

令和7（2025）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

（令和6年7月20日 9:30～12:30）

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19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10問	地球科学（1）	〇〇〇〇	〇〇〇〇

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

**2025 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 ~ III の全てに答えよ。結果だけでなく導出過程も示すこと。

**I**

実数  $u, v$  を変数とする実関数  $x(u, v)$  と  $y(u, v)$  を以下のように定義する。

$$\begin{aligned}x(u, v) &= v \cos u + u \\y(u, v) &= v \sin u\end{aligned}$$

(1) 以下で  $J(u, v)$  を定義する。この階数が 1 以下となる  $u, v$  の条件を求めよ。

$$J(u, v) = \begin{pmatrix} \frac{\partial x}{\partial u} & \frac{\partial x}{\partial v} \\ \frac{\partial y}{\partial u} & \frac{\partial y}{\partial v} \end{pmatrix}$$

(2) (1) の条件をみたすときの  $\left(\frac{dx}{du}, \frac{dy}{du}\right)$  を図示せよ。また、この図形の名称を答えよ。

(3) (1) の条件をみたすときの  $(x, y)$  を図示せよ。図形の周期性と接線方向の変化に特徴があれば、それがわかるように作図するか、または付記すること。

**II**

実関数  $x(t)$  と  $y(t)$  に関する以下の連立微分方程式を考える。ここで  $x_0$  および  $y_0$  は実数である。

$$\begin{aligned}\frac{d}{dt}x(t) &= x(t)(1 - x(t) - y(t)), & x(0) &= x_0, \\ \frac{d}{dt}y(t) &= 2y(t)(1 - x(t) - y(t)), & y(0) &= y_0\end{aligned}$$

(1) 任意の  $t$  に対して  $x(t) = x_0$  となる  $(x_0, y_0)$  の範囲を図示せよ。

(2) 実数  $x^*, y^*$  が存在して  $\lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = x^*, \lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = y^*$  かつ  $x^* + y^* = 1$  ならば、 $x_0 = y_0 = 0$  であることを示せ。

(3)  $x_0 = 0.25, y_0 = 0.5$  のとき、 $x(t)$  が有界であることを示せ。なお、この連立微分方程式の解が一意であることを用いても良い。

**III**

以下の 3 つの条件を全てみたす実関数  $f(x)$  を 1 つ挙げ、それがこれらの条件を全てみたすことを示せ。

- $f(x)$  は 2 回微分可能
- $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = 1$
- $xy$  平面上での  $y = f(x)$  の関数のグラフが点  $(0, 0)$  を中心に点対称

実数: real value    実関数: real valued function    階数: rank    周期性: periodicity    接線方向: tangential direction  
有界: bounded    一意: unique    微分可能: differentiable    点対称: point-symmetric

**2025 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 物理・宇宙物理 (1) (その1)**

I.

原点からの距離を  $r$  とした時のポテンシャル  $U(r) = -kr^{-a}$  ( $k > 0$ ,  $a > 0$ ) 中で運動する質点を考える。質点の質量を  $m$  とする。以下の問いに答えよ。

- (1) この系の運動方程式を導きたい。
- (a) 質点の運動を、中心を原点とする極座標  $(r, \phi)$  を用いて表したい。速度ベクトルの  $r$  成分と  $\phi$  成分を、 $r, \phi$  およびそれらの時間微分で表せ。
  - (b) 同じく、加速度ベクトルの  $r$  成分と  $\phi$  成分を、 $r, \phi$  およびそれらの時間微分で表せ。
  - (c) 質点の運動方程式を  $r, \phi$  成分ごとに記せ。
- (2) 上で導いた運動方程式を用いて以下の問いに答えよ。
- (a) 質点のエネルギーの総和が保存することを示せ。
  - (b) 上で求めたエネルギーのうち、 $dr/dt$  には依存しない項を有効ポテンシャル  $U_{\text{eff}}(r)$  と定義する。 $dU_{\text{eff}}/dr = 0$  となる平衡点  $r = r_0$  を求めよ。
  - (c)  $a$  を変えると質点の運動がどのようになるかを議論せよ。

II.

必要に応じて次ページの(参考)を参照しつつ、太陽系外惑星系の観測に関する以下の設問に答えよ。質量  $M_A$  をもつ恒星 A と質量  $M_b$  をもつ惑星 b からなる系外惑星系を考える。惑星 b は、観測者の視線方向に対して垂直な面内を、恒星 A との共通重心のまわりを公転半径  $r$  [au](天文単位)で円運動している。観測者から共通重心までの距離は  $d$  [pc](パーセク)であり、観測者はこの共通重心に対して静止しているものとせよ。

- (1) 恒星 A の位置を観測すると、恒星 A は惑星 b の公転周期で円運動をして見える。その円の視半径[秒角]を  $d, r, M_A, M_b$  で示せ。ただし、微小角度  $\theta$  [rad]における近似式  $\sin \theta \cong \tan \theta \cong \theta$  を用いて良い。

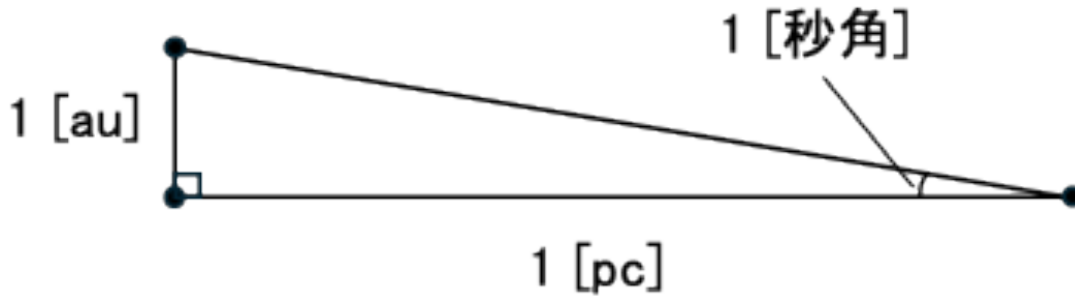
$\sigma$  [秒角]の観測精度で天体の位置を決定できるような観測装置があったとする。この装置では、直径で  $5\sigma$  [秒角]より大きな位置の変化があれば、確実に天体が移動したことを検出できるとする。この観測装置を使って、太陽と似た恒星のまわりを公転するが暗過ぎて直接観測できない木星に似た惑星の存在を特定できるのは、どれくらいの距離から観測した場合なのかを考えたい。ただし以下では、恒星 A が惑星 b の 1000 倍の質量をもち、惑星 b は恒星 A との共通重心のまわりを公転半径 5 [au]で円運動しているものとする。

