

FB501

第一級陸上無線技術士「無線工学B」試験問題

(参考) 試験問題の図中の抵抗などは、旧図記号を用いて表記しています。

25問 2時間30分

A - 次の記述は、自由空間内を伝搬する電波の偏波について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 電波の進行方向に垂直な面上で、互いに直交する方向の電界成分の位相差が □ A [rad] 又は π [rad] の電波は、直線偏波である。
- (2) 電波の進行方向に垂直な面上で、振幅の等しい二つの直交する電界成分の位相差が □ B [rad] の電波は、円偏波である。
- (3) 電波の進行方向に垂直な面上で、進行方向に向かって電界ベクトルが時間の経過とともに反時計回りの方向に回転する楕円偏波を一般に □ C 楕円偏波という。

	A	B	C
1	$\pi/2$	π	右旋
2	$\pi/2$	$\pi/2$	右旋
3	0	π	左旋
4	0	π	右旋
5	0	$\pi/2$	左旋

A - 2 周波数が 50 [MHz] の電波を、素子の太さが等しい二線式折返し半波長ダイポールアンテナで受信した場合の最大受信機入力電圧が 4.8 [mV] であった。このときの受信電界強度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナ回路(給電線を含む)と受信機の入力回路は整合しており、アンテナの最大感度の方向は到来電波の方向と一致しているものとする。

- 1 0.6 [mV/m] 2 0.9 [mV/m] 3 1.2 [mV/m] 4 1.8 [mV/m] 5 2.5 [mV/m]

A - 3 次の記述は、アンテナの利得と指向性及び受信電力について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 受信アンテナの利得や指向性は、可逆の定理により、送信アンテナとして用いた場合と同じである。
- 2 自由空間中で送信アンテナに受信アンテナを対向させて電波を受信するときの受信電力は、フリスの伝達公式により求めることができる。
- 3 等方性アンテナの相対利得は、損失のない半波長ダイポールアンテナの 約 0.6倍であり、約 2.15 dB である。
- 4 微小ダイポールの絶対利得は、等方性アンテナの約 1.64 倍であり、約 2.15 [dB] である。
- 5 同じアンテナを複数個並べたアンテナの指向性は、アンテナ単体の指向性に配列指向係数を掛けたものに等しい。

A - 4 次の記述は、アンテナの周波数特性について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 一般のアンテナの □ A は、指向特性や利得に比べて、周波数の変化に対して敏感に変化する。
- (2) 半波長ダイポールアンテナでは、アンテナ素子が太い方が帯域幅が □ B 。
- (3) 対数周期ダイポールアレ - アンテナは、□ C にわたって、ほぼ一定のインピーダンスを持つ。

	A	B	C
1	実効面積	広い	広帯域
2	実効面積	狭い	狭帯域
3	入力インピーダンス	広い	広帯域
4	入力インピーダンス	狭い	狭帯域
5	入力インピーダンス	狭い	広帯域

A - 5 次の記述は、図に示すように、パラボラアンテナを用いてマイクロ波無給電中継を行う場合の送受信点間の伝搬損失について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、各アンテナにおける給電系の損失は無視できるものとする。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 送信アンテナの絶対利得を G_t (真数)、送信電力を P_t [W]、無給電中継点におけるパラボラアンテナ 1 の絶対利得を G_1 (真数)、送信点と無給電中継点間の自由空間伝搬損失を Γ_1 とすれば、パラボラアンテナ 1 の最大受信有能電力 P_1 [W] は、次式となる。

$$P_1 = \square A \times P_t \quad [W]$$

したがって、送信点と無給電中継点間の区間損失 L_1 は、□A の逆数で表せる。

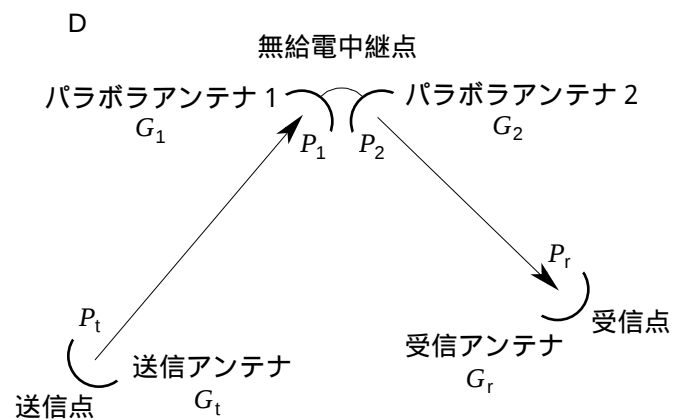
同様にして、絶対利得 G_2 (真数) のパラボラアンテナ 2 から再放射された電力を P_2 [W]、無給電中継点と受信点間の自由空間伝搬損失を Γ_2 とすれば、絶対利得 G_r (真数) の受信アンテナの最大受信有能電力 P_r [W] 及び無給電中継点と受信点間の区間損失 L_2 を求めることができる。

