

# 旭川医科大学

平成 27 年度一般入試後期日程

## 理 科 問 題 紙

### 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題紙を開いてはいけません。
2. 問題紙は 18 ページあります。物理は 1～4 ページ、化学は 5～8 ページ、生物は 9～18 ページです。
3. 解答用紙は物理 2 枚、化学 4 枚、生物 4 枚の合計 10 枚あります。草案紙は 3 枚あります。
4. 受験番号は、監督者の指示に従って、すべての解答用紙の指定された箇所に必ず記入しなさい。
5. 物理、化学、生物の 3 科目から 2 科目を選択し、その科目の解答用紙の「選択する」を○で囲みなさい。なお、2 科目を選択した場合のみ採点の対象となります。
6. 解答用紙のみを提出しなさい。解答用紙は全科目分の 10 枚を必ず提出しなさい。なお、問題紙と草案紙は持ち帰りなさい。
7. 答案作成にあたっては、次の事項を守りなさい。
  - (1) 解答はすべて解答用紙の指定された欄に書くこと。
  - (2) 字数制限のある解答欄については、一行につき 25～30 字を目安に書くこと。括弧、句読点およびアルファベットは 1 字とする。数字および分子式やイオン式、その他の記号・略称はそれぞれ 1 字相当とする。

問題訂正

理科【物理】

1 ページ 問題 1

上から 5 行目

(誤) …発射され, 板と垂直に…

(正) …発射され, 床に衝突することなく板と垂直に…

問題訂正

理科【化学】

7 ページ 問題 3

上から 3 行目

(誤) 理想体積

(正) 理想気体

問題訂正

理科【生物】

16 ページ 問題 4

上から 15 行目

(誤) 花粉管内にめしべの RNA を…  
(c)

(正) 花粉管内にめしべから RNA を…  
(c)

# 生 物

問題 1 次の文章を読んで、問1から問5に答えなさい。

ヒトのからだには、外部環境が変化しても自律神経系とホルモンの働きによ  
って内部環境を一定に保とうとする性質<sup>(A)</sup>がある。自律神経系は多くの内臓や分泌腺  
に分布してそれらの働きを調節しており、交感神経と副交感神経からなってい  
る。ホルモンは内分泌腺から分泌される化学物質で、血液とともに体内を循環  
し、標的器官に作用してその働きを促進したり、抑制したりする。<sup>(B)</sup>ホルモンの分  
泌量は適量になるようフィードバック機構によって調節されている。たとえば、  
血液中のチロキシン濃度が低下した場合には、視床下部から  が分泌さ  
れ、それによって脳下垂体から  が放出されることでチロキシンの分泌  
が促される。

血糖量の調節には自律神経系とホルモンが協調して働いている。食事の後に、  
<sup>(C)</sup>血糖量は一時的に増加する。この血液がすい臓を流れるとランゲルハンス島から  
インスリンが分泌される。血糖量の増加は視床下部でも感知され、副交感神経が  
ランゲルハンス島に働いてインスリンの分泌を促す。その結果、血糖量は減少す  
る。インスリンの分泌量が減少したり、インスリンが正常に作用しなかったりす  
ると糖尿病になり、血糖量が異常に増加して尿中にグルコースが排出される。  
<sup>(D)</sup>

問 1 下線部(A)の性質を何というか、答えなさい。

問 2 下線部(B)において、多種類のホルモンが血液によって運ばれるにもかかわ  
らず、特定のホルモンだけがその標的器官に作用する。このしくみを50字  
以内で述べなさい。

問 3  と  に当てはまるホルモンの名称を答えなさい。

問 4 下線部(C)に関する次の文章は、血糖量が減少した場合に、自律神経系とホルモンが働いて血糖量を増加させるしくみを述べたものである。[ウ] から [カ] に当てはまるホルモンの名称を答えなさい。

血糖量の調節中枢が興奮し、その興奮が交感神経を通じて副腎に伝わると、[ウ] が分泌される。また、交感神経や低血糖の血液の刺激によって、すい臓のランゲルハンス島から [エ] が分泌される。これらのホルモンは肝臓などの細胞に作用して、貯蔵されているグリコーゲンを分解してグルコースを生成する。さらに、脳下垂体から分泌される [オ] が [カ] の分泌を促すため、組織においてタンパク質からグルコースがつくられる。

