

環境・エネルギー工学専攻		受験番号	
--------------	--	------	--

## 平成 18 年度大学院前期課程

### 環境・エネルギー工学専攻

<h1>専門科目 入試問題</h1>
------------------------

設問群	科目名	出題番号
設問群 1	保全・共生システム	問 1
		問 2
		問 3
設問群 2	循環型材料・資源システム	問 4
		問 5
		問 6
		問 7
設問群 3	共生エネルギーシステム	問 8
		問 9
		問 10
設問群 4	量子エネルギー	問 11
		問 12
		問 13
		問 14
設問群 5	環境マネジメント	問 15
		問 16
		問 17
		問 18
設問群 6	共生環境デザイン	問 19
		問 20
		問 21
設問群 7	環境リスク管理	問 22
		問 23
		問 24

#### 【注意】

- ・ 問題は 24 問ある。2 つ以上の設問群にわたって 5 題を選択して解答すること。
- ・ 選択した出題番号を下記の表に必ず記入すること。
- ・ 本紙および各問題解答用紙に受験番号を必ず記入すること。

選択した出題番号を記入せよ

問	問	問	問	問
---	---	---	---	---

平成 17 年 8 月 23 日 (火)

9:30~12:00 実施

S4-111

【問 1】以下の文の【 】内にふさわしい式・記号または数値を、【 】内の指示にしたがって、解答欄に記入しなさい。

大気中の微量物質が地上に落下するメカニズムのひとつとして、降雨による洗浄過程がある。図-1 に示す高さ  $h$  の空間内に、微量物質Mが濃度一様で分布しているときを考える。降雨強度が  $I(\text{m/s})$  のとき、地上の単位面積に単位時間あたりに落下する降水の量 (フラックス)  $J_W$  ( $\text{m}^3/(\text{m}^2\text{s})$ ) は、

$$J_W = \text{【①式・記号】} \tag{1}$$

であるから、降水中の物質Mの濃度を  $C_{MW}$  ( $\text{mol}/\text{m}^3$ ) とするとき、Mの沈降フラックス  $J_M$  ( $\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ ) は、

$$J_M = \text{【②式・記号】} \tag{2}$$

で表される。

図-1 の空間内のMの物質収支を考えれば、大気中のMの濃度  $C_{MA}$  ( $\text{mol}/\text{m}^3$ ) の濃度変化は、 $J_M$  を用いて、

$$d C_{MA}/dt = - \text{【③式・記号】} \tag{3}$$

で表されるので、

$$d C_{MA}/dt = - A C_{MA} \tag{4}$$

で定義される洗浄係数  $A(\text{s}^{-1})$  と  $C_{MW}$  との関係は、

$$A = \text{【④式・記号】} \tag{5}$$

となる。また、(4)式の解を、 $C_{MA}$  の時刻  $t = 0$  における値  $C_{MA0}$  と  $A$  を用いて表せば、

$$C_{MA} = C_{MA0} \cdot \exp(\text{【⑤式・記号】} t) \tag{6}$$

となるので、 $A^{-1}$  は、濃度が初期値の【⑥式・記号】になるまでの時間である。

物質Mがガス状物質のとき、Mが降水中に飽和状態まで溶解すると仮定して、Mの大気と水への分配係数  $H_M$  ( $(\text{mol}/\text{m}^3)/((\text{mol}/\text{m}^3))$ ) により、

$$C_{MA} = H_M C_{MW} \tag{7}$$

と表すことができれば、 $A$  は降雨強度  $I$  とこの係数を用いて、

$$A = \text{【⑦式・記号】} \tag{8}$$

と表すことができる。

物質Mが粒子状物質のときは、 $A$  は粒子径、降雨強度などに依存する。いま、粒子状物質に対する  $A$  の値  $A_{pt}(\text{s}^{-1})$  が、経験式

$$A_{pt} = 1.2 \times 10^{-4} I^{0.5} \quad (I \text{ は降雨強度 } \text{mm/h}) \tag{9}$$

で与えられるものとすれば、降雨強度が  $10 \text{ mm/h}$  のとき、洗浄係数は

$$A_{pt} = \text{【⑧有効数字 1 桁の数値】} (\text{s}^{-1}) \tag{10}$$

と計算される。また、ある有機物質の気温  $20^\circ\text{C}$  における分配係数が  $H_M = 0.1$  ( $\text{Pa}/(\text{mol}/\text{m}^3)$ ) であるとき、この物質のこの温度における、降雨強度  $10 \text{ mm/h}$  のときの洗浄係数は

$$A = \text{【⑨有効数字 1 桁の数値】} (\text{s}^{-1}) \tag{11}$$

と計算される (高さ  $h = 1000\text{m}$  とし、1 気圧を  $10^5\text{Pa}$  とせよ)。

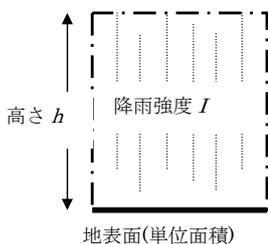


図-1

【解答欄】

①	②
③	④
⑤	⑥
⑦	⑧
⑨	

環境・エネルギー工学専攻	設問群 1 保全・共生システム 2	受験番号	
--------------	-------------------	------	--

【問 2】水質汚濁の原因となる主な汚染物質のカテゴリーとして、①容易に生分解される有機物（BOD として測定される）、②BOD では測定されない比較的難分解性の有機物、③窒素、リンなどに代表される栄養塩類、④重金属類を含む微量有害化学物質などが挙げられる。これらの汚染物質とその生物学的処理法に関して以下の設問に答えなさい。

(1) ①易分解性有機物、および③栄養塩類を高濃度で含む排水が水域に放出された場合、それぞれどのような問題を引き起こすか、問題の生じるメカニズムを含めて簡潔に述べなさい。

(2) 活性汚泥法において、②難分解性有機物や④微量有害化学物質（有機物に限る）の除去効率を高めるために、SRT（汚泥滞留時間）を長く設定することが推奨されている。この理由について論じなさい。

(3) ③栄養塩類、特に窒素の除去を目的として開発された活性汚泥法の代表的な変法を 2 つ挙げ、それぞれの処理フロー図を書いて、簡単に説明しなさい。

【解答】

(1) ①

③

(2)

(3)

問 2 設問群 1 保全・共生システム 2

【裏面使用可能】

30

## 【問 3】

下記の用語を適宜使用し、陸域生態系における炭素循環を説明しなさい。またその中で、陸域生態系による大気二酸化炭素固定量がどのように定義されるかを説明しなさい。なお使用した用語には、解答文中で下線を引きなさい。

[用語] 光合成, 植物呼吸, 従属栄養呼吸, 総生産 (総一次生産), 純生産 (純一次生産), 純生態系生産, 成長, リター, 被食, 現存量 (バイオマス), 土壌炭素, 生態系かく乱 (攪乱)

## 【解答】

## 【問 4】

粘弾性を表すのに、ダッシュポットとばねの結合を用いるとき、その簡単なものの一つに、ダッシュポットとばねを直列に結んだ、Maxwell モデルがある。今、全ひずみを  $\varepsilon$ 、力を  $\sigma$ 、とする。次の問いに答えよ。解答は括弧の中に式あるいは言葉を入れて答えよ。

- 1) 両要素には共通応力  $\sigma$  がかかり、全ひずみ  $\varepsilon$  は、ばね要素のひずみ  $\varepsilon_1$  とダッシュポット要素のひずみ  $\varepsilon_2$  の和となる。ばね定数を  $E$  粘性係数を  $\eta$  としたとき、Maxwell モデルが従う基礎方程式を求めよ。
- 2) 上記の基礎方程式を  $t = 0$  以降、一定のひずみ  $\varepsilon_0$  を与えた時の挙動を記述する式を求めよ。
- 3)  $t = 0$  以降、 $\sigma$  が一定だった時、ニュートン液体を記述する方程式になる。ニュートン液体について説明せよ。

## 【解答】

- 1) ばね要素とダッシュポットは直列に結合してあるので、両者には共通応力  $\sigma$  が作用している。

ばねに関しては、 $\varepsilon_1$  と  $E$  を用いて、 $\sigma = ( 1 )$

ダッシュポットに関しては、 $\varepsilon_2$  と  $\eta$  を用いて、 $\sigma = ( 2 )$

$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$  であるので、

$$d\sigma/dt = ( 3 )$$

(3) で、 $\eta/E$  は時間の次元を持ち、( 4 ) と呼ばれる。

- 2)  $\eta/E$  を  $\tau$  と表すことにする。(3) 式を解いていくのであるが、一定のひずみ  $\varepsilon_0$  であるので、 $d\varepsilon/dt = 0$  であり

$t = 0$  における応力  $\sigma = \sigma_0$  とすると、

$$\sigma = ( 5 ) \text{ となる。}$$

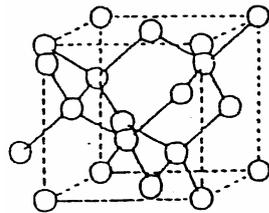
- 3)  $\sigma$  が一定の時は、 $\eta$  を使って表すと  $\sigma = ( 6 )$  となる。

$\sigma$  をずれ応力、 $\varepsilon$  をずれ (ひずみ) とすると、この式はニュートンの粘性則に他ならない。

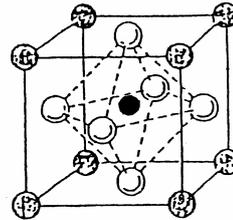
解答番号	解答
1	
2	
3	
4	
5	
6	

【問 5】 図は、よく知られた無機材料の結晶構造を示したものである。これら材料の構造、性質、環境調和材料としての用途について下記の問いに答えなさい。

- (1) (A)と(B)の結晶構造名を記し、両構造における化学結合の違いについて知るところを述べなさい。
- (2) (A)の単位胞に含まれる原子の数、および(B)に含まれる分子の数を求めなさい。
- (3) これらの結晶構造を有する物質名を一つずつ化学式で示し、それぞれについて環境やエネルギー問題に寄与する用途を上げ、その機能を簡単に説明しなさい。



(A)



(B)

【解答】

環境・エネルギー工学専攻	設問群 2 循環型材料・資源システム 3	受験番号	
--------------	----------------------	------	--

【問 6】 次の文章の空欄の部分に適切な語句、数字をいれ、さらに下記の設問に解答せよ。

(1) 使用済燃料の再処理法であるピューレックス法は、(ア) を抽出剤、ドデカン希釈剤とする溶媒抽出法である。二酸化ウランは硝酸溶液中に、通常 (イ) 価のウラニルイオンとして存在するが、ウランの価数としては (ウ) 価になる。一方プルトニウムは大部分 (エ) 価で存在するが、一部 (オ) 価で存在するものは、抽出剤と錯体を作らないので、硝酸溶解時には酸素を吹き込むなどの処理が必要である。このようなアクチニドや FP の錯体の作りやすさの価数や硝酸濃度依存性を利用し、水相と有機相の攪拌・静置を繰り返す (カ) や液に脈動を与えて一方の連続相の中に他方の分散相を流す (キ) 等を用いて、ウランとプルトニウムを分離・回収することができる。

(ア) \_\_\_\_\_ (イ) \_\_\_\_\_ (ウ) \_\_\_\_\_ (エ) \_\_\_\_\_ (オ) \_\_\_\_\_

(カ) \_\_\_\_\_ (キ) \_\_\_\_\_

(2) ピューレックス法におけるウランと抽出剤との溶解反応式を記せ。ただし抽出剤は略称を化学式に用いてよい。

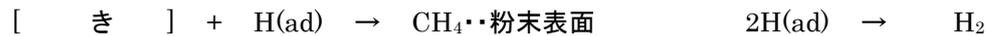
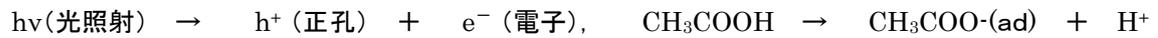
(3) 分配比(有機相中のウランの濃度/水相中のウランの濃度)を 10.0 とする。ウランを  $1.0 \times 10^{-2}$  モル含んだ硝酸溶液 1000ml に抽出剤 100ml を加えて十分攪拌した時、有機相に移ったウランのモル数を求めよ。

【問 7】 次の(1)、(2)の間に答えよ。

- (1) OH ラジカル ( $\cdot\text{OH}$ ) は、フェントン反応  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{HO}^- + \cdot\text{OH}$  によって簡単につくることができる。そこでこのフェントン反応を用いて水溶液中に溶けている酢酸を酸化分解した。次の空欄 [あ]、[い]内を埋めて反応式を完成せよ。



