

FB007

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 次の記述は、電界  $E$  [V/m] と磁界  $H$  [A/m] に関するマクスウェルの方程式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、媒質は均質、等方性、線形、非分散性とし、誘電率を  $\epsilon$  [F/m]、透磁率を  $\mu$  [H/m]、導電率を  $\sigma$  [S/m]、印加電流を  $J_0$  [A/m<sup>2</sup>] 及び時間を  $t$  [s] 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)  $E$  と  $H$  に関するマクスウェルの方程式は、次式で表される。

□  $H = J_0 + \sigma E + \epsilon \frac{\partial E}{\partial t}$  . . . . . ①

□  $E = -\mu \frac{\partial H}{\partial t}$  . . . . . ②

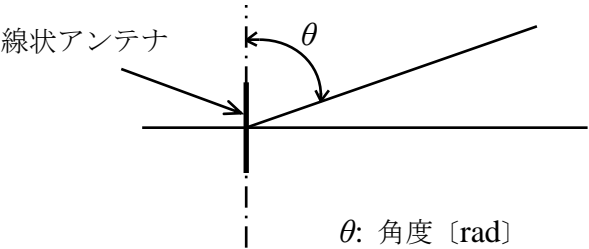
- (2) 式①は、拡張された □ の法則と呼ばれ、この右辺は、第 1 項の印加電流、第 2 項の導電流及び □ と呼ばれている第 3 項からなる。第 3 項は、□ が印加電流及び導電流と同様に磁界を発生することを表している。
- (3) 式②は、□ の法則と呼ばれ、磁界が変化すると、電界が発生することを表している。

	A	B	C	D
1	$\nabla \cdot$	ファラデー	対流電流	アンペア
2	$\nabla \cdot$	アンペア	変位電流	ファラデー
3	$\nabla \times$	アンペア	変位電流	ファラデー
4	$\nabla \times$	ファラデー	対流電流	アンペア
5	$\nabla \times$	アンペア	対流電流	ファラデー

A－2 次の記述は、図に示すような線状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。ただし、電界強度の指向性関数を  $D(\theta)$  とする。

- (1) 十分遠方における電界強度の指向性は、 $D(\theta)$  に比例し、距離に □ 。
- (2) 微小ダイポールの  $D(\theta)$  は、□ と表され、また、半波長ダイポールアンテナの  $D(\theta)$  は、近似的に □ と表される。

	A	B	C
1	関係しない	$\sin \theta$	$\frac{\cos(\frac{\pi}{2} \cos \theta)}{\sin \theta}$
2	関係しない	$\sin^2 \theta$	$\frac{\cos(\frac{\pi}{2} \sin \theta)}{\sin \theta}$
3	反比例する	$\cos^2 \theta$	$\frac{\cos(\frac{\pi}{2} \cos \theta)}{\sin \theta}$
4	反比例する	$\sin^2 \theta$	$\frac{\cos(\frac{\pi}{2} \sin \theta)}{\sin \theta}$
5	反比例する	$\sin \theta$	$\frac{\cos(\frac{\pi}{2} \sin \theta)}{\sin \theta}$



A－3 周波数 7.5 [GHz]、送信電力 10 [W]、送信アンテナの絶対利得 30 [dB]、送受信点間距離 20 [km]、及び受信入力レベル  $-35$  [dBm] の固定マイクロ波の見通し回線がある。このときの自由空間基本伝送損  $L$  [dB] 及び受信アンテナの絶対利得  $G_r$  [dB] の最も近い値の組合せを下の番号から選べ。ただし、伝搬路は自由空間とし、給電回路の損失及び整合損失は無視できるものとする。また、 $1$  [mW] を  $0$  [dBm]、 $\log_{10} 2 = 0.3$ 、 $\log_{10} \pi = 0.5$  とする。

	$L$	$G_r$
1	136	20
2	136	31
3	136	38
4	140	20
5	140	31

A－4 次の記述は、微小ダイポール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) アンテナから電波が放射される現象は、給電点に電流  $I$  [A] が流れ、アンテナからの放射によって電力  $P_r$  [W] が消費されることである。これは、アンテナの代わりに負荷として抵抗  $R_r$  を接続したと等価である。したがって、次式が成り立つ。

$$R_r = \boxed{\text{A}} \text{ } [\Omega]$$

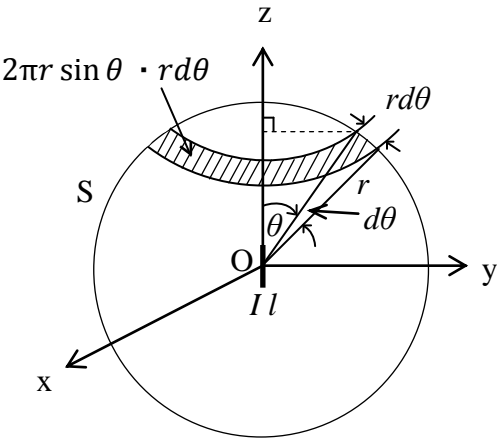
上式で表される仮想の抵抗  $R_r$  [Ω] を放射抵抗と呼び、 $P_r$  [W] を放射電力と呼ぶ。

