

# 入学試験問題(1次)

## 理 科

令和2年1月27日

10時50分—12時10分

### 注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないこと。
- 2 この問題冊子は表紙・白紙を除き39ページ(物理1～10ページ, 化学11～23ページ, 生物24～39ページ)である。落丁, 乱丁, 印刷不鮮明の箇所等があった場合は申し出ること。
- 3 物理, 化学, 生物のうちからあらかじめ入学志願票に記入した2科目を解答すること。
- 4 解答には必ず黒鉛筆(またはシャープペンシル)を使用すること。
- 5 解答は, 各設問ごとに一つだけ選び, 解答用紙の所定の解答欄の該当する記号を塗りつぶすこと。
- 6 解答を訂正する場合は, 消しゴムできれいに消すこと。
- 7 解答用紙の解答欄は, 左から物理, 化学, 生物の順番になっているので, マークする科目の解答欄を間違えないように注意すること。
- 8 監督員の指示に従って, 問題冊子の表紙の指定欄に受験番号を記入し, 解答用紙の指定欄に受験番号, 受験番号のマーク, 氏名を記入すること。「志願票に記入した科目を2つマークしなさい」の欄には, 入学志願票と同じ科目にマークすること。
- 9 この問題冊子の余白は, 草稿用に使用してよい。ただし, 切り離してはならない。
- 10 解答用紙およびこの問題冊子は, 持ち帰ってはならない。

受験番号					
------	--	--	--	--	--

上の枠内に受験番号を記入しなさい。

# 生 物

1 細胞分裂に関する記述として正しいのはどれか。

- a. 体細胞分裂では、 $G_1$ 期の染色体を光学顕微鏡で観察できない。
- b. 体細胞分裂では、 $G_2$ 期に核膜が消失する。
- c. 体細胞分裂の前後において、母細胞と娘細胞に含まれるゲノムの遺伝情報は同じである。
- d. 減数分裂では、S期のDNA量は $G_1$ 期の4倍になる。
- e. 減数分裂では、染色体の乗換えは減数分裂第一分裂の中期で起こる。

㉖ a c

㉗ b d

㉘ c e

㉙ a d

㉚ b e

2 骨格筋の収縮過程を7段階に分けると、最初は「神経からの興奮は、筋繊維の細胞膜全体に伝わる。」、最後は「カルシウムイオンが筋小胞体に回収されると、筋肉はもとにもどり弛緩する。」となる。2番目から6番目の段階を㉖~㉚に記した。4番目の段階はどれか。

㉖ ミオシンがATP分解酵素として働き、エネルギーを放出する。

㉗ アクチンとミオシンが結合する。

㉘ アクチンフィラメントがミオシンフィラメントの間に滑り込み、筋肉が収縮する。

㉙ カルシウムイオンがトロポニンに結合し、トロポミオシンの立体構造が変わる。

㉚ 筋小胞体からカルシウムイオンが放出される。

3 以下の文は、病原体に感染した細胞が細胞性免疫で処理される過程を説明したものである。処理過程の3段階目はどれか。

- ㉞ 活性化したキラーT細胞が増殖する。
- ㉟ キラーT細胞が感染細胞を直接攻撃して除去する。
- ㊱ 樹状細胞の表面に病原体の一部が移動し、抗原として提示される。
- ㊲ 樹状細胞が食作用により病原体を取り込んで分解する。
- ㊳ キラーT細胞が樹状細胞表面の抗原を認識する。

4 表に、6種類の生物のゲノムあたりの総塩基対数と予想される総遺伝子数を示した。表からわかるゲノムに占める遺伝子の領域の割合について、正しいのはどれか。ただし、1個の遺伝子は平均  $1.2 \times 10^3$  塩基対からなるものとする。

生物名	ゲノムあたりの総塩基対数	予想されるゲノムあたりの総遺伝子数
ヒト	$3.0 \times 10^9$	22,000
イネ	$4.6 \times 10^8$	37,000
ショウジョウバエ	$1.7 \times 10^8$	14,000
シロイヌナズナ	$1.4 \times 10^8$	27,000
センチュウ	$1.0 \times 10^8$	20,000
酵母	$1.2 \times 10^7$	6,700

