

2020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

( 2019年7月20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23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
第9問 認知行動科学（1）	11
第10問 認知行動科学（2）	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）	16～17
第15問 地理学（1）	18
第16問 地理学（2）	19
第17問 地誌学	20
第18問 科学史・科学哲学	21
第19問 社会科学	22
第20問 科学技術社会論	23

2020 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）

以下の問 I・II の全てに答えよ。結果だけでなくその導出過程も示すこと。

I

- (1) 任意の  $a, x > 0$  に対し、 $\log x \leq x/a + \log a - 1$  が成り立つことを示せ。
- (2) 任意の  $x_1, x_2 > 0$  および  $0 \leq \lambda \leq 1$  に対し、 $\lambda \log x_1 + (1 - \lambda) \log x_2 \leq \log(\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2)$  が成り立つことを示せ。
- (3) 任意の  $x_1, x_2, \dots, x_N > 0$  および  $\sum_{i=1}^N \lambda_i = 1$  を満たす任意の  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N > 0$  ( $N \geq 1$ ) に対し、 $\sum_{i=1}^N \lambda_i \log x_i \leq \log(\sum_{i=1}^N \lambda_i x_i)$  が成り立つことを示せ。

II

$\mathbf{x}_1 = (1, 1, 1, 0), \mathbf{x}_2 = (2, 1, 0, 3)$  とし、 $V$  を  $\mathbf{x} = a\mathbf{x}_1 + b\mathbf{x}_2$  なる実数  $a, b$  が存在する 4 次元実ベクトル  $\mathbf{x}$  全てからなる集合とする。

- (1)  $(2, 3, 2, 3)$  が  $V$  に含まれないことを示せ。
- (2) 以下の条件 (ア) (イ) (ウ) を全て満たす 4 次元実ベクトル  $\mathbf{z}_1, \mathbf{z}_2$  を 1 組求めよ。  
(ア)  $\mathbf{z} \in V$  であれば、またそのときに限り、 $\mathbf{z} = a\mathbf{z}_1 + b\mathbf{z}_2$  なる実数  $a, b$  が存在  
(イ)  $\mathbf{z}_1 \cdot \mathbf{z}_2 = 0$   
(ウ)  $\mathbf{z}_1 \cdot \mathbf{z}_1 = \mathbf{z}_2 \cdot \mathbf{z}_2 = 1$
- (3) 任意の  $\mathbf{v} \in V$  に対し  $\mathbf{v} \cdot \mathbf{w} = 0$  となる 4 次元実ベクトル  $\mathbf{w}$  全ての集合を  $W$  とする。  
このとき、以下の条件 (エ) (オ) (カ) を全て満たす 4 次元実ベクトル  $\mathbf{w}_1, \mathbf{w}_2$  を 1 組求め、それが確かに条件 (エ) (オ) (カ) を全て満たすことを証明せよ。  
(エ)  $\mathbf{w}' \in W$  であれば、またそのときに限り、 $\mathbf{w}' = a\mathbf{w}_1 + b\mathbf{w}_2$  なる実数  $a, b$  が存在  
(オ)  $\mathbf{w}_1 \cdot \mathbf{w}_2 = 0$   
(カ)  $\mathbf{w}_1 \cdot \mathbf{w}_1 = \mathbf{w}_2 \cdot \mathbf{w}_2 = 1$

2020 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）

コインに対する次のような操作を操作 O と呼ぶ。

コインが表であった場合確率  $\frac{2}{5}$  で裏にし、コインが裏であった場合確率  $\frac{1}{5}$  で表にする。

また、次のような仮定を仮定 A と呼ぶ。

コインを投げた結果が表である確率が  $\frac{\alpha}{2} - \beta$ 、裏である確率が  $\alpha + \beta$  である。

なお、コインは表または裏の状態しか取り得ないものとする。以下の間に答えよ。

- (1) 一枚のコインを投げた後に、操作 O を 1 回行う。最終的なコインの状態が表である確率が  $\frac{1}{2}$  であるとき、コインを投げた結果が表である確率  $P_1$  を求めよ。
- (2) コインを投げた結果が表である確率が  $\frac{1}{5}$  である一枚のコインを投げた後に、操作 O を 2 回繰り返す。コインを投げた結果と最終的なコインの状態が同一であった時に、コインを投げた結果が表であった確率  $P_2$  を求めよ。
- (3) 仮定 A の下で一枚のコインを投げた後に、操作 O を 2 回繰り返す。最終的なコインの状態が表である確率  $P_3$  を求めよ。
- (4) 仮定 A の下で一枚のコインを投げた後に、操作 O を 20 回繰り返す。最終的なコインの状態が表である確率  $P_4$  を求めよ。
- (5) 仮定 A において  $\alpha$  と  $\beta$  の取りうる値の領域を  $S$  とする。 $S$  を  $\alpha\beta$  平面上に図示せよ。
- (6) 仮定 A の下で一枚のコインを投げた後に、操作 O を  $N$  回繰り返す。任意の  $\alpha, \beta$  で最終的なコインの状態が表である確率が  $\frac{3}{10}$  よりも大きくなる最小の  $N$  を求めよ。

**2020 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）**

質量  $m_1$  の質点1と質量  $m_2$  の質点2が、お互いに万有引力で引き合いながら真空中を運動している。質点2から質点1に向かうベクトルを  $\vec{r}$  とし、2つの質点の重心を原点Oとする座標系を用いる。2つの質点は同一平面内を運動するが、 $\vec{r}$  をその面内の2次元極座標で表し、動径および方位角成分を  $(r, \phi)$  とする。万有引力定数を  $G$  とし、

$$\mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$$

$$M = m_1 + m_2$$

として、以下の設問に答えよ。なお必要に応じて、時間微分を  $\dot{r}$  や  $\dot{\phi}$  などと上付きドットを用いて表わしても良い。

- (1) 質点1および質点2の位置ベクトルを、 $m_1, m_2$  および  $\vec{r}$  を用いて表せ。
- (2) 2つの質点の運動エネルギーの総和を  $\mu, r$  および  $\phi$  を用いて表せ。
- (3) この系の重力ポテンシャルエネルギーを  $\mu, M, r$  および  $G$  を用いて表せ。
- (4)  $l \equiv r^2 \dot{\phi}$  が保存量となることを示せ。
- (5) 動径成分  $r$  についての運動方程式を、 $\mu, M, r, l$  および  $G$  を用いて書き下せ。
- (6) 系の全エネルギー  $E$  を  $\mu, M, r, l$  および  $G$  で表せ。
- (7)  $E$  が最小値を取る時の  $E$  の表式を  $\mu, M, l$  および  $G$  を用いて求め、その時の2つの質点の軌道の様子を述べよ。
- (8)  $\vec{r}_1 = (r_1, \phi_1)$  を質点1の位置ベクトルとする。2つの質点が重力的に束縛されお互いの周りを周回する条件と、その時の  $r_1$  と  $\phi_1$  の関係を求めよ。

