

GB201

第二級陸上無線技術士「無線工学B」試験問題

25問 2時間30分

A - 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。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 電磁エネルギーの流れを表すベクトルである。
- 2 大きさは、電界ベクトルと磁界ベクトルを二辺とする三角形の面積に等しい。
- 3 電界ベクトルと磁界ベクトルを含む面に垂直で、電界ベクトルの方向から磁界ベクトルの方向に右ねじを回したときに、ねじの進む方向に向いている。
- 4 電界ベクトルと磁界ベクトルの外積である。
- 5 大きさは、自由空間における平面波の電力束密度を表す。

A - 2 自由空間内に置かれた微小ダイポールによる静電界と放射電界の大きさが等しくなる距離の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、微小ダイポールによる任意の点 P の電界強度 E_0 は次式で与えられるものとする。この式で I [A] は放射電流、 l [m] は微小ダイポールの長さ、 λ [m] は波長、 r [m] は微小ダイポールからの距離、 θ [rad] は微小ダイポールの電流が流れる方向と微小ダイポールの中心から点 P を見た方向とがなす角度、 ω [rad/s] は角周波数とする。また、周波数を 3 [MHz] とする。

$$E_0 = j \frac{60\pi I l \sin\theta}{\lambda} \left(\frac{1}{r} - \frac{j\lambda}{2\pi r^2} - \frac{\lambda^2}{4\pi^2 r^3} \right) e^{j(\omega t - 2\pi r/\lambda)} \quad [\text{V/m}]$$

- 1 3 [m] 2 6 [m] 3 9 [m] 4 12 [m] 5 16 [m]

A - 3 次の記述は、アンテナの利得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) 基準アンテナの実効面積を A_{es} [m²]、与えられたアンテナの実効面積を A_e [m²] とするとき、□A で表される。
- (2) 等方性アンテナに対する利得を □B 利得という。
- (3) 半波長ダイポールアンテナの絶対利得は、約 □C (真数) である。

	A	B	C
1	A_{es} / A_e	相対	2.15
2	A_{es} / A_e	絶対	1.64
3	A_e / A_{es}	絶対	1.64
4	A_e / A_{es}	絶対	2.15
5	A_e / A_{es}	相対	2.15

A - 4 放射効率が 0.7 のアンテナで生ずる損失電力が 2.5 [W] であるとき、このアンテナから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。

- 1 2.9 [W] 2 3.7 [W] 3 4.8 [W] 4 5.8 [W] 5 7.2 [W]

A - 5 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) アンテナから放射されるとき、又はアンテナに電圧が誘起されるとき電波の方向に関する特性であり、アンテナからの距離に □A 指向性係数によって表される。
- (2) 送信アンテナと受信アンテナとの間に □B が成り立つ場合は、同一のアンテナを送信に用いたときの指向性と受信に用いたときの指向性は等しい。
- (3) 一般に、放射 □C 強度のパターンか、又は放射電力束密度のパターンで表される。

	A	B	C
1	関係しない	補対の関係	磁界
2	関係しない	可逆性	電界
3	反比例する	可逆性	磁界
4	反比例する	補対の関係	磁界
5	反比例する	可逆性	電界

A - 6 特性インピーダンス Z_0 [] の平行二線式給電線の線の直径及び間隔をそれぞれ 3 倍にした。このときの給電線の特性インピーダンスの値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $Z_0 / 4$ []
- 2 $Z_0 / 3$ []
- 3 $Z_0 / 2$ []
- 4 Z_0 []
- 5 $3 Z_0$ []

A - 次の記述は、給電回路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) インピーダンスが異なる 2 つの給電回路を直列接続するときには、反射損を少なくし、効率良く伝送するために [] A 回路を用いる。また、インピーダンスが同じであっても平衡回路と不平衡回路を接続するときには、漏れ電流を防ぐために [] B を用いる。
- (2) 給電線に入力される電力 P_1 [W] に対する給電線に接続されている負荷で消費される電力 P_2 [W] の [] C を伝送効率といい、反射損や給電線での損失が少ないほど伝送効率は良い。