- ㉞ 動物では、遺伝子の領域の割合は10%以下である。
- ㉟ 植物と動物では、遺伝子の領域の割合は植物の方が大きい。
- ㊱ 遺伝子の領域の割合が最も大きいのはヒトである。
- ㊲ イネとシロイヌナズナでは、遺伝子以外の領域の割合はシロイヌナズナの方が大きい。
- ㊳ 酵母とセンチュウでは、遺伝子以外の領域の割合はセンチュウの方が大きい。

5 宮城県伊豆沼には北アメリカ原産のオオクチバスが生息している。表1はオオクチバス移入前後の魚種別漁獲量である。オオクチバスは動物食性であるため、他の魚種の漁獲量に影響を及ぼした可能性が考えられた。そこで、オオクチバスの胃の内容物を調査した(表2)。以上の調査結果から導かれる結論として正しいのはどれか。

表1 伊豆沼の魚種別漁獲量の推移(kg)

	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年
タナゴ類※	5000	9500	11000	800	230	200	130	0
モツゴ・タモロコ・ヒガイ※	8650	11750	7000	8000	300	300	500	200
フナ※	6310	6300	7700	4500	3500	4300	4300	3500
コイ※	5360	5300	6200	4500	3200	4100	4100	2300
オオクチバス	—	—	—	700	2500	3000	2000	3500
その他	2730	2650	2800	1470	820	990	880	2610
合計	28050	35500	34700	19970	10550	12890	11910	12110

注)※ タナゴ類, モツゴ, タモロコ, ヒガイ, フナ, コイはいずれもコイ科に属する。

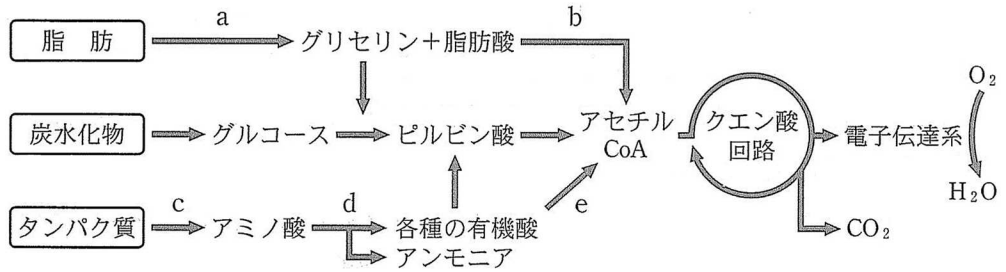
表2 伊豆沼に生息するオオクチバスの胃の内容物の割合(%)

オオクチバスの体長	ミジンコ	コイ科仔魚	コイ科稚魚	水生昆虫	その他
20 mm 以下	73.2	0.0	0.0	2.0	24.8
20~25 mm	15.0	80.9	0.0	0.3	3.8
25~30 mm	12.0	21.5	57.3	5.1	4.1
30~40 mm	0.0	0.0	98.2	1.3	0.5

注) 仔魚：幼生とも呼ばれる発生段階。仔魚の次の段階が稚魚。

- ㊦ タナゴ類は、オオクチバスによる捕食のために減少した。
- ㊧ ミジンコがオオクチバスに捕食されたために、モツゴ、タモロコ、ヒガイの数が減少した。
- ㊨ オオクチバスは、成長するにつれて食性を変化させていた。
- ㊩ オオクチバスの移入が、伊豆沼の漁獲量を減少させた。
- ㊪ コイの稚魚が減少したために、オオクチバスの増加が頭打ちになった。

6 図は、有機物の分解過程を示している。β酸化と脱アミノ反応が起こるのはそれぞれの段階か。



	β酸化	脱アミノ反応
㉞	a	c
㉟	b	d
㊱	c	e
㊲	a	d
㊳	b	e

7 植物の葉から取り出した葉緑体片に光を当てたとき、シュウ酸鉄(Ⅲ)が存在すると酸素が発生するが、シュウ酸鉄(Ⅲ)が存在しないと酸素は発生しない。シュウ酸鉄(Ⅲ)の役割は何か。

