

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78
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79~伝83	

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

- 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)									
--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(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、デジタルマイクロ波通信方式における周波数配置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)

デジタルマイクロ波通信方式では、無線周波数の使い方として、一般に、利用周波数帯域の中に配置される無線チャンネルを高域と低域に2分し、一方を送信に、他方を受信に割り当て、中継ごとに送信と受信を入れ替える  (ア) 方式が用いられている。

(ア) 方式において、無線周波数配置を決めるに当たって考慮すべき要素として、無線チャンネル数、1チャンネル当たりの伝送容量、変調方式、交差偏波の使用方法、チャンネル間隔条件などがある。

、及びは相互に関係し合う要素であり、チャンネル数を少なくして1チャンネル当たりの伝送容量を大きくすると方式全体の経済性は向上するが、伝送容量が大きくなり過ぎると、N+1の予備構成では予備チャンネルが占める無線帯域の割合が大きくなり周波数利用効率が低下するなどの欠点もあるため、一般に、Nは5～10程度に選定される。

には、同一周波数の無線チャンネルを水平偏波と垂直偏波で用いるコチャンネル配置及び互いに無線チャンネル間隔の半分ずつずらして配置する  (イ) 配置の二つがある。いずれを選ぶかは、主として、降雨時及びフェージング時の交差偏波識別度の劣化の大小(交差偏波補償回路等による改善効果を含む)などを考慮し決定する。

には、高域と低域それぞれの中で隣接し合うチャンネルの間隔と、高域と低域の境界部分で隣接する送受チャンネルの間隔がある。これらを決定する要素となるチャンネル間干渉量は、フィルタ構成に依存するとともに、共通増幅器の  (ウ) 性に起因するスペクトル幅の拡大などにも影響される。高域と低域の境界部分のみに生ずる送受間の干渉量は、これらに加えてアンテナにおける送受間結合が大きく影響するため、隣接送受チャンネルの間隔は、アンテナを  (エ) とすれば、大幅に狭小化できる。

<(ア)～(エ)の解答群>

ラティス	効率	2周波	リバースチャンネル
異偏波対向	4周波	FDM A	小口径アンテナ対向
広帯域	非直線	透過	インターリーブ
レイク	TDM A	送受分離	
スペースダイバーシチ構成			

- (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)

マイクロ波通信における干渉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>

オーバーリーチ干渉の発生を抑えるには、マイクロ波伝送路を直線的に中継していくことが有効である。

送信フロントバック干渉は、同一経路干渉であり、伝搬状態の変化に依存しない定常劣化成分である。

異偏波隣接チャネル間干渉は、同一経路干渉であり、伝搬状態の変化に依存しない定常劣化成分である。

送受間干渉は、同一経路干渉であり、伝搬状態の変化に依存しない定常劣化成分である。

- (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。ただし、 $k$  [J / K] はボルツマン定数、 $B$  [Hz] は帯域幅とする。

<(カ)の解答群>

任意の利得  $G$  の回路への入力源の雑音温度が常温  $T_0$  [K] のとき、この回路の出力における全雑音電力  $P_{n-out}$  [W] を入力側に換算した値と入力源の雑音電力との比で  $\frac{P_{n-out}}{G}$  ある  $\frac{P_{n-out}}{k T_0 B}$  は雑音指数を示す。

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  $\frac{S_{out} / N_{out}}{S_{in} / N_{in}}$  は雑音指数を示す。

雑音指数  $NF_1$ 、利得  $G_1$  の回路に雑音指数  $NF_2$ 、利得  $G_2$  の回路が縦続接続されている場合、総合の雑音指数  $NF_T$  は、 $NF_1 + \frac{NF_2 - 1}{G_1}$  で与えられる。

入力源の雑音温度が常温  $T_0$  [K] のとき、常温条件にある損失  $L_f$  の給電線の出力における雑音電力は  $k T_0 B$  [W] であり、雑音指数  $NF_f$  は  $L_f$  に等しい。

- (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)

フェージング及び降雨による電波の減衰などについて述べた次のA～Cの文章は、 (キ)。

- A 地球表面上に層状に構成される大気屈折率は、標準大気状態では、海拔高が高くなるほど増大し、電波は地球表面から遠ざかる方向に曲げられつつ伝搬する。
- B 大気屈折率が標準大気状態から変動することによるマイクロ波帯におけるフェージングは、ダクト現象によるダクト形フェージングと、大地反射波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K形フェージングに大別される。
- C 降雨減衰量分布を近似する場合において、降雨強度が大きい領域では対数正規分布を、降雨強度が小さい領域ではガンマ分布を用いると、実降雨強度分布に対する近似精度が良いことが確認されている。