- (2) 無給電中継の送受信点間の区間損失 L_{tr} は、 P_t/P_r であり、 $P_2 = \square B$ [W] であるから、 L_{tr} は、次式で表される。

$$L_{tr} = \square C$$

- (3) (1) 及び (2) より、 G_t 及び G_r を含まないときの送受信点間の伝搬損失 Γ は、□D となる。

	A	B	C	
1	$\frac{\Gamma_1}{G_t G_1}$	P_1	$L_1 L_2$	$\frac{G_1 G_2}{\Gamma_1 \Gamma_2}$
2	$\frac{\Gamma_1}{G_t G_1}$	$\frac{G_2 P_1}{G_1}$	$\sqrt{L_1 L_2}$	$\frac{G_1 G_2}{\Gamma_1 \Gamma_2}$
3	$\frac{G_t G_1}{\Gamma_1}$	P_1	$\sqrt{L_1 L_2}$	$\frac{\Gamma_1 \Gamma_2}{G_1 G_2}$
4	$\frac{G_t G_1}{\Gamma_1}$	$\frac{G_2 P_1}{G_1}$	$\sqrt{L_1 L_2}$	$\frac{G_1 G_2}{\Gamma_1 \Gamma_2}$
5	$\frac{G_t G_1}{\Gamma_1}$	P_1	$L_1 L_2$	$\frac{\Gamma_1 \Gamma_2}{G_1 G_2}$



A - 6 次の記述は、平面波が有限な導電率の導体中へ浸透する深さを表す表皮厚さ(深さ)について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、平面波はマイクロ波とし、 e を自然対数の底とする。

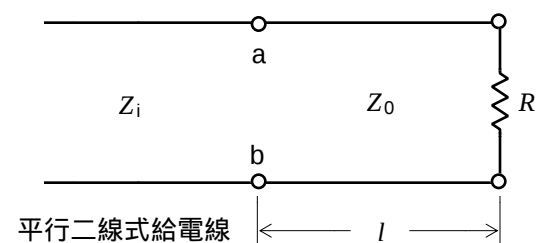
- (1) 表皮厚さは、導体表面の電磁界強度が □A に減衰するときの導体表面からの距離をいう。
 (2) 表皮厚さは、導体の導電率が □B なるほど薄くなる。
 (3) 表皮厚さが □C なるほど、減衰定数は小さくなる。

	A	B	C
1	$1/e$	大きく	厚く
2	$1/e$	小さく	薄く
3	$1/(2e)$	小さく	薄く
4	$1/(2e)$	小さく	厚く
5	$1/(2e)$	大きく	薄く

A - 7 図に示すように、特性インピーダンスが Z_i [Ω] の平行二線式給電線と負荷抵抗 R [Ω] との間に特性インピーダンスが Z_0 [Ω] で、長さが l [m] の給電線を挿入して整合させた場合の Z_0 と l の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、端子 ab から負荷側を見たインピーダンス Z_{ab} [Ω] は、波長を λ [m] とすると次式で与えられる。また、各線路は無損失線路とし、 R 、 Z_i 、 Z_0 の値は、それぞれ異なり、 n は 0 又は正の整数とする。

$$Z_{ab} = Z_0 \left(\frac{R \cos(2\pi l/\lambda) + j Z_0 \sin(2\pi l/\lambda)}{Z_0 \cos(2\pi l/\lambda) + j R \sin(2\pi l/\lambda)} \right)$$

	Z_0		l	
1	$\sqrt{R Z_i}$ [Ω]	$\lambda/2$	$n\lambda/4$	0m
2	$\sqrt{R Z_i}$ [Ω]	$\lambda/4$	$n\lambda/2$	0m
3	$\sqrt{R Z_i/2}$ [Ω]	$\lambda/4$	$n\lambda/4$	0m
4	$\sqrt{R Z_i/2}$ [Ω]	$\lambda/8$	$n\lambda/2$	0m
5	$\sqrt{R Z_i/2}$ [Ω]	$\lambda/8$	$n\lambda/4$	0m



A - 8 図 1 は同軸線路の断面図であり、図 2 は平行平板線路の断面図である。これら二つの線路の特性インピーダンスが等しく、同軸線路の外部導体の内径 b [m] と内部導体の外径 a [m] との比 (b/a) の値が 4 であるときの平行平板線路の誘電体の厚さ d [m] と導体の幅 W [m] との比 (d/W) の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、両線路とも無損失であり、誘電体は同一とする。また、誘電体の比誘電率を ϵ_r とし、自由空間の固有インピーダンスを Z_0 [Ω] とすると、平行平板線路の特性インピーダンス Z_p [Ω] は、 $Z_p = Z_0 / \sqrt{\epsilon_r} \times (d/W)$ で表され、 $\log_{10} 2 = 0.3$ とする。

