

専 門 科 目

# 環境システム工学

## 注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題用紙を開いてはいけません。
- 2 問題用紙は9ページで、解答用紙は3ページあります。試験開始の合図があつてから確かめなさい。  
※ 環境システム工学を受験する際の注意
  - ① 試験問題は、問題1から問題7まであります。
  - ② 受験者は、問題1を必ず解答すること。
  - ③ 受験者は、問題2から問題7までの6問の中から2問を選択して、解答すること。
  - ④ 解答用紙は、1枚目は問題1用で、2枚目及び3枚目は選択問題用です。  
2枚目及び3枚目については、どの問題を選択したのかを左肩の欄に記入後、解答すること。
- 3 監督者の指示に従い、解答用紙の各ページに受験番号を記入しなさい。氏名を書いてはいけません。
- 4 文字などの印刷に不鮮明なところがあった場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 5 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
- 6 問題用紙の余白は下書きとして利用してかまいません。
- 7 試験終了後、配付された問題用紙、下書用紙は持ち帰りなさい。

# 問題用紙

( 環境システム工学 )

## 【問題 1】 (共通問題)

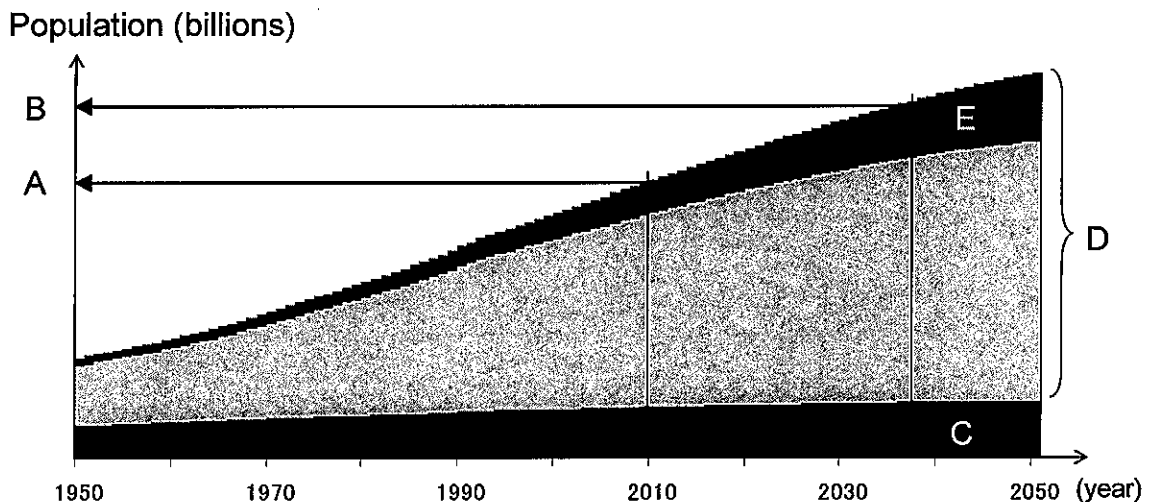
問 1 次を示す表は、持続可能な社会の実現に関する主な国際的な動きをまとめたものである。表中の①から⑤に入る適切な用語を下の解答群の中から選びなさい。

年	条約・会議・レポートの名称	概要
1972年	国連人間環境会議 (ストックホルム会議)	環境問題全般についての初めての大規模な国際会議である。「人間環境宣言」、「行動計画」を採択した。後の国連環境計画 (UNEP) の設立が決められた。
1972年	【 ① 】 (ローマクラブ)	急速な経済成長や人口の増加に対して、環境破壊、食料の不足問題とあわせて、人間活動の基盤である鉄や石油や石炭などの資源は有限であることを警告した。
1987年	我ら共有の未来 (Our Common Future) (環境と開発に関する世界委員会)	我が国の提案により国連に設置された特別委員会「環境と開発に関する世界委員会」の報告書である。環境と開発の関係について、「将来世代のニーズを損なうことなく現在の世代のニーズを満たすこと」という【 ② 】の概念を打ち出した。
1992年	環境と開発に関する国連会議 (地球サミット：リオ会議)	世界の約180か国が参加し、「環境と開発に関するリオ宣言」、【 ③ 】をはじめとして、21世紀に向けた人類の取組に関する数多くの国際合意が得られた。
1997年	国連気候変動枠組条約第3回締約国会議	条約附属書 I 国 (先進国等) の第一約束期間 (2008年～2012年) における温室効果ガス排出国の定量的な削減義務を定めた【 ④ 】を採択した。
2000年	国連ミレニアムサミット	「21世紀における国連の役割」をテーマに、紛争、貧困、環境、国連強化等について幅広く議論し、ミレニアム宣言を採択した。翌年、国際開発目標の統一的な枠組み「ミレニアム開発目標 (Millennium Development Goals)」を発表した。
2010年	生物多様性条約第10回締約国会議	生物多様性に関する2011年以降の目標、遺伝資源へのアクセスとその利益配分に関する【 ⑤ 】等が採択・決定された。

