

# 筆記試験【専門科目】 問題紙

令和6年2月20日（火）

## 解答上の注意

1. 試験開始の合図があるまで問題紙を開いてはいけない。
  2. 自分が志望する「専攻名」「講座名」が、下欄に正しく表示されているか確認すること。
  3. 解答用紙は、出題番号（＝出題内容）ごとに1枚である。4題を選択解答することになるため、解答用紙は合計4枚になる。
  4. 解答用紙には必ず、「受験番号」「科目記号」「出題番号・出題内容」を記入すること。記入しなかった場合は無効となることもあるので注意すること。
  5. 別紙の「選択した出題内容記入票」は、答案とともに回収するので、試験終了までに記入を終えること。
  6. 問題紙によっては複数ページにわたるものがあるので注意すること。
  7. 試験開始の合図があったらまず最初に、問題紙に落丁、印刷の不鮮明等がないか確かめること。
- ※ この問題紙は、試験終了後回収する。

専攻名： 海洋応用生命科学専攻  
講座名： 増殖生物学講座

科目記号	科目名	出題番号	出題内容	備考
G	増殖生物学	211	水族生理学	出題番号 211, 212, 221, 222, 231, 232 の計6題から、 4題を選択解答
		212	水族生理学	
		221	水族繁殖学	
		222	水族繁殖学	
		231	水族生化学	
		232	水族生化学	

科目記号	科目名
G	増殖生物学

出題番号 211, 212, 221, 222, 231, 232 の計 6 題から, 4 題を選択して解答しなさい。  
解答用紙には, 科目記号・科目名, 出題番号を記入すること。

**出題内容：水族生理学**

**出題番号 211**

魚類の筋肉に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 魚類の筋肉の種類と特徴について, 以下の単語を用いて説明しなさい。単語を用いる順番は自由とする。また, 同じ単語を何度用いても良い。なお, 用いた単語には下線を引くこと。(20点)

骨格筋, 心筋, 内臓筋, 横紋筋, 平滑筋, 随意筋, 不随意筋, 多核細胞, 単核細胞, 縞模様

- (2) 魚類の体側筋においては, 筋線維が肥大化すると核の数が増え, 核の数と筋線維の細胞質の体積の比率はほぼ一定であるとされる。このことから予想される筋線維肥大化メカニズムについて説明しなさい。(5点)

出題番号 212

以下の英文を読み、下記の (1) から (3) の問いに答えなさい。

Gonad-stimulating substance (GSS) of starfish is the only known invertebrate peptide hormone responsible for final gamete maturation, rendering it functionally analogous to the vertebrate luteinizing hormone. Here, we purified GSS of starfish, *Asterina pectinifera*, from radial nerves and determined its amino acid sequence. The purified GSS was a heterodimer composed of 2 different peptides, A and B chains, with disulfide cross-linkages. Based on its cysteine motif, starfish GSS was classified as a member of the insulin/insulin-like growth factor/relaxin superfamily. (A) The cDNA of GSS encodes a prehormone sequence with a C peptide between the A and B chains. Phylogenetic analyses revealed that starfish GSS was a relaxin-like peptide. Chemically synthesized GSS induced not only oocyte maturation and ovulation in isolated ovarian fragments, but also unique spawning behavior, followed by release of gametes shortly after the injection. Importantly, the action of the synthetic GSS on oocyte maturation and ovulation was mediated through the production of cAMP by isolated ovarian follicle cells, thereby producing the maturation-inducing hormone of this species, 1-methyladenine. *In situ* hybridization showed the transcription of GSS to occur in the periphery of radial nerves at the side of tube feet. Together, the structure, sequence, and mode of signal transduction strongly suggest that GSS is closely related to the vertebrate relaxin (B).

M. Mita et al. (2009) A relaxin-like peptide purified from radial nerves induces oocyte maturation and ovulation in the starfish, *Asterina pectinifera*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 106, 9507-9512 より一部改変し抜粋。

- (1) 下線部 (A) を和訳しなさい。(8点)
- (2) この文章に記載されている卵成熟過程について、模式図と文章の併記により説明しなさい。(12点)
- (3) 下線部 (B) のヒトにおける生理機能を答えなさい。(5点)

出題内容：水族繁殖学

出題番号 221

以下の文章を読み、問いに答えなさい。

近年、ホルモンの定義が大きく変わり、従来の内分泌による作用物質に加え、ある細胞が分泌した物質が近接の細胞に作用する（ア）分泌と呼ばれる様式や、その細胞自身に作用する（イ）分泌と呼ばれる様式においてもそれら物質をホルモンとして扱うようになってきた。また、神経細胞の中には（ウ）や生体アミンを分泌するものがあり、このような神経細胞は（エ）細胞と呼ばれる。（エ）細胞によって産生される（ウ）や生体アミンは（オ）ホルモンとして扱われる。

（オ）ホルモンは血液中あるいは細胞間隙に放出されるが、このように神経細胞がホルモンを分泌する現象を（カ）という。一方、神経細胞では神経接合部位（シナプス）の間隙にアセチルコリン、ノルアドレナリンなどの（キ）が分泌されるが、これらの場合はホルモンとはいわない。

- (1) ( ) 内ア～キに入る用語を答えなさい。(14点)
- (2) 下線部に記述の内分泌現象について真骨類において知っている例を具体的に1例説明しなさい。(6点)
- (3) ホルモンによる情報伝達様式と（キ）による情報伝達様式について、それぞれの情報伝達様式の利点を比較して説明しなさい。(5点)