- 1 0.11
- 2 0.15
- 3 0.22
- 4 0.30
- 5 0.37

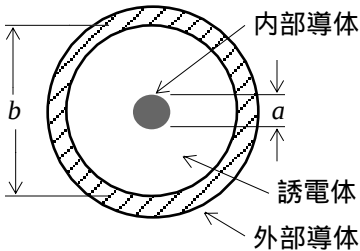


図 1

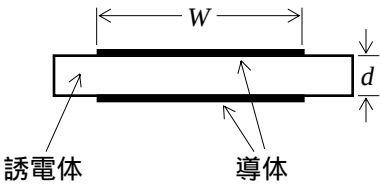
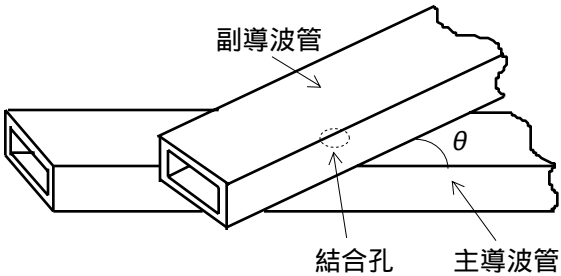


図 2

A - 9 次の記述は、図に示す主導波管と副導波管を交差角 θ を持たせて重ね合わせて結合孔を設けたベータ孔方向性結合器について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、導波管内の伝送モードは、 TE_{10} とし、 θ は 90 度より小さいものとする。

- 1 主導波管と副導波管は、H 面を重ね合わせる。
- 2 電界結合した電磁波が副導波管内を対称に両方向に進み、また、磁界結合した電磁波が副導波管を一方方向に進む性質を利用する。
- 3 θ をある一定値にすることで、電界結合して左右に進む一方の電磁波を磁界結合した電磁波で打ち消すと同時に他方向の電磁波に相加わるようにする。
- 4 電界結合した電磁波の大きさは、 $\cos \theta$ にほぼ比例して変わるが、磁界結合した電磁波の大きさは、 θ に無関係である。
- 5 2 結合孔方向性結合器のように通路差を利用しないので、広帯域で使用する事ができる。



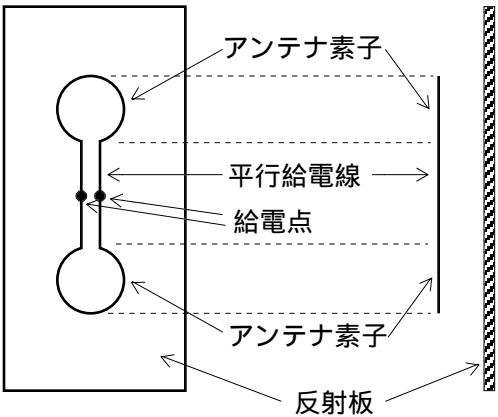
A - 10 次の記述は、3 素子八木アンテナの帯域幅について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 半波長ダイポールアンテナの帯域幅よりも狭い。
- 2 放射器、導波器及び反射器の導体が太いほど、帯域幅が広い。
- 3 導波器の長さが中心周波数における長さよりも短めの方が、帯域幅が広い。
- 4 反射器の長さが中心周波数における長さよりも短めの方が、帯域幅が広い。
- 5 利得が最高になるように各部の寸法を選べると、帯域幅が狭くなる。

A - 11 次の記述は、図に示す反射板付きの水平偏波用双ループアンテナについて述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、二つのループアンテナの間隔は約 0.5 波長で、反射板とアンテナ素子の間隔は約 0.25 波長とする。

- (1) 二つのループアンテナの円周の長さは、それぞれ約 □ A □ 波長である。
- (2) 指向性は、□ B □ と等価であり、垂直面内で □ C □ となる。

A	B	C
1 1	スーパースタイルアンテナ	8 字特性
2 1	反射板付き 4 ダイポールアンテナ	単一指向性
3 0.5	スーパースタイルアンテナ	単一指向性
4 0.5	反射板付き 4 ダイポールアンテナ	8 字特性
5 0.5	反射板付き 4 ダイポールアンテナ	単一指向性



正面図

側面図

A - 12 開口面の縦及び横の長さがそれぞれ 40〔cm〕及び 83〔cm〕の角錐ホーンアンテナを、周波数 6〔GHz〕で使用したときの絶対利得の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電界(E)面及び磁界(H)面の開口効率を、それぞれ 0.75 及び 0.8 とする。

- 20 1〔dB〕
2
25 〔dB〕
3
30 〔dB〕
4
35 〔dB〕
5
40 〔dB〕

A - 13 次の記述は、円錐ホーンレフレクタアンテナについて述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1
開口面上に電波を散乱するものがないので、優れた放射特性を持っている。
2
直線偏波で励振しても、交差偏波成分が現れない。
3
円偏波で励振すると、ビームの方向が偏波の旋回方向によって中心から互いに反対方向にずれる。
4
給電に用いる導波管を基本モードで励振したときの開口効率は、ホーンの開き角が小さいほど良くなる。
5
反射鏡からの反射波が給電点にほとんど戻らないために、広帯域にわたってインピーダンスの不整合が生じにくい。

A - 14 地上高が 30〔m〕のアンテナから周波数 150〔MHz〕の電波を送信したとき、送信点から 15〔km〕離れた地上高 10〔m〕の受信点における電界強度として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、受信点における自由空間電界強度を 500〔μV/m〕とし、大地は完全導体平面でその反射係数を -1 とする。

