

平成30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29年7月22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志望する受験者のためのものである。
2. 本冊子の本文は24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）	4～5
第5問	化学（1）	6
第6問	化学（2）	7～8
第7問	生物学（1）	9
第8問	生物学（2）	10～11
第9問	認知行動科学（1）	12
第10問	認知行動科学（2）	13～14
第11問	地球科学（1）	15
第12問	地球科学（2）	16
第13問	情報（1）	17
第14問	情報（2）	18
第15問	地理学（1）	19
第16問	地理学（2）	20
第17問	地誌学	21
第18問	科学史・科学哲学	22
第19問	社会科学	23
第20問	科学技術社会論	24

平成 30 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)

行列とベクトルによって定義される連立方程式の解について、以下の間に答えよ。計算が必要な問題については、結果だけでなくその過程も示すこと。

(1) 連立方程式 $\begin{pmatrix} 1 & -1 & 3 \\ 1 & 2 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$ の解 $\begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix}$ について考える。

- (a) この方程式の解をひとつあげよ。
- (b) 解を三次元空間内の点 (a_1, a_2, a_3) とみなしたときの、その存在範囲を図示せよ。
- (c) 解の中で $a_1^2 + a_2^2 + a_3^2$ が最小となる a_1, a_2, a_3 を求めよ。

- (2) 連立方程式 $Ax = b$ が解をもつかどうかを調べたい。なお、 A の各列をベクトルとみなしたとき、それらが一次独立であるならばこの方程式が解をもつことは既知としてよい。また、ベクトル集合 x_1, \dots, x_n が一次独立であるとは、 $\sum_{1 \leq i \leq n} a_i x_i = 0$ となるような実数の集合 a_1, \dots, a_n (ただし $(a_1, \dots, a_n) \neq (0, \dots, 0)$) が存在しないことである。

(a) $A = \begin{pmatrix} 1 & -1 & -2 & 3 \\ 0 & 2 & 6 & -1 \\ -1 & 2 & 5 & -5 \end{pmatrix}$ とする。 A の各列をベクトルとみなしたとき、そ

の中から一次独立なものを 3 つ選び、それらを並べて得られる 3 行 3 列の行列を A' とする。 A' の例をひとつ挙げ、それをなす列ベクトルが一次独立であることを証明せよ。

- (b) 一般に、3 行 4 列の行列 A に対し、その各列から一次独立なものを 3 つ選ぶことができれば、任意の 3 次元ベクトル b に対しある 4 次元ベクトル x が存在して $Ax = b$ を満たす。これを証明せよ。
- (c) 任意の m 行 n 列の行列 A と m 次元ベクトル b を考える。 n 列目までは A と等しく $n+1$ 列目が b に等しい m 行 $n+1$ 列の行列を $(A|b)$ とすると、連立方程式 $Ax = b$ が解を持つための必要十分条件は、 A の階数と $(A|b)$ の階数が一致することである。これを証明せよ。なお、行列の階数とは、その行列の各列をベクトルとみなしたとき、その一次独立な部分集合の要素数の最大値である。

平成 30 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)

問I

(1) XY平面上に N 個の点 (x_l, y_l) (ただし $l = 1, 2, \dots, N$) が存在する。また $l \geq 2$ に対して $x_l > x_{l-1}$ とする。多項式 $f(x)$ があって、曲線 $y = f(x)$ がこれらの全ての点を通過する。この $f(x)$ をひとつ答えよ。

(2) XY平面上に N 個の点 (x_l, y_l) (ただし $l = 1, 2, \dots, N$) が存在する。また $l \geq 2$ に対して $x_l > x_{l-1}$ とする。 x の一次式 $g(x) = ax + b$ を考える。

$$S = \sum_{l=1}^N (y_l - g(x_l))^2$$

を最小にする a, b を答えよ。

(3) $l = 0, 1, 2, 3$ について $p_l(x)$ は x の l 次式である。これらは $p_0(x) = 1$ と $p_l(1) = 1$ を満たす。これらはまた以下の直交関係

$$\int_{-1}^1 p_m(x)p_n(x)dx = \begin{cases} \lambda_m & \text{ただし } m = n \text{ の場合} \\ 0 & \text{ただし } m \neq n \text{ の場合} \end{cases}$$

を満たす。ここで m, n は $0 \leq m \leq 3$ 、 $0 \leq n \leq 3$ を満たす整数であり、 λ_m は正の数である。 $p_1(x)$ 、 $p_2(x)$ 、 $p_3(x)$ を答えよ。

(4) $p_l(x)$ は前問、問I(3)の通りとする。区間 $-1 \leq x \leq 1$ において

$$h(x) = \sum_{l=0}^2 c_l p_l(x)$$

と表せる多項式 $h(x)$ によって e^x を近似することを考える。積分

$$T = \int_{-1}^1 (e^x - h(x))^2 dx$$

を最小にする c_0, c_1, c_2 を答えよ。

問II x についての方程式

$$\sin x = \frac{x}{2}$$

を考える。この方程式の0でない解の、なるべく正確な近似値を答えよ。解答中に円周率 π やルート記号などの根号が含まれていても構わない。(注意：本問題の解答は一意的に定まるものではない。)

平成 30 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 3 問 物理・宇宙物理 (1)

以下のようなポテンシャル $U(r)$ 中での、質量 m を持つ質点の運動を考える。

$$U(r) = U_0 \left\{ \ln \left(\frac{r}{a} \right) + \frac{\lambda}{r} \right\}$$

ここで r は原点からの距離であり、 $U_0(> 0)$ はエネルギーの次元を持った定数、 $a(> 0)$ と $\lambda(> 0)$ は長さの次元を持った定数である。また、 \ln は e を底とする対数 (自然対数) である。

I. 質点の運動が動径軸 ($r > 0$) 上の 1 次元に限定されている場合について、以下の問いに答えよ。

- (1) ポテンシャルの概形を図示し、質点に働く力が 0 となる平衡点の位置を求めよ。
- (2) 平衡点近傍の質点の運動が単振動で近似できることを示し、その振動数を求めよ。

