

受験番号	
------	--

平成18年度 大学院博士前期課程入学試験問題

8月22日（月）13：00～14：30

専門（微生物学）

出題数：6

問題1：赤色の解答用紙に記入のこと。

問題2：青色の解答用紙に記入のこと。

問題3：黄色の解答用紙に記入のこと。

問題4：水色の解答用紙に記入のこと。

問題5：桃色の解答用紙に記入のこと。

問題6：緑色の解答用紙に記入のこと。

問題1. 以下の文章を読み、質問に答えよ。(30/150点)

1. DNAの塩基配列を簡単に、また迅速に決めることができるようになってから、微生物のみならず生物の分類学も大きく変化した。Woeseらはリボソームのスモールサブユニット RNA 遺伝子の塩基配列を決定し、生物間で比較することにより、生物をより系統的に分類することに成功し、生物を三つのドメインに大きく分けた。
2. 従来、カビと呼ばれる微生物のうち、子のう菌類は、その子のう殻の形態を分類の指標として用いていた。子のう殻を形成しない黄麹 (コウジ) カビは、不完全菌として別の分類指標が用いられていたが、リボソーム RNA 遺伝子の配列情報を用いることにより、子のう菌類の分類体系に組み込むことができるようになった。

問1) リボソーム RNA 遺伝子の塩基配列が、生物の系統分類に用いられる理由を述べよ。

問2) Woeseの提唱した三つのドメインの名前と、各ドメインの特徴を簡単に述べよ。

問3) 子のう菌類の代表的な三つの子のう殻の名称を上げ、その形を図示せよ。必ず、子のう殻、子のう、子のう胞子がわかるように示せ。

問4) 黄コウジカビの学名(属名と種名)を示せ。また、黄コウジカビはどのような醸造食品に用いられ、どのような機能が使われているか述べよ。

問題 2. 原核生物では接合伝達、形質転換、形質導入という 3 つの遺伝子移入プロセスが知られている。このうち、バクテリオファージを使用する形質導入では一般形質導入と特殊形質導入が知られている。次の問いに答えよ。

(10 / 150 点)

問 1) 一般形質導入と特殊形質導入の違いを述べよ。

問 2) 遺伝子型が $pur^- pro^+ his^+$ の受容菌に対して、 $pur^+ pro^- his^-$ の供与菌で生育させた P1 ファージを使用して形質導入を行った。Pur⁺形質導入株を選択して、Pro と His の表現型を調べたところ、次のような結果が得られた。3 つの遺伝子の順番を答えよ。

Pro ⁺ His ⁺	102
Pro ⁻ His ⁺	25
Pro ⁺ His ⁻	160
Pro ⁻ His ⁻	1

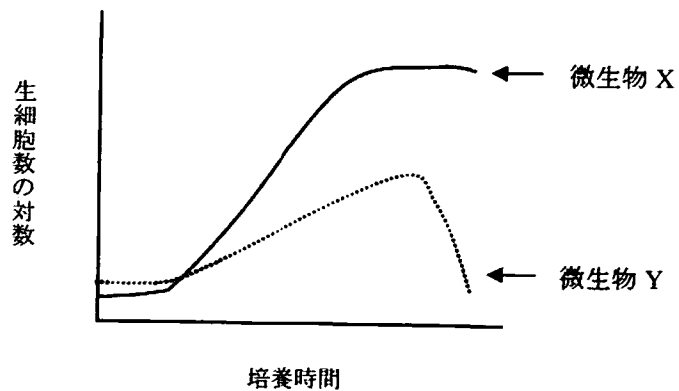
問題 3. 2種類の微生物 X と Y を液体培地に植菌し、その生育を経時的に調べたところ、下図に示すような挙動となった。次の問いに答えよ。

(15 / 150点)

問 1) 微生物 X と Y の間に生育に関して何らかの相互関係があるとしたら、どのような関係があると考えられるか答えよ。

問 2) 顕微鏡で細胞を観察すると微生物 Y は酵母であることがわかった。どのような観察結果であったのか答えよ。

問 3) 微生物 X は細菌であることがわかり、グラム染色をすると陰性であった。微生物 X の細胞壁構造について簡潔に説明せよ。



問題 4. ある糸状菌の野生型株は、pH3 の培地では酵素 A を生産しないが、pH7 の培地では生産する。pH3 の培地でも、pH7 の培地でも酵素を生産しない劣性の一遺伝子変異株 (*nph1*、*nph2*、*nph3* 変異と命名)と、いずれの pH の培地でも酵素を生産する劣性の一遺伝子変異株 (*nph4* 変異と命名) を分離した。これらの変異の間で上位下位試験を行うと、表のような結果になった。以下の問いに答えよ。(30/150点)