## 第4問 物理・宇宙物理(2) (その1)

以下の問I, IIに答えよ。結果だけでなく、導出過程も簡単に記すこと。

I. 図1に示すような天秤を用いて、おもりの質量を電気的な計測によって求める実験を考える。天秤の腕は、長さ  $a$ 、幅  $b$ 、質量  $M$  の密度が一様な長方形の板で、重心  $G$  から距離  $h$  だけ上方にある点  $P$  で水平な回転軸に支えられている。板と回転軸は垂直で、板が水平のとき、重心  $G$  と点  $P$  は鉛直線上にある。板の左端には円周の長さ  $l$  の円形状のコイルが、右端には皿が、それぞれ不導体のワイヤで水平に吊るされている。コイルには、導線を介して装置  $X$  が接続されている。図2に示すように、コイル面内には水平かつ放射状に磁束密度が分布し、その大きさはコイル上で一定値  $B$  であるとする。コイル、皿、ワイヤの質量、天秤の板の厚さ、回転軸の摩擦、空気抵抗、コイルが導線から受ける力は無視する。また、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

- (1) 天秤の腕の回転軸回りの慣性モーメント  $I_p$  を求めよ。
- (2) 天秤の腕を微小振動させたときの、振動の角振動数  $\omega_0$  を求めよ。

まず、装置  $X$  として電圧計を接続し、皿を空にした状況を考える。

- (3) 天秤の腕を微小振動させたところ、コイルは振幅  $A$  で鉛直方向に単振動した。微小振動の間、コイル上の磁束密度の大きさは一定値  $B$  で近似できるとする。このとき、コイルに発生する誘導起電力の振幅  $V$  を  $B$ ,  $l$ ,  $\omega_0$ ,  $A$  を用いて表せ。

次に、装置  $X$  として直流電源を接続し、皿に質量  $m$  のおもりを載せた状況を考える。

- (4) コイルに流す電流の大きさを調節したところ、腕は水平を維持した。このときの電流の大きさ  $I$  を  $B$ ,  $l$ ,  $m$ ,  $g$  を用いて表せ。
- (5) 皿に載せたおもりの質量  $m$  を、 $I$  と問(3)で計測した  $V$ ,  $A$ 、および  $\omega_0$ ,  $g$  のみを用いて表せ。

このようにコイルの長さ  $l$  およびコイル上の磁束密度の大きさ  $B$  を測定することなく、電気的な計測によって質量を求める手法はワットバランスと呼ばれ、2019年5月20日に施行されたキログラムの新定義に大きく貢献した。

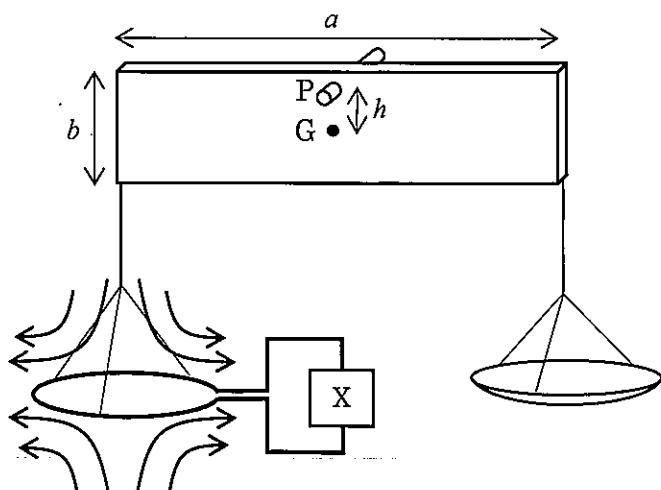


図1

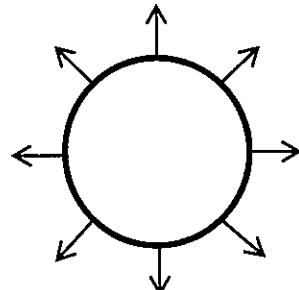


図2

## 第4問 物理・宇宙物理(2) (その2)

II. 磁場中を大きさの無視できる質量  $m$ 、正電荷  $q$  をもつ荷電粒子が運動している。以下では円筒座標系  $r = (r, \theta, z)$  を用い、 $r, \theta, z$  方向の単位ベクトルをそれぞれ  $e_r, e_\theta, e_z$  とする ( $e_\theta$  は  $z$  軸上方から見て反時計回りの方向とする)。また重力の影響は考えない。

まず  $z$  軸方向に一定の磁場  $B = B_0 e_z$  ( $B_0 > 0$ ) がある場合を考える。時刻  $t = 0$  で初速度  $v = -u_0 e_\theta$  ( $u_0 > 0$ ) を与えたところ、荷電粒子は  $z$  軸を中心とした回転運動を行った。

- (1) 回転運動の半径  $R$ 、周期  $T$ 、および運動エネルギー  $W_{r\theta}^c$  を求めよ。
- (2) この回転運動を時間平均すると、環状電流が流れているとみなすことができる。環状電流の大きさ  $I$  を  $T$  を用いて表せ。
- (3) 問(2)の環状電流が  $z$  軸上につくる磁場の向きを答えよ。またこの環状電流のつくる磁気モーメント  $\mu_c$  を  $B_0$  を用いて表せ。なお、磁気モーメントの大きさ  $\mu_c$  は環状電流が囲む面積と電流の大きさの積で与えられる。

次に、 $z$  軸方向に緩やかに変化する磁場  $B(r) = -\frac{br}{2} e_r + (B_0 + bz) e_z$  ( $b$  は微小な定数) がある場合を考えよう。荷電粒子が  $r_1 = (R, 0, 0)$  の位置にあるときに初速度  $v = -u_0 e_\theta + u_z e_z$  ( $u_z > 0$ ) を与えたところ、図3のように荷電粒子は  $z$  軸を中心とするらせん状の運動を行った。ここで  $u_0 \gg u_z$  とし、この運動は、環状電流の中心座標がゆっくりと  $z$  軸に沿って動いているとみなすことができるとする。

- (4) 環状電流が受ける力と運動に伴う磁気モーメントの変化を考察した以下の文章の [ア] ~ [ク] の空欄に当てはまる式を答えよ。

荷電粒子が磁場から受ける力は位置  $r_1$  で  $F = [ア] e_r + [イ] e_\theta + [ウ] e_z$  である。荷電粒子の速さの変化はごくわずかであるとして、力の  $z$  成分の 1 周期の平均値  $\bar{F}_z$  は [ウ] で近似できるとする。式を整理すると  $\bar{F}_z$  は問(1)での  $W_{r\theta}^c$  を用いて [エ] となる。問(3)と比較すると、これは磁気モーメント  $\mu_c$  の磁石が磁場中で受ける力に相当するので、 $\mu_c$  を用いて  $\bar{F}_z = [オ]$  と表せる。

