

試験種別	試験科目	専門分野
第1種伝送交換主任技術者 第2種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、電波の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)

電波の伝搬モードには、直接波、反射波、回折波、屈折波、散乱波、地表波などがあり、実際の伝搬路には、これらの伝搬の成分波が単独に存在するときと、混合して存在するときがある。

送受信点間の伝搬空間が均質等方で屈折、回折、反射、吸収及び散乱のいずれの現象も伴わず、電波の放射による減衰だけが考えられるような空間は、□(ア)といわれる。

□(ア)内で電波が放射されるときは、媒質が均質等方非吸収性であるため、電波はあらゆる方向へ等速度で進行し、等位相の面を連ねる面(波面)は球面になる。等方性アンテナから放射される電力をP[W]として、半径r[m]である波面上の電力束密度を求めると、電力束密度 = $\frac{P}{\square(イ)}$ [W/m²]で表すことができる。これを等方性アンテナで受信すると、等方性アンテナの利得は1で実効開口面積は、□(ウ)であるから、等方性アンテナで受信される電力は $\frac{P}{\square(イ)} \times \square(ウ)$ となる。また、 $\frac{\square(イ)}{\square(ウ)}$ は、□(ア)における送受信アンテナ間で生ずる損失と見なせるため □(ア) 伝搬損失といわれる。

実用上の形態で □(ア) に最も近い状態で行う通信には、□(エ)がある。また、地上の二つの地点間の通信においても、大気が標準的な状態にあり、かつ、反射波及び回折損失が無視できるときは、K $\frac{4}{3}$ の等価地球半径係数を用いることによって、その空間は □(ア) とみなすことができる。

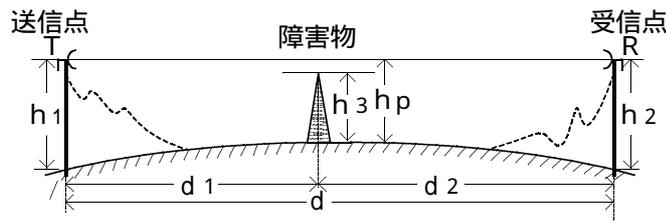
<(ア)~(エ)の解答群>

修正屈折率	対流圏	衛星間通信
標準伝搬	移動体通信	自由空間
電離圏	対流圏散乱伝搬	地上マイクロ波通信
導電率	$4r^2$	$2r^2$
r^2	$\frac{\quad}{4}$	$\frac{\quad}{4}$
$\frac{\quad}{2}$		

(2) 次の問いの 内の(オ)、(カ)に適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。 (3点×2 = 6点)

マイクロ波の電波伝搬において、図1に示すように送信点T、受信点Rの海拔高をそれぞれ h_1 [m]、 h_2 [m]、送受信点間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_3 [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]、 d を送信点から受信点までの距離としたとき、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、 $K a$ は等価地球半径、 h_p [m] は電波通路の海拔高を表し、 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。

$$h_c = h_p - h_3 = \frac{h_1 d_2 + h_2 d_1}{d} - \frac{d_1 d_2}{2 K a} - h_3$$



() クリアランスについて述べた次のA～Cの文章は、 (オ)。

- A クリアランスを求める上記の式において、 $h_c > 0$ のときは、見通し内伝搬といわれ、受信点は回折領域に位置する。
- B $h_c < 0$ のときは、見通し外伝搬といわれ、受信点は干渉領域に位置する。
- C $h_c = 0$ のときは、接線伝搬といわれる。

<(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	

() 図1において、周波数3 [GHz]、 h_1 の海拔高を300 [m]、 h_2 の海拔高を500 [m]、 d_1 を10 [km]、 d_2 を40 [km] 及び衝立状の障害物のある地点の電波通路の高さ h_p を316.5 [m] とする。

送受信点間の電波通路を自由空間とみなせるとき、送受信点間における衝立状の障害物による損失が6 [dB] となるのは、障害物の高さが (カ) [m] のときである。

ただし、第 n フレネルゾーンの半径 R_n は、 $R_n = \sqrt{\frac{n d_1 d_2}{d_1 + d_2}}$ で与えられるものとする。

また、 $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ 、 $\sqrt{5} = 2.24$ 、 $\sqrt{7} = 2.64$ とする。

<(カ)の解答群>

344.7	330.6	316.5
302.4	288.3	

(3) マイクロ波の電波伝搬について述べた次の問いの 内の(キ)、(ク)に適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。(3点×2=6点)

