

注 意 事 項

- 1 試験開始時刻 14時20分  
2 試験種別終了時刻

| 試験科目                | 科目数 | 終了時刻   |
|---------------------|-----|--------|
| 「電気通信システム」のみ        | 1科目 | 15時40分 |
| 「専門的能力」のみ           | 1科目 | 16時00分 |
| 「専門的能力」及び「電気通信システム」 | 2科目 | 17時20分 |

- 3 試験種別と試験科目別の問題(解答)数及び試験問題ページ

| 試験種別      | 試験科目         | 申請した専門分野  | 問題(解答)数 |    |         |    |         | 試験問題ページ |
|-----------|--------------|-----------|---------|----|---------|----|---------|---------|
|           |              |           | 問1      | 問2 | 問3      | 問4 | 問5      |         |
| 伝送交換主任技術者 | 専門的能力        | 伝送        | 8       | 8  | 8       | 8  | 8       | 伝1～伝15  |
|           |              | 無線        | 8       | 8  | 8       | 8  | 8       | 伝16～伝30 |
|           |              | 交換        | 8       | 8  | 8       | 8  | 8       | 伝31～伝46 |
|           |              | データ通信     | 8       | 8  | 8       | 8  | 8       | 伝47～伝61 |
|           | 通信電力         | 8         | 8       | 8  | 8       | 8  | 伝62～伝77 |         |
| 電気通信システム  | 専門分野にかかわらず共通 | 問1から問20まで | 20      |    | 伝78～伝81 |    |         |         |

- 4 受験番号等の記入とマークの仕方

- (1) マークシート(解答用紙)にあなたの受験番号、生年月日及び氏名をそれぞれ該当枠に記入してください。  
 (2) 受験番号及び生年月日に該当する箇所を、それぞれマークしてください。  
 (3) 生年月日の欄は、年号をマークし、生年月日に1桁の数字がある場合、十の位の桁の「0」もマークしてください。

【記入例】 受験番号 01AB941234

生年月日 昭和50年3月1日

| 受 験 番 号 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0       | 1 | A | B | 9 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ●       | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ①       | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

| 生 年 月 日 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 年       | 号 | 5 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 |   |   |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

- 5 答案作成上の注意

- (1) マークシート(解答用紙)は1枚で、2科目の解答ができます。  
 「専門的能力」は薄紫色(左欄)、「電気通信システム」は青色(右欄)です。  
 (2) 解答は試験科目の解答欄の正解として選んだ番号マーク枠を、黒の鉛筆(HB又はB)で濃く塗りつぶしてください。  
 ① ボールペン、万年筆などでマークした場合は、採点されませんので、使用しないでください。  
 ② 一つの問いに対する解答は一つだけです。二つ以上マークした場合、その問いについては採点されません。  
 ③ マークを訂正する場合は、プラスチック消しゴムで完全に消してください。  
 (3) 免除科目がある場合は、その科目欄は記入しないでください。  
 (4) 受験種別欄は、あなたが受験申請した伝送交換主任技術者(『伝送交換』と略記)を○で囲んでください。  
 (5) 専門的能力欄は、『伝送・無線・交換・データ通信・通信電力』のうち、あなたが受験申請した専門的能力を○で囲んでください。  
 (6) 試験問題についての特記事項は、裏表紙に表記してあります。

- 6 合格点及び問題に対する配点

- (1) 各科目の満点は100点で、合格点は60点以上です。  
 (2) 各問題の配点は、設問文の末尾に記載してあります。

マークシート(解答用紙)は、絶対に折り曲げたり、汚したりしないでください。

次ページ以降は試験問題です。試験開始の合図があるまで、開かないでください。

|              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 受験番号<br>(控え) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

|  |
|--|
| 解答の公表は2月 3日10時以降の予定です。<br>可否の検索は2月22日14時以降の予定です。 |
|--|

(今後の問い合わせなどに必要になります。)

| 試験種別      | 試験科目  | 専門分野 |
|-----------|-------|------|
| 伝送交換主任技術者 | 専門的能力 | 伝送   |

