

問 1 以下は、バーチャルリアリティ (virtual reality) とは何かに関する問題である。( )  
に最も適するものを解答群から選べ。

(1.1) そもそも人間が捉えている世界と思っているものは、実は人間の感覚器を介し、かつ人間の認識機構の ( a ) な仕組みにより認識され、脳に投影された物自体の写像にすぎないと言うことができる。その見方に立つならば、人間の認識する世界も人間の感覚器による一種のバーチャルな世界であると極論することさえできるのである。例えば、人間の視覚が電磁波のうち光と呼ばれる  $0.38\sim 0.78$  ( b ) というきわめて限られた領域を検出するにすぎず、聴覚も空気の振動のうちのわずか  $20\sim 20,000\text{Hz}$  というこれもまた限られた、ごくせまい部分を感じているにすぎない。

**【a の選択肢】**

1. アプリオリ (a priori)
2. 仮想的
3. 創造的
4. 認知論的
5. アポステリオリ (a posteriori)

**【b の選択肢】**

1. m
2. mm
3.  $\mu\text{m}$
4. nm
5. pm

(1.2) バーチャルリアリティの三要素とは、3次元の空間性、実時間の相互作用、および ( c ) である。

**【c の選択肢】**

1. フィードバック (feedback)

2. 立体視
3. ディスプレイ (display)
4. 自己完結性
5. 自己投射性

(1.3) バーチャルリアリティは、さしずめ、3C と 3E のための道具 (human tools for 3Cs and 3Es) である。3C とは、( d ), Control, Communication であり、3E は、Elucidation, Education, ( e ) である。

**【d の選択肢】**

1. Cooperation
2. Creation
3. Correspondence
4. Community
5. Comfort

**【e の選択肢】**

1. Expenditure
2. Emergence
3. Evacuation
4. Entertainment
5. Essence

**問 2** 以下は、バーチャルリアリティ (VR : Virtual Reality) の構成に関する問題である。( ) に最も適するものを解答群から選べ。

(2.1) VR 技術は、ユーザに現実感を与えるために ( a ) によって感覚入力を生成し、ユーザの運動を出力として捉えて ( b ) を実行するというループが円滑にまわることを目指し

ている。

**【a の選択肢】**

1. 脊髄刺激
2. 文字
3. ディスプレイ
4. データグローブ
5. 会話

**【b の選択肢】**

1. エラー処理
2. 電気刺激
3. シミュレーション
4. ゲーム
5. ライフサイクル

(2.2) VR の出力システムは、ユーザ（ c ）を行うことにより、臨場感の高い情報を与える仕組みであり、これにより、（ d ）を模擬して多様な現実の描写を行うために用いられる。

**【c の選択肢】**

1. への刺激提示
2. の運動入力
3. の計測
4. への物理的侵襲
5. の運動支援

**【d の選択肢】**

1. トラフィック
2. 脳

3. 航空機
4. 感覚情報
5. 情報処理

(2.3) VR 技術によって生成される現実世界は、一般にユーザの（ e ）によって世界描写がリアルタイムに変化することが重要であり、それには（ f ）を利用することが VR 技術の特徴として行われている。

**【eの選択肢】**

1. 願望
2. 心拍
3. 認知過程
4. 運動入力
5. 視力

**【fの選択肢】**

1. キーボード入力
2. 感覚ディスプレイ
3. ゲームコントローラ
4. 身体計測装置
5. マウス

(2.4) VR 世界を構成するためには、VR 空間内の VR 物体を感覚提示する必要があるが、その VR 物体は（ g ）に従っていることが一般に必要であり、例えば 2 つの固体（剛体）の運動軌道が交差する場合には（ h ）が発生することをシミュレーションしなければならない。

