
生物学	1
生物学	2
生物学	3
生物学	4
生物学	5
生物学	6
生物学	7
生物学	8
物理学	9
化学	10
数学	11

生物学	問題１

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の文章を読んで、設問（１）～（５）のすべてに答えよ。

細胞の特性は、細胞がもつ分子によって決まる。分子は［　ア　］によってつながった原子の集まりである。［　ア　］には２個の原子から１個ずつ提供された電子２個を共有してできる［　イ　］や、２個の原子が電子を２個ずつ出し合い４個の電子を共有した［　ウ　］などがある。［　イ　］を作る２個の原子が異なる場合、共有価電子を引きつける強さが違う。このように共有電子が偏っている［　ア　］は［　エ　］という。

細胞内にある有機化合物は、すべて単純な化合物群から合成され、もとの化合物に分解される。この一連の反応は厳密な化学的法則にしたがう。細胞内の化合物には化学的によく似たものが多く、細胞内の化合物のほとんどは糖、(a) 脂肪酸、(b) ヌクレオチド、(c) アミノ酸の４種類に分けることができる。

（１）［　ア　］～［　エ　］に適切な語句を入れよ。

（２）下線部（ａ）について、パルミチン酸 $C_{16}H_{32}O_2$ の構造式を示せ。さらに、この脂肪酸が保有する化学的に異なる２つの部分を具体的に指し示し、パルミチン酸の性質において担う役割をそれぞれ２行程度で説明せよ。

（３）下線部（ｂ）について、ヌクレオチドは DNA と RNA の構成単位である。デオキシリボヌクレオチドが結合して鎖状構造を作るときの結合様式の名称を答えよ。また、デオキシアデノシン一リン酸（dAMP）とデオキシシチジン一リン酸（dCMP）が結合しているときの構造式を示せ。

（４）下線部（ｃ）について、酸性アミノ酸の名称を２つあげ、それぞれの構造式を示せ。

（５）タンパク質の構造決定とともに、その構造の特徴を説明する模型の開発も進んできた。主鎖模型、リボン模型、針金模型、空間充填模型の中から２つを選び、それらの模型の特徴をそれぞれ２行程度で説明せよ（必ず２つだけを選ぶこと）。

（次ページに続く）

（B）以下の文章を読んで、設問（1）、（2）２問とも解答せよ。

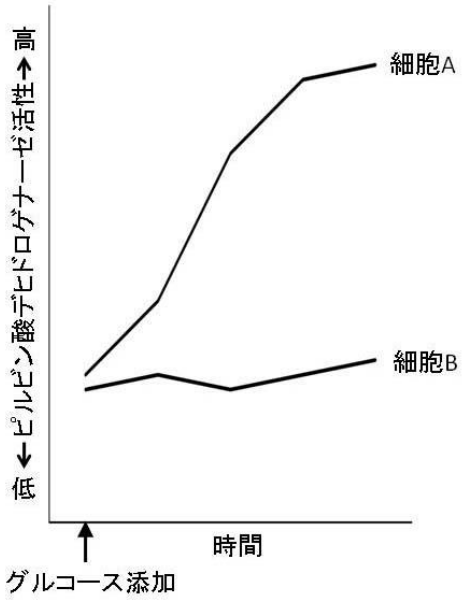
グルコースなどの糖質はすべての生物にとって重要なエネルギー源である。この糖質からのエネルギー獲得は、解糖とよばれる酸素が関与しない一連の反応による ATP 生成から始まる。解糖では６炭素のグルコースが３炭素のピルビン酸２分子に代謝される。その後は、ピルビン酸が細胞内の［　ア　］にとどまり、酸素が関与しない嫌気的代謝経路、および、ピルビン酸が細胞内の［　イ　］に運ばれ、二酸化炭素とアセチル CoA に代謝され、酸素を消費してエネルギー獲得をするクエン酸回路によって ATP が生成される。

異なるグルコース代謝の特徴を持つ２つの細胞ＡとＢをあわせて１つの培養皿で培養し、グルコースを添加した。(a) その結果、酸素消費量のグルコース消費量に対する比率の実測値は理論値（すべてのグルコースが酸素消費によるエネルギー獲得に用いられた場合の値）よりも低いことが観測された。

（1）［　ア　］、［　イ　］に適切な語句を入れよ。

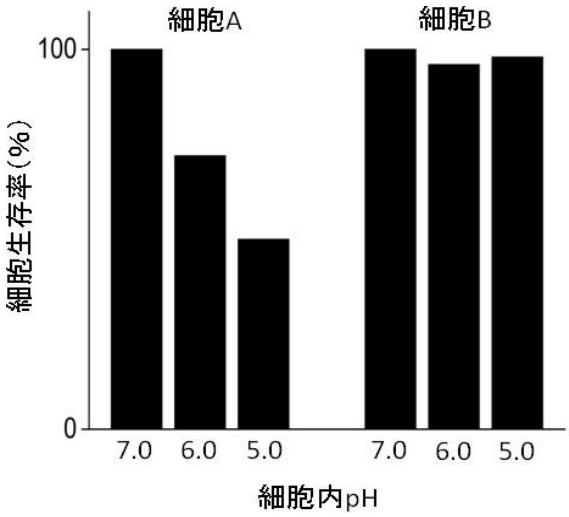
（2）下線部（a）について、以下の設問（i）～（iii）のすべてに答えよ。

（i）ピルビン酸デヒドロゲナーゼの活性を測定したところ、下図のような結果が得られた。このことから、下線部（a）となる理由を、３行程度で説明せよ。



（次ページに続く）

（ⅱ）細胞Ｂでは、乳酸が多く産出され、モノカルボン酸トランスポーターを介して細胞Ａに輸送された後、ピルビン酸へと代謝される。また、細胞ＡとＢにおいて、下図のような細胞内 pH と細胞生存率の関係が存在する。このとき、培養皿でのグルコース量はそのままで、酸素供給を停止したところ、細胞Ａの細胞死が観察された。また、酸素供給を停止した状態で、グルコースの添加量を２倍にしたところ、細胞Ａの細胞死は加速された。細胞Ａの細胞死がグルコースの添加量増加で加速した理由を５行程度で説明せよ。



（ⅲ）酸素供給下で細胞ＡとＢに、１分子ずつのグルコースが与えられた場合に、それぞれの細胞で合成される ATP の数を答えよ。ただし、１分子のグルコースがピルビン酸に代謝される過程では、２分子の ATP が合成される。また、１分子のピルビン酸がクエン酸回路で代謝される過程では、１５分子の ATP が合成されるものとする。

生物学	問題２

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の文章を読んで、設問（１）～（５）のすべてに答えよ。

遺伝情報の担い手である DNA は、通常はアデニンと［　ア　］、シトシンと［　イ　］が水素結合した安定な二重らせん構造をとっている。細胞分裂の際には DNA ポリメラーゼが新たな DNA を複製し、二本鎖の鋳型が［　ウ　］的にコピーされ、娘細胞に伝わる。この仕組みを利用して試験管内で目的領域の DNA を増幅するのが PCR 法であり、目的領域の末端と［　エ　］形成する２本の (a) プライマーを起点としたポリメラーゼ反応が試験管内で繰り返される。また、(b) サンガー法では 1 本のプライマーを起点としたポリメラーゼ反応を試験管内で行い、その産物の長さを解析することにより塩基配列を決定する。

［　エ　］形成は、様々な分子生物学的実験に用いられる。例えば、(c) サザン・ブロット法では［　オ　］を用いて DNA を断片化し、目的の塩基配列を検出することができる。また、組織切片や細胞上で RNA と［　エ　］形成するプローブを用いることにより、RNA の局在部位を同定することができる。さらに、(d) マイクロアレイと呼ばれるプローブの並んだ基板を用いて RNA の量を推定することも可能である。近年では、マイクロアレイの使用は減少し、次世代シークエンサーを用いた、より情報量の多い解析方法に移りつつある。

（１）［　ア　］～［　オ　］に適切な語句を入れよ。

（２）下線部（ａ）について、この設計の際にアデニンやシトシンの含有量が重要になる。PCR 法の手順に基づいてその理由を５行程度で述べよ。

（３）下線部（ｂ）について、その原理を５行程度で述べよ。

（４）下線部（ｃ）について、その原理を３行程度で述べよ。

（５）下線部（ｄ）について、その原理を３行程度で述べよ。

（次ページに続く）

（B）以下の文章を読んで、設問（１）～（４）のすべてに答えよ。

真核細胞においては、タンパク質をコードする mRNA 前駆体は RNA ポリメラーゼによって転写される。大半の遺伝子は、エキソンがイントロンによって分断されているため、主に［　ア　］RNA とタンパク質複合体の働きにより配列中の (a) イントロンは除去される。この一連の反応はスプライシングと呼ばれる。

核内でプロセシングを受けて成熟した mRNA は細胞質へ輸送され、rRNA とタンパク質の複合体であるリボソームで翻訳される。翻訳過程において mRNA 内の連続した３つの塩基配列（トリプレット）は［　イ　］と呼ばれ、それぞれ１つのアミノ酸を指定する。mRNA をタンパク質に翻訳するには、tRNA と呼ばれる長さが約［　ウ　］ヌクレオチド長の RNA 分子が介在する。tRNA の［　エ　］末端には［　イ　］に対応するアミノ酸が［　オ　］酵素により付加される。翻訳の開始時に運ばれるアミノ酸は通常修飾されていない［　カ　］であるが、これは後に特異的プロテアーゼにより除去される。

（１）［　ア　］～［　カ　］に適切な語句または数字を入れよ。

（２）下線部（ａ）について、以下の設問（ｉ）、（ⅱ）２問とも解答せよ。

（ｉ）スプライシングの過程を以下の３つの用語をすべて用いて３行程度で説明せよ。
［分岐構造、アデニン、リボース］

（ⅱ）スプライシングにより除去されたイントロンは特徴的な構造をとることが知られている。この構造を図示し、末端に５’または３’末端かの区別を明示せよ。

（３）上記は真核生物についての説明である。［　カ　］について、原核生物の場合に用いられるアミノ酸の名称を答えよ。

（４）リボソームが翻訳を開始するための［　イ　］を見つける過程は、真核生物と原核生物において異なる点がある。この違いを mRNA の構造をふまえ、５行程度で説明せよ。

生物学	問題３

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の文章を読んで、設問（１）～（４）のすべてに答えよ。

成人のヘモグロビンはαグロビンとβグロビンが２つずつ会合した$\alpha_2\beta_2$四量体タンパク質である。βグロビンには、配列の類似度が高いεグロビンやγグロビンなどが存在し、βグロビンファミリーを形成している。ヒト第１１染色体上には、上流からε、２種類のγ、δ、βグロビンの遺伝子が近接して並んだ領域がある。さらに、この領域に２ヶ所、配列が類似しているが遺伝子産物を作らない［　ア　］化した部分がある。βグロビンファミリーは、遺伝子［　イ　］と変異によって生じたと考えられる。(a) 胚の時期のヘモグロビンでは、αグロビンはβグロビンではなくεグロビンと会合し、胎児期にはαグロビンはγグロビンと会合することが知られている。発生段階に応じて、ヘモグロビンを作るβグロビンファミリーが変化していくのは、［　ウ　］の制御が変化するためである。

