

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		20		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けたの数字がある場合、十の位のけたの「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	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、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。(2点×4=8点)

10GHz帯以下のマイクロ波帯の電波伝搬に最も影響を与える現象は、大気屈折率の時間的・空間的変動である。大気屈折率 n は通常1.0003程度で、その変化は $10^{-5} \sim 10^{-6}$ オーダーであり、非常に小さい。従って、その変化を明瞭にするため、 $N = (n - 1) \times 10^6$ で得られる屈折指数 N が用いられる。この N は大気圧 P 、気温 T 及び水蒸気圧(湿度に関係) P_w の関数である。

地表の空気は、一般に、海拔が高くなるほど希薄になり、湿度も気温も低下する。標準大気における大気屈折率は、高さの増加とともに□(ア)する。このような大気の層が、地表面上に球面層状に構成されている場合における電波の進み方については、□(イ)の法則により定量的に表すことができる。地上の任意の地点から放射された電波は、□(ウ)方向に曲がりつつ伝搬する。このとき、伝搬路を直線で表すため、一般に、我が国を含む中緯度地域においては等価地球半径係数 K として□(エ)を用いる。

大気屈折率は、気象条件によって変化する。大気の状態が、標準大気とは異なる状態になると、電波の曲がり方も、標準大気におけるものとは異なったものとなるため、受信点への電波の届き方が変化し、受信電界強度の低下などが生じ、フェージングを引き起こしたりする。

<(ア)～(エ)の解答群>

ガンマ	増減の繰り返しを	ヘルツ	増大
スネル	一定値を維持	テイラー	減少
$K = \frac{2}{3}$	$K = \frac{4}{3}$	$K = \frac{3}{2}$	$K = \text{無限大}$
地表の曲率より急峻な曲率で地表に近づく			地表から遠ざかる
地表の曲率より緩やかな曲率で地表に近づく			
地表の曲率と同曲率で地表に近づく			

(2) 次の問いの 内の(オ)に適したものを、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>

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。

$$D_L = \sqrt{2Ka}h$$

伝搬路途中に障害物がある場合の見通しは、送・受信点高 h_T [m] 及び h_R [m]、送・受信点から障害物までの距離 d_1 [m] 及び d_2 [m]、障害物高 h_s [m] とすると次式に示すクリアランス h_c [m] の正、負により判断できる。

$$h_c = \frac{h_T d_2 + h_R d_1}{d_1 + d_2} - \frac{d_1 d_2}{2Ka} - h_s$$

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 d_1 [m] 及び d_2 [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 は次式で与えられる。

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

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 A ~ C の文章は、 (カ) 。

- A 屈折率の垂直構造が複雑な大気中伝搬の解析には、大気が平面大地上に水平に成層しているとして扱えるよう、 $m = n + \frac{h}{a}$ で表される修正屈折率 m が用いられ、また、その変化を明瞭にするため、 $M = (m - 1) \times 10^6$ で得られる修正屈折指数 M が用いられる。ただし、 n は標準大気屈折率、 h [m] は海拔高、 a [m] は実地球半径である。
- B 標準大気における修正屈折指数 M は、海拔が高くなるとともに減少する。
- C 修正屈折指数 M が海拔が高くなっても変化しない状態では、電波は実地球半径と同一曲率半径で曲がって進む。

<(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Mが標準大気の場合とは逆の変化をする層(逆転層)ができると、電波がこの逆転層を含む部分に閉じ込められる、いわゆるダクト現象が生ずる。
B 逆転層が地表に接する形で生ずることはない。
C ダクト伝搬では、受信点に電波が到達できなくなる減衰性のフェージングは発生するが、マルチパス到来による干渉性のフェージングは発生しない。

<(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>

距離 d [m] の伝搬路において、地表を平面大地と見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、地上反射波の路程差 r [m] は次式で与えられる。

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

伝搬路の距離 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、平面大地と見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] は次式で与えられる。ただし、 K は等価地球半径係数、 a [m] は実地球半径とする。

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

直接波に対する地上反射波の路程差が r [m] であるとき、その位相遅れ [rad] は、波長を λ [m] とすると、 $\phi = -\frac{2\pi}{\lambda} r$ で与えられる。

