

(前期日程)

令和5年度 理科 生物基礎・生物(生物)

科目の選択方法

教育学部の受験者

届け出た科目を解答すること。

理学部の受験者

生物受験の者は、生物基礎・生物(生物)を解答すること。

農学部の受験者

届け出た科目を解答すること。

注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子は、13ページあります。試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 3 すべての解答用紙に受験番号を記入しなさい。
- 4 解答は、すべて解答用紙の指定のところに記入しなさい。
- 5 解答用紙はすべて机の上に出しておくこと。机の中に入れてはいけません。

1 生物の物質代謝に関する次の文章を読み、問1～5に答えよ。

植物の葉緑体で行われる光合成では、太陽の光エネルギーを利用して二酸化炭素と [1] からグルコースと酸素が作られる。これは、単純な物質から複雑な物質を合成する [2] の代表例である。このグルコースは重合して多糖となり、エネルギー源であるデンプンや、細胞膜の外側の [3] の主な成分であるセルロースになる。

[2] とは逆に、複雑な物質を単純な物質に分解する [4] の例として、微生物がグルコースをエタノールと二酸化炭素に変換するアルコール発酵が挙げられる。アルコール発酵では、エネルギーの受け渡しを担う物質である [5] が酸素を用いずに合成される。このとき合成される [5] の量は、真核細胞のミトコンドリアにおいて酸素を用いて行われる [6] での合成量と比較して [A] 。なお、植物の光合成に由来するグルコースからアルコール発酵で作ったエタノールは、バイオエタノールとよばれている。

問1 文中の [1] ～ [6] に入る適切な語を答えよ。また、文中の [A] に入る適切な語を以下の(ア)～(ウ)から選び、記号で答えよ。

(ア) 少ない (イ) 多い (ウ) 変わらない

問2 下線部①に関して、植物の光合成の化学反応式を答えよ。化合物は分子式で書くこと。

問3 下線部②に関して、アルコール発酵の化学反応式を答えよ。化合物は分子式で書くこと。

問 4 地球上には原核生物が最初に生まれ、次いで真核生物の元となる細胞が生まれた。その後、細胞内には葉緑体とミトコンドリアが形成されたが、その進化的起源を説明する説の名称を答えよ。また、その説について以下の語をすべて用いて説明せよ。

シアノバクテリア, DNA, 好気性細菌

問 5 下線部③のバイオエタノールを燃焼させたとしても、地球温暖化を進行させる原因にはならないとされている。そのように考えられる理由について、石油や石炭などの化石燃料を燃焼させた場合と比較することにより、炭素循環の観点から説明せよ。

2 植物の花芽形成と発芽に関する次の文章を読み、問1～4に答えよ。

植物の花が特定の季節に咲く現象には、1日の昼の長さや夜の長さの変化を感知して花芽形成に適した季節を認識するしくみが関与している。このように、昼と夜の長さの変化に応じて生物が反応する性質を [1] という。日長が一定以下になると花芽を形成する植物を [2] とよび、夏から秋にかけて開花するダイズやオナモミなどがある。暗期の途中で光を照射して、連続した暗期の長さを限界暗期以下にすることを [3] という。日長を感知する葉で合成され、茎頂に移動して花芽形成を促進する物質はフロリゲンとよばれ、その実体が [A] であることが明らかになっている。

また、植物の種子には、水分や温度、光などの環境の変化により休眠が解除されるものがある。種子の休眠の解除には、ジベレリンが関わる場合が多い。

問1 文中の [1] ～ [3] に入る適切な語を答えよ。

問2 文中の [A] に入る適切な語を以下の(ア)～(オ)から選び、記号で答えよ。

- (ア) DNA (イ) RNA (ウ) タンパク質
(エ) ステロイド (オ) 脂肪酸

問3 下線部①に関して、花芽形成を促進する物質はどこを^①通って移動するか、以下の(ア)～(オ)から1つを選び、記号で答えよ。

- (ア) 道管 (イ) 篩管 (ウ) 表皮
(エ) 気孔 (オ) 気体として植物体外

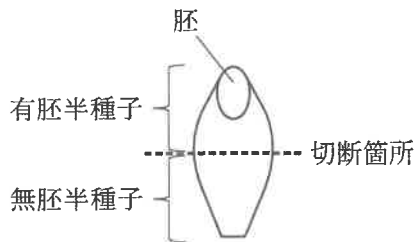
問 4 下線部②に関して、種子発芽とジベレリンの関係を調べるために、オオムギの種子を図1のように、胚を含む側(有胚半種子)と胚を含まない側(無胚半種子)とに切り分け、図2に示すとおり切断面を下にしてそれぞれ以下の実験1～4の条件で寒天培地の上に置き、ある一定期間培養した。培養後の寒天培地にヨウ素液を反応させて培地中のデンプンを検出したところ、図3に示す結果が得られた。以下の(1)～(4)の問いに答えよ。

