

平成24年度  
東京大学大学院総合文化研究科  
広域科学専攻修士課程入学試験問題

広域システム科学系 総合科目

(平成23年8月23日 13:00～16:00)

試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはいけません。開始の合図があるまで、下記の注意事項をよく読んでください。

1. 本冊子は、広域システム科学系を第一志望とする受験者のためのものである。
2. 本冊子の本文は22ページである。落丁、乱丁又は印刷不鮮明の箇所があった場合には、手を挙げて申し出ること。
3. 第1問～第20問から3問を選択して解答すること。
4. 配付された3枚の解答用紙(両面使用可)は、問題ごとに1枚を使用すること。
5. 解答用紙の上の欄に、解答した問題の番号、科目名、氏名及び受験番号を、次の記入例のように記入すること。なお、氏名、受験番号を記入していない答案は無効である。

記入例

問題番号	科目名	氏名	受験番号
第11問	地球科学(1)	○ ○ ○ ○	No.○○○○○

6. 日本語または英語で解答すること。
7. 本冊子の最後の3枚は草稿用紙である。切り離して使用してもよい。
8. 試験の開始後は、中途退場を認めない。
9. 本冊子、解答用紙及び草稿用紙は持ち帰ってはならない。
10. 次の欄に受験番号と氏名を記入せよ。

受験番号	
氏名	

## 広域システム科学系 総合科目

### 目 次

第1問	数学 (1)	1
第2問	数学 (2)	2
第3問	物理・宇宙物理 (1)	3
第4問	物理・宇宙物理 (2)	4
第5問	化学 (1)	5
第6問	化学 (2)	6
第7問	生物学 (1)	7
第8問	生物学 (2)	8～9
第9問	認知行動科学 (1)	10
第10問	認知行動科学 (2)	11～12
第11問	地球科学 (1)	13
第12問	地球科学 (2)	14
第13問	情報 (1)	15
第14問	情報 (2)	16
第15問	地理学 (1)	17
第16問	地理学 (2)	18
第17問	地誌学	19
第18問	科学史・科学哲学	20
第19問	社会科学	21
第20問	科学技術社会論	22

平成 24 年度修士課程入学試験問題  
広域システム科学系 総合科目

第 1 問 数学 (1)

(a) 2次元平面中の円  $g(x, y) = (x - 1)^2 + y^2 - 1 = 0$  上の点  $(x_0, y_0)$  で、線形関数  $L(x, y) = ax + by$  ( $a^2 + b^2 \neq 0$ ) が最大値をとるとき、 $b(x_0 - 1) = ay_0$  が成立することを示せ。

ここで  $L$  が最大値を取るとき、 $g$  の勾配  $\nabla g = (\frac{\partial g}{\partial x}, \frac{\partial g}{\partial y})$  と  $L$  の勾配は比例する。

(b) 3次元空間中の楕円球

$$D = \{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 : \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} \leq 1\} \quad (a, b, c > 0)$$

内にある直方体の体積の最大値を求めよ。

直方体の体積の最大値は、 $F(x, y, z) = xyz$  の最大値の 8 倍になっている。

平成 24 年度修士課程入学試験問題  
広域システム科学系 総合科目

第 2 問 数学 (2)

$3 \times 3$  の実行列  $B$  を

$$B = \begin{pmatrix} 1-\alpha & \beta & 0 \\ \alpha & 1-\alpha-\beta & \beta \\ 0 & \alpha & 1-\beta \end{pmatrix}$$

とする。ただし、 $\alpha, \beta$  は実数として、 $0 < \alpha < 1$ 、 $0 < \beta < 1$ 、かつ、 $1-\alpha-\beta > 0$  とする。成分が非負であり、成分の和が 1 である任意のベクトル  $\mathbf{p}$  に、行列  $B$  を整数回かけたときの性質を考える。以下の問いに答えよ。

- (1) ベクトル  $\mathbf{q}$  を  $\mathbf{q} = B\mathbf{p}$  としたとき、 $\mathbf{q}$  の成分の和を求めよ。
- (2) この行列  $B$  の固有値をすべて求めよ。
- (3)  $N$  を正の整数として、 $(m, n)$  成分を  $A_{mn}$  と表される  $N \times N$  の実行列  $A$  が

(A)  $A_{mn} \geq 0$

(B)  $\sum_{m=1}^N A_{mn} = 1$

の性質を持つとする。 $i$  を固有値の順番として、行列  $A$  の  $N$  個の固有値を  $\lambda_i (|\lambda_1| > |\lambda_2| \geq \dots \geq |\lambda_N|)$  と表すと、固有値  $\lambda_i$  に対して、固有ベクトル  $\mathbf{x}^{(i)}$  と転置行列  ${}^T A$  の固有ベクトル  $\mathbf{y}^{(i)}$  が存在する。それらの固有ベクトルは、 $A\mathbf{x}^{(i)} = \lambda_i \mathbf{x}^{(i)}$ 、 ${}^T A \mathbf{y}^{(i)} = \lambda_i \mathbf{y}^{(i)}$  を満たし、次の性質

$$\sum_{k=1}^N x_k^{(i)} y_k^{(j)} = \begin{cases} 1 & (i=j) \\ 0 & (i \neq j) \end{cases}, \quad \sum_{i=1}^N x_k^{(i)} y_l^{(i)} = \begin{cases} 1 & (k=l) \\ 0 & (k \neq l) \end{cases},$$

が成り立つとする。一般に、行列  $A$  の最大固有値は縮退せず、 $\lambda_1 = 1$  であり、 $\mathbf{y}^{(1)}$  は全ての成分が等しいベクトルとなることが知られている。

自然数  $c$  に対して、

$$(A^c)_{mn} = \sum_{i=1}^N (\lambda_i)^c x_m^{(i)} y_n^{(i)}$$

が成り立つことを示せ。

- (4) 成分が非負であり、成分の和が 1 である任意のベクトルを  $\mathbf{p}$  とするとき、ベクトル  $\mathbf{r}$ 、

$$\mathbf{r} = \lim_{c \rightarrow \infty} A^c \mathbf{p}$$

をベクトル  $\mathbf{p}$  の成分を用いずに表せ。

- (5) 行列  $B$  は前問 (3) にある二つの性質 (A)、(B) を持つことに注意して、ベクトル  $\mathbf{p} = \begin{pmatrix} 1/3 \\ 1/3 \\ 1/3 \end{pmatrix}$

に行列  $B$  を十分大きな整数回かけたときに収束するベクトル  $\mathbf{s}$ 、

$$\mathbf{s} = \lim_{c \rightarrow \infty} B^c \mathbf{p}$$

を求めよ。

## 第 3 問 物理・宇宙物理 (1)

質量密度  $\rho$  一定の自己重力流体からなる天体が軸対称定常状態にあるとする。この天体の内部には磁場と電流が存在し、円柱座標  $(R, \varphi, z)$  では、磁場が  $\mathbf{B} = (0, 0, B_z)$  (ただし  $B_z \neq 0$ )、電流密度  $\mathbf{j}$  であり、流体は運動をしていないものとする。この天体が定常状態にある条件は、

$$\frac{1}{\rho} \nabla p = -\nabla \phi_g + \frac{1}{k\rho} \mathbf{j} \times \mathbf{B} \quad (1)$$