**【gの選択肢】**

1. 物理法則

2. 心拍
3. 認知過程
4. 運動入力
5. 聴力

**【h の選択肢】**

1. 相違
2. 空間分離
3. 警報
4. 座標変換
5. 相互干渉

(2.5) VR 世界にはいくつかのタイプがあり、典型的な（ i ）のように、あらかじめすべてのデータを計算機に用意しておくのがその 1 つである。また、（ j ）などを介して、遠方の世界を VR 世界に接続するタイプでは、複数の世界を合成して提示する空間的なメディアとなる。

**【i の選択肢】**

1. ライブ中継
2. 遠隔会議
3. 運動入力
4. シミュレーションゲーム
5. 旅行

**【j の選択肢】**

1. 通信回線
2. 脳神経
3. MRI
4. 感覚情報

5. モーションライド装置

**問 3** 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（ ）に最も適するものを各解答群から選べ。

(3.1) 1900 年のパリ博覧会で公開された（ a ）の作品「Mareorama」では、マルセイユから横浜までの風景を描いたロール式の絵を巻き取りながら表示し、客船型の観覧台では送風機による潮の香りや、照明の変化による太陽の動き等を提示する手法が用いられた。

**【a の選択肢】**

1. Cyclorama
2. Cineorama
3. MAX 映像
4. ドーム映像
5. ムービングパノラマ

(3.2) 1980 年代に MIT の Media Lab. で開発された、部屋全体をコンピュータのインタフェースとして利用する（ b ）では、椅子に座った利用者が壁面スクリーンに提示された情報を音声やジェスチャによって操作することができた。

**【b の選択肢】**

1. Ultimate Display
2. PowerWall
3. Vivarium
4. Media Room
5. t-Room

(3.3) 人間は目を瞑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、眼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 の選択肢】**

1. 情報
2. 図式
3. 空間
4. モダリティ
5. 領域

**【d の選択肢】**

1. 没入感
2. 自己投射性
3. 臨場感
4. 存在感
5. 空間性

**問 4** 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（ ）に最も適するものを各解答群から選べ。

(4.1) 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 の選択肢】**

1. インタラクティブアート
2. インターネットアート
3. パフォーマンスアート
4. デジタルアート
5. ビデオアート

(4.2) 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 の選択肢】**

1. 磁気式
2. 赤外線式
3. 機械式
4. ジャイロ式
5. 光学式

(4.3) 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 の選択肢】**

1. ストリング型
2. マスターアーム型
3. 対象型
4. マウス型
5. ペン型

**問 5** 以下は、バーチャルリアリティ (virtual reality) とは何かに関する問題である。( ) に最も適するものを解答群から選べ。

(5.1) 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 ( ) or effect though not in actual fact or form」と定義されている。

**【選択肢】**

1. appearance
2. essence
3. nature
4. observance
5. reality

**問 6** 以下は、視覚に関する問題である。(a)～(c) の文章において、( ) に最も適するものを解答群から選べ。

(6.1) 視覚の基本特性に関する次の記述のうち、適切でないものは ( a ) である。

**【a の選択肢】**

1. 周囲の明るさと同じ方向に知覚が生じることを、同化とよぶ
2. 順応および残効は、世界の変化に対して適応的に対応するための機能である
3. 運動残効 (motion aftereffect) の例として、下に流れる滝をしばらく見た後、隣の岩肌を見ると、岩肌が下って知覚される現象が挙げられる
4. 恒常性には大きさだけでなく、位置や形などさまざまな恒常性が存在する
5. 知覚とは、網膜情報そのものを写し取っているわけではない

(6.2) 一般的には、視野の広い範囲を占める整合的運動や奥に提示された運動は ( b ) に起因するものとして解釈され、小さい領域のばらばらな運動や手前にある運動は ( c ) として知覚される。このようにして視覚情報から生じる自己運動感覚のことを ( d ) とよび、例として、隣の列車が動いたのに自分が反対方向に動いて知覚される錯覚が挙げられる。

