

令和4年度 和歌山大学大学院システム工学研究科 博士前期課程 一般選抜 筆記試験問題

注意事項

1. 監督者の指示があるまで、この問題冊子を開いてはいけない。
2. 監督者の指示があった後、この問題冊子のページ数と問題数を監督者の説明により確認し、落丁・乱丁や印刷不鮮明なものがあれば直ちに申し出ること。
3. 下表に示す配属希望クラスが指定する<筆記>問題について2題、および<小論文>のA~Dの中から1題、計3題を解答すること。
4. 各解答用紙の所定の欄に、受験番号を必ず記入すること。
5. 解答用紙の問題番号欄に、解答した問題番号またはアルファベットを記入すること。
6. 各問題の中の小問は、特に指示のない限り、すべて解答しなければならない。
7. クラス指定問題以外を解答した場合は、当該問題の得点は0点とする。
8. 解答用紙の中の※印欄には記入しないこと。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。

<筆記>

クラス名	クラス指定 問題番号
コミュニケーション科学	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
先進情報処理 メカトロニクス	1, 2, 5, 6
知能科学	1, 2, 5, 6, 9, 10
デザイン科学	5, 6, 7, 8, 9, 10
システム知能	5, 6, 9, 10
物理工学	2 (必須), もう一問は残りの9題から 1つ選択
ナノマテリアル	4 (必須), もう一問は残りの9題から 1つ選択
ナノテクノロジー	1, 2, 3, 4, 5から 最低1つを選択
知的モデリング	指定なし

問題 番号	主要科目 (出題範囲)
1	・メカトロニクス (計測, アクチュエータ, 力学, 制御)
2	・電気回路 (電気回路, 電子回路, デジタル回路) ・光・電磁気学 (光学, 電磁気学)
3	・量子力学
4	・有機化学 ・分析・無機化学
5	・情報数学 (線形代数, 微積分, 確率と統計) ・人工知能
6	・データ構造とアルゴリズム ・情報ネットワーク
7	・環境科学
8	・建築 (計画, 構造, 施工) ・ランドスケープ (緑化, 都市, 地域)
9	・デザイン・メディア情報の基礎 (デザイン基礎概論, デザイン企画論, メディア 情報数理, コンピュータグラフィックス)
10	・ソフトウェア設計支援技術 (ソフトウェア工学概論, HCI 基礎論, ヒューマンインタフェースデザイン)

<小論文>

クラス指定問題はありせん。A~Dの中から1題を選択し、解答すること。

筆記試験問題

1 次の問1，問2に答えなさい。

問1 材料力学に関する次の(1)，(2)に答えなさい。

- (1) 焼き戻しされた軟鋼を試験片とした引張試験において，試験片に加える荷重を大きくしていったときにどのような現象が起きるか，応力，ひずみ，ヤング率，降伏，くびれ，破断の6つのキーワードをすべて用いて150字程度で説明しなさい。
- (2) 主応力について，垂直応力，せん断応力，主応力面の3つのキーワードをすべて用いて150字程度で説明しなさい。

問2 画像計測に関する次の(1)，(2)に答えなさい。

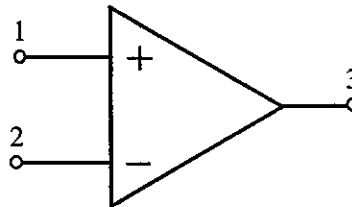
- (1) カメラから見た3次元空間中の対象物の高さ，カメラの焦点距離および画像平面に投影された対象物の高さが既知の場合に，1台のカメラで対象物までの奥行き方向の距離を計算する方法について70字程度で説明しなさい。
- (2) 2台のカメラの幾何的な関係はエピポーラ幾何と呼ばれるが，そこで使用されるエピポーラ線について，光学中心，エピポーラ平面，画像平面の3つのキーワードをすべて用いて100字程度で説明しなさい。

筆記試験問題

2 次の間1，問2に答えなさい。

問1 演算増幅器（オペアンプ）に関する以下の文章を読み，次の（1）～（3）に答えなさい。

演算増幅器は，信号の増幅やアナログ演算などに用いられる電子部品であり，下図のような回路記号で表される。プラス記号の端子1を（①）入力端子，マイナス記号の端子2を（②）入力端子という。端子3は出力端子である。演算増幅器は2つの入力端子に加わる電圧の（③）を増幅する回路であり，通常の演算増幅器ではその増幅度は非常に（④）。また入力端子から演算増幅器内部へ電流が流れ込まないように，（⑤）は非常に大きいことが特徴である。



図

（1）文中の（①）～（⑤）にあてはまる適切な語句を，下の候補から選び書きなさい。

【語句の候補】

反転，非反転，和，差，積，大きい，小さい，入力インピーダンス，出力インピーダンス

（2）増幅回路の出力の一部を入力側に戻すことを帰還という。特に入力から減算するように出力を戻すことを負帰還という。演算増幅器を用いた増幅回路では，抵抗などの受動素子を用いて負帰還回路を構成することが多いが，その理由を説明しなさい。

（3）演算増幅器を用いた反転増幅回路の回路図を作成しなさい。また反転増幅回路の電圧増幅度を -10 とする場合，使用する抵抗の値をどのように設定すればいいか，説明しなさい。

筆記試験問題

問2 次の(1), (2)に答えなさい。

- (1) 自然光と比較した場合のレーザー光の特徴について、次の4つのキーワードをすべて用いて100字程度で簡潔に説明しなさい。

キーワード： 時間的コヒーレンス, スペクトル幅, 空間的コヒーレンス, 指向性

- (2) 光は電磁波であり、電場と磁場の振動が空間を伝搬する横波である。特に電場に着目して、電場の振動方向が規則的な光波を偏光という。ここで電場の振動方向によって屈折率の異なる光学異方性媒質中を、 z 方向に伝搬する光波を考える。進行方向に対して垂直な x, y 平面内での、時間 t における電場の x 方向成分 E_x と y 方向成分 E_y が

$$\begin{pmatrix} E_x \\ E_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_0 \exp[j(\omega t - k_0 n_x z)] \\ E_0 \exp[j(\omega t - k_0 n_y z)] \end{pmatrix}$$

で表されるとする。ただし E_0 は定数、 k_0 は真空中での波数、 n_x は x 方向の屈折率、 n_y は y 方向の屈折率、 ω は角周波数である。 $z=0$ で直線偏光である光波が、 $z=d>0$ において円偏光となるために、 k_0, n_x, n_y, d の間に成り立つ条件を示しなさい。

筆記試験問題

3 1次元中の量子力学的粒子を考える。次の問1，問2に答えなさい。

問1 図1に示すような高さ V ，幅 $2a$ の箱型ポテンシャルに，エネルギー E_0 ($E_0 < V$)をもつ量子力学的粒子を左から $+x$ 方向に打ち込む。次の(1)～(3)に答えなさい。

(1) 仮に粒子が古典的粒子だった場合，何が起きるか答えなさい。

(2) 条件によっては，箱型ポテンシャルの右側の領域($a < x$)でも粒子が観測される。この現象を何というか答えなさい。

(3) 右側の領域に粒子が存在する確率を高くするためには， V, a をそれぞれどのように調整したらよいか答えなさい。

問2 図1のポテンシャルに加えて，図2に示すように， $x = \pm b$ ($0 < a < b$)の位置に無限の高さの障壁をたてた。 $-b < x < -a$ ， $a < x < b$ の領域に，それぞれエネルギー E_1 ($E_1 < V$)の粒子を1つずつ入れる。次の(1)，(2)に答えなさい。