表 上位下位試験の結果

遺伝子型	表現型	
	pH3	pH7
野生型	-	+
<i>nph4</i>	+	+
<i>nph1</i>	-	-
<i>nph2</i>	-	-
<i>nph3</i>	-	-
<i>nph3 nph4</i>	+	+
<i>nph2 nph4</i>	-	-
<i>nph1 nph4</i>	-	-

+は酵素 A を生産することを、また、-は生産しないことを示す。

問 1) 優性変異、劣性変異とはどのような変異か説明せよ。

問 2) pH7 の培地でも酵素を生産しない劣性の変異株は、上記のように *NPH1*、*NPH2*、*NPH3* の 3 つの異なる遺伝子に変異があることがわかっている。同じ表現型を示す変異株が同じ遺伝子の変異かどうかを確かめる遺伝学的な試験を何とよいか答えよ。

問 3) その試験の手順と原理を説明せよ。

問 4) 上位下位試験とはどのような試験か、手順と原理を答えよ。

問 5) 表の結果より、pH のシグナルを受けて、酵素の生産がどのように制御されているかのモデルを考えることができる。pH3 または pH7 によって発生するシグナルから始まる *NPH1*、*NPH2*、*NPH3*、*NPH4* 遺伝子の発現制御モデルを図示せよ。モデルでは、pH シグナルから始まって上記の遺伝子の作用順序を上から下に描き、それぞれの遺伝子 (あるいは pH シグナル) が、下流の遺伝子に対して正の働きをする場合には、→ によって、負の働きをする場合には、-| によって表すこと。また上流の遺伝子の働きによって、下流の遺伝子が働く場合には遺伝子を丸で囲み、働かない場合には、×を付けること。さらに、解答は、pH3、pH7 の 2 通りの場合について図示すること。但し、酵素 A の構造遺伝子を *NPH2* とする。

問題5. ヒト成長ホルモン分泌抑制因子（ソマトスタチン）の配列を持つペプチド（MetAlaGlyCysLysAsnPhePheTrpLysThrPheThrSerCys）の遺伝情報が下記のDNA配列に含まれている。AUGは翻訳の開始暗号かつメチオニンの遺伝暗号である。終止暗号はUGA, UAG, UAAのどれかである（遺伝暗号表を参考）。以下の設問に答えよ。（30点/150点）

5'-TTAACAGGATGTGAAAGTCTTCCAGAAGAAATTCTTGCAGCCAGCCATTATCACTGTCTCCTT-3'
3'-AATTGTCCTACACTTTCAGAAGGTCTTCTTTAAGAACGTCGGTCGGTAATAGTGACAGAGGAA-5'

(1) このペプチドは上下どちらのDNA鎖にコードされているか理由とともに答えよ。

(2) 遺伝暗号は1つのアミノ酸に対し複数ある場合が多いが、このような遺伝暗号コードの特徴を何というか答えよ。

(3) 翻訳に用いられるmRNAの暗号配列と、塩基対を形成して翻訳されるtRNA分子のヌクレオチド配列を何というか答えよ。

(4) 真核生物の場合、一次転写産物はイントロンがスプライシングされて成熟したRNAになり、RNAの種類によってスプライシング機構も異なる。この内グループIイントロンのスプライシング機構の特徴を説明せよ。

(5) 真核生物の場合、翻訳に用いられる成熟したmRNAには、原核生物には普通見られない構造的な特徴が2つある。それらの名称と機能を答えよ。

(6) mRNAの構造的な特徴以外で原核生物と真核生物の翻訳調節機構で異なることは何であるかを箇条書きにして答えよ。

問題6. 下記の文章を読み、設問に答えよ。(35/150点)

