

XB909

第一級海上無線通信士「無線工学 B」試験問題

25 問 2 時間 30 分

A-1 比誘電率が 4 で、比透磁率が 1 の均一な媒質中における平面波の位相速度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、媒質の導電率は零とする。

- 1 6.0×10^7 [m/s]
- 2 9.0×10^7 [m/s]
- 3 1.5×10^8 [m/s]
- 4 3.5×10^8 [m/s]
- 5 7.0×10^8 [m/s]

A-2 次の記述は、微小ダイポールによる電磁界の三成分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、波長を λ [m] とする。

- 1 静電界の大きさは、距離の 2 乗に反比例するので、アンテナの極めて近傍では他の二成分より大きい。
- 2 誘導電磁界は、ビオ・サバルの法則に相当する磁界とそれに対応する電界であり、その大きさは、距離の 2 乗に反比例する。
- 3 放射電磁界の大きさは、距離に反比例する。
- 4 放射電磁界は、三成分のうちで最も遠方まで伝搬することができ、一般に電磁波と呼ばれている。
- 5 アンテナからの距離が $\lambda/(2\pi)$ [m] のところで、三成分の電界の大きさが等しくなる。

A-3 次の記述は、図 1 に示す 1/4 波長垂直接地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、大地は完全導体平面とし、図 1 及び図 2 のアンテナの給電電流 I [A] は等しいものとする。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

(1) 1/4 波長垂直接地アンテナは、大地を完全導体平面とすると、大地に対して図 1 に示すような影像を考慮することができる。したがって、この 1/4 波長垂直接地アンテナの放射電界強度は、有効部分において図 2 に示す自由空間に置かれた半波長ダイポールアンテナの放射電界強度 □ A □ 。

(2) 1/4 波長垂直接地アンテナの放射電力 P_v [W] は、1/4 波長垂直接地アンテナの放射抵抗を R_v [Ω] とすると、
 $P_v = I^2 R_v$ [W] ①

半波長ダイポールアンテナの放射電力 P_d [W] は、半波長ダイポールアンテナの放射抵抗を R_d [Ω] とすると、
 $P_d = I^2 R_d$ [W] ②

1/4 波長垂直接地アンテナは、半波長ダイポールアンテナの放射電力 P_d [W] の □ B □ の電力を放射するから、次式の関係が成立する。

$$P_v = (\square B \square) \times P_d \text{ [W] } \dots \dots \dots \text{ ③}$$

式①、②、③から、 R_v は、 R_d の □ B □ であり、約 □ C □ [Ω] となる。

A	B	C
1 と等しい	1/2	37
2 と等しい	1/2	74
3 と等しい	1/4	19
4 の 2 倍になる	1/2	74
5 の 2 倍になる	1/4	37

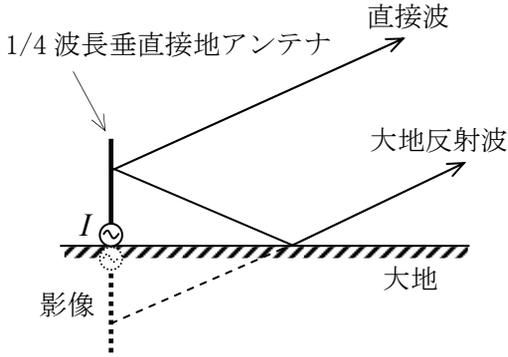


図 1

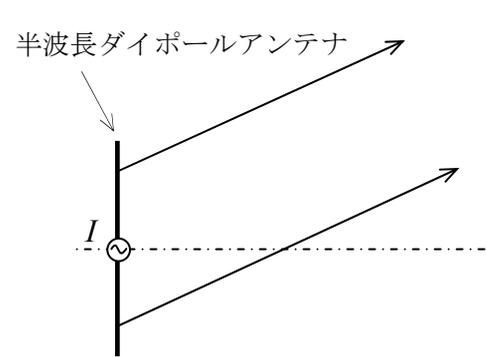


図 2

A-4 周波数 10 [GHz] で開口面積 10 [m²] のパラボラアンテナの絶対利得(真数)を測定したところ、100,000 であった。このときのアンテナの開口効率の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

