

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31
		交換	8	8	8	8	8	伝32～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

- 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	●	○	●	○	○	○	○	○	○
②	○	○	○	○	○	○	○	○	○
③	○	○	○	○	○	○	○	○	○
④	○	○	○	○	○	○	○	○	○
⑤	○	○	○	○	○	○	○	○	○
⑥	○	○	○	○	○	○	○	○	○
⑦	○	○	○	○	○	○	○	○	○
⑧	○	○	○	○	○	○	○	○	○
⑨	○	○	○	○	○	○	○	○	○

生 年 月 日									
年 号		5	0	0	3	0	1	日	
平成	○	○	○	○	○	○	○	○	○
昭和	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

- 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 (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29日10時以降の予定です。 可否の検索は2月17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。

大気 (ア) の微細な不規則塊による散乱によって生ずるフェージングは (イ) フェージングといわれ、光波帯以外では通信回線への影響は少ない。

主に伝搬路途中の大地の影響によって生ずるフェージングは (ウ) フェージングといわれ、大地 (エ) との干渉や大地による回折に起因するレベル変動である。

大気 (ア) の分布の逆転によって生ずるフェージングはダクト形フェージングといわれ、減衰性の変動と干渉性の変動が単独に、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に、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)

フレネルゾーン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。

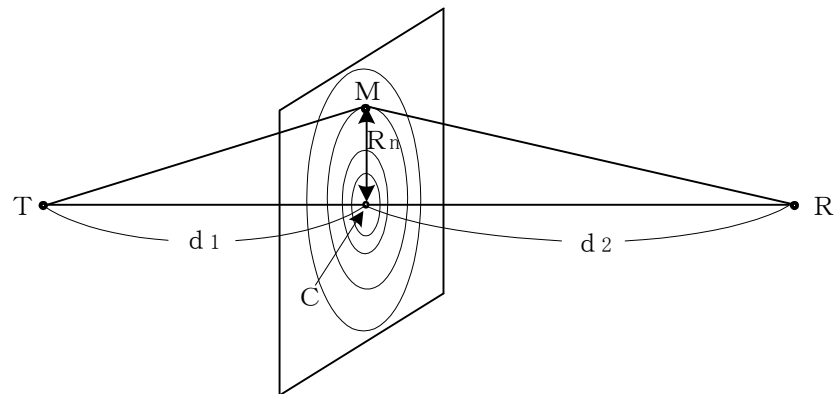


図 1

<(オ)の解答群>

- ① 波面上の全ての点は新しい波動の中心(波源)となり、それぞれ2次波を出し、これらの2次波の包絡面が次の波面を構成する。これをホイヘンスの原理という。
- ② 図1に示すように、送信点をT、受信点をR、TR間にあるC点を含む垂直面内にある点をMとし、電波の波長を λ [m]で表すとき、T及びRを二つの焦点とする回転楕円体のうち、次式を満たすものは第nフレネル回転楕円体といわれる。ただし、 TM [m]はT点とM点の距離を示し、 MR [m]、 TR [m]も同様とする。

$$TM + MR - TR = \frac{n\lambda}{2}$$

- ③ 図1に示すように、TC間の距離を d_1 [m]、RC間の距離を d_2 [m]、波長を λ [m]で表すとき、第nと第 $n-1$ フレネル回転楕円体に囲まれる帯状のゾーンは第nフレネルゾーンといわれ、半径 R_n [m]は次式で表される。

$$R_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}}$$

- ④ 見通し内通信では、一般に、高次のフレネルゾーン内に遮蔽物が入らないように伝搬路を設定する必要がある。

- (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)

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、 n を標準大気屈折率、 h [m] を海拔高、 a [m] を実地球半径とすると、次式で表される。
$$m = n + \frac{h}{2a}$$
- 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)

マイクロ波の電波通路について述べた次の文章のうち、正しいものは、 (キ) 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。

