東邦大学

2025年度

一般入試問題集

医学部



医学部医学科入試問題集

〈理　科〉…… 1

・生　物 …… 2

・物　理 …… 16

・化　学 …… 21

〈数　学〉…… 26

〈英　語〉…… 32

〈解答例〉…… 43

2025 － 1

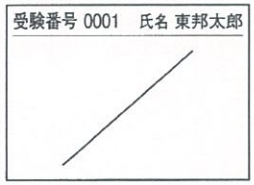
医学部医学科理科入試問題

・生物の問題は，　1 ページから 27 ページまでです。
・物理の問題は，28 ページから 37 ページまでです。
・化学の問題は，38 ページから 52 ページまでです。

下記の注意事項をよく読んで解答してください。

◎注意事項

1. 生物，物理，化学の３科目から２科目を選択し，解答してください。
2. 解答用紙は，生物１枚(マークシート)，物理１枚(マークシート)，化学１枚(マークシート)となります。
3. **選択しない科目の解答用マークシートには，右上から左下にかけ斜線を引いてください。どの２科目を選択したか，不明確な場合はすべて無効となります。また，選択しない科目の解答用マークシートにも受験番号と氏名を書いてください。**



4. 「止め」の合図があったら，上から生物，物理，化学の順に解答用マークシートを重ねて置き，その右側に問題冊子を置いてください。

◎解答用マークシートに関する注意事項

1. 配付された問題冊子，全ての解答用マークシートに，それぞれ受験番号(４桁)ならびに氏名を記入し，解答用マークシートの受験番号欄に自分の番号を正しくマークしてください。
2. マークには必ずＨＢの鉛筆を使用し，濃く正しくマークしてください。
   記入マーク例：良い例 ●
   悪い例 ⊘ ⓘ ⊘ ⊙
3. マークを訂正する場合は，消しゴムで完全に消してください。
4. 解答用マークシートの所定の記入欄以外には何も記入しないでください。
5. 解答用マークシートを折り曲げたり，汚したりしないでください。

(受験番号のマークの仕方)

受	験	番	号
千	百	十	一
0	0	1	2

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

受験番号 [　　]　　氏　名 [　　]

理科

生　　物

1 呼吸商(RQ)に関する文1，文2を読み，続く問に答えよ。

(文1)

生物が呼吸により呼吸基質を分解するとき，放出する二酸化炭素と吸収する酸素との体積比を呼吸商という。呼吸基質にはグルコースなどの糖(炭水化物)のほかに，脂質やタンパク質なども用いられる。呼吸商は，それぞれの呼吸基質固有の数値をとる。同じ温度，同じ圧力のもとでは，気体の体積は，分子数に比例する。そのため，呼吸商から呼吸基質としてどのような物質が使われたかを推測することができる。

問1　炭水化物，脂質，タンパク質の中で呼吸商を大きいものから並べたのはどれか，選べ。

a．炭水化物 ＞ 脂質 ＞ タンパク質　　b．炭水化物 ＞ タンパク質 ＞ 脂質
c．脂質 ＞ タンパク質 ＞ 炭水化物　　d．脂質 ＞ 炭水化物 ＞ タンパク質
e．タンパク質 ＞ 炭水化物 ＞ 脂質　　f．タンパク質 ＞ 脂質 ＞ 炭水化物

問2　トリパルミチン($C_{51}H_{98}O_6$)は，グリセンリンに3分子のパルミチン酸($C_{16}H_{32}O_2$)がエステル結合した物質で，図1のような構造式をとる。トリパルミチン($C_{51}H_{98}O_6$)2分子が，好気呼吸で完全酸化されるとき，O_2は理論上何分子消費されるか，**解答例**に従って解答しなさい。

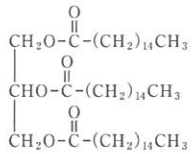


図1

解答 ア イ ウ

a．1　　b．2　　c．3　　d．4　　e．5
f．6　　g．7　　h．8　　i．9　　j．0

解答例

252分子の場合，ア にb(2)　イ にe(5)　ウ にb(2)
52分子の場合，ア にj(0)　イ にe(5)　ウ にb(2)
2分子の場合，ア にj(0)　イ にj(0)　ウ にb(2)のようにマークしなさい。

問3　トリパルミチン($C_{51}H_{98}O_6$)のみを呼吸基質としたとき，呼吸商はいくつになるか，**解答例**に従って解答しなさい。小数第二位は，小数第三位を四捨五入して求めなさい。

解答 エ . オ カ

エ に一の位，オ に小数第一位，カ に小数第二位の数字をマークしなさい。

a．1　　b．2　　c．3　　d．4　　e．5
f．6　　g．7　　h．8　　i．9　　j．0

解答例

1.00の場合 エ にa(1)　オ にj(0)　カ にj(0)
0.92の場合 エ にj(0)　オ にi(9)　カ にb(2)のようにマークしなさい。

（文２）

植物種子の発芽時の呼吸商を，図２のような装置で測定した。水温が一定に保たれた恒温水槽に，円筒容器Ａと円筒容器Ｂを入れた。円筒容器Ａ，Ｂの底には小さな円筒容器を置き，図２のようにＡには水酸化カリウム溶液，ＢにはＡの水酸化カリウム溶液と同容積の水が入れてある。円筒容器Ａ，Ｂには同じ重量，同じ個数の発芽し始めた種子を入れた。

ゴム栓で密封された円筒容器ＡおよびＢの容積は等しく，容器に接続している目盛り付きガラス管は，内径が同じで着色液の移動距離により，一定時間での円筒容器内の気体変化量を測定出来る。これらの測定では，水酸化カリウム溶液および水からの蒸発はなく，水が発生または消費されても直ちに液体となり，気体の量には影響を与えないとする。測定の結果，着色液は円筒容器Ａ，Ｂともに図２の左方向へ移動した。

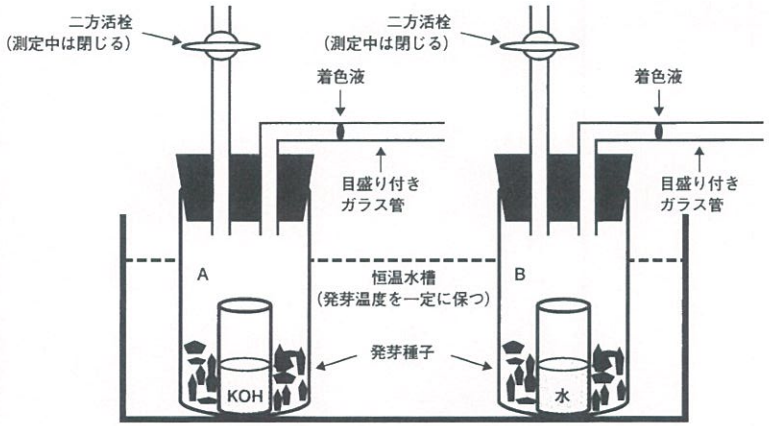


図２

問４　円筒容器Ａの中に置かれた小さな円筒容器には水酸化カリウム溶液が入れられている。水酸化カリウム溶液の役割として最も適切なのはどれか，選べ。

ａ．呼吸を促進する。　　ｂ．呼吸を阻害する。
ｃ．酸素を吸収する。　　ｄ．酸素を供給する。
ｅ．二酸化炭素を吸収する。　　ｆ．二酸化炭素を供給する。
ｇ．試験管内の湿度を一定にする。　　ｈ．試験管内の気圧を一定にする。

問５　二方活栓を閉じて外部から空気が入らない条件で，一定時間呼吸を行わせた。目盛り付きガラスの着色液の移動から円筒容器ＡとＢの気体変化量は，それぞれｘml，ｙmlであった。呼吸商を示すのはどれか，選べ。ただし，$x > 0$，$y > 0$である。

ａ．$(x + y)/x$　　ｂ．$(x + y)/y$　　ｃ．$(x - y)/x$
ｄ．$(x - y)/y$　　ｅ．$(y - x)/x$　　ｆ．$(y - x)/y$
ｇ．$(x + y)/(x - y)$　　ｈ．$(x + y)/(y - x)$　　ｉ．$(y - x)/(x + y)$
ｊ．$(y - x)/(x - y)$

問６　異なる３種の植物（ア，イ，ウ）の発芽種子の呼吸商を，図２の装置で測定した（実験Ⅰ，実験Ⅱ，実験Ⅲ）。問５と同じく，円筒容器Ａの気体量変化をｘml，円筒容器Ｂの気体量変化をｙmlで示すと表１のようになった。表２にそれぞれの種子の貯蔵物質の含有率（質量パーセント濃度，以後 質量％と表す）を示した。実験Ⅰ，実験Ⅱ，実験Ⅲで測定した植物種子の正しい組合せはどれか，選べ。

	気体変化量（ml）	
	x	y
実験Ⅰ	12.1	2.4
実験Ⅱ	12.5	0.5
実験Ⅲ	13.1	3.7

表１

	含有率（質量％）		
植物名	炭水化物	タンパク質	脂質
ア	88.0	9.3	1.1
イ	44.2	35.5	10.9
ウ	24.0	5.0	65.5

表２

	実験Ⅰ	実験Ⅱ	実験Ⅲ
a	ア	イ	ウ
b	ア	ウ	イ
c	イ	ア	ウ
d	イ	ウ	ア
e	ウ	ア	イ
f	ウ	イ	ア

2 生物の分子進化や系統に関する文1，文2，文3を読み，続く問に答えよ。

（文1）

生物が進化してきた道筋を系統という。系統は，生物間に見られる共通性によって推測することができる。近年では，外部形態や細胞構造の比較に加え，DNAやRNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列に基づいた分子系統解析がおこなわれるようになり，生物界全体の系統関係の概要が明らかになってきた。DNA，RNAやタンパク質は，すべての生物がもつため，外部形態などに共通点がみられないような生物間についても系統関係を推測することができる。

1977年ウーズ(C. R. Woese)は，さまざまな生物のrRNAの塩基配列を解析し，その遺伝的差異を比較した。その結果，（ ア ）には2つの異なる生物群が存在し，（ イ ）とあわせて全体で3群に分かれることを明らかにした。（ ア ）のうちの1群は，大腸菌やシアノバクテリアなどを含む（ ウ ）と呼ばれる。（ ア ）のもう1群は，（ エ ）と呼ばれ，温泉や海底火山の熱水噴出孔のような90℃以上の高温環境で生育する超好熱菌，NaCl濃度が2 mol/Lを超える高塩濃度環境に生育する高度好塩菌，嫌気条件でメタンを生成するメタン菌(メタン生成菌)などが含まれる。このような（ イ ），（ ウ ），（ エ ）は，生物の世界の「3ドメイン(3ドメイン説)」と呼ばれている。

その後の研究から（ エ ）は，系統的には（ ウ ）よりも（ イ ）に近縁であり，約38億年前に（ ウ ）と（ エ ）・（ イ ）の共通の祖先が分岐し，さらに約24億年前に（ エ ）と（ イ ）が分岐したと推測されている。

問1 文1の（ ア ）から（ エ ）にあてはまる正しい語を選べ。

a．細菌(バクテリア)　b．菌類　c．動物
d．植物　e．紅藻類　f．褐藻類
g．緑藻類　h．アーキア(古細菌)　i．原核生物
j．真核生物(ユーカリア)

（文2）

同じタンパク質であっても，生物種間でアミノ酸配列を比べると違いが見られる。異なるアミノ酸の数は，共通の祖先から分岐してからの時間におよそ比例しており，このことから，分子時計という考え方が生まれた。分子時計を用いると，生物が分岐した年代を推定することができる。

表1は脊椎動物に属する5種の生物が共通してもつ**タンパク質A**のアミノ酸配列を比較し，生物間で異なっていたアミノ酸の数を示している。生物種間のDNA塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列などの配列データを用いて作成された系統樹を分子系統樹という。このような特定分子の変異数から系統樹を推定する方法を平均距離法という。

カンガルーとヒトは，1億3500万年前に共通の種から分岐したと考えられている。この数値をもとに，平均距離法を用いて系統樹を推定する。

	カンガルー	ウサギ	イヌ	ヒト
イモリ	67	70	65	62
カンガルー		30	33	27
ウサギ			27	25
イヌ				23

表1

問2 表1の**タンパク質A**のアミノ酸の1つが置換するのに要する時間はどれか，選べ。

a．100万年　b．250万年　c．500万年　d．750万年
e．1000万年　f．2700万年　g．5000万年　h．7500万年

問3 前問(問2)で求めた値から，イモリとウサギが分岐したのは何年前かを推定し，正しいのを選べ。

a．1000万年前　b．2500万年前　c．5000万年前
d．7500万年前　e．1億年前　f．1億5000万年前
g．2億年前　h．2億5000万年前　i．3億年前
j．3億5000万年前

