

# 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。

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、生命の連続性と普遍性を端的に言い表している。

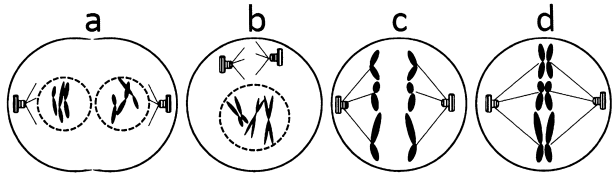
一つの真核細胞が増殖する際には、決まった順序で起こる一連の過程により自身を倍加し、二つの細胞に分裂する。この繰り返しを「ア」と呼び、細胞はこの間に遺伝情報を複製し、娘細胞に伝える。「ア」の中でDNAの複製が起こる時期をS期、染色体が現れて「イ」分裂が起こる時期をM期、M期とS期の間をG1期、S期とM期の間をG2期と呼び、M期以外の時期をまとめて「ウ」期と呼ぶ。

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。



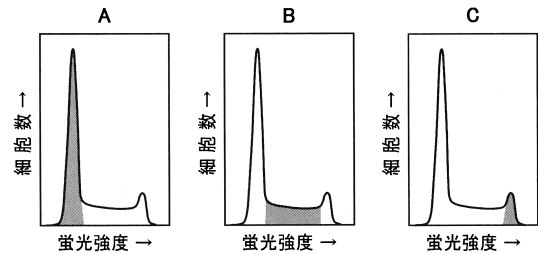
問 3. 下線部①で述べたチェックポイント機構が働かず、DNAの損傷が修復される前

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った。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。

(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、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て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. ウイ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、感染したウイルスを取り込んだ [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] 組織の1ヶ所からのみ侵入するとは限らない。消化管の [ア] 細胞にウイ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イルスを攻撃する [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イルスを攻撃する [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)