

生 物 I

(全 問 必 答)

第1問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 動物の配偶子形成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。

- ① 100 個の卵を生じるためには、少なくとも 25 個の一次卵母細胞が必要である。
- ② 核相が $2n$ から n に半減するのは、二次卵母細胞から卵を生じるときである。
- ③ 一次精母細胞の減数分裂第一分裂前期における細胞あたりの DNA 量は、精細胞あたりの DNA 量の 4 倍である。
- ④ 精子の頭部は主に核からなり、中片に中心体、尾部にミトコンドリアが含まれる。

問2 多くの植物細胞には、核は一つ、ミトコンドリアや葉緑体は多数含まれる。核もミトコンドリアも葉緑体ももたない植物細胞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 イネの道管の構成細胞
- ② アサガオの花弁の構成細胞
- ③ カキの子房の構成細胞
- ④ ツバキの根端分裂組織の構成細胞

問 3 遺伝子型 $AaBb$ の個体の染色体数が $2n = 4$ で、図 1 のような染色体が体細胞分裂の前期に観察されたとする。遺伝子 A が図 1 の **ア** の位置に染色体に存在するとき、遺伝子 B が染色体の **イ**～**ク** のいずれかに存在するとした場合、次の (1), (2) では、遺伝子 B は染色体の **イ**～**ク** のどの位置に存在する可能性があるか。最も適当なものを、下の ①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

(1) 遺伝子 $A(a)$ と $B(b)$ が異なる染色体に存在する場合。 3

(2) 遺伝子 A と $b(a$ と $B)$ が連鎖して染色体に存在する場合。 4

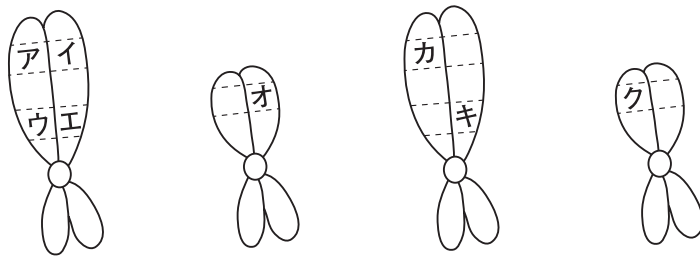


図 1

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| ① イ | ② ウ | ③ エ | ④ キ |
| ⑤ イまたはカ | ⑥ ウまたはエ | ⑦ オまたはク | ⑧ カまたはキ |

生物 I

問 4 カエルのふくらはぎの筋肉を座骨神経(運動神経の一種)をつけたまま取り出し、
実験 1・2 を行った。下の問い (1)～(3) に答えよ。

実験 1 神経筋接合部から 1.2 cm 離れた部分を短時間刺激すると、3.2 ミリ秒後に筋収縮が起こった。

実験 2 神経筋接合部から 4.2 cm 離れた部分を短時間刺激すると、4.2 ミリ秒後に筋収縮が起こった。

(1) 下線部に関する記述として**適当でないもの**を、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① 構成する神経細胞の軸索末端からはアセチルコリンが放出され、筋肉へ興奮が伝達される。
- ② 構成する神経細胞の細胞体は、脊髄の白質に存在する。
- ③ 構成する神経細胞の軸索は、脊髄の腹根を通る。
- ④ 末梢神経系の一種である。

(2) 神経筋接合部から 0 cm の距離にある部分を短時間刺激した場合、何ミリ秒後に筋収縮が起こるか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。
6 ミリ秒後

- ① 1.2 ② 1.6 ③ 2.0 ④ 2.4 ⑤ 2.8

(3) **実験 1** で座骨神経に与える刺激強度を大きくしていった場合、筋収縮の大きさはどのように変化すると予想されるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① **実験 1** の場合と同じ大きさで筋収縮する。
- ② 刺激強度に比例して筋収縮の大きさも大きくなり続ける。
- ③ 筋収縮の大きさは不規則に大きくなり続ける。
- ④ 筋収縮の大きさは大きくなっていくが、ある強さに達すると一定の大きさとなる。

