

第一級陸上無線技術士「無線工学B」試験問題

25問 2時間30分

A - 1 比誘電率が 2.2、比透磁率が 1 の均一な媒質がある。この媒質中を周波数が 0 [MHz] の電磁波が伝搬するときの波長の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電磁波は、時間的には一定の周波数で正弦波状に変化し、空間的には一定の方向へ一定の速度で伝わる平面波とする。また、 $\sqrt{2.2} \approx 1.5$ とする。

- 1 0.43 [m] 2 0.67 [m] 3 1.25 [m] 4 1.50 [m] 5 2.65 [m]

A - 2 次の記述は、自由空間における微小 (電気) ダイポールアンテナの電界強度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の正しい組合せを下の番号から選べ。

ただし、波長を λ [m]、アンテナ電流を I [A]、アンテナの長さを l [m]、放射磁界強度を H [A/m]、放射電界強度を E [V/m]、放射電力を P [W]、放射電力密度を p [W/m²]、電波の伝搬距離 (図中の球の半径) を r [m] 及びアンテナの長さ方向と放射方向のなす角度を θ [rad] とする。

(1) 図において、アンテナから θ 方向の r の点における E は、次式で表される。

$$E = \text{[A]} \text{ [V/m]} \dots\dots$$

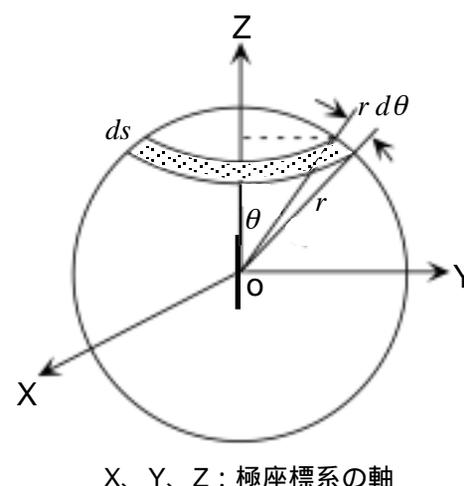
(2) P は、アンテナの中心 (座標系の原点) O を中心とし r の仮想球面上で p を面積分して得られる。ただし、 r は波長及びアンテナの寸法に比べて十分大きいものとする。

したがって、 $P = \oint EH ds$ から、次式が得られる。ただし、 $ds = 2\pi r^2 \sin\theta d\theta$ とする。

$$P = \text{[B]} \text{ [W]} \dots\dots$$

(3) 式 (1) 及び (2) から、最大放射方向 ($\theta = \pi/2$ [rad]) での E は [C] [V/m] となる。

- | | A | B | C |
|---|---|---|------------------------|
| 1 | $\frac{30\pi I l}{\lambda r} \sin\theta$ | $160\pi^2 \left(\frac{I l}{\lambda}\right)^2$ | $\frac{\sqrt{45P}}{r}$ |
| 2 | $\frac{60\pi I l}{\lambda r} \sin\theta$ | $40\pi^2 \left(\frac{I l}{\lambda}\right)^2$ | $\frac{\sqrt{30P}}{r}$ |
| 3 | $\frac{60\pi I l}{\lambda r} \sin\theta$ | $80\pi^2 \left(\frac{I l}{\lambda}\right)^2$ | $\frac{\sqrt{45P}}{r}$ |
| 4 | $\frac{120\pi I l}{\lambda r} \sin\theta$ | $80\pi^2 \left(\frac{I l}{\lambda}\right)^2$ | $\frac{\sqrt{30P}}{r}$ |
| 5 | $\frac{120\pi I l}{\lambda r} \sin\theta$ | $160\pi^2 \left(\frac{I l}{\lambda}\right)^2$ | $\frac{\sqrt{7P}}{r}$ |



A - 3 次の記述は、アンテナの指向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) 絶対利得の基準アンテナとして用いられる等方性アンテナの指向性は、 A である。
 (2) 損失のないアンテナでは、指向性利得と B は等しい。
 (3) アンテナの指向性は、距離に C 。

- | | A | B | C |
|---|-------|------|-------|
| 1 | 無指向性 | 相対利得 | 関係しない |
| 2 | 無指向性 | 絶対利得 | 反比例する |
| 3 | 無指向性 | 絶対利得 | 関係しない |
| 4 | 単一指向性 | 相対利得 | 関係しない |
| 5 | 単一指向性 | 絶対利得 | 反比例する |

A - 4 開口効率 (利得係数) が 0.65 の開口面アンテナから、自由空間中に周波数 1.5 [GHz] の電波を放射したところ、絶対利得が 30 [dB] であった。このときのアンテナの開口面積の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 2.1 [m²] 2 4.9 [m²] 3 6.8 [m²] 4 9.8 [m²] 5 15.4 [m²]

A - 5 次の記述は、スロット (スリット) 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) 図 1 に示すように、薄く無限に広い平板導体に幅 w [m]、長さ l [m] の細長い長方形の穴を開け、穴の部分から電波を放射させるようにしたアンテナをスロットアンテナという。通常、穴の中央の点 a 及び b から給電する。

このスロットアンテナは、図 2 に示すこれと補対の関係にある幅 w' [m]、長さ l' [m] の中央に狭い間隙がある長方形平板導体の点 c 及び d から給電する A アンテナに置き換えることができる。このときの二つのアンテナの電界と磁界との間には双対性があり、図 1 でアンテナの長辺を大地に垂直にしたとき、その偏波は B となる。ただし、波長を λ [m] とすれば、 $w \ll \lambda$ 、 $w = w'$ 及び $l = l'$ とする。