	A	B	C
1	アンテナ共用	トラップ	比 (P_2 / P_1)
2	アンテナ共用	バラン	差 ($P_1 - P_2$)
3	インピーダンス整合	バラン	差 ($P_1 - P_2$)
4	インピーダンス整合	バラン	比 (P_2 / P_1)
5	インピーダンス整合	トラップ	比 (P_2 / P_1)

A - 8 方形導波管内を伝搬する電磁波の周波数が 8 [GHz]、管内波長が 5 [cm] の電磁波の位相速度 v_p 及び群速度 v_g の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電磁波は TE_{10} モードとする。

	v_p	v_g
1	4.00×10^9 [m/s]	2.25×10^7 [m/s]
2	2.25×10^9 [m/s]	4.00×10^7 [m/s]
3	1.20×10^8 [m/s]	7.50×10^8 [m/s]
4	4.00×10^8 [m/s]	2.25×10^8 [m/s]
5	7.50×10^7 [m/s]	1.20×10^9 [m/s]

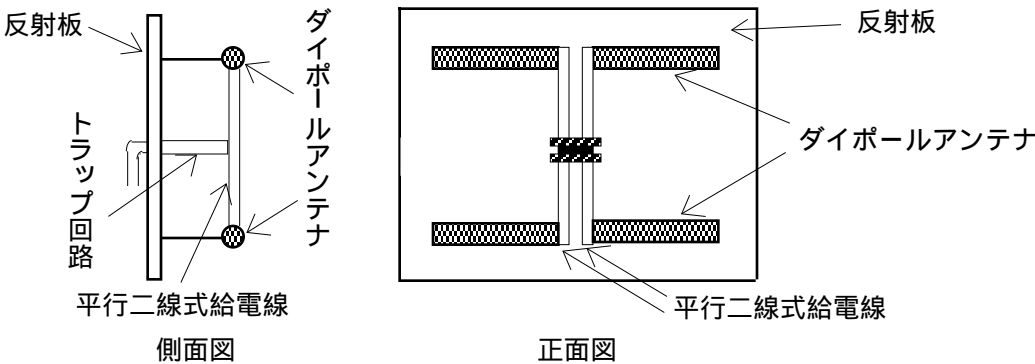
A - 9 次の記述は、マイクロストリップ線路について述べたものである。 [] 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 接地した導体基板の上に大きな比誘電率を持つ誘電体基板を密着させ、その上に幅が狭く厚さが極めて薄い [] A を密着させたものである。導波管及び同軸線路に比べて非常に小形、軽量であり、マイクロ波の伝送線路としても使用される。
- (2) 一種の [] B 線路であるから、外部雑音が混入する恐れがある。また、誘電体基板の比誘電率を十分 [] C 選べば、電波の放射損は非常に小さくなる。

	A	B	C
1	導体	開放	小さく
2	導体	密閉	小さく
3	導体	開放	大きく
4	絶縁体	密閉	小さく
5	絶縁体	開放	大きく

A - 10 次の記述は、図に示すように大地に垂直に設置された反射板に取り付けた水平偏波用の 2 ダイポール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 アンテナ素子の長さが半波長より少し長い 2 個のダイポールアンテナを約半波長離して組み合わせ、それらを反射板から約 1/4 波長離して設置した構造である。
- 2 反射板付き半波長ダイポールアンテナに比べて狭帯域で、半値幅がやや狭い。
- 3 アンテナの水平面内の指向性は、単一指向性である。
- 4 このアンテナを回転して垂直偏波用としても使用できる。
- 5 VHF 帯及び UHF 帯のテレビジョン放送や FM 放送の送信アンテナに用いられている。



A - 11 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。

- (1) 抵抗装荷は、アンテナの □ A を目的として利用される。
- (2) リアクタンス装荷は、素子の短い □ B のダイポールアンテナを共振させ、整合させるために用いられる。また、装荷を行うことで帯域が □ C なる。

