

生物基礎・生物

(全問必答)

第1問 生態系に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 25)

A 炭素・酸素・窒素などの物質は、生態系内を循環している。

窒素(N)は、土壤中ではアンモニウムイオン、硝酸イオンなどの形で存在し、植物はこれらを吸収し、ア有機物の合成に利用している。有機物の成分となった窒素は、イ食物連鎖を通して生態系内を移動する。そして、生物の遺骸や排泄物となった有機物は、細菌や菌類の分解によってまた土壤中のイオンへと戻る。

しかし、大気中には窒素分子(N_2)として多く含まれているにもかかわらず、多くの動物はこの窒素を直接利用できず、ウ一部の生物のみが窒素分子を窒素化合物に変換する仕組みをもつため利用できる。

問1 下線部アについて、窒素が含まれる有機物を過不足なく示している組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① タンパク質・炭水化物(糖)
- ② タンパク質・核酸(DNA・RNA)
- ③ 炭水化物(糖)・核酸(DNA・RNA)
- ④ タンパク質・炭水化物(糖)・核酸(DNA・RNA)

問2 下線部イに関する記述として正しいものを，次の①～⑤のうちから二つ選べ。
ただし，解答の順序は問わない。

- ① 食物連鎖が，生きている植物から始まるものを腐食連鎖と呼ぶ。
- ② ある生物が複数種類の生物を食べることはあるが，複数種類の生物に食べられることはない。
- ③ 食物連鎖の関係で，一次消費者の個体数が生産者の個体数を上回ることはない。
- ④ 動植物の遺骸や排せつ物などに含まれる有機物は，細菌類や菌類など分解者によって無機物となり，また植物などに取り込まれる。
- ⑤ 物質は生物の活動により循環しているが，エネルギーは循環せず，いずれ生態系外へと放出される。

問3 下線部ウについて，この仕組みの名称と，この仕組みをもつ生物例の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

	仕組みの名称	生物例
①	窒素同化	ネンジュモ
②	窒素同化	硝化菌
③	窒素固定	ネンジュモ
④	窒素固定	硝化菌

生物基礎・生物

B 世界の気候は多様であり、各地域で見られる植生に大きな影響を与えている。
 植生の外から見た様相である **工** に基づいてバイオームを分類すると、年平均気温と年降水量の違いに対応して、大きくは森林、草原、**オ** に分けられる。
 次の図 1 は、世界のバイオームの分布を示したものである。

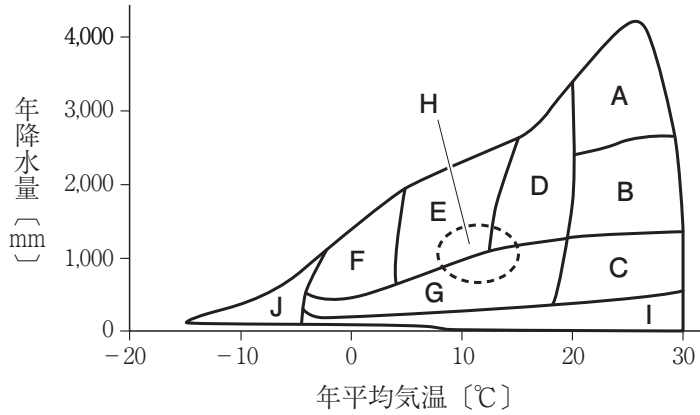


図 1

問 4 上の文章中の **工**・**オ** に入る名称の組合せとして最も適当なものを、
 次の①～④のうちから一つ選べ。 **5**

- | 工 | オ |
|--------|----|
| ① 生物群系 | 極地 |
| ② 生物群系 | 荒原 |
| ③ 相観 | 極地 |
| ④ 相観 | 荒原 |

問5 図1に関する特徴の記述として誤っているものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 6 7

- ① Bは乾季があり、Aより年降水量が少ない。
- ② CとGは草原となる。
- ③ Dは冬季になると葉を落とす落葉樹で占められている。
- ④ Iにはコケ植物などが生えており、永久凍土も存在する。
- ⑤ Fは亜寒帯など冬季が長く寒さが厳しい地域に分布する。
- ⑥ Jにはホッキョクグマやトナカイのような大形哺乳類が生息している。

問6 日本の各地においても、年平均気温と年降水量の関係からおおよそどのバイオームに属するかが読み取れるとすると、年平均気温10.0℃、年降水量1,000mmである場所(日本国内)はどのバイオームに属し、どのような樹木が存在すると予測できるか。図1のバイオームの記号と代表的な樹木の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 8