〈(キ)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、次式で表される。ただし、障害物及び地上の起伏はないものとする。
$$D_L \approx \sqrt{Ka h}$$
- 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、送受信点高をそれぞれ h_T [m] 及び h_R [m]、送受信点から障害物までの距離をそれぞれ 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。
$$h_c = \frac{h_T d_R + h_R d_T}{d_T + d_R} - \frac{d_T d_R}{2Ka} - h_s$$
- ③ 伝搬路途中に反射点がある場合の直接波と反射波との通路差 $\angle r$ [m] は、送受信点間の距離を d [m]、等価送受信アンテナ高をそれぞれ h_T' [m] 及び h_R' [m] とすると、次式で表される。
$$\angle r = \frac{h_T' h_R'}{d}$$
- 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。

(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)

屈折について述べた次のA～Cの文章は、(ク)。

A 屈折の現象は、任意の2点を通る光線は、通過時間が最小となるような通路を通るというフェルマーの原理から導くことができる。

B 図2に示すような、屈折率の異なる媒質を電波が通過する場合、 n を相対屈折率とすると、次式で表されるオイラーの法則が成り立つ。

$$n = \frac{k_2}{k_1} = \frac{\sin \phi_i}{\sin \phi_o}$$

C 大気中の屈折率が不均一な対流圏における電波通路は、レイトレーシング法を用いて求めることができる。

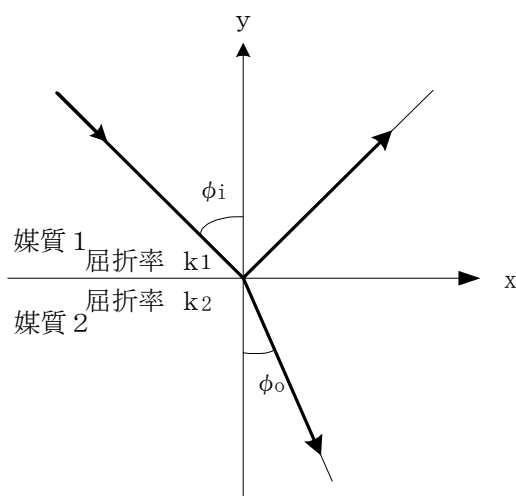


図 2

<(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、デジタル無線通信における多値変復調技術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)

デジタル変調では、一般に、変調信号の情報0と1に対応して、搬送波の振幅、周波数又は位相を変化させる。例えば、2相PSKでは搬送波の位相を1タイムスロットごとに0 [rad]又は π [rad]のいずれかに変化させることにより、1 [bit]の情報を伝送している。また、復調側で0 [rad]と π [rad]の違いだけでなく、 $\frac{\pi}{2}$ [rad]ごとの位相の違いを弁別できれば、同一タイムスロットで (ア) の情報を伝送できる。このように1タイムスロットで2値より多い情報を伝送する方式は多値変調方式といわれる。

多値化する方法には、振幅、周波数又は位相のいずれかの多値化、又はそれらの組合せが考えられ、位相を多値化する多相PSK、位相が直交する二つの搬送波の振幅を多値化する (イ) などがある。

多相PSKでは搬送波の位相のみに情報が載せられているので、 (ウ) を用いて搬送波の振幅を一定に保ち、基準位相の搬送波との位相差を検出することにより、雑音による振幅変動の影響を取り除いて検波・復調することができる。

一方、 (イ) はそれぞれ独立して振幅が多値化された直交する搬送波を合成して送信する方法であり、復調する場合には $\frac{\pi}{2}$ [rad]の位相差を利用して分離した後、別々に検波する。この方法は多くの情報を高効率で伝送できるが、レベル変動や雑音の影響を受けやすい。そのため、移動通信のLTEにおいては、受信信号の品質に応じて送信信号の変調多値数と誤り訂正符号の符号化率を動的に変化させる (エ) が用いられている。

<(ア)～(エ)の解答群>

- | | | | |
|------------|---------|----------|-------------|
| ① 2 [bit] | ② GMSK | ③ 多値FSK | ④ ASK |
| ⑤ 4 [bit] | ⑥ OFDM | ⑦ AMC | ⑧ 自動周波数制御装置 |
| ⑨ 8 [bit] | ⑩ 遅延検波器 | ⑪ CPFSK | ⑫ 多値QAM |
| ⑬ 16 [bit] | ⑭ MIMO | ⑮ 周波数通倍器 | ⑯ 振幅制限器 |