A		C	B
1 広帯域整合	容量性	狭く	
2 広帯域整合	誘導性	広く	
3 信号対雑音比 (S / N) の改善	容量性	狭く	
4 信号対雑音比 (S / N) の改善	誘導性	広く	
5 信号対雑音比 (S / N) の改善	容量性	広く	

A - 12 次の記述は、航空機援助用地上施設の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。

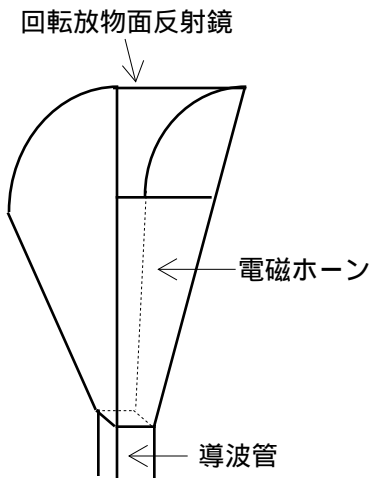
- (1) NDB (無指向性無線標識) のアンテナには、航空機搭載の AB (自動方向探知機) 用の電波を発射する垂直アンテナ、□ A 又は、かさ形アンテナが使用されており、これらのアンテナの □ B 面内の指向性はいずれも全方向性 (無指向性) である。
- (2) VOR (超短波全方向式無線標識) は、航空機に地上局からの磁方位を与える施設であり、VOR のアンテナには、□ C が使用されている。

A	B	C
1 T形アンテナ	水平	アルホードループアンテナ
2 T形アンテナ	垂直	コーナレフレクタアンテナ
3 T形アンテナ	水平	コーナレフレクタアンテナ
4 対数周期ダイポールアレ - アンテナ	垂直	アルホードループアンテナ
5 対数周期ダイポールアレ - アンテナ	水平	コーナレフレクタアンテナ

A - 13 次の記述は、図に示すホーンレフレクタ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) 電磁ホーンの □ A □ と回転放物面反射鏡の焦点が一致するように構成されたオフセットアンテナの一種である。
- (2) 回転放物面反射鏡からの反射波が給電点に戻らないため、比帯域幅は □ B □。
- (3) 高利得で、サイドローブが少ない。また、直線偏波と円偏波の共用 □ C □。

	A	B	C
1	焦点	広い	ができる
2	焦点	狭い	はできない
3	励振点	狭い	ができる
4	励振点	狭い	はできない
5	励振点	広い	ができる



A - 14 自由空間において、相対利得 10 [dB] のアンテナで電波を放射したとき、最大放射方向の 80 [km] 離れた点における電界強度が 3.5 [mV/m] であった。このときの放射電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

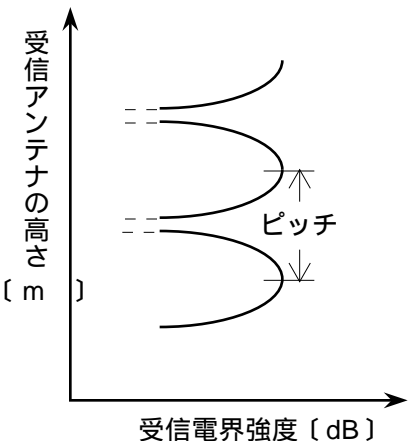
- 1 80 [W]
- 2 120 [W]
- 3 160 [W]
- 4 200 [W]
- 5 240 [W]

A - 15 次の記述は、対流圏伝搬で生ずる k 形フェージング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 大気屈折率分布が時間的に変化し、等価地球半径係数 k が変化して生ずるフェージングである。
- 2 干渉性 k 形フェージングは、大地反射係数が大きいほど深い。
- 3 干渉性 k 形フェージングの影響を軽減するには、反射波が途中の山などの地形によって遮へいされるように伝搬路を選定する方法がある。
- 4 回折性 k 形フェージングの影響を軽減するには、電波通路と大地との間隔を十分大きくとればよい。
- 5 回折性 k 形フェージングは、等価地球半径係数 k が大きくなり、電波が下向きに（大地の方へ）屈折して、電波通路と大地との間隔が十分でない場合に、電波が大地による回折損を受け減衰することにより生ずる。