成人では一部のヘモグロビンがβグロビンの N 末端で血液中のグルコースと非酵素的に結合し、ヘモグロビン A1c となる。糖尿病は血液中のグルコース濃度（血糖値）が慢性的に高いことによって引き起こされる疾病である。健康診断の際、(b) ヘモグロビン A1c の全ヘモグロビン中のパーセンテージ（HbA1c）は血糖値とともに糖尿病の疾病マーカーとして測定される。

（１）［　ア　］～［　ウ　］に適切な語句を入れよ。

（２）遺伝子［　イ　］はどのような機構によって生じることが多いか。以下の３つの語句をすべて用いて３行程度で説明せよ。
［相同組換え、不等交差、欠失］

（３）下線部（ａ）について、胎児型ヘモグロビンと成人型ヘモグロビンではどのように機能が違うか。またそれにはどういう生物学的意義があるか。あわせて３行程度で説明せよ。

（４）下線部（ｂ）について、血糖値だけではなく HbA1c を測定する意義を以下の３つの語句をすべて用いて４行程度で説明せよ。
［ホルモン、赤血球の寿命、食事の影響］

（次ページに続く）

（B）以下の文章を読んで、設問（１）～（４）のすべてに答えよ。

細胞周期はG_1期、Ｓ期（DNA 複製期）、G_2期およびM期（分裂期）の４つの時期に分けられる。細胞内 DNA が複製され、そして順序正しく細胞分裂が行われるように細胞周期は厳密に制御されている。

（１）Ｓ期で倍加した姉妹染色分体は、コヒーシンと呼ばれるリング状構造のタンパク質複合体によって接着する。そしてコヒーシンは紡錘体が適切に形成された後に切断される。この切断の過程を以下の語句の両方を用いて４行程度で説明せよ。［セキュリン、後期促進複合体］

（２）M期で正しく有糸分裂が行われるためには、微小管に生じる張力が重要である。同じ紡錘体極から伸長した複数の微小管が姉妹染色分体の両方の動原体に誤って結合した場合と、正常に結合した場合では、張力のかかり方にはどのような違いがあるか。３行程度で説明せよ。

（３）栄養が十分に含まれる培地、栄養が少ない培地でそれぞれ哺乳動物細胞を培養しておき、生存細胞の割合を比較したところ、両者に違いは見られなかった。次に、それぞれの培地に DNA 複製を阻害する薬剤を加え、さらに培養したところ、生存細胞の割合は低栄養培地のほうが高かった。これは低栄養培地中の細胞にどのような変化が起きたためと考えられるか。３行程度で説明せよ。

（４）真核生物では、通常の DNA 複製で用いられる複製起点以外に、多くの複製起点が存在することが知られている。この余剰な複製起点はどのような役割をもっていると考えられるか。４行程度で説明せよ。

生物学	問題４

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の文章を読んで、設問（１）～（５）のすべてに答えよ。

脂質二重膜は、(a) 多くの物質を透過させない。そのため、特定のイオンを (b) 能動輸送によって汲み出すことで、膜を介した［　ア　］を形成し、維持することができる。［　ア　］は、動物の神経細胞における情報伝達、ミトコンドリアや葉緑体における ATP 合成など、さまざまな生命現象において重要な役割を果たす。

ミトコンドリアや葉緑体における呼吸や光合成による ATP 合成機構はH^+の［　ア　］を利用するという点において類似している。［　ア　］はミトコンドリアでは［　イ　］、葉緑体では［　ウ　］とよばれる膜を介して形成され、これによって引き起こされるH^+の流れが膜に埋め込まれた ATP 合成酵素を回転させることで ATP を作り出す。(c) ［　ア　］が失われたミトコンドリアは、機能不全に陥ったものとして認識され自食作用により除去される。

（１）［　ア　］～［　ウ　］に適切な語句を入れよ。

（２）下線部（ａ）について、以下の物質のうち最も膜を透過しやすいもの、最も透過しにくいものを選び、その理由をそれぞれ２行程度で述べよ。
［N_2、Cl^-、ヌクレオチド、H_2O、グリセロール］

（３）［　ア　］は２つの異なる成分から構成される。H^+の［　ア　］が形成された膜において、H^+と共役した他の一価の陽イオンのアンチポートがおこなわれた場合、それら２つの成分はどのように変化するか。あわせて２行程度で述べよ。

（４）下線部（ｂ）の動力源として考えられるものを２つあげよ。

（５）葉緑体では、下線部（ｃ）と同様の現象が起こるとは考えにくい。その理由について、葉緑体とミトコンドリアにおける［　ア　］の形成場所の違いに注目しながら５行程度で説明せよ。

（次ページに続く）

（B）以下の文章を読んで、設問（1）～（4）のすべてに答えよ。

真核細胞内には様々な細胞小器官が存在し、役割分担をしている。

リソソームは、細胞内消化を行う細胞小器官であると考えられてきた。ある研究者が、細胞内のタンパク質分解においてもリソソームが主要な役割を果たすことを証明するために、(a) リソソームの消化機能を包括的に阻害する試薬Aを細胞に投与した。しかし、試薬Aが期待通りの効果を発揮してグリコーゲンなどの分解は止まったにも関わらず、(b) タンパク質分解は進行した。

リボソームで合成されたタンパク質は、そのタンパク質がもつ (c) シグナル配列の働きによって目的の細胞小器官へ輸送される。(d) 細胞外に分泌されるタンパク質、細胞膜に局在する膜貫通型タンパク質、およびゴルジ体やリソソームに局在するタンパク質は、まず小胞体に取り込まれ、その後小胞輸送によって最終目的地へと輸送される。シグナル配列をもたないタンパク質は細胞質に局在する。

（1）下線部（a）について、試薬Aはリソソームにどのような影響を与えてその消化機能を包括的に阻害すると考えられるか。３行程度で説明せよ。

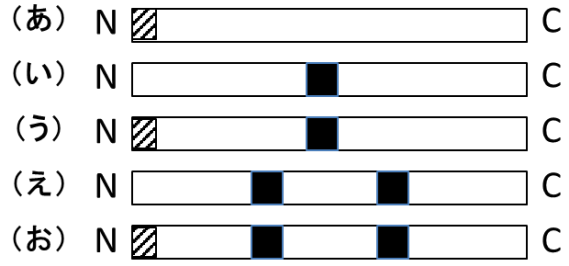
（2）下線部（b）について、それはなぜか。２行程度で説明せよ。

（3）下線部（c）について、核行き（核局在化）シグナル配列、小胞体行きシグナル配列、ミトコンドリア行きシグナル配列の特徴をそれぞれ１行程度で記述せよ。

（次ページに続く）

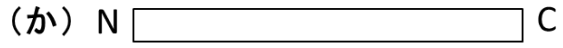
（４）下線部（ｄ）について、以下の設問（ｉ）、（ⅱ）２問とも解答せよ。

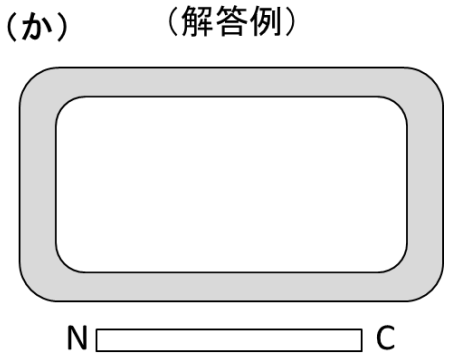
（ｉ）下図（あ）～（お）に示したようなアミノ酸配列上の特徴を持つタンパク質が取り込まれると、小胞体でどのような配向を示すか。右下図の小胞体模式図を用いて、（あ）～（お）について、解答例（か）を参考に個別に図示せよ。ただし、N は N 末端、C は C 末端、斜線入りの四角は小胞体行きシグナル配列、黒塗りの四角は膜貫通領域を表すものとする。図に N と C を必ず書き込むこと。四角の長さや太さは正確でなくてよい。



（

例）小胞体に取り込まれないタンパク質である（か）の場合、解答は右下図のようになる。





（ⅱ）アドレナリン受容体のような G タンパク質共役型受容体が小胞体に取り込まれるとどのような配向を示すか。（ｉ）の解答形式と同様に図示せよ。

生物学	問題５

（A）～（C）のうち、２問を選んで解答せよ（必ず２問だけを選ぶこと）。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）緑色植物に関する以下の設問（１）～（３）のすべてに答えよ。

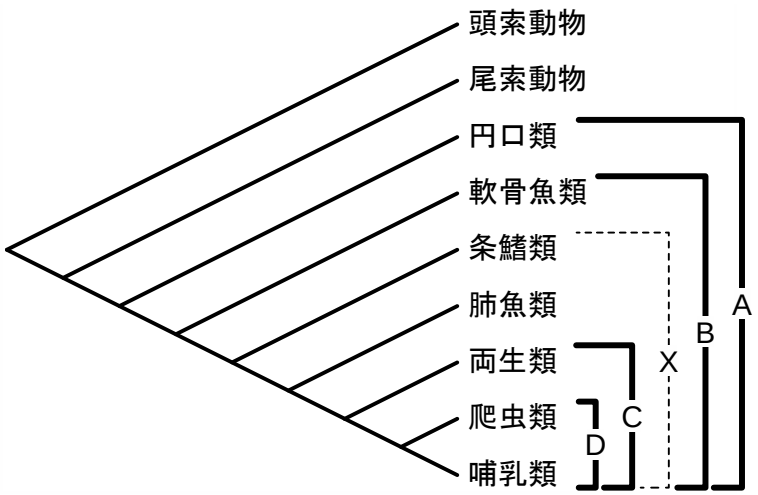
（１）種子をつくらない維管束植物と種子植物との間では、精子（精細胞）が卵細胞のもとへ運ばれる方法に大きな違いがある。その違いを５行程度で説明せよ。

（２）緑色植物の分類について、次の語句をすべて用いて５行程度で説明せよ。
［コレオケーテ類、シャジクモ類、ストレプト植物、陸上植物、緑藻植物］

（３）着生植物と寄生植物の例を、それぞれ１種ずつあげよ。また、着生植物と寄生植物の違いを３行程度で説明せよ。

（次ページに続く）

（B）脊索動物の系統関係が下図のとおりであるとする。このとき以下の設問（１）～（３）のすべてに答えよ。



（１）脊索動物の形態的特徴を４つあげよ。

（２）図のＡ、Ｂ、Ｃ、Ｄで示した各クレードの分類群名をあげ、それぞれの固有派生形質を１つずつ記せ。ただし、分類群の階級を示す必要はない。

（３）図のクレードXは、消化管から膨出して発生する袋状の器官をもつ。この器官は大多数の条鰭類においては消化管背側に位置し、無対で鰾（うきぶくろ）とよばれる。一方、肺魚、両生類、爬虫類、哺乳類においては消化管腹側に位置し、対をなして肺とよばれる。以下の設問（ｉ）、（ⅱ）２問とも答えよ。

（ｉ）条鰭類のうち腕鰭類は他の全ての条鰭類の姉妹群であり、肺をもつ。クレードX内における肺と鰾はどのように進化してきたと考えられるか。肺と鰾が相同器官と仮定し、３行程度で説明せよ。

（ⅱ）古生代に栄えた板皮類というグループが知られ、クレードBの姉妹群と考えられている。板皮類の少なくとも一部のグループは肺をもっていたと考えられている。この前提のもとで、軟骨魚類が肺も鰾ももたないことはどのように説明されるか。２通りの可能性をあわせて３行程度で説明せよ。