- (2) 恒星 A と惑星 b からなる系を、1 [pc]の距離から公転面に対して垂直な方向より観測した時、惑星 b の存在によって恒星 A が描く円の視直径(視半径ではないことに注意)は何秒角か? 有効数字 1 桁で答えよ。
- (3)  $\sigma = 10^{-5}$  秒角の観測精度の観測装置があった場合、恒星 A の位置の変化から、まわりを公転する惑星 b の存在を確実に特定することができるのは、どのくらいの距離[pc]までにいる観測者か? 有効数字 1 桁で答えよ。

2025 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 物理・宇宙物理 (1) (その 2)

(参考) [pc](パーセク)、[au](天文単位)、[秒角]、「視半径」、および、「年周視差」について。  
太陽系に対して静止し、地球の公転面に垂直な方向にある天体を考える。地球が太陽のまわりを 1 [au] の半径で円運動しているとすると、その影響により地球から見たこの天体の空での位置も円を描きながら変化し、その視半径を年周視差と呼ぶ。天体の年周視差が 1 [秒角](3600 分の 1 度)となる時の太陽から天体までの距離を 1 [pc] と定義する。1 [au] と 1 [pc] と 1 [秒角] の関係を図に表すと、以下のようなになる。



2025 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（2）（その1）

以下の電磁気学に関する問 I, II、力学に関する問 III, IV, V にそれぞれ答えよ。必要であれば以下で与えるマクスウェル方程式を用いてよい。

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}, \quad \nabla \cdot \mathbf{B} = 0, \quad \nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}, \quad \nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \left( \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} + \mathbf{j} \right)$$

ただし、 $\mathbf{E}$  と  $\mathbf{B}$  は電場と磁場（磁束密度）、 $\rho$  と  $\mathbf{j}$  は電荷密度と電流密度を表す。 $\epsilon_0$  と  $\mu_0$  は電気定数と磁気定数で、その近似値は  $\epsilon_0 \simeq 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$ 、 $\mu_0 \simeq 1.257 \times 10^{-6} \text{ NA}^{-2}$  である。また、計算を要する問題は、結果だけでなく、導出過程も簡単に記すこと。

I. 電荷の位置を制御するには通常磁場を用いる。その理由の 1 つは「電荷だけでは安定なつり合い状態を作れない」というアンショーの定理にある。以下の問 (1), (2) では、三次元空間に置かれた点電荷を例に、この定理が成り立つことを具体的に確認しよう。

- (1) 正の点電荷  $Q$  ( $Q > 0$ ) および 2 つの同じ値の負の点電荷  $-q$  ( $q > 0$ )、あわせて 3 つの点電荷を考える。これらを直線上に並べたところ、それぞれの点電荷に働くクーロン力がいずれもつり合った。電荷が満たすべき関係式およびつり合いの配置の例を 1 つ求めよ。また、このつり合い状態が不安定なことを示せ。
- (2) より一般に  $N$  個 ( $N \geq 3$ ) のゼロでない点電荷を三次元空間に配置する。そのうちの 1 つの点電荷を微小に  $\Delta r$  ずらしたときの安定性を  $\Delta r$  の二次のオーダーで評価し、安定なつり合い状態が存在しないことを示せ。

II. 高度約 60 km 以上に存在する電離圏（電離層）では大気がイオン化し、プラズマ状態にある。電離圏における大気中の自由電子密度を見積もるため、プラズマ中を伝搬する電磁波について考察しよう。以下の問 (1)–(3) に答えよ。

- (1) 希薄で一様な中性のプラズマを考える。このプラズマ中を電磁波が伝搬すると、電磁波の影響により自由電子が運動する。このとき、電流密度  $\mathbf{j}$  の時間微分  $\frac{\partial \mathbf{j}}{\partial t}$  と電場  $\mathbf{E}$  が  $\frac{\partial \mathbf{j}}{\partial t} = \alpha \mathbf{E}$  の関係を満たすことが知られている ( $\alpha$  は比例係数)。プラズマ中の自由電子の運動を適切にモデル化することにより、この関係式を導出し、比例係数  $\alpha$  を求めよ。ただし、原子核は自由電子と比べて十分重いため、その運動は無視してよい。また、モデル化の際に必要な物理量は自分で導入して解答すること。
- (2) 問 (1) のプラズマ中を伝搬する電磁波として、波長  $\lambda$ 、周波数  $\nu$  の平面波を考えよう。マクスウェル方程式を解くことで、波長  $\lambda$  と周波数  $\nu$  の関係を求めよ。また、その結果に基づいて、プラズマ中を伝搬可能な電磁波の周波数領域を求めよ。ただし、解答には比例係数  $\alpha$  を用いてもよい。
- (3) FM ラジオの電波（周波数  $10^8 \text{ Hz}$  程度）は通常電離圏を透過するが、局地的・突発的に大気の状態が変化すると、電離圏を透過せず、反射される場合がある。これはプラズマ中の自由電子の数密度が一時的に 2, 3 桁変動するためである。この事実と前問までの結果を用いることで、電離圏における自由電子のおおよその数密度を推定せよ。ただし、電子の電荷と質量はおおよそ  $-2 \times 10^{-19} \text{ C}$ 、 $9 \times 10^{-31} \text{ kg}$  である。

2025 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（2）（その2）

III. 鉛直方向に運動する質量  $m$  の質点を考える。質点には、鉛直下向きに重力加速度の大きさが  $g$  の一様重力が働いている。またそれに加えて、速度  $v$  に比例する抵抗力  $-\mu v$ 、および速度の3乗に比例する微小な抵抗力  $-\varepsilon av^3$  が質点に働いている。ただし  $\mu, a, \varepsilon$  は正の定数である。これら以外の力は質点には働いていない。

時刻  $t$  における速度を  $v(t)$  とする。ただし速度は鉛直上向きを正と定義する。時刻  $t = 0$  において、質点の速度は  $v(0) = 0$  であった。 $\varepsilon$  を微小として速度  $v(t)$  を  $\varepsilon$  で展開し、 $v(t) = v_0(t) + \varepsilon v_1(t) + O(\varepsilon^2)$  と表すことにする。この  $v_0(t)$  と  $v_1(t)$  を求めよ。ただし導出過程を記す前に、一文程度で導出の方針を記すこと。

IV.  $x$  軸上を運動する質量  $m$  の質点を考える。時刻  $t$  における質点の位置を  $x(t)$  とする。この質点にはバネ定数  $k$  の線形バネがつながっている。バネの力以外に、質点には速度に依存する抵抗力  $-\mu \frac{dx}{dt}$ 、および角振動数  $\omega$  の振動外力  $F \sin(\omega t)$  が働いている。これら以外の力は質点には働いていない。質点の運動方程式は

