

(平 21 前)

# 理 科

	ページ
物 理	1～ 5
化 学	6～13
生 物	14～21
地 学	22～28

・ ページ番号のついていない白紙は下書き用紙である。

注意 解答はすべて答案用紙の指定のところに記入しなさい。

物 理	75 点
化 学	75 点
生 物	75 点
地 学	75 点

# 生 物

I 次の細胞周期に関する記述を読んで、問1～5に答えなさい。(配点18点)

体細胞分裂期において、細胞核は染色体を形成した後、二つの娘核に分裂する。分裂期から次の分裂期までの間は、間期と呼ばれ、間期はさらに細かく、DNA合成準備期( $G_1$ 期)、DNA合成期(S期)、分裂準備期( $G_2$ 期)に分かれる。 $G_1$ 期と $G_2$ 期では、細胞成長と細胞内器官の複製を行っており、S期では、核のDNA合成を行っている。細胞周期のそれぞれの期間の長さは、生物の種によって異なることが知られている。ヒトのある細胞の核あたりのDNA含量の時間変化を図1に示す。

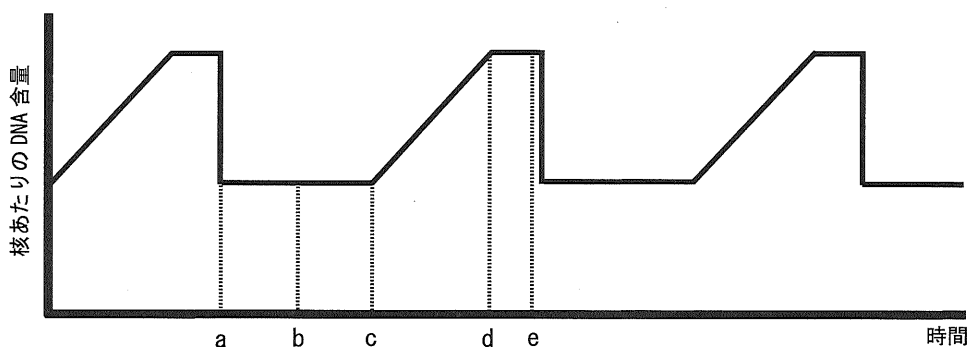


図1

ヒト体細胞の細胞周期を調べるために、次の実験を行った。T(チミン)類似体として、細胞に取り込まれるプロモデオキシウリジン(BrdU)を含んだ培地で、ヒト培養細胞を30分間育てた。その後、細胞を洗浄し、取り込まれなかったBrdUを除去して、BrdUを含まない新しい培地で、引き続き育てた。新しい培地に移した直後(0時間)から25時間経過するまで、1時間ごとに細胞を取り出して、細胞標本(プレパラート)を作製した。プレパラートに対して、BrdUを検出するための処理を行い、顕微鏡下で細胞内へのBrdUの取り込みを観察した。観察される全細胞のうちBrdUを取り込んだ分裂細胞の割合を図2に示した。

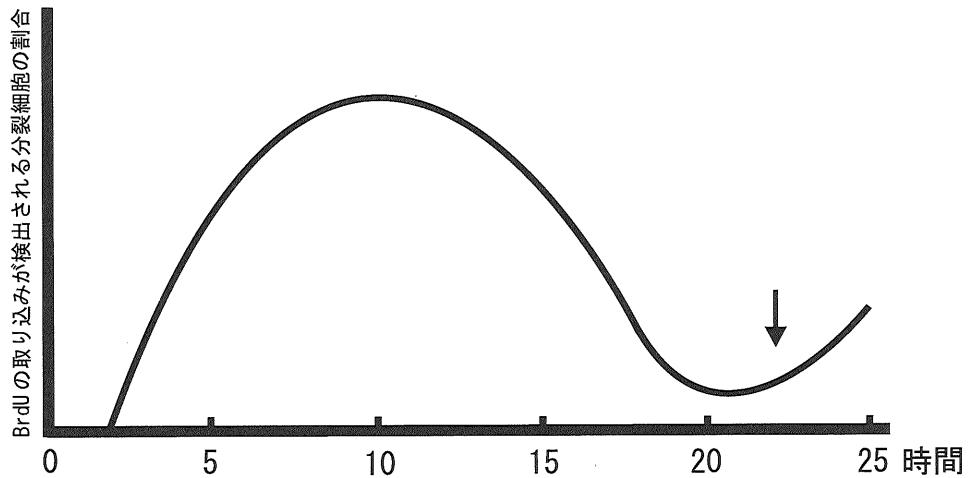


図 2

- 問 1 ヒト染色体は、DNA の他にどのような生体物質から構成されているか、答えなさい。
- 問 2 体細胞分裂中期の染色体が観察されるのは図 1 のどの時期か、アルファベットで答えなさい。
- 問 3 図 1 で示される細胞周期のうち BrdU は、どこからどこまでの時期の細胞に取り込まれると考えられるか、アルファベットで答えなさい。
- 問 4 図 2 において矢印で示すように再びカーブが上昇するのはなぜか、その理由を 50 字以内で答えなさい。
- 問 5 このヒト培養細胞の分裂準備期 ( $G_2$  期) の時間を推定し、次の(a)~(d)のうちから最も適当なものを選んで記号で答えなさい。  
 (a) 1 時間      (b) 2 時間      (c) 10 時間      (d) 20 時間

