生　　物

第1問　ゲノムとバイオテクノロジーに関する次の文章を読み，下の問い（**問1～4**）に答えよ。

ヒトは23種類の染色体に，①およそ30億塩基対からなるゲノムをもつ。今世紀初頭には，ヒトゲノムのもつほぼすべての塩基配列が明らかになっている。その解析過程で，塩基配列決定法に飛躍的な進歩があった。これは他の生物のゲノム解読を進められるだけでなく，個体，②個人の遺伝情報を解読できることを意味する。現在，ゲノム情報と③さまざまなバイオテクノロジーは，病気の治療に応用されつつある。これらの応用は一方で，環境への影響や個人情報の管理，生命の尊厳といった観点からいくつかの課題が指摘されている。

問1　下線部①について，ヒトのゲノムDNAを30億塩基対，各塩基が同数と仮定した場合，DNA複製していない体細胞に含まれるシトシンはいくつあるか。次の**a**～**e**のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **1**

a　3億7500万塩基

b　7億5000万塩基

c　15億塩基

d　30億塩基

e　60億塩基

問 2　下線部②について，個人の遺伝情報を解析して活用する方法の「名称」と，その説明の組み合わせとして，正しいものはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **2**

a　「遺伝子診断」：遺伝情報を親子鑑定や個人識別に用いる。

b　「DNA マイクロアレイ解析」：遺伝情報から病気の予知などを行う。

c　「遺伝子治療」：ある遺伝子に異常がある患者の細胞で正常な遺伝子を機能させる。

d　「DNA 型鑑定」：遺伝情報から薬の効果や副作用の程度を推測し，投薬量を最適化する。

e　「オーダーメイド（テーラーメイド）医療」：がん細胞で発現する遺伝子を網羅的に解析する。

問 3　下線部③のバイオテクノロジーのうち，PCR 法に関する記述として，正しいものはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **3**

a　ヒトへ感染したウイルスの検出に利用できない。

b　DNA 複製と同様に，RNA をプライマーとして用いる。

c　材料として，４種類の塩基のリボヌクレオチドを用いる。

d　ヒトの DNA ポリメラーゼを用い，DNA 複製を連鎖的に行う。

e　遺伝子断片を増幅する場合，２種類のプライマーの塩基配列はそれぞれセンス鎖とアンチセンス鎖の一部と同じである。

問 4　下線部③のバイオテクノロジーのうち，トランスジェニック生物やノックアウトマウス作成に関する記述として，正しいものはどれか。次の（1）～（4）のどれか。下の **a** ～ **e** のうちから最も適当な組み合わせを一つ選べ。 **4**

（1）　植物の遺伝子組換えに用いるアグロバクテリウムは，ウイルスである。

（2）　ノックアウトマウスの表現型は，その遺伝子が本来もつ機能を推測するのに役立つ。

（3）　ノックアウトとは，突然変異を誘発する物質を用いて遺伝子を破壊することである。

（4）　農薬に耐性をもつ遺伝子を導入し，作付けを改善した遺伝子組換え作物は，トランスジェニック生物である。

a　（1）と（2）

b　（1）と（4）

c　（2）と（3）

d　（2）と（4）

e　（3）と（4）

第２問　動物の受精に関する次の文章を読み，下の問い（**問１～５**）に答えよ。

動物の受精には①おもに生活する環境により体外受精と体内受精がある。

ウニの受精の過程では，精子が卵の表面の［ア］に達すると，精子の先体の中身が放出される。さらに精子は先体突起を出し，［ア］を突き抜け，［イ］を通過する。さらに［ウ］に接すると受精がはじまる。卵に進入した精子の核は精核となり，卵核と融合して１つの核になり，受精が完了する。

受精卵は細胞分裂を繰り返して多細胞の胚（はい）となるが，発生初期の細胞分裂を卵割という。卵割の種類は②卵黄の量や分布に影響され，ウニでは③最初のうちは等割である。さらに卵割が繰り返されると④胚の内部に卵割腔（こう）ができる。