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx - \mu \frac{dx}{dt} + F \sin(\omega t) \quad (a)$$

である。ただし  $m, k, \mu, F$  は正の定数とする。

この質点の長時間後の挙動は、 $A$  を  $\omega$  に依存する正の定数として、 $x(t) = A \sin(\omega t + \theta(\omega))$  と書ける。ただし  $\theta(\omega)$  は、振動外力との位相のずれを与える連続関数である。 $\omega \rightarrow 0$  および  $\omega \rightarrow \infty$  における位相のずれ  $\theta(\omega)$  を求めよ。また、 $\omega$  が微小および非常に大きい値のときの  $\theta(\omega)$  の挙動が分かるように、 $\theta(\omega)$  の  $\omega$  ( $0 < \omega < \infty$ ) に対するグラフの概形を記せ。この問題は、答えのみの解答で構わない。

V.  $xz$  面内に、 $z$  軸正領域に滑らかな壁と  $x$  軸正領域に滑らかな床がある。 $z$  軸正方向を鉛直上向きとする。ここに、長さ  $L$ 、質量  $M$  で密度が一様な、太さが無視できる棒を立てかける（図1（左））。時刻  $t$  における棒と壁のなす角度を  $\theta(t)$  とする。棒には重力加速度の大きさが  $g$  の鉛直下向きの一様重力が働いている。壁および床から棒への摩擦力は働かないものとする。

静止した状態で棒を立てかけた後、静かに手を離すと、しばらくの間、棒は壁および床と接触を続けながら、 $xz$  面内で倒れていった（図1（右））。この運動において、 $\theta(t)$  の満たすべき運動方程式（ $\theta(t)$  の二階微分を、 $\theta(t)$  およびその一階微分で表した式）を導出せよ。ただし導出過程を記す前に、一文程度で導出の方針を記すこと。

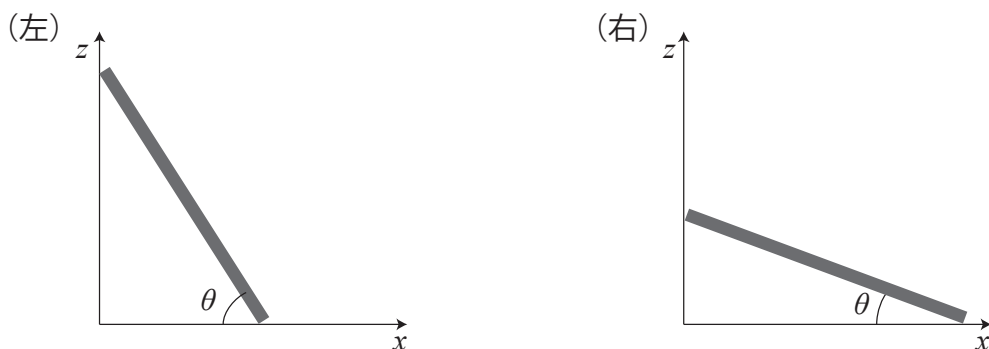
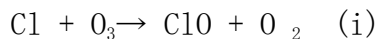


図 1

**2025 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 化学 (1)**

塩素による大気中のオゾン層破壊の一連の反応の中で、以下の反応(i)は重要な初期過程である。



塩素原子は、塩素ガスを加熱または光照射することにより生成することができる。生じた塩素原子は、全て反応(i)で消費されるとする。プランク定数  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$ 、光速  $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ 、アボガドロ定数  $N = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  とする。解答は導出過程も記し、有効数字は3桁で以下の問いに答えよ。

- (1) 気体の  $\text{Cl}_2$  の熱分解反応  $\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Cl}$  の室温 (298 K) での標準反応エンタルピー ( $\Delta_r H^\circ = 243 \text{ kJ mol}^{-1}$ ) と標準反応エントロピー ( $\Delta_r S^\circ = 107 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ) が与えられたとき、標準状態での標準反応ギブスエネルギー ( $\Delta_r G^\circ$ ) を計算し、この  $\text{Cl}_2$  の熱分解反応が室温、標準状態で自発的に進行するか述べてよ。
- (2) (1)の反応温度が変化した場合の標準反応ギブスエネルギー ( $\Delta_r G^\circ$ ) より、この熱分解反応が非自発的から自発的へと転換する温度 ( $T_{\text{eq}}$ ) を求めよ。なお、 $\Delta_r H^\circ$  および  $\Delta_r S^\circ$  は温度によらず一定とする。
- (3)  $\text{Cl}_2$  の熱分解反応で僅かな塩素原子を得るだけならば、反応温度は必ずしも(2)で求めた  $T_{\text{eq}}$  まで必要としない。この理由を述べよ。
- (4) 光による塩素原子の生成について考える。波長 355 nm の光を  $\text{Cl}_2$  に照射し、1 mol に相当する光子エネルギーが反応に消費されたとする。このとき  $\text{Cl}_2$  が吸収したエネルギー ( $\text{J mol}^{-1}$ ) を計算せよ。
- (5)  $\text{Cl}_2$  の光分解を効率良く進行させるために、適切な光の波長の条件を述べよ。
- (6) 素反応(i)の速度定数を  $k$  とし、塩素原子とオゾンの濃度をそれぞれ  $[\text{Cl}]$ 、 $[\text{O}_3]$  としたとき、反応(i)による塩素原子濃度の経時変化を表す微分方程式を示せ。
- (7) 反応(i)において、時間  $t = 0$  で  $[\text{Cl}]_0$  の初期濃度で発生した塩素原子に対してオゾンが大過剰に存在する場合、反応速度定数  $k$  と塩素原子の濃度が半減するまでの時間 (半減期 =  $t_{1/2}$ ) との関係性を求めよ。



**2025 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（2）**

以下の問に答えよ。計算に必要であれば、次の数値を用いてもよい。

$$\sqrt{2} \approx 1.41 \quad \sqrt{3} \approx 1.73 \quad \sqrt{5} \approx 2.24$$

(1) 次の文章を読み、以下の問(a)(b)に答えよ。

AB 型のイオン結晶の代表例である NaCl 型は、陰イオンが①\_\_\_\_\_格子を構成し、その八面体間隙に陽イオンが入った構造をとる。Cl からみると最近接の  $\text{Na}^+$  は②個あり、 $\text{Na}^+$  と  $\text{Cl}^-$  の配位数は同じで ②である。

