

D!

2025年度

# 一般選抜 過去問題集

全日程徹底解説！

数学

英語

物理

化学

生物

国語

がんばれ受験生！

／こんなミスが目立った／  
出題教授陣の解説とアドバイス付き

TDU 東京電機大学

## 受験生のみなさんへ

この本では、東京電機大学の2025年度の一般選抜問題と出題教授陣による解説やアドバイスを一挙に公開しています。まずはこの本の問題を解いてみましょう！今は解けなくても、解説とアドバイスを参考にして、繰り返しチャレンジすれば最後はきっと解けるはず。実際に出題された入試問題の研究こそが合格の力ギになります。巻末には、2025年度入学者選抜の志願者数や合格者数、合格最低点なども掲載されていますので、参考にしてください。

来春、東京電機大学のキャンパスで  
お会いできることを楽しみにしています。  
がんばれ受験生！

### 「2026 東京電機大学入試ガイド」配布中！

2026年度大学入学共通テスト利用選抜・一般選抜などの情報が掲載されています。なお、2026年度大学入学共通テスト利用選抜・一般選抜の入学者選抜要項は9月上旬より本学ホームページ上で公開予定です。

# 目 次

出題内容 ..... 3

## 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）（情報系外部試験利用）

数学	16
物理	23
化学	34
生物	47
国語	60
英語	90

## 一般選抜（後期）（後期・英語外部試験利用）

数学	110
物理	112
化学	117
英語	121

## 一般選抜（工学部第二部）

数学	130
物理	131
英語	134

## 解答・解説

数学	138
物理	153
化学	166
生物	175
国語	181
英語	185

## 入試結果

大学入学共通テスト利用選抜（前期）	210
大学入学共通テスト利用選抜（後期）	211
一般選抜（前期）	212
一般選抜（前期・英語外部試験利用）	213
一般選抜（後期）	214
一般選抜（後期・英語外部試験利用）	215
工学部第二部（大学入学共通テスト利用選抜、一般選抜）	216

掲載の入試問題は、試験中に訂正した箇所を修正しております。



## 2025年度 一般選抜(前期)(前期・英語外部試験利用)(情報系外部試験利用)数学Ⅲを含む問題 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2 1	1	小問集	二項定理, 確率, 直線と領域, 面積, 定積分
	2	ベクトル	三角形と外接円
	3	微分積分	接線の方程式, 図形の面積
2 2	1	小問集	数の累乗, 数列, ベクトル, 定積分, 極限
	2	微分積分	指数関数, 関数の最大・最小
	3	微分積分	三角関数の積分
2 3	1	小問集	ベクトル, 確率, 三角関数, 楕円の面積, 複素数
	2	円と直線	円周上の動点と直線の距離
	3	微分積分	分数関数の積分, 面積の計算
2 4	1	小問集	2次方程式, 確率, ベクトルの図形問題への応用, 級数, 微分法
	2	数列, 漸化式	漸化式と数列の和
	3	微分・積分	2本の接線, 面積
2 5	1	小問集	複素数, 数列の和, 最大値・最小値問題, 極限値, 定積分
	2	確率漸化式	確率と漸化式の融合
	3	微分・積分	面積

2025年度 一般選抜(前期)(前期・英語外部試験利用)(情報系外部試験利用)数学Ⅲを含まない問題 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2 1	1	小問集	二項定理, 確率, 直線と領域, 二次関数と三角関数に関する不等式, 数列
	2	ベクトル	三角形と外接円
	3	微分積分	二次関数と面積, 最大・最小
2 2	1	小問集	数の累乗, 数列, ベクトル, 場合の数, 連立不等式の表す図形の面積
	2	微分積分	指数関数, 関数の最大・最小
	3	微分積分	三次関数と接線, 面積
2 3	1	小問集	ベクトル, 確率, 三角関数, 2進法, 指数方程式
	2	円と直線	円周上の動点と直線の距離
	3	微分	三次関数の極大・極小
2 4	1	小問集	2次方程式, 確率, ベクトルの図形問題への応用, 極限値, 定積分
	2	数列, 漸化式	漸化式と数列の和
	3	微分・積分	2次関数の微分と面積
2 5	1	小問集	複素数, 数列の和, 最大値・最小値問題, 微分・積分, 定積分
	2	確率漸化式	確率と漸化式の融合
	3	微分・積分	放物線の共有点, 面積

## 2025年度 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）物理 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2/1	1	総合	斜め衝突, 運動量保存則, 力学的エネルギー保存則, 磁場中における荷電粒子の運動, 光の回折と干渉
	2	電磁気	電池がする仕事, ジュール熱, コンデンサーの静電エネルギーとコンデンサー両端の電位差
	3	力学	力を及ぼし合う二物体の運動
2/2	1	総合	重心, 合成抵抗, キルヒ霍ッフの法則, 気体の状態変化
	2	電磁気	荷電粒子の運動, ローレンツ力
	3	力学	慣性力, 力の釣り合い, 静止摩擦, 垂直抗力
2/3	1	総合	ばね, 力学的エネルギー保存則, コンデンサー, 誘電体, 光電効果, 限界波長
	2	電磁気	荷電粒子の運動, ローレンツ力, 円運動
	3	力学	仕事とエネルギー, 力のモーメントの釣り合い, 静止摩擦, 力の釣り合い
2/4	1	総合	音のドップラー効果, 気体の状態変化, 光子のエネルギー
	2	電磁気学	ローレンツ力, オームの法則, キルヒ霍ッフの法則
	3	力学	単振動, 運動の法則
2/5	1	総合	弦の振動, 気体の状態変化, 原子の構造とエネルギー準位
	2	電磁気学	一様な磁場内の荷電粒子の運動
	3	力学	摩擦を受ける運動, 反発係数

## 2025年度 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）化学 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2 1	1	総合	コロイド溶液・有機化合物の構造・無機化学の反応・分子間力・金属イオンの沈殿反応
	2	理論	テルミット反応・二酸化炭素の吸収量・気体の圧力・リチウムイオン電池・凝固点降下
	3	無機・理論	ハロゲンの性質と反応・平衡定数
	4	有機・理論	糖類の構造と性質
2 2	1	総合	イオン結晶・元素の性質・銅の性質・無機化合物の工業的製法・酵素の性質
	2	理論	溶液の濃度・気体の水への溶解・反応速度・電気分解・浸透圧
	3	無機・理論	実験操作法・酸化還元滴定
	4	有機・理論	有機化合物の構造と反応
2 3	1	総合	分子の形と極性・無機物質の性質と反応・イオン結晶の性質・気体の実験室における製法・有機化合物の反応
	2	理論	ヨウ素価・固体の溶解度・水素イオン濃度・凝固点降下・電気分解
	3	無機・理論	アルカリ土類金属・溶解度積
	4	有機・理論	有機化合物の構造と反応
2 4	1	総合（知識）	原子の電子配置と性質、金属化合物の組成、糖類の構造、酸の性質、金属イオンの水溶液の反応と同定
	2	総合（計算）	金属の結晶構造と密度、硫酸銅の溶解度と再結晶、質量モル濃度と試料の含有量、リン酸型燃料電池の反応と気体発生量、化学平衡と平衡定数
	3	物理化学	コロイド
	4	有機化学	アルコールとアルデヒド
2 5	1	総合（知識）	糖の構造と構造異性体、ハロゲン化合物の性質と反応、芳香族化合物の構造異性体、アルミニウムとの化合物の性質と反応、コロイドの性質
	2	総合（計算）	ソルベー法と必要原料量、水和物のモル濃度、燃焼反応と発生気体量、分圧の法則、水和結晶の溶解度と再結晶
	3	物理化学	電池と電気分解
	4	有機化学	ベンゼンの性質と反応

## 2025年度 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）生物 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2/1	1	小問	生命の起源, 化学進化, 水の性質, 光合成（チラコイドでの反応）, 窒素循環, 感覚器官（受容器）の適刺激, 膜輸送, 生態系の構成, 細胞小器官の働き, 光合成のカルビン回路（カルビン・ベンソン回路）
	2	小問	地球の誕生, エンドサイトーシス, 光合成に関わる色素, 胚発生の軸決定, 視覚, 植物の花芽形成, 人間の活動と生態系, 筋収縮のエネルギー
	3	大問	DNAの基本構造, 転写・翻訳の仕組み, 突然変異による影響, 突然変異による影響, 生態系における物質収支, 生体膜の構造と機能
2/2	1	小問	転写, RNAポリメラーゼ, ヒトの眼の構造, 植物ホルモン, 生態系における物質収支, 生体膜の構造と機能, 細胞骨格, 細胞の構造, 光合成（ストロマでの反応）, 遺伝情報の翻訳, 神経系の構造と機能, 動物の行動（習得的行動と生得的行動）
	2	小問	酵素の基質特異性, カルビン回路, 発生, 平衡感覚と内耳の構造, 花の形成遺伝子とABCモデル, 学習（条件づけ）, 地球の歴史, 窒素同化
	3	大問	遺伝の法則, 生物の分類, 生物群集, 生物の多様性
2/3	1	小問	DNAの構造, 生物の出現, 生体膜の構造と機能, 光合成（チラコイドでの反応）, ヒトの眼の構造と機能, 光発芽種子, 生態的地位, 系統, 個体群の分布様式, 免疫
	2	小問	光合成の電子伝達系, 動物の胚発生の軸決定, ヒトの耳の構造と機能, 重力屈性, 相変異, 生物の特徴, 代謝, 情報伝達, 受容体, 解糖系, クエン酸回路
	3	大問	酵素の機能, 遺伝の法則, 生態系における窒素循環

2 4	1	小問	光合成（ストロマでの反応）、遺伝子発現調節、神経の興奮と活動電位、植物の光周性と開花調節、共生関係、シアノバクテリア、地球環境の変化、タンパク質の構造と機能、カルビン回路、動物の生殖と発生、反射と神経系
	2	小問	神経発生、軸索の興奮伝導、細胞の分化能、個体群の年齢構成、生命の誕生と化学進化、植物の二酸化炭素固定、光合成のATP合成、ホメオティック遺伝子
	3	大問	呼吸、個体群の生命表、ヒトの染色体
2 5	1	小問	種子の発芽、生物の多様性、DNA、RNAの遺伝的役割、酵素の機能、光合成細菌の特徴、動物の発生、神経伝達物質とシナプス、窒素循環、富栄養化、動物の発生のしくみ、筋収縮
	2	小問	カルビン回路、大脳皮質の機能、自家不和合性、生存曲線、シアノバクテリアの影響、細胞骨格、カエルの体軸決定、精子の運動
	3	大問	形質転換、ハーディ・ワインベルグの法則、植物の光合成

## 2025年度 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）国語 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2 1 { 2 5	1	現代文・評論	内容説明・真偽、空所補充（5択6問、記述2問）
	2	現代文・評論	内容説明・真偽、空所補充、主旨等（5択4問）
	3	現代文・評論	内容説明・真偽、空所補充、主旨等（5択4問）
	4	国語常識	書き取り（4択5問）
	5	国語常識	読み（記述5問）

## 2025年度 一般選抜（前期）（情報系外部試験利用）英語 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2 1	1	長文読解問題	内容理解・表現理解・語彙・他
	2	文法・語法問題	空所補充
	3	読解問題	内容理解
	4	英作文空所補充問題	空所補充
2 2	1	長文読解問題	内容理解・表現理解・語彙・他
	2	文法・語法問題	空所補充
	3	読解問題	内容理解
	4	英作文空所補充問題	空所補充
2 3	1	長文読解問題	内容理解・表現理解・英文和訳
	2	文法・語法問題	空所補充
	3	会話問題	内容理解・表現理解
	4	英作文空所補充問題	表現理解・空所補充
2 4	1	長文読解問題	内容理解・表現理解・英文和訳
	2	文法・語法問題	空所補充
	3	会話問題	内容理解・表現理解
	4	英作文空所補充問題	表現理解・空所補充
2 5	1	長文読解問題	内容理解・表現理解・英文和訳
	2	文法・語法問題	空所補充
	3	会話問題	内容理解・表現理解
	4	英作文空所補充問題	表現理解・空所補充

## 2025年度 一般選抜（後期）（後期・英語外部試験利用）数学Ⅲを含む問題 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2/27	1	小問集	式の計算, 平面図形とベクトル, 微分積分
	2	多項式と複素数	多項式の割り算と複素数の計算
	3	微分・積分	定積分と漸化式
2/28	1	小問集	整式の割り算, 連立方程式, 対数を含む不等式, 微分積分
	2	複素数	複素数の計算
	3	微分・積分	分数関数の極値, 定積分, 面積

## 2025年度 一般選抜（後期）（後期・英語外部試験利用）数学Ⅲを含まない問題 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2/27	1	小問集	式の計算, 平面図形とベクトル, 微分積分
	2	多項式と複素数	多項式の割り算と複素数の計算
	3	微分・積分	不等式と2次関数の定積分, 3次関数の極小値
2/28	1	小問集	整式の割り算, 連立方程式, 対数を含む不等式, 微分積分
	2	複素数	複素数の計算
	3	微分・積分	曲線の共有点, 2つの部分の面積, 2つの面積の比

## 2025年度 一般選抜（後期）（後期・英語外部試験利用）物理 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2/27	1	総合	光の薄膜による干渉, ドップラー効果, 気体のモル熱容量
	2	電磁気学	電磁誘導, ローレンツ力
	3	力学	運動の法則, 摩擦力, 慣性力
2/28	1	総合	ドップラー効果, 気体の状態変化, 光の薄膜による干渉
	2	電磁気学	直流回路,
	3	力学	運動の法則, 反発係数

## 2025年度 一般選抜（後期）（後期・英語外部試験利用）化学 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2/27	1	総合（知識）	酸化数, 第1イオン化エネルギー, 結晶の種類, 気体が発生する反応, 有機化合物の反応
	2	総合（計算）	燃焼反応と気体発生量, 接触式硫酸製造法と硫酸の生成量, 中和滴定と溶液のpH, 塩化ナトリウムの結晶構造と密度, デンプンの加水分解と担当の生成量
	3	物理化学	水の蒸気圧曲線と蒸発平衡
	4	有機化学	アンモニアソーダ法と金属元素の化合物の分離
2/28	1	総合（知識）	物質の分離, 元素の周期律と周期表, 酸・塩基の電離度とpH, 金属元素の化合物と溶解度, 芳香族化合物の反応
	2	総合（計算）	気体生成の反応速度と生成量, 気体の状態方程式, 混合気体の密度と物質量, ヨウ化セシウムの結晶構造と原子量, 硫酸銅（II）五水和物の脱水
	3	物理化学	コロイド
	4	有機化学	2族の元素の性質と化合物の反応

## 2025年度 一般選抜（後期）英語 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
2/27	1	長文読解問題	内容理解・表現理解・語彙・他
	2	文法・語法問題	空所補充
	3	読解問題	内容理解
	4	英作文空所補充問題	空所補充
2/28	1	長文読解問題	内容理解・表現理解・語彙・他
	2	文法・語法問題	空所補充
	3	読解問題	内容理解
	4	英作文空所補充問題	空所補充

## 2025年度 一般選抜（工学部第二部）数学 出題内容

日程	設問番号	項目	内容
3/3	1	小問	有理化, 因数分解, 三角比, 確率, 最小公倍数
	2	小問	解と係数の関係, 対数, 三角関数, 空間ベクトル, 等差数列
	3	小問	指数関数のグラフ, 三角関数のグラフ, 不等式の表す領域
	4	平面ベクトル	内積, 内分点, 長さ
	5	微分積分	多項式と微分・積分, 極大・極小, 直線と曲線の囲む部分の面積

---

## 2025年度 一般選抜（工学部第二部）物理 出題内容

---

日程	設問番号	項目	内容
3 3	1	総合	力のモーメントの釣り合い, 力の釣り合い, 電気抵抗とコイルで構成される交流回路, ドップラー効果
	2	電磁気	コンデンサーの電気容量と静電エネルギー, 極板間に働く力
	3	力学	弾性衝突, 力学的エネルギー保存則, 運動量保存則

---

## 2025年度 一般選抜（工学部第二部）英語 出題内容

---

日程	設問番号	項目	内容
3 3	1	長文読解問題	内容理解・表現理解・語彙・他
	2	文法・語法問題	空所補充
	3	読解問題	内容理解
	4	英作文空所補充問題	空所補充

## 国語

日程	番号	出典表記
2/1	1	金森 修 科学思想史の哲学
	2	池田 清彦 科学はどこまでいくのか
	3	山折 哲雄 「ひとり」の哲学
2/2	1	広井 良典 科学と資本主義の未来
	2	湯川 秀樹 詩と科学
	3	古田 徹也 このゲームにはゴールがない
2/3	1	小原 克博 『科学と良心の接点「良心から科学を考える』』
	2	稲葉振一郎 AI時代の労働の哲学
	3	芦原 義信 街並みの美学
2/4	1	榎原 哲也 医療ケアを問い合わせなおす
	2	佐倉 統 科学とはなにか
	3	武井 彩佳 歴史修正主義
2/5	1	堀内進之介 データ管理は私たちを幸福にするか？
	2	鈴木和歌奈 『小文字の倫理—知ることとケアすること「世界思想」2020年春号』
	3	太田 省吾 舞台の水

# 一般選抜(前期)(前期・英語外部試験利用)(情報系外部試験利用)

<b>数学</b>	1日目 (2月1日) .....	16	<b>生物</b>	1日目 (2月1日) .....	47
	2日目 (2月2日) .....	17		2日目 (2月2日) .....	49
	3日目 (2月3日) .....	19		3日目 (2月3日) .....	52
	4日目 (2月4日) .....	20		4日目 (2月4日) .....	54
	5日目 (2月5日) .....	21		5日目 (2月5日) .....	57
<b>物理</b>	1日目 (2月1日) .....	23	<b>国語</b>	1日目 (2月1日) .....	60
	2日目 (2月2日) .....	25		2日目 (2月2日) .....	66
	3日目 (2月3日) .....	27		3日目 (2月3日) .....	72
	4日目 (2月4日) .....	30		4日目 (2月4日) .....	78
	5日目 (2月5日) .....	32		5日目 (2月5日) .....	84
<b>化学</b>	1日目 (2月1日) .....	34	<b>英語</b>	1日目 (2月1日) .....	90
	2日目 (2月2日) .....	37		2日目 (2月2日) .....	93
	3日目 (2月3日) .....	39		3日目 (2月3日) .....	97
	4日目 (2月4日) .....	42		4日目 (2月4日) .....	100
	5日目 (2月5日) .....	44		5日目 (2月5日) .....	104

2025年度 一般選抜(前期)/一般選抜(前期・英語外部試験利用)/一般選抜(情報系外部試験利用) 〔試験科目の選択と試験時間〕

学部	学科・学系	1時間目 (90分)		2時間目 (70分)		3時間目 (60分)		合計点	
		10:00~11:30		12:30~13:40		14:30~15:30			
		数学	物理	化学	生物	国語	英語		
システムデザイン工学部	情報システム工学科	○	【出題範囲】 数学Ⅲを含む 問題	△	△	—	△	○	
	デザイン工学科	○		△	△	—	△	○	
未来科学部	建築学科	○	△	△	—	△	○	3教科 合計300点 満点※注	
	情報メディア学科	○	△	△	—	△	○		
	ロボット・メカトロニクス学科	○	△	△	—	—	○		
工学部	電気電子工学科	○	△	△	—	—	○	3教科 合計300点 満点※注	
	電子システム工学科	○	△	△	—	—	○		
	応用化学科	○	△	△	—	—	○		
	機械工学科	○	△	△	—	—	○		
	先端機械工学科	○	△	△	—	—	○		
	情報通信工学科	○	△	△	—	—	○		
	理学系	○	【出題範囲】 数学Ⅲを含む 問題または 数学Ⅲを 含まない 問題を選択	△	△	—	—	○	
理工学部 理工学科	生命科学系	○		△	△	△	△	○	
	情報システムデザイン学系	○		△	△	—	△	○	
	機械工学系	○		△	△	—	—	○	
	電子情報・生体医工学系	○		△	△	—	—	○	
	建築・都市環境学系	○		△	△	—	—	○	

●「○」は必須、「△」は1科目選択(試験時間開始後に選択)

●数学の試験では、数学Ⅲを含む問題と、数学Ⅲを含まない問題を同時に配付します。

システムデザイン工学部と未来科学部と工学部に出席した者は、数学Ⅲを含む問題を解答してください。

理工学部のみ出席した者は、数学Ⅲを含む問題または数学Ⅲを含まない問題のいずれかを試験中に選択できます。(配点はいずれも100点満点となります)  
ただし、同一試験日に理工学部と他学部を併願した者は、数学Ⅲ含む問題を解答してください。

●一般選抜(前期・英語外部試験利用)および一般選抜(情報系外部試験利用)を併用して理工学部と他学部を併願する者は、数学Ⅲを含む問題を解答してください。

●「知識・技能」「思考力・判断力・表現力」を評価するため、自らの考えを立論し、それを表現するなどの記述式問題を含む試験問題を出題します。

※注 一般選抜(前期・英語外部試験利用)を単願する者は、数学と理科(国語選択含む)の2科目で受験(2教科合計200点満点)し、3時間目の英語の試験は免除となります。

※注 一般選抜(情報系外部試験利用)を単願する者は、数学と英語の2科目で受験(2教科合計200点満点)し、2時間目に試験教室を一時退室します。

注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。（40点）

(1)  $n$  を正の整数とする。和  $\sum_{k=1}^n {}_n C_k \cdot 2^{k-1}$  を求めよ。

(2) さいころを3回投げ、出た目を順に  $a, b, c$  とする。 $abc(a+b+c)$  の値が3の倍数となる確率を求めよ。

(3)  $k$  を実数とし、座標平面上において、方程式  $(k+1)x - (k-1)y + 3k + 5 = 0$  で表される直線を  $l$  とする。 $k$  の値に関係なく直線  $l$  が通る点の座標を求めよ。また、直線  $l$  が第2象限 ( $x < 0$ 、かつ  $y > 0$  で表される領域) を通らないような  $k$  の値の範囲を求めよ。

(4) 座標平面上の曲線  $C: y = (x-2)e^x + x^2 + 2$  と直線  $l: y = 3x$  について、 $C$  と  $l$  で囲まれる図形の面積を求めよ。

(5) 定積分  $\int_1^{\sqrt{3}} \frac{1}{x^2+1} dx$  を求めよ。

（数学IIIを含む問題）

2. 各辺の長さが  $AB = 1, BC = \sqrt{5}, CA = \sqrt{2}$  である三角形ABCの外接円Kの中心をOとする。また、 $\overrightarrow{AB} = \vec{b}, \overrightarrow{AC} = \vec{c}$  とする。このとき、次の間に答えよ。（30点）

(1) 内積  $\vec{b} \cdot \vec{c}$  を求めよ。

(2) 円Kの半径を求めよ。

(3)  $\overrightarrow{AO}$  を  $\vec{b}, \vec{c}$  を用いて表せ。

— 1 —

— 2 —

（数学IIIを含む問題）

3. 関数  $f(x) = x + \frac{9}{x}$  ( $x > 0$ ) に対し、座標平面上の曲線  $C: y = f(x)$  を考える。 $a$  を正の数とし、2点  $(a, f(a)), (3a, f(3a))$  における  $C$  の接線をそれぞれ  $l, m$  とする。このとき、次の間に答えよ。（30点）

(1)  $f(x)$  が極値をとるときの  $x$  の値を求めよ。

(2) 直線  $l$  の方程式を求めよ。

(3) 曲線  $C$ 、直線  $l$  および直線  $m$  で囲まれた部分の面積を求めよ。ただし、曲線  $C$  と  $C$  の接線は接点以外の共有点をもたないことを用いてもよい。

（数学IIIを含まない問題）

注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。（40点）

(1)  $n$  を正の整数とする。和  $\sum_{k=1}^n {}_n C_k \cdot 2^{k-1}$  を求めよ。

(2) さいころを3回投げ、出た目を順に  $a, b, c$  とする。 $abc(a+b+c)$  の値が3の倍数となる確率を求めよ。

(3)  $k$  を実数とし、座標平面上において、方程式  $(k+1)x - (k-1)y + 3k + 5 = 0$  で表される直線を  $l$  とする。 $k$  の値に関係なく直線  $l$  が通る点の座標を求めよ。また、直線  $l$  が第2象限 ( $x < 0$ 、かつ  $y > 0$  で表される領域) を通らないような  $k$  の値の範囲を求めよ。

(4) 2つの不等式  $x^2 - 4x + 3 \leq 0, -1 < \cos x < \frac{1}{2}$  を同時に満たす実数  $x$  の値の範囲を求めよ。

(5) 数列  $\{a_n\}$  は  $a_1 = 0, a_{n+1} = 2a_n + 2n - 1$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) を満たすとする。このとき数列  $\{a_n\}$  の一般項を求めよ。

— 3 —

— 7 —

- (数学IIIを含まない問題)
2. 各辺の長さが  $AB = 1$ ,  $BC = \sqrt{5}$ ,  $CA = \sqrt{2}$  である三角形ABCの外接円Kの中心をOとする。また、 $\overrightarrow{AB} = \vec{b}$ ,  $\overrightarrow{AC} = \vec{c}$  とする。このとき、次の間に答えよ。(30点)

- (1) 内積  $\vec{b} \cdot \vec{c}$  を求めよ。
- (2) 円Kの半径を求めよ。
- (3)  $\overrightarrow{AO}$  を  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$  を用いて表せ。

- (数学IIIを含まない問題)
3.  $m$  を  $0 < m < 2$  を満たす定数とする。放物線  $C_1: y = -\frac{1}{2}x^2$ , 放物線  $C_2: y = -x^2 + 2x$ , 直線  $l: y = mx$  がある。  $C_1$  と  $l$  で囲まれた部分の面積を  $S_1$ ,  $C_2$  と  $l$  で囲まれた部分の面積を  $S_2$  とする。このとき、次の間に答えよ。(30点)

- (1)  $S_1$  を  $m$  を用いて表せ。
- (2)  $S_2$  を  $m$  を用いて表せ。
- (3)  $S = S_1 + S_2$  とする。  $m$  が  $0 < m < 2$  の範囲で変化するとき、 $S$  の最小値を求めよ。

— 8 —

— 9 —

解答解説は138ページ

## 数学 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）（情報系外部試験利用）2日目（2月2日実施）

- (数学IIIを含む問題)
- 注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。(40点)

- (1)  $x = \sqrt[3]{32}$ ,  $y = \sqrt[4]{576}$ ,  $z = \sqrt[6]{\frac{27}{32}}$  とすると、 $(yz - x)^6$  は整数である。その整数を求めよ。

- (2) 数列  $\{a_n\}$  を  $a_1 = a_2 = 1$ ,  $a_n \cdot a_{n+2} = a_{n+1} + 1$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) により定める。 $a_7$  を求めよ。また、和  $\sum_{k=1}^{2025} a_k$  を求めよ。

- (3) 座標空間内に相異なる3点  $A(1, 2, 3)$ ,  $B\left(\frac{1}{2}, 3, -3\right)$ ,  $P$  がある。 $\overrightarrow{BP}$  は  $\vec{n} = (1, -2, -5)$  と平行で、 $\overrightarrow{AP}$  と  $\overrightarrow{BP}$  は垂直である。このとき  $P$  の座標を求めよ。

- (4) 定積分  $\int_{-1}^8 \log(x+2)dx$  を求めよ。

- (5) 極限値  $\lim_{n \rightarrow \infty} \left( \sqrt{\frac{n-1}{n}} \right)^n$  を求めよ。ただし、 $\lim_{n \rightarrow \infty} \left( 1 + \frac{1}{n} \right)^n = e$  を用いてよい。

- (数学IIIを含む問題)
2.  $a$  を 1 でない正の定数とする。定義域が  $x > 0$  である関数  $y$  を

$$y = (\log_4 8x) \cdot \left( \log_{16} \frac{4}{x} \right)$$

- と定める。また、 $y > 0$  のとき、 $z = \log_a y$  とする。このとき、次の間に答えよ。(30点)

- (1)  $t = \log_2 x$  とおく。 $y$  を  $t$  の式で表せ。
- (2)  $y > 0$  となるような  $x$  の値の範囲を求めよ。
- (3)  $x$  が(2)の範囲を動くとき、 $z$  を  $x$  の関数と考える。 $z$  の最小値が 2 となる  $a$  の値を求めよ。
- (4)  $x$  が(2)の範囲と  $0 < x < 1$  の共通部分を動くとする。 $z = 1$  を満たす  $x$  がちょうど 1 個となるような  $a$  の値の範囲を求めよ。

— 1 —

— 2 —

3.  $n$  を 1 以上の整数とする。

$$a_n = \int_0^{\frac{\pi}{4}} (-1)^n \tan^{2n} x \, dx$$

とおく。このとき、次の間に答えよ。(30 点)

(1) 関数  $y = \tan x$  を微分せよ。(2)  $a_1$  を求めよ。(3)  $a_{n+1} - a_n$  を  $n$  を用いて表せ。

(数学Ⅲを含む問題)

(数学Ⅲを含まない問題)

注意。問題 1 は解答のみを解答用紙 1 の右側の解答欄に記入し、問題 2 と 3 は、それぞれ解答用紙 2 と 3 に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。(40 点)

(1)  $x = \sqrt[3]{32}$ ,  $y = \sqrt[4]{576}$ ,  $z = \sqrt[6]{\frac{27}{32}}$  とすると、 $(yz - x)^6$  は整数である。その整数を求めよ。(2) 数列  $\{a_n\}$  を  $a_1 = a_2 = 1$ ,  $a_n \cdot a_{n+2} = a_{n+1} + 1$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) により定める。 $a_7$  を求めよ。また、和  $\sum_{k=1}^{2025} a_k$  を求めよ。(3) 座標空間内に相異なる 3 点  $A(1, 2, 3)$ ,  $B\left(\frac{1}{2}, 3, -3\right)$ ,  $P$  がある。 $\overrightarrow{BP}$  は  $\vec{n} = (1, -2, -5)$  と平行で、 $\overrightarrow{AP}$  と  $\overrightarrow{BP}$  は垂直である。このとき  $P$  の座標を求めよ。

(4) 白玉 4 個と黒玉 4 個の計 8 個の玉を直線上 1 列に並べる。白玉が 3 個以上連続する並べ方は全部で何通りあるかを求めよ。ただし、玉は色以外に区別できないものとする。

(5) 座標平面において、連立不等式

$$\begin{cases} x^2 y^2 - x^2 - y^2 + 1 \geq 0 \\ x^2 + y^2 \leq 4 \end{cases}$$

で表される領域の面積を求めよ。

— 3 —

— 7 —

(数学Ⅲを含まない問題)

(数学Ⅲを含まない問題)

2.  $a$  を 1 でない正の定数とする。定義域が  $x > 0$  である関数  $y$  を

$$y = (\log_4 8x) \cdot \left( \log_{16} \frac{4}{x} \right)$$

と定める。また、 $y > 0$  のとき、 $z = \log_a y$  とする。このとき、次の間に答えよ。(30 点)(1)  $t = \log_2 x$  とおく。 $y$  を  $t$  の式で表せ。(2)  $y > 0$  となるような  $x$  の値の範囲を求めよ。(3)  $x$  が(2)の範囲を動くとき、 $z$  を  $x$  の関数と考える。 $z$  の最小値が 2 となる  $a$  の値を求めよ。(4)  $x$  が(2)の範囲と  $0 < x < 1$  の共通部分を動くとする。 $z = 1$  を満たす  $x$  がちょうど 1 個となるような  $a$  の値の範囲を求めよ。3.  $f(x) = \frac{1}{3}x^3 - 4x$  とし、 $y = f(x)$  で表される座標平面上の曲線を  $C$  とする。曲線  $C$  上の点  $A(1, f(1))$  における曲線  $C$  の接線と垂直で、かつ、点  $A$  を通る直線を  $l$  とする。このとき、次の間に答えよ。(30 点)(1) 直線  $l$  の方程式を求めよ。(2) 直線  $l$  と平行で、曲線  $C$  に接する 2 つの直線のうち、 $y$  切片が小さいほうを直線  $m$  とする。直線  $m$  と曲線  $C$  の接点の  $x$  座標を  $p$  とする。 $p$  の値を求めよ。(3) (2) の直線  $m$  と曲線  $C$  で囲まれる图形の面積を求めよ。

— 8 —

— 9 —

解答解説は 140 ページ

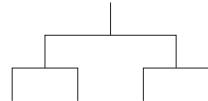
## 数学 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）（情報系外部試験利用）3日目（2月3日実施）

## (数学Ⅲを含む問題)

注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。（40点）

- (1) 三角形OABがあり、辺ABを2:1に内分する点をNとする。  
 $|\vec{OA}| = 3$ ,  $|\vec{OB}| = 2$ ,  $|\vec{ON}| = 1$ のとき、三角形OABの面積を求めよ。
- (2) A, B, C, Dの4人がトーナメント形式で試合を行い、優勝者を決める。1回戦の組合せは無作為に決められ、行われるすべての試合について、どちらが勝つ確率も $\frac{1}{2}$ である。



AがBと対戦することなく優勝する確率を求めよ。

- (3)  $a$ を正の定数とする。 $f(x) = a \sin x + \cos x$  ( $0 \leq x \leq \pi$ ) の最大値が3となる $a$ の値を求めよ。
- (4) 方程式 $2x^2 + y^2 - 12y = 0$ で表される座標平面上の曲線を $C$ とする。曲線 $C$ で囲まれる図形の面積を求めよ。
- (5)  $\gamma$ を複素数とし、複素数平面上の3点 $A(i)$ ,  $B(3-i)$ ,  $C(\gamma)$ を考える。三角形ABCが、 $AB = BC$ ,  $\angle ABC = \frac{\pi}{6}$ を満たす二等辺三角形となるような $\gamma$ は2つ存在する。このうち、実部の値が大きいものを $\gamma_1$ とする。 $\gamma_1$ の実部を求めよ。

— 1 —

2. 点Oを原点とする座標平面上に、点A(-2, 0)と直線 $l: x + 2y - 3 = 0$ がある。点Aを中心とし、半径 $r$ の円を $C$ とする。また、点Aを中心とし、直線 $l$ に接する円の半径を $r_1$ とする。さらに、直線 $l$ と $x$ 軸、 $y$ 軸との交点をそれぞれ点D, 点Eとする。このとき、次の間に答えよ。（30点）

- (1)  $r_1$ の値を求めよ。
- (2)  $r$ が $0 < r < r_1$ を満たすとする。点Pが円 $C$ 上を動くとき、三角形PDEの面積の最大値、最小値をそれぞれ $S$ ,  $S'$ とすると、 $S - S' = 3$ であった。このときの $r$ の値を $r_2$ とする。 $r_2$ の値を求めよ。
- (3)  $r$ が(2)の $r_2$ に等しいとする。点Pが円 $C$ 上を動くとき、三角形PDEの面積が最大となるときの点Pの座標を求めよ。

— 2 —

## (数学Ⅲを含む問題)

3. 関数 $f(x) = \frac{x^3 - 2x^2}{x^2 + 2x + 4}$ がある。座標平面上で、 $y = f(x)$ で表される曲線を $C$ とし、 $C$ 上の点 $(2, 0)$ における曲線 $C$ の接線を $l$ とする。このとき、次の間に答えよ。（30点）

- (1) 直線 $l$ の方程式を求めよ。
- (2) 定積分 $\int_0^2 \frac{x+1}{x^2+2x+4} dx$ の値を求めよ。
- (3) 定積分 $\int_0^2 \frac{1}{x^2+2x+4} dx$ の値を求めよ。
- (4) 曲線 $C$ の $0 \leq x \leq 2$ の部分、 $y$ 軸、直線 $l$ の3つで囲まれる図形の面積を求めよ。

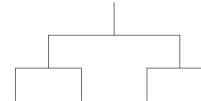
## (数学Ⅲを含まない問題)

注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。（40点）

- (1) 三角形OABがあり、辺ABを2:1に内分する点をNとする。  
 $|\vec{OA}| = 3$ ,  $|\vec{OB}| = 2$ ,  $|\vec{ON}| = 1$ のとき、三角形OABの面積を求めよ。

- (2) A, B, C, Dの4人がトーナメント形式で試合を行い、優勝者を決める。1回戦の組合せは無作為に決められ、行われるすべての試合について、どちらが勝つ確率も $\frac{1}{2}$ である。



AがBと対戦することなく優勝する確率を求めよ。

- (3)  $a$ を正の定数とする。 $f(x) = a \sin x + \cos x$  ( $0 \leq x \leq \pi$ ) の最大値が3となる $a$ の値を求めよ。

- (4) 2進法で表したときに、すべての桁が1である数について、桁数が1のものから $n$ のものまでの総和 $1_{(2)} + 11_{(2)} + 111_{(2)} + \cdots + 111\cdots 1_{(2)}$ を求めよ。ただし、答は10進法で表すこと。

- (5)  $a$ を実数の定数とする。 $x$ の方程式 $4^x - a \cdot 2^x + 2a + 3 = 0$ が異なる2個の実数解をもち、その一方が他方の2倍となる $a$ の値を求めよ。

— 3 —

— 7 —

2. 点 O を原点とする座標平面上に、点 A(-2, 0) と直線  $l: x + 2y - 3 = 0$  がある。点 A を中心とし、半径  $r$  の円を  $C$  とする。また、点 A を中心とし、直線  $l$  に接する円の半径を  $r_1$  とする。さらに、直線  $l$  と  $x$  軸、 $y$  軸との交点をそれぞれ点 D, 点 E とする。このとき、次の間に答えよ。(30 点)

- (1)  $r_1$  の値を求めよ。
- (2)  $r$  が  $0 < r < r_1$  を満たすと、点 P が円  $C$  上を動くとき、三角形 PDE の面積の最大値、最小値をそれぞれ  $S, S'$  とすると、 $S - S' = 3$  であった。このときの  $r$  の値を  $r_2$  とする。 $r_2$  の値を求めよ。
- (3)  $r$  が (2) の  $r_2$  に等しいとする。点 P が円  $C$  上を動くとき、三角形 PDE の面積が最大となるときの点 P の座標を求めよ。

(数学IIIを含まない問題)

3.  $a, b$  を実数の定数とする。 $f(x) = x^3 + 3ax^2 + bx + 1$  は  $x = 1$  において極大となる。このとき、次の間に答えよ。(30 点)

- (1)  $b$  を  $a$  を用いて表せ。
- (2)  $a$  がとりうる値の範囲を求めよ。
- (3)  $f(x)$  の極小値が 3 となる  $a$  の値を求めよ。

- 8 -

- 9 -

解答解説は142ページ

## 数学 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）（情報系外部試験利用）4日目（2月4日実施）

(数学IIIを含む問題)

注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。(40点)

- (1) 方程式  $(x+3)|x+2|=1$  の実数解  $x$  を求めよ。
- (2) 袋の中に1から8の異なる数が書かれたカードが各1枚ずつ、計8枚が入っている。袋の中から3枚のカードを同時に取り出し、書かれた数の和を  $S$  とする。このとき、 $S \leq 18$  となる確率を求めよ。
- (3) 平面上の  $\triangle OAB$  は  $OA = 2, OB = 3, \cos \angle AOB = \frac{1}{3}$  をみたす。また、 $\angle AOB$  の二等分線と辺  $AB$  の交点を  $C$  とする。ベクトル  $\overrightarrow{OA}$  と  $\overrightarrow{BC}$  の内積  $\overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{BC}$  を求めよ。
- (4) 無限級数  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2 \cdot (-3)^n + 3 \cdot 2^n}{9^n}$  の和を求めよ。
- (5) 曲線  $C: y = \frac{x}{x^2 + 1}$  のすべての変曲点は、ある直線  $\ell$  上にある。直線  $\ell$  の方程式を求めよ。

2. 数列  $\{a_n\}$  は

$$\begin{cases} a_1 = 2, \\ a_{2n} = a_{2n-1} + 1, \quad a_{2n+1} = \frac{1}{2}a_{2n} \quad (n = 1, 2, 3, \dots) \end{cases}$$

をみたす。このとき、次の間に答えよ。(30点)

- (1)  $a_{2n+1}$  を  $a_{2n-1}$  を用いて表せ。
- (2)  $a_{2n-1}$  を  $n$  の式で表せ。
- (3)  $S_{2n} = \sum_{k=1}^{2n} a_k$  を  $n$  の式で表せ。
- (4) (3) の  $S_{2n}$  に対して、 $S_{2n} \geq 100$  をみたす最小の  $n$  を求めよ。

(数学IIIを含む問題)

3.  $a$  を定数とする。曲線  $C: y = f(x) = 2xe^{\frac{x}{2}}$  に対し、 $x$  軸上の点  $P(a, 0)$  から  $C$  に相異なる2本の接線  $\ell_1, \ell_2$  を引くことを考える。このとき、次の間に答えよ。(30点)

- (1)  $C$  上の点  $(t, f(t))$  における接線の方程式を求めよ。
- (2)  $P$  から  $C$  に相異なる2本の接線  $\ell_1, \ell_2$  を引くことができるような  $a$  の値の範囲を求めよ。
- (3) 不定積分  $\int f(x)dx$  を求めよ。
- (4)  $a = 1$  のとき、 $C$  と  $\ell_1, \ell_2$  で囲まれた図形の面積を求めよ。

- 1 -

- 2 -

(数学Ⅲを含まない問題)

注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。(40点)

- (1) 方程式  $(x+3)|x+2|=1$  の実数解  $x$  を求めよ。
- (2) 袋の中に1から8の異なる数が書かれたカードが各1枚ずつ、計8枚が入っている。袋の中から3枚のカードを同時に取り出し、書かれた数の和を  $S$  とする。このとき、 $S \leq 18$  となる確率を求めよ。
- (3) 平面上の  $\triangle OAB$  は  $OA = 2$ ,  $OB = 3$ ,  $\cos \angle AOB = \frac{1}{3}$  をみたす。また、 $\angle AOB$  の二等分線と辺  $AB$  の交点を  $C$  とする。ベクトル  $\overrightarrow{OA}$  と  $\overrightarrow{BC}$  の内積  $\overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{BC}$  を求めよ。
- (4) 極限値  $\lim_{x \rightarrow \frac{1}{2}} \frac{2x^3 - x^2 - 2x + 1}{2x - 1}$  を求めよ。
- (5)  $\int_1^a (3ax - b)dx = b$  をみたす整数  $a, b$  で  $a + b = 9$  となる組  $(a, b)$  をすべて求めよ。

2. 数列  $\{a_n\}$  は

$$\begin{cases} a_1 = 2, \\ a_{2n} = a_{2n-1} + 1, \quad a_{2n+1} = \frac{1}{2}a_{2n} \quad (n = 1, 2, 3, \dots) \end{cases}$$

をみたす。このとき、次の間に答えよ。(30点)

- (1)  $a_{2n+1}$  を  $a_{2n-1}$  を用いて表せ。
- (2)  $a_{2n-1}$  を  $n$  の式で表せ。
- (3)  $S_{2n} = \sum_{k=1}^{2n} a_k$  を  $n$  の式で表せ。
- (4) (3) の  $S_{2n}$  に対して、 $S_{2n} \geq 100$  をみたす最小の  $n$  を求めよ。

(数学Ⅲを含まない問題)

3. 定数  $0 < p < q$  に対して、関数  $f(x) = (x-p)(x-q)$  を考える。座標平面上において、原点を通り、曲線  $C: y = f(x)$  に接する2つの接線を  $\ell, m$  とし、それぞれの接点  $A, B$  の  $x$  座標を  $a, b$  ( $a < b$ ) とする。曲線  $C$  と直線  $\ell$ 、および  $y$  軸で囲まれた图形の面積を  $S$  とする。このとき、次の間に答えよ。(30点)

- (1)  $a$  を  $p, q$  で表し、 $\ell$  の方程式を求めよ。
- (2)  $S$  を  $p, q$  で表せ。
- (3)  $A, B$  を通る直線と  $C$  で囲まれた图形の面積を  $T$  とする。このとき、 $S : T$  を求めよ。

— 7 —

— 8 —

解答解説は144ページ

## 数学 一般選抜(前期)(前期・英語外部試験利用)(情報系外部試験利用)5日目(2月5日実施)

(数学Ⅲを含む問題)

注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。(40点)

- (1) 2次方程式  $4x^2 - 3x + c = 0$  の解の1つ  $\alpha$  は虚数解であり、 $\alpha \cdot \bar{\alpha} = 1$  をみたす。このとき、実数  $c$  の値を求めよ。
- (2) 和  $\sum_{k=1}^{48} \frac{1}{\sqrt{k+2} + \sqrt{k}}$  の値を求めよ。
- (3) 実数  $x, y$  は  $4x^2 + y^2 = 1$  をみたすとする。このとき、 $8x + y^2$  の最大値  $M$  と最小値  $m$  を求めよ。
- (4) 極限値  $\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{\log(e^x \sqrt{1+\sqrt{x}})}{\sqrt{x}}$  を求めよ。
- (5) 定積分  $\int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{1 - \cos x}{\sin x} dx$  の値を求めよ。

2. 0, 2, 3の数が書かれたカードが各1枚、1の数が書かれたカードが2枚ある。この5枚のカードを袋の中に入れ、同時に2枚のカードを取り出し、カードを元に戻す試行を繰り返す。 $n$ 回目に取り出した2枚のカードに書かれた数の和を  $a_n$  とし、 $S_n = a_1 + a_2 + \dots + a_n$  とおく。 $S_n$  が3で割り切れる確率を  $p_n$  とし、 $S_n$  を3で割ったときの余りが1, 2となる確率をそれぞれ  $q_n, r_n$  とする。このとき、次の間に答えよ。(30点)

- (1)  $p_1$  の値を求めよ。
- (2)  $p_{n+1}$  を  $r_n$  を用いて表せ。
- (3)  $p_{n+2}$  を  $q_n$  を用いて表せ。
- (4)  $p_{n+3}$  を  $p_n$  を用いて表し、 $p_4$  の値を求めよ。

(数学Ⅲを含む問題)

3. 曲線  $C: y = (x+2)e^x$  を考える。点  $(a, (a+2)e^a)$  における曲線  $C$  の接線を  $\ell$  とする。ただし、 $a > 0$  とする。このとき、次の間に答えよ。(30点)

- (1)  $\ell$  の方程式を求めよ。
- (2)  $\ell$  が原点Oを通過するときの  $a$  の値を求めよ。
- (3) (2)で求めた  $a$  に対して、 $C$  と  $\ell$ 、および  $y$  軸で囲まれた图形の面積  $S$  を求めよ。

— 1 —

— 2 —

注意. 問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

## 1. 次の各間に答えよ。 (40点)

- (1) 2次方程式  $4x^2 - 3x + c = 0$  の解の1つ  $\alpha$  は虚数解であり、  $\alpha \cdot \bar{\alpha} = 1$  をみたす。このとき、実数  $c$  の値を求めよ。
- (2) 和  $\sum_{k=1}^{48} \frac{1}{\sqrt{k+2} + \sqrt{k}}$  の値を求めよ。
- (3) 実数  $x, y$  は  $4x^2 + y^2 = 1$  をみたすとする。このとき、 $8x + y^2$  の最大値  $M$  と最小値  $m$  を求めよ。
- (4) 関数  $f(x) = \int_{\frac{3}{2}}^x (2t^2 + 5at + 3)dt$  に対して、曲線  $y = f'(x)$  と直線  $y = ax - 7$  が接するような実数  $a$  の値をすべて求めよ。
- (5) 定積分  $I = \int_0^1 x|x-a|dx$  を  $a$  を用いて表せ。ただし、 $0 \leq a \leq 1$  とする。

2. 0, 2, 3の数が書かれたカードが各1枚、1の数が書かれたカードが2枚ある。この5枚のカードを袋の中に入れ、同時に2枚のカードを取り出し、カードを元に戻す試行を繰り返す。 $n$ 回目に取り出した2枚のカードに書かれた数の和を  $a_n$  とし、 $S_n = a_1 + a_2 + \dots + a_n$  とおく。 $S_n$  が3で割り切れる確率を  $p_n$  とし、 $S_n$  を3で割ったときの余りが1, 2となる確率をそれぞれ  $q_n, r_n$  とする。このとき、次の間に答えよ。 (30点)

- (1)  $p_1$  の値を求めよ。
- (2)  $p_{n+1}$  を  $r_n$  を用いて表せ。
- (3)  $p_{n+2}$  を  $q_n$  を用いて表せ。
- (4)  $p_{n+3}$  を  $p_n$  を用いて表し、 $p_4$  の値を求めよ。

3. 正の実数  $a, b$  に対して、座標平面において2つの放物線

$$C_1 : y = \frac{x^2}{a} - 4a, \quad C_2 : y = -\frac{x^2}{b} + 4b$$

で囲まれた图形の面積を  $S$  とする。このとき、次の間に答えよ。 (30点)

- (1)  $C_1$  と  $C_2$  の交点の座標を  $a, b$  を用いて表せ。
- (2)  $S$  を  $a, b$  を用いて表せ。
- (3)  $a, b$  が  $a + b = 1$  をみたすとき、 $S$  の最大値を求めよ。

## 物理問題

(物理)

注意 問題1, 2は各問題に付した解答群から正解を選んで、正解の番号を解答用紙のそれぞれの解答欄に記入しなさい。問題3は解答用紙に導き方も付して解答しなさい。

1. 次の各問に答えなさい。 (36点)

- (i) 図1のように、原点Oに質量mの小球Pが静止している。Pと等しい質量mの小球Qが速さ $v_0$ でx軸方向に運動しPと弾性衝突をした。衝突後、図2のように、Pはx軸と角度30°をなす方向にxy平面内を運動した。



図1

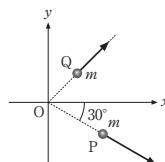


図2

- (A) 衝突後のQの運動の向きがx軸となす角度を求めなさい。  
(B) 衝突後のQの速さを求めなさい。

— 1 —

(物理)

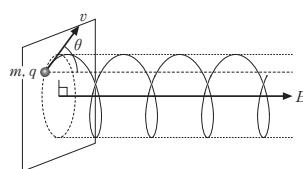
番号	1	2
(A) の解答群	45°	50°
3	4	5
60°	75°	80°

番号	1	2
(B) の解答群	$\frac{1}{2}v_0$	$\frac{1}{\sqrt{3}}v_0$
3	4	5
$v_0$	$\frac{\sqrt{3}}{2}v_0$	$2v_0$

— 2 —

(物理)

- (ii) 図のように、磁束密度の大きさ $B$ の一様な磁場中に、質量 $m$ 、電荷 $q$ ( $>0$ )の荷電粒子を速さ $v$ で磁場の向きに対して角度 $\theta$ ( $0^\circ < \theta < 90^\circ$ )で入射させたところ、荷電粒子はらせん運動をした。



- (C) 荷電粒子は磁場に垂直な面内では等速円運動をしているように見える。この円運動の回転半径を求めなさい。  
(D) らせん運動において、荷電粒子が1回転する間に磁場の方向に進む距離を求めなさい。

番号	1	2	3	4	5
(C) の解答群	$\frac{qB\sin\theta}{mv}$	$\frac{qB\cos\theta}{mv}$	$\frac{mv\sin^2\theta}{qB}$	$\frac{mv\cos\theta}{qB}$	$\frac{mv\sin\theta}{qB}$

番号	1	2	3	4	5
(D) の解答群	$\frac{\pi mv\cos\theta}{2qB}$	$\frac{\pi mv\sin\theta}{2qB}$	$\frac{2\pi mv\cos\theta}{qB}$	$\frac{2\pi mv\sin\theta}{qB}$	$\frac{mv\sin\theta}{qB}$

— 3 —

(物理)

- (iii) 図1のように、透明なガラス板に一定の極めて狭い間隔で溝が切ってある回折格子の格子面に対して垂直に、波長 $\lambda$ の光をスリットSを通して入射させた。回折格子から垂直距離 $L$ 離れた位置に格子面と平行にスクリーンを置いたところ、光軸とスクリーン上の交点Oに明線が現れ、Oから距離 $a$ 離れた位置に次の明線が現れた。また、図2のように同じ回折格子に別の波長 $\lambda'$ の光を図1と同じ配置で入射させたところ、Oに明線が現れ、Oから距離 $b$ 離れた位置に次の明線が現れた。aとbは $L$ に比べてじゅうぶん小さいものとする。

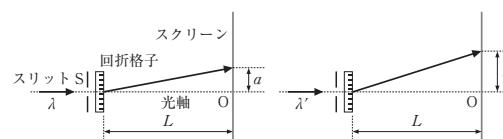


図1



図2

- (E) 回折格子の隣り合う溝の間隔を求めなさい。  
(F)  $\lambda'$ を $a$ 、 $b$ 、 $\lambda$ を用いて表しなさい。

番号	1	2
(E) の解答群	$\frac{aL}{\lambda}$	$\frac{aL}{2\lambda}$
3	4	5
$\lambda$	$\frac{\lambda}{aL}$	$\frac{\lambda L}{a}$

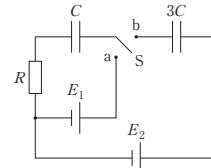
— 5 —

(物 理)

番 号	1
(P) の 解 答 群	$\frac{a+b}{2a}\lambda$
2	3
$\frac{b}{a}\lambda$	$\frac{a+b}{2b}\lambda$
4	5
$\frac{2a}{a+b}\lambda$	$\frac{a}{b}\lambda$

(物 理)

2. 図のように、電気容量が  $C$ 、 $3C$  の 2 つのコンデンサー、抵抗値  $R$  の抵抗、端子 a、b を持つスイッチ  $S$ 、内部抵抗を無視できる起電力  $E_1$ 、 $E_2$  の 2 つの電池で構成される回路がある。はじめ、2 つのコンデンサーに電荷は蓄えられておらず、S は a、b どちら側にもつながっていなかった。(24 点)



- (A) まず、S を a 側に入れた。じゅうぶん時間が経過する間に起電力  $E_1$  の電池がした仕事を求めなさい。
- (B) (A)のとき、じゅうぶん時間が経過する間に抵抗値  $R$  の抵抗で消費されたエネルギーを求めなさい。
- (C) 次に、S を b 側に入れた。じゅうぶん時間が経過した後、電気容量  $3C$  のコンデンサーに蓄えられている電荷を求めなさい。
- (D) (C)の後、S を b 側から a 側に戻してじゅうぶん時間が経過してから、再び b 側に入れた。じゅうぶん時間が経過した後、電気容量  $C$  のコンデンサーの両端の電圧を求めなさい。

— 6 —

— 7 —

(物 理)

番 号	1	2	3	4	5
(A) の 解 答 群	$C^2E_1$	$CE_1^2$	$\frac{1}{2}C^2E_1$	$\frac{1}{2}CE_1^2$	$\frac{1}{2}C^2E_1^2$

番 号	1	2	3	4	5
(B) の 解 答 群	$C^2E_1$	$CE_1^2$	$\frac{1}{2}C^2E_1$	$\frac{1}{2}CE_1^2$	$\frac{1}{2}C^2E_1^2$

番 号	1	2
(C) の 解 答 群	$\frac{C E_2 - E_1 }{6}$	$\frac{C(E_2 + E_1)}{6}$
3	4	5
$\frac{3C E_2 - E_1 }{4}$	$\frac{3C(E_2 + E_1)}{4}$	$\frac{3C E_2 - E_1 }{2}$

番 号	1	2
(D) の 解 答 群	$\frac{7E_1 + 9E_2}{16}$	$\frac{ 2E_1 - 9E_2 }{16}$
3	4	5
$\frac{13E_1 + 3E_2}{16}$	$\frac{ 19E_1 - 3E_2 }{16}$	$\frac{8E_1 + E_2}{9}$

(物 理)

3. 図 1 のように、滑らかな水平面上に質量  $M$ 、長さ  $L$  の一様な板が静止しており、大きさを無視できる質量  $m$  のミニカーが板の左端に静止している。ここで、このときの板の左端の水平面上における位置を原点  $O$  とし、右向きを正とする  $x$  軸を水平面内にとる。ミニカーが時間  $t = 0$  において板の右端に向かって  $x$  軸と平行に走り始め、後に板の右端に到達した。なお、走行中にはミニカーのタイヤが滑らずに回転したため、図 2 のようにミニカーが板を左向きに押す力が発生し、その反作用としてミニカーは右向きの推進力を受けた。この推進力の大きさ  $F$  が一定であるとし、ミニカーが板にある場合について、以下の各問に答えなさい。(40 点)

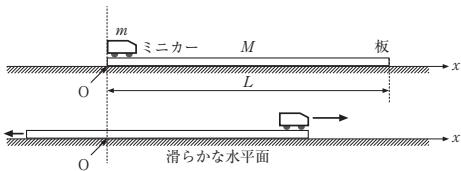


図 1



図 2

- (A) 時間  $t$  におけるミニカーの  $x$  座標を求めなさい。
- (B) 時間  $t$  における板の右端の  $x$  座標を求めなさい。
- (C) ミニカーが板の右端に到達したときの時間と、そのときの板の左端の  $x$  座標をそれぞれ求めなさい。
- (D) (C)のとき、ミニカーと板を合わせた全体の重心の  $x$  座標を求めなさい。

— 8 —

— 9 —

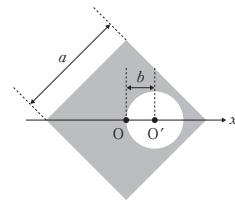
## 物理問題

(物理)

注意 問題1, 2は各問題に付した解答群から正解を選んで、正解の番号を解答用紙のそれぞれの解答欄に記入しなさい。問題3は解答用紙に導き方も付して解答しなさい。

1. 次の各問に答えなさい。 (36点)

- (i) 一辺の長さ  $a$  の一样的な正方形の薄い板がある。図のように、板の中心  $O$  を通る対角線に  $x$  軸をとり、 $O$  から距離  $b$  離れた  $x$  軸上の点  $O'$ を中心半径  $b$  の円形に板をくり抜いて取り除いた。板の単位面積あたりの質量を  $\sigma$  とする。



- (A) 円形にくり抜かれた後の板の質量を求めなさい。  
(B) 円形にくり抜かれた後の板の重心は点  $O$  からいくら離れているか求めなさい。

— 1 —

(物理)

番号	1	2
(A) の解答群	$\sigma a^2$	$\sigma(a^2 - b^2)$
3	4	5
$\sigma\pi(a^2 - b^2)$	$\sigma a(a - \pi b)$	$\sigma(a^2 - \pi b^2)$

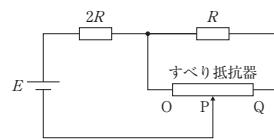
番号	1	2	3	4	5
(B) の解答群	$b$	$\frac{b^2}{a}$	$\frac{b^2}{a - \pi b}$	$\frac{\pi b^3}{a^2 - \pi b^2}$	$\frac{\pi b^3}{(a - \pi b)^2}$

— 2 —

(物理)

(物理)

- (ii) 図のように、抵抗値  $2R$  と  $R$  の2つの抵抗、最大抵抗値  $3R$  のすべり抵抗器 OPQ、内部抵抗の無視できる起電力  $E$  の電池からなる回路がある。すべり抵抗器の OP 間と PQ 間の抵抗値はそれぞれ OP と PQ の長さに比例し、接点 P が Q の位置にあるとき OP 間の抵抗が最大値  $3R$  となり、P が O の位置にあるとき PQ 間の抵抗が最大値  $3R$  となる。



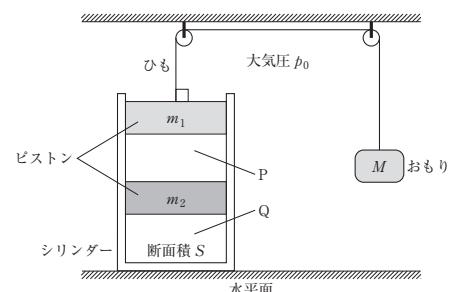
- (C) P が Q の位置にあるとき、抵抗値  $2R$  の抵抗を流れる電流の大きさを求めなさい。  
(D) OP の長さが OQ の長さの  $x$  倍 ( $0 < x < 1$ ) のとき、抵抗値  $R$  の抵抗を流れる電流の大きさは抵抗値  $2R$  の抵抗を流れる電流の大きさの何倍になるか求めなさい。

番号	1	2	3	4	5
(C) の解答群	$\frac{3E}{11R}$	$\frac{4E}{11R}$	$\frac{3E}{7R}$	$\frac{2E}{3R}$	$\frac{E}{R}$

番号	1	2	3	4	5
(D) の解答群	$\frac{x}{2}$	$\frac{x}{3}$	$\frac{x}{4}$	$\frac{3x}{4}$	$\frac{3x}{7}$

— 3 —

- (iii) 図のように、断面積  $S$  で滑らかに動く質量  $m_1$  と質量  $m_2$  の2つのピストンを持つシリンダー容器が水平面上に鉛直に立てて固定されている。質量  $m_1$  のピストンは質量  $M$  のおもりと滑車を通して軽いひもにたるみがないようにつながれている。シリンダー内は2つのピストンによって空間 P と空間 Q に分かれており、1モルの同じ理想気体がそれぞれの空間に封入されていて、2つのピストンは静止していた。このとき、P内の気体とQ内の気体の温度は大気の温度と同じであった。理想気体の質量はピストンの質量に比べてじゅうぶん小さいものとし、大気圧を  $p_0$ 、重力加速度の大きさを  $g$  とする。



- (E) Q内の気体の圧力を求めなさい。  
(F) Qの体積は Pの体積の何倍であるか求めなさい。

(物 理)

番 号	1
(E) の 解 答 群	$p_0 + \frac{(m_1 + m_2 - M)g}{S}$
2	3
$p_0 + \frac{(m_1 + m_2 + M)g}{S}$	$p_0 + \frac{(m_1 - m_2 + M)g}{S}$
4	5
$p_0 + \frac{(m_1 - m_2 - M)g}{S}$	$p_0 - \frac{(m_1 + m_2 - M)g}{S}$

番 号	1
(F) の 解 答 群	$p_0 S + (m_1 - m_2)g$ $p_0 S + (m_1 + m_2 + M)g$
2	3
$p_0 S + (m_1 - M)g$ $p_0 S + (m_1 + m_2 - M)g$	$p_0 S + (m_2 - M)g$ $p_0 S + (m_1 + m_2 - M)g$
4	5
$p_0 S - (m_2 - M)g$ $p_0 S - (m_1 + m_2 - M)g$	$\frac{m_1 - M}{m_1 + m_2 - M}$

〔倍〕

— 6 —

(物 理)

2. 図1のように、真空中で、距離  $d$  隔てられた長さ  $h$  の2枚の平行板電極が  $x$  軸に平行に設置してあり、電極間には電圧  $V$  ( $> 0$ ) がかけられていて、一様な電場が電極間に発生している。また、点Oを原点とする  $xy$  平面上の  $x \geq 0$  の領域には一様な磁場が紙面に垂直で裏から表へ向けて加えられている。質量  $m$ 、電荷  $-e$  ( $e > 0$ ) の電子を初速  $v_0$  で  $x$  軸に沿って電極間に入射させたところ、電子は電極に衝突することなく電極間を通り抜け、 $y$  軸上の点Pを通過した。 $x$  軸は電極間の中央を通っており、平行板電極の右端と  $y$  軸との距離を  $L$ 、電子は  $xy$  平面内を運動するものとし、重力の影響はないものとする。 (24点)

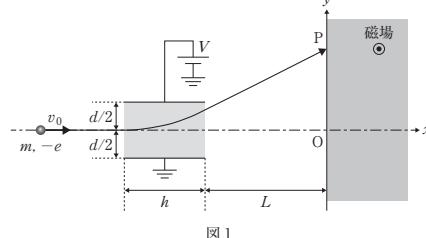


図1

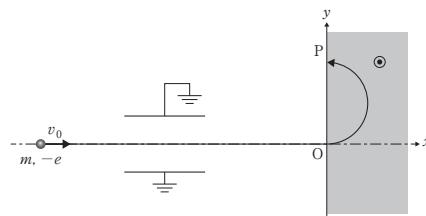


図2

— 7 —

(物 理)

- (A) 電極間内を運動しているときの電子の加速度の大きさを求めなさい。  
 (B) 電子が電極に衝突することなく電極間を通過するためには、電圧  $V$  はいくらより小さくなければならないか求めなさい。  
 (C) OP間の直線距離を求めなさい。  
 (D) 次に、図2のように平行板電極に電圧を印加せずに電子を初速  $v_0$  で  $x$  軸に沿って入射させたところ、電子は  $x$  軸上を直進し、点Oで磁場領域に進入すると半円軌道を描いて図1と同じ  $y$  軸上の点Pを通過した。このとき、磁束密度の大きさを求めなさい。

(物 理)

番 号	1	2	3	4	5
(A) の 解 答 群	$\frac{eV}{mh}$	$\frac{eV}{m(h+L)}$	$\frac{eV}{2md}$	$\frac{eV}{md}$	$\frac{2eV}{md}$

番 号	1	2	3	4	5
(B) の 解 答 群	$\frac{md^2v_0^2}{4eh^2}$	$\frac{md^2v_0^2}{2eh^2}$	$\frac{md^2v_0^2}{eh^2}$	$\frac{mh^2v_0^2}{ed^2}$	$\frac{mh^2v_0^2}{2ed^2}$

番 号	1	2
(C) の 解 答 群	$\frac{eVh(h+2L)}{2mdv_0^2}$	$\frac{eVh(h+2L)}{mdv_0^2}$
3	4	5
$\frac{eVh(h+L)}{mdv_0^2}$	$\frac{2eVh(h+L)}{mdv_0^2}$	$\frac{eVd(h+2L)}{mdv_0^2}$

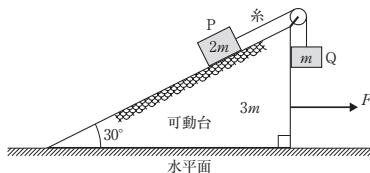
番 号	1	2
(D) の 解 答 群	$\frac{m^2dv_0^3}{2e^2Vh(h+L)}$	$\frac{2m^2hv_0^3}{e^2Vd(h+2L)}$
3	4	5
$\frac{m^2dv_0^3}{e^2Vh(h+L)}$	$\frac{2m^2dv_0^3}{e^2Vh(h+2L)}$	$\frac{4m^2dv_0^3}{e^2Vh(h+2L)}$

— 8 —

— 9 —

## (物 理)

3. 図のように、傾斜角  $30^\circ$  の粗い斜面と滑らかな鉛直面を持つ質量  $3m$  の可動台が滑らかな水平面上にある。可動台の斜面上にある質量  $2m$  の物体 P と質量  $m$  の物体 Q は軽い滑車を通して軽い糸でつながれており、Q は可動台の鉛直面と接している。P と滑車の間の糸は斜面と平行、Q と滑車の間の糸は鉛直面と平行であり、糸はたるんでいなかった。可動台を水平方向に大きさ  $F$  の一定の力で右へ引っ張ったところ、P と Q は可動台に対して静止したまま、可動台は水平面上を運動した。P は斜面から離れることはなく、重力加速度の大きさを  $g$  として、以下の各問に答えなさい。  
(40 点)



- (A) 水平面に対する可動台の加速度の大きさと、Q が可動台の鉛直面から受ける垂直抗力の大きさをそれぞれ求めなさい。  
 (B) P が可動台の斜面から受ける垂直抗力の大きさを求めなさい。  
 (C) P が可動台の斜面から受ける静止摩擦力の大きさを求めなさい。  
 (D) P と Q が可動台に対して静止しているためには、P と可動台の斜面との間の静止摩擦係数はいくら以上でなければならないか求めなさい。

— 11 —

解答解説は154ページ

## 物理 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）3日目（2月3日実施）

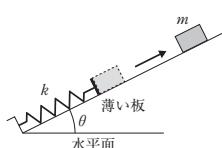
## 物理問題

## (物 理)

注意 問題1、2は各問題に付した解答群から正解を選んで、正解の番号を解答用紙のそれぞれの解答欄に記入しなさい。問題3は解答用紙に導き方も付して解答しなさい。

1. 次の各問に答えなさい。  
(36 点)

- (i) 自然長  $L$ 、ばね定数  $k$  の軽いばねと水平面から角度  $\theta$  傾いた滑らかな斜面がある。ばねの一端は斜面の下端に取り付けられ、ばねの他端には質量が無視できる薄い板が取り付けられている。図のように、質量  $m$  の小物体を板に押しつけてばねを自然長より長さ  $d$ だけ縮めた後、静かにはなしたところ、小物体は斜面に沿って滑り上がり、板から離れて最高点に達した。重力加速度の大きさを  $g$  とする。



- (A) ばねが自然長になった瞬間の小物体の速さを求めなさい。  
 (B) 小物体が動きはじめてから最高点に達するまでに斜面に沿って移動した距離を求めなさい。

## (物 理)

番 号	1	2
(A) の 解 答 群	$\sqrt{2g(L-d)\sin\theta}$	$\sqrt{\frac{kd^2}{m} - 2gd\sin\theta}$
3	4	5
$\sqrt{\frac{kd^2}{m} - 2g(L-d)\sin\theta}$	$\sqrt{2gd\sin\theta}$	$\sqrt{\frac{k}{m}}d$

番 号	1	2
(B) の 解 答 群	$\frac{kd^2}{2mg\sin\theta} + d$	$\frac{k(L-d)^2}{2mg\sin\theta} + d$
3	4	5
$\frac{kd^2}{2mg\sin\theta} - L + d$	$\frac{k(L-d)^2}{2mg\sin\theta} - L + 2d$	$\frac{kd^2}{2mg\sin\theta}$

— 1 —

— 2 —

## (物理)

- (ii) 図1のように、真空中に起電力  $E$  の電池、スイッチ、平行板コンデンサー、抵抗からなる回路がある。はじめ、スイッチは開いており、コンデンサーに電荷は蓄えられていなかった。コンデンサーの極板面積はじゅうぶんに大きく、真空の誘電率を  $\epsilon_0$  とする。

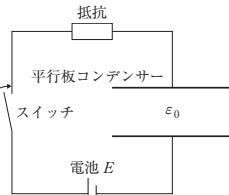


図1

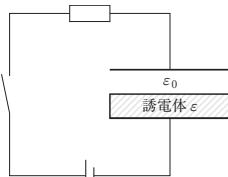


図2

## (物理)

番号	1	2	3	4	5
(C) の解答群	$E$	$\frac{\epsilon_0 + \epsilon}{2\epsilon} E$	$\frac{\epsilon_0 + \epsilon}{2\epsilon_0} E$	$\frac{\epsilon_0 + \epsilon}{\epsilon} E$	$\frac{\epsilon_0 + \epsilon}{\epsilon_0} E$

番号	1	2	3	4	5
(D) の解答群	1	$\frac{2\epsilon}{\epsilon_0 + \epsilon}$	$\frac{2\epsilon_0}{\epsilon_0 + \epsilon}$	$\frac{\epsilon_0 + \epsilon}{2\epsilon}$	$\frac{\epsilon_0 + \epsilon}{2\epsilon_0}$

[倍]

— 3 —

— 4 —

## (物理)

- (iii) 真空中で、ある金属板の表面に波長  $\lambda_1$  の光を照射したときに飛び出す光電子の最大運動エネルギーは  $E_1$ 、波長  $\lambda_2$  ( $> \lambda_1$ ) の光を照射したときに飛び出す光電子の最大運動エネルギーは  $E_2$  であった。真空中の光速を  $c$  とする。

- (E) プランク定数を  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $c$ 、 $E_1$ 、 $E_2$  を用いて表しなさい。  
(F) この金属板から光電子を飛び出させることができる照射光の波長の最大値（限界波長）を求めなさい。

番号	1	2
(E) の解答群	$\frac{(E_1 - E_2)(\lambda_2 - \lambda_1)}{c}$	$\frac{E_1 E_2 (\lambda_2 - \lambda_1)}{c(E_1 - E_2)}$
3	4	5

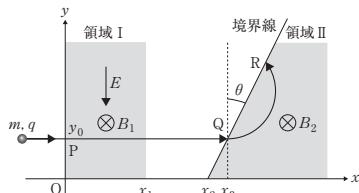
  

番号	1	2
(F) の解答群	$\frac{(E_1 + E_2)\lambda_1\lambda_2}{\lambda_1 E_1 + \lambda_2 E_2}$	$\frac{(E_1 - E_2)\lambda_1\lambda_2}{\lambda_2 E_1 - \lambda_1 E_2}$
3	4	5

## (物理)

2. 図のように、xy平面上の領域I ( $0 < x < x_1$ ) には、大きさ  $E$  の一様な電場が  $y$  軸の負の向きに、磁束密度の大きさ  $B_1$  の一様な磁場が紙面に対して垂直に表から裏向きにかけられている。また、領域Iから離れた右側には  $y$  軸から角度  $\theta$  傾いた境界線があり、境界線の右側の領域II（境界線と  $x$  軸との交点の  $x$  座標は  $x_2$ ）には磁束密度の大きさ  $B_2$  ( $> B_1$ ) の一様な磁場が領域Iの磁場と同じ向きにかけられている。いま、質量  $m$ 、電荷  $q$  ( $> 0$ ) を持つ荷電粒子を  $y$  軸上の点P  $(0, y_0)$  を通過するように  $x$  軸に平行に領域Iへ進入させたところ、荷電粒子は領域Iを直進して通り抜けた。その後、荷電粒子は境界線上の点Q  $(x_3, y_0)$  を通過し、円軌道の一部を描いて境界線上の点Rに到達した。 $y_0 > 0$ 、 $x_1 < x_2 < x_3$  であり、荷電粒子はxy平面内を運動し、重力の影響はないものとする。

(24点)



- (A) Pを通過したときの荷電粒子の速さを求めなさい。

- (B) Qを通過した荷電粒子がRに到達するまでの間に、荷電粒子が磁場から受けける力の大きさを求めなさい。

- (C) (B)のとき、荷電粒子が描く円軌道の直径を求めなさい。

- (D) 境界線上の線分QRの長さを求めなさい。

— 5 —

— 7 —

## (物 理)

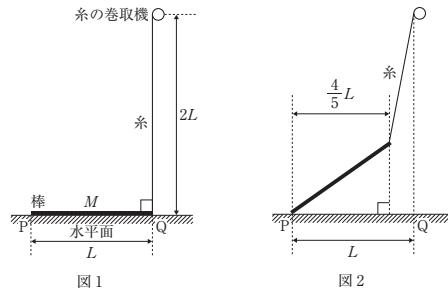
番 号	1	2	3	4	5
(A) の 解 答 群	$\frac{E}{B_1}$	$\frac{B_1}{E}$	$EB_1$	$\sqrt{\frac{E}{B_1}}$	$\sqrt{\frac{B_1}{E}}$

番 号	1	2	3	4	5
(B) の 解 答 群	$qE$	$\frac{qEB_1}{B_2}$	$\frac{qEB_2}{B_1}$	$\frac{qB_2}{EB_1}$	$\sqrt{\frac{q}{EB_1}}B_2$

番 号	1	2
(C) の 解 答 群	$\frac{2mE}{qB_1B_2\sin\theta}$	$\frac{2mE}{qB_1B_2\cos\theta}$
3	4	5
$\frac{2mE\sin\theta}{qB_1B_2}$	$\frac{2mE\cos\theta}{qB_1B_2}$	$\frac{2mE}{qB_1B_2}$

番 号	1	2
(D) の 解 答 群	$\frac{2mE}{qB_1B_2\sin\theta}$	$\frac{2mE}{qB_1B_2\cos\theta}$
3	4	5
$\frac{2mE\sin\theta}{qB_1B_2}$	$\frac{2mE\cos\theta}{qB_1B_2}$	$\frac{2mE}{qB_1B_2}$

3. 図1のように、粗い水平面上の点Pと点Qの間に質量Mで長さLの一様な細い棒を水平面上に置き、大きさが無視できる巻取機をQの直上で水平面から高さ $2L$ の位置に設置した。次に、棒の右端に取り付けた軽くて丈夫な細い糸を巻取機でゆっくり巻き取って棒を水平から傾けて行き、図2のように、棒を水平面へ正射影した長さが $\frac{4}{5}L$ になったところで巻き取りを止めて棒を静止させた。糸は常に張った状態で、棒の左端はPと常に接している。PQ間の距離をL、重力加速度の大きさを $g$ として、以下の各問に答えなさい。(40点)



- (A) 図1から図2の状態になるまでに、巻取機が棒にした仕事の大きさを求めなさい。ただし、一様な棒の位置エネルギーを考えるときは、重心に全ての質量があるとみなしてよい。
- (B) 棒が図2のように水平面から傾いて静止しているとき、棒の右端と巻取機の間の糸の長さを求めなさい。
- (C) (B)のとき、糸の張力の大きさを求めなさい。

— 8 —

— 9 —

## (物 理)

- (D) (B)のとき、棒が水平面から受けている静止摩擦力の大きさと垂直抗力の大きさを、それぞれ求めなさい。

— 10 —

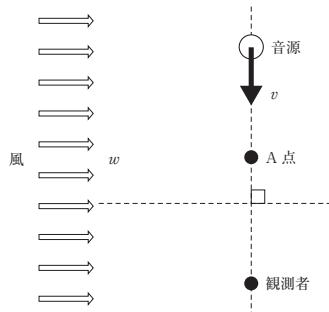
## 物理問題

(物理)

注意 問題1, 2は各問題に付した解答群から正解を選んで、正解の番号を解答用紙のそれぞれの解答欄に記入しなさい。問題3は解答用紙に導き方も付して解答しなさい。

1. 次の各問に答えなさい。 (36点)

- (i) 図のように全方向に音を伝える振動数  $f$  の音源が静止する観測者に向かって速さ  $v$  で直進している。進行方向に垂直に速さ  $w$  の風が吹いている。音源がA点を通過したとき発した音は  $t$  秒後に観測者に到達した。A点から観測者までの距離は  $\boxed{(A)}$  であり、観測者はこれを  $\boxed{(B)}$  の周波数の音として聴いた。なお音速を  $c$  とする。



— 1 —

— 2 —

番号	1	2	3	4	5
(A) の解答群	$ct$	$t\sqrt{c^2 - w^2}$	$t\sqrt{c^2 + w^2}$	$wt$	$\frac{c}{w}t$

番号	1	2	
(B) の解答群	$\frac{c}{c-v}f$	$\frac{c+v}{c}f$	
3	4	5	
	$\frac{\sqrt{c^2 - w^2}}{\sqrt{c^2 - w^2 - v}}f$	$\frac{\sqrt{c^2 + w^2}}{\sqrt{c^2 + w^2 - v}}f$	$\frac{\sqrt{c^2 - w^2} + v}{\sqrt{c^2 - w^2 - v}}f$

- (ii) 気圧が  $1 \times 10^5$  Pa で 500 mL の单原子分子理想気体を定圧変化させて温度を 20 ℃から 35 ℃へ上げた。この変化で体積は  $\boxed{(C)}$  (mL) だけ変化し、内部エネルギーは  $\boxed{(D)}$  (J) 変化した。

番号	1	2	3	4	5
(C) の解答群	375	214	26	2	-24

番号	1	2	3	4	5
(D) の解答群	192	38	19.2	3.8	2.6

(物理)

(物理)

- (iii) 一辺の長さが  $l$  の立方体の空洞内に光子の気体が入っており、各光子は速さ  $c$  で空洞内をそれぞれ等速直線運動をしながら空洞の壁と弾性衝突を繰り返している。

- (E)  $x$  軸に垂直な壁が一つの光子から受けける力積の大きさは単位時間あたりいくらか。ただし、光子の運動量および速度の  $x$  方向成分の大きさをそれぞれ  $p_x$ ,  $c_x$  とする。

- (F) 光子の気体の圧力を光子の気体の全エネルギー  $U$  を用いて表せ。

番号	1	2	3	4	5
(E) の解答群	$\frac{p_x c_x}{3L}$	$\frac{p_x c_x}{L}$	$\frac{3p_x c_x}{2L}$	$\frac{2p_x c_x}{L}$	$\frac{3p_x c_x}{L}$

番号	1	2	3	4	5
(F) の解答群	$\frac{U}{6L^3}$	$\frac{U}{3L^3}$	$\frac{U}{2L^3}$	$\frac{2U}{3L^3}$	$\frac{U}{L^3}$

— 3 —

— 4 —

## (物 理)

2. ばねと導体棒を用いて、図1のようなばねのびで電流値・電圧値を読み取る計測器を作る。電流  $I$  は電源より供給され、レール(上)→導体棒→レール(下)と流れる。レール(上・下)は間隔  $\ell = 0.10\text{ m}$  で平行に設置され、導体棒はこの上をレールに垂直に摩擦なしで移動できる。導体棒はレール間において抵抗値  $R_\ell = 1.0\Omega$  の抵抗値を持っており、ばね定数  $k = 1.0\text{ N/m}$  のばねで壁とつながれている。レールと導体棒に対し垂直に紙面裏から表の方向に一様な磁場が磁束密度  $B = 3.3\text{ N/(A}\cdot\text{m)}$  の大きさでかかっている。はじめ、スイッチは  $S_A$  につながっていた。ばねが振動しないように電流を徐々に変化させた。電源の内部抵抗、レールの電気抵抗、(D)で接続する直列回路内の電池とダイオードの内部抵抗は無視してよい。(24点)

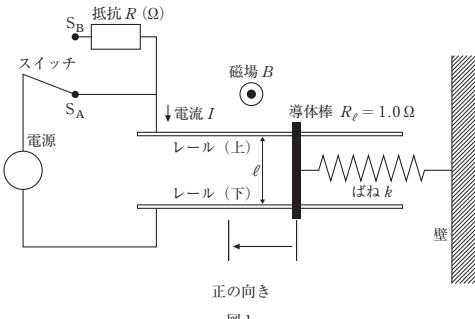


図1

— 5 —

## (物 理)

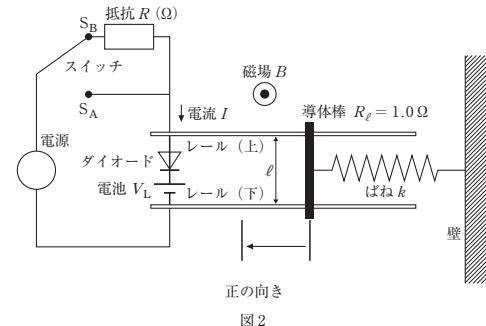


図2

- (A) 図1のように電流  $I$  (A) を流した時、磁場によって導体棒に発生する力を求めなさい。なおばねが伸びる方向を正とする。
- (B) 電流値を 0 A から 3.0 A の範囲で変化させたときのばねのびの最大値を求めなさい。
- (C) スイッチを  $S_A$  から  $S_B$  につなぎ変え、電源とレールの間に抵抗値  $R$  (Ω) の抵抗を入れて計測器を電圧計として働かせる。電流値の範囲は(B)と同様にして、測定可能な電圧を 0 V から 30 V までとするためには  $R$  の値をいくらにすればよいか。
- (D) (C)で作製した電圧計は、導体棒に流れる電流が大きいとジュール熱で導体棒が融解して破損してしまう。これを防ぐためにダイオードと起電力  $V_L$  (V) の電池の直列回路を図2のように接続し、導体棒に流れる電流が 3.0 A を超えないようにしたい。今、電源の電圧を  $E$  とする。 $E \geq 30\text{ V}$  の時、適切な  $V_L$  (V) と電池に流れる電流  $I_L$  (A) の組み合わせを選べ。

— 6 —

## (物 理)

番号	1	2	3	4	5
(A) の 解答群	$IB\ell$	$-IB\ell$	$I\ell$	$-I\ell$	0

番号	1	2	3	4	5
(B) の 解答群	0	0.10	0.50	0.99	3.3

番号	1	2	3	4	5
(C) の 解答群	0.1	0.29	1.0	2.9	9.0

番号	1
(D) の 解答群	$V_L = 1\text{ V}, I_L = \frac{1}{R}E + \left(1 + \frac{1}{R}\right)V_L\text{ (A)}$
2	3
$V_L = 3\text{ V}, I_L = \frac{1}{R}E - \left(1 + \frac{1}{R}\right)V_L\text{ (A)}$	$V_L = 3\text{ V}, I_L = \frac{1}{R}E + \left(1 + \frac{1}{R}\right)V_L\text{ (A)}$
4	5
$V_L = 30\text{ V}, I_L = \frac{1}{R}E - \left(1 + \frac{1}{R}\right)V_L\text{ (A)}$	$V_L = 30\text{ V}, I_L = \frac{1}{R}E + \left(1 + \frac{1}{R}\right)V_L\text{ (A)}$

— 7 —

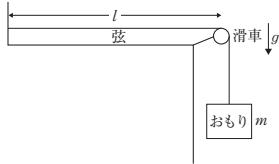
## 物理問題

(物理)

注意 問題1、2は各問題に付した解答群から正解を選んで、正解の番号を解答用紙のそれぞれの解答欄に記入しなさい。問題3は解答用紙に導き方も付して解答しなさい。

1. 次の各問に答えなさい。 (36点)

- (i) 図のように、線密度の一樣な1本の弦の一端を壁に固定し、他端にはなめらかな滑車を通して質量  $m$  のおもりをつるした。壁と滑車の間の距離は  $l$  である。この弦に振動数  $f$  の振動を加えたところ、4個の腹のある定常波ができる。重力加速度の大きさを  $g$  とする。



- (A) 弦の線密度  $\rho$  を  $m$ 、 $g$ 、 $f$  および  $l$  を用いて表しなさい。  
(B) おもりの質量を変え、弦に再び振動数  $f$  の振動を加えたところ、定常波の腹の数が3個になった。おもりの質量は  $m$  の何倍にしたか答えなさい。

- 1 -

- 2 -

番号	1	2	3	4	5
(A) の解答群	$\frac{mg}{4fl}$	$\frac{4mg}{fl}$	$\frac{4mg}{f^2l^2}$	$\frac{mg}{4f^2l^2}$	$\frac{9mg}{4f^3l^3}$

番号	1	2	3	4	5
(B) の解答群	$\frac{1}{3}$ 倍	$\frac{4}{5}$ 倍	$\frac{9}{7}$ 倍	$\frac{16}{9}$ 倍	$\frac{25}{12}$ 倍

- (ii) 体積が1L、圧力が  $2 \times 10^5$  Pa、温度が200Kの単原子分子理想気体を熱の出入りがないように体積を変化させたところ、温度はじめの2.25倍に增加了。このとき、気体分子の2乗平均速度は (C) 倍になった。体積を変化させた後の気体の中に体積の無視できる質量5g、比熱 (D) (J/(g·K)) の物体を入れて十分時間が経ったところ、物体の温度は60K上がり、気体の温度は180K下がった。ただし、気体の分子数は変化せず、物体を入れてから気体は外部に仕事をしなかった。また、熱のやり取りは気体と物体の間でのみ行われた。

番号	1	2	3	4	5
(C) の解答群	$\frac{4}{9}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{2}$	2	$\frac{9}{4}$

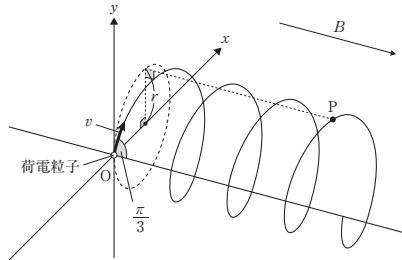
番号	1	2	3	4	5
(D) の解答群	0.1	0.4	0.5	0.8	0.9

- 3 -

- 4 -

## (物 理)

2. 真空中において一様な磁場内での荷電粒子の運動を考える。図のように、 $z$  軸 + 方向の磁束密度の大きさが  $B$  の一様な磁場内で、質量  $m$ 、電気量  $q$  ( $q > 0$ ) の荷電粒子を、 $yz$  平面内の  $z$  軸と角  $\frac{\pi}{3}$  rad をなす向きに速さ  $v$  で原点  $O$  から射出した。すると、荷電粒子は図のようにらせん運動、つまり、 $z$  軸方向からみたときは等速円運動、 $z$  軸方向には等速直線運動をした。なお、重力の影響は無視する。  
(24 点)



- (A) 荷電粒子の円運動の半径  $r$  を求めなさい。  
 (B) 荷電粒子が射出されてから 3 周と  $\frac{1}{4}$  回転して図の点 P を通過するときの運動エネルギーを求めなさい。  
 (C) (B) で荷電粒子が点 P を通過するときの時刻を求めなさい。ただし、荷電粒子を射出したときの時刻を 0 とする。  
 (D) (B) で荷電粒子が点 P を通過した瞬間から  $-z$  方向に大きさが  $E$  の一様な電場をかけたところ、やがて  $-z$  方向にらせん運動をした。点 P を通過してから再び  $z$  座標が  $O$  の位置を通過するまでに何回転するか求めなさい。

— 5 —

## (物 理)

番 号	1	2	3	4	5
(A) の 解 答 群	$\frac{mv}{4qB}$	$\frac{mv}{2qB}$	$\frac{3mv}{4qB}$	$\frac{\sqrt{3}mv}{2qB}$	$\frac{mv}{qB}$

番 号	1	2	3	4	5
(B) の 解 答 群	$\frac{1}{8}mv^2$	$\frac{3}{8}mv^2$	$\frac{v^2}{m}$	$\frac{1}{2}mv^2$	$mv^2$

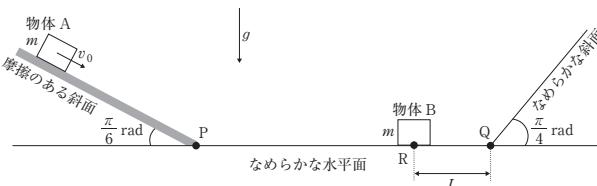
番 号	1	2	3	4	5
(C) の 解 答 群	$\frac{13\pi m}{2qB}$	$\frac{15\pi m}{2qB}$	$\frac{11\pi m}{qB}$	$\frac{13\pi m}{qB}$	$\frac{15\pi m}{qB}$

番 号	1
(D) 解 答 群	$\frac{B}{4\pi E} \left( v + \sqrt{v^2 + \frac{26E\pi v}{B}} \right)$
2	3
	$\frac{B}{4\pi E} \left( v - \sqrt{v^2 + \frac{26E\pi v}{B}} \right)$
4	5
	$\frac{B}{2E} \left( v - \sqrt{v^2 + \frac{26E\pi v}{B}} \right)$
	$\frac{Bv}{4\pi E} \sqrt{1 + \frac{13E\pi}{Bv}}$

— 6 —

## (物 理)

3. 図のようになめらかな水平面が点 P と点 Q で斜面につながっている。物体 A と左側の斜面との間には摩擦があり、右側の斜面はなめらかである。物体 A と物体 B はともに質量が  $m$  であり、大きさと空気抵抗は無視できる。また、物体 A と物体 B は斜面と水平面のつなぎ目ではなめらかに運動する。物体 A と物体 B の衝突の反発係数を  $\frac{1}{\sqrt{3}}$  とし、重力加速度の大きさは  $g$  とする。  
(40 点)



## (物 理)

- (A) 物体 A を初速度の大きさ  $v_0$  で左側の斜面を滑らせると、物体 A は点 P で水平面に到達するまで等速直線運動をした。このときの物体 A と左側の斜面との間の動摩擦係数を求めなさい。  
 (B) 斜面を滑り落ちた物体 A は水平面上を運動し、点 Q から  $L$  だけはなれた水平面上の点 R で静止していた物体 B と最初の衝突をした。衝突後の物体 B の速さを、 $m, g, v_0$  のうちから必要なものを用いて求めなさい。  
 (C) 最初の衝突後、物体 B は水平面を進んで点 Q から右側の斜面のぼりはじめて最高点に達した後、滑り落ちて再び点 Q を通過した。点 Q で登りはじめてから滑り落ちて再び点 Q を通過するまでの時間  $m, g, v_0$  のうちから必要なものを用いて求めなさい。  
 (D) 最初の衝突後、物体 A が点 Q に達する前に、右側の斜面を滑り落ちて点 Q を通過してきた物体 B と水平面上で 2 回目の衝突をするために、 $L$  が満たすべき条件を  $m, g, v_0$  のうちから必要なものを用いて表しなさい。

— 7 —

— 8 —

## 化学問題

(化 学)

注意 必要があれば、つぎの数値を用いなさい。

原子量: H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16

気体定数  $R = 8.31 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.31 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/(\text{K} \cdot \text{mol})$   
 $= 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ ファラデー定数  $F = 96500 \text{ C/mol}$ アボガドロ定数  $N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ 

1. 各間に最も適合する解答を解答群より1つ選び出し、解答欄に番号で記入しなさい。

(配点 25 点)

(A) つぎのコロイドに関する記述のうち、まちがっているものはどれですか。

(A)の解答群

1	少量の電解質によって疎水コロイドの粒子が沈殿する現象を凝析という
2	多量の電解質によって水和している水分子が取り除かれ、親水コロイドが集合して沈殿する現象を塩析という
3	コロイド溶液に直流電圧をかけ、コロイド粒子が帶電している電荷と同じ符号の電極の方に移動する現象を電気泳動という
4	コロイド粒子が分散媒分子に衝突されて起こる不規則な運動を、ブラウン運動という
5	コロイド粒子が光を散乱させるため、コロイド溶液に横から強い光を当てると光の通路が明るく見える現象をチンダル現象という

(B) つぎの化合物のうち、不齊炭素原子をもつものはどれですか。

(B)の解答群

1	1,1-ジクロロブタン	2	1,2-ジクロロブタン
3	1,4-ジクロロブタン	4	1,1-ジクロロプロパン
5	1,3-ジクロロプロパン		

(C) つぎの(A)～(ウ)の記述の正誤の組み合わせのうち、正しいものはどれですか。

- (ア) 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加热すると、酸素が発生する  
(イ) 亜硫酸水素ナトリウムに希硫酸を加えると、三酸化硫黄が発生する  
(ウ) 銅片に希硝酸を加えると、一酸化窒素が発生する

(C)の解答群

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	正	誤	誤
2	正	正	誤
3	正	正	正
4	誤	正	正
5	誤	誤	正

— 11 —

— 12 —

(化 学)

(化 学)

(D) つぎの記述のうち、水素結合が関与しないものはどれですか。

(D)の解答群

1	2-メチルブタンは、ベンタノンより融点が低い
2	フッ化水素は、塩化水素より沸点が高い
3	酢酸は、無極性溶媒中で二量体として存在する
4	セルロースは分子が平行に並びやすく、強い纖維状の物質となる
5	タンパク質のポリペプチド鎖は、部分的にらせん状やひだ状の構造をとる

(E) 水溶液に少量のアンモニア水を加えると沈殿を生じ、さらに過剰のアンモニア水を加えると沈殿が完全に溶解した。このような現象が起こる金属イオンの組み合わせとして正しいものは、つぎのうちどれですか。

(E)の解答群

1	$\text{Al}^{3+}$ , $\text{Cu}^{2+}$	2	$\text{Al}^{3+}$ , $\text{Ba}^{2+}$	3	$\text{Ag}^+$ , $\text{Pb}^{2+}$
4	$\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$	5	$\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Ag}^+$		

2. 各間に最も適合する解答を解答群より1つ選び出し、解答欄に番号で記入しなさい。

(配点 25 点)

(A) アルミニウムの粉末 2.7 g と酸化鉄(III)の粉末 40 g を混合し、テルミット反応によって鉄を生成した。生成した鉄に対する未反応のアルミニウムの質量比(アルミニウム/鉄)はいくらですか。

ただし、混合した酸化鉄(III)はすべてアルミニウムと反応したものとし、アルミニウムはテルミット反応以外で消費されないものとする。また、原子量は  $\text{Al} = 27$ ,  $\text{Fe} = 56$  とする。

(A)の解答群

1	0.33	2	0.48	3	0.60	4	0.72	5	0.84
---	------	---	------	---	------	---	------	---	------

(B) ある量の気体の二酸化炭素を  $0.100 \text{ mol/L}$  の水酸化バリウム水溶液 50.0 mL に吸収させたところ、炭酸バリウムの白色沈殿が生じた。沈殿を取り除き、水溶液中の未反応の水酸化バリウムを  $0.100 \text{ mol/L}$  のシウウ酸水溶液で滴定したところ、15.0 mL を要した。吸収された二酸化炭素の物質量(mol)はいくらですか。

ただし、吸収された二酸化炭素はすべて水酸化バリウムと反応したものとし、生成した炭酸バリウムの水への溶解は無視できるものとする。

(B)の解答群

1	$2.63 \times 10^{-3}$	2	$3.25 \times 10^{-3}$	3	$3.50 \times 10^{-3}$	4	$4.25 \times 10^{-3}$	5	$4.63 \times 10^{-3}$
---	-----------------------	---	-----------------------	---	-----------------------	---	-----------------------	---	-----------------------

— 13 —

— 15 —

## (化 学)

(C) 容積一定の真空容器にメタンと酸素を物質量比1:4で混合した気体を封入した。300 Kのとき容器内の圧力は $1.0 \times 10^5$  Paであった。その後、容器内のメタンを完全燃焼させ、300 Kまで冷却したところ液体の水が生じた。このときの容器内の圧力(Pa)はいくらですか。

ただし、気体はすべて理想気体として扱い、液体の水への気体の溶解は無視できるものとする。また、300 Kにおける水の蒸気圧は $3.0 \times 10^3$  Paであり、液体の水の体積は無視できるものとする。

(C)の解答群

1	$5.7 \times 10^4$	2	$6.0 \times 10^4$	3	$6.3 \times 10^4$	4	$8.0 \times 10^4$	5	$8.3 \times 10^4$
---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------

(D) 一般的なリチウムイオン電池の負極には、リチウムを含んだ黒鉛系炭素材料が用いられる。充電後の負極物質を  $\text{LiC}_6$  と表すと、放電の際、負極では以下の反応がおこる。



1.00 g の  $\text{LiC}_6$  をリチウムイオン電池の負極に用い、電流を 1.0 A で一定として完全に放電させたとき、放電可能な最大の時間(分)はおよそいくらですか。

ただし、放電中に負極では(1)式以外の反応はおきないものとし、原子量は  $\text{Li} = 6.9$  とする。

(D)の解答群

1	5	2	10	3	15	4	20	5	25
---	---	---	----	---	----	---	----	---	----

— 16 —

## (化 学)

(E) ある不揮発性の非電解質 3.30 g をベンゼン 50.0 mL に溶かした溶液の凝固点は 2.30 °C であった。この非電解質の分子量はいくらですか。

ただし、ベンゼンの凝固点は 5.50 °C、モル凝固点降下は 5.12 K·kg/mol、密度は 880 kg/m<sup>3</sup> とし、この非電解質はベンゼン中で会合しないものとする。

(E)の解答群

1	30.0	2	60.0	3	90.0	4	120	5	150
---	------	---	------	---	------	---	-----	---	-----

— 17 —

## (化 学)

3. 文章中の空欄 [ ] に適合する(数値)、(数式)、(語)句、(名)称を解答欄に記入しなさい。  
(配点 25 点)

ヨウ素は、元素の周期表 17 族に属する元素である。17 族に属する元素は、一般的に [1(名)] と呼ばれる。[1(名)] 元素の中では、元素の周期表の周期の小さい方から、フッ素、塩素、[2(名)]、ヨウ素と並んでいる。つぎの【】内に示す [1(名)] の性質【単体の沸点・単体の融点・原子半径・イオン半径・イオン化エネルギー・電子親和力】の中で、フッ素、塩素、[2(名)]、ヨウ素のうち、ヨウ素が最も小さい値を示す性質は、[3(語)] と [4(語)] (3, 4は順不同)である。

ヨウ素は、常温で黒紫色の固体であり、その結晶は分子どうしが [5(語)] 力で引きあい、規則正しく配列した [6(語)] 結晶である。固体のヨウ素は、常温で直接気体へと変化する。この現象は [7(語)] と呼ばれる。

気体のヨウ素は、密閉容器中で気体の水素と混合して加熱することで気体のヨウ化水素へと変化する。この反応は、



で表される可逆反応である。この反応の平衡定数  $K$  をそれぞれの物質の平衡状態におけるモル濃度  $[\text{H}_2]$ 、 $[\text{I}_2]$ 、 $[\text{HI}]$  を使って表すと、

$$K = [8(\text{数式})]$$

となる。

ここで、容積 10 L の耐圧密閉容器を真空にし、水素 1.0 mol とヨウ素 1.0 mol を入れて温度  $T_1$  に保ったところ、容器内にヨウ化水素が 1.5 mol 生成して平衡状態に達した。容器内の物質がすべて気体であるとき、この温度  $T_1$  におけるヨウ化水素の生成反応の平衡定数は、[9(数値)] (有効数字 2 桁) となる。

— 19 —

## (化 学)

容積 10 L の別の耐圧密閉容器を真空にし、水素 0.50 mol とヨウ素 0.50 mol を入れて、温度  $T_2$  に保ったところ、平衡状態に達した。容器内の物質がすべて気体であるとき、この温度  $T_2$  における平衡定数  $K$  の値が 64 だとすると、容器内にヨウ化水素が [10(数値)] mol (有効数字 2 桁) 存在することになる。

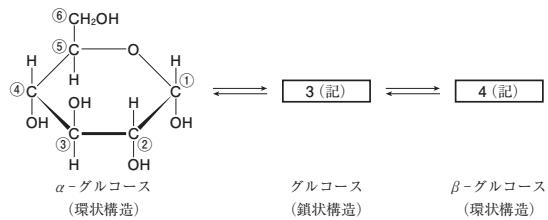
ヨウ素は、ヨウ化物イオンとしてかん水と呼ばれる地下水に含まれる。ヨウ化物イオンを含む水溶液に塩素水を加えると  $\text{I}_2$  が遊離する。これは、 $\text{Cl}_2$  は  $\text{I}_2$  より [11(語)] 力が強いためである。

ヨウ素の我が国の生産量は世界の生産量のおよそ 3 割にあたり、輸出できる資源である。ヨウ素は、殺菌剤やレントゲン造影剤として利用されており、近年ではペロブスカイト太陽電池などでの利用研究が進んでいる。

(化 学)

4. 文章中の空欄   に適合する(数値)、(語)句、(名)称、(記)号を解答欄に記入しなさい。(配点 25 点)

糖類には加水分解されないものと、加水分解されるものがあり、それ以上加水分解されない糖類を 1(名) といい、加水分解によって 2 分子の 1(名) を生じる糖類を 2(名) という。グルコースは身近なところにある 1(名) の 1 つであり、多くの動植物の体内に存在し、エネルギー源として重要な役割を果たしている。図 1 に示すように、グルコースは水溶液中では 2 種類の環状構造と 1 種類の鎖状構造が平衡状態で存在している。

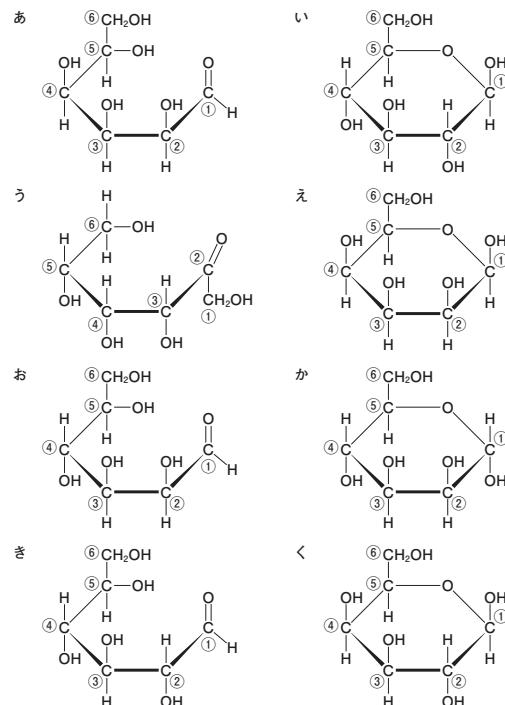


グルコースをアンモニア性硝酸銀水溶液に加えて温めると、5(名) が析出する。また、グルコースを十分な量のフェーリング液に加えて加热すると、酸化銅(I)の 6(語) 色沈殿を生じる。これは水溶液中で 7(語) 構造をもつ環状構造から、8(語) 基をもつ鎖状構造に変化するためである。

— 21 —

(化 学)

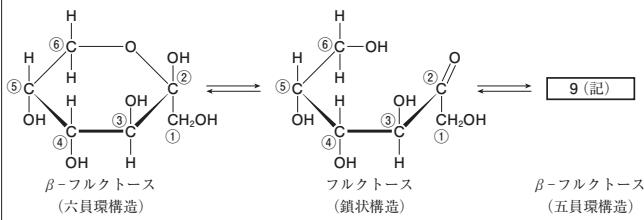
- 3(記) および 4(記) は、下記の(あ～く)の中から 1 つ選びなさい。



— 22 —

(化 学)

フルクトースも 1(名) の 1 つであり、図 2 に示すように水溶液中では六員環構造と鎖状構造、五員環構造が平衡状態で存在している。



フルクトースの鎖状構造は 8(語) 基をもたないが、 $-\text{CO}-\text{CH}_2\text{OH}$  (ヒドロキシケトン基)が酸化されやすいため還元性を示す。

2(名) のスクロースは、 $\alpha$ -グルコースの C(1) 原子に結合したヒドロキシ基と、五員環構造の  $\beta$ -フルクトースの C(2) 原子に結合したヒドロキシ基で脱水縮合しており、7(語) 構造をもたないため、水溶液中で開環せず還元性を示さない。

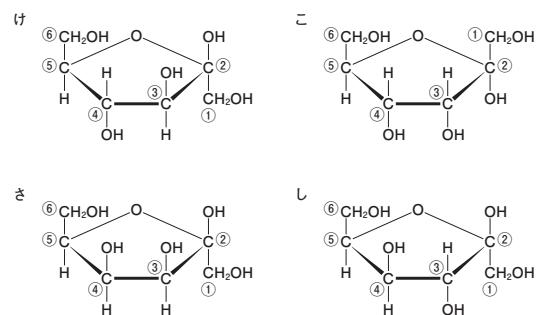
濃度不明のスクロース水溶液 100 g にスクラーゼを加えて完全に加水分解させた後、十分な量のフェーリング液を加えて加热した。このとき、生成した酸化銅(I) の質量を測定したところ、1.44 g であった。このことから、スクロース水溶液の質量パーセント濃度は 10(数値) % (有効数字 3 術) とわかる。

ただし、還元性の糖 1 mol から酸化銅(I) が 1 mol 生成し、すべての還元性の糖が反応したものとする。また、原子量は Cu = 64 とする。

— 23 —

(化 学)

- 9(記) は下記の(け～し)の中から 1 つ選びなさい。



— 24 —

## 化学問題

(化 学)

注意 必要があれば、つぎの数値を用いなさい。

原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16

$$\text{気体定数 } R = 8.31 \text{ J/(K} \cdot \text{mol}) = 8.31 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / (\text{K} \cdot \text{mol}) \\ = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$$

ファラデー定数  $F = 96500 \text{ C/mol}$ アボガドロ定数  $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ 

1. 各間に最も適合する解答を解答群より1つ選び出し、解答欄に番号で記入しなさい。

(配点 25 点)

(A) 結晶の種類がイオン結晶に分類される物質の組み合わせは、つぎのうちどれですか。

(A)の解答群

1	二酸化ケイ素、酸化カルシウム	2	酸化カルシウム、塩化銀
3	二酸化ケイ素、ヨウ素	4	ヨウ素、塩化銀
5	塩化銀、二酸化ケイ素		

(B) つぎの元素に関する記述のうち、正しいものはどれですか。

(B)の解答群

1	アルカリ金属とは、水素を含めたすべての1族元素を指す
2	2族元素のことをアルカリ土類金属といい、すべて炎色反応を示す
3	遷移元素は、元素の周期表で左右隣り合う元素どうしの性質が似ている場合が多い
4	ハロゲンの単体は強い還元力をもつ
5	貴ガス（希ガス）の中には、単体で常温常圧で液体になるものも存在する

(C) つぎの銅に関する記述のうち、まちがっているものはどれですか。

(C)の解答群

1	銅の電解精錬では、銅よりもイオン化傾向の大きい金属の単体が陽極泥として陽極の下に堆積する
2	銅の単体は天然に存在する
3	銅片に濃硝酸を加えると、二酸化窒素が発生する
4	バーナーで熱した銅線をメタノールの蒸気に触れさせると、ホルムアルデヒドが生成する
5	銅を長く風雨にさらすと、表面が酸化されて緑青が生じる

— 13 —

— 14 —

(化 学)

(化 学)

- (D) つぎの(ア)～(ウ)の記述の正誤の組み合わせのうち、正しいものはどれですか。
- (ア) 硝酸の工業的な製法では、白金を触媒としてアンモニアを酸化した後、さらに酸素と反応させ、吸収塔で水と反応させる
- (イ) 硫酸の工業的な製法では、酸化バナジウム(V)を主成分とする触媒を用いて二酸化硫黄を酸化した後、濃硫酸に吸収させる
- (ウ) アンモニアの工業的な製法では、鉄を含む触媒を用いて窒素と水素を反応させる

(D)の解答群

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	正	誤	誤
2	正	正	誤
3	正	正	正
4	誤	正	正
5	誤	誤	正

- (E) つぎの酵素に関する記述のうち、まちがっているものはどれですか。
- (E)の解答群

1	酵素と基質が結合して酵素-基質複合体をつくる
2	主にタンパク質で構成され、触媒としてはたらく
3	加熱により変性すると、活性を失う
4	酵素の活性は、pHによって変化する
5	アミラーゼは、デンプンやセルロースを加水分解できる

— 15 —

— 16 —

## (化 学)

2. 各間に最も適合する解答を解答群より1つ選び出し、解答欄に番号で記入しなさい。  
(配点25点)

(A) 質量パーセント濃度98%，密度1.8g/cm<sup>3</sup>の濃硫酸がある。水で希釈して1.0mol/Lの希硫酸50mLを調製するに必要な濃硫酸の体積(mL)はいくらですか。

ただし、原子量はS=32とする。

(A)の解答群

1	2.2	2	2.4	3	2.6	4	2.8	5	3.0
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----

(B) 窒素は $1.0 \times 10^5$ Pa, 25℃で水1.0Lに $7.1 \times 10^{-4}$ mol溶ける。窒素と酸素を分圧比4:1で混合した気体が、 $1.0 \times 10^5$ Pa, 25℃で水に接触しているとき、この水1.0L中に溶解している窒素の質量(mg)はいくらですか。

ただし、窒素の水への溶解にはヘンリーの法則が成り立つものとし、水の蒸気圧は無視できるものとする。

(B)の解答群

1	4.0	2	8.0	3	12	4	16	5	20
---	-----	---	-----	---	----	---	----	---	----

— 17 —

## (化 学)

- (C) 少量の酸化マンガン(IV)に1.0mol/Lの過酸化水素水を50mL加えたところ、反応開始から50秒間に $5.0 \times 10^{-3}$ molの酸素が発生した。反応開始から50秒間の過酸化水素の平均分解速度(mol/(L·s))はいくらですか。

