

和歌山県立医科大学 一般

平 成 23 年 度

理 科

問 題 冊 子

和歌山県立医科大学 一般

物理 問題訂正および補足

- ・ $\Rightarrow$ の左側が変更前, 右側が変更後
- ・ 下線部が変更・追加箇所

[1]

1 ページ 図 1-1 の補足説明: ω に関する矢印は地球の自転の方向を表している。

2 ページ 上から 5 行目: …特長… $\Rightarrow$ …特徴…

[2]

3 ページ 上から 5 行目: … $s \ll 1$ 場合は… $\Rightarrow$ … $s \ll 1$ の場合は…

3 ページ 下から 2 行目: …電流の大きさと向きを求めよ。

$\Rightarrow$ …電流の大きさを求めよ。また電流が流れる向きにねじを回すときの
右ねじの進む向きを求めよ。

3 ページ 下から 1 行目: (5) コイルの中心に…

$\Rightarrow$ (5) (4) の電流を I としてこの電流によってコイルの中心に…

[3]

5 ページ 上から 1 行目: …光の伝搬… $\Rightarrow$ …光の伝搬 (伝わり方) …

5 ページ 上から 14 行目: … θ と ϕ を用いると距離 r は (3) と…

$\Rightarrow$ … θ と ϕ を用いると距離 r は S を用いて (3) と…

5 ページ 下から 4 行目: …距離を d とする。

$\Rightarrow$ …距離を d とする。ここでは図 3-1 の θ と ϕ を
使用しないこと。

6 ページ 上から 4 行目: …(10) となる。ここでは, …

$\Rightarrow$ …(10) となる。以下では, …

生物 誤字訂正

3.

19 ページ 下から 11 行目

…の構成タンパク質のうち…

↓

…の構成タンパク質のうち…

和歌山県立医科大学

生 物

1. 以下のAとBの文章を読み、問に答えよ。

A. 動物の種類により神経の構造はさまざまである。動物が進化する過程で神経系は次第に複雑化し、神経節や中枢神経を形作るようになった。このような神経系の変化は動物の行動とも関係し、神経の複雑化とともに動物は様々な複雑な行動をとれるようになったともいえる。動物の行動は生得的行動と習得的行動に区分でき、前者には、走性、反射、本能行動などがあり、後者には、学習行動や知能行動がある。

問 1. 以下の(ア)から(エ)は動物の持つ神経系の構造を挙げている。それぞれの神経系を持つ動物を①から④より選び記号で答えよ。

神経系の構造

(ア) かご形神経系

(イ) 散在神経系

(ウ) はしご形神経系

(エ) 管状神経系

動物の名称

① プラナリア

② エビ

③ イソギンチャク

④ メダカ

問 2. 以下の①から⑥に示したそれぞれの行動は、走性、本能行動、学習行動、知能行動のどれにあたるか答えよ。

① ミツバチが仲間に餌のある場所を知らせるために行うさまざまなダンス。

② ニワトリ、カモ、ガチョウ、アヒルなどのひなは、ふ化後、親鳥の後をついて歩く。

③ ある種のサルは、檻の外の手の届かないところにある餌を棒などの道具を使って引き寄せることができる。

④ ある種のクモは、必ず決まった形状の巣を作ることができる。

⑤ メダカは流れのある水中では流れに対して反対向きに泳ぐ。

⑥ 夜、公園にある街灯に多くの虫が集まっている。

B. 動物の行動には周期的に変化するものも多くある。例えば、ハトやスズメなどは昼間活動する昼行性であるが、ゴキブリや蛾などは夕方以降に活動する夜行性の動物である。このように活動が昼と夜のサイクル(日周性)に合わせて変化する性質は多くの動物(生物)で見られる。図1はある昆虫の周期的な行動を調べた結果である。人為的に光の明暗サイクルを調節した条件で活動を調べた。明期を午前6時から午後6時の12時間、暗期を午後6時から午前6時の12時間として、横軸に示した。縦軸は昆虫の活動の変化を示している。各時間で縦の黒線が長いほど活動が活発であることを示している。1段のグラフが1日(24時間)を示しており、合計14段、つまり14日間の活動を記録している。このように日周性に影響された生物の活動の周期的な変化を概日周期(サーカディアンリズム)とよんでいる。

