



試 験 種 別	試 験 科 目
線路主任技術者	線路設備及び設備管理

問1 次の問いに答えよ。

(小計20点)

- (1) 次の文章は、波長分割多重(WDM)について述べたものである。  内の(ア)～(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。(2点×4=8点)

波長の異なる複数の光信号を、AWGなどで構成されたデバイスである  (ア) を用いて多重化して1心の光ファイバで伝送するWDM方式には、高密度WDM伝送方式(DWDM)と低密度WDM伝送方式(CWDM)がある。

TTTC標準におけるDWDMの周波数グリッドのチャンネル間隔には、12.5 [GHz]、25 [GHz]、50 [GHz]、100 [GHz]及び100 [GHz]の  (イ) がある。

TTTC標準におけるCWDMの波長グリッドは、波長1,271 [nm]～1,611 [nm]の範囲内において、公称中心波長の間隔を  (ウ) [nm]として定められている。

CWDMはDWDMでは必要とされる波長や周波数をモニタして制御を行う回路を必要としないWDM技術とされ、光源として  (エ) 型のLDの使用が可能とされている。

<(ア)～(エ)の解答群>

- |      |       |        |            |
|------|-------|--------|------------|
| ① 5  | ② 非接触 | ③ 複素数倍 | ④ 光減衰器     |
| ⑤ 10 | ⑥ 熱伝導 | ⑦ 整数倍  | ⑧ 光サーキュレータ |
| ⑨ 15 | ⑩ 非冷却 | ⑪ 2乗倍  | ⑫ 光トランシーバ  |
| ⑬ 20 | ⑭ 点接触 | ⑮ 平方根  | ⑯ 光合分波器    |

- (2) 次の問いの  内の(オ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。  
(3点)

光の性質、伝搬などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、  (オ) である。

〈(オ)の解答群〉

- ① 光は、放送や携帯電話に用いられる電波と比較して、波長が非常に長い電磁波である。
- ② 光の回折現象のうち、光源と観測点のいずれか、又は光源と観測点の両方が開口に近く、光の波面の曲率が無視できない回折は、フラウンホーファー回折といわれる。
- ③ 光ファイバ中を伝わる光が外に漏れることとは別に、光ファイバの材料自体によって吸収され熱に変換されることにより生ずる損失は、吸収損失といわれ、光の波長に依存する。
- ④ 光の波長に近い大きさの微粒子を含む透明な媒質に白色光を入射させると、入射側に近いところでは青い光が散乱し、残った赤い光が伝搬する。この現象はレイリー散乱といわれ、散乱による損失の大きさは波長の2乗に比例する。

- (3) 次の問いの  内の(カ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。  
(3点)

光ファイバの基本パラメータなどについて述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (カ) である。

〈(カ)の解答群〉

- ① コア径は、光ファイバのコア領域の外周を最もよく近似する円の直径を表し、MM光ファイバの構造パラメータとして用いられる。
- ② モードフィールド径は、光ファイバ内の光の強度分布がガウス型で近似できるとき、光強度が最大値に対して  $\frac{1}{\sqrt{e}}$  になるところの直径であり、SM光ファイバの構造パラメータとして用いられる。
- ③ 開口数(NA)は、光ファイバへの光の入射条件を表すものであり、一般に、コア径が同じ光ファイバであってもNAが等しいとは限らない。光の入射効率(集光率)は光ファイバと集光レンズのNAが等しいとき最大となる。
- ④ カットオフ波長は、SM光ファイバが伝搬可能な光の波長を表すものであり、カットオフ波長より短い波長では伝搬モードがシングルモードにならない。

- (4) 次の問いの  内の(キ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。  
(3点)

エルビウム添加光ファイバ増幅器(EDFA)の特徴などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、  (キ) である。

<(キ)の解答群>

- ① EDFAは、一般に、エルビウム添加光ファイバ、励起光源、光変調回路、信号光と励起光を重ね合わせる光アイソレータなどから構成される。
- ② EDFAの励起光源としては、一般に、高出力動作を目的とする場合は1.65  $\mu$ m帯のLDが用いられる。
- ③ EDFAは、一般に、相互変調ひずみが生じやすく、ビットレート依存性があるため、異なる多数の波長を同時に増幅する場合、波長ごとに個別のEDFAを設置する必要がある。
- ④ EDFAに用いられるエルビウム添加光ファイバには、ある励起光パワーに対して増幅利得が最大となる光ファイバ長があり、光ファイバ長がそれより長い場合又はそれより短い場合、増幅利得は低下する。

- (5) 次の問いの  内の(ク)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。  
(3点)

CATV網及びアクセス網におけるFTTx技術について述べた次のA～Cの文章は、  
 (ク) 。

- A CATV網においてヘッドエンドから光ノードまでを光ファイバケーブル、光ノードからユーザ宅までを同軸ケーブルにより構成する形態は、HFCといわれる。この形態では、全区間で同軸ケーブルを用いる形態と比較して、高速な信号伝送が可能である。
- B HFCは、セルといわれるサービスエリアの世帯数を600程度とすることにより、全区間で同軸ケーブルを用いる形態と比較して、流合雑音の影響を小さくすることができるため低雑音である。
- C PONは、設備センタとユーザ宅の途中で光受動デバイスを設置し、設備センタからの光信号を分岐してユーザ宅に接続する形態のネットワークであり、ADSともいわれる。

<(ク)の解答群>

- ① Aのみ正しい      ② Bのみ正しい      ③ Cのみ正しい
- ④ A、Bが正しい    ⑤ A、Cが正しい    ⑥ B、Cが正しい
- ⑦ A、B、Cいずれも正しい    ⑧ A、B、Cいずれも正しくない

(1) 次の文章は、メタリック伝送路における反射の諸特性について述べたものである。   
 内の(ア)～(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。

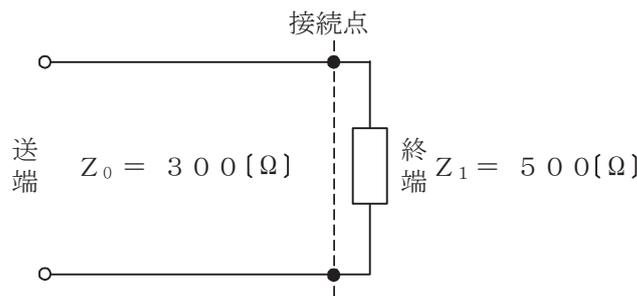
(2点×4=8点)