（文３）

分子系統樹の作成方法は複数あるが，その１つに最節約法がある。最節約法ではDNA塩基配列における塩基置換の数が最も少ない系統樹を選択する。４種の生物U，V，W，Xの特定遺伝子のDNA塩基配列を調べたところ，５か所の特定塩基（塩基１～塩基５）で，表２のような塩基の多様性（変異）が見られた。

	塩基１	塩基２	塩基３	塩基４	塩基５
U	A	T	G	T	A
V	A	A	T	A	A
W	A	A	G	A	A
X	C	A	G	T	A

表２

生物Xはさまざまな証拠から，生物U，生物V，生物Wの共通祖先の塩基配列をもつことが明らかになっている。生物U，生物V，生物Wの関係性を表すために，図１のような３通りの系統樹を作成し，最節約法の考え方で塩基置換がどの段階で生じたのかを考える。

塩基１では，生物Xでは「C」であるが，生物U，生物V，生物Wでは「A」となっている。最節約法の考え方に従うと図１のように，生物U，生物V，生物Wが分かれる前に「塩基１で，CからAへの塩基置換（変異）」が起こったと考えられる。

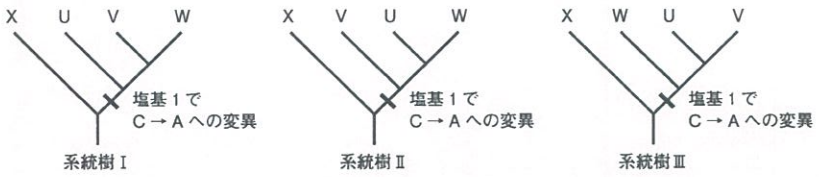


図１

問４　塩基３と塩基４ではどのような塩基置換が起こったと考えられるか。最節約法で考え，正しい組合せはどれか，選べ。

	塩基３の塩基置換	塩基４の塩基置換
a	GからTへ	TからAへ
b	GからTへ	AからTへ
c	TからGへ	TからAへ
d	TからGへ	AからTへ

問５　生物U，生物V，生物W，生物Xの系統関係が，下の図２の**系統樹Ⅰ**であったとする。最節約法の考え方に従うと，塩基２の塩基置換は図２に示した矢印**ア**から矢印**カ**のどこで生じたと考えられるか，正しい矢印を選べ。

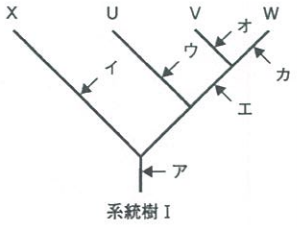


図２

a．矢印**ア**　　b．矢印**イ**　　c．矢印**ウ**
d．矢印**エ**　　e．矢印**オ**　　f．矢印**カ**

問６　前頁の図１の**系統樹Ⅱ**では，表２の塩基１から塩基５の状態を合計何回の塩基置換で説明できるか，選べ。ただし，最も変異回数が少ない場合で答えよ。

a．１回　　b．２回　　c．３回　　d．４回　　e．５回
f．６回　　g．７回　　h．８回　　i．９回　　j．10回

3 哺乳類の血糖(けっとう)調節に関する次の文1，文2を読み，続く問に答えよ。

（文1）

血液中に含まれるグルコースを血糖という。血糖は，細胞で行われる呼吸によりエネルギー源として使用される。血糖濃度は，一定の範囲に保たれている。血糖濃度の低下によって，糖以外の呼吸基質が使えない一部の器官では機能が著しく低下する。そのため，血糖濃度を上昇させる作用をもったホルモンが分泌されることで血糖濃度が維持されている。

一方，食後に血糖濃度が上昇すると，速やかに血液中のインスリン濃度が上昇する。(1)インスリンは血糖濃度を引き下げるはたらきをするホルモンである。そのため，(2)健康なヒトの血糖濃度は，食事の2～3時間後には空腹時の状態に戻る。

インスリンは，すい臓のランゲルハンス島B(β)細胞(以下B細胞)から分泌される。B細胞は，血糖濃度の上昇を感知してインスリンの分泌を促進する。その仕組みの概略を図1に示す。細胞外のグルコースは，B細胞の細胞膜にある輸送体Aを通って細胞内に入る。血糖濃度が上昇すると細胞内のグルコースは増加する。グルコースは，エネルギー代謝で酸化されてATPを生成するが，その量は細胞内のグルコース濃度に依存している。

細胞膜にはATP感受性カリウムイオンチャネルがあり，カリウムイオン(K^+)を常に細胞外へ流出することで静止電位が維持されている。細胞内ATP濃度が上昇するとATP感受性カリウムイオンチャネルが閉じてK^+の流出が止まる。(3)これに連動してカルシウムイオンチャネルが開き，細胞外のカルシウムイオン(Ca^{2+})が流入する。細胞内Ca^{2+}濃度の上昇に応じてインスリンの分泌が増加する。

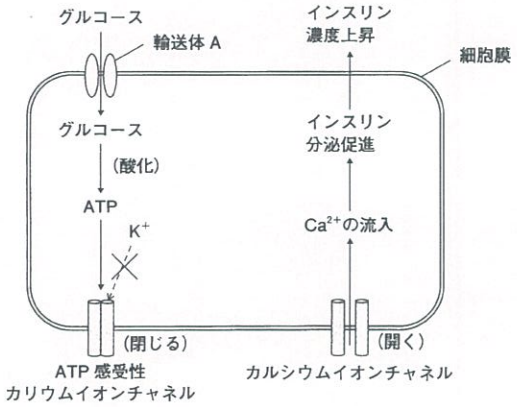


図1

問1 下線部(1)のインスリンの作用として正しいのはどれか，選べ。

a．細胞のタンパク質分解を促す。
b．細胞内の脂質の分解を促す。
c．尿中へグルコースの排出を促す。
d．肝臓でのグルコース合成を促す。
e．肝臓や筋肉でのグリコーゲン合成を促す。
f．小腸などの消化管でグルコース吸収を抑制する。

問2 図1の輸送体Aの作用として正しいのはどれか，選べ。

a．能動輸送によりグルコースを輸送する。
b．受動輸送(拡散)によりグルコースを輸送する。
c．細胞内ATP濃度によりグルコースの輸送量を変化させる。
d．グルカゴンの作用によりグルコースの輸送量を変化させる。
e．インスリンの作用によりグルコースの輸送量を変化させる。
f．細胞外の濃度にかかわらず常に一定量のグルコースを輸送する。

問 3　文1の下線部(2)のように血糖濃度と血中インスリン濃度は，食事によって変化する。表1のように，健康なヒトの血糖濃度変化を示すグラフを(　ア　)に，インスリン分泌が低下しているヒトの血糖濃度変化を示すグラフを(　イ　)に選べ。

同様に健康なヒトの血中インスリン濃度変化を示すグラフを(　ウ　)に，インスリン分泌が低下しているヒトの血中インスリン濃度変化を示すグラフを(　エ　)に選べ。図2と図3の横軸は，食事をとった時刻を0とし，経過した時間(hour)を示す。

	血糖濃度変化	血中インスリン濃度変化
健康なヒト	図2から選び，アにマークしなさい。	図3から選び，ウにマークしなさい。
糖尿病のヒト	図2から選び，イにマークしなさい。	図3から選び，エにマークしなさい。

表1

血糖濃度変化

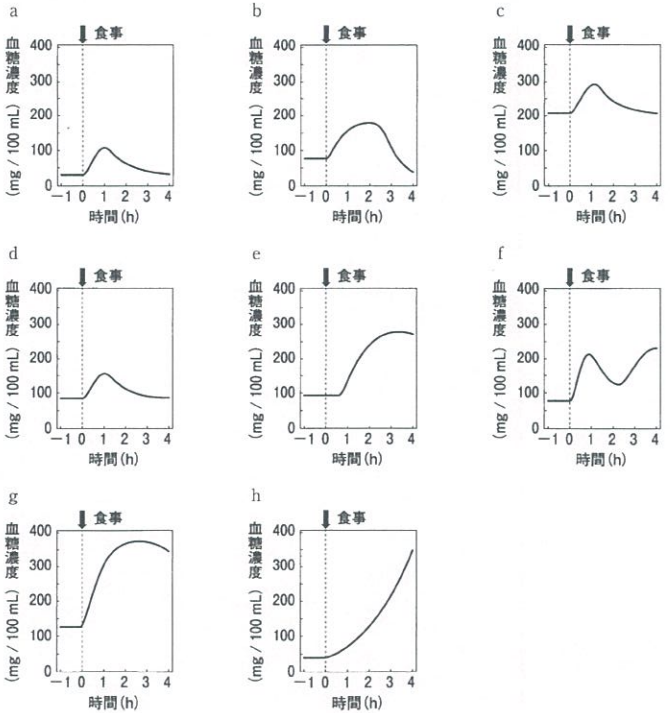


図2

血中インスリン濃度変化(相対値)

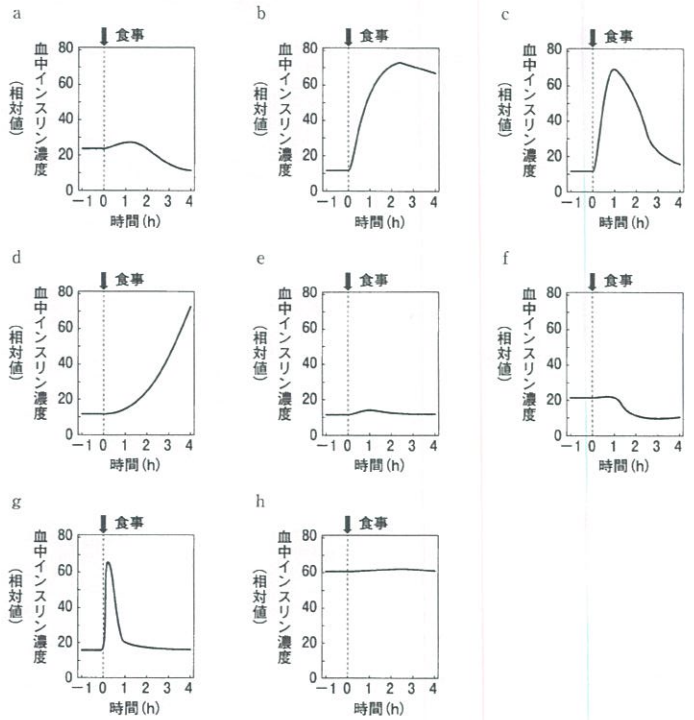


図3

問 4　文1の下線部(3)の正しい説明はどれか，選べ。

a．細胞内 K^+ 濃度の上昇により，物質依存性カルシウムイオンチャネルが開いた。

b．細胞内 K^+ 濃度の上昇により，細胞膜が脱分極し電位依存性カルシウムイオンチャネルが開いた。

c．細胞内 K^+ 濃度の上昇により，細胞膜が過分極し電位依存性カルシウムイオンチャネルが開いた。

d．細胞内 K^+ 濃度の低下により，物質依存性カルシウムイオンチャネルが開いた。

e．細胞内 K^+ 濃度の低下により，細胞膜が脱分極し電位依存性カルシウムイオンチャネルが開いた。

f．細胞内 K^+ 濃度の低下により，細胞膜が過分極し電位依存性カルシウムイオンチャネルが開いた。

(文2)

食後の血中インスリン濃度の増加には小腸から分泌される消化管ホルモンも関与している。胃で消化された食物が小腸に達すると，その刺激で小腸から消化管ホルモンPが分泌される。すい臓ランゲルハンス島B細胞にはホルモンPの受容体Qがあり，ホルモンPが受容体Qに結合するとインスリン分泌が増加する。ホルモンPの作用は，小腸に食物がある間は継続するが，血液中では数分で分解されるため，小腸からホルモンPが分泌されなくなるとすぐにその作用は消失する。

ホルモンPの作用を調べるために次の実験1，実験2を行い，表2と表4の結果を得た。

実験1：ホルモンP遺伝子を欠損させたノックアウトマウス(KOマウス)を作り，正常マウスとKOマウスの食後と絶食中の血糖濃度(mg/100 mL)を測定した。その結果を表2に示す。絶食とは，測定前の24時間食事を摂らず，小腸に食物が完全に存在しない状態を意味する。

	空腹時	食後	絶食後
正常マウス	100	150	80
KOマウス	100	180	80

表2　マウスの血糖濃度(mg/100 mL)

