

TEST OF BIOLOGICAL SCIENCE

Department of Biological Science

生物科学専攻

November 9, 2017 (平成 29 年 11 月 9 日)

9:00 a.m. - 11:00 a.m. (in Vietnam)

10:00 a.m. - 12:00 a.m. (in Beijing)

General Directions (注意事項)

1. All questions are written in Japanese and English.
全ての問題は日本語と英語で書かれている。
2. Answer all questions in Japanese or English.
全ての問題に日本語または英語で解答せよ。
3. Confirm that you have a complete set of test materials: seven pages of Question Sheets (including this cover sheet), and four pages of Answer Sheets.
問題用紙 (表紙を含む 7 枚) と解答用紙 (4 枚) を確認せよ。
4. Print your examinee's number on each Answer Sheet.
解答用紙に受験番号を記入せよ。

[1] 真核生物の遺伝子に関する問(1)~(3)に答えよ。

(1) 遺伝子構造に関する次の用語を説明せよ。

- (a) エキソン
- (b) イントロン
- (c) エンハンサー
- (d) 近位プロモーター
- (e) 5'非翻訳領域
- (f) 3'非翻訳領域

(2) 転写活性化の仕組みを、以下の用語を全て用いて説明せよ。

転写活性化因子, 介在因子, RNA ポリメラーゼ, 基本転写因子

(3) RNA スプライシング機構について詳しく説明せよ。

[1] Answer the questions (1)–(3) about eukaryotic genes.

(1) Explain the following terms for gene structure.

- (a) exon
- (b) intron
- (c) enhancer
- (d) proximal promoter
- (e) 5' untranslated region
- (f) 3' untranslated region

(2) Explain mechanisms of transcriptional activation using all following terms.

transcription activator, mediator, RNA polymerase, general transcription factor

(3) Explain the mechanisms of RNA splicing in detail.

[2] 問(1)~(4)に答えよ。

- (1) ニューロンの模式図を描き，その構造と機能について簡潔に説明せよ。
- (2) 次の用語について簡潔に説明せよ。
 - (a) 化学シナプス
 - (b) 電気シナプス
- (3) 活動電位について以下の語句を全て用いて説明せよ。
カリウムイオン，ナトリウムイオン，脱分極，静止膜電位
- (4) G タンパク質共役型受容体（G protein-coupled receptor: GPCR）は様々な生理現象に関わっている。GPCR の構造的特徴を記し，GPCR によって活性化されるシグナル伝達経路についても説明せよ。

[2] Answer the questions (1) – (4).

- (1) Draw the typical structures of neuron, and describe the function of each structure briefly.
- (2) Explain the following terms briefly.
 - (a) chemical synapse
 - (b) electrical synapse
- (3) Explain “action potential” by using all the following terms.
potassium ion, sodium ion, depolarization, resting potential
- (4) G protein-coupled receptor, GPCR is involved in various physiological phenomena. Describe the structural features of GPCR briefly, and explain the signal transduction pathway activated by GPCR.

[3] 以下の説明文を読んでから、問(1)~(4)に答えよ。

40 億年前の地球に分子状酸素 (O_2) は無かったが、現在では大気の 20% を占めている。ある生物にとって O_2 は破滅的な作用を及ぼすものの、他の生物には有用である。酸素のある環境では生体成分が自動酸化され不活性化されやすいことがよく知られている。

(1) 20 億年~30 億年前に分子状酸素を供給した主な生命活動の概要を記述せよ。下記の (a)~(c) に記した項目を含めて記載すること。

(a) 分子状酸素を生成するのに利用された原料物質

(b) 分子状酸素を供給したと考えられる生物名

(c) 分子状酸素の供給にその生物が関与し、他の生物は関与しなかったと考える理由

(2) 活性酸素種の濃度を下げるために好気性生物が持っている酵素名を 1 つ以上記せ。また、それらの酵素が触媒する反応の化学反応式を記せ。

(3) 通性嫌気性生物の定義を記せ。

(4) 細菌の *Escherichia coli* はヒトの大便から容易に高頻度で単離できることと大便由来の菌株が最初に報告されていることから日本では大腸菌という和名が使用されている。しかし、大腸内の細菌群集中に占める大腸菌の割合は極めて低いことが近年の研究で示されている。下線を付した 2 つの現象は相反するように思えるけれど両立することを、通性嫌気性生物の特性と通性嫌気性生物以外の生物の特性に基づいて説明せよ。

[3] Read the following sentences. And then answer the questions (1) – (4).