**【b の選択肢】**

1. 自己運動
2. 物体・対象の運動
3. オプティックフロー（optic flow）
4. 運動残効
5. ベクシオン（vection）

**【c の選択肢】**

1. 自己運動
2. 物体・対象の運動
3. オプティックフロー（optic flow）
4. 運動残効
5. ベクシオン（vection）

**【d の選択肢】**

1. 自己運動
2. 物体・対象の運動
3. オプティックフロー（optic flow）
4. 運動残効
5. ベクシオン（vection）

**問 7** 以下は、平衡機能の基本特性や身体運動と傾斜の知覚特性に関する問題である。

(7.1) 頭部の回転が続くと（ a ）を起し、頭部回転と逆方向の緩徐な眼球運動と同方向の急速眼球運動を交互に繰り返す。

**【a の選択肢】**

1. めまい

2. 眼振
3. 頭振
4. サッケード
5. 追跡眼球運動

(7.2) 耳石器系の前庭動眼反射には、直線加速度が加わった時に起こる（ b ）と、頭を傾けた時に起こる（ c ）がある。

**【b の選択肢】**

1. 眼振
2. 眼球反対回旋
3. サッケード
4. 追跡眼球運動
5. 代償性眼球運動

**【c の選択肢】**

1. 眼振
2. 眼球反対回旋
3. サッケード
4. 追跡眼球運動
5. 代償性眼球運動

(7.3) 等角加速度で加速して水平回転を与えると、（ d ）までは角速度が増すように感じるが、その後には回転感覚が減衰減速していると感じるようになり、次第に回転を感じなくなる。

**【d の選択肢】**

1. 5～10 秒
2. 20～40 秒

3. 1～2 分
4. 5～10 分
5. 30～60 分

**問 8** 以下は、聴覚系末梢の構造と機能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べ。

(8.1) 聴覚系末梢の機能は、大きく 3 つの部分に分けて論じられる。耳介および外耳道から成るのが（ a ）であり、その構造が方向選択的なフィルタとして機能することから、（ b ）に大きく寄与すると考えられている。鼓膜と耳小骨から成るのが（ c ）である。（ c ）は、空気中を伝わってきた音を（ d ）に効率よく伝えるインピーダンスマッチングを行っていると考えられている。（ d ）は、振動として伝わってきた音情報を神経信号に変換する役割を担っている。その際、符号化される周波数が（ d ）の中の音-神経信号変換器の場所ごとに整然と配置されていることから、そのことを利用して実装された聴覚復元技術が（ e ）である。（ e ）は（ d ）の障害に由来する難聴に光明をもたらしている。

**【a の選択肢】**

1. 内耳
2. 半規管
3. 中耳
4. 外耳
5. 耳管

**【b の選択肢】**

1. 距離知覚
2. 音源定位
3. ピッチ知覚
4. 大きさ知覚
5. ゲイン調整

**【c の選択肢】**

1. 内耳
2. 半規管
3. 中耳
4. 外耳
5. 耳管

**【d の選択肢】**

1. 内耳
2. 半規管
3. 中耳
4. 外耳
5. 耳管

**【e の選択肢】**

1. プローブマイク
2. イヤホン
3. 人工内耳
4. 補聴器
5. 骨導スピーカ

(8.2) 持続的な直線加速度の知覚の閾値は（ f ）程度である。

**【f の選択肢】**

1.  $0.06\sim 0.1\text{mm/s}^2$
2.  $0.6\sim 1\text{cm/s}^2$
3.  $60\sim 100\text{cm/s}^2$

4.  $6\sim 10\text{cm/s}^2$
5.  $0.06\sim 0.1\text{cm/s}^2$

**問 9** 以下は、人間の視覚情報処理に関する問題である。（ ）に最も適するものを解答群から選べ。

(9.1) 物体認識は、運動知覚や奥行き知覚のような初期・低次視覚と対比して、（ a ）の機能の 1 つと考えられている。ここでは、初期・低次知覚の処理で構築された情報と観察者が持つ（ b ）との照合が必要であり、それによって知覚対象が椅子か机かという認識が可能となると考えられている。顔の認識については、目や口だけを上下反転させて加工した顔画像を観察すると強い違和感が生じるが、その顔画像を上下反転させると違和感が低下する現象「（ c ）」がある。これは、顔の認識は上下が通常から反転した顔画像の入力ではうまく機能しないことを示しており、加工しない顔画像を上下反転させても顔の同定や識別などが困難になる。このような顔認識の方位による感度の違いは、正立した顔画像への接触頻度・親近性が高く、（ d ）が生じていることが原因の一つだと考えられている。