(2) 図に示すように、微小ダイポールから数波長以上離れた半径  $r$  [m] の球面  $S$  を考えたとき、 $P_r$  [W] は球面上の電力束密度の面積分として次式で求められる。ただし、微小ダイポールの長さを  $l$  [m]、波長を  $\lambda$  [m]、微小ダイポールの中心  $O$  から任意の方向と微小ダイポールの軸とのなす角を  $\theta$  [rad] とし、 $\theta$  方向における電界強度を  $E_\theta$  [V/m] とする。

$$P_r = 2 \int_0^{\pi/2} \frac{|E_\theta|^2}{120\pi} \cdot 2\pi r \sin \theta \cdot r d\theta = \boxed{\text{B}} \text{ } [\text{W}]$$

(3) (1) 及び(2) から、微小ダイポールの放射抵抗  $R_r$  は □ C □ [Ω] となる。

	A	B	C
1	$\frac{P_r}{ I ^2}$	$\frac{\pi^2  I ^2 l^2}{\lambda^2}$	$\frac{\pi^2 l^2}{\lambda^2}$
2	$\frac{P_r}{ I ^2}$	$\frac{80\pi^2  I ^2 l^2}{\lambda^2}$	$\frac{80\pi^2 l^2}{\lambda^2}$
3	$\frac{P_r}{120\pi  I ^2}$	$\frac{\pi^2  I ^2 l^2}{\lambda^2}$	$\frac{\pi^2 l^2}{\lambda^2}$
4	$\frac{P_r}{120\pi  I ^2}$	$\frac{160\pi^2  I ^2 l^2}{\lambda^2}$	$\frac{160\pi^2 l^2}{\lambda^2}$
5	$\frac{P_r}{120\pi  I ^2}$	$\frac{80\pi^2  I ^2 l^2}{\lambda^2}$	$\frac{80\pi^2 l^2}{\lambda^2}$



A－5 開口径が 2 [m] の円形パラボラアンテナを周波数 15 [GHz] で使用する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、開口効率を 0.6 とし、 $\log_{10}\pi = 0.5$ 、 $\log_{10}6 = 0.78$  とする。

- 1 26 [dB]
- 2 33 [dB]
- 3 38 [dB]
- 4 43 [dB]
- 5 48 [dB]

A－6 無損失給電線上の電圧定在波比が 1.25 のとき、電圧波節点から負荷側を見た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、給電線の実効インピーダンスは 75 [Ω] とする。

- 1 36 [Ω]
- 2 50 [Ω]
- 3 60 [Ω]
- 4 75 [Ω]
- 5 94 [Ω]

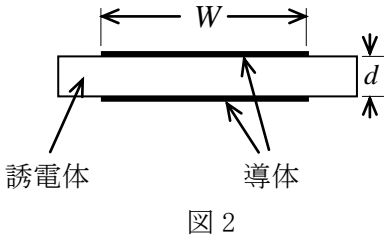
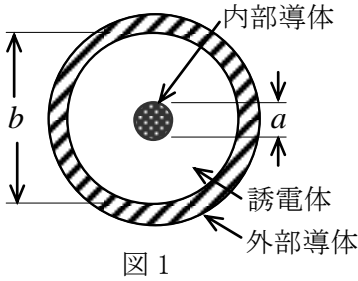
A－7 次の記述は、平面波が有限な導電率の導体中へ浸透する深さを表す表皮厚さ(深さ)について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、平面波はマイクロ波とし、 $e$  を自然対数の底とする。