ただし、反応中の過酸化水素水の体積は一定とする。

(C)の解答群

1	$2.0 \times 10^{-3}$	2	$3.0 \times 10^{-3}$	3	$4.0 \times 10^{-3}$	4	$5.0 \times 10^{-3}$	5	$6.0 \times 10^{-3}$
---	----------------------	---	----------------------	---	----------------------	---	----------------------	---	----------------------

- (D) 硫酸銅(II)水溶液を白金電極を用いて200Aの一定電流で電気分解したところ、陰極に銅が127g析出した。このとき、電流を流した時間(分)はいくらですか。

ただし、陰極へ流れた電流はすべて銅の析出に使われたものとし、原子量はCu=63.5とする。

(D)の解答群

1	4.02	2	8.04	3	16.1	4	32.2	5	64.3
---	------	---	------	---	------	---	------	---	------

- (E) 非電解質Xの0.12gを水に溶かして50mLとした水溶液の浸透圧は、非電解質Yの0.27gを水に溶かして100mLとした水溶液の浸透圧に等しかった。非電解質Yの分子量が $1.8 \times 10^3$ のとき、非電解質Xの分子量はいくらですか。

ただし、浸透圧測定時の2つの水溶液の温度は等しいものとし、この非電解質XおよびYは水中で会合しないものとする。

(E)の解答群

1	$1.2 \times 10^3$	2	$1.6 \times 10^3$	3	$1.8 \times 10^3$	4	$2.0 \times 10^3$	5	$2.4 \times 10^3$
---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------

— 18 —

## (化 学)

3. 文章中の空欄 [ ] に適合する(数値)、(語)句、(名)称、(反)応式を解答欄に記入し、文章後の設間に答えなさい。ただし、[1(名)] および [3(名)] ~ [5(名)] については、設問の後にある【実験器具】の中から、最も適切なものをお1つ選んで記入しなさい。  
(配点25点)

濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液の濃度を決定するために、以下の操作を行った。

シウウ酸標準溶液100mLを調製するため、シウウ酸二水和物を630gはかり取り、ビーカーに移して純水に溶かした。この溶液を[1(名)]に移し、ビーカー内に残った溶液も少量の純水で洗ってすべて[1(名)]に移して純水を加え、正確に100mLの水溶液とした。このシウウ酸標準溶液の濃度は[2(数値)]mol/L(有効数字3桁)である。このシウウ酸標準溶液を[3(名)]を使って正確に10mLはかり取り、200mLの[4(名)]に移した。ここに、5mol/Lの希硫酸3mLを加え、さらに純水を加えて約50mLとし、約60℃に温めた。この硫酸酸性シウウ酸水溶液に[5(名)]に入れた濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下したところ、始めのうちは滴下直後に色が消えて無色透明となった。このときの反応を化学反応式で表すと、

[6(反)]

となる。滴下を続けると次第に色が消えるまでの時間が長くなっていき、軽く振り混ぜたときに、溶液全体の薄い[7(語)]色が消えなくなったところを終点とした。終点までに必要な過マンガン酸カリウム水溶液の量は9.10mLであった。この結果から過マンガン酸カリウム水溶液の濃度は[8(数値)]mol/L(有効数字3桁)とわかる。

— 19 —

- 問 左の操作で用いた[1(名)]および[3(名)]~[5(名)]のうち、純水で洗浄した後に、使用する溶液で共洗いを行ってから用いる必要がある器具の解答番号をすべて選びなさい。例えば、解答が[1(名)]の場合、解答欄には1と記入すること。

## 【実験器具】

コニカルビーカー	駒込ビベット	ホールビベット
メスピベット	メスリンダー	るっぽ
ピュレット	メスフラスコ	電子てんびん

— 20 —

## (化 学)

4. 文章中の空欄  に適合する(数値), (名)称, (分)子式, (構)造式を解答欄に記入しなさい。  
(配点 25 点)

アジビン酸( $C_6H_{10}O_4$ )はナイロン 66 の原料の 1 つとして使用されている。また、アジビン酸から下記の方法で製造される化合物 A は、合成香料、医薬品や農薬などの重要な原料、電子材料用溶剤などに使用されている。

アジビン酸と水酸化バリウムの混合物を  $290^{\circ}\text{C}$  程度に加熱すると、1 mol のアジビン酸から、化合物 A、気体 B および水が 1 mol ずつ得られる。水酸化バリウムはこの反応を促進するために用いられている。気体 B は炭酸カルシウムに塩酸を作用させても得られる。

化合物 A を水素で還元したところ、アルコール C が得られた。酸触媒下で C の脱水反応を行ったところ、不飽和炭化水素 D が得られた。D に触媒存在下で水素を付加させたところ、シクロアルカン E が得られた。E は枝分かれ構造をもたなかった。

化合物 A の  $0.512\text{ g}$  を容積  $0.500\text{ L}$  の真空容器に入れ  $200^{\circ}\text{C}$  に保ったところ、すべて気体となり、 $4.79 \times 10^4\text{ Pa}$  の圧力を示した。

化合物 A を完全燃焼させたところ、生じた  $\text{CO}_2$  と  $\text{H}_2\text{O}$  の物質量の比は  $5:4$  であった。

化合物 A に臭素を加えても暗所下では反応せず、またヨードホルム反応、銀鏡反応ともに示さなかった。

— 21 —

— 22 —

解答解説は 167 ページ

## 化学 一般選抜(前期)(前期・英語外部試験利用) 3日目(2月3日実施)

## 化学問題

## (化 学)

注意 必要があれば、つぎの数値を用いなさい。

原子量 : H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16

気体定数  $R = 8.31\text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol}) = 8.31\text{ Pa}\cdot\text{m}^3/(\text{K}\cdot\text{mol})$

$= 8.31 \times 10^3\text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

ファラデー定数  $F = 96500\text{ C/mol}$

アボガドロ定数  $N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$

1. 各間に最も適合する解答を解答群より 1 つ選び出し、解答欄に番号で記入しなさい。  
(配点 25 点)

- (A) 結合に極性があるが、分子全体として極性がない分子は、つぎのうちどれですか。  
(A)の解答群

1	塩素	2	メタノール
3	アンモニア	4	塩化水素
5	二酸化炭素		

— 11 —

## (化 学)

- (i) ナイロン 66 のもう 1 つの原料は  1(名) である。  
(ii) 気体 B の名称は  2(名) である。  
(iii) 化合物 A の分子量は  3(数値) (有効数字 2 桁)、分子式は  4(分) である。  
(iv) シクロアルカン E の名称は  5(名) である。  
(v) 不飽和炭化水素 D の構造式は  6(構) である。  
(vi) アルコール C は第  7(数値) 級アルコールである。  
(vii) 化合物 A の構造式は  8(構) である。

— 22 —

解答解説は 167 ページ

## 化学問題

## (化 学)

## (化 学)

(B) つぎの(A)～(ウ)の記述の正誤の組み合わせのうち、正しいものはどれですか。

(ア) フッ素が水と反応すると、水素が発生する

(イ) 臭化水素の水溶液は、臭化水素酸と呼ばれる弱酸である

(ウ) 次亜塩素酸の水溶液は、強い酸化作用を示す

(B)の解答群

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	正	誤	誤
2	正	正	誤
3	正	正	正
4	誤	正	正
5	誤	誤	正

(C) つぎのイオン結晶のうち、融点が高いものから順に並べたものはどれですか。  
ただし、結晶構造はすべて塩化ナトリウム型をとるものとする。

(C)の解答群

1	$\text{NaCl} > \text{NaF} > \text{NaI}$	2	$\text{NaCl} > \text{NaI} > \text{NaF}$
3	$\text{NaF} > \text{NaCl} > \text{NaI}$	4	$\text{NaF} > \text{NaI} > \text{NaCl}$
5	$\text{NaI} > \text{NaCl} > \text{NaF}$		

(化 学)

(D) つぎの反応で発生する気体のうち、分子量が最も大きいものはどれですか。  
(D)の解答群

1	銅片に濃硫酸を加えて加熱する
2	硫化鉄(II)に希硫酸を加える
3	銅片に希硝酸を加える
4	塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱する
5	炭酸カルシウムに希塩酸を加える

(E) つぎのアルコールのうち、酸化によってケトンを生じるものはいくつありますか。  
1-ブロパノール 1-ブタノール 2-メチル-1-ブロパノール  
2-ブロパノール 2-ブタノール 2-メチル-2-ブロパノール

(E)の解答群

1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

— 13 —

(化 学)

2. 各間に最も適合する解答を解答群より1つ選び出し、解答欄に番号で記入しなさい。  
(配点25点)

(A) ある油脂100 g にヨウ素338 g を反応させ、未反応のヨウ素を0.160 mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定したところ25.0 mL を要した。この油脂のヨウ素価はいくらですか。

ただし、原子量はI = 127 とし、チオ硫酸ナトリウムとヨウ素はつぎのように反応する。



(A)の解答群

1	28.3	2	30.3	3	31.8	4	32.8	5	33.3
---	------	---	------	---	------	---	------	---	------

(B) 温度75 °Cにおける硝酸カリウムの飽和水溶液100 g を、25 °Cに冷却したときに析出する硝酸カリウムの質量(g)はいくらですか。

ただし、75 °Cと25 °Cにおいて水100 g に溶解する硝酸カリウムの質量は、最大でそれぞれ155 g および38.0 g とする。

(B)の解答群

1	36.2	2	40.0	3	45.9	4	50.0	5	58.5
---	------	---	------	---	------	---	------	---	------

— 15 —

(化 学)

(C) 酢酸108 mg を水に溶かして酢酸水溶液100 mL を調製した。この水溶液の水素イオン濃度(mol/L)はいくらですか。

ただし、酢酸の電離定数は  $K_a = 1.80 \times 10^{-5}$  mol/L とし、 $\sqrt{10} = 3.16$  とする。

(C)の解答群

1	$9.00 \times 10^{-5}$	2	$1.80 \times 10^{-4}$	3	$5.69 \times 10^{-4}$	4	$1.71 \times 10^{-3}$	5	$1.80 \times 10^{-2}$
---	-----------------------	---	-----------------------	---	-----------------------	---	-----------------------	---	-----------------------

(D) 質量15.4 g の尿素( $(NH_2)_2CO$ )を12 kg の水に溶かした溶液の凝固点(℃)はいくらですか。

ただし、水のモル凝固点降下は  $K_f = 1.85 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$  とする。

(D)の解答群

1	-0.80	2	-0.57	3	-0.48	4	-0.40	5	-0.12
---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

(E) 白金電極を用いて、硫酸銅(II)水溶液の電気分解を行った。電気分解中に陽極で発生した酸素の体積が0 °C,  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  (標準状態) で89.6 mL のとき、陰極で析出した銅の質量(g)はいくらですか。

ただし、陽極で発生した物質は酸素、陰極で生成した物質は銅のみとし、原子量はCu = 63.5 とする。

(E)の解答群

1	0.127	2	0.254	3	0.318	4	0.381	5	0.508
---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

— 16 —

(化 学)

3. 文章中の空欄 [ ] に適合する(数値)、(語)句、(イ)オン反応式、(記)号を解答欄に記入しなさい。  
(配点25点)

バリウムは元素の周期表の [1(数値)] 族元素であり、炎色反応では [2(語)] 色を示す。塩化バリウムの固体はイオン結晶で水によく溶け、水溶液中で以下のように電離する。

[3(イ)]

一方、硫酸バリウムは難溶性の塩である。このため、硫酸ナトリウム水溶液に塩化バリウムの粉末を少量ずつ加えると、塩化バリウムが溶解した後、[4(語)] 色の硫酸バリウムが沈殿する。硫酸バリウムが生じるイオン反応式は以下のように表される。

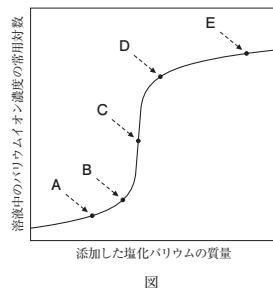
[5(イ)]

この反応を、土壤中の硫酸イオンの濃度を調べる実験に利用した。

ある土壤を採取し、純水を加えて硫酸イオンを含む可溶性成分を抽出した。この土壤抽出液に、塩化バリウム粉末を少量ずつ加えながら、溶液中のバリウムイオン濃度と塩化物イオン濃度を測定した。塩化バリウムを少量ずつ加えていくと、硫酸バリウムの沈殿が生じ、溶液中のバリウムイオンの濃度は図のように変化した。塩化バリウムを加えても、それ以上硫酸バリウムの析出が見られなくなったのは、図中のA～E点のうち、[6(記)] 点だった。硫酸バリウムの溶解度積は  $K_{sp} = 1.0 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$  であるので、この点における溶液中のバリウムイオンの濃度は、[7(数値)] mol/L(有効数字2桁)となる。

— 17 —

## (化 学)



図

塩化バリウムを加える前の土壤抽出液 20 mL 中の塩化物イオンの濃度は,  $2.0 \times 10^{-4}$  mol/L で, **6(記)** 点における塩化物イオンの濃度は,  $8.6 \times 10^{-3}$  mol/L となった。このことから, **6(記)** 点までに加えた塩化物イオンの物質量は **8(数値)** mol(有効数字 2 桁), 塩化バリウムの物質量は **9(数値)** mol(有効数字 2 桁)である。よって、土壤抽出液 20 mL に含まれていた硫酸イオンの物質量は **10(数値)** mol(有効数字 2 桁)となる。

この硫酸イオンが 10 g の土壤から抽出されたとすると、土壤中の硫酸イオンの濃度は、質量パーセント濃度で **11(数値)** % (有効数字 2 桁)となる。

ただし、実験中、溶液の体積は変化しないものとし、土壤中に含まれる硫酸イオンはすべて抽出されたものとする。また、原子量は S = 32 とする。

## (化 学)

4. 文章中の空欄 **□** に適合する(数値)、(語)句、(名)称、(構)造式を解答欄に記入しなさい。  
(配点 25 点)

分子式  $C_6H_{12}$  で表される 8 種類の芳香族化合物 A ~ H がある。化合物 A, B は、ベンゼンの水素が 1 個だけ置換された一置換体であり、化合物 C ~ E は 2 個置換された二置換体、化合物 F ~ H は 3 個置換された三置換体である。

化合物 A は、空気中で酸化した後、希硫酸で分解することで、フェノールと **1(名)** が得られる。この反応を用いる工業的なフェノールの製造方法を **2(語)** 法という。このことから、化合物 A の構造式は **3(構)**。化合物 B の構造式は **4(構)** となる。

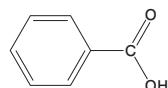
化合物 C は、過マンガン酸カリウム水溶液で酸化して水溶液を酸性にした後、加熱すると分子内で **5(語)** し、無水フタル酸が得られる。化合物 D は、過マンガン酸カリウム水溶液で酸化した後、塩酸を作用させると化合物 X が得られる。化合物 X は **6(名)** との反応により、ペットボトルの原料にも利用されているポリエチレンテレフタラート(PET)が得られる。PET の平均分子量が  $9.6 \times 10^4$  のとき、1 分子中に平均 **7(数値)** 個(有効数字 2 桁)のエステル結合が含まれる。また、化合物 E の構造式は **8(構)** となる。

化合物 F ~ H は、塩化鉄(III)を触媒として塩素と反応させると、ベンゼン環の水素が置換した塩素化合物が生成する。生成した化合物のうち、塩素の一置換体について考えると、化合物 F からは 1 種類、化合物 G からは 2 種類、化合物 H からは 3 種類の構造異性体が生成する。このことから、化合物 F, G, H の構造式はそれぞれ、**9(構)**、**10(構)**、**11(構)** となる。

## (化 学)

ただし、芳香族化合物の構造式はつぎの例にならって記入すること。

例) 安息香酸



## 化学問題

(化 学)

注意 必要があれば、次の数値を用いなさい。

原子量 : H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0

気体定数  $R = 8.31 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol}) = 8.31 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/(\text{K}\cdot\text{mol})$  $= 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ アボガドロ定数  $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ ファラデー定数  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 

1. 各間に最も適当な解答を1つ解答群より選び、解答欄に番号で記入しなさい。

(配点 25 点)

(A) は都合により掲載できません。

(B) 次の物質のうち、アルミニウムを含まないものはどれですか。

(B)の解答群

1	ジュラルミン	2	ブリキ	3	チタン合金
4	ミョウバン	5	ルビー		

(C) 次の糖類のうち、グリコシド結合をもつがヘミアセタール構造をもたないものはどれですか。

(C)の解答群

1	スクロース	2	マルトース	3	ラクトース
4	$\beta$ -フルクトース	5	セロビオース		

(D) 次の各酸の水溶液のうち、2価の弱酸であるものはいくつありますか。

硫酸 硫化水素 硝酸 リン酸 シュウ酸 醋酸

(D)の解答群

1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

— 11 —

— 12 —

## (化 学)

(化 学)

(E) 水溶液 A と B は、それぞれ次の金属イオン  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  のうち1種類を含んでいる。(a)～(c)の実験結果から水溶液 A と B に含まれている金属イオンとして正しいものはどれですか。

- (a) 水溶液 A と B にそれぞれ少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ、A, B ともに白色沈殿を生じた。
- (b) 水溶液 A と B にそれぞれアンモニア水溶液を加えたところ、A は白色沈殿を生じた。B は最初白色沈殿を生じたが、アンモニア水溶液の量が増えると無色溶液になった。
- (c) A と B それぞれの水溶液を酸性にして硫化水素を通じたところ、A は黒色沈殿が生じたが、B は沈殿を生じなかった。

(E)の解答群

	1	2	3	4	5
A	$\text{Ag}^+$	$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Al}^{3+}$	$\text{Pb}^{2+}$	$\text{Ag}^+$
B	$\text{Al}^{3+}$	$\text{Al}^{3+}$	$\text{Pb}^{2+}$	$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Zn}^{2+}$

2. 各間に最も適当な解答を1つ解答群より選び、解答欄に番号で記入しなさい。

(配点 25 点)

(A) 銅は面心立方格子の結晶構造をとり、単位格子の1辺の長さは0.36 nmである。銅の密度 [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ] を求めなさい。ただし、 $0.36^3 = 0.047$  とする。また、銅の原子量を 63.5 とする。

(A)の解答群

1	4.5	2	7.5	3	9.0	4	10.5	5	11.5
---	-----	---	-----	---	-----	---	------	---	------

(B) 硫酸銅 (II)  $\text{CuSO}_4$  は水 100 g に 73 °C で最大で 50 g, 20 °C で最大で 20 g 溶ける。73 °C における硫酸銅 (II) の飽和水溶液 150 g を 20 °C に冷却すると、硫酸銅 (II) 五水和物の結晶は何 g 析出しますか。ただし、 $\text{CuSO}_4$  の式量を 160,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  の式量を 250 とする。

(B)の解答群

1	25	2	37	3	41	4	53	5	62
---	----	---	----	---	----	---	----	---	----

(C) 質量モル濃度が 4.0 mol/kg の水酸化カリウム水溶液 60 g には、水酸化カリウムは何 g 含まれていますか。ただし、水酸化カリウムの式量を 56 とする。

(C)の解答群

1	11	2	14	3	17	4	20	5	23
---	----	---	----	---	----	---	----	---	----

— 13 —

— 15 —

## (化 学)

(D) リン酸型燃料電池の構成は、



のように表される。 $1.93 \times 10^3 \text{ C}$  の電気量を得るために消費される水素は、 $0 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ (標準状態)で何 mL ですか。

(D)の解答群

1	224	2	44.8	3	112	4	224	5	448
---	-----	---	------	---	-----	---	-----	---	-----

(E) 酢酸 3.00 mol とエタノール 3.00 mol を混合し、触媒として硫酸を充分量加えて  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  に保ったところ、次の反応がおこって平衡状態になった。

このとき、酢酸エチルが 2.00 mol 生成していた。同じ温度で酢酸 1.00 mol とエタノール 2.00 mol を混合し、触媒として硫酸を充分量加えて平衡状態に達するまで待った。平衡状態における混合物中の酢酸エチルの物質量[mol]を求めなさい。ただし、 $\sqrt{3} = 1.73$  とする。

(E)の解答群

1	0.15	2	0.30	3	0.55	4	0.70	5	0.85
---	------	---	------	---	------	---	------	---	------

## (化 学)

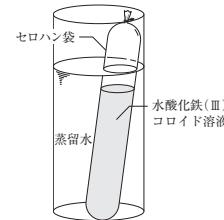
3. 文章中の空欄 1 ~ 8 に適合するものを選択肢の中から選び、解答欄に記号で記入しなさい。また、文章後の設間に答えなさい。(配点 25 点)

塩化鉄(Ⅲ)水溶液を沸騰水中に入れると、水酸化鉄(Ⅲ)<sup>(注)</sup>のコロイド溶液を生じる。この溶液をセロハン袋に入れ、蒸留水中に浸した(右図参照)。しばらくすると、コロイド溶液中のイオンはセロハン袋から外に出ていくが、コロイド粒子はセロハン袋内にとどまる。この操作を 1 という。この後、セロハン袋の外の溶液の一部をとって 2 つに分け、一方に BTB 溶液を加えると、溶液は

2 色を示した。また、もう一方に硝酸銀水溶液を加えると白濁した。この白濁により、セロハン袋の外側の溶液には 3 が存在することがわかる。

次に 1 の操作後の水酸化鉄(Ⅲ)コロイド溶液の一部をとり、横から強い光をあてると、光の通路が輝いて見えた。この現象を 4 現象という。また、この溶液に少量の電解質を加えて放置すると沈殿が生じる。この現象を 5 という。このことから、水酸化鉄(Ⅲ)のコロイドは 6 コロイドといえる。水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液に直流電圧をかけると、コロイド粒子は 7 側に移動するので、このコロイド粒子は 8 に帯電していることがわかる。

注) 酸化水酸化鉄(Ⅲ)という場合もある。



## (化 学)

## (化 学)

## 【選択肢】

- (ア) 凝析 (イ) 塩析 (ウ) 透析 (エ) チンダル (オ) ブラウン  
 (カ) 黄 (キ) 青 (ク)  $\text{Fe}^{3+}$  (ケ)  $\text{Cl}^-$  (コ)  $\text{OH}^-$   
 (サ) 保護 (シ) 親水 (ス) 疎水 (セ) 陽極 (ソ) 陰極  
 (タ) 負 (チ) 正

問 1. 下線部(a)の化学反応式を書きなさい。

問 2. 下線部(b)について、同じモル濃度の次の水溶液のうち、最も少量で沈殿を生じさせるものを選び、記号で答えなさい。



問 3. 次の文章のうち、正しいものを 2 つ選び記号で答えなさい。

- (7) セッケン分子は分子量が大きく、1 分子でコロイド粒子の大きさをもつ  
 (イ) 粘土の主成分はアルミニケイ酸塩であり、粘土からナトリウムイオンやカリウムイオンが電離し、粘土のコロイド粒子は負に帯電する  
 (ウ) 墨汁は炭素のコロイド溶液であり、アラビアゴムが保護コロイドとして加えられている  
 (エ) 豆腐のように、流動性を失ったコロイドをゲルとよぶ  
 (オ) 線香の煙に横から強い光をあてると、光の通路が輝いて見えたが、線香の煙をコロイドに分類することはない

4. 文章中の空欄 1 に適合する語句、記号または数を解答欄に記入し、文章後の設間に答えなさい。(配点 25 点)

メタノールは、メタンの水素原子 1 つを 1(語句) 基で置き換えた構造をしており、アルコール特有の性質を示す。このように、特有の性質を示すもととなる原子団を官能基といいう。CH<sub>3</sub>—のように、炭化水素から水素原子を 1 つ除いた原子団を炭化水素基といい、記号で 2(記号) と略記されることが多い。

—CHO で表される官能基は、アルデヒド基または 3(語句) 基といいう。アルデヒド基やケトン基のように炭素原子と酸素原子の間に二重結合のある原子団を 4(語句) 基といいう。分子式 C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O で表すことができ 5(語句) 基をもつ有機化合物は、全部で 6(数) 種類存在する。このように分子式が同じで構造式が異なる化合物を 7(語句) といいう。

問 1. (1) 下線の 5(数) 種類の有機化合物の構造を全て構造式で答えなさい。

(2) 上記(1)全ての有機化合物について次の実験を行った。

実験：それぞれの有機化合物をアンモニア性硝酸銀水溶液中に加えて穏やかに加熱したところ、1 つのみ銀が析出した。

銀が析出した有機化合物の構造を示式で答えなさい。

## (化 学)

- 問2. (1) 炭素、水素、酸素のみからなる有機化合物 27.2 mg を元素分析装置で完全燃焼させたところ、二酸化炭素が 70.4 mg、水が 14.4 mg 得られた。また、この有機化合物の分子量は 136 であった。この有機化合物の分子式を答えなさい。
- (2) この有機化合物について詳細に調査した。その結果、芳香族化合物であり熱湯にわずかに溶け、その水溶液は弱い酸性を示した。また、官能基の位置による **6 (語句)** が存在するが、不斉炭素原子は存在しないことが分かった。さらに、塩化鉄(III)水溶液により呈色せず、フェーリング液を還元しなかった。この有機化合物の構造を構造式で答えなさい。ただし、官能基の位置による **6 (語句)** が存在するため、そのうちどれか1つを答えればよいものとする。

- 20 -

解答解説は170ページ

## 化学 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）5日目（2月5日実施）

## 化学問題

## (化 学)

注意 必要があれば、次の数値を用いなさい。

原子量: H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, S = 32.1,

Cl = 35.5, K = 39.1, Ca = 40.1, Cu = 63.6, Pb = 207.2

気体定数  $R = 8.31 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.31 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/(\text{K} \cdot \text{mol})$  $= 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ ファラデー定数  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ アボガドロ定数  $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ 

1. 各間に最も適当な解答を1つ解答群より選び、解答欄に番号で記入しなさい。  
(配点 25 点)

(A) 次の記述のうち、正しいものはどれですか。

(A)の解答群

1	フルクトースはグルコースの構造異性体である
2	ガラクトースはグルコースの構造異性体である
3	マルトースはグルコースの構造異性体である
4	スクロースはグルコースの構造異性体である
5	$\alpha$ -グルコースは $\beta$ -グルコースの構造異性体である

## (化 学)

(B) 次の記述のうち、まちがっているものはどれですか。

(B)の解答群

1	実験室で塩化水素を得るには、塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて穏やかに加熱して発生した塩化水素を上方置換で集める
2	塩酸は塩化水素の水溶液であり、市販濃塩酸(濃度 37 %、密度 $1.2 \text{ g/cm}^3$ )の濃度は約 $12 \text{ mol/L}$ である
3	フッ化カルシウムに濃硫酸を加え加熱すると、フッ化水素が発生する
4	フッ化水素の水溶液は弱酸性であり、ガラスを溶解する
5	フッ化水素の沸点は塩化水素よりも高い

(C) ベンゼン環に1つのクロロ基と3つのメチル基が置換する化合物の構造異性体に関する次の記述のうち、まちがっているものはどれですか。

(C)の解答群

1	2つのメチル基が互いにパラ位の関係にある構造異性体は3つある
2	クロロ基が2つのメチル基のいずれともオルト位の関係にある構造異性体は2つある
3	クロロ基のオルト位にメチル基が1つも結合していない構造異性体は1つある
4	クロロ基のメタ位にメチル基が1つも結合していない構造異性体は1つある
5	クロロ基のパラ位にメチル基が結合している構造異性体は3つある

- 9 -

- 10 -

## (化 学)

(D) 次の記述のうち、まちがっているものはどれですか。

(D)の解答群

1	アルミニウムに塩酸を加えると水素が発生する
2	アルミニウムに水酸化ナトリウム水溶液を加えると水素が発生する
3	アルミニウムは展性・延性に富み、電気伝導度が小さい
4	ミョウバンを水に溶解すると、アルミニウムイオンとカリウムイオンと硫酸イオンが電離する
5	アルミニウムイオンを含む水溶液に塩基を少量加えると、水酸化アルミニウムが沈殿する

(E) 次の記述のうち、まちがっているものはどれですか。

(E)の解答群

1	コロイド溶液に直流の電圧を加えると、電荷をおびたコロイド粒子は自分が帶電している電荷とは反対の電極のほうに移動する
2	コロイド溶液中のコロイド粒子は、セロハンのような半透膜は通過できないが、ろ紙は通過できる
3	墨汁や牛乳は、分散媒が液体のコロイドである
4	乾燥剤に使用するシリカゲルは、ゲル状のケイ酸を乾燥させたキセロゲルである
5	親水コロイド粒子が疎水コロイド粒子に取り囲まれると、少量の電解質を加えても凝析しにくくなる

## (化 学)

2. 各間に最も適当な解答を1つ解答群より選び、解答欄に番号で記入しなさい。

(配点 25 点)

(A) 炭酸ナトリウムは、工業的にはアンモニアソーダ法(ソルベー法)によって得られる。この方法で炭酸ナトリウム無水塩を1.06 kg つくるのに必要な塩化ナトリウムは何 kg ですか。

(A)の解答群

1	0.451	2	0.585	3	1.00	4	1.17	5	1.80
---	-------	---	-------	---	------	---	------	---	------

(B) シュウ酸二水和物 0.378 g を水に溶かして 300 mL にした。この水溶液のモル濃度は何 mol/L ですか。

(B)の解答群

1	0.0100	2	0.0150	3	0.0200	4	0.0250	5	0.0300
---	--------	---	--------	---	--------	---	--------	---	--------

(C) ジエチルエーテル 3.70 g を完全燃焼させた。このとき生じた二酸化炭素は何 g ですか。

(C)の解答群

1	2.20	2	3.70	3	8.80	4	10.0	5	22.0
---	------	---	------	---	------	---	------	---	------

## (化 学)

(D) 温度を一定に保ったまま、 $4.0 \times 10^3$  Pa の窒素 6.0 L と  $2.0 \times 10^3$  Pa の酸素 4.0 L を 20 L の密閉容器に入れた。密閉容器内の混合気体の全圧は何 Pa ですか。

(D)の解答群

1	$4.0 \times 10^2$	2	$1.2 \times 10^3$	3	$1.4 \times 10^3$	4	$1.6 \times 10^3$	5	$4.0 \times 10^3$
---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------	---	-------------------

(E) 80 ℃の硝酸カリウム飽和水溶液 120 g を 40 ℃に冷却すると、硝酸カリウムの結晶は何 g 析出しますか。ただし、硝酸カリウムの溶解度(g/100 g 水)は 40 ℃で 64, 80 ℃で 169 とする。

(E)の解答群

1	38	2	41	3	44	4	47	5	50
---	----	---	----	---	----	---	----	---	----

## (化 学)

3. 文章中の空欄 [ ] に適合する化学式、数値、語句または物質名を解答欄に記入しなさい。ただし、[1] ~ [5] までは文章後の選択肢の中から選び、記号で答えなさい。

(配点 25 点)

酸化還元反応によって、化学エネルギーを電気エネルギーに変換して取り出す装置を電池とよび、電池内で酸化還元反応に直接関わる物質を活物質といふ。例えば、マンガン乾電池では [1 (化学式)] が負極活物質、[2 (化学式)] が正極活物質としてはたらき、起電力は約 [3 (数値)] V である。この電池の電解液は [4 (化学式)] を主成分とする水溶液である。

電池には充電できる電池があり、このような電池を [5 (語句)] または蓄電池といふ。鉛蓄電池では [6 (化学式)] が負極活物質、[7 (化学式)] が正極活物質としてはたらく。この電池の起電力は約 2.0 V で、電解液には [8 (物質名)] を用いる。この電池を外部回路につなぎ、0.200 A で 19300 秒間放電したとする。この放電によって負極の質量は [9 (数値)] g 増加し、正極の質量は [10 (数値)] g 増加する。この放電の後、0.400 A で [11 (数値)] 秒間充電すると、両極は放電前の状態にもどる。

電解質の水溶液に電極を浸し、直流の電流を流すと、電極の表面で酸化還元反応がおこる。これを電気分解といふ。白金電極を用いて硫酸銅(II)水溶液を電気分解することを考える。この電気分解で電子が [12 (数値)] mol 流れると、陽極では酸素が 1.00 mol 生成し、陰極では銅が [13 (数値)] mol 析出する。炭素を電極として塩化銅(II)水溶液を 0.100 A の電流で 19300 秒間電気分解することを考える。この電気分解では、陽極では塩素が [14 (数値)] g 生成し、陰極では銅が [15 (数値)] g 析出する。

## (化 学)

## 【選択肢】

- |                       |                      |          |          |                       |
|-----------------------|----------------------|----------|----------|-----------------------|
| (ア) 1.1               | (イ) 1.5              | (ウ) 1.8  | (エ) 2.0  | (オ) 2.5               |
| (カ) H <sub>2</sub>    | (キ) NaOH             | (ク) Cu   | (ケ) Ni   | (コ) Mn                |
| (サ) KMnO <sub>4</sub> | (シ) MnO <sub>2</sub> | (ス) Zn   | (セ) Sn   | (オ) ZnCl <sub>2</sub> |
| (タ) 燃料電池              | (チ) 空気電池             | (ツ) 一次電池 | (テ) 二次電池 |                       |

## (化 学)

4. 文章中の空欄  に適合する語句を選択肢の中から選び記号で答え。文章後の設問に答えなさい。ただし、選択肢の語句は1回しか使用できないものとする。  
(配点 25 点)

ベンゼンの水素原子は他の原子や原子団により置換されやすいため、ベンゼンは他の化学物質を製造するための材料として重要な役割を果たしている。

試験管中で濃硝酸に  を少しづつ加えて調製した混酸に、ベンゼンを加えてよく振りながら約 60 ℃の湯浴中で反応させると淡黄色の液体として  が生成する。この反応液を、ビーカーに入れた水の中に少しづつ加えると、 は水に  。

回収した  にスズと塩酸を作用させると、反応物は水に溶解する。これに強塩基の水溶液を加えて中和すると、特有の臭気をもつ油状物質として  が得られる。  をさらし粉の水溶液に加えると、 色を呈する。

を希塩酸に溶解し、冷却しながら  水溶液を加えると、化合物 A が生成する。化合物 A は低温の水溶液中では安定であるが、温度が上がると分解する。

5 ℃以下に冷却した化合物 A の水溶液に化合物 B を加えると、橙赤色の *p*-ヒドロキシアゾベンゼンが生じる。ベンゼンと化合物 C からクメン法により化合物 D と化合物 E が製造される。このうち、化合物 D と NaOH の反応により化合物 B が得られる。

— 16 —

— 17 —

## (化 学)

## 【選択肢】

- |                       |                    |              |
|-----------------------|--------------------|--------------|
| (ア) 亜硝酸               | (イ) 亜硫酸            | (ウ) 濃硫酸      |
| (エ) 濃塩酸               | (オ) 亜硝酸ナトリウム       | (カ) 亜硫酸ナトリウム |
| (キ) 硫酸ナトリウム           | (ク) 塩化ナトリウム        | (ケ) ニトロベンゼン  |
| (コ) <i>m</i> -ニトロトルエン | (ソ) アニリン           | (リ) アニリン塩酸塩  |
| (サ) アセトアリド            | (セ) アセチルサリチル酸      | (オ) 安息香酸     |
| (タ) 安息香酸ナトリウム         | (チ) ベンゼンスルホン酸ナトリウム |              |
| (カ) ベンゼンスルホン酸         | (ク) トルエン           | (ケ) 沈む       |
| (シ) 浮く                | (セ) 青白             | (オ) 赤紫       |
| (タ) 黄緑                | (チ) 黄褐             |              |

問 1. 下線部について、化合物 A の分解反応を反応式で表しなさい。

問 2. 化合物 B の名称を答えなさい。

問 3. 化合物 C の構造式を答えなさい。

問 4. 化合物 E の構造式を答えなさい。

— 18 —

解答解説は171ページ

## 生物問題

(生物)

注意 問題1, 2, 3について、それぞれの指示にしたがって答を解答用紙の解答欄に記入しなさい。

1. 以下のA～Jの問題について、それぞれもっとも不適切な説明を1つ選び、番号で答えなさい。（40点）

A.

- 原始の地球上では、簡単な有機物が生成されたのち、タンパク質や核酸などが生成された
- 原始の地球上では、糖鎖を合成する酵素などのタンパク質が生成されたのち、糖が合成されるようになった
- 原始の地球上では、DNAポリメラーゼが生成されたのち、DNA鎖が合成されるようになった
- 原始の地球上では、アミノ酸が生成されたのち、タンパク質が生成されるようになった

B.

- 細胞を構成している物質の中でもっとも多く含まれているのは水である
- 水は無機塩類などの物質を溶かすことができる
- 水分子間で互いの水素原子と酸素原子が引き寄せ合って、ゆるやかな水素結合をつくっている
- 水は比熱が小さいため、体内的急激な温度変化を抑えられる

(生物)

C.

- 植物の光合成のチラコイドで起こる反応は、葉緑体で行われる
- 植物の光合成のチラコイドで起こる反応では、光エネルギーを利用してNADPHとATPを产生する
- 植物の光合成のチラコイドで起こる反応の初期の段階では、水が分解されて酸素を生じる
- 植物の光合成のチラコイドで起こる反応が行われる光化学系IIは葉緑体のストロマに存在する

D.

- 植物は、土壤中の硝酸イオンやアンモニウムイオンを根から吸収し、有機窒素化合物を合成する
- 動物は、硝酸イオンやアンモニウムイオンから有機窒素化合物を合成することができないため、植物が合成した有機窒素化合物を直接または間接的に取り込んで利用する
- 動植物の枯死体・遺体・排出物中の有機窒素化合物は、分解者によってアンモニウムイオンに分解され、さらに亜硝酸を経て硝酸イオンに変えられる
- 根粒菌は大気中の窒素を直接利用してアンモニウムイオンを合成することができ、このはたらきを窒素同化という

E.

- 網膜の適刺激は光である
- コルチ器の適刺激は音波である
- 味覚芽の適刺激は気体中の化学物質である
- 痛点の適刺激は圧力や熱である

— 25 —

— 26 —

(生物)

F.

- 膜輸送にかかわる担体（輸送体）の代表例には、細胞膜にあるグルコース輸送体がある
- 生体膜を貫通する膜タンパク質であるイオンチャネルは、イオンを濃度の高い側から低い側へと移動させる
- 細胞膜などの生体膜は、特定の物質を透過させる性質をもっており、これを選択性といいう
- 細胞膜などの生体膜では、濃度勾配に逆らって物質を輸送するポンプのはたらきをもつものもあるが、このような輸送はエネルギーを必要とする輸送で、能動輸送といいう

G.

- 生態系を構成する生物は、生産者、消費者、分解者に分類される
- 光合成によって大気中の二酸化炭素を取り込んで有機物に変える生物は、生産者である
- 光合成によってつくられた有機物の一部は、分解者である動物により直接または間接的に取り込まれる
- 枯死体・遺体・排泄物中の有機物は分解者により分解され、二酸化炭素として大気中に放出される

(生物)

H.

- 生命が誕生する以前の無機物と単純な構造の有機物から複雑な構造の有機物への生成過程を化学進化といいう
- 現在では、紫外線や宇宙線の照射などによっても、無機物を材料に有機物を合成できることがわかっている
- 热水噴出孔付近では水温は高いが水圧が低いため、化学進化を可能としたと考えられている
- 热水噴出孔付近では、スクレオチドが連結し核酸が生成されたと考えられている

I.

- 真核生物では、mRNAは核膜孔を通り、細胞質にあるリボソームへ移動する
- 真核生物では、分泌されるタンパク質はリボソームで合成された後に、小胞体、ゴルジ体を通して細胞外へと運ばれる
- 小胞体は、核膜の外側の膜と直接つながって存在する細胞小器官である
- リボソームは滑面小胞体から生じる細胞小器官で、細胞内で生じた不要物を取り込んで分解する

J.

- 光合成のカルビン回路（カルビン・ベンソン回路）では、6分子の二酸化炭素が固定されて1分子の糖（C<sub>6</sub>）ができる
- 光合成のカルビン回路（カルビン・ベンソン回路）全体で6分子の二酸化炭素から6分子の水が生じる
- 光合成のカルビン回路（カルビン・ベンソン回路）において、3-ホスホグリセリン酸（PGA）は還元される
- 光合成のカルビン回路（カルビン・ベンソン回路）において、リブロース1,5-ビスリン酸（RuBP）が産生される

— 27 —

— 28 —

(生 物)

2. 以下のA～Hについて、それぞれの文の空欄 [ ] にあてはまる、最も適切な語句や数値を答えなさい。1つの問題に、2つの空欄 [ ] がある場合には、同一の語句が入るものとする。 (24点)

- A. 地球は太陽を中心に公転していた多数の微惑星が衝突合体するなどして約 [ ] 年前に誕生したと考えられている。
- B. 細胞が細胞膜の包み込みによって小胞をつくり、物質を取り込むことを [ ] という。
- C. 緑色硫黄細菌や紅色硫黄細菌などの光合成細菌がもつ独自の光合成色素は [ ] である。
- D. カエルの背腹軸の決定においてディシェベルドタンパク質が分布する領域では [ ] の分解が抑制される。その結果、[ ] の濃度が高い側は、将来の背側になる。
- E. ヒトの桿体細胞には、[ ] とレチナールから構成されるロドプシンという視物質が含まれる。
- F. 1日の明暗周期において、連続した暗期の長さにより多くの植物では花芽の形成が誘導されるが、日長とは関係なくある程度成長すると花芽をつける植物を [ ] という。

(生 物)

G. 人里近くにあり、人間によって管理・維持された森林や水田などの地域一帯を [ ] という。日本に古くからある [ ] にはさまざまな生態系が入り組んで存在するため、多様な生物がみられる。

H. 筋繊維にはリン酸が結合した [ ] が存在し、筋収縮時には [ ] が分解されて生じるエネルギーによって ADP とリン酸から ATP が合成される。

(生 物)

3. 問題文を読み、以下の間に答えなさい。 (36点)

問1 遺伝情報に関する以下の間に答えなさい。

5'-GCTATGGCTAAGTGCCGTTAA-3'

このDNAの塩基配列はある遺伝子の開始コドンから終止コドンまでに対応した領域を含むとする。

	U	C	A	G	
U	UUU Phe/F	UCU Ser/S	UAU Tyr/Y	UGU Cys/C	U
	UUC Phe/F	UCC Ser/S	UAC Tyr/Y	UGC Cys/C	C
	UUA Leu/L	UCA Ser/S	UAA 終止	UGA 終止	A
	UUG Leu/L	UCG Ser/S	UAG 終止	UGG Trp/W	G
C	CUU Leu/L	CCU Pro/P	CAU His/H	CGU Arg/R	U
	CUC Leu/L	CCC Pro/P	CAC His/H	CGC Arg/R	C
	CUA Leu/L	CCA Pro/P	CAA Gln/Q	CGA Arg/R	A
	CUG Leu/L	CCG Pro/P	CAG Gln/Q	CGG Arg/R	G
A	AUU Ile/I	ACU Thr/T	AAU Asn/N	AGU Ser/S	U
	AUC Ile/I	ACC Thr/T	AAC Asn/N	AGC Ser/S	C
	AUA Ile/I	ACA Thr/T	AAA Lys/K	AGA Arg/R	A
	AUG Met/M開始	ACG Thr/T	AAG Lys/K	AGG Arg/R	G
G	GUU Val/V	GCU Ala/A	GAU Asp/D	GGU Gly/G	U
	GUC Val/V	GCC Ala/A	GAC Asp/D	GGC Gly/G	C
	GUU Val/V	GCA Ala/A	GAU Glu/E	GGA Gly/G	A
	GUG Val/V	GCG Ala/A	GAG Glu/E	GGG Gly/G	G

図 コドン表(アミノ酸は3文字または1文字で表記)

(1) このDNAの塩基配列と対になる塩基配列を5'末端から3'末端の方向で示しなさい。

(生 物)

(2) (1)のDNAの塩基配列から転写されるmRNA配列を5'末端から3'末端の方向で示しなさい。

(3) (2)で転写されたmRNA配列から翻訳されたときのアミノ酸配列をN末端側からコドン表を参考にして1文字表記で答えなさい。

(4) このDNAの塩基配列が突然変異を起こして、8番目の塩基がCからGに変化した場合(5'-GCTATGGCTAAGTGCCGTTAA-3')、翻訳されたときのアミノ酸配列をN末端側からコドン表を参考にして1文字表記で答えなさい。

問2 生態系における物質収支に関する以下の間に答えなさい。

(1) ある森林の最初の現存量が300トン/ヘクタール(t/ha)、1年後の現存量は320t/haであった。この森林の1年間の呼吸量、枯死量、被食量をそれぞれ40t/ha、12t/ha、5t/haとするとき、1年間の<sub>①</sub>総生産量および<sub>②</sub>純生産量を計算式を示して解答しなさい。

(2) ある生態系の一次消費者の最初の現存量は10t/haであった。この一次消費者の1年間の摂食量、同化量、呼吸量、死亡量、被食量をそれぞれ5t/ha、3t/ha、1t/ha、0.2t/ha、0.3t/haとしたとき、1年後の現存量を計算式を示して解答しなさい。

## (生物)

問3 生体膜の構造とはたらきに関する以下の間に答えなさい。

- (1) 生体膜を構成するリン脂質は、1分子中に親水性の領域と疎水性の領域を併せもち、この特性は脂質二重層の形成に都合が良い。生体膜においてリン脂質がどのような向きで配向しているか簡潔に説明しなさい。
- (2) 生体膜の構造様式は流動モザイクモデルで説明することができ、リン脂質だけでなく、タンパク質なども分布(局在)している。流動モザイクモデルの概念を示す図を描きなさい。
- (3) 生体膜に存在するタンパク質は、様々な機能を有している。以下のA～Cの機能に関与するタンパク質の例を選択肢の中からそれぞれ1つ選びなさい。
  - A. 細胞接着
  - B. レセプター
  - C. 分子の輸送

【選択肢】 アクアボリン、カドヘリン、アルブミン、  
シャベロン、T細胞受容体
- (4) 生体膜は細胞内外の分子の通過を制限しているが、分子の種類によっては容易に細胞膜を通過することができる。細胞膜上のタンパク質を介さずに容易にリン脂質層を通過するものを選択肢の中からすべて選びなさい。
 

【選択肢】 酸素、ラクトース、ステロイドホルモン、  
ペプチドホルモン、免疫グロブリン

— 33 —

解答解説は175ページ

## 生物 一般選抜(前期)(前期・英語外部試験利用) 2日目(2月2日実施)

## 生物問題

## (生物)

注意 問題1、2、3について、それぞれの指示にしたがって答を解答用紙の解答欄に記入しなさい。

1. 以下のA～Jの問題について、それぞれもっとも不適切な説明を1つ選び、番号で答えなさい。 (40点)

A.

1. RNAポリメラーゼは、RNA鎖を5'末端から3'末端の方向に合成する
2. 転写開始には、プライマーは不要である
3. RNAポリメラーゼによって合成されたRNA鎖はDNAのアンチセンス鎖と同じ塩基配列である
4. RNAポリメラーゼは、プロモーターという特定の塩基配列領域に結合する

B.

1. ヒトの眼の網膜には、視神経細胞、連絡神経細胞、視細胞、および色素細胞が含まれている
2. ヒトの眼の桿体細胞や錐体細胞は光を吸収する視色素を含むので色素細胞である
3. ヒトの眼の錐体細胞は網膜の中央部にある黄斑に集中して分布している
4. ヒトの眼には盲斑とよばれる部位に視細胞は分布していない

C.

1. エチレンは種なしブドウの作出に使用される
2. エチレンはバナナの成熟促進に使用される
3. エチレンは離層形成を促進する
4. エチレンは花の老化を早める

— 23 —

## (生物)

D.

1. 森林では、幼齢林のうちは純生産量が増加していく
2. 森林では、高齢林になると、純生産量はほぼ一定になるが、総呼吸量が減少していくため、純生産量も減少していく
3. 海洋全体では、平均の純生産量は森林や草原よりも小さい
4. 海洋のうち、川などから栄養塩類の供給を受ける浅海や、栄養塩類に富む深層水が上昇してくる外洋の湧昇域では、純生産量は大きくなる

E.

1. 水中に存在する二重の脂質膜では、形成する際にリン脂質の親水性領域どうしが共有結合によって結合される
2. 現在の生物の細胞膜は、おもにリン脂質とタンパク質で構成されている
3. 生命の誕生の過程で、二重の脂質膜からなる小胞が出現し、その中に核酸やタンパク質などが取り込まれたと考えられている
4. リン脂質で構成された二重の脂質膜は水中で小胞を形成し、小胞の内側は親水性であるため、水を含む

F.

1. 細胞の形の維持や細胞分裂、細胞小器官の保持などにはたらくタンパク質は、細胞骨格とよばれる纖維状のタンパク質である
2. アクチンフィラメントは、筋収縮や細胞の外形が変化するアーベル運動、細胞分裂時のくびれこみなどの細胞運動にはたらく
3. 微小管は、細胞の運動だけでなく、細胞内の細胞小器官の移動や細胞質流动にはたらく
4. 中間径フィラメントは、細胞膜や核膜の内側に位置し、細胞や核などの形を保つ役割を担う

— 24 —

(生 物)

G.

- 植物の光合成のストロマで起こる反応では、NADPHとATPを用いて、二酸化炭素を固定する
- 植物の光合成のストロマで起こる反応は、発見者の名をとって「カルビン回路(カルビン・ベンソン回路)」ともよばれている
- 植物の光合成の電子伝達系は、ストロマにある
- 植物の光合成のストロマで起こる反応では、リブロースビスリン酸カルボキシラーゼ/オキシゲナーゼという酵素によって二酸化炭素が固定される

H.

- 61種のコドンが20種類のアミノ酸に対応している
- 翻訳の開始にはシグナルとなるコドンがある
- リボソームはrRNAとタンパク質から構成されている
- tRNAの種類はタンパク質を構成するアミノ酸の種類と同じ数だけ存在する

I.

- ニューロンは、核のある細胞体から伸びた樹状突起や軸索をもち、軸索は興奮の伝導を担っている
- 有髄神経繊維では軸索に髓鞘が存在し、髓鞘の切れ目はランビエ絞輪とよばれている
- ヒトの神経系において、脳と脊髄からなる中枢神経系では、神経繊維は無髄神経繊維のみで構成されている
- 体性神経系は感覚神経系と運動神経系からなり、自律神経系は交感神経系と副交感神経系からなる

— 25 —

(生 物)

J.

- うまれた後の経験や学習によって、環境の変化に対して柔軟で複雑に応答できる行動を、習得的行動という
- かぎ刺激に動機づけが加わることによって生得的行動は起こりやすく、イトヨの雄が行う求愛行動や攻撃行動はその例である
- 生物が刺激に対して一定の方向に移動する行動を走性といい、走性は全て習得的行動といえる
- 個体が害のない繰り返し刺激に対して反応しなくなる現象を慣れといい、慣れは学習の1つである

— 26 —

(生 物)

2. 以下のA～Hについて、それぞれの文の空欄  にあてはまる、もっとも適切な語句を答えなさい。 (24点)

A. 酵素の  には、その構造に適した物質(基質)だけが結合して反応が起こる。

B. カルビン回路(カルビン・ベンソン回路)において、二酸化炭素は  $C_6$  化合物と反応して  $C_3$  化合物である  になる。

C. カエルやイモリなどの胎胚で、中胚葉誘導を引き起こす物質は  タンパク質とよばれる。

D. ヒトの内耳の  と半規管には、からだの傾きや回転を受容する平衡受容器がある。

E. 花器官の形成は3つのクラスの遺伝子の組み合わせによって調節されている。これらの遺伝子によって花器官の形成を説明する分子機構のモデルを  モデルという。

F. 特定のかぎ刺激がないものの、動物による自発的な操作によって、自身の行動と報酬を結びつけて学習することを  条件づけという。

G. 地球に最初の岩石または地層が形成されてから現在までを  時代といふ。

(生 物)

H. 生物が外界から窒素を吸収し、有機窒素化合物につくりかえることを  という。

— 27 —

— 28 —

(生 物)

3. 問題文を読み、以下の間に答えなさい。 (36点)

問1 ある植物の花の色は2組の対立遺伝子によって決められている。A, B が顯性(優性)、a, b が潜性(劣性)である。表現型[AB]は赤色、表現型[Ab]は青色、表現型[aB]は黄色、表現型[ab]は白色の花をつける。このような植物があるとして、以下の間に答えなさい。

(1) 遺伝子型 AABB と遺伝子型 aabb の植物を交配させて  $F_1$  を得た。A, a と B, b は異なる相同染色体上にあるとして、 $F_1$  の遺伝子型と花の色を答えなさい。

(2)  $F_1$  どうしの交配を行って得られた  $F_2$  の花の色の分離比を答えなさい。ただし、どちらの対立遺伝子も連鎖していないものとする。

(例 赤:青:黄:白 = 1:1:1:1)

(3) 遺伝子型 aaBb と遺伝子型 AaBb の個体の交配を行って得られた植物の花の色の分離比を答えなさい。ただし、どちらの対立遺伝子も連鎖していないものとする。

(4) 遺伝子型 aabb と遺伝子型 Aabb の個体の交配を行って得られた植物の花の色の分離比を答えなさい。ただし、どちらの対立遺伝子も連鎖していないものとする。

(生 物)

問2 下記の(a)~(f)の中で、各条件(1)~(5)にそれぞれあてはまる生物をすべて選び記号で答えなさい。

- (a) アオカビ
- (b) イネ
- (c) 大腸菌
- (d) ヒト
- (e) ネンジュモ
- (f) ミミズ

- (1) 核膜をもつ
- (2) 細胞壁をもつ
- (3) 葉緑体をもつ
- (4) ミトコンドリアをもつ
- (5) 窒素固定ができる

— 29 —

— 30 —

(生 物)

問3 次の学生①、学生②、教員による生物多様性についての会話を読み、文中の

□～□、□～□、□～□には適切な語句を選択肢から選び答えなさい。  
□～□は整数、□～□は小数第二位まで求めなさい。

学生① 生物の多様性について話題だけど、多様性ってどういう測り方があるのかな？

学生② ある生物群集を考えたとき、生物群集内の種数を数えることで多様性を評価できるよね。

例えば、生物群集Xに生息する種がA, B, C, D, Eだったら、種数を数えて

多様性スコア  $T1 = 5$

とすれば良いかな。

学生① そうだね。生物群集Yに生息する種がA, C, D, F, G, Hだったら、これら、これら

多様性スコア  $T1 = □$

となるね。

学生② 生物群集Xと生物群集Yは実は一つの地域内に属していたら、地域の中の多様性としては、どのように評価したら良いだろう？生物群集Xと生物群集Yに生息する種が完全に同じ場合と、全く異なる場合とで、多様性の評価が同じで良いとは思えないなあ。

学生① 生物群集Xの  $T1$  と生物群集Yの  $T1$  を単純に加算して、

多様性スコア  $T2 = \text{生物群集Xの } T1 + \text{生物群集Yの } T1$

$= 5 + □ = □$

として良いのか、ということだね。

学生② A, C, Dは、どちらの生物群集にも生息しているから、重複して数えないほうが良いね。そうすると

— 31 —

(生 物)

多様性スコア  $T2 = \text{生物群集Xの } T1 + \text{生物群集Yの } T1$

－ 生物群集Xと生物群集Yで重複する種数  
 $= 5 + □ - □ = □$

するのが良さそうだね。

学生① そうだね。全体としてどの程度の種が生息しているか、という多様性評価にならね。でも、この  $T2$  をそのまま使用して良いのかな？

学生② どういうこと？

学生① 生物群集が位置する土地が広ければ広いほど、そこに含まれる種数は増えるよね。つまり、多様であるように見えて、実は広いだけ、ということになってしまわないかな？

学生② そうだね。うーん、何か良い方法ないかな？生物群集が生息する土地の広さで割ってみる？

学生① 土地の広さを測るって、めんどうだよね。地図上で求められる面積が必ずしも生物が生息可能な土地か、と考え始めると切りがない気がするね。生物群集に生息する種数、すなわち  $T1$  で割ってみる、というのはどうだろう？

学生② あ、それ良いかも。でも、生物群集Xの  $T1$  と生物群集Yの  $T1$  どちらを使う？大きいほう？小さいほう？

学生① 平均してみるのはどう？

学生② 良いね。ということは、生物群集Xの  $T1$  と生物群集Yの  $T1$  をそれぞれ、 $T1_x$ ,  $T1_y$  とすると、

$$\begin{aligned} \text{多様性スコア } T3 &= \frac{T1_x + T1_y - (T1_x \text{ と } T1_y \text{ の重複種数})}{2} \\ &= \frac{5 + □ - □}{2} \div □ \end{aligned}$$

となるわけだね？

— 32 —

(生 物)

- 教員 お、なかなか良いところまで自分たちで考えられたね。今、君たちが考えついた指標というのは、それぞれ、 $\alpha$ 多様性、 $\gamma$ 多様性、 $\beta$ 多様性とよばれ、生物多様性を評価する指標として実際に使われているよ。動植物はもちろん、最近では微生物の多様性を評価することにも応用されているね。もちろん、様々な工夫が加えられ、より複雑な方法も提案されているけどね。
- 学生① へー、そうなんですね。大発見しちゃったと思ったのに、残念です。
- 学生② 他にはどのような多様性指標があるんですか？
- 教員 例えば、 $\alpha$ 多様性の仲間で、以下のようなシャノン・ウィナーの多様度指数というものもあるよ。

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

ちょっと複雑に見えるかな？  $S$  は生物群集内の種数、 $P_i$  は種  $i$  の個体数の全個体数  $N$  に占める割合すなわち  $P_i = \frac{n_i}{N}$  だよ。 $P_i$  と  $P_i$  の底 2 の **カ** とを掛け合わせ、その  $S$  個の種すべてについての和がシャノン・ウィナーの多様度指数というものなんだ。この式で計算される値は必ず 0 以上になるように  $-1$  がかけられているね。

- 学生① この式はどういうときに大きな値になるのですか？
- 学生② 生息する種がないときに 0 になるのはわかるね。
- 教員 種数が増えると  $H'$  は大きくなり、全体に占める特定種の割合が **キ** なると  $H'$  は小さくなる傾向にあるよ。

表：生物群集 X と Y の種 A, B, C の個体数

	A 種	B 種	C 種
生物群集 X	1	1	58
生物群集 Y	20	20	20

— 33 —

(生 物)

- この表のような場合、シャノン・ウィナーの多様度指数では、生物群集 X の  $H'$  は 0.244、群集 Y の  $H'$  は 1.58 となり、構成種間の個体数が **ク** 生物群集 Y のほうが指數は大きな値となっているね。
- 学生② 対数、 $\Sigma$  記号、そして確率は、生物を学ぶのにも役立つんですね。数学もきちんと勉強しようと思いました。

【選択肢】 対数、指數、分數、高く、低く、等しく、多い、少ない、均等な

— 34 —

解答解説は 178 ページ

生物 一般選抜（前期）（前期・英語外部試験利用）3日目（2月3日実施）

生物問題

(生 物)

注意 問題 1, 2, 3 について、それぞれの指示にしたがって答を解答用紙の解答欄に記入しなさい。

1. 以下の A～J の問題について、それぞれもっとも不適切な説明を 1 つ選び、番号で答えなさい。 (40 点)

A.

1. DNA の糖はデオキシリボースである
2. DNA のスクレオチドの糖の 5' の炭素にはリン酸が結合している
3. 特定の塩基同士が対をつくる性質を塩基の相同性という
4. DNA のスクレオチドの糖の 1' の炭素には塩基が結合している

B.

1. 古生代のカンブリア紀に生命が誕生したと考えられている
2. 地球上では、数回の生物大量絶滅の時期があったことが判明している
3. 中生代の白亜紀に恐竜やアンモナイトなどが大量絶滅したと考えられている
4. 人類が出現したのは新生代の新第三紀である

C.

1. 細胞膜は、おもにリン脂質とタンパク質から構成されており、物質の出入りを調節したり、細胞外からの刺激を受容して細胞内へ情報を伝達したりしている
2. 細胞膜や細胞小器官を構成している膜は、基本的に同じ構造をしており、これらの膜をまとめて生体膜という
3. 生体膜では、リン脂質分子は、親水性の部分が膜の内側に、疎水性の部分が膜の外側に向いた状態で 2 層に並んだ膜構造を形成する
4. リン脂質の二重層にモザイク状に含まれるタンパク質は、生体膜内を比較的自由に動くことができる

D.

1. 植物の光合成のチラコイドで起こる反応において、光化学系 II で水 2 分子の分解あたり、酸素 1 分子が生じる
2. 植物の光合成のチラコイドで起こる反応では、チラコイド膜を挟んだ  $H^+$  の濃度勾配に従って、 $H^+$  は ATP 合成酵素を通ってストロマに拡散し、これに伴って ATP が合成される
3. 植物の光合成のチラコイドで起こる反応では、活性化された光化学系 I から放出された 2 個の  $e^-$  と 2 個の  $H^+$  によって  $NAD^+$  が還元される
4. 植物のチラコイドにおける ATP の合成過程は光リン酸化とよばれる

E.

1. ヒトの眼の暗順応では、桿体細胞がもつ高い感度によって、暗所に入った直後からものを見ることができる
2. ヒトの眼の明暗調節では、明るいときに瞳孔括約筋が収縮した状態となる
3. ヒトの眼の遠近調節では、遠くを見るときに毛様筋は弛緩し、チム小帯は引っ張られている
4. ヒトの網膜には 3 種類の錐体細胞が存在し、色覚に関与している

— 21 —

— 22 —

(生 物)

F.

1. 限界暗期より短い暗期の条件で育てられた長日植物は花芽を形成する
2. 限界暗期より長い暗期の条件で育てられた短日植物は花芽を形成する
3. 限界暗期より長い暗期の条件で育てられた長日植物に光中断処理をすると花芽を形成する
4. 限界暗期より長い暗期の条件で育てられた短日植物に光中断処理をすると花芽を形成する

G.

1. 必要とする食物や生活空間などの資源の要素、その資源の利用といった生態系内でその生物種が占める位置を生態的地位という
2. ふたつの個体群間で生態的地位の重なりが大きい場合ほど、種間競争ははげしくなる
3. 生態的地位の重なりが大きい生物種どうしが同じ場所に生息する場合に、種間競争によって互いの形質に変化が生じる現象を形質転換という
4. 異なる生物群集内で同じ生態的地位を占める種を生態的同位種という

H.

1. 真核生物はアーキアドメインと比較するとバクテリアドメインに近縁である
2. 真核生物の細胞小器官であるミトコンドリアや葉緑体は独自のDNAをもつ
3. 真核生物の細胞小器官であるミトコンドリアは好気性細菌、葉緑体はシアノバクテリアなどが細胞内共生することで生じたと考えられている
4. ミトコンドリアのDNAは好気性細菌のDNAと、葉緑体のDNAはシアノバクテリアのDNAと近縁である

(生 物)

2. 以下のA～Hについて、それぞれの文の空欄 [ ] にあてはまる、もつとも適切な語句を答えなさい。 (24点)

A. 光化学系Ⅱから放出された電子が光化学系Ⅰにわたされていく反応系を [ ] 系という。

B. カエルの中胚葉では、背側から腹側に向かたノギンや [ ] などのタンパク質の濃度勾配に従い、神経の構造をつくる遺伝子の発現が調節される。

C. ヒトのうずまき管内の基底膜の上にある [ ] には、おおい膜に接触した感覚毛をもつ聽細胞が存在している。

D. 茎の内皮や根冠のコルメラ細胞には [ ] といわれるデンプン粒を含む色素体があり、それらが重力屈性における刺激受容に関与している。

E. トノサマバッタでは、個体群密度が高く、集団で生活する状態が数世代続くと、移動力が大きく集合性の強い個体となるが、これを [ ] 相という。

F. 生物がもち無生物がもたない能力や特徴としては、代謝を行うことでしきみを維持する能力、そのしきみを外界と隔てる構造、[ ] する能力、があげられる。

G. 細胞膜や細胞内には、ホルモンなどの情報伝達物質を受け取る [ ] というタンパク質が存在する。

H. 解糖系で生じたビルビン酸は、ミトコンドリアのマトリックスに運ばれた後、[ ] となりクエン酸回路に入る。

(生 物)

I.

1. 集中分布は、巣をつくるアリや群れをつくる動物などで見られる、個体が特定の場所にかたよった分布様式である
2. 一様分布は、水面のアメンボや繩張りをもつアユなどで見られる、他の個体を避けた結果として生じることがある、個体間の配置が不規則な分布様式である
3. ランダム分布は、風で散布されたタンポポやススキなどの種子が発芽した場合などに見られる、見かけ上ランダムな分布様式である
4. 個体群において、その生物が生活する面積や体積などの単位生活空間あたりの個体数を個体群密度という

J.

1. マクロファージや好中球、樹状細胞などの食細胞は、細胞膜にある受容体によって異物を認識して食作用を行う
2. 樹状細胞は、食作用によって取り込んだ病原体の一部を細胞表面のMHC抗原にのせてB細胞に提示する
3. マクロファージはトル様受容体によって病原体がもつ糖や核酸などを認識する
4. 活性化したマクロファージはサイトカインを分泌し、炎症反応や免疫細胞の活性化が引き起こされる

(生 物)

3. 問題文を読み、以下の間に答えなさい。 (36点)

問1 酵素が触媒として作用する物質を [ (ア) ] という。酵素はタンパク質でできており、熱によりタンパク質が [ (イ) ] すると酵素は [ (ウ) ] する。したがって、酵素反応速度は温度の影響を受ける。酵素反応速度と温度との関係は、無機触媒が作用する反応の速度と温度との関係とは大きく異なっており、酵素反応には [ (エ) ] 温度がある。

(1) 文中の(ア)～(エ)に適する語句を答えなさい。

(2) 触媒とはどのような物質か、30字以内で説明しなさい。

(3) 特定の酵素は特定の [ (ア) ] にしか作用できない。酵素のこの性質を何というか答えなさい。

(4) 酵素反応速度と温度との関係を示すグラフを解答用紙の図に描きこみなさい。縦軸を反応速度、横軸を温度とする。ただし、解答用紙中の矢印(↑)で示す温度が酵素反応の [ (エ) ] 温度とする。

## (生物)

問2 ある生物の遺伝子において、表現型に反映される2対の対立遺伝子A, aおよびB, bに着目した交配実験を行った。遺伝子型AABBとaabbをもつ2種類の個体(親世代)を交配して生じた $F_1$ はすべてAaBbであった。さらに、この $F_1$ 同士を交配するとき、以下の間に答えなさい。ただし、AとBはそれぞれaとbに対して顯性(優性)であるとする。

(1) 遺伝子AとBが連鎖している場合に生じる子の表現型とその存在比を求めなさい。このときAB間で乗換が起こらないこととする。

(例)  $(AB) : (Ab) : (aB) : (ab) = 1 : 1 : 1 : 1$

(2) 遺伝子AとBが連鎖していない場合に生じる表現型とその存在比を求めなさい。

(3) (1)において、乗換が起こったため、生じた配偶子の存在比が $AB : Ab : aB : ab = 4 : 1 : 1 : 4$ であったとする。このとき、組換率(%)はいくらになるか求めなさい。

問3 生態系における窒素の循環について、以下の間に答えなさい。

(1) 植物の窒素同化の過程について具体的な物質名をあげて説明しなさい。

(2) 微生物の窒素固定の過程について具体的な微生物名や物質名をあげて説明しなさい。

(3) 微生物の硝化作用の過程について具体的な微生物名や物質名をあげて説明しなさい。

(4) 脱窒の過程について具体的な物質名をあげて説明しなさい。

— 27 —

解答解説は178ページ

## 生物 一般選抜(前期)(前期・英語外部試験利用) 4日目(2月4日実施)

## 生物問題

## (生物)

注意 問題1, 2, 3について、それぞれの指示にしたがって答を解答用紙の解答欄に記入しなさい。

1. 以下のA～Jの問題について、それぞれもっとも不適切な説明を1つ選び、番号で答えなさい。 (40点)

A.

- 植物の光合成のストロマで起こる反応では、二酸化炭素を固定して有機物を產生する
- 植物のストロマで起こる反応では、チラコイドで起こる反応で生じた $\text{NADP}^+$ とATPが利用される
- 植物のチラコイドで起こる反応では水が分解されて酸素を生じる
- 植物のストロマには、二酸化炭素の固定を行うルビスコという酵素が存在している

B.

- 遺伝子発現調節において、転写は調節領域から転写を活性化する因子が解離することで促進される
- 大腸菌のラクトースオペロンにおいて、培地にグルコースがあるとき、オペロン中の遺伝子発現が抑制される
- 大腸菌の培地にラクトースがあるとき、ラクトースオペロンのオペレーターからリプレッサーが解離する
- 原核生物では、一連の化学反応にはたらく複数の酵素の遺伝子が隣り合って存在する転写単位を構成する場合がある

## (生物)

C.

- 細胞が刺激を受けていない状態の膜電位を静止電位といい、細胞外を基準としたとき細胞内はある一定の負の値をとっている
- 静止電位は細胞内外のイオンの濃度差で生じており、ナトリウムイオンとカリウムイオンはいずれも細胞外の方が濃度は高い
- ニューロンが刺激されて一定の大きさの脱分極が起こると活動電位が生じる
- 1つのニューロンに閾値以上の刺激が持続的に加わった場合、活動電位の大きさは一定であるが、興奮の頻度が高くなる

D.

- 開花が日長に反応する性質は植物の光周性による
- 植物の花芽形成を促進する物質をフロリゲンという
- 低温にさらされることによって花芽形成が促進されることを冬化という
- 限界暗期より短い暗期を与えることを長日処理という

E.

- 互いに利益も不利益も受けない共生を相利共生という
- 共生している生物のうち、一方のみが利益を受けて、他方は利益も不利益も受けない場合を片利共生という
- 異種の生物と一緒に生活するものの、他方は不利益を受ける場合を寄生という
- 寄生者は宿主に寄生することによって利益を得ている

— 21 —

— 22 —

(生 物)

F.

- 酸素発生型の光合成を最初に行ったのはシアノバクテリアだと考えられている
- 先カンブリア時代にシアノバクテリアにより発生した酸素は、海水中に溶けていた鉄イオンと反応し、大量の酸化鉄を堆積させたと考えられている
- 先カンブリア時代に海水中の鉄イオンの濃度が低下した後、酸素濃度が高まったと考えられている
- 先カンブリア時代に海水中の酸素濃度が急激に高まったことが、シアノバクテリアの大量絶滅を招いたと考えられている

G.

- 複数のポリペプチドからできたタンパク質の立体構造を四次構造という
- タンパク質は、分子量によってその機能が決定される
- タンパク質である酵素がそのはたらきを失うことを失活という
- ポリペプチドが正しく折りたたまれるように補助するタンパク質をシャペロンという

— 23 —

(生 物)

H.

- カルビン回路(カルビン・ベンソン回路)において、RubisCO(ルビスコ)によって、6分子のリプロースビスリン酸に6分子の二酸化炭素が付加され、12分子の3-ホスホグリセリン酸( $C_3$ )が生じる
- カルビン回路(カルビン・ベンソン回路)において、12分子の3-ホスホグリセリン酸( $C_3$ )は、12分子のATPからそれぞれ1つのリン酸基を受け取って12分子の $C_3$ 化合物へと変換される
- カルビン回路(カルビン・ベンソン回路)において、12分子の $C_3$ 化合物が12分子のNADPHを利用することによって、12分子のグリセルアルデヒドリン酸( $C_3$ )へと還元される
- カルビン回路(カルビン・ベンソン回路)において、12分子のグリセルアルデヒドリン酸( $C_3$ )は、1分子の糖( $C_6$ )の産生に利用されるとともに、残りは多段階の反応を経て、結果的に12分子のATPのリン酸基を受け取ることで、12分子のリプロースビスリン酸へと変換される

I.

- 動物では、精原細胞の一部は一次精母細胞(2n)になり、減数分裂を開始する
- ウニの精子にはミトコンドリアが含まれる
- 始原生殖細胞が卵巣・精巣原基に入り、卵原細胞や精原細胞になる
- 1個の二次精母細胞から作られる精細胞の数は1個である

J.

- 膝蓋腱反射では、脊髄が反射中枢としてはたらく
- 唾液の分泌では、延髄が反射中枢としてはたらく
- 瞳孔反射では、中脳が反射中枢としてはたらく
- 屈筋反射では、小脳が反射中枢としてはたらく

— 24 —

(生 物)

2. 以下のA～Hについて、それぞれの文の空欄  にあてはまる、もつとも適切な語句を答えなさい。  
(24点)

- A. ニワトリの神経板では、神経溝が形成された後、N-を発現している細胞どうしが接着し、表皮から分離して神経管を形成する。
- B. ニューロンの軸索における興奮の伝導において、興奮の直後には刺激に反応できない状態が存在するため、興奮は直前に興奮した部位に逆向きに伝わることはない。
- C. 受精卵のように、1つの細胞がその種のすべての細胞に分化する能力をという。
- D. 個体群の年齢ピラミッドは3つの型に大別されるが、出生率が幼若型より低く、各齢の死亡率が寿命近くまでほぼ一定で低い個体群の型は型と呼ばれる。
- E. 原始的な生物が誕生する以前の無機物と単純な構造の有機物から複雑な構造の有機物への生成過程をという。

- F.  $C_4$ 植物の葉肉細胞において、二酸化炭素はホスホエノールビルビン酸( $C_3$ )と結合して、として固定される。

- G. 光合成の過程で、水素イオンの濃度勾配を利用して、チラコイド膜上のATP合成酵素でATPが合成される反応をという。

— 25 —

- H. ショウジョウバエの頭部や胸部の構造を決定するホメオティック遺伝子群は遺伝子群である。

## (生 物)

3. 問題文を読み、以下の間に答えなさい。(36点)

問1 グルコース( $C_6H_{12}O_6$ )、ステアリン酸( $C_{18}H_{36}O_2$ )、パリン( $C_5H_{11}NO_2$ )が呼吸によって分解される反応は、それぞれ次の化学反応式で表される。

- ①  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow (\alpha)CO_2 + 6H_2O$   
 ②  $C_{18}H_{36}O_2 + (\beta)O_2 \rightarrow (\gamma)CO_2 + (\delta)H_2O$   
 ③  $C_5H_{11}NO_2 + (\epsilon)O_2 \rightarrow (\zeta)CO_2 + (\eta)H_2O + \boxed{i}$

原子量を H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0 とし、以下の間に答えなさい。

(1) 化学反応式①・②・③中の(ア)～(キ)に当てはまる数をそれぞれ答えなさい。

(2) 化学反応式③中の  $\boxed{i}$  に当てはまる分子を化学式で答えなさい。

(3) 化学反応式①・②・③の呼吸商はそれぞれいくらか小数第1位まで答えなさい。

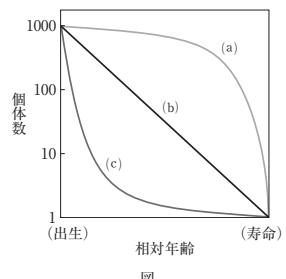
(4) 60 g のグルコースが呼吸で完全に分解された時の<sub>(a)</sub> $O_2$ 消費量と<sub>(b)</sub> $CO_2$ 発生量は、それぞれ何 L か整数で答えなさい。ただし、気体 1 モルの体積は 24 L とする。

## (生 物)

問2 個体群の生存に関する以下の間に答えなさい。

(1) 産み落とされた卵や子などが成長するにつれてどれだけ生き残るかを示した表を何というか。

(2) 図のように、生存曲線は(a)～(c)の3つの型に大別されるが、(a)と(c)の型について他の型と異なる理由を例をあげて説明しなさい。



図

## (生 物)

問3 ヒトの染色体数は  $2n = 46$  で、そのうちの 1 対は性染色体である。以下の間に答えなさい。

(1) ( i ) とよばれる細胞分裂により、( ii ) である卵と精子がつくられる。( i ), ( ii ) に当てはまるもっとも適切な語句を答えなさい。

(2) 乗換ががない場合、1人のヒトが形成する卵の染色体の組合せは何通りあるか指数表記で答えなさい。

(3) すべての相同染色体それぞれに 1 箇所だけ乗換が起こった場合、1人のヒトが形成する卵の染色体の組合せは何通りあるか指数表記で答えなさい。

(4) 乗換が起こらない場合、1組の両親から形成される受精卵の染色体の組合せは何通りあるか指数表記で答えなさい。

## 生物問題

(生物)

注意 問題1, 2, 3について、それぞれの指示にしたがって答を解答用紙の解答欄に記入しなさい。

1. 以下のA～Jの問題について、それぞれもっとも不適切な説明を1つ選び、番号で答えなさい。 (40点)

A.

1. オオムギの種子は無胚乳種子である
2. オオムギの種子は、成熟後、休眠する
3. オオムギの種子の発芽はアブシン酸により抑制される
4. オオムギの種子の発芽時に胚からジベレリンが分泌される

B.

1. 遺伝的多様性が高い個体群は、生活環境の変化が起こっても、その環境に対応できる遺伝子型をもつ個体がいる可能性が高い
2. その生態系に含まれる生物の種数が多く、かつどの生物も均等に含まれているほど種多様性が高い
3. 自然災害や気候変動などによって環境条件が大きく変わったとき、種多様性が低い方が回復は早く、生態系のバランスは崩れにくい
4. 生態系サービスの種類は生態系ごとに異なり、生態系の多様性が低下すると、生態系サービスの種類も少なくなる

(生物)

C.

1. 現在、地球上に生息する生物はDNAを遺伝物質とする
2. DNAの複製には酵素を必要とする
3. 初期の生命体においてはRNAのみが遺伝物質としてはたらいていた時代もあったとする仮説が提案されている
4. ウィルスが生物ではないのはRNAを遺伝物質としているためである

D.

1. 酵素にはそれぞれ特有の立体構造をもつ活性部位があり、その構造に適した物質だけがその部位に結合する基質特異性がある
2. それぞれの酵素の反応には最適温度があり、最適温度未満では生成物は生産されない
3. 酵素反応のフィードバック調節では、最終産物が反応系の初期段階に作用する酵素のはたらきを阻害することで、反応系の進行を阻害する場合が多い
4. アロステリック酵素による阻害のように、酵素の活性部位以外の部分に阻害物質が結合することによる酵素反応の阻害を非競争的阻害という

E.

1. シアノバクテリアはクロロフィルaをもっている
2. シアノバクテリアは光化学系Iと光化学系IIをもっている
3. 緑色硫黄細菌はクロロフィルaをもっている
4. 紅色硫黄細菌は光合成において硫化水素を電子供与体として利用する

— 19 —

— 20 —

(生物)

(生物)

F.

1. ウニの受精では、精子が卵に近づくと、頭部の細胞質中でアクチンフィラメントの束ができる、先体突起を形成する
2. ウニの発生過程において、外胚葉、内胚葉、中胚葉が現れるのは原腸胚期である
3. カエルの神経胚において、腹側の外胚葉に神経板が現れる
4. ウニの卵が受精すると卵黄膜は受精膜に変わる

G.

1. 神経終末が他のニューロンや効果器と接続する部分をシナプスといい、その部分にはシナプス間隙が存在する
2. 神経終末には神経伝達物質を含んだシナプス小胞が多数存在し、細胞内カルシウムイオン濃度の上昇に伴ってシナプス小胞の内容物はシナプス間際に分泌される
3. アセチルコリンなどの神経伝達物質は、シナプス後細胞のイオンチャネルを開くことができる
4. シナプス間に分泌された神経伝達物質は、シナプス後細胞の受容体にすべて結合するまでシナプス間に留まる

H.

1. 大気中の窒素を人工的に固定してつくられた化学肥料は窒素を多量に含んでおり、植物が必要とする以上の施肥を行うと、余分な硝酸イオンやアンモニウムイオンが土壤中に残存する
2. 施肥による窒素量が植物の吸収量を上回ると、地下水などを通じて海水の富栄養化につながる
3. 海水の富栄養化により植物プランクトンが大量発生すると、光合成により発生した酸素により水中全体が酸素過多となる
4. 世界全体での化学肥料の使用量は年々増加しており、化学肥料による生態系内の窒素量の増加は、地球規模で問題となっている

I.

1. カエルの原腸胚における神経誘導では、BMPが受容体と結合することで神経が誘導される
2.  $\beta$ カテニンは調節タンパク質であり、カエルの背側の形成にかかわる遺伝子の発現を調節する
3. ショウジョウバエが受精すると、mRNAから翻訳されたビコイドタンパク質は前端から後端に向けて濃度勾配を生じる
4. ショウジョウバエの第3染色体には、アンテナペディア遺伝子群とバイソラックス遺伝子群とよばれるHox遺伝子群が並んでいる

— 21 —

— 22 —

(生 物)

J.

- 骨格筋では、細胞質中の筋原纖維はカルシウムを貯えた筋小胞体によって覆われている
- 筋原纖維はZ膜に結合したミオシンフィラメントとアクチンフィラメントから構成されており、暗帯はアクチンフィラメントの部分に該当する
- ミオシン頭部は、ATPやADPとの結合の状態によって立体構造が変化し、アクチンフィラメント間との滑り運動を引き起こす
- 筋収縮の際、カルシウムイオンがトロボニンに結合すると、アクチンフィラメントと接するトロボミオシンの立体構造が変化し、アクチンフィラメントへのミオシンの結合が可能となる

(生 物)

2. 以下のA～Hについて、それぞれの文の空欄 [ ] にあてはまる、もつとも適切な語句を答えなさい。1つの問題に、2つの空欄 [ ] がある場合には、同一の語句が入るものとする。 (24点)

- A. カルビン回路(カルビン・ベンソン回路)において、二酸化炭素は [ ] と反応して  $C_3$  化合物になる。
- B. ヒトの大脳皮質においては、特に [ ] が発達しており、学習や経験による行動には [ ] が関わっている。
- C. 自己と非自己の花粉を識別し、自家受精を避けるしくみを [ ] という。
- D. 産み落とされた卵や子などが成長するにつれてどれだけ生き残るかを示した表を [ ] といい、これをグラフに表したもの生存曲線という。
- E. シアノバクテリアの出現後、光合成によってつくられた酸素は、海底に大量の [ ] を堆積させた。
- F. 細胞にはタンパク質でできた纖維状の構造体である [ ] が存在しており、それらは、細胞の形の維持、細胞小器官の移動、細胞質分裂などに関わっている。
- G. カエルの受精卵の体軸決定において、精子が進入した側が将来 [ ] となる。
- H. 精子は中片部の [ ] で合成されるATPのエネルギーを使って鞭毛を動かして泳ぐ。

— 23 —

— 24 —

(生 物)

3. 問題文を読み、以下の間に答えなさい。 (36点)

問1 1928年イギリスの医師であり科学者であるグリフィスは、形質転換を発見し、分子遺伝学の基礎を築いた。彼は、この発見のため次の実験を行った。莢膜をもたないR型菌と莢膜をもつS型菌の2種類の肺炎球菌(肺炎双球菌)を用いて、それぞれネズミに注入したところ、S型菌を注入したネズミのみ肺炎を発症して死亡した。次に加熱殺菌したS型菌をネズミに注入したところ、ネズミは肺炎を発症しなかった。しかし、加熱殺菌したS型菌にR型菌を混ぜて、ネズミに注入するとネズミは肺炎を発症し死亡した。さらにその死んだネズミからは生きたS型菌が検出された。

- グリフィスの実験で、加熱殺菌したS型菌のみをネズミに注入した場合、ネズミは肺炎を発症しなかった理由を説明しなさい。
  - グリフィスの実験における上記すべての実験結果から、どのような遺伝的な結論が導き出されるか、説明しなさい。
  - グリフィスの実験を基に、遺伝情報の本体が何であるかを明らかにするために行われたエイブリーらの実験では、どのような方法が用いられたか、次のキーワードを用いて説明しなさい。
- キーワード：タンパク質分解酵素、RNA分解酵素、DNA分解酵素

(生 物)

問2 ハーディ・ワインベルグの法則が成立しているある集団において、対立遺伝子A, aの遺伝子頻度を、それぞれp, q ( $p + q = 1$ ) とする。この集団の中で自由に交配が行われるとき、新しい子ども世代の集団について、以下の間に答えなさい。

- 遺伝子型AAの頻度を答えなさい。
- 遺伝子型Aaの頻度を答えなさい。
- 遺伝子型aaの頻度を答えなさい。
- 100人の集団で、aaの遺伝子型をもつ子どもが16%のときの、qを求めなさい。
- 100人の集団で、aaの遺伝子型をもつ子どもが16%のときの、pを求めなさい。

— 25 —

— 26 —

## (生 物)

問3 単位時間あたりの光合成量を光合成速度といい、CO<sub>2</sub>吸収速度で表す。植物は暗黒下では光合成はできないが光があたると光合成を始める。しかし、①みかけの光合成速度は0未満(マイナス)の値から始まり、光が強くなるに従って上昇し、プラスに転じてからさらに上昇する。光の強さが一定以上になると、光合成速度の上昇は止まる。光の強さと光合成速度の関係を表したグラフを光-光合成速度曲線といい、植物によってその曲線の形状は異なる。日当たりの良い場所に分布する植物(A)と日当たりの悪い場所にも分布する植物(B)では光-光合成速度曲線が異なる。

- (1) 下線部①の理由を30字以内で述べなさい。
- (2) 見かけの光合成速度が0(ゼロ)になるときの光の強さを何というか答えなさい。
- (3) 下線部②となる光の強さを何というか答えなさい。
- (4) 文中の(A)のような植物、(B)のような植物はそれぞれ何とよばれるか答えなさい。
- (5) 植物(A)と植物(B)の違いがわかるように解答欄に光-光合成速度曲線を描きなさい。このとき、縦軸と横軸の名称を( )内に記載しなさい。

1 次の英文を読んで、後の問い合わせに答えなさい。

(40点)

You may not think about artificial satellites that often, but you will be surprised to know how much our modern lives depend on them. Initially used for telecommunications and weather observation, (a) they now play crucial roles in navigation (GPS), internet connection, climate change monitoring, and natural disaster tracking. Moreover, new industries like space tourism, space-based manufacturing, and asteroid mining are also driving (b) the launch of artificial satellites.

As necessary as they are, artificial satellites still come with their own set of issues. With satellite usage expected to rise significantly in the coming years, researchers are becoming more and more concerned. Over 100 trillion pieces of debris\* from retired satellites are now orbiting the Earth, posing significant hazards. In response, scientists from the United States and Japan have introduced the world's first (c) artificial wooden satellite, presenting it as an environmentally safe alternative to the numerous metal satellites currently circling our planet.

In a 2020 interview with the BBC, Dr. Takao Doi, a Japanese astronaut and aerospace engineer with Kyoto University, expressed concerns shared by space agencies. He mentioned that they are very worried about a scenario where all the satellites re-entering the Earth's atmosphere burn and create tiny metal particles. They end up floating in the upper atmosphere for many years. Eventually, (d) this will affect the environment of the Earth.

In 2020, the LignoStella Space Wood Project was launched by Japanese researchers. The goal was to evaluate the endurance of (e) three different types of wood in space. Over 290 days aboard the International Space Station, the wood samples were exposed to various endurance tests before being returned to Earth in early 2024. An extensive analysis revealed that the wood samples exhibited no signs of damage, decay, or measurable changes in mass despite the challenging conditions of space.

— 1 —

Koji Murata, a researcher at Kyoto University, explained, "When you use wood on Earth, you have the problems of burning, rotting and deformation\*, but (f) in space, you don't have those problems." As there is no oxygen in space, wood doesn't burn, and as no living creatures can survive there, wood doesn't rot. From the tests, it was found that (g) magnolia wood had the most workability. It also showed the best dimensional stability and overall strength. Therefore, magnolia wood would make the best material for a satellite.

(h) There are several advantages that wooden satellites have over traditional metal ones. One notable benefit is that the wood completely burns up upon re-entering Earth's atmosphere. This greatly reduces the release of debris and harmful substances. A recent study by the US National Oceanic and Atmospheric Administration has revealed that around 10% of aerosol particles\* in the stratosphere\* contain traces of aluminum and exotic metals from rockets and satellites. (i) This percentage could increase to approximately 50% as the number of satellite launches into low-Earth orbit increases.

Researchers are concerned about the potential damage these particles could cause to the Earth's ozone layer. As of September 2023, approximately 10,590 satellites were orbiting the Earth, with around 8,800 of them active. The total mass of objects in (j) Earth's orbit exceeds 11,000 tons and is set to continue rising steadily, as it is estimated that an average of 2,500 satellites will be launched each year until 2031. Satellites that are no longer operational represent a significant risk for operational satellites and spacecraft. According to NASA, in low-Earth orbit, debris traveling over 9 miles per second is ten times faster than a bullet.

(k) Considered advantageous over other materials, wood still isn't without obstacles to overcome. Tatsuhito Fujita, a JAXA space engineer, explained that while using natural resources for space hardware makes sense from a sustainable development goals perspective, the benefits of using wood remain uncertain. This is because wood has never been used in satellites. Despite these concerns, NASA and JAXA launched a joint mission in 2024. Researchers will monitor the satellite

— 2 —

for at least six months to see how it performs. On re-entry into the atmosphere at the end of its mission, the experimental satellite will burn up, resulting in scattering of ash that breaks down easily. The satellite will disappear without a trace and ultimately protect the Earth.

\*debris 残骸、デブリ \*deformation 変形

\*aerosol particles 大気中に浮かぶ微細な粒子 \*stratosphere 成層圏

[問1] 次の問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。

(a) 下線部(a)が指すものは、どれですか。

- 現代生活
- 人工衛星
- 新興企業
- 通信事業

(b) 下線部(b)が増えていく原因について、本文で明示されているものは、どれですか。

- government recommendations
- cost-effectiveness
- basic technology
- our current and future needs

(c) 下線部(c)を導入しようとする主な理由は、どれですか。

- It may help solve the issues related to metal satellites.
- It is wise to go back to the original material for future use.
- There is not enough metal for a large number of satellites.
- Wooden satellites function better than metal satellites.

(d) 下線部(d)が表すものは、どれですか。

- floating debris in outer space
- a satellite operating for many years
- satellite particles remaining in the atmosphere
- the fact that satellites enter the Earth's atmosphere

(e) 下線部(e)の国際宇宙ステーションで試した木材について、正しいものはどれですか。

- Three kinds of wood showed evidence of change.
- There was a little rot with no other changes.
- They were free from damage or weight change.
- Their weight underwent significant changes.

(f) 下線部(f)の理由としてふさわしいものは、どれですか。

- The oxygen is much denser in space.
- Bacteria hiding in wood can live longer in space.
- Wood reacts to the environment more severely in space.
- The environmental factor that causes the problems does not exist in space.

(g) 下線部(g)が人工衛星の素材として適している理由は、どれですか。

- It exhibits the greatest level of strength.
- It shows the highest resistance to rotting.
- It is hard to process into the desired form.
- It can be affected by various types of forces.

(h) 下線部(h)の例の1つは、どれですか。

1. Wooden satellites absorb harmful substances.
2. Wooden satellites release harmful substances.
3. Wooden satellites burn up debris from metal ones.
4. Wooden satellites leave little debris from burning.

(i) 下線部(i)から解釈できることは、どれですか。

1. There will be close to 50 percent more aerosol particles than there are now.
2. The proportion of aerosol particles with metal traces could rise by 40 percentage points.
3. Traces of aluminum and exotic metals will be half of current levels.
4. Rockets and satellites will leave 1.5 times more metal traces than now.

(j) 下線部(j)における懸念事項として、本文で述べられていないものは、どれですか。

1. debris traveling at high speed
2. spacecraft orbiting each other
3. satellites increasing in number
4. inactive satellites still circling

(k) 最後の段落から読み取れる情報は、どれですか。

1. Wooden satellites should be promoted as a safe alternative on a global scale.
2. If the mission of wooden satellites proves successful, it will clear the Earth.
3. While wooden satellites seem promising, they still need further investigation.
4. NASA and JAXA will follow their wooden satellite after it re-enters the atmosphere.

【問2】下線部(j)を日本語にしなさい。

2 次の英文の空所に入れるのに最も適切な語句を選び、その番号で答えなさい。

(20点)

(a) What did you do to your brother? He ( ) you.

1. looks angrily with
2. is looking like angry at
3. looks like angry with
4. is looking angrily at

(b) Her novel, though criticized at first, is widely admitted ( ) a masterpiece now.

1. is
2. being
3. to be
4. must be

(c) Are you leaving already? You have been here for ( ).

1. such a short time
2. a so short time
3. a such short time
4. so a short time

(d) We are almost at the end of the project ( ) for months.

1. in which we have launched
2. during which we have problems
3. on which we have worked
4. for which we have high hopes

(e) ( ) by James repeatedly, Elizabeth stopped trusting him.

1. Having lying
2. Having lied
3. Having been lying to
4. Having been lied to

(f) The building you are looking for ( ) the flower shop.

1. is next of
2. locates along to
3. stands along of
4. sits next to

(g) I'd ( ) me a refund instead of a replacement item.

1. want the store gave
2. rather the store gave
3. hope for the store gave
4. appreciate the store gave

(h) The piece of paper you gave me was too rough ( ).

1. to write at
2. to write on
3. to write
4. to write for

(i) I wonder why Kate ( ) absent lately. Does anyone know what's wrong with her?

1. has been
2. be
3. have had been
4. will be

(j) ( ), the climber kept ascending to the summit.

1. Though failing his health condition
2. Though failing his health condition was
3. Despite his failing health condition
4. Despite his failing health condition was

- 3 次の英文を読んで、各問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。 (20点)

Marty had a big dream: he wanted to be a soccer star. Ever since he was a little boy, he loved watching soccer games with his dad. They would cheer together whenever there was a goal, jumping up and shouting in joy. Marty didn't just love watching soccer; he loved playing it, too. He played everywhere he could: in the house, in the garden, and even by the riverside. Soccer was always on his mind, even when he slept. In his dreams, he would imagine himself scoring the winning goal in a big championship match. Marty had a problem, though. His parents didn't want him to pursue soccer as a career. They thought it would be devastating if he failed or got injured so badly that it would end his career. This made Marty very frustrated because soccer was his passion.

One day, Marty saw some people playing soccer on a local field. He went over to watch. During the game, one of the players got hurt and couldn't continue. The manager, a friend of Marty's parents, needed someone to replace him. Marty jumped at the chance. He ran up to the manager and told him he was available. Marty took to the game like a fish in water on the field that day. He played so well that he impressed everyone there, including the manager. The manager told Marty that he wanted to introduce him to another coach, which led Marty to give him his home phone number, allowing him to contact his parents the following day.

When Marty got home, he told his parents what happened. They were impressed but also worried. They knew Marty loved soccer, but they thought he should focus on his studies. Marty's home phone rang, and it was the manager. He wanted Marty to try out for a local league team. Marty begged his parents to let him go, and after some hesitation, they agreed with one condition: his schoolwork still had to come first. At the try-out, Marty played his heart out. He showed off his skills and impressed everyone there. The team offered him a spot for the upcoming season. Marty was over the moon with excitement. So were his parents, yet they

— 9 —

weren't without concerns about his education.

The representatives from the club met with Marty and his parents the following day. They told Marty's parents he was a natural and wanted to sign him with an expensive contract. They explained that modern clubs not only offer the chance for young players to develop their skills, but also recognize the importance of providing a well-rounded education to their players. This ensures that they have options and opportunities beyond their soccer careers. The education includes academic support, tutoring, and partnerships with local schools or educational institutions. This approach helps to nurture not only the players' athletic talents but also their personal and academic growth. Marty was going to get educated as he became a professional.

Fast forward a couple of years, and Marty was on a stronger team, in the first tier, and had been striving for the best. He was scoring goals for fun, and he was earning the wages of a professional soccer player. Even better, he was also a straight A student in all his subjects, which made his parents extremely proud. Once his playing career came to an end, he worked for soccer associations and became an integral ambassador for the sport all over the world. He was hitting the top corner and breaking nets in everything that he did, and that is because he believed in himself, worked hard, and followed his passions.

(a) Why didn't Marty's parents want him to become a soccer player?

1. Soccer players have spectacular but short careers.
2. It was only a dream and not a reality.
3. They worried about him risking his future.
4. They were worried that he would play poorly.

— 10 —

- (b) How did Marty initially get noticed by a local soccer team?

1. By participating in a regional tournament
2. By attending a try-out organized by the local team
3. By receiving a recommendation from his school coach
4. By impressing the manager during a neighborhood game

- (c) What happened after Marty got home?

1. The manager from the team contacted him.
2. His parents prevented him from attending the try-out.
3. Marty called the manager to ask for a place on the team.
4. His parents called the manager to ask for a place for Marty.

- (d) What did the representatives from the club tell Marty and his parents?

1. Marty would receive exemptions from academic responsibilities.
2. Marty would have access to academic aid while pursuing his dream.
3. The club would prioritize Marty's soccer career over his education.
4. Marty's parents would still have a say in his soccer career decisions.

- (e) What happened to Marty in the end?

1. Marty abandoned his soccer dreams to focus solely on his studies.
2. Marty became a successful soccer player but struggled academically.
3. Marty achieved success both on the soccer field and in his academic goals.
4. Marty faced challenges in his soccer career and decided to pursue other interests.

- 4 フィリピンからの留学生 Joshua は、日本で車の免許を取得しようとしています。

大学の学生センターで教習所の英語パンフレットをもらい、友人の Kana と Kaito に相談しています。情報の内容と一致するように会話の空所に最も適切な英単語を入れて、会話を完成させなさい。ただし、与えられたアルファベットで始まる単語で答えなさい。

例) (p )に “party” という語が入る場合、解答欄には party と書くこと。

(20点)

Driving School Details:

1. KITA-SENJU Central Motor School — The Closest Driving School from the Station!

Student's  
Voice

You can get a discount from here if you already ride motorcycles!

Standard Motor Vehicle License

Categories		Regular Price	Reduced Price
Nonmotorcycle-license holder	AT	¥346,500	¥326,700
	MT	¥360,800	¥339,900
Motorcycle-license holder	AT	¥282,700	¥266,900
	MT	¥297,000	¥279,300

Lesson Hours: 9:45~ (last lesson 19:45~)

Exam available: Every day (except for the first Wednesday every month)

Issuing Commission of ¥2,900 for Provisional License application will be added to the prices. Reduced prices are valid only for students from high schools and higher education institutions. AT refers to Automatic. MT refers to Manual.

2. Driving College SENJU (DCS) — Online lessons available for the written test!

Online, on-demand lessons were so helpful as I could conveniently learn the materials anytime, anywhere. It isn't located near the station, but you can use the shuttle bus service!

Student's  
Voice

Standard Motor Vehicle License

Categories		Price
Nonmotorcycle-license holder	AT	¥316,250
	MT	¥331,000
Motorcycle-license holder	AT	¥259,600
	MT	¥276,300

Lesson hours: 7:30~ (last lesson 18:30~) Exam available: Tuesday ~ Sunday

Issuing Commission of ¥2,900 for Provisional License application is included in the prices.

Shuttle bus schedule: 7:00 ~ 19:00 DCS ↔ Kita-Senju station (one per hour)

— 11 —

— 13 —

Kaito : What's up, Joshua? You look so serious!

Joshua : I'm looking for a driving school to go to. I got some<sup>①</sup>(d ) information in English from the Student Center, but I can't decide which school to attend.

Kana : I thought you had a driver's license.

Joshua : I do, but it's for<sup>②</sup>(r ) motorcycles.

Kaito : Let's see the leaflet. Are you thinking of going to one of these?

Joshua : Yes, these are in the Kita-Senju area, close to campus.

Kana : What's the difference?

Joshua : The first one is closer to campus but lessons begin from a<sup>③</sup>(q ) to ten. I'd like to start earlier as I have many first period classes.

Kaito : Then, you should choose the second one. The first lesson begins at half<sup>④</sup>(p ) seven.

Joshua : I thought so, but it's<sup>⑤</sup>(f ) from the station.

Kana : They have an<sup>⑥</sup>(h ) shuttle bus service, which is<sup>⑦</sup>(u ).

Kaito : Oh, and they do on-demand lessons, so you don't need to go there that often.

Joshua : Yes, it also makes studying more<sup>⑧</sup>(c ). The thing is that they don't hold exams on Mondays. Monday is the only day I don't have anything scheduled.

Kana : If I were you, I would choose the second one. The driving test takes only one day, and you only miss classes you have on that day.

Kaito : Professors wouldn't like that! I would go for the first one. It starts later but the last lessons begin later, too. You can go there in the evenings.

Joshua : Yes, but the second one is less expensive compared to the student's rate of the first one.

Kana : Are you going for Automatic or Manual? If not manual, the price difference between the two schools is over ten thousand yen!

Joshua : I am actually thinking of going for a manual. I love cars, you know.

— 14 —

Kaito : Wait. You've already<sup>⑨</sup>(p ) the test for a motorcycle license. Then the difference in total price is only<sup>⑩</sup>(f ) thousand and nine hundred yen.

Joshua : Well, then again, I don't know which one is better...

— 15 —

解答解説は185ページ

## 英語 一般選抜（前期）（情報系外部試験利用）2日目（2月2日実施）

1 次の英文を読んで、後の問い合わせに答えなさい。 (40点)

The human species, like all complex organisms, relies on plants for food, shelter, and making the planet a comfortable place to live. It is therefore curious that, despite our absolute reliance upon them, <sup>(a)</sup>we often overlook the significance of plants. Their presence in our histories, museums, and documentaries is often merely as background decoration, overlooked in favor of man's relationship with animals. This disregard appears to have been with us even in our ancient past as plants are featured in less than 1 percent of European Paleolithic\* cave paintings. However, in recent years, there has been a growing scientific appreciation for plants, particularly in the <sup>(b)</sup>controversial notion that they may possess a form of "intelligence."

Arguments in favor of plant intelligence can be found in experiments from <sup>(c)</sup>the 1970s which claimed to show humanlike behaviors in plants such as responding to music. Although dismissed, the idea of plants somehow perceiving and reacting to their surroundings persists in new experiments in the field of plant neurobiology—a field that explores the signaling processes within plants that bear similarities to animal brain processes. In her 2024 book, <sup>(d)</sup>The Light Eaters, journalist and author Zoë Schläger, known for writing about critical topics like climate change, explored the notion of plants' ability to "think," revealing the behaviors and capabilities that plants employ to interact with their environment.

As Schläger detailed in her book, the idea of plant intelligence encompasses a range of behaviors that suggest a form of awareness. Unlike animal intelligence, which relies on a central nervous system and brain, <sup>(e)</sup>plant intelligence reveals itself through intricate biological systems that enable plants to sense and respond to changes in their surroundings, such as light, gravity, temperature, water, and chemical signals. This can be traced to <sup>(f)</sup>their unique situation as beings rooted in the ground and, therefore, unable to move when they need something or when conditions turn unfavorable. Biological success and survival with this stationary

lifestyle require an intricate understanding of the immediate environment, particularly as plants must defend themselves and obtain nutrients while remaining anchored in place.

Plants have evolved between <sup>(g)</sup>fifteen and twenty distinct senses, including those similar to our five. They can sense and respond to chemicals in the air (similar to smell and taste); they react to various wavelengths of light (sight); a root "knows" when it encounters a solid object (touch); and, as has been discovered, they can react to sound. In a recent experiment, Heidi Appel, a chemical ecologist at the University of Missouri, found that, when she played a recording of an insect eating a leaf, the sound caused plants to produce defense chemicals. In response to these stimuli, plants adjust their growth patterns, flowering times, and physiological processes, showcasing dynamic reactions to environmental cues.

Moreover, studies suggest that plants can communicate with each other through chemical signals, influencing neighboring plants. It has been known since the early 1980s that when plants' leaves are infected or chewed by insects, they defend themselves by emitting chemical signals to other leaves. Depending on the plant and the situation, the defense might involve altering the leaf's flavor or texture. <sup>(h)</sup>One particularly fascinating defense strategy involves the plant signaling to other insect species, effectively casting one as the pest and the other as its destroyer. Certain plant species emit a chemical distress signal when being eaten. Insects such as wasps can detect this scent, find the affected plant, and kill the pests. Scientists call these insects "plant bodyguards." This ability to communicate within plant communities may hint at a level of intelligence beyond that of individual organisms.

With the growing recognition of plant intelligence and awareness, inevitable questions arise regarding ethical human interaction with plants. Humans garden, pull, cut, and cook plants on a regular basis. However, recent experiments show that when a leaf is damaged a wave of electrical activity spreads through it at a rate of about a millimeter per second. <sup>(i)</sup>This phenomenon bears striking resemblance to

— 1 —

— 2 —

human pain responses, which may prompt concern about harming or consuming plants. It is important to note, however, that the electrical activity in plants differs from nerve impulses in animals. Furthermore, human beings must indirectly consume light energy by eating plants or the animals that feed on them, thus complicating ethical concerns.

Nevertheless, in a world increasingly affected by environmental uncertainty, understanding and respecting plant intelligence offers an opportunity to improve our relationship with nature. As humanity faces challenges like climate change, recognizing the importance of all life forms is critical. Knowledge of plant intelligence serves as an important reminder of the intricate web of life on Earth, where every organism, regardless of size, contributes to ecological balance.

\* Paleolithic 旧石器時代の

〔問1〕次の問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。

(a) 下線部(a)の根拠として挙げられているものはどれですか。

1. Humans have always been aware that plants have some intelligence.
2. Humans have considered that plants are significant for human survival.
3. Plants are often seen as background decorations in human history and media.
4. Plants are very complex and humans have difficulties in understanding them.

(b) 下線部(b)の意味に近いものはどれですか。

- |                 |                |
|-----------------|----------------|
| 1. disputed     | 2. unnoticed   |
| 3. unacceptable | 4. disagreeing |

— 3 —

(c) 下線部(c)の時代の実験で主張されていたことは何ですか。

1. Plants communicated with each other like humans.
2. Plants could react to melodies like humans.
3. Plants could grow faster in the dark.
4. Plants were used in experiments in neurobiology.

(d) 下線部(d)が明らかにしたことは何ですか。

1. the history of plant intelligence and their evolution in climate changes
2. the decorative use of plants in museums and documentaries
3. the negative impact of climate changes on plants and their survival
4. the concept of plant intelligence and their interactions with the environment

(e) 下線部(e)の特徴として適切なものはどれですか。

1. using a central nervous system like animal intelligence
2. responding to external stimuli and environmental changes
3. understanding the environment in the same way as animals
4. obtaining nutrients while remaining anchored in place

(f) 下線部(f)が具体的に表す内容は何ですか。

1. 複雑な生物学的システムを通してその知性を明らかにすることができます。
2. 大地に根ざし、何かが必要なときや不利な状況でも動くことができない。
3. その場に固定されたまま、化学信号を周囲に送り出す。
4. 静止していることで生物学的に成功し、周りの環境を理解することができる。

— 4 —

(g) 下線部(g)が知覚するものとして挙げられているものは何ですか。

1. temperature changes, detection of movement, quality of soil, and presence of objects
2. scents and chemicals in the air, wavelengths of light, presence of objects, and soundwaves
3. magnetic fields, aroma and pheromones, environmental interaction, and obtainable nutrients
4. gravitational pull, reactions to soundwaves, absence of light, and presence of water

(h) 下線部(h)の例として挙げられているのは何ですか。

1. physical attacks like releasing harmful chemicals
2. releasing chemical signals to attract other plants
3. emitting defense chemicals when attacked by insects
4. asking other plants for help with chemical signals

(i) 下線部(i)はどのようなものですか。

1. Plants grow at a rate of about a millimeter per second.
2. Plants communicate with each other through nerve impulses.
3. Human beings consume light energy directly from the sun.
4. A wave of electrical activity spreads through a damaged leaf.

(j) 下線部(j)から得られることは何ですか。

1. 植物は危険だということを認識すること
2. 植物も痛みを感じることを知ること
3. 人間と自然との関係を改善すること
4. 人間の生活が自然に影響を受けないようにすること

(k) 本文の内容に一致するものはどれですか。

1. Despite controversial arguments, plants are simple organisms that lack intelligence.
2. Plants have evolved what some believe are forms of intelligence and consciousness.
3. The success and survival of plants are dependent on their high level of intelligence.
4. Despite their successful development of intelligence, plants remain uncertain organisms.

〔問2〕下線部(j)を日本語に訳しなさい。

— 5 —

— 6 —

2 次の英文の空所に入れるのに最も適切な語句を選び、その番号で答えなさい。

(20点)

(a) When you have tried a dish, please tell me ( ) you like it.

1. whether 2. what 3. which 4. whatever

(b) Emma spends ( ) of her budget buying clothing.

1. a considerable portion 2. the considering portions  
3. considerable portion 4. considering portions

(c) Mary married a famous artist ( ) a big fan of.

1. whom was 2. whom she was  
3. who was 4. who she was

(d) I was expecting a big event, but all ( ) happened last night was a short speech.

1. what 2. this 3. that 4. it

(e) Cherry blossoms are beginning to bloom, ( ) the weather turns warm.

1. unless 2. despite 3. as 4. until

(f) Jake's voice was so low that I could ( ) hear his speech.

1. somewhat 2. nonetheless 3. mostly 4. hardly

(g) All the preparation is in ( ) for the next conference.

1. place 2. spot 3. space 4. area

(h) Almost ( ) passed the test because it was easier than the last one.

1. of the students 2. all the students  
3. the students 4. of all the students

(i) I found a sponsor to help me ( ) my own bakery.

1. opening 2. opens 3. open 4. opened

(j) Tom's speech seemed tough to make out, but the message itself wasn't ( ) difficult.

1. this 2. some 3. such 4. that

3 次の英文を読んで、各問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。

(20点)

On a planet, millions of miles away from Earth, Bloot sat and watched the suns go down. He was a happy Quarkian, living on a very peaceful planet, one without war or famine, and generally living a peaceful and highly rewarding existence as a planet finder; basically, this was someone who would spend all their working day looking for interesting planets to study in the galaxy to further the knowledge of the people of Quark. Bloot was an expert in finding new and fascinating planets, and once found, the Quarkians would send a scouting party to seek out what the planet contained and whether it could further enhance the knowledge of their people. One day, Bloot found a fascinating blue and green dot hovering in the sky, slap bang in the middle of one of the spiral arms of the Murk, which lies about two-thirds of the way out from the center of, in Quarkian terms, the Bluepoton Galaxy.

Bloot joined the mission to find out what this little planet was all about. He joined six other Quarkians on a mission of discovery. He was very excited about what he would find. As Bloot and his team embarked on their mission to explore the intriguing blue and green planet, they prepared themselves for the unknown. The journey through the vastness of space was filled with anticipation and excitement. Each member of the team had their expertise and responsibilities, ensuring the success of their mission.

