

GB001

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 - 1 次の記述は、微小ダイポールを正弦波振動電流で励振した場合に発生する電磁界の成分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。

- 1 微小ダイポールのごく近傍で支配的な電磁界は、静電界と静磁界の2つである。
- 2 誘導電磁界は、ビオ・サバルの法則に従う磁界とそれに対応する電界で、その大きさは、微小ダイポールからの距離の3乗に反比例する。
- 3 放射電磁界の強度は、微小ダイポールからの距離に反比例する。
- 4 誘導電磁界と放射電磁界の位相は同相である。
- 5 誘導電磁界と放射電磁界の大きさは、微小ダイポールからの距離が波長の(1/)倍のとき等しくなる。

A - 2 次の記述は、フリスの伝送公式の導出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、図に示すように、送信アンテナに供給される電力を P_t [W]、送信及び受信アンテナの絶対利得をそれぞれ G_t (真数) 及び G_r (真数)、送信及び受信アンテナの実効面積をそれぞれ A_t [m²] 及び A_r [m²]、受信アンテナの受信有能電力を P_r [W]、送受信アンテナ間の距離を d [m]、波長を λ [m] とする。

(1) 送信アンテナから d [m] の点における電波の電力束密度 p は、次式で表される。

$$p = \square A \text{ [W/m}^2\text{]} \dots\dots$$

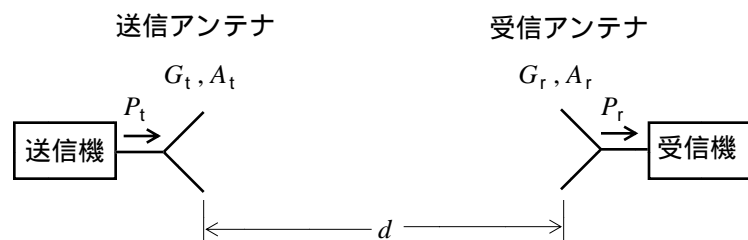
(2) 受信アンテナの実効面積 A_r は、次式で表される。

$$A_r = \square B \text{ [m}^2\text{]} \dots\dots$$

(3) 式 及び より、受信アンテナの受信有能電力 P_r は、次式で表され、この式は、フリスの伝送公式と呼ばれている。

$$P_r = \square C \times P_t G_t G_r \text{ [W]}$$

	A	B	C
1	$\frac{P_t G_t}{4\pi d^2}$	$\frac{\lambda^2 G_r}{4\pi}$	$\frac{\lambda}{4\pi d}$
2	$\frac{P_t G_t}{4\pi d^2}$	$\frac{\lambda G_r}{4\pi}$	$\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$
3	$\frac{P_t G_t}{4\pi d^2}$	$\frac{\lambda^2 G_r}{4\pi}$	$\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$
4	$\frac{P_t G_t}{4\pi d}$	$\frac{\lambda G_r}{4\pi}$	$\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$
5	$\frac{P_t G_t}{4\pi d}$	$\frac{\lambda^2 G_r}{4\pi}$	$\frac{\lambda}{4\pi d}$



A - 3 電界強度が 10 [mV/m] の到来電波を実効面積 A_e [m²] のアンテナで受信して、0.5 [μW] の受信有能電力を得た。 A_e の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナ及び給電回路等における損失は無視できるものとする。

- 1 1.5 [m²] 2 1.9 [m²] 3 2.5 [m²] 4 3.0 [m²] 5 3.5 [m²]

A - 4 次の記述は、アンテナの放射抵抗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) 自由空間に置かれた損失の無いアンテナの放射抵抗は、実効長の2乗に比例し、利得に□Aする。
- (2) 微小ダイポールアンテナの放射抵抗は、アンテナの長さが一定ならば、波長が□Bほど大きい。
- (3) 1/4 波長垂直接地アンテナの放射抵抗は、ほぼ□C〔 〕である。

