

令和 2 年度(前期日程)

入学者選抜学力検査問題

理 科

試験時間

1. 理学部, 医学部(医学科・保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は 120 分
2. 医学部(保健学科放射線技術科学専攻)は 60 分

	問 題	ページ
物理	1 ~ 3	1 ~ 3
化学	1 ~ 3	4 ~ 9
生物	1 ~ 3	10 ~ 18
地学	1 ~ 4	19 ~ 26

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
 2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙に志望学部・受験番号を必ず記入しなさい。
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
 3. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
 4. 試験開始後, この冊子又は解答紙に落丁・乱丁及び印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
 5. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
 6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
 7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。
- ※この冊子の中に解答紙が挟み込んであります。

生 物

1 下記の(問1)、(問2)に答えよ。

(問1) 次の文章を読み、以下の設問(ア)~(エ)に答えよ。

インフルエンザウイルスの表面に発現するHA抗原は、体内の抗体産生細胞が作る抗体に認識される。そのため、ワクチンにおいてHA抗原は、人為的に増やしたウイルスから精製され、抗体を作るための標的として用いられる。一方、インフルエンザウイルスは遺伝情報を変異させて、HA抗原の形が少しずつ変わった亜型ウイルスが多数存在する。そこで毎年、流行が予想される亜型ウイルスから精製されたHA抗原を含むワクチンが接種される。以下は3人のインフルエンザウイルス感染に関する記述である。

- 「Aさん」は、昨年インフルエンザに感染せず、今年は流行前にHA-1型抗原を含むワクチンを接種した。
- 「Bさん」は、昨年HA-2およびHA-3型抗原を持つ2種類のインフルエンザに感染し、今年はHA-1型抗原を含むワクチンを接種した。
- 「Cさん」は、昨年HA-1およびHA-3型抗原を持つ2種類のインフルエンザに感染したが、今年はワクチンを接種しなかった。

注) これらの感染、ワクチンは、同等の免疫反応を誘導し、HA-1、HA-2、HA-3に対する抗体の予防効果は各個人で等しく、交差反応は示さないものとする。

その後、HA-1、HA-2、HA-3型抗原のいずれかを持つインフルエンザウイルスが2種類同時に流行し、^{a)}「Aさん」は感染後、高熱などのひどい症状が出た。一方、「Bさん」、「Cさん」は感染しても症状はひどくならなかった。そこで、^{b)}体内の免疫細胞の増減を調べるとともに、感染ピーク時に「Aさん」の喉からウイルスを採取して、^{c)}増えたウイルスの解析を行った。ウイルスの遺伝情報はRNAの形で得られるため、逆転写反応を行い、HA抗原をコードする部分にあたるDNA配列を調べた。^{c)}その塩基配列の一部と、そこから翻訳されるアミノ酸配列を表1に示す。

表1

	塩基配列	翻訳されるアミノ酸配列
ワクチンに用いたウイルス(RNA)	5'.....AACAGCUUUAAG.....3'	..アスパラギン—セリン—フェニルアラニン—リシン..
実際に検出されたDNA配列	5'.....-----.....3'	..アスパラギン酸—セリン—チロシン—リシン..

(ア) 下線部 a) に関して、症状がひどくならなかった「Cさん」ではたらき、症状がひどい「Aさん」でははたらかなかった免疫応答の名称を答えよ。また、「Aさん」の症状を引き起こしたウイルスが持つ HA の型を答えよ。

(イ) 下線部 b) に関して、図1のグラフ1)と2)のいずれかは「Aさん」から得られたデータであり、残りは「Bさん」、あるいは「Cさん」のものである。そして、グラフ内の線Ⅰ～Ⅳは、それぞれウイルス、NK細胞、T細胞、抗体の量の経時的变化のいずれかを示している。このうち、線Ⅲは何の経時的变化を示しているか答えよ。

