

受 験 番 号				

問題冊子にも受験番号を記入すること。

東京大学大学院新領域創成科学研究科
メディカルゲノム専攻

平成20年度大学院修士課程入学試験問題 専門科目（必修問題）

実施日：平成19年8月6日（月）

時間： 13:00～14:00（60分）

注意事項

1. 試験開始の合図があるまでこの問題冊子を開いてはいけません。
2. 解答には必ず黒色鉛筆（または黒色シャープペンシル）を使用すること。
3. この問題冊子は14頁です。
4. 問題は3つあります。全問を解答しなさい。
5. 解答用紙は各問題について1枚、計3枚配られます。3枚あるか確認しなさい。
6. 試験開始の合図の後に、各解答用紙の所定欄に受験番号を必ず記入しなさい。また、問題冊子にも受験番号を記入しなさい。
7. 各問題の解答には解答用紙各1枚を使用しなさい。
8. 解答用紙の右上には問題番号欄があります。解答した問題の番号を、それぞれ記入しなさい。
9. 解答用紙は、裏を使っても構いませんが、図や化学式などを含め、罫線の枠の中に納めなさい。なお、各問題において、字数、図や化学式などの使用についての指示がある場合は、それに従いなさい。
10. 解答用紙に解答に関係のない文字、記号、図、式などを記入してはいけません。
11. 解答できない場合でも、解答用紙すべてに受験番号を記入して提出しなさい。
12. 解答用紙を草稿用に使用してはいけません。草稿用には問題冊子の中の草稿用紙欄を使用しなさい。
13. 問題冊子、解答用紙は持ち帰ってはいけません。
14. 試験時間は60分です。途中での退出は原則として認めません。

必修問題 1

問 1. 水溶液に関する以下の問いに答えなさい。

0.85 L の 1.4 M 硝酸銀溶液に過剰量の塩化ナトリウムを加えて溶解させたところ、白色の沈殿が生成した。沈殿した塩化銀のモル数(mol)を有効数字 2 桁で答えなさい。解答だけを記せばよい。

問 2. 以下の文章を読み、(1) ～ (6) の設問に答えなさい。

ボーアの原子模型では、電子は原子核の周りを一定の軌跡を描いて運動しているとされていたが、量子力学が成立してからは、電子は原子核の周りのある一定の領域に存在するものと考えられ、電子の状態を表す波動関数のことを原子軌道と呼ぶようになった。原子軌道は、主量子数 n 、方位量子数 l 、磁気量子数 m で指定することができ、主量子数 $n=1, 2, 3, 4, 5$ の軌道は、それぞれ K 殻、L 殻、M 殻、N 殻、O 殻とも呼ばれる。主量子数が n の軌道に入ることのできる電子の最大数は $2n^2$ である。第 3 周期までの原子では、電子は主量子数の小さな軌道から順番に入る。

中性の原子が 1 個の電子を受け取り、1 価の陰イオンが生成するとき放出するエネルギーのことを **A** といい、**A** が大きいほど原子の陰性が大きく、陰イオンが生成し易い。また、中性の原子から 1 個の電子を取り去り、1 価の陽イオンを生成させるのに必要なエネルギーのことを **B** といい、**B** が小さいほど原子の陽性が大きく、陽イオンが生成し易い。陰イオン F^- 、 O^{2-} および陽イオン Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} は、いずれも **C** 原子と同じ電子配置をもち、最外殻の **D** 殻には **E** 個の電子が存在するが、それぞれのイオン半径は異なる。

(1) M 殻に入ることのできる電子の最大数はいくつか記しなさい。

(2) O、Ar、Al 各原子の最外殻電子数をそれぞれ記しなさい。

(3) 空欄 A、B に最も適当な用語を下のアーカから選びなさい。

ア. 電気陰性度 イ. 電子親和力 ウ. 静電ポテンシャル エ. 酸化還元電位
オ. イオン化ポテンシャル (イオン化エネルギー) カ. イオン化傾向

(4) 空欄 C に最も適当な原子を元素記号で記しなさい。

(5) 空欄 D に最も適当なものを下から選び記しなさい。

K、L、M、N、O、P

<つづく>

(6) 空欄Eに入る数字を記しなさい。

問3. 次の(1)～(6)に該当するものを、下のA～Lの化合物から選び、「(1) A、B、C」のように記しなさい。

- (1) 不斉炭素をもつもの
- (2) 常磁性を示すもの
- (3) 25 °C、1 気圧で気体であるもの
- (4) sp 混成軌道の炭素原子をもつもの
- (5) 還元剤としてはたらき、水溶液中で弱酸性を示すもの
- (6) 水溶液中で強塩基性を示すもの

