

和歌山県立医科大学

平成 25 年 度

理 科

問 題 冊 子

生 物

1. 以下の文章を読み、問に答えよ。

1997年2月、⁽¹⁾クローン羊ドリーが生まれたとのニュースが世界中を駆け巡った。このニュースはクローン人間の作成が、原理的にも技術的にも決して不可能では無い事を示すものとして、多くの人に衝撃を与えた。ドリーはある羊の乳腺細胞の核を、あらかじめ核(染色体)を除いておいた別の羊の未受精卵に導入することにより再構成された卵(胚)⁽²⁾が発生して生まれてきた羊である。よってドリーの体を形成する細胞の核に含まれる遺伝子は(ア)を採取した羊の体を形成する細胞の核に含まれる遺伝子と同一である。体細胞の核を移植する方法によるクローン作成は以前に両生類で試され、成功例が報告されていた。しかし哺乳類で成功した事の意義は生物学研究の範疇^{はんちゆう}を超える大きなものであった。その後、法律により日本におけるクローン人間作成は禁止されたが、他の動物のクローンを作成する研究は現在も続けられている。さて、ここで乳腺細胞の核を移植した未受精卵が一匹の羊にまで成長したことから、この核の中には乳腺細胞としてののはたらきを支えるのに必要な遺伝子のほかに(イ)。⁽⁴⁾即ち、成体の一部を形成している細胞が受精卵と同じ遺伝子セットを保持しているということである。このことは他の実験結果から当時既に予想されていたものの、証明するのはなかなかむずかしかった。⁽⁵⁾ドリーの誕生はこれを見事に証明して見せたものと言える。

問 1. (ア)に入る最も適切な語を下の①から④より選び、記号で答えよ。

- ① 受精卵 ② 未受精卵 ③ 乳腺細胞 ④ 精 子

問 2. (イ)にあてはまる文章として最も適当なものを下の①～⑤より選び、記号で答えよ。

- ① 心臓と脳の機能を支えるのに必要な遺伝子が含まれていることになる。
② 個体の発生と生存に必要な遺伝子が含まれていることになる。
③ 生殖細胞の分化に必要な遺伝子が含まれていないことになる。
④ 受精卵で効率よく発現している遺伝子が含まれていることになる。
⑤ 未受精卵で効率よく発現している遺伝子が含まれていることになる。

問 3. 下線部(1)に関して、クローン動物間で必ず同じになるものを①～④より全て選び、番号で答えよ。

- ① 性 別 ② 誕生日 ③ 体 重 ④ 死亡年月日

問 4. 下線部(2)に関して、この細胞と同じ核相を持つ細胞を①から④より全て選び、番号で答えよ。

- ① 卵原細胞 ② 第二極体 ③ 精 子 ④ 胚性幹細胞

問 5. 下線部(3)に関して、哺乳類の未受精卵は減数分裂の第二分裂中期で止まった状態である。この未受精卵に関する以下の記述①から⑦の中で正しいものを全て選び、番号で答えよ。

- ① 細胞質の大部分を失っている。
- ② 核膜を失っている。
- ③ 染色体の対合が見られる。
- ④ 一次卵母細胞一つから複数個作られる。
- ⑤ 卵原細胞一つから複数個作られる。
- ⑥ 一つの極体が見られる。
- ⑦ 三つの極体が見られる。

問 6. 下線部(4)に関して、以下に掲げる DNA 分析結果①から⑤の中で、この可能性を強く支持するものを二つ選び、番号で答えよ。

- ① ウシの腎臓細胞の核一つ当りの DNA 量は、ウシの肝臓細胞の核一つ当りの DNA 量に等しかった。
- ② ウシの精子の核一つ当りの DNA 量は、ウシの肝臓細胞の核一つ当りの DNA 量の半分であった。
- ③ ヒトの胸腺細胞とヒトの精子の間で、DNA の塩基組成を比較したとき、アデニンの数とチミンの数の比は何れの細胞でも同じであった。
- ④ ヒトの胸腺細胞とヒトの精子の間で、DNA の塩基組成を比較したとき、グアニンの数とアデニンの数の比は何れの細胞でも同じであった。
- ⑤ ウシの胸腺細胞とヒトの胸腺細胞の間で、DNA の塩基組成を比較したとき、グアニンの数とアデニンの数の比はそれぞれの細胞で異なった。