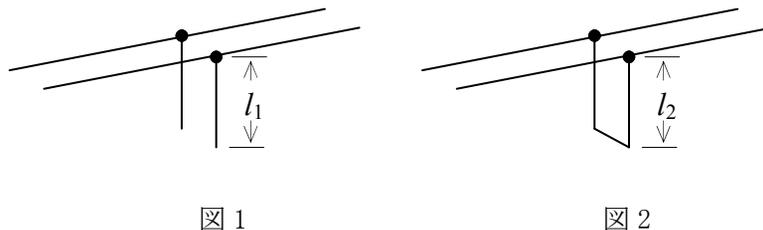
- 1 0.5
- 2 0.6
- 3 0.7
- 4 0.8
- 5 0.9

A-5 単位長当たりの静電容量及びインダクタンスがそれぞれ 5 [pF/m] 及び 5 [μ H/m] の無損失給電線を周波数 50 [MHz] で使用したときの位相定数の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $\pi/4$ [rad/m] 2 $\pi/2$ [rad/m] 3 $3\pi/4$ [rad/m] 4 π [rad/m] 5 $5\pi/6$ [rad/m]

A-6 次の記述は、平行二線式給電線にトラップ回路を取り付け、給電線に流れる第2高調波電流を除去する方法について述べたものである。このうち正しいものを下の番号から選べ。ただし、図1は長さ l_1 の終端開放、図2は長さ l_2 の終端短絡のものを示し、給電線は無損失とする。

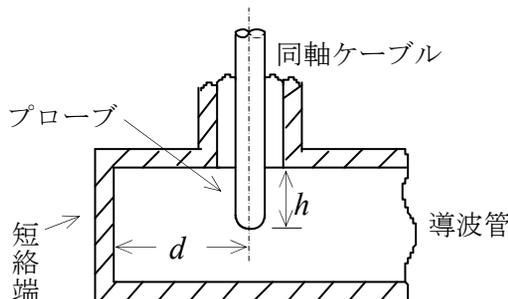
- 1 図1で、長さ l_1 を基本波の波長の1/2波長にする。
- 2 図1で、長さ l_1 を基本波の波長の1/3波長にする。
- 3 図1で、長さ l_1 を基本波の波長の1/4波長にする。
- 4 図2で、長さ l_2 を基本波の波長の1/2波長にする。
- 5 図2で、長さ l_2 を基本波の波長の1/4波長にする。



A-7 次の記述は、同軸ケーブルと導波管との結合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) 図は、一方が短絡された方形導波管の H 面の中央の位置に同軸ケーブルをコネクタで接続して、同軸ケーブルの内部導体を導波管に挿入してプローブとし、両給電回路を結合する方法の一例である。これは一般に電界結合と呼ばれており、励振モードは □ A □ モードである。
- (2) 同軸ケーブルと導波管との整合をとるには、電波を一方に送り出すために短絡端とプローブの距離 d [m] を管内波長のほぼ □ B □ とし、プローブの挿入の長さ h [m] を調整する。さらに広帯域にわたって整合をとるにはプローブの太さを □ C □ するなどの方法がとられる。

	A	B	C
1	TE ₁₁	1/4	太く
2	TE ₁₁	1/2	細く
3	TE ₁₀	1/2	細く
4	TE ₁₀	1/4	太く
5	TE ₁₀	1/4	細く



A-8 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への給電電流が 1.2[A] であるときに放射される電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナにおける損失はないものとする。

- 1 310 [W] 2 420 [W] 3 650 [W] 4 760 [W] 5 980 [W]