- (2) 近年、半導体光触媒である  $\text{TiO}_2$  を有機物の分解反応に活用する試みが盛んに行われている。例えば、 $\text{TiO}_2$  電極で  $\text{CH}_3\text{COOH}$  を光酸化すると、 $\text{TiO}_2$  極から  $\text{C}_2\text{H}_6$  が、対極の Pt 極から  $\text{H}_2$  が発生し、これを粉末光触媒 Pt/ $\text{TiO}_2$  によって液相で行うと主生成物は  $\text{CH}_4$  となる、と報告されている。次の空欄 [う]～[き]内を埋めて反応式を完成し、その後の間に答えよ。ただし、(ad)は吸着化学種を示す。



上記の下線部 (生成物が  $\text{TiO}_2$  極と粉末光触媒 Pt/ $\text{TiO}_2$  によって異なること) について反応場の比表面積の違いに着目してその理由を答えよ。

【解答】

環境・エネルギー工学専攻	設問群 3 共生エネルギーシステム 1	受験番号	
--------------	---------------------	------	--

【問 8】

地球上の生命は太陽からのエネルギーによって支えられている。地球における太陽エネルギーについて考えて見よう。太陽を黒体として表面温度を  $T_s$  [K] とする。太陽の直径を  $d_s$  [m] とし、地球と太陽の距離を  $L$  [m] とする。地球の直径を  $d_e$  [m] とする。

- (1) 地球における太陽エネルギーの大きさを表す指標として、太陽定数  $C_s$  [W/m<sup>2</sup>] がある。これは、地球の位置に太陽光に垂直に向けた面に入射する太陽エネルギーの値である。ステファン・ボルツマン定数を  $\sigma$  とし、太陽定数の式を求めなさい。また、 $C_s$  を用いて地球全体が 1 日に受ける放射エネルギー量を式で表現しなさい。ただし、大気の厚みは十分薄いものと考えてよく、地球の位置で太陽光は平行光線と考えてよい。ここでは、大気圏外で受ける熱を求めなさい。
- (2) 日本の国土面積を  $A_J$  [m<sup>2</sup>] とし、日本の地表に降り注ぐ 1 日の太陽エネルギーを式で表現しなさい。日本の平均緯度を  $\phi$  [rad] とする。なお、大気平均透過率（大気層に垂直に入射した太陽エネルギーに対する地表に到達するその比）を  $P$  としなさい。なお、太陽エネルギーは大気層では係数一定で距離とともに指数関数的に減衰するものとする。
- (3) 地球温度に関するモデルとして、温室効果ガスをガラスのような薄いシートで近似することしよう。このシートは太陽光に対しては透明で、地球からの赤外放射等に対しては吸収率  $a$ 、透過率  $(1-a)$  の灰色体とする。地球は太陽光に対しては反射率（アルベド） $A$ 、赤外線に対しては黒体としなさい。なお、地表とシートの曲率などは考える必要はなく、大気や水の存在も無視してよい。ここでは、緯度  $\phi$  における地球温度  $T_e$  やシート温度  $T_{sh}$  を求める式を求めなさい。なお、ここでは大気透過率は 1 と考えてよいし、1 日の平均日射量が地表に定常的に入射する場合を考えてよい。
- (4) ある人が国のサステナビリティ指標  $IS$  とし、  

$$IS = (\text{国民が使用している総エネルギー}) / (\text{その国に入射する太陽エネルギー})$$
を提案したものとする。この指標に対する君の意見を述べ、修正案を提案しなさい。

【解答】

【問 9】

次表は 4 つのタイプの燃料電池についてまとめた表である。下記の単語群からそれぞれ該当する最も適切な語句を選び記号で解答せよ。なお重複解答は可能である。

種類	固体高分子形	リン酸形	熔融塩炭酸形	固体酸化物形
燃料供給源	(1)	(2)	(3)	(4)
作動気体	(5)	(6)	(7)	(8)
電解質	(9)	(10)	(11)	(12)
触媒の有無	(13)	(14)	(15)	(16)
作動温度範囲	(17)	(18)	(19)	(20)
発電効率	(21)	(22)	(23)	(24)
主な用途	(25)	(26)	(27)	(28)

- |               |                    |                 |
|---------------|--------------------|-----------------|
| (ア) 工業用・分散電源用 | (イ) 600～700℃       | (ウ) 安定化ジルコニア    |
| (エ) ～1000℃    | (オ) 水素             | (カ) 炭酸リチウム      |
| (キ) 都市ガス・LPG  | (ク) 家庭用・小型業務用・自動車用 | (ケ) リン酸         |
| (コ) 水素・一酸化炭素  | (サ) 業務用・工業用        | (シ) 都市ガス・LPG・石炭 |
| (ス) 45～65%    | (セ) 陽イオン交換膜        | (ソ) 常温～100℃     |
| (タ) 170～200℃  | (チ) 有              | (ツ) 無           |
| (テ) 35～40%    |                    |                 |

【解答】

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
(21)	(22)	(23)	(24)	(25)
(26)	(27)	(28)		

## 【問 10】

理想気体のエントロピー $S$ について考える。理想気体の定積モル比熱は温度に対して不変で $C_V$ とする。理想気体の1モルあたりの内部エネルギーと体積をそれぞれ $U$ と $V$ とし、絶対温度と圧力をそれぞれ $T$ と $p$ とする。なお理想気体のガス定数を $R$ とする。

- 1) この気体の状態の準静的な変化に伴う $S$ 、 $U$ 、 $V$ の微小変化 $dS$ 、 $dU$ 、 $dV$ や $T$ 、 $p$ の間に成り立つ式を書け。
- 2) 温度変化 $dT$ に伴う内部エネルギーの変化 $dU$ を定積比熱 $C_V$ を用いて表せ。
- 3) 1モルの理想気体の状態方程式を書け。
- 4) 上の1)～3)の結果を利用して $dS$ を $C_V$ 、 $T$ 、 $dT$ 、 $R$ 、 $V$ 、 $dV$ で表せ。
- 5) 4)式を積分して理想気体のエントロピー $S$ を $C_V$ 、 $T$ 、 $R$ 、 $V$ で表す式を求めよ。但し、積分定数は $S_0$ と記せ。
- 6) 理想気体が体積 $V_1$ から真空中に断熱膨張し $V_2$ にする場合、膨張に伴う仕事はゼロであるし、断熱膨張であるので熱の出入りもないため温度変化もゼロである。この膨張にともなうエントロピー変化 $\Delta S$ を表す式を求めよ。
- 7) 理想気体が真空中に断熱膨張する過程は可逆か不可逆か。

## 【解答】

【問11】 次の問に答えよ。

- (1) 均質体系における固有値問題に対するエネルギー 2 群の中性子拡散方程式を書きなさい。但し、核分裂では第 1 群(高速群)の中性子が発生すると仮定する。

また、 $\phi_g$  は  $g$  群の中性子束

$D_g$  は  $g$  群の拡散係数

$\Sigma_1$  は 1 群の吸収断面積 ( $\Sigma_{1a}$ ) と減速断面積 ( $\Sigma_{1\rightarrow 2}$ ) の和

$\nu\Sigma_{gf}$  は  $g$  群の生成断面積

$\Sigma_{1\rightarrow 2}$  は 1 群から 2 群への減速断面積

$\Sigma_{2a}$  は 2 群の吸収断面積

とする。

- (2) 第 1 群の拡散方程式の  $\Sigma_1\phi_1$  の項のうちの  $\Sigma_{1\rightarrow 2}\phi_1$  に対し、第 2 群から得られる関係式を用い

$$k_{eff} = (\text{全群の中性子生成率}) / (\text{全群の中性子吸収率} + \text{全群の中性子漏洩率})$$

となることを証明せよ。

【解答】

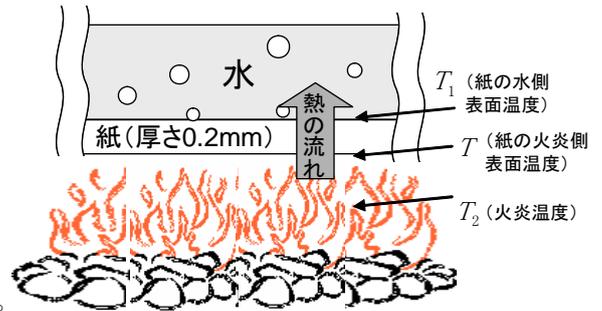
## 【問 12】

- (1) 熱伝達率を  $h$ 、熱伝導率を  $\lambda$ 、粘性係数を  $\mu$ 、比熱を  $c_p$ 、代表長さを  $L$ 、とするとき、ヌッセルト ( $Nu$ ) 数とプラントル ( $Pr$ ) 数はそれぞれ  $Nu = hL/\lambda$ 、 $Pr = c_p\mu/\lambda$  で定義される。 $Nu$  数と  $Pr$  数は伝熱現象の相似則を表す無次元数である。

(ア) ある現象を調べるときに実物試験の代わりに相似則に従う模型試験を使うことができる。相似則とは何かを説明せよ。

(イ)  $Nu$  数と  $Pr$  数の物理的意味を述べよ。

- (2) 紙で作った容器でお湯を沸かすとき、紙の耐熱温度(着火温度)が何 $^{\circ}\text{C}$ 以上であればそれが可能となるか。以下に示す値を用いて評価せよ。水の沸騰温度 ( $T_f=100^{\circ}\text{C}$ )、紙の熱伝導度 ( $\lambda=0.06\text{W/mK}$ )、紙の厚さ ( $t=0.2\text{mm}$ )、火炎の温度 ( $T_2=1100^{\circ}\text{C}$ )、紙表面における空気(火炎側)の熱伝達率 ( $h=10\text{W/m}^2\text{K}$ )。なお、加熱面は平面とし、紙の水側の表面温度は水の沸騰温度に等しいとする。



## 【解答】

## 【問 13】

(1) 次の事項について簡単に述べよ。

ア) サイクロトロン

イ) シンクロトロン放射

(2) 次の問いに答えよ。

ア) 原子核の  $\alpha$  壊変において放出される全エネルギーを  $Q$ 、 $\alpha$  粒子のエネルギーを  $E$  とするとき、壊変後の原子核の質量  $M$  と  $\alpha$  粒子の質量  $m$  との比、 $m/M$  を求めよ。

イ)  $^{241}\text{Am}$  は壊変する場合、エネルギー  $5.48\text{MeV}$  の  $\alpha$  粒子を放出する。このとき放出される全エネルギーの値を求めよ。

## 【解答】

【問14】

(1) 図1に示すように交流電圧源に抵抗  $R$ 、電流計  $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$  を接続した。図1の  $Z$  の所に抵抗  $45[\Omega]$  を接続したところ、 $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$  はそれぞれ  $17[A]$ 、 $9[A]$ 、 $8[A]$  を示した。抵抗  $R$  および電圧源の電圧  $V$  を求めよ。

次に、 $Z$  として未知の負荷を接続すると、電流計  $A_1$ 、 $A_2$  の指示は変化なかったが  $A_3$  が  $10[A]$  を示した。負荷が消費する実効電力および力率を求めよ。また電源の供給する実効電力および力率はどうか。

(2) 図2はトランジスタのエミッタ接地回路の交流等価回路である。伝達関数  $G(s) = V_o(s)/V_i(s)$  を求めよ。但し、図中  $\diamond$  で示したのは従属電流源であり、 $r_i$  に流れる電流  $i_i$  の  $h_{fe}$  倍の電流が矢印の向きに流れることを示す。

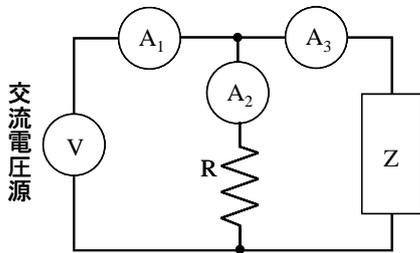


図 1

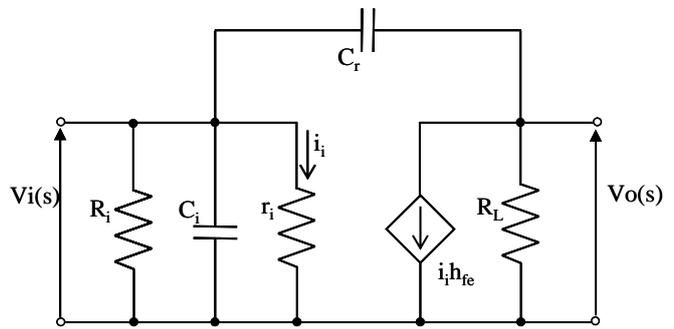


図 2

【解答】

環境・エネルギー工学専攻	設問群 5 環境マネジメント 1	受験番号	
--------------	------------------	------	--

**【問15】**

環境のマネジメントを行う際には、一般に、ある時期に掲げた目標を後ほどどの程度に達成できたかを点検、評価するプロセスが重要であるといわれている。そして、このような手順を標準化することによって、マネジメント・システムの適切さを判断することがなされている。次の質問に答えなさい。