DNAが遺伝情報の保存の場であるに対し、RNAは遺伝情報の発現に不可欠である。主なRNAとしては、細胞内での存在量の多い順に、(①)、(②)、(③)があげられる。(③)はタンパク質をコードする遺伝子を含んでいるので、真核生物由来のタンパク質を大腸菌を宿主とする異種遺伝子発現に利用される。真核生物の(③)を鋳型としてDNAに変換する場合、その3'末端にある(④)部分に相補的に結合するoligo(dT)を(⑤)として利用し、4種類の(⑥)を基質として、逆転写酵素により相補的なDNAが合成され、さらに二本鎖DNAにして組換え技術に利用される。この相補DNAを大腸菌のラクトースオペロンなどの遺伝子制御領域下により発現させ、目的タンパク質を合成する。

問1) ①から⑥の空欄にあてはまる単語を答えよ。同じ番号は同じ単語とする。

問2) DNAは正確に複製される必要がある。そのために、細胞内ではどのような機構が働いているかを説明せよ。

問3) 下線部の合成反応ではRNA鎖とDNA鎖からなる二重鎖が生成するが、アルカリ処理によりRNA鎖だけを除く事が出来る。その理由を述べよ。

問4) 下線部の合成反応でできた相補DNAのことを何とよいかを英語で略さずに書け。

問5) ある相補DNAは2085塩基対からなり、タンパク質(仮称名: ディスカバリー)のopen reading frameを1つ含んでいる。その部分塩基配列は5'-GTGGAGTTTCGTAGACA ACTGGGAATG-3'であり、対応するアミノ酸配列は-VAL-GLU-PHE-ARG-ARG-GLN-LEU-GLY-MET-である。

(ア) この相補DNA中でディスカバリーをコードしていない領域が300塩基対であった。ディスカバリーの分子量を概算せよ(ただしアミノ酸の平均残基量は110とする)。

(イ) この相補DNAを大腸菌のプラスミドにクローニングし増幅する。大腸菌は30分に1回分裂するとする。8時間培養するとこの相補DNAは何倍に増幅されるかを答えよ(但し 2^{10} は 10^3 に近似して計算してもよい)。

(ウ) 上記のディスカバリーの部分塩基配列中に、制限酵素 *SalI* の認識部位GTCGACを部位指定変異導入法で1箇所作製したい。ディスカバリーのアミノ酸配列に変化がなくかつ最少の塩基置換数になるように工夫して(遺伝暗号表を参考)、27塩基の変異導入配列を書け。

(エ) 点線部のラクトース代謝に関わる遺伝子のように複数のタンパク質をコ

ードする mRNA を何というか答えよ。

(オ) 破線部の様に、効率よく組換え発現をさせるにはどのような選択が考えられるかを述べよ。

2番目					
	U	C	A	G	
U	UUU Phe	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys	U
	UUC Phe	UCC Ser	UAC Tyr	UGC Cys	C
	UUA Leu	UCA Ser	UAA Stop	UGA Stop	A
	UUG Leu	UCG Ser	UAG Stop	UGG Trp	G
C	CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg	U
	CUC Leu	CCC Pro	CAC His	CGC Arg	C
	CUA Leu	CCA Pro	CAA Gin	CGA Arg	A
	CUG Leu	CCG Pro	CAG Gin	CGG Arg	G
A	AUU Ile	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser	U
	AUC Ile	ACC Thr	AAC Asn	AGC Ser	C
	AUA Ile	ACA Thr	AAA Lys	AGA Arg	A
	AUG Met	ACG Thr	AAG Lys	AGG Arg	G
G	GUU Val	GCU Ala	GAU Asp	GGU Gly	U
	GUC Val	GCC Ala	GAC Asp	GGC Gly	C
	GUA Val	GCA Ala	GAA Glu	GGA Gly	A
	GUG Val	GCG Ala	GAG Glu	GGG Gly	G

受験番号	
------	--

平成18年度 大学院博士前期課程入学試験問題

8月22日(月) 15:00~16:30

専門(生物化学I)

出題数: 3

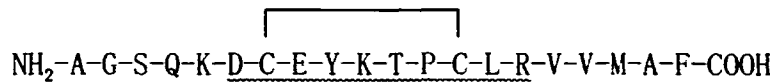
問題1: 水色の解答用紙に記入のこと。

問題2: 桃色の解答用紙に記入のこと。

問題3: 緑色の解答用紙に記入のこと。

問題 1 (配点率 50/150 点)