（次ページに続く）

（C）分類学、系統学に関する以下の用語（１）～（７）から４つを選び、それぞれについて３行程度で説明せよ（必ず４つだけを選ぶこと）。

（１）ネオタイプ（neotype）
（２）原糸体（protonema）
（３）最節約法（maximum parsimony methods）
（４）接合前生殖隔離（prezygotic reproductive isolation）
（５）隠蔽種（cryptic species）
（６）先取権（優先権）の原則（principle of priority）
（７）真体腔（deuterocoel）

生物学	問題６

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の文章を読んで、設問（１）～（４）のすべてに答えよ。

動物には、親以外の個体が子供の世話をするものがいる。ハチやアリの仲間などでは、不妊のワーカーが未成熟個体の世話をする例が数多く知られており、これを［　ア　］社会性とよぶ。鳥類や哺乳類でも、［　イ　］とよばれる成熟した個体が、自らは繁殖せずに親元にとどまり、年下のきょうだいの養育に参加する例が知られており、これを協同繁殖とよぶ。(a)雌雄のペアとその子供たちからなるグループがテリトリーを作る種で、好適なテリトリーが他のグループに占有されているような場合に、このような協同繁殖が見られることがある。［　イ　］は血縁のあるきょうだいの養育に参加し、その生存率を高めることで、間接的な利益を得ていると考えられてきた。このことは、(b)野外操作実験によっても確かめられている。しかし、それだけでなく、(c)［　イ　］はただちに自分で繁殖するよりも親元にとどまることで、自身の生存率や将来の繁殖成功度を高めるという、直接的な利益もあることが分かってきた。

（１）［　ア　］、［　イ　］に適切な語句を入れよ。

（２）親以外の個体による子供の世話の進化を考える上で、世話をする個体とされる個体の間の血縁度が重要である。血縁度に関する以下の設問（ｉ）、（ⅱ）２問とも解答せよ。

（ｉ）鳥類や哺乳類において、同じ両親から生まれたきょうだいの血縁度を答えよ。

（ⅱ）ハチやアリなどに見られる半倍数性の遺伝様式の昆虫では、メスは倍数体、オスは半数体である。このような昆虫において、同じ両親から生まれたメスの姉妹の血縁度を答えよ。

（次ページに続く）

（３）下線部（ｂ）について、どのような実験をすれば、［　イ　］がきょうだいの養育に貢献していることを検証できるか。実験のデザイン、予想される結果をあわせて３行程度で記述せよ。

（４）下線部（ｃ）について、［　イ　］は親元にとどまることで、なぜ直接的な利益を得られると考えられるか。下線部（ａ）の条件を想定し、以下の設問（ｉ）、（ii）２問とも解答せよ。

（ｉ）自身の生存の可能性が高まる理由を、２行程度で記述せよ。

（ii）自身の将来の繁殖の可能性が高まる理由を、２行程度で記述せよ。

（B）動物行動学に関する以下の語句（１）～（７）から４つを選び、それぞれについて３行程度で説明せよ（必ず４つだけを選ぶこと）。

（１）信号検出理論における誤警報（false alarm in signal detection theory）
（２）互恵的利他主義（reciprocal altruism）
（３）フレーメン（flehmen）
（４）共有地の悲劇（tragedy of the Commons）
（５）歩哨行動（sentinel behavior）
（６）モビング（mobbing）
（７）宿主操作（host manipulation）

生物学	問題 7

（A）、（B） ２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

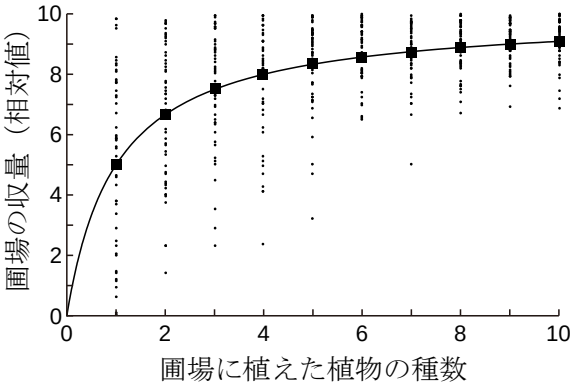
（A）以下の文章を読んで、設問（１）～（３）のすべてに答えよ。

生態系を構成する種の (a) 多様性と、一次生産や分解などの生態系機能にはどのような関係があるのだろうか？ 1990 年代、Tilman らは北米の草原の植物群集からランダムに植物種を選んで同一面積の圃場に植えた場合、(b) 圃場に植えた種数が多いほど圃場の生産性（収量で評価）が平均的に高くなるという結果を得た。ただし、圃場に植える種子の総重量は同じにしてある。種数が多いほど圃場の生産性が平均的に高くなるメカニズムに関して、次の２つの仮説が提案された。(c) 仮説１：圃場に植える種数が多いほど、生産性が高く競争にも強い種が含まれる確率が高まる。仮説２：圃場に植える種数が多いほど、資源利用ニッチの違いによって競争が緩和され、資源利用効率が高まる。

（１）下線部（ａ）について、生態系が複数の小さな生態系から構成されている場合には、α 多様性、β 多様性、γ 多様性を区別することがある。それぞれの多様性の違いを３行程度で説明せよ。

（２）下線部（ｂ）について、「平均的に」というただし書きが必要となる理由を、個々の種の生産性の違いに着目して５行程度で説明せよ。

（３）下線部（ｃ）について、下図は仮説１または２のいずれかが正しいとした場合に予測される種数と生産性の関係である。この図はどちらの仮説に基づくかをその理由とともに５行程度で説明せよ。



（図の説明）
黒い四角は各種数における収量の平均、各点は１回の実験で得られた収量を表す。（*PNAS*, vol. 94, 1857-1861, 1997 を参考に作図）

（次ページに続く）

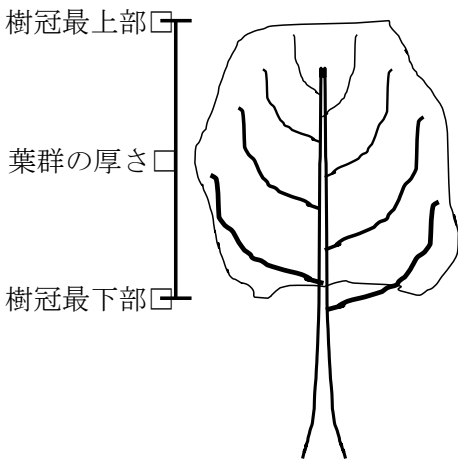
（B）以下の文章を読んで、設問（１）～（３）のすべてに答えよ。

明るい場所に生育する植物の葉は陽葉、暗い場所に生育する植物の葉は陰葉とよばれる。また１本の樹木の葉群の中でも、明るい樹冠上部の葉は陽葉に、暗い樹冠下部の葉は陰葉になる。陽葉と陰葉の特性の差異を大きくできる樹種もあれば、できない樹種もあり、葉の特性には大きな種間差が見られる。

（１）陽葉と陰葉では、葉面積あたりの光合成速度に違いが見られる。光飽和点での光合成速度、暗呼吸速度、光補償点はどのように異なるか。それぞれの葉の内部構造の違いに基づき、あわせて３行程度で説明せよ。

（２）陽葉と陰葉間の特性の差異を大きくできる樹種とできない樹種を比較した場合、葉群の厚さ（樹冠最上部と最下部の葉の距離：下図参照）はどのように異なると予測されるか。理由とともに４行程度で説明せよ。

（３）一般に、落葉樹は常緑樹より葉が薄く、葉重あたりの光合成速度が高い。落葉樹の葉のそのような特性はどのように適応的であると考えられるか。３行程度で説明せよ。



生物学	問題８

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の文章を読んで、設問（１）～（４）のすべてに答えよ。

暁新世に繁栄したプレシアダピス目は(a)真主獣大目（Euarchonta）のメンバーで、(b)真霊長類（近代的霊長類）の祖先に近縁の分類群である。始新世の真霊長類にはアダピス上科とオモミス上科の２つがある。アダピス上科は真霊長類の中で最も原始的であるが、オモミス上科よりも大型であった。オナガザル上科とヒト上科は、漸新世の中期から後期に起源し、中新世以降、それぞれが異なる時期に多様化した。現生オナガザル上科には食性が大きく異なるオナガザル亜科と(c)コロブス亜科がある。(d)オナガザル亜科はその食性において類人猿と競合する。

（１）下線部（ａ）に属する霊長類以外の現生哺乳類の目（order）を２つ答えよ。

（２）下線部（ｂ）に関して、真霊長類の共有派生形質を３つ答えよ。

（３）下線部（ｃ）に関して、コロブス亜科の食性に関する適応が身体形態にどのように反映されているか。３行程度で説明せよ。

（４）下線部（ｄ）に関して、この競合を避けるためにオナガザル亜科はどのような行動をとっているか。３行程度で説明せよ。

（次ページに続く）

（B）人類学に関する以下の用語（１）～（９）から５つを選び、それぞれについて３行程度で説明せよ（必ず５つだけを選ぶこと）。

（１）性偏向分散（sex-biased dispersal）
（２）腕渡り（brachiation）
（３）曲鼻（猿）類（strepsirrhines）
（４）指背歩行（knuckle-walking）
（５）尻だこ（ischial callosity）
（６）矢状稜（sagittal crest）
（７）フローレス人（*Homo floresiensis*）
（８）最適採食理論（optimal foraging theory）
（９）親子の対立（parent-offspring conflict）

物理学	問題９

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の文章を読んで、設問（１）～（４）のすべてに答えよ。

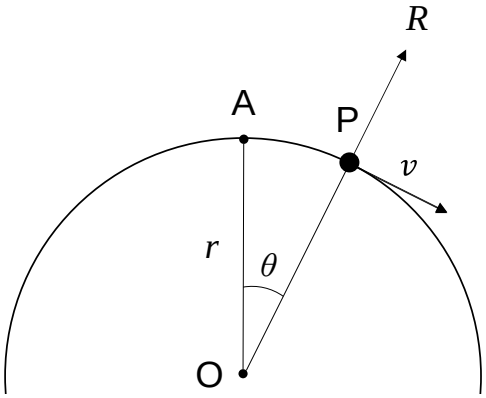
下図のように、固定された滑らかな球の頂点 A から、質量 m の質点 P が初速度 0 ですべり出した。

（１）質点 P が球面の上をすべっているときの P の速さをvとおき、加速度の法線方向成分を、球の半径 r とvで表せ。

（２）P が球面から受ける抗力の大きさを R とし、法線方向の運動方程式を書け。ただし、球の中心を O とし、AO と PO のなす角を θ、重力加速度の大きさを g とせよ。