	A	B	C
1	反比例	短い	36.6
2	反比例	長い	52.7
3	比例	短い	36.6
4	比例	長い	52.7
5	比例	長い	36.6

A - 5 周波数が 600〔kHz〕、電界強度が 5〔mV/m〕のとき、直径 50〔cm〕、巻数 10 回のループアンテナに誘起する電圧の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、ループアンテナの面と電波の到来方向とのなす角度は 60 度とする。

- 1 15〔μV〕
- 2 32〔μV〕
- 3 42〔μV〕
- 4 62〔μV〕
- 5 84〔μV〕

A - 6 次の記述は、無損失給電線上の定在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) 定在波は進行波と反射波とが合成されて給電線上に生ずる電圧又は電流の分布であり、給電線に沿って〔 A 〕波長の間隔で繰り返す。
- (2) 定在波電圧が最大の点では、定在波電流は〔 B 〕である。
- (3) 給電線と負荷が整合しているときの電圧定在波比は〔 C 〕である。

	A	B	C
1	1/4	最大	0
2	1/4	最小	1
3	1/2	最小	0
4	1/2	最小	1
5	1/2	最大	0

A - 7 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、電磁波の放射損失は非常に小さくなる。

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

A - 8 特性インピーダンスが 50〔Ω〕、長さが 1.5〔m〕の無損失給電線の出力端を短絡したとき、入力端から見た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。ただし、周波数を 25〔MHz〕とし、また、特性インピーダンスが Z_0 〔Ω〕で、長さが l 〔m〕の無損失給電線にインピーダンスが Z_d 〔Ω〕の負荷を接続したときの入力端から見たインピーダンス Z_i は、位相定数を β 〔rad/m〕とすると、次式で表される。

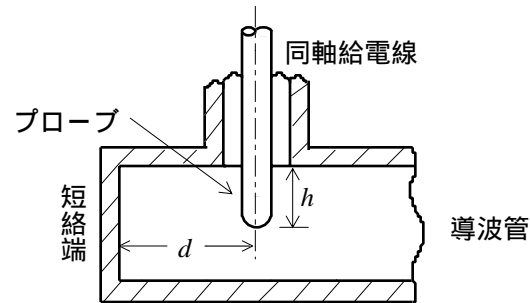
$$Z_i = Z_0 \frac{Z_d \cos(\beta l) + j Z_0 \sin(\beta l)}{Z_0 \cos(\beta l) + j Z_d \sin(\beta l)} \quad [\quad]$$

- 1 $j 50$ 〔Ω〕
- 2 $j 75$ 〔Ω〕
- 3 $j 100$ 〔Ω〕
- 4 $j 150$ 〔Ω〕
- 5 $j 300$ 〔Ω〕

A - 9 次の記述は、同軸給電線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給電線をコネクタで接続して、同軸給電線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) 同軸給電線と導波管との整合をとるには、短絡端とプローブの距離 d [m] を管内波長の □ B □ と、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。

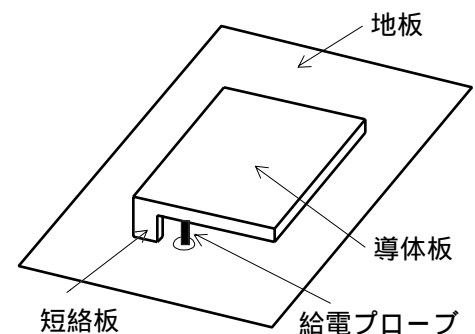
	A	B	C
1	TE ₁₀	1/2	細く
2	TE ₁₀	1/4	太く
3	TE ₁₀	1/4	細く
4	TE ₁₁	1/4	太く
5	TE ₁₁	1/2	細く



