

# 総合問題

(理学部 生体制御学科)

令和7年度【後期日程】

問題冊子 1～11ページ  
答案用紙 2枚

## 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けてはいけない。
2. 問題冊子や答案用紙に、枚数の不足や印刷不鮮明なところがあれば申し出ること。
3. 解答は必ず答案用紙の指定された箇所に記入すること。
4. 受験番号は、答案用紙1枚ごとに所定の欄2箇所に必ず記入すること。記入を忘れたり、誤った番号を記入した場合は失格となることがある。
5. 試験が終了したら、答案用紙を上から（その1）、（その2）の順番に重ねて机の上に置くこと。
6. 退室するときは、問題冊子を持ち帰ること。

# 問題訂正

教科・科目名：総合問題 (理学部生体制御学科)

受験者に対して、「問題訂正」があることを口頭で伝え、  
本紙を配付し、周知してください。

問題訂正

総合問題 (理学部生体制御学科)

10ページ ② 問5 9行目

(誤)  $^{15}\text{N}$ のみ, および  $^{14}\text{N}$ のみ ~

(正)  $^{15}\text{N}$ のみ, または  $^{14}\text{N}$ のみ ~

1 以下の文章を読み、問1～4に答えよ。

1947年、ハクトウワシの雛<sup>ひな</sup>の数が激減しはじめた。年を追うごとに奇妙な行動を見せるハクトウワシのつがいが目に見えて増えていく。初冬は通常、ハクトウワシが相手を見つけ、(1) 小枝を集めて求愛し、せっせと巣づくりに励みだす季節だ。それなのに、ハクトウワシの成鳥の3分の2は、巣づくりにまったく関心を示していない様子だったのだ。おまけにこのハクトウワシは、求愛行動もまったく見せなかった。このような奇妙でなぞめいた問題は、世界各地で表面化しはじめた。フロリダ、五大湖、カリフォルニア、イギリス、デンマーク、地中海と、いたるところで噴出したのだ。野生生物についてののっぴきならない報告の多くには、生殖器の障害、異常行動、生殖能力の減退、子どもの死滅、動物集団の突然の絶滅などが含まれていた。

周囲は、人間が相次いで生み出す多量の化学物質であふれかえっている。すでに蔓延<sup>まんえん</sup>してしまった化学物質が体内に侵入し、そこかしこの組織を変容させている。大半の化学物質は脂肪に蓄積して広がってゆく。しかも、(2) ヒトやホッキョクグマなど上位の捕食動物になればなるほど、その濃縮度は高まっていくのである。

魚のがんは、産業廃棄物などを排出する企業や自治体の下流域で発生していた。そしてがんに冒されていたのは、常に水底にいて、泥や堆積物に接している魚だった。研究者らは口を揃<sup>そろ</sup>えて、PAH（多環芳香族炭化水素）こそがん発生の元凶であると主張した。PAHとは、石油製品に含まれる化学物質で、炭素を含んだ物質が不完全燃焼を起こした場合に発生する。がん<sup>がん</sup>に冒された魚の写真は、まさに悲惨なものだった。変形した体、こぶ状に節くれだったヒゲ、そして鱗<sup>うろこ</sup>のないつるりとした体表面に吹き出物のようにできたがん。研究の結果、こうした汚染魚の組織からは高濃度のPAHが検出され、また(3) 肝臓から分泌された胆汁にも、PAHの分解生成物が見つかった。

オランダの研究チームは、出生前後にPCB（ポリ塩化ビフェニル）やダイオキシンにさらされた場合、免疫系がどんな変調をきたすかについて調査研究を行った。この結果、発達途上の乳児の免疫系にかすかな異常を発見した。それが即、子どもの重篤な病気の引き金になるほどではなかったものの、のちのちまで影響が残り、成長してから(4) 免疫抑制、アレルギー、自己免疫疾患などの障害を引

き起こすだろうと予想された。

(シーア・コルボーン, ダイアン・ダマノスキ, ジョン・ピーターソン・マイヤーズ著,  
長尾力訳『奪われし未来』より一部改変)

問1. 下線部(1)に関して, 以下のAとBに答えよ。

A. 求愛行動や巣づくり行動のように, 遺伝的なプログラムで決まる定型的な行動を何と呼ぶか, その名称を答えよ。また, そのような行動の具体例として適切なものを, 次の(あ)～(か)の中からすべて選び, 記号で答えよ。

(あ) ヒトは梅干しを見ると唾液が出る。

(い) 夜中の街灯にガが集まる。

(う) カラスが道路にくるみを置き, 通過する車に殻を割らせる。

(え) 伝書バトは遠く離れた土地から帰巢する。

(お) メンフクロウは暗闇の中でも獲物の居場所を特定し, すばやく捕える。

(か) チンパンジーが木の枝などをシロアリの巣穴に差し込んでシロアリ釣りをする。

B. 繁殖期の雄イトヨ(淡水産トゲウオの一種)は, 特徴的な行動を示す。その行動について説明せよ。

問2. 下線部(2)に関して、以下のAとBに答えよ。

- A. 特定の物質が、食物連鎖を通して生体内に蓄積する現象を何と呼ぶか、答えよ。
- B. ハダニ(被食者)とカブリダニ(捕食者)を使用して、被食者と捕食者の相互関係を調べる実験を行った。以下の文章を読み、B-1とB-2に答えよ。