次に、時刻  $t$  における磁気モーメントの大きさ  $\mu(t)$  を考察しよう。 $t = 0$  で  $z = 0$  を出発してから 1 周期後の  $t = T$  で、荷電粒子の位置が  $\Delta z = u_z T$ だけ移動したと考える。この間の  $z$  軸方向の運動エネルギーは  $T$  の 2 次以上の高次の項を無視すると、 $\Delta W_z = [カ]$ だけ変化する。全運動エネルギーは保存するので、 $z$  軸に垂直な運動の運動エネルギーの変化は  $\Delta W_{r\theta} = -\Delta W_z$  になる。問(3)の結果を参考にすると、 $t = T$  での磁気モーメントの大きさは、磁場の  $z$  方向成分  $B_z(T) = B_0 + bu_z T$  と  $W_{r\theta}(T) = W_{r\theta}^c + \Delta W_{r\theta}$  を用いて  $\mu(T) = [キ]$  と表すことができる。また、 $\mu(T)$  を  $W_{r\theta}(T)$  を用いないで表すと、[ク] となる。

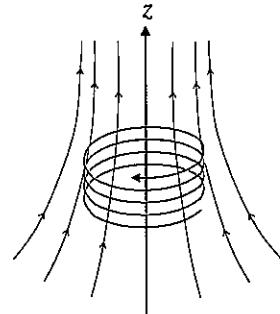


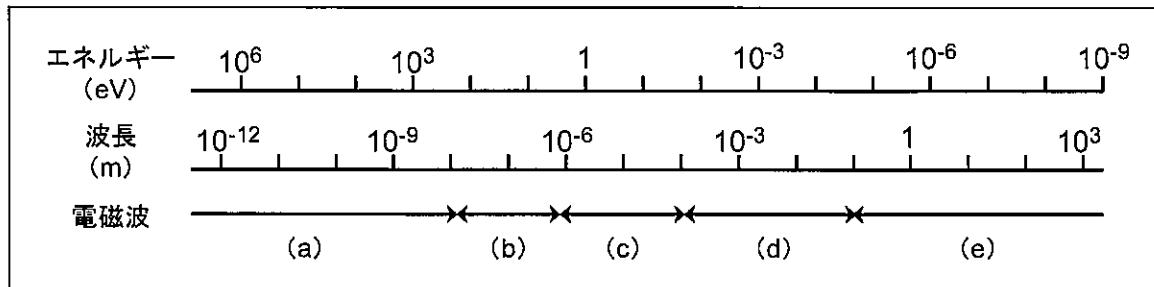
図3

2020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 の両方に解答せよ。

- I. 下図は電磁波の波長とそのエネルギーを示している。電磁波を用いる様々な分析法について、以下の設間に答えよ。



- (1) 図中の(a)～(e)の各波長・エネルギーに相当する電磁波の名称を、次の(あ)～(お)の中からそれぞれ選んで答えよ。
- (あ) 紫外線・可視光線 (い) マイクロ波 (う) ラジオ波  
(え)  $\gamma$ 線・X線 (お) 赤外線
- (2) 図中の(a)～(e)の各エネルギーに相当する典型的な物理現象を、次の(ア)～(オ)の中からそれぞれ選んで答えよ。
- (ア) 分子の回転遷移 (イ) 分子の振動遷移 (ウ) 磁場中の核スピンの遷移  
(エ) 価電子遷移 (オ) 内殻電子遷移
- (3) 図中の(b)の電磁波を用いる分析法と(e)の電磁波を用いる分析法を一つずつ挙げ、それぞれの名称と原理を説明せよ。

- II. 次に列挙する分析化学に関係した語句(1)～(5)のうち3つを選択し、それぞれについて、右に示す「関連語句」と比較しながら、違いが明確になるように説明せよ。

関連語句

- (1) 状態分析 ----- 定量分析  
(2) クロマトグラフィー ----- 溶媒抽出  
(3) 生物発光タンパク質 ----- 蛍光タンパク質  
(4) クライオ電子顕微鏡法 ----- X線結晶構造解析法  
(5) 原子間力顕微鏡 (AFM) ----- 走査トンネル顕微鏡 (STM)

2020 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. 以下の間に答えよ。

- (1) アンモニア, 四フッ化キセノン, 五塩化リンについて, 以下の間に答えよ。
  - (a) それぞれのルイス構造（ルイス式）を示せ。共有電子対を “–” で, 孤立電子対（非共有電子対）を “:” で示すこと。
  - (b) VSEPR（原子価殻電子対反発）モデルに基づきそれぞれの立体構造を推定せよ。結果だけでなく推定の筋道も示すこと。
- (2) アレニウス（Arrhenius）, ブレンステッド・ローリー（Brønsted-Lowry）, ルイス（Lewis）それぞれによる酸・塩基の定義について, 具体的な反応例（一つずつでよい）と, その反応で酸・塩基として働いている物質を示しつつ, 簡潔に説明せよ。
- (3) 水素結合を “...” と表すとき, 液体の水とフッ化水素について以下のようになる理由を述べよ。
  - (a) 水素結合 F–H...F–H の結合エンタルピーの絶対値は, HO–H...OH<sub>2</sub> のそれよりも大きい。
  - (b) 水の沸点はフッ化水素のそれよりも高い。
- (4) 14 族元素に関する以下の間に答えよ。
  - (a) ダイヤモンドと黒鉛（グラファイト）を比べると, 硬さと導電性が大きく異なる。その理由を述べよ。
  - (b) 常温常圧におけるケイ素の単体の結晶構造は, ダイヤモンドと黒鉛のどちらの構造に近いか, 理由とともに答えよ。

# 2020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. ホウ素に関する以下の間に答えよ。

- (1) 次の組み合わせの二つの元素について、原子の第一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。

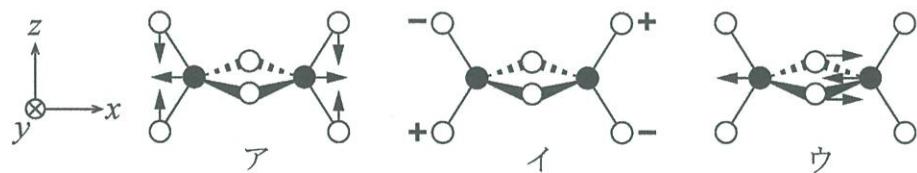
(a) B と C                    (b) B と Be

(2) 次の化学種が属する点群を答えよ。

(a)  $\text{BF}_3$                     (b)  $\text{BF}_4^-$

(3)  $\text{B}_2\text{H}_6$  (ジボラン) は、何個の分子振動の自由度を持つか答えよ。

(4)  $\text{B}_2\text{H}_6$  の次の基準振動モード(ア)～(ウ)について、赤外吸収とラマン散乱がそれぞれ活性かどうか答えよ。+と-は紙面外への逆位相の振動を表す。必要があれば、 $\text{B}_2\text{H}_6$  が属する点群  $\text{D}_{2h}$  の指標表を利用せよ。



- (5)  $\text{B}_2\text{H}_6$  中の B-H 結合に関する以下の間に答えよ。

- (a) 次の(ア)～(カ)は  $B_2H_6$  中の二つの BHB 結合を, B 原子の  $sp^3$  混成軌道と H 原子の 1s 軌道の重なりで模式的に表したものである. 白黒は位相の違いを表す. それぞれを結合性軌道, 非結合性軌道, 反結合性軌道に分類せよ.