(2) a 及び b 間の給電電圧と電流をそれぞれ V [V] 及び I [A]、 c 及び d 間の給電電圧と電流をそれぞれ V' [V] 及び I' [A] とすれば、バビネの原理から次式の関係が得られる。ただし、自由空間の特性インピーダンスを Z_0 [] とする。

$$V = I/2 \quad \dots\dots$$

$$V' = \neq Z_0^2/2 \quad \dots\dots$$

式及び から、 a 及び b 間の入力インピーダンス [] と、 c 及び d 間の入力インピーダンス' [] との間には、自由空間では次式の関係がある。

$$ZZ' = \text{C}$$

	A	B	C
1	電気ダイポール	垂直	$(60\pi)^2$
2	電気ダイポール	水平	$(60\pi)^2$
3	電気ダイポール	水平	$(120\pi)^2$
4	モノポール	水平	$(60\pi)^2$
5	モノポール	垂直	$(120\pi)^2$

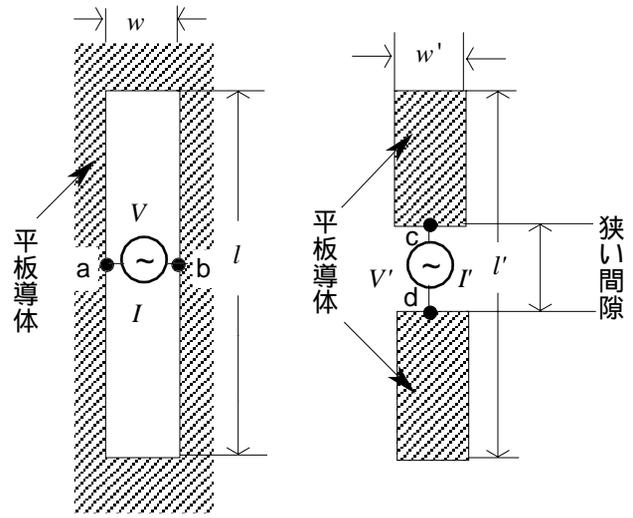
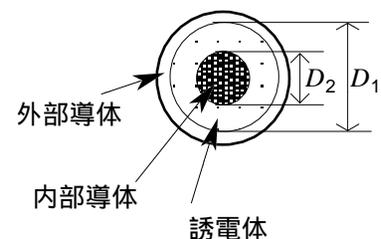


図 1 図 2

A - 6 図に示す同軸線路の外部導体の内径 D_1 が 12 [mm]、内部導体の外径 D_2 が 2 [mm]、誘電体の比誘電率が 2.3、比透磁率が 1 であるとき、この同軸線路の特性インピーダンスの値として、最も近いものを下の番号から選べ。

ただし、 $\log_{10}2 = 0.30$ 、 $\log_{10}3 = 0.48$ 、 $\sqrt{2.3} = 1.5$ とする。

- 1 50 []
- 2 55 []
- 3 72 []
- 4 75 []
- 5 90 []



A - 7 次の記述は、分割同軸形バルン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、図 1 は、分割同軸銅管を用いたバルンで同軸線路と特性インピーダンス Z_0 の平行線路を接続したものであり、図 2 は、その等価回路を示したものである。また、分割同軸銅管の溝の長さ l が、幅が無視できる程度に十分狭く、かつ内部導体 (心線) と外部導体を短絡する短絡片のインピーダンスが無視できるものとする。

1 図 1 は、同軸線路を図 2 に示すように変成器と短絡インピーダンス [] を通して平行線路に接続した等価回路に置き換えることができる。

2 図 2 は、不平衡線路と Z_0 が並列に接続された平衡線路とを巻線比 1 : 2 (変成比 1 : 4) の理想的な変成器によって接続したものと考えることができる。

3 図 2 の Z_s の値は、分割同軸銅管の特性インピーダンスを W_s []、波長を λ [m] とすれば、 $j W_s \tan(2\pi l / \lambda)$ [] で表される。

4 図 1 の l が 1/4 波長の場合、図 2 の Z_s は無限大となり、同軸線路の終端に $Z_0 / 2$ [] の負荷のみを接続したものと考えることができる。

5 このバルンは周波数特性が優れているので、広帯域アンテナの給電やダイプレクサなどに用いられている。

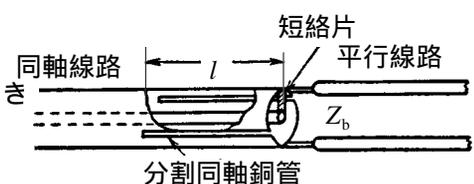


図 1

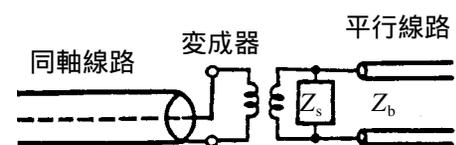
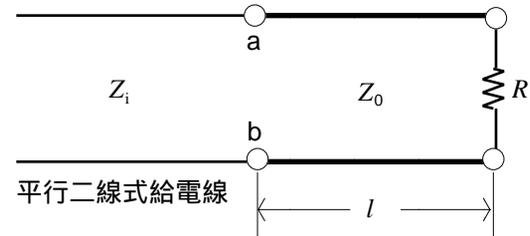


