

2026年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

受験 専門科目名	動物生理学	この科目について ( 1 )枚のうち( 1 )枚目
-------------	-------	------------------------------

次の設問に答えよ。問題（問1～4）ごとにそれぞれ、別の答案用紙を用いること。

問1. 神経系および感覚系に関する以下の問いに答えよ。

- 1-1 チャネル共役型受容体と代謝共役型受容体の構造的・機能的違いを説明せよ。
- 1-2 側方抑制の生理学的意義とその仕組みについて網膜を例にあげて説明せよ。
- 1-3 苦味物質が受容体に結合してから神経伝達物質が放出されるまでの過程について、二つの異なる経路が存在することを踏まえて説明せよ。
- 1-4 感覚受容器における刺激の受容から求心性神経での活動電位発生までの過程を、受容器電位の性質に触れながら説明せよ。

問2. 下垂体に関する以下の問いに答えよ。

- 2-1 下垂体前葉から分泌される主なホルモンを五つあげ、それぞれの標的器官と主な作用を説明せよ。
- 2-2 下垂体における門脈系の役割について説明せよ。
- 2-3 下垂体後葉から分泌される二つのホルモンの名称と、それぞれの主な作用を説明せよ。
- 2-4 下垂体後葉ホルモンが合成される部位を述べよ。

問3. 腸管に関する以下の問いに答えよ。

- 3-1 腸管における炭水化物の消化について説明せよ。
- 3-2 小腸での $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ の吸収は $\text{NaCl}$ 共役吸収、有機溶質吸収と共役した $\text{Na}^+$ 吸収、起電性 $\text{Na}^+$ 吸収によって行われる。 $\text{NaCl}$ 共役吸収および有機溶質吸収と共役した $\text{Na}^+$ 吸収について説明せよ。
- 3-3 水は空腸、回腸および大腸で吸収され、糞便中に排泄される。括弧内の語句を水の吸収量または排泄量の多い順に並べよ（空腸・回腸・大腸・糞便）。
- 3-4 細菌により生産される短鎖脂肪酸を最もよく吸収する部位を括弧内から選べ（胃・十二指腸・空腸・回腸・大腸）。
- 3-5 腸の粘膜下部に存在するリンパ組織の集合体の名称を示しその働きについて説明せよ。

問4. 以下の語句を説明せよ。

- 4-1 スターリングの心臓の法則
- 4-2 スターリングの仮説
- 4-3 死腔
- 4-4 糸球体濾過量

2026年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験  
解答例及び出題意図

専門科目名	動物生理学
-------	-------

問 1.

出題意図

神経系および感覚系に関する基本的な理解を問う。

解答例

1-1

チャネル共役型受容体は、受容体自体がイオンチャネルを形成している構造を持つ。神経伝達物質が受容体に結合すると、受容体のタンパク質構造が変化し、直ちにイオンチャネルが開く。これにより、ナトリウムイオン、カリウムイオン、塩化物イオンなどの特定のイオンが細胞膜を通過し、膜電位が変化する。イオンチャネル型受容体は、神経伝達物質の結合から応答までのステップが少なく、数十ミリ秒と非常に速い応答を示す。

代謝共役型受容体は、Gタンパク質共役型受容体(GPCR)とも呼ばれ、受容体自体はイオンチャネルではなく、細胞膜を7回貫通する構造を持つタンパク質である。神経伝達物質が受容体に結合すると、受容体に結合しているGタンパク質が活性化され、このGタンパク質が細胞内のさまざまな酵素系や二次伝達物質系を活性化する。その結果、イオンチャネルの開閉、酵素の活性化など、多様な細胞応答が引き起こされる。代謝共役型受容体は、神経伝達物質の結合から最終的な応答までに複数の段階を経るため、イオンチャネル型受容体と比較して応答が遅いが、その効果は数百ミリ秒から数時間に及ぶこともある。

1-2

生理学的意義

側方抑制とは、刺激を受けた感覚受容器やニューロンが、その周囲の隣接する細胞の活動を抑制する神経機構である。側方抑制の主な生理学的意義は、刺激が加わった部位と周囲との境界を鋭敏にすることでコントラストを増強し、空間的な識別能力を高めることにある。