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

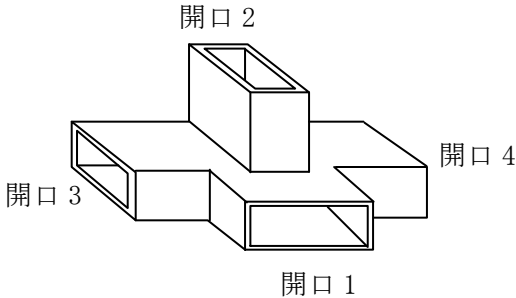
A－8 図1は同軸線路の断面図であり、図2は平行平板線路の断面図である。これら二つの線路の特性インピーダンスが等しく、同軸線路の外部導体の内径  $b$  [m] と内部導体の外径  $a$  [m] との比  $(b/a)$  の値が4であるときの平行平板線路の誘電体の厚さ  $d$  [m] と導体の幅  $W$  [m] との比  $(d/W)$  の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、両線路とも無損失であり、誘電体は同一とする。また、誘電体の比誘電率を  $\epsilon_r$  とし、自由空間の固有インピーダンスを  $Z_0$  [ $\Omega$ ] とすると、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

- 1 0.22
- 2 0.26
- 3 0.30
- 4 0.34
- 5 0.38



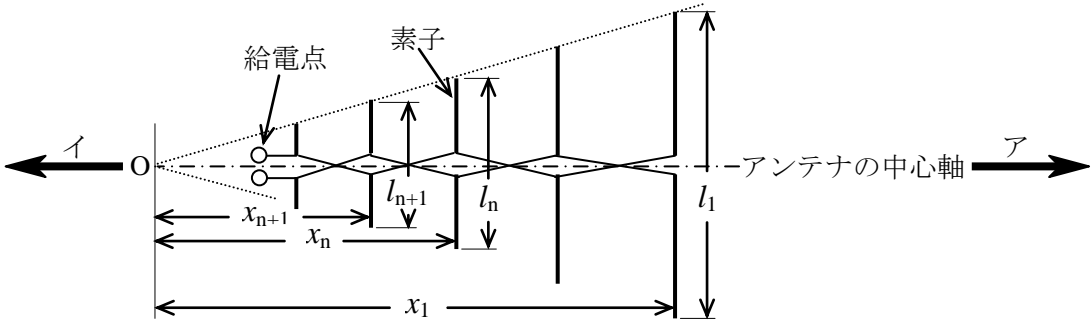
A－9 次の記述は、図に示すマジック T の基本的な動作について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、マジック T の各開口は、整合がとれているものとし、また、導波管内の伝送モードは、 $TE_{10}$  とする。

- 1 マジック T は、E 分岐と H 分岐を組み合わせた構造になっている。
- 2 開口 1 からの入力は、開口 3 と 4 へ出力され、このときの開口 3 と 4 の出力は同相である。
- 3 開口 1 からの入力は、開口 2 には出力されない。
- 4 開口 2 からの入力は、開口 3 と 4 へ出力され、このときの開口 3 と 4 の出力は同相である。
- 5 開口 2 からの入力は、開口 1 には出力されない。



A－10 次の記述は、図に示す対数周期ダイポール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 隣り合う素子の長さの比  $l_{n+1}/l_n$  と隣り合う素子の頂点 O からの距離の比  $x_{n+1}/x_n$  は等しい。
- 2 使用可能な周波数範囲は、最も長い素子と最も短い素子によって決まる。
- 3 主放射の方向は矢印ア の方向である。
- 4 素子にはダイポールアンテナが用いられ、隣接するダイポールアンテナごとに逆位相で給電する。
- 5 航空機の航行援助用施設である ILS (計器着陸装置) のローカライザのアンテナとして用いられる。



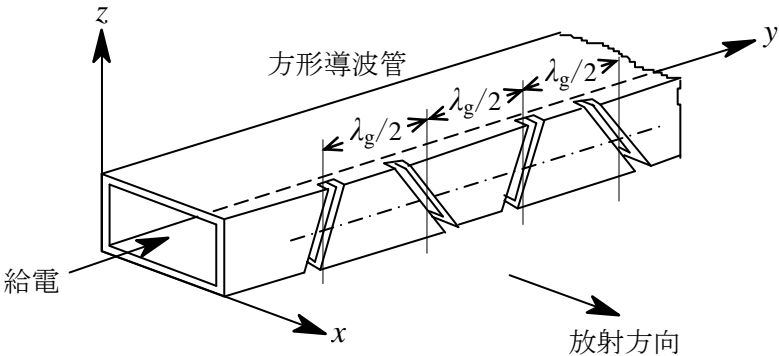
A－11 アンテナ導線（素子）の特性インピーダンスが  $471$  [ $\Omega$ ] で、長さ  $25$  [m] の垂直接地アンテナを周波数  $1.5$  [MHz] に共振させて用いるとき、アンテナの基部に挿入すべき延長コイルのインダクタンスの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、大地は完全導体とする。

- 1 50 [ $\mu H$ ]
- 2 73 [ $\mu H$ ]
- 3 93 [ $\mu H$ ]
- 4 105 [ $\mu H$ ]
- 5 120 [ $\mu H$ ]

