

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			

- 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		
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

- 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。
 - 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。
 - 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。
 - 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)									
--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

解答の公表は2月 3日10時以降の予定です。 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	無線

問1 次の問いに答えよ。

(小計20点)

- (1) 次の文章は、クリアランス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1に示すマイクロ波伝搬路において、送信点T及び受信点Rの海拔高をそれぞれ h_1 [m]及び h_2 [m]、送・受信点を結ぶ電波通路に直角に存在する直線状の縁を持ち左右が無限に広がり下方が大地に接するナイフエッジ状の障害物の海拔高を h_s [m]、送・受信点から障害物までの距離をそれぞれ d_1 [m]及び d_2 [m]、送信点から受信点までの距離を d [m]としたとき、その障害物に対するクリアランス h_c [m]は、次式で求めることができる。ただし、 K は等価地球半径係数、 a [m]は実地球半径であり、 d_1 及び d_2 の値は、 h_1 及び h_2 の値と比較して十分に大きいものとする。

$$h_c = \frac{\text{(ア)}}{d} - \frac{d_1 d_2}{2 K a} - h_s$$

$h_c = 0$ では接線伝搬となり、その受信電界強度は自由空間における受信電界強度の□(イ)倍となり、その伝搬損失は□(ウ)倍となる。 $h_c > 0$ では見通し内伝搬となり、 $h_c < 0$ では見通し外伝搬となるが、見通し外伝搬において通信可能となるのは電波の□(エ)現象によるものである。

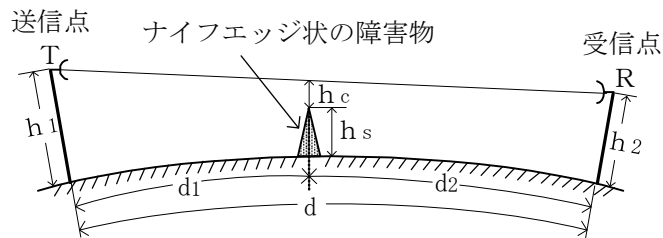


図1

<(ア)～(エ)の解答群>

- | | | | |
|-----------------|-----------------|------|-----------------------|
| ① $\frac{1}{5}$ | ② $\frac{1}{4}$ | ③ 回折 | ④ $h_1 d_1 + h_2 d_2$ |
| ⑤ $\frac{1}{3}$ | ⑥ $\frac{1}{2}$ | ⑦ 反射 | ⑧ $h_1 d_2 + h_2 d_1$ |
| ⑨ 2 | ⑩ 3 | ⑪ 屈折 | ⑫ $h_1 d_1 - h_2 d_2$ |
| ⑬ 4 | ⑭ 5 | ⑮ 散乱 | ⑯ $h_1 d_2 - h_2 d_1$ |

- (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)

等価地球半径係数Kと電波の弧の関係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 標準大気においては、地上で、地表面に平行に送出された電波は、上向きに、すなわち地表面から遠ざかる方向に曲がって伝搬する。
- ② 等価地球半径係数Kは、曲がって伝搬する電波を直線として表そうとした場合に、実地球半径を何倍にすればよいかを示すものである。
- ③ 日本のような中緯度地域では、標準大気の等価地球半径係数Kは $\frac{3}{4}$ が用いられる。
- ④ 標準大気とは異なる条件の大気における伝搬の一つとして、地表面に平行に送出された電波が、地表面からの高さを一定に保ちながら伝搬する場合、Kは1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)

マイクロ波通信機器における雑音指数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 増幅回路の絶対温度をT [K]、等価雑音帯域幅をB [Hz]、ボルツマン定数をk [J/K]、雑音指数をF [dB]としたとき、増幅回路の入力端における熱雑音電力N [W]は、次式で表される。