網膜における例

視細胞である錐体や桿体が光刺激を受けると、これらの視細胞から興奮性の入力を受けた水平細胞が活性化される。この水平細胞は周囲の視細胞のシナプス前終末に対して抑制性の出力を行うため、結果として強く刺激された中心部の信号は増強され、周辺部の信号は抑制される。これにより中心周辺拮抗型受容野が形成される。この側方抑制によって、強い光を受容した視細胞とその周りで弱い光を受容した視細胞の間のコントラストが強化され、網膜において物体の輪郭を検出しやすくなると考えられている。

1-3

苦味受容体はGタンパク質共役型受容体であり、苦味物質が結合すると、脱分極を介する経路と介さない経路という二つの相補的な経路を通じて神経伝達物質の放出が引き起こされる。

まず、脱分極を介さない経路について説明する。苦味物質が受容体に結合すると、Gタンパク質が活性化され、続いてホスホリパーゼC (PLC) が活性化される。PLCはホスファチジルイノシトール2リン酸 (PIP<sub>2</sub>) をイノシトール3リン酸 (IP<sub>3</sub>) とジアシルグリセロール (DAG) に分解する酵素である。こうして生じたIP<sub>3</sub>は、細胞内小胞に貯蔵されているカルシウムイオンを放出させる。この細胞内カルシウム濃度の上昇により、シナプス小胞から神経伝達物質が放出され、次のニューロンへ苦味の情報が伝達される。

もう一方の脱分極を介する経路では、PIP<sub>2</sub>から生じたDAGが重要な役割を果たす。DAGはタンパクキナーゼCを活性化し、この酵素がカリウムイオンチャネルをリン酸化することでチャネルを

閉鎖させる。カリウムイオンチャネルが閉じると、カリウムイオンの細胞外への流出が減少し、味細胞の膜電位が脱分極する。この脱分極により電位依存性カルシウムチャネルが開口し、細胞外からカルシウムイオンが流入する。その結果、シナプス小胞から神経伝達物質が放出される。

1-4

感覚受容器が適当な刺激を受けると、受容器細胞の膜電位が変化し、受容器電位が発生する。受容器電位は、刺激強度に応じてその振幅が変化する段階的な電位変化であり、全か無かの法則に従う活動電位とは異なる。また、受容器電位は局所的で減衰しながら伝導する性質を持つ。

受容器電位が一定の閾値を超えると、求心性神経の軸索起始部に存在する電位依存性ナトリウムチャネルが開口し、活動電位が発生する。この活動電位は全か無かの法則に従い、減衰することなく神経線維を伝導する。刺激強度の情報は、受容器電位の大きさが活動電位の発生頻度に変換されることで符号化される。すなわち、強い刺激ほど受容器電位が大きくなり、単位時間あたりの活動電位の発生頻度が高くなる。このように、感覚刺激は受容器電位という段階的な電位変化を経て、活動電位の頻度情報として中枢神経系へ伝達される。

問2.

出題意図

下垂体に関する基礎的な理解を問う。

解答例

2-1

ACTH：副腎皮質を刺激し、コルチゾールをはじめとする副腎皮質ホルモンの分泌を促進。

TSH：甲状腺を刺激し、甲状腺ホルモンの合成、分泌を促進。

GH：全身の成長促進、タンパク質合成促進、脂肪分解促進、IGF-1 産生促進。

PRL：乳腺で乳汁産生を促進。

LH・FSH（性腺刺激ホルモン）：精巣・卵巣を刺激し、ステロイドホルモン分泌や配偶子形成を促進。

2-2

視床下部で分泌される放出ホルモン・抑制ホルモンを、血液を介して効率的に前葉へ輸送する仕組み。視床下部の神経内分泌細胞が一次毛細血管網にホルモンを分泌し、門脈を介して前葉の二次毛細血管網へ到達することで、前葉ホルモンの分泌を迅速に制御できる。

2-3

バソプレシン（抗利尿ホルモン、ADH）：腎集合管に働き、水の再吸収を促進して尿量を減少させ、浸透圧を調節する。また血管平滑筋を収縮させ血圧上昇作用をもつ。

オキシトシン：子宮筋収縮を促進するほか、乳腺の筋上皮細胞収縮による乳汁分泌を引き起こす。また社会行動・母性行動にも関与する。

2-4

ADH とオキシトシンは視床下部の視索上核および室傍核の神経細胞体で合成される。

問3.

