

平成27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26年8月26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)	10~11
第9問	認知行動科学 (1)	12
第10問	認知行動科学 (2)	13
第11問	地球科学 (1)	14
第12問	地球科学 (2)	15
第13問	情報 (1)	16
第14問	情報 (2)	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

平成 27 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)

I. A を $n \times m$ 型の行列で、 A の要素は 0 または ± 1 であるとする。
かつすべての列で、1 個の 1 と 1 個の -1 が存在するとする。こ
のとき、 A の任意の正方部分行列の行列式の値が 0 または ± 1
であることを示せ。

補足：問題文中に 2 カ所ある「1 個の」は「ちょうど 1 個の」の意味です。

II. V を実数体上のベクトル空間とする。

(1) $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, $B = \{b_1, b_2, \dots, b_m\}$ は V 中の一次独
立集合で、 $n > m$ とする。このとき、 $a \in A$ かつ $a \notin B$ で
 $B \cup \{a\}$ が一次独立集合になるような元 a が存在することを
示せ。

(2) V 中で包含関係に関して極大な一次独立集合は、すべて集合
としてのサイズ (大きさ) が同じであることを、(1) を用いて
示せ。ただし、 V 中の一次独立集合のサイズの最大値は有限
であるとする。

平成 27 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)

I.

(1) 2×2 の行列 A

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -a^2 & 2a \end{pmatrix}$$

(a は実数) に対して

$$A = UJU^{-1}$$

を満たす J と U を求めよ。 J は Jordan 標準形の 2×2 行列、 U は 2×2 行列、 U^{-1} は U の逆行列である。

(2) $\exp(At)$ の各成分を求めよ。 t は実数である。

なお $\exp(At)$ は以下の式で定義される関数である。

$$\exp(At) \equiv \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(At)^n}{n!}.$$

II.

(1) 下記の 3 つの行列 L_1 、 L_2 、 L_3 のうち、どの 2 つをとっても同時に対角化することは不可能であることを示せ。

$$L_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}, \quad L_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad L_3 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

なお、 L_i と L_j (ただし $i \neq j$) を同時に対角化することとは、ある行列 U と対角行列 D_i 、 D_j をとって、

$$U^{-1}L_iU = D_i, \quad U^{-1}L_jU = D_j$$

が成り立つようにすることである。

(2) $\exp(L_3t)$ の各成分を求めよ。 t は実数である。

平成 27 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)

二つの恒星がお互いの周りを公転する系を連星系とよぶ。連星系から軌道角運動量が失われ、二つの星が合体する現象を考える。合体に伴い、非常に大きなエネルギーが放出され、明るく輝く。この合体に伴うエネルギー放出を以下の簡単な仮定のもとに見積もる。

球対称の近似が成立する単独の恒星の重力ポテンシャル $\phi(r)$ は、次のポアソン方程式

$$\frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{d\phi(r)}{dr} \right) = 4\pi G \rho(r)$$

より計算できる。これで求めた重力ポテンシャル $\phi(r)$ を使い、

$$W = \frac{1}{2} \int_0^R \phi(r) \rho(r) 4\pi r^2 dr,$$

より、恒星の重力エネルギー W が求められる。ここで、 r は恒星の中心からの距離、 $\rho(r)$ は半径 r における密度、 R は恒星の半径、 G は重力定数である。下の問いに答えよ。

- (1) 質量 M 、半径 R 、密度一定 (ρ) の単独の恒星があるとして、その重力ポテンシャル $\phi(r)$ を球対称の仮定のもとで求めよ。なお、無限遠で $\phi(r \rightarrow \infty) = 0$ とする。
- (2) 上記で求めた重力ポテンシャルより、この密度一定の星の重力エネルギーを計算せよ。
- (3) ビリアル定理が成り立つとして、この恒星の内部エネルギーと重力エネルギーの和を求めよ。この和を E_1 とする。なお、回転や磁場などは考慮しなくて良い。
- (4) 次に、同じ質量 M (質点とみなしてよい) の 2 つの恒星が、距離 $3R$ だけ離れて、円軌道を公転する場合、軌道運動の重力エネルギーおよび運動エネルギーの和を求めよ。その和を E_2 とする。
- (5) この連星系から軌道角運動量が失われ、合体するとする。連星系から軌道角運動量が失われるメカニズムの具体例をあげよ。
- (6) 合体後の恒星の内部エネルギーと重力エネルギーの和 (E_{after} とする) を求めよ。なお、簡単のため、合体後の星は回転無し、球対称とし、質量および密度は合体前後で変わらないとせよ。合体する前の連星系の全エネルギーを $E_{\text{before}} = 2E_1 + E_2$ で見積もって、合体前後のエネルギー差を求めよ。
- (7) 合体に伴うエネルギー差は輻射として恒星から放射される。(6) で求めた全エネルギーの差が 1 年程度で放出されるとした場合に、その単位時間あたりの放出率 (明るさ) は太陽の何倍程度になるか、有効数字 1 桁で求めよ。なお、計算のもとになる物理量は、 $M = 2 \times 10^{33}$ g、 $R = 7 \times 10^{10}$ cm、1 年 $= 3 \times 10^7$ s、 $G = 7 \times 10^{-8}$ dyn cm g⁻²、太陽の光度 $L_{\odot} = 4 \times 10^{33}$ erg s⁻¹ として、すべて cgs 単位系で計算せよ。なお、必要なら $2^{1/3} \approx 1.26$ を使ってよい。
- (8) この明るさに匹敵する実際の天体はあるか? もしあるならそれについて論ぜよ。

平成 27 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 の両方に答えよ。

I. 質量がなく長さ l の伸びない糸に吊るされた質量 m の質点の、一様な重力場(重力加速度 g)中の運動を考える。いま図 1 のように、糸の固定された片端を原点とし、重力が働く方向を極軸($\theta=0$)とした 3 次元の極座標表示(正規直交基底ベクトル e_r, e_θ, e_ϕ)をとる。極軸は z 軸とも呼ぶことにする。このとき糸はたるまないものとして、以下の設問に答えよ。なお解答では、時間微分は $\dot{\phi}, \dot{\theta}$ などのように表記すること。