問 7. 下線部(5)に関して、これに関連した次の文章の(ウ)から(オ)に入る語として適当なものを下の語群より選び、番号で答えよ。

ドリーの誕生はしかし、同じ遺伝子セットを持ちつつ細胞の形や機能を多様に分化させる方法、即ち遺伝子発現調節の方法については何も語ってくれない。哺乳類と比較すると極めて単純な体制を持つ生物である(ウ)における遺伝子発現調節の方法については、(エ)に関わる遺伝子に関する研究に基づいた仮説として1961年に(オ)が提唱されている。

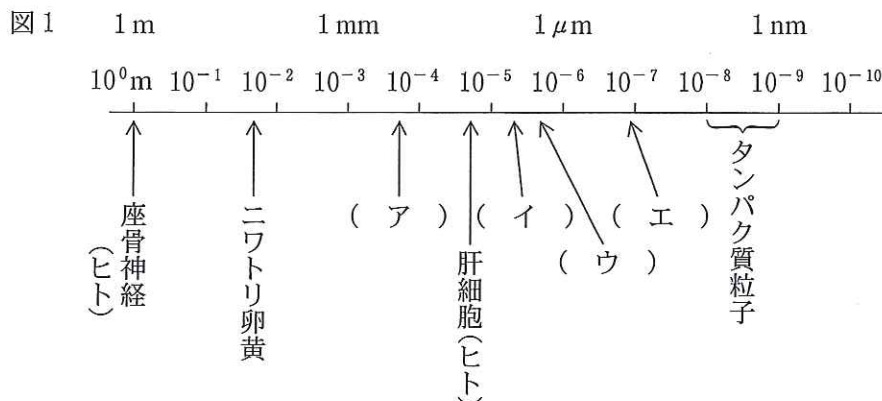
- | | | |
|----------|----------|------------|
| ① 大腸菌 | ② アカパンカビ | ③ ショウジョウバエ |
| ④ アミノ酸代謝 | ⑤ 糖代謝 | ⑥ 脂質代謝 |
| ⑦ 細胞分裂 | ⑧ 個体発生 | ⑨ 一遺伝子一酵素説 |
| ⑩ 自然発生説 | ⑪ オペロン説 | ⑫ 二重らせん構造説 |

2. 以下の文章を読み、問に答えよ。

A. 生物を構成する基本単位は細胞である。細胞には原核細胞と真核細胞があるが、五界分類で動物界と植物界に属する生物は全て真核細胞から構成される多細胞生物である。生物を構成する細胞を観察する最も基本的な方法は顕微鏡を使った観察である(図1)。

何を観察するかによって、顕微鏡で観察するための標本の作成方法は異なる。顕微鏡標本を作るときには、摘出した組織をそのままスライドガラス上にのせ、水やリンガー液を加えて、カバーガラスをかけて観察する方法と、組織を固定、染色して観察する方法がある。例えば、オオカナダモの^(a)原形質流動を観察するときには水を加えて、カバーガラスをかけるが、オオカナダモの細胞核を観察するには、()を滴下して、組織を固定染色し、カバーガラスをかけて観察する。

顕微鏡で標本を観察するとき、観察している標本中にある細胞や細胞内の構造の大きさを測定するには^(b)ミクロメーターを使う。これには接眼レンズに接眼ミクロメーターをセットし、観察に用いる倍率でまず対物ミクロメーターを観察することで、接眼ミクロメーターの1目盛りが何 μm に相当するかを計算する。その後、対象とする構造を観察することによりその大きさを調べる。



問 1. 図1の(ア)から(エ)に当てはまる適当なものを以下の語群から選んで、記号で答えよ。

- ① 赤血球(ヒト) ② 大腸菌 ③ ミカヅキモ ④ インフルエンザウイルス

問 2. 以下の①から⑥より、正しい内容の文章を全て選び、記号で答えよ。

- ① 細菌やウイルスは原核細胞により構成される。
 ② 細胞1個あたりのDNA量は真核細胞より原核細胞の方が少ない。
 ③ 光学顕微鏡の分解能は $0.2 \mu\text{m}$ 程度であり、大腸菌を識別できる。
 ④ 原核細胞から構成された多細胞生物はいない。
 ⑤ 光合成を行う原核細胞は存在しない。
 ⑥ ゾウリムシやミドリムシは原核細胞により構成される。

問 3. 下線部(a)に関して、このオオカナダモは水温 20℃ の水槽で飼育していたが、水温を 25℃ に上げた場合、原形質流動はどのように変化すると考えられるか、またそれはなぜか、2 行以内にまとめて答えよ。