問 5 下線部(D)において、糖尿病になると尿中にグルコースが排出される理由を 50 字以内で述べなさい。

**問題 2** 次の文章を読んで、問1から問6に答えなさい。

右の図1はヒトの右眼の水平断面である。瞳孔が縮小する反射は、副交感神経の働きによって図中(ア)にある筋肉が収縮することで起こる。(イ)と(ウ)は眼と対象物の間の遠近調節を行う。

脊椎動物では、眼は神経管が形成された後にできる。神経管の前端にある前脳の一部が [ ] となって両側に向かってせり出し、表皮と接する。やがて、 [ ] は眼杯になり、さらに表皮の一部が肥厚して水晶体が形成される。

水晶体の形成は遺伝子  $R$  によって制御されている。実験動物のラットでは、遺伝子型  $RR$  の胚 ( $RR$  胚) には正常な水晶体が形成されるが、 $R$  の対立遺伝子  $r$  がホモ接合となった遺伝子型  $rr$  の胚 ( $rr$  胚) には水晶体が形成されない。

ラットを用いた実験で、水晶体形成前の発生段階で  $RR$  胚と  $rr$  胚の頭部から表皮と眼杯を取り出し、どちらかを単独で、あるいはそれらを組合せて培養すると、水晶体が形成されたり、されなかったりすることがわかっている(表1)。

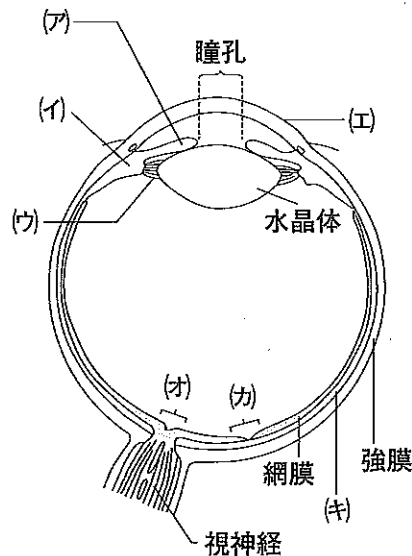


図1

表1

培養した表皮と眼杯の遺伝子型		水晶体の形成 [○: 形成 ×: 未形成]
表皮	眼杯	
$RR^*$	—	×
$rr^*$	—	×
—	$RR^*$	×
—	$rr^*$	×
$RR$	$RR$	○
$RR$	$rr$	○
$rr$	$RR$	×
$rr$	$rr$	×

\*単独で培養した。

問1 文章中の空欄 [ ] に当てはまる語を答えなさい。なお、2つの空欄には同じ語が入る。

問2 図1の(ア)~(キ)の名称を答えなさい。

問 3 下線部(A)の反射は、ヒトの中枢神経系のどの部分によって調節されるか。  
下の図 2 の(1)~(7)から番号で選ぶとともに、その部分の名称を答えなさい。

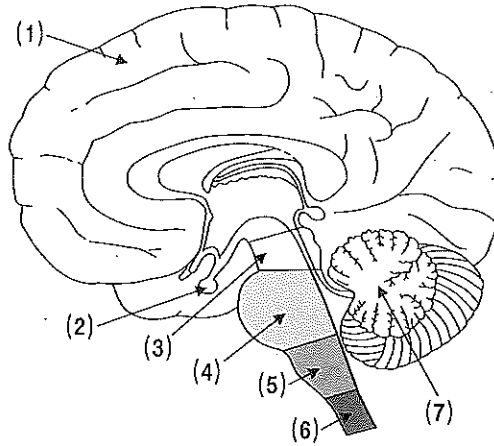


図 2

問 4 下線部(B)において、近くのものを見たあとに遠くのものを見ると、図 1 の(イ)と水晶体はどのように変化するか。簡潔に説明しなさい。

問 5 図 1 の(カ)が視覚において果たす役割を 50 字以内で述べなさい。

問 6 表 1 の実験結果の解釈として適切な記述を次の(1)~(4)から 2 つ選び、番号で答えなさい。

- (1) 表皮から水晶体が形成されるときには、眼杯の細胞の遺伝子  $R$  が働く必要がある。
- (2) 表皮から水晶体が形成されるときには、眼杯の存在下で、表皮の細胞の遺伝子  $R$  が働く必要がある。
- (3) 眼杯の細胞の遺伝子  $R$  が働かなくても、眼杯は形成体としての機能をもつ。
- (4) 表皮から水晶体が形成されるときには、表皮と眼杯の両方の細胞で遺伝子  $R$  が働く必要がある。

