２０２５年度入学試験問題

理　　科

物理・化学・生物

注　　意

1　問題冊子は１冊，解答用紙は物理４枚，化学４枚，生物４枚，下書き用紙は４枚です。

2　出題科目，ページおよび選択方法は，下表のとおりです。

出題科目	ページ	選択方法
物理	１～８	左記科目のうちから志望する学部，学科等が指定する数（１または２）の科目を選択し，解答しなさい。
化学	９～18	
生物	19～31	

3　試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等により解答できない場合は，手を高く挙げて監督者に知らせなさい。

4　選択する科目の解答用紙は上記１に示す枚数を回収するので，選択する科目の解答用紙と下書き用紙を切り取り，選択する科目すべての解答用紙に，それぞれ２箇所受験番号を記入しなさい。選択しない科目の解答用紙には受験番号を記入する必要はありません。

5　選択しなかった科目の解答用紙は，試験時間中に監督者が回収するので，大きく×印をして机の通路側に重ねて置きなさい。

6　解答は，すべて解答用紙の指定されたところに書きなさい。

7　試験終了後，問題冊子と下書き用紙は必ず持ち帰りなさい。

生　物

第１問

次の生徒と先生の会話文を読み，下の**問１**～**問４**に答えよ。

生徒：先生，いま生物の本を読んでいるのですが，生物ってほんと多様ですね。

先生：地球上には植物や動物，昆虫，微生物など多種多様な生物が存在しているよ。すべての生物に見られる共通性を覚えているかな。

生徒：はい，覚えています。ですが，a ウイルスは必ずしもあてはまらないんですよね。

先生：そうだね。また細菌に感染するウイルスのことを（　**ア**　）といって，これはハーシーとチェイスの実験で使われていたんだ。

生徒：彼らの実験は，（　**イ**　）を使ったグリフィスの実験とb エイブリーの実験と関係していましたね。

先生：グリフィスの実験で（　**ウ**　）という現象が発見されたね。いまでは，この現象は遺伝子を扱う技術で当たり前に利用されているんだよ。

生徒：遺伝子を扱う技術や方法に興味はありますが，何から学べばいいですか。

先生：それなら，c 植物由来の遺伝子Ｘを大腸菌のなかでタンパク質発現させる遺伝子組換え実験をやってみよう。来週の実験には，緑色蛍光タンパク質（GFP）遺伝子を（　**エ**　）遺伝子として使おうかな。

生徒：GFP って青色光や（　**オ**　）の照射で緑色の蛍光を発するタンパク質ですね。

先生：プラスミドを使って，遺伝子Ｘと GFP 遺伝子をつなげれば可能だね。GFP 遺伝子はすでにプラスミドに組み込まれているから，遺伝子Ｘを組み込むことにしよう。

生徒：プラスミドって，遺伝子の運び手のひとつで，（　**カ**　）というんですよね。

先生：教科書にある言葉は実験でよく使うので，来週までに見直しておくといいよ。

生徒：わかりました。来週の実験が楽しみです。

問1　会話文の（　**ア**　）～（　**カ**　）に入る最も適切な語句を下から選んで答えよ。

語句：キャリアー，ベクター，肺炎双球菌，形質導入，アメーバ，紫外線，ファージ，レポーター，アーキア，赤外線，インジケーター，可視光線，接合，乳酸菌，形質転換，大腸菌

問2　下線部 a に関して，生物に共通する 3 つの性質を挙げ，その理由を 100 字以内で答えよ。

問3　下線部 b は，グリフィスの実験をもとにおこなわれたが，どのような実験であるか，100 字以内で答えよ。

問4　下線部 c について，実験の手順 1～6 を下に示す。以下の問いに答えよ。

＜手順＞

1. 植物のゲノム DNA を鋳型にして，遺伝子 X の領域を PCR 反応で増幅
2. 増幅した遺伝子 X の DNA 断片を *Eco*R Ⅰ と *Bam*H Ⅰ の制限酵素（表 1）で反応
3. GFP 遺伝子が組み込まれたプラスミド（図 1）を手順 2 と同じ制限酵素で反応
4. 手順 2 の遺伝子 X を手順 3 のプラスミドの MCS に挿入（図 2）
5. 手順 4 で組み込んだプラスミドを大腸菌へ導入
6. 培養して増えてコロニーを作った大腸菌を蛍光顕微鏡で観察