I. 下図に示す 20 残基のペプチドについて以下の問いに答えよ (A: Ala, G: Gly, S: Ser, Q: Gln, K: Lys, D: Asp, C: Cys, E: Glu, Y: Tyr, T: Thr, P: Pro, L: Leu, R: Arg, V: Val, M: Met, F: Phe)。なお、2つの Cys を別の線でつないであるのは、分子内ジスルフィド結合が形成されていることを示す。



問 1) Asp6-Arg15 (波線を施した部分) の構造を示せ (20/50)。

解答例 : CH₃COOH

問 2) このペプチドをトリプシン消化した時に得られるペプチドをすべて示せ (4/50)。

解答例 : NH₂-A-G-S-COOH (1 文字表記でも 3 文字表記でもよい)

問 3) トリプシン消化した後メルカプトエタノールで還元することにより得られるペプチドの中で、最も等電点の低いペプチドと最も疎水性の高いペプチドをそれぞれ一つ示せ (6/50)。

問 4) ジスルフィド結合をメルカプトエタノールで還元する反応式を示せ。ジスルフィド結合は R-S-S-R と記載してよい (5/50)。

II. ヘモグロビン (Hb) は酸素を肺から毛細血管に運搬する。つまり、Hb は肺で酸素と結合し、毛細血管で酸素を離す。では、血液中の酸素濃度が低下した時に Hb はどのようにして効率よく酸素を放出するのか、Hb の構造に基づいて説明せよ (15/50)。

問題 2 (配点率 50 / 150 点)

- I. 原核生物と真核生物の脂質を比較すると、3つの明瞭な相違点が見られる。各々につき、具体的な構造を示して説明せよ。(20点)
- II. 以下の化合物の構造を示せ。(3 x 10 = 30点)
- a) β -D-Fructopyranose (立体構造式)
 - b) Sucrose
 - c) α -Maltose
 - d) D-Glucose の硝酸酸化物
 - e) Cellulose の一般構造式
 - f) Linoleic acid
 - g) Valeric acid
 - h) Phosphatidyl choline
 - i) 7-Dehydrocholesterol
 - j) Vitamin D

問題3 (配点率 50/150点)

物質Aが物質Pに変換される反応 ($A \rightarrow P$) について下記の問題に答えよ。

問1) $A \rightarrow P$ の反応が一般塩基触媒Bにより進行している。その反応速度 v_B を、反応速度定数を k_B とし、AとBの濃度の関数として表わせ。

問2) 上記問1) の場合において、 v_B とAの濃度との関係を図示し、その根拠を説明せよ。

問3) 酵素の活性中心にも一般塩基触媒として働くアミノ酸残基が存在する場合がある。そのようなアミノ酸残基の例を一つ、構造式で示せ。

問4) $A \rightarrow P$ の反応がある酵素による触媒反応で進行するとき、その酵素は活性中心にAが存在している状態 ($E \cdot A$) と、何も存在していない状態 (E) の二つの状態をとるものとする。酵素の状態が定常になったときの反応速度 v_E を、反応速度定数を k_E とし、EとAの濃度の関数として表わせ。

問5) 上記問4) の場合において、 v_E が全酵素濃度に比例しているAの濃度領域での v_E とAの濃度との関係を図示し、その根拠を説明せよ。

受験番号	
------	--

平成18年度 大学院博士前期課程入学試験問題

8月23日(火) 10:00~11:30

専門(生物化学Ⅱ)

出題数: 4

問題1: 白色の解答用紙に記入のこと。

問題2: 青色の解答用紙に記入のこと。

問題3: 桃色の解答用紙に記入のこと。

問題4: 黄色の解答用紙に記入のこと。

問題 1 (配点 40 点/150 点)

問 1) 植物ホルモンに関する, 以下の設問 (1-1 から 1-4) に答えよ.

- (1-1) 植物ホルモンの活性を測定する方法を一例選び説明せよ.
- (1-2) その植物ホルモンの化学構造を示せ.
- (1-3) その植物ホルモンの生理作用を示せ.
- (1-4) その植物ホルモンの生合成経路を, 化学構造式を用いて説明せよ.

問 2) 生体内で見出される化合物の中から, 以下に示す反応 (事象) を伴って生体内変換される化合物を (2-1 から 2-5) の設問に対し, それぞれ一例選び反応式を用いて解説せよ.

