

令和5年度 東北医科薬科大学 入学試験問題

医学部 一般・理科

《 注 意 事 項 》

1. 解答用紙左部に氏名、フリガナ、その下部に受験番号を記入し、例にならって○にマークしなさい。

(例) 受験番号10001の場合

フリガナ	
氏名	

受 験 番 号				
万	千	百	十	一
1	0	0	0	1
	●	●	●	○
●	①	①	①	●
②	②	②	②	②
③	③	③	③	③
④	④	④	④	④
⑤	⑤	⑤	⑤	⑤
⑥	⑥	⑥	⑥	⑥
⑦	⑦	⑦	⑦	⑦
⑧	⑧	⑧	⑧	⑧
⑨	⑨	⑨	⑨	⑨
⑩	⑩	⑩	⑩	⑩

2. 出題科目、ページ及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	1~13	左の3科目のうちから2科目を選択し、解答しなさい。解答する科目の順番は問いません。解答時間(120分)の配分は自由です。
化 学	14~25	
生 物	26~47	

3. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁等に気付いた場合は、手を高く挙げて監督者に知らせなさい。
4. 2枚の解答用紙のそれぞれの解答科目欄に、解答する科目のいずれか1つをマークしなさい。
5. 解答方法は次のとおりです。

(1) 解答は解答用紙の解答欄にマークしなさい。例えば、 と表示のある問いに対して③と解答する場合は解答番号1の解答欄の③にマークしなさい。

解答	解 答 欄										
番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0
1	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑩

この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。

- (2) に数字「8」、 に数字「0」と答えたい時は次のとおりマークしなさい。

6	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	●	⑨	⑩	⑪
7	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	●

/ のように分数形で解答する場合は、既約分数(それ以上約分できない分数)で答えなさい。 / に $3/4$ と答えたい時は次のとおりマークしなさい。

8	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
9	①	②	③	●	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪

- (3) 解答の作成にはH、F、HBの黒鉛筆またはシャープペンシル(黒い芯に限る)を使用し、○の中を塗りつぶしなさい。解答が薄い場合には、解答が読み取れず、採点できない場合があります。
- (4) 答えを修正する場合は、プラスチック製の消しゴムであとが残らないように**完全に消しなさい**。鉛筆のあとが残ったり、~~●~~のような消し方などした場合は、修正または解答したことにならないので注意しなさい。
- (5) 解答用紙は折り曲げたり、メモやチェック等で汚したりしないよう、特に注意しなさい。

(試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。)

生 物

生
物

[I] 次の文章を読み、以下の問1～問5の設問に答えなさい。

生命活動には様々なタンパク質が関わっている。タンパク質は核内で転写された mRNA の情報をもとに翻訳され、それぞれ働くべき場所へと正確に運ばれる。

分泌タンパク質の翻訳は、細胞質基質中のリボソームで始まる。その後、タンパク質のアミノ末端側のシグナル配列（特定のアミノ酸配列）が翻訳され、シグナル配列がリボソームから出てくるといったん翻訳を停止し、そのリボソームは [A] に運ばれる。リボソームが [A] に結合して翻訳を再開させると、ポリペプチドは伸長するとともに [A] の中に入る。[A] に取り込まれたポリペプチドは折りたたまれ、アミノ酸配列に応じた立体構造をとる。[A] での翻訳途中にオリゴ糖鎖（図1中：Y）とよばれる糖14個からなる鎖がポリペプチド中のアスパラギン（一文字表記：N）残基に結合することがある。その糖鎖の結合はおもにタンパク質のアミノ酸配列に依存するため、タンパク質がもつ糖鎖の数はタンパク質によって異なる。

分泌タンパク質は、シグナル配列部分が切断されると分泌型になり、(ア) 生体膜によって包まれた小胞によって [B] へ運ばれる。[B] では分泌タンパク質に結合したオリゴ糖鎖の加工が行われる一方で、細胞外へ分泌されるタンパク質とそれ以外のタンパク質に選別される。分泌されるタンパク質は分泌小胞に取り込まれ、(イ) その小胞が細胞膜と融合すると分泌タンパク質を含む内容物が細胞の外へ放出される。

[C] には [A] で合成された加水分解酵素が [B] を経由して運ばれる。細胞内で不要になったものや、細胞外から取り込まれたものなどは [C] に含まれる加水分解酵素によって分解される。