A. ベンゼン B. アセチレン C. 塩化アルミニウム D. エタノール
E. クロロホルム F. 二酸化炭素 G. 酸素 H. シアン化ナトリウム I. 乳酸
J. ジエチルエーテル K. アンモニア L. ギ酸

問4. 次の文章を読み、(1)～(3)の設問に答えなさい。解答だけを記せばよい。

炭素、水素、酸素からなるカルボン酸 2.9 mg を完全燃焼させたところ、CO₂ が 5.8 mg、H₂O が 2.3 mg 生成した。また、この化合物 150 mg を中和するためには、0.10 M NaOH 水溶液 17 mL を必要とした。ただし、C = 12、H = 1.0、O = 16 とする。

- (1) この化合物の組成式を求めなさい。
- (2) この化合物の分子量を有効数字2桁で求めなさい。
- (3) この化合物の分子式を求めなさい。

<つづく>

問5. 反応速度論に関する次の文を読み、下の設問に答えなさい。

①の反応速度は、反応物の濃度を[A]、②を k とすると、以下の微分方程式で与えられる。

$$-\frac{d[A]}{dt} = k[A]$$

これを積分すると

$$\ln[A] = \ln[A]_0 + \text{③}$$

となる。したがって、①であれば、実験的に求めた $\ln[A]$ に対して④をプロットすると直線になり、その傾きから⑤を決定することができる。

語句群：

ア. 一次反応、イ. $\ln kt$ 、ウ. 濃度、エ. 平衡定数、オ. t 、カ. 速度定数、キ. kt 、ク. 零次反応、ケ. 拡散定数、コ. $-kt$ 、サ. k/t 、シ. kt^2 、ス. 二次反応、セ. 初濃度、ソ. $1/t$ 、タ. 三次反応

(1) ①～⑤にあてはめるのに、最も適切な語を語句群から選んで記号で答えなさい。

(2) 以下の (ア) ～ (エ) のなかで、上記の微分方程式を適用するのが最も適切な反応はどれか答えなさい。

- (ア) 細胞内のタンパク質合成反応
- (イ) 強酸と弱塩基の中和反応
- (ウ) ^{32}P の放射性崩壊
- (エ) ポリエチレン/ポリスチレンの共重合反応

草稿用紙

必修問題 2

問 1. 次の①から④に入る最も適切な語句をそれぞれアからオの中から選び、①アのように記しなさい。

細胞で合成されるタンパク質の大半は、翻訳後修飾を受けることが知られている。タンパク質の中には、リン酸化の修飾の有無により分子スイッチとして振る舞うものがあり、(①)によりリン酸基を受けると不活性状態から活性状態へと変換し、また別の過程で(②)によりリン酸基を失うとスイッチが切られて不活性状態に戻ったりする。分泌タンパク質や膜貫通タンパク質の多くは、粗面小胞体で合成される。その後、(③)を認識する受容体により小胞体内腔へと運ばれて糖鎖が付加される。その後(④)へ移動し、糖転移酵素やグリコシダーゼによって糖鎖のプロセッシングを受けて成熟糖鎖を持つようになった後、細胞表面に輸送されるか、細胞外へ分泌される。

- ① ア. リガーゼ、イ. キナーゼ、ウ. ポリメラーゼ、エ. エステラーゼ、オ. エピメラーゼ
- ② ア. ホスファターゼ、イ. ヒドロキシラーゼ、ウ. スルファターゼ、エ. グリコシダーゼ、オ. リボヌクレアーゼ
- ③ ア. コンカテマー、イ. シグナル配列、ウ. ラフトドメイン、エ. オクタマー配列、オ. リーダーシーケンス
- ④ ア. 核、イ. ミトコンドリア、ウ. リソソーム、エ. 細胞質、オ. ゴルジ体

問2. 次の①から⑦に入る最も適切な語句をそれぞれアからオの中から選び、①アのように記しなさい。

ある特定の遺伝子を破壊したマウス、いわゆる(①)を作成することで、その遺伝子の働きを調べることが出来る。常染色体上に座を持つ遺伝子の場合の作製法は次のようになる。変異遺伝子を含むDNAをマウスの(②)細胞に導入すると、まれに(③)によって正常な対立遺伝子2個のうちの1個と置き換わることがある。(③)を起こした細胞系列を薬剤などで選択し単離する。次にこの細胞をマウスの初期胚に注入する。導入された細胞は、宿主となった胚細胞と一緒にキメラマウスに成長する。うまくいくと、(④)系列の細胞もこの細胞由来となる。このようなマウスを繁殖させると、該当の遺伝子に関して(⑤)接合体の雄と雌が手に入る。これらを交配させると、生殖や成長に標的遺伝子の存在が影響しない場合は通常、子マウスの(⑥)分の1では、両対立遺伝子とも破壊されたものとなる。破壊遺伝子が(⑦)接合であると言われる。このマウスが該当の遺伝子を欠くマウスである。