【実験1】

ハダニとハダニの食物となる植物を容器に入れて飼育した。飼育開始から20日目に、ハダニを捕食するカブリダニを容器の中に放したところ、両者の個体数は図1に示す結果になった。

【実験2】

実験1と同様にハダニとカブリダニを飼育した。飼育開始から30日目に、環境に物理的な変更を加えたところ、図2に示す結果になった。

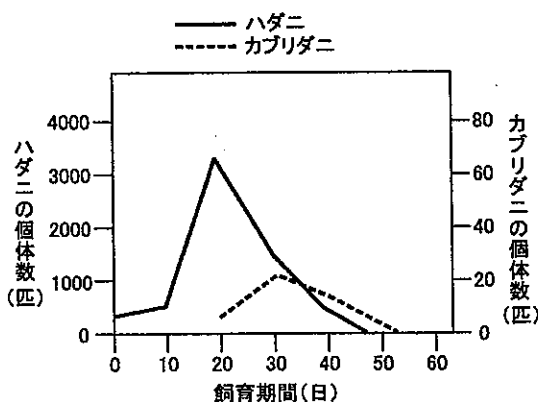


図1

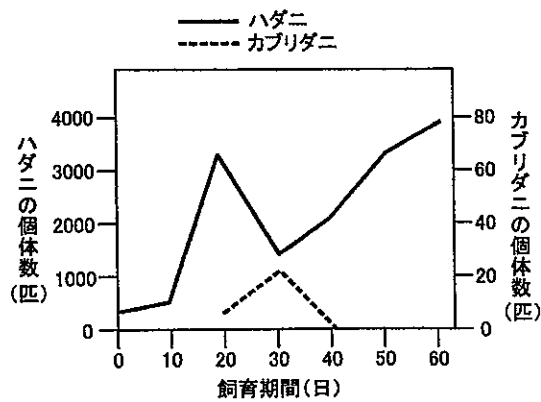


図2

B-1. 図1に示したハダニとカブリダニの個体数の変化が生じた理由を説明せよ。

B-2. 実験2では、どのような変更を加えたと考えられるか、説明せよ。

問3. 下線部(3)に関して、以下のAとBに答えよ。

A. 以下の文章を読み、文中の「ア」～「ク」に入る適切な語句を答えよ。

肝臓は、「ア」とよばれる多角柱の構造物の集まりで、「イ」と「ウ」という2種類の血管から血液が供給される。「イ」は、小腸で吸収されたグルコースやアミノ酸などの物質を含んだ血液が流れ、「ウ」は酸素を多く含んだ血液が流れる。「ア」に流入した血液は毛細血管を通過して「ア」の中心にある「エ」に集まり、他の「ア」からの血液とともに「オ」を流れて心臓へ戻る。肝細胞で産生される胆汁は「カ」に一時的に貯えられる。胆汁は「キ」に分泌され、「ク」の消化を助ける。

B. 肝臓の働きには、胆汁の生成や解毒がある。その他の主な働きについて、2つ説明せよ。

問4. 下線部(4)に関して、以下のA～Cに答えよ。

A. 以下の文章を読み、文中の「ア」～「エ」に入る適切な語句を答えよ。

アレルゲンとなる花粉が「ア」細胞に認識されてヘルパーT細胞に抗原が提示される。ヘルパーT細胞の指示により、B細胞は通常の免疫反応でつくられるIgG抗体とは異なる「イ」抗体を産生する。この「イ」抗体が粘膜や皮膚にある「ウ」細胞の表面に付着する。ふたたび侵入した花粉は「イ」抗体と結合し、「ウ」細胞から「エ」が放出され、花粉症の症状が引き起こされる。

B. 自己を構成する成分に対して免疫反応が起こらない状態を何と呼ぶか、その名称を答えよ。また、その状態が破綻すると自己免疫疾患が生じる。その自己免疫疾患の名称を1つ答えよ。

- C. マウスを用いた【実験1】～【実験3】を行った。以下の文章を読み、C-1～C-3に答えよ。

**【実験1】**

マウス a に、別系統のマウス b の皮膚を移植した。その結果、移植した皮膚は定着せず 10 日後に脱落した。

**【実験2】**

実験1を終えて1ヶ月後、マウス a に再びマウス b の皮膚を移植した。その結果、移植した皮膚は定着せず 5 日後に脱落した。

**【実験3】**

胸腺の形成不全を示すヌードマウスに、マウス b の皮膚を移植した。その結果、移植した皮膚が定着し、脱落は認められなかった。

- C-1. 実験1と実験2において、移植した皮膚が定着せず脱落した理由を説明せよ。
- C-2. 実験2では実験1に比べて移植した皮膚が脱落するまでの日数が短くなった。脱落までの日数に違いが生じた理由を説明せよ。
- C-3. 実験3で皮膚の脱落が起こらなかった理由を説明せよ。