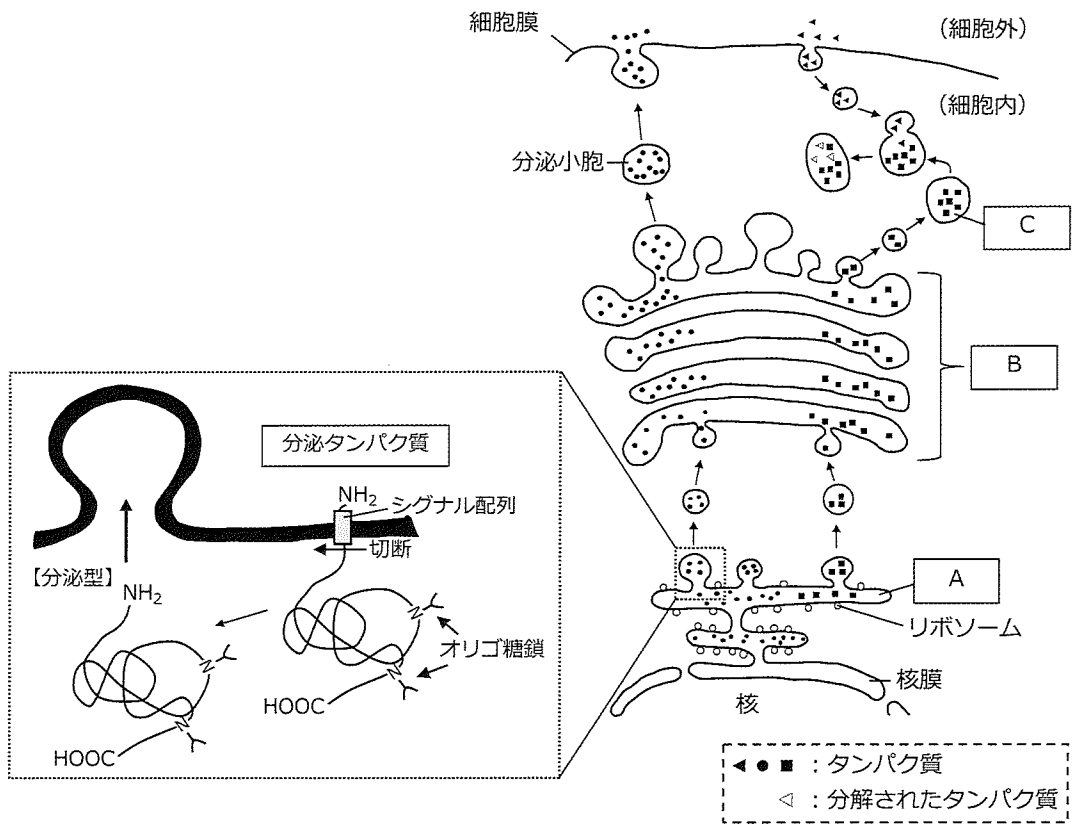


図1 タンパク質の細胞内輸送

問1 文章中の下線部（ア）を構成するリン脂質に含まれる元素の組み合わせとして最も適切なものを以下の選択肢から選び、 にマークしなさい。

- | | | |
|--------------|-----------------|-----------------|
| ① C, H | ② H, O, P | ③ C, H, O |
| ④ C, H, P | ⑤ C, H, O, N | ⑥ C, H, O, P |
| ⑦ C, H, O, S | ⑧ C, H, O, N, S | ⑨ C, H, O, P, S |

問2 文章中と図1中のA～Cにはそれぞれ共通の細胞小器官名が入る。A～Cに当てはまる細胞小器官を以下の選択肢から選び、それぞれ～ にマークしなさい。

A: B: C:

- | | | | |
|---------|----------|-----------|--------------|
| ① 小胞体 | ② 中心体 | ③ 葉緑体 | ④ ゴルジ体 |
| ⑤ リソソーム | ⑥ デスモソーム | ⑦ ミトコンドリア | ⑧ アクチンフィラメント |

問3 文章中または図1中のAの説明、AとBの両方に当てはまる説明として最も適切なものを以下の選択肢からそれぞれ選び、 と にマークしなさい。

Aの説明: AとBの両方の説明:

- ① 呼吸の場となる。
- ② セルロースを含む。
- ③ シヤペロンを含む。
- ④ クロロフィルを含む。
- ⑤ 微小管からなり、紡錘糸の形成に関与する。
- ⑥ 核のDNAとは別に独自のDNAが存在する。
- ⑦ 内部にチラコイドと呼ばれる扁平な構造を持つ。
- ⑧ ホルモンや消化酵素などを分泌する細胞でよく発達している。

問4 文章中の下線部（イ）の過程は何とよばれるか、以下の選択肢から選び、7にマークしなさい。

- | | | |
|-------------|-------------|-------------|
| ① オーガナイザー | ② フィードバック | ③ スプライシング |
| ④ ホメオスタシス | ⑤ セントラルドグマ | ⑥ エコーロケーション |
| ⑦ エピジェネティクス | ⑧ エキソサイトーシス | ⑨ エンドサイトーシス |