（３）P が球面から離れたとき、θ は、45 度よりも大きいか小さいか答えよ。答えだけでなく、計算過程がわかるように解答すること。

（４）設問（３）で、頂点 A から水平方向に大きさv_0の初速度を与えた場合、P が球面から離れるときの θ が満たすべき条件を、v_0、g、r を用いて表せ。



（次ページに続く）

（B）以下の設問（１)、（２）２問とも答えよ。

（１）固有角振動数 ω の量子調和振動子のエネルギー準位が

$$E_n = \left(n + \frac{1}{2}\right)\hbar\omega \quad (n = 0,1,2,\cdots)$$

で与えられるとき、温度 T における振動の分配関数 $q(T)$ が以下のように表されることを示せ。$\hbar$ はプランク定数を2πで割った量とし、$\beta = (k_\mathrm{B}T)^{-1}$で、$k_\mathrm{B}$はボルツマン定数とする。

$$q(T) = \frac{\exp(-\beta\hbar\omega/2)}{1 - \exp(-\beta\hbar\omega)}$$

（２）この調和振動子の平均エネルギー$< E >$が古典的なエネルギー等分配則から得られる平均エネルギーと一致するためには、温度 T がどのような条件を満たす必要があるか記せ。答えだけでなく、計算過程がわかるように解答すること。ただし、次の近似を用いてよい。

$$x \ll 1\text{のとき、}\exp(x) = 1 + x$$

化学	問題１０

（A）～（C）のすべてに解答せよ。

（A）以下の文章を読んで、設問（1）、（2）２問とも答えよ。

基底状態にある炭素原子は、エネルギーの低い方から順に、[　ア　]軌道に２個、[　イ　]軌道に２個、[　ウ　] 軌道に２個の合計６個の電子をもっている。メタン分子（CH_4）中の炭素原子では [　エ　] 混成軌道が形成されており、水素原子との共有電子対は、その中に存在している。エチレン分子（C_2H_4）中の炭素原子では、[　オ　] 混成軌道が形成されており、水素、あるいはもうひとつの炭素と [　カ　] 結合を形成する。また、[　ウ　] 軌道の電子はもうひとつの炭素と [　キ　] 結合を形成する。

アンモニア分子（NH_3）中の窒素原子でも [　エ　] 混成軌道が形成されているが、３つの NH 結合がなす角度は互いに 107°である。これはメタンの CH 結合が互いになす角度である 109°より (a) わずかに小さい。

（1）[　ア　] ～ [　キ　] に適切な語句を入れよ。

（2）下線部（a）について、このようになる理由を５行程度で説明せよ。

（次ページに続く）

（B）以下の文章を読んで、設問（1）～（3）のすべてに答えよ。答えだけでなく、計算過程がわかるように解答すること。

不活性状態にある化合物 A' にきわめて短時間光照射して、時刻 t=0 にすべての A' を活性状態にある A に変化させた。その後、化合物 A と化合物 B が熱平衡となる反応を考える。

$$\mathrm{A'} \xrightarrow{\text{光}} \mathrm{A} \underset{k_2}{\overset{k_1}{\rightleftarrows}} \mathrm{B}$$

ここで、A が B に変化するときの反応速度定数を k_1、B が A に変化するときの反応速度定数を k_2 とする。

（1）光照射直後の A の濃度を $[\mathrm{A}]_0$ とするとき、十分に時間が経過した後の A の濃度 $[\mathrm{A}]_\infty$ を、k_1、k_2、$[\mathrm{A}]_0$ を用いて表せ。

（2）光照射直後の A の濃度の変化速度を、k_1、k_2、$[\mathrm{A}]_0$ を用いて表せ。

（3）時刻 t における A の濃度 $[\mathrm{A}]_t$ は、指数関数を用いて

$$[\mathrm{A}]_t = Xe^{-Kt} + Y$$

という式で表すことができる。X、Y、K を k_1、k_2、$[\mathrm{A}]_0$ を用いて表せ。

（C）一酸化窒素分子（NO）で考えられる２つのルイス構造式を示せ。必要ならば形式電荷を付けよ。これらの構造に基づいて、NO が常磁性を示す理由を３行程度で説明せよ。

数学	問題１１

（A）～（C）すべてに解答せよ。途中の計算過程が分かるように書くこと。

（A）変数 t について微分可能な関数 $x(t)$ が、次の微分方程式

$$\frac{d^2x}{dt^2}+2\frac{dx}{dt}-8x=0$$

を満たすとき、以下の設問（１）～（３）のすべてに答えよ。

（１）解として、$x(t)=C\exp(\lambda t)$ を仮定し、定数 λ の満たすべき方程式、およびその解を求めよ。ここで C は定数である。

（２）$x(t)$ の一般解を２つの任意定数を用いて書け。

（３）$x(0)=0$ かつ $x(1)=1$ であるとき、$x(t)$ の特別解を求めよ。

（B）３次元空間 (x,y,z) において、方程式 $x^2+2y^2+3z^2+2xy=1$ を満たす曲面について、以下の設問（１）～（３）のすべてに答えよ。

（１）ベクトル $\mathbf{v}=\begin{pmatrix}x\\y\\z\end{pmatrix}$、３行３列の対称行列 $\mathbf{A}$ を用いると、上式の左辺 $x^2+2y^2+3z^2+2xy$ は $\mathbf{v}^T\mathbf{A}\mathbf{v}$ と表すことができる。ここで T は転置を表す。行列 $\mathbf{A}$ を求めよ。

（２）行列 $\mathbf{A}$ の固有値をすべて求めよ。

（３）方程式 $x^2+2y^2+3z^2+2xy=1$ を満たす曲面の形状を、大きさや向きを含めて３行程度で説明せよ。

（次ページに続く）

（C）白玉２個、赤玉３個が入っている袋から、２個の玉を順に無作為に取り出す。このとき、１回目が白玉である事象をＡ、２回目が赤玉である事象をＢとする。以下の設問（１）、（２）２問とも答えよ。

（１）事象Ａが起こる確率 $\boldsymbol{P(A)}$、事象Ｂが起こったことが所与の場合に事象Ａが起こる確率 $\boldsymbol{P(A \mid B)}$、事象Ｂが起こらなかったことが所与の場合に事象Ａが起こる確率 $\boldsymbol{P(A \mid \overline{B})}$ をそれぞれ求めよ。

（２）白玉を取ると２点、赤玉を取ると１点を獲得できるものとする。１回目の点を $\boldsymbol{x}$、２回目の点を $\boldsymbol{y}$ とするとき、確率変数 $\boldsymbol{x}$ と $\boldsymbol{y}$ のピアソンの相関係数を求めよ。

分科問題番号対応表

分科名（分科番号）	問題番号
自然人類学(1)	1
人類進化論(2)	2
動物系統学(3)	3
海洋生物学(4)	4
動物行動学(5)	5
動物生態学(6)	6
生態科学Ⅰ(7)	7
動物発生学(8)	8
環境応答遺伝子科学(9)	9
細胞情報制御学(10)	9
植物生理学(11)	11
形態統御学(12)	12
植物系統分類学(13)	13
植物分子細胞生物学(14)	14
植物分子遺伝学(15)	15
生態科学Ⅱ(16)	7
構造生理学(17)	17
理論生物物理学(18)	18
分子生体情報学(19)	19
神経生物学(20)	20
ゲノム情報発現学(21)	21
分子発生学(22)	22
*遺伝子情報解析学(23)	23
形質発現学(24)	24
分子細胞生物学(25)	21
生体分子情報学(26)	26
理論分子生物学(27)	27
*脂質生体機能学(28)	28
進化形態(29)	29
系統発生(30)	30
社会生態(31)	31
思考言語(32)	32
認知学習(33)	33
高次脳機能(34)	34
統合脳システム(35)	35
ゲノム細胞(36)	36
感染症(37)	37
獣医学・動物福祉学(38)	38
保全遺伝学(39)	39
野生動物(40)	40

*今年度出題せず

筆答試問

専門科目（第一志望）

試験時間　9:00～10:30

○ 分科問題番号対応表を参考にして、第一志望の分科の問題が入っていることを確認すること。誤った問題が入っている場合は、速やかに監督者に知らせること。

○ 各問題中の小問（A）、（B）、・・などの解答には、それぞれ別々の解答用紙を用いること。１つの小問への解答が２枚にわたる場合は、１枚目の右下に「次ページへ続く」、２枚目の左上に「１ページ目からの続き」と大きく明記すること。
解答用紙の裏面は使用しないこと。

○ すべての解答用紙の所定の欄に、受験番号（２箇所）、氏名、および選択した問題の番号を記入すること。選択した問題の番号は、１～４０の問題番号と（A）、（B）などの小問の記号を、<u>１－（A）のように記入すること</u>。

○ とくに指定のない限り、解答は日本語または英語で記述すること。

○ なお、第二志望の分科の問題は、第一志望の分科の試験終了後に配布する。
第二志望分科の試験時間は、午前１０時５０分から１２時２０分である
（第一、第二志望が共通の問題を指定している場合は、第二志望分科の試験を受けずに第一志望の分科の試験終了後に退室すること）。

筆答試問

専門科目（第二志望）

試験時間　10:50～12:20

○ 分科問題番号対応表を参考にして、第二志望の分科の問題が入っていることを確認すること。誤った問題が入っている場合は、速やかに監督者に知らせること。

○ 各問題中の小問（A）、（B）、・・などの解答には、それぞれ別々の解答用紙を用いること。１つの小問への解答が２枚にわたる場合は、１枚目の右下に「次ページへ続く」、２枚目の左上に「１ページ目からの続き」と大きく明記すること。
解答用紙の裏面は使用しないこと。

○ すべての解答用紙の所定の欄に、受験番号（２箇所）、氏名、および選択した問題の番号を記入すること。選択した問題の番号は、１～４０の問題番号と（A）、（B）などの小問の記号を、<u>１－（A）のように記入すること</u>。

○ とくに指定のない限り、解答は日本語または英語で記述すること。

問 題　1

（A）～（C）３問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の文章を読んで、設問（1）、（2）２問とも答えよ。

ヒトの生物学的特徴である直立二足歩行と大脳化とは、出産を介して密接な関係があると考えられている。ヒトでは大脳化のため、新生児段階で大きな脳をもつ。頭の大きな赤ん坊を出産するためには、大きな骨盤が必要となる。一方で、骨盤を大きくすることにより、効率的な二足歩行が阻害されてしまうため、大きな骨盤には負の淘汰が働く。これを、「産科的ジレンマ」（Obstetric dilemma）説という。

（1）下線部について、その理由を５行程度で説明せよ。

（2）「産科的ジレンマ」説には否定的意見もある。この説を否定する材料は、どのような実験と結果から得られるか。例を１つあげ、５行程度で記述せよ。

（B）古人骨集団において、骨病変を示す個体の頻度は、その社会における健康状態の悪さを反映すると一般に予想される。ところが、「骨学的逆説」（Osteological paradox）とよばれる現象があり、この予想が成立しないことがある。以下の事例はどのような理由で発生したと考えられるか。５行程度で説明せよ。

成長期の栄養不良に起因する鉄欠乏性貧血は、頭蓋冠に多孔性の骨肥厚を引き起こす。古代マヤの遺跡から発見される成人の頭蓋骨には、これが非常に高い頻度で見られることから、古代マヤの子供は栄養不良にさらされていたと考えられた。グアテマラ政府が行った保健調査でも、現在、地方に暮らしているマヤ族の子供には、鉄欠乏性貧血が高頻度で認められた。しかし、1990 年代に、内戦犠牲者の身元確認のため、集団埋葬地から現代マヤ成人の頭蓋骨が掘り起こされ調査されたところ、予想と反し多孔性骨肥厚は稀で、病変が認められても軽度な症例しか見られなかった。

（C）形質人類学において関心がある研究分野と、その分野で特に興味を抱いている仮説を１０行程度で記述せよ。

問 題　２

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）人類の起源と進化に関する設問（１）～（３）のすべてに答えよ。