問1 次の問いに答えよ。

(小計20点)

- (1) 次の文章は、デジタル通信網における網同期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)

デジタル通信網内における各局のクロック周波数の同期をとる技術は網同期といわれ、国内においては、マスタ局のクロック周波数に他のスレーブ局のクロック周波数を合わせる□(ア)同期方式が利用されている。□(ア)同期方式では、マスタ局より配信されるクロックパルスが断となったときに、スレーブ局は□(イ)となる。

スレーブ局のクロック供給装置内には、マスタ局からの入力周波数とローカル発振器の出力周波数との位相比較結果をデジタル処理し出力周波数をフィードバック制御する□(ウ)が用いられている。□(ウ)は、デジタル制御発振器であるため、入力信号が瞬断した場合でも出力信号が得られる特徴がある。また、マスタ局からスレーブ局に伝送されるデジタル信号は、いったんスレーブ局の□(エ)に書き込まれ、クロックに同期して□(エ)から読み出しを行うため、伝送路で発生するジッタ、瞬断などの影響を受けにくい。

<(ア)～(エ)の解答群>

- |              |            |         |          |
|--------------|------------|---------|----------|
| ① 独立         | ② 自走モード    | ③ 水晶発振器 | ④ 弱結合モード |
| ⑤ 従属         | ⑥ FPGA     | ⑦ ディスク  | ⑧ 強結合モード |
| ⑨ 相互         | ⑩ VCXO     | ⑪ スタッフ  | ⑫ DPPLL  |
| ⑬ デジタルフィルタ   | ⑭ ループモード   |         |          |
| ⑮ エラスティックストア | ⑯ ルビジウム発振器 |         |          |

- (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)

ネットワークの階層構成におけるレイヤごとの伝達機能の特徴などについて述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (オ) である。

<(オ)の解答群>

- ① O S I 参照モデルの階層に対応した<N>層が必要とする機能モジュールをモデル化した概念は<N>エンティティといわれ、<N>エンティティが相手の<N>エンティティと情報を送受するためのプロトコルは<N>プロトコルといわれる。レイヤ1プロトコルにはL A P B、L A P Dなどが、レイヤ2プロトコルにはX. 2 5などがある。
- ② 伝達網の基本機能として、多重化、ルーティング、プロテクション及びレストレーションがあり、伝達網を構成するに当たっては、どの機能をどのレイヤに実装するかが重要なポイントとなる。
- ③ 同一システムにおいて、複数のレイヤで多重化が可能な場合、一般に、各レイヤにおける多重化機能は、高位レイヤほど処理が複雑となり、多重化が可能な最大容量は、低位レイヤほど大きくなる。トータルの容量が数十[Gbit/s)を超える場合は、一般に、WDMによる多重化が有効となる。
- ④ S D H装置、WDM装置、I Pルータなど、複数レイヤの装置で構成されるネットワークの効率的な運用には、複数レイヤの装置が連携して一つのネットワークとして動作する必要がある。

- (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)

デジタル信号の変調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 A S Kの変調波は、周波数と位相を一定にした搬送波とベースバンド信号である変調信号との差分を取ることで得られる。変調度が100 [%)のA S Kは、一般に、O O K (On-Off Keying)といわれる。
- ② P S Kの変調波は、搬送波の周波数を一定にして変調信号の符号列に応じて搬送波の位相を変化させることで得られる。利用する位相数により2相P S K、4相P S K、8相P S Kなどがある。
- ③ F S Kの変調波は、変調信号の符号列に応じて搬送波の周波数を変化させることで得られる。F S Kは線形変調であるため、P S Kと比較して電力スペクトル分布が狭くなる。
- ④ Q A Mの変調波は、互いに独立に生成された二つのベースバンド信号で、直交する二つの搬送波をそれぞれ位相変調し、その出力を合成することで得られる。同相及び直交の各信号が符号の異なる2値の場合のQ A Mの信号点配置は、2相P S Kと一致する。