As they approached the planet, the team carefully maneuvered their spacecraft into orbit, scanning the planet's surface for any signs of life or interesting features. Their scanners revealed a diverse landscape, with vast oceans, towering mountains, lush forests, and sprawling plains. It was a world teeming with life, from microscopic organisms to majestic creatures roaming the land. Eager to learn more, Bloot and his team descended to the surface, put on their exploration gear, and stepped out onto the alien terrain. The air was fresh and clean, different from the controlled environments of their spacecraft. Their journey took them across the

planet, encountering strange and wondrous phenomena along the way. They discovered unique ecosystems, encountered many animals, and unraveled the planet's history through its geological formations.

After weeks of exploration, Bloot and his team gathered their findings and prepared to return to Quark. As Bloot entered his craft, he turned around and saw what could be described as a small, hairy creature standing on two legs. The creature was staring at him. Bloot stared back, and raising one of his tentacle arms, waved to the creature. The creature raised its arm and waved back. Bloot was fascinated with this little hairy beast, which looked so different from all the other animals, so he approached it, took it by the hand, and led it to his spaceship. After months of flying together, the two had become firm friends, with Bloot teaching his new friend, Grun, many things. Soon it was time to go back, so Bloot put Grun back on the planet and bid him farewell.

On occasion, Bloot went back to see how Grun was doing, observing from a distance. It seems like Grun had become very successful on his little planet. He had built all sorts of interesting contraptions and had passed on a lot of his learning to the other creatures just like him. There was a community of Gruns forming, and it wouldn't be long before they formed a new civilization. Bloot was proud. He had set off this little society. He wondered where it would end up many years later. Bloot decided to check in after a few thousand years' time.

(a) What is the purpose of the planet finder job?

1. To discover why there is no war or famine  
2. To find planets where there is conflict or scarcity  
3. To expand the understanding of the people of Quark  
4. To mine planets of their resources for Quark

- (b) What was the mission of the gathered Quarkians?
1. The seven Quarkians were on a mission of discovery.
  2. All of the Quarkians were on a mission of conquest.
  3. The mission for the Quarkians was of upmost importance.
  4. Six of the Quarkians were on a mission of research.
- (c) What did the scanners reveal about the planet's surface?
1. It was empty and lifeless without proof of even microscopic organisms.
  2. It was covered in thick clouds that threatened heavy storms.
  3. It had varied terrain with large bodies of water and lush woodlands.
  4. It was mostly desert with occasional rocky outcrops.
- (d) What happened after Bloot and the creature, Grun, met?
1. They both learned many things about each other.
  2. They flew together in Bloot's spaceship for months.
  3. They had a disagreement and stopped talking to each other.
  4. They joined the other Quarkians on their home planet.
- (e) What was happening on Grun's planet?
1. Grun was preparing to leave the planet with Bloot.
  2. Grun was creating a new society with similar beings.
  3. Grun was fighting with other creatures for control of the planet.
  4. Grun was exploring other landscapes on his home planet.

— 11 —

4 Longview Community College の夏期英語プログラムに参加するため、日本人学生の Nami が到着し、ホスト・マザーの Jen に会いました。二人は一緒に時間割を見ながら、会話をしています。時間割を参考に会話の空所に最も適切な語を入れなさい。ただし、与えられたアルファベットで始まる単語で答えること。

例：(p )に“party”という語が入る場合、解答欄には party と書くこと。

(20点)

Longview Community College Summer English Program

Day	Timetable
8/11 Mon	9 AM - 10 AM: Arrive and meet your host family and teachers. 10 AM - 12 PM: Orientation & Campus tour 12 PM - 2 PM: Welcome lunch with host families and teachers
8/12 - 8/15 Tue - Fri	9 AM - 12 PM: English classes* 2 PM - 4 PM: · Tue & Fri: English classes · Wed: Volunteering (see below) · Thu: Soccer and basketball
8/16 - 8/17 Sat - Sun	Optional Excursion (registration required by 8/14)**
8/18 - 8/22 Mon - Fri	9 AM - 12 PM: English classes 2 PM - 4 PM: · Mon: English class · Tue: Outdoor activity (see below) · Wed: Volunteering (see below) · Thu & Fri: Farewell party preparation
8/23 - 8/24 Sat - Sun	Optional Excursions (registration required by 8/14)
8/25 Mon	11 AM - 2 PM: Farewell party 3 PM: Departures
*Students will participate in numerous pair and group activities with peers from around the world. **Weekends will be spent with your host family unless you join the optional excursions.	
Volunteering Sites (choose 2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Senior Daycare Center: Help seniors in our community.</li> <li>· Japanese Center: Tutor Japanese class students.</li> <li>· Sunny Daycare Center: Play with the children.</li> </ul>
Outdoor Activity (choose 1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Rafting on the Columbia River</li> <li>· Picnicking at Lake Sacajawea</li> <li>· Playing baseball on a Kelso High School baseball field</li> </ul>
Weekend Excursions (options)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Day Trip to Portland, Oregon - Saturday, August 16 (\$75)</li> <li>· 2-Night Trip to Seattle - Friday night to Sunday, August 22-24 (\$200)</li> <li>· 1-Night Trip to a volcano, Mount St. Helens - Saturday to Sunday, August 23-24 (\$140)</li> </ul>

— 13 —

- Jen : So, are you excited about being on this campus?
- Nami : Yes, but I'm a little worried... I might get lost!
- Jen : Don't worry, we are <sup>①</sup>(t ) the school after the orientation. You'll get a good sense of the place then.
- Nami : Okay...I'm also nervous about English classes, especially because they seem to require a lot of <sup>②</sup>(p ) in interactive activities.
- Jen : Don't worry, I'm sure your teachers are going to help you.
- Nami : Hope so!
- Jen : Have you thought about where you want to visit and <sup>③</sup>(v )?
- Nami : I have, but I can't decide between the <sup>④</sup>(S ) Daycare or the Japanese Center.
- Jen : Oh, okay, but it seems that you don't have to choose just one.
- Nami : Oh, really? I love kids and I often play with my little nieces. <sup>⑤</sup>(H ) other students study Japanese will be fun, too. Maybe I can learn English from the students there.
- Jen : Great idea! And look at the other activities. You can even choose baseball.
- Nami : Yeah, but we already have a sports day this <sup>⑥</sup>(T ), so maybe something different.
- Jen : How about spending the day at the <sup>⑦</sup>(r )? It has such nice scenery there. Local people love spending time there.
- Nami : Perfect! Wow, there are also weekend excursions. They seem very expensive, though. Do I have to go on all of them? It will add up to four hundred <sup>⑧</sup>(f ) dollars.
- Jen : No, they are <sup>⑨</sup>(o ), that means you don't have to go if you don't want to.
- Nami : Ah, I get it now. Then I'll choose one trip for the second weekend. Seattle is very famous, so I'd love to go, but going to a volcano would also be something special. I need more time to think.
- Jen : Yeah, just don't forget to <sup>⑩</sup>(r ) by 8/14.

— 14 —

1 次の英文を読んで、あの問い合わせに答えなさい。

(40点)

At some time or other, most of us feel like eating something sweet. These days, the variety of delicious snacks available to us can seem almost endless. In the world of confectionery<sup>\*1</sup>, the market is dynamic, and the pressure to make newer and more attractive products is constant. Despite the competition, however, the popularity of simple chocolate remains strong.

The cocoa bean had been grown in South America for centuries, where it was valued highly by the native civilizations. There, it was used to create a drink with considerable social and religious significance, and even as a form of currency. Despite its long history in the Americas, however, the cocoa bean only came to Europe in the 16<sup>th</sup> century. There, over the course of many decades, cocoa grew slowly but surely in popularity. This increasing European demand drove growers in South America to improve their production techniques, while ever-expanding transatlantic trade routes allowed more and more cocoa to be imported.

In the Europe of the 1600s, cocoa was used to create a drink, which many considered to have medicinal benefits. Cocoa in its unprocessed form is naturally bitter, and not surprisingly, users and manufacturers experimented with different flavors and methods of preparation. Cocoa was frequently blended with vanilla, sugar or honey to make it sweeter and more palatable<sup>\*2</sup>, making it more appealing to the general population. Popularity (a) fueled demand and encouraged producers to continue experimentation, eventually leading to the production of the first solid chocolate early in the 19<sup>th</sup> century. At this time, factors such as increasing industrialization in Europe and America, coupled with new and improved techniques for growing, treating and transporting the cocoa, helped to improve its availability and introduce the age of chocolate as we know it.

In the early stages of its history, chocolate making could be an uncertain process. Chocolate that had been badly mixed often had a rough texture, and the flavor and aroma of the product could be inconsistent. However, it did not take long

for new discoveries to improve production. It was found that the addition of alkaline<sup>\*3</sup> salts to cocoa helped to reduce its bitterness, and a little later, a press was introduced to squeeze the fat from the crushed, dried cocoa beans, or cocoa mass. This process was able to remove about half of the natural fat—known as cocoa butter—from the raw cocoa, enabling makers to create more consistent chocolate in a cost-effective way. Both of these innovations were introduced by the Dutch chemist and chocolate maker, Coenraad van Houten, and led to the mass production of cocoa butter and cocoa powder.

The creation of this machine-pressed "Dutch Cocoa" also helped other chocolate makers to begin to produce their own solid chocolate products. Another chocolatier, Joseph Fry, discovered a method for creating a moldable type of chocolate, by mixing cocoa powder, sugar, and melted cocoa butter. His bar, Fry's Chocolate Cream, became the first mass-produced chocolate confection.

Additional advances in chocolate making came in 1885, when a Swiss chocolate maker named Daniel Peter created the first milk chocolate by mixing chocolate with a type of powdered milk, which was itself the recent innovation of the Nestle company. The quality and taste of chocolate was further improved by the creation of the "conching process" by Rudolphe Lindt in 1879. This technique involves a machine, known as a conche, which mixes the cocoa butter and the chocolate very closely and evenly, creating heat through friction and releasing more of the flavor and aroma of the ingredients. The final flavor and consistency of the chocolate will differ depending on the length of the conching process, and so many manufacturers keep their production details a secret.

The development of chocolate progressed together with the industrial age, where new innovations and techniques allowed makers to constantly refine their product. The Cadbury company of England was able to produce a highly-moldable chocolate by using a pure type of cocoa butter. This gave them the ability to make chocolates in a variety of attractive shapes, with the first chocolate Easter egg created in 1875.

— 1 —

— 2 —

(a) Varying approaches to chocolate making can reflect cultural preferences, resulting in a range of tastes. Perhaps one of the largest differences lies between European and American chocolate. Broadly speaking, European chocolate has a higher cocoa content, often resulting in a darker taste, with nutty or fruity accents. American chocolate, on the other hand, generally contains a higher percentage of milk and sugar, which creates a sweeter product. But despite this variety, the basic taste of chocolate has not changed too greatly over the years. Simple "eating chocolate" is still generally considered to be either dark, milk, or white, and although manufacturers will continue to experiment and innovate, it is certain that chocolate in its traditional form will always be one of our favorite treats.

\*注

1. confectionery : お菓子
2. palatable : おいしい
3. alkaline : アルカリ性の

[問1] 次の問い合わせに対する最も適切な答えを1つ選び、その番号で答えなさい。

(a) 下線部(a)の意味に最も近いのは次のうちのどれですか。

- |             |               |
|-------------|---------------|
| 1. exceeded | 2. met        |
| 3. poured   | 4. stimulated |

[問2] (b)～(d)の問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。

(b) According to the passage, what factors first contributed to the increase in production and export of cocoa beans?

1. The social, religious and economic value of cocoa beans to the native American peoples.
2. A growth in ocean traffic and a steadily rising demand for the product in Europe.
3. The necessity of growing more cocoa to produce a higher volume of attractive chocolates.
4. The fact that cocoa beans could be used by traders as both a form of money and food.

(c) In 17<sup>th</sup> century Europe, early experiences with cocoa showed that

1. increased industrialization would be necessary in order to make the drink less bitter.
2. it was an easy substance to work with, requiring little or no manufacturing to make it into chocolate.
3. as it was naturally not very sweet, people tended to prefer it when it had been processed in some way.
4. mixing it with ingredients such as honey or sugar could help to create a product that was more smooth.

— 3 —

— 4 —

- (d) Which statement about Coenraad van Houten's machine press is NOT true?
1. It enabled other chocolate makers to start creating their own chocolate confections.
  2. It led to the creation of a product that was generally cheaper, with less variation in quality.
  3. It led van Houten to discover that adding alkaline salts to cocoa could make chocolate sweeter.
  4. It was able to extract around 50 percent of the fat from the cocoa, creating cocoa butter.

〔問3〕次の英文が本文の内容と一致する場合は1を、一致しない場合は2を解答欄に記入なさい。

- (e) Joseph Fry's collaboration with the Nestle company led to the first mass-produced milk chocolate bar.
- (f) The conching process allows chocolate to be mixed very thoroughly, while simultaneously making the taste and smell better.
- (g) Cadbury's use of a special type of cocoa powder led to the creation of a highly moldable chocolate.
- (h) Very generally speaking, American chocolate has a slightly darker taste than that of Europe, which tends to be a little sweeter.
- (i) Although modern chocolate companies are constantly seeking to produce new products, it is safe to say that regular chocolate will remain popular.

— 5 —

〔問4〕本文のタイトルとして最も適切なものを1つ選びなさい。

1. The Great American Snack Creators
2. The Development of Modern Chocolate
3. The Unusual Origins of the Cocoa Bean
4. The Future of Chocolate Manufacture

〔問5〕下線部(ア)を和訳しなさい。

— 6 —

〔2〕次の英文の空所に入れるのに最も適切な語句を選び、その番号で答えなさい。

(20点)

- (a) My father just bought a lottery ticket. I hope he wins and I'll ( ) for him!
1. take my hands
  2. catch my eye
  3. cross my fingers
  4. hold my tongue
- (b) When the police questioned him, he denied ( ) involved in the fight.
1. being
  2. having
  3. to be
  4. to have been
- (c) It was ( ) cold outside. The wind was blowing and snow was falling.
1. awfully
  2. barely
  3. hardly
  4. roughly
- (d) I ( ) to pick up some milk on the way home, but I didn't have time, so I'll go later.
1. got
  2. meant
  3. refused
  4. regretted
- (e) You wouldn't have had this trouble if you ( ) to your father's advice!
1. listen
  2. will listen
  3. have listened
  4. had listened

- (f) I tried phoning Billy this morning but there was no answer. ( ) him, he's probably still asleep.
1. Calling
  2. Knowing
  3. Thinking
  4. Watching

(g) Who do you think was ( ) of the two performers, the first singer or the second?

1. best
2. better
3. the best
4. the better

(h) Please finish your report by next Tuesday and send it to our accounts ( ).

1. apartment
2. basement
3. department
4. investment

(i) Only after a year had passed ( ) begin to see the results of our hard work.

1. did we
2. didn't we
3. do we
4. don't we

(j) I really enjoy hanging out with Jessica: She's kind, ( ), and fun as well.

1. easy to get along with
2. get along to with easy
3. to get along easy with
4. with along to get easy

— 7 —

— 8 —

3 次の会話文を読んで、空所に入れるのに最も適切なものを選び、その番号で答えなさい。ただし、同じ番号を2回使ってはいけません。 (20点)

Dentist: Thanks for waiting. I'm back with your X-rays. I'm afraid that you have a few problems.

Patient: Oh no! What did you find?

Dentist: Well, it has been over a year since your last visit and in that time you've developed three cavities. Now, tell me the truth: ( A ) You used to have very good teeth.

Patient: You're right. I've been so busy this last year with my new job. I don't seem to have time for anything! I wake up, grab a coffee, and rush off to work without brushing. And sometimes I get home late, eat some junk food, and go straight to bed.

Dentist: ( B ) And brushing your teeth is really important, especially after eating and before bed.

Patient: I will take your advice doctor, I really will. So, what do we need to do about those cavities?

Dentist: The good news is that I can fix two of them fairly easily. But here's my next question: Have you been feeling any pain in your back tooth on the left?

Patient: Yes, actually I have. ( C ) That's why I finally made an appointment to see you. Is it serious?

Dentist: Yes, it's quite badly decayed and it will have to come out.

Patient: ( D )

Dentist: No, it's very damaged, so I'll pull it today and you will feel better. For the long term, one option would be to give you an implant. It's a bit expensive, but you have dental insurance, don't you?

Patient: ( E ) Do you think an implant is the best option?

Dentist: Yes, because it will keep your other teeth healthy for longer.

— 9 —

Patient: All right doctor, I will trust your judgment. When should we start?

Dentist: I can take care of your two cavities and pull the bad tooth today. Then we can make an appointment to start the implant procedure in a couple weeks.

1. I do, but it doesn't cover the full cost, just 50% .
2. It's been hurting for the last week or two and got really bad on the weekend.
3. I understand you're busy, but it's important to take time to care for your health.
4. I've been trying to brush and floss my back teeth every day.
5. Yes, so I don't think I can afford them.
6. Can you make another appointment to see me in two weeks' time?
7. Isn't there any way to repair it?
8. You haven't been brushing very carefully, have you?

— 10 —

4 日本語文とほぼ同じ意味を表すように、最も適切な1語を選択肢から選び、( )内に入れて、英文を完成させなさい。必要な場合は正しい変形形に直すことを。ただし、同じ選択肢を2回使ってはいけません。 (20点)

私たちは食品がしばしばソーシャルメディアのイベントになるような時代を生きている。写真の方が食品自体の質よりも重要なようである。このぎらりと並んだ画像に加えて、オンライン上では、消費者は食品衛生に関する警告の波に襲われている。これによって次の疑問が生じる。ソーシャルメディアによって、確かに食品の見た目がより良くなつたが、安全性が向上したと言えるのか。

街角の屋台は、その街に特徴と色彩や匂いの感覚を加える。こうした歩道での味の寄せ集め状態が、どんな現代的な大都市の内部においても生活の多様性を象徴する。ニューヨークでは、1990年代に、ホットドッグとブレッセルがハンバーガーやタコス、串刺しのケバブと競い合っていた。しかし、この食の多様性の中で、多くの売り手が同時に病気も提供していたのである。

専門家によると、屋台の食べ物はしばしば非冷蔵かつ非加熱状態のままであったため、細菌（例えは、大腸菌やサルモネラ菌）が増殖するのに完璧な状態を生み出していたという。これらの問題は、一部の売り手（たまにしか手を洗わなかった）の劣悪な公衆衛生の習慣と組み合わせて大きくなつた。実際、かなりの数の屋台がしばしば、手が洗える機能的な流し台を利用しなかつたのである。

1995年、ある地方自治体の調査によれば、質問を受けたニューヨーク市民の10%が歩道の屋台で食事した後に体調不良になったと判明した。1997年には、ニューヨーク市で最も利用者の多い病院が公表したところでは、汚染食品が、約3,000件のウイルス性胃腸炎における考えられる寄与要因だった。

食べ物に関するブログや素人によるレストランレビューが増えることによって、食事をする側がしばしば悪い評判を知ることになるかもしれない。一方で、業者が良く書かれることも悪く書かれることもあるが、それ自体が食品衛生基準の向上を少なくとも間接的に後押ししてきた。顧客が満足体験を共有することにより、透明性や説明責任の度合いが高まる。もしインフルエンサーが劣悪な衛生状態に関するストーリーを投稿し、その投稿がバズることになれば、それによって、地方自治体当局が行動を

起こす、もしくは、売り手が仕事のやり方を改善することを余儀なくさせるかもしれない。実際、今日のニューヨークでは、衛生当局者が、劣悪な屋台やレストランを特定して追跡する方法としてソーシャルメディアを監視している。悪習を急速に取り締まることで、当局者は公衆衛生へのリスクを減らし、潜在的な食中毒の発生を防げていると考えている。

肯定的な見方をすると、バズる投稿は、質の高い企業だと宣伝することにつながる可能性がある。顧客満足体験に基づく地元のグルメガイドは数多くある。良い食品販売業者は、口コミで急速に広がる宣伝は諸刃の剣だとわかっている。良好な衛生状態と安全水準が、どんなリビートビジネスにとってもその土台となる。もしその企業が見映えの良い写真にばかり頼り、匂いや味、衛生状態のどれにもこだわりがなければ、よくても短命に終わるだろう。しかしながら、これらの重要な要素の組み合わせが、即座の、かつ、潜在的には長期にわたる成功を目指した確実な方策である。それはまた、まさに地元当局者から高い評価を得ることにもつながる。実際、ソーシャルメディアは、「衛生上問題のあるもの」から「高級グルメ」まで、屋台の食べ物の注目度を高めるのに役立ってきた。いくつかの屋台は、ミシュランの星（グルメ会における最高栄誉）を獲得している。

We live in an age where food often seems to be a social media event. The photo can be more important than the quality of the food itself. In addition to this array of images, the consumer is also ( 1 ) by a wave of food safety warnings online. This leads to the question: social media has definitely made food ( 2 ) better, but has it made it safer?

Street corner food vendors add ( 3 ) and a sense of color and smell to the city. This sidewalk mix of tastes represents the diversity of life within any modern metropolis. In New York, during the 1990s, hot dogs and pretzels competed with hamburgers, tacos, and skewered kebabs. But among this culinary variety, many vendors were also serving a side-order of sickness.

According to the experts, street food was often ( 4 ) unrefrigerated and

— 11 —

— 11 —

unheated, creating the perfect conditions for bacteria, such as *E. coli* and *salmonella*, to grow. These issues were compounded by the poor sanitary habits of some vendors, who only occasionally washed their hands. Indeed, a significant number of food sellers often didn't have ( 5 ) to a functioning sink in which they could wash their hands.

In 1995, a local government survey found that ten percent of New Yorkers questioned had become ill after eating from a sidewalk cart. In 1997, the city's ( 6 ) hospital stated that contaminated food was a likely contributing factor in almost 3000 cases of stomach flu.

The ( 7 ) of food blogging and amateur restaurant reviews may give diners a bad reputation. On the other hand, the ability for vendors to be commended or vilified has, at the very least, indirectly supported higher food safety standards. The sharing of customer experiences drives a higher level of transparency and accountability. If influencers post stories of poor sanitary conditions, and the posts go viral, it may ( 8 ) the local government authorities to act or the vendor to improve their working practices. In fact, in present-day New York, health officials monitor social media as a method of identifying and tracking poor street food vendors and restaurants. By rapidly cracking down on bad practice, they hope to decrease the risk to public health, and prevent a potential outbreak of foodborne illness.

On the positive ( 9 ), viral posts can promote quality businesses. There are many local food guides based upon customer experiences. A good food vendor understands that viral promotion is a double-edged sword. Strong health and safety standards are the foundation for any repeat customer business. If the business is solely based on great photos, but does not consider smell, taste, or health, then it will be short-term ( 10 ) best. However, the combination of these key ingredients is a surefire recipe for both instant and potentially long-term success. It might also lead to high praise from those same local authorities. Indeed, social media has helped raise the profile of street food from "potential hazard" to "culinary master

— 13 —

class." Several street vendors have received Michelin stars, the highest accolade in the foodie world.

at	access	allowance	availability	busy
force	character	go	hurt	leave
lively	look	position	power	raise
rise	side	specialty	strike	to

— 14 —

解答解説は193ページ

## 英語 一般選抜（前期）（情報系外部試験利用）4日目（2月4日実施）

1 次の英文を読んで、あとの間に答えなさい。

(40点)

"Come on, no dessert until I see a clean plate." "You should be thankful that you have enough to eat." "Not everyone is as lucky as you." "You'll never grow up big and strong if you don't eat everything." Many of us will have heard similar words during our childhood. From a young age, we are encouraged to think about the food we receive: to be grateful, and not greedy. The importance of being careful and conscious of how we use our domestic resources is considered to be an essential life lesson. Indeed, in many cultures, wastage—particularly of food—is seen as a sin. With these things in mind, therefore, it is shocking to realize the actual level of food wastage that occurs daily on a worldwide scale.

A recent study estimated that globally, humans waste around 930 million tons of food every year. (7) This equates to roughly 120kg per person, annually. Of this total food wastage, approximately 61 percent is generated domestically, 26 percent comes from food services such as restaurants, and the remaining amount from retailers such as supermarkets and convenience stores. All in all, we end up throwing away around one third of the food we produce.

Obviously, these are shocking statistics. Not only is this wastage bad in itself, but it also contributes to environmental damage and global warming. Human demand for ever-increasing food production requires more and more land to be devoted to agriculture. The more land is used for farming, the greater the impact on soil, air and water quality. Biodiversity is also reduced. Moreover, agricultural activity has been shown to be a major producer of greenhouse gases. About 3.3 billion tons of CO<sub>2</sub> are estimated to be produced by agriculture annually, amounting to between 13 and 20 percent of total global greenhouse gas emissions. Wasted food in landfill sites<sup>1</sup> also creates methane gas as it decomposes, further contributing to the problem.

In our modern societies, a great number of factors can contribute to food waste. One of the most significant is consumer behavior. This can include producers

placing overly-cautious or confusing expiration dates<sup>2</sup> on their products, and making portions too large. Supermarkets and restaurants also play an important role, as they often throw away perfectly good food simply because it may not look perfect, or because of overstocking. Even the large size of plates in restaurants has been identified as a major factor.

In Europe, a large percentage of the fish caught are dumped because they are the wrong size or species, accounting for a loss of over 2 million tons annually. A sudden drop in the price of a fruit or vegetable may sometimes make it cheaper for a farmer to destroy their entire crop, rather than harvest and sell it.

Food waste is a complex, many-sided issue that occurs at many stages of production and retail. Of course, the fact that millions of tons of food are wasted annually, while millions of people worldwide suffer from hunger, makes solving the problem of food waste even more (a) urgent. Redirecting even a small amount of the wasted food could make a significant difference in reducing poverty and hunger.

Although there are many factors to understand and consider, we need to act if we are to address food loss. Governments can implement policies promoting food donation and recycling. New regulations regarding food labeling practices could be helpful, while educational programs would also raise awareness of the problem. Meanwhile, businesses can work harder to reduce overproduction, and donate surplus food to charities. Technology can also play its part. Apps that connect surplus food with those in need will help to reduce waste and improve peoples' lives. Advances in food packaging and preservation techniques can lengthen the shelf life of a great variety of foods. Technology can also be used to streamline<sup>3</sup> distribution routes and make supply chains more efficient. Individual people must also work to improve the situation. We can plan our shopping more carefully, thinking about what we will eat on what days, and avoid cooking and buying too much. As societies, we need to think carefully about how we use our resources, and improve our general awareness of food loss.

In the past, we did not have the ready access to food that we enjoy today, and

— 2 —

starvation was a very real danger. Unfortunately for many, that danger still exists, and wastage on a global scale will only increase the threat of hunger. Perhaps our comfort has made us forget some important lessons. We must realize that each of us still has a role to play. If we can change our policies and habits, use technology and promote education and cooperation, it will be possible to cut down on waste, and create a stronger, more sustainable food system for future generations to enjoy.

\*注

1. landfill site : ゴミ埋め立て地
2. expiration date : 賞味期限
3. streamline : 簡素化する

〔問1〕次の問い合わせに対する最も適切な答えを1つ選び、その番号で答えなさい。

(a) 下線部(a)の意味に最も近いのは次のうちのどれですか。

- |              |                |
|--------------|----------------|
| 1. complex   | 2. costly      |
| 3. important | 4. insensitive |

〔問2〕(b)～(d)の問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。

(b) What are many of us discouraged from doing as children?

1. Being grateful for the food that we have.
2. Eating our dessert after our main course.
3. Leaving uneaten food on our plates.
4. Using our domestic resources carefully.

— 3 —

- (c) An investigation into the sources of food waste estimates that over the course of a year
1. domestic food waste accounts for the smallest percentage of food loss worldwide.
  2. humans end up using only around one third of the total volume of food they produce.
  3. about 13 percent of total global food wastage comes from shops and stores that sell food.
  4. restaurants throw away a total of about 930 million tons of unused food.

(d) Food waste in our society can often be caused by unnecessary business practices such as

1. the global destruction of biodiversity for agricultural purposes.
2. the desire to reduce the amount of greenhouse gases our activities produce every year.
3. the custom of using accurate expiration dates on foods with a short shelf life.
4. the habit of only selling perfect-looking food items, and serving overly-large food portions in restaurants.

— 4 —

〔問3〕次の英文が本文の内容と一致する場合は1を、一致しない場合は2を解答欄に記入なさい。

(20点)

- (e) Farming activities can have an impact on many aspects of our environment, including reducing the variety of life in affected areas.
- (f) Although food wastage and loss are largely unavoidable problems, they do not directly contribute to the problem of global warming.
- (g) A great deal of wastage can be caused by customer and market demands for certain types of food.
- (h) People, businesses and governments can all play their part in reducing food loss by increasing their awareness and efficiency.
- (i) Although cutting down on wasteful practices is a top priority, thankfully hunger is no longer a danger in the modern world.

〔問4〕本文のタイトルとして最も適切なものを1つ選びなさい。

1. Learning to Live with Food Loss
2. Reducing Food Waste for the Future
3. The Importance of Eating Less
4. The Technology of Food Production

〔問5〕下線部(a)を、Thisが指示する内容を明らかにして和訳しなさい。

- 〔2〕次の英文の空所に入れるのに最も適切な語句を選び、その番号で答えなさい。
- (a) The city ( ) Oxford is not very large, but is famous for its university.
1. at
  2. for
  3. of
  4. to
- (b) The teacher spoke so rapidly, and used such difficult words that it was difficult for me to ( ) what she said.
1. listen in
  2. make do
  3. stay put
  4. take in
- (c) Excuse me, I'd like to pay the bill now. Could you tell me what the ( ) comes to, please?
1. complete
  2. entire
  3. overall
  4. total
- (d) At the end of the movie the hero walked calmly away from the house ( ) back.
1. without looking
  2. never looked
  3. being looked
  4. and looking
- (e) I got back late last night, and ( ) make a noise, I took off my shoes before I climbed the stairs.
1. didn't want to
  2. not wanting to
  3. wanted to
  4. wanting to

— 5 —

— 7 —

- (f) I really like this show, but the loud music can sometimes be a little (      ) and distracting.

  1. imitating
  2. insisting
  3. illuminating
  4. irritating

(g) My mum's had flu (      ) week, and it still shows no sign of getting better.

  1. for the last
  2. for lasting the
  3. last for a
  4. lasted for a

(h) (      ) people speak up and contribute in class, the faster you'll improve your communication skills.

  1. More of
  2. Most of
  3. The more
  4. The most

(i) Excuse me, but I don't think (      ) met before. My name's Ward. It's nice to meet you.

  1. we'd
  2. we'll
  3. we're
  4. we've

(j) Students respect Ms. Suzuki, (      ) I find natural.

  1. when
  2. which
  3. where
  4. whose

— 8 —

- 3 次の会話を読んで、空所に入れるのに最も適切なものを選び、その番号で答えなさい。ただし、同じ番号を2回使ってはいけません。 (20点)

Yukie : Hey, Tanya, can I use your computer for one minute? Mine's stopped working again! I'll be really quick!

Tanya : Sure, no problem. ( A )

Yukie : You're being generous! Are you sure you won't need it for a while?

Tanya : No, it's fine. Actually I've been thinking about computers a lot recently. I've been writing a report for my "Society and Technology" course, and I'm wondering if technology hasn't gone too far.

Yukie : What, you mean that maybe people are relying on technology too much? That we're spending too much time online?

Tanya : ( B ) But I'm also worried about the speed at which technology is progressing. I think it's going to put people in danger.

Yukie : Hmm. I kind of understand, but I think that you're focusing too much on the negative aspects. The media likes to report scary stories, you know? Think of all the good things. ( C ) As well as improving work and wellbeing, it could eventually help us find ways to stop climate change.

Tanya : Do you think so? But what if it becomes too powerful? You know that it is being used by the military, right? What if it decides it doesn't like humans?

Yukie : I think you've been watching too many science fiction movies! ( D )

Tanya : Well, maybe that is an exaggeration. But there are some real dangers, too. Think about job loss. AI is going to lead to people losing their jobs. It's already happening in some areas. How are those people going to earn enough money to live?

Yukie : Well, we certainly need to consider things like that. Still, I think that it's going to be a good thing, on the whole. I think it will create new chances, and new jobs that we haven't even imagined yet. We shouldn't

— 9 —

ignore the possibilities.

Tanya : Yeah, maybe you're right. ( E )

1. But whatever those potential benefits are, I still think that we need to be careful and responsible with how we use AI.
  2. For example, AI has the potential to improve healthcare, and make our jobs and industries more efficient.
  3. I don't feel like using my computer at the moment anyway, so take as long as you like!
  4. The time we spend online isn't one of the major problems, in this case.
  5. We can't use those new AI programs to help us write our reports.
  6. Yes, those things are both definitely part of the problem, and of course I'm concerned about them.
  7. Aren't you worried about the potential dangers of advanced technology?
  8. Do you really believe that intelligent killer robots are going to take over the world?

- 10 -

- 4 日本語文とほぼ同じ意味を表すように、最も適切な1語を選択肢から選び、( )内に入れて、英文を完成させなさい。必要な場合は正しい変化形に直すこと。ただし、同じ選択肢を2回使ってはいけません。 (20点)

進化論によると、新しい種の出現は、突然変異の自然発生によるものであるという。ある有機体に対する競争上の優位性を偶然にもたらし、存続の助けとなる突然変異は、次世代に再現され、増殖する傾向がある。チャールズ・ダーウィンがこの理論を提唱したとき、批評家たちは、突然変異によって複雑な器官が生じることは絶対にあり得ないと述べていた。彼らが引用した例の一つが目であった。進化によって、目のようにうまく設計されたものがいかにして生み出されるのであろうか。

実際、単純な目でさえも、発生後、小さな変異が生じる可能性があるが、変異の各段階でその動物がわずかな優位性をいかにして得るかを想像するのは可能である。一番最初の目に似た器官はおそらく、光に敏感な皮膚の斑点に過ぎなかつたと思われる。そうした感光性のある斑点を持つ魚であれば、他の魚がいつ自分の上を泳いで太陽を遮ったのかがわかるだろう。仮にこうした感光性のある斑点がくぼみに位置しているならば、大まかな方向感覚が得られることになる。くぼみがもっと深くなれば、それはピンホールカメラのようなものに近づき、周囲の世界を映し出すことができるようになる。

最初の目は、5億年以上前のカンブリア紀よりもはるか昔に進化したに違ない。カンブリア紀は、新たな形態（新しい目を含む）を発達させた新種の「爆発」を目撃した。このカンブリア爆発以前、動物はおそらく光を感じていたが、それを、視覚による移動のために使用していなかった。知られているうちで最古の目は、化石三葉虫（カブトガニに幾つか類似した海洋生物）のものである。その目はトンボやハチの目のように複眼であり、約100個の感光性のある構造は持っているが、光を集めめる水晶体はない。三葉虫の視覚はハチの視覚ほど優れてはいなかったが、障害物を避け、捕食者を認識するには十分優れていたと科学者たちは考へている。

現代の動物は、環境に適応して獲物を捕らえたり捕食者から逃げたりすることを可能にする、広範囲にわたる目の類型を示してくれる。ハチやトンボ、その他の飛翔昆虫には大きな複眼があるが、それぞれが数千もの個眼（小型の目の一種）から構成さ

れている。こうした日があることで、その持ち主は、あらゆる方向を一度に見ることができ、特に動きをとらえるのにうまく適しているため、速く動く飛翔昆虫にはうつつけである。

ヤモリは夜行性のトカゲの一種である。その暗視能力は本当に素晴らしい、色の認識能力がなんと人間の350倍も優れているのである！しかし、ヤモリにはまぶたがないため、舌を使って目を清潔に保っている。

ヨツメウオという魚は、目が二つしかないように見えるが、それぞれの目が二つの部分に分かれており、各々に独自の水晶体がついている。この魚は水面に浮かび、その目は水位線の位置にある。目の上半分は空中を見るのに適しており、下半分は水中を見るのに最適である。

良く知られたことだが、カメレオンは左右の目を別々に任意の方向へと向けることができる。これによって辺り一帯を見張ることができる。美味しそうな昆虫を見つけると、頭の向きを変え、両目で獲物を認識する。二つの目で焦点を合わせると、立体視が可能となり、より高い精度で食事となる獲物を狙うことができるのである。

The theory of evolution states that the emergence of new species is ( 1 ) to the natural occurrence of random mutations. Mutations that happen to give a competitive advantage to an organism and help it to survive are reproduced in the next generation and tend to proliferate. When Charles Darwin advanced this theory, his critics said that there was simply no ( 2 ) that random mutations could ever give rise to complex organs. One example they cited was the eye. How could evolution produce something as well designed as an eye?

In fact, it is possible to imagine ( 3 ) even a simple eye could arise, and then small changes could occur, with each step giving the animal a slight advantage. The first eye-like organs were probably just patches of skin that were sensitive to light. A fish with such light-sensitive patches would know when another fish was swimming above it and blocking the sun. If these sensitive patches were located in depressions, they could give a rough sense of direction. If these depressions became

deeper, they would approach something like a pinhole camera, allowing for images of the ( 4 ) world.

The first eyes must have developed well before the Cambrian period over 500 million years ago. The Cambrian period saw an “explosion” of new species developing new forms, including new eyes. Before this Cambrian Explosion, animals probably sensed light, but did not use it for navigating by vision. The ( 5 ) known eye belongs to a fossil trilobite, a sea creature that is somewhat like a horseshoe crab. Its eye is compound like the eye of a dragonfly or a bee, with about 100 light-sensitive structures, but ( 6 ) lenses to focus the light. Scientists believe the trilobite’s vision was not as good as a bee’s, but it was good enough to avoid obstacles and to see its predators.

The animals of today show a wide ( 7 ) of eye types that have enabled them to adapt to their environments and catch prey or escape from predators. Bees, dragonflies, and other flying insects have large compound eyes, each composed of thousands of ommatidia, a kind of mini-eye. These eyes allow their owners to see in all directions at once, and they are especially well-adapted to spotting movement, making them perfect for fast-moving insects.

Geckos are a kind of lizard that is active at night. Their night vision is truly superb, and they can ( 8 ) color 350 times better than humans! They have no eyelids however, so they use their tongues to clean their eyes.

A fish called the four-eyed fish appears to have just two eyes, but each eye is split into two sections, each with its own lens. The fish floats at the surface of the water, with its eye at the water line. The upper half of the eye is adapted to see in the air; the ( 9 ) half of the eye is perfect at seeing in water.

Famously, chameleons can point their eyes independently in any direction. This allows them to keep a lookout all around themselves. When they spot a tasty insect, they turn their head and use both eyes to see their prey. Focusing with two eyes gives them binocular vision and lets them target their lunch ( 10 ) greater accuracy.

— 12 —

— 13 —

according	at	below	contain	due
early	find	how	kind	late
low	matter	nothing	range	see
surround	way	what	with	without

— 14 —

1 次の英文を読んで、あとの問い合わせに答えなさい。

(40点)

Every day, we make use of rechargeable batteries: in our smartphones, tablets, notebook computers, earphones, and even electric vehicles (EVs). The vast majority of rechargeable batteries in use today are made possible by lithium-ion technology. This technology provides batteries that are lightweight, powerful, and can be charged hundreds of times. But their lifetime is limited, with most lasting only two to three years, after which time they usually need to be replaced. As more and more devices become portable, and as the market for EVs grows, the demand for lithium will only increase, and the price of lithium is also climbing. Between 2020 and 2022, lithium increased from around \$6000 USD per ton, to over \$70,000. This makes finding a stable supply of lithium of great importance for the future.

Lithium is a light metal that is rare compared with other metallic elements. It is found in the earth's crust, but only in (a) isolated deposits<sup>\*1</sup>. Australia is currently the leading producer, and large deposits are known to exist in the Democratic Republic of Congo, which is expected to become a supplier in the future. But, like all mining<sup>\*2</sup>, lithium production is difficult and damaging to the local environment.

Another method of obtaining lithium is from brine<sup>\*3</sup>. Lithium dissolves<sup>\*4</sup> in water and is contained in very low concentrations in all the world's oceans. Areas that are now deserts but were once covered by ocean, called "salt flats," are valuable sources of lithium salts. In recent years, most lithium production has been accomplished by collecting salts from the desert in brine pools and evaporating<sup>\*5</sup> them to concentrate the lithium. The three countries of Chile, Bolivia, and Argentina contain a region of salt flats known as the "Lithium Triangle" which contains an estimated 75% of the world's available lithium resources. Chile is the second-largest producer of lithium after Australia. But this method of brine collection is also problematic, as it uses vast quantities of water in areas where water is already scarce, and creates an enormous amount of pollution. And most of the lithium is usually shipped thousands of kilometers to China for processing and

— 1 —

refinement, before being shipped back to manufacturers around the world.

What if there were a method of obtaining the lithium that is so necessary for our modern devices, that was both local and had less environmental impact than mining or using brine pools? Researchers in the US think they may have an answer. In a recent study, scientists evaluated the possibility of recovering lithium from the waste water produced during fracking.

"Fracking" refers to a process called hydraulic fracturing<sup>\*6</sup>. It is a technique used to extract natural gas and oil from shale rock<sup>\*7</sup> deep underground. In fracking, water is pumped into deep underground wells at high pressure. This pressure causes the shale to crack, releasing trapped oil and gas. During the fracking process, however, the water naturally picks up lithium from the surrounding shale. (c) Scientists knew that this water contained lithium, but until recently they did not appreciate how much. Consequently, the water was left in the ground as untreated waste.

A 2024 study of the waste water from fracking operations in Pennsylvania found that the water contains enough lithium to supply the US with almost half of its lithium needs. And furthermore, the scientists have developed a method to extract 90% of the lithium from the water. They believe that this method is more economical than mining, and almost as cost-efficient as getting lithium from brine. The US is very keen to use the fracking water as a source of lithium because it is local, reducing the need to import lithium from other countries.

Fracking itself, however, is a highly controversial process. The waste water has been found to contaminate the water supply in a large region, sometimes making it undrinkable. The process has been linked to earthquakes. And critics say that we need to decrease our use of natural gas and oil in general. Fracking, they say, should be abandoned in favor of renewable energy sources such as wind and solar.

The researchers behind this discovery believe that treating the waste water from fracking could have a two-fold benefit: firstly, it could provide a much-needed

— 2 —

local supply of lithium for batteries. And secondly, it would give industries a good reason to treat the water from their fracking operations. As a society, we have become used to the idea of recycling. This approach—recycling the waste from industrial processes—could be an important shift in our thinking. We may become able to view waste as an important and valuable resource.

\*注

1. deposit : 鉱床
2. mining : 採掘
3. brine : 塩水
4. dissolve : 溶ける
5. evaporate : 蒸発する
6. hydraulic fracturing : 水圧破砕法
7. shale rock : けつ岩 (薄く割れやすい性質を持った堆積岩の一種)

[問1] 次の問い合わせに対する最も適切な答えを1つ選び、その番号で答えなさい。

(a) 下線部(a)の意味に最も近いのは次のうちのどれですか。

- |             |               |
|-------------|---------------|
| 1. abundant | 2. integrated |
| 3. multiple | 4. remote     |

[問2] (b)～(d)の問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。

(b) Which statement is true concerning lithium?

1. It is a heavy metal that is found in the earth's crust in large quantities.
2. It is mined from brine pools in the Australian desert.
3. Small amounts are present in seawater around the world.
4. The price of lithium is falling because it is toxic to the environment.

(c) The 2024 study and subsequent scientific developments

1. allowed scientists to extract almost half of the available lithium from the water.
2. persuaded scientists that the extraction method cost more than the mining.
3. revealed that the water could provide nearly 50% of America's lithium requirements.
4. caused the US to realize the necessity of importing lithium from abroad.

(d) What did critics say about the 2024 study?

1. Instead of continuing fracking, the US should use green energy.
2. The study provides a reason not to treat the waste water from fracking.
3. They admit that it could potentially reduce earthquakes in the region.
4. Extraction methods increase industrial waste from fracking operations.

— 3 —

— 4 —

〔問3〕次の英文が本文の内容と一致する場合は1を、一致しない場合は2を解答欄に記入しなさい。

- (e) Production of lithium from brine pools pollutes the oceans with lithium.
- (f) Lithium-ion batteries are large and heavy but have a very long lifespan.
- (g) The 2024 study may change how people think about industrial waste.
- (h) Scientists have found a way to make fracking safer and pollution free.
- (i) Our growing use of portable technology will drive demand for lithium.

〔問4〕本文のタイトルとして最も適切なものを1つ選びなさい。

- 1. An Overlooked Source of Lithium
- 2. Making Our Water Safe Again
- 3. Recycling Lithium for Batteries
- 4. Making Fracking Renewable

〔問5〕下線部(ア)を和訳しなさい。

— 5 —

〔2〕次の英文の空所に入れるのに最も適切な語句を選び、その番号で答えなさい。  
(20点)

- (a) When her boyfriend got down on one knee and proposed to her, she ( ) without hesitation.
  - 1. accepted
  - 2. ascended
  - 3. excepted
  - 4. expected
- (b) The Japanese rail system is known all over the world as being highly ( ).  
  - 1. deficient
  - 2. efficient
  - 3. proficient
  - 4. sufficient
- (c) He has parked his car in my space every day for a month without ( ) asking my permission.  
  - 1. never
  - 2. once
  - 3. only
  - 4. single
- (d) Marriage equality is an idea ( ) time has come.  
  - 1. what's
  - 2. when
  - 3. which
  - 4. whose
- (e) ( ) I wanted to go to the party with my friends, I had to stay home and study for a test.  
  - 1. As far as
  - 2. As many as
  - 3. As much as
  - 4. As strong as
- (f) What ( )? Could you describe her appearance to me, please?  
  - 1. does like your mother
  - 2. does your mother like
  - 3. is like your mother
  - 4. is your mother like

— 7 —

(g) When you're eating out, ( ) restaurants generally provide the best service.  
 1. less expensive than  
 2. more expensive than  
 3. the more expensive  
 4. the least expensive

(h) This computer is not very powerful, and lacks the ( ) to solve complex problems.  
 1. capability  
 2. diversity  
 3. originality  
 4. probability

(i) ( ) one girlfriend before, I really don't have much experience with dating.  
 1. Ever having had only  
 2. Having only ever had  
 3. Only ever had having  
 4. Only having had ever

(j) Initially, I ( ) that we would be able to remain friends after the argument, but it looks like she will never forgive me.  
 1. had hoped  
 2. have been hoping  
 3. have hoped  
 4. will have hoped

〔3〕次の会話文を読んで、空所に入れるのに最も適切なものを選び、その番号で答えなさい。ただし、同じ番号を2回使ってはいけません。  
(20点)

- Paul : Hi Simon, how are things? You look very serious. Are you OK?  
 Simon : Hi Paul, all good, thank you. ( A )  
 Paul : Really? Sounds interesting! Maybe I can help. Or should I mind my own business?  
 Simon : Actually, I would appreciate some advice, if you can spare a few minutes.  
 Paul : Sure, go ahead. What's the issue?  
 Simon : Well, ( B )  
 Paul : Great! Good for you. So, what's the problem? Is the salary not what you expected?  
 Simon : ( C ) However, they've asked if I would prefer to work in the office or remotely from home. I really wasn't expecting that. So, I'm not sure what to say. I can see pros and cons to both arrangements.  
 Paul : Wow, yes, that is tricky. ( D ) On the other hand, in the office you can meet your coworkers more often.  
 Simon : Yes, exactly. But it would be nice not to get dressed up as much. And zero commute time is a big plus. Still, I'm afraid I might not get any work done online. Plus, I guess there would be more chances for promotion if I kept close to the boss.  
 Paul : Yes, true. But maybe the boss likes the beach, too! It would be ironic if the managers were all working remotely, while the junior workers came to the office every day. ( E )  
 Simon : That's a good suggestion. I will. Hopefully, the personnel department will be kind enough to provide insight into this aspect of company culture.  
 Paul : Well, let me know what they say. If it turns out all the bosses are living near the beach, can you put in a good word for me, too? I think I would

— 8 —

— 9 —

be a perfect fit!

- Actually, the money they're offering me is more than enough.
- Being a manager would probably be more stressful for me.
- I have just been offered a job at the company I have always dreamed of working for.
- It would be fantastic to work from wherever you want—even a beach resort!
- I was thinking of asking for a private office.
- To tell you the truth, I have a happy dilemma.
- Maybe you should ask what other people typically do?
- Will you need to buy a new house if you take the job?

— 10 —

- 4 日本語文とほぼ同じ意味を表すように、最も適切な1語を選択肢から選び、( )内に入れて、英文を完成させなさい。必要な場合は正しい変形形に直すこと。ただし、同じ選択肢を2回使ってはいけません。 (20点)

テクノロジーの進歩は、マイクロチップがより小さく、より強力になっている一方で、それらがアクセス可能なシステム同士がますます相互に接続されるようになってきていることを意味する。ほとんどの人が財布に1、2枚のカードを入れて持ち歩き、今や最新のスマートフォンが、必要なときに、支払いや情報を提供するにスキヤンしたり、されたりすることが可能である。私たちが欲しいと強く思うのは、さらにいっそ便利で、コンパクトで、つながったものを作ることである。次の当然のステップは、ことによると、カードを完全に廃止し、必要な情報を私たち自身の体に埋め込むことかもしれない。財布を忘れたり、携帯電話をなくしたりする心配など決してしなくてもよいことを想像してみてほしい。お金もデータもすべて、どこにいても自分と共にいる。これが「マイクロチップの埋め込み」の背後にあるコンセプトである。

私たちの世界では、急速な技術の成長が当たり前のように受け入れられているが、マイクロチップを人体に埋め込むという発想は、興味深く、見込みのあるものとして姿を現した。

しかし、このような生物学とテクノロジーの「親密な」組み合わせというコンセプトは、倫理的な議論の種にもなっている。「マイクロチップの埋め込み」という発想に好意的な人たちが主張するには、そうしたチップがあれば、医療に革命をもたらし、データの安全性を向上させ、毎日の仕事を効率化することができるという。そうは言うものの、個人のプライバシーに対する脅威や、監視および他の潜在的な悪用の可能性について懸念を表明する人も多い。人体へのマイクロチップの埋め込みが、有益なシナリオも恐ろしいシナリオも生み出す可能性があることは確かである。

医療記録や身分証明書、決済システムが個人の体へと完全に統合される未来が私たちには想像できる。救急医療の迅速化からキャッシュレス決済による利便性の向上まで、マイクロチップの埋め込みに賛成する人たちは、このような技術が私たちの生活の質に大きな恩恵をもたらすことが可能だと主張している。

— 11 —

その一方で、マイクロチップの埋め込みは、個人の自由やプライバシーに関する問題を引き起こす可能性がある。もしそれが普及すれば、たとえこの発想が気に入らなくても、それに対する同調圧力を感じる人たちも出てくるかもしれない。

大企業が従業員にマイクロチップを埋め込むことを要求したり、あるいは、友人同士で「マイクロチップを埋め込む」よう圧力をかけたりすることを想像してみてほしい。埋め込まれたデバイスを通して常時監視されるという可能性は、政府や企業による権力の乱用に関する大きな懸念を引き起こす。あらゆる行動ややり取りが監視され、潜在的には個人の自由が大きく失われることにつながる可能性のある監視国家が作り出されることに警鐘を鳴らす批評家も多くいる。

私たちはまだ、人体へのマイクロチップの埋め込みが普及された段階には至っていないが、それでも、それが提起する問題について熟慮するのが得策である。この技術に賛成する人たちは、その能力と限界について率直でなければならぬ。正確な情報にアクセスすることで、十分な説明を受けた上で決断を個人が下すことができるだろう。プライバシーの喪失やデジタル情報の流出といった悪用が確実に起こらないよう強力な規制も必要になるだろう。

医療や安全性、利便性の向上が期待できることは魅力的だが、それにより、倫理とプライバシーに関する懸念を天秤にかけざるを得なくなる。もしこれが実現すれば、人体へのマイクロチップの埋め込みを利用して、技術的に進んだ、社会的に責任ある未来を創造することができるかもしれない。

The advance of technology means that microchips are getting smaller and more powerful, while the systems they can access are increasingly interconnected. Most people carry a card or two in their wallets, and modern smartphones can now scan or be scanned to provide payment or information when ( 1 ). Our desire is to make things ever more convenient, more compact, and more connected. The next logical step might conceivably be to do away with cards altogether, and put the necessary information inside our own bodies. Just imagine never having to worry about forgetting your wallet or losing your phone. All the money, all the data stays

with you, no matter where you are. This is the concept ( 2 ) "chipping."

In our world, where rapid technological growth has become accepted as the norm, the idea of implanting microchips into human bodies has emerged as an interesting and ( 3 ) idea.

However, the concept of such an "intimate" combination of biology and technology has also become a ( 4 ) of ethical debate. People who like the idea of "chipping" argue that such chips could revolutionize healthcare, improve data security, and streamline daily tasks. Nevertheless, many others have expressed concerns about the threat to personal privacy, the possibility of surveillance and other potential abuses. It is certain that human chipping could create both beneficial and terrifying scenarios.

We can imagine a future where our medical records, identification, and payment systems are perfectly integrated into individuals' bodies. From speeding up emergency medical treatment to ( 5 ) convenience through cashless payments, people in favor of chipping argue that such technologies can provide great benefits to our quality of life.

On the other hand, chipping may create problems regarding personal freedom and privacy. If it becomes ( 6 ), some individuals may feel the pressure to conform, even if they don't like the idea.

Imagine a large company requiring its employees to implant a microchip, or a group of friends pressuring someone to "get chipped." The prospect of constant surveillance through implanted devices raises great concerns regarding the abuse of power by governments or corporations. Many critics warn against the creation of a surveillance state where every ( 7 ) and interaction is monitored, potentially leading to a huge loss of personal freedom.

Although we are not yet at the point of widespread human chipping, it is still a good idea to consider the questions it raises. Those in favor of the technology must be ( 8 ) about its capabilities and limitations. Access to accurate information will allow individuals to ( 9 ) informed decisions. Strong regulation will also be

— 13 —

required to make sure that no abuses take place, such as loss of privacy, or leaking of digital information.

While the promise of enhanced healthcare, security, and convenience is tempting, it must be ( 10 ) against concerns about ethics and privacy. If we can do this, we may be able to use human chipping to create a future that is both technologically advanced and socially responsible.

attitude	balance	before	behind	cause
do	expecting	famous	honest	improve
lift	make	movement	popular	promising
reason	reliable	reply	require	rise



# 一般選抜(後期)(後期・英語外部試験利用)

<b>数学</b>	1日目 (2月27日) .....	110
	2日目 (2月28日) .....	111
<b>物理</b>	1日目 (2月27日) .....	112
	2日目 (2月28日) .....	114
<b>化学</b>	1日目 (2月27日) .....	117
	2日目 (2月28日) .....	119
<b>英語</b>	1日目 (2月27日) .....	121
	2日目 (2月28日) .....	125

## 2025年度 一般選抜(後期)／一般選抜(後期・英語外部試験利用) [試験科目の選択と試験時間]

学部	学科・学系	1時間目 (90分)		2時間目 (70分)		3時間目 (60分)		合計点	
		10:00～11:30		12:30～13:40		14:30～15:30			
		数学	物理	化学	英語				
システムデザイン工学部	情報システム工学科	○	【出題範囲】 数学Ⅲを含む 問題	△	△	○	3教科 合計300点 満点 <sup>※注</sup>		
	デザイン工学科	○		△	△	○			
未来科学部	建築学科	○		△	△	○			
	情報メディア学科	○		△	△	○			
	ロボット・メカトロニクス学科	○		△	△	○			
工学部	電気電子工学科	○		△	△	○			
	電子システム工学科	○		△	△	○			
	応用化学科	○		△	△	○			
	機械工学科	○		△	△	○			
	先端機械工学科	○		△	△	○			
	情報通信工学科	○		△	△	○			
				△	△	○			
理工学部 理工学科	理学系	○	【出題範囲】 数学Ⅲを含む 問題または 数学Ⅲを 含まない 問題を選択	△	△	○	3教科 合計300点 満点 <sup>※注</sup>		
	生命科学系	○		△	△	○			
	情報システムデザイン学系	○		△	△	○			
	機械工学科	○		△	△	○			
	電子情報・生体医工学科	○		△	△	○			
	建築・都市環境学系	○		△	△	○			

●「○」は必須、「△」は1科目選択(試験時間開始後に選択)

●数学の試験では、数学Ⅲを含む問題と、数学Ⅲを含まない問題を同時に配付します。

システムデザイン工学部と未来科学部と工学部に出席した者は、数学Ⅲを含む問題を解答してください。

理工学部のみ出席した者は、数学Ⅲを含む問題または数学Ⅲを含まない問題のいずれかを試験中に選択できます。(配点はいずれも100点満点となります)

ただし、同一試験日に理工学部と他学部を併願した者は、数学Ⅲを含む問題を解答してください。

●一般選抜(後期・英語外部試験利用)を併用して理工学部と他学部を併願する者は、数学Ⅲを含む問題を解答してください。

●「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力」を評価するため、自らの考えを立論し、それを表現するなどの記述式問題を含む試験問題を出題します。

※注 一般選抜(後期・英語外部試験利用)を単願する者は、数学と理科の2科目で受験(2教科合計200点満点)し、3時間目の英語の試験は免除となります。

## 数学 一般選抜（後期）（後期・英語外部試験利用）1日目（2月27日実施）

## (数学Ⅲを含む問題)

注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。 (40点)

- (1)  $\frac{n^2 - 3n + 4}{n + 1}$  が整数となるような自然数  $n$  をすべて求めよ。
- (2) 実数  $x$  は  $x^2 + \frac{1}{x^2} = 14$  をみたすとする。このとき、 $x^3 + \frac{1}{x^3}$  の値をすべて求めよ。
- (3) 平面上に3点A, B, C があり、 $|\vec{AB}| = 3$ ,  $|\vec{AC}| = 2$ ,  $|\vec{BC}| = 2\sqrt{2}$  をみたす。点Aから直線BCに垂線AHを下ろし、実数  $t$  を用いて  $\vec{AH} = t\vec{AC} + (1-t)\vec{AB}$  と表すとき、 $t$  の値を求めよ。
- (4) 極限値  $\lim_{h \rightarrow 0} \left\{ \log \left( 2 \int_0^{1+h} te^{t^2} dt \right)^{\frac{1}{h}} - \log(e-1)^{\frac{1}{h}} \right\}$  を求めよ。
- (5) 不等式  $\log x + \frac{a}{x^2} \geq 0$  が、すべての正の数  $x$  に対して成り立つような実数  $a$  の値の範囲を求めよ。

2. 多項式  $P(x) = 3x^3 + 4x^2 + 2x - 4$  に対して、次の間に答えよ。 (30点)

- (1)  $P(-1 + i)$  の値を求めよ。ただし、 $i$  を虚数単位とする。
- (2) 3次方程式  $P(x) = 0$  の解をすべて求めよ。
- (3)  $P(x)$  を  $x^2 + a$  で割ると余りが  $-x + b$  となるような定数  $a, b$  の値を求めよ。

— 1 —

## (数学Ⅲを含む問題)

3. 実数  $a \neq 0$ 、自然数  $n$  に対して、 $I_n(a)$  を

$$I_n(a) = \int_0^1 e^{ax} x^n dx$$

と定める。このとき、次の間に答えよ。 (30点)

- (1)  $I_1(a)$  を  $a$  を用いて表せ。
- (2)  $n \geq 2$  に対して、 $I_n(a)$  を  $I_{n-1}(a)$  を用いて表せ。
- (3) 定積分  $\int_1^e x^2 (\log x)^3 dx$  の値を求めよ。

— 2 —

## (数学Ⅲを含まない問題)

注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。 (40点)

- (1)  $\frac{n^2 - 3n + 4}{n + 1}$  が整数となるような自然数  $n$  をすべて求めよ。
- (2) 実数  $x$  は  $x^2 + \frac{1}{x^2} = 14$  をみたす。このとき、 $x^3 + \frac{1}{x^3}$  の値をすべて求めよ。
- (3) 平面上に3点A, B, C があり、 $|\vec{AB}| = 3$ ,  $|\vec{AC}| = 2$ ,  $|\vec{BC}| = 2\sqrt{2}$  をみたす。点Aから直線BCに垂線AHを下ろし、実数  $t$  を用いて  $\vec{AH} = t\vec{AC} + (1-t)\vec{AB}$  と表すとき、 $t$  の値を求めよ。
- (4) 関数  $f(x) = x^3 - 3x^2 + 2x - 2$  とする。曲線  $y = f(x)$  上の異なる2点  $P(a, f(a)), Q(b, f(b))$  における接線が平行となるとき、線分PQの中点  $(p, q)$  を求めよ。
- (5) 2次関数  $f(x)$  は  $f(x) = \frac{f(1)}{2}x^2 + (x-1) \int_0^1 f(t)dt + 1$  をみたす。このとき、 $f(x)$  を求めよ。

2. 多項式  $P(x) = 3x^3 + 4x^2 + 2x - 4$  に対して、次の間に答えよ。 (30点)

- (1)  $P(-1 + i)$  の値を求めよ。ただし、 $i$  を虚数単位とする。
- (2) 3次方程式  $P(x) = 0$  の解をすべて求めよ。
- (3)  $P(x)$  を  $x^2 + a$  で割ると余りが  $-x + b$  となるような定数  $a, b$  の値を求めよ。

— 7 —

— 8 —

## (数学Ⅲを含む問題)

注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。(40点)

(1) 整式  $2x^3 + 3x^2 + ax + 1$  を  $x^2 + bx - 1$  で割ると余りが  $15x + 8$  となるような実数  $a, b$  の値を求めよ。

(2) 連立方程式  $\begin{cases} 3(x+y) + 2xy = -1 \\ 4(x+y) - 3xy = 27 \end{cases}$  を解け。ただし、 $x < y$  とする。

(3) 不等式  $\log_2(x-1) > \log_4(6-x)$  をみたす実数  $x$  の値の範囲を求めよ。

(4) 定積分  $\int_1^e \frac{1 - (\log x)^2}{x} dx$  の値を求めよ。

(5) 極限値  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^2 \sqrt{n}} \sum_{k=0}^{n-1} (n+k+1) \sqrt{k}$  を求めよ。

2. 2つの実数  $x, y$  は  $x \neq 0, y \neq 0$  をみたすとする。複素数  $z = x + yi$  に対して、 $\alpha = z + \frac{1}{z}$  が実数になるとき、次の間に答えよ。(30点)

(1)  $x$  を  $\alpha$  を用いて表せ。

(2) 0以上の整数  $n$  に対して、 $\alpha_n = z^{2^n} + \frac{1}{z^{2^n}}$  とおく。 $\alpha_{n+1}$  を  $\alpha_n$  を用いて表せ。

(3) (2)の  $\alpha_n$  に対して、 $\alpha_{n+1} = \alpha_n$  ( $n = 0, 1, 2, \dots$ ) となるような  $z$  をすべて求めよ。

## (数学Ⅲを含む問題)

3. 関数  $f(x) = \frac{x^2 - 4x}{x^2 + 2}$  に対して、以下の間に答えよ。

(1)  $f(x)$  の極値を求めよ。

(2) 定積分  $\int_0^{\sqrt{2}} \frac{1}{x^2 + 2} dx$  を求めよ。

(3)  $0 \leq x \leq \sqrt{2}$  の範囲で、曲線  $C: y = f(x)$  と  $x$  軸、および直線  $x = \sqrt{2}$  で囲まれた图形の面積  $S$  を求めよ。

— 1 —

— 2 —

## (数学Ⅲを含まない問題)

注意。問題1は解答のみを解答用紙1の右側の解答欄に記入し、問題2と3は、それぞれ解答用紙2と3に解き方も付して解答すること。

1. 次の各間に答えよ。(40点)

(1) 整式  $2x^3 + 3x^2 + ax + 1$  を  $x^2 + bx - 1$  で割ると余りが  $15x + 8$  となるような実数  $a, b$  の値を求めよ。

(2) 連立方程式  $\begin{cases} 3(x+y) + 2xy = -1 \\ 4(x+y) - 3xy = 27 \end{cases}$  を解け。ただし、 $x < y$  とする。

(3) 不等式  $\log_2(x-1) > \log_4(6-x)$  をみたす実数  $x$  の値の範囲を求めよ。

(4) 関数  $f(x) = \begin{cases} 0 & (|x| > 2 \text{ のとき}) \\ 4 - x^2 & (|x| \leq 2 \text{ のとき}) \end{cases}$  に対して、定積分  $\int_{-2}^2 f(x+1) dx$  を求めよ。

(5) 放物線  $C: y = x^2$  と直線  $\ell: y = mx$  ( $0 < m < 1$ ) を考える。 $C$  と  $\ell$  および直線  $x = 1$  で囲まれた图形の面積を  $S_1(m)$  とし、 $C$  と  $\ell$ 、および直線  $x = 1$  で囲まれた图形の面積を  $S_2(m)$  とする。このとき、 $S(m) = S_1(m) + S_2(m)$  の最小値を求めよ。

2. 2つの実数  $x, y$  は  $x \neq 0, y \neq 0$  をみたすとする。複素数  $z = x + yi$  に対して、 $\alpha = z + \frac{1}{z}$  が実数になるとき、次の間に答えよ。(30点)

(1)  $x$  を  $\alpha$  を用いて表せ。

(2) 0以上の整数  $n$  に対して、 $\alpha_n = z^{2^n} + \frac{1}{z^{2^n}}$  とおく。 $\alpha_{n+1}$  を  $\alpha_n$  を用いて表せ。

(3) (2)の  $\alpha_n$  に対して、 $\alpha_{n+1} = \alpha_n$  ( $n = 0, 1, 2, \dots$ ) となるような  $z$  をすべて求めよ。

## (数学Ⅲを含まない問題)

3. 2つの放物線  $C_1, C_2$  をそれぞれ  $C_1: y = 6x^2 - 36x + 1, C_2: y = 3x^2 - 30x + 25$  とし、 $C_1, C_2$  の交点の  $x$  座標を  $a, b$  ( $a < b$ ) とする。 $C_1, C_2$  で囲まれた部分を直線  $x = t$  ( $a < t < b$ ) で2つの部分に分け、 $x \leq t$  の部分の面積を  $S_1$ 、 $x \geq t$  の部分の面積を  $S_2$  とする。このとき、次の間に答えよ。(30点)

(1)  $a, b$  を求めよ。

(2) (1)で求めた  $a, b$  を利用し、 $S_1, S_2$  を  $t$  を用いて表せ。

(3)  $S_1 : S_2 = 2 : 25$  となるような  $t$  の値を求めよ。

— 7 —

— 8 —

## 物理問題

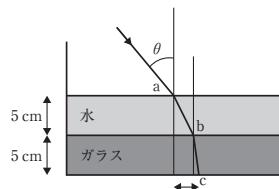
(物理)

注意 問題1, 2は各問題に付した解答群から正解を選んで、正解の番号を解答用紙のそれぞれの解答欄に記入しなさい。問題3は解答用紙に導き方も付して解答しなさい。

1. 次の各問に答えなさい。 (36点)

- (i) 図のように水槽の中にガラスと水を入れ、入射角  $\theta = \frac{\pi}{3}$  rad で単色光を入射させた。水に入った光の屈折角は  (rad) であり、ガラスを透過して水槽の底の点cまで到達した光は、入射位置aから水平に  (cm) 離れていた。水の層とガラスの層の厚さはどちらも5cmであった。また、空気、水、ガラスの絶対屈折率はそれぞれ1.0, 1.3, 1.7である。次の三角関数表を用いて最も近い値を求めなさい。

$\theta$ (rad)	$\frac{6\pi}{60}$	$\frac{7\pi}{60}$	$\frac{8\pi}{60}$	$\frac{9\pi}{60}$	$\frac{10\pi}{60}$	$\frac{11\pi}{60}$	$\frac{12\pi}{60}$	$\frac{13\pi}{60}$	$\frac{14\pi}{60}$	$\frac{15\pi}{60}$
$\sin\theta$	0.309	0.358	0.407	0.454	0.500	0.545	0.588	0.629	0.669	0.707
$\tan\theta$	0.325	0.384	0.445	0.510	0.577	0.649	0.727	0.810	0.900	1.000



- 1 -

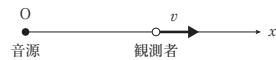
番号	1	2	3	4	5
(A) の解答群	$\frac{6\pi}{60}$	$\frac{7\pi}{60}$	$\frac{10\pi}{60}$	$\frac{12\pi}{60}$	$\frac{14\pi}{60}$

番号	1	2	3	4	5
(B) の解答群	7.4	6.2	5.0	4.1	2.2

- 2 -

(物理)

- (ii) 図のように、原点Oに振動数fの音波（音速V）を発する音源が固定されている。観測者は一定の速さvでx軸上を正の向きに移動しながら音波を観測しており、時刻  $t_0$  にx軸上の位置  $x = x_0$  を通過した。ただし  $x_0$  を正とする。時刻tの位置xにおける音波の振動がAを正の定数として  $u(x, t) = A \sin[2\pi f(t - \frac{x}{V})]$  で与えられるとき、時刻  $t_0 + \Delta t$  で観測者が観測する音波の振動は  と表され、その振動数はドップラー効果により  となる。



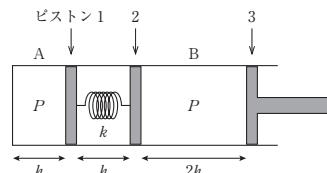
番号	1
(C) の解答群	$A \sin[2\pi f(t_0 - \Delta t - \frac{x_0 + v\Delta t}{V})]$
2	3
$A \sin[2\pi f(t_0 + \Delta t + \frac{v\Delta t - x_0}{V})]$	$A \sin[2\pi f(t_0 + \Delta t - \frac{x_0 + v\Delta t}{V})]$
4	5
$A \sin[2\pi f(t_0 + \Delta t - \frac{v\Delta t - x_0}{V})]$	$A \sin[2\pi f(t_0 + \Delta t + \frac{x_0 + v\Delta t}{V})]$

番号	1	2	3	4	5
(D) の解答群	$\frac{V-v}{V}f$	$\frac{V}{V-v}f$	$\frac{V+v}{V}f$	$\frac{V}{(V-v)f}$	$\frac{V-v}{Vf}$

- 3 -

(物理)

- (iii) 図のように、断熱材でできた断面積Sのシリンダー、ピストン1, 2, 3 およびばねからなる装置が床に水平に固定されている。ピストン1と2の間はばね定数k、自然長ah（ただし  $a > 1$ ）を持ちフックの法則に従うばねで接続されている。ばねの左右のA室とB室には単原子分子理想気体が封入されており、ピストン1と2の間は真空である。はじめピストン3は図の位置に固定されており、A室とピストン1と2の間の幅は共にh, B室の幅は2h, A室とB室の気体の圧力は共にPで、つり合いの状態にあった。この状態からピストン3をゆっくりと押し込み、A室、B室およびピストン1と2の間の幅の合計を3hとした。ただし、各ピストンの厚さ、およびシリンダーの内壁とピストンの間の摩擦は無視できるものとする。必要があれば、断熱変化の過程で単原子分子理想気体の圧力pと体積vが  $pv^\gamma = (\text{一定})$  の関係（ただし  $\gamma = \frac{5}{3}$ ）を満たすことを用いてよい。



- (E) ピストン3を押し込んだ後のA室とB室の幅をそれぞれ  $h_A$ ,  $h_B$  としたとき、 $\frac{h_B}{h_A}$  を求めなさい。

- (F) ピストン3を押し込んだ後のばねの長さを  $\beta h$  とする。 $\beta = 0.9$  の時の  $\alpha$  の値を求めなさい。必要があれば  $\left(1 - \frac{\beta}{3}\right)^{\frac{5}{3}} \div 0.552$  を用いてよい。

- 5 -

## (物理)

番号	1	2	3	4	5
(E) の 解答群	0.25	0.50	1.0	1.5	2.0

番号	1	2	3	4	5
(F) の 解答群	1.1	1.3	1.6	1.8	2.0

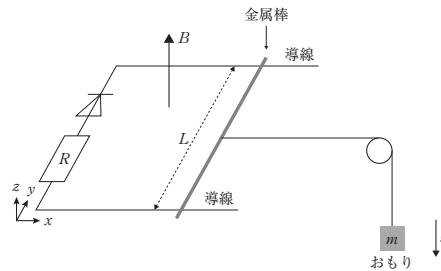
## (物理)

2. 図のように、距離  $L$  で隔てられた  $x$  軸に平行な 2 本の導線があり、この間に抵抗値  $R$  の抵抗、および電流 ( $I$ )-電圧 ( $V$ ) 特性が次の式で与えられるダイオードが直列に接続されている。

$$I(V) = \begin{cases} 0 & (V < V_{th} \text{ のとき}) \\ \beta(V - V_{th}) & (V \geq V_{th} \text{ のとき}) \end{cases}$$

導線の上には  $y$  軸に平行に金属棒が置かれており、金属棒はなめらかな滑車を通して軽いひもで質量  $m$  のおもりに繋がっている。この回路に  $z$  軸正方向に一様な磁束密度  $B$  の磁場が加えられている。おもりを時刻  $t = 0$  に  $z$  軸にそって静かに落下させると、金属棒は導線と直交して接したまま  $x$  軸正方向に運動し始めた。運動の間ひもがゆるむことはなく、また金属棒が導線の上から落ちることもなかった。金属棒の抵抗と質量は無視できるものとし、金属棒と導線の接觸点はなめらかであるとする。 $\beta$  と  $V_{th}$  は正の定数である。重力加速度の大きさは  $g$  である。

(24 点)



— 6 —

— 7 —

## (物理)

- (A) おもりの落下速度の大きさが  $v$  のとき、回路内に生じる誘導起電力の大きさを求めなさい。  
 (B) ダイオードに電流が流れはじめる時刻を求めなさい。  
 (C) おもりが落下はじめてから十分に時間が経過すると、落下速度は一定となつた。このときのおもりの落下速度の大きさを求めなさい。  
 (D) (C)の状況でダイオードの両端にかかる電圧の大きさを求めなさい。

番号	1	2	3	4	5
(A) の 解答群	$\frac{LBv}{2}$	$LBv$	$2LBv$	$3LBv$	$4LBv$

番号	1	2	3	4	5
(B) の 解答群	$\frac{V_{th}}{3LBg}$	$\frac{V_{th}}{\sqrt{2}LBg}$	$\frac{V_{th}}{LBg}$	$\frac{2V_{th}}{LBg}$	$\frac{3V_{th}}{LBg}$

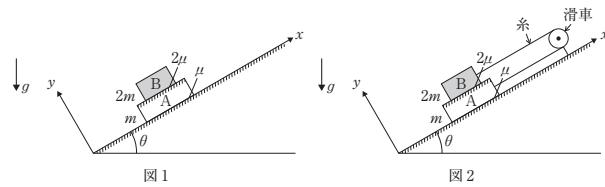
番号	1	2
(C) の 解答群	$\frac{V_{th}}{LB}$	$\frac{mg(R + \frac{1}{\beta})}{L^2 B^2}$
3	4	5
$\frac{mg(R + \frac{2}{\beta})}{L^2 B^2}$	$\frac{V_{th}}{LB} + \frac{mg(R + \frac{1}{\beta})}{2L^2 B^2}$	$\frac{V_{th}}{LB} + \frac{mg(R + \frac{1}{\beta})}{L^2 B^2}$

番号	1	2	3	4	5
(D) の 解答群	$V_{th}$	$V_{th} + \frac{mg}{\beta LB}$	$2V_{th} + \frac{mg}{\beta LB}$	$V_{th} + \frac{2mg}{\beta LB}$	$\frac{2mg}{\beta LB}$

## (物理)

3. 図 1 のように、角度  $\theta$  (rad) の斜面上 (ただし  $0 \leq \theta < \frac{\pi}{2}$ ) に物体 A、B が置かれている。物体 A、B の質量はそれぞれ  $m$ 、 $2m$  であり、物体 A と斜面の間、および物体 B と A の間の静止摩擦はそれぞれ  $\mu$ 、 $2\mu$  で与えられる。重力加速度の大きさを  $g$  とし、 $x$  軸と  $y$  軸をそれぞれ図のように斜面に対して平行方向と垂直方向に定義する。

(40 点)



- (A) 斜面を水平 ( $\theta = 0$ ) から徐々に傾けていったところ、 $\theta = \theta_1$  のときに物体 A と B が一体となって斜面下方向に滑り出した。このときの  $\tan \theta_1$  を求めなさい。

次に、図 2 のように摩擦のない滑車と軽い糸で物体 A と B をつなげた。

- (B) 図 2 の状況で水平 ( $\theta = 0$ ) から徐々に斜面を傾けたところ、 $\theta = \theta_2$  のときに糸がゆるむことなく物体 B が斜面下方向、A が上方向にそれぞれ滑り出した。このときの  $\tan \theta_2$  を求めなさい。

- (C) (B)の状況とは逆に物体 B が斜面上方向、A が下方向にそれぞれ滑り出すと仮定したときの  $\tan \theta_3$  を求め、この結果を用いてこの現象が起きない理由を簡潔に書きなさい。

— 8 —

— 9 —

## (物理)

- (D) 図2の状況で、滑車を含む斜面全体に水平方向左向きに一定の加速度  $a = 0.1g$  を与えた。静止摩擦係数が  $\mu = 0.1$  のとき、物体Bが斜面下方向、Aが上方向にそれぞれ滑り出すときの  $\tan\theta_4$  の値を小数第1位まで求めなさい。

- 10 -

解答解説は161ページ

## 物理 一般選抜（後期）（後期・英語外部試験利用）2日目（2月28日実施）

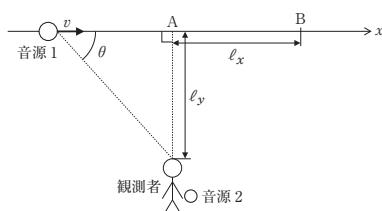
## 物理問題

(物理)

注意 問題1、2は各問題に付した解答群から正解を選び、正解の番号を解答用紙のそれぞれの解答欄に記入しなさい。問題3は解答用紙に導き方も付して解答しなさい。

1. 次の各問に答えなさい。 (36点)

- (i) 図のように、静止している観測者の前を、振動数  $f_0$  の音波を発する音源1が  $x$  軸上を音速  $V$  より遅い速さ  $v$  で移動している。観測者と  $x$  軸までの距離を  $\ell_y$  とする。観測者は音源2を持っているが、はじめスイッチは切られていた。観測位置と音源2の位置は同一とみなす。



- (A) 音源1が音波を発したとき、音源1と観測者を結ぶ直線と、 $x$  軸がなす角度が  $\theta$  であった。観測者が観測した音波の振動数  $f$  を  $f_0$ 、 $V$ 、 $v$  および  $\theta$  を用いて表しなさい。
- (B)  $v = \frac{1}{3}V$  であるとする。音源1が観測者の正面（点A）に達したときに発した音波を観測者が受けた瞬間に、観測者を持っている音源2のスイッチを入れた。音源2から発した音波は移動する音源1が点Aから距離  $\ell_x$  だけ離れた点Bの位置に達したときに移動する音源1に届いた。距離  $\ell_x$  を  $\ell_y$  を用いて表しなさい。

- 1 -

(物理)

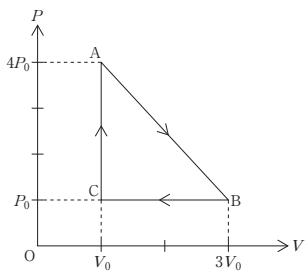
番号	1	2
(A) の 解 答 群	$\frac{Vf_0}{V - v \sin \theta}$	$\frac{Vf_0}{V - v \cos \theta}$
3	4	5
$\frac{(V - v \cos \theta)f_0}{V - v \sin \theta}$	$\frac{Vf_0}{V + v \sin \theta}$	$\frac{Vf_0}{V + v \cos \theta}$

番号	1	2	3	4	5
(B) の 解 答 群	$\frac{1}{4}\ell_y$	$\frac{1}{2}\ell_y$	$\frac{3}{4}\ell_y$	$\ell_y$	$\frac{5}{4}\ell_y$

- 2 -

## (物 理)

(ii) 図は1モルの单原子分子の理想気体の状態を直線経路A→B→C→Aに沿ってゆっくり変化させたときの圧力  $P$  [Pa] と体積  $V$  [m<sup>3</sup>] の関係を示している。状態Cでの気体の温度を  $T_0$  [K]、圧力を  $P_0$  [Pa]、体積を  $V_0$  [m<sup>3</sup>]、気体定数を  $R$ としたとき、次の問に答えなさい。



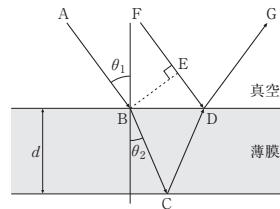
- (C) 変化 B→Cにおいて気体が吸収した熱量の大きさを求めなさい。  
 (D) 変化 A→Bではいったん温度が上昇し、最大となってから低下してBに至る。最も気体の温度が高くなる時の体積  $V$  を求めなさい。

番号	1	2	3	4	5
(C) の解答群	$\frac{5}{3}RT_0$	$\frac{3}{2}RT_0$	$RT_0$	$5RT_0$	$\frac{5}{2}RT_0$

番号	1	2	3	4	5
(D) の解答群	$V_0$	$\frac{3}{2}V_0$	$\frac{5}{3}V_0$	$\frac{11}{6}V_0$	$3V_0$

— 3 —

(iii) 真空中で、厚さ  $d$  の薄膜に波長  $\lambda$  の平行光線を図のようにに入射させ、薄膜表面での反射光と裏面での反射光を干渉させた。光路 AB と FD が平行で入射角を  $\theta_1$  とする。この光に対する薄膜の屈折率は  $n$  ( $> 1.0$ ) である。薄膜の表面で反射した光は経路 FDG を通過するが、裏面で反射した光は経路 BCD ( $\frac{2d}{\cos \theta_2}$ ) を通過する。薄膜内での光の速度は  $\frac{1}{n} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}$  に比例するので、表面と裏面での反射が強め合うのは、ED の距離 (E) を考慮すると、(F) を満たす角度  $\theta_2$  のときである。なお、 $m$  は 0 以上の整数である。



— 5 —

## (物 理)

番号	1	2
(E) の解答群	$d \cos \theta_1 \tan \theta_2$	$2d \cos \theta_1 \tan \theta_2$
3	4	5
$d \sin \theta_1 \tan \theta_2$	$d \sin \theta_2 \tan \theta_1$	$2d \sin \theta_1 \tan \theta_2$

番号	1	2
(F) の解答群	$nd \sin \theta_2 = \frac{2m+1}{2} \lambda$	$\frac{2nd}{\tan \theta_2} = m \lambda$
3	4	5
$2nd \cos \theta_2 = \frac{2m+1}{2} \lambda$	$\frac{nd}{\sin \theta_2} = m \lambda$	$2nd \cos 2\theta_2 = \frac{2m+1}{2} \lambda$

— 6 —

## (物 理)

2. 図の電気回路に関する各問に答えなさい。

(24点)

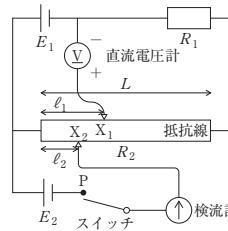


図1

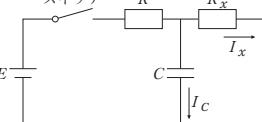


図2

- (A) 図1のようなそれぞれ起電力が  $E_1$  と  $E_2$  の二つの内部抵抗の無視できる電池、抵抗値  $R_1$  の抵抗、太さが一樣で全長  $L$  で抵抗値  $R_2$  の抵抗線、直流電圧計、検流計、スイッチからなる回路があり、可動接点  $X_1$  で直流電圧計が接続されている。直流電圧計の内部抵抗は十分に大きく流れる電流は無視できる。可動接点  $X_1$  を抵抗線の左端から動かしていくと、直流電圧計の指 示値  $V$  が変化した。可動接点  $X_1$  の抵抗線の左端からの距離を  $\ell_1$  として、 $V$  との関係を表すグラフを選択しなさい。ただし、スイッチは接点 P に接続されていない。

- (B) 図1の回路でスイッチを接点 P に接続し、抵抗線に接続する可動接点  $X_2$  を動かしたところ、左端から  $\ell_2$  の位置で検流計に電流が流れなくなった。このときの  $E_2$  はいくらか答えなさい。

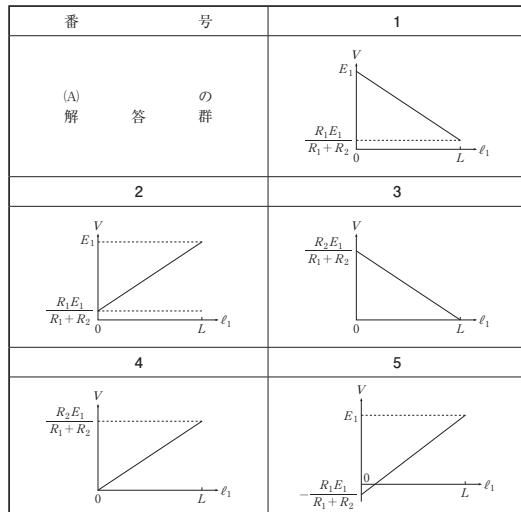
— 7 —

(物 理)

- (C) 図2のような、それぞれ抵抗値  $R$  と  $R_x$  を持つ2つの抵抗、内部抵抗の無視できる起電力  $E$  の電池、電気容量  $C$  のコンデンサー、スイッチからなる回路がある。はじめ、コンデンサーには電荷は蓄えられておらず、スイッチは開いていた。

スイッチを閉じると2つの抵抗とコンデンサーに電流が流れ始めた。その瞬間の抵抗値  $R_x$  の抵抗に流れる電流を  $I_x$  とすると、コンデンサーを流れる電流  $I_C$  はいくらになるか答えなさい。

- (D) (C)のち、十分時間がたってから、抵抗値  $R_x$  の抵抗で消費される電力が最も大きな値を示すときの  $R_x$  の値はどれか答えなさい。



— 8 —

(物 理)

番 号	1	2	3	4	5
(B) の 解 答 群	$\frac{R_1 E_1 \ell_2}{L R_2}$	$\frac{R_2 E_1 \ell_2}{L R_1}$	$\frac{L(R_1 + R_2)}{R_2 E_1 \ell_2}$	$\frac{R_2 E_1 \ell_2}{L(R_1 + R_2)}$	$\frac{R_2 E_1 \ell_2}{L(R_1 - R_2)}$

番 号	1	2
(C) の 解 答 群	$\frac{E - (R_x + C) I_x}{R}$	$\frac{E + (R_x + C) I_x}{R}$
3	4	5
$\frac{E + (R + R_x) I_x}{R}$	$\frac{E - (R + R_x) I_x}{R}$	$\frac{E + (R - R_x) I_x}{R}$

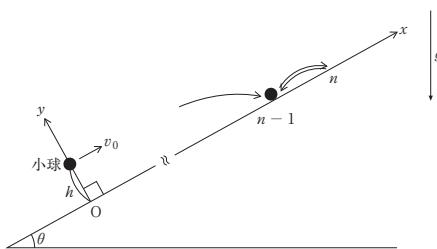
番 号	1	2	3	4	5
(D) の 解 答 群	$R_x = \frac{R}{4}$	$R_x = \frac{R}{2}$	$R_x = R$	$R_x = 2R$	$R_x = 4R$

— 9 —

(物 理)

3. 図のように、水平面から傾き  $\theta$  の滑らかな斜面に対して、小球が時刻  $t = 0$  に、斜面に対して垂直な高さ  $h$  の位置 (座標  $(0, h)$ ) を斜面に平行に速さ  $v_0$  で通過し、その後、斜面と衝突を繰り返しながら斜面を登っていった。小球と斜面の間の衝突は弾性衝突である。O を原点として斜面に沿う方向に  $x$  軸、垂直な方向に  $y$  軸を定めた。重力加速度の大きさを  $g$  として、以下の各問いに答えなさい。

(40点)



- (A) 小球の時刻  $t$  における  $x$  座標を求めるなさい。  
 (B)  $t > 0$  において小球と斜面が最初に衝突する時刻を求めるなさい。  
 (C) (B)を1回目の衝突とし、2回目の衝突直後の小球の速度の  $y$  成分の大きさを求めるなさい。  
 (D) 図のように、小球は  $n$  回目の衝突の後に登ってきた軌跡とまったく同じ軌跡をたどって斜面を下り始めた。この条件を満たす初速度  $v_0$  を  $n, g, h, \theta$  のうち必要なものを用いて表しなさい。

— 11 —

## 化学問題

(化 学)

注意 必要があれば、次の数値を用いなさい。

原子量 : H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, S = 32.1,

Cl = 35.5

気体定数  $R = 8.31 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol}) = 8.31 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/(\text{K}\cdot\text{mol})$  $= 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ アボガドロ定数  $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ ファラデー定数  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 

1. 各間に最も適当な解答を1つ解答群より選び、解答欄に番号で記入しなさい。

(配点 25 点)

(A) 次の物質のうち、Mn原子の酸化数が最も大きいものはどれですか。

(A)の解答群

1	Mn	2	MnO <sub>2</sub>	3	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4	MnSO <sub>4</sub>	5	KMnO <sub>4</sub>
---	----	---	------------------	---	--------------------------------	---	-------------------	---	-------------------

(B) 次の原子のうち、第一イオン化エネルギーの最も大きい原子はどれですか。

(B)の解答群

1	Li	2	N	3	O	4	F	5	Ne
---	----	---	---	---	---	---	---	---	----

(C) 次の記述のうち、まちがっているものはどれですか。

(C)の解答群

1	塩化セシウムの結晶はイオン結晶である
2	氷は分子結晶である
3	ドライアイスは分子結晶である
4	ヨウ素の結晶は共有結合の結晶である
5	二酸化ケイ素の結晶は共有結合の結晶である

(D) 次の操作で起こる反応のうち、発生する気体の分子量が最も大きいものはどれですか。

(D)の解答群

1	塩化ナトリウムに濃硫酸を加え加熱する
2	亜鉛に希塩酸を加える
3	銅に熱濃硫酸を加える
4	硫化鉄(II)に希硫酸を加える
5	炭酸カルシウムに塩酸を加える

— 11 —

— 12 —

(化 学)

(化 学)

(E) 次の記述のうち、まちがっているものはどれですか。

(E)の解答群

1	エタノールに濃硫酸を加えて約130°Cで加熱するとジエチルエーテルが生じる
2	マレイン酸を加熱するとフマル酸になる
3	酢酸カルシウムを熱分解(乾留)するとアセトンが生じる
4	ベンゼンに濃硫酸を加えて加熱するとベンゼンスルホン酸が生じる
5	アニリンに無水酢酸を加えて加熱するとアセトアニリドが生じる

2. 各間に最も適当な解答を1つ解答群より選び、解答欄に番号で記入しなさい。

(配点 25 点)

(A) 容積一定の密閉容器に一酸化炭素28 g、酸素64 gの混合気体が入っている。この容器中の一酸化炭素を完全燃焼させた。反応後の容器中の気体の体積は27°C、 $3.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で何 Lですか。

(A)の解答群

1	17	2	21	3	25	4	29	5	56
---	----	---	----	---	----	---	----	---	----

(B) 硫酸の工業的製法である接触式硫酸製造法により、硫黄9.63 kgから質量ペーントが98%の硫酸は最大で何 kg 得られますか。

(B)の解答群

1	10	2	15	3	30	4	45	5	60
---	----	---	----	---	----	---	----	---	----

(C) 酢酸水溶液10.0 mLを0.40 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を用いて中和滴定したところ、過不足なく中和させるのに2.5 mL必要であった。滴定前の酢酸水溶液のpHを答えなさい。ただし、この酢酸水溶液における電離度を0.016とし、 $\log_{10} 1.6 = 0.2$ とする。

(C)の解答群

1	2.8	2	3.2	3	3.8	4	4.2	5	4.8
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----

— 13 —

— 15 —

(化 学)

(D) NaCl結晶の密度[g/cm<sup>3</sup>]を求めなさい。ただし、この結晶の単位格子の体積を $1.8 \times 10^{-22}$ cm<sup>3</sup>とする。

(D)の解答群

1	0.55	2	1.1	3	2.2	4	4.4	5	7.7
---	------	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----

(E) デンブン 100 g を加水分解して単糖を得る場合、得られる単糖は最大何 g になりますか。ただし、デンブンはすべて単糖に分解したものとする。

(E)の解答群

1	100	2	111	3	122	4	133	5	144
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----

(化 学)

3. 文章中の空欄 [ ] に適合する語句を解答欄に記入し、文章後の設問に答えなさい。  
(配点 25 点)

一定温度に保った密閉容器内に液体を入れて放置すると、単位時間に蒸発して気体になる分子の数と、逆に気体から [1 (語句)] して液体になる分子の数はやがて等しくなり、見かけ上蒸発も [1 (語句)] も起こっていないような状態になる。この状態を [2 (語句)] という。このとき蒸気が示す圧力を(飽和)蒸気圧という。一定温度における純粋な液体の蒸気圧は物質ごとに決まっている。また、蒸気圧は [3 (語句)] が高くなるほど大きくなる。

一定の大気圧で液体を加熱していくと、蒸気圧が [4 (語句)] に等しくなった温度で液体内部からも蒸発が起こり、これ以上温度は上がらなくなる。この温度を [5 (語句)] という。

下図に示す水の蒸気圧曲線を参考にして以下の問い合わせに答えなさい。水蒸気は理想気体と考えてよく、密閉容器内に空気は存在しない。答えは有効数字 2 術で答えなさい。

(× 10<sup>3</sup> Pa)

— 16 —

— 17 —

(化 学)

問1. 大気圧が $7.0 \times 10^4$ Paのとき、水は何°Cで下線の現象を示しますか。

問2. 水0.18gの入った内容積1.00Lの密閉容器を60°Cで保持したところ、微量の水が蒸発せずに残った。このときの容器内の圧力は何Paですか。

問3. 問2について、温度を60°Cに保持したまま密閉容器の内容積を0.50Lに圧縮した。このときの容器内の圧力は何Paですか。

問4. 問2について、温度を60°Cに保持したまますべての水を蒸発させるには密閉容器の内容積は何L以上必要ですか。

問5. 水0.18gの入った内容積1.00Lの密閉容器を77°Cで保持したところ、水はすべて蒸発した。このときの容器内の圧力は何Paですか。

(化 学)

4. 文章中の空欄 [ ] に適合する化学式を解答欄に記入し、文章後の設問に答えなさい。  
(配点 25 点)

金属元素の化合物のひとつである Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> はガラスの製造や洗剤などの原料に用いられる重要な化成品である。この Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> の工業的製法は以下の各工程①～⑤(下図参照)であらわされる。

① 塩化ナトリウム NaCl の飽和水溶液に [a (化学式)] を吸収させ、次に [b (化学式)] を通じると、比較的溶解度の小さな [c (化学式)] が沈殿し、同時に塩化アンモニウム NH<sub>4</sub>Cl が溶液中に生成する。

② [c (化学式)] を加熱して熱分解させると、目的物質である炭酸ナトリウム Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> が得られる。同時に生じる [b (化学式)] は回収し、再び工程①に利用する。

③ 石灰石 CaCO<sub>3</sub> を加熱して熱分解させると、[b (化学式)] と [d (化学式)] が生じる。[b (化学式)] は回収し、工程①に用いる。

④ 工程③で生じた [d (化学式)] を水と反応させると、[e (化学式)] が生じる。

— 18 —

— 19 —

118

## (化 学)

⑤ 工程④で生じた **e (化学式)** と工程①で生じた塩化アンモニウムを反応させると,  $\text{H}_2\text{O}$  と **f (化学式)** と **a (化学式)** が得られる。**a (化学式)** は回収し, 再び工程①に利用する。

問1. この  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  の工業的製法の名称を答えなさい。

問2. 化合物 A ~ E は, 金属元素の化合物 ⑦  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , ⑧  $\text{CaCO}_3$ , ⑨  $\text{MgSO}_4$ ,

⑩  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , ⑪  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  のどれかである。以下の操作1 ~ 4の結果より,

A ~ E に該当する化合物を判断し, 解答欄に記号で記入しなさい。ただし,

⑦ ~ ⑪ の記号は1回しか使用できない。

操作1. A ~ E をそれぞれ水に入れたところ, C, D は溶けたが, A, B, E は溶けなかった。

操作2. C, D の各水溶液のうち, C だけが炎色反応を示した。

操作3. A, B, E をそれぞれ塩酸と反応させたところ, A だけが気体を発生した。

操作4. B, E にそれぞれアンモニア水を過剰に加えると, B だけが溶けた。

— 20 —

解答解説は172ページ

## 化学 一般選抜（後期）（後期・英語外部試験利用）2日目（2月28日実施）

## 化学問題

## (化 学)

注意 必要があれば, 次の数値を用いなさい。

原子量: H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, S = 32.1,

Cl = 35.5, Cu = 63.6, Ag = 107.9, I = 126.9

気体定数  $R = 8.31 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.31 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/(\text{K} \cdot \text{mol})$

$= 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

アボガドロ定数  $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

1. 各間に最も適当な解答を1つ解答群より選び, 解答欄に番号で記入しなさい。

(配点 25 点)

(A) 次の記述のうち, 正しいものはどれですか。

(A)の解答群

1	純物質が二つ以上混ざり合った状態のものを化合物という
2	固体が液体を経ずに気体になる性質を利用して, 物質を分離する方法を蒸留という
3	同じ元素からなる単体で性質が異なるものを互いに同位体という
4	液体を通す紙を用いて液体と固体を分ける操作を抽出という
5	溶液中の各成分を沸点の違いを利用して分離する方法を分留という

## (化 学)

(B) 次の記述のうち, 正しいものはどれですか。

(B)の解答群

1	周期(律)表の原型はロシアのラボアジエによって発表された
2	第2周期の元素はすべて, 原子の最外電子殻がM殻である
3	原子の最外電子殻から電子を1個取り去り, 1価の陽イオンにするときに放出されるエネルギーをイオン化エネルギーという
4	元素の周期表の3 ~ 13族の元素を遷移元素という
5	18族を除いて元素の周期表の右上の元素ほど陰性が強く, 最も陰性が強い元素はフッ素である

(C) 次の物質の同じモル濃度の水溶液について, pH の小さいものから順に並べたものはどれですか。

(a) 酢酸 (b) 塩酸 (c) 硫酸  
(d) 炭酸ナトリウム (e) 炭酸水素ナトリウム

(C)の解答群

1	(a) < (b) < (c) < (d) < (e)	2	(b) < (c) < (a) < (e) < (d)
3	(c) < (b) < (a) < (d) < (e)	4	(c) < (b) < (a) < (e) < (d)
5	(d) < (e) < (a) < (b) < (c)		

— 13 —

— 14 —

## (化 学)

(D) 次の記述のうち、正しいものはどれですか。

(D)の解答群

1	水酸化マグネシウムは水に溶けにくいが、硫酸マグネシウムは水によく溶け る
2	鉛の化合物は水に溶けやすいものが多いが、酢酸鉛(II)は水に溶けない
3	硫酸鉄(II)七水和物を水に溶かすと黄褐色の水溶液になる
4	塩化銀もヨウ化銀もアンモニア水によく溶ける
5	酸化亜鉛は水にも酸の水溶液にも溶けるが、塩基の水溶液には溶けにくい

(E) 次の記述のうち、まちがっているものはどれですか。

(E)の解答群

1	フェノールの水溶液は弱酸性を示す
2	フェノールに無水酢酸を作用させると酢酸フェニルを生じる
3	トルエンを過マンガン酸カリウム水溶液と加熱すると、安息香酸を生じる
4	無水フタル酸はフタル酸を加熱して得られるが、 <i>o</i> -キシレンやナフタレンからも触媒を用いて高温で酸化して得られる
5	サリチル酸とメタノールに濃硫酸を加え加熱すると、アセチルサリチル酸を生じる

— 15 —

## (化 学)

2. 各間に最も適当な解答を1つ解答群より選び、解答欄に番号で記入しなさい。

(配点25点)

(A) 気体分子Aと気体分子Bは  $A + B \rightarrow 2C$  の化学反応によって気体分子Cを生成する。容積1.0Lの容器にAとBを0.10 molずつ入れたとき、50秒間のCの平均生成速度は  $8.0 \times 10^{-4} \text{ mol/(L}\cdot\text{s)}$  であった。50秒後のAの物質量[mol]を求めなさい。

(A)の解答群

1	0.01	2	0.02	3	0.04	4	0.06	5	0.08
---	------	---	------	---	------	---	------	---	------

(B) 25°C,  $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$  で、5.0Lの体積を占める気体状態のプロパン(プロピレン)の質量[g]を求めなさい。

(B)の解答群

1	7.0	2	7.5	3	8.0	4	8.5	5	9.0
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----

(C) 窒素と二酸化炭素の混合気体がある。この気体の密度は、0°C,  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (標準状態)で  $1.82 \text{ g/L}$  である。この混合気体中の二酸化炭素の物質量は窒素の物質量の約何倍ですか。

(C)の解答群

1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

— 17 —

## (化 学)

(D) ヨウ化セシウムは塩化セシウム型の結晶構造をもつ。このヨウ化セシウムの密度を測定すると  $4.51 \text{ g/cm}^3$  であった。このときの結晶の単位格子の体積を  $9.57 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$  として、セシウムの原子量を求めなさい。

(D)の解答群

1	111	2	122	3	133	4	144	5	155
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----

(E) 硫酸銅(II)五水和物( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )の結晶50.0 mgをゆっくり加熱していくと、130°Cで質量は35.6 mgとなった。このとき、銅(II)イオン1個あたり水和水を何分子失ったか求めなさい。

(E)の解答群

1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

— 18 —

## (化 学)

3. 文章中の空欄  ~  に適合する語句または物質名を入れなさい。空欄  ~  には、文章後の選択肢のなかから選び、記号で答えなさい。

(配点25点)

直径が  $1 \sim 100 \text{ nm}$  程度の大きさの粒子をコロイド粒子という。コロイド粒子が沈殿しないで溶媒中に分散している溶液をコロイド溶液または  といいう。 が流動性を失って固ったものを  といいう。コロイド溶液に横から光束を当てるとき、光の通路が明るく輝いて見える。この現象を  現象といいう。また、コロイド溶液を限外顕微鏡を用いて観察すると、 運動とよばれる粒子の不規則な運動が見られる。つくりたての塩化鉄(III)水溶液を、沸騰している蒸留水に少しづつ加え、かきまぜると赤褐色の  のコロイド溶液が生成する。このコロイド溶液をセロハン袋の袋に包み、蒸留水の入ったビーカー中に入れておく。5分放置したあと、コロイド溶液の入ったセロハン袋を取り出し、ビーカー中に残っている水に硝酸銀水溶液を加えると  の白色沈殿が生じる。取り出したセロハン袋内のコロイド溶液に硫酸カリウム水溶液を少量加えると、沈殿が生じる。この現象を  といいい、このような現象を示すコロイドを  といいう。また、このコロイド粒子は  に帯電しており、このコロイド溶液に2本の電極を入れて直流電圧をかけると、コロイド粒子は  へ移動する。

【選択肢】

(ア) 陰極	(イ) 陽極	(ウ) 透析	(エ) 塩析
(オ) 凝析	(カ) 過水コロイド	(キ) 親水コロイド	(ク) 保護コロイド
(ケ) 正	(コ) 負		

— 19 —

## (化 学)

4. 次の文章の空欄 [ ] に適合する元素(記号)、(語句)または(化学式)を答えなさい。ただし空欄 4 は「高い」か「低い」のどちらかで答えなさい。また、文章後の設間に答えなさい。(配点 25 点)

ベリリウム Be、マグネシウム Mg、カルシウム Ca、ストロンチウム [1(記号)]、バリウム Ba は 2 族の元素である。これらの元素のうち、Mg と [2(記号)] は炎色反応を示さないが、ほかの元素は示し、例えば Ba は [3(語句)] 色を示す。これら 2 族元素の単体は、同じ周期のアルカリ金属の単体よりも融点が [4(語句)]。これら元素の単体は天然には存在せず、工業的にはアルカリ金属の単体と同様に [5(語句)] とよばれる方法で製造される。

カルシウムの化合物は広く利用されている。カルシウムの炭酸塩を主成分とする岩石は大量に産出し、この岩石を強熱することで [6(語句)] ともよばれる酸化カルシウムが得られる。酸化カルシウムに水を加えると、水酸化カルシウムを生じる。塩化カルシウムは、炭酸ナトリウムの工業的製法である [7(語句)] において、塩化アンモニウムに水酸化カルシウムを加えて加热し、アンモニアを回収する過程の副生成物として大量に得られる。カルシウムの硫酸塩は天然に二水和物や無水物として産出する。二水和物を約 140 ℃ に加熱すると [8(化学式)] で表される白色の粉末となる。

問 1. アルカリ金属や 2 族元素の単体を得るのに、[5(語句)] とよばれる方法で製造される理由を 30 字程度で答えなさい。

問 2. 水酸化カルシウムの飽和水溶液に二酸化炭素を通じると白色沈殿が生じた。沈殿が生じたときの反応式を書きなさい。

問 3. 上記(問 2)の溶液にさらに二酸化炭素を通じると、白色沈殿が溶解した。沈殿が溶解したときの反応式を書きなさい。

## 英語 一般選抜(後期) 1 日目(2月27日実施)

1 次の英文を読んで、後の問い合わせに答えなさい。(40点)

If someone asks you "Who is your favorite athlete?", what would you say? Or, what do you think the topical *ChatGPT* would answer? Moreover, if you are asking questions to a human and/or a computer-generated character behind the screen, can you tell if it is a real person or a character? If a computer can respond as naturally as a human, can we say that it can think? Alan Turing, an English computer scientist, once said that if a computer could deceive a human into believing that it was a human, it would deserve to be called intelligent. Having <sup>(a)</sup>that in mind, he devised the "Imitation Test," now called "the Turing Test," in his 1950 paper "Computing Machinery and Intelligence."

The Turing Test has been used as a benchmark to determine whether a program can communicate with a human in a way that is not identifiable from human communication. In the test, there are several judges, a human participant, and a programmed character in separate rooms. The judges are free to ask any questions they like to both the human examinee and the programmed character. If the judges are convinced that they are talking to a human, the program wins. <sup>(b)</sup>Eugene Goostman, a chatbot disguised as a 13-year-old Ukrainian boy, became the first to pass the Turing Test in 2014, tricking 33% of the judges. He didn't have answers to all of the questions, which is quite natural for his age, and responded to "things he doesn't know" in a way that was appropriate for a 13-year-old boy. For example, if Eugene was asked why we tend to put homework off, he might have said, "I don't know!"

One of the features of the Turing Test is that it focuses on the ability of machines to mimic human linguistic behavior. To pass the test, a computer needs to engage in human-like linguistic interaction, deceiving testers that it is a human that they are talking to. When asked who his favorite athlete is, Eugene would say something like <sup>(d)</sup>"Oh, Ohtani, of course. He AWESOME! you know, he's best!" He wouldn't necessarily use grammatically correct English, nor show an abundant

vocabulary, just like a real non-English-native teenager. The machines that would pass the Turing Test are not expected to show gigantic amounts of knowledge or skills, but to chat naturally, like most of us.

This makes <sup>(e)</sup>it a more concrete and testable measure of machine intelligence. Unlike testing a program which can solve a specific puzzle or a game, the Turing Test can be adapted to different situations, as it can be applied to any task that involves human-like dialogues. However, <sup>(f)</sup>this very feature of the Turing Test makes some of us skeptical of it. Indeed, one of the criticisms is that communicative competence does not indicate authentic intelligence of a human being. Programs designed to excel at tasks such as playing chess, recognizing images, or answering difficult math questions may not perform well on the Turing Test. Some researchers argue that therefore, the Turing Test should not be taken as a definitive measure. To <sup>(g)</sup>withstand the test of time, with advances in data science and cloud computing designed to learn from large data sets rather than explicitly programmed with rules and logic, <sup>(h)</sup>a new assessment may be required.

Despite its limitations, for over seven decades the Turing Test has been a fundamental concept and a useful measurement in AI research and of progress in machine intelligence. It has <sup>(i)</sup>spurred AI researchers to develop more advanced technologies. The Turing Test has raised important questions about the nature of intelligence. Its presence always makes us wonder: "Does being able to calculate instantly mean intelligence?" "Is being intelligent about having a great stock of knowledge?" or "Can intelligence be separated from humanity?" <sup>(j)</sup>As AI continues to evolve, it is likely that new measures will emerge. Nevertheless, the Turing Test will always be remembered as a vital moment in the history of AI, and as an enduring contribution to the field of computer science.

〔問1〕次の各問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。

(a) 下線部(a)の内容として正しいものは、どれですか。

- コンピュータが人間を人間と認識すれば、そのコンピュータには知能が備わっていること
- コンピュータが人間の能力を測ることができれば、高い知能を備えていると言えること
- コンピュータは人間を騙すことはできるが、必ずしも高い知能を備えているわけではないこと
- コンピュータが人間を欺くことができれば、それは知能を備えていると言えること

(b) 下線部(b)について正しく説明されているものは、どれですか。

- A judge observes a computer and a human having a conversation.
- A set of judges pretending to be AI ask people and machines questions.
- A panel of testers answer personal questions posed by a computer.
- A computer and a person in different rooms answer the same questions.

(c) 下線部(c)について正しいものは、どれですか。

- It is a 13-year-old child who passed the Turing Test for the first time.
- It is a chatbot that convinced 67% of the judges that it was a human.
- It is a boy-like character which could fool some of the judges.
- It is a child from Ukraine whose English was good enough to trick judges.

— 3 —

(d) 下線部(d)の例を提示する目的は、どれですか。

- 非英語話者の少年の発話には、文法的誤りが多く、語彙が貧しいことを示す
- 文法的に正しくない英語であっても、聞いた人に大体の内容が理解されるることを示す
- 英語話者ではない少年の発話として、自然に感じられることが重要であることを示す
- 文法的に正確で、語彙が豊富であることを示さないと合格しないことを示す

(e) 下線部(e)が指しているものは、どれですか。

- the Turing Test
- machine intelligence
- Eugene Goostman
- gigantic amounts of knowledge or skills

(f) 下線部(f)が具体的に表すものとして正しいものは、どれですか。

- 人間同士のような対話を伴うあらゆる課題に適用できること
- 難解なパズルやゲームを解くプログラムを検証していること
- コミュニケーション能力をもとに人間の知性を測定できること
- プログラムが人間の対話能力の高さを検証していること

(g) 下線部(g)の意味に近いものは、どれですか。

- stay unchanged for a long time
- stand the duration of the test
- survive the passage of time
- sit through the whole exam

— 4 —

(h) 下線部(h)の目的として適切でないものは、どれですか。

- to evaluate a machine's capability to play complicated games
- to measure a machine's ability to conduct natural conversation
- to see if a machine is capable of showing a lot of knowledge
- to determine if a machine is able to acknowledge images

(i) 下線部(i)の意味に近いものは、どれですか。

- kept
- driven
- stopped
- forbidden

(j) 筆者のTuring Testに対する見方として正しくないものは、どれですか。

- It will remain the most useful benchmark for machine intelligence.
- It is going to stay as an essential invention despite its weaknesses.
- It has led researchers to think about what intelligence really is.
- It needs to change as AI progresses into more complicated forms.