- (b) 問(a)の(ア)～(カ)を、エネルギー的に安定な順に左から並べよ.  
(c) 二つの B 原子を架橋する B-H 結合の結合次数を答えよ.  
(d) 二つの B 原子を架橋する B-H 結合と末端の B-H 結合ではどちらが長いか。理由とともに答えよ。

D<sub>2h</sub> の指標表

$D_{2h}$	$E$	$C_2(z)$	$C_2(y)$	$C_2(x)$	$i$	$\sigma(xy)$	$\sigma(yz)$	$\sigma(zx)$	
$A_g$	1	1	1	1	1	1	1	1	$x^2, y^2, z^2$
$B_{1g}$	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	$R_z$
$B_{2g}$	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	$R_y$
$B_{3g}$	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	$R_x$
$A_u$	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	
$B_{1u}$	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	$z$
$B_{2u}$	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	$y$
$B_{3u}$	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	$x$

**2020 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 I 下記の文を読んで、以下の問（1）～（8）に答えよ。

[文]

細胞内で遺伝情報に基づいて合成されるタンパク質は、1種類のアミノ酸がア) ペプチド結合で繋がったポリペプチド鎖である。アミノ酸には光学異性体が存在するが、遺伝暗号によって直接指定されるアミノ酸は、光学活性のないグリシンを除き全て2型である。アミノ酸は側鎖の違いによってイ) 疎水性アミノ酸と親水性アミノ酸に分けられる。さらに親水性アミノ酸は極性アミノ酸、ウ) 酸性アミノ酸、塩基性アミノ酸に分類され、それぞれ異なる性質を持つ。ポリペプチド鎖は折りたたまれて固有の立体構造をとる。タンパク質の部分的な構造である3構造として、ポリペプチド鎖が規則正しくらせん状に巻いた4や、伸びたポリペプチド鎖が平行または逆平行に並び、隣り合ったポリペプチド鎖と水素結合によって結びつき、平面を形成する5構造がある。

- (1) 空欄1～5に当てはまる適切な語句を記せ。
- (2) 下線部ア)について。2つのアミノ酸がペプチド結合で繋がった図を示せ。なお、2つのアミノ酸の側鎖は、R1およびR2とする。
- (3) 下線部イ)について。水溶性の球状タンパク質では、疎水性アミノ酸と親水性アミノ酸のどちらが内部に存在するか答えよ。またその理由を説明せよ。
- (4) 下線部ウ)について。酸性アミノ酸および塩基性アミノ酸の名前をそれぞれ1つ答えよ。
- (5) 細胞内でタンパク質が合成される仕組みについて、以下の語句を全て用いて説明せよ。使用した語句には下線を引くこと。

mRNA、リボソーム、アミノアシルtRNA、コドン、アンチコドン、翻訳

- (6) タンパク質を定量する方法について、1つ取り上げ説明せよ。
- (7) タンパク質が立体構造を形成する際に、ペプチド結合以外の共有結合によりポリペプチド鎖内あるいはポリペプチド鎖間で結合する場合がある。この結合に関わるアミノ酸と結合の名前を答えよ。
- (8) タンパク質の化学修飾について、例を1つ取り上げ説明せよ。

**2020 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）**

問I 以下の中から4つを選択し、それぞれ説明しなさい。

- (1) 生物多様性とは何かを説明しなさい。また、ある1つの生物学的階層での生物多様性について、その生物多様性が人間社会にもたらす便益を具体的に説明しなさい。
- (2) 競争排除とニッチの関係について説明しなさい。
- (3) 栄養カスケードとは何かを説明しなさい。また、その具体的な事例も説明しなさい。
- (4) 平行進化と収斂進化について、それらの違いを明確にしつつ説明しなさい。
- (5) 遺伝的浮動とびん首効果について、それらの違いを明確にしつつ説明しなさい。
- (6) 適応放散とは何かを説明しなさい。また、その具体的な事例も説明しなさい。

問II 以下の問い合わせに答えなさい。

- (1) 人間活動の増加に伴って二酸化炭素などの温室効果ガスが大気中に蓄積してきており、過去数十年間の気候変動を引き起こすとともに、将来にわたる気候変動が懸念されている。また、気候変動による生態系への影響の拡大も懸念されている。
  - (a) 陸域の生態系における気候変動の影響のうち、フェノロジー（生物季節）に関連する影響について具体的に説明しなさい。
  - (b) 海洋の生態系において気候変動が引き起こす環境変化の中から、ある1つの環境変化に注目し、それが生態系にどのような影響をもたらすか、具体的に説明しなさい。
- (2) 生物集団において、形質に変異があり、その変異に応じて適応度が異なり、さらに形質の変異が遺伝する場合、選択による進化が起こる。
  - (a) 自然選択と性選択について、それらの違いを明確にしつつ説明しなさい。
  - (b) 性選択において、異性による選り好みで起きた進化と、同性間競争で起きた進化について、それぞれ1つ具体的な事例を挙げて説明しなさい。
  - (c) 性的対立について、具体的な事例を挙げて説明しなさい。