問 4. 文中の()にあてはまる染色液の名称を答えよ。

問 5. オオカナダモを観察した際、マイクロメーターを使って核の大きさを測定した。接眼マイクロメーターで核の大きさを測ると、2 目盛り分であった。この核の大きさを求めよ。ただし、この観察倍率では対物マイクロメーター 10 目盛りが接眼マイクロメーターの 25 目盛りと同じ幅であったとする。また、ここで使う対物マイクロメーターは 1 目盛りが 10 μm である。なお、解答欄には途中の計算式や考え方も示すこと。

B. マウスを用いて以下の実験をおこなう。

- (1) 尾部より末梢血を採取して、塗末標本を作る。
- (2) マウスより、肝臓、脾臓、胸腺を摘出し、それぞれリン酸緩衝液でよく洗った後、各臓器を細かく破碎する。破碎したもののから弱い力での遠心分離により臓器の断片をのぞき、残った液体を回収して塗末標本を作った。
- (3) それぞれの標本はよく乾燥させたのち、(オ)で固定し、(カ)で染色した後にカバーガラスをかけて、顕微鏡用観察標本とした。

これらの標本を観察した。末梢血の標本では赤血球、白血球、リンパ球が観察できたが、圧倒的に赤血球の数が多かった。そこで、顕微鏡の視野内でランダムに 100 個の細胞を選び、その中に、それぞれの血液細胞が何個存在しているかを調べたところ、下の表 1 のような結果が得られた。

(注) (1)から(3)の手順は簡略化して書いているが、観察するに十分な標本が作製できる。

表 1.

	赤血球	白血球	リンパ球
末梢血	98	2	0
肝 臓	93	2	5
脾 臓	28	3	69
胸 腺	7	3	90

問 6. (オ) と (カ) にあてはまる適当な語を記入せよ。

問 7. 以下の①から④は、血液細胞の働きを説明している。それぞれの文章が説明する血液細胞の名称を答えよ。

- ① 細胞内に大量のヘモグロビンを含む。
- ② 仮足をだしてアメーバ様運動を行うこともあり、食作用がある。
- ③ T細胞とB細胞の2種類があり、免疫に深く関係している。
- ④ 無核の細胞片で血液凝固に関係している。

問 8. 表 1 に表したこの実験結果を考慮に入れて、脾臓と胸腺の役割について 3 行以内に論ぜよ。

C. 双翅類の昆虫の幼虫が持つ唾液腺には巨大染色体が存在する。この染色体は比較的容易に観察できる。例えばセスジユスリカの終齢幼虫より唾液腺を摘出し、(キ) すると 4 本の巨大染色体が観察できる。このような巨大染色体には多数の横縞が観察できる。また染色体上の一部の縞が大きく膨らんでみえることがあり、これを(ク) という。

問 9. (キ) には唾液腺染色体の標本を作る方法が入る。どのような染色液を用いるかを明記した上で、標本を作る方法を解答欄に記せ。

問10. セスジユスリカの 2 倍体の染色体数は何本か、またそう考える根拠も含めて 2 行以内にまとめて答えよ。

問11. (ク) に入る適当な語を記入せよ。また、(ク) ではどのような現象が起こっているか 1 行以内にまとめて答えよ。

問12. このユスリカの 3 齢幼虫より唾液腺染色体の標本を作って観察した。3 齢幼虫と終齢幼虫の唾液腺染色体を比較した場合、染色体上の(ク) の位置にはどのような違いが見られるか、またそれはなぜか、3 行以内にまとめて答えよ。