である。ここで、 $p$  は圧力、 $\phi_g$  は重力ポテンシャル、 $k$  は単位系のとり方によって現われる定数である。また、この天体の電気伝導度は無限に大きいとして、以下の問いに答えよ。

- 1)  $B_z$  は  $R$  のみの関数であることを示せ。
- 2) 関数  $\Phi(R, z)$  が  $\nabla \Phi \cdot \mathbf{B} = 0$  を満たすとき、 $\Phi$  は  $z$  依存性を持たないことを示せ。
- 3) 関数  $\Phi$  が 2) の条件を満たすとき、(a) 電流密度が次の形をしていると、定常状態の条件式 (1) が積分できることを示せ。また、(b) 積分された式を書け。必要なら定数を  $C$  として使用してよい。

$$\mathbf{j} = -\frac{k\rho}{|\mathbf{B} \cdot \mathbf{B}|} (\nabla \Phi \times \mathbf{B}) \quad (2)$$

- 4) 関数を  $\Phi = \alpha R^2$  と選ぶ。ここで、 $\alpha$  は定数であるとする。このとき、磁場  $\mathbf{B}$  を  $R$  の関数として求めよ。必要であれば、 $C_0$  を定数として使用してよい。
- 5) ここで考えている軸対称定常状態にある自己重力天体の形状が、 $z$  軸方向の軸の長さが  $R$  方向の軸の長さよりも長くなる (扁長という) ための条件を物理的に説明せよ。

必要なら、 $F$  をスカラー関数、 $\mathbf{A}$ 、 $\mathbf{B}$ 、 $\mathbf{C}$  をベクトル関数、また  $\mathbf{A} = (A_R, A_\varphi, A_z)$  とするとき、円柱座標における次の公式を利用してよい。

$$\nabla F = \left( \frac{\partial F}{\partial R}, \frac{1}{R} \frac{\partial F}{\partial \varphi}, \frac{\partial F}{\partial z} \right) \quad (3)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{A} = \frac{1}{R} \frac{\partial(RA_R)}{\partial R} + \frac{1}{R} \frac{\partial A_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{\partial A_z}{\partial z} \quad (4)$$

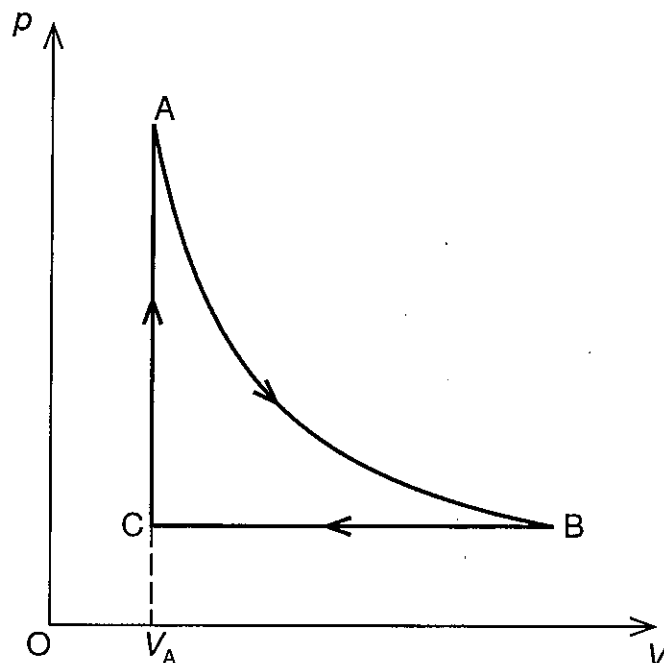
$$\nabla \times \mathbf{A} = \left( \frac{1}{R} \frac{\partial A_z}{\partial \varphi} - \frac{\partial A_\varphi}{\partial z}, \frac{\partial A_R}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial R}, \frac{1}{R} \frac{\partial(RA_\varphi)}{\partial R} - \frac{1}{R} \frac{\partial A_R}{\partial \varphi} \right) \quad (5)$$

$$(\mathbf{A} \times \mathbf{B}) \times \mathbf{C} = (\mathbf{A} \cdot \mathbf{C}) \mathbf{B} - (\mathbf{B} \cdot \mathbf{C}) \mathbf{A} \quad (6)$$

## 第 4 問 物理・宇宙物理 (2)

体積可変の容器に入れた  $n$  モルの気体と 2 つの熱源からなる系がある。系全体は断熱壁で囲まれている。気体は状態方程式  $pV = nRT$  に従い、温度によらない定積モル比熱  $c_V$ 、定圧モル比熱  $c_p$  を持つ。 $R$  は気体定数である。高温熱源の温度は  $T_1$ 、低温熱源の温度は  $T_2$  であり ( $T_1 > T_2$ )、ともに気体に比べて圧倒的に大きな熱容量を持ち、以下の操作中でも温度一定の熱平衡状態を保つ。この系で図に示すサイクルを行う。図の A 点では気体は高温熱源と熱平衡状態にあり、体積は  $V_A$  である。A 点から B 点へは気体は準静的に等温膨張し B 点に至る。ここで、気体と高温熱源との接触を断ち、低温熱源と接触させる。接触面は微小であり、熱の移動はゆっくりと行われるので、気体は準静的に定圧下で体積  $V_A$ 、温度  $T_2$  の熱平衡状態 C 点に移行する。C 点で気体と低温熱源との接触を断ち、高温熱源と接触させる。熱の移動はゆっくりと行われ、気体は体積を一定に保って、準静的に A 点に戻る。以下の設問に答えよ。

- (1) この気体の内部エネルギー  $U$  は体積に依存しないこと、すなわち、 $\partial U(T, V)/\partial V = 0$  を証明せよ。
- (2) 定積モル比熱は体積によらないことを示せ。
- (3) A  $\rightarrow$  B の過程で気体が外部に行う仕事  $W_{AB}$  と、熱源から得る熱  $Q_{AB}$  を求めよ。
- (4) B  $\rightarrow$  C の過程で気体が外部に行う仕事  $W_{BC}$  と、熱源から得る熱  $Q_{BC}$  を求めよ。
- (5) C  $\rightarrow$  A の過程で気体が外部に行う仕事  $W_{CA}$  と、熱源から得る熱  $Q_{CA}$  を求めよ。
- (6) この気体では  $c_V$  と  $c_p$  の間に  $c_p = c_V + R$  という関係式が成り立つことを示せ。
- (7) このサイクルを熱機関として用いるときの効率  $\eta$  を求めよ。
- (8) このサイクルを 1 回行う場合の系全体のエントロピー増加量  $\Delta S$  を求めよ。但し容器など、気体と熱源以外の系の構成要素が関与する熱のやりとりは無視できるものとせよ。
- (9) 設問 (8) で求めた  $\Delta S$  の式は  $T_1/T_2 (> 1)$  の関数として正の値を持つことを示せ。
- (10) 等温過程での体積弾性率  $K_T = -V(\partial p/\partial V)_T$  と断熱過程での体積弾性率  $K_S = -V(\partial p/\partial V)_S$  の比を求めよ。