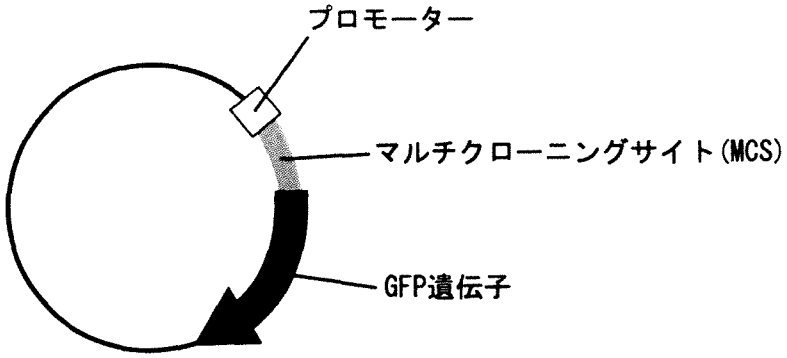

図 1　使用する GFP 遺伝子が組み込まれたプラスミド

表１　MCS にある塩基配列とそれらを切断する制限酵素

制限酵素	切断する配列
*Eco*R Ⅰ	G¦AATT C C TTAA¦G
*Bam*H Ⅰ	G¦GATC C C CTAG¦G
Xba Ⅰ	T¦CTAG A A GATC¦T
Nhe Ⅰ	G¦CTAG C C GATC¦G
Bgl Ⅱ	A¦GATC T T CTAG¦A

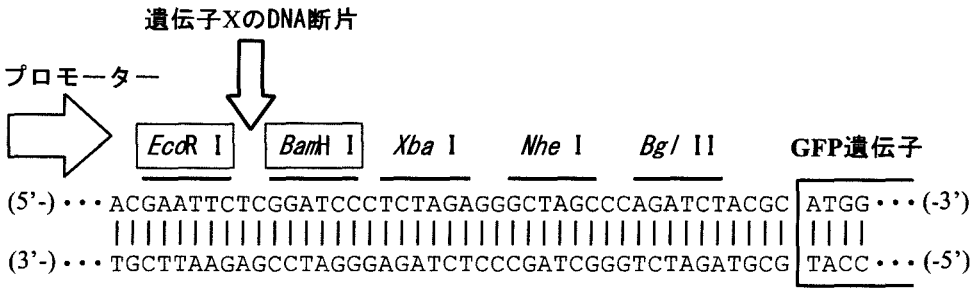

図２　実験で使用するプラスミドのマルチクローニングサイト
の塩基配列

（1） 上記に示す手順にそって実験をおこなったが，大腸菌ではGFPと一体化した植物由来の遺伝子Xのタンパク質を発現できなかった。その原因として，手順1において，植物のゲノムDNAを鋳型にしており，遺伝子Xのエクソンとイントロンを含むDNA断片を増幅していたことが問題であると考えた。これを解決するためには，遺伝子Xの相補的DNAを作って，PCR反応に用いる必要がある。相補的DNAを作成する際に，使用する物質と酵素で適切な組み合わせはどれか。下の①～⑥から選び，記号で答えよ。

① DNAと 逆転写酵素
② DNAと DNAヘリカーゼ
③ DNAと RNAポリメラーゼ
④ RNAと 逆転写酵素
⑤ RNAと DNAヘリカーゼ
⑥ RNAと RNAポリメラーゼ