- (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)

BPSK変調方式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 BPSKは二つの位相を使って信号を伝送しており、2値ASKと比較して信号点間距離が短いため、雑音、ひずみに対して弱い。
- ② QPSKと同じ占有帯域幅で送信できるBPSKの情報量は、QPSKの $\frac{1}{4}$ となる。
- ③ BPSK波は、ベースバンド信号と搬送波とをリング変調器で乗算することにより生成される。
- ④ QPSK波は、直交した二つのBPSK波を乗算することにより生成される。

- (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)

誤り訂正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 ブロック符号は、入力情報ビットを k [bit]ごとにまとめ、 $n - k$ [bit]の冗長ビットを加えて k [bit]より大きい n [bit]の符号語を作るものであり、代表的なものにBCH符号及びリードソロモン符号がある。
- ② 畳込み符号は、区切られた符号語を形成せず、先行する複数の入力情報ビットの線形結合として符号が形成される。
- ③ ビタビ復号は、ビタビによって提案されたビタビアルゴリズムを用い、最尤^{ゆう}復号を行うものであり、畳込み符号を復号する方法として、多くのシステムにおいて用いられている。
- ④ パンクチャド符号は、ブロック符号化されたデータから、消去可能なシンボルを見つけ消去することにより、符号化率の高い符号を形成するものである。

- (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、 (キ) である。

〈(キ)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 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り、電力スペクトル密度が周期的にゼロになる。

- (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)

デジタル信号方式における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、 (ク) 。

- 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。

〈(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、移動体通信に用いられるダイバーシチ技術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)

移動体通信では (ア) によって受信強度の低下が生じ、その低下量は移動機の位置、周波数又は時間によって変化する。ダイバーシチ技術とは、複数の受信信号を得る手段を設け、それらを合成することにより (ア) の影響を緩和するものである。

複数の入力信号を得る経路はダイバーシチブランチ又はブランチといわれる。ダイバーシチの効果を得るにはブランチ間において信号の変動の (イ) ことが望ましい。このようなブランチを得る方法には、空間ダイバーシチ、周波数ダイバーシチ、時間ダイバーシチなどがある。スペクトル拡散通信で用いられるRAKE方式は遅延時間軸上で分離した信号をブランチとするものであり、 (ウ) ダイバーシチといわれる。

ダイバーシチブランチの信号を合成する方法には、選択合成法、 (エ) などがある。選択合成法は受信レベルが高いブランチ又はS/Nが最も良いブランチを選択し、切り換えて使う方法である。また、 (エ) は、振幅と位相の両方を調整して、S/Nが最大となる出力を得る方法である。

＜(ア)～(エ)の解答群＞

- | | | | |
|---------------|-----------|----------|-------|
| ① 相関が小さい | ② パス | ③ 等利得合成法 | ④ 熱雑音 |
| ⑤ 相関が大きい | ⑥ サイト | ⑦ 最大比合成法 | ⑧ AMC |
| ⑨ 位相が等しい | ⑩ 指向性 | ⑪ 最急降下法 | ⑫ 偏波 |
| ⑬ マルチパスフェージング | ⑭ レベルが等しい | | |
| ⑮ 隣接チャネル干渉 | ⑯ 人工雑音 | | |

- (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)

MIMOシステムの受信技術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 空間フィルタリングにおいては、希望信号にアンテナ放射パターンのメインビームを向け、不要な信号にはアンテナ放射パターンの利得の落ち込み点(ヌル)を向けることにより、空間的な選別を行う。
- ② アンテナ放射パターンを作るアレイウェイトの決定手法には、サブストリーム干渉を完全に除去するZF (Zero-Forcing)アルゴリズムと、干渉と雑音電力を最小とするMMSE (Minimum Mean Square Error)アルゴリズムがある。
- ③ MMSEアルゴリズムは、S/Nの低い領域では、ZFアルゴリズムと比較して大きいチャネル容量を確保できる。
- ④ MIMOにおけるマルチストリーム伝送の場合、一般に、空間フィルタリングはMLD (Maximum Likelihood Detection)と比較して、ストリーム検出に必要な処理量が多い。