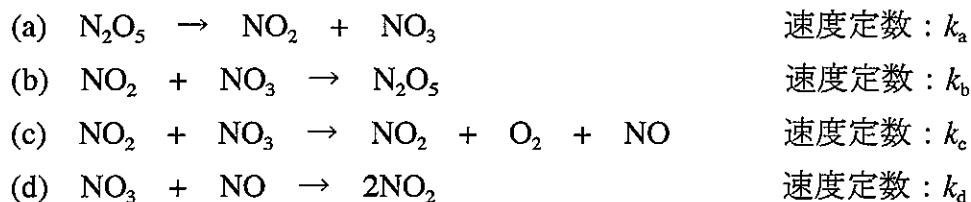


平成 24 年度修士課程入学試験問題  
広域システム科学系 総合科目

第 5 問 化学 (1)

次の問 I, II に解答せよ。

I. 窒素酸化物 ( $\text{NO}_x$ ) とは、窒素原子と酸素原子が結合した物質の総称で、一酸化窒素 ( $\text{NO}$ )、二酸化窒素 ( $\text{NO}_2$ )、五酸化二窒素 ( $\text{N}_2\text{O}_5$ )、三酸化窒素 ( $\text{NO}_3$ ) ほか様々な分子が含まれる。 $\text{N}_2\text{O}_5$  が  $\text{NO}_2$  と  $\text{O}_2$  に分解する反応 ( $2\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$ ) は、以下に示す (a) ~ (d) の素反応を組み合わせて起こるものとする。それぞれの速度定数を  $k_a \sim k_d$  として、以下の設問に答えよ。



- (1) 反応中間体  $\text{NO}$  と  $\text{NO}_3$  の濃度は、定常的に反応が進行している状態で一定濃度に保たれると仮定し、 $\text{O}_2$  のみかけの生成速度を  $k_a \sim k_d$  ならびに  $\text{N}_2\text{O}_5$  の濃度を用いて表せ。
- (2)  $\text{N}_2\text{O}_5$  のみかけの分解速度を表す式を書き、 $\text{N}_2\text{O}_5$  の濃度に対し何次になるか述べよ。

II. 光化学スモッグは、大気中に放出された炭化水素と  $\text{NO}_x$  などが太陽光の存在下で光化学的に反応し、光化学オキシダント（主としてオゾン）を生成する都市型大気汚染の一つである。オゾンの定量に関連した以下の設問に答えよ。

- (1) 光化学オキシダントを含む大気試料を中性ヨウ化カリウム溶液（リン酸緩衝液で中性にした 2% ヨウ化カリウム溶液）に通じると、ヨウ化カリウムが酸化されて黄褐色に発色する。これは、オゾンを定量する方法の一つであるが、この化学反応を反応式で示せ。
- (2) 測定する大気試料は室温下で  $1 \text{ L min}^{-1}$  の一定流速で中性ヨウ化カリウム溶液  $0.1 \text{ L}$  に 15 分間流通するものとする。気体  $1 \text{ mol}$  の室温下での体積は  $24 \text{ L}$  とし、オゾンの液体への吸収とそれに続く反応は定量的に進むと仮定し、分光光度計の光路長を  $1 \text{ cm}$ 、吸光度の検出限界を  $0.001$ 、黄褐色に発色した物質の吸収極大波長 ( $365 \text{ nm}$ ) のモル吸光係数を  $20000 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  とした時、オゾンの検出限界濃度は何 ppm か求めよ。
- (3) オゾンの定量には、オゾンの  $254 \text{ nm}$  付近の吸収（モル吸光係数約  $3000 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ）を直接計測する方法もある。この方法の利点と欠点を述べよ。

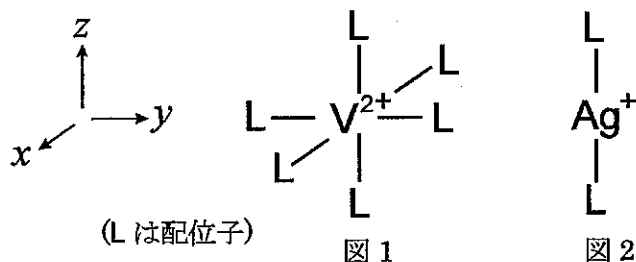
平成 24 年度修士課程入学試験問題  
広域システム科学系 総合科目

第 6 問 化学 (2)

以下の問題 I, II に答えよ。

I. 金属錯体に関する問(1)～(3)に答えよ。

$_{23}\text{V}$  : 第 4 周期 5 族 ;  $_{25}\text{Mn}$  : 第 4 周期 7 族 ;  $_{47}\text{Ag}$  : 第 5 周期 11 族



- $\text{V}^{2+}$  が図 1 に示す正八面体 6 配位構造の結晶場におかれた時の d 軌道分裂のエネルギーダイアグラムを書け。d 軌道の名称 ( $d_{xy}$ ,  $d_{yz}$  等) も書き入れること。また、そのダイアグラムに、基底状態における電子の配置をスピン状態がわかるように矢印 ( $\uparrow$ ,  $\downarrow$ ) で書き入れよ。
- $\text{V}^{2+}$  の錯体  $[\text{V}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  と  $[\text{V}(\text{CN})_6]^{4-}$  の磁気モーメントの値は、Bohr 磁子を単位として、いずれも 3.7 前後の値である。一方、 $\text{Mn}^{2+}$  の錯体の場合は、磁気モーメントの値が  $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  では約 5.9,  $[\text{Mn}(\text{CN})_6]^{4-}$  では約 2.2 と大きく異なる。 $\text{Mn}^{2+}$  の場合において、二種の錯体間で磁気モーメントの値が大きく異なる理由を説明せよ。
- $\text{Ag}^+$  は、 $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ ,  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  などに見られるように、直線 2 配位構造の錯体を作りやすい。 $\text{Ag}^+$  が図 2 に示す直線 2 配位構造の結晶場におかれた時の d 軌道分裂のエネルギーダイアグラム (定性的なものでよい) を書け。d 軌道の名称 ( $d_{xy}$ ,  $d_{yz}$  等) も書き入れること。また、そのダイアグラムに、電子の配置をスピンの状態がわかるように矢印 ( $\uparrow$ ,  $\downarrow$ ) で書き入れよ。