- (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)

デジタル伝送における再生中継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 再生中継器の再生部の判別回路において、ひずんだ波形のパルス列におけるパルスの有無は、入力信号の基本周期に一致した判別時点における入力信号の判別レベルによって判定される。
- ② 再生中継器の再生部の判別回路において、パルスが有ると判定された場合にはパルスが再生される。再生されたパルスの間隔は誤り訂正によって一定に保たれることから、入力パルス列と同じ矩形波パルス列が作り出される。
- ③ 再生中継器におけるタイミング抽出回路では、等化波形に対して正しい判別時点を与えるために入力パルス列と同期したタイミング情報といわれる信号を抽出しており、入力パルス列の一部が欠けた形であってもその周波数成分の中には高調波が含まれているため、フィルタ回路によって抽出できる。
- ④ 再生中継器において、等化増幅に用いる増幅器には、伝送路で受けたひずみを減少させて符号間干渉を抑制するため、高周波帯域で利得の小さい増幅器が用いられる。

- (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)

デジタル伝送における雑音特性などについて述べた次のA～Cの文章は、 (ク) 。

- A 符号誤りには、中継伝送路における熱雑音、漏話雑音、電源雑音、符号間干渉などの妨害要因の振幅の総和がパルスの識別判定レベルを超えたときに発生するものがある。
- B 符号誤り率は、符号構成、変復調方式などの違いにより異なるが、妨害がガウス雑音の場合はSN比との関係が理論的に求められている。符号間干渉分は、識別点におけるSN比として符号誤り率に換算される。
- C 量子化雑音を低減する方法としては、入力信号の振幅の出現する確率分布を考慮し、一般に、発生確率の高い小振幅領域に対しては量子化ステップ幅を大きく、発生確率の低い大振幅領域に対しては量子化ステップ幅を小さく割り当てる非線形量子化が用いられる。

<(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、光ファイバにおける誘導ラマン散乱及び誘導ブリルアン散乱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)

光ファイバに入射される光パワーがある<sup>しきい</sup>閾値を超えると、光ファイバの媒質の格子振動による□(ア)と入射光との相互作用によって入射光よりも長波長の散乱光が発生する。この散乱現象は非線形散乱といわれる。非線形散乱には、光学□(ア)による誘導ラマン散乱と、音響□(ア)による誘導ブリルアン散乱があり、これら二つの非線形散乱は、入射光に対する散乱光の波長シフト量や伝搬方向などにおいて異なっている。

非線形散乱の誘導放出現象を利用して、散乱光波長域での光増幅が可能となる。石英系光ファイバを用いた光ファイバラマン増幅器における誘導ラマン散乱の波長シフト量は約□(イ) [nm]、利得帯域幅は数10 [nm]であり、例えばEDFAに用いられる波長1.48 [μm]の励起光を利用することで□(ウ)バンド用光増幅器として用いることが可能である。この光ファイバラマン増幅器は、伝送路を利用した分布型の増幅を行うため、EDFAなどの集中型増幅と比較して低雑音となる。

一方、非線形散乱が発生すると、入射光のエネルギーが散乱光に変換され入射光パワーが減少する。誘導ブリルアン散乱の閾値は誘導ラマン散乱の閾値より低く、単色光の場合は10 [mW]程度であり、入射光強度は誘導ブリルアン散乱発生<sup>の</sup>閾値により制限されることになる。信号光により発生する誘導ブリルアン散乱は、□(エ)を工夫することで抑圧することが可能である。

- 〈(ア)～(エ)の解答群〉
- |       |     |        |            |
|-------|-----|--------|------------|
| ① 1   | ② L | ③ 復号方式 | ④ フォトン     |
| ⑤ 5   | ⑥ O | ⑦ イオン  | ⑧ エレクトロン   |
| ⑨ 100 | ⑩ S | ⑪ フォノン | ⑫ 波長分散補償方式 |
| ⑬ 200 | ⑭ U | ⑮ 変調方式 | ⑯ 波長合分波方式  |