A-12 次の記述は、図に示すスロットアレーアンテナから放射され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。ただし、スロットアレーアンテナは  $xy$  面に平行な面を大地に平行に置かれ、管内には  $TE_{10}$  モードの電磁波が伝搬しているものとし、管内波長は  $\lambda_g$  [m] とする。また、 $\lambda_g/2$  [m] の間隔で交互に傾斜方向を変えてスロットがあげられているものとする。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1)  $yz$  面に平行な管壁には  $z$  軸に □ A □ な電流が流れており、スロットはこの電流の流れを妨げるので、電波を放射する。
(2) 管内における  $y$  軸方向の電界分布は、 $\lambda_g/2$  [m] の間隔で反転しているので、管壁に流れる電流の方向も同じ間隔で反転している。交互に傾斜角の方向が変わるように開けられた各スロットから放射される電波の □ B □ の方向は、各スロットに垂直な方向となる。
(3) 隣り合う二つのスロットから放射された電波の電界をそれぞれ  $y$  成分と  $z$  成分に分解すると、□ C □ は互いに逆向きであるが、もう一方の成分は同じ向きになる。このため、□ C □ が打ち消され、もう一方の成分は加え合わされるので、偏波は □ D □ となる。

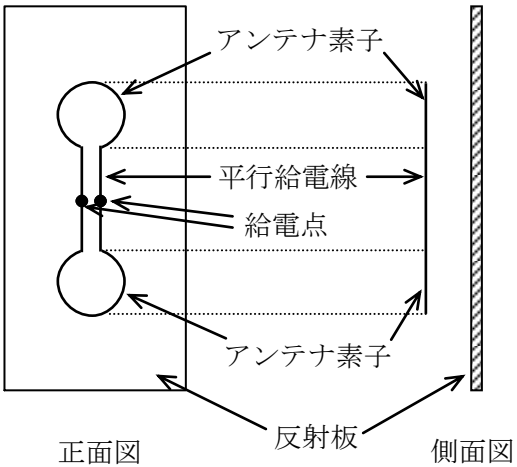
	A	B	C	D
1	平行	電界	$y$ 成分	垂直偏波
2	平行	電界	$z$ 成分	水平偏波
3	平行	磁界	$y$ 成分	垂直偏波
4	垂直	磁界	$y$ 成分	水平偏波
5	垂直	電界	$z$ 成分	垂直偏波



A-13 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	0.5	反射板付き 4 ダイポールアンテナ	8 字特性
2	0.5	反射板付き 4 ダイポールアンテナ	単一指向性
3	0.5	スーパータースタイルアンテナ	単一指向性
4	1	反射板付き 4 ダイポールアンテナ	単一指向性
5	1	スーパータースタイルアンテナ	8 字特性



A-14 次の記述は、電波雑音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 空電雑音のレベルは、熱帯地域では一般に雷が多く発生するので終日高いが、中緯度域では遠雷による空電雑音が主体となるので、夜間は D 層による吸収を受けて低く、日中は D 層の消滅に伴い高くなる。
2 空電雑音は、雷放電によって発生する衝撃性雑音であり、遠距離の無数の地点で発生する個々の衝撃性雑音電波が電離層伝搬によって到来し、これらの雑音が重なりあって連続性雑音となる。
3 電離圏雑音には、超長波 (VLF) 帯で発生する連続性の雑音や、継続時間の短い散発性の雑音などがある。
4 太陽以外の恒星から発生する雑音は宇宙雑音といい、銀河の中心方向から到来する雑音が強い。
5 静止衛星からの電波を受信する際、春分及び秋分の前後数日間、地球局の受信アンテナの主ビームが太陽に向くときがあり、このときの強い太陽雑音により受信機出力の信号対雑音比 (S/N) が低下したりすることがある。