図 2

A - 8 図に示すように、特性インピーダンスが Z_i [] の平行二線式給電線と負荷抵抗 R [] との間に特性インピーダンスが Z_0 [] の給電線を接続したとき、 $Z_i = Z_0^2/R$ (R, Z_i, Z_0 はそれぞれ異なる。) の関係で整合した。このときの給電線の長さ l の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、端子 ab から負荷側をみたインピーダンス \dot{Z}_{ab} [] 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、 n は 0 又は正の整数とする。

$$\dot{Z}_{ab} = Z_0 \frac{R \cos(2l/\lambda) + jZ_0 \sin(2l/\lambda)}{Z_0 \cos(2l/\lambda) + jR \sin(2l/\lambda)}$$

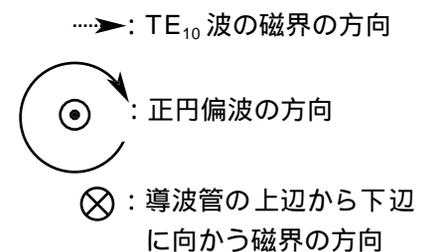
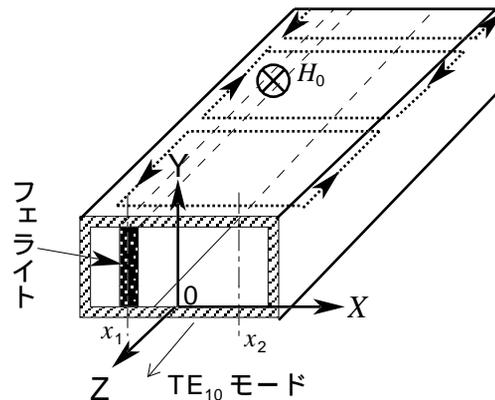
- 1 $\lambda/8 + j\lambda/4$ [m]
- 2 $\lambda/8 + j\lambda/2$ [m]
- 3 $\lambda/4 + j\lambda/4$ [m]
- 4 $\lambda/4 + j\lambda/2$ [m]
- 5 $\lambda/2 + j\lambda/4$ [m]



A - 9 次の記述は、図に示す共鳴吸収形アイソレータの構成例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、電磁波のモードは TE_{10} とする。また、円偏波の方向は、導波管の下辺から上辺に向かう磁界の方向 (⊙) に対し右旋回するものを正円偏波とする。

- (1) 方形導波管内にマイクロ波磁界が円偏波を作る位置 x_1 (又は x_2) にフェライト板を挿入し、図に示すように、直流磁界 H_0 [A/m] を加えたアイソレータである。Z 軸 (管軸) 方向の振動磁界と X 軸方向の振動磁界との間には □ 度の位相差があるので、任意の 1 点において、その合成磁界はその点を通る垂直軸の周りに回転している。その回転方向は、管軸を含む YZ 平面の両側で反対である。また、電磁波の伝搬方向が逆になれば、回転方向は逆向きになる。
- (2) フェライト中を Z 軸の正の方向に進む磁界ベクトルは □ B の円偏波となっているので、電磁波は減衰を受けない。一方、Z 軸の負の方向に進む磁界ベクトルは反対の円偏波となっているので、電磁波はフェライト中で共鳴吸収により大きな減衰を受ける。
- (3) (2) のようにアイソレータは一方に対しては電磁波をほとんど減衰なく伝搬させ、反対方向に対してはその電力を吸収させる 2 開口受動素子である。その特性の良さは、順方向の減衰量である □ C に対する逆方向の減衰量であるアイソレーションとの □ D で決まる。

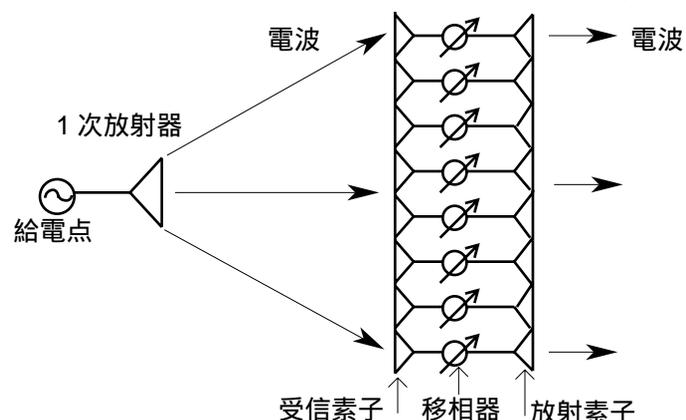
- | | A | B | C | D |
|---|-----|---|-------|---|
| 1 | 90 | 正 | 挿入損失 | 比 |
| 2 | 90 | 負 | 誘電体損失 | 差 |
| 3 | 90 | 負 | 挿入損失 | 比 |
| 4 | 180 | 正 | 誘電体損失 | 差 |
| 5 | 180 | 負 | 挿入損失 | 比 |