Ⅱ 次の文章を読んで、問 1～3 に答えなさい。(配点 19 点)

ウニやクシクラゲの初期発生に関して、以下の三つの実験を行った。

- 実験 1 ウニ胚の 2 細胞期の割球を分離したところ、各々の割球は正常な形態の幼生へと発生した。
- 実験 2 ウニ胚が 8 細胞期に至った時点で上下二つ(動物極側の 4 細胞および植物極側の 4 細胞)に分離したところ、動物極側の 4 細胞は胞胚に似た不完全な胚へ、植物極側の 4 細胞は原腸や骨格をもつ腕の短い不完全な幼生へと発生した。
- 実験 3 クシクラゲ胚において、ウニの場合と同様に 2 細胞期の割球を分離したところ、生殖腺や消化管などの内部器官は正常であったものの、体表面に本来 8 本あるクシ板の数が半減した幼生へと発生した。

問 1 ウニ胚の卵剖面や幼生の記述として最も適切なものを次の(ア)～(カ)の中から二つ選び、その記号を答えなさい。

- (ア) 第一卵剖面と第三卵剖面は平行で、プリズム幼生→プルテウス幼生の順に発生が進む。
- (イ) 第一卵剖面と第三卵剖面は直交し、プリズム幼生→プルテウス幼生の順に発生が進む。
- (ウ) 第一卵剖面と第二卵剖面は直交し、プラヌラ幼生→プルテウス幼生の順に発生が進む。
- (エ) 第一卵剖面と第二卵剖面は直交し、プラヌラ幼生→プリズム幼生の順に発生が進む。
- (オ) 第一卵剖面と第二卵剖面は平行で、プルテウス幼生→プリズム幼生の順に発生が進む。
- (カ) 第一卵剖面は赤道面に直交し、第三卵剖面の位置は動物極寄りである。
- (キ) 第一卵剖面は赤道面に直交し、第三卵剖面の位置は動物極側と植物極側の中間である。

- (ク) 第一卵断面の位置は決まっておらずランダムで、その角度が原口の位置を決める。
- (ケ) 第二卵断面は赤道面に平行で、第三卵断面はそれに対して斜めとなり、その角度が原口の位置を決める。
- (コ) 第二卵断面は赤道面に平行で、第三卵断面は赤道面に直交する。

問 2 実験 1 と実験 3 から、ウニ胚の 2 細胞期とクシクラゲ胚の 2 細胞期のそれぞれの状態を表す用語を書き、50 字以内で説明しなさい。

問 3 実験 2 の結果から、ウニの発生では、原腸と骨格は植物極側から生じると予想されるが、上記の実験のみに基づいて、それを最終的に結論づけることには問題があると考えられる。なぜなら、正常発生の過程では、動物極側の細胞群と植物極側の細胞群との間の相互作用が、原腸や骨格の分化に影響を及ぼしている可能性があるからである。また、実験 2 は異常な胚をつくるような条件下であるため、例えば、大量の細胞死や分化の転換が起きた結果として、異常形態にたどり着いた可能性もある。それでは、ウニの正常発生において、原腸と骨格が植物極側から生じることを明らかにするには、どのような実験を行えばより確かな証拠を示せるか、70 字以内で説明しなさい。

Ⅲ 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点19点)

ある植物において、花を赤色にするA遺伝子と白色にするa遺伝子は、互いに対立遺伝子で  の関係にあり、赤色の純系AAと白色の純系aaの交雑による雑種第一代( $F_1$ )は桃色になる。また、B遺伝子はA遺伝子が働くために必要であり、対立遺伝子bに対して優性である。例えば、遺伝子型がAABbの場合には  色、AaBbは  色、AAbbは白色になる。

問1 空欄  ～  にあてはまる最も適切な語句を解答欄に記入しなさい。

問2 白色の2つの純系を交雑したところ、 $F_1$ はすべて桃色になった。2つの親系統の遺伝子型と $F_1$ の遺伝子型をそれぞれ答えなさい。

問3 問2の $F_1$ の自家受粉によって得られる雑種第二代( $F_2$ )の表現型(赤色：桃色：白色)の分離比を答えなさい。ただし、A(a)とB(b)は独立に遺伝するものとする。

問4 問3の $F_2$ 世代のある桃色個体とある白色個体を交雑したところ、次世代の表現型の分離比が、赤色：桃色：白色＝1：2：5になった。交雑に用いた桃色と白色の遺伝子型を答えなさい。

問5 もしAとb(aとB)が連鎖していて、AaBbとaabbの交雑で桃色が10%生じると仮定した場合、A(a)とb(B)遺伝子間の組換え価(%)を求めなさい。また、AaBbの自家受粉によって得られる次世代の表現型(赤色：桃色：白色)の分離比を答えなさい。

IV 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点19点)

