

# 令和5年度学力検査問題

生物資源学部・後期日程

## 理 科 ②

	ページ	ページ	(解答用紙枚数)
化 学	1	～ 8	2 枚
生 物	9	～ 22	4 枚

○ 科目選択方法

化学，生物から1科目選択すること。

解答時間 90分

---

### 注 意 事 項

---

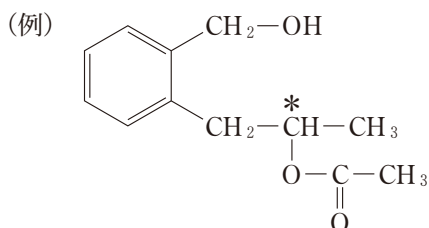
1. 試験開始の合図があるまで，この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 本冊子のページ数は上記のとおりである。落丁，乱丁，印刷不鮮明の箇所などがある場合は申し出ること。
3. 解答はすべて別紙解答用紙のそれぞれの解答欄に記入すること。
4. あらかじめ届け出た科目について解答すること。
5. 解答用紙の指定された欄(化学の場合は計4箇所，生物の場合は計8箇所)に，忘れずに本学の受験番号を記入すること。
6. 試験場内で配布された問題冊子は，試験終了後持ち帰ること。

# 化 学

[注意] 必要な場合は、次の値を用いよ。

原子量：H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0

有機化合物の構造式は下の例にならって記し、不斉炭素原子に\*を付けよ。



1 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

周期表の第15族に属する非金属元素には窒素と (ア) が含まれる。これらは (イ) 個の価電子を有する典型元素である。窒素は空气中で安定であるが、(ア) は2つの同素体があり、うち1つは空气中で安定だが、他方は (ウ) する性質を有する。

窒素原子は化合物中で様々な酸化数をとる。窒素原子が最も高い酸化数を取る化合物は (エ) 法により工業生産され、また、窒素原子が最も低い酸化数を取る物質は、(オ) 法により工業生産され世の中で大きく役立っている。

一方で、大気中へ放出された窒素酸化物は酸性雨を引き起こすなど、環境への悪影響が示唆されている。近年では、その解決策としてディーゼルエンジンから排出される窒素酸化物の還元には尿素が使用されている。その行程は、次のようになる。

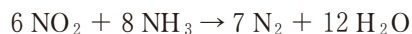
尿素はエンジンの排熱を利用して加熱され、水と反応しアンモニアを生成する。この反応は以下で表される。



ここで生成したアンモニアは、窒素酸化物のうち、一酸化窒素とは以下の式のとおり反応して窒素と水に還元される。



また、二酸化窒素とは以下の式のとおり反応して窒素と水に還元される。



上記のすべての反応により排気ガスから窒素酸化物を取り除くことができる。

問 1 文中の  ~  に入る適切な語句または数字を記せ。

問 2 文中の下線部(a)および(b)の化合物の名称および窒素原子の酸化数を記せ。

問 3 文中の下線部(c)について、窒素酸化物以外で化石燃料の燃焼により酸性雨を引き起こす化合物 1 つについて化学式で記せ。

問 4 ディーゼルエンジンの窒素酸化物還元装置では、実際には 30 % 尿素水を触媒に反応させて使用している。いま還元装置が 120 [g] の一酸化窒素と 276 [g] の二酸化窒素を完全に還元したとすると 30 % 尿素水は何 [g] 消費されたか答えよ。計算過程も記せ。

2 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

水と氷を詰め込み温度を  $0^{\circ}\text{C}$  に保った熱量計(図1)を用いて実験を行った。この熱量計は、メスピペットと試験管が設置されており、広口ビンの内部には空気が入らないように水と氷を詰め込み、メスピペットの  $0\text{ mL}$  の目盛りの位置まで水が存在する。