	バイオームの記号	代表的な樹木
①	E	アラカシ・スダジイなど
②	E	ブナ・ミズナラなど
③	H	チーク・コクタンなど
④	H	オリーブ・コルクガシなど

第2問 免疫や物質輸送に関わるタンパク質についての次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 25)

A 病原菌などの異物は、自己の成分ではないと認識され排除される。免疫とは自己と非自己を認識し排除する仕組みであるが、ア自然免疫といわれる防衛機構で対処しきれない場合、リンパ球がかかわる獲得免疫がはたらく。

獲得免疫には、体液性免疫と細胞性免疫とがあり、体細胞免疫では体内に、イ抗体と呼ばれる、非自己成分に対して特異的にはたらくタンパク質がつくられる。抗体により、非自己成分を含む抗原は凝集・沈殿し、マクロファージなどの食作用により排除する。

問1 下線部アについて、好中球、マクロファージなどの食細胞が細胞膜表面にもつ、細菌の細胞壁などを認識するためのタンパク質を何というか。また、認識後マクロファージが分泌し炎症を引き起こす物質を何というか。これらの名称の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

	認識するためのタンパク質	炎症を引き起こす物質
①	Toll様受容体(TLR)	リゾチーム
②	Toll様受容体(TLR)	サイトカイン
③	T細胞受容体(TCR)	リゾチーム
④	T細胞受容体(TCR)	サイトカニン

問2 下線部イについて、抗体の特徴を示すものとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

2

- ① H鎖1個とL鎖1個計2個のポリペプチドからできており、H鎖とL鎖が結合しているのは可変部と呼ばれる領域である。
- ② H鎖1個とL鎖1個計2個のポリペプチドからできており、H鎖とL鎖が結合しているのは定常部と呼ばれる領域である。
- ③ H鎖2個とL鎖2個計4個のポリペプチドからできており、H鎖とL鎖が結合しているのは可変部と呼ばれる領域である。
- ④ H鎖2個とL鎖2個計4個のポリペプチドからできており、H鎖とL鎖が結合しているのは定常部と呼ばれる領域である。

問3 下線部イについて、抗体の構造・機能の説明として誤っているものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

3

4

- ① 抗体の可変部が抗原のエピトープと特異的に結合する。
- ② 抗体は抗体産生細胞によってつくられるが、一つの抗体産生細胞は1種類の個体しかつukらない。
- ③ 抗体の可変部は、四つの種類のポリペプチドを組合せてつくられるため、多様な種類のものが存在する。
- ④ B細胞が抗原を見つけ出すと、自ら増殖して抗体産生細胞となり、特異的な抗体を多量につくりだす。
- ⑤ 抗原抗体反応を起こすことによって、抗原を無毒化する。
- ⑥ 花粉症などのアレルギー反応にもかかわる。

生物基礎・生物

B 生物は、外界の物質を体内に取り入れ、からだの各部位の細胞へと供給している。細胞は、特定の物質を細胞内へ吸収したり、細胞外へ放出したりして、生命活動に関わる物質の移動を調節している。また、細胞内においても物質の移動が起こっており、それらには細胞内に存在する多くのタンパク質が関与している。

問4 下線部ウについて、多くの動物は、細胞の活動に必要な酸素を外界から取り入れている。ヒトの場合、肺において酸素を体内に取り込み、赤血球により全身の細胞へと運搬している。その際の酸素運搬を担うタンパク質の名称、タンパク質の構造、pHが低くなったときのタンパク質の特徴の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 5

	タンパク質の名称	タンパク質の構造	pHが低いときの特徴
①	ミオグロビン	三次構造	酸素と結合しやすくなる
②	ミオグロビン	三次構造	酸素と離れやすくなる
③	ミオグロビン	四次構造	酸素と結合しやすくなる
④	ミオグロビン	四次構造	酸素と離れやすくなる
⑤	ヘモグロビン	三次構造	酸素と結合しやすくなる
⑥	ヘモグロビン	三次構造	酸素と離れやすくなる
⑦	ヘモグロビン	四次構造	酸素と結合しやすくなる
⑧	ヘモグロビン	四次構造	酸素と離れやすくなる

問5 下線部エについて、ナトリウムイオン、グルコースの細胞内への取入れは何を介して行われるか。この組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

	ナトリウムイオン	グルコース
①	チャネル	チャネル
②	チャネル	輸送体
③	輸送体	チャネル
④	輸送体	輸送体

問6 下線部オについて、物質の移動に関わるタンパク質のはたらきの説明として誤っているものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