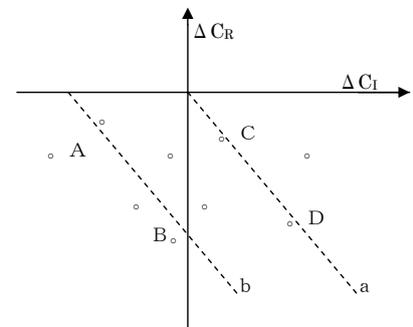
- (1) このようなプロセスを、一般的な計画システムでは「プラン」、「ドォ」、それから「①」と呼ぶのに対して、ISO14000 シリーズでは、「②」、「③」、「④」、「⑤」と名付けている。この5つの「①」－「⑤」に、適切な語彙を答えなさい。
- (2) 点検・評価を実行するときには、評価の手がかりを、尺度をともなった形で、準備する必要がある。それを何と呼ぶか。答えなさい。次いで、その評価の手がかりが持つべき条件もしくは特性として、3つあげるとすれば、それは何か。3つ答えなさい。
- (3) 環境マネジメントでは、内部監査と外部監査を組み合わせることが効果的であるといわれている。それはなぜだろうか。内部監査と外部監査のそれぞれの役割を答えた上で、それらが補完的に働くメカニズムについて答えなさい。

**【解答】**

## 【問16】

エネルギーを消費するあるシステムの計画があり、ある原案が作成されているものとする。ここでは、省エネルギー推進のための修正案を考えることにしよう。当然、原案に対するランニングコスト(燃料費)の増分 $\Delta C_R$  [円/年] が負になることが要件になる。金銭評価では、必要になるイニシャルコスト(建設費)の増分 $\Delta C_I$  [円] と $\Delta C_R$  でシステムの優劣が評価されることになる。この様子を、図のように、 $\Delta C_R$ を縦軸に、 $\Delta C_I$ を横軸に表すものとする。計画によっては、 $\Delta C_I$ がマイナスの案もあるため、修正案は第3象限と第4象限に散布している。図において、最適システム(コストの最も低いもの)について考えるものとする。たとえば、イニシャルコスト最小案はA案で、ランニングコスト最小案はB案である。なお、ランニングコストは経年変化がなく一定として、金利なども考えないものとする。また、各システムの耐用年数は十分長いものとする。これに関連して以下の問に答えなさい。

- (1) 原点を通る直線aは、よく用いられるシステムの評価指標である「投資の回収年数」が一定(N年)の線である。これによると、例えば、同一直線上にある案Cと案Dは同じ評価となる。この点について説明しなさい。また、図の直線bはN年のトータルコスト(ランニングコストとイニシャルコストの和)が一定の直線である。これを説明するとともに、各切片(横軸、縦軸とも)の意味を考えて、適切な呼び名を付けなさい。
- (2) CとDは投資の回収年数が同じであるが、評価年数を大きくすると、トータルコストはCよりもDが有利となる。このことを図で説明し、その意味を簡潔に説明しなさい。さらに、これをもとに、評価指標としての「投資の回収年数」の問題点について述べなさい。
- (3) 図でN年のトータルコストの最小解について説明しなさい。
- (4) この図を用いた評価体系で、二酸化炭素の削減性などを評価に加える方法について考察しなさい。



## 【解答】

## 【問17】

時間経過を横軸に、環境観察の結果あるいは観測の値を変数として縦軸にとって図化してみると、その変数が増加しているが、その伸びが小さくなっている様子が描かれることが少なくない。このようなときに、工学技術的な開発や施策の導入を図ることによってどのような成果（効果）が将来に生まれるのかを明らかにしようとするとき、このような能動的な将来の予測では、いくつかの配慮すべきポイントがあるという。次の問いに答えなさい。

- (1) 予測した時点から水平に線を引いてその線から将来の値までの差（差異）を「施策の導入の効果」とするのが妥当でない理由を述べなさい。
- (2) 環境の変化を、人間社会の作用によって生み出されるものであるとみなす考え方に立てば、環境観測の値のみを縦軸に表現するのでは十分ではない。最近のアスベスト健康被害が何によってもたらされたのかを考え、環境マネジメントを構想するときには、影響とか、環境質などの観察・観測値のみならず、作用変数についても経時変化を図で表現することが望まれる。どのような変数（変量）を取り上げると良いかについて答えなさい。このことはアスベストに関する特別の知識を問うているのではなく、むしろドライビング・フォース、プレッシャ、ステート、レスポンスの構図を課題に応じて解釈することを求めている。
- (3) 将来予測の方法として、近年、シナリオ・ライティングという方法がしばしば採用されている。この場合のシナリオとは演劇のシナリオとは少し違って、一つの筋書きではなく、幾通りもの経路が描かれることがある。何故、このような複数の経路を描くのかについて、その理由、背景を解説しなさい。

## 【解答】

【問18】 EU(欧州連合)においては、廃電気・電子機器(WEEE)に係わる有害物質規制(RoHS)指令が 2006 年 7 月より有害な 6 物質の使用中止を決めている。RoHS 指令において使用が規制される有害物質は鉛、水銀、カドミウム、六価クロム、PBB(ポリ臭化ビフェニル)、PBDE(ポリ臭化ジフェニルエーテル)である。WEEE に係わる RoHS 指令に関して以下の問いに答えなさい。

- (1) 規制対象の 6 物質の内 2 種類を選択し(鉛を除く)、それらの物質が、電気・電子機器において主にどのような用途、製品にいかなる特性の故に使用され続けてきたかを答えなさい。
- (2) 電気・電子機器において鉛が使用できなくなることに関して、実装材料であるはんだは鉛フリーはんだに切り替わる。このように代替材料の開発、使用によって環境へのインパクトが低減すると言ってよいかについてあなたの考え方を求む。その判断の根拠を含めて答えなさい。

【解答】

環境・エネルギー工学専攻	設問群 6 共生環境デザイン 1	受験番号	
--------------	------------------	------	--

【問 19】

世界保健機構（WHO）の住居衛生委員会報告書（1961 年）に基づき、人間らしい生活を営むための環境の目的として、次の 4 項目が挙げられることが多い。

①安全性、②  性、③利便性、④  性

これらに関して以下の問いに答えなさい。

(1) ②および④の  欄にあてはまる言葉を書きなさい。

(2) 人口減少、環境・エネルギー問題、産業構造の変化など、わが国の都市を取り巻く情勢を考慮しながら、今後のわが国のまちづくり（都市計画など）においてとくに重要であると思われることがらを、上記①～④の 4 つの観点ごとに、それぞれ 100～150 字程度の文章で述べなさい。

【解答】

環境・エネルギー工学専攻	設問群 6 共生環境デザイン 2	受験番号	
--------------	------------------	------	--

**【問 20】**

環境デザインは、「環境を構成する人間、建築、土木、造園などの分野を核として、その周辺に造園より広い範囲の緑と水をあつかうランドスケープ・デザイン、街路灯やベンチなどの工業製品を扱う工業デザイン、道路、広場、河川などの公共空間を扱うパブリック・デザインなどの関連分野をもつ、広範な領域を対象としたデザイン」<sup>(\*)</sup>と説明される。

市民（住民）参加型の環境デザインの重要性が認識されるようになり、各方面で実際の取り組みが展開されており、その中で最新の情報技術の活用が期待されている。そのような情報技術を利用した場合の効果と課題について 500～600 字で説明しなさい。なお情報技術は、下記キーワード群より 2 つ以上選んで説明すること。

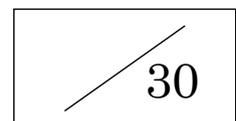
<キーワード群：GPS（Global Positioning System の略語）、VR（Virtual Reality の略語）、GIS（Geographical Information System の略語）、インターネット、IC タグ（RFID タグともいう）、ユビキタスコンピューティング、携帯電話>

(\*) 「笹田剛史著『自己の表現』岩波書店、2000」に加筆修整

**【解答】**

問 20 設問群 6 共生環境デザイン 2

【裏面使用可能】



環境・エネルギー工学専攻	設問群 6 共生環境デザイン 3	受験番号	
--------------	------------------	------	--

【問 21】 次の問題に答えなさい。

日本では、国土利用計画法を基礎として土地利用の規制が行われている。この法に基づいて土地利用基本計画が、以下の5つの土地利用区分によって策定されることになっている。

- ①都市地域      ②農業地域      ③森林地域      ④自然公園地域      ⑤自然保全地域

問題 1 良好な環境を形成する上で、土地利用規制が必要とされる理由について説明しなさい。

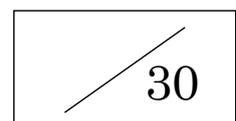
問題 2 土地利用規制が法に基づいて行われる理由について説明しなさい。

問題 3 土地利用区分中で都市地域は、都市計画法によって都市計画区域に指定されることが相当な地域であるとされている。都市計画区域において、具体的にどのような制度的手法によって土地利用規制が行われているか、具体的に説明しなさい。

【解答】

問 21 設問群 6 共生環境デザイン 3

【裏面使用可能】



【問 22】あるレベル $i$ のハザードの生起確率が $P_i$ 、その金銭的被害を $D_i$ とし、それに対して対策 $j$ を講じたときのダメージの削減額を $\Delta D_i(j)$ とすると、次のような表が与えられているとする。

$P_i$	$D_i$	$\Delta D_i(1)$	$\Delta D_i(2)$
1/200	2000k	300k	800k
1/50	400k	100k	250k
1/10	100k	50k	80k
1/8	20k	15k	20k
1/4	4k	3k	4k
1/2	1k	1k	1k

ここに、 $k$ はこの国の通貨の単位である。次の問いに答えなさい。

- (1) この国のリスク対策を講じない状態での平均的な被害を金銭的に表現しなさい。
- (2) リスク対策(1)とリスク対策(2)とを比較するとき、その効果を表現する図を描きながら、対照させて、論じなさい。
- (3) リスク対策( $j$ )のコストを $C(j)$ としたとき、リスク対策の効率【費用対効果】はどのように表されるか。答えなさい。

【解答】

【問 23】環境リスク管理が対象とするリスク事象は、環境を媒介とした事象であるだけに、リスクの程度やその人々の受け止め方には幅がある。リスクを特徴づける要因として、一般には事象の【 A 】と、ひとたび生じたときの【 B 】をあげることが多い。しかし、この2つとともに、それらの積についても、実際に客観的に計測評価された値と、人々が受け止める水準とでは不一致をおこすことが少なくない。このことを active risk と perceived risk との違いという。ここには人間的、社会的要因が関係している。もともと、主体が行動する過程で、多くの不明であいまいな要因に左右されて、自らと環境に望ましくない災いや害をもたらすという構図のもとで、「環境リスク」を管理しようとするとき、そこには「①外界の変化としての不確実性」をまずは区別することができる。ついで、主体の行動にあたって行動を誘引する価値そのものが変わりゆくという意味で「②価値の不確実性」をあげ、さらに主体の行動の効果を左右する「③他の主体の行動の不確実性」をあげることができる。次の問いに答えなさい。

- (1) 【 A 】、【 B 】にふさわしい言葉をそれぞれ答えなさい。
- (2) 下線部に示された違いを、例をあげて解説しなさい。
- (3) 教育施設の天井等にアスベストが 30 年以上も前に吹きつけられているが、十数年前に飛散防止措置をしたまま経過した状態を想定しなさい。大気中の濃度の現状や飛散の現実的な可能性よりも、アスベストが天井に存在している事自体が問題であるとして対応行動をとろうとした時に、文中の①～③の3つの不確実性はどのようなものかについて解釈しなさい。

【解答】

【問 24】 あるイベント会社が、夏休み期間中の日曜日（合計 6 日）に、野外コンサートを開催することを計画している。降雨量が 10mm 超える場合を「雨」、それ以外を「晴」と定義すると、コンサートのチケット収入は「晴」の場合で 200 万円、「雨」の場合で 40 万円と予想されている。一方、コンサートの運営に必要な経費は天候に関わらず 120 万円だとする。

(1) 「雨」になる確率が  $r$  のとき、コンサート開催日が「雨」にあたる日数の合計が  $n$  日になる確率を、二項分布を仮定して  $n$  と  $r$  で書き表しなさい。

(2) このイベントの収益がちょうどゼロになる「雨」の日数  $n$  を求めよ。また、損失の合計が 300 万円以上になる  $n$  の範囲を求め、それぞれの場合の損失額を示せ。