- (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)

光変調器について述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (オ) である。

<(オ)の解答群>

- ① LN変調器は、印加電圧に応じてLiNbO<sub>3</sub>の屈折率が変化するポッケルス効果を用いており、マッハツェンダ干渉計と組み合わせることにより強度変調が可能となる。
- ② LN変調器は、進行波型の電極構成とすることにより、集中定数型と比較して、一般に、広帯域な変調が可能となる。
- ③ 多重量子井戸構造の電界吸収型(EA)変調器は、逆電圧印加時に吸収係数が変化する量子閉じ込めシュタルク効果を用いることにより強度変調が可能となる。
- ④ 半導体で構成されるEA変調器は、LN変調器と比較して、小型化は困難であるが、光ファイバとの接続損失が小さい。

- (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)

光ファイバの損失特性などについて述べた次のA～Cの文章は、 (カ) 。

- A 光ファイバ中の屈折率の微小な変化(揺らぎ)によって光が散乱する現象はレイリー散乱といわれ、光損失の要因の一つとなり、これによる損失は光波長の4乗に反比例する。
- B 波長1.4 μm帯付近にピークを持つ光ファイバ損失特性は、ガラスのOH基による光の散乱に起因しており、光ファイバの製造時においてOH基を取り除く技術により損失が低減されている。
- C 2本の光ファイバを接続する場合、両方のコアの中心軸どうしを正確に突き合わせる必要があり、端面の軸ずれなどがあると、一方のコアから出射した光の一部が他方のコアに入射しないで損失となる。

<(カ)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(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)

光ファイバ伝送に用いられる光分岐・結合器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 光ファイバで構成される光分岐・結合器には、複数本の光ファイバを溶融して引き伸ばしたものがあり、これは構造が単純なため2分岐では標準的に用いられるが、多分岐に利用するには、分岐比をそろえることが難しく、かつ集積化が困難なため、適していない。
- ② 石英系平面光波回路の基板の上にY分岐光導波路を多段に構成した光分岐・結合器は、集積化が可能であり、また分岐比を均一にできることから多分岐に適しており、アクセス系のPONシステムに採用されている。
- ③ バルク型の光分岐・結合器として部分透過ミラーとハーフプリズムを組み合わせたものがあり、反射面には誘電体多層膜が用いられ、誘電体多層膜の透過率が常に固定されているため、1：1の分岐比のみが実現可能である。
- ④ 溶融処理により2本の光ファイバのコアを近接させて分岐比を1：1にしたものは特に3dBカプラといわれ、入力端に1[mW]の光信号を入力すると、損失のない理想的な場合には、二つの出力端にそれぞれ0.5[mW]の光信号が出力される。

- (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)

ROADMシステムの概要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 ROADMシステムにおけるROADMノードは、一般に、サービスノードからの光信号を收容するトランスポンダ、波長多重信号の分岐・挿入を行うROADMスイッチなどで構成される。
- ② ROADMシステムでは、監視制御システムからROADMスイッチを遠隔制御することによって光パスを設定でき、一般に、光パスの開通・廃止に伴う現地作業量の低減及びサービス開始までの時間短縮を図ることができる。
- ③ ROADMスイッチは、波長多重した光信号を電気信号に変換して波長ごとに分岐・挿入する装置であり、波長パスの接続構成を再構成することができる。
- ④ ROADMスイッチには、AWG(Arrayed-Waveguide Grating)といわれる波長合分波器、個別波長ごとの光スイッチなどで構成されるものがある。

- (1) 次の文章は、拡張VLAN方式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。ただし、□内の同じ記号は、同じ解答を示す。(2点×4=8点)