問 5 ヒトの網膜と視細胞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 黄斑と網膜周辺部の視細胞の分布を比べると，かん体細胞は黄斑に多く分布する。
- ② 盲斑には，錐体細胞は存在しないが，かん体細胞は分布する。
- ③ 錐体細胞には色覚がない。
- ④ 暗所では，かん体細胞の光に対する閾値は低下する。

問 6 遺伝子の実体である DNA は，成分 A・T・G・C で示される 4 種類の構成単位からなる物質である。DNA 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。 9

- ① DNA をもつ生物では，一般に A と T，G と C の数の比は等しくても，それらの配列は生物ごとに異なる。
- ② ある生物の体細胞(核相 $2n$)から抽出した DNA 中に成分 A が 30% 含まれているとき，生殖細胞(核相 n)から抽出した DNA には必ず成分 A が 15% 含まれている。
- ③ DNA がどのような立体構造をしているかを明らかにしたのは，シャルガフとウィルキンスである。
- ④ DNA は成分 A・T・G・C が多数連なった 1 本の鎖からなる構造をしている。

第2問 動物の発生に関する次の文章を読み、各問い(問1～7)に答えよ。

〔解答番号 1 ～ 11 〕 (配点 26)

1920年代、ドイツでは、二人の動物学者が両生類の胚の各領域における予定運命について実験を行った。ア は、イ イモリの胞胚を生体に無害な色素で部分的に染め分ける局所生体染色を行った。そして、胚発生の進行に伴い、ウ 染色された細胞群がどのように移動するかを追跡し、胚の各部が将来どのような器官になるのかを調べ、原基分布図(図1)を作成した。また、エ は、オ 胚の外胚葉における予定運命が原腸胚初期と神経胚初期の間に決定されること、さらに、初期原腸胚の原口背唇部は、カ 自身は予定運命にしたがって分化し、キ 接する未分化な細胞群を誘導する形成体としてはたらくことを明らかにした。

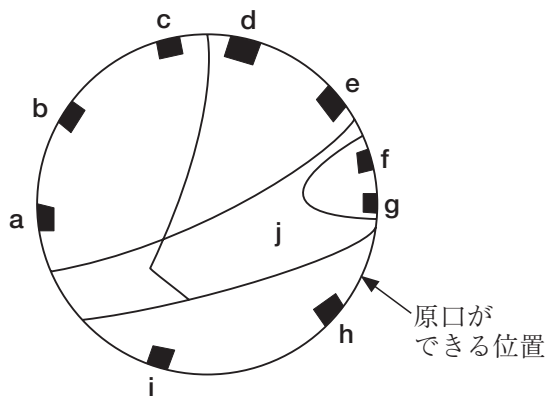


図 1

問1 上の文章中の空欄 ア ・ エ に当てはまる人物の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 1

ア		エ		ア		エ	
①	フォークト	シュペーマン		②	フォークト	ドリーシュ	
③	シュペーマン	フォークト		④	シュペーマン	ドリーシュ	
⑤	ドリーシュ	フォークト		⑥	ドリーシュ	シュペーマン	

問2 下線部イの特徴として**適当でないもの**を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

2

- ① 胚はまだふ化しておらず、その周囲の受精膜が観察される。
- ② 胚を構成する細胞群は、まだ三胚葉に分化していない。
- ③ 胚内部の腔所は、胚全体に大きく広がっている。
- ④ 胚内部の腔所は、多層の細胞で囲まれている。
- ⑤ 卵黄を保持している。

問3 下線部ウに関して、次の問い(1)・(2)に答えよ。

- (1) 図2は、イモリの尾芽胚の縦断面図である。図2のX・Yは、それぞれ図1のa～iのどの部分に由来するか。最も適当なものを、下の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。X 3 Y 4