実験2：実験1で用いた正常マウスとKOマウスのすい臓からB細胞を含む組織を取り出し，穏やかな手法でバラバラの細胞とし，培養液を加えて均質な細胞懸濁(けんだく)液とした。この細胞懸濁液を新しい4つのシャーレに10 mLずつ入れた。各シャーレには以下のものを加え(表3)，一定時間経過後に細胞懸濁液中のインスリン濃度を測定した。その結果を表4に示す。表4の数値は正常マウスのシャーレ1のインスリン濃度を10とした時の相対値である。

シャーレ	シャーレに加えたもの
1	グルコース5 mg
2	グルコース20 mg
3	グルコース5 mgとホルモンP
4	グルコース20 mgとホルモンP

表3　シャーレに加えたもの

シャーレ	正常マウス	KOマウス
1	10	10
2	40	40
3	10	10
4	80	75

表4　インスリン濃度(相対値)

問5　実験1の結果から考えられるホルモンPの作用はどれか，選べ。

a．空腹時の血糖濃度の上昇を促進する。
b．空腹時の血糖濃度の上昇を抑制する。
c．食後の血糖濃度の上昇を促進する。
d．食後の血糖濃度の上昇を抑制する。
e．絶食時の血糖濃度の上昇を促進する。
f．絶食時の血糖濃度の上昇を抑制する。

問6　図1を参照して，実験2の結果からホルモンPのB細胞に対する作用として考えられるのはどれか，選べ。

a．ATP濃度が低いときカリウムイオンチャネルを閉じる。
b．ATP濃度が低いときカルシウムイオンチャネルを開く。
c．ATP濃度が低いとき輸送体Aに作用してグルコース輸送を促進する。
d．ATP濃度が高いときカリウムイオンチャネルを開く。
e．ATP濃度が高いとき細胞内カルシウムイオン濃度を上昇させる。
f．ATP濃度が高いとき細胞内カルシウムイオン濃度を低下させる。

4 マウスを用いた実験に関する次の文1，文2，文3，文4を読み，続く問に答えよ。

（文1）

実験には，体内および体表に微生物やウイルス，寄生虫が存在しない無菌マウスを使用した。このマウス（体毛色：黒）を完全な無菌的環境（GF（germ-free）飼育室）で飼育し，DNA変異誘導剤を混ぜた飲料水を1週間飲ませた（以後このマウスを変異マウスと呼ぶ）。その後DNA変異誘導剤を含まない通常の飲料水に交換し，さらに1週間飼育した。

2週間の飼育後，著明な健康障害が現れずに生存する事を確認した後，変異マウスから脾臓と胸腺[1]および骨髄を摘出し，細胞を傷つけないように穏やかな手法でこれらの臓器からバラバラの細胞を調製した。DNA変異誘導剤を飲ませていないマウス（正常マウス）からも同様に細胞を調製した。

調製した脾臓細胞を，増殖に適した培養液や条件で培養し，細胞数の変化を調べたところ図1のような結果となった。

正常マウス脾臓由来の細胞（図1　黒丸）では，培養開始12時間後から細胞数が増え，72時間後に最大となった。その後，96時間後までほぼ変化が無かった。

一方，変異マウス脾臓由来の細胞（図1　白四角）では，細胞数は96時間後までほとんど変化しなかった。この結果から，DNA変異誘導剤により細胞増殖能が低下した（失われた）と考えた。胸腺由来細胞でも変異マウスの細胞増殖能の低下が同様に認められた。

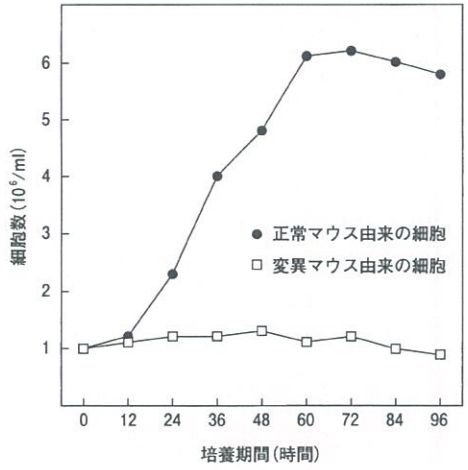


図1

問1　下線部[1]の胸腺と骨髄の2つの組織から，獲得免疫（適応免疫）に関わる細胞が産生される。胸腺に由来する細胞と骨髄に由来する細胞の相違点はどれか，選べ。

a．抗体を作ること。
b．細胞分裂すること。
c．リンパ球であること。
d．抗原を認識すること。
e．アレルギーに関与すること。

問2　骨髄に由来する細胞には自然免疫に作用するマクロファージが含まれている。マクロファージの説明のうち誤っているのはどれか，選べ。

a．炎症を誘導する。
b．抗原を記憶する。
c．昆虫に存在する。
d．多くの組織に分布する。
e．食作用（貪食作用）をもつ。

（文２）

図１のように変異マウス由来の細胞が，培養開始96時間を経過しても細胞数が増えなかったのは，細胞増殖に大切な遺伝子のDNA塩基配列に変異が導入されたためとの仮説を立てた。

そこで，変異が導入された遺伝子を明らかにするため，(2)遺伝情報の配列解析を行った。その結果，DNA塩基配列の変異が導入された遺伝子候補が見つかった。この遺伝子を *Toho* と名付けた。*

変異マウスでの *Toho* 遺伝子の変異は，(3)開始コドンから数アミノ酸残基を経たコドンが終止コドンに置き換わっていることが判明した。

次に，*Toho* 遺伝子が細胞増殖に関与するかを調べるため，(4)正常マウスの *Toho* 遺伝子を欠損させたノックアウトマウスを作製した(以後KOマウスと呼ぶ)。KOマウス由来の脾臓細胞は，図１の変異マウス由来の脾臓細胞と同じように細胞増殖能が低下していることが明らかとなった。

※科学報告文などでは，DNAである遺伝子 *Toho*，この遺伝子から転写・翻訳され生成したタンパク質をTOHOと表すのか一般的である。

問３　下線部(2)では，遺伝子の変異部分を明らかにするためにDNA塩基配列を解析したが，この解析の適切な実験操作の手順を選べ。手順は，５つの実験操作からなる。１行目に最初(１番目)から３番目までの実験操作，２行目に４番目と５番目の実験操作を示している。

a．１．ゲノムDNAの調製 → ２．制限酵素での消化 → ３．プラスミドへの挿入 → ４．DNA塩基配列の決定 → ５．コンピューター解析

b．１．DNA塩基配列の決定 → ２．コンピューター解析 → ３．制限酵素での消化 → ４．ゲノムDNAの調製 → ５．プラスミドへの挿入

c．１．ゲノムDNAの調製 → ２．DNA塩基配列の決定 → ３．制限酵素での消化 → ４．プラスミドへの挿入 → ５．コンピューター解析

d．１．ゲノムDNAの調製 → ２．制限酵素での消化 → ３．プラスミドへの挿入 → ４．コンピューター解析 → ５．DNA塩基配列の決定

e．１．制限酵素での消化 → ２．ゲノムDNAの調製 → ３．DNA塩基配列の決定 → ４．プラスミドへの挿入 → ５．コンピューター解析

問４　下の表１(コドン表)を参考し，下線部(3)で示されたDNA塩基配列として正しいのはどれか，選べ。

a．5'−TTCTATATGTGTCGTGATTGAAAATTTCTAGCCCTATATCCT− 3'

b．5'−TGGATGACCATCGTTCTGGTTTGCTACTTATTGCCTTATCCT− 3'

c．5'−AGTAGCATGTTCTATTATCCTTACTTGCCTGCCCTATTCTAT− 3'

d．5'−GGAGTCAAACTACGGTCCTGGACTGGCTTTTGCCTTATCCT− 3'

e．5'−CCAATGGCCCTATTGCGTGTTCGAGCCCTATTGCCTTTCTAT− 3'

１番目の塩基	２番目の塩基								３番目の塩基
	U		C		A		G		
U	UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA	ロイシン	UCA		UAA	終止コドン	UGA	終止コドン	A
	UUG		UCG		UAG		UGG	トリプトファン	G
C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U
	CUC		CCC		CAC		CGC		C
	CUA		CCA		CAA	グルタミン	CGA		A
	CUG		CCG		CAG		CGG		G
A	AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U
	AUC		ACC		AAC		AGC		C
	AUA		ACA		AAA	リシン	AGA	アルギニン	A
	AUG	メチオニン	ACG		AAG		AGG		G
G	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	U
	GUC		GCC		GAC		GGC		C
	GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA		A
	GUG		GCG		GAG		GGG		G

表１　コドン表

問５　下線部(4)の遺伝子欠損マウス(KOマウス)の作成で，従来の方法に比べ効率よく遺伝子欠損マウス(KOマウス)および遺伝子改変マウス(ノックインマウス)を作成できる方法はどれか，選べ。

a．核移植　　b．mRNA調製

c．体外授精　　d．ゲノム編集

e．RNAi(RNA干渉)　　f．ゲノムDNAの制限酵素消化

g．紫外線による核の不活化　　h．iPS細胞(人工多能性幹細胞)の作成

i．細胞融合　　j．アグロバクテリウムの感染

（文３）

次にマウスの細胞内で *Toho* 遺伝子を遺伝情報とするタンパク質(以後 TOHO タンパク質と呼ぶ)が，細胞内のどこに存在するかを明らかにする実験計画を立てた。緑色蛍光タンパク質(GFP)は，蛍光顕微鏡で観察すると緑色の蛍光を発するので細胞内での場所が特定できる。

そこでマウス細胞での発現に必要な転写プロモーター領域に *Toho* 遺伝子の構造遺伝子と GFP の構造遺伝子とを連結した融合タンパク質 TOHO-GFP を発現するベクターを作成した。これを TOHO-GFP ベクターと呼ぶ。なお，構造遺伝子とは，特定のタンパク質のアミノ酸配列に相当する DNA 塩基配列部分をいう。

マウス由来細胞へ TOHO-GFP ベクターを導入し，蛍光顕微鏡で観察するとミトコンドリアが緑色に光っていることがわかった。この結果から TOHO タンパク質は，ミトコンドリアで機能すると推定された。

KO マウスの脾臓細胞では，TOHO タンパク質のミトコンドリアの機能がほとんど無いと考えられた[(5)]。ミトコンドリアは ATP 合成を行う。そのため，KO マウスでは ATP 不足が考えられたが，KO マウスの脾臓細胞は，正常マウスの脾臓細胞と同じように生存していることから細胞内のエネルギー物質は不足していないと予想された。実際に正常マウスと KO マウスの両方から調製した細胞内の ATP 量を測定すると，正常マウスと KO マウスの細胞間で大きな差は無かった。

問 6　特定のタンパク質が細胞内のどこに存在するかを明らかにする手法として，このタンパク質を特異的に認識する抗体を蛍光色素で標識(色づけ)し，蛍光を発する抗原抗体複合体を観察する免疫細胞染色法がある。免疫細胞染色法に比べ，GFP を使用した検出法が特に優れていることはどれか，選べ。

a．生きている細胞で観察ができる。
b．さまざまな蛍光色のタンパク質がある。
c．特殊な蛍光波長なので検出感度が高い。
d．光学顕微鏡や蛍光顕微鏡で観察できる。
e．GFP の発光が蛍光色素より長時間継続する。
f．GFP の発光が蛍光色素より強いため微細な構造を観察できる。

問 7　下線部(5)のような状態であるにもかかわらず細胞は生存していた。理由として細胞内のある経路の作用が高まっているためと予想できる。その経路を選べ。

a．光化学系 I
b．クエン酸回路
c．カルビン・ベンソン回路
d．解糖系
e．β 酸化
f．アルコール発酵

問 8　緑色蛍光タンパク質 GFP を，オワンクラゲから精製し発光の仕組みを解明した研究者は誰か，選べ。

a．田中　耕一
b．岡崎　令治
c．利根川　進
d．山中　伸弥
e．大隈　良典
f．下村　脩
g．大村　智
h．本庶　佑

（文４）

TOHO タンパク質はミトコンドリアに存在し，胸腺や脾臓の細胞機能に欠かせないことが判明した。TOHO タンパク質のマウスでの生体防御能をウイルス感染実験で調べることにした(実験の流れを図２に示す)。

ウイルスを，10 匹の正常マウスと KO マウスの喉(のど)に感染させた。正常マウスでは，感染 10 日後に 7 匹で体重が減少したが，残りの 3 匹は特段の体重変化は無かった。体重の減った 7 匹はその 5 日後(開始から 15 日)までに回復し，感染 30 日後まで通常に飼育した。