- ① ア. スキッドマウス イ. ノックアウトマウス ウ. ノードマウス
エ. コンベンショナルマウス オ. SPFマウス
- ② ア. 体 イ. 上皮 ウ. ES エ. 線維芽 オ. 神経
- ③ ア. DNA複製 イ. DNA修復 ウ. 転写 エ. DNA損傷 オ. 相同組み換え
- ④ ア. 生殖 イ. 上皮 ウ. リンパ球 エ. 神経 オ. 繊維芽
- ⑤ ア. ホモ イ. ヘテロ ウ. ポリ エ. モノ オ. プロ
- ⑥ ア. 2 イ. 3 ウ. 4 エ. 5 オ. 6
- ⑦ ア. ホモ イ. ヘテロ ウ. ポリ エ. モノ オ. プロ

<つづく>

問3. 次の(1) - (5)に当てはまるもっとも適当な語を下記の選択肢から選び、(1) aのように記しなさい。

(1)は、ある個体がどれだけ繁殖可能な子孫を残し、次の世代に寄与するかを表す尺度であり、その違いの一部は、個体間の遺伝的差異に、また一部は環境の影響によって生じる。ある生物種の集団中でもっとも(1)の高い個体は、次の世代に大きく貢献する。もし(1)の差異が遺伝性のものである場合は、次の世代の遺伝的構成は変化すると考えられる。この過程は、(2)あるいは適者生存として知られている。

生物が、変化する外部環境の中で生物内部環境を比較的一定に保つ性質のことを(3)という。多くの生物の(3)機構は似ていて、ある要因(例えば、温度や浸透圧)の現在の内部レベルが高すぎると、この機構は、それを低下させるように働く。逆に、低すぎると上昇させるように働く。このように入力信号に対して逆方向に応答する過程は、(4)とよばれている。

生物の(5)とは、その生物が環境のなかで占めている地位のことであり、その生物がおかれている条件、利用する資源、そこに存在する時間を包括する概念である。一方、生物の生育場所は、生物がそのなかで生活する物理的条件のことであり、それぞれの生育場所は、多数の(5)を含んでいる。

- (1) a. 信頼度 b. 応用度 c. 適応度 d. 適当度 e. 選択度
- (2) a. 競争選択 b. 強制選択 c. 中立選択 d. 薬剤選択 e. 自然選択
- (3) a. ホメオスタシス b. メタスタシス c. アナスタシス d. エンドスタシス
e. エクソスタシス
- (4) a. ネガティブフィードバック b. フォワードフィードバック
c. ポジティブフィードバック d. リバースフィードバック
e. バイポーラーフィードバック
- (5) a. バッチ b. ニッチ c. パッチ d. ガイア e. エコシステム

<つづく>

問4. 以下の文章は、生物の多様化などにおいて重要な突然変異について説明したものである。(1) - (10) に当てはまるもっとも適切な語を下記の選択肢から選び、(1) a のように記しなさい。

突然変異は、DNAあるいはRNAの塩基配列に変化が生じることをいい、特に染色体の数や構造に変化が生じる場合は、染色体突然変異という。変異を持つ個体を(1) と呼び、変異を起こす物理的・化学的な要因を(2) という。ヒトの生殖系列で起きる突然変異は遺伝病の原因となり、体細胞で起きる変異はガンの原因となる。生物集団で突然変異は(3) の原動力ともなっている。多細胞生物の場合は生殖細胞に変異が起こらないと(3) には影響しない。突然変異は、(4)の転移などの働きによって起きることもある。DNAの突然変異には、一つの塩基対が別の塩基対に変わる(5)や、一つから複数の塩基対が挿入または欠失するものもある。問題となる表現型に影響がない突然変異は、(6) 変異と呼ばれる。これには、遺伝子をコードする領域以外の変異や、遺伝子内でもアミノ酸配列や転写量を変化させない場合がある。機能に影響がある点変異には、別のアミノ酸を指定するようにコドンが変化する(7)変異、アミノ酸のコドンが終止コドンに変わる(8)変異、終止コドンがアミノ酸のコドンに変わる(9) 変異がある。一般に挿入・欠失した塩基対が3の倍数だとアミノ酸の挿入・欠失が起こる。そうでないときは、コドンの読み枠がずれアミノ酸配列が大きく変わる(10)が起こる。

