

AB609

第一級総合無線通信士「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  $\lambda$  [m] とする。

- 1 静電界の大きさは、距離の 3 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  $\lambda/\pi$  [m] のところで、三成分の電界の大きさが等しくなる。

A-2 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  $7.5 \times 10^7$  [m/s]
- 2  $1.5 \times 10^8$  [m/s]
- 3  $2.5 \times 10^8$  [m/s]
- 4  $3.5 \times 10^8$  [m/s]
- 5  $5.0 \times 10^8$  [m/s]

A-3 次の記述は、自由空間に置かれた半波長ダイポールアンテナの最大放射方向における絶対利得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、アンテナの損失はないものとする。

(1) 基準アンテナとなる等方性アンテナから距離  $d$  [m] だけ離れた点の電界強度  $E_0$  [V/m] は、放射電力を  $P_0$  [W] とすると、次式で表される。

$$E_0 = \square A \text{ [V/m]}$$

(2) 半波長ダイポールアンテナの最大放射方向で、アンテナから距離  $d$  [m] だけ離れた点の電界強度  $E$  [V/m] は、給電点電流を  $I_0$  [A]、放射抵抗を  $R_r = 73.13$  [ $\Omega$ ]、放射電力を  $P_t$  [W] とすると、次式で表される。

$$E = \frac{60I_0}{d} = \frac{60}{d} \sqrt{\frac{P_t}{R_r}} = \square B \text{ [V/m]}$$

(3) 半波長ダイポールアンテナの最大放射方向における絶対利得  $G$  (真数) は、 $E_0$  と  $E$  が等しいときの  $P_0$  と  $P_t$  の比として、次のように求められる。

$$G = \frac{P_0}{P_t} = \square C$$

- |   | A                | B                | C    |
|---|------------------|------------------|------|
| 1 | $\sqrt{49P_0}/d$ | $\sqrt{49P_t}/d$ | 1.64 |
| 2 | $\sqrt{49P_0}/d$ | $\sqrt{45P_t}/d$ | 0.61 |
| 3 | $\sqrt{30P_0}/d$ | $\sqrt{49P_t}/d$ | 0.61 |
| 4 | $\sqrt{30P_0}/d$ | $\sqrt{49P_t}/d$ | 1.64 |
| 5 | $\sqrt{30P_0}/d$ | $\sqrt{45P_t}/d$ | 0.61 |

A-4 次の記述は、1/4 波長垂直接地アンテナの受信有能電力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、アンテナと受信入力回路は整合しており、アンテナの損失はないものとする。

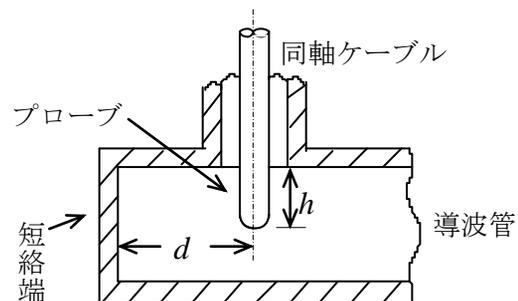
- (1) 実効高  $h_e$  は、波長を  $\lambda$  [m] とすれば、次式で表される。  
 $h_e = \square A$  [m] ……①
- (2) 電界強度が  $E$  [V/m] の電波を受信したとき、アンテナに誘起される電圧  $V$  は、次式で表される。  
 $V = \square B$  [V] ……②
- (3) 受信有能電力  $P$  は、放射抵抗を  $R_r$  [ $\Omega$ ] とすれば、次式で表される。  
 $P = \square C$  [W] ……③
- 式③に式②を代入すれば、 $P$  は次式で表される。  
 $P = \square D$  [W]

	A	B	C	D
1	$\frac{\lambda}{2\pi}$	$\frac{E}{h_e}$	$\frac{V^2}{2R_r}$	$\frac{(Eh_e)^2}{2R_r}$
2	$\frac{\lambda}{2\pi}$	$Eh_e$	$\frac{V^2}{2R_r}$	$\frac{(Eh_e)^2}{2R_r}$
3	$\frac{\lambda}{2\pi}$	$Eh_e$	$\frac{V^2}{4R_r}$	$\frac{(Eh_e)^2}{4R_r}$
4	$\frac{\lambda}{\pi}$	$\frac{E}{h_e}$	$\frac{V^2}{4R_r}$	$\frac{(Eh_e)^2}{4R_r}$
5	$\frac{\lambda}{\pi}$	$Eh_e$	$\frac{V^2}{2R_r}$	$\frac{(Eh_e)^2}{4R_r}$

