

生物基礎・生物

(全 問 必 答)

第1問 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 21)

問1 図1は、イモリの初期原腸胚の原基分布図である。これに関する記述として適当なものを、下の①～⑤のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

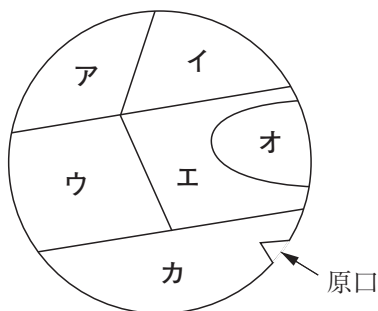


図 1

- ① 原口が生じる位置は、精子進入点の近傍付近である。
- ② カの領域から生じる器官としては、肝臓、すい臓、腎臓がある。
- ③ ウ、エ、オの領域は、胞胚期にカの誘導によりその発生運命が決まる。
- ④ 後期原腸胚では、オの領域がイの領域を裏打ちした状態になる。
- ⑤ アとイの領域では、初期原腸胚から後期神経胚の間は継続して同じ種類のカドヘリンが発現している。

問2 ヒトの腎臓における尿形成と体液浸透圧の調節に関する記述として適当なものを、次の①～⑤のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

3

4

- ① 健康な状態では、糸球体からボーマン嚢へろ過された血しょう成分のうち、タンパク質やグルコースは、その全てが細尿管から毛細血管へ再吸収される。
- ② ろ過された後、再吸収率が低い物質ほど、その濃縮率は高くなる。
- ③ 体液浸透圧が低い場合、副腎皮質からの鉱質コルチコイドの分泌量が減少し、ナトリウムの再吸収が抑制される。
- ④ ネフロン(腎単位)で生成された尿は集合管に集まり、輸尿管を経てぼうこうに運ばれる。
- ⑤ 脳下垂体後葉から分泌されるバソプレシンの標的器官は、細尿管である。

問3 ニューロンの興奮、および興奮の伝導と伝達に関する記述として適当なものを、次の①～⑤のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

5

6

- ① 軸索の一部に閾値を少し超えた刺激を与えた場合と大きく超えた刺激を与えた場合では、後者の方が生じる活動電位の大きさが大きくなる。
- ② 軸索に閾値を超える刺激を与えた場合、まず電位依存性カリウムチャネルがはたらき、遅れて電位依存性ナトリウムチャネルがはたらく。
- ③ 軸索内外のナトリウムイオンの濃度差が大きくなると、生じる活動電位の大きさは大きくなる。
- ④ 跳躍伝導では、興奮は髄鞘から髄鞘に伝わり、無髄神経繊維における興奮の伝導速度より大きくなる。
- ⑤ 副交感神経の軸索末端に興奮が伝わると、シナプス小胞からアセチルコリンがシナプス間隙に放出される。

問4 植物における花芽形成に関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① 花芽形成の際、すべての植物は日長条件だけに応答しているわけではなく、温度に応答している場合もある。
- ② 短日植物や長日植物では、日長条件は葉のフィトクロムを利用し、受容する。
- ③ 短日植物は、連続した暗期の長さが一定以上になると花芽形成を行う。
- ④ ある長日植物において、限界暗期に相当する長さの半分の長さの暗期を2回に分けて与えた場合、花芽形成は起こらない。

(下書き用紙)

生物基礎・生物の試験問題は次に続く。

第2問 細胞分裂に関する次の文章を読み、各問い(問1～3)に答えよ。

〔解答番号 1 ～ 10〕 (配点 25)

多細胞生物では、当たり前であるが、体は多数の細胞からできている。細胞分裂は細胞を増やす唯一の方法であり、それには体細胞分裂と減数分裂の2種類がある。
 ア 体細胞分裂は主に体を構成する体細胞が増える際に、減数分裂は主に生殖細胞を生じる際にみられる。図1は、ある生物における体細胞分裂と減数分裂の進行に伴う細胞あたりのDNA量(相対値)の変化を表したものである。

