

## ベーシックコース 試験問題

実施日 ◆ 2010年4月17日(土)

試験時間 ◆ 13:00~14:30 (90分)

会場 ◆ 東京大学 工学部 2号館 212号講義室

### ★ 注意事項 ★

1. 受験票と身分証明書を机の上によく見えるように提示してください。
2. 時計・筆記用具以外の、ペンケースや携帯電話などは机の上に置かないでください。
3. 呼び出し音や振動音のする携帯電話などの電源は切ってください。
4. 本試験の出題形式は選択式です。鉛筆を用いて、各小問に対応するカタカナの記号を1つだけ○印で囲ってください。
5. 書き損じは消しゴムで完全に消し、解答欄には○印以外の文字等を記入しないでください。
6. 試験時間中は、乱丁・落丁、印刷不鮮明に関する質問以外はお受けできません。
7. 不正行為があったときは、すべての回答が無効になります。
8. その他、試験監督者の指示に従ってください。

### 《 退席時の注意事項 》

- 試験開始後 15分経過した時点で中途退出できます。中途退出する場合には、試験監督者に解答用紙を必ず手渡してください。問題用紙はお持ち帰り下さい。
- 試験終了時間 5分前からは退出できません。試験終了後、試験監督者が解答用紙を回収しますので、着席したままお持ち下さい。

- この試験の合格者の受験番号と模範解答を4月27日(火)正午以降に、当学会ホームページ(<http://www.vrsj.org>)上で発表します。
- 4月27日(火)中に受験者全員に合否通知書を、合格者に認定証を発送します。到着はその数日後となります。

特定非営利活動法人 日本バーチャルリアリティ学会

〒113-0033 東京都文京区本郷 2-28-3 山越ビル 301 TEL 03-5840-8777

## 第1問

以下は、バーチャルリアリティとは何かに関する問題である。

- (1) 下記の文章において、( ) に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

米国継承英語辞典(The American Heritage Dictionary) の第3版では、バーチャルとは、「existing in ( a ) or effect though not in actual ( b ) or form」と定義されている。

### 【aの解答群】

ア. reality      イ. appearance      ウ. essence      エ. observance      オ. nature

### 【bの解答群】

ア. reality      イ. existence      ウ. fact      エ. theory      オ. matter

人間は目を瞑<sup>つば</sup>っていても自分の身体がどのような形をしているかが分かっている。これは、体性感覚や平衡感覚というような自己受容感覚によっている。通常我々が経験している実空間ではこの自己受容感覚と眼や耳で観察する空間の視聴覚情報とが一致しているわけである。例えば、目を瞑った状態で自分の手があると思った位置に、眼を開けて見るとちゃんとそこに自分の手が見えている。実はこのように人間の異なる感覚 ( c ) 間に矛盾のない状態が現実空間の特徴である。コンピュータが生成した人工環境のなかでもそれを矛盾なく実現するのが「( d )」なのである。

### 【cの解答群】

ア. 情報      イ. 図式      ウ. 空間      エ. モダリティ      オ. 領域

### 【dの解答群】

ア. 没入感      イ. 自己投射性      ウ. 臨場感      エ. 存在感      オ. 空間性

- (2) バーチャルリアリティは、どのような道具となりうるかを書いた次の文章について、適切でないものはどれか、記号で答えよ。

### 【解答群】

- ア. バーチャルリアリティは、イマジネーションを形にする創造の道具となる。
- イ. バーチャルリアリティは、体感ゲームなどの娯楽に用いることができる。
- ウ. バーチャルリアリティは、現実の物理的素材を生産することができる。
- エ. バーチャルリアリティは、遠方の状態を伝えて、制御することを可能とする。
- オ. バーチャルリアリティは、様々な現象を作り出せるので、教育に用いることができる。

## 第2問

以下は、バーチャルリアリティの構成に関する問題である。該当するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (1) バーチャルリアリティの世界について、適切な記述を解答群から選べ。