<(キ)の解答群>

- |              |                |         |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい       | Bのみ正しい         | Cのみ正しい  |
| A、Bが正しい      | A、Cが正しい        | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | 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)

降雨による交差偏波識別度の劣化について述べた次のA～Cの文章は、 (ク)。

- A 雨滴が落下時に空気抵抗により扁平で、かつ、風により傾いた状態になっている雨域を直線偏波の電波が通過すると、雨滴の長軸と短軸方向の減衰量及び位相推移量が異なるために交差偏波成分が発生するが、円偏波の電波では交差偏波成分は発生しない。
- B 雨滴の傾きは、風の吹き方に依存し、雨域が狭いほど揃いやすい。このため、同一周波数の場合、雨域を通過する距離が短いほど、同一降雨減衰量における交差偏波識別度の劣化は小さくなる。
- C 周波数が高くなるにつれて同一降雨減衰量を生ずる雨滴の大きさは小さくなり、また、周波数が高いほど、同一降雨減衰量を生ずる降雨による交差偏波識別度の劣化は小さくなる。

<(ク)の解答群>

- |              |                |         |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい       | Bのみ正しい         | Cのみ正しい  |
| A、Bが正しい      | A、Cが正しい        | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | 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、円形状の中心導体とこれに同心円状に相對した接地導体と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、TM<sub>01</sub>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無限に小さくなる。

<(ア)~(エ)の解答群>

TE <sub>01</sub>	長波帯	TE <sub>21</sub>	短波帯
逆相	半径	共振	拡張
TM <sub>11</sub>	中波帯	直流	管路長
同相	TE <sub>11</sub>	誘電率	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)

マイクロ波・ミリ波集積回路などで用いられる平面伝送線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。

<(オ)の解答群>

マイクロストリップ線路は、誘電体基板の片面に接地導体を設け、もう一方の面に細い金属の導体をエッチング技術などにより設けたものである。

マイクロストリップ線路は、単純な伝送線路のほかに、様々な形状を変えることにより、キャパシタ、インダクタ、帯域通過フィルタ、方向性結合器などとして機能する平面回路を実現することができる。

コプレーナ線路は、誘電体基板の片面に細い中心導体とそれを挟むように接地導体を設けるもので、接地導体が信号線路と同じ面にあるため、ストリップ線路と比較して、h F E Tなどの半導体デバイスの実装が容易であるといった利点がある。

スロット線路は、誘電体基板の片面の導体に細いスロットを設けたもので、ストリップ線路と比較して、放射損が小さいという利点があり、スロット線路を共振器として用いたスロットアンテナは、ミリ波帯の集積アンテナに適している。

- (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)

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A～Cの文章は、 (カ) 。

- A 半導体素子の表面準位などの影響で発生し、周波数に比例して増加する雑音は、 $1/f$  雑音といわれ、低周波において顕著となる。
- B 半導体素子中の電子や正孔など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。
- C 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。

<(カ)の解答群>

- |              |                |         |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい       | Bのみ正しい         | Cのみ正しい  |
| A、Bが正しい      | A、Cが正しい        | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | 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)

高周波用 F E T などの性能を示す指数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>

高周波ソース電流に対する高周波ゲート電流の比は、電流利得といわれる。

電流利得が 1 となる周波数は、最高発振周波数といわれる。

入出力ともインピーダンス整合をとった場合に、F E T への入力電力に対する負荷インピーダンスへの出力電力の比は、最大有能電力利得といわれる。

F E T 増幅器の出力側から入力側へのフィードバックがない単方向の状態での最大有能電力利得が 1 となる周波数は、遮断周波数といわれる。

- (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)

給電回路に用いられる各種の機器について述べた次の A ~ C の文章は、 (ク) 。

- A 方向性結合器は、主導波管を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、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終端すると方向性結合器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>

