

2014年4月入学 第1回
長浜バイオ大学大学院 バイオサイエンス研究科
博士課程前期課程 一般入学試験（筆記）

【注意事項】

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子には手を触れないこと。
2. 問題1部、解答用紙2枚を配付する。解答用紙下部には事前に受験番号が記入されているので、確認すること。あらためて科目名、受験番号、氏名を記入する必要はない。
3. 問題の印刷不鮮明、解答用紙の不足等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 大問3問のうち、2問を選択して解答すること。
5. 解答の際には、必ず選択した問題の番号を記入すること。
6. 解答用紙はホッチキスどめをしているので、外さないこと。
7. 試験時間は、10:00～12:00（120分）とする。
8. 電子辞書等の持ち込み、および試験時間中の途中退室は不可とする。
9. 入学試験終了後は、解答用紙のみ回収する。

問 1. 次の文章は *Essential Cell Biology* に記載されている、酵素に関する文章である。この文章を読んで、以下の問いに答えなさい。(35 点)

For many proteins, binding to another molecule is their only function. An antibody molecule need only bind to its target molecule on the surface of a bacterium or a virus and its job is done. There are proteins, however, for which ligand binding is simply a necessary first step in their function. This is the case for the large and very important class of proteins called enzymes. These remarkable molecules perform nearly all of the chemical transformations that occur in cells. Enzymes bind to one or more ligands, called substrates, and convert them into chemically modified products, doing this over and over again with amazing rapidity. They speed up reactions, often by a factor of a million or more, without themselves being changed – that is, enzymes act as catalysts that permit cells to make or break covalent bonds at will. This catalysis of organized sets of chemical reactions by enzymes creates and maintains the cell, making life possible.

Enzymes can be grouped into functional classes based on the chemical reactions they catalyze. Each type of enzyme is highly specific, catalyzing only a single type of reaction. Thus, *hexokinase* adds a phosphate group to D-glucose but will ignore its optical isomer L-glucose. Enzymes often work in tandem, with the product of one enzyme becoming the substrate for the next. The result is an elaborate network of *metabolic pathways* that provides the cell with energy and generates the many large and small molecules that the cell needs.

(transformation, 変換; in tandem, 連携して; elaborate, 精巧な)

- A) 上記の英文を和訳しなさい。(14 点)
- B) 酵素が特異的な反応を触媒するために基質との間で形成している相互作用の例を 3 つ挙げて、それぞれについて 2 行程度で簡潔に説明しなさい。(7 点)
- C) 国際生化学・分子生物学連合による酵素の分類を 6 種類すべて答えなさい (EC.1. ~EC.6.)。(7 点)
- D) タンパク質加水分解酵素の一種であるセリンプロテアーゼの触媒機構について 10 行程度で詳しく説明しなさい (図を描いても良い)。(7 点)

問 2. 次の文章は *Essential Cell Biology* に記載されている *Lac operon* の転写制御に関する文章である。この文章を読んで、以下の問いに答えなさい。(35 点)

In many instances, the activity of a single promoter is controlled by two different transcription regulators. The *Lac operon* in *E. coli*, for example, is controlled by both the Lac repressor and the activator protein CAP. The *Lac operon* encodes proteins required to import and digest the disaccharide lactose. In the absence of glucose, CAP switches on genes that allow the cell to utilize alternative sources of carbon—including lactose. It would be wasteful, however, for CAP to induce expression of the *Lac operon* when lactose is not present. Thus the Lac repressor shuts off the operon in the absence of lactose. This arrangement enables the control region of the *Lac operon* to integrate two different signals, so that the operon is highly expressed only when two conditions are met: lactose must be present and glucose must be absent. This genetic circuit thus behaves like a switch that carries out a logic operation in a computer. When lactose is present AND glucose is absent, the cell executes the appropriate program: in this case, transcription of the genes that permit the uptake and utilization of lactose.

The elegant logic of the *Lac operon* first attracted the attention of biologists more than 50 years ago. The molecular basis of the switch was uncovered by a combination of genetics and biochemistry, providing the first insight into how gene expression is controlled. In a eucaryotic cell, similar gene regulatory devices are combined to generate increasingly complex circuits. Indeed, the developmental program that takes a fertilized egg to adulthood can be viewed as an exceedingly complex circuit composed of simple components like those that control the *Lac* and tryptophan operons.