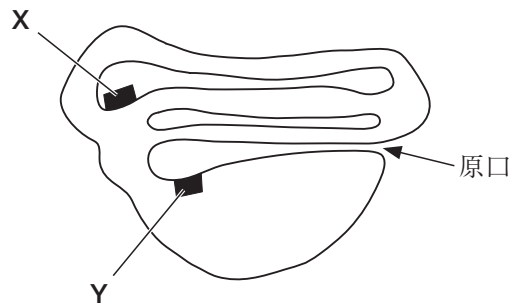


図 2

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| ① a | ② b | ③ c | ④ d | ⑤ e |
| ⑥ f | ⑦ g | ⑧ h | ⑨ i | |

- (2) 図1のjの領域から分化する組織や器官として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

- ① 平滑筋 ② 心 臓 ③ 表 皮 ④ 真 皮 ⑤ 血 管

生物 I

問4 下線部**オ**は、どのような実験によって明らかにされたか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① 初期原腸胚および初期神経胚で予定表皮域と予定神経域を交換移植した結果、いずれの時期でも、移植前の場所の予定運命にしたがって発生した。
- ② 初期原腸胚および初期神経胚で予定表皮域と予定神経域を交換移植した結果、いずれの時期でも、移植後の場所の予定運命にしたがって発生した。
- ③ 初期原腸胚および初期神経胚で予定表皮域と予定神経域を交換移植した結果、初期原腸胚では移植前の場所の予定運命にしたがって発生したが、初期神経胚では移植後の場所の予定運命にしたがって発生した。
- ④ 初期原腸胚および初期神経胚で予定表皮域と予定神経域を交換移植した結果、初期原腸胚では移植後の場所の予定運命にしたがって発生したが、初期神経胚では移植前の場所の予定運命にしたがって発生した。

問5 下線部**カ**に関して、原口背唇部は尾芽胚になると何に分化しているか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 7

- ① 体 節 ② 脊 索 ③ 側 板 ④ 神経管 ⑤ 腸 管

問6 下線部**キ**に関する次の文章中の空欄 8 ～ 10 に当てはまる語句として最も適当なものを、下の①～⑦のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

エ は、色の異なる2種類のイモリ(ここでは、**Z**種と**W**種とする)の初期原腸胚を用い、**Z**種の前口背唇部を切り取り、**W**種の胚の将来 8 側になる部分に移植した。すると、移植片を中心に二次胚が形成された。この場合、二次胚の問5で答えた構造や 9 の一部は 10 種に由来していたが、神経管をはじめとするその他の組織はもう一方の種に由来していた。

- ① 背 ② 腹 ③ 内胚葉 ④ 体 節
⑤ 側 板 ⑥ **Z** ⑦ **W**

問7 イモリ胚の眼の形成過程において、水晶体の誘導の際に形成体としてはたらく部分として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 11

① 眼 杯

② 角 膜

③ 表 皮

④ ガラス体

第3問 動物の恒常性に関する次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

〔解答番号 1 ～ 9〕 (配点 25)

多細胞動物の体内の細胞は ア 体液 に囲まれ、比較的安定した状態に保たれている。これは、内部環境である体液の状態が安定した状態に保たれているからで、この性質を恒常性という。イ 血糖量・ウ 体液浸透圧・エ 体温などの恒常性は、オ 自律神経系と内分泌系により制御されている。

問1 下線部 ア について、脊椎動物の体液に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑦のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 1 2

- ① 体液は、血液・リンパ液・細胞液に大別される。
- ② ヒトの血液の有形成分について、多いものから順に並べると、白血球－赤血球－血小板となる。
- ③ 脊椎動物の血管系は、ミミズなどと同様、閉鎖血管系である。
- ④ 赤血球中のヘモグロ빈は、二酸化炭素濃度が高いと、酸素と結合しやすくなる。
- ⑤ ヒトの赤血球には核がないが、ニワトリやカエルの赤血球には核がある。
- ⑥ 抗原が体内に侵入したときに、抗体の作用によって抗原を無毒化して体を防御する仕組みを細胞性免疫という。
- ⑦ 血管が傷ついて出血すると、白血球から凝固因子が放出され、その結果生じたフィブリンに主に血小板が絡みつき、血べいという塊をつくり止血する。

