

生物基礎・生物

(全問必答)

第1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 27)

^アDNAの^イ塩基配列の解読法としては、英国の科学者 らによって開発された 法がよく知られている。以下はその説明である。

- (1) 塩基配列を調べたい1本鎖DNA(以下、鋳型DNA鎖)と、鋳型DNA鎖の特定の塩基配列部分と相補的に結合する短い1本鎖DNAの を準備する。
- (2) 試験管に、鋳型DNA鎖・ ・DNA合成時にヌクレオチドどうしの結合を促す酵素 ・DNAを構成する4種のヌクレオチド、そして「ddA, ddG, ddC, ddT」(それぞれA, G, C, Tを含むヌクレオチドであるが、糖がデオキシリボースではなくジデオキシリボース)のいずれかを少量加える。例えば、ddAを少量入れた場合、Aを含むヌクレオチドの代わりにDNA合成に利用されてしまうと、そこでDNAの伸長が停止する。
- (3) 反応液中では、まず鋳型DNA鎖と が結合し、 を起点として により鋳型DNA鎖の塩基に相補的なヌクレオチドが順次結合し、新しい1本鎖DNAが合成される(図1)。しかし、反応液には カddAが少量含まれるので、本来Aを含むヌクレオチドが取り込まれる位置にある頻度でddAが取り込まれ、DNA合成が停止し、その結果さまざまな長さのDNA鎖が生じる。ddG, ddC, ddTについてもそれぞれを少量加えた実験を同様にを行う。

実験 いま、ある1本鎖DNAを鋳型として 法を行ったところ、さまざまな長さの1本鎖DNAが合成された。キ最も短いものと2番目に短いDNA鎖はddAを入れた実験で得られ、次に短いDNA鎖はddGを入れた実験、更に次に短いDNA鎖はddCを入れた実験で得られた。

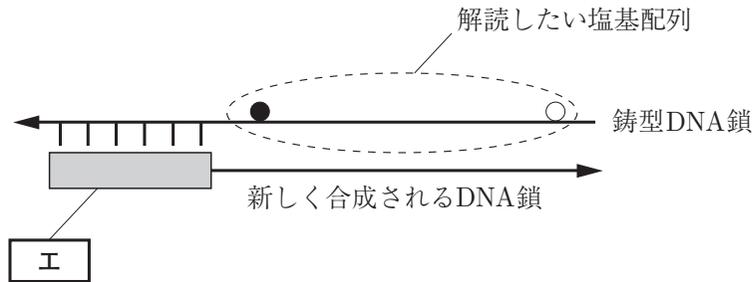


図 1

問1 下線部アについて、真核生物のDNA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 DNAを構成するヌクレオチドに含まれる糖は、五炭糖である。
- ② 核内で、DNAはヒストンに巻きついて存在する。
- ③ DNAのヌクレオチド鎖において、末端がリン酸である側を3'末端と呼ぶ。
- ④ DNAの2本のヌクレオチド鎖間で、塩基AとT、GとCが水素結合する。

生物基礎・生物

問2 大腸菌(原核生物)がもつ環状の2本鎖DNAは 9.2×10^6 個のヌクレオチドからなり、その遺伝子から合成されるタンパク質は平均 3.6×10^2 個のアミノ酸からなる。次の問い(1)～(3)に答えよ。

(1) 大腸菌の遺伝子および形質発現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 DNAの遺伝子にはエキソンがない。
- ② オペレーターにリプレッサーが結合すると、遺伝子の転写が促進される。
- ③ 核の中で転写が終了した後、細胞質で翻訳が行われる。
- ④ スプライシングは行われない。

(2) 大腸菌がもつDNAのヌクレオチド対の数として最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。

- ① 4.6×10^6
- ② 9.2×10^6
- ③ 18.4×10^6

(3) 大腸菌のDNAは最大でおよそ何種類の遺伝子をもつか。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。 種類

- ① 4250
- ② 8500
- ③ 12750
- ④ 17000

問3 下線部イについて、タンパク質のアミノ酸配列から、その遺伝子の塩基配列を一通りに決定することは難しい。その理由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 タンパク質合成に用いられた遺伝子が高い確率で突然変異を起こすから。
- ② 同じアミノ酸を複数のコドンが指定する場合があるから。
- ③ アミノ酸に対応しない終止コドンがあるから。
- ④ 一つのコドンが指定するアミノ酸が複数存在するから。