- ㉞ 酸素の受け取り
- ㉟ 窒素の受け取り
- ㊱ 炭素の受け取り
- ㊲ 水素の受け取り
- ㊳ ATPの受け取り

8 次の文章を読み、問いに答えよ。

ショウジョウバエの胚の前後軸を決定する調節タンパク質として、ピコイドとナノスが知られている。ピコイドは胚の前部で濃度が高く、ナノスは胚の後部で濃度が高い。ピコイドは胚の前部を形成するのに必要な遺伝子群の発現を調節し、ナノスは胚の後部を形成するのに必要な遺伝子群の発現を調節することで、前後軸の形成がなされると考えられた。

ところが、ナノス遺伝子の突然変異体で、ナノスを合成できない胚を調べたところ、ピコイドの分布に変化はなく、ナノスは胚の前部後部を通じて、存在しないことがわかった。それにもかかわらず、この突然変異体では、胚の前部のみならず後部の形成も正常であった。

上記の観察結果を説明できる仮説として、最も不適當なのはどれか。

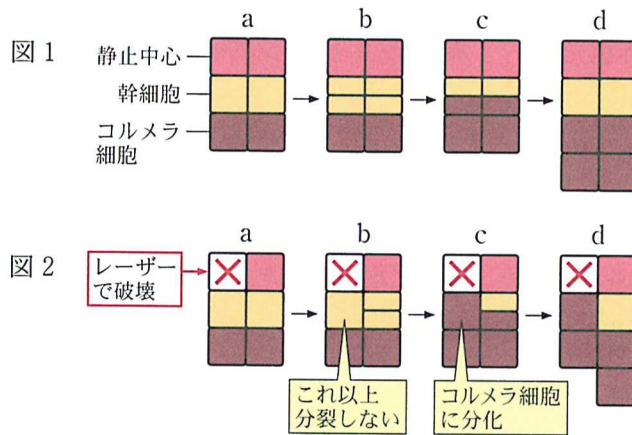
- ㉗ ナノスは胚の後部の形成に関与していない。
- ㉘ ナノスは胚の後部の形成に関与しているが、ナノスと同様な働きをする因子が他にも存在する。
- ㉙ ナノスはピコイドの分布を制御する。
- ㉚ ピコイドは胚の後部の形成に関与する。
- ㉛ ピコイドはナノスの分布を制御する。

9 地球上の生物は、4種類のヌクレオチドからなるDNAの塩基配列に基づき、3塩基配列で区切られたコドンの一つのアミノ酸に対応させ、20種類のアミノ酸を使ってタンパク質を合成する。ある惑星に生息する生物Xでは、6種類のヌクレオチドからなる連続した核酸の塩基配列に基づき、2塩基配列で区切られたコドンの一つのアミノ酸に対応させ、33種類のアミノ酸を使ってタンパク質を合成する。Xの終止コドンの塩基配列は3種類である。

Xのアミノ酸に対応するコドンは何種類あるか。

- ㉜ 13
- ㉝ 16
- ㉞ 24
- ㉟ 33
- ㊱ 36

10 植物の根の先端には根端分裂組織が存在し、活発な細胞分裂を行って根に細胞を付加している。新たに加わった細胞は、根の先端から離れるにしたがって、細胞分裂を停止し急激に伸長する。このように、根は細胞分裂と細胞伸長によって伸びていく。シロイヌナズナの根の分化を観察した模式図を図1, 2に示す。幹細胞が上下方向に不等分裂を行って2つの娘細胞をつくる(図1 b)。娘細胞のうち、根端分裂組織の中央に存在する少数の細胞からなる静止中心の側にできた細胞は、幹細胞の性質を保ち分裂能を維持するが、静止中心から離れた側にできた細胞はそれ以上分裂せず、根冠のコルメラ細胞に分化して(図1 c)、デンプン粒を蓄積する(図1 d)。静止中心を構成する細胞のうち、ひとつをレーザー光で破壊すると(図2 a)、破壊した細胞に接していた幹細胞では分裂が停止し(図2 b)、分化したコルメラ細胞に特徴的なデンプン粒を蓄積した(図2 c, d)。一方、静止中心を破壊せずに残した側の幹細胞では、通常のパターンで不等分裂が起こった(図2 b, c)。