問2 下線部イの血糖量および血糖量を調節するホルモンに関する記述として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

3

- ① 正常血糖量は 0.01% である。
- ② 血糖量が減少すると，副交感神経の興奮により，すい臓ランゲルハンス島 A 細胞からグルカゴンが分泌される。
- ③ 副腎髄質から分泌されるアドレナリンは，肝臓においてグリコーゲンの合成を促し，血糖量を上げる。
- ④ 副腎皮質から分泌される糖質コルチコイドは，組織でのタンパク質の糖化を促し，血糖量を上げる。
- ⑤ インスリンは，すい臓ランゲルハンス島 B 細胞から排出管を介して血液中に分泌される。

生物 I

問 3 下線部ウに関して、次の問い(1)・(2)に答えよ。

(1) 体液浸透圧の調節について a, b のような仕組みまたは特徴をもつ水生動物として最も適当なものを、下の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

a 体液が外液とほぼ等張で、体液浸透圧の仕組みが未発達である。 4

b 体液が外液よりも低張であるため、外液を飲み、えらから積極的に無機塩類を排出し、体液と等張な尿をつくる。 5

- | | |
|------------|-----------|
| ① 海水生無脊椎動物 | ② 海水生硬骨魚類 |
| ③ 淡水生無脊椎動物 | ④ 淡水生硬骨魚類 |

(2) 腎臓は、尿を生成して老廃物の排出を行うとともに、体液浸透圧の調節においても重要なはたらきをしている。

a ヒトにおいて、イヌリン(糸球体ですべてろ過された後、再吸収や追加排出されない物質)を静脈中に注射し、血液中のイヌリン濃度が $0.01\text{g}/100\text{mL}$ になったとき、1 時間に生成された尿量は 70mL で、尿中イヌリン濃度は $1.2\text{g}/100\text{mL}$ であった。この場合の 1 時間に生成された原尿量は何 mL か。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 6 mL

- | | | | | |
|-------|-------|--------|--------|--------|
| ① 120 | ② 760 | ③ 2400 | ④ 4800 | ⑤ 8400 |
|-------|-------|--------|--------|--------|

b ヒトにおいて、水の再吸収を促すホルモンの名称とそのホルモンがはたらく腎臓での標的組織の名称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。 7

- | ホルモン | 標的組織 |
|------------|----------|
| ① バソプレシン | 腎細管(細尿管) |
| ② バソプレシン | 集合管 |
| ③ 鉱質コルチコイド | 腎細管(細尿管) |
| ④ 鉱質コルチコイド | 集合管 |

問 4 下線部**エ**に関して、体温の維持にはたらく器官に肝臓があるが、肝臓はそれ以外にもさまざまなはたらきをもつ。肝臓のはたらきとして**適当でないもの**を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 8

- ① アルコールなどの有害物質を無毒化する解毒作用をもつ。
- ② 尿素を合成し、体外に排出する。
- ③ 血液を貯蔵し、血液循環量を調節する。
- ④ 脂質の消化に関わる胆汁を生成する。
- ⑤ 有害なアンモニアを低毒化する。

問 5 下線部**オ**に関して、自律神経のうち交感神経のはたらきとして**適当でないもの**を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 9

- | | | |
|------------|---------|-----------|
| ① 消化管活動の促進 | ② 瞳孔の拡大 | ③ 心臓拍動の促進 |
| ④ 立毛筋の収縮 | ⑤ 血圧の上昇 | |

第4問 被子植物の配偶子形成と遺伝に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～8)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 24)