**【a の選択肢】**

1. 中位視覚
2. 下垂体
3. 左半球
4. 高次視覚
5. 右半球

**【b の選択肢】**

1. 知識
2. 神経細胞
3. DNA
4. 感性
5. 洞察力

**【c の選択肢】**

1. ホロウマスク (hollow-mask) 錯視
2. エビングハウス (Ebbinghaus) 錯視
3. フレーザー・ウィルコックス (Fraser-Wilcox) 錯視
4. マガーク (McGurk) 効果
5. 顔倒立効果

**【d の選択肢】**

1. 運動残効
2. 複合感覚
3. 過学習
4. 既視感
5. イメージシフト (image shift)

**問 10** 以下は、皮膚と触覚受容器に関する設問である。( ) に最も適するものを解答群から選べ。

(10.1) 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 の選択肢】**

1. 手背
2. 頬
3. 手掌

4. 額
5. 耳

**【b の選択肢】**

1. 有棘細胞層
2. 角層
3. 皮下層
4. 真皮
5. 厚皮

**【c の選択肢】**

1. 化学受容器
2. 機械受容器
3. 伸張受容器
4. 固有受容器
5. 振動受容器

**【d の選択肢】**

1. ゴルジ終末
2. ウェーバー小体
3. 触覚盤
4. 筋紡錘
5. マイスナー小体

**【e の選択肢】**

1. メルケル触盤
2. ピンカス小体

3. 自由神経終末
4. ゴルジ・マッツオニ小体
5. ポリモーダル受容器

(10.2) 短期記憶に関する次の文章のうち、間違っているものを選べ。

**【選択肢】**

1. 二重貯蔵モデルとは、記憶内容の保持期間によって短期貯蔵庫と長期貯蔵庫の 2 種類の記憶が存在すると考えるモデルである。
2. 短期貯蔵庫は、情報の符号化の仕方によって容量が変化する。
3. 短期貯蔵庫の容量は  $7 \pm 2$  文字と非常に限られている。
4. 情報処理の観点から捉えた場合、短期貯蔵庫は作業記憶と呼ばれる。
5. 作業記憶の容量は、短期貯蔵庫と同様、長期記憶に比べ非常に小さい。

**問 11** 以下は、視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べ。

(11.1) 視覚ディスプレイは、バーチャル空間の奥行きとその広がり、個々の物体の色や形、材質感など VR 空間を把握するための情報を映像として与えてくれる。視覚の受容器である目に入射する（ a ）を人工的に作り出した（ a ）と置き換えることで実現されるが、（ b ）による空間の奥行き手がかりに加えて、（ c ）を含めた広い領域への映像の呈示によって、空間への没入感が高まる。

**【a の選択肢】**

1. 音波
2. 光線
3. 振動
4. 概念
5. 物体

**【b の選択肢】**

1. 立体音響
2. 3 次元モデリング
3. 手指
4. 前庭覚
5. 立体視

**【c の選択肢】**

1. 中心視野
2. 仰角
3. 周辺視野
4. 俯角
5. 立体角

(11.2) 2 眼式の視覚ディスプレイは、主に（ d ）による左右の目での見えの違いを実現するもので、左右の目に入る映像を別々に用意し、何らかの方法で対応する目にもみ、その映像を呈示する。

**【d の選択肢】**

1. 運動視差
2. 両眼視差
3. 調節作用
4. 輻輳作用
5. 単眼視

(11.3) 2 眼式の視覚ディスプレイでは、偏光をかけた視差映像をプロジェクタでスクリーンに投影し、偏光フィルムメガネで左右の目に入る映像の分離を行う場合、（ e ）を必ず使用する必要がある。

