受 験 番 号						

受験番号を書きなさい

東京大学大学院新領域創成科学研究科
先端生命科学専攻

平成 27(2015)年度修士課程入学試験問題

専門基礎生命科学及び小論文

実 施 日：平成２６年８月４日（月）
時　　間：９：３０ ～ １１：３０

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）を使用しなさい。
３．　問題には専門基礎生命科学「問１」（１１題）と小論文「問２」（２題）があります。以上、すべての問題について解答しなさい。
４．　解答用紙は緑色のもの（問１用）１枚、水色(マス目付き)のもの(問２用)１枚の計２枚が配られます。確認しなさい。
５．　問１および問２の解答には、解答用紙１枚ずつを使用しなさい(解答は英語で書いても構いません)。
６．　各解答用紙および問題冊子の所定欄に、受験番号を必ず記入しなさい。
７．　２枚の解答用紙右上の問題番号欄に問１、問２を記入し、また、問１の解答欄には解答ごとに問の番号（例：問 1-1-(１)）をそれぞれ記入して解答を記しなさい。問２については、問 2-1 の解答を表側に、問 2-2 の解答を裏側に記しなさい。
８．　各問題において、行数、図や化学式などの使用についての指示がある場合には、それに従いなさい。
９．　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。
１０．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。
１１．解答用紙を、草稿用として使用してはいけません。草稿用には問題冊子中の余白を使用しなさい。
１２．問題冊子・解答用紙を持ち帰ってはいけません。
１３．試験時間は２時間です。ただし、試験開始後１時間を経過した後は、問題冊子・解答用紙を試験監督に提出したうえで、退室しても構いません。

「草稿用余白」

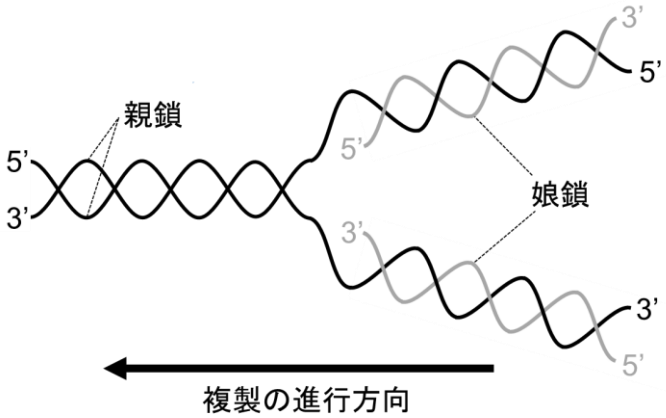
「草稿用余白」

問1

以下の問 1-1 ～ 問 1-11 すべてに解答せよ。

問 1-1　以下の説明文について、(　あ　) ～ (　な　) にもっとも適切な語句を記せ。

（1）複製中の DNA を見ると親鎖の二本鎖が途中からほどけて、それぞれについて娘鎖が合成されて二本鎖 DNA になることで、下図のように二本鎖 DNA が途中から分岐した形に見える。この分岐点を (　あ　) と言い、この部分は複製の進行に伴い移動していく。この時、(　あ　) の進行方向と同じ向きに合成が進む娘鎖を (　い　)、逆の方向に合成が進む娘鎖を (　う　) と言う。DNA ポリメラーゼは 5′ から 3′ の方向にしか DNA を合成することができないので、(　い　) では連続的に DNA が合成されるが、(　う　) では、(　え　) と言われる 100 塩基程度の短い DNA 鎖を合成し、それを (　お　) によってつなぐことで娘鎖の合成が行われる。



（2）真核細胞では多くの場合、DNA から転写された RNA は、その 5′ 末端に 7-メチルグアノシンからなる (　か　) 構造と 3′ 末端に (　き　) が付加され、また、(　く　) と呼ばれる不要な部分が除かれ (　け　) が連結されて mRNA となる。これらの過程は (　こ　) 内で行われた後、mRNA は (　こ　) 外に輸送されて、翻訳される。

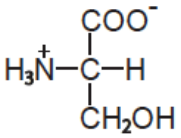
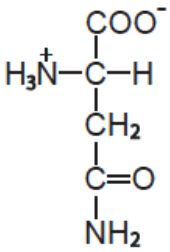
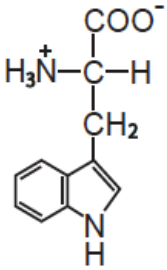
（3）生体膜の重要な構成成分として脂質がある。生体膜は二重層からなる膜で構成されており、その中に膜タンパク質が浮かんでいる。生体膜を構成するリン脂質は、リン酸基を含む頭部と (　さ　) 本の脂肪酸からなる尾部が (　し　) にエステル結合した分子であり、疎水性の尾部を内側に親水性の頭部を水表面に接するように生体膜を形成している。また、ステロイド骨格をもつ (　す　) は、膜の流動性に関与する。

（4）粗面小胞体で翻訳されたタンパク質のうち、フォールディングが上手くできなかったタンパク質は、小胞体内腔から (　せ　) へ輸送されて (　そ　) によって分解される。この反応は、タンパク質品質管理機構として知られている。一方、正しくフォールディン