熱量計に設置された試験管に  $6\text{ mol/L}$  の塩酸を  $3\text{ mL}$  入れ、熱量計全体が  $0^{\circ}\text{C}$  になるまで冷やした。次に別の試験管に  $0^{\circ}\text{C}$  に冷やした  $6\text{ mol/L}$  の水酸化ナトリウム水溶液を  $4\text{ mL}$  用意し、全量を熱量計に設置された試験管の中に加えた。水酸化ナトリウム水溶液を加えた時間を  $0$  秒とし、 $30$  秒ごとにメスピペットの目盛りを読み、体積の変化が一定になるまで測定したところ図2のようなグラフになった。外挿法によって変化した体積を補正したところ  $0.276\text{ mL}$  の体積の減少を観測した。氷の密度を  $0.917\text{ g/cm}^3$ 、水の密度を  $1.000\text{ g/cm}^3$  とし、 $0^{\circ}\text{C}$ 、 $1$  気圧で実験を行った。

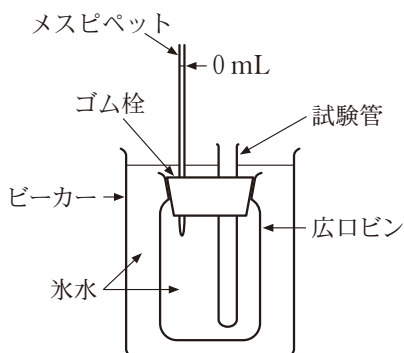


図1 熱量計

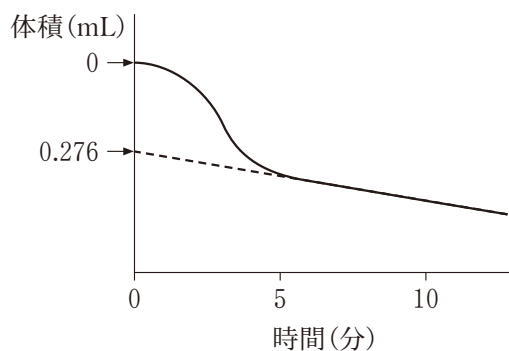


図2 測定結果のグラフ

問1 水溶液中で、酸と塩基が反応し、水  $1\text{ mol}$  が生じるときの熱量を何とよぶか。

問2  $1\text{ mol}$  の氷が水になることで減少する体積を有効数字3桁で求め、計算過程も記せ。

問 3 氷が水になるとき、融解熱として  $6.00 \text{ kJ/mol}$  の熱量を吸収する。この実験で生じた  $1 \text{ mol}$  あたりの熱量を有効数字 3 桁で求め、計算過程も記せ。

問 4 同様の実験を再度行ったところ、ビーカーと広口ビンの中の一部の氷が溶けていたため熱量計を十分に冷やすことができなかった。そのため反応で生じた熱量のうち  $10 \text{ kJ/mol}$  の熱量が、氷が水になるときの熱量に使われずそのまま熱量計の外の氷水に放出された。このときの実験で生じた体積変化量を有効数字 3 桁で求め、計算過程も記せ。

**3** 次の文章を読み、問 1～問 3 に答えよ。

あるアルコール化合物 X の元素組成を分析すると、炭素 68.2 % 水素 13.6 % 酸素 18.2 % の重量比で含まれることがわかった。以下の問いに答えよ。

**問 1** 化合物 X に臭素水を加えたところ、臭素の脱色が起こらなかった。この化合物の分子式を求めよ。計算過程も記せ。

**問 2** 化合物 X は二クロム酸カリウムなどの酸化剤と反応した。このとき、問 1 で求めた分子式を満足する構造のうち、除外される物質の化学構造を記せ。

**問 3** 化合物 X にヨウ素と少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、特有の臭気を持つ黄色い沈殿が生じた。このとき、化合物 X として考えられる物質の化学構造をすべて記し、その理由を説明せよ。

4 次の文章を読み、問 1～問 5 に答えよ。

グルコース  $C_6H_{12}O_6$  は動植物の体内に広く存在する単糖である。多数のグルコースが縮合重合した構造の天然高分子化合物がデンプンやセルロースであり、分子式  $(C_6H_{10}O_5)_n$  で表される。デンプンやセルロースを希酸や酵素で加水分解すると、最終的にグルコースになる。グルコースはアルコール発酵により、  
(ア) と (イ) になる。(ア) は沸点  $78^\circ C$  の第一級アルコールであり、 $160\sim 170^\circ C$  に熱した濃硫酸を加えると、分子内で水分子の脱離が起これ、(ウ) が生じる。(ウ) の付加重合により鎖状構造を持つ熱可塑性樹脂である (エ) が得られ、フィルム袋、容器、電気絶縁体などに用いられる。