- 1
63 〔μV/m〕
2
95 〔μV/m〕
3
126 〔μV/m〕
4
190 〔μV/m〕
5
254 〔μV/m〕

A - 15 次の記述は、フレネルゾーンについて述べたものである。 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1)
図において、距離 d 〔m〕離れた送信点 T と受信点 R を結ぶ線分 TR 上の点 O を含み、線分 TR に垂直な平面 S がある。S 上の点 P を通る電波の通路長 (TP + PR A)との通路差が $\lambda/2$ の整数倍となる点 P の軌跡は、S 面上で複数の同心円となる。また、S が直線 TR 上を移動したとき、T、R を焦点と線分 TR を回転軸とする回転楕円体となる。ただし、TO、ORの距離をそれぞれ d_1 〔m〕、 d_2 〔m〕、また、波長を λ 〔m〕とする。
(2)
回転楕円体に囲まれた領域をフレネルゾーンといい、最も内側の領域を第 1 フレネルゾーン、以下、第 2 、第 3、第 n フレネルゾーンという。第 n フレネルゾーンの円の半径は、約 B 〔m〕となる。
(3)
見通し内で無線回線を設定する場合には自由空間に近い良好な伝搬路を保つ必要があり、一般には、少なくとも障害物が第 1 フレネルゾーンに入らないようにクリアランスを設ける必要がある。

- A
B

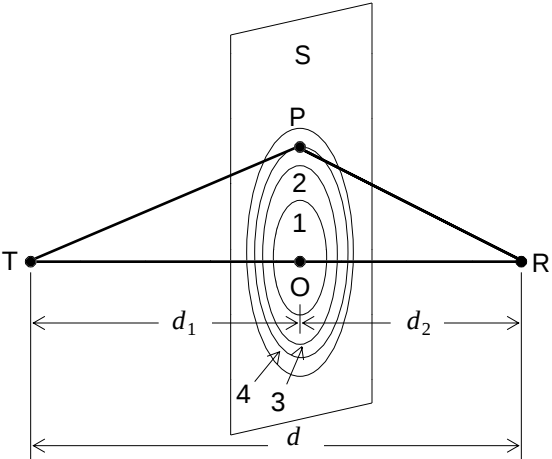
1
 $d_1 + d_2$
 $\sqrt{n\lambda \frac{d_1 d_2}{d_1 + d_2}}$

2
 $d_1 + d_2$
 $\sqrt{\frac{2\lambda d_1 d_2}{n(d_1 + d_2)}}$

3
 $d_1 + d_2$
 $\sqrt{\frac{d_1 d_2}{n\lambda (d_1 + d_2)}}$

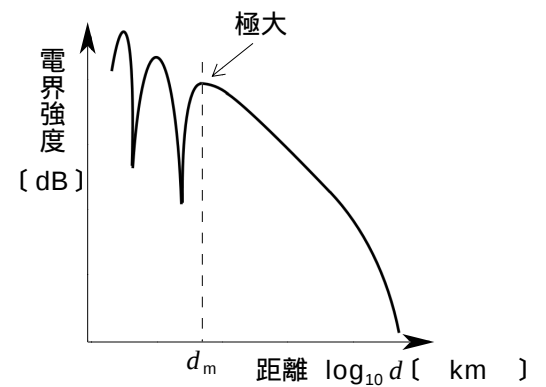
4
 $d - d_2$
 $\sqrt{n\lambda \frac{d_1 d_2}{d_1 + d_2}}$

5
 $d - d_2$
 $\sqrt{\frac{2\lambda d_1 d_2}{n(d_1 + d_2)}}$



A - 16 高さ 300〔m〕の送信アンテナから周波数 200〔MHz〕の電波を放射し、十分遠方で高さ 25〔m〕の受信アンテナで受信するときに、図に示す受信電界強度が極大となる点の送信アンテナからの距離の値 d_m 〔km〕の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、大地は平面とし、大地の反射係数は、-1 とする。

- 1 5〔km〕
- 2 10〔km〕
- 3 15〔km〕
- 4 20〔km〕
- 5 25〔km〕



A - 17 次の記述は、衛星 - 地上間通信における電離層の影響について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 電波が電離層を通過する際、その振幅、位相などに □ A の不規則な変動を生ずる場合があり、これを電離層シンチレーションといい、その発生は受信点の □ B と時刻とに依存する。
- (2) 電波が電離層を通過する際、その偏波面が回転するファラデー回転（効果）により、□ C を用いる衛星通信に影響を与える。

