

生物基礎・生物

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～8)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 細胞骨格に関する次の文章中の ～ に入る語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。

真核細胞の細胞質には細胞骨格があり、モータータンパク質と呼ばれるタンパク質と共同して、細胞内での物質輸送や細胞の運動などに関わっている。例えば、べん毛運動に関わる細胞骨格を 、モータータンパク質を といい、ATPアーゼ活性をもつ のはたらきにより生じるエネルギーでべん毛運動が起こる。

	ア	イ	ウ
①	微小管	ダイニン	微小管
②	微小管	ダイニン	ダイニン
③	ダイニン	微小管	ダイニン
④	ダイニン	微小管	微小管
⑤	アクチンフィラメント	ミオシン	アクチンフィラメント
⑥	アクチンフィラメント	ミオシン	ミオシン
⑦	ミオシン	アクチンフィラメント	ミオシン
⑧	ミオシン	アクチンフィラメント	アクチンフィラメント

問2 細胞周期に関する次の文章中の **ア** ~ **ウ** に入る語句または数値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**

動物細胞の培養集団は、「G₁期 → S期 → G₂期 → M期」を繰り返しながら増殖する。いま、盛んに体細胞分裂を繰り返している培養集団から800個の細胞を採取し、細胞当たりのDNA量を測定したところ、相対値で2Cの細胞が400個、2C ~ 4Cの細胞が200個、4Cの細胞が200個あり、細胞周期の長さは20時間であった。DNA量が2Cの細胞400個は **ア** 期の細胞群で、**ア** 期の所要時間は **イ** 時間である。また、DNA量が4Cの細胞200個は **ウ** の細胞である。

	ア	イ	ウ
①	G ₁	10	S期とM期
②	G ₁	10	G ₂ 期とM期
③	G ₁	5	S期とM期
④	G ₁	5	G ₂ 期とM期
⑤	S	10	S期とM期
⑥	S	10	G ₂ 期とM期
⑦	S	5	S期とM期
⑧	S	5	G ₂ 期とM期

生物基礎・生物

問3 中枢神経に関する次の文章中の **ア** ～ **ウ** に入る語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。 **3**

中枢神経は脳と脊髄に大別される。脳には、呼吸運動や心臓拍動の中枢である **ア** や、運動調節や体の平衡を保つ中枢である **イ** などがある。脊髄は脊髄反射の中枢であり、例えば膝蓋腱反射では、受容器である筋紡錘で生じた興奮が感覚神経によって **ウ** を通って脊髄に伝わり、直接運動神経に連絡し、骨格筋が収縮する。

	ア	イ	ウ
①	大 脳	中 脳	背 根
②	大 脳	中 脳	腹 根
③	大 脳	小 脳	背 根
④	大 脳	小 脳	腹 根
⑤	延 髄	中 脳	背 根
⑥	延 髄	中 脳	腹 根
⑦	延 髄	小 脳	背 根
⑧	延 髄	小 脳	腹 根

問4 解糖に関する次の文章中の **ア** ~ **ウ** に入る語または数値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。 **4**

ヒトの筋肉では、酸素が利用できなくなった場合、解糖とよばれる代謝を行い、ATPを合成する。すなわち、グルコースは解糖系で **ア** 反応によりピルビン酸($C_3H_4O_3$)になり、ピルビン酸は **イ** され乳酸($C_3H_6O_3$)となる。そして、これらの過程を通して1分子のグルコース当たり差し引き **ウ** 分子のATPが合成され、筋収縮に利用される。

	ア	イ	ウ
①	脱炭酸	還元	2
②	脱炭酸	還元	4
③	脱炭酸	酸化	2
④	脱炭酸	酸化	4
⑤	脱水素	還元	2
⑥	脱水素	還元	4
⑦	脱水素	酸化	2
⑧	脱水素	酸化	4

問5 被子植物の配偶子形成に関する次の文章中の **ア** ・ **イ** に入る語または数値の組合せとして最も適当なものを、下の①~④のうちから一つ選べ。 **5**