（2） 手順に示すように*EcoR* Ⅰと*BamH* Ⅰの制限酵素を使用して，図2で示すマルチクローニングサイト（MCS）へ遺伝子Xの組み込みをおこなう。そのプラスミドを大腸菌に導入し，大腸菌は遺伝子Xを必ず発現できると仮定する。しかし，例に示すように，遺伝子XとGFP遺伝子の間にストップコドン（TGA，TAG，TAA）が生じたり，コドンの読み枠がずれたりすると，大腸菌は遺伝子XをGFPと一体化したタンパク質として発現できない。そこで，GFPと一体化したXタンパク質の発現条件を満たすものを，下の①～⑥からすべて選び，番号で答えよ。ただし，遺伝子Xのプロモーター側で使用する*EcoR* Ⅰは，①～⑥のすべてに使用されるものとする。また，①～⑥に記されている制限酵素は，それぞれ遺伝子XとGFP遺伝子の間の配列のみを切断する。

（例）遺伝子Xを *Bam*H Ⅰの配列部位に，下に示す配列になるように組み込む。

[・・・ 遺伝子X GGA TCC CTC **TAG** AGG
GCT AGC CCA GAT CTA CGC GFP遺伝子]

① 遺伝子Xを *Xba* Ⅰの配列部位に，下に示す配列になるように組み込む。

[・・・ 遺伝子X TCTAGA・・・ACGC GFP遺伝子]

② 遺伝子Xを *Nhe* Ⅰの配列部位に，下に示す配列になるように組み込む。

[・・・ 遺伝子X GCTGAC・・・ACGC GFP遺伝子]

③ 遺伝子Xを *Bgl* Ⅱの配列部位に，下に示す配列になるように組み込む。

[・・・ 遺伝子X AGATCT・・・ACGC GFP遺伝子]

④ 遺伝子Xを *Xba* Ⅰの配列部位の前に1塩基(T)を挿入して，下に示す配列になるように組み込む。

[・・・ 遺伝子X TTCTAGA・・・ACGC GFP遺伝子]

⑤ 遺伝子Xを *Bgl* Ⅱの配列部位の前に2塩基(TG)を挿入して，下に示す配列になるように組み込む。

[・・・ 遺伝子X TGAGATCT・・・ACGC GFP遺伝子]

⑥ 遺伝子Xは制限酵素の *Bam*H Ⅰを使用し， *Bgl* Ⅱの配列部位の前に2塩基(TG)を挿入して，下に示す配列になるように組み込む。

[・・・ 遺伝子X TGGGATCT・・・ACGC GFP遺伝子]

（次のページにも問題があります。）

第2問

次の文章を読み，下の**問1**～**問4**に答えよ。

真核細胞は膜で囲まれた細胞小器官を有しており，a 各細胞小器官にはそれぞれ特有のタンパク質が含まれている。細胞膜表面や細胞外に輸送されるタンパク質の合成がリボソームではじまると，そのリボソームは（ **ア** ）に付着して合成を続ける。（ **ア** ）ではb ジスルフィド結合などが形成される。次にタンパク質は袋状の膜構造が層状に重なった（ **イ** ）に運ばれ，糖鎖などの修飾をうける。その後，輸送小胞によって細胞膜へ移動し，細胞膜へ提示されたり，細胞外へ分泌されたりする。

真核細胞はc 細胞外の物質を小胞に包み込み，細胞内に取り込む作用をもつ。取り込まれた物質の多くはエンドソームを経由して，様々な分解酵素を含んだ（ **ウ** ）に運ばれ，消化される。

問1　文章中の（ **ア** ）～（ **ウ** ）に入る細胞小器官の名称を記入せよ。

問2　下線部aに関して，以下の問いに答えよ。

（1）　リボソームで合成されたタンパク質の各細胞小器官への行き先はどのようにして決まるのかを簡潔に答えよ。

（2）　タンパク質がもつ特有の立体構造が変化して，機能を失うことを何と呼ぶか答えよ。

問3　下線部bに関して，以下の問いに答えよ。

（1）　この結合を担うアミノ酸の名称を答えよ。

（2）　この結合以外にタンパク質の三次構造の安定化にはたらく結合を 3 つ答えよ。

問4　下線部 c に関して，以下の問いに答えよ。

（1）　この作用を何と呼ぶか答えよ。

（2）　タンパク質 X は細胞膜に存在する受容体で，物質 Y と結合した後，下線部 c の過程を通じて物質 Y を細胞内へ取り込んで，細胞内の反応に利用する。そこでタンパク質 X をもっていない細胞に，野生型（WT）のタンパク質 X，遺伝子変異 A，遺伝子変異 B，遺伝子変異 C によってアミノ酸が変化した 3 つのタンパク質 X をそれぞれ発現させた。そして物質 Y の細胞内への取り込み量，X の発現量，X と Y の結合について調べた。図 3 は実験で得られたそれぞれのデータを示しており，グラフの値は WT の値を 100%として示してある。