A のみ正しい

B のみ正しい

C のみ正しい

A、B が正しい

A、C が正しい

B、C が正しい

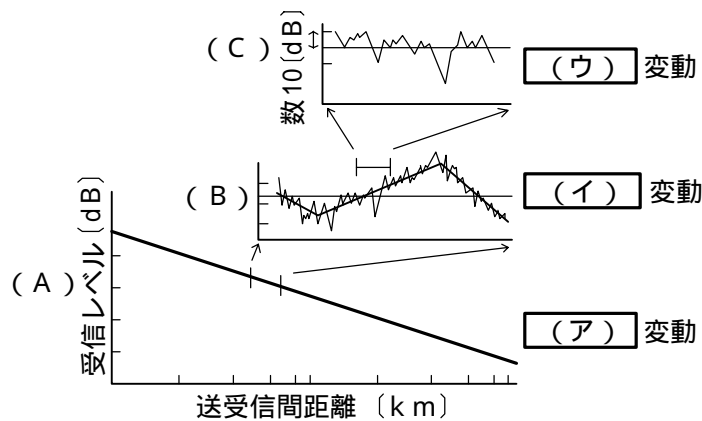
A、B、C いずれも正しい

A、B、C いずれも正しくない

- (1) 次の文章は、陸上移動体通信の狭帯域伝搬特性の概要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)

陸上移動体通信では、移動機が通信しているときの道路周辺の地物の状況が絶えず変化するため、受信レベルは複雑に変動する。図は、狭帯域伝搬における受信レベルの変動特性を示したものであり、その特性は、ゆっくりと大きく変化する変動に、様々な小さい変動が重畳したものとなる。

具体的には、受信レベルの変動は、図(A)に示す基地局と移動機間の距離の変化に伴う変動である  (ア) 変動、図(B)に示す移動機が通信しているときの道路周辺の地物の高低などにより数十メートル程度の区間長を周期とする緩慢な変動である  (イ) 変動及び図(C)に示す数メートル程度の区間で多重波の干渉により、受信信号の包絡線の確率密度関数がレイリー分布となる高速で深い  (ウ) 変動とが重畳した変動となる。また、市街地では、基地局近傍に移動機があり、送受信点間が見通しとなる場合は、安定な直接波に建物からの反射波や回折波が重畳して受信され、包絡線の確率分布は、主に  (エ) 分布となることが知られている。



<(ア)~(エ)の解答群>			
複合	電力レベル	仲上 - ライス	アーラン
二項分布	指数分布	長区間	マルチパス
短区間	ワイブル	マルコフモデル	ガウス分布
ポアソン分布	瞬時	ガンマ	ドップラー



(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)

移動機のアンテナの特性などについて述べた次のA～Cの文章は、 (オ)。

- A 移動機で使用されるアンテナは、人体の影響を強く受け、放射パターンの変化や電波の吸収によりアンテナ放射効率の低下を起こす。
- B 板状逆Fアンテナは、逆Fアンテナを平板で構成したものであり、移動機用の内蔵アンテナとして利用されている。
- C  $\frac{1}{2}$ 波長ホイップアンテナは、 $\frac{1}{4}$ 波長ホイップアンテナを用いたときと比較して、<sup>きょう</sup>筐体に流れる電流が大きい。

<(オ)の解答群>

- |              |                |         |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい       | Bのみ正しい         | Cのみ正しい  |
| A、Bが正しい      | A、Cが正しい        | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | 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)

DS-CDMA方式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>

DS-CDMA方式では、一般に、送信情報データ系列を情報データのシンボルレートに比較して高速のレートの各ユーザ固有に割り当てられた拡散符号で広帯域の信号に拡散して伝送する。

DS-CDMA方式では、各ユーザの識別は固有に割り当てられた拡散符号により行うため、同一の周波数を隣接するセルで使用可能である。

DS-CDMA方式では、同一周波数帯域での同時通信ユーザの数が増加するにつれて干渉電力は減少する。また、所要の受信品質を満たす希望波信号電力対干渉波電力比によってシステムに収容できるユーザ数が決まる。

DS-CDMA方式では、すべての基地局で同一周波数を同一時間で使用するため、基地局からの距離の異なる複数の移動機が同じ送信電力で送信した場合に遠近問題が生ずる。このため、基地局受信においては、すべてのユーザの受信電力が一定となるように移動機の送信電力を制御する送信電力制御が必要不可欠となる。

- (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)