ダクト波の路程差は、一般に、地上反射波の路程差よりも大きいいため、帯域内振幅周波数特性の劣化が大きい。

- (1) 次の文章は、マイクロ波帯アンテナ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)

マイクロ波帯アンテナの性能を表す主要なパラメータは、利得、指向性、インピーダンス、□(ア)特性などである。

アンテナの利得は、電波を放射したい方向に、どれだけ放射できるかを示すものであり、対象となるアンテナの放射したい方向における電力密度と、それと同一電力を給電されている□(イ)アンテナの同一距離における電力密度の比と定義され、単位は[dBi]で表される。

アンテナの指向性は、放射電波の強さを放射方向の関数として表したもので、極座標で表すと木の葉(lobe)に似た形となり、最大方向を主ローブ、周辺をサイドローブという。主ローブの放射電力が最大値の半分になる角度範囲を半値角といい、その大きさは、マイクロ波帯円形開口面アンテナの場合、開口径と□(ウ)の比に係数(60~90程度の値)を乗じたものとなる。

アンテナと給電点でのインピーダンスが不整合となっていると、反射が発生し、放射効率低下の一因となる。給電点における入射波と反射波の比を表す反射係数は、特性インピーダンス Z_0 の給電線に負荷インピーダンス Z のアンテナが接続されている場合、 $\Gamma = \square$ (エ)で表される。

アンテナの□(ア)特性は、直線偏波における水平と垂直、円偏波における左旋と右旋という直交する二つの偏波に異なる情報を乗せて送受信する場合に重要となる。送信偏波と同一の偏波である主偏波と、それに直交した偏波との受信電力の比を□(ア)識別度といい、値が高いほど偏波間の干渉が小さくなり多値化された信号でも分離しやすくなる。

<(ア)~(エ)の解答群>

オムニ	等方性	開口角	周波数
D/U比	セクタ	焦点距離	波長
ダイポール	円偏波	交差偏波	楕円偏波 ^だ
$\frac{Z - Z_0}{Z + Z_0}$	$\frac{Z + Z_0}{Z - Z_0}$	$\frac{Z_0 - Z}{Z_0 + Z}$	$\frac{Z_0 + Z}{Z_0 - Z}$

- (2) 次の問いの 内の(オ)に適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

オフセット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>

オフセットパラボラアンテナは、軸対称パラボラアンテナと異なり、一次放射器によるブロッキングが発生しないだけでなく、一次放射器が水平方向を向かないよう配置することにより、水平面内広角指向性を改善できるという特徴がある。

オフセットパラボラアンテナは、鏡面の非対称性により、直線偏波では、交差偏波特性の劣化が避けられないが、オフセットカセグレンアンテナ及びグレゴリアンアンテナは、交差偏波消去条件を満たすことにより、この劣化を改善できる。

オフセットパラボラアンテナは、鏡面の非対称性により、円偏波では、左旋偏波と右旋偏波の主ビームのピーク方向が互いに逆方向に偏移する現象が生ずる。

オフセットアンテナとしては、2枚の反射鏡を用いたアンテナ(カセグレン及びグレゴリアン)は実用に供されているが、設計が複雑になるため、反射鏡を3面以上用いたものは実用化されていない。

- (3) 次の問いの 内の(カ)に適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

角^{すい}錐形ホーンアンテナの特性と特徴について述べた次のA～Cの文章は、 (カ) 。

- A 角錐形ホーンアンテナは、方形導波管の基本モード TM_{10} 波で励振された導波管の切り口に、ホーンを接続して開口面積を徐々に広げていき、自由空間と整合をとって放射させるアンテナである。
- B 角錐形ホーンアンテナにおいてホーンの長さを一定にして、開口角を増加させていくと、開口角がある大きさのときに利得が最大になる状態がある。この利得が最大になった状態のホーンは、最適ホーンといわれる。
- C 角錐形ホーンアンテナは、放射特性が詳細にわかっているため、マイクロ波、ミリ波帯アンテナの放射パターン測定用プローブ、又は利得測定の基準となる標準アンテナとして用いられる。