問4 2ページ文章中の **ウ** に当てはまる科学者の名前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 ワトソン ② サンガー ③ シュペーマン ④ グリフィス

問5 2ページ文章中の **エ** ・ **オ** に当てはまる語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**

- | エ | オ |
|----------|------------|
| ① プライマー | DNA ポリメラーゼ |
| ② プライマー | RNA ポリメラーゼ |
| ③ プロモーター | DNA ポリメラーゼ |
| ④ プロモーター | RNA ポリメラーゼ |

問6 下線部**カ**で、添加する ddA (または ddG, ddC, ddT) が 多量 に含まれていた場合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 少量添加した場合に比べ、短い1本鎖DNAがより多く合成され、鋳型DNA鎖の塩基配列の解読が容易になる。
- ② 少量添加した場合に比べ、短い1本鎖DNAがより多く合成され、鋳型DNA鎖の塩基配列の解読が困難になる。
- ③ 少量添加した場合に比べ、長い1本鎖DNAがより多く合成され、鋳型DNA鎖の塩基配列の解読が容易になる。
- ④ 少量添加した場合に比べ、長い1本鎖DNAがより多く合成され、鋳型DNA鎖の塩基配列の解読が困難になる。

問7 下線部**キ**より判明する鋳型DNA鎖の塩基配列として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、①～④の塩基配列は、図1の●から○の方向へ並ぶ塩基を左側から右側に表記している。 **9**

- ① AAGC ② CGAA ③ TTCG ④ GCTT

第2問 ホルモンおよび神経に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～9)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 27)

A ア ホルモンとは、内分泌腺で合成された後、され、特定の組織や器官のはたらきを調節する物質である。ホルモンは、胃からその内容物が十二指腸へ送られるとすい液の分泌が促される機構を解明する**実験1・2**で見つかった物質である。以下にその内容を示す。

実験1 ウ 十二指腸につながる末梢神経を全て切断したネコにおいて、を十二指腸内壁に注射すると、すい液分泌が観察された。

実験2 ネコの十二指腸の内壁組織を切除してを加え、しばらく置いた後に内壁組織をすりつぶした。そして、そのろ液をすい臓につながる血管に注射すると、すい液分泌が観察された。

問1 下線部アに関して、ホルモンとしてはたらく物質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 パラトルモン ② アルブミン ③ ペプシン ④ ヘモグロビン

問2 上の文章中のに入る語句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 排出管を介して血液中に分泌 ② 排出管を介して消化管に分泌
③ 直接血液中に分泌 ④ 直接消化管に分泌

問3 下線部ウのような処理をした理由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 十二指腸から他の器官へ情報を伝える経路として、神経を介する経路をすべて遮断するため。
- ② 十二指腸につながる交感神経を遮断し、十二指腸の運動を抑制するため。
- ③ 十二指腸につながる副交感神経を遮断し、十二指腸の運動を促進するため。
- ④ 十二指腸につながる感覚神経を遮断し、実験に無関係な刺激の受容を抑えるため。

問4 前ページ文章中の エ には、ネコの胃液に相当するものの名称が入る。そ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。 4

- ① リンガー液 ② 希塩酸 ③ アンモニア水 ④ 炭酸水

問5 すい液に含まれる消化酵素として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① トリプシン ② リパーゼ ③ カタラーゼ ④ アミラーゼ

問6 実験より、胃液を受容した十二指腸内壁はホルモンを合成・分泌し、すい臓はそのホルモンを受け取ることですい液分泌を行ったことがわかる。このホルモンが十二指腸からすい臓へ流れる経路をより正確に示しているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① 十二指腸 → すい臓
- ② 十二指腸 → 胃 → すい臓
- ③ 十二指腸 → 心臓 → 肺 → 心臓 → すい臓
- ④ 十二指腸 → 腎臓 → 心臓 → すい臓