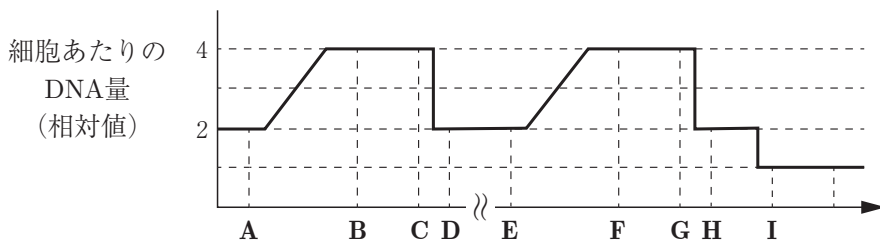


図 1

問1 図1がヒト($2n = 46$)におけるものであるとし、次の問い(1)～(4)に答えよ。

- (1) 血液に含まれる有形成分である赤血球・白血球・血小板のうち、A～Dの分裂を行わないものの組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 1

- | | |
|-----------------|------------|
| ① 赤血球, 白血球, 血小板 | ② 赤血球, 白血球 |
| ③ 赤血球, 血小板 | ④ 白血球, 血小板 |

(2) 1個の一次精母細胞がE～Iの分裂を行い、4個の精子を生じたとき、その4個における染色体構成は最大何通り考えられるか。最も適当なものを、次の①～④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 通り

- ① 2 ② 4 ③ 23^2 ④ 2^{23}

(3) 二価染色体が観察できる時期として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① B ② E ③ G ④ H

(4) Hの時期にある細胞の名称として適当なものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 4 5

- ① 二次卵母細胞 ② 第一極体 ③ 卵原細胞
④ 第二極体 ⑤ 一次卵母細胞 ⑥ 卵細胞

問2 動物の受精卵においてみられる卵割は、体細胞分裂の一種である。卵割に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① 卵割速度は、一般の体細胞分裂の進行速度に比べて小さい。
② 卵割の進行に伴い、割球あたりの体積は小さくなる。
③ ウニでは、第一卵割と第二卵割は等割だが、第三卵割は不等割である。
④ カエルでは、第一卵割は等割だが、第二卵割と第三卵割は不等割である。

問3 図1のグラフがエンドウ($2n=14$)のものであるとし、次の問い(1)～(4)に答えよ。

(1) 図1のA～Dに関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① Aの時期の細胞では、核膜は消失している。
- ② Bの時期の細胞では、酢酸カーミンにより赤く染まる染色体が7本観察される。
- ③ Cの時期の細胞では、星状体がみられる。
- ④ CからDの時期にかけて、細胞板によって細胞質が二分される。

(2) 図1のE～Iに関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 8

- ① 胚珠内に存在するFの時期の細胞を胚のう細胞という。
- ② Hの時期に、相同染色体間で乗換えが起こる。
- ③ 1個のFから生じる精細胞は、最大8個ある。
- ④ E～Iの分裂により生じた細胞がその後2回の核分裂を行い、胚のうが生じる。

(3) 被子植物であるエンドウでは無胚乳種子が形成されるが、重複受精は行われ、受精卵と同時に胚乳核も生じる。この胚乳核の染色体数として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 9

- ① 7 ② 14 ③ 21 ④ 28

(4) エンドウの種子では、胚の発芽時に用いる栄養は胚のどこに蓄えられるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 10

- ① 子葉 ② 幼芽 ③ 胚軸 ④ 幼根

(下書き用紙)

生物基礎・生物の試験問題は次に続く。

第3問 自律神経系と内分泌系に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 27)

A ヒトの生体は、自律神経系と内分泌系によりその恒常性を維持されている。ア自律神経には交感神経と副交感神経があり、内臓諸器官を不随意的に調節する。

問1 下線部アに関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 副交感神経のはたらきにより瞳孔括約筋は収縮する。
- ② 交感神経のはたらきにより立毛筋は収縮する。
- ③ 副交感神経のはたらきにより胃液分泌は抑制される。
- ④ 交感神経のはたらきにより気管支は拡張する。