(平成 24 年版 環境・循環型社会・生物多様性白書の一部を改編)

解答群：レッドデータブック，ソフィア議定書，名古屋議定書，京都議定書，成長の限界，持続可能な開発，アジェンダ 21，環境アセスメント

問 2 次のグラフは世界人口の推移と将来予測を示したものである。A, B に当てはまる数字を下の解答群 1 から、C, D, E の区分を表す国の分類を解答群 2 から選びなさい。また 1950 年以降人口が爆発的に増加している理由を 50 字以内で書きなさい。



Source: United Nations Population Division, World Population Prospect: The 2010 Revision(2011)を改編

解答群 1 : 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

解答群 2 : Least Developed Countries, Less Developed Countries, More Developed Countries

# 問題用紙

( 環境システム工学 )

問3 次の文章を読み、下の問いに答えなさい。

世界の森林面積は約 40 億 ha で、全陸地面積の約 31%を占めています。しかし、世界の森林は減少を続けており、2000 年から 2010 年までの平均では毎年 520 万 ha が減少しています。特に、南アメリカ、アフリカなどの熱帯の森林を中心に、減少面積が大きくなっています。森林減少の原因はさまざまです。プランテーションといった農地等への土地利用の転換、自然回復力に配慮しない非伝統的な焼畑農業、燃料用木材の過剰な採取、森林火災のほか、(a)違法伐採等によって持続可能な森林経営がなされていないことも大きな原因となっています。違法伐採された木材の多くは、丸太または木材製品となって外国へ輸出されています。

(環境省の広報資料を改編)

- (1) 文中の数字を使用して 2000 年から 2010 年までの森林面積の年平均減少率 (%) を求めなさい。
- (2) 日本の国土面積 38 万 km<sup>2</sup> のうち 3 分の 2 は森林である。2000 年から 2010 年までの世界の森林減少面積が毎年同じだと仮定すると、減少面積の総和が日本の森林面積と同じになる最短の年数を整数で求めなさい。
- (3) 下線(a)に示す違法伐採とは各国の法律から逸脱した伐採のことであり、その対処法が求められている。違法伐採を防ぐ方法を 2 つ答えなさい。

問4 次の文章は、我が国で取り組まれている地球温暖化対策、特に省 CO<sub>2</sub> 型の地域・都市構造や社会経済システムの形成に関する記述である。下の問いに答えなさい。

地域・都市に関しては、都市再生事業を通じた地球温暖化・(a)ヒートアイランド対策等を行いました。交通システムに関しては、公共交通機関の利用促進のための鉄道新線・新交通システムの整備、(b)高度道路交通システム (ITS) の推進等の交通流対策等を行いました。物流体系に関しては、モーダルシフト関連施策の推進を含め、環境負荷が小さく効率的な物流体系の構築に取り組みました。新エネルギーの面的導入に関しては、(c)バイオマスタウンの構想の推進等を行いました。

(平成 18 年環境白書の一部を改編)

- (1) 下線(a)にはどのようなものがあるか、文中に無い具体的な取り組みを 2 つ答えなさい。
- (2) 下線(b)として普及している技術名を 1 つ答えなさい。
- (3) 下線(c)とは何か、50 字以内で説明しなさい。