(1) a が大きいくとき，基底状態の波動関数の概形を，対称性を考慮しながら2つ書きなさい。

(2) a を小さくしていくと2粒子はどうなるか，問2(1)の解答と比較しながら答えなさい。

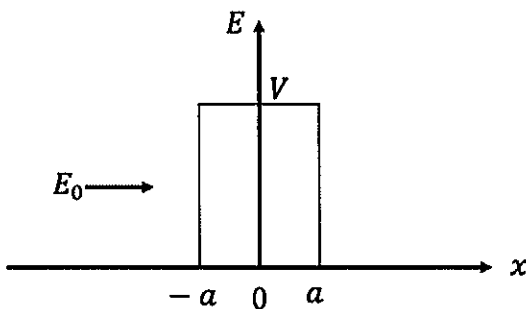


図1

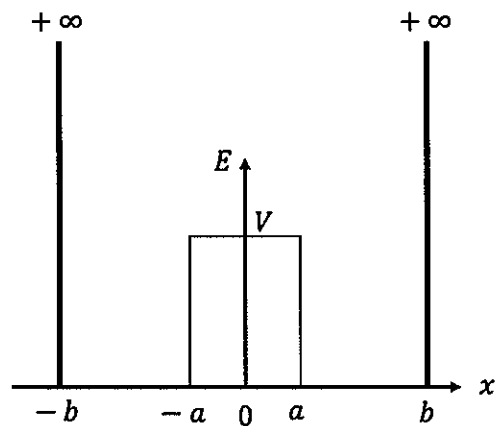


図2

筆記試験問題

4 次の問1，問2について，以下の問いに答えなさい。

問1 次の(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 分子式が $C_{11}H_{12}O_2$ の化合物について，内標準に TMS(テトラメチルシラン)，溶媒に重クロロホルムを用いて 400 MHz NMR で測定した 1H NMR スペクトルを図1に示す。この化合物の構造式を描き，なぜそのような構造式になるのか説明しなさい。なお，構造式は立体も示すこと。

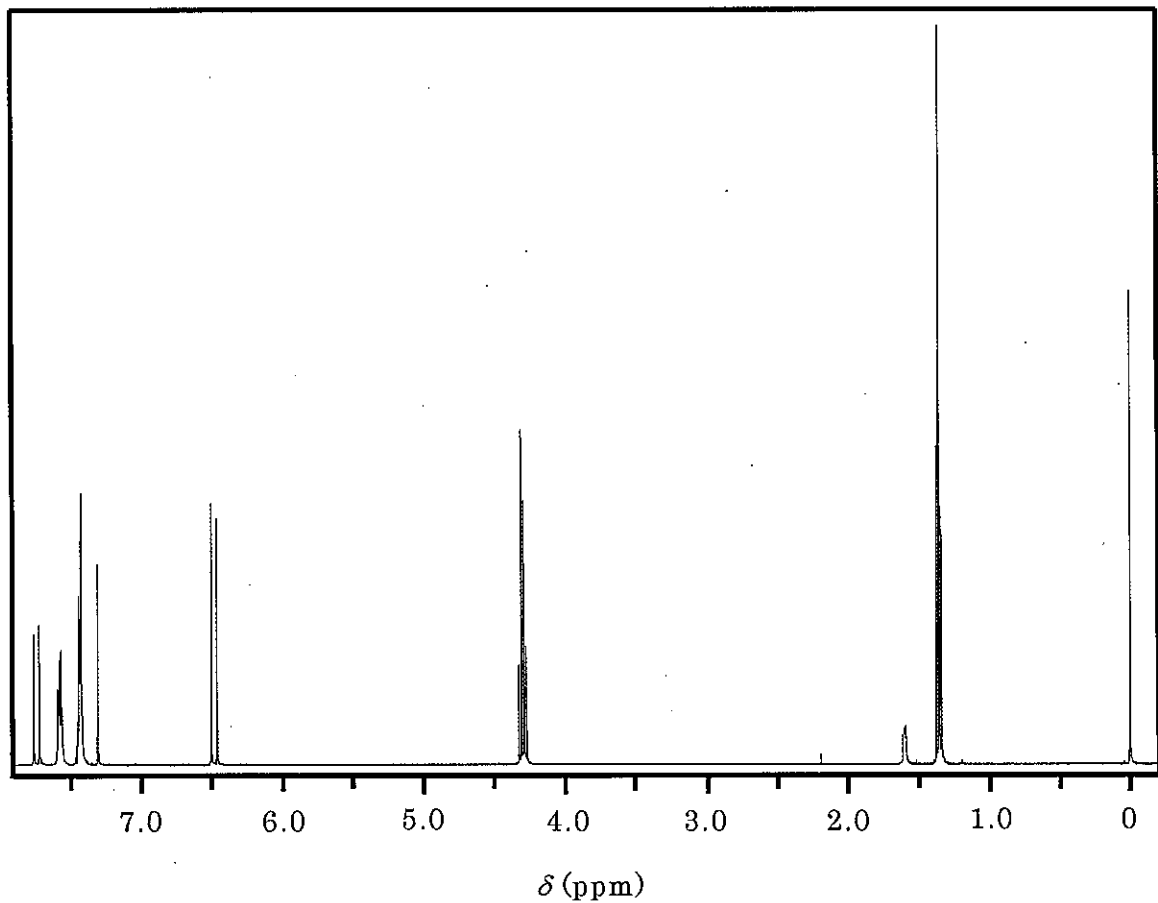
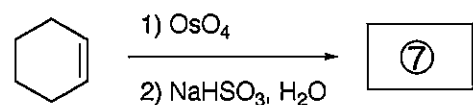
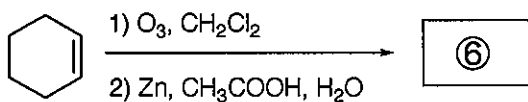
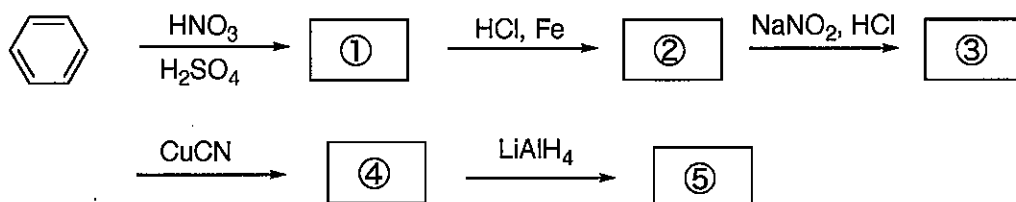


図1. 1H NMR スペクトル

- (a) 1.34 (t, 3H), (b) 4.27 (q, 2H), (c) 6.44 (d, H), (d) 7.69 (d, H)
(e) 7.36-7.55 (m; 5H)
 $J(a,b) = 7.1$ Hz, $J(c,d) = 16.0$ Hz

筆記試験問題

(2) 以下の反応式中の①～⑦に、当てはまる化合物の構造式を答えなさい。なお、必要に応じて立体を明記すること。



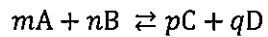
(3) 次に示すモノマー①～④について、最も適当な重合法はどれか、(a)～(c)のうちから答えなさい。

モノマー：①アクリロニトリル，②ブチルビニルエーテル，③ビニリデンシアニド，
④ 1-ブテン

重合法：(a)カチオン重合，(b)アニオン重合，(c)配位重合

筆記試験問題

問2 化学種 A, B, C, D について, 次のような可逆反応について考える (m, n, p, q は正の整数)。これについて, 次の (1) ~ (3) に答えなさい。