被子植物の雄しべの葯では、花粉母細胞が減数分裂して **ア** となり、 **ア** の個々の細胞が分裂して成熟花粉が形成される。いま、葯に含まれる多くの花粉母細胞の遺伝子型がAaBb(Aとb, aとBが連鎖, 組換え価10%)であった場合、生じる多数の **ア** の個々の細胞の遺伝子型とその比率は $AB:Ab:aB:ab =$ **イ** となる。

	ア	イ
①	花粉四分子	9 : 1 : 1 : 9
②	花粉四分子	1 : 9 : 9 : 1
③	精細胞	9 : 1 : 1 : 9
④	精細胞	1 : 9 : 9 : 1

生物基礎・生物

問6 植物運動に関する次の文章中の **ア** ・ **イ** に入る語の組合せとして最も適切なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 **6**

チューリップの花は、晴天の日に開き、夜間に閉じる。これは気温変化に対する反応であり、**ア** と呼ばれ、高温条件下では、花弁の内側の成長速度が外側の成長速度より **イ** なることで花弁は開く。

- | | ア | イ |
|---|----|-----|
| ① | 傾性 | 大きく |
| ② | 傾性 | 小さく |
| ③ | 屈性 | 大きく |
| ④ | 屈性 | 小さく |

問7 酵素反応に関する次の文章中の **ア** ・ **イ** に入る語の組合せとして最も適切なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 **7**

コハク酸脱水素酵素は、基質であるコハク酸と結合し、フマル酸を生成する。コハク酸と化学構造が類似するマロン酸を一定量加えて酵素反応を行った場合、基質濃度が **ア** 場合に反応速度は大きく低下する。このような阻害様式を **イ** 阻害と呼ぶ。

- | | ア | イ |
|---|----|---------|
| ① | 高い | フィードバック |
| ② | 高い | 競争的 |
| ③ | 低い | フィードバック |
| ④ | 低い | 競争的 |

問8 ヒトの目に関する次の文章中の **ア** ・ **イ** に入る語の組合せとして最も
 適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 **8**

ヒトの目の網膜には2種類の視細胞が分布し、そのうち、弱光下で働く視細胞が **ア** 細胞である。**ア** 細胞は、弱光下でタンパク質の **イ** を合成し、光に対する閾値を低下させる。

ア

イ

- | | |
|-------|-------|
| ① 錐 体 | ロドプシン |
| ② 錐 体 | アルブミン |
| ③ 桿 体 | ロドプシン |
| ④ 桿 体 | アルブミン |

第2問 動物生理に関する次の文章を読み、各問い(問1～8)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 25)

ヒトの肝臓は約50万個の と呼ばれる構造単位からなる。肝臓には心臓から送り出される血液の約25%が流入するが、この血液を肝臓に運び込む血管が と である。 を流れる血液は、小腸から吸収したグルコースやアミノ酸などを多く含む。これらの血管は肝臓に入ると細かく分岐し、 を取り巻く毛細血管に合流する。

は約50万個の肝細胞からなる。肝細胞では、肝臓に供給された血液が毛細血管を流れる間に各種物質の交換が行われ、多くの機能が営まれる。例えば、オアミノ酸の代謝産物であるアンモニアは血しょう中から肝細胞に取り込まれ、尿素に合成される。また、カ血液凝固に関わる血しょうタンパク質も肝細胞で合成される。

肝臓は血糖量の調節にも関与する。ヒトの血糖量は、自律神経系と内分泌系の協同作用により mg/100mL に維持されている。例えば、糖質を多く摂取して一時的に血糖量が増加すると、 の血糖調節中枢が刺激される。この刺激により生じた興奮は、ケ副交感神経を介してすい臓ランゲルハンス島B細胞に伝わり、インスリンが分泌される。インスリンが肝臓や他の標的細胞に作用すると、血糖量は減少する。このように、肝臓は血糖量調節の主な効果器にもなっている。

問1 上の文章中の ～ に入る語句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。

	ア	イ	ウ
①	肝小葉	肝動脈	肝門脈
②	肝小葉	肝門脈	肝動脈
③	ネフロン	肝動脈	肝門脈
④	ネフロン	肝門脈	肝動脈

問2 下線部**工**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。 2

- ① 脂肪の消化を助ける胆汁を合成し、分泌する。
- ② 抗体の成分である免疫グロブリンを産生する。
- ③ 体温調節に関わるホルモンを合成し、分泌する。
- ④ 成人において造血幹細胞から赤血球をつくりだす。