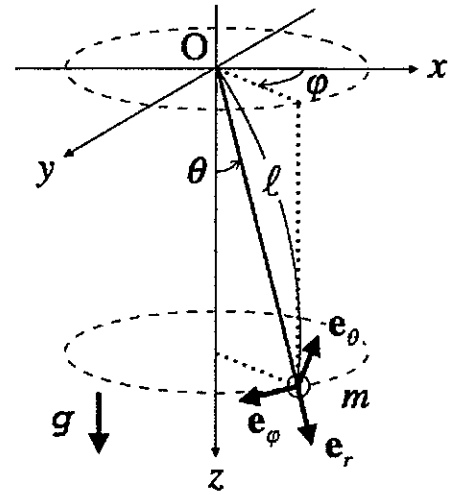


図 1

- (1) 極座標系で質点の位置座標ベクトルは $\mathbf{r} = r\mathbf{e}_r$ と表現できる(ここで $r = |\mathbf{r}|$)。「質点が伸びない糸で吊るされている」ことに対応する条件を式で表せ。
- (2) 速度ベクトル $\mathbf{v} = \dot{\mathbf{r}}$ の \mathbf{e}_θ 方向成分と \mathbf{e}_ϕ 方向成分を l, θ, ϕ およびその時間微分で表せ。
- (3) この系のラグランジアンを m, g, l, θ, ϕ およびその時間微分で表せ。
- (4) ϕ についてのラグランジュの運動方程式を示し、原点 O の周りの角運動量 $\mathbf{L} = m\mathbf{r} \times \dot{\mathbf{r}}$ の z 軸方向成分 L_z が保存されることを示せ。
- (5) $\theta = \theta_0 > 0$ (一定)となる周期運動の周期を求めよ。

次に、問(5)で求めた周期運動をしている系に小さな撃力を加えて $\theta = \theta_0 + \delta_0$ ($|\delta_0| \ll \theta_0$) とした。この過程で角運動量の z 軸方向成分 $L_z = L_0$ は保存されるものとし、糸はたるむことはないとする。

- (6) 撃力を加えた後の運動を図 1 の z 軸正方向から見たとき、質点が z 軸のまわりを 1 周するまでの軌跡の概形を描け。図 2 を解答用紙に写し、運動の軌跡を実線で描くこと。
- (7) θ についてのラグランジュの運動方程式をもとにして、撃力を加えた後の $\delta = \theta - \theta_0$ が従う方程式を導き、質点の運動を説明せよ。なお $|\delta| \ll \theta_0$ として、以下の近似式を使ってよい。

$$\begin{aligned} \sin \theta &= \sin(\theta_0 + \delta) \approx \sin \theta_0 + \delta \cos \theta_0 \\ \cos \theta &= \cos(\theta_0 + \delta) \approx \cos \theta_0 - \delta \sin \theta_0 \end{aligned}$$

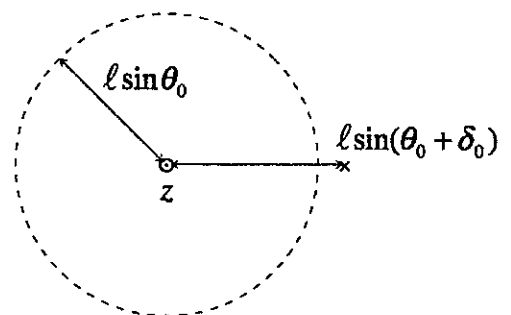


図 2

平成 27 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. 図 3 のように, 真空中の xy 平面($z=0$)上の点 $(2a, 0, 0)$ に $+2Q$ の正電荷, 点 $(-a, 0, 0)$ に $-Q$ の負電荷を配置した($a > 0$). 電気定数(真空の誘電率)を ϵ_0 とする.

- (8) 点 P における静電ポテンシャル(電位) $\phi(x, y, 0)$ を求めよ. なお, 無限遠点で $\phi=0$ とする.
- (9) 無限遠点以外で電位がゼロ, すなわち $\phi(x, y, 0)=0$ となる点の集合はどのような図形となるか. 座標, 長さなどを含めて記述せよ.
- (10) xy 平面上の $x < 0$ の領域には, 無限遠点以外に電場 $\mathbf{E}(x, y, 0)=\mathbf{0}$ となる点 W がある. 点 W の座標を求めよ.
- (11) xy 平面上の $-10a \leq x \leq 10a$, $-10a \leq y \leq 10a$ の範囲における電気力線の概形を描け. また, 問(9)で求めた $\phi(x, y, 0)=0$ となる図形, および問(10)で求めた点 W も一緒に描け.

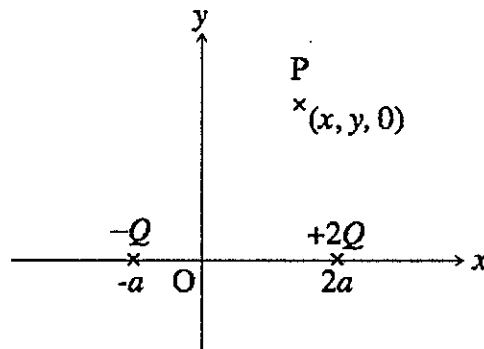


図 3

平成 27 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)

以下の問題 I, II の両方に解答せよ。

I. 試料溶液に強度 I_0 の光を照射した時の透過光強度を I とすると、透過率 T は I_0 と I を用いて $T =$ (ア) と定義される。一方、吸光度 A は T を用いて $A =$ (イ) と定義され、 I_0 と I を用いると $A =$ (ウ) と表すことができる。試料溶液中の吸光成分の濃度を c (M)、試料溶液の光路長を l (cm) とすると、Lambert-Beer の法則によれば、 A と c および l の関係は、吸光成分のモル吸光係数 ϵ ($M^{-1} \text{ cm}^{-1}$) を用いて、 $A =$ (エ) と表すことができる。一般に、紫外-可視吸光度法による定量分析では、試料溶液をガラス等の試料セルに入れて測定を行うが、溶媒と試料セルも光を吸収・散乱していることに注意を要する。なお、もし試料が蛍光性であれば、蛍光分光法で試料溶液の定量分析を行うことができる。装置関数を K 、蛍光量子収率を Φ とすると、希薄溶液の蛍光強度 F は $F = KI_0 \Phi \epsilon c l$ と表される。