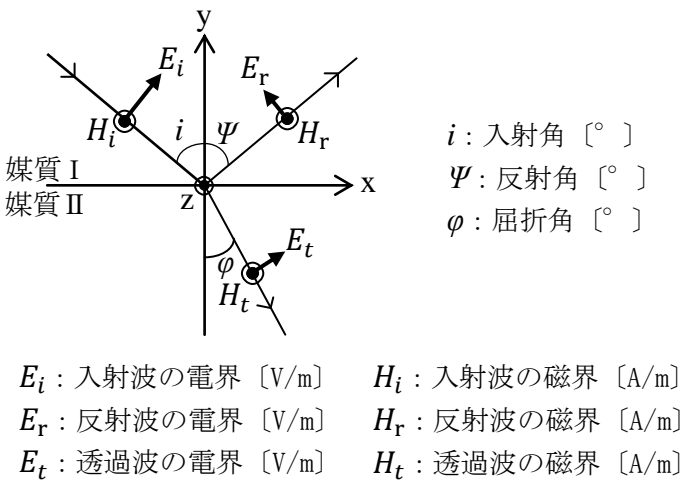
A-15 次の記述は、図に示すように真空中（媒質Ⅰ）から誘電率が  $\epsilon$  [F/m] の媒質（媒質Ⅱ）との境界に平面波が入射したときの反射について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、境界面は、直角座標の  $xz$  面に一致させ、入射面は  $xy$  面に平行で、電界及び磁界の関係は図に示すとおりとする。また、媒質Ⅱの透磁率は真空中と同じとし、媒質Ⅰ及びⅡの導電率は零とし、屈折率を  $n$  とする。

(1) 図に示すように電界が入射面に平行である場合の反射係数  $R$  は、次式で表される。

$$R = \frac{E_r}{E_i} = \frac{n^2 \cos i - \sqrt{n^2 - \sin^2 i}}{n^2 \cos i + \sqrt{n^2 - \sin^2 i}}$$

(2) 上式において、 $n = \square A$  の時、反射係数  $R$  が零となり、反射波がないことになる。このときの入射角を  $\square B$  とい、このときの入射角と屈折角の和は  $\square C$  [°] である。

A	B	C
1 $\sin i$	ブルースター角	120
2 $\sin i$	グレイジング角	90
3 $\cos i$	グレイジング角	160
4 $\tan i$	グレイジング角	120
5 $\tan i$	ブルースター角	90



A-16 次の記述は、無線 LAN や携帯電話などで用いられる MIMO (Multiple Input Multiple Output) 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。

- MIMO では、送信側と受信側の双方に複数のアンテナを用いることによって、空間多重伝送による伝送容量の増大、ダイバーシティによる伝送品質の向上を図ることができる。
- 空間多重された信号は、複数の受信アンテナで受信後、チャネル情報を用い、信号処理により分離することができる。
- MIMO には、送信側でチャネル情報が既知の方式と未知の方式がある。
- MIMO では、垂直偏波は用いることができない。
- 複数のアンテナを近くに配置するときは、相互結合による影響を考慮する。

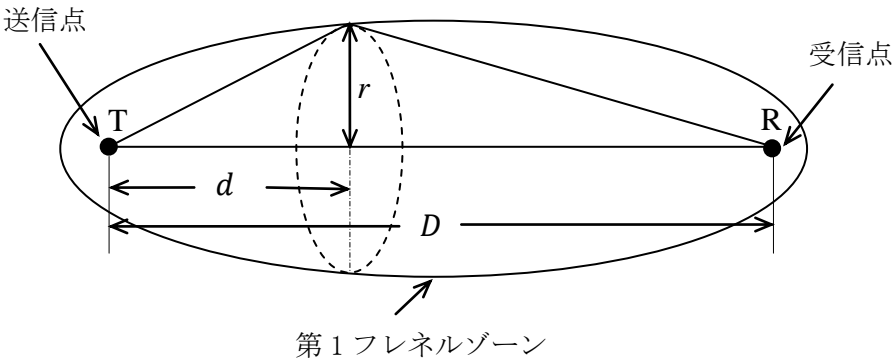
A-17 次の記述は、図に示す第 1 フレネルゾーンについて述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

(1) 送信点  $T$  から受信点  $R$  方向に測った距離  $d$  [m] の地点における第 1 フレネルゾーンの回転楕円体の断面の半径  $r$  [m] は、送受信点間の距離を  $D$  [m]、波長を  $\lambda$  [m] とすれば、次式で与えられる。

$$r = \square A \text{ [m]}$$

(2) 周波数が 7.5 [GHz]、 $D$  が 15 [km] であるとき、 $d$  が 6 [km] の地点での  $r$  は、約  $\square B$  [m] である。

A	B
1 $\sqrt{\lambda d \left( \frac{D}{d} - 1 \right)}$	30
2 $\sqrt{\lambda d \left( \frac{D}{d} - 1 \right)}$	25
3 $\sqrt{\lambda d \left( 1 - \frac{d}{D} \right)}$	30
4 $\sqrt{\lambda d \left( 1 - \frac{d}{D} \right)}$	20
5 $\sqrt{\lambda d \left( 1 - \frac{d}{D} \right)}$	12