いろいろな植物の種子の多くは十分な水と酸素、適切な温度があれば容易に発芽するが、中には発芽に光が必要な  種子と呼ばれるものもある。背の高い植物が生い茂る樹林下では、上層の葉で太陽光の  色光を含むその大部分が吸収され、地表の  種子は  色光に比べて  色光を受光する割合が多くなるために発芽しにくい。

茎の伸長は鉛直方向ばかりではなく、光源(自然界では太陽)の方向に曲がって伸びる性質がある。

茎や葉の細胞に葉緑体を持つ植物は太陽光の  色光を光エネルギーとして吸収し、チラコイド膜を介して化学エネルギー物質であるATPとNADPHを生成する。一方、気孔を通じて外気より取り込んだ  と根から吸った水から、これらの化学エネルギー物質を用いて、炭水化物の生合成を行っている。このときの  固定量は弱光域では受光量に比例して増加し、しだいに飽和する。

中・高緯度地域に自生する種子植物は昼間の長さ(日長)の変化に<sup>(D)</sup>応答して花を咲かせるものが多い。オナモミは日長が約15時間より短くなると花芽を形成する。逆にホウレンソウは日長が約14時間以上にならないと花芽を形成しない。一方、低緯度地域が原産のトマトやトウモロコシは日長に関係なく花芽を形成する。このような日長の変化に<sup>(C)</sup>応答した花芽形成を解明するための接ぎ木実験により、葉で作られて  管を移動する花を咲かせる植物ホルモン様物質(フロリゲン)の存在が約70年前から提唱され、近年になって一部の植物で初めてその正体が解明された。

このように植物は光をエネルギー源および情報源として広く利用して生育している。

問1 空欄  ～  にあてはまる最も適切な語句を解答欄に記入しなさい。

問 2 下線部(A)の性質を示すレタス種子の発芽は、 色光と  色光の交互照射に対して可逆的に調節される。このことに関わる光受容色素タンパク質を何というか、解答欄(a)に記入しなさい。また、そのタンパク質の光吸収における可逆的な変化を説明した図 1 中の  と  にあてはまる最も適切な語句を解答欄(b)と(c)に記入しなさい。

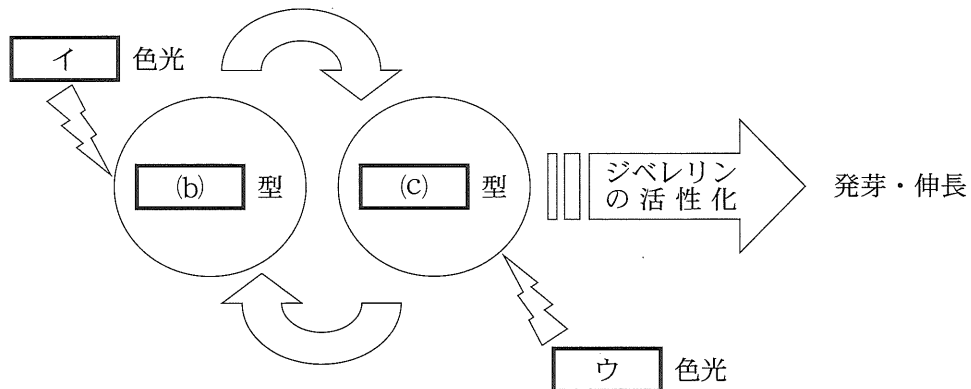


図 1

問 3 下線部(B)の性質を何というか、解答欄(d)に記入しなさい。また、この性質を調べたボイセン・イエンセンやウエントの実験の後に関与が明らかになった植物ホルモンは何か、解答欄(e)に記入しなさい。

問 4 観葉植物を明るさ 50 (光強度の相対値)、温度 25 °C の環境下に 1 週間おいたところ、植物体乾燥重量の変化はなかった(ここでは光合成および呼吸による乾燥重量の増減は全てグルコースによるとし、落葉はない)。そこで、照明を明るくして 200 (光強度の相対値)、またはそれ以上にすると、光強度にかかわらず 1 週間で約 57 g の植物体乾燥重量の増加が見られた(ただし、全ての葉は均一に受光し、周囲の大気の状態は一定であるとする)。この観葉植物の全ての葉(全葉面積 0.5 m<sup>2</sup>)が同じ  固定能力を維持するとして、下線部(C)の反応曲線を解答欄のグラフに実線で記入しなさい。このとき葉温は 25 °C、葉の暗呼吸量は 5 mg/(100 cm<sup>2</sup>・時)で、根や茎の呼吸量は無視できるほど小さい。また、この観葉植物をより明るい光環境に十分に順応させると、新たに生じた葉の反応曲線はどのように変化すると予想されるか、同じ解答欄のグラフに点線で記入しなさい。

問 5 下線部(D)の性質を何というか，解答欄(f)に記入しなさい。この性質(D)に関して，オナモミとハウレンソウは何植物というか，それぞれ解答欄(g)と(h)に記入しなさい。また，(g)植物の花芽形成が温度よりも日長に対して応答する利点を解答欄(i)に 70 字以内で説明しなさい。