(a) 下線部①と②にあてはまる語句や数値をそれぞれ答えよ。

(b) NaCl 型の結晶格子内で、陰イオン同士がちょうど接しているとする。陽イオン半径 ( $r^+$ ) と陰イオン半径 ( $r^-$ ) の比 ( $r^+/r^-$ ) を計算し、有効数字 2 桁で答えよ。計算式を示すこと。

(2) 次の文章を読み、以下の問(a)(b)に答えよ。

ゼオライトは、細孔構造をもつ結晶性のアルミノケイ酸塩であり、イオン交換作用を有する。ゼオライトは、水道水に含まれる 2 価の陽イオン ( $\text{Mg}^{2+}$  や  $\text{Ca}^{2+}$ ) を除去し、軟水化するために用いられている。

(a) 組成式  $\text{K}_{12}[\text{Al}_{12}\text{Si}_{12}\text{O}_{48}]$  で示されるゼオライトと、水道水に含まれる 2 価の陽イオン ( $\text{X}^{2+}$ ) との間におこるイオン交換反応のイオン反応式を示せ。

(b)  $\text{X}^{2+}$  の総濃度が  $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$  である水道水 1.0 L から、 $\text{X}^{2+}$  を完全に除去するために必要なゼオライトの最小量 (g) を計算し、有効数字 2 桁で答えよ。ゼオライトのイオン交換率を 100% とする。計算に必要であれば、以下の原子量を用いよ。

$$\text{O} : 16 \quad \text{Al} : 27 \quad \text{Si} : 28 \quad \text{K} : 39$$

(3) 次の文章を読み、以下の問(a)–(c)に答えよ。

過マンガン酸イオン ( $\text{MnO}_4^-$ ) を含む溶液がある。この溶液の吸収スペクトルを、光路長 1.0 cm のセルを用いて測定したところ、波長 525 nm において吸収極大を示し、その吸光度は 2.5 であった。 $\text{MnO}_4^-$  以外の化学種による吸収は考えなくてよい。Lambert-Beer 則によると、入射光の強度を  $I_0$ 、透過光の強度を  $I$ 、光路長を  $l$  (cm)、試料の濃度を  $c$  ( $\text{mol L}^{-1}$ )、モル吸光係数  $\varepsilon$  ( $\text{L cm}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ) とすると、吸光度  $A$  について、

$$A = -\log_{10} \frac{I}{I_0} = \varepsilon cl \text{ が成立する。}$$

(a) この測定において  $I$  が  $I_0$  の何倍か計算し、有効数字 2 桁で答えよ。

(b) この測定の問題点を吸光度や(a)の計算結果に基づき説明し、解決策を述べよ。

(c)  $\text{MnO}_4^-$  のモル吸光係数を計算するため、あらためて以下の実験を行った。溶液中の  $\text{MnO}_4^-$  の濃度を  $2.0 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$  とし、吸収スペクトルを光路長 1.0 cm のセルを用いて測定したところ、波長 525 nm において吸収極大を示し、その吸光度は 0.50 であった。波長 525 nm におけるモル吸光係数  $\varepsilon$  ( $\text{L cm}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ) を計算し有効数字 2 桁で答えよ。また、この吸収帯の帰属を理由とともに記せ。

**2025 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 生物学（1）**

I 次の文章を読み下の問い（1）～（3）に答えよ。

遺伝子の機能を解析するには、対象とする遺伝子を(a)PCRで増幅した上でクローニングする。従来のクローニングではPCR産物とベクターのそれぞれを制限酵素で切断した断片を用いる方法が一般的であったが、近年では (b) ベクターの配列を含むPCR産物を作成することで、(c) 制限酵素を使用せずにクローニングすることができるようになってきた。

- (1) 下線部(a)に関して、PCRで特定の遺伝子を増幅する原理を3文程度で説明せよ。
- (2) 下線部 (b) に関して、ある実験系ではベクターの配列を15塩基含むことでPCR産物をクローニングすることができる。次の塩基配列を持つ遺伝子とベクターがある時、遺伝子をベクターのクローニングサイトに挿入するためのプライマーをデザインせよ。ただし、この実験に関する後の条件を考慮すること。

<遺伝子の塩基配列>

5' ATGTTTCCGGAGGCGGCG………… (中略) ……TTGATGATGCCATATTAG 3'

<ベクターの塩基配列>

5' (略)…GATATACATATGGCTAGCTCG(クローニングサイト) CGCGAATTCCTCGAGCCC…(略)3'

<条件>

- ・この実験系では10塩基のプライマーを用いることで、目的とする遺伝子を特異的に増幅することができる。
  - ・クローニングした遺伝子の下流に、タンパク質を認識するための遺伝子を融合する必要がある。
  - ・融合される遺伝子の塩基配列は、ベクターのクローニングサイトの下流に含まれている。
  - ・この遺伝子の開始コドンはATG、終止コドンはTAGである。
- (3) 下線部(c)に関して、制限酵素を使わない方法が制限酵素を用いる従来の方法より優れている点を3文程度で説明せよ。

II 以下の（1）～（3）に答えよ。

- (1) アデノシン三リン酸 (ATP) は、全ての生物でエネルギー運搬分子として働くことから、生物のエネルギー通貨とよばれる。生物がATPを作り出す仕組みは、主にリン酸化反応による生成と、電子伝達反応による生成の2つに大別される。これらの仕組みについて、それぞれの代表的な代謝系の例を挙げて、それぞれ4文程度で説明せよ。
- (2) DNA複製機構について、原核生物と真核生物における違いを含めて説明せよ。ただし、以下の語句を全て使用すること。

リーディング鎖・ラギング鎖・岡崎フラグメント・RNAプライマー・ヘリカーゼ・リガーゼ

- (3) エピジェネティック制御について3文程度で説明せよ。

**2025 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（2）**

I 以下の専門用語から4つ選び、それぞれを1～3文で説明せよ。

- 三ドメイン説
- 二名法
- ベータ多様性
- ロジスティック増殖
- 赤の女王仮説
- 創始者効果

II 以下の（1）～（4）に答えよ。

- （1）血縁選択によって協力の進化が起こるプロセスを、進化生態学における「協力」の定義を明確にしつつ、3文程度で説明せよ。
- （2）異型配偶子を持つ生物における「有性生殖の2倍のコスト」とは何か、対比される繁殖様式を明確にしつつ、3文程度で説明せよ。
- （3）生物の系統樹では遺伝子の系統樹と種の系統樹が一致しないことがある。このような不一致が起こる理由を4文程度で説明せよ。
- （4）生態的種分化が起こるプロセスを具体的な例を挙げて、4文程度で説明せよ。ただし、「遺伝子流動」と「地理的隔離」の2語を使うこと。