移動体通信におけるフェージングなどについて述べた次のA～Cの文章は、 (キ)。

- A 伝搬路の周波数特性は、一般に、遅延スプレッドに大きく依存し、遅延スプレッドが小さいと干渉の割合が小さいため、ひずみは小さい。
- B 広帯域伝搬において周波数選択性フェージングが生じているときの総受信電力の変動は、狭帯域伝搬の場合と比較し、瞬時変動が浅くなる特徴がある。これは、伝送帯域幅について積分される総受信電力が、伝送帯域幅が広いことから平均化効果によって一定値に近づくためである。
- C 建物によって遮蔽された陸上の移動伝搬路では、伝搬路による偏波間での変換が大きい。特に、市街地では偏波間の変動はほぼ独立しているとみなせるが、直交した偏波を利用したダイバーシチブランチを構成することができない。

<(キ)の解答群>

- |              |                |         |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい       | Bのみ正しい         | Cのみ正しい  |
| A、Bが正しい      | A、Cが正しい        | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | 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)

基地局アンテナの干渉対策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>

- 基地局アンテナは、隣接セルへの隣接チャネル干渉を低減するため、ビームチルトを行っている。
- 基地局アンテナにおいて、ビームチルトを行うときには、上空側サイドローブを低減させている。
- 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、一般に、3セクタ局では80～120度、6セクタ局では40～60度のビーム幅の基地局アンテナが使用される。
- 基地局アンテナは、フロントバック比を向上することにより、隣接エリアへの干渉を低減することができる。

(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、受信点Rの海拔高をそれぞれ $h_1$ (m)、 $h_2$ (m)、送・受信点を結ぶ電波通路上に直角に存在する直線状の縁を持ち左右と下方が無限に広がる衝立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 $h_2$ の値と比較して非常に大きいものとする。

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

受信点における受信電界強度を $E$ (V/m)、障害物がない場合の自由空間受信電界強度を $E_0$ (V/m)とすると、 $h_c$ が0のときは接線伝搬となり、 $E/E_0 = \text{(イ)}$ となる。 $h_c$ が0より大きいときは見通し内通信の伝搬となり、 $h_c$ が大きくなるに従い $E/E_0$ は周期的に変動しながら□(ウ)に近づく。

$h_c$ が0より小さいときは見通し外通信の伝搬となり、受信点は□(エ)領域となる。

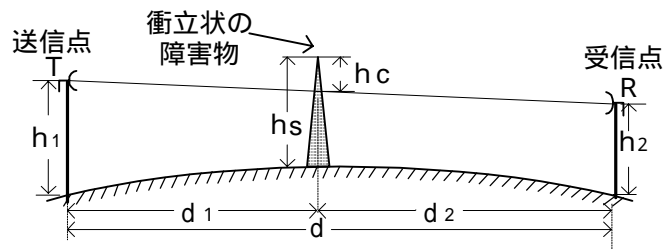


図1

<(ア)~(エ)の解答群>

0	1.5	干渉	$h_1 d_1 + h_2 d_2$
0.25	2	飽和	$h_1 h_2 + d_1 d_2$
0.5	1.0	減衰	$h_1 d_2 + h_2 d_1$
1	無限大	散乱	$h_1 h_2 (d_1 + d_2)$

(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)

フレネルゾーンについて述べた次のA～Cの文章は、 (オ) 。

A 図2に示すように、送信点をT、受信点をR、MをTR間にあるC点を含む垂直面内にある頂点とし、電波の波長を  $\lambda$  で表すとき、送信点T及び受信点Rを二つの焦点とする回転楕円体群のうち、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、MR及びTRはそれぞれ各点間の距離を表すものとする。

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

B 図2に示すように、TC間の距離を  $d_1$ 、RC間の距離を  $d_2$ 、波長を  $\lambda$  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、その半径  $R_n$  は次式で表される。