生物基礎・生物

B カエルのふくらはぎから、オ神経筋標本を作製し、生理食塩水に浸した。筋肉と神経の接続部から距離5.0cmの地点に閾値を超える電気刺激を与えると、5.0ミリ秒後に筋収縮がみられた。また、筋肉と神経の接続部から3.0cmの地点に閾値を超える電気刺激を与えると、4.0ミリ秒後に筋収縮がみられた。また、直接筋肉に閾値を超える刺激を与えた場合、1.2ミリ秒後に筋収縮がみられた。

問7 この神経の興奮の伝導速度(m/秒)として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 m/秒

- ① 0.2 ② 2.0 ③ 20.0 ④ 200.0

問8 神経筋標本の軸索末端に閾値を超える刺激を与えた場合、何ミリ秒後に筋収縮がみられるか。その時間として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 ミリ秒

- ① 1.3 ② 1.5 ③ 2.0 ④ 2.5

問9 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。

- ① 筋肉に直接刺激を与えて興奮がみられた場合、その興奮は筋肉から神経へ伝わる。
② 神経から筋肉に放出される神経伝達物質はアセチルコリンである。
③ 筋肉に連絡する神経は、カエルの体内では脊髄の背根を通る。
④ 神経の軸索を刺激して興奮が生じた場合、興奮は髄鞘から髄鞘へと伝わる。

第3問 炭酸同化に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～7)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 25)

A あるア緑藻類の葉片を海水に浸して光を照射し、イ光合成に伴い葉片から海水中に放出される酸素の量を測定する実験を行った。ただし、放出される酸素は海水にほとんど溶けない。

実験 透明フラスコを5個用意(A・B・C・D・Eとする)し、それぞれに同じ面積の緑藻類葉片と海水200mLを入れ、温度を20℃に保った。フラスコA～Eに、0ルクス(暗黒)、2500ルクス、5000ルクス、7500ルクス、10000ルクスの光を60分間照射し、生じた酸素量を測定した結果、表1のようになった。

表 1

フラスコ	A	B	C	D	E
光の強さ(ルクス)	0	2500	5000	7500	10000
発生した酸素量(mL)	-10	15	40	45	45

問1 下線部アについて、緑藻類がもつ光合成色素と緑藻の例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。

- | 光合成色素 | 例 |
|----------------|------|
| ① クロロフィル a と b | アオサ |
| ② クロロフィル a と b | テングサ |
| ③ クロロフィル a と c | アオサ |
| ④ クロロフィル a と c | テングサ |

問2 下線部イに関する次の文章中の **2** ~ **4** に入る語として最も適当なものを、下の①~⑧からそれぞれ一つずつ選べ。

葉緑体の **2** において、光化学系 **3** の反応中心の光合成色素が光エネルギーを受け取ると、電子を失い、酸化された状態になる。そして、反応中心の光合成色素は、**4** の分解で生じた電子を受け取って還元される。また、**4** の分解によって、酸素が放出される。

- | | | |
|---------|-------------------|---------|
| ① 二酸化炭素 | ② II | ③ チラコイド |
| ④ I | ⑤ ストロマ | ⑥ 水 |
| ⑦ クリステ | ⑧ リブローズ二リン酸(RuBP) | |

問3 表1の結果より光補償点(ルクス)を求め、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。ただし、弱光域での光合成速度は光の強さに比例して大きくなるものとする。 **5** ルクス

- | | | | |
|-------|--------|--------|--------|
| ① 500 | ② 1000 | ③ 1500 | ④ 2000 |
|-------|--------|--------|--------|

問4 フラスコDにおける60分間当たりの光合成量は、フラスコBにおける60分間当たりの光合成量の何倍であるか。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。 **6** 倍

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 2.2 | ② 2.5 | ③ 2.7 | ④ 3.0 |
|-------|-------|-------|-------|

問5 表1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 フラスコAで吸収された酸素は、葉緑体で進行する反応で消費された。
- ② フラスコBでの光合成の限定要因は二酸化炭素濃度である。
- ③ 光補償点では、見かけの光合成速度と呼吸速度が同じである。
- ④ 実験から、光飽和点は5000ルクスよりも高く7500ルクスよりも低いと予想される。

