

生 物 B

(全 問 必 答)

第1問 動物の恒常性に関する次の文章を読んで、各問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 22)

動物において、血糖値・^(a)体温・体液浸透圧といった内部環境を一定に維持しようとする仕組みを恒常性(ホメオスタシス)という。恒常性は、ヒトでは 系と内分泌系が相互に協力し合って自動的に保たれており、両者を統合する中枢は にある。例えば、摂食時にヒトの血糖値は^(b)正常血糖値より上昇するが、この高血糖の血液が の血糖調節中枢に流れると、 を介してすい臓ランゲルハンス島細胞が刺激され、インスリンが血液中に分泌される。そして、インスリンが標的器官で受容されると、 を促進することにより、血糖値は正常値に戻る。ヒトでは、排出器官である^(c)腎臓においてもホルモンのはたらきは重要であり、体液の水分量や浸透圧の調節に役立っている。

問1 文中の空欄 ~ にあてはまる語句として最も適当なものを、次の ~ のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

中脳	副交感神経	中枢神経	外分泌	感覚神経
交感神経	脳下垂体	自律神経	間脳	

問2 文中の空欄 にあてはまる短文として最も適当なものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

- タンパク質の糖化
- タンパク質の分解
- グリコーゲンの合成
- 脂肪の分解
- グルカゴンの分泌

問3 下線部(a)について、寒冷刺激を受けたヒトが行う調節に関する記述として正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 5

交感神経の興奮により発汗を抑制する。

副交感神経の興奮により体表血管が収縮する。

副腎髄質から分泌されるアセチルコリンの働きにより心臓拍動を促進する。

副腎皮質から分泌される糖質コルチコイドの働きにより組織での代謝を促進する。

甲状腺から分泌されるチロキシンの働きにより立毛筋が収縮する。

問4 下線部(b)の値として最も適当なものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

6

1%	10%	0.1 mg / 100 ml
1 mg / 100 ml	10 mg / 100 ml	100 mg / 100 ml

問5 下線部(c)に関する記述として誤っているものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 7

腎臓は腹腔^{ふっこう}の背側に一対あり、片側の腎臓に腎小体(マルピーギ小体)と腎細管からなる腎単位(ネフロン)が約 100 万個存在する。

糸球体からボーマン囊^{のう}へは、血液成分のうち血球とタンパク質などの高分子物質を除いた低分子物質がろ過され、原尿となる。

体液浸透圧が上昇すると、脳下垂体後葉で合成されるバソプレシンの分泌量が増加し、腎臓における水の再吸収が促進される。

ナトリウムイオンの原尿中濃度が 0.35 mg/100 ml、尿中濃度が 0.35 mg/100 ml であった場合、腎細管から毛細血管へのナトリウムイオンの再吸収率は水の再吸収率と等しい。

ろ過された後、再吸収されない物質の尿中濃度は、原尿中濃度に比べて高い。

生物 B

問6 表1は、ある人の原尿中および尿中における各物質の濃度を示したものである。また、イヌリンはろ過されるが、再吸収も追加排出もされない物質である。この人の1時間あたりの尿量が60mlであるとして、次の問い(1)、(2)に答えよ。

	原尿 (mg/100ml)	尿 (mg/100ml)
尿素	30	2000
イヌリン	25	3000

表 1

(1) 1時間あたりの原尿量(ml)として最も適当なものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 ml

1800

3600

5400

7200

9000

(2) 1時間あたりの原尿中に存在する尿素の何%が再吸収されたか。最も適当なものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 %

0

15

30

45

60

第2問 神経に関する次の文章(A・B)を読んで、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 20)

A ニューロンは、神経組織を構成する1個の細胞であり、細胞体・軸索・
 (ア)からなる。静止状態にあるニューロンでは、細胞内に比べて細胞外の
 (イ)イオンが多く、細胞の内側が(ウ)、外側が(エ)に帯電している。
 細胞の一部に刺激が加えられると、刺激部位で細胞膜の透過性が変化し、
 (イ)イオンが細胞膜の内側へ流入する。その結果、膜の内外の電位が瞬間的
 に逆転し、細胞膜の外側が(ウ)、内側が(エ)となる。このような電位変
 化を^(a)活動電位といい、細胞がこの電位変化を起こしたとき、その細胞が興奮し
 たという。^(b)軸索の一部が興奮して活動電位を生じると、軸索内では興奮部から
静止部へ向けて活動電流が流れ、これが次々と隣接する静止部に活動電位を起こす
ことにより興奮が伝えられる。このように、ニューロン内の興奮の伝導は電気的信
 号により行われるが、ニューロンからニューロンへの興奮の伝達は、神経伝達物質
 を用いて行われる。