A-9 次の記述は、装荷ダイポー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の正しい組合せ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) 装荷ダイポールアンテナは、必要とするアンテナ特性を得るためにアンテナ上の適当な位置（複数可）にインピーダンスなどを装荷したアンテナであり、容量性になっているダイポールアンテナに □ A □ を装荷し共振させて整合をとる □ A □ 装荷、主としてアンテナの先端の近くに □ B □ を装荷しダイポールアンテナを小形化する □ B □ 装荷などがある。
- (2) 抵抗装荷は、ダイポールアンテナの □ C □ を目的としている。

	A	B	C
1	インダクタンス	キャパシタンス	信号対雑音比 (S/N) の改善
2	キャパシタンス	インダクタンス	広帯域整合
3	ダイオード	キャパシタンス	信号対雑音比 (S/N) の改善
4	インダクタンス	キャパシタンス	広帯域整合
5	キャパシタンス	インダクタンス	信号対雑音比 (S/N) の改善

A-10 次の記述は、開口面が円形のパラボラ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。

- (1) 金属板や金網などでできた回転放物面反射鏡の焦点に電磁ホーンなどの一次放射器を置き、これより放射された □ A □ を回転放物面反射鏡で反射させ、□ B □ に変換して外部へ放射する。
- (2) 絶対利得（真数）は、反射鏡の開口面積に比例し、使用 □ C □ の2乗に反比例する。
- (3) 指向性は、最大放射方向が回転放物面の回転軸に一致する □ D □ 性である。

	A	B	C	D
1	平面波	球面波	波長	単一指向
2	平面波	球面波	周波数	全方向
3	平面波	球面波	波長	全方向
4	球面波	平面波	周波数	単一指向
5	球面波	平面波	波長	単一指向

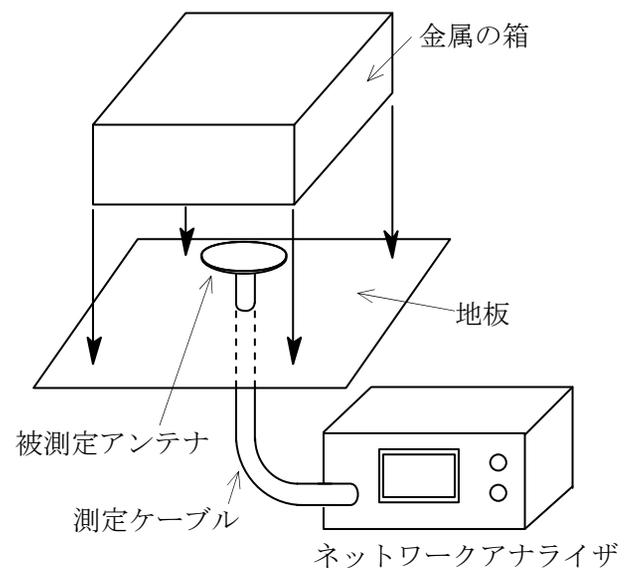
A-11 次の記述は、超短波(VHF)帯又は極超短波(UHF)帯の電波の電界強度を測定する場合の一般的注意事項について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 測定用アンテナとして半波長ダイポールアンテナを用いる場合、その素子の長さを測定周波数ごとに決められている長さに合わせる。
- 2 測定用アンテナは、測定の目的に応じた高さか、指定された高さに設定する。
- 3 測定用アンテナは、測定電波の偏波に合わせて設置し、指向性の最大方向で測定する。
- 4 測定器等の配置や測定者による影響がないようにする。
- 5 測定器の受信レベルや受信帯域等の測定範囲の限界付近で測定する方が、その範囲の中央付近で測定するよりも測定誤差の変動が少ないので望ましい。

