

C_a 生 物 問 題

注 意

1. 試験開始の指示があるまでこの問題冊子を開いてはいけません。
2. 解答用紙はすべてHBの黒鉛筆またはHBの黒のシャープペンシルで記入することになっています。HBの黒鉛筆・消しゴムを忘れた人は監督に申し出てください。(万年筆・ボールペン・サインペンなどを使用してはいけません。)
3. この問題冊子は12ページまでとなっています。試験開始後、ただちにページ数を確認してください。なお、問題番号はI～IVとなっています。
4. 解答用紙にはすでに受験番号が記入されていますので、出席票の受験番号が、あなたの受験票の番号であるかどうかを確認し、出席票の氏名欄に氏名のみを記入してください。なお、出席票は切り離さないでください。
5. 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入し、その他の部分には何も書いてはいけません。
6. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、傷つけたりしないように注意してください。
7. 計算には、この問題冊子の余白部分を使ってください。
8. この問題冊子は持ち帰ってください。

マーク・センス法についての注意

マーク・センス法とは、鉛筆でマークした部分を機械が直接よみとって採点する方法です。

1. マークは、下記の記入例のようにHBの黒鉛筆で枠の中をぬり残さず濃くぬりつぶしてください。
2. 1つのマーク欄には1つしかマークしてはいけません。
3. 訂正する場合は消しゴムでよく消し、消しきらずはきれいに取り除いてください。

マーク記入例：

A	1	2	3	4	5
	○	○	●	○	○

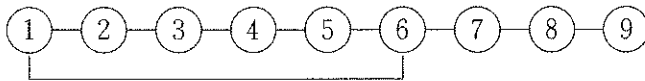
 (3と解答する場合)

I. 次の文を読み、下記の設問1～5に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

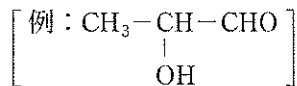
ホルモンを分泌する神経細胞を（イ）とよぶ。視床下部に細胞体をもつ（イ）のうち、あるものは脳下垂体（ロ）に向かう血管に放出ホルモンや（ハ）ホルモンを分泌し、脳下垂体（ロ）のホルモン分泌を調節している。（イ）には、脳下垂体（ニ）まで軸索を伸ばして、そこから筋収縮に関わるホルモンであるオキシトシンや浸透圧調節に¹⁾関与するホルモンを分泌するものもある。浸透圧調節の場合では、多量の発汗により水分が不足すると、腎臓で²⁾血液の浸透圧を上昇させる仕組みが働く。その浸透圧の上昇が視床下部で感知されると脳下垂体（ニ）から（ホ）というホルモンが分泌される。（ホ）は腎臓の集合管に作用し、³⁾水の再吸収が促進される。

脳下垂体とは無関係にホルモン分泌の調節が行われる場合もある。副甲状腺は〈あ〉と呼ばれるホルモンを分泌することにより、骨から（へ）を血液中に溶け出させる。

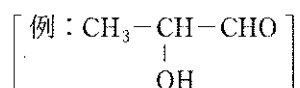
- 文中の空所(イ)～(へ)それぞれにあてはまるもっとも適当な語句をしるせ。
- 文中の空所〈あ〉にあてはまるもっとも適当な語句を、次の a～e から1つ選び、その記号をマークせよ。
 - 甲状腺刺激ホルモン
 - 成長ホルモン
 - パラトルモン
 - アセチルコリン
 - アドレナリン
- 文中の下線部1)のオキシトシンは、アミノ酸9個からなるポリペプチドであり、その1次構造を模式的に下図に示した。なお、1番目のアミノ酸と6番目のアミノ酸は側鎖同士で結合している。次の問 i～iii に答えよ。



- 6番目のアミノ酸の側鎖は $\text{CH}_2\text{-SH}$ である。このアミノ酸の名をしるせ。
- 9番目のアミノ酸の側鎖は水素原子である。このアミノ酸の構造式を例にならってしるせ。