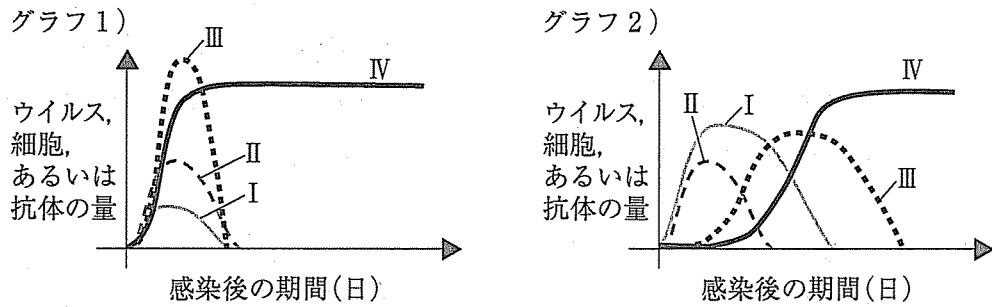


図1

(ウ) 下線部 c) に関して、表2のコドン表を参考にして、検出された DNA の塩基配列(表1空欄)を答えよ。ただし、ワクチンに用いたウイルスと検出されたウイルスでは、HA 抗原部分の塩基の違いは2ヶ所のみであり、検出されたのは体内で増殖した1種類のウイルスのみとする。

表2

一番目の塩基	二番目の塩基				三番目の塩基
	U	C	A	G	
U	UUU } フェニルアラニン UUC } UUA } ロイシン UUG }	UCU } セリン UCC } UCA } UCG }	UAU } チロシン UAC } UAA } 終止コドン UAG }	UGU } システイン UGC } UGA } 終止コドン UGG } トリプトファン	U C A G
C	CUU } ロイシン CUC } CUA } CUG }	CCU } プロリン CCC } CCA } CCG }	CAU } ヒスチジン CAC } CAA } グルタミン CAG }	CGU } アルギニン CGC } CGA } CGG }	U C A G
A	AUU } イソロイシン AUC } AUA } AUG } メチオニン	ACU } トレオニン ACC } ACA } ACG }	AAU } アスパラギン AAC } AAA } リシン AAG }	AGU } セリン AGC } AGA } アルギニン AGG }	U C A G
G	GUU } バリン GUC } GUA } GUG }	GCU } アラニン GCC } GCA } GCG }	GAU } アスパラギン酸 GAC } GAA } グルタミン酸 GAG }	GGU } グリシン GGC } GGA } GGG }	U C A G

(エ) ヒトの皮膚がウイルスからの感染を防いでいる方法を、ウイルスの性質に着目して答えよ。(50字前後)

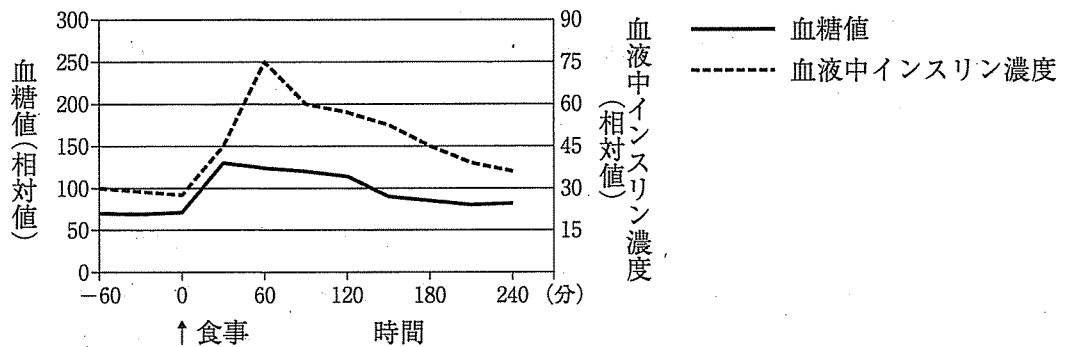
(問 2) 以下の設問(ア)~(カ)に答えよ。

(ア) 図 2 のグラフ 1) は、健康な人の食事後の血糖値と血液中インスリン濃度の時間変化である。この人の食事後の血液中グルカゴン濃度の時間変化にもっとも近いのは、グラフ 2) の①~⑤のどれか答えよ。

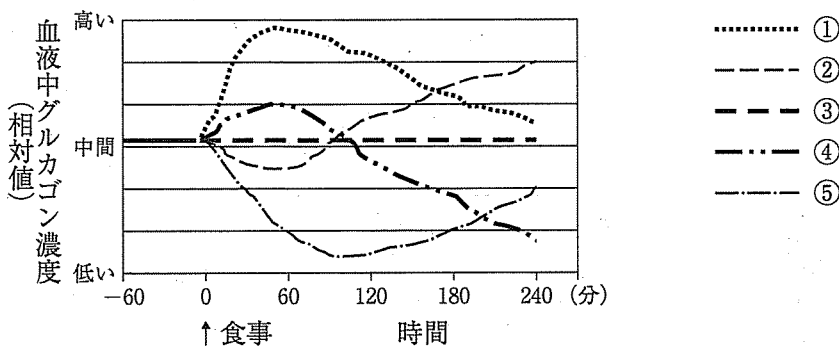
(イ) 図 2 のグラフ 3) は、糖尿病の人の食事後の血糖値と血液中インスリン濃度の時間変化である。グラフ 3) から読み取れることを説明せよ。(30字前後)