- (1) 化学種 A, B, C, D の活量をそれぞれ a_A, a_B, a_C, a_D として, この右向きの反応の熱力学的平衡定数 (K) を書きなさい。
- (2) 温度と圧力が一定のもとでは, K は一定の値を示す。この法則を何というか, 答えなさい。
- (3) (2) の法則を導きなさい。化学種 A, B, C, D の化学ポテンシャルをそれぞれ $\mu_A, \mu_B, \mu_C, \mu_D$, 標準化学ポテンシャルをそれぞれ $\mu_A^0, \mu_B^0, \mu_C^0, \mu_D^0$, R を気体定数, T を絶対温度として, 反応ギブズエネルギーを用いて考えなさい。

筆記試験問題

5 次の問1，問2に答えなさい。

問1 次の(1)～(4)に答えなさい。

- (1) 3つの確率変数 x, y, z の分散が $\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z = 3$ ，共分散が $\sigma_{xy} = \sigma_{xz} = \sigma_{yz} = 1$ のとき，3つの確率変数の分散共分散行列 Σ を書きなさい。
- (2) 分散共分散行列 Σ の固有値のうち2つが $\lambda_1 = \lambda_2 = 2$ のとき，3つ目の固有値 λ_3 を求めなさい。
- (3) 最大の固有値に対する固有ベクトル \boldsymbol{v} を求めなさい。ただし，固有ベクトルは大きさが1になるように正規化しなさい。
- (4) ベクトル $\boldsymbol{m} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix}$ を固有ベクトル \boldsymbol{v} に正射影したベクトル \boldsymbol{m}' を求めなさい。

筆記試験問題

- 問2 図1に示す，畳み込みニューラルネットワーク（以下，CNN）に関して，次の（1）～（3）に答えなさい。

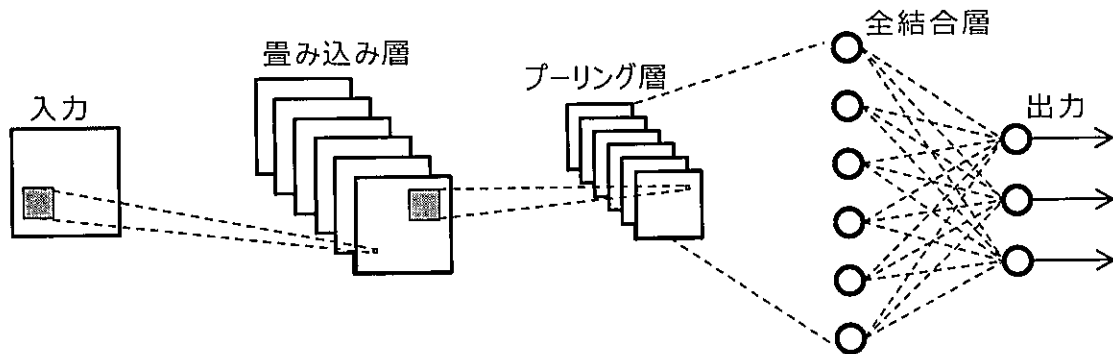


図1 CNNの概念的な構成図

- (1) CNNを構成する畳み込み層，プーリング層および全結合層の役割について簡潔に述べなさい。
- (2) CNNを多クラス分類に用いる場合，CNNの学習に用いる適切な損失関数の名称と，学習により更新される層の名称を全て書きなさい。
- (3) 畳み込み層にて，以下の 5×5 の行列で表される1チャンネルの入力画像 I に対し， 3×3 の行列で表されるフィルタ W を用いて畳み込み演算を行った。畳み込み層から出力される行列 I' を求めなさい。ただし，ストライドは1，バイアスは0，およびパディングは無しとする。

$$I = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 5 & 5 & 5 & 0 \\ 0 & 5 & 5 & 5 & 0 \\ 0 & 5 & 5 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad W = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

筆記試験問題

6 次の問1，問2に答えなさい。

問1 迷路の探索について，次の(1)～(3)に答えなさい。

本問で対象とする迷路は，図1や図2のように，上から見て正方形の部屋を前後左右に隣接させて構成する。隣接した部屋の間には通路があるものとなないものがある（一方通行となる通路は存在しない）。それぞれの部屋には異なる英字が書かれている。Aを開始地点，Zを目標地点とする。探索時には，隣接し通路のある部屋の英字を知ることができ，複数ある場合にはアルファベット順に選ぶ。ただし，行き止まりで後戻りする場合を除き，通路を戻ることはない。

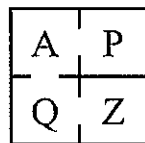


図1 部屋数が4の迷路の例

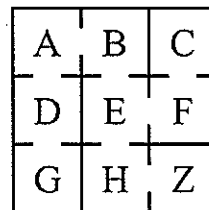


図2 部屋数が9の迷路の例

- (1) 図1の迷路では，行き止まりまで進む場合を含めて（後戻りについては書かずに），訪問順をA(→P)→Q→Zと表すことができる。これと同様にして，図2の迷路の訪問順を答えなさい。
- (2) 図2の迷路に対し，幅優先探索（横型探索ともいう）により，AからZに到達することを目指す。幅優先探索で使用するのに適したデータ構造は，スタックとキュー（待ち行列ともいう）のどちらであるかを答えなさい。またAからZに到達するまでの，そのデータ構造への操作手順を，図2に出現する英字と，「格納する」および「取り出す」の言葉を用いて説明しなさい。
- (3) 部屋数が12で，AからZへ，幅優先探索を使用すれば到達できるが，深さ優先探索（縦型探索ともいう）では到達できないような迷路の例を，図示しなさい。

筆記試験問題

問2 次の(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 次の文章の空欄(ア)～(オ)に入る語句を答えなさい。ただし、(ウ)は文中の語句で答えなさい。また(エ)、(オ)は文章の下に記載の語句リストの中から選びなさい。

HTTP (Hypertext Transfer Protocol) に基づく通信について考える。このプロトコルは、TCP/IP の階層モデルでは (ア) 層に位置する。また (イ) /サーバモデルに基づきメッセージがやり取りされる。あらかじめサーバを起動しておき、そこに (イ) が接続する。ブラウザも、(イ) となる。

(イ) がサーバにリクエストを送る際、最初の行(リクエスト行)に、HTTP で用いられるメソッドなどを指定する。例えば、ホスト名が mypc.example.net の計算機上で稼働するブラウザのアドレスバーに、http://www.example.org/index.html?q=wakayama を貼り付けて、アクセスを試みるとき(サーバは稼働しており、プロキシを介さず直接通信するものとする)、GETメソッドが使用され、リクエストは以下の2行から始まる。

```
GET /index.html?q=wakayama HTTP/1.1
```

```
Host: (ウ)
```

リクエスト行のサイズが大きすぎる場合、問い合わせに失敗することがある。GETメソッドに替えて (エ) メソッドを使用し、上の例であれば q=wakayama をリクエストボディに記載することで、大きい場合でも支障なくやりとりが行える。

サーバから (イ) に返答する情報の一つに、3桁の数字で表現されたステータスコードがある。例えば、ステータスコードが200のときは、通信の成功を意味し、500は、(オ) を意味する。

【(エ)の語句リスト】「CONNECT」、「POST」、「PUT」、「SET」

【(オ)の語句リスト】「リクエストのリダイレクト」、「ファイルが存在しないこと」、「ファイルのパーミッションが不適切であること」、「サーバ内部のエラー」

- (2) ルータを経由してIPデータグラムを送信する場合、宛先IPアドレスと、MACアドレスが必要となる。IPv4においてMACアドレスを求めるためのプロトコル名(英字3文字)を明記し、IPデータグラムを送信するまでの通信の概要を150字程度で説明しなさい。
- (3) コンピュータウイルスの持つ機能を3つ挙げ、150字程度で説明しなさい。