KO マウスでも同様に実験したところ，10 匹中 8 匹の KO マウスは感染 10 日後に体重が減少した。この 8 匹は 15 日後(開始から 25 日)までに回復し，全 10 匹を 30 日まで飼育した。

感染から回復した 10 匹のマウスに対して，再度同じ方法でウイルスを感染させた。正常マウスは再感染後 30 日まで特に変化無く元気な様子だった。KO マウスは再感染 10 日後に 10 匹中 9 匹で体重が減少したが，その後初感染の場合と同様に 15 日ほどかけてゆっくりと回復した。再感染後 30 日には 10 匹が健康だった。

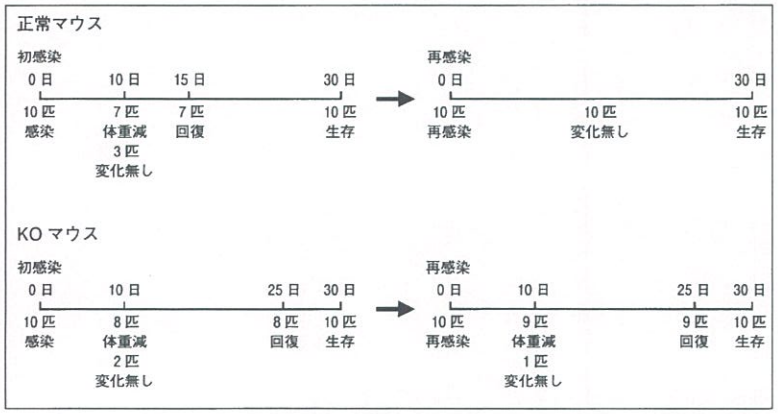


図２

さらに皮膚片の移植実験を追加した。移植は図３のような組合せで実施した。体毛色が黒あるいは白のマウス(どちらのマウスも正常マウス)から採取した皮膚片を，正常マウス(体毛色：黒)へ移植した場合と，KO マウス(体毛色：黒)へ移植した場合の結果を図３に示す。

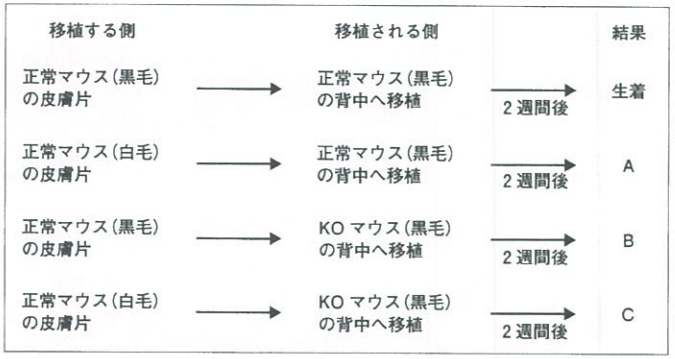


図３

問 9　再感染後の結果を見比べると，KO マウスで低下していると推測できる生体防御作用はどれか，2 つ選べ。

a．抗体を産生する B 細胞の作用。

b．異物を取り込む樹状細胞の作用。

c．感染細胞を殺傷する NK 細胞の作用。

d．感染部へ免疫細胞を呼びよせる上皮細胞の作用。

e．食作用(貪(どん)食作用)で取り込んだ細菌を分解(殺傷)するマクロファージの作用。

f．周囲の細胞のはたらきを増強するヘルパー T 細胞の作用。

問10　図3の結果A，BおよびCにあてはまる語の正しい組合せはどれか，選べ。生着とは，移植された皮膚を自分の一部として受け入れることを意味し，拒絶は移植された皮膚を受け入れず脱落排除することを示す。

	A	B	C
a	生着	生着	生着
b	生着	拒絶	生着
c	生着	拒絶	拒絶
d	生着	生着	拒絶
e	拒絶	拒絶	拒絶
f	拒絶	生着	拒絶
g	拒絶	拒絶	生着
h	拒絶	生着	生着

問11　一連の実験が終了しGF(germ-free)飼育室での飼育が必要無くなったため，マウスを一般動物飼育室(Conventional 飼育室)へ移動した。表2にGF飼育室と一般飼育室の比較を示した。一般動物飼育室では，基本的にGF飼育室と同じ条件でマウスを飼育するが，一般飼育室は特定の病気を起こすことのない微生物(環境微生物)が存在する点でGF飼育室と異なる。しばらく飼育すると正常マウスは健康を維持していたが，KOマウスにある疾患の兆候(ちょうこう)を示した。その疾患はどれか，選べ。

a．じんましん
b．I型糖尿病
c．関節リウマチ
d．重症筋無力症
e．日和見感染症

	GF飼育室	一般飼育室
温度	24℃前後	24℃前後
湿度	40－60％	40－60％
飼育マット	滅菌処理	滅菌処理
エサ	無菌	無菌
飲料水	滅菌水	滅菌水
環境微生物	存在しない	存在する

表2　GF飼育室と一般飼育室の比較

5　遺伝子発現に関する次の文1，文2を読み，続く問に答えよ。

（文1）

真核細胞では，RNAの合成後に，そのヌクレオチド鎖の一部が核内で取り除かれることがある。このとき取り除かれる部分に対応するDNAの領域をイントロンといい，それ以外の領域をエキソンという。遺伝子が転写される際，はじめに，イントロンとエキソンを含んだ領域に対応するRNAのヌクレオチド鎖が合成される。これを(1)mRNA前駆体という。

次に，mRNA前駆体からイントロンに対応する領域が取り除かれ，隣り合うエキソンに対応する領域どうしが連結されてmRNAがつくられる。この過程は，スプライシングと呼ばれる。スプライシングの際に取り除かれる部位が変化することによって，ある遺伝子の転写によってつくられた1種類のmRNA前駆体から2種類以上のmRNAが合成されることがある。このような現象は，選択的スプライシングと呼ばれる。

問1　下線部(1)のmRNA前駆体が，細胞質基質で翻訳されるmRNAになるために核内で起こるスプライシング以外の修飾過程として正しいのはどれか，2つ選べ。

a．5'末端に翻訳開始を促進する配列が付加される。
b．5'末端に核膜孔を通過するためのシグナル配列が付加される。
c．5'末端にキャップ構造として7-メチルグアノシンが付加される。
d．3'末端に逆転写のためのプライマー配列が付加される。
e．3'末端にアデニル酸が多数連なったポリAテールが形成される。
f．3'末端のエキソンの終止コドンより3'側の翻訳されない領域が除去される。

問2　イントロンとエキソンの説明で誤っているのはどれか，選べ。

a．エキソンには終止コドンよりも後の翻訳されない領域が含まれる。
b．選択的スプライシングでは翻訳されないエキソンもある。
c．選択的スプライシングでは転写されないエキソンもある。
d．最初のイントロンには翻訳されない領域のみが含まれる。
e．最後のイントロンには翻訳されない領域のみが含まれる。
f．ポリAテールはイントロンでもエキソンでもない。

(文2)

ある哺乳動物には遺伝性疾患があり，これまでの研究から常染色体上に存在する単一遺伝子(遺伝子A)が発症に関連していると考えられた。遺伝子Aは6つのエキソン(E1 から E6)を持つ全長6000塩基対の遺伝子(図1)で，選択的スプライシングで合成されるmRNAにより，肝臓・胆のう・すい臓でいくつかの種類のタンパク質を発現している。これらのことから遺伝子Aの変異により，肝臓・胆のう・すい臓のいずれかで正常な機能を失ったタンパク質が生成されるために，この疾患を発症することが推測された。この遺伝子の変異とスプライシングのパターンとの関連を調べるために以下の実験を行った。

図1のように E1 は200塩基対，E2 は300塩基対，E3 は400塩基対，E4 は500塩基対，E5 は600塩基対，E6 は700塩基対，イントロンは E1 と E2 間が400塩基対，E2 と E3 間が800塩基対，E3 と E4 間が1200塩基対，E4 と E5 間が500塩基対，E5 と E6 間が400塩基対からなる。

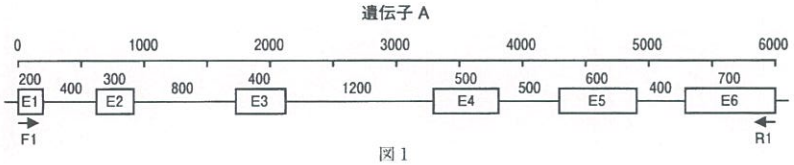


図1

実験1：この動物の野生型系統と代々この遺伝性疾患の発症が確認される系統を交雑させて，多数の雑種第2世代を得た。得られた雑種第2世代は，無症状，軽症，重症のグループに分けられた。無症状の個体と重症の個体からゲノムDNAを抽出し，それを鋳型として，遺伝子Aを特異的に増幅するプライマーF1(E1 の5'端に結合)とプライマーR1(E6 の3'端に結合)を用いたPCRで得られた増幅DNA標品の塩基配列を比較し，1箇所のみに違い(変異)があることを確認した。

実験2：実験1で得られた3つのグループから1個体ずつ(個体1，個体2，個体3)を選び，同様にゲノムDNAを鋳型にPCRを行い，遺伝子Aの増幅DNA標品を得て，アガロースゲル電気泳動した(図2：個体1，個体2，個体3のレーンG)。増幅されたDNA標品の変異の有無を調べるため，野生型の配列は切断するが変異部位は切断しない制限酵素Rで各個体の増幅DNA標品を処理したものも電気泳動した(図2：個体1，個体2，個体3のレーンGR)。

実験3：各個体(個体1，個体2，個体3)の肝臓・胆のう・すい臓から抽出・精製したmRNAのcDNAを合成し，そのcDNAを鋳型として実験1と同様にPCRを行い，増幅した断片をアガロースゲル電気泳動した(図2：個体1，個体2，個体3のレーン肝臓・胆のう・すい臓)。すべての増幅断片にイントロン由来の配列は含まれていないことを確認した。

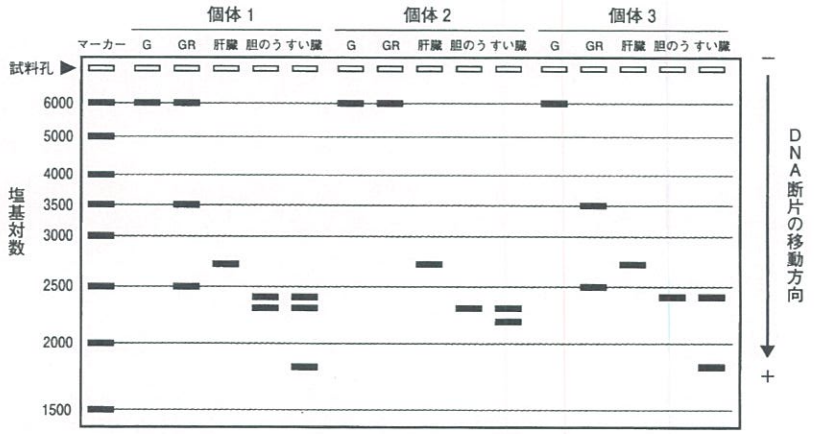


図2

問3　各個体(個体1・個体2・個体3)の症状の正しい組合せはどれか，選べ。

	個体1	個体2	個体3
a	無症状	軽症	重症
b	軽症	無症状	重症
c	無症状	重症	軽症
d	重症	無症状	軽症
e	軽症	重症	無症状
f	重症	軽症	無症状