(ウ) 図 2 のグラフ 3) のような結果になったのは、生体内でどのようなことが起こっているためか、説明せよ。(30字前後)

グラフ 1)



グラフ 2)



グラフ 3)

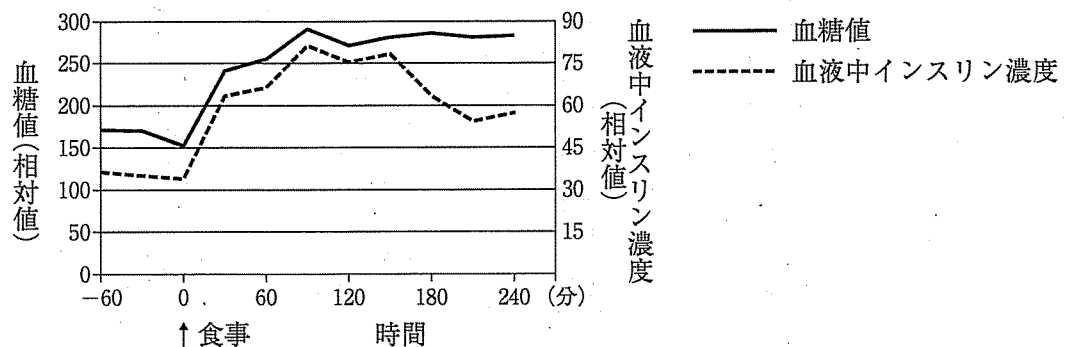


図 2

(エ) 以下の記述のうち、正しい記述をすべて選び、番号で答えよ。

- ① ホルモンは内分泌腺の特定の細胞で作られ、直接血液中に分泌される。
- ② 脳下垂体後葉からは甲状腺刺激ホルモンが分泌される。
- ③ チロキシンは水溶性ホルモンであり、細胞膜を通り抜ける。
- ④ パラトルモンの濃度が高い状態が続くと、視床下部の放出ホルモンの分泌が抑制される。

(オ) 図3のように、神経細胞の軸索の点Aと点Bに同じ強さの刺激を同時に与えた。点Aと点Bから等距離にある中間点Mでは、興奮はどのようなようになるか答えよ。

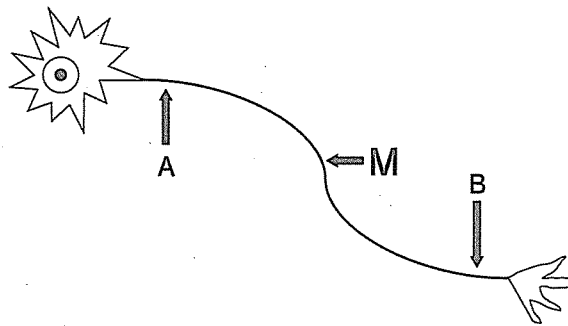


図3

(カ) ヒトの肝臓で、アルデヒドの代謝にかかわる酵素 ALDH2 の遺伝子には、そのはたらきを失う一塩基多型(SNP)が見ついている。この SNP は、ALDH2 遺伝子の 42,421 番目の塩基であるグアニン(G)がアデニン(A)に変異している。この SNP の有無を、日本人一万人で調べたところ、ヘテロ接合体の遺伝子型頻度は 32% であった。この集団の次の世代では、塩基 A の対立遺伝子の頻度は何% と予想されるか答えよ。なお、この ALDH2 遺伝子型の頻度は、ハーディ・ワインベルグの法則が成立しており、日本人の塩基 A の対立遺伝子の頻度は、塩基 G のそれより低い。

2 次の文章を読み、下記の(問1)～(問4)に答えよ。

ホイタッカーは、生物を原核生物界、原生生物界、植物界、菌界、動物界という5つに分ける五界説を提唱した。植物界は、コケ植物、シダ植物、裸子植物、被子植物^{a)}に分けられる。また、動物界は、側生動物(無胚葉性の動物)、二胚葉動物、三胚葉動物^{b)}に大別され、このうちの三胚葉動物に属する魚類^{c)}、両生類、ハ虫類、鳥類^{d)}、哺乳類は脊椎動物と呼ばれている。