筆記試験問題

7 カarbonフットプリントに関して、次の問1～問3に答えなさい。

問1 次の6つの語句をすべて用いて、Carbonフットプリントとは何かを100字以内で説明しなさい。解答文中、これらの語句には下線を付しなさい。

製品やサービス 原材料調達 廃棄・リサイクル ライフサイクル
温室効果ガス CO₂

問2 Carbonフットプリントの数値を商品に表示する「見える化」は、生産者と消費者にとってどのような意義があるかについて、それぞれ50字以内で述べなさい。

問3 図1の家計消費に伴うCarbonフットプリントの内訳を見て、脱炭素社会の実現に向けて個人としてどのような取り組みが必要かを200字以内で述べなさい。

図1

(この部分につきましては、著作権の関係上公開いたしません)

図1 消費ベース（Carbonフットプリント）から見た我が国の温室効果ガス排出量
(出典：「令和2年版 環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書」より作成)

筆記試験問題

- 8 建築物の構造や、材料に関する次の文章を読み、問1～問4に答えなさい。

(この部分につきましては、著作権の関係上公開いたしません)

(参照：建築学教育研究会 編『改訂新版 建築を知る はじめての建築学』, 鹿島出版会, 2014年)

- 問1 ①から⑧に適語を入れなさい。
- 問2 下線部㉔について、コンクリートと鋼材の、それぞれの長所、短所から、鉄筋コンクリートの特徴を、50字以内で述べなさい。
- 問3 下線部㉕の木材の利用を推奨する理由を、120字以内で説明しなさい。
- 問4 下線部㉖のエンジニアードウッドについて、木造建築物を大規模化する上でのその利点を、天然の木材の性質と比較しながら、150字以内で説明しなさい。

筆記試験問題

9 次の問1，問2に答えなさい。

問1 次の文章(1a)～(1e)中の[A]～[T]に当てはまる適切な語句・数式・数値を答えなさい。ただし，[A]は周波数特性も表す語句，[D][I]は数式である。

(1a)あるデジタル信号処理装置のアナログ-デジタル(AD)変換器が，サンプリング周波数44.1 kHzで働くとする。この装置の入力側には，[A]フィルタがAD変換器の前に入っている。もし，[A]フィルタがない場合，例えば30 kHzの成分を持つ音を入力すると，[B]歪みが生じる。この装置で利用できる信号帯域は[C] kHz未満である。すなわち，この歪みを起こさせないためには，信号の上限周波数 F_m とサンプリング周波数 F_s の間には，[D]という関係式が成立する。

(1b)サンプリング周波数 F_s を48 kHzとした時，信号周波数 F の正規化角周波数 ω を求めた。 $F=12$ kHzの場合[E]， $F=32$ kHzの場合[F]， $F=48$ kHzの場合[G]となる。また，歪みなく記録できる信号の上限周波数は正規化角周波数で[H]未満である。

(1c)実数のデジタル信号 $\cos(\omega n)$ をオイラーの公式を用いて複素表現にすると[I]となる。この複素正弦波は2つあり，お互いに[J]の関係で必ずペアとなっている。複素平面上に描くと，両者は実数軸に対して[K]に配置される。これは ω にかかわらず成立するため，システムの振幅周波数特性は，正規化角周波数[L]以下と[L]以上で[K]となる。これによりサンプリングの上限周波数が決まる理由を説明できる。

(1d)線形時不変システムにおいて，そのシステムの[M]がわかると，どのような信号が入力されても，出力は一意に決まる。デジタル信号の基本となる信号はインパルス $\delta(n)$ で，これは n が[N]の時に値1をとり， n がそれ以外で0をとるものである。これを用いると任意の信号は $\delta(n)$ で表すことができる。

(1e)FIRフィルタはインパルス応答長が[O]で，IIRフィルタはインパルス応答長が[P]であるフィルタのことを指す。IIRフィルタは一度出力された信号を[Q]して利用する。伝達関数 $H(z)$ で書くと，FIRでは z^{-1} の多項式となるが，IIRフィルタは[R]型になり[S]にも多項式がある形式になる。2次以上のIIRフィルタのインパルス応答は，部分[R]展開をしてから求めることができ，長さが[P]なので単位[T]信号 $u(n)$ を用いて表されることも多い。

問2 次の(1)，(2)について答えなさい。

(1) コンピュータを利用したデザイン支援システムについて，CAD，CAE，BIMのうちから一つを選択し，150字程度で説明しなさい。

(2) 前問で選択したデザイン支援システムをデザイン業務で利用する利点と課題を2つずつあげ，それぞれ50字程度の簡条書きで説明しなさい。

筆記試験問題

10 次の、ヒューマンコンピュータインタラクションに関する問1、問2に答えなさい。

問1 深度センサに関する、次の(1)、(2)に答えなさい。

- (1) 赤外線ドットパターンを前方に照射することが可能な赤外線照射モジュール1つと、赤外線カメラ1つ、視野カメラ（RGBカメラ）1つの合計3つを組み合わせて内蔵し、1つの深度センサを構成するとき、前方の各物体表面上の各点までの距離を求める原理について、図と文章の双方を記述して、以下の指示に従って説明しなさい。

図には、深度センサに赤外線照射モジュール、赤外線カメラ、視野カメラの位置を明記し、深度センサの前方に、近い物体と遠い物体の2つの物体を描き、それぞれの角度を計測の対象とするのか、その角度を図内に明記しなさい。そして、文章には、その角度をどのように計測するのかについての原理を説明しなさい。

ただし、深度センサ内部には、処理モジュールを内蔵し、それは、赤外線照射モジュール、赤外線カメラ、視野カメラ（RGBカメラ）を制御し、得られたデータの情報処理を行うが、赤外線が物体にあたって戻ってくるまでの時間は計測できないものとする。

- (2) (1) で用いる赤外線照射モジュールから照射される赤外線ドットパターンが規則正しく格子状に並んだドットパターンだと、前方の各物体上の各点までの距離を正しく求めることができない。その理由を説明しなさい。

問2 ラスムッセンの三層モデルに関する、次の(1)、(2)に答えなさい。

- (1) ラスムッセンの三層モデルのうち、規則ベースの行動を表す部分の図を描き、各ブロック内に最適な用語を記述しなさい。

- (2) あるアプリケーションソフトをある程度使い慣れている中級者のユーザが、そのアプリの使用中に行き詰まったとき、ヘルプ機能を使って解決する場合について、(1)で解答した規則ベースの行動の各ブロック内の用語を用いながら説明しなさい。

小論文

A

次の4種類のセンサから1つ選び、そのセンサについて、しくみや原理についての説明、しくみや原理に由来する限界や課題点、およびセンサの応用先の3点について、あなたの考えを500字以上600字以下で記述しなさい（句読点を含む）。

フォトダイオード，熱電対，加速度センサ，超音波センサ

小論文

B

近年、液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイ、有機トランジスタ、有機太陽電池などをはじめとして、有機材料がエレクトロニクス分野に利用されることにより、有機エレクトロニクス材料として発展をしてきている。エレクトロニクス分野において、シリコン素材など無機材料に対する有機材料の特徴（優位性）を具体的に三つ挙げるとともに、それらがどのようなことに起因するかについて、あなたの考えを特徴（優位性）ごとにまとめ、500字以上600字以下で記述しなさい（句読点を含む）。

小論文

C

無人走行を可能にする自動車の自動運転に関する技術開発が進められている。自動車の運転行動には様々な要素が挙げられるが、主たる要素として認知・判断（計画）・操作が挙げられる。これら3つの要素を自動車の自動運転の視点でそれぞれ説明しなさい。また、現在の自動車交通の社会的問題とその原因を一つ挙げ、その問題を解決する運転行動の自動化技術を説明しなさい。さらに、あなたが説明した運転行動の自動化技術に対する課題についてあなたの考えを述べなさい。以上3点について、500字以上600字以下で記述しなさい（句読点を含む）。