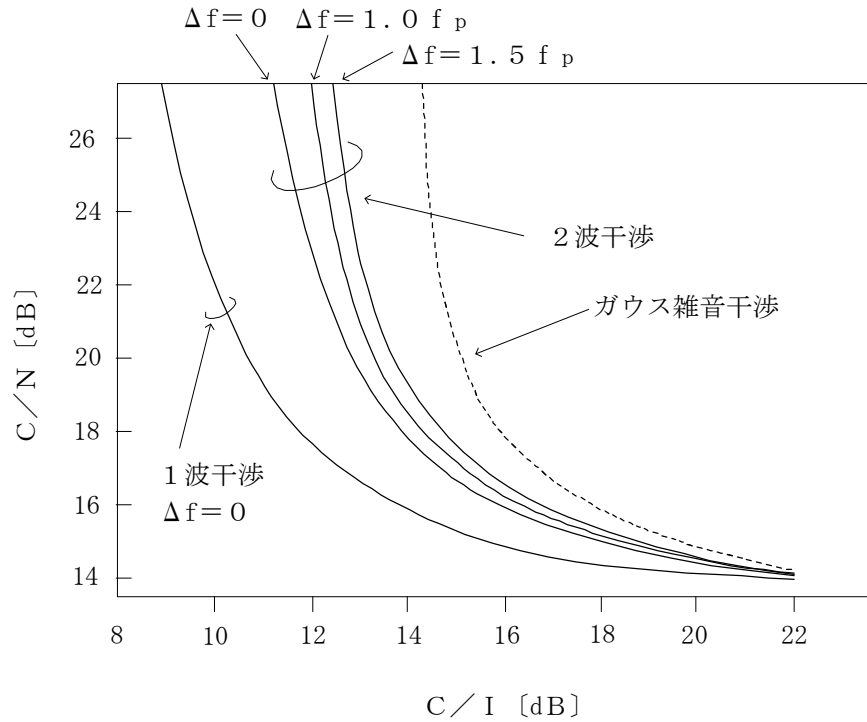
$$N = k T B F$$

- ② 増幅回路の入力側の信号電力対雑音電力比 S_{in} / N_{in} と出力側の信号電力対雑音電力比 S_{out} / N_{out} との比である $\frac{S_{in} / N_{in}}{S_{out} / N_{out}}$ は雑音指数を示す。
- ③ 雑音指数は、雑音に対する回路特性の優劣を表す指標であり、その値が大きいほど受信機回路の特性は優れている。
- ④ n段の増幅回路で構成される受信機の雑音指数F [dB]は、各段の増幅回路の雑音指数を F_i (dB)、電力利得を G_i ($i = 1, 2, \dots, n$)としたとき、次式で表される。

$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \dots + \frac{F_n - 1}{G_1 G_2 \dots G_{n-1}}$$

- (4) 次の問いの (キ) 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2は、干渉波によるC/Iが横軸の値である場合に、BER = 1 × 10⁻⁶を得るために必要なC/Nを示したものである。干渉特性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。



(条件)

- ① 変調方式 : Q P S K
- ② クロック周波数 f_p : 200 [MHz]
- ③ 周波数間隔 : Δf

図2

<(キ)の解答群>

- ① 干渉雑音の振幅は有限であるため、干渉雑音の振幅の分布をガウス分布と仮定すると、実際の干渉雑音の振幅の分布より過大に評価することになる。
- ② 実際の干渉波(QPSK変調波)の場合に必要なC/Nと、ガウス分布雑音干渉波であると仮定した場合に必要なC/Nとの差は、C/Iが大きいほど大きい。
- ③ 実際の干渉波(QPSK変調波)の場合と、ガウス分布雑音干渉波であると仮定した場合における同一C/Iに対するC/Nの差は、周波数間隔(被干渉波と干渉波間)が狭いほど大きい。
- ④ 実際の干渉波(QPSK変調波)の場合と、ガウス分布雑音干渉波であると仮定した場合における同一C/Iに対するC/Nの差は、干渉波の数が多いほど小さい。

- (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)

移動体通信における雑音特性と回線設計について述べた次のA～Cの文章は、 (ク)。

- A スマートフォンなどのモバイル端末の受信回路全体の雑音指数は、低雑音増幅器の利得とその雑音指数が支配的な要因となる。
 B 受信機の感度劣化は、希望波に加法性白色雑音が重畳することで発生し、加法性白色雑音には、アンテナ雑音、受信機の内部雑音、周波数シンセサイザの位相雑音などがある。
 C 回線設計では、基地局の送信電力や距離減衰に加え、フェージング、干渉などに対する各種マージンを含めた移動局の所要受信電力も考慮する必要がある。