メタリック伝送路の特性インピーダンスが変化する点では、信号波が折り返す反射現象が生ずる。このとき、一般に、進行してきた信号波は入射波、進行方向とは反対の方向へ戻っていく波は反射波、反射せず進む波は透過波といわれ、反射の大きさは特性インピーダンスの変化の大きさに依存する。

反射の大きさを表す指標として電圧反射係数や電流反射係数が用いられ、電流反射係数は電圧反射係数の (ア) であり、それぞれの反射係数の絶対値が1に近いほど反射損失が大きい。図に示すように特性インピーダンス  $Z_0$  の一様線路をインピーダンス  $Z_1$  で終端した場合、接続点における電圧反射係数は (イ) となる。

また、図において、接続点が開放されている場合、終端のインピーダンスは (ウ) と考えられ、この場合の接続点における入射電圧は (エ) 全て反射される。

反射を防ぐには、巻数比が接続点のインピーダンスの比の平方根となるインピーダンス整合トランスを用いる方法などがある。



<(ア)～(エ)の解答群>

- |              |           |               |       |
|--------------|-----------|---------------|-------|
| ① 周波数に比例する値  | ② $-0.25$ | ③ 補数          | ④ 無限大 |
| ⑤ 入射波と逆位相で   | ⑥ $0.25$  | ⑦ 逆数          | ⑧ ゼロ  |
| ⑨ 周波数に反比例する値 | ⑩ $0.5$   | ⑪ 2乗          | ⑫ 反数  |
| ⑬ 入射波と同位相で   | ⑭ $1.0$   | ⑮ ファラデーの法則により |       |
| ⑯ テブナンの定理により |           |               |       |

- (2) 次の問いの  内の(オ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。  
(3点)

光ファイバケーブルの構造、材料などについて述べた次のA～Cの文章は、 (オ)。

- A 光ファイバケーブルの構造には、層<sup>よ</sup>撚り構造、ユニット構造、テープ心線スロット構造及びスロットレス構造があり、層撚り構造及びユニット構造では光ファイバを1心ずつ取り扱うことができない。
- B 光ファイバケーブルの抗張力体(テンションメンバ)は、光ファイバケーブルを布設する際の最大張力による光ファイバケーブルの伸びを光ファイバの許容弾性範囲内に抑えるためのものであり、これをケーブルの中心に配置した構造、外被内に埋め込んだ構造などがある。
- C テンションメンバの材料には、鋼線、FRP、高強度繊維などが用いられている。誘導対策地域に適用するものとして構成材料を全てノンメタリック化したIFケーブルのテンションメンバには、FRPが用いられている。

<(オ)の解答群>

- ① Aのみ正しい      ② Bのみ正しい      ③ Cのみ正しい  
④ A、Bが正しい    ⑤ A、Cが正しい    ⑥ B、Cが正しい  
⑦ A、B、Cいずれも正しい    ⑧ A、B、Cいずれも正しくない

- (3) 次の問いの  内の(カ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。  
(3点)

光ファイバの接続に用いられるメカニカルスプライスの特徴などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (カ)である。

<(カ)の解答群>

- ① メカニカルスプライスは、専用の接続部品を必要とするが、電源を必要とせず、単心用のほか、多心一括接続用がある。
- ② メカニカルスプライスは、光ファイバの端面を突き合せ、固定・把持して接続する方法であり、繰り返し着脱することを目的としており、保守時において切替えが必要な接続箇所で使用される。
- ③ メカニカルスプライスの接続作業では、くさびにより直線状の溝と押さえ板の間にできる空間に光ファイバを両端から挿入し、くさびを圧着して固定する。
- ④ メカニカルスプライスの接続作業では、熱収縮スリーブを用いて光ファイバの突き合せ端面の接続部を補強する。

- (4) 次の問いの  内の(キ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。  
(3点)

光クロージャの構造などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、  (キ) である。

〈(キ)の解答群〉

- ① 架空用光クロージャの防水性能としては、一般に、経済性などの観点から、J I S規格の保護等級 I P X 4 を満たすタイプが適用され、光スプリッタを収納する場合は、保護等級 I P X 7 を満たすタイプが適用される。
- ② 架空光ファイバケーブルとユーザ宅への引込み用のドロップ光ファイバケーブルとの接続箇所<sup>1</sup>に用いられる架空用光クロージャは、心線の取り回しを柔軟にするため、心線を収容する収納トレイを具備しないことによりクロージャ内の空間を確保している。
- ③ 地下用光クロージャは機械的な組立機構を持ち、かしめ構造により防水性能が確保されており、架空用光クロージャには紫外線による劣化現象であるソルベントクラックを生じにくい材料が用いられている。
- ④ 地下用光クロージャは、限られたスペース内での高密度な心線収納性が要求され、融着接続などによる光ファイバ心線接続部と必要な曲率半径を確保した状態での心線余長を収容できる構造となっており、1,000心以上の光ファイバ心線を収容可能なものがある。

- (5) 次の問いの  内の(ク)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。  
(3点)

架空構造物について述べた次の文章のうち、誤っているものは、  (ク) である。

〈(ク)の解答群〉

- ① コンクリート柱は、J I S規格において1種及び2種に分類される。1種コンクリート柱は通信、配電、送電などの用途に、また、2種コンクリート柱は鉄道、軌道における電線路などの用途に使用される。
- ② 支線は、吊り線、支持線<sup>2</sup>などから電柱に加わる水平荷重に対抗して、電柱の傾斜や転倒を防止するために取り付けられるワイヤであり、電柱に取り付ける上部支線及び地下に埋設して地耐力を得る構造を有する下部支線で構成される。
- ③ 支柱は、支線が取り付けられない場合に、一般に、支線の取付け方向とは反対側に取り付けられ、本柱(支柱を取り付ける電柱をいう。)に作用する水平荷重を分担する。支柱には、一般に、本柱と同一設計荷重の電柱が使用される。
- ④ 架空構造物に加わる主な荷重には、風圧荷重、ケーブル張力及び垂直荷重があり、このうち電柱に加わる垂直荷重は、ケーブルなどの重量や支線の垂直分力により電柱に常時加わる垂直方向の荷重であり、電柱自体と金物類の重量は含まれない。

