

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 31 (2019) 年度修士課程入学試験問題
専門基礎生命科学および小論文

実施日：平成 30 年 7 月 31 日 (火)

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. 問題には大別して「問 1」（11 題）と「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 2 枚（問 1 と問 2-1 用）、水色（マス目付き）のもの 1 枚（問 2-2 用）の計 3 枚が配られます。確認しなさい。
5. 問 1、問 2-1 および問 2-2 の解答には、それぞれ解答用紙 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. 3 枚の解答用紙右上の問題番号欄に問 1、問 2-1 および問 2-2 をそれぞれ記入し、また、各問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。
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。

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 31(2019) 年度修士課程入学試験問題
専門基礎生命科学および小論文

実施日：平成30年7月31日（火）

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. 問題には大別して「問1」（11題）と「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2枚（問1と問2-1用）、水色（マス目付き）のもの1枚（問2-2用）の計3枚が配られます。確認しなさい。
5. 問1、問2-1および問2-2の解答には、それぞれ解答用紙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. 3枚の解答用紙右上の問題番号欄に問1、問2-1および問2-2をそれぞれ記入し、また、各問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。
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」

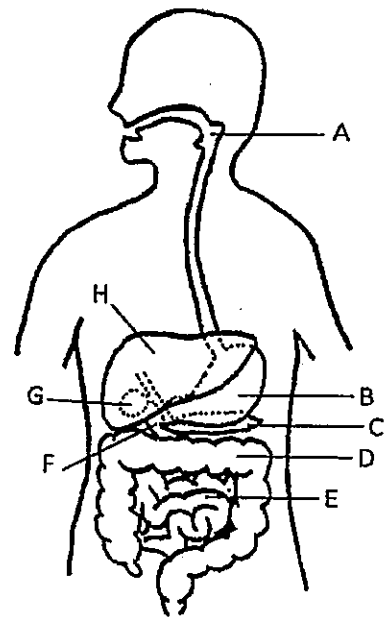
問 1

以下の問 1-1～問 1-11 について、解答せよ。

問 1-1 以下の説明文について、(あ) ～ (お) および (く) ～ (こ) にもっとも適切な語句を記せ。なお、(か) と (き) については図中の記号 A ～ H から選べ。

(1) 多糖には貯蔵多糖と構造多糖がある。植物のもっとも主要な貯蔵多糖はデンプンであり、構造多糖としては (あ) がよく知られている。デンプンのグリコシド結合の様式は $\text{Glc}\alpha 1-4$ 結合が主であり、 $\text{Glc}\alpha 1-6$ 結合の分岐をもつ。一方、(あ) のグリコシド結合の様式は (い) であり、このグリコシド結合の様式の違いにより、前者は細胞内に効率よく蓄えられるコンパクトなヘリックス構造を作り、後者はシート状の構造を形成する。

デンプンは唾液や膵液に含まれる (う) によって最終的に二糖の (え) にまで分解されるが、(あ) は消化を受けない。膵液は膵臓で作られて、(お) へ運ばれて分泌される。ヒトにおいて膵臓は右図の (か) 、(お) は (き) に当たる。



(2) 動物では、運動神経からの神経刺激によって筋肉細胞が収縮し、個体に動きが生じる。筋肉細胞の収縮装置の基本単位は、(く) と呼ばれる構造で、そこでは (け) 繊維と (こ) 繊維が交互に配列した束構造を形成している。(こ) の頭部には、(け) に結合する部位と ATP に結合する部位があり、ATP の加水分解で生じるエネルギーを利用して、筋収縮が引き起こされる。

問 1-2 以下の動植物の細胞分裂に関する説明文について、(さ) ～ (そ) にもっとも適切な語句を記せ。

細胞分裂では前中期に (さ) が消失するとともに両極から微小管が伸長して中期にかけて (し) を形成する。この過程で動物細胞では (す) が分離して (し) の両極を形成し微小管はそこに収束するが、植物細胞には (す) がないので極に明確なコアがなく、(し) は箱型に近い形をとる。また細胞質分裂時に動物細胞では (せ) により細胞がくびり切られるが、植物細胞では主に微小管からなるフラグモプラストにより (そ) が形成されて仕切られ、細胞は 2 つの娘細胞となる。