〈(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

問2 次の問いに答えよ。

(小計20点)

- (1) 次の文章は、デジタル変復調におけるフィルタの役割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)

無線通信では、一般に、周波数を等しい間隔で分割することにより個別の無線通信を分離・分割する。一方、矩形波のベースバンド信号で変調すると送信信号の (ア) は無限に広がる。この影響度合いを定量的に示したものが (イ) であり、この値が大きいと隣のチャネルの通信に対して影響を与えることとなる。 (イ) の影響を小さくするには、隣接チャネル間隔を広くする必要があるが、一方、できるだけ多くのユーザを収容するためにはチャネル間隔を狭く設定する必要がある。これらの問題に対処するのが信号のフィルタリングである。ただし、不適切なフィルタリングは (ウ) の発生要因となる。

デジタル無線通信システムでは、一般に、デジタル信号処理によりベースバンド信号を帯域制限しており、ここで用いられるのがナイキストフィルタである。ナイキストフィルタを用いると、送信信号の (ア) が、最大でもシンボルレートの (エ) 倍までに抑制され、それ以外に漏れ出すエネルギーがないという高い精度の帯域制限を実現できる。また、ナイキストフィルタを用いると、 (ウ) を生じさせることなく復調(ビット判定・復号)できる利点がある。

〈(ア)～(エ)の解答群〉

- ① 隣接チャネル漏洩^{えい}電力 ② 雑音電力 ③ スペクトル ④ 0.8
 ⑤ シンボル間干渉 ⑥ S/N ⑦ 非直線ひずみ ⑧ 1.5
 ⑨ 同一チャネル干渉電力 ⑩ ジッタ ⑪ フェージング ⑫ 2
 ⑬ キャリア間干渉 ⑭ DU比 ⑮ セクタ間干渉 ⑯ 4

- (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)

高周波半導体デバイスから発生する雑音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 低周波において、周波数に比例して増加する雑音は、 $1/f$ 雑音といわれる。
- ② 導体中の電荷のキャリアが熱で励起され、不規則振動を起こすために生ずる雑音は、量子雑音といわれる。
- ③ 半導体素子中の電荷のキャリアの不連続性や再結合によって生ずる雑音は、ショット雑音といわれる。
- ④ 超高周波において、不確定性原理に基づいて生ずる雑音は、熱雑音といわれる。

- (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)

無線送信機などに用いられているデジタル直交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、 (カ) である。

〈(カ)の解答群〉

- ① 直交変調器は、90度移相器、I Qベースバンド信号に対応した二つの加算器と一つの乗算器から構成される。
- ② I Q平面上でのベクトル誤差によって求まるEVM(Error Vector Magnitude)は、直交変調器の主要な性能指標である。
- ③ 直交変調器で用いられる乗算器として、ギルバートセル型ミキサ、ダイオードミキサなどがある。
- ④ 直交変調器の回路各部の不整合によって変調波に重畳するスプリアス成分は、帯域フィルタを用いても除去できない。

- (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)

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 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には同期検波が不可能であり、このようなFSK方式はノンコヒーレントFSKといわれる。
- B 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のピーク電力が等しい場合、16PSKと16QAMで同じシンボル誤り率となる平均電力は16QAMの方が低い。

<(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)

QPSK信号の復調において再生搬送波を用いる同期検波方式と遅延検波方式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 PLLを用いた基準搬送波再生では、電圧制御発振器出力の位相と入力信号の位相を比較し、その誤差情報を高域通過フィルタを通して平滑化し、電圧制御発振器に入力する。
- ② 同期検波方式は、受信信号に搬送波と逆位相の再生搬送波を掛け合わせ、低域通過フィルタで再生搬送波の持つ高調波成分を取り除くことで送信データを再現する。
- ③ 遅延検波方式は、1シンボル前の受信信号を基準信号として用いる。
- ④ 遅延検波方式は、同期検波方式と比較して、C/N対ビット誤り率特性が優れている。

- (1) 次の文章は、IoTで用いられるLPWA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)