(k) 本文のタイトルとしてふさわしいものは、どれですか。

- The History of Alan Turing: Seven Decades of Research Into Intelligence
- The Turing Test—An Out-of-Date Measurement That Was Once Fundamental
- Ukrainian Boy Passes the Turing Test for the Very First Time
- What Is the Turing Test?—Strengths, Weaknesses, and Its Contributions

〔問2〕下線部(a)を日本語に訳しなさい。

— 5 —

〔2〕次の英文の空所に入れるのに最も適切な語句を選び、その番号で答えなさい。

(20点)

(a) My last holiday was chaotic because of the heavy rain. It is ( ) in a day.

- such a long story that I cannot tell it
- so a long story that I cannot tell it
- such a long story to tell it
- so long a story to tell it

(b) I have an appointment with Mary at 3:00 p.m. Please let me know ( ).

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| 1. when she come  | 2. if she'd came |
| 3. when she comes | 4. if she come   |

(c) What is a train ( ) in Japanese?

- called to check the railroad condition
- to check the condition called railroad
- called the railroad condition to check
- to check the railroad condition called

(d) If I had been more hardworking, I ( ) happy now.

- |                    |             |
|--------------------|-------------|
| 1. would have been | 2. would be |
| 3. have been       | 4. will be  |

(e) Our project is to be reviewed again. We ( ) considered it more carefully.

- |                |         |              |               |
|----------------|---------|--------------|---------------|
| 1. should have | 2. have | 3. should be | 4. would have |
|----------------|---------|--------------|---------------|

(f) I studied English very hard to pass the test. ( ), I still have a lot to learn.

- |                |              |
|----------------|--------------|
| 1. Even though | 2. Even so   |
| 3. As a result | 4. Otherwise |

— 7 —

(g) This soup is tasteless for me. Could you pass me ( ) on the table?  
 1. a salt      2. salts      3. the salt      4. salt

(h) People are not spending ( ) they used to, because we now have more leisure activities to choose from.  
 1. as many times reading as      2. as much as reading time as  
 3. as many times reading time as      4. as much time reading as

(i) ( ) you need to do is to take immediate action.  
 1. Whatever      2. Whichever      3. What      4. Which

(j) Mary is said ( ) when she was young.  
 1. to have been a great pianist      2. that she have been a great pianist  
 3. that she is a great pianist      4. to be a great pianist

3 次の英文を読んで、各問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。(20点)

Tadashi was a young engineer living in Tokyo, Japan. He had always been fascinated by the latest technologies and innovations and had spent his entire life working hard to become a successful engineer. However, there was one thing holding him back: his limited English proficiency. As an engineer, Tadashi knew that English was the universal language of technology and that fluency in English was essential for professional success. Despite this, he struggled to communicate effectively with his English-speaking colleagues, and this had been blocking him from advancing in his career.

One day, after seeing his younger co-worker with much better English skills promoted to a position higher than his, he felt pangs of frustration and jealousy. Tadashi thought enough was enough. He made the decision to commit himself fully to learning English and becoming fluent. He enrolled in a local language school and began taking classes every day after work. He also started watching English-language TV shows and movies, listening to podcasts, and playing video games in English. It wasn't easy at first. Tadashi struggled with pronunciation and grammar and felt embarrassed every time he made a mistake. But he persevered, practicing every day and refusing to give up. The key was that all these things he did in English now were his hobbies to begin with—he simply continued doing what he liked to do in English this time.

As he became more confident in his English abilities, Tadashi started to see changes in his life. He was able to communicate more effectively with his colleagues and clients and was able to participate more fully in meetings and discussions. He found that he was able to understand technical documents and instructions written in English and was even able to contribute his own ideas and suggestions in the language.

Most importantly, Tadashi's newfound fluency in English opened up new career

— 8 —

— 9 —

opportunities for him. He was offered a position at a multinational technology company, where he was able to work on projects with colleagues from all over the world. He was also given the opportunity to attend international conferences and present his work to a global audience. Tadashi's English proficiency not only helped him professionally, but it also improved his personal life. He was able to make friends with English-speaking people living in Tokyo, and even started dating a person he met at a language exchange event.

Looking back on his journey, Tadashi was grateful for the decision he made to learn English. It had been challenging at times, but the benefits he gained far outweighed the effort he put in. He realized that he had been limiting himself by not being able to communicate effectively in English. He is now excited about the endless possibilities that are open to him. With a newfound sense of confidence and determination, Tadashi has set his sights on new goals and objectives. He knows that fluency in English is just the beginning. There is still so much more he could accomplish as an engineer with the power of language on his side.

(a) What was holding Tadashi back from advancing in his career as an engineer?  
 1. Lack of up-to-date technical knowledge  
 2. Limited English proficiency  
 3. Inability to network with people in general  
 4. Low educational background

(b) According to the passage, what hobbies did Tadashi have?  
 1. Broadcasting podcast episodes about technologies  
 2. Taking language lessons from his co-workers  
 3. Watching movies and playing computer games  
 4. Making friends from meeting new people at events

(c) What change did NOT occur as Tadashi became more fluent in English?

1. Improved communication with colleagues and clients
2. Better understanding of technical documents and instructions
3. Increased participation in meetings and discussions
4. Greater interest in latest technologies

(d) What was an example of new career opportunities that Tadashi's fluency in English opened up for him?

1. He was offered a position at a British technology company.
2. He presented his work to a Japanese audience in English.
3. He gave presentations at international conferences.
4. He started writing more complicated technical documents.

(e) How did Tadashi feel looking back on his English learning days?

1. Thankful and rewarding
2. Frustrated and disappointed
3. Fascinated and confident
4. Unbearable and miserable

— 10 —

— 11 —

- 4 日本の高校に通っている留学生 Erica と、そのクラスメイトの Shota が動画共有サイト DenTube についてのウェブサイトを見ながら会話をしています。ウェブサイトの内容と一致するように会話の空所に最も適切な語を入れて、会話を完成させなさい。ただし、与えられたアルファベットで始まる單語で答えること。

例：(p )に“party”という語が入る場合、解答欄には party と書くこと。

(20点)

### DenTube Premium

Get DenTube Premium and enjoy watching videos stress-free.

The plan includes:

- Access to all videos without advertisements
- Watch without any interruptions with ads before and during a video.
- Unlimited video downloads using DenTube smartphone application
- Save your cellular data usage and watch off-line.
- Access to various DenTube original videos

Cheapest for a single person!

Sign up by March 31st to get the first month for free!

Payment Plans	Individual Monthly	Individual Annual	Family Monthly* <sup>1</sup>	Student Monthly* <sup>2</sup>
Plan Features	Pay each month; no commitment.	Pay once a year; hassle free.	Share with your loved ones.	Enjoy a reduced rate.
Price	¥1,100/month	¥13,200/year	¥3,000/month	¥800/month

\*1. Up to 5 people with the same address, even with different family names

\*2. Student ID needs annual verification

Shota : Hey, did you watch this new interview video? It's only on DenTube, and I know she is your favorite singer.

Erica : Yeah, I wanted to watch it on the train this morning, but I used up most of my <sup>①</sup>(d ) this month, so I didn't watch it. Besides, I heard that there are too many advertisements in these interview videos. It's frustrating to be <sup>②</sup>(i ) while I am watching.

Shota : Oh, then, you should definitely join DenTube Premium. That way, you can watch videos <sup>③</sup>(f ) of ads, download the videos at home and watch them anytime.

Erica : Yeah, I have been wanting to get that. But I heard it's 1,100 yen every month. My study abroad allowance is low, so I cannot afford it.

Shota : Well, it costs that much if you aren't a <sup>④</sup>(s ). Check out this website.

Erica : Oh, I didn't know they offer a student <sup>⑤</sup>(d ), too. Are you using this plan on the right?

Shota : No, my mom is paying for the family plan for her, my two 14-year-old twin brothers and me. We can save <sup>⑥</sup>(f ) hundred yen every month compared to paying for her individual monthly plan and three student plans.

Erica : How nice. Lucky you can use this plan with your family!

Shota : Well, actually, it's for people who live <sup>⑦</sup>(t ).

Erica : Oh yeah, that's true. Maybe I can join it with my host family.

Shota : Yeah! That's a good idea. Do they watch many videos on DenTube?

Erica : Umm... no... Maybe it's not a good idea.

Shota : Too bad. Well, you can just get the Student Monthly plan. You can still save, compared to either of the <sup>⑧</sup>(t ) other plans for one person.

Erica : I see. Can an international student get a Student Plan as well?

Shota : Why not? You have your student ID. You can get it <sup>⑨</sup>(v ).

Erica : Do you know how to do that?

Shota : No, but I can check it with you during lunch today. If you sign up by the

— 14 —

<sup>⑩</sup>(e ) of March, you can get one month free as well.

Erica : Thanks!

— 13 —

— 15 —

1 次の英文を読んで、後の問い合わせに答えなさい。

(40点)

Artificial Intelligence (AI) has experienced significant growth in recent years, thanks to the advancement of sub-fields of AI: machine learning and (a) deep learning. Machine learning algorithms enabled computers to learn from data and make predictions, while deep learning algorithms, inspired by the human brain's neural network, allowed for advanced pattern recognition and decision-making. These developments have pushed AI further to reach higher levels of capability. As more and more people started putting AI into practical use, the concept of (b) "the democratization of AI" also gained recognition. This concept has emphasized the importance of making AI available to a broad audience and ensuring that the benefits of AI are not limited to a few elite individuals or organizations. As a result, people can now see the impact of AI in countless locations and contexts. However, this widespread adoption of AI also highlights the need for public data literacy.

AI has brought about significant advancements in the area of gaming. Non-Player Characters (NPCs) play a vital role in games, particularly in Role-Playing Games (RPGs). As players guide their avatars through challenging mazes, they encounter NPC opponents that operate on AI technology. These AI enemies possess the capability to detect the presence of a player and automatically initiate attacks. In the future, (c) these will likely evolve further, incorporating the ability to remember past encounters and devise counter-strategies. It will enhance game realism and provide players with more challenging experiences.

Education is another field where (d) AI has played an important role in positive changes. Language learning, in particular, has significantly benefited from AI integration. Learners can now access programs that offer immediate feedback through automated testing and speech recognition. Additionally, when learners submit their written work to an AI system, (e) it automatically detects errors and provides modification suggestions. This immediate feedback is not necessarily provided in classroom learning; however, that feature encourages self-study and

— 1 —

empowers learners to improve their language skills through timely and personalized responses.

Despite these hopeful advancements, incorporating AI into daily life raises serious concerns. One significant risk is its (f) potential lack of accurate decision-making abilities. AI systems rely on existing data to make decisions; therefore, it is incapable of making instant judgements that are not in the current database. For instance, driverless car accidents occurred when the AI failed to recognize unexpected human actions, resulting in crashes with pedestrians. Moreover, if the driving conditions suddenly change, such as oil on the road due to a car accident, AI would have trouble adjusting to the slick road conditions.

Another example is the risk of reinforcing existing social inequality. As AI relies on only past data, the decisions made by AI could result in discriminatory outcomes and social (g). Some have been actively engaged in (h) discussions surrounding the coexistence of humans and AI. For example, Stuart Russell, a renowned AI researcher and a professor at the University of California, Berkley, emphasizes the importance of aligning AI systems with human values, ensuring that they do not (i) pose risks to humanity. Similarly, Timnit Gebru, who used to co-lead the Ethical AI team at Google, advocates for AI regulations that address biases and promote fairness. In her argument, she emphasizes the need for transparency and inclusivity in AI development. These conversations aim to explore the ethical and societal effects of AI while striving to utilize its benefits and mitigate potential harms.

AI democratization has reshaped the relationship between technology and human interaction. Its applications in industries like manufacturing, gaming, and education have revolutionized our daily lives in many different aspects. (j), with the benefits come risks. We must strive to strike a delicate balance where AI's changing capabilities are used for the betterment of humanity. (j) Doing so will enable us to pave the way for a future where AI enriches and enhances our lives and shapes a more inclusive and equitable society.

— 2 —

〔問1〕次の各問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。

(a) 下線部(a)の説明として本文と一致するものは、どれですか。

1. 自ら意思決定をする力を備えている。
2. 人間の脳の仕組みを起源とする。
3. データを分析し意味を理解できる。
4. 学習したデータから予測をたてる。

(b) 下線部(b)の説明として適切なものは、どれですか。

1. It limits the reach of AI technology to technical experts only.
2. It eliminates the use of AI in the manufacturing industry.
3. It facilitates the widespread accessibility and use of AI in various fields.
4. It encourages the reliance on human intelligence in different areas.

(c) 下線部(c)が指す内容は、どれですか。

1. Role-Playing Games
2. players' avatars
3. automatic attacks
4. AI-enabled NPCs

(d) 下線部(d)の具体例として挙げられているものは、どれですか。

1. Personalized responses promote self-study.
2. The language software reduces the learners' speech anxiety.
3. Error-free programs assist learners with writing paragraphs.
4. Gaming provides new language learning models.

(e) 下線部(e)が具体的に指すものは、どれですか。

1. speech recognition
2. AI system
3. immediate feedback
4. classroom learning

(f) 下線部(f)が引き起こした事例として当てはまるものは、どれですか。

1. AI搭載車が判断を誤り、その動きを人間が制御できなかった
2. AI搭載車が他の自動車と歩行者との衝突を認知できなかった
3. AI搭載車がガソリン漏れに気づかず、道路で火事を引き起こした
4. AI搭載車が人間の予測不可能な行動に対応できなかった

(g) 空所(g)に入る語として適切なものは、どれですか。

1. actions
2. fairness
3. history
4. biases

(h) 下線部(h)の内容として当てはまらないものは、どれですか。

1. how to align AI systems with human values
2. how to reinforce bias in AI regulations
3. how to coexist with AI-enabled machines
4. how to seek fairness in AI applications

(i) 下線部(i)の意味に最も近いものは、どれですか。

1. ふりをする
2. 対処する
3. もたらす
4. 回避する

— 3 —

— 4 —

(j) 空所(j)に入る語は、どれですか。

1. Besides
2. Furthermore
3. Likewise
4. However

(k) 本文のタイトルとしてふさわしいものは、どれですか。

1. The Democratization and Unsolved Issues of AI
2. The Advantages and Disadvantages of AI for Students
3. The Latest Breakthroughs in AI Research
4. The History of AI Development

〔問2〕下線部ア)を、Doing soが指す内容を明確にして、日本語に訳しなさい。

— 5 —

〔2〕次の英文の空所に入れるのに最も適切な語句を選び、その番号で答えなさい。

(20点)

(a) My printer's light is blinking. ( ) it indicates?

1. Do you think that what
2. Do you know that
3. Which do you know
4. What do you think

(b) You cannot appreciate this poem unless you ( ).

1. don't understand the meaning of the words
2. don't understand the words of the meaning
3. understand the meaning of the words
4. understand the words of the meaning

(c) That team ( ) last year's tournament for the fifth time in ten years.

1. had won
2. won
3. has won
4. will have won

(d) I want to see a friend ( ) I know is now living in Canada.

1. whose
2. which
3. who
4. whom

(e) Mike could have solved all the problems, if he'd had enough time. We just ( ) him more time to think.

1. gave
2. would have given
3. had given
4. have to give

(f) I have two watches in my room, but neither of them ( ).

1. keeps right time
2. keep right times
3. keeps good time
4. keep good times

— 7 —

(g) That house ( ) is so beautiful.

1. surrounded by a lot of trees
2. surrounding a lot of tree
3. surrounding a lot of trees
4. surrounded by a lot of tree

(h) Although he lives in London, he has ( ) of Japanese manga.

1. a some knowledge
2. a good knowledge
3. the some knowledge
4. the good knowledge

(i) ( ) your schedule, I could have rearranged the meeting.

1. Had I known
2. Not knowing
3. Having known
4. If I know

(j) Tom bought ( ) of the two bags in case something happens.

1. larger
2. a larger
3. the larger
4. the largest

〔3〕次の英文を読んで、各問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。

(20点)

Hiroshi Ishiguro is a world-renowned robotics designer and director of the Intelligent Robotics Laboratory at Osaka University in Japan. His passion for robotics started years ago, when he was a painter, but he has since become one of the most distinguished inventors in the programming industry. Having designed and built a number of robots that have amazed the world, he opened up new horizons for technology.

One of Ishiguro's most famous creations is the *Geminoid* robot, which he designed to resemble himself. This legless robot is made of silicone rubber and gas-powered mechanisms and has an advanced electronic system that allows it to mimic Ishiguro's facial expressions, head movements, and even voice intonations. The *Geminoid* has helped Ishiguro discover more about and made him think more deeply about himself. He believes that robots will one day have feelings and passions like human beings, and he is determined to turn this belief into a reality. One of Ishiguro's most notable inventions is the *ERICA* robot, which resembles a human and possesses an advanced artificial intelligence system capable of communicating in a socially appropriate manner. Ishiguro hopes that *ERICA* will one day gain a humanlike awareness, allowing it to enhance its current abilities such as reading out news. Other impressive robots Ishiguro developed were the *Kodomoroid* and *Otonaroid* robots, which were showcased at a Japanese museum in 2014 and could deliver news in a lifelike manner.

However impressive his creations might seem, Ishiguro's goal goes beyond just robots; they are the platforms for his hypotheses about human nature, intelligence, and behavior. The goal of his research is to know what makes us human, and by building humanlike robots, he hopes to clarify what the Japanese call *sonzai-kan*—the feeling of being in the presence of a human being. He wants to understand where the sense of humanness comes from and whether those qualities can be

— 8 —

— 9 —

conveyed with a robot.

For that purpose, Ishiguro has taken an unconventional approach in his quest to study human-robot interaction. He remotely controls his robots using a computer, utilizing a microphone to capture his voice and a camera to track his facial and head movements. The android imitates his speech and head movements, and it even appears to breathe and twitch, although some human behaviors are purposefully omitted, such as smoking, which the robot declines. This immersive teleoperation experience can be so powerful that Ishiguro experiences physical sensations when operating the android, as if he is inside its body. With the assistance of cognitive scientists, Ishiguro is investigating how the operator's brain functions during teleoperation. These insights will be extremely beneficial in the development of robots that can connect with humans on a deeper level.

Hiroshi Ishiguro's innovations have amazed the world, and his research is opening up new avenues for human-robot interaction. Ishiguro's work has the potential to revolutionize the way we live our lives, and his dedication and passion for his craft make him a true inspiration. There is little doubt many young innovators will follow Ishiguro's lead. He is the now and they are the future, and in the future, creativity and innovation are only limited by what you can imagine. The robots we invent will be like us, will help us, and be sophisticated beyond our wildest dreams.

(a) Which of the following applies to *Geminoid* characteristics?

1. It uses a basic electronic system to mimic any human activity.
2. It is designed to mirror Ishiguro himself.
3. It is capable of comprehending Ishiguro's emotions.
4. It has skills to understand itself more deeply.

— 10 —

(b) Which of the following does Ishiguro hope that *ERICA* will acquire in the future?

1. emotions of welcome and care, and a speaking function
2. skill to think more deeply about news
3. advanced learning ability
4. humanlike awareness that can improve its current abilities

(c) What is the goal of Ishiguro's study?

1. to know what substance makes us human
2. to understand how to make robots
3. to know what quality makes us human
4. to understand how the robot expresses humanness

(d) Which of the following approaches does Ishiguro NOT take?

1. to control the android by a computer through remote access
2. to collect voices and facial and head movements from the android
3. to take an immersive teleoperation which causes physical sensations in him
4. to investigate how the operator's brain functions according to cognitive science

(e) What does Ishiguro's research imply for the future of engineering?

1. There will be more sophisticated humanlike robots.
2. It will protect the way we live our lives.
3. It is opening up new avenues for human communication.
4. The robots will be sophisticated beyond our technology.

— 11 —

4 日本にホームステイ中のアメリカ人大学生 Oliver と、ホストファミリーの母親 Yumi、娘 Sakura が会話をしています。会話の内容と一致するように Oliver が書いた日記の空所に最も適切な語を入れ、文章を完成させなさい。ただし、与えられたアルファベットで始まる單語で答えること。

例：(p )に“party”という語が入る場合、解答欄には party と書くこと。

(20点)

Oliver : Hi, I'm home! I had a good start to the classes after the New Year's holiday, but today, a friend told me we have a holiday again next Monday. What is it for?

Yumi : Oh, it is the Japanese Coming-of-Age Day. It's to celebrate all those who have reached or will reach the legal age of adulthood between April 2nd of last year and April 1st of this year.

Sakura : That's right. I had mine in January two years ago, as I turned twenty, three years ago.

Oliver : Really? Someone told me that people aged 18 and 19 in Japan are now legally regarded as adults.

Sakura : Oh, it's because of the revision to the law. The government adjusted the age of adulthood down, from 20 to 18 years old, and it has taken effect since April 2022.

Oliver : I see. How does that affect the 18 and the 19-year-olds?

Yumi : They can now buy cellphones, obtain a car loan, sign an apartment lease, and sign up for a credit card. All that without consent from their parents.

Sakura : Also, 18-year-olds and above can now marry without their parents' agreement.

Oliver : So, it's good news for them, I suppose.

Yumi : Well, more freedom means more responsibility. Some people worry that people under the age of twenty are still too immature for making

responsible decisions.

Sakura : It's good that they are not allowed to buy liquor and cigarettes even after this revision. How about in the U.S.A.?

Oliver : It's different, but in America, we have a celebration called 'Sweet 16.' Besides that, when people turn 16, they are allowed to drive cars, which gives them a lot of freedom, but the minimum legal drinking age is 21. Anyway, what happens on the Coming-of-Age Day? What will the new adults do on the day?

Sakura : Usually, they dress up in traditional costumes and attend a ceremony held locally. On that day, you can see a lot of women in *furisode*, a style of kimono with long sleeves that hang down. Men often wear traditional formal wear, too.

Oliver : Great. I will go into town on the day and look around.

— 13 —

— 14 —

January 5, 2024

Today, I learned that the second Monday of January in Japan is "the Coming-of-Age Day." According to my host mother, Yumi, and my host sister, Sakura, it is the day to congratulate people who have reached or will reach the legal age of adulthood. Yumi had her <sup>①</sup>(c) two years ago because she turned twenty a year before, but the Japanese government <sup>②</sup>(l) the age of adulthood, and eighteen-year-olds are now <sup>③</sup>(s) as adults. When people reach that age, they will be able to <sup>④</sup>(p) cellphones, get a car loan, and sign an apartment lease. They can also get their <sup>⑤</sup>(o) credit card and get <sup>⑥</sup>(m) even when their parents <sup>⑦</sup>(d). Some people seem to think that people under twenty are not <sup>⑧</sup>(m) enough to make decisions responsibly, but I think there is no problem as the revision will make them start seeing things as adults. Anyway, on that day, men and women <sup>⑨</sup>(p) on traditional costumes and attend ceremonies in their hometowns. I am looking forward to going to town and walking around to see them, all <sup>⑩</sup>(d) up.

— 15 —

解答解説は201ページ

# 一般選抜（工学部第二部）

数学	130
物理	131
英語	134

## 2025年度 一般選抜（工学部第二部）〔試験科目の選択と試験時間〕

学部	学科	1時間目 (90分)		2時間目 (60分)		合計点
		10:00~11:30	12:30~13:30	数学	英語	
工学部第二部	電気電子工学科	○	△	△	2教科 合計200点 満点	
	機械工学科	○	△	△		
	情報通信工学科	○	△	△		

- 「○」は必須、「△」は1科目選択(試験時間開始後に選択)
- 英語の受験者は、紙の英和辞書または和英辞書(和英付き英和辞書を含む)のいずれかを持ち込むことができます。持ち込む辞書には文字等を書き込んだり、他の用紙等を挟み込んだりすることはできません(ただしアンダーラインやマーカーなどの文字以外の書き込み、氏名、学校名などの記入、文字等が何も書かれていない付箋の貼付程度であれば可とします)。
- なお、電子辞書など電子機器類の持ち込みは一切できません。
- 「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力」を評価するため、自らの考えを立論し、それを表現するなどの記述式問題を含む試験問題を出題します。

注意。解答用紙の解答欄に解答のみ記入すること。

1. 次の各間に答えよ. (25 点)

(1)  $\frac{3(\sqrt{21}-1)}{2(\sqrt{21}-3)}$  の整数部分を求めよ.

(2)  $3x^2 + 2xy - 3x - 2y$  を因数分解せよ.

(3) 3つの辺の長さが  $1, \sqrt{2}, 2$  である三角形の面積を求めよ.

(4) 箱 A に白玉 3 個, 赤玉 2 個の計 5 個の玉が入っている。また, 箱 B に白玉 2 個, 赤玉 1 個の計 3 個の玉が入っている。箱 A から 2 個, 箱 B から 1 個の玉を無作為に同時に取り出す。同時に取り出した 3 個の玉のうち, ちょうど 2 個の玉が同じ色である確率を求めよ.

(5) 189 と 504 の最小公倍数を求めよ.

2. 次の各間に答えよ. (25 点)

(1) 2 次方程式  $x^2 + 2x + 6 = 0$  の解を  $\alpha, \beta$  とする。このとき,  $\frac{1}{\alpha(\beta+1)} + \frac{1}{\beta(\alpha+1)}$  の値を求めよ.

(2) 不等式  $\log_3(x-21) - 2 \log_9(x-41) \leq 2$  を解け.

(3)  $\cos \theta = \frac{\sqrt{2}}{6}$  のとき,  $\cos 2\theta$  の値を求めよ.

(4) 原点を O とする座標空間内に 3 点 A(s, s-1, 4), B(-1, 5, 6), C(2, 1, t) がある。直線 AB と直線 OC が平行であるとき, s の値を求めよ.

(5) 等差数列  $\{a_n\}$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) の初項から第  $n$  項までの和を  $S_n$  とおく。  
 $a_{25} = 84, a_{55} = 159$  であるとき,  $S_{17}$  の値を求めよ.

— 1 —

— 2 —

3.  $xy$  平面において, 次をそれぞれ図示せよ. (15 点)

(1) 関数  $y = 3^{-x}$  のグラフ.

(2) 関数  $y = \tan\left(x - \frac{\pi}{2}\right)$  ( $0 < x < \pi$ ) のグラフ.

(3) 連立不等式  $\begin{cases} x^2 + y^2 \leq 5 \\ x - y \geq 1 \end{cases}$  の表す領域.

4. 三角形 OAB は,  $OA = 3$ ,  $OB = \sqrt{10}$ ,  $AB = 4$  を満たす。辺 AB を 5:3 に内分する点を D とし, 線分 OD を 2:1 に内分する点を E とする。次の間に答えよ. (15 点)

(1) 2 つのベクトル  $\vec{OA}$  と  $\vec{OB}$  の内積  $\vec{OA} \cdot \vec{OB}$  の値を求めよ.

(2) ベクトル  $\vec{OE}$  を  $\vec{OA}, \vec{OB}$  を用いて表せ.

(3) 三角形 OAB の重心を G とする。線分 GE の長さを求めよ.

— 3 —

— 4 —

5. 3次関数  $f(x)$  は  $f(0) = 0$  を満たし、その導関数は  $f'(x) = 2(x-1)(x-3)$  である。また、関数  $f(x)$  は  $x = p$  のとき極大値をとる。ただし、 $p$  は実数の定数である。次の間に答えよ。(20点)

(1) 関数  $f(x)$  を  $x$  の式で表せ。

(2)  $x$  の方程式  $f(x) = f(p)$  の解で、 $p$  以外のものを求めよ。

(3) 曲線  $y = f(x)$  の  $0 \leq x \leq p$  の部分と、直線  $y = f(p)$ 、 $y$  軸の3つで囲まれる図形の面積を求めよ。

— 5 —

解答解説は150ページ

## 物理 一般選抜（工学部第二部）（3月3日実施）

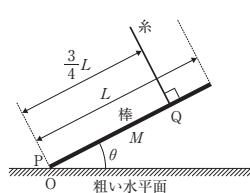
### 物理問題

(物 理)

注意 問題1、2は各問題に付した解答群から正解を選んで、正解の番号を解答用紙のそれぞれの解答欄に記入しなさい。問題3は解答用紙に導き方も付して解答しなさい。

1. 次の各問に答えなさい。(36点)

(i) 図のように、長さ  $L$  で質量  $M$  の細くて一様な棒の一端  $P$  を粗い水平面上の点  $O$  に置き、 $P$  からの距離が  $\frac{3}{4}L$  である棒上の点  $Q$  に取り付けた軽くて丈夫な糸を引き上げて棒を静止させた。このとき、棒と糸とのなす角度は  $90^\circ$ 、棒と水平面とのなす角度は  $\theta$  であった。重力加速度の大きさを  $g$  とする。



- (A) 糸の張力の大きさを求めなさい。  
(B) 棒が水平面から受ける垂直抗力の大きさを求めなさい。

(物 理)

番 号	1	2
(A) の 解 答 群	$\frac{2Mg\cos\theta}{3}$	$\frac{3Mg\cos\theta}{4}$
3	4	5
$Mg\cos\theta$	$Mg$	$Mg\sin\theta$

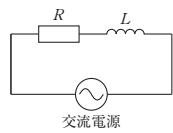
番 号	1	2
(B) の 解 答 群	$Mg\sin^2\theta$	$\frac{Mg(3-2\cos\theta\sin\theta)}{3}$
3	4	5
$\frac{Mg(4-3\cos\theta\sin\theta)}{4}$	$\frac{Mg(3-2\cos^2\theta)}{3}$	$\frac{Mg(4-3\cos^2\theta)}{4}$

— 15 —

— 16 —

(物 理)

- (ii) 図のように、自己インダクタンス  $L$  のコイルと抵抗値  $R$  の抵抗に、交流電源が接続された回路がある。交流電源の電圧の最大値を  $E$ 、角周波数を  $\omega$  とする。



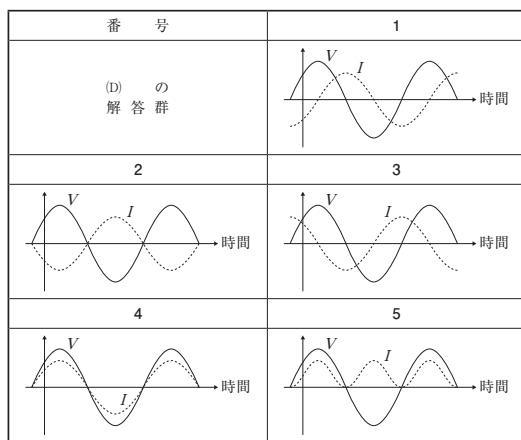
(C) コイルを流れる電流の最大値を求めなさい。

(D) コイル両端の電圧  $V$  とコイルを流れる電流  $I$  の時間変化を表すグラフを選びなさい。

番 号	1	2
(C) の 解 答 群	$\frac{E}{R + \omega L}$	$\frac{E}{R}$
3	4	5
$\frac{E}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}$	$\frac{E}{\sqrt{R^2 - \omega^2 L^2}}$	$\frac{E}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \omega^2 L^2}}$

(物 理)

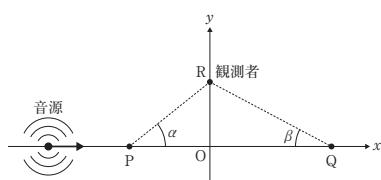
(物 理)



(物 理)

(物 理)

- (iii) 図のように、一定の振動数の音を発する音源が、 $xy$  平面上の  $x$  軸上を正の向きに一定の速さでゆっくり運動している。 $y$  軸上の点  $R$  では静止した観測者が音源の音を聞いており、 $x$  軸上の点  $P$  で音源が発した音を聞いたときの振動数は  $f_1$ 、 $x$  軸上の点  $Q$  で音源が発した音を聞いたときの振動数は  $f_2$  であった。線分  $PR$  と  $x$  軸とのなす角度は  $\alpha$ 、線分  $QR$  と  $x$  軸とのなす角度は  $\beta$  である。音速を  $V$ 、音源の速さは  $V$  より小さいとし、風の影響はないものとする。なお、観測者に対して斜め方向に運動する音源の速度は、観測者方向への速度成分を考えればよい。



(E) 音源の速さを求めなさい。

(F) 音源が発する音の振動数を求めなさい。

番 号	1	2
(E) の 解 答 群	$\frac{f_2}{f_1} V$	$\frac{f_1 - f_2}{f_1 \cos \alpha + f_2 \cos \beta} V$
3	4	5
$\frac{f_1 - f_2}{f_1 \cos \beta + f_2 \cos \alpha} V$	$\frac{f_1 \cos \alpha - f_2 \cos \beta}{f_1 \cos \alpha + f_2 \cos \beta} V$	$\frac{f_1 \cos \alpha - f_2 \cos \beta}{f_1 + f_2} V$

(物 理)

2. 真空中に、極板間隔が可変で極板面積  $S$  がじゅうぶんに大きい平行板コンデンサーがある。このコンデンサーに電荷  $Q$  を充電した後、回路から切り離した。真空の誘電率を  $\epsilon_0$  とする。 (24 点)

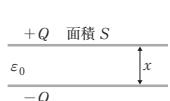


図 1

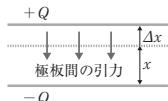


図 2

- (A) 図 1 のように、極板間隔が  $x$  であるときのコンデンサーの電気容量を求めなさい。  
 (B) (A)のとき、コンデンサーに蓄えられている静電エネルギーを求めなさい。  
 (C) 図 2 のように、コンデンサーの極板間隔  $x$  を極板間に働く引力に逆らつて微小な距離  $\Delta x$  だけ増加させた。このとき、コンデンサーに蓄えられている静電エネルギーを求めなさい。  
 (D) 極板を動かしている間の極板間の引力を一定として、(B)と(C)で求めた静電エネルギーの差より極板間の引力の大きさを求めなさい。

(物 理)

番 号	1	2	3	4	5
(A) の 解 答 群	$\frac{\epsilon_0 S}{x}$	$\frac{\epsilon_0 x}{S}$	$\frac{\epsilon_0 S}{2x}$	$\frac{\epsilon_0 x}{2S}$	$\epsilon_0 x S$

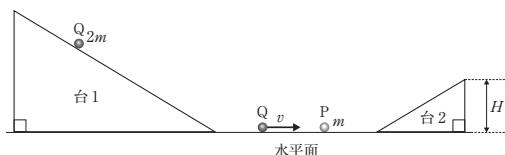
番 号	1	2	3	4	5
(B) の 解 答 群	$\frac{x Q^2}{\epsilon_0 S}$	$\frac{S Q^2}{\epsilon_0 x}$	$\frac{x Q^2}{2 \epsilon_0 S}$	$\frac{S Q^2}{2 \epsilon_0 x}$	$\frac{Q^2}{\epsilon_0 x S}$

番 号	1	2
(C) の 解 答 群	$\frac{S Q^2}{\epsilon_0 (x + \Delta x)}$	$\frac{S Q^2}{2 \epsilon_0 (x + \Delta x)}$
3	4	5
$\frac{Q^2}{\epsilon_0 (x + \Delta x) S}$	$\frac{(x + \Delta x) Q^2}{\epsilon_0 S}$	$\frac{(x + \Delta x) Q^2}{2 \epsilon_0 S}$

番 号	1	2	3	4	5
(D) の 解 答 群	$\frac{2 Q^2}{\epsilon_0 S}$	$\frac{Q^2}{2 \epsilon_0 S}$	$\frac{Q^2}{\epsilon_0 S}$	$\frac{S Q^2}{\epsilon_0}$	$\frac{S Q^2}{2 \epsilon_0}$

(物 理)

3. 図のように、斜面を持つ 2 つの台 1 および台 2 が水平面上に固定され、それぞれの斜面は水平面となめらかにつながっている。質量  $m$  の小球 P を水平面上に置いて静止させ、質量  $2m$  の小球 Q を台 1 の斜面上に置いて静かにはなすと、Q は斜面を滑り下りて速さ  $v$  で P と弾性衝突し、P と Q は台 2 の斜面を滑り上がった。台 2 の斜面の最高点の高さは  $H$  であり、台 1 の斜面の最高点の高さは  $H$  よりじゅうぶん高いものとする。水平面および 2 つの斜面は滑らかであり、高さの基準を水平面、重力加速度の大きさを  $g$  として、以下の各問に答えなさい。



- (A) P に衝突する直前の Q の運動エネルギーと、台 1 の斜面上で Q をはなした位置の高さをそれぞれ求めなさい。  
 (B) 衝突直後の P と Q の速さをそれぞれ求めなさい。  
 (C) 衝突後の P が台 2 の斜面を滑り上がって台 2 から飛び出すためには、台 1 の斜面上で Q をはなす位置の高さをいくらより大きくする必要があるか答えなさい。  
 (D) 衝突後の Q が台 2 の斜面を滑り上がって台 2 から飛び出すためには、台 1 の斜面上で Q をはなす位置の高さをいくらより大きくする必要があるか答えなさい。

1 次の英文を読んで、後の問い合わせに答えなさい。

(40点)

Humans establish beneficial relationships similar to those found in the natural world, fostering emotional and physical health. Our partnerships with friendly bacteria in our digestive systems, for example, aid digestion and overall health, while solid family ties and connections with nature support our emotional well-being. (a) These relationships are mutually advantageous, enhancing the lives of all involved.

(b) We can see in nature the mutual benefits among different species. The bond between humans and animals is the most evident of these relationships. Initially used in hunting due to their keen senses, dogs have become loyal companions, receiving food, shelter, and affection in return for their services. A further example is livestock. For example, cows provide us with essentials like dairy products. Pigs provide us with meat like sausages and bacon. Chickens give us eggs. In return, they all receive care and protection.

The plant world also plays a crucial role in human life, supplying oxygen, food, and medicinal resources. Humans have developed symbiotic relationships with numerous plant species through agriculture. (c) Selectively breeding them for improved abundance and lifespan. In exchange, we ensure these plants receive adequate water, nutrients, and protection from diseases and pests, illustrating a give-and-take relationship that benefits both sides.

In the wild, diverse species often form unexpected but mutually beneficial relationships. A notable example is the interaction between ants and aphids (small insects that feed on plant juice). These insects (d) excrete a sugary liquid called honeydew from their bodies, which ants consume. (e) In return, ants protect these insects from predators and harsh environmental conditions, moving them to better feeding sites or into their nests during colder months.

Within the ant colonies, there are specialized roles, with certain ants designated as (f) caretakers for these tiny insects. These ants are responsible for safely

— 1 —

transporting insects when the colony relocates, placing them in carefully constructed environments that imitate (g) their natural habitat. This level of detailed care is somewhat similar to human practices in pet care or livestock farming, where the welfare of the animals is closely managed.

Studying relationships at the micro level provides valuable insights into ecosystem balance and resilience. It teaches us about (h) life's interconnectedness and each species' critical role. Ants, acting as the world's smallest farmers and humans managing vast areas of land, show diverse and beneficial interactions. The intricate relationships we observe in nature are not just fascinating biological facts; they hold profound lessons on the symbiosis necessary for (i) keeping things on track. These relationships remind us that (j) every action we take impacts our ecosystem, pushing us to reflect on our role within this interconnected web of life.

As we look to the future, it becomes imperative that we apply these lessons from nature to our efforts in environmental conservation. By adopting a mindset that values cooperation and interdependence in nature, we can ensure the health of our ecosystems. Let's carry (r) this approach into our daily lives and decision-making, advocating for and adopting practices seen in nature that contribute to a sustainable and thriving planet.

【問1】次の各問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。

(a) 下線部(a)が指す内容は、どれですか。

1. 人間と植物の関係
2. 人間と家畜の関係
3. 人間と私たちを取りまく世界との関係
4. 消化器系と健康との関係

— 2 —

(b) 下線部(b)を簡潔に言い換えたものは、どれですか。

1. We can see the competition among different organisms in nature.
2. We can see nature's competition with humans specifically.
3. We can see related ideas exchanged between different animal species.
4. We can see nature promoting cooperative relationships among animals.

(c) 下線部(c)の具体的な内容は、どれですか。

1. They choose the plants that produce more food and last longer.
2. They select the plants that protect humans' health.
3. They develop the plants that supply oxygen and kill pests.
4. They breed the plants that provide the cleanest water.

(d) 下線部(d)の意味は、どれですか。

1. absorb
2. release
3. enter
4. transform

(e) 下線部(e)の表現を使って、筆者が説明しているアリの行為はどれですか。

1. protect the aphids and move them to more desirable spaces
2. improve the aphids' condition by consuming less honeydew
3. feed the aphids with plant juice and give them important roles
4. put the aphids in their nests and keep them cold for months

(f) 下線部(f)のような関係になる理由は、どれですか。

1. アリがアブラムシの形を真似るから
2. アブラムシが甘い液体を提供するから
3. アブラムシがアリの食物を消費するから
4. アリがアブラムシの敵から守るから

(g) 下線部(g)が指しているのは、どれですか。

1. humans
2. ants
3. aphids
4. plants

(h) 下線部(h)の具体的な例といえるのは、どれですか。

1. The relationship between ants and aphids
2. The bond between humans and dogs
3. The interaction between farmers and cultivated plants
4. The connection between humans and livestock

(i) 下線部(i)が表しているのは、どれですか。

1. relation
2. reflection
3. continuation
4. connection

(j) 下線部(j)によって著者が強調したいことは、どれですか。

1. A reminder of how humans have only a positive effect on the ecosystem
2. A recognition that humans must reduce negative impacts on ecosystems
3. A consideration of positive human influence on the insect world specifically
4. A view that humans do not have a negative impact on the great circle of life

(k) 本文の見出しとして適切なものは、どれですか。

1. Human relationships with animals in nature
2. Interdependent relationships in ecosystems
3. How different animals promote sustainability
4. Agricultural techniques in ecological conservation

— 3 —

— 4 —

〔問2〕下線部(ア)は、何を指しているか。日本語で簡潔に説明しなさい。

〔2〕次の英文の空所に入れるのに最も適切な語句を選び、その番号で答えなさい。  
(20点)

- (a) This new technology is under development but at least the investment ( ) .  
1. has already made      2. has been made  
3. has yet been made      4. has be made

- (b) Do you prefer to study in your room?  
Not really. I would rather study at the library because I ( ) at home.  
1. get interrupted      2. keep interrupted myself  
3. get interrupting      4. keep myself interrupting

- (c) Be aware that the schedule is ( ) to change.  
1. intent      2. object      3. subject      4. propose

- (d) We had ( ) a hundred guests at the ceremony. More than we expected.  
Really? That's incredible!  
1. no less than      2. no more than  
3. fewer than      4. much less than

- (e) Is the project leader able to attend the team meeting?  
She hasn't recovered yet. ( ), I'll attend instead.  
1. Having been sick      2. Been still sick  
3. If she weren't sick      4. As she is still sick

- (f) Dad, did you use a computer for assignments when you were in school?  
Yes. I was not as good ( ) though.  
1. that you were      2. as you are  
3. as you did      4. that you do

— 5 —

— 7 —

(g) Preparations for the event will ( ) how well it turns out.  
1. contribute      2. pursue      3. provide      4. determine

(h) One of ( ) connections I made at the conference offered us financial support.  
1. those      2. who      3. whose      4. whom

(i) I didn't make enough effort in my last relationship, and I regret ( ) it.  
1. neglected      2. having neglected  
3. to neglect      4. in neglecting

(j) This camera is not really ( ) since I am going to replace it anyway.  
1. worth being repaired      2. worthily repaired  
3. worth to repair      4. worth repairing

〔3〕次の英文を読んで、各問い合わせに対する最も適切な答えを1つずつ選び、その番号で答えなさい。  
(20点)

Melvin was exhausted from his studies. As he stared at the book in front of him, his mind felt foggy and his motivation was nearly empty. With a critical test scheduled for Monday, he knew he had no choice but to continue studying, even though he would have preferred to be doing anything else at that moment. He reached for his phone, an easy distraction, lay on his bed, and began scrolling. He engaged with a few apps and watched several videos, thinking to himself that it was a complete waste of time. This wasn't helping his studies at all. However, he turned to social media to see if anything new was happening. "What's going on in the news now?" he mused aloud. As he scrolled through the feed, his attention was captured by an advertisement marked with "Ad" in the upper right-hand corner. "Another scam," he remarked. Yet, his curiosity prompted him to read the bold title above a vibrant, smiling elephant: "Instant, pain-free learning!"

Normally, Melvin was cautious about such advertisements, aware that most were just clever schemes to make money. However, this particular ad drew his interest. He clicked on the ad, which directed him to his phone's mobile app store. After a brief registration process, the app was downloaded to his phone. Upon opening the app, Melvin was welcomed by a cartoon elephant who introduced himself as Neil, Melvin's new virtual learning companion. Neil guided Melvin through the initial setup and then presented a variety of learning options, including languages, math, science, and general knowledge. With his upcoming test in math, Melvin selected this subject, hoping to find resources that would be directly applicable.

To his surprise, the math section was extremely relevant to his current studies, specifically to the applied mathematical problems he was preparing for. The first challenge posed was a classic: A bat and a ball cost a total of \$1.10. The bat costs \$1.00 more than the ball. How much does the ball cost? Initially, Melvin thought

— 8 —

— 9 —

the ball might be 10 cents, which would mean the bat was \$1.10, totaling \$1.20—a mistake in calculation. After reconsidering, he figured out that the ball must cost 5 cents and the bat, being \$1.00 more, was \$1.05, thus maintaining the correct total of \$1.10. This realization was both satisfying and encouraging, and he eagerly tackled more problems.

After about 30 minutes, Melvin had worked through an entire set of examples, and the app notified him that he had achieved a daily milestone, rewarding him with twenty digital diamonds. Neil the elephant appeared again, congratulating him and offering more advanced lessons in exchange for diamonds. As Melvin clicked to continue, he was informed that he would need to purchase additional diamonds to advance further. This was disappointing as he had been enjoying the learning experience but was not inclined to spend money at this point. Neil informed him that more free lessons would be available the next day. Considering this, Melvin decided to return to his study desk, reopened his book, and focused on his free studies for the rest of the evening.

(a) What was Melvin's first reaction to the learning app advertisement?

1. He was disinterested as he had already used the app.
2. He criticized the learning method the app offered.
3. He was unsure about where he could get the app.
4. He doubted the honesty of the app's advertisement.

(b) How did Melvin access the learning app on his phone?

1. By browsing advertisements on language learning sites.
2. By clicking on an ad that took him to the app store.
3. By searching for learning apps in the app store directly.
4. By visiting the app's website and downloading the software.

— 10 —

— 11 —

4 春休みに卒業旅行中のNoahとJunが、海岸から離島へ渡ろうとしているところ、立て看板を見つけました。情報の内容と一致するように会話を空所に最も適切な英単語を入れて、会話を完成させなさい。ただし、与えられたアルファベットで始まる単語で答えること。

例) (p )に“party”という語が入る場合、解答欄には partyと書くこと。

(20点)

**WARNING**   
The road is submerged in water twice a day at high tide.

- Cross only during the safe crossing times.  
- The times can change due to weather conditions such as extreme high tides, high winds, and storms.  
- Always allow 30 minutes extra to account for these variables.  
- Be considerate of pedestrians and cyclists when passing by.  
- Watch out for crossing deer, most likely at night, dawn, dusk, and fog.

**WALKING ROUTE** (approx. 30min) over the sand is on the lower south side of the road, but the safe crossing times do not apply. If you wish to use the walking route, do this during daylight hours and complete the walk before the middle of the safe-to-cross time period. Never cross when the tide is rising.

 If you need to evacuate, use the refuge box for sheltering. Only use when necessary. Coastguard rescue costs are very high.

XX Island Causeway safe crossing times (March 202X)				
Date	Safe to cross	Unsafe to cross	Safe to cross	Unsafe to cross
Sun 12th	10:45 until 19:10	19:10 until 22:55	22:55 until 07:35 (Mon)	07:35 (Mon) until 12:05 (Mon)
Mon 13th	12:05 until 20:10	20:10 until 23:40	23:40 until 08:45 (Tue)	08:45 (Tue) until 12:45 (Tue)
Tue 14th	12:45 until 21:15	21:15 until 00:40 (Wed)	00:40 (Wed) until 10:00 (Wed)	10:00 (Wed) until 13:20 (Wed)

For further information, scan this QR code: 

— 13 —

(c) Why was Melvin surprised when he opened the app?

1. The app offered to teach him something about mobile applications.
2. The app had the option of learning something related to his study.
3. The app explained all the problems easily and cost nothing.
4. The app offered general knowledge tips relating to real-life problems.

(d) What realization did Melvin come to while solving the first math problem on the app?

1. The app's problems were too easy for his level of expertise.
2. He needed to submit his answers more quickly on the app.
3. His initial guess about the problem's solution was incorrect.
4. The app provided a basic approach to solving math problems.

(e) How did Melvin react to the app's request to purchase additional diamonds?

1. He eagerly bought more diamonds to continue with the lessons.
2. He decided to earn diamonds through completing more lessons.
3. He quickly closed the app and decided to find other ways to study online.
4. He immediately closed the app and resumed studying with his books.

— 11 —

Noah : Ahh, there's the signboard. It says that the road is <sup>①</sup>(u ) water at high tides and appears at low tides, right?

Jun : Definitely. Is this road passable for <sup>②</sup>(w ) as well as vehicles?

Noah : Yes, it is. The traffic warning says, "Be considerate of pedestrians", so it's OK to cross.

Jun : Hey, it says deer cross this road, too. I'd love to see them!

Noah : There won't be any deer because it's <sup>③</sup>(n ) early morning nor nightfall, and it's not <sup>④</sup>(f ) outside.

Jun : There seems to be another path. I'd like to follow the sandy route rather than the road.

Noah : The notice says that the safe-to-cross times don't seem to apply to the walking path.

Jun : Although there is a <sup>⑤</sup>(s ), let's be careful. We can't afford to pay to be <sup>⑥</sup>(r ).

Noah : What time is it now?

Jun : Quarter to twelve.

Noah : It's Monday today, so in another <sup>⑦</sup>(t ) minutes, it'll be time to cross safely.

Jun : It says to take an extra <sup>⑧</sup>(h ) hour for safety, doesn't it?

Noah : Yes. We can look around the beach for an hour or so while we wait.

Jun : The signboard tells us the safe-to-cross times for cars is from 12:05 until 20:10 today. So, it would give drivers about 8 hours. But we should've finished <sup>⑨</sup>(c ) before the tide turns into a rising tide.

Noah : We should also be back before 16:00, right?

Jun : We have plenty of time! One way <sup>⑩</sup>(t ) about 30 minutes, so we'll be fine on our way back, as long as we don't sink of course!

— 14 —

解答解説は205ページ

# 解答・解説

数学	138
物理	153
化学	166
生物	175
国語	181
英語	185

# 数学

## 前期日程1日目（2月1日試験）

### 【解答例】

#### 数学Ⅲを含む問題

##### 1. (配点40点)

(1) 求める和を  $s_n$  とおく。二項定理より

$$(1+2)^n = \sum_{k=0}^n {}_n C_k \cdot 2^k = 1 + 2 \sum_{k=1}^n {}_n C_k \cdot 2^{k-1}.$$

$$\text{よって, } 3^n = 1 + 2s_n \text{ より } s_n = \frac{3^n - 1}{2}.$$

(2)  $X=abc(a+b+c)$  とおく。 $X$  が3の倍数とならない場合の数について考える。 $abc$  が3の倍数にならないためには  $a, b, c$  は3つとも3の倍数でないことが必要である。つまり  $a, b, c$  は1, 2, 4, 5のいずれかである。さて、1, 4は3で割ると1余る数であり、2, 5は3で割ると2余る数である。ここで、 $S=\{1, 4\}$ 。  
 $T=\{2, 5\}$  とする。 $a, b, c$  は1, 2, 4, 5のいずれかであり、 $a+b+c$  が3で割り切れないのは、 $a, b, c$  のうち、「2個が  $S$  から、1個が  $T$  から選ばれる場合、または1個が  $S$  から、2個が  $T$  から選ばれる場合」である。

よって、 $X$  が3の倍数とならない場合の数は  $2 \cdot 2^3 \cdot 3 = 48$  通りである。以上より、求める確率は

$$1 - \frac{48}{6^3} = 1 - \frac{2}{9} = \frac{7}{9}.$$

(3) 与えられた式を変形すると  $(x-y+3)k+x+y+5=0$  となる。方程式  $x-y+3=0$  と  $x+y+5=0$  を同時に満たす  $x, y$  の組は  $x=-4, y=-1$  である。よって、この直線  $l$  は  $k$  の値に関わらず、定点  $(-4, -1)$  を通る。

次に、与えられた式から  $(k-1)y=(k+1)x+3k+5$  となる。 $k=1$  のとき、直線  $l$  は  $x=-4$  となり、特に第2象限を通る。よって、

$k \neq 1$  としてよく、このとき、 $y = \frac{k+1}{k-1}x + \frac{3k+5}{k-1}$  となる。よって、 $0 \leq \frac{k+1}{k-1} \leq \frac{1}{4}$  を満たす  $k$  の値の範囲を求める。よって、 $k-1 < 0$  のときと  $k-1 > 0$  のときとに場合分けしてこの不等式を解くと  $-\frac{5}{3} \leq k \leq -1$  となり、これが求める  $k$  の値の範囲である。

(4)  $f(x) = (x-2)e^x + x^2 + 2 - 3x = (x-2)(e^x + x - 1)$  とおく。 $x=0, 2$  は方程式  $f(x)=0$  の解である。 $g(x) = e^x + x - 1$  とおくと  $g'(x) = e^x + 1 > 0$ 、かつ、 $g(0)=0$  より、 $g(x)=0$  を満たす  $x$  は  $x=0$  のみである。よって、方程式  $f(x)=0$  の解は  $x=0, 2$  に限られ、 $0 \leq x \leq 2$  において  $f(x) \leq 0$  である。求める面積を  $S$  とすると

$$\begin{aligned} S &= - \int_0^2 (x-2) \left( e^x + \frac{1}{2}x^2 - x \right)' dx \\ &= - \left[ (x-2) \left( e^x + \frac{1}{2}x^2 - x \right) \right]_0^2 + \int_0^2 \left( e^x + \frac{1}{2}x^2 - x \right) dx \\ &= - \{0 - (-2) \cdot 1\} + \left[ e^x + \frac{1}{6}x^3 - \frac{1}{2}x^2 \right]_0^2 \\ &= -2 + \left( e^2 + \frac{4}{3} - 2 - 1 \right) = e^2 - \frac{11}{3}. \end{aligned}$$

(5)  $I = \int_1^{\sqrt{3}} \frac{1}{1+x^2} dx$  とする。

$$x = \tan \theta \left( -\frac{\pi}{2} < \theta < \frac{\pi}{2} \right) \text{ とおくと } dx = \frac{1}{\cos^2 \theta} d\theta.$$

$x$	1	$\rightarrow$	$\sqrt{3}$
$\theta$	$\frac{\pi}{4}$	$\rightarrow$	$\frac{\pi}{3}$

$$I = \int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{3}} \frac{1}{1+\tan^2 \theta} \cdot \frac{d\theta}{\cos^2 \theta} = \int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{3}} d\theta = \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{12}.$$

##### 2. (配点30点)

(1)  $|\overrightarrow{BC}| = \sqrt{5}$  より、 $|\vec{c} - \vec{b}|^2 = 5$  である。よって、

$$5 = |\vec{c}|^2 - 2\vec{c} \cdot \vec{b} + |\vec{b}|^2$$

である。ここで、 $AB=1, CA=\sqrt{2}$  であるから

$$5 = 2 - 2\vec{c} \cdot \vec{b} + 1$$

となる。ゆえに  $\vec{b} \cdot \vec{c} = -1$ 。

(2)  $\cos \angle BAC = \frac{\vec{b} \cdot \vec{c}}{|\vec{b}| |\vec{c}|} = -\frac{1}{\sqrt{2}}$  であるため、 $\angle BAC = 135^\circ$  である。

正弦定理より、求める半径を  $R$  とすると  $2R = \frac{BC}{\sin 135^\circ}$  であるから、 $R = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{5} = \frac{\sqrt{10}}{2}$ 。

(3)  $\overrightarrow{AO} = s\vec{b} + t\vec{c}$  とおく。また、辺  $AB$ 、辺  $AC$  の中点をそれぞれ  $M, N$  とすると  $OM \perp AB, ON \perp AC$  である。このとき、

$$\overrightarrow{OM} = \overrightarrow{AM} - \overrightarrow{AO} = \frac{1}{2}\vec{b} - (s\vec{b} + t\vec{c}) = \left(\frac{1}{2} - s\right)\vec{b} - t\vec{c}$$

であり、 $OM \perp AB$  から、

$$0 = \vec{b} \cdot \left[ \left(\frac{1}{2} - s\right)\vec{b} - t\vec{c} \right] = \frac{1}{2} - s + t$$

となるので、 $\frac{1}{2} - s + t = 0$  が得られる。また、

$$\overrightarrow{ON} = \overrightarrow{AN} - \overrightarrow{AO} = \frac{1}{2}\vec{c} - (s\vec{b} + t\vec{c}) = -s\vec{b} + \left(\frac{1}{2} - t\right)\vec{c}$$

であり、 $ON \perp AC$  から、

$$0 = \vec{c} \cdot \left[ -s\vec{b} + \left(\frac{1}{2} - t\right)\vec{c} \right] = s + 1 - 2t$$

となるので、 $s + 1 - 2t = 0$  が得られる。これらより、 $s = 2, t = \frac{3}{2}$

である。よって、 $\overrightarrow{AO} = 2\vec{b} + \frac{3}{2}\vec{c}$ 。

##### 3. (配点30点)

(1)  $f(x) = x + \frac{9}{x}$  より、 $f'(x) = 1 - \frac{9}{x^2} = \frac{x^2 - 9}{x^2}$ 。 $x > 0$  の範囲で  $f'(x) = 0$  を解くと、 $x = 3$ 。よって極値をとる  $x$  の候補は  $3$  となる。 $x = 3$  の前後で  $f'(x)$  の符号は変化する。よって  $f(x)$  は  $x = 3$  で極値をとる。

(2) 直線  $l$  の方程式は

$$\begin{aligned} y &= \left(1 - \frac{9}{a^2}\right)(x-a) + a + \frac{9}{a} \\ &= \left(1 - \frac{9}{a^2}\right)x + \frac{18}{a}. \end{aligned}$$

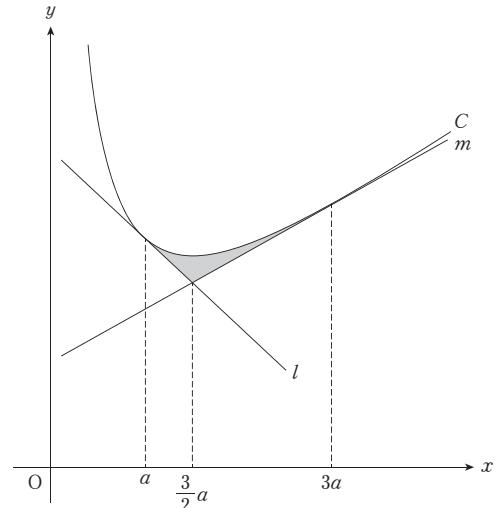
(3) 直線  $m$  の方程式は

$$\begin{aligned} y &= \left(1 - \frac{1}{a^2}\right)(x-3a) + 3a + \frac{3}{a} \\ &= \left(1 - \frac{1}{a^2}\right)x + \frac{6}{a}. \end{aligned}$$

直線  $l$  と直線  $m$  の式を連立して

$$\left(1 - \frac{9}{a^2}\right)x + \frac{18}{a} = \left(1 - \frac{1}{a^2}\right)x + \frac{6}{a}.$$

これを整理すると  $\frac{8}{a^2}x = \frac{12}{a}$  であるから  $x = \frac{3}{2}a$ 。



曲線  $C$  と直線  $l$  の接点の座標は  $\left(a, a + \frac{9}{a}\right)$ 、直線  $l$  と直線  $m$  の交点の座標は  $\left(\frac{3}{2}a, \frac{3}{2}a + \frac{9}{2a}\right)$ 、曲線  $C$  と直線  $m$  の接点の座標は  $\left(3a, 3a + \frac{3}{a}\right)$  である。曲線  $C$ 、直線  $l$ 、直線  $x = \frac{3}{2}a$  で囲まれる領域の面積を  $S_1$ 、曲線  $C$ 、直線  $m$ 、直線  $x = \frac{3}{2}a$  で囲まれる領域の面積を  $S_2$  とする。このとき、 $S = S_1 + S_2$  である。

$S_1, S_2$  は次の積分により計算される。

$$\begin{aligned} S_1 &= \int_a^{\frac{3}{2}a} \left( x + \frac{9}{x} \right) - \left( 1 - \frac{9}{a^2} \right) x - \frac{18}{a} dx = \int_a^{\frac{3}{2}a} \frac{9}{a^2} x + \frac{9}{x} - \frac{18}{a} dx \\ &= \left[ \frac{9}{2a^2} x^2 + 9 \log|x| - \frac{18}{a} x \right]_a^{\frac{3}{2}a} \\ &= \left[ \frac{9}{2a^2} \times \left( \frac{3}{2}a \right)^2 + 9 \log \left| \frac{3}{2}a \right| - \frac{18}{a} \times \left( \frac{3}{2}a \right) \right] \\ &\quad - \left[ \frac{9}{2a^2} \times a^2 + 9 \log|a| - \frac{18}{a} \times a \right] \\ &= \frac{9}{2} \times \frac{5}{4} + 9 \log \frac{3}{2} - 18 \times \frac{1}{2} = 9 \log \frac{3}{2} + \frac{45}{8} - 9 \\ &= 9 \log \frac{3}{2} - \frac{27}{8}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_2 &= \int_{\frac{3}{2}a}^{3a} \left( x + \frac{9}{x} \right) - \left( 1 - \frac{1}{a^2} \right) x - \frac{6}{a} dx = \int_{\frac{3}{2}a}^{3a} \frac{1}{a^2} x + \frac{9}{x} - \frac{6}{a} dx \\ &= \left[ \frac{1}{2a^2} x^2 + 9 \log|x| - \frac{6}{a} x \right]_{\frac{3}{2}a}^{3a} \\ &= \left[ \frac{1}{2a^2} \times 9a^2 + 9 \log|3a| - \frac{6}{a} \times 3a \right] \\ &\quad - \left[ \frac{1}{2a^2} \times \left( \frac{3}{2}a \right)^2 + 9 \log \left| \frac{3}{2}a \right| - \frac{6}{a} \times \frac{3}{2}a \right] \\ &= 9 \log 2 + \frac{27}{8} - 9. \end{aligned}$$

よって

$$S = S_1 + S_2 = \left( 9 \log \frac{3}{2} - \frac{27}{8} \right) + \left( 9 \log 2 + \frac{27}{8} - 9 \right) = 9(\log 3 - 1).$$

### 数学Ⅲを含まない問題

1. (配点 40 点)

- (1) **数学Ⅲを含む問題**と同じ。
- (2) **数学Ⅲを含む問題**と同じ。
- (3) **数学Ⅲを含む問題**と同じ。
- (4)  $x^2 - 4x + 3 \leq 0$  の解は  $1 \leq x \leq 3$  である。また、 $-1 < \cos x < \frac{1}{2}$  より、 $\frac{\pi}{3} + 2m\pi < x < \pi + 2m\pi, \pi + 2m\pi < x < \frac{5\pi}{3} + 2m\pi$  を得る。

ただし、 $m$  は整数である。 $m=0$  のとき、これらの共通部分が存在し、その共通部分は  $\frac{\pi}{3} < x \leq 3$ 。

- (5)  $a_1=0$  より、 $a_2=1$  である。 $a_{n+1}=2a_n+2n-1 \cdots (*)$  より、 $a_{n+2}=2a_{n+1}+2n+1 \cdots (**)$  がわかる。ここで、 $(**)-(*)$  より、 $a_{n+2}-a_{n+1}=2(a_{n+1}-a_n)+2$  であり、 $b_n=a_{n+1}-a_n$  とおくと、 $b_1=1, b_{n+1}=2b_n+2$  である。これを変形すると  $b_{n+1}+2=2(b_n+2)$  であるから、 $b_n=3 \cdot 2^{n-1}-2$  である。 $n \geq 2$  のとき、

$$a_n = a_1 + \sum_{k=1}^{n-1} (3 \cdot 2^{k-1} - 2) = 3 \cdot \frac{2^{n-1}-1}{2-1} - 2(n-1)$$

より、 $a_n=3 \cdot 2^{n-1}-2n-1$ 。これは  $n=1$  のときも成り立つ。すなわち、 $a_n=3 \cdot 2^{n-1}-2n-1$ 。

2. (配点 30 点)

- 数学Ⅲを含む問題**と同じ。

3. (配点 30 点)

- (1)  $C_1$  と  $l$  の式を連立して

$$-\frac{1}{2}x^2 = mx.$$

これを整理すると  $x(x+2m)=0$  であるから  $x=0, -2m$ 。よって、

$$\begin{aligned} S_1 &= \int_{-2m}^0 \left( -\frac{1}{2}x^2 - mx \right) dx \\ &= -\frac{1}{2} \int_{-2m}^0 x(x+2m) dx \\ &= -\frac{1}{2} \cdot \left( -\frac{1}{6} \right) \{0 - (-2m)\}^3 = \frac{2}{3}m^3. \end{aligned}$$

(2)  $C_2$  と  $l$  の式を連立して

$$-x^2 + 2x = mx.$$

これを整理すると  $x(x+m-2)=0$  となるから  $x=0, 2-m$ 。よって、

$$\begin{aligned} S_2 &= \int_0^{2-m} (-x^2 + 2x - mx) dx \\ &= -\int_0^{2-m} x(x+m-2) dx \\ &= -\left( -\frac{1}{6} \right) (2-m)^3 \\ &= \frac{1}{6} (2-m)^3. \quad \left( = -\frac{1}{6}m^3 + m^2 - 2m + \frac{4}{3} \right) \end{aligned}$$

(3)  $S = S_1 + S_2 = \frac{1}{2}m^3 + m^2 - 2m + \frac{4}{3}$ 。両辺を  $m$  で微分すると

$$\begin{aligned} S' &= \frac{3}{2}m^2 + 2m - 2 \\ &= \frac{1}{2}(3m^2 + 4m - 4) \\ &= \frac{1}{2}(m+2)(3m-2). \end{aligned}$$

$S$  の増減は次の表のようになる。

$m$	(0)	...	$\frac{2}{3}$	...	(2)
$S'$		-	0	+	
$S$		↗	$\frac{16}{27}$	↗	

したがって、 $m=\frac{2}{3}$  のとき、 $S$  の最小値は  $\frac{16}{27}$ 。

### 【解説】

### 数学Ⅲを含む問題

1.

- (1) 式の形と二項展開を関連付けることができるかが問われていた。
- (2) 余事象を考えることで状況を整理することができる。
- (3) グラフを描き、直線が満たすべき条件を把握することが大切である。
- (4) グラフの概形を描くことがやや難しい関数である。しかし、計算自体は基本的である。
- (5)  $x=\tan \theta$  と置換し、定積分を計算する問題は基本的な内容なので覚えておきたい。

2.

- (1) 内積の定義に関する基本的な設問である。
- (2) 正弦定理を用いることができるかを問う設問である。
- (3) 外接円の中心についてベクトルを用いて考察する際の定番の出題である。

3.

- (1) 関数の極値を問う、非常に基本的な設問である。
- (2) 曲線の接線の方程式を求める標準的な設問である。
- (3) 解答例では積分区間を二つに分けて計算しているが、台形の面積を利用する方法で計算することもできる。

### 数学Ⅲを含まない問題

1.

- (1) **数学Ⅲを含む問題**と同じ。
- (2) **数学Ⅲを含む問題**と同じ。
- (3) **数学Ⅲを含む問題**と同じ。
- (4) 三角関数を含む不等式の設問として基本的である。
- (5) 階差数列の知識を問う設問である。

2.

**数学Ⅲを含む問題**と同じ。

3.

- (1) 面積を求める基本的な設問である。
- (2) 正しく立式し,  $\int_{\alpha}^{\beta} (x-\alpha)(x-\beta)dx = -\frac{1}{6}(\beta-\alpha)^3$  の公式を利用して欲しい。
- (3) 直前までの結果を用いて得た式を,  $m$  で微分する。

**【出題者から】**

- (1) 出題のねらい

試験範囲について, 基本的・標準的な内容を理解しているかを問う問題を出題している。いくつかの定理・公式や考え方を組み合わせて解く問題を含むが, いずれも数学の教科書に記載されている知識を元に解答できる問題である。また, 本日程の解答例では, ベクトルの問題において, 数学Aの知識を用いている。過去の問題に取り組む中で, 解答例などをみながら抜け落ちている知識の復習も進めて欲しい。

- (2) ここがポイント

共通問1(3)前半の直線  $l$  が通る定点を求めるのは非常に基本的な内容であり, 教科書等を参考にして欲しい。また,  $y = \frac{k+1}{k-1}x + \frac{3k+5}{k-1}$  を得た後, 解答例では直線の傾きに注目して不等式を立てた。直線の  $y$  切片に注目して,  $-1 \leq \frac{3k+5}{k-1} \leq 0$  という不等式を立てて考えてもよい。

共通問2(3)まずは解答例のように,  $\overrightarrow{AO} = s\vec{b} + t\vec{c}$  とおく。すると  $s, t$  を与えられた条件から計算すればよいことになる。三角形の外接円の中心について, 「3辺の垂直二等分線が交わる点」として考えれば, 点Oから直線ABに下ろした垂線が直線OMに一致する。このことから, 解答例のように立式できるのである。

**数学Ⅲを含む問題**

問3(3)別解として, 曲線の  $a \leq x \leq 3a$  と  $x$  軸で挟まれた部分の面積から, 2つの台形の面積を除いて計算する方法もある。この方法だと直接積分して計算するよりも計算量を減らすことができる。この場合に限らず, 面積を求める問題では, 三角形, 四角形, 円などが座標平面内に登場するとき, 積分を計算するより簡単に面積を出せる場合が多い。他の問題を解く際にも, その点を意識してみよう。

**数学Ⅲを含まない問題**

問3  $\int_{\alpha}^{\beta} (x-\alpha)(x-\beta)dx = -\frac{1}{6}(\beta-\alpha)^3$  の公式を正しく使えるようにしておこう。実際の問題では積分の中身の  $x^2$  の係数が, 解答例(1)では  $-1/2$ , (2)では  $-1$  となっている。公式の使い方が曖昧な場合は教科書で確認し, 類題を解いて適切に公式を活用できるようにしてほしい。

- (3) こんなミスが目立った

**数学Ⅲを含む問題****問題1 (小問集)**

- (1) 正解者はほとんどいなかった。
- (2) 正解者はほとんどいなかった。 $\frac{167}{216}$  や  $\frac{2}{9}$  という誤答が多かった。
- (3) 座標に関しては正解者が多かったが  $(-1, -4)$  という誤答もみられた。  $k$  の範囲については正解者は少なかった。  $k$  の範囲については等号を忘れている誤答が多かった。
- (4) 割とできていたが, 符号の間違いが多かった。
- (5) 正答率は高かった。 符号の間違いもみられた。  $\frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{4}$  と解答している答案もみられたが式はきちんと最後まで整理してほしい。

**問題2**

最初の(1), (2)は正答率がかなり高かったが, (3)はほとんどできていなかった。

- (1) ベクトルの大きさ, 内積を利用せず, 余弦定理を利用した解答が多くあった。0や1という誤答がみられた。

(2) (1)よりも正答率が高いようであった。正弦定理の内容を不正確に覚えていると思われる誤答がみられた。

(3) AOとBCの交点をBCの中点と勘違いして解答に取り組んでいるものがやや目についた。また,  $\overrightarrow{AO} = s\vec{b} + t\vec{c}$  とおいて  $s$  と  $t$  の条件を求めるところまで終わっている解答が目についた。

問題3全体的によくできていた。

- (1) 正答率は高かったが,  $\frac{1}{x}$  の微分を  $\log x$  とかんちがいしている解答も少なくなかった。

- (2) 正答率は高かった。

- (3) 正答率は高かったが,  $a$  と 9 の書き間違い,  $dx$  や積分記号を書いていないなどの記号の誤用や括弧や絶対値の書き忘れなど乱雑な書き方を原因とする計算ミスが目立った。グラフの上下関係が把握できていない解答もよくみられた。

**数学Ⅲを含まない問題****問題1 (小問集)**

- (1) **数学Ⅲを含む問題**と同様。

- (2) **数学Ⅲを含む問題**と同様。

- (3) **数学Ⅲを含む問題**と同様。

- (4) 割とよくできていた。等号を忘れている誤答がみられた。

- (5) ほとんどできていなかった。

**問題3**

例年に比べて問題が易しいためか, できがよかった。

- (1) 面積が  $-\frac{2}{3}m^3$  となっている答案がみられた。

- (2)  $(2-m)^3$  の展開が正しくできていない答案が多かった。

- (3) 増減表に関数の増減を表す矢印が書かれていない答案が少しみられた。 (3)は(1)と(2)が正しく解けていないとできないことから正答率は低かった。

- (4) 過去3年の出題傾向

例年, 試験範囲となっている分野から満遍なく標準的な問題が出題されているが, 微分積分とベクトル(特に微分積分)に関しては大学入学後も学ぶ内容であるためかなりの頻度で出題されている。

- (5) 重要ポイント&合格へのアドバイス

幅広い分野から出題されているため, 高校数学の内容全体をしっかりと学ぶことが合格への近道である。特に微分積分に関しては出題傾向の欄にも書いたようにかなりの頻度で出題されているため, 基本的な関数の微分, 積分の計算法やそれを応用した接線の求め方や面積の求め方など基本的な手法をしっかりと身につけておきたい。それに加えて三角関数, 指数・対数関数といった重要な関数の性質についても理解しておくことが重要である。また, 単に最終的な解答を導き出すだけではなく, 解答までに至る途中経過もわかりやすく整理し答案としてまとめられることが大切である。数式を羅列するだけではなく, 必要な場合は解答の過程をきちんと文章で説明することができるようになってほしい。さらに図やグラフも答案の中で有効に利用してほしい。

**前期日程2日目 (2月2日試験)****[解答例]****数学Ⅲを含む問題**

1. (配点40点)

- (1)  $x = 2^{\frac{5}{3}}, y = 2^{\frac{1}{3}}\sqrt{36} = 2\sqrt{6} = 2^{\frac{3}{2}} \cdot 3^{\frac{1}{2}}, z = 2^{-\frac{5}{6}} \cdot 3^{\frac{1}{2}}$  であるから, 求める整数は

$$\left(2^{\frac{3}{2}} \cdot 3^{\frac{1}{2}} \cdot 2^{-\frac{5}{6}} \cdot 3^{\frac{1}{2}} - 2^{\frac{5}{3}}\right)^6 = \left(2^{\frac{3}{2}} \cdot 3 - 2^{\frac{5}{3}}\right)^6 = \left(2^{\frac{3}{2}}\right)^6 = 16.$$

- (2)  $a_{n+2} = \frac{a_{n+1}+1}{a_n}, a_1 = a_2 = 1$  より,  $a_3 = \frac{a_2+1}{a_1} = 2$ 。同様に  $a_4 = 3, a_5 = 2, a_6 = 1, a_7 = 1$  である。よって, この数列は 1, 1, 2, 3, 2 を繰り返すことがわかる。以上より

$$\sum_{k=1}^{2025} a_k = 9 \cdot 405 = 3645.$$

- (3) 3点 A, B, P は互いに異なる点であり,  $\overrightarrow{BP}$  は  $\vec{n}$  に平行であるから, 0 でない実数  $k$  を用いて  $\overrightarrow{BP} = k\vec{n} = (k, -2k, -5k)$  とおく.

$$\overrightarrow{AB} = \left( \frac{1}{2}, 3, -3 \right) - (1, 2, 3) = \left( -\frac{1}{2}, 1, -6 \right),$$

$$\overrightarrow{AP} = \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BP} = \left( k - \frac{1}{2}, -2k + 1, -5k - 6 \right)$$

であり,  $\overrightarrow{AP} \perp \overrightarrow{BP}$  より  $\overrightarrow{AP} \perp \vec{n}$ . よって,  $\overrightarrow{AP} \cdot \vec{n} = 0$  を整理して

$$k = -\frac{11}{12}$$
 を得る.

$$\overrightarrow{AP} = \left( -\frac{11}{12} - \frac{1}{2}, 2 \cdot \frac{11}{12} + 1, 5 \cdot \frac{11}{12} - 6 \right)$$

$$= \left( -\frac{17}{12}, \frac{17}{6}, -\frac{17}{12} \right).$$

$$\overrightarrow{OP} = \overrightarrow{OA} + \overrightarrow{AP} = (1, 2, 3) + \left( -\frac{17}{12}, \frac{17}{6}, -\frac{17}{12} \right)$$

$$= \left( -\frac{5}{12}, \frac{29}{6}, \frac{19}{12} \right).$$

よって, 求める点 P の座標は  $\left( -\frac{5}{12}, \frac{29}{6}, \frac{19}{12} \right)$ .

- (4) 求める値を I とする.

$$I = \int_{-1}^8 (x+2)' \log(x+2) dx$$

$$= \left[ (x+2) \log(x+2) \right]_{-1}^8 - \int_{-1}^8 dx$$

$$= 10 \log 10 - 9.$$

- (5)  $T_n = \left( \sqrt{\frac{n-1}{n}} \right)^n$  とおく.

$$\begin{aligned} T_n &= \left( \frac{n-1}{n} \right)^{\frac{n}{2}} = \left( \frac{n}{n-1} \right)^{-\frac{n}{2}} = \left\{ \left( \frac{n}{n-1} \right)^n \right\}^{-\frac{1}{2}} \\ &= \left\{ \left( 1 + \frac{1}{n-1} \right)^n \right\}^{-\frac{1}{2}} = \left\{ \left( 1 + \frac{1}{n-1} \right)^{n-1} \left( 1 + \frac{1}{n-1} \right) \right\}^{-\frac{1}{2}} \\ &= \left\{ \left( 1 + \frac{1}{n-1} \right)^{n-1} \right\}^{-\frac{1}{2}} \left( 1 + \frac{1}{n-1} \right)^{-\frac{1}{2}}. \end{aligned}$$

ここで

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left( 1 + \frac{1}{n-1} \right)^{n-1} = \lim_{n \rightarrow \infty} \left( 1 + \frac{1}{n} \right)^n = e$$

なので

$$\lim_{n \rightarrow \infty} T_n = e^{-\frac{1}{2}} = \frac{1}{\sqrt{e}}.$$

2. (配点 30 点)

$$(1) y = \frac{3 + \log_2 x}{2} \cdot \frac{1}{4} \log_2 \frac{4}{x} = \frac{1}{8} (t+3)(2-t) \text{ であるから,}$$

$$y = \frac{1}{8} (-t^2 - t + 6).$$

- (2)  $y > 0$  より  $t^2 + t - 6 < 0$  である. よって,  $-3 < t < 2$  から  $\frac{1}{8} < x < 4$ .

これは  $x > 0$  を満たす.

$$(3) y = -\frac{1}{8} \left( t + \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{25}{32} \text{ である. また, } t \text{ が } -3 < t < 2 \text{ を動くとす}$$

$$\text{る. } y \text{ は最小値をもたず, 最大値は } \frac{25}{32} \text{ である. } z \text{ の最小値が } 2 \text{ となるのは, } 0 < a < 1 \text{ かつ, } \log_a \frac{25}{32} = 2 \text{ のときである. よって,}$$

$$a = \frac{5}{4\sqrt{2}} = \frac{5\sqrt{2}}{8}.$$

- (4)  $x$  の値が動く範囲は  $\frac{1}{8} < x < 1$  であり, このとき  $-3 < t < 0$ . また, 「 $z=1$ 」  $\Leftrightarrow$  「 $y=a$ 」である.  $x$  と  $t$  は 1 対 1 に対応することから, 求めるものは  $\lceil \frac{1}{8} (t+3)(2-t) = a$ , かつ,  $-3 < t < 0$  を満たす  $t$  がただひとつ存在するような  $a$  の値の範囲である. よって,  $0 < 8a \leq 6$ , または,  $8a = \frac{25}{4}$  である. すなわち, 「 $0 < a \leq \frac{3}{4}$ , また

は,  $a = \frac{25}{32}$ 」.

3. (配点 30 点)

$$(1) y = \tan x \text{ より, } y' = \frac{1}{\cos^2 x}.$$

$$(2) a_1 = -\int_0^{\frac{\pi}{4}} \tan^2 x dx \text{ である. } \tan^2 x = \frac{1}{\cos^2 x} - 1 \text{ より,}$$

$$a_1 = - \left[ \tan x - x \right]_0^{\frac{\pi}{4}} = \frac{\pi}{4} - 1.$$

$$(3) K_n = a_{n+1} - a_n \text{ とおく.}$$

$$a_{n+1} = \int_0^{\frac{\pi}{4}} (-1)^{n+1} \cdot \tan^2 x \cdot \tan^{2n} x dx$$

$$= \int_0^{\frac{\pi}{4}} (-1)^{n+1} \left( \frac{1}{\cos^2 x} - 1 \right) \tan^{2n} x dx$$

$$= \int_0^{\frac{\pi}{4}} (-1)^{n+1} (\tan x)' \tan^{2n} x dx + a_n$$

であるから,

$$K_n = \int_0^{\frac{\pi}{4}} (-1)^{n+1} (\tan x)' \tan^{2n} x dx$$

$$= (-1)^{n+1} \left[ \frac{(\tan x)^{2n+1}}{2n+1} \right]_0^{\frac{\pi}{4}}$$

$$= \frac{(-1)^{n+1}}{2n+1}.$$

### 数学Ⅲを含まない問題

1. (配点 40 点)

$$(1) \text{ 数学Ⅲを含む問題} \text{ と同じ.}$$

$$(2) \text{ 数学Ⅲを含む問題} \text{ と同じ.}$$

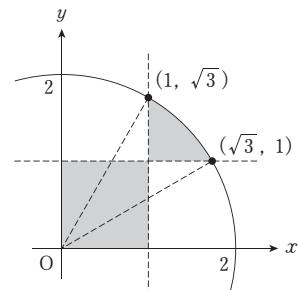
$$(3) \text{ 数学Ⅲを含む問題} \text{ と同じ.}$$

- (4) 並べ方は次の場合がある. ただし, \* はどちらの色の玉が配置されてもよい. 表の 1 番上の段の場合には, 5 通りの場合があり, 他の場合にはそれぞれ 4 通りの場合がある.

○	○	○	*	*	*	*	*
●	○	○	○	*	*	*	*
*	●	○	○	○	*	*	*
*	*	●	○	○	○	*	*
*	*	*	●	○	○	○	*
*	*	*	*	●	○	○	○

すなわち, 求める並べ方の総数は 5+4+5=25 通り.

- (5)  $x^2 y^2 - x^2 - y^2 + 1 \geq 0$  を変形すると  $(x^2 - 1)(y^2 - 1) \geq 0$  となる. この不等式が表す領域は,  $x$  軸,  $y$  軸について対称な图形である. また,  $x^2 + y^2 \leq 4$  が表す領域は, 原点を中心とする半径 2 の円の内部(境界含む)である. 面積を求める图形の第 1 象限に含まれる部分は次のようになる.



この面積を  $S$  とすると,

$$S = 1 + \left\{ 4\pi \times \frac{1}{12} - \frac{1}{2} \cdot (\sqrt{3} - 1) \cdot 1 \times 2 \right\} = \frac{\pi}{3} + 2 - \sqrt{3}$$

であるから, 求める面積は  $\frac{4}{3}\pi + 8 - 4\sqrt{3}$ .

2. (配点 30 点)

## 数学Ⅲを含む問題と同じ。

3. (配点 30 点)

(1)  $f(x) = \frac{1}{3}x^3 - 4x$  より,  $f'(x) = x^2 - 4$ . また,  $f(1) = -\frac{11}{3}$ .

$f'(1) = -3$ . よって, 直線  $l$  の方程式は  $y + \frac{11}{3} = \frac{1}{3}(x - 1)$  より,

$y = \frac{1}{3}x - 4$ .

(2) 直線  $m$  は直線  $l$  と平行であるから, その傾きは  $\frac{1}{3}$ .  $f'(x) = \frac{1}{3}$

とおくと,  $x^2 - 4 = \frac{1}{3}$  より,  $x = \pm\sqrt{\frac{13}{3}}$ .  $y$  切片に関する条件から, 直線  $m$  と曲線  $C$  の共有点の  $x$  座標は  $p = \sqrt{\frac{13}{3}} \left( = \frac{\sqrt{39}}{3} \right)$ .

(3)  $f(p) = \frac{1}{3} \cdot \left( \sqrt{\frac{13}{3}} \right)^3 - 4\sqrt{\frac{13}{3}} = \left( \frac{13}{9} - 4 \right)p = -\frac{23}{9}p$ . よって, 直線  $m$  と曲線  $C$  の接点の座標は  $\left( p, -\frac{23}{9}p \right)$ . さらに, 直線  $m$  の方程式は  $y + \frac{23}{9}p = \frac{1}{3}(x - p)$  より,  $y = \frac{1}{3}x - \frac{26}{9}p$ . 直線  $m$  と曲線  $C$  の接点以外の共有点を求める.

$\frac{1}{3}x^3 - 4x = \frac{1}{3}x - \frac{26}{9}p$

を整理すると  $x^3 - 13x + \frac{26}{3}p = 0$ .

上記の式の左辺は  $(x - p)^2$  を因子にもつことに注意して割り算を実行すると,  $(x - p)^2(x + 2p) = 0$  を得る.  $-2p < x < p$  において曲線  $C$  は直線  $m$  より上にあるので

$$\begin{aligned} S &= \int_{-2p}^p \left[ f(x) - \left( \frac{1}{3}x - \frac{26}{9}p \right) \right] dx \\ &= \frac{1}{3} \int_{-2p}^p \left( x^3 - 13x + \frac{26}{3}p \right) dx \\ &= \frac{1}{3} \left[ \frac{1}{4}x^4 - \frac{13}{2}x^2 + \frac{26}{3}px \right]_{-2p}^p \\ &= \frac{1}{3} \left[ \frac{1}{4}(-15p^4) - \frac{13}{2}(-3p^2) + 26p^2 \right] \\ &= \frac{p^2}{3} \left( -\frac{15}{4}p^2 + \frac{39}{2} + 26 \right) \\ &= \frac{1}{3} \cdot \frac{13}{3} \cdot 13 \left( -\frac{5}{4} + \frac{3}{2} + 2 \right) \\ &= \frac{169}{9} \cdot \frac{-5+6+8}{4} = \frac{169}{4}. \end{aligned}$$

## [解説]

## 数学Ⅲを含む問題

1.

- (1) 指数の計算についての基本的な設問であるが, できた人はあまり多くなかった.
- (2) いくつか実際に数列の項の値を求ることで規則性がみえてくる問題である. 比較的よく解けていたようである.
- (3) 空間ベクトルの問題である.  $\overrightarrow{BP}$  と  $\vec{n}$  が平行であることを式で表現する必要がある. 解けた人はあまり多くなかった.
- (4) 対数関数の積分の知識を問う問題である. 割とよくできていたが, 式が未整理のため不正解となる人がそれなりにいた.
- (5) 自然対数の底  $e$  の定義式とどのように結びつけて考えるかが問われていた. 比較的よくできていた.

2.

- (1) 対数の底の変換について, 基本的な設問である. かなりの人ができていた. 二次式の展開を間違っている解答が見られた.
- (2) 対数関数の問題だが, 二次不等式の問題に帰着できる. この問題も正解率は高かった. 間違えて  $t$  の値を解答している答案が見られた.
- (3) (2)を誘導として, 二次関数の問題に帰着される.  $z = \log_a y$  を微分して答えを出そうとしている答案があったが,  $\log_a y$  の微分ができていないものが多かった.

(4)  $x$  の値の範囲に注意し, グラフの概形を描いて欲しい.  $a = \frac{25}{32}$  の

み正解している答案が比較的多かった.

3.

(1) 三角関数の微分の基本的な設問である. よくできていた.

(2)  $1 + \tan^2 x = \frac{1}{\cos^2 x}$  の公式を利用することで, 積分計算が簡単になる. 割とよくできていた. (1)がヒントになっていることに気付いてほしい問題である.(3)  $a_{n+1}$  を計算し, 式中に  $a_n$  をつくる. 式変形にやや注意が必要である.  $(-1)^n$  の処理に苦労している人が多かった. 積分が少し難しくみえるが, 置換積分を使うと素直に求められる問題である.

## 数学Ⅲを含まない問題

1.

(1) 数学Ⅲを含む問題と同じ.

(2) 数学Ⅲを含む問題と同じ.

(3) 数学Ⅲを含む問題と同じ.

(4) 場合の数の設問として, 基本的な設問である. 正解できている人もそれなりにみられた.

(5) 図形の対称性を利用すると, 計算が単純になる. 正方形でない方の図形の面積を出すのがやや難しい. あまりできている人ははいなかった.

2.

## 数学Ⅲを含む問題と同じ.

3.

(1) 法線の方程式を求める設問である. 非常に基本的である. 比較的よくできていた. 法線ではなく接線を求めている答案もみられた.

(2) 難しい設問でないので, きちんと整理しながら解答し, 混乱しないようにして欲しい.  $f'(x) = \frac{1}{3}$  となる  $x$  を求めるだけの問題であるが, 何をすればよいのか分かっていない答案がそれなりにみられた.(3) 直線  $m$  と曲線  $C$  の交点の  $x$  座標を求め, 面積を計算する. 文字  $p$  を残したまま, 計算を進めるとよい. (2)ができる人は  $m$  の方程式まではできていたが, 最後までできている答案はほとんどなかった.

## 前期日程3日目 (2月3日試験)

## [解答例]

## 数学Ⅲを含む問題

1. (配点 40 点)

(1)  $\overrightarrow{ON} = \frac{\overrightarrow{OA} + 2\overrightarrow{OB}}{3}$  より,  $|\overrightarrow{OA} + 2\overrightarrow{OB}| = 3$ .  $|\overrightarrow{OA}| = 3$ ,  $|\overrightarrow{OB}| = 2$  であるから,  $3^2 + 4\overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{OB} + 4 \cdot 2^2 = 3^2$  となり, これを整理して,  $\overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{OB} = -4$  である. よって

$$\begin{aligned} \triangle OAB &= \frac{1}{2} \sqrt{|\overrightarrow{OA}|^2 |\overrightarrow{OB}|^2 - (\overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{OB})^2} \\ &= \frac{1}{2} \sqrt{36 - 16} = \sqrt{5}. \end{aligned}$$

(2) 初戦で A, B が対戦しない確率は  $\frac{2}{3}$ , B が初戦で負ける確率は
 $\frac{1}{2}$ , A が 2 連勝する確率は  $\left(\frac{1}{2}\right)^2$  である. 求める確率はこれらの積であり,  $\frac{1}{12}$ .(3) 関数  $f(x)$  は,  $f(x) = \sqrt{a^2 + 1} \cdot \sin(x + \alpha)$  と変形できる.ただし,  $\cos \alpha = \frac{a}{\sqrt{a^2 + 1}}$ ,  $\sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{a^2 + 1}}$  である. $a > 0$  より,  $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$  である.  $\alpha \leq x + \alpha \leq \pi + \alpha$  であり,  $f(x)$  は $x = -\alpha + \frac{\pi}{2}$  のとき, 最大値  $\sqrt{a^2 + 1}$  をとる. この値が 3 となる

のは  $a=2\sqrt{2}$  のときである。

- (4) 曲線  $C$  は楕円である。与えられた方程式を  $y$  について解くと

$$y=6\pm\sqrt{36-2x^2}=6\pm\sqrt{2(18-x^2)}$$

であり、 $-3\sqrt{2} \leq x \leq 3\sqrt{2}$  である。よって、求める面積を  $S$  とすると、

$$\begin{aligned} S &= 2 \int_{-3\sqrt{2}}^{3\sqrt{2}} \sqrt{2(18-x^2)} dx \\ &= 2\sqrt{2} \int_{-3\sqrt{2}}^{3\sqrt{2}} \sqrt{18-x^2} dx. \end{aligned}$$

ここで、上記  $2\sqrt{2}$  直後の積分の値は、半径  $3\sqrt{2}$  の円の面積の半分に等しい。すなわち、求める面積  $S$  は  $2\sqrt{2} \times \frac{1}{2}(3\sqrt{2})^2\pi = 18\sqrt{2}\pi$ 。

- (5)  $C(\gamma_1)$  は、点 B を中心に点 A を  $-\frac{\pi}{6}$  回転した点である。

すなわち、

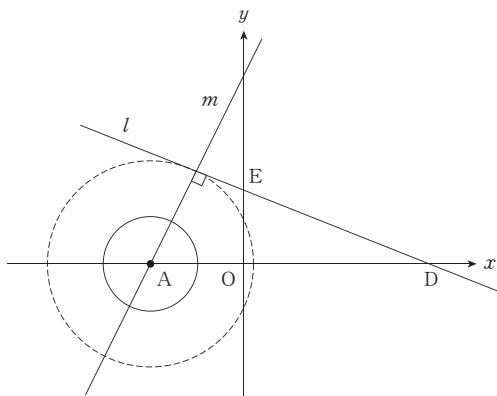
$$\begin{aligned} \gamma_1 &= \{i - (3-i)\} \left\{ \cos\left(-\frac{\pi}{6}\right) + i \sin\left(-\frac{\pi}{6}\right) \right\} + (3-i) \\ &= (2i-3) \left( \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2}i \right) + (3-i) \\ &= \sqrt{3}i + 1 - \frac{3\sqrt{3}}{2} + \frac{3}{2}i + 3 - i \\ &= 4 - \frac{3\sqrt{3}}{2} + \left( \sqrt{3} + \frac{1}{2} \right)i. \end{aligned}$$

よって、求める実部は  $4 - \frac{3\sqrt{3}}{2}$ 。

## 2. (配点 30 点)

- (1) 点 A(-2, 0) と直線  $l$  の距離は  $\frac{|-2+0-3|}{\sqrt{1^2+2^2}} = \sqrt{5}$  である。よって、 $r_1 = \sqrt{5}$ 。

- (2)  $DE = \sqrt{9 + \frac{9}{4}} = \frac{3\sqrt{5}}{2}$  である。点 A を通り、直線  $l$  と直交する直線を  $m$  とすると、三角形 PDE の面積がそれぞれ  $S, S'$  となるときの点 P はどちらの場合も直線  $m$  上にある。



このとき、 $S - S' = 3$  より、 $\frac{1}{2} \cdot DE \cdot 2r_2 = 3$  である。これを整理して  $r_2 = \frac{2}{\sqrt{5}} = \frac{2\sqrt{5}}{5}$ 。

- (3) 円  $C$  の方程式は  $(x+2)^2 + y^2 = \frac{4}{5}$  である。円  $C$  と直線  $m$  の交点のうち、 $y$  座標が小さいものが求める点 P の座標である。直線  $m$  の方程式は  $y = 2x + 4$  であり、これらから求める点 P の座標は  $\left(-\frac{12}{5}, -\frac{4}{5}\right)$ 。

## 3. (配点 30 点)

- (1) 整式の割り算をおこなって、 $f(x) = x - 4 + \frac{4x+16}{x^2+2x+4}$ 。

$$f'(x) = 1 + \frac{4(x^2+2x+4) - (4x+16)(2x+2)}{(x^2+2x+4)^2} \text{ より、}$$

$$f'(2) = 1 + \frac{4 \cdot 12 - 24 \cdot 6}{12^2} = 1 + \frac{4-12}{12} = 1 - \frac{2}{3} = \frac{1}{3}.$$

よって、直線  $l$  の方程式は  $y = \frac{1}{3}x - \frac{2}{3}$ 。

- (2) 求める定積分を  $I_1$  とおく。

$$\begin{aligned} I_1 &= \int_0^2 \frac{x+1}{x^2+2x+4} dx \\ &= \frac{1}{2} \int_0^2 \frac{2x+2}{x^2+2x+4} dx \\ &= \frac{1}{2} \left[ \log(x^2+2x+4) \right]_0^2 \\ &= \frac{1}{2} \log 3. \end{aligned}$$

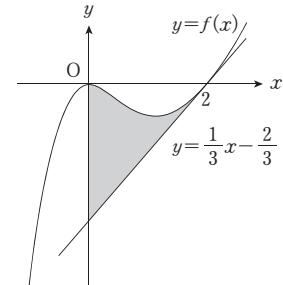
- (3) 求める定積分を  $I_2$  とおく。 $x+1 = \sqrt{3} \tan \theta$  として変形する。

$$\begin{aligned} I_2 &= \int_0^2 \frac{1}{(x+1)^2+3} dx \\ &= \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{3}} \frac{1}{3(\tan^2 \theta + 1)} \cdot \frac{\sqrt{3}}{\cos^2 \theta} d\theta \\ &= \frac{\sqrt{3}}{3} \left( \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{6} \right) = \frac{\sqrt{3}}{18} \pi. \end{aligned}$$

- (4) 求める面積を  $S$  とおく。

$$f(x) - \left( \frac{1}{3}x - \frac{2}{3} \right) = \frac{2(x-2)^2(x+1)}{3(x^2+2x+4)}$$

より、 $0 \leq x \leq 2$  において、 $f(x) \geq \frac{1}{3}x - \frac{2}{3}$  である。



$$\begin{aligned} S &= \int_0^2 \left\{ f(x) - \left( \frac{1}{3}x - \frac{2}{3} \right) \right\} dx \\ &= \int_0^2 \left( \frac{2x}{3} - \frac{10}{3} + \frac{4x+16}{x^2+2x+4} \right) dx \\ &= \frac{1}{3} \left[ x^2 - 10x \right]_0^2 + 4I_1 + 12I_2 \\ &= -\frac{16}{3} + 2 \log 3 + 12 \cdot \frac{\sqrt{3}}{18} \pi \\ &= 2 \log 3 + \frac{2\sqrt{3}}{3} \pi - \frac{16}{3}. \end{aligned}$$

## 数学Ⅲを含まない問題

### 1. (配点 40 点)

- (1) 数学Ⅲを含む問題 と同じ。

- (2) 数学Ⅲを含む問題 と同じ。

- (3) 数学Ⅲを含む問題 と同じ。

- (4) 与えられた式の第  $k$  項は、 $1 \cdot 2^{k-1} + 1 \cdot 2^{k-2} + \cdots + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$  である。これを計算すると、 $\frac{2^k-1}{2-1} = 2^k - 1$  である。よって、求める総和は

$$\sum_{k=1}^n (2^k - 1) = \frac{2(2^n - 1)}{2-1} - n = 2^{n+1} - n - 2$$

- (5)  $t = 2^x$  とし、異なる 2 解を  $x = \alpha, 2\alpha$  とすると、 $t^2 - at + 2a + 3 = 0$  の 2 解は  $t = 2^\alpha, 2^{2\alpha}$  である。 $\beta = 2^\alpha$  とおくと、 $\beta > 0$  であり、解と係数の関係から  $\beta + \beta^2 = a, \beta \cdot \beta^2 = 2a + 3$  である。これより、 $\beta^3 = 2(\beta + \beta^2) + 3$ 。これを整理すると  $(\beta - 3)(\beta^2 + \beta + 1) = 0$ 。 $\beta$  は正の実数なので、 $\beta = 3$  であり、 $a = 3 + 3^2 = 12$ 。

### 2. (配点 30 点)

- 数学Ⅲを含む問題 と同じ。

### 3. (配点 30 点)

- (1)  $f'(x) = 3x^2 + 6ax + b$  であり、 $f'(1) = 0$  より、 $3 + 6a + b = 0$ 。

- よって、 $b = -6a - 3$ .
- (2)  $f'(x) = 3x^2 + 6ax - (6a + 3) = 3(x-1)(x+(2a+1))$  であり、 $f'(x)$  は  $x=1$  で正から負に符号が変わることから、 $1 < -(2a+1)$  である。 $2 < -2a$  より求める  $a$  の値の範囲は  $a < -1$ 。
- (3)  $f(x) = x^3 + 3ax^2 - 3(2a+1)x + 1$  である。 $f(-(2a+1)) = 3$  より、  

$$-(2a+1)^3 + 3a(2a+1)^2 + 3(2a+1)^2 + 1 = 3.$$
これを整理すると  $a(2a+3)^2 = 0$  が得られる。 $a < -1$  より、  
 $a = -\frac{3}{2}$  となる。

## [解説]

## 数学Ⅲを含む問題

1.

- (1) 内分点の位置ベクトル、内積などに関する基本的な設問である。しかし、必要なステップがやや多く、慣れが必要な設問であった。比較的よくできていた。
- (2) はじめに A, B が別のブロックに配置される確率が  $\frac{2}{3}$  であることが分かれば、残りは単純である。比較的よくできていた。
- (3) 三角関数の合成に関する設問である。形式的でない本質的な理解が必要な設問である。比較的よくできていた。
- (4) 楕円の面積を、半円の面積などに帰着させる問題は頻出である。本設問も、その考え方により計算を大幅に簡略化できる。この問題はあまりよくできていなかった。
- (5) 複素数平面の基本的知識を問う設問であるが、ほとんどできていなかった。

2.

- (1) 点と直線の距離の公式の知識が問われていた。公式の分母を間違えている答案が目立った。
- (2) グラフを描き、全体の概形を把握する力に加えて、円と直線の性質に関する知識が問われていた。
- (3) 前問の結果を利用して、円と直線の交点の座標を計算すればよい。
- 3.
- (1) 商の微分ができるかが問われていた。基本的な設問である。商の微分の公式を正しく使えていない答案も見られたが、概ねよくできていた。

(2)  $\frac{f'(x)}{f(x)}$  の形の積分に関する知識が必要であった。割とよくできていた。

(3) 分母を平方完成し、さらに変数を置き換えるなどの作業が必要であり、積分計算に習熟している必要があった。あまりできていなかった。

(4) 直前までの誘導を利用できれば難しくない。しかし、式変形にやや注意が必要である。できている答案はあまりなかった。

## 数学Ⅲを含まない問題

1.

- (1) 数学Ⅲを含む問題と同じ。
- (2) 数学Ⅲを含む問題と同じ。
- (3) 数学Ⅲを含む問題と同じ。
- (4) 2進法、数列の設問として、基本的な設問である。 $2^{n+1} - n - 1$  という間違いがみられた。ほとんどできていなかった。
- (5) 指数の扱いが若干煩雑である。丁寧に整理しながら計算する必要がある。ほとんどできていなかった。

2. 数学Ⅲを含む問題と同じ。

3.