また、グルコースからは発酵により、(オ) が生じることもある。(オ) は不斉炭素原子を持つ分子量 90.0 のヒドロキシ酸であり、ラセミ体の融点は  $17^\circ C$  である。(オ) の脱水をともなう縮合重合により、(カ) が得られる。デンプンやセルロースを原料として生成された(エ) や (カ) は、バイオマスプラスチックに分類され、このうち(カ) は、環境中で微生物によって分解されることから (キ) 高分子とよばれる。

問 1 (ア) ～ (キ) に入る適切な語句を記せ。

問 2 下線部(a)について、デンプンおよびセルロースに作用して、グルコースを生じる加水分解酵素の組合せを以下の酵素群から 2 つずつ選べ。

プロテアーゼ、ラクターゼ、アミラーゼ、リパーゼ、セロビアーゼ、  
インベルターゼ、マルターゼ、トリプシン、セルラーゼ、カタラーゼ

問 3 下線部(b)について、以下の(1)~(2)に答えよ。

(1) グルコースから  と  が生じる反応式を示性式で記せ。

(2) 平均分子量  $9.72 \times 10^5$  のセルロース 1.00 [mol] を完全に加水分解した場合に得られるグルコースの生成量 [g] を求めよ。また、生成されたグルコースの全量が発酵に利用されると仮定した場合に、得られる  および  の生成量 [g] を答えよ。有効数字は3桁とし、計算過程も記せ。

問 4  は、製法による密度の違いによって、低密度  と高密度  に分けられる。それぞれの物理的性質および構造的特徴を記せ。

問 5  の繰り返し単位の式量を答えよ。また、重合度が250の  の分子量を答えよ。



# 生 物

1 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

関東から四国、九州地方までの低地では、スダジイやアラカシなどを主体とした照葉樹林が極相林となる。極相に達した森林では、林冠と呼ばれる森林の最上部から林床と呼ばれる地面に近い場所まで、様々な高さに樹木や草本が葉を広げ、図1のように林冠から林床にかけて層状の構造がみられる。 (ア) 層は<sup>(A)</sup>林冠を形成する最上層で、優占種で占められる。相対照度は (ア) 層を通り抜けると約10%になり、 (イ) 層を通り抜けると数%まで低下する。森林の縁の部分は光がよく当たるので、つる植物や低木からなる (ウ) 群落が発達する。また、その外側には、低木・草本からなる (エ) 群落が発達する。

自然災害や枯死によって林冠の樹木が倒れると、林冠に穴が開き、林床に光が差し込むようになる。このような空間を (オ) という。 (オ) が形成されると、光が不十分で成長が抑えられてきた幼木が成長したり、埋土種子が発芽したりする。一般的に、小さな (オ) で<sup>(B)</sup>陰樹の幼木が成長し、比較的大きな (オ) では陽樹の種子が発芽して成長する。一方、スギなどの人工林において<sup>(C)</sup>でも伐採などによって (オ) が形成される。択伐のような小規模の伐採では形成される (オ) が小さいため、そこでは耐陰性の高い樹種が成長する。