問5 分泌タンパク質 X, Y, Z に関して, 設問 (1) ~ (4) に答えなさい。

(1) 細胞の外に分泌されたタンパク質 X の分子量をウエスタンブロット法で調べた (図 2)。ウエスタンブロット法とは, 細胞破碎液や細胞の培養上清に含まれるタンパク質をポリアクリルアミドゲルを用いた電気泳動で分子量の順に分離した後, その泳動したタンパク質全体をメンブレンと呼ばれる疎水性の膜に写し取り (ブロットし), 抗体を利用して目的のタンパク質のみを検出する方法である。この実験で使用するサンプルとして, 分泌タンパク質 X を含む細胞の培養上清 (糖鎖切断なし: -) と, その培養上清に含まれるタンパク質に結合したオリゴ糖鎖のみを酵素反応により取り除く処理をしたもの (糖鎖切断あり: +) を準備した。その結果, 分泌タンパク質 X は図 2 のように分子量 78,000 と 66,000 の位置に帯状のバンドとして検出された。オリゴ糖鎖の 1 本の分子量を 2,000 とすると, この分泌タンパク質 X には何本のオリゴ糖鎖が結合していると予想されるか, その数字を にマークしなさい。

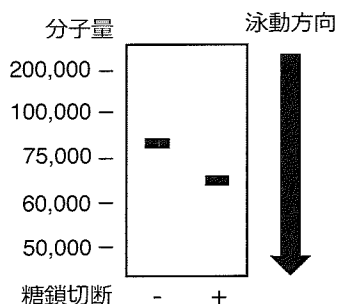


図2 ウエスタンブロット法による分泌タンパク質Xの検出

(2) 分泌タンパク質 X の mRNA のアミノ酸に翻訳される塩基配列の全長を 1,860 塩基対とすると, 切断されたシグナル配列の長さは アミノ酸である。当てはまる数字を下の (例) に従って と にマークしなさい。ただし, アミノ酸の平均分子量を 110 とし, ペプチド結合の際の脱水は考慮しなくてよい。

(例). 5 アミノ酸の場合: に①, に⑤

10 アミノ酸の場合: に①, に⑩

(3) タンパク質中のアスパラギン残基にオリゴ糖鎖の結合が起こるためには、3つ並びのアミノ酸配列 (Asn-Pro 以外のアミノ酸 -Ser または Thr^(注1)) が必要である。この配列が分泌タンパク質 Y には7つあった (図3Aの a~g)。この配列をもっている、その場所に必ずしもオリゴ糖鎖が結合しているとは限らないので、どのアスパラギン残基にオリゴ糖鎖が結合しているのかを調べた。分泌タンパク質 Y の野生型と a~g のアスパラギンをグルタミンに置換した分泌タンパク質 Y 変異体の各種 (「ab」と表記する場合は、a と b のアスパラギンをグルタミンに変えた変異体) を細胞^(注2) に発現させた。その培養上清に含まれる分泌タンパク質 Y をウエスタンブロット法で検出した (図3B)。ここでも、設問(1)と同じように糖鎖切断なし (-) と糖鎖切断あり (+) のサンプルを準備した。

(注1) Asn はアスパラギン, Pro はプロリン, Ser はセリン, Thr はトレオニンを表す。

(注2) ここではタンパク質 Y を発現していない細胞を用いた。

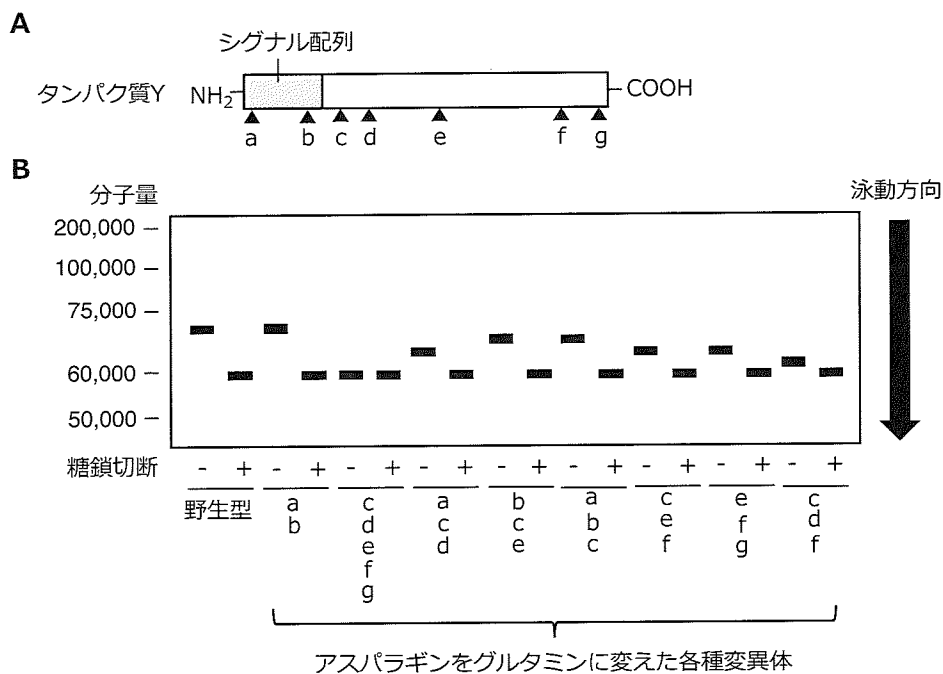


図3 分泌タンパク質 Y の糖鎖付加配列 (A) とウエスタンブロット法による検出 (B)