# 問題用紙

( 環境システム工学 )

## 【問題 2】 (情報分野)

問 1 数値計算で起きる誤差について、(1) から (5) の場合に適切な名称を、下の解答群から 1 つずつ選び、さらに、その誤差の程度を抑制する対策をそれぞれ 1 つずつ述べなさい。

- (1) 大きな数に、それに比べて十分小さな数を 100 回足したが、元の数の大きさに変わりがなかった。
- (2) 3 次方程式の解をニュートン法で求めようと、反復を 2 回繰り返したが、解析解との差が大きかった。
- (3) 微分方程式をオイラー法で時間積分したら、解析解の挙動と違った結果を得た。
- (4) 符号や桁数の等しい、ほぼ同じ大きさの数を引き算したら、有効桁数が 3 桁に落ちてしまった。
- (5) 単精度実数で宣言したので、上位から約 7 桁よりも多い桁の情報が見られなかった。

解答群

桁落ち  
 情報落ち  
 打ち切り誤差  
 偶然誤差  
 モデル誤差  
 離散化誤差  
 丸め誤差  
 系統誤差

問 2 四則演算の計算式をコンピュータで正しい順番に計算するため、数値スタックと演算子スタックの 2 つのスタックを用意した。次に示す 5 項目の実行規則に従い、数式  $1+2*(1*2+3)/5$  の演算を表 2 と同じ形式の表で示し、演算結果を求めなさい。

- ① 演算子の優先順位は \* と / が高く、+ と - が低い。( ) は括弧として独自に処理される。
- ② 式の前方から数値と演算子に分けてそれぞれスタックに積んでいく。
- ③ 1 つ前にスタックした演算子より優先度の低い演算子がスタックされる場合、1 つ前の「実際の演算」を先に実行した後にスタックされる。ここで言う「実際の演算」とは、スタックから必要数の数値と 1 つの演算子を取り出し、演算し、演算結果を数値スタックに入れることである。
- ④ 演算子スタックに、) が入った場合、直近の ( まで、「実際の演算」を繰り返す。
- ⑤ 式が終了したら演算子スタックが空になるまで「実際の演算」を繰り返す。

例えば、 $(a+b)*c$  や  $1+4*2$  の場合の動作は、それぞれ次の表 1、表 2 の通りである。

表 1  $(a+b)*c$  の場合

順番	スタック		式	実際の演算
	数値	演算子		
0			$(a+b)*c$	
1		(	$a+b)*c$	
2	a	(	$+b)*c$	
3	a	( +	$b)*c$	
4	a b	( +	) *c	
5	a b	( + )	*c	
6	a b	( +	*c	
7	d	(	*c	$d \leftarrow a+b$
8	d		*c	
9	d	*	c	
10	d c	*		
11	e			$e \leftarrow d*c$

表 2  $1+4*2$  の場合

順番	スタック		式
	数値	演算子	
0			$1+4*2$
1	1		$+4*2$
2	1	+	$4*2$
3	1 4	+	$*2$
4	1 4	+ *	2
5	1 4 2	+ *	
6	1 8	+	
7	9		

# 問題用紙

( 環境システム工学 )

## 【問題 3】 (物理分野)

問 1 図 1 のように、曲線 AB と直線 BC が滑らかに接続され、直線の途中に半径  $r$  [m] の宙返りコース (ループ) をもつレールがある。このレールの終端 (点 C) には、ばねの一端が固定されている。質量  $m$  [kg] の物体が点 A から動き出し、宙返りコースを通過した後、図 2 のように、ばねを一直線上に押し縮めた。物体は半径  $r$  [m] に対して十分小さく、物体とレールの摩擦、空気抵抗を無視し、重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>] として次の問いに答えなさい。

- (1) 物体が点 B を通過する時の速さ  $v$  [m/s] を表す式を答えなさい。
- (2) 宙返りコースの midpoint D において、物体がレールから落ちないためには、 $h$  [m] をいくら以上にしなければならないか。その条件式を答えなさい。
- (3) 物体がばねを押し縮めた距離を  $x$  [m] とする。 $x$  の最大値を表す式を答えなさい。ただし、ばね定数は  $k$  [N/m]、ばねが受けた力  $F$  [N] と  $x$  の関係は  $F = kx$  と表される。