- (1) 3次関数の微分の設問として、非常に基本的である。かなりできていた。
- (2) 極大値・極小値をいつとるのか、グラフの形状から判断すればよい。問題の難易度の割にはあまりできていなかった。必要なない判別式の計算を用いる議論を行っている答案がかなりみられた。

- (3) 計算を工夫して進める必要があるが、内容は基本的である。この問題もあまりできていなかった。

## 前期日程4日目（2月4日試験）

## [解答例]

## 数学Ⅲを含む問題

1. (配点40点)

- (1)  $x = -2$  のとき、方程式は  $0 = 1$  となり矛盾するので  $x = -2$  の場合を除いて考える。

・  $-x > -2$  のとき絶対値を外すと  $(x+3)(x+2) = 1$  より  $x^2 + 5x + 5 = 0$  を得る。この解は  $x = \frac{-5 \pm \sqrt{5}}{2}$  であるが  $\frac{-5 - \sqrt{5}}{2} < -2$  なので  $x > -2$  の条件下では  $x = \frac{-5 - \sqrt{5}}{2}$  は解として不適である。

・  $x < -2$  のとき絶対値を外すと  $(x+3)(x+2) = -1$  より  $x^2 + 5x + 7 = 0$  を得る。判別式  $D = 25 - 28 = -3 < 0$  となり  $x < -2$  の場合は解が存在しない。

よって、解は  $x = \frac{-5 + \sqrt{5}}{2}$ 。

- (2) カードの取り出し方の総数は  ${}^8C_3 = 56$  通り。取り出したカードに書かれた自然数を小さい順に  $x, y, z$  とおく。また考えている和の最大値は  $6+7+8=21$  であるから  $S \leq 18$  の余事象は  $19 \leq S \leq 21$  の場合である。 $z \leq 7$  の場合の和の最大値は  $5+6+7=18$  なので  $19 \leq S \leq 21$  の場合においては必ず  $z=8$  であることがわかる。 $19 \leq S \leq 21$  となるのは、次の4通り

$$(x, y, z) = (4, 7, 8), (5, 6, 8), (5, 7, 8), (6, 7, 8)$$

である。したがって、余事象の確率は  $\frac{4}{56}$ 。 $S \leq 18$  となる確率は  $1 - \frac{4}{56} = \frac{13}{14}$ 。

- (3)  $\overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{OB} = 2 \cdot 3 \cdot \frac{1}{3} = 2$  である。点 C は  $\angle AOB$  の二等分線と辺 AB の交点であるから、 $AC : CB = OA : OB = 2 : 3$  である。よって

$$\overrightarrow{OC} = \frac{3\overrightarrow{OA} + 2\overrightarrow{OB}}{5},$$

$$\overrightarrow{BC} = \overrightarrow{OC} - \overrightarrow{OB} = \frac{3\overrightarrow{OA} - 3\overrightarrow{OB}}{5}$$

となる。

$$\begin{aligned} \overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{BC} &= \overrightarrow{OA} \cdot \frac{3\overrightarrow{OA} - 3\overrightarrow{OB}}{5} \\ &= \frac{3}{5}(|\overrightarrow{OA}|^2 - \overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{OB}) \\ &= \frac{3}{5}(2^2 - 2) \\ &= \frac{6}{5}. \end{aligned}$$

- (4) はじめに第  $n$  項までの部分和を求める

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^n \frac{2 \cdot (-3)^k + 3 \cdot 2^k}{9^k} &= -\frac{2}{3} \cdot \sum_{k=1}^n \left(-\frac{1}{3}\right)^{k-1} + \frac{2}{3} \cdot \sum_{k=1}^n \left(\frac{2}{9}\right)^{k-1} \\ &= -\frac{2}{3} \cdot \frac{1 - \left(-\frac{1}{3}\right)^n}{1 - \left(-\frac{1}{3}\right)} + \frac{2}{3} \cdot \frac{1 - \left(\frac{2}{9}\right)^n}{1 - \frac{2}{9}}. \end{aligned}$$

$n \rightarrow \infty$  とすると右辺の各項は収束するので、左辺も右辺の極限値の和に収束することになり無限級数の和は

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2 \cdot (-3)^n + 3 \cdot 2^n}{9^n} = -\frac{2}{3} \cdot \frac{3}{4} + \frac{2}{3} \cdot \frac{9}{7} = \frac{5}{14}$$

である。

- (5) 曲線  $C : y = \frac{x}{x^2 + 1}$  は原点について対称であるから、まず  $x \geq 0$  の部分を考える。 $y = \frac{x}{x^2 + 1}$  より

$$y' = \frac{(x^2+1)-2x^2}{(x^2+1)^2} = \frac{-x^2+1}{(x^2+1)^2},$$

$$y'' = \frac{-2x(x^2+1)^2 - (-x^2+1) \cdot 2(x^2+1) \cdot 2x}{(x^2+1)^4} = \frac{2x(x^2-3)}{(x^2+1)^3}.$$

$x$	0	$\cdots$	1	$\cdots$	$\sqrt{3}$	$\cdots$
$y'$		+	0	-	-	-
$y''$		-	-	-	0	+
$y$	0	$\curvearrowright$	極大	$\curvearrowleft$	$\frac{\sqrt{3}}{4}$ (変曲点)	$\curvearrowleft$

以上より原点  $O(0, 0)$  および  $\left(-\sqrt{3}, -\frac{\sqrt{3}}{4}\right)$  と  $\left(\sqrt{3}, \frac{\sqrt{3}}{4}\right)$  を通る直線が求める直線である。したがって求める直線は  $y = \frac{1}{4}x$  である。

2. (配点 30 点)

$$(1) \text{ 与えられた式より } a_{2n+1} = \frac{1}{2}(a_{2n-1} + 1) = \frac{1}{2}a_{2n-1} + \frac{1}{2}.$$

$$(2) (1) \text{ で得た式の両辺に } -1 \text{ を加えると } a_{2n+1} - 1 = \frac{1}{2}(a_{2n-1} - 1) \text{ を得る。} X_n = a_{2n-1} - 1 \text{ とおくと } X_{n+1} = \frac{1}{2}X_n \text{ となるので } X_n = \left(\frac{1}{2}\right)^{n-1} \text{ を得る。} a_{2n-1} = 1 + \left(\frac{1}{2}\right)^{n-1}.$$

$$(3) \text{ 与えられた式より } a_{2n} = a_{2n-1} + 1 = 2 + \left(\frac{1}{2}\right)^{n-1} \text{ である。}$$

$$\begin{aligned} S_{2n} &= \sum_{k=1}^{2n} a_k \\ &= \sum_{k=1}^n (a_{2k-1} + a_{2k}) \\ &= \sum_{k=1}^n \left\{ 3 + 2 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{k-1} \right\} \\ &= 3n + 2 \cdot \frac{1 - \left(\frac{1}{2}\right)^n}{1 - \frac{1}{2}} \\ &= 3n + 4 - 4 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^n \\ &= 3n - \left(\frac{1}{2}\right)^{n-2} + 4. \end{aligned}$$

(4)  $a_k > 0$  ( $k=1, 2, 3, \dots$ ) のでそれらの和として定義される  $\{S_{2n}\}$  は単調に増加する数列である。

$$\begin{aligned} S_{2-32} &= 96 + 4 - \left(\frac{1}{2}\right)^{30} < 100, \\ S_{2-33} &= 99 + 4 - \left(\frac{1}{2}\right)^{31} \\ &= 102 + \left\{ 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{31} \right\} > 100. \end{aligned}$$

よって求める  $n$  の値は  $n=33$ 。

3. (配点 30 点)

$$(1) f'(x) = (x+2)e^{\frac{x}{2}}$$
 だから、求める接線の方程式は

$$y = (t+2)e^{\frac{t}{2}}(x-t) + 2te^{\frac{t}{2}} = e^{\frac{t}{2}}\{(t+2)x - t^2\}$$

(2) (1) の接線が  $P$  を通るから  $x=a$ ,  $y=0$  を代入して  $e^{\frac{t}{2}}\{(t+2)a - t^2\} = 0$  すなわち  $t^2 - at - 2a = 0$ 。これが、異なる 2 つの実数解をもてばよいから判別式  $D = a^2 + 8a = a(a+8) > 0$  とすると  $a < -8$  または  $a > 0$ 。

(3) 部分積分を用いて

$$\begin{aligned} \int f(x)dx &= \int 4x(e^{\frac{x}{2}})'dx \\ &= 4xe^{\frac{x}{2}} - \int 4e^{\frac{x}{2}}dx \\ &= 4xe^{\frac{x}{2}} - 8e^{\frac{x}{2}} + C \\ &= 4(x-2)e^{\frac{x}{2}} + C \quad (C \text{ は積分定数}) . \end{aligned}$$

(4)  $a=1$  のとき(2)より  $t=-1, 2$  である。よって、(1)より 2 本の接線の方程式は

$$y = \frac{1}{\sqrt{e}}(x-1), \quad y = 4e(x-1)$$

である。 $-1 \leq x \leq 2$  の範囲で  $y=f(x)$  のグラフは下に凸なので  $l_1$ ,  $l_2$  のグラフより上にある。(3)より求める面積は

$$\begin{aligned} &\int_{-1}^1 \left\{ f(x) - \frac{1}{\sqrt{e}}(x-1) \right\} dx + \int_1^2 \{f(x) - 4e(x-1)\} dx \\ &= \left( \frac{14}{\sqrt{e}} - 4\sqrt{e} \right) + (4\sqrt{e} - 2e) \\ &= \frac{14}{\sqrt{e}} - 2e. \end{aligned}$$

### 数学Ⅲを含まない問題

1. (配点 40 点)

(1) **数学Ⅲを含む問題** と同じ。

(2) **数学Ⅲを含む問題** と同じ。

(3) **数学Ⅲを含む問題** と同じ。

$$(4) \frac{2x^3 - x^2 - 2x + 1}{2x - 1} = \frac{(x^2 - 1)(2x - 1)}{2x - 1} = x^2 - 1$$

となる。よって、 $\lim_{x \rightarrow \frac{1}{2}} \frac{2x^3 - x^2 - 2x + 1}{2x - 1} = -\frac{3}{4}$ 。

$$\begin{aligned} (5) \int_1^a (3ax - b) dx &= \left[ \frac{3}{2}ax^2 - bx \right]_1^a \\ &= \frac{3}{2}a^3 - \left( b + \frac{3}{2} \right)a + b \\ &= b \end{aligned}$$

より  $\frac{3}{2}a^3 - (b + \frac{3}{2})a = 0$ 。これに  $b = 9 - a$  を代入すると  $a(a+3)(3a-7) = 0$  を得る。

よって  $a = 0, -3, \frac{7}{3}$  である。 $a, b$  は整数だから求める組は  $(a, b) = (0, 9), (-3, 12)$ 。

2. (配点 30 点)

**数学Ⅲを含む問題** と同じ。

3. (配点 30 点)

(1)  $f'(x) = 2x - (p+q)$  より、接点の  $x$  座標を  $x_0$  とすると接線の方程式は

$$y - (x_0 - p)(x_0 - q) = \{2x_0 - (p+q)\}(x - x_0)$$

で与えられる。接線が原点を通ることより接線の方程式に  $x=y=0$  を代入すると  $-(x_0 - p)(x_0 - q) = -\{2x_0 - (p+q)\}x_0$  を得る。

よって、 $x_0^2 - pq = 0$  であるから  $a = -\sqrt{pq}$ ,  $b = \sqrt{pq}$  となる。よって、接線  $\ell$  の方程式は

$$y = -(2\sqrt{pq} + p + q)x.$$

(2)  $C$  は下に凸であり  $C$  は接線  $\ell$  より上にあるので

$$\begin{aligned} S &= \int_a^0 \{(x-p)(x-q) + (2\sqrt{pq} + p + q)x\} dx \\ &= \left[ \frac{1}{3}x^3 - \frac{1}{2}(p+q)x^2 + pqx + \frac{2\sqrt{pq} + p + q}{2}x^2 \right]_a^0 \\ &= -\left( \frac{1}{3}a^3 + \sqrt{pq}a^2 + pqa \right) \\ &= \frac{1}{3}(\sqrt{pq})^3 \quad (a = -\sqrt{pq} \text{ を代入した}) \end{aligned}$$

(3) A, B を通る直線を  $y=g(x)$  とすると 2 次方程式  $g(x) - f(x) = 0$  の解は  $x=a, b$  であるから  $g(x) - f(x) = -(x-a)(x-b) = (x-a)(b-x)$  なので

$$\begin{aligned} T &= \int_a^b (x-a)(b-x) dx \\ &= \left[ -\frac{1}{3}x^3 + \frac{a+b}{2}x^2 - abx \right]_a^b \\ &= \frac{1}{6}(b-a)^3 \\ &= \frac{4}{3}(\sqrt{pq})^3. \end{aligned}$$

よって、(2)の結果から  $T = 4S$  ので  $S : T = 1 : 4$  となる。

## [解説]

## 数学Ⅲを含む問題

1. (1) 絶対値の扱いと2次方程式の実数解に伴う判別式の扱いが問われている。  
 (2) 確率の問題である。  
 (3) ベクトルの平面図形への応用が問われている。  
 (4) 無限級数または等比級数の基本的な計算法が問われている。  
 (5) 関数の2階までの導関数の扱いと直線を表す関数の正確な理解が問われている。
2. (1) 式変形で直ちに解答を導き出せる。  
 (2) 等比数列の漸化式の形を導き出すことがポイントである。  
 (3) 与えられた式と前問までに得られた式を用いて等比数列の和を立式して正確に求めることが重要である。  
 (4)  $S_{2n}$  の値が100以上の場合と100未満の場合をうまく見つけることが重要である。 $\{S_{2n}\}$  が単調に増加する数列であることを示しておくとよい。
3. (1) 微分を正確に計算し、接線の方程式を求める。  
 (2) 2本の接線が  $P(a, 0)$  を通ることから  $x=a, y=0$  を代入すればよいことに気づくことが重要である。  
 (3) 部分積分をすればよいことに気づくことが重要である。  
 (4)  $a=1$  を(2)で得られた式に代入し  $t$  を求めることが重要である。曲線と直線の位置関係に注意する。また(3)の結果を利用して積分分を計算することができる。

## 数学Ⅲを含まない問題

1. (1) **数学Ⅲを含む問題**と同じ。  
 (2) **数学Ⅲを含む問題**と同じ。  
 (3) **数学Ⅲを含む問題**と同じ。  
 (4) 極限値の計算である。因数分解して式を簡単な形にしてから代入すればよい。  
 (5) 定積分を計算し、与えられた式を用いて  $b$  または  $a$  の文字を消去し、整数の組  $(a, b)$  をすべて求める。

2. **数学Ⅲを含む問題**と同じ。

3. (1) 接線の方程式を正確に求めてから原点を通るという条件から  $a$  を求めてやればよい。  
 (2)  $C$  のグラフと  $\ell$  のグラフの位置関係に注意して定積分の式を立式し正確に計算する。  
 (3)  $A, B$  を通る直線  $y=g(x)$  と  $y=f(x)$  の共有点として2次方程式  $g(x)-f(x)=0$  の解が  $x=a, b$  であることに気づくことが重要である。定積分を正確に計算し(2)の結果と見比べて求める比を導き出す。

## 前期日程5日目（2月5日試験）

## 数学Ⅲを含む問題

## 1. (配点40点)

- (1) 方程式  $4x^2-3x+c=0$  の虚数解を  $\alpha$  とする。このとき  $\alpha$  と共に複素数  $\bar{\alpha}$  もこの方程式の解である。また2次方程式の解と係数の関係から  $\alpha \cdot \bar{\alpha} = \frac{c}{4}$  であり、 $\alpha \cdot \bar{\alpha} = 1$  と合わせて  $c=4$ 。

- (2) 与えられた式を変形すると

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^{48} \frac{1}{\sqrt{k+2} + \sqrt{k}} &= \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{48} (\sqrt{k+2} - \sqrt{k}) \\ &= \frac{1}{2} (\sqrt{50} + \sqrt{49} - \sqrt{2} - 1) \\ &= 2\sqrt{2} + 3. \end{aligned}$$

- (3) 与えられた式を変形して  $y^2 = 1 - 4x^2 \geq 0$  から  $x$  の動く範囲は  $-\frac{1}{2} \leq x \leq \frac{1}{2}$  である。 $8x + y^2 = 8x + (1 - 4x^2) = -4(x-1)^2 + 5$  であるから最大値  $M = -4 \cdot \frac{1}{4} + 5 = 4$ 、最小値  $m = -4 \cdot \frac{9}{4} + 5 = -4$ 。

- (4)  $\log(e^x \sqrt{1 + \sqrt{x}}) = \log e^x + \log \sqrt{1 + \sqrt{x}} = x + \frac{1}{2} \log(1 + \sqrt{x})$  と

式変形できる。

$$\begin{aligned} t = \sqrt{x} \text{ とおくと } x \rightarrow +0 \text{ のとき } t \rightarrow 0 \text{ となる。また} \\ \frac{\log(1+\sqrt{x})}{\sqrt{x}} &= \frac{\log(1+t)}{t} = \log(1+t)^{\frac{1}{t}} \text{ である。} \lim_{x \rightarrow +0} \frac{\log(1+\sqrt{x})}{\sqrt{x}} \\ &= \lim_{t \rightarrow 0} \frac{\log(1+t)}{t} = \lim_{t \rightarrow 0} \log(1+t)^{\frac{1}{t}} = 1. \text{ また} \lim_{x \rightarrow +0} \frac{x}{\sqrt{x}} = \lim_{x \rightarrow +0} \sqrt{x} \\ &= 0. \text{ 以上より} \lim_{x \rightarrow +0} \frac{\log(e^x \sqrt{1 + \sqrt{x}})}{\sqrt{x}} = \frac{1}{2}. \\ (5) \frac{1-\cos x}{\sin x} &= \frac{1-\cos^2 x}{\sin x(1+\cos x)} = \frac{\sin x}{1+\cos x} \text{ なので} \\ \int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{1-\cos x}{\sin x} dx &= \int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin x}{1+\cos x} dx \\ &= \left[ -\log(1+\cos x) \right]_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{2}} \\ &= \log\left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right). \end{aligned}$$

ここで、式変形  $\frac{1-\cos x}{\sin x} = \frac{\sin x}{1+\cos x}$  を用いずに置換積分法で計算することもできる。

$t = \cos x$  と置くと  $-\sin x dx = dt$  である。また、 $x$  と  $t$  の対応は

$x$	$\frac{\pi}{4}$	$\rightarrow$	$\frac{\pi}{2}$
$t$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\rightarrow$	0

$$\begin{aligned} \int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{1-\cos x}{\sin x} dx &= \int_0^{\frac{1}{2}} \frac{1-t}{1-t^2} dt \\ &= \int_0^{\frac{1}{2}} \frac{1}{1+t} dt = \left[ \log(1+t) \right]_0^{\frac{1}{2}} \\ &= \log\left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right). \end{aligned}$$

## 2. (配点30点)

- (1) カードは  $\boxed{0}, \boxed{2}, \boxed{3}, \boxed{1}, \boxed{1}$  の5枚である。 $a_1$  が取り得る値は1, 2, 3, 4, 5である。 $a_1$  が3で割り切れるとき  $a_1=3$  である。この場合の組み合わせは  $(\boxed{0}, \boxed{3}), (\boxed{1}, \boxed{2}), (\boxed{1}, \boxed{2})$  の3通りである。すなわち  $p_1 = \frac{3}{5C_2} = \frac{3}{10}$ 。

- (2)  $S_{n+1}$  が3で割り切れる場合は次の場合である。  
 -  $S_n$  が3で割り切れて  $a_{n+1}$  が3で割り切れる。このとき  $(n+1)$  回目に出るカードの組み合わせは3通りである。  
 -  $S_n$  を3で割ると1余り  $a_{n+1}$  を3で割ると2余る。このとき  $(n+1)$  回目に出るカードの組み合わせは  $(\boxed{0}, \boxed{2}), (\boxed{1}, \boxed{1}), (\boxed{2}, \boxed{3})$  の3通りである。  
 -  $S_n$  を3で割ると2余り  $a_{n+1}$  を3で割ると1余る。このとき  $(n+1)$  回目に出るカードの組み合わせは  $(\boxed{0}, \boxed{1}), (\boxed{0}, \boxed{1}), (\boxed{1}, \boxed{3}), (\boxed{1}, \boxed{3})$  の4通りである。

$$p_n + q_n + r_n = 1 \text{ を用いると } p_{n+1} = \frac{3}{10} p_n + \frac{3}{10} q_n + \frac{4}{10} r_n = \frac{1}{10} r_n + \frac{3}{10}.$$

- (3) (2)と同様に  $S_{n+1}$  を3で割ったときの余りが2となるのは次の場合である。

- ・  $S_n$  が3で割り切れて  $a_{n+1}$  を3で割ると2余る。このとき  $(n+1)$  回目に出るカードの組み合わせは  $(\boxed{0}, \boxed{2}), (\boxed{1}, \boxed{1}), (\boxed{2}, \boxed{3})$  の3通りである。  
 -  $S_n$  を3で割ると1余り  $a_{n+1}$  を3で割ると1余る。このとき  $(n+1)$  回目に出るカードの組み合わせは  $(\boxed{0}, \boxed{1}), (\boxed{0}, \boxed{1}), (\boxed{1}, \boxed{3}), (\boxed{1}, \boxed{3})$  の4通りである。  
 -  $S_n$  を3で割ると2余り  $a_{n+1}$  が3で割り切れる。このとき  $(n+1)$  回目に出るカードの組み合わせは3通りである。したがって  $r_{n+1} = \frac{1}{10} q_n + \frac{3}{10}$ 。よって

$$p_{n+2} = \frac{1}{10}r_{n+1} + \frac{3}{10} = \frac{1}{100}q_n + \frac{33}{100}.$$

(4) 前問までの結果から

$$\begin{aligned} p_{n+3} &= \frac{1}{100}q_{n+1} + \frac{33}{100} \\ &= \frac{1}{100}(1-p_{n+1}-r_{n+1}) + \frac{33}{100} \\ &= \frac{1}{1000}p_n + \frac{333}{1000}. \end{aligned}$$

$$\text{ここで, } p_{n+1} + r_{n+1} = \frac{1}{10}(r_n + q_n) + \frac{3}{5} = \frac{1}{10} - \frac{1}{10}p_n + \frac{3}{5} = -\left(\frac{1}{10}p_n - \frac{7}{10}\right) \text{ を用いた.}$$

$$\text{よって } p_4 = \frac{1}{1000}p_1 + \frac{333}{1000} = \frac{3}{10000} + \frac{3330}{10000} = \frac{3333}{10000}.$$

3. (配点 30 点)

- (1)  $f(x) = (x+2)e^x$  とおくと  $f'(x) = (x+3)e^x$  である. 接線  $\ell$  の方程式

$$y = (a+3)e^a(x-a) + (a+2)e^a = e^a(a+3)x - e^a(a^2+2a-2)$$

である.

- (2) (1)で得た接線の方程式において  $x=y=0$  の場合なので  $e^a(a^2+2a-2)=0$  を得る.  $e^a > 0$  なので  $a^2+2a-2=0$  を解くと  $a = \frac{-2 \pm \sqrt{12}}{2} = -1 \pm \sqrt{3}$  を得る.  $a > 0$  なので  $a = -1 + \sqrt{3}$ .

- (3)  $f(x)$  は  $x > 0$  の範囲で単調に増加しており, グラフが下に凸であるから接線との共有点は接点  $(a, f(a))$  のみである. また, 曲線  $C$  のグラフは下に凸であるから, 直線  $\ell$  のグラフの上にある. よって, 高さが  $(1 + \sqrt{3})e^{-1+\sqrt{3}}$ , 底辺の長さが  $-1 + \sqrt{3}$  の直角三角形の面積を  $T$  とすると

$$\begin{aligned} S &= \int_0^{-1+\sqrt{3}} (x+2)e^x dx - T \\ &= \int_0^{-1+\sqrt{3}} (x+2)e^x dx - e^{-1+\sqrt{3}} \\ &= \left[ (x+1)e^x \right]_0^{-1+\sqrt{3}} - e^{-1+\sqrt{3}} \\ &= (-1 + \sqrt{3})e^{-1+\sqrt{3}} - 1 \end{aligned}$$

である.

### 数学Ⅲを含まない問題

1. (配点 40 点)

- (1) **数学Ⅲを含む問題** と同じ.  
 (2) **数学Ⅲを含む問題** と同じ.  
 (3) **数学Ⅲを含む問題** と同じ.  
 (4)  $f'(x) = 2x^2 + 5ax + 3$  である.  $2x^2 + 5ax + 3 = ax - 7$  とすると 2 次方程式  $x^2 + 2ax + 5 = 0$  を得る. この方程式が実数解をひとつだけもつような  $a$  の値を求めればよい. よって判別式  $D = 4a^2 - 20 = 0$  をみたすような  $a$  の値を求めればよい. よって  $a = \pm\sqrt{5}$ .  
 (5)  $x \geq a$  のとき被積分関数の絶対値を外すと  $x(x-a) = x^2 - xa$ .  $x \leq a$  のとき被積分関数の絶対値を外すと  $-x(x-a) = xa - x^2$ .

$$\begin{aligned} \text{したがって } I &= \int_0^a (xa - x^2) dx + \int_a^1 (x^2 - xa) dx = \left[ \frac{a}{2}x^2 - \frac{1}{3}x^3 \right]_0^a \\ &+ \left[ \frac{1}{3}x^3 - \frac{a}{2}x^2 \right]_a^1 = \frac{a^3}{2} - \frac{a^3}{3} + \frac{1}{3} - \frac{a}{2} + \frac{a^3}{2} - \frac{a^3}{3} = \frac{a^3}{3} - \frac{a}{2} + \frac{1}{3}. \end{aligned}$$

よって  $I = \frac{a^3}{3} - \frac{a}{2} + \frac{1}{3}$ .

2. (配点 30 点)

- 数学Ⅲを含む問題** と同じ.

3. (配点 30 点)

- (1) 方程式  $\frac{x^2}{a} - 4a = -\frac{x^2}{b} + 4b$  を解くと  $x = \pm 2\sqrt{ab}$ . このとき  $y = 4(b-a)$ . よって交点の座標は  $(\pm 2\sqrt{ab}, 4(b-a))$ .

- (2) グラフの対称性から

$$S = 2 \int_0^{2\sqrt{ab}} \left( -\frac{x^2}{b} + 4b - \frac{x^2}{a} + 4a \right) dx$$

$$= 2(a+b) \int_0^{2\sqrt{ab}} \left( -\frac{x^2}{ab} + 4 \right) dx$$

$$= \frac{32}{3}(a+b)\sqrt{ab}.$$

(3)  $a+b=1$  だから相加相乗平均より

$$S = \frac{32}{3}(a+b)\sqrt{ab} = \frac{32}{3}\sqrt{ab} \leq \frac{32}{3} \cdot \frac{a+b}{2} = \frac{16}{3}.$$

よって  $S$  の最大値は  $\frac{16}{3}$   $\left( a=b=\frac{1}{2} \text{ のとき} \right)$ .

【解説】

### 数学Ⅲを含む問題

1. (1) 2 次方程式の解と係数の関係と与えられた条件を上手く適用させて解く.

(2) 一見, 差の形の項など無さそうな式であるが, 有理化することで差の形の項を抽出することができる. そのことを利用すると和の中間の項が打ち消し合うので末端の項だけ計算すればよい.

(3) 条件式から 2 つあるうちの一方の文字を消去し最大値・最小値を求める.

(4) 対数関数の式変形を用いて計算する.

(5) 上手く式変形をして対数関数を用いて積分できることに気づくか, そうでない場合は置換積分の方法を用いる.

2. (1)  $a_1$  が取り得る値として 3 で割り切れるときの値を求める. その場合の数を求めていく.

(2) (1)と同じようにして場合わけしていく.

(3) (2)のように解く.

(4) 前問までに得られた式を利用して  $p_{n+3}$  と  $p_4$  を求めていく.

3. (1) 微分を正確に計算し, 接線の方程式を求める.

(2) 原点を通るという条件を利用して接線の方程式に  $x=y=0$  を代入して  $a$  を求める.

(3) 曲線と接線のグラフの位置関係に着目する. また直角三角形の部分に気づくことが重要である. 定積分を正確に計算する.

### 数学Ⅲを含まない問題

1. (1) **数学Ⅲを含む問題** と同じ.

(2) **数学Ⅲを含む問題** と同じ.

(3) **数学Ⅲを含む問題** と同じ.

(4) 微分法と 2 次方程式の判別式の取り扱いができるか問われている.

(5) 絶対値の正確な取り扱いと定積分の正確な計算が問われる.

2. **数学Ⅲを含む問題** と同じ

3. (1) 曲線の交点の求め方を正確に理解しているか問われる. 方程式を立てて交点の座標を求めればよい.

(2) グラフの対称性に気づけば定積分を速やかに計算できる.

(3) 相加相乗平均を正確に適用できるか問われる.

後期日程 1 日目 (2 月 27 日試験)

【解答例】

### 数学Ⅲを含む問題

1. (配点 40 点)

(1)  $\frac{n^2-3n+4}{n+1} = n-4 + \frac{8}{n+1}$  が整数である条件は  $\frac{8}{n+1}$  が整数であることである. よって求める自然数は  $n=1, 3, 7$ .

(2)  $x^2 + \frac{1}{x^2} = \left(x + \frac{1}{x}\right)^2 - 2$  より  $x + \frac{1}{x} = \pm 4$  である. ここで  $x + \frac{1}{x} = 4$  の両辺を  $x$  倍すると  $x^2 - 4x + 1 = 0$ ,  $x + \frac{1}{x} = -4$  の両辺を  $x$  倍す

ると  $x^2 + 4x + 1 = 0$  である. これらのふたつの 2 次方程式はどちらも判別式  $D = 16 - 4 = 12 > 0$  なので, 実数解を持つ. よって,

$x + \frac{1}{x} = \pm 4$  をみたす実数  $x$  が存在することがわかる.  $x^3 + \frac{1}{x^3} =$

$$\left(x + \frac{1}{x}\right) \left(x^2 - 1 + \frac{1}{x^2}\right) = \pm 4 \cdot (14 - 1) = \pm 52.$$

(3)  $|\overrightarrow{BC}|=2\sqrt{2}$  より  $|\overrightarrow{AC}-\overrightarrow{AB}|=2\sqrt{2}$ . 両辺を 2 乗して  
 $|\overrightarrow{AC}|^2-2\overrightarrow{AC}\cdot\overrightarrow{AB}+|\overrightarrow{AB}|^2=8$ ,  
 $\overrightarrow{AB}\cdot\overrightarrow{AC}=\frac{5}{2}$ .  
また  $\overrightarrow{AH}\perp\overrightarrow{BC}$  であり  $\overrightarrow{BC}=\overrightarrow{AC}-\overrightarrow{AB}$  であることから  
 $t|\overrightarrow{AC}|^2-t\overrightarrow{AB}\cdot\overrightarrow{AC}+(1-t)\overrightarrow{AB}\cdot\overrightarrow{AC}-(1-t)|\overrightarrow{AB}|^2=0$   
 $4t-\frac{5}{2}t+(1-t)\cdot\frac{5}{2}-9(1-t)=0$   
 $t=\frac{13}{16}$ .

(4)  $f(x)=\int_0^x te^{t^2} dt$  とおくと  $f'(x)=xe^{x^2}$ ,  $f(1)=\frac{e-1}{2}$  である.

$F(x)=\log f(x)$  とおくと

$$\begin{aligned} & \log\left(2\int_0^{1+h} te^{t^2} dt\right)^{\frac{1}{h}} - \log(e-1)^{\frac{1}{h}} \\ &= \frac{\log\{2f(1+h)\} - \log(2f(1))}{h} \\ &= \frac{\log 2 + \log f(1+h) - \log 2 - \log f(1)}{h} \\ &= \frac{F(1+h) - F(1)}{h} \end{aligned}$$

なので

$$\begin{aligned} \lim_{h \rightarrow 0} \left\{ \log\left(2\int_0^{1+h} te^{t^2} dt\right)^{\frac{1}{h}} - \log(e-1)^{\frac{1}{h}} \right\} &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{F(1+h) - F(1)}{h} \\ &= F'(1) \\ &= \frac{f'(1)}{f(1)} \\ &= \frac{2e}{e-1}. \end{aligned}$$

(5) 与えられた不等式の両辺を  $x^2(>0)$  倍すると  $x^2 \log x + a \geq 0$  を得る.  $f(x)=x^2 \log x + a$  とおくと  $f(x) \geq 0$  となる  $a$  の値の範囲を求めるべきよい.  $f'(x)=2x \log x + x = x(2 \log x + 1) = 0$  とすると  $x=e^{-\frac{1}{2}}$  を得る.  $f(x)$  は  $x=e^{-\frac{1}{2}}$  において最小値  $f\left(e^{-\frac{1}{2}}\right)=a-\frac{1}{2e}$  をとる. この最小値が 0 以上であればよいので  $a \geq \frac{1}{2e}$  が答えである.

2. (配点 30 点)

- (1)  $(-1+i)^2=1-2i-1=-2i$  と  $(-1+i)^3=-2i(-1+i)=2+2i$  を利用して  $P(-1+i)=3(2+2i)+4(-2i)+2(-1+i)-4=6+6i-8i-2+2i-4=0$ .
- (2) 前問の結果から  $x=-1+i$  は方程式  $P(x)=0$  の解である. このとき  $x=\overline{-1+i}=-1-i$  も  $P(x)=0$  の解である. よって  $P(x)$  は  $(x+1-i)(x+1+i)=x^2+2x+2$  で割り切れることがわかり  $P(x)=(x^2+2x+2)(3x-2)$  が得られる. 以上により方程式の解は  $x=-1+i, -1-i, \frac{2}{3}$ .

(3)  $P(x)$  を  $x^2+a$  で割ると商は  $3x+4$ , 余りは  $(2-3a)x-4a-4$  である. 一方で余りは  $-x+b$  としているので係数を比較して  $2-3a=-1, -4a-4=b$ . よって求める  $a, b$  の値は  $a=1, b=-8$ .

3. (配点 30 点)

(1)

$$\begin{aligned} I_1(a) &= \int_0^1 \left( \frac{1}{a} e^{ax} \right)' x \, dx \\ &= \left[ \frac{x}{a} e^{ax} - \frac{1}{a^2} e^{ax} \right]_0^1 \\ &= \frac{(a-1)e^a + 1}{a^2}. \end{aligned}$$

(2)

$$\begin{aligned} I_n(a) &= \int_0^1 \left( \frac{1}{a} e^{ax} \right)' x^n \, dx \\ &= \left[ \frac{x^n}{a} e^{ax} \right]_0^1 - \frac{n}{a} I_{n-1}(a) \\ &= \frac{1}{a} e^a - \frac{n}{a} I_{n-1}(a). \end{aligned}$$

(3)  $x=e^t$  とおくと

$$\int_1^e x^2 (\log x)^3 \, dx = \int_0^1 e^{3t} t^3 \, dt = I_3(3)$$

である.  $I_3(a)=\frac{e^a}{a}-\frac{3}{a}I_2(a)=\frac{e^a}{a}-\frac{3}{a}\left(\frac{e^a}{a}-\frac{2}{a}I_1(a)\right)$  なので

$$I_3(a)=\frac{e^a}{a}-\frac{3e^a}{a^2}+\frac{6(a-1)e^a+6}{a^4}.$$

この式に  $a=3$  を代入すると  $I_3(3)=\frac{4e^3+2}{27}$ .

[別解]

$$L_n(a)=\int_1^e x^{a-1} (\log x)^n \, dx$$

とおく,

$$L_1(a)=\int_1^e \left( \frac{x^a}{a} \right)' \log x \, dx$$

を利用して上述(1), (2)のように部分積分を繰り返し  $L_n(a)$  と  $L_{n-1}(a)$  の間に成り立つ漸化式を立てて  $L_3(3)$  を計算することもできる.

### 数学Ⅲを含まない問題

1. (配点 40 点)

(1) **数学Ⅲを含む問題** と同じ.

(2) **数学Ⅲを含む問題** と同じ.

(3) **数学Ⅲを含む問題** と同じ.

(4)  $f'(a)=f'(b)$  のとき

$$p=\frac{a+b}{2}, q=\frac{f(a)+f(b)}{2}$$

となる  $p, q$  を求める.  $f'(a)=f'(b)$  より,  $3a^2-6a+2=3b^2-6b+2$ . すなわち  $a^2-b^2=2(a-b)$  より  $p=1$ . このとき  $f(a)+f(b)=f(a)+f(2-a)=-4$ . よって  $q=-2$ .

(5)  $a=\int_0^1 f(t) \, dt$  とおく.  $f(1)=\frac{f(1)}{2}+1$  より  $f(1)=2$  である. すなわち  $f(x)$  の  $x^2$  の項の係数は 1 なので  $f(x)=x^2+ax+1-a$  とおくことができる.

$$\begin{aligned} a &= \int_0^1 f(t) \, dt = \int_0^1 (t^2+at+1-a) \, dt = \left[ \frac{1}{3}t^3 + \frac{a}{2}t^2 + (1-a)t \right]_0^1 \\ &= \frac{1}{3} + \frac{a}{2} + 1 - a. \end{aligned}$$

以上より  $a=\frac{8}{9}$  を得る. よって  $f(x)=x^2+\frac{8}{9}x+\frac{1}{9}$  である.

2. (配点 30 点)

**数学Ⅲを含む問題** と同じ.

3. (配点 30 点)

(1)  $f(x)-f(a)=x^2-x-a^2+a=0$  を解くと, 2 次方程式の解の公式より

$$x=\frac{1 \pm \sqrt{4a^2-4a+1}}{2}=\frac{1}{2} \pm \left( a - \frac{1}{2} \right) = a, 1-a.$$

$a-(1-a)=2a-1>0$  ので  $a>1-a$ . よって求める範囲は  $1-a \leq x \leq a$ .

(2)

$$\begin{aligned} I(a) &= \int_0^{1-a} \{f(x)-f(a)\} \, dx - \int_{1-a}^a \{f(x)-f(a)\} \, dx \\ &= \int_0^{1-a} (x^2-x-a^2+a) \, dx - \int_{1-a}^a (x^2-x-a^2+a) \, dx \\ &= \left[ \frac{1}{3}x^3 - \frac{1}{2}x^2 + (a-a^2)x \right]_0^{1-a} - \left[ \frac{1}{3}x^3 - \frac{1}{2}x^2 + (a-a^2)x \right]_{1-a}^a \\ &= \frac{2}{3}(1-a)^3 - (1-a)^2 + 2(a-a^2)(1-a) - \frac{1}{3}a^3 + \frac{1}{2}a^2 - (a-a^2)a \\ &= 2a^3 - \frac{7}{2}a^2 + 2a - \frac{1}{3}. \end{aligned}$$

(3)  $I'(a)=6a^2-7a+2=6\left(a-\frac{1}{2}\right)\left(a-\frac{2}{3}\right)$  である.  $\frac{1}{2} < a < 1$  の範囲

で  $I'(a)=0$  とすると  $a=\frac{2}{3}$  である. よって  $a=\frac{2}{3}$  で極小値

$$I\left(\frac{2}{3}\right)=\frac{1}{27}$$

## [解説]

## 数学Ⅲを含む問題

1. (1)  $\frac{n^2-3n+4}{n+1}=n-4+\frac{8}{n+1}$  と式変形してやる。自然数は 1, 2, 3, … であることに注意する。

(2) まず平方完成してやる。そしてから与えられた条件を用いて所望の値を求めていく。

(3) 与えられた条件を反映させながらベクトルの内積や大きさを計算していく。

(4) 極限の対象の関数を式変形して、極限の式を微分係数の定義式の形に寄せていく。

(5) 両辺を  $x^2$  倍して、関数  $f(x)$  を  $f(x)=x^2 \log x + a$  とおいてやり  $f(x) \geq 0$  となる  $a$  の範囲を求めてやる。

2. (1)  $P(x)$  に直接  $-1+i$  を代入して、複素数の計算をする。

(2) (1)の解答により  $-1+i$  が解であるが  $-1-i$  も解であるということを用いる。

(3)  $P(x)$  と割る式、商、余りの関係式を書いてやる。

3. (1) 部分積分を行う。

(2) (1)と同様の部分積分を行う。

(3) 直接計算して正解に辿り着くことも可能であるが、ここは誘導に乘り(1), (2)の結果および  $e^t=x$  または  $t=\log x$  と置換して置換積分を用いると計算が簡単になる。

## 数学Ⅲを含まない問題

1. (1) 数学Ⅲを含む問題と同じ。

(2) 数学Ⅲを含む問題と同じ。

(3) 数学Ⅲを含む問題と同じ。

(4) 中点  $(p, q)$  を定める条件式と接線が平行ということより  $f'(a)=f'(b)$  という条件式を立てる。

(5) 求める 2 次関数に対する係数などの条件から式を立てる。

2. 数学Ⅲを含む問題と同じ

3. (1) 2 次不等式を立てる。

(2) 関数のグラフの位置関係から絶対値を外してやる。

(3)  $I(a)$  の導関数を計算し極値を正確に求める。

## [出題者から]

**数学Ⅲを含む問題** 高校の教科書をよく読み、自然数の定義を再確認しておこう。問題 1 の(1)では解答欄に 0 を書く解答が散見された。全体に言えることだが問題を解く際に、不等式の扱い、対数の演算、微分係数の定義式が必要な場合には、いつでも対応できるようにしておきたい。その為には式を丸暗記するのではなく、式の意味も含めて理解しておきたい。不等式の扱いを苦手な受験生が多い。出題した問題に限らず  $\geq$  と  $>$  では使い方が異なることに注意しよう。数学Ⅲの積分の範囲では部分積分や置換積分を正確に使えるようにしよう。部分積分ではマイナスの符号の付く項がある。問題 3 ではその符号を付け間違えたりする解答も散見された。問題文から出題者の意図を読み取り、上手く誘導に乗ることが出来ると解答が楽になる場合がある。問題 3 では誘導に気づくことが出来ず大変な計算をしている受験生もいた。もちろん誘導に乘らずに解答した場合でも適切な議論や計算を行うことで正しい結果に辿り着くこともある。

**数学Ⅲを含まない問題** 数学Ⅲを含む問題と共に通する部分がある。問題 3 の(1)では不等式を解けていない解答が多かった。2 次不等式についておさらいしておこう。

## 後期日程 2 日目 (2 月 28 日試験)

## [解答例]

## 数学Ⅲを含む問題

1. (配点 40 点)

(1) 商を  $2x+c$  とおくと

$$2x^3+3x^2+ax+1=(x^2+bx-1)(2x+c)+15x+8$$

が成り立つから、右辺を展開して整理すると

$$2x^3+3x^2+ax+1=2x^3+(2b+c)x^2+(bc+13)x-c+8$$

となり、係数を比較して

$$\begin{cases} 3=2b+c \\ a=bc+13 \\ 1=-c+8 \end{cases}$$

を解いて、 $c=7$ ,  $b=-2$ ,  $a=-1$  よって答えは  $a=-1$ ,  $b=-2$ 。

(2)  $x+y=s$ ,  $xy=t$  とおくと、 $s$ ,  $t$  の連立一次方程式  $\begin{cases} 3s+2t=-1 \\ 4s-3t=27 \end{cases}$  を

得る。これを解くと、 $s=3$ ,  $t=-5$  である。よって解と係数の関係より  $x, y$  は 2 次方程式  $u^2-3u-5=0$  の解である。これを解いて、 $x < y$  より

$$x=\frac{3-\sqrt{29}}{2}, y=\frac{3+\sqrt{29}}{2}$$

である。

(3) 真数条件から  $1 < x < 6$ 。底の変換を行い

$$\log_2(x-1) > \frac{1}{2} \log_2(6-x)$$

$$(x-1)^2 > 6-x$$

$$x^2-x-5 > 0$$

$$x < \frac{1-\sqrt{21}}{2}, \frac{1+\sqrt{21}}{2} < x$$

$$\text{より答えは } \frac{1+\sqrt{21}}{2} < x < 6.$$

(4)

$$\begin{aligned} \int_1^e \frac{1-(\log x)^2}{x} dx &= \int_1^e \left[ \frac{1}{x} - \frac{(\log x)^2}{x} \right] dx \\ &= \left[ \log x - \frac{1}{3} (\log x)^3 \right]_1^e \\ &= 1 - \frac{1}{3} \\ &= \frac{2}{3}. \end{aligned}$$

ここで、被積分関数の第 2 項目について合成関数の微分法により

$$\left( \frac{1}{3} (\log x)^3 \right)' = \frac{(\log x)^2}{x} \text{ という事に気づくのが難しい場合は置換積分法で計算する。} t=\log x \text{ と置くと } \frac{1}{x} dx=dt \text{ である。また, } x \text{ と } t$$

の対応は  $\begin{array}{c|cc} x & 1 & \rightarrow & e \\ \hline t & 0 & \rightarrow & 1 \end{array}$  となる。よって  $\int_1^e \frac{(\log x)^2}{x} dx = \int_0^1 t^2 dt = \frac{1}{3}$ .

(5) 区分求積法を用いる。

$$K_n = \frac{1}{n^2 \sqrt{n}} \sum_{k=0}^{n-1} (n+k+1) \sqrt{k}$$

とおく。

$$\begin{aligned} K_n &= \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} \left( \frac{k}{n} + 1 + \frac{1}{n} \right) \sqrt{\frac{k}{n}} \\ &= \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} \left( \frac{k}{n} \sqrt{\frac{k}{n}} + \sqrt{\frac{k}{n}} + \frac{1}{n} \sqrt{\frac{k}{n}} \right) \end{aligned}$$

となる。ここで区分求積法を用いて

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} \sqrt{\frac{k}{n}} = \int_0^1 \sqrt{x} dx = \left[ \frac{2}{3} x^{\frac{3}{2}} \right]_0^1 = \frac{2}{3},$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} \frac{k}{n} \sqrt{\frac{k}{n}} = \int_0^1 x \sqrt{x} dx = \left[ \frac{2}{5} x^{\frac{5}{2}} \right]_0^1 = \frac{2}{5}$$

であるから、求める極限値は  $\lim_{n \rightarrow \infty} K_n = \frac{2}{5} + \frac{2}{3} + 0 \cdot \frac{2}{3} = \frac{16}{15}$ .

2. (配点 30 点)

(1)

$$\begin{aligned} z + \frac{1}{z} &= x + yi + \frac{x - yi}{(x+yi)(x-yi)} \\ &= x \left( 1 + \frac{1}{x^2 + y^2} \right) + y \left( 1 - \frac{1}{x^2 + y^2} \right)i \end{aligned}$$

が実数なので、 $x^2 + y^2 = 1$  であり、このとき

$$\alpha = x \left( 1 + \frac{1}{x^2 + y^2} \right) = 2x$$



$$= \frac{3}{2} \cdot \frac{2\sqrt{21} + 18}{12} = \frac{\sqrt{21} + 9}{4}.$$

また,  $4 < \sqrt{21} < 5$  より,  $13 < \sqrt{21} + 9 < 14$  であるから

$$\frac{13}{4} < x < \frac{7}{2}$$

である. ゆえに,  $x$  の整数部分は 3.

(2) 与えられた式を  $y$  について整理し, 因数分解する.

$$\begin{aligned} (2x-2)y + 3x^2 - 3x &= 2(x-1)y + 3x(x-1) \\ &= (x-1)(3x+2y). \end{aligned}$$

(3) 長さが 1, 2 の辺の間の角の大きさを  $\theta$  とする. 余弦定理により

$$\cos \theta = \frac{1^2 + 2^2 - (\sqrt{2})^2}{2 \cdot 1 \cdot 2} = \frac{3}{4} \text{ であり, } \sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1 \text{ と } \sin \theta > 0$$

より,  $\sin \theta = \sqrt{1 - \left(\frac{3}{4}\right)^2} = \sqrt{\frac{7}{16}} = \frac{\sqrt{7}}{4}$  となる. よって, 求める面積は

$$\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2 \cdot \frac{\sqrt{7}}{4} = \frac{\sqrt{7}}{4}.$$

(4) 取り出した 3 個の玉の色がすべて同じである確率を求める.

・3 個とも白玉である確率は

$$\frac{3C_2}{5C_2} \cdot \frac{2}{3} = \frac{3 \cdot 2}{5 \cdot 4} \cdot \frac{2}{3} = \frac{1}{5}.$$

・3 個とも赤玉である確率は

$$\frac{1}{5C_2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{2 \cdot 1}{5 \cdot 4} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{30}.$$

上記の 2 つの事象は互いに排反であるから, 取り出した 3 個の玉の色がすべて同じである確率は  $\frac{1}{5} + \frac{1}{30} = \frac{7}{30}$  である. よって, 求める確率は  $1 - \frac{7}{30} = \frac{23}{30}$  である.

(5) 与えられた 2 数をそれぞれ素因数分解すると

$$189 = 3^3 \times 7,$$

$$504 = 2^3 \times 3^2 \times 7$$

となる. よって, 最小公倍数は  $2^3 \times 3^3 \times 7 = 1512$  である.

2. (配点 25 点)

(1)  $\alpha, \beta$  は  $x^2 + 2x + 6 = 0$  の虚数解である. 解と係数の関係から  $\alpha + \beta = -2, \alpha\beta = 6$  である. よって,

$$\begin{aligned} \frac{1}{\alpha(\beta+1)} + \frac{1}{\beta(\alpha+1)} &= \frac{\beta(\alpha+1) + \alpha(\beta+1)}{\alpha\beta(\alpha+1)(\beta+1)} \\ &= \frac{2\alpha\beta + (\alpha+\beta)}{\alpha\beta(\alpha+\beta+1)} = \frac{2 \cdot 6 - 2}{6(6 - 2 + 1)} = \frac{10}{30} = \frac{1}{3}. \end{aligned}$$

(2) 真数条件から,  $x > 21$ かつ,  $x > 41$  である. ゆえに,  $x > 41$  として考える. 両辺の底を 3 に変換して整理する. ただし, 底 3 が 1 より大きいことに注意して変形する.

$$\log_3(x-21) - 2 \cdot \frac{\log_3(x-41)}{\log_3 9} \leq \log_3 9$$

$$\log_3 \frac{(x-21)}{(x-41)} \leq \log_3 9$$

$$x-21 \leq 9(x-41)$$

$$x \geq \frac{87}{2}.$$

$x > 41$  との共通部分を考慮して, 求める解は  $x \geq \frac{87}{2}$  である.

(3)  $\cos \theta = \frac{\sqrt{2}}{6}$  であるから, 2 倍角の公式を用いることにより

$$\cos 2\theta = 2\cos^2 \theta - 1 = 2 \cdot \frac{1}{18} - 1 = -\frac{8}{9} \text{ である.}$$

(4)  $\overrightarrow{AB} = (-1, 5, 6) - (s, s-1, 4) = (-1-s, 6-s, 2)$ ,  $\overrightarrow{OC} = (2, 1, t)$  である. これらが平行であるとき, 実数  $k$  を用いて  $\overrightarrow{AB} = k\overrightarrow{OC}$  と表すことができる. すなわち,  $-1-s=2k, 6-s=k, 2=kt$  である.

これを解いて,  $s=13$  である.  $\left(t=-\frac{2}{7}, k=-7\right)$

(5) 等差数列  $\{a_n\}$  の初項, 公差をそれぞれ  $a, d$  とおく.  $a_{25}=84$  より

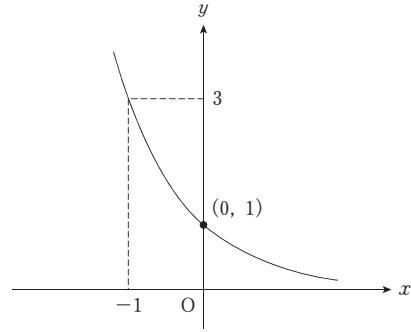
$a + 24d = 84, a_{55}=159$  より,  $a + 54d = 159$  を得る. これらより,  $d = \frac{5}{2}, a=24$  である. よって, 等差数列の和の公式より

$$S_{17} = \frac{17}{2} \left( 2 \cdot 24 + 16 \cdot \frac{5}{2} \right) = 17(24 + 20) = 748$$

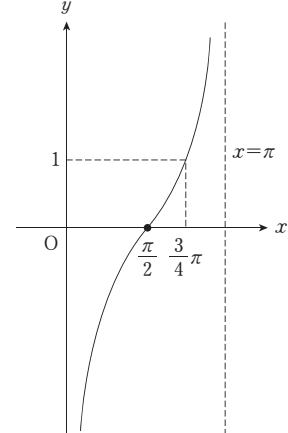
である.

3. (配点 15 点)

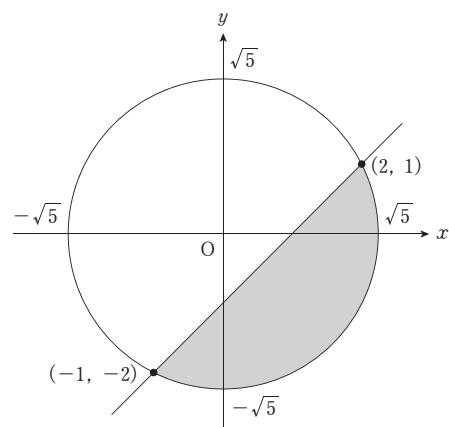
(1) 描くグラフは関数  $y=3^x$  のグラフを  $y$  軸について対称に移動したグラフである.



(2) 描くグラフは関数  $y=\tan x$  のグラフを  $x$  軸の方向に  $\frac{\pi}{2}$  だけ平行移動したグラフである.



(3)  $x^2 + y^2 \leq 5$  が表す領域は, 原点を中心とし, 半径が  $\sqrt{5}$  の円の周上, および内部である. この領域と,  $y \leq x-1$  が表す領域の共通部分を描けばよい. ただし境界を含むことに注意する. 式  $x^2 + y^2 = 5$  に  $y=x-1$  を代入し整理すると  $(x-2)(x+1)=0$  となるので, 円  $x^2 + y^2 = 5$  と, 直線  $y=x-1$  の交点の座標は  $(2, 1), (-1, -2)$  である. 求める領域は図の網かけ部分である. ただし, 境界を含む.



4. (配点 15 点)

(1) 辺  $AB$  の長さは 4 であるから,  $4 = |\overrightarrow{OB} - \overrightarrow{OA}|$  より,

$$16 = |\overrightarrow{OB}|^2 - 2\overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{OB} + |\overrightarrow{OA}|^2$$

$$2\overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{OB} = 9 + 10 - 16$$

$$\overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{OB} = \frac{3}{2}.$$

(2) 点Dは、辺ABを5:3に内分するので、 $\overrightarrow{OD} = \frac{3\overrightarrow{OA} + 5\overrightarrow{OB}}{8}$ である。

さらに、点Eは、線分ODを2:1に内分することから、

$$\overrightarrow{OE} = \frac{2}{3} \cdot \frac{3\overrightarrow{OA} + 5\overrightarrow{OB}}{8}$$

$$= \frac{3\overrightarrow{OA} + 5\overrightarrow{OB}}{12}$$

$$\left( = \frac{1}{4}\overrightarrow{OA} + \frac{5}{12}\overrightarrow{OB} \right)$$

(3) (2)より、

$$\overrightarrow{GE} = \overrightarrow{OE} - \overrightarrow{OG}$$

$$= \frac{1}{4}\overrightarrow{OA} + \frac{5}{12}\overrightarrow{OB} - \frac{1}{3}(\overrightarrow{OA} + \overrightarrow{OB})$$

$$= -\frac{1}{12}\overrightarrow{OA} + \frac{1}{12}\overrightarrow{OB}$$

$$= \frac{1}{12}\overrightarrow{AB}$$

である。よって、線分GEの長さは  $\frac{1}{12} \cdot 4 = \frac{1}{3}$ 。

5. (配点20点)

(1)  $f'(x) = 2(x^2 - 4x + 3) = 2x^2 - 8x + 6$  であるから、

$$\begin{aligned} f(x) &= \int (2x^2 - 8x + 6) dx \\ &= \frac{2}{3}x^3 - 4x^2 + 6x + C \quad (C \text{ は積分定数}) \end{aligned}$$

$f(0) = 0$  より、 $C = 0$  を得る。よって、 $f(x) = \frac{2}{3}x^3 - 4x^2 + 6x$  である。

(2)  $f'(x) = 2(x-1)(x-3)$  であるから、 $f'(x) = 0$  とすると  $x=1, 3$  であり、 $f(x)$  は  $x=1$  のとき極大値、 $x=3$  のとき極小値をそれぞれとする。すなわち、 $p=1$  である。

また、 $f(1) = \frac{2}{3} - 4 + 6 = \frac{8}{3}$  であって、方程式  $f(x) = f(p)$  は

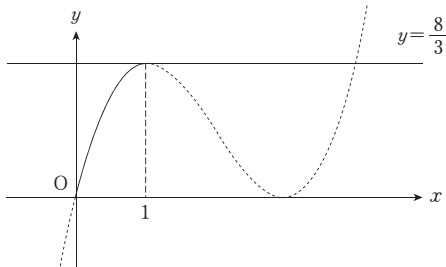
$$\frac{2}{3}x^3 - 4x^2 + 6x - \frac{8}{3} = 0 \quad \cdots (*)$$

となる。さらに、座標平面上において曲線  $y=f(x)$  と直線  $y=\frac{8}{3}$  は  $x=1$  で接することから、方程式 (\*) の左辺は  $(x-1)^2$  で割り切れる。よって、方程式  $f(x) = f(p)$  は次のように変形できる。

$$\frac{2}{3}(x-1)^2(x-4) = 0.$$

よって、この方程式の  $x=p$  以外の解は  $x=4$  である。

(3) 曲線  $y=f(x)$  の  $0 \leq x \leq 1$  の部分、直線  $y=\frac{8}{3}$  は次のようにになる。



よって、求める面積を  $S$  とすると

$$S = \int_0^1 \left( \frac{8}{3} - f(x) \right) dx$$

$$= \int_0^1 \left( -\frac{2}{3}x^3 + 4x^2 - 6x + \frac{8}{3} \right) dx$$

$$= \left[ -\frac{1}{6}x^4 + \frac{4}{3}x^3 - 3x^2 + \frac{8}{3}x \right]_0^1$$

$$= \frac{-1+8-18+16}{6}$$

$$= \frac{5}{6}.$$

### 【解説】

1. (1) この問題を解くためには分母を有理化する必要がある。分母の有理化はさまざまな分野の計算に必要な知識であるから、このような計算には慣れておいてほしい。

(2) 複数の文字が含まれる因数分解の問題では、最も次数の低い文字について整理することが基本となる。本問は  $x$  の次数が2であり、 $y$  の次数が1であるから、文字  $y$  について整理することで因数分解の形が見えてくる。この問題は比較的よく解けていた。

(3) 余弦定理を用いる基本的な問題である。余弦定理を用いる際に、分母に根号が入らないように公式を適用すると、計算が簡単になることがある。

(4) 確率の問題では、直接求めようとすると計算が煩雑になることがある。そのような場合には、余事象の知識を利用すると、解法への道筋は見えることが多いので覚えておいてほしい。 $\frac{7}{30}$  と解答している間違いが目立った。

(5) 最大公約数、最小公倍数を求めるることは、基本的な内容である。必ず身に付けてほしい。

2. (1) 解を具体的に求めることも難しくない。しかし、解と係数の関係を用いる解法をしっかり身に付けてほしい。

(2) 底の変換公式を利用する必要があるが、内容としてはかなり基本的な出題であった。 $x = \frac{87}{2}$  という誤答が目立った。

(3) 2倍角の公式を利用する問題である。2倍角の公式を間違えた形で覚えてしまったためか、 $\cos 2\theta = \frac{8}{9}$  とした誤答が目立った。

(4) ベクトルが平行となる条件は基本的である。3点が一直線上にある場合の条件と混同しないように注意が必要である。

(5) 等差数列や、その和の公式についての知識があれば、非常に基本的な出題である。

3. 全体として、交点の座標や曲線を特徴付ける点の座標を書いていない答案が多かった。グラフを書く際は  $x$  軸や  $y$  軸との交点や曲線を特徴付けるような点の座標を必ず書くようにしてほしい。

(1) 指数関数のグラフを描く問題である。しかし、指数部分が  $-x$  であったため、曖昧な理解では描くことの難しかった設問である。

(2) 三角関数のグラフを描く問題である。正接 (tan) のグラフの理解度は、正弦 (sin)、余弦 (cos) と比較するとやや低い傾向にある。さらに本問は平行移動の知識も必要であり、定義域にも注意して解答する必要があった。

(3) 不等式で表される領域の知識があれば単純な設問である。しかしながら、不等号の向きに関しては注意する必要があり、実際に逆向きの不等式で与えられる領域を解答していた答案もみられた。また、 $2$  と  $\sqrt{5}$  の大小関係を間違えている答案もみられた。

4. (1) 解答例には、ベクトルの知識に重点をおいた解法を記載した。余弦定理から  $\cos \angle AOB$  の値を求めて、内積を計算することももちろん可能である。

(2) 辺の内分点に関するベクトルの公式は基本的である。忘れていた場合は必ず復習してほしい。 $\overrightarrow{OA}$  と  $\overrightarrow{OB}$  の係数が逆になっている答案が多くみられた。

(3) 三角形の重心に関する位置ベクトルの知識が必要となる問題である。

5. (1) 導関数  $f'(x)$  と、 $f(0)$  の値から関数を復元する問題である。まずは両辺を積分することで  $f(x)$  の定数項以外がわかる。その後  $x=0$  を代入することで、 $f(x)$  の定数項もわかる。 $x=0$  を代入せず、積分定数を残したまま解答している答案もみられた。

(2) 関数  $f(x)$  が極値をとる  $x$  の値を求める必要がある。しかし、導関数はすでに問題文内で与えられているので、改めて微分する必要はない。また、方程式を解く際に  $x=p$  を重解にもつことを利用で

されば、計算が易しくなる設問である。

- (3) 前問までの結果を利用して、求める図形の概形を描くことができればあとは簡単な積分計算である。なお、直線  $y=f(p)$  が直線  $y=\frac{8}{3}$  であることなどを利用し、グラフを描く必要がある。

## 物理

### 前期日程1日目 (2月1日試験)

#### 【解答例】

1. (配点36点)

(A) 正解: 3.  $60^\circ$

弾性衝突後のPとQの速さをそれぞれ  $v$  と  $u$  とすると、力学的エネルギー保存より

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}mu^2 \rightarrow v_0^2 = v^2 + u^2$$

となる。これは、3つの速度が、速さ  $v_0$  を斜辺、速さ  $v$  と速さ  $u$  をその他の2辺とする直角三角形を構成し、衝突後のPとQの運動方向が直交する ( $90^\circ$  の角度をなす) ことを意味する。したがって、衝突後のQの運動の向きが  $x$  軸とのなす角度は  $90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$  となる。

(B) 正解: 1.  $\frac{1}{2}v_0$

(A) より、 $u = v_0 \cos 60^\circ = \frac{1}{2}v_0$  となる。

(C) 正解: 5.  $\frac{mv \sin \theta}{qB}$

荷電粒子の磁場に垂直な方向の速さは  $v \sin \theta$  なので、荷電粒子が磁場から受けるローレンツ力の大きさは  $qvB \sin \theta$  となる。このローレンツ力が円運動の向心力となるので、求める回転半径を  $R$  とすれば、運動方程式より

$$\frac{mv \sin \theta}{R} = qvB \sin \theta \rightarrow R = \frac{mv \sin \theta}{qB}$$

となる。

(D) 正解: 3.  $\frac{2\pi mv \cos \theta}{qB}$

(C) より、らせん運動において荷電粒子が1回転する時間(周期)は

$$T = \frac{2\pi R}{v \sin \theta} = \frac{2\pi m}{qB}$$

である。したがって、この間に荷電粒子が磁場方向へ進む距離は

$$v \cos \theta T = \frac{2\pi mv \cos \theta}{qB}$$

となる。

(E) 正解: 5.  $\frac{\lambda L}{a}$

ガラス板の溝と溝の間の平らな部分は光を透過させるスリットと考えることができ、これが平行に一定の間隔に並んでいるものが回折格子である。回折格子のスリットの間隔(格子定数)を  $d$  とすると、隣り合うスリットを通ってスクリーン上の点Oから距離  $x$  離れた位置に進む光の光路差はどこでも

$$\frac{xd}{L}$$

と近似できる。これが光の波長の整数倍のときに光は強め合う。

$$\frac{xd}{L} = m\lambda \quad (m=0, 1, 2, 3\cdots)$$

O( $x=0$ )における明線は  $m=0$  に、Oから距離  $a$  離れた位置  $x=a$  における次の明線は  $m=1$  に対応する。

$$\frac{ad}{L} = \lambda \rightarrow d = \frac{\lambda L}{a}$$

となる。

(F) 正解: 2.  $\frac{b}{a}\lambda$

波長  $\lambda'$  を使うと、(E)と同様に  $d$  を

$$d = \frac{\lambda' L}{b}$$

と書き表せるから、 $\lambda'$  は

$$\lambda' = \frac{b}{a}\lambda$$

となる。

数学

物理

## 2. (配点 24 点)

(A) 正解: 2.  $CE_1^2$ 

じゅうぶんな時間が経過する間に、はじめ電荷を蓄えていなかった電気容量  $C$  のコンデンサーは電荷  $Q=CE_1$  を蓄える。これは起電力  $E_1$  の電池が電荷を運ぶことによって行われたので、電池のした仕事  $W$  は

$$W=QE_1=CE_1^2$$

となる。

(B) 正解: 4.  $\frac{1}{2}CE_1^2$ 

抵抗で消費されたエネルギーは、(A)で電池のした仕事  $W$  からコンデンサーに蓄えられている静電エネルギーの変化  $\frac{1}{2}CE_1^2$  を差し引いたものなので、

$$W-\frac{1}{2}CE_1^2=CE_1^2-\frac{1}{2}CE_1^2=\frac{1}{2}CE_1^2$$

となる。

(C) 正解: 3.  $\frac{3C|E_2-E_1|}{4}$ 

$S$  を  $b$  に入る前、電気容量  $C$  のコンデンサーは電荷  $Q=CE_1$  を蓄えていた。 $S$  を  $b$  に入れた後、電気容量  $C$  のコンデンサーに蓄えられている電荷を  $Q_1$ 、電気容量  $3C$  のコンデンサーに蓄えられている電荷を  $Q_2$  とすると、電荷保存の式は

$$CE_1=Q_1-Q_2$$

となる。また、電気容量  $C$  のコンデンサーにかかっている電圧は  $Q_1/C$ 、電気容量  $3C$  のコンデンサーにかかっている電圧は  $Q_2/3C$  となり、これらの和は  $E_2$  に等しいから

$$\frac{Q_1}{C}+\frac{Q_2}{3C}=E_2$$

である。この 2 つの式を整理すると

$$Q_2=\frac{3C(E_2-E_1)}{4} \rightarrow |Q_2|=\frac{3C|E_2-E_1|}{4}$$

となる。

(D) 正解: 1.  $\frac{7E_1+9E_2}{16}$ 

再び  $S$  を  $b$  に入る前、電気容量  $C$  のコンデンサーは電荷  $Q=CE_1$  を、電気容量  $3C$  のコンデンサーは(C)の電荷  $Q_2$  を蓄えていた。 $S$  を  $b$  に入れた後、電気容量  $C$  のコンデンサーにかかっている電圧を  $V_1$ 、電気容量  $3C$  のコンデンサーにかかっている電圧を  $V_2$  とすると、電荷保存の式は

$$\begin{aligned} CE_1-Q_2 &= CV_1-3CV_2 \\ \rightarrow \frac{C(7E_1-3E_2)}{4} &= CV_1-3CV_2 \end{aligned}$$

となる。また、 $V_1$  と  $V_2$  の和は  $E_2$  に等しいから

$$V_1+V_2=E_2$$

である。この 2 つの式を整理すると

$$V_1=\frac{7E_1+9E_2}{16}$$

となる。

## 3. (配点 40 点)

(A) 正解:  $\frac{F}{2m}t^2$ ミニカーの加速度を  $\alpha$  とするとミニカーの運動方程式は

$$ma=F \rightarrow \alpha=\frac{F}{m}$$

なので、加速度  $\alpha=F/m$  が一定の等加速度直線運動をすることがわかる。したがって、時間  $t$  におけるミニカーの  $x$  座標は

$$x=x(t)=\frac{F}{2m}t^2$$

となる。

(B) 正解:  $L-\frac{F}{2M}t^2$ 板の加速度を  $\beta$  とすると板の運動方程式は

$$M\beta=-F$$

なので、加速度  $-F/M$  が一定の等加速度直線運動をすることがわかる。時間  $t=0$  での板の右端の  $x$  座標が  $L$  であることに注意すれば、時間  $t$  における板の右端の  $x$  座標は

$$x=X(t)=L-\frac{F}{2M}t^2$$

となる。

(C) 正解: 時間  $=\sqrt{\frac{2mML}{F(m+M)}}$ 、 $x$  座標  $=-\frac{mL}{m+M}$ ミニカーが板の右端に到達したときの時間を  $t_1$  とすると

$$x(t_1)=X(t_1) \rightarrow \frac{F}{2m}t_1^2=L-\frac{F}{2M}t_1^2$$

であるから、

$$t_1=\sqrt{\frac{2mML}{F(m+M)}}$$

となる。このときの板の左端の  $x$  座標は

$$X(t_1)-L=-\frac{mL}{m+M}$$

となる。

(D) 正解:  $\frac{ML}{2(m+M)}$ このときのミニカーの  $x$  座標は  $x(t_1)$ 、板の重心（中央）の  $x$  座標は  $X(t_1)-L/2$  なので、全体の重心の  $x$  座標は

$$x_G=\frac{mx(t_1)+M\left(X(t_1)-\frac{L}{2}\right)}{m+M}=\frac{ML}{2(m+M)}$$

となる。

## 前期日程 2 日目 (2 月 2 日試験)

## [解答例]

## 1. (配点 36 点)

(A) 正解: 5.  $\sigma(a^2-\pi b^2)$ くり抜かれる前の正方形の薄い板の質量は  $\sigma a^2$ 、くり抜いた円形の板の質量は  $\sigma \pi b^2$  なので、求める質量は  $\sigma(a^2-\pi b^2)$  となる。(B) 正解: 4.  $\frac{\pi b^3}{a^2-\pi b^2}$ くり抜かれた板にくり抜いた円形の板をはめると元の正方形の板と同じになり、全体の重心は点  $O$  ( $x=0$ ) である。また、このときの円形の板の重心は点  $O'$  ( $x=b$ ) である。くり抜かれた板の重心の  $x$  座標を  $x_G$  とすると

$$\begin{aligned} 0 &= \frac{\sigma(a^2-\pi b^2) \times x_G + \sigma \pi b^2 \times b}{a^2 \sigma} \\ \rightarrow x_G &= -\frac{\pi b^3}{a^2-\pi b^2} \end{aligned}$$

なので、求める距離は

$$|x_G|=\frac{\pi b^3}{a^2-\pi b^2}$$

である。

(C) 正解: 2.  $\frac{4E}{11R}$ このときの OP 間の抵抗値は  $3R$  なので、抵抗値  $R$  の抵抗とすべり抵抗器を並列につないだときの合成抵抗の抵抗値は

$$\frac{R \times 3R}{R+3R}=\frac{3}{4}R$$

である。また、この合成抵抗と抵抗値  $2R$  の抵抗を直列につないだときの合成抵抗の抵抗値は

$$\frac{3}{4}R+2R=\frac{11}{4}R$$

であるから、抵抗値  $2R$  の抵抗を流れる電流の大きさは

$$\frac{E}{\frac{11}{4}R}=\frac{4E}{11R}$$

となる。

(D) 正解: 4.  $\frac{3x}{4}$  倍

抵抗値  $R$  の抵抗とすべり抵抗器の PQ 間 (抵抗値  $(1-x) \times 3R$ ) を直列につないだ合成抵抗は

$$R + (1-x) \times 3R = (4-3x)R$$

である。この合成抵抗とすべり抵抗器の OP 間 (抵抗値  $3xR$ ) は並列につながれた形になっているので、これらの電位差は等しい。したがって、抵抗値  $2R$  の抵抗を流れる電流を  $I$ 、抵抗値  $R$  の抵抗を流れる電流を  $I_1$  とすると、キルヒホフの法則より

$$(4-3x)RI_1 = 3xR(I - I_1)$$

の関係が成立する。これを解くと

$$\frac{I_1}{I} = \frac{3x}{4}$$

となる。

(E) 正解: 1.  $p_0 + \frac{(m_1 + m_2 - M)g}{S}$

ひもの張力の大きさは  $Mg$  である。P 内の気体の圧力を  $p_1$ 、Q 内の気体の圧力を  $p_2$  とすると、2 つのピストンについての釣り合いの式は、

質量  $m_1$  のピストン:  $p_1S = p_0S + m_1g - Mg$

質量  $m_2$  のピストン:  $p_2S = p_0S + m_2g$

である。これらの式を整理すると

$$p_2 = p_0 + \frac{(m_1 + m_2 - M)g}{S}$$

となる。

(F) 正解: 2.  $\frac{p_0S + (m_1 - M)g}{p_0S + (m_1 + m_2 - M)g}$  倍

P の体積を  $V_1$ 、Q の体積を  $V_2$ 、2 つの気体の温度を  $T$ 、気体定数を  $R$  とすると、P 内と Q 内の気体の状態方程式はそれぞれ

P 内:  $p_1V_1 = RT$

Q 内:  $p_2V_2 = RT$

なので、

$$p_1V_1 = p_2V_2 \rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_1}{p_2}$$

である。また、(E)の釣り合いの式から

$$p_1 = p_0 + \frac{(m_1 - M)g}{S}$$

なので、

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{p_0S + (m_1 - M)g}{p_0S + (m_1 + m_2 - M)g}$$

となる。

## 2. (配点 24 点)

(A) 正解: 4.  $\frac{eV}{md}$

電極間の電場は  $y$  軸の負方向を向き、大きさは  $V/d$  である。電極間の電子は  $x$  方向には力を受けないから、電子の加速度  $\alpha$  は  $y$  成分のみとなる。この加速度を  $\alpha_y$  とすると、電子は電場からのみ力を受けるので、運動方程式は

$$m\alpha_y = (-e) \left( -\frac{V}{d} \right)$$

であり、

$$\alpha_y = \frac{eV}{md}$$

となる。

(B) 正解: 3.  $\frac{md^2v_0^2}{eh^2}$

電子が電極に衝突することなく電極間を通過するのにかかる時間  $t_1$  は、

$$t_1 = \frac{h}{v_0}$$

である。電子が電極に衝突しないためには、この時間の間に電子が  $y$  軸方向へ移動する距離が  $\frac{d}{2}$  よりも小さい必要があり、式で表すと

$$\frac{1}{2}\alpha_y t_1^2 = \frac{1}{2} \frac{eV}{md} \left( \frac{h}{v_0} \right)^2 < \frac{d}{2}$$

である。この式を整理すると、

$$V < \frac{md^2v_0^2}{eh^2}$$

となる。

(C) 正解: 1.  $\frac{eVh(h+2L)}{2mdv_0^2}$

電子が電極を抜け出てから  $y$  軸に到達するまでにかかる時間  $t_2$  は

$$t_2 = \frac{L}{v_0}$$

である。また、電子が電極を抜け出たときの電子の  $y$  方向の速さ  $v'$  は

$$v' = \alpha_y t_1 = \frac{eV}{md} \frac{h}{v_0}$$

である。したがって、OP 間の距離は

$$\overline{OP} = \frac{1}{2} \alpha_y t_1^2 + v' t_2 = \frac{eVh(h+2L)}{2mdv_0^2}$$

となる。

(D) 正解: 5.  $\frac{4m^2dv_0^3}{e^2Vh(h+2L)}$

このとき、距離  $\overline{OP}$  は円軌道の直径になっている。電子は磁場のある領域へ初速  $v_0$  のまま進入する。磁束密度の大きさを  $B$ 、円軌道の半径を  $r = (\overline{OP}/2)$  とすると、円運動の向心力をローレンツ力とする半径方向の運動方程式

$$m \frac{v_0^2}{r} = ev_0 B$$

が成立する。(C)の結果を使ってこの式を整理すると、

$$B = \frac{mv_0}{er} = \frac{4m^2dv_0^3}{e^2Vh(h+2L)}$$

となる。

## 3. (配点 40 点)

(A) 正解: 加速度 =  $\frac{F}{6m}$ 、垂直抗力 =  $\frac{F}{6}$

水平右向きを運動の正方向とする。可動台、P、Q は一体となって運動しているので、これらの加速度の大きさを  $\alpha$  とすると運動方程式より

$$(3m + 2m + m)\alpha = F \rightarrow \alpha = \frac{F}{6m}$$

となる。また、可動台に対して静止している Q は水平左方向に大きさ  $m\alpha$  の慣性力を受けるので、Q が可動台の鉛直面から受けける垂直抗力の大きさを  $N_1$  とすれば、可動台から見たときの水平方向の釣り合いの式より

$$0 = N_1 - m\alpha \rightarrow N_1 = m\alpha = \frac{F}{6}$$

となる。

(B) 正解:  $\sqrt{3} mg - \frac{F}{6}$

可動台に対して静止している P は水平左方向に大きさ  $2m\alpha$  の慣性力を受ける。また、慣性力と P に作用する重力の斜面に垂直な方向の成分の大きさはそれぞれ  $2m\alpha \cos 60^\circ$  と  $2mg \cos 30^\circ$  である。したがって、P が可動台の斜面から受けける垂直抗力の大きさを  $N_2$  とすれば、可動台から見たときの斜面に垂直な方向の釣り合いの式

$$0 = N_2 + 2m\alpha \cos 60^\circ - 2mg \cos 30^\circ$$

より

$$N_2 = \sqrt{3} mg - \frac{F}{6}$$

となる。

(C) 正解:  $\frac{\sqrt{3} F}{6}$

可動台の鉛直面は滑らかなので、Q の鉛直方向の釣り合いの式から系の張力は  $T = mg$  である。また、P が斜面から受けける静止摩擦力を斜面に沿って上向に  $F_s$  とすると、可動台から見たときの P の斜面に平行な方向の釣り合いの式

$$0 = T - 2m\alpha \sin 60^\circ - 2mg \sin 30^\circ + F_s$$

から

<p><math>F_s = \frac{\sqrt{3}F}{6}</math></p> <p>となる。</p> <p>(D) 正解：静止摩擦係数 <math>\geq \frac{\sqrt{3}F}{6\sqrt{3}mg - F}</math></p> <p>静止摩擦係数を <math>\mu_s</math> とすると、P が可動台の斜面上で静止するための条件から</p> $F_s \leq \mu_s N_2 \rightarrow \mu_s \geq \frac{\sqrt{3}F}{6\sqrt{3}mg - F}$ <p>となる。</p> <p><b>前期日程3日目（2月3日試験）</b></p> <p><b>[解答例]</b></p> <p>1. (配点36点)</p> <p>(A) 正解：2. <math>\sqrt{\frac{kd^2}{m} - 2gd \sin \theta}</math></p> <p>ばねが自然長になった瞬間の小物体の速さを <math>v</math> とすると、力学的エネルギー保存の式は</p> $\frac{1}{2}kd^2 = \frac{1}{2}mv^2 + mgd \sin \theta$ <p>であるから、この式を整理して</p> $v = \sqrt{\frac{kd^2}{m} - 2gd \sin \theta}$ <p>となる。</p> <p>(B) 正解：5. <math>\frac{kd^2}{2mg \sin \theta}</math></p> <p>小物体は最高点に達した瞬間に静止するので、(A)から小物体が最高点に達するまでに斜面に沿って移動した距離を <math>\ell</math> とすると、力学的エネルギー保存の式は</p> $mg\ell \sin \theta = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow \ell = \frac{kd^2}{2mg \sin \theta} - d$ <p>である。求める答えは、これにばねが自然長から縮められた長さ <math>d</math> を足した</p> $\ell + d = \frac{kd^2}{2mg \sin \theta}$ <p>となる。</p> <p>(C) 正解：2. <math>\frac{\epsilon_0 + \epsilon}{2\epsilon} E</math></p> <p>コンデンサーの電極面積を <math>S</math>、電極間隔を <math>d</math> とすると、コンデンサーの最初の電気容量 <math>C</math> は</p> $C = \epsilon_0 \frac{S}{d}$ <p>である。電極間の下半分を誘電体で満たしたとき、コンデンサー上半分の電気容量 <math>C_1</math> と下半分の電気容量 <math>C_2</math> はそれぞれ</p> $C_1 = \epsilon_0 \frac{S}{(d/2)} = 2C, \quad C_2 = \epsilon \frac{S}{(d/2)} = 2\frac{\epsilon}{\epsilon_0} C$ <p>であり、コンデンサーとしての電気容量 <math>C_3</math> は上半分と下半分を直列につないだときと同じ</p> $C_3 = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{2\epsilon}{\epsilon_0 + \epsilon} C$ <p>である。下半分を誘電体で満たす前後でコンデンサーに蓄えられている電荷 <math>Q</math> は変わらないから、下半分を誘電体で満たしたときの電極間の電位差を <math>E'</math> とすれば</p> $Q = CE = C_3 E' \rightarrow E' = \frac{\epsilon_0 + \epsilon}{2\epsilon} E$ <p>となる。</p> <p>(D) 正解：4. <math>\frac{\epsilon_0 + \epsilon}{2\epsilon}</math> 倍</p> <p>求める答えは下半分を誘電体で満たす前後の静電エネルギーの比率なので、</p> $\frac{\frac{1}{2}C_3 E'^2}{\frac{1}{2}CE^2} = \frac{\epsilon_0 + \epsilon}{2\epsilon}$
--

<p>となる。</p> <p>(E) 正解：4. <math>\frac{(E_1 - E_2)\lambda_1 \lambda_2}{c(\lambda_2 - \lambda_1)}</math></p> <p>プランク定数を <math>h</math>、この金属の仕事関数を <math>W</math> とすると</p> $E_1 = h \frac{c}{\lambda_1} - W$ $E_2 = h \frac{c}{\lambda_2} - W$ <p>であるから、<math>W</math> を消去して式を整理するとプランク定数 <math>h</math> を</p> $h = \frac{(E_1 - E_2)\lambda_1 \lambda_2}{c(\lambda_2 - \lambda_1)}$ <p>と書き表すことができる。</p> <p>(F) 正解：5. <math>\frac{(E_1 - E_2)\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 E_1 - \lambda_2 E_2}</math></p> <p>(E)の2つの式より仕事関数 <math>W</math> を</p> $W = \frac{\lambda_1 E_1 - \lambda_2 E_2}{\lambda_2 - \lambda_1}$ <p>と書き表すことができる。また、限界波長を <math>\lambda_c</math> とすれば、</p> $0 = h \frac{c}{\lambda_c} - W$ <p>より</p> $\lambda_c = \frac{hc}{W} = \frac{(E_1 - E_2)\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 E_1 - \lambda_2 E_2}$ <p>となる。</p> <p>2. (配点24点)</p> <p>(A) 正解：1. <math>\frac{E}{B_1}</math></p> <p>荷電粒子が領域Iを直進するためには、領域Iで荷電粒子が電場から受ける力と磁場から受ける力は常に釣り合っている必要がある。点Pを通過したときの速さを <math>v</math> とすれば、釣り合いの式 <math>qE = qvB_1</math> より、</p> $v = \frac{E}{B_1}$ <p>となる。</p> <p>(B) 正解：3. <math>\frac{qEB_2}{B_1}</math></p> <p>荷電粒子は常に(A)の速さで運動するので、領域IIの磁場から受けるローレンツ力の大きさは</p> $qvB_2 = \frac{qEB_2}{B_1}$ <p>となる。</p> <p>(C) 正解：5. <math>\frac{2mE}{qB_1 B_2}</math></p> <p>円軌道の半径を <math>r</math> とすると、円運動の向心力は(B)のローレンツ力となるので、運動方程式は</p> $\frac{mv^2}{r} = \frac{qEB_2}{B_1} \rightarrow r = \frac{mv^2 B_1}{qEB_2} = \frac{mE}{qB_1 B_2}$ <p>であり、直径はこの2倍の</p> $2r = \frac{2mE}{qB_1 B_2}$ <p>となる。</p> <p>(D) 正解：4. <math>\frac{2mE \cos \theta}{qB_1 B_2}</math></p> <p>円軌道の中心は、点Qを通り <math>y</math> 軸と平行な線上の点 <math>(x_3, y_0 + r)</math> にある。そのため <math>\overline{QR}</math> の長さは、(C)で求めた直径の <math>\cos \theta</math> 倍の</p> $2r \cos \theta = \frac{2mE}{qB_1 B_2} \cos \theta$ <p>となる。</p> <p>3. (配点36点)</p> <p>(A) 正解：<math>\frac{3}{10}MgL</math></p> <p>棒の水平面からの傾きを <math>\theta_0</math> とすると、</p> $\cos \theta_0 = \frac{4}{5}, \quad \sin \theta_0 = \sqrt{1 - \cos^2 \theta_0} = \frac{3}{5}$ <p>である。また、棒の重心は棒の中心なので、棒の重心の水平面からの</p>
--

156

高さは

$$\frac{L}{2} \sin \theta_0 = \frac{3}{10} L$$

である。巻取機のした仕事は棒の位置エネルギーの増加に等しいので

$$Mg \times \frac{3}{10} L = \frac{3Mg}{10} L$$

となる。

(B) 正解:  $\sqrt{2} L$

巻取機と棒の右端を結ぶ糸の長さは

$$\sqrt{\left(L - \frac{4}{5}L\right)^2 + \left(2L - \frac{3}{5}L\right)^2} = \sqrt{2} L$$

である。

(C) 正解:  $\frac{2\sqrt{2}}{5} Mg$

点Pのまわりの重力Mgと糸の張力Tによる力のモーメントの釣り合いを考える。重力Mgは棒の中心に鉛直下向きに働くとしてよいので、点Pのまわりの重力による力のモーメントは時計回りに大きさ

$$Mg \sin\left(\frac{\pi}{2} + \theta_0\right) \times \frac{L}{2} = \frac{MgL}{2} \cos \theta_0 = \frac{2MgL}{5}$$

となる。

点Pのまわりの張力による力のモーメントの向きは反時計回りで、大きさは以下のように考える。

このときの糸と鉛直線とのなす角度を $\phi$ とすると、巻取機と棒の右端を結ぶ糸の長さは $\sqrt{2} L$ なので

$$\cos \phi = \frac{\frac{7}{5}L}{\sqrt{2}L} = \frac{7\sqrt{2}}{10}, \sin \phi = \frac{\frac{1}{5}L}{\sqrt{2}L} = \frac{\sqrt{2}}{10}$$

となる。また、棒の長さ方向と張力とのなす角度は $\phi + \theta_0$ なので、張力による力のモーメントの大きさは

$$\begin{aligned} T \sin\left(\frac{\pi}{2} - \phi - \theta_0\right) \times L &= TL \cos(\phi + \theta_0) \\ &= TL(\cos \phi \cos \theta_0 - \sin \phi \sin \theta_0) \\ &= TL\left(\frac{7\sqrt{2}}{10} \frac{4}{5} - \frac{\sqrt{2}}{10} \frac{3}{5}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2} TL \end{aligned}$$

である。

以上をまとめると、点Pのまわりの重力と糸の張力による力のモーメントの釣り合いの式から

$$0 = \frac{2MgL}{5} - \frac{\sqrt{2}}{2} TL \rightarrow T = \frac{2\sqrt{2}}{5} Mg$$

となる。

(D) 正解: 静止摩擦力 =  $\frac{2}{25} Mg$ , 垂直抗力 =  $\frac{11}{25} Mg$

求める静止摩擦力の大きさを $F_s$ とすると、水平方向の釣り合いの式より

$$\begin{aligned} 0 &= T \sin \phi - F_s \\ \rightarrow F_s &= \frac{2\sqrt{2}}{5} Mg \times \frac{\sqrt{2}}{10} = \frac{2}{25} Mg \end{aligned}$$

となる。また、求める垂直抗力の大きさを $N$ とすると、鉛直方向の釣り合いの式より

$$\begin{aligned} 0 &= T \cos \phi + N - Mg \\ \rightarrow N &= Mg - \frac{2\sqrt{2}}{5} Mg \times \frac{7\sqrt{2}}{10} = \frac{11}{25} Mg \end{aligned}$$

となる。

### [出題者から]

#### (1) 出題のねらい

問題1は全分野からの出題で解答群からの選択式であり、基礎的な知識・理解を判断するというねらいがあります。問題2は電磁気学分野を中心とした解答群からの選択式であり、基礎的な理解・知識に加えて応用力を判断する場合もあります。問題3は力学分野を中心とした記述式となっていて、基礎的な知識・理解や応用力さらに理解の深さを判断するねらいがあります。

#### (2) ここがポイント

どの問題も教科書の章末問題のレベルを大きく超えることはありません。教科書に記されている法則やそれを表現する式を暗記して当てはめるだけではなく、物理的な考え方をしっかりと理解することが大切です。

#### (3) こんなミスが目立った

##### ・1日目問3(A)

ミニカーの床に対する加速度を求めたにもかかわらず、板の加速度と組み合わせて答えている人がいました。等加速度直線運動における加速度・速度・位置の関係について理解を深めておきましょう。

##### ・1日目問3(D)

2物体の重心の位置の求め方を教科書などでよく確認しておきましょう。

##### ・2日目問3(A)

力Fは、相対的に静止している3つの物体に作用していることに注意しましょう。求める加速度の大きさは、Fを3つの物体の質量 $3m+2m+m=6m$ で割った量となります。3つの物体の質量うち2つだけを使って計算している人がいました。

##### ・2日目問3(B)

物体Pが可動台の斜面から受ける垂直抗力は、(A)で求めた加速度によって現れる慣性力によって変化します。これを考慮せずに答えている人がいました。教科書などで慣性力についてよく確認しておきましょう。また、可動台の傾斜角を $30^\circ$ ではなく $\theta$ として答えている人がいました。問題文中で数値が与えられているときには、自分で仮に決めた文字ではなく具体的な数値を使って答えるようにしましょう。

##### ・2日目問3(C)

力を可動台の斜面に平行な方向と垂直な方向とに分解するとき、角度を取り違えている人がいました。力を問題の図中に書き込んだり、自分で改めて作図するなどして間違えないように注意しましょう。

##### ・3日目問3(A)

ここは仕事(エネルギー)を答えるべきところですが、棒の右端や重心の高さの変化を答えたり、最初から重力加速度の大きさ $g$ を掛け忘れていた人がいました。どのような物理量を求めることが問われているのか、問題文を確認しましょう。

##### ・3日目問3(C)

$\sin$ や $\cos$ の計算ミスをしている人がいました。物理の問題では糸の長さの計算や釣り合いなどを考えるときに、三角関数の知識を必要とすることがあります。三角関数の基本的なポイントを押さえておきましょう。

#### (4) 過去3年間の出題傾向

##### ・令和7年度入試

弾性衝突、斜め衝突、運動量保存則、力学的エネルギー保存則、電池がする仕事、ジュール熱、コンデンサーに蓄えられる電荷・静電エネルギー、等加速度運動、重心、合成抵抗、キルヒホッフの法則、気体の状態変化、荷電粒子の運動、ローレンツ力、慣性力、静止摩擦、垂直抗力、ばね、誘電体、光電効果、力の釣り合い、力のモーメントの釣り合い

##### ・令和6年度入試

運動量保存則、力学的エネルギー保存則、変圧器、理想気体の状態方程式、コンデンサーに蓄えられる電荷・静電エネルギー、弾性衝突、等加速度運動、動摩擦力、半減期、オームの法則、キルヒホッフの法則、荷電粒子の運動、ローレンツ力、垂直抗力、誘電体とコンデンサーの静電容量、ドップラー効果、誘導起電力、オームの法則、ジュール熱、相対運動

##### ・令和5年度入試

運動量保存則、力学的エネルギー保存則、弾性衝突、反発係数、放物運動、張力、動摩擦力、単振動、円運動の向心力と垂直抗力、オームの法則、コンデンサーに蓄えられる電荷・静電エネルギー、ジュール熱、理想気体の状態方程式、内部エネルギー、熱力学第一法則、気体のする仕事、電場の強さ、荷電粒子の運動、クーロン力、ローレンツ力、弦の振動、直線電流が磁場から受ける力

## (5) 重要ポイント

記述式の問題では問題文で与えられている変数のみを使って解答できるかを確認してください。問題文にない変数を使った解答は必ず間違っています。自分が覚えている公式とは異なる変数が用いられている場合がありますので、問題に合わせて公式を使う必要があります。また記述式の問題で記号の区別、例えば大文字の  $M$  と小文字の  $m$  とギリシャ文字の  $\mu$  が判然としない解答がときどき見受けられます。疑わしくは罰せずの方針で採点しますが、しっかりと書き分けましょう。筆記体ではなく、教科書に記されている書体を用いて練習してください。

識別できる書体例:  $M, m, \mu$

識別が難しい書体例:  $\mu, m, \mu$

これ以外にも小文字の  $u$  と  $v$ 、小文字の  $l$  と数字の 1、小文字の  $g$  と数字の 9 なども判別しにくいことがあります。出題側は小文字の  $l$  ではなく大文字  $L$  を使って、問題が誤読されないように工夫したりしています。大学では自分の意見を文章で人に伝える機会が多くあり、その際に文章が読みにくかったり判別できなかったりすると、せっかくの内容が伝わらなくて損をすることになります。入試の記述問題でも人に見てもらうことを意識して誤解されないように丁寧に解答を書くことを心がけてください。丁寧に書いている人ほど正答率が高く、雑に書いている人ほど間違いが多い印象があります。

## (6) 合格へのアドバイス

教科書の例題や章末問題を解くことによって基本的な考え方をしっかりと理解した上で、あまり厚くない問題集などに取り組み、必ず一冊全部やりとげるとよいでしょう。何が出題されるか判らない状況では、抜けがあることが最も危険だからです。限られた時間内に解くために、「一見して解答の方針が立つ」かどうかをまず見極める力を養ってください。なお、解答の道筋が見えたとしても、実際には計算が進まない場合があります。数学はじゅうぶんに使いこなせるように学習してください。また物理の問題では、前の問題の答えを使って次の問題を解くことがあります。途中の問題で間違えるとその後の問題も間違えることになりますので、特に最初の問題を慎重に解き、時間が余ったら計算ミスなどしていないか何度も確かめましょう。

## 前期日程 4 日目（2月4日試験）

## [解答例]

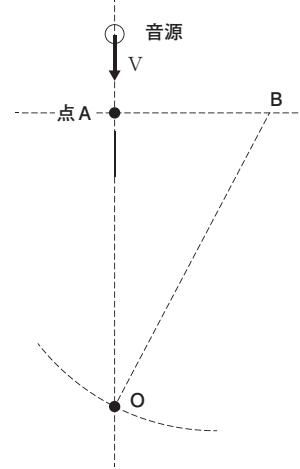
## 1. (配点 36 点)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
2	3	3	4	2	2

(A)  $t=0$  に A 点で発せられた音の波面が  $t$  秒後に O 点の観測者に達したとき、波面の中心は速さ  $w$  の風で B の位置に移動しているので、AB 間の距離は  $wt$ 。この波面は  $t$  の間に音速  $c$  で BO 間を進んだことになるからその距離は  $ct$ 。したがって三平方の定理より

$$OA = \sqrt{(BO)^2 - (AB)^2} = \sqrt{c^2 t^2 - w^2 t^2} = t \sqrt{c^2 - w^2}$$

(答) 2



(B) 「音源が近づいてくるドップラー効果」周波数  $f$  で音速  $V$  の音源が速さ  $v_s$  で観測者に近づいてくる場合、観測者が聞く音の周波数は  $f'$  は

$$f' = \frac{V}{V-v_s} f \text{ より求まるので, } V \text{ には(A)よりもとめた AO の距離 } t\sqrt{c^2-w^2} \text{ より } \sqrt{c^2-w^2}, v_s \text{ には } v \text{ を代入し } f' = \frac{\sqrt{c^2-w^2}}{\sqrt{c^2-w^2}-v} f \text{ と求まる。}$$

(答) 3

(C) 定圧変化で加熱して体積  $V [m^3]$  と温度  $T [K]$  がそれぞれ  $(V+\Delta V)$  と  $(T+\Delta T)$  に変化したとすると変化の前後の状態方程式は気体の圧力を  $p$  とおいて  $pV=nRT$ ,  $p(V+\Delta V)=nR(T+\Delta T)$  となる。連立して  $p(V+\Delta V)=\frac{pV}{T}(T+\Delta T)$   $\Delta V=\frac{\Delta T}{T}V=\frac{35-20}{273+20}\times 500=25.597\approx 26 \text{ mL}$

(答) 3

(D) 単原子分子理想気体の内部エネルギーの変化量  $\Delta U$  を求める式

$$\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T. (C) より nR\Delta T = p\Delta V \text{ なので } \frac{3}{2} nR\Delta T = \frac{3}{2} p\Delta V = \frac{3}{2} \times 1 \times 10^5 \times 25.597 \times 10^{-6} (m^3) = 38.3955 \times 10^{-1} = 3.8 (J)$$

(答) 4

(E) ある光子の速度の  $x$  成分を  $c_x$  とすると、単位時間での内壁 A との衝突回数は  $\frac{c_x}{2L}$  となる。一回の衝突で壁が受ける力積の大きさは  $2p_x$  だから、単位時間では  $\frac{p_x c_x}{L}$  となる。

(答) 2。

(F) (E)の結果から、壁が 1 個の光子から受ける力  $P_1$  は  $P_1 = \frac{p_x c_x}{L}$  であり、空洞内の光子数を  $N$  とするとすべての光子から受ける圧力  $P_{net}$  は  $P_{net} = \frac{N p_x c_x}{L^3}$  と書ける。運動量  $p$  は速度と平行であるから  $p_x = \frac{p c_x}{c}$ 。

これを使うと圧力は  $P = \frac{N p c_x^2}{L^3 c}$  と書ける。光子の運動は等方的であるから  $\overline{c_x^2} = \frac{c^2}{3}$ 、よって  $P = \frac{N p c}{3 L^3}$ 。ここで光子の運動量の式  $p = \frac{h v}{c}$  を使うと、 $P = \frac{N h v}{3 L^3}$ 。光子ガスの全エネルギーは  $U = N h v$  であるから、圧力は  $P = \frac{U}{3 L^3}$  となる。

(答) 2。

## 2. (配点 24 点)

(A)  $F=IBl$  の関係と、ローレンツ力の向きによりもとまる。

(答) 1

(B) ばねの伸び  $x$  とローレンツ力が  $IBl=kx$  となるので、 $k=1.0 \text{ N/m}$ ,

$$I=3.0\text{A}, l=0.1\text{m}, B=3.3\text{N}/(\text{A}\cdot\text{m}) \text{より}, x=\frac{IBl}{k}=\frac{3.0\times 3.3\times 0.1}{1.0}$$

$$=0.99\text{m}$$

(答) 4

(C) 電圧の最大値が 30 V のとき電流が 3 A になればいいので、オームの法則から  $10\Omega$ 。よって  $10-1.0=9.0\Omega$

(答) 5

(D) 導体棒に流れる電流の最大値を 3 A とするには抵抗値は  $1\Omega$  なので、オームの法則より電圧の最大値は 3 V となる。3 V のときにダイオードの順方向の電流が流れるようすればよいので、 $V_L=3\text{V}$  すればよい。導体棒の抵抗値を  $R_L$ 、電流を  $I_L$ 、ダイオード及び電池に流れる電流を  $I_L$  とすると、キルヒホフの法則、オームの法則より

$$E=R(I_L+I_L)+R_LI_L, V_L=R_LI_L$$

これらの式から  $I_L$  を消去すると

$$I_L=\frac{E}{R}-\left(\frac{1}{R_L}+\frac{1}{R}\right)V_L$$

が得られる。

(答) 2

3. (配点 40 点)

(A) ばね定数は  $mg=kd$  から  $k=\frac{mg}{d}$ 。小球  $m$  がばねから受ける弾性力の鉛直方向成分は  $mg$ 、水平方向成分は慣性力  $ma$  とつりあうから、伸ばす方向に  $m\sqrt{g^2+a^2}$  の大きさである。のび  $\times k=m\sqrt{g^2+a^2}$  から、のび  $=\sqrt{g^2+a^2}\frac{d}{g}$ 。

$$(答) \sqrt{g^2+a^2}\frac{d}{g}$$

(B) ばねに平行な方向を  $x$  軸に、垂直な方向を  $y$  軸に座標を決め、2つの小球の座標を  $(x_M, y_M)$ ,  $(x_m, y_m)$  とする。ばねの角度が  $\theta$  のときの小球それぞれの運動方程式は、成分ごとに

$$Ma_{xM}=-Mg \cos \theta + f, Ma_{yM}=-Mg \sin \theta$$

$$ma_{xm}=-mg \cos \theta - f, ma_{ym}=-mg \sin \theta$$

である。

$f=-k(x_M-x_m-\ell)$  がばねによる力である。この4つの式から

$$(a) Mm(a_{xM}-a_{xm})=(M+m)f=-k(M+m)(x_M-x_m-\ell)$$

$$(b) Mm(a_{yM}-a_{ym})=0$$

を得る。(a)は単振動の式であり、周期として  $2\pi\sqrt{\frac{Md}{g(M+m)}}$  を持つ。

よってその  $\frac{1}{4}$  ので  $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{Md}{g(M+m)}}$  となる。

$$(答) \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{Md}{g(M+m)}}$$

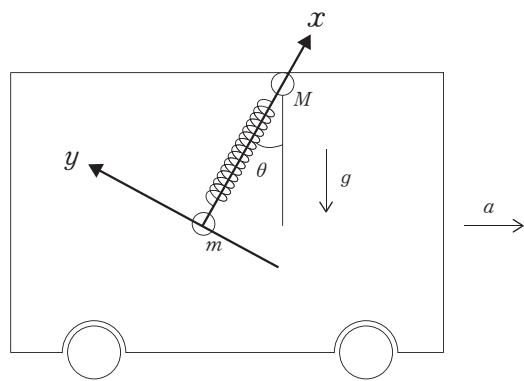
(C) 落下を始めたときにはばねが最大に伸びていたので、これが振動の振幅を与える。ばねののび  $A$  を  $A=\sqrt{g^2+a^2}\frac{d}{g}$  として、 $A \cos \omega t + \ell$

$$\text{となる。ただし } \omega = \sqrt{\frac{g(M+m)}{Md}}$$

$$(答) \sqrt{g^2+a^2}\frac{d}{g} \cos \sqrt{\frac{g(M+m)}{Md}} t + \ell$$

(D) (B)の(b)から二つの小球は同一の初期条件から同一の加速度  $a_{yM}=a_{ym}$  で運動する。よってばねは  $\theta$  を一定にしたまま  $-x$  方向に運動し(平行移動)、落ち始めた時と同じ傾きを持ったまま落下する。

$$(答) \tan \theta = \frac{a}{g}$$



#### (1) 出題のねらい

問題1は選択問題のみです。基本的な内容を幅広く理解しているかを見ています。問題2は電磁気学の分野から選択問題、問題3は力学の分野から記述問題を出題しています。基礎的理度に加えて、どのように考えて解答しているかも見ています。

#### (2) ここがポイント

問題1は力学・電磁気学以外の分野から出題されることが多いです。出題範囲は広いですが、問題は基本的なことを問うものが多いです。問題2は電磁気学の分野から出題され、すべて選択問題ではあるものの問題1よりも応用力が問われる問題です。問題3は力学の分野から出題されます。問題3はすべて記述問題ということで、力学の基本的な法則や公式の暗記だけでは解答の方針に迷うような発展的な問題が多いです。しかし、出題範囲は限られているので、基本をしっかりと身に着けていれば対応できます。

#### (3) こんなミスが目立った。

選択肢から解答を選ぶ大問1では(ii)と(iii)に似たような傾向が現れました。大問1は、3つの小問(i), (ii), (iii)からなり、それぞれ二つずつ問いがあります。それぞれの小問の初めの問い合わせ(i)と(E)では気体の状態方程式や運動量などの比較的基本なことが問われ、次の(D), (F)ではそれをふまえた応用的なことが問われていました。正答率をみると、(C)と(E)は非常に高く、それに反して(D)と(F)は非常に低い結果となりました。これは、受験生の皆さんには教科書の重要な事項である基本的なことはきちんと理解しているものの、それを用いてさらに計算を進めることができなかったのだと思われます。教科書の重要な事項だけではなく、章末にある発展的な問題などもよく読んで理解を深めるとよいでしょう。

また、記述問題では、問題3の(B)から、ばねの周期を勘違いした解答が多くありました。多くの教科書や参考書には、「つる巻きばねの一端に小球がついたばね振り子」の振動について記述されています。今回の問題はばねの両端に質量の違う小球がついているため、周期を求めるには運動方程式を記述し導く必要があります。この過程を飛ばし、丸暗記した公式をまず書き、そこへ質量の比などを挿入して計算している解答が非常に多かったです。これではもちろん正答へはたどり着きません。物理の勉強はもちろん式の理解や暗記も必要ですが、物体の配置や運動などをまず描写し、そこに基本法則などをあてはめて式を構築していくことがとても大事です。特に記述式の問題では「問題で提示されている物体の運動や自然現象をきちんと把握しているか」を問うていることが多いです。どの式を持ってくるのか、ではなく、まず図の中に必要な情報をきちんと記入し、その後でどの式を用いるべきか、順序だてて解いていくように日ごろから注意するといいでしょう。

#### (4) 過去3年間の出題傾向

##### ・令和7年度入試

音のドップラー効果、気体の状態変化、光子のエネルギー、ローレンツ力、オームの法則、キルヒホフの法則、単振動、運動の法則、弦の振動、気体の状態変化、原子の構造とエネルギー準位、一様な磁場内の荷電粒子の運動、摩擦を受ける運動、反発係数

##### ・令和6年度入試

原子核, 気体の状態変化, 波の性質, 磁場に入射する荷電粒子の運動, ローレンツ力, 円運動, 張力, 光の反射, X線, ばね, コンデンサー, 直流回路, 電位, 放物運動, 反発係数

・令和5年度入試

波の屈折, 気体分子の運動と圧力, 水素のエネルギー準位, 回転運動とばねの弾性力, 回転運動と自由落下, 直線電流が地場から受けける力, 電磁誘導の法則, 気体の状態変化, 人工衛星の運動, ドップラー効果, 放物運動, 電荷と電場, 電位

(5) 重要ポイント

物理現象について理解することが重要なのは当然ですが, 問題を解くためには数学の力も必要になります。特に, 三角関数を使う問題は毎年出題されているので理解しておきましょう。

(6) 合格へのアドバイス

教科書の内容を理解していれば十分な点数が取れるような問題になっていますが, 単に公式を当てはめれば正解できるような問題は多くありません。公式や法則を丸暗記するのではなく, その意味や成り立ちを理解することが大事です。

前期日程5日目 (2月5日試験)

[解答例]

1. (配点 36 点)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
3	4	3	5	3	5

(A) 4 個の腹のある定常波の波長は,  $\lambda_4 = \frac{l}{2}$ , 弦の張力の大きさは

$$T = mg \text{ より, } v = \sqrt{\frac{T}{\rho}} = \sqrt{\frac{mg}{\rho}}$$

$$\text{また, } v = f\lambda_4 \text{ より, } \sqrt{\frac{mg}{\rho}} = \frac{fl}{2}, \text{ よって, } \rho = \frac{4mg}{f^2 l^2}$$

(答) 3

(B) おもりの質量を変えた後の定常波の波長は,  $\lambda_3 = \frac{2l}{3}$ . おもりの質量

$$\text{を } m' \text{ とすると, } \sqrt{\frac{m'g}{\rho}} = \frac{2fl}{3}$$

$$\text{よって, } \rho = \frac{9m'g}{4f^2 l^2} \text{ となるので, } m' = \frac{16m}{9} \text{ したがって } \frac{16}{9} \text{ 倍}$$

(答) 4

(C) アボガドロ定数を  $N_A$ , 気体分子の数を  $N$ , 質量を  $m$ , 2 乗平均速度を  $\sqrt{v^2}$ , 気体定数を  $R$  とすると

$$p = \frac{Nmv^2}{3V}$$

また, 理想気体の状態方程式より

$$pV = \frac{N}{N_A}RT$$

よって

$$\sqrt{v^2} = \sqrt{\frac{3R}{mN_A}}T$$

となる。したがって, 温度が 2.25 倍になるとき  $\sqrt{v^2}$  は  $\sqrt{1.5}$  倍になる。

(答) 3

(D) 初期状態を  $P_1V_1 = nRT_1$ , 体積を変化させた後の状態を  $P_2V_2 = nRT_2$  とする。

単原子分子理想気体の内部エネルギー変化  $\Delta U$  は温度変化  $\Delta T$  に依存し次式で与えられる。

$$\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$$

したがって, 気体の温度が 180K 下がることで減少する内部エネルギーは

$$\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T = \frac{3}{2} \frac{P_2V_2}{T_2} \Delta T = \frac{3}{2} \frac{P_1V_1}{T_1} \Delta T$$

$$= \frac{3}{2} \frac{(2 \times 10^5) \times (1 \times 10^{-3})}{200} 180 = 270 \text{ J}$$

このエネルギーを吸収して物体の温度があがるので, 物体の質量を  $m(g)$ , 比熱を  $c[\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})]$  とすると, 物体が吸収したエネルギー  $Q$  は

$$Q = mc\Delta T$$

より

$$c = \frac{Q}{m\Delta T} = \frac{270}{5 \times 60} = 0.9 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$$

(答) 5

(E) 原子核からのクーロン力が向心力となって等速円運動するから

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{k_0 e^2}{r^2} \text{ が成り立つ。よって円運動の運動エネルギーは } \frac{mv^2}{2} =$$

$$\frac{k_0 e^2}{2r}, \text{ ここに (無限遠方を基準点とした) ポテンシャルエネルギー} -\frac{k_0 e^2}{r} \text{ を加えた全エネルギーは } W = -\frac{k_0 e^2}{2r} \text{ となる。一方で上記の}$$

$$\text{運動方程式を角速度 } \omega \text{ で表すと } mr\omega^2 = \frac{k_0 e^2}{r^2} \text{ であり, 従って回転数は}$$

$$\nu_c = \frac{\omega}{2\pi} = \sqrt{\frac{2}{\pi^2 m k_0^2 e^4} |W|^{\frac{3}{2}}} \text{ となる。よって答えは 3。}$$

$$(F) \nu_q = \nu_c \text{ とおき, } W_n = W \text{ を仮定すると } \frac{2}{\sqrt{R}ch^3} = \sqrt{\frac{2}{\pi^2 m k_0^2 e^4}} \text{ となる。これを } R \text{ について解くと } R = \frac{2\pi^2 m k_0^2 e^4}{h^3 c} \text{ を得る。}$$

(答) 5。

2. (配点 24 点)

(A) 荷電粒子が原点から射出したときの  $z$  軸方向の速さ  $v_z$ ,  $y$  軸方向の速さ  $v_y$  は,  $v_z = v \cos \frac{\pi}{3}$ ,  $v_y = v \sin \frac{\pi}{3}$  となる。

運動方程式は,  $\frac{m(v \sin \frac{\pi}{3})^2}{r} = qv \sin \frac{\pi}{3} B$  となる。よって  $r =$

$$\frac{mv \sin \frac{\pi}{3}}{qB} = \frac{mv \sqrt{3}}{2qB}$$

(答) 4

(B)  $z$  軸方向への等速直線運動の運動エネルギー  $\frac{1}{2}mv_z^2$ , 等速円運動のエネルギー  $\frac{1}{2}mv_y^2$

ローレンツ力は仕事をしないため, 運動エネルギーは変化しないから  $\frac{1}{2}m(v_z^2 + v_y^2) = \frac{1}{2}mv^2$

(答) 4

(C) 周期  $T$  は,  $T = \frac{2\pi r}{v_y}$  である。  $r$  と  $v_y$  を代入すると,  $T = \frac{2\pi m}{qB}$  となる。

1 周するのにかかる時間は等速円運動の周期に等しく,  $T = \frac{2\pi m}{qB}$  である。

$P$  の  $x$ ,  $y$  座標は  $x = y = r$  であるため, 粒子の回転は 3 周と  $1/4$  であることから,  $P$  を通過する時刻  $t_P$  は

$$t_P = \frac{6.5\pi m}{qB} = \frac{13\pi m}{2qB}$$

(答) 1

(D) 点  $P$  の  $z$  座標は  $z = v \cos \frac{\pi}{3} \times t_P = \frac{13\pi m v \cos \frac{\pi}{3}}{2qB} = \frac{13\pi m v}{4qB}$

電場  $E$  による加速度は  $a = -\frac{qE}{m}$

点  $P$  を通過するときの時刻をゼロとし, 再び  $z$  座標がゼロの位置を通過するときの時刻を  $t_0$  とすると

$$0 = -\frac{13\pi m v \cos \frac{\pi}{3}}{2qB} + v \cos \frac{\pi}{3} t_0 + \frac{1}{2} \left( -\frac{qE}{m} \right) t_0^2$$

$t_0 > 0$  なので

$$t_0 = \frac{mv \cos \frac{\pi}{3}}{qE} + \frac{m}{qE} \sqrt{v^2 \cos^2 \frac{\pi}{3} + \frac{13E\pi v \cos \frac{\pi}{3}}{B}}$$

(C)で求めた  $T$  で割って

$$\frac{t_0}{T} = \frac{Bv \cos \frac{\pi}{3}}{2\pi E} + \frac{B}{2\pi E} \sqrt{v^2 \cos^2 \frac{\pi}{3} + \frac{13E\pi v \cos \frac{\pi}{3}}{B}}$$

$$= \frac{B}{4\pi E} \left( v + \sqrt{v^2 + \frac{26E\pi v}{B}} \right)$$

回転して点 P を通過してから  $z$  座標がゼロの位置までもどる。

(答) 1

3. (配点 40 点)

(A) 等速直線運動なので重力の斜面方向成分と動摩擦力がつり合ってい

る。物体 A と斜面との間の動摩擦係数を  $\mu'$  とすると  $mg \sin \frac{\pi}{6} =$

$$\mu' mg \cos \frac{\pi}{6}, \text{ よって } \mu' = \tan \frac{\pi}{6} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$(答) \frac{\sqrt{3}}{3}$$

(B) 衝突後の物体 A と物体 B の速度をそれぞれ  $v_1$  と  $w_1$  とすると運動量保存則より

$$mv_0 = mv_1 + mw_1, \text{ よって}$$

$$v_0 = v_1 + w_1 \quad (1)$$

$$\text{反発係数の定義より } e = -\frac{v_1 - w_1}{v_0 - 0} = \frac{1}{\sqrt{3}}, \text{ よって}$$

$$w_1 - v_1 = \frac{v_0}{\sqrt{3}} \quad (2)$$

(1)と(2)から  $v_1$  と  $w_1$  はそれぞれ  $w_1 = \frac{3+\sqrt{3}}{6}v_0$ ,  $v_1 = \frac{3-\sqrt{3}}{6}v_0$  と求まる。

$$(答) \frac{3+\sqrt{3}}{6}v_0$$

(C) 物体 B が斜面をのぼりはじめるときの速度は  $w_1$  であるから、最高点に達して再び点 Q を通過するときの速度は力学的エネルギー保存則より  $-w_1$  である。また、斜面上方を正方向にとると物体 B は加速度

$$a = \frac{-mg \sin \frac{\pi}{4}}{m} = -\frac{\sqrt{2}}{2}g \text{ で等加速度運動するので、最初に点 Q を通}$$

過するときの時刻を  $t=0$ 、すべり落ちてきて点 Q を通過するときの時刻を  $t=t'$  とすると、速度と時間の関係より

$$-w_1 = w_1 + at' = w_1 - \frac{\sqrt{2}}{2}gt'$$

よって(B)の答えを代入して

$$t' = \frac{2\sqrt{2}w_1}{g} = \frac{2\sqrt{2}}{g} \times \frac{3+\sqrt{3}}{6}v_0 = \frac{3\sqrt{2}+\sqrt{6}}{3g}v_0$$

$$(答) \frac{3\sqrt{2}+\sqrt{6}}{3g}v_0$$

(D) 最初の衝突時の時刻を  $t=0$ 、物体 B がすべり落ちてきて点 Q を通過するときの時刻を  $t=t_1$ 、2 回目の衝突をする時刻を  $t=t_2$  とすると

$$v_1 t_2 + w_1 (t_2 - t_1) = L \quad *w_1 \text{ は速さとして扱う。}$$

$$t_2 = \frac{L + w_1 t_1}{v_1 + w_1} \quad (3)$$

(C)の答えより

$$t_1 = \frac{L}{w_1} + \frac{3\sqrt{2}+\sqrt{6}}{3g}v_0 \quad (4)$$

(3)に(4)と前問で出した  $v_1$  と  $w_1$  を代入して

$$t_2 = \frac{2L}{v_0} + \frac{v_0}{g} \cdot \frac{2\sqrt{2}+\sqrt{6}}{3}$$

水平面上で 2 回目の衝突を起こす条件は  $t=t_2$  で物体 A が点 Q に達していないことなので

$$v_1 \cdot t_2 < L$$

これに  $t_2$  と(B)で求めた  $v_1$  を代入して

$$L > \frac{v_0^2(\sqrt{2}+\sqrt{6})}{6g}$$

$$(答) L > \frac{v_0^2(\sqrt{2}+\sqrt{6})}{6g}$$

別解：水平面上で 2 回目の衝突を起こす条件は  $t=t_1$  で物体 B が点 Q まで落ちてきた時点で物体 A が点 Q に達していないことである

$$v_1 \cdot t_1 < L$$

これに  $t_1$  と(B)で求めた  $v_1$  を代入して

$$L > \frac{v_0^2(\sqrt{2}+\sqrt{6})}{6g}$$

となる。

$$(答) L > \frac{v_0^2(\sqrt{2}+\sqrt{6})}{6g}$$

### 後期日程 1 日目 (2 月 27 日試験)

#### 【解答例】

1. (配点 36 点)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
5	1	3	1	5	1

(A) 光が空気中から水に入射するときには角度(入射角)を  $\theta_1$ 、水に入った光が水面と垂直方向にはす角度(屈折角)を  $\theta_2$  とする。

ここにそれぞれの媒質の絶対屈折率  $n_1$ ,  $n_2$  を導入すると、スネルの法則から  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$  と書ける。

空気と水の絶対屈折率がそれぞれ 1.0, 1.3 なので、これらの値を代入すると  $1.0 \sin \theta_1 = 1.3 \sin \theta_2$  となる。