**問題 3** 次の文章を読んで、問1から問4に答えなさい。

ヒトのからだは常に外界からウイルスや細菌などの侵入を受けている。体内に侵入する異物を抗原として認識し、すみやかに排除するしくみを免疫という。体液中の抗体が働く免疫のことを体液性免疫という。抗体の実体は免疫グロブリンとよばれるタンパク質である。免疫には細胞性免疫もあり、免疫グロブリンがつくられなくても細胞が抗原に直接作用してこれを排除する。

免疫グロブリンは軽鎖(以下、L鎖という)と重鎖からなる。L鎖は異なる3つの遺伝子によってつくられており、そのうちの2つは可変部をつくる遺伝子(以下、両者を1つの遺伝子とみなしてV遺伝子とする)で、残りの1つは定常部をつくる遺伝子(以下、C遺伝子という)である。V遺伝子とC遺伝子の位置関係を調べる目的で次の実験を行った。

**【実験】**

マウスの胚の細胞と成体のB細胞に由来する細胞(以下、B由来細胞とする)から抽出したDNAを、それぞれ同じ種類の制限酵素で切断してさまざまなサイズ(分子量)のDNA断片を得た。それらのDNA断片を分子量ごとに試験管に分けて、V遺伝子またはC遺伝子がどの分子量のDNA断片に含まれているかを分子雑種形成法で調べた。

まず、V遺伝子とC遺伝子がつながったL鎖全体の遺伝子のmRNA(以下、VC-mRNAとする)と、C遺伝子だけのmRNA(以下、C-mRNAとする)を放射性同位体で標識した。このように標識したVC-mRNAとC-mRNAをプローブという。次に、各試験管のDNA断片を90℃以上で熱処理して、塩基配列を変えずに一本鎖のDNAとし、これにプローブを加えた。DNA断片中にプローブと相補的な塩基配列があれば、プローブはDNA断片と分子雑種を形成する(図3)。そのため、放射活性を調べることによって目的の遺伝子を含むDNA断片を検出できる。ただし、VC-mRNAがC遺伝子とV遺伝子のどちらか一方のみを含むDNA断片と分子雑種を形成する割合は、両方の遺伝子を含むDNA断片の場合に比べて低いので、実験ではC-mRNAの1か所を標識したのに対してVC-mRNAでは2か所を標識した。それぞれのプローブがどのサイズのDNA断

