

(一般前期)

# 平成 31 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。

## 生 物 (問題用紙 1)

&lt; 問題用紙は 3 枚ある &gt;

&lt; 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。&gt;

## I.

次の文章を読んで下の問い合わせに答えよ。

Rudolf Virchowが著作の中で述べた「動物は動物から、植物は植物からしか生じないように、細胞は必ず細胞から生じる」という言葉は、生命の連續性と普遍性を端的に言い表している。

一つの真核細胞が増殖する際には、決まった順序で起こる一連の過程により自身を倍加し、二つの細胞に分裂する。この繰り返しを **ア** と呼び、細胞はこの間に遺伝情報を複製し、娘細胞に伝える。**ア** の間でDNAの複製が起こる時期をS期、染色体が現れて **イ** 分裂が起こる時期をM期、M期とS期の間をG1期、S期とM期の間をG2期と呼び、M期以外の時期をまとめて **ウ** 期と呼ぶ。

全てのDNAと細胞小器官が複製され、分裂が正しい順序で行われるために、細胞はそれらを調節する仕組みを備えている。例えば、**①** DNAに損傷があればチェックポイント機構が働き、**ア** をG1期で一旦停止させ、DNAを修復した後にS期に入る。**②** DNAの複製は、**エ** と呼ばれる染色体上の特別な場所から始まる。

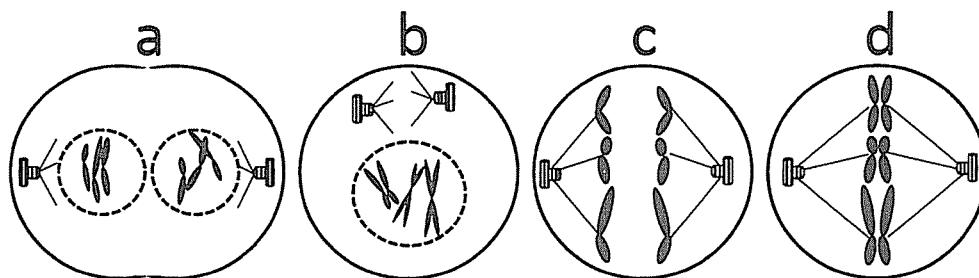
動物細胞では、染色体の移動に必要な微小管は **オ** の周辺から伸び出し、これがそれぞれの染色体上の **カ** に結合することで、**キ** が形成される。染色体の移動は、微小管が両端で **ク** されて短くなり、**カ** が極方向へ引かされることにより引き起こされる。また、極近くの細胞膜に結合した **ケ** が **オ** を細胞膜に引きつけるように働く。細胞質分裂では **コ** フィラメントと **サ** から成る収縮環が形成され、この働きにより細胞質が分離する。

問 1. 文章中の **ア** ~ **サ** に入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。

問 2. M期は、核または染色体の状態により、4つの時期に分けることができる。右の図はM期の各期の様子を模式的に示している。4つの時期の名称をその進行順に解答欄の左から右に記入し、それぞれの時期に対応する図を右の a ~ d より選び、記号で答えよ。

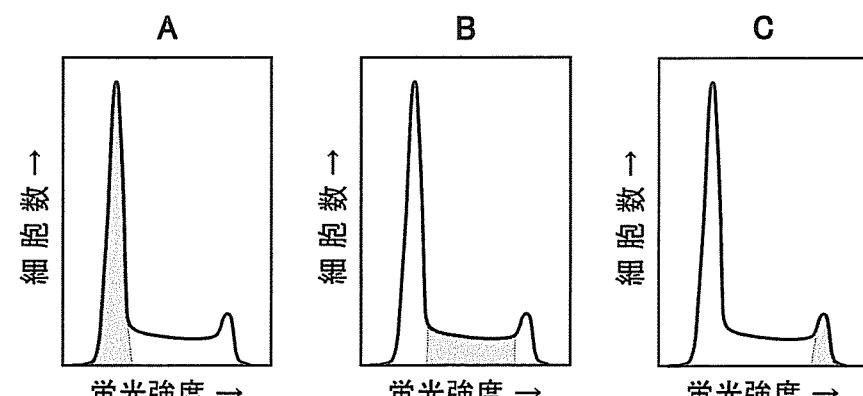
問 3. 下線部**①**で述べたチェックポイント機構が働かず、DNAの損傷が修復される前にS期に入った場合、細胞死が起こる以外にどのような不都合が起こると考えられるか。次の5つの語句を全て用いて、50字以内で答えよ。なお、それぞれの語句は複数回使用して構わない。

DNA 損傷 細胞分裂 変異 複製



問 4. 下線部**②**に関して、DNAの複製は染色体上の **エ** から始まり、両方向にほぼ同じ速度で進行する。ある細胞が全長のDNAを15時間で複製するためには、1細胞当たり最低いくつの **エ** が必要か。ただし、DNAの複製速度は毎秒100ヌクレオチドであり、細胞には母親由来と父親由来それぞれ  $3 \times 10^9$  bp(塩基対)のゲノムDNAが、1対含まれるものとする。