### 【解答群】

- ア. バーチャルリアリティの世界は、すべてが計算機で生成されたものから作られている必要がある。
- イ. バーチャルリアリティの世界は、現実世界の情報と乖離している場合に、理想的な情報に基づくことによってロボットなどを正確に制御することが可能となる。
- ウ. バーチャルリアリティの世界をインターネットに展開されるデータ世界と接続することは、安全性の観点から行われたい。
- エ. バーチャルリアリティの世界が、遠方の現実世界の情報を取り込むことによって、遠方の現実を再現する場合、テレグジスタンス、テレプレゼンスと呼ばれる。

- (2) バーチャルリアリティの概念モデルとして、立方体状の構成に基づく説明がMITから提案された。このモデルについての次の記述の中で、適切でないものはどれか、記号で答えよ。

### 【解答群】

- ア. Autonomy は、自律性であり、シミュレーションによる世界法則の内蔵の度合いを表している。
- イ. Interaction は、対話性であり、世界が言語的対話をどの程度実現しているかを表している。
- ウ. Presence は、臨場感であり、世界の表現がどの程度、臨場感の高いものであるかを表している。
- エ. AIP の立方体において、例えば、全天周のシアターは、Presence は達成しているが、世界の仕組みも、入力も備えないため、Presence だけを持つ頂点に位置づけられる。

## 第3問

次の文章は、バーチャルリアリティ技術の歴史の中で、今日の発展につながってきた代表的な研究やシステム事例について説明したものである。文中の（ ）に最も適することばを各解答群の中から選び、記号で答えよ。

- (1) M. Krueger は、鑑賞者が作品を対話的に鑑賞する（ a ）という新しいアートの概念を作り出した。「METAPLAY」という作品では、鑑賞者の姿をビデオカメラで撮影し、シルエットとして作品の中に合成することで、鑑賞者自身が作品を構成する形態であった。

【aの解答群】

- ア. インタラクティブアート      イ. インターネットアート      ウ. パフォーマンスアート  
エ. デジタルアート      オ. ビデオアート

- (2) I. Sutherland が 1968 年に開発した最初の HMD (Head Mounted Display) は、小型の CRT とハーフミラーを用いた光学式シースルーのシステムで、利用者の頭の回転を計測するために ( b ) センサを取り付けることで、利用者は自分が向いている方向の映像を見ることができた。

【bの解答群】

- ア. 磁気式      イ. 赤外線式      ウ. 機械式      エ. ジャイロ式      オ. 光学式

- (3) ノースカロライナ大学で行われた CG 映像に触ることを目指した「GROPE」プロジェクトでは、( c ) の力覚フィードバック装置を用い、分子結合シミュレーションの結果として得られる分子間反力を力覚で表現する試み等が行われた。

【cの解答群】

- ア. スtring型      イ. マスターアーム型      ウ. 対象型      エ. マウス型      オ. ペン型

#### 第4問

以下は、動揺病や前庭 - 視覚の相互作用に関する問題である。(1)～(3)の問いに対する答えを解答群から選び、記号で答えよ。

- (1) 動揺病に関して間違っているものはどれか。

【解答群】

- ア. 動揺病に対する感受性は12～15歳までが高く、その後は加齢に伴って低下する。  
イ. シミュレータ酔については、実機や実車の経験が豊富な人ほど酔い易い。  
ウ. 回転感覚の感受性と動揺病感受性との間に強い相関が見られる。  
エ. 身体の運動や姿勢の情報を受容する感覚系の間で情報の矛盾があると動揺病が発生する。  
オ. 通常とは違った感覚情報の組合せが入力されると、記憶から予期される組合せとの間に不一致が生じて動揺病が発生する。

(2) 動揺病における視覚の関与に関して間違っているものはどれか.