II.  $\text{Ag}$  のハロゲン化物  $\text{AgX}$  ( $\text{X} = \text{F}, \text{Cl}, \text{Br}$ ) に関する以下の問(1)～(4)に答えよ。

- $\text{Ag}^+$  はルイス酸である。HSAB (Hard and Soft, Acid and Base) の分類において、 $\text{Ag}^+$  は「硬い酸」と「軟らかい酸」のどちらに属しているか記せ。
- $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$  はルイス塩基である。これらを、「硬い塩基」から「軟らかい塩基」へと順に並べよ。
- $\text{AgF}$ ,  $\text{AgCl}$ ,  $\text{AgBr}$  の水に対する溶解度の順を、HSAB 則の立場から説明せよ。
- 下を示す標準電極電位のデータより、300 K における  $\text{AgBr}$  の水に対する溶解度積 ( $K_{\text{sp}}$ ) の  $\text{p}K_{\text{sp}}$  ( $= -\log_{10} K_{\text{sp}}$ ) を求めよ。



必要なら以下を使用せよ。

ファラデー定数  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$  ; 気体定数  $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  ;  $\log_{10} x = 0.434 \ln x$



平成 24 年度修士課程入学試験問題  
広域システム科学系 総合科目

第 7 問 生物学 (1)

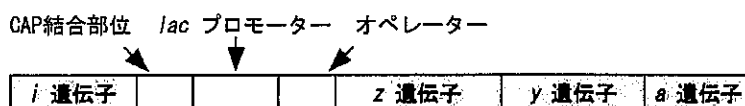
問

次の文を読んで、以下の問 1～3 に答えよ。

[文]

大腸菌 (*Escherichia coli*) は、(ア) グルコース (glucose) を栄養源として生育する。通常の条件ではラクトース (lactose) を利用できないが、グルコースが無くてラクトースが有る条件下でのみ、 $\beta$  ガラクトシダーゼ ( $\beta$ -galactosidase) を作りだし、(イ) ラクトースをグルコースとガラクトース (galactose) に加水分解して利用する。この調節を行っているのが、大腸菌の *lac* オペロン (*lac operon*) である (図)。*lac* オペロンには 4 つの構造遺伝子 (structure gene) が存在し、 $\beta$  ガラクトシダーゼと他の 2 つの酵素をコードする 3 つの構造遺伝子は、それぞれ *z*, *y*, *a* 遺伝子とよばれる。また *i* 遺伝子は *lac* リプレッサー (repressor) をコードしている。*z*, *y*, *a* 遺伝子の発現はラクトースが無い条件下で通常抑制されているが、ラクトースが有る条件下では遺伝子発現の抑制が解除される (負の調節, negative regulation)。一方、グルコースが無い条件下では cAMP が合成されカタボライト活性化タンパク質 (CAP) に結合する。cAMP-CAP 複合体が CAP 結合部位に結合

することで、遺伝子の発現を活性化 (正の調節, positive regulation)。

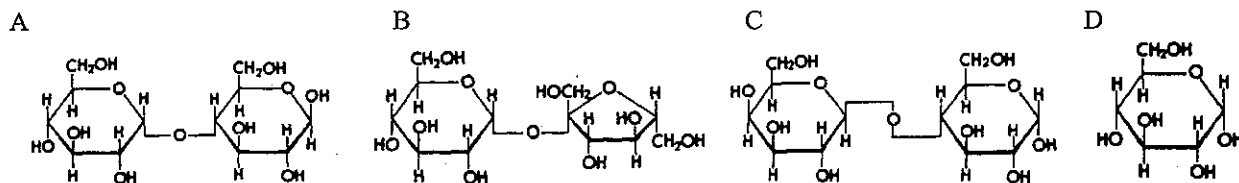


問1 下線部 (ア) について。

- (1) 大腸菌では、グルコース 1 分子はピルビン酸 2 分子にまで分解され、ATP を生産する。この代謝系の名称と、グルコース 1 分子から生産される正味の ATP の分子数を答えよ。
- (2) この代謝系において無酸素条件下では、ピルビン酸から、筋肉中では乳酸が、酵母ではエタノールが生成する。この代謝は無酸素条件下での ATP 生産を維持する上で必要である。その理由を説明せよ。

問2 下線部 (イ) について。

- (1) 下図にあげる構造式のうち、ラクトースの構造を A～D より選べ。



問3 以下、*lac* オペロンの遺伝子発現に関する問に答えよ。

- (1) *z*, *y*, *a* 遺伝子は、これら 3 つの遺伝子の情報が 1 本の mRNA 上に一緒に転写される。原核生物におけるこのような複数の遺伝子情報をもつ mRNA を何とよぶか、答えよ。
- (2) 上記の複数の遺伝子情報を含む mRNA において、mRNA 上の複数の構造遺伝子のアミノ酸配列を正しく翻訳する仕組みを説明せよ。
- (3) ラクトース存在下における、*z*, *y*, *a* 遺伝子の発現抑制解除の機構を説明せよ。
- (4) cAMP と結合した CAP は二量体を形成する事が知られている。CAP 結合部位はどのような塩基配列の特徴を持つと考えられるか説明せよ。
- (5) 原核生物のプロモーターは、“-10 領域”、“-35 領域”とよばれる保存された塩基配列を持つ。この“-10”、“-35”という数字は何を意味するか、またこの領域に結合する酵素は何か、答えよ。
- (6) 同じ大腸菌でも異なる構造遺伝子についてみると、プロモーターの配列には、保存された塩基配列に近いものから大きく異なるものまで存在する。これらのプロモーターでは機能的にどのような違いがあるか説明せよ。

平成 24 年度修士課程入学試験問題  
広域システム科学系 総合科目

第 8 問 生物学（2）その 1

[注] 生物学（2）については、問題 A または B のうちのどちらかを選択して解答せよ。

問題 A

問 1 以下の小問 6 つのうち 3 題を選択し、各々 4 行程度で説明せよ。（図を描いて説明してもよい）

- (1) カンジキウサギとオオヤマネコの個体数振動における主要な 2 つの学説
- (2) 保護区設定のときの SLOSS 問題
- (3) 生態系における窒素循環
- (4) 社会性動物における不妊カーストとヘルパーの違い
- (5) 湖沼の富栄養化
- (6) 捕食者と被食者の共進化

問 2 以下の小問に 2 つとも答えよ。

- (1) 自然生態系では大型肉食獣はなぜ個体数が少ないか？ 以下の術語のうち不要な 2 つを除いて、残りすべてを使用して 5 行程度で答えよ。

・栄養段階	・物質循環	・血縁選択
・生態効率（転換効率）	・絶滅リスク	・体サイズ

- (2) 熱帯雨林の樹種の多様性について、ニッチの分割の考え方と、非平衡的考え方の学説を取り上げ、各々どのように樹種の多種共存に効果があるかを、まとめて 7 行程度で説明せよ。

平成 24 年度修士課程入学試験問題  
広域システム科学系 総合科目

第 8 問 生物学 (2) その 2

[注] 生物学 (2) については、問題 A または B のうちのどちらかを選択して解答せよ。

問題 B

問 1. 以下の 2 語を対比して、それぞれ 2 行程度で説明しなさい。

- (1) 進化 (Evolution) の統合説 (Modern synthesis) と中立説 (Neutral theory)
- (2) 受精前障壁 (Prezygotic barrier) と受精後障壁 (Postzygotic barrier)
- (3) 無根系統樹 (Unrooted phylogenetic tree) と有根系統樹 (Rooted phylogenetic tree)
- (4) 種分化 (Speciation) の漸次モデル (Gradualism model) と断続平衡モデル (Punctuated equilibrium model)
- (5) 共有派生形質 (Synapomorphy) と共有原始形質 (Synplesiomorphy)