小論文

D

近年、持続可能な開発を目指す機運がグローバルに高まっており、土木や建築、ランドスケープや自然再生、地域計画などの空間デザイン分野でも、気候変動対策など環境に配慮した優れた事例が造られている。あなたの知っている空間デザイン分野のなかで、気候変動対策など環境に配慮した優れた事例を一つ、もしくは二つあげ、その事例がどのように優れているのか、あなたの考えを500字以上600字以下で記述しなさい(句読点を含む)。

正解・解答例または出題意図

1

問1

(1)

(解答例)

荷重を加え始めてしばらくは応力とひずみは比例関係にあり、その比例係数はヤング率と呼ばれる。さらに荷重を加えると、応力は増加しないのにひずみが増加するようになり、この現象は降伏と呼ばれる。その後、しばらくすると、荷重は増加しないが試験片は伸びて局所的なくびれが発生する。そして、くびれの進行とともに荷重は減少して、試験片は破断する。(165文字)

(採点基準)

- ・指定されたキーワードがすべて使用されている。
- ・力学的に正しい説明がなされている。

(2)

(解答例)

外力を加えると部材の内部には応力が発生するが、部材のある位置の傾斜面に対する垂直応力とせん断応力は、傾斜面の傾きの関数となっている。そして、垂直応力のみが生じ、せん断応力が0となる傾きが存在する。このような傾斜面を主応力面と呼び、このときの垂直応力を主応力と呼ぶ。(132文字)

(採点基準)

- ・指定されたキーワードがすべて使用されている。
- ・力学的に正しい説明がなされている。

正解・解答例または出題意図

問2

(1)

(解答例1)

ピンホールカメラモデルを仮定した場合、焦点距離を画像平面上の対象物の高さで割り3次元空間中の対象物の高さをかけることによって計算することができる。(73文字)

(解答例2)

レンズの公式を使い、焦点距離を画像平面上の対象物の高さで割り3次元空間中の対象物の高さをかけて焦点距離と和をとることによって計算することができる。(73文字)

(採点基準)

- ・幾何的に正しい説明がなされている。

(2)

(解答例)

2台のカメラで3次元空間中のある点を撮影したとき、その点と2台のカメラの光学中心を通る平面をエピポーラ平面と呼び、エピポーラ平面とそれぞれの画像平面の交線をエピポーラ線と呼ぶ。(88文字)

(採点基準)

- ・指定されたキーワードがすべて使用されている。
- ・幾何的に正しい説明がなされている。

正解・解答例または出題意図

2

問1

(1) ①非反転, ②反転, ③差, ④大きい, ⑤入力インピーダンス

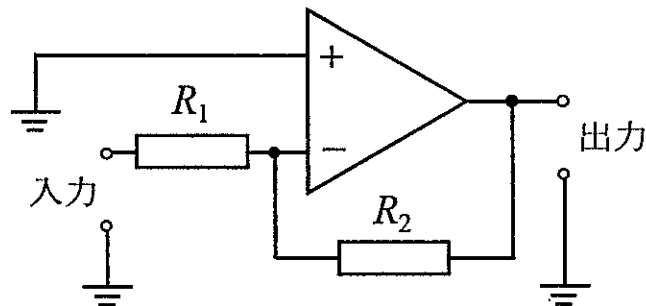
(2) (解答例)

演算増幅器を用いた負帰還増幅回路では, 負帰還回路の帰還率により増幅度が決まるため, 温度などによる増幅度の変動を抑制できる。また他の負帰還の効果として, 増幅する信号の帯域を広帯域化できる, 入力インピーダンスや出力インピーダンスを変えることができる, 波形の歪や雑音を低減できる, などがある。

(採点基準)

- ・増幅度の変動が抑制できることが述べられていること。
- ・その他の効果が適切に述べられていれば加点する。

(3) (解答例)



電圧増幅度を -10 とするには, $R_2/R_1=10$ となるように抵抗値を設定する。

(採点基準)

- ・回路図が正しく書けていること。抵抗の記号は従来記号(ギザギザの線状)でも可。
- ・電圧増幅度が回路図中の2つの抵抗比で決まることが述べられていること。

正解・解答例または出題意図

問2

(1) (解答例)

自然光と比較してレーザー光は時間的コヒーレンスの高い光であり、スペクトル幅が狭く単色性に優れている。またレーザー光は空間的コヒーレンスが高く、遠方まで広がらずに進む性質を持っており、指向性に優れている。(99字)

(採点基準)

- ・時間的コヒーレンスとスペクトル幅について正しく述べられていること。
- ・空間的コヒーレンスと指向性について正しく述べられていること。

(2) $(n_x - n_y)k_0d = \pi(1/2 + m)$ (m :整数)

正解・解答例または出題意図

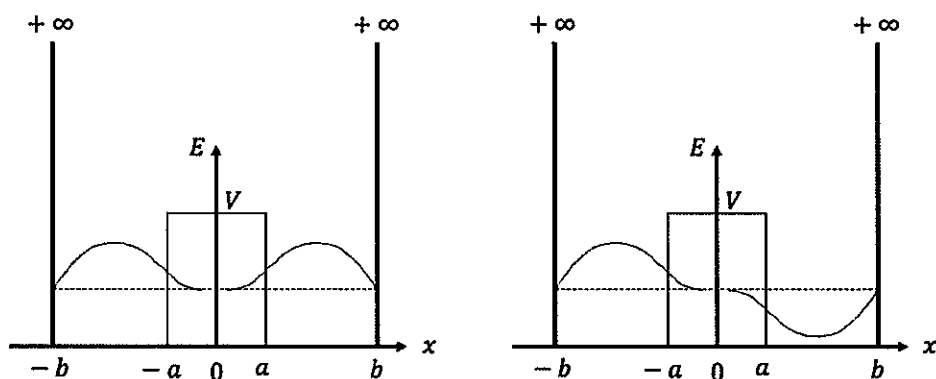
3

問1

- (1) ポテンシャルに衝突し、はね返される。
- (2) トンネル効果。
- (3) V , a ともに小さくなるように調整すれば良い。

問2

- (1) ポテンシャルがパリティ対称性を持つので、基底状態は以下の偶関数、奇関数の二つが縮退している。(位相は逆でもよい。)



(2) (解答例)

問2(1)に示したように、両側の波動関数は一部箱型ポテンシャル中にしみ込む。 a が大きい場合、両側の粒子のエネルギーは縮退している。 a が小さくなりポテンシャル中の波動関数が0に減衰する前に両者の波動関数が接続されると、パリティ対称性から、節のない対称な軌道と、節を持つ反対称の軌道にわかれ縮退が解ける。対称な軌道を占有することで、2粒子は問2(1)より安定な状態となる。

(採点基準)

- ・左右の波動関数が接続されることが述べられている。
- ・対称性について議論されている。
- ・安定化することが述べられている。

正解・解答例または出題意図

4

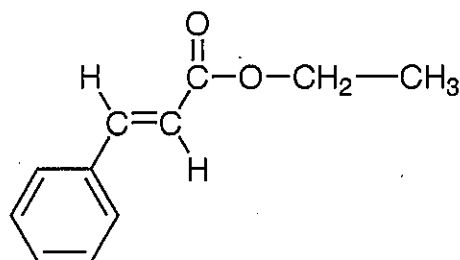
問1

(1)

(解答例)