図3の実験結果からオリゴ糖鎖が結合していると予想されるアスパラギン残基をすべて選ぶ時、その組み合わせとして正しいものを以下の選択肢から選び、

11

にマークしなさい。ただし、すべての糖鎖構造は同じであり、各変異はタンパク質Yのフォールディングおよび他の部位の糖鎖付加効率に影響を与えないものとする。

- ① a, b ② c, d, e ③ c, d, f ④ c, e, f
⑤ c, d, e, f ⑥ c, d, f, g ⑦ c, d, e, g ⑧ c, e, f, g
⑨ d, e, f, g ⑩ c, d, e, f, g

(4) 分泌タンパク質 Z は細胞の培養条件を変えると、翻訳の開始位置がさらに後ろの 20 番目のメチオニンに相当する ATG に変わり、細胞外へ分泌されなくなった。この時、20 番目以降のコードンの読み枠 (フレーム) は同じであった。この非分泌型のタンパク質 Z が細胞内のどこに存在するのかを調べるために、非分泌型が発現する条件で培養した細胞の破碎液を以下のように細胞分画法で分画した (図 4A)。得られた沈殿 1, 沈殿 2, 沈殿 3, および上澄み 3 を用いて、ウエスタンブロット法により非分泌型のタンパク質 Z を検出した (図 4B)。ここでも、糖鎖切断なし (-) と糖鎖切断あり (+) のサンプルを準備した。この実験結果を踏まえた非分泌型タンパク質 Z の特徴としてもっとも適切なものを以下の選択肢から選び、 にマークしなさい。

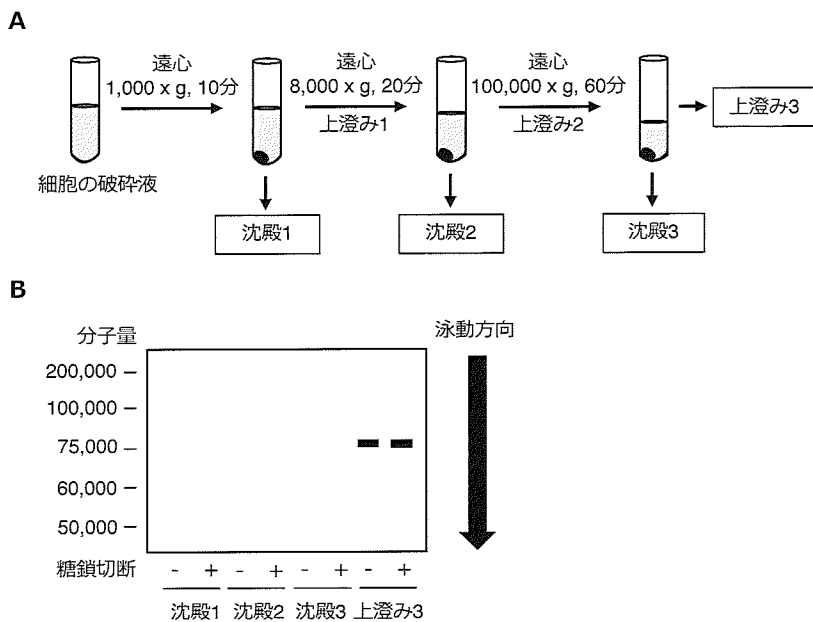


図4 細胞分画法 (A) とウエスタンブロット法によるタンパク質 Z の検出 (B)

- ① オリゴ糖鎖を結合しており、核に存在する。
- ② オリゴ糖鎖を結合しており、小胞体に存在する。
- ③ オリゴ糖鎖を結合しており、細胞質基質に存在する。
- ④ オリゴ糖鎖を結合しており、ミトコンドリアに存在する。
- ⑤ オリゴ糖鎖を結合しておらず、核に存在する。
- ⑥ オリゴ糖鎖を結合しておらず、小胞体に存在する。
- ⑦ オリゴ糖鎖を結合しておらず、細胞質基質に存在する。
- ⑧ オリゴ糖鎖を結合しておらず、ミトコンドリアに存在する。