問1 文中の(ア)～(エ)にあてはまる語句の組合せとして正しいものを、
 次の～のうちから一つ選べ。

	ア	イ	ウ	エ		ア	イ	ウ	エ
神経突起	ナトリウム	負	正		神経突起	ナトリウム	正	負	
神経突起	カリウム	負	正		神経突起	カリウム	正	負	
樹状突起	ナトリウム	負	正		樹状突起	ナトリウム	正	負	
樹状突起	カリウム	負	正		樹状突起	カリウム	正	負	

問2 下線部(a)の活動電位の大きさとして正しいものを, 図1の ~ のうちから一つ選べ。 2

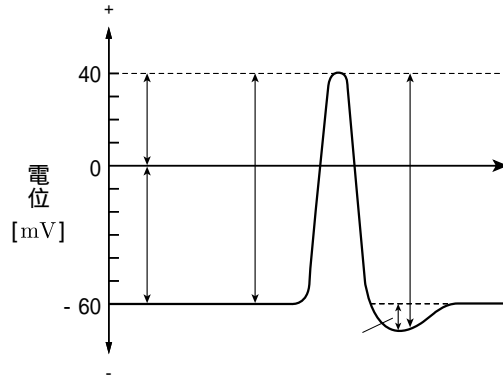


図 1

問3 下線部(b)に関する記述として誤っているものを, 次の ~ のうちから一つ選べ。 3

軸索の一部が興奮すると, 細胞外では静止部から興奮部へ向けて活動電流が流れる。

有髄神経繊維では, 活動電流が髄鞘から髄鞘へと跳躍して伝わるため, 興奮の伝導速度は無髄神経繊維よりも一般に速い。

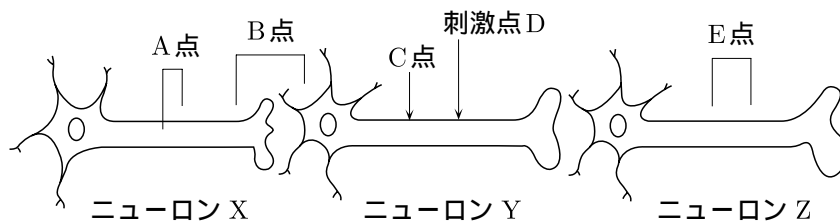
無髄神経繊維では, 興奮の伝導速度は軸索の太いものほど速い。

軸索に閾値いきちより弱い刺激を与えた場合, 興奮は発生しない。

軸索に閾値いきちより強い刺激を与えると, 閾値を与えた場合と同じ大きさの活動電位が頻度を増して発生する。

生物 B

B 図2は、機能的に連絡した3個のニューロン(X・Y・Z)を模式的に示したものである。図2の刺激点Dに、^{いきち}閾値に相当する強さの刺激を与えると、そこから5 cm 離れたC点で2ミリ秒後に活動電位が生じた。