A-12 次の記述は、図に示す小形アンテナの放射効率を測定する Wheeler cap (ウィーラー・キャップ) 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。ただし、金属の箱及び地板の大きさ及び材質は、測定条件を満たしているものとし、被測定アンテナは直列共振形とする。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 図に示すように、地板の上に置いた被測定アンテナに、アンテナ電流の分布を乱さないよう適当な形及び大きさの金属の箱をかぶせて隙間がないように密閉し、被測定アンテナの入力インピーダンスの □ A □ を測定する。この値は、アンテナからの放射がないので、アンテナの □ B □ とみなせる。
- (2) 次に金属の箱を取り除いて、同様に、被測定アンテナの入力インピーダンスの □ A □ を測定する。この値はアンテナの □ B □ と □ C □ の和である。
- (3) 放射効率は、(1)と(2)の測定値の差から求められる □ C □ を(2)で測定した □ A □ で割った値で表される。

	A	B	C
1	実数部	放射抵抗	損失抵抗
2	実数部	損失抵抗	放射抵抗
3	実数部	絶縁抵抗	損失抵抗
4	虚数部	絶縁抵抗	損失抵抗
5	虚数部	損失抵抗	放射抵抗



A-13 周囲温度が 17 [°C] のとき、給電系を含めたアンテナ系の雑音温度を測定して 180 [K] の値を得た。このときの給電系の損失 L (真数) が 1.2 (約 0.8 [dB]) であったとすると、アンテナの雑音温度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナの雑音温度を T_a [K]、周囲温度を T_0 [K] としたとき、給電系を含めたアンテナ系の雑音温度 T_A は、次式で表される。

$$T_A = \frac{T_a}{L} + \left(1 - \frac{1}{L}\right) T_0 \text{ [K]}$$

- 1 158 [K] 2 170 [K] 3 182 [K] 4 200 [K] 5 208 [K]

A-14 自由空間に置かれた半波長ダイポールアンテナから 64 [W] の電力を放射したとき、最大放射方向の受信点での電界強度が 7 [mV/m] となった。このときの送受信点間の距離の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 2 [km] 2 5 [km] 3 8 [km] 4 13 [km] 5 17 [km]

A-15 次の記述は、超短波 (VHF) 帯の電波の見通し外への伝搬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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 大気中に気温の逆転層ができると、□ A □ が発生して、一般に電波はその中にトラップされて見通し外まで伝搬する。
- (2) 標準大気中で受信点が見通し外にある場合には、電波は滑らかな球面大地に沿って進むので伝搬損失は非常に大きくなるが、伝搬路の途中に高い山があると、電波は山頂付近での □ B □ 現象により、伝搬損失が小さくなることもある。
- (3) 大気中の気温や水蒸気は絶えず変動しており、これらの関数である誘電率も絶えず変動し、その濃淡が空間的、時間的に生じている。電波がこれらの不規則な誘電率の大気の塊に当たると □ C □ を起こし、これが □ C □ 波となって見通し外まで伝搬することがある。

	A	B	C
1	跳躍フェージング	散乱	屈折
2	跳躍フェージング	回折	散乱
3	跳躍フェージング	散乱	散乱
4	ラジオダクト	回折	散乱
5	ラジオダクト	散乱	屈折

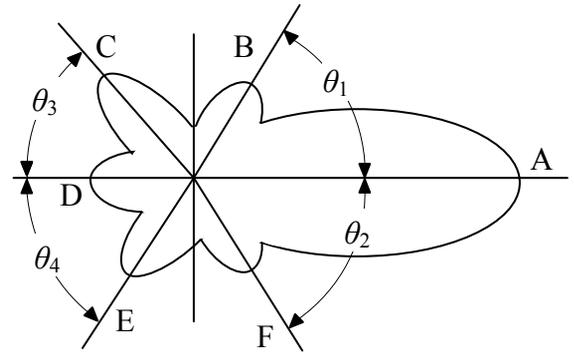
A-16 次の記述は、電離層伝搬における MUF、FOT 及び LUF について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) MUF は、ある回線で使用できる最高の周波数をいい、運用上最適といわれる周波数は、一般に MUF の □ A □ [%] に相当する周波数で、FOT と呼ばれている。
- (2) LUF は、ある回線で使用できる最低の周波数をいい、電離層における減衰が □ B □ すると高くなり、送信電力 □ C □ 。