【解答群】

- ア. 前方の道路がよく見えると、車酔い発生率は全く見えない場合の約 1/3 に低下する.
- イ. 乗り物内の静止物を注視していると閉眼時よりも酔い易い.
- ウ. 視野の広範囲に視運動刺激が与えられるとベクシオンが生じ、これに身体運動刺激が加わることによって視覚性動揺病が発生する.
- エ. バーチャルリアリティを用いたゲームやアミューズメントでも動揺病が起こり、VR 酔いあるいはサイバー酔いと呼ばれている.
- オ. 主観的鉛直の方向を変化させる刺激は、方向を変化させない刺激よりも強い動揺病を発生させる.

(3) 眼球運動における前庭 - 視覚の相互作用に関する以下の文章で、各 ( ) に最も適するものはそれぞれどれか.

眼球運動では前庭感覚と視覚が協調して反射性の調節をしている。注視点を新たな視覚対象に移動する時には眼球と頭部を回転し、注視の方向を一定に保つように ( a ) と前庭動眼反射が眼球運動を調整する。首をまわして動く指標を追跡する際には、( b ) を前庭動眼反射が打ち消すように働いて、主に頭部が回転する。自分の運動によって視野が動く時には、( c ) と前庭動眼反射が協調して眼球を動かす、視野の網膜像を安定させるように働く。

【a の解答群】

- ア. サッケード      イ. 追跡眼球運動      ウ. 視運動性眼球運動      エ. ニスタグムス
- オ. 代償性眼球運動

【b の解答群】

- ア. 前庭頸反射      イ. 追跡眼球運動      ウ. 眼球反対回旋      エ. ニスタグムス
- オ. 代償性眼球運動

【c の解答群】

- ア. サッケード      イ. 姿勢反射      ウ. 視運動性眼球運動      エ. 眼球反対回旋
- オ. 代償性眼球運動

第 5 問

以下は、味覚・嗅覚の情報伝達に関する問題である。( ) に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (1) 味覚・嗅覚は ( a ) によって得られる感覚であり, ( b ) によって得られる視覚・聴覚・体性感覚とは異なる点が多に多い。味は, 舌や上あご, 喉の奥に存在する ( c ) の先にある味受容体に味物質が結合することで感知される。一方, 匂いは ( d ) 内にある嗅細胞の受容体に匂い物質が結合することで感知される。

【aおよびbの解答群】

- ア. 物理刺激      イ. 記憶の想起      ウ. 化学物質の刺激      エ. 断続的な刺激  
オ. 快刺激

【cの解答群】

- ア. 絨毛      イ. 味角      ウ. 迷走神経      エ. 粘膜      オ. 味蕾

【dの解答群】

- ア. 糸球体層      イ. 嗅球      ウ. 鼻腔      エ. 気管      オ. 梨状皮質

- (2) 脳内で順々に処理されてきた味覚情報と嗅覚情報は, ( e ) に入力され, そこで多感覚処理されるとともに, 好き嫌いを判断する扁桃体や記憶処理に深く関わる海馬に送られる。

【eの解答群】

- ア. 視床下部      イ. 眼窩前頭皮質      ウ. 橋      エ. ブローカ野      オ. ウェルニッケ野

## 第6問

以下は, 音の高さの知覚, および聴覚による空間知覚の基礎に関する問題である。(1)と(2)の問いに従って, 最も適するものを解答群から選び, 記号で答えよ。

- (1) 音の高さの知覚について間違っているものはどれか。

【解答群】

- ア. 私たちは, 私たちが聴くことのできる全周波数帯域にわたって, 絶対的な音の高さの知覚に加え, オクターブごとに等価に感じるような周期的な音の高さの知覚を得ることができる。  
イ. 音の高さの知覚をもたらす情報は, 蝸牛内で複合的に符号化されている。  
ウ. 多くの楽器音や音声を構成している複合音は基本音とその整数倍の倍音成分から成る。  
エ. 複合音の基本音成分が欠けていても, 明瞭な音の高さを知覚することができる。  
オ. 正弦波の高さの知覚はその周波数と一対一で対応している。

(2) 以下は、聴覚による空間知覚について述べた文章である。( )に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