	A	B	C
1	長周期	経度	直線偏波
2	長周期	緯度	円偏波
3	短周期	緯度	円偏波
4	短周期	経度	円偏波
5	短周期	緯度	直線偏波

A - 18 次の記述は、実効長が既知のアンテナを接続した受信機において、所要の信号対雑音比（ S/N ）を確保して受信することができる最小受信電界強度を受信機の雑音指数から求める過程について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、受信機の等価雑音帯域幅を B 〔Hz〕とし、アンテナの放射抵抗を R_r 〔 Ω 〕、実効長を l_e 〔m〕、最小受信電界強度を E_{min} 〔V/m〕及び受信機の入力インピーダンスを R_i 〔 Ω 〕とすれば、等価回路は図のように示されるものとする。また、アンテナ、給電線及び受信機はそれぞれ整合しているものとし、外来雑音は無視するものとする。

- (1) 受信機の入力端の有能雑音電力 N_i は、ボルツマン定数を k 〔J/K〕、絶対温度を T 〔K〕とすれば、次式で表される。

$$N_i = kTB \quad [\text{W}] \quad \dots\dots$$

アンテナからの有能信号電力 S_i は、次式で表される。

$$S_i = \quad \square A \quad [\text{W}] \quad \dots\dots$$

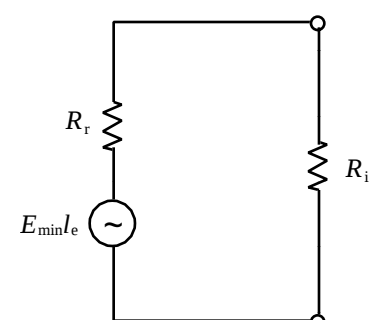
- (2) 受信機出力端における S/N は、受信機の雑音指数 F と式 を用いて表すことができるので、 S_i は、次式のようにになる。

$$S_i = \quad \square B \quad [\text{W}] \quad \dots\dots$$

- (3) 式 と から、 E_{min} は次式で表されるので、 F を測定することにより、受信可能な最小受信電界強度が求められる。

$$E_{min} = \quad \square C \quad [\text{V/m}]$$

	A	B	C
1	$(E_{min} l_e)^2 \frac{1}{R_r}$	$\frac{kTB}{F(S/N)}$	$l_e \sqrt{\frac{4kTBR_r}{F(S/N)}}$
2	$(E_{min} l_e)^2 \frac{1}{R_r}$	$FkTB(S/N)$	$\frac{1}{l_e} \sqrt{4FkTBR_r(S/N)}$
3	$(E_{min} l_e)^2 \frac{1}{4R_r}$	$FkTB(S/N)$	$\frac{1}{l_e} \sqrt{4FkTBR_r(S/N)}$
4	$(E_{min} l_e)^2 \frac{1}{4R_r}$	$\frac{kTB}{F}(S/N)$	$l_e \sqrt{\frac{4kTBR_r(S/N)}{F}}$
5	$(E_{min} l_e)^2 \frac{1}{4R_r}$	$\frac{kTB}{F(S/N)}$	$l_e \sqrt{\frac{4kTBR_r}{F(S/N)}}$



A - 19 次の記述は、送信用アンテナ（被測定アンテナ）の利得を置換法によって測定する方法について述べたものである。 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 標準半波長ダイポールアンテナを図 1 のように接続して、高周波発振器を試験周波数に合わせ給電回路と整合させた後、スイッチ S を交互に切り換えたときの電界強度測定器の指示値が通常、 A ように減衰器を調節する。このときの減衰量を D_1 [dB] とする。
- (2) 次に、標準半波長ダイポールアンテナに換えて、被測定アンテナを図 2 のように接続し、高周波発振器を試験周波数に合わせ、(1)と同様に調節したときの減衰量を D_2 [dB] とすると、標準半波長ダイポールアンテナを基準にした被測定アンテナの B 利得 G は次式で表される。ただし、(1) 及び (2) の測定において、受信点における電界強度を等しくするものとする。

$G =$ C [dB]

A	B	C
1 等しくなる	動作	$D_2 - D_1$
2 等しくなる	指向性	$D_2 - D_1$
3 等しくなる	動作	$D_2 + D_1$
4 20 [dB] 異なる	動作	$D_2 + D_1$
5 20 [dB] 異なる	指向性	$D_2 - D_1$