- ・(a)はトリプレットで 1.34 ppm, 3H であることからメチル基 (-CH₃)。
- ・(b)は J 値が(a)と同じであり, カルテットで 2H であることから (a)の炭素に隣接したメチレン基 (-CH₂-)。また, $\delta = 4.27$ より隣は酸素原子と推察できる。
- ・(c)と(d)は J が共に 16.0 と大きな値をとり, ダブルレットであることからトランス体の 1,2-置換の二重結合 (ビニル基: -CH=CH-) の存在が示唆される。
- ・(e)からフェニル基の存在が示唆される。
- ・分子式が C₁₁H₁₂O₂ であるので, 残りの部分は C と O が 1 つずつであり, (c)と(d)の δ がそれぞれ 6.44 と 7.69 より(c)はカルボニル基(-CO)に結合したビニル炭素の H, (d)はフェニル基に結合したトランス型のビニル炭素上の H である。

以上の結果より, 問題の化合物の構造式は以下ようになる。



(採点基準)

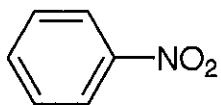
- ・構造式に至る根拠が正しく書かれている。
- ・構造式が正しく書かれている。

正解・解答例または出題意図

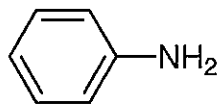
(2)

(解答例)

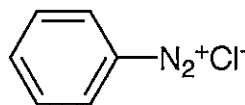
①



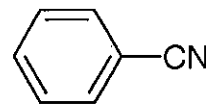
②



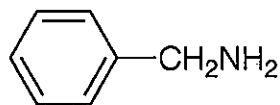
③



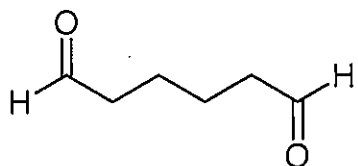
④



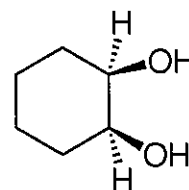
⑤



⑥



⑦



(採点基準)

- ・構造式が明記されている。
- ・必要に応じて立体構造が明記されている。

(3)

① (b), ② (a), ③ (b), ④ (c)

正解・解答例または出題意図

問2

(1)
$$K = \frac{a_C^p a_D^q}{a_A^m a_B^n}$$

(2) 質量作用の法則

(3)

(解答例)

化学種 A, B, C, D の化学ポテンシャルは、それぞれ、

$$\mu_A = \mu_A^0 + RT \ln a_A, \quad \mu_B = \mu_B^0 + RT \ln a_B, \quad \mu_C = \mu_C^0 + RT \ln a_C, \quad \mu_D = \mu_D^0 + RT \ln a_D$$
 と書ける。

この化学反応の反応ギブズエネルギー(ΔG)は、

$$\Delta G = p\mu_C + q\mu_D - (m\mu_A + n\mu_B)$$

となり、この式に上記の化学ポテンシャルをそれぞれ代入し、整理すると、

$$\Delta G = p\mu_C^0 + q\mu_D^0 - (m\mu_A^0 + n\mu_B^0) + RT \ln \frac{a_C^p a_D^q}{a_A^m a_B^n}$$

ここで、

$$\Delta G^0 = p\mu_C^0 + q\mu_D^0 - (m\mu_A^0 + n\mu_B^0)$$

とおく。各化学種の標準化学ポテンシャルは標準状態での物質固有の定数なので、

 ΔG^0 も反応によって一義的に決まる定数である。これを用いて書き直すと、

$$\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln \frac{a_C^p a_D^q}{a_A^m a_B^n}$$

となる。平衡状態では、 $\Delta G = 0$ なので、

$$\Delta G^0 = -RT \ln \frac{a_C^p a_D^q}{a_A^m a_B^n} = -RT \ln K$$

となる。以上より、温度と圧力が一定のもとでは、 K は一定の値を示す。

(採点基準)

- ・化学ポテンシャルが正しく書けている。
- ・反応ギブズエネルギーが正しく書けている。
- ・平衡状態で反応ギブズエネルギーが0であると述べられている。

正解・解答例または出題意図

5

問1

（出題意図）確率統計と線形代数の基礎的な知識があるかを見極める。

（1）～（4）

（正解）

（1）3つの確率変数 x, y, z の分散が $\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z = 3$ 、共分散が $\sigma_{xy} = \sigma_{xz} = \sigma_{yz} = 1$ である

$$\text{ため, 分散共分散行列 } \Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_x & \sigma_{xy} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{xy} & \sigma_y & \sigma_{yz} \\ \sigma_{xz} & \sigma_{yz} & \sigma_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & 1 \\ 1 & 1 & 3 \end{bmatrix}$$

（2）行列の対角成分の和（トレース）と固有値の和が等しいことから、 $\lambda_3 = 9 - (\lambda_1 + \lambda_2) = 9 - 4 = 5$

（3）最大固有値 $\lambda = 5$ に対する固有ベクトル \boldsymbol{v} を、固有値問題 $\Sigma \boldsymbol{v} = \lambda \boldsymbol{v}$ および大きさの制約 $\|\boldsymbol{v}\| = 1$ を満たすように求める。

$$\Sigma \boldsymbol{v} - \lambda \boldsymbol{v} = \begin{bmatrix} 3 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & 1 \\ 1 & 1 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{bmatrix} - 5 \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2v_x + v_y + v_z \\ v_x - 2v_y + v_z \\ v_x + v_y - 2v_z \end{bmatrix} = \mathbf{0} \quad \dots \quad \text{式1}$$

$$\sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} = 1 \quad \dots \quad \text{式2}$$

式1より $v_x = v_y = v_z$ 。これを式2に代入する。

$$\sqrt{v_x^2 + v_x^2 + v_x^2} = 1 \Rightarrow \sqrt{3v_x^2} = 1 \Rightarrow v_x = \pm \frac{1}{\sqrt{3}}$$

したがって、固有ベクトル \boldsymbol{v} は以下のように求まる。

$$\boldsymbol{v} = \pm \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

（4）ベクトル \boldsymbol{m} のベクトル \boldsymbol{v} への正射影 \boldsymbol{m}' は、 $\boldsymbol{m}' = \boldsymbol{m}^T \boldsymbol{v} \boldsymbol{v}$ で求めることができる。ただし、 T はベクトルの転置を表す。

$$\begin{aligned} \boldsymbol{m}^T \boldsymbol{v} &= [1 \quad 2 \quad 3] \left(\pm \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \right) = \pm \frac{6}{\sqrt{3}} \\ \boldsymbol{m}' &= \left(\pm \frac{6}{\sqrt{3}} \right) \left(\pm \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \right) = 2 \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

正解・解答例または出題意図

問2

（出題意図）ニューラルネットワークの基本的な知識と理解があるかを見極める。

（1）

（解答例）

- ・ 畳み込み層：特定の形状に反応する複数のフィルターを画像に適用することにより、画像から被写体の形状に関する情報を特徴マップとして抽出する。
キーワード：フィルター（カーネル、ウィンドウ）、形状（エッジ、プロブ、パーツ、テクスチャ）、特徴マップ（特徴量）、抽出
- ・ プーリング層：特徴マップに対し、ウィンドウごとに統計処理を適用することにより、特徴マップの解像度を下げる。
キーワード：統計処理（最大値、平均値）、ウィンドウ（カーネル、領域）、解像度（空間サイズ）
- ・ 全結合層：特徴マップのピクセル値を線形結合し、活性化関数を用いて非線形に変換することにより、出力スコアを計算する。
キーワード：線形結合（線形変換、線形和、加重和、重み付き和）、活性化関数（シグモイド、ReLU、ソフトマックス）、スコア（出力値、確率、予測値）