II. 次に、質点が平面上を 2 次元運動する場合について、以下の問いに答えよ。解答には極座標表示 $\vec{r} = (r, \phi)$ を用いよ。

- (1) 動径 (r) 方向の運動方程式を書き下せ。
- (2) 方位角 (ϕ) 方向の運動方程式を書き下し、その物理的意味を述べよ。
- (3) 質点が円運動をする場合、質点の単位質量当たりの角運動量 h を用いて円運動の半径 r_0 を求めよ。求めた半径を I.(1) の 1 次元運動の平衡点の位置と比較し、物理的意味を論ぜよ。
- (4) 円運動をする質点に動径方向の微小擾乱を与えると、動径方向の運動は単振動で近似できることを示し、その振動数を円運動の半径 r_0 を用いて示せ。
- (5) 質点が動径方向に振動しながら回転する場合、質点が 1 周した後に元と同じ位置に戻って来るために h が満たすべき条件を示せ。なおここで、動径方向の振動の振幅は非常に小さいものとする。

平成 30 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 4 問 物理・宇宙物理 (2) (その 1)

以下の問 I、II に答えよ。ただし、プランク定数を 2π で割った定数を \hbar とする。

I. 1 次元のポテンシャル中の質量 m の粒子を量子力学的に取り扱う。粒子の座標を x とし、ポテンシャルを $V(x)$ とする。 a と V_0 を正の定数として、図 1 のように $|x| > a$ の領域で $V(x) = V_0$ で $|x| \leq a$ の領域で $V(x) = 0$ のとき、 V_0 の値を小さくしていったところ、 $V_0 < V_*$ のときに束縛状態が一つだけになった。

- (1) 図 2 のように V_0 が無限大のとき、すなわち $|x| > a$ の領域で $V(x)$ が無限大で $|x| \leq a$ の領域で $V(x) = 0$ のとき、基底状態のエネルギーおよび第 1 励起状態のエネルギーを求めよ。
- (2) 図 1 のポテンシャルで $V_0 > V_*$ のとき、基底状態の波動関数および第 1 励起状態の波動関数の概形を描け。
- (3) 図 1 のポテンシャルで $V_0 > V_*$ のときを考え、基底状態のエネルギーと第 1 励起状態のエネルギーをそれぞれ E_0, E_1 とする。このポテンシャルを、図 3 のように、 $x < 0$ の領域では $V(x)$ が無限大となるように変更する。変更後の系の基底状態のエネルギー \tilde{E}_0 を E_0 と E_1 のうちの必要なものを用いて表せ。
- (4) V_* を求めよ。
- (5) 図 4 のように、 $|x| < 3a$ の領域および $|x| > 5a$ の領域で $V(x) = V_*/2$ で $3a \leq |x| \leq 5a$ の領域で $V(x) = 0$ のとき、束縛状態の数を答えよ。厳密に導出する必要はないが、根拠を簡潔に記すこと。またすべての束縛状態の波動関数の概形をエネルギーが小さい順に描け。

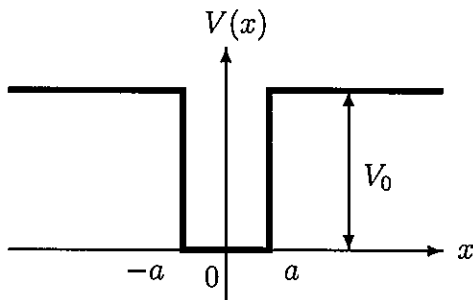


図 1

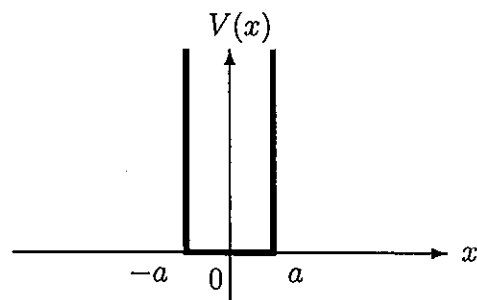


図 2

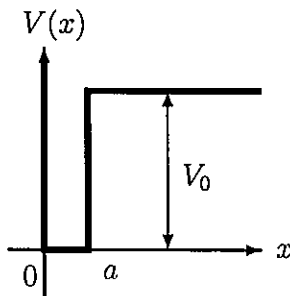


図 3

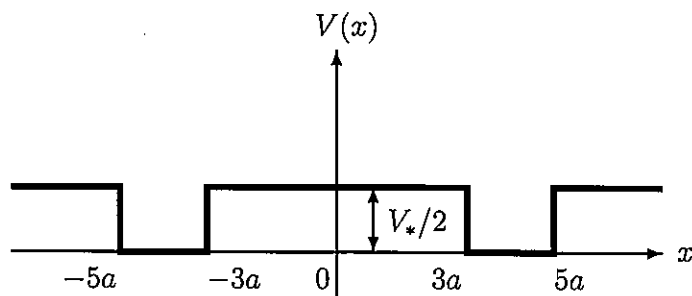


図 4

平成 30 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 4 問 物理・宇宙物理 (2) (その 2)

II. 質量 m 、角振動数 $\omega(>0)$ の 1 次元調和振動子について考える。この系の定常状態に対するシュレーディンガー方程式は以下のように与えられる：

$$\left(-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + \frac{m\omega^2 x^2}{2}\right) \psi(x) = E\psi(x). \quad (\text{i})$$

この式は

$$a = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(\ell \frac{d}{dx} + \frac{x}{\ell} \right), \quad a^\dagger = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(-\ell \frac{d}{dx} + \frac{x}{\ell} \right), \quad \ell = \left(\frac{\hbar}{m\omega} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (\text{ii})$$

を用いて

$$\hbar\omega \left(a^\dagger a + \frac{1}{2} \right) \psi(x) = E\psi(x) \quad (\text{iii})$$

と書き直せる。

(6) 基底状態のエネルギー E_0 と波動関数 $\psi_0(x)$ を求めよ (規格化しなくてよい)。

(7) 第 1 励起状態のエネルギー E_1 と波動関数 $\psi_1(x)$ を求めよ (規格化しなくてよい)。

次に 3 次元調和振動子を考える。この系の定常状態に対するシュレーディンガー方程式は以下のように与えられる：

$$\left(-\frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) + \frac{m\omega^2(x^2 + y^2 + z^2)}{2} \right) \psi(x, y, z) = \mathcal{E}\psi(x, y, z). \quad (\text{iv})$$

(8) 基底状態のエネルギー \mathcal{E}_0 を \hbar, m, ω のうち必要なものを用いて表せ。

(9) 第 1 励起状態の縮退度 D を求めよ。

(10) 第 1 励起状態で

$$L_x = \frac{\hbar}{i} \left(y \frac{\partial}{\partial z} - z \frac{\partial}{\partial y} \right) \quad (\text{v})$$