ここに  $\theta_1 = \frac{\pi}{3}$  rad を代入すると  $\sin \theta_2 = 0.67$  となる。

これに一番近い値を表から選ぶと  $\theta_2 = \frac{14\pi}{60}$  となる。

(答) 5

(B) 今度は水とガラスの間の関係を考える。光の水からガラスへの入射角を  $\theta_2$ 、水からガラスへ入射した際の屈折角を  $\theta_3$  とする。水とガラスの絶対屈折率がそれぞれ 1.3, 1.7 なので、これらの値を代入すると  $1.3 \sin \theta_2 = 1.7 \sin \theta_3$  となる。

前問の  $\sin \theta_2 = 0.67$  を用いると  $\sin \theta_3 = \frac{1.3}{1.7} \sin \theta_2 = 0.51$  であるから、

一番近い値を表から選ぶと  $\theta_3 = \frac{10\pi}{60}$  となる。

以上の結果を用いると、ac 間の距離 ( $r_{ac}$ ) は  $r_{ac} = 5 \tan \theta_2 + 5 \tan \theta_3 = 5(0.577 + 0.900) = 7.385 \approx 7.4$  となる。

(答) 1

(C) 時刻  $t_0 + \Delta t$  における観測者の位置は  $x_0 + v\Delta t$  であるから

$$A \sin \left[ 2\pi f \left( t_0 + \Delta t - \frac{x_0 + v\Delta t}{V} \right) \right]$$

となる。

(答) 3

(D) (C)の式を変形すると、

$$A \sin \left[ 2\pi f \frac{V-v}{V} \Delta t + 2\pi f \left( t_0 - \frac{x_0}{V} \right) \right]$$

観測者が  $t_0$  で  $x_0$  を通過したときの位相から進んだ分の位相  $2\pi f \frac{V-v}{V} \Delta t$  は、観測者が  $\Delta t$  の間に観測した音波の振動数を  $f'$  とすると  $f' \Delta t$  に等しくなる。

したがって、 $2\pi f \frac{V-v}{V} \Delta t = 2\pi f' \Delta t$  となるので  $f' = \frac{V-v}{V} f$  である。

【別解】(教科書的な解法)

$\Delta t$  の間に観測者が聞く音波は幅  $(V-v)\Delta t$  の範囲に存在する。音波の波長は  $\lambda = \frac{V}{f}$  であるから、 $(V-v)\Delta t$  に存在する波の数は  $\frac{(V-v)\Delta t}{\lambda} = \frac{f(V-v)\Delta t}{V}$  である。これが  $\Delta t$  の間の音波の振動回数であるから、これを  $\Delta t$  で割れば振動数  $f'$  が求められる。従って

$f' = \frac{f(V-v)}{V}$  である。

(答) 1

(E) ピストン 3 を押し込む際、A 室と B 室の気体は共に断熱的に圧縮されるので、それぞれの圧力と体積について断熱過程の関係式が成り立つ。

圧縮後の A 室と B 室の圧力を  $P'$ 、幅を  $h_A$ 、 $h_B$  とおくと、これは  $P(Sh)^{\gamma} = P'(Sh_A)^{\gamma}$ 、 $P(2Sh)^{\gamma} = P'(Sh_B)^{\gamma}$  となる。辺々割ると  $2^{\gamma} = \frac{h_B^{\gamma}}{h_A^{\gamma}}$  となり、ここから  $\frac{h_B}{h_A} = 2$  を得る。

(答) 5。

(F) ばねの長さについて  $h_A + \beta h + h_B = 3h$  が成り立つ。これを  $\frac{h_B}{h_A} = 2$  に代入して変形すると、 $h_A = \left(1 - \frac{\beta}{3}\right)h$  となる。

一方で、圧縮前後の圧力はばね定数  $k$ 、および  $\alpha$ 、 $\beta$  を用いて  $P = \frac{k(\alpha-1)h}{S}$ 、 $P' = \frac{k(\alpha-\beta)h}{S}$  と書けるので、これらを  $P(Sh)^{\gamma} = P'(Sh_A)^{\gamma}$  に代入すると  $\frac{\alpha-1}{\alpha-\beta} = \frac{h_A^{\gamma}}{h^{\gamma}}$  となる。

さらにここに  $h_A = \left(1 - \frac{\beta}{3}\right)h$  を代入すると、 $\frac{\alpha-1}{\alpha-\beta} = \left(1 - \frac{\beta}{3}\right)^{\gamma}$  となる。

これを  $\alpha$  について解くと  $\alpha = \frac{1 - \beta \left(1 - \frac{\beta}{3}\right)^{\gamma}}{1 - \left(1 - \frac{\beta}{3}\right)^{\gamma}}$  となる。ここに  $\left(1 - \frac{\beta}{3}\right)^{\frac{5}{3}} = 0.552$  を代入して、与えられた近似式を用いると  $\alpha \approx 1.1$  となる。

(答) 1。

## 2. (配点 24 点)

(A) おもりと金属棒は同じ速さで運動するので、金属棒の速さも  $v$  である。

このとき回路を  $z$  方向に貫く磁束は単位時間あたりに  $LBv$  だけ増加するので、これを打ち消す方向に起電力  $LBv$  が発生する。

(答) 2

(B) 電流が流れ始める時刻を  $s$  とおく。ダイオードに電流を流すためには、回路全体にダイオードの閾値電圧  $V_{th}$  以上の電圧がかかる必要がある。

従って、誘導起電力が  $V_{th}$  に達する時刻を求める必要がある。このときの金属棒の速さを  $v_{th}$  と書くと、この条件は  $LBv_{th} = V_{th}$  となる。ダイオードが導通するまで回路に流れる電流はゼロであるから、金属棒にローレンツ力は働くが、時刻  $s$  まではおもりは加速度  $g$  で自由落下を続ける。

従って  $v_{th} = gs$  が成り立つ。これを上の式に代入すると  $s = \frac{V_{th}}{LBg}$  を得る。

(答) 3

(C) おもりの速さが  $v_{th}$  を超え、ダイオードに電流  $I$  が流れ始めると金属棒にはローレンツ力  $LBv$  が  $-x$  方向に働く。

このためおもりの運動方程式は ( $z$  軸方向を正として)  $ma = -mg + LBv$  となる。

一方、おもりの速さを  $v_{th} + \Delta v$  とおくと ( $\Delta v \geq 0$  である)、閉回路についてキルヒホフの第二法則より  $LB(v_{th} + \Delta v) = I\left(R + \frac{1}{\beta}\right) + V_{th}$  が成り立つ。

ここで  $LBv_{th} = V_{th}$  であるから、 $V_{th}$  を消去して  $I = \frac{LB\Delta v}{R + \frac{1}{\beta}}$  となる。

これを運動方程式に代入すると  $ma = -mg + \frac{L^2B^2\Delta v}{R + \frac{1}{\beta}}$  となる。

時間が経過して  $\Delta v$  が増加し、重力  $mg$  とつり合うと加速度がゼロ

になるから、終端速度に達したときは  $\Delta v = \frac{mg\left(R + \frac{1}{\beta}\right)}{L^2B^2}$  が成り立つ。

これに自由落下分の速度  $v_{th}$  を加えると終端速度の大きさは

$$v_f = \frac{V_{th}}{LB} + \frac{mg\left(R + \frac{1}{\beta}\right)}{L^2B^2}$$

(答) 5

(D) 回路を流れる電流は、 $\Delta v = \frac{mg\left(R + \frac{1}{\beta}\right)}{L^2B^2}$  を  $I = \frac{LB\Delta v}{R + \frac{1}{\beta}}$  に代入し

$$で I = \frac{mg}{LB}$$

これがダイオードに流れるためには  $\frac{mg}{LB} = \beta(V - V_{th})$  より、ダイオードの両端電圧は  $V_{th} + \frac{mg}{\beta LB}$  となる。

## 【補足】

さらに抵抗の両端電圧は  $\frac{mgR}{LB}$  となるから、ダイオードと抵抗の電圧降下の和は  $V_{th} + \frac{mg}{LB}\left(R + \frac{1}{\beta}\right)$  である。これはおもりの速度が終端速度に達した時にコイルに発生する誘導起電力  $LBv_f = V_{th} + \frac{mg}{LB}\left(R + \frac{1}{\beta}\right)$  と一致する。

(答) 2

## 3. (配点 40 点)

(A) 図 1 の状況で A と B が一体となって滑り出す直前、B に働く  $x$  方向の力のつり合いは

$$-2mg \sin \theta_1 + F_{BA} = 0 \quad (1)$$

となる。ここで、 $F_{BA}$  は B が A から受けける静止摩擦力である。BA 間は滑っていないので最大値ではないことに注意。一方、A に働く  $x$  方向の力のつり合いは

$$-mg \sin \theta_1 - F_{BA} + 3\mu mg \cos \theta_1 = 0 \quad (2)$$

となる。A と斜面の間は滑り出す直前であるから静止摩擦力は最大摩擦力になる。ここで  $3mg \cos \theta_1$  は A が斜面から受けける垂直抗力である。(1)を(2)に代入して少し変形すると

$$\tan \theta_1 = \frac{\sin \theta_1}{\cos \theta_1} = \mu \quad (3) \text{ を得る。}$$

(答)  $\tan \theta_1 = \mu$

(B) 図 2 の状況で物体 B が下向きに、A が上向きに滑りはじめる直前において、B に働く  $x$  方向の力のつり合いは

$$-2mg \sin \theta_2 + 4\mu mg \cos \theta_2 + T = 0 \quad (4)$$

となる。ここで  $T$  は B が糸から受けける張力を表す。一方、A に働く  $x$  方向の力のつり合いは

$$-mg \sin \theta_2 - 4\mu mg \cos \theta_2 - 3\mu mg \cos \theta_2 + T = 0 \quad (5)$$

となる。(5)に(4)を代入し、張力  $T$  を消去して整理すると

$$\tan \theta_2 = 11\mu \quad (6) \text{ となる。}$$

(答)  $\tan \theta_2 = 11\mu$

(C) (答) 図 2 の状況で物体 B が上向きに、A が下向きに滑りはじめる直前を仮定した場合、(4)と(5)の 2 つのつり合いの式の中で静止摩擦力の項のみ符号が反転するので、 $\tan \theta_3 = -11\mu$  となる。一方で静止摩擦係数および斜面の角度は正であるから、この現象は起きない。

(D) 図 2 の状況で斜面に左向きに加速度  $a$  が与えられた場合、斜面から観測すると(4)と(5)に慣性力の項が加わる。慣性力は斜面に平行な成分と垂直な成分を持ち、特に後者は A と B に働く垂直抗力を通じて静止摩擦力の大きさを変化させる点に注意する。結果として、B に働く  $x$  方向の力のつり合いは

$$-2mg \sin \theta_4 + 2ma \cos \theta_4 + T + 2\mu N = 0 \quad (7)$$

となる。ここで  $N$  は B が A から受けける垂直抗力であり、B に働く  $y$  方向のつり合いより

$$N = 2mg \cos \theta_4 + 2ma \sin \theta_4 \quad (8)$$

と与えられる。(8)を(7)に代入すると、張力  $T$  は

$$T = (2mg - 4\mu ma) \sin \theta_4 - (2ma + 4\mu mg) \cos \theta_4 \quad (9)$$

となる。一方、A に働く  $x$  方向の力のつり合いは

$$-mg \sin \theta_4 - 2\mu N + ma \cos \theta_4 - \mu N' + T = 0 \quad (10)$$

となる。ここで  $N$  は A が斜面から受ける垂直抗力であり、A に働く  $y$  方向のつり合いより

$$N' = 3mg \cos \theta_4 + 3ma \sin \theta_4 \quad (11)$$

となる。(8), (9), (11)を(10)に代入して整理すると

$$\tan \theta_4 = \frac{11\mu g + a}{g - 11\mu a} \quad (12)$$

となる。ここで  $a = 0.1g$ ,  $\mu = 0.1$  を代入すると

$$\tan \theta_4 = \frac{1.2}{0.89} \doteq 1.3 \quad (13)$$

【補足】これは  $\theta_4 \doteq 53^\circ$  に相当する。一方、加速度  $a = 0$  の(B)に同じ条件を代入すると  $\tan \theta_2 = 1.1$ ,  $\theta_2 \doteq 48^\circ$  となるので、加速による慣性力によって物体が斜面に押し付けられることで、滑り落ちるために必要な斜面の角度が増加していることが分かる。

(答)  $\tan \theta_4 = 1.3$

#### (1) 出題のねらい

問題 1 は選択問題のみです。基本的な内容を幅広く理解しているかを見ています。問題 2 は電磁気学の分野から選択問題、問題 3 は力学の分野から記述問題を出題しています。基礎的理得度に加えて、どのように考えて解答しているかも見ています。

#### (2) ここがポイント

問題 1 は力学・電磁気学以外の分野から出題されることが多いです。出題範囲は広いですが、問題は基本的なことを問うものが多いです。問題 2 は電磁気学の分野から出題され、すべて選択問題ではあるものの問題 1 よりも応用力が問われる問題です。問題 3 は力学の分野から出題されます。問題 3 はすべて記述問題ということで、力学の基本的な法則や公式の暗記だけでは解答の方針に迷うような発展的な問題が多いです。しかし、出題範囲は限られているので、基本をしっかりと身に着けていれば対応できます。

#### (3) こんなミスが目立った。

選択問題について、大問 1 は比較的全体的に正答率が高かったのですが、唯一(iii)(F)だけ非常に低いという結果になっています。これは、かなり数学の基礎力が問われる問題でした。物理学を勉強するうえで数学の知識は必須です。受験生の皆さんには教科書の重要な事項である基本的なことはきちんと理解しているものの、それを用いてさらに計算を進めることができなかったのだと思われます。教科書の重要な事項だけではなく、章末にある発展的な問題などもよく読み、実際に式を記述して解いてみると理解を深めるとよいでしょう。

また、記述問題では、力の釣り合いを記述する際に符号を間違えたり、張力を忘れたりというアレルミスが目立ちました。こういった力学の、特に記述問題では、負の符号はただの引き算ではなく、「自分が正の方向と定めた方向に対して反対向き」という意味を持つことを忘れてはいけません。物理の勉強はもちろん式の理解や暗記も必要ですが、物体の配置や運動などをまず描写し、そこに基本法則などをあてはめて式を構築していくことがとても大事です。特に記述式の問題では「問題で提示されている物体の運動や自然現象をきちんと把握しているか」を問うていることが多いです。どの式を持ってくるのか、ではなく、まず図の中に必要な情報をきちんと記入し、その後でどの式を用いるべきか、順序だてて解いていくよう日にごろから注意するといいでしょう。

#### (4) 過去 3 年間の出題傾向

##### ・令和 7 年度入試

光の薄膜による干渉、音のドップラー効果、気体の状態変化、気体のモル熱容量、光子のエネルギー、ローレンツ力、オームの法則、キルヒホフの法則

単振動、運動の法則、弦の振動、気体の状態変化、原子の構造とエネルギー準位、一様な磁場内の荷電粒子の運動、摩擦を受ける運動、反発係数、慣性力

##### ・令和 6 年度入試

原子核、気体の状態変化、波の性質、磁場に入射する荷電粒子の運動、ローレンツ力、円運動、張力、光の反射、X 線、ばね、コンデンサー、直流回路、電位、放物運動、反発係数

##### ・令和 5 年度入試

波の屈折、気体分子の運動と圧力、水素のエネルギー準位、回転運動とばねの弾性力、回転運動と自由落下、直線電流が地場から受ける力、電磁誘導の法則、気体の状態変化、人工衛星の運動、ドップラー効果、放物運動、電荷と電場、電位

#### (5) 重要なポイント

物理現象について理解することが重要なのは当然ですが、問題を解くためには数学の力も必要になります。特に、三角関数を使う問題は毎年出題されているので理解しておきましょう。

#### (6) 合格へのアドバイス

教科書の内容を理解していれば十分な点数が取れるような問題になっていますが、単に公式を当てはめれば正解できるような問題は多くありません。公式や法則を丸暗記するのではなく、その意味や成り立ちを理解することが大事です。

#### 後期日程 2 日目 (2 月 28 日試験)

##### 1. (配点 36 点)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
2	3	4	4	5	3

(A) 周波数  $f_0$  の音源が速さ  $v$  で近づいてくるとき、観測者が観測する音の周波数  $f'$  は  $f' = \frac{V}{V-v} f_0$  となる。

ここで、音源は観測者にとって斜めに移動しているので、観測者へ近づいてくる音源の速さは  $v \cos \theta$  となるので  $f' = \frac{V}{V-v \cos \theta} f_0$

(答) 2

(B)  $v = \frac{1}{3} V$  より、 $V = 3v$  となり、音源が点 A から点 B まで進む時間と、移動音源から出た音波が点 A から観測者に達し、その瞬間に観測者から発した音波が点 B に達するまでに要した時間は等しいので、

$$\begin{aligned} \frac{\ell_x}{v} &= \frac{\ell_y + \sqrt{\ell_x^2 + \ell_y^2}}{3v} \\ 3\ell_x - \ell_y &= \sqrt{\ell_x^2 + \ell_y^2} \\ 9\ell_x^2 - 6\ell_x \ell_y + \ell_y^2 &= \ell_x^2 + \ell_y^2 \\ 8\ell_x^2 &= 6\ell_x \ell_y \end{aligned}$$

よって、 $\ell_x = \frac{3}{4} \ell_y$

(答) 3

(C) B → C の体積の変化量から  $W$  と  $\Delta U$  は以下のように求められる。

$$W = P_0 \Delta V - 2P_0 V_0 = -2R T_0$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T = \frac{3}{2} R (T_0 - T_B)$$

ここで  $\frac{V_0}{T_0} = \frac{3V_0}{T_B}$  より  $T_B = 3T_0$  [K]

従って  $\Delta U = -3R T_0$

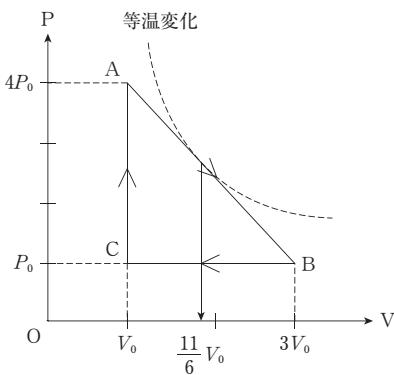
熱力学第一法則より

$$Q = W + \Delta U = -5R T_0$$

気体が吸収した熱量の大きさが問われているため  $|Q| = 5R T_0$

(答) 4

(D) 変化 A → B において最も気体の温度が高くなるときの体積  $V$  を求めよ。



A→B の斜線を PV の式で表す

$$P = \frac{-3P_0}{2V_0}V + \frac{11P_0}{2}$$

両辺に V をかけて

$$PV = \frac{-3P_0}{2V_0}V^2 + \frac{11P_0}{2}V$$

$PV = nRT$  で  $n=1$  より

$$RT = \frac{-3P_0}{2V_0}V^2 + \frac{11P_0}{2}V$$

$$T = \frac{-3P_0}{2RV_0}V^2 + \frac{11P_0}{2R}V$$

T の最大値を求めるため平方完成すると

$$\begin{aligned} T &= \frac{-3P_0}{2RV_0} \left( V - \frac{11V_0}{6} \right)^2 + \frac{121P_0V_0}{24R} \\ &= \frac{-3P_0}{2RV_0} \left( V - \frac{11V_0}{6} \right)^2 + \frac{121T_0}{24} \end{aligned}$$

従って求める体積 V は  $\frac{11V_0}{6} [m^3]$

(答) 4

(E) BD の長さは  $2d \tan \theta_2$ ,  $\angle EBD = \theta_1$  なので, ED の長さは  $2d \sin \theta_1 \tan \theta_2$

(答) 5。

(F) 光路差は  $2nd \cos \theta_2$  で, D における反射では位相が逆になる。

強め合うのはこれが  $\frac{\lambda}{2} \times$  奇数のときなので,  $2nd \cos \theta_2 = \frac{\lambda}{2} (2m+1)$

(答) 3。

2. (配点 24 点)

(A) この場合は距離と電圧は比例関係になるので可動点  $X_1$  が左端  $\ell_1 = 0$  の時には直流電圧計の+端子が電池の+極と等電位になり, 指示値  $V = E_1$ 。  $X_1$  が右端  $\ell_1 = L$  の時には  $R_1$  と  $R_2$  で  $E_1$  を分圧するところになるので, 指示値  $V = \frac{R_1 E_1}{R_1 + R_2}$

(答) 1

(B)  $R_1$  を流れる電流を  $I_1$  とすると,  $I_1 = \frac{E_1}{R_1 + R_2}$

$E_2$  と抵抗線の長さ  $\ell_1$  部分の電圧降下が等しくなっているので,

$$E_2 = \frac{\ell_2}{L} R_2 I_1 = \frac{R_2 E_1 \ell_2}{L(R_1 + R_2)}$$

(答) 4

(C) 抵抗  $R_x$  にかかる電圧  $V_x$  は  $V_x = R_x I_x$  となる。

抵抗  $R$  に流れる電流を  $I$  とすると,  $I = I_x + I_C$  で,  $E = IR + V_x$  となるので, これらの式から

$$E = (I_x + I_C)R + V_x = (I_x + I_C)R + R_x I_x$$

となり, この式を  $I_C$  について整理して

$$I_C = \frac{E - (R + R_x)I_x}{R}$$

となる。

(答) 4

(D)  $R_x$  の取りうる値の範囲は 0 から  $\infty$  で,  $R_x = 0$  の場合には抵抗値

が 0 だから電力を消費しない。また,  $R_x \rightarrow \infty$  の場合には, 電流が流れないので電力を消費しない。したがって値の範囲のうちのどこかで消費電力が最大になる。

$R_x$  で消費される電力を計算すると  $\frac{E^2 R_x}{(R + R_x)^2}$  となる。これより

$\left( \sqrt{R_x + \frac{R}{R_x}} \right)^2$  と分母を平方完成して最大値を求める,  $R_x = R$

で最大値  $\frac{E^2}{4R}$  となる。

(答) 3

3. (配点 40 点)

(A) 小球にかかる重力の x 成分は  $F_x = -mg \sin \theta$  であるから, 加速度は  $a_x = -g \sin \theta$  の等加速度運動となる。

$$(答) x(t) = -\frac{1}{2}g \sin \theta t^2 + v_0 t$$

(B) (A)の結果と初期条件から, 小球が投げられてから最初の衝突までの小球の位置はそれぞれ  $x(t) = \frac{-1}{2}g \sin \theta t^2 + v_0 t$ ,  $y(t) =$

$$\frac{-1}{2}g \cos \theta t^2 + h$$

1 回目の衝突時刻  $t_1$  は  $y(t_1) = 0$  を満たす時刻のうち正の方である。

$$* h = \frac{1}{2}g \cos \theta t_1^2$$

$$(答) \sqrt{\frac{2h}{g \cos \theta}}$$

(C) 時刻  $t_1$  における小球の速度はと  $v_y(t) = -g \cos \theta t$  に  $t = t_1$  を代入して,  $v_y(t) = -\sqrt{2gh \cos \theta}$  となる。

1 回目の衝突直後の速度を  $v_{y1}$  と書くと,  $v_{y1} = \sqrt{2gh \cos \theta}$  となる。これより 1 回目の衝突から 2 回目の衝突までの小球の位置は, 時刻を  $s = t - t_1$  とおいて  $y_1(s) = \frac{-1}{2}g \cos \theta s^2 + s \sqrt{2gh \cos \theta}$ , 2 回目の

$$\text{衝突時刻 } s_2 \text{ は } y_1(s_2) = 0 \text{ から, } s_2 = 2\sqrt{\frac{2h}{g \cos \theta}}$$

1 回目の衝突から 2 回目の衝突までの小球の速度は,  $v_{y1}(t) = -g \cos \theta s + \sqrt{2gh \cos \theta}$  で与えられるから, ここに  $s = s_2$  を代入し,  $v_{y1}(s_2) = -\sqrt{2gh \cos \theta}$ , よって 2 回目の衝突後の速度を  $v_{y2}$  と書くと,  $v_{y2} = \sqrt{2gh \cos \theta} = v_{y1}$  となる。

$$(答) \sqrt{2gh \cos \theta}$$

(D) y 方向には衝突のたびに同じ等加速度運動が繰り返されるため, 連続する 2 回の衝突の間の時間は常に等しい。

$$1 \text{ 回目 } v_{x1} = v_0 - \sin \theta \sqrt{\frac{2gh}{\cos \theta}}, 2 \text{ 回目 } t = s_2 \text{ より, } v_{x1}(s_2) = v_0 - 3 \sin \theta \sqrt{\frac{2gh}{\cos \theta}}$$

2 回目の衝突の後,  $v_{x2} = v_0 - 3 \sin \theta \sqrt{\frac{2gh}{\cos \theta}}$  となり, 衝突のたびに  $\Delta v_x = 2 \sin \theta \sqrt{\frac{2gh}{\cos \theta}}$  だけ減少する。

よって,  $n$  回目の衝突直後の速度は  $v_{x_n} = v_0 + \sin \theta \sqrt{\frac{2gh}{\cos \theta}} - n \Delta v_x = v_0 + (1 - 2n) \sin \theta \sqrt{\frac{2gh}{\cos \theta}}$  となる。

小球が図のように斜面を登るときと同じ軌跡で下ってくるためには,  $n$  回目の衝突直後の x 方向の速度がゼロになっていればよい(この時衝突前後の速度が丁度真逆になる)から,  $v_{x_n} = 0$ 。

$$\text{よって} v_0 = (2n-1) \sin \theta \sqrt{\frac{2gh}{\cos \theta}}$$

$$(答) (2n-1) \sin \theta \sqrt{\frac{2gh}{\cos \theta}}$$

工学部第二部 (3月3日試験)

1. (配点 36 点)

(A) 正解: 1.  $\frac{2Mg \cos \theta}{3}$

一様な棒に作用する重力は棒の中央に  $Mg$  として働くと考えてよい。糸の張力の大きさを  $T$  とすると、点Oのまわりの力のモーメントの釣り合いの式は

$$Mg \cos \theta \times \frac{L}{2} - T \times \frac{3}{4}L = 0$$

である。この式を整理すると

$$T = \frac{2Mg \cos \theta}{3}$$

となる。

(B) 正解: 4.  $\frac{Mg(3-2 \cos^2 \theta)}{3}$

求める垂直抗力の大きさを  $N$  とすると、鉛直方向の力の釣り合いの式は

$$Mg - T \cos \theta - N = 0$$

である。(A)の結果を使ってこの式を整理すると

$$N = \frac{Mg(3-2 \cos^2 \theta)}{3}$$

となる。

(C) 正解: 3.  $\frac{E}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}$

この交流回路のインピーダンスは

$$Z = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$$

であるから、コイルを流れる電流の最大値  $I_0$  は

$$I_0 = \frac{E}{Z} = \frac{E}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}$$

となる。

(D) 正解: 1.

コイルに加わる電圧  $V$  の位相がコイルを流れる電流  $I$  の位相よりも  $\frac{\pi}{2}$  rad (これは1周期の1/4に相当する) 進んでいるように描かれている1のグラフが正解となる。

(E) 正解: 2.  $\frac{(f_1 - f_2)V}{f_1 \cos \alpha + f_2 \cos \beta}$

音源の速さを  $v$ 、音源が発する音の振動数を  $f$  とすると、音源が動いている場合のドップラー効果より

$$f_1 = \frac{Vf}{V - v \cos \alpha}, \quad f_2 = \frac{Vf}{V + v \cos \beta}$$

である。2つの式の割り算をとり、式を整理すると

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{V - v \cos \alpha}{V + v \cos \beta} \rightarrow v = \frac{(f_1 - f_2)V}{f_1 \cos \alpha + f_2 \cos \beta}$$

となる。

(F) 正解: 5.  $\frac{f_1 f_2 (\cos \alpha + \cos \beta)}{f_1 \cos \alpha + f_2 \cos \beta}$

(E)の最初の式を整理すると、音源が発する音の振動数  $f$  を

$$f = \frac{(V - v \cos \alpha) f_1}{V}$$

と書ける。この式の  $v$  へ(E)の結果を代入して整理すると

$$f = \frac{f_1 f_2 (\cos \alpha + \cos \beta)}{f_1 \cos \alpha + f_2 \cos \beta}$$

となる。

## 2. (配点 24 点)

(A) 正解: 1.  $\frac{\varepsilon_0 S}{x}$

平行板コンデンサーの電気容量は

$$(電気容量) = (\text{誘電率}) \times \frac{(\text{極板面積})}{(\text{極板間隔})}$$

であるから、いまの場合の電気容量  $C$  は

$$C = \frac{\varepsilon_0 S}{x}$$

となる。

(B) 正解: 3.  $\frac{xQ^2}{2\varepsilon_0 S}$

コンデンサーに蓄えられている静電エネルギーは

$$\frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{xQ^2}{2\varepsilon_0 S}$$

となる。

(C) 正解: 5.  $\frac{(x+\Delta x)Q^2}{2\varepsilon_0 S}$

いまの場合、極板間隔が変化してもコンデンサーに蓄えられている電荷は変化しない。極板間隔  $x + \Delta x$  になったコンデンサーの電気容量  $C'$  は

$$C' = \frac{\varepsilon_0 S}{x + \Delta x}$$

なので、コンデンサーに蓄えられている静電エネルギーは

$$\frac{1}{2} \frac{Q^2}{C'} = \frac{(x + \Delta x)Q^2}{2\varepsilon_0 S}$$

となる。

(D) 正解: 2.  $\frac{Q^2}{2\varepsilon_0 S}$

極板間隔を  $x$  から  $x + \Delta x$  へ増加させるとコンデンサーに蓄えられた静電エネルギーは

$$\frac{(x + \Delta x)Q^2}{2\varepsilon_0 S} - \frac{xQ^2}{2\varepsilon_0 S} = \frac{\Delta x Q^2}{2\varepsilon_0 S}$$

増加する。このエネルギーの増加は、極板間隔を増加させたときに引力に抗する外力の仕事の大きさに等しいので、極板間の引力を一定としてその大きさを  $F$  とすると

$$F \Delta x = \frac{\Delta x Q^2}{2\varepsilon_0 S} \rightarrow F = \frac{Q^2}{2\varepsilon_0 S}$$

となる。

## 3. (配点 40 点)

(A) 正解: (運動エネルギー) =  $mv^2$ , (高さ) =  $\frac{v^2}{2g}$

P に衝突する直前の Q の運動エネルギーは

$$\frac{1}{2}(2m)v^2 = mv^2$$

となる。また、Q をはなした位置の高さを  $h$  とすると、力学的エネルギー保存の式から

$$\frac{1}{2}(2m)v^2 = mv^2 = (2m)gh \rightarrow h = \frac{v^2}{2g}$$

となる。

(B) 正解:  $v_p = \frac{4}{3}v, v_q = \frac{1}{3}v$

速度の右向きを正として、衝突直後の P と Q の速度を  $v_p$  と  $v_q$  とすると、衝突前後の全体の運動量は保存するので

$$2mv = 2mv_q + mv_p$$

である。また、この衝突は弾性衝突なので、衝突前後の速度には反発係数が  $e=1$  である以下の関係が成立する。

$$v - 0 = -(v_q - v_p)$$

以上の2式を整理すると、

$$v_p = \frac{4}{3}v, v_q = \frac{1}{3}v$$

となる。

### 【別解】

弾性衝突の場合、衝突の前後で全体としての運動エネルギーは保存するので

$$\frac{1}{2}2mv^2 = \frac{1}{2}2mv_q^2 + \frac{1}{2}mv_p^2 \rightarrow 2v^2 = 2v_q^2 + v_p^2$$

である。この式と上記の運動量が衝突の前後で保存する式

$$2mv = 2mv_q + mv_p$$

を組み合わせて  $v_p - v_q > 0$  に注意して式を整理しても

$$v_p = \frac{4}{3}v, v_q = \frac{1}{3}v$$

を求めることができる。

(C) 正解:  $\frac{9}{16}H$

衝突後の P が台 2 から飛び出すための条件は、P の水平面上での運動エネルギー  $\frac{1}{2}mv_p^2$  と P が台 1 の斜面の最高点にあるときの位置エネルギー  $mgH$  の間に

$$\frac{1}{2}mv_p^2 > mgH \rightarrow \frac{1}{2}v_p^2 > gH$$

の大小関係が成立することである。この関係は、(B)で求めた  $v_p$  と  $v$  の関係を使うと

$$\frac{8}{9}v^2 > gH$$

と書ける。これに(A)で求めた  $h$  と  $v$  の関係を使うと

$$\frac{8}{9}2gh > gH \rightarrow h > \frac{9}{16}H$$

となる。

(D) 正解:  $9H$

衝突後の Q が台 2 から飛び出すための条件は、Q の水平面上での運動エネルギー  $mv_q^2$  と Q が台 1 の斜面の最高点にあるときの位置エネルギー  $2mgH$  の間に

$$mv_q^2 > 2mgH \rightarrow v_q^2 > 2gH$$

の大小関係が成立することである。この関係は、(B)で求めた  $v_q$  と  $v$  の関係を使うと

$$\frac{1}{9}v^2 > 2gH$$

と書ける。これに(A)で求めた  $h$  と  $v$  の関係を使うと

$$\frac{1}{9}2gh > 2gH \rightarrow h > 9H$$

となる。

## 化学

### 前期日程 1 日目 (2 月 1 日試験)

#### 【解答例と解説】

##### 1. (配点 25 点)

###### (A) 正解 [3]

コロイド溶液の電気泳動では、コロイド粒子が帶電している電荷と逆の符号の電極の方にコロイド粒子が移動します。

###### (B) 正解 [2]

構造式が  $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{C}^*\text{HCl}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  となり、 $\text{C}^*$  が不斉炭素原子となります。

###### (C) 正解 [5]

(ア) 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱すると、塩素が発生します。

(イ) 亜硫酸水素ナトリウムに希硫酸を加えると、二酸化硫黄が発生します。

###### (D) 正解 [1]

2-メチルペンタンやペンタンは、水素結合ではなくファンデルワールス力で結合しています。

###### (E) 正解 [5]

アンモニア水を加えて沈殿が生じ、さらに過剰量を加えると沈殿が溶解する組み合わせは、 $\text{Zn}^{2+}$  (白色沈殿  $\Rightarrow$  無色透明溶液) と  $\text{Ag}^+$  (褐色沈殿  $\Rightarrow$  無色透明溶液) です。

##### 2. (配点 25 点)

###### (A) 正解 [2]

テルミット反応の化学反応式は、 $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$  です。

また、Al および  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  の物質量は、

$$\text{Al の物質量} = 2.7 \text{ g} / (27 \text{ g/mol}) = 0.10 \text{ mol}$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ の物質量} = 4.0 \text{ g} / (56 \times 2 + 16 \times 3 \text{ g/mol})$$

$$= 4.0 \text{ g} / (160 \text{ g/mol}) = 0.025 \text{ mol}$$

となります。この反応により、1 mol の  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  に対して 2 mol の Al が消費されるため、0.050 mol の Al が反応し、0.050 mol の Al が未反応のまま残ります。よって未反応の Al の質量は、未反応の Al の質量  $= 0.050 \text{ mol} \times 27 \text{ g/mol} = 1.35 \text{ g}$  となります。

一方、反応によって生成する Fe は 0.050 mol となるので、

$$\text{生成した Fe の質量} = 0.050 \text{ mol} \times 56 \text{ g/mol} = 2.8 \text{ g}$$

が得られることから、

未反応の Al の質量 / 生成した Fe の質量  $= 1.35 \text{ g} / 2.8 \text{ g} = 0.48214\cdots$  が得られ、正解は 2 になります。

###### (B) 正解 [3]

水酸化バリウムと二酸化炭素は、 $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  のように反応するので、0.100 mol/L の  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  水溶液 50.0 mL に含まれる  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  の物質量は、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$  の物質量  $= 0.100 \text{ mol/L} \times 50.0 \times 10^{-3} \text{ L} = 5.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$  となります。1 mol の  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  と  $\text{CO}_2$  は物質量比 1 : 1 で反応することから、空気中の  $\text{CO}_2$  の量を  $x \text{ mol}$  とすると、滴定前の  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  水溶液に含まれる  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  の物質量は、 $5.00 \times 10^{-3} - x \text{ mol}$  となります。これを中和するのに 0.100 mol/L のシユウ酸が 15.0 mL 必要なので、 $2 \times (5.00 \times 10^{-3} - x) \text{ mol} = 2 \times 0.100 \text{ mol/L} \times 15.0 \times 10^{-3} \text{ L}$  となり、 $x = 3.50 \times 10^{-3} \text{ mol}$  が得られます。

###### (C) 正解 [3]

メタンを完全燃焼させたときの化学反応式は、 $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  です。このため、メタンと酸素の物質量は完全燃焼後に 0.60 倍になることから、それに 300 K のときの水蒸気圧を合計したものが解答となります。

###### (D) 正解 [4]

$\text{LiC}_6$  の式量は、 $6.9 \times 1 + 12 \times 6 = 78.9$  なので、

$$\text{負極の LiC}_6 \text{ の物質量} = 1.00 \text{ g} / 78.9 \text{ g/mol}$$

$$= 0.012674\cdots \text{ mol} \approx 0.0127 \text{ mol}$$

となります。問題文の反応式では、1 mol の  $\text{LiC}_6$  に対して最大で 1 mol の電子が流れるので、流れる電子は 0.0127 mol となり、電子 1 molあたりの電気量は 96500 C/mol であることから、この電池から取り出せる最大の電気量は、

$$0.0127 \text{ mol} \times 96500 \text{ C/mol} = 1223.067 \cdots \text{C} \approx 1220 \text{ C}$$

となります。1 A の電流が 1 秒間流れたときの電気量が 1 C なので、1.0 A の電流を流した場合の最大の稼働時間は、 $1220 \text{ C} / 1.0 \text{ A} = 1220 \text{ s} \approx 1.2 \times 10^3 \text{ s} = 20 \text{ min}$  となります。

(E) 正解 [4]

非電解質の分子量を  $M$  とすると、凝固点降下の式より、

$$M = \frac{3.30 \times 5.12 \times 1000}{50 \times 880 \times 10^{-3} \times 3.2} = 120$$

となります。

3. (配点 25 点)

(1) ハロゲン (2) 臭素

(3)(4) イオン化エネルギー、電子親和力 (順不同)

(5) ファンデルワールス (分子間) (6) 分子 (7) 升華

(8)  $\frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$  (9) 36 (10) 0.80 (11) 酸化

4. (配点 25 点)

(1) 单糖 (類) (2) 二糖 (類) (3) き (4) い (5) 銀

(6) 赤 (赤褐色) (7) ヘミアセタール (8) ホルミル (アルデヒド)

(9) け (10) 1.71

### ＜出題のねらい＞

問題 1 と問題 2 は、化学基礎及び化学の広い範囲からまんべんなく出題しています。問題 1 は総合的な基礎知識を問う問題です。問題 2 は、基礎的な計算問題で教科書の例題や練習問題と同程度の難度の問題になっています。問題 3 と 4 は記述式の問題です。問題文を読みながら順序立てで解していくことが求められます。問題 3 はハロゲン、特にヨウ素とヨウ化水素について、化学平衡の考え方を問うた問題です。問題 4 は糖類の性質と構造、それぞれの糖の反応性に関する問題です。

### ＜ここがポイント＞

1. A コロイド溶液の性質について理解しておきましょう。
- B 有機化合物の構造とその化合物名について理解しておきましょう。
- C 無機化学の反応について理解しておきましょう。
- D 分子間力について理解しておきましょう。
- E 金属イオンの反応について理解しておきましょう。
2. A 化学反応式と物質量の関係について理解しておきましょう。
- B 中和計算について理解しておきましょう。
- C 化学反応と水の蒸気圧について理解しておきましょう。
- D 電池反応について理解しておきましょう。
- E 凝固点降下について理解しておきましょう。
3. ハロゲンとヨウ素・ヨウ化水素に関する問題になります。ヨウ素と水素からヨウ化水素が生成する際の平衡反応は、気相反応における化学平衡を理解する上で大事な内容です。また、ヨウ素の性質を理解しておくことは大事です。
4. 有機化合物の糖類に関する問題です。単糖や二糖は、教科書にも必ず記載されている内容です。構造や反応性を理解しておくことは大事です。

### ＜こんなミスが目立った＞

問題 1 では(C)、問題 2 では(C)の正答率が低い傾向にありました。問題 3 と 4 は記述式なので、問題をよく読んで解答するように心がけましょう。問題 3 はハロゲンの性質を選択できていないケースが散見されました。問題 4 は正しい構造を選択できていないケースが見受けられました。

### ＜過去 3 年間の出題傾向＞

2022 年度

触媒の働き、酸化還元反応、塩の水溶液の性質、無機化合物の反応と性質、化学反応と物質量、無機イオンの同定、構造異性体、同位体と原子量、燃焼反応と物質量、再結晶、弱塩基水溶液の pH、凝固点降下、逆滴定、浸透圧、平衡定数、元素分析法を用いた有機化合物の構造式の決定、ベンゼンの反応、電池、1 族元素の性質と反応、金属元素の性質、付加重合反応と合成繊維

2023 年度

アルカリ金属の性質、2 族元素化合物の性質、不動態、有機化合物の構造、官能基の検出方法、状態変化と熱量、弱酸の電離度と中和反応、状態方程式と気体の分子量、溶液濃度に関する基本計算、固体と気体の溶解度、高分子化合物の合成反応と性質、水溶液および液体の色、金属単体の反応性、触媒の性質、構造異性体、鉄化合物の水溶液の呈色反応、ヘスの法則、平衡定数、水溶液の濃度、飽和蒸気圧と分圧の法則、弱酸の電離定数と pH、電池の反応と電気量、14 族元素の性質と反応

2024 年度

アニリンの製法、無機化学の反応、物質の沸点、リンの性質、気体の分子量、アンモニア水の pH、電解精錬、反応熱/燃焼熱、イオン交換樹脂、二次電池、有機化合物の構造決定、遷移元素、ハロゲンの性質、熱可塑性樹脂、不飽和脂肪酸、酸化還元反応、燃焼熱、結晶の単位格子、物質の三態、電気分解、工業的製法、コロイドの性質、ヨードホルム反応、銅と亜鉛の性質、気体の状態方程式、高分子化合物の平均重合度、中和滴定、化学変化と量的の関係、水和水、窒素酸化物の性質、化学平衡、糖類、 $\alpha$ -アミノ酸、分子結晶、アセトアルデヒドと酢酸、第 2 周期元素の水素化合物、元素の周期表、金属樹、pH の計算、結合エネルギー、塩素の性質。

### ＜重要ポイント＞

本学の化学の入試問題は化学基礎、化学の教科書の基本的な内容を基準として作られています。また、有機化学など一部の応用問題も出題されます。教科書を熟読し、要点を整理しながら基礎的な化学の知識を確実に身に着けていることが求められます。文章をしっかりと読み、計算ミスをなくすことが重要なポイントです。

### ＜合格へのアドバイス＞

出題内容は化学基礎、化学の教科書の基本的な内容とその簡単な応用です。出題範囲が広いため、教科書をしっかりと読んで、基礎的な内容の理解しておきましょう。また、教科書の例題や参考書の問題に取り組むことで知識の定着を図りましょう。計算問題は単に公式を覚えているだけでは解けない問題を多く出題しています。計算問題は約分することで計算が楽になることがあります。演習問題や過去問を解き、計算力を養いましょう。特に、各数値の単位を意識することで計算ミスが少くなります。記述式の問題では、化学の基礎に加えて読解力と応用力も問われることになります。しっかりと文章を読み解くことができれば、教科書の内容を覚えていなくても解ける問題があります。参考書などの問題だけでなく、過去問を解くことで、記述式問題への対策をしておくといいでしょう。

### 前期日程 2 日目 (2 月 2 日試験)

#### 〔解答例と解説〕

1. (配点 25 点)

(A) 正解 [2]

問題文にある物質の結晶構造は以下の通りとなります。

二酸化ケイ素：共有結合の結晶

酸化カルシウム：イオン結晶

塩化銀：イオン結晶

ヨウ素：分子結晶

(B) 正解 [3]

Be, Mg は炎色反応を示しません。

(C) 正解 [1]

- 陽極泥として堆積するのは、銅よりもオノン化傾向の小さい金属です。
- (D) 正解 [3]
- (E) 正解 [5]
- アミラーゼはセルロースを加水分解することができません。

## 2. (配点 25 点)

- (A) 正解 [4]

求める濃硫酸の体積を  $x$  (mL=cm<sup>3</sup>) とすると、硫酸の物質量は

$$\frac{x \times \frac{98}{100} \times 1.8 \text{ (g)}}{98 \text{ (g/mol)}} = \frac{1.8x}{100} \text{ (mol)}$$

になります。これは、1.0 mol/L の希硫酸 50 mL 中に含まれている硫酸の物質量と等しくなるので、

$$\frac{1.8x}{100} \text{ (mol)} = 1.0 \text{ (mol/L)} \times \frac{50}{1000} \text{ (L)}$$

となり、 $x = 2.77 \cdots = 2.8$  (mL) が得られます。

- (B) 正解 [4]

ヘンリーの法則により、水に溶解している窒素の分圧は酸素と窒素が 1:4 で混合していることから、

$$\frac{\frac{4}{5} \times 7.1 \times 10^{-4} \times 28}{1.0 \times 10^5} = 0.0159 \text{ g}$$

が得られます。

- (C) 正解 [3]

過酸化水素が分解して酸素を発生する化学反応式は、

$2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$  であり、反応開始から 50 秒後に分解した過酸化水素の量は、

$$5.0 \times 10^{-3} \text{ (mol)} \times 2 = 1.0 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$$

となります。一方、反応開始時の過酸化水素の量は

$$1.0 \text{ (mol/L)} \times \frac{50}{1000} \text{ (L)} = 5.0 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$$

なので、50 秒後の過酸化水素濃度  $[\text{H}_2\text{O}_2]$  は

$$\frac{(5.0 \times 10^{-2} - 1.0 \times 10^{-2}) \text{ (mol)}}{1000 \text{ (L)}} = 0.80 \text{ (mol/L)}$$

となることから、50 秒後の過酸化水素の平均分解速度は

$$v = -\frac{\Delta [\text{H}_2\text{O}_2]}{\Delta t} = -\frac{(0.80 - 1.0) \text{ (mol/L)}}{(50 - 0) \text{ (s)}} = 4.0 \times 10^{-3} \text{ (mol/(L·s))}$$

となります。

- (D) 正解 [4]

硫酸銅の電気分解より、 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$  の反応が起こります。従って、析出した銅の物質量は、 $1.27/63.5 = 0.0200 \text{ mol}$  となり、 $0.0200 \times 2 = 0.0400 \text{ mol}$  に相当する電気量が流れしたことから、 $0.0400 \times 96500 = 3860 \text{ C}$  が得られます。最終的に、電流を流した時間は  $3860/2 = 1930 \text{ s}$  となり、32.2 分が答えとなります。

- (E) 正解 [2]

非電解質の分子量を  $M$  (g/mol)、質量を  $w$  (g)、浸透圧を  $\Pi$  (Pa)、溶液の体積を  $V$  (L)、絶対温度を  $T$  (K)、気体定数を  $R = 8.31 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$  とすると、

$$M = wRT/\Pi V$$

が成り立ちます。まず高分子化合物 Y の水溶液の浸透圧  $\Pi_Y$  を求めるところ、

$$\begin{aligned} \Pi_Y &= w_Y RT/M_Y V_Y = 0.27 \text{ g} \times R \times T / (1.8 \times 10^3 \times 0.100 \text{ L}) \\ &= 1.50 \times 10^{-3} \times R \times T \text{ Pa} \end{aligned}$$

となり、この結果を高分子化合物 X の分子量  $M_X$  の計算に用いると、

$$\begin{aligned} \text{高分子化合物 Y の分子量 } M_X &= w_X RT/\Pi_X V_X \\ &= 0.12 \text{ g} \times R \times T / (1.50 \times 10^{-3} \times R \times T \times 0.050 \text{ L}) \\ &= 0.12 / (1.50 \times 10^{-3} \times 0.050) = 1.6 \times 10^3 \end{aligned}$$

となります。

## 3. (配点 25 点)

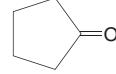
- (1) メスフラスコ (2) 0.500 (3) ホールピペット  
 (4) コニカルビーカー (5) ビュレット  
 (6)  $2\text{KMnO}_4 + 5(\text{COOH})_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + 10\text{CO}_2 + 8\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$   
 (7) 赤紫 (桃または赤) (8) 0.220 問 3, 5 (順不同)

## 4. (配点 25 点)

- (1) ヘキサメチレンジアミン (2) 二酸化炭素 (3) 84

- (4)  $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}$  (5) シクロヘキサン

- (6) (7) 二 (2) (8)



## &lt;ここがポイント&gt;

- A イオン結晶について理解しておきましょう。
- B 元素の周期表と各元素の特徴について理解しておきましょう。
- C 銅の性質について理解しておきましょう。
- D 工業的製法について理解しておきましょう。
- E 酵素の特徴と性質について理解しておきましょう。
- A 溶液濃度計算について理解しておきましょう。
- B 気体の溶解度について理解しておきましょう。
- C 反応速度について理解しておきましょう。
- D 電気分解について理解しておきましょう。
- E 浸透圧について理解しておきましょう。
- 酸化還元滴定の実験操作と計算に関する問題になります。標準溶液から各溶液の濃度を決定する際に最も適した器具を理解しておくことは大事です。
- 有機化合物に関する問題です。分子量や分子式を求める計算力、分子式と構造上の特徴から各化合物の構造を求める応用力を問う問題になります。

## &lt;こんなミスが目立った&gt;

問題 1 では(C)と(D)、問題 2 では(C)の正答率が低い傾向にありました。問題 3 と 4 は記述式なので、問題をよく読んで解答するように心がけましょう。問題 3 は最も適切な実験器具を選択できないケースが散見されました。実験操作だけでなく、なぜその器具を使う必要があるのか、理由を考えながら勉強しましょう。問題 4 は構造式を書いていないケースが見受けられました。構造と名称を合わせて勉強しましょう。

## &lt;重要ポイント&gt;

本学の化学の入試問題は化学基礎、化学の教科書の基本的な内容を基準として作られています。また、有機化学など一部の応用問題も出題されます。教科書を熟読し、要点を整理しながら基礎的な化学の知識を確実に身に着けていることが求められます。文章をしっかりと読み、計算ミスをなくすことが重要なポイントです。

## &lt;合格へのアドバイス&gt;

出題内容は化学基礎、化学の教科書の基本的な内容とその簡単な応用です。出題範囲が広いため、教科書をしっかりと読んで、基礎的な内容の理解しておきましょう。また、教科書の例題や参考書の問題に取り組むことで知識の定着を図りましょう。計算問題は単に公式を覚えているだけでは解けない問題を多く出題しています。計算問題は約分することで計算が楽になることがあります。演習問題や過去問を解き、計算力を養いましょう。特に、各数値の単位を意識することで計算ミスが少くなります。記述式の問題では、化学の基礎に加えて読解力と応用力も問われることになります。しっかりと文章を読み解くことができれば、教科書の内容を覚えていても解ける問題があります。参考書などの問題だけでなく、過去問を解くことで、記述式問題への対策をしておくといいでしょう。

## [解答例と解説]

## 1. (配点25点)

## (A) 正解 [5]

二酸化炭素は、分子中の結合に極性がありますが、分子全体では極性が打ち消しあって、極性をもたない分子となっています。

## (B) 正解 [5]

(ア) フッ素が水と反応すると、酸素が発生します。

(イ) 臭化水素の水溶液は、臭化水素酸とよばれる強酸です。

## (C) 正解 [3]

## (D) 正解 [1]

## (E) 正解 [2]

酸化によりケトンを生じるのは第二級アルコールなので、選択肢の中から該当するアルコールは2-プロパノールと2-ブタノールの2種です。

## 2. (配点25点)

## (A) 正解 [5]

滴定の結果より、未反応のヨウ素は、

$$\frac{0.160 \text{ mol/L} \times 0.0250 \text{ L}}{2} \times 254 \text{ g/mol} = 0.508 \text{ g}$$

となります。ヨウ素価は、油脂100gに付加するヨウ素の質量なので、

$$33.8 \text{ g} - 0.508 \text{ g} = 33.292 \text{ g} \approx 33.3 \text{ g}$$

が得られます。

## (B) 正解 [3]

75℃の硝酸カリウム飽和水溶液255gを20℃に冷却すると、問題文より硝酸カリウムの結晶が117g析出します。75℃の硝酸カリウム飽和水溶液100gを冷却したときの析出量をx(g)とすると、

$$\frac{117 \text{ g}}{255 \text{ g}} = \frac{x \text{ g}}{100 \text{ g}}$$

より、 $x(\text{g}) = 45.88 \cdots \approx 45.9 \text{ g}$  が得られます。

## (C) 正解 [3]

酢酸の分子量は60なので、酢酸水溶液の濃度は、

$$c(\text{mol/L}) = \frac{0.108 \text{ g}}{\frac{60 \text{ g/mol}}{0.100 \text{ L}}} = 0.0180 \text{ mol/L}$$

となります。電離度 $\alpha$ が1より非常に小さい時、 $1-\alpha \approx 1$ と近似できるので、弱酸における水素イオン濃度は、弱酸の濃度と電離定数を用いると、

$$[\text{H}^+] (\text{mol/L}) = \sqrt{cK_a} = \sqrt{0.0180 \times 1.80 \times 10^{-5}} = \sqrt{1.8^2 \times 10 \times 10^{-8}} \\ = 1.8 \times 10^{-4} \times \sqrt{10} = 5.688 \times 10^{-4} \approx 5.69 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

が得られます。

## (D) 正解 [4]

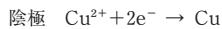
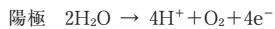
希薄溶液の凝固点降下度は溶液の質量モル濃度に比例するので、凝固点降下度は、

$$1.85 \text{ K} \cdot \text{kg/mol} \times \frac{\frac{15.4 \text{ g}}{60 \text{ g/mol}}}{1.2 \text{ kg}} = 0.395 \cdots \approx 0.40 \text{ K}$$

となります。

## (E) 正解 [5]

陽極および陰極での反応は、



となります。発生した $\text{O}_2$ が標準状態(0℃,  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ )で89.6mLなので、

$$\text{O}_2 \text{の物質量} = 89.6 \times 10^{-3} \text{ L} / 22.4 \text{ L/mol} = 4.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

となることから、反応式より陽極で酸素1molが発生するのに必要な電子は4molとなり、この電気分解で流れた電子の物質量は $1.60 \times 10^{-2} \text{ mol}$ となります。

陰極では電子が2mol流れるとCuは1mol析出することから、

Cuの物質量 $= 1.60 \times 10^{-2} \text{ mol} / 2 = 8.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$

となることから、析出する銅の質量は、

$$\text{Cuの質量} = 8.00 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 63.5 \text{ g/mol} = 0.508 \text{ g}$$

となります。

## 3. (配点25点)

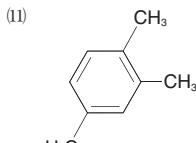
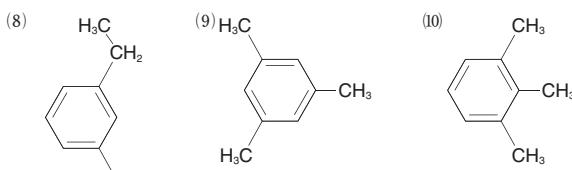
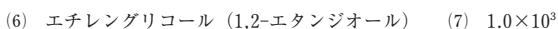
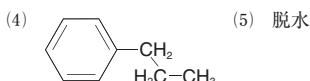
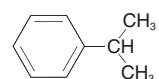
$$(1) 2 \quad (2) \text{ 黄緑(緑)} \quad (3) \text{ BaCl}_2 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{Cl}^- \quad (4) \text{ 白}$$



$$(8) 1.7 \times 10^{-4} \quad (9) 8.4 \times 10^{-5} \quad (10) 8.4 \times 10^{-5} \quad (11) 0.81$$

## 4. (配点25点)

$$(1) \text{ アセトン} \quad (2) \text{ クメン} \quad (3)$$



## &lt;ここがポイント&gt;

1. A 分子形と極性について理解しておきましょう。

B ハロゲンの単体・化合物の性質反応について理解しておきましょう。

C イオン結晶の性質について理解しておきましょう。

D 気体の実験室における製法について理解しておきましょう。

E 有機化合物の反応について理解しておきましょう。

2. A ヨウ素価の計算法について理解しておきましょう。

B 固体の溶解度の計算法について理解しておきましょう。

C 水素イオン濃度について理解しておきましょう。

D 凝固点降下について理解しておきましょう。

E 電気分解について理解しておきましょう。

3. バリウムイオンの反応と計算に関する問題になります。文章を読みながらどのような反応が起こっているのかを考えながら、問題を解くことが大事です。

4. 有機化合物に関する問題です。分子式と構造上の特徴から各化合物の構造を求める応用力を問う問題になります。

## &lt;こんなミスが目立った&gt;

問題1では(C)、問題2では(A)と(C)の正答率が低い傾向にありました。問題3と4は記述式なので、問題をよく読んで解答するように心がけましょう。問題3は計算問題を解答できていないケースが散見されました。問題4は構造式を書けていないケースが見受けられました。構造式と名称を合わせて勉強しましょう。また、有効数字についても勉強しておきましょう。

## &lt;重要ポイント&gt;

本学の化学の入試問題は化学基礎、化学の教科書の基本的な内容を基準として作られています。また、有機化学など一部の応用問題も出題されます。教科書を熟読し、要点を整理しながら基礎的な化学の知識を確実に身

に着けていることが求められます。文章をしっかりと読み、計算ミスをなくすことが重要なポイントです。

### ＜合格へのアドバイス＞

出題内容は化学基礎、化学の教科書の基本的な内容とその簡単な応用です。出題範囲が広いため、教科書をしっかりと読んで、基礎的な内容の理解しておきましょう。また、教科書の例題や参考書の問題に取り組むことで知識の定着を図りましょう。計算問題は単に公式を覚えているだけでは解けない問題を多く出題しています。計算問題は約分することで計算が楽になることがあります。演習問題や過去問を解き、計算力を養いましょう。特に、各数値の単位を意識することで計算ミスが少くなります。記述式の問題では、化学の基礎に加えて読解力と応用力も問われることになります。しっかりと文章を読み解くことができれば、教科書の内容を覚えていなくても解ける問題があります。参考書などの問題だけでなく、過去問を解くことで、記述式問題への対策をしておくといいでしょう。

### 前期日程4日目（2月4日試験）

#### 【解答例と解説】

##### 1. (配点25点)

(B) 2

ブリキは鉄板にスズをメッキしたものであり、Alを含まない。  
ジュラルミンはAl, Cu, Mg, Mnの合金、チタン合金はTi, Al, Znの合金である。  
ミョウバンの化学式はAlK(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·12H<sub>2</sub>O、ルビーの主成分はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>である。

(C) 1

スクロースはグリコシド結合をもつがヘミアセタール構造（同一炭素にヒドロキシ基とエーテル構造を持つ）はもたない。 $-O-CH-CH_2OH$ となっている。

(D) 2

2価の弱酸は、硫化水素とシウ酸の2つである。

(E) 4

(a)から(c)を全て満たすのは、A:Pb<sup>2+</sup>, B:Zn<sup>2+</sup>

##### 2. (配点25点)

(A) 3

面心立方格子の単位格子中には、4個の原子を含むから、銅の結晶密度[g/cm<sup>3</sup>]は、

$$\frac{4 \times \frac{63.5}{6.02 \times 10^{23}}}{(0.36 \times 10^{-7})^3} = \frac{254}{6.02 \times 10^{23} \times 0.36^3 \times 10^{-21}} = \frac{254}{6.02 \times 0.047 \times 10^2}$$

$\approx 8.97 = 9.0$  g/cm<sup>3</sup>である。

(B) 4

73℃の水100gに硫酸銅(II)は50g溶けるので、73℃の飽和水溶液150gに溶けている硫酸銅(II)の質量は、

$$150 \times \frac{50}{100+50} = 50 \text{ g}$$

と計算される。一方、析出する結晶はCuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>Oであり、その質量をxgとすると、これに含まれるCuSO<sub>4</sub>の質量は、 $x \times (160/250)$  gである。これが析出した後に残っている水溶液は、20℃における飽和水溶液であり、その質量は(150-x)gである。この溶液の組成については次式が成り立つ。

$$\frac{50 - x \times (160/250)}{150 - x} = \frac{20}{100 + 20}$$

これより、 $x \approx 52.8 = 53 \text{ g}$ を得る。

(C) 1

水溶液60g中に水酸化カリウムがxg含まれているとすると、以下の比例式：

$$1000 \text{ g} + 56 \text{ g/mol} \times 4.0 \text{ mol} : 56 \text{ g/mol} \times 4.0 \text{ mol} = 60 \text{ g} : x \text{ g}$$

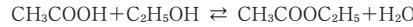
から、 $x = 11 \text{ g}$ を得る。

(D) 4

負極では  $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$  の反応が起き、2 mol の電子が流れたときに水素 1 mol が消費される。 $1.93 \times 10^3 \text{ C}$  の電気量に相当する電子の物質量は、 $1.93 \times 10^3 \text{ C} / (9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}) = 2.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$  に相当するから、これだけの電子を取り出したときに消費される水素は、 $1.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$  である。これを体積換算すると、 $22.4 \text{ L} \times 10^3 \text{ mL/mol} \times 1.00 \times 10^{-2} \text{ mol} = 224 \text{ mL}$  となる。

(E) 5

酢酸とエタノールの反応は以下で示される。

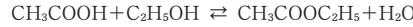


はじめの物質量(mol) 3.00 3.00 0 0

平衡時の物質量(mol) 1.00 1.00 2.00 2.00

混合溶液の体積を V [L] とすると、平衡定数は次のように計算される。

$$K_c = \frac{(2.00/V) \times (2.00/V)}{(1.00/V) \times (1.00/V)} = 4.0$$



はじめの物質量(mol) 1.00 2.00 0 0

平衡時の物質量(mol) 1.00-n 2.00-n n n

ここでは、混合溶液の体積を V\* [L] とすると、平衡定数は次のように書き表される。

$$K_c = \frac{(n/V^*)^2}{(1.00-n)/V^* \times (2.00-n)/V^*} = 4.0$$

整理すると、 $3n^2 - 12n + 8 = 0$  となる。

これを解いて  $n = 2 \pm \frac{2}{3}\sqrt{3} = 0.85, 3.15$  を得る。 $n < 1.00$  なので 3.15 は不適である。

したがって  $n = 0.85$

##### 3. (配点25点)

空欄埋めは、各 2 点  $\times$  8 = 16 点

問 1～問 3 は各 3 点  $\times$  3 = 9 点（問 3 は完全解答以外は 0 点）

穴埋め問題

1. (ウ) 2. (カ) 3. (ケ)  
4. (エ) 5. (ア) 6. (ス)  
7. (ソ) 8. (チ)

問 1. (AgNO<sub>3</sub>+HCl → HNO<sub>3</sub>+AgCl↓)

問 2. (ウ)

水酸化鉄(III)のコロイド粒子は正の電荷を帯びているから価数の大きい陰イオンを含む水溶液を加えるほど凝析しやすい。

- (ア) Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> → Al<sup>3+</sup> + 3NO<sub>3</sub><sup>-</sup>  
(イ) CaCl<sub>2</sub> → Ca<sup>2+</sup> + 2Cl<sup>-</sup>  
(ウ) MgSO<sub>4</sub> → Mg<sup>2+</sup> + SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>  
(エ) KCl → K<sup>+</sup> + Cl<sup>-</sup>

問 3. (イ), (エ)

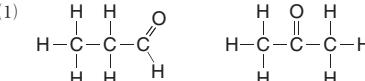
##### 4. (配点25点)

穴埋め 2 点  $\times$  6 = 12 点、問 1 : (1) 3 点  $\times$  2 = 6 点、(2) 2 点、

問 2 : (1) 3 点、(2) 2 点

1. ヒドロキシ(基) 2. R または -R 3. ホルミル(基)  
4. カルボニル(基) 5. 2種類 6. (構造) 異性体

問 1



(2) CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CHO

銀鏡反応を示すのはアルデヒド基を持つ化合物である

問 2 C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>

二酸化炭素中の炭素の質量 : 70.4 mg  $\times \frac{12 \text{ g/mol}}{44 \text{ g/mol}} = 19.2 \text{ mg}$

水中の水素の質量 : 14.4 mg  $\times \frac{1.0 \text{ g/mol} \times 2}{18 \text{ g/mol}} = 1.6 \text{ mg}$

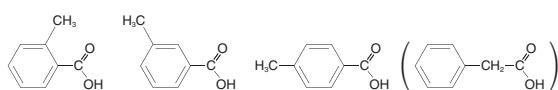
水中の酸素の質量 :  $27.2 \text{ mg} - (19.2 \text{ mg} + 1.6 \text{ mg}) = 6.4 \text{ mg}$   
各原子の物質量の比を求める

$$\text{C} : \text{H} : \text{O} = \frac{19.2}{12} : \frac{1.6}{1.0} : \frac{6.4}{16} = 1.6 : 1.6 : 0.4 = 4 : 4 : 1$$

組成式は  $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}$  となる。分子量が 136 なので,  $(\text{C}_4\text{H}_4\text{O})_n = 136$   
 $n = \frac{136}{68} = 2$

分子式は  $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$  となる。

(3) 热水にわずかに溶けることから芳香族カルボン酸であることがわかる。また、塩化鉄(III)水溶液を呈色しないことからフェノール類ではなく、フェーリング液を還元しないことからアルデヒド基は存在しないこともわかる。官能基の位置による異性体が存在することから、全てを満たす有機化合物の構造は、下記となる。



このうちのどれか一つを答えれば良い。

#### 前期日程 5 日目 (2 月 5 日試験)

##### [解答例と解説]

###### 1. (配点 25 点)

(A) 1

ガラクトースとグルコースは互いに立体異性の関係にあり、構造異性の関係はない。マルトースとスクロースはいずれも二糖であり、グルコースとの異性関係はない。 $\alpha$ -グルコースと $\beta$ -グルコースは互いに立体異性の関係にあり、構造異性の関係はない。

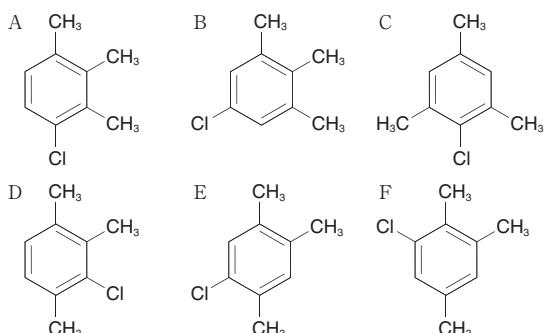
(B) 1

発生した塩化水素は下方置換で集めるので、1の記述が誤っている。

(C) 5

ベンゼン環に1つのクロロ基と3つのメチル基が置換する化合物の構造異性体は以下の6種類である。

1. 2つのメチル基が互いにパラ位の関係にある構造異性体はD, E, Fの3種類であるので記述は正しい。
2. クロロ基が二つのメチル基のいずれともオルト位の関係にある構造異性体はCとDの2種類であるので記述は正しい。
3. クロロ基のオルト位にメチル基をもたない構造異性体はBの1種類であるので記述は正しい。
4. クロロ基のメタ位にメチル基をもたない構造異性体はCの1種類であるので記述は正しい。
5. クロロ基のパラ位にメチル基をもつ構造異性体はA, B, C, Eの4種類であるので記述は誤り。



(D) 3

アルミニウムの電気伝導度は大きいので3の記述が誤り。

(E) 5

疎水コロイド粒子が親水コロイド粒子に取り囲まれると、凝析しにくくなる。このような作用を保護作用といい、保護作用を示す親水コロイドを保護コロイドという。

###### 2. (配点 25 点)

(A) 4

アンモニアソーダ法の反応をまとめると次式となる



1.06 kg 炭酸ナトリウム(式量: 106.0)の物質量は  $\frac{1060}{106.0} = 10.0 \text{ mol}$  である。したがって、必要な  $\text{NaCl}$  (式量: 58.5) は,  $2 \times 10.0 \times 58.5 = 1170 \text{ g}$  である。

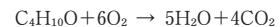
(B) 1

シュウ酸二水和物  $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  の式量は 126.0 なので、シュウ酸二水和物の物質量は  $\frac{0.378}{126.0} = 3.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$  である。

よって、シュウ酸のモル濃度は  $\frac{3.00 \times 10^{-3}}{0.300} = 0.0100 \text{ mol/L}$  である。

(C) 3

ジエチルエーテルの完全燃焼の反応式は以下のとおりであり、



ジエチルエーテル 1 mol を完全燃焼させると二酸化炭素は 4 mol 発生する。

したがって、3.70 g のジエチルエーテル(分子量 74.0)から発生する二酸化炭素(分子量 44.0)の質量は  $\frac{3.70}{74.0} \times 4 \times 44.0 = 8.80 \text{ (g)}$  となる。

(D) 4

混合後の窒素と酸素の分圧をそれぞれ  $p_{\text{N}_2}$ ,  $p_{\text{O}_2}$  とする。ボイルの法則より

$$p_{\text{N}_2} \times 20 = (4.0 \times 10^3) \times 6.0 \quad p_{\text{N}_2} = 1.2 \times 10^3 \text{ [Pa]}$$

$$p_{\text{O}_2} \times 20 = (2.0 \times 10^3) \times 4.0 \quad p_{\text{O}_2} = 0.40 \times 10^3 \text{ [Pa]}$$

ドルトンの分圧の法則より、全圧は  $1.2 + 0.40 = 1.6 \times 10^3 \text{ [Pa]}$

(E) 4

80 °C の水 100 g に  $\text{KNO}_3$  は 169 g 溶け 269 g の飽和水溶液となる。

この飽和水溶液を 40 °C に冷却すると 105 g (= 169 g - 64 g) の  $\text{KNO}_3$  が析出する。

よって、80 °C における飽和水溶液 120 g を 40 °C に冷却すると、 $105 \times \frac{120}{269} = 46.8 \text{ g}$  の  $\text{KNO}_3$  が析出する。

###### 3. (配点 25 点)

1~5 : 1 点  $\times 5 = 5$  点, 6~15 : 2 点  $\times 10 = 20$  点

1. ス 2. シ 3. イ 4. ソ 5. テ

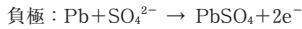
6. Pb 7.  $\text{PbO}_2$  8. (希)硫酸 9. 1.92

10. 1.28 11. 9650 12. 4.00 13. 2.00

14. 0.710 15. 0.636

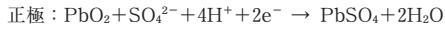
##### ■ 6~11 は鉛蓄電池の問題

放電の間に流れた電気量は  $0.200 \times 19300 = 3860 \text{ [C]}$  なので、電子が  $3860 / 96500 = 0.0400 \text{ mol}$  流れたことになる。



したがって、電子 2 mol あたり負極は 96.1 g 増加する ( $\text{SO}_4$  の式量は 96.1)。

よって、 $96.1 \times 0.0400 / 2 = 1.922 \text{ (g)}$  有効数字を考慮し 1.92 g

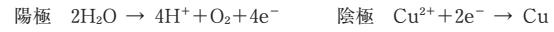


したがって、電子 2 mol あたり 64.1 g 増加する ( $\text{SO}_2$  の式量は 64.1)。

よって、 $64.1 \times 0.0400 / 2 = 1.282 \text{ (g)}$  有効数字を考慮し 1.28 g

##### ■ 12~13 は硫酸銅(II)の電気分解

白金電極を用いて硫酸銅(II)水溶液を電気分解すると以下の反応がおこる。



したがって 4.00 mol に相当する電気量が流れたとき、陽極から酸素 1.00 mol が発生する。

また、陰極では Cu が 2.00 mol 析出する。

■ 14~15 は塩化銅(II)の電気分解

塩化銅(II)水溶液を電気分解すると以下の反応がおこる。



この電気分解では  $0.100 \times \frac{19300}{96500} = 2.00 \times 10^{-2}$  mol の電子が流れ、陽極から  $1.00 \times 10^{-2}$  mol の塩素が発生し、陰極では  $1.00 \times 10^{-2}$  mol の銅が析出する。

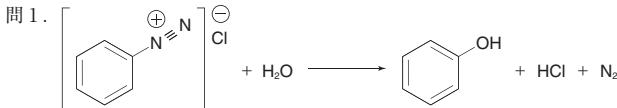
それぞれの質量は  $71.0 \times 1.00 \times 10^{-2}$  mol = 0.710 g,  $63.6 \times 1.00 \times 10^{-2}$  mol = 0.636 g である。

4. (配点 25 点)

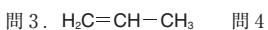
$$1 \sim 6 \quad 2 \text{ 点} \times 6 = 12 \text{ 点}, \text{ 間 } 1 : 4 \text{ 点}, \text{ 間 } 2 \sim \text{間 } 4 : 3 \text{ 点} \times 3 = 9 \text{ 点}$$

1. (う) 2. (け) 3. (と)

4. (き) 5. (ぬ) 6. (お)



問 2. ナトリウムフェノキシド



アニリンのジアゾ化により A (塩化ベンゼンジアゾニウム) が生じる。

A (塩化ベンゼンジアゾニウム) と B (ナトリウムフェノキシド) のジアゾカップリング反応により、p-ヒドロキシアゾベンゼンが生じる。

クメン法では、ベンゼンと C (プロパン) から D (フェノール) と E (アセトン) が生じる。

後期日程 1 日目 (2月 27 日試験)

1. (配点 25 点)

(A) 5

Mn 原子の酸化数は次のとおり。 1. 0    2. +4    3. +3

4. +2    5. +7

(B) 5

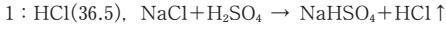
同周期の元素の中で第 1 イオン化エネルギーが最も大きいのは希ガス元素なので Ne が正解

(C) 4

ヨウ素の結晶は共有結合の結晶ではなく、分子結晶である。

(D) 3

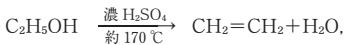
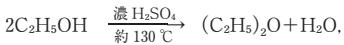
それぞれの反応は以下のとおり。



(E) 2

2: マレイン酸を加熱するとフマル酸ではなく無水マレイン酸になる

1: ちなみに、エタノールの脱水反応では、約 130 ℃で加熱するとジエチルエーテル、約 170 ℃で加熱するとエチレンが生じる。



2. (配点 25 点)

(A) 2

一酸化炭素の完全燃焼の反応式は  $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$

この反応で使われる CO と O<sub>2</sub> の物質量の比は 2:1 である。一酸化炭素 28 g は 1.0 mol, 酸素 64 g は 2.0 mol である

CO 1.0 mol は O<sub>2</sub> 0.5 mol と反応して CO<sub>2</sub> 1.0 mol を生じる。したがって、O<sub>2</sub> は 2.0 mol - 0.5 mol = 1.5 mol 余ることになる。よって、反

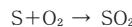
応後のすべての気体の物質量は 1.0 mol + 1.5 mol = 2.5 mol

気体の状態方程式  $pV = nRT$  に、27 ℃, 3.0 × 10<sup>5</sup> Pa, 2.5 mol を代入すると、気体の体積  $V$  は

$$V = \frac{2.5 \times 8.31 \times 10^3 \times 300}{3.0 \times 10^5} \approx 21$$

(B) 3

硫酸は以下の 3段階の反応で製造される



硫黄の原子量は 32.1 なので硫黄 9.63 kg は 3.00 × 10<sup>2</sup> mol である。

反応式より硫黄 1 mol から硫酸は最大 1 mol 得られるため、この場合硫酸は最大 3.00 × 10<sup>2</sup> mol 得られる。

得られる硫酸の質量は  $(3.00 \times 10^2 \times 98.1)\text{g} = 29.43 \text{ kg}$

よって、得られる 98 % 硫酸は  $29.43 \times \frac{100}{98} \approx 30 \text{ kg}$

(C) 1

酢酸水溶液中の酢酸の物質量は、中和反応に使った水酸化ナトリウムの物質量に等しいので、

$$0.40 \text{ mol/L} \times \left( \frac{2.5}{1000} \right) \text{L} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

したがって、滴定前の酢酸のモル濃度は  $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \div \left( \frac{10.0}{1000} \right) \text{L} = 1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$

酢酸の電離度は 0.016 なので  $[\text{H}^+]$  は  $1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L} \times 0.016 = 1.6 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

よって  $\text{pH} = 3 - \log_{10} 1.6 = 3 - 0.2 = 2.8$

(D) 3

塩化ナトリウムは単位格子に  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  をそれぞれ 4 個ずつ含んでいる。

NaCl の式量は (35.5 + 23.0) なので、単位格子 1 個当たりの質量は式量の 4 倍分をアボガドロ定数で割ったものと等しいので、

$$\frac{(35.5 + 23.0) \times 4}{6.02 \times 10^{23}} [\text{g}]$$

となる。これを単位格子の体積で割ると密度なので、

$$\frac{58.5 \times 4}{6.02 \times 10^{23}} \div (1.8 \times 10^{-22}) \approx 2.2 [\text{g/cm}^3]$$

(E) 2

デンプンの单糖への加水分解の反応式は、 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n\text{H}_2\text{O} \rightarrow n\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

したがってデンプン 1 mol からグルコースは  $n$  mol 得られる。

デンプンの分子量は  $162 \times n \text{ g/mol}$

グルコースの分子量は 180 g/mol

なので、得られるグルコースの物質量は  $n = \left( \frac{100}{162} \right) \approx 0.617 \text{ mol}$

よって得られるグルコースは  $180 \times 0.617 \approx 111 \text{ g}$

3. (配点 25 点)

(1)~(5) 2 点 × 5 = 10 点, 問 1~5 各 3 点 × 5 = 15 点,

(1) 凝縮 (2) 気液平衡 or 蒸発平衡 (3) 温度

(4) 大気圧 (5) 沸点

問 1 蒸気圧が大気圧である  $0.70 \times 10^5 \text{ Pa}$  になる温度をグラフから求めれば良い。グラフより蒸気圧が  $0.70 \times 10^5 \text{ Pa}$  になる温度は 90 ℃ である。答 90 ℃

問 2 60 ℃における蒸気圧は  $0.20 \times 10^5 \text{ Pa}$  なので、液体の水が存在する条件下での容器内の圧力は  $0.20 \times 10^5 \text{ Pa}$  答  $0.20 \times 10^5 \text{ Pa}$  ( $2.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ )

ちなみに、60 ℃で蒸発可能な水の物質量は、

$$18.0n = \frac{18.0 \times pV}{RT} = \frac{18.0 \times 0.20 \times 10^5 \times 1.00}{8.31 \times 10^3 \times 333} = 0.130 \text{ g}$$

したがって  $0.18 - 0.13 = 0.05 \text{ g}$  の水が蒸発せずに残っている。

問 3 容器内に液体と気体が共存する条件下で容器を圧縮しても、容器

内の液体の体積が増えるのみで容器内の圧力は変わらない。答  $0.20 \times 10^5 \text{ Pa}$  ( $2.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ )

問 4 水  $0.18 \text{ g}$  は  $0.18/18.0 = 0.010 \text{ mol}$ ,  $60^\circ\text{C}$  の蒸気圧は  $0.20 \times 10^5 \text{ Pa}$  である。

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0.010 \times 8.31 \times 10^3 \times (60+273)}{0.20 \times 10^5} = 1.38 \text{ (L)} \text{ 答 } 1.4 \text{ L}$$

問 5  $77^\circ\text{C}$  では液体の水は存在しないので、容器内の圧力は状態方程式に従う。

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{0.010 \times 8.31 \times 10^3 (77+273)}{1.00} = 29085 \text{ (Pa)}$$

答  $2.9 \times 10^4 \text{ Pa}$

#### 4. (配点 25 点)

(a) ~ (f) 各 3 点、計 18 点、問 1 2 点、問 2 各 1 点、計 5 点)

(a) アンモニア  $\text{NH}_3$

(b) 二酸化炭素  $\text{CO}_2$

(c) 炭酸水素ナトリウム (重曹)  $\text{NaHCO}_3$

(d) 酸化カルシウム (生石灰)  $\text{CaO}$

(e) 水酸化カルシウム (消石灰)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

(f) 塩化カルシウム  $\text{CaCl}_2$

解答欄には物質名ではなく、化学式で答えること。

問 1. アンモニアソーダ法 (ソルベー法)

問 2. 化合物 A :  $\text{CaCO}_3$  (イ)

化合物 B :  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  (オ)

化合物 C :  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (ア)

化合物 D :  $\text{MgSO}_4$  (ウ)

化合物 E :  $\text{Al}(\text{OH})_3$  (エ)

解答欄には、化学式ではなく記号で答えること。

1.  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  は水に溶けにくい。アルカリ金属元素の炭酸塩は水に溶けるが、アルカリ土類金属元素の炭酸塩は水に溶けにくい。マグネシウムの硫酸塩は水に溶けるが、アルカリ土類金属元素の硫酸塩は溶けない。マグネシウムとアルカリ土類金属元素の性質は異なるものがあるので整理して覚えておくとよい。

よって C, D は、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  か  $\text{MgSO}_4$ , A, B, E は、 $\text{CaCO}_3$  か  $\text{Al}(\text{OH})_3$  か  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  であることがわかる。

2. アルカリ金属元素やアルカリ土類金属元素 (Ca, Sr, Ba), 銅などの化合物は炎色反応を示す。マグネシウムは炎色反応を示さない。よって, C は  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , D は  $\text{MgSO}_4$  である。

3. 弱酸の塩と強酸が反応すると弱酸が遊離する。 $\text{CaCO}_3$  は  $\text{HCl}$  と反応して  $\text{CaCl}_2$  と  $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2)$  となる。よって, A は  $\text{CaCO}_3$  である。 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  は  $\text{HCl}$  と反応して塩化物と水ができる

4.  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  はともに両性水酸化物で、酸・強塩基との反応はよく似ているが、過剰のアンモニア水を加えると、 $\text{Zn}(\text{OH})_2$  のみ錯イオンとなり溶解する。よって B は  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ , E は  $\text{Al}(\text{OH})_3$  である。

#### [出題者から]

##### (1) 出題のねらい

問題 1 と 2 は、広い範囲からまんべんなく出題しています。問題 2 は基礎的な計算問題で、難度の高い問題はありません。問題 3 と 4 は、記述式の問題です。基礎的な内容ですが、順序立てて解いていくことが求められます。問題 3 は蒸気圧について、その基本的性質と計算問題、問題 4 はアンモニアソーダ法と金属元素の化合物の分離についての問題です。

##### (2) ここがポイント

- A 酸化還元反応を理解する上で重要な酸化数の決め方を理解しておきましょう
- B 周期律と第 1 イオン化エネルギーや電子親和力の関係を理解しておきましょう。

C 決勝の分類とその結合様式についてよく理解しておきましょう。

D 気体が発生する化学反応についての問題です。水素以外の気体が発生する化学反応についてもよく理解しておきましょう。

E 有機化合物の反応について、その反応条件についても理解しておきましょう。

2. A 燃焼反応に関係した計算問題は頻出問題です。化学反応式と物質量の関係を理解しておきましょう。

B 硫酸の工業的製法に関連する計算問題です。順序立てて考えましょう。

C 弱酸と強塩基の中和反応と弱酸の電離度および pH が絡んだ計算問題です。基本を理解しておきましょう。

D イオン結晶の密度を結晶構造から求める問題です。基本的な結晶構造を理解しておきましょう。

E 糖の加水分解反応を理解しておきましょう。

3. 水の蒸気圧に関する問題です。蒸発平衡について、蒸気圧が温度で決まるごとを理解しておきましょう。密閉容器内に液体と気体が共存するとき、容器内の圧力は温度で決まります。容器の内容積を変化させても、液体と気体が共存し、温度が変化しない限り容器内の圧力は変わりません。変化するのは容器内の液体の量です。ボイルの法則、シャルルの法則が成り立つのは容器内に気体のみが存在する場合です。混同しないようにしましょう。

4. 炭酸ナトリウムの工業的製法であるアンモニアソーダ法と金属元素の化合物の分離に関する問題です。アンモニアソーダ法では、炭酸ナトリウムは複数の工程を経て得られます。各工程を分けて覚えておく必要があります。熱分解は酸化物 ( $\text{O}^{2-}$ ) か炭酸塩 ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) もしくは二酸化炭素、水を加えると水酸化物 ( $\text{OH}^-$ ) ができると頭の中で整理しておくのもよいでしょう。金属元素の化合物の分離は頻出問題です。それぞれの性質を理解して覚えておく必要があります。

#### (3) こんなミスが目立った

問題 1 では、(D)の正解率が極端に低くなっていました。(D)では、5つの反応を正しく覚えていて、そのうえで発生する気体の分子量の一番大きなものを選ぶ、と言う 2 段階の構成になっているため、難度が他の問題に比べてやや高かった、と考えられます。問題 2 では、特に正解率が低い問題はありませんでした。

問題 3 ではどの問題も比較的よくできていました。問 2 と問 3 の正解は  $2.0 \times 10^4 \text{ Pa}$  ですが、問 3 を  $4.0 \times 10^4 \text{ Pa}$  の解答が見受けられました。液体と気体が共存する場合ボイルの法則は使えないことに注意しましょう。有効数字の桁を間違っている人が見受けられました。問題文に有効数字 2 桁で答えるように書かれています。注意しましょう。問題 4 も比較的よくできていました。アンモニアソーダ法の反応について、穴埋め形式で化合物名を答える形式だったので答えやすかったようです。ただし、問 1 でハーバーポッシュ法など、他の反応名の解答が見受けられました。反応名と化学反応式を正しく覚えておきましょう。

#### (4) 過去 3 年の出題傾向

令和 4 年度

アルカリ金属の性質、塩の水溶性、不動態、有機化合物の構造、呈色反応、状態変化と熱量、弱酸の電離度と中和反応、状態方程式と気体の分子量、酸の希釀と濃度、固体と気体の溶解度、高分子化合物の合成と性質、水溶液及び気体の色、金属と酸および水の反応、触媒の性質、構造異性体、熱化学方程式、気体の反応と平衡定数、水溶液の濃度、飽和蒸気圧と分圧の法則、弱酸の電離定数と pH、電池の反応と電気量、元素の性質と反応

令和 5 年度

水素化合物の性質、塩基性酸化物、水素発生反応、塩の水溶液の液性、酸化還元反応と酸化数、燃焼反応と物質量、水溶液の濃度と密度、混合気体の圧力、金属の結晶構造と密度、熱化学方程式、カルボン酸の性質と反応、金属イオンの水溶液の反応、有機化合物とエステル結合、塩の水溶液

の液性、構造異性体、ハロゲンの性質、化学平衡と平衡定数、酸の電離平衡、水和水を含む結晶の再結晶、油脂の性質と反応、電気分解と電池、セラミックスの性質と反応

令和6年度

原子の電子配置と性質、金属化合物の組成、糖類の構造、酸の性質、金属イオンの水溶液の反応と同定、金属の結晶構造と密度、硫酸銅の溶解度と再結晶、質量モル濃度と試料の含有量、リン酸型燃料電池の反応と気体発生量、化学平衡と平衡定数、酸化数、第1イオン化エネルギー、結晶の種類、気体が発生する反応、有機化合物の反応、燃焼反応と気体発生量、接触式硫酸製造法と硫酸の生成量、中和滴定と溶液のpH、塩化ナトリウムの結晶構造と密度、デンプンの加水分解と担当の生成量、コロイド、アルコールとアルデヒド、電池と電気分解、ベンゼンの性質と反応、2族の元素の性質と化合物の反応

#### (5) 重要ポイント

基本的なことがらをまんべんなく出題しているので、特にここが重要なポイントはありません。教科書をよく読み理解し、基礎を確実に身につけましょう。基本的な物質の名称と構造式、化学反応式（化学式に名称がある場合はその名称も）を正確に書けるようにしておきましょう。例題程度の計算問題は確実に解けるようにしておきましょう。

#### (6) 合格へのアドバイス

全ての分野をまんべんなく勉強することがポイントです。過去の出題問題を解いてみて、理解できない箇所があれば、必ず教科書の該当箇所をよく読み理解して下さい。計算問題は解き方を理解するだけでなく、必ず自分で計算してみてください。そのとき、やみくもに計算するのではなく、分数のまま次の式に代入するなど、計算の仕方を工夫することで、計算ミスを減らし、所要時間を短縮することができます。有効数字も注意して下さい。有効数字の桁数を指定された場合は、途中計算ではなく、最終の答えを出す段階で指定された桁数になるよう四捨五入してください。

#### 後期日程2日目（2月28日試験）

1. 配点25点

(A) 5

1. 化合物 → 混合物、2. 蒸留 → 昇華法、3. 同位体 → 同素体、4. 抽出 → ろ過

(B) 5

1. ラボアジェ → メンデレーエフ、2. M殻 → L殻、3. 放出されるエネルギー → 必要なエネルギー、4. 3~12族が遷移元素で12族を含めない場合もある。

(C) 4

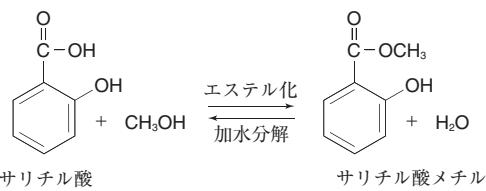
pHの小さいものの順は水素イオン濃度の大きな順なので、硫酸（二価の強酸）、塩酸（一価の強酸）、酢酸（弱酸）、炭酸水素ナトリウム（二価の弱酸と一価の強塩基が1:1の酸性塩で弱塩基性）、炭酸ナトリウム（二価の弱酸と一価の強塩基が1:2の正塩で炭酸水素ナトリウムより塩基性が強い）の順となる。

(D) 1

2. 鉛の化合物は水に溶けにくいものが多いが酢酸鉛（II）は溶ける、3. 硫酸鉄（II）七水和物を水に溶かすと淡緑色の水溶液になる、4. 塩化銀はアンモニア水に溶けるがヨウ化銀は溶けにくい、5. 酸化亜鉛は水には溶けないが、酸の水溶液にも塩基の水溶液にも溶ける両性酸化物。

(E) 5

生じるのはサリチル酸メチルである。正しい化学反応式は以下のとおり。



2. 配点25点

(A) 5

$$\text{Cの生成量 [mol]} = \text{生成速度 [mol/(L・s)]} \times \text{体積 [L]} \times \text{時間 [s]} \\ = 8.0 \times 10^{-4} \text{ mol/(L・s)} \times 1.0 \text{ L} \times 50 \text{ s} = 0.040 \text{ mol}$$

反応した A の物質量は反応式の A と C の係数比より、

$$0.040 \times 1/2 = 0.020 \text{ mol}$$

したがって、反応後の A の物質量は、

$$0.10 \text{ mol} - 0.020 \text{ mol} = 0.08 \text{ mol}$$

(B) 4

気体の状態方程式  $PV = nRT$  より

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{5.0 \times 10^5}{298 \times 8.31 \times 10^3} = 0.202 \text{ mol}$$

プロパン ( $C_3H_8$ ) の分子量 : 42.0

$$0.202 \times 42.0 = 8.48 \text{ g}$$

(C) 4

気体 1 mol の体積は  $0^\circ\text{C}$ ,  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  (標準状態) で  $22.4 \text{ L}$  である。よって混合気体の平均分子量は

$$1.82 \text{ g/L} \times 22.4 \text{ L} \approx 40.77 \text{ g/mol}$$

平均分子量は（各気体の分子量×存在比）の和なので、窒素の存在比を  $x$  とすると、

$$44(1-x) + 28x = 40.77, x \approx 0.20$$

したがって窒素と二酸化炭素の物質量比は  $0.20 : (1-0.20) = 1 : 4$  なので

二酸化炭素は窒素の約 4 倍存在する。

(D) 3

塩化セシウム型構造は立方体の単位格子の中心に  $Cs^+$ 、各頂点に  $Cl^-$  が配列した結晶構造をとる。

よって、単位格子中に含まれる  $I^-$  は 1 個、 $Cs^+$  は 1 個なので、単位格子 1 つの質量は  $CsI$  1 個の質量と等しい。

結晶の密度に単位格子の体積をかけたものが単位格子ひとつの質量となる。

これにアボガドロ定数をかけたものがモル質量となる。

よって、セシウムの原子量を  $x$  とすると、

$$4.51 \times 9.57 \times 10^{-23} \times 6.02 \times 10^{23} = (x + 126.9) \\ x \approx 133$$

(E) 4

硫酸銅（II）五水和物の物質量は、 $50.0 / 249.7 \approx 0.200 \text{ mol}$

である。よって結晶水は  $0.200 \times 5 = 1.00 \text{ mol}$  存在する

加熱により失った水分子の物質量は

$$\frac{(50.0 - 35.6)}{18.0} = 0.800 \text{ mol}$$

よって、銅（II）イオン 1 個あたり水を  $n$  分子失ったとすると、 $5 : x = 1.00 : 0.800, x = 4$

3. 配点25点

(1)~(5)  $3 \times 5 = 15$  点、(6)~(10)  $2 \times 5 = 10$  点 計 25 点

(1) ズル (2) ゲル (3) チンダル

(4) ブラウン (5) 水酸化鉄（III）または酸化水酸化鉄（III）

(6) 塩化銀 (7) オ（凝析（凝結））

(8) カ（疎水コロイド） (9) ケ（正） (10) ア（陰極）

7~10 は記号で答えること。

4. 配点25点

（空欄 配点： $2 \times 8 = 16$  点、問 1, 2, 3  $3 \times 3 = 9$  点）

1	Sr	2	Be	3	黄緑（色）
4	高い	5	溶融塩電解 (融解塩電解)	6	生石灰
7.	アンモニアソーダ法 (ソルベー法) (ソルベイ法)	8	CaSO <sub>4</sub> · $\frac{1}{2}$ H <sub>2</sub> O または (CaSO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O		

問1. アルカリ金属や2族の元素のイオン化傾向が（水素より）大きいため

アルカリ金属塩や2族塩の水溶液の電気分解では水素が発生するため

アルカリ金属や2族元素の化合物は炭素や水素で還元できないためなど

問2.  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

問3.  $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

## 生物

### 前期日程1日目（2月1日試験）

#### 【解答例】

【1】(40点) 4点×10

- A. 2 B. 4 C. 4 D. 4 E. 3  
F. 3 G. 3 H. 3 I. 4 J. 1

【2】(24点) 3点×8

- A. 46億  
B. エンドサイトーシス（飲食作用も可）  
C. バクテリオクロロフィル  
D.  $\beta$ カテニン ( $\beta$ -カテニンも可)  
E. オプシン  
F. 中性植物  
G. 里山  
H. クレアチニン酸

【3】(36点)

問1 (16点)

- (1) 鑄型鎖: 5'-TTAACGGCACTTAGCCATAGC-3' (4点)  
(2) mRNA配列: 5'-GCUAUGGCUAAGUGCCGUUA-3' (4点)  
(3) MAKCR (4点)  
(4) MGKCR (4点)

問2 (8点)

$$(1) \text{成長量} = 320 - 300 = 20 \text{ t/ha}$$

$$\text{総生産量} = \text{成長量} + \text{被食量} + \text{枯死量} + \text{呼吸量} = 20 + 5 + 12 + 40$$

$$= 77 \text{ t/ha} \quad (2 \text{ 点})$$

$$\text{純生産量} = \text{成長量} + \text{被食量} + \text{枯死量}$$

$$= 37 \text{ t/ha} \quad (2 \text{ 点})$$

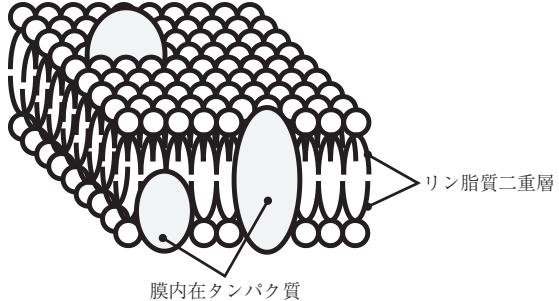
$$(2) \text{成長量} = \text{同化量} - (\text{呼吸量} + \text{死亡量} + \text{被食量})$$

$$= 3 - (1 + 0.2 + 0.3) = 1.5 \text{ t/ha}$$

$$1 \text{ 年後の現存量は } 10 + 1.5 = 11.5 \text{ t/ha} \quad (4 \text{ 点})$$

問3 (12点)

- (1) リン脂質分子は、疎水性の部分が膜の内側に、親水性の部分が膜の外側に向いた状態で2層に並んだ膜構造を形成する。 (3点)  
(2) 下図 (3点) 2次元的な模式図でも可



- (3) A: カドヘリン B: T細胞受容体 C: アクアボリン  
(1点×3)

- (4) 酸素、ステロイドホルモン (完答3点)

#### 【解説】

【1】

A: この問題では、原始地球において生命の材料となる物質がどのように進化してきたかを理解しているかを確認しています。本問では、それぞれの生体分子がどのような順序で進化してきたのかを整理することが重要になります。生命は原始地球において、まず無機物からアミノ酸やヌクレオチドなどの単純な有機物が生成され、それらが結合してタンパク質や核酸といった高分子へと進化したと考えられています。これが化学進化と呼ばれる過程です。生命が誕生する前の原始地球では、酵素（タンパク質）はまだ存在していません。糖

化学

生物

- を合成する酵素が先に形成されたのではなく、まず糖（リボースなどの单糖類）は自然界の化学反応によって非酵素的に生成されたと考えられます。
- B：この問題は、生物にとって水がどのような役割を果たしているかを理解することを目的としています。水は細胞の主要な構成成分であり、生命活動を支えるさまざまな特性を持っています。本問では、水の比熱や溶媒性、水素結合など、水に関する基本的な知識を正しく理解しているかを確認しています。水の比熱が大きいため、外部からの熱の出入りに対する温度変化が小さくなり、体温が一定に保たれるのに役立っています。「比熱が小さい」とすると、温度変化を受けやすくなるため、正しくは「比熱が大きい」です。この性質により、体温が急激に変化しないようになっています。
- C：この問題は、光合成の過程に関する知識を確認することを目的としています。特に、葉緑体の構造（チラコイド・ストロマ）や、光エネルギーを利用した ATP や NADPH の产生、光分解による酸素の生成など、基本的な光合成の反応の流れを理解しているかを確認しています。光化学系 II はチラコイド膜に埋め込まれており、光エネルギーを利用して電子を励起することで、水の光分解と ATP・NADPH の合成に関与します。ストロマはカルビン回路（炭素固定反応）が行われる場所であり、光化学系 II は存在していません。
- D：この問題は、生態系における窒素の循環について理解しているかを確認しています。窒素はタンパク質や DNA の構成要素として不可欠な元素であり、その供給や変換のプロセスを正しく把握することが重要です。根粒菌は大気中の窒素 ( $N_2$ ) を生物が利用可能な形（アンモニウムイオン  $NH_4^+$ ）へと変換します。この働きを「窒素固定」と呼びます。「窒素同化」は植物が硝酸イオンやアンモニウムイオンをもとに有機窒素化合物を合成するはたらきを指します。
- E：この問題では、感覚器官がどのような刺激（適刺激）を受容するのかを理解しているかを問っています。適刺激とは、各感覚器官が特に敏感に反応する刺激のことを指します。感覚器ごとに異なる適刺激を正しく識別できるかを確認することが目的です。味覚芽（味蕾（みらい））は、液体中の化学物質を感知する感覚器官です。味覚は水溶性（液体中）の化学物質によって刺激されます。一方、気体中の化学物質を受容するのは嗅覚器官（嗅細胞）です。
- F：この問題では、細胞膜を通じた物質の輸送の仕組みについて理解しているかを確認しています。特に、担体（輸送体）、イオンチャネル、能動輸送などの基本概念が正しく整理できているかを問っています。また、生体膜の性質について、正確な用語を使って説明できるかを評価することも目的としています。細胞膜は特定の物質を透過させる性質を持ち、この性質を「選択的透過性」といいます。一方、「選択的特異性」という表現は、通常、酵素や受容体などのタンパク質が特定の基質やリガンドを選択する性質を指すため、生体膜の性質を表すには適切ではありません。
- G：この問題では、生態系を構成する生物の役割について理解しているかを確認しています。特に、生産者・消費者・分解者の関係や、炭素の流れ（二酸化炭素・有機物の変換）が正しく理解されているかを問っています。動物は「消費者」に分類され、分解者とは異なります。分解者は主に細菌や菌類であり、有機物を無機物へと分解する役割を持ちます。一方、動物は生産者や他の消費者を直接または間接的に摂取することでエネルギーを得ます。
- H：この問題では、生命誕生の過程における「化学進化」の概念と、熱水噴出孔が初期生命の形成に果たした役割を理解しているかを確認しています。特に、無機物から有機物への進化、生命の材料となる分子の生成、熱水噴出孔環境の特性について正しく把握しているかを問っています。熱水噴出孔は、海底でマグマの熱によって加熱された水（約 300~400°C）が噴出する場所です。この環境では、水温が非常に高くなる一方で、水深が数千メートルにも及ぶため水圧も極めて高いという特徴があります。
- I：この問題では、真核細胞における mRNA の移動、タンパク質の合成

と輸送、小胞体の構造、リソソームの機能について理解しているかを確認しています。細胞の各構造の役割を正しく整理し、関連するプロセスを説明できるかを問っています。リソソームはゴルジ体から生じる細胞小器官であり、滑面小胞体ではなくゴルジ体を経由して形成されます。リソソームは加水分解酵素を含み、不要な細胞成分や異物を分解する働きを持ちます。

J：この問題では、光合成で光を必要としない反応である「カルビン回路」に関する知識を確認しています。特に、二酸化炭素の固定、糖の合成、カルビン回路のサイクルに関わる中間産物の変換を正しく理解しているかを問うことを目的としています。カルビン回路は二酸化炭素 ( $CO_2$ ) の固定、還元、再生の 3 つのステップで構成されます。回路そのものから 1 分子の糖 ( $C_6H_{12}O_6$ ) が直接生成されるわけではありません。カルビン回路では 6 分子の  $CO_2$  が固定され、グリセリンアルデヒド-3-リン酸 (GAP) が合成されます。そして、GAP の一部が糖合成に利用されますが、カルビン回路から直接グルコース ( $C_6H_{12}O_6$ ) が生成されるわけではありません。

[2]

A：この問題では、地球の誕生に関する年代や形成過程について正しく理解しているかを問っています。地球がどのようにして誕生し、生命が生まれる環境がどのように形成されたかを把握することは、生命の起源を考える上で重要です。現在の理論では、地球は約 46 億年前に太陽系が形成される過程で、多数の微惑星が衝突・合体して誕生したと考えられています。

B：細胞膜を介した物質の取り込みの仕組みについて正しく理解しているかを確認しています。特に、エンドサイトーシスが細胞の栄養摂取や情報伝達に重要な役割を果たしていることを把握することが目的です。エンドサイトーシス (endocytosis) とは、細胞が細胞膜を使って外部の物質を取り込む仕組みのことです。細胞膜が陷入して小胞を形成し、その中に物質を取り込みます。

C：光合成に関する色素について、特に酸素発生型光合成とは異なる光合成細菌が持つ色素について正しく理解しているかを確認しています。光合成細菌のうち、緑色硫黄細菌や紅色硫黄細菌は、酸素を発生しない無酸素性光合成を行います。これらの細菌は光合成色素としてバクテリオクロロフィルを持ち、光エネルギーを利用して有機物を合成します。これは、酸素発生型の光合成を行う植物やシアノバクテリアが持つクロロフィル（葉緑素）とは異なる特徴です。

D：この問題では、両生類の発生において胚の背腹軸がどのように決定されるのかを理解しているかを問っています。特に、発生初期における分子メカニズムについて把握できているかを確認しています。カエル（ツメガエルなど）の発生において、受精後、胚の背側と腹側の決定が始まります。この過程には、ディシェベルドタンパク質 (Dishevelled) が関与し、背側の領域では  $\beta$  カテニンの分解が抑制されます。これにより、 $\beta$  カテニンが高濃度となる部分が将来の背側になると考えられています。

E：この問題では、視覚に関する基本的な分子の構成要素について理解しているかを確認しています。特に、視細胞の光受容タンパク質の構造を把握しているかを問っています。ヒトの視細胞には、光を受容するロドプシンという視物質が含まれています。ロドプシンは、オプシン（タンパク質）とレチナール（ビタミン A 由来の色素）から構成されます。光がロドプシンに当たると、レチナールの構造が変化し、視覚信号が脳へと伝達されます。

F：この問題では、植物の花芽形成における「日長反応」の概念を正しく理解しているかを問っています。植物の開花調節が環境要因にどのように依存するのかを確認することが目的です。植物の花芽形成には、短日植物・長日植物・中性植物の 3 種類があります。短日植物では、限界暗期よりも長い連続した暗期が必要です（例：コスモス、アサガオ）。長日植物では、限界暗期よりも短い連続した暗期が必要です（例：ホウレンソウ、ムギ）。中性植物では、日長に関係なく、一定の成長段階で開花します（例：トマト、トウモロコシ）。

G : この問題では、人間の活動と生態系の関係について理解しているかを確認しています。特に、日本の伝統的な環境である「里山」がどのような特徴を持ち、生物多様性にどのように貢献しているのかを把握することが目的です。里山とは、人間の生活圏の近くにあり、農業や林業などによって管理・維持されている森林や水田を含む地域のことを指します。日本では、古くからこのような環境が維持され、多様な生態系が共存する場所として知られています。里山には森林、草地、水田、小川、ため池などがあり、多様な環境が入り組んでいるため、多くの生物が生息しています。

H : この問題では、筋収縮のエネルギー供給に関する生理学的なメカニズムについて理解しているかを問っています。特に、筋収縮時にどのようなエネルギー変換が行われるのか、ATPの再合成に関わる分子が何かを確認しています。筋肉が収縮する際には、大量のエネルギーが必要になります。このエネルギーは、クレアチニン酸に蓄えられており、ATPを再合成するために利用されます。筋収縮時には、クレアチニン酸が分解され、リン酸をADPに供給することでATPが合成されます。この過程によって、短時間の強い筋収縮に必要なエネルギーが供給されます。

[3]

問1 : この問題では、DNAの相補的な塩基配列、転写、翻訳のプロセスを正しく理解し、それぞれの塩基配列やアミノ酸配列を適切に読み取る能力を確認しています。特に、相補的なDNA鎖を正しく書く能力（相補的塩基対の知識）、転写の過程を理解し、mRNAの配列を正確に記述する能力（RNAの合成）、翻訳の過程を理解し、コドンを正しく読み取ってアミノ酸配列を決定する能力（遺伝コードの知識）、突然変異が起こった際の影響を解析する能力（ミスセンス変異の理解）を問っています。

(1) : DNAは二本鎖構造を持ち、相補的な塩基対を形成します。このとき、相補的なDNA鎖は互いに逆平行になっています。与えられたDNAの配列：  
5'-GCTATGGCTAAGTGCGTTAA-3'に対する相補的なDNA鎖（鋳型鎖）は、相補的塩基対を形成し、5'→3'の方向で記述すると：

5'-TTAACGGCACTTAGCCATAGC-3'

(2) : mRNAは鋳型鎖をもとに転写され、DNAの相補的塩基をもつRNAとして合成されます。ただし、RNAではチミン（T）の代わりにウラシル（U）が使われます。鋳型鎖（5'-TTAACGGCACTTAGCCATAGC-3'）に対応して合成されるmRNAの配列を5'→3'の方向で記述すると：

5'-GCUAUGGCUAAGUGCCGUUAA-3'

(3) : mRNAの配列をコドン（3連塩基ごと）に区切り、それぞれに対応するアミノ酸はコドン表を用いて読み取ります。mRNA配列：5'-GCUAUGGCUAAGUGCCGUUAA-3'  
コドンごとに分けると：AUG（開始コドン）→M（メチオニン）、GCU→A（アラニン）、AAG→K（リシン）、UGC→C（システイン）、CGU→R（アルギニン）、UAA（終止コドン）→終止（翻訳終了）したがって、得られるアミノ酸配列は「MAKCR」となります。

(4) : 与えられた突然変異は、8番目の塩基がC→Gに変化するものです。変異後のDNA鎖：  
5'-GCTATGGGTAAAGTGCGTTAA-3'、変異後のmRNA配列（転写）：5'-GCUAUGGGUAAGUGCCGUUAA-3'  
コドンごとに分けると：AUG→M（メチオニン）、GGU（変異後のコドン）→G（グリシン）（元のGCU（アラニン）から変化）、AAG→K（リシン）、UGC→C（システイン）、CGU→R（アルギニン）、UAA（終止コドン）→終止（翻訳終了）。したがって、得られるアミノ酸配列は「MGKCR」となります。

問2 : この問題では、生態系における物質収支を計算し、生産者（植物）および一次消費者（草食動物）の物質の流れを理解しているかを

確認します。特に、生産者の総生産量および純生産量の計算（生産者の成長に関する基本概念の理解）、一次消費者の現存量変化の計算（消費者のエネルギー・物質の流れの理解）の能力を確認しています。生態系における物質収支は、生産者と消費者のエネルギー・物質の流れを理解する上で重要な概念です。

(1) 生態系における生産者の物質収支は、以下の関係式で表されます。

$$\text{総生産量} = \text{純生産量} + \text{呼吸量}$$

$$\text{純生産量} = \text{現存量の増加分} (\text{成長量}) + \text{枯死量} + \text{被食量}$$

$$\text{純生産量} = (320 - 300) + 12 + 5 = 37 \text{ t/ha}$$

$$\text{総生産量} = 37 + 40 = 77 \text{ t/ha}$$

(2) 一次消費者（草食動物など）の物質収支は、以下の関係式で表されます。

$$\begin{aligned} \text{1年後の現存量} &= \text{最初の現存量} + (\text{同化量} - \text{呼吸量} - \text{死亡量} \\ &\quad - \text{被食量}) \end{aligned}$$

$$\text{1年後の現存量} = 10 + (3 - 1 - 0.2 - 0.3) = 10 + (3 - 1.5)$$

$$= 11.5 \text{ t/ha}$$

問3 : この問題では、生体膜の基本構造と機能を理解しているかを確認しています。特に、リン脂質の特性と二重層の形成を説明できること（膜の基本構造の理解）、流動モザイクモデルを視覚的に説明できること（生体膜の構造の動的性質の理解）、膜タンパク質の機能を正しく分類できること（細胞接着、受容体、輸送タンパク質の役割）、細胞膜を自由に通過できる分子の特徴を理解していること（親水性・疎水性の違いによる透過性）を確認しています。これらの知識は、細胞の基本機能を理解し、分子生物学や薬理学の応用にもつながる重要な概念です。