————— このページは白紙です —————

[Ⅱ] 以下の問1～問3に答えなさい。

問1 神経とホルモンによる体内環境の維持に関して、a～eの中から正しいものをすべて選ぶとき、その組み合わせとして適切なものを以下の選択肢から選び、にマークしなさい。

- a. 神経系による体内環境の調節には交感神経と副交感神経が関与している。
- b. 交感神経と副交感神経の作用は通常拮抗的である。
- c. 神経系による標的臓器への作用はホルモンに比べて効果の発現が速い。
- d. ホルモンによる標的臓器への作用は神経系に比べて効果の及ぶ範囲が狭い。
- e. 神経系とホルモンは同じ臓器に対して作用することはない。

- ① a, b ② b, c ③ c, d ④ d, e
- ⑤ a, e ⑥ a, b, c ⑦ b, c, d ⑧ c, d, e
- ⑨ a, b, c, d ⑩ a～eのすべて

問2 神経系とホルモンによる体内環境の維持の例として、血しょう浸透圧の調節が挙げられる。以下の文章を読み、設問(1)～(4)に答えなさい。

正常血液の浸透圧は自律神経系と内分泌系の働きによって275～290 mOsm/L^(注1)と狭い範囲内に保たれている。体の水分喪失によって血しょう浸透圧が高くなると、これを正常化するために口渇感^(注2)による飲水行動が促される。

一方、水分を摂取できない時には、生体は尿への水分排出量を調節することで血しょう浸透圧を一定範囲に維持している。尿への水分排出の調節は[14]というホルモンによって行われる。[14]を分泌する細胞は神経分泌細胞とよばれ、その細胞体は間脳の[15]にあり、その軸索は[16]まで伸びており、そこから[14]が血中に放出される。[14]は腎臓の[17]などに働き、そこで水の再吸収を促進する。水の再吸収は水だけを通すタンパク質である[18]によるものである。

(注1) mOsm/Lは1Lの溶液中のすべての物質のミリモル数

(注2) 口の中や喉が激しくかわき、水分を欲しがらる状態

(1) 文章中の[14]に当てはまるホルモンを以下の選択肢から選び、マークしなさい。

- | | | |
|-------------|------------|----------|
| ① 鉱質コルチコイド | ② アドレナリン | ③ バソプレシン |
| ④ パラトルモン | ⑤ チロキシン | ⑥ グルカゴン |
| ⑦ 甲状腺刺激ホルモン | ⑧ 糖質コルチコイド | |

(2) 文章中の[15]～[18]に当てはまる語を以下の選択肢から選び、マークしなさい。

- | | | | |
|----------|-----------|----------|--------|
| ① サイトカイン | ② サイトカイニン | ③ アクアポリン | ④ 視床下部 |
| ⑤ 脳梁 | ⑥ 脳下垂体 | ⑦ 視床 | ⑧ 糸球体 |
| ⑨ 集合管 | ⑩ ボーマンのう | | |

(3) のように特定の物質を通過させる孔（管）がある膜タンパク質を何というか。以下の選択肢から選び、 にマークしなさい。

- ① ポンプ ② 受容体 ③ チャネル ④ 担体
 ⑤ 接着タンパク質 ⑥ モータータンパク質

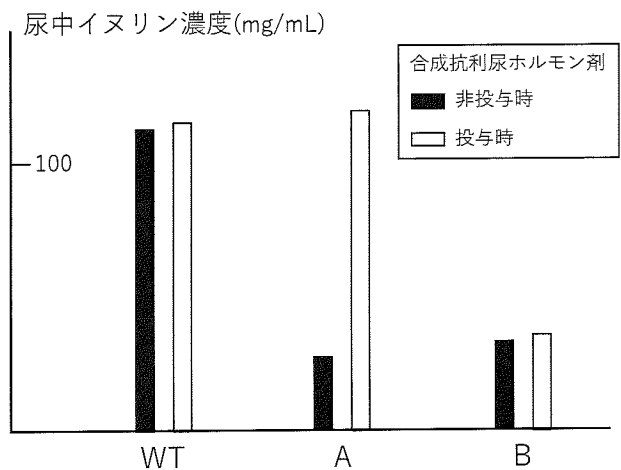
(4) 自律神経系の働き、および の分泌は睡眠中にどう変化するか。表から選び、 にマークしなさい。

選択肢	自律神経系	<input type="text" value="14"/> の分泌
①	交感神経優位	増加する
②	交感神経優位	減少する
③	交感神経優位	変化しない
④	副交感神経優位	増加する
⑤	副交感神経優位	減少する
⑥	副交感神経優位	変化しない

問3 多糖類の一種であるイヌリンは糸球体で完全にろ過され、分泌も再吸収もされずに尿中に排出されるので、腎臓の尿を濃縮する能力を測定するために使われる。また、腎臓の尿を濃縮する能力は抗利尿ホルモンによって促進される。以下の設問(1)～(3)に答えなさい。