<(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)

マイクロ波用複反射鏡アンテナの特徴について述べた次のA～Cの文章は、 (キ)。

- A 複反射鏡アンテナには、主反射鏡に回転放物面、副反射鏡に回転楕円面を用いたカセグレアンテナや主反射鏡に回転放物面、副反射鏡に回転双曲面を用いているグレゴリアンアンテナがある。
- B 複反射鏡アンテナは、軸対称パラボラアンテナのような焦点給電型と異なり、一次放射器を主反射鏡の頂点近傍に設けることができるため、給電用導波管が短くて済み、給電路損失を少なくすることができる。
- C 複反射鏡アンテナは、軸方向寸法の等しい軸対称パラボラアンテナと比較して、実効焦点距離が長く、優れた交差偏波特性を得ることができるため、広く実用に供されている。

<(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)

開口径4[m]、開口効率0.7、周波数が5[GHz]のときのマイクロ波回線用軸対称パラボラアンテナの絶対利得は (ク) [dBi]である。ただし、 $\sqrt{2} = 1.414$ 、 $2 = 9.9$ 、光速 $c = 3.0 \times 10^8$ [m/s]とし、必要により、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ 、 $\log_{10} 7 = 0.85$ を用い、答えは、小数点第1位を四捨五入し整数とする。

<(ク)の解答群>

- | | | | | |
|----|----|----|----|----|
| 37 | 39 | 41 | 43 | 45 |
|----|----|----|----|----|

(1) 次の文章は、移動体通信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)

移動体通信においてマルチメディアサービスを提供するためには、信号伝送速度が数(Mbit/s)以上の高速伝送が求められ、それに伴って伝送帯域幅も数(MHz)以上の広帯域伝送が必要となる。

現在、日本で普及しているCDMA方式のデジタル移動通信システムの1搬送波当たりの無線伝送帯域幅は、CDMA2000の約□(ア)とW-CDMAの約□(イ)の2種類である。

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□(ウ)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□(ウ)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方式ではRAKE受信を用いることにより改善することができる。

陸上の移動体通信では、移動機のアンテナ高は、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、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、透過、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□(ウ)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、□(エ)といわれ、図2に示す①から⑤の反射、透過、回折などを受けて到来する電波の伝搬路は、その経路を示すという意味でパス(Path)といわれる。

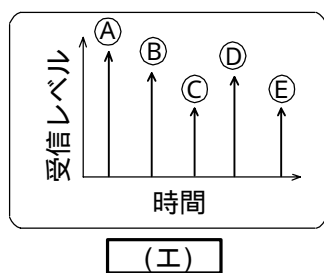


図1

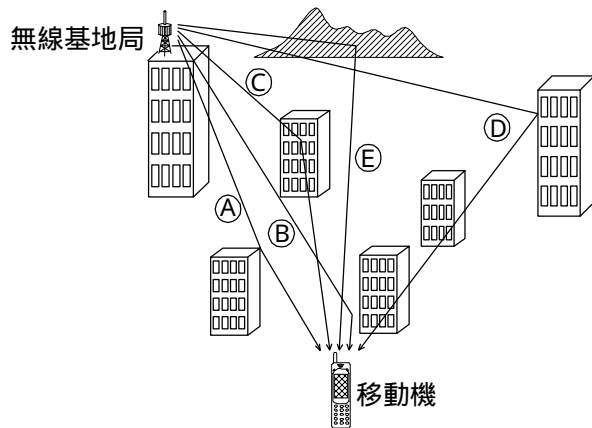


図2

<(ア)~(エ)の解答群>		
50 [kHz]	144 [kHz]	384 [kHz]
1.25 [MHz]	2.56 [MHz]	3.84 [MHz]
5 [MHz]	7.68 [MHz]	遅延プロファイル
伝搬遅延	スペクトル	伝送帯域
振幅特性	レイトレース	多重回折

- (2) 次の問いの 内の(オ)に適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

移動機における送信電力制御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、 (オ) である。

<(オ)の解答群>

C D M A 方式において、送信電力を適正な値に制御する送信電力制御は、必須の機能である。C D M A 方式で用いられる送信電力制御には、オープンループ送信電力制御とクローズドループ送信電力制御がある。