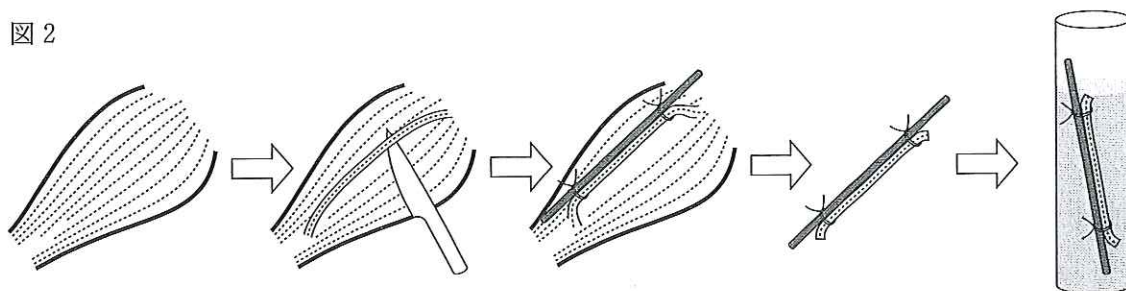
3. 以下の文章を読み、問に答えよ。

動物の俊敏な動きは主として(ア)と呼ばれる骨と結合した筋肉に依存する。(ア)は筋繊維と呼ばれる細胞の集合体で、それぞれの細胞内には筋原繊維と呼ばれる繊維状の構造体がある。筋原繊維はアクチンと呼ばれるタンパク質から成る細い繊維とミオシンと呼ばれるタンパク質から成る太い繊維が交互に重なり合った構造をしており、(ア)や心筋を含む横紋筋ではこれらが規則正しく配列しているため、高倍率の顕微鏡で観察すると、暗帯と明帯からなる横紋が観察できる。一方、(イ)では太い繊維と細い繊維の配列が不規則なため、はっきりとした横紋が観察出来ない。消化管のぜん動運動や、(ウ)の収縮を担う筋肉はこの(イ)に当たる。横紋筋、(イ)ともに、太い繊維と細い繊維の間でおこる(エ)が筋肉の収縮を引き起こすが、これには(オ)から供給されるエネルギーが必要である。また、(エ)は筋原繊維周囲のカルシウムイオン濃度の影響を強く受け、(オ)が存在しても、カルシウムイオンの濃度が低いと筋肉は収縮しない。骨格筋の場合は運動神経の末端から放出される(カ)による刺激を受けて、筋肉細胞内にある筋小胞と呼ばれる特殊な小胞体に貯蔵されているカルシウムイオンが(キ)に放出され、(エ)が誘発される。

ここで、筋収縮が(オ)に依存することを確認するため、以下の実験を行った。

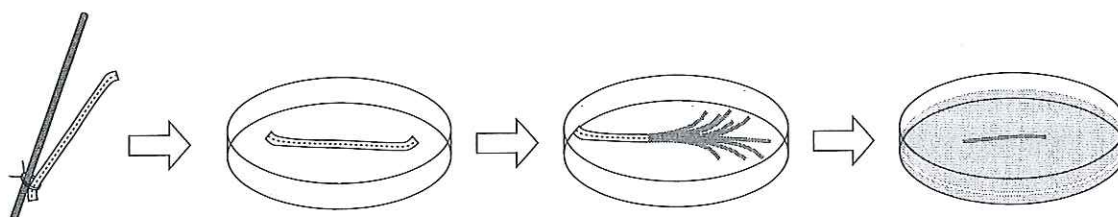
- 1) ウサギの脚の筋肉を細長く切り、ガラス棒に縛り付けた後グリセリンと水の混合液に低温で一週間以上浸しておく。このような処理を施した筋肉をグリセリン筋と呼ぶ(図2)。

図2



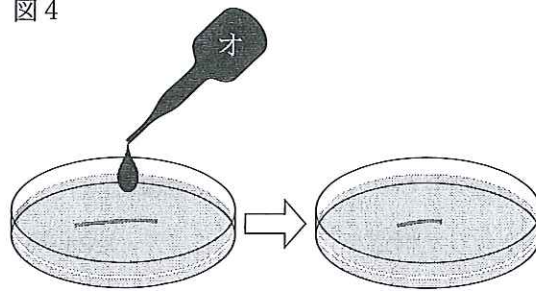
- 2) グリセリン筋をガラス棒から外した後、内部まで試薬がしみ込み易くするためさらに細い断片にした後、塩化カルシウムを含む緩衝液に浸した。しばらく注意深く観察したが、大きな変化は見られなかった(図3)。

図3



3) この緩衝液に(オ)を加え、断片の様子を観察すると、明らかに収縮が見られた(図4)。

図4



問 1. 文中の(ア)～(キ)に入る語句として最も適切な語を以下の①～⑯より選び、番号で答えよ。ただし、同じ語を二度選ばないこと。

- | | | | |
|--------|----------|-----------|---------|
| ① 繊毛運動 | ② 滑り運動 | ③ 伸縮運動 | ④ 血 管 |
| ⑤ 平滑筋 | ⑥ 骨格筋 | ⑦ 心 臓 | ⑧ 鞭 毛 |
| ⑨ DNA | ⑩ ATP | ⑪ 細胞核 | ⑫ 細胞質中 |
| ⑬ 細胞外 | ⑭ アドレナリン | ⑮ アセチルコリン | ⑯ グルカゴン |