問 1-3 表 1 について、以下の (1) ～ (3) の間に答えよ。

表 1 ヒトの下垂体から分泌されるペプチドホルモンの構造と機能

ホルモン名	アミノ酸配列	機能
オキシトシン	Cys-Tyr-Ile-Gln-Asn-Cys-Pro-Leu-Gly	平滑筋収縮、ストレス緩和など 「愛情ホルモン」とも呼ばれている
(た)	Cys-Tyr-Phe-Gln-Asn-Cys-Pro-Arg-Gly-NH ₂	血圧上昇、抗利尿作用など

(1) 表 1 のペプチドホルモンであるオキシトシンを構成している原子は何か。すべて答えよ。

(2) オキシトシン、およびホルモン (た) の分子内には、2 残基のシステインがあり、この 2 つのアミノ酸同士が共有結合をしている。その結合様式を答えよ。

(3) 表 1 の (た) に入る適切なホルモンの名前を答えよ。

問 1-4 次の文章を読み、(ち) ～ (て) に入る語のもっとも適切な組み合わせを下の表の 1 ～ 8 から選べ。

ゲノムの塩基配列の進化速度は領域ごとに異なっており、その領域にはたらく機能的制約に影響される。生命活動の維持に重要な遺伝子ほど、機能的制約は (ち)、進化速度は (つ) 傾向がある。タンパク質コード領域に生じる塩基置換は同義置換と非同義置換に分類することができる。一般的に、同義置換が起きる速度は非同義置換が起きる速度よりも (て)。

	ち	つ	て
1	強く	大きい	小さい
2	強く	小さい	小さい
3	強く	大きい	大きい
4	強く	小さい	大きい
5	弱く	大きい	大きい
6	弱く	小さい	大きい
7	弱く	大きい	小さい
8	弱く	小さい	小さい

問1-5 次の文章を読んで、以下の（１）～（２）の問に答えよ。

細胞を構成する膜を生体膜と呼ぶ。生体膜の基本構造は脂質の二重層であり、そこに多数のタンパク質が結合した構造をとっている。真核細胞は細胞膜で囲まれた内部に細胞内小器官をもつが、細胞内小器官には、(ア) 内膜と外膜の２つの脂質二重層で囲まれたものと、
(イ) 単一の脂質二重層からなるものがある。

（１）生体膜の基本構造である脂質二重層を構成し、親水性の頭部と疎水性の尾部からなる脂質の総称を記せ。

（２）下記の４種類の細胞内小器官は下線部（ア）あるいは（イ）のどちらに分類されるか。解答例に従って解答せよ。（解答例：リソソーム（イ））

細胞内小器官：ミトコンドリア、小胞体、ゴルジ体、葉緑体

問1-6 次の文章を読んで、以下の（１）～（２）の問に答えよ。

DNAの塩基配列に起こる塩基変異には、欠失、挿入、置換がある。例えば、タンパク質コード領域で１塩基欠失すると、(ウ) コドンの読み枠がずれる。一方、ある塩基が別の種類の塩基に置き換わる置換変異では、読み枠はそのままである。

（１）下線部（ウ）の変異を何というか。

（２）DNAの塩基配列中１ヶ所の塩基対の置換が起こった。この変異が生じた部位はmRNA上のタンパク質コード領域のほぼ中央にあり、翻訳されたタンパク質の分子量は約1/2になった。どのような変異がおきたか、２行程度で説明せよ。

問1-7 次の文章を読んで、以下の（１）～（３）の問に答えよ。

減数分裂は二倍体の細胞から第一減数分裂、第二減数分裂という２回の分裂を経て一倍体の細胞を作り出す過程である。

（１）第一減数分裂の前に一度DNA複製が起きるが、その時に生じた同じ遺伝情報をもつ２本の染色分体をなんというか。

（２）減数分裂の意義を２行程度で述べよ。

（３）ヒョウとライオンの雑種であるレオポンが子孫を残せないのはなぜか？ ２行程度で述べよ。なお、ヒョウとライオンの染色体数は同じである。

問 1-8 次の文章を読んで、以下の (1) ~ (2) の間に答えよ。

細胞内の代謝に関して、解糖系、ピルビン酸の酸化、クエン酸回路、電子伝達系という一連の流れによってグルコースから多くのATPが産生されることが知られている。解糖系は細胞質で進行するのに対して、クエン酸回路、電子伝達系の反応は共生した好気性細菌が起源と考えられるミトコンドリア内で進行し、これが嫌気性であった細胞の進化に大きく寄与した。特に、電子伝達系の反応は酸化リン酸化あるいは呼吸鎖とも呼ばれ、この反応には酸素が必須である。