(1) 次の文章は、長距離光ファイバ通信システムの設計などについて述べたものである。 [ ] 内の(ア)～(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。

(2点×4=8点)

信号光は光ファイバ中を伝搬する距離が長くなるほど、光ファイバの伝送損失及び分散により信号光パワーの減衰及び波形ひずみが生じ、SN比及び [ (ア) ] が悪化する。

SM光ファイバを用いた長距離光ファイバ通信システムの設計において、無中継で伝送可能な最大距離L[km]は、送信側の光パワーをPs[dBm]、受信側の最小受光パワーをPr[dBm]、設備センタ内の接続損失をPo[dB]、送・受信機の経年劣化や光ファイバの損失増加などを見込んだ [ (イ) ] をPm[dB]、光ファイバの接続損失を含む単位長さ当たりの平均損失をα[dB/km]、波形劣化による受信感度の低下量をPd[dB]とすると、次式で求められる。ただし、Psは発光素子の出力光パワーではなく伝送路用光ファイバに有効に入射した光パワーであり、発光素子と光ファイバとの [ (ウ) ] によって決まる値である。

$$L = \frac{(P_s - P_r) - P_o - P_m - P_d}{\alpha}$$

伝送距離は、Psを大きくすることによって延伸することができるが、一般に、光ファイバへの入射光パワーを大きくすると、光ファイバの非線形光学効果の一つである [ (エ) ] によってスペクトル幅が広がり、Pdが大きくなる。

<(ア)～(エ)の解答群>

- |          |            |         |         |
|----------|------------|---------|---------|
| ① スラック   | ② ポッケルス効果  | ③ 波長依存性 | ④ 光弾性効果 |
| ⑤ 自己位相変調 | ⑥ レイリー散乱   | ⑦ ワンダ   | ⑧ ラマン散乱 |
| ⑨ 透過係数   | ⑩ ファラデー効果  | ⑪ 符号誤り率 | ⑫ ヤング率  |
| ⑬ 結合効率   | ⑭ システムマージン | ⑮ 標準偏差  | ⑯ 屈折率差  |

- (2) 次の問いの  内の(オ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。(3点)

光ファイバ伝送路の不具合箇所の探索方法、測定技術、接続故障の原因について述べた次の文章のうち、正しいものは、 (オ) である。

〈(オ)の解答群〉

- ① 地下光ファイバケーブルにおいて、曲げによるストレスが加わり、光損失が増加した箇所は、一般に、設備センタからOTDRを用いた光損失測定により推定でき、 $1.31[\mu\text{m}]$ の測定波長による曲げ箇所の光損失測定値は、 $1.65[\mu\text{m}]$ の測定波長による場合と比較して大きくなる。
- ② B-OTDRは、光ファイバ中の散乱現象であるブリルアン散乱による後方散乱光を検出する測定器である。ブリルアン散乱は、光ファイバへの応力付与によって散乱光の周波数がシフトする特性を有していることから、B-OTDRを用いて散乱光の周波数シフト量からひずみが加わっている位置を推定できる。
- ③ 光ファイバにおける接続損失の発生要因の一つとして、光ファイバ相互での軸ずれがある。光ファイバの屈折率分布がガウス分布に従う場合、接続損失値は、両光ファイバのコア径が $\frac{1}{2}$ 以上重なり合えば、軸ずれがない場合と同じである。
- ④ 現場組立光コネクタの組立作業などにおいて、光ファイバを切断する際、表面に微少な傷をつけて光ファイバを折り曲げるとそこに応力が集中して破断し、その破断面は凹凸となり、接続損失が増加することから、ニップを用いて光ファイバを切断する。

- (3) 次の問いの  内の(カ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。(3点)

光ファイバ心線対照技術などについて述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (カ) である。

〈(カ)の解答群〉

- ① 光ファイバIDテストを用いて、光ファイバを湾曲させ漏洩<sup>えい</sup>した光によって心線対照を行う場合は、 $1[\text{GHz}]$ 変調の対照光が用いられる。
- ② 光ファイバIDテストの曲げ部の湾曲形状を左右非対称にすることにより、設備センタからの試験光及びユーザ側からの試験光の漏洩光検出レベルに差を生じさせ、それぞれの検出レベルの大きさを比較することで光線路の上部下部が判定できる。
- ③ 曲げを加えても通信光が心線外部へ漏洩しにくいR15光ファイバの心線対照を可能とするため、光ファイバIDテストの曲げ部に光ファイバ被覆と同程度の屈折率を持つ透過性部材を用いて漏洩光の検出感度を高める方法がある。
- ④ 光ファイバ断線時において、断線箇所を探知するため可視光源を利用する場合がある。可視光源として、レーザ安全規格がクラス2Mやクラス3Rの赤色LDを用いているものがある。

- (4) 次の問いの  内の(キ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。  
(3点)

通信線(メタリックケーブル)が受ける誘導について述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (キ) である。

<(キ)の解答群>

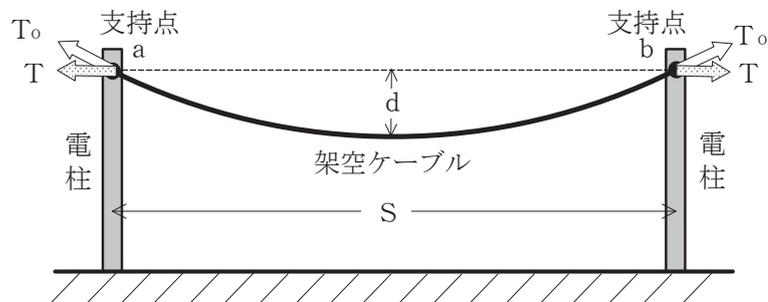
- ① 高圧送電線などから通信線が受ける誘導には、静電誘導と電磁誘導の2種類がある。静電誘導は、電圧成分を誘導源とする現象であり、電磁誘導は、電流成分を誘導源とする現象である。
- ② 電磁誘導を軽減するための対策の一つとして、誘導源となる高圧送電線などと通信線との離隔距離を十分に確保する方法がある。また、やむを得ずお互いに交差する場合は、交差部及びその近傍をできる限り直角にすることが有効である。
- ③ 電磁誘導を軽減するための対策の一つとして、架空線路区間を地下化し、ケーブルを金属管路に収容することにより、遮蔽係数を大きくして遮蔽効果を大きくする方法がある。
- ④ 電磁誘導を軽減するために用いられる誘導遮蔽ケーブルには、金属遮蔽層に電磁軟鉄テープを使用したものがある。