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

C 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。

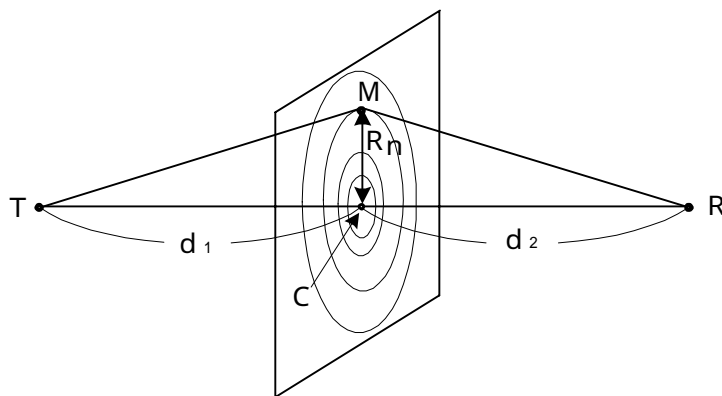


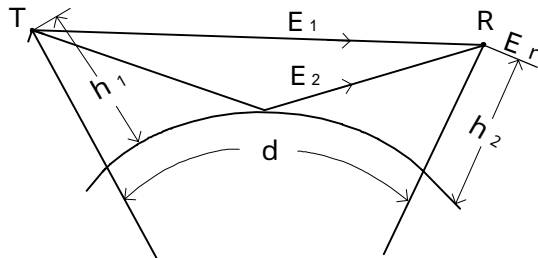
図2

<(オ)の解答群>

- |              |                |         |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい       | Bのみ正しい         | Cのみ正しい  |
| A、Bが正しい      | A、Cが正しい        | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | 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)

図3に示す見通し内伝搬モデルにおいて、受信点Rのアンテナの地表高 $h_2$ を変化させた場合の $E_r$ と $E_1$ の電界強度比 $|E_r/E_1|$ の変化であるハイトパターン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。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。



- $E_1$  : 直接波の電界強度
- $E_2$  : 大地での反射波の電界強度
- $E_r$  : 受信点Rにおける受信波の電界強度
- $\Gamma$  : 大地反射係数
- $h_1, h_2$  : 送信、受信アンテナの地表高

図3

<(カ)の解答群>

ハイトパターンは、大地反射波の影響の大きい伝搬路におけるスペースダイバシティ受信時のアンテナ間隔の設計に用いられ、 $|E_r/E_1|$ の極大と極小点の間隔(ハーフピッチ)にアンテナを設置する。

ハイトパターンのピッチは、送受信に用いる周波数が高いほど大きくなる。

大地反射係数 $|\Gamma|$ が大きいほど、受信点の地表高の変化に対する $|E_r/E_1|$ の変化は大きい。

$|E_r/E_1|$ は、0 ~ 2の範囲で変化する。

(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)

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  (キ) である。ただし、光速は $3 \times 10^8$  [m/s]、 $\log_{10} 2 = 0.3$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ 、 $\log_{10} 5 = 0.5$ とする。

<(キ)の解答群>

- |           |           |         |
|-----------|-----------|---------|
| 300 [MHz] | 600 [MHz] | 1 [GHz] |
| 3 [GHz]   | 6 [GHz]   |         |

(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路における路程差などについて述べた次のA～Cの文章は、 (ク)。

A 伝搬路の距離  $d$  [m]、送・受信点高が  $h_1$  [m] 及び  $h_2$  [m]、送・受信点から大地での反射点までの距離が  $d_1$  [m] 及び  $d_2$  [m] であるとき、地表面を平面大地と見なして扱うための送・受信点の等価アンテナ高  $h_1$  [m] 及び  $h_2$  [m] は次式で与えられる。ただし、 $K$  は等価地球半径係数、 $a$  [m] は地球半径とし、距離  $d$  は  $h_1$ 、 $h_2$  に対して十分大きいものとする。

$$h_1 = h_1 - \frac{d_1^2}{2Ka}, \quad h_2 = h_2 - \frac{d_2^2}{2Ka}$$

B 直接波に対する地上反射波の路程差が  $r$  [m] であるとき、波長を  $\lambda$  [m] とすると、地上反射波の位相遅れ  $\phi$  [rad] は次式で与えられる。

$$\phi = \frac{2\pi}{\lambda} r$$

C 直接波に対するダクト波の路程差は、一般に、地上反射波の直接波に対する路程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。

<(ク)の解答群>

- |              |                |         |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい       | Bのみ正しい         | Cのみ正しい  |
| A、Bが正しい      | A、Cが正しい        | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない |         |

- (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を行う場合、回線品質を低下させる要因として、アップリンク熱雑音、ダウンリンク熱雑音、システム内で発生する干渉雑音及びシステム外からの干渉雑音の四つに大別される雑音を考慮する必要がある。

アップリンクの搬送波電力対熱雑音電力比(C/N)は、送信地球局の送信□(ア)、空間での損失及び受信衛星のG/Tにより決まる。また、ダウンリンクのC/Nは、送信衛星の送信□(ア)、空間での損失及び受信地球局のG/Tにより決まる。ここで、G/Tは、受信衛星又は受信地球局の受信アンテナ利得と□(イ)との比である。