A - 10 次の記述は、図に示す移動体通信に用いられる小形の板状逆 F 型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) 小形のアンテナである □ A □ モノポールアンテナのより小形化や低姿勢化を図るために逆 L 型アンテナにし、かつ、□ B □ したのが、逆 F 型アンテナである。この逆 F 型アンテナの素子を板状にしてさらに低くしたのが、板状逆 F 型アンテナである。
- (2) 板状逆 F 型アンテナは、主に携帯電話機に内蔵され、□ C □ アンテナとして用いられている。

	A	B	C
1	1/2 波長	インピーダンス整合をしやすく	受信専用
2	1/2 波長	広帯域化	受信専用
3	1/2 波長	広帯域化	送受信共用
4	1/4 波長	広帯域化	送受信共用
5	1/4 波長	インピーダンス整合をしやすく	受信専用



A - 11 周波数 2 [GHz] で絶対利得 60 (真数) を得るために必要とする円形パラボラアンテナの直径の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナの開口効率を 0.6 とする。

- 1 0.5 [m] 2 1.0 [m] 3 1.5 [m] 4 2.0 [m] 5 2.5 [m]

A - 12 次の記述は、コリニア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。

- 1 一般に垂直半波長ダイポールアンテナを構成単位としたアレーアンテナである。
- 2 構成単位のアンテナを垂直方向に等間隔に並べて、各アンテナ素子を同振幅、同位相の電流で励振する。
- 3 使用可能な周波数範囲を広くするためには、アンテナ素子の直径 D と長さ L の比 (D/L) を小さくする。
- 4 水平面内の指向性は、全方向性である。
- 5 構成単位のアンテナの数を増やすと、垂直面内の指向性が鋭くなる。

A - 13 次の記述は、各種アンテナの特性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 垂直接地アンテナと逆 L 型接地アンテナの大地からの高さが同じ場合、その実効高は逆 L 型接地アンテナの方が大きい。
- 2 八木アンテナでは、利得を上げるために、通常、1 個の反射器と数個の導波器を放射器の前後に約 1/2 波長の間隔で置く。
- 3 対数周期ダイポールアレーアンテナは、隣り合うアンテナ素子の長さの比及び各素子の先端を結ぶ 2 本の直線の交点から隣り合うアンテナ素子までの距離の比を一定とした広帯域アンテナである。
- 4 パラボラアンテナは、開口面近傍で放射される電波がほぼ平面波になるように設計される。
- 5 カセグレンアンテナの指向性利得は、同じ開口面積を持つパラボラアンテナの指向性利得にほぼ等しい。

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 70〔km〕離れた点における電界強度が 5〔mV/m〕であった。このときアンテナに供給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。

- 1 100〔W〕 2 150〔W〕 3 200〔W〕 4 220〔W〕 5 250〔W〕

A - 15 次の記述は、各周波数帯における電波の伝搬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 長波（ LF 帯では、南北方向の伝搬路で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。
- 2 中波（ MF ）帯では、昼間は空間波が電離層（ D 層 ）で吸収されてしまうので地表波のみが伝搬する層が薄減は D するため電離層（ E 層）反射波も伝搬する。
- 3 短波（ HF ）帯は、主に電離層伝搬であり、電離層による吸収及び反射の影響が大きく、昼夜、季節、太陽活動などの変化により最適の伝搬周波数が異なる。
- 4 超短波（ VHF 帯では、電離層を突き抜けてしまうので、一年を通じて電離層からの反射波はない。
- 5 マイクロ波（ SHF ）帯及びミリ波 HF 帯では、酸素及び水蒸気による共鳴吸収及び降雨による減衰が大きくなる。