A 被子植物では、雄しべの先端の ア 葯では花粉母細胞が分裂 **a** を行い、イ 花粉四分子が生じる。花粉四分子はばらばらに分かれた後、それぞれが分裂 **b** を行い、成熟花粉となる。成熟花粉のもつ がさらに分裂 **c** を行い、2 個の配偶子となる。そのうち 1 個は卵細胞と合体して受精卵に、エ もう 1 個は 2 個の極核と融合し胚乳核となる。

問1 下線部 ア と イ は、それぞれ雌しべを構成する部位および雌しべが形成する細胞の何に相当するか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ア イ

- | | | |
|----------|-------|-------|
| ① 胚のう母細胞 | ② 胚のう | ③ 胚 珠 |
| ④ 胚のう細胞 | ⑤ 子 房 | ⑥ 柱 頭 |

問2 上の文章中の空欄 に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- | | | |
|---------|--------|-------|
| ① 花粉管細胞 | ② 精細胞 | ③ 助細胞 |
| ④ 精原細胞 | ⑤ 雄原細胞 | |

問3 上の文章中の分裂 **a** ～ **c** のうち、母細胞の核相が半減する分裂はどれか。最も適当なものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。

- | | | | |
|-------|-------|---------|-------|
| ① a | ② b | ③ c | ④ a b |
| ⑤ a c | ⑥ b c | ⑦ a b c | |

問 4 下線部エに関する記述として**適当でないもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

5

- ① 胚乳核の核相は $3n$ である。
- ② 2 個の極核をもつ細胞を中央細胞という。
- ③ エンドウでは，胚乳核は生じない。
- ④ ナズナでは，胚乳は発達しない。
- ⑤ イネでは，胚乳核から生じる胚乳に糖が蓄えられる。

生物 I

B エンドウの種子の形には優性形質の丸形と劣性形質のしわ形がある(丸形遺伝子を R, しわ形遺伝子を r とする)。また, 子葉の色には優性形質の黄色と劣性形質の緑色がある(黄色遺伝子を Y, 緑色遺伝子を y とする)。遺伝子 R(r) と Y(y) は, 別々の染色体上に存在する遺伝子である。いま, 丸形で緑色の純系と, しわ形で黄色の純系を交雑して F₁ を得た。また, F₁ どうしを自家受精して F₂ を得た。

問 5 F₂ に含まれるホモ接合体の割合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 $\frac{1}{2}$

② $\frac{1}{4}$

③ $\frac{1}{8}$

④ $\frac{1}{16}$

問 6 F₂ から丸形で緑色の個体をすべて選び, しわ形で緑色の個体とそれぞれ交雑した場合, 次世代には丸形で緑色 : しわ形で緑色がどのような比で現れるか。最も適当なものを, 次の①～⑤のうちから一つ選べ。

丸形で緑色 : しわ形で緑色 = 7

① 1 : 1

② 1 : 2

③ 2 : 1

④ 1 : 3

⑤ 3 : 1

問 7 いま, ある遺伝子型の個体 **オ** に, しわ形で黄色の個体を交雑したところ, 次世代には, 丸形で黄色 : 丸形で緑色 : しわ形で黄色 : しわ形で緑色が 3 : 1 : 3 : 1 で現れた。個体 **オ** の遺伝子型として最も適当なものを, 次の①～⑨のうちから一つ選べ。 8

① RRY Y

② RRY y

③ RrYY

④ RrYy

⑤ RRYy

⑥ Rryy

⑦ rrYY

⑧ rrYy

⑨ rryy

問 8 遺伝子 R (r) と Y (y) が連鎖しており，組換え価が 10%であった場合，F₂ の表現型とその比はどのようなになると予想されるか。最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

丸形で黄色 : 丸形で緑色 : しわ形で黄色 : しわ形で緑色 = 9

① 3 : 1 : 3 : 1

② 9 : 3 : 3 : 1

③ 9 : 1 : 1 : 9

④ 201 : 99 : 99 : 1

⑤ 281 : 19 : 19 : 81

⑥ 1 : 9 : 9 : 1