

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15
		無線	8	8	8	8	8	伝16～伝30
		交換	8	8	8	8	8	伝31～伝45
		データ通信	8	8	8	8	8	伝46～伝60
		通信電力	8	8	8	8	8	伝61～伝76
	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77～伝80

- 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
●	○	●	○	○	○	○	○	○	○
①	●	○	●	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

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1月25日10時以降の予定です。 可否の検索は2月13日14時以降 possible 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強度の時間的変動は、一般に、フェージングといわれる。見通し内の地上固定無線通信回線における晴天時のフェージングには、発生原因により、以下のものがある。

(ア) フェージングは、大気 (イ) が電波の波長よりも短い周期で揺らぐことに起因す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 (エ) との干渉、大地による回折に起因するレベル変動である。

ダクト形フェージングは、 (イ) 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。

フェージングによる影響を軽減し、受信波の品質を改善するため、複数の受信信号を合成する各種のダイバーシチ受信方式が用いられている。

＜(ア)～(エ)の解答群＞

- | | | | |
|------------|--------|-------|-------|
| ① ファスト | ② レイリー | ③ 透過波 | ④ 散乱波 |
| ⑤ シンチレーション | ⑥ k 形 | ⑦ 差 動 | ⑧ 透過率 |
| ⑨ 最小位相推移 | ⑩ 多重波 | ⑪ 均等率 | ⑫ 反射率 |
| ⑬ 周波数選択性 | ⑭ 反射波 | ⑮ 吸収率 | ⑯ 屈折率 |

- (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)

マイクロ波の電波通路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。ただし、Kは等価地球半径係数、a[m]は実地球半径、λ[m]は波長とする。

＜(オ)の解答群＞

- ① 送信アンテナ地上高h[m]の地点における見通し距離D_L[m]は、次式で与えられる。ただし、障害物及び地上の起伏は無いものとする。

$$D_L \doteq \sqrt{2 K a h}$$

- ② 伝搬路途中に障害物がある場合の電波通路と電波通路下の障害物の標高差であるクリアランスh_c[m]は、送受信点高をh_T[m]及びh_R[m]、送受信点から障害物までの距離をd_T[m]及びd_R[m]、障害物高をh_s[m]とすると、次式で表される。

$$h_c = \frac{h_T d_R + h_R d_T}{d_T + d_R} - \frac{d_T d_R}{2 K a} - h_s$$

- ③ 見通し内通信の伝搬路は、一般に、低次のフレネルゾーン内に障害物が入らないよう設定する必要がある。送受信点から障害物までの距離がd_T[m]及びd_R[m]の場合の障害物地点におけるn次のフレネルゾーン半径R_n[m]は、次式で表される。

$$R_n = \sqrt{\frac{n \lambda d_T d_R}{d_T + d_R}}$$

- ④ 伝搬路途中にナイフエッジ状の障害物があり、クリアランスが0[m]の場合、リッジ損失は3[dB]である。

- (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)

修正屈折率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 標準大気 of 屈折率に換えて修正屈折率を用いることにより、電波の伝搬に関しては球面成層大気を平面成層大気として扱うことができる。

- ② 修正屈折率mは、次式で表される。ただし、nは標準大気 of 屈折率、h[m]は海拔高、a[m]は実地球半径とする。

$$m = n + \frac{h}{2 a}$$

- ③ 修正屈折指数Mは、修正屈折率mを用いて、次式で表される。

$$M = (m + 1) \times 10^6$$

- ④ 海拔が高くなるにつれて屈折率が増加する大気内での電波の伝搬は標準伝搬、それ以外の大気内での電波の伝搬は非標準伝搬といわれる。

- (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)

地上マイクロ波伝送システムにおけるダクト伝搬について述べた次のA～Cの文章は、
(キ)。

- A 海拔が高くなるにつれて修正屈折指数が標準大気の場合とは逆の変化をする層ができると、電波がこの層を含む部分に閉じ込められることにより、ダクト伝搬が生ずる。
B ダクト伝搬が発生する条件は、高温高湿の大気が上方に、低温低湿の大気が下方に存在する場合である。
C 日本におけるダクト伝搬が発生する確率は、過去の実測結果において、夏季は低く、冬季は高いことが示されている。