の固有状態である D 個の線型独立な波動関数を

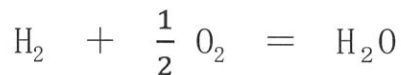
$$\psi_1^{(1)}, \dots, \psi_1^{(D)} \quad (\text{vi})$$

と書く。式 (vi) の関数の具体形 (規格化しなくてよい) と L_x に対する固有値を求めよ。

平成 30 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

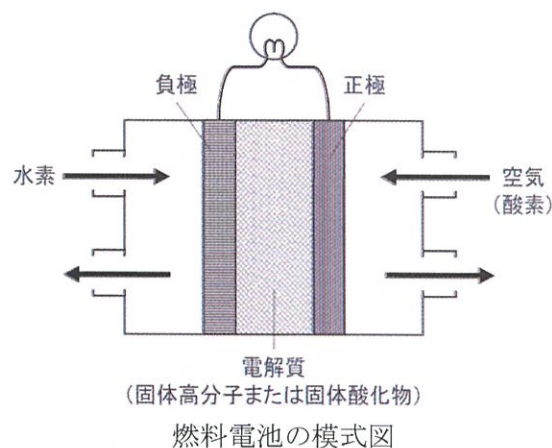
第 5 問 化学 (1)

25℃、 1.0×10^5 Pa において、水素 (H_2) と酸素 (O_2) が反応し水 (H_2O) を生成する以下の化学反応を考える。



①この化学反応を常温で行う場合、水素や酸素は気体であり大きなエントロピーを持つが、生成物の水は液体であり気体に比べると小さなエントロピーしか持たない。また、この化学反応は大きな発熱を伴う反応 (標準反応エンタルピーは -286 kJ / mol) であり、この発熱量から周囲のエントロピーの増大量を求めることができる。一方、②この化学反応の標準反応ギブズ自由エネルギーから自発的反応とみなせることがわかる。しかしながらこの化学反応は、③常温で水素と酸素を混合しただけでは開始しない。

こうした水素と酸素を電気化学的に反応させて電気を取り出す装置が燃料電池 (右図) である。実用化されている燃料電池には、いくつかの種類がある。燃料電池自動車などでよく使われる④固体高分子形燃料電池では、高分子電解質の中を水素イオン (H^+) が移動することによって正極と負極で電気化学反応が起きる。これに対し、⑤固体酸化物形燃料電池では、酸素イオン (O^{2-}) が移動できるイオン伝導性セラミックスを電解質に用いており、正極と負極の電気化学反応は固体高分子形燃料電池とは異なっている。電極については、固体高分子形燃料電池では高価な白金が使用されているが、固体酸化物形燃料電池では作動温度が高いために白金は必要ない。



25℃における標準エントロピーは、 H_2 (気体) $130 \text{ J / K} \cdot \text{mol}$ 、 O_2 (気体) $205 \text{ J / K} \cdot \text{mol}$ 、 H_2O (気体) $189 \text{ J / K} \cdot \text{mol}$ 、 H_2O (液体) $70 \text{ J / K} \cdot \text{mol}$ とし、以下の問いに答えよ。解答用紙には答えだけでなく計算過程も必ず記載せよ。有効数字は 2 桁とする。

- (1) 下線部①について、水素の燃焼による水 (液体) 1 mol の生成反応の標準反応エントロピーを求めよ。
- (2) 下線部②について、水素の燃焼による水 (液体) 1 mol の生成反応の標準反応ギブズ自由エネルギーを求めよ。
- (3) 下線部③の理由を述べよ。
- (4) 下線部④の固体高分子形燃料電池の正極と負極で起こる化学反応式をそれぞれ書け。
- (5) 下線部⑤の固体酸化物形燃料電池で水が生成するのは正極側か負極側か理由とともに答えよ。
- (6) 燃料電池では、水素の燃焼熱を全て電気に変えることは不可能である。その理由を述べよ。
- (7) 一般に、固体中の金属元素の定量分析に適した方法を一つ挙げ、その定量分析法の原理を説明せよ。

平成 30 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) その 1

以下の問 I ～ II に答えよ。必要であれば次の周期表を参照せよ。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	ランタノイド	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	アクチノイド	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
			ランタノイド	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
			アクチノイド	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

I. 以下の問に答えよ。

- 次の組み合わせの 2 つの元素について、原子の第 1 イオン化エネルギーが大きいのはどちらか。理由とともに答えよ。
(a) K と Ca (b) Ne と Ar (c) Mg と Al (d) N と O
- ClF_3 のルイス構造を描き、VSEPR (原子価殻電子対反発) モデルに基づいて立体構造を推定せよ。共有電子対を “-” で、孤立電子対 (非共有電子対) を “:” で示すこと。
- 天然において、Cu は硫化物、Al は酸化物の鉱石として産する。これを硬い酸・塩基と軟らかい酸・塩基 (hard acid, hard base; soft acid, soft base) の概念に基づいて説明せよ。
- 炭素の同位体 ^{12}C は安定同位体であり、 ^{14}C は半減期 5730 年の放射性同位体である。生きている動植物の体内の炭素の $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比は、大気中の炭素との交換により 1.2×10^{-12} に保たれているが、その動植物が死ぬと、大気との炭素の交換は停止する。ある動物の骨の、現在の $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比が 7.5×10^{-14} であるとき、この動物は何年前に死んだと考えられるか。有効数字 2 桁で求めよ。答だけでなく過程も示すこと。

(化学 (2) の問題は次ページに続く)

平成 30 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

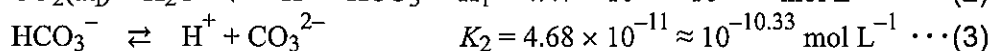
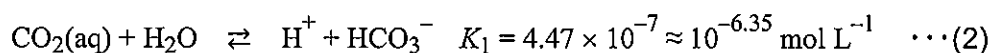
第 6 問 化学 (2) その 2