出題番号 222

以下の文章を読み、問いに答えなさい。

養殖対象となる魚類の生殖を人為的に制御し、効果的な利用をはかるためには、対象魚は飼育環境下で管理されることになる。しかし、飼育環境下においては、適当な外部環境刺激の欠如やストレスによる生殖抑制がみられる場合が多い。その程度は魚種により様々で、飼育環境下では産卵に至らない魚種や、またはほとんど生殖腺が発達しない魚種まである。特に、飼育環境下で排卵に至らない魚種においては、（ア）水温や光刺激などの環境調節、あるいは（イ）各種ホルモン処理など的人為的制御によって排卵誘導が試みられる。

- (1) 下線部（ア）について、知っている例を説明しなさい。(5点)
- (2) 下線部（イ）について、脳で産生されるホルモンを利用した制御法の例を、そのホルモンの生理学的作用機序を含めて説明しなさい。(5点)
- (3) 下線部（イ）について、脳下垂体で産生されるホルモンを利用した制御法の例を、そのホルモンの生理学的作用機序を含めて説明しなさい。(5点)
- (4) 下線部（イ）について、卵巣で産生されるホルモンを利用した制御法の例を、そのホルモンの生理学的作用機序を含めて説明しなさい。(5点)
- (5) 設問（4）の排卵誘導法を試してみた結果、排卵が誘導されなかったとする。排卵が誘導されなかった生理学的に考えられる理由を説明しなさい。(5点)

出題内容：水族生化学

出題番号 231

以下の英文を読み、下記の(1)～(5)の問いに答えなさい。

An early event associated with the enlargement of the oocyte is the appearance of cortical alveoli(A) that fill the periphery of the oocyte and this stage was also termed as “primary vitellogenesis”. Cortical alveoli are membrane-limited vesicles of variable size that stain with dyes for protein and carbohydrates(B). They appear in proximity to Golgi complexes that were shown to participate in the synthesis of their contents. As the oocyte grows, cortical alveoli increase in number and size, filling the oocyte cytoplasm. Cortical alveoli are eventually displaced to the oocyte periphery during the late stages of oocyte development, due to the centripetal accumulation of yolk proteins(C). The content of the cortical alveoli is released to the egg surface after as part of the “cortical reaction(D)” at fertilization. This release leads to the restructuring of egg envelope proteins forming the chorion.

Early studies on hypophysectomized\* fish led to the idea(E) that the transition of primary oocytes into secondary growth (initially the accumulation of cortical alveoli) was dependent on the presence of the pituitary. Detailed studies on the endocrine changes associated with the primary-secondary oocyte transition are largely lacking, as are experimental approaches to determining the role of pituitary and ovarian factors in regulating this transition.

hypophysectomized\*: 下垂体除去した

Lubzens et al. (2010) Oogenesis in teleosts: How fish eggs are formed. General and Comparative Endocrinology 165, 367-389より一部改変し抜粋。

- (1) 下線部(A)の日本語での用語を答えなさい。(2点)
- (2) 下線部(B)から示される, cortical alveoliの主成分を答えなさい。(2点)
- (3) 下線部(C)を和訳しなさい。(7点)
- (4) 下線部(D)の日本語での用語を答えるとともに、これがどういう現象かを簡潔に記しなさい。(7点)
- (5) 下線部(E)の “the idea” について、どのような実験からどのような結果が得られたことにより導きだされたかを答えなさい。(7点)

出題番号 232

以下の文章を読み、下記の(1)～(4)の問いに答えなさい。

ある魚(2倍体)のゲノムDNA上に既知の遺伝子Aが存在する。同遺伝子のノックアウトを目的として、ゲノム編集ツールとしてCRISPR/Cas9システムを用い、ホモ接合型変異導入個体の作出を試みた。その際、遺伝子Aのエクソン1とエクソン2をそれぞれ標的とする2種類のガイドRNAを作製し、受精卵への顕微注入時に同時に使用した。

- (1) ゲノム編集の具体的な手法について知るところを述べなさい。(5点)
- (2) ホモ接合型変異導入個体の作出に至るまでのあなたが考える交配計画と、その計画において、変異導入初世代(F0)由来の子孫第1世代(F1)以降で出現が予想される遺伝子変異型(野生型・ヘテロ接合型変異・ホモ接合型変異)と、それらの出現比を記述しなさい。但し、F0はモザイク型変異とし、F0成魚と野生型成魚を交配しF1を作出するものとする。また、F1にはコドンフレームシフトを伴う同一の変異が導入された個体が雌雄で存在し、導入した変異はメンデル遺伝するものとする。(5点)
- (3) 上述のF1個体群では、その変異バリエーションとして、各標的DNA配列上の数塩基の挿入/欠損変異(in/del変異)、あるいは2つの標的DNA配列間における大きな欠損変異(標的間欠損変異)を持つ個体の出現が予想される。標的間欠損変異の確認には、変異DNA領域のPCR増幅とアガロース電気泳動を用いるが、in/del変異の確認には異なる手法を用いる。なぜ、異なる手法を用いる必要があるのか説明しなさい。また、in/del変異の確認に良く利用されるヘテロ二本鎖移動度分析(HMA)の原理を説明しなさい。(5点)
- (4) 最終的に得られたホモ接合型変異導入個体において、遺伝子Aにコードされるタンパク質Aの欠失を免疫生化学的に確認したい。あなたなら、どのような試験を行うか、同試験内で使用する免疫生化学的手法の原理も含めて記述しなさい。但し、タンパク質Aおよびそれに対する抗体は市販されていないものとする。(10点)