A-18 長さ  $l$  [m] の無損失給電線の終端を開放及び短絡して入力端から見たインピーダンスを測定したところ、それぞれ  $-j 90$  [Ω] 及び  $+j 40$  [Ω] であった。この給電線の実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。

- 50 [Ω]
- 60 [Ω]
- 66 [Ω]
- 75 [Ω]
- 83 [Ω]

A-19 次の記述は、アンテナの利得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)
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き、それぞれの利得を求めることが
A
。
- (2)
寸法から利得を求めることができる
B
は、標準アンテナとして多く用いられる。
- (3)
円偏波アンテナの測定をする場合、測定アンテナとして直線偏波のアンテナを用いることが
C
。

A	B	C
1 できる	ブラウンアンテナ	できない
2 できる	ロンビックアンテナ	できない
3 できる	角錐ホーンアンテナ	できる
4 できない	ロンビックアンテナ	できる
5 できない	角錐ホーンアンテナ	できる

A-20 次の記述は、模型を用いて行う室内でのアンテナ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。

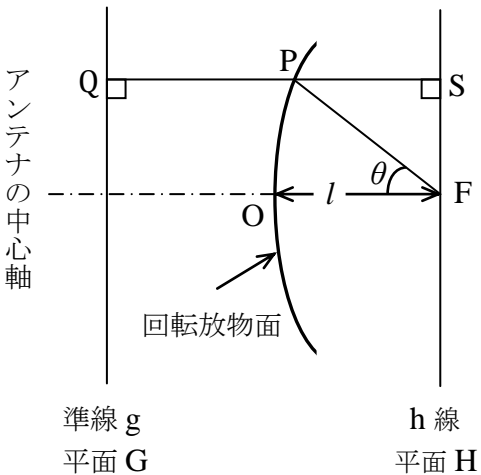
短波 (HF) 帯のアンテナのような大きいアンテナや航空機、船舶、鉄塔などの大きな建造物に取り付けられるアンテナの特性を縮尺した模型を用いて室内で測定を行うことがある。

- (1)
模型の縮尺率は、測定する空間の誘電率及び透磁率に
A
、アンテナ材料の導電率に
B
。
- (2)
実際のアンテナの使用周波数を  $f$  [Hz]、模型の縮尺率を  $p$  ( $p < 1$ ) とすると、測定周波数  $f_m$  [Hz] は、次式で求められる。  
 $f_m =$ 
C
 [Hz]

A	B	C
1 依存するが	依存しない	$f / (1+p)$
2 依存するが	依存しない	$f / p$
3 依存しないが	依存する	$f / p^2$
4 依存しないが	依存する	$f / (1+p)$
5 依存しないが	依存する	$f / p$

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。

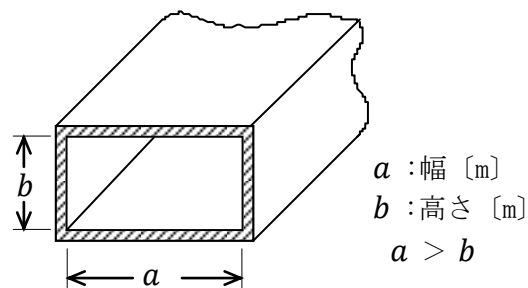
- (1)
図に示すように、回転放物面の焦点を  $F$ 、中心を  $O$ 、回転放物面上の任意の点を  $P$  とすれば、 $F$  から  $P$  までの距離  $\overline{FP}$  と  $P$  から準線  $g$  に下ろした垂線の足  $Q$  との距離  $\overline{PQ}$  との間には、次式の関係がある。  
 $\overline{PQ} =$ 
ア
..... ①
- (2)
 $F$  を通り  $g$  に平行な直線を  $h$  線とし、 $P$  から  $h$  に下ろした垂線の足を  $S$  とすれば、 $F$  から  $P$  を通って  $S$  に至る距離  $\overline{FP} + \overline{PS}$  は、式①の関係から、次式で表される。  
 $\overline{FP} + \overline{PS} =$ 
イ
- (3)
焦点  $F$  に置かれた等方性波源より放射され、回転放物面で反射されたすべての電波は、アンテナの中心軸に垂直で  $g$  を含む平面  $G$  を見掛け上の
ウ
として、アンテナの中心軸に平行に、 $G$  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  $H$  に至る電波通路の長さはすべて等しいから、放射角度  $\theta = 0$  のときの電波通路の長さ  $\overline{FP} + \overline{PS}$  を焦点距離  $l$  で表すと、次式が成り立つ。  
 $\overline{FP} + \overline{PS} =$ 
オ
 $\times l$