() 見通し内伝搬におけるマイクロ波の路程差について述べた次のA～Cの文章は、 (キ)。

- A 路程差は、送信アンテナ高 h_1 、受信アンテナ高 h_2 及び両アンテナ間の距離に反比例する。
- B 反射波は、路程差分の遅れ及び大地反射による位相ずれが生じ、受信点では、直接波と反射波のベクトル和に相当する受信電界が誘起される。
- C 大地反射波による位相のずれの大きさは、反射面の質(大地の比誘電率、導電率)、接地角及び偏波によって決まる。

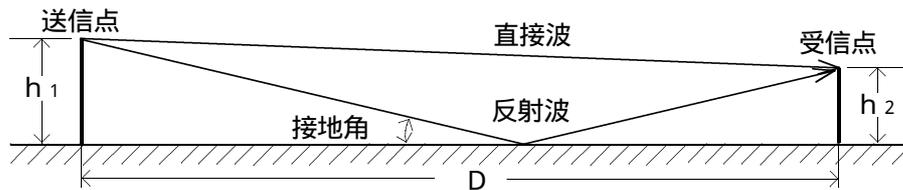


図 2

<(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 | |

() 図 2 に示す路程差のある見通し内伝搬において、受信アンテナを固定し、送信アンテナを上に変化させた場合の受信点の電界強度の変化曲線(ハイトパターン)等について述べた次のA～Cの文章は、 (ク)。

- A 送信アンテナ高をゼロから次第に高くしていくとき、受信点の直接波と反射波の電界の合成値が同相で最大になるときと、逆相で最小になるときが繰り返し起こる。直接波のみが存在した場合の受信電界強度を E とすると、ハイトパターンの最大値は $2E$ 、最小値は $-2E$ となる。
- B ハイトパターンの「山の高さ」及び「谷の低さ」は、大地の反射係数に反比例し、ハイトパターンのピッチは波長に反比例する。
- C 大気中の電波の屈折率の変動などにより、等価地球半径係数の値が変化すると、直接波と反射波の位相が変化し、ハイトパターンの場合と同様に受信電界強度が変化する。この変化曲線は、 k パターンといわれる。

<(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は、主に同軸給電線と導波管が用いられる。同軸給電線は、内部導体と外部導体の二つの導体から構成され、□(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多くの性質を持ち、マイクロ波用の伝送線路として最も代表的なものであり広く利用されている。また、導波管は、同軸給電線と比較して□(ア)伝送ができず、利用できる帯域幅も狭いが、伝送損失は、ほぼ1桁程度小さく、また、伝送可能電力を大きくとれるといった利点がある。

導波管には管の寸法から決まる遮断周波数があり、遮断周波数より低い周波数の電波は、管内の進行方向に向かって急激に減衰して伝搬しなくなる。このように、導波管は一種の□(イ)としての作用を持つこともその大きな特長の一つである。

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が、導波管内の電磁界分布は、二つのモードに大別することができる。

第一のモードは、TE波で、□(ウ)が管軸に直角な平面内にあつて、軸方向に成分を持たず、□(エ)は軸方向と、軸と直角方向に成分を持つような電磁界である。

第二のモードはTM波で、軸方向に□(エ)の成分はなく□(ウ)のみが軸方向の成分を持った電磁界である。

<(ア)~(エ)の解答群>

電界	マイクロ波	中波	短波
基本モード	高域フィルタ	往復線路	副導波管
逆相	偏波	直流	開口
同相	低域フィルタ	遮断波長	磁界

(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)

導波管について述べた次のA～Cの文章は、 (オ)。

- A 遮断波長より短い波長の電磁波は、電波のエネルギーが、伝搬する速度ではなく位相が進行する速度で管軸方向に伝搬する。このため、この方向に観測される波長は自由空間より大きくなり、これは管内波長といわれる。
- B 方形導波管は、完全導体に囲まれた伝送線路でTEモードとTMモードが存在するが、TEMモードやハイブリッドモードは存在しない。
- C 円形導波管の基本モードは、TE₁₀モードである。円形導波管は、その形状が軸対象であり直交する二つの偏波を一本の導波管で同時に伝送できる。

<(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)

図1は、方形導波管の基本モードの電磁界分布について示したものである。電磁界分布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。ただし、実線は電界、点線は磁界を示すものとする。