(1) 生体膜はリン脂質二重層で構成されており、リン脂質分子は両親媒性（親水性と疎水性の両方の性質をもつ）という特徴を持っています。親水性の部分（リン酸基を含む頭部）は水になじみやすく、細胞の外側（細胞外）および内側（細胞質側）に向いています。疎水性の部分（脂肪酸鎖を含む尾部）は水を避けるため、リン脂質二重層の内側で互いに向き合っています。この構造により、細胞膜は水中で安定したバリアを形成します。

(2) 流動モザイクモデルは、1972年にシンガーとニコルソンによって提唱されました。このモデルによると、リン脂質二重層は流動性を持ち、膜中にさまざまなタンパク質がモザイク状に分布しており、リン脂質や膜タンパク質の一部が横方向に移動したり、回転したりすることができると言われています。このリン脂質二重層に膜タンパク質（外在性タンパク質・内在性タンパク質）が組み込まれており、それぞれ異なる機能を持ちます。

(3) 生体膜には、異なる機能を持つタンパク質が存在します。

- A. 細胞接着（細胞同士を結びつける）では、カドヘリン（細胞間接着を行う膜タンパク質）
- B. レセプター（シグナル受容）→T細胞受容体（免疫系のシグナル受容体）
- C. 分子の輸送（膜を通過する分子を運ぶ）→アクアポリン（水分子の輸送を行うチャネルタンパク質）

(4) 細胞膜の透過性は、分子の極性（親水性・疎水性）やサイズによって異なります。容易に通過できる分子としては、酸素（小さな分子であり、疎水性の膜を通過可能）とステロイドホルモン（脂溶性（疎水性）であり、細胞膜を容易に通過できる）が挙げられます。一方、通過が難しい分子としては、ラクトース（水溶性（親水性）の分子であるため、細胞膜を自由に通過できない）、ペプチドホルモン（例：インスリン）（水溶性であり、受容体を介したシグナル伝達が必要）、免疫グロブリン（抗体）（大きなタンパク質分子であり、細胞膜を自由に通過できない）が挙げられます。

前期日程2日目（2月2日試験）

## [解答例]

[1] (40点) 4点×10

- A. 3 B. 2 C. 1 D. 2 E. 1  
F. 3 G. 3 H. 4 I. 3 J. 3

[2] (24点) 3点×8

- A. 活性部位、活性中心も可  
B. ホスホグリセリン酸、PGAも可  
C. ノーダル  
D. 前庭  
E. ABC  
F. オペラント  
G. 地質  
H. 窒素同化

[3] (36点)

問1 (10点)

- (1) 遺伝子型: AaBb (2点) 花の色: 赤 (2点)  
(2) 赤: 青: 黄: 白 = 9: 3: 3: 1 (2点)  
(3) 赤: 青: 黄: 白 = 3: 1: 3: 1 (2点)  
(4) 赤: 青: 黄: 白 = 0: 1: 0: 1 (青: 白 = 1: 1も可) (2点)

問2 (10点)

- (1) a, b, d, f (2点完答)  
(2) a, b, c, e (2点完答)  
(3) b (2点完答)  
(4) a, b, d, f (2点完答)  
(5) e (2点完答)

問3 (16点)

- (ア) 6 (イ) 11 (ウ) 3 (エ) 8 (オ) 1.45  
(カ) 対数 (キ) 高く (ク) 均等な (2点×8)

前期日程3日目（2月3日試験）

## [解答例]

[1] (40点) 4点×10

- A. 3 B. 1 C. 3 D. 3 E. 1  
F. 4 G. 3 H. 1 I. 2 J. 2

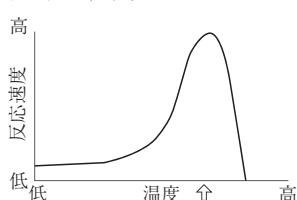
[2] (24点) 3点×8

- A. 電子伝達  
B. コーディン  
C. コルチ器  
D. アミロプラスト  
E. 群生  
F. 自己増殖、自己複製、増殖、複製、生殖、繁殖、遺伝情報を保持も可  
G. 受容体、レセプターも可  
H. アセチル CoA、活性酢酸も可

[3] (36点)

問1 (12点)

- (1) (ア) 基質 (イ) 変性 (ウ) 失活 (エ) 最適 (各1点×4)  
(2) 化学反応を促進するが、それ自身は反応前後で変化しない物質  
〔活性化エネルギーを低下させ、化学反応を進みやすくする物質〕  
も可 (3点)  
(3) 基質特異性 (2点)  
(4) 次の図 (3点)



問2 (10点)

(1) [AB] : [ab] = 3 : 1 (2点)

(2) [AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 9 : 3 : 3 : 1 (4点)

(3) 組換え率(%) =  $(1+1)/(4+1+1+4) \times 100 = 2/10 \times 100 = 20\%$  (4点)

問3 (14点)

- (1) 硝酸イオンやアンモニウムイオンを根から吸収して、これをもとに有機窒素化合物(アミノ酸など)を作るはたらきである。(3点)  
(2) (ダイズなどの植物の根に共生する)根粒菌や、アゾトバクター  
やクロストリジウム、シアノバクテリアなどの細菌が、大気中の  
窒素を直接利用してアンモニウムイオンを作るはたらきである。  
(3点)  
(3) 亜硝酸菌がアンモニウムイオンを亜硝酸イオンに、硝酸菌が亜  
硝酸イオンを硝酸に変えるはたらきである (4点)  
(4) 微生物(脱窒素細菌)が土壤中の硝酸イオンや亜硝酸イオンを  
窒素に変えて、大気に戻すはたらきを脱窒といいう。(4点)

前期日程4日目（2月4日試験）

## [解答例]

[1] (40点) 4点×10

- A. 2 B. 1 C. 2 D. 3 E. 1  
F. 4 G. 2 H. 4 I. 4 J. 4

[2] (24点) 3点×8

- A. カドヘリン  
B. 不応期、絶対不応期も可  
C. 全能性、全形成能や分化全能性も可  
D. 安定、つりがねも可  
E. 化学進化  
F. オキサロ酢酸  
G. 光リン酸化  
H. アンテナペディア

[3] (36点)

問1 (17点)

- (1) (ア) 6 (イ) 26 (ウ) 18 (エ) 18  
(オ) 6 (カ) 5 (キ) 4 (1点×7)  
(2) NH<sub>3</sub> (3点)  
(3) ① 1.0 ② 0.7 ③ 0.8 (1点×3)  
(4) (A) 48 L (B) 48 L (2点×2)

問2 (6点)

- (1) 生命表 (2点)  
(2) (a)は哺乳類のように雌1個体あたりの産卵数(産子数)が少なく、  
親が子を保護するため幼齢時の死亡率は低い。(c)は魚類のように雌  
1個体あたりの産卵数が多く、親の保護がないため幼齢時の死亡率  
が高い。(2点×2)

問3 (13点)

- (1) i 減数分裂 ii 配偶子(生殖細胞も可) (2点×2)  
(2) 2<sup>23</sup> (3点)  
(3) 4<sup>23</sup> (3点)  
(4) 4<sup>23</sup> (2<sup>46</sup>も可) (3点)

前期日程5日目（2月5日試験）

## [解答例]

[1] (40点) 4点×10

- A. 1 B. 3 C. 4 D. 2 E. 3  
F. 3 G. 4 H. 3 I. 1 J. 2

[2] (24点) 3点×8

- A. リブロースビスリン酸(リブロース二リン酸やRuBPも可)  
B. 新皮質  
C. 自家不和合性

- D. 生命表  
 E. 酸化鉄（鉄、鉄分、縞状鉄鋼層も可）  
 F. 細胞骨格  
 G. 腹側  
 H. ミトコンドリア

[3] (36点)

問1 (12点)

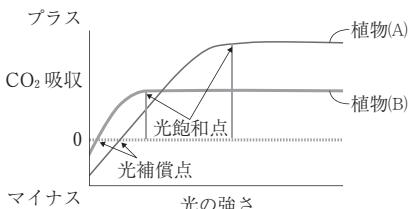
- (1) 加熱したことでS型菌が死滅し、病原性を発揮できなかったため。（3点）  
 (2) R型菌が死んだS型菌から遺伝物質を取り込み、S型菌の形質を獲得したことを示している。（遺伝情報は細胞の外部環境から取り込まれ、新しい形質を発現させることができる）。（4点）  
 (3) S型菌の抽出液を無処理でR型菌に加えて形質転換の有無を確認した。さらに、S型菌の抽出液をタンパク質分解酵素、RNA分解酵素、DNA分解酵素でそれぞれ処理し、その後、処理した抽出液をR型菌に加えて形質転換の有無を確認した。（5点）

問2 (10点)

- (1)  $p^2$  (2点)  
 (2)  $2pq$  (2点)  
 (3)  $q^2$  (2点)  
 (4) 0.4 (2点)  
 (5) 0.6 (2点)

問3 (10点)

- (1) 光が弱いときは、光合成速度より呼吸速度の方が大きいから。（2点）  
 (2) 光補償点（2点）  
 (3) 光飽和点（2点）  
 (4) 植物(A)：陽生植物 植物(B)：陰生植物（2点×2）  
 (5) 下図を参照（4点）



横軸の（ ）：光の強さ、光強度も可  
 縦軸の（ ）：CO<sub>2</sub>吸収、二酸化炭素吸収、二酸化炭素吸収速度、CO<sub>2</sub>吸収速度も可

(1) 出題のねらい

本試験は、受験生が生物学の基本的な知識をしっかりと理解し、それを適切に活用できるかを幅広く評価することを目的としています。試験では、単なる暗記ではなく、生物学の原理や概念を正しく理解し、それを論理的に考えて応用できる力を問っています。

「問題ごとの狙い」

問題1 (選択問題)

生物学の全範囲からバランスよく出題し、教科書レベルの基礎学力を確認することを目的としています。特に、正しい知識を定着させるために「誤った選択肢を見抜く」形式を採用しています。これは、受験生が曖昧な知識を明確にし、確実に正しい情報を選び取る力を身につけることを目的としています。

問題2 (基本概念の理解)

生物学における重要な用語や基本的な概念を正しく理解できているかを評価することを目的としています。さまざまな分野から幅広く出題することで、生物学の知識を偏りなく習得できているかを確認しています。例えば、細胞の構造や生体内の化学反応、遺伝の法則など、基礎的な知識を適切に整理できているかを問っています。

問題3 (応用力を問う記述問題・計算問題)

記述式の問題では、生物学的な現象やプロセスを論理的に説明し、理解を深められているかを評価することを目的としています。また、計算問題を通じて、生態系の物質収支や遺伝の確率計算など、数値データをもとに考える力を問っています。受験生が知識を単に記憶するだけでなく、実際のデータや生物学的な状況（生物学的現象やプロセス）に基づいて問題解決ができるかを重視しています。

この試験を通じて、受験生は自身の理解度を確認し、今後の学習の方向性を明確にできると考えています。試験の結果を活かして、自分の得意分野・苦手分野を整理し、より効果的な学習へつなげてください。

(2) ここがポイント

本試験では、生物学の基礎知識だけでなく、その知識を応用し、実際の生物学現象や実験データを正確に理解・解釈する力が求められています。

**基本概念の確実な理解**：細胞、遺伝、光合成、発生、神経、筋肉、生態系など、生物学の主要なテーマが広く出題されています。教科書レベルの基本概念を正確に理解し、説明できることが合格への第一歩です。

**用語やプロセスの正確な記述**：生物学では、類似した用語が多く存在します。例えば、「窒素固定」と「窒素同化」、「自家受粉」と「自家不和合性」など、用語の意味を正確に理解し、使い分ける力が必要です。また、光合成や呼吸、遺伝子発現、神経伝達、筋収縮などの生物学的プロセスをステップごとに整理して理解しておくことが重要です。

**計算力と論理的思考**：呼吸商やエネルギー収支などの計算問題も含まれており、生物学の計算に苦手意識を持たず、しっかり練習しておくことが求められます。さらに、実験データを分析し、そこから考察を導く問題も出題されるため、論理的に考え、答えを導き出す力が試されます。

**実験や技術への理解**：現代生物学でよく使われるPCR法、電気泳動法、遺伝子操作などの実験技術についても基本を押さえ、何を目的とし、どのような結果を得るのかを理解しておくことが重要です。

**実社会とのつながりの意識**：生態系の保全、遺伝子工学、バイオテクノロジーなど、現代社会が直面する生物学的課題にも関心を持ち、自分なりの考えを持つことが求められています。生物学の知識を実社会でどのように応用できるかを考えながら学習することが大切です。

(3) こんなミスが目立った

試験では、次のようなミスが目立ちました。これらのポイントを意識しながら学習を進めることで、より確実に得点を伸ばすことができると言えています。

(1) 用語の混同

生物学には、似たような専門用語が数多く存在します。例えば、「転写」と「翻訳」や、「シグナル分子」と「受容体」など、意味の異なる用語を混同してしまうことがあります。対策として、各用語の正確な定義と使い方を確認し、類似する用語との違いを明確に整理しましょう。

(2) 過程の理解不足

生物学の問題では、「どのようなプロセスで物質やエネルギーが変化するのか？」を問われることが多くあります。例えば、光合成や呼吸の反応経路、DNAの複製やタンパク質合成の過程など、ステップごとの流れを正しく把握していないと、問題に対応するのが難しくなります。対策として、生物学的な過程をステップごとに整理し、どの段階で何が起こるのかを模式図を用いて学習すると理解が深まるでしょう。

(3) 概念の理解不足

生物学は、単なる暗記ではなく、基本的な概念や原理を深く理解することが重要です。例えば、「浸透圧の違いが細胞にどのような影響を与えるのか」「遺伝子の発現がどのように制御されるのか」といった原理の理解が求められます。対策として、基本概念を学ぶ際には、単な

る暗記ではなく「なぜそのような現象が起こるのか?」という視点で考えることが大切です。また、複数の単元をつなげて学習することで、より応用的な問題にも対応できる力が身につくでしょう。

#### (4) 計算ミス

遺伝の確率計算や生態系のエネルギー収支の計算など、生物学の試験でも計算を要する問題が出題されます。計算のミスがあると、本来得点できるはずの問題で失点してしまうことがあるため、特に注意が必要です。対策として、計算問題に慣れるために、実際に手を動かして問題を解く練習をしましょう。計算過程を途中式までしっかりと書き出し、見直しの際に確認しやすくすることが大切です。余裕があれば、計算ミスを防ぐために、最終的な数値が妥当かどうかをチェックする習慣をつけましょう。

試験を通じて、「どの分野が得意か」「どこを重点的に復習すべきか」を明確にし、次の学習につなげていきましょう。生物学は、単なる暗記科目ではなく、現象の理解が求められる科目です。日頃から、「なぜ?」を意識して学習し、知識を確実なものにしてください。

#### (4) 過去3年間の出題傾向

近年の出題傾向として、単に知識を暗記するだけでなく、その知識をどのように活用できるかを問う問題が増えています。これは、生物学の概念をより深く理解し、実際の現象や問題に応用する力を養うことを目的としています。特に、生物学の基本概念を活用し、具体的な生物現象を説明する問題、実験データやグラフ・表をもとにしたデータ解析や考察を問う問題、複数の知識を統合し、論理的に考える力を試す応用問題のような出題が増えています。これらの問題は、受験生のデータリテラシー（データを読み取る力）や科学的思考力を評価することを目的としています。過去の試験では、グラフのトレンドを正しく把握し、それに基づいて生物学的な解釈を行う問題や、ある生物の適応の仕組みを考察する問題などが出題されました。このような問題に対応するためには、単なる暗記ではなく、知識を実際の現象に結びつけて考える練習を積むことが重要と考えています。

#### (5) 重要なポイント

試験で高得点を取るために、特に意識しておきたいポイントを以下にまとめました。

##### (1) 基本概念の理解

生物学の学習では、細かい知識を覚えるだけでなく、その根本的な仕組みや原理を理解することが大切です。特に、細胞の構造と機能（細胞小器官の役割や代謝経路）、遺伝の法則（メンデルの法則、連鎖と組換え）、生態系の動態（食物連鎖、エネルギー流動、物質循環）、進化のメカニズム（自然選択、遺伝的浮動）などこれらの基本概念を確実に理解し、それぞれの関係性を整理しておくことで、さまざまな問題に対応しやすくなるでしょう。

##### (2) 用語の正確な理解と使用

生物学には似たような専門用語が数多くあり、用語の混同が失点につながる原因になることがあります。例えば、「受容体」と「リガンド」、「mRNA」と「tRNA」、「浸透」と「拡散」など、意味が異なる用語を正確に理解し、適切に使い分けることが重要です。重要な用語を一覧にまとめ、関連する概念とセットで整理することや類似する用語を比較し、違いを明確に説明できるようにすることを意識しましょう。

##### (3) 実験方法とデータ分析

試験では、生物学の実験に関する問題も頻出します。特に、実験手法の原理（PCR法・ゲル電気泳動・クロマトグラフィー）、実験結果の読み取り（グラフや表からの考察）、統計的な分析（平均値・標準偏差・有意差の判断）のような内容が出題されることが多いです。実験の手順を正しく理解し、データの変化を適切に解釈できるように練習しましょう。

##### (4) 応用問題への対応

近年の試験では、基本知識をもとに新しい問題を考察する力が求め

られています。

これに対応するためには、単なる暗記ではなく、「なぜそうなるのか?」を考える習慣をつけることが大切です。特に、ある現象を説明するために、どの知識が必要かを考えながら学習することや教科書の基本事項を確認した上で、その知識を他の状況にも応用できるかを考えることを意識しましょう。

#### (6) 合格へのアドバイス

本試験では、生物学の基本的な知識に加え、それを応用して考える力が求められます。試験対策として、基本概念の整理・用語の正確な理解・データ分析の練習・応用問題への対応をバランスよく行いましょう。また、定期的な復習と過去問題演習を通じて、自分の弱点を把握し、効果的な学習を進めることが合格への鍵となります。生物学は、単なる暗記科目ではなく、現象の理解が求められる学問です。「なぜこの現象が起こるのか?」を常に意識しながら学習を進めることで、より深い理解につながります。本試験を通じて、自分の知識を確認し、今後の学習の指針としてください。試験本番では、これまで培った知識を活かし、落ち着いて解答してください。皆さんの健闘を心より願っています。

## 英語

### 前期日程1日目（2月1日試験）

#### ① 長文読解問題

##### 【解答例】

###### 【問1】(3点×11=33点)

- (a) 2 (b) 4 (c) 1 (d) 3 (e) 3 (f) 4  
(g) 1 (h) 4 (i) 2 (j) 2 (k) 3

###### 【問2】(7点)

他の素材よりも有利と考えられているが、それでもなお木材は克服すべき障害がないわけではない。

##### 【解説】

###### 【問1】

- (a) 下線部(a)の指示語 *they* が示すものは、直前の *Initially used for telecommunications and weather observation* という分詞構文の意味上の主語であることから、前文にある *artificial satellites* であることがわかる。選択肢1は、「現代生活」と記述されているが、本文は人工衛星そのものの話であり、対象が広すぎる点で本文の内容に一致しない。選択肢2は「人工衛星」は、直前の *artificial satellites* を指すため、対象が明確であり本文の内容に一致する。選択肢3は、「新興企業」とあるが、本文中に新興企業の記述がなく、対象が異なる点で本文の内容に一致しない。選択肢4は、「通信事業」とあるが、本文では用途の一部として触れられているのみで、指示対象が人工衛星そのものである点で本文の内容に一致しない。
- (b) 下線部(b)の人工衛星の打ち上げの増加の原因について述べられている箇所は *new industries like space tourism, space-based manufacturing, and asteroid mining are also driving the launch of artificial satellites* である。選択肢1は、*government recommendations* とあるが、本文には政府の勧告に関する記述がない点で本文の内容に一致しない。選択肢2は、「cost-effectiveness」と記述されているが、本文では費用対効果について言及されていない点で本文の内容に一致しない。選択肢3は、*basic technology* とあるが、本文に基本技術に関する記述が存在しない点で本文の内容に一致しない。選択肢4は、*our current and future needs* に基づき新興産業が打ち上げ増加に寄与していると述べられており、本文の内容に一致する。
- (c) 下線部(c)の「木製人工衛星」を導入する理由として、*presenting it as an environmentally safe alternative to the numerous metal satellites* とあることから、選択肢1が正答である。選択肢2は、「元の素材に戻す」という考えが示されているが、本文ではそのような記述がない点で本文の内容に一致しない。選択肢3は、「金属不足」を理由としているが、本文では金属の不足が問題とされていない点で本文の内容に一致しない。選択肢4は、「木製衛星が機能的に優れている」としているが、本文は環境面での代替案として述べているため、本文の内容に一致しない。
- (d) 下線部(d)が表す内容として前文を追うと、*They end up floating in the upper atmosphere for many years.* とあり、指示語 *They* はさらに前文の *tiny metal particles* (金属微粒子) を指している。よって、下線部(d)は「大気圏に残る人工衛星の金属微粒子」と判断できることから、選択肢3の *satellite particles remaining in the atmosphere* が正答である。選択肢1は、*floating debris in outer space* とあるが、本文は大気中に残る微小金属粒子について述べているため、本文の内容に一致しない。選択肢2は、*a satellite operating for many years* としているが、本文は衛星の長期稼働ではなく、再突入後の微粒子の問題について述べている点で一致しない。選択肢4は、*satellites enter the Earth's atmosphere* としているが、本文は単に再突入する事実ではなく、残留粒子の点を強調しているため、本文の内容に一致しない。
- (e) 下線部(e)に関連する記述として *the wood samples exhibited no signs of damage, decay, or measurable changes in mass despite the*

国語

英語

challenging conditions of space とある。したがって、選択肢 3 が正答である。選択肢 1 は、Three kinds of wood showed evidence of change と記述しているが、本文は木材サンプルに変化が認められなかつたと明示しており、本文の内容に一致しない。選択肢 2 は、There was a little rot with no other changes とあるが、本文では腐敗の兆候すら認められなかつたため、本文の内容に一致しない。選択肢 4 は、Their weight underwent significant changes と記述しているが、本文は質量に変化がなかつたと述べており、本文の内容に一致しない。

- (f) 下線部(f)について、直後の文では As there is no oxygen in space, wood doesn't burn, and as no living creatures can survive there, wood doesn't rot とあるため、選択肢 4 が正答である。選択肢 1 は、The oxygen is much denser in space とあるが、実際には宇宙は酸素が希薄であるため、本文の内容に一致しない。選択肢 2 は、Bacteria hiding in wood can live longer in space と記述しているが、本文では微生物が生存できないと明記されており、本文の内容に一致しない。選択肢 3 は、Wood reacts to the environment more severely in space とあるが、本文は宇宙環境で問題が起らないと述べているため、本文の内容に一致しない。

- (g) 下線部(g)について、magnolia wood had the most workability. It also showed the best dimensional stability and overall strength とあり、最も適した素材であることを述べている。したがって、選択肢 1 が正答である。選択肢 2 は、It shows the highest resistance to rotting とされているが、宇宙環境では腐敗が問題とならないと記され、本文の評価基準と一致しない。選択肢 3 は、It is hard to process into the desired form とあるが、本文は加工しやすいと述べているため、本文の内容に一致しない。選択肢 4 は、It can be affected by various types of forces と記述しているが、本文ではその点に触れておらず、本文の内容に一致しない。

- (h) 下線部(h)の利点の一つとして、直後の文では the wood completely burns up upon re-entering Earth's atmosphere とあり、燃え尽きることで残骸が残らないことを示している。したがって、選択肢 4 が正答である。選択肢 1 は、Wooden satellites absorb harmful substances とあるが、本文には吸收するとの記述がなく、本文の内容に一致しない。選択肢 2 は、Wooden satellites release harmful substances と記されているが、本文は燃え尽きることで有害物質の放出が抑えられると述べており、本文の内容に一致しない。選択肢 3 は、Wooden satellites burn up debris from metal ones とされているが、本文は自らが完全燃焼する点を強調しており、本文の内容に一致しない。

- (i) 下線部(i)に関する記述として This percentage could increase to approximately 50% as the number of satellite launches into low-Earth orbit increases とあり、10%から50%に増えるという意味になるため、選択肢 2 が正答である。選択肢 1 は、There will be close to 50 percent more aerosol particles than there are now とあるが、本文は金属痕跡を含む割合の増加を示しており、全体の粒子数増加と誤解させる点で本文の内容に一致しない。選択肢 3 は、Traces of aluminum and exotic metals will be half of current levels としており、本文の増加の記述と矛盾する点で本文の内容に一致しない。選択肢 4 は、Rockets and satellites will leave 1.5 times more metal traces than now と具体的な倍数を示しているが、本文にはそのような数値は記されていない点で本文の内容に一致しない。

- (j) 下線部(j)の懸念事項として述べられていないものを探すと、本文には debris traveling over 9 miles per second is ten times faster than a bullet とあり、高速の残骸について述べられているが、spacecraft orbiting each other の言及はない。したがって、選択肢 2 が正答である。選択肢 1 は、debris traveling at high speed と記され、本文で高速移動する残骸について具体的に言及されているため、本文の内容に一致する。選択肢 3 は、satellites increasing in number とある

が、本文では衛星数の増加について明示されているため、本文の内容に一致する。選択肢 4 は、inactive satellites still circling と記され、本文では運用終了後も軌道上に残る衛星について言及されているため、本文の内容に一致する。

- (k) 最終段落では、the benefits of using wood remain uncertain とあり、木製人工衛星は有望であるが、まだ研究が必要であることを示しているため、選択肢 3 が正答である。選択肢 1 は、Wooden satellites should be promoted as a safe alternative on a global scale と断定的に述べているが、本文は慎重な姿勢で有望性と未確定な利点について示している点で本文の内容に一致しない。選択肢 2 は、If the mission of wooden satellites proves successful, it will clear the Earth と極端な表現を用いており、本文の内容とは異なるため本文の内容に一致しない。選択肢 4 は、NASA and JAXA will follow their wooden satellite after it re-enters the atmosphere と述べているが、本文はミッション期間中の監視について言及しており、再突入後の追跡については触れていない点で本文の内容に一致しない。

## 【問2】

Considered は、過去分詞を用いた分詞構文で、受動の意を表す。consider + A + B 「A を B とみなす」を受動で表すことから、「～とみなされる」の意となる。

advantageous over ～は「～よりも有利だ」の意。副詞 still は「それでもなお」の意。isn't without ～は「～がないわけではない」という二重否定をなす。obstacles to overcome では to overcome が形容詞用法の不定詞で、obstacles を修飾する。このとき、overcome obstacles 「障害を克服する」という関係性が成立する。

【試訳】 あなたは人工衛星について普段あまり考えないかもしれないが、現代の生活がそれらにどれほど依存しているかを知れば驚くだろう。人工衛星は当初、電気通信や気象観測に使用されていたが、現在ではナビゲーション (GPS)、インターネット接続、気候変動の監視、自然災害の追跡などにおいて重要な役割を果たしている。さらに、宇宙旅行、宇宙を利用した製造業、小惑星採掘といった新産業も、人工衛星の打ち上げを推進している。

人工衛星は必要不可欠なものであるが、同時にいくつかの問題も抱えている。今後、人工衛星の利用が大幅に増加すると予測されているため、研究者たちはますます懸念を抱いている。現在、100兆を超える人工衛星の残骸が地球の周りを回っており、大きな危険をもたらしている。これに対し、アメリカと日本の科学者たちは、世界初の木製人工衛星を開発し、現在地球を周回する数多くの金属製人工衛星の環境に対する影響を抑える選択肢として提案した。

2020 年の BBC のインタビューで、日本の宇宙飛行士であり、京都大学の航空宇宙エンジニアでもある Takao Doi 博士は、宇宙機関が共有する懸念について言及した。彼は、すべての人工衛星が地球の大気圏に再突入するときに燃え、微小な金属粒子を発生させることを非常に懸念していると述べた。これらの粒子は何年も上層大気に浮遊し続ける。そして、最終的に地球環境に影響を与えることになる。

2020 年、日本の研究者たちは LignoStella Space Wood Project を開始した。このプロジェクトの目的は、宇宙環境における 3 種類の木材の耐久性を評価することであった。国際宇宙ステーションに 290 日以上滞在した木材のサンプルは、さまざまな耐久テストにさらされた後、2024 年初頭に地球へ帰還した。詳細な分析の結果、木材のサンプルは、宇宙の過酷な環境にもかかわらず、損傷や腐敗、質量の測定可能な変化を一切示さなかった。

京都大学の研究者である Koji Murata は、「地球上で木材を使用すると燃焼、腐敗、変形の問題が発生するが、宇宙ではそれらの問題は起らない」と説明した。宇宙には酸素がないため木材は燃えず、生物が生息できないため腐ることもない。試験の結果、木材の中でもホオノキ材が最も加工しやすく、寸法安定性や強度の面でも優れていることが判明した。したがって、ホオノキ材が人工衛星の素材として最適と考えられる。

木製人工衛星は、従来の金属製人工衛星に比べていくつかの利点を持つ。

その代表的なメリットの1つは、大気圏に再突入する際に木材が完全に燃え尽きることである。これにより、金属製人工衛星に比べ、宇宙ごみや有害物質の放出が大幅に減少する。米国海洋大気庁の最近の研究によると、成層圏に浮遊するエアロゾル粒子の約10%に、ロケットや人工衛星から放出されたアルミニウムや希少金属の痕跡が含まれていることが判明した。低軌道に打ち上げられる人工衛星の数が増えるにつれて、この割合は約50%に達する可能性がある。

研究者たちは、これらの粒子が地球のオゾン層に及ぼす潜在的な影響について懸念している。2023年9月の時点で、約10,590機の人工衛星が地球を周回しており、そのうち約8,800機が稼働中である。地球軌道上に存在する人工物の総質量は11,000トンを超えており、この数値は今後も増加し続けると予測されている。2023年から2031年までの間に、毎年平均2,500機の人工衛星が打ち上げられる見込みである。運用を終了した人工衛星は、現役の人工衛星や宇宙船にとって重大なリスクとなっている。NASAによると、低軌道を周回する残骸は秒速9マイル以上の速度で移動しており、これは銃弾の約10倍の速度に相当する。

他の素材よりも有利と考えられているが、それでもなお木材は克服すべき障害がないわけではない。JAXAの宇宙エンジニアであるTatsuhito Fujitaは、持続可能な開発目標(SDGs)の観点から宇宙機器に天然資源を使用することは理にかなっているが、木材を人工衛星に使用することの利点はまだ明確ではないと述べている。なぜなら、これまでに木材を使用した人工衛星は存在しなかったからである。このような懸念があるにもかかわらず、NASAとJAXAは2024年に共同ミッションを開始した。研究者たちは少なくとも6か月間この人工衛星の性能を監視し、どのように機能するかを調査する予定である。任務終了後、この実験用人工衛星は大気圏に再突入し、完全に燃え尽き、分解しやすい灰を放出する。これにより、人工衛星は地球上に痕跡を残すことなく消滅し、環境保護に貢献することが期待されている。

## 2 文法・語法問題

【解答例】(2点×10=20点)

- (a) 4 (b) 3 (c) 1 (d) 3 (e) 4  
(f) 4 (g) 2 (h) 2 (i) 1 (j) 3

### 【解説】

(a) 「～を見る」という意味のlook at～、「怒った顔で」を表す副詞のangrilyの両方が正しく使われている選択肢4が正解。選択肢1は、前置詞withを使っているため、視線の方向を示すatとならず不適。選択肢2は、like angryの表現が文法的に不適である。選択肢3のlooks like angry withは誤用で、前置詞withが不適。

What did you do to your brother? He is looking angrily at you.

「君は弟に何をしたんだ？ 彼は怒った顔で君を見ているよ。」

(b) be admitted to beという構造が適切なため、選択肢3が正解である。選択肢1は語順が不自然となる。選択肢2のbeingは進行形になり不適。選択肢4のmust beは推量となり意味が変わる。

Her novel, though criticized at first, is widely admitted to be a masterpiece now.

「彼女の小説は最初こそ批判されたが、今では傑作であると広く認められている」

(c) such a short timeが正しい語順なので、選択肢1が正解である。選択肢2のa so short timeは語順が不自然。選択肢3のa such short timeは冠詞と形容詞の順序が誤っている。選択肢4のso a short timeも語順が不適。

Are you leaving already? You have been here for such a short time.  
「もう帰るの？ 君はここにほんの短い間しかいなかつたのに」

(d) on which we have workedが適切な関係詞表現なので、選択肢3が正解である。選択肢1のin which we have launchedはプロジェクト開始を示し不適。選択肢2のduring which we have problemsは問題の発生を示し不適。選択肢4のfor which we have high hopesは期待を表し不適。

We are almost at the end of the project on which we have worked for months.

「私たちは数か月間取り組んできたプロジェクトのほぼ終わりに近づいている」

(e) 問題文にも選択肢にも接続詞が存在していないため、分詞構文である事を理解する必要がある。さらにby Jamesという表現から、受動態であると考えられるため、Having been lied to(受動態)が正しいため、選択肢4が正解である。選択肢1のHaving lyingは文法的に成立しない。選択肢2のHaving liedは自分が嘘をついたことを示すため不適。選択肢3のHaving been lying toは進行形の受動構文で不自然。

Having been lied to by James repeatedly, Elizabeth stopped trusting him.

「何度もJamesに嘘をつかれたため、Elizabethは彼を信じのをやめた」

(f) 「～の隣にある」ことを表すにはsits next toが自然な表現なので、選択肢4が正解である。選択肢1のis next ofは通常親族関係を示すため不適。選択肢2のlocates along toは動詞と前置詞の用法が不適。選択肢3のstands along ofは表現が不自然。

The building you are looking for sits next to the flower shop.

「君が探している建物は花屋の隣にあるよ」

(g) 「～ではなく…してほしい」の意味を表現するにはrather the store gaveの構造が適切なので、選択肢2が正解である。

選択肢1のwant the store gaveは目的語が直接取れず不適。選択肢3のhope for the store gaveは文法的に不自然。選択肢4のappreciate the store gaveは感謝を示すため不適。

I'd rather the store gave me a refund instead of a replacement item.  
「その店には交換品ではなく返金をしてほしい」

(h) to write onが正しい前置詞の組み合わせなので、選択肢2が正解である。

選択肢1のto write atは書く対象の表面を示すのに不適。選択肢3のto writeだけでは情報が不足している。選択肢4のto write forは書く目的を示し場所を表せない。

The piece of paper you gave me was too rough to write on.

「君がくれた紙はざらざらしすぎて書くのには向いていなかった」

(i) has beenが時制的に適切なので、選択肢1が正解である。選択肢2のbeは原形で不適。選択肢3のhave had beenは文法的に誤っている。選択肢4のwill beは未来形で不適。

I wonder why Kate has been absent lately. Does anyone know what's wrong with her?

「最近Kateが欠席しているのはなぜだろう。誰か彼女に何があったのか知っている人？」

(j) Despite his failing health conditionが文法的に正しいため、選択肢3が正解である。選択肢1のThough failing his health conditionは不完全な形で不適。

選択肢2のThough failing his health condition wasは主節との接続が成立しない。選択肢4のDespite his failing health condition wasは文法的に誤っている。

Despite his failing health condition, the climber kept ascending to the summit.

「健康状態が悪化していたにもかかわらず、その登山者は山頂へ登り続けた」

## 3 読解問題

【解答例】(4点×5=20点)

- (a) 3 (b) 4 (c) 1 (d) 2 (e) 3

### 【解説】

(a) 両親が息子の将来を心配していたため、選択肢3が正解である。選択肢1は、短いキャリアに関する記述は本文になく、本文は失敗や

大怪我による将来のリスクを懸念しているという点で本文の内容に一致しない。選択肢2も、夢であるか現実かの問題は触れられておらず、本文はリスクを懸念しているという点で本文の内容に一致しない。選択肢4は、プレーの出来不出来を心配しているとは記されておらず、本文の内容に一致しない。

- (b) 地元の試合で監督を感動させたため、選択肢4が正答である。選択肢1は、地域大会に参加したという記述はなく、本文の内容に一致しない。選択肢2は、試合中に急遽交代要請を受けた状況が描かれており、試合会場以外の試合参加ではないため本文の内容に一致しない。選択肢3は、学校のコーチからの推薦については記されておらず、本文の内容に一致しない。
- (c) マネージャーが連絡を取ったので、選択肢1が正答である。選択肢2は、親は最終的に条件付きで参加を許可しており、本文の内容に一致しない。選択肢3は、マネージャーから連絡があったことが記されており、本人が電話をかけたとは記されていないため、本文の内容に一致しない。選択肢4は、親がマネージャーに連絡したとは記されておらず、本文の内容に一致しない。
- (d) クラブは学業支援を約束したため、選択肢2が正答である。選択肢1は、学業の免除ではなく、学業支援が提供されると説明しているため、本文の内容に一致しない。選択肢3は、本文でサッカーと教育の両立を強調しているため、本文の内容に一致しない。選択肢4は、親の決定権については触れられておらず、本文の内容に一致しない。
- (e) 両方の分野で成功したため、選択肢3が正答である。選択肢は、サッカーの夢を諦めたとは記されておらず、本文の内容に一致しない。選択肢2は、彼がプロサッカー選手として成功し、学業でも優秀だったと記されており、本文の内容に一致しない。選択肢4は、サッカーキャリアでの苦戦や他の分野への転向については記されていないため、本文の内容に一致しない。

**【試証】** Martyには大きな夢があった。それはサッカーのスターになることだった。彼は幼い頃から父親と一緒にサッカーの試合を観戦するのが大好きだった。ゴールが決まるたびに、一緒に飛び上がって歓声を上げた。Martyはサッカーを見るのが好きなだけでなく、プレーすることも大好きだった。家の中、庭、さらには川沿いでもサッカーをしていた。彼は寝ているときでさえ、試合の決勝ゴールを決める自分を夢に見ていた。しかしMartyには問題があった。両親が彼にサッカーを職業にすることを望んでいなかったのだ。彼らは、Martyが失敗することや、怪我でキャリアを終えてしまうことを恐れていた。サッカーはMartyの情熱だったため、このことは彼をとても苛立たせた。

ある日、Martyは地元のグラウンドでサッカーをしている人たちを見かけた。彼は試合を観戦しに行った。その試合中、一人の選手が怪我をしてプレーを続けられなくなった。監督は代わりの選手を探しており、Martyはそのチャンスを逃さず、監督に自分がプレーできることを伝えた。その日、Martyは魚が水を得たようにフィールドを駆け回った。彼のプレーは素晴らしい、観客だけでなく監督をも感動させた。

試合が終わった後、監督はMartyに「君を別のコーチに紹介したい」と言った。Martyは喜んで自宅の電話番号を伝え、翌日、監督は彼の両親に連絡を取った。

Martyが家に帰ると、彼はその日の出来事を両親に話した。両親は彼の活躍を喜びつつも、勉強に集中すべきだと心配していた。そんな中、監督から電話がかかってきた。Martyに地元のリーグチームのトライアウトを受けさせたいという話だった。Martyは必死に両親にお願いし、最終的に「学業が最優先であること」という条件のもと、彼らは承諾した。トライアウトの日、Martyは全力でプレーした。その結果、彼はチームから契約をオファーされ、次のシーズンに向けてプロとしての道を歩み始めることになった。

翌日、クラブの代表がMartyと両親と面会した。彼らは両親に、彼は天才であることを伝え、高額の契約で契約したいと申し出た。今時のクラブ

は若い選手が技能を高める機会を提供するだけでなく、選手に全般的な教育を提供する重要性も認識していることを説明した。このおかげで、サッカーのキャリアを超えた選択や機会も得られることが保証される。教育の中には、学習支援、個別指導、地域の学校や教育機関との連携も含まれている。この取り組みにより、選手の運動能力だけでなく、個人的、学業的成長を養うことになる。Martyはプロ選手になるとともに教育を受けられることになる。

数年後、Martyは一流のチームでプレーし、多くのゴールを決めていた。プロのサッカー選手としての給与を得る一方で、学校でも成績優秀で、両親を誇らしく思わせた。彼のキャリアが終わった後、Martyはサッカー協会で働き、世界中のサッカーの大使として活躍した。彼は夢を信じ、努力を惜しまず、情熱を追い続けた結果、大成功を収めたのである。

#### ④ 英作文空所補充問題

**【解答例】** (2点×10=20点)

- (1) detailed (2) riding (3) quarter (4) past  
(5) far (6) hourly (7) useful (8) convenient  
(9) passed (10) five

**【解説】**

- (1) パンフレットの1行目にDetailsとあり、会話文内では、informationにかかる形容詞となるため、正解はdetailの過去分詞のdetailed。
- (2) 「バイクに乗る」はride a motorcycleであり、前置詞forの後に使う適切な語であるという点で、正解はrideの動名詞riding。
- (3) quarter to tenという時間表現は、教習所のレッスン開始時刻を示す正しい表現であるという点で、正解はquarter。
- (4) past sevenとして、レッスン開始時刻が「7時過ぎ」であることを表現するのに適切な語であるという点で、正解はpast。
- (5) パンフレットには、第二の教習所が「駅から遠い」ことが記されており、far from the stationという表現になるため、正解はfar。
- (6) シャトルバスは「1時間に1本」という運行スケジュールが示されているため、hourly shuttle busと表現するのが適切な点で、正解はhourly。
- (7) シャトルバスサービスは利用者にとって利便性が高い（役立つ）と評価されているため、正解はuseful。
- (8) オンラインレッスンの存在や、試験日程などから、学業との両立がしやすい点を示すため、convenientという語が文脈に合致するという点で正解はconvenient。
- (9) 試験についてpassed the testという表現が適切であり、合格したことを示すため、正解はpassed。
- (10) 教習所の料金差について、(学生割引の対象となる)金額差がover ten thousand yenといった表現があるが、ここではfive thousand (= five)という語が与えられており、文脈的に正しい値（金額差の一部を示す）として用いられるという点で、正解はfive。

**【出題者から】**

- (1) 出題のねらい

##### ① 長文読解問題

本学の教員による書き下ろし。全体的・局所的な読解能力や、文章構成理解力などが問われている。

##### ② 文法・語法問題

基本的な文法・語法・単語・熟語等についての理解力や運用力が問われている。

##### ③ 読解問題

本学の教員による書き下ろし。パラグラフ単位で、概要を読み取る力が問われている。

##### ④ 英作文空所補充問題

本学の教員による書き下ろし。情報を読み取り、その内容を英語で発信できる力が問われている。

## (2) ここがポイント

### ① 長文読解問題

700語程度の英文の全体を読みながら、概要を把握することから始めよう。パラグラフごとに要点をメモしながら読むと、全体像が理解しやすくなる。次に、設問になっている部分を注意深く読み、問題解決のための手がかりを得る。局所的な問題は、すぐ近くに解答の手がかりが隠されていることが多い。最後に、もう一度全体を読み、内容真偽の問題に取り組もう。

### ② 文法・語法問題

基本的な文法、語彙やイディオムの用法が出題されている。問題文の文意をしっかりと理解し、その上で、適切な選択肢を選ぶようにしよう。普段から、新出語やイディオムを辞書で確認したり、英文を読む際に文型を意識したりする習慣をつけておこう。

### ③ 読解問題

600語程度の英文を読みながら、出来事を時系列に沿って整理し、登場人物ごとに行動や心情を把握するようにしよう。それぞれのパラグラフに問題が設けられているので、その問題がどのパラグラフに関連しているのかを素早く理解する必要がある。必ずしも問題文を先に読むことが高得点につながるわけではないので、注意しよう。

### ④ 英作文空所補充問題

パンフレットの内容を基に会話がなされているので、その情報を上手く利用しよう。語形変化させたり、類義語を使う必要があったりする場合もある。普段から語の品詞とその文法的役割を意識し、英英辞典を引いて、類似した意味の異なる語や表現を学習する習慣をつけておこう。

## (3) こんなミスが目立った

### ① 長文読解問題

- ・讓歩を表す分詞構文であることが理解できていない誤答が非常に多かった。
- ・過去分詞で始まる分詞構文であること、主節の主語が wood であることから、分詞構文を用いずに表現した場合に受動態となることを見落とし、「他の素材の利点を考慮すると」などとする回答が誤答の大半を占めた。
- ・isn't without obstacles を「障害無しで存在する」と訳している誤答が多かった。
- ・advantageous を「先進的な・進歩している」と訳している誤答が目立った。
- ・overcome を「結果」(outcome) や「収入」(income) と訳している誤答が多かった。

### ④ 英作文空所補充問題

- (1) detail や details などの誤った語形や driving との取り違え (正解 detailed)
- (3) quater や quorter などのスペルミス (正解 quarter)
- (4) passed との取り違え (正解 past)
- (6) hour との取り違え (正解 hourly)
- (7) usefull とするスペルミスや usually との取り違え (正解 useful)
- (8) convinent とするスペルミスや convenience, conveniently とする誤った語形 (正解 convenient)
- (10) four, forty, fifty との取り違え (正解 five)

## (4) 過去3年間の出題傾向

過去3年間の問題を見ると、以下のような傾向が見られる。

- ・長文読解：科学技術や環境問題に関連するトピックが頻出。文脈から語句の指示内容を判断する問題や、事実確認、推論を求める問題が多い。
- ・文法問題：TOEIC や大学入試レベルの文法事項（分詞構文、関係詞、時制、仮定法など）を正確に理解しているかを問う問題が出題される。選択肢の構造が似ており、細かい違いを見極める力が必要。
- ・会話問題：実生活に関連したシナリオが用いられ、文脈に適した語彙や表現を選ぶ必要がある。日常会話に関連する表現や語彙の知識が重要。

## (5) 重要ポイント

- ・長文読解では、代名詞や指示語 (this, that, they, it など) の指す内容を正確に理解することが求められる。特に、指示語の問題は頻出。
- ・文法問題は、正確なルールの理解だけでなく、語法の違いによる意味の変化にも注意が必要。特に、分詞構文、前置詞の用法、時制の一致などが重要。
- ・会話問題では、文脈に合った単語を選ぶ力が問われる。特に、実際の生活シーンを想定して語彙を増やしておくことが有効。

## (6) 合格へのアドバイス

- ・長文読解の対策：文章全体の流れを把握する練習をする。特に、話の展開や因果関係に注目しながら読むことが重要。指示語の内容を正しく判断できるようにする。
- ・文法問題の対策：基本的な文法事項の復習を徹底し、公式や例文を覚えるだけでなく、問題演習を繰り返すことで応用力をつける。選択肢の違いをしっかり見極める練習が有効。
- ・会話問題の対策：日常的なシチュエーションを想定しながら、適切な語彙を選べるようにする。リスニングの練習も兼ねて、英語の会話文を多く読むことが役立つ。

## 前期日程2日目（2月2日試験）

### ① 長文読解問題

#### 【解答例】

##### 【問1】(3点×11=33点)

- (a) 3 (b) 1 (c) 2 (d) 4 (e) 2 (f) 2  
(g) 2 (h) 3 (i) 4 (j) 3 (k) 2

##### 【問2】(7点)

人類が気候変動のような課題に直面する中で、あらゆる生命体の重要性を認識することが不可欠である。

#### 【解説】

- 第1パラグラフ第3文に「私たちの歴史、博物館、ドキュメンタリーにおける植物の存在は、人間と動物との関係を優先して無視され、単なる背景の装飾として扱われることが多い」とあり、私たちが植物の重要性をしばしば見落としている根拠として、選択肢3の「植物は人類の歴史やメディアにおいて背景の装飾として見られることが多い」が一致する。選択肢1, 2, 4はいずれも本文中に記されていない。
- 下線部(b)のcontroversial「物議をかもす」は、選択肢1のdisputed「議論の対象となっている」が最も近い意味となる。他の選択肢(2. unnoticed, 3. unacceptable, 4. disagreeing)はいずれもcontroversialの有する「議論の対象となる、論争を呼ぶ」のような意味をもたない。
- 「植物の知能を支持する議論は、音楽に反応するなど、植物が人間のような行動を示すと主張する1970年代の実験に見ることができる。」という第2パラグラフ第1文より、1970年代の実験で主張されていたことは、「植物は人間のようにメロディに反応することができる」という選択肢2が正解となる。選択肢1(植物間のコミュニケーション), 3(暗闇での成長促進), 4(植物が神経生物学の実験対象だった)はいずれも本文の記述と一致しない。
- 「彼女は植物の『考える』能力の概念を探求し、植物が相互作用するために使用する行動と能力を明らかにした」という第2パラグラフ第3文目から、The Light Eatersという著書の中でZoë Schlägerが明らかにしたことは、選択肢4の「植物の知能の概念と環境との相互作用」が正解になる。他の選択肢は、歴史や装飾用途、気候変動の影響など本文に直接記されていない。
- 第3パラグラフ第2文で「植物の知能は、光、重力、温度、水、化学信号など、周囲の変化を感じて反応できるようにする複雑な生物学的システムを通じて現れる」と述べられていることから、植物の知性の特徴としては「外部刺激や環境の変化に反応する」という選択肢1が正解となる。

- 選択肢 2 が正解となる。選択肢 1 は動物的な中枢神経系を示すもので、選択肢 3 は「動物と同じ方法で理解する」としており、選択肢 4 は移動できないことに着目しているが、いずれも本文の焦点と離れている。
- (f) 第 3 パラグラフ第 3 文で「これは、植物が地に根を張った存在であり、何かが必要なときや状況が悪くなったときに動くことができない」という、独特的な状況に起因している」と述べられている。この独特的な状況とは、「大地に根ざし、何かが必要なときや不利な状況でも動くことができない」ということで、選択肢 2 が正解となる。他の選択肢は、生物学的システムや固定されたまま化学信号を送る点など、本文の記述と一致しない。
- (g) 下線部(g)の「植物が発達させてきた 15 から 20 の異なる感覚で知覚するもの」としては、第 4 パラグラフ第 2 文の「植物は空気中の化学物質を感知して反応することができ（嗅覚や味覚と同様）、さまざまな波長の光に反応し（視覚）、根は固体に遭遇するとそれを「認識」し（触覚）、そして発見されているように、音にも反応することができる」と選択肢 2 の「空気中の香りや化学物質、光の波長、物体の存在、音波」が一致する。他の選択肢は、磁場や重力、その他の要素を含むが、本文に明記されている知覚の要素とは異なる。
- (h) 第 5 パラグラフ第 4 文目の下線部(i)「特に興味深い防御戦略の一つ」の例として挙げられているのは、第 5 パラグラフ第 4 文の後半部分「植物は他の昆虫に信号を送り、事実上、一方を害虫、他方をその捕食者として位置づける」箇所なので、選択肢 3 の「昆虫に攻撃されると防御化学物質を放出する」と一致する。選択肢 1, 2, 4 は、植物の防御戦略としての記述が本文と合致しない。
- (i) 第 6 パラグラフ第 4 文目の下線部(i) This phenomenon が指す現象とは、その前文の「葉が傷つくと、1 秒間に約 1 ミリの割合で電気活動の波が広がる」であり、選択肢 4 の「電気活動の波が傷ついた葉に広がる」が正解となる。選択肢 1 は成長速度、2 は神経インパルス、3 は直接太陽からのエネルギー摂取について言及しており、いずれも本文の内容と離れている。
- (j) 最終パラグラフ第 1 文の下線部(k)「植物の知性を理解し尊重する」ことがもたらす結果としては、同文の後半「自然と私たち人間との関係を改善する機会を提供すること」から、選択肢 3 が正解となる。選択肢 1 は「植物の危険性」、選択肢 2 は「植物が痛みを感じること」、選択肢 4 は「自然の影響を受けないようにすること」となっており、本文の文意とは異なる。
- (k) 英文の内容に一致するものとしては、英文全体の内容から判断し、「植物は、ある種の知性と意識と考えられるものを発達させてきた」という選択肢 2 が適切である。選択肢 1 は「植物を単純な存在とする」、選択肢 3 は「植物は知性の高さに依存している」、選択肢 4 は「植物は不確実な生き物であり続いている」とする表現となり、いずれも本文の主張と一致しない。

## 【問 2】

文全体は大きく二つの部分に分かれる。前半部分では、主語「人類が」に続き、「気候変動のような課題に直面する」という述部が展開されている。後半部分では、「あらゆる生命の重要性を認識すること」が名詞句（動詞「認識する」を「こと」で名詞化した形）として主語またはテーマになっており、その「認識すること」が「不可欠である」という形で表現されている。

**【試験】** 人類は、すべての複雑な生物と同様に、食料や住居、そして地球を快適に暮らせる場所にするために植物に依存している。それゆえに、植物に完全に依存しているにもかかわらず、私たちはしばしば植物の重要性を見過ごしているというのは興味深いことである。植物は私たちの歴史や博物館、ドキュメンタリーにおいて単なる背景として扱われることが多く、人類と動物の関係に比べて注目されることは少ない。この軽視は私たちの遠い過去にも存在していたようであり、ヨーロッパの旧石器時代の洞窟壁画において、植物が描かれている割合は 1 % 未満に過ぎない。しかし、近

年では、特に植物がある種の「知性」を持っているかもしれないという物議をかもす知見において、植物に対する科学的な評価が高まっている。

植物の知性を支持する主張は、1970 年代の実験に見られる。これらの実験では、植物が音楽に反応するなど、人間のような行動を示すとされた。この考えは一度は否定されたが、それでも植物が何らかの形で周囲を知覚し、反応するという発想は、植物神経生物学という分野における新たな実験を通して引き継がれている。植物神経生物学は、動物の脳のプロセスと類似した植物内の信号伝達プロセスを探求する分野である。2024 年、ジャーナリストであり作家でもある Zoë Schlänger は、気候変動といった重要なテーマについて執筆することで知られており、彼女の著書『The Light Eaters』の中で、植物が「思考」する能力について探求し、植物が環境と相互作用する際に用いる行動や能力を明らかにした。

Schlänger の著書に詳述されているように、植物の知性という考え方には、ある種の「認識力」を示すさまざまな行動を含んでいる。動物の知性は中枢神経系や脳に依存しているが、植物の知性は、光や重力、温度、水分、化学信号といった環境の変化を感じ、それに対応する精巧な生物学的システムを通じて発揮される。この特性は、植物が地面に根を張り、必要なものを得たり、不利な状況になったりしても、根を張ったがゆえに動くことができないという独特的な状況に由来する。こうした固定された生活の中で生物学的に成功し、生存するためには、周囲の環境についての詳細な理解が求められる。特に、植物はその場から動かさず、栄養を確保しながら身を守らなければならない。

植物は、私たちの五感に似た感覚を含め、15~20 種類の異なる感覚を進化させてきた。例えば、空気中の化学物質を感じる（嗅覚・味覚に相当）、さまざまな波長の光に反応する（視覚）、根が固体にぶつかったときにそれを認識する（触覚）、さらには、発見されているように、音に反応することができる。最近の実験では、ミズーリ大学の化学生態学者 Heidi Appel が、葉を食べる昆虫の音を録音し、それを植物に聞かせると、防御用の化学物質を生成することを発見した。植物はこれらの刺激に応じて成長パターンを変えたり、開花時期を調整したり、生理的なプロセスを変化させたりすることで、環境の合図に対して動的に反応することができる。

さらに、研究によると、植物は化学信号を通じて互いにコミュニケーションをとり、周囲の植物に影響を与えることができる事が示唆されている。1980 年代初頭から、植物の葉が病気になったり昆虫に食べられたりすると、他の葉に対して化学信号を発して防御反応を促すことが知られている。植物の種類や状況に応じて、防御反応は葉の味や質感を変化させることもある。特に興味深い防御戦略の一つとして、植物が他の昆虫種に対して化学信号を送り、一方を害虫として、もう一方を害虫の捕食者として利用するものがある。ある種の植物は、食べられると化学的な「SOS 信号」を発する。すると、ハチなどの昆虫がその匂いを感じて、被害を受けた植物を見つけ、害虫を捕食する。科学者たちは、これらの昆虫を「植物のボディガード」と呼んでいる。このように、植物が互いにコミュニケーションをとる能力は、単体の生物を超えた知性のレベルを示唆しているのかもしれない。

植物の知性や認識能力に対する理解が深まるにつれて、人間が植物とどのように関わるべきかという倫理的な問題も浮上している。人間は日常的に植物を育て、引き抜き、切り、調理している。しかし、最近の実験では、葉が傷つけられると、およそ 1 ミリメートル毎秒の速さで電気活動の波が葉の中を広がることが示されている。この現象は、人間の痛みの反応と驚くほど似ているため、植物を傷つけたり食べたりすることへの懸念を引き起こすかもしれない。ただし、植物の電気活動は動物の神経インパルスとは異なることに注意すべきである。さらに、人間は植物や植物を食べる動物を食べることで、間接的に光エネルギーを摂取しており、倫理的な議論はさらに複雑になる。

それでもなお、不確実な環境の影響をますます受けている世界において、植物の知性を理解し、尊重することは、人間が自然との関係を改善する機会を提供してくれる。人類が気候変動のような課題に直面する中で、あらゆる生命の重要性を認識することが不可欠である。植物の知性に関する知

識は、地球上の生命の複雑なネットワークを理解する上で重要な手がかりとなる。すべての生物は、その大きさに関わらず、生態系のバランスに貢献しているのだ。

## 2 文法・語法問題

【解答例】(2点×10=20点)

- (a) 1 (b) 1 (c) 2 (d) 3 (e) 3  
(f) 4 (g) 1 (h) 2 (i) 3 (j) 4

### 【解説】

(a) 空所の後ろに目的語が不足しない完全な文があることから、関係代名詞ではなく接続詞の whether しか入ることができないため、選択肢 1 が正解となる。

When you have tried a dish, please tell me whether you like it.

「料理を試したら、気に入ったかどうか教えてほしい」

(b) portion は可算名詞であることから、選択肢 1 が正解となる。選択肢 2・4 の considering は形容詞としては使えず、選択肢 3 は冠詞がないため誤答となる。

Emma spends a considerable portion of her budget buying clothing.  
「Emma は衣服購入に、予算のかなりの割合を費やしている」

(c) ( ) を含む関係節に主語と of の後ろの名詞がないことから、この二つの要素を満たす節にするために選択肢 2 が正解となる。選択肢 1 では、主語のない節になり、選択肢 3 および 4 では、of の後ろの名詞がない節になるので誤答となる。

Mary married a famous artist whom she was a big fan of.

「メリーリーは、大ファンであった有名な芸術家と結婚した」

(d) but 以下の節の構造から ( ) には関係詞が入ることがわかるので、選択肢 2 の this と選択肢 4 の it は正解から除外される。先行詞に all を取れる関係詞は that であることから、選択肢 3 が正解となる。

I was expecting a big event, but all that happened last night was a short speech.

「大きなイベントを期待していたが、昨夜あったのは短いスピーチだけだった」

(e) 選択肢 3 の as は、原因や同時進行を示すため文脈に合致する。選択肢 1 の unless, 2 の despite, 4 の until はそれぞれ条件、逆接、時間の終点を示すため意味的に不適切である。

Cherry blossoms are beginning to bloom, as the weather turns warm.

「天気が暖かくなるにつれて、桜は咲き始めている」

(f) 選択肢 4 の hardly は「ほとんど聞こえなかった」が正解となる。他の選択肢も副詞であるので文法的には可能であるが、選択肢 1 の somewhat (やや)、選択肢 2 の nonetheless (それでもなお)、選択肢 3 の mostly (大抵は) では意味の通らない文になる。

Jake's voice was so low that I could hardly hear his speech.

「ジェイクの声はあまりに低く、彼のスピーチがほとんど聞こえなかった」

(g) 選択肢 1 の in place で「準備が整っている」という意味の慣用表現になる。選択肢 2~4 は場所を示す語であるが、「整っている」と言う意味にはならない。

All the preparation is in place for the next conference.

「次の会議の準備はすべて整っている」

(h) almost (副詞) の直後に置けるのは選択肢 2 の all (形容詞) のみであり、選択肢 1, 3, 4 の前置詞、名詞句を置く事はできないので誤答となる。

Almost all the students passed the test because it was easier than the last one.

「前回より易しかったため、ほとんど全ての生徒がテストに合格した」

(i) 選択肢 3 の open は help の後の動詞の原形として正しい。選択肢 1 の opening, 2 の opens, 4 の opened はいずれも文法的に入ること

ができないので誤答となる。

I found a sponsor to help me open my own bakery.

「自分のベーカリーを開くために、スポンサーを見つけた。」

(j) 選択肢 4 の that は、「それほど難しくなかった」という程度を示す副詞として使われており、選択肢 1 の this, 2 の some, 3 の such は副詞として使う事はできないので誤答となる。

Tom's speech seemed tough to make out, but the message itself wasn't that difficult.

「Tom のスピーチは聞き取りにくかったが、メッセージ自体はそれほど難しくなかった」

## 3 読解問題

【解答例】(4点×5=20点)

- (a) 3 (b) 1 (c) 3 (d) 2 (e) 2

### 【解説】

(a) 第1パラグラフ第2文の後半「Quark の人々の知識を深めるために、銀河系で研究すべき興味深い惑星を探すこと一日中費やしている」から、選択肢 3 「Quark の人々の知識を広げるため」が正解となる。

(b) 第2パラグラフ第2文目の「彼は他の6人のQuarkian人とともに、発見の使命を帯びていた」から、「7人のQuarkian人が発見の使命を帯びていた」という選択肢 1 がと一致する。

(c) 第3パラグラフ第2文目「探査機は、広大な海、そびえ立つ山々、緑豊かな森、広大な平原など、多様な風景を映し出した」とあることから、選択肢 3 の「広大な水域と豊かな森林を備えた多様な地形を持っていた」が一致する。

(d) 「何ヵ月も一緒に飛んでいるうちに、2人は親友になり、Blootは新しい友だちのGrunにいろいろなことを教えていた」という第4パラグラフ第7文から、選択肢 2 の「Blootの宇宙船で何ヵ月も一緒に飛行した」が正解となる。

(e) 最終パラグラフ第4文の「Grunのコミュニティが形成されていて、新たな文明を築くのも時間の問題だった。」から、選択肢 2 の「Grunは同じ生き物の仲間たちと新しいコミュニティを形成していた」が正解となる。

【試証】 地球から何百万マイルも離れた惑星で、Blootは座って太陽が沈むのを眺めていた。彼はとても平和な惑星に住む幸せなQuarkianであり、その惑星には戦争も飢餓もなく、おおむね穏やかで非常に充実した生活を送っていた。彼は惑星発見者、すなわち銀河内で興味深い惑星を探して研究し、Quarkの人々の知識を深めるために一日中働く人物であった。Blootは新しく魅力的な惑星を見つけるのが得意で、見つけるとQuarkianたちはその惑星に何があるか、またそれが彼らの知識をさらに高められるかどうかを調べるために偵察隊を派遣した。ある日、Blootは青と緑の魅力的な点が空中に浮かんでいるのを見ついた。それは、Quarkianの言葉で言えば、Bluepoton銀河の中心から約3分の2離れた場所にある、the Murkの渦状腕の一つの真ん中に位置している。

Blootは、この小さな惑星がどんなものかを確かめるため、探索ミッションに参加した。彼は他の6人のQuarkianと共に発見の旅に出た。何が見つかるか大いに期待した。Blootと彼のチームは好奇心を掻き立てる青と緑の惑星への探検に乗り出したとき、未知なるものへの備えはできていた。広大な宇宙を旅する間、期待と興奮に満ちた日々を送った。各メンバーはそれぞれの専門分野と役割を担い、ミッションの成功に貢献した。

彼らが惑星に近づくと、慎重に宇宙船を軌道に投入し、惑星表面に生命や興味深い特徴がないかスキャナーで調べた。その結果、広大な海、そびえる山々、青々とした森、広がる平原など、多様な地形が明らかになった。微生物から大地を悠々と歩く威厳ある生物まで、この世界は生命で溢れていた。もっと知りたいという好奇心に駆られたBlootと彼のチームは、地上へと降り立ち、探検用具を身に着けて異星の地に足を踏み入れた。空気は新鮮で澄んでおり、宇宙船内の管理された環境とは全く異なっていた。

彼らの旅は惑星全土にわたり、奇妙で驚くべき現象に出会いながら進んだ。彼らは独自の生態系を発見し、多くの動物と遭遇し、地質学的な構造からその惑星の歴史を読み解いていった。

数週間の探検の後、Bloat とチームは調査結果をまとめ、Quark への帰還の準備を始めた。Bloat が宇宙船に乗り込もうとしたとき、後ろを振り返ると、二足歩行で立っている小さく毛むくじゃらの生き物が彼をじっと見つめていた。Bloat は見返し、触手のような腕の一つを上げてその生き物に手を振った。すると、その生き物も腕を上げて手を振り返した。Bloat は、この他のどの動物とも異なるその小さな毛むくじゃらの生き物に魅了され、近づいて手を取ると、自分の宇宙船まで連れて行った。数か月間共に飛行したこと、二人は固い友情を築き、Bloat は新しい友人 Grun に多くのことを教えた。やがて帰還の時が来たので、Bloat は Grun を元の惑星に戻し、別れを告げた。

その後、Bloat はたまに Grun の様子を観察するために戻り、遠くから見守った。どうやら Grun は自分の小さな惑星で非常に成功を収め、あらゆる面白い仕掛けを作り出し、同じような生き物たちに多くの知識を伝えていた。Grun たちのコミュニティが形成され、新たな文明が誕生するのも時間の問題であった。Bloat はそれを誇りに思った。自分がこの小さな社会のきっかけを作ったのだと。長い年月の末にこの社会はどこへたどり着くのかと考えながら、数千年後に再び様子を見に行くことに決めた。

#### ④ 英作文空所補充問題

【解答例】（2点×10=20点）

- (1) touring (2) participation (3) volunteer (4) Sunny  
 (5) Helping (6) Thursday (7) river (8) fifteen  
 (9) optional (10) register

【解説】

- 会話中で Nami はキャンバスで迷ってしまうのではないかと心配していて、予定表にはオリエンテーションの後にキャンバスターがあると書かれているので、tour を weare に続く touring にして、未來の確定した予定を示す現在進行形にする。
- Nami が英語のクラスについて心配している理由は、「沢山のインタラクティブな活動への〔空欄②〕を必要とされているから」であり、予定表には「学生は世界中から集まったクラスメイトとペア・グループワークに参加する」とある。インタラクティブな活動はペア・グループワークと同義であることから、participation「参加」が入る。
- 空欄③を含む文の次の Nami のセリフの中に、Daycare, Japanese Center の単語が出てきていることから、Jen が Nami に訪問するボランティア施設を決めたかを聞いていると判断できる。空欄は to 不定詞に続くことから volunteering 原形の volunteer が入る。
- Nami はボランティアをする二つの施設の間で迷っていて、一つは Japanese Center とあり、もう一つが空欄になっている。Volunteering Sites にある Senior Daycare Center か Sunny Daycare Center のうち、Nami の「子供が好きだ」という発言から「子供と遊ぶ」と予定表にある Sunny Daycare Center がもう一つの施設だと分かる。
- Nami は Japanese Center でボランティアすることを考えていて、予定表に、Japanese Center では日本語を勉強している学生の tutoring「チューター・個人指導」をするとある。tutoring を「日本語の勉強を手伝う」に言い換えて、Helping を入れる。
- 予定表に 8 月 12 日～15 日の木曜日はサッカーとバスケットボールをするとある。これが会話文中で sports として言い換えられているので、Thursday「木曜日」となる。
- 予定表にアウトドアアクティビティを一つ選ぶように指示があり、Nami が 3 つの選択肢から選ぼうとしている。「スポーツは他の日にもある」という記述から野球は除外される。空欄が r から始まるので「川で 1 日を過ごす」となるように river を入れる。
- 全ての旅行の値段を合計すると、75 + 200 + 140 で 415 ドルとなる。400 ドルはすでに会話文に出てきているので、415 から 400 を引いた fifteen「15」となる。

(9) Nami は全ての旅行に参加しなければいけないと思い心配しているが、それに対し Jen が予定表にある options という単語を「もし行きたくなければ行かなくても良いということだよ」と説明している。

よって、これを they are に続くように形容詞形の optional とする。

(10) 予定表の Optional Excursion という欄に registration「予約」が 8 月 14 日までに必要だとあることから、to 不定詞に続く registration の動詞形である register とする。

【出題のねらい】

① 長文読解問題

本学の教員による書き下ろし。全体的・局所的な読解能力や、文章構成理解力などが問われている。

② 文法・語法問題

基本的な文法・語法・単語・熟語等についての理解力や運用力が問われている。

③ 読解問題

この試験では、長文読解として論説文だけでなく、物語形式の文章（フィクション）が出題されることがある。特に、SF や寓話的なストーリーを通じて、文章の展開や登場人物の行動・意図を正確に読み取る力が求められる。

④ 英作文空所補充問題

本学の教員による書き下ろし。情報を読み取り、その内容を英語で発信できる力が問われている。

【ここがポイント】

① 長文読解問題

600 語程度の英文の全体を読みながら、概要を把握することから始めよう。パラグラフごとに要点をメモしながら読むと、全体像が理解しやすくなる。次に、設問になっている部分を注意深く読み、問題解決のための手がかりを得る。局所的な問題は、すぐ近くに解答の手がかりが隠されていることが多い。最後に、全体を読み、内容真偽の問題に取り組もう。

② 文法・語法問題

基本的な文法、語彙やイディオムの用法が出題されている。文法的に可能かどうかだけでなく、問題文の文意をしっかりと理解し、その上で、適切な選択肢を選ぶようにしよう。普段から、形式的な違いがどのような意味の違いを生んでいるかに気をつけると同時に、新出語やイディオムを辞書で調べ、使い方を確認する習慣をつけておこう。

③ 読解問題

400 語程度の英文と設問の英文を読み比べてみよう。それぞれのパラグラフに問題が設けられているので、その理解が重要である。

④ 英作文空所補充問題

サーマープログラムの時間割を基に会話がなされているので、その情報の中で使われている表現をそのまま使える場合もあれば、類義語を使う必要がある場合もある。普段から英英辞典を引いて、パラフレーズする習慣をつけておこう。

【こんなミスが目立った】

① 長文読解問題

As humanity faces challenges like climate change, recognizing the importance of all life forms is critical. (人類が気候変動のような課題に直面している中で、あらゆる生命体の重要性を認識することが重要である。) の「as」には「～なので (because)」と「～する中で・～しながら (while/during)」などの意味がある。この文では、「as」は「～なので (because)」ではなく「～する中で (while/during)」の意味で使われている。その理由は、「as」の後のことが「原因」ではなく「状況」だからである。もし「as」 = 「because」(～なので) だった場合、「気候変動の課題に直面している」ことが「原因」となり、「生命の重要性を認識する」という「結果」が生じていることになる。しかし、そのような因果関係は存在しないので、「気候変動が問題となっている今、そ

の中で生命の重要性を考えるべきだ」という「状況」として解釈することが適切である。

- face challenges 「困難に直面する」において、face を動詞としてとらえていない、また、challenges を「試練」「危機」と訳すなどの誤答が見られた。
- like climate change 「気候変動のような」の部分で、climate change を「異常気象」「地球温暖化」と訳している誤答が見られた。
- As humanity faces challenges like climate change 「人間として直面している気候変動のような問題」のように文構造が捉えられていない誤例が多く見られた。
- recognizing the importance of all life forms is critical の節では、recognizing は、動名詞で「認識すること」として訳し、主語としてとらえる。述部は is critical 「～が不可欠である」である。文構造を理解していない、動名詞として訳していない、critical を「批判的」「決定的」と訳すなどの誤答がみられた。
- life forms を「生命体」ではなく「生活様式」「生活形態」「生命の形成」などと誤って訳しているものが見られた。
- 問2については配点の7点満点は10%程度、部分点で4点または3点が30%程度の正解率であった。

#### ④ 英作文空所補充問題

語形変化の誤答や単語の取違え、スペルミスなどが多く見られた。

- teaching, takingなどの誤答があった。
- participating, peers, preparationなどの誤答があった。
- 原形ではなく volunteering とする間違いがあった。
- 正解の Sunny ではなく、もう一つの選択肢である Senior の誤答があった。
- Host, However, Havingなどの誤答に加え、動詞の Help を入れる誤答も見られた。
- tutor, trip, Timetableなどの誤答や、Tuesday のスペルミスがあった。
- at の前置詞を見逃したことによる rafting, registrationなどの誤答があった。
- forty, fiftyなどの誤答があった。
- options, Oregon, opinionなどの誤答があった。
- requireなどの誤答に加え、registrations, resist, regist, registrate のような語形の誤答もあった。

#### 前期日程3日目（2月3日試験）

##### ① 長文読解問題

###### 【解答(例)】

###### 【問1～3】(3点×9=27点)

- (a) 4 (b) 2 (c) 3 (d) 3 (e) 2  
(f) 1 (g) 2 (h) 2 (i) 1

###### 【問4】(3点)

2

###### 【問5】(10点)

- (ア) チョコレート作りへの様々なアプローチは、文化的嗜好(好み)を反映し、結果的に多様な味を生み出すことになりうる。

###### 【解説】

###### 【問1】

- (a) 当該文脈から動詞 fuel の意味を推測する問題。「人気」という意味の popularity が主語となり、fueled demand と encouraged から experimentationまでの部分が動詞句として and で並列されている。並列構造の一部を成す encourage に「促す」という意味があり、また fuel が名詞としては「燃料」という意味を持つことを考慮すると、fueled demand が「需要をかき立てた」という意味になると想定可能である。よって、fueled の意味に最も近いのは選択肢 4 である。

###### 【問2】

- (b) カカオ豆の生産と輸出が増加することになった最初の要因について

答える問題、第2段落最終文 (This～imported) の内容と合致する選択肢 2 が正解となる。

- 17世紀ヨーロッパにおけるカカオとの初期の関わりでわかったことについて答える問題。第3段落前半 (In～population) の記述から選択肢 3 が答えだとわかる。
- クーンラート・バンホーテンの機械による圧搾に関する記述として不適切なものを選ぶ問題。第4～5段落の内容から、選択肢 3 を正解として導く。第4段落4文目 (It～mass) には選択肢 3 に関連した内容が出てくるが、アルカリ性の塩によるチョコレートの味への効果は、圧搾の機械が導入されたこととは無関係だとわかる。選択肢 3 では、機械による圧搾と味への効果の因果関係が論じられているため、本文の内容と合わない。よって、選択肢 3 が答えとなる。

###### 【問3】

- 第5～6段落には、ジョセフ・フライとネスレにまつわる話題が登場するが、これらがコラボレーションしたという記述は見当たらない。よって、答えは2となる。
- 第6段落3文目 (This～ingredient) の内容と合致するため、答えは1となる。
- 第7段落2文目 (The～butter) の記述と合わない。よって、答えは2となる。
- 第8段落3～4文目に関連する話題が登場するが、アメリカとヨーロッパのチョコレートに関する記述が逆になっている。よって、答えは2となる。
- 第1・8段落それぞれの最終文の内容と合致するため、答えは1となる。

###### 【問4】

本文全体を通して、現代のチョコレートがどのように発展してきたかについて書かれている。よって、選択肢 2 が正解となる。

###### 【問5】

まず、全体としては、文頭から preferences まで続く節(前半)とそれに続く分詞構文(後半)という2つのパートから構成されていることを理解する必要がある。前半では、Varying approaches to chocolate making 「チョコレート作りへの様々なアプローチ」が主語に当たる名詞句として機能し、前置詞句 to chocolate making が varying approaches を後置修飾する形となっている。varying は approaches を修飾する現在分詞で、「様々な」「異なる」といった意味を持つ。後続する can reflect cultural preferences は述部に当たり、cultural preferences 「文化的嗜好(好み)」は reflect 「反映する」の目的語である。後半の resulting in a range of tastes は、前半の内容全体を受けた結果を表す分詞構文であり、機能的には関係代名詞の非制限用法 (which results in...) に近い。よって、チョコレート作りへの様々なアプローチは文化的嗜好を反映しうるが、その反映の結果として多様な味が生じるという因果関係が表されることになる。

##### ② 文法・語法問題

###### 【解答】(2点×10=20点)

- (a) 3 (b) 1 (c) 1 (d) 2 (e) 4  
(f) 2 (g) 4 (h) 3 (i) 1 (j) 1

###### 【解説】

- 熟語の理解を問う問題。空所直前では、父親が宝くじを購入したことについて言及されている。このことから、「幸運を祈る」という意味を表す選択肢 3 が正解だとわかる。
- 動詞の用法に関する問題。全体の内容を見ると、男性が警察から質問を受けており、喧嘩への関与を否定していることがわかる。be involved in～で「～に関与する」という意味になるので、答えが1と3に絞られるが、deny が不定詞を目的語に取ることはない。よって、選択肢 1 が答えとなる。
- 文脈に合う副詞を選択する問題。第2文の内容から、外は風が吹き、雪が降っている状態であったことがわかるので、外の寒さを強調す

る副詞の選択が相応しい。よって、「猛烈に」という意味を持つ選択肢1が正解となる。

- (d) 文脈に合う動詞を選択する問題。帰宅途中に牛乳を買うつもりだったが、その時間がなかったという内容になるよう空所を埋めればよい。mean to不定詞は、「～するつもりである」という形でその人の意図を表現することになるため、この文脈に相応しい。よって、選択肢2が答えとなる。
- (e) 仮定法に関する問題。「もし父親の忠告に耳を傾けていたら、こんな苦労はしなかったのに」という内容になるよう空所を埋めると、選択肢4が答えとなる。過去の時点での事実とは異なることを語るには、時制を過去完了形にする必要がある。ここでは、過去完了形にすることによって、過去の時点で父親の忠告に耳を傾けていなかつたことが含意される。
- (f) 動詞の変化を問う問題。knowが分詞構文で用いられると、「～のことだから」という意味を表す。第2文の空所にKnowingを入れると、「彼のことだから、きっとまだ寝ているんだろう」という内容になり、「今朝ビルに電話したが、応答がなかった」という第1文の内容とうまく合う。よって、選択肢2が正解となる。
- (g) 比較に関する問題。the+比較級+of the twoで「2つのうちでより～な方」という意味を表す。ここでは、空所にthe betterが入ることで、「2人の演者のうち優れている方は、1人目の歌手?それとも2人目?」という内容になる。よって、選択肢4が答えとなる。
- (h) 文脈に合う名詞を選択する問題。「次の火曜日までに報告書の作成を終えて経理部に送ってください」という内容になるよう空所を埋めると、選択肢3が正解となる。
- (i) 否定に関する問題。否定の副詞(句・節)が文頭に来た場合、主節が疑問文の語順となる。only自体に否定の意味が組み込まれており、ここでは、接続詞のafterと共に否定の副詞節を構成するため、主節が疑問文の語順となる。従属節内の時制が過去完了形となっていることを踏まえると、過去形が使われている選択肢1が正解として導ける。「1年が過ぎてようやく、私たちの多大なる努力の成果が見え始めた」という内容になる。
- (j) 文法的な語順を問う問題。第1文には「ジェシカとぶらぶらして過ごすのが本当に楽しい」とある。コロン「:」以下では、She'sに続く形容詞(句)によってジェシカの性格について言及することで、第1文の理由が明示されている。接続詞のandによって、kindやfunといった形容詞と並列されているので、空所には形容詞句が入ると予想される。形容詞句を構成するのは選択肢1しかない。よって、それが答えとなる。

### ③ 会話問題

【解答】(4点×5=20点)

- (A) 8 (B) 3 (C) 2 (D) 7 (E) 1

【解説】

- (A) 空所Aは、歯医者が「本当のことを言ってください」と述べた後に続く場面となっている。空所直後では、患者の歯の状態の悪さに言及している。これらのことから、「入念に歯ブラシをしていなかったのですね」という内容の選択肢8が正解だとわかる。
- (B) 空所Bに先行する部分には、忙しさのあまり歯のケアを怠っていたという主旨の患者の発言がある。そうした発言の内容に理解を示しつつも、歯のケアに時間をかけることの大切さを説いている選択肢3が答えとなる。
- (C) 空所Cは、左奥歯に痛みがあるかどうかを聞かれた患者が、実際に痛みがあると答えた直後の場面である。That's whyから始まる空所直後の内容から、当該空所には、予約に至った経緯が説明されていると考えることができる。よって、歯の痛みについて説明している選択肢2が正解となる。
- (D) 空所Dは、虫歯の状態がひどく、抜歯の必要性について歯医者が言及した後の患者の発言に当たる。空所直後には、否定に続く形で、

歯医者が再び抜歯の必要性について述べている。これらのことから、他の治療の可能性について尋ねる選択肢7が正解だとわかる。

- (E) 空所Eは、歯科保険に入っているかどうかの確認の後に続く場面である。保険適用のパーセンテージについて説明している選択肢1が答えとなる。

### ④ 英作文空所補充問題

【解答】(2点×10=20点)

- (1) struck (2) look (3) character (4) left (5) access  
(6) busiest (7) rise (8) force (9) side (10) at

【解説】

- (1) 「襲われている」に対応する表現であるstruck(動詞strikeの受動態)が答えとなる。
- (2) 「(食品の)見た目(がより良くなった)」に対応する表現が入る。ここでは、「見た目」という日本語に惑わされることなく、使役動詞make+O+原形動詞という表現の理解から、動詞lookが選択できるかが問題となっている。look+形容詞「～に見える」の用法もおさえとおこう。
- (3) add A to B「AをBに(BにAを)加える」におけるAの一部を成す「特徴」に対応する名詞characterが入る。
- (4) 「～のままであった」に対応する表現が入る。ここでは、leave+O+形容詞という表現の理解をもとに、S+be left+形容詞という受動文の語順を想定したうえで、left(leftの受動態)を答えとして導き出す必要がある。
- (5) have access to～で「～を利用する」という意味になる。
- (6) 「最も利用者の多い」に対応する表現が入る。ここでは、busiest(形容詞busyの最上級)が答えとなる。
- (7) 「～が増えること」に対応する名詞riseが入る。
- (8) 「(売り手が仕事のやり方を改善することを)余儀なくさせる」に対応する表現が入る。ここでは、force+O+to doという表現の理解に基づき、動詞forceが選択できるかが問題となっている。
- (9) on the positive sideで「肯定的な見方をすると」という意味の熟語表現となる。
- (10) at bestで「せいぜい、良くても、ひいき目に見ても」という意味の熟語表現となる。

### 前期日程4日目(2月4日試験)

#### ① 長文読解問題

【解答(例)】

【問1～3】(3点×9=27点)

- (a) 3 (b) 3 (c) 3 (d) 4 (e) 1  
(f) 2 (g) 1 (h) 1 (i) 2

【問4】(3点)

2

【問5】(10点)

- (ア) (人間が無駄にした)この9億3千万トン(という量)は、1年で1人当たり、およそ120キログラムに相当する。

【解説】

【問1】

- (a) 形容詞urgentは「緊急(喫緊)の、差し迫った」という意味で、当該文脈では、世界中で数百万人の人たちが飢えに苦しんでおり、食品廃棄物に関する問題の解決が喫緊の課題であることが述べられている。よって、urgentの意味に最も近いのは選択肢3である。

【問2】

- (b) 私たちの多くの子供の頃にやめさせられていた行為について答える問題。第1段落1～3文目にかけて関連した内容があり、選択肢3が正解だとわかる。
- (c) 食品廃棄物の出処にまつわる調査で推定されていることについて答える問題。第2段落3文目に、食品廃棄物の出処に関して、61%が

家庭、26%がレストラン、それ以外がスーパーやコンビニという記述がある。具体的な数字は書かれていないが、計算すると(100-87=13)、「それ以外」のパーセンテージが13%だとわかる。よって、選択肢3が正解である。

- (d) 食品廃棄物はしばしば、不必要的商慣行(ビジネス上で古くから行われていること)によって生み出されることがあるが、その商慣行の事例として適切なものを答える問題。第4段落の内容と合致する選択肢4が答えとなる。

### [問3]

- (e) 第3段落4～5文目(The～reduced)の内容と合致するため、答えは1となる。
- (f) 第3段落6～7文目(Moreover～emissions)の記述と合わない。よって、答えは2となる。
- (g) 第4～5段落の内容と合致するため、答えは1となる。
- (h) 第7段落の内容と合致するため、答えは1となる。
- (i) 第6・8段落で飢えや貧困の危機についての言及がある。よって、答えは2となる。

### [問4]

本文全体を通して、食品廃棄物の削減が主なテーマとなっている。よって、選択肢2が正解となる。

### [問5]

全体としては、文頭のThisが主語として、後続部分が動詞句として機能するという非常にシンプルな文構造となっている。解答に当たってはthisが指示する内容を明確にする必要があり、直前の文(A recent study estimated that globally, humans waste around 930 million tons of food every year.)がその内容となっている。いくつか可能性はあるが、「(人間が無駄にした)この9億3千万トン(という量)」という訳出ができるれば十分である。動詞句内のequates to roughly 120 kgは「おおよそ120キログラムに相当する」に対応し、文末のper person, annuallyは副詞情報として「年間1人当たり」という意味を加える。

## ② 文法・語法問題

### [解答] (2点×10=20点)

- (a) 3 (b) 4 (c) 4 (d) 1 (e) 2  
(f) 4 (g) 1 (h) 3 (i) 4 (j) 2

### [解説]

- (a) 文脈に合う前置詞を選択する問題。is以下の述語部分が、主語名詞を特徴づける形になっている。全体としては「オックスフォードという都市はそれほど大きくはないがその大学で有名だ」という内容になり、同格ofの選択が相応しい。よって、選択肢3が答えとなる。
- (b) 熟語の理解を問う問題。thatまでのところで、教師の話すスピードが速く、使っている言葉も難しいという主旨の内容がある。such+名詞句+that～が意味のまとまりとなり、and以下が「とても難しい言葉を使っていたので、述べていたことが自分には理解しにくかった」という内容になると想定すると、理解に関係する意味を表す選択肢4を正解として選ぶことができる。
- (c) 名詞に関する問題。第1文で勘定の支払いについての言及があり、空所を含む第2文ではその総額がいくらになるか尋ねていることがわかる。the+名詞の形で「総額」という意味になるのはtotalである。それ以外の選択肢は、後ろに名詞を伴う形で「全体(全部)」の間に相当する意味を表す形容詞である。よって、ここでの内容に合うのは選択肢4である。
- (d) 文構造に関する問題。look backで「振り返る」という意味になるが、空所直前までの文構造の理解から正解にたどり着く必要がある。the hero walked calmly away from the houseが「ヒーローが静かに家から立ち去った」という内容の完結した文になっている。そのため、副詞的な語句が後続すると考えられ、「振り返らずに」という意味を作り出す選択肢1を正解として選ぶことができる。
- (e) 動詞の変化を問う問題。「物音を立てて」という意味のmake a noise

前後の意味関係を把握したうえで、空所に入る動詞の形式を考える必要がある。まず、前半の文脈から、遅い時間の帰宅が話題になっているとわかる。後半には「2階に上がる前に靴を脱いだ」とあるので、空所を含む部分が「物音を立てたくなかったので」という理由の意味になると考えられる。そのような意味を表すことができるのは分詞構文で、否定を含んだ選択肢2が答えとなる。

- (f) 人の心理を表す動詞に関する問題。逆接の接続詞but前後の内容を理解したうえで、文脈に合う動詞(分詞形容詞)を選択する。前半では映画(演劇)の好きな点に触れているが、後半では逆にその不快な点について述べている。andの並列構造に着目し、distracting「気が散る」と同様に人の心理を表す分詞形容詞を選択するのが相応しい。よって、「イライラする」を意味する選択肢4が正解となる。
- (g) 文法的な語順を問う問題。lastには形容詞・副詞・名詞・動詞など様々な用法があるが、ここでは「この1週間」という意味になるよう空所を埋める必要があり、選択肢1が答えとなる。全体で「ママがこの1週間でインフルエンザに罹り、なおも良くなる兆候が見られない」という内容になる。
- (h) 比較に関する問題。「～すればするほど…」という意味を作り出す構文(the+比較級～, the+比較級～)の理解から選択肢3を答えとして導く。全体の内容は「多くの人が授業中にはっきりと話して貢献すればするほど、コミュニケーションスキルが早く上達することになる」となる。
- (i) 否定に関する問題。第2文以降で自己紹介をしているので、空所を含む部分が「以前お会いしたことはないと思います」という内容になると予想される。これに合うよう空所を埋めると、現在完了形(経験の用法)を含んだ選択肢4が答えとなる。
- (j) 関係代名詞の非制限用法に関する問題。空所の前にコンマがあり、「鈴木先生」という人物が先行詞となっているのか、節全体が先行詞となっているのか見極める必要がある。ここでは、find+目的語+補語という構文の理解から、節全体が先行詞となり、その内容をwhichで受け、さらにそれがfindの目的語と対応関係にあると考えることができる。よって、選択肢2が正解となり、「学生たちは鈴木先生を尊敬しているが、私にはそれが当然だとわかる」という内容を構成する。

## ③ 会話問題

### [解答] (4点×5=20点)

- (A) 3 (B) 6 (C) 2 (D) 8 (E) 1

### [解説]

- (A) パソコンを使わせてほしいというユキエの発言に続く形で、ターニャが「もちろんいいよ」と答えおり、空所Aはその応答の直後に来ている。また、当該空所の後で、ユキエがターニャの気前の良さに言及し、本当にパソコンを使わないかどうか確認しているが、ターニャは大丈夫だと述べている。そのため、空所Aには、当面の間パソコンを使わないことについて言及している選択肢3が入る。
- (B) 空所Bの直前で、ターニャによる発言の意図に関する質問を2つ(技術やネットへの過剰な依存に関するもの)ユキエが投げ掛けている。この質問への応答となるのが空所Bで、その後のButから始まる発言も応答の一部を成しており、技術に関して懸念していることをターニャがさらに追加している。このことから、2つの質問への応答および技術への懸念の表明を含む選択肢6が正解だとわかる。
- (C) 空所Cの直前で、技術のポジティブな側面について考えるユキエが提案しているので、空所にはその具体例が来ることが期待される。また、当該空所の直後では、その具体例の内容(仕事の効率化や幸福)についてAs well as以下で言及しつつ、将来的な技術のさらなる可能性について述べている。これらを考え合わせると、For exampleから始まり、上記具体例と同様の内容を含む選択肢2が正解だとわかる。
- (D) 「もしAIが人間のことが好きではないと判断したらどうなるか」と

いうターニャの疑惑に対して、SF 映画の見過ぎだとユキエが言い返している。空所 D はその後に続く発言となる。そのため、知性のある殺人ロボットによる世界征服という、まさに SF 映画で起こりそうな内容について言及している選択肢 8 が答えとなる。

(E) 空所 E の前では、AI によって新たな機会や想像もしていないような新たな仕事が生み出される可能性があるとユキエは考えており、ターニャが一応はそれを肯定する応答をしている。しかし、会話全体を通してみると、AI のような最新技術に対して、ユキエは肯定的であるが、ターニャは否定的であることがわかる。そのため、AI の利点について言及するが、その使用についての慎重さが窺える選択肢 1 が答えとなる。

#### ④ 英作文空所補充問題

【解答】(2 点×10=20 点)

- (1) due (2) way (3) how (4) surrounding  
(5) earliest (6) without (7) range (8) see  
(9) lower (10) with

#### 【解説】

- (1) be due to～で「～によるものである」という意味になる。  
(2) there is (simply) no way that～で「～ということは（絶対に）あり得ない」という意味になる。  
(3) 「～をいかにして得るか」に対応する表現が入る。空所直後に節が続くことを確認したうえで、間接疑問文を構成する how を答えとして導く必要がある。  
(4) 「周囲の（世界）」という意味に合うように、動詞 surround を現在分詞である surrounding に変える必要がある。  
(5) 「（知られているうちで）最古の」に対応する表現が入る。ここでは、earliest (形容詞 early の最上級) が答えとなる。  
(6) 空所直前に but があり、with about 100 light-sensitive structures と (6) lenses to focus the light が接続されている。前半は with を中心とした前置詞句なので、後半も同じように前置詞句として機能すると考えることができる。but は逆接の接続詞であることから、空所には前置詞 without が入るとわかる。なお、with から文末にかけては、化石三葉虫の日にに関する説明となっている。  
(7) a wide range of～で「広範囲にわたる～」という意味になる。  
(8) 「認識する」という意味の動詞 see が答えとなる。ここでは、「色の認識能力」という日本語に惑わされることなく、can + 原形動詞 + 目的語という語順の理解から、動詞 see が選択できるかが問題となっている。  
(9) セミコロン「;」の前後に節が来ており、ここでは、節同士が対比の関係になっている。そのため、空所には、前半の節における主語の一部である upper と対比関係にある lower (形容詞 low の比較級) が入るとわかる。  
(10) with greater accuracy で「より高い精度で」という意味の熟語表現となる。なお、with + 抽象名詞は様態の副詞句を成す。

#### 前期日程 5 日目（2 月 5 日試験）

##### ① 長文読解問題

【解答（例）】

【問 1～3】(3 点×9=27 点)

- (a) 4 (b) 3 (c) 3 (d) 1 (e) 2  
(f) 2 (g) 1 (h) 2 (i) 1

【問 4】(3 点)

1

【問 5】(10 点)

- (ア) この水がリチウムを含んでいる（た）ことを科学者は知っていたが、それがどのくらいの量であるのか（その量）は、最近まで正しく認識していなかった（最近になって初めて正しく認識した）。

#### 【解説】

##### 【問 1】

- (a) isolated 「隔絶した」という意味に最も近いのは remote。よって、選択肢 4 が答えとなる。

##### 【問 2】

- (b) リチウムに関する記述として適切なものを選ぶ問題。リチウムに関する記述は第 1～3 段落に点在しているが、答えの根拠となる箇所は第 3 段落 2 文目 (Lithium～oceans) にある。ここから、選択肢 3 が正解だとわかる。  
(c) 2024 年の研究とその後の科学的発展に関する記述として適切なものを選ぶ問題。第 6 段落の内容と合致する選択肢 3 が正解となる。  
(d) 2024 年の研究について批評家が述べていることについて答える問題。第 7 段落最終文の記述と合致する選択肢 1 が答えとなる。

##### 【問 3】

- (e) 第 3 段落から 2 文目 (But～pollution) に汚染に関する記述があるが、その内容とは合わない。よって、答えは 2 となる。  
(f) 第 1 段落 3 文目 (This～times) のリチウムイオン電池に関する記述と合致しないため、答えは 2 となる。  
(g) 第 8 段落から 2 文目 (This～thinking) の記述と合致するため、答えは 1 となる。  
(h) 第 7 段落の内容と合わないため、答えは 2 となる。  
(i) 第 1 段落から 3 文目 (As～climbing) の記述と合致するため、答えは 1 となる。

##### 【問 4】

本文全体を通して、これまで見過ごされてきたリチウムの産出方法やその影響について書かれている。よって、選択肢 1 が正解となる。

##### 【問 5】

まず、全体としては、文頭から lithium までの節（前半）と until から文末までの節（後半）が but により接続された逆接の関係になっていることを理解する必要がある。前半では、that 節の内容を科学者が知っていたという基本構造、および、that 節内の構造（主語に当たる名詞句 this water「この水」と動詞句 contained lithium「リチウムを含んでいる（た）」から成る）を把握する。後半では、until recently が「最近まで」が時を表す副詞句として、appreciate が「正しく認識する」という動詞として、後続する how much は「どれくらいの量なのか」という意味を構成する間接疑問文（how much lithium it (=this water) contained の lithium 以下の部分は重複を避けるため省略されている）として機能している。また、until recently は not と呼応することで、以前はそうではなかったが、現在は状況が違っているということを含意するので、but 以下の節については、「最近までその量を正しく認識していなかった」を「最近になって初めてその量を正しく認識した」と言い換えることも可能である。

#### ② 文法・語法問題

【解答】(2 点×10=20 点)

- (a) 1 (b) 2 (c) 2 (d) 4 (e) 3  
(f) 4 (g) 3 (h) 1 (i) 2 (j) 1

#### 【解説】

- (a) 文脈に合う動詞を選択する問題。従属節で表されるプロポーズの申し出に女性がどう応じたかという点が問題となっている。accept without hesitation で「ためらわずに受け入れる」となるので、選択肢 1 が答えとなる。  
(b) 文脈に合う形容詞を選択する問題。内容的に入りそうなのが 2 と 3 だが、日本の鉄道網という事物が話題になっていることを考慮すると、選択肢 2 が答えとして導かれる。全体として「日本の鉄道網は世界中で非常に効率の良いものとして知られている」という内容になる。proficient は「熟練した」という意味の形容詞で、専ら人に対して用いられるため、ここでは不適切である。  
(c) 副詞の用法に関する問題。without once doing～で「一度も～せずに」という意味を表す。よって、選択肢 2 が答えとなり、全体として

- 「彼は一度も許可を求めずに、1ヶ月間毎日私の駐車スペースに自分の車を停めていた」という内容になる。
- (d) 関係代名詞の用法に関する問題。空所には所有格の関係代名詞である *whose* が入る。an idea whose time has come は、直訳的には、「その時がやってきたところのアイデア」となる。「今まさにぴったりのアイデア」ぐらいの意味である。よって、選択肢 4 が正解で、「婚姻平等は今まさにぴったりのアイデアである」という内容になる。
- (e) 2語以上から成る接続詞の理解を問う問題。前後半の節同士が逆接の関係になっていることを考慮に入れたうえで、「～ではあるけれど」という意味を表す選択肢 3 を答えとして導く。この用法では、前半の節で「友達と一緒にパーティーに行きたかった」ということを認めつつも、後半の節では「家にいてテスト勉強をしなければならなかった」という期待に反する結果を示すことになる。
- (f) 文法的な語順を問う問題。第 2 文では、母親の見た目を説明するよう求められているので、空所を含む第 1 文でも容姿に関する類似の質問がなされていると考えることができる。適切な疑問文の語順になっているのは 2 か 4 だが、動詞 *like* が用いられた前者は「お母さんは何が好きですか?」という内容に、前置詞 *like* が用いられた後者は「お母さんはどんな方ですか?」という内容になる。よって、前置詞 *like* を含んだ選択肢 4 が正解となる。なお、選択肢 2 に含まれる *like* はこのままで動詞だが、*look like* とすれば *like* が前置詞として扱われ、選択肢 4 と同様の意味を表すことになる。
- (g) 比較に関する問題。the + 比較級を用いて「より～な側」を表している。ここでは、the more expensive restaurants で「高級レストラン」全体を一般論として示し、「外食時、高級レストランほど一般に最高のサービスを提供する」という内容となる。よって、選択肢 3 が答えとなる。選択肢 1 と 2 では *than* が適切に働きかず、選択肢 4 では文意として不自然であり、いずれも不適切である。
- (h) 文脈に合う名詞を選択する問題。and より前の文脈で、コンピューターの性能がそれほど高くないことが言及されている。そのため、空所を含む動詞句が「複雑な問題を解く能力に欠けている」といった内容になると予想される。よって、「能力」を意味する選択肢 1 が正解となる。
- (i) 否定に関する問題。「～しかしたことがない」という意味を表す構文 (have only ever done～) の理解から選択肢 2 を正解として導き出す。全体で「これまで一人しか彼女がいたことがないので、本当にデートの経験がそれほど豊富ではない」という内容になる。
- (j) 動詞の時制に関する問題。逆接の接続詞 *but* の前後関係を踏まえて、「当初（口論になる以前）は、口論の後も仲良くいられると期待していたが、（今では）彼女は私のことを絶対に許さないようだ」という内容になるよう空所を埋めると、過去完了形を用いた選択肢 1 が正解となる。過去完了形を用いているのは、口論になったのを過去の基準時点とし、それ以前の期待感を表していると考えられる。

### ③ 会話問題

[解答] (4 点 × 5 = 20 点)

- (A) 6 (B) 3 (C) 1 (D) 4 (E) 7

[解説]

- (A) 空所 A を含むサイモンによる発言の前後では、ポールが、深刻な顔をしているサイモンのことを気に掛け、相談に乗ろうとしていることがわかる。そのため、当該空所には、悩みを打ち明けようと、「実を言うと」という表現から話し始める選択肢 6 が入ることになる。
- (B) 直後に来るポールの反応を見ると、空所 B には仕事にまつわるポジティブな内容が入ることが予想される。ずっと働きたいと考えていた会社からの採用がちょうど決まったことを意味する選択肢 3 がここに合致する。
- (C) 空所 C の直前で、給料が期待するものではなかったのかについてポールが尋ねており、この内容に合うものは選択肢 1 しかない。なお、すぐ後の *However* 以降では、給料以外のことが悩みの種になっている。

ることを打ち明けているが、これが、空所 A に入る選択肢 6 の中で述べている a happy dilemma 「うれしい板挟み」の内容に当たる。

(D) まずは直前のサイモンによる発言内容 (a happy dilemma が何であるのか) について正しく理解する必要がある。ここでの a happy dilemma は、勤務形態（オフィスワークかリモートワークかの選択）で悩み、採用が決まっている会社に何て答えたらいのか迷っている状態のことを指している。空所直後は、On the other hand から始まり、オフィスワークの利点が述べられているので、反対にリモートワークの利点が語られている選択肢 4 が空所 D に入るとわかる。

(E) 空所 E の直前では、勤務形態ごとの利点についてサイモンとポールが意見を出し合っている。直後のサイモンによる発言内容から、当該空所に入る内容が、ポールによる提案となっており、サイモンがその提案に従うことがわかる。また、会社の人事部が勤務形態の選択に関して手掛けりを与えてくれることを願うといった内容も続く。よって、提案の際の *should* が用いられ、かつ、他の人が普段はどうしているのかを尋ねるべきだという内容が含まれる選択肢 7 が正解となる。

### ④ 英作文空所補充問題

[解答] (2 点 × 10 = 20 点)

- (1) required (2) behind (3) promising (4) cause  
(5) improving (6) popular (7) movement (8) honest  
(9) make (10) balanced

[解説]

- (1) 「必要な（ときに）」に対応する表現が入る。従属節内の主語は、主節主語と一致する場合、be 動詞と共に省略可能となる。ここでは、they (=modern smartphones) are required の they are が省略され、required が正解となる。
- (2) 「～の背後にある」に対応する前置詞 *behind* が入る。
- (3) 「見込みのある」に対応する形容詞 *promising* が入る。
- (4) a cause of (ethical) debate で「（倫理的な）議論の種」という意味になる。a cause of trouble 「悩みの種」も一緒に覚えておこう。
- (5) From A to B 「A から B まで」という全体の構造を理解したうえで (A にも B にも名詞相当の語句が入るといったことも含め)、「（利便性の）向上（まで）」という意味に合うように、動詞 *improve* を動名詞である *improving* に変える必要がある。
- (6) 「普及した」に対応する形容詞 *popular* が入る。通常は、「人気のある」という意味で覚えていると思われるが、英英辞書では「多くの人たちによって好まれた、楽しまれた、共有された」といった形で定義されている。基本単語でも本質的な意味をおさえておくことが重要である。
- (7) 「行動」に対応する名詞 *movement* が入る。every の後ろには単数名詞が来ることに注意する。
- (8) 「率直な」に対応する形容詞 *honest* が入る。
- (9) *make decisions* で「決断を下す」という意味の熟語表現となる。
- (10) *balance against～* で「～を天秤にかける」という意味になる。ここでは、*balanced* (動詞 *balance* の受動態) が答えとなる。

### [出題のねらい]

#### ① 長文読解問題

本学の教員による書き下ろし。全体的・局所的な読解能力や、文章構成理解力などが問われている。

#### ② 文法・語法問題

基本的な文法・語法・単語・熟語等についての理解力や運用力が問われている。

#### ③ 会話問題

本学の教員による書き下ろし。空所前後の会話文を注意深く読み、自然な会話の流れを読み取る力が問われている。

#### ④ 英作文空所補充問題

本学の教員による書き下ろし。対応する日本語文と照らし合わせる形で空所に適切な語を入れる。語形変化を必要とする場合があるため、単語の知識だけではなく、適切な語形に直すための文法力も同時に問われている。

##### [ここがポイント]

#### ① 長文読解問題

普段から分野を問わず、800語程度で書かれた英文を読みながら、概要を把握する訓練をしよう。パラグラフごとに要点をメモしながら読むと、全体像が理解しやすくなる。局所的な問題に関しては、設問となっている部分の前後に解答のための手がかりが隠されていることが多い。また、内容真偽の問題については、本文中の該当箇所を注意深く読むことで解答を導くことができる。

#### ② 文法・語法問題

基本的な文法・語法・単語・熟語等に関する問題が出題されている。問題文の文意をしっかりと理解し、その上で、適切な選択肢を選ぶようにしよう。普段から、新出の単熟語について辞書で調べる習慣をつけておこう。

#### ③ 会話問題

300語程度の会話文中に5つの空所が用意されている。会話文全体や設問に目を通すことでトピックを把握することが可能である。空所前後から解答のための手がかりが得られることが多い。

#### ④ 英作文空所補充問題

500語程度で書かれた英文中に10個の空所が用意されている。対応する日本語文と照らし合わせる形でこれらの空所に適切な語を入れる。不要な選択肢が10個あり、かつ、語形変化を必要とする場合があるため、基本的な文法事項の理解に基づき、空所に合う品詞（また、動詞であれば語形を変える必要があるかどうか）を見極めなければならない。普段から辞書で品詞を確認し、また、英作文問題に取り組むことで文法事項の整理をしつつ、アウトプットの練習をしておくことをお勧めする。

##### [こんなミスが目立った]

#### ① 長文読解問題

##### [問1～4]

とりわけ(d)と(e)の正答率が低く、(d)で選択肢2と4（正解は1）を、(e)で選択肢1（正解は2）を選ぶ解答が目立った。

##### [問5]

まず、基本的なところとして、過去形を現在形で訳している解答が目立った。過去形で訳出できても、例えば、knewを「（～と/ことを）知った」とするぎこちない解答も多かった。knowは人の知識状態を表す動詞であるため、その過去形は「知っていた」や「わかつっていた」とするのが適切である。that節内の動詞containに関しても、「つながりがある」「関係がある」「保つ」(retainとの混同か)といった誤訳があり、目的語のlithiumについても「リジウム」等の別の言葉になっている答案が散見された。第1段落にrechargeable batteriesやlithium-ion technologyという表現が登場するので、そこからlithiumという単語が「リチウム」を意味していることに気づいてほしいところである。また、this water「この水」のthisを具体的に訳そうと試みたものの、その訳が間違っているというケースもそれなりに見られた。but前後を比較すると、後半における誤訳の方が多い印象であった。untilを「まだ」としている解答、省略を含む間接疑問文を導入するhow muchを「いくら」「値段」「価値」としたり、muchを無視する形で「どうやって」とする解答も多く見られた。さらには、形容詞appropriateとの混同からか、appreciateを「適切」とするもの、動詞とわかついていても「調査」「適応」「予測」「判断」として訳しているものが目立った。また、I would appreciate it if...の理解からか、「感謝」「ありがたい」の誤訳も多く見られた。appreciateは、単なる認識ではなく、「事物の価値や重要性を正しく認識すること」に焦点が置かれた動詞である（感謝の意味はその先にあるのだが）、それに即した訳出をする必要がある。普段から英英辞書を活用して単熟語の意味の本質について考える習慣をつけたいところである。

#### ② 文法・語法問題

(d), (e), (i), (j)で正答率が低かった。(d)で選択肢3（正解は4）を、(e)で選択肢1と4（正解は3）を、(i)で選択肢4（正解は2）を、(j)で選択肢3（正解は1）を選ぶ解答が多かった。

#### ③ 会話問題

(A), (D), (E)で正答率が低かった。(A)で選択肢3と5（正解は6）を、(D)で選択肢2と5と7（正解は4）を、(E)で選択肢4と8（正解は7）を選ぶ解答が多かった。

#### ④ 英作文空所補充問題

誤答では、類似の意味を持つ単語の選択やスペリングミス、語形変化に関する誤答、品詞の取り違えなどがあった。特に多く見られた誤答を以下に列挙する。

- (1) require, requiring, honest
- (2) behinds, behinding
- (3) expecting, reliable
- (4) caused, causing, reason
- (5) improve, rise, rising
- (6) famous
- (7) attitude, doing
- (8) reliable
- (9) do
- (10) balance, lifted

##### <合格へのアドバイス>

本学の英語の問題は、学習指導要領に沿った出題となるよう心がけている。普段から、辞書を用いて検定教科書の本文を精読して理解に努める姿勢ができていれば、合格点は十分に取れるはずである。基本的な事柄をしっかりと学習しよう。

#### 後期日程1日目（2月27日試験）

#### ① 長文読解問題

##### [解答例]

##### [問1] (3点×11=33点)

- (a) 4 (b) 4 (c) 3 (d) 3 (e) 1 (f) 1  
(g) 3 (h) 2 (i) 2 (j) 1 (k) 4

##### [問2] (7点)

AIが進歩し続けるにつれて、新たな測定方法が現れる可能性は高い。

##### [解説]

##### [問1]

(a) 下線部(a)の指示語thatの示すものはその直前に書かれている。ここでは、Alan Turingの発言内容である“if a computer could deceive a human into believing that it was a human, it would deserve to be called intelligent.”を指しております、その内容が選択肢4である。

(b) 下線部(b)の方法とは、Turing Testの方法のことであり、第2パラグラフの2文目に書かれている。その内容の中に、試験官、人間、コンピュータ・プログラムの三者がそれぞれ別々の部屋に配置され、試験官たちが人間とコンピュータの両方に對して、好きな質問をすることができる、とある。したがって、正しい選択肢は、「コンピュータと人間は異なる部屋に配置され、同じ質問に答える」という選択肢4が正答となる。

(c) 第2パラグラフ下線部(c)のすぐ後に、下線部(c)の言い換えとしてa chatbot disguised as a 13 year-old Ukrainian boy.とあり、33%の試験官に、自分が人間であると思わせたという内容が書かれている。したがって、一部の試験官を騙すことができた少年のような者、という内容の選択肢3が正答となる。

(d) この発話例は、13歳のウクライナ少年を模し、非英語話者の少年らしい英語での発話をすることによって、Turing Testに合格したコンピュータ・プログラムであるEugeneが答えると思われる発話内容を示している。つまり、その例示の目的は、非英語話者の少年と