オープンループ送信電力制御は、移動機において、基地局の制御のもとに送信電力を制御する方式である。この送信電力制御の動作は、インナーループ送信電力制御とアウトループ送信電力制御の二つのループで構成され、きめの細かい制御が行える。

クローズドループ送信電力制御は、移動機において、基地局からの信号を受信して、移動機が独自に送信電力の制御を行う方式である。きめの細かい制御はできないが、フィードバック情報を必要としない。

送信電力制御の適用により、C D M A 方式では干渉電力が低く抑えられるが、システム容量の改善にはつながらない。

- (3) 次の問いの 内の(カ)に適したものを、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>

伝搬路上において、数十波長程度の移動区間では、電界強度の瞬時変動はレイリー分布則に従うランダムな定在波性の激しい振動を起こす。このような数十波長程度の区間での電界強度の中央値は短区間中央値といわれる。

基地局からほぼ等距離の伝搬路上における短区間中央値は対数正規分布則に従い、その中央値は、長区間中央値といわれる。

長区間中央値は、基地局からの距離 d とともに変化し、電界強度の距離特性は、見通しが遮られている環境では、一般則 $d^{-\alpha}$ で近似される。ただし、指数 α の値は伝搬路周辺に存在するビルなどの状況や基地局アンテナ高などによって決まる。

受信レベルの短区間変動の影響を軽減する方法として、空間的に離れた2本の受信アンテナを用いるダイバーシチ受信があり、それぞれのアンテナを半波長程度離すことで大きな効果が得られる。ダイバーシチ受信の方法としては、選択合成法、等利得合成法、最大比合成法などがある。

(4) 次の問いの 内の(キ)に適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

アダプティブアレーアンテナの概要について述べた次のA～Cの文章は、 (キ) 。

- A アダプティブアレーアンテナは、複数個のアンテナを配列し、各々の振幅励振及び位相を独立に制御することにより、指向性の制御を行うビームフォーミング機能を有しており、目的によってビームステアリング機能とヌルステアリング機能に分類できる。
- B ビームステアリング機能では、受信波の到来方向が未知あるいは時間的に変化する場合にはアレーのメインビームを自動的に所望波に追従させている。
- C ヌルステアリング機能では、強い干渉波の存在下で微弱な所望電波を受信する場合に指向性パターンのヌル点を自動的に所望波方向に向けている。

<(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スプレッドについて述べた次のA～Cの文章は、 (ク) 。

- A 遅延スプレッドを一定としたとき、伝送帯域幅が大きいほど、受信レベルの落ち込みは小さくなる。また、伝送帯域幅を一定としたとき、遅延スプレッドが大きいほど、受信レベルの落ち込みは小さくなる。
- B 伝送帯域幅が大きいほど分離可能なパス数が多くなり、CDMA方式の場合には、分離可能なパス数が多いほど統計的に独立な複数のパスを合成するRAKE受信の効果により品質が改善される。
- C フェージングによる受信レベル変動幅は、遅延スプレッドと伝送帯域幅の積である正規化遅延スプレッドの対数値に比例して増加する。

<(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、無線LAN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LANが適用される屋内環境は、ホールやオフィスから一般住宅まで多岐にわたり、また、壁や床に囲まれた閉空間であり、遮蔽物も存在することから、伝搬特性はより複雑なものとなる。

屋内伝搬環境では、一般に、周囲の壁、天井、床に加えて什器^{じゅう}などからの反射・散乱波による□(ア)が受信機に到来する。このような□(ア)は、□(イ)干渉を引き起こし、通信品質の劣化要因となる。特にアクセス・ポイント(基地局)と端末の位置関係がわからず、オムニアンテナの使用を基本とするIEEE802.11無線LANシステムでは、あらゆる方向から到来する□(ア)の影響を無視できない。