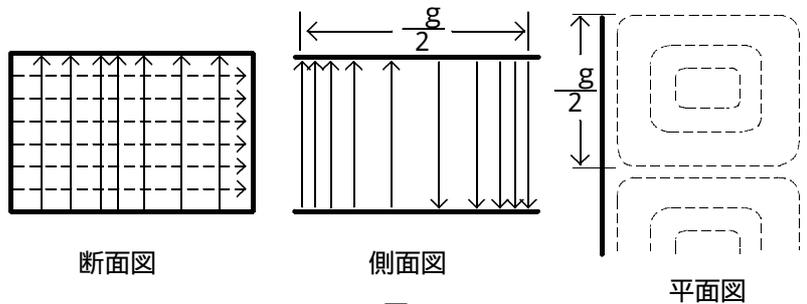


図1

<(カ)の解答群>

方形導波管の基本モードは、導波管の短辺方向の成分のみのTE₁₁モードである。方形導波管は、一般に、長辺の長さが短辺の長さの2倍のものが使用される。方形導波管の減衰量は、原理的に導波管の長辺、短辺の寸法と使用波長とで決まる。

基本モードのほうが高次モードと比較して減衰が小さい。

方形導波管の長辺の長さをaとし、自由空間波長を λ_0 とすると、基本モードに対する管内波長 g は次式で与えられる。

$$g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{2a}\right)^2}}$$

(4) 次の文章は、マイクロ波用開口形アンテナ等について述べたものである。□内の(キ)、(ク)に適したものを、それぞれの解答群から選び、その番号を記せ。(3点×2=6点)

() 次のA～Cの文章は、□(キ)。

- A アンテナの幾何学的な開口面積をA[m²]、波長をλ[m]、開口効率をη及びアンテナの指向性利得をGとすると、 $G = 4\pi \frac{A}{\lambda^2} \eta$ の関係がある。
- B アンテナの幾何学的な開口面積をA[m²]、その実効開口面積をA_e[m²]及び開口効率をηとすると、 $A_e = \eta A$ の関係があり、これは開口アンテナの有効開口面積といわれる。
- C 波長をλ[m]、アンテナの開口径をD[m]、定数をC(通常、6.5～7.0の値がよく用いられる。)とすると、アンテナの半値角(θ_{1/2}度)は、 $\theta_{1/2} = D \frac{C}{\lambda}$ 度の関係がある。

<(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	

() 図2に示すカセグレン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、□(ク)である。

<(ク)の解答群>

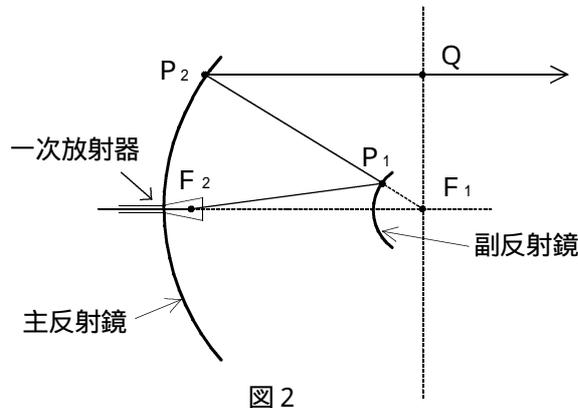
主反射鏡が放物面で副反射鏡が円面であるものは、カセグレンアンテナ、副反射鏡が双曲面であるものは、グレゴリアンアンテナといわれる。

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、給電損失を少なくすることができる。

単一のパラボラ面反射鏡と比較して、短い焦点距離の反射鏡が実効的に長い焦点距離の反射鏡として動作するため、高能率を得ることができる。

開口の大きな一次放射器を使用することができるため、使用可能な周波数帯域が広帯域であり、2枚の反射鏡面の鏡面修正を行うことにより高能率、低雑音特性が得られる。

カセグレンアンテナにはオフセット形がある。



- (1) 次の文章は、デジタル変復調方式で用いられる多値変調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)

デジタル変復調方式で用いられる多値変調のうち、QAM方式は、搬送波の包絡線振幅と (ア) とを同時に変調することにより、1シンボルで多数のデータビットを送受信することができる。一般に、1シンボルでKビットのデータを送信するとき、ビットパターンは、 (イ) 通り存在し、信号点は、 (イ) 個必要になる。