II. 二酸化炭素が溶解した雨水及び海水に関する以下の問に答えよ。

- (1) 雨水は、大気中の二酸化炭素が溶け込んでいるため酸性を示す。雨水中の溶存二酸化炭素 $\text{CO}_2(\text{aq})$ の濃度 $[\text{CO}_2(\text{aq})]$ と、大気中の二酸化炭素 $\text{CO}_2(\text{g})$ の分圧 P_{CO_2} は式(1)の比例関係にあり、その比例定数をヘンリー定数 K_H と呼ぶ。ただし大気圧は $1 \text{ atm} = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ とする。

$$K_H = \frac{[\text{CO}_2(\text{aq})]}{P_{\text{CO}_2}} = 3.46 \times 10^{-2} \approx 10^{-1.46} \text{ mol L}^{-1} \text{ atm}^{-1} \quad \cdots(1)$$

さらに溶存二酸化炭素から、式(2)、(3)のように炭酸水素イオンと炭酸イオンが生じる。ここで K_1 と K_2 は、それぞれの反応の平衡定数である。



ただし反応 $\text{AB} \rightleftharpoons \text{A}^+ + \text{B}^-$ の平衡定数 K は、溶媒中における化学種 X の濃度を $[\text{X}]$ と表したとき、式(4)で定義される。

$$K = \frac{[\text{A}^+][\text{B}^-]}{[\text{AB}]} \quad \cdots(4)$$

大気中の二酸化炭素濃度を体積分率で $4.00 \times 10^{-4} \approx 10^{-3.40}$ としたとき、その大気と平衡にある雨水の $\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$ を有効数字 2 桁で求めよ。ただし答だけでなく過程も示すこと。また活量係数は 1 としてよい。

- (2) 海水中では、強電解質陽イオン (Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ など) と、強電解質陰イオン (Cl^- , SO_4^{2-} , Br^- など) 及び弱電解質陰イオン (HCO_3^- , CO_3^{2-} など) との間で電気的中性が保たれている。海水は中性に近い弱アルカリ性であり、式(5)が成り立っているとする。

$$[\text{HCO}_3^-] + 2 \times [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-] = 2.30 \times 10^{-3} \approx 10^{-2.64} \text{ mol L}^{-1} \quad \cdots(5)$$

問(1)で与えた二酸化炭素濃度の大气と平衡にある海水の pH を、有効数字 2 桁で求めよ。ただし水のイオン積は $K_W = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.00 \times 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$ とし、答だけでなく過程も示すこと。

平成 30 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

下記の文を読んで、以下の問 1～7 に答えよ。

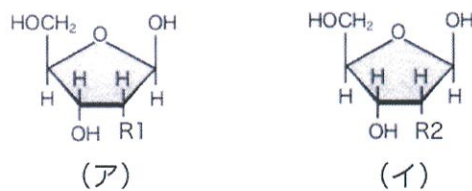
[文]

ヌクレオチドは右図 (A) のように、塩基、五炭糖、リン酸からなる高分子化合物で、核酸の構成単位である。右図 (B) の (ア) と (イ) は、それぞれ、DNA と RNA を構成する五炭糖を表す。右図 (C) は、ヌクレオチドの塩基部分を表す。

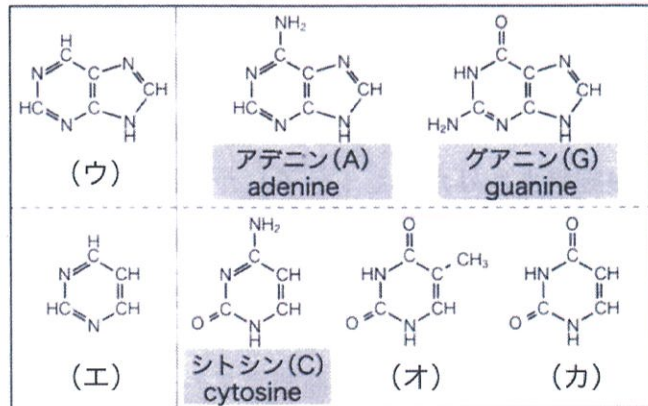
(A)



(B)



(C)



問1 ホスホジエステル結合 (リン酸ジエステル結合) で連結したトリヌクレオチドの化学構造図を書きなさい。塩基に関しては、塩基と表してよい。また五炭糖の図は、図 (B) の (ア) の構造をそのまま用いなさい。2 つ目のヌクレオチドについて、それぞれの炭素番号を、「1'」のように記しなさい。

問2 図 (B) について。DNA を構成する五炭糖 (ア) の名称と R1 の構造、RNA を構成する五炭糖 (イ) の名称と R2 の構造を答えなさい。

問3 問 2 について。RNA に R2 が存在することによって、核酸の安定性にどのような影響を与えるのか、DNA の R1 の場合と対比させて説明しなさい。

問4 図 (C) について。(ウ) および (エ) に当てはまる塩基の基本構造の名称を答えなさい。

問5 図 (C) について。(オ)、(カ) は、DNA あるいは RNA を構成する塩基である。双方について、そのカタカナでの名称、アルファベットの略号、DNA あるいは RNA のどちらを構成する塩基なのかを答えなさい。

問6 同じ長さの 2 本鎖 DNA 1 および DNA 2 がある。DNA 1 および DNA 2 におけるアデニン (A) の含有率は、それぞれ 15% および 30% であった。DNA 1 および DNA 2 中のグアニン (G) の含有百分率を求めなさい。

問7 問 6 の 2 種類の 2 本鎖 DNA 1 および DNA 2 の融解温度はどちらが高いか、理由を付して答えなさい。

平成 30 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または問題Bのうち、どちらか一方を選択して解答しなさい。

問題 A 以下の問に答えなさい。

問 1 以下の中から 4 つ を選択し、それぞれ説明しなさい。

- (1) 総一次生産と純一次生産は、それぞれ何を意味するか？また、両者の間にはどのような関係があるか？
- (2) 生物多様性は、どう定義できるか？また、具体的な 3 つの生物学的階層での生物多様性を挙げて、それぞれ説明しなさい。
- (3) 窒素固定とは何を意味し、どのような過程で起きるか？また、どのような生物が、陸域と水域のそれぞれで窒素固定をしているか？
- (4) アリー効果とは何か？また、それが個体群の絶滅に及ぼす影響は何か？
- (5) 一次遷移と二次遷移は、それぞれ何を意味するか？また、それらが起きる具体的な事例を説明しなさい。
- (6) 生態系の多重安定性とは何か？また、それはレジームシフトとどう関係しているか？