- (2-1) 脱炭酸反応
- (2-2) 炭素-炭素結合形成
- (2-3) 置換反応
- (2-4) 脱水反応
- (2-5) 水和反応

問題 2. (配点 35 点/150 点)

光合成明反応に関する下記の設問に答えよ.

問 1) 光化学系 II (PS II), シトクロム b_6f 複合体, 光化学系 I (PS I) の役割をそれぞれ 50 字以内で述べよ. なお, 解答用紙には, ①PS II, ②シトクロム b_6f , ③PS I と記載し, それぞれの説明を記せ.

問 2) PS II, シトクロム b_6f , PS I の葉緑体内での分布について下記の語句を用いて 50 字以内で説明せよ. なお, 解答用紙には, ①PS II, ②シトクロム b_6f , ③PS I と記載し, それぞれの説明を記せ.

【使用語句: ストロマ, チラコイド膜, ストロマラメラ, グラナ】

問 3) PS II と PS I は, 葉緑体チラコイド膜上でそれぞれ隔離されている. その利点を数行程度で簡潔に述べよ.

問題3. (配点 40点/150点)

次の文章を読み以下の設問に答えよ.



トウモロコシ根冠細胞における細胞内膜系

上の図は、ア小胞体と、イゴルジ体を示したものである。小胞体は、(①)小胞体と(②)小胞体の2つに大別できる。両者とも内部に空間を持った膜系である。したがって、細胞質の内容物は小胞体によって2つに分けられている。つまり小胞体膜に囲まれた空間と細胞質領域と呼ばれる小胞体膜の外の部分である。(①)小胞体と(②)小胞体の形態学的な違いは、前者には(③)が存在するのに対し、後者にはそれが無い事である。(③)はいつも細胞質ゾル側の表面に付着している。

ゴルジ体は軸に沿っていくつかの機能の異なる区画に分けられる。軸はシス面からトランス面へ向かうものである。最もシス側は(④)と呼ばれるお互いにつながった管状のつながりからなる。(⑤)、中間囊、(⑥)、そして最もトランス側は(⑦)と呼ばれる。

問1) 括弧の中に最も適切な用語を入れて文章を完成させよ。解答用紙に①から⑦までの番号を振り、それに対して解答を記入せよ。

問2) 二種の小胞体間で最も大きな機能的差異について50字程度で記せ。

問3) 下線部ア) およびイ) に相当する英語を記せ。

問4) ゴルジ体の機能を80字程度で説明せよ。

問題4. (配点 35点/150点)

次の文章を読み以下の設問に答えよ。

GTP結合タンパク質 (Gタンパク質) は細胞内シグナル伝達に関与している。Gタンパク質はGTPを結合した活性型とGDPを結合した不活性型がある。この活性が変化するサイクルは制御タンパク質や因子によって担われている。Gタンパク質が結合しているGTPを加水分解する過程は、制御タンパク質である(①)との相互作用によって促進される。その結果、Gタンパク質は不活性化するが、(②)と相互作用すると結合していたGDPがGTPに変換し再び活性型に変換する。活性型Gタンパク質は下流の標的タンパク質と結合し標的タンパク質を活性化する。

このようにGタンパク質は細胞内シグナル伝達におけるスイッチの役割を果たしている。例えば、受容体からエフェクターへのシグナル伝達は、ヘテロ三量体Gタンパク質によって行われる。このGタンパク質がGタンパク質共役型受容体 (GPCR) と相互作用することで、エフェクターの活性が制御されている。図1はリガンドがGPCRに結合した後、エフェクターの一種である(③)によってATP(図2)からサイクリックAMP (cAMP) が生産される機構の模式図を示している。生産されたcAMPは(④)として細胞内応答を誘導する。