B 生体には、ホルモンの分泌量を一定に維持する仕組みがある。例えば、ヒトの場合、副腎皮質からの糖質コルチコイドの分泌経路は図1のとおりである。副腎皮質から分泌される糖質コルチコイドの血中濃度が高くなった場合、それは、視床下部や脳下垂体前葉に感知され、それらの活動を抑制する。その結果、副腎皮質刺激ホルモン放出ホルモンや副腎皮質刺激ホルモンの分泌量は減少し、糖質コルチコイドの分泌は抑えられる。このようなホルモン分泌の調節の仕組みをフィードバック調節という。

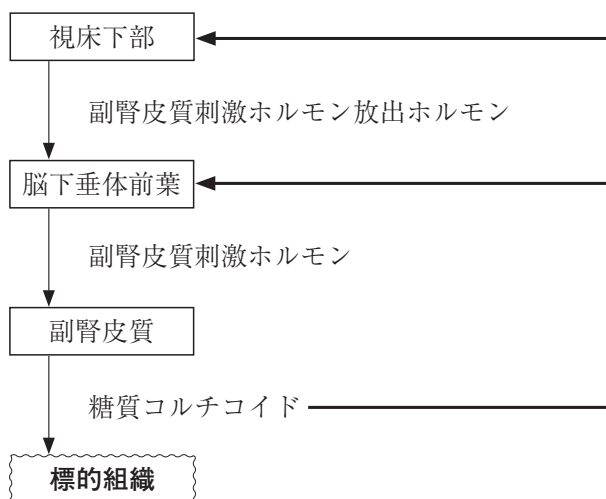


図 1

問2 図1は、ヒトの脳の構造を模式的に示したものである。下線部イの視床下部は、図2のどこにあるか。最も適当なものを、図中の①～④のうちから一つ選べ。

2

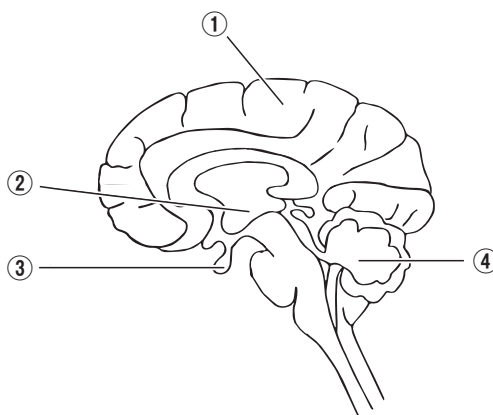


図 2

問3 ホルモンの名称とそのホルモンの標的組織に対するはたらきの組合せとして誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

ホルモンの名称	標的組織におけるはたらき
① チロキシシン	体温の上昇を促進する。
② インスリン	肝臓においてグルコースからのグリコーゲン合成を促進する。
③ アドレナリン	心臓の拍動が抑制される。
④ パラトルモン	血中のカルシウム濃度を上げる。

問4 成熟ラットを用いて、次の実験1～3を行った。下の問い(1)～(5)に答えよ。

実験1 成熟ラットの脳下垂体前葉を手術により除去した。

実験2 成熟ラットの二つある副腎のうち片方を手術により除去した。

実験3 成熟ラットに糖質コルチコイドを長期間投与した。

(1) 糖質コルチコイドのはたらきとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ① タンパク質からのグルコース合成を促進する。
- ② グルコースからのタンパク質の合成を促進する。
- ③ グリコーゲンからのグルコース合成を促進する。
- ④ グルコースからのグリコーゲン合成を促進する。