遺伝子変異 A，遺伝子変異 B，遺伝子変異 C によって物質 Y の細胞内への取り込み量が変化した理由をそれぞれ簡潔に答えよ。

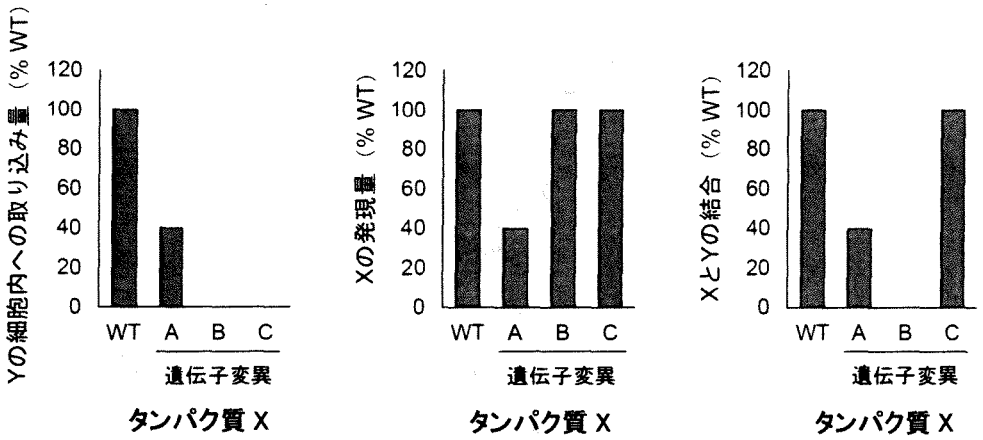

図 3　タンパク質 X による物質 Y の取り込みに関する実験結果

第３問

次の文章を読み，下の**問１**～**問４**に答えよ。

生体内では様々な種類のタンパク質により生命活動が支えられている。生体内の主なエネルギー源として炭水化物のひとつであるグルコースの細胞内への供給，代謝を例にあげる。食事由来のグルコースは a 小腸上皮細胞の膜タンパク質であるグルコース輸送体によって体内に取り込まれる。体内に取り込まれた b グルコースは血液によって運ばれる。細胞内では酵素などのタンパク質によりグルコースが代謝されて ATP を合成し，エネルギーとして利用する。真核生物では，c 呼吸とも呼ばれるグルコースの異化は，３つの段階を順に進行し，最終的に ATP が合成される。

