

(一般前期)

# 平成28年度入学試験問題

(2科目選択)

理 科

(物理, 化学, 生物)

## 注意事項

1. 解答は必ず別に配布する解答用紙に記入すること.
2. 物理, 化学, 生物の中から2科目のみ解答すること.

(一般前期)

# 生 物 (問題用紙 1)

< 問題用紙は3枚ある >

< 漢字の生物用語は、原則として正しい漢字を用いて解答すること。 >

## I.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

細胞周期のS期には、DNAの複製により、母細胞に含まれるものと同じDNAがもう一組作られる。このDNA複製の過程では、まず2本鎖DNAの塩基どうしの結合が切れて1本鎖にほどける。その際、特定部分の塩基間の **ア** 結合が切れて2本鎖が開裂し、部分的に一本ずつのヌクレオチド鎖になる。このような、2本鎖の開裂起点となる領域は、**イ** と呼ばれる。ほどこけた1本鎖のそれぞれを鋳型としてヌクレオチドが結合し、新しい鎖が作られて2本鎖になる。この際、2本鎖DNAのそれぞれの鎖が鋳型となって **ウ** 的な新しい1本鎖が作られ、もとと同じ2本鎖DNAが2分子形成される。このしくみを **エ** 的複製という。

DNAの複製には、**オ** などの多くの酵素が働く。**オ** は、ある程度の長さを持つヌクレオチド鎖に作用し、鎖を伸長させる働きがある。このため、DNAの複製過程では、**オ** が働く前に、別の酵素によって鋳型の塩基配列に **ウ** 的な配列をもつ短いヌクレオチド鎖が合成される。複製の開始点となるこのようなヌクレオチド鎖は、**カ** と呼ばれる。**カ** はRNAからなり、真核生物では約 **キ** ヌクレオチドの長さを持つ。

DNAの2本鎖には方向性があり、互いに逆向きに配列している。ヌクレオチドの糖に含まれる炭素には、酸素原子を基準に何番目の位置かによって番号が付けられており、5番目の炭素に **ク** 基が結合して終わる末端を **ケ** 、3番目の炭素に **コ** 基が結合して終わる末端を **サ** という。

DNAの複製では、2本鎖の両方が鋳型となる。したがって、2本鎖が開裂した部分で新たに合成されるヌクレオチド鎖のうち、一方は開裂が進む方向と同じ向きに連続的に合成されるのに対し、他方は開裂が進む方向とは逆向きに不連続に合成される。このときに、連続的に合成されるものを **シ** 鎖、不連続に合成されるものを **ス** 鎖という。**ス** 鎖では、複数の短いヌクレオチド鎖が断続的に複製され、これが次々に連結される。この短いヌクレオチド鎖は、**セ** と呼ばれる。**ス** 鎖では、まず一定の間隔で **カ** が合成され、その間を埋めるように **セ** が作られる。その後 **カ** が除去され、**セ** がさらに伸長する。それぞれの **セ** は、**ソ** の働きによって、最終的に連結される。

問1. 文章中の **ア** ~ **ソ** に入る最も適切な語句または数値を、解答欄に記入せよ。

問2. 下線部のように、DNAのヌクレオチド鎖には方向性がある。DNAの複製において、鋳型の鎖の塩基配列が読まれる方向を20字以内で答えよ。

## II.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

聴覚は音波が聴覚器で受容されることにより生じる。ヒトの耳は、外耳、中耳、内耳からなり、内耳のうずまき管に、音波による刺激を受容する聴細胞が存在する。外界からの音波は、外耳の **ア** を通って、まず **イ** を振動させる。**イ** の振動は、つち骨、**ウ**、あぶみ骨と呼ばれる3つの **エ** を介して、**オ** を揺さぶり、うずまき管内の **カ** を振動させる。**カ** の振動は、うずまき管内の基底膜を上下に振動させる。聴細胞は、基底膜上に並ぶ **キ** に存在する。基底膜の振動により、聴細胞の感覚毛が **ク** と触れあって変形することで、聴細胞が興奮する。聴細胞の興奮が、聴神経によって脳に伝えられ、聴覚が生じる。

音の高低は、音波の1秒間の振動数(周波数)の違いにより生じる。うずまき管はらせん状の管構造をしており、引き伸ばすと約35mmの長さになる。① 基底膜の形状がうずまき管の基部から先端部に向かうにつれて変化するため、周波数の高い音波はうずまき管の基部に近い基底膜を、周波数が低い音波は先端部に近い基底膜を、それぞれ大きく振動させる。