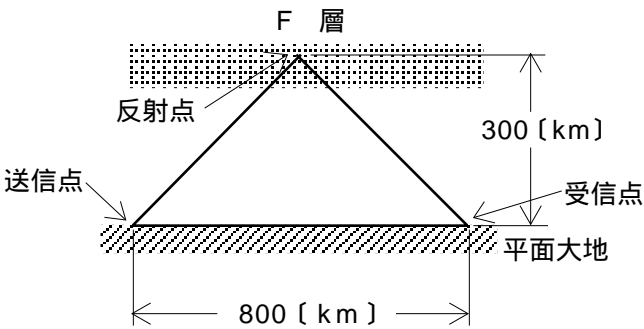
A - 16 超短波 (VHF) 帯の電波伝搬において、送信アンテナの高さ、送信周波数、送信電力及び通信距離の条件を一定にして、受信アンテナの高さを変化させて、電界強度を測定すると、図に示すハイトパターンが得られる。この現象に関する記述として、誤っているものを下の番号から選べ。ただし、大地は完全導体平面で、反射係数を - 1 とする。

- 1 見通し距離内の電波伝搬における受信電界強度は、直接波と大地反射波の合成によって生ずる。
- 2 大地反射波の位相は、直接波の位相より、通路差による位相差と反射の際に生ずる位相差との和の分だけ遅れる。
- 3 大地反射波と直接波の電界強度の大きさを同じとすれば、両者の位相が同位相のときは受信電界強度が極大になり、逆位相のときは零となる。
- 4 受信電界強度が周期的に変化するピッチは、周波数が高くなるほど、広くなる。
- 5 受信電界強度の極大値は、受信地点の自由空間電界強度のほぼ 2 倍となる。



A - 17 図に示すように、送受信点間の距離が 800〔km〕の電離層伝搬において、F 層の見掛けの高さが300〔km〕で、最高使用可能周波数（ MUF ）が 12〔MHz〕であった。このときの臨界周波数の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電離層は均一であり、平面大地に平行であるものとする。

- 1 6.0〔MHz〕
- 2 6.5〔MHz〕
- 3 7.2〔MHz〕
- 4 8.0〔MHz〕
- 5 8.5〔MHz〕



A - 18 次の記述は、アンテナの諸特性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。

- (1) 一般に □ A □ がマイクロ波アンテナの利得を測定する場合の基準アンテナとして用いられる。
- (2) 測定するアンテナの前後比（ F/B ）は、最大放射方向の電界強度 V/m〕と最大放射方向から □ B □ 方向の範囲内の最大の電界強度 E_r 〔V/m〕を測定し、 E_f / E_r として求める。
- (3) 開口面アンテナの測定では、測定周波数が一定の場合、開口面の面積が □ C □ ほど送信アンテナと受信アンテナとの距離を大きくする必要がある。

A		C	B
1	ホーンアンテナ	180 度±60 度	大きい
2	ホーンアンテナ	90 度±60 度	小さい
3	微小ループアンテナ	180 度±60 度	小さい
4	微小ループアンテナ	90 度±60 度	小さい
5	微小ループアンテナ	180 度±60 度	大きい

A - 19 次の記述は、アンテナのインピーダンス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。

- (1) 周囲からの反射波の影響を受けない場所で測定することが必要であり、電波暗室を用いる方法が良いとされている。屋外で測定するときは、特にアンテナの □ A □ 方向に反射物体が無いようにする。
- (2) 被測定アンテナの使用周波数に応じてネットワークアナライザ、インピーダンスブリッジ、 □ B □ などが用いられる。
- (3) 直接測定できない場合は、反射係数の絶対値 $|Γ|$ 又は電圧定在波比(VSWR)を測定し、計算によって求める。このとき給電線の特性インピーダンスを Z_0 〔 〕とすれば、 $|Γ|$ とアンテナのインピーダンス Z 〔 〕は、次式の関係にある。