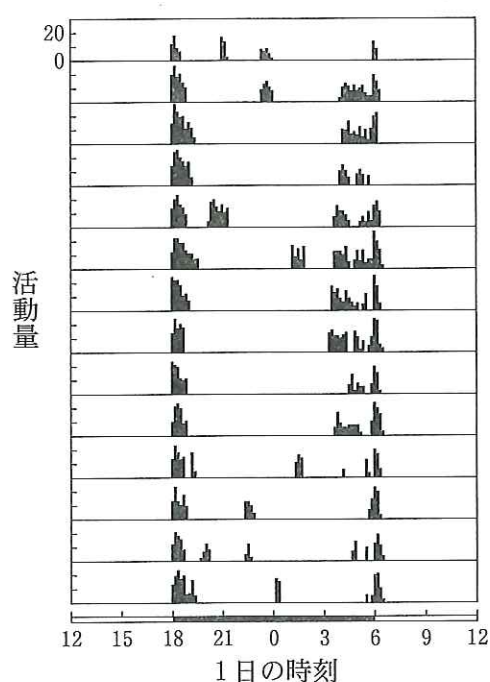


図 1

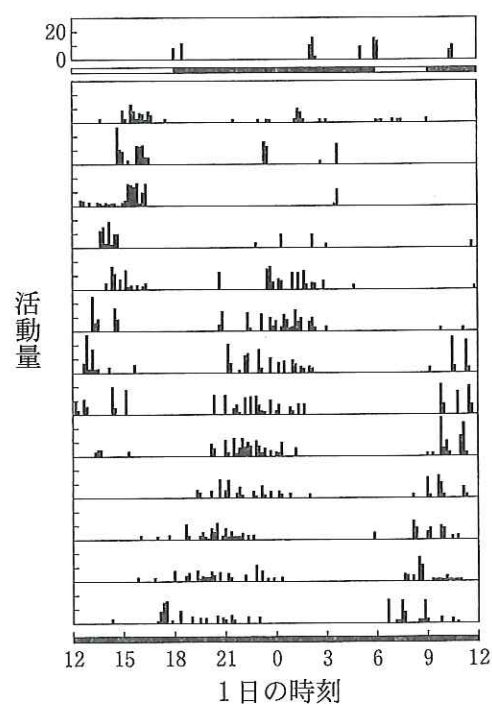


図 2

横軸は1日の時刻を表す。最初の一日は明暗12時間で飼育した(図の一番上)後、恒暗条件下におき、その後13日間の活動量を調べた。

問 3. 周期的な動物の行動には、日周性以外にも、季節的な変動で見られる年周性や月の満ち欠けに合わせた周期性が存在する。これまで挙げた概日周期以外の動物の周期的な行動を具体的に2つ例を挙げ、それぞれどのような周期に合わせているのかを答えよ。

問 4. 図1からはこの昆虫は一日のいつ行動するといえるか、2行以内に具体的に説明せよ。

問 5. この昆虫を「恒暗条件」(常に暗い状態)で飼育した場合、この昆虫の活動は図2のように変化した。図2はこの昆虫の行動について、どのようなことを示しているか、3行以内に答えよ。

問 6. ヒトが海外旅行で東西方向を短時間で長距離移動する場合にはいわゆる時差ボケが生じるが、これもヒトのさまざまな生理的変化が日周性に支配され、サーカディアンリズムをもっていることと関連している。

(1) 時差ボケが起こったときに、ヒトの生理的変化と日周性の間にどのようなことが起こっているのか、3行以内に答えよ。

(2) 時差ボケの症状は、東から西へ移動する場合と西から東へ移動する場合とは異なることが判っている。時差ボケの症状が、ヒトの活動が概日周期で支配されていることだけが原因であるなら、時差ボケの症状の違いはどのように説明できるか、3行以内にまとめよ。

2. 以下のAとBの文章を読み、問に答えよ。

A. 細菌などの原核生物も真核生物も生物は必ず遺伝子を持っている。遺伝子として働く高分子はDNAである。DNAは非常に安定した分子であるが、その塩基配列がある頻度で変化することも^(a)知られており、これを突然変異とよんでいる。突然変異には前述のようにDNAの塩基配列が変化する遺伝子突然変異と染色体の構造が変化して生じる^(b)染色体突然変異がある。これら突然変異は外的な要因がなくても一定頻度で見られるが、放射線や薬物投与などにより人工的にその頻度を高めることもできる。これを利用し、放射線照射などによって形質の変化したものを得て、その中にたまたま生じた都合の良い形質を持った細胞を分離することは、さまざまな分野の実験で多く行われている。^(c)一遺伝子一酵素説で有名なビードルとテータムの「アカパンカビ」を使った栄養要求株の分離実験はその例である。