＜(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)

地上マイクロ波伝送システムの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、正しいものは、(ク)である。

＜(ク)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 Δr [m] は、次式で表される。

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

- ③ 直接波と地上反射波1波が干渉する場合、周波数掃引パターンの1周期 Δf [Hz] は、干渉し合う直接波と地上反射波の経路差 Δr [m]、光速 c [m/s] を用いて、次式で表される。

$$\Delta f = \frac{2c}{\Delta r}$$

- ④ ダクト波の経路差は、一般に、地上反射波の経路差と比較して大きいため、帯域内振幅周波数特性の劣化が大きい。

- (1) 次の文章は、アンテナの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)

送信アンテナの利得を G_t 、送信アンテナへ供給される入力電力を P_{in} [W]とすると、送信アンテナから d [m]の距離における (ア) である Φ [W/m²]は、次式で表される。

$$\Phi = \frac{P_{in} G_t}{4 \pi d^2} \text{ [W/m}^2\text{]}$$

さらに、送信波の波長を λ [m]、受信アンテナの利得を G_r とすれば、送信アンテナから d [m]の距離にある受信アンテナの出力端子から取り出される受信電力 P_{out} [W]は、次式で表される。

$$P_{out} = P_{in} \frac{G_t G_r}{4 \pi d^2} \text{ (イ) } \text{ [W]}$$

この式は、無線伝送路における電力の伝達量を表す最も基本的な公式である。

また、受信アンテナの開放電圧を V_o [V]、電界強度を E [V/m]とすると、 P_{out} [W]と V_o [V]との関係は、受信アンテナの入力インピーダンス Z [Ω]を $Z = R + jX$ とすれば、負荷インピーダンスとの整合をとることにより、次式で表される。

$$P_{out} = \frac{V_o^2}{\text{ (ウ) }} \text{ [W]}$$

一方、電界強度 E [V/m]は、受信アンテナの (エ) を L [m]とすれば、 $V_o = EL$ の関係にある。したがって、これを上式に代入すれば、受信電力と電界強度の関係も得られる。

<(ア)～(エ)の解答群>

- | | | | |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| ① 実効電力 | ② 給電線長 | ③ 実効長 | ④ 瞬時電力 |
| ⑤ 最大寸法 | ⑥ 電力束密度 | ⑦ 平均電力 | ⑧ 波 長 |
| ⑨ R^2 | ⑩ $\sqrt{2} R$ | ⑪ $2 R$ | ⑫ $4 R$ |
| ⑬ $\frac{2 \pi}{\lambda}$ | ⑭ $\frac{4 \pi}{\lambda}$ | ⑮ $\frac{\lambda^2}{2 \pi}$ | ⑯ $\frac{\lambda^2}{4 \pi}$ |

- (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)

開口面アンテナ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 角すいホーンアンテナは、方形導波管の断面を漸次広げて所要の開口を持たせたテーパ形状を有しており、一般に、方形導波管の基本モードである TE_{11} モードで励振される。
- ② 円すいホーンアンテナにおいて、約1オクターブの周波数帯域にわたって軸対称ビームと良好な交差偏波特性を得るためにホーン内壁に薄いフィンを多数設けたものは、誘電体装荷ホーンといわれる。
- ③ カセグレンアンテナは、副反射鏡として回転双曲面を用いる複反射鏡アンテナであり、副反射鏡の二つの焦点のうち一つは主反射鏡の焦点と一致する。
- ④ グレゴリアンアンテナは、副反射鏡として回転楕円面を用い、3枚の反射鏡を用いる複反射鏡アンテナである。

- (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)