問 2. あるとき、染色体数  $2n=18$  の植物 A において染色体数の倍加 (chromosome doubling) が起こり、 $2n=36$  の植物 B が生じた。この植物の見かけは A とほとんど同じであり、乾燥標本 (dried specimens) で区別することが困難であるが、B は A よりも高標高 (high altitude) の場所にすみ分けて生育している。A と B とは同種として扱うべきか別種として扱うべきか、いろいろな種概念 (species concepts) を検討したうえで議論しなさい。

平成 24 年度修士課程入学試験問題  
広域システム科学系 総合科目

第 9 問 認知行動科学 (1)

われわれの日常生活は判断と意思決定の連続である。ここで意思決定とは、複数の選択肢の中から1つを選ぶことである。この意思決定に関する以下の設問 (1) ~ (6) のすべてに答えなさい。なお、(5) には小問が 2 つあるが、両方に解答すること。

(1) 意思決定に関する理論のうち、フォン・ノイマンとモルゲンシュテルンによって提唱された「期待効用理論」(expected utility theory)では、行動Aにより生じる不確定な結果を  $x_i$  ( $i=1, 2, 3, \dots$ )、各  $x_i$  が生じる確率を  $p_i$ 、効用関数を  $U$  とするとき、 $\sum (p_i \times U(x_i))$  を最大化するような行動を人は選択するとされる。この期待効用理論は、人の意思決定についてどのような事柄を主張しているのか説明しなさい。

(2) コインの表が出れば賞金100万円、裏が出れば賞金0万円のくじ(コインの表と裏は等確率で出る)を、人はいくらならお金を支払って引くかを考える。このくじの値段がその期待値の金額だとすれば、高すぎるため、多くの人はこのくじを引かないと考えられるが、この理由を期待効用理論の観点から説明しなさい。

(3) 以下のような連続する2回のくじに関する質問を多くの参加者にしたところ、ほとんどの場合、参加者は1回目のくじでは選択肢Aを選択し、2回目のくじでは選択肢Bを選択した。この現象が期待効用理論では説明できない理由を述べなさい。但し、期待効用は期待利得で計算するものとする。

- 1 回目のくじ  
    選択肢A：確実に1000万円がもらえる。  
    選択肢B：10%の確率で2500万円がもらえて、89%の確率で1000万円、そして1%の確率で賞金なし。
- 2 回目のくじ  
    選択肢A：11%の確率で1000万円がもらえて、89%の確率で賞金なし。  
    選択肢B：10%の確率で2500万円がもらえて、90%の確率で賞金なし。

(4) 上記の(3)の問いに示したように、人の意思決定はしばしば期待効用理論に反するが、このような人の意思決定における歪みを一般的に何と呼ぶか答えなさい。

(5) 日常生活でしばしば見られる以下のような意思決定や判断の歪みが生じる原因を、認知科学の理論や用語で説明しなさい。その際、下記の選択肢の中から関連する理論あるいは用語を選び、初出箇所に下線を引きなさい。

(5-1) 株投資には「損切りは早めに、利食いはゆっくりと」という格言がある。これは、持ち株が値下がりし始めたら、損を出してでもすぐに売却すべきだが、株価が値上がりしたら、売却による利益の確定はゆっくり行えという意味である。しかしながら、実際の投資家はこの格言とは逆の行動を取りがちである。

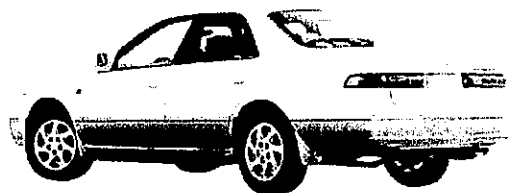
(5-2) アルバイトで稼いだ1万円はなかなか使えないが、宝くじで当たった1万円はコンパですぐに使ってしまった。

【選択肢】心の会計、代表性ヒューリスティクス、事前確率の無視、プロスペクト理論  
利用可能性ヒューリスティクス

(6) かつてトヨタ自動車のカムリ(車種名)の米国での広告には、右にあるような写真に加えて、以下のような宣伝文句がつけられていた。

トヨタカムリは、2年連続で米国における販売実績ナンバーワンを誇っています。私たちは皆、考えている以上に共通点があるようです。

この宣伝文句は、どのような手段によって、購買者の意思決定に影響を与えるよう意図されたものかを答えなさい。なお、ここでは、右の写真の内容についてはまったく考慮しなくて良い。



平成 24 年度修士課程入学試験問題  
広域システム科学系 総合科目

第 10 問 認知行動科学 (2) その 1

E.C. Tolman らのラットを用いた 2 つの実験をもとにした以下の (1) (2) の記述を読んで、各 4 問ずつの小問全てに答えなさい。

(1) 第 1 の実験では、3 群のラットを図 1 に示す迷路のスタート地点 (左下) に 1 日 1 回入れて自由に走らせた。図 2 は 3 群それぞれのラットがゴール地点 (右下の餌箱) にたどりつけなかった比率を示すエラー曲線で、横軸は日数を表す。図の HNR はゴール地点に餌を入れずに毎日走らせた群、HR は毎日餌を入れて走らせた群、HNR-R は、最初は餌を入れずに走らせ、矢印のある 11 日目から餌を入れて走らせた群である。