グされたタンパク質は、（　た　）に詰め込まれてゴルジ体を経由して細胞膜へと運ばれる。この（　た　）は（　ち　）と総称されるキネシンやダイニンなどを介して細胞骨格に結合し、ATP のエネルギーを使って標的とする膜へ移動する。その細胞骨格の一つである微小管は、（　つ　）が重合してできた管状の構造体である。

（5）ヒト精子は、頭部、中片、尾部よりなり、頭部の先端はアクロソームと呼ばれ、卵子の細胞質を覆っている（　て　）を通過するために必要なタンパク質分解酵素を含有する。精子核が卵内に進入した後に卵細胞質内の（　と　）イオン濃度が局所的に上昇し、それが卵全体に広がり、（　な　）が崩壊する。

問 1-2　以下の（　に　）～（　ひ　）を埋めて、次の表を完成させよ。

構造式	(に)		(ぬ)		
名称	グリシン	(ね)	システイン	(の)	トリプトファン
3 文字表記	Gly	Ser	Cys	(は)	Trp
1 文字表記	G	S	C	N	(ひ)

問 1-3　次の文章を読んで、以下の（１）～（３）の問に答えよ。

哺乳動物のエネルギー代謝は、血液中のグルコースにより調節されている。したがって、血液中のグルコース濃度（血糖値）は、適切な範囲になるように制御されている。たとえば、血糖値が上昇すると、（　ふ　）のβ細胞から（　へ　）が分泌され、(ア) 血糖値の上昇が抑制される。

（１）（　ふ　）にあてはまる臓器名を答えよ。
（２）（　へ　）にあてはまるペプチドホルモンの名称を答えよ。
（３）下線部（ア）の仕組みについて、知るところを２行以内で述べよ。

問 1-4　次の文章を読んで、以下の（１）～（４）の問に答えよ。

生きている細胞は、どんな種類の細胞でも、細胞膜の内側と外側との間に電位差を持っている。この定常状態の電位のことを（　ほ　）と呼ぶ。神経細胞においては、ある一定以上の刺激を受け取り、(イ) 膜電位がある水準（閾値）を超えると膜電位が急激に上昇する。この急激に上昇した際の電位のことを（　ま　）と呼ぶ。この神経細胞において急激に上昇した膜電位は、その後（　み　）が細胞内から細胞外に流出することにより急激に過分極し、やがて元の状態に戻る。

（１）（　ほ　）にあてはまる語句を答えよ。
（２）下線部（イ）がなぜ起こるかについて、知るところを２行以内で述べよ。
（３）（　ま　）にあてはまる語句を答えよ。
（４）（　み　）にあてはまる陽イオンを答えよ。

問 1-5　以下の（１）～（３）の問に答えよ。

（１）グルコース（$C_6H_{12}O_6$）を完全に酸化すると、水と CO_2 になる。この化学反応式を完成させよ。

（２）1.5 g のある飽和脂肪酸($C_nH_{2n+1}COOH$)を完全に酸化すると、水が 1.7 g 得られた。この脂肪酸の組成式は何か答えよ。途中の計算式も含めて答えよ。

（３）生体内で脂肪酸が酸化されエネルギーに変換される反応は何と呼ばれるか。

問 1-6　次の文章を読んで、以下の（１）～（３）の問に答えよ。

生物が生きていくためには外界の変化に応答する必要があり、そのためにシグナル伝達機構が重要となる。細胞内シグナル伝達には、タンパク質のリン酸化を介するもの、G タンパク質を介するもの、低分子のセカンドメッセンジャーによるもの、タンパク質の切断や分解によるものなどが知られている。

（１）G タンパク質には低分子量 G タンパク質と三量体 G タンパク質が含まれているが、これらのタンパク質は共通の性質を持っている。それは何か。

（２）Ca^{2+}、cAMP、イノシトール三リン酸などの低分子のセカンドメッセンジャーが持っているシグナル伝達上の共通の性質を二つあげなさい。

（３）タンパク質の切断や分解によるシグナル伝達機構に関与しているシグナルタンパク質の具体例を一つあげなさい。またそれはどのような細胞機能に関与しているか、合わせて１行で述べなさい。

問 1-7　第一減数分裂と体細胞分裂は幾つか異なる性質を持っている。以下の (a) 〜 (e) はそれぞれどちらの分裂に相当する性質か。第一減数分裂の場合は「第一」、体細胞分裂の場合は「体細胞」、両者に共通の性質については「共通」、どちらでもない場合には「×」と答えよ。

(a) DNA の複製の後で DNA の分配が起きる。
(b) 分裂の際に相同染色体が対合する。
(c) 単細胞生物でも見られる。
(d) 胎盤の細胞で見られる。
(e) 染色分体は同方向に移動する。