- (1) (ア) から (エ) に入る適切な式をそれぞれ示せ。
- (2) 下線部に関して、溶媒と試料セルによる光吸収や散乱の影響を回避して、試料の吸光度を正確に測定する方法を答えよ。
- (3) 物質 X と物質 Y を含む混合溶液の吸光度測定を行ったところ、410 nm の吸光度は 1.78、460 nm の吸光度は 1.02 という結果を得た。物質 X, Y の濃度をそれぞれ求めよ。ただし、光路長 (l) は 1.00 cm、物質 X, Y の各波長でのモル吸光係数 (ϵ_{410} , ϵ_{460}) は以下の通りである。なお、結果のみならず、計算の過程も示すこと。
 物質 X: $\epsilon_{410} = 8,400 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$, $\epsilon_{460} = 2,100 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$
 物質 Y: $\epsilon_{410} = 6,200 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$, $\epsilon_{460} = 7,300 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$
- (4) 一般に、蛍光分光法の方が紫外-可視吸光度法よりも高感度な分析が可能である。この理由を説明せよ。

II. 次に列挙する語句や分析法について、それぞれの右に示す関連語句・関連分析法と比較しながら、共通点や違いが明確になるように説明せよ。ただし、(1)から(6)のうち 3 項目を選択して解答すること。

- | | |
|-------------------|----------------|
| | [関連語句・関連分析法] |
| (1) 確度 (accuracy) | 精度 (precision) |
| (2) 非破壊分析 | 破壊分析 |
| (3) 標準添加法 | 検量線法 |
| (4) クロマトグラフィー | 溶媒抽出 |
| (5) キャピラリーゲル電気泳動 | 平板ゲル電気泳動 |
| (6) 二光子励起蛍光顕微鏡 | 共焦点蛍光顕微鏡 |

第 6 問 化学 (2) その 1

以下の問題I, IIの両方に解答せよ。

I. SF₄に関する以下の問(1)から(3)に答えよ。なお、非共有電子対があれば、構造中に「••」として示せ。

- (1) SF₄の分子構造を VSEPR モデルから推定し、その理由も簡潔に説明せよ。
- (2) SF₄はフッ化テトラメチルアンモニウムとの反応ではルイス酸として働く。この反応で生成するイオン複合体のうちアニオン種について、立体構造を VSEPR モデルにより推定せよ。
- (3) SF₄が水と反応するときの反応式を以下に示す。生成物 **A** の立体構造を VSEPR モデルにより推定せよ。



II. 図1(a)に示す正八面体型六配位の錯体ML₆に関する以下の問(1)から(6)に答えよ。

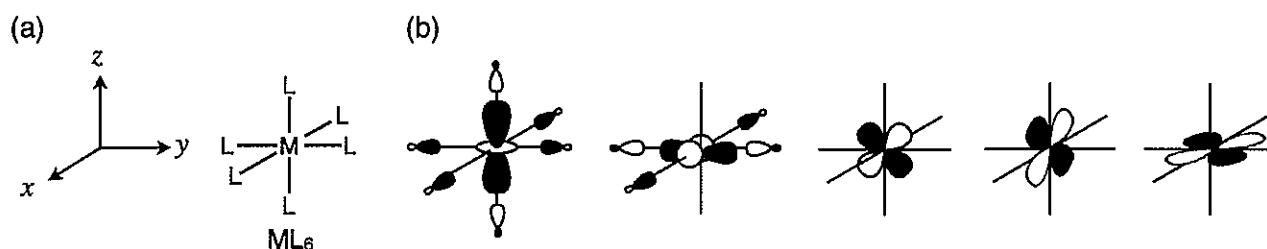


図1. (a) 正八面体型ML₆錯体の構造, (b) ML₆錯体のd軌道の性質の強い分子軌道の模式図

- (1) 結晶場理論によると、5つのd軌道は二重縮重のe_g軌道と三重縮重のt_{2g}軌道に分裂する。5つのd軌道はそれぞれe_gおよびt_{2g}軌道のいずれに属するか答えよ。
- (2) e_g軌道がt_{2g}軌道に比べエネルギー準位が高い理由を結晶場理論から簡潔に説明せよ。
- (3) e_g軌道とt_{2g}軌道の分裂幅をΔ_oとする。表1に示す元素(M)のM²⁺イオンの正八面体型錯体について結晶場安定化エネルギーの絶対値を求め、図2(次ページ)に示すグラフを解答欄に作りプロットせよ。なお、高スピン型と低スピン型をとりうる正八面体型錯体については、いずれも高スピン型であるとする。

表1. 元素とその族番号

族番号	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
元素 (M)	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn

(次ページにつづく)

平成 27 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

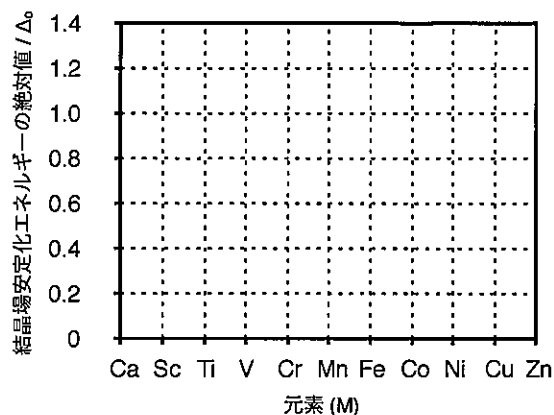


図2. 正八面体型M(II)錯体における結晶場安定化エネルギーの絶対値

- (4) 表1のM²⁺イオンの一部について水和エンタルピーの絶対値を図3に示す。Ca²⁺, Mn²⁺, Zn²⁺を比較すると、水和エンタルピーの絶対値は周期表で右に行く程大きい。この理由を以下に示す語句を使って簡潔に説明せよ。【語句：イオン半径，有効核電荷】