外的要因による突然変異の誘起では、変異を引き起こす仕組みがくわしく判っている場合もある。例えば、ある濃度の亜硝酸で細胞を処理すると細胞の持つDNA中のシトシンがウラシルに変化することが知られている。このような塩基配列の変化はDNA複製を通じて子孫細胞へ伝わり、子孫細胞の形質の変化をもたらす。

問 1. 下線部(a)について、DNAの正式な名称を漢字とカタカナを用いて記せ。

問 2. DNAについて述べた以下の①から⑥より、間違っているものを全て選び、記号で答えよ。

- ① 真核細胞では核以外にもDNAを持つ構造がある。
- ② DNAを構成する塩基はアデニン、グアニン、シトシン、チミンである。
- ③ 全ての細胞でDNAの持つアデニンの数とグアニンの数は等しい。
- ④ DNAとRNAは塩基以外の構成成分は同じである。
- ⑤ 真核生物と原核生物ではどちらも3つの塩基の並びを遺伝暗号として使っている。
- ⑥ DNAの遺伝情報はRNAを介してタンパク質に翻訳される。

問 3. 細菌に関して述べた以下の①から⑤より、間違っているものを1つ選び、記号で答えよ。

- ① 全ての細菌は細胞内に核を持たず、DNAは細胞質に存在する。
- ② 細菌で増殖できるウイルスも存在する。
- ③ 細菌は細胞内にリボソーム以外の細胞小器官を持たない。
- ④ 細菌のうち光合成ができるものは細胞壁を持たない。
- ⑤ すべての細菌でRNAを遺伝子として持つことはない。

問 4. 下線部(b)に示した染色体突然変異が関与する現象を、以下の(a)から(e)より1つ選べ。

- (a) ヒトの鎌状赤血球貧血症
- (i) 肺炎双球菌の形質転換
- (u) ヒトのダウン症候群
- (e) トランスジェニック動物

問 5. 下線部(c)の一遺伝子一酵素説とはどのような考え方が、3行以内で簡潔に説明せよ。

問 6. ある細胞を亜硝酸で処理して、DNA の塩基配列に突然変異を誘起した。

- (1) 元の細胞に存在する DNA 鎖の一部に塩基配列「AACTGTA」が存在した場合、この配列に相補的な塩基配列を記せ。
- (2) この7つのヌクレオチドからなる2本鎖DNAが、亜硝酸処理により本文で紹介したような突然変異を起こした。この突然変異を起こした細胞が2回細胞分裂をした時、生じた子孫細胞が持つDNAの、この部位の塩基配列を2本鎖の形で全て答えよ。(細胞分裂の間、これ以上の突然変異は起こらないものとする。)

B. 20世紀半ばに発見された抗生物質は細菌の増殖の阻害作用や殺菌作用を有するため、さまざまな細菌感染症の治療に広く使われた。しかし、しだいに抗生物質によっても増殖が抑えられない細菌(薬剤耐性菌)の出現が報告されるようになった。人類はさまざまな抗生物質を次々と発見して感染症対策に用いたが、その度に、それらの抗生物質に耐性を持つ細菌が現れ、細菌と抗生物質の「いたちごっこ」が続いている。21世紀の現在になっても、感染症は人類にとって依然として大きな脅威となっている。

歴史的には、このような薬剤耐性菌の出現の仕組みとして2つの仮説が考えられた。

仮説Ⅰ. 細菌は抗生物質の存在するところで増殖すると突然変異を起こし、その抗生物質に耐性のある菌が出現する。つまり、抗生物質が存在しない時には薬剤耐性菌は出現しない。

仮説Ⅱ. 抗生物質の存在とは無関係に、細菌が増殖中に偶然生じた突然変異株の中に抗生物質に対する耐性を持つ菌を生じ、これがその抗生物質の存在するところでも増殖できる。