実験1 デンプンを含む寒天培地上で有胚半種子を培養した。

実験2 デンプンを含む寒天培地上で無胚半種子を培養した。

実験3 デンプンとジベレリンを含む寒天培地上で有胚半種子を培養した。

実験4 デンプンとジベレリンを含む寒天培地上で無胚半種子を培養した。



オオムギの種子

図1

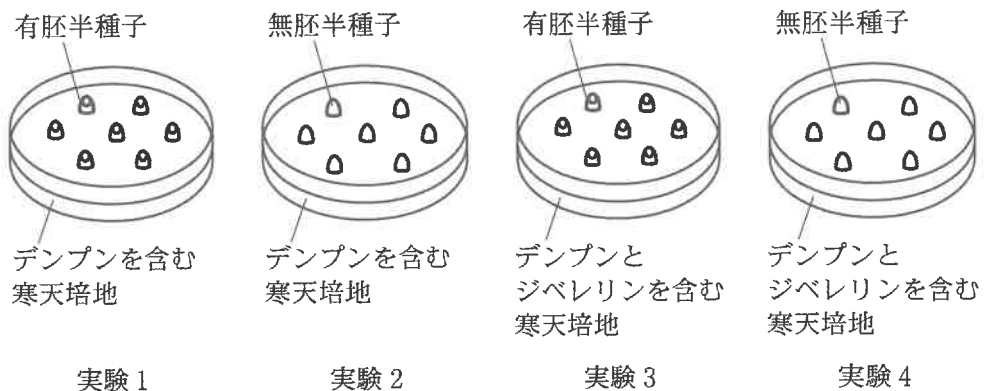
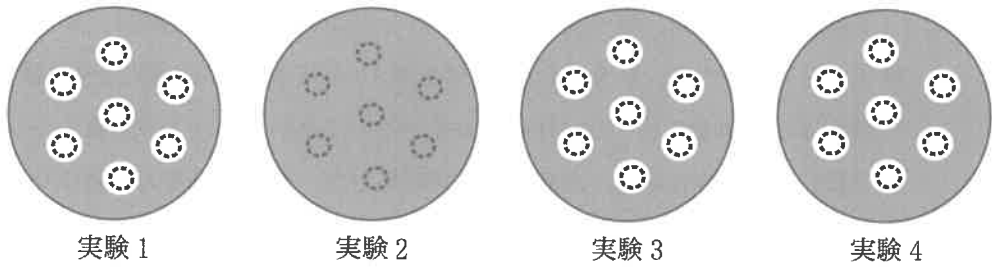


図2



- 白色：ヨウ素デンプン反応なし
 ● 灰色：ヨウ素デンプン反応あり
 ⊙ 点線：半種子を置いていた位置

図 3

- (1) 図 3 の実験 1 の寒天培地において、有胚半種子の周辺で培養後にデンプンが検出されなくなったことに関与する酵素と、その酵素を分泌した組織の名称をそれぞれ答えよ。
- (2) 図 3 の実験 2 と実験 4 の結果に違いが生じたのはジベレリンのどのような作用によるものか簡潔に説明せよ。
- (3) 図 3 の実験 2 の結果では、無胚半種子の周辺でもデンプンが検出された。その理由について、図 3 に示す結果からわかる胚の役割に言及して説明せよ。
- (4) オオムギの種子でデンプンが蓄えられている組織の名称を答えよ。また、種子に蓄えられたデンプンの分解物は、発芽の際にどこに供給され何に利用されるか説明せよ。

生物の試験問題は次ページに続く。

3

個体発生に関する次の文章を読み、問1～5に答えよ。

ヒトの一生は、1個の細胞である受精卵から始まるのに対して、完成した人体は数十兆個の細胞で構成されている。このことは、人体を構成するのに必要な細胞の数が、受精卵が細胞分裂を繰り返すことでまかなわれていることを示している。人体を構成する細胞は単に数が多いだけでなく、神経細胞や筋肉細胞、生殖細胞など多くの種類に分かれており、単に細胞分裂を繰り返して複製されただけで得られるものではない。

問1 下線部①に関して、受精卵は父由来と母由来の配偶子の受精によって形成される。減数分裂や受精を経ることで染色体数はどのように変化していくか、各段階の核相を示しながら説明せよ。

問2 受精卵は受精によって新たな2組のゲノムを獲得すると言える。ゲノムとは何か答えよ。

問3 下線部②に関して、細胞が特定の形やはたらきを獲得する現象をなんとよぶか答えよ。

問4 全身の細胞が一個の受精卵から作られることから、全細胞は原則として共通の遺伝情報をもつ。それにもかかわらず、下線部②のように多くの種類に分かれる。なぜ同じ遺伝情報をもちながら異なる種類の細胞が形成されるのかを説明せよ。