現在もっとも普及している簡易的な立体音響システムが所謂「ステレオ」であるが、ステレオで用いられている空間知覚の手がかり情報が両耳間差である。2つあると考えられている両耳間差のうち両耳間 ( a ) は、各耳と音源までの距離が左右で異なることによって生じる。また聴覚系は頭部や耳介が音を遮ることによって音源に加える複雑なスペクトルパタンの変化を空間知覚に利用できることもわかっており、これを頭部伝達関数と呼ぶ(英語表記の頭文字をとって ( b ) と略称される)。測定された頭部伝達関数を音源にたたみ込むことで、原理的には完全に音源の空間位置を再現することができる。しかし、音の空間知覚は聴覚系の処理だけで決まるものではなく、特に大きく視覚の影響を受けることがわかっている。その事実は音源定位が視覚で知覚された位置によってバイアスをうける ( c ) 効果という現象によって示される。この現象は、空間知覚に関しては一般に視覚の方が精度が高いため聴覚もそれを利用しているからだ、と解釈されており、各感覚モダリティは一般に ( d ) に統合され全体として効率よく精度を高めていると考えられる。

【aの解答群】

ア. レベル差      イ. 時間差      ウ. 音色差      エ. 周波数差

【bの解答群】

ア. HTF      イ. RHTF      ウ. HRTF      エ. TFRH

【cの解答群】

ア. 腹話術      イ. カクテルパーティ      ウ. ダブル・フラッシュ      エ. マガーク

【dの解答群】

ア. 個別的      イ. 抑制的      ウ. 相補的      エ. 加算的

## 第7問

以下は、皮膚と触覚受容器に関する設問である。( )内に最も適するものを解答群の中から選び、記号で答えよ。

皮膚は無毛部と有毛部に分けられる。無毛部は、( a ) などの部分であり、触覚情報取得に重要な役割を果たす。無毛部、有毛部ともに、皮膚は外側から内側に向かって、表皮、( b )、皮下組織からなる。皮膚感覚受容器は、表皮と( b )の境から皮下組織にかけて分布する。皮膚感覚受容器には、触覚情報を受容する( c )、温度情報を受容する温度受容器、痛み情報を受容する侵害受容器などがある。無毛部にある

大径有髄の ( c ) は, ( d ), パチニ小体, ( e ), ルフィニ終末の 4 種類である.

【aの解答群】

ア. 手背      イ. 頬      ウ. 手掌      エ. 額      オ. 耳

【bの解答群】

ア. 有棘細胞層      イ. 角層      ウ. 皮下層      エ. 真皮      オ. 厚皮

【cの解答群】

ア. 化学受容器      イ. 機械受容器      ウ. 伸張受容器      エ. 固有受容器  
オ. 振動受容器

【dの解答群】

ア. ゴルジ終末      イ. ウェーバー小体      ウ. 触覚盤      エ. 毛包受容器  
オ. マイスナー小体

【eの解答群】

ア. メルケル触盤      イ. ピンカス小体      ウ. 自由神経終末      エ. ゴルジ・マッツオニ小体  
オ. ポリモーダル受容器

## 第 8 問

以下は, モーションキャプチャシステムの特徴比較に関する問題である. (      ) に最も適するものを解答群から選び, 記号で答えよ.

- (1) モーションキャプチャを利用する場合には, 事前に ( a ) を行うことが重要であり, これによって ( b ) が大きく変化する.

【aの解答群】

ア. エバリュエーション      イ. アノテーション      ウ. ローテーション  
エ. キャリブレーション      オ. インストレーション

【bの解答群】

ア. 使いやすさ      イ. 計測精度      ウ. 計測速度      エ. 駆動時間      オ. 装着時間

- (2) 超音波センサやカメラを使ったモーションキャプチャでは, 計測対象の ( c ) が大きな問題となって

いる。例えばカメラを使ったモーションキャプチャにおいて（ c ）の問題を回避するためには、（ d ）を用いる方法が有効であるが、完全な解決には至らない。一方（ e ）を利用したモーションキャプチャでは、本質的に（ c ）による問題が生じない点が大きな特徴となっている。