2 以下の文章を読み、問1～6に答えよ。

現在の生物は DNA を遺伝情報として使い、代謝に必要な化学反応はタンパク質によって制御されています。しかし、最初の生命というものを考えたとき、この系が使われていたとは思えません。最初の生命は遺伝情報により自己増殖し、代謝を行うという機能を備えていなければならなかったはずです。

しかし、DNA、RNA、タンパク質からなる複雑なシステムが偶然いつ頃にできる事は確率的にあり得ないでしょう。だとすると、代謝を司る触媒として働く

(1) タンパク質が最初は遺伝情報を兼ねていたのか？ そういう説もありましたが、これも、タンパク質がタンパク質を複製するしくみは現在ないですし、タンパク質が最初なら、なぜ遺伝情報が DNA に格納され、翻訳に RNA が使われるようになったのか説明できません。では、最初の生命は DNA でできていて、DNA が代謝も司っていたのでしょうか。しかし、DNA は非常に安定性の高い化学物質なので、それ自体が化学反応を起こすことは考えにくい。さらに、化学反応を制御する触媒としての機能も見つかっていません。すると残るは一つ。最初の生命は RNA だけを持っていた、という可能性です。

(2) 生命はおそらく一度しか発生しなかったと考えられますが、最初の生命が RNA だけを持っていたとすると、必要な条件を満たすことができるでしょうか。 RNA は DNA に比べて反応性がとても高い化学物質です。さらに、(3) RNA は一本鎖なので、DNA のようにひも状であるだけではなくて、自分自身の中にある相補的な塩基配列の部分でつながって、立体構造を作ることができます。 つまり柔らかい。

(中略)

実際、RNA だけで触媒機能を持つ場合があることは後に証明されています。また、RNA はヌクレオチドがつながった鎖構造で塩基配列を持つので、それ自身が遺伝情報となることができます。

まとめると、最初の生命が、RNA だけを袋に閉じ込めた状態になっていたとしても、その細胞は、その RNA を鋳型として (4) 自分と同じ塩基配列を複製する という代謝を行うことができたかもしれません。

(長谷川英祐著、『面白くて眠れなくなる生物学』より一部改変)

- 問 1. この文章は生命の起源に関する仮説について書かれたものである。その仮説において、生命が出現した初期の時代は何と呼ばれているか、答えよ。
- 問 2. 下線部 (1) に関して、かつて「タンパク質が遺伝情報を担う」という考え方が有力であった。そのように考えられた理由を、タンパク質および DNA のそれぞれの分子の構成にもとづいて説明せよ。
- 問 3. すべての生物には共通する特徴がいくつか受け継がれている。下線部 (2) のように、現存の生物につながる生命は一度しか出現しなかった、と考える根拠とされる特徴を一つ挙げて説明せよ。