問１　下線部①について，体外受精を行う動物はどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。［5］

a　ヒ　ト

b　マウス

c　ニワトリ

d　ショウジョウバエ

e　アフリカツメガエル

問２　文章中の空欄［ア］～［ウ］にあてはまる語の組み合わせとして，正しいものはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。［6］

	ア	イ	ウ
a	卵黄膜	ゼリー層	細胞膜
b	細胞膜	ゼリー層	卵黄膜
c	細胞膜	卵黄膜	ゼリー層
d	ゼリー層	卵黄膜	細胞膜
e	ゼリー層	細胞膜	卵黄膜

問 3　下線部②について，動物種と卵黄の分布の組み合わせとして，正しいものはどれか。次の a ～ e のうちから最も適当なものを一つ選べ。 7

a　ウ　ニ　　―― 端黄卵

b　カエル　　―― 端黄卵

c　ヒ　ト　　―― 端黄卵

d　ニワトリ　　―― 心黄卵

e　ショウジョウバエ ―― 等黄卵

問 4　下線部③について，ウニの卵割で最初に不等割となるのは何回目か。次の a ～ e のうちから最も適当なものを一つ選べ。 8

a　1 回目

b　2 回目

c　3 回目

d　4 回目

e　5 回目

問 5　下線部④について，ウニの発生過程で最初に卵割腔が観察される時期はどれか。次の a ～ e のうちから最も適当なものを一つ選べ。 9

a　胞　胚

b　桑実胚

c　原腸胚

d　プリズム幼生

e　プルテウス幼生

第3問　神経系の興奮と伝達に関する次の文章を読み，下の問い（**問1～5**）に答えよ。

ヒトの脳と脊髄（せきずい）では，多数のニューロンが集まって情報の統合・整理・判断・命令などが行われており，このシステムは中枢神経系と呼ばれる。これに対して，体の各部と中枢神経系をつなぐ神経系は①末梢神経系と呼ばれ，その機能によって体性神経系と自律神経系に分けられる。

ニューロンには，与えられた情報を他のニューロンや筋肉に伝えるという役目があり，極めて②特徴的な構造と機能をもっている。また，ニューロンの細胞内に微小な電極を挿入すると，細胞膜内外の電位差を測定することができる。ニューロンが十分刺激された場合には，③活動電位が発生する。④活動電位発生には，イオンチャネルの開閉が関係している。発生した活動電位は，軸索によってすばやく伝導される。

軸索の末端では，他のニューロンや筋肉などと狭いすき間を隔てて接続している。この接続部分は，⑤シナプスと呼ばれ，神経伝達物質によって，他のニューロンや筋肉に情報が伝達される。

問1　下線部①の末梢神経系に関して，正しいものはどれか。次の**a**～**e**のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **10**

a　脊髄神経には，自律神経は含まれない。

b　末梢神経系には，脳神経は含まれない。

c　体性神経系には，感覚神経は含まれない。

d　随意運動にかかわるのは，自律神経系である。

e　運動神経と感覚神経は，脊髄神経に含まれる。

問 2　下線部②に関して，神経の構造と機能として正しいものはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 11

a　ニューロンの細胞体には，核がない。

b　軸索部位では，全か無かの法則は適用されない。

c　有髄神経繊維の軸索の興奮は，ランビエ絞輪で起こる。

d　無髄神経繊維の軸索には，シュワン細胞が巻き付いている。

e　樹状突起は，筋肉などへ情報を伝える役目をもつ部位である。

問 3　**図 1** は，神経細胞が興奮するときの膜電位の変化を示したものである。下線部③に関して，活動電位の特徴として**誤っているもの**はどれか。次の **a** ～ **e** のうちから一つ選べ。 12