(問1) 下線部 a) に関する次の文章を読み、以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

被子植物のモデル生物であるシロイヌナズナの突然変異体を用いた解析により、花の形成には3種類の調節遺伝子(クラス A, B, C)が働いていることが明らかとなっている。それらの遺伝子は正常な植物では図1のような組み合わせでそれぞれの花器官を決定しており、ABCモデルと呼ばれる。

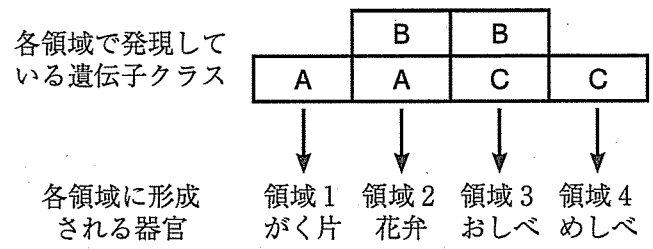


図1

(ア) 1つの遺伝子の機能が欠失したことにより、花の各領域の器官が表1のように変化した。それぞれの変異植物体について、その変異の原因遺伝子はクラス A, B, C のどれと考えられるか、答えよ。

表1

	領域1	領域2	領域3	領域4
変異植物体Ⅰ	がく片	がく片	めしべ	めしべ
変異植物体Ⅱ	がく片	花弁	花弁	がく片
変異植物体Ⅲ	めしべ	おしべ	おしべ	めしべ

- (イ) クラス A, B, C 全ての遺伝子の機能が失われた場合、領域1～4にはどのような器官が発生すると考えられるか、説明せよ。
- (ウ) クラス C 遺伝子の機能が失われている植物体に、花の全領域で機能するように操作したクラス B 遺伝子を遺伝子組換えの手法で導入した。この場合、領域1～4にはどのような器官が発生すると考えられるか、説明せよ。

(問 2) 下線部 b) に関して、以下の①～⑤のうち、三胚葉動物に関する記述内容として適切なものをすべて選び、その番号を答えよ。

- ① ウニのプルテウス幼生は自分でえさをとって成長し、ふ化して成体となる。
- ② ウニやヒトデは、その成体も幼生も放射相称の体をもつ。
- ③ 甲殻類などの節足動物とセンチュウなどの線形動物は、その成長過程で脱皮をする。
- ④ ヘビなどのハ虫類とカエルなどの両生類はいずれも肺で呼吸し、発生中の胚が羊膜などの胚膜で保護されている。
- ⑤ プラナリアなどの扁形動物には体腔が存在せず、呼吸器系や循環器系がない。

(問 3) 下線部 c) に関して、メダカの性決定様式は雄ヘテロ型の XY 型であり、Y 染色体上に存在する遺伝子 D の有無により性が決定する。メダカの Y 染色体は、ヒトと異なり、染色体サイズや存在する遺伝子の配置が X 染色体とほぼ同じであるため、染色体のどの部分でも X と Y の間で乗換えがおこる。遺伝子 D の近傍には体色が赤くなる遺伝子 R が存在している。 R の対立遺伝子 r は劣性であり、 rr では体色が白い個体となる。表 2 は、体色が赤い雄と体色が白い雌とを交配した結果を示す。以下の設問(ア)～(エ)に答えよ。なお、乗換えは 2 回以上おこらず、遺伝子の突然変異はおこらない。

表 2

	雄親の遺伝子型	雌親の遺伝子型	赤い雄数	赤い雌数	白い雄数	白い雌数
交配 1	a	X^rX^r	212	3	2	198
交配 2	$X^R Y^R$	X^rX^r	325	298	0	b

- (ア) 表 2 において、a と b を答えよ。
- (イ) 交配 1 において、組換え価(%)を小数点第 2 位までの数値で答えよ。
- (ウ) 交配 2 によって生まれた雌雄同士を親として交配した結果、得られる表現型(性別と体色)をすべて答えよ。なお、この交配において組換えはおこらない。
- (エ) 遺伝子 D の機能が欠失した Y 染色体を持つ XY^- 型のメダカは、雌として機能することがわかっている。体色が白い XY^- 型の雌と体色が赤い XY 型の雄とを交配した結果、得られる表現型の分離比を答えよ。なお、この交配において組換えはおこらず、 YY^- 型のメダカは雄として機能する。

(問 4) 下線部 d) に関して、鳥類のなかにはハトのように群れをつくるものがある。動物が群れることで各個体が得る利益と被る不利益には、それぞれどのようなものがあるか、2 つずつ述べよ。