図1は、搬送波の包絡線振幅をAとしたとき、4ビットのデータを同時に送信する16値QAMの信号配置を、信号空間を示す図で表したもので、16個の信号点が存在している。雑音やフェージングの影響を受けると、信号空間図上の信号点の変動して、受信側で隣接する信号点と誤って判断する (ウ) といわれる現象が発生する。 (ウ) が発生する確率は、信号空間上の信号点間の (エ) に依存するため、 (ウ) を低減させるには、信号点間の (エ) を大きく設定する必要がある。

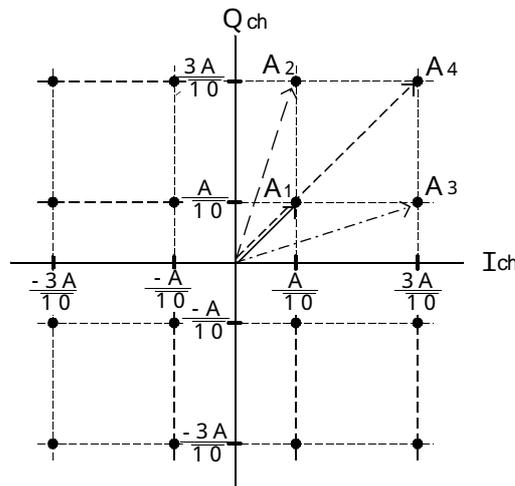


図1

<(ア)～(エ)の解答群>

シンボル誤り	周期	距離	位相
電力	周波数	$(2K)^2$	K^2
2^K	$\frac{1}{K^2}$	周波数成分	搬送波電力
誤差2乗和	遅延ひずみ	BER特性	伝送速度

(2) 図2は、BPSK変調方式において送信すべきデータの信号処理のブロック図を(A)に、それぞれの処理過程における波形の変化を(B)から(E)に示したものである。図に基づき、変調処理の原理的な過程について述べた次の問いの 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)

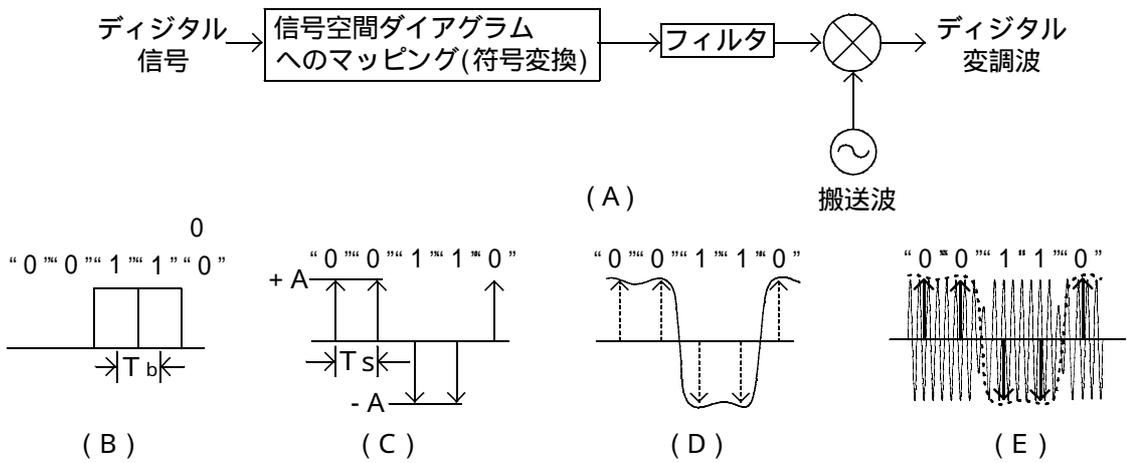


図2

次の ~ の文章のうち、誤っているものは、 (オ) である。

<(オ)の解答群>

図2(B)の T_b はビット周期、(C)の T_s はシンボル周期を示し、BPSKの場合は、 $T_b = T_s$ である。

変調器では、(B)に示すデータ値がBPSKの信号ダイアグラムの各信号点にマッピングされ、BPSKシンボル((C)に示す $\pm A$ のインパルス信号)が生成される。

マッピングされた後、各インパルス信号を(A)に示すハイパスフィルタを通すことにより、(D)のように波形整形が施される。

波形整形された正負の信号に対して、搬送波を乗積することにより、(E)に示す最終的なBPSK波が生成される。

(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)

