

## 注 意 事 項

- 試験開始時刻 14時20分
- 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 |

- 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16  |
|           |          | 無線           | 8         | 8  | 8  | 8  | 8  | 伝17～伝32 |
|           |          | 交換           | 8         | 8  | 8  | 8  | 8  | 伝33～伝48 |
|           |          | データ通信        | 8         | 8  | 8  | 8  | 8  | 伝49～伝64 |
|           |          | 通信電力         | 8         | 8  | 8  | 8  | 8  | 伝65～伝79 |
|           | 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 |    |    |    |    | 伝80～伝84 |

- 受験番号等の記入とマークの仕方

- 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。
- 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。
- 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 |
| ●       | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

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

- 答案作成上の注意

- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。

- 合格点及び問題に対する配点

- 各科目の満点は100点で、合格点は60点以上です。
- 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 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (控 え)   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

（今後の問い合わせなどに必要になります。）

解答の公表は7月15日10時以降の予定です。  
合否の検索は8月 3日14時以降の予定です。

| 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   | 無 線     |

問 1 次の問いに答えよ。

(小計 20 点)

- (1) 次の文章は、マイクロ波の電波伝搬におけるフェージング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)

電波伝搬において、伝搬変動によって引き起こされた受信電界の時間的変動は、一般に、フェージングといわれる。対流圏における見通し内の地上固定無線通信回線では、このフェージングは、内陸部より海岸部及び海上で、また、 (ア) ほど発生しやすい。晴天時には大気屈折率の時間的・空間的变化によりフェージングが発生する。晴天時のフェージングは発生原因により、 (イ) フェージング、 (ウ) フェージング及び (エ) フェージングに分類される。

(イ) フェージングは、大気屈折率の微細な不規則塊による散乱によって生じ、光波帯以外では通信回線への影響は少ない。

(ウ) フェージングは、主に伝搬路途中の大地の影響によって生じ、大地反射波との干渉、大地による回折に起因するレベル変動である。

(エ) フェージングは、屈折率逆転層の発生によって生じ、減衰性の変動と干渉性の変動が単独あるいは重畳して発生する。

＜(ア)～(エ)の解答群＞

- |          |           |            |        |
|----------|-----------|------------|--------|
| ① レイリー   | ② 伝搬路が長い  | ③ 周波数が高い   | ④ ファスト |
| ⑤ ダクト形   | ⑥ 差 動     | ⑦ シンチレーション | ⑧ k 形  |
| ⑨ 周波数が低い | ⑩ 伝搬路が短い  | ⑪ 最小位相推移   | ⑫ スロー  |
| ⑬ 吸収性    | ⑭ 非最小位相推移 |            |        |

(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)

電波伝搬における到来角変動とクリアランス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 大気屈折率傾度の変化が伝搬路特性に与える影響の主な要因は、反射波の強度、経路差及び到来方向が変動し、直接波との干渉条件が変わることである。
- ② 反射波が問題とならない伝搬路では、クリアランスによる影響はない。
- ③ クリアランスは、屈折率傾度の2次変換の形で変動する。
- ④ 電波通路のクリアランスを  $h_c$  とすると、 $h_c > 0$  のときは見通し外伝搬、 $h_c < 0$  のときは見通し内伝搬、 $h_c = 0$  のときは接線伝搬となる。

(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)

見通し内伝搬における経路差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 伝搬路の距離が  $d$  [m]、送・受信点高が  $h_T$  [m] 及び  $h_R$  [m]、送・受信点からの反射点までの距離が  $d_T$  [m] 及び  $d_R$  [m] であるとき、平面大地とみなして扱うための送・受信点の等価アンテナ高  $h_T'$  [m] 及び  $h_R'$  [m] は、次式で表される。ただし、 $K$  は等価地球半径係数、 $a$  [m] は実地球半径とする。

$$h_T' = h_T - \frac{d_T^2}{2Ka}, \quad h_R' = h_R - \frac{d_R^2}{2Ka}$$

- ② 距離  $d$  [m] の伝搬路において、地表を平面大地とみなして扱えるよう求めた送・受信点の等価アンテナ高が  $h_T'$  [m] 及び  $h_R'$  [m] であるとき、直接波と地上反射波との経路差  $\Delta r$  [m] は、次式で表される。