問4　E1 の配列中に開始コドンがあり，E2 から E4 までのエキソンに対応するRNAから翻訳されるアミノ酸配列は生成するタンパク質の機能に寄与せず，E5 と E6 が正常に翻訳されることが機能タンパク質の必要条件である場合，次の選択的スプライシングにより生じ得るmRNAのうち，機能タンパク質が翻訳されるエキソンに対応する配列の組合せを持つmRNAはどれか，2つ選べ。

a．E1 E2 E5 E6　　b．E1 E3 E5 E6

c．E1 E4 E5 E6　　d．E1 E2 E3 E5 E6

e．E1 E2 E4 E5 E6　　f．E1 E3 E4 E5 E6

問 5　各個体(個体１・個体２・個体３)の肝臓から得られた cDNA を鋳型とした PCR 増幅産物を制限酵素 R で処理した場合の予測結果と，そこから導き出される推論の正しい説明を，2つ選べ。

a．個体１の増幅断片が完全に切断されるなら，変異はイントロン内にある。

b．個体１の増幅断片の半分が切断されるなら，変異はエキソン内にある。

c．個体２の増幅断片が完全に切断されるなら，変異はエキソン内にある。

d．個体２の増幅断片が全く切断されないなら，変異はエキソン内にある。

e．個体３の増幅断片が完全に切断されるなら，変異はイントロン内にある。

f．個体３の増幅断片が全く切断されないなら，変異はイントロン内にある。

問 6　この遺伝性疾患が重症化する理由として最も適切なのはどれか，選べ。

a．機能タンパク質が肝臓，胆のう，すい臓のすべてで生成しない。

b．機能タンパク質がすい臓で生成するが，肝臓と胆のうでは生成しない。

c．機能タンパク質が胆のうで生成するが，肝臓とすい臓では生成しない。

d．機能タンパク質が肝臓で生成するが，胆のうとすい臓では生成しない。

e．機能タンパク質が胆のうとすい臓で生成するが，肝臓では生成しない。

f．機能タンパク質が肝臓とすい臓で生成するが，胆のうでは生成しない。

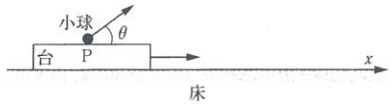
g．機能タンパク質が肝臓と胆のうで生成するが，すい臓では生成しない。

物　理

1 次の文章を読み，各問に答えよ。ただし，重力加速度の大きさは g[m/s²]とする。

図のように，水平な床の上に直方体の台があり，床に沿って水平に定めた x 軸上をまっすぐ運動できる。台の位置は台の重心の x 座標で表すものとする。

最初，位置 $x=0$ で静止していた台が，ある時刻に一定の加速度 $\frac{g}{2}$ で x 軸の正の向き(図中の右向き)に動き出した。台が $x=l$[m]の位置に達したとき，台に乗った人から見て x 軸の正の向きから角度 θ[rad]をなす方向に，台上の点Pから小球をある初速度で投射した。その後，台は同じ加速度を保ち，$x=9l$ の位置まで移動したところで，ちょうど小球が台上の点Pに落ちた。なお，小球は台に比べて軽く，台から小球を投射したことによる台の速度の変化はない。



問 1　小球がPから投射されてからPに落ちるまでにかかる時間はいくらか。

a. $\sqrt{\frac{2l}{g}}$　b. $2\sqrt{\frac{l}{g}}$　c. $2\sqrt{\frac{2l}{g}}$　d. $3\sqrt{\frac{l}{g}}$　e. $4\sqrt{\frac{l}{g}}$　f. $3\sqrt{\frac{2l}{g}}$

問 2　x 軸上で静止した場所から見た場合，小球の最高点における速さはいくらか。

a. $\sqrt{\frac{gl}{2}}$　b. $2\sqrt{gl}$　c. $(1+\sqrt{2})\sqrt{gl}$

d. $(1+\sqrt{3})\sqrt{gl}$　e. $2\sqrt{2gl}$　f. $4\sqrt{gl}$

問 3　台に乗った人から見た場合，投射時の小球の初速度の大きさはいくらか。

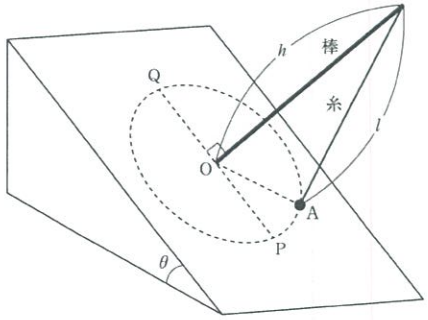
a. $\sqrt{gl}$　b. $\sqrt{2gl}$　c. $\frac{3}{2}\sqrt{gl}$　d. $2\sqrt{gl}$　e. $\sqrt{5gl}$　f. $3\sqrt{gl}$

問 4　$\tan\theta$ はいくらか。

a. $\frac{1}{4}$　b. $\frac{1}{2}$　c. 1　d. $\frac{\sqrt{5}}{2}$　e. $\sqrt{2}$　f. $\sqrt{3}$　g. 2

2 次の文章を読み，各問に答えよ。

図のように，水平面から角 θ[rad]だけ傾いた滑らかな平面板がある。その平面板上の点Oに，長さ h[m]の棒を平面板に垂直に固定し，棒の上端に長さ l[m]の軽い糸をつけ，糸の他端には質量 m[kg]の小球Aをつけている。ただし，$h=\frac{\sqrt{3}}{2}l$ である。Aは平面板に接して点Oを中心とする半径 $\frac{l}{2}$ の円運動を行うものとする。平面板上でのAの最低地点をP，最高地点をQとし，PにおけるAの速さを v[m/s]とする。ただし，$0<\tan\theta<\frac{\sqrt{3}}{3}$ であり，重力加速度の大きさは g[m/s²]とし，糸の質量は無視できるものとする。小球と平面板の間に摩擦はない。



問 1　AがPにいるとき，糸の張力の大きさはいくらか。

a. $mg\sin\theta+\frac{mv^2}{l}$　b. $mg\sin\theta+\frac{2mv^2}{l}$

c. $2mg\sin\theta+\frac{4mv^2}{l}$　d. $mg(1-\cos\theta)+\frac{mv^2}{l}$

e. $mg(1-\cos\theta)+\frac{2mv^2}{l}$　f. $2mg(1-\cos\theta)+\frac{4mv^2}{l}$

問 2　PにおいてAが平面板から受ける垂直抗力の大きさはいくらか。

a. $\frac{\cos\theta-\sqrt{3}\sin\theta}{2}mg+\sqrt{3}\frac{mv^2}{l}$　b. $\frac{\cos\theta-\sqrt{3}\sin\theta}{2}mg-2\sqrt{3}\frac{mv^2}{l}$

c. $2(\cos\theta-\sqrt{3}\sin\theta)mg+\sqrt{3}\frac{mv^2}{l}$　d. $2(\cos\theta-\sqrt{3}\sin\theta)mg-2\sqrt{3}\frac{mv^2}{l}$

e. $(\cos\theta-\sqrt{3}\sin\theta)mg+\sqrt{3}\frac{mv^2}{l}$　f. $(\cos\theta-\sqrt{3}\sin\theta)mg-2\sqrt{3}\frac{mv^2}{l}$

問 3　Qにおいて A の速さはいくらか。

a．$\sqrt{v^2 - gl\sin\theta\cos\theta}$　　b．$\sqrt{v^2 - 2gl\sin\theta\cos\theta}$　　c．$\sqrt{v^2 - 4gl\sin\theta\cos\theta}$

d．$\sqrt{v^2 - gl\sin\theta}$　　e．$\sqrt{v^2 - 2gl\sin\theta}$　　f．$\sqrt{v^2 - 4gl\sin\theta}$

問 4　A が Q にいるとき，糸の張力の大きさはいくらか。

a．$\dfrac{mv^2}{l} - mg\sin\theta$　　b．$\dfrac{mv^2}{l} - 5mg\sin\theta$　　c．$\dfrac{\sqrt{3}\,mv^2}{l} - 10mg\sin\theta$

d．$\dfrac{2mv^2}{l} - 5mg\sin\theta$　　e．$\dfrac{4mv^2}{l} - 10mg\sin\theta$　　f．$\dfrac{10mv^2}{l} - 5mg\sin\theta$

問 5　A が Q にいるときの平面板から受ける垂直抗力の大きさは，A が P にいるときの平面板から受ける垂直抗力の大きさよりいくら大きいか。

a．$\left(\dfrac{\sqrt{3}\,mv^2}{l} - mg\right)\sin\theta$　　b．$\left(\dfrac{mv^2}{l} - mg\right)\sin\theta$　　c．$\left(\dfrac{2mv^2}{l} - 10mg\right)\sin\theta$

d．$6\sqrt{3}\,mg\sin\theta$　　e．$6\sqrt{3}\,mg(1-\cos\theta)$　　f．$\sqrt{3}\,mg\sin\theta$

g．$\sqrt{3}\,mg(1-\cos\theta)$

問 6　ある θ において，A が平面板に接して離れずに円運動を実現するには，v の値がある範囲内にある必要がある。その v の範囲の下限はいくらか。

a．$\dfrac{\sqrt{2gl(1-\cos\theta)}}{2}$　　b．$\sqrt{2gl(1-\cos\theta)}$　　c．$\sqrt{\dfrac{5gl(1-\cos\theta)}{2}}$

d．$\dfrac{\sqrt{2gl\sin\theta}}{2}$　　e．$\sqrt{2gl\sin\theta}$　　f．$\sqrt{\dfrac{5gl\sin\theta}{2}}$

問 7　A が平面板に接して離れずに円運動を実現するには，前問(問 6)で述べた v の範囲を考慮すると，θ について満たすべき追加の条件がある。その追加の条件と本文に記した条件を合わせて考慮すると，$\tan\theta$ の上限値はいくらになるか。

a．$\dfrac{\sqrt{3}}{18}$　　b．$\dfrac{\sqrt{3}}{15}$　　c．$\dfrac{5}{18}$　　d．$\dfrac{\sqrt{3}}{5}$　　e．$\dfrac{2\sqrt{3}}{9}$　　f．$\dfrac{\sqrt{3}}{4}$　　g．$\dfrac{\sqrt{3}}{3}$

3　次の文章を読み，各問に答えよ。

図 1 のように，真空中に，正の電気量 Q[C]に帯電した半径 a[m]の導体球 A を置き，その外側を，外表面の半径が $4a$[m]で内表面の半径が $3a$[m]の空洞のある帯電していない導体球 B で囲む。図 2 では，図 1 と同様に Q に帯電した A を置き，その外側を帯電していない B で囲むが，さらに B の外表面を長い導線で B から遠くに接地する。図 1 と図 2 のどちらも A と B の球の中心は一致している。この中心から距離 r[m]の点における電位を $V(r)$[V]，電場の強さを $E(r)$[N/C]とする。ただし，電位の基準を図 1 では導体球の中心から無限遠，図 2 では接地点とする。なお，導体球の周囲及び空洞内は真空であり，真空中のクーロンの法則の比例定数を k[N·m²/C²]とする。

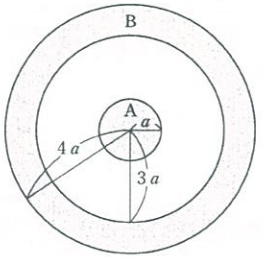


図 1

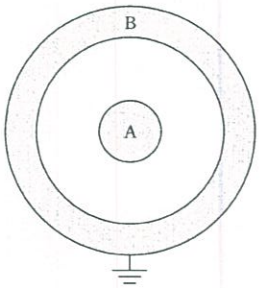


図 2

まず，問 1 から問 3 までは，図 1 について考える。

問 1　$V\left(\dfrac{7}{2}a\right)$ はいくらか。

a．0　　b．$\dfrac{kQ}{8a}$　　c．$\dfrac{kQ}{4a}$　　d．$\dfrac{2kQ}{7a}$　　e．$\dfrac{kQ}{3a}$　　f．$\dfrac{kQ}{2a}$

問 2　$V(2a)$はいくらか。

a．0　　b．$\dfrac{kQ}{12a}$　　c．$\dfrac{5kQ}{12a}$　　d．$\dfrac{kQ}{2a}$　　e．$\dfrac{3kQ}{4a}$

問 3　$V\left(\dfrac{a}{2}\right)$ はいくらか。

a．0　　b．$\dfrac{5kQ}{14a}$　　c．$\dfrac{2kQ}{3a}$　　d．$\dfrac{11kQ}{12a}$　　e．$\dfrac{kQ}{a}$　　f．$\dfrac{2kQ}{a}$

次に，問4と問5では，図2について考える。

問 4　$E(5a)$は$E(2a)$の何倍か。

a．0　　b．$\frac{4}{25}$　　c．$\frac{1}{5}$　　d．$\frac{2}{5}$　　e．$\frac{9}{25}$　　f．$\frac{6}{5}$

問 5　$V(2a)$はいくらか。

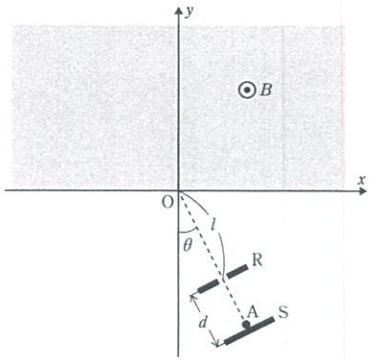
a．0　　b．$\frac{kQ}{12a}$　　c．$\frac{kQ}{6a}$　　d．$\frac{kQ}{4a}$　　e．$\frac{kQ}{3a}$　　f．$\frac{kQ}{2a}$