7

8

- ① 植物細胞などでは細胞質流動(原形質流動)による物質輸送や細胞小器官の移動がみられる。
- ② 細胞質流動(原形質流動)には、アクチンフィラメントとミオシンフィラメントが関わっている。
- ③ 粗面小胞体に付着するリボソームで合成されたタンパク質は、微小管上を移動するキネシンに直接付着してゴルジ体まで移動する。
- ④ 細胞外へ分泌される物質は、ゴルジ体から小胞に包まれて細胞膜へと移動する。
- ⑤ 細胞分裂後期に、動原体に結びついた紡錘糸に引かれて染色体が両極へ移動する。
- ⑥ 微小管上を移動するモータータンパク質であるダイニンは、中心体方向(マイナス端方向)へ物質を移動させる。

第3問 生殖・発生に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～7)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 多くの生物は、両親のつくった配偶子が合体して子がつくられる有性生殖を行う。両親それぞれがつくる配偶子に含まれる遺伝情報は、配偶子ごとに少しずつ異なる。それは配偶子をつくる際に行われる減数分裂の過程が、各配偶子に入る遺伝情報が多様となる仕組みをもつためである。

ア減数分裂には、染色体の分配に備えて準備をすすめる「間期」と、染色体の分配を行う「分裂期」がある。「分裂期」には、1娘細胞への分配前に染色体が乗換えを起こして、各染色体がもとももっていた情報を交換する過程と、その後の2染色体を分配する過程があり、その結果つくられた娘細胞が配偶子となる。

問1 下線部アについて、減数分裂でつくられる娘細胞のもつ染色体数は、母細胞のもつ染色体の何倍か。また、1個の母細胞からつくられる娘細胞数は何個か。その組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	染色体数	細胞数
①	1倍	2個
②	1倍	4個
③	$\frac{1}{2}$ 倍	2個
④	$\frac{1}{2}$ 倍	4個
⑤	$\frac{1}{4}$ 倍	2個
⑥	$\frac{1}{4}$ 倍	4個

問2 下線部イについて、この現象の説明として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 第一分裂前期に、複製した染色体どうしが乗換えを起こす。
- ② 第一分裂前期に、相同染色体どうしが乗換えを起こす。
- ③ 第一分裂中期に、複製した染色体どうしが乗換えを起こす。
- ④ 第一分裂中期に、相同染色体どうしが乗換えを起こす。

問3 下線部ウについて、正常な染色体の分配の過程と、それにともなって生じる遺伝情報の多様性の説明文として正しいものを、次の①～⑦のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

- ① 第一分裂で相同染色体が異なる細胞へ分配される。
- ② 第二分裂で相同染色体が異なる細胞へ分配される。
- ③ 相同染色体が分離せず、同じ細胞に入る場合もある。
- ④ 乗換えが起こらない場合、ヒトでは配偶子の染色体の組合せは 2^{23} 通り考えられる。
- ⑤ 乗換えが起こらない場合、ヒトでは配偶子の染色体の組合せは 2^{23} 通り考えられる。
- ⑥ 乗換えが起こらない場合、ヒトでは配偶子の染色体の組合せは 46^2 通り考えられる。
- ⑦ 乗換えが起こらない場合、ヒトでは配偶子の染色体の組合せは 2^{46} 通り考えられる。

生物基礎・生物

B 水中に産卵する動物の受精は体外受精である。図1・2は、ウニの受精過程の途中でみられる精子と卵の一部を模式的に表している。

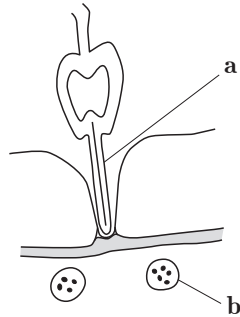


図 1

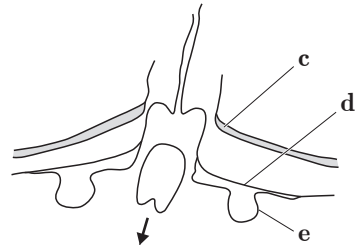


図 2

はじめ、卵に近づいてきた精子は卵のゼリー層と接触する。精子の細胞膜がゼリー層の成分を受容すると、精子の先端部にある先体(先体胞)が **工** を起こし、内容をゼリー層に放出する。その後、図1のように、核と細胞膜の間で **オ** が繊維状に変化し先体突起(図1 a)を伸長させる。

精子が卵の細胞膜に達すると、卵の細胞膜近くにある表層粒(図1 b)が **カ** を起こす表層反応が始まる。表層反応の結果、図2のように精子の核が卵内に侵入すると同時に、**キ** 受精膜が形成される。

問4 上の文章中の **工**・**オ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **5**

- | 工 | オ |
|-------------|--------|
| ① エンドサイトーシス | アクチン |
| ② エンドサイトーシス | チューブリン |
| ③ エキソサイトーシス | アクチン |
| ④ エキソサイトーシス | チューブリン |