2025 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 認知行動科学 (1)

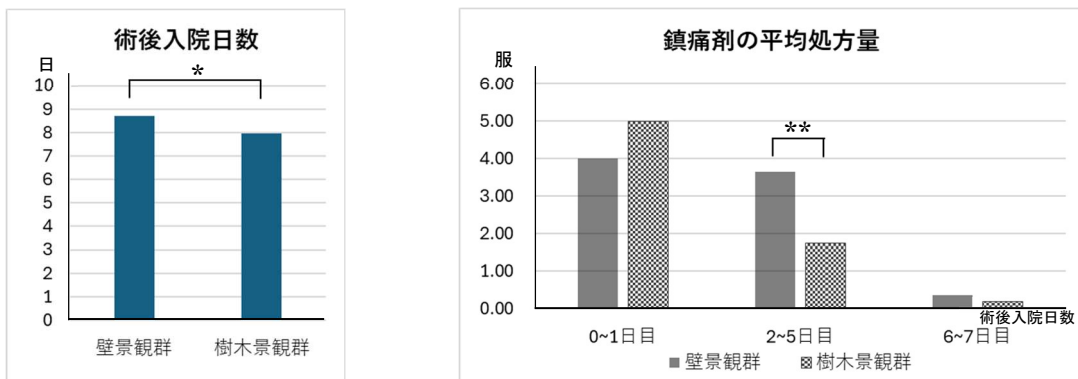
R. S. Ulrich (1984) によるペンシルバニア郊外の病院での環境心理学研究に関する小問 (1)～(4) のすべてに答えよ。

- (1) 実験の目的を推測しながら以下の方法論の記述を読み、著者が統制を試みた事項を列挙し、このような工夫をした意図およびなぜこのような統制が必要になるかについて説明せよ。

「データは胆のう摘出手術を受けた患者の術後記録から抽出された。胆のう摘出手術は広く行われているもので、手続きが比較的定型化されており、合併症を発症しなかったケースについては同様な術後管理が行われている。ここでは 1972 年から 1981 年にかけての 5 月 1 日から 10 月 20 日の間に実施された胆のう摘出手術の患者のみを対象とした。まず 20 歳未満または 69 歳以上の患者、深刻な合併症を発症した患者、精神的混乱の既往歴のある患者を除外した。以上の患者集団を、片方は病室から樹木の景色が見え (樹木景観群)、もう片方は煉瓦壁が見えている (壁景観群) 2 群に分け、次の段落で説明するマッチングを行った。なお、入院期間中には樹木に葉が繁っていた。

マッチングでは、性別、年齢 (5 歳以上異ならない)、喫煙者かどうか、過体重か普通の範囲か、以前の入院歴、6 年以内の手術歴の有無、病室の階数を条件とした。術後 6 年という間隔は、胆のう手術後の手続きが異なる可能性のあるケースについて医師に聞き取りをした結果から導き出した。なお、壁景観群と樹木景観群とで手術年の分布に違いはなかった。マッチングをした結果、分析にかけるデータは最終的に 23 組 46 人の患者 (女性 15 組男性 8 組) の記録となった。また、執刀医によってもマッチングしようとしたが、その場合は 7 組となってしまったので断念した。執刀した医師の数が多かったからである。とはいえ、残りの組についても、執刀医の分布は 2 群で概ね似たようなものであった。そして同一執刀医による患者の部屋が全て同じ側であるという例は見られなかった。」

- (2) 以下に結果のグラフを示す。これらのグラフを見て、結果を 5 行以内で説明せよ。



注：左図には Wilcoxon の順位和検定の結果、右図には二元配置分散分析の単純主効果の結果を示す。\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$

- (3) (1)、(2)よりこの論文の目的を推測し、目的と結論をあわせて5行以内で記述せよ。  
(4) この実験方法の短所を簡潔に記述せよ。

2025 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（2）（その1）

認知行動科学（2）については、【A】または【B】（次のページに掲載）のいずれか一方を選択して解答せよ。どちらを選択したのかがわかるように解答用紙に明記せよ。

【A】人工知能と認知科学の研究分野は元々源流が同じであったが、現在は乖離している。この理由を念頭におきつつ以下の各小問(1)，(2)に答えよ。解答は(1)，(2)それぞれ20行以内で記述すること。

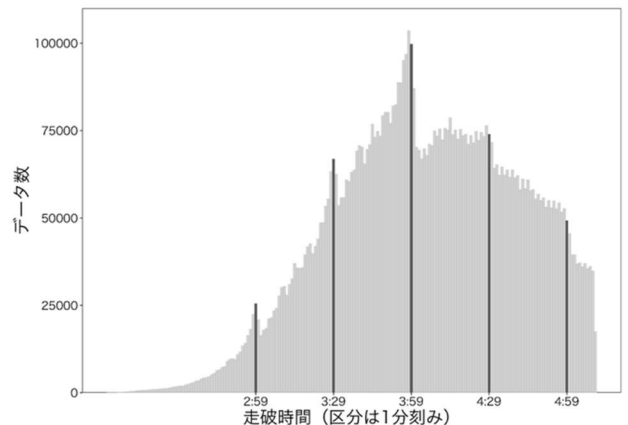
- (1) 伝統的な記号処理に基づく人工知能システムの例を1つ取り上げ、人間の認知処理のモデルとしての長所と短所について論ぜよ。
- (2) LLMに基づく言語処理システムは、人間の発達過程における言語習得と比較すると大きな違いが存在する。人間の言語習得とLLMに基づく言語処理システムの違いについて重要な点を2つ取り上げ詳しく論ぜよ。