BPSK変調方式を用いた無線システムにおいて、送信側と受信側に用いられるローパスフィルタの挿入目的について述べた次のA～Cの文章は、 (カ)。

- A 受信側のローパスフィルタには、変調波の伝送帯域内の雑音を除去する役割がある。
- B 送信側と受信側に用いられるローパスフィルタには、符号間干渉を抑える役割もある。
- C 送信側と受信側に用いられるローパスフィルタの特性としては、送受信全体の伝送特性がコサインロールオフ特性となるように、送信側と受信側にフィルタ特性を均等に配分して最適伝送系を実現することが多い。

<(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) 図3は、同期検波のブロック図を示したものである。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)

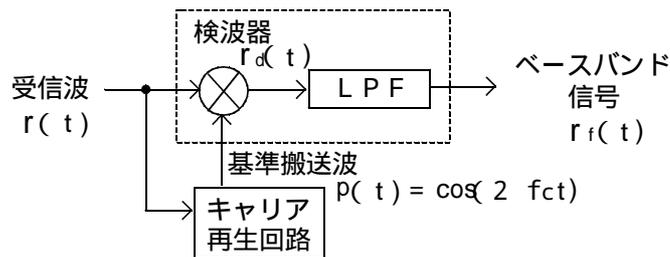


図3

同期検波について述べた次のA～Cの文章は、 (キ)。

- A キャリア再生回路は、受信波 $r(t)$ から搬送波の周波数と位相の合った基準搬送波 $p(t)$ を再生する。
- B 再生された基準搬送波と1シンボル遅延させた受信波とを乗積することにより、信号 $r_d(t)$ を再生する。
- C ローパスフィルタに信号 $r_d(t)$ を通過させ、高調波成分を取り除くことにより、低域成分(ベースバンド信号成分)を抽出している。雑音やフェージングの影響を受けても $r_f(t)$ は原理的に変動しない。

<(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)

BPSK変調方式の遅延検波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>

遅延検波は、連続する2シンボル間の位相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位相差を割り当てる必要がある。

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も、2シンボル間の変動が小さいときには、安定した復調特性が得られる。

遅延検波は、雑音が付加された受信信号を基準搬送波として使用するが、復調特性は、同期検波と比較しても劣ることはない。

遅延検波は、同期検波のときに必要となるキャリア再生回路の代わりに遅延素子を用いればよいことから、同期検波と比較して回路構成が簡素化できる。

遅延検波は、送信側の搬送波の周波数や位相を受信側で知らなくとも検波することが可能であるため、非同期検波ともいわれる。

- (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。図中と 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] 以上で伝送帯域幅が数 [MHz] 以上の高速・広帯域伝送が必要である。

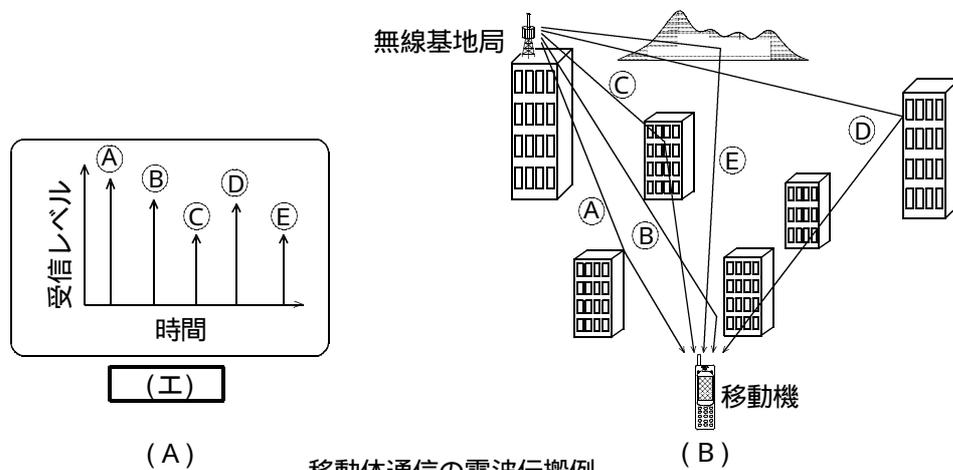
現在の日本の標準のデジタル移動通信方式(PDC)の無線伝送帯域幅は、約 (ア) であるが、第3世代方式のW-CDMA方式の無線伝送帯域幅は、約 (イ) である。