問 2 以下の問いに答えなさい。

- (1) ある流域において、そこに住む人口が増加するとともに、多くの新しい農地がつくられた。その結果、その流域の下流に位置する海の沿岸域が、富栄養化した。
 - (a) 何が富栄養化をもたらしたのか？また、それらはどのような過程を経て、海に入ったと考えられるか？
 - (b) 富栄養化が水域の生態系に対しておよぼす影響について、生物と環境の関係に着目して説明しなさい。
- (2) 食物連鎖における最上位捕食者の個体数が変化したとき、その影響が、下位の多くの栄養段階に位置する生物に波及効果をもたらすことがある。
 - (a) この現象は何とよばれるか？
 - (b) 生物群集によっては、この現象が起きないことがある。この現象が起きにくいと考えられる生物群集の特徴を、2 つ 挙げて説明しなさい。

【注】問題 B は次ページにある。生物学（2）は、問題 A または B のうちのどちらかを選択して解答すること。

第 8 問 生物学（2）その 2

【注】生物学（2）については、問題Aまたは問題Bのうち、どちらか一方を選択して解答しなさい。

問題B 以下の問に答えなさい。

問 1 以下の用語から 4 語を選んで、それぞれ 2 ～ 3 行で説明しなさい。

- (1) 創始者効果
- (2) 適応放散
- (3) ホメオティック遺伝子
- (4) 冠輪動物
- (5) グロムス菌類
- (6) 小葉類

問 2 以下の対となる用語の説明を、2 語を対比させながらそれぞれ 5 行程度で説明しなさい。

- (1) 系統解析における、共有祖先形質と共有派生形質
- (2) 生物学における、五界説と三ドメイン説

問 3 ある生物種が、同じ地域の集団間において遺伝子流動が制限されて、種分化した。

- (1) このような種分化はなんと呼ばれるか。
- (2) このような場合では、どのような種概念に基づいて種が認識されているか、その種概念の名称とその特徴について答えなさい。
- (3) このような種分化が起きるためには、いくつかのメカニズムが考えられる。2 つの異なるメカニズムについて、実際の例を 2 つあげて、それぞれのメカニズムが働く仕組みを説明しなさい。

【注】問題 A は前ページにある。生物学（2）は、問題AまたはBのうちのどちらかを選択して解答しなさい。

第 9 問 認知行動科学 (1)

以下の文章を読み、(1)～(6)のすべての問いに答えよ。

ヘルドラ (Held & Hein, 1963) は、同じ母親から生まれた2匹の仔ネコを、生後すぐに暗室に入れて歩けるようになるまで (生後8～12週) 育てた。その後暗室から1日に3時間ずつ出して、図1に示すような円筒型の装置に入れた。この装置では一方の仔ネコAは自発的に円筒装置内を歩き回ることができ、他方の仔ネコPはゴンドラに乗せられていて自分からは動くことができないが、仔ネコAが動くと、仔ネコAの首輪と仔ネコPのゴンドラをつなぐ天秤棒が回転して動く。この体験を3回～21回 (3日で9時間～21日で63時間) させたあと、図2に示す実験環境の真中の部分に乗せる実験を12回行った。ただし、AとPの仔ネコを互いに交代することはしなかった。

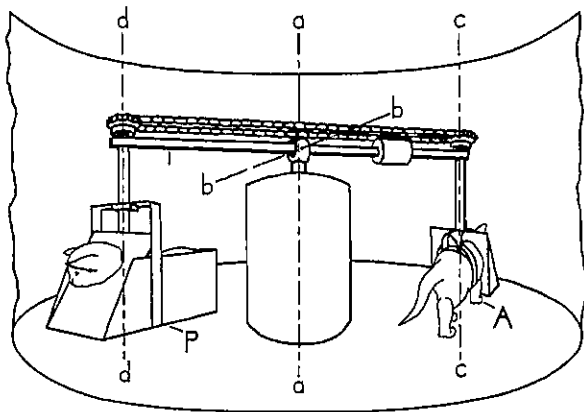


図 1

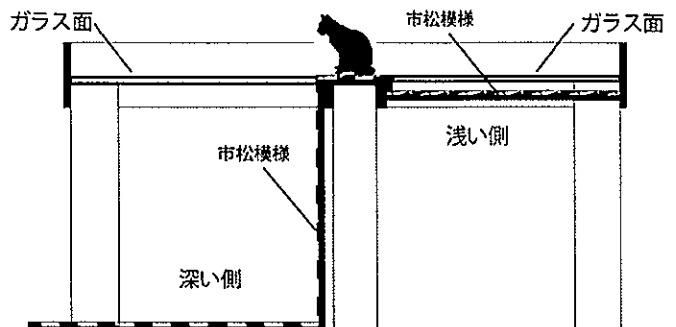


図 2 断面図

- (1) 生後すぐに仔ネコを暗室に入れたのはなぜか答えよ。
- (2) 図1の円筒面には模様がついていた。どのような模様がついていたか答え、その理由を述べよ。
- (3) 仔ネコAと仔ネコPの条件の同一性と違いに着目して、この実験の意図を説明せよ。
- (4) 図2の環境はギブソンら (Gibson & Walk, 1960) が初めて用いたものである。この環境の名称を答えよ。
- (5) 下の表は図2の環境で浅い側のガラス面上に出た仔ネコと深い側のガラス面上に出た仔ネコの数を示したものである。この表に示された結果の解釈を記述せよ。
- (6) 上記(5)で記述した解釈を支持するためには、表の結果をどのように統計分析すると良いか説明せよ。

Pair number	Exposure in apparatus (in hr.)		Ratio of moving to shallow/deep	
	A	P	A	P
1X	33	33	12/0	6/6
2X	33	33	12/0	4/8
3X	30	30	12/0	7/5
4X	63	63	12/0	6/6
5X	33	33	12/0	7/5
6X	21	21	12/0	7/5
7X	9	9	12/0	5/7
8X	15	15	12/0	8/4

平成 30 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

認知行動科学 (2) については、問題 A または問題 B のいずれか一方を選択して解答せよ。

問題 A (認知行動科学 (2) 選択問題)