（１）ヒトの暴力性の起源を、チンパンジーに求める説がある。この仮説の最大の根拠となっているチンパンジーの行動について、３行程度で説明せよ。

（２）チンパンジー、ボノボ、そしてヒトの性周期における性的受容期の長さの違いを性的受容性の信号としての性皮腫脹に触れながら、５行程度で説明せよ。

（３）ホモ・エレクトスにおいて、その大脳の肥大を可能にした理由を説明した料理仮説とはどのような仮説か。３行程度で説明せよ。

（B）霊長類の社会と生態に関する設問（１）、（２）２問とも答えよ。

（１）集団を形成している霊長類のメスが、その集団から離脱することの意義を３つあげ、あわせて５行程度で説明せよ。

（２）採食速度（feeding rate）の定義を１行で述べよ。そのうえで、その定義による採食速度を用いた霊長類を対象とした研究例１つをあげ、３行程度で記述せよ。

問 題　3

（A）～（C）３問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の文章を読んで、設問（１）、（２）２問とも答えよ。

タヌキは日本列島とユーラシア大陸東部に自然分布する。2009 年に *Nyctereutes procyonoides* (Gray, 1834)の亜種として、*N. p. procyonoides* (Gray, 1834)（分布：中国西・西南部、インドシナ半島北部）、*N. p. albus* Hornaday, 1904（北海道）、*N. p. koreensis* Mori, 1922（朝鮮半島）、*N. p. orestes* Thomas, 1923（中国中南部）、*N. p. ussuriensis* Matschie, 1907（中国東北部、モンゴル東部、ロシア東南部）、*N. p. viverrinus* Temminck, 1839（本州、四国、九州）が認められていた。その後 2015 年の形態変異に基づく研究により、<u>日本産は大陸産と別種であり、さらに生物地理境界のブラキストン線を境界として、北海道産と本州・四国・九州産の二者間でも種分化が見られ、別種と認められた</u>。

（１）下線部について、2015 年の研究にしたがい日本に分布するタヌキ全種の学名を命名者と命名年も含めて記せ。

（２）日本産タヌキがこれまで大陸産と同一種とされてきた背景には、分類学的研究が十分でなかったことがある。日本産と大陸産の比較が進まなかった理由について、変異解析に必要な標本に着目して５行程度で説明せよ。

（B）生物学的種概念（Biological species concept）の定義を記述し、実用上の難点および他の種概念と比べて優れた点を、具体例（特定の種名でも一般名でもよい）をあげながら説明せよ。あわせて解答用紙１枚以内で解答すること。

（C）分類学、系統学、生物地理学、比較・機能形態学のいずれかにおいて、最も関心がある具体的なテーマと、解明すべき問題点と研究アプローチについて、対象動物の自然史に触れながら、解答用紙１枚以内で記せ。

問 題　4

（A）～（C）のうち、２問を選んで解答せよ（必ず２問だけを選ぶこと）。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）「DNA バーコーディング」および「環境 DNA 分析」それぞれについて、手法、利点、および問題点を、あわせて１５～２０行で述べよ。

（B）海洋生物の生活型を生態的に類型化すると、ニューストン、プランクトン、ネクトン、ベントスに分けることができる。このことについて，設問（１）～（３）のすべてに答えよ。

（１）ニューストンとはどのように定義され、代表的な分類群または群集には、どのようなものがあるか。５行程度で述べよ。

（２）プランクトンにおける holoplankton と meroplankton とはいかなるものか。それぞれの定義と、それに含まれる代表的な分類群をあわせて３行程度で述べよ。

（３）ベントスをサイズで分類した場合のメイオベントスの中には、多くの間隙性動物（interstitial fauna）が含まれている。これはどのような共通の特徴をもつか。５行程度で述べよ。また、間隙性動物が含まれる代表的な分類群を５つあげよ。

（C）海産無脊椎動物を形態および分子系統の観点から分類したときに、左右相称動物の旧口動物の中に、扁平動物（Platyzoa）、トロコフォア（担輪）動物（Trochozoa）、触手冠動物（Lophophorata）、脱皮動物（Ecdysozoa）を認めることができる。これらの動物群の中から１つを選んで、その特徴を３行程度で述べよ。また、それに含まれる代表的な動物門をあげよ。

問 題　5

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の文章を読んで、設問（1）～（4）のすべてに答えよ。あわせて解答用紙１枚以内で解答すること。

環境温度にしたがって体温が変化する動物を変温動物とよぶ。変温動物では、多くの場合体温は環境に由来する熱エネルギーに依存している。この性質を［　ア　］とよぶ。変温動物のあるものは、環境温度にしたがって［　イ　］熱の吸収量を調節したり、［　ウ　］を選択したりすることによって体温調節を行う。(a) 変温動物の中にも、筋肉運動にともなう熱発生によって、ある程度環境温度よりも高い体温を示すものがいる。さらに (b) 社会性昆虫のセイヨウミツバチは巣の温度を調節することが知られている。

一方、環境温度が変化しても、主として体内で生じる代謝熱によって、限られた範囲に体温を維持している動物を恒温動物とよぶ。恒温動物の中にも、体温をその範囲から外れた状態にするものがいる。この性質を［　エ　］とよび、(c) 時間的に変動する場合と体内の部位によって異なる場合が知られている。

（1）［　ア　］～［　エ　］に入る適切な語句を入れよ。

（2）下線部（a）について、脊椎動物と無脊椎動物の例を１つずつ説明せよ。

（3）下線部（b）について、巣の温度を上昇させる方法と低下させる方法をそれぞれ説明せよ。

（4）下線部（c）について、体温が時間的に変動する場合と体内の部位によって異なる場合の例を１つずつ説明せよ。

（B）動物の行動を研究するにあたっては、至近的要因に着目して行う場合と、究極的要因に着目して行う場合とがある。あなたが関心を持っている動物とその行動を具体的に１つあげ、至近的要因と究極的要因のそれぞれの視点に基づく研究テーマを１つずつ考えて、記せ。また、それぞれの研究テーマに対して、対応する要因を解明するための具体的な研究手法を記述せよ。その際には、仮説やそこから導かれる予測も記すこと。あわせて解答用紙１枚以内で述べること。

問 題　6

（A）～（C）３問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）擬態（mimicry）と呼ばれる現象の中に、ベイツ型擬態という、毒のない種（擬態種）が、毒のある種（モデル種）にそっくりな形態を持つ現象がある。以下の設問（１）～（３）のすべてに答えよ。

（１）モデル種の個体数に対する擬態種の相対的な個体数が増加していくと、擬態の効果はどのように変化するか。その理由とともに、３行程度で説明せよ。

（２）設問（１）に関連して、擬態種の有利さに関わる自然選択は何と呼ばれるか。

（３）擬態が効果を持つためには、擬態種がモデル種にできるだけ似ることが重要だが、モデル種と捕食者にはどのような特性が必要だと考えられるか。もっとも重要と考えられる特性を、それぞれについて１つ記せ。

（B）表現型の変異をもたらす要因には、大きく分けて遺伝的要因と環境的要因がある。以下の設問（１）、（２）２問とも解答せよ。

（１）ある巻貝の体サイズがどの程度遺伝的に決まっているのかを調べたい。遺伝の程度を定量化するための実験計画について、３行程度で記せ。ただし、飼育や交配は簡単であり、体サイズに性的二型はないものとする。

（２）遺伝的組成が同じ場合でも、環境条件によって、表現型が不可逆的に変化することがある。この現象を何というか。またそのような現象の具体例を１つあげ、それがもたらすと考えられる適応的な意義について、あわせて３行程度で説明せよ。

（C）動物生態学の分野において、あなたが関心を持っている研究テーマを１つあげ、そのテーマについて主要な問題点や作業仮説を含めて説明せよ。また、そのテーマにおける問題を解決するための研究計画を記せ。解答用紙１枚以内で答えること。

問 題　7

（A）～（C）３問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下のような３種が共存している個体群動態を考える。生産者（種１）の個体数はロジスティック増加をしつつ中間捕食者（種２）に捕食され、種２は高次捕食者（種３）に捕食され、種３は一定の率で死亡する。なお、各捕食速度は捕食される種と捕食する種の個体数の積で決まり、捕食によらない死亡は種１と種２では無視できるとする。この系について種１の環境収容力が増大すると平衡状態における種１の個体数は増加するが、種２の個体数は変化しない。また、種３の個体数は増加する。種２の個体数が変化しない理由を３行程度で説明せよ。

（B）生態系内では、大気から取り込まれたさまざまな元素が循環している。以下の設問（１）～（３）のすべてに答えよ。

（１）大気中に二酸化炭素として存在する炭素と窒素ガス（N_2）として存在する窒素それぞれが、生物群集に取り込まれる過程について、その名称を答えよ。

（２）生物群集に取り込まれた炭素と窒素が大気へ戻るまでの過程について、炭素と窒素の違いに着目しながら５行程度で説明せよ。

（３）相利共生による窒素獲得の具体例を２つあげ、それぞれ３行程度で説明せよ。

（C）生態学に関する以下の語句（１）～（６）から４つを選び、それぞれについて３行程度で説明せよ（必ず４つだけを選ぶこと）。

（１）生食連鎖　（grazing food chain）と腐食連鎖　（detritus food chain）
（２）C_4 植物　（C_4 plant）
（３）遺伝子浸透（genetic introgression）
（４）植物の誘導防御（induced defense in plants）
（５）化学的酸素要求量　（COD, chemical oxygen demand）
（６）化学擬態　（chemical mimicry）

問 題　8

（A）以下の文章は、神経堤細胞（neural crest cells）について述べたものである。設問（１）～（３）のすべてに答えよ。なお、設問（２）、（３）に関しては、必要な実験動物、実験器具、機器類などは、すべて揃っているものとする。

Neural crest cells are an embryonic population of cells migrating out from the dorsal part of the neural tube during early embryogenesis. Neural crest cells differentiate into a variety of cell types including （a）melanocytes, Schwann cells, and adrenal medullary cells. In addition, （b）neural crest cells in the head region give rise to cartilage and bone cells, which are not derived from neural crest cells in the trunk region. （c）The neural crest cells also attract researchers in the field of Evo-Devo.