拡張VLAN方式は、IEEE 802.1adとして標準化されており、この方式ではユーザを収容するPE (Provider Edge)スイッチにおいて、それぞれのユーザを識別するためにユーザから送られてくるユーザフレームに拡張VLANタグといわれる4 [Byte]の識別情報を付加している。通信事業者のレイヤ2網内では、拡張VLANタグのVLAN-ID及びユーザフレームの□(ア)に基づいてレイヤ2中継を行う。

しかしながら、IEEE 802.1adでは、拡張VLANタグに含まれるVLAN識別子の長さが□(イ) [bit]であるため、一つの広域イーサネット網で識別できるユーザ数は□(ウ)以下に限られ、また、網内のスイッチはユーザが接続する全ての機器の□(ア)を扱う必要があることから、接続される機器が増加するに伴い網内のスイッチの処理負荷が増大するという欠点がある。そこで、IEEE 802.1ahでは、ユーザの収容限界を拡張するため、24 [bit]のサービスインスタンス識別子と□(イ) [bit]のバックボーンVLAN識別子を用いて、各バックボーン当たり1,600万以上のユーザを識別できるようにしており、また、網内のスイッチの処理負荷を軽減させるために、PEスイッチの□(ア)を用いて□(エ)といわれるカプセル化を行っている。

〈(ア)～(エ)の解答群〉

- |      |         |           |              |
|------|---------|-----------|--------------|
| ① 8  | ② 254   | ③ STP     | ④ IPアドレス     |
| ⑤ 10 | ⑥ 1,022 | ⑦ RSTP    | ⑧ QinQ       |
| ⑨ 12 | ⑩ 4,094 | ⑪ MACアドレス | ⑫ トンネルラベル    |
| ⑬ 16 | ⑭ 8,190 | ⑮ MPLSヘッダ | ⑯ MAC-in-MAC |



- (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)

波長分割多重技術について述べた次のA～Cの文章は、  (オ) 。

- A WDMシステムにおいて、光ファイバの伝送損失を補償するために中継器に光ファイバ増幅器を用いた場合、WDM信号光はこの光ファイバ増幅器で光信号のまま一括増幅される。
- B 光ファイバの伝送損失が最小となる1,550 nm帯を中心に、1,450 [nm]～1,625 [nm]の波長帯に低損失領域が存在し、短波長側からそれぞれLバンド、Cバンド、Sバンドなどといわれる。
- C 光信号の波長分割多重・分離を行う際には、PLCといわれる石英平面導波路によって構成されたアレー導波路回折格子が広く用いられており、波長間隔が100 [GHz]以下の多波長、高密度の波長分割多重・分離が実現されている。

<(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)

PONシステムの種類と特徴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 GE-PONでは、OLT配下の全ONUに対して送信される同一の下り信号の中から自分宛のフレームを判別するため、PIDといわれる識別子が用いられる。OLTは、配下のONUでPIDが重複しないよう管理している。
- ② GE-PONでは、1 [Gbit/s]の上り帯域が複数のONUで共有されており、この帯域の利用効率を高めるため、各ONUの上りトラヒックの有無にかかわらず固定的に帯域を割り当てるDBAといわれる機能が用いられる。
- ③ G-PONは、上り帯域で最大1.244 [Gbit/s]、下り帯域で最大2.488 [Gbit/s]の伝送速度を有し、伝送フレームとしてGTCフレームを採用している。
- ④ B-PONは、伝送フレーム形式にイーサネットフレームを用いたPONシステムであり、波長分割多重技術を用いて1心双方向同時通信を実現している。また、下り方向では、波長1,550 [nm]を用いて映像信号を重畳できる。

- (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)