【cの解答群】

ア. 複雑化      イ. 隠れ      ウ. 高コスト化      エ. 多色化      オ. 反射

【dの解答群】

ア. X線カメラ      イ. カラー画像      ウ. 大量のカメラ      エ. 高速なカメラ  
オ. 偏光

【eの解答群】

ア. 加速度センサ      イ. 高解像度カメラ      ウ. 広角カメラ      エ. パッシブ型  
オ. アクティブ型

## 第9問

以下は、生理的特性の計測に関する問題である。（      ）に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (1) 生理指標の代表的なものの一つである心電図からは、（ a ）を求めることができ、さらに（ a ）から（ b ）を求めることができる。

【aの解答群】

ア. 酸素化ヘモグロビン濃度      イ. 皮膚電気活動      ウ. 脳活動      エ. 心拍数  
オ. アドレナリン分泌量

【bの解答群】

ア. 発汗量      イ. 運動強度      ウ. 瞬き      エ. 脳血流      オ. 脳波

- (2) 筋肉の電気的な活動を計測したものが（ c ）である。このうち、皮膚上に電極を貼付し、筋肉全体の活動を計測するものを（ d ）という。（ d ）の測定時には、ノイズの影響を減らすため、2個の電極により計測した信号を（ e ）する。

【cの解答群】

ア. EDA      イ. MEG      ウ. PET      エ. EEG      オ. EMG

【dの解答群】

ア. 表面筋電図      イ. MRI      ウ. 脳磁図      エ. 脳波      オ. GSR

【eの解答群】

ア. 乗算      イ. 反転増幅      ウ. 除算      エ. 差動増幅      オ. 非反転増幅

第10問

以下は、体性感覚ディスプレイに関する問題である。(      )に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

皮膚感覚呈示装置を開発する際には空間分解能の目安として使われる指標である( a )に基づいて、刺激装置の密度を決めることとなる。皮膚感覚受容器を刺激する方法としては、( b )や( c )を用いたものなどがある。( b )は、携帯電話に入っているような偏心おもりがついたモータやボイスコイルのアレイによって構成され、主に腕や背中など比較的2点弁別閾が大きい場所で使われる。一方指先などの2点弁別閾が数ミリの小さい場所では、 piezo素子の振動を てこ を使って拡大することでピンアレイのピンを駆動する方式や、( c )ノズルアレイを用いて刺激を行うことが行われている。特に( c )ノズルアレイでは、皮膚の圧覚が( d )性質を利用することで、ノズルの直径が小さい場合は圧迫ではなく吸引によっても圧覚呈示が可能となっている。また、そのノズルの直径によっても刺激される感覚受容器を( e )に刺激できることがわかってきている。

【aの解答群】

ア. 閾値      イ. 2点弁別閾      ウ. 1点弁別閾      エ. 3点弁別閾      オ. 5点弁別閾

【bの解答群】

ア. 磁気      イ. 電熱線      ウ. 振動子      エ. センサ      オ. 赤外線

【cの解答群】

ア. 空気圧      イ. 油圧      ウ. 大気圧      エ. 電圧      オ. 水圧

【dの解答群】

ア. 応力の向きとひずみの大きさに比例する  
イ. 応力の向きではなくひずみの大きさに比例する  
ウ. 応力の向きではなくひずみの大きさに反比例する  
エ. 応力の大きさではなくひずみの向きに反比例する

オ. 応力の向きとひずみの大きさに反比例する

【eの解答群】

ア. 大雑把に      イ. 網羅的      ウ. 選択的      エ. 集中的      オ. 拡散的

## 第11問

以下は、聴覚ディスプレイに関する問題である。(      )に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

「音像定位伝達関数合成法」は、( a )でのみ正しく音が聞こえることを目的とした方式である。音源から両耳までの全ての物理現象を( b )としてとらえ、両耳それぞれの位置に届く音を( c )等で呈示している。通常の( c )による両耳型呈示を( d )と呼ぶ。一方、室内に置いた複数のスピーカによりユーザの耳元に目的の音を合成する( e )という呈示方法もある。