(1) 電子伝達系において、ATP合成酵素はどのようにしてATPを合成しているかについて、2行程度で記せ。

(2) 細胞内で多くのATPを産生し有効にエネルギーを取り出すためには、酸素が必須である。酸素が必要である理由について2行程度で記せ。

問 1-9 次の文章を読んで、以下の (1) ~ (3) の間に答えよ。

脊椎動物においては、個体の動きは脳のはたらきによりコントロールされている。各個体は環境変化に応じて運動パターンを変化させることにより環境に適応する。動物は、環境の変化を察知するために、(エ) 様々な感覚を通じて情報を収集する。これらの感覚情報の統合のために、脳内の大脳皮質には、左側と右側にほぼ同じはたらきをする神経細胞が配置されている。各感覚野の情報は統合され認知されるとともに、(オ) 過去の記憶情報に照らしあわせられ、個体として統一された神経指令が大脳皮質の運動野に伝達される。(カ) 運動野には、からだ全体の筋肉細胞を個々に制御するはたらきがあり、一対一の対応関係を保ち、全体の筋組織の動きを司る。運動野の神経細胞が興奮すると、この刺激が脊髄の運動神経に伝わり、各筋肉細胞に神経情報が伝達され、筋組織が収縮あるいは弛緩することで新たな動きが生じる。

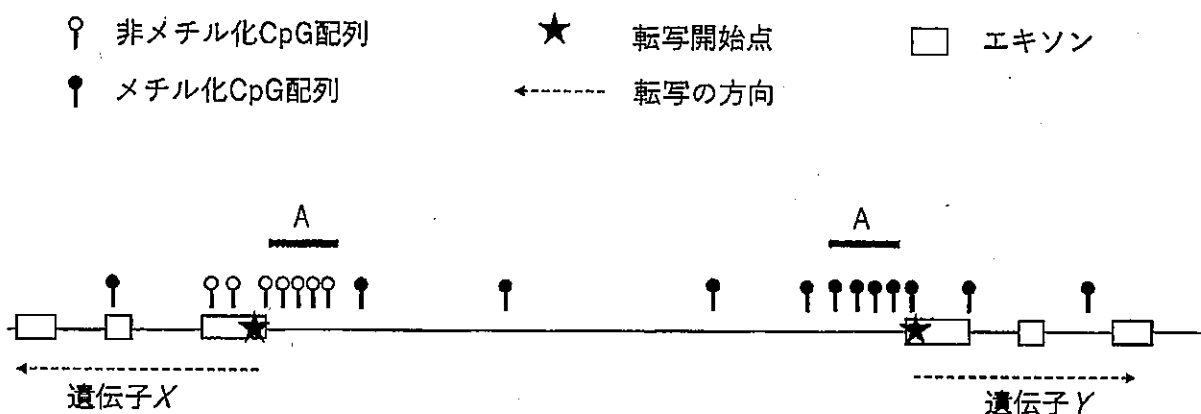
(1) 下線部 (エ) に関して、感覚器の中には左右対称になる様に配置されているものがあるが、その中からひとつの感覚器を選び、左右対称であることの利点を、3行程度で述べよ。

(2) 下線部 (オ) に関して、記憶情報は、特定の脳領域にある神経細胞に蓄えられているとされている。記憶にかかわる脳領域を特定するための研究上の方法について、下にあげる3つの語句を用いて、3行程度で述べよ。(語句： シナプス、阻害、迷路学習)

(3) 下線部(カ)に関して、意識的に右手でレバーを押す場合を想定して、大脳皮質運動野の神経細胞・脊髄の運動神経・右手を動かす筋肉細胞の3つにどのような相互関係が備わっていればよいか、3行程度で述べよ。