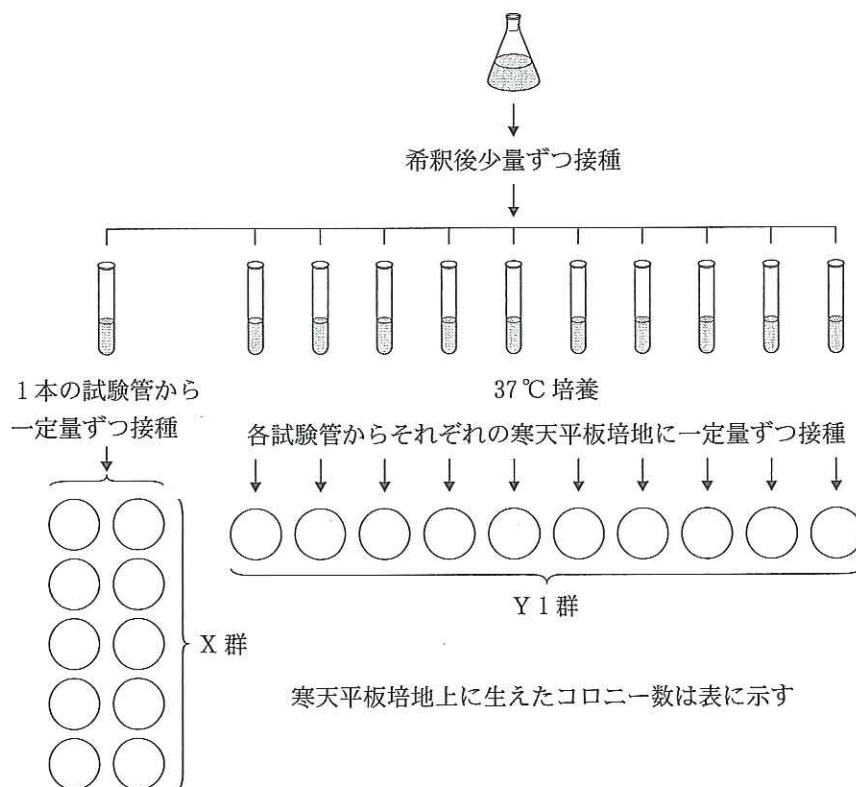


図 3

この2つの仮説を検証するために、ある細菌を用いて抗生物質Sに対する耐性獲得に関する以下の実験を行った(図3)。ただし、実験を始める前の細菌群には抗生物質Sに対する耐性菌は見出されなかった。

- (1) この細菌を培養した後、培養液を希釈し少量ずつ11本の試験管(予め、液体培地10mlを入れておく)に接種し、37℃で十分に増殖させる。また、これとは別に抗生物質Sを加えた寒天平板培地(シャーレ)を多数用意する。
- (2) 11本の試験管の中の1本の試験管から一定量の細菌培養液を取り、10枚の抗生物質Sを含む寒天平板培地に接種する。この10枚の寒天平板培地をX群とし、一夜培養する。
- (3) 上で用いた1本を除く残り10本の試験管から試験管ごと別々に一定量(2)と同じ量)を分取し、抗生物質Sを含む寒天平板培地に接種する。したがって、細菌培養液を接種した寒天平板培地は試験管の数と同じく10枚ある。この10枚の寒天平板培地をY1群とする。
- (4) X群とY1群とも一夜培養すると、寒天平板培地上にはその培地で増殖できる細菌が増殖して集落(コロニー)を形成する。すなわち、コロニーの数は寒天平板培地に接種した培養液中に含まれていた増殖できる細菌の数を示す。X群とY1群のコロニーを数えた結果を表1に示す。

表1 各シャーレ上に生じたコロニーの数

シャーレ番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X 群	14	15	13	21	15	14	26	16	20	13
Y1 群	6	5	10	8	24	13	165	15	6	10
Y2 群	1	0	3	0	0	5	0	5	0	6

問7. この結果は、仮説Iを否定して、仮説IIを支持する結果と解釈できる。その理由を4行以内で答えよ。

問8. 試験管に加えた培養液の量を10mlでなく0.2mlとした時に、抗生物質Sを含む寒天平板培地上に生じたコロニー数をY2群に示した。Y1群とY2群の違いは何か。また、その違いを生じた理由を3行以内で答えよ。

3. 以下のAとBの文章を読み、問に答えよ。

A. 図4は、ヒトの卵巢、卵管(輸卵管)、子宮の位置関係を模式的に示している。ヒトにおいても他の動物と同じように卵は卵巢で形成される。卵巢内では卵はろ胞として存在し、排卵前にはグラーフろ胞と呼ばれる状態となり、ヒトではその直径は2 cm にも達する。グラーフろ胞内に存在する卵は受精時と同じ大きさであるが、まだ受精能力はない。(ア)から(イ)が分泌されると、それを受け取ったグラーフろ胞内のろ胞細胞は(ウ)を分泌する。その後、卵は卵巢から卵巢外へ放出され、この現象を排卵と呼ぶ。排卵された卵は、卵管膨大部から卵管内に入る。一方、雄(男)から膣内に射出された精子は子宮を経て卵管に到達し、卵管の上部(卵巢に近い部分)において移動してきた卵と出会い、受精が成立する。
(a)