(1) 尿崩症は腎臓で尿が濃縮されずに排尿される疾患である。尿崩症を発症したラットA、Bおよび健常ラット(WT)にイヌリンを静脈から持続的に投与し、尿中のイヌリンの濃度を測定した。次に、これらの動物に合成抗利尿ホルモン剤を静脈内投与したところ、次の図に示す結果を得た。

合成抗利尿ホルモン剤非投与時に、疾患ラットAとBの抗利尿ホルモンの血中濃度は健常ラットに比べてどのように変化しているか。正しい組み合わせを表から選び、にマークしなさい。ただし、ラットBでは抗利尿ホルモンの分泌細胞のホルモン分泌能力自体に異常はないものとする。



選択肢	A	B
①	増加している	増加している
②	増加している	減少している
③	増加している	変わらない
④	減少している	増加している
⑤	減少している	減少している
⑥	減少している	変わらない
⑦	変わらない	増加している
⑧	変わらない	減少している

(2) ヒトの静脈内にインスリンを持続投与し、血中濃度が 1 mg/mL になるように調整した。次にこのヒトから採尿したところ、1 時間で 70 mL の尿が得られ、尿中のインスリンの濃度は 120 mg/mL であった。1 分間に糸球体でろ過される血しょうの量を計算し、小数点以下は四捨五入して ～ にマークしなさい。ただし、数値が四桁以上の時は ～ のすべてに㊸をマークし、二桁または一桁の場合は、下の(例)に従ってマークすること。

(例) 24 mL ⇒ に㊸, に㊹, に㊺をマークする。
 4 mL ⇒ に㊸, に㊹, に㊺をマークする。

mL/分

(3) 腎糸球体に急性炎症が起きた患者で設問(2)と同じ検査を行ったところ、1 分間に糸球体でろ過される血しょうの量は 75 mL/分であった。この患者の尿量および血中抗利尿ホルモンの値は健常者に比べて、どのように変化していると考えられるか。適切な組み合わせを表から選び、 にマークしなさい。

選択肢	尿量	血中抗利尿ホルモン
①	増加している	増加している
②	増加している	減少している
③	増加している	変わらない
④	減少している	増加している
⑤	減少している	減少している
⑥	減少している	変わらない

〔Ⅲ〕 以下の問1～問3の設問に答えなさい。

問1 次の文章を読み、設問（1）と（2）に答えなさい。

19世紀のオーストリア帝国の司祭であったグレゴール・ヨハン・メンデルは、修道院の片隅の畑で以下のようなエンドウを用いた植物の交配実験を行った。

- 一株の親植物の花から雄しべを除去（除雄）し、別の親株から集めた花粉を除雄した花の雌しべの先端につけることで、2つの異なる形質の親世代（P）で人工受粉を行なった。
- 結実した種子を植え付けることで、第一世代（F₁）植物体を得る。このF₁植物がどちらの親の形質を引き継ぐかを調べて、それぞれの形質を示すF₁植物の数を記録した。
- さらに、F₁植物の一部を自家受粉させて第二世代（F₂）を得て、そのF₂植物に現れる形質を調べてその数を記録した。

メンデルは、次のような実験結果を得て、メンデルの法則と呼ばれる遺伝に関する法則を発見した。

- (a) F₁世代では、両親の示す2つの形質が融合されずに、一方の形質のみが現れた。具体的には丸い種子とシワの種子を交配すると丸い種子のみが現れた。
- (b) F₂世代では、一部はシワの種子をつけた。この形質は融合によって消失してはいなかった。
- (c) F₁世代では、二つの形質のうち片方のみが現れたが、もう一方の形質はF₂世代の子孫の約4分の1で再び現れた。メンデルは、F₁で現れ、さらにF₂でも多数現れた形質を顕性（優性）、F₁で現れなかった形質を潜性（劣性）とよんだ。

これ以外の形質に関しても、対照的な形質を示す品種のうち7つの交配において、全てで同じような結果が得られた（表1）。

表1 メンデルの一遺伝子雑種交雑¹⁾の結果

親世代 (P) の表現型		F ₂ 世代の表現型			
顕性(優性)	潜性(劣性)	顕性(優性)	潜性(劣性)	全体	比
丸い種子	シワの種子	5,474	1,850	7,324	2.96 : 1
黄色の種子	緑色の種子	6,022	2,001	8,023	3.01 : 1
紫色の花	白色の花	705	224	929	3.15 : 1
膨らんださや	くびれたさや	882	299	1,181	2.95 : 1
緑色のさや	黄色のさや	428	152	580	2.82 : 1
腋性の花 ²⁾	頂生の花 ²⁾	651	207	858	3.14 : 1
長い茎 ³⁾	短い茎 ³⁾	787	277	1,064	2.84 : 1