- iii. オキシトシンのペプチド結合をすべて加水分解したときにアミノ酸同士が結合した物質が得られる。この物質の構造式を例にならってしるせ。



4. 文中の下線部2)の機構の説明としてもっとも適当なものはどれか。次のa～dから1つ選び、その記号をマークせよ。

- a. 血流量の減少が腎臓で感知されると副腎皮質から糖質コルチコイドが分泌され、血糖値が上昇し、尿細管（細尿管，腎細管）で Na^+ のろ過が促進される。
- b. 血流量の減少が腎臓で感知されると副腎髄質から鉱質コルチコイドが分泌され、尿細管（細尿管，腎細管）で血液から原尿への Na^+ の再吸収が抑制される。
- c. 血流量の減少が腎臓で感知されると副腎皮質から鉱質コルチコイドが分泌され、尿細管（細尿管，腎細管）で原尿から血液への Na^+ の再吸収が促進される。
- d. 血流量の減少が腎臓で感知されると副腎髄質から糖質コルチコイドが分泌され、ボーマン嚢で Na^+ のろ過が抑制される。

5. 文中の下線部3)の機構の説明としてもっとも適当なものはどれか。次のa～dから1つ選び、その記号をマークせよ。

- a. 水は浸透圧の勾配にしたがって集合管から毛細血管内に再吸収されるので、原尿の浸透圧は増加し、尿量も増える。
- b. 細胞膜の内部は親水性が高いので、水は浸透圧の勾配にしたがい水チャネルを介さずに集合管の細胞膜を通して速い速度で毛細血管内に再吸収される。
- c. 体液の浸透圧を正常にもどすために、水は浸透圧の勾配に逆らって集合管から毛細血管内に再吸収される。
- d. 水は内部が疎水性の細胞膜を通りにくいので、アクアポリンと呼ばれる水チャネルを介し、浸透圧の勾配にしたがい集合管から毛細血管内に速い速度で再吸収される。

II. 次の文を読み、下記の設問1～7に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

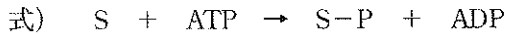
ヒトの体は約200種類、約60兆個の細胞で構成されている。それらの中には、光に対する感度が高く、弱い光の受容に働く眼の中の（イ）細胞、細胞での化学反応を促進するチロキシンを分泌する細胞や、タンパク質を分解するトリプシンの前駆体¹⁾を産生する細胞が含まれる。ヒト2倍体（複相：2n）細胞の核は直径<あ>で、その中に約 6×10^9 塩基対からなる長さ<い>のDNAが収納されている。これは、40 kmの長さの細い糸をテニスボールに詰め込むのに等しい。ヒトDNAはヒストンというタンパク質に巻きついてビーズ状の（ロ）を形成し、これがさらに折りたたまれて、核に収納されている。ヒト1倍体（単相：n）細胞のもつ一揃いの遺伝情報をヒトハプロイドゲノム³⁾といい、その中にはタンパク質のアミノ酸配列を指定する（タンパク質をコードする）約24000の遺伝子が存在する。タンパク質をコードするヒト遺伝子は、タンパク質をコードする領域と、それ以外の領域から成り立っている。ヒト遺伝子のタンパク質コード領域の多くは、イントロンで分断されている。ヒトタンパク質を構成するアミノ酸数の平均を430個とすると、ヒトゲノム中でタンパク質コード領域が占める割合は約<う>%と少ないことが分かる。これに対して、大腸菌ゲノム中でタンパク質コード領域が占める割合は約90%と多い。大腸菌ゲノムと比較してヒトゲノム中のタンパク質コード領域の割合が少ない理由は、ヒトゲノムにはイントロンが多く、かつ、その長さが長いこと⁴⁾などである。

1. 文中の空所(イ)・(ロ)それぞれにあてはまるもっとも適当な語句をしるせ。
2. 文中の下線部1)の細胞が存在する器官名をしるせ。
3. 文中の下線部2)の細胞が存在する器官名をしるせ。
4. 文中の空所<あ>～<う>にあてはまる内容としてもっとも適当なものを、それぞれに対応するa～eから1つずつ選び、その記号をマークせよ。
<あ> a. $0.003 \sim 0.01 \mu\text{m}$ b. $0.03 \sim 0.1 \mu\text{m}$ c. $0.3 \sim 1 \mu\text{m}$
 d. $3 \sim 10 \mu\text{m}$ e. $30 \sim 100 \mu\text{m}$
<い> a. 0.2 cm b. 2 cm c. 20 cm d. 200 cm e. 2000 cm
<う> a. 0.5 b. 1 c. 2 d. 3 e. 4