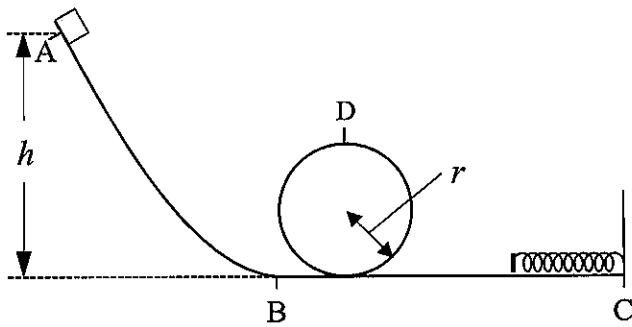


図 1

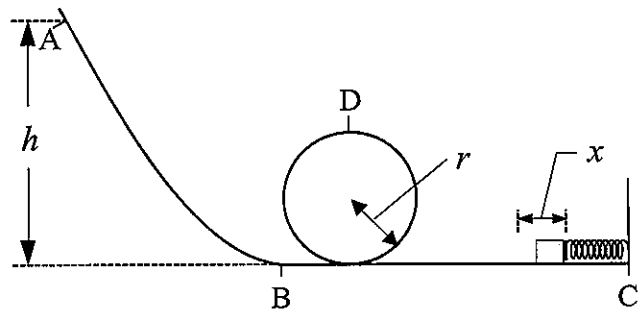


図 2

問 2 速さ  $v$  [m/s] で走行している電車が周波数  $f_0$  [Hz] の警笛をならしながら、踏切に近づいている。音の速さを 340 m/s として、次の問いに答えなさい。

- (1) 踏切で待つ人が聞く警笛音の周波数を  $f$  [Hz] とする。 $f$  を  $v$  と  $f_0$  を用いた式で表しなさい。
- (2)  $f_0 = 496$  Hz,  $f = 544$  Hz とした場合、 $v$  はいくらになるか答えなさい。

問 3 100 V 用 500 W のニクロム線でできた電熱器がある。ニクロム線の抵抗は温度によって変化しないとして、次の問いに答えなさい。

- (1) この電熱器の抵抗値は何  $\Omega$  か答えなさい。
- (2) 電圧 80 V の電源に、この電熱器を接続した場合、消費電力は何 W か答えなさい。

# 問題用紙

( 環境システム工学 )

## 【問題 4】 (生物分野)

問 1 次の説明に最も適切な語句を答えなさい。

- (1) タンパク質の基本構成単位の名称
- (2) 細胞内の主要なエネルギー生産の場である細胞内小器官の名称
- (3) 生物が持つ形質を親から子、子から孫へ伝えるために必要な因子の名称
- (4) 動物の特定の内分泌線で形成され、特定の器官に微量で特殊な影響を及ぼす物質の総称
- (5) ワトソンとクリックが発見した 2 本鎖 DNA 構造の名称

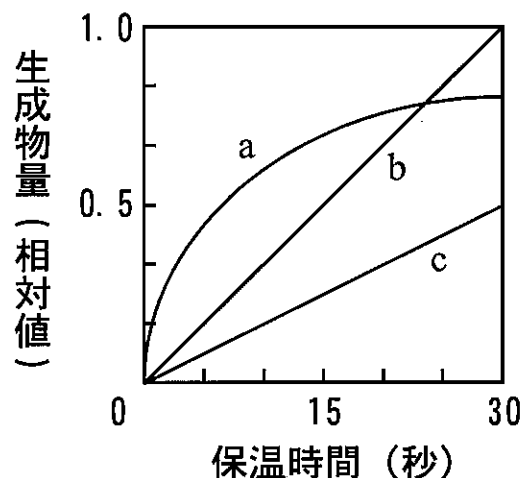
問 2 ある種の細菌は、次の (a) ~ (c) の化学反応により生じるエネルギーを利用して有機物を合成することができる。下の問いに答えなさい。