問3 下線部**オ**について、肝細胞で処理されるアンモニアがすべてアミノ酸の一つであるグリシン(化学式： $C_2H_5O_2N$)に由来すると仮定した場合、グリシン150gから合成される尿素(化学式： CH_4ON_2)量(g)として最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、原子量はC = 12, H = 1, O = 16, N = 14とする。
3 g

- ① 30
- ② 45
- ③ 60
- ④ 75

問4 下線部**カ**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。 4

- ① 動脈と静脈は毛細血管に比べて血管壁が薄く、外傷などにより破損しやすい。
- ② 血管が傷つくと、血小板から分泌される種々の因子や血しょう中のナトリウムイオンにより、酵素トロンピンが生成する。
- ③ 血管が傷つくと、酵素により生成したフィブリノーゲンが集まり、赤血球や血小板などの血球が絡め取られて血べいが生じる。
- ④ ヒトから採血した血液を静置すると血液凝固が起こるが、採血した血液にクエン酸ナトリウムが含まれていると起こらない。

生物基礎・生物

問5 8 ページ文章中の **キ** に入る数値として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **5**

- ① 0.1 ② 1.0 ③ 10 ④ 100

問6 8 ページ文章中の **ク** に相当する部分として最も適当なものを、図1の①～④のうちから一つ選べ。 **6**

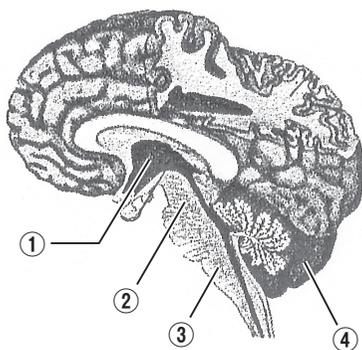


図 1

問7 ヒトの下線部ケ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 心臓の左心房にあるペースメーカーに副交感神経が作用すると、心臓拍動は抑制される。
- ② 副交感神経は脊髄のみから出ており、延髄や中脳からは出ていない。
- ③ 副交感神経は、体表血管や立毛筋を弛緩させる。
- ④ 副交感神経は、胃腸での消化液分泌を促進する。

問8 インスリンのはたらきを調べるために、次のような**実験1**・**実験2**を行った。
ただし、実験には、ブタのすい臓から精製したインスリンを用いた。

実験1 すい臓摘出により血糖量が増加したイヌXに、インスリンを飲ませた。
その結果、まったく効果が認められなかった。

実験2 すい臓摘出により血糖量が増加したイヌYに、インスリンを静脈注射した。その結果、一時的な症状の改善が認められた。

次の問い(1)、(2)に答えよ。

(1) **実験1**・**実験2**の結果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 インスリンの作用に種特異性はないが、ステロイド系ホルモンであるため、消化酵素により分解され、イヌXでは効果が認められなかった。
- ② インスリンの作用に種特異性はないが、ペプチド系ホルモンであるため、消化酵素により分解され、イヌXでは効果が認められなかった。
- ③ 異種動物から生成したインスリンであるため、飲ませた場合にはその作用が現れる前に免疫反応が起こり、イヌXでは効果が認められなかった。
- ④ 異種動物から生成したインスリンであるため、その作用に種特異性があり、イヌXでは効果が認められなかった。

生物基礎・生物

(2) すい臓摘出で血糖量が増加したイヌ X, Y, およびインスリンを静脈注射したイヌ Y 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。

9

- ① すい臓摘出で血糖量が増加したイヌ X の腎臓では, 単位時間あたり糸球体をろ過されるグルコース量は, 正常なイヌに比べ, 多いと推定される。
- ② すい臓摘出で血糖量が増加したイヌ Y の腎臓では, 糸球体からろ過されたグルコースは再吸収されることなくすべて尿中に排出される。
- ③ インスリンを静脈注射したイヌ Y では, 肝臓におけるグリコーゲン合成が促進されている。
- ④ インスリンを静脈注射したイヌ Y では, 細胞へのグルコースの取り込みと消費が促進されている。

第3問 DNA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 ～] (配点 25)