問 1-8　核、ミトコンドリア、リボソームについて、以下の（1）〜（3）に答えよ。

（1）核、ミトコンドリア、リボソームを、一般的な細胞 1 個あたりの個数が多い順に並べよ。

（2）核、ミトコンドリア、リボソームがそれぞれ関係する細胞生理機能として、もっとも適切なものを以下より一つずつ選べ。

(f) 遺伝情報をコードする DNA から mRNA を生成する。
(g) 不要になったポリペプチド鎖を分解する。
(h) アミノ酸を順にホスホジエステル結合させてポリペプチド鎖を生成する。
(i) 粗面小胞体に結合して、分泌タンパク質を生成する。
(j) 脂肪酸から Acetyl-CoA を生成する。
(k) 光エネルギーを変換して ATP を生成する。
(ℓ) 翻訳されたポリペプチド鎖を分泌する。
(m) O_2 を消費して、cAMP を生成する。

（3）さまざまな転写因子が遺伝子発現の調節を行うことにより、多様な細胞機能の制御がなされている。以下から転写因子を三つ選べ。

(n) TGF-β (transforming growth factor-β)、(o) DNA polymerase I、(p) trypsinogen、(q) TBP (TATA-binding protein)、(r) Oct-4 (octamer-binding transcription factor 4)、(s) EGF (epidermal growth factor)、(t) NF-κB (nuclear factor-kappa B)、(u) T7 RNA polymerase

問 1-9　次の文章を読んで、以下の（１）～（３）の問に答えよ。

細胞のエネルギー代謝に関与する細胞内小器官であるミトコンドリアと葉緑体は、独自の DNA を持ち、半自律的増殖を行うことから「細胞内共生説」が提唱されている。ミトコンドリアは（　む　）を行う動植物の細胞に、葉緑体は（　め　）を行う陸上植物や藻類の細胞に存在する。

（１）（　む　）、（　め　）に当てはまるもっとも適切な語句を記せ。
（２）ミトコンドリアと葉緑体の膜構造について、共通点と相違点を述べよ。
（３）「細胞内共生説」について 100 字以内で説明せよ。

問 1-10　高等動物と高等植物の細胞分裂様式の違いについて、以下の用語を全て用いて 200 字以内で述べよ。
（用語）中心体、収縮環、紡錘体、細胞板

問 1-11　次の文章を読んで、以下の（１）～（３）の問に答えよ。

全身の毛色が白い純系統である A 系統のマウスと全身の毛色が黒い純系統である B 系統のマウスを交配すると、得られた全ての仔の毛色は黒かったとする。
A 系統のマウスの胚盤胞から一部の細胞を採取し、ES 細胞を作製した。この ES 細胞を B 系統のマウスの胚盤胞に注入し、A 系統の雌マウスの子宮に移植した。生まれたマウスの中で全身に白色と黒色の毛がまだらに生えている個体を選んで、A 系統のマウスと交配して、(ウ) 仔を得た。

（１）ES 細胞の性質を２行で述べよ。
（２）胚盤胞の構造を図に書き、ES 細胞のもとになる細胞とその名称を示せ。
（３）下線部（ウ）の仔マウスは、どのような毛色を有するか。以下の（v）～（z）の中から、可能性のあるものを全て選べ。
(v) 全身の毛色が白色
(w) 全身の毛色が黒色
(x) 毛色が白色と黒色のまだら
(y) 全身の毛色が灰色
(z) 毛色が白色と灰色のまだら

問2

以下の小論文課題、問 2-1、問 2-2 両方に解答せよ。

問 2-1　次の文章を読んで以下の問に答えよ。

エラトステネス、アリスタルコス、アナクサゴラスの驚くべき快挙は、古代ギリシャで起こりつつあった科学的思考の進展を鮮やかに示している。というのも、彼らが宇宙を測定した方法は、論理と数学と観測と測量にもとづいているからだ。しかし、科学の礎石を敷いた功績のすべてをギリシャ人たちに帰してしまってよいものだろうか？　なんといってもバビロニア人たちは偉大な実践的天文学者で、詳細な観測を何千件も行っているのだから。だが、バビロニア人は本当の意味での科学者ではなかったという点で、哲学者と科学史家の意見はほぼ一致している。なぜならバビロニアの人々は、宇宙は神に支配され、神話によって説明されるという考えに安んじていたからだ。いずれにせよ、測定結果を山のように蓄積し、星や惑星の位置を延々と記録することは、宇宙の基本的性質を理解することによって観測結果を説明しようという大いなる望みをもつ本物の科学に比べれば取るに足りないことである。フランスの数学者で科学哲学者でもあったアンリ・ポアンカレは、いみじくもこう述べた。「家が石で造られるように、科学は事実を用いて作られる。しかし石の集積が家ではないように、事実の集積は科学ではない」

サイモン・シン　著、青木 薫　訳「宇宙創成」（上巻）新潮社

［問］本文中下線部について、生物学の分野では様々な生物種のゲノムを解読することを目的にゲノムプロジェクトが進行している。ゲノムプロジェクトはまさに DNA の塩基配列を「山のように蓄積」する営みである。この営みを「本物の科学」として成立させるために科学者が取り組むべき課題について 400 字（16 行）以内で論ぜよ。