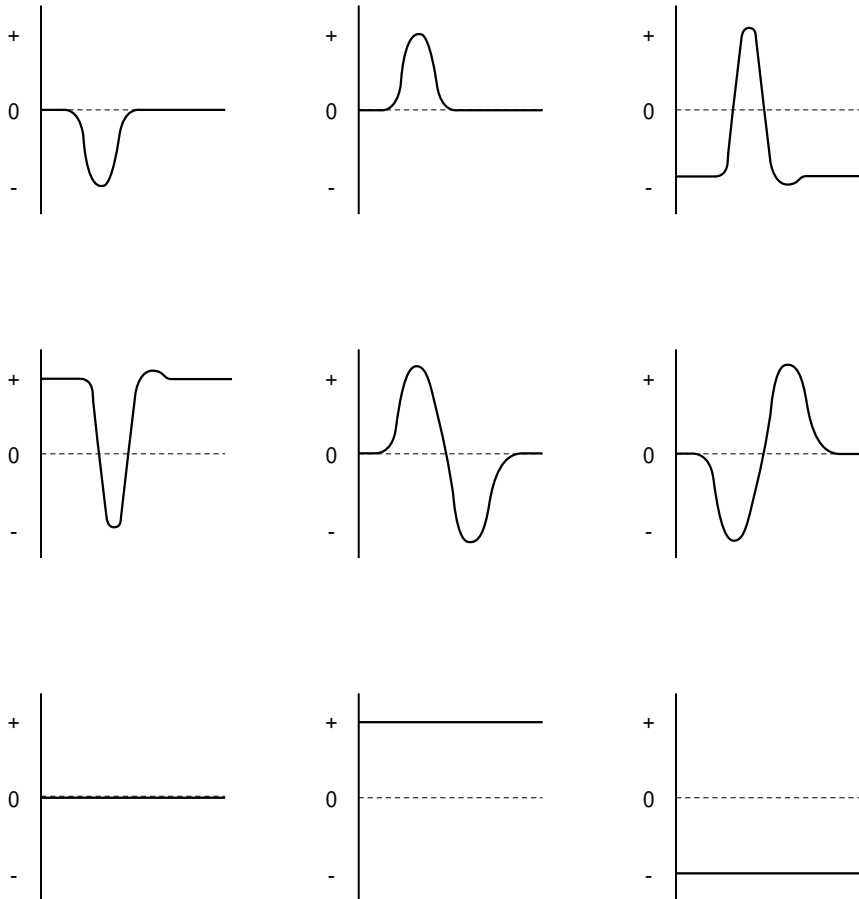
A点のみ軸索内部に設置し、それ以外のと は軸索表面に設置してある。

図 2

問4 ニューロン Y の興奮の伝導速度(m/秒)として最も適当なものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 m/秒

- | | | | |
|-----|-----|-----|----|
| 0.4 | 2.5 | 4 | 25 |
| 40 | 250 | 400 | |

問5 図2の刺激点Dに閾値いきちに相当する強さの刺激を与えると、A点、B点、E点ではどのような膜電位が観察されるか。それぞれについて最も適当なものを、次の ~ のうちから一つずつ選べ。ただし、いずれも を基準に 起こる電位変化を示したものである。 A点 B点 E点



第3問 植物群落と遷移に関する次の文章を読んで、各問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号 ~](配点 21)

植物群落を相観によって区分したものを群系とよび、ふつう最上層で最大面積を占
有している種、すなわち(ア)により決定される。群系の分布に大きな影響を与
える主な環境条件は、年平均気温と(イ)である。群系は、降水量が多くなるに
つれて荒原から^(a)草原へ、さらに森林へと移り変わり、森林の種類は主に気温によっ
て決定される。

ある地域に成立している植物群落は、環境条件が変化しない限り安定しているが、
何らかの原因により破壊されると、その相観とともに植物群落も変化していく。例え
ば、^(b)日本の標高3000mの山で山火事があり、スダジイを主な構成樹種とする低地
帯(丘陵帯)の一部が消失し、裸地となった場所がある。その後、^(c)その場所はスス
キを(ア)とする草原になり、現在ではヤシャブシやアカメガシワなどを主な構
成樹種とする低木林となっている。

図1は、森林生態系の植物群落の移り変わりを、物質生産からみたものである。

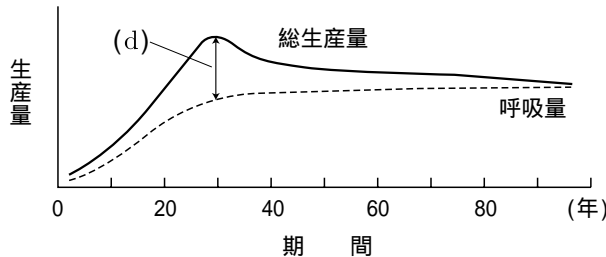


図 1

問1 文中の(ア)・(イ)にあてはまる語句の組合せとして正しいものを、
次の～のうちから一つ選べ。

- | | | | |
|-----|-------|-----|-------|
| ア | イ | ア | イ |
| 優占種 | 月間降水量 | 標徴種 | 月間降水量 |
| 優占種 | 年間降水量 | 標徴種 | 年間降水量 |

問2 下線部(a)について、熱帯地方ではイネ科草本を主としたサバンナが発達する。イネ科草本の茎の構造や働きに関する記述として正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