問 5. 増殖中の細胞集団から細胞を採取し、DNAと結合すると蛍光を発する色素で染色すると、個々の細胞の蛍光強度は細胞内のDNA量を直接反映する。フローサイトメーターを用いて多数の細胞の蛍光強度を測定したところ、特定の蛍光強度を示す細胞の数は右図のようになつた。S期、M期、G1期、G2期の細胞はそれぞれ、図A ~ Cに灰色で示されたどの細胞集団に含まれるか。解答欄に図の記号で答えよ。



培養中の細胞集団から1000個の細胞を取り出すと、

50個はM期の細胞であった。また、図 A、B、Cの灰色で示された部分の面積比を測定すると A : B : C = 5 : 3 : 1 であった。S期、M期、G1期、G2期の各期に要する時間を求め、解答欄の表に記入せよ。ただし、**ア** は18時間とする。

# 生物 (問題用紙 2)

## II.

次の文章を読んで下の問い合わせに答えよ。

内分泌系は、生体内のホメオスタシスに関わる機構として重要である。標的細胞におけるホルモンの作用機構は、2種類に分類できる。

一つ目は、**ア**に存在する受容体に結合することにより作用を発揮する、ペプチドホルモンなど水溶性ホルモンの作用機構である。ペプチドホルモンには、脳下垂体前葉から分泌され、**①**身長を伸ばす作用を示す**イ**、チロキシンの分泌を刺激する**ウ**、**②**ストレスに対して血圧や糖代謝を維持する**エ**の分泌を刺激する副腎皮質刺激ホルモンなどが含まれる。一方、脳下垂体後葉から分泌されるペプチドホルモンの**③****オ**は、体液塩類濃度の調節に重要な役割を果たす。脳下垂体以外の内分泌腺から分泌されるパラトルモン、インスリン、グルカゴン、セクレチンもペプチドホルモンである。

二つ目は、細胞質あるいは核内に受容体が存在するステロイドホルモンなどの**カ**溶性ホルモンの作用機構である。

**エ**、鉱質コルチコイドなどが含まれ、細胞に作用を発揮するためには、ペプチドホルモンよりも時間がかかる。

問 1. 文章中の**ア**～**カ**に入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。

問 2. **イ**が、下線部①の作用を発揮する際の主な標的器官は何か。

問 3. チロキシンの分泌が低下した状態では、**ウ**の分泌はどうなるか。

問 4. 下線部②について、**エ**の働きにより血糖が増加する際に、膵臓のインスリン分泌はどうなるか。

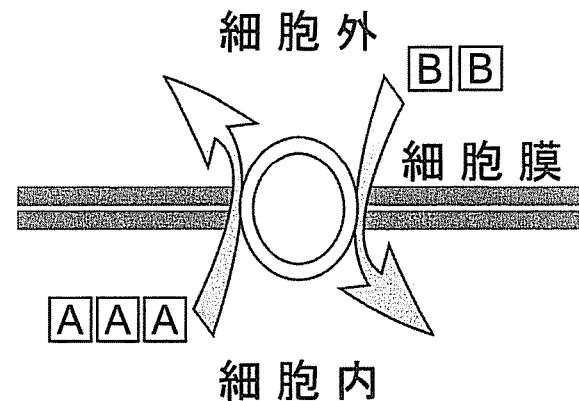
問 5. 下線部③について、**オ**が体液塩類濃度を調節する仕組みを

40字以内で述べよ。

問 6. グルカゴンが血糖を調節する作用を示す際、主な標的器官は何か。

問 7. セクレチンの生体内における主な働きを答えよ。

問 8. 鉱質コルチコイドの生理作用が生じるためには、ポンプによる細胞内外のイオンの出入りが重要である。右の図は、ナトリウムイオンとカリウムイオンの両方が関わるポンプについて、細尿管細胞内外でのイオンの出入りを模式的に示したものである。図のA、Bに該当するイオンを、解答欄に記入せよ。



## III.

次の文章を読んで下の問い合わせに答えよ。

多くの小型のコウモリは、夜間に飛び回り、飛翔する昆虫を捕食して生活している。コウモリは、ヒトの耳には聞こえない超音波の鳴き声を発して、標的からはね返ってくる反響音を、大きく発達した耳で聴取する。そして、自分の鳴き声と反響音とを比べることで、標的にに対する様々な情報を得ている。また、飛行中のコウモリは、状況に応じて、鳴き声の高さ(周波数)や長さ、強さ、頻度などを柔軟に変化させている。