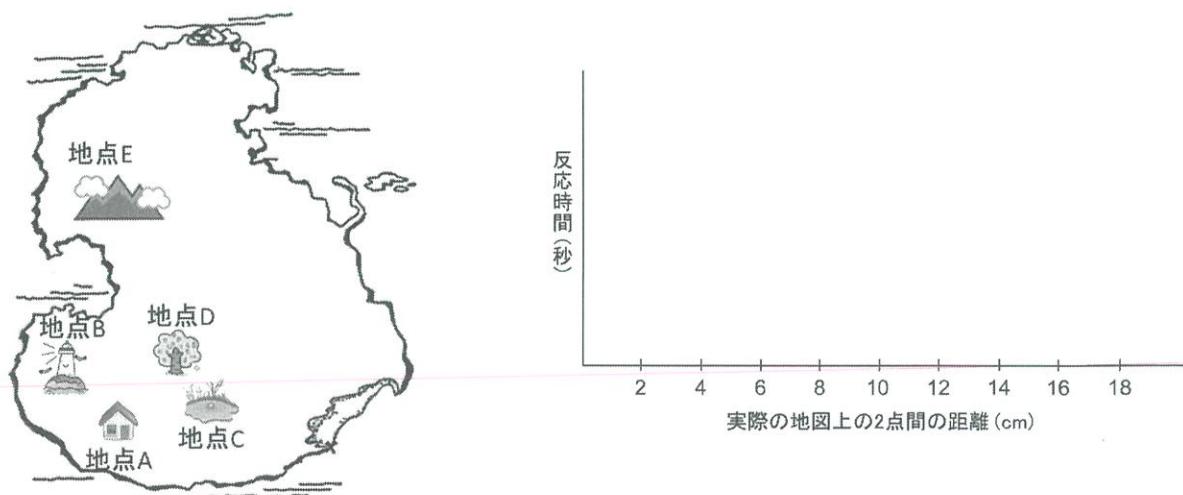
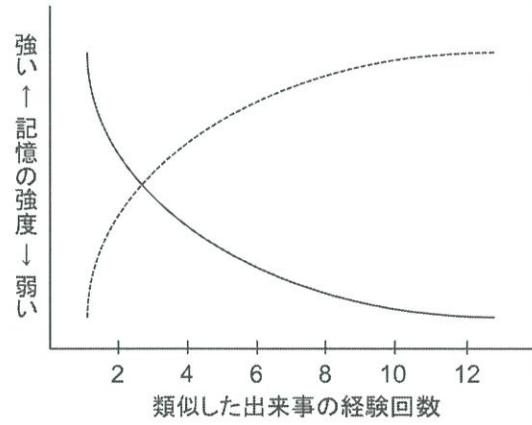
# 2020年度修士課程入学試験問題

## 広域システム科学系 総合科目

### 第9問 認知行動科学（1）

長期記憶に関する以下の（1）～（5）の問い合わせすべてに答えよ。

- (1) 長期記憶は宣言的記憶(declarative memory)と非宣言的記憶(non-declarative memory)からなるとされる。それぞれどのような記憶であるかを説明せよ。
- (2) 宣言的記憶(declarative memory)は、一般に、さらに2つの種類の記憶に分類される。この2つの種類の記憶の名称とその内容を説明せよ。それぞれの名称には下線を引くこと。
- (3) 上記の（2）で回答した2つの種類の記憶の関係を調べるために、ある研究者は、自分自身に起こった記録を6年間にわたり記録した(Linton, 1982)。この間、蓄積された出来事の記録の中から毎月ランダムに取り出した2つの出来事の時間順序や、それぞれの出来事の日付を思い出すことを試みた（記録された項目数は5500で、テストされたのは毎月約150項目であった）。当然のことながら、類似した出来事を繰り返し経験することになるため、類似した出来事の経験回数と記憶の強さを調べることができた。その結果を図示すると右図のようになつた。右図の実線と点線が、（2）で回答した2つの種類の記憶のいずれの結果であるかを答えよ。また、この図は両者の関係について何を意味しているか説明せよ。
- (4) 長期記憶における情報の表象形式について昔から議論がなされており、Paivio (1986)は「二重符号化理論」を提案した。この理論の内容を説明せよ。その際、イメージシステム（イマージェン）、および言語的システム（ロゴジェン）という語を必ず用い、初出時に下線を引け。また、イメージシステム（イマージェン）と言語的システム（ロゴジェン）の関係についても言及せよ。
- (5) 上記の二重符号化理論におけるイメージシステム（イマージェン）による表象の走査(scanning)を調べるために、Kosslyn et al. (1978)は、以下のような実験を行つた。参加者は左下図（実験で呈示した図を一部改編し、縮小して表示）のような架空の島の地図を見た上で、完全に再生できるまで地図を描く練習を行つた。その後、地図を見ずに、心の中で地図を描き、指示された地点に焦点を合わせるように教示された。その後、第二の地点が告げられ、心の地図上でその地点を探して、最初の地点と第二の地点を結ぶことができたらボタンを押すように求められた。この実験の結果を、イメージ上で2点を結ぶのにかかる時間（反応時間）を縦軸に、実際の地図上の2点間の距離を横軸にとった右下図のグラフ上にプロットするとどうなるか答えよ。また、この実験結果が示唆していることを簡潔に説明せよ。  
注：解答は、問題用紙ではなく解答用紙にプロットしたグラフそのものを記入すること。



**2020 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）**

実行機能に関する以下の（1）～（3）の問い合わせすべてに答えよ。

- （1） 実行機能(Executive Function)について、以下の 3 つのキーワードを必ず用いて 20 行程度で説明せよ。  
説明中で用いたキーワードには下線を引くこと。
- ・ ウィスコンシンカード課題(Wisconsin Card Sorting Task)
  - ・ フランカー課題(Flanker Task)
  - ・ 脳部位(Brain Region)
- （2） フランカー課題と類似の課題を 1 つとりあげ、その概要を 10 行程度で説明せよ。
- （3） 実行機能の発達的変遷について、「マシュマロ課題」の示唆している点とともに 20 行程度で記述せよ。

2020 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）

地球大気の温室効果について以下の問い合わせよ。

- (1) 大気の温室効果とはどのような効果なのかを説明せよ。ただし、以下の語を必ず用いよ。必要なら図を用いても良い。  
可視光、熱輻射、赤外光、吸收、透過、温室効果ガス
- (2) 図1は気温の高度分布と大気層の区分を模式的に示したものである。なぜこのような温度分布になるのか、対流圏・成層圏とはそれぞれどのような所か、なぜそのような二つの圏に分かれているのか説明せよ。必要なら図を用いても良い。
- (3) 図2は、1958年以降の対流圏最下部および成層圏最下部における全球にわたっての平均気温の偏差を年代に対してプロットしたものである。ここで平均気温の偏差とは、1981-2010年の期間にわたって時間平均した値を基準として、各年の平均気温との差をとったものである。この平均気温の偏差が時間とともに変化する原因としてどのようなものが考えられるか述べよ。
- (4) 地球大気の組成は、生命の進化に呼応して時代と共に変化してきた。特に、今からおよそ30億年前から20億年前までの期間に大きな変化があったことが知られている。具体的にどのような変化が起きたか。またこの変化が起こる以前の気温の高度分布は、現在と定性的にどのように異なっていたと考えられているか、図1と比較する形で図に示しその根拠とともに述べよ。