さまざまな「モノ」がインターネットに接続されるIoTでは、「モノ」の種類や用途などの要求条件によって異なる接続技術が用いられ、代表的な技術としてLPWAがある。

LPWAは、[(ア)]、[(イ)]通信を特徴とする無線通信技術であり、電池を電源としたセンサなどの端末を広域に多数配置し、個々の端末の送受信するデータ量が少ない場合に適している。端末を[(ア)]で動作させるために、少ないデータを単純なプロトコルで送受信する、無線通信のデューティ比を低くするなどの手法が用いられている。また、[(イ)]通信を可能とするために、1 [GHz]以下の周波数帯が主に使用される。代表的な技術・規格としては、[(ウ)]やSIGFOXがあり、これらは非ライセンスバンド(免許不要周波数帯)の使用を前提としている。

一方、LTEによるLPWA(セルラーLPWA)の規格としては、LTE-M、NB-IoTなどが標準化されている。セルラーLPWAの利点としては、ライセンスバンドを使用することから、他システムからの干渉を考慮する必要がなくなり、端末の[(エ)]が容易になるため、端末数が増えても混信確率を低くすることができる。

<(ア)～(エ)の解答群>

- | | | | |
|------------------------|--------|--------------|--------|
| ① 低消費電力 | ② 常時接続 | ③ LoRaWAN | ④ 移動 |
| ⑤ ZigBee | ⑥ 再生中継 | ⑦ ハンドオーバー制御 | ⑧ 短距離 |
| ⑨ バースト | ⑩ 無瞬断 | ⑪ Wi-Fi | ⑫ 適応変調 |
| ⑬ 高データレート | ⑭ 長距離 | ⑮ 通信スケジュール制御 | |
| ⑯ Bluetooth Low Energy | | | |

- (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)

移動体通信システムにおけるダイバーシチ技術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 偏波ダイバーシチは、直交する偏波をそれぞれ送信又は受信する2本のアンテナを用いる方法であり、アンテナ間隔を広げる必要がない。
- ② 角度ダイバーシチは、アレー間隔が異なる送信又は受信する複数のアンテナを用いる方法であり、到来角が十分に広がっている場合に適している。
- ③ 周波数ダイバーシチは、異なる信号を同一の周波数で送信する方法であり、広帯域信号の場合には、等化器などを用いた受信手段によりダイバーシチ効果が得られる。
- ④ 基地局受信での空間ダイバーシチは、受信波の到来角の広がりが大きいため、アンテナ間隔は1波長以下で無相関に近い受信波を得ることができる。

- (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)

移動体通信における伝搬路の特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 伝搬路の周波数特性は、伝搬遅延時間に大きく依存する。伝搬遅延時間が小さいと信号の干渉の割合が小さいため、伝搬路の周波数特性はほとんどひずまないが、伝搬遅延時間が大きくなれば伝搬路の周波数特性は大きくひずむ。
- ② 広帯域伝搬においては、狭帯域伝搬のときと異なり、瞬時変動が小さくなる。これは伝送帯域幅が大きくなることにより受信電力が伝送帯域幅に応じて積分された値となり、受信電力の総和が平均化効果によって一定値に近づくためである。
- ③ 建物によって遮蔽された陸上の移動伝搬路において、伝搬路による偏波間の変動が多く生ずるような市街地では、偏波間の変動はほぼ独立しているとみなすことができる。
- ④ 伝送帯域幅と遅延スプレッドの積である正規化遅延スプレッドに対するフェージングによる受信レベル変動幅は、正規化遅延スプレッドの対数値に比例して増加する。

- (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)

移動体通信におけるマルチプルアクセス又はアクセス制御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 複数のユーザが無線伝送路を共用して通信を行うことはマルチプルアクセスといわれ、無線伝送路を共用する方法の違いによって、FDMA、TDMA、CDMAなどがある。
- ② TDMAでは、一つの無線周波数の時間軸をフレーム単位で区切り、それをさらに複数のタイムスロットに分割し、各ユーザは異なるタイムスロットを使用する。
- ③ アクセス制御方式には、アロハ方式、スロットアロハ方式、CSMA、ICMAなどがある。
- ④ CSMAでは、基地局がアクセス用チャネルの使用状況を観測して、アクセスの可否を判断する。

- (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)