5. 文中の下線部 3) のヒト 1 倍体細胞で、核に含まれる DNA 量をもっとも少ない細胞名をしるせ。
6. ヒトの遺伝子の中でタンパク質をコードしない遺伝子名を 2 つしるせ。
7. 文中の下線部 4) 以外の理由で、大腸菌ゲノムと比較してヒトゲノムの中のタンパク質コード領域の割合が少ない理由を 1 行でしるせ。

Ⅲ。次の文を読み、下記の設問1～4に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

酵素Aは酵母の解糖系の酵素であり、以下の式に示すように基質Sをリン酸化してS-Pを生成する反応を触媒する。



酵素Aには、活性部位とアロステリック部位がそれぞれ1個ずつ存在し、ATPはいずれの部位にも結合することができる。

図1には、精製した酵素Aを用いて、生成物S-Pの生成速度とATP濃度との関係を調べた結果を実線で、また、ADP存在下における生成物S-Pの生成速度とATP濃度との関係を調べた結果を点線で示した。この時の基質Sの濃度は0.8 mmol/lであり、また、ADPは活性部位には結合せずアロステリック部位にのみ結合することが分かっている。

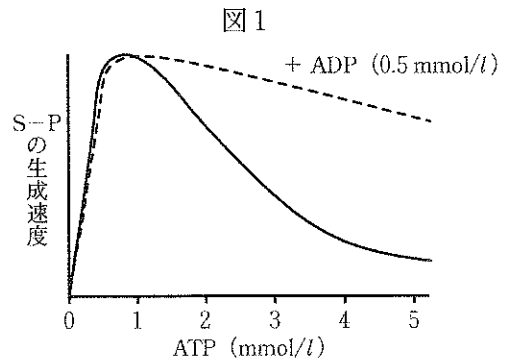
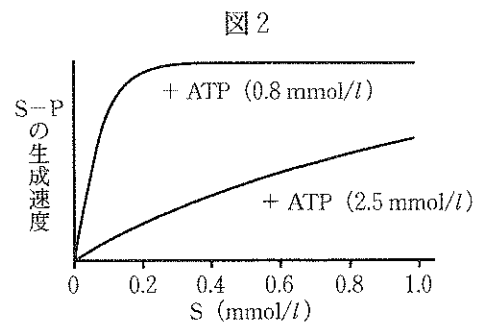


図2には、精製した酵素Aを用いて、低濃度のATP (0.8 mmol/l) と高濃度のATP (2.5 mmol/l) の存在下における生成物S-Pの生成速度と基質Sの濃度との関係を示した。図2には示していないが、高濃度のATP (2.5 mmol/l) 存在下での生成物S-Pの最大生成速度は、低濃度のATP (0.8 mmol/l) 存在下でのそれと同じである。



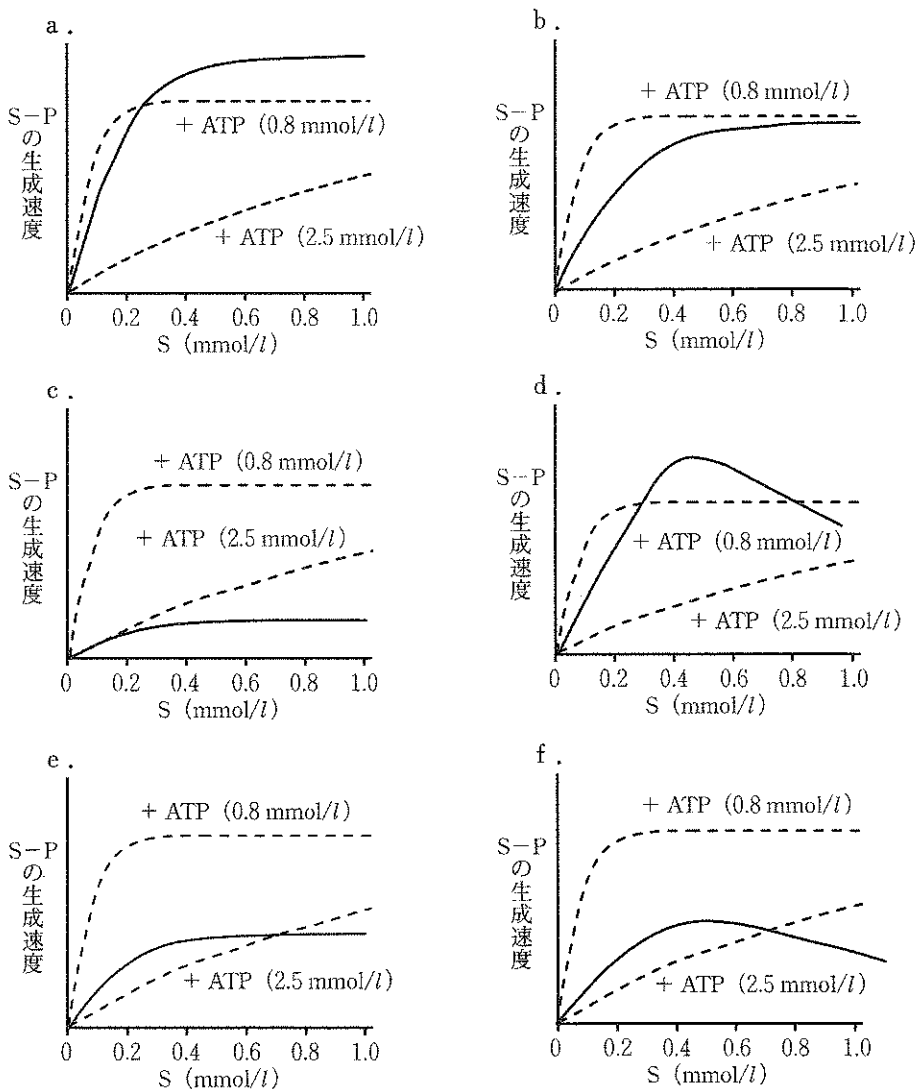
なお、図1と図2の実験で用いた酵素Aの濃度は、基質S、ATPやADPの濃度に比べて極めて低い。