この実験結果から推論されないのはどれか。

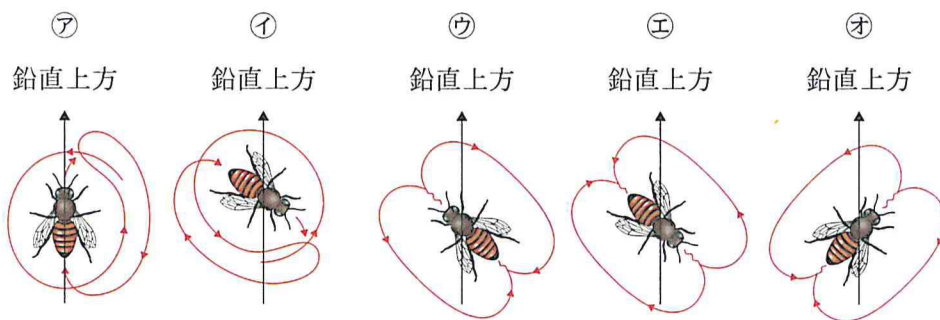
- ㊦ 静止中心の細胞は幹細胞の分裂を誘導する。
- ㊧ 静止中心の細胞は幹細胞の分化を抑制する。
- ㊨ 幹細胞は不等分裂すると、幹細胞とコルメラ細胞に分化する細胞を生じる。
- ㊩ 幹細胞はコルメラ細胞から分化してできる。
- ㊪ コルメラ細胞は増殖しない。

11 下記の文章の空欄に入る語句の組合せとして、正しいものを選び。

光発芽種子の発芽には、光受容体であるフィトクロムが関わっている。フィトクロムは、植物に広く存在する色素タンパク質であり、( a )を吸収すると( b )吸収型に、( b )を吸収すると( a )吸収型になる。( b )吸収型のフィトクロムが増えると( c )の合成が誘導されて、光発芽種子の発芽が促進される。フィトクロムは、発芽のほかに( d )にも関わる。

	a	b	c	d
ア	赤色光	遠赤色光	ジベレリン	花芽の形成
イ	遠赤色光	赤色光	ジベレリン	花芽の形成
ウ	赤色光	遠赤色光	ジベレリン	気孔の開閉
エ	赤色光	遠赤色光	インドール酢酸	茎の伸長
オ	遠赤色光	赤色光	インドール酢酸	気孔の開閉

12 ミツバチが、巣箱からみて、太陽の方向とえさ場の方向とがなす角度が45度の位置にえさ場を発見した。巣箱に戻って来たミツバチが、巣板の上で踊るダンスとして最も不適当なのはどれか。