この他、Gタンパク質は、細胞骨格の動態変化や点接着の集合調節にも関与している。

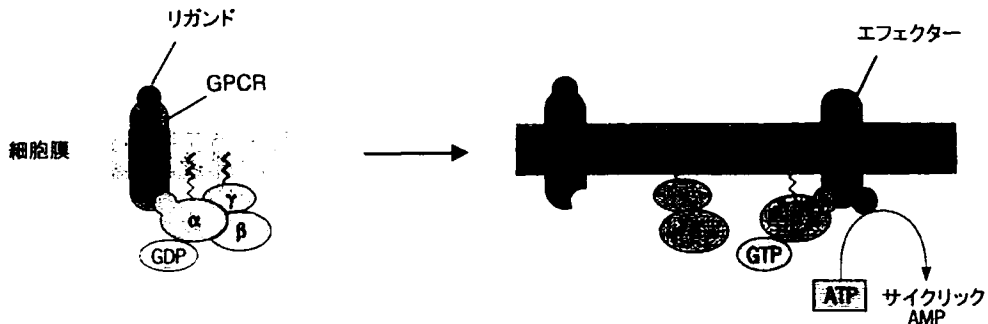


図1 三量体Gタンパク質を介したエフェクター活性化の模式図

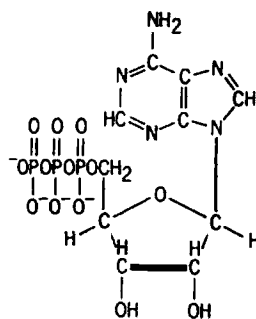


図2 ATPの化学構造

問1) 括弧の中に最も適当な用語を入れて文章を完成させよ。解答用紙に①から④までの番号を振り、それに対して解答を記入せよ。

問2) 図1を参考にして、リガンドがGPCRに結合した後、cAMPが生産されるまでの機構について図を用いて200字程度で説明せよ。

問3) 図2を参考にして、cAMPの化学構造を示せ。

問4) 下線部ア)に関して、Gタンパク質が関与する現象を、次の四つの語句を使用して200字程度で記せ。

使用する語句：Rho, インテグリン, PIP_2 (ホスファチジルイノシトール4, 5-ビスリン酸), アクチン

受験番号	
------	--

平成18年度 大学院博士前期課程入学試験問題

8月23日(火) 13:00~15:00

専門(生物プロセス工学)

出題数: 5

問題1: 白色の解答用紙に記入のこと。

問題2: 赤色の解答用紙に記入のこと。

問題3: 黄色の解答用紙に記入のこと。

問題4: 水色の解答用紙に記入のこと。

問題5: 緑色の解答用紙に記入のこと。

問題1 (配点率 30/150 点)

図1の様な長さ L [m] の水路があり、その横断面は半径 r [m] の半円となっている。この水路を水が流速 U [m s^{-1}] で、一様に上端 ($x=0$) から下端 ($x=L$) に向かって流れており、空気中から水面を通して酸素が水中に溶け込んでいるとする。水中における酸素の消費がないとして、定常状態における流れ方向の溶存酸素濃度 $C(x)$ [g m^{-3}] の分布を求めたい。以下の文章の空欄に必要な記号等を用いて埋めなさい。解答は解答用紙に書くこと。

1. まず、上流からの距離 x [m] と $x+\Delta x$ [m] にある 2 つの断面によって挟まれた部分 (図1の破線により囲まれた領域) における酸素の収支を考えよう。距離 x [m] にある断面を通して、単位時間 [s] に上流から流れ込む酸素の量は、水路の断面積が [m^2]、流速が U [m s^{-1}] であるから、溶存酸素濃度を $C(x)$ [g m^{-3}] とすれば、 [g s^{-1}] となる。同様に、 $x+\Delta x$ [m] にある断面を通して、単位時間 [s] に下流へ流れ出す酸素の量は、溶存酸素濃度を $C(x+\Delta x)$ [g m^{-3}] とすれば、 [g s^{-1}] となる。

2. この部分に、空気中から水面を通して単位時間 [s] に溶け込む酸素の量は、水面の面積が [m^2] であるから、酸素の総括移動速度係数を K_L [m s^{-1}]、飽和酸素濃度を C^* [g m^{-3}] とし、この部分の平均溶存酸素濃度を $C(x)$ [g m^{-3}] で近似すれば、 [g s^{-1}] となる。

3. 定常状態では、溶存酸素の蓄積速度は であるから、破線で囲んだ領域における溶存酸素の収支式は、 となる。

4. この式を整理した後に $\Delta x \rightarrow 0$ とすれば、 となるから、この常微分方程式を境界条件を $C(0) = 0$ として、 $C(x)$ について解けば、 となる。

5. 横軸に距離 x [m]、縦軸に溶存酸素濃度 $C(x)$ [g m^{-3}] をとり、流れ方向の溶存酸素濃度の分布を表せば、次の図のようになる。 (図を描くこと)