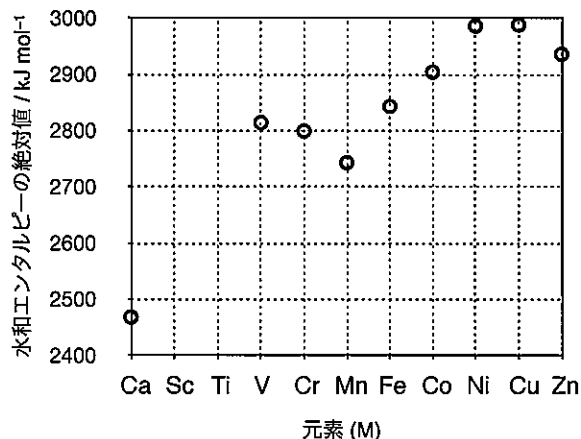


図3. M²⁺イオンの水和エンタルピーの絶対値

- (5) 図3でV²⁺, Cr²⁺, Mn²⁺イオンを比較すると、周期表で右に行く程水和エンタルピーの絶対値が小さい。問(3)で作成した図をもとに、この理由を簡潔に説明せよ。
- (6) 問(5)の理由について、分子軌道論からも説明できる。図1(b)にML₆錯体についてd軌道の性質の強い分子軌道を示す。これをもとに、以下の文章の空欄aからeにあてはまる最も適切な語句を以下に示す語群から選び答えよ。ただし、LはMとσ性の相互作用のみをする配位子とする。

【語句：s, p, d, f, 結合性, 反結合性, 非結合性, イオン性, 共有結合性, 等しく, 長く, 短く, 多く, 少なく】

分子軌道論によると、結晶場理論におけるt_{2g}軌道とe_g軌道はそれぞれ 軌道と 軌道に相当する。V²⁺, Cr²⁺, Mn²⁺の順に 軌道に充填される電子の数が なるため、金属-配位子結合の結合長はV²⁺, Cr²⁺, Mn²⁺の順に なり、このため水和エンタルピーの絶対値はこの順に小さくなる。

平成 27 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)

下記の文を読んで、以下の問 1~7 に答えよ。

[文]

生物の遺伝情報はデオキシリボ核酸 (DNA) の塩基配列にあるが、全ての DNA が遺伝情報を有している訳ではない。基本的に、遺伝子とは DNA の中でも生物学的な情報が書き込まれた領域を意味し、タンパク質のアミノ酸配列を指定している翻訳領域やその発現を調節する領域、また ① や ② などの主要な非翻訳 RNA などが含まれる。真核生物の翻訳領域が転写されて、mRNA が生成する過程は、ア) mRNA プロセッシングと呼ばれる。mRNA は発現する遺伝子の数以上の種類が存在する。一般に真核生物の細胞内において、全部を合わせた mRNA 量は、RNA 全体の ③ %程度であることが知られている。

問1 ①と②に当てはまる語句を答えよ。

問2 ③に当てはまる数字として適当なものを下記の A~E より選べ。

A. 0.1 B. 1 C. 5 D. 10 E. 50

問3 下線部ア) の過程を 3 行程度で説明せよ。

問4 実験を行なう上で、ある遺伝子の mRNA 量を決定したいと考えている。その方法を 3 行程度で説明せよ。

問5 実験では、しばしば精製した mRNA から cDNA が生成される。

- (1) cDNA の最初の "c" の文字は何を意味するか答えよ。
- (2) mRNA から cDNA を生成する方法を 3 行程度で説明せよ。
- (3) なぜ mRNA を直接扱うのではなく、cDNA を生成するのか? 理由を 3 行程度で説明せよ。

問6 生物のゲノム情報、特に真核生物のゲノム情報を決定する上では、ゲノム DNA の配列情報のみだけでなく、cDNA の配列情報を決定することも重要である。その理由を 3 行程度で説明せよ。

問7 ゲノムにおいて、翻訳領域やそれを調節する領域、問 1 で示された非翻訳 RNA の情報を持つ以外の領域は、生物学的な情報を持たないと言えるか? その理由を具体的な例を挙げて 3 行程度で説明せよ。

平成 27 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)

[注] 生物学 (2) については、問題 A または B のうちいずれかを選択して解答せよ。

問題 A

問 1 以下の中から 4 つを選択し、それぞれ 3 行程度で説明せよ。

- (1) 生態転換効率と生態ピラミッドの形状の関係
- (2) 種多様性の中規模攪乱仮説
- (3) 生態系機能と生態系サービスの関係
- (4) アリー効果と個体群絶滅の関係
- (5) 植生の一次遷移と二次遷移
- (6) 生物の空間利用における理想自由分布

問 2 以下の問いに答えよ。

- (1) 地球上には多くの異なる生態系が存在し、生態系における物質生産の基盤となる一次生産（一年あたりの純一次生産量）は、場所によって大きく異なる。
 - (a) 陸域の生態系と水域の生態系において、一次生産のばらつきを説明する代表的な環境要因を挙げよ。
 - (b) (a)で挙げた環境要因が適しており一次生産が多い場所を、陸域生態系と水域生態系のそれぞれから 1 か所ずつとりあげ、どのような理由で生産性が高い環境となっているかを述べよ。
- (2) 生物群集や生態系の状態は環境条件に応じて変化するが、同じ環境条件であるにも関わらず二つ以上の安定な状態をとることがあり、多重安定性という。この多重安定性は、生態系の管理や保全にとって大きな問題を引き起こすことがある。想定される問題を 2 つ挙げ、詳しく説明せよ。理論的な観点からの説明でも良いし、具体的な事例に基づく説明でも良い。

※問題Bは次ページにある。

平成 27 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)

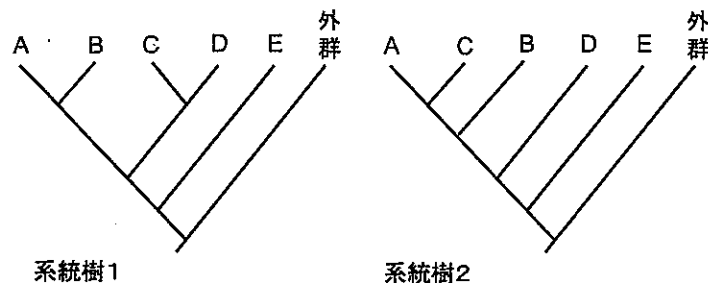
[注] 生物学 (2) については、問題 A または B のうちいずれかを選択して解答せよ。

問題 B

問 1 以下の語の中から 3 つを選び、進化学的立場からみた場合どのような現象であるかを、実際の例をあげて各 3 行程度で説明せよ。

- (1) 絶対共生系
- (2) 形質置換
- (3) 頻度依存的選択
- (4) 接合前生殖隔離 (交尾前生殖隔離)