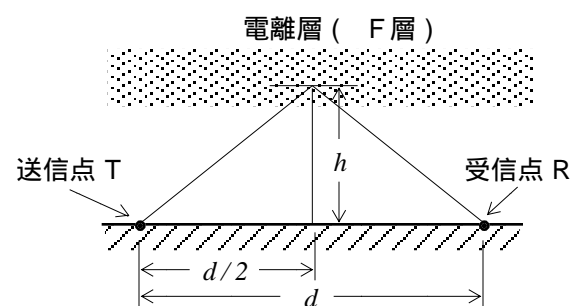
A - 16 次の記述は、電離層と電子密度について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) E 層は夜間も消滅せず、その電子密度は、一般に □ A □ の方が大きい。
- (2) スポラジック E 層（ Es ）は、□ B とほぼ同じ高さに生じ、その電子密度は F 層の電子密度より大きくなることもある。
- (3) F 層は、昼間は □ C □ を除き F₁ 層と F₂ 層に分かれるが夜間は一つにまとまり、そのときの電子密度は、一般に冬より夏の方が大きい。

	A	B	C
1	冬より夏	E 層	夏
2	冬より夏	F 層	冬
3	冬より夏	E 層	冬
4	夏より冬	F 層	夏
5	夏より冬	E 層	冬

A - 17 図に示す電離層伝搬で、電離層（ F 層 ）の臨界周波数が 4〔MHz〕のとき、5〔MHz〕の電波で通信するときの跳躍距離 n の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、大地は水平な平面であり、電離層は大地に平行であるものとする。また、F 層の見掛けの高さ h は 300〔km〕で、F 層の電子密度を一定とする。

- 1 450〔km〕
- 2 530〔km〕
- 3 620〔km〕
- 4 1,060〔km〕
- 5 1,590〔km〕



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) 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には、一般に □ A □ が用いられる。
- (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	微小 (ループ) アンテナ	180 度 ± 60 度	大きい		
2	微小 (ループ) 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	ホーンアンテナ	90 度 ± 60 度			小さい
5	ホーンアンテナ	180 度 ± 60 度	大きい		

A - 19 1/4 波長垂直接地アンテナの接地抵抗を測定したとき、周波数 2.5 [MHz] で 1.9 [] であった。このアンテナの放射効率の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、大地は完全導体とし、アンテナ導線の損失抵抗及び接地抵抗による損失以外の損失は無視できるものとする。また、波長を λ [m] とすると、給電点から見たアンテナ導線の損失抵抗 R_L は、次式で表される。

$$R_L = 0.1\lambda / 8 [\quad]$$

- 1 0.75
- 2 0.80
- 3 0.85
- 4 0.92
- 5 0.97

A - 20 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、電波無響室 (電波暗室) を用いる方法が推奨される。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、ブリッジ、 □ B □ などが使い分けられる。
- (3) 直接測定できない場合は、反射係数の絶対値又は電圧定在波比(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、反射係数の大きさ $| \Gamma |$ とアンテナのインピーダンス Z [] は、次式の関係にある。

$$| \Gamma | = \square C \square$$

	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	ダイプレクサ	$ Z - Z_0 / Z + Z_0 $
5	主放射	スロット線路	$ Z - Z_0 / Z + Z_0 $

B - 1 次の記述は、自由空間において、半波長ダイポールアンテナの最大放射方向における電界強度を求める手順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) 半波長ダイポールアンテナの実効長を l_e [m]、給電点の電流を I_0 [A] 及び波長を λ [m] とすれば、アンテナの最大放射方向における距離 d [m] の点の電界強度 E は、次式で表される。