第4問 植物の調節に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 植物は、さまざまな環境からの影響を感知し、体内の状態をうまく調節しながら一生を過ごす。光も重要な環境要因であり、光合成のみならず、成長過程にも影響する。

レタス、タバコなど発芽に光を必要とする光発芽種子において、赤色光と遠赤色光を受容することができる光受容体である が を受容し、 という状態になって発芽を促進させる。

また、光の方向へ茎を屈曲させながら成長する光屈性において、茎の先端部に存在する光受容体である が を受容し、 へのオーキシン輸送を誘導する。

問1 上の文章中の ・ ・ に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

	ア	イ	ウ
①	フィトクロム	赤色光	赤色光吸収型
②	フィトクロム	赤色光	遠赤色光吸収型
③	フィトクロム	遠赤色光	赤色光吸収型
④	フィトクロム	遠赤色光	遠赤色光吸収型
⑤	フォトリロピン	赤色光	赤色光吸収型
⑥	フォトリロピン	赤色光	遠赤色光吸収型
⑦	フォトリロピン	遠赤色光	赤色光吸収型
⑧	フォトリロピン	遠赤色光	遠赤色光吸収型

問2 前ページ文章中の **工**・**オ**・**カ** に入るものの組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 **2**

	工	オ	カ
①	フィトクロム	赤色光	光の当たる側
②	フィトクロム	赤色光	光の当たらない側
③	フィトクロム	青色光	光の当たる側
④	フィトクロム	青色光	光の当たらない側
⑤	フォトリポピン	赤色光	光の当たる側
⑥	フォトリポピン	赤色光	光の当たらない側
⑦	フォトリポピン	青色光	光の当たる側
⑧	フォトリポピン	青色光	光の当たらない側

問3 植物の光に対する反応についての記述として正しいものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 **3** **4**

- ① 成長をはじめた芽生えを暗い場所で育てると、茎をあまり伸ばさない。
- ② 茎の先端部に緑色光を当てると、茎の伸長は抑制される。
- ③ 明るくなると、リンドウなどでは花卉が開く光屈性がみられる。
- ④ 一日の日長が長くなると花芽形成される植物を、長日植物という。
- ⑤ 春に光量が多くなり成長が促進されることを春化という。
- ⑥ 葉が光を受容すると、気孔は開く。

生物基礎・生物

B 植物の成長の過程では、頂芽が伸長しているときに下方の側芽の成長を抑制するという現象がみられる。これを **ア** という。この現象には、植物ホルモンであるオーキシンが関わっている。オーキシンは頂芽で合成され、下方へと **イ** し、側芽の成長に対して抑制的にはたらくと考えられる。

ある **ア** の現象がみられる植物に対して、次のような**実験Ⅰ～Ⅳ**を行い、その結果を表 1 にまとめた。

表 1

実験Ⅰ	何もせず成長させる。	側芽の成長は抑制された。
実験Ⅱ	頂芽を切除して成長させる。	側芽の成長がみられた。
実験Ⅲ	頂芽を切除したのち、切り口にオーキシンを与える。	側芽の成長は抑制された。
実験Ⅳ	頂芽を切除せず、側芽に直接サイトカイニンを与える。	側芽の成長がみられた。

問 4 上の文章中の **ア**・**イ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **5**

- | | |
|--------|------|
| ア | イ |
| ① 頂芽優勢 | 重力移動 |
| ② 頂芽優勢 | 極性移動 |
| ③ 抽だい | 重力移動 |
| ④ 抽だい | 極性移動 |

問5 実験Ⅰ～Ⅳの結果から読み取れることとして適当なものを、次の①～⑤のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 6 7

- ① 頂芽が切除されなければ、側芽は成長しない。
- ② 頂芽の切除が側芽の成長のきっかけになっている可能性がある。
- ③ オーキシンは頂芽に存在している間は、側芽の成長を抑制する効力はない。
- ④ 頂芽でつくられたオーキシンは、移動して下方の側芽の成長を抑制している。
- ⑤ サイトカイニンは、オーキシンが移動して下方の側芽も作用していても、側芽を成長させる。

問6 さらに、「頂芽を切除して、側芽に直接オーキシンを与える。」という追加実験を行った。「側芽の成長がみられた。」という結果が得られた場合、ということが推測できるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

8

- ① オーキシンは、下方へ移動して側芽付近の細胞に対してサイトカイニンの合成を抑制する。
- ② オーキシンは、下方へ移動して側芽付近の細胞に対してサイトカイニンの合成を促進する。
- ③ オーキシンは、下方へ移動して側芽に直接作用してサイトカイニンの合成を抑制する。
- ④ オーキシンは、下方へ移動して側芽に直接作用してサイトカイニンの合成を促進する。