片と分子雑種を形成したかを調べた結果を表2に示す。

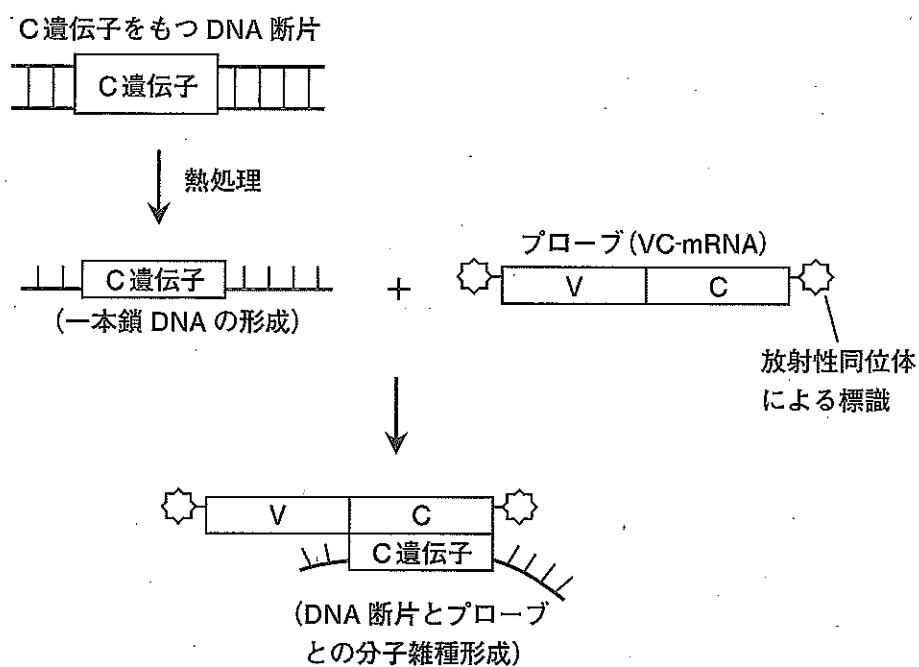


図3

表2

DNA断片を得た 細胞の種類	プローブ	各分子量( $\times 10^4$ )のDNA断片と プローブとの分子雑種形成 (+ : 形成あり, - : 形成なし)		
		600	390	240
胚の細胞	VC-mRNA	+	+	N*1
	C-mRNA	+	-	N
B由来細胞	VC-mRNA	N	N	##*2
	C-mRNA	N	N	+

\*1 : 表中のNはDNA断片が存在しないことを示す。

\*2 : #は放射活性が他のどの断片よりも高いことを示す。



問 1 体液性免疫のしくみを応用して病気を予防する方法に予防接種がある。その原理を 120 字以内で説明しなさい。

問 2 次の(1)~(4)の現象はおもに体液性免疫と細胞性免疫のどちらに関わるか。それぞれの免疫に対応する現象を選び、番号で答えなさい。

- (1) 結核菌に由来するタンパク質を注射された腕の皮膚は赤くなる。
- (2) 同種の動物でも別の個体の皮膚を移植すると定着せずに脱落する。
- (3) 血液型がA型とB型の血液を混合すると赤血球は凝集する。
- (4) T細胞が分泌するインターロイキンによってB細胞は活性化する。

問 3 実験結果に基づいて、分子量 600 万、390 万、240 万の DNA 断片における V 遺伝子と C 遺伝子の有無を下の表 3 にまとめた。それらの遺伝子が存在する場合には○の記号を、存在しない場合には×の記号を表中の空欄①~⑥に入れなさい。

表 3

	DNA 断片の分子量( $\times 10^4$ )		
	600	390	240
C 遺伝子	①	②	③
V 遺伝子	④	⑤	⑥

問 4 実験結果から、胚の細胞からは得られなかった分子量 240 万の DNA 断片が B 由来細胞では検出された理由を考察し、70 字以内で述べなさい。

**問題 4** 次の文章を読んで、問1から問6に答えなさい。

被子植物では、成熟した花粉が柱頭に付いて受粉が成立すると、花粉が発芽して花粉管が伸び始める。伸長中の花粉管の先端部には雄原細胞の分裂によってできた2つの(ア)があり、それらの先には1つの(イ)がある(図4)。

花粉管が珠孔<sup>しゅこう</sup>近くまで伸びると、その先端は(ア) (ウ)がつくる化学物質に誘引されて珠孔側へと向きを変え、胚のうに到達する。胚のうの中へ放出された(ア)の1個は(エ)と合体して3倍体の細胞を形成し、もう1個は(オ)と合体して受精卵を形成する。

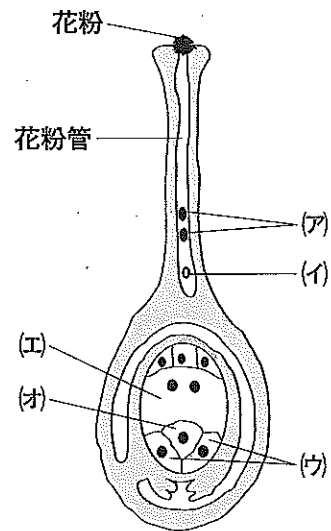


図4

被子植物には、自らの花粉を受粉して自家生殖を行うものと、別個体の花粉を受粉して他家生殖を行うものがある。後者の中には、自らの花粉を受粉しても花粉管の伸長が阻止されるものがある。この場合、花粉管内にめしべのRNAを分解する酵素が移動して、リボソームRNAを分解する。