(3) 「雨」による損失の合計が 300 万円以上になることは、経営上の都合でどうしても避けたいため、ある金融機関の天候デリバティブ商品を使ってリスク回避することにした。この商品では、イベント会社があらかじめ保険料を金融機関に支払う代わりに、「雨」による損失の合計が 300 万円以上になった場合に限り、その損失はすべて金融機関が負担する。金融機関の手数料などをゼロとし、予想される損害の正味のリスクを保険料として払うとした場合、 $r = 1/5$  の時の保険料を求めよ。ただし、 $(1/5)^6 = 6.4 \times 10^{-5}$  を使ってよい。

【解答】

## 平成 19 年度大学院前期課程

## 環境・エネルギー工学専攻

<b>専門科目</b> <b>入試問題</b>
----------------------------

設問群	科目名	出題番号
設問群 1	保全・共生システム	問 1
		問 2
		問 3
設問群 2	循環型材料・資源システム	問 4
		問 5
		問 6
設問群 3	共生エネルギーシステム	問 7
		問 8
		問 9
設問群 4	量子エネルギー	問 10
		問 11
		問 12
設問群 5	環境マネジメント	問 13
		問 14
		問 15
設問群 6	共生環境デザイン	問 16
		問 17
		問 18
設問群 7	環境リスク管理	問 19
		問 20
		問 21

## 【注意】

- ・ 問題は 21 問ある。2 つ以上の設問群にわたって 5 問を選択して解答すること。
- ・ 選択した出題番号を下記の表に必ず記入すること。
- ・ 本紙および各問題解答用紙に受験番号を必ず記入すること。

選択した出題番号を記入せよ

問	問	問	問	問
---	---	---	---	---

平成 18 年 8 月 21 日 (月)

13:00～15:30 実施

S4-111

【解答には裏面を利用してよいが、解答用紙の追加は認めない。】

【問 1】

以下の文の【   】内にふさわしい式・記号、語、単位を、【   】内の指示にしたがって解答欄または図中に記入しなさい。

環境中の微量物質の流体（大気または水）中での輸送フラックス  $\mathbf{J}$ （単位面積、単位時間当りの物質の通過量：ベクトル）は次式で与えられる。

$$\mathbf{J} = \text{【①式・記号】} - D\nabla c \tag{1}$$

ここで、 $c$ は微量物質の濃度（mol/m<sup>3</sup>）、 $\mathbf{u}$ は流速ベクトル（m/s）、 $D$ は拡散係数（【②SI系での単位】）、 $\nabla c$ は $c$ の【③語】ベクトルである。

空間中で、物質の発生・消滅がないとき、輸送フラックスに対するマスバランス式は

$$\partial c / \partial t + \nabla \cdot \mathbf{J} = 0 \tag{2}$$

で与えられる。 $t$ は時間、 $\partial c / \partial t$ は【④語】、 $\nabla \cdot \mathbf{J}$ は輸送フラックス  $\mathbf{J}$ の発散量を表している。

(2)を(1)に代入し、密度を一定とした流体のマスバランス（連続式）

$$\text{【⑤式・記号】} = 0 \tag{3}$$

を用いれば、輸送方程式

$$\partial c / \partial t + \text{【⑥式・記号】} = \nabla \cdot (D\nabla c) \tag{4}$$

が得られる。ここで、 $\nabla \cdot \mathbf{ab} = a\nabla \cdot \mathbf{b} + \mathbf{b} \cdot \nabla a$ （ $a$ ：スカラー、 $\mathbf{b}$ ：ベクトル）の関係を用いている。

界面から十分離れた場所の環境流体は通常乱流状態にあり、拡散係数  $D$ は【⑦語】場に支配され、微量物質の物性値に依存【⑧語】。界面に十分近いところでは、 $D$ は【⑨語】拡散に支配されるようになる。

いま、界面近くで、 $D$ が下図のように、

$$z < \delta \text{ で } D = D_M : \text{一定}$$

$$z \geq \delta \text{ で } D = \alpha u^* z \tag{5}$$

で与えられるものとする。ここで、 $\alpha$ は正の定数、 $u^*$ は摩擦速度(m/s)と呼ばれる、界面上の速度勾配に依存する正の量である。界面近くでは、 $z$ 方向の流速はなく、濃度勾配は定常で、流れ方向にも変化がないとすれば、(4)式は簡単になって、 $\nabla \cdot \text{【⑩式・記号】} = 0$  あるいは、【⑩式・記号】 = 一定

となるので、 $z$ 方向の濃度分布を与える式は、

$$D (dc/dz) = -j_z \text{ (一定)} \tag{6}$$

となる。 $j_z$ が正のとき、フラックスは $z$ 軸の【⑪語】の方向に向かっている。

(6)式の  $z < \delta$  での解は、界面上の濃度を  $c_0$  としたとき

$$c = c_0 - \text{【⑫式・記号】} z \tag{7}$$

となり、 $z = \delta$  での  $c$  の値、 $c_\delta$  は

$$c_\delta = c_0 - \text{【⑫式・記号】} \delta \tag{8}$$

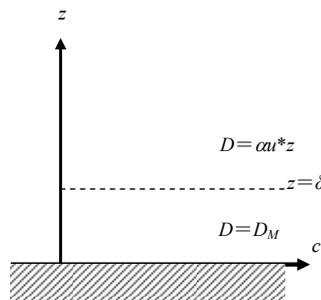
で与えられる。

つぎに、(6)式の  $z \geq \delta$  での解は、

$$\text{【⑬式・記号】} (c - c_\delta) = -\ln(\text{【⑭式・記号】}) \tag{9}$$

で与えられるので、 $j_z$  が正のときの濃度分布の概略は下図のようになる。

【解答】



濃度分布の概略をこの図に記入しなさい

①	②
③	④
⑤	⑥
⑦	⑧
⑨	⑩
⑪	⑫
⑬	⑭

## 【問 2】

排水処理の各種単位プロセスは、(a)物理的処理、(b)化学的処理、および(c)生物学的処理に分けることができる。以下の(1)～(3)の汚染物質の処理を行う上では、これらいずれの技術を適用するのが適切かについて、それぞれの得失を踏まえて明確な理由を示しながら論じなさい。基本的には、(a)～(c)各々の一般的特性に基づいて論じるものとするが、特定の技術や特殊な条件下での処理等の例外的な事例についても付加的に論じてよい。

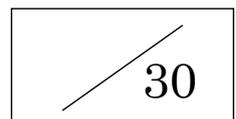
- (1) 易分解性有機物（生物化学的酸素要求量：BOD）
- (2) 栄養塩類（N および P）
- (3) 有害金属類（Cd、Hg、As、Se など）

## 【解答】

(1)

(2)

(3)

30

## 【問 3】

- (1) 生態系に及ぼす地球温暖化の影響について述べた次の文の ( ) にはいる用語を答えなさい。②～④、⑥、⑦、⑨は、選択肢から選びなさい。

地球温暖化は大気中の二酸化炭素、メタン、( ① ) などの温室効果ガスの濃度上昇によって起こるが、気温の上昇には地域差があり、(②北半球・南半球) の (③高緯度・低緯度) の (④陸域・海域) で最も気温が上昇すると予測されている。陸域では気温上昇によって植生分布が変化し、樹木分布域の境界線である ( ⑤ ) が (⑥高緯度・低緯度) または (⑦高地・低地) に移動すると予測される。降水量の変化も生態系に影響を及ぼし、砂漠化の加速や熱帯降雨林の縮小が懸念される。大陸内陸部では ( ⑧ ) や凍土が重要な水源であるが、温暖化によるこれらの縮小も乾燥化を促進する。乾燥化が進む温帯草原 (ステップ) では、水利用率が高い (⑨C3・C4) 植物種への遷移が予測される。地球温暖化は動物にも影響を与え、繁殖や ( ⑩ ) などの生物季節の変化がすでに報告されている。海洋では海水温上昇によってサンゴの ( ⑪ ) が起こるほか、浅海へ栄養塩を供給している ( ⑫ ) が変化して生物生産力に影響を与えるおそれがある。

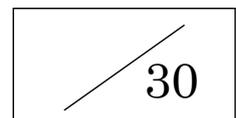
- (2) (1)で述べたほかに地球温暖化に対して脆弱な生態系の例を挙げ、どのような影響が考えられるかを述べなさい。

## 【解答】

(1)

①	②	③	④
⑤	⑥	⑦	⑧
⑨	⑩	⑪	⑫

(2)


---

環境・エネルギー工学専攻	設問群 2 循環型材料・資源システム 1	受験番号	
--------------	----------------------	------	--

【問 4】

次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

プラスチック類は便利で優れた特性を有するため大量に生産されてきた。その結果、大量の廃プラスチックが発生し、それらの焼却、放置による環境への影響が懸念されており、緊急かつ重要な問題と認識されてきた。これらプラスチックのリサイクルの方法として、大きく分けて、サーマルリサイクル、ケミカルリサイクル、マテリアルリサイクルがある。現在では、サーマルリサイクルは全体の約 37%、ケミカルリサイクルは 3%、マテリアルリサイクルは 15%であり、未利用の廃プラスチックは約 45%ある。

マテリアルリサイクルされた廃プラスチックを見てみると、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、塩化ビニル等熱可塑性のプラスチックが多い。マテリアルリサイクルの一般的流れは、分別・選別、粉碎、配合、熔融、形成（射出、押出、プレス等）となる。

リサイクル過程における粉碎の過程では、プラスチック自身の機械的性質が重要で、また、その過程で熱劣化しないようにすることも重要である。さらに形成品は特性劣化を示すことがあるが、これはラジカルによる酸化劣化が主な要因である。このため酸化防止剤を添加し、その劣化を防ぐことも行われている。

- (1) リサイクルの 3 つの方法のうちサーマルリサイクル、ケミカルリサイクルについて簡単に説明せよ。
- (2) プラスチックの粉碎について、プラスチックの機械的性質の温度依存性に言及しつつ述べよ。
- (3) ラジカルによる酸化劣化について知るところを記せ。

【解答】

(1)

(2)

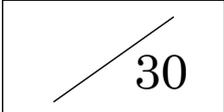
(3)

/ 30
------

## 【問 5】

Zr 合金よりなる軽水炉用燃料被覆管は、原子炉の中で高温の水又は水蒸気の冷却水と接している。被覆管と冷却水との反応について説明し、それによる被覆管材料の物性変化や燃焼度にもなう被覆管の性能劣化について述べよ。

## 【解答】

30

環境・エネルギー工学専攻	設問群 2 循環型材料・資源システム 3	受験番号	
--------------	----------------------	------	--

【問 6】

環境やエネルギー問題に係わる物質や材料を識別するには、その構造と性質を基礎的に知る必要がある。この点に関し以下の質問に答えなさい。

- (1) ( ) 内にあてはまる言葉や式を下記の語群から選び、解答欄に記入しなさい。

X線は(1)の性質を有し、結晶に入射すると周期的に配列した格子面によって特定の(2)で強く反射される。これを(3)反射といい、格子面間隔を $d$ 、X線の格子面に対する入射角および反射角を $\theta$ 、波長を $\lambda$ とすると、(4) $=n\lambda$ で表される。ただし $n$ は整数である。この法則を利用し、特定の波長をもつX線を多結晶粉末に入射させ、反射角を測定すれば、格子面間隔 $d$ がわかり、物質の構造を同定するのに役立つ。

一方、電子も(1)の性質を有し、結晶内で運動する際に格子が作る周期的なポテンシャルによって(3)反射を受けるが、この時、電子のエネルギーにギャップが生じる。すなわち、ギャップ内のエネルギーを持つ電子は全て反射されることになる。あらゆる方向に共通したギャップが生じると、ギャップ内の電子はもはや結晶内に存在し得ないことになり、電子エネルギーの(5)が形成される。エネルギーが(5)の底より低い電子は(6)に入り、原子の結合軌道を形成する。(5)の上端より高いエネルギーを有する電子は(7)に入り、結晶内を自由に動ける。(5)が大きいと(8)になり、比較的小さいと(9)になる。また一般に(10)には(5)がない。

光、絶縁体、粒子、電気伝導、価電子帯、イオン、ミラー、ブラッグ、良導体、 $2d\sin\theta$ 、 $2d\cos\theta$ 、誘電体、伝導帯、波長、半導体、電磁波、全、波、ガラス、セラミックス、金属、禁止帯

- (2) 格子定数が $a$ である立方晶の(100)面、(110)面、(111)面、(200)面を図示し、それぞれの面間隔を求めなさい。また(111)面で囲む多面体を描き、その名称を記しなさい。

【解答】

(1)

①	②	③	④
⑤	⑥	⑦	⑧
⑨	⑩		

(2)

30

環境・エネルギー工学専攻	設問群 3 共生エネルギーシステム 1	受験番号	
--------------	---------------------	------	--