（採点基準）

- ・ 関連するキーワードを用いて、意味的に正しい説明ができていようかどうか

（2）～（3）

（正解）

（2）

- ・ 損失関数：平均交差エントロピー、交差エントロピー、クロスエントロピー、cross entropy のいずれか、または関連する名称
- ・ 更新される層：畳み込み層、全結合層

（3）
$$I' = \begin{bmatrix} -10 & 0 & 10 \\ -15 & 0 & 15 \\ -10 & 0 & 10 \end{bmatrix}$$

正解・解答例または出題意図

6

問1

(1) (正解)

$A \rightarrow B \rightarrow E (\rightarrow F \rightarrow C) \rightarrow H \rightarrow Z$

(2)

(解答例)

キューを使用する。

Aを格納する。Aを取り出す。Bを格納する。Dを格納する。Bを取り出す。Eを格納する。Dを取り出す。Gを格納する。Eを取り出す。Fを格納する。Hを格納する。Gを取り出す。Fを取り出す。Cを格納する。Hを取り出す。Zを格納する。Cを取り出す。Zを取り出す。

(採点基準)

・データ構造として「キュー（待ち行列）」が解答され、操作手順が、図2に出現する英字と、「格納する」および「取り出す」の言葉を用いて適切に記述されていれば正解とする。

(3)

(解答例)

以下の通り。

A	X	B	C
Y	D	E	F
G	H	I	Z

(採点基準)

・部屋数が12で、AからZへの経路が存在し、通路が複数ある場合にアルファベット順に選ぶことで、無限ループに陥るような迷路が図示されていれば正解とする。

正解・解答例または出題意図

問2

(1) (正解)

- (ア) アプリケーション
- (イ) クライアント
- (ウ) www.example.org
- (エ) POST
- (オ) サーバ内部のエラー

(2)

(解答例)

宛先 IP アドレスをもとに、次に IP データグラムを受け取る機器の MAC アドレスを知るため、ARP と呼ばれるプロトコルが使われる。送信元が宛先に送付可能なルータに対する ARP 要求パケットをブロードキャストすると、そのルータが自身の MAC アドレスを含む ARP 応答パケットを返す。送信元は、そのルータの MAC アドレス宛に、IP データグラムを送信する。(171 文字)

(採点基準)

・プロトコル名として ARP が挙げられており、宛先に送付可能なルータの MAC アドレスを求めてそこに IP データグラムを送付するまでの手順が適切に記述されていれば正解とする。

(3)

(解答例)

コンピュータウイルスの持つ主要な機能として、自らの機能によって他のプログラムに自らを複製することで伝染する「自己伝染機能」、時間や実行回数などの条件により、発病するまで症状を出さない「潜伏機能」、プログラムやファイルの破壊などを行い、意図的に被害を及ぼす「発病機能」がある。(137 文字)

(採点基準)

・「自己伝染機能」、「潜伏機能」、「発病機能」の各機能が適切に記述されていれば正解とする。

正解・解答例または出題意図

7

問1

（解答例）

カーボンフットプリントとは、製品やサービスの原材料調達から生産，流通，廃棄・リサイクルに至るまでのライフサイクル全体を通した温室効果ガス排出量を算定して，CO₂などの排出量に換算したもの。（94字）

（採点基準）

- ・キーワードがすべて用いられている。
- ・用語の意味が適切に述べられている。

問2

（解答例）

生産者

- ・温室効果ガス排出量の削減努力を市場でアピールすることができる。（31字）
- ・サプライチェーン管理やトレーサビリティ確保の能力を示すことができる。（34字）

消費者

- ・温室効果ガス排出量の少ない製品やサービスを積極的に選んで購入する情報となる。（38字）

（採点基準）

- ・意義や役割が適切に記述されている。

問3

（解答例）

家庭における日常的な消費活動に伴って排出される温室効果ガスの約7割は食，住居，移動に関連した行動によるので，脱炭素型ライフスタイルの変革が必要である。具体的には，「食」では食品ロスの削減や地産地消の推進，「住居」では住宅の省エネ化，「移動」では公共交通機関の積極的な利用やエコカーへの乗り換えなどが挙げられる。（155字）

（採点基準）

- ・具体的な取り組みを挙げて，適切に記述されている。
- ・その他，特筆すべき点があれば加点する。

正解・解答例または出題意図

8

問1（解答例）

- ①, ② 固定荷重, 積載荷重（順不同）
- ③ 積雪荷重
- ④, ⑤ 地震力, 風圧力（順不同）
- ⑥, ⑦, ⑧ セメント, 砂, 砂利（順不同）

問2（解答例）

圧縮力に強いが、引張力に弱いコンクリートを、引張力に強い鉄筋で補強した複合材料である。（43字）

問3（解答例）

（この部分につきましては、著作権の関係上公開いたしません）

（100字）

問4（解答例）

（この部分につきましては、著作権の関係上公開いたしません）

（139字）

.....
解答例はいずれも下の資料より作成した：

建築学教育研究会 編『改訂新版 建築を知る はじめての建築学』, 鹿島出版会, 2014年

正解・解答例または出題意図

9 (正解)

問1 解答例 (配点 50 点)

(1a) [A] 低域通過 (ローパス) [B] エイリアシング (折り返し) [C] 22.05

[D] $F_m < F_s / 2$

(1b) [E] $\pi / 2$ [F] $4\pi / 3$ [G] 2π [H] π

(1c) [I] $\frac{1}{2}(e^{j\omega n} + e^{-j\omega n})$ [J] 複素共役 [K] 対称 [L] π

(1d) [M] インパルス応答 [N] 0

(1e) [O] 有限 [P] 無限 [Q] フィードバック [R] 分数 [S] 分母 [T] ステップ

問2 解答例 (配点 50 点)

(1) CAD, CAE, BIM の概要説明は、以下の要旨が含まれていればよい。

・ CAD

Computer Aided Design の略で、デザイン業務に必要な図面や立体モデルの作成を支援するツール、技術。主に製図などの図面作成に利用される 2D-CAD、図面では表現しづらい立体や曲面のデザインを行う 3D-CAD があり、製品の形状、その他の属性からなるモデルを、コンピュータ内部に作成、解析・処理する設計ツール。(159 文字)

・ CAE

Computer Aided Engineering の略で、コンピュータを活用した解析・設計統合の概念。製図や造形の作成を支援する CAD に対して、荷重、振動、挙動などの設計対象の構造や性能を満たしているか、試作なしに数値モデルで解析シミュレーションし、検証するツールを指す。(135 文字)

・ BIM

Building Information Modeling の略で、主に建築物の設計や計画に利用されるツール、技術を指す。従来の 3D-CAD とは異なり、造形や形状のシミュレーションだけでなく、設計段階からコスト、部品や素材の定義、施工、運用管理までを行い、仮想建築物を総合的に管理するツール。(143 文字)

(2) 利点、課題のそれぞれ簡条書きは、以下の事例のうち 2 つの要点を踏まえていれば良い。

正解・解答例または出題意図

・利点

1. 設計図面やモデルの修正が容易で，データの再利用，手作業の削減などの省力化が可能（41字）
2. 試作や実物による実験でなく，数値モデルによるシミュレーションで，開発コスト削減と工程短縮が可能（49字）
3. 動作，機能，要求性能を検証する大規模・詳細な解析による設計品質の向上（36字）
4. 設計データは複製や保存が容易で，設計データの一元管理や分業による協同設計に対応（41字）

・課題

1. システム導入とメンテナンスのための更新，教育に係るコスト負担（32字）
2. 設計業務全体の見直しや他業種・異業種とのデータ互換，相互利用への対応が必要（39字）
3. モデル定義や操作インターフェースがツール毎に異なり，操作の習熟やシミュレーションモデルの理解が必要（51字）

正解・解答例または出題意図

10

問1

(1)

(解答例)