$$\Delta r = \frac{2h_T'h_R'}{d}$$

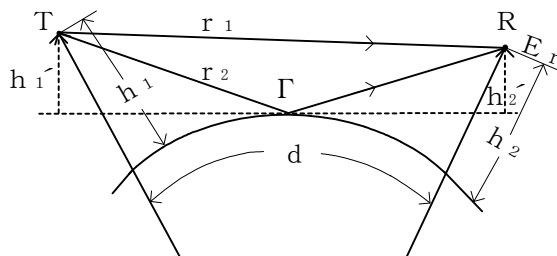
- ③ 2波の干渉の場合、周波数掃引パターンの1周期  $\Delta f$  [Hz] は、干渉し合う直接波と地上反射波の経路差  $\Delta r$  [m]、光速  $c$  [m/s] を用いて、次式で表される。

$$\Delta f = \frac{c}{\Delta r}$$

- ④ ダクト波の経路差は、一般に、地上反射波の経路差よりも大きいため、帯域内振幅周波数特性の劣化が大きい。

- (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)

図に示すハイトパターンについて述べた次のA～Cの文章は、 (キ) 。ただし、送受信点間の距離  $d$  は、送信点T及び受信点Rの地表高に対し、十分大きいものとする。



$E_r$  : 受信点Rにおける受信波の電界強度  
 $\Gamma$  : 大地反射係数  
 $r_1, r_2$  : 伝搬路長  
 $h_1, h_2$  : 送信、受信アンテナの地表高  
 $h_1', h_2'$  : 等価送受信アンテナ高

- A 直接波と反射波との経路差( $r_2 - r_1$ )によって生ずる受信点Rにおける電界強度( $E_r$ )の高さ方向の変化曲線はハイトパターンといわれる。  
 B ハイトパターンは、回線品質を向上させるためにアンテナを複数使用する空間ダイバーシチ構成における受信時のアンテナ間隔設計に用いられる。  
 C 受信波のハイトパターンピッチ  $P$  は、波長を  $\lambda$  としたとき、次式で求められる。

$$P = \frac{\lambda d}{2 h_2}$$

<(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)

出力40[W]の送信機で周波数3[GHz]の電波を利得10[dBi]のアンテナから送信し、利得6[dBi]の受信アンテナ及び所要受信レベルが1[mW]の受信機を用いて受信する場合、最大の自由空間伝搬路距離は  (ク) [m]である。ただし、 $10^{\frac{6}{10}} = 4$ 、 $\pi^2 = 10$ とする。

<(ク)の解答群>

- ① 1      ② 10      ③ 100      ④ 1,000      ⑤ 10,000

- (1) 次の文章は、デジタル無線方式で用いられるフィルタ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)

デジタル無線方式では、一定の周波数帯域内で良好な特性によるパルス伝送を行うために種々のフィルタが使用される。フィルタを主たる機能により分類すると次の4種となる。

- ① スペクトルの拡散を防ぎ (ア) を制限するためのもの。
- ② 符号間干渉を軽減することを目的としてスペクトルを特殊な形に整形するためのもの。
- ③ 外部からの干渉を除去しその影響を軽減するためのもの。
- ④ 複数の無線チャネルを分離又は合成し、給電系と中継装置を結合するためのもの。

①は他のシステムに与える干渉を軽減するものであり、送信側に挿入されるフィルタは主にこの機能を有している。②は (イ) 基準などを満たすようにスペクトルに一定の条件を与えるものであり、一般に、送信側・受信側双方のフィルタ特性の合成によりこの条件を実現する。③は①とは逆に他からの干渉を抑圧するためのもので、受信側に挿入されるフィルタはこれに該当する。④は受信側では (ウ) として使用される。