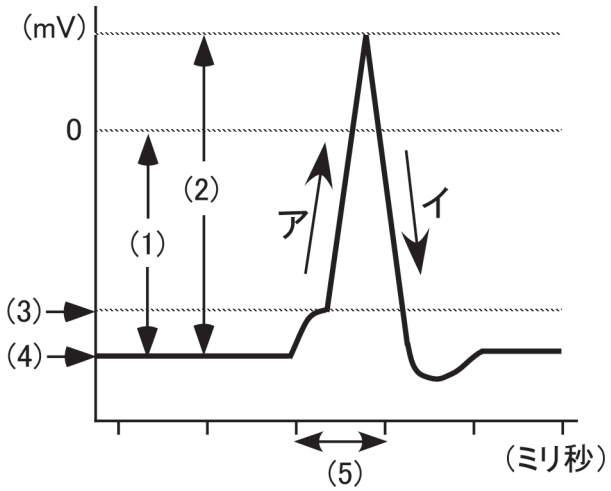

図 1　神経細胞の膜電位の変化

縦軸は膜電位を，横軸は時間を示している

a　**図 1** の **(1)** は，静止電位の大きさを示している。

b　**図 1** の **(2)** は，活動電位の大きさを示している。

c　**図 1** の **(3)** は，閾値刺激を与えた時の膜電位を示している。

d　**図 1** の **(4)** の値は，－70 mV 程度である。

e　**図 1** の **(5)** の値は，約 100 ミリ秒である。

問 4　**図 1** と下線部④に関して，正しいものはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **13**

a　**図 1** の**ア**の相では，電位依存性ナトリウムイオンチャネルは開いている。

b　**図 1** の**イ**の相では，電位依存性カリウムイオンチャネルは閉じている。

c　細胞内外のイオン濃度差は，受動輸送で形成されている。

d　細胞内では細胞外に比べて，ナトリウムイオンが多く存在している。

e　ナトリウムイオンチャネルが開くことによって，静止電位が形成される。

問 5　下線部⑤のシナプスに関して，正しいものはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **14**

a　シナプス小胞は，シナプス後細胞に存在している。

b　シナプスの間隙は，約 100 マイクロメートル程度である。

c　神経伝達物質は，シナプス間隙に数秒間とどまっている。

d　興奮性シナプス後電位は，塩素イオンの流入によって起こる。

e　神経終末でのカルシウムイオンの流入が，神経伝達物質の移動を促す。

第 4 問　生物多様性に関する次の文章を読み，下の問い（**問 1 ～ 4**）に答えよ。

近年，生物多様性の減少によって生じる問題が危惧（きぐ）されている。例えば，個体群に①個体群サイズの減少 → ②生存に有害な形質をもつ遺伝子の蓄積 → ③個体群の適応度の低下 → 個体群のさらなる減少という悪循環が起こると，絶滅に向かう速度は大きくなっていく。この悪循環を［ ア ］という。

問 1　下線部①について，個体群サイズを減少させる要因として**不適当なもの**はどれか。次の a ～ e のうちから一つ選べ。 15

a　乱　獲

b　外来生物の侵入

c　生息地面積の拡大

d　遺伝的多様性の低下

e　個体群内の性比の偏り

問 2　下線部②について，有害遺伝子を蓄積させる直接的な要因となるものはどれか。次の a ～ e のうちから最も適当なものを一つ選べ。 16

a　近交弱勢

b　集中分布

c　共同繁殖

d　種内競争

e　密度効果

問 3　下線部③について，個体群の適応度が低下したときに起こる現象はどれか。次の a ～ e のうちから最も適当なものを一つ選べ。 17

a　攪乱（かくらん）に対する安定性の低下が起こる。

b　環境に適応するために適応進化が促進する。

c　環境に適応した個体のみが生き残る適応放散が起こる。

d　同じ場所に存在しても交配できなくなる生殖的隔離が起こる。

e　種間競争により競争的排除された生物が生息地からいなくなる。

問 4　文章中の空欄 ア に当てはまる語はどれか。次の a ～ e のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **18**

a　絶滅の渦

b　自然選択

c　遺伝的浮動

d　大規模撹乱

e　種多様性の喪失

第 5 問　生物の進化とそのしくみに関する次の文章を読み，次の問い（**問 1 ～ 3**）に答えよ。

進化は，生物の集団において遺伝的な変異が，世代を経て集団内に広がっていくことによって起こる。そこで，①進化のしくみを考えるには，生物集団における遺伝子の変異がどのように，以降の世代に広がっていくのかを考える必要がある。