固定無線アクセス方式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 FWAのネットワーク構成の一つであるポイント・ツー・マルチポイント方式は、一つの無線基地局に複数のユーザ局が接続される形態をとるものであり、2.6 GHz帯などが使用でき、基地局のカバーエリアは半径1 [km]程度である。
- ② 2.4 GHz帯及び5 GHz帯を使用することができる無線LANをベースとしたFWAは、ミリ波及び準ミリ波帯を使用したFWAと比較して低コストであり、電波の出力が低ければ電波免許が不要であるため、迅速な回線設定が可能である。
- ③ 固定WiMAXについては、複数のサブキャリアを多重し、10 [MHz]の帯域幅を用いて、最大で約37 [Mbit/s]の伝送速度を達成できる規格が定められている。
- ④ IEEE 802.11a方式の無線LANで採用されているマルチキャリア変調方式であるMIMO方式は、高速なデータを複数の低速なデータに分割し、複数のサブキャリアを用いて並列伝送を行うことにより伝送遅延の影響を低減することが可能である。

- (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)

DOCSIS 3.0に規定されているCATV高速インターネットアクセス技術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 DOCSIS 3.0は、DOCSISの下位バージョンとの互換性が確保されているため、DOCSIS 3.0のセンターモデム(CMTS)にDOCSIS 2.0対応のケーブルモデム(CM)を接続して通信することができる。
- ② DOCSIS 3.0の特徴として、IPv6への対応、チャンネルボンディング技術による通信速度の向上、AES暗号化の採用によるセキュリティ強化などがある。
- ③ 複数チャンネルを束ねるチャンネルボンディングといわれる仕様が標準化されており、CMからCMTSに対して大きなサイズの上り信号送出要求があった場合、上り1チャンネルを許可するか複数チャンネルを許可するかはCMTSが決める。
- ④ CMとCMTSとの間のデータ伝送において使用される変調方式は、CMTSが周波数と帯域幅で決めており、上り回線では64QAMと256QAM、下り回線ではQPSK、8/16/32/64QAMが使用される。

- (1) 次の文章は、OSPFの概要と特徴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)

OSPFは、リンクステート型ルーティングプロトコルであり、AS内部で用いられる□(ア)に分類される。

OSPFで動作するルータはリンクステートといわれるメッセージを送信する。メッセージにはルータが接続しているリンクの状態、そのリンクのネットワークアドレス、□(イ)などの情報があり、メッセージを受信したルータでは、その情報に基づいてネットワーク構成を把握し、リンクステートデータベースといわれるデータベースを構築する。このデータベースによりルータは、エリア内の全ルータとリンクの構成が把握できる。

各ルータはこのデータベースから□(ウ)アルゴリズムを用いて、自身を始点とした最短パスツリーを作成し、その最短パスツリーから□(エ)を作成する。最短パスツリーの作成においては、ルーティングプロトコルによって決められているメトリックの値が適用され、OSPFのメトリックには□(イ)が用いられる。

OSPFでは、ネットワーク構成が変化した場合のネットワーク情報は、各ルータに対して変更情報が直ちに伝達され更新されるため、定期的なアップデートでネットワーク情報が更新される方法と比較して、短いコンバージェンス時間で□(エ)を再構築できる。これによりOSPFは、RIPと比較してスケーラビリティに優れており、大規模なネットワークの運用に適したプロトコルといえる。

- <(ア)～(エ)の解答群>
- |             |        |              |             |
|-------------|--------|--------------|-------------|
| ① IPパケット    | ② MPLS | ③ SPF        | ④ グローバルアドレス |
| ⑤ セッション     | ⑥ BGP  | ⑦ EGP        | ⑧ MACアドレス   |
| ⑨ パスベクタ     | ⑩ IMP  | ⑪ IGP        | ⑫ ARPテーブル   |
| ⑬ コスト       | ⑭ ホップ数 | ⑮ ルーティングテーブル |             |
| ⑯ ディスタンスベクタ |        |              |             |

- (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)