(2) 糖質コルチコイドとその受容体に関する記述として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① タンパク質系のホルモンであり、標的細胞の細胞膜にある受容体に結合し、その作用を発揮する。
- ② タンパク質系のホルモンであり、標的細胞の細胞内にある受容体に結合し、その作用を発揮する。
- ③ ステロイド系のホルモンであり、標的細胞の細胞膜にある受容体に結合し、その作用を発揮する。
- ④ ステロイド系のホルモンであり、標的細胞の細胞内にある受容体に結合し、その作用を発揮する。

(3) **実験 1** に関する記述として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① 手術後、副腎皮質刺激ホルモンの分泌量は減少し、副腎皮質からの糖質コルチコイドの分泌が促進される。
- ② 手術後、副腎皮質刺激ホルモンの分泌量は減少し、副腎皮質からの糖質コルチコイドの分泌が抑制される。
- ③ 手術後、副腎皮質刺激ホルモンの分泌量は増加し、副腎皮質からの糖質コルチコイドの分泌が促進される。
- ④ 手術後、副腎皮質刺激ホルモンの分泌量は増加し、副腎皮質からの糖質コルチコイドの分泌が抑制される。

(4) 実験2に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① 手術後、副腎皮質刺激ホルモンの分泌量は減少し、残った副腎皮質からの糖質コルチコイドの分泌が促進される。
- ② 手術後、副腎皮質刺激ホルモンの分泌量は減少し、残った副腎皮質からの糖質コルチコイドの分泌が抑制される。
- ③ 手術後、副腎皮質刺激ホルモンの分泌量は増加し、残った副腎皮質からの糖質コルチコイドの分泌が促進される。
- ④ 手術後、副腎皮質刺激ホルモンの分泌量は増加し、残った副腎皮質からの糖質コルチコイドの分泌が抑制される。

(5) 実験3に関する次の文章中の 8 ～ 10 に入る語として最も適当なものを、下の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

実験3により、糖質コルチコイドの血中濃度の 8 が視床下部や脳下垂体前葉に感知され、副腎皮質刺激ホルモンの分泌が 9 される。その結果、副腎皮質において糖質コルチコイドを分泌する領域が 10 する。

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 増 加 | ② 低 下 | ③ 促 進 |
| ④ 抑 制 | ⑤ 肥 大 | ⑥ 萎 縮 |

(下書き用紙)

生物基礎・生物の試験問題は次に続く。

第4問 遺伝子に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～4)に答えよ。

〔解答番号

1

 ～

9

 〕 (配点 27)

A 遺伝子の本体がDNAであるという事実は現在では周知の事実であるが、この解明には非常に長い年月を要した。その間、さまざまな実験が研究者たちにより行われた。1944年には、アエイブリーが肺炎双球菌の形質転換の原因物質がDNAであることを証明し、1952年には、イハーシー&チェイスがDNAが遺伝子の本体であることを証明した。

問1 下線部アに関する実験およびその結果の記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

1

- ① S型菌からDNAを抽出し、試験管の中でR型菌に混ぜると、多数のR型菌のなかに少数のS型菌がみられた。
- ② S型菌からDNAを抽出し、試験管の中でR型菌に混ぜると、多数のS型菌のなかに少数のR型菌がみられた。
- ③ S型菌からDNAを抽出し、試験管の中でR型菌に混ぜると、R型菌だけがみられた。
- ④ S型菌からDNAを抽出し、試験管の中でR型菌に混ぜると、S型菌だけがみられた。

問2 下線部イに関する次の文章中の **a** ～ **d** に入るものの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 **2**

a でDNAの **b** を、**c** でDNAを覆う殻の成分である **d** を標識したファージを大腸菌に感染させると、大腸菌内に **a** のみが注入され、ファージが増殖するようになった。

	a	b	c	d
①	^{32}P	デオキシリボース	^{35}S	タンパク質
②	^{32}P	リン酸	^{35}S	タンパク質
③	^{32}P	デオキシリボース	^{35}S	リン脂質
④	^{32}P	リン酸	^{35}S	リン脂質
⑤	^{35}S	デオキシリボース	^{32}P	タンパク質
⑥	^{35}S	リン酸	^{32}P	タンパク質
⑦	^{35}S	デオキシリボース	^{32}P	リン脂質
⑧	^{35}S	リン酸	^{32}P	リン脂質