【aの解答群】

ア. 音源のそば      イ. 両耳の位置      ウ. 壁面のそば      エ. 両耳の midpoint      オ. 原点

【bの解答群】

ア. 原因と結果      イ. 非可逆現象      ウ. 関数      エ. 伝達関数      オ. 数式

【cの解答群】

ア. レベルメータ      イ. アンプ      ウ. ヘッドホン      エ. ノイズ      オ. S/N比

【dの解答群】

ア. トランスオーラル再生      イ. トリオーラル再生      ウ. モノラル再生  
エ. ステレオ再生      オ. バイノーラル再生

【eの解答群】

ア. トラバーサル再生      イ. トランスオーラル再生      ウ. モノクロ再生  
エ. ステレオ再生      オ. バイラル再生

## 第 12 問

次のバーチャル世界についての説明で、間違っているものはどれか。

### 【解答群】

- ア. バーチャル世界は、体験者に提示されるだけでなく、時間経過や体験者の行動に応じて変化する必要がある。
- イ. バーチャル世界には汎用性が必要なので、大規模なバーチャル世界の場合でも物体を構成する分子の種類と位置を最小単位としてモデリングする。
- ウ. バーチャル世界にはリアルタイム性が必要なので、大規模なバーチャル世界の場合でも、提示のリアルタイム性を考慮してモデリングしなければならない。

## 第 13 問

以下は、柔軟物の変形シミュレーションに関する問題である。(1)～(5)の問いに最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (1) 変形とは、外力により物体表面や内部に移動、つまり ( a ) が生じる状態をいう。一般に、変位が微小であれば、物体は ( b ) を示す。

### 【aの解答群】

- ア. 塑性      イ. 粘性      ウ. 力覚      エ. 変位      オ. 破壊

### 【bの解答群】

- ア. 弾性変形      イ. 過渡運動      ウ. つり合い      エ. せん断      オ. 塑性

- (2) 変形シミュレーションは、見た目や触感に影響するため、バーチャル環境の視覚や力触覚表現において重要な役割を果たす。( c ) に基づく変形モデルには、代表的なものに、バネ質点モデルや有限要素モデルがある。

### 【cの解答群】

- ア. 破壊力学      イ. 幾何学      ウ. 物理法則      エ. 生理学

- (3) バネ質点モデルは、物体を質点と質点間を結ぶ ( d ) で表現し、各質点の運動を解いて物体変形を表現するモデルである。有限要素モデルは、物体を 3 角形要素などの集合として表現し、各要素に成り立つ支配方程式の ( e ) により得られる連立方程式を解いて、弾性論に基づいた物体変形を表現するモデルである。

【dの解答群】

ア. 剛体      イ. 流体      ウ. 紐      エ. バネ

【eの解答群】

ア. 差分      イ. 一般化      ウ. 重ね合わせ      エ. 積分

(4) 弾性の説明として最も適切ものはどれか。

【解答群】

- ア. 弾性とは、2物体が衝突後にひとかたまりとなって運動する状態をいう。
- イ. 弾性とは、作用する外力を取り去ると元に戻る性質をいう。
- ウ. 弾性とは、破壊に要するエネルギーが小さくもろい性質をいう。
- エ. 弾性とは、作用する外力によって体積を保存した状態で変形する性質をいう。
- オ. 弾性とは、作用する外力を取り去っても元に戻らない性質をいう。

(5) 変形シミュレーションについて、間違っているものはどれか。

【解答群】

- ア. バネ質点モデルは、簡潔な実装により物体変形を表現可能とする。
- イ. 有限要素モデルは弾性論におけるパラメータ（弾性率，ポアソン比）に基づく高精度の変形を可能とする一方、実装が複雑であり計算量が多い。
- ウ. 変形シミュレーションを行うために、モデル要素の位置や弾性パラメータを事前に設定する必要はない。
- エ. 弾性パラメータの計測法には、引張試験，超音波エラストグラフィ，MRE (Magnetic Resonance Elastography) などがある。
- オ. 変形シミュレーションの忠実性と実時間性にはトレードオフの関係がある。