コウモリの耳でも、ヒトの耳と同じく、外耳から入ってきた空気の振動はまず**ア**を振動させる。**ア**の振動は中耳の**イ**によって、リンパ液で満たされている内耳の**ウ**に伝えられる。**ウ**内のリンパ液が振動すると、**エ**が振動し、**エ**の上に並ぶ聴細胞の**オ**が動かされることで、聴細胞は刺激を感じる。

コウモリを天敵とする昆虫の中には、コウモリの発する超音波の鳴き声を感じできるものがいる。ガの一種のヤガは、胸部に存在する感覚器官に、超音波に反応する聴細胞を有している。聴細胞がコウモリの鳴き声を感じると、コウモリとの距離や接近方向などを検知して、直ちに状況に応じた適切な捕食回避行動をとる。また、ヤガは、発声器官を有し、超音波を発することができる。

(次頁に続く)

## 生 物 (問題用紙 3)

(IIIの続き)

- 問 1. 文章中の [ア] ~ [オ] に入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。
- 問 2. コウモリのように、反響音を分析して標的に対する情報を得るしくみを何と呼ぶか。
- 問 3. コウモリの脳内の神経回路では、鳴き声と反響音との時間差、鳴き声と反響音との周波数の差、反響音の強さなどが検出される。これら時間差、周波数差、強さは、それぞれ標的のどのような情報を表しているか。
- 問 4. コウモリは標的となる獲物を検出すると、獲物の情報をより正確に得られるように、鳴き方を変化させながら獲物に近づいていく。コウモリが獲物に近づいた時、鳴き方をどう変化させるか。20字以内で答えよ。
- 問 5. コウモリが近くにいると検知したとき、ヤガはどのような捕食回避行動をとるか。20字以内で答えよ。
- 問 6. ヤガの発する超音波は、コウモリの捕食を回避する上で、どのように役立つか。20字以内で答えよ。

## IV.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

ヒトの身体は、異物の侵入から内部環境を守るために、外界との境界部が連続した [ア] 組織で被われている。体表を被う [イ] の表層では、[ア] 細胞が隙間なく積み重なり、表面に向かうほど扁平となって、最後は核を失った細胞が層を形成している。一方、消化管や気管の [ウ] の内面では、一層の円筒状の [ア] 細胞が直接外界と接しているが、細胞は [エ] を分泌して異物が直接付着することを防いでいる。また、気管では [ア] 細胞の膜にある [オ] の働きによって、異物を [エ] と共に体外に送り出している。

[ア] 組織に破綻が生じ異物が内部環境に侵入すると、血液中の好中球や [カ] が血管壁の [キ] 細胞に接着し、隣接する [キ] 細胞の間をすり抜け血管の外に出て来る。異物が侵入した現場の近くで血管壁をすり抜けた [カ] は、その場に侵入した異物を取り込む。異物を取り込んだ [カ] は、血管に戻ることはできないので、組織の毛細血管網の隙間にある毛細 [ク] に流れ込む。[ク] には [ケ] があり、内部の液は一方向にしか流れない。[ク] は合流を繰り返し、最終的に [コ] から血管系に合流する。複数の [ク] の合流点には、球状に膨らんだ [サ] があり、記憶を伴う免疫反応に関わる [シ] が集まっている。

[ア] が破綻した組織で異物を取り込んだ [カ] は、取り込んだ異物を分解し、移動先の [サ] でその抗原情報を [シ] に提示する。[カ] の提示している抗原情報を認識した [シ] は、[カ] と接触しつつ分裂増殖し、活性化細胞となる。活性化した [シ] のうち、ウイルスに感染した細胞を直接攻撃するのは [ス] 細胞である。

- 問 1. 文章中の [ア] ~ [ス] に入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。
- 問 2. ウィルスは生きた細胞の中で増える病原体であり、体外から侵入するとまず [ア] 細胞に感染する。しかし、感染したウィルスを取り込んだ [カ] は [サ] で抗原情報を提示するから、[ス] 細胞は [サ] の中に生じる。[サ] で生じた [ス] 細胞は、どのようにして感染した [ア] 細胞のある組織までたどり着くのか。その経路を100字以内で答えよ。
- 問 3. 下線部について、普段は血管から外に出ることのない好中球や [カ] が、組織の破綻が生じたときだけ [キ] 細胞に接着するのはどのようなしくみによると考えられるか。75字以内で答えよ。
- 問 4. 病原体は、身体を被う [ア] 細胞の1ヶ所からのみ侵入するとは限らない。消化管の [ア] 細胞にウィルスの感染が起こっているとき、同時に [イ] にも傷が生じ、異物の侵入が起こっていることがあり得る。このような場合、消化管から侵入したウィルスを攻撃する [ス] 細胞は、[イ] に集まることはなく、消化管に集まることがわかっている。同じように組織の破綻が生じていても、消化管に感染したウィルスを攻撃する [ス] 細胞はなぜ [イ] に行かず消化管に集まるのか。考えられるしくみを85字以内で答えよ。

(以上)