マイクロ波用平面アンテナ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 導波管スロットアンテナは、導波管の管壁に小さいスロットを設けて電磁波の一部を漏洩させるものであり、スロットを適正に配置することにより、所要の電界分布を実現して、任意の指向性を得ることができる。
- ② 導波管スロットアンテナは、導波管の低損失性から高い効率が得やすいという特徴を有している。
- ③ マイクロストリップアンテナで円偏波を発生させる方法として用いられる2点給電円偏波方式はパッチを2点で給電し、二つの直交する直線偏波を $-\frac{\pi}{4}$ [rad] の位相差で励振した後、合成するものである。
- ④ マイクロストリップアンテナは、マイクロストリップ線路を部分的に独立させ、同軸線路などを用いて給電するものである。独立させたストリップ部分はパッチといわれることから、マイクロストリップアンテナはパッチアンテナともいわれる。

- (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)

給電線に用いられる導波管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 導波管において、最も遮断波長が長い伝搬モードは基本モードといわれる。
- ② 円形導波管の TE_{01} モードは、周波数が高くなると減衰定数が小さくなるという特徴を有している。
- ③ 方形導波管内を伝搬する電磁波は、 TEM モードでは伝搬しない。
- ④ 直交する偏波を一つの円形導波管で伝送することはできない。

- (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)

給電回路に用いられる機器類について述べた次のA～Cの文章は、 (ク) 。

- A 方向性結合器は、主導波管で伝送している電力の一部を分割して、結合している副導波管に移す機能を持ち、副導波管の二つの出力端には必ず同じ大きさの電力が出力される。
- B サーキュレータは、方向性のある循環回路であり、一つの端子から隣接する端子へ次々にエネルギーを伝送させることができる。3端子形の一つの端子を無反射終端するとアイソレータとしても用いることができる。
- C アイソレータは、単向管ともいわれ、一つの方向には原理的には損失がなく電力を伝送し、逆方向には大きな損失を与える2開口非可逆素子であり、その構造からファラデー回転形、電界変位形、共鳴吸収形などがある。

〈(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

- (1) 次の文章は、携帯電話システムの広帯域伝搬特性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)

我が国における携帯電話システムのアクセス方式技術は、当初はFDMAで始まり、TDMA、CDMA、 (ア) と進展してきている。

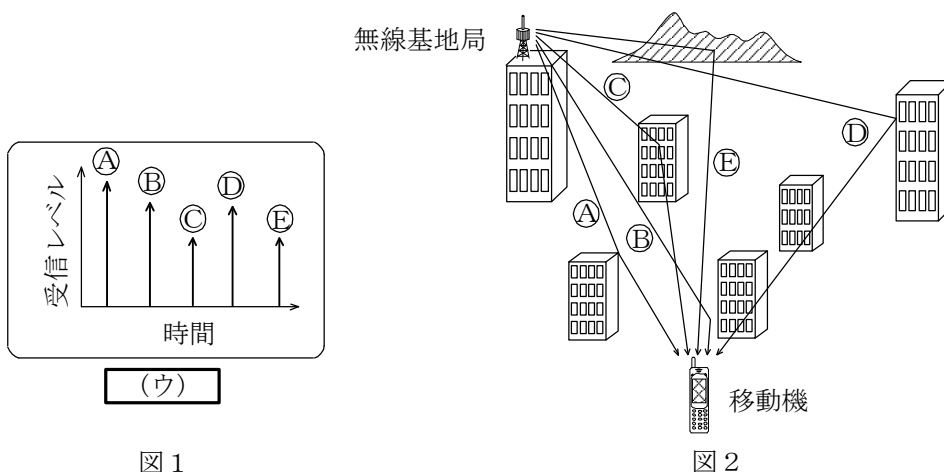
高速・広帯域伝送を実現するには、無線伝送帯域幅が数〔MHz〕に及ぶ場合の受信電界強度や (イ) 特性などの広帯域伝搬特性を考慮することが必要である。

高速・広帯域の電波伝搬においては、様々な方向から反射、回折してくる電波の (イ) の分散が伝送品質に大きな影響を与える要因となり得るが、CDMAではRAKE受信といわれる技術を用いることによりこれを改善することができる。

移動機のアンテナの地上高は、一般に、数〔m〕以下と低く、無線基地局と移動機間の見通しは、建物などによって遮られるとともに、伝搬路の特性は時々刻々と変動する。

無線基地局から発射された電波は、建造物などで反射、回折などを繰り返して受信点の移動機に到達する。このとき図1に示すように、様々な経路によって移動機に到来する電波の (イ) 時間を横軸にとり、各到来波の受信レベルを縦軸にプロットしたものは、 (ウ) といわれ、図2に示す反射、回折などを受けて到来する①から⑤までの電波の伝搬路は、その経路を示すという意味でパス(Path)といわれる。