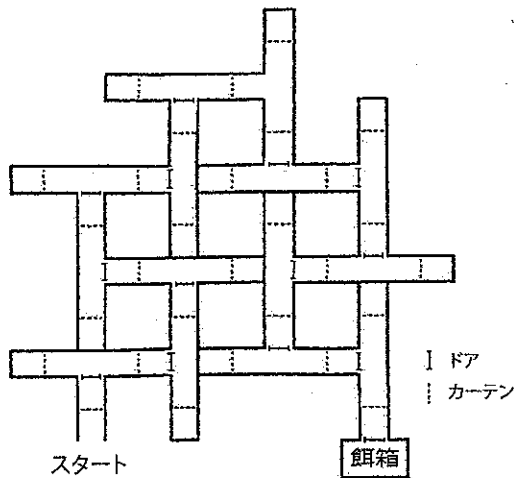


図 1

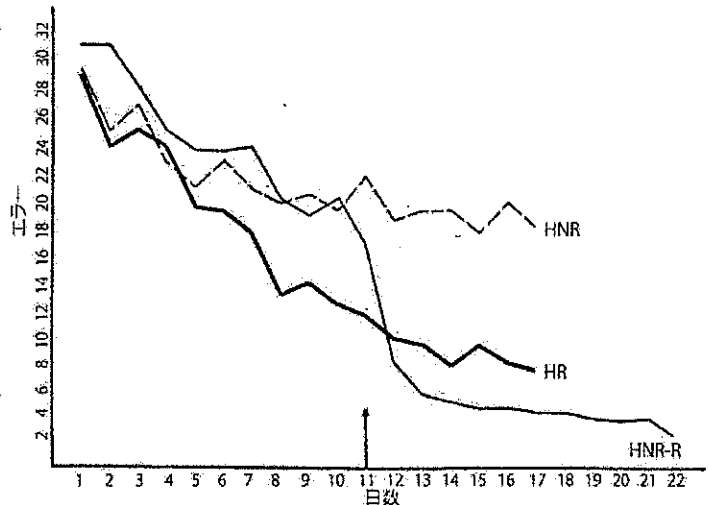


図 2

- (1-1) この実験で Tolman らが注目した群はどれか。またそれ以外の 2 群は通常何と呼ばれるか、答えなさい。
- (1-2) 3 群それぞれのラットのエラー曲線の特徴を説明しなさい。
- (1-3) この結果は、古典的な行動主義における学習理論に対する反証を示している。反証された学習理論の名称を挙げ、そこでは迷路の学習がどのように行われるとされるか説明しなさい。
- (1-4) なぜこの結果がその反証となるか、(1-2) に関連づけて説明しなさい。

(2) 第 2 の実験では、Tolman らはまず、実験の前に図 3 の装置のスタート地点 (A) にラットを置いて、迷路の学習をさせた。ラットは、A に置かれると、閉じていない円形のテーブルを横切り、C→D (両側に壁面がある) の通路を抜け、D→E→F と進んで G のえさ箱まで行くよう、毎晩 3 回、4 晩にわたって訓練され、A から G までためらいなく走るようになった。

通路が学習されたところで、A から C までをそのままにして、通路を図 4 に示すようなかたちに改造し、えさ箱を取り除いて、ラットを同じ出発点 A に置く実験を行った。ラットは最初に行き止まりの通路を選択したが、先へ行けないことがわかったと、一つひとつ通路の入口をさぐり、最後に 1 つの通路を走り抜けた。

- (2-1) 図 4 の通路は放射線状で等質であるが、実験の結果、ある通路を選択したラットが顕著に多かった。それはどの通路か、図に与えられた番号 (1~7) で答えなさい。
- (2-2) ラットが (2-1) で答えた通路を選択したのはなぜだと考えられるか説明しなさい。
- (2-3) (2-1) の結果から、Tolman らは空間学習に関する新しい概念を提示した。それはそれまでの古典的行動主義の理論ではあり得ない概念であり、地理学、環境心理学などでも広く使われる用語となった。それは何か、答えなさい。
- (2-4) なぜ、(2-1) の結果から (2-3) の概念が導き出せるか、説明しなさい。

(その 2 に続く)

平成 24 年度修士課程入学試験問題  
 広域システム科学系 総合科目

第 10 問 認知行動科学 (2) その 2

(その 1 より続き)

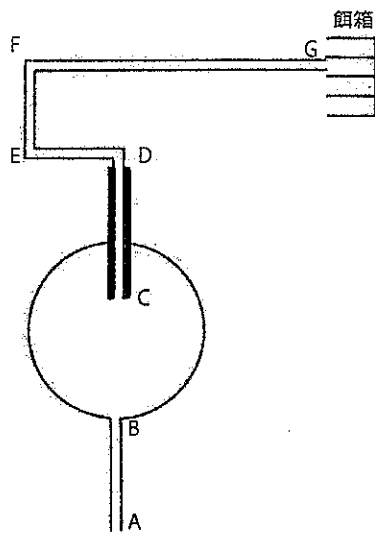


図3

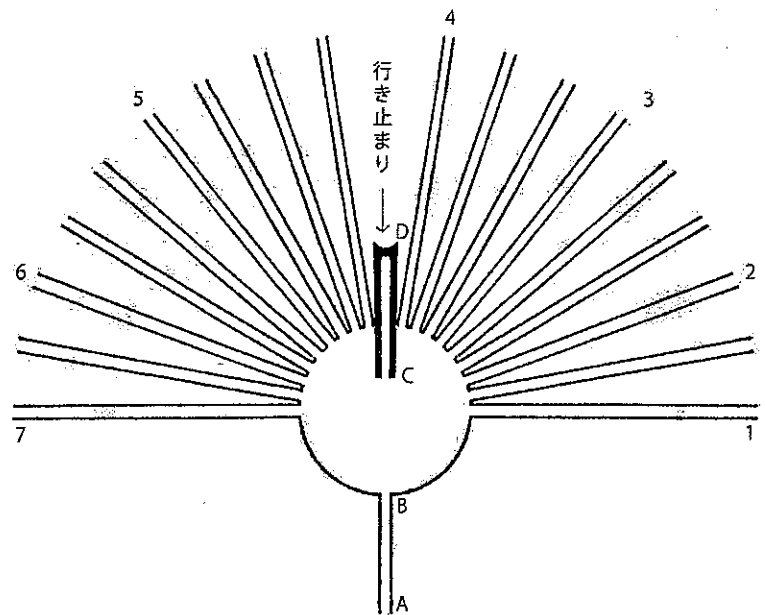


図4

(以上)

平成 24 年度修士課程入学試験問題  
広域システム科学系 総合科目

第 11 問 地球科学 (1)

地球の構造の形成と進化について、以下の問いに答えよ。

- (1) 地球は化学組成と粘性それぞれについて成層構造をしていると考えられている。その成層構造をそれぞれ図示し、その境界の特徴を述べよ。
- (2) 地球の地殻とは何か。その定義や特徴を述べよ。
- (3) 地球の地殻の形成機構を説明せよ。
- (4) ウィルソンサイクルとは何か説明せよ。
- (5) 地球史を通じて、地殻が生命進化や大気・海洋進化に与えた影響のうち、特に大きな影響を与えたと考えられるものを①生命進化と②大気・海洋進化それぞれについて、三つずつ挙げよ。

平成 24 年度修士課程入学試験問題  
広域システム科学系 総合科目

第 12 問 地球科学 (2)

近年、人為的な二酸化炭素の大量の放出による地球温暖化に強い関心が集まっている。このことに関して以下の問いに答えよ。

- (1) 地球大気の温室効果とはどのようなものか述べよ。ただし、以下の語句を必ずもちいること。

太陽光、アルベド、可視光、赤外光

- (2) 二酸化炭素は温室効果ガスとしてよく知られているが、これ以外に地球の大気に含まれる成分のうち、温室効果を持っているものはなにか、思いつく限り挙げよ。
- (3) 大気中の二酸化炭素が増加した時、どのようにして温暖化が起こるのが述べよ。ただし、この説明では、(2) で挙げた温室効果ガスの成分のうち少なくとも一つの成分が気温上昇とともにどのような影響を受けるかについて必ず触れること。
- (4) 現在、大気中の二酸化炭素の増加とともに、対流圏の気温は上昇しているが、成層圏の気温は逆に低下している。なぜこのようなことが起こるのか述べよ。
- (5) 今後、人為的な二酸化炭素排出の増加とともにさらに温暖化が進むと考えられているが、この温暖化予測は、将来の大気中の二酸化炭素の増加の仕方を仮定してもなお、大きな不確定性を含んでいる。地球温暖化予測を困難なものにしている要因は何か、述べよ。