ルータの機能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 ルータが優先度の異なる送信キューにキューイングされたパケットを、優先度に従ってキューから取り出すことは、総称してポリシングといわれる。
- ② QoS制御には、ルータがIPv4ヘッダ内の3 [bit]で構成されるフラグフィールドに設定された優先度を参照することにより、パケットの優先制御を行う方法がある。
- ③ ルータのフィルタリング機能を用いると、IPパケットのネットワークアドレス単位やポート番号の単位でのIPパケットの制御が可能であり、特定のIPパケットだけを転送するように制限することができる。
- ④ 外部ネットワークと通信する場合、ローカルネットワーク内の複数のプライベートIPアドレスを、ポート番号及びMACアドレスを用いて、一つのグローバルIPアドレスに変換する機能は、一般に、デュアルスタックといわれる。

- (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)

IPネットワークにおけるQoS制御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 IntServは、個々のアプリケーションが属するクラス別に優先制御や最低帯域を保証するベストエフォート型のQoS制御である。
- ② RSVPは、ユニキャスト型通信とマルチキャスト型通信の両方に適用可能であるが、帯域の予約の対象が片方向であるため、2地点間のテレビ会議のようなアプリケーションでは、両方向から予約する必要がある。
- ③ DiffServは、IPv6ではIPヘッダ内のトラヒッククラスフィールドを用いてDSCP値を伝達することにより優先制御を行う。
- ④ DiffServでは、QoSの適用範囲はDiffServドメインといわれ、DiffServドメインはバウンダリノードとインテリアノードから構成される。

- (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)

ネットワークの仮想化技術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 VLANは、レイヤ3ネットワークを仮想化する技術であり、VLAN IDといわれる識別子によって論理ネットワークを識別する。
- ② 1台のルータで複数のルーティングテーブルを保持することによりVPNを提供する場合、一般に、ルータは、自ルータ内に複数の仮想的なルータを設定できるIPsecの技術を用いてVPNを実現する。
- ③ VXLANは、ホップバイホップ方式のSDNに用いられる技術の一つである。VXLANを用いた仮想ネットワークは、VXLANに対応したコントローラのみで実現することができ、エッジスイッチは対応しなくてもよい。
- ④ ルータ、ゲートウェイ、ファイアウォールなど専用のハードウェアを用いて実現されているネットワーク機能をソフトウェア化し、汎用サーバ上でこれらのネットワーク機能を実現する技術は、NFV(Network Functions Virtualization)といわれる。

- (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)

TCP及びUDPで使用されるポート番号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、  (ク) である。

<(ク)の解答群>

- ① TCP及びUDPでは、通信しているサーバを識別するため、16 [bit]で構成されるポート番号を用いている。
- ② ルータは、一般に、宛先及び送信元のMACアドレス、宛先及び送信元のTCP又はUDPのポート番号を用いて、TCP又はUDPの通信フローを特定することが可能であり、それら四つの情報のどれか一つでも異なれば、異なる通信フローとして識別することができる。
- ③ アプリケーションを特定するポート番号は使用されるTCP及びUDPごとに決められることから、TCPとUDPは同じポート番号を使用することができる。
- ④ ウェルノウンポート番号は、HTTP、TELNET、FTPなどのアプリケーションプロトコルごとに動的に割り当てられて使用されるポート番号であり、0から1,023までの番号が用いられる。

- (1) 次の文章は、IPTV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)

IPTVネットワークは、一般に、コアネットワーク、アクセスネットワーク及びホームネットワークで構成される。コアネットワークはIPTV信号を各地域に配信するネットワークであり、特定の通信事業者に閉じた□(ア)といわれるネットワークを用いることにより、IPTV信号の品質を管理して各地域に配信することができる。アクセスネットワークは、コアネットワークとユーザ宅とをつなぐアクセス回線設備で構成される。ホームネットワークは、一般に、アクセス回線からホームネットワークの入口の機能を持つ□(イ)といわれる装置を経由してその配下に形成され、ここにはIPTV受信機、パーソナルコンピュータなどが接続される。