また、内耳には、**ケ** と **コ** と呼ばれる平衡感覚器がある。**ケ** には、感覚毛を持った感覚細胞が存在し、その上に **サ** が載っている。身体が傾くと、**サ** が動いて感覚毛が変形し、感覚細胞が興奮する。互いに直行する3つの **コ** にも、感覚毛を持った感覚細胞が存在する。身体を回転させると、**コ** 内の **カ** が動いて感覚毛が変形し、感覚細胞が興奮する。さらに、平衡感覚には、筋の長さを感知する **シ** のように、② 自分の身体の姿勢や動きを感知する感覚受容器も重要な役割を果たしている。

(次頁に続く)

## 生 物 (問題用紙 2)

内耳の障害によって高度の難聴が生じた場合に、人工内耳を用いた治療が行われることがある。人工内耳は、体外部と、手術により埋め込まれる体内部からなる。体外部では、耳介部に装着したマイクロフォンで音声を集め、その音声情報をコンピュータで処理して、③ 音の高低や強弱の違いによって聴神経をどのように刺激するかを決める。その情報は体内部の受信装置に送られる。体内部では、送られた情報に基づき、うずまき管内の複数の電極を介して聴神経を電気刺激する。電気刺激により生じた興奮が脳に伝わり、聴覚が生じる。

問 1. 文章中の  ～  に入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。

問 2. 筋の長さを感じ取る  を受容器とする脊髄反射を、一つ挙げよ。

問 3.  とは異なる感覚受容器を介する脊髄反射を、一つ挙げよ。

問 4. 下線部 ① に関して、基底膜の形状は、うずまき管の基部から先端部に向かってどのように変化するか。10字以内で説明せよ。

問 5. 下線部 ② の、自分の身体の姿勢や動きを感じ取る感覚受容器を、一般に何と呼ぶか。

問 6. 下線部 ③ に関して、人工内耳で音の高低を知覚できるようにするためには、うずまき管内で聴神経をどのように電気刺激すればよいか。50字以内で説明せよ。

### Ⅲ.

右の図は、あるウイルスAがヒトの体内に初めて侵入したあと、ウイルスAと結合する抗体の濃度が血液中でどのように変化するかを、時間を追って調べた結果である。これについて下の問いに答えよ。

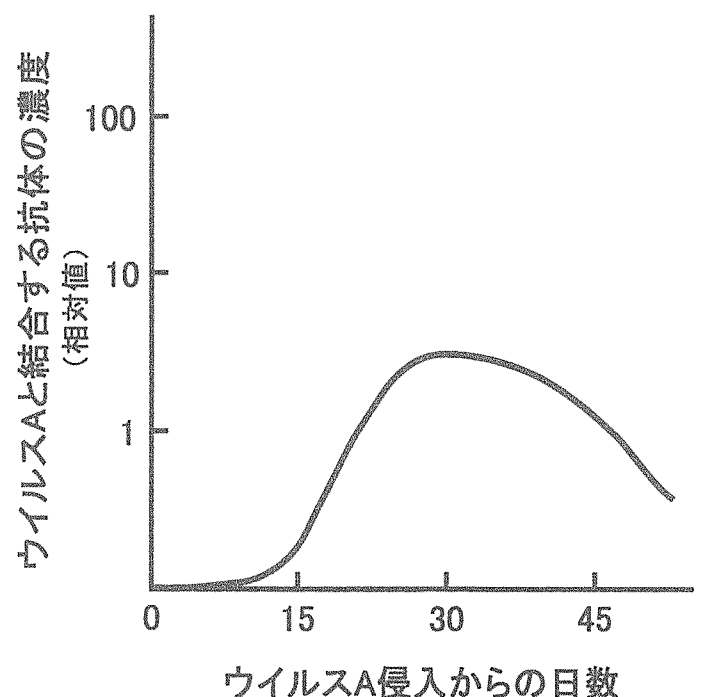
問 1. ウイルスAが、最初の侵入から60日後に再び同一人の体内に侵入した。この時、ウイルスAと結合する抗体の血液中の濃度は、どのように変化するか。ウイルスAの最初の侵入時における抗体濃度の変化と違いがあるならば、その違いが明確にわかるように、解答用紙の図に記入せよ。

問 2. ウイルスAの最初の侵入を受けてから60日後に、同一人に全く別の種類のウイルスBが侵入した。この場合、ウイルスBと結合する抗体の濃度は、血液中でどのように変化するか。解答用紙の図に記入せよ。

問 3. ウイルスAが最初に侵入した時に起こる免疫応答と、同一人にウイルスAが2回目以降に侵入した時に起こる免疫応答を区別するため、両者は異なった名前と呼ばれる。それらの名称を答えよ。