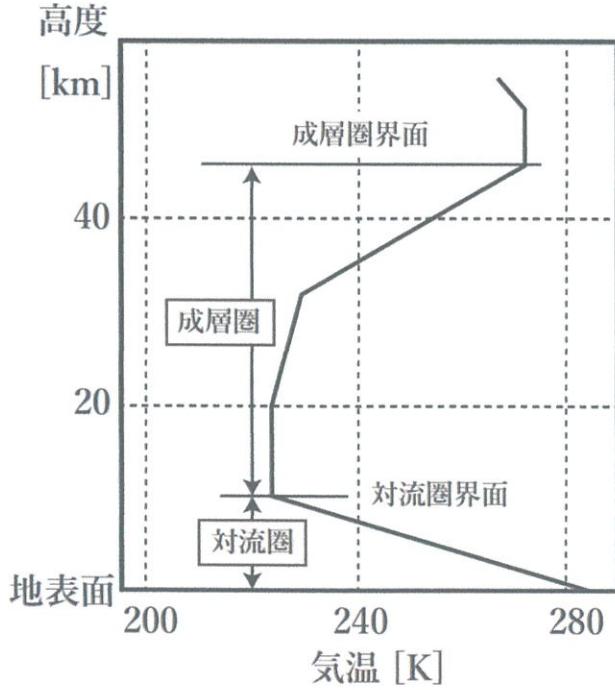


図1. 気温の高度分布の模式図。

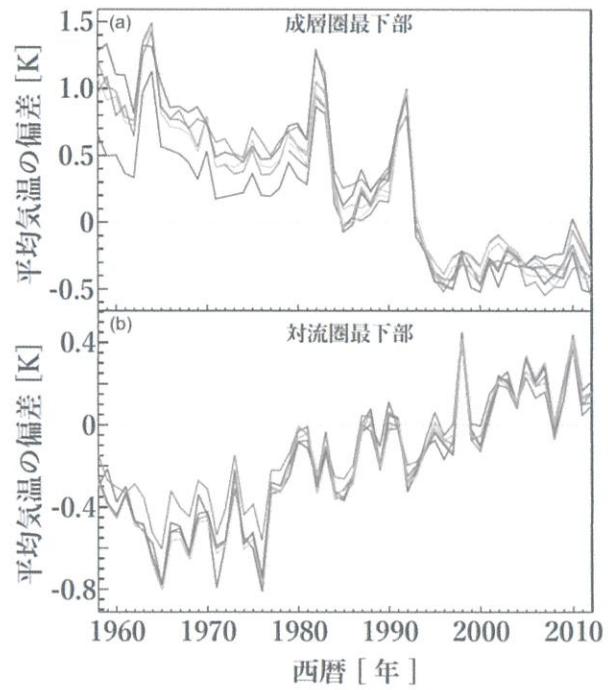


図2. 対流圏・成層圏最下部の平均気温の偏差の時間変化。複数のプロットがあるのは異なる研究機関による見積もりを表す。

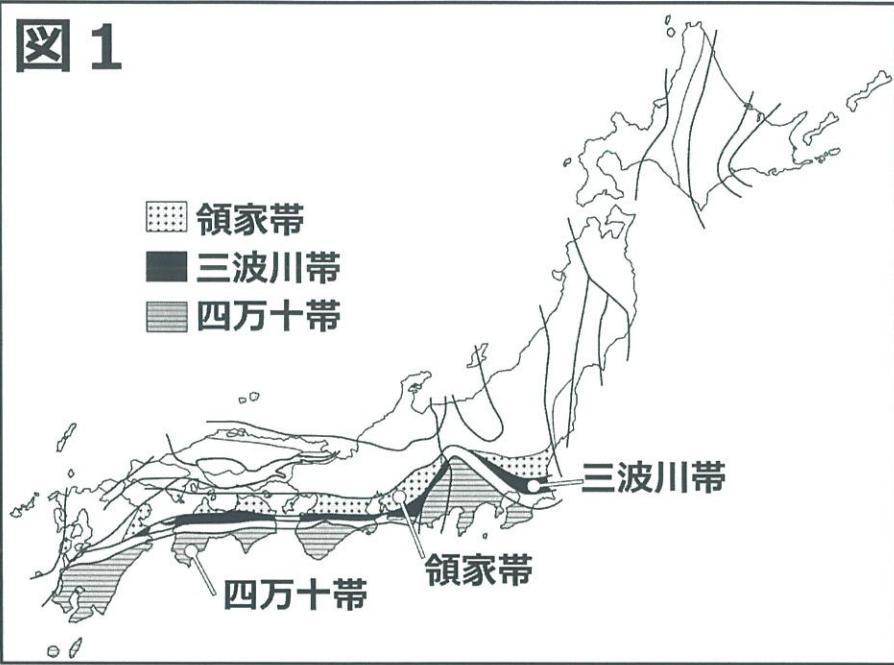
# 2020年度修士課程入学試験問題

## 広域システム科学系 総合科目

### 第12問 地球科学（2）

大陸地殻と日本列島の形成史について、以下の問いに答えよ。

- (1) 地殻は大陸地殻と海洋地殻に分類される。各々の特徴を列挙せよ。
- (2) 図1は簡略化した日本の地体構造区分を表す。図中の三波川帯、領家帯および四万十帯について、それぞれの主な構成岩石を述べよ。



- (3) 日本列島の形成史を例に、アジア東部のテクトニクスの変遷を考える。以下の4つの設問について答えよ。

①ユーラシア大陸は、いくつかの大陸が衝突・合体して、形成された。特にアジア東部は、北中国（中朝）地塊と南中国（揚子）地塊との合体・融合でできた。これら二つの地塊の衝突以前、現在の日本の主部を構成する地殻は、北中国地塊あるいは南中国地塊のどちらの縁辺に属したのかを、根拠を挙げて説明せよ。

②日本周辺でのプレート沈み込みは 5.2 億年前頃に始まったとされる。その根拠を説明せよ。

③ある地域の形成史を解読する上で、そこに産する岩石の形成年代を決定することは重要である。地層の堆積とマグマの固化の時期について、年代を数値的に推定する方法をそれぞれ一つずつ挙げて、説明せよ。

④日本の過去 7 億年間の形成史について、以下の用語をすべて用いて説明せよ。

ロディニアの分裂、北中国（中朝）地塊、南中国（揚子）地塊、受動的大陸縁、活動的大陸縁、沈み込み、島弧火成活動、造山作用、日本海

# 2020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、各項目5行程度で説明せよ。

A群（2つの項目を選ぶ）

- 認証局(certificate authority) と デジタル証明書(digital certificate)
- オイラー路(Eulerian path) と ハミルトン路(Hamiltonian path)
- オブジェクト指向言語の動的束縛(dynamic binding) と 多相性(polymorphism)
- 組合せ回路(combinational circuit) と 順序回路(sequential circuit)

B群（2つの項目を選ぶ）

- 並行制御におけるセマフォ(semaphore) と クリティカルセクション(critical section)
- データ検索における平衡木(balanced tree) と ハッシュ表(hash table)
- データマイニングにおける $k$ 平均法( $k$ -means) と ウォード法(Ward's method)
- プログラミング言語の値渡し(call-by-value) と 参照渡し(call-by-reference)
- 曲線表現における陰関数曲線(implicit curve) と パラメトリック曲線(parametric curve)
- CGにおけるエイリアシング(aliasing) と スーパーサンプリング(supersampling)
- 画像処理におけるハイパスフィルタ(high-pass filter) と ラプラシアンフィルタ(Laplacian filter)