2025 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（2）（その2）

【B】数値の提示および数値の表現形式が人の認知行動に影響することが様々な実験により明らかになっている。このことに関する以下の小問(1)～(5)のすべてに答えよ。

- (1) Tversky & Kahneman (1974)の実験では、実験参加者はまず、目の前のルーレットが止まった目の値を読み取った。次に、その値と国連に占めるアフリカ諸国の割合のどちらが大きいと思うかを回答した。最後に、国連に占めるアフリカ諸国の割合を推定した。その結果、最初のルーレットの値が「65」であった場合の推定の中央値が45%であったのに対して、「10」であった場合の推定の中央値は25%であった（ルーレットの値は必ず「65」か「10」のいずれかになるように仕組まれていた）。この結果が示す現象とはどのようなものか説明せよ。また、この実験におけるルーレットの値は一般に何と呼ばれるか答えよ。
- (2) 問(1)の現象を生む心的メカニズムの候補の一つに「係留と調整」がある。「係留と調整」では、先行の数値を始点とし（係留に該当）、そこから数値の調整を行なうが、調整が十分ではないと説明される。Tverskyらは「係留と調整」による説明の妥当性を検討するためにさらなる実験を行った。実験では参加者を2群に分け、A群には  $8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$  という数式の答えを、B群には  $1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 \times 7 \times 8$  という数式の答えを、どちらも5秒以内に推定するように求めた。「係留と調整」による説明が正しい場合に、この実験結果、つまりA、B各群の推定値の平均がどのようになるかを予想し、予想結果とどのように予想する理由を説明せよ。
- (3) 問(1)の現象を生む心的メカニズムの別の候補として、数値によるプライミング効果が挙げられる。一般にプライミング効果とはどのようなものか説明した上で、プライミング効果の観点から問(1)の実験結果を解釈せよ。
- (4) コーヒーチェーンのある店舗で、読書や勉強等で席を長時間独占して長居する顧客への対策として、「利用時間は60分以内としてください」という貼り紙Aと、「利用時間は0～60分としてください」という貼り紙Bを別々に一定期間、店内のよく見える場所に掲示し、顧客の平均利用時間を比較した。その結果、貼り紙Bを掲示した期間の平均利用時間が、貼り紙Aを掲示した場合の平均利用時間よりも統計的に有意に短かった。貼り紙Aと貼り紙Bの異同を説明した上で、この結果が意味することを問(1)の現象の観点から説明せよ。なお、いずれの貼り紙についても、掲示した期間の長さは同一とし、来店した顧客数などのその他の条件も同じだったと仮定せよ。
- (5) Allen, Dechow, Pope, & Wu (2017)は、フルマラソン大会における走破タイムのデータ（データ総数は9,789,093）を分析した。分析した走破時間のデータを右図に示す。この図では、走破時間（横軸）を1分刻みで分け、それぞれに該当するデータ数（縦軸）が示されている。走破時間が3時間0分台、3時間30分台、4時間0分台、4時間30分台、5時間0分台のそれぞれの直前の1分台で走破したデータ数（図の濃い線がこれらに該当する）に注目した上で、このデータを人の認知行動の観点から解釈せよ。なお、図には1分刻みのすべてのデータを表示した上で、その一部のみを濃い線で示している。



**2025 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 地球科学 (1)**

地球と生命進化に関連し、以下の設問に答えよ。

- (1) プレートテクトニクスは地球において、遅くとも先カンブリア時代 (5.4 億年前以前) には機能していたと考えられている。そのように考えられる地質学的証拠を一つ挙げ、それについて 4 行以内で説明せよ。
- (2) 地球の大気酸素濃度は太古代 (40.3~25.0 億年前) において、現在の 10 万分の 1 以下、原生代中期 (16~10 億年前) では現在の 100 分の 1 程度であったと考えられる。そのように考えられる地質学的理由 (地球化学や古生物学的理由も含む) をそれぞれ一つ以上挙げ、4 行以内で説明せよ。
- (3) 太陽は形成初期の短い期間を除き、その誕生から現在まで光度を増加させてきたと考えられている。その場合、太古代初期 (40.3~36 億年前) の太陽光度は現在の 6~7 割程度となるため、地球表層は全球凍結状態となり、液体の水は存在しなかったことになる。しかし、太古代初期にも表層に液体の水 (海洋) が存在したと考えられている。このような太陽光度の経年変化と地球表層環境の矛盾を「暗い太陽のパラドックス」と言う。「暗い太陽のパラドックス」に関連して、以下の設問に答えよ。
  - (a) 太古代初期の地球表層に、液体の水があったことを示す地質学的証拠を挙げ、それについて 4 行以内で説明せよ。
  - (b) 「暗い太陽のパラドックス」を解決する地球の進化について、4 行以内で説明せよ。
- (4) 地球の生命進化について、以下の設問に答えよ。
  - (a) 現存する最古の生命の証拠は太古代初期に遡ることが知られている。生物形態が残存されるのが困難な太古代初期の地質体から得られた最古の生命の地質学的証拠を 4 行以内で説明せよ。
  - (b) 顕生代 (5.4 億年前以降) における 5 大生命大量絶滅のうち古生代末と中生代末の大量絶滅について、①絶滅をした主な生物、②考えられる絶滅の原因および③その原因を支持する地質学的根拠を挙げよ。

**2025 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 (2)**

地球の内部構造に関する以下の設問に答えよ。

- (1) 地球内部の物質科学的層構造を示す図1の空欄 (a)、(b) および (c) を埋めよ。
- (2) 地球の固体圏において図1の「空欄 (c)」から「空欄 (a)」が生じるメカニズムを、「プレートテクトニクス」、「海嶺」、「海溝」および「ソリダス温度」という用語を用いて、5行以内で説明せよ。
- (3) 地球の外核が液体であることを示す観測的根拠を図1から読み取り、3行以内で説明せよ。
- (4) 地球の核で生じる現象について説明した以下の文章の空欄を埋めよ。  
 「外核は液体であり、( d ) という性質のある溶融した鉄が磁場の中を流動し、電流が生じる。その電流がまた磁場をつくることで、大きな磁場が生成・維持される。このようにして地磁気をつくる仕組みを ( e ) という。地磁気が残留磁気ではなく、このような仕組みでつくられていることは、地磁気が ( f ) を示すという性質からわかる。」
- (5) 過去の地磁気の情報 は 残留磁気として記録される。地磁気が残留磁気として記録されるメカニズムを1つ挙げ、それについて3行以内で説明せよ。
- (6) 地震波や磁気の観測の他に、地球や他の惑星の内部構造を調べる観測手法を1つ挙げ、①何を測るか、②原理および③結果として明らかになることの例について、5行以内で説明せよ。