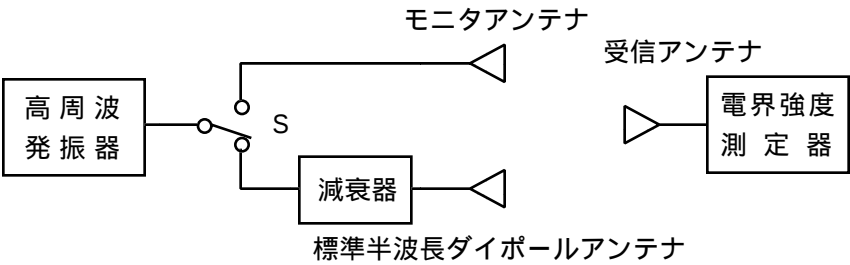


図 1

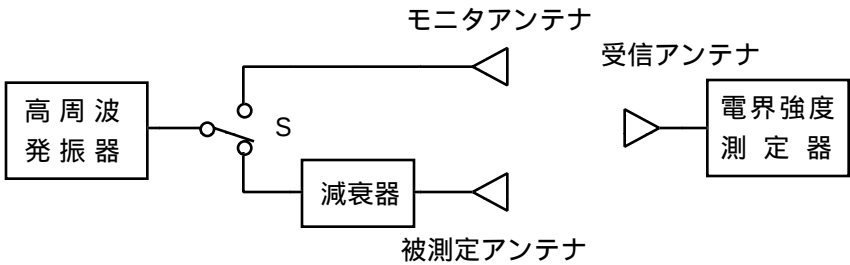


図 2

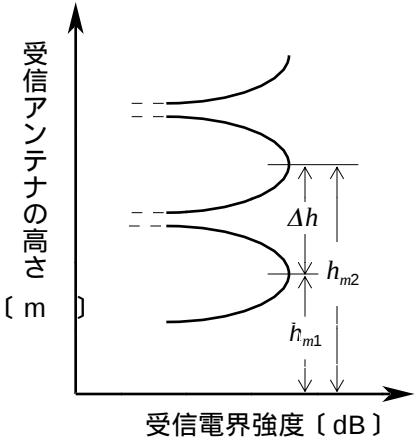
A - 20 次の記述は、ハイトパターンの測定について述べたものである。 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、波長を λ [m] とし、大地は完全導体平面でその反射係数を -1 とする。

- (1) 超短波 (VHF) の電波伝搬において、送信アンテナの地上高、送信周波数、送信電力及び送受信点間距離を一定にして、受信アンテナの高さを上下に移動させて電界強度を測定すると、直接波と大地反射波との干渉により、図に示すようなハイトパターンが得られる。
- (2) 直接波と大地反射波との通路差 Δl は、送信及び受信アンテナの高さをそれぞれ h_1 [m]、 h_2 [m]、送受信点間の距離を d [m] とし、 d ($h_1 + h_2$) とすると、次式で表される。

Δl A [m]

- (3) ハイトパターンの受信電界強度が極大になる受信アンテナの高さ h_{m2} と h_{m1} の差 Δh は、 B [m] である。

A	B
1 $\frac{2h_1h_2}{d}$	$\frac{\lambda d}{2\pi h_1}$
2 $\frac{2h_1h_2}{d}$	$\frac{\lambda d}{2h_1}$
3 $\frac{2h_1h_2}{d}$	$\frac{\lambda d}{4\pi h_1}$
4 $\frac{4h_1h_2}{d}$	$\frac{\lambda d}{2\pi h_1}$
5 $\frac{4h_1h_2}{d}$	$\frac{\lambda d}{2h_1}$



B - 1 次の記述は、アンテナの指向性利得とビーム立体角との関係を求める過程について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 図に示すように、極座標の原点 O に置かれた開口面アンテナから放射される電波の電力束密度を $P(\theta, \phi)$ [W/sr]、その最大放射方向の電力束密度を $P(\theta, \phi)_{\max}$ [W/sr] 及び同じ位置に置かれた等方性アンテナから放射される電波の電力束密度を P_a [W/sr] とすると、指向性利得 G (真数) は、次式で表される。

$$G = \frac{P(\theta, \phi)_{\max}}{P_a} \dots\dots$$

- (2) P_a は、□電力 P_t [W] をアンテナの周りの全立体角で割ったものに等しいから、次式のように表される。

$$P_a = \frac{P_t}{4\pi} \dots\dots$$

- (3) 式 を □へ代入し、ビーム立体角を B [sr] とすると、 G は、次式で表される。

$$G = \frac{P_t}{B P_a} \dots\dots$$

- (4) 式 において、 P_t は、 $P(\theta, \phi)$ をアンテナの周り全体について積分したものに等しいから、次式で表される。

$$P_t = \int_0^{2\pi} d\phi \int_0^\pi P(\theta, \phi) \sin\theta d\theta \quad [\text{W}] \dots\dots$$

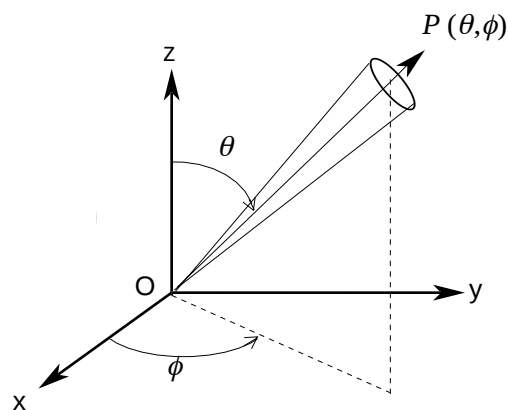
また、式 、 、 及び から B は、次式で表される。

$$B = \frac{\int_0^{2\pi} d\phi \int_0^\pi P(\theta, \phi) \sin\theta d\theta}{P(\theta, \phi)_{\max}} \quad [\text{sr}]$$