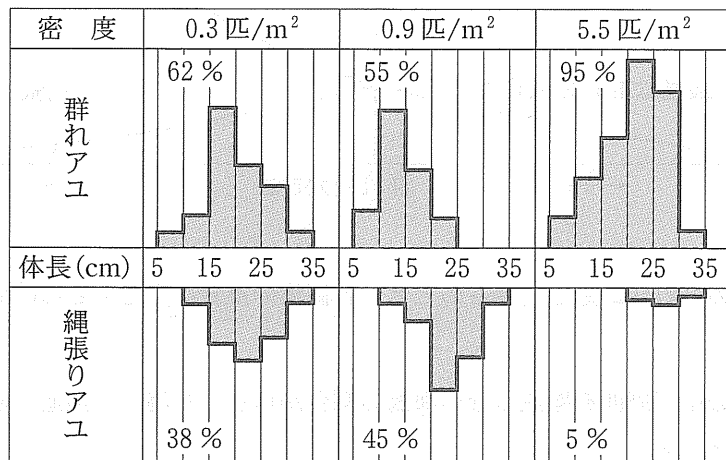




13 下記の文章を読み、問いに答えよ。

動物の個体あるいは群れが、同種のお他個体あるいは他の群れを寄せつけず、積極的に一定の空間を占有する場合、その一定の空間を縄張りという。瀬に縄張りを持つアユ(縄張りアユ)は、小石に付着する藻類を食べ、縄張りに侵入する他のアユを追い払う。縄張りを持たないアユ(群れアユ)は、淵に集まり、川底にたまる藻類を食べる。図は、ある河川で、個体群密度の異なる年の群れアユと縄張りアユの割合と体長の分布を示している。図に基づく推論として、正しいのはどれか。

図 個体群密度による群れアユと縄張りアユの割合の違いおよび体長との関係



- a. 0.3 匹/m<sup>2</sup> の年は、縄張りを維持するコストが最も大きい。
- b. 0.9 匹/m<sup>2</sup> の年は、縄張りをもつ利益が最も大きい。
- c. 0.9 匹/m<sup>2</sup> の年は、群れアユは、食料が十分にある。
- d. 5.5 匹/m<sup>2</sup> の年は、侵入個体が多く、縄張りを維持しにくい。
- e. 5.5 匹/m<sup>2</sup> の年は、縄張りをもつ利益がない。

㊦ a c

㊧ b d

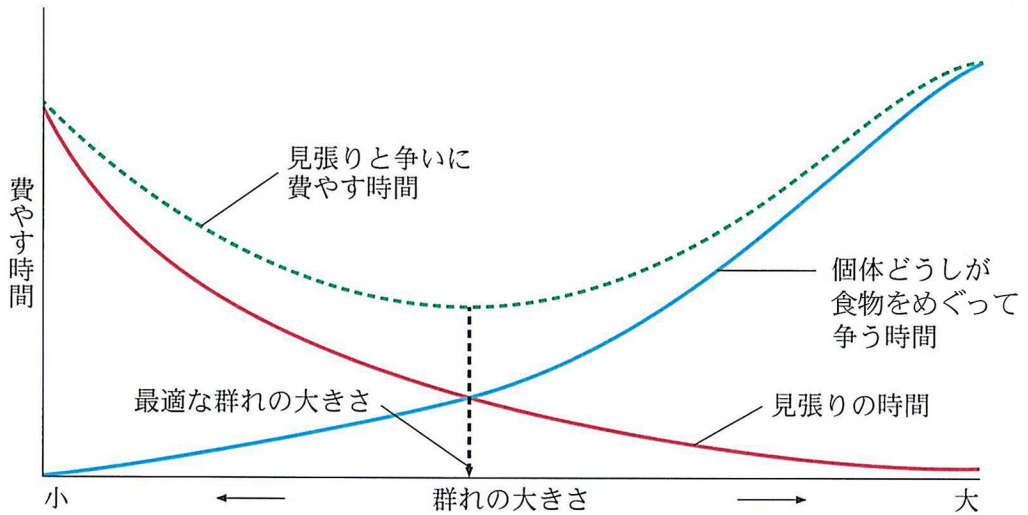
㊨ c e

㊩ a d

㊪ b e

- 14 海鳥の群れでは、安全のための見張りの時間と、個体どうしが食物をめぐる争う時間との合計が最小となるところが最適な群れの大きさになる(図)。図から考えられることで、誤りを選べ。

図 群れの大きさの決まり方



- 海鳥の群れが最適な大きさのとき、各個体の摂食に専念できる時間は最長となる。
- 群れの中で周囲を警戒しない海鳥の割合が増加した場合、最適な群れの大きさは大きくなる。
- 海鳥に対する捕食者が増加した場合、最適な群れの大きさは小さくなる。
- 海鳥の食料が不足し、海鳥に対する捕食者が減少した場合、最適な群れの大きさは小さくなる。
- 海鳥の群れが最適な大きさではないとき、海鳥は補食されやすい。