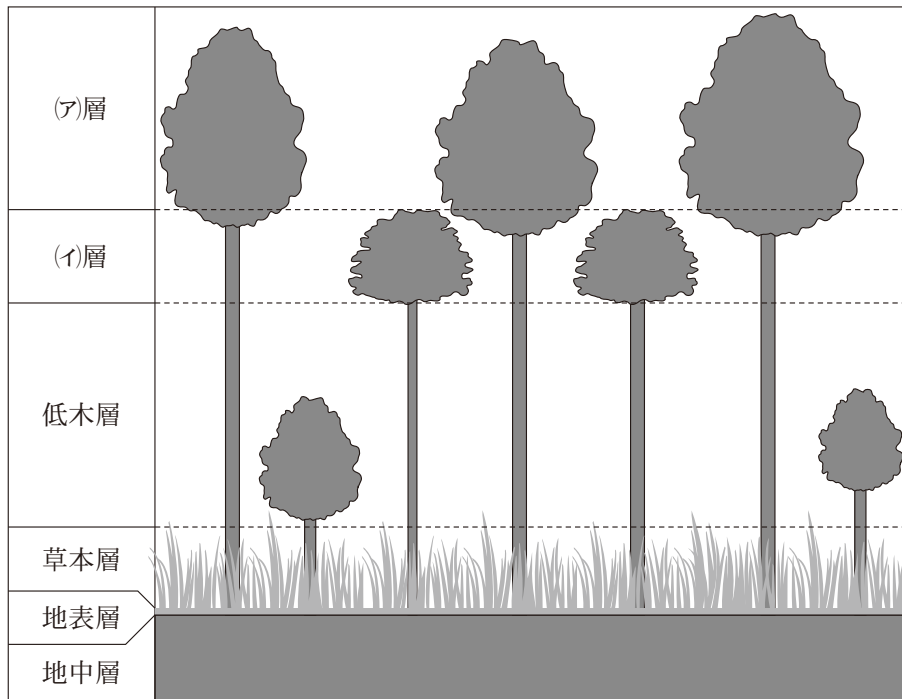


図 1

問 1 下線(A)のような構造を何というか答えよ。

問 2  と  の層の名称をそれぞれ答えよ。

問 3 (1)  と  の群落の名称をそれぞれ答えよ。

(2) これらは森林内の植物に対してどのような機能をもつか、30 字以内で述べよ。

問 4  に当てはまる適切な語句を答えよ。

問 5 下線(B), (C)にそれぞれ該当する種を下記から選んですべて答えよ。

アカマツ, クヌギ, コナラ, タブノキ, ヤブツバキ

2 次の文章を読み、問 1～問 4 に答えよ。

〔A〕

問 1 表 1 は、地球全体の陸域のバイオマスと一次生産量を示す。次の問題に答えよ。

- (1) 総生産量(GPP)は熱帯林で最も大きな値であり、次に熱帯性サバンナおよび草原で大きい。これらのバイオームで GPP が大きな値となる理由を 50 字以内で述べよ。
- (2) GPP に対する純生産量(NPP)の割合は、温帯林の方が熱帯林よりもかなり高い。この理由を 100 字以内で述べよ。

表 1

バイオームなど	面積 (億 ha)	生物量 (Pg)	GPP (Pg/年)	NPP (Pg/年)
熱帯林	17.5	679	40.8	21.9
温帯林	10.4	278	9.9	8.1
寒帯林	13.7	114	8.3	2.6
熱帯性サバンナ, 草原	27.6	160	31.3	14.9
温帯性草原, 低木林	17.8	227	8.5	7.0
砂 漠	27.7	19	6.4	3.5
ツンドラ	5.6	4	1.6	0.5
耕作地	13.5	8	14.8	4.1
全 体	133.8	1489	121.7	62.6

生物量は乾燥させた重量。GPP と NPP は炭素量を示す。Pg は  $10^9$  トン。

問 2 図 1 は、生物量が  $10000 \text{ g/m}^2$ 、落葉・落枝量が  $1600 \text{ g/m}^2$ 、腐植質の量が  $4700 \text{ g/m}^2$  である温帯の成熟した森林生態系における物質収支を示す。図に示されたこれら以外の数値は、有機物の移動量 ( $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ ) である。矢印は、有機物の移動する方向を示す。

- (1) 次の値を算出して答えよ。
- (A) 生産者の成長量 ( $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ )
  - (B) 生態系の全呼吸量 ( $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ )
  - (C) 森林生態系の生物量に対する有機物蓄積量の割合(百分率)
- (2) 生産者の呼吸量は  $1450 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$  であり、これは総生産量の 55% に達する。生産者において呼吸量の占める割合がこれほど高い理由を 50 字以内で述べよ。