(ア) では、移動機での電波の受信状況に応じて周波数領域における無線リソースを適切に割り当てることにより (エ) ダイバーシチ効果を得ることができるため、スループットの向上が可能である。



<(ア)～(エ)の解答群>

- | | | | |
|------------|----------|--------|---------|
| ① SDMA | ② TDD | ③ 偏波 | ④ 奥村カーブ |
| ⑤ マルチユーザ | ⑥ 相互変調 | ⑦ 位相 | ⑧ スペクトル |
| ⑨ 遅延プロファイル | ⑩ レイトレース | ⑪ 振幅特性 | ⑫ OFDMA |
| ⑬ GI | ⑭ 伝搬遅延 | ⑮ サイト | ⑯ ルート |

- (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)

DS-SSMA方式におけるRAKE受信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 RAKE受信に用いられる分離可能なパスの数は、拡散帯域幅が広いほど少なくなる。
- ② 分離可能なパスの数が少ないほど、RAKE受信の効果が大きくなり、通信品質が改善される。
- ③ 拡散帯域幅が広いほど分離できる遅延波が多くなり、RAKE受信の効果が大きくなる。
- ④ RAKE受信では、伝搬路における遅延分散により分散した信号の中から最大値のパスを抽出する選択合成ダイバーシチが用いられている。

- (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)

CDMA方式をセルラ方式に適用したときの回線品質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 CDMA方式では、隣接無線基地局でも同一周波数を使用しているため、移動機が、二つ以上のセルから異なる符号の信号を同時に送受信して切替えを行うソフトハンドオーバーを行うことにより、下り回線の無瞬断化が実現できる。
- ② 移動機から無線基地局を経由してネットワークへ接続される上り回線では、同一の信号を異なる無線基地局で受信し、無線ネットワーク制御装置で合成するサイトダイバーシチを行うことにより、回線品質を向上させることができる。
- ③ 上り回線では、無線基地局から遠い移動機からの受信信号が、無線基地局に近い移動機からのより強い信号に埋もれて受信できなくなる遠近問題が生ずる。このため無線基地局の信号受信には、全ての移動機からの受信信号電力が一定になるように移動機の送信電力を制御するTPC(Transmission Power Control)の機能が不可欠である。
- ④ 移動機の送信電力制御は、開ループ制御と閉ループ制御の2種類の制御に分類される。このうち、上り下りの通信チャネルを対で用いている制御は、開ループ制御である。

- (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)

W－CDMA方式を用いた移動体通信システムの設計などについて述べた次のA～Cの文章は、(キ)。

- A W－CDMA方式における干渉量は、トラヒックや伝搬状況の影響を受けないため、無線回線の設計時には、一般に、トラヒックに対する考慮は必要としない。
- B W－CDMA方式では、周辺セクタにおいて同一キャリアを使用している全ての通信は相互干渉を与える存在となるが、その影響は、逆拡散の過程で通信に影響のないレベルに抑圧される。
- C W－CDMA方式では、S I R基準の送信電力制御が適用されるため、下り回線では無線基地局に近い移動機は、無線基地局から遠い移動機に対して送信される大きな電力の信号による干渉を受けない。

＜(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)

L T Eにおける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、(ク) である。

＜(ク)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ており、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 マルチレイヤ伝送とシングルレイヤ伝送など、適宜異なるレイヤ数の伝送に切り替えることはマルチユーザM I M Oといわれる。
- ④ 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、遠方のユーザに対してはビームフォーミングを用いると、セルの全領域にわたり高いスループットの確保が可能となる。

- (1) 次の文章は、OFDM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)