問１　下線部 a に関する次の図について，以下の問いに答えよ。

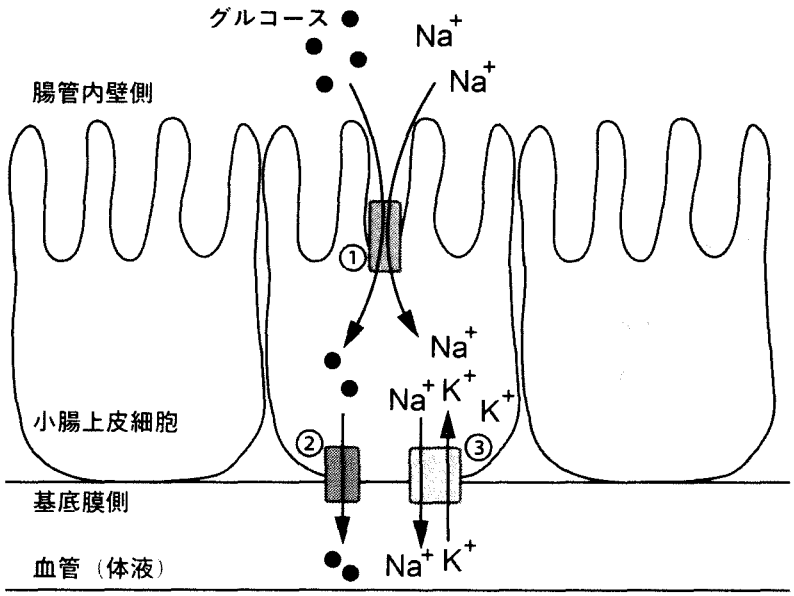

図４　小腸上皮細胞でのグルコース輸送

（１）小腸上皮細胞の腸管内壁側の①Na^+/グルコース共輸送体は Na^+と共にグルコースを上皮細胞内に取り込む。細胞内のグルコースは上皮細胞基底膜側の②グルコ

ース輸送体によって体液へ輸送される。このときの③ナトリウムポンプの役割を50字以内で説明せよ。

（2）①～③の膜タンパク質について，それぞれ能動輸送するか，受動輸送するか解答欄に記せ。

問2　下線部bに関して，血糖濃度を上げるホルモンをふたつ，下げるホルモンをひとつ答えよ。

問3　下線部cに関して，以下の問いに答えよ。

（1）呼吸の3段階の過程のうち，ミトコンドリアで進行するものをふたつ答えよ。

（2）呼吸によってグルコースが完全に分解されてエネルギーを生じる際の式を次の様に示した。

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \rightarrow 6CO_2 + 12H_2O$

60 mgのグルコースが完全に分解されたとき，生じた二酸化炭素の重さは何mgになるか答えよ。ただし，原子量をH = 1，C = 12，O = 16とする。

問4　下線部cに関して，ヘキソキナーゼは解糖系においてリン酸をATPからグルコースに移し，グルコース-6-リン酸をつくる酵素である。図5はATP存在下，ヘキソキナーゼ濃度が一定の時の，グルコース濃度とヘキソキナーゼの反応速度の関係を示したグラフである。

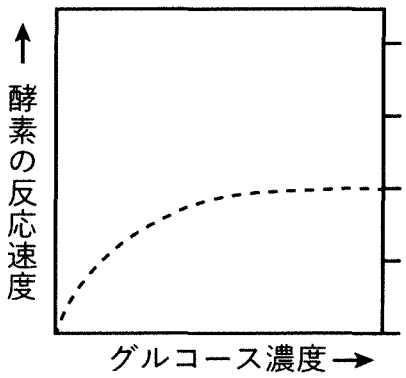

図5　グルコース濃度とヘキソキナーゼの反応速度の関係

（1）ヘキソキナーゼ濃度を2倍に変えた時の反応速度を示すグラフを描け。解答用紙には元のグラフを点線で示している。

（2）酵素反応を競争的に阻害する物質を加えたときのグラフを描け。解答用紙には元のグラフを点線で示している。

（3）無機触媒と酵素について反応温度の観点からその特徴をそれぞれ挙げ，80字以内で説明せよ。

（次のページにも問題があります。）

第４問

次の文章を読み，下の**問１**～**問５**に答えよ。

被子植物の配偶子形成では，おしべの葯（やく）の花粉母細胞が（　**ア**　）分裂し，花粉４分子が形成される。花粉４分子のそれぞれが非対称に分裂して，大きい細胞が花粉管細胞に，小さい細胞が細胞Ａになる。細胞Ａはさらに分裂して，２つの精細胞を生じる。一方，めしべの胚珠内の胚のう母細胞の場合，（　**ア**　）分裂してできた４つの細胞のうち，３つは退化し，１つが胚のう細胞となる。胚のう細胞は３回の核分裂をおこない，それにより生じた８つの核のうち６つが細胞端に移動して，配偶子の細胞Ｂ，その隣に位置する２つの細胞Ｃ，３つの反足細胞になる。残りの２つの核は細胞Ｄの核となる。精細胞と細胞Ｂが融合して（　**イ**　）となり，精細胞と細胞Ｄが融合して（　**ウ**　）となる。この過程を（　**エ**　）受精という。