平成 24 年度修士課程入学試験問題  
広域システム科学系 総合科目

第 13 問 情報 (1)

以下のうちから 4 つの項目を選び、そこで対となっている言葉の意味を、両者の共通点と相違点ができるように 5 行程度で説明せよ。

- 等長符号 (fixed-length code) と可変長符号 (variable-length code)
- 配列 (array) と連結リスト (linked list)
- 共通鍵暗号 (shared key cryptography) と公開鍵暗号 (public key cryptography)
- 組合せ回路 (combinational circuit) と順序回路 (sequential circuit)
- HDD (hard disk drive) と SSD (solid state drive)
- P2P (peer-to-peer) と クライアント・サーバ (client-server)
- レジスタ (register) とキャッシュメモリ (cache memory)
- セグメンテーションフォルト (segmentation fault) とページフォルト (page fault)
- 図形のベクタ表現 (vector representation) とラスタ表現 (raster representation)
- コンピュータグラフィックスにおけるボクセル (voxel) とパーティクル (particle)
- レイトレーシング法 (ray tracing algorithm) とラジオシティ法 (radiosity method)
- 加法混色 (additive color mixture) と減法混色 (subtractive color mixture)

平成 24 年度修士課程入学試験問題  
広域システム科学系 総合科目

第 14 問 情報 (2)

六つの整数の要素 {5,3,1,7,10,4} を含む以下の二分木構造があるとする。

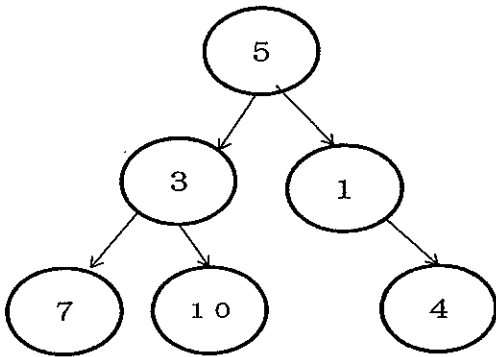


図 1

このような木構造を扱うプログラムを実装する際の、ノード構造の定義と図 1 の二分木を作成する式は、例えば Java 言語と Ruby 言語ではそれぞれ以下のように書かれる。

<p>[Java 版 ノード構造定義]</p> <pre> public class Node {     int value;     Node left;     Node right;      public Node(int v, Node l, Node r) {         value=v; left=l; right=r;     } } </pre>	<p>[Ruby 版 ノード構造定義]</p> <pre> class Node     attr_accessor :value, :left, :right     def initialize(v,l,r)         @value=v         @left=l         @right=r     end end </pre>
<p>[Java 版 図 1 の二分木の作成]</p> <pre> new Node(5,     new Node(3,new Node(7,null,null),                 new Node(10,null,null)),     new Node(1,null,                 new Node(4,null,null))) </pre>	<p>[Ruby 版 図 1 の二分木の作成]</p> <pre> Node.new(5,     Node.new(3,Node.new(7,nil,nil),                 Node.new(10,nil,nil)),     Node.new(1,nil,Node.new(4,nil,nil))) </pre>

以下の(1)～(3)の問いに答えよ。

- (1) 木構造(tree structure)とグラフ(graph)の違いを 3 行以内で説明せよ。
- (2) 上記のようなノード構造を用いて表現した、任意の二分木に含まれる最大の整数を求めるアルゴリズムを、一つあるいは二つの関数として書け。但し、計算量のオーダーが最も小さいアルゴリズムを用いること。プログラミング言語は何を用いても良いが、Java, Ruby 以外の場合は Node クラス (構造体) の定義を解答に含めよ。
- (3) Java, C++等の静的型付プログラミング言語(statically typed language)と Ruby, Python, Javascript 等の動的型付プログラミング言語(dynamically typed language)の違いについて考える。(2)の解答のアルゴリズムを静的型付プログラミング言語と動的型付プログラミング言語両方なるべく効率よく実装し、同じ計算機環境で大規模な入力データに対する実行時間を比較した結果、前者の方が速い事が判明した。原因を 5 行以内で一つ挙げよ。但し、両方の言語に対して優れたコンパイラが存在すると仮定した上で、言語の性質による性能の差が生じる理由について論ぜよ。尚、計測した実行時間はアルゴリズムの実行時間のみであったとする。例えば仮想マシン(VM)の初期化やガーベジコレクション(garbage collection)に必要な時間は実行時間に含まれていない。

平成 24 年度修士課程入学試験問題  
広域システム科学系 総合科目

第 15 問 地理学 (1)

次の設問 1 ～ 8 の中から 4 つを選んで、それぞれの語句ペアの関係が明らかになるように説明しなさい。

- (1) 一般的地域区分と特殊的地域区分
- (2) 雪線と周氷河現象
- (3) 労働力人口と就業者数
- (4) 空間的自己相関とモラン統計量
- (5) フードデザートと近隣商業
- (6) エスニックエンクレイブとエスニックビジネス
- (7) 「ディズニフィケーション」と没場所性
- (8) 最近隣距離法と区画法

平成 24 年度修士課程入学試験問題  
広域システム科学系 総合科目

第 16 問 地理学 (2)

次の図は、国勢調査の各調査年次の間において、人口減少を記録した都道府県（以下では人口減少県とよぶ）の数の推移を示したものである。この図について以下の設問に答えなさい。