出題意図

腸管の働きに関する基礎的な概念を問う。

解答例

3-1

アミラーゼ（唾液・膵液）によりマルトースに分解（管内消化）された炭水化物は小腸粘膜の吸収上皮細胞の刷子縁膜に存在するマルターゼによって2分子のグルコースに分解される。ショ糖

と乳糖は管内消化を受けず、それぞれインペルターゼ（転化糖分解酵素）とラクターゼによる膜消化を受けて、フルクトースおよびグルコースとガラクトースに分解される。

### 3-2

NaCl共役吸収は管腔側刷子縁膜にある担体によって、 $\text{Na}^+$ と $\text{Cl}^-$ を等量、同時に輸送する。細胞内から血液側へ輸送されるときは $\text{Na}^+$ はナトリウムポンプによって運ばれる。

有機溶質吸収と共役した $\text{Na}^+$ 吸収は有機溶質（グルコース、アミノ酸）が吸収される際に起こる。グルコース・アミノ酸は刷子縁膜に存在する共輸送体に $\text{Na}^+$ とともに結合し複合体をつくり、能動的に細胞内へ移動する。細胞内は $\text{Na}^+$ 濃度が低いので、輸送体から $\text{Na}^+$ が離れ、ついでグルコース・アミノ酸も輸送担体から離れて細胞内へ入る。 $\text{Na}^+$ とグルコース・アミノ酸は側底膜側へ拡散する。血液側へ輸送はナトリウムポンプによって運ばれる。

### 3-3

空腸・回腸・大腸・糞便

### 3-4

大腸

### 3-5

パイエル板：パイエル板は免疫組織の1つであり、小腸の粘膜固有層の中に数十個から数百個のリンパ小節が平面的に集合した組織である。細菌やウイルス抗原などに対する免疫応答の制御に関わっており、リンパ球が多数集合している。細菌やウイルス抗原は管腔内でM細胞に取り込まれ、パイエル板に運ばれ、このリンパ組織でナイーブT細胞が活性化され、最終的にB細胞が産生され、このB細胞が消化管、気道、泌尿生殖器、女性生殖器の粘膜や乳腺に浸潤する。それぞれの組織で再び同一抗原に出会うと大量のIgAを分泌する。

## 問4.

### 出題意図

動物生理学に関する基礎的な概念を問う。

### 解答例

#### 4-1 スターリングの心臓の法則

毎分心拍出量は心室の拡張期末容積の増加に応じて上昇する、すなわち毎分心拍出量は収縮直前の心臓の容積に比例する。心筋レベルでは心筋の初期長に依存した短縮率（張力）の増加として観察される。

#### 4-2 スターリングの仮説

毛細血管壁を介して移動する組織液量は、濾過係数、毛細血管内圧、組織圧、血漿膠質浸透圧、組織膠質浸透圧で決定される濾過圧に比例する。

#### 4-3 死腔

呼吸器においてガス交換に関与しない領域のこと。死腔には解剖学的死腔と生理学的死腔がある。解剖学的死腔は導入体（気道）と等しい。後者は呼吸体（肺胞）においてガス交換に関与しない領域と解剖学的死腔をあわせたものである。健康な肺では解剖学的死腔量と生理学的死腔量に大きな違いはない。

#### 4-4 糸球体濾過量

1分あたりに糸球体からボーマン嚢に濾過される水分量、すなわち原尿の量を示す。糸球体濾過量は、尿細管において再吸収、分泌されない物質の腎クリアランス値（物質の1分あたりの尿中排泄量を血漿濃度で割った値）に等しい。