- (5) 次の問いの  内の(ク)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。  
(3点)

図に示す張力計算モデルにおいて、以下に示す条件の場合、支持点 a 及び b の張力 T は、 (ク) [N] である。ただし、張力 T は、線条方向に実際に加わる張力  $T_0$  と近似した水平方向の張力とし、答えは四捨五入により整数とする。

(条件)

- ① 単位長さ当たりのケーブル荷重  $W$  : 0.8 [N/m]
- ② スパン長  $S$  : 30 [m]
- ③ 弛度  $d$  : 0.3 [m]
- ④ ケーブルの支持点 a と b の間には、高低差がないものとする。
- ⑤ 着雪、風圧荷重、温度などの外部要因は考慮しないものとする。



<(ク)の解答群>

- ① 42      ② 150      ③ 300      ④ 600      ⑤ 1,000

- (1) 次の文章は、海底ケーブルの探線方法などについて述べたものである。□内の(ア)～(ウ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。ただし、□内の同じ記号は、同じ解答を示す。(2点×3=6点)

海底面に敷設されている海底ケーブルを捕捉する作業は、一般に、探線といわれる。探線の一般的な方法では、海底面で<sup>いかり</sup>錨状の□(ア)を海底ケーブルの敷設方向に対してできる限り直角の方向に引きずることにより、海底ケーブルを引っ掛ける。

また、複数の海底ケーブルが近接して敷設されている海域においては、水深がROV (Remotely Operated Vehicle)の潜水性能の範囲内では□(イ)機能を持つROVによる探線が有効であり、この□(イ)に必要な交流低周波信号は、中継海底ケーブルシステムでは陸揚局の給電装置からの直流電流に重畳されて送られる。探線後、ROVの□(ウ)を用いて、捕捉した海底ケーブルの切断作業、揚収ロープの取付け作業などが行われる。

〈(ア)～(ウ)の解答群〉

- |          |           |            |
|----------|-----------|------------|
| ① 磁気探査   | ② シンカー    | ③ ウォータジェット |
| ④ 定点保持   | ⑤ グラブネル   | ⑥ 潮流検知     |
| ⑦ ドレッジャー | ⑧ マニピュレータ | ⑨ バイブロコアラー |
| ⑩ ソノプローブ | ⑪ 分岐・結合   | ⑫ ケーブルグリップ |

- (2) 次の問いの□内の(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。(3点)

中継光海底ケーブルシステム(以下、システムという。)の監視方法などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、□(エ)である。

〈(エ)の解答群〉

- ① システムの定期的な監視項目としては、光伝送端局装置間における光海底ケーブルの光損失の温度特性、光海底中継器での波長分散特性などがある。
- ② システムにおける伝送品質の評価は、Q値を用いて行われる場合が多く、一般に、Q値が大きいほど伝送品質が悪い。
- ③ システムにおいて、海中区間での光ファイバケーブルの切断が1か所であれば、そのケーブルが切断された中継区間を特定できる監視方式がある。
- ④ 片端給電のシステムでは、海中区間での光海底ケーブルの絶縁故障が発生した場合、光海底ケーブルの静電容量を測定することにより、高精度で絶縁故障点位置を判定することができる。

- (3) 次の問いの  内の(オ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。  
(3点)

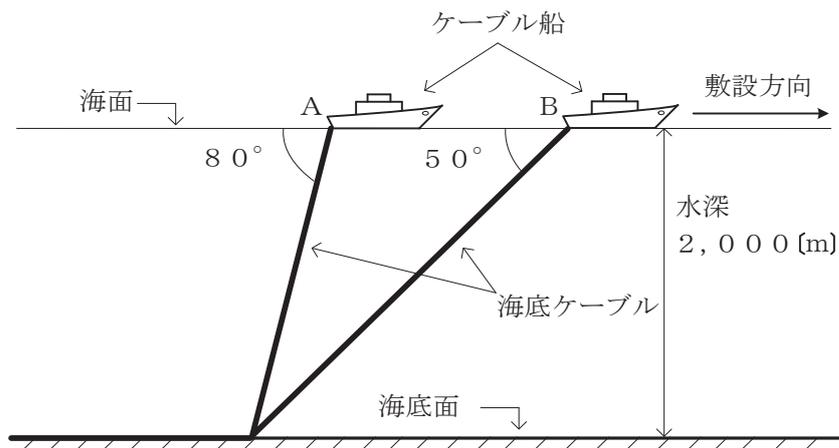
光海底ケーブルの構造、機能などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、  (オ) である。

<(オ)の解答群>

- ① 伝送容量の増大に伴い、コア部分への光パワーの閉じ込めを弱くして実効断面積を拡大した光ファイバを用いることにより曲げ損失を抑えた光海底ケーブルが用いられている。
- ② 鉄3分割パイプ形光海底ケーブルに用いられている銅チューブは、光海底ケーブルシステム<sup>の</sup>の給電路としての役割を担っているが、銅チューブ内部の光ファイバに有害な水素ガスの浸入を阻止する役割は担っていない。
- ③ 光海底ケーブルシステムに用いられる光海底ケーブルの構造において、タイトタイプ構造は、ルースタイプ構造と比較して、光ファイバへのストレスを低減でき、偏波モード分散を小さく抑えることができる。
- ④ 陸揚局近傍の浅海域では、漁労や錨<sup>よ</sup>などにより光海底ケーブルが損傷を受けやすいため、一般に、鋼線を一重又は二重に撚り込んで保護した構造の外装ケーブルが使用されている。

- (4) 次の問いの  内の(カ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。  
(3点)

図は、ケーブル船が海底ケーブルを保持している状態(A点)から敷設を開始した後の状態(B点)までの敷設時の概念図である。図において、ケーブル船がA点からB点に移動する間にケーブル船が繰り出すケーブル長は、約  (カ) [m]である。ただし、必要に応じて、 $\cos 10^\circ = 0.98$ 、 $\cos 40^\circ = 0.77$ 、 $\cos 80^\circ = 0.17$ 及び $\tan 10^\circ = 0.18$ の値を用いることとする。