A - 10 次の記述は、位相走査のフェーズドアレー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。

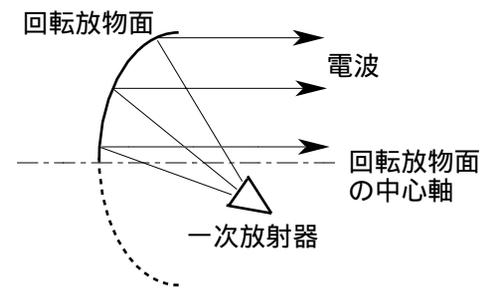
- (1) このアンテナは、平面上に複数の放射素子を並べて固定し、それぞれに移相器を設けて給電電流の振幅や位相を変化させて電波を放射する。放射された電波の主ビームが、空間のある範囲内の任意の方向に向くように電子的に制御している。移相器には、一般にデジタル移相器が多く用いられている。デジタル移相器は、 $0 \sim 2\pi$ の位相角を 2^n ($n = 1, 2, \dots$) に等分割しているため、最小設定可能な位相は $2\pi/2^n$ [rad] となる。このため励振位相は、最大 □ A [rad] の位相誤差を生ずる。この位相誤差を量子化位相誤差という。
- (2) この量子化位相誤差が、アンテナの開口分布に □ B に生ずると、比較的高いレベルのサイドローブが生ずる。このサイドローブを低減するには、デジタル移相器の演算ビット数を十分大きくしたり、また、図に示すような □ C 形空間給電方式にするなどして、給電点から各放射素子にいたる途中に固定の位相分布を持たせる方法などがある。

- | | A | B | C |
|---|------------|-----|----|
| 1 | $\pi/2^n$ | 不連続 | 透過 |
| 2 | $\pi/2^n$ | 周期的 | 透過 |
| 3 | $2\pi/2^n$ | 周期的 | 反射 |
| 4 | $2\pi/2^n$ | 不連続 | 反射 |
| 5 | $2\pi/2^n$ | 周期的 | 透過 |



A - 11 次の記述は、図に示すオフセットパラボラ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 円形パラボラアンテナに比べると、反射鏡の前面に一次放射器や給電線路がないので、電波の通路が妨害を受けない。
- 2 衛星用の受信アンテナとして用いる場合、同じ位置に置いた円形パラボラアンテナに比べると、地上にある他のアンテナが放射する電波や大地が熱雑音として放射する電波を受信することが多い。
- 3 一次放射器の最大放射方向は、オフセット反射鏡面のほぼ中央付近で、鏡面からの反射エネルギーが目的方向に最大になるような点に向けられている。
- 4 カセグレンアンテナのように副反射鏡を用いないので、ブロッキングによる利得の低下がなく、サイドローブの数も少なく、かつ小さい。
- 5 一次放射器が開口面の正面にないため、反射鏡面からの反射波は、ほとんど一次放射器に戻らないので、放射器の指向性を良くすれば、開口効率はほとんど低下しない。



A - 12 次の記述は、マイクロ波中継回線などに用いられる無給電アンテナ (平面反射板) 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。

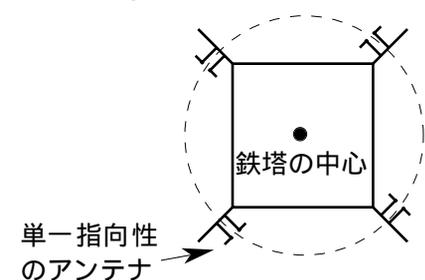
- 1 平面反射板と入射波の波源となる励振アンテナの距離がフレネル領域にあるものを遠隔形平面反射板、それより近距離にあるものを近接形平面反射板という。
- 2 平面反射板は、給電線を用いないので、給電線が長くなる場合に生ずる損失はなく、ひずみの発生なども少ない。また、フレネル領域でアンテナの開口面積と同程度の大きさの平面反射板を置くと、そのビームを大きな損失なく反射させることができる。
- 3 平面反射板により電波通路を変えて通信回線を構成する場合、熱雑音の増加、偏波面の調整、他回線への干渉などに注意する必要がある。
- 4 励振アンテナに近接して平面反射板を設けて電波通路を変える場合、この複合アンテナ系の利得は、反射板と反射板の近くに置かれた励振アンテナとの距離、平面反射板の面積と励振アンテナの開口面積との比などで決まる。
- 5 遠隔形平面反射板の受信利得は、電波の入射方向より見た平面反射板の有効開口面積と使用波長で決まる。

A - 13 次の記述は、スキュー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。

スキューアンテナは、鉄塔幅が非常に大きい場合や鉄塔に既に別のアンテナが設置されているため新たにその場所にアンテナを設置することが難しい場合などに用いられている。

- (1) 図に示すように、アンテナ素子として単一指向性のアンテナ、例えば、反射板付きダイポールアンテナを 4 個又はそれ以上を、円の中心を鉄塔の中心に置いた円周上に対称に配置したものである。各アンテナから電波を円の接線方向に放射させ、これらの電波が合成されて水平面内でほぼ □ A □ の指向性が得られるようにしている。なお、水平面内の指向性は、アンテナ素子を配置した円の半径を変えていくと □ B □ に変わることが知られている。
- (2) 給電方法には、□ C □ ダイプレクサを用いて各素子を同位相、同振幅の電流で励振する場合と □ D □ ダイプレクサを用いて隣接の素子を 90 度の位相差で励振するものがある。一般に後者が用いられている。

- | | | | | |
|---|------|-----|------|------|
| | A | B | C | D |
| 1 | 8 字形 | 周期的 | ノッチ | ブリッジ |
| 2 | 8 字形 | 不規則 | ブリッジ | ノッチ |
| 3 | 円形 | 周期的 | ノッチ | ブリッジ |
| 4 | 円形 | 周期的 | ブリッジ | ノッチ |
| 5 | 円形 | 不規則 | ノッチ | ブリッジ |



A - 14 次の記述は、電離層内における電波の屈折率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、電波は時間的には一定の周波数で正弦波状に変化し、その周波数は電子のプラズマ周波数より高く、臨界周波数より低いものとする。また、地球磁界の影響及び自由電子と他の気体粒子の衝突はないものとする。