- 1) 遺伝子雑種交雑とは、一組の対立形質のみに着目してヘテロ接合体どうしの交雑を行うこと。
 2) 腋性の花：茎の側方に花をつけるもの、頂生の花：茎の先端に花をつけるもの。
 3) 1m程度の長い背丈、あるいは0.3m程度の短い背丈を特徴とする。

(1) メンデルが一遺伝子雑種交雑実験で法則を導くことに成功した理由として、適さないものを以下の選択肢から選び、にマークしなさい。

- ① 自然に自家受粉が行われる前に雄性器官の雄しべを花から除去することで、別の個体から得た花粉で人為的に他家受粉させることが可能であったため。
- ② メンデルは観察した特徴に関して、F₂世代の種子や植物を十分に数え上げることで、一定の比率を得ることができたため。
- ③ メンデルが選んだ形質が、偶然にもヘテロ接合体が2種類のホモ接合体の中間的な表現型を示すような不完全顕性を示すことがなかったため。
- ④ 観察したそれぞれの表現型を示す2つの原因遺伝子が同じ染色体上になく、連鎖や組換えを起こすことがなかったため。

(2) ある遺伝子についてホモ接合の個体は同型の対立遺伝子を2個持っている。一方、ヘテロ接合の個体は、異型の対立遺伝子を1個ずつ持っていることになる。慣例では、顕性遺伝子は大文字(丸い種子, R)で、潜性遺伝子を小文字(シワの種子, r)で表す。

配偶子の遺伝子型と子孫で生じる遺伝子型の出現率は、パネットの方形を用いると簡単に予想できる。表2のように横軸に雄性配偶子の取りうる遺伝子型、縦軸に雌性配偶子の取りうる遺伝子型を並べると、4つの箱の中にその組み合わせを並べることで、表現型とその出現頻度が明らかとなる。

表2

		雄性遺伝子	
		R	r
雌 性 遺 伝 子	R	RR	Rr
	r	Rr	rr

遺伝子型が不明な丸い種子の個体がホモ接合かヘテロ接合であるかを判別する検定交雑を行った。既知のシワ個体の配偶子の遺伝子型を横軸に取った場合で、全ての子が顕性形質を示すパネットの方形はどれか。以下の選択肢より選び、27にマークしなさい。さらに、既知のシワ個体の配偶子の遺伝子型を横軸に取った場合で、交配で生じる種子の半分が丸い種子、半分がシワ種子となる場合のパネットの方形はどれか。以下の選択肢より選び、28にマークしなさい。

①

Rr	Rr
Rr	Rr

②

Rr	rr
rr	rr

③

RR	RR
rr	rr

④

Rr	Rr
rr	rr

⑤

RR	Rr
Rr	rr

⑥

rr	rr
rr	rr

————— このページは白紙です —————

問2 次の文章を読み、設問(1)～(3)に答えなさい。

メンデルは、二つの異なる形質がどのように遺伝するのかについても調べている。具体的には、種子の色と形が異なるエンドウ、片方の親株は丸く黄色い種子のみを付け、他方はシワで緑色の種子のみをつけるエンドウを用いた。問1と同様に、顕性遺伝子は丸い種子(R)で、潜性遺伝子をシワの種子(r)で表す。さらに、種子の色に関しては、顕性遺伝子は黄色い種子(Y)で、潜性遺伝子を緑色の種子(y)で表す。

Rとrの分離はYとyの分離と独立し、お互いに影響しないとする。この場合、F₁世代の遺伝子型RrYyの個体から4種類の配偶子(RY, Ry, rY, ry)が同じ数だけ生じ、これらがランダムに組み合わせられる。その結果、F₂世代では4種類の表現型、丸く黄色の種子(丸黄)、丸く緑色の種子(丸緑)、シワで黄色の種子(シワ黄)、シワで緑色(シワ緑)の種子が得られた。

メンデルの実験結果から、4種類の異なる表現型がF₂世代でおおよそ

$$\text{丸黄} : \text{丸緑} : \text{シワ黄} : \text{シワ緑} = \boxed{33} : \boxed{34} : \boxed{35} : 1$$

の比率であらわれた。この結果から「異なる二つの対立遺伝子は配偶子の形成に際して互いに独立で組み合わせられる」とする独立の法則が得られた。

(1) 下線にある「丸く緑色の種子(丸緑)」の表現型を呈する遺伝子型を下記から選び、～に、選択肢番号の小さい順にマークしなさい。なお、あてはまる選択肢が3つ以下の場合は、残りの解答欄に⑩をマークし、あてはまる選択肢が5つ以上の場合で解答欄が不足する場合は、番号の数字の小さい選択肢から順に記載しなさい。