A-5 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 <sub>10</sub>	1/4	太く
2	TE <sub>10</sub>	1/4	細く
3	TE <sub>10</sub>	1/2	細く
4	TE <sub>11</sub>	1/4	太く
5	TE <sub>11</sub>	1/2	細く



A-6 無損失給電線上の入射波電圧が 35 [V] で反射波電圧が 15 [V] のとき、定在波電圧が最小の点（電圧波節）から負荷側を見たインピーダンスの大きさの値として、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を 75 [ $\Omega$ ] とする。

- 1 15 [ $\Omega$ ]
- 2 30 [ $\Omega$ ]
- 3 45 [ $\Omega$ ]
- 4 60 [ $\Omega$ ]
- 5 75 [ $\Omega$ ]

A-7 次の記述は、図1に示すように、コイルとコンデンサを用いて無損失給電線と純抵抗負荷を整合させるための条件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、無損失給電線の特性インピーダンスを  $Z_0$  [Ω]、純抵抗負荷を  $R$  [Ω]、コイルのインダクタンスを  $L$  [H]、コンデンサの静電容量を  $C$  [F] 及び角周波数を  $\omega$  [rad/s] とし、 $Z_0 > R$  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2に示す等価回路において、端子 ab から給電線側を見たインピーダンス  $Z$  [Ω] は、次式で表される。

$$Z = j\omega L + \frac{Z_0}{1+j\omega CZ_0} \text{ [}\Omega\text{]} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

(2) 給電線の特性インピーダンスと負荷とを整合させるためには、 $L$  及び  $C$  の値を適当に選んで、 $Z = \text{□A}$  とすればよいから、式①を用いて次式のように表される。

$$\text{□A} = j\omega L + \frac{Z_0}{1+j\omega CZ_0} \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

式②の両辺に、 $(1+j\omega CZ_0)$  を掛けた式の左辺と右辺の □B を等しいと置くと、次式が得られる。

$$Z_0(1 - \omega^2 LC) = R \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

また、左辺と右辺の □C を等しいと置くと、次式が得られる。

$$L = CRZ_0 \dots\dots\dots \textcircled{4}$$

(3) 式③と④から、整合条件は、次式となる。

$$C = \frac{1}{\omega Z_0} \times \text{□D} \text{ [F]}$$

$$L = \frac{R}{\omega} \times \text{□D} \text{ [H]}$$

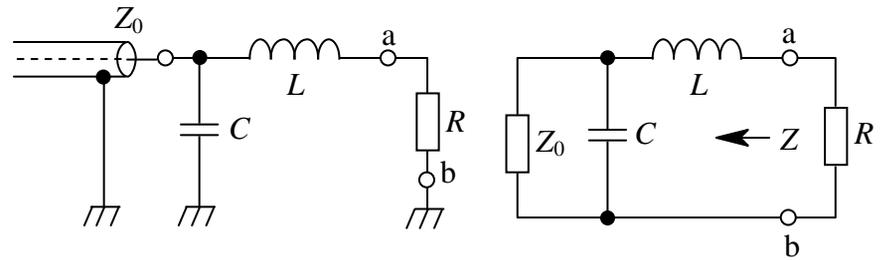


図1

図2

	A	B	C	D
1	$Z_0$	実数部	虚数部	$\sqrt{\frac{Z_0 - R}{R}}$
2	$Z_0$	虚数部	実数部	$\sqrt{\frac{R}{Z_0 - R}}$
3	$R$	実数部	虚数部	$\sqrt{\frac{R}{Z_0 - R}}$
4	$R$	実数部	虚数部	$\sqrt{\frac{Z_0 - R}{R}}$
5	$R$	虚数部	実数部	$\sqrt{\frac{R}{Z_0 - R}}$