- (1) a. バリエント b. テンプレート c. ミュータント d. サイレント e. ビルレント
- (2) a. 変異原 b. 栄養原 c. 分化原 d. 変化原 e. 放射線
- (3) a. 転座 b. 死滅 c. 分化 d. 進化 e. 爆発
- (4) a. リソソーム b. ミトコンドリア c. プラスミド d. トランスポゾン e. リボソーム
- (5) a. 逆位変異 b. 重複変異 c. 塩基置換変異 d. 多様化変異 e. 増幅変異
- (6) a. サイレント b. 重複 c. エピジェネティックス d. ミュータンス e. メタ
- (7) a. 同義置換 b. 非同義置換
- (8) a. ナンセンス b. ミスセンス c. アンチセンス d. アンカップリング
- (9) a. リードスルー b. ゴースルー c. トランススルー d. タッチスルー
- (10) a. フレームブレイク b. フレームワーク c. フレームシフト d. フレームタグ e. ワイヤフレーム

草稿用紙

必修問題 3

問 1. 次の文章の正誤について、正しい場合は○、誤っている場合は×、として、
⑳-○のように答えなさい。

- ① DNA の 2 重らせんは、通常、右巻きであり、Z 型らせんと呼ばれる。
- ② 2 重鎖 DNA 中に含まれる塩基アデニンとチミンの和はグアニンとシトシンの和に等しい。
- ③ DNA は 4 種類のヌクレオチドがリン酸ジエステル結合したもので、ヌクレオチドの 2' リン酸部分が他のヌクレオチドのリボースの 5' 水酸基と脱水縮合したものである。
- ④ 蛋白質の溶解度は等電点付近で最大となる。
- ⑤ バリン、リジン、アスパラギン酸、アルギニン、チロシンの共重合体であるポリペプチドの完全加水分解物の陽イオン交換クロマトグラフィーを pH 6 で行った。このとき、カラムから最初に溶出されるアミノ酸はチロシンである。
- ⑥ 分子ふるいクロマトグラフィー（サイズ排除クロマトグラフィー、ゲルろ過）では、一般に分子量の大きい分子ほど早く溶出される。
- ⑦ グリシンとプロリンは、光学活性を示さないアミノ酸である。
- ⑧ ラクトースオペロンでは、グルコースは正の制御に働き、転写を促進する。
- ⑨ 通常、生体内の蛋白質は D-アミノ酸の共重合体である。
- ⑩ 細胞のゲノム DNA 複製には RNA プライマーを必要とする。
- ⑪ 真核生物の一つの染色体は、通常、偶数の動原体（セントロメア）を有する。
- ⑫ 真核生物の mRNA の 5' 末端にはキャップ構造がない。
- ⑬ 逆転写酵素はプライマーを用いることなく、RNA からそれに相補的な DNA を合成することができる酵素である。
- ⑭ 真正細菌では、rRNA、tRNA、mRNA を指令する遺伝子は、それぞれ異なる RNA ポリメラーゼによって転写される。
- ⑮ 一般に、ヒト由来蛋白質全体を、大腸菌を用いて発現・調製したい場合、ヒトゲノム DNA から直接目的遺伝子断片をクローニングして用いる。
- ⑯ 一つの蛋白質に存在することのできる α ヘリックスの数は最大で 5 個である。

<つづく>

問2. 真核生物の代謝に関する以下の文章のカッコ内に最も適切な語句を、下の語句群から選んで、(20)–①のように答えなさい。

食物の中のグルコースなどの栄養分子は制御された段階的(1)によって分解され、化学エネルギーが(2)や(3)分子のかたちで得られる。これらは(4)(細胞質ゾルでおこる)、クエン酸回路((5)でおこる)、(6)((7)でおこる)という3段階の反応群からなり、反応群の各反応の生成物は次の反応の出発物質となっている。細胞は糖の分子を、動物では(8)、植物では(9)として蓄えるほか、動物も植物も(10)を貯蔵物質として広く利用する。

①cAMP、②デンプン、③NADH、④ATP、⑤解糖系、⑥NADPH、⑦糖新生、⑧ミトコンドリアのマトリックス、⑨ミトコンドリアの内膜、⑩酸化的リン酸化、⑪細胞質ゾル、⑫グリコーゲン、⑬糖蛋白質、⑭脂肪、⑮アセチル CoA、⑯GTP、⑰還元、⑱酸化、⑲ADP、⑳核膜

草稿用紙