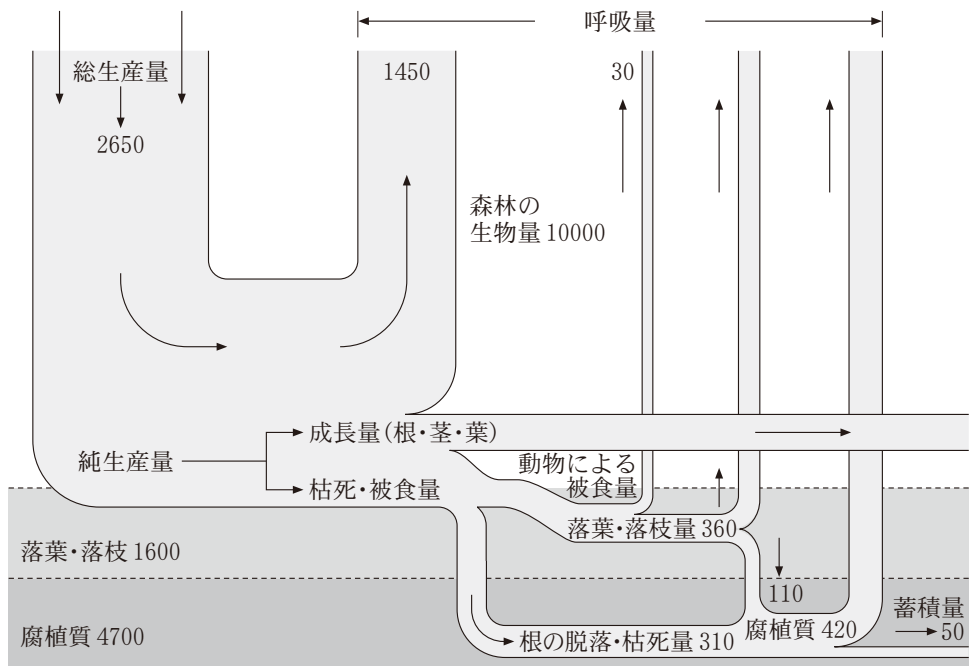


図 1

[B]

植物は、さまざまな環境要因の変化に適合するような反応を示す。環境要因の多くはいつも安定しているわけではなく、周期的にあるいは一時的、突発的に大きく変動する。また、場所によって著しく不均一な環境要因もある。植物は、環境の変化を感知し、それに合わせて成長や発生を調節している。このような調節には、発芽や花芽形成など、一生の節目となるできごとのタイミングを決定するようなものもある。

**問 3** 種子には休眠したまま長く生き続けることができるものがあるが、いったん発芽が始まると、後戻りはできない。植物にとって、どのような環境下で発芽するかは、生存を左右する重大な問題である。また、吸水した種子の発芽が進行するためには、温度も極めて重要である。四季が明瞭な温帯域に生育する植物種では、その種子が休眠から目覚めるために条件があるものが多い。例えば、種子が湿らせた状態で数日～数ヶ月間、低温(0～5℃)にさらされることで、発芽しやすくなる植物種がある。種子の発芽を促進させるこれらの条件が、このような植物種にもたらす利点を、40字以内で述べよ。

問 4 植物が光合成を行うためには、二酸化炭素を大気から葉に取り入れ、酸素を葉から大気に放出しなくてはならない。このような気体の交換は、気孔を通して行われる。気孔の開閉について答えよ。

(1) 植物は光合成を行うために気孔を開く。しかし、葉に光が当たっていても、必ずしも気孔が開いたままの状態が維持されるとは限らない。この理由を 60 字以内で述べよ。

(2) 気孔の閉口は、ある植物ホルモンによって引き起こされる。気孔が閉じる過程について、その植物ホルモンの増減と、それが作用する細胞名、細胞での生理的変化を含めて 70 字以内で述べよ。