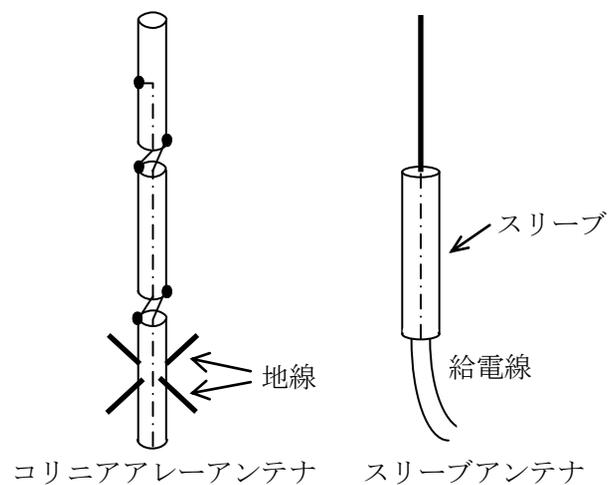
A-8 開口効率 0.65 (真数)、開口面積  $6 \text{ [m}^2\text{]}$  の円形パラボラアンテナを周波数  $6 \text{ [GHz]}$  で用いる場合の絶対利得(真数)の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 6,200      2 8,780      3 11,900      4 15,550      5 19,590

A-9 次の記述は、図に示すコリニアアレーアンテナとスリーブ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、2つのアンテナの素子は大地に垂直であるものとする。

- (1) 水平面指向性は、共に □A である。  
 (2) 共に、□B 用アンテナである。  
 (3) スリーブアンテナの絶対利得は、約 □C [dB] である。

	A	B	C
1	8字形	垂直偏波	2.15
2	8字形	水平偏波	0
3	全方向性	垂直偏波	2.15
4	全方向性	水平偏波	2.15
5	全方向性	垂直偏波	0



コリニアアレーアンテナ      スリーブアンテナ

A-10 次の記述は、扇形ホーン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 方形導波管の終端を開放し、その一对の管壁の幅を徐々に広げて所定の大きさにしたものである。  
 2 H面扇形ホーンとE面扇形ホーンがある。  
 3 開口面積を一定にしたまま、ホーンの長さを長くすると利得が変わる。  
 4 ホーンの長さを一定にしたまま、ホーンの開き角を大きくすればするほど利得は大きくなる。  
 5 放射される電波は、開口面上で球面波である。

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て合わせる。
- 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 1/4 波長垂直接地アンテナの放射効率を 85 [%] 以上にしたいとき、許容できる接地抵抗の最大値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナ素子の高周波抵抗を測定した値は 1 [ $\Omega$ ] であるものとする。また、この高周波抵抗と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。

- 1 5.4 [ $\Omega$ ]      2 6.0 [ $\Omega$ ]      3 8.0 [ $\Omega$ ]      4 15.5 [ $\Omega$ ]      5 18.0 [ $\Omega$ ]

A-13 次の記述は、電波暗室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) 室内の壁面などに貼りつける電波吸収体は、壁面などからの □ A □ をできるだけ小さくし、室内を自由空間の状態に近づけるため、一般にくさび状に加工したり、多層構造にしてある。
- (2) 室内でアンテナの特性を測定するとき、被測定アンテナは、通常、□ B □ に置かれる。
- (3) 所定の反射係数を持たせるための電波吸収体の厚さは、周波数が □ C □ ほど、厚くなる。

	A	B	C
1	反射波	クワイエットゾーン	高い
2	反射波	クワイエットゾーン	低い
3	回折波	フレネルゾーン	低い
4	回折波	フレネルゾーン	高い
5	回折波	クワイエットゾーン	高い

A-14 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。□ 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) 中波 (MF) 帯では、主に地表波による伝搬となるが、夜間は □ A □ 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。
- (2) 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。電離層の電子密度は □ B □ や時刻、太陽活動などにより影響を受けて変わる。
- (3) 超短波 (VHF) 帯では、主に □ C □ による伝搬であり、これに大地反射波が加わる。この周波数帯では、スプラジック E 層 (Es) 反射により遠距離へ伝搬したり、対流圏散乱波により見通し外へ伝搬することがある。

	A	B	C
1	D 層	気温	地表波
2	D 層	季節	地表波
3	D 層	季節	直接波
4	F 層	気温	直接波
5	F 層	季節	地表波

A-15 自由空間に置かれた半波長ダイポールアンテナから 49 [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 7 [km]      2 9 [km]      3 11 [km]      4 13 [km]      5 15 [km]