1. 図1と図2の結果をもとに、この酵素反応の説明としてもっとも適当なものはどれか。次のa～eから1つ選び、その記号をマークせよ。

- a. アロステリック部位に結合したATPは、基質Sが活性部位に結合するのを阻害しない。
- b. ADPがアロステリック部位に結合すると、ATPは活性部位に結合しにくくなる。
- c. 濃度が1 mmol/lを超えるとATPはアロステリック部位に結合し、基質Sが活性部位に結合するのを阻害するので、生成物S-Pの生成速度が抑制される。

- d. ADPがアロステリック部位に結合すると、酵素-基質複合体から生成物S-Pが生じる速度は増加するので、ATPによる抑制は解除される。
- e. ADPがアロステリック部位に結合すると、ATPが活性部位に結合しやすくなり、酵素-基質複合体から生成物S-Pの生じる速度は増加する。

2. 図1に示したように、高濃度のATPによる阻害作用はADP存在下では抑制される。図1ならびに図2の結果をもとに、酵素反応をATP (2.5 mmol/l) とADP (0.5 mmol/l) 存在下で行ったとき、S-Pの生成速度と基質Sの濃度との関係を示すもっとも適当な図を、次のa~fから1つ選び、その記号をマークせよ。なお、図a~fには図2の結果を点線で示してある。



3. 図1に示した現象が酵母の細胞内でも同様に起こっていることが分かっている。ATPによる酵素Aの阻害は酵母にとってどのような生物学的意味があるのか、1行でしるせ。
4. 酵母は好気呼吸と嫌気呼吸を行う。酵母の培養液に、呼吸基質であるグルコースを加えると、グルコースが0.2モル消費され、その呼吸商は1.5であった。このとき、嫌気呼吸で消費されたグルコースの量（モル）を求めよ。

IV. 次の文を読み、下記の設問1～4に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

活発に細胞分裂をくりかえしている真核生物の培養細胞の集団がある。この集団では、細胞周期の各時期全体にわたって細胞が均一に分布しており、すべての細胞は細胞周期を同じ速度で回り続けているとする。この細胞集団から10000個の細胞を採取して個々の細胞のDNAの量を測定し、細胞1個あたりのDNA量(相対値)を横軸に、それぞれのDNA量をもった細胞の数を縦軸にあらわしたグラフを図1に示す。その結果、相対的なDNA量がおよそ2のグループ(Aグループ)、およそ4のグループ(Cグループ)、2と4の間のグループ(Bグループ)に分かれていることがわかった。この細胞集団を用いて次の実験1と実験2を行った。

実験1：この細胞集団の培養液にDNA合成を阻害する薬剤を加えてから、22時間培養した。そのあと、DNA合成阻害剤を含まない培地に細胞を移しさらに培養を続け、個々の細胞のDNAの量を測定した。図2は、DNA合成阻害剤を加えた時点からの全細胞数に対するAグループの細胞数の割合の経時変化を示す。