【問 7】

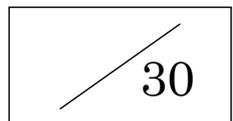
つぎの問に答えなさい。

- (1) 温度 1,200K の物体 A (質量 1 kg) と 600K の物体 B (質量 4 kg) の二つの物体と周囲 (温度 300K) からなる系を考える。周囲温度の物体のエントロピーを 0 とし、系のエントロピーを求めなさい。比熱はすべて 1 kJ/(kg・K) としなさい。
- (2) この物体を接触させ、熱を移動させて熱的平衡状態になったとする。このときの A から B への移動熱量、平衡温度、系のエントロピーの変化を求めなさい。また、A、B 物体のエントロピーの変化、および系のエントロピーの増加を TS 線図に表現して説明しなさい。ただし、周囲への熱損失などは考えなくてよい。
- (3) (2) は明らかな不可逆伝熱であり、物理的に上手なプロセスとは言えない。可逆伝熱とするためのプロセスを考えて、TS 線図を用いて説明しなさい。このとき、温度 300K の周囲 (熱容量無限大) を活用してよいものとする。そして、このときに到達できる平衡温度を求める式を示しなさい。また、この可逆伝熱後に系のエントロピーが増大していないことを確認しなさい。

<参考> 必要であれば、自然対数についてつぎの数表を用いなさい。

x	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.8	3.0	4.0
ln(x)	0.693	0.742	0.788	0.833	0.875	0.916	0.955	1.030	1.099	1.386

【解答】


---

【解答には裏面を利用してよいが、解答用紙の追加は認めない。】

## 【問 8】

エネルギーに関する以下の問いに答えよ。

- (1) 定圧モル比熱  $C_p$  を定義し、 $C_p$  を熱力学の状態量を用いて式で表せ。用いた状態量については、説明を加えよ。
- (2) 1モルの He を、 $25^\circ\text{C}$  から  $125^\circ\text{C}$  まで加熱する。He は理想気体とし、定圧モル比熱を  $C_p$  ( $\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$ )、気体定数を  $R$  ( $\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$ ) とし、以下の問いに答えよ。また  $C_p$  は温度に依存しないとする。
  - (イ) この加熱を大気圧下で行う場合に必要な熱量を計算せよ。
  - (ロ) この加熱を一定容積で行う場合に必要な熱量を計算せよ。
  - (ハ) 上記 2 つのケースで必要な熱量に差が生じることの理由を述べよ。

## 【解答】

## 【問 9】

バイオマスエネルギーについて、以下の設問に答えなさい。

- (1) バイオマスを燃焼するときの発熱量について、①高発熱量（高位発熱量）、②低発熱量（低位発熱量）、③有効発熱量の定義を述べなさい。また発熱量を用いて、④自燃限界の定義を述べなさい。
- (2) 以下のバイオマスエネルギー変換技術から1つを選択し、原料、方法、用途、長所と短所を述べなさい。  
選択肢：炭化、ガス化、エステル化、メタン発酵、RDF

## 【解答】

(1) ①

②

③

④

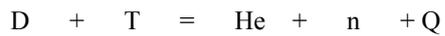
(2)

## 【問 10】

(1) 次の言葉について、5つを選んで、説明しなさい。

- a. 軽水炉、b. 高速増殖炉、c. 制御棒、d. 原子炉の多重防護、e. 二相流、f. 核沸騰、g. レイノルズ数、  
h. 熱効率、i. 複合サイクル発電、j. 燃料電池、k. 放射光、l. 自由電子レーザー

(2) 次の核融合反応を考える。



ここで D は重水素、T は三重水素、He はヘリウム、n は中性子であり、Q は核融合反応エネルギーで、この場合は 17.6MeV である。このとき D および T の初期エネルギーは無視できるものとして、He および n に分配されるエネルギーを計算せよ。ただし運動量は保存されるものとする。また n の速度を計算せよ。

## 【解答】

(1)

(2)

## 【問 1 1】

- (1) 均質な体系での固有値問題に対する 2 群の拡散方程式を書きなさい。

但し、2 群から 1 群への上方散乱は無く、

$D_g$  =  $g$  群 ( $g=1,2$ ) の拡散係数

$\Sigma_1$  = 1 群から 2 群への除去断面積 ( $\Sigma_{1r}$ ) + 1 群の吸収断面積 ( $\Sigma_{1a}$ )

$\Sigma_{2a}$  = 2 群の吸収断面積

$\nu\Sigma_{f,g}$  = 2 群 ( $g=1,2$ ) の生成断面積 ( $\nu$ : 核分裂あたりの発生中性子数)

とする。

- (2) バックリング近似 ( $\nabla^2\phi_g + B^2\phi_g = 0$ ) を用いて、(1)で求めた拡散方程式より、実効増倍率  $k_{eff}$  を求めなさい。

## 【解答】

【問 1 2】

平板表面に液体が接するとき、両者の間に熱の授受が生じる。平板の定常熱伝導と定常熱伝達（温度分布が時間的に変わらない）について以下の間に答えよ。ただし、平板の厚さを  $L$ 、熱流束を  $q$  とする。

(1) 図 1 に示す平板における定常熱伝導を考える。フーリエの法則（熱伝導の法則）によれば、熱流束  $q$  は熱の流れる方向  $x$  の温度勾配に比例する。平板の熱伝導率を  $\lambda$ 、平板左端の温度を  $T_1$  とするとき、平板右端の温度  $T_2$  を表す式を示せ。

(2) 図 2 に示す平板における定常熱伝達を考える。熱流束  $q$  と温度差  $\Delta T$  は比例すると考え、その比例定数を熱伝達率  $h$  と呼ぶ。

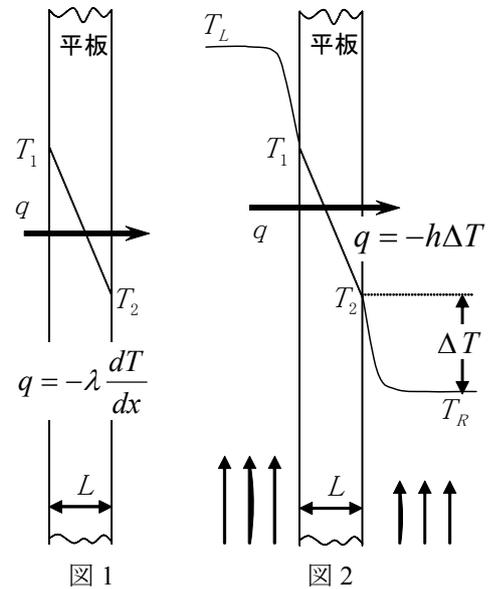
(ア) 平板の左側に高温流体、右側に低温流体を流すと、平板を介して高温流体から低温流体に熱が流れる。高温流体の温度  $T_L$  を用いて平板左表面の温度  $T_1$  を表せ。なお、平板左表面の熱伝達率を  $h_1$  とする。

(イ) 平板右表面の温度  $T_2$  を用いて低温流体の温度  $T_R$  を表せ。なお、平板右表面の熱伝達率を  $h_2$  とする。

(ウ) 高温流体と低温流体の温度差  $(T_L - T_R)$  と熱流束の関係式を示せ。

(3) 温度をポテンシャルと考えれば、ポテンシャル差  $\Delta T$  と熱流束  $q$  が比例することを熱伝達の式は述べている。この関係は、電位差  $V$  と電流  $I$  が比例する関係  $(V = IR)$  と相似であり、電気抵抗に相当する量は熱抵抗と呼ばれる。図 2 の場合、高温流体と低温流体間の熱抵抗を与える式を示せ。

(4) 図 2 において、平板内部の温度分布は勾配一定である。平板表面から離れた流体中では、流体温度は一樣となり、平板表面近傍の流体中では温度勾配が大きくなる。その理由を述べよ。



【解答】

(1)	(3)
(2)	(4)
(ア)	
(イ)	
(ウ)	

【問13】

温室効果ガスの地域での排出量を削減する計画（温暖化対策地域推進計画）を立案しようとするとき、家計部門の行動を誘導し、目標達成を促進しようとする場合には、産業部門とは違った難しさがああり、それだけに注意深く取り組んでゆくことが必要とされる。

(1) 以下の文章中の①、②、③、④にもっとも適切な語句を答えなさい。

省エネや環境負荷の削減を図る場合に、家計の主体が自ら目標を設定し、それを達成する取り組みを探索して実行することを想定したときに、もともと行動を記帳してその効果の程度や不足分を記入することが日頃からなされていない点に実践する際の難しさがあるという意見がある。振り返ってみると、この難しさはビジネスの分野でも観察される。それを打開するために、環境マネジメント・システムの運用がなされて、ビジネスの分野では（ ① ）をおこない、（ ② ）を実施して、不足や達成度を把握することがなされている。それに準じて、家計で環境行動を記帳し、評価しようとするれば、「取り組み易さ」、「透明性の確保」、「正確な計測のし易さ」のうちで、最も重要なのは、（ ③ ）である。家計の分野で、使われている記録帳は（ ④ ）と呼ばれることが多く、多くの変形版がある。

(2) 以下の文章中の⑤、⑥、⑦、⑧、⑨、⑩にもっとも適切と思われる語句を答えなさい。

主体の行動では、常に（ ⑤ ）に合致した（ ⑥ ）行動をおこなうわけではない。たとえ、それを心がけようとしても、第一にそれがその主体自身にとって有利かどうか、a)第二に犠牲をとまってまで行動するのが妥当なのか、あるいは、第三に他の人たちや集団も協力してくれるかどうか、第四にその主体にとって行動を全うすることができるのか、などに思いをめぐらせ、それが何れも（或いはその大部分が）イエス（確かにそうだ）という確信を得て、行動に踏み出すことになるケースが多い。これらの判断は、この順に、（ ⑦ ）、（ ⑧ ）、（ ⑨ ）、（ ⑩ ）と呼ばれて、それらは地域や集団で環境行動をデザインするときに、しばしば、用いられる概念となっている。

(3) 上記(2)の文章中、a)第二に犠牲をとまってまで行動するのは妥当なのか、という判断に使えるツールとしてビジネスや行政で用いられているのは何か、それはどのように使われるかについて簡潔に答えた上で、そのようなツールは、上記の⑦、⑨、⑩に対しては活用できるかどうかについて、あなたの意見を求む。

【解答】

(1)

①	②	③	④
---	---	---	---

(2)

⑤	⑥	⑦	⑧
⑨	⑩		

(3)

## 【問14】

情報化社会の到来は、エネルギー消費に伴う地球温暖化への影響はもとより、循環型社会の形成にも様々な影響を及ぼすと考えられている。以下(1)~(3)の問いに答えなさい。

- (1) インターネット上で注文を受け付け、宅配で配達する書店での書籍の販売は、エネルギー効率の面から従来の書店とどのような差異が生じると考えられるか。民生部門、運輸部門のそれぞれについて述べよ。
- (2) 自動車に、製造されたときの情報や使用履歴を示す読み書き可能なメモリーを搭載することによって、自動車のライフサイクルにわたる環境負荷（ただし、走行時のエネルギー効率に関わる部分を除く）を低減させようとするとき、メモリーにどのような情報を記載することが有効と思われるか。重要と考えられるもの2点について、その理由および期待される効果を含めて述べよ。
- (3) ソフトウェア開発などの情報産業がその国の産業構成の大きな部分を占めるようになれば、鉄鋼などの素材産業が主体の国よりも GDP（国内総生産）当たりの二酸化炭素排出量は減少すると考えられるが、そのような産業構造の転換が真に地球温暖化の防止につながるために、注意しなければならない点を1点述べよ。

## 【解答】

(1)

(2)

(3)

環境・エネルギー工学専攻	設問群5 環境マネジメント3	受験番号	
--------------	----------------	------	--

【問15】

一般的にリサイクルは環境負荷低減のために好ましいこととされている。しかし、下記に関しては疑問をもつ人が少なからずいる。

- ① 一般のコピー用紙などのリサイクルは本当に環境にやさしいといえるのか。(再生紙は本当に環境に優しいのか。)
- ② ペットボトルのリサイクルは本当に環境にやさしいといえるのか。
- ③ 使い捨てビン類(ワンウェイビン)は回収再使用するビン類(リターナブルビン)よりも環境負荷が低いというのは本当か。

以上の項目から1項目を選択し、下記の間 answered さい。

- (1) 選択した項目の番号( )
- (2) 上記の疑問に正確に対処するためには、適切な評価指標を選びだし、なぜその評価指標を用いるかについての明確な理由を示すことが必要である。すなわち、環境負荷を比較する尺度は一つではないからである。  
そこで、選択した番号(①～③)の課題において適切と考えた評価指標を記すと共に、なぜその指標が環境負荷を判断するために適切であるかについて記述しなさい。
- (3) あなたが選択した項目において、今後、どのような技術開発が進むと環境負荷がより一層低減できると考えられるかについて、記述しなさい。