（１）下線部（ａ）に示されている３つの細胞種の特性と体内分布場所について、それぞれ２行程度で記せ。

（２）下線部（ｂ）では、頭部と体幹部の神経堤細胞の違いが述べられている。このような違いを生み出す仕組みを明らかにしたい。あなたならどのような実験を計画するか。１０行程度で述べよ。

（３）下線部（ｃ）に関連して、神経堤細胞の進化的な起源について、その発生機構を種間で比較する比較発生生物学的な研究が広く行われている。あなたが、神経堤細胞の進化的な起源について、遺伝子調節ネットワークの観点を取り入れて研究を行うとすれば、どのような実験を計画するか。１０行程度で述べよ。

問 題　9

（A）、（B） ２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の設問（１）～（６）から２問を選び、あわせて解答用紙１枚以内で解答せよ（必ず２問だけを選ぶこと）。図を用いてもかまわない。

（１）冬越しをしている昆虫には消化管内容物がないことが多い。その理由を低温耐性の観点から説明せよ。

（２）キイロショウジョウバエの概日時計細胞において、時計遺伝子 *period* の転写量が周期的に増減するしくみを説明せよ。

（３）HIF-1αは、生体防御に関わる多くの遺伝子群を環境の変化に応じて活性化する因子である。HIF-1αは通常の酸素濃度では分解されるが、低酸素条件においては分解されない。このメカニズムを説明せよ。

（４）多くのがん細胞では、酸素が十分にある環境でも解糖系が亢進している。がん細胞内へのグルコースの取り込みが増大すると、がん細胞の生存や増殖にとって有利にはたらくと考えられる。その理由を１つあげて説明せよ。

（５）放射線や活性酸素によって DNA には多様な損傷塩基が生じるが、そのなかでも 8-オキソグアニン（8-oxoG）は突然変異を引き起こす代表的な酸化損傷塩基である。8-oxoG が生成する過程、8-oxoG の修復機構、および 8-oxoG の生成にともなう誤った対合が引き起こす突然変異の抑制機構の３つを説明せよ。

（６）DNA 複製の際に誤った塩基が取り込まれると、生物はさまざまなしくみで誤りを修復して、ゲノムの安定性を維持する。それらのしくみのうち、ミスマッチ修復（mismatch repair）機構について説明せよ。

（B）生物は、低温、乾燥、放射線などの外因的なストレスに対する耐性を進化させてきた。そのような耐性を１つ取り上げ、その分子機構を解析するための研究計画を解答用紙１枚以内で記述せよ。その際に、対象とする生物の名称とその生物の生活史を簡単に説明するとともに、具体的な研究方法と、その結果によって明らかになることも述べよ。

問題　１１

（A）～（E）のうち、３問を選んで解答せよ（必ず３問だけを選ぶこと）。なお、解答に際しては必要に応じて説明図を用いてもよい。解答は、３問あわせて解答用紙１枚以内におさめよ。

（A）フィトクロムが示す赤・遠赤色光可逆的な生理応答と Pr 型、Pfr 型フィトクロムの関係を説明せよ。また、両型の間をフィトクロムが光変換する際には、分子内でどのような変化が起こるかを説明せよ。

（B）フィトクロムからのシグナルを受け取る転写因子 PIF が、光を含むさまざまなシグナル伝達経路のハブとして働く仕組みを説明せよ。

（C）光を始めとする環境刺激への応答にはさまざまな植物ホルモンが関わる。細胞内の活性型の植物ホルモン量を調節する分子機構としてどのようなものが知られているかを説明せよ。

（D）フォトトロピンが気孔開口を促進する細胞内シグナル伝達機構を、具体的なシグナル伝達因子の名をあげて説明せよ。

（E）葉緑体から核へのレトログレードシグナル（逆行シグナル）によって核遺伝子の発現にはどのような変化が生じるか。また、それがどのような生理学的な意義を持つかを説明せよ。

問題　１２

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の文章を読んで、設問（１）、（２）２問とも解答せよ。

野外環境で栽培したヒマワリの若い花茎は太陽の動きにあわせて先端部を動かす。その先端部は夜間も動き、夜明け時には東の方向をさすことが知られている。

（１）ヒマワリの花茎の運動が概日リズムの要素をもつかどうか調べたい。そのための実験を３通り説明し、概日リズムをもつ場合ともたない場合に想定される結果について議論せよ。各実験についてそれぞれ４行以内で述べよ。

（２）ヒマワリの花茎の先端部はなぜ回るのか。回ることでヒマワリに生じる有利な点についての仮説を立て、仮説を検証するための実験、仮説が正しい場合に期待される実験結果について、あわせて５行程度で述べよ。

（B）時間生物学に関する以下の（１）、（２）の用語について、それぞれ４行程度で説明せよ。

（１）入力系
（２）リミットサイクル

問題　１３

（A）～（C）３問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）花の構造に関する以下の設問（１)、(２）２問とも答えよ。

（１）ある植物の花を調べたところ、次のような構造をもっていた。萼片は４枚、花弁は４枚あり、ともに離生。雄蕊は２輪６本からなり、外輪の２本は短く、内輪の４本は長い。また、子房は上位で２室、胚珠は側膜胎座につく。この植物について以下の設問（ｉ)、(ⅱ）２問とも答えよ。

（ｉ）この植物が属する科の名前を答えよ。和名でも学名でもかまわない。

（ⅱ）この植物の花を花式図で示せ。

（２）花は花冠の相称性（花の中心を通る鏡映面の数）によって、放射相称花（actinomorphic flower)、左右相称花（zygomorphic flower)、非相称花（asymmetric flower）に分けられる。放射相称花をもつ植物と左右相称花をもつ植物にはどのようなものがあるか。それぞれ種名を２つずつあげよ。和名でも学名でもかまわない。

（B）維管束植物に関する以下の（１）～（３）の特徴を、それぞれ３行以内で説明せよ。ただし、それぞれの説明には以下の用語群の中の用語を少なくとも２つは使うこと。（１）～（３）の間で用語を重複して使ってもかまわない。
［茎頂、生活、中心柱、道管、同形胞子、配偶体、胞子嚢、鞭毛］

（１）ヒカゲノカズラ目とマツバラン目に共通してみられるが，サンショウモ目ではみられない特徴

（２）ソテツ目とアンボレラ目に共通してみられるが，ウラジロ目ではみられない特徴

（３）マオウ目とブナ目に共通してみられるが，イチョウ目ではみられない特徴

（C）小笠原諸島の植物相の特徴について、１０行程度で説明せよ。

問題　１４

（A）～（C）３問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の設問（１）～（３）について、それぞれ５行程度で説明せよ。なお、解答に際しては必要に応じて説明図を用いてもよい（説明図は行数に含まない）。

（１）輸送レセプターVSR1 による液胞タンパク質の選別輸送メカニズムについて、知られていることを説明せよ。

（２）転写因子 FAMA が関与する植物細胞の分化について、知られていることを説明せよ。

（３）ミオシン XI-i による細胞核の運動について、考えられる分子メカニズムを説明せよ。

（B）以下の（１）～（３）の３つの語句について、それぞれ３行程度で説明せよ。

（１）ペルオキシソーム（peroxisome）
（２）小胞体残留シグナル（ER retention signal）
（３）植物のペプチドホルモン（plant peptide hormone）

（C）大学院において植物分子細胞生物学分科で行いたいと考えている研究について、テーマを設定した上で、背景、目的、方法、期待される結果を解答用紙１枚以内で説明せよ。なお、必要に応じて説明図を用いてもよい。

問題　１５

（A）～（C）３問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）植物が過剰な光エネルギーから光合成装置を保護するしくみについて、１０行程度で説明せよ。

（B）プラスチド局在タンパク質をコードする核 DNA コード遺伝子が発現し、その産物がプラスチドで機能するまでの過程と、プラスチド DNA コード遺伝子が発現する過程について、あわせて１０行程度で説明せよ。その際、以下の用語をすべて用いること。［転写、翻訳、トランジットペプチド、ポリシストロニック RNA、RNA ポリメラーゼ］

（C）植物生理学に関する以下の用語（１）～（６）から４つを選び、それぞれについて３行程度で説明せよ（必ず４つだけを選ぶこと）。

（１）マンガンクラスター（Mn cluster）
（２）C_4 光合成（C_4 photosynthesis）
（３）アミロプラスト（amyloplast）
（４）RNA 編集（RNA editing）
（５）プラストキノン（plastoquinone）
（６）光呼吸（photorespiration）

問題　１７

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の設問（1）、（2）２問とも解答せよ。図を用いてもかまわない。ただし、図は行数には含まないものとする。

（1）リン脂質や界面活性剤のような両親媒性分子は、水中でさまざまな会合構造をとる。会合構造の例を４つあげ、それらの特徴をあわせて８行程度で説明せよ。

（2）脂質分子の会合構造をタンパク質の構造解析で利用している例を２つあげ、あわせて１０行程度で説明せよ。

（B）以下の設問（1）、（2）２問とも解答せよ。図を用いてもかまわない。ただし、図は行数には含まないものとする。

（1）タンパク質主鎖の特徴を表すラマチャンドラン・プロット（Ramachandran plot）について、二次構造との関係も含めて１０行程度で説明せよ。

（2）プロリン残基とグリシン残基のラマチャンドラン・プロットは他のアミノ酸残基の場合とは大きく異なる。その理由を、あわせて５行程度で述べよ。

問題　１８

（A）、（B）のうちから１問を選んで解答せよ（必ず１問だけを選ぶこと）。

（A）以下の設問（１）、（２）２問とも解答せよ。

（１）系Ａがエネルギー関数$E_A(x)$をもつとき、温度Tにおける系のヘルムホルツ自由エネルギーは、$F_A = -k_B T \ln\left\{ \int dx \exp\left[-\beta E_A(x)\right]\right\}$ で求められる。ここで$\beta = 1/(k_B T)$、k_Bはボルツマン定数である。

（ｉ）同様に、温度Tにおける系Ｂのヘルムホルツ自由エネルギーをF_Bとおくと系Ａと系Ｂの自由エネルギーの差が

$$F_B - F_A = k_B T \ln \frac{\left\langle \exp\left[-\beta(E_A - E_B)/2\right]\right\rangle_{B,T}}{\left\langle \exp\left[-\beta(E_B - E_A)/2\right]\right\rangle_{A,T}}$$

と書けることを示せ。ここで$\langle \quad \rangle_{X,T}$は系Ｘの温度$T$における熱平衡状態での平均を表す。

（ⅱ）系Ａの温度 T' におけるヘルムホルツ自由エネルギーをF'_A とおくと、$\beta' F'_A - \beta F_A = -\ln\langle W \rangle_{A,T}$と書くことができる。ここで、$\beta' = 1/(k_B T')$である。$W$を$\beta$、$\beta'$、$E_A$を用いて表せ。

（２）グルコーストランスポーターのグルコース透過速度は、カリウムチャネルのカリウム透過速度に比べて桁違いに小さい。それらの透過機構の差異、および透過速度の違いが生じる理由を、あわせて１０行以内で説明せよ。

（次ページに続く）

（B）以下の設問（１）、（２）２問とも解答せよ。それぞれの答えを別の解答用紙に記入すること。なお、各設問において図を用いてもかまわない。ただし、図は行数には含まないものとする。

（１）マウスおよびハダカデバネズミのゲノムの全塩基配列は既に決定されている。これら２種の分岐後の「同義置換座位における分子進化速度」の間に有意な差があるかどうか網羅的に調べたい。どのような配列解析を行えばよいか、この研究の進化学的な意義も含めて２０行程度で述べよ。なお以下の６つの用語をすべて用いて説明すること。
［中立突然変異、機能的制約、総突然変異率、パラログス、性染色体、多重置換］

（２）あなたが興味を持っている生物の進化に関する研究課題を１つあげて、その研究目的と研究計画をあわせて１５～２０行で述べよ。

問題　１９

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）桿体細胞では、外節部に局在する光受容タンパク質（ロドプシン）によって光子が吸収される。光受容の第一ステップは、ロドプシンの発色団のシス-トランス光異性化である。以下の設問（１）～（３）のすべてに答えよ。

（１）ロドプシンの発色団の化学構造を、結合しているアミノ酸側鎖を含めて記せ。

（２）ロドプシンの光異性化反応の特徴を２つあげ、それぞれ３行程度で説明せよ。

（３）ロドプシンの発色団の光異性化反応を分光学的に実測するために、どのような実験が行われたか。代表的な報告について５行程度で説明せよ。

（B）脊椎動物の視細胞は、光刺激を受けると過分極応答を示し、一定の時間で収束する。この一連の過程において、視細胞外節の cGMP 濃度と Ca^{2+}濃度の変化が重要な役割を果たす。以下の設問（１）、（２）２問とも解答せよ。

（１）光刺激により過分極応答が引き起こされる過程で、視細胞外節の cGMP 濃度と Ca^{2+}濃度は増加するか減少するか。細胞内で起こる分子メカニズムとともにあわせて８行程度で答えよ。