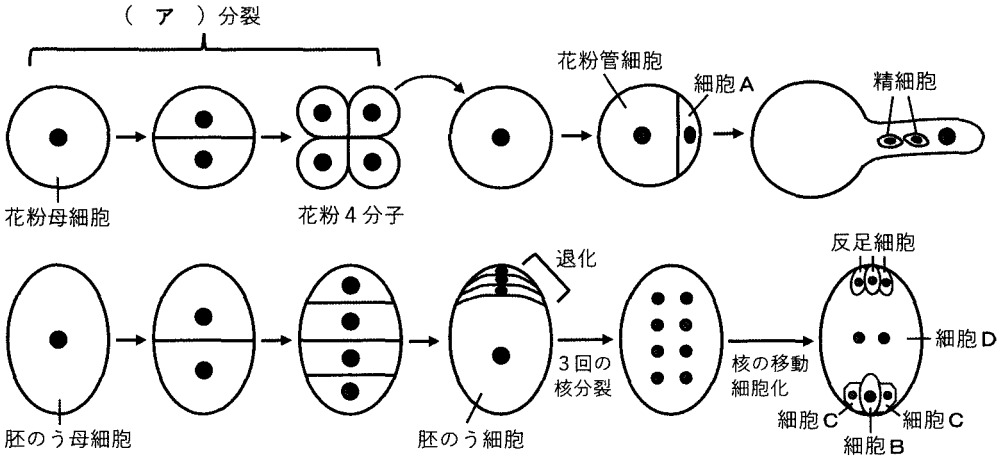

図６　被子植物の配偶子形成

問１　文章中の（　**ア**　）～（　**エ**　）に最も適切な語句を入れよ。

問２　細胞Ａ～Ｄの名称を答えよ。

問3　以下の①～⑦から正しいものをすべて選び，番号で答えよ。

① 花粉管は細胞Bと融合し，精細胞を送り届ける。

② 細胞Bを破壊すると花粉管が胚のうに誘引されない。

③ 2つの細胞Cを破壊すると花粉管が胚のうに誘引されない。

④ 細胞Dを破壊すると花粉管が胚のうに誘引されない。

⑤ 花粉管細胞は精細胞の2倍のDNA量を持つ。

⑥ 細胞Cは胚のう母細胞の半分のDNA量を持つ。

⑦ 胚のう母細胞は細胞Dの2倍のDNA量を持つ。

問4　5つの染色体を持つ被子植物（n＝5）を考える。1つの植物個体は，各々の相同染色体について，母方由来の染色体と父方由来の染色体の2種類を持つ。この植物個体において形成される花粉が持つ染色体の組み合わせの数を，以下の2つの場合について途中の数式とともに答えよ。

（1）相同染色体間で組み換えが起こらない場合

（2）各相同染色体（n＝5）すべてで，特定の1カ所のみで50％の確率で組み換えが起こる場合

問5　精細胞の形成に関わる対立遺伝子 P と p がある。P は正常な機能をもつ野生型の顕性遺伝子である。一方，p は突然変異により機能しなくなった潜性遺伝子である。この p を持つ花粉では，非対称分裂が起こらず，精細胞が形成されないが，他の正常な花粉と同様に成熟する。潜性遺伝子 p の影響は，この遺伝子を持つ花粉のみで見られる。

潜性遺伝子 p をヘテロで持つ植物（Pp）の花粉を，野生型（PP）の植物のめしべに受粉させ，F1 世代を得た。F1 個体の遺伝子型はすべて野生型ホモ接合（PP）であった。以下の問いに答えよ。

（1）野生型の植物（PP）の花粉を，潜性遺伝子 p をヘテロで持つ植物（Pp）のめし

べに受粉させて得られたF1個体では，遺伝子型はどのように分離するか。花粉と胚のうの遺伝子型を考慮し，その分離比を答えよ。またその理由を100字以内で答えよ。

（2）潜性遺伝子 p をヘテロで持つ植物（Pp）を自家受粉して得られた個体では，遺伝子型はどのように分離するか。花粉と胚のうの遺伝子型を考慮し，その分離比を答えよ。またその理由を100字以内で答えよ。