問3 問2の下線部ウに関して、次の問い(1)・(2)に答えよ。

(1) ファージが感染し、増殖がみられるようになる過程で**起こらない現象**はどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① ファージのmRNAの合成
- ② ファージのDNAの複製
- ③ ファージのDNAを覆う殻の合成
- ④ ファージのmRNA前駆体のスプライシング

(2) 大腸菌から出てきた新しいファージの数が感染させたファージの64倍に増加していたと仮定する。この場合、新しいファージのうち感染したファージに由来する a の標識を受け継ぐものの割合は全体のどれくらいになるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

① $\frac{1}{6}$

② $\frac{1}{16}$

③ $\frac{1}{32}$

④ $\frac{1}{64}$

B ある病気を発症している成人男性がいる。そこで、男性がもつ病因遺伝子とこの病因遺伝子の対立遺伝子である正常遺伝子について、両者の塩基配列を調べたところ、塩基配列の1か所に置換があることが判明し、以下の**実験1～4**を行った。

実験

- 1 病因遺伝子の一部をPCR法により増幅する。
- 2 **実験1**のDNAに制限酵素Xを作用させる。
- 3 得られたDNA断片を電気泳動により分離する。
- 4 男性の両親および姉についても同様に実験を行う。

その結果、図1の電気泳動像が得られた。なお、両親と姉は病気を発症していない。

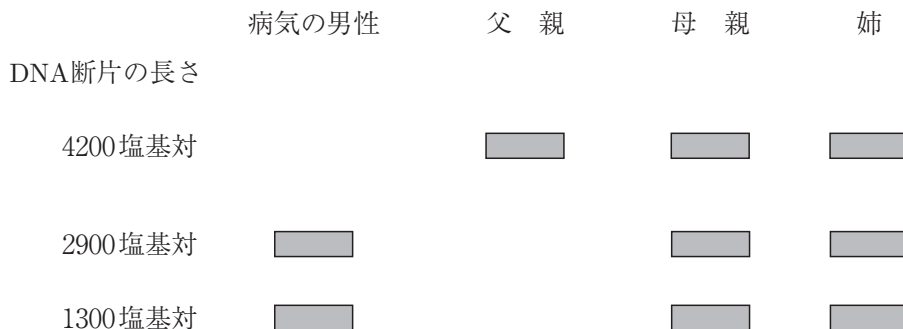


図 1

問4 図1に関して、次の問い(1)～(4)に答えよ。

- (1) 制限酵素XによるDNA断片の切断に関する記述として最も適切なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。 5

- ① 病因遺伝子だけ切断される。
- ② 正常遺伝子だけ切断される。
- ③ 病因遺伝子も正常遺伝子も切断される。

生物基礎・生物

(2) 病因遺伝子は顕性(優性)か、それとも潜性(劣性)か。これに関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① 父親が病気を発症していないので、顕性である。
- ② 父親が病気を発症していないので、潜性である。
- ③ ヘテロ接合である母親が病気を発症していないので、顕性である。
- ④ ヘテロ接合である母親が病気を発症していないので、潜性である。

(3) 常染色体, X染色体, Z染色体のうち, 病因遺伝子および正常遺伝子はどの染色体に存在すると考えられるか。可能性のあるものとして最も適当なものを, 次の①～⑤のうちから一つ選べ。 7

- ① 常染色体のみ ② X染色体のみ ③ Z染色体のみ
- ④ 常染色体またはX染色体 ⑤ 常染色体またはZ染色体

(4) 図1の家系において, 病気の男性に弟, および妹がいた場合, 病気を発症する確率は何%になるか。最も適当なものを, 次の①～⑤のうちからそれぞれ一つずつ選べ。弟 8 % 妹 9 %

- ① 0 ② 25 ③ 50 ④ 75 ⑤ 100