移動体通信システムにおける基地局アンテナの干渉対策について述べた次のA～Cの文章は、
 (ク)。

- A 基地局アンテナは、ビームチルトを行うことにより隣接セルへの隣接チャネル干渉を低減している。
- B セルを複数のセクタで分割して構成する場合、セクタ数や他セクタへの干渉を低減する条件などにより基地局アンテナの特性などが決められ、一般に、3セクタ局では40度～60度のビーム幅の基地局アンテナが使用される。
- C 基地局アンテナは、フロントバック比を向上させることにより、隣接エリアへの干渉を低減することができる。

<(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、アンテナの指向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)

送信アンテナから放射される電磁界は、観測点の方向と観測点までの距離の関数で表される。ここで、波長と比較して十分遠方では放射パターンは距離に依存しなくなり、 (ア) 形式で表すと放射パターンは θ 方向成分と ϕ 方向成分だけの指向性関数として表される。電波の放射パターンにおいて、一般に、方向特性が一律でないとき指向性があるといわれ、方向特性があらゆる方向に全く同様であるとき等方性であるといわれる。

アンテナの利得は、そのアンテナからある方向へ放射される電波の電力密度と、このアンテナと同一の電力が供給されている基準アンテナから同一距離の点に放射される電波の電力密度との比で定義される。特に、基準アンテナに等方性のアンテナを選んだときの利得は (イ) といわれ、単位はdBiで表される。ただし、等方性アンテナは現実には存在しないことから、アンテナ測定では基準アンテナに (ウ) アンテナが用いられ、この場合の利得の単位はdBdで表される。

アンテナに指向性があり、特に放射が強くなる方向が幾つかのローブに分かれているとき、最大放射方向のものはメインローブ、それ以外のはサイドローブといわれる。メインローブの最大放射方向を挟んで、放射電力密度が最大放射方向の $\frac{1}{2}$ になる二つの方向の間の角度は半値幅といわれ、メインローブの鋭さを表す。また、メインローブとその反対方向(180度±60度の範囲)を向いているサイドローブとの最大放射レベルの比は (エ) といわれる。

- <(ア)～(エ)の解答群>
- | | | | |
|--------|------------|--------|---------|
| ① 絶対利得 | ② 基準ホーン | ③ S/N | ④ モノポール |
| ⑤ 円筒座標 | ⑥ 半波長ダイポール | ⑦ 直交座標 | ⑧ FS比 |
| ⑨ C/N | ⑩ 極座標 | ⑪ 斜交座標 | ⑫ 相対利得 |
| ⑬ 電力利得 | ⑭ ログペリ | ⑮ FB比 | ⑯ 動作利得 |

- (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、 (オ) である。

〈(オ)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 マイクロストリップアンテナは、アレーアンテナの素子アンテナとして用いることができる。
- ③ 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 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。

- (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)

ホーンアンテナの特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 角すいホーンアンテナは、方形導波管アンテナを漸次広げていった形状を有しており、方形導波管の基本モードである TM_{10} 波で励振され、開口面には TM_{10} モードがそのまま現れる。
- ② ホーンアンテナは、共振を発生させる部分が構成要素に含まれていないため広帯域である。
- ③ ホーンフレアの長さを一定にして開口角(又は開口面積)を増加させていくと、開口角(又は開口面積)が、ある大きさのときに利得が最大になる状態がある。この利得が最大となった状態のホーンは、最適ホーンといわれる。
- ④ コルゲートホーンは、ホーンの内側に薄いフィンを同心円状に多数設けたもので、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有し、反射鏡アンテナの一次放射器として用いられている。

- (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)

サーキュレータについて述べた次のA～Cの文章は、 (キ)。

- A アンテナに3端子対サーキュレータを接続すると、3端子対サーキュレータは送受分波器として機能する。
B 3端子対サーキュレータに整合終端器を組み合わせることにより、ジャイレータを構成することができる。
C 3端子対サーキュレータは、端子対1に入力された信号は端子対2だけに出力され、端子対2と端子対3、端子対3と端子対1でも同様の関係が成立する。

〈(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)

円形導波管の特徴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 円形導波管は、TEM波を伝送できる。
② 円形導波管の基本モードはTE₁₁モードであり、内径が大きいほどカットオフ周波数は高くなる。
③ 円形導波管は、TE_{0n}モードとTM_{1n}モードのカットオフ周波数が同一となる縮退モードを持つ。
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。