# 2020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) (その1)

整数の列からなる列  $C = (c_1, c_2, \dots, c_m)$  を考える ( $m \geq 1$ )。整数の列  $T$  について、 $C$  の任意の要素  $c$  に対して、 $T$  が  $c$  の要素を 1 つ以上含む場合、 $T$  を  $C$  の hitting set と呼ぶ。

例：  $C = ((1,2), (3,4), (2,3))$  のとき、 $T = (1,3)$  は  $C$  の hitting set である。

I.  $C = ((9,9,1), (7,3,1), (8,4,8), (6,3,2), (9,8,9), (3,8,6), (7,8,0), (9,1,3), (6,7,0), (5,3,0))$  のとき、要素の数が 4 の hitting set を 1 つ求めよ。

II. 列に対するスタック風の操作として、列の先頭に要素を追加する操作を push と呼ぶこととする。たとえば空の列「()」に対して 3,5,2 を順に push した結果の列は(2,5,3)となる。列の要素は整数あるいは列として、列に対する以下の操作を考える。ただし、以下の操作は副作用が一切無いものとする。

emptylist() – 空の列を返す。

例： emptylist() → ()

isempty(S) – 列 S が空の列の場合 true、空の列でない場合 false を返す。

例： isempty(emptylist()) → true、 isempty((2,3)) → false、 isempty(((2,3))) → false  
push(x,S) – 整数あるいは列 x を列 S に push した結果の列を返す。

例： push(1,emptylist()) → (1)、 push(1,(2,3)) → (1,2,3)、

push((1,2),emptylist()) → ((1,2))、 push((1,2),((2,3))) → ((1,2),(2,3))

first(S) – 列 S の先頭の要素を返す。なお、列 S が空の列の場合は空の列を返す。

例： first((2,3,5)) → 2、 first(emptylist()) → ()、

first(((1,2,3),(4,5))) → (1,2,3)、 first(((1,2))) → (1,2)

rest(S) – 列 S から先頭の要素 (つまり first(S)) を除外した列を返す。

例： rest((2,3,5)) → (3,5)、 rest((5)) → ()、 rest(emptylist()) → ()、

rest(((1,2),(3,4,5))) → ((3,4,5))、 rest(((1,2))) → ()

以下の小問の疑似コードには、上記の列操作、関数定義(function)、変数、代入( $\leftarrow$ )、整数、真偽値(true, false)、整数に対する足し算と引き算の演算子(+, -)、比較演算子 ( $=, <, >, \leq, \geq, \neq$ )、論理演算子(and,or,not)、演算子の順序を指定する括弧、条件文 if [条件] then [真式] else [偽式]、関数から値を返す return [式] を用いて解答せよ。

参考： 整数の列 S から整数 x をすべて除いた列を返す操作 remove(x,S) は、以下の疑似コードとして書くことができる。

**2020 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）（その2）**

```
function remove (x,S)
    if (isempty(S)) then return emptylist()
    else T←remove(x,rest(S))
        if (first(S) = x) then return T
        else return push(first(S),T)
```

II-1. 整数の列 S に x が含まれている場合に true、x が含まれていない場合に false を返す操作 member(x,S)の擬似コードを書け。

例： member(1,(2,3,4))→false、 member(2,(1,3,2,5))→true、  
member(2,(2,4,2,7))→true

II-2. 整数の列からなる列 C=(c<sub>1</sub>,c<sub>2</sub>,...,c<sub>m</sub>)を考える。C の全ての要素から整数 x を含んだ列を除いた列を返す操作 hit(x,C)の擬似コードを書け。II-1 の操作 member を用いてよい。

例： hit(1,((1,2),(3,4),(5,4),(4,1),(1)))→((3,4),(5,4)),
hit(2,((3,5),(7,9)))→((3,5),(7,9))

II-3. 整数の列からなる列 C=(c<sub>1</sub>,c<sub>2</sub>,...,c<sub>m</sub>)に対して、整数の列 S の要素からなる hitting set で要素数が k 以下のものを求める操作 hittingset(S,C,k)の擬似コードを書け。なお、要素数 k 以下の hitting set が存在しない場合は、空の列を返すようにせよ。II-2 の操作 hit を用いてよい。また補助関数を定義してもよい。

例： hittingset((1,2,3,4,5),((1,2),(3,4),(5,4),(4,1),(1)),1)→()
hittingset((1,2,3,4,5),((1,2),(3,4),(5,4),(4,1),(1)),2)→(4,1)

**2020 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つを選び、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）出生率と合計特殊出生率

（2）基盤活動（basic activity）と非基盤活動（nonbasic activity）

（3）サンゴ島と火山島

（4）産業集積と産業クラスター

（5）農村空間の商品化と場所マーケティング

（6）エイジング・イン・プレイス（aging in place）と地域包括ケアシステム

（7）人口の都心回帰現象と脱工業化

（8）生産者サービスと社会サービス

2020 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）

モビリティ (mobility) について説明している以下の英文を読み、問（1）～（3）に答えなさい。

t  
in  
o  
t  
c  
a  
c  
e  
c  
r  
  
o  
h  
C  
a  
t  
c  
u

(Gregory et al. 2009. *The dictionary of human geography* (5<sup>th</sup> ed.)より引用。ただし、原文から見出し語の強調や一部の引用情報などを削除している)

- (1) 時空間の収斂 (time-space convergence (下線 (a) )) に対し、時空間の遠隔化 (time-space distanciation) という概念も存在する。それぞれどのような概念であるのかを説明しなさい。
- (2) 下線 (b) で想定されているモビリティ向上プログラム (mobility-enhancing programmes) はどのようなものであると考えられるか。具体的な例を 1 つ挙げ、それがモビリティ向上プログラムにあてはまると判断した理由を説明しなさい。
- (3) 下線 (c) について、社会地理学者や都市地理学者が社会的モビリティと空間的モビリティの関係に关心を示した理由を説明しなさい。

2020 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

東南アジアの領域の大部分は、ケッペンの気候区分における熱帯に属するが、年間の降水パターンには、大局的に見て大きな地域的変異が認められる。以下の問い合わせ（1）～（2）に答えなさい。

- （1）東南アジアにおける年間の降水パターンについて、大局的に見た場合の地域的変異を、そうした変異が生じるメカニズムと合わせて説明しなさい。
- （2）東南アジアにおける年間の降水パターンの地域的変異は、この地域の経済活動や社会のあり方の地域的変異に対して、大局的に見てどのような影響を与えてきたと考えられるか。歴史的視点も踏まえて論じなさい。