問 2 真核光合成生物の種 A~E について、分子系統学的解析 (最節約法による解析) を行った結果、2 つの異なる系統樹が得られた。系統樹 1 は核 DNA 上の単一コピーであることがわかっているある遺伝子の相同遺伝子、系統樹 2 は葉緑体 DNA 上の相同遺伝子の塩基配列に基づいて解析を行った結果である。両者の系統樹中の各枝の信頼性が十分に高いものとして以下の設問に答えよ。



- (1) 種 A~E が、同じ属 (Genus) に属する被子植物の生物種であった場合、このような結果が得られた理由について、3 行程度で考察せよ。
- (2) 真核細胞のミトコンドリアと葉緑体は、それぞれ好気性細菌とシアノバクテリアが細胞内共生したものが起源と考えられている。その根拠になるこれらの細胞小器官の膜構造とはどのようなものか。1 行程度で答えよ。
- (3) 種 A~E が、全て異なる門 (Division, Phylum) に属する生物種であった場合、このような結果が得られた理由について、3 行程度で考察せよ。

参考: 生物の分類階級は、上位の階級から、界 (Kingdom)、門 (Division, Phylum)、綱 (Class)、目 (Order)、科 (Family)、属 (Genus)、種 (Species) の順となっている。

※問題 A は前ページにある。

平成 27 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)

「心の理論」(theory of mind) に関連する以下の(1)～(5)の設問すべてに答えなさい。

- (1) 「心の理論」について以下のキーワードをすべて使って説明しなさい。キーワードの使用箇所には下線を引きなさい。キーワードは何回使用しても良い。

Simon Baron-Cohen(バロン=コーエン) David Premack(プレマック) 霊長類 幼児
Autistic Spectrum Disorder(ASD) Theory of Mind Module(ToMM)

- (2) 「心の理論」の発達過程を研究するために用いられている課題の一般的な名称を答えなさい。
- (3) 設問(2)で答えた課題の具体例として、これまでいくつかの課題が考案されている。このうち、「サリーとアンの課題」または「スマーティ課題」のどちらか一つについて説明しなさい。その際、どちらの課題を選択したのかわかるように、最初に課題名を書きなさい。必要があれば図を用いて説明しても良い。
- (4) Giacomo Rizzolatti(リゾラッティ)らのグループが発見したミラーニューロンについて 4 行程度で説明しなさい。さらに、ミラーニューロン(あるいはミラーニューロンシステム)と心の理論の関係について詳しく論じなさい。
- (5) 「心の理論」あるいはそれに類する心的機能を発達的に研究するための方法として、設問(2)のような課題を用いる方法以外に 1 つ取りあげて詳しく説明しなさい。特に、設問(2)のような課題を用いる方法と比して、優れている点を明確にしなさい。

平成 27 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)

心(mind)の働きを研究する立場の一つである「認知主義」(cognitivism)に関して、以下の(1)～(4)の設問すべてに答えなさい。

- (1) 「認知主義」の特徴を「行動主義」(behaviorism)と比較して説明しなさい。その際、以下のキーワードを必ずすべて使用し、初出時には下線を引きなさい。

表象(representation) 計算(computation) 認知モデル(mental model)

- (2) 「認知主義」の立場でないと理解しにくい心的な現象(研究例)を一つ挙げ、その現象がどうして「認知主義」の立場に立たないと理解しにくいのかを説明しなさい。

- (3) 「認知主義」が主張している「表象」とはどのようなものであるかを、日常経験における具体例を挙げて説明しなさい。

- (4) 「認知主義」における「計算」が具体的に何を意味するのかについての見解は、時代とともに変化してきたと考えられる。概観すると、どのようなものからどのようなものへと計算の意味が変化したと言えるのかを説明しなさい。特に、推論、意思決定、問題解決などのいわゆる高次認知研究から研究例を一つ挙げて、この変化を具体的に説明しなさい。その際、以下のキーワードから必ず一つ以上を使用し、初出時には下線を引きなさい。なお、必ずしも以下のキーワードすべてを使用する必要はない。

アルゴリズム(algorithm) 論理的(あるいは合理的) 知識 知覚
情動 身体 社会 ヒューリスティクス(heuristics)

平成 27 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)

惑星の内部構造について以下の問いに答えよ。説明に際しては、必要に応じて図を用いてよい。

- (1) 地球の平均密度は $5,500 \text{ kg/m}^3$ であり、その内部は、半径 3500 km 平均密度 $11,000 \text{ kg/m}^3$ のコアと、平均密度 $4,400 \text{ kg/m}^3$ のマントルから成ることが知られている。これらの密度の値から、地球のコアとマントルはそれぞれどのような物質で出来ていると推定されているか、太陽大気を構成する主要元素に言及しながら述べよ。
- (2) 下の表に太陽系の惑星の半径・質量および平均密度を、太陽からの距離の順に示す。ここで半径は地球半径 $R_E = 6,400 \text{ km}$ 、質量は地球質量 $M_E = 6.0 \times 10^{24} \text{ kg}$ を単位としている。これらのデータから、太陽系の惑星は地球型 (水星、金星、地球、火星) 木星型 (木星、土星) 天王星型 (天王星、海王星) に分類されている。表に示したデータの特徴と太陽大気を構成する主要元素に言及しながら、それぞれの型の惑星の内部構造を推定せよ。

	水星	金星	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星
半径	0.38	0.95	1	0.53	11	9.5	3.9	3.9
質量	0.055	0.82	1	0.11	320	95	15	17
平均密度 (kg/m^3)	5,400	5,200	5,500	3,900	1,300	690	1,300	1,600