6. 飽和溶存酸素濃度 C^* [g m^{-3}] と $C(x)$ [g m^{-3}] の差が、飽和溶存酸素濃度の $1/e$ (約 63%) になる距離は、 [m] である。

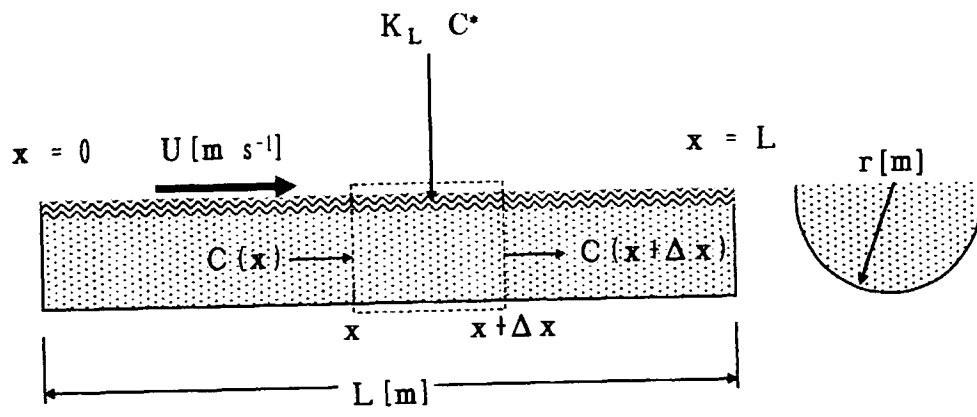


図1. 水路の正面図(左)と横断面図(右)

問題2 (配点率 30/150 点)

学生実験でフィードフォワード制御の実例として、パン酵母を用いた比増殖速度を一定に保った流加培養実験(グルコースを単一炭素源とする合成培地を利用)を計画した。日程としては、前日の夜に植菌し、翌日の朝まで回分培養を行い、朝から流加培養を開始、夕方には終了を予定している。

問1) 翌朝8時に回分培養を終了し、流加培養を直ちに開始したいと考えている。回分培養終了時の菌体濃度を $2 \text{ g-dry cell} \cdot \text{L}^{-1}$ に設定したいと考えた場合、何時何分に植菌しなければならないか。なお、回分培養時の比増殖速度を 0.40 h^{-1} 、回分培養培地 0.95 L に対して 50 mL の前培養培地(菌体濃度 $3 \text{ g-dry cell} \cdot \text{L}^{-1}$)を植菌とする。計算の過程も示せ。(配点 15 点) (計算には下記の対数表を用いよ。値がない場合は最も近いものを用いよ。)

問2) 流加培養中の、発酵槽内の菌体濃度 $X(\text{g-dry cell} \cdot \text{L}^{-1})$ 、槽内培養液量を $V(\text{L})$ 、槽内グルコース濃度 $S(\text{g-glucose} \cdot \text{L}^{-1})$ 、流加培地グルコース濃度を $S_f(\text{g-glucose} \cdot \text{L}^{-1})$ とする。比増殖速度 $\mu(\text{h}^{-1})$ を一定に保つ培養液流加速度 $F(\text{L} \cdot \text{h}^{-1})$ を、目標とする比増殖速度 μ^* の関数として表現せよ。また、その際の槽内液量 V も同様に比増殖速度 μ^* の関数として表現せよ。

なお、流加培養開始時の初発菌体濃度を $X_0(\text{g-dry cell} \cdot \text{L}^{-1})$ 、培養液量を $V_0(\text{L})$ 、流加培養中の収率 $Y_{x/s}(\text{g-dry-cell} \cdot \text{g-glucose}^{-1})$ とし、流加培地グルコース濃度 S_f は槽内グルコース濃度より十分高いとする。導出の過程も示せ。尚、維持定数は無視する。(配点 15 点)