問 1-10 遺伝子発現の制御に関する以下の文章を読み、(1)～(3)の間に答えよ。

ある細胞のゲノム上における遺伝子 X と Y の周辺領域に存在する CpG 配列 (5'-CG-3' となっている塩基配列) について、そのメチル化状態を調べた。下図はその結果を模式的に表したものである。



(1) 図中の A で示された領域を表すもっとも適切な名称を答えよ。

(2) X と Y のどちらの遺伝子の転写が抑制されていると考えられるか。その根拠とともに 2 行程度で答えよ。

(3) 転写されている遺伝子の A 周辺で起きていることを以下の 4 つの語句を用いて 2 行程度で説明せよ。

(語句：ヒストン、RNA ポリメラーゼ II、アセチル化、基本転写因子)

問 1-11 次の文章を読んで、以下の (1) ~ (3) の間に答えよ。

シロイヌナズナなどの被子植物の花芽には、下図のような 4 つの領域が同心円状に区画化されており、それぞれから別々の花器官が形成される。どの領域にどの器官が形成されるかは、3 つのホメオティック遺伝子 X 、 Y 、 Z の発現の組み合わせによって制御されている。それぞれの遺伝子は、ひとつあるいは隣り合った領域で発現し、領域 1 と 3 などの離れた領域では発現しないこと、 Y と Z はひとつの領域で同時に発現しないことがわかっている。野生型では、発現する領域が決まっており、花器官が正確に形成される。

表は、野生型および花器官形成に異常を示す X 、 Y 、 Z それぞれの遺伝子の欠損変異体と、形成される花器官を示す。

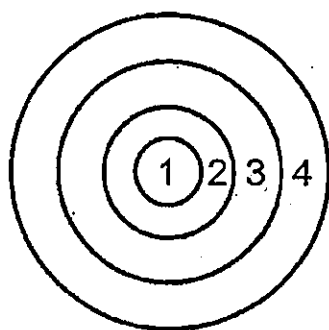


表 花器官形成に異常を示す欠損変異体と花器官

変異体の種類	領域			
	1	2	3	4
野生型	心皮	雄ずい	花弁	がく片
X 遺伝子欠損	心皮	心皮	がく片	がく片
Y 遺伝子欠損	心皮	雄ずい	雄ずい	心皮
Z 遺伝子欠損	がく片	花弁	花弁	がく片

花器官が形成される領域の模式図

(1) 遺伝子 X は、野生型ではどの領域で発現しているか、簡単な理由とともに 2 行程度で答えよ。

(2) 遺伝子 Z は、 Y 遺伝子欠損変異体ではどの領域で発現しているか、簡単な理由とともに 2 行程度で答えよ。

(3) 遺伝子 X と遺伝子 Y を共に欠損した変異体を得られたとする。この欠損変異体では、それぞれの領域からどの花器官が形成されるか、簡単な理由とともに 2 行程度で答えよ。

問題 2

以下の問 2-1、問 2-2 について、解答せよ。

問2-1 次の文章を読み、(1)～(4)の問に答えよ。

詭弁とは、故意に行われる一見成り立ちそうであるが実は成り立たない議論のことであり、話す相手を騙して無理を通すために意図されることが多い。例えば古くから伝えられている代表的な詭弁のひとつとして、中国戦国時代の公孫竜が説いた白馬非馬論がある。すなわち、「白とは色の概念であり、馬とは形の概念である。であるから、この2つが結びついた白馬という概念は馬という概念とは異なる」というものである。もし馬の所有に税金がかかる状況であって、このような詭弁が通用すれば不当な税金逃れを認めてしまうことになる。したがって、詭弁の誤った論理構成を理解し、詭弁に騙されないことが大切である。

詭弁の論理構成パターンは多数存在する。それらがなぜ誤った論理構成と言えるのかを文章で示すと理解するのに難しいことが多いが、これに数学の集合の概念を用いると分かりやすくなるケースがある。そのような論理構成パターンのいくつかの例を以下に示す。