問 2. 骨格筋の細胞に特有で、(イ)の細胞には見られない事柄について記したものを以下の①から⑥より全て選び、番号で答えよ。

- ① アクチンと呼ばれるタンパク質により構成される細い繊維を含む。
- ② ミトコンドリアを含む。
- ③ 一つの細胞の中に複数の細胞核を含む。
- ④ 細胞核を含む。
- ⑤ 小胞体を含む。
- ⑥ 細胞膜を含む。

問 3. 実験操作1)で筋肉をグリセリン溶液に長時間浸しておくことにより生じた変化として適当なものを、以下の①から④より全て選び、番号で答えよ。

- ① 太い繊維のみが崩壊する。
- ② 細い繊維のみが崩壊する。
- ③ 細胞膜が崩壊する。
- ④ 筋小胞が崩壊する。

問 4. 実験操作3)において収縮が見られたことから、筋収縮が(オ)に依存することを確認できたのであるが、なぜこの実験を行うに当たってグリセリン筋を使う必要があったのか。その理由を以下の語を用いて3行以内にまとめて答えよ。

語：半透膜、筋原繊維

問 5. 実験操作 3)において、グリセリン筋が収縮することにより生成される物質名を以下の①から⑧より二つ選び、番号で答えよ。

- | | | | |
|---------|-------|-------|----------|
| ① 二酸化炭素 | ② 酸 素 | ③ リン酸 | ④ グリコーゲン |
| ⑤ ATP | ⑥ ADP | ⑦ RNA | ⑧ ミオシン |

問 6. アマガサヘビの持つ毒素である α -ブングアロトキシンは、筋細胞膜上にある(カ)の受容体と結合し、その機能を抑制する事により、筋肉の収縮を強力に抑制する。この毒素を上記の実験操作 2)で塩化カルシウムと共に加えておくと、その後(オ)を加えた際にグリセリン筋はどのように反応すると予想されるか、理由とともに 4 行以内にまとめて答えよ。

問 7. 筋収縮においては、(オ)から得られるエネルギーの半分程度が運動エネルギーに変換されると言われている。ここで運動エネルギーに変換できなかった残りのエネルギーは必ずしも無駄と言う訳ではない。この残りのエネルギーは何に変換され、どのような動物において何の役に立っているのか、1 行以内にまとめて答えよ。

4. 以下の文章を読み、問に答えよ。

現在、地球上に存在する数百万種とも言われる多様な生命体(生物)は 35 から 40 億年前に誕生した原始生命体から進化してきたと考えられている。この過程は現在においても十分に解明されているとは言えない。

これら多様な生命体は生命を維持するための様々な仕組みを持つ。それらの仕組みには詳しく解明されているものも多い。例えば、生命体は細胞を構成単位とするが、その細胞には原核細胞と真核細胞がある。原核細胞は地球上に最初に誕生した原始生命体に近いといわれている。核などの細胞小器官を持たず、DNA は核様体として細胞の中心付近に存在する。一方、真核細胞は約 20 億年前に誕生したと言われている。細胞内には DNA を収納する核以外にも多くの細胞小器官があり、それぞれが機能の分担を行っている。これら細胞小器官の一部は、原核細胞の共生によって誕生したと考えられている。また原核細胞同士の共生が真核細胞誕生の 1 つの要因だとする説もある。

生命現象においては、原核細胞と真核細胞の関係のように、ある 1 つの仕組み(特徴)が別の発展した仕組み(特徴)とつながっている例は他にも多くみることができる。

問 1. 下線部に関連して、真核細胞に存在する核以外の細胞小器官の名称を 2 つ挙げ、それぞれが分担する機能を 2 行以内に説明せよ。

問 2. 以下の(1)から(4)は生命活動を維持するための様々な仕組みについて、関連のあるものを 2 つ併記している。それぞれの 2 つについて、文中の原核細胞と真核細胞の例にならって、両者の関連とそれぞれの特徴がわかるように 5 行以内に説明せよ。

- (1) 無性生殖—有性生殖
- (2) 受動輸送—能動輸送
- (3) 嫌気呼吸—好気呼吸
- (4) 従属栄養—独立栄養