以下の 6 つの用語 1.~6.について (1) ~ (4) のすべての問いに答えよ。最初にすべての問いを読んでから答えること。

1. フォールス・アラーム
2. 馴化・脱馴化法
3. アタッチメント
4. 3 歳児神話
5. コレクト・リジェクト
6. ヘッド・ターン法

- (1) 上記の用語 1.~6.をそれぞれ 3 行程度で説明せよ。
- (2) 人間の再認記憶を説明する上で上記 1.~6.のうちもっとも関連する 2 つの用語を選択し、それらを用いて人間の再認記憶の分析方法について 5 行~10 行程度で記述せよ。1.~6.の用語から選択したものの番号を最初に記すこと。表などを用いて説明してもよい。
- (3) 乳児研究の「方法」を説明する上で、上記 1.~6.のうちでもっとも関連する 2 つの用語を選択し、それらを用いて乳児研究の「方法」について 5 行~10 行程度で記述せよ。1.~6.の用語から選択したものの番号を最初に記すこと。(ここで選択する用語は、問い (2) で選択したものと重複してはならない。)
- (4) 問い (2) および (3) で用いなかった 2 つの用語を用いて、発達科学が実社会に貢献できることを 5 行~10 行程度で述べよ。

(問題 B は次のページに掲載されている)

第 10 問 認知行動科学 (2) その 2

(問題 A は前のページに掲載されている)

問題 B (認知行動科学 (2) 選択問題)

人の意思決定の理論に関する以下の文章を読んで、(1) ~ (5) のすべての問いに答えよ。

プロスペクト理論は、期待効用理論(ア)に代わる意思決定の記述モデルとして、D. Kahneman と A. Tversky により提案された。プロスペクト理論は、標準的経済学の効用関数に対応する「価値関数」(イ)と確率の重み付けに関する「確率加重関数」の二つの関数を仮定することにより、不確実性下の意思決定のアノマリー(ウ)を体系的に説明したものである。

(1) 下線部(ア)に関して以下の小問(a)~(c)のすべてに答えよ。

(a) 期待効用および期待効用理論とはどのようなものを説明せよ。

(b) ある人の効用関数が $u(x) = \sqrt{x}$ (u は効用、 x は利益) であるとき、この人はリスク回避的か、リスク中立的か、それともリスク志向的かを答えよ。さらに、20%の確率で400万円、80%の確率で900万円が当たるくじに対する期待収入と、この人の期待効用を求めよ。

(c) リスクのあるくじの期待収入と、同じ期待効用を生むリスクのないくじに支払っても良い金額との差をリスクプレミアムと呼ぶ。上記(b)の人のこのくじに対するリスクプレミアムを計算せよ。

(2) D. Kahneman と A. Tversky は、100%の確率で1,000円もらえるくじと、10%の確率で10,000円もらえるが、はずれると何ももらえないくじの2種類があるとき、どちらのくじを引くか実験参加者に尋ねたところ、多くの参加者が前者を選択した。また同じ実験参加者に対して、100%の確率で1,000円を失う賭けと、10%の確率で10,000円を失うが、90%の確率で何も失わない賭けの2種類があるとき、どちらの賭けを選ぶか聞いたところ、多くの参加者が後者を選択した。この実験結果は一般に冒頭の文章の下線部(ウ)の事例だと解釈されているが、なぜそのように解釈可能かを説明せよ。

(3) 上記(2)の実験結果を説明するのに相応しい、人の価値関数(冒頭の文章の下線部(イ))の概形を、横軸に利得-損失を、縦軸に価値をとって描き、この価値関数の重要な特徴を説明せよ。また、この価値関数で上記(2)の結果が説明できることを示せ。

(4) D. Kahneman と A. Tversky は、以下のような実験も行った。

600人を死亡させると予想される珍しいアジアの疾病の流行に対して、米国はAとBの2つの対策を準備している。それぞれの対策をとると、以下のような結果が予測された。

Aの対策：200人が救われる。

Bの対策：3分の1の確率で600人が救われるのに対して、3分の2の確率で誰も救われない。

AとBのいずれの対策を選ぶかを実験参加者に尋ねたところ、多くの参加者がAを選択した。次に、以下のようなCとDの対策を用意し、いずれを選ぶかを尋ねたところ、多くの参加者がDを選択した。

Cの対策：400人が死亡する。

Dの対策：3分の1の確率で誰も死亡しないのに対して、3分の2の確率で600人が死亡する。

この実験結果は、一般的に何と呼ばれているか、また人の意思決定のどのような特徴を描き出しているのかを、上記(3)で答えた価値関数にも絡めて説明せよ。

(5) C. R. M. McKenzie と J. D. Nelson は、いっぱいに入れると500ml入るグラスの中に250mlの水が入っている状況をどのように表現するかを実験参加者に尋ねた。一部の参加者には、元々の水量0mlから増えた結果250mlになった場合を想定して回答させたところ、“half full”と表現する参加者が多かった。一方、別の参加者には、元々の水量500mlから減った結果250mlになった場合を想定して回答させたところ、“half empty”と表現する参加者が多かった。この実験結果から、人の言語表現についてどのようなことが指摘できるのかを、上記(4)で回答した事柄と絡めて説明せよ。

平成 30 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)

日本列島などの活動的大陸縁の地殻には多様な火成岩、堆積岩および変成岩が産する。

その中には特徴的な岩石であるチャートと花崗岩が含まれる。この 2 種類の岩石について、以下の問いに答えよ。

- (1) チャートの特徴を列挙し、それらの特徴から推定される形成場について説明せよ。
- (2) 花崗岩の特徴を列挙し、それらの特徴から推定される形成場について説明せよ。
- (3) チャートと花崗岩が形成される場を一枚の図の中で示せ。
- (4) 地球に隣接する天体である月および火星のおのおのにおいて、チャートと花崗岩が産する可能性について論ぜよ。

平成 30 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)

- (1) 図 1 に模式的な大陸の鉛直断面図を示す。地球の内部で岩石の密度は一樣であったと仮定する。この場合、この大陸の存在によって図の点線で示した海面の高度で重力加速度 g の大きさと向きは定性的にどのように乱されるか。図 1 を答案用紙に写してそこにベクトル表示で示せ。さらに、重力加速度のベクトルに直交する面 (ジオイド) はどのような形になるか、図に書き加えよ。