4　次の文章を読み，各問に答えよ。

図のように，紙面内にOを原点とするxy座標をとる。$y \geqq 0$の領域にのみ，紙面に垂直で裏から表に向いた磁束密度B[T]の一様な磁場がある。$x > 0$かつ$y < 0$の領域に間隔d[m]で薄い電極RとSを置く。RとOの間の距離をl[m]とする。

最初，Sの表面に正電荷q[C]と質量m[kg]をもつ粒子Aが静止していた。そして，RS間に電圧V[V]($V > 0$)を加えて発生する電場で，y軸に対して角度θ[rad]$\left(0 < \theta < \frac{\pi}{2}\right)$をなす方向にAを加速した。これによって，加速されたAは電極Rに開いた小穴を通ってOに達し，磁場の存在する領域($y \geqq 0$)に入った。その後，Aはx軸上に戻ってきた。このときにAの軌道がx軸と交わる点をCとする。

この系全体は真空中にあるものとする。Aの大きさは無視でき，Aの運動はxy平面内に限られる。重力の影響は無視できる。電場は，RS間のみに一様に存在し，Rの小穴に影響されない。



問 1　Cのx座標はいくらか。

a．$-\frac{1+\sin\theta}{B}\sqrt{\frac{mV}{q}}$　　b．$-\frac{1+\sin\theta}{B}\sqrt{\frac{2mV}{q}}$

c．$-\frac{2(1+\sin\theta)}{B}\sqrt{\frac{2mV}{q}}$　　d．$\frac{\cos\theta}{B}\sqrt{\frac{mV}{q}}$

e．$\frac{\cos\theta}{B}\sqrt{\frac{2mV}{q}}$　　f．$\frac{2\cos\theta}{B}\sqrt{\frac{2mV}{q}}$

問 2　$\theta = \dfrac{\pi}{3}$ の場合，AがSを出発してからCに達するまでにかかる時間はいくらか。

a．$(d+2l)\sqrt{\dfrac{m}{2qV}} + \dfrac{2\pi m}{3qB}$　　b．$(d+2l)\sqrt{\dfrac{m}{2qV}} + \dfrac{\pi m}{qB}$

c．$(d+2l)\sqrt{\dfrac{m}{2qV}} + \dfrac{5\pi m}{3qB}$　　d．$(2d+l)\sqrt{\dfrac{m}{2qV}} + \dfrac{2\pi m}{3qB}$

e．$(2d+l)\sqrt{\dfrac{m}{2qV}} + \dfrac{\pi m}{qB}$　　f．$(2d+l)\sqrt{\dfrac{m}{2qV}} + \dfrac{5\pi m}{3qB}$

5　次の文章を読み，各問に答えよ。

空気中で地表に向けて鉛直下方へ一定速度で降下している小さな気球Pがある。時刻 $t = 0$ s にPから振動数 f_0[Hz]の音を地上に向けて発信し始めたところ，音は地表で反射し，時刻 $t = T$[s]にPでは振動数 f[Hz]の反射音がはじめて受信された。この問題では，Pは地表にまだ到達しないものとする。なお，音速を V[m/s]とし，音は鉛直方向のみに伝わり，風は吹いていないものとする。

問 1　Pの降下する速さは V の何倍か。

a．$\dfrac{f-f_0}{f+f_0}$　b．$\dfrac{f+f_0}{f-f_0}$　c．$\dfrac{f-f_0}{f}$　d．$\dfrac{f+f_0}{f}$　e．$\dfrac{f}{f-f_0}$　f．$\dfrac{f}{f+f_0}$

問 2　はじめて反射音を受信したときのPの地上からの高さは VT の何倍か。

a．$\dfrac{f-f_0}{f+f_0}$　b．$\dfrac{f+f_0}{f-f_0}$　c．$\dfrac{f-f_0}{f_0}$　d．$\dfrac{f+f_0}{f_0}$　e．$\dfrac{f_0}{f-f_0}$　f．$\dfrac{f_0}{f+f_0}$

問 3　Pから発信した音を地表で観測すると，振動数はいくらになるか。

a．$\dfrac{f-f_0}{2}$　　b．$\dfrac{f+f_0}{2}$　　c．$f-f_0$

d．$f+f_0$　　e．$2(f-f_0)$　　f．$2(f+f_0)$

問 4　時刻 $t = 0$ s にPから発信した音が地表に届くまでにかかる時間は T の何倍か。

a．$\dfrac{f-f_0}{f+f_0}$　b．$\dfrac{f+f_0}{f-f_0}$　c．$\dfrac{f-f_0}{f}$　d．$\dfrac{f+f_0}{f}$　e．$\dfrac{f}{f-f_0}$　f．$\dfrac{f}{f+f_0}$

問 5　発信した音による空気の振動の変位は，時刻 t とともにPの発信場所において $A\sin 2\pi f_0 t$ で変化する。ここで A は一定の大きさをもつ振幅である。地表に音が届いた時刻以降，地表で観測する音による空気の変位はどのように表されるか。ただし，地表で反射した音ではなく，Pから直接届く音を考える。

a．$A\sin\left[\pi\left(\dfrac{f-f_0}{2}t + fT\right)\right]$　　b．$A\sin\left[\pi\left(\dfrac{f+f_0}{2}t - fT\right)\right]$

c．$A\sin\left[\pi\left\{(f-f_0)t + \dfrac{fT}{2}\right\}\right]$　　d．$A\sin\left[\pi\left\{(f+f_0)t - \dfrac{fT}{2}\right\}\right]$

e．$A\sin[\pi\{(f-f_0)t + fT\}]$　　f．$A\sin[\pi\{(f+f_0)t - fT\}]$

既卒(参照)

6 次の文章を読み，各問に答えよ。

図のように，大気中で鉛直に置かれた円筒型シリンダーと質量 m[kg]の円板型ピストンで囲まれた断熱容器の中に，定圧モル比熱 C_p[J/(mol·K)]の理想気体Aが入っている。ピストンはシリンダー内をなめらかに動くが，最初，ある高さで静止している。このとき，Aの圧力は p_0[Pa]，体積は V_0[m^3]である。ここで，ピストンの静止位置を原点として鉛直方向に y 軸を定め，鉛直上向きを y 軸の正の向きとする。ピストンの円形断面積は S[m^2]であり，ピストンの厚さ(y 軸方向の幅)は無視でき，ピストンの位置は y 座標で表されるものとする。

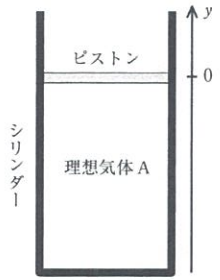
ピストンを静止状態($y=0$)から $y=-l$[m]($l>0$)までゆっくり押し下げた後，静かに放したところ，ピストンは y 軸方向に単振動をした。ただし，l はシリンダー底面からピストンまでの距離に比べて十分小さい。振動中，Aの内部で温度および圧力の場所による違いは生じないものとする。また，Aは外部と熱のやりとりをしないものとし，気体定数は R[J/(mol·K)]とする。

なお，理想気体が断熱変化するとき，気体の圧力 p と体積 V の間には，ある実数の量 γ を用いて次の関係が成立する。

$$pV^{\gamma}=\text{一定}$$

また，次の近似式を用いてもよい。ここで，実数 a の絶対値は1に比べて十分に小さい値をもち，b は任意の実数である。

$$(1+a)^b \fallingdotseq 1+ab$$



問 1　単振動中，$y=-l$ においてピストンにはたらく力の大きさはいくらか。

a．$\gamma p_0 S$　　b．$\gamma p_0 l^2$　　c．$\dfrac{p_0 S^2 l}{V_0}$　　d．$\dfrac{p_0 S^2 l}{\gamma V_0}$　　e．$\dfrac{\gamma p_0 S^2 l}{V_0}$

問 2　ピストンの振動の周期はいくらか。

a．$\sqrt{\dfrac{mV_0}{\gamma p_0 S^2}}$　　b．$\sqrt{\dfrac{\gamma mV_0}{p_0 S^2}}$　　c．$\dfrac{2\pi}{S}\sqrt{\dfrac{\gamma mV_0}{p_0}}$

d．$\dfrac{2\pi}{S}\sqrt{\dfrac{mV_0}{\gamma p_0}}$　　e．$2\pi S\sqrt{\dfrac{p_0}{mV_0}}$　　f．$\dfrac{2\pi}{S}\sqrt{\dfrac{mV_0}{p_0}}$

問 3　単振動中，$y=h_1$($|h_1|\leqq l$)におけるピストンの速さはいくらか。

a．$\sqrt{\dfrac{p_0 S^2 l^2}{\gamma mV_0}}$　　b．$\sqrt{\dfrac{\gamma p_0 S^2 h_1^2}{mV_0}}$　　c．$\sqrt{\dfrac{p_0 S^2(l^2-h_1^2)}{mV_0}}$

d．$\sqrt{\dfrac{\gamma p_0 S^2(l-h_1)^2}{mV_0}}$　　e．$\sqrt{\dfrac{p_0 S^2(l^2-h_1^2)}{\gamma mV_0}}$　　f．$\sqrt{\dfrac{\gamma p_0 S^2(l^2-h_1^2)}{mV_0}}$

問 4　ピストンが $y=0$ から $y=-h_2$($l\geqq h_2>0$)まで動く間に，Aが外部からされた仕事はいくらか。

a．$\gamma(C_p-R)\dfrac{p_0 Sh_2}{R}$　　b．$(\gamma-1)\dfrac{C_p p_0 Sh_2}{R}$

c．$(\gamma+1)\dfrac{C_p p_0 Sh_2}{R}$　　d．$(\gamma-1)(C_p+R)\dfrac{p_0 Sh_2}{R}$

e．$(\gamma+1)(C_p-R)\dfrac{p_0 Sh_2}{R}$　　f．$(\gamma-1)(C_p-R)\dfrac{p_0 Sh_2}{R}$

化　学

[1]．[2] の各問に答えよ。必要であれば，以下の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0；C = 12.0；N = 14.0；O = 16.0；Na = 23.0

問題で [ア]．[イ] [ウ] × $10^{[エ]}$ のように有効数字3桁で答える場合，計算で 9.8765 … × 10^4 となった場合は，有効数字より1桁多い4桁目の数値の6を四捨五入して 9.88×10^4 と答えよ。同様に，他の桁で求める場合も解答の数値については指定された有効数字より1桁多い数値を四捨五入して答えよ。

解答欄にア，イ，ウなど記号がある場合は，全ての記号について解答を選ぶこと。

[1] (A)，(B) の各問の解答を与えられた選択肢から一つ選べ。

(A) 酢酸ナトリウム n 水和物の n を求める以下の実験に関して各問に答えよ。ただし，酢酸ナトリウムと水和物の水の比率は一定であり，整数である。また，酸が酢酸だけの場合，中和点までは酢酸に NaOH を加えるとこの酢酸と反応した NaOH の物質量だけ酢酸ナトリウムが生成する。実験の温度での酢酸の酸の電離定数は次の値を用いよ。また，空気中の気体の溶解は無視するものとする。

$$K_a = 1.00 \times 10^{-4.57}\ \text{mol/L}$$

実験　酢酸ナトリウム n 水和物 17.000 g を純水に溶かし，250 mL のメスフラスコに入れて全量を 250 mL となるまで純水を加えてよく振った。これを酢酸ナトリウム水溶液 A とする。この酢酸ナトリウム水溶液 A を 20.0 mL とりコニカルビーカーに入れた。このコニカルビーカーに 1.00 mol/L H_2SO_4 水溶液を 15.00 mL 加えた。(1)この溶液に 1.00 mol/L NaOH を 25.00 mL 加えると溶液の pH は 4.57 であった。

問 1　下線(1)で溶液の pH が 4.57 のとき，$[CH_3COOH] : [CH_3COO^-] = 1 :$ [ア]．[イ] × $10^{[ウ]}$ である。ア，イ，ウに適する数字をそれぞれ選べ。

ア	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	
イ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	j．0
ウ	a．−5	b．−4	c．−3	d．−2	e．−1
	f．0	g．1	h．2	i．3	j．4

問 2　下線(1)で H_2SO_4 と中和反応した NaOH の物質量は有効数字3桁で [エ]．[オ] [カ] × $10^{[キ]}$ mol である。エ，オ，カ，キに適する数字をそれぞれ選べ。ただし，H_2SO_4 は一部電離したものも含めるものとする。

エ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	
オ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	j．0
カ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	j．0
キ	a．−6	b．−5	c．−4	d．−3	e．−2
	f．−1	g．0	h．1	i．2	j．3

問 3　酢酸ナトリウム水溶液 A のモル濃度は有効数字3桁で [ク]．[ケ] [コ] × $10^{[サ]}$ mol/L である。ク，ケ，コ，サに適する数字をそれぞれ選べ。