**【e の選択肢】**

1. 逆さメガネ
2. シルバースクリーン
3. 液晶プロジェクタ
4. サッケード
5. 液晶シャッターメガネ

(11.4) 2 眼式の視覚ディスプレイには、スクリーンあるいはモニタの前に設置した（ f ）と呼ばれるスリットによって左右それぞれの目から見えるスクリーンの領域を分離する方式がある。（ f ）方式では、ユーザはメガネをかける必要がない。スリットは透過型液晶パネル等で実現され、生成する映像やスリット配置を変えることでスクリーンに対する頭の相対位置の変化に対応できる。

**【f の選択肢】**

1. LED アレイ
2. 回折格子
3. レンティキュラレンズ
4. パララックスバリア
5. LCD パネル

**問 12** 以下は、モーションキャプチャ (motion capture) に関する問題である。（ ）に最も適するものを解答群から選べ。

(12.1) ゴニオメータ (goniometer) を使った（ a ）式モーションキャプチャは、体の（ b ）を計測することで姿勢情報を得ることができる。

**【a の選択肢】**

1. 磁気
2. 機械

3. 光学
4. 電子
5. 最新

**【b の選択肢】**

1. 筋力
2. 温度
3. 関節角度
4. 質量
5. 電位

(12.2) ゴニオメータを取り付ける（ c ）は、体の動きを写し取る外骨格のような役割を果たすが、装着者の動きを制約することから、（ d ）。

**【c の選択肢】**

1. マーカ (marker)
2. フレーム (frame)
3. スーツ (suit)
4. レンズ (lens)
5. グローブ (glove)

**【d の選択肢】**

1. 激しい動きの計測に適している
2. 簡単に装着することができる
3. 近年でも広く活用されている
4. 自然な動きを計測できない
5. 計測誤差が大きい

**問 13** 以下は，没入型ディスプレイに関する問題である．以下の問いに最も適するものを解答群から選べ．

(13.1) 没入型ディスプレイについて正しいものはどれか．

**【選択肢】**

1. 人間の視界のうち，中心視野に映像を提示するディスプレイである．
2. 人間の視界のうち，周辺視野に的を絞って映像を提示するディスプレイである
3. 人間の視界のうち，中心視野および周辺視野に映像を提示することで，VR 空間の高い写実性を表現するディスプレイである．
4. 人間の視界のうち，中心視野および周辺視野に映像を提示することで，VR 空間への高い没入感が得られるディスプレイである．
5. 人間の視界のうち，周辺視野に映像を提示しないことで，VR 空間への高い没入感が得られるディスプレイである．

(13.2) 没入型ディスプレイのうち多面体スクリーン方式について間違っているものはどれか．

**【選択肢】**

1. 映像をレンダリングする際の視点位置と実空間でのユーザの視点位置が一致していると，スクリーン同士の継ぎ目部分で直線が直線に見える．
2. 映像をレンダリングする際の視点位置と実空間でのユーザの視点位置が一致していないと，スクリーン同士の継ぎ目部分で直線が折れ曲がって見えるため違和感が出やすい．
3. 映像をレンダリングする際の視点位置と実空間でのユーザの視点位置が多少ずれていても，大型のスクリーンであればそれなりに違和感なく映像が見える．
4. 映像をレンダリングする際の視点位置と実空間でのユーザの視点位置は厳密に一致していなければならない，少しでもそこから外れると鑑賞に堪えない．そのためどんな大型スクリーンで構成されていても，一人でしか使用できない．
5. 矩形スクリーンで構成されている場合，映像をレンダリングする際には，OpenGL などの平面スクリーン用のライブラリで生成した映像を直接投影すれば良い．