	A	B	C
1	85	減少	を大きくすると低くなる
2	85	増加	を大きくすると低くなる
3	85	減少	には関係しない
4	50	増加	には関係しない
5	50	減少	には関係しない

A-17 図に示す電界強度の放射パターンを持つアンテナの前後(FB)比の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、メインローブ A の電界強度の最大値を 0 [dB] としたとき、B、C、D、E 及び F の各サイドローブの電界強度の最大値をそれぞれ -20 [dB]、-12 [dB]、-26 [dB]、-16 [dB] 及び -18 [dB] とし、また、角度 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 及び θ_4 をそれぞれ 58 度、58 度、48 度及び 57 度とする。

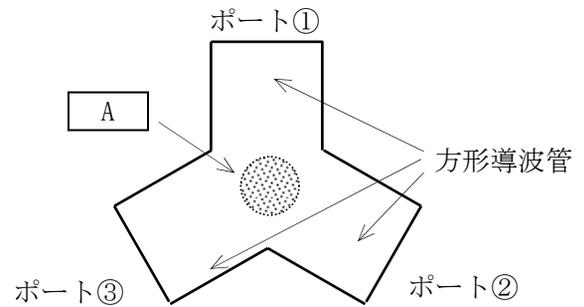
- 1 12 [dB]
- 2 14 [dB]
- 3 16 [dB]
- 4 18 [dB]
- 5 20 [dB]



A-18 次の記述は、図に示す導波管サーキュレータ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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

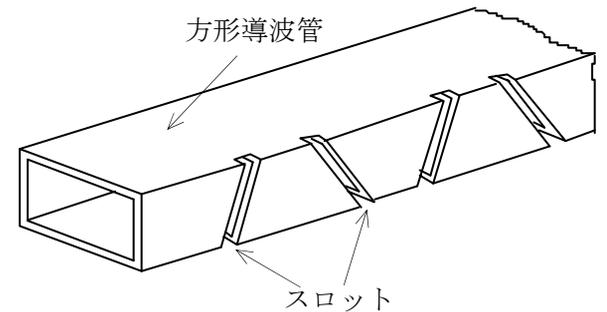
- (1) Y 接合した方形導波管の接合部の中心に円柱状の □ A □ を置き、この円柱の軸方向に適当な大きさの □ B □ を加えた構造である。
- (2) TE₁₀ モードの電磁波をポート①へ入力するとポート②へ、ポート②へ入力するとポート③へ、ポート③へ入力するとポート①へそれぞれ出力し、それぞれ他のポートへの出力は極めて小さいので、各ポート間に可逆性が □ C □。

A	B	C
1 セラミックス	静電界	ある
2 セラミックス	静電界	ない
3 フェライト	静電界	ある
4 フェライト	静磁界	ない
5 フェライト	静磁界	ある



A-19 次の記述は、図に示すスロットアレー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。ただし、方形導波管はH面が大地に平行に置かれており、管内を伝搬する電磁波はTE₁₀モードとする。

- 1 一定の長さの方形導波管の短辺側面に、スロットを数十個から百個程度設けた構造である。
- 2 指向特性は、水平面内で非常に鋭く、垂直面内では広いファンビームとなる。
- 3 スロットの間隔は、管内波長の 1/4 にした共振形とそれよりやや広くした非共振形とがある。
- 4 交互に斜めに配置したスロットの一对から放射される電波の電界の水平成分は同位相であり、垂直成分は逆位相である。
- 5 アンテナ全体から放射される電波の合成電界の方向は水平であり、水平偏波を放射する。



A-20 次の記述は、電波雑音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) 空電は、主に □ A □ の周波数の電波を用いた通信に妨害を与える。
- (2) 宇宙雑音は、□ B □ の電波を用いた通信に妨害を与える。その妨害の強度は、周波数の 2 乗にほぼ □ C □ する。