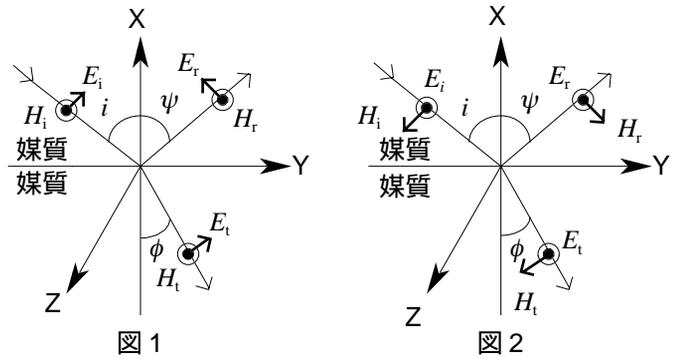
- 1 電離層媒質の比誘電率が大きくなるほど大きくなる。
- 2 電波の周波数が一定のとき、電子のプラズマ周波数が高くなるほど大きくなる。
- 3 電子密度が一定のとき、電波の周波数が高くなるほど大きくなる。
- 4 電波の周波数が一定のとき、電子密度が小さくなるほど大きくなる。
- 5 電離層内での電波の位相速度が遅くなるほど大きくなる。

A - 15 自由空間において、送受信アンテナ間の距離が 36,000 [km] で、使用周波数が 6 [GHz] であるときの自由空間基本伝送損失の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、送受信アンテナは等方性アンテナとする。また、1 [km] を 0 [dB]、1 [MHz] を 0 [dB] とし、 $\log_{10}2 = 0.30$ 、 $\log_{10}3 = 0.48$ 、 $\log(40\pi/3) = 1.622$ とする。

- | | | | | | | | | | |
|---|-----------|---|------------|---|------------|---|------------|---|------------|
| 1 | 48 [dB] | 2 | 159 [dB] | 3 | 172 [dB] | 4 | 188 [dB] | 5 | 200 [dB] |
|---|-----------|---|------------|---|------------|---|------------|---|------------|

A - 16 次の記述は、平面大地における電波の反射係数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、電波は、時間的には一定の周波数で正弦波状に変化し、空間的には一定の方向へ一定の速度で伝わる平面波とする。入射面は座標系の XY 面に平行で、電界及び磁界の関係は図に示すとおりとし、また、媒質₁は空気、媒質₂は大地とする。

- (1) 周波数が同じであれば、反射係数の大きさは、図 1 に示す電界が入射面内にある場合より図 2 に示す電界が入射面に垂直な場合の方が □ A □。
- (2) 図 1 で反射係数が零となるときの入射角を □ B □ といい、反射波がないことを示す。このときの入射角と屈折角の和は □ C □ 度である。



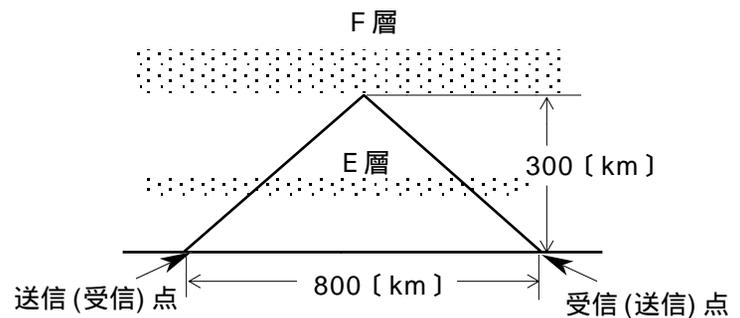
i : 入射角 ψ : 反射角 ϕ : 屈折角
 E_i : 入射波の電界 E_r : 反射波の電界 E_t : 透過波の電界
 H_i : 入射波の磁界 H_r : 反射波の磁界 H_t : 透過波の磁界
 \odot : XY 面に垂直な電界又は磁界の方向
 \rightarrow : \odot に垂直な電界又は磁界の方向

- | | A | B | C |
|---|----------|---------|-----|
| 1 | 小さい | ブルースター角 | 180 |
| 2 | 小さい | 臨界角 | 180 |
| 3 | 大きいか、等しい | ブルースター角 | 90 |
| 4 | 大きいか、等しい | グレイジング角 | 90 |
| 5 | 等しい | グレイジング角 | 180 |

A - 17 周波数 8 [MHz] の電波が E 層内を通過するときの全通過距離の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、図に示すように、送受信点間の距離が 800 [km]、F 層の反射点までの高さ 300 [km]、電離層と大地は平面で互いに平行し、F 層での第一種減衰は無く、F 層 1 回反射伝搬の間に受ける第一種減衰量 (全減衰量) は 35 [dB]、E 層の電離密度平均衝突回数はそれぞれ 2×10^{12} [個/m³] 及び 5×10^4 [回/s] の一定値で、E 層以外では零とする。また、使用周波数 f [Hz]、電子密度を N [個/m³]、平均衝突回数を ν [回/s] とすると、E 層で受ける 1 [km] 当たりの第一種減衰量は、次式で与えられ、 f 、 ν の関係があるものとする。

$$\Gamma = 4 \times 10^{-2} \frac{N\nu}{4\pi^2 f^2 + \nu^2} \text{ [dB/km]}$$

- 1 7 [km]
 2 9 [km]
 3 15 [km]
 4 19 [km]
 5 26 [km]

