

令和 7 年度
神戸大学理学部生物学科
第 3 年次編入学者
選抜試験問題
小論文

(2024 年 7 月 6 日実施)

注意事項

- 1) これは問題冊子です。試験監督の指示があるまで、2 枚目以降を見ないでください。
- 2) 問題は 4-7 頁にあり、全部で 2 問です。全問題について解答しなさい。8 頁以降は下書き用紙です。
- 3) 答案用紙（別紙）は、各問題に対して 1 枚ずつ、全部で 2 枚です。
- 4) すべての答案用紙の上部の所定の欄に、氏名と受験番号を必ず記入しなさい。未記入の場合は採点できません。
- 5) 解答欄が不足する場合は、続けて各答案用紙の裏面に記入して構いません。
- 6) 試験時間は 1 時間 30 分です。試験監督の指示に従って受験しなさい。
- 7) 試験終了後、問題毎に答案用紙を集めます。試験監督の指示に従ってください。

小論文問題 1

以下の文章を読んで、問いに答えなさい。

タンパク質は、DNAによってコードされた配列順に重合したアミノ酸からなり、アミノ酸配列のことを一次構造という。アミノ酸配列に応じて α ヘリックスや β シートなどの二次構造が形成され、タンパク質全体の⁽¹⁾ 立体構造すなわち三次構造が生じる。複数のサブユニットが多量体化し、四次構造を形成するタンパク質もある。

タンパク質の中には、細胞膜などの生体膜を貫通する膜貫通タンパク質とよばれるものがある。細胞膜で機能する膜貫通タンパク質は大きく三つのドメインからなり、それぞれ⁽²⁾ 細胞外ドメイン・膜貫通ドメイン・細胞内ドメインと総称される(図)。⁽³⁾ 細胞外および細胞内ドメインにはしばしば特定の二次構造をとらない領域がみられるが、膜貫通ドメインのほぼ全ては α ヘリックスや β シートなどの二次構造をとる(図)ことが知られている。膜貫通タンパク質の具体例としては、細胞の膜電位を制御する⁽⁴⁾ イオンチャネルや、葉緑体において光エネルギーを利用して水を分解する(ア)、新型コロナウイルス(SARS-CoV-2)粒子のエンベロープ(脂質膜)に存在し mRNA ワクチンの標的となった(イ)などが挙げられる。

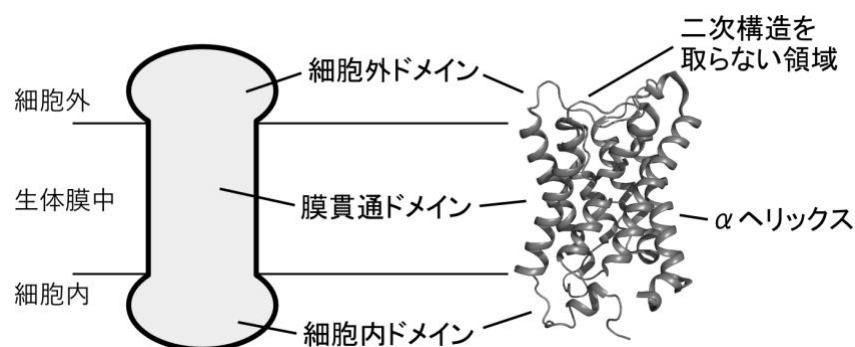


図. 細胞膜で機能する膜貫通タンパク質のドメイン構造の模式図（左）と、膜貫通ドメインの大部分が α ヘリックス構造をとるタンパク質の例（右、アクアポリン単量体）

- 問 1. 空欄 (ア), (イ) に当てはまる最も適切な膜貫通タンパク質の名称を答えなさい。
- 問 2. 下線部 (1) について、進化の過程で独立に生じたと考えられる 2 種類のタンパク質が、類似の立体構造 (三次構造) や機能を示すことがある。例えば、 $\beta 2$ アドレナリン受容体と糖尿病薬の標的となる GLP-1 受容体では、アミノ酸配列の相同性はほぼみられないが、両者の立体構造は類似し、共に三量体 G タンパク質と共役する。このように、進化の過程で似た形状や機能をもつ分子あるいは組織や器官が独立に生じることを何とよぶか答えなさい。またこのような分子、組織あるいは器官の具体例を、上述の組み合わせ以外に一つ挙げなさい。
- 問 3. 下線部 (2) について、細胞外ドメインや細胞内ドメインを構成するアミノ酸組成と、膜貫通ドメインを構成するアミノ酸組成には違いがあることが知られている。このことに関連して以下の問い (A), (B) に答えなさい。
- (A) 細胞内および細胞外ドメインに含まれる頻度が高いアミノ酸は、どのような化学的性質をもつのか 50 字程度で述べなさい。
- (B) 細胞内および細胞外ドメインに含まれる頻度が高いアミノ酸の名称を、具体的に三つ挙げなさい。
- 問 4. 下線部 (3) について、膜貫通ドメインではほぼ全ての領域が二次構造をとる理由を、アミノ酸の化学構造と、 α ヘリックスや β シートを形成する上で重要な化学結合と関連づけて 150 字程度で答えなさい。
- 問 5. 下線部 (4) について、動物や植物の中には、他の動物の神経細胞ではたらくイオンチャネルに結合して作用する神経毒をもつ生物が存在する。このことに関連して以下の問い (A), (B) に答えなさい。
- (A) このような神経毒をもつことが知られている生物名を一つ挙げなさい。
- (B) 親水性かつ小分子の神経毒が、電位依存性ナトリウムチャネルに結合してチャネル機能を阻害する際には、その毒素が標的チャネル分子のどの部位に結合してどのように機能阻害を起こすと考えられるか。標的となる電位依存性ナトリウムチャネルの構造を説明する模式図を示した上で論じなさい。図と文章を組み合わせで説明してもよい。