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

B-2 次の記述は、図に示す方形導波管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、自由空間における電波の波長を  $\lambda$  [m]、速度を  $c$  [m/s] とする。

- (1) TE<sub>mn</sub> モードの遮断波長は、□ ア □ [m] である。  
 (2) TE<sub>10</sub> モードにおける遮断波長は、□ イ □ [m]、管内波長は、□ ウ □ [m] である。導波管内を伝搬する電波の群速度  $v_g$  [m/s] は、位相速度  $v_p$  [m/s] より □ エ □、 $v_p$  と  $v_g$  の間には □ オ □ の関係がある。



- |   |   |   |  |   |  |   |    |    |  |
|---|---|---|--|---|--|---|----|----|--|
| 1 | $2b$  | 2 | $\frac{2}{\sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{b}\right)^2}}$ | 3 | $\frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}}$ | 4 | 速く | 5  | $\frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2b}\right)^2}}$ |
| 6 | $\frac{1}{\sqrt{\left(\frac{n}{2a}\right)^2 + \left(\frac{m}{b}\right)^2}}$ | 7 | $v_p v_g = \sqrt{2} c^2$   | 8 | $2a$   | 9 | 遅く | 10 | $v_p v_g = c^2$  |

B-3 次の記述は、図に示す方形のマイクロストリッ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を下の番号から選べ。ただし、給電は、同軸給電とする。

- (1) 図1に示すように、地板上に波長に比べて十分に薄い誘電体を置き、その上に放射板を平行に密着して置いた構造であり、放射板の中央から少しずらした位置で放射板と □ ア □ の間に給電する。

- (2) 放射板と地板間にある誘電体に生ずる電界は、電波の放射には寄与しないが、放射板の周縁部に生ずる漏れ電界は電波の放射に寄与する。放射板の長さ  $l$  [m] を誘電体内での電波の波長  $\lambda_e$  [m] の □ イ □ にすると共振する。

図2に示すように磁流  $M_1 \sim M_6$  [V] で表すと、磁流 □ ウ □ は相加されて放射に寄与するが、他は互いに相殺されて放射には寄与しない。

アンテナの指向性は、放射板から □ エ □ 軸の正の方向に最大放射方向がある単一指向性である。

- (3) アンテナの入力インピーダンスは、放射板上の給電点の位置により変化する。また、その周波数特性は、厚さ  $h$  [m] が厚いほど、幅  $w$  [m] が広いほど □ オ □ となる。

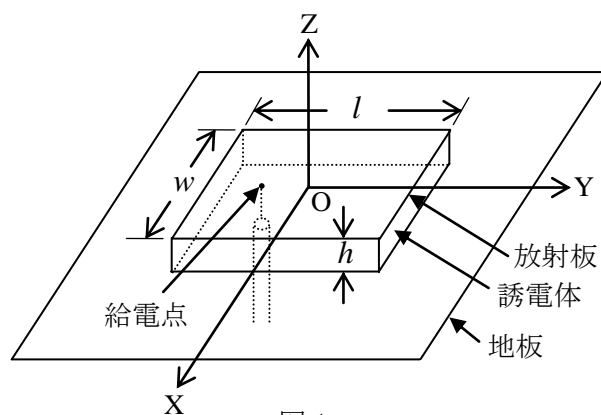


図 1

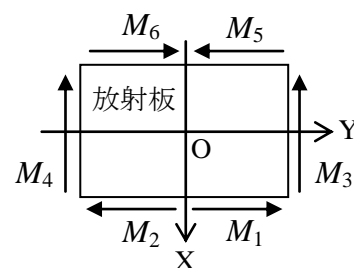


図 2

- |   |     |   |     |   |               |   |   |    |     |
|---|-----|---|-----|---|---------------|---|---|----|-----|
| 1 | 誘電体 | 2 | 1/2 | 3 | $M_3$ と $M_4$ | 4 | X | 5  | 広帯域 |
| 6 | 地板  | 7 | 1/3 | 8 | $M_1$ と $M_5$ | 9 | Z | 10 | 狭帯域 |

B-4 次の記述は、SHF 帯及び EHF 帯の電波の伝搬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 晴天時の大気ガスによる電波の共鳴吸収は、主に酸素及び水蒸気分子によるものであり、100 [GHz] 以下では、22 [GHz] 付近に酸素分子の共鳴周波数が、60 [GHz] 付近に水蒸気分子の共鳴周波数がある。  
 イ 霧や細かい雨などのように波長に比べて十分小さい直径の水滴による減衰は、主に吸収によるものであり、周波数が高くなると増加する。  
 ウ 降雨による減衰は、雨滴による吸収と散乱で生じ、概ね 10 [GHz] 以上で顕著になり、200 [GHz] 付近までは周波数が高いほど、また、降雨強度が大きいほど、減衰量が大きくなる。  
 エ 降雨による交差偏波識別度の劣化は、扁平な雨滴に進入する電波の減衰及び位相回転の大きさが偏波の方向によって異なることと無関係である。  
 オ 二つの通信回線のアンテナビームが交差している領域に降雨があると、雨滴による散乱のために通信回線に干渉を起こすことがある。