B の値が □ほど、狭い立体角内に全放射電力が集中していることになり、指向性利得が大きいことになる。

- (5) 水平及び垂直面内のビーム幅 (3 dB ビーム幅) をそれぞれ θ_H [rad] 及び θ_V [rad] とすれば B は $\theta_H \times \theta_V$ で近似できるから、 θ_H 及び θ_V を「度」で表したものを、それぞれ θ_{Hd} 及び θ_{Vd} とし、これらを用い、式 を整理すると、次式が得られる。

$$G = \frac{P(\theta, \phi)_{\max}}{P_a} \frac{4\pi}{\theta_{Hd} \theta_{Vd}} \dots\dots$$



- | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|---|----|---|--------|---|-----|----|--|
| 1 | $\frac{P(\theta, \phi)_{\max}}{P_a}$ | 2 | 放射 | 3 | 4π | 4 | 大きい | 5 | $\frac{20,626}{\theta_{Hd} \theta_{Vd}}$ |
| 6 | $\frac{P(\theta, \phi)_{\max}}{2P_a}$ | 7 | 入射 | 8 | 2π | 9 | 小さい | 10 | $\frac{41,253}{\theta_{Hd} \theta_{Vd}}$ |

B - 2 次の記述は、図 1 に示す分割同軸バランについて述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、分割同軸給電線の 2 本の溝は長さが l [m] で、幅が無視できる程度に狭いものとし、同軸給電線及び平衡給電線の実効インピーダンスを、それぞれ Z_0 [Ω] 及び Z_p [Ω] とし、波長を λ [m] とする。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 等価回路は図 2 で示され、同軸給電線と、インピーダンス Z_s が並列に接続された平衡給電線とを巻線比が □の理想変成器によって結合したものとなっている。 Z_s [Ω] は、分割同軸給電線の実効インピーダンス W_s [Ω] を用いて、次式によって表される。

$$Z_s = \frac{W_s}{n^2} \quad [\Omega] \dots\dots$$

- (2) l が □ [m] のとき、上式より Z_s は無限大になり、同軸給電線の終端には □ [Ω] の負荷のみが接続されて、インピーダンスの整合がとれるとともに平衡と不平衡の変換が行われる。

- (3) l が □ [m] 以外ときには、式 で与えられるインピーダンスが Z_p に並列に接続されたかたちとなる。このとき、平衡と不平衡の変換は維持 □。

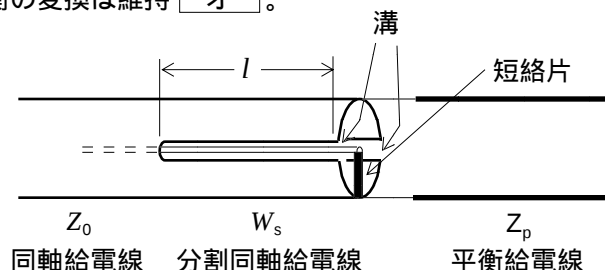


図 1

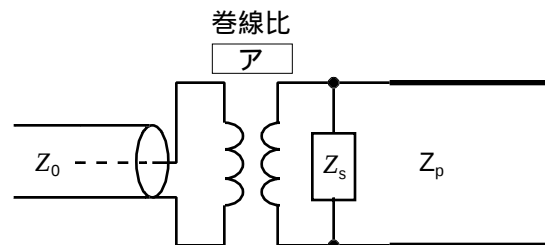
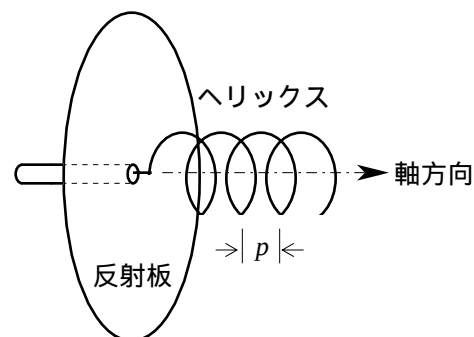


図 2

- | | | | | | | | | | |
|---|------|---|---|---|-------------|---|---------|----|------|
| 1 | 1: 4 | 2 | $j W_s \cot\left(\frac{2\pi}{\lambda} l\right)$ | 3 | $\lambda/4$ | 4 | $Z_p/4$ | 5 | されない |
| 6 | 1: 2 | 7 | $j W_s \tan\left(\frac{2\pi}{\lambda} l\right)$ | 8 | $\lambda/2$ | 9 | $Z_p/2$ | 10 | される |

B - 3次の記述は、図に示すヘリカルアンテナについて述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、ヘリックスのピッチ p は、数分の 1 波長程度とする。

- (1) ヘリックスの 1 巻きの長さが 1 波長に近くなると、電流はヘリックスの軸に沿った □ア となる。
- (2) ヘリックスの 1 巻きの長さが 1 波長に近くなると、ヘリックスの □イ に主ビームが放射される。
- (3) ヘリックスの 1 巻きの長さが 1 波長に近くなると、偏波は、□ウ 偏波になる。
- (4) ヘリックスの巻数を少なくすると、主ビームの半値角が □エ なる。
- (5) ヘリックスの全長を 2.5 波長以上にすると、入力インピーダンスがほぼ一定になるため、使用周波数帯域が □オ 。