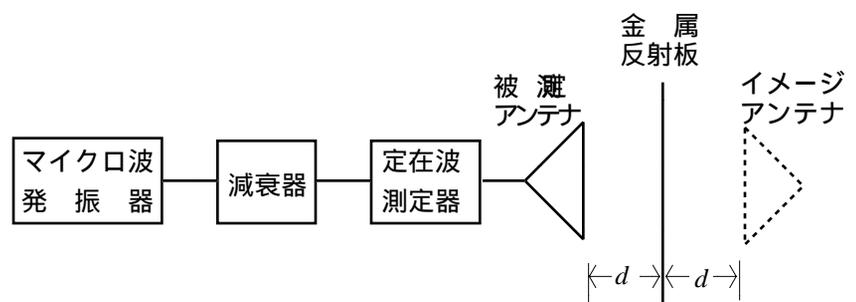


A - 18 次の記述は、図に示す構成により、開口が円形のマイクロ波アンテナの絶対利得を測定する方法について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

被測定アンテナの開口面から距離 d [m] の位置に開口面と平行に金属反射板を置き、定在波測定器を通して電波を放射する。ただし、 d は、アンテナの直径を D [m]、波長を λ [m] とするとき、 $d = 4D^2/\lambda$ となるようにする。また、 d は、電界強度が弱くなり過ぎない程度の大きさにする。

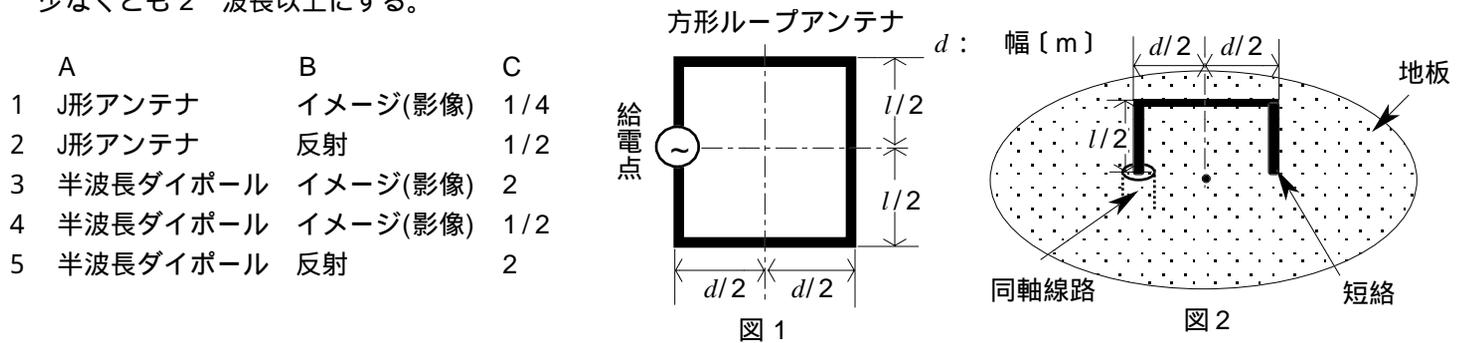
- (1) 被測定アンテナの絶対利得を G_a (真値)、送信電力を P_t [W] とすれば、イメージ (影像) アンテナの位置における電力密度は □ A □ [W/m²] であるので、イメージアンテナの受信電力は、実効面積 $\lambda^2 G_a / (4\pi)$ [m²] との積として □ B □ [W] となる。この電力が反射板によって反射された反射電力 P_r [W] として被測定アンテナに戻る。
- (2) P_r と P_t の比 P_r/P_t は、電圧反射係数の大きさの 2 乗に等しいので、(1) から電圧反射係数の大きさは $G_a / (8\pi d)$ となる。この電圧反射係数は定在波比で表すことができるので、定在波測定器での電圧定在波比 (VSWR) をとすれば、被測定アンテナの絶対利得 G_a は、□ C □ となる。

- | | A | B | C |
|---|-----------------------------|--|------------------------------------|
| 1 | $\frac{G_a P_t}{16\pi d^2}$ | $\left(\frac{\lambda G_a}{8\pi d}\right)^2 P_t$ | $\frac{8\pi d(S-1)}{\lambda(S+1)}$ |
| 2 | $\frac{G_a P_t}{16\pi d^2}$ | $\left(\frac{\lambda G_a}{4\pi d}\right)^2 P_t$ | $\frac{4\pi d(S-1)}{\lambda(S+1)}$ |
| 3 | $\frac{G_a P_t}{8\pi d^2}$ | $\left(\frac{\lambda G_a}{8\pi d}\right)^2 P_t$ | $\frac{2\pi d(S-1)}{\lambda(S+1)}$ |
| 4 | $\frac{G_a P_t}{8\pi d^2}$ | $\left(\frac{\lambda G_a}{4\pi d}\right)^2 P_t$ | $\frac{4\pi d(S-1)}{\lambda(S+1)}$ |
| 5 | $\frac{G_a P_t}{4\pi d^2}$ | $\left(\frac{\lambda G_a}{16\pi d}\right)^2 P_t$ | $\frac{8\pi d(S-1)}{\lambda(S+1)}$ |