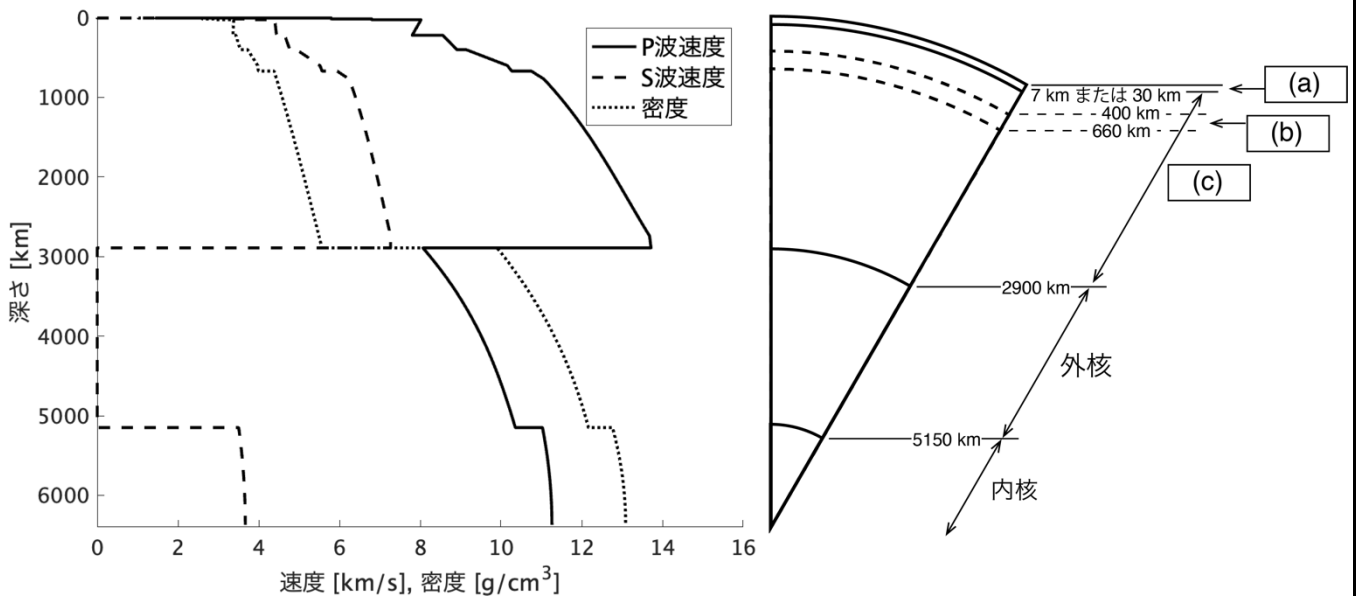


図1：地球内部のP波速度、S波速度および密度の分布（PREMモデル）（左）と物質科学的層構造の模式図、ただし数字は平均的な深さを表す（右）。



**2025 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 情報 (1)**

以下の A 群から 2 つの項目、B 群から 3 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)**

- 優先度付きキュー(priority queue)における連結リストによる実装(linked list based implementation)とヒープを用いた実装(heap based implementation)
- インターネットのプロトコルにおける TCP と UDP
- RSA 暗号(RSA cryptography)と楕円曲線暗号(elliptic curve cryptography)
- 仮想マシン(virtual machine)とコンテナ(container)

**B 群 (3 つの項目を選ぶ)**

- 強化学習における価値反復法(value iteration)と Q 学習(Q-learning)
- 機械学習における RNN と CNN
- 2 プレイヤーゲームにおける  $\alpha \beta$  (alpha-beta)法とモンテカルロ木探索(Monte Carlo tree search)
- 凸包(convex hull)とミンコフスキー和(Minkowski sum)
- B スプライン曲面(B-spline surface)と Catmull-Clark 細分割曲面(Catmull-Clark subdivision surface)
- バケットソート(bucket sort)と基数ソート(radix sort)

**2025 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 (2)**

(1) 日本の通貨に 1 円、5 円、10 円、50 円、100 円、500 円の 6 種類の硬貨(coin)がある。合計が与えられた金額と等しくなる硬貨の組合せが複数存在する可能性がある。  
例：15 円になる組合せは 6 通りある。(10 円 1 枚 + 5 円 1 枚、10 円 1 枚 + 1 円 5 枚、5 円 3 枚、5 円 2 枚 + 1 円 5 枚、5 円 1 枚 + 1 円 10 枚、1 円 15 枚)  
このとき、合計 20 円になる組合せは  $M$  通りある。 $M$  を答えよ。

(2) (a) 硬貨の種類のリスト  $C=[c_1, c_2, \dots]$  (ただし  $c_1, c_2, \dots$  は正の整数である)、及び、その通貨の目標金額  $T$  を入力として、 $T$  になる組合せの数を数えるアルゴリズム  $\text{Combinations}(C, T)$  を記述せよ。  
例えば、 $C=[1, 5, 10, 50, 100, 500]$  で  $T=15$  の場合、 $\text{Combinations}(C, T)$  は 6 を返す。

(2) (b) 硬貨の種類のリスト  $C$  の要素の数を  $|C|$  と書く。計算量が  $O(|C|T)$  となるようなアルゴリズム  $\text{Combinations}_2(C, T)$  を記述せよ。  
但し小問(2) (a) の回答アルゴリズム  $\text{Combinations}(C, T)$  の計算量が既に  $O(|C|T)$  の場合、「(2) (a) と同じ」と書け。(別のアルゴリズムを考える必要はない)

(2) (c) 小問(2) (b) で回答したアルゴリズムの計算量が  $O(|C|T)$  である理由を 3 行以内で説明せよ。

(3) A 国の通貨は「yan」と呼ばれ、1 yan、2 yan、3 yan、5 yan、7 yan、9 yan、11 yan、13 yan の 8 種類の硬貨があるとする。  
このとき、合計 14 yan になる組合せは  $N$  通りある。 $N$  を答えよ。

\*アルゴリズム記述の問題(2) (a)、(b)についての注意：単独で動作するプログラムではなく、プログラムの断片(関数、メソッド)でも構わない。C、C++、Python等の言語もしくはこれらの言語を模した疑似コードを用いよ。

2025 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 地理学 (1)

以下の (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。解答にあたっては、選択した語句ペアの番号を冒頭に明記すること。

(1) 田園回帰現象と U・I ターン移動

(2) ナショナル・ミニマムと地域間所得再分配

(3) レジリエンスと復興

(4) ジオリファレンスとジオコーディング (アドレスマッチング)

(5) プラネタリー・アーバニゼーションとカウンター・アーバニゼーション (反都市化)