【解答】

- (1) 選択した項目の番号( )
- (2)
- (3)

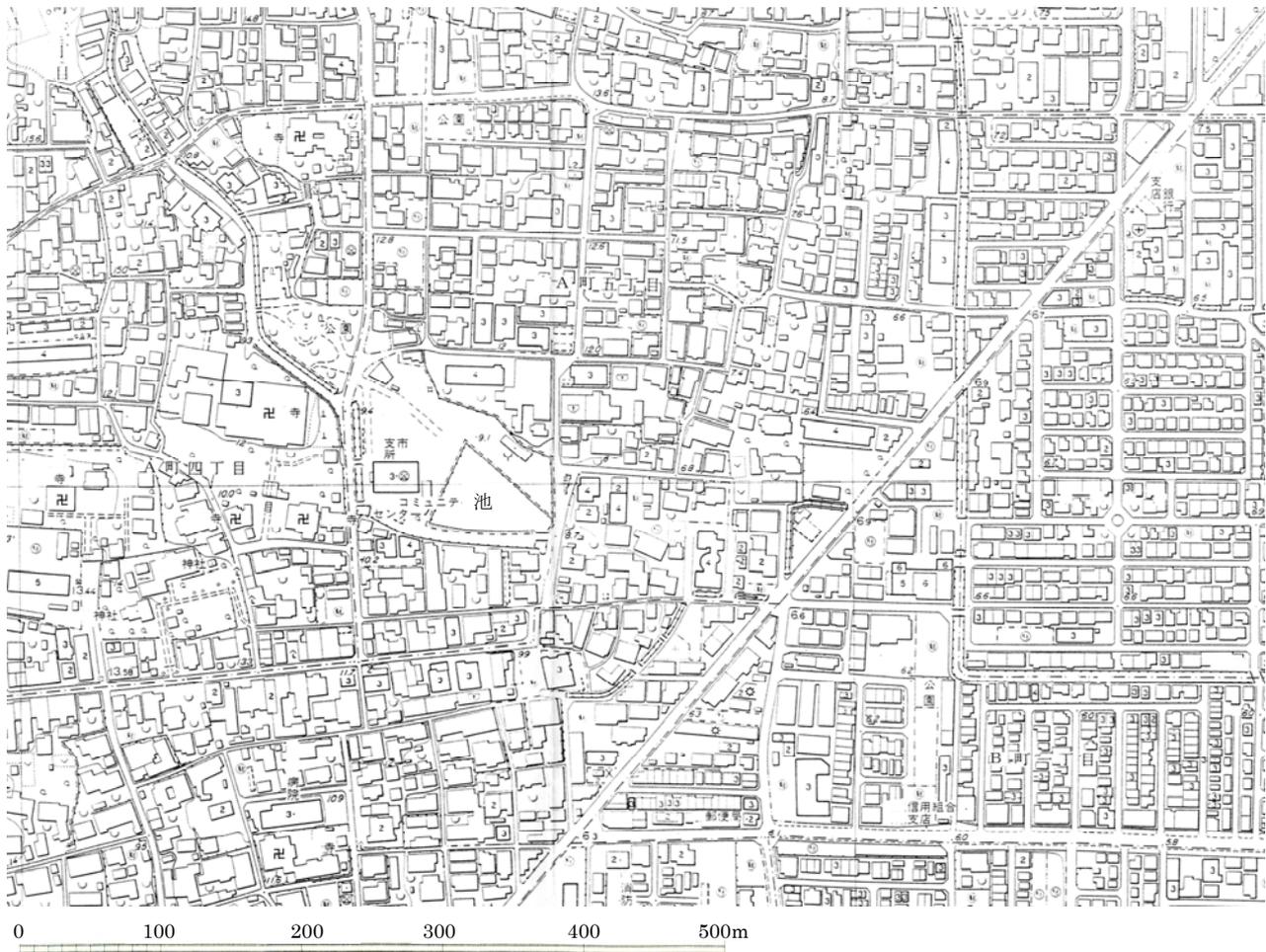
/ 30
------

【解答には裏面を利用してよいが、解答用紙の追加は認めない。】

## 【問16】

下図は、大都市近郊のある市街地の地図である。この地図をもとに以下の問いに答えなさい。

- (1) この地図に現れている街路パターンや住戸配置を読み取ることによって、特徴的な市街地の部分を2つ以上見つけ、そこから類推できるそれらの市街地の部分の成り立ちと空間的な特徴について、それぞれ簡潔に記述しなさい。なお、成り立ちとはその市街地がどのようにして形成されたかを指す。
- (2) このような市街地は、今日においてはどのような課題を有していると考えられるか。3つ以上の項目を挙げて、あなたの考えを簡潔に述べなさい。



## 【解答】

## 【問17】

次の文章を読んで以下の問に答えなさい。

道路照明と街路照明とを広辞苑的に規定したり、区別すべきだとは思わないが、私はかなり前から意識して使い分けるようにしている。道路という言葉には交通機能的なおいが強く感じられ、人が歩くことよりも車両の運転に注意が払われ、交通災害を引き起こさないというような明るくないイメージにつながってしまう。現に日本の道路は異常な車社会上位のために、歩行者の占有面積は減少し、安全なはずの歩道でさえ自転車の往来にまゆをひそめるような始末だ。

それに対して私は街路という言葉に希望的な暖かみを込めて使っている。街を構成するための路には、ただ足早に通過するだけでなく、買い物があったり、おしゃべりがあったり、家路につく安らぎがあたり……。つまり交通機能ばかりを経済的に追求すること以外の要素を街路照明は大切にしなければならないと思っている。

道路照明で重要視されるのは路面の（ A ）分布と照明器具の（ B ）である。どちらも交通安全上には不可欠な視点で、特に運転をする側に配慮されている。街路照明で重要なのは（ C ）の視点に立って豊かな見え方を創ることで、夜の街並みを創り出すことである。東京とニューヨーク、銀座と新宿、世田谷と浦安では街の表情が同じはずはない。街路照明は、わが街に光の（ D ）を与えることにもつながる。

同じ街路でも照明手法によって夜の景色が全く変わってしまうことを(E)模型を使って実験したことがある。

(面出 薫他『あかりと照明の科学』彰国社サイエンス)

- (1) 一般に、道路の機能は交通機能と空間機能に分類できる。空間機能を150字程度で説明しなさい。
- (2) 文中A～Dに適当な語句を入れなさい。
- (3) 照明デザインを検討する手法として下線部(E)に示す模型実験の他に、①コンピュータグラフィックス(CG)や、②計画地における照明実験が考えられる。①と②の手法の長所と短所を述べなさい。

## 【解答】

(1)

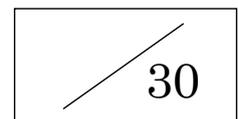
(2) A :

B :

C :

D :

(3)



## 【問18】

次の問に答えなさい。

- (1) 日本の都市の「インナーエリア問題」あるいは「インナーシティ問題」とはどのような問題のことか、簡潔に説明しなさい。また、この問題は日本の都市のみならずヨーロッパの都市においても生じているが、日欧の違いはどのようなところにあるか、そのもっとも特徴的な点について説明しなさい。
- (2) 近年、わが国において「都市再生」の必要性が強く認識され、さまざまな対策がとられている。「都市再生」が必要とされるようになった理由について、簡潔に説明しなさい。
- (3) 「都市再生」の課題は地域ごとに異なった様相をもっており、とられる対策もさまざまである。以下のそれぞれについて、都市再生の取り組みの課題とねらいについて説明しなさい。複数の取り組みについて記述すること。
  - ① 大都市における都市再生
  - ② 地方都市（県庁所在都市程度）における都市再生

## 【解答】

## 【問19】

環境リスク管理の対象であるリスクとは、ネガティブな効果を与える不確実な事象の頻度とそれがもたらす不確実な影響の「組み合わせ」であると定義されている。次の質問に答えなさい。

- (1) 以下の文章中の①、②の部分に最もふさわしい語句を答えながら、なぜ、総合的にとらえることが必要なのかについてあなたの判断を述べなさい。ただし、①については、ポジティブの回答はもっとも適切とはいえないことに注意しなさい。

環境リスクの内容からすれば、その効果をネガティブととらえるのは妥当であるが、その源になっている行動は社会や集団に（ ① ）をもたらすことを狙いとしていることが多いので、ネガティブな効果と広範囲の（ ① ）を合わせて総合的にとらえて行くことも必要となる。そこでは、環境リスクを削減するにはかならず（ ② ）が必要であることにも注意する必要がある。

- (2) 事象がもたらす影響に対処するとき、第一にネガティブな影響を削減（軽減）する以外に、第二に影響にさらされる状況を回避し、第三に保険などを通して「別の主体が受け取る形」に変化させてリスク移転を図る等の他、第四にリスクが相対的に小さければ受容することも考えられる。アスベスト問題に代表されるように、かなりの時間が経過してはじめて具体的な対策が本格的に実施されることも少なくない。そのように、社会ではそれまで潜在状態にあった環境リスクが、改めて見直されたときには、深刻な被害が顕わになることもあろう。アスベスト工場周辺の汚染事件を念頭において、この4つの対応は為されるべき類型なのか、また、為されるとすれば時期的に見ていつごろに為されるべきか、について、答えなさい。
- (3) リスクの上記の定義で、「組み合わせ」であるというとき、単純に両者の積の期待値と定義しないほうがよい理由について述べなさい。

## 【解答】

## 【問 20】

有害化学物質による環境リスクの評価に関する以下の設問に答えなさい。

- (1) ある化学物質による「人の健康へのリスク」を評価する際の手順の概略を説明しなさい。ここで、リスクを評価するために必要な情報（データ）にはどのようなものがあるか、またその情報からどのような考え方でリスクを評価するかを中心に述べなさい。
- (2) 化学物質による環境リスクには「人の健康へのリスク」と「生態系へのリスク」があるが、前者が人の健康という比較的明確な指標で評価されるのに対して、後者では生態系の何を指標としてリスクを評価するかについて必ずしも明確になっているとはいえない。化学物質による「生態系へのリスク」はどのような指標によって評価されるべきかについて論じなさい。

## 【解答】

(1)

(2)

## 【問 2 1】

人間の子供は、父親の  $XY$  遺伝子と母親の  $XX$  遺伝子の組み合わせの遺伝子を受け継ぐ。たとえば、父親が  $X_1Y$  遺伝子、母親が  $X_2X_3$  遺伝子を持つ場合、生まれてくる子供の遺伝子の可能性は  $\{X_2Y, X_3Y, X_2X_1, X_3X_1\}$  の 4 種類である。

血友病は、血液が凝固しにくい遺伝性の病気であり、重症の場合には手術、外傷を受けた際に出血の危険にさらされる。血友病遺伝子は  $X$  染色体に異常を持つ ( $\hat{X}$  と表記する)。男子は  $X$  染色体がひとつしかないため、血友病遺伝子を持てば確実に発症する ( $\hat{X}Y$ )。一方、女子はひとつの染色体が異常でも他方が正常であるため ( $\hat{X}X$ )、自身が発症することはないが、血友病遺伝子のキャリアとなり、確率 50% でその子孫に遺伝する。以上を踏まえて、設問に答えよ。

- (1) 血友病の父親と、キャリアではない母親から生まれる男子が血友病を発症する確率を求めよ。また、同じ両親から生まれる女子がキャリアである確率を求めよ。
- (2) 健常者の父親と、キャリアの母親から生まれる男子が血友病を発症する確率を求めよ。また、同じ両親から生まれる女子がキャリアである確率を求めよ。
- (3) ある両親から生まれた女子が、検査の結果キャリアであることがわかった時、父親が血友病である確率を求めよ。なお、両親がともに血友病遺伝子を持つ確率は非常に小さく、無視できるものとせよ。

## 【解答】

環境・エネルギー 工学専攻		受験番号	
------------------	--	------	--

平成 20 年度大学院前期課程

環境・エネルギー工学専攻

<p>専門科目 入試問題</p>
----------------------

科目名	出題番号
保全・共生システム	問 1
	問 2
	問 3
循環型材料・資源システム	問 4
	問 5
共生エネルギーシステム	問 6
	問 7
量子エネルギー	問 8
	問 9
	問 1 0
共生環境デザイン	問 1 1
	問 1 2
環境マネジメント および環境リスク管理	問 1 3
	問 1 4

【注意】

- ・ 問題は 14 問ある。5 題を選択して解答すること。
- ・ 選択した出題番号を下記の表に必ず記入のこと。
- ・ 本紙および解答した各問題解答用紙に受験番号を必ず記入すること。