- (a) 亜硝酸と酸素が反応し、硝酸が生成
- (b) 硫化水素と酸素が反応し、硫黄と水が生成
- (c) 水素と二酸化炭素が反応し、メタンと水が生成

- (1) (a) ~ (c)の化学反応を化学反応式で示しなさい。
- (2) 無機物の酸化により生じるエネルギーを利用して有機物を合成することができる細菌をまとめて何と呼ぶか答えなさい。

問 3 下の図は、酵素とその酵素の基質を含む反応液を 10℃, 30℃ および 60℃ で保温したときの、保温時間とある化学物質の生成物量の関係を示したものである。次の問いに答えなさい。

- (1) a, b, c の反応曲線は、それぞれ何℃の時の反応結果を示しているか答えなさい。
- (2) a の反応曲線が図のようになる理由を 20 文字以内で答えなさい。
- (3) 反応液に加える酵素の量を半分にし、b と同じ温度で反応させると、保温時間 30 秒後の生成物量はどうか。相対値で答えなさい。

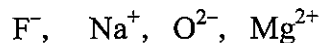


**問題用紙**  
( 環境システム工学 )

**【問題 5】 (化学分野)**

問1 次の問いに答えなさい。

- (1)  $^{13}\text{C}$  の中性子, 電子の数をそれぞれ答えなさい。
- (2) 塩素の原子量が 35.5 である時, 同位体  $^{35}\text{Cl}$  (相対質量 35.0) と  $^{37}\text{Cl}$  (相対質量 37.0) の存在比を答えなさい。
- (3) 金属結合では, 価電子が特定の原子に束縛されずに金属を構成する全ての原子に共有されている。このような電子の名称を答えなさい。
- (4) 次の 4 つのイオンは全て同じ電子配置である。イオン半径の大きいものから順に, 左から並べなさい。



- (5) メタン ( $\text{CH}_4$ ) 1.6 g を完全に燃焼させた。反応した酸素 ( $\text{O}_2$ ) のモル数および生成した二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ ) の標準状態 ( $0^\circ\text{C}$ , 1 atm) での体積を答えなさい。(原子量を  $\text{H}=1$ ,  $\text{C}=12$ ,  $\text{O}=16$ , 標準状態での気体 1 モルの体積 = 22.4 L とする)

問2 次の文中の①から⑤に最も適切な語を答えなさい。

オゾン ( $\text{O}_3$ ) は, 酸素分子 ( $\text{O}_2$ ) の ( ① ) で, 特有な臭いのする ( ② ) 色の気体である。非常に強い酸化作用を示し, 自然界では約 90% が地上から約 40 km の成層圏に存在し, 有害な ( ③ ) から地上の生命を守っている。近年, 南極上空で ( ④ ) が観測され, フロン類によるオゾン層破壊が問題となっている。フロン類は安定な物質だが, 成層圏で強い ( ⑤ ) によって分解され, ( ⑤ ) を放出する。( ⑤ ) が触媒となって,  $\text{O}_3$  と酸素原子 ( $\text{O}$ ) が反応して 2 個の  $\text{O}_2$  になる, という連続的な分解反応が起こり, オゾン層を破壊すると言われている。

問3 市販の食酢における酢酸濃度を中和滴定によって決定した。まず, 市販の食酢を純水にて 10 倍に希釈した水溶液 10 mL に, 指示薬 A を加え, 0.10 mol/L の NaOH で滴定したところ, 7.5 mL でちょうど中和した。次の問いに答えなさい。

- (1) フェノールフタレイン, メチルオレンジのどちらが指示薬 A としてふさわしいか答えなさい。またその理由を答えなさい。
- (2) 10 倍に希釈した食酢中の酢酸のモル濃度を答えなさい。
- (3) 市販の食酢中の酢酸の質量パーセントを答えなさい。ただし酢酸の分子量を 60, 密度を 1.0 g/mL とする。