A-16 次の記述は、短波(HF)帯伝搬におけるエコーと対しょ点(対せき点)効果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) 短波回線では、電波は大地と電離層との間の反射を繰り返して伝搬し、遠距離伝搬の場合には、電波通路の異なった多数の電波が受信点に到達する。到達した電波の時間差がある程度大きいと信号がひずんで聞こえる。このような現象を □ A □ エコーという。
- (2) 送信点と受信点が地球の中心に対して □ B □ の位置にあるとき、伝搬距離はどの方向に対してもすべて同じになり、受信点にはそのうち最も伝搬条件の □ C □ 方向からの電波が主信号となるので、伝搬条件の変化によって電波の到来方向は最大 360 度変動する。このような現象を対しょ点(対せき点)効果という。

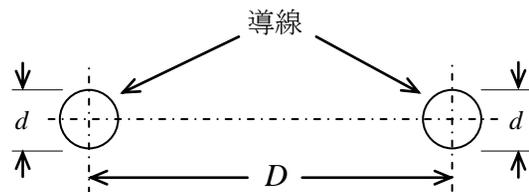
	A	B	C
1	ポーラ	直角	悪い
2	ポーラ	反対	悪い
3	多重	直角	良い
4	多重	反対	悪い
5	多重	反対	良い

A-17 自由空間内の電波の電界強度が 3 [mV/m] のときの電力束密度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1  $2.1 \times 10^{-9}$  [W/m<sup>2</sup>]
- 2  $5.1 \times 10^{-9}$  [W/m<sup>2</sup>]
- 3  $2.4 \times 10^{-8}$  [W/m<sup>2</sup>]
- 4  $6.1 \times 10^{-8}$  [W/m<sup>2</sup>]
- 5  $7.1 \times 10^{-8}$  [W/m<sup>2</sup>]

A-18 図に示す導線の直径  $d$  が 2 [mm]、線間距離  $D$  が 200 [mm] の無損失の平行二線式給電線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、 $\log_{10} 2 = 0.3$  とする。

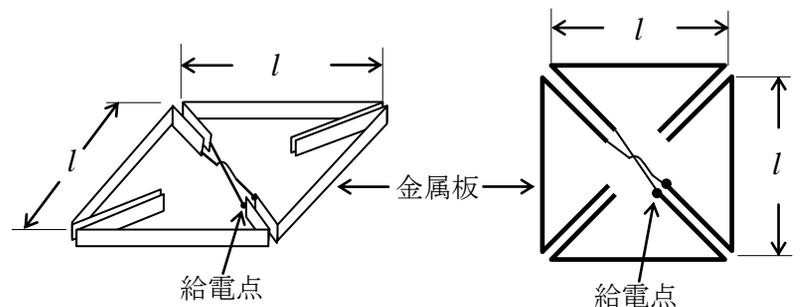
- 1 480 [Ω]
- 2 505 [Ω]
- 3 535 [Ω]
- 4 635 [Ω]
- 5 750 [Ω]



A-19 次の記述は、図に示す原理的な構造のアルホールド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、超短波(VHF)帯の電波を使用する VOR に用いられるアンテナとし、素子を含む面を水平にして用いるものとする。

- (1) 図に示す辺の長さ  $l$  [m] は、約 □ A □ 波長である。
- (2) このアンテナの □ B □ 面内の指向性は、8 字特性である。
- (3) このアンテナの □ C □ 面内の指向性は、全方向性である。

	A	B	C
1	1/4	垂直	水平
2	1/4	水平	垂直
3	1/8	垂直	水平
4	1/8	水平	垂直
5	1	水平	垂直



A-20 次の記述は、 $k$  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 等価地球半径係数  $k$  が時間的に変化するために生ずる。
- 2 干渉  $k$  形フェージングは、直接波と電離層反射波の干渉が  $k$  の変化により変動するために生ずる。
- 3 干渉  $k$  形フェージングの影響を避けるために、電波の反射点が凹凸の大きい地形となるように、あるい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。
- 4 回折  $k$  形フェージングは、電波通路と大地との間隔(クリアランス)が不十分で、かつ、 $k$  が小さくなったとき、大地の回折損を受けて生ずる。
- 5 回折  $k$  形フェージングは、地表付近に霧が発生したときなどに多く生ずる。