(1) 図中の a では、人口減少県の多い時期が続くが、この時期における日本の地域構造の特徴について、詳しく論述しなさい。

(2) 図中の b の時期では、どのような理由で人口減少県が少なかったと考えられるか、詳しく論述しなさい。

(3) 図中の c の時期で再び人口減少県が増えた理由と、d の時期で人口減少県が増えてきた理由について、それぞれの理由を詳しく論述しなさい。

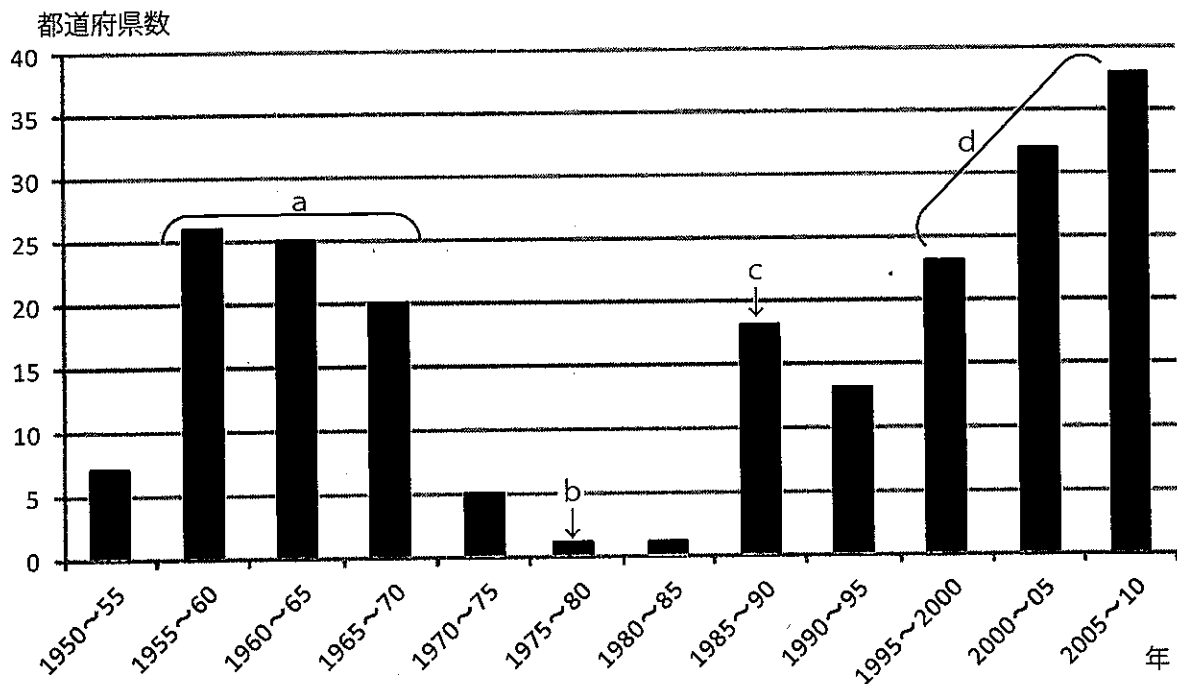


図 人口減少を記録した都道府県数の推移

出典：「国勢調査報告」各年度版。

平成 24 年度修士課程入学試験問題  
広域システム科学系 総合科目

第 17 問 地誌学

河川は、さまざまな人間活動と結びついている。

- (1) 多岐にわたる河川の利用を一般論として類型化し、わかりやすく説明しなさい。
- (2) ある河川の流域を中心とした地誌は、行政的範囲を単位とした地誌とは異なる独自の視点を含んだものとなり得る。いくつもの行政単位を流域に含むような大規模な河川を、日本国内および国外の河川から、それぞれ 1 つずつ取り上げ、それぞれの河川を中心とした地誌を、上記の視点を踏まえどのように描くことができるか、具体的な構想を述べなさい。

第 18 問 科学史・科学哲学

現在、世界で広く受容されている科学は西洋で誕生したものであるといえる。一方、西洋で誕生し、世界に広まった文化や制度には、帝国主義の時代に植民地支配などを通じて受容が強制されたものが多くあることも知られている。では、科学が世界で受容されているのは、これが西洋の拡大によって強制されたためであろうか、それとも、科学にはそのような過程を経なくとも広く世界各地で受容されるような固有の性格があるのであるであろうか。歴史的或いは哲学的に論ぜよ。

平成 24 年度修士課程入学試験問題  
広域システム科学系 総合科目

第 19 問 社会科学

下図は、国の一般会計における歳出規模および構成の推移を示したものである。なお、図の縦軸は名目 GDP に対する比率である。この図に関する以下の設問に答えなさい。

- (1) ① 1970 年代、② 2000 年代における歳出構成の変化は、地方圏にどのような影響を及ぼしたのか、それぞれ具体的に説明しなさい。
- (2) 社会保障関係費は① 1970 年代、② 1990 年代以降の 2 つの時期において急激な増加が見られる。2 つの時期における社会保障関係費増大の主たる原因の違いを説明しなさい。
- (3) 以上を踏まえて、戦後における歳出規模の動きを景気変動や政策の動きと関連づけながら総合的に説明しなさい。

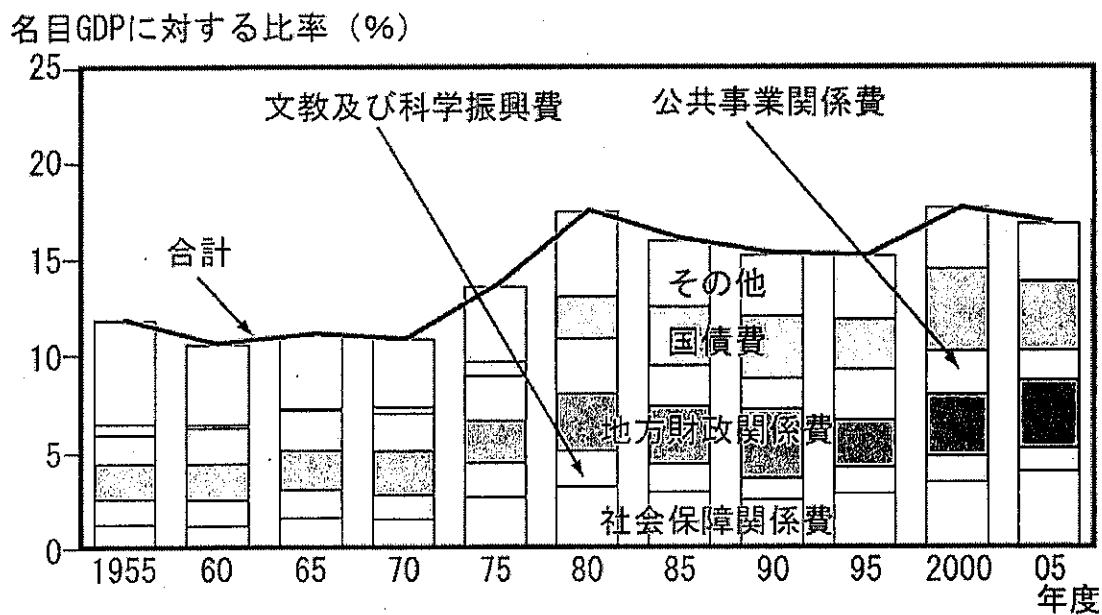


図 国の一般会計における歳出規模および構成の変化

出典：財務省「財政統計」、内閣府「国民経済計算」。

平成 24 年度修士課程入学試験問題  
広域システム科学系 総合科目

第 20 問 科学技術社会論

以下の設問Ⅰ、Ⅱに答えよ。

Ⅰ. 以下の 3 つの問いに答えよ。

- (1) リスクガバナンスとは何か。10 行程度で説明せよ。
- (2) リスクガバナンスにおける市民参加とはどのようなものか。10 行程度で説明せよ。
- (3) 上記 (1) および (2) をもとに、本年 3 月の東日本大震災の分析に応用可能な視点について 15 行程度で述べよ。

Ⅱ. 次の概念の定義を述べよ。また、科学と社会との接点で発生する課題を分析する上で、これらの概念がどのように利用可能であるかを、それぞれ具体例をあげて説明せよ。

- (1) 状況依存性
- (2) 第二の過誤
- (3) 欠如モデル