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) 特性などの電波伝搬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、散乱してくる電波の (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、建造物などで幾何学的に反射、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(A)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1(B)に示す移動体通信の電波伝搬例の①から⑤の反射、屈折した電波の伝搬通路は、その経路を示すという意味でパス(Path)といわれる。



移動体通信の電波伝搬例 図1

<(ア)~(エ)の解答群>

伝送帯域幅	伝送速度	スペクトル
伝搬遅延	レイトレース	タイムスロット
遅延プロファイル	多重回折高	50 [kHz]
144 [kHz]	384 [kHz]	2 [MHz]
2.56 [MHz]	3.84 [MHz]	5 [MHz]

- (2) 図2は、移動体通信の電波伝搬モデルの受信電力の測定例である。CDMA方式におけるRAKE受信と受信するパス(マルチパス)などについて述べた次の問いの 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)

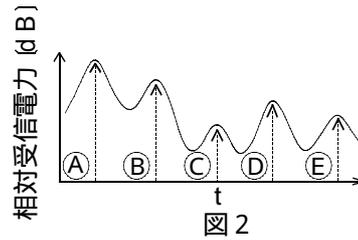


図2に示す①～⑤は、RAKE受信においてパス合成に用いることができる分離可能なパスを表したものである。次のA～Cの文章は、 (オ)。

- A CDMA方式では、分離可能なパスの数が多いほど、RAKE受信の効果が大きくなり、通信品質が改善される。
- B CDMA方式のRAKE受信は、伝搬路における遅延分散により分散した信号を集める最大比合成ダイバーシチである。
- C 分離可能なパスの数は、伝送帯域幅が広いときほど少なくなる。

<(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)

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、すべてのユーザが同一の周波数帯域を共有して通信を行い、各ユーザに割り当てられた符号によって識別を行っている。

DS-CDMA方式では、一般に、一次変調した送信データを情報のシンボルレートと比較して高速のレートの拡散符号で広帯域の信号に拡散して伝送する。

同一周波数帯域での同時通信ユーザの数の増加するにつれ干渉電力が増大する。

DS-CDMA方式では、伝搬路で狭帯域の雑音に加わったとき、受信側における逆拡散操作でこの雑音を狭帯域に圧縮することにより、信号との妨害余裕を得ることができる。

- (4) 図3に示すCDMA方式をセルラ方式に適用したときの回線品質について述べた次の問いの 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)

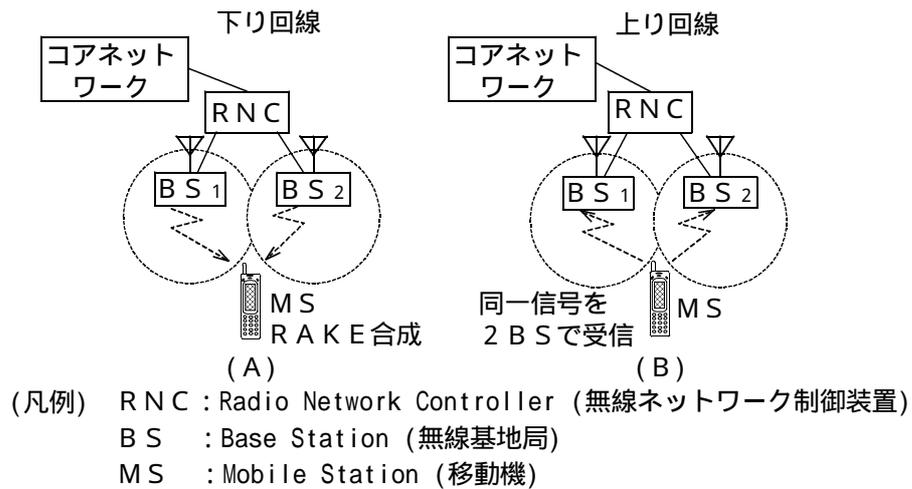


図3

次のA～Cの文章は、 (キ) 。

- A 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、図3(A)に示すように、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を行うソフトハンドオーバーを行うことにより、端末のセルからの下り回線の高品質化、無瞬断化が実現できる。
- B 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、図3(B)に示すように、無線ネットワーク制御装置で複数の信号を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。
- C CDMA方式の基地局では、基地局から距離のある地点の移動機からの受信信号が、基地局近傍の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。このため基地局の信号受信には、すべ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)の採用が不可欠である。

<(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)