実験2：この細胞集団の培養液に細胞分裂を停止させる薬剤を加えてから、1細胞周期よりも長い時間培養した。そのあと、細胞集団から10000個の細胞を採取して個々の細胞のDNAの量を測定した。

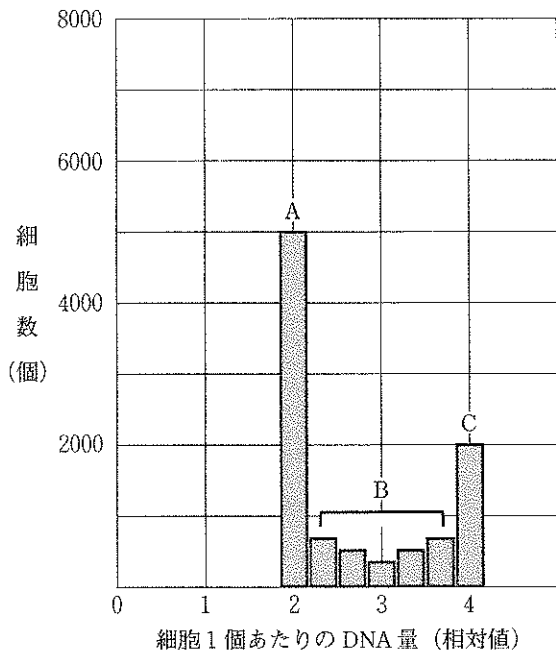


図1

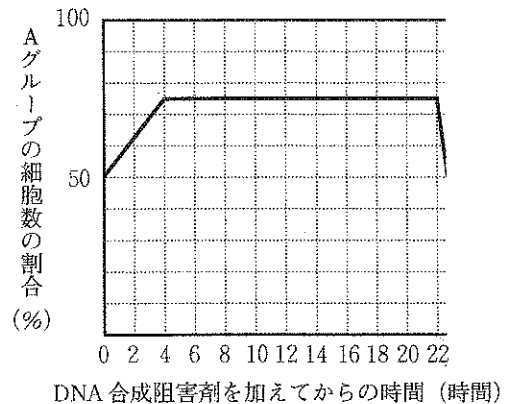


図2

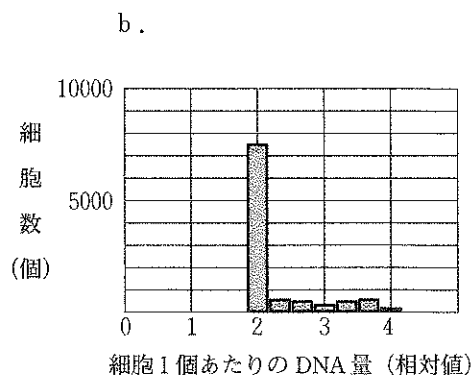
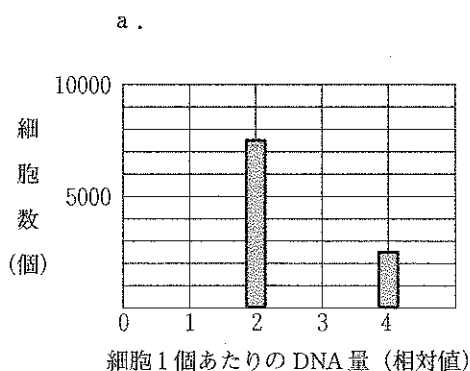
1. この細胞集団を酢酸オルセインで染色して顕微鏡で観察したところ、他の細胞とは異なる染色像を示す細胞が認められた。このような染色像を示すのは次のうちのどれか。もっとも適当なものを次の a～f から 1 つ選び、その記号をマークせよ。