- しての自然な発話が重要であることを示すものであることから選択肢3が正答となる。
- (e) 第3パラグラフ最後の文に、「Turing Testに合格するには、膨大な知識があることを示すのではなく、人間同様におしゃべりできることが求められる」とあり、この特徴により、Turing Testsが、知性という抽象的な対象に対して、より具体的かつ検証可能な尺度となりうるという内容の第4パラグラフ1文目に続くことから、itは選択肢1のTuring Testを指している。
- (f) 下線部(f)「チューリングのこの特徴こそ」の「この特徴」が示すことは、その直前に書かれている。つまり、「様々な状況に適応可能であり、人間の対話が関わるどのようなタスクにも応用できること」とある。したがって、選択肢1の「人間同士のような対話を伴うあらゆる課題に適用できること」が正答となる。
- (g) 下線部(g)は「時の試練に耐える」という意味のイディオムである。選択肢1は「長い間変わらないでいる」、選択肢2は「テストの継続時間に耐える」、選択肢3は「時の経過にかかわらず残る」、選択肢4は「試験の最初から最後まで座っている」となり、下線部の意味に近い選択肢は3である。
- (h) 下線部(h)はTuring Testとは異なる評価(方法)のことであり、Turing Testが評価できないもの、すなわち、複雑なゲームをしたり、豊富な知識を披露したり、画像を認識したりできるコンピュータ・プログラムやAIの能力を測ることのできるものを指す。したがって、適切でないのは、Turing Testの特徴である、選択肢2の「自然な会話をすることができる機械の能力を測ること」である。
- (i) 下線部(i)の原形は「駆り立てる、刺激する」であり、言い換えとして成立するのは、同じく「駆り立てる」の意味があるdriveの過去分詞形drivenの選択肢2である。
- (j) 答者は、進化するデータ科学の能力を測るにはTuring Test以外の方法が必要になるだろうが、それでもTuring Testが70年以上にわたりAI研究と機械知能の進歩における基本的な考え方であり、有用な測定方法であったとし、さらにTuring Testは、AIの研究者たちをより進んだ技術の開発に駆り立て、知能とは何かという重要な問いを喚起したと評価している。「機械知能の最も有用な水準点として今後も残っていくだろう」という意味の選択肢1はその評価に当たるまらないため、「正しくないもの」として正答となる。
- (k) 本文は、Turing Testの概要、その強みと限界について書かれているものであり、考案者やウクライナ少年の話ではなく、Turing Testが時代遅れだということを強調したものでもない。したがって、最もふさわしいタイトルは、選択肢4の「Turing Testとは何か。その強みと限界、貢献」である。

## 【問2】

冒頭のAs AI continues to evolveは、「AIが進化し続けるにつれて」という意味で、技術の発展に伴う変化を示している。続くit is likely that～は、「～の可能性が高い」という表現で、今後の変化が予測されることを強調している。そしてnew measures will emergeという部分では、「新しい測定方法が現れる」ことが述べられており、これはAIを評価する方法が技術の進歩に応じて変化していくことを示唆している。したがって、全体として、「AIが進歩し続けるにつれて、新しい測定方法が現れる可能性が高い」と訳すのが適切である。

**【試証】** 誰かに「あなたの好きなアスリートは？」と聞かれたら、どう答えるだろうか。では、話題のChatGPTならどう答えるのか。さらに、もし画面の向こうの人間やコンピュータで生成されたキャラクターに質問をしているとして、相手が本物の人間なのかキャラクターなのかを見分けることができるだろうか。コンピュータが人間のように自然に応答できるなら、それは「思考している」と言えるのだろうか。英国のコンピュータ科学者アラン・チューリングは、「コンピュータが人間を欺き、人間だと思わせることができれば、それは高度な知能を持っていると言うにふさわしい」と述べた。その考え方をもとに、彼は1950年の論文Computing Machinery

and Intelligenceの中で「模倣試験(Imitation Test)」、現在「Turing Test」として知られるテストを考案した。

Turing Testは、プログラムが人間と区別のつかない形でコミュニケーションできるかどうかを評価する基準として使われてきた。このテストでは、複数の審査員、人間の参加者、そしてプログラムされたキャラクターが別々の部屋に配置される。審査員は、人間の受験者とプログラムされたキャラクターの両方に自由に質問をすることができる。そして、審査員が相手を人間だと確信すれば、そのプログラムは勝利となる。2014年には、13歳のウクライナ人の少年に扮したチャットボットEugene GoostmanがTuring Testに初めて合格し、審査員の33%を欺くことに成功した。彼はすべての質問に答えられたわけではなく、それは年齢的に自然なことだったが、「知らないこと」に対して13歳の少年らしい答え方をした。例えば、「なぜ人は宿題を後回しにしがちなのか？」と聞かれた場合、Eugeneは“*I don't know!*”（「わからないよ！」）と答えたかもしれない。

Turing Testの特徴の一つは、機械が人間の言語的行動を模倣する能力に焦点を当てていることである。テストに合格するためには、コンピュータは人間のように言語的なやり取りを行い、審査員に「話し相手が人間だ」と思わせる必要がある。例えば、好きなアスリートを聞かれたとき、Eugeneは“Oh, Ohtani, of course, He AWESOME! you know, he's best!”（「ああ、大谷って決まってるよ！彼、すごい！最高っしょ！」）のようなことを言うだろう。彼の発話は必ずしも文法的に正確ではなく、語彙が豊富でもないが、それはまさに英語を母語としない10代の少年らしい発話である。Turing Testに合格するプログラムは、膨大な知識や高度なスキルを示すことを求められているのではなく、多くの人々と同じように、自然に会話できることが重視されているのである。

この特徴により、Turing Testは機械の知能をより具体的かつ検証可能な形で測定する手段となってきた。特定のパズルやゲームを解くプログラムをテストするのとは異なり、Turing Testはさまざまな状況に適応可能であり、人間のような対話が求められるあらゆる課題に適用できる。しかし、この特徴がTuring Testへの疑惑を生む要因ともなっている。実際、このテストに対する批判の一つは、「コミュニケーション能力が人間の本当の知能を示すとは限らない」というものである。チェスのプレイや画像認識、難解な数学の問題に特化したプログラムは、Turing Testではうまく機能しないかもしれない。そのため、Turing Testは知能を測る決定的な基準とは言えない、という主張もある。規則と論理を用いて明示的にプログラムされているわけではなく、大規模データから学習するように設計されたデータサイエンスやクラウドコンピューティングが発展するなか、時代の試練に耐えるためには、新たな評価方法が必要になるかもしれない。

Turing Testには限界があるものの、70年以上にわたり、AI研究の基本概念であり、機械知能の進歩を測る指標となってきた。このテストはAI研究者により高度な技術を開発する動機を与えてきた。また、Turing Testは「知能とは何か？」という重要な問いを提起し続けている。このテストは、私たちに「瞬時の計算能力は知能か？」「知能とは豊富な知識か？」「知能は人間性と切り離せるか？」と問いかける。AIが進歩し続けるにつれて、新たな測定方法が現れる可能性は高い。しかし、それでもTuring Testは、AIの歴史における重要な瞬間として記憶され続け、コンピュータサイエンスの分野において不朽の貢献として残ることは間違いない。

## 2 文法・語法問題

**【解答例】** (2点×10=20点)

- (a) 1 (b) 3 (c) 4 (d) 2 (e) 1  
(f) 2 (g) 3 (h) 4 (i) 3 (j) 1

**【解説】**

- (a) 強調のsoとsuchの使い方と、文構造の理解を問う問題である。選択肢2のsoは副詞であることから、後に続く名詞句a long storyを修飾することができないため、不正解となる。選択肢3と4は、“to tell it”的“it”が入ることで、文法的に不自然な構造になっているため不正解となる。

My last holiday was chaotic because of the heavy rain. It is such a

- long story that I cannot tell it in a day.  
 「私の最後の休暇は大雨のせいで大混乱だった。それは一日では話しきれないほど長い話だ」
- (b) 接続詞 when と if の使い分けと、従属節の時制に関する知識を問う問題である。メアリーが来る時間は決まっているので、接続詞に “if” を使うことは、意味的に適切ではないことから、選択肢 2 と 4 は正解から外れる。選択肢 1 は、when の後に come (原形) が続いているため文法的に間違いとなり、選択肢 3 の when she comes が正解となる。
- I have an appointment with Mary at 3:00 p.m. Please let me know when she comes.  
 「私は午後 3 時にメアリーと約束があります。彼女が来たら知らせてくれださい」
- (c) 不定詞と分詞を使った、意味関係に基づいて文構造を構築できるかを問う問題である。選択肢 1 は、called の前に to check the railroad condition があるため、「呼ばれてチェックすることになる」という不自然な意味になる。選択肢 2 は、「線路と呼ばれる状態をチェックする」となり意味が通らない。選択肢 3 は、「線路の状態をチェックするために呼ばれる」となり、語順が不適切。選択肢 4 が正しい。
- What is a train to check the railroad condition called in Japanese?  
 「『線路の状態をチェックするための列車』は日本語で何と呼ばれますか？」
- (d) 混合仮定法の知識を問う問題である。選択肢 1 は、would have been となっており、仮定法過去完了で過去の結果を示しているが、主節の now との意味的な整合性が取れず不正解。選択肢 3 は、have been で助動詞が欠けており、選択肢 4 は、will be で未来形になっていることから、仮定法の構造に適合しない。選択肢 2 が正しい。
- If I had been more hardworking, I would be happy now.  
 「もっと勤勉だったら、今頃幸せだっただろう」
- (e) 「助動詞 + have + 過去分詞」で過去の出来事を表わす表現と、仮定法の「助動詞 + have + 過去分詞」の用法が区別できるかを問う問題である。1 文目の内容から、過去の事柄についての反省を表わす内容になることが予測できる。選択肢 2 は、現在完了の意味になり、意味的に不自然な文となる。選択肢 3 の受動態では、後ろに it があるため、文法的に間違いである。選択肢 4 は、過去の事柄についての仮定の意味になり、意味的につながらない文になるので、この文脈では適切ではない。選択肢 1 が正しい。
- Our project is to be reviewed again. We should have considered it more carefully.  
 「私たちのプロジェクトは再度見直されることになっている。もっと慎重に考えるべきだった」
- (f) 意味関係から適切な接続詞を選択できるかを問う問題である。選択肢 1 は、Even though で「～だけれども」と節を導くため、文頭の接続詞としては適切ではない。選択肢 3 は、As a result で「その結果」と因果関係を示し、選択肢 4 は、Otherwise で「さもなければ」となり、文脈に合わない。選択肢 2 が正しい。
- I studied English very hard to pass the test. Even so, I still have a lot to learn.  
 「私は試験に合格するために一生懸命英語を勉強した。それでも、まだ学ぶことがたくさんある」
- (g) 名詞と冠詞の使い方に関する問題である。salt が不可算名詞のため不定冠詞をつけることはできないことから、選択肢 1 は不正解となる。選択肢 2 は、salts が通常化学的な塩類を指すため文脈に適さない。選択肢 4 は、salt のままで「塩」全般を指すので、テーブルにある特定の塩を指すことはできない。選択肢 3 が正しい。
- This soup is tasteless for me. Could you pass me the salt on the table?  
 「このスープは私には味がない。机上の塩を取ってもらえますか？」

- (h) 可算名詞・不可算名詞の知識と、比較表現の知識を問う問題である。選択肢 1 は、time が回数の意味で使われているため、意味的に不自然な文となる。選択肢 2 は、時間 (量) を比較していることから鑑み、“time” が不自然な場所に入っている。選択肢 3 は、as many times reading time as となっており、意味が通らない。選択肢 4 が正しい。
- People are not spending as much time reading as they used to.  
 「人々は以前ほど読書に時間を費やしていない」
- (i) 関係代名詞の知識を問う問題である。選択肢 1 は、Whatever で「何であれ」となり、意味が異なる。選択肢 2 は、Whichever で選択肢を示す意味になり、文脈に合わない。選択肢 4 は、Which で先行詞がないため不適切。選択肢 3 が正しい。
- What you need to do is to take immediate action.  
 「あなたがすべきことは、すぐに行動を起こすことだ」
- (j) 受動態と不定詞を使った時制の知識を問う問題である。選択肢 2 は、that she have been で時制の不一致がある。選択肢 3 は、that she is a great pianist で現在形となっており、「若い頃」の文脈と合わない。選択肢 4 は、to be a great pianist で過去のことを表すには不適切。選択肢 1 が正しい。
- Mary is said to have been a great pianist when she was young.  
 「メアリーは若い頃、素晴らしいピアニストだったと言われている」

### 3 読解問題

【解答例】 (4 点×5=20 点)

- (a) 2 (b) 3 (c) 4 (d) 3 (e) 1

【解説】

【問 1】

- (a) 選択肢 1 は、最新の技術知識の不足を理由としているが、本文では Tadashi は技術的に優れたエンジニアであることが示されており、不適。選択肢 3 は、人的ネットワークの不足について述べているが、本文では Tadashi が英語でのコミュニケーションに苦しんでいたことが強調されており、不適。選択肢 4 は、教育的背景についての言及がないため、不適。第 1 パラグラフの内容から選択肢 2 の limited English proficiency が正しいと判断できる。
- (b) 選択肢 1 は、Tadashi が技術についてのポッドキャストを配信していたと述べているが、本文にその記述はないため、不適。選択肢 2 は、Tadashi が同僚から語学レッスンを受けていたとあるが、そのような記述はないため、不適。選択肢 4 は、イベントでの交流について述べているが、本文では Tadashi が英語の映画やゲームを楽しんでいたことが記されているため、不適。第 2 パラグラフの内容から選択肢 3 が正しいと判断できる。
- (c) 選択肢 1 は、Tadashi の英語力向上によって同僚や顧客とのコミュニケーションが改善されたと本文に述べられており、不適。選択肢 2 は、技術文書の理解が深まったことが記されているため、不適。選択肢 3 は、会議や議論への積極的な参加が増えたとあるため、不適。選択肢 4 の greater interest in latest technologies については本文で言及されていないため、これが正解と判断できる。
- (d) 選択肢 1 は、Tadashi が英国の企業に採用されたとあるが、本文では multinational technology company となっており、特定の国は言及されていないため、不適。選択肢 2 は、日本の聴衆に向けて英語で発表したとあるが、本文では global audience に向けた発表とあり、不適。選択肢 4 は、Tadashi が技術文書をより高度なものにしたとあるが、それがキャリアの新たな機会として直接述べられていないため、不適。第 4 パラグラフの内容から選択肢 3 の international conferences での発表が正しいと判断できる。
- (e) 選択肢 2 は、Tadashi が英語学習の日々を「挫折と失望」として振り返ったとあるが、本文では最終的にその決断を感謝しているため、不適。選択肢 3 は、英語の学習を「魅力的で自信に満ちたもの」と述べているが、本文では学習の過程が困難であったことが記されてお

り、不適。選択肢4は、学習の日々が「耐え難く悲惨」だったとあるが、本文の文脈とは異なるため、不適。第5パラグラフの内容から、選択肢1のthankful and rewardingが正しいと判断できる。

**〔試訳〕** Tadashiは東京に住む若いエンジニアだった。彼は最新の技術やイノベーションに魅了され、成功したエンジニアになるために懸命に努力してきた。しかし、彼には一つの大きな課題があった。それは英語力の不足だった。エンジニアとして、Tadashiは英語が技術の共通言語であり、キャリアの成功には欠かせないことを理解していた。それにもかかわらず、英語を話す同僚とのコミュニケーションに苦労し、それが彼の昇進を妨げていた。

ある日、英語力の高い後輩が自分よりも高いポジションに昇進するのを見て、Tadashiは強い焦燥感と嫉妬を覚えた。これ以上後れを取るわけにはいかないと思い、彼は英語を本気で学ぶ決意をした。地元の語学学校に通い始め、毎日仕事の後に授業を受けた。また、英語のテレビ番組や映画を視聴し、ポッドキャストを聞き、英語のビデオゲームを楽しんだ。最初は楽ではなかった。発音や文法に苦しみ、間違えるたびに恥ずかしさを感じたが、彼は決して諦めず、毎日練習を続けた。幸いなことに、彼が英語で行うようになったこれらの活動は元々の趣味だったため、学習を続けることができた。

やがて、Tadashiは自信を持ち始め、生活の変化を実感するようになった。英語を使って同僚やクライアントと円滑にコミュニケーションを取れるようになり、会議や議論にも積極的に参加できるようになった。英語で書かれた技術文書の理解が深まり、自分のアイデアや提案を英語で発信できるようになった。

最も大きな変化は、英語力の向上が彼に新たなキャリアの機会をもたらしたことだった。彼は多国籍企業からオファーを受け、世界中の同僚とプロジェクトに取り組む機会を得た。さらに、国際会議で自身の研究を発表する機会も与えられた。英語力の向上は彼の仕事だけでなく、私生活にも良い影響を与えた。東京に住む英語を話す友人を作り、言語交流イベントで知り合った人と恋愛関係に発展することもあった。

これまでの道のりを振り返り、Tadashiは英語を学ぶ決断をしたことについて感謝していた。確かに困難なこともあったが、得られた利益は努力をはるかに上回るものだった。彼は、英語を話せなかったことで自分の可能性を狭めていたことを理解し、今では無限の可能性に心を躍らせていている。新たな自信と決意を胸に、Tadashiはさらなる目標を目指している。彼にとって、英語の習得は始まりにすぎない。言語の力を活かして、エンジニアとしてまだまだ多くのことを成し遂げられると信じている。

#### ④ 英作文空所補充問題

**〔解答例〕** (2点×10=20点)

- (1) data (2) interrupted (3) free (4) student  
(5) discount (6) five (7) together (8) two  
(9) verified (10) end

**〔解説〕**

- (1) Ericaは「今月のデータ通信量をほぼ使い切った」と述べている。DenTube Premiumに加入するとモバイルデータ通信の使用を抑えられることから、資料にある“Save your cellular data usage”に基づきdataが正答となる。
- (2) Ericaは「視聴中に広告で止められることがいらいらする」と述べている。資料に“Watch them without any interruptions with ads”とあることから、interruptionsを動詞化したinterruptedが正答となる。
- (3) Shotaは「広告なしで動画を視聴できる」と説明している。資料の“Watch without any interruptions with ads before and during a video”の内容と一致させるため、free of adsという表現が正答となる。
- (4) EricaはDenTube Premiumの価格が1,100円であると述べているが、Shotaは「それは学生でない場合」と言っている。資料の“Student Monthly”的説明に基づき、studentが正答となる。

- dent Monthly”的説明に基づき、studentが正答となる。
- (5) EricaはDenTube Premiumに“Student Monthly”的プランがあることに気づき、「学生割引もあるのね」と述べている。資料に“Student ID needs annual verification”とあることから、discountが正答となる。
- (6) Shotaの母親は家族プランを利用しており、Shota、自分、14歳の双子の兄弟の計4人が加入している。資料の価格表を見ると、個別に加入するよりも家族プランのほうが毎月500円安いことが分かるため、fiveが正答となる。
- (7) Ericaは「あなたは家族と一緒にこのプランを使えていいね」と述べ、Shotaは「実際には同じ住所に住んでいる人向けだよ」と答えている。資料の“Up to 5 people with the same address”という記述から、togetherが正答となる。
- (8) Shotaは「1人用プランには2つある」と述べている。資料の価格表を見ると、個人用のプランはIndividual Monthly, Individual Annual, Student Monthlyの3つであり、Student Monthlyはそのうちの2つよりも安い。比較対象が2つであることから、twoが正答となる。
- (9) Ericaは「留学生でもStudent Planを利用できる？」と尋ね、Shotaは「学生証があるから可能だ」と答えている。資料の“Student ID needs annual verification”という記述から、verifiedが正答となる。
- (10) Shotaは「3月の終わりまでに申し込めば1ヶ月無料になる」と説明している。資料の“Sign up by March 31st to get the first month for free!”の内容と一致するため、endが正答となる。

#### 〔こんなミスが目立った〕

##### ① 長文読解問題

- ・“As AI continues to evolve,”で使われている「as」は、「～につれて」など、同時に2つのことが起きていることを示す接続詞であるが、「～のために」等、理由を導くものとして和訳されているもの、前置詞としてのasの「～として」と訳されているものが多くみられた。また、「～ば」や「～れば」など条件節を導くものとして訳されている誤答も多く見られた。
- ・“As AI continues to evolve,”の「evolve」の意味の取違えが多く見られ、また、「continues to ~」が訳出されていないものも多く見られた。
- ・“...it is likely that new measures will emerge.”の「measures」や「emerge」、「likely」の意味の取違えが目立った。また、「new measures」(新しい測定方法)を、「新しい知能の測り方」などと間違った解釈が加えられた誤答も見られた。

##### ④ 英作文空所補充問題

語形変化の誤答や単語の取違え、スペルミスなどが多く見られた。

- (1) idea, downloadなどの誤答があった。date, dataなどのスペルミスも見られた。
- (2) individual, irritatedなどの単語との取違え、interrupt, interruptionなど語形変化の誤答が多く見られた。
- (3) full, features, fleeなどとする誤答があった。
- (4) studentsと複数形にする誤答が目立った。
- (5) data, downloadを入れる誤答が見られた。
- (6) fewと誤答されているものや、four, fourteen, fifteenなど数字の取違えも目立った。
- (7) ties, teamなどの誤答があった。
- (8) threeと書かれているものや、theやvideosなどの誤答があった。
- (9) 過去分詞ではなく名詞のverificationとする誤答が多くみられた。
- (10) eight, either, early, every, eachなどの誤答があった。

#### 後期日程2日目(2月28日試験)

##### ① 長文読解問題

**〔解答例〕**

**〔問1〕** (3点×11=33点)

- (a) 2 (b) 3 (c) 4 (d) 1 (e) 2 (f) 4  
 (g) 4 (h) 2 (i) 3 (j) 4 (k) 1

[問2] (7点)

AIと人間の絶妙なバランスをとる努力により、AIが私たちの生活をより豊かに、向上させる未来への道を切り開くことができるだろう。

[解説]

[問1]

- (a) 選択肢1は、「自ら意思決定をする力を備えている」とあるが、本文ではAIの意思決定能力ではなく、人間の脳の神経ネットワークを模倣している点が強調されているため不適。選択肢3は、「データを分析し意味を理解できる」とあるが、本文ではAIがデータを基にパターン認識や予測を行うことが述べられているのみであり、不適。選択肢4は、「学習したデータから予測をたてる」とあるが、これは機械学習の説明に当たり、深層学習の説明ではないため不適。選択肢2が本文の記述と一致する。
- (b) 選択肢1は、「AIの技術を専門家に限定する」とあるが、本文では逆にAIの民主化が広範な人々にAIを利用可能にすることを述べており、不適。選択肢2は、「AIの製造業での使用を排除する」とあるが、本文ではAIの利用が拡大していると述べられており、不適。選択肢4は、「異なる分野で人間の知能への依存を促す」とあるが、本文に言及がないため不適。本文ではAIの利用を広げることが述べられており、選択肢3の「様々な分野におけるAIの普及と利用を促進する」が正しい。
- (c) 選択肢1は、「ロールプレイングゲーム」とあるが、本文ではAI技術を搭載したNPCについて述べており、ゲーム全体ではないため不適。選択肢2は、「プレイヤーのアバター」とあるが、本文ではNPCがプレイヤーと戦う立場であり、不適。選択肢3は、「自動攻撃」とあるが、これはNPCの一機能であり、本文で言及されているAIの進化する主体ではないため不適。選択肢4の「AI-enabled NPCs」が正しい。
- (d) 選択肢2は、「言語ソフトウェアが学習者のスピーチ不安を軽減する」とあるが、本文ではAIが即時フィードバックを提供することについて述べられており、不適。選択肢3は、「エラーのないプログラムが段落作成を支援する」とあるが、本文ではAIが学習者のエラーを検出し修正提案をすることを述べており、不適。選択肢4は、「ゲームが新しい言語学習モデルを提供する」とあるが、本文の教育分野におけるAIの具体例としてゲームは挙げられていないため、不適。下線部を含むパラグラフの内容から、選択肢1の「個別化された反応が自主学習を促進する」が正解となる。
- (e) 選択肢1は、「音声認識」とあるが、これはAIの一部の機能であり、本文の「エラーの検出と修正提案を行う」という記述と一致しないため不適。選択肢3は、「即時フィードバック」とあるが、本文ではAIがエラーを自動検出し修正提案をする点を強調しており、不適。選択肢4は、「教室での学習」とあるが、本文ではAIが提供する機能として「即時フィードバック」が教室では提供されないことを強調しており、不適。AIシステムが間違いを検出し修正提案を行うので、選択肢2のAI systemsが正解となる。
- (f) 選択肢1は、「AI搭載車が判断を誤り、その動きを人間が制御できなかった」とあるが、本文ではAIの判断ミスによる事故が問題とされており、制御の問題には言及されていないため不適。選択肢2は、「AI搭載車が他の自動車と歩行者との衝突を認知できなかった」とあるが、本文では人間の予測不能な行動に対応できなかったことが問題であり、この記述ではAIの判断ミスの原因が明確でないため不適。選択肢3は、「AI搭載車がガソリン漏れに気づかず、火事を引き起こした」とあるが、本文で述べられている事故とは関連がないため不適。下線部を含むパラグラフの内容から、選択肢4が正解となる。
- (g) 選択肢1は、「行動」とあるが、本文ではAIの意思決定に影響を与えるのは過去のデータの偏りであり、行動自体ではないため不適。

選択肢2は、「公平性」とあるが、AIの意思決定には偏見が含まれることが問題視されており、不適。選択肢3は、「歴史」とあるが、本文ではAIが過去のデータを元に判断することが述べられているが、歴史そのものではないため不適。第5パラグラフの内容は、「既存の社会的不平等を強化するリスク」についてである。これをふまえて空所の直前のdiscriminatory outcomesと並列されるものを考えれば、選択肢4の「バイアス」が正解となる。

- (h) 選択肢1は、「AIシステムを人間の価値観と整合させる方法」とあるが、これは本文で議論されている内容と一致している。選択肢3は、「AI搭載機械との共存方法」とあるが、本文の議論と一致する。選択肢4は、「AIの公平性を確保する方法」とあるが、これも本文の記述と一致する。選択肢2の「AI規制でバイアスを強化する」は本文の議論の趣旨とは逆の内容であるため、当てはまらないものとして正解となる。
- (i) 選択肢1は、「ふりをする」とあるが、本文ではAIが社会に及ぼす影響を述べており、「ふりをする」とは関係がないため不適。選択肢2は、「対処する」とあるが、AIが何かに対応するというよりは、リスクを生じさせることが述べられているため不適。選択肢4は、「回避する」とあるが、リスクを避けるのではなく発生することを指しているため不適。選択肢3の「もたらす」が本文の意味に最も近いため正解となる。
- (j) 選択肢1は、「さらに」とあるが、後ろの文が前文に付け加える内容ではなく、不適。選択肢2は、「さらにまた」とあるが、AIのリスクを示す内容とは繋がらないため不適。選択肢3は、「同様に」とあるが、前後の内容に共通点はなく、不適。選択肢4の「しかしながら」が、前後の内容が対比されているため最も適切。
- (k) 選択肢2は、「AIの学生への利点と欠点」とあるが、本文のテーマとして限定的であり不適。選択肢3は、「最新のAI研究の進展」とあるが、本文では技術的なブレイクスルーよりも社会的影響に焦点が当たられており不適。選択肢4は、「AIの歴史」とあるが、本文は歴史よりも現在の影響に重点を置いているため不適。選択肢1は本文全体を包括的に表しており最も適切であるため正解となる。

[問2]

Doing soは、直訳すると「そうすること」の意味。直前の文 We must strive to strike a delicate balance where AI's changing capabilities are used for the betterment of humanity. (AIの進化する能力が人類の利益のために使われるよう、私たちは微妙なバランスを取る努力をしなければならない。)を指している。つまり、「AIを人類の利益のために適切に活用するバランスを取ること」を意味する。enable us to doは、「私たちが～することを可能にする」、pave the way forは「～への道を開く、～の準備を整える」の意味。enable us to pave the way for a futureで、「私たちが未来への道を開くことを可能にする」という意味で、その未来ではAIが生活をより豊かに向上させるということを述べている。

[試証] 人工知能（AI）は、近年大きな成長を遂げた。その背景には、AIの下位分野である機械学習と深層学習の進歩がある。機械学習のアルゴリズムによって、コンピュータはデータから学習し、予測を行うことが可能になった。一方、深層学習のアルゴリズムは、人間の脳の神経ネットワークを模倣し、高度なパターン認識や意思決定を可能にした。これらの発展により、AIの能力はさらに向上し、高度なレベルに到達している。AIが実際に活用される場面が増えるにつれ、「AIの民主化」という概念も認識されるようになった。この概念は、AIを広く普及させ、その恩恵が一部のエリート個人や組織に限定されないようにすることの重要性を強調している。その結果、今日では、AIがさまざまな場所や状況で活用されているのを目にすることができます。しかし、このようにAIが広く普及することで、公衆のデータリテラシーの必要性も浮き彫りになっている。

AIは、ゲーム分野においても大きな進歩をもたらした。ノンプレイヤーキャラクター（NPC）は、特にロールプレイングゲーム（RPG）において重要な役割を果たしている。プレイヤーがアバターを操作しながら迷路のよ

うなステージを進む中で、AI技術を搭載したNPCの敵と遭遇する。これらのAI敵キャラクターは、プレイヤーの存在を検知し、自動的に攻撃を仕掛ける能力を持つ。将来的には、これらがさらに進化し、過去の戦闘を記憶し、対策を立てる能力を備えるようになる可能性がある。これにより、ゲームのリアリズムが向上し、プレイヤーにとってより難易度の高い体験が提供されることになるだろう。

また、教育分野においても、AIは大きな変革をもたらしている。特に言語学習において、その恩恵は顕著である。学習者は、AIを活用したプログラムを通じて、即座にフィードバックを受けることができる。自動テストや音声認識技術により、発音や文法の誤りがすぐに指摘されるほか、学習者がAIシステムに作文を提出すると、誤りを自動的に検出し、修正の提案を行う。このような即時フィードバックは、従来の教室学習では必ずしも得られるものではない。しかし、この機能によって自主学習が促され、学習者は個別に適した形で言語スキルを向上させることが可能となる。

こうした有望な発展がある一方で、AIを日常生活に取り入れることには重大な課題もある。そのひとつが、正確な意思決定能力の欠如である。AIは既存のデータに基づいて判断を下すため、データベースに存在しない状況に対して即座に適切な判断を下すことができない。例えば、自動運転車が歩行者の予期しない行動を認識できず、衝突事故を引き起こした事例がある。また、交通事故によって道路に油が流出するなど、運転環境が突然変化した場合、AIはその変化に適応することが難しい。

さらに、AIには、既存の社会的不平等を助長するリスクもある。AIは過去のデータのみに基づいて判断を行うため、その決定が差別的な結果を生み、公平性を損なう可能性がある。この問題に対しては、多くの専門家が議論を重ねている。例えば、Stuart Russell氏は、カリフォルニア大学バークレー校の教授であり、著名なAI研究者であるが、AIシステムを人間の価値観に合致させることの重要性を強調し、AIが人類にとって危険な存在とならないようにすべきだと主張している。また、Timnit Gebru氏は、かつてGoogleの倫理的AIチームを共同で率いた研究者であり、AIにおけるバイアスの解消と公平性の推進を求める規制の必要性を訴えている。彼女は、AIの開発において透明性と包括性が求められることを強く主張している。これらの議論は、AIの倫理的・社会的影響を探求し、その恩恵を活かしつつ、潜在的なリスクを軽減することを目的としている。

AIの民主化は、技術と人間の関わり方を大きく変えた。製造業、ゲーム、教育などの産業におけるAIの活用は、私たちの日常生活をさまざまな側面で革新してきた。しかし、その恩恵とともにリスクも存在する。私たちは、AIの進化を人類の利益につなげるために、慎重なバランスを取る必要がある。そうすることで、AIが私たちの生活をより豊かに向上させ、より包括的で公平な社会を築くための力となる未来を切り開くことができるだろう。

## 2 文法・語法問題

【解答例】(2点×10=20点)

- (a) 4 (b) 3 (c) 2 (d) 3 (e) 4  
(f) 3 (g) 1 (h) 2 (i) 1 (j) 3

【解説】

(a) 間接疑問文の語順に関する知識を問う問題である。選択肢1の接続詞 that の後ろには<主語+動詞>の形が必要になるため誤りである。選択肢2は、"that"を接続詞として考えても関係詞と考えても、意味的に不完全な文になる。選択肢3の Which do you know は疑問詞 which が意味的に合わないため誤りとなる。選択肢4は、<do you think>の挿入の後に<主語+動詞>の形になっており、文法的に正しい文になる。

My printer's light is blinking. What do you think it indicates?  
「私のプリンターのランプが点滅しています。何を示していると思っていますか？」

(b) 接続詞 "unless" の使い方を問う問題である。選択肢1と2は「don't」を含むため、逆の意味になってしまふ。選択肢4は the words of the meaning という不自然な語順のため誤り。unless に続

く部分を自然な文にするには、選択肢3の understand the meaning of the words が正しい。

You cannot appreciate this poem unless you understand the meaning of the words.

「言葉の意味を理解しない限り、この詩を理解することはできない」

(c) 過去形と完了形の区別に関する問題である。last year's tournament という特定の過去の出来事を表す語句があるため、選択肢2の過去形 won が正解となる。選択肢1の<had won (過去完了形)>は、さらに過去の出来事を表わし、選択肢3の<has won (現在完了形)>は特定の過去の時点を示す表現とは共起しないため誤り。選択肢4の will have won は未来完了形であり、時制が合わないため誤りとなる。

That team won last year's tournament for the fifth time in ten years.  
「そのチームは昨年のトーナメントで10年ぶり5度目の優勝を果たした」

(d) 関係詞の知識を問う問題である。I know の後にある is の主語にあたるものがないため、主格の関係代名詞 who が正しい。選択肢1の whose は所有格、選択肢4の whom は目的格となり、選択肢2の which は人に対して使用できないので、不正解となる。

I want to see a friend who I know is now living in Canada.  
「カナダに住んでいる友人に会いたいんだ」

(e) 仮定法の知識を問う問題である。文法的にはいずれも可能であるが、選択肢1の gave では、考える時間を与えていたことになるので、意味的に矛盾する文になる。選択肢2の would have given は、「ただ考える時間を与えていただろう」のような過去の可能性を表わすため、意味的整合性が取れなくなる。選択肢3の<had given (過去完了)>も、ifがないことから、既に時間は与えていたことになるので、意味的に不自然になる。選択肢4は、過去の仮定を踏まえた、現在の義務を表わすことになり、just とも意味的に矛盾しないことから、正解となる。keep good time で「(時計が) 正確な時間を示す」の意となるので、選択肢3が正解となる。

We just have to give him more time to think.

「彼には考えるのに十分な時間を与えさえすればよい。」

(f) 代名詞 neither を使った、主語と動詞の一貫に関する問題である。neither は単数扱いであることから、正解は選択肢1か3に絞られる。選択肢1の keeps right time は、この文脈では不自然な表現となる。

I have two watches in my room, but neither of them keeps good time.  
「私の部屋には時計が2つある。でも、どちらも正しい時刻を刻んでくれない」

(g) That house を修飾する形容詞的な働きをする分詞から、意味的に適切なものを選択する問題である。現在分詞の選択肢2と3は意味的に(状況的に)不自然になるため、不正解となる。選択肢4は、は lot of の後ろの名詞が単数形になっているため、文法的に間違いである。That house surrounded by a lot of trees is so beautiful.  
「あの家の木々に囲まれていて、とても美しい。」

(h) 名詞と冠詞の使い方に関する知識を問う問題である。選択肢1と3は、some を冠詞と一緒に使うことはできないため不正解となる。選択肢4の the を使うには文脈的な特定の知識が必要だが、ここでは提示されていないため不正解となる。

He has a good knowledge of Japanese manga.

「彼は日本の漫画についての豊富な知識を持っている」

(i) 仮定法を使った倒置表現の語順に関する知識を問う問題である。選択肢2は仮定の意味を持たない為、意味的に不自然な文になる。選択肢3は完了形の現在分詞になるので「知っていた」という事実を表わすことから、意味的に不自然になる。選択肢4は、現在形になり、時制的整合性が取れない文になる。よって、選択肢1の if を省略した倒置構文「Had I known」が正解となる。

Had I known your schedule, I could have rearranged the meeting.  
「あなたのスケジュールを知っていれば、ミーティングを変更することができたのに」

- (j) 比較表現の知識を問う問題である。比較対象が2つの場合、<the + 比較級>の形が必要となる。選択肢1のlargerや選択肢2のa largerは誤り。選択肢4のthe largestは最上級であり、2つのうち一方を選ぶ場面には適切ではないため、選択肢3のthe largerが正解となる。

Tom bought the larger of the two bags in case something happens.  
「Tomは何かあったときのために、2つのバッグのうち大きいほうを買った」

### ③ 読解問題

〔解答例〕 (4点×5=20点)

- (a) 2 (b) 4 (c) 3 (d) 2 (e) 1

〔解説〕

〔問1〕

- (a) 選択肢1は、Geminoidが「基本的な電子システム」を使用して「どんな人間の活動も模倣できる」と述べているが、本文では特定の動作（表情や頭の動き、声の抑揚）の模倣に特化しているため、不適。選択肢3は、Ishiguroの感情を理解する能力について述べているが、本文では言及されていないため、不適。選択肢4も、自己理解能力を持つとは述べられていないため、不適。したがって、Ishiguro自身を模倣するように設計されたことを示す選択肢2が正しい。
- (b) 選択肢1は、ERICAが「歓迎や思いやりの感情」と「話す機能」を持つことを期待されていると述べているが、本文では「社会的に適切なコミュニケーション能力」について触れられているのみで、感情については明示されていないため、不適。選択肢2は、ニュースについて「より深く考える能力」を指しているが、本文にはそのような記述はないため、不適。選択肢3は、「高度な学習能力」について述べているが、本文ではその能力が期待されているとは明言されていないため、不適。選択肢4の「人間のような意識を持ち、現在の能力を向上させることができるようになる」という内容が本文の記述と一致するため、正しい。
- (c) 選択肢1は、「人間を構成する物質」を知ることが目的であると述べているが、本文ではそのような科学的要素には触れていないため、不適。選択肢2は、「ロボットの作り方を理解する」と述べているが、Ishiguroの研究目的はロボットの製造自体ではなく、人間の本質を理解することにあるため、不適。選択肢4は、「ロボットが人間性を表現する方法を理解する」とあるが、研究の本質的な目的は人間性そのものの理解であり、ロボットの表現方法に限定されるわけではないため、不適。したがって、「人間らしさを決定づける要素を理解する」ことを示す選択肢3が正しい。
- (d) 選択肢1は、Ishiguroが「コンピューターを使ってリモート操作を行う」と述べており、本文に記載があるため、不適。選択肢3は、「没入型の遠隔操作を行い、身体感覚を経験する」とあるが、本文にはその詳細が明記されているため、不適。選択肢4も、「認知科学者と協力して、遠隔操作中のオペレーターの脳の働きを調査している」と本文に述べられているため、不適。選択肢2の「ロボットから音声や顔・頭の動きを収集する」という記述は本文ではなく、むしろIshiguro自身の動きをロボットに反映させる仕組みであるため、これが正しい。
- (e) 選択肢2は、「現在の生活様式を保護する」とあるが、本文ではIshiguroの研究が「生活を変革する可能性がある」と述べられているため、不適。選択肢3は、「新しい人間のコミュニケーション手段を開く」とあるが、本文では主に人間とロボットの関係について述べており、人間同士のコミュニケーション手段の発展については明言されていないため、不適。選択肢4は、「ロボットが現在の技術を超えるほど高度化する」と述べているが、本文では技術の発展について

触れているものの、現在の技術の限界を超えるかどうかまでは述べられていないため、不適。選択肢1の「より洗練された人間のようなロボットが増える可能性がある」という内容が本文の記述と一致するため、正しい。

〔試訳〕 Hiroshi Ishiguroは世界的に有名なロボット工学者であり、大阪大学の知能ロボット研究室の所長を務めている。彼のロボット工学への情熱は、何年も前、彼が画家だったころに始まったが、その後、プログラミング分野で最も優れた発明家の一人となった。数々のロボットを設計・開発し、世界を驚かせることで、技術の新たな可能性を切り開いた。

Ishiguroの最も有名な作品の一つに、彼自身に似せて作られたGeminoidというロボットがある。このロボットは脚を持たず、シリコンゴムとガス駆動の機構で作られており、Ishiguroの表情や頭の動き、声の抑揚を模倣できる高度な電子システムを備えている。このGeminoidを通じて、Ishiguroは自己認識についてより深く考えるようになった。彼は、いずれロボットが人間のような感情や情熱を持つようになると考えており、その実現に向けて努力を続けている。Ishiguroの代表的な発明の一つであるERICAは、人間に似た外見を持ち、社会的に適切な形で会話ができる高度な人工知能システムを搭載している。彼は、ERICAが将来的に人間のような意識を持ち、ニュースの読み上げなどの能力をさらに向上させることを期待している。また、2014年には、日本の博物館で披露されたKodomoroidやOtonaroidというロボットも開発しており、これらはリアルな形でニュースを伝えることができる。

しかし、彼が制作したロボットがどれほど印象的なものであれ、Ishiguroの目的は単なるロボット開発にとどまらない。彼のロボットは、人間の本質や知能、行動に関する仮説を検証するためのプラットフォームでもある。彼の研究の究極的な目標は、「人間とは何か」を明らかにすることであり、そのために日本語で「存在感」と呼ばれる、対面した際に感じる人間らしさの正体を探求している。彼は、その「人間らしさ」の源泉を解明し、ロボットを通じてそれを表現できるかどうかを探ろうとしている。

この目的のため、Ishiguroは人間とロボットの関係を研究するために独特のアプローチをとっている。彼は、コンピューターを使ってロボットを遠隔操作し、マイクを用いて自分の声をロボットに伝え、カメラで自身の顔や頭の動きを追跡することで、ロボットがそれを再現できるようにしている。ロボットは彼の話し方や頭の動きを模倣するだけでなく、呼吸やわずかな動作を表現することも可能である。ただし、一部の人間らしい行動（例えば喫煙）は、あえてプログラムされていない。この没入型の遠隔操作は、Ishiguroにとって非常にリアルな体験となり、彼自身がロボットの体内にいるかのような身体感覚を覚えることがある。さらに、認知科学者と協力し、この遠隔操作中にオペレーターの脳がどのように機能するのかを研究している。これらの知見は、人間と深くつながることのできるロボットの開発に大いに役立つと考えられる。

Hiroshi Ishiguroの革新的な研究は世界を驚かせ、人間とロボットの関係に新たな可能性をもたらしている。彼の研究は、我々の生活を変革する可能性を秘めており、彼の情熱と献身的な姿勢は、多くの若い研究者にとって大きな刺激となるだろう。多くの若い研究者はIshiguroの先駆的研究に追随することになるであろうことは間違いない。彼は「現在」を代表する研究者であり、これから未来を担うのは若い世代である。未来において、創造力と革新性が制約されることではなく、発明されるロボットは人間のように振る舞い、私たちを助け、驚異的な進化を遂げることになるだろう。

### ④ 英作文空所補充問題

〔解答例〕 (2点×10=20点)

- |                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
| (1) celebration/ceremony        | (2) lowered  |
| (3) seen                        | (4) purchase |
| (5) own                         | (6) married  |
| (7) disagree/dissent/disapprove | (8) mature   |
| (9) put                         | (10) dressed |

### 【解説】

- (1) Yumi は「2年前に成人式を迎えた」と述べている。会話中には、It's to celebrate...という表現や attend a ceremony という表現があり、成人の日に行われる行事のことを指している。文中では、所有格 her の後に続く語が入るため、名詞 ceremony, もしくは「お祝い事」を意味する名詞の celebration が正答となる。
- (2) Sakura は「政府が成人年齢を 20 歳から 18 歳に引き下げた」と述べている。文脈上、adjusted the age of adulthood down に対応する lowered が適切である。
- (3) Oliver は「18 歳以上は成人と見なされる」と述べている。文脈から regarded as に対応する語として seen が適切である。
- (4) 会話の中で Yumi は「18 歳以上は携帯電話を購入できる」と述べている。文脈から buy cellphones に対応する purchase が適切である。
- (5) 会話の中で Yumi は「18 歳以上は自分名義のクレジットカードを作る契約ができる」と述べている。文中では、「彼ら自身のクレジットカードを手に入れられる」とあるため、their と credit card の間に「自身の」を意味する own を入れるのが適切である。
- (6) 会話の中で Sakura は「18 歳以上は親の同意なしで結婚できる」と述べている。marry に対応する表現として、文中では get に続く表現が求められているため、「結婚している状態」を表す過去分詞の married が適切である。
- (7) 会話の中で Sakura は「親が同意しなくても結婚できる」と述べている。without their parents'agreement に対応する動詞の disagree, dissent, disapprove を入れるのが適切である。
- (8) Yumi は「20 歳未満は成熟しておらず、責任ある決定ができないと考える人もいる」と述べている。too immature に対応するのは not mature enough であるため、mature が適切である。
- (9) Sakura は「成人の日には伝統衣装を着る」と述べている。文脈上 dress up in traditional costumes に対応するのは「身につける」を意味する put on であり、したがって put が適切である。
- (10) Oliver は「街に行って、着飾った人々を見たい」と述べている。「着飾る」は dress up, 「彼らが着飾った状態を見る」は、see them, all dressed up となるため、dressed が適切である。

### 【こんなミスが目立った】

#### ① 長文読解問題

- ・問題文に「Doing so が指す内容を明確にして」とあるが、内容を明確にせず「そうすることは」などとしていた訳例が見られた。
- ・Doing so を直前の文 We must strive to strike a delicate balance where AI's changing capabilities are used for the betterment of humanity. を用いて示す際に、capabilities を「容量」「キャパシティ」と訳す誤答が見られた。また、AI's changing capabilities「AI の進化する能力」を「AI が変化するための能力」としている例訳も見られた。
- ・pave the way「～への道を開く、～の準備を整える」において、way を「方法」「やり方」と訳すなどの誤答が見られた。
- ・AI enriches and enhances our lives「AI が私たちの生活を豊かに、より良くさせる」という部分を「AI が人間性を持つようになる」「AI が人間に近づく」と訳している誤答が見られた。

#### ④ 英作文空所補充問題

- 語形変化の誤答や単語の取違え、スペルミスなどが多く見られた。
- celebration のスペルミスや、celebrate, celebrated などの誤答があった。
  - low, lowed, law, legal などの誤答が見られた。
  - see, such, since などの誤答があった。
  - pay などの単語の取り違えがあった。
  - obtain の誤答があった。
  - marry, marrying などの語形変化の誤答があった。
  - decide, decisions などの誤答が目立った。
  - much, mean, mention, mentioned などの誤答があった。

(9) people などの誤答があった。

(10) dress, dressing など語形の誤答に加え、down, day などの誤答もあった。

### 工学部第二部（3月3日試験）

#### ① 長文読解問題

##### 【解答例】

##### 【問1】(3点×11=33点)

- (a) 3 (b) 4 (c) 1 (d) 2 (e) 1 (f) 2  
(g) 3 (h) 1 (i) 3 (j) 2 (k) 2

##### 【問2】(7点)

自然界で見られる協力と相互依存を重視する考え方

##### 【解説】

##### 【問1】

(a) 「These relationships」は、前の文で述べられている関係を指している。本文では、人間と消化器内の細菌、家族とのつながり、自然との関係が挙げられており、これらはすべて相互に利益をもたらす関係である。したがって、選択肢 3 が正しい。つまり、人間は自然や他の生物と共に生き、お互いに良い影響を与え合っている。

(b) 下線部(b)では、自然界における異なる生物同士の相互利益について述べられている。本文には「異なる種の間に見られる相互利益」とあるため、選択肢 4 の「We can see nature promoting cooperative relationships among animals.」が最も適切。つまり、自然界では動物同士が助け合いながら生きているということを強調している。

(c) 下線部(c)「selectively breeding them for improved abundance and lifespan.」は、農業で人間が作物を改良することを指している。本文では、食料生産量を増やし、作物を長持ちさせるために品種改良していることが述べられているため、選択肢 1 が正しい。つまり、人間は自然の植物をそのまま利用するのではなく、より良いものを選び育てている。

(d) 下線部(d)の「excrete」は、「排出する」「分泌する」という意味であり、アブラムシが甘い液体（ハニーデュー）を出す行為を説明している。したがって、選択肢 2 の「release (放出する)」が最も適切。つまり、アブラムシは自分の体から特定の物質を出すことで、アリと共生している。

(e) 下線部(e)では、アリがアブラムシを守り、適した場所へ移動させる行為について述べられている。本文には、アリがアブラムシを外敵から守り、より良い環境に移動させると書かれているため、選択肢 1 が正しい。つまり、アリはアブラムシを保護し、生活しやすい場所へ連れて行くことで、お互いに利益を得ている。

(f) 下線部(f)では、アリがアブラムシの世話をする理由が述べられている。本文では、アブラムシが甘い液体（ハニーデュー）を提供するため、アリが彼らを世話をすることが説明されている。選択肢 2 の「アブラムシが甘い液体を提供するから」が正しい。つまり、アリはエサを得るためにアブラムシを飼育しているような関係にある。

(g) 下線部(g)では、「彼らの自然な生息環境を模倣する環境に配置する」とある。これはアブラムシ（aphids）を指しており、アリがアブラムシの生息環境を再現するような環境を作っていることを意味している。したがって、選択肢 3 が正しい。つまり、アリはアブラムシの生活をできるだけ快適にするために工夫している。

(h) 下線部(h)では、「生命の相互関係」として具体例が挙げられている。本文では、アリとアブラムシの関係が、相互に利益をもたらす生態系の例として説明されているため、選択肢 1 が正しい。つまり、小さな生物同士の関係も、私たちが学ぶべき協力の仕組みを示している。

(i) 下線部(i)の「keeping things on track」は「物事を円滑に進める」という意味である。本文では、生態系のバランスを維持することについて述べられているため、選択肢 3 の「continuation (継続)」が最も適切。つまり、生物同士の関係が続くことで、自然のバランスが保

たれているということを伝えている。

- (j) 下線部(j)では、「私たちの行動が生態系に影響を与える」ことが述べられている。これは、「人間が生態系への負の影響を減らす必要がある」という認識を促しているため、選択肢2が正しい。つまり、人間の行動次第で環境が良くも悪くもなるため、意識を持つことが大切である。
- (k) 本文は、動物、植物、微生物などの生態系内の関係性について述べているため、選択肢2「Interdependent relationships in ecosystems (生態系における相互依存の関係)」が最も適切。つまり、自然界ではすべての生き物がつながっており、お互いに影響を与え合いながら生きている。

## 【問2】

下線部(ア)「this approach」は、直前の「By adopting a mindset that values cooperation and interdependence in nature, we can ensure the health of our ecosystems.」に基づき、「自然界の協力と相互依存を重視する考え方」を指す。したがって、日本語では「自然界に見られる協力関係を日常生活や意思決定に応用すること」とまとめするのが適切。

**【試証】** 人間は自然界に見られるものと類似した有益な関係を築き、感情的および身体的な健康を促進する。例えば、私たちの消化器官に存在する善玉菌との共生関係は、消化を助け、全体的な健康を維持するのに役立つ。また、強固な家族の絆や自然とのつながりは、私たちの精神的な幸福を支える。こうした関係は相互に利益をもたらし、関わるすべての存在の生活を豊かにする。

自然界では、異なる種の間で相互に利益をもたらす関係が見られる。その中でも、人間と動物の絆は最も明白な例である。例えば、犬はその鋭い感覚を活かし、もともとは狩猟のために利用されていたが、現在では忠実な仲間となっている。彼らはその働きの代わりに、食事や住処、愛情を受け取る。また、家畜もその一例である。例えば、牛は乳製品のような必需品を提供し、豚はソーセージやベーコンといった肉類を供給し、鶏は卵を産む。その代わりとして、これらの動物は人間から適切な世話を保護を受ける。

植物の世界も人間の生活において重要な役割を果たしており、酸素や食料、薬用資源を提供する。人間は農業を通じて、多くの植物種と共生関係を築いてきた。人間は植物を選択的に育種し、その収穫量や寿命を向上させる一方で、植物が適切な水分や栄養を得られるようにし、病気や害虫から守る。このように、人間と植物の関係も互いに利益をもたらす「ギブ・アンド・テイク」の関係であることが分かる。

野生の世界では、多様な種が予想外ながらも互いに利益をもたらす関係を築いている。その顕著な例の一つが、アリとアブラムシ（植物の汁を吸う小さな昆虫）の相互関係である。アブラムシは体内から「甘露」と呼ばれる糖分を含んだ液体を分泌し、アリはこれを摂取する。その見返りとして、アリはアブラムシを捕食者や厳しい環境条件から守り、より良い食料供給地へと移動させたり、寒い季節には巣の中に運び込んだりする。

アリのコロニー内では特定の役割が割り当てられ、一部のアリはこれらの小さな昆虫の世話をする役目を担う。こうしたアリは、巣の移動時にアブラムシを安全に運び、彼らが快適に生息できる環境を整える。この細やかな配慮は、ペットの世話や家畜の管理といった人間の行動と類似しており、動物の福祉を重視する姿勢がうかがえる。

このようなミクロなレベルでの関係性を研究することで、生態系のバランスや回復力についての貴重な洞察が得られる。それは、生命の相互依存性と、あらゆる種が果たす重要な役割についての理解を深めるものだ。世界最小の「農夫」とも言えるアリが作り出す相互関係と、広大な土地を管理する人間の営みを比較すると、多様な生物間の相互作用がいかに有益であるかが分かる。こうした自然界の複雑な関係性は単なる生物学的な事実ではなく、物事を円滑に進めるために必要な共生の本質を示す深遠な教訓を含んでいる。これらの関係は、私たちが生態系に与える影響を常に意識し、この相互に結びついた生命の網の中での自らの役割について考えるきっかけを与えてくれる。

未来を見据えたとき、私たちはこれらの自然の教訓を環境保全の取り組みに活かすことが不可欠である。自然における協力と相互依存を重視する考え方を取り入れることで、生態系の健全性を維持できる。私たちの生活や意思決定においても、この姿勢を貫き、自然界に見られる持続可能な共生の実践を推進し、繁栄する地球の実現を目指そう。

## ② 文法・語法問題

**【解答例】** (2点×10=20点)

- (a) 2 (b) 1 (c) 3 (d) 1 (e) 4  
(f) 2 (g) 4 (h) 1 (i) 2 (j) 4

**【解説】**

(a) 空欄には、投資がすでに行われたという事実を示す受動態の完了形が入るべきである。選択肢2のhas been madeが正解である。選択肢1のhas already madeは能動態であり、文脈に合わないので不適切である。選択肢3のhas yet been madeはhas yet to be madeが正しい形であり、文法的に誤っている。選択肢4のhas be madeは、“be”的形が間違っており、正しくはhas been madeである。したがって、選択肢2が正しい。

This new technology is under development but at least the investment has been made.

「この新しい技術は開発中ですが、少なくともその投資はすでに行われました。」

(b) 空欄には、家で「中断される」という意味の受動態が適している。選択肢1の“get interrupted”が正解である。選択肢2の“keep interrupted myself”は「自分で自分を中断させ続ける」という意味になり不自然である。選択肢3の“get interrupting”は文法的に誤りである。選択肢4の“keep myself interrupting”も意味的に不自然であるため、選択肢1が正しい。

I would rather study at the library because I get interrupted at home.

「家では中断されるので、図書館で勉強したいです」

(c) 空欄には、スケジュールが変更される可能性があることを表す形容詞が入るべきである。選択肢3の“subject”が正解である。“be subject to”は「～の影響を受けやすい」という意味であり、ここではスケジュールが変更される可能性があることを示している。選択肢1の“intent”は「意図」の意味で文脈に合わない。選択肢2の“object”は「目的」という意味であり、文法的にも意味的にも不適切である。選択肢4の“propose”は動詞であり、形容詞を求めるこの文には当てはまらない。よって、選択肢3が正しい。

Be aware that the schedule is subject to change.

「スケジュールが変更される可能性があることに注意してください」

(d) 空欄には、数を強調する表現が入るべきである。選択肢1のno less thanが正解である。no less thanは「少なくとも」という意味であり、ここでは予想以上の100人以上のゲストが来たことを強調している。選択肢2のno more thanは「せいぜい」という意味であり、文脈に合わない。選択肢3の“fewer than”は「より少ない」という意味であり、逆の意味になってしまふため不適切である。選択肢4のmuch less thanは「はるかに少ない」という意味であり、同様に不適切である。したがって、選択肢1が正しい。

We had no less than a hundred guests at the ceremony. More than we expected.

「式典には少なくとも100人のゲストがいました。予想以上でした。」

(e) 空欄には、プロジェクトリーダーがまだ回復していないことを理由に述べる表現が適している。選択肢4のAs she is still sickが正解である。Asは「～なので」という理由を示す接続詞であり、ここでは彼女がまだ病気であるため代わりに出席するという意味を表している。選択肢1のHaving been sickは「病気であったため」となるが、この分詞構文では主語がsheではなくIとなるため不適切である。

選択肢 2 の Being still sick も同様に文法的に不完全である。選択肢 3 の If she weren't sick は「もし彼女が病気でなければ」という仮定の文であり、文脈に合わない。したがって、選択肢 4 が正しい。

She hasn't recovered yet. As she is still sick, I'll attend instead.

「彼女はまだ回復していません。彼女がまだ病気なので、代わりに私が出席します。」

(f) 空欄には、比較を示す表現が入るべきである。選択肢 2 の as you are が正解である。as...as は「…と同じくらい～である」という意味で、ここでは「君ほど上手くはなかった」と言っている。選択肢 1 の that you were や選択肢 4 の that you do は文法的に誤りである。選択肢 3 の as you did は、「君がしたように」という意味になり、文脈に合わない。したがって、選択肢 2 が正しい。

Yes, I was not as good as you are though.

「ああ、使ったけど、君ほど上手くはなかったよ」

(g) 空欄には、イベントの結果を左右するという意味を示す動詞が入るべきである。選択肢 4 の determine が正解である。determine は「決定する、左右する」という意味で、ここではイベントがどれだけ成功するかを準備が決定づけるという意味である。選択肢 1 の contribute は「貢献する」という意味で、文脈に合わない。選択肢 2 の pursue は「追求する」という意味で不適切である。選択肢 3 の provide は「提供する」という意味であり、文脈に合わない。したがって、選択肢 4 が正しい。

Preparations for the event will determine how well it turns out.

「イベントの準備が、それがどれだけうまくいくかを決定します」

(h) 空欄には、名詞を修飾する語が入るべきである。選択肢 1 の those が正解である。those は具体的なものや、特定のものを指す指示代名詞で、「私が会議で作った人脈」という特定のものを指している。選択肢 2 の who は、先行詞がなく、後続の語が名詞であるため不適切である。選択肢 3 の whose は名詞の前に使われるが、先行詞が不明で不適切である。選択肢 4 の whom は目的格であるが、名詞の前に使うことができない。したがって、選択肢 1 が正しい。

One of those connections I made at the conference offered us financial support.

「私が会議で作った人脈の1人が、私たちに財政的支援を申し出てくれました」

(i) 過去の行為を後悔していることを示す表現が入るべきである。選択肢 2 の having neglected が正解である。regret の後に動名詞を使うことで、過去の行為を後悔する意味を持たせることができる。選択肢 1 の neglected は形容詞や過去形であり、動名詞としての役割を果たさない。選択肢 3 の to neglect は「これから怠ること」を意味し、文脈に合わない。選択肢 4 の in neglecting は文法的に不適切である。したがって、選択肢 2 が正しい。

I didn't make enough effort in my last relationship, and I regret having neglected it.

「私は前の関係で十分な努力をしなかったので、それを忘了ことを悔やんでいます」

(j) 空欄には、修理する価値があるかどうかについて述べる表現が入るべきである。選択肢 4 の worth repairing が正解である。<worth + 動名詞>の形で「～する価値がある」という意味を表す。選択肢 1 の worth being repaired は意味としては近いが、ここではシンプルな動名詞を用いる方が適切である。選択肢 2 の worthily repaired は文法的に不正確である。選択肢 3 の worth to repair は誤った構文であるため不適切である。したがって、選択肢 4 が正しい。

This camera is not really worth repairing since I am going to replace it anyway.

「このカメラはどうせ交換するつもりなので、あまり修理する価値はありません」

### 3 読解問題

【解答例】(4点×5=20点)

- (a) 4 (b) 2 (c) 2 (d) 3 (e) 4

【解説】

(a) 第1パラグラフにおいて、Melvinの最初の反応としては、学習アプリの広告に対して疑念を抱いていたことが描写されている。彼はこの広告を見たときに「詐欺だ」と口にしており、その正直さを疑っていたことがわかる。選択肢 4 が正解である。選択肢 1 は、彼がすでにアプリを使用していて興味を持っていなかったことを示しているが、そのような描写はない。選択肢 2 も、学習方法を批判したとは記載されていない。選択肢 3 は、アプリの入手方法に関する不確さを示しているが、そのようなことは述べられていないため、選択肢 4 が正しい。

(b) 第2パラグラフにおいて、Melvinが学習アプリにどのようにしてアクセスしたかについて、彼は広告をクリックし、アリストアに誘導されたと述べられている。したがって、選択肢 2 の “By clicking on an ad that took him to the app store.” が正解である。選択肢 1 は言語学習サイトでの広告を見ていたわけではなく、選択肢 3 もアリストアで直接検索していたわけではない。選択肢 4 も、アプリのウェブサイトを訪れてダウンロードしたのではないため、選択肢 2 が正しい。

(c) 第3パラグラフにおいて、Melvinがアプリを開いたときに驚いた理由として、アプリが彼の学習内容に関連するものを提供していたことが挙げられる。彼は数学の試験の準備をしており、アプリが彼の現在の勉強に非常に関連する数学の問題を提供していたことに驚いたと記載されている。したがって、選択肢 2 が正解である。選択肢 1 は誤りであり、選択肢 3 も、問題を容易に説明し、無料で提供していたとは記載されていない。選択肢 4 も、一般知識に関するヒントを提供していたわけではないため、選択肢 2 が正しい。

(d) 第3パラグラフにおいて、Melvinがアプリで最初の数学の問題を解いている間に気づいたこととして、彼の最初の答えが間違っていたことが挙げられている。彼は最初、ボールの価格が10セントだと考えたが、それでは合計が1.20ドルになってしまうことに気づき、再考して正しい答えにたどり着いた。したがって、選択肢 3 が正解である。選択肢 1 は、問題が彼のレベルには簡単すぎるという意味だが、そのような描写はない。選択肢 2 も不正解であり、選択肢 4 も誤りである。したがって、選択肢 3 が正しい。

(e) 第4パラグラフにおいて、アプリが追加のダイヤモンドの購入を求めたときのMelvinの反応として、彼はすぐにアプリを閉じて、本を使って勉強を再開したと述べられている。したがって、選択肢 4 が正解である。選択肢 1 は、さらに学習を続けるために喜んでダイヤモンドを購入したこと示しているが、これは事実ではない。選択肢 2 も彼の行動と異なる。選択肢 3 は、他のオンラインの方法を探したとは記載されていないため、選択肢 4 が正しい。

【試証】 Melvinは勉強で疲れ果てていた。目の前の本を見つめながら、頭がぼんやりし、やる気がほとんど残っていなかった。月曜日には重要な試験が控えており、どんなに他のことをしたくても、勉強を続けるしかないと分かっていた。彼は気を紛らわすためにスマートフォンを手に取り、ベッドに横たわってスクロールを始めた。いくつかのアプリを開き、動画をいくつか見たが、時間の無駄だと感じた。これでは勉強の役に立たない。それでも、何か新しいことが起きていないかと、SNSをチェックすることにした。「今のニュースはどうなっているんだ?」と彼はつぶやいた。フィードをスクロールしていると、右上に「広告」と記されたものが目に入った。「また詐欺広告か」とつぶやいたが、カラフルな笑顔のゾウとともに、大きな文字で書かれた「即時・痛みなしで学習!」というタイトルが彼の興味を引いた。

普段、Melvinはこうした広告には慎重だった。ほとんどが巧妙な金儲けの手口であることを知っていたからだ。しかし、この広告は妙に気になっ

た。彼は広告をクリックし、スマートフォンのアリストアへと誘導された。簡単な登録手続きを経て、アプリがダウンロードされた。アプリを開くと、Melvinを迎えたのは、Neilと名乗るアニメ風のゾウだった。彼はMelvinの新しいバーチャル学習パートナーであるという。Neilは初期設定を案内した後、言語、数学、科学、一般知識などの学習分野を提示した。Melvinは数学の試験が控えていたため、この科目を選び、役に立つリソースを探すこととした。

驚いたことに、数学セクションは彼が今まさに勉強している内容と非常に関連性があり、特に応用数学の問題に焦点を当てていた。最初に出された問題は、有名なものであった：「バットとボールの合計価格は1ドル10セントです。バットはボールより1ドル高いです。ボールはいくらでしょう？」Melvinは最初、ボールは10セントだと考えた。するとバットは1ドル10セントとなり、合計が1ドル20セントになってしまー計算ミスだった。考え直した結果、ボールは5セントであり、バットはそれより1ドル高い1ドル5セントで、合計1ドル10セントになると気づいた。この気づきは満足感と励みをもたらし、彼はさらに問題を解くことに意欲を燃やした。

約30分後、Melvinは一通りの問題を解き終え、アプリから「本日の目標達成」の通知が届いた。報酬として20個のデジタルダイヤモンドを獲得した。そこへ再びNeilが現れ、彼を祝福するとともに、より高度なレッスンをダイヤモンドと交換できると伝えた。Melvinが次に進もうとすると、追加のダイヤモンドを購入する必要があると告げられた。彼はこの学習体験を楽しんでいたが、今はお金を使うつもりはなかった。Neilは、翌日になれば新たな無料レッスンが利用できると教えてくれた。それを聞いたMelvinは、学習机に戻ることに決め、本を開き、その晩は自主学習に集中することにした。

#### ④ 英作文空所補充問題

【解答例】(2点×10=20点)

- (1) under (2) walkers/walking (3) neither (4) foggy  
(5) shelter (6) rescued (7) twenty (8) half  
(9) crossing (10) takes

#### 【解説】

- (1) 看板の上から2行目に The road is submerged in water twice a day at high tide. (この道路は1日に2回、潮が満ちると水没します) とある。Noahのひとつ目のセリフは、看板の内容を要約しながら言い換えた部分を含むので、“(①) water”は看板中の submerged in water の言い換えであり、①は名詞 water を目的語に取る前置詞だと考えると、under が正答とわかる。
- (2) 看板の上から7行目(ハイフンで始まる箇条書き「車の運転者向け注意事項」の下から2つ目)に、Be considerate of pedestrians and cyclists when passing by. (歩行者と自転車に乗っている人のそばを通る際には配慮してください) とあるため、この道路は車だけでなく徒歩でも渡れることがわかる。会話文中の(②)の直前にある passable は pass ([道や橋などを] 通行する、渡る) + able (可能な) という形容詞なので、②には pedestrians (歩行者) の同義語で言い換えとなる walkers が入る。walking (徒歩) でも可。
- (3) 看板の上から8行目(ハイフンで始まる箇条書き「車の運転者向け注意事項」の一番下)に、鹿横断注意の項目があるが、鹿が最も出没しやすいのは夜間、夜明け、日暮れ、霧の時だとある。③と④を含む文の1つ前のセリフで「鹿が見たい」という Jun に対して、Noahは「早朝でも日暮れでもないので鹿はいないだろう」と答えている。③直後にある early morning が看板中の dawn, nightfall が dusk の同義語で言い換えること、これらの二語が nor で繋がれていることに気づけば、③の正答 neither が導き出せる。
- (4) ③の手がかりと同じ箇所、看板の上から8行目(ハイフンで始まる箇条書き「車の運転者向け注意事項」の一番下)の文中 at night, dawn, dusk, and fog から、④が指す内容は「霧」であることがわかる。看板中では、前置詞 at の目的語として名詞 fog があるが、会

話では “it's not ④ (f )” と天気を表す it から始まる SVC 構文の C(補語)に「霧」の内容が入ることから、it's sunny/it's cloudy/it's rainy といった天気を表す表現と同様に、形容詞 foggy に品詞を変えれば正答となる。fog を動詞として使う場合、(意識や思考などを) 駆がかかったようにほんやりさせる、混乱させるといった他動詞として用いるので、it's raining (雨が降り続いている) のように現在分詞 fogging が入ることはない。

- (5) 看板の上から3つ目のイラスト(避難小屋)に続く英文では、避難が必要な場合は use the refuge box for sheltering (避難するための避難小屋を使うように) と案内されている。⑤には、冠詞 a に続く名詞 shelter (refuge box の言い換え) を入れれば正答となる。
- (6) ⑤⑥を含む会話文で、Junは「避難小屋はあるにしても、気を付けよう。⑥(r ) されて支払えるお金は僕たちにはないからね」と言っている。⑤の手がかりと同じ箇所、看板の上から3つ目のイラストに続く英文の3文目に、 “Coastguard rescue costs are very high. (沿岸警備隊による救助は高額です)” とあるので、⑥には to be に続く、受動態を作る過去分詞 rescued が入る。
- (7) ⑦を含む会話文では、Noahが「今日は月曜だから、あともう⑦(t ) 分で安全に渡れる時刻になる」と言っている。看板の時刻表で月曜(13日)の欄を見ると、安全に渡れる時間は12時5分以降あるいは23時40分以降であることがわかる。⑦を含む文の直前のやりとりで、現在時刻は quarter to twelve (11時45分) だとわかるので、⑦には twenty が入る。
- (8) ⑧を含む会話文の It says to ~ は、「看板には～しろと書いてある」という意味である。Junが着目したのは、看板の上から5~6行目(ハイフンで始まる箇条書き「車の運転者向け注意事項」の2~3つ目)に記載されている、気象条件によっては安全に渡れる時刻が変動するため always allow 30 minutes extra (常にプラス30分の余裕を見ておくように) という注意事項だ。30 minutes を言い換えて、an extra ⑧(half) hour が正答となる。
- (9) 看板の上から2つ目のイラスト(長靴)に続く英文の後半部分 complete the walk before the middle of the safe-to-cross time period. Never cross when the tide is rising. では、徒歩ルートで島へ渡る場合は、安全に渡れる時間帯のうち、半ばの時刻(干満の変わり目)までに渡り終えること、潮が満ちてきている時間帯(半ば以降の時間帯)には渡らないこと、という注意喚起がなされている。会話文3つ目の Jun のセリフで、砂地を歩いて島へ渡る徒歩ルートを行きたいと言う Jun に対し、Noahは the safe-to-cross times don't seem to apply to the walking path. (徒歩ルートには、安全に渡れる時刻は適用されないらしい) と述べていることから、ふたりは車道を渡るのではなく、砂地を歩くルートを歩いて渡ろうとしていることもわかる。会話文中の⑨を含む Jun のセリフは、車道ならば安全に渡れる時間は8時間あるが、徒歩ルートを歩くならば、安全に渡れる時間帯のうち、潮が満ち始める半ばの時刻までに渡り終えていたほうが良い、の意味なので、⑨には他動詞 finish の目的語となる動名詞 crossing が入る。should have finished は、この文脈においては、過去の行為に対する後悔(～しておけば良かった)ではなく未来完了の用法で、満ち潮に変わる前に渡り終えてしまうのが良い、の意味。
- (10) ふたりが渡ろうとしている徒歩ルートにかかる時間は、看板の上から2つ目のイラスト(長靴)に続く英文中の情報 “WALKING ROUTE (approx. 30min) over the sand” から、砂地を歩いて約(approximately) 30分だとわかる。「時間がかかる」の意味で使われる動詞は take で、<人/物 take (s) + 時間 + to V>, <It takes + 人 + 時間 + to V>, <It takes + 時間 + for 人 + to V>などの表現があることを思い起こせば、⑩に入る正答は takes となる。one way(片道)は三人称単数のため、三単現の s もつけ忘れないようにしよう。

[こんなミスが目立った]

① 長文読解問題

- ・まず下線部の this approach の少し前から読むことで、これが直前の文を指していることに気付くことが必要であるが、違う箇所を見て解答しているものが見られた。
- ・values「高く評価する、重視する」を動詞として捉えず、名詞として捉えたため、文構造や文意が理解できていないものがかなり多く見られた。
- ・後半の the health of our ecosystems を人の健康として捉えている誤答が多く見られた。

④ 英作文空所補充問題

誤答では、品詞の取違え、スペルミス、意味や文脈の取違え、三単現のsの付け忘れなどがあった。特に多く見られた誤答を以下に列挙する。

- (1) unsafe
- (2) weather, water
- (3) norを見逃したことによる not, neverなどの誤答があった。
- (4) fog
- (5) safe, sand
- (6) refuge, rescue
- (7) thirty
- (8) high
- (9) cross
- (10) take, time

2025(令和7)年度 大学入学共通テスト利用選抜(前期) 結果

( ) 内は女子内数

分野	学部	学科・学系	年度	募集人員 (人)	志願者数 (人)	受験者数(A) (人)	合格者数(B) (人)	受験倍率 (A/B) (倍)	合格最低点 (点)	合格最低得点率 (%)	満点 (点)			
情報・通信・ネットワーク	システムデザイン工学部	情報システム工学科	2025	30	1053 (126)	1051 (126)	165 (17)	6.4	440	73.3	600			
			2024	30	997 (124)	990 (124)	118 (17)	8.4	450	75.0				
	未来科学部	情報メディア学科	2025	25	926 (230)	923 (230)	107 (33)	8.6	448	74.7				
			2024	25	762 (202)	759 (201)	97 (26)	7.8	438	73.0				
	工学部	情報通信工学科	2025	25	809 (79)	807 (79)	53 (4)	15.2	479	79.8				
			2024	25	586 (51)	582 (51)	127 (15)	4.6	425	70.8				
	理工学部	情報システムデザイン学系	2025	45	616 (105)	604 (104)	153 (30)	3.9	389	64.8				
			2024	45	665 (119)	661 (119)	171 (34)	3.9	389	64.8				
	合計		2025	125	3404 (540)	3385 (539)	478 (84)	7.1	-	-	-			
	合計		2024	125	3010 (496)	2992 (495)	513 (92)	5.8	-	-	-			
建築・都市・デザイン	システムデザイン工学部	デザイン工学科	2025	25	524 (197)	522 (197)	110 (36)	4.7	425	70.8	600			
			2024	25	437 (173)	433 (173)	70 (28)	6.2	431	71.8				
	未来科学部	建築学科	2025	30	621 (186)	621 (186)	95 (32)	6.5	433	72.2				
			2024	30	525 (176)	525 (176)	69 (19)	7.6	437	72.8				
	理工学部	建築・都市環境学系	2025	20	352 (80)	350 (80)	101 (33)	3.5	370	61.7				
			2024	20	338 (92)	337 (92)	123 (29)	2.7	366	61.0				
	合計		2025	75	1497 (463)	1493 (463)	306 (101)	4.9	-	-	-			
	合計		2024	75	1300 (441)	1295 (441)	262 (76)	4.9	-	-	-			
電気・電子・生体医工	工学部	電気電子工学科	2025	25	700 (46)	698 (46)	202 (11)	3.5	396	66.0	600			
			2024	25	632 (50)	629 (50)	162 (13)	3.9	399	66.5				
	工学部	電子システム工学科	2025	20	493 (44)	483 (43)	150 (13)	3.2	384	64.0				
			2024	20	460 (36)	456 (36)	121 (10)	3.8	398	66.3				
	理工学部	電子情報・生体医工学系	2025	20	215 (48)	215 (48)	84 (19)	2.6	351	58.5				
			2024	20	308 (50)	306 (50)	105 (27)	2.9	360	60.0				
	合計		2025	65	1408 (138)	1396 (137)	436 (43)	3.2	-	-	-			
	合計		2024	65	1400 (136)	1391 (136)	388 (50)	3.6	-	-	-			
機械・ロボット	未来科学部	ロボット・メカトロニクス学科	2025	25	415 (49)	414 (49)	80 (12)	5.2	418	69.7	600			
			2024	25	384 (60)	383 (60)	77 (16)	5.0	407	67.8				
	工学部	機械工学科	2025	25	991 (74)	986 (74)	214 (23)	4.6	419	69.8				
			2024	25	790 (64)	783 (63)	205 (21)	3.8	405	67.5				
	工学部	先端機械工学科	2025	20	426 (58)	425 (58)	109 (19)	3.9	399	66.5				
			2024	20	401 (45)	399 (44)	97 (15)	4.1	397	66.2				
	理工学部	機械工学系	2025	20	332 (24)	329 (24)	88 (7)	3.7	361	60.2				
			2024	20	317 (19)	316 (19)	99 (7)	3.2	360	60.0				
	合計		2025	90	2164 (205)	2154 (205)	491 (61)	4.4	-	-	-			
	合計		2024	90	1892 (188)	1881 (186)	478 (59)	3.9	-	-	-			
生命・化学・サイエンス	工学部	応用化学科	2025	20	515 (192)	514 (192)	114 (49)	4.5	419	69.8	600			
			2024	20	420 (123)	420 (123)	107 (26)	3.9	411	68.5				
	理工学部	理学系	2025	15	303 (63)	300 (62)	134 (23)	2.2	364	60.7				
			2024	15	291 (47)	289 (47)	141 (20)	2.0	362	60.3				
	理工学部	生命科学系	2025	20	251 (83)	247 (81)	99 (45)	2.5	360	60.0				
			2024	20	201 (64)	200 (63)	73 (26)	2.7	360	60.0				
	合計		2025	55	1069 (338)	1061 (335)	347 (117)	3.1	-	-	-			
	合計		2024	55	912 (234)	909 (233)	321 (72)	2.8	-	-	-			
総合計			2025	410	9542 (1684)	9489 (1679)	2058 (406)	4.6	-	-	-			
総合計			2024	410	8514 (1495)	8468 (1491)	1962 (349)	4.3	-	-	-			

## 2025(令和7)年度 大学入学共通テスト利用選抜（後期） 結果

( ) 内は女子内数

学部	年度	募集 人員 (人)	志願者数 (人)	受験者数(A) (人)	合格者数(B) (人)	受験倍率 (A/B) (倍)	満点 (点)
システムデザイン工学部	2025	5	73 (24)	73 (24)	20 (5)	3.7	600
	2024	5	49 (11)	49 (11)	6 (1)	8.2	
未来科学部	2025	5	83 (18)	80 (18)	5 (2)	16.0	600
	2024	5	62 (22)	62 (22)	9 (2)	6.9	
工学部	2025	7	166 (18)	166 (18)	14 (0)	11.9	600
	2024	7	126 (19)	126 (19)	22 (6)	5.7	
理工学部	2025	7	134 (23)	134 (23)	19 (3)	7.1	600
	2024	7	106 (26)	105 (26)	12 (4)	8.8	
総合計	2025	24	456 (83)	453 (83)	58 (10)	7.8	-
	2024	24	343 (78)	342 (78)	49 (13)	7.0	-

※学部単位の募集／合格最低点は非公表

## 2025(令和7)年度 一般選抜(前期) 結果

※一般選抜(前期)の合格最低点は、素点ではなく、平準化した点数です。

( ) 内は女子内数

分野	学部	学科・学系	年度	募集人員(人)	志願者数(人)	受験者数(A)(人)	合格者数(B)(人)	受験倍率(A/B)(倍)	合格最低点(点)	合格最低得点率(%)	満点(点)			
情報・通信・ネットワーク	システムデザイン工学部	情報システム工学科	2025	65	1774 (224)	1683 (222)	196 (20)	8.6	195	65.0	300			
			2024	65	1910 (238)	1815 (227)	220 (25)	8.3	198	66.0				
	未来科学部	情報メディア学科	2025	55	1501 (323)	1425 (311)	108 (17)	13.2	204	68.0				
			2024	55	1629 (413)	1552 (399)	117 (30)	13.3	206	68.7				
	工学部	情報通信工学科	2025	55	1333 (116)	1221 (111)	125 (6)	9.8	195	65.0				
			2024	55	1130 (91)	1058 (80)	199 (7)	5.3	187	62.3				
	理工学部	情報システムデザイン学系	2025	70	830 (139)	789 (135)	170 (34)	4.6	170	56.7				
			2024	70	1150 (168)	1103 (157)	220 (32)	5.0	173	57.7				
	合計		2025	245	5438 (802)	5118 (779)	599 (77)	8.5	-	-				
	合計		2024	245	5819 (910)	5528 (863)	756 (94)	7.3	-	-				
建築・都市・デザイン	システムデザイン工学部	デザイン工学科	2025	55	857 (276)	810 (265)	131 (42)	6.2	189	63.0	300			
			2024	55	831 (278)	793 (269)	126 (44)	6.3	189	63.0				
	未来科学部	建築学科	2025	65	991 (268)	937 (249)	134 (25)	7.0	193	64.3				
			2024	65	911 (250)	859 (238)	119 (34)	7.2	197	65.7				
	理工学部	建築・都市環境学系	2025	35	394 (73)	369 (67)	82 (14)	4.5	165	55.0				
			2024	35	399 (85)	374 (76)	111 (24)	3.4	162	54.0				
	合計		2025	155	2242 (617)	2116 (581)	347 (81)	6.1	-	-				
	合計		2024	155	2141 (613)	2026 (583)	356 (102)	5.7	-	-				
電気・電子・生体医工	工学部	電気電子工学科	2025	60	1129 (69)	1066 (64)	309 (12)	3.4	170	56.7	300			
			2024	60	1324 (92)	1254 (87)	212 (18)	5.9	179	59.7				
	工学部	電子システム工学科	2025	40	693 (67)	634 (60)	161 (11)	3.9	167	55.7				
			2024	40	882 (62)	842 (56)	148 (11)	5.7	180	60.0				
	理工学部	電子情報・生体医工学系	2025	35	155 (28)	138 (27)	62 (10)	2.2	148	49.3				
			2024	35	308 (50)	294 (48)	91 (18)	3.2	155	51.7				
	合計		2025	135	1977 (164)	1838 (151)	532 (33)	3.5	-	-				
	合計		2024	135	2514 (204)	2390 (191)	451 (47)	5.3	-	-				
機械・ロボット	未来科学部	ロボット・メカトロニクス学科	2025	55	725 (96)	671 (89)	126 (14)	5.3	180	60.0	300			
			2024	55	580 (66)	550 (64)	165 (17)	3.3	172	57.3				
	工学部	機械工学科	2025	55	1572 (93)	1492 (85)	322 (17)	4.6	176	58.7				
			2024	55	1331 (61)	1270 (59)	309 (16)	4.1	174	58.0				
	工学部	先端機械工学科	2025	50	722 (80)	685 (74)	199 (13)	3.4	167	55.7				
			2024	50	761 (54)	725 (50)	173 (9)	4.2	169	56.3				
	理工学部	機械工学系	2025	35	497 (28)	461 (25)	143 (7)	3.2	150	50.0				
			2024	35	434 (28)	411 (26)	114 (8)	3.6	150	50.0				
	合計		2025	195	3516 (297)	3309 (273)	790 (51)	4.2	-	-				
	合計		2024	195	3106 (209)	2956 (199)	761 (50)	3.9	-	-				
生命・化学・サイエンス	工学部	応用化学科	2025	40	747 (214)	699 (201)	197 (56)	3.5	182	60.7	300			
			2024	40	683 (195)	650 (185)	195 (55)	3.3	180	60.0				
	理工学部	理学系	2025	55	372 (45)	339 (42)	169 (22)	2.0	154	51.3				
			2024	55	398 (73)	381 (72)	160 (25)	2.4	154	51.3				
	理工学部	生命科学系	2025	35	240 (59)	229 (55)	89 (27)	2.6	152	50.7				
			2024	35	245 (88)	235 (84)	102 (40)	2.3	150	50.0				
	合計		2025	130	1359 (318)	1267 (298)	455 (105)	2.8	-	-				
	合計		2024	130	1326 (356)	1266 (341)	457 (120)	2.8	-	-				
総合計			2025	860	14532 (2198)	13648 (2082)	2723 (347)	5.0	-	-				
総合計			2024	860	14906 (2292)	14166 (2177)	2781 (413)	5.1	-	-				

## 2025(令和7)年度 一般選抜(前期・英語外部試験利用) 結果

※一般選抜(前期・英語外部試験利用)の合格最低点は、素点ではなく、平準化した点数です。

( ) 内は女子内数

分野	学部	学科・学系	年度	募集人員(人)	志願者数(人)	受験者数(A)(人)	合格者数(B)(人)	受験倍率(A/B)(倍)	合格最低点(点)	合格最低得点率(%)	満点(点)			
情報・通信・ネットワーク	システムデザイン工学部	情報システム工学科	2025	5	786 (109)	773 (108)	92 (9)	8.4	134	67.0	200			
			2024	5	785 (99)	769 (96)	107 (9)	7.2	132	66.0				
	未来科学部	情報メディア学科	2025	5	695 (160)	679 (158)	36 (7)	18.9	145	72.5				
			2024	5	737 (189)	716 (187)	39 (8)	18.4	142	71.0				
	工学部	情報通信工学科	2025	5	568 (61)	533 (56)	27 (0)	19.7	143	71.5				
			2024	5	467 (43)	452 (41)	84 (6)	5.4	128	64.0				
	理工学部	情報システムデザイン学系	2025	5	435 (72)	425 (70)	95 (12)	4.5	113	56.5				
			2024	5	515 (86)	504 (84)	73 (8)	6.9	119	59.5				
	合計		2025	20	2484 (402)	2410 (392)	250 (28)	9.6	-	-				
	合計		2024	20	2504 (417)	2441 (408)	303 (31)	8.1	-	-				
建築・都市・デザイン	システムデザイン工学部	デザイン工学科	2025	5	500 (183)	480 (175)	68 (20)	7.1	126	63.0	200			
			2024	5	398 (137)	386 (133)	68 (19)	5.7	126	63.0				
	未来科学部	建築学科	2025	5	449 (120)	438 (116)	52 (15)	8.4	133	66.5				
			2024	5	397 (103)	384 (99)	44 (5)	8.7	135	67.5				
	理工学部	建築・都市環境学系	2025	5	159 (34)	154 (32)	35 (9)	4.4	111	55.5				
			2024	5	172 (33)	166 (31)	35 (5)	4.7	112	56.0				
	合計		2025	15	1108 (337)	1072 (323)	155 (44)	6.9	-	-				
	合計		2024	15	967 (273)	936 (263)	147 (29)	6.4	-	-				
電気・電子・生体医工	工学部	電気電子工学科	2025	5	453 (26)	437 (25)	89 (2)	4.9	119	59.5	200			
			2024	5	509 (35)	493 (35)	97 (5)	5.1	120	60.0				
	工学部	電子システム工学科	2025	5	316 (27)	300 (23)	103 (6)	2.9	113	56.5				
			2024	5	324 (14)	317 (13)	70 (3)	4.5	122	61.0				
	理工学部	電子情報・生体医工学系	2025	5	99 (15)	94 (15)	41 (5)	2.3	98	49.0				
			2024	5	156 (15)	150 (15)	54 (6)	2.8	103	51.5				
	合計		2025	15	868 (68)	831 (63)	233 (13)	3.6	-	-				
	合計		2024	15	989 (64)	960 (63)	221 (14)	4.3	-	-				
機械・ロボット	未来科学部	ロボット・メカトロニクス学科	2025	5	378 (49)	360 (47)	51 (8)	7.1	127	63.5	200			
			2024	5	252 (38)	243 (37)	65 (11)	3.7	114	57.0				
	工学部	機械工学科	2025	5	642 (38)	624 (36)	116 (8)	5.4	125	62.5				
			2024	5	509 (19)	486 (18)	110 (2)	4.4	118	59.0				
	工学部	先端機械工学科	2025	5	349 (47)	343 (46)	82 (9)	4.2	117	58.5				
			2024	5	331 (25)	317 (24)	75 (2)	4.2	113	56.5				
	理工学部	機械工学系	2025	5	247 (10)	234 (9)	78 (5)	3.0	100	50.0				
			2024	5	195 (12)	183 (12)	66 (4)	2.8	100	50.0				
	合計		2025	20	1616 (144)	1561 (138)	327 (30)	4.8	-	-				
	合計		2024	20	1287 (94)	1229 (91)	316 (19)	3.9	-	-				
生命・化学・サイエンス	工学部	応用化学科	2025	5	288 (92)	281 (89)	54 (19)	5.2	128	64.0	200			
			2024	5	293 (93)	281 (87)	70 (16)	4.0	122	61.0				
	理工学部	理学系	2025	5	158 (26)	154 (24)	59 (10)	2.6	103	51.5				
			2024	5	145 (19)	137 (19)	62 (4)	2.2	104	52.0				
	理工学部	生命科学系	2025	5	165 (50)	161 (48)	56 (20)	2.9	103	51.5				
			2024	5	105 (40)	103 (40)	50 (19)	2.1	100	50.0				
	合計		2025	15	611 (168)	596 (161)	169 (49)	3.5	-	-				
	合計		2024	15	543 (152)	521 (146)	182 (39)	2.9	-	-				
総合計			2025	85	6687 (1119)	6470 (1077)	1134 (164)	5.7	-	-				
			2024	85	6290 (1000)	6087 (971)	1169 (132)	5.2	-	-				

## 2025(令和7)年度 一般選抜(後期) 結果

※一般選抜(後期)の合格最低点は、素点ではなく、平準化した点数です。

( ) 内は女子内数

分野	学部	学科・学系	年度	募集人員(人)	志願者数(人)	受験者数(A)(人)	合格者数(B)(人)	受験倍率(A/B)(倍)	合格最低点(点)	合格最低得点率(%)	満点(点)			
情報・通信・ネットワーク	システムデザイン工学部	情報システム工学科	2025	7	317 (52)	255 (44)	11 (2)	23.2	213	71.0	300			
			2024	7	323 (54)	276 (50)	25 (2)	11.0	209	69.7				
	未来科学部	情報メディア学科	2025	7	254 (58)	214 (52)	8 (5)	26.8	214	71.3				
			2024	7	310 (73)	275 (69)	9 (3)	30.6	222	74.0				
	工学部	情報通信工学科	2025	7	186 (29)	152 (27)	8 (3)	19.0	209	69.7				
			2024	7	226 (41)	184 (37)	7 (1)	26.3	222	74.0				
	理工学部	情報システムデザイン学系	2025	17	187 (26)	167 (21)	20 (3)	8.4	194	64.7				
			2024	17	232 (48)	199 (42)	38 (9)	5.2	172	57.3				
	合計		2025	38	944 (165)	788 (144)	47 (13)	16.8	-	-				
	合計		2024	38	1091 (216)	934 (198)	79 (15)	11.8	-	-				
建築・都市・デザイン	システムデザイン工学部	デザイン工学科	2025	7	188 (51)	170 (46)	13 (3)	13.1	196	65.3	300			
			2024	7	188 (68)	169 (61)	13 (5)	13.0	203	67.7				
	未来科学部	建築学科	2025	7	204 (68)	174 (59)	7 (0)	24.9	209	69.7				
			2024	7	234 (71)	201 (60)	9 (1)	22.3	210	70.0				
	理工学部	建築・都市環境学系	2025	7	109 (29)	105 (25)	8 (0)	13.1	194	64.7				
			2024	7	97 (24)	84 (23)	16 (5)	5.3	170	56.7				
	合計		2025	21	501 (148)	449 (130)	28 (3)	16.0	-	-				
	合計		2024	21	519 (163)	454 (144)	38 (11)	11.9	-	-				
電気・電子・生体医工	工学部	電気電子工学科	2025	7	175 (27)	141 (21)	7 (0)	20.1	201	67.0	300			
			2024	7	280 (25)	250 (23)	12 (1)	20.8	203	67.7				
	工学部	電子システム工学科	2025	7	163 (28)	136 (25)	10 (0)	13.6	198	66.0				
			2024	7	223 (35)	202 (33)	12 (3)	16.8	195	65.0				
	理工学部	電子情報・生体医工学系	2025	7	62 (11)	55 (10)	26 (2)	2.1	149	49.7				
			2024	7	97 (10)	89 (9)	23 (1)	3.9	161	53.7				
	合計		2025	21	400 (66)	332 (56)	43 (2)	7.7	-	-				
	合計		2024	21	600 (70)	541 (65)	47 (5)	11.5	-	-				
機械・ロボット	未来科学部	ロボット・メカトロニクス学科	2025	7	183 (27)	158 (24)	7 (0)	22.6	200	66.7	300			
			2024	7	176 (24)	152 (22)	18 (3)	8.4	187	62.3				
	工学部	機械工学科	2025	7	249 (16)	214 (14)	8 (0)	26.8	207	69.0				
			2024	7	274 (20)	238 (19)	21 (1)	11.3	191	63.7				
	工学部	先端機械工学科	2025	7	257 (30)	209 (21)	8 (0)	26.1	206	68.7				
			2024	7	315 (30)	281 (28)	32 (4)	8.8	182	60.7				
	理工学部	機械工学系	2025	7	163 (14)	148 (11)	12 (0)	12.3	191	63.7				
			2024	7	132 (8)	119 (8)	49 (3)	2.4	150	50.0				
	合計		2025	28	852 (87)	729 (70)	35 (0)	20.8	-	-				
	合計		2024	28	897 (82)	790 (77)	120 (11)	6.6	-	-				
生命・化学・サイエンス	工学部	応用化学科	2025	3	159 (67)	136 (55)	3 (1)	45.3	216	72.0	300			
			2024	3	83 (35)	71 (29)	9 (3)	7.9	192	64.0				
	理工学部	理学系	2025	12	86 (17)	72 (13)	15 (3)	4.8	177	59.0				
			2024	12	87 (10)	79 (9)	23 (2)	3.4	154	51.3				
	理工学部	生命科学系	2025	7	67 (20)	53 (19)	10 (5)	5.3	167	55.7				
			2024	7	52 (12)	48 (11)	19 (2)	2.5	149	49.7				
	合計		2025	22	312 (104)	261 (87)	28 (9)	9.3	-	-				
	合計		2024	22	222 (57)	198 (49)	51 (7)	3.9	-	-				
総合計			2025	130	3009 (570)	2559 (487)	181 (27)	14.1	-	-				
総合計			2024	130	3329 (588)	2917 (533)	335 (49)	8.7	-	-				

## 2025(令和7)年度 一般選抜(後期・英語外部試験利用) 結果

※一般選抜(後期・英語外部試験利用)の合格最低点は、素点ではなく、平準化した点数です。

( ) 内は女子内数

分野	学部	学科・学系	年度	募集人員(人)	志願者数(人)	受験者数(A)(人)	合格者数(B)(人)	受験倍率(A/B)(倍)	合格最低点(点)	合格最低得点率(%)	満点(点)			
情報・通信・ネットワーク	システムデザイン工学部	情報システム工学科	2025	3	137 (22)	128 (21)	6 (0)	21.3	143	71.5	200			
			2024	3	142 (29)	128 (28)	9 (1)	14.2	142	71.0				
	未来科学部	情報メディア学科	2025	3	149 (42)	140 (41)	7 (2)	20.0	156	78.0				
			2024	3	153 (39)	140 (38)	4 (0)	35.0	149	74.5				
	工学部	情報通信工学科	2025	3	97 (14)	91 (14)	3 (0)	30.3	157	78.5				
			2024	3	102 (29)	96 (27)	3 (0)	32.0	149	74.5				
	理工学部	情報システムデザイン学系	2025	3	109 (15)	104 (14)	5 (0)	20.8	150	75.0				
			2024	3	61 (20)	56 (17)	11 (2)	5.1	115	57.5				
	合計		2025	12	492 (93)	463 (90)	21 (2)	22.0		-	-			
	合計		2024	12	458 (117)	420 (110)	27 (3)	15.6		-	-			
建築・都市・デザイン	システムデザイン工学部	デザイン工学科	2025	3	106 (39)	98 (37)	5 (3)	19.6	139	69.5	200			
			2024	3	77 (22)	75 (22)	5 (0)	15.0	136	68.0				
	未来科学部	建築学科	2025	3	131 (48)	119 (45)	4 (0)	29.8	154	77.0				
			2024	3	128 (36)	110 (31)	4 (1)	27.5	150	75.0				
	理工学部	建築・都市環境学系	2025	3	74 (21)	70 (20)	3 (0)	23.3	142	71.0				
			2024	3	51 (16)	50 (16)	18 (4)	2.8	114	57.0				
	合計		2025	9	311 (108)	287 (102)	12 (3)	23.9		-	-			
	合計		2024	9	256 (74)	235 (69)	27 (5)	8.7		-	-			
電気・電子・生体医工	工学部	電気電子工学科	2025	3	96 (6)	86 (6)	3 (0)	28.7	150	75.0	200			
			2024	3	85 (7)	79 (7)	4 (0)	19.8	138	69.0				
	工学部	電子システム工学科	2025	3	67 (8)	58 (7)	3 (0)	19.3	128	64.0				
			2024	3	73 (8)	73 (8)	4 (0)	18.3	149	74.5				
	理工学部	電子情報・生体医工学系	2025	3	41 (6)	38 (6)	16 (1)	2.4	99	49.5				
			2024	3	37 (5)	35 (4)	8 (0)	4.4	109	54.5				
	合計		2025	9	204 (20)	182 (19)	22 (1)	8.3		-	-			
	合計		2024	9	195 (20)	187 (19)	16 (0)	11.7		-	-			
機械・ロボット	未来科学部	ロボット・メカトロニクス学科	2025	3	139 (19)	126 (18)	4 (0)	31.5	136	68.0	200			
			2024	3	78 (10)	71 (10)	16 (3)	4.4	118	59.0				
	工学部	機械工学科	2025	3	126 (7)	106 (5)	3 (0)	35.3	138	69.0				
			2024	3	98 (5)	84 (5)	7 (0)	12.0	131	65.5				
	工学部	先端機械工学科	2025	3	144 (24)	122 (20)	3 (1)	40.7	140	70.0				
			2024	3	100 (14)	89 (13)	14 (3)	6.4	125	62.5				
	理工学部	機械工学系	2025	3	90 (9)	80 (8)	4 (1)	20.0	132	66.0				
			2024	3	64 (4)	61 (4)	26 (2)	2.3	101	50.5				
	合計		2025	12	499 (59)	434 (51)	14 (2)	31.0		-	-			
	合計		2024	12	340 (33)	305 (32)	63 (8)	4.8		-	-			
生命・化学・サイエンス	工学部	応用化学科	2025	2	99 (35)	87 (32)	2 (0)	43.5	151	75.5	200			
			2024	2	39 (19)	35 (18)	4 (3)	8.8	128	64.0				
	理工学部	理学系	2025	3	46 (9)	42 (8)	4 (2)	10.5	132	66.0				
			2024	3	38 (4)	36 (4)	11 (0)	3.3	112	56.0				
	理工学部	生命科学系	2025	3	38 (15)	37 (15)	4 (3)	9.3	125	62.5				
			2024	3	20 (2)	18 (2)	7 (1)	2.6	105	52.5				
	合計		2025	8	183 (59)	166 (55)	10 (5)	16.6		-	-			
	合計		2024	8	97 (25)	89 (24)	22 (4)	4.0		-	-			
総合計			2025	50	1689 (339)	1532 (317)	79 (13)	19.4		-	-			
			2024	50	1346 (269)	1236 (254)	155 (20)	8.0		-	-			

## 2025(令和7)年度 大学入学共通テスト利用選抜（工学部第二部） 結果

( ) 内は女子内数

学部	学科	年度	募集人員 (人)	志願者数 (人)	受験者数(A) (人)	合格者数(B) (人)	受験倍率 (A/B) (倍)	満点 (点)
工学部第二部	電気電子工学科	2025	15	99 (10)	99 (10)	67 (7)	1.5	400
		2024	15	72 (11)	72 (11)	46 (7)	1.6	
		2023	15	77 (10)	77 (10)	53 (9)	1.5	
	機械工学科	2025	15	93 (6)	93 (6)	70 (4)	1.3	
		2024	15	70 (15)	70 (15)	56 (13)	1.3	
		2023	15	88 (9)	87 (9)	65 (8)	1.3	
	情報通信工学科	2025	15	104 (9)	102 (9)	65 (5)	1.6	
		2024	15	80 (19)	80 (19)	23 (5)	3.5	
		2023	15	107 (16)	106 (16)	31 (4)	3.4	
	合計		2025	45 296 (25)	294 (25)	202 (16)	1.5	-
			2024	45 222 (45)	222 (45)	125 (25)	1.8	-
			2023	45 272 (35)	270 (35)	149 (21)	1.8	-

## 2025(令和7)年度 一般選抜（工学部第二部） 結果

( ) 内は女子内数

学部	学科	年度	募集人員 (人)	志願者数 (人)	受験者数(A) (人)	合格者数(B) (人)	受験倍率 (A/B) (倍)	合格最低点 (点)	合格最低得点率 (%)	満点 (点)	
工学部第二部	電気電子工学科	2025	20	133 (12)	125 (11)	64 (2)	2.0	85	42.5	200	
		2024	20	107 (19)	98 (17)	60 (11)	1.6				
		2023	20	149 (12)	133 (11)	71 (6)	1.9				
	機械工学科	2025	20	138 (12)	130 (12)	87 (9)	1.5	76	38.0		
		2024	20	107 (13)	97 (10)	69 (6)	1.4				
		2023	20	149 (11)	131 (10)	83 (7)	1.6				
	情報通信工学科	2025	20	145 (12)	132 (11)	25 (0)	5.3	128	64.0		
		2024	20	115 (19)	103 (16)	22 (3)	4.7				
		2023	20	163 (18)	143 (15)	31 (2)	4.6				
	合計		2025	60 416 (36)	387 (34)	176 (11)	2.2	-	-	-	
			2024	60 329 (51)	298 (43)	151 (20)	2.0	-	-	-	
			2023	60 461 (41)	407 (36)	185 (15)	2.2	-	-	-	

※一般選抜（工学部第二部）については、入試年度により合格水準の変動が大きいことから、合格最低点は参考として直近過去3年間の平均点を掲載。

大学入学共通テスト利用選抜／一般選抜

(前期、前期・英語外部試験利用、情報系外部試験利用、  
後期、後期・英語外部試験利用、工学部第二部)

入試種別	①大学入学共通テスト利用選抜			②一般選抜		
	(前期)	(後期)	(工学部第二部)	(前期・前期・英語外部試験利用、情報系外部試験利用 <sup>※</sup> )	(後期・後期・英語外部試験利用)	(工学部第二部)
対象学部	システムデザイン工学部 未来科学部 工学部・理工学部	システムデザイン工学部 未来科学部 工学部・理工学部	工学部第二部	システムデザイン工学部 未来科学部 工学部・理工学部	システムデザイン工学部 未来科学部 工学部・理工学部	工学部第二部
1月	出願期間 1月 6日(火)～ 1月 16日(金) 共通テスト試験 1月 17日(土)～ 1月 18日(日)	共通テスト試験 1月 17日(土)～ 1月 18日(日)	出願期間 1月 19日(月)～ 2月 12日(木) 共通テスト試験 1月 17日(土)～ 1月 18日(日)	出願期間 1月 6日(火)～ 1月 20日(火)		
2月	合格発表 2月 12日(木)	出願期間 2月 12日(木)～ 3月 9日(月) 合格発表 3月 19日(木)	合格発表 2月 21日(土)	試験日 2月 1日(日)～ 2月 5日(木) 合格発表 2月 12日(木)	出願期間 2月 12日(木)～ 2月 18日(水) 試験日 2月 27日(金)～ 2月 28日(土)	出願期間 2月 12日(木)～ 2月 24日(火)
3月					合格発表 3月 8日(日)	試験日 3月 3日(火) 合格発表 3月 8日(日)

※一般選抜（情報系外部試験利用）の対象学部等は、システムデザイン工学部・未来科学部・理工学部の理学系・情報システムデザイン学系・電子情報工学系のみとなります。

## ①大学入学共通テスト利用選抜

(前期・後期) 3教科方式および4教科方式 (システムデザイン工学部・未来科学部・工学部・理工学部)

指定教科	指定科目	3教科方式	4教科方式【国語】	4教科方式【情報】	合計点
		100点(得点×1.0)	100点(得点×1.0)	100点(得点×1.0)	
数学	「数学I、数学A」	100点(得点×1.0)	100点(得点×1.0)	100点(得点×1.0)	600点 満点
	「数学II、数学B、数学C」	100点(得点×1.0)	100点(得点×1.0)	100点(得点×1.0)	
外国語	「英語」①	200点(得点×1.0)	200点(得点×1.0)	200点(得点×1.0)	
理科	「物理」「化学」「生物」から1科目の得点を使用②	200点(得点×2.0)	100点(得点×1.0)	100点(得点×1.0)	
国語	「国語」(近代以降の文章のみ)	—	100点(得点÷1.1)	—	
情報	「情報I」	—	—	100点(得点×1.0)	

(工学部第二部)

指定教科	指定科目	配点	合計点
数学	「数学I、数学A」または「数学II、数学B、数学C」のいずれか高得点の1科目を使用	200点(得点×2.0)	
外国語	「英語」①	200点	
理科	「物理基礎／化学基礎／生物基礎／地学基礎」(物理基礎、化学基礎の選択解答)「物理」「化学」の3科目から1科目の得点を使用②	外国語(得点×1.0)または理 科(得点×2.0)または国 語((得点÷1.1)×2.0)または情 報(得点×2.0)	400点 満点
国語	「国語」(近代以降の文章のみ)		
情報	「情報I」		

①リーディング(大学入学共通テストにおける配点100点)は150点満点に、リスニング(大学入学共通テストにおける配点100点)は50点満点になるように換算します。

②2科目受験者は、第1解答科目の得点を使用します。

## ②一般選抜(前期・前期・英語外部試験利用、情報系外部試験利用、後期・後期・英語外部試験利用)

学部	学科・学系	一般選抜(前期・前期・英語外部試験利用、情報系外部試験利用)							一般選抜(後期・後期・英語外部試験利用)						
		1時間目		2時間目			3時間目		合計点	1時間目		2時間目			合計点
		数学	物理	化学	生物	国語	英語	数学		物理	化学	国語	英語	物理	
システムデザイン工学部	情報システム工学科	○	出題範囲 「数学Ⅲを含む」問題	△	△		△	○	(前期) 3科目 合計 300点満点 (各科目100点)	○	△	△		○	3科目 合計 300点満点 (各科目100点)
	デザイン工学科	○		△	△		△	○		○	△	△		○	
未来科学部	建築学科	○	△	△		△	○	△	(前期・英語外部試験利用) 2科目 合計 200点満点 (数学・理科 もしくは国語 各科目100点)	○	△	△		○	(後期・英語外部試験利用) 2科目 合計 200点満点 (数学・理科 各科目100点)
	情報メディア学科	○	△	△		△	○	△		○	△	△		○	
	ロボット・メカトロニクス学科	○	△	△		△	○	△		○	△	△		○	
工学部	電気電子工学科	○	△	△		△	○	△	(情報系外部試験利用) 2科目 合計 200点満点 (数学・英語 各科目100点)	○	△	△		○	(情報系外部試験利用) 2科目 合計 200点満点 (数学・英語 各科目100点)
	電子システム工学科	○	△	△		△	○	△		○	△	△		○	
	応用化学科	○	△	△		△	○	△		○	△	△		○	
	機械工学科	○	△	△		△	○	△		○	△	△		○	
	先端機械工学科	○	△	△		△	○	△		○	△	△		○	
	情報通信工学科	○	△	△		△	○	△		○	△	△		○	
	理学系	○	出題範囲 「数学Ⅲを含む」または 「数学Ⅲを含まない」問題 を選択	△	△		△	○		○	△	△		○	
理工学部	生命科学系	○		△	△	△	△	○		○	△	△		○	
	情報システムデザイン学系	○		△	△		△	○		○	△	△		○	
	機械工学系	○		△	△		△	○		○	△	△		○	
	電子情報工学系	○		△	△		△	○		○	△	△		○	
	建築・都市環境学系	○		△	△		△	○		○	△	△		○	

●「○」は必須科目、「△」は選択科目。

●「□」は必須項目で「△」は選択項目です。

●理工学部のみ出願した者は「数学Ⅲを含む」問題または「数学Ⅲを含まない」問題のいずれかを試験中に選択できます。ただし、同一試験日に理工学部と他学部を併願した者は、「数学Ⅲを含む」問題を解答してください。

●「物理」「化学」「生物」「国語」(後期は「物理」「化学」)は同一時間に実施します。各学科・学系別に指定されている△の中から試験中に1科目を選択できます。

- 合否判定は、3科目合計点から高得点者を選抜する「合計点選抜方式」と数学1科目が100点満点の者を選抜する「数学満点選抜方式」を採用。

### ③一般選抜(工学部第二部)

学科	1時限目	2時限目		合計点
	数学(必須)	英語(選択)	物理(選択)	
電気電子工学科	○	△	△	2科目合計 200点満点 (各科目100点)
機械工学科	○	△	△	
情報通信工学科	○	△	△	

- 数学の出題範囲は数学Ⅰ、数学A、数学Ⅱ、数学B(数列)、数学C(ベクトル)まで。
  - 英語の受験者は、紙の英和辞書または和英辞書(和英付き英和辞書を含む)のいずれかを持ち込むことができます。なお、電子辞書など電子機器類の持ち込みは一切できません。
  - 合否判定は、2科目合計点から高得点者を選抜する「合計点選抜方式」と数学1科目が100点満点の者を選抜する「数学満点選抜方式」を採用。

各入学者選抜の詳しい情報は入学者選抜要項で必ず確認してください。大学入学共通テスト利用選抜・一般選抜の入学者選抜要項は9月上旬より本学ホームページ上で公開予定です。

# 東京電機大学で学べる5つの専門分野一覧

## 分野や学びの内容から学科・学系を見つけよう。

情報・通信・ネットワーク	建築・都市・デザイン	電気・電子
<p>東京 システムデザイン工学部 情報システム工学科</p> <p>東京 未来科学部 情報メディア学科</p> <p>東京 工学部 情報通信工学科</p> <p>埼玉 理工学部 情報システムデザイン学系</p> <p>東京 工学部第二部(夜間部) 情報通信工学科</p>	<p>東京 システムデザイン工学部 デザイン工学科</p> <p>東京 未来科学部 建築学科</p> <p>埼玉 理工学部 建築・都市環境学系</p>	<p>東京 工学部 電気電子工学科</p> <p>東京 工学部 電子システム工学科</p> <p>埼玉 理工学部 電子情報工学系*</p> <p>東京 工学部第二部(夜間部) 電気電子工学科</p>
機械・ロボット	生命・化学・サイエンス	
<p>東京 未来科学部 ロボット・メカトロニクス学科</p> <p>東京 工学部 機械工学科</p> <p>東京 工学部 先端機械工学科</p> <p>埼玉 理工学部 機械工学系</p> <p>東京 工学部第二部(夜間部) 機械工学科</p>	<p>東京 工学部 応用化学科</p> <p>埼玉 理工学部 理学系</p> <p>埼玉 理工学部 生命科学系</p>	
<p>東京 東京千住キャンパス</p>	<p>埼玉 埼玉鳩山キャンパス</p>	<p>※ 2026年4月より「電子情報生体医工学系」から「電子情報工学系」へ名称変更</p>

**TDU 東京電機大学**  
<https://www.dendai.ac.jp/>

[入試センター] 〒120-8551 東京都足立区千住旭町5番 TEL 03-5284-5151