生物のもつ遺伝情報は、アデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)、チミン(T)という4種類の塩基の配列順序としてDNAに保存されている。アDNAは、2本のヌクレオチド鎖が逆向きに塩基どうしで結合し、より合わさった二重らせん構造をとる。二重らせん構造では、塩基どうしは相補的に結合する規則性がある。したがって、ある生物のDNAにAが23%含まれていた場合、Cは %含まれることになる。真核生物では、DNAはタンパク質の に巻きつき、間期の核ではクロマチン繊維の状態が存在する。DNAはデオキシリボ核酸と呼ばれる通り、酸性物質であり、 の表面電荷は であることが推定できる。

DNAは、オ半保存的複製および転写に用いられる。真核細胞では、転写されたばかりのmRNA前駆体に成熟mRNAには含まれない塩基配列が存在し、これをイントロンという。mRNA前駆体からイントロンが取り除かれ、残った部分であるエキソンが連結するスプライシングが起こり、生じた成熟mRNAの塩基配列をリボソームが翻訳し、タンパク質(カ一次構造)が合成される。

問1 下線部ア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 ヌクレオチド鎖には方向性があり、糖側を5'末端、リン酸側を3'末端と呼ぶ。
- ② ヌクレオチドを構成している糖はリボースである。
- ③ 塩基どうしは水素結合し、2本のヌクレオチド鎖を安定化させている。
- ④ DNAの分子モデルはメセルソンとスタールにより提唱された。

問2 ある真核生物の体細胞は8本の染色体からなり、各染色体に含まれるDNAは、平均 1.0×10^7 ヌクレオチド対からなる。塩基対間の距離が 3.4×10^{-7} mmである場合、8本の染色体がもつDNAをすべてつなげた全長(mm)として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 mm

- ① 3.4 ② 6.8 ③ 2.7 ④ 5.4 ⑤ 27.2 ⑥ 54.4

問3 前ページ文章中の **イ** ~ **エ** に入る数値または語として最も適当なものを、次の①~⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

イ **3** ウ **4** エ **5**

- ① 23 ② 46 ③ 27 ④ 54 ⑤ 正 ⑥ 負
 ⑦ グロビン ⑧ ヒストン ⑨ ヌクレオソーム

問4 下線部オ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 DNAがほどけて1本鎖ずつになり、それぞれを鋳型に新生鎖が合成されていくとき、ほどけていく方向に合成される新生鎖をリーディング鎖という。
 ② DNAポリメラーゼは、伸長した新生鎖の5'末端の糖にヌクレオチドを結合させ、新生鎖を伸長する。
 ③ ラギング鎖がつながったものを岡崎フラグメントという。
 ④ 真核生物のDNAには、複製起点が1カ所しかない。

問5 真核生物の遺伝子DNAの転写、スプライシング、翻訳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 核内で転写されたmRNA前駆体は細胞質に移行し、スプライシングされる。
 ② 3塩基からなる遺伝暗号は64種類あり、タンパク質合成に利用される20種類のアミノ酸は、それぞれ3種類以上のコドンによって指定される。
 ③ ゴルジ体に結合したりボソームで合成されたタンパク質は、必ず細胞外に分泌される。
 ④ 遺伝子DNAのエキソンにおいて、塩基置換が起こった場合、合成されるタンパク質の機能は低下する場合と維持される場合がある。

問6 相補的な塩基配列をもつヌクレオチド鎖どうしは、適当な条件下、塩基間の結合により安定な構造を形成することができる。例えば、ある真核生物Xの遺伝子から生じた成熟mRNAは、その遺伝子を含むDNAの一方の鎖と安定な構造をつくることができる。図1は、これを電子顕微鏡で観察した様子を模式的に示したものである。図1に関する記述として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 8

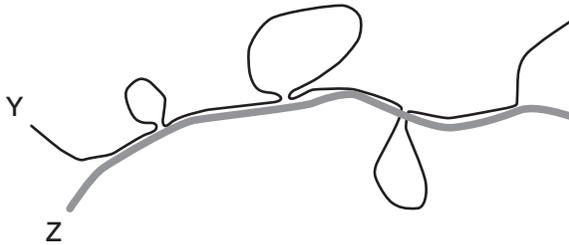


図 1

- ① この遺伝子にはエキソンが三つある。
- ② この遺伝子にはイントロンが四つある。
- ③ 真核生物Xでなく、大腸菌について同様に実験しても、図1のように観察できる。
- ④ 図1のYおよびZのうち、成熟mRNAを示すのはZである。