問 4. ウイルスAが体内に侵入すると、ウイルスAの粒子を取り込んだ樹状細胞がT細胞を活性化させ、活性化したT細胞からヘルパーT細胞が分化する。ウイルスAの断片を認識して活性化したヘルパーT細胞は、サイトカインを産生してB細胞の増殖・分化を促し、抗体産生細胞が作られるとされる。B細胞が抗体産生細胞になるために必要なものが、サイトカインだけであるならば、ウイルスAの断片で活性化したヘルパーT細胞の作るサイトカインによって、ウイルスBと結合する抗体を作るB細胞も活性化するはずである。実際にはそのようなことは起こらないが、それはなぜか。B細胞が活性化するために必要なことを含めて、150字以内で述べよ。

問 5. ウイルスAが最初に体内に侵入したとき、ウイルスAの断片を認識したT細胞が増殖・分化して、サイトカインを分泌できるようになるまでには、数日間を要する。しかし、一旦分化したヘルパーT細胞が、ウイルスAの2回目以降の侵入に当たって活性化するときには、ウイルスAの断片を認識してから1～2時間以内にサイトカインを分泌するようになる。このように、同一抗原の2回目以降の侵入に当たって急速にサイトカインを産生するようになった細胞は、何と呼ばれるか。



## 生 物 (問題用紙 3)

問 6. 問5の答えとなる細胞が抗原の断片による刺激を受けた時には、刺激から15分以内に、細胞内にサイトカインの mRNA が検出される。抗原断片の認識からサイトカイン遺伝子の転写までに、細胞内でどのようなしくみが働いていると考えられるか。100字以内で述べよ。

問 7. ウイルスAの断片を認識したT細胞で、サイトカイン遺伝子の転写が起こるまでのしくみは、初めてウイルスAが侵入して活性化される場合でも、問5の答えとなる細胞が活性化される場合でも、同じであると考えられる。しかし、それまで一度もウイルスAの断片と出会っていなかったT細胞が最初に活性化するときには、サイトカイン遺伝子が発現するまでに2日以上の時間がかかる。最初の遺伝子発現には数日単位の時間がかかり、問5の答えとなる細胞での遺伝子発現は分単位で起こるのは、どのような理由か。染色体の構造から120字以内で説明せよ。

### IV.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

シュペーマンとマンゴルドは、イモリ(両生類)の胚を用いた移植実験によって、① 原口背唇部には誘導作用があることを明らかにした(1924年)。今日では、器官の1つである眼の形成にも、誘導作用が関わっていることがわかっている。

イモリの胚では、発生が進むとからだの背側に  が形成され、その前方の部分が脳に、後方の部分が  になる。 胚の後期になると、脳の一部が左右にふくらんで突出し、やがて表皮に接する。この左右のふくらみは、 と呼ばれる。 の表皮に接する部分は平坦になり、さらに内側にくぼむように形を変える。その結果、くぼんだ内側の細胞層とこれを包み込むような形状の外側の細胞層の、二つの細胞層からなる  と呼ばれる構造ができる。このようにしてできた  の二つの細胞層のうち、くぼんだ内側の細胞層は  の  や神経細胞を含む層に分化し、これを包み込む外側の細胞層は、 の最外層である  に分化する。また、 に接した表皮の一部は厚みを増し、表皮から内側にくびれて離れ、 が形成される。この  と接する部分の表皮は、しだいに色素を失って、透明な  となる。

初期原腸胚の原口背唇部を含む領域は、将来外胚葉を裏打ちする中胚葉性の組織へと分化することから、予定中胚葉と呼ばれる。予定中胚葉がどのようにして形成されるのかは、メキシコサンショウウオを用いたニューコープの研究により明らかになった(1969年)。この研究では、胞胚中期の動物極周辺から切り出した細胞群Aを、同じ時期の胚の植物極側から切り出した細胞群Bと接着させて培養すると、② 特定の領域に中胚葉性の組織の分化が認められた。このことから、③ 予定中胚葉は、予定  胚葉からの働きかけによって形成されることがわかった。

問 1. 文章中の  ～  に入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。

問 2. 下線部 ① の原口背唇部は、この働きから何と呼ばれるか。

問 3. 下線部 ② で、中胚葉性の組織の分化が起こった特定の領域はどこか。「細胞群A」、「細胞群B」という用語を用いて、30字以内で答えよ。

問 4. 下線部 ③ の結論を導くには、細胞群Aと細胞群Bを用いた別の実験によって確認すべき事がある。どのような実験を行えば良いか。また、その結果はどのようになるか。それぞれ50字以内で答えよ。

(以上)