- (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)

LTEのビームフォーミング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 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、LTEのCDMAで使用される。
- ② 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では、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。
- ③ 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かない方法では、基地局は、下りリンクの状態についてサウンド・リファレンス信号(SRS)などを観察することにより、最適なビーム形成のためのアンテナウェイトを推定することができる。
- ④ LTE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、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。

- (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)

移動体通信の広帯域伝搬における遅延プロファイル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 マルチパス伝搬路における各到来波の伝搬遅延時間と受信電力を表す遅延プロファイルは、瞬時遅延プロファイル、短区間遅延プロファイル及び長区間遅延プロファイルに分類されている。
- ② 数メートル程度の区間内でのマルチパス干渉によるレイリーフェージングが重なった遅延プロファイルは、瞬時遅延プロファイルといわれる。
- ③ 伝搬遅延時間ごとの受信電力を半波長に相当する距離で平均化し、瞬時変動を除去した遅延プロファイルは、短区間遅延プロファイルといわれる。
- ④ 基地局からの距離がほぼ同一で、かつ、伝搬路の状況が同様なエリアで、短区間遅延プロファイルを平均化した遅延プロファイルは、長区間遅延プロファイルといわれる。

- (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)

移動機の内蔵アンテナとして用いられる板状逆Fアンテナについて述べた次のA～Cの文章は、 (ク) 。

- A 板状逆Fアンテナは、放射板と地板との間に誘電体を挿入することにより、小型化することができる。
- B 板状逆Fアンテナは、放射板に切り込みを入れることにより、小型化することができる。
- C 板状逆Fアンテナは、放射板と地板との間に挿入する誘電体の誘電率を大きくすると、アンテナのQ値は小さくなる。

＜(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、マイクロ波用の給電線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)

マイクロ波用の給電線としては、主に同軸給電線と導波管が用いられる。同軸給電線は、円形断面の中心導体とこれに同心円状に相對した接地導体の二つの導体などから構成され、□(ア)から約3[GHz]のマイクロ波帯までの給電に使用できる。

導波管は、平行2線形給電線や同軸給電線にない様々な特質を持ち、マイクロ波用の給電線として代表的なものであり、広く利用されている。導波管は、□(ア)伝送が不可能であり、同軸給電線と比較して、利用できる帯域幅は狭いが、伝送損失が小さく、伝送可能電力を大きくとれるといった利点がある。

円形導波管は、軸対称であるため二つの偏波を1本の導波管で同時に伝送できる特徴があり、遮断波長は、導波管の□(イ)で決まる。

導波管内を電波が伝搬するときは、導波管の壁に電流が流れるとともに導波管内に電磁界が発生する。この電磁界は、導波管の形状、使用方法、周波数などによって様々な分布を示す。

円形導波管の基本モードは、□(ウ)モードである。円形導波管に誘起されるモードのうち、TM₀₁モードや□(ウ)モードでは、方形導波管に誘起される各モードと同様に、ある周波数で減衰定数が最小となる。これに対して□(エ)モードでは、周波数が高くなるほど減衰定数が小さくなる。

＜(ア)～(エ)の解答群＞

- | | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
| ① TE ₀₁ | ② 長波帯 | ③ TE ₂₁ | ④ 短波帯 |
| ⑤ 逆相 | ⑥ 半径 | ⑦ 共振 | ⑧ 拡張 |
| ⑨ TM ₁₁ | ⑩ 中波帯 | ⑪ 直流 | ⑫ 管路長 |
| ⑬ 同相 | ⑭ TE ₁₁ | ⑮ 誘電率 | ⑯ 材質 |

- (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)