生細胞が縦につながった管により、水や無機塩類を輸送する。

形成層がさかんに細胞分裂を行い、茎は肥大成長する。

同化産物の輸送を行う管を構成する細胞では、上下の細胞壁が消失している。

茎の横断面では、維管束は環状に整列して存在する。

皮層では光合成が行われている。

問3 下線部(b)について、この山の標高 2000m 付近に発達する森林における

(1) 主な構成樹種

(2) 群系としての特徴

として最も適当なものを、それぞれの解答群の ~ のうちから一つずつ選べ。

[樹種]

アカマツ	クスノキ	ミズナラ	トドマツ
コメツガ	ビロウ		

[特徴]

冬期に葉を落とす広葉樹からなる。

主に常緑の針葉樹からなる。

クチクラ層の発達した葉をもつ樹木が多い。

樹高が高く、構成樹種も多い。

小さくて硬く厚い葉をもつ樹木が多い。

乾期に葉を落とす広葉樹からなる。

生物 B

問4 下線部(c)に関する記述として正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

5

この低木林は、長い年月を経て最終的に周辺の森林と同じく、スダジイを主な構成樹種とする夏緑樹林になる。

このような植物群落の移り変わりを一次遷移という。

ススキは一年生草本である。

この低木林は、しばらくするとクロマツを主とする陽樹林へ移行する。

山火事が起こった場所は、東北地方の山の低地帯である。

問5 図1の(d)は何を表しているか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

6

純生産量 枯死量 被食量 同化量 成長量

問6 図1および生態系に関する記述として誤っているものを、次の ~ のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

7

8

図1の場合、初期の段階(0~30年付近)では総生産量が呼吸量を上回っており、植物群落の現存量は増加する。

図1の場合、後半の段階(60年以降)では、非光合成器官よりも光合成器官の成長が著しく、植物群落の総生産量と呼吸量はほぼ等しくなる。

図1の場合、後半の段階では、現存量の増加もほぼ0となる。

図1の場合、どの段階においても遷移が進むにつれて、成長量は増加する傾向にある。

生態系では、エネルギーは生物群集と無機的環境の間を循環しない。

上位の栄養段階にある生物は、下位の栄養段階がもつエネルギーの一部しか利用できない。

第4問 酵母菌の呼吸およびクロレラの光合成に関する次の文章(A・B)を読んで、各問い(問1～5)に答えよ。[解答番号 1 ~ 6] (配点 18)

A 酵母菌は、生命活動に必要なエネルギーをグルコースの分解で得ており、嫌気呼吸と好気呼吸の両方を行うことができる。また、いずれの呼吸を行うかは、環境条件に影響される。いま、酵母菌を用いて、次の**実験1**を行った。

実験1 窒素ガスを供給する条件(嫌気条件)で、グルコースを栄養源として盛んに二酸化炭素とエタノールを生成している酵母菌の懸濁液を、図1の矢印の時点で二つに等分し、懸濁液 と懸濁液 とした。懸濁液 はそのまま嫌気条件で培養を続けたが、懸濁液 は空気を供給する条件(好気条件)で、栄養やその他の条件は懸濁液 と全く同じにして培養を続けた。一定時間ごとに懸濁液 および の一部を同量とり、酸素吸収量の変化を好気呼吸の強さの変化として測定したところ、図1のような結果を示した。