3 次の文章を読み、問1～問8に答えよ。

〔A〕

古代ギリシャのアリストテレスらは、生物を運動性などの特徴により植物界と動物界とに分ける二界説を唱え、長い間その考えが受け継がれてきた。しかしながら、観察機材や生化学的分析法などの発達により矛盾が生じたため、様々な説が提唱されるようになり (ア) は五界説を提唱した。その後五界説は、(イ) らによって改変された。五界説では、まず原核細胞と真核細胞の違いを重視し、以下のように分類されている。

- ・原核生物界(あるいは (ウ) 界とも呼ばれる)：原核生物
- ・ (エ) 界：真核生物のうち単細胞生物や体の構造が単純な多細胞生物
- ・ (オ) 界：主に陸上で生活し、光合成を行う独立栄養生物
- ・ (カ) 界：有機物を体外で分解し吸収する従属栄養生物
- ・ (キ) 界：外界から有機物を取り込み、従属栄養で生活する多細胞生物

問1 (ア) および (イ) に当てはまる人名を答えよ。

問2 (ウ) ～ (キ) に当てはまる適切な語句を答えよ。

〔B〕

多くの真核生物は酸素を消費しながら有機物を分解してエネルギーを取り出す呼吸を行っている。細胞呼吸を行う細胞小器官は、ある種の生物<sup>(B)</sup>が原始的な細胞の内部にすみつくこと<sup>(A)</sup>によって生じたものと考えられている。また、真核生物の中には光合成を行うものがあり、このような生物の細胞には、光合成を担っている細胞小器官<sup>(C)</sup>が存在する。この細胞小器官は、光合成を行っていた生物<sup>(D)</sup>が細胞の内部にすみついた結果生じたものであると考えられている。

問 3 これらの文章が示す内容は、何説とよばれているか答えよ。

問 4 下線(A)および(C)の細胞小器官の名称を答えよ。

問 5 下線(B)および(D)の生物の名称を答えよ。

問 6 この説の根拠を1つ挙げ、35字以内で述べよ。



〔C〕

M 大学微生物学研究室の S さんは、乳酸菌を使った実験をしようと思い実験室に向かった。S さんは実験室で微生物が入っているアンプル(ガラス製の密閉容器)を持ったまま途方に暮れてしまった。アンプルには赤ラベルが貼られたものと青ラベルが貼られたものの 2 種類あり、乳酸菌か酵母のどちらかが入っている。ところが、ラベルには微生物名が書かれていなかった。そこで、乳酸菌がどちらのアンプルに入っているのかを調べるために、S さんは培養実験を行うことにした。この乳酸菌は代謝生成物を 1 種類しか作らない。また、この酵母はパン酵母である。

問 7 乳酸菌と酵母を培養する場合、どちらの微生物にも共通して利用可能な基質を①～⑤の中から 1 つ選べ。

- |        |         |      |
|--------|---------|------|
| ① ペクチン | ② セルロース | ③ 寒天 |
| ④ デンプン | ⑤ グルコース |      |

問 8 Sさんは2本のキューネ発酵管(図1)にそれぞれ問7の基質が入った培養液を入れ、一方に赤ラベルのアンプルに入っている微生物を、もう一方には青ラベルのアンプルに入っている微生物をそれぞれ接種した。その後、ただちに2本のキューネ発酵管を35℃の恒温器の中に入れて一定時間培養した。培養後に盲管部で観察されるどのような変化を見ると、乳酸菌か酵母かを区別することができるか、40字以内で述べよ。その際、その変化がどちらの微生物によるものなのかについても、あわせて答えよ。

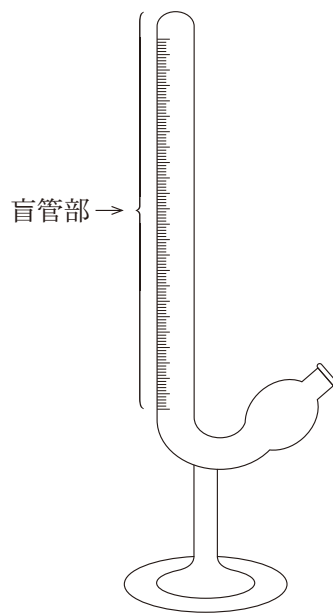


図1

4 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

地質時代は、大きくは、約 (ア) 億年前を境に、それまでの微化石が大部分を占める (イ) 時代と、その後の、肉眼で確認できる化石が数多く産出する (ウ) 代の二つに分けられる。(イ) 時代の最後の頃に繁栄したと考えられる大型の生物の化石群は、見つかった地域の地名から (エ) 化石群と呼ばれる。