OFDMは、□(ア)を持つ複数のサブキャリアをデジタル変調して合成する多重変調方式であり、送信機側において各シンボルに□(イ)を付加することにより、マルチパスに起因するシンボル間干渉を軽減し、□(ウ)フェージングの影響を軽減している。また、OFDM信号は、隣り合うサブキャリアスペクトルが互いに重なっているが、サブキャリア間の□(ア)を利用することで、シンボル間干渉を回避し、各サブキャリアを変調するデータシンボルを正しく取り出すことができる。

OFDM変調器では、以下の手順で信号が処理される。

送信すべきデータビット列は、複素シンボル列に変換され、その後、直並列変換によりN個の複素シンボルに変換される。このN個の複素シンボルは□(エ)変換によって一括変換され、N個のOFDMシンボルの標本値が生成される。生成された標本値は、並直列変換により連続信号に変換され、複素ベースバンドOFDM信号が生成される。複素ベースバンドOFDM信号の実部に対して搬送波が掛け合わされ、搬送波帯OFDM信号が生成される。

＜(ア)～(エ)の解答群＞

- | | | | |
|-------------|----------|---------|--------|
| ① シンチレーション | ② 周波数選択性 | ③ アダマール | ④ レイリー |
| ⑤ ガードインターバル | ⑥ 離散フーリエ | ⑦ 指向性 | ⑧ 直交性 |
| ⑨ 高域通過フィルタ | ⑩ ラプラス | ⑪ ダクト形 | ⑫ 反射特性 |
| ⑬ 逆離散フーリエ | ⑭ ガードバンド | ⑮ 拡散符号 | ⑯ 誘導特性 |

- (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)

QPSK変調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 QPSKは1シンボル当たり2 [bit] の情報を有しており、理想ナイキスト帯域で伝送すると周波数利用効率は2 [bit/s/Hz] となる。
- ② オフセットQPSKは、QPSKに加えるベースバンド信号のうち、IチャネルとQチャネルのシンボルのタイミングを1シンボル長だけ時間シフトさせる方式である。
- ③ $\frac{\pi}{4}$ シフトQPSKでは、連続するシンボル間の位相差は、 $\pm \frac{\pi}{4}$ [rad] 又は $\pm \frac{3\pi}{4}$ [rad] のいずれかである。
- ④ $\frac{\pi}{4}$ シフトQPSKは、同一シンボルが連続しても位相が常に変化するため、QPSKと比較してタイミング再生が容易である。

- (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)

デジタル多値変調方式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 QPSKの搬送波電力と16QAMの搬送波電力が等しい場合、QPSKのユークリッド距離は16QAMの4倍となる。
- ② ロールオフ率0.2の条件で、20 [Mbit/s] の信号を16QAMで伝送するときに必要な帯域幅は3 [MHz] である。
- ③ 16QAMは、シンボル誤り率が同一である16PSKと平均電力を比較すると、所要平均電力は大きい。
- ④ 多値QAM信号は、直交する2系統の搬送波を多値信号系列でASK変調し、それらを加算することで得られる。

- (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)

デジタル信号方式の変復調で用いられるコサインロールオフフィルタについて述べた次のA～Cの文章は、(キ)。

- A ロールオフ率 α は、 $0 \leq \alpha \leq 1$ の範囲の値である。
B T秒間隔のパルス符号間干渉なしで伝送するための必要最小限の信号帯域幅は、 $\frac{1}{T}$ [Hz]である。
C コサインロールオフフィルタは、ロールオフ率が小さくなるほど狭帯域化される。

＜(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)

BPSK変調方式における検波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 同期検波は、復調に用いる基準信号として、受信信号の周波数と位相に同期した信号を利用する。
② 遅延検波は、同期検波と比較して簡易な回路構成で実現でき、復調特性も優れている。
③ 遅延検波は、位相が時間とともに変動するフェージング環境下において、2シンボル間の変動が大きいときに、安定した復調特性が得られる。
④ 遅延検波は、連続する2シンボル間の周波数差でデータ値を判定するため、差動符号化されたデータ値に応じて周波数差を割り当てる必要がある。

- (1) 次の文章は、衛星通信における電波伝搬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)

衛星通信システムでは、送信データで変調された電波が衛星と地上との間を伝搬することにより、同報性、広域性などの特質を有する通信を実現している。地上と衛星との間の空間において、衛星通信が特に影響を受けるのは、降雨現象などが発生する□(ア)、電子やイオンが多く存在する□(イ)である。