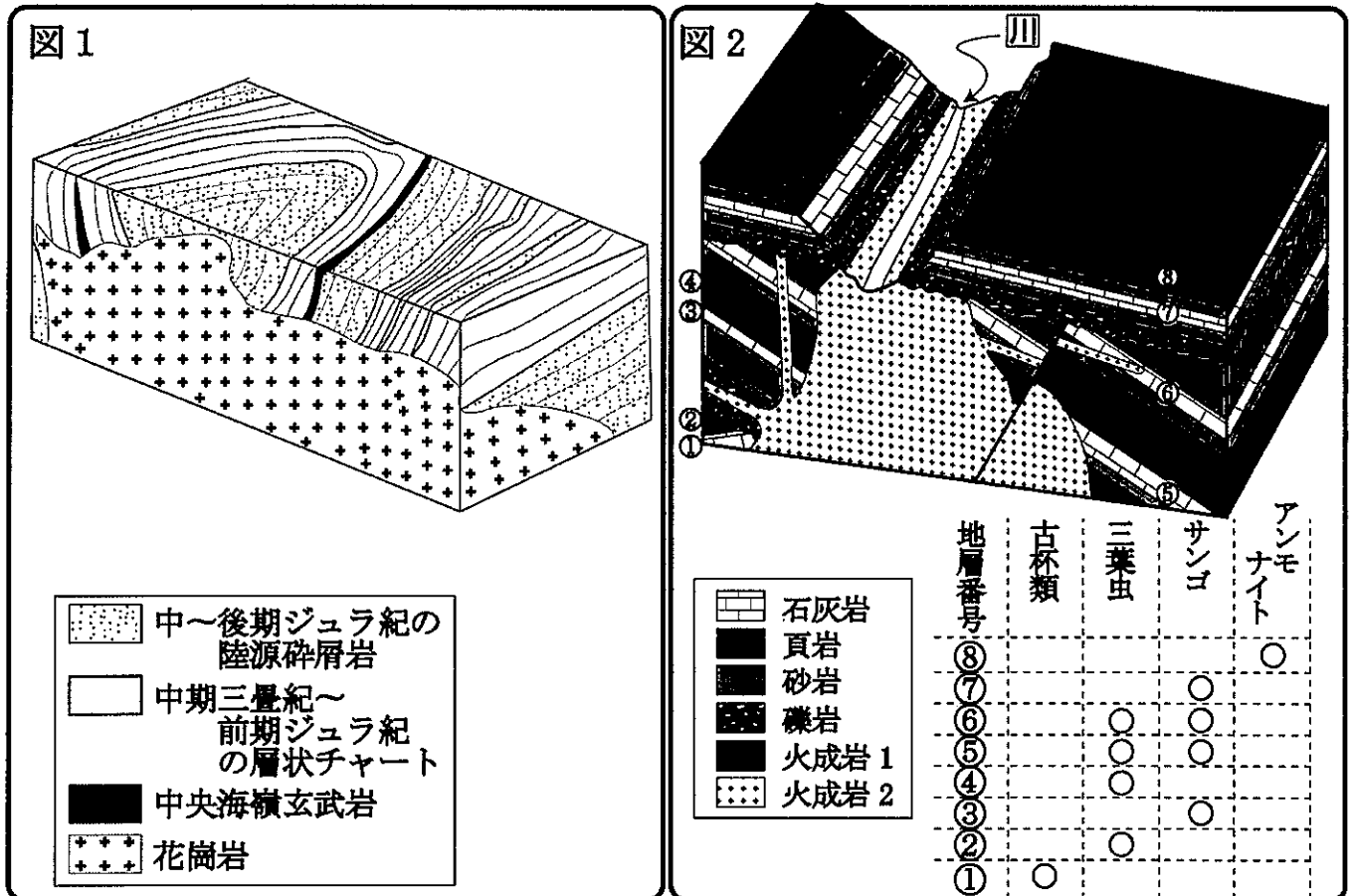
- (3) 46 億年前に太陽系が生まれたとき、どのようにしてこの三つの型の惑星が形成されたと考えられているか述べよ。特に我々の太陽系では、太陽の近くには地球型の惑星しか存在せず、木星型および天王星型の惑星は太陽から遠くはなれたところにしか存在しないのは、どのような理由によると考えられているか。
- (4) 近年、我々の太陽系以外に、中心星とその周りを惑星が回っている「系外惑星系」が多数見つかっており、この中には、中心星のごく近傍に木星型の惑星が存在している例も知られている。このような中心星に近いところに位置する木星型の惑星を「ホットジュピター」と呼ぶが、このホットジュピターの存在はどのように説明されるか。(3)の問いに対する答えに基づいて述べよ。

平成 27 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)

地質構造とその形成について、以下の問いに答えよ。

- (1) 図 1 はジュラ紀付加体の簡略化した地質断面図である。図 1 について以下の問いに答えよ。
- (a) 図中の層状チャートおよび陸源碎屑岩のそれぞれの堆積場を説明せよ。
 - (b) 図中では碎屑岩と層状チャートとが交互に累重する。その成因を述べよ。
 - (c) この付加体を形成した海洋プレートの年齢はどのような方法で推定されるか。その方法を述べよ。
 - (d) 図 1 の地質図上で見られる岩石が形成されてから、図の状態になるまでの形成過程を述べよ。ただし、マントル、部分熔融および炭酸塩補償深度という言葉を用いよ。



(2) 図 2 は受動的大陸縁で形成された地質体の地質断面図である。図 2 について以下の問いに答えよ。

- (a) 化石データをもとに、地層①～⑧が形成された地質時代を示せ。
- (b) 図中には 2 種類の火成岩が存在する。火成岩 1 は水中で噴出し、枕状構造を持ち、斜長石に加え、カンラン石や輝石を多く含む。一方、火成岩 2 は地下で定置し、石英、斜長石、カリ長石、角閃石および黒雲母を含む。それぞれの岩石は、一般にどのような火成岩組織をもつのか説明せよ。また、それらの岩石名をそれぞれ一つ挙げよ。
- (c) 図中の地層①の石灰岩の堆積から始まり、図中の川による火成岩 2 の削剥に到るまで、この地質体の形成過程を述べよ。

(3) 「地層累重の法則」を説明し、その法則と照らし合わせて、図 1 と図 2 の地質構造が示す違いを説明せよ。

平成 27 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、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。