(13.3) 没入型ディスプレイのうち曲面スクリーン方式について正しいものはどれか。

**【選択肢】**

1. 曲面スクリーン方式は、プロジェクタの映像がゆがむため、テクスチャマッピング等の処理で投影映像をあらかじめひずませておく必要がある。
2. 曲面スクリーン方式は視野角が大きくなると一体成形するのが困難なため、いくつかに分割して製作する。しかしプロジェクタは 1 台でも非常に高精細な映像を提示することが出来る。
3. 映像をレンダリングする際の視点位置と実空間でのユーザの視点位置がずれていても、直線の映像は直線のまま提示されるので、多面体ディスプレイよりも正確な映像提示が出来る。
4. 映像をレンダリングする際にひずみ補正を行うため、補正前の原画像生成の時点ではユーザの視点の位置姿勢は全く考慮しなくても正確な映像提示が出来る。
5. 曲面スクリーン方式ではスクリーンをいくつかに分割して製作し、複数のプロジェクタを使って映像を投影する場合、投影映像の重なりについては全く考慮しなくてもいいのが利点である。

(13.4) 没入型ディスプレイについて間違っているものはどれか。

**【選択肢】**

1. 多面体スクリーン方式も曲面スクリーン方式も液晶シャッター方式の立体視は可能である。
2. 多面体スクリーン方式も曲面スクリーン方式も偏光スクリーン方式の立体視は可能である。
3. 多面体スクリーン方式も曲面スクリーン方式も立体視をするときは頭の位置及び姿勢データが必要である。
4. 多面体スクリーン方式も曲面スクリーン方式も裸眼の立体映像提示は極めて困難である。
5. 多面体スクリーン方式も曲面スクリーン方式も、映像ソース、スクリーンと眼球の距離が離れているので、メガネを使用して光学的にそれらの距離を調整しないと映像がぼやけてしまい、立体映像提示は難しい。

(13.5) 没入型ディスプレイについて正しいものはどれか。

**【選択肢】**

1. 没入型ディスプレイは、プロジェクタとスクリーンを使うのでスペースに無駄がなく、とてもコンパクトな映像提示が出来る。
2. 没入型ディスプレイでは、スクリーン面を分割して複数のプロジェクタで映像を投影する場合、プロジェクタ同士の映像の時間的ずれは、考慮しなくても全く問題ない。
3. 没入型ディスプレイでは、スクリーン面を分割して複数のプロジェクタで映像を投影する場合、プロジェクタ同士の映像の空間的ずれを極力小さくするだけで自然に見える。
4. 没入型ディスプレイは、プロジェクタとスクリーンを使うので画面が大きくなっても高解像度である。
5. 没入型ディスプレイでは、スクリーン面を分割して複数のプロジェクタで映像を投影する場合、プロジェクタ同士の映像の空間的時間的ずれを、極力小さくする必要がある。

**問 14** 以下は脳神経活動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べ。

(14.1) PET, NIRS, fMRI, MEG, EEG の 5 種の脳神経活動計測装置のうち、空間分解能が最も高いのは（ a ）である。また、（ b ）は、超伝導量子干渉計 (SQUID) を用い、脳神経の電気的な活動によって生ずる磁場を計測するもので、時間分解能が高いのが特徴である。歴史的に古くから用いられているのは、脳の神経活動である電気信号を、皮膚に貼付した電極により計測する（ c ）である。この方法の短所は、（ d ）が低いことと、（ e ）ことである。