<(カ)の解答群>

- ① 460      ② 560      ③ 660      ④ 760

(1) 次の文章は、通信土木設備における不良管路の補修技術について述べたものである。  内の(ア)～(ウ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。

(2点×3=6点)

空き管路の補修技術には、扁平矯正機による矯正技術、ライニング技術、高圧水ホースを用いた管内洗浄技術などがあり、ケーブル收容管の補修技術には、ケーブル收容管路再生技術などがある。

扁平矯正機による矯正技術には、ビニル管路の扁平部分に扁平矯正機を挿入し、加熱すると同時に  (ア) により管内面を拡張して扁平部分を矯正し、管路の通過機能を回復する技術がある。

ライニング技術には、老朽・弱体管路を補修、補強するためにライニング材を圧縮空気などで挿入し、温水、蒸気などで硬化させて既設の管路内面に3[m m]程度の厚みを持った樹脂膜を形成するTMライニング技術がある。

ケーブル收容管路が錆により腐食した場合の補修技術には、ケーブル收容管を高圧洗浄により除錆した後、単独で外力などの負荷に耐え得る  (イ) を備えた新たな樹脂製管路を形成する再生技術がある。

橋梁添架の金属管路は、晴雨による乾湿の繰り返し、冬季の路面凍結防止剤の散布の影響などで腐食が進行する。橋梁添架管路補修に用いるFRP半割管は、不飽和ポリエステル樹脂とガラス繊維を主体としているため軽量かつ高強度であり、  (ウ) が鋼管と同等であることから温度変化の影響をほとんど受けることがない。

〈(ア)～(ウ)の解答群〉

- |       |         |         |          |
|-------|---------|---------|----------|
| ① 防 護 | ② エアバック | ③ ヤング係数 | ④ ハンチ    |
| ⑤ 油 圧 | ⑥ 熱伝導率  | ⑦ 空気圧   | ⑧ 自立強度   |
| ⑨ 低 錆 | ⑩ 線膨張係数 | ⑪ 水 圧   | ⑫ 体積圧縮係数 |

- (2) 次の問いの  内の(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。(3点)

近接工事による通信土木設備の設備事故防止などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (エ) である。

<(エ)の解答群>

- ① 近接工事による設備事故を防止するためには工事情報の把握が重要であり、道路管理者に対する道路使用や警察署に対する道路占用などの許可申請書において、埋設物企業者の埋設物確認の証跡添付を許可条件とした埋設物確認制度などが確立されている。
- ② 通信土木設備に近接して工事が実施される場合、道路交通法及び建設業法施行令において現場立会が義務付けられている。
- ③ 管路設備に近接して掘削が行われる場合の影響範囲は、掘削深さ、土の内部摩擦角及び離隔距離によって決まる。開削工事の場合には離隔距離によって防護対策を変えることとされている。
- ④ とう道設備に近接して掘削が行われる場合、設備事故が発生したときの復旧が難しいことから、管路設備の場合と異なり、近接工事の影響を定量化する影響解析を行うことなく防護対策を施し、その防護対策の効果を確認する計測管理のため、トランシットによる内空変位量などの計測が行われる。

- (3) 次の問いの  内の(オ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。(3点)

情報BOXの概要について述べた次のA～Cの文章は、 (オ) 。

- A 情報BOXは、道路高度情報サービスの基盤設備として、道路情報の提供やITS(高度道路交通システム)推進などの目的で、道路管理用光ファイバケーブルを収容するために道路管理者が設置している。
- B 情報BOXへ入溝する事業者は、一般に、利用料として工事費のみを負担すれば光ファイバケーブルを入線することができるため、単独地中化の工事費と比較して、安価に管路ルートを確認することができる。
- C 情報BOXには、光ファイバケーブルを収容するためのさや管が複数敷設されている。道路管理者の占用許可を得れば、空いているさや管を電気通信事業者なども利用することができる。

<(オ)の解答群>

- ① Aのみ正しい      ② Bのみ正しい      ③ Cのみ正しい
- ④ A、Bが正しい      ⑤ A、Cが正しい      ⑥ B、Cが正しい
- ⑦ A、B、Cいずれも正しい      ⑧ A、B、Cいずれも正しくない

- (4) 次の問いの  内の(カ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。  
(3点)

土の構成、分類、透水性などについて述べた次の文章のうち、誤っているものは、  (カ) である。

<(カ)の解答群>

- ① 土は、土粒子、土粒子間の間隙内に存在する自由水及び空気の集合体であり、それぞれ固相、液相及び気相といわれており、これらの3相で構成される。
- ② 土粒子は粒径によって区分され、土粒子の粒径の大きい順にその名称を並べると、<sup>れき</sup>礫、砂、粘土、シルトとなる。
- ③ 土の透水性は土中の水の流れやすさをいい、透水性の大小を表す透水係数は、一般に、土粒子の粒径が大きいほど大きい。
- ④ 土粒子は、一般に、無機質の鉱物から成るが、植物繊維やその腐食したものなどの有機物を含むこともある。

- (1) 次の文章は、JISに規定されているリスクマネジメントの指針、用語及びリスクアセスメント技法について述べたものである。□内の(ア)～(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。ただし、□内の同じ記号は、同じ解答を示す。

(2点×4=8点)

リスクマネジメントプロセスには、方針、手順及び方策を、コミュニケーション及び協議、状況の確定、並びにリスクのアセスメント、対応、モニタリング、□(ア)、記録作成及び報告の活動に体系的に適用することが含まれる。ここで、□(ア)とは、確定された目的を達成するため、対象となる事柄の適切性、妥当性及び有効性を決定するために実行される活動をいう。

リスクアセスメントは、リスクマネジメントプロセスの中核要素を構成するものであり、リスク特定、リスク分析及び□(イ)を網羅するプロセス全体を指す。

□(イ)は、リスクやリスクの大きさが受容可能か又は許容可能かを決定するために、リスク分析の結果をリスク基準と比較するプロセスである。

リスクアセスメントは、□(ウ)の知識及び見解を生かし、体系的、反復的、協力的に行われることが望ましい。□(ウ)とは、ある決定事項若しくは活動に影響を与え得るか、その影響を受け得るか又はその影響を受けると認識している、個人又は組織をいう。