- 演算レジスタ(arithmetic register) と プログラムカウンタ(program counter)
- バイラテラルフィルタ(bilateral filter) と メディアンフィルタ(median filter)
- 二分法(bisection method) と ニュートン法(Newton's method)
- バケットソート(bucket sort) と 基数ソート(radix sort)
- 計算量における クラス P(class P) と クラス NP(class NP)
- 文脈自由言語(context-free language) と 正規言語(regular language)
- 拡散反射(diffuse reflection) と 鏡面反射(specular reflection)
- グローシェーディング(Gouraud shading) と フォンシェーディング(Phong shading)
- IP アドレス(IP address) と ポート番号(port number)
- 直投影(orthogonal projection / orthographic projection) と 透視投影(perspective projection)
- キュー(queue) と スタック(stack)
- 回帰分析における 残差(residual) と 過剰適合(overfitting)
- 丸め誤差(rounding error / round-off error) と 桁落ち(loss of significance)
- システムの スループット(throughput) と レイテンシ(latency)

平成 27 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)

有限状態オートマトンについて以下の問に答えよ。

以下の問題では文字集合を $\{0, 1\}$ とする。また、状態 s から文字 σ を読み込むと状態 t へ遷移できることを $s \xrightarrow{\sigma} t$ と記述することにする。有限状態オートマトンは、 a_0 が初期状態、 a_{m+1} が終了状態である遷移列 $a_0 \xrightarrow{\sigma_0} a_1 \xrightarrow{\sigma_1} \dots \xrightarrow{\sigma_m} a_{m+1}$ が存在すれば文字列 $\sigma_0\sigma_1\dots\sigma_m$ を受理し、存在しなければ受理しないものとする。

I. 遷移関係が図 1 の状態遷移図で表される決定性有限状態オートマトン (Deterministic Finite Automaton, DFA) (a) を考える。初期状態は s_0 、終了状態集合は $\{s_0, s_1, s_2\}$ である。

- (1) DFA (a) が文字列 10101 を受理するかどうかを理由と共に述べよ。
- (2) DFA (a) が受理しない長さ 4 の文字列を 1 つ示し、それが受理されない理由を述べよ。

II. 遷移関係が図 2 の状態遷移図で表される非決定性有限状態オートマトン (Non-deterministic Finite Automaton, NFA) (b) を考える。初期状態は q_0 、終了状態集合は $\{q_0, q_1, q_3\}$ である。

- (1) NFA (b) が文字列 10101 を受理するかどうかを理由と共に述べよ。
- (2) NFA (b) が受理しない長さ 4 の文字列を 1 つ示し、それが受理されない理由を述べよ。

III. ある NFA が受理する文字列集合と、ある DFA が受理する文字列集合が一致するとき、その DFA はその NFA に等価であると言う。任意の NFA に対し、等価な DFA が存在することが知られている。

遷移関係が図 3 の状態遷移図で表される NFA (c) を考える。初期状態は p_0 、終了状態集合は $\{p_0, p_1, p_3\}$ である。

- (1) NFA (c) が受理する文字列はどのようなものであるか 1 行から 2 行程度で説明せよ。
- (2) NFA (c) と等価な DFA の状態遷移図を 1 つ示せ。なお、図 1・図 2・図 3 と同様に、初期状態に向かって始点が空の矢印を描き、終了状態は二重丸で示せ。

IV. DFA (a) と NFA (b) が等価である否かを理由と共に述べよ。

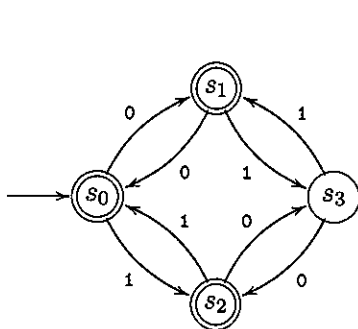


図 1: DFA (a)

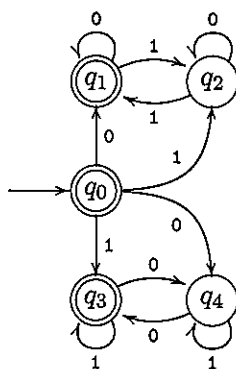


図 2: NFA (b)

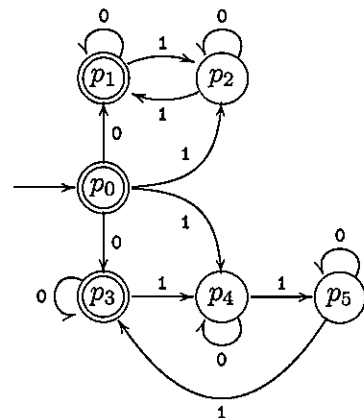


図 3: NFA (c)

平成 27 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) サウアー (C. O. Sauer) と中尾佐助

(2) 関東造盆地運動と下末吉面

(3) 人口センサスと経済センサス

(4) 自己相似性とフラクタル次元

(5) 新産業都市とテクノポリス

(6) 行動的同化と構造的同化

(7) 人口転換と人口移動転換

(8) 三角測量と世界測地系

平成 27 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)

下の図は、日本の自動車企業の国内生産と輸出、海外生産の推移を示した図である。以下の設問に答えなさい。

(1) 1970 年代前半から 1990 年代前半までの期間において、自動車の国内生産と輸出は、どのような理由によって変化してきたか、以下の語句をすべて使用して、説明しなさい。なお、語句は繰り返し用いてもよいが、使用した箇所には下線を引くこと。

アメリカ合衆国 円高 オイルショック 小型車 バブル経済

(2) 国内生産台数の変化をみると、1990 年代前半に大幅な減少がみられ、2001 年には 978 万台にまで落ち込む。この時期には、大都市圏に立地していた組立工場が閉鎖される一方で、地方圏で組立工場が新設されるという変化がみられた。このような自動車工場の新設は、地方圏の地域経済や地域社会にどのような変化をもたらしたか、詳しく論じなさい。

(3) 1980 年代後半以降、海外生産台数は右肩上がり伸びてきている。ただし、海外生産の中心地域や下請・関連企業との関係などは、さまざまである。また、日系自動車工場が多く集まる地域も、アメリカ合衆国では内陸部、中国では沿海部というように、国によって違っている。アメリカ合衆国と中国で、こうした差異が生じた理由として考えられることを述べなさい。