（２）視細胞外節に存在し Ca^{2+}結合能をもつタンパク質を２つあげ、その機能をそれぞれ５行程度で説明せよ。

問題　２０

（A）～（C）３問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）イオンチャネル型のグルタミン酸受容体と GABA 受容体の構造と機能を、あわせて１０行以内で説明せよ。

（B）前庭動眼反射と視機性眼球運動はいかなる眼球運動か。あわせて５行以内で説明せよ。また、これらを小脳による運動制御モデルとして研究に用いる利点を５行以内で説明せよ。

（C）ノルエピネフリンは小脳のプルキンエ細胞活動に影響を及ぼすことが知られている。あなたは、プルキンエ細胞上のシナプスに対するノルエピネフリンの作用を生理学的に研究することになった。どのような仮説を立て、いかなる実験手法で研究を行うか。あわせて１０行以内で説明せよ。

問題　２１

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の文章を読んで、設問（１）～（３）のすべてに解答せよ。

小胞体ストレスはさまざまな疾患の発症や増悪に関与していることが知られている。例えば、肥満が原因で引き起こされる病気のひとつに脂肪肝がある。脂肪肝になると肝細胞内に脂質が蓄積し、その結果、(a) 小胞体内の Ca^{2+}濃度が変化する。さらに (b) 肝細胞での脂質合成が活性化されて、小胞体ストレスセンサータンパク質が活性化されることによっても、小胞体ストレス応答が誘導される。このような小胞体ストレスが改善されずに慢性化することが脂肪肝の原因になると考えられている。

また、癌の進行にも小胞体ストレス応答が関与している。(c) 癌細胞は、低酸素、低栄養環境にあるにもかかわらず、盛んに増殖し、小胞体ストレス応答が誘導された状態になっている。その結果、癌細胞の増殖、転移、薬剤耐性などの能力獲得につながると考えられている。

（１）下線部（ａ）の現象によって小胞体ストレスが生じる。その分子メカニズムを５行程度で説明せよ。

（２）なぜ下線部（ｂ）の現象が生じるのか、考えられる理由を５行程度で説明せよ。図を用いてもかまわない。ただし、図は行数に含まないものとする。

（３）癌細胞が増殖するとき、タンパク質の生合成量が増加する。小胞体ではどのようにして増加したタンパク質の生合成に対処しているのか。下線部（ｃ）のような癌細胞の特徴をふまえて１０行程度で説明せよ。図を用いてもかまわない。ただし、図は行数に含まないものとする。

（B）あなたは希望する分科に入学後、どのような研究をしたいと考えているか、解答用紙１枚以内で記述せよ。なお、分科番号２１と２５両方を志望分科として受験する場合は、第一志望の分科についてのみ記述すること。

問題　２２

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）上皮−間充織転換は動物の重要な形態形成機構の１つである。上皮組織の一部の細胞が間充織細胞となり上皮組織から離れていく過程において、どのような機能を持つ遺伝子の発現変化が起きるか。５行程度で記述せよ。図を用いてもかまわない。ただし図は行数に含まないものとする。

（B）以下の設問（１）、（２）２問とも答えよ。

（１）動物細胞で一過的遺伝子を発現させるためには、一般的に遺伝子をコードする DNA をまず細胞内に導入する。その後 DNA は核内に移動し、遺伝子が転写される。遺伝子導入法を２つあげて、細胞内に DNA を導入する仕組みについてそれぞれ３行程度で記述せよ。

（２）カイメン骨片運搬細胞は数個単位の集団で上皮組織上を移動し骨片を運搬する。骨片運搬細胞特異的に発現する細胞膜貫通型タンパク質 X の機能を、遺伝子導入法などを用いて明らかにしたい。あなたならどのような仮説を立て、どのような実験を行いタンパク質 X の機能を明らかにするか。１０行程度で説明せよ。図を用いてもかまわない。ただし、図は行数に含まないものとする。

問題　２４

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の文章を読んで、設問（１）～（４）のすべてに答えよ。

３つのエキソン（E）と２つのイントロン（I）から構成される遺伝子（E1-I1-E2-I2-E3）を(a)ヒト培養細胞中で複製されるプラスミドベクターに挿入した。このプラスミドをヒト培養細胞に導入し、プラスミドから転写された RNA を調べた結果、(b)さまざまな直鎖状 RNA が選択的スプライシングによって産生されていた。それらの RNA のうち、(c)すべてのイントロンが除かれすべてのエキソンが含まれる RNA からはタンパク質Ｐが翻訳された。(d)タンパク質Ｐの量は、あらかじめ２つのイントロン配列を除いておいたプラスミドを使用した場合と比較して多かった。

（１）下線部（ａ）のプラスミドベクターを複製しないものに変えると、下線部（ｂ）の全直鎖状 RNA 中に占める下線部（ｃ）の RNA の割合（%）が低くなった。この変化を生じさせた仕組みを３行程度で説明せよ。

（２）下線部（ｂ）について、下線部（ｃ）の RNA（E1-E2-E3 と表記）以外に考えられる直鎖状 RNA を４つあげよ。

（３）なぜ下線部（ｄ）のような結果になったのかを２行程度で説明せよ。

（４）近年、末端のない環状 RNA が次々と発見され、それらの多くがスプライシング反応によって産生されることが分かってきた。どのようなスプライシングが起こればエキソン配列のみを含む環状 RNA が産生されうるか。２行程度で説明せよ。図を用いてもかまわない。ただし、図は行数に含まないものとする。

（B）以下の文章を読んで、設問（１）～（３）のすべてに答えよ。

細胞内で、RNA 中のヌクレオチドにはしばしば「修飾」が施されることが知られている。近年の研究の進歩から、これらの修飾は RNA にさまざまな機能を付加し、生命活動において重要な役割を果たしていることが明らかになってきた。

（１）RNA の修飾ヌクレオチドについて、例を２つあげてそれぞれの役割を各２行程度で説明せよ。

（２）ある修飾ヌクレオチドXが、RNA のどこにあるのかをゲノムワイドに調べる実験を行いたい。どのような実験をすべきか。３行程度で説明せよ。

（３）修飾ヌクレオチドの中には、いまだにその役割が明らかでないものが数多く存在する。そのような修飾ヌクレオチドXの役割を明らかにするためには、どのような実験をすべきか。５～１０行で説明せよ。

問題　２６

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の文章を読んで、設問（１）～（３）のすべてに答えよ。

モデル実験植物シロイヌナズナではさまざまな変異体ライブラリーが整備されており、大半の遺伝子に対して機能欠損型変異体が現在利用可能である。それらの変異遺伝子の中には、(a) 野生型遺伝子とのヘテロ接合体としてのみ個体が存在し、ホモ接合個体が得られないものがある。一方、シロイヌナズナの遺伝子の中には、(b) 機能欠損型変異体がホモ接合体、ヘテロ接合体ともに得られていない遺伝子も多数存在し、それらの機能の遺伝学的解析は進んでいない。

（１）下線部（ａ）の例として、ホモ接合体が胚発生致死となる変異遺伝子があげられる。それ以外にどのような変異遺伝子が下線部（ａ）の例として考えられるか。１つあげて、１～２行で説明せよ。

（２）下線部（ｂ）の遺伝子の中で、そのような変異体を得ることが原理的に不可能なものがあるとすると、その機能欠損型変異がどのような影響を及ぼす場合か。例を１つあげて、１～２行で説明せよ。

（３）設問（２）の解答が正しいという仮説を立てたとする。この仮説を証明するための実験をデザインし、５行程度で説明せよ。

（B）シロイヌナズナの遺伝子 X の機能欠損型変異体では、葉表面の単細胞性の毛状構造であるトライコームが形態異常を示す。遺伝子 X およびそのコードタンパク質 X がトライコーム形態形成に関わる機能を分子レベルで明らかにするためにどのような実験が考えられるか、あなた自身がその研究を行うと仮定して、考えられる実験を５～１０行で記述せよ。

問題　２７

（A）～（D）のすべての設問に解答せよ。（A）～（C）をあわせて１枚の解答用紙に、（D）は別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の文章を読んで、［　ア　］～［　エ　］に当てはまる語句を下記の語群から選べ。

配列アセンブルとは、シークエンサーから得られた［　ア　］を相互の重なり合いに基づいてつなぎ合わせ、元の核酸配列を再構築するプロセスを指す。アセンブルによって１本につながった配列を［　イ　］といい、［　ウ　］の情報を使って複数の［　イ　］をギャップを介してつなぐことで［　エ　］が得られる。

語群［ゲノム、スキャフォールド、コンティグ、クロマトグラム、配列モチーフ、イントロン、リード、ハプロタイプ、メイトペア、エクソン］

（B）配列解析におけるカバレッジ深度とは、ゲノム上の塩基が何回シークエンスされたかを示す値である。例えば、100 万塩基対のゲノムを保持する生物の配列解析で、合計で１億塩基対のデータを得た場合、平均カバレッジ深度は 100 である。今、ある環境サンプルから DNA を抽出し、次世代シークエンサーで 150 塩基対長の配列を２億本解読した。ここで、このサンプル中には 1,000 種の原核生物が存在し、どの生物も 400 万塩基対長のゲノムをもつと仮定する。ある特定の種Ａの細胞数が全体の 0.01% である場合、種Ａのゲノムの平均カバレッジ深度を答えよ。

（C）ある真核単細胞藻類のゲノム配列を次世代シークエンサーで決定した。その藻類のゲノムが１倍体であるか２倍体であるかをこの配列データから検証したい。あなたならどのような解析を行うか。５行程度で述べよ。ただし、ゲノムにはリピート配列は少なく、得られたゲノム配列の精度は高いものとする。

（D）あなたは理論分子生物学分科に入学した後、計算機を使ってどのようなテーマで何を明らかにしたいか。解答用紙１ページ以内で説明せよ。

問題　２９

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の文章を読んで、設問（１）～（３）のすべてに答えよ。

筋骨格系の作用は、しばしば「てこ」に例えられる。関節が支点、筋の付着位置が力点、動かされる骨の先端、あるいは負荷がかかる部位が作用点とみなされる（てこの梁となる骨の重さは無視する）。てこには３つの形態があり、「第１種のてこ」では支点、「第２種のてこ」では作用点、「第３種のてこ」では力点が、他の２点の間となる。力点から支点までの距離が支点から作用点までの距離よりも長ければ、作用点に作用する力は筋の収縮力よりも［　ア　］なる一方で、作用点が動く速度は筋の短縮速度より［　イ　］なる。筋骨格系のてこは、筋収縮の力と速度を、作用点で必要な力と速度に変換する役割を担っている。

（１）［　ア　］、［　イ　］に適切な語句を入れよ。

（２）ヒトの体における「第１種のてこ」と「第２種のてこ」の例を、以下の「第３種のてこ」の例にならって、それぞれ１つずつあげよ（必ず１つだけあげること）。
例、第３種のてこ：上腕二頭筋による肘関節の屈曲

（３）ヒトの踵は他の霊長類種の踵に比べ、より大きく後方に突出している。この形質と直立二足歩行の関係を、足部をてこにたとえて、支点、力点、および作用点となる部位を明らかにしながら５行程度で説明せよ。

（B）以下の（１）～（８）の語句から５つを選び、それぞれについて２行程度で説明せよ（必ず５つだけを選ぶこと）。

（１）上腕骨橈骨示数（brachial index）　（２）関節モーメント（joint moment）
（３）成因的相同（homoplasy）　（４）筋紡錘（muscle spindle）
（５）前適応（preadaptation）　（６）［手の］中心骨（centrale [of the hand]）
（７）グラエコピテクス・フレイベルギ（*Graecopithecus freybergi*）
（８）異時性（heterochrony）