**問題用紙**  
( 環境システム工学 )

**【問題 6】 (環境分野)**

問1 次の文章の ( a ) ~ ( e ) に最も適切な語句を答えなさい。

- ・ 近年, 新たな天然資源が注目されている。この資源は, 地下数百~数千メートルの頁岩 (けつがん) 層に含まれているため ( a ) ガスと呼ばれる。含まれている成分は液化天然ガスと大きく変わらない。硬い岩盤に高圧の水や化学薬品を注入し, 人工的につくった割れ目からガスを取り出す技術が急速に進み, 生産コストも大幅に下がり, このガスの生産量が増加している。現在, 最も生産が盛んなのは埋蔵量世界2位の ( b ) である。
- ・ 日本においてはこれまで, 大気中の粒子状物質による大気汚染に関しては, その粒子径が概ね 10  $\mu\text{m}$  以下の浮遊粒子状物質の質量濃度の測定が行われてきた。平成 21 年にさらに微小な粒子径の浮遊粒子状物質の環境基準が設定され, それらは粒子径から ( c ) と呼ばれる。
- ・ ある種の化学物質が食物連鎖を経て, 上位消費者の体内に高濃度に蓄積される現象を ( d ) という。
- ・ 排水に含まれるリンや窒素などが湖沼などの閉鎖性水域に流入し, プランクトンが異常に発生するなどして水質が汚濁することを ( e ) という。

問2 排水を処理した際に発生する汚泥の処理について, 次の問いに答えなさい。

下水処理場などで水処理を行った際に汚泥が発生した場合には, 汚泥の処理も必要となる。この汚泥には多くの水分が含まれているため, 脱水工程を経て処理される。いま, 固形分の重量濃度が 4%の汚泥が 1 t ある。この汚泥を重量含水率 72%まで脱水した場合, 脱水後の汚泥重量は何 t になるか計算して求めなさい。ただし, 固形分の比重は 1 とする。



**問題用紙**  
( 環境システム工学 )

問3 生ゴミの処理方法に関して、次の文章を読んで下の問いに答えなさい。

これまで生ゴミを含む可燃ゴミの多くは焼却により処分されてきたが、最近、生ゴミなどの含水率が高い有機性廃棄物の微生物によるバイオガス化（メタン発酵）技術が注目されている。この技術では、有機物を分解する微生物により、生ゴミが可燃性ガスのバイオガス（消化ガス）に変換される。このバイオガスを活用することができれば、省エネルギーとともに、再生可能エネルギーの増産に貢献できるため導入を検討している市町村が増えている。

- (1) A市では1日50tの生ゴミが発生している。バイオガス化技術を用いると生ゴミ1tあたりバイオガスが標準状態で $150\text{ m}^3$ 発生するとしたとき、A市の生ゴミを本技術で処理した際に発生するバイオガス量を計算して求めなさい。
- (2) このバイオガスの発熱量は標準状態で $21\text{ MJ/m}^3$ を有しているとき、A市の生ゴミをバイオガス化技術で処理した際に発生するバイオガスは熱量換算で標準状態の都市ガス何 $\text{ m}^3$ に相当するか計算して求めなさい。ただし、都市ガスの発熱量は標準状態で $45\text{ MJ/m}^3$ とする。
- (3) このバイオガスを燃料にして発電した際に得られる電気量は1日あたり何 $\text{ kWh}$ か答えなさい。このとき、バイオガスを燃料に発電を行った際の発電効率は40%、 $1\text{ kWh}$ は $3.6\text{ MJ}$ として計算しなさい。

**問題用紙**  
( 環境システム工学 )

問題 7 (統計分野)

次に示すデータに関する問いに答えなさい。ただし、 $x_i$  は正規分布  $N(\mu_x, \sigma_x^2)$  に従う母集団から抽出された標本であり、 $y_i$  は正規分布  $N(\mu_y, \sigma_y^2)$  に従う母集団から抽出された標本である。

$i$	$x_i$	$y_i$
1	1	2
2	3	3
3	2	1

- 問 1  $x_i$  と  $y_i$  の散布図( $i = 1, 2, 3$ )を示しなさい。
- 問 2  $x_i$  の分散 (標本分散) を求めなさい。
- 問 3  $x_i$  と  $y_i$  の共分散と相関係数を求めなさい。
- 問 4  $x_i$  と  $y_i$  の母集団の平均値, 分散, 共分散を推定しなさい。
- 問 5  $z_i = x_i + 3 y_i$  は, どのような分布に従うかを述べなさい。