(ウ) 代最初の (オ) 紀には、水中に生息する動物の種類が急速に増加した。(オ) 紀前期に繁栄した動物は (カ) 化石群が、中期に繁栄した動物は (キ) 化石群が代表的である。(カ) 化石群や (キ) 化石群の中には、脊索とそれに付随する筋肉や神経をもつ原索動物と思われる化石がみつ<sup>(A)</sup>かっている。初期の脊椎動物として無顎類<sup>がく</sup>が出現したのは、(オ) 紀の中頃であり、その後、あごが発達した原始的な魚類が現れたと考えられている。

問1 (ア) に入る数字を小数点第一位まで答えよ。

問2 文中の (イ) ～ (キ) に当てはまる適切な語句を答えよ。

問3 (エ) , (カ) , (キ) の各化石群の所在を、図1の①～⑩から選んで答えよ。



図1

問 4  化石群と  化石群の比較から、 化石群の水生動物の間には、被食—捕食の関係があったと考えられている。両化石群にどのような特徴の違いが見出されたから、被食—捕食の関係があったと推測できるのか、150字以内で述べよ。

問 5 下線(A)の無顎類がくに関して、現生しているものは、口器が円の形状をした円口類のみである。円口類にはどのような生物がいるか、種名または総称名で答えよ。

問 6 下線(A)に述べられているように、生物化石の発見とその地質年代の分析は、脊椎動物の誕生と進化をたどる上で重要である。共通祖先から進化を遂げた現生の脊椎動物は多種多様な形態をもつが、体の基本構造(ボディプラン)は保たれたままであることが、胚発生の研究から明らかになった。脊椎動物の胚発生のしくみに関する以下の問いに答えよ。

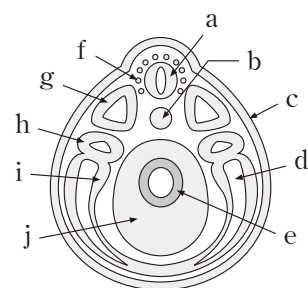


図 2

- (1) 図 2 は、動物の神経胚の断面図である。脊索と脊椎は、それぞれいずれの部位から分化するか、記号で答えよ。
- (2) 将来、脊索になる部位は、原腸胚の初期にすでに決定している(ここでは部位  $a$  と呼ぶこととする)。部位  $a$  を初期原腸胚から切り取り、別の初期原腸胚の腹側に移植すると、移植部分に二次胚が生じる。
  - 1) 部位  $a$  の名称を答えよ。
  - 2) この現象を、2 種類のイモリの胚を用いた移植実験によって明らかにした 2 名の人名を答えよ。
- (3) (2)の部位  $a$  のように、発生途上の細胞が、将来どのような器官・組織になるか決まっていることを何と呼ぶか答えよ。
- (4) 脊索や脊椎の形成には、胞胚期までに、ある胚域が中胚葉へと分化する中胚葉誘導というはたらきが不可欠である。この誘導作用は、タンパク質分子など、さまざまな物質がシグナルとしてはたらいっている。それら物質のうち、1989 年に浅島らのグループにより学会発表されたタンパク質の名称を答えよ。
- (5) タンパク質による中胚葉誘導のメカニズムが解明される以前に、動物極側の組織が中胚葉組織に分化する現象を、胞胚の培養実験によって明らかにした人物がいる。この人物の人名を答えよ。

(6) 次の器官は，図 2 において，いずれの部位から分化するか，それぞれ該当する部位をすべて選び，記号で答えよ。

1) 皮 膚

2) 目

(7) 動物の発生過程において，目は誘導の連鎖によって形成される。

1) 水晶体は何から誘導されるか答えよ。

2) 水晶体の形成体を答えよ。

3) 2)の形成体自身は何に分化するか答えよ。