(6) ローカル・コモンズと持続可能性

(7) グローバル・プロダクション・ネットワーク (GPN) と新国際分業

(8) 拠点開発戦略とトリクルダウン効果

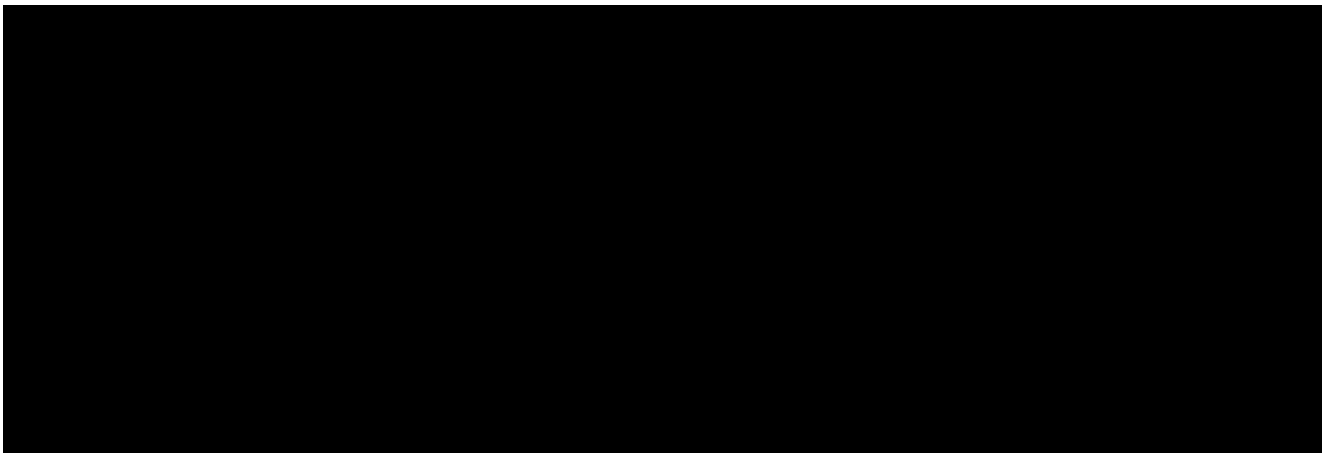
2025 年度修士課程入学試験問題  
広域システム科学系 総合科目

第 15 問 地理学 (2)

読図 (map reading) について説明している以下の英文を読み、問い (1)、(2) に答えなさい。



- (1) the identification and location of particular places;
- (2) navigation, which entails route-selection, position-verification and anticipation of the future;
- (3) the identification of patterns, distributions and morphologies of spatial features;
- (4) the cartometric endeavours of taking measurements from maps, whether as simple as determining distances or areas or as complex as the statistical analysis of a map's geometrical accuracy (Maling, 1989).



(Gregory et al. 2009. *The dictionary of human geography* (5<sup>th</sup> ed.) をもとに、抜粋・一部改変して作成)

Heimatkunde=ハイマート・クンデ (郷土史)、ontology=存在論、semiotic=記号論的

- (1) 下線部(a) を行うために従来求められてきた読図の技能は、この文章が書かれてから現在に至るまでの技術革新によって、どのように変化したと考えられるか述べなさい。
- (2) 下線部(b) が意味するところを、具体例を交えて説明しなさい。

2025 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 地誌学

地誌ならびに地誌学に関する以下の問い（1）、（2）に答えなさい。

（1）近代科学が成立するはるか以前から、地誌は、場所ごとに整理された情報の集成として存在してきた。今日の社会においても、地誌的に整理された情報は、学術に限らず社会の様々な分野で活用されている。どのような分野でどのように利用され、その有用性を発揮しているといえるか。具体的な分野を3つ挙げ、説明しなさい。

（2）近代科学の成立以降、地理学においても、地誌を単に場所ごとに整理された情報の集成としてみるのではなく、「地誌学」という用語を用い、学問的な方法論として考える立場が現れている。こうした立場における地誌学の方法論とは、どのような特徴を持ったものか。その主張には論者による違いもあるが、あなた自身の見解を踏まえ、地誌学の方法論の特徴に関して、他の人文・社会科学諸分野の方法論と比較しつつ論じなさい。

2025 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 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** 次の2つの設問に答えなさい。

- I. アメリカ合衆国における原子爆弾の開発の過程を簡潔に記しなさい。
- II. 戦争は科学の発展をもたらすのであろうか、あるいは発展を妨げるのであろうか。歴史上の具体的事例を挙げて論じなさい。

**B** 次の2つの設問に答えなさい。

- I. 他者の発言の意味を理解することと他者の心を読むこと (mind reading) はどのように関係しているだろうか。この問いに関する哲学的議論を一つ取り上げ、説明しなさい。
- II. Iで取り上げた議論の妥当性について論じなさい。

2025 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 社会科学

定性的研究と定量的研究は、科学的方法で研究を行うにあたって、それぞれの長所と短所を相互に補い合う関係にある。以下の問い（１）、（２）に答えなさい。

- （１）定性的研究と定量的研究について、観察対象、目的、表現方法、取り扱うデータに言及しながら、それぞれの役割を説明しなさい。説明にあたっては、下記の用語をすべて使用しなさい。用語は繰り返し使用して構わない。

フィールドワーク 再現可能性 GIS 事例 実験 モデル

- （２）以下の（a）～（c）のテーマから1つを選択し、定性的研究と定量的研究の役割を踏まえながら、具体的な研究アプローチや調査内容を提案しなさい。提案にあたっては、特定の地域に言及しても、しなくてもよい。選択したテーマの記号を、解答の冒頭に明記すること。

（a）観光開発による地域への影響

（b）迷惑施設の立地と地域住民の受容

（c）地方都市における持続可能な交通政策のあり方

**2025 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 科学技術社会論**

I. 科学、科学者、科学的知識に関して、以下の設問に答えよ。

- (1) ロバート・マーティンの示した科学者集団の 4 つの規範を挙げよ。そのうえで、これらの規範全体についての批判を 1 文で述べよ。
- (2) 科学者らが生み出した知識は、主として学術ジャーナルにおける査読を経て論文として公開されている。そのような学術ジャーナルでピアが行う論文査読は、科学の境界作業と解釈することができる。査読によっていかにしてこの境界作業が行われているか、3 行程度で説明せよ。
- (3) 科学と社会の界面には、例えば 2011 年の福島第一原子力発電所での事故後の人々の健康や環境への影響とそれへの対処のように、不確実性が高いが早急に科学の知識や公共の意思決定が必要な事案が存在する。そのような事案において、科学界から専門性にもとづく統一的な見解を出すべきであるという主張が科学界内外でなされる場合がある。この科学による統一的な見解を求める姿勢に問題点があるとしたら何か、科学技術社会論の立場から 5 行程度で論ぜよ。
- (4) 「人々がある科学や技術に不安を感じたり反対したりするのは、正しい知識やその知識の適切な理解が不足していることが原因である。」このような考え方を、科学の公衆理解のモデルでは何と呼ぶか答えよ。そのうえで、このモデルに対する批判点を 3 行程度で述べよ。

II. 以下の用語群から 3 つを選び、それぞれ 3 行程度で説明せよ。選択した語句を、解答冒頭に明記すること。

上流工程からの参加

市民科学

社会技術的想像

SCOT

ジェンダード・イノベーション



# 草稿用紙

# 草稿用紙

# 草稿用紙