問題　３０

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の組になった用語（１）～（８）の中から５つを選び、それぞれの用語対について、合わせて３行程度で説明せよ（必ず５つだけを選ぶこと）。

（１）オルドワン石器（Oldowan stone tool）とアシューリアン石器（Acheulian stone tool）
（２）中心窩（fovea centralis）とタペータム（tapetum lucidum）
（３）視交叉（optic chiasma）と半交叉（semidecussation）
（４）内転（adduction）と回内（pronation）
（５）同歯性（homodonty）と異歯性（heterodonty）
（６）形質の極性（polarity of character）と配列が決まった形質（ordered character）
（７）岩相層序対比（lithostratigraphic correlation）と生層序対比（biostratigraphic correlation）
（８）放射性絶対年代（radiometric absolute age）と古地磁気年代（paleomagnetic age）

（B）以下の文章を読んで、設問（１）、（２）２問とも解答せよ。

古霊長類学（化石霊長類学）の分野では、これまで化石の歯の形態を対象にした研究が非常に多く、その成果を元に分類体系が構築されてきた。

（１）なぜこれまで古霊長類学の分野で歯の形態が重視されてきたのか。その理由を３つあげて５行程度で記述せよ。

（２）古霊長類学の分野で、歯以外で重要視されている研究対象とする部位を１つあげ、その知るところを５行以内で記述せよ。

問題　３１

（A）～（C）３問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）世界の霊長類のうち、およそ 60%の種が絶滅に瀕しているとされる。これに関し、設問（１）～（３）のすべてについて、それぞれ３行程度で答えよ。

（１）動植物を問わず、絶滅危惧の程度は、一般にどのような科学的根拠で示すことができるか説明せよ。

（２）動物界全体をみわたすと、霊長類は全般的に絶滅にいたりやすいと考えられる特徴をいくつか備えている。霊長類のどのような生物学的特徴が人為撹乱下で絶滅をもたらしやすいと考えられるか説明せよ。

（３）一般に霊長類は絶滅にいたりやすい特徴を持つにもかかわらず、絶滅しにくいと考えられる種あるいは個体群も存在する。これらはどんなサルで、いかなる環境下でいかなる生活をしているのか。例をあげて説明せよ。

（B）単雄複雌集団をつくるインドのハヌマンラングールで、リーダーオスを追い出して集団を乗っ取ったオスが、集団内の乳児を攻撃して殺す行動が知られている。以下の設問（1）、（２）２問とも、それぞれ５行程度で答えよ。

（１）オスが乳児を殺す究極要因を説明せよ。

（２）メスは、自分の子供を殺されるリスクがあるにもかかわらず、リーダー交代から何年かたつと、集団外のオスが攻撃してきたときにそのオスについていくなど、リーダー交代を促すかのような行動をとることがある。メスのこのような行動について、至近要因と究極要因を説明せよ。

（C）以下の（１）～（４）の用語（対）すべてについて、それぞれ３行程度で説明せよ。

（１）特定外来生物（invasive alien species）
（２）行動圏と縄張り（home range and territory）
（３）アロマザリング（allomothering）
（４）目的変数と説明変数（response variable and explanatory variable）

問題　３２

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の（１）～（７）の比較認知科学に関連する用語のうち３つを選び、それぞれ４行程度で説明せよ（必ず３つだけ選ぶこと）。図を用いてもかまわない。ただし、図は行数に含まないものとする。

（１）visual search
（２）psychological well-being
（３）apparent motion
（４）dishabituation
（５）metacognition
（６）deferred imitation
（７）combinatorial manipulation

（B）以下の文章を読み、設問（１）、（２）２問とも５行程度で解答せよ。

（著作権保護のため、引用文は省略）

[Josep Call, *APA Handbook of Comparative Psychology, Volume 1*, 2017 (p. xix)より抜粋、一部改変]

（１）下線部（ａ）について、本文中の例以外の研究領域を１つあげ、その領域でのヒト以外の動物を対象とした研究の重要性を、事例をあげつつ説明せよ。

（２）下線部（ｂ）が指摘する、重要な変化について説明せよ。

問題　３３

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）ヒトの発話は、さまざまな過程を経て劇的に発達する。出生直後の新生児では泣き声しか見られないが、1歳を迎える頃には初語が見られるようになる。以下の設問（1）、（2）２問とも解答せよ。

（1）初語の出現以前に見られる喃語の特徴について、出現の時期や発達の機序、のちに発達する発話音声との音響的な類似性に言及しながら、１０行程度で説明せよ。

（2）ヒトとヒト以外の霊長類、霊長類以外の動物として鳴禽類の音声発達の特徴について、類似点や相違点に言及しながら１０行程度で説明せよ。

（B）ヒトを含め動物にはさまざまな情動反応が見られる。なかでも恐怖や不安といった感情はヒトのみならず多くの動物に備わっており、生物の進化において重要な役割を果たしてきたと考えられる。以下の設問（1）、（2）２問とも解答せよ。

（1）動物を用いた情動機能の研究では、「恐怖条件付け」が多く用いられている。恐怖条件付けとは何か。その生物学的基盤も含め、５行程度で説明せよ。

（2）恐怖条件付けと関連する精神障害があるが、それは何か。その具体名をあげ、主たる症状を５行程度で説明せよ。

問題　３４

（A）～（C）３問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の（１）～（６）の語句のうち４つを選び、それぞれについて３行程度で説明せよ（必ず４つだけを選ぶこと）。

（１）盲視（blindsight）
（２）膠細胞（glia）
（３）終脳（telencephalon）
（４）腹側被蓋野（ventral tegmental area）
（５）嗅周囲皮質（perirhinal cortex）
（６）コモンマーモセット（common marmoset）

（B）網膜神経節細胞における視覚情報の符号化について、１０行程度で説明せよ。

（C）蝸牛における聴覚情報の符号化について、１０行程度で説明せよ。

問題　３５

（A）～（D）のうち、３問を選んで解答せよ（必ず３問だけを選ぶこと）。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）中枢神経系を構成する神経細胞は、投射様式に基づいて投射細胞と介在細胞に分類できる。両者の解剖学的および生理学的差異について、例をあげて１０行程度で説明せよ。

（B）大脳皮質の進化に伴う構造発達、機能発達の典型例として、前頭前野の特徴を１０行程度で説明せよ。

（C）ドーパミンの運動制御や認知機能における役割と、その神経伝達異常によって生じる障害について１０行程度で説明せよ。

（D）脳神経は１２対あり、運動機能、感覚機能、自律機能を担っている。それらのうち少なくとも６つの名称をあげ、それぞれの機能を簡潔に説明せよ。

問題　３６

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の設問（１）～（６）のうち２つを選び、それぞれについて５行程度で解答せよ（必ず２つだけを選ぶこと）。

（１）受精卵と胚性幹細胞（ES 細胞）の違いについて説明せよ。

（２）幹細胞の特徴を３つあげ、それぞれ説明せよ。

（３）機械感覚系と味覚系の受容体について、類似点と相違点を説明せよ。

（４）視覚系と嗅覚系の細胞内情報伝達について、類似点と相違点を説明せよ。

（５）受精卵クローンについて、その作出方法と特徴を説明せよ。

（６）精子の保存技術について例を１つあげ、その仕組みと利点を説明せよ。

（B）以下の用語（１）～（６）のうち３つを選び、それぞれについて３行程度で説明せよ（必ず３つだけを選ぶこと）。

（１）胚様体（embryoid body）
（２）細胞バンク（cell bank）
（３）第二世代シークエンサー（second generation sequencer）
（４）一塩基多型（single nucleotide polymorphism）
（５）顕微授精（intracytoplasmic sperm injection）
（６）ELISA（Enzyme-Linked Immunosorbent Assay）

問題　３７

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）後天性免疫不全症候群に関する以下の設問（１）、（２）２問とも、それぞれ１０行程度で解答せよ。

（１）原因ウイルスについて、ウイルス学上の分類、ウイルス粒子の特徴、ゲノム構造について説明せよ。

（２）感染ルート、免疫不全となる機序、臨床症状、および治療法について述べよ。

（B）以下の用語（１）～（４）から２つを選び、それぞれについて５行程度で説明せよ（必ず２つだけを選ぶこと）。

（１）ズーノーシス（zoonosis）
（２）バイオセーフティ（biosafety）
（３）中和抗体（neutralizing antibody）
（４）濾胞性ヘルパーT 細胞（follicular helper T cell）

問題　３８

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）以下の設問（１）～（４）のうち２つを選び、それぞれについて１０行程度で解答せよ（必ず２問だけを選ぶこと）。

（１）サル類に使用できる鎮痛薬の具体例を２つあげ、それぞれの作用機序、および可能性のある副作用について説明せよ。

（２）サル類に使用できる麻酔薬について、投与経路の異なる麻酔薬の具体例を２つあげ、長所と短所を説明せよ。

（３）動物実験における人道的エンドポイントについて説明せよ。

（４）ハズバンダリートレーニングについてその定義と具体例を説明せよ。

（B）以下の用語（１）～（４）から３つを選び、それぞれについて５行程度で説明せよ（必ず３つだけを選ぶこと）。

（１）薬物動態解析（pharmacokinetics）
（２）ブランベルの５つの自由（Brambell's five freedoms）
（３）アンギオテンシン（angiotensin）
（４）急性鼓脹症（acute bloat）

問題　３９

（A）、（B）２問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）繁殖可能な同種の個体群内では、個体ごとに遺伝的な特徴が異なることがあるが、このような遺伝的多様性は、生物集団の存続に必要不可欠である。以下の設問（１）、（２）２問とも解答せよ。

（１）遺伝的多様性が維持されることの重要性を８行程度で説明せよ。

（２）孤立した少数個体の個体群は、遺伝的多様性を消失しやすい。その理由を８行程度で説明せよ。

（B）以下の用語（１）～（７）から４つを選び、それぞれについて３行程度で説明せよ（必ず４つだけを選ぶこと）。

（１）塩基多様度（nucleotide diversity）
（２）相対適応度（relative fitness）
（３）*Fst*（*Fst*）
（４）量的形質（quantitative character）
（５）ウォーランド効果（Wahlund effect）
（６）主要組織適合抗原複合体（major histocompatibility complex）
（７）フラグメント解析（fragment analysis）

問題　４０

（A）～（C）３問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

（A）生物科学に関する以下の（１）～（５）の用語すべてについて、それぞれ５行程度で事例をあげて説明せよ。

（１）ストレスマーカー（stress marker）
（２）生態系サービス　（ecosystem services）
（３）異型交配（outbreeding）
（４）エコロケーション（echolocation）
（５）大量絶滅（mass extinction）

（B）希少な自然の残っている地域は、自然保護区に設定されることによって有名になり、しばしば観光客が急増する。自然保護区を訪れる観光客が増えることは、野生動物の保全にとって、どのようなメリット、デメリットがあるか。それぞれについて例をあげよ。また、保全と観光の両立を図ることができるだろうか。自分の考えを含めて、１０行以内で記述せよ。

（C）あなたが大学院で行おうとする研究について、以下の項目をすべて含めてあわせて解答用紙１枚以内で記述せよ。

［研究タイトル、研究目的、対象動物、研究方法、研究の意義］