**【a の選択肢】**

1. PET
2. NIRS
3. fMRI
4. MEG
5. EEG

**【b の選択肢】**

1. PET
2. NIRS
3. fMRI
4. MEG
5. EEG

**【c の選択肢】**

1. PET
2. NIRS
3. fMRI
4. MEG
5. EEG

**【d の選択肢】**

1. 空間分解能
2. 安全性
3. 時間分解能
4. 携帯性能
5. 記憶容量

**【e の選択肢】**

1. 計測中に大きな音が生ずる
2. 強磁場を用いる
3. ノイズの影響を受けやすい
4. 大規模な冷却装置を必要とする
5. 脳に強い刺激を与える

問 15 以下は、心理的測定の計測に関する問題である。

(15.1) 心理的特性の計測に関する次の記述のうち、適切でないものは（ ）である。

**【選択肢】**

1. バーチャルリアリティにおける心理状態の計測手法は、意思をシステムに伝える入力インタフェースとして用いられる。
2. 脳に活動から何らかの意思・意図を推定することで、所定の機器を操作出来るシステムを BMI (Brain-Machine Interface) と呼ぶ。
3. 侵襲計測では、運動出力部位の最終部位である一次運動野の活動から運動の方向、筋肉の活動などが推定されている。
4. 脳波を使い意思を計測するシステムでは、アルファ ( $\alpha$ ) 波 (8-13Hz) と同じ周波数域で運動に関連した信号が検出できるミュー ( $\mu$ ) 波を用いて、カーソル (cursor) を動かす方法が提案されている。
5. 感覚刺激に応答する P300 と呼ばれる神経活動は非常に特徴的な脳波であり、一度の計測で抽出が可能であるため、積極的に利用されている。

問 16 以下はモダリティ間相互作用に関する問題である。

(16.1) 複数の感覚の複合について最も正しい記述を解答群から選べ。

**【選択肢】**

1. 人間は様々な感覚モダリティを有しているが、実世界においてこれらを単体で利用している。
2. 人間は複数の感覚チャンネル (channel) からの情報を統合して外界の認識、働きかけを行っている。
3. HMD に位置姿勢センサを取り付けて使用した場合、体性感覚情報に合わせた視覚情報の更新が出来るため疎外感が高まる。
4. 歩行感覚提示装置と HMD を併用することで、歩行動作による体性感覚情報に加えて、移動による見えの変化が起こるため、VR 空間内での乗り物に乗っているような移動感覚が高まる。

5. 食感提示を行う場合、歯ごたえ、味、音、香りと感覚情報チャンネルが増えるほど、バーチャルな食品の現実感は急速に減少する。

**問 17** 以下は、感覚提示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べ。

(17.1) 2 眼式立体映像提示は、主に（ a ）による（ b ）での見えの違いを実現するもので、（ b ）に入る映像を別々に用意し、何らかの方法で対応する目にのみ、その映像を提示する。

**【a の選択肢】**

1. 運動視差
2. 両眼視差
3. 輻輳作用
4. 調節作用

**【b の選択肢】**

1. 左右の目
2. アクチュエータ（actuator）
3. センサ
4. ディスプレイ

(17.2) 嗅覚ディスプレイには、鼻の前にチューブ（tube）を配置し、匂い物質の拡散や（ c ）をする HMD 的発想の方法や、（ d ）の原理を使って遠隔地から匂い物質の塊を鼻に当てる方法が提案されている。

**【c の選択肢】**

1. 凝縮
2. 噴霧

3. 排気
4. 空気砲
5. コリオリ（Coriolis'）

**【d の選択肢】**

1. 凝縮
2. 噴霧
3. 排気
4. 空気砲
5. コリオリ（Coriolis'）

(17.3) 体性感覚ディスプレイは、バーチャルな物体に触ったときの表面の感触や硬さ、（ e ）などを提示する。

**【e の選択肢】**

1. 凹凸
2. 温度
3. 剛性
4. 湿度
5. 重さ

**問 18** 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べ。

(18.1) 剛体運動のシミュレータは、拘束力の計算方法で特徴付けることができる。（ a ）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（ b ）。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（ c ）しなければならない。

一方, ( d ) 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 ( e ) が,  $\Delta t$  を ( f ) することができる.