A	B	C
1 超短波 (VHF) 帯以上	超短波 (VHF) 帯	反比例
2 超短波 (VHF) 帯以上	ミリ波 (EHF) 帯	比例
3 短波 (HF) 帯以下	ミリ波 (EHF) 帯	反比例
4 短波 (HF) 帯以下	ミリ波 (EHF) 帯	比例
5 短波 (HF) 帯以下	超短波 (VHF) 帯	反比例

B-1 次の記述は、ポインティングベクトル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。

- (1) 自由空間における電磁波の伝搬において、電界強度を E [V/m]、真空の誘電率を ϵ_0 [F/m]、磁界強度を H [A/m]、真空の透磁率を μ_0 [H/m]、電界及び磁界が単位体積中に保有するエネルギーをそれぞれ W_e [J/m³] 及び W_h [J/m³] とすると、 W_e 及び W_h は、以下の式で表される。ただし、電磁波は平面波とする。

$$W_e = \text{ア} \text{ [J/m}^3\text{]}$$

$$W_h = \text{イ} \text{ [J/m}^3\text{]}$$

- (2) 電磁波の進行方向に垂直な単位面積を単位時間に通過する電磁エネルギーの大きさ P は、電磁波の伝搬速度を c [m/s] とすると、次式で表される。

$$P = \text{ウ} \times c \text{ [W/m}^2\text{]} \dots\dots\dots \text{①}$$

自由空間の固有インピーダンス Z [Ω] 及び電磁波の伝搬速度 c は、それぞれ以下の式で表される。

$$Z = \text{エ} = \sqrt{\mu_0/\epsilon_0} = 120\pi \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$c = 1/\sqrt{\mu_0\epsilon_0} \text{ [m/s]}$$

これらを式①に代入すると、式②が得られる。

$$P = E^2 / (120\pi) \text{ [W/m}^2\text{]} \dots\dots\dots \text{②}$$

- (3) 電界強度、磁界強度をベクトル表示したものをそれぞれ \dot{E} 、 \dot{H} とすると、両者のなす角は $\pi/2$ [rad] であり、また、電磁エネルギーをベクトル表示した \dot{P} は、電磁波の伝搬方向を考慮すると、式③で表される。

$$\dot{P} = \dot{E} \times \dot{H} \dots\dots\dots \text{③}$$

外積の定義より、右ねじを \dot{E} から \dot{H} の方向へ回転させたときに、ねじの進む方向が電磁エネルギーの伝搬方向になる。

- (4) このように電磁エネルギーの流れはベクトル量であり、これをポインティングベクトルという。アンテナを囲む任意の半径の球面を考え、外側に向かうポインティングベクトルを球の全表面にわたって積分すれば、アンテナの □ が得られる。

- | | | | | |
|-----------------|---------------------|------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 1 $\frac{E}{H}$ | 2 $2\epsilon_0 E^2$ | 3 $E(W_e + W_h)$ | 4 $\frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$ | 5 $\frac{1}{2}\mu_0 H^2$ |
| 6 $2\mu_0 H^2$ | 7 $(W_e + W_h)$ | 8 $\frac{H}{E}$ | 9 放射電力 | 10 放射抵抗 |

B-2 次の記述は、マイクロ波帯における導波管と同軸ケーブルの特徴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。

- (1) 同軸ケーブルは、誘電体が充填されているため、導波管に比べて単位長さ当たりの伝送損が □。また、低い周波数の使用制限 □。
- (2) 導波管は、同軸ケーブルと比較して □ による抵抗損が少なく、同軸ケーブルのように誘電体が充填されていないので、それによる誘電損がない。また、遮断周波数 □ の周波数の電磁波は伝送できない。
- (3) 同軸線路は、通常、□ モードで用いられる。

- | | | | | |
|-------|-------|-----------|------|-------|
| 1 小さい | 2 はない | 3 表皮効果 | 4 以上 | 5 TEM |
| 6 大きい | 7 がある | 8 ファラデー効果 | 9 以下 | 10 TE |