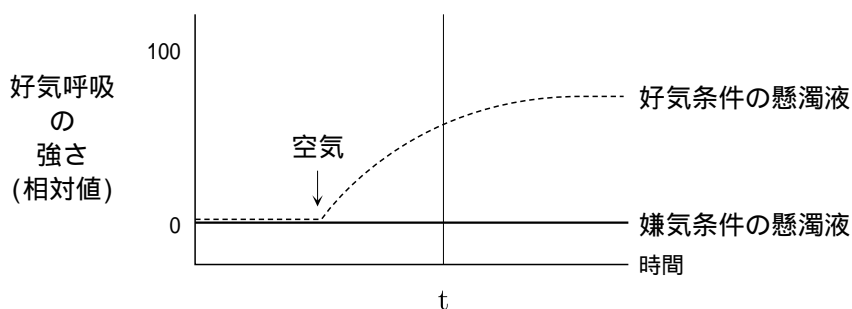


図 1

問1 下線部の好気呼吸には解糖系，クエン酸回路，水素伝達系の3つの反応系がある。

- (1) 解糖系に関する記述として誤っているものを，次の ~ のうちから一つ選べ。

酸素の有無に関わらず進行する。

1分子のグルコースの分解によって2分子のATPがつくられる。

呼吸基質から水素が切り離され，二酸化炭素が生じる。

アルコール発酵や乳酸発酵にも共通する反応系である。

細胞質基質で行われる反応系である。

- (2) クエン酸回路および水素伝達系はミトコンドリアのどこで行われるか。その組合せとして正しいものを，次の ~ のうちから一つ選べ。

クエン酸回路	水素伝達系	クエン酸回路	水素伝達系
基質	内膜	基質	外膜
内膜	外膜	内膜	基質
外膜	基質	外膜	内膜

問2 図1について，それぞれの条件で培養を続けてt時間経過した懸濁液 およびに含まれる酵母菌1gあたりのグルコース消費量に関する記述として最も適当なものを，次の ~ のうちから一つ選べ。ただし，一定量の酵母菌の増殖には，ある決まった量のエネルギーが必要であるものとし，酵母菌は同じ速度で分裂しているものとする。

懸濁液 に含まれる酵母菌のグルコース消費量の方が多い。

懸濁液 に含まれる酵母菌のグルコース消費量の方が多い。

懸濁液 に含まれる酵母菌と，懸濁液 に含まれる酵母菌のグルコース消費量は同じである。

生物 B

B ガラス容器内でクロレラを培養し、溶存酸素量の増減を調べる次の**実験2**を行い、
図2のグラフ ~ を得た。なお、すべての実験を通じて、培養液の温度は20
であり、二酸化炭素の量は一定かつ十分であった。

実験2 グラフ クロレラに15000ルクスの光を30分間照射し、その後、暗黒
下に30分間放置した。

グラフ クロレラに7500ルクスの光を30分間照射し、その後、暗黒下
に30分間放置した。

グラフ クロレラに1250ルクスの光を30分間照射し、その後、暗黒下
に30分間放置した。

グラフ クロレラをはじめから暗黒下に1時間放置した。

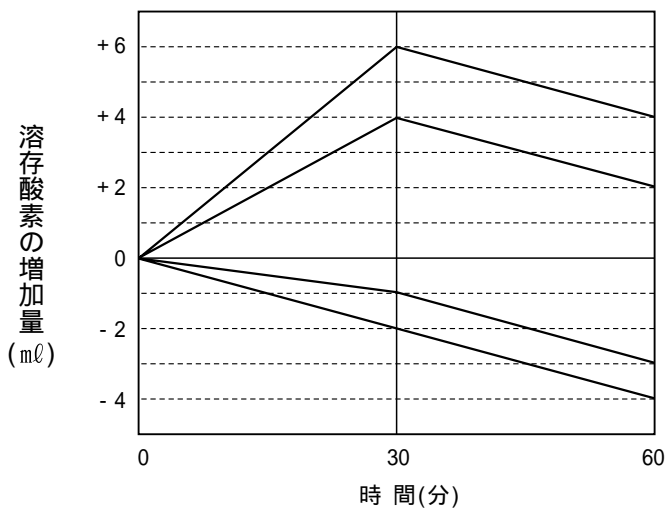


図 2

問3 実験2より，クロレラの補償点の大きさ，および補償点における光合成による1時間あたりの酸素放出量として最も適当なものを，次の～のうちから一つ選べ。 4

補償点	酸素放出量
1250 ルクスより低い	0 ml
1250～7500 ルクスの間	0 ml
7500 ルクスより高い	0 ml
1250 ルクスより低い	2 ml
1250～7500 ルクスの間	2 ml
7500 ルクスより高い	2 ml
1250 ルクスより低い	4 ml
1250～7500 ルクスの間	4 ml
7500 ルクスより高い	4 ml