問4 下線部(3)の例としてtRNA(転移RNA)が挙げられる。tRNAに関する以下のA~Cに答えよ。

A. 下の図1はtRNAの構造を平面的に表したものである。この図において、tRNAが運搬するアミノ酸が結合する部分をア~ケから選び、記号で答えよ。

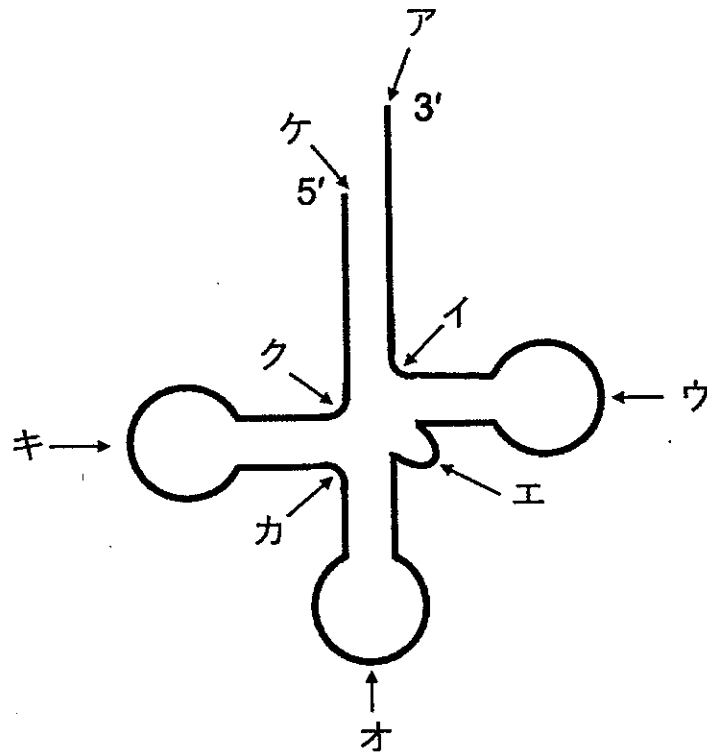


図1

B. 図1において、遺伝暗号の認識部位に相当する部分をア~ケから選び、記号で答えよ。

C. tRNAの働きについて、「アミノ酸結合部位」、および「遺伝暗号の認識部位」の語を用いて説明せよ。

問5. 下線部(4)に関して、次の文章を読み、以下のA~Cに答えよ。

1950年代にメセルソンとスタールは、大腸菌の培養実験を行ってDNAの複製様式を検討した。まず、培地の成分に含まれる窒素 $^{14}\text{N}$ (ふつうの窒素)をすべて $^{15}\text{N}$ ( $^{14}\text{N}$ より質量が大きい同位体)に置き換えた培地で何世代にもわたって大腸菌を培養して、DNAに含まれる窒素を全て $^{15}\text{N}$ に置換した。この大腸菌を0世代とする。その後、 $^{14}\text{N}$ の培地に戻して数世代にわたり培養し、1~3世代の大腸菌のDNAを精製した。

塩化セシウム溶液に強い遠心力をかけることによって密度勾配が生じる。塩化セシウム溶液に、 $^{15}\text{N}$ のみ、および $^{14}\text{N}$ のみの培地で何世代にもわたって培養して得られたDNAを混合し、強い遠心力をかけた結果、図2のようにDNAの層を形成した。

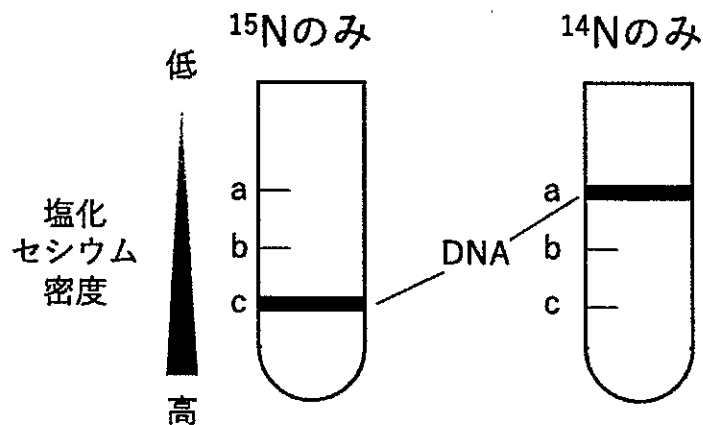


図2

- A. メセルソンとスタールの実験にもとづいて提唱されたDNAの複製様式の名称を答えよ。
- B. 1~3世代について、DNAの層が観察される位置を、解答欄の0世代の描き方を参考にして直線で描け。その際、DNAの量は考慮しないものとする。なお、それぞれの世代の複製は完了しているものとする。

C. Bで答えた DNA の層に含まれるそれぞれの DNA 量の比を, 解答欄の 0 世代の記述に従い, 簡単な整数で答えよ。

問 6. ウイルスは, 遺伝物質として DNA や RNA などを用いているものの, 生物として扱われないことが多い。その理由を本文の語句を使って答えよ。

# 総合問題 (その1)

答案用紙

(理学部 生体制御学科)

受験番号

受験番号

- ①解答する前に、右の受験番号記入欄(2箇所)に受験番号を正しく丁寧に記入すること。  
 ②※印欄には記入しないこと。

1

## 問1

A	名称	記号	※
B			

## 問2

A		※
B-1		
B-2		

## 問3

A	ア	イ	ウ	エ	※
	オ	カ	キ	ク	
B	働き1				
	働き2				

## 問4

A	ア	イ	ウ	エ	※
B	状態の名称		疾患の名称		
C-1					
C-2					
C-3					1
					※

1

※

# 総合問題 (その2)

答案用紙

(理学部 生体制御学科)

受験番号

受験番号

- ①解答する前に、右の受験番号記入欄 (2箇所) に受験番号を正しく丁寧に記入すること。  
 ②※印欄には記入しないこと。

2

問1

--

※
---

問2

--

※
---

問3

--

※
---

問4

A	
B	
C	

※
---

問5

A				
B	0世代 	1世代 	2世代 	3世代 
C	$a:b:c =$ $0:0:1$			

※
---

問6

--

※
---

2

※
---

2

※
---