導波管の整合回路について述べた次の文章の 内の(A)、(B)に該当する語句の組合せのうち、正しいものは、 (オ) である。

特性インピーダンスがそれぞれ Z_1 と Z_2 である二つの導波管の整合をとる場合、間に挿入する導波管には、長さが (A) で、特性インピーダンスが (B) のものを用いる。

＜(オ)の解答群＞

	(A)	(B)
①	管内波長の $\frac{1}{4}$	$Z_1 + Z_2$
②	管内波長の $\frac{1}{2}$	$Z_1 + Z_2$
③	管内波長の $\frac{1}{4}$	$\sqrt{Z_1 Z_2}$
④	管内波長の $\frac{1}{2}$	$\sqrt{Z_1 Z_2}$

- (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1は、結合用円孔が $\frac{\lambda_g}{4}$ の間隔で二つ設けられた方向性結合器の原理図を示したものである。ポート④から入射する電磁波の他のポートにおける出力状態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。ただし、 λ_g は管内波長を表す。

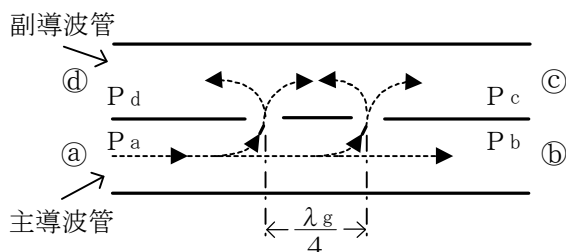


図1

＜(カ)の解答群＞

- ① 方向性結合器の結合度は、副導波管のポート③の電力 P_c とポート④の電力 P_d との比で表される。
- ② 方向性結合器の方向性は、主導波管のポート③の電力 P_a と副導波管のポート③の電力 P_c との比で表される。
- ③ 孔の数を多くした多孔形の方法性結合器は、結合度及び方向性を改善することができるが、帯域幅は狭くなる。
- ④ 主導波管のポート③から入力された電磁波は、二つの穴で結合して副導波管に入り、ポート④方向に対しては逆相となり打ち消し合うため、ポート④には出力されない。

- (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)

図2は、45度ファラデー回転子を用いたアイソレータの基本構造を示したものである。
ファラデー回転形アイソレータの動作原理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。

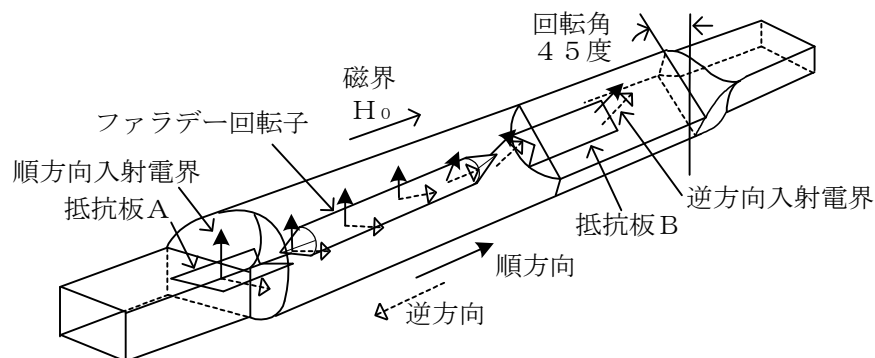


図2

<(キ)の解答群>

- ① 左端の方形導波管から入射し、テーパ導波管によって円形導波管のモードに変換された電磁波の磁界は、抵抗板Aに対して垂直であり、小さな減衰で通過する。
- ② 左端から入射した電磁波は、抵抗板Aを通過後、進行方向に磁化されたファラデー回転子を通り、偏波が進行方向に向かって右方向へ45度回転する。これにより、電界が抵抗板Bに対し垂直となり、小さな減衰で通過し、右端から出力される。
- ③ 右端から入射した電磁波は、抵抗板Bを通過後、進行方向と逆方向に磁化されたファラデー回転子を通り、偏波が進行方向に向かって右方向に45度回転する。これにより、電界が抵抗板Aに対し平行となり、減衰し左端には出力されない。
- ④ ファラデー回転子を通る電磁波の回転角は、電磁波の周波数に依存し、磁化の強さに比例する。