**【a の選択肢】**

1. 解析法
2. ペナルティ法
3. 繰り返し法

**【b の選択肢】**

1. 少ない
2. 多い
3. 等しい

**【c の選択肢】**

1. 小さく
2. 大きく
3. 等しく

**【d の選択肢】**

1. 解析法
2. ペナルティ法
3. 繰り返し法

**【e の選択肢】**

1. 少ない
2. 多い
3. 等しい

**【f の選択肢】**

1. 小さく
2. 大きく
3. 等しく

**問 19** 以下は、バーチャル世界のモデルとレンダリングに関する問題である。（ ）に最も適するものを解答群から選べ。

(19.1) 1978 年の Aspen Moviemap では、様々な視点から見た街の画像を、体験者の視点移動に合わせて画像を切り替えることで映像を提示していた。この手法の場合、体験者の移動は（ a ）。なお、この手法では当時としては高品質な映像を作り出すことができていた。一方で同様の映像を生成する方法としては、3次元コンピュータグラフィックスを利用する方法もある。3次元コンピュータグラフィックスを用いて建物の形状や色の情報を元に画像をレンダリングした場合、視点を（ b ）。ただし 1978 年当時の計算機処理能力を考慮した場合、十分な品質と速度でレンダリング処理を行うことは難しかった。

**【a の選択肢】**

1. まったくできない
2. 限定された視点間にとどまり、移動はできない
3. 自由自在である

**【b の選択肢】**

1. 自由に移動できる
2. 限定された視点間なら、移動できる
3. 移動することは極めて困難である

(19.2) バーチャル世界のシミュレーションについて間違っているものはどれか。

**【選択肢】**

1. 人物の行動や車の流れなど実世界で法則が解明されていない現象についても、何らかの法則を仮定してシミュレーションする場合がある。
2. あらかじめ時間をかけてシミュレーションを行ってデータを用意し、体験者の操作に応じてデータを取り出す処理をシミュレーション処理とすることがある。
3. バーチャル世界において物体に自然でリアルな動作をさせるためには、解明されているすべての物理法則、化学法則を用いてシミュレーションするしかない。
4. 人間の動作のように法則がよく分かっていない場合、さまざまな条件での実際の人間の動作を記録したデータを用意し、体験者のインタラクションに応じて再生することもある。

**問 20** 以下は、3 次元音空間の聴覚レンダリングとモデルに関する問題である。（ ）に最も適するものを解答群から選べ。

(20.1) 両耳伝達関数モデルは、精緻な 3 次元音空間知覚を表現するために、（ a ）への入力信号を正確に再現・合成するモデルである。

**【a の選択肢】**

1. ヘッドホン
2. 右耳
3. 左耳
4. 両耳
5. マイクロホン

(20.2) 音像定位は、音源から耳までの音波の伝搬現象によって決定される。この伝搬現象は、音源から頭部近傍までの伝搬特性を表す（ b ）伝達関数と、頭部近傍での、耳介、頭部、胴体等の反射や回折、共振などの物理現象を表す（ c ）伝達関数との従属接続による伝達関数として考えることができる。

**【b の選択肢】**

1. 室
2. 反射

3. 回折
4. 自由空間
5. 残響

**【c の選択肢】**

1. 鼓膜
2. 近傍
3. 耳介
4. 聴覚
5. 頭部

(20.3) 音の伝搬速度を一定とすると、自由音場では音源から受聴位置までの距離に応じた（ d ）と（ e ）をレンダリングする必要がある。

**【d の選択肢】**

1. 遅延
2. 早さ
3. 温度
4. 周波数
5. 反射

**【e の選択肢】**

1. 反射
2. メロディ
3. 早さ
4. 減衰
5. 低周波数

(20.4) 反射音のレンダリングモデルとして間違った記述はどれか。

**【選択肢】**

1. 幾何音響理論は、回折等音の波動的振る舞いを全て含む厳密的な理論である。
2. 虚像法の計算は、計算に際し反射の次数をあらかじめ決定しておく必要がある。
3. 虚像法では、反射の次数に対して指数関数的に計算量が増加する。
4. 音線法では、ある受音点近傍を通過する音における計算を結果として扱う。
5. 幾何音響理論では、高周波数の精度が比較的高い。