問	問	問	問	問
---	---	---	---	---

平成 18 年 8 月 20 日 (月)

13:00~15:30 実施

S4-111

環境・エネルギー 工学専攻	保全・共生システム 1	受験番号	
------------------	-------------	------	--

**【問 1】**

図 1 のように単純化した二次元の都市で、大気中での汚染物質の輸送を考える。汚染物質は高さ  $H$  の範囲で鉛直方向に一様に混合し、水平方向には拡散しない。風は一樣風速  $U$  で海岸から内陸に向かって吹いており、この風には汚染物質は含まれていない。海岸から距離  $L$  の間でだけ、単位面積、単位時間あたり  $Q$  [ $\text{kg m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ] の強さで、汚染物質が地表面から発生している。汚染物質は沈着速度  $V_d$  [ $\text{m s}^{-1}$ ] で地表面に沈着し、大気中では反応率  $\alpha$  [ $\text{s}^{-1}$ ] で別の物質に変換される。すなわち、汚染物質の大気中での濃度を  $C$  [ $\text{kg m}^{-3}$ ] としたとき、地表面には単位時間、単位面積あたり  $C V_d$  [ $\text{kg m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ] の割合で汚染物質が沈着し、大気中では単位体積、単位時間あたりに  $\alpha C$  [ $\text{kg m}^{-3}\text{s}^{-1}$ ] の割合で汚染物質が消滅している。

(1) 濃度  $C$  の  $x$  方向の変化を与える微分方程式を物質収支から求める。以下の文中の [①] ~ [⑦] の中に適当な式を入れなさい。

図 2 のように高さ  $H$ 、 $x$  方向の微小幅  $\delta x$ 、紙面に垂直方向の幅 1 の領域  $\Omega$  内での微小時間  $\delta t$  の間の物質収支を考える。 $x = x$  での濃度を  $C$  とすれば、断面  $S_1$  を通って時間  $\delta t$  の間に  $\Omega$  に流入する物質の総量は [①]  $\delta t$  である。一方、 $x$  方向の濃度勾配を  $dC/dx$  とすれば断面  $S_2$  での濃度は  $C +$  [②]  $\delta x$  で表せるから、断面  $S_2$  を通って時間  $\delta t$  の間に  $\Omega$  から流出する物質の総量は、[③]  $\delta t$  である。 $0 \leq x \leq L$  の範囲では、発生源から時間  $\delta t$  の間に  $\Omega$  に流入する物質の総量は [④]  $\delta t$  であり、沈着により時間  $\delta t$  の間に  $\Omega$  から失われる物質の総量は [⑤]  $\delta t$ 、反応によって時間  $\delta t$  の間に  $\Omega$  の中で消滅する物質の総量は [⑥]  $\delta t$  である。以上の各項を用いてマスバランス式をたてれば、 $\delta x$ 、 $\delta t$  が消去されて、微分方程式

$$\frac{dC}{dx} = [\text{⑦}] - \left[ \frac{V_d}{UH} + \frac{\alpha}{U} \right] C \quad (1)$$

(= $\beta$ とおく)

が得られる。(1) 式の解のかたちは

$$C = [\text{⑦}] / \beta - k \cdot \exp(-\beta x) \quad k: \text{定数} \quad (2)$$

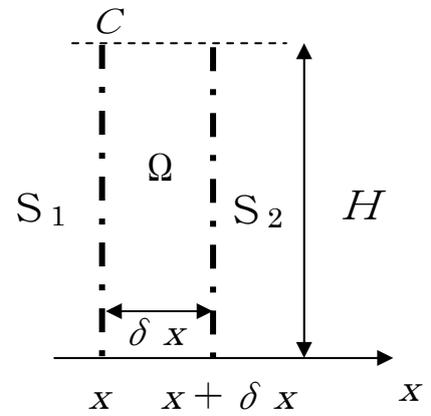
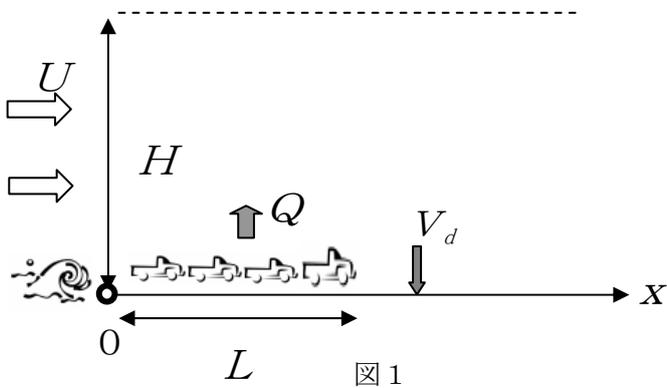
となる。

(2)  $0 \leq x \leq L$  における(2)式の  $k$  を求めなさい。

(3) 最大濃度  $C_{max}$  を求めなさい。

(4)  $x \geq L$  では、 $x = L$  の点から測った水平距離に対して、(2)式で  $Q = 0$  とした解となることに注意して、 $0 \leq x \leq 2L$  の範囲の濃度  $C$  の概略を図 3 に実線で示しなさい。また、 $L \leq x \leq 2L$  の範囲では、この範囲にも汚染物質の発生があったときの濃度  $C$  の概略を破線で示しなさい。

(5) ある時刻から風向が反転し、一樣風速  $U$  で内陸から海岸に向かって風が吹くようになった。風向が反転した時刻を  $t = 0$  とし、 $0 \leq t \leq L/U$  の間の海岸線上 ( $x = 0$ ) の濃度を図 4 に示しなさい。図 3 から図 4 を作成した手順が明確にわかるように、補助線などをつけ加えなさい。



【解答】

(1)

①	②
③	④
⑤	⑥
⑦	

(2)

(3)

(4)

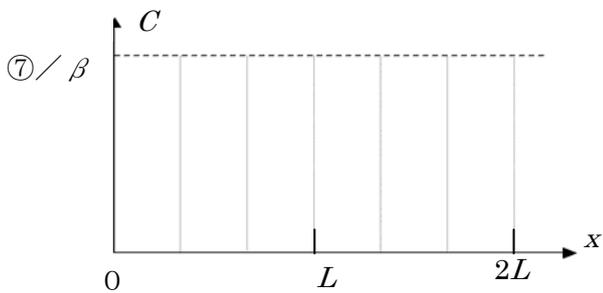


図 3

(5)

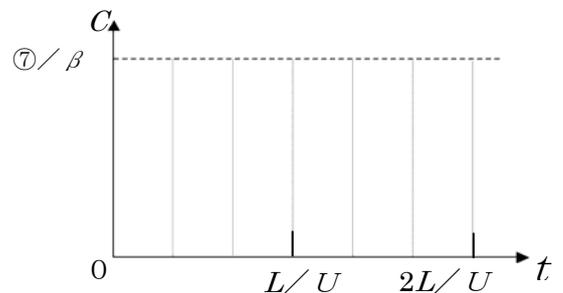


図 4

環境・エネルギー 工学専攻	保全・共生システム 2	受験番号	
------------------	-------------	------	--

**【問2】**

今世紀の下水処理には、衛生的な生活環境の維持や水環境の汚濁防止・保全といった従来の目的に加えて、処理水再利用による水資源の確保や余剰汚泥の資源化といった、循環型社会の構築に寄与するための新たな機能を併せ持つことが求められるようになってきている。関連する以下の設問に答えなさい。

(1) 処理水の再利用を行うための高度処理として、窒素・リンの同時除去が可能な処理プロセスが開発されている。その一つである嫌気・無酸素・好気活性汚泥法（A A O法）の処理フロー図を書き、窒素およびリンが除去されるメカニズムを説明しなさい。

(2) 下水処理水の再利用に伴って生じ得る代表的なリスクを2つ挙げ、それぞれに対処する方策について簡潔に論じなさい。

(3) 余剰汚泥の資源化・有効利用には、汚泥中の有機物を利用する場合と、無機物として利用する場合がある。それぞれの代表的な例を一例ずつ挙げなさい。またこれらとは別に、エネルギー化する場合にはどのような例があるか、できる限り多くの例を挙げなさい。

**【解答】**

(1)

環境・エネルギー 工学専攻	保全・共生システム 3	受験番号	
------------------	-------------	------	--

**【問3】**

地球温暖化と生態系による二酸化炭素吸収に関する次の文を読み、下の問いに答えなさい。  
 緑色植物は光合成によって二酸化炭素を吸収するため、陸上生態系の保全は地球温暖化防止に貢献する。緑色植物の光合成経路は、光化学反応によって電子を発生し、化学エネルギー伝達物質であるNADPHとATPを合成する光化学系ⅠおよびⅡと、二酸化炭素を取り込み、NADPHとATPを消費して多糖類を合成する [ ① ] 回路から成る。副産物として、光化学系からは [ ② ] が、 [ ① ] 回路からは [ ③ ] が発生する。光合成速度には光、 [ ④ ]、 [ ⑤ ] などの環境要因が影響し、光は電子発生速度、 [ ④ ] は酵素反応速度、 [ ⑤ ] は二酸化炭素取り込み速度に直接影響する。植物の成長速度は、総光合成速度と植物呼吸速度の差である純光合成速度に等しい。生態系による二酸化炭素吸収速度は、純一次生産（生態系全体の純光合成速度）と [ ⑥ ] の差である純生態系生産に等しい。現在、全球の陸上生態系による二酸化炭素吸収は増加しているが、2050年頃にピークとなり、その後一定になるか減少に転ずると予測される。

- (1) [ ① ] ~ [ ⑥ ] にはいる用語を答えなさい。
- (2) 光-光合成関係を下のグラフに描き、図中に光補償点および光飽和点を示しなさい。
- (3) 下線について、二酸化炭素吸収の増加が止まり、一定または減少に転ずる原因を述べなさい。

**【解答】**

(1)

①		②	
③		④	
⑤		⑥	

(2)



(3)

環境・エネルギー 工学専攻	循環型材料・資源システム 1	受験番号	
------------------	----------------	------	--

#### 【問4】

わが国のプラスチック生産量は1400万トンに達しており、その35%が包装容器として使用されている。ポリエチレン、ポリプロピレン、塩化ビニルの合計が60%を占めPET樹脂の生鮮量も急速に増加している。

プラスチックのリサイクルには、粉碎・再溶融し、プラスチック原料として再利用するマテリアルリサイクルから、燃焼させて発電などによりエネルギー回収を行うサーマルリサイクルまで幅広いレベルが存在する。焼却時のエネルギー回収まで含めると、廃プラスチックの有効利用率は約53%になるとの統計がある。

現在、実施されているプラスチックの再利用の主流は、マテリアルリサイクルの手法であり、リサイクル頻度は1ないし2である。マテリアルリサイクルでは、粉碎、溶融、成型過程が含まれるが、その際のプラスチックの機械的性質をはじめとする特性が重要となる。

プラスチックの粘弾性挙動を表すのに、Maxwell とVoigt モデルがある。これはばねとダッシュポットの組み合わせで示される。

- 1) それぞれのモデルはどのようにばねとダッシュポットを組み合わせたものか。
- 2) それぞれの基礎方程式を示せ。ただし、応力を $\sigma$ 、ひずみを $\varepsilon$ 、ばねの弾性率を $E$ 、ダッシュポットの粘性係数を $\eta$ とする。
- 3) 時間 $t=0$ 以後、一定のひずみを与えた時、それぞれのモデルで応力はどのように変化するか、図を書いて比較せよ。
- 4) 時間 $t=0$ 以後、一定の応力を与えた時、それぞれのモデルでひずみはどのように変化するか、図を書いて比較せよ。

#### 【解答】

環境・エネルギー 工学専攻	循環型材料・資源システム 2	受験番号	
------------------	----------------	------	--

**【問5】**

金属製錬や精製工程を経ないで、回収材料を、リサイクル材料として再生利用する方法は、資源・エネルギー的観点から環境に優しいと考えられるが、リサイクル材料の特性や安全性に注意する必要がある。リサイクル材料の評価について以下の問いに答えなさい。

(1) リサイクル材料（再生材料）は、新材料（いわゆるバージン材料）と比較して特性が劣る場合がある。具体的にどのような特性が劣る可能性があるかについて箇条書きで3つあげなさい。