問5 遺伝子発現は、転写調節領域とよばれるDNAの配列と、それに結合する転写調節因子とよばれるタンパク質の組み合わせにより調節されている。しかしながら、近年はこのしくみだけでは遺伝子発現調節機構として不十分であることが分かっている。上記のしくみを補完する遺伝子発現調節機構を1つ挙げて説明せよ。

生物の試験問題は次ページに続く。

4 動物の進化と系統に関する次の文章を読み、問1～5に答えよ。

動物は多細胞の従属栄養生物で、その多くが運動能力をもつ。動物は、海の中で単細胞生物から進化したと考えられており、ドイツのヘッケルは、^①単細胞生物が集まって細胞群体をつくり、多細胞化したことで動物の起源となったとする「細胞群体起源説」を提唱している。やがて動物は、陸上をはじめとした地球上の様々な環境に進出、多様化し、現在は35の門に分類されている。これらの門はすべて1つの共通祖先から進化したと考えられている。

図1は、DNAの塩基配列にもとづいて推定された動物の系統樹である。これら主要な動物門の中でも、節足動物の昆虫類と脊索動物に属する脊椎動物は、特に陸上で多様化してきた。節足動物は外骨格を、脊索動物は内骨格を獲得したことにより、^②重力の影響が大きい陸上においても体を保持することができる。このことは、これら二群の進化的成功の形態学的な基盤となっている。

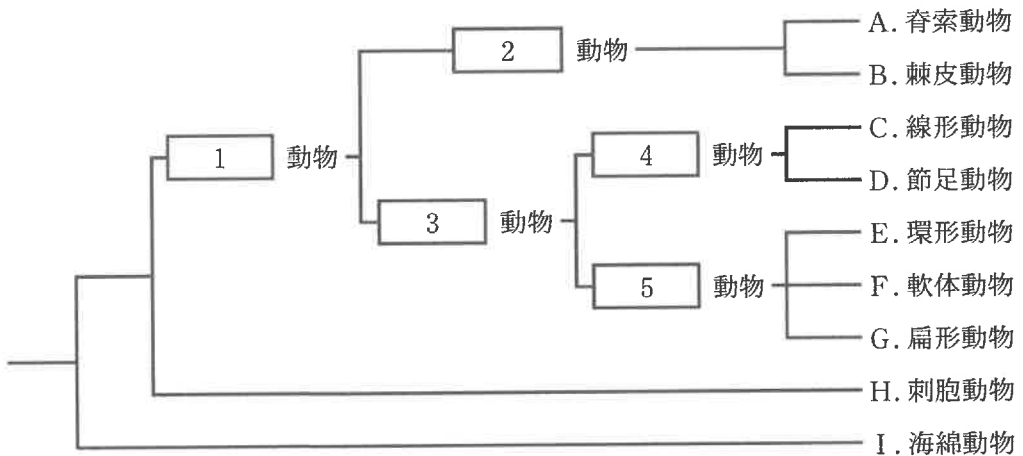


図1

問1 図1の 1 ~ 5 に入る適当な分類群名を答えよ。

問 2 図 1 の動物門 A ~ G の中から, (1)体腔をもたない動物門, (2)偽体腔をもつ動物門をそれぞれ 1 つずつ選び, 記号で答えよ。また, 偽体腔と真体腔の違いについて説明せよ。

問 3 図 1 の環形動物と軟体動物は, いずれも発生の過程で同様の幼生期を経ることが知られている。その幼生の名称を答えよ。

問 4 下線部①に関して, 近年分子系統解析から動物に最も近縁であると推定されている原生生物の一群がある。その名称を答えよ。海綿動物の胃腔には, その原生生物と形態が類似した細胞がみられる。その細胞の名称を答えよ。

問 5 下線部②に関して, 以下の(1)~(4)の問いに答えよ。

- (1) 多くの脊椎動物の脊索は, 胚発生が終わるまでに退化してしまうが, より初期に分岐した脊索動物では幼生期のみ, または一生涯脊索を保持するものがある。そのような特徴をもつ脊索動物の例を, 2 つ挙げて答えよ。
- (2) 脊椎動物のカエルの尾芽胚において, 内骨格のもととなる中胚葉組織の部位の名称を答えよ。
- (3) 節足動物においても, 上皮, 神経, 筋肉, 骨格, 消化管(中腸)などの主な組織の発生学的起源は, カエルと大きく変わらないことが知られている。節足動物の外骨格は, 外胚葉・中胚葉・内胚葉のいずれに由来するか, 組織学・発生学的観点から考えて説明せよ。なお, 節足動物の外骨格は, 体表の上皮組織から分泌されたクチクラを主成分とする。
- (4) 最初期に陸上進出を果たした動物は節足動物である。陸上への進出を行う上で, 節足動物の外骨格は, 脊椎動物の内骨格と比べてどのような点で有利であったと推測されるかを述べよ。