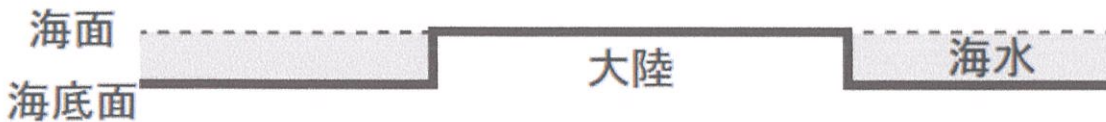


図 1

- (2) 重力加速度の大きさの標準値からの変化分を重力異常と呼ぶ。現実の地球では、設問 (1) で予想したような大陸によって誘起される顕著な重力異常は存在しない。その理由を述べよ。
- (3) 一般に海洋底の年齢が一億年以下の海嶺近傍では、一枚のプレート上で海洋底の深さ h とその海洋底の年齢 t との間には簡単な関係があることが知られている。この関係を述べ、何故そのような関係が生じるのか説明せよ。
- (4) 設問 (3) で答えた関係に基づいて、海嶺近傍では海底地形はどのようなになると期待されるか、海嶺と直交する鉛直断面図として示せ。
- (5) 現実の地球では、設問 (4) で答えた海嶺近傍の海底地形も、地形から期待されるほどの顕著な重力異常を誘起しないことが知られている。その理由は、設問 (2) で論じた大陸の場合とは異なる。大陸との違いに留意しつつ、なぜ海嶺の地形が顕著な重力異常を誘起しないのか説明せよ。

平成 30 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A群から2つの項目、B群から2つの項目を選び、選んだ項目について下線が引かれている2つの言葉の意味を、両者の関係（たとえば、共通点と相違点や、包含関係など）がわかるように5行程度で説明せよ。

A群 (2つの項目を選ぶ)

- 仮想現実感(virtual reality)と拡張現実感(augmented reality)
- オブジェクト指向プログラミングにおけるインスタンス(instance)とメソッド(method)
- オペレーティングシステムにおける割り込み駆動(interrupt-driven processing)とタイムスライシング(time slicing)
- パイプライン方式(pipeline process)とデータハザード(data hazard)

B群 (2つの項目を選ぶ)

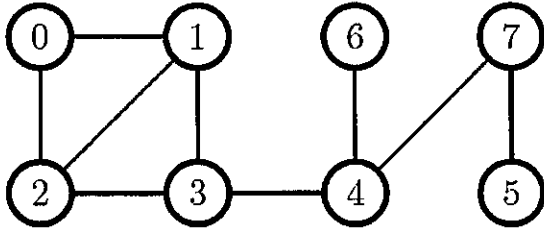
- 三次元モデルの凸包(convex hull)とバウンディングスフィア (bounding sphere)
- 強化学習 (reinforcement learning) と教師あり学習(supervised learning)
- Huffman 符号(Huffman coding)を用いたデータ圧縮とLempel-Ziv-Welch圧縮(Lempel-Ziv-Welch compression)
- RGB表色系(RGB color system)とCMY表色系(CMY color system)
- ハッシュ表 (hash table) とBloom フィルター(Bloom filter)
- ダウンサンプリング(downsampling)とアップサンプリング(upsampling)
- データ構造における2分探索木 (binary search tree) と2分ヒープ(binary heap)

平成 30 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)

物流や人物の交流など、グラフでモデル化できる対象は多い。

はじめに、以下のグラフについて考える。



(1) 関節点とは、その頂点と隣接する辺を取り除くと、複数の非連結なグラフができるような頂点である。グラフの関節点を全て回答せよ。

(2) 頂点 0 から幅優先探索を行った際の、幅優先探索木の一つを描け。幅優先探索木とは、幅優先探索が訪問した頂点と、各頂点に初めて到達する直前に通った辺から構成されるものとする。

(3) 頂点 0 から深さ優先探索を行った際の、深さ優先探索木の一つを描け。なお、深さ優先探索木も幅優先探索木と同様に定義されとする。

つづいて、無向かつ連結な N 個の頂点を持つグラフ G について考える。

(4) 頂点 $root$ から深さ優先探索を行い各頂点の深さ(深さ優先探索における根からの距離)を求める関数 $dfs(int\ root)$ を、擬似コードで(あるいはC++, Rubyなどで)記述せよ。頂点は 0 から $N-1$ までの整数で与えられ、グラフ G の構造は隣接行列 $bool\ E[N][N]$ で与えられるとする。各頂点の深さはグローバル変数 $int\ depth[N]$ に書き込む。必要であれば頂点数に比例する大きさの作業用領域を用いても良い。

(5) 関節点を全て発見するアルゴリズムを擬似コードで(あるいはC++, Rubyなどで)記述せよ。グラフ G の構造は隣接リスト $adj[N]$ で与えられるとする。 $adj[i]$ は頂点 i が接続する先の頂点のリストをあらわし、リストの具体はC++の $std::vector<int>$ やRubyのArrayなどを適宜想定せよ。計算量のオーダーが深さ優先探索と同等に抑えられることが期待される。なお、グラフ G とその深さ優先探索木 T に関して、以下の性質が成り立つものとする。

- T の根が複数の子を持つなら、それは G の関節点である。
- T の根以外のある頂点 p とその子 c について $p.depth \leq c.min$ が成り立つとき p は G の関節点である。ただし $x.depth$ は頂点 x の深さ(T における根からの距離)をあらわし、 $x.min$ は以下の最小値である:
 - A) $x.depth$
 - B) G で x に隣接するが T では隣接しない任意の頂点 y の $y.depth$
 - C) x の任意の T における子孫 z の $z.min$

平成 30 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) 地域的不平等と welfare geography

(2) ダムと人工海浜

(3) 経済センサス活動調査と工業統計

(4) Huff モデルとロジットモデル

(5) 漁業権と資源管理

(6) Nimby 運動とゾーニング

(7) アメニティ移動と帰還移動

(8) 空間検索と属性検索

平成 30 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)

人文地理学では、これまで数多くの新〇〇地理学（新しい〇〇地理学と表現されることもある）、あるいは新〇〇論が出現してきた。これらの中から 1 つ例を挙げ、（1）新〇〇地理学、新〇〇論の内容がどのようなものなのか、（2）従来の〇〇地理学、〇〇論に対して何が新しいのか、（3）なぜ、新〇〇地理学、新〇〇論が必要とされたのか（あるいは、従来の〇〇地理学、〇〇論がどのような問題を抱えていたのか）の 3 点を説明しなさい。

新〇〇地理学、新〇〇論の例（以下のものから選んで解答してもよいし、それ以外のものから選んでも構わない）

新しい文化地理学

ネオ（新）内発的发展論

新国際分業論

新しい地誌学（地域地理学）

平成 30 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

「都市」と「農村」とは、ある社会を研究する際に広く用いられてきた対立的な概念である。しかし両者を区別することが、ある社会を研究する上で常に有効であるとは限らない。