また、フィルタの使用周波数帯に着目すると、BB帯、IF帯及びRF帯に分類され、一般に、低い周波数帯ほど急峻な (エ) を有するものが実現しやすい。

＜(ア)～(エ)の解答群＞

- |         |          |         |         |
|---------|----------|---------|---------|
| ① 送信電力  | ② フェージング | ③ 伝送帯域  | ④ ガウス   |
| ⑤ アンテナ  | ⑥ 分波器    | ⑦ 符号速度  | ⑧ 導波管   |
| ⑨ ナイキスト | ⑩ 一次放射器  | ⑪ 雑音指数  | ⑫ 相互変調積 |
| ⑬ フレネル  | ⑭ 交差偏波特性 | ⑮ 選択度特性 | ⑯ 熱雑音   |

- (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)

デジタル無線方式で用いられる代表的なフィルタ特性であるトムソン、バタワース及びチェビシェフの各特性について述べた次のA～Cの文章は、 (オ)。

- A 帯域内振幅特性は、トムソン特性が最も理想的な平坦<sup>たん</sup>に近く、バタワース特性は、減衰曲線がほぼ放物線を呈するのでかなり高次のものでも平坦な範囲は狭い。
- B 帯域外減衰特性は、チェビシェフ特性が最も急峻な減衰特性を示し、次いでバタワース特性、トムソン特性の順になる。
- C 遅延特性は、トムソン特性が最も平坦であり、バタワース特性及びチェビシェフ特性では、3[dB]低下周波数付近でピークを生ずる。

＜(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)

マイクロ波増幅器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 送信電力が大きい無線局では、増幅器として固体増幅器(SSPA)が用いられ、送信電力が比較的小さい無線局では、増幅器としてクライストロン又は進行波管(TWT)が用いられる。
- ② クライストロンはTWTと比較して消費電力が小さく、運用保守性に優れ安価であり、かつ通過周波数帯域が広い。
- ③ TWTは真空管の一種で、進行電磁波と電子流の運動を同期させ、相互に作用を行わせて電波を増幅するものである。
- ④ SSPAで用いられるn型電界効果トランジスタ(FET)は、ソースからドレインに流れる電流を微小なゲート電圧の変化で制御することにより増幅を行うものである。

- (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)

デジタル無線方式で用いられる各種変調方式の特徴などについて述べた次のA～Cの文章は、  
  (キ)  。

- A 周波数変調(FSK)方式において、FSKの信号が符号間(又はシンボル間)で位相が連続する場合、同期検波が不可能であるため、ノンコヒーレントFSKといわれる。
- B 位相変調(PSK)方式は、多相化により電力スペクトル密度のメインローブを狭帯域化することができる。
- C 1シンボルで4ビット伝送できる16PSKと16QAMのピーク電力を等しくしたとき、同じ誤り率となる平均電力を比較すると、16QAMの方が平均電力が低い。

＜(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)

デジタル無線方式で用いられる送受信フィルタ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 送信フィルタは、送信信号の帯域制限や、不要波及び高調波の除去を行うために用いられる。
- ② 受信フィルタは、希望信号帯域以外の雑音や非希望信号の除去を行うためのものであり、単に不要波レベルを低く抑えるだけでなく、波形ひずみをできるだけ小さく保ちながら、復調時のS/Nを大きくすることが求められる。
- ③ マッチドフィルタは、フィルタ出力におけるS/Nを最大にするフィルタとしての機能を有する。
- ④ 電力スペクトル密度が周期的にゼロになるようなコサインロールオフフィルタは、ナイキストフィルタの一種である。

- (1) 次の文章は、LTEの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)

LTEでOFDMベースのアクセス方式が用いられているのは、OFDMが□(ア)を付加することによって無線チャネルの□(イ)に対する耐性があり、ブロードバンド通信で良好な特性を得ることができるためである。しかし、OFDMには、□(ウ)が大きく、電力増幅器が非効率になることや、周波数誤差の影響を受けやすいといった弱点がある。一方、シングルキャリア方式においては、□(イ)に対する耐性は、OFDMと比較して信号処理が若干複雑になるが、□(ア)を付加し、周波数領域の等化を行うことにより十分な性能が得られることが判明している。