- (1) 次の文章は、衛星通信の回線設計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)

衛星通信の回線設計では、回線を地球局から衛星までのアップリンクと衛星から地球局までのダウンリンクのそれぞれの回線ごとにC/N₀を求め、両者のC/N₀を合成して回線総合のC/N₀を求める。

アップリンク及びダウンリンクのC/N₀は送信機出力、送受信アンテナ利得、自由空間伝搬損失、大気吸収損失、分波器を含む給電系損失及び受信機雑音電力密度から求めることができる。

回線設計においては、送信機出力に送信アンテナ利得を乗じた電力である□(ア)が送信系の指標として用いられることがある。

自由空間伝搬損失は、送受信局間の距離と周波数によって定まる伝搬損失であり、周波数が2倍になると、自由空間伝搬損失は□(イ) [dB]増加する。

大気吸収損失は、□(ウ)、酸素などの大気分子による電波の減衰であり、□(ウ)による減衰は約20 [GHz]、酸素分子による減衰は60 [GHz]の整数倍の周波数で大きくなる。

受信機雑音の主なものには、アンテナ雑音、給電系の雑音、□(エ)の雑音などがある。□(エ)より後段に接続された機器の雑音は、□(エ)の利得が十分高い場合、無視することができる。

〈(ア)～(エ)の解答群〉			
① 復調器	② 二酸化炭素	③ G/T	④ 2
⑤ EIRP	⑥ 復号器	⑦ 一酸化炭素	⑧ 3
⑨ 窒素	⑩ VSAT	⑪ XPD	⑫ 6
⑬ 水蒸気	⑭ 大電力増幅器	⑮ 低雑音増幅器	⑯ 9

- (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)

衛星通信システム的设计に関する地球局設備の特性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 地球局受信系の性能指数として用いられるG/Tにおいて、Gは低雑音増幅器の入力端でのアンテナ利得、Tはアンテナ雑音温度と受信機の雑音温度の和である。
- ② 衛星通信に用いられる開口面アンテナの利得は、開口面積の2乗に比例し、波長に反比例する。
- ③ サイドローブ特性は、アンテナのメインローブ以外に生ずるローブのアンテナ利得の特性であり、他の衛星通信システムや地上系通信回線に対して与干渉及び被干渉に影響を与える。
- ④ 送信機能において、大電力増幅器(HPA)で発生するスプリアスは、大きな干渉雑音源となり得ることから、動作点を下げたりリニアライザを用いるなどしてスプリアスを低く抑える必要がある。

- (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)

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パス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考慮する必要がある。
- 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)

通信衛星の姿勢制御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 通信衛星の姿勢安定方式は、通信衛星の静止する経度位置を所定の範囲内に制御するための方式であり、スピン安定方式、三軸姿勢制御方式などが用いられている。
- ② スピン安定方式は、衛星本体を回転軸のまわりに回転させることで発生する大きな角運動量により姿勢の安定を保つ方式である。
- ③ 三軸姿勢制御方式は、ホイールの回転による角運動量で衛星の姿勢を安定に保つ方式であり、基準軸には衛星進行方向、軌道面に垂直な方向及び太陽方向の三つの軸が用いられる。
- ④ 三軸姿勢制御方式は、大型の太陽電池パネルが衛星の姿勢の安定に寄与するため、スピン安定方式と比較して制御が容易である。

- (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)

海事衛星の回線設計において、 C/N_0 が50 [dB·Hz]であり、かつ、次の条件が与えられるときの、船舶地球局に向けた当該回線の所要衛星送信電力 P_t は、 (ク) [dBW]である。ただし、海面反射によるフェージングの影響は無視できるものとする。

(条件)

- Ⓐ 衛星送信アンテナ利得 G_{at} : 34 [dBi]
- Ⓑ 衛星～船舶地球局間伝搬損失 L : 188 [dB]
- Ⓒ ボルツマン定数 k : 1.38×10^{-23} [J/K]
($\log_{10} k = -22.86$ [dB])
- Ⓓ 船舶地球局の G/T : -12 [dB/K]

<(ク)の解答群>

- ① -36.6 ② -12.6 ③ 12.4 ④ 31.4

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。