㉖ a c

㉗ b d

㉘ c e

㉙ a d

㉚ b e

15 旧口動物(先口動物)はいくつあるか。

プラナリア

クロイソカイメン

ナメクジウオ

エゾバフンウニ

アメリカザリガニ

ハマグリ

イトミミズ

センチュウ

ミズクラゲ

㉞ 1

㉠ 2

㉡ 3

㉢ 4

㉣ 5

16 脊椎動物に見られる器官または形質のうち、脊椎動物が新たに獲得したものはどれか。

a. 四肢

b. 心臓

c. 羊膜

d. 三胚葉性

e. 脊索

㉞ a c

㉠ b d

㉡ c e

㉢ a d

㉣ b e



17 この mRNA から合成されるタンパク質のアミノ酸配列について正しいのはどれか。

- ㉞ アミノ酸の総数は 12 個である。
- ㉟ システインが 1 個含まれる。
- ㊱ アスパラギン酸が 2 個含まれる。
- ㊲ グリシンは含まれない。
- ㊳ タンパク質の最後のアミノ酸はアラニンである。

18 遺伝子の塩基配列に変化が起こることで、アミノ酸配列が変化する場合がある。図の mRNA から合成されるタンパク質が、元のアミノ酸の総数より短くなる塩基配列の変化は、次の記述のうちいくつあるか。

- a. 19 番目と 20 番目の C と G の間に A が挿入される。
- b. 25 番目の G が欠失する。
- c. 31 番目と 32 番目の C と A の間に UG が挿入される。
- d. 43 番目の C が A と入れ替わる。
- e. 57 番目と 58 番目の C と A の間に U が挿入される。
- f. 15 番目の C の欠失と 36 番目の G が A と入れ替わる変化が同時に起こる。

- ㉞ 0      ㉟ 1      ㊱ 2      ㊲ 3      ㊳ 4

次の文章を読み、以下の問い(問題 19~21)に答えよ。

遺伝子の塩基配列から、生物の系統樹を作成する。表は a ~ e の 5 種類の生物がもつ、ある特定の遺伝子の DNA 塩基配列を示したものである。

表 5 種類の生物のある特定の遺伝子の DNA 塩基配列の一部

種	塩基配列											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a	G	G	A	T	G	A	T	T	G	G	C	G
b	A	G	G	T	G	A	C	C	G	G	T	G
c	G	A	G	T	G	G	T	C	G	G	T	A
d	A	G	G	T	G	G	T	C	G	G	T	G
e	G	G	G	C	A	G	T	T	A	A	T	G

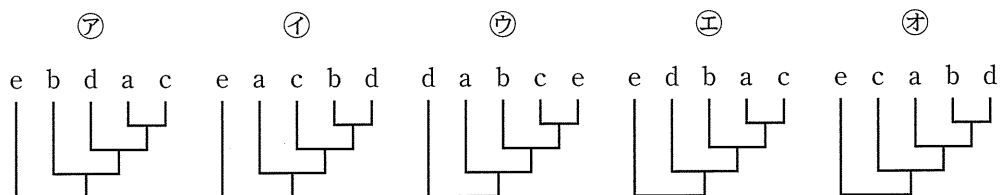
19 a ~ e の生物の中で、進化的距離が最も近い生物の組合せはどれか。

- ア a c                       イ b d                       ウ c e  
 エ a d                       オ b e