(wasteful, 無駄な; circuit, 回路; logic operation, 論理演算; device, デバイス、素子; component, 構成要素)

- A) 上記の英文を和訳しなさい。(14 点)
- B) 真核生物において、DNA から機能的タンパク質に至るまでの遺伝情報の発現は複数の段階で制御されている。どのような段階があるかを 5 行程度で説明しなさい。(7 点)
- C) 動物の発生過程で働き、転写の制御を行う activator 又は repressor の例を 1 つ挙げ、その機能を 5 行程度で説明しなさい。(7 点)
- D) 遺伝子クローニング実験では、目的 DNA が挿入されたプラスミドベクターを持つ大腸菌のクローンを同定する選択法に *Lac operon* が利用されている。その手法について 5 行程度で説明しなさい。ただし IPTG (Isopropyl- β -D-thiogalactopyranoside) と X-Gal (5-Bromo-4-Chloro-3-Indolyl- β -D-Galactoside) という用語を必ず用いること。(7 点)

問3. 次の文章はEssential Cell Biologyに記載されているタンパク質輸送に関する文章である。この文章を読んで、以下の問いに答えなさい。(35点)

The synthesis of virtually all proteins in the cell begins on ribosomes in the cytosol. The fate of any protein molecule synthesized in the cytosol depends on its amino acid sequence, which can contain a sorting signal that directs the protein to the organelle in which it is required. Proteins that lack such signals remain as permanent residents in the cytosol; those that possess a sorting signal move from the cytosol to the appropriate organelle. Different sorting signals direct proteins into the nucleus, mitochondria, chloroplasts, peroxisomes, and the ER.

When a membrane-enclosed organelle imports proteins from the cytosol or from another organelle, it faces a problem: how can it draw the protein across membranes that are normally impermeable to hydrophilic macromolecules? This task is accomplished in different ways for different organelles.

1. Proteins moving from the cytosol into the nucleus are transported through the nuclear pores that penetrate the inner and outer nuclear membranes. The pores function as selective gates that actively transport specific macromolecules but also allow free diffusion of smaller molecules.
2. Proteins moving from the cytosol into the ER, mitochondria, or chloroplasts are transported across the organelle membrane by protein translocators located in the membrane. Unlike transport through nuclear pores, the transported protein molecule must usually unfold. Bacteria have similar protein translocators in their plasma membrane, which they use to export proteins from their cytosol.
3. Proteins moving from the ER onward and from one compartment of the endomembrane system to another are transported by a mechanism that is fundamentally different from the other two. These proteins are ferried by transport vesicles, which become loaded with a cargo of proteins from the interior space, or lumen, of one compartment, as they pinch off from its membrane. The vesicles subsequently discharge their cargo into a second compartment by fusing with its membrane. In the process, membrane lipids and membrane proteins are also delivered from the first compartment to the second.

(virtually, ほとんど; fate, 運命; ER, 小胞体; penetrate, 貫通する; resident, そこにいるもの; translocator, 輸送体; onward, さらに先へ; endomembrane, 内膜; ferry, 運ぶ; interior, 内部; lumen, 内腔; pinch off, くびり切る; discharge, 放出する)

A)上記の英文を和訳しなさい。(14点)

B) 真核細胞には、一行目下線部 virtually all proteins に当てはまらない例外的なタンパク質が存在する。これらがどのようなタンパク質で、なぜ virtually all proteins に当てはまらないのかについて5行以内で説明しなさい。(7点)

C) 核とミトコンドリアはどちらも2重の膜構造を持っているが、核のタンパク質が立体構造を保ったままサイトゾルから核内へ輸送されるのに対し、ミトコンドリアのタンパク質は輸送される途中で一旦タンパク質の立体構造が解きほぐされるといふ違いがある。核膜とミトコンドリア膜の構造の違いに着目 問3の問題は次ページへ続く。理由を10行以内で考察しなさい。(7点)

D) あなたは真核細胞のある分泌タンパク質について研究している。分泌された後の本タンパク質は修飾を持たず、分子量は50,000であった。一方、このタンパク質に対応する mRNA は分子量 51,500 のポリペプチドをコードしていた。これをもとに以下の設問に答えなさい。(7点)

- 1) 分子量 1,500 の差に相当する部分は mRNA にコードされているポリペプチドのどこに存在し、どのような役割を果たしているか5行以内で説明しなさい。
- 2) このポリペプチドが翻訳から分泌までの間に通過する経路について順を追って5行以内で説明しなさい。