問4 この実験2におけるクロレラの光飽和点に関する記述として最も適当なものを，次の～のうちから一つ選べ。 5

グラフ～より，光飽和点は15000ルクスより高いと考えられる。

15000ルクスよりも弱い光を用いて**実験2**と同様に実験を行い，グラフと異なる結果が得られた場合，光飽和点は15000ルクスよりも低いと考えられる。

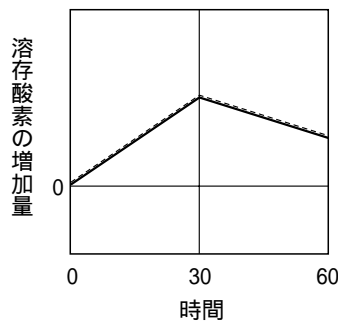
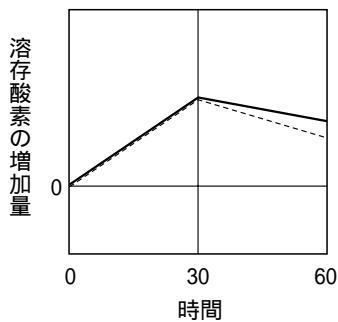
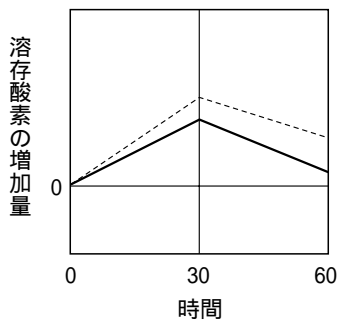
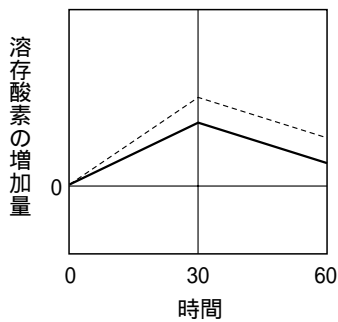
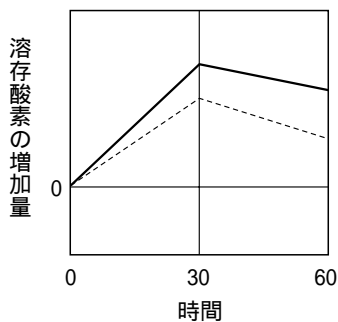
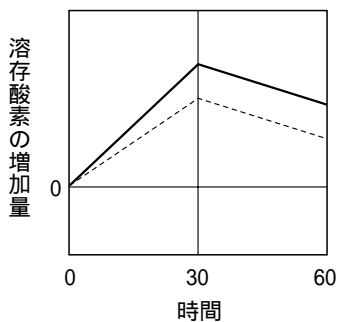
15000ルクスよりも弱い光を用いて**実験2**と同様に実験を行い，グラフと同じ結果が得られた場合，光飽和点は15000ルクスよりも低いと考えられる。

15000ルクスよりも弱い光を用いて**実験2**と同様に実験を行い，グラフと同じ結果が得られた場合，光飽和点は15000ルクスであると考えられる。

15000ルクスよりも弱い光を用いて**実験2**と同様に実験を行い，グラフと同じ結果が得られた場合，光飽和点は15000ルクスよりも高いと考えられる。

生物 B

問5 クロレラ培養液の温度を 25 とし、それ以外の条件は同様にして実験2のグラフの条件で実験を行った場合に得られるグラフとして最も適当なものを、次の ~ のうちから一つ選べ。ただし、25 は 20 よりも光合成および呼吸の最適温度に近いものとし、選択肢の点線で示すグラフは実験を 20 で行った結果、実線で示すグラフは実験を 25 で行った結果を示す。 6



第5問 両生類の生殖および発生に関する次の文章を読んで、各問い(問1～5)に答えよ。[解答番号 ～] (配点 19)

両生類の精子形成過程でも、ヒトと同じように、(a) 精巣内で精原細胞がホルモン(これをホルモン X とする)の作用で増殖し、やがて (b) 一次精母細胞となり、減数分裂を行い、精子が形成される。 (c) 雌の卵巣から排卵された卵はその精子と受精し、受精卵となる。受精卵は盛んに体細胞分裂を行い、多数の細胞からなる桑実胚となる。 原腸胚の時期になると、細胞群は内胚葉、中胚葉、外胚葉の3つに区分され、さらに発生が進むと、(d) 各胚葉からさまざまな器官が分化する。ある程度分化した2種類の細胞は、(e) 互いに同種の細胞を識別することが可能であり、同種の細胞どうしは接着するが、他種の細胞とは接着しにくい性質をもつ。 この性質は、両生類においても、器官形成の際に重要な役割を果たしている。