□(ア)では、衛星通信システムの回線品質は、大気ガスによる減衰、到来角変動など晴天大気に起因する影響のほか、降雨によって大きく影響を受ける。

大気ガスによる減衰は、大気中のガス分子の回転により電波が吸収されることにより生ずるものであり、酸素、□(ウ)による吸収帯での減衰が問題になる。衛星通信では、一般に、これらの吸収帯を避けた周波数帯を使うため、大気ガスによる減衰の影響は、降雨による減衰の影響と比較して小さい。

一方、降雨による電波伝搬特性への影響には、降雨減衰、交差偏波特性劣化、降雨散乱による□(エ)の増加などがある。

〈(ア)～(エ)の解答群〉

- | | | | |
|--------|-----------|----------|---------|
| ① 窒素 | ② 外気圏 | ③ 水蒸気 | ④ アルゴン |
| ⑤ 電離圏 | ⑥ メタン | ⑦ 二酸化炭素 | ⑧ 成層圏 |
| ⑨ 磁気圏 | ⑩ シェドウイング | ⑪ 対流圏 | ⑫ バックオフ |
| ⑬ ヘリウム | ⑭ 降雨マージン | ⑮ ガードバンド | ⑯ 干渉雑音 |

- (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)

衛星通信における地球局の受信系の性能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 アンテナを含めた地球局の受信系の性能を定量的に示す指標として、アンテナ利得 G と雑音温度 T の比である G/T が用いられる。
- ② 受信アンテナ利得は、アンテナ出力端で定義される利得であり、アンテナから低雑音増幅装置の入力端までの伝送損失を含まない値で表される。
- ③ アンテナと低雑音増幅装置の間の伝送損失は、受信系性能の指標である G/T に大きく影響を与えるため、できるだけ小さく設計することが望ましい。
- ④ システム雑音温度は、アンテナ雑音温度と受信機雑音温度を加えたものである。

- (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)

衛星通信における降雨の影響などについて述べた次のA～Cの文章は、 (カ) 。

- A 降雨による電波の減衰の影響を実効的に小さくするための対策として、地球局アンテナを適当な距離だけ離し、降雨強度分布が空間的に異なることを利用した周波数ダイバーシチが有効である。
- B 衛星通信の回線設計においては、降雨による減衰、雑音の増加などに対応するマージンを付加する必要がある。
- C 降雨による交差偏波識別度の劣化は、周波数利用効率を上げるために用いている直交偏波共用方式で特に問題となる。

＜(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)

衛星通信系と同一の周波数帯を利用する地上通信系と衛星通信系との相互干渉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 衛星通信系の衛星局から地上通信系に干渉を及ぼさないよう、衛星局に対して地表面における等価等方輻射電力(E I R P)に制限が課されている。
- ② 地上通信系の固定局から衛星通信系に干渉を及ぼさないよう、固定局に対して静止衛星軌道方向への電力束密度(P F D)に制限が課されている。
- ③ 衛星通信系から地上通信系への干渉において、希望信号対干渉信号比(D/U)は、搬送電力対干渉雑音電力比(C/N)に対し、それぞれの方式間の干渉軽減係数(I R F)だけ改善される。
- ④ 衛星通信系と地上通信系との干渉は、伝搬路上の気象条件の変化によって発生することがある。

- (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)

衛星通信方式の回線設計において、上り回線のC/Nが40[dB]、下り回線のC/Nが30[dB]の場合、総合C/Nは、 (ク) [dB]である。ただし、必要により、 $\log_{10} 2 = 0.301$ 、 $\log_{10} 3 = 0.477$ 、 $\log_{10} 5 = 0.699$ 、 $\log_{10} 7 = 0.845$ 、 $\log_{10} 11 = 1.041$ 、 $\log_{10} 13 = 1.114$ を用い、答えは、四捨五入により小数第1位までとする。

<(ク)の解答群>

- ① 26.8 ② 28.9 ③ 29.6 ④ 32.2 ⑤ 35.0

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。