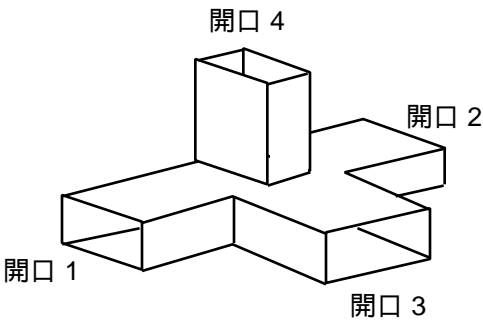
$$|Γ| = \square C \square$$

	A	B	C
1	最小放射	スロット線路	$ Z + Z_0 / Z - Z_0 $
2	最小放射	ダイプレクサ	$ Z - Z_0 / Z + Z_0 $
3	主放射	スロット線路	$ Z + Z_0 / Z - Z_0 $
4	主放射	スロット線路	$ Z - Z_0 / Z + Z_0 $
5	主放射	ダイプレクサ	$ Z - Z_0 / Z + Z_0 $

A - 20 次の記述は、図に示すマジック T によるインピーダンス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。ただし、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 任意の等しいインピーダンスを開口 1 及び開口 2 に接続して、開口 3 からマイクロ波を入力すると、等分されて開口 1 及び開口 2 へ進む。開口 1 及び開口 2 からの反射波があると、開口 4 へ出力され、その大きさは、二つの反射波の □ A □ である。
- (2) インピーダンスを測定するには、開口 1 に標準可変インピーダンス、開口 2 に被測定インピーダンス、開口 3 にマイクロ波発振器及び開口 4 に □ B □ を接続し、標準可変インピーダンスを加減して □ B □ の指示値が □ C □ になるようにする。このときの標準可変インピーダンスの値が被測定インピーダンスの値である。

	A	B	C
1	差	検出器	零
2	差	終端抵抗	最大
3	差	終端抵抗	零
4	和	終端抵抗	最大
5	和	検出器	最大



B - 1 次の記述は、微小ダイポールの実効面積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、波長を λ [m] とし、長さ l [m] の微小ダイポールの放射抵抗 R_r は、次式で表されるものとする。

$$R_r = 80 \left(\frac{\pi l}{\lambda} \right)^2 \quad [\quad]$$

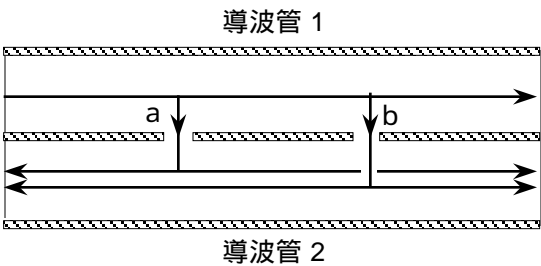
- (1) 微小ダイポールの実効面積 A_e は、受信有能電力を P_a [W]、到来電波の電力束密度を p [W/m²] とすれば、次式で与えられる。
- $$A_e = \text{□ ア □} \text{ [m}^2 \text{]} \quad \dots\dots$$
- (2) P_a は、アンテナの誘起電圧 V_a [V] 及び R_r を用いて、次式で与えられる。
- $$P_a = \text{□ イ □} \text{ [W]} \quad \dots\dots$$
- (3) V_a は、到来電波の電界強度 E [V/m] と l [m] から、次式で与えられる。
- $$V_a = \text{□ ウ □} \text{ [V]} \quad \dots\dots$$
- (4) p は、 E と自由空間の特性インピーダンス (120 [Ω]) とから、次式で与えられる。
- $$p = \text{□ エ □} \text{ [W/m}^2 \text{]} \quad \dots\dots$$
- (5) 式 、 、 、 より、 A_e は次式で表される。
- $$A_e = \text{□ オ □} \times \frac{\lambda^2}{\pi} \text{ [m}^2 \text{]}$$