リスクアセスメント技法の一つとして、主要な中断リスクが組織の運営にどのように影響するかを分析し、運用管理するために必要な能力を特定及び定量化する□(エ)がある。

□(エ)は、目的の継続的達成を確保するためのプロセス及び関連資源(人、機器、情報技術)の致命度並びに復旧期限の決定に用いられる。

<(ア)～(エ)の解答群>

- |                |             |          |           |
|----------------|-------------|----------|-----------|
| ① リスク分散        | ② 経営層       | ③ リスク回避  | ④ ステークホルダ |
| ⑤ 文書管理         | ⑥ 監査人       | ⑦ デルファイ法 | ⑧ 教育・訓練   |
| ⑨ リスク評価        | ⑩ リスク対応     | ⑪ エキスパート | ⑫ レビュー    |
| ⑬ 根本原因分析(RCA)  | ⑭ リスクマトリックス |          |           |
| ⑮ 事業影響度分析(BIA) | ⑯ クラスタリング   |          |           |

- (2) 次の問いの  内の(オ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。  
(3点)

TTC標準JTL92屋外設備に対する災害管理における、自然災害に対する災害管理活動の予防、準備及び応答のフェーズについて述べた次のA～Cの文章は、 (オ)。

- A 予防とは、災害の可能性を減らす又は除外するための活動をいい、この活動には、津波を想定して、河口地域におけるケーブルの橋梁添架<sup>りょう</sup>を回避する対策が含まれる。  
B 準備とは、災害に先立ち、予防、応答及び回復を支援するための活動をいい、この活動には、強風を想定して、支柱、支線ワイヤなどの支持物品を導入する対策が含まれる。  
C 応答とは、リスクを評価・監視する、あるいは二次災害の可能性を低減するための活動をいい、この活動には、地震を想定して、とう道及び管路へフレキシブルジョイントを適用する対策が含まれる。

〈(オ)の解答群〉

- ① Aのみ正しい      ② Bのみ正しい      ③ Cのみ正しい  
④ A、Bが正しい      ⑤ A、Cが正しい      ⑥ B、Cが正しい  
⑦ A、B、Cいずれも正しい      ⑧ A、B、Cいずれも正しくない

- (3) 次の問いの  内の(カ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。  
(3点)

JIS Q 9000：2015品質マネジメントシステム—基本及び用語に規定されている用語及び定義について述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (カ) である。

〈(カ)の解答群〉

- ① 品質とは、対象に本来備わっている特性の集まりが、要求事項を満たす程度をいう。  
② 要求事項とは、明示されている、通常暗黙のうちに了解されている又は義務として要求されている、ニーズ又は期待をいう。  
③ 品質保証とは、品質要求事項を満たす能力を高めることに焦点を合わせた品質マネジメントの一部をいう。  
④ プロジェクトマネジメントとは、プロジェクトの目標を達成するために、プロジェクトの全側面を計画し、組織し、監視し、管理し、報告すること、及びプロジェクトに参画する人々全員への動機付けを行うことをいう。

- (4) 次の問いの  内の(キ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。  
(3点)

電気通信設備の安全・信頼性を確保するための制度などについて述べた次の文章のうち、誤っているものは、  (キ) である。

<(キ)の解答群>

- ① 事業用電気通信設備の管理に係る管理規程には、電気通信事業者ごとの特性に応じた自主的な取組により確保すべき事項を定める。
- ② 事業用電気通信設備を統括管理する電気通信設備統括管理者は、経営陣の事故防止の取組に関する認識の向上や関与の強化を図るため、経営陣で実務経験のある者から選任されなければならない。
- ③ 電気通信設備の故障により報告を要する重大な事故が発生した場合、電気通信事業者は、発生日時などについて総務大臣に速やかに報告するとともに、事故発生から50日以内に、事故の概要、原因、対応状況、再発防止策などを総務大臣に報告しなければならない。
- ④ 緊急通報を取り扱わない音声伝送役務を提供する電気通信事業者は、電気通信設備の故障によりその役務の提供を停止させた事故が発生し、その影響利用者数が3万以上又は継続時間が2時間以上の場合、事故が発生した四半期経過後2か月以内に、その発生状況について総務大臣に報告しなければならない。

- (5) 次の問いの  内の(ク)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。  
(3点)

J I S Z 8 1 1 5 : 2 0 1 9 ディペンダビリティ(総合信頼性)用語に規定されている信頼性試験の用語について述べた次の文章のうち、誤っているものは、  (ク) である。

<(ク)の解答群>

- ① 適合試験とは、アイテムの特性又は性質が規定の要求事項に適合するかどうかを判定する手順をいう。
- ② 加速試験とは、規定のストレスの持続的又は反復的印加が、アイテムの性質へ及ぼす影響を調査するために行う手順をいう。
- ③ スクリーニング試験とは、不適合アイテム又は初期故障を起こしそうなアイテムの検出及び除去を意図する試験をいう。
- ④ シミュレーション試験とは、意図する使用で予期される環境及び運用上のストレスを課す試験をいう。

- (6) 次の文章は、装置の信頼性について述べたものである。  内の(ケ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。ただし、装置は偶発故障期間にあるものとする。 (3点)

装置Aの故障率が0.1 [%/時間]であるとき、固有アベイラビリティが98.0 [%]であるためにはMTTRは、  (ケ) (時間) でなければならない。ただし、答えは、四捨五入により小数第1位までとする。

<(ケ)の解答群>

- ① 2.0    ② 20.0    ③ 20.4    ④ 204.1    ⑤ 980.0

- (7) 次の文章は、装置の信頼性について述べたものである。  内の(コ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。ただし、装置は偶発故障期間にあるものとし、指数関数の値は、 $e$  を自然対数の底として、 $e^{-1.0}=0.37$ 、 $e^{-0.10}=0.90$ 、 $e^{-0.08}=0.92$ 、 $e^{-0.04}=0.96$  を用い、答えは、四捨五入により小数第1位までとする。 (3点)

装置B<sub>1</sub>及びB<sub>2</sub>のMTBFをそれぞれ2,000時間及び2,500時間としたとき、装置B<sub>1</sub>及びB<sub>2</sub>をそれぞれ一つ用いた並列冗長システムの200時間における信頼度は、  (コ) [%]である。