問7 下線部力に関して、アミノ酸400個が結合した一次構造において、その中央部分のアミノ酸200個の配列は最大何通りあると計算されるか。その数値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 通り

- ① 200×20
- ② 200×200
- ③ 20^{200}
- ④ 200^{20}

第4問 生物の生殖と発生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 ～] (配点 25)

ア動物の卵には、受精後の胚発生に必要な卵黄が存在し、その量や分布の状態は種により異なる。哺乳類の卵は 卵と呼ばれる。哺乳類では、卵巣から放出された卵は受精が完了すると、卵割を繰り返しながら輸卵管を移動し、子宮に達すると着床する。この時期の胚は と呼ばれ、ウニやカエルの胞胚に相当する。 は、内部細胞塊とそれを包む外部の細胞層に分かれている。発生の進行に伴い、 の内部細胞塊からは胎児が形成され、**エ**ヒトでは受精後およそ数週間で多くの器官が形成される。また、内部細胞塊の細胞から多能性と増殖能をもった が樹立されており、再生医療に利用する研究が進められている。

マウスの8細胞期の割球は調節性を持ち、二系統のマウスの8細胞期胚を一つに集めて発生させても、正常な1個体になる。そこで、マウスの8細胞期胚を用いて、次の**実験**を行った。

実験 毛色が茶色の系統(遺伝子型AA)のマウスと黒色の系統(遺伝子型aa、遺伝子Aは遺伝子aに対して優性)のマウスの8細胞期胚を採取し、それぞれ透明帯(受精膜に相当する)を取り除いてから二つの8細胞期胚を一つに集めて発生させた。そして、胚が になったときに仮母の子宮に着床させ、その後マウスを産ませた。この実験を繰り返し、100匹のマウスを得た。

問1 下線部**ア**に関して、ヒトで一次卵母細胞の分裂により生じる二つの娘細胞の名称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 二次卵母細胞・第一極体 | ② 二次卵母細胞・第二極体 |
| ③ 卵・第一極体 | ④ 卵・第二極体 |

問5 実験について、下の問い(1)～(4)に答えよ。

実験では、**ウ**のどの内部細胞塊にも、遺伝子型がAAの細胞とaaの細胞がほぼ1：1で混在しており、生まれた100匹のマウスは、

X：遺伝子型AAの細胞のみからなる茶色のマウス

Y：遺伝子型がAAとaaの細胞からなるまだらのマウス

Z：遺伝子型がaaの細胞のみからなる黒色のマウス

の3種のうちいずれかの体色を示した。

(1) 内部細胞塊を構成する細胞はすべて胎児の構成細胞となるわけではなく、その一部がランダムに数個選択され、胎児に発生していく。もし、内部細胞塊のうち、たった1個だけが選択され胎児に発生する場合、生まれた100匹の体色はどのようにになると予想されるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。**6**

- ① **X**だけが生まれる。
- ② **Y**だけが生まれる。
- ③ **X**と**Z**が約1：1で生まれる。
- ④ **X**と**Y**と**Z**が約1：1：1で生まれる。

(2) **Y**のようなマウスの名称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 キメラマウス
- ② クローンマウス
- ③ ノックアウトマウス
- ④ トランスジェニックマウス

(3) **実験**の結果、生まれた100匹のマウスの体色の内訳は、 $X : Y : Z = 13 : 73 : 14$ であった。この結果より、**実験**では、内部細胞塊を構成する細胞のうち何個が1匹のマウスに発生したと考えられるか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。なお、すべてのマウスは同一個数の細胞から発生したものとする。 個

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ 5

(4) **実験**で生まれたマウスYの雌雄を10組交配させた場合、どのような体色のマウスが生まれると予想されるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 茶色のマウスのみ生まれる。
 ② 茶色のマウスまたは黒色のマウスが生まれる。
 ③ 茶色のマウスまたは黒色のマウスまたはそれらの中間色のマウスが生まれる。
 ④ 茶色のマウスまたは黒色のマウスまたは黒色と茶色のまだらのマウスが生まれる。