- (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)

サーキュレー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 サーキュレータは、入力を与えた端子対とその入力が出力される端子対との関係が順番に循環する非可逆的な特性を有する。
- ② サーキュレータは、送信機と受信機でアンテナを共用するための回路に用いられている。
- ③ サーキュレータは、フェライトに交流磁場を印加して磁化させることで実現される。
- ④ サーキュレータと整合終端器を組み合わせることでアイソレータを構成することができる。

- (1) 次の文章は、静止衛星の軌道と周波数の有効利用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)

静止衛星の軌道は、赤道上空一周360度と限定されており、また、静止衛星が通信に使用できる周波数も限定されているため、これらの有限な資源を有効に利用するための技術が求められる。具体的には、アンテナの [(ア)] の改善、衛星位置の [(イ)] の向上、高能率な通信方式の適用などが挙げられる。

地球局アンテナの [(ア)] を改善することは、隣接衛星システム間干渉においてアップリンクでは与える干渉を軽減し、ダウンリンクでは受ける干渉を軽減する効果がある。具体的には、反射鏡の周辺照射レベルを下げる、鏡面精度を向上させる、ブロッキングを小さくするなどの対策が有効である。

静止衛星でも地球の重力分布の不規則性や [(ウ)] の影響などにより、与えられた軌道上の位置から移動するため、衛星位置の [(イ)] の向上が求められる。つまり、衛星の位置が隣接衛星との間隔を縮める方向に動くと、隣接衛星システム間干渉を増加させることになる。このため、無線通信規則では衛星位置の [(イ)] を規定している。

高能率な通信を行うために、CDMA、TDMAなどの多元接続が用いられており、CDMAでは個々の通信路に固有の [(エ)] を割り当て、この [(エ)] で搬送波に変調を加えることにより通信路を分割している。

<(ア)～(エ)の解答群>

- | | | | |
|---------|--------|--------|------------------------|
| ① 雑音温度 | ② オゾン層 | ③ 符 号 | ④ 保持精度 |
| ⑤ 大気屈折率 | ⑥ 偏波特性 | ⑦ 位 相 | ⑧ 面積速度 |
| ⑨ 放射特性 | ⑩ 基準点 | ⑪ 帯 域 | ⑫ 太陽光 ^{ふく} 輻射 |
| ⑬ 離心率 | ⑭ 電離層 | ⑮ 副反射鏡 | 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との比である 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)

衛星に搭載されるアンテナ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 衛星搭載アンテナは、使用する周波数が低いほど、アンテナの鏡面精度の高いものが要求される。
- ② 展開型アンテナの鏡面にはソリッドタイプとメッシュタイプがあり、周波数が高い場合メッシュタイプの方が適している。
- ③ マルチビームアンテナは、ビームのスポット化による利得の増大及びビームの空間分割による周波数再使用が可能である。
- ④ マルチビームアンテナをアンテナ形式から分類すると、反射鏡型、オムニ型及びそれらの組合せ型がある。

- (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)

衛星中継器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 衛星アンテナで受信された地球局からの電波は、一般に、周波数変換を行う前に低雑音増幅器で増幅される。
- ② 衛星中継器における受信電波と送信電波との周波数変換では、一般に、衛星に搭載される機器への制約条件などを考慮して、送信電波は受信電波より高い周波数に変換される。
- ③ 衛星中継器の受信部の入力から送信部の出力までの利得を高くすることにより、地球局の受信アンテナ口径を小さくすることができる。
- ④ 電力増幅器の非線形動作による相互変調積の影響は、バックオフを大きくし動作点を線形領域に近づけることで軽減できる。

- (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)

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 37 [dB] の場合、総合 C/N は、(ク) [dB] である。ただし、必要により、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ 、 $\log_{10} 7 = 0.85$ 、 $10^{0.3} = 2.00$ 、 $10^{0.7} = 5.00$ 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 28.5 ② 31.5 ③ 32.2 ④ 35.2 ⑤ 38.5

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。