20 a ~ e の生物の中で、他の生物から進化的距離が最も遠い生物はどれか。

- ア a               イ b               ウ c               エ d               オ e

21 この遺伝子の塩基配列に基づく系統樹として、正しいのはどれか。

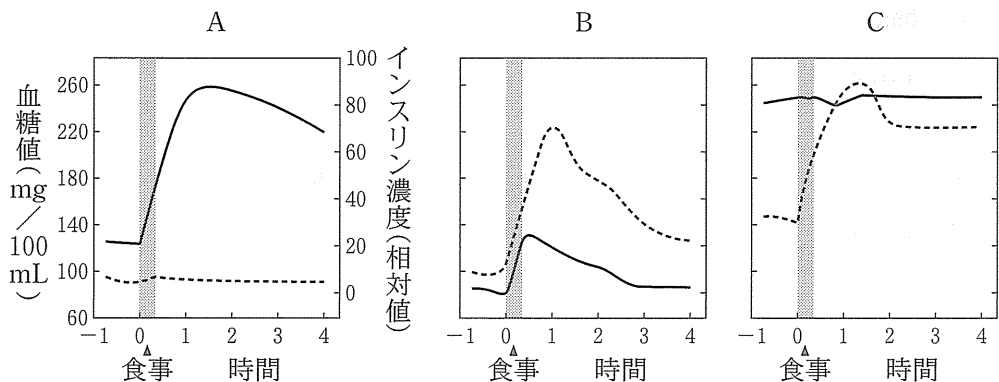


次の文章を読み、以下の問い(問題 22~25)に答えよ。

ヒトにとって血糖値の低下は致命的であるため、これを二重三重に防ぐしくみがある。(W)と(X)はグリコーゲンの分解により血糖値を上げる作用をもつホルモンであるが、血糖値を上げる作用をもつホルモンは他にもある。一方、血糖値を下げる作用をもつホルモンはインスリンだけである。

インスリンを分泌するすい臓のランゲルハンス島のB細胞が破壊されると、糖尿病になる(I型糖尿病)。この場合、患者は食事直前にインスリンを注射して補う治療が必要となる。また肥満などが原因でインスリンの分泌量が減少する場合や、インスリンが分泌されても肝臓がそれに反応できない場合にも、糖尿病になる(II型糖尿病)。糖尿病になると、腎臓は原尿の過剰なグルコースを再吸収し続けるが、血糖値が200 mg/100 mLを超えると、再吸収が間に合わず、尿中に糖が排出される。図は、食事による血糖値と血液中のインスリン濃度の変化を3人(A, B, C)について調べたものである。I型糖尿病患者、II型糖尿病患者、健常者が1人ずついるが、A, B, Cがどれにあたるかはわからない。実線と点線は、血糖値とインスリン濃度のどちらかを示す。

図 A~C, 3人の血糖値とインスリン濃度の変化



注) 食事は灰色の部分。横軸の「-1」は食事開始1時間前、「1」は食事開始1時間後。

22 W, Xにあてはまるホルモンはどれか。

- a. セクレチン
- b. グルカゴン
- c. バソプレシン
- d. アドレナリン
- e. 糖質コルチコイド

- ア a c                      イ b d                      ウ c e  
エ a d                      オ b e

23 下線部(Y)は、主に自己の成分に対する免疫反応によって引き起こされる。同様の仕組みで引き起こされるのはどれか。

- a. 移植臓器の拒絶反応
- b. 重症筋無力症
- c. 日和見感染
- d. 関節リウマチ
- e. 花粉症

- ア a c                      イ b d                      ウ c e  
エ a d                      オ b e



24 図に関する記述で、正しいのはどれか。

- ㉞ 実線がインスリン濃度，点線が血糖値である。
- ㉟ 健常者の血糖値は，食事によって 80 mg/mL 以上増えた。
- ㊱ A の実線の値は，負のフィードバックにより食事開始 1 時間 30 分後に低下をはじめた。
- ㊲ II 型糖尿病患者のインスリン濃度は，健常者に比べて低い。
- ㊳ 食事開始 30 分後の B では，すい臓に分布する副交感神経が B 細胞を刺激している。

25 図に関する記述の正誤の組合せのうち，正しいのはどれか。

- a. 食事開始 30 分前の A の尿には，グルコースが含まれる。
- b. 食事開始 1 時間後の B の原尿には，グルコースは含まれない。
- c. 食事開始 3 時間後の A の肝門脈を流れるグルコースの量は，肝静脈を流れるグルコースの量より多い。
- d. 食事開始 30 分前の B の肝臓では，食事開始 30 分後に比べ，グリコーゲンの合成が活発に行われている。

	a	b	c	d
㉞	正	誤	誤	誤
㉟	誤	正	誤	誤
㊱	誤	誤	正	誤
㊲	誤	誤	誤	正
㊳	誤	誤	誤	誤