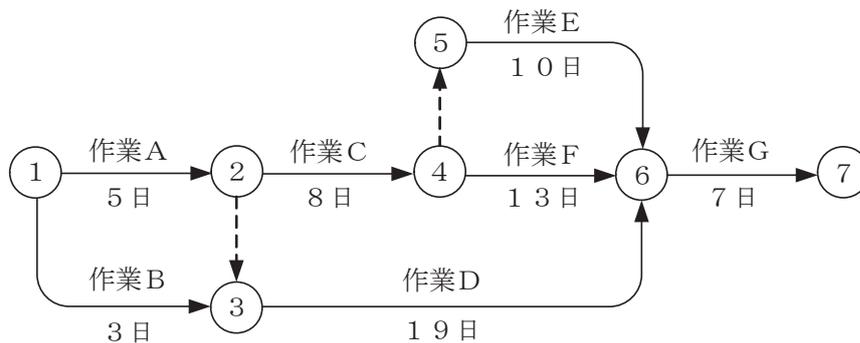
<(コ)の解答群>

- ① 60.3    ② 82.8    ③ 92.0    ④ 99.2    ⑤ 99.8

(1) 次の文章は、建設工事における日程短縮の方法について述べたものである。□内の(ア)～(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。(2点×4=8点)

図に示すアローダイアグラムにおいて、以下に記す①～⑤の手順によりクリティカルパスの所要日数(以下、全体工期という。)を最小の増加費用で5日間短縮することを検討する。ここで、表は、各作業の短縮可能日数と総短縮費用を示している。また、作業を1日短縮するために必要な費用(以下、費用勾配という。)は、総短縮費用を短縮可能日数で除した値とする。

- ① 当該アローダイアグラムにおけるクリティカルパスは、□(ア)→⑥→⑦である。
- ② クリティカルパス上の作業のうち、費用勾配が最も小さい作業□(イ)の作業日数を短縮可能な日数分短縮する。
- ③ 次にクリティカルパス上で、②の手順で作業日数を短縮した作業以外で短縮可能な作業のうち、費用勾配が最も小さい作業の作業日数を□(ウ)短縮したときクリティカルパスが二つになる。
- ④ それぞれのクリティカルパスを考慮して、最小の短縮費用で全体工期を5日間短縮するように、短縮する作業及び短縮日数を決定する。
- ⑤ 上記①～④より、全体工期を5日間短縮するために必要となる短縮費用は、□(エ)万円と求められる。



作業	短縮可能日数(日)	総短縮費用(万円)
A	2	50
B	2	30
C	4	80
D	5	90
E	2	30
F	3	30
G	2	10

- 〈(ア)～(エ)の解答群〉
- ① 1日だけ      ② 40      ③ D      ④ ①→②→③
  - ⑤ 2日だけ      ⑥ 55      ⑦ E      ⑧ ①→②→④
  - ⑨ 3日だけ      ⑩ 58      ⑪ F      ⑫ ①→②→④→⑤
  - ⑬ 4日だけ      ⑭ 68      ⑮ G      ⑯ ①→③

- (2) 次の問いの  内の(オ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。  
(3点)

建設業法などに定める内容に基づく建設工事における許可、施工管理などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (オ) である。

〈(オ)の解答群〉

- ① 建設業の許可を受けようとする者は、二以上の都道府県の区域内に営業所を設けて営業をしようとする場合にあってはそれぞれの都道府県知事の許可を、一の都道府県の区域内にのみ営業所を設けて営業しようとする場合にあっては当該営業所の所在地を管轄する市区町村長の許可を受けなければならない。
- ② 発注者から専任の監理技術者を必要とする建設工事を直接請け負った特定建設業者が、監理技術者の職務を補佐する者を必要な要件に該当する者のうちから選任し、当該工事現場に専任で置くときは、当該工事の監理技術者は他の工事を兼務することができる。
- ③ 発注者から直接建設工事を請け負った特定建設業者は、下請契約の請負代金の額が2,500万円の電気通信設備工事において、工事内容の変更により工事途中で下請契約の請負代金の額が3,500万円となった場合、主任技術者に代えて、所定の資格を有する監理技術者を配置しなければならない。
- ④ 請負契約の方法が随意契約による場合、契約を締結するまでに建設工事の注文者は、建設業者が当該建設工事の見積りをするために当該建設工事の施工技術の難易度に応じた必要な期間を設けなければならない。

- (3) 次の問いの  内の(カ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。  
(3点)

建設工事の施工に伴う届出、手続きなどについて述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (カ) である。

〈(カ)の解答群〉

- ① 建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律(建設リサイクル法)の対象となる建設工事の発注者は、工事に着手する日の7日前までに分別解体等の計画等の事項を市区町村長に届け出なければならない。
- ② 直轄国道に係る道路占用許可申請手続きについては、書面による申請と道路占用システムを利用したオンラインによる申請の方法がある。
- ③ 道路占用許可申請書には、占用の目的、占用の期間、占用の場所、工事の時期等を記載しなければならない。
- ④ 公共工事標準請負契約約款における設計図書とは、別冊の図面、仕様書、現場説明書及び現場説明に対する質問回答書をいい、設計図書は工事の発注者から工事の受注者に提示される。

- (4) 次の問いの  内の(キ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。(3点)

品質管理に用いられる手法について述べた次の文章のうち、正しいものは、 (キ) である。

<(キ)の解答群>

- ① 主軸である右方向矢印の先端に解決すべき問題(特性)を記入し、その横線の両側に斜め方向の線を描き、その問題に関連する要因を表した図は、系統図といわれ、問題の因果関係を整理し根本原因を追究することなどに用いられる。
- ② データを収集した順に打点した折れ線グラフに管理線を記入した図は、連関図といわれ、工程の異常を発見し、安定状態を維持することなどに用いられる。
- ③ 測定値の存在する範囲を幾つかの区間に分け、分けたそれぞれの区間を底辺とし、各区間に属する測定値の度数に比例する面積を持つ長方形を並べた図は、パレート図といわれ、その分布の形によって工程の異常を認知することなどに用いられる。
- ④ データを分類項目別に集計、整理し、分布状況が判断しやすく記入できるようにした記録用紙は、チェックシートといわれ、特性要因図やヒストグラムの技法に用いるデータを提供することなどに用いられる。また、用紙の形式を変えて作業の点検漏れを防止するためにも用いることができる。