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

(2) 半波長ダイポールアンテナの実効長 l_e は、次式で表される。

$$l_e = \text{イ} \text{ [m] } \dots\dots\dots$$

(3) アンテナからの放射電力を P_t [W]、放射抵抗を R_r [] とすれば、給電点の電流 I_0 は、次式で表される。

$$I_0 = \text{ウ} \text{ [A] } \dots\dots\dots$$

(4) 式 に式 及び を代入すると、 E は、次式で表される。

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

(5) 式 の R_r に半波長ダイポールアンテナの放射抵抗の値を代入すると、 E は、次式で表される。

$$E \text{ オ } \text{ [V/m] }$$

- | | | | | |
|-----------------------------|---------------------------|--|--|--------------------------------------|
| 1 $\sqrt{\frac{P_t}{R_r}}$ | 2 $\frac{\lambda}{\pi}$ | 3 $\frac{1}{d} \sqrt{\frac{3,600 P_t}{R_r}}$ | 4 $\frac{1}{d} \sqrt{\frac{8,100 P_t}{R_r}}$ | 5 $\frac{2\lambda}{\pi}$ |
| 6 $\frac{\sqrt{30 P_t}}{d}$ | 7 $\frac{7\sqrt{P_t}}{d}$ | 8 $\frac{60\pi I_0 l_e}{\lambda d}$ | 9 $\frac{P_t}{R_r}$ | 10 $\frac{45\pi I_0 l_e}{\lambda d}$ |

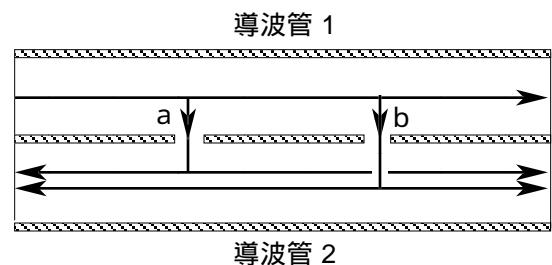
B - 2 次の記述は、図に示す 2 結合孔方向性結合器について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

(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、もう一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 $/2$ 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 狭帯域 | 2 打ち消し合う | 3 間隔 | 4 $1/8$ |
| 5 $1/4$ | 6 加わり合う | 7 $/4$ | 8 |
| 9 広帯域 | 10 数 | | |



B - 3 次の記述は、携帯電話機用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、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

(1) 周波数約 1 [GHz] 以上の電波について、人体は損失のある □ア として働くので、頭部のごく近くで使用する携帯電話機から放射される電波は吸収や散乱を起こす。そのため、アンテナの特性が人体の近傍にない場合に比べて変化する。

(2) 一般の携帯電話機には、□イ アンテナ及び内蔵用の板状逆 F 型アンテナが装備されている場合が多い。送受信兼用の □イ アンテナの長さは、 $1/4$ 波長よりも、人体による □ウ パターンの変化を軽減するなどのために、 $1/8$ 波長程度 □エ してある。

(3) □イ アンテナと板状逆 F 型アンテナとによる □オ ダイバーシティ受信を行うことで、建物などの反射波による受信時のフェージングの補償ができる。

- | | | | | |
|-------|-------|--------|-------|-------|
| 1 長く | 2 誘電体 | 3 ホイップ | 4 周波数 | 5 磁性体 |
| 6 定在波 | 7 放射 | 8 スリーブ | 9 短く | 10 空間 |

B - 4 次の記述は、超短波(VHF)帯及び極超短波(UHF)帯の電波の見通し外伝搬について述べたものである。ある。内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 電波は、障害物があると ア により障害物の裏側にも回り込んで伝搬する。球面大地上の見通し外伝搬において、伝搬路の途中に イ がある場合、それが無い場合に比べて受信電界強度が上がることもある。
- (2) 大気は乱流により絶えず変動しているため、ウ が周囲とは違った領域が生じている。この領域で電波が散乱され、見通し外にも伝搬する。この現象を利用する対流圏散乱通信において受信される電波は、多くの散乱体によって散乱されて到来した振幅及び エ が異なる多くの波の合成波であるので、オ フェージングを生ずる。

- | | | | | |
|--------|------|-------|-------|--------|
| 1 山岳 | 2 河川 | 3 屈折率 | 4 導電率 | 5 レイリー |
| 6 ダクト形 | 7 位相 | 8 周期 | 9 回折 | 10 反射 |

B - 5 次の記述は、電波無響室（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 電波無響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 電波吸収体は、使用周波数に適した材質、形状のものをを用いる。
- ウ 電波無響室には、通常、電磁的なシールドは施されていない。
- エ 電波無響室内で、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。
- オ 電波無響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。