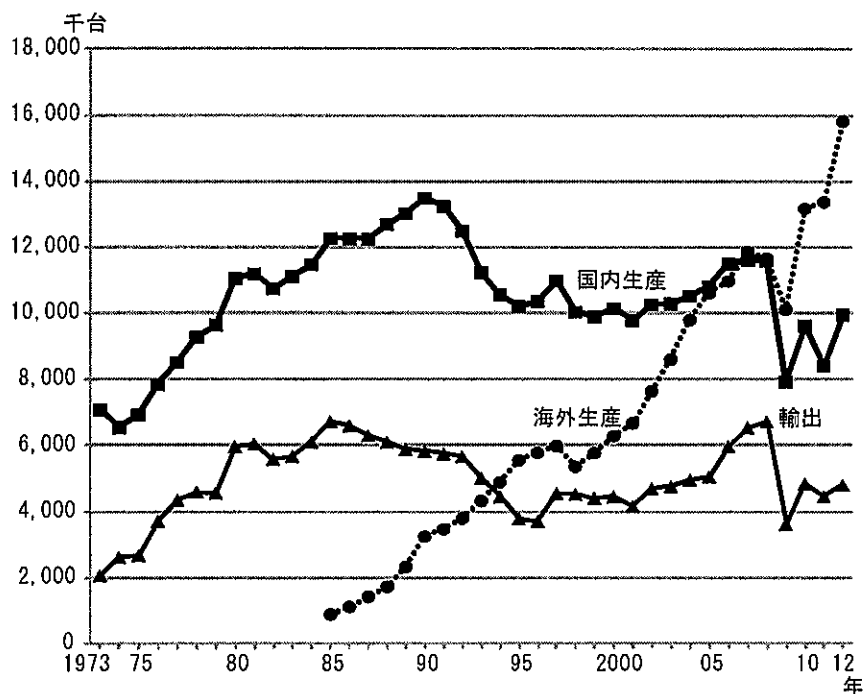


図 日本企業の自動車生産・輸出・海外生産の推移

日本自動車工業会統計資料による。

平成 27 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

地誌学は、歴史学とならび、近代的な諸学問が成立する以前からの長い歴史を持つ学問といわれる。しかし、現代の人文・社会科学の学問体系の中に、必ずしも明確な位置づけを持たず、単なる情報の整理、記述に過ぎないと見る向きもある。あなたが、ある現象（事象）を「地誌学の方法論」を用いて研究するという状況を想定し、その具体的な研究方法を述べるとともに、そのような研究方法が、現代の人文・社会科学の学問体系の中において持つ意義を論じなさい。

平成 27 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 科学の対象は、人間の関心から独立にその本質によって区別される状態や事物、過程などのタイプ（自然種 natural kinds）であるとする考え方がある。この考え方について自由に論じなさい。

B 遺伝子診断・検査が起こしうる社会的・倫理的問題について論じなさい。

平成 27 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

探索的データ分析(exploratory data analysis)について説明している以下の英文を読み、問いに答えなさい。

An attitude to quantitative methods that encourages and licences a ‘trial-and-error’ approach. The term was popularized by the statistician John Tukey, who recognized two approaches to data analysis. Exploratory approaches uncover patterns and anomalies in the data – he likened this to numerical detective work whereby evidence is gathered. Confirmatory data analysis, in contrast, equates to significance testing and probabilistic inference, as in a trial where evidence is put in a formal manner and a judicial decision made ‘beyond reasonable doubt’. The exploratory approach is based on the notion that ‘better a good answer to a vague question than a precise answer to the wrong one’ and that ‘by assuming less you learn more’. It has encouraged the use and development of smoothing procedures that reveal patterns in data, of diagnostic, often graphical, tools for exposing where assumptions are not met, and of procedures that are robust/resistant to anomalies (outliers) in data.

(Gregory et al. 2009. *The dictionary of human geography (5th 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) 探索的データ分析と確認的データ分析(confirmatory data analysis)がどのようなものであるのかを、それぞれにおける代表的な手法を示しながら説明しなさい。

(2) 下線部を参考にしながら、確認的データ分析において注意しなければならない点について説明しなさい。

(3) フィールドワークにおける探索的調査と確認的調査はそれぞれどのようなものだと考えられるか、具体的な例を挙げて述べなさい。

平成 27 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. 以下は第四期科学技術基本計画からの抜粋である。この文章を読み、以下の問いに答えよ。

東京電力福島第一原子力発電所の事故は、大量の放射性物質を広範な地域に拡散し、周辺住民が避難を余儀なくされるなど、深刻な事態をもたらしている。この事故は、電力不足やエネルギー政策の見直しを我が国の喫緊の課題とするとともに、エネルギー安定確保の問題等を世界的課題として提起することとなった。またこの事故によって、我が国のリスクマネジメントと危機管理に不備があったことが明らかとなり、これが我が国の原子力技術に対する不安、不信を生むとともに、科学技術の可能性と潜在的なリスク、マネジメント等について国民の理解と信頼と支持をいかに求めるかをきわめて重要な政策課題とすることとなった。(科学技術基本計画、平成23年8月19日閣議決定、p2)

- (1) 4行目「我が国のリスクマネジメントと危機管理に不備」とは具体的にどのようなことか。5行程度で解説せよ。
- (2) 4-5行目「我が国の原子力技術に対する不安、不信」とは具体的にどのようなことか。5行程度で解説せよ。
- (3) 5行目「科学技術の可能性と潜在的なリスク」とは具体的にどのようなことか。10行程度で説明すること。

Ⅱ. 以下は科学技術・学術審議会の建議からの抜粋である。この文章を読み、以下の問いに答えよ。

研究者等は、学術の深化と科学技術の進展に努めるにとどまらず、社会との対話など多様な手段により、自ら積極的に社会から学ぶことで、「社会リテラシー」を向上させ、社会の要請を十分に認識するとともに、自らの研究と社会との関わり的重要性について認識する必要がある。その際、学協会などの研究者コミュニティと連携して取り組むことが必要である。国は、研究者等の「社会リテラシー」向上のための支援方策を検討すべきである。(東日本大震災を踏まえた今後の科学技術・学術政策の在り方について[建議]、平成25年1月17日、p3)

- (1) 社会リテラシーとは何か。5行程度で説明せよ。
- (2) あなたが学部で教育を受けた専門分野を1つ挙げ、その専門分野において社会リテラシーのある研究者は、具体的にどのようなことができると考えられるかを、5行程度で説明せよ。
- (3) 昨今の研究不正をめぐる報道と社会リテラシーとの関係をのべよ。

草稿用紙

草稿用紙

草稿用紙