I かつての日本社会に比べ、今日の日本社会において、「都市」と「農村」を区別して研究することの意義が薄れていると考えられる側面を具体的に論じなさい。

II 今日の日本社会においても、「都市」と「農村」を区別して研究することの意義が依然として存在すると考えられる側面を具体的に論じなさい。

第 18 問 科学史・科学哲学

次の A・B のうち、1 題を選び、答えなさい。複数解答した場合はすべて無効とする。選択した問題の記号は解答冒頭に明記すること。

A ある事実 (fact) の成立について論争が生じることがある。その論争に決着をつけるために、普通、証拠 (evidence) が持ち出される。このような場合に事実と証拠はどのような関係にあるのだろうか。自由に論じなさい。

B コンピュータ、インターネットやスマートフォンなどのデジタルテクノロジーは、人間の能力を低下させるという批判がある。このような批判に関して自由に論じなさい。

平成 30 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

下の図 1 は、1990 年～2014 年の日本とドイツにおける対世界輸出額の推移を示したものである。これについて以下の設問に答えなさい。

図 1 によると、a)両国の輸出額の差が大きく開いてきていることが見てとれる。また、2016 年 6 月に経済産業省が公表した『通商白書 2016』では、両国における地域別にみた輸出の特徴について、分析を行っている。その結果、b)「ドイツは我が国と比較して、輸出の増減に関して地域間のばらつきが小さく、・・(中略)・・2008 年～2013 年を見ても、ほとんどの地域で堅調に輸出を伸ばし続けており、我が国のように極端に輸出が減少している地域は存在しなかった」(p.223) のに対し、「我が国の輸出は一部の地域に集中し、・・(中略)・・伸びている場合も減少している場合も、特定の業種に大きく影響を受けている場合が多い」(pp.224～226)、ことがわかった。

こうした分析結果を踏まえて、『通商白書 2016』では、「少子高齢化が進む中、地域経済を活性化するために、引き続き、c)中堅・中小企業を中心として輸出の拡大を図ることが必要である」と述べられている(p.232)。

- (1) 下線部 a) に関連して、両国の輸出額の差が拡大してきている要因について、詳しく述べなさい。
- (2) 下線部 b) に関連して、両国の地域別輸出において、こうした違いが生じた要因として考えられることを、詳しく述べなさい。
- (3) 下線部 c) に関連して、日本政府もしくは地方自治体で、これまでとられてきた施策を具体的に取り上げ、施策の意義や課題について、詳しく述べなさい。

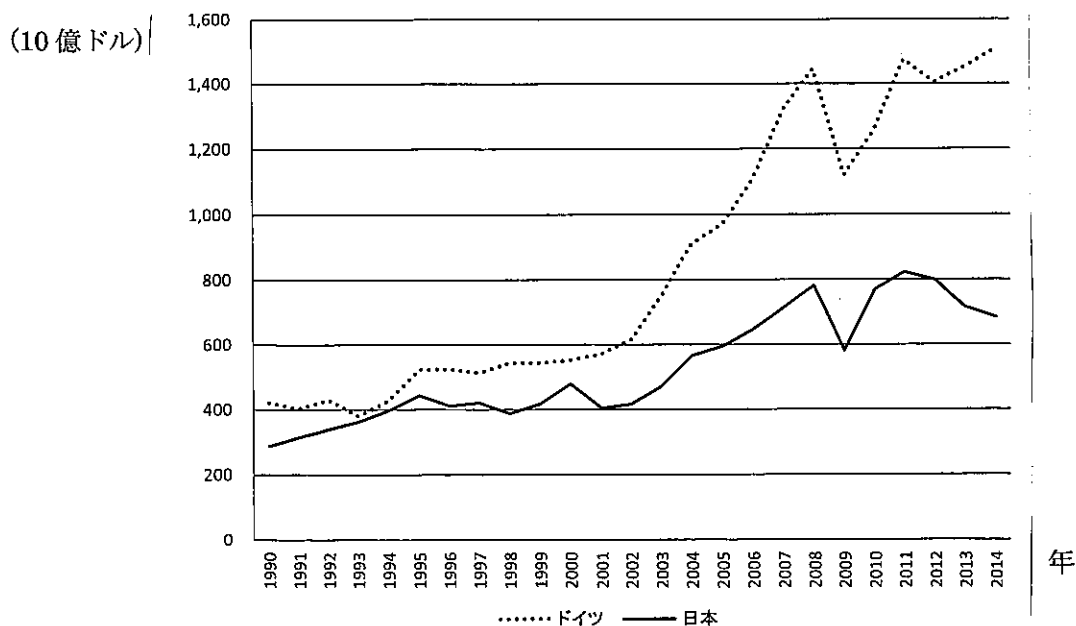


図 1

世界貿易機関(WTO)資料より作成。

平成 30 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、Ⅲのすべてに答えよ。

Ⅰ. 自分の専門分野の最先端研究と社会との間で生じうるコンフリクトを列挙し、10行程度で説明せよ。

Ⅱ. 2014年におこったSTAP細胞をめぐる騒動や、2013年以降東京大学で立て続けにおこった研究不正の事例をきっかけにして、日本国内での研究倫理に関する議論が高まっている。文部科学省は2014年8月26日に「研究活動の不正行為への対応に関するガイドライン」を定めた。このガイドラインは、これまで主に個々の研究者の責任と考えられてきた研究不正の問題に対して、より組織レベルで対処するよう求めている。不正を事前に防止する取組み、組織の管理責任の明確化、国による監視と支援についての見解がまとめられている。

研究不正に関連して、以下の問いに答えよ。

- (1) あなたの専門分野における研究不正の例を考え、10行程度で説明せよ。
- (2) 研究不正を「科学の境界画定問題」(demarcation-problem)としてとらえると、研究不正はどのように説明可能か。5行程度で答えよ。
- (3) 研究不正を「境界作業」(boundary-work)としてとらえると、研究不正はどのように記述可能だろうか。5行程度で答えよ。

Ⅲ. 以下のそれぞれの概念の定義を具体例を挙げながら、各5行以内で説明せよ。

- (1) 状況依存性
- (2) 公共空間
- (3) 参加型テクノロジーアセスメント
- (4) 作動中の科学
- (5) ELSI

草稿用紙

草稿用紙

草稿用紙