5 生態系と生物多様性に関する次の文章を読み、問1～5に答えよ。

植生を構成する植物とそこに生息する動物や微生物を含む、すべての生物の集まりのことを とよび、日本では南北方向の 分布と、低地から高地にかけての 分布が見られる。

植生はかく乱により大規模に破壊されると、草原、低木林、陽樹林、陰樹林へと時間をかけて遷移する。遷移は火山噴火などにより土壌がない状態から始まる一次遷移と、土壌があり種子が残っている場所で始まる二次遷移とがある。また、湖沼や湿地が陸地化する湿性遷移と、陸地から始まる とにも分けられる。遷移が進行しそれ以上は大きな変化を示さない状態を極相(クライマックス)という。日本の森林の極相は陰樹林であることが多く、林内は暗く樹木の芽生えもほとんど成長できない。しかし台風や寿命などにより森林内の一部で倒木が生じ、林内に光が差し込む場所を といい、 ができると幼木が成長する。この部分的な更新により極相の生物の多様性は高く保たれている。

本州東部や中国地方の日本海側では、人が森林に手を加えクヌギやコナラの二次林を薪炭林として利用してきた歴史がある。^① そうした、人の生活と密接にかかわり管理された林と、それを取り巻く丘陵地や谷間、小川やため池^②などを含めた一帯を とよぶ。

問1 文中の ～ に入る適当な語を答えよ。

問 2 表1は日本の森林植生についてまとめたものである。文中の A ~ E に入る適当な生物名を以下の(ア)~(ケ)から選び、記号で答えよ。

- | | | |
|-----------|----------|-----------|
| (ア) ニホンザル | (イ) オコジョ | (ウ) イイズナ |
| (エ) クロマツ | (オ) ハイマツ | (カ) エゾマツ |
| (キ) ミズナラ | (ク) アラカシ | (ケ) オミナエシ |

表1

	森林植生	暖かさの 指数	見られる生物種	
			植物	動物
高山帯	—	15以下	A , コマクサ	ライチョウ
亜高山帯	針葉樹林	45 ~ 15	B , オオシラビソ, トドマツ	ニホンカモシカ
山地帯	夏緑樹林	85 ~ 45	C , ブナ, トチノキ	ツキノワグマ
低地帯	照葉樹林	180 ~ 85	スダジイ, タブノキ, D	E
	亜熱帯多雨林	240 ~ 180	ヘゴ, オキナワジイ, イジュ	ノグチゲラ

問 3 表 2 は日本の 5 つの都市の平均気温である。各都市の潜在的な森林植生のタイプの組み合わせとして最も適当と考えられるものを表 3 の(a)~(d)から 1 つ選び、記号で答えよ。なお、暖かさの指数は表 1 を参照し、月平均気温が 5℃以上の月についてその月の平均気温から 5℃を引いた値どうしを足し合わせて求めることができる。

表 2

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
松山市	6.9	5.2	9.4	14.0	19.2	22.4	27.9	28.1	24.3	19.6	14.2	8.7
日光市	-2.1	-5.4	-1.8	4.1	10.4	14.3	18.7	19.1	16.0	9.7	4.5	-1.2
根室市	-3.5	-6.3	-1.6	1.6	7.7	11.3	13.1	14.3	15.0	11.1	5.7	1.5
那覇市	17.9	16.2	18.6	20.7	23.1	27.2	28.0	27.9	26.3	26.2	23.4	19.9
鹿児島市	9.9	7.8	12.6	16.1	20.6	24.0	28.3	28.4	26.1	22.5	17.6	11.6

※気象庁 HP より(根室市は 1980 年のデータ、他は 2000 年のデータを使用)。

表 3

	松山市	日光市	根室市	那覇市	鹿児島市
(a)	夏緑樹林	夏緑樹林	針葉樹林	亜熱帯雨林	亜熱帯雨林
(b)	照葉樹林	夏緑樹林	夏緑樹林	亜熱帯雨林	亜熱帯雨林
(c)	照葉樹林	夏緑樹林	針葉樹林	亜熱帯雨林	照葉樹林
(d)	夏緑樹林	夏緑樹林	夏緑樹林	亜熱帯雨林	照葉樹林

問 4 下線部①に関して、人為的な管理が行われなくなるとどうなると考えられるか、以下の語をすべて用いて説明せよ。

雑木林、多様性、照葉樹林、遷移

問 5 下線部②のため池やその周辺の環境にみられる外来生物を 2 種挙げ、それらの種が環境やほかの生物に対してどのような影響を与えているのか説明せよ。