ク	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	
ケ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	j．0
コ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	j．0
サ	a．−6	b．−5	c．−4	d．−3	e．−2
	f．−1	g．0	h．1	i．2	j．3

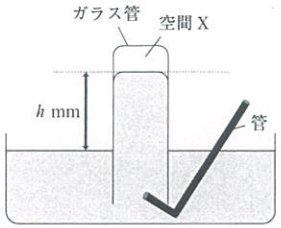
問 4　酢酸ナトリウム n 水和物の n を選べ。

a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
f．6	g．7	h．8	i．9	j．10

問 5　酢酸ナトリウム水溶液 A を希釈して 0.120 mol/L 酢酸ナトリウム水溶液と同じ濃度の溶液 40.0 mL を調製したい。そのためには，酢酸ナトリウム水溶液 A を [シ]．[ス] × $10^{[セ]}$ mL とり，純水を加えて全量を 40.0 mL にすればよい。シ，ス，セに適する数字をそれぞれ選べ。

シ	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	
ス	a．1	b．2	c．3	d．4	e．5
	f．6	g．7	h．8	i．9	j．0
セ	a．−8	b．−7	c．−6	d．−5	e．−4
	f．−3	g．−2	h．−1	i．0	j．1

(B) 下図のように，水銀を一端の閉じられた細長いガラス管に満たし，水銀の入った水槽中に倒立させ，液面が動かなくなるまで静置すると，ガラス管の上部(底)から液面までの領域に空間Xが生じ，液面の高低差 h mm が生じる。ここで，液面の高低差 h は水銀の高低差を表す。



液面の高低差 h の液体による圧力を P，この液体の密度を d，重力加速度を g とする。このとき，P は次の式で表される。

$$P = dhg$$

このガラス管の下からは，上図のような管を通して異なる液体を導入することが出来る。この装置に関する以下の実験について各問に答えよ。なお，実験中の温度における水銀の蒸気圧は無視できるものとせよ。また，ガラス管の長さは各実験の h mm より長いものとする。必要であれば以下の値を用いて答えよ。

密度(水銀)：13.6 g/cm^3(27 ℃)

飽和蒸気圧(水)：3.6×10^3 Pa(27 ℃)

実験1　標準大気圧(1.013×10^5 Pa)のもとで，水銀を用いて上記の装置を組み立て 27 ℃で静置した時の水銀の高低差は 760 mm であった。

実験2　実験1の後，その装置に，ガラス管の下から管を通して水を入れ 27 ℃で静置し，標準大気圧(1.013×10^5 Pa)のもとで十分に時間が経ち平衡状態になると，ガラス管内の水銀の液面の上に水の層がわずかにあった。このときの 27 ℃における水銀の高低差 h (1) を測定した。

実験3　実験2と同じ内容の実験を気圧 8.104×10^4 Pa のもとで行い，27 ℃で静置し平衡状態になると，ガラス管内の水銀の液面の上に水の層がわずかにあった。このときの 27 ℃における水銀の高低差 h (2) を測定した。

実験4　標準大気圧(1.013×10^5 Pa)のもとで，水銀を用いて上記の装置を組み立て，ガラス管の下から管を通してエタノールを入れ 27 ℃で静置した。標準大気圧(1.013×10^5 Pa)のもとで十分に時間が経ち平衡状態になると，ガラス管内の水銀の液面の上にエタノールの層がわずかにあった。このときの 27 ℃における水銀の高低差 h は 694 mm であった。

問 6　実験1，2について，空間Xの圧力に関与するものとして最も適切な組合せを選べ。

	実験1	実験2
a.	真空	真空
b.	真空	大気圧
c.	真空	水の飽和蒸気圧
d.	真空	水の飽和蒸気圧と大気圧
e.	大気圧	真空
f.	大気圧	大気圧
g.	大気圧	水の飽和蒸気圧
h.	大気圧	水の飽和蒸気圧と大気圧

問 7　実験2の下線(1)について，水銀の高低差 h は有効数字2桁で $\boxed{ア}.\boxed{イ} \times 10^{\boxed{ウ}}$ mm である。ア，イ，ウに適する数字をそれぞれ選べ。ここで，高低差 h は水銀の高低差で水を含まない。ただし，液体の水の質量は無視して計算せよ。

ア	a. 1	b. 2	c. 3	d. 4	e. 5
	f. 6	g. 7	h. 8	i. 9	
イ	a. 1	b. 2	c. 3	d. 4	e. 5
	f. 6	g. 7	h. 8	i. 9	j. 0
ウ	a. −6	b. −5	c. −4	d. −3	e. −2
	f. −1	g. 0	h. 1	i. 2	j. 3

問 8　実験1と実験2で用いた液体を水銀でなく密度 10.2 g/cm^3(27 ℃)の液体Aを用いてそれ以外は実験1，実験2と同じ条件とした場合，実験2の下線(1)の高低差 h は有効数字2桁で $\boxed{エ}.\boxed{オ} \times 10^{\boxed{カ}}$ mm である。ここで，高低差 h は液体Aの高低差で液体の水部分を含まない。エ，オ，カに適する数字をそれぞれ選べ。ただし，液体Aは水とは混じり合わず，気体の溶解もないものとする。また，実験中の温度における液体Aの蒸気圧は無視できるものとせよ。ここで，液体の水の質量は無視して計算せよ。

エ	a. 1	b. 2	c. 3	d. 4	e. 5
	f. 6	g. 7	h. 8	i. 9	
オ	a. 1	b. 2	c. 3	d. 4	e. 5
	f. 6	g. 7	h. 8	i. 9	j. 0
カ	a. −6	b. −5	c. −4	d. −3	e. −2
	f. −1	g. 0	h. 1	i. 2	j. 3

問 9　実験3の下線(2)について，水銀の高低差 h は有効数字2桁で キ . ク × $10^{ケ}$ mm である。キ，ク，ケに適する数字をそれぞれ選べ。ただし，液体の水の質量は無視して計算せよ。

キ　a．1　b．2　c．3　d．4　e．5
　　f．6　g．7　h．8　i．9
ク　a．1　b．2　c．3　d．4　e．5
　　f．6　g．7　h．8　i．9　j．0
ケ　a．−6　b．−5　c．−4　d．−3　e．−2
　　f．−1　g．0　h．1　i．2　j．3

問10　実験4に基づくとエタノールが27℃で沸点となるための外圧は有効数字2桁で コ . サ × $10^{シ}$ Pa である。コ，サ，シに適する数字をそれぞれ選べ。ただし，液体のエタノールの質量は無視して計算せよ。

コ　a．1　b．2　c．3　d．4　e．5
　　f．6　g．7　h．8　i．9
サ　a．1　b．2　c．3　d．4　e．5
　　f．6　g．7　h．8　i．9　j．0
シ　a．−1　b．0　c．1　d．2　e．3
　　f．4　g．5　h．6　i．7　j．8

2　(A)，(B) の各問の解答を与えられた選択肢から一つ選べ。

(A)　有機化合物を構成する原子の酸化数は，価電子の数からその原子に形式的に属する電子の数を引くことで求められる。形式的に属する電子は次の方法で求められる。共有結合の場合，電気陰性度の大きな原子側に結合に関わる全ての電子が属し，同じ原子の場合は結合に関わる電子の半数がそれぞれの原子に属する。また，原子が非共有電子対を持つ場合は，この電子が全てその原子に属する。有機化合物の各炭素原子の酸化数は，同じではなく異なる場合がある。

1-プロパノールにおける位置番号は酸素原子が結合する炭素原子を1位とし，この1位の炭素原子と結合した炭素原子を2位として表される。2-メチル-1-プロパノールは，1-プロパノールの2位の炭素原子に結合した水素原子1つがメチル基に置き換わったものである。2-メチル-1-プロパノールの位置番号も1-プロパノールと同様に酸素原子が結合する炭素原子を1位とする。2-メチル-1-プロパノールが酸化されると，有機化合物Aが生成する。この有機化合物Aがさらに酸化されると，有機化合物Bが生成する。ここで，2-メチル-1-プロパノールの1位であった炭素原子は有機化合物Aを構成する炭素原子の一部になる。この炭素原子の位置番号も1位となる。同様に，有機化合物Aの1位であった炭素原子は有機化合物Bを構成する炭素原子の一部になり，この炭素原子の位置番号も1位となる。

問 1　有機化合物Aの分子量は ア イ である。ア，イに適する数字を選べ。

ア　a．1　b．2　c．3　d．4　e．5
　　f．6　g．7　h．8　i．9
イ　a．1　b．2　c．3　d．4　e．5
　　f．6　g．7　h．8　i．9　j．0

問 2　アミドCを加水分解するとアニリンと有機化合物Bが生成する。アミドCの分子量は ウ エ オ である。ウ，エ，オに適する数字を選べ。

ウ　a．1　b．2　c．3　d．4　e．5
　　f．6　g．7　h．8　i．9
エ　a．1　b．2　c．3　d．4　e．5
　　f．6　g．7　h．8　i．9　j．0
オ　a．1　b．2　c．3　d．4　e．5
　　f．6　g．7　h．8　i．9　j．0

問 3　2-メチル-1-プロパノールの1位の炭素原子の酸化数は カ キ であり，有機化合物Aの1位の炭素原子の酸化数は ク ケ である。カ，クに適する符号を，キ，ケに適する数字を選べ。ただし，キが0のときはカにcを選ぶこと。同様に，ケが0のときもクにcを選ぶこと。

カ　a．＋　　b．－　　c．0

キ　a．1　　b．2　　c．3　　d．4　　e．5
　　f．6　　g．7　　h．8　　i．9　　j．0

ク　a．＋　　b．－　　c．0

ケ　a．1　　b．2　　c．3　　d．4　　e．5
　　f．6　　g．7　　h．8　　i．9　　j．0

問 4　2-メチル-1-プロパノール 18.5 g が過不足なく酸化され，全て有機化合物Aになるときに放出された電子の物質量は コ . サ シ × $10^{\boxed{ス}}$ mol である。コ，サ，シ，スに適する数字を選べ。

コ　a．1　　b．2　　c．3　　d．4　　e．5
　　f．6　　g．7　　h．8　　i．9

サ　a．1　　b．2　　c．3　　d．4　　e．5
　　f．6　　g．7　　h．8　　i．9　　j．0

シ　a．1　　b．2　　c．3　　d．4　　e．5
　　f．6　　g．7　　h．8　　i．9　　j．0

ス　a．－6　　b．－5　　c．－4　　d．－3　　e．－2
　　f．－1　　g．0　　h．1　　i．2　　j．3

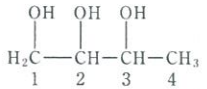
問 5　有機化合物Bの1位の炭素原子の酸化数は セ ソ である。従って，有機化合物A 1 mol が過不足なく酸化され，全て有機化合物Bになるときに放出された電子の物質量は タ mol である。セに適する符号を，ソ，タに適する数字を選べ。ただし，ソが0のときはセにcを選ぶこと。

セ　a．＋　　b．－　　c．0

ソ　a．1　　b．2　　c．3　　d．4　　e．5
　　f．6　　g．7　　h．8　　i．9　　j．0

タ　a．1　　b．2　　c．3　　d．4　　e．5
　　f．6　　g．7　　h．8　　i．9

(B)　3価のアルコールである 1,2,3-ブタントリオールを下記に示す。図中の1，2，3，4は炭素原子の位置番号であり，1位，2位，3位，4位などと表される。



1,2,3-ブタントリオールには立体異性体があり，可能な立体異性体を全て含む 1,2,3-ブタントリオールを混合物Aとする。混合物A中の 1,2,3-ブタントリオールと CH_3CH_2COOH が分子の数で1対2でエステル化したものをジエステルBとする。ここで，ジエステルBはこの条件で可能な全てのジエステルを含む。混合物A中の 1,2,3-ブタントリオールと CH_3CH_2COOH が分子の数で1対1でエステル化したものをモノエステルCとする。ここで，モノエステルCはこの条件で可能な全てのモノエステルを含む。これらのジエステルB，モノエステルCは，エステル化していない-OHは-OHのままである。混合物Aと CH_3COOH，CH_3CH_2COOH，$CH_3CH_2CH_2COOH$ の混合物との反応で1位，2位，3位の炭素原子に結合した-OHがエステル化したエステルで，可能な全てを含むものをトリエステルDとする。すなわち，トリエステルDは同じ種類のカルボン酸が複数エステル結合するものも含む。