LTEの下りリンクについては、基地局の電力増幅器の効率の要求が端末ほど厳しくないこと、端末側の受信機の処理が簡易であることなどが考慮されOFDMが用いられている。一方、LTEの上りリンクについては、要求される電力増幅器の効率が、端末コスト、電力消費及び上りリンクのカバレッジに対して厳しいことから、周波数領域の等化の処理が若干複雑になるものの、基地局受信機の信号処理は端末ほど厳しくないことなどから、□(エ)が用いられている。

＜(ア)～(エ)の解答群＞

- |               |          |                 |        |
|---------------|----------|-----------------|--------|
| ① ドップラーシフト    | ② 電圧定在波比 | ③ 符号化利得         | ④ TDMA |
| ⑤ SC-FDMA     | ⑥ パスロス   | ⑦ マルチパス         | ⑧ CDMA |
| ⑨ 冗長ビット       | ⑩ SDMA   | ⑪ ガードバンド        | ⑫ 熱雑音  |
| ⑬ ピーク電力対平均電力比 |          | ⑭ シャドウイング       |        |
| ⑮ エラーベクトル振幅   |          | ⑯ サイクリックプレフィックス |        |

(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)

L T Eの下りリンク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、

(オ) である。

＜(オ)の解答群＞

- ① 誤り訂正符号化とC R Cのためのチェックビットが付加された送信変調シンボルは、S / P変換器でパラレルデータに変換される。
- ② パラレルデータに変換されたデータに、サブキャリアといわれる互いに直交する周波数成分を個別に変調した後、加算器にて合成する。
- ③ O F D Mのサブキャリアの配置において、サブキャリア間隔が狭すぎると伝送効率が低下し、広すぎるとドップラー変動の影響によって、サブキャリア間の干渉が生ずるおそれがある。
- ④ 下りリンクサブキャリアは、周波数軸上で1 2の連続したサブキャリアから構成されるリソース・ブロックにグループ化され、さらに下りリンク帯域の中央には使用されないD Cサブキャリアがある。

(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)

L T Eのマルチアンテナ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 L T Eでは、マルチアンテナ技術としてM I M Oを用いたマルチレイヤ伝送、ビームフォーミング、送信ダイバーシチなどがサポートされている。
- ② 高いピークデータ速度を得るためには、マルチレイヤ伝送が適し、広いカバレッジを得るためにはビームフォーミングや送信ダイバーシチが適している。
- ③ アンテナ構成が2 × 2 (基地局2送信、端末2受信)の場合には、基地局近傍のユーザに対してはマルチレイヤ伝送を用い、遠方ユーザに対してはビームフォーミングを用いると、全領域にわたり高いスループットを与えることが可能となる。
- ④ マルチレイヤ伝送とビームフォーミングを適宜切り替えることはマルチユーザM I M Oといわれる。

(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)

L T Eの送信ダイバーシチ方式について述べた次のA～Cの文章は、  (キ) 。

- A 送信ダイバーシチの制御の形態として、オープンループ型のものとはクローズドループ型のものがある。オープンループ型の送信ダイバーシチは、制御チャネルや高速移動環境下でのクローズドループ制御が追従しない場合に用いられる。
- B L T E下りリンクの送信ダイバーシチでは、2送信アンテナの場合に、空間周波数ブロックコーディング(S F B C : Space Frequency Block Coding)が用いられる。S F B Cは、端末からのフィードバックを必要としないため、オープンループ型の送信ダイバーシチである。
- C S F B Cは、アンテナ対とサブキャリア対でアラモウチ(Alamouti)の符号化を行うことによって、空間周波数符号化が実現され、フェージングの影響を大幅に軽減できる。

＜(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)

L T Eのビームフォーミングについて述べた次のA～Cの文章は、  (ク) 。

- A L T Eのビームフォーミングは、二つの送信アンテナから同一の情報が送信されるが、送信アンテナごとに複素数重み付けが行われるため、ビーム形成がなされる。端末からのフィードバックによってチャネル状態に応じたビーム形成を行う場合は、オープンループ制御になる。
- B ビーム形成のための重みのかけ方には、コードブックに基づく方法と、コードブックに基づかない方法がある。コードブックに基づかない方法は、一般に、主にL T EのT D Dで利用される。
- C ビーム形成のための重みのかけ方のうち、コードブックに基づく方法の場合は、基地局は、端末に対しどのコードブックの組合せを用いているかを端末に通知する。端末は、セル固有のリファレンス信号とコードブックを組み合わせることにより、ビーム形成された受信信号の同期検波が可能となる。