赤外線照射装置と赤外線カメラは少し離れていることにより、物体表面の各点までの距離の大小に応じて生じる視差の大きさの違いから、物体に投影された各ドットパターンまでの距離を計算で求めることができる。

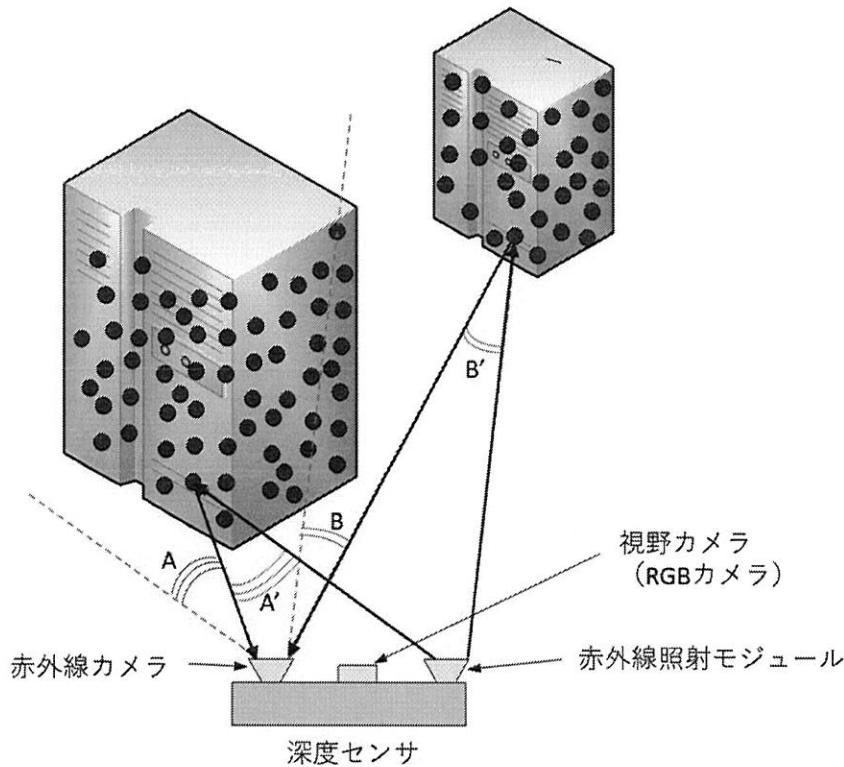
具体的には、照射するランダムドットパターンはどのようにランダムであるかは既知である。したがって、物体上のドットパターンを赤外線カメラで撮像することにより、どの方向に照射されたドットパターンかがわかる。赤外線カメラで撮像された方向と、照射された方向の間の角度が視差となり、物体までの距離が近いほど視差が大きくなる。

図においては、近い物体については、赤外線照射モジュールから照射した赤外線の方と平行に赤外線カメラから伸ばした補助線と、赤外線カメラから物体表面の方とのなす角Aが視差となる。同様に作図すると、遠い物体の視差はBである。

(角Aと角A'の大きさは等しいので、角Aの代わりに角A'を視差ということもできる。同様に、角Bと角B'の大きさは等しいので、角Bの代わりに角B'を視差ということもできる。)

この視差の大きさの違いにより、各点の深度（奥行き）を含めた画像である「深度画像」を取得できる。

正解・解答例または出題意図



（採点基準）

- ・ 視差を計測するための原理が書かれている。
- ・ 視差の大きさの違いから、距離を求めることが書かれている。
- ・ 図には、赤外線照射モジュールと赤外線カメラと視野カメラを明記した深度センサが描かれている。
- ・ 図には、深度センサ前方に、近い物体と、遠い物体の、2つの物体が描かれており、それぞれ、視差を示す角度が描かれている。（角 A と角 A' のいずれかと、かつ、各 B と角 B' のいずれかが描かれていること）

（2）

（解答例）

照射する赤外線ドットパターンが格子状に規則正しくならんでいないと、どの方向に照射したドットパターンかを識別することができない。このため、照射方向がわからないので、赤外線カメラで撮像したドットパターンからは、視差の大きさを求めることができない。

（採点基準）

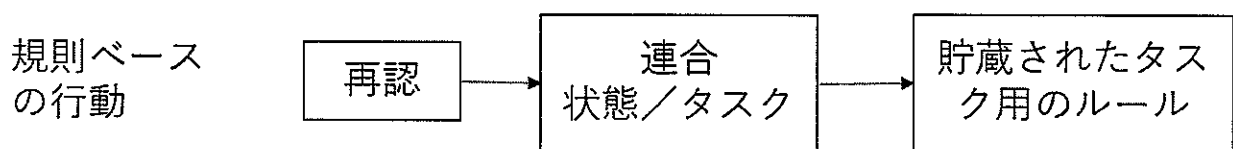
- ・ 格子状に規則正しくならんでいないと、どの方向に照射したものを識別することができないことが書かれている。

正解・解答例または出題意図

問2

(1)

(解答例)



(採点基準)

- ・ ラスムッセンの三層モデルの規則ベースの行動の部分が描かれている。

(2)

(解答例)

アプリのユーザ（中級者）は、画面を見てすでに過去に使用した時と同じ状態であることを再認し、その状態に対して、通常は次に行うべきタスクを連合して記憶している。しかし、その状態に対して、次に行うべきタスクを思い出せないと行き詰まる。そこで、ヘルプ機能を使って、行き詰まった状態を表すキーワードを入力すると、その解決法となるタスクを表す用語の候補が表示される。その中から、最適と思われるタスクを選択すると、その具体的な手順（貯蔵されたタスク用のルールに相当する）が表示され、その通りに実行すると、解決する。

(採点基準)

- ・ 規則ベースの行動の各ブロック内の用語を用いながら、ヘルプ機能を使って行き詰まりを解決する説明が書かれている。

正解・解答例または出題意図

A

出題意図：

本出題は、以下について記述，論述されているかを問うものである。

1. センサの技術について，正確に理解し，適切に説明できること。
2. センサの制限（課題点）について，適切に説明できること。
3. センサの応用先について，考えを述べることができること。

正解・解答例または出題意図

B

出題意図：

身近に存在する化学材料の特徴について，論理的に説明することができるかどうかを確認するために出題した。

- ・有機材料の特徴（優位性）が三点示されていること。
- ・有機材料の特徴を正しく理解し，提示できていること。
- ・化学物質についての知識をもとに，有機材料の特徴とその要因について論理的に説明できていること。
- ・論旨が明確で，わかりやすく説明されていること。

正解・解答例または出題意図

C

出題意図：

情報処理・情報通信の集積技術である自動運転に対する基礎的な知識を問い、大学院にて高度な情報処理・情報通信技術の研究に取り組む素養があるかを確認する。特に、自動運転に利用される情報技術の応用例について、社会における有用性や将来性、課題など独自の考えを述べることを問い、研究者としての問題意識や問題発見能力を備えているかを確認する。

正解・解答例または出題意図

D

出題意図：

この問題は、1：優れた空間デザイン事例を知識として知っているかどうか（優良事例の知識）、2：その事例を、環境の観点からの確に分析・評価できる能力があるかどうか（環境技術一般知識と事例を環境面から分析する能力）、3：的確な用語を用いて論理的な文章で表現することができるか（用語の知識と論理的な文章表現）、の3点を問う。

優れた空間デザイン事例については、インテリアデザインのような小さな計画でも、河川や地域計画のような広大なものでも等しく扱い、その規模や種類を問うものではない。なお、太陽光パネルを載せただけ、あるいは動力源を再生エネルギーに変えただけ、というような機械設備にのみ依存する事例は、空間デザインとして優れているとは言えず、「1」の観点からはやや低評価とする。