小論文問題 2

以下の文章を読んで、問いに答えなさい。

動物の胚発生は、緻密な遺伝子発現によって制御されている。遺伝子の発現を制御するゲノム領域には、基本転写因子や RNA ポリメラーゼが結合して転写開始に関わる（ア）領域や、時期・組織特異的に遺伝子発現のスイッチをオンにする（イ）領域などが存在する。また、ゲノム領域の遺伝子発現活性を調節する機構として、DNA や染色体タンパク質への化学的修飾による（ウ）制御が知られている。

ショウジョウバエにおいて、胚発生期の体節ごとに決まった構造をつくるはたらきをもつ遺伝子を⁽¹⁾ ホメオティック遺伝子という。これらの遺伝子は、染色体上に1列に並んだクラスターを形成している。ホメオティック遺伝子には（エ）とよばれる約 180 塩基対からなる保存性の高い DNA 配列が存在する。脊椎動物においても、ホメオティック遺伝子と相同性をもつ配列が見つかり、これらは⁽²⁾ 遺伝子重複により複数の独立したクラスターからなる Hox 遺伝子群を生じている。Hox 遺伝子群の発現様式は種によって異なっており、これが種固有なからだの形づくりに深く関係している（図）。例えば、前後軸に沿った頸部、胸部、腰部の領域において、それぞれ頸椎、胸椎、腰椎といった特徴的な脊椎骨がつくられる。これらは中胚葉由来の体節における Hox 遺伝子の発現様式によって規定される。

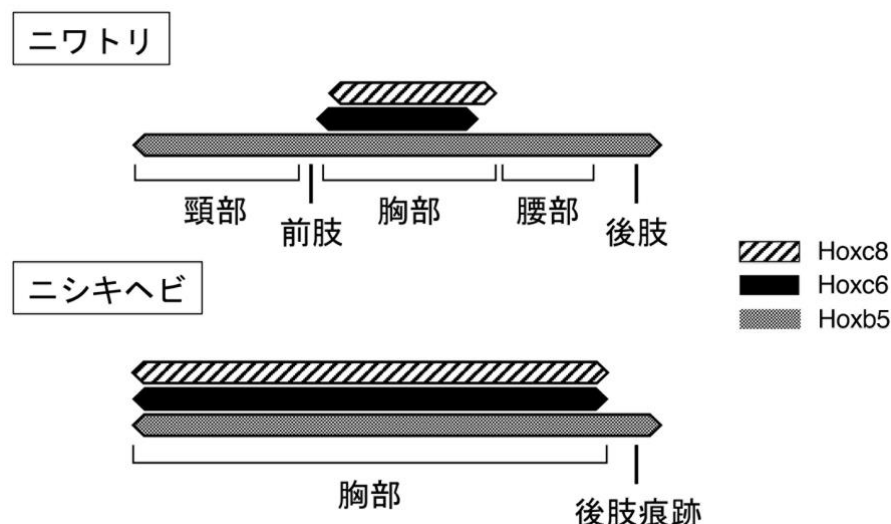


図. Hox 遺伝子群の発現様式の比較

ニワトリとニシキヘビのからだの前後軸に沿った Hoxb5, Hoxc6, Hoxc8 の発現領域を示す。図の左側がからだの前方、右側が後方。ニシキヘビは後肢痕跡をもつ。

問1. (ア)～(エ)に当てはまる最も適切な語を答えなさい。

問2. 下線部(1)について、ショウジョウバエにおいてホメオティック遺伝子の突然変異体はどのような特徴を示すか、60字程度で述べなさい。

問3. 下線部(2)について、遺伝子重複は遺伝子の発現を多様化する一因となっている。重複した遺伝子にどのような変化が起こると遺伝子発現が多様化すると考えられるか、150字程度で述べなさい。

問4. 図はニワトリとニシキヘビの胚発生過程におけるHox遺伝子群の発現様式を比較したものである。以下の問い(A)、(B)に答えなさい。

(A) 図に示すHox遺伝子群の発現様式の違いが、ヘビ固有の形態的な特徴とどのように関連していると考えられるか述べなさい。

(B) (A)で述べた内容を検証するためにどのような実験を行えばよいか、自由に論じなさい。