＜(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、デジタル無線方式における、データ伝送の誤り訂正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)

データ伝送における誤りを訂正するためには、データを再送する方法と、再送することなく受信側で訂正する方法がある。データを再送する方法には [ (ア) ]、再送することなく受信側で訂正する方法には [ (イ) ] がある。

[ (ア) ] では、データは一定の長さに分割され、定められたフレーム構造に形成されて定められたプロトコルに従って伝送されるのが一般的である。プロトコルの中には、伝送された1データフレームごとに誤りの有無を検出し、誤りがある場合は、そのフレームを再送して正しいフレームが正常に伝送されるような手順が規定されているものがある。

[ (イ) ] では、主に [ (ウ) ] 符号、 [ (エ) ] 符号の2種類の誤り訂正符号が使用されている。

[ (ウ) ] 符号は、通信路符号器に入力される情報系列を一定長の [ (ウ) ] に分け、誤り訂正のための冗長性を付加して、一定長の符号 [ (ウ) ] に変換する符号である。

[ (エ) ] 符号は、入力される情報系列に対して逐次、ある特定の演算を行い、符号系列に変換する符号であり、ビタビ復号と組み合わせられて使用されている。

＜(ア)～(エ)の解答群＞

- |        |         |         |           |
|--------|---------|---------|-----------|
| ① 畳み込み | ② バースト  | ③ ターボ   | ④ CSMA/CA |
| ⑤ 多値変調 | ⑥ ブロック  | ⑦ ロールオフ | ⑧ FEC     |
| ⑨ 拡散   | ⑩ シンボル  | ⑪ FDMA  | ⑫ ASK     |
| ⑬ BER  | ⑭ インパルス | ⑮ FSK   | ⑯ ARQ     |

- (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)

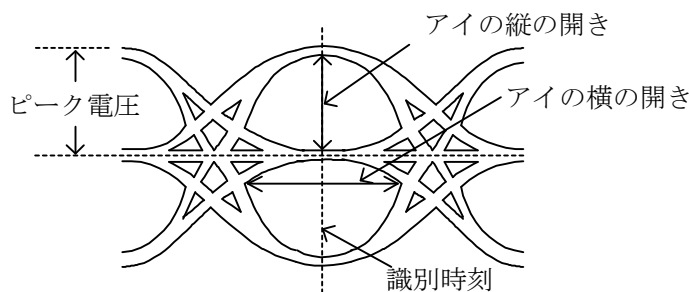
降雨による交差偏波識別度の劣化について述べた次の文章のうち、正しいものは、  (オ) である。

〈(オ)の解答群〉

- ① 周波数が高くなるにつれて同一の減衰量を与える雨滴径が大きくなるため、周波数が高くなると同一減衰量に対する交差偏波識別度の劣化は大きくなる。
- ② 雨滴の傾きと風とは密接に関連しており、風の空間相関は、一般に、垂直方向と比較して水平方向は小さく、したがって、伝搬路の傾き角が大きいほど、同一減衰量に対する交差偏波識別度の劣化は小さくなる。
- ③ 伝搬区間が長いほど、雨滴の傾きの相関が小さくなるため、直線偏波、円偏波ともに交差偏波成分の発生における打ち消し作用により、同一減衰量に対する交差偏波識別度の劣化は軽減される。
- ④ 直線偏波の場合、雨滴落下の傾き角が大きい(ただし、45度以内)ほど交差偏波識別度の劣化は大きい。

- (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)

図に示す、デジタル伝送方式における信号の劣化の程度を測定するためのアイパターン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 アイパターンは、オシロスコープ上にシンボルタイミングで同期をとって同相成分又は直交成分の振幅波形を表示させたものである。
- ② 符号間干渉及び振幅変動は、主としてアイの横の開きに影響を与える。
- ③ タイミングジッタは、主としてアイの縦の開きに影響を与える。
- ④ 伝送路における信号の劣化が大きくなると、アイの縦の開きと横の開きが大きくなり、判定マージンが大きくなることから判定誤りが多くなる。