<虚偽の二分法>

次に示すものは、「虚偽の二分法」の例である。

論証1：「君はりんごが嫌いじゃないって言ってたよね。」

「ということは君はりんごが好きということだね」

これは誤った論理構成となっているが、それを集合の図で示すと以下のようなになる(図1)。すなわち、ヒトという全体集合の中で「りんごが嫌い」と「りんごが好き」という2つの集合以外のもの、「好きでも嫌いでもない」という集合が存在するため、「りんごが嫌い」という集合以外のものが必ずしも「りんごが好き」という集合に入るわけではない。図1では、Xが属する領域は論証1の前提(1行目)を満たしているが、2行目の「りんごが好き」という結論を示す斜線の領域には含まれない。したがって、このようなXが存在することが、論証1が誤っていることを示している。

りんごが嫌い りんごが好き 全体の集合(ヒト)

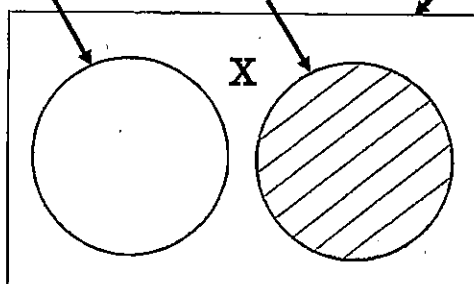


図1. 虚偽の二分法の誤謬を示す図。Xは前提を満たす領域内にあるが、斜線で示した結論を示す領域の外にある。

次に、「P ならば Q」という形式をとっている詭弁の例を示す。このとき、P を前件、Q を後件と呼ぶ。

<後件肯定>

論証 2:「歌うのが好きな人は皆、音楽が好きだ。」

「そして私もまた、音楽が好きだ。」

「だから私は歌うのが好きだ。」

この前提（1 行目）が正しいとして、論理構成が誤っていることは、論証 1 で記されたような集合の図で明瞭に示すことができる。

<前件否定>

論証 3:「もし哺乳類であれば、脊椎動物である。」

「カエルは哺乳類ではない。」

「したがって、カエルは脊椎動物でない。」

これも誤った論理構成となっている。しかし、条件によってはそれが妥当な論証となることもある。例えば、次のようなケースがある。

論証 4:「もし私が内閣総理大臣であれば、衆議院を解散することができる。」

「私は内閣総理大臣ではない。」

「したがって、私は衆議院を解散できない。」

すなわち、論証 3 は誤った論理構成により論証は妥当ではない。しかし論証 4 では、論証 3 と同様の論理構成であるにもかかわらず、衆議院の解散が内閣総理大臣の専権事項であるという事実が前提としてあるため、妥当な論証となっている。このことは、論証 1 で記されたような集合の図で示すと容易に理解できるものである。

一方、集合の図で説明が難しい詭弁のパターンも存在する。その例として以下のようなものがある。

<論点先取>

論証 5:「まず、私は事実に反することを言っていないと仮定する。」

「さっき私は何かを言った。」

「したがって、さっき私が言った内容は事実である。」

このような論理構成が誤っていることは次のように説明できる。

あ

 。

問

(1) 論証 2 について、誤った論理構成であることを集合の図を用いて示せ。なお、図 1 の例にならって、結論部を斜線で、私が属する領域を X で示せ。

(2) 論証 3 について、誤った論理構成であることを集合の図を用いて示せ。なお、図 1 の例にならって、結論部を斜線で、カエルが属する領域を X で示せ。

(3) 論証 4 について、これが妥当な論証となっていることを集合の図を用いて示せ。なお、図 1 の例にならって、結論部を斜線で、私が属する領域を X で示せ。

(4) 論証 5 が誤っていることを説明する

 に入る適当な文章を 6 行以内で記せ。

問 2-2 以下の文章を読み、問に答えよ。

問

著者は、1000 年後に人口が 5 億倍に増加している可能性を提起している。しかし、遺伝子操作によって多様な太陽系内環境に人類が適応することが可能となり、さらに、人類が利用できる資源、生活空間が太陽系内に現在の 5 億倍存在していたとしても、著者の予想に反して、人口が大幅には増加しないケースも考えられる。それはどのようなケースか。そう考えた理由とともに 500 字以内で記せ。