x	ln(x)	x	ln(x)	x	ln(x)	x	ln(x)	x	ln(x)
2	0.69	5	1.61	9	2.20	13	2.56	17	2.83
2.1	0.74	5.2	1.65	9.2	2.22	13.2	2.58	17.2	2.84
2.2	0.79	5.4	1.69	9.4	2.24	13.4	2.60	17.4	2.86
2.3	0.83	5.6	1.72	9.6	2.26	13.6	2.61	17.6	2.87
2.4	0.88	5.8	1.76	9.8	2.28	13.8	2.62	17.8	2.88
2.5	0.92	6	1.79	10	2.30	14	2.64	18	2.89
2.6	0.96	6.2	1.82	10.2	2.32	14.2	2.65	18.2	2.90
2.7	0.99	6.4	1.86	10.4	2.34	14.4	2.67	18.4	2.91
2.8	1.03	6.6	1.89	10.6	2.36	14.6	2.68	18.6	2.92
2.9	1.06	6.8	1.92	10.8	2.38	14.8	2.69	18.8	2.93
3	1.10	7	1.95	11	2.40	15	2.71	19	2.94
3.2	1.16	7.2	1.97	11.2	2.42	15.2	2.72	19.2	2.95
3.4	1.22	7.4	2.00	11.4	2.43	15.4	2.73	19.4	2.97
3.6	1.28	7.6	2.03	11.6	2.45	15.6	2.75	19.6	2.98
3.8	1.34	7.8	2.05	11.8	2.47	15.8	2.76	19.8	2.99
4	1.39	8	2.08	12	2.48	16	2.77	20	3.00
4.2	1.44	8.2	2.10	12.2	2.50	16.2	2.79		
4.4	1.48	8.4	2.13	12.4	2.52	16.4	2.80		
4.6	1.53	8.6	2.15	12.6	2.53	16.6	2.81		
4.8	1.57	8.8	2.17	12.8	2.55	16.8	2.82		

問題3. プロセス制御に関する以下の問に答えなさい。(配点率30/150点)

3-1. PID フィードバック制御系について、以下の問に答えよ。(配点18点)

1. プロセス (P)、コントローラ (C)、センサー (H) の3つの要素と設定値 R、外乱 D、設定値と測定値との誤差 (制御誤差) E を明記したブロック線図をかけ。またその図の各要素の入出力に適当に記号をつけ、どれが、制御量、操作量、に当たるかを示せ。
2. 外乱に対する制御誤差の伝達関数をこのブロック線図から求めよ。
3. コントローラを設計するとは、何をすることなのかを、ブロック線図をもとに、安定性、制御性能 という単語を用いて説明せよ。(安定性の中味、制御性能の内容がわかるような説明をすること)

3-2. 入力 U、出力 Y が次のような伝達関数 G(s) で結ばれている。

$$Y/U = G(s) = 2/(3s+1)$$

U のステップ入力 (大きき 1) に対する出力 Y の応答を

ラプラス変換形で書き、また時間領域で求めなさい。(配点12点)

問題4 以下の問に答えよ。(配点率30/150点)

4-1. ある粒子懸濁液に P [$\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$] の圧力をかけて濾過面積 a [m^2] の膜で精密濾過している。(配点10点)

- (1) 溶液の粘度が η [$\text{N}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-2}$]、膜による濾過抵抗が R_m [m^{-1}]、膜上に形成されたケーキの濾過抵抗が R_c [m^{-1}] である時、濾過速度 F [$\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$] と P 、 a 、 η 、 R_m 、 R_c の関係式を書け。
- (2) 粒子懸濁液をできるだけ速やかに濾過するにはどうすれば良いか。(1)の式を元に論ぜよ。

4-2. 次の術語を簡潔 (3行程度、字数は問わない) に説明せよ。(配点12点)

- (1) 晶析
- (2) 沈降係数
- (3) Gel permeation chromatography

4-3. $\text{pKa}=4$ のカルボキシル基、 $\text{pKa}=7$ のイミダゾール基、 $\text{pKa}=11$ のアミノ基を1つずつ持つペプチドがある。(配点8点)

- (1) このペプチドの荷電と pH の関係を図示せよ。
- (2) このペプチドの等電点はいくらか。小数第1位を四捨五入して整数で答えよ。
- (3) このペプチドを pH 7 で陽イオン交換カラムにかけた。ペプチドはカラムに吸着されるか否か。

問題5 (配点率 30/150 点)

DNA マイクロアレイの測定原理を述べよ。ある細胞を異なる2つの環境状態においた際に、各遺伝子の発現量が2つの環境状態において異なるか否かをDNA マイクロアレイにより解析するためには、どのような実験と情報処理が必要と考えられるか。
(全部で5—8行程度、字数は問わない)