1	$\frac{P}{P_a}$	2	$\frac{V_a^2}{4R_r}$	3	$2El$	4	$\frac{E^2}{120\pi}$	5	$\frac{3}{8}$
6	$\frac{P_a}{P}$	7	$\frac{V_a^2}{2R_r}$	8	El	9	$120\pi E^2$	10	$\frac{8}{3}$

B - 2 次の記述は、図に示す 2 結合孔方向性結合器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) 2 本の導波管を平行にして密着させ、その密着面に管内波長の □ ア □ の間隔で 2 個の結合孔 a 及び b を開けたものである。導波管の一方が主伝送路で、他方が副伝送路として働き、主伝送路に沿って一方向に進行する電磁波の一部を取り出し、それを副伝送路に移して特定の方向に進行させるものである。
- (2) 各伝送路が無反射終端されている場合、端子 から入力された電磁波は、その一部が a 及び b を通ってそれぞれ端子 及び へ等分される。このとき へ向かう電磁波は、a を通る伝送距離と b を通る伝送距離が等しいので、同位相で加わり合う。また、 へ向かう電磁波は、a を通る伝送距離と b を通る伝送距離との間には $\lambda/2$ 波長の経路差があるので、 □ イ □ [rad] の位相差があり、互いに □ ウ □ 。
- (3) この方向性結合器は、原理的に周波数特性が □ エ □ であるので、通常、多数の結合孔を設けることが行われている。このときの各結合孔の面積は、結合孔の □ オ □ によって決まる。

1	広帯域	2	加わり合う	3	数	4	1/4
5	1/8	6	打ち消し合う	7		8	/4
9	狭帯域	10	間隔				



B - 3 次の記述は、基本的な八木アンテナについて述べたものである。□内に入るべき字句を下の番号から選べ。
ただし、波長を λ 〔m〕とする。

- (1) 放射器として半波長ダイポールアンテナ又は□アが用いられ、反射器は1本、導波器は利得を上げるために複数本用いられることが多い。
(2) 三素子のときには、素子の長さは、反射器が最も長く、□イが最も短い。
(3) 放射器と反射器の間隔を□ウ〔m〕程度にして用いる。
(4) 素子の太さを太くすると、帯域幅がやや□エなる。
(5) 放射される電波が水平偏波のとき、水平面内の指向性は□オである。

- | | | | | |
|-------------------|-------|---------------|------|----------|
| 1 水平ビームアンテナ | 2 放射器 | 3 $\lambda/4$ | 4 広く | 5 全方向性 |
| 6 折返し半波長ダイポールアンテナ | 7 導波器 | 8 $\lambda/2$ | 9 狭く | 10 単一指向性 |

B - 4 次の記述は、太陽雑音とその通信への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。

- (1) 太陽雑音には、太陽のコロナ領域などの□アが静穏時に主に放射する□イ及び太陽爆発などにより突発的に生ずる□ウなどがある。
(2) 静止衛星からの電波を受信する際、□エの頃に□オのアンテナの主ビームが太陽に向くときがあり、そのとき極端に太陽雑音が大きくなり、受信機の信号対雑音比 (S/N) が低下することがある。

- | | | | | |
|--------|--------|----------|----------|--------|
| 1 プラズマ | 2 大気雑音 | 3 電波バースト | 4 春分及び秋分 | 5 航空局 |
| 6 X線 | 7 熱雑音 | 8 極冠じょう乱 | 9 夏至及び冬至 | 10 地球局 |

B - 5 次の記述は、電波暗室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 電波暗室内の壁面や天井及び床に電波吸収体を張り付けて自由空間とほぼ同等の空間を実現したもので、アンテナの指向性の測定などを能率的に行うことができる。
イ 電波暗室には、通常、電磁的なシールドは施されていない。
ウ 電波吸収体は、使用周波数に適した材質、形状のものを用いる。
エ 電波暗室の性能は壁面や天井及び床などからの反射電力の大小で評価され、評価法にはアンテナパターン比較法や空間定在波法などがある。
オ 電波暗室内で、測定するアンテナを設置する場所をフレネルゾーンといい、そこへ到来する不要反射電力が決められた値以下になるように設計されている。