- (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)

無線通信における信号伝送特性を改善するための変調技術について述べた次のA～Cの文章は、 (キ)。

- A 直接拡散(DS)方式では、PNコードなどを拡散コードとして用いてスペクトル拡散変調が行われる。  
B 周波数ホッピング(FH)には、1シンボル以内に複数回ホッピングを行う高速FHと複数のシンボルごとにホッピングを行う低速FHがある。  
C OFDMでは、送信側で拡散フーリエ変換が、受信側で逆拡散フーリエ変換が行われる。

〈(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)

送受信点間の距離が4[km]のときの自由空間伝搬損失を算出したところ、100[dB]となった。このときの周波数は  (ク) である。ただし、光速は $3 \times 10^8$ [m/s]、 $\log_{10} 2 = 0.3$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ 、 $\log_{10} \pi = 0.5$ とする。

〈(ク)の解答群〉

- ① 300 [MHz]      ② 600 [MHz]      ③ 1 [GHz]  
④ 3 [GHz]      ⑤ 6 [GHz]

- (1) 次の文章は、衛星通信における多元接続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)

衛星通信における多元接続には、通信路を分割する手法の違いによって F D M A、T D M A 及び C D M A の三つの方式がある。F D M A は周波数で、T D M A は時間で通信路を分割する手法であり、C D M A は個々の通信路に固有の (ア) を割り当て、この (ア) で搬送波に変調を加えることにより通信路を分割する手法である。

F D M A では隣接する通信路間の干渉を避けるためガードバンドを設ける必要がある。また、中継器において複数の搬送波を共通増幅しており、電力増幅器の (イ) 動作による相互変調積などの影響を低減するため、動作点を飽和領域に置かないようにするとともに相互変調波による干渉を避けるために通信路の配置にも工夫が必要である。

T D M A では、一般に、一つの中継器には同時には一つの搬送波しか入力されないので、F D M A で述べたような問題は生じないが、タイミングの不正確さによって隣接する通信路間の衝突が生じないよう (ウ) を設ける必要がある。さらに、データバーストの (エ) 制御信号の伝送が必要なことにより時間的な損失が生ずる。

C D M A では原理的には特定の通信路間の干渉は問題にならないが、F D M A と同様に相互変調による干渉の増加を避けるために電力増幅器のバックオフを適切に設定する必要がある。

＜(ア)～(エ)の解答群＞

- |        |         |       |          |
|--------|---------|-------|----------|
| ① バースト | ② 電力制御  | ③ 非線形 | ④ 位 相    |
| ⑤ 同 期  | ⑥ 線 形   | ⑦ 符 号 | ⑧ 拡 散    |
| ⑨ 誤り訂正 | ⑩ 小信号抑圧 | ⑪ 復 号 | ⑫ ガードタイム |
| ⑬ 非同期  | ⑭ 送信利得  | ⑮ 追 尾 | ⑯ スペクトル  |

- (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)

衛星通信における多元接続で用いられる回線割当方式について述べた次のA～Cの文章は、  
 (オ)  。

- A 固定割当ては、トラヒックの時間的な変化にかかわらず、各地球局間にあらかじめ定めた容量の回線を固定的に割り当てる方式であり、局間トラヒックの変動が少ないネットワークに用いられることが多い。
- B 要求割当ては、トラヒックに応じて回線制御局に対して回線の割当てを要求する方式であり、制御は複雑であるが、回線利用効率の高いネットワークを構築できる。
- C ランダムアクセスは、個々の地球局が必要に応じて比較的自由に回線にアクセスする方式であり、回線制御は容易であるが、一般に、回線利用効率の高いネットワークの構築は困難である。

＜(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)