B-3 次の記述は、開口面アンテナのレドーム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) 開口面アンテナの雨、雪などによる悪影響を避けるため、アンテナ周囲に設ける誘電体の覆いをレドームという。レドームの性能としては、電波の □ が高く、機械的に強く、耐候性があることが要求される。□ を高くするには、誘電損を少なくし、反射を小さくする必要がある。
- (2) 誘電損を少なくするには、誘電率の □ が好ましい。また、反射を小さくする方法としては、波長に比べて誘電体の厚さを □ したり、比較的誘電率の高い表皮の間に □ 波長の厚みを持つ低誘電率のコアを装着する方法などがある。
- (3) レドームが平面の場合は、放射電波の波面とは角度をつけて装着し、反射波が給電口にもどって、アンテナの □ を変化させないようにする。

- | | | | | |
|-------|--------|------|------------|------------|
| 1 透過率 | 2 低い材料 | 3 薄く | 4 3又は4 | 5 短縮率 |
| 6 透磁率 | 7 高い材料 | 8 厚く | 9 1/4又は3/4 | 10 インピーダンス |

B-4 次の記述は、給電線の特性インピーダンスを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を下の番号から選べ。ただし、給電線は波長に比べて非常に長く、損失は無視できるものとする。

(1) 給電線の終端に既知抵抗 R [Ω] を接続し、給電線上の電圧分布の最大値及び最小値を測定して、それぞれ V_{\max} [V] 及び V_{\min} [V] を得たとする。このときの電圧定在波比 S は、電圧反射係数 Γ を用いて次式で表される。

$$S = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \text{ア} \dots\dots\dots \text{①}$$

(2) Γ は R と給電線の特性インピーダンス Z_0 [Ω] を用いて次式で表される。

$$\Gamma = \text{イ} \dots\dots\dots \text{②}$$

(3) 式①及び②より Γ を消去し、 S を R と Z_0 で表せば、次式となる。

$$S = \text{ウ} \dots\dots\dots \text{③}$$

(4) $R < Z_0$ のときには、式③より、 $S = \text{エ}$ であるから、 Z_0 は次式となる。

$$Z_0 = R \times \text{オ} \text{ [Ω]}$$

$R > Z_0$ のときも同様の要領で、 Z_0 を求めることができる。

また、定在波が現れないときには、 $Z_0 = R$ である。

したがって、給電線上の電圧分布の最大値と最小値を測定すれば、給電線の特性インピーダンスを求めることができる。

- | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---|-----------------------|---|---|---|-----------------|----|-----------------------------|
| 1 | $\frac{1+ \Gamma }{1- \Gamma }$ | 2 | $\frac{R+Z_0}{R-Z_0}$ | 3 | $\frac{ R+Z_0 - R-Z_0 }{ R+Z_0 + R-Z_0 }$ | 4 | $\frac{Z_0}{R}$ | 5 | $\frac{V_{\max}}{V_{\min}}$ |
| 6 | $\frac{1- \Gamma }{1+ \Gamma }$ | 7 | $\frac{R-Z_0}{R+Z_0}$ | 8 | $\frac{ R+Z_0 + R-Z_0 }{ R+Z_0 - R-Z_0 }$ | 9 | $\frac{R}{Z_0}$ | 10 | $\frac{V_{\min}}{V_{\max}}$ |

B-5 次の記述は、各周波数帯における電波の伝搬の特徴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 長波(LF)帯では、日の出及び日没のときに受信電界強度が急に弱くなる日出日没現象がある。
- イ 中波(MF)帯では、夜間はD層を通過する際の減衰が大きいため地上波のみの伝搬となるが、昼間はD層の消滅により減衰が小さくなるため、電離層反射波も伝搬する。
- ウ 短波(HF)帯では、主に電離層反射波による伝搬であり、電離層の電子密度と電波の発射角などにより、使用できる周波数が決まる。
- エ 超短波(VHF)帯では、主に直接波による伝搬であり、これに大地反射波などが加わる。
- オ マイクロ波(SHF)帯では、概ね10 [GHz] 以上で降雨による減衰が小さくなる。