B-5 次の記述は、図に示す Wheeler cap（ウィーラー・キャップ）法による小形アンテナの放射効率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。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おり、アンテナの位置は、箱の中央部に置いて測定するものとする。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

(1) 入力インピーダンスから放射効率を求める方法

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 □ ア □ を測定する。このときの値は、アンテナの放射抵抗が無視できるので損失抵抗  $R_l$  [Ω] とみなすことができる。

次に、箱を取り除いて、同様に、入力インピーダンスの □ ア □ を測定する。このときの値は、被測定アンテナの放射抵抗を  $R_r$  [Ω] とすると □ イ □ [Ω] となる。

金属の箱をかぶせないときの入力インピーダンスの □ ア □ の測定値を  $R_{in}$  [Ω]、かぶせたときの入力インピーダンスの □ ア □ の測定値を  $R'_{in}$  ( $= R_l$ ) [Ω] とすると、放射効率  $\eta$  は、 $\eta =$  □ ウ □ で求められる。

ただし、金属の箱の有無にかかわらず、アンテナ電流を一定とし、被測定アンテナは直列共振形とする。また、給電線の損失はないものとする。

(2) 電圧反射係数から放射効率を求める方法

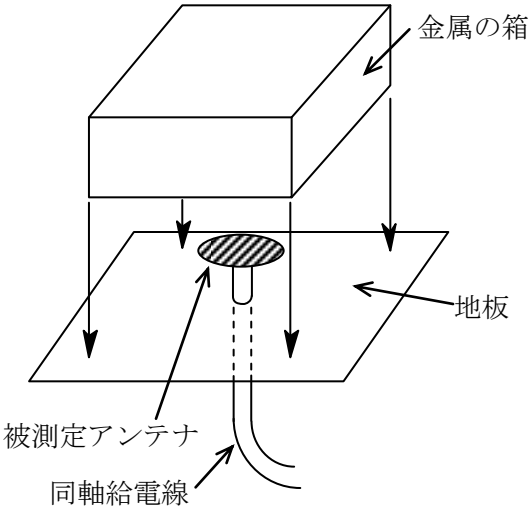
金属の箱をかぶせないときの送信機の実出力電力を  $P_o$  [W]、被測定アンテナの入力端子からの反射電力を  $P_{ref}$  [W]、(1)と同じように被測定アンテナに金属の箱をかぶせたときの送信機の実出力電力を  $P'_o$  [W]、被測定アンテナの入力端子からの反射電力を  $P'_{ref}$  [W] とすると、放射効率  $\eta$  は、次式で求められる。ただし、送信機と被測定アンテナ間の給電線の損失はないものとする。

$$\eta = \frac{P_o - P_{ref} - (P'_o - P'_{ref})}{P_o - P_{ref}} \dots\dots\dots ①$$

$P_o = P'_o$  のとき、 $\eta$  は、式①より次式のようにになる。

$$\eta = \frac{\text{エ}}{1 - (P_{ref}/P_o)} \dots\dots\dots ②$$

金属の箱をかぶせないときの電圧反射係数を  $|\Gamma|$ 、かぶせたときの電圧反射係数を  $|\Gamma'|$  とすると、 $\eta$  は、式②より、 $\eta =$  □ オ □ となり電圧反射係数から求められる。ただし、 $|\Gamma'| \geq |\Gamma|$  が成り立つ範囲で求められる。



- |       |               |                          |                                     |   |
|-------|---------------|--------------------------|-------------------------------------|---|
| 1 虚数部 | 2 $R_r - R_l$ | 3 $1 - (R'_{in}/R_{in})$ | 4 $(P'_{ref}/P'_o) - (P_{ref}/P_o)$ | 5 $\frac{ \Gamma' ^2 -  \Gamma ^2}{1 -  \Gamma ^2}$ |
| 6 実数部 | 7 $R_r + R_l$ | 8 $1 - (R_{in}/R'_{in})$ | 9 $(P_{ref}/P_o) - (P'_{ref}/P'_o)$ | 10 $\frac{ \Gamma'  -  \Gamma }{1 -  \Gamma }$      |