IPTVサービスには放送型とオンデマンド型がある。放送型の場合は、コアネットワークにおいて複数の通信ノードに対して一つのデータを送信する□(ウ)により、IPパケットを常時送出しており、IPパケットは各通信ノードでコピーされ、複数の宛先に一斉に配信される。一方、オンデマンド型の場合は、受信機からの要求に応じてコンテンツを乗せたIPパケットを要求があった受信機に送信する。オンデマンド型のIPTVにおいて音声や動画の再生、停止など、ストリーミング配信を制御するためのプロトコルとして、□(エ)がある。

- <(ア)～(エ)の解答群>
- |       |         |          |           |
|-------|---------|----------|-----------|
| ① SAN | ② RTP   | ③ RTSP   | ④ イン트라ネット |
| ⑤ MAN | ⑥ DSLAM | ⑦ FTP    | ⑧ マルチキャスト |
| ⑨ HGW | ⑩ PDS   | ⑪ CHAP   | ⑫ マルチタスク  |
| ⑬ OLT | ⑭ CDN   | ⑮ ユニキャスト | ⑯ エニーキャスト |

- (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)

VLANの特徴などについて述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (オ) である。

<(オ)の解答群>

- ① L2スイッチのポートに接続される端末によって、所属するVLANを動的に変更できる方式は、一般に、ダイナミックVLANといわれる。
- ② ダイナミックVLANの一つであるサブネットベースVLANでは、端末のネットワークインタフェースカードを交換するなどIPアドレスには変更がないが、端末のMACアドレスに変更があった場合、変更されたMACアドレスを登録しない限りその端末は同じVLANで使用できない。
- ③ L2スイッチの特定の物理ポート単位でグルーピングをする方式は、一般に、ポートベースVLANといわれる。ポートベースVLANによるグループ分けを設定すると異なるグループの端末との通信は遮断される。
- ④ トランクリンクを用いると、L2スイッチ間において複数のVLANトラフィックを1本の物理リンク上で送受信することができる。

- (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)

電子メールプロトコル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 IMAPでは、メールメッセージがサーバ上のメールボックスで管理されており、ユーザは件名や送信者を見てメール本文や添付ファイルをダウンロードするかどうかを決めることができる。
- ② 不正なメール送信を防止するため、メール送信時にユーザの認証を行いメールの送信を許可する方法としてOP25Bがある。
- ③ MIMEを用いることにより、電子メールのタイトルに日本語を使用したり画像データやアプリケーション固有のデータをメールの本文に埋め込んだりすることができる。
- ④ MIMEヘッダのContent-Typeフィールドは、MIMEで扱うコンテンツのメディアタイプを指定する。

- (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)

遠隔ログインに用いられるプロトコルについて述べた次のA～Cの文章は、 (キ)。

- A TELNETは、認証時のパスワードは標準で暗号化されているが、ログイン後の通信内容は暗号化されていないため、利用にはセキュリティ面での注意が必要である。
- B リバースプロキシ方式のSSL-VPNでは、クライアントはSSL-VPNゲートウェイとの間でSSL/TLSによる認証と暗号化通信を行う。
- C SSHは、認証時のパスワードやログイン後の通信内容が暗号化されるため、`rlogin`を用いた場合と比較して、セキュリティ面で優れている。

〈(キ)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

- (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)

電子メールの暗号化に用いられるPGP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 鍵管理とデジタル署名にIDEAなどの公開鍵暗号方式を用いている。
- ② 公開鍵の正当性を保証するための第三者機関が不要である。
- ③ 送信者は乱数を使って作成したセッション鍵を送信者の公開鍵で暗号化し、メッセージの先頭に配置する。
- ④ 受信者は受け取った暗号文メッセージの先頭のセッション鍵を自分の公開鍵で復号する。



## 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。
- (8) 法令に表記されている「メガオーム」は、「メガオーム」と同じ単位です。
- (9) 法規科目の試験問題において、個別の設問文中の「」表記は、出題対象条文の条文見出しなどを表しています。また、出題文の構成上、必ずしも該当条文どおりには表記しないで該当条文中の( )表記箇所の省略や部分省略などを行っている部分がありますが、( )表記の省略の有無などで正誤を問うような出題はしていません。