問1 精巣は、生殖細胞と体細胞からなる。そこで、下線部(a)について次のような**実験1**を行った。

実験1 精巣を解離して精原細胞と体細胞を分離し、4枚の培養皿に次のような組合せで入れ、ホルモン X 添加の有無における精原細胞の増殖を調べた。

- 培養皿 : 精原細胞だけを入れ、ホルモン X を添加しなかった。
- 培養皿 : 精原細胞だけを入れ、ホルモン X を添加した。
- 培養皿 : 精原細胞と体細胞を入れ、ホルモン X を添加しなかった。
- 培養皿 : 精原細胞と体細胞を入れ、ホルモン X を添加した。

その結果、培養皿 においてのみ、精原細胞の増殖が見られた。この実験に関する記述として最も適当なものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

- ホルモンの有無は精原細胞の増殖に影響しない。
- 精原細胞だけを培養した場合、ホルモンの有無は精原細胞の増殖に影響する。
- 体細胞とともに培養した精原細胞の増殖に、ホルモンの有無は影響しない。
- ホルモンが体細胞に働いて精原細胞の増殖を高める。
- ホルモンを受容した精原細胞は分裂し、精原細胞は増殖する。

問2 下線部(b)について、あるカエルの体細胞の染色体数を $2n = Y$ とした場合、1個の一次精母細胞が形成する精子の染色体の組合せは何通りあるか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。ただし、染色体間で乗換えは起こらないものとする。 2

$2 \times Y$	$2 \times (Y / 2)^2$	$2 \times (2 / Y)^2$	$2^{(Y/2)}$
$2^{(2/Y)}$	Y^2	$(Y / 2)^2$	$(2 / Y)^2$

問3 下線部(c)について、ある雌のトノサマガエルを解剖すると、卵巣から排卵された大きな卵(これを細胞 Z とする)が、卵巣からのびる輸卵管の中にあった。これに関する記述として正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 3

通常、細胞 Z は輸卵管の中で精子と受精する。

細胞 Z の核相は $2n$ である。

細胞 Z の表面には極核を観察することができる。

細胞 Z は減数分裂を途中で停止した状態にある。

細胞 Z は卵原細胞よりも小さな細胞である。

問4 下線部(d)について、次の(1)~(3)の部域から分化する組織や器官について正しいものを、 ~ のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、あてはまるものがない場合は、 を答えよ。

- (1) 中胚葉の体節域 4
- (2) 中胚葉の脊索域 5
- (3) 内胚葉域 6

脊椎骨・肋骨	骨格筋・血管	腎臓・すい臓	心臓・血液
肺・肝臓	消化管内壁・真皮	網膜・角膜	

問5 下線部(e)について次のような**実験2**を行った。

実験2 イモリの神経胚から神経板と表皮をそれぞれ切除し、ばらばらにした細胞を塩類溶液中で混合した。その結果、2種類の細胞は最初は無差別に集合するが、最終的には神経板由来の細胞が塊となって神経管のような構造に分化したものが中央に位置し、その周囲を表皮由来の細胞が取り囲んだ。

- (1) 図1は、イモリの初期原腸胚の予定運命図である。実験に用いた神経胚の神経板となる予定神経域として正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

7

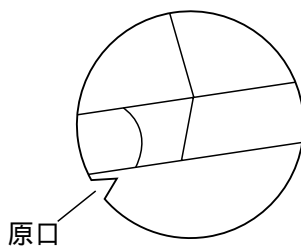


図 1

- (2) イモリの神経胚において、図1の ~ に相当するいくつかの部域を用いて**実験2**と同様な実験を行った。その結果について最も適当なものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 8

神経胚から図1の と に相当する部域を切除し、**実験2**と同様な実験を行った場合、二つの部域の細胞は混ざり合ったまま一つの細胞塊となる。

神経胚から図1の と に相当する部域を切除し、**実験2**と同様な実験を行った場合、 に由来する細胞が中央に位置し、その周囲を に由来する細胞が取り囲む。

神経胚から図1の と ・ に相当する部域を切除し、**実験2**と同様な実験を行った場合、 ・ に由来する細胞が中央に位置し、その周囲を に由来する細胞が取り囲む。