基地局と端末間に見通しがあれば、信号を伝送する主な波は直接波であり、これに壁面などからの多数の□(ア)が受信点に到来する。このような直接波がある場合に発生するフェージングは□(ウ)分布に従うものとなる。また、障害物などにより基地局と端末間に見通しがない場合は、直接波がなく主に壁面などで反射された波が到来することになり、この場合のフェージングは□(エ)分布に従うものとなる。

<(ア)～(エ)の解答群>

熱雑音	位相雑音	仲上・ライス	ガウス
カイ2乗	シンボル間	交差偏波	二項
多重遅延波	フロントバック	量子化雑音	レイリー
対数正規	フロントサイド	シンチレーション	

- (2) 次の問いの□内の(オ)に適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。(3点)

IEEE802.11a規格について述べた次のA～Cの文章は、□(オ)。

- A IEEE802.11a規格では、パケットモードで信号処理が行われる。
 B IEEE802.11a規格では、OFDM方式で用いられるパケットモードによる信号伝送において高速、かつ、高精度な同期処理を実現するために、PLCPプリアンプルを用いている。
 C IEEE802.11a規格では、パケットごとに、伝送フレーム構成のデータ部の伝送速度を変えて送信を行うマルチレート制御が行われている。

<(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)

IEEE 802.11nにおける空間多重伝送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>

N個の受信アンテナがあった場合、一般に、受信指向性形成によって最大N - 1個の信号まで分離することができる。

空間多重された信号の復号方法である最尤^{ゆう}推定を用いる方法は、受信指向性形成を用いる方法と比較して、簡単に実現できるが、伝送品質は劣る。

空間多重された信号を複数のアンテナを用いて受信する場合、アンテナ間隔を最低でも1波長分以上離すことが必要である。

無線LANが使われる屋内などの無線環境は、多数のパスが存在するマルチパス環境である。MIMO伝送は、異なるパスで異なる情報を送ることにより空間多重度を上げようとする伝送方式であり、無線LANに適している。

- (4) 次の問いの 内の(キ)に適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

IEEE 802.11nにおける巡回シフトダイバーシチ(CSD)技術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>

送信側の複数本のアンテナから同時に送信される信号に、CSDを付加することで、遅延ダイバーシチと同じ効果が期待できる。

CSDを用いる無線LANは、MIMO伝送を用いない従来のIEEE 802.11a/b/g無線LANと共存できない。

CSDでは、IDFT処理後にブロックの先頭の一部を切り取り、終わりの部分に付けることで、周波数サブキャリアごとに位相差をつけている。

送信側の複数のアンテナから送信される信号による送信指向性が各周波数ごとに異なったものとなるため、周波数ダイバーシチの効果により伝送品質改善効果が得られる。

(5) 次の問いの 内の(ク)に適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。

(3点)

OFDMの特徴について述べた次のA～Cの文章は、 (ク)。

- A OFDMでは、1シンボル時間が長いことから、遅延波によるシンボル間干渉の影響を軽減できる。
- B OFDMでは、送信機において複数のサブキャリアを共通増幅するため、増幅器の非直線ひずみの影響を受けにくい。
- C OFDMでは、遅延波の影響を軽減するためにガードインターバルを設けている。

<(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、衛星通信地球局の構成及び各設備の動作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)

衛星通信地球局は、一般に、アンテナ設備、無線設備、端局設備などで構成されている。

アンテナ設備は、衛星に向けて電波を十分な電力で送信し、また、衛星からの微弱な電波を受信するために、初期においては直径30[m]程度の大型のアンテナが用いられていたが、衛星中継器の高出力化や (ア) 変調方式などの採用により、小型のものが使用可能となった。

無線設備の基本機能は、信号の増幅及び変復調であり、送信用大電力増幅装置(HPA)、受信用 (イ) 増幅装置(LNA)、 (ウ) 変換装置、変復調装置などから構成されている。

HPAは、遠方にある衛星に向けて電波を所要の電力で送信するための増幅器であり、地球局の規模・容量により1[W]～10[kW]程度の出力を持つものが用いられている。一般に、大きい電力が必要な場合には (エ) やクライストロンが、小さい電力で済む場合には半導体増幅器が用いられている。