- ① RRYy ② RRYy ③ RRyy ④ RrYY ⑤ RrYy
⑥ Rryy ⑦ rrYY ⑧ rrYy ⑨ rryy ⑩ 該当なし

(2) 本文中の、～にあてはまる数字をマークしなさい。該当する数字が2桁以上の場合は、解答欄に⑩をマークしなさい。

(3) メンデルが法則を発見したのち、すべての表現型が独立しているわけではなく、二種の対立遺伝子が相互に影響を与えて一つの表現型をもたらすことも知られるようになった。具体例として、ゴールデンレトリバーの毛色に関しては、次のことがわかっている。

- 色素の産生は、遺伝子 B (黒色) は遺伝子 b (茶色) に対して顕性である。
- 遺伝子 C (毛への色素沈着) は遺伝子 c (色素沈着がなく、黄色の毛を示す) に対して顕性である。

その結果、遺伝子 B と C を同時に持つレトリバーは黒色、遺伝子型 bb と遺伝子 C を持つレトリバーは茶色、遺伝子型 cc を持つレトリバーは色素の産生に関わる遺伝子座の遺伝子型にかかわらず、黄色となる。

黄色と茶色のレトリバーの両親に多数の子が生まれ、すべて黒色だった場合、両親の遺伝子型としてありうる組み合わせはどれか。以下から二つ選び、 と にマークしなさい (選択肢番号の数字の小さい方を とする)。

- ① BBCC ② BBCc ③ BBcc ④ BbCC ⑤ BbCc
⑥ Bbcc ⑦ bbCC ⑧ bbCc ⑨ bbcc

問3 次の文章を読み、設問（1）と（2）に答えなさい。

メンデルののちの生物学者は、メンデルが提唱した遺伝の法則には例外があることを見出した。コロンビア大学のトーマス・ハント・モーガンはショウジョウバエで二遺伝子検定交雑を行った結果、期待される比率の1:1:1:1とは異なった結果を得た。体色を決める遺伝子と翅（はね）の大きさを決める遺伝子は独立に組み合わせられず、むしろそれらは一緒に遺伝する傾向が強かった。

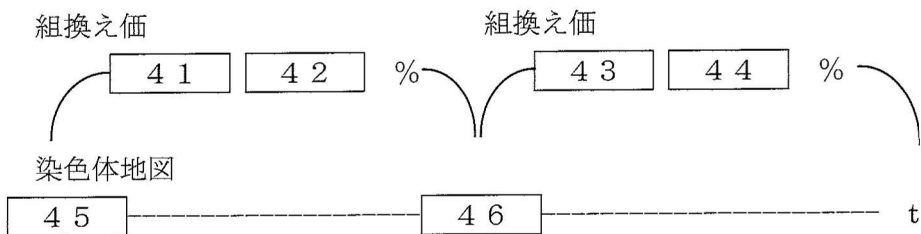
モーガンは、ショウジョウバエの二つの遺伝子座が同じ染色体上にある、すなわち、それらが連鎖しているのではないかと考えた。減数分裂時に起こる交差（乗換え）によって、頻度の低い表現型が生じるという仮説を立て、それを実証していった。その結果として、遺伝子間の距離が大きければ、その間の乗換え頻度が高いことを明らかにし、染色体地図が作成できることも明らかにした。

ここでは、便宜上ある種のアエで、互いに連鎖している白眼(w)、切れ翅(t)、棒眼(b)は野生型の赤眼(W)、正常翅(T)、丸眼(B)に対して潜性であるとする。白眼、切れ翅、棒眼のアエと、野生型のアエを交配すると、F₁はすべて野生型であった。このF₁に白眼、切れ翅、棒眼の個体を交配する検定交雑を行い、下表に示すような1,000個体を得た。

形質			個体数
白眼	切れ翅	棒眼	407
赤眼	正常翅	丸眼	405
白眼	正常翅	丸眼	56
赤眼	切れ翅	棒眼	52
白眼	正常翅	棒眼	35
赤眼	切れ翅	丸眼	33
白眼	切れ翅	丸眼	7
赤眼	正常翅	棒眼	5

(1) w と b の間で組換えの起こった個体は、1,000 個体のうちの何個体か。3 桁の数字として、 で答えなさい。2 桁の数字の場合は、右詰めとして に①をマークし、1 桁の数字の場合は右詰めとして と に①をマークしなさい。

(2) w, t, b の染色体地図をそれぞれの組換え価から推測して、下記の図の空欄に適切な数字と記号を入れ、下の染色体地図を完成させなさい。小数点以下は四捨五入して、2 桁あるいは 1 桁の数字として算出しなさい。



ただし、 には 2 桁の数字を、あるいは 1 桁の数字の場合は に①と、 に数字をマークしなさい。同様に、 には 2 桁の数字を、あるいは 1 桁の数字の場合は に①と に数字をマークしなさい。

なお、 と は、以下の選択肢より選び、マークしなさい。

- ① w ② b