システム内で発生する干渉雑音には、衛星中継器内で発生する□(ウ)雑音、周波数の多重利用における同一周波数の□(エ)偏波キャリア又は他ビームキャリアからの干渉などがある。システム外からの干渉雑音には、主に、同一周波数帯を共用する他衛星通信システムからの干渉、地上マイクロ波通信システムからの干渉などがある。

<(ア)~(エ)の解答群>

サイドローブ特性	楕 <sup>だ</sup> 円	交差
アンテナ仰角	アンテナ雑音温度	宇宙線
相互変調	自由空間伝搬損失	e.i.r.p.
送受間干渉	直線	過変調
受信システム雑音温度	円	半値幅
アンテナ周囲温度		

- (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)

船舶地球局のアンテナ駆動について述べた次のA～Cの文章は、 (オ)。

- A  $A_z/E$  方式では天頂方向に衛星をとらえている場合に、船舶の動揺が起こるとジンバルロック(制御不能)を発生する可能性がある。ジンバルロックを避けるには軸を追加することが有効である。
- B 3軸駆動方式は、船舶のロール、ピッチなどの船体の動揺に対して常に衛星方向を示す相対角度を与える必要があるなど、制御系において複雑な機能が要求されるとともに、急激な変化への追従は難しいという欠点がある。
- C 4軸駆動方式では、船舶の動揺に対して常に水平面を維持するステーブルプラットフォーム(水平台)をX/Y軸の上に作り、その上に $A_z/E$  軸を設けて船舶の外部からの動揺を吸収する。 $A_z/E$  軸は、通常のアンテナ用指向角度指令値をそのまま使用できる。

<(オ)の解答群>

- |              |                |         |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい       | Bのみ正しい         | Cのみ正しい  |
| A、Bが正しい      | A、Cが正しい        | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | 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)

海面反射フェージングについて述べた次のA～Cの文章は、 (カ)。

- A 海面反射フェージングは、船舶地球局が衛星からの直接波だけでなく海面における反射波も受信し、合成後のレベルが変動するマルチパスフェージングである。
- B アンテナに入射する海面反射波は、波浪による船舶の動揺や海面レベルの変化により、その位相と振幅が刻々と変化する。
- C 海面反射フェージングの影響は、衛星方向の仰角が大きいほどフェージングの深さが大きくなる。

<(カ)の解答群>

- |              |                |         |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい       | Bのみ正しい         | Cのみ正しい  |
| A、Bが正しい      | A、Cが正しい        | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | 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)

衛星通信で用いられる増幅器の特性や雑音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>

増幅器の利得は周波数により変化するが、この周波数特性は振幅周波数特性といわれる。

複数の信号を入力した場合に増幅器の非線形増幅特性によって相互変調積が発生し、各信号に干渉を与えるが、これは相互変調特性といわれる。

電源電圧の変動などにより搬送波に不要なAM成分が発生する場合があります、その特性は、残留AM特性といわれる。残留AM成分があると、中継器のAM-PM変換特性によって相互変調積が発生する。

大電力増幅装置の非線形増幅特性により相互変調積や高調波が発生して、使用する周波数帯域外に電力を送出することがあるが、これは帯域外放射特性といわれ、増幅器の入力側に帯域通過フィルタを挿入することにより帯域外輻射を軽減できる。

- (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)

衛星通信の回線設計において、送信電力が10 [dBW]、送信アンテナ利得が40 [dBi]であり、かつ、次の条件が与えられるときの、受信点における搬送波電力対雑音電力比は、 (ク) [dB]である。

(条件)

自由空間伝搬損失	: 189 [dB]
受信局G/T	: 10 [dB/K]
ボルツマン定数k	: $1.38 \times 10^{-23}$ [J/K] ( $10 \log_{10} k = -228.6$ [dB])
等価受信雑音帯域幅	: 10 [MHz]

<(ク)の解答群>

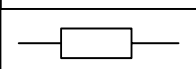
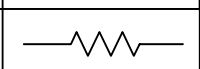
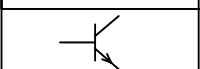
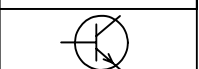
- 9.6                      9.6                      19.2                      29.6                      38.4

## 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、すべて架空のものです。

(3) 試験問題、図中の抵抗器及びトランジスタの表記は、旧図記号を用いています。

新図記号	旧図記号	新図記号	旧図記号
			

(4) 論理回路の記号は、MIL記号を用いています。

(5) 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

(6) 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。

(7) 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。

(8) 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ありません。

(9) 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。

(10) 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ありません。