- (5) 次の問いの  内の(ク)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。(3点)

通信線路設備工事における労働安全衛生に関する法令に基づく資格などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (ク) である。

<(ク)の解答群>

- ① 移動式クレーンを使用して、1トン以上の電柱の玉掛け作業をする者は、玉掛け作業に係る特別教育を修了した者でなければならない。
- ② 移動式クレーンを使用して、5トン以上の電柱を吊り、移動作業をする者は、当該作業に係る移動式クレーンの運転技能講習を修了した者でなければならない。
- ③ マンホール内で作業を行う場合の酸素欠乏危険作業主任者は、酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者の特別教育を修了した者のうちから選任しなければならない。
- ④ 吊り足場などの足場の組立て等作業主任者は、足場の組立て等作業主任者の特別教育を修了した者のうちから選任しなければならない。
- ⑤ 架空線路の保守作業において、作業床の高さが2[m]以上10[m]未満の高所作業車を運転(道路上を走行させる運転を除く。)する者は、高所作業車運転技能講習を修了した者、又は高所作業車運転業務の特別教育を修了した者でなければならない。

- (1) 次の文章は、ログ管理について述べたものである。  内の(ア)～(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。(2点×4=8点)

ログは、OS、サーバアプリケーション、通信機器など情報システムを構成している装置が出力する動作状況などに関する記録である。情報システムの重要度や取り扱うログ情報の機密性を考慮して、ログ管理に関する方針を組織として定め、管理を行う必要がある。

どの装置でどのようなログを取得するかは、一般に、ログの利用目的で決める。不正アクセスや不正利用を調査するために取得するログには、利用者のIDや  (ア)、プログラムの動作記録、ファイアウォールの通信記録などがある。

不正アクセスなどの原因究明は、一般に、複数の装置のログを突き合わせることによって行われる。装置間での時刻のずれをなくしスムーズな調査ができるようにするため  (イ)サーバを利用して組織内の情報システムの時刻を合わせておく必要がある。

ログの保存では、ログの保存場所をそれぞれの装置とするのか、  (ウ)サーバを構築し、ログを一元管理するかなどを決める。また、ログの保存期間がどの程度必要であるかをあらかじめ決めておく。ログの保存には膨大な記憶容量を必要とするため、  (エ)を行うことも考慮する。

- 〈(ア)～(エ)の解答群〉
- |             |            |       |          |
|-------------|------------|-------|----------|
| ① SNMP      | ② SNS      | ③ NTP | ④ アクセス権限 |
| ⑤ 操作記録      | ⑥ DHCP     | ⑦ 公開鍵 | ⑧ 暗号化    |
| ⑨ HTTP      | ⑩ DNS      | ⑪ 秘密鍵 | ⑫ プロキシ   |
| ⑬ ログローテーション | ⑭ バックドアの設置 |       |          |
| ⑮ アクセス制御    | ⑯ syslog   |       |          |

- (2) 次の問いの  内の(オ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。(3点)

個人情報の保護に関する法律やこれに関係する法令及びガイドラインに基づいた個人情報の管理などについて述べた次のA～Cの文章は、  (オ)。

- A 個人に関する情報のうち、ホームページ、SNSなどで公にされている情報は、それが生存する特定の個人を識別することができるものであっても、個人情報には該当しない。
- B 個人情報取扱事業者は、個人情報を取り扱うに当たっては、その利用の目的をできる限り特定しなければならない。
- C 個人情報取扱事業者は、個人データの取扱いの全部又は一部を委託する場合は、その委託先の名称を、本人に通知し、又は公表しなければならない。

- 〈(オ)の解答群〉
- |                |                  |           |
|----------------|------------------|-----------|
| ① Aのみ正しい       | ② Bのみ正しい         | ③ Cのみ正しい  |
| ④ A、Bが正しい      | ⑤ A、Cが正しい        | ⑥ B、Cが正しい |
| ⑦ A、B、Cいずれも正しい | ⑧ A、B、Cいずれも正しくない |           |

- (3) 次の問いの  内の(カ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。  
(3点)

サイバーセキュリティ対策技術について述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (カ) である。

〈(カ)の解答群〉

- ① ボットなどによる自動操作を防止するために、ひずんだり重なったりして判別しにくい文字の画像を表示し、その画像から読み取った文字を入力させるなどの方法を用いて、システムに対する操作が人間によって行われたかどうかを判定する仕組みは、CAPTCHAといわれる。
- ② WAF (Web Application Firewall)は、HTTPなどを用いた通信の内容を分析し、SQLインジェクション、クロスサイトスクリプティングなどの攻撃を検知・防御するために用いられる。
- ③ IDS (Intrusion Detection System)は、通信を監視して不正アクセスを検知する機能を持ち、その検知の方法には、シグネチャ検知とアノマリ検知がある。
- ④ コンピュータウイルス対策ソフトにおけるウイルス検知方法の一つであるパターンマッチング法は、プログラムの実際の動作を観察して、ウイルスに特有の挙動を検出する方法であり、未知のウイルスを検知できる可能性がある。

## 試験問題についての特記事項

- (1) 試験問題に記載されている製品名は、それぞれ各社の商標又は登録商標です。  
なお、試験問題では、® 及び TM を明記していません。
- (2) 問題文及び図中などで使用しているデータは、全て架空のものです。
- (3) 論理回路の記号は、MIL記号を用いています。
- (4) 試験問題では、常用漢字を使用することを基本としていますが、次の例に示す専門的用語などについては、常用漢字以外も用いています。  
[例] ・迂回(うかい) ・筐体(きょうたい) ・輻輳(ふくそう) ・撚り(より) ・漏洩(ろうえい) など
- (5) バイト[Byte]は、デジタル通信において情報の大きさを表すために使われる単位であり、一般に、2進数の8桁、8ビット[bit]です。
- (6) 情報通信の分野では、8ビットを表すためにバイトではなくオクテットが使われますが、試験問題では、一般に、使われる頻度が高いバイトも用いています。
- (7) 試験問題のうち、正誤を問う設問において、句読点の有無など日本語表記上若しくは日本語文法上の誤りだけで誤り文とするような出題はしていません。