C D M A方式の移動体無線システム設計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>

C D M A方式の移動体無線システムは、一般に、P D C方式と同様に多数のセルを用いてエリアをカバーするセルラ方式が用いられる。

C D M A方式が従来のP D C方式と大きく異なることは、すべてのセルで同じ周波数のキャリアが使用できることである。

周辺セクタの同一のキャリアで行われるすべての通信は干渉を与える存在となるが、その影響は、復調時に逆拡散の過程で通信に影響のないレベルに抑圧される。

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、一般的に、トラヒックに対する考慮はされていない。

問5 次の問いに答えよ。(小計20点)

(1) 次の文章は、静止衛星を用いた通信における隣接衛星間干渉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)

静止軌道は、赤道の上空、一定高度の360度と限定されており、また、静止衛星を用いた衛星通信に使用できる周波数も限定されている。これらの有限の資源をアンテナ放射特性の改善、高能率な通信方式の開発、衛星位置 (ア) の向上などにより、絶えず有効に利用することが必要である。

アンテナ放射特性については、 (イ) 偏波、スポットビームの利用による同一システム内の周波数再利用を図ると同時に、 (ウ) アンテナの口径及びサイドローブ特性を制限することにより、軌道の有効利用などが図られている。

高能率な通信方式においては、符号化形式、多重化方式、変調方式及び多元接続方式のそれぞれについて様々な高能率化が図られ、組み合わせられて使用されている。

静止衛星においても、重力分布の不規則性や (エ) 風の影響などにより、与えられた軌道上の位置からの変動が生ずるが、隣接衛星間間隔が縮まると、隣接衛星システム間干渉を増加させることになるため、無線通信規則において衛星位置 (ア) が規定されている。

<(ア)~(エ)の解答群>

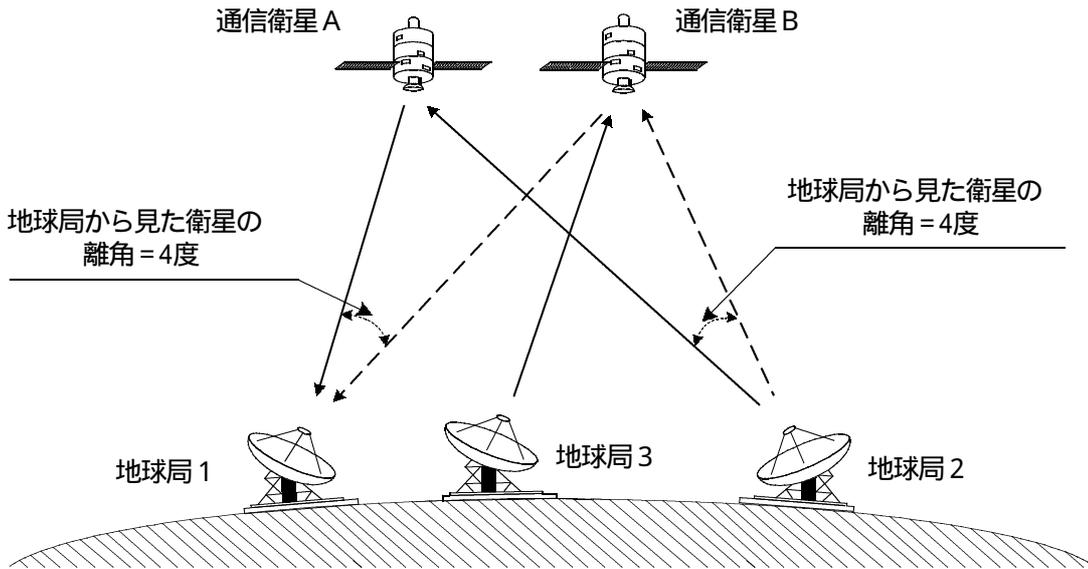
送 信	円	オゾン	太 陽
重 力	楕 円	保持精度	衛 星
電離層	受 信	離心近点離角	直 線
直 交	偏 西	地球局	面積速度

(2) 図に示すように、同一エリアをカバレッジとする通信衛星A及びBが、地球局1及び2のそれぞれの地球局から見て4度離れて静止しており、地球局1と地球局2が衛星Aを中継して回線を構成している。両衛星の中継周波数は同一であり、それぞれの衛星からの両地球局方向に対する送信 e . i . r . p . 及び受信 G / T も等しく、また、地球局と衛星間の距離の違いは無視するものとする。なお、地球局アンテナのサイドローブ利得 $G(\)$ は、