また，遺伝子本体は DNA であり，その変異はアミノ酸の変異を引き起こす場合もあることから，いくつかの生物が共通にもっている遺伝子の塩基配列や，特定のタンパク質のアミノ酸配列を比較することで，生物間での進化の過程における分岐時期の推測の目安とすることができる。このような遺伝子レベルにおける進化の過程を②分子進化という。下の**図 2** は，4 種の動物のヘモグロビン α 鎖のアミノ酸配列をヒトと比較した時の，アミノ酸置換の数から推定した分子進化の一例である。**図 2** の中の上の数字はヒトと異なるアミノ酸の数，**（ア）**～**（エ）**は 4 種の動物種を示している。

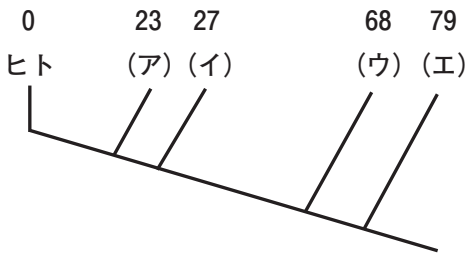

図 2　ヘモグロビン α 鎖のアミノ酸配列から見た分子進化

問 1　下線部①の進化と遺伝子変異の関係について，正しいものはどれか。次の a ～ e のうちから最も適当なものを一つ選べ。 19

a　生物集団が大きいほど，遺伝子頻度が変化する可能性が大きくなる。

b　アミノ酸配列の変化を伴わない染色体の倍数化は，進化に関与しない。

c　中立説で，中立的な突然変異が集団内に広がっていくのは，偶然による遺伝子頻度の変化によると考えられている。

d　変異した遺伝子は，それがもたらす形質変化が生存環境に有利なものだけが後の世代にまで残されていく。

e　異なる生物間における相同器官とは，起源が異なる器官が，自然選択によって環境に適応した結果，よく似た形態に進化してきたものである。

問 2　下線部②の分子進化に関して，正しいものはどれか。次の a ～ e のうちから最も適当なものを一つ選べ。 20

a　分子進化の考え方は，中立説をもとにして提唱された。

b　分子進化は，生存に有利な遺伝子が残ってきた結果とされている。

c　生命の維持に重要な役割をもつ遺伝子ほど，種による変化が大きい。

d　DNA のイントロンの部分は，エキソンの部分より分子進化の速度が大きい。

e　多くのアミノ酸に変異があってもタンパク質の機能に影響が少ない場合は，分子進化の速度が小さい。

問 3　図 2 の（ア）～（エ）に当てはまる動物の組み合わせとして，正しいものはどれか。次の a ～ e のうちから最も適当なものを一つ選べ。 21

	（ア）	（イ）	（ウ）	（エ）
a	イ　ヌ	ニワトリ	サ　メ	コ　イ
b	イ　ヌ	カンガルー	コ　イ	サ　メ
c	ニワトリ	コ　イ	サ　メ	イモリ
d	ニワトリ	カンガルー	コ　イ	サ　メ
e	カンガルー	イモリ	サ　メ	コ　イ

第6問　生物の系統に関する次の文章を読み，下の問い（**問1・問2**）に答えよ。

生物は，細胞の構造から大きく真核生物と原核生物に分けられ，さらに原核生物はリボソームRNAの塩基配列に基づいて古細菌と①細菌に分類される。このように生物世界を真核生物と古細菌，細菌の3群に分類することを3ドメイン説と呼ぶ。

真核生物のドメインには，原生生物，②植物，菌類，動物などが含まれるが，真核生物の系統関係にはまだわかっていないことも多い。

問1　下線部①の細菌のドメインに分類される生物のみの組み合わせとして，正しいものはどれか。次の**a**～**e**のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **22**

a　大腸菌，変形菌

b　大腸菌，メタン菌

c　大腸菌，ネンジュモ

d　変形菌，メタン菌

e　変形菌，ネンジュモ

問2　下線部②の植物に関して，正しいものはどれか。次の**a**～**e**のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **23**

a　裸子植物の種子には，胚乳がない。

b　ソテツ類は，被子植物に分類される。

c　トクサ類は，裸子植物に分類される。

d　植物は，コケ植物と種子植物の2群に大別される。

e　コケ植物の配偶体は単相（n）で，胞子体は複相（$2n$）である。