衛星通信におけるFDMA方式で用いられる多重化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＞

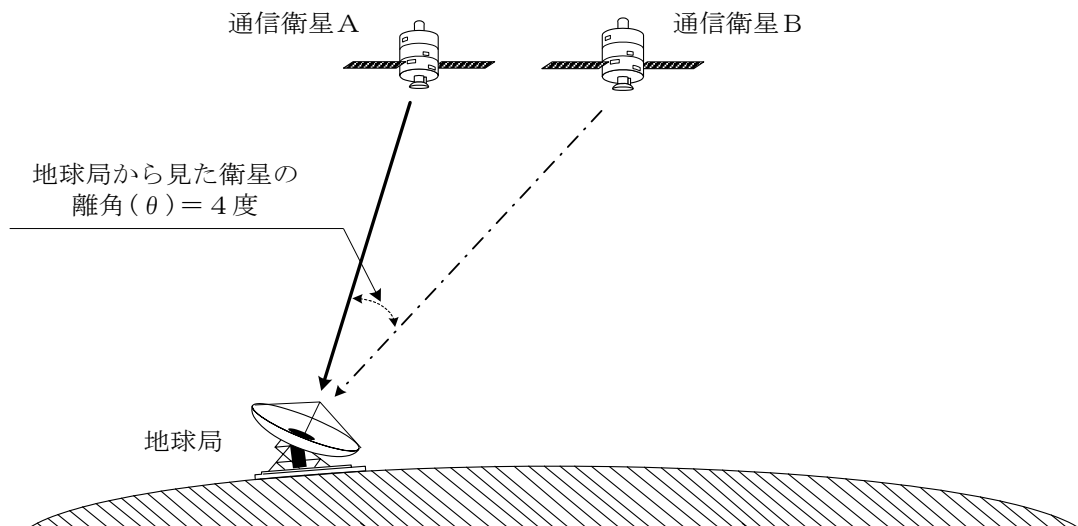
- ① 複数のユーザからのFM信号を周波数多重し、この多重信号で搬送波を変調することにより通信路を周波数分割して多元接続したものが、FDM/FM/FDMAである。
- ② FM変調された搬送波のスペクトルは、変調指数が上がると正規分布に近づく。FDM/FM/FDMAにおいて中継器の帯域を有効活用するために、複数の搬送波を互いの干渉量を最小限に抑えながら配置していく。
- ③ SCPCでは、入力信号にしきい値を設けることにより、しきい値を超えない時間帯は通信が行われていないものとみなして、その時間帯は送信搬送波を断にするボイスアクティベーション方式が使用でき、中継器の利用効率向上を図ることができる。
- ④ デジタル変調を用いたFDMA方式では、各搬送波間の同期制御が必要となる。

- (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)

図に示すように、通信衛星Aを利用する衛星通信システムがある。通信衛星Aは当該システムの地球局が通信を行う衛星であり、通信衛星Bが干渉波の雑音源となる衛星である。通信衛星A及びBは、地球局から見て4度離れて静止している。このとき、地球局の受信波のD/U比は、  (キ) [dB]である。ただし、 $\log_{10} 2 = 0.301$ とし、答えは四捨五入により小数第2位までとする。

(条 件)

- ㊐ 地球局の受信アンテナの利得(通信衛星A方向)G : 45 [dBi]
- ㊑ 地球局の受信アンテナのサイドローブ特性 $G(\theta)$  :  $32 - 25 \log_{10} \theta$  [dBi]
- ㊒ 通信衛星Aの送信e.i.r.p. : 10 [dBW]
- ㊓ 通信衛星Bの送信e.i.r.p. : 12 [dBW]
- ㊔ 通信衛星から地球局までの自由空間伝搬損失は、通信衛星A、Bとも等しいものとする。



＜(キ)の解答群＞

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| ① 16.95 | ② 18.05 | ③ 26.05 |
| ④ 28.05 | ⑤ 34.05 |         |

(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)

衛星通信における相互変調積の影響の軽減対策について述べた次のA～Cの文章は、  (ク)。

- A FDMA方式では、中継器の入力バックオフを小さくすることにより中継器における相互変調積を抑えることができる。
- B FDMA方式では、各ユーザには特定の周波数チャネルを割り当て、どのユーザにも割り当てられない空きチャネルへ相互変調積を集中的に落とし込むことにより相互変調積の影響を低減することができる。
- C 衛星中継器において、リニアライザを使用することにより増幅器の伝送特性を改善する方法がある。

＜(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

## 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、すべて架空のものです。
- (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。