A-19 次の記述は、平衡給電のアンテナの入力インピーダンス測定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) 一般にネットワークアナライザは不平衡系であり、ネットワークアナライザで □A□ アンテナのような平衡給電のアンテナのインピーダンスを測定する場合、付属の不平衡ケーブルを直接接続するとアンテナ上で電流の不平衡が生じ、測定ケーブルに漏洩電流が流れて誤差を生ずる。このためバランを用いて対応しているが、バランの周波数特性により適用範囲が限定されたり、その効果を定量的に把握するのが難しいので、バランを測定周波数帯毎に変えて繰り返し測定する必要がある。
- (2) バランを用いないで測定する場合は、測定するアンテナを地板の上に構成すればよい。図1 に示す給電点で対称な構造をもつ方形ループアンテナの場合、図2 に示すように、図1 の方形ループアンテナの縦方向の長さ l の上半分空間 ($l/2$) を地板の上に設置すれば、地板の □B□ 効果を利用して測定できる。この状態で測定したインピーダンスは、自由空間に方形ループアンテナがある場合の測定値の □C□ 倍になる。ただし、地板の半径を測定するアンテナの大きさよりも少なくとも2 波長以上にする。

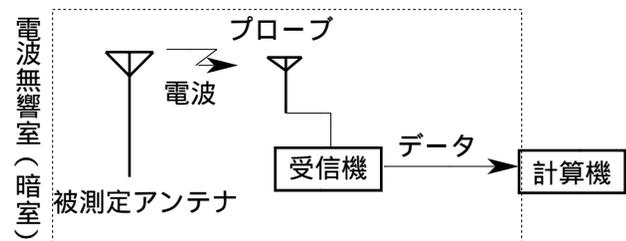


A-20 次の記述は、大形アンテナなどの放射特性の測定法について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

図に示すように、電波無響室(暗室) で被測定アンテナの近くに半波長ダイポールアンテナやホーンアンテナで構成されたプローブを置き、それを走査して近傍界の特性を測定し、得られた測定値から数値計算により遠方界の特性を求める。このための走査方法には、平面走査法、円筒面走査法及び球面走査法がある。

- (1) 平面走査法では、被測定アンテナを回転させないでプローブを □A□ 方向に走査して測定する。特にペンシルビームアンテナや回転のできないアンテナ測定に適している。
- (2) 円筒面走査法では、(1) と同様のプローブを用い、被測定アンテナを大地(□B□)な軸を中心に回転させ、プローブを □C□ 方向に走査して測定する。指向性の測定できる範囲が平面走査法よりも広がり、ファンビームアンテナなどのアンテナ測定に適している。

- | A | B | C |
|--------|----|----|
| 1 上下左右 | 水平 | 上下 |
| 2 上下左右 | 垂直 | 上下 |
| 3 上下左右 | 水平 | 左右 |
| 4 上下 | 水平 | 上下 |
| 5 上下 | 垂直 | 左右 |



B-1 次の記述は、パラボラアンテナの開口面から放射される電波が平面波となる理由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) 回転放物面の焦点をF、中心をO、放物面上の任意の点をP とすれば、F からP までの距離 \overline{FP} とP から準線に下ろした垂線の足Q との距離 \overline{PQ} (m) との間には、次式の関係がある。

$$\overline{PQ} = \text{□ア□} \text{ [m]} \dots\dots$$

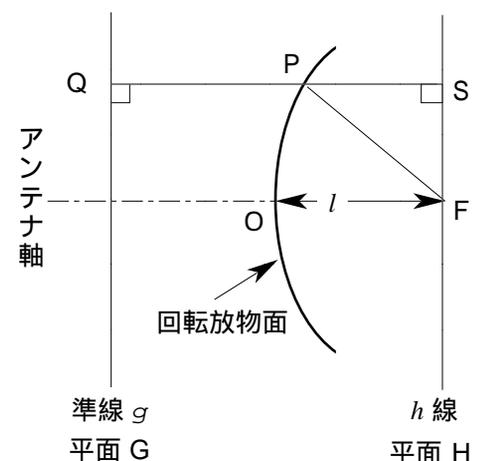
- (2) F を通り g に平行な直線を h 線とし、P から h に下ろした垂線の足をS とすれば、F からP を通ってS に至る距離 \overline{FPS} (m) は、式の関係から、次式となる。

$$\overline{FP} + \overline{PS} = \text{□イ□} \text{ [m]}$$

- (3) 焦点F に置かれた等方性波源より放射され、パラボラアンテナの放物面で反射されたすべての電波は、パラボラアンテナの軸と平行で、かつ、パラボラアンテナの軸に垂直で g を含む平面Gを見掛け上の □ウ□ とし、Gに平行で h を含む平面Hへ □エ□ の平面波として到達する。

- (4) F から放射され回転放物面で反射されて平面Hへ至る電波通路の長さはすべて等しいから、放射角度 $\theta = 0$ [rad] のときの電波通路の長さ $\theta = 0$ [rad] のときの電波通路の長さも等しく、焦点距離 l [m] で表すと次式の関係が成り立つ。

$$\overline{FP} + \overline{PS} = \text{□オ□} \times l \text{ [m]}$$



- | | | | | |
|--------------------|-------|-------------------|--------------------|--------------------|
| 1 波源 | 2 逆位相 | 3 \overline{FP} | 4 $2\overline{PQ}$ | 5 $\frac{4}{l}$ |
| 6 $2\overline{FP}$ | 7 2 | 8 同位相 | 9 反射点 | 10 \overline{QS} |

B - 2 次の記述は、TEM波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 電磁波の伝搬方向に電界及び磁界成分が存在しない横波である。
- イ 電磁波の伝搬方向に直角な平面内では、電界と磁界が常に同位相で振動する。
- ウ 電磁波が時間的に一定の周波数で正弦波状に変化して伝搬する場合、TEM波の伝搬波長は、電磁波の伝搬波長より短い。
- エ 平行2線式給電線や同軸ケーブル中は伝搬できないが、導波管中は伝搬できる。
- オ TEM波の伝送線路では、あらゆる周波数の電磁波が同じ速度で伝搬するので、伝送される信号の周波数ひずみが無い。