3 次の文章を読み、下記の(問1)～(問7)に答えよ。

肝臓は、生体内の化学工場として働いている。そのため、肝細胞は遺伝子の発現^{a)}により、多くのタンパク質を産生する。肝臓に運ばれたグルコースはエネルギー源^{b)}としてATP合成に利用され、余剰のグルコースは [1] として一時的に肝臓で貯蔵され、血糖値の維持に働く。肝臓は他の器官と異なり、心臓からの血液を運ぶ [2] と消化管などからの肝門脈^{c)}の血液を受け、肝臓から産生される胆汁は胆管を通過して [3] に運ばれる。肝臓の機能的な基本単位は [4] と呼ばれ、タンパク質の合成・分解^{d)}などの働きを行う。また、肝臓は内胚葉に由来する器官^{e)}で、腸管の一部が膨らんで形成される。内胚葉が形成される時期の胚では、外胚葉や中胚葉^{f)}と呼ばれる領域も出現し、その後、それぞれの領域は、さまざまな組織や器官になる細胞の分化が始まる。

(問1) 文中の [1] ～ [4] に適切な語句を入れよ。

(問2) 下線部a)に関して、以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

(ア) mRNA前駆体のスプライシングによって、転写されたmRNA前駆体から取り除かれる部分に対応するDNA領域の名称を答えよ。

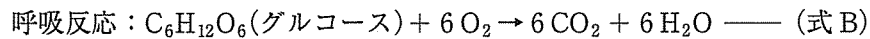
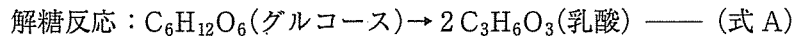
(イ) 小さなRNA分子によってmRNAが分解されたり、翻訳が妨げられたりする場合がある。人為的に標的とする遺伝子の翻訳を妨げる実験手法としてもよく用いられる。この現象の名称を答えよ。

(ウ) 翻訳反応において、mRNAと結合するtRNA(転移RNA)の塩基配列は何と呼ばれるか、答えよ。

(問 3) 下線部 b) に関して、以下の設問(ア)、(イ)に答えよ。

(ア) 酸素の供給が不十分な組織では、解糖反応(式 A)が主に進行し、酸素が十分ある組織では呼吸反応(式 B)によってグルコースは完全に分解される。

この時、1分子のグルコースから産生される ATP は、それぞれ最大何分子か答えよ。



(イ) 摂取した炭水化物(グルコースとして 90 g)の全てが前項の呼吸反応(式 B)にしたがって ATP 合成に利用されると仮定すると、何 g の ATP が生成できるか。整数で答えよ。ただし、グルコースの分子量は 180、ATP の分子量は 507 とする。

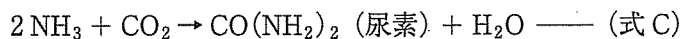
(問 4) 下線部 c) に関して、正しい記述を 2 つ選べ。

- ① アルブミンが多い血液が流れる。
- ② アミノ酸が多い血液が流れる。
- ③ 脂肪が多い血液が流れる。
- ④ 温度の高い血液が流れる。
- ⑤ 静脈血が流れる。

(問 5) 下線部 d) に関して、次の文章を読み、以下の設問(ア)、(イ)に答えよ。

タンパク質は分解されるとアミノ酸になってタンパク質の合成に利用される。

不要なアミノ酸は代謝により、アンモニアを生じ、次の(式 C)にしたがって、肝臓で尿素を産生する。



(窒素の原子量は 14、尿素の分子量は 60)

(ア) 56 g のタンパク質を摂取し、その全てが分解されて尿素になるとき、何 g の尿素が産生されるか。小数点第 1 位までの数値で答えよ。

ただし、摂取したタンパク質重量の 16 % が窒素原子の割合とする。

(イ) 前問(ア)の量のタンパク質を摂取した時、実際に排出された尿素の量は 16.8 g だった。生体内に残った窒素が、すべてアミノ酸としてタンパク質に取り込まれていた場合、タンパク質重量は何 g になるか。小数点第 1 位までの数値で答えよ。ただし、生体内のタンパク質重量の 16 % が窒素原子の割合とする。

(問 6) 下線部 e) に関して、内胚葉由来の器官でないものを4つ選んで、記号で答えよ。

- ① 脳 ② 眼 ③ 心臓 ④ 肺
⑤ 肝臓 ⑥ すい臓 ⑦ 腎臓 ⑧ ぼうこう

(問 7) 下線部 f) の胚は何と呼ばれているか、答えよ。