Four billion years ago, molecular oxygen (O₂) was absent on the earth, whereas O₂ occupies 20% of the atmosphere now. O₂ is devastating to some organisms, though useful for others. It is well known that many cellular components tend to be damaged by auto-oxidation in aerobic environments.

(1) Outline the major biological activity that supplied O₂ abundantly three - two billion years ago.

Contain the following three items (a) – (c) in the outline.

(a) Source material that O₂ came from.

(b) Organism(s) that produced O₂.

(c) Reasons why you choose the organism(s) that produced O₂ and exclude the others.

(2) Indicate one or more enzymes that aerobes possess to reduce the level of reactive oxygen species, and then their chemical equations that are catalyzed by each enzyme, respectively.

(3) Explain the definition of ‘facultative anaerobe’.

(4) The bacterium *Escherichia coli* is often called in Japan ‘bowel bacterium’, because the first report of this bacterium is about strains found in fecal samples and we can easily isolate it at high frequency from human fecal samples. However, recent studies have demonstrated that its ratio in the bacterial flora inside of human large bowel is extremely low.

Explain why the two phenomena labeled with the underlines are concomitant even though they sound conflicting with each other, based on characteristics of a facultative anaerobe and those of the others.

[4] 問(1)~(3)に答えよ。

(1) 単子葉類と双子葉類の形態の違いについて6つあげて説明せよ。

(2) 被子植物の花の発生のABCモデルについての以下の説明を読み、問に答えよ。

被子植物では花器官は同心円状に配列し、外から順に「がく」(輪生体1)、「花弁」(輪生体2)、「雄しべ」(輪生体3)、「雌しべ」(輪生体4)の順に配置する。ABCモデルでは花器官の発生を制御する3つの遺伝子の存在が示される。「がく」はA遺伝子単独の発現、「花弁」はA遺伝子とB遺伝子の共発現、「雄しべ」はB遺伝子とC遺伝子の共発現、「雌しべ」はC遺伝子単独の発現で特徴付けられる。A遺伝子とC遺伝子は相互に抑制的である。

輪生体1と2が「がく」となり、輪生体3と4が「雌しべ」となるシロイヌナズナの突然変異体がある。ABCモデルに従う場合、A、B、Cどの遺伝子の機能喪失突然変異と考えられるか、理由についても説明せよ。

(3) ユリ科植物は見かけ上、「がく」と「花弁」の区別がない。ユリ科植物の花器官形成にABCモデルで働く遺伝子群がどのように関与しているか説明せよ。

[4] Answer the questions (1) – (3).

- (1) Explain the six or more morphological differences in Monocots and Eudicots plants.
- (2) The following text describes the ABC hypothesis for flowering development in angiosperms.

The flower organs are typically arranged in concentric rings, starting with the outer, the sepals (whorl 1), followed by the petals (whorl 2), and then by the stamen (whorl 3), and finally by the carpels (whorl 4). The ABC hypothesis indicates the presence of three classes of genes that regulate the development of flower organs. In this hypothesis, the sepals are characterized by sole expression of the class A genes, while the petals are characterized by co-expression of the class A and B genes. The stamens are characterized by co-expression of the class B and C genes, whereas the carpels are characterized by sole expression of the class C genes. The class A and C genes are reciprocally antagonistic.

There is a mutant plant of *Arabidopsis thaliana* whose whorls 1 and 2 give rise to sepals and whorls 3 and 4 give rise to carpels. Specify which class of gene(s) among the A, B, and C has a null mutation(s), and explain the reason.

- (3) Flowers of the Liliaceae have no clear distinction between sepals and petals (homochlamydeous flower). Explain how the class ABC genes participate in the formation of such flower.