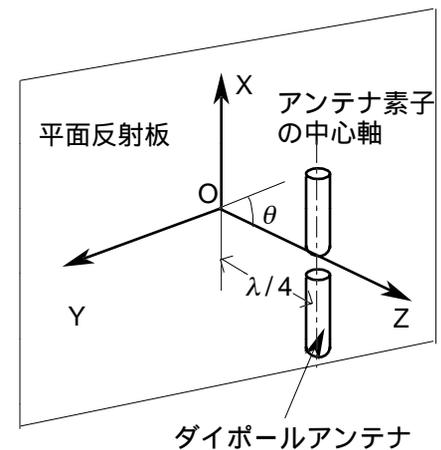
B - 3 次の記述は、電波が電離層を通過するときを受ける影響について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) 電波が電離層を通過するとき、その強度、位相、偏波面及び入射角などに短周期の不規則な変動を生ずることがある。これを電離層の□アという。この□アは、□イ帯の周波数で最も顕著であり、また、地域や季節などによってその発生原因や特性が異なる。
- (2) 電波が電離層を通過するときを受ける影響には、(1)の他に□ウ効果による偏波面の回転がある。□ウ効果の大きさは周波数の2乗に□エする。偏波面の回転は□イ帯の周波数で顕著である。このため□オ偏波による直交偏波共用通信では、偏波追尾が必要になる。

- 1 中波 (MF) 2 ファラデー 3 水平 4 シンチレーション 5 反比例して減少
- 6 直線 7 超短波 (VHF) 8 エコー 9 トムソン 10 比例して増加

B - 4 次の記述は、図に示す平面反射板付き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を下の番号から選べ。ただし、ダイポールアンテナは、直交座標系のX軸に平行に、かつその給電点をZ軸上に置き、また、反射板はXY平面に平行に、かつその中心を座標系の原点Oに置くものとする。

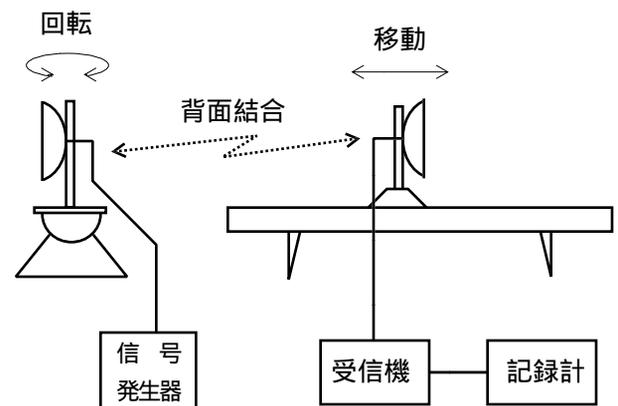
- (1) ダイポールアンテナが、平面反射板からZ軸上の $\lambda/4$ [m]の位置に置かれた場合の指向性は、ダイポールアンテナはそのままにして平面反射板を取り除き、Z軸上の□ア[m]の位置にダイポールアンテナと電流が□イに流れるイメージ(影像)アンテナを置いた場合のZ軸上の正領域における指向性に等しい。ただし、平面反射板は、使用波長に比べて十分に大きいものとする。また、波長を λ [m]とする。
- (2) Z軸上の正領域で、電波の放射方向とZ軸とのなす角度を θ [rad]とすると、指向性係数 $D(\theta)$ の大きさは□ウとなり、Z軸上に最大放射方向を持つ単一指向性が得られるが、平面反射板の大きさが小さいと平面反射板の□エで生ずる□オの影響が無視できなくなる。



- 1 同じ向き 2 端部 3 回折波 4 $-\lambda/4$ 5 $\sin(\frac{\pi}{2}\cos\theta)$
- 6 反射波 7 $-\lambda/2$ 8 逆向き 9 $2\sin(\frac{\pi}{2}\cos\theta)$ 10 中央部

B - 5 次の記述は、アンテナ間の背面結合度の測定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) 独立した二つ以上の無線回線が同じ□アを共用している場合、鉄塔上などに接近して背中合わせに設置されたアンテナ相互間の結合を、背面結合という。
その結合の度合いを表す背面結合度は、一方のアンテナに供給された□イ(P_{out} [W])に対する他方のアンテナの出力電力(P_a [W])の比 P_{out}/P_a として定義される。
- (2) 図に示す構成は、アンテナ間の距離や相対的な指向方向を変えて背面結合度を測定し、記録できるようにしたものである。
信号発生器の出力を P_t [dBm]、受信機の入力を P_r [dBm]、送信側及び受信側の給電回路の損失をそれぞれ L_t [dB]及び L_r [dB]とすれば、背面結合度 C は、次式で表される。



- $C = \square$ ウ [dB]
- (3) 背面結合度は非常に□エなので、信号発生器からの信号が受信側へ直接侵入するのを防いだり、導波管の□オなどからの漏れを抑えるなど、測定環境に注意する。

- 1 小さい 2 周波数 3 側面壁 4 大きい 5 $P_r - P_t + L_t + L_r$
- 6 平均電力 7 全電力 8 アンテナ 9 結合部 10 $P_t - P_r + L_t + L_r$