生物基礎・生物

B 独立栄養生物には，緑色植物以外に，ウ 化学合成細菌 や エ 光合成細菌 がある。

問6 下線部ウに関する次の文章中の ・ に入る語として最も適当なものを，下の①～⑤からそれぞれ一つずつ選べ。

化学合成細菌は，光エネルギーの代わりに無機物を したときに生じる化学エネルギーを用いてATPやNADPHを合成し，カルビン・ベンソン回路に利用する。例えば，亜硝酸菌は， を したときに生じる化学エネルギーを利用して化学合成を行う。

- ① 酸化 ② 還元 ③ アンモニウムイオン
④ 硝酸イオン ⑤ 亜硝酸イオン

問7 下線部エ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 紅色硫黄細菌の光合成色素はバクテリオクロロフィルである。
② 緑色硫黄細菌が光合成を行う際に利用する電子供与体は硫化水素である。
③ シアノバクテリアが行う光合成では，緑色植物と同様，酸素が発生する。
④ 光合成細菌は原核生物だが，例外的に葉緑体をもつ細菌が光合成を行う。

第4問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 21)

問1 タンパク質の構造と性質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 タンパク質を構成するアミノ酸は64種類ある。
- ② ポリペプチド鎖がらせん状やじぐざぐ状に折り畳まれ、部分的に立体化した構造を二次構造という。
- ③ ポリペプチド鎖は、四次構造とよばれる分子全体としての複雑な立体構造を形成すると特定の機能をもつ。
- ④ ヒトにおいて機能するタンパク質の最適pHはすべて中性付近である。

問2 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。

免疫において、 細胞が増殖・分化した細胞から血液中に分泌される抗体(IgG)は、H鎖とL鎖がそれぞれ 結合でつながった分子である。

	ア	イ	ウ
①	細胞性	キラー T	ペプチド
②	細胞性	キラー T	S-S(ジスルフィド)
③	細胞性	B	ペプチド
④	細胞性	B	S-S(ジスルフィド)
⑤	体液性	キラー T	ペプチド
⑥	体液性	キラー T	S-S(ジスルフィド)
⑦	体液性	B	ペプチド
⑧	体液性	B	S-S(ジスルフィド)

問3 次の文章中の **工** ～ **カ** 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**

被子植物の葉の裏側では、1対の孔辺細胞が気孔を形成している。孔辺細胞に含まれる光受容体の **工** が青色光を吸収すると孔辺細胞は吸水し、その結果、**オ** が上昇して気孔が開く。一方、植物ホルモンの **カ** が孔辺細胞に作用すると、気孔は閉鎖する。

	工	オ	カ
①	フィトクロム	膨 圧	アブシシン酸
②	フィトクロム	膨 圧	オーキシン
③	フィトクロム	浸透圧	アブシシン酸
④	フィトクロム	浸透圧	オーキシン
⑤	フォトリロピン	膨 圧	アブシシン酸
⑥	フォトリロピン	膨 圧	オーキシン
⑦	フォトリロピン	浸透圧	アブシシン酸
⑧	フォトリロピン	浸透圧	オーキシン

生物基礎・生物

問4 あるキ 有胚乳種子をつくる被子植物に関して、次の問い(1)～(3)に答えよ。

(1) 下線部キに該当する植物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 カキ ② エンドウ ③ ナズナ ④ ソラマメ

(2) 被子植物の配偶子形成と受精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。 5

- ① 花粉母細胞から花粉四分子が生じる過程で、DNAの複製は2回行われる。
② 一つの成熟花粉は、細胞質の多い雄原細胞と細胞質の少ない花粉管細胞からなる。
③ 重複受精は被子植物特有の受精様式である。
④ 一つの胚のうには、卵細胞と中央細胞が一つずつと、助細胞が三つと反足細胞が二つ含まれる。

(3) ある被子植物において、遺伝子型Aaの植物体の雌しべに遺伝子型aaの植物体の雄しべを受粉させた。この受粉で生じる胚乳核の遺伝子型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 AA ② Aa ③ AAa ④ Aaa

問5 次の地質時代と生物の変遷に関するI～IVのうち、2番目に古い出来事として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 7

- I：裸子植物の繁栄
II：シダ植物の大森林形成
III：人類の出現
IV：カンブリア紀の大爆発

- ① I ② II ③ III ④ IV