## 第 14 問

(1) 次の物理シミュレーションについての説明文の(      )に最も適する記号を答えよ。

下の解答群のア～エの処理は、剛体の物理シミュレーション処理の一部である。シミュレーションの手順に合うようにア～エを並べ替えると、( a ) → ( b ) → ( c ) → エ の順になる。

【a～c の解答群】

- ア. 抗力, 摩擦力, 重力の計算
- イ. Bounding Volume での接触判定
- ウ. 物体形状での接触判定
- エ. 剛体の速度・位置の更新 (数値積分)

(2) 次のバーチャルリアリティシステムに関する説明の ( ) に最も適するものを解答群から選び, 記号で答えよ.

剛体の運動は, 剛体に働く力と作用点がわかれば, 運動方程式を数値積分することで求めることでシミュレーションできる. 剛体に働く力のうち重力や( d )や( e )はすぐに求まるが, ( f )や( g )のような拘束力は, 拘束条件を満たすような力として与えられるため, 簡単には求まらない. このため, 物理シミュレータは, 拘束力の計算方法で特徴付けることができる. ( h )のシミュレータでは拘束力はバネダンパモデルの状態からすぐに求まるため1ステップあたりの計算量は少ない. しかし, バネダンパモデルが収束するためには, 1ステップの時間刻み $\Delta t$ を小さくしなければならない.

一方, ( i )のシミュレータでは, 拘束力を拘束条件と運動方程式を連立させて解くため計算量が多いが,  $\Delta t$ を大きくとることができる.

【d～g の解答群】

- ア. 静止摩擦力
- イ. 動摩擦力
- ウ. 抗力
- エ. 応力
- オ. バネによる力

【hおよびi の解答群】

- ア. 解析法
- イ. 掃き出し法
- ウ. ペナルティ法
- エ. 繰り返し法

第 15 問

以下は, 人間の運動を計算機上で表現するための人体モデルとその運動生成に関する問題である. (1)～(3)の問いのそれぞれに, 解答を解答群から選び, 記号で答えよ.

(1) 人体の剛体リンク系モデルについての以下の記述のうち, 間違っているものはどれか.

【解答群】

- ア. 剛体リンク系は, 関節で接続された複数の剛体からなる.
- イ. 通常, 股関節は3自由度の球面関節として表現される.
- ウ. 通常, 肘関節は1自由度の回転関節として表現される.
- エ. 多数の球面関節と回転関節を使うことで, 実際の人体の運動を厳密に表現するモデルができる.

オ. 実際の人体の肩関節や膝関節では、回転とともに回転中心が移動する。

(2) 次の文章の (a) (b) に入る語句の組み合わせとして最も適したものはどれか。

逆運動学の解法には大きく分けて解析的手法と数値的手法がある。解析的手法は、リンクの位置を関節角の関数として表し、その ( a ) を求める方法である。数値的手法の一つとして、( b ) を評価関数とする最適化問題を解く方法がある。

① 導関数 ② 逆関数 ③ 関節速度の2乗和 ④ 速度誤差の2乗 ⑤ 位置誤差の2乗

【解答群】

- ア. (a) ① (b) ③
- イ. (a) ① (b) ④
- ウ. (a) ② (b) ③
- エ. (a) ② (b) ④
- オ. (a) ② (b) ⑤

(3) 逆運動学問題が無数の解を持つ場合の例として最も適切なものはどれか。

【解答群】

- ア. 障害物がないとき、物体を与えられた始点から終点まで移動する経路は無数にある。
- イ. 手の位置・姿勢と肩関節の位置を固定したまま、肘をある円弧上の別の位置に移動させることができる。
- ウ. 腕を静止させるのに必要な筋張力の組み合わせは無数にある。
- エ. 肩関節の位置を固定すると、手が到達できない領域がある。
- オ. 人が手のある位置から別の位置まで移動させるときの速さの時間変化をグラフにすると、一般に釣鐘形になる。