- | | | | | |
|-------|-----------|------|-------|---------|
| 1 進行波 | 2 軸と直角の方向 | 3 直線 | 4 小さく | 5 広くなる |
| 6 定在波 | 7 軸方向 | 8 円 | 9 大きく | 10 狭くなる |

B - 4次の記述は、超短波（VHF 帯）の地上伝搬において、伝搬路上に山岳がある場合の電界強度に関して述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 図において、送信点 T から山頂の点 M を通って受信点 R に到達する通路は、TMR、 T_1MPR 、 TMP_2R 、 TP_1MP_2R の 4 通りある。この各通路に対応して、それぞれの □ア を、 $\dot{S}_1$ 、 $\dot{S}_2$ 、 $\dot{S}_3$ 、 $\dot{S}_4$ とすれば、受信点 R における電界強度は、次式で表される。ただし、山岳がない場合の受信点の自由空間電界強度を $\dot{E}_0$ [V/m]、大地の反射点 P_1 及び P_2 における大地反射係数をそれぞれ $\dot{R}_1$ 、 $\dot{R}_2$ とする。

$$\dot{E} = \dot{E}_0 (\dot{S}_1 + \dot{R}_1 \dot{S}_2 + \dot{R}_2 \dot{S}_3 + \text{□イ}) \quad [\text{V/m}] \quad \dots$$

- (2) 送信点 T から山頂の点 M までの直接波と大地反射波の位相差 φ_1 [rad] 及び山頂の点 M から受信点 R までの直接波と大地反射波の位相差 φ_2 [rad] とし、 $\dot{R}_1 = \dot{R}_2 = 1$ 、 $|\dot{S}| = |\dot{S}_1| = |\dot{S}_2| = |\dot{S}_3| = |\dot{S}_4|$ とすれば、式は、次式で表される。

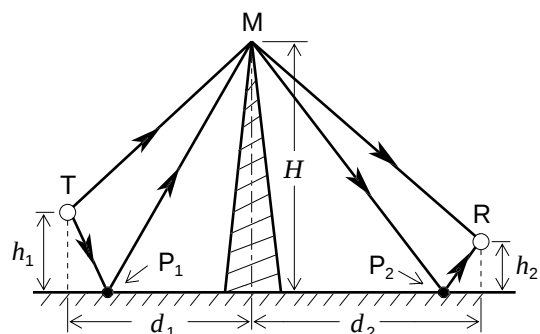
$$\dot{E} = \dot{E}_0 \times |\dot{S}| \times (1 - e^{-j\varphi_1} - e^{-j\varphi_2} + \text{□ウ}) \quad [\text{V/m}] \quad \dots$$

式を書き換えると次式で表される。

$$\dot{E} = \dot{E}_0 \times |\dot{S}| \times (1 - e^{-j\varphi}) (\text{□エ}) \quad [\text{V/m}] \quad \dots$$

- (3) 式を、電波の波長 λ [m]、送受信アンテナ高 h_1 [m]、 h_2 [m]、山頂の高さ H [m]、送受信点から山頂直下までのそれぞれの水平距離 d_1 [m] 及び d_2 [m] を使って書き直すと、受信電界強度の絶対値 E は、次式で表される。

$$E = |\dot{E}_0| \times |\dot{S}| \times \left| 2 \sin \left(\frac{2\pi h_1 H}{\lambda d_1} \right) \right| \times \text{□オ} \quad [\text{V/m}]$$



- | | | | | |
|--------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|--|
| 1 散乱係数 | 2 $\dot{R}_1 \dot{R}_2 \dot{S}_4$ | 3 $e^{-j(\varphi_1 + \varphi_2)}$ | 4 $1 + e^{-j\varphi_2}$ | 5 $\left 2 \cos \left(\frac{2\pi h_2 H}{\lambda d_2} \right) \right $ |
| 6 回折係数 | 7 $\dot{R}_1 \dot{R}_2 \dot{S}_4^2$ | 8 $e^{-j(\varphi_1 - \varphi_2)}$ | 9 $1 - e^{-j\varphi_2}$ | 10 $\left 2 \sin \left(\frac{2\pi h_2 H}{\lambda d_2} \right) \right $ |

B - 5次の記述は、アンテナの測定について述べたものである。このうち正しいものを 1、誤っているものを 2 として解答せよ。

- ア アンテナの測定項目には、入力インピーダンス、利得、指向性、偏波などがある。
- イ 三つのアンテナを用いる場合、これらのアンテナの利得が未知であると、それぞれの利得を求めることはできない。
- ウ 開口面アンテナの指向性を測定する場合の送受信アンテナの離すべき最小距離は、開口面の大きさ和使用波長によって異なる。
- エ 大形のアンテナの測定を電波暗室で行えない場合には、アンテナの寸法を所定の大きさまで縮小し、本来のアンテナの使用周波数に縮小率を掛けた低い周波数で測定する。
- オ 円偏波アンテナの測定をする場合には、円偏波の電波を送信して測定することができるほか、直線偏波のアンテナを送信アンテナに用い、そのビーム軸のまわりに回転させながら測定することもできる。