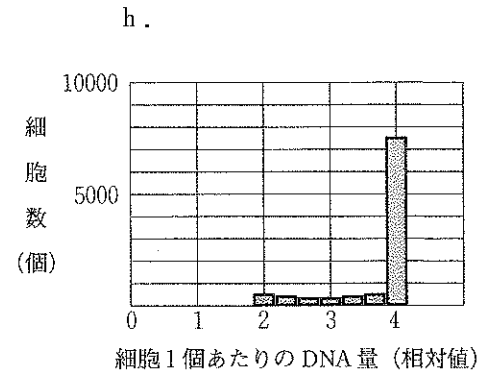
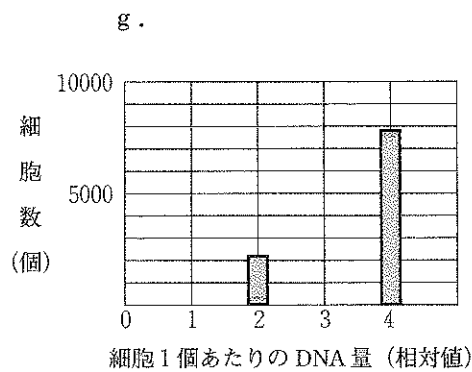
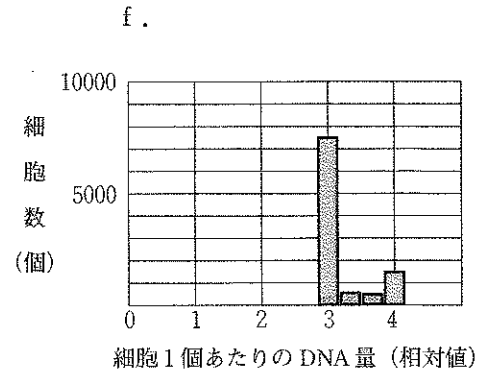
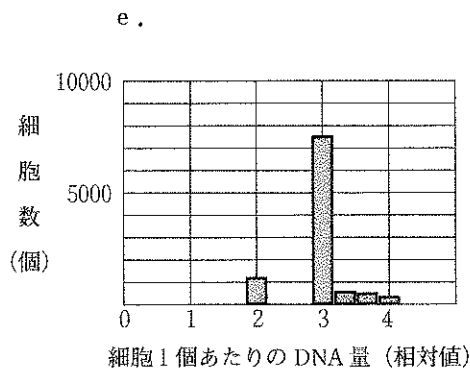
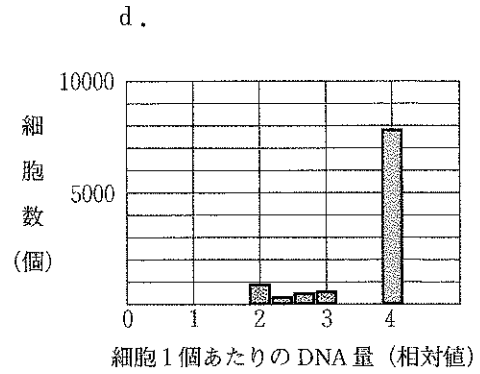
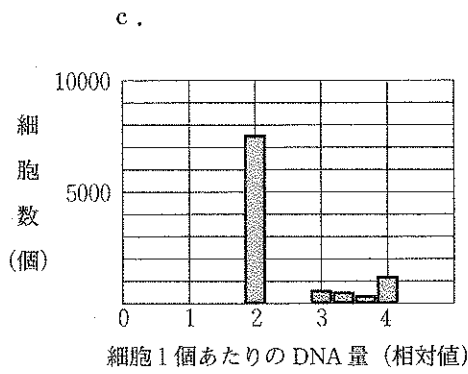
- a. Aグループのすべての細胞
- b. Bグループのすべての細胞
- c. Cグループのすべての細胞
- d. Aグループの一部の細胞
- e. Bグループの一部の細胞
- f. Cグループの一部の細胞

2. 実験に用いた培養細胞の細胞周期は何時間か、しるせ。

3. 実験1において、DNA合成阻害剤を加えてから次の(ア)～(ウ)の時間だけそれぞれ培養したあとで、細胞集団から 10000 個の細胞を採取して個々の細胞の DNA の量を測定し、その結果を図1と同様のグラフに示した場合、どのようになるか。もっとも適当なものを次の a～h から 1 つずつ選び、その記号をマークせよ。ただし、DNA合成阻害剤を加えると、細胞の DNA 合成はすぐに停止し、DNA合成阻害剤を含まない培地に移すと DNA 合成がすぐに再開されるものとする。また、DNA合成阻害剤は、DNA合成を行っていない細胞の細胞周期の進行には影響を与えないものとする。

(ア) 22 時間 (イ) 25 時間 (ウ) 29 時間





4. 実験2の結果を図1と同様のグラフに示すとどのようになるか。解答用紙のグラフに図示せよ。ただし、細胞分裂を停止させる薬剤は、細胞分裂を行っていない細胞の細胞周期の進行には影響を与えないものとする。

【以下余白】