B-1 次の記述は、アンテナの一般的特性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 放射効率、入力電力を  $P_i$  [W]、放射電力を  $P_r$  [W] とすれば、 $P_r / P_i$  である。
- イ 指向性利得は、電波のある特定の方向（通常、最大放射方向）への放射強度を全方向について平均した放射強度で割ったものである。
- ウ 絶対利得（真数）は、指向性利得（真数）を放射効率で割ったものである。
- エ 実効面積は、絶対利得（真数）に波長の二乗を掛けた量に比例する。
- オ 開口面アンテナの開口効率、幾何学的な開口面積を実効面積で割ったものである。

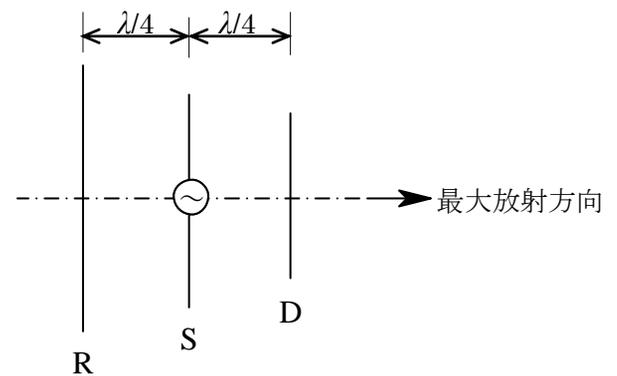
B-2 次の記述は、マイクロ波帯における導波管と同軸ケーブルの特徴について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (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 □ア□。また、低い周波数の使用制限 □イ□。
- (2) 導波管は、同軸ケーブルと比較して □ウ□ 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 □エ□ の周波数の電磁波は伝送できない。
- (3) 同軸線路は、通常、 □オ□ モードで用いられる。

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

B-3 次の記述は、図に示す3素子八木アンテナの動作原理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  $\lambda$  [m] とし、素子 S の長さは  $\lambda/2$ 、素子 R の長さは  $\lambda/2$  より少し長く、また、素子 D の長さは  $\lambda/2$  より少し短いものとする。

- (1) S から放射された電波が S から  $\lambda/4$  [m] 離れた R に到達すると、その位相は、S における位相より  $\pi/2$  [rad] □ア□。この電波によって R に電波と同相の誘起電圧が発生する。R に流れる電流の位相は、R が誘導性のリアクタンスであるため、誘起電圧より  $\pi/2$  [rad] 遅れる。
- (2) R に流れる電流は、その電流より位相が □イ□ [rad] 遅れた電波を再放射する。再放射された電波が S に到達すると、その位相は、R における位相より  $\pi/2$  [rad] 遅れる。
- (3) 結果的に、S から出て R を経て S に戻って来た電波の位相遅れの合計が □ウ□ [rad] となり、S から放射される電波と同相になるため、R で再放射された電波は、矢印の方向へ向かう電波を強めることになる。
- (4) 一方、S から放射された電波により、S から  $\lambda/4$  [m] だけ離れた D に流れる電流の位相は、D が □エ□ のリアクタンスであるため、その誘起電圧より進み、この電流によって電波が再放射される。
- (5) D から再放射される電波は、S から矢印の方向へ放射された電波が  $\lambda/4$  [m] の距離だけ伝搬した電波を □オ□ ことになる。



- |       |           |          |       |        |
|-------|-----------|----------|-------|--------|
| 1 進む  | 2 $\pi/2$ | 3 $\pi$  | 4 誘導性 | 5 強める  |
| 6 遅れる | 7 $\pi/4$ | 8 $2\pi$ | 9 容量性 | 10 弱める |