問 6　ジエステルBの各分子はいずれも同じ分子量であり，この分子量は ア イ ウ である。ア，イ，ウに適する数字を選べ。

ア　a．1　　b．2　　c．3　　d．4　　e．5
　　f．6　　g．7　　h．8　　i．9

イ　a．1　　b．2　　c．3　　d．4　　e．5
　　f．6　　g．7　　h．8　　i．9　　j．0

ウ　a．1　　b．2　　c．3　　d．4　　e．5
　　f．6　　g．7　　h．8　　i．9　　j．0

問 7　ジエステルB 3.27 g の全てのエステル結合を過不足なくけん化するのに必要な NaOH の質量は エ . オ カ × $10^{\boxed{キ}}$ g である。エ，オ，カ，キに適する数字を選べ。

エ　a．1　　b．2　　c．3　　d．4　　e．5
　　f．6　　g．7　　h．8　　i．9

オ　a．1　　b．2　　c．3　　d．4　　e．5
　　f．6　　g．7　　h．8　　i．9　　j．0

カ　a．1　　b．2　　c．3　　d．4　　e．5
　　f．6　　g．7　　h．8　　i．9　　j．0

キ　a．－5　　b．－4　　c．－3　　d．－2　　e．－1
　　f．0　　g．1　　h．2　　i．3　　j．4

問 8　ジエステル B で 2 位と 3 位の炭素原子に結合した -OH がエステル化されたものの中で，異性体の関係にあるのは最大 [ク] [ケ] 種類ある。ク，ケに適する数字を選べ。ここで，1 桁の場合はクに j を選べ。ただし，異性体には構造異性体，立体異性体を含み，それ自身も数に含めて答えよ。

ク　a．1　b．2　c．3　d．4　e．5
　　f．6　g．7　h．8　i．9　j．0

ケ　a．1　b．2　c．3　d．4　e．5
　　f．6　g．7　h．8　i．9　j．0

問 9　モノエステル C の中で，異性体の関係にあるのは最大 [コ] [サ] 種類ある。コ，サに適する数字を選べ。ここで，1 桁の場合はコに j を選べ。ただし，異性体には構造異性体，立体異性体を含み，それ自身も数に含めて答えよ。

コ　a．1　b．2　c．3　d．4　e．5
　　f．6　g．7　h．8　i．9　j．0

サ　a．1　b．2　c．3　d．4　e．5
　　f．6　g．7　h．8　i．9　j．0

問10　トリエステル D の中で，1 位の炭素原子に結合した -OH が $CH_3CH_2CH_2COOH$ とエステル化し，2 位と 3 位の炭素原子に結合した -OH が CH_3COOH とエステル化した分子と異性体の関係にあるのは最大 [シ] [ス] 種類ある。シ，スに適する数字を選べ。ここで，1 桁の場合はシに j を選べ。ただし，異性体には構造異性体，立体異性体を含み，それ自身も数に含めて答えよ。

シ　a．1　b．2　c．3　d．4　e．5
　　f．6　g．7　h．8　i．9　j．0

ス　a．1　b．2　c．3　d．4　e．5
　　f．6　g．7　h．8　i．9　j．0

2025 - 2 医学部医学科数学入試問題

下記の注意事項をよく読んで解答してください。

◎注意事項

1. 配付された問題冊子，解答用マークシートに，それぞれ受験番号(4桁)ならびに氏名を記入してください。また，解答用マークシートの受験番号欄に自分の番号を正しくマークしてください。
2. 解答用マークシートの記入方法については，以下の「解答に関する注意」をよく読んでください。
3. マークには必ずHBの鉛筆を使用し，濃く正しくマークしてください。
   記入マーク例：良い例 ●
   悪い例 ⊘ ⓘ ⊘ ⊙
4. マークを訂正する場合は，消しゴムで完全に消してください。
5. 解答用マークシートの所定の記入欄以外には何も記入しないでください。
6. 解答用マークシートを折り曲げたり，汚したりしないでください。
7. 「止め」の合図があったら，問題冊子の上に解答用マークシートを重ねて置いてください。

(受験番号のマークの仕方)

受	験	番	号
千	百	十	一
0	0	1	2

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

◎解答に関する注意

問題は 1 から 10 までの10問です。解答は**解答用マークシート**に記入してください。記入方法については次の(1)，(2)，(3)をよく読んでください。

(1) 問題の文中の アイ ，ウエオ などには，符号(−)，または数字(0～9)が入ります。ア，イ，ウ，… の一つひとつは，これらのいずれか一つに対応します。それらを解答用マークシートのア，イ，ウ，… で示された解答欄にマークして答えなさい。

(例) カキク に −57 と答えたいとき：

カ	●	⓪	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
キ	⊖	⓪	①	②	③	④	●	⑥	⑦	⑧	⑨
ク	⊖	⓪	①	②	③	④	⑤	⑥	●	⑧	⑨

(2) 分数形で解答する場合は，**それ以上約分できない形**で答えなさい。

(例) $\dfrac{\boxed{ア}}{\boxed{イ}}$ に $\dfrac{1}{2}$ と答えるところを，$\dfrac{2}{4}$ や $\dfrac{3}{6}$，$\dfrac{4}{8}$ のように答えてはいけません。

また，符号は分子につけ，分母につけてはいけません。

(例) $\dfrac{\boxed{ウエ}}{\boxed{オ}}$ に $-\dfrac{7}{9}$ と答えたいときは，$\dfrac{\boxed{-7}}{\boxed{9}}$ として答えなさい。

(3) 根号を含む形で解答する場合は，**根号の中に現れる自然数が最小となる形**で答えなさい。

(例) $\boxed{ア}\sqrt{\boxed{イウ}}$，$\dfrac{\boxed{エ}+\sqrt{\boxed{オ}}}{\boxed{カ}}$ にそれぞれ $8\sqrt{15}$，$\dfrac{1+\sqrt{2}}{3}$ と答えるところを，$4\sqrt{60}$，$\dfrac{2+\sqrt{8}}{6}$ のように答えてはいけません。

受験番号 ＿＿＿＿＿＿　氏　名 ＿＿＿＿＿＿＿＿

1 数列 a_1，a_2，…，a_n，… について，第1項から第 n 項までの和 S_n が $S_n = 5n(n-12)$ で与えられる。$S_n = 2025$ となる n の値は $n =$ アイ であり，$a_n = 1925$ となる n の値は $n =$ ウエオ である。

2 △ABC において，辺 BC を 1 : 2 に内分する点を P，辺 CA を 3 : 4 に内分する点を Q，線分 AP と線分 BQ の交点を O とする。このとき，$\frac{\triangle OAC}{\triangle OBC} = \frac{\boxed{カ}}{\boxed{キ}}$ である。線分 OC と線分 PQ の交点を S とすると，$\frac{PS}{QS} = \frac{\boxed{ク}}{\boxed{ケコ}}$ である。

3 xy 平面における 2 つの曲線 $y = \sqrt{13}\cos x$，$y = \sqrt{5}\sin x$ について，$0 \leqq x \leqq \pi$ および $\pi < x \leqq 2\pi$ の範囲での交点の x 座標をそれぞれ α，β とする。このとき，α について $\cos\alpha = \frac{\sqrt{\boxed{サシ}}}{\boxed{ス}}$ が成り立ち，$\alpha \leqq x \leqq \beta$ の範囲において 2 つの曲線で囲まれた部分の面積は $\boxed{セ}\sqrt{\boxed{ソ}}$ である。

4 5^{100} は［アイ］桁の数である。ただし，$\log_{10}2 = 0.301$ とする。また，ある正の整数 a について a^{100} が 85 桁の数であるとき，$(5a^2)^{10}$ は［ウエ］桁の数である。

5 1 から 15 までの自然数から異なる 3 個の自然数を選ぶ選び方のうち，
選んだ 3 個の自然数の積が 3 の倍数となるような選び方は［オカキ］通りあり，
選んだ 3 個の自然数の和が 3 の倍数となるような選び方は［クケコ］通りある。

6 k を正の定数とし，3次関数 $f(x)=kx^3-x^2+1$ に対して方程式 $f(x)=0$ は異なる3つの実数解をもつ。このとき，定数 k の値の範囲は $0<k<\dfrac{\boxed{サ}\sqrt{\boxed{シ}}}{\boxed{ス}}$ である。座標平面における曲線 $y=f(x)$ と x 軸で囲まれた2つの部分の面積が等しくなるような定数 k の値は $k=\dfrac{\sqrt{\boxed{セ}}}{\boxed{ソ}}$ である。

7 i を虚数単位とする。複素数平面において，方程式 $|z+1+3i|=|z-7-3i|$ を満たす点 z の全体を C_1，方程式 $|z-3i|=|3z-i|$ を満たす点 z の全体を C_2 とする。複素数 z が C_1 上を動くとき，$|z|$ の最小値は $\dfrac{\boxed{アイ}}{\boxed{ウ}}$ である。複素数 z_1，z_2 がそれぞれ C_1，C_2 上を動くとき，$|z_1-z_2|$ の最小値は $\dfrac{\boxed{エ}}{\boxed{オ}}$ である。

8 xyz 空間に，3点A(1，0，0)，B(0，2，0)，C(0，0，3)の定める平面ABCがある。点Cから直線ABに垂線CHを下ろすとき，点Hのx座標は$\frac{\boxed{カ}}{\boxed{キ}}$である。平面ABC上に点Aを中心とする半径7の円があるとき，円周上の点のz座標がとり得る最大の値は$\boxed{ク}\sqrt{\boxed{ケ}}$である。

9 aを実数とし，$f(x)=|x^2-a|-4x+8$とする。$f(x)$が極大値30をとるようなaの値は$a=\boxed{コサ}$である。また，$f(x)$が最小値-12をとるようなaの値は$a=\boxed{シス}$である。

10 不等式 $\sqrt{n+1}-\sqrt{n} \geqq \frac{1}{2^3}$ を満たす自然数 n で最大のものは [セソ] である。

不等式 $\frac{1}{\sqrt{n}}-\frac{1}{\sqrt{n+1}} \geqq \frac{1}{2^{10}}$ を満たす自然数 n で最大のものは [タチ] である。

解答例

〈理科　生物〉

1

問1　b
問2-ア　a　イ　d　ウ　e
問3-エ　j　オ　g　カ　j
問4　e　問5　c　問6　c

2

問1-ア　i　イ　j　ウ　a　エ　h
問2　e　問3　j　問4　a
問5　c　問6　e

3

問1　e　問2　b
問3-ア　d　イ　g　ウ　c　エ　e
問4　b　問5　d　問6　e

4

問1　a　問2　b　問3　a
問4　a　問5　d　問6　a
問7　d　問8　f　問9　a, f
問10　h　問11　e

5

問1　c, e　問2　c　問3　e
問4　a, f　問5　b, f
問6　d

〈理科　物理〉

1

問1　e　　問2　b　　問3　e
問4　g

2

問1　c　　問2　f　　問3　e
問4　e　　問5　d　　問6　f
問7　a

3

問1　c　　問2　c　　問3　d
問4　a　　問5　c

4

問1　f　　問2　f

5

問1　a　　問2　f　　問3　b
問4　f　　問5　f

6

問1　e　　問2　d　　問3　f
問4　f

〈理科　化学〉

1

問1-ア　a　　イ　j　　ウ　f
問2-エ　b　　オ　j　　カ　j　　キ　e
問3-ク　e　　ケ　j　　コ　j　　サ　f
問4　c
問5-シ　i　　ス　f　　セ　i
問6　c
問7-ア　g　　イ　c　　ウ　i

問8-エ　i　　オ　h　　カ　i
問9-キ　e　　ク　h　　ケ　i
問10-コ　h　　サ　h　　シ　e

2

問1-ア g　イ b
問2-ウ a　エ f　オ c
問3-カ b　キ a　ク a　ケ a
問4-コ e　サ j　シ j　ス f
問5-セ a　ソ c　タ b
問6-ア b　イ a　ウ h
問7-エ a　オ b　カ j　キ f
問8-ク j　ケ d
問9-コ a　サ b
問10-シ b　ス d

〈数　学〉

1

ア 2　イ 7　ウ 1　エ 9
オ 9

2

カ 8　キ 3　ク 7　ケ 1
コ 2

3

サ 1　シ 0　ス 6　セ 6
ソ 2

4

ア 7　イ 0　ウ 2　エ 4

5

オ 3　カ 3　キ 5　ク 1
ケ 5　コ 5

6

サ 2　シ 3　ス 9　セ 6
ソ 9

7

ア 1　イ 2　ウ 5　エ 7
オ 5

8

カ 4　キ 5　ク 3　ケ 5

9

コ 1　　サ 8　　シ 2　　ス 5

10

セ 1　　ソ 5　　タ 6　　チ 3