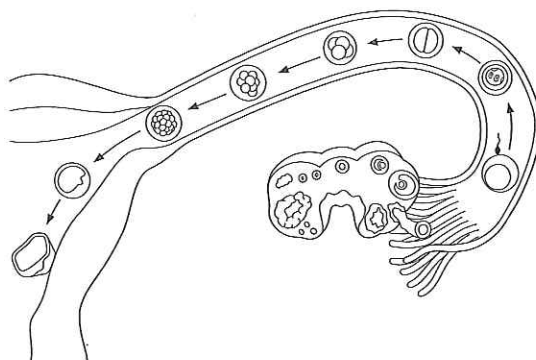
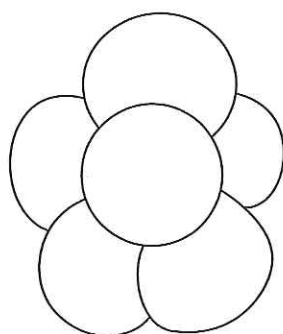


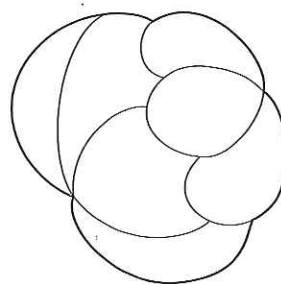
図4

卵を放出した後のグラーフろ胞は黄体へと変化して、黄体ホルモンを分泌するようになる。正常に受精した卵(受精卵)は、発生を開始しながら卵管を子宮に向って移動する。卵はいわゆる卵割を行うが、ヒトを含めた哺乳類では、ウニや両生類とは異なり卵は同調的な分裂は行わず、卵割の速度もゆっくりしており、いくつかの点で他の動物とは異なっている。

卵が3回の分裂を行い8細胞期に達すると、「コンパクション」と呼ばれる現象が起こる(図5)。例えば、マウスを使った実験では、人工授精させ、適切な条件で正常に発生させたコンパクション前の8細胞期胚より、割球1個を除去して、残りの7個の割球を培養しても、胚は正常に発生を続け、発生した胚に割球を除去した影響は残らない。それに対して、コンパクション後の8細胞期胚で割球を1個除くと、胚の一部が欠損する異常を引き起こす。このことはコンパクションの前後では胚の性質が大きく変化することを示している。
(b)



コンパクション前の
8細胞期胚



コンパクション後の
8細胞期胚

図 5

その後、胚はさらに発生を進め、胚盤胞^(c)と呼ばれる段階に到達するが、この頃になると子宮内に到達しており、胚は黄体ホルモンの影響で肥厚している子宮内壁に着床する。胚盤胞が着床すると、卵巣内の黄体は維持され、黄体ホルモンの分泌が続き、妊娠が維持されるが、仮に着床が起これなければ、黄体は退化していく。

問 1. 文中の(ア)から(ウ)に入る適当な語を下から選んで、記号で答えよ。

- | | | |
|------------|--------------|------------|
| ① 脳下垂体 | ② 視床下部 | ③ 甲状腺 |
| ④ 副腎皮質 | ⑤ 脳下垂体刺激ホルモン | ⑥ 卵胞刺激ホルモン |
| ⑦ 黄体形成ホルモン | ⑧ バソプレッシン | ⑨ エストロゲン |
| ⑩ アンドロゲン | ⑪ チロキシン | |