ただし、強度と伸びについては除くこと。

なお、対象材料は金属（合金）材料とプラスチック材料に限定する。

また、箇条書きした3項目のうちの1つを選び、上記リサイクル材料ではなぜその特性が劣化したのかを材料学的観点から簡単に説明しなさい。

(2) 図1は、図2に示す形状の金属材料引張試験片を、図2中に示す一定速度で引張試験をした結果である。

1. このような変形挙動を示す金属（合金）材料を2つ示しなさい。ただし、プロットしてある数字は無視してよい。

2. この金属（合金）材料にとって好ましくない元素が少量含まれた場合の引張試験結果は一般的にどのように表されるか、図1中に描きなさい。

3. 図1および図2に示した引張試験条件から、下記の値を求めなさい。

- ・引張強さ
- ・伸び
- ・ひずみ速度

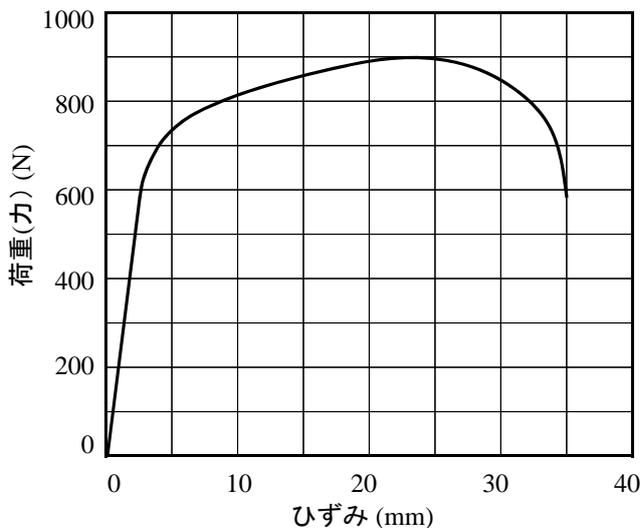


図1 ある金属材料の引張試験結果

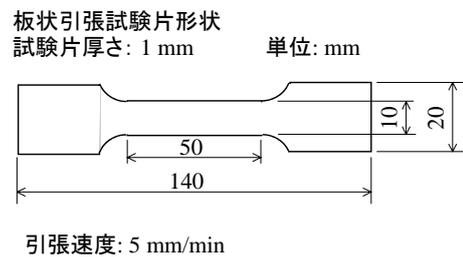
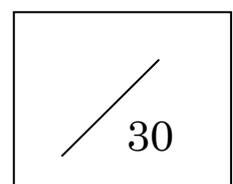


図2 左図の試験に用いた試験片形状と引張試験条件

(3)有害金属である鉛の結晶は、面心立方格子を有する。鉛の格子定数を0.500nm、原子量を207としたとき、鉛の比重を小数点以下第1位まで求めなさい。ただし、アボガドロ数を  $6 \times 10^{23}$ /モルとし、比重の基準となる水の密度を1000 kg/m<sup>3</sup>とする。

(4)回収材料のX線粉末回折パターンをとったところ、上記の鉛とみなされる2つの回折線が強くあらわれた。回折角度から求めた格子面間隔は0.2887nmと0.250nmであった。これら回折線の格子面指数を求めなさい。

**【解答】**



環境・エネルギー 工学専攻	共生エネルギーシステム 1	受験番号	
------------------	---------------	------	--

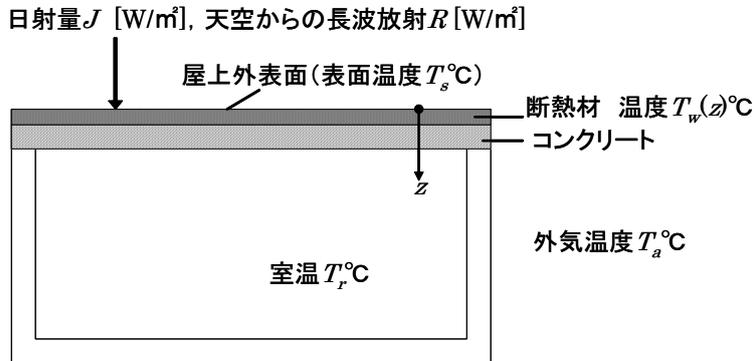
**【問6】** 以下の問いに答えなさい。

- (1) 熱力学第2法則を定義し、その数学的表現を記述しなさい。
- (2) 孤立系のエントロピーが増加することを証明しなさい。
- (3) 熱力学第2法則から、ボルツマンの関係式を導きなさい。

**【解答】**

環境・エネルギー 工学専攻	共生エネルギーシステム 2	受験番号	
------------------	---------------	------	--

【問7】 下記の様な室について、以下の問いに答えなさい



(1) 水平な屋上外表面での単位面積当たりの熱バランス式を、外気温  $T_a$  [°C]、外表面温度  $T_s$  [°C]、外表面に入射する水平面全天日射量  $J$  [W/m<sup>2</sup>]、天空から下向きに地表(屋上)へ向かう水平面長波放射を  $R$  [W/m<sup>2</sup>]、断熱材内部の温度を  $T_w(z)$  [°C] ( $z$  軸を、表面を原点に鉛直下向きを正とする) として成分を区分し、かつ壁面の物理的特性を示す定数を各自で定義して書け。ただし1次元現象と見なせ、壁面は十分乾燥していて水分の蒸発・移動については考慮しなくて良いものとする。

(2) 室温  $T_r=27$ °C で一日中一定とし、屋上外表面温度  $T_s$  の日最高値が 47°C となったとき、①壁体・断熱材の熱容量を完全に無視できるものと仮定して、屋根面の内面から室内に単位面積当たり流入する熱量を求めよ。断熱材とコンクリートの熱伝導率、厚さを下表の値とし、天井にあるコンクリートの室内側表面から室空気に対流・放射によって伝えられる総括熱伝達係数を 10W/(m<sup>2</sup>K) とする。②また、この計算で室内のエアコンの冷房能力を設計するとどのような問題が生じるか?

	断熱材	コンクリート
熱伝導率[W/mK]	0.02	1.6
厚さ[cm]	10	30

(3) 屋上外表面に高反射率塗料を塗布したとき、①建物内部のエネルギー消費と、②建物外部の熱環境に及ぼす影響をそれぞれ簡潔に述べよ。③また、高反射率塗料を、茶色の様な濃い色で作ることができるかどうか、考えを述べよ。

(4) 室温  $T_r=27$ °C、外気温  $T_a=35$ °C とすると、この2者を低熱源・高熱源とする逆カルノーサイクルの成績係数は 30 を超えるが、実際にはルームエアコンなど冷房装置の成績係数は、ファン動力を含めて最高 6 程度である。ルームエアコンの圧縮機における効率を 100%、すなわち与えた電力が全て冷媒に仕事として与えられたとしても、あといくつかの不可逆過程が存在する。①一つはエアコンから吹き出した低温の空気が室空気と混合するときの混合損失であるが、対策として吹き出し気温を上げた時の課題は何か? ②これ以外の損失の種類(ファン動力の消費は無視する)とその発生場所を2つ以上記述せよ。

環境・エネルギー 工学専攻	量子エネルギー 1	受験番号	
------------------	-----------	------	--

**【問8】**

核分裂及び核融合で、エネルギーが発生する理由を核子の結合エネルギーを用いて説明しなさい。また、原子力発電は、核分裂により発生するエネルギーを利用しているが、そのメリット、デメリットについて述べなさい。

**【解答】**

環境・エネルギー 工学専攻	量子エネルギー 2	受験番号	
------------------	-----------	------	--

**【問9】**

- (1) レーザー光と自然光の違いを3つ書きなさい。
- (2) 誘導放出、反転分布という言葉を用い、レーザーの発振原理を図を用いて説明しなさい。
- (3) 超高強度短パルスレーザーを発生する際に用いる、チャープパルス増幅（CPA）法について説明しなさい。

**【解答】**

環境・エネルギー 工学専攻	量子エネルギー 3	受験番号	
------------------	-----------	------	--

**【問 10】**

(1) 原子炉で核分裂反応を持続的に発生させるには、核分裂で生じる高速の中性子をうまく制御して次の核反応に繋げながら、エネルギーを取り出してゆく必要がある。その点において、軽水炉などの熱中性子炉では水が利用され、高速増殖炉ではナトリウムなどの液体金属が利用される理由について述べよ。

(2) 代表的な 2 階偏微分方程式である熱伝導方程式の一般形は次のように書ける。

$$\nabla^2 T + \frac{q}{k} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t}$$

ここで  $T$  は温度、 $t$  は時間、 $q$  は単位体積単位時間当りの発生熱量、 $k$  は熱伝導率、 $\alpha$  は熱拡散率である。

- 1) 熱拡散率  $\alpha$  の定義および物理的な意味について述べよ。
- 2) 熱伝導方程式の導出の過程を考えて、各項（左辺第 1 項、第 2 項、右辺項）の示す物理的な意味について説明せよ。

(3) 左辺第 2 項がゼロの場合  $\nabla^2 T = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t}$ 、および右辺項がゼロの場合  $\nabla^2 T + \frac{q}{k} = 0$ 、および両項

ともゼロの場合  $\nabla^2 T = 0$  の形の方程式について、知るところを述べよ。

**【解答】**

環境・エネルギー 工学専攻	共生環境デザイン 1	受験番号	
------------------	------------	------	--

**【問 11】** 次の文章を読んで、下の（１）～（３）の問いに答えなさい。

A市にあるB町3丁目地区は、昭和初期に戸建て住宅地として開発された、A市内でも有数の良好な住環境を有する地区である。このほど、A市は同地区に対して、良好な住環境の保全及び形成を目的として「地区計画」を定めた。その「整備・開発および保全の方針」には、建築物等について以下の４項目が盛り込まれている。

- １）建築物の用途の制限
- ２）建築物の敷地面積の最低限度
- ３）建築物の壁面の位置の制限及び建築物の容積率の最高限度
- ４）建築物の高さの制限

- (1) わが国の都市計画制度の中に『地区計画』が設けられた理由、すなわち『地区計画』制度のねらいを述べなさい。
- (2) 上記の１）～４）の各項目はどのような理由のために「整備・開発および保全の方針」の中に設定されていると考えられるか。この地区が目指す住環境をイメージしながら、各項目それぞれについて簡潔に答えなさい。
- (3) 類似の手法に「建築協定」がある。「地区計画」と「建築協定」の違いはどのような点かを述べなさい。

**【解答】**



---

以下に記入する事

---

**【解答】**

(1) (A) (B) (C) (D) (E)

(2) (ア)

(イ) 期待できる点

考慮すべき点

/ 30

環境・エネルギー 工学専攻	環境マネジメント及び環境リスク管理 1	受験番号	
------------------	---------------------	------	--

【問 13】 次の文章を読んで、マネジメントにおける重要な概念について考えなさい。

世界中で化石燃料を代替するエネルギーの開発が試みられている。バイオマスからのエタノールの開発と自動車燃料としての利用を図るとき、そのバイオマスの成育には土地（耕地）が必要になること、さらにバイオマスが従来利用されてきた用途との間で、利用上の競合が生じること、さらに、現状ではエタノールの自動車燃料としての利用には高いコストが必要なこと、など多くの課題がある。

バイオマスからのエタノールの利用をプロジェクトとしておこそうとするときに、環境上のパフォーマンスを管理する上でも、(①・・・)を明確にすることが欠かせない。そして、(①・・・)を達成するのに準備してきた(②・・・)が最も妥当であるかを判断することが重要なプロセスになる。この(②・・・)が妥当かどうかを判断する基準としては、(③・・・)、(④・・・)があろう。すなわち、(③・・・)とは、投入された費用に対して、得られた効果が大きいことを判断することを意味する。また、(④・・・)とは、効果を受け取る人や集団と犠牲を強いられる個人や集団とが異なって、受け取り方に偏差がないかということ問うことになる。

- (1) ①および②として適切な言葉を回答しなさい。通常、この(①・・・)と(②・・・)との関係を考察するときには、そこにはある特徴を想定しておく必要があるとされる。それは何かについて、代表的な特長の1つについて、簡潔に回答しなさい。
- (2) ③、④は同じレベルの事項であるが、最も適切で重要と思われる項目を2つ答えなさい。なぜ、その2つをあげたかの理由とともに記しなさい。
- (3) 「土地（耕地）が新たに必要なこと」が、④の基準の水準にどのように影響、効果を及ぼすかについて、簡潔に解説しなさい。
- (4) 「利用上の競合が生じること」が、③の基準の水準にどのように影響、効果を及ぼすかについて、簡潔に解説しなさい。
- (5) 「高いコストが必要な」バイオマス・エネルギーの開発にあたり、「化石燃料の消費は地球温暖化の社会的費用を支払うことなく行なわれている」ことにもっと注目せよと言う意見がある。このことは、同じ費用であっても、(③・・・)で言うときの費用に十分にはカウントされていないのではないかと言う指摘である。化石燃料の消費によって生じる地球温暖化の影響に相当する分を化石燃料の利用の際の取引費用に組み入れるべきだという立場をとれば、費用に組み入れないという立場と比較して、バイオマスの利用の(③・・・)の水準(数値)は高く(大きく)なるか、それとも高く(大きく)はならないかについて、理由とともに書きなさい。