LNAは、衛星から到来した微弱な電波を (イ) 増幅するためのものであり、一般に、FET増幅器が用いられている。

(ウ) 変換装置は、HPAやLNAと変復調装置との間の (ウ) 変換を行う装置であり、変復調装置では、変復調方式として、QPSKが広く用いられている。

端局設備は、衛星系と地上系伝送路で異なる信号の配列組替えなどを行うものである。このため、このような機能を必要としない小型地球局には装備されていない。

<(ア)～(エ)の解答群>

高雑率	偏波	ひずみ	周波数	アナログ
SSB	HEMT	熱雑音	CODE	低雑音
TWT	VSB	デジタル	接続	
ガンダイオード増幅器		パラメトリック増幅器		

(2) 次の問いの 内の(オ)に適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

衛星通信を構成する設備の動作概要について述べた次のA～Cの文章は、 (オ)。

- A 静止衛星は、地球上から見て完全に静止しているため、対応する地球局では自動追尾は必要としない。自動追尾は、非静止衛星に対してのみ必要となる。
- B 多数搬送波の増幅を行うHPAの動作点は、線形ひずみが十分に小さい直線領域で動作するように設定してあるが、飽和領域で使用しても出力電力が抑圧されるため相互変調積は発生しない。
- C オフセットアンテナは、一次放射器や副反射鏡などによる開口内でのブロッキングを無くすることができるため、サイドローブ特性のよいアンテナが実現できる。

<(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方式について述べた次のA～Cの文章は、 (カ)。

- A FDMA方式では、各地球局からの搬送波が互いに干渉を起こさないように異なる周波数が割り当てられる。この方式は、アナログ変調を用いる衛星通信において適用されているが、デジタル変調を用いる衛星通信においては適用されていない。
- B TDMA方式では、各地球局で同一周波数を共用するが、互いに干渉を起こさないように同期をとり、時間が重ならないように送信する。この方式は、デジタル変調を用いる衛星通信において適用されている。
- C CDMA方式では、各地球局で同一周波数を同一時間で共用するが、一般に、送るべき情報信号で搬送波を変調し、これを更に拡散符号により拡散変調してスペクトルを広げて送信する。受信側では送信側と同一の拡散符号を用いて逆拡散によって所望の情報信号を検出する。この方式は、デジタル変調を用いる衛星通信において適用されている。

<(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)

衛星通信における回線品質とその維持方法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>

衛星通信における電波伝搬路上の要因で特に影響を大きく受けるのが対流圏や電離層である。電離層で発生する電離圏シンチレーションやファラデー回転は周波数が低いほど影響度が大きい。

静止衛星では、地球局との相対的な位置関係が変化しないため、ドップラー効果によるクロック周波数のずれが支障になることはない。

増幅器、フィルタなどで生ずる振幅特性及び群遅延特性は、デジタル信号に波形ひずみを与えることになるため、等化器を用いて補正する方法が採られている。

周波数変換器の特性として重要となるのは、周波数の安定性と位相雑音である。位相雑音は、局部発振器のスペクトルの広がりや電源周波数の回り込みなどにより発生し、復調時の特性劣化すなわちビット誤り率の悪化につながる。

- (5) 次の問いの 内の(ク)に適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

衛星中継器内などで増幅器の非直線性に起因して相互変調ひずみが発生するが、中心周波数が f_a 、 f_b 及び f_c の三つのキャリアにより発生する3次相互変調積のうち、中継器の帯域内に落ち込み、システム内に干渉を生ずるものは、 (ク) である。

<(ク)の解答群>

$$f_a + f_b + f_c、2f_a - f_b$$

$$f_a + f_b - f_c、2f_a - f_b$$

$$f_a + f_b + f_c、2f_a + f_b$$

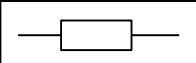

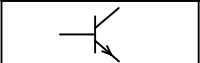
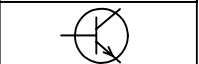
$$f_a + f_b - f_c、2f_a + f_b$$

$$f_a + f_b + f_c、f_a + 2f_b$$

$$f_a + f_b - f_c、f_a - 2f_b$$

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) ・燃り(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) 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) 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。