問 2. 文中の下線部(a)で、仮に1個の卵に2つの精子が侵入した場合、その後の発生はどのようなになるか、具体的に2行以内に答えよ。

問 3. 下線部(b)について、これはコンパクション前後で胚にはどのような性質の変化が起こっていると考えられるか、3行以内にまとめて答えよ。

問 4. 下線部(c)の胚盤胞の内部細胞塊を使って、ある特殊な幹細胞が作られる。この細胞の名称を略称ではなく、正式な細胞名を全て漢字で答えよ。

問 5. 問4の細胞はどのような性質を持っているか。2行以内に答えよ。

B. 哺乳類と異なり、体外受精である両生類では、卵巢から排卵された卵は、卵管(輸卵管)に入るが、両生類では卵の外側に大量のゼリー層が付加されるため卵管は太く長い。また、輸卵管を通過した卵を体外に出すまで溜めておくために、卵管の末端が大きく膨らんでおり、この部分を輸卵管膨大部とよんでいる(図6)。哺乳類で見た場合と同じように、排卵直後の卵は減数分裂の途中にあり受精能力はないが、輸卵管膨大部の卵は減数分裂を第2分裂中期で止めており受精能力がある(この輸卵管膨大部の卵を子宮卵とよぶことにする)。

実験的に、排卵直後の卵管に入る前の卵を取り出す。この卵は、減数分裂の途中にあるが、適当な組成の生理的食塩水内で培養すると、卵の減数分裂は進み、卵核は数時間後に子宮卵と同じ状態になる。この卵を体腔卵とよぶ。一方、子宮卵はゼリー層を持つので、このゼリー層を人為的に除去し、体腔卵と同じ状態にする。体腔卵、子宮卵ともゼリー層を持たない同じ条件にしてから、特殊な培養液の中で、人為受精を行ったところ、子宮卵はほぼ100%受精したが、体腔卵はほとんど受精しなかった。^(d)

この実験結果をさらに解析するために、以下の実験を行った。

実験1. 両生類卵には卵管中で付加されるゼリー層とは別に、卵巢内で卵形成期にできる卵膜(卵黄膜)が存在するが、その卵膜がどのようなタンパク質から構成されているかを体腔卵と子宮卵について分析した。その結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 体腔卵卵膜は5種類のタンパク質から構成されていたが、子宮卵卵膜の構成タンパク質は体腔卵とは異なっていた。
- (2) 子宮卵卵膜の構成タンパク質のうち、1つは体腔卵卵膜の持つタンパク質と同じだったが、体腔卵卵膜で見られた他の4種類のタンパク質は消失して、子宮卵卵膜には新しいタンパク質が現れていた。

実験2. 両生類卵は他の動物に較べて卵が丈夫なので、先の細いガラスマイクロピペットで精子を人為的に卵細胞質へ注入することが可能である。この方法を使って、精子をそれぞれの卵内に入れたところ、体腔卵、子宮卵とも、卵内に入れた精子は正常な受精で起こる場合と同じ変化(前核形成)を起こした。

実験3. この両生類の成熟した精子を適当な組成のリンガー液に希釈する。精子を含んだこの溶液を凍結融解を行った後、低温下で遠心して上澄み液を回収した。この上澄み液中に体腔卵と子宮卵をそれぞれ入れたところ、体腔卵では変化がなかったが、子宮卵では卵膜が肉眼的に消失(溶解)した。

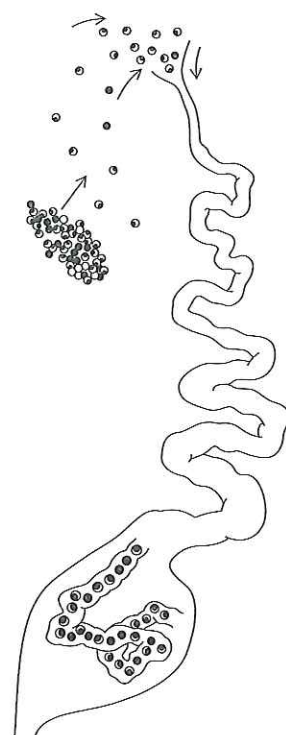


図6

実験4. 実験1から実験3で行ったのと同じ実験を、卵巢内より摘出した排卵直前の卵巢卵に対して行ったところ、以下の結果が得られた。

- (1) 卵膜の構造は体腔卵と全く同じであった。
- (2) 卵内に注入した精子は前核を作らなかった。
- (3) 実験3で得た上澄み液で処理しても卵膜に変化はなかった。

問6. 実験1と実験2の結果をまとめて考えると、下線部(d)に示した結果はどのように説明できるか。3行以内に答えよ。

問7. 実験3において、精子懸濁液を凍結融解を行うことで、どのような変化が精子に起こったと考えられるか、2行以内に答えよ。

問8. 実験1から実験4の結果をもとにして、卵巢内で完成した卵が排卵後、どのような変化を起こして受精可能な状態になるか、与えられた解答欄におさまるようにまとめよ。