$G(\) = 29 - 25 \log_{10}(\)$ [dB i] ($\)$: アンテナの指向方向からの離角[度]) で与えられるものとする。

次の文章の 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。ただし、 $\log_{10} 2 = 0.301$ とし、アンテナ利得の値は四捨五入により小数点第一位までとする。

(3点)



次のA～Cの文章は、 (オ) 。

- A 地球局1において、衛星Bからの干渉の強さを示す搬送波対干渉電力(C/I)を20 [dB]以上とするために必要な地球局の主ビーム利得は、34.0 [dB i]以上となる。
- B 衛星Aと衛星Bの離角を4度から2度に縮小した場合は、地球局1において、衛星Bからの干渉の強さを示す搬送波対干渉電力(C/I)を20 [dB]以上確保するためには、地球局の主ビーム利得を41.5 [dB i]以上にする必要がある。
- C 衛星Aへ送信する地球局2のアンテナ利得が30 [dB i]、e . i . r . p . が50 [dB W]のとき、4度離れている衛星Bへe . i . r . p . 50 [dB W]で送信している地球局3のアップリンクに与える地球局2からの干渉によるC/Iの劣化(衛星Bへの与干渉)は、8.5 [dB]となる。

<(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)

衛星通信で用いられる増幅器の非直線性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>

増幅器に f_1 、 f_2 、 f_3 の三つの周波数の信号の入力があつたとき、入力信号と同一の帯域内に生ずる可能性のある3次相互変調波の組合せは、 $(2f_1 - f_2)$ 、 $(2f_1 - f_3)$ 、 $(2f_2 - f_1)$ 、 $(2f_2 - f_3)$ 、 $(2f_3 - f_1)$ 、 $(2f_3 - f_2)$ 、 $(f_1 + f_2 - f_3)$ 、 $(f_1 - f_2 + f_3)$ 、 $(-f_1 + f_2 + f_3)$ である。

3次相互変調積のうち、 $(2f_1 - f_2)$ と $(f_1 + f_2 - f_3)$ との発生レベルを比較すると $(2f_1 - f_2)$ の成分のレベルが高い。

リニアライザの使用目的は、増幅器に、増幅器の入出力特性と逆の特性を与えることにより相互変調積の発生を抑圧するためである。

一つの信号波を増幅するときは、相互変調積によるひずみ雑音は発生しないが、信号に振幅変動成分があるときは、信号波のスペクトルが広がる現象が発生して、隣接信号に干渉を与えるときがある。

増幅器に、単一の周波数の信号が入力されるときと、複数の周波数の信号が入力されるときとを比較すると、増幅器の飽和出力電力に違いがある。

- (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)

衛星通信で用いられる伝送帯域における各種の干渉を軽減する有効な手段の一つとしての、帯域内スペクトルの均一化について述べた次のA～Cの文章は、 (キ) 。

- A 近隣に、同一周波数帯域を使用するビーム、偏波又は衛星が存在する場合、搬送波相互間の干渉、相互変調積による干渉等を軽減するためには、互いに帯域内スペクトルの均一化を図ることが有効である。
- B アナログ変調方式の帯域内スペクトルの均一化方法として、ベースバンド信号へのエネルギー拡散符号の付加が用いられる。
- C デジタル変調方式の帯域内スペクトルの均一化方法として、FEC (Forward Error Correction) の付加が用いられる。

<(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)

アンテナのサイドローブ特性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>

開口アンテナは、一次放射器として用いられるコルゲートホーンなどの開口部や二次放射器周辺に電波吸収材を装着することにより、バックローブやサイドローブの発生を軽減することができる。

一般に、反射鏡アンテナのサイドローブは、反射鏡面のひずみなどによる位相誤差並びに副反射鏡、その支柱及び一次放射器によるブロッキングなどにより発生するほか、アンテナ開口面の照度分布の影響を受ける。

サイドローブが大きくなると、アンテナ正面方向のほかにサイドローブの指向する方向の熱エネルギーの影響も受けてアンテナの雑音温度が上昇するため、衛星通信においては、サイドローブ対策が重要となる。

フェーズドアレーアンテナは、複数の素子アンテナにそれぞれ移相器を接続し、それらの出力の位相を一致させて合成することにより、サイドローブの発生を常にゼロにして使用される。