2020 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 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 日本における大規模な科学の受容は 19 世紀後半に始まったが、比較的短期間のうちに、研究と教育において西洋諸国の水準に到達したと言われる。その理由の一つは、科学者の職業としての確立、学協会の活動の拡充、科学の教育課程の整備などを通して、当時の科学が、科学を生んだ思想的・文化的環境を離れて移植できるものになっていたことであると主張する論者がいる。当時の西洋における科学やそれを取り巻く環境、日本を含む非西洋圏における西洋科学の受容などに関する具体的な事例を挙げながら、このような主張の妥当性について論じなさい。

B 経験は意識に現れるものに尽きるのだろうか。この問いをふまえつつ、経験と意識の関係について自由に論じなさい。

# 2020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

図1は、日系海外現地法人数の主要地域別シェアの推移を示したものである。この図をもとに、日系多国籍企業の立地に関する以下の設問（1）～（3）に答えなさい。

地域別シェア (%)

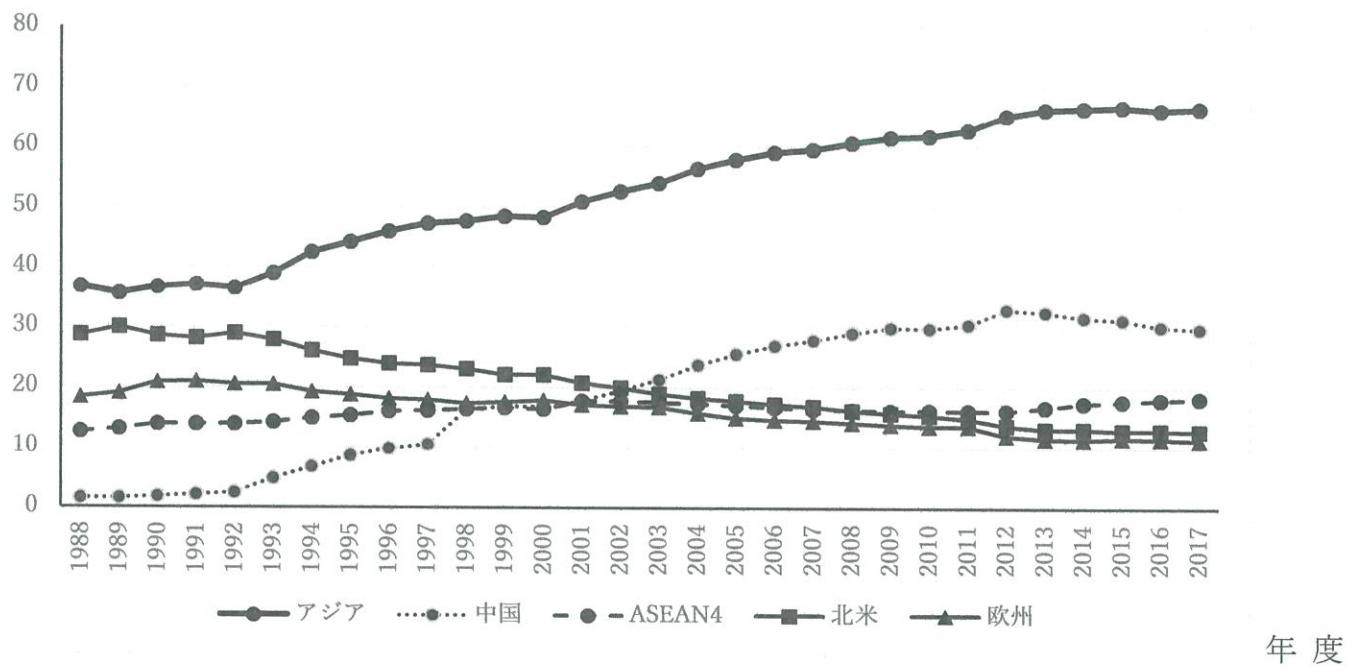


図1 日系海外現地法人数の主要地域別シェアの推移

注：アジアには、中国、ASEAN4 も含む。1998年より中国には香港を含む。ASEAN4 は、タイ、マレーシア、インドネシア、フィリピンをさす。北米は、アメリカ合衆国とカナダをさす。  
出所：経済産業省「海外事業活動基本調査」各年版。

- (1) 図1をもとに、海外に立地する日系多国籍企業の業種や進出先の特徴および立地要因が、1980年代までと比べて、1990年代以降にどのように変わってきたか、説明しなさい。
- (2) 図1では北米のシェアが低下しているが、メキシコなどの中南米での日系現地法人は、2009年度の900社から2016年度の1,395社に急増している。一方で、2017年にトランプ政権が登場すると、北米自由貿易協定（NAFTA）からアメリカが撤退を表明するなど、アメリカの国益を重視する方針が打ち出されている。日系現地法人がメキシコで増加してきた理由と、トランプ政権が打ち出している方針がメキシコの日系現地法人に与えると考えられる影響を説明しなさい。
- (3) 図1によると、最近になって中国のシェアがわずかに低下してきている。こうした変化が生じてきた理由と、アジアにおける日系企業の今後の立地変化について説明しなさい。

# 2020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

以下の設間に答えよ。

最先端科学技術が社会に埋め込まれたときに発生する倫理的(Ethical)・法的(Legal)・社会的(Social)含意あるいは論点(ImplicationあるいはIssue)を扱うELSIは、DNAの二重らせん構造の解明でノーベル賞を受賞したジェームズ・ワトソンが、1988年にヒトゲノムプロジェクトの長として今後の研究の倫理的・社会的影响についての研究をNIH(アメリカ国立衛生研究所)の予算を用いてやるべきだと主張したことからはじまるとしている。米国ではNIHにELSI予算が1990年から設けられ、カナダでは2000年から、英国、オランダ、ノルウェーでは2002年から、ドイツ、オーストリア、フィンランドでは2008年から関連予算枠が設けられ、全研究開発予算の数%をその研究の倫理的・法的・社会的側面の研究に用いることが試みられた。

- (1) ゲノム編集におけるELSIについて、具体的に5行程度で説明せよ。
- (2) 内閣府「健康・医療戦略推進本部」による医療分野研究開発推進計画（平成26年7月22日決定、平成29年2月17日一部変更）には、「研究の進行に伴って生じる生命・身体の取扱いについての倫理的・法的・社会的な観点(ELSI)等における規制対応も重要である」、「臨床研究及び治験の実施に当たっては、その立案段階から被験者や患者の参画を促進するとともに、患者・国民への臨床研究及び治験の意義やそれが国民にもたらすメリット等についての啓発活動を積極的に推進する必要がある。」とある。  
上記下線部「その立案段階から被験者や患者の参画を促進する」とはどのような意味か。5行程度で説明せよ。
- (3) 科学技術への市民参加の方法について、系統立てて10行程度で説明せよ。
- (4) 自らが専門としようとしている分野のELSIについて考察し、10行程度で説明せよ。

# 草 稿 用 紙



# 草 稿 用 紙



# 草 稿 用 紙

---

---