問1 花粉形成に関して正しい記述を次の(1)~(5)から2つ選び、番号で答えなさい。

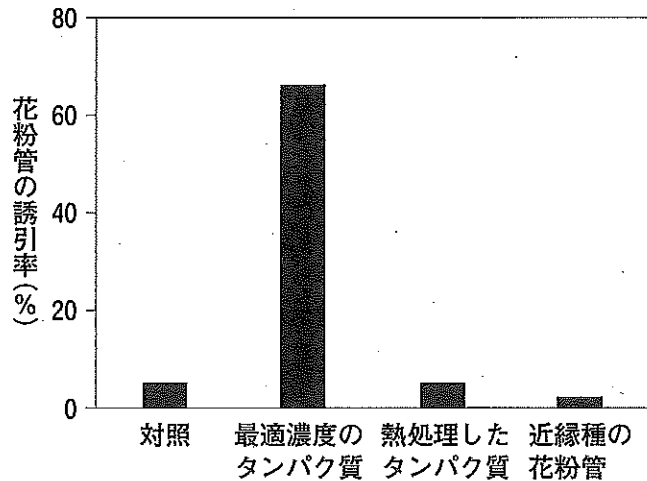
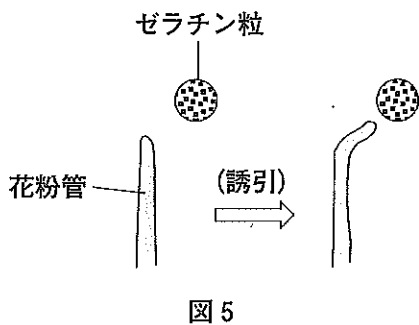
- (1) 花粉は茎頂分裂組織の中でつくられる。
- (2) 花粉母細胞が減数分裂を行って花粉四分子をつくる。
- (3) 花粉四分子からできる花粉は1つだけである。
- (4) 花粉四分子と花粉の核相はそれぞれ  $2n$  と  $n$  である。
- (5) 成熟過程の花粉内で細胞分裂が起こる。

問2 文章中の(ア)~(オ)は図4の(ア)~(オ)に対応する。それぞれの名称を答えなさい。

問 3 下線部(A)のように植物が化学的な刺激に対して反応する性質を、何というか、答えなさい。

問 4 下線部(A)に関する次の文章を読んで、(1)と(2)に答えなさい。

トレニアという植物を用いた研究によって、花粉管の誘引物質は、システインに富んだ低分子の分泌性タンパク質であることが示された。寒天培地上で伸長中の花粉管の約 50  $\mu\text{m}$  前方にこのタンパク質を含んだゼラチン粒(直径 40  $\mu\text{m}$ )を置くと、ゼラチン粒は徐々に溶けだすため、花粉管はゼラチン粒の方へ誘引されて曲がる(図 5)。研究では、この方法を用いて、最も高い誘引率を示す最適なタンパク質濃度が決定され、続いて 95  $^{\circ}\text{C}$  で 5 分間の熱処理をしたタンパク質を使う実験や、トレニアの近縁種の花粉管を使う実験が行われた。それらの実験結果を図 6 に示す。なお、対照はタンパク質を含まないゼラチン粒を使った実験である。また、熱処理の実験と近縁種の花粉管を使った実験では、最適濃度のタンパク質が使われた。



(1) 熱処理したタンパク質を使った実験結果の説明として最も適切なものを、次の①～⑤から1つ選び、番号で答えなさい。

- ① タンパク質の一次構造が壊れた。
- ② タンパク質の一次構造が二次構造に変化した。
- ③ タンパク質の二次構造が三次構造に変化した。
- ④ タンパク質の三次構造が壊れた。
- ⑤ タンパク質の三次構造が四次構造に変化した。

(2) 近縁種の花粉管を使った実験結果から被子植物の生殖について考えられることを、70字以内で述べなさい。

問 5 下線部(B)の現象を何というか、答えなさい。

問 6 下線部(C)によって花粉管の伸長が止まる理由を70字以内で述べなさい。