B-4 次の記述は、図に示すマイクロ波用のアンテナの利得を比較法により測定する方法と測定上の注意事項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 $\lambda$  [m]、測定距離を $d$  [m]とし、図中の三つのアンテナはいずれも開口面アンテナとして、受信アンテナ（基準アンテナ及び被測定アンテナ）と受信機は整合がと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) スイッチ SW を基準アンテナ側に接続して、受信電力  $P_s$  [W] を測定する。送信アンテナから放射された電波の受信点での電力束密度を  $P_0$  [W/m<sup>2</sup>]、基準アンテナの利得を  $G_s$  (真数) とすれば、 $P_s$  は、次式で表される。

$$P_s = P_0 G_s \times \text{ア} \text{ [W]} \dots\dots\dots \text{①}$$

- (2) SW を被測定アンテナ側に切り替えて、受信電力  $P_x$  [W] を測定する。被測定アンテナの利得を  $G_x$  (真数) とすれば、受信電力  $P_x$  は、次式で表される。

$$P_x = P_0 G_x \times \text{ア} \text{ [W]} \dots\dots\dots \text{②}$$

- (3) 式①と②から

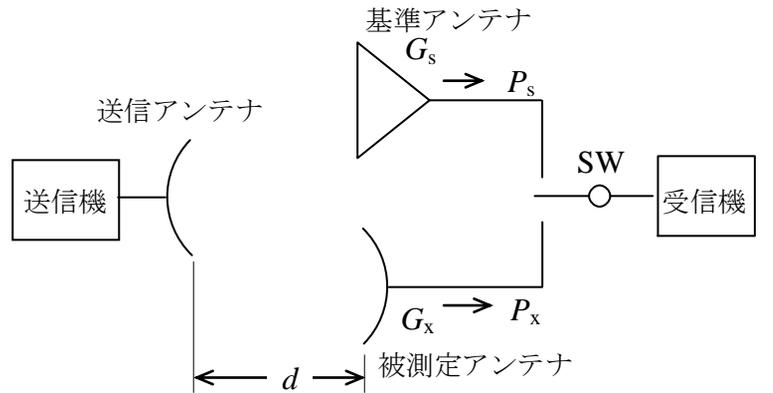
$$\frac{P_s}{P_x} = \text{イ} \dots\dots\dots \text{③}$$

これより、被測定アンテナの利得  $G_x$  は、

$$G_x = \text{ウ} \dots\dots\dots \text{④}$$

基準アンテナの  $G_s$  は既知なので、 $P_s$  と  $P_x$  を測定することにより、式④より被測定アンテナの利得  $G_x$  を求めることができる。

- (4)  $d$  が送信及び受信アンテナの開口直径の大きさに比べて □エ、測定誤差が大きくなる。  
 (5) 周波数が □オ 場合には、降雨などの気象の影響を受けないように注意する必要がある。



- |   |                          |   |                   |   |                              |   |      |    |    |
|---|--------------------------|---|-------------------|---|------------------------------|---|------|----|----|
| 1 | $\frac{\lambda^2}{4\pi}$ | 2 | $\frac{G_x}{G_s}$ | 3 | $\frac{P_s}{P_x} \times G_s$ | 4 | 小さいと | 5  | 低い |
| 6 | $\frac{\lambda^2}{2\pi}$ | 7 | $\frac{G_s}{G_x}$ | 8 | $\frac{P_x}{P_s} \times G_s$ | 9 | 大きいと | 10 | 高い |

B-5 次の記述は、超短波 (VHF) 帯以上の電波の対流圏伝搬における屈折率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) 標準大気において、大気の屈折率  $n$  は地表からの高さとともに □ア するから、標準大気中の電波通路は、送受信点間を結ぶ直線に対して □イ わん曲する。  
 (2) 実際の大地は球面であるが、これを平面大地上の伝搬として等価的に取り扱うために、 $m = n + (h/R)$  で与えられる修正屈折率  $m$  が定義されている。ここで、 $h$  [m] は地表からの高さ、 $R$  [m] は地球の □ウ である。  
 (3)  $m$  は □エ に極めて近い値で不便なので、修正屈折示数  $M$  を用いる。  
 (4)  $M$  は、 $M = \text{オ} \times 10^6$  で与えられ、標準大気では地表からの高さとともに増加する。

- |   |    |   |       |   |      |   |   |    |         |
|---|----|---|-------|---|------|---|---|----|---------|
| 1 | 増加 | 2 | 下方に凸に | 3 | 等価半径 | 4 | 1 | 5  | $(m-1)$ |
| 6 | 減少 | 7 | 上方に凸に | 8 | 半径   | 9 | 0 | 10 | $(m+1)$ |