

FB502

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、自由空間内を伝搬す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。

- (1) 電波の進行方向に垂直な面上で、互いに直交する方向の電界成分の位相差が □ A □ [rad] で振幅が等しい電波は、円偏波であり、このとき振幅が異なる電波は、楕円偏波である。
- (2) 電波の進行方向に垂直な面上で、互いに直交する方向の電界成分の位相差が 0 [rad] 又は □ B □ [rad] の電波は、直線偏波である。
- (3) 楕円偏波の長軸方向の電界強度  $E_1$  と短軸方向の電界強度  $E_2$  との比 ( $E_1/E_2$ ) を軸比といい、軸比 (真数) の大きさが 1 に近いほど □ C □ 偏波に近く、 $\infty$  に近いほど □ D □ 偏波に近い。

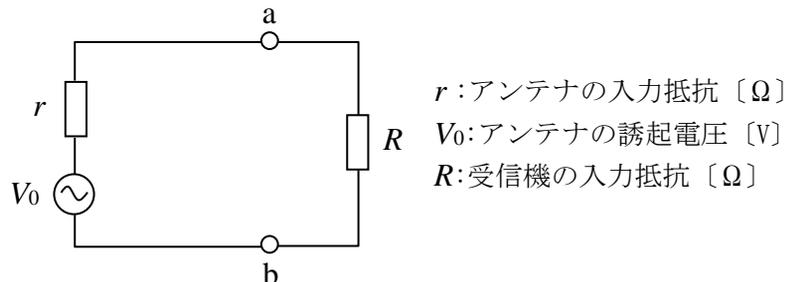
	A	B	C	D
1	$\pi/2$	$\pi$	円	直線
2	$\pi/2$	$\pi$	直線	円
3	0	$\pi/2$	円	直線
4	$\pi$	$\pi/2$	直線	円
5	$\pi$	$\pi/2$	円	直線

A-2 自由空間において、放射電力が等しい半波長ダイポールと微小ダイポールアンテナによって最大放射方向の同じ距離の点に生ずるそれぞれの電界強度  $E_1$  及び  $E_2$  [V/m] の比  $E_1/E_2$  の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $\sqrt{5} = 2.24$  とする。

- 1 0.96      2 1.04      3 1.11      4 1.25      5 1.64

A-3 周波数が 100 [MHz] の電波を素子の太さが等しい二線式折返し半波長ダイポールアンテナで受信したとき、図に示す等価回路のようにアンテナに接続された受信機の入力端子 ab 間における電圧が 3 [mV] であった。このときの受信点における電界強度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナと受信機の入力回路は整合がとれ、かつアンテナ及び給電線の損失はないものとする。また、アンテナの最大感度の方向は到来電波の方向と一致しているものとする。

- 1 4.7 [mV/m]
- 2 3.1 [mV/m]
- 3 2.5 [mV/m]
- 4 1.4 [mV/m]
- 5 0.9 [mV/m]



A-4 次の記述は、アンテナの利得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 相対利得の値は、絶対利得の値より約 2.15 [dB] 小さい。
- 2 等方性アンテナの相対利得は、約 0.6 (真数) である。
- 3 アンテナが給電回路と整合しているときのアンテナの利得を  $G$  (真数)、不整合のときの反射損を  $M$  (真数) とすれば、アンテナの動作利得は、 $G/M$  と表される。ただし、 $\Gamma$  を反射係数とすれば、 $M = 1 - |\Gamma|^2$  である。
- 4 放射効率が 1 のアンテナの絶対利得は、指向性利得に等しい。
- 5 微小ダイポールの相対利得の値は、半波長ダイポールアンテナの相対利得の値より約 0.39 [dB] 低い。

A-5 次の記述は、絶対利得が  $G$  (真数) のアンテナの実効面積を表す式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。

(1) 微小ダイポールの実効面積  $S_s$  は、波長を  $\lambda$  [m] とすると、次式で表される。

$$S_s = \square A \text{ [m}^2\text{]}$$

(2) 一方、実効面積が  $S$  [m<sup>2</sup>] のアンテナの絶対利得  $G$  (真数) は、等方性アンテナの実効面積を  $S_i$  [m<sup>2</sup>] とすると、次式で定義されている。

$$G = S/S_i$$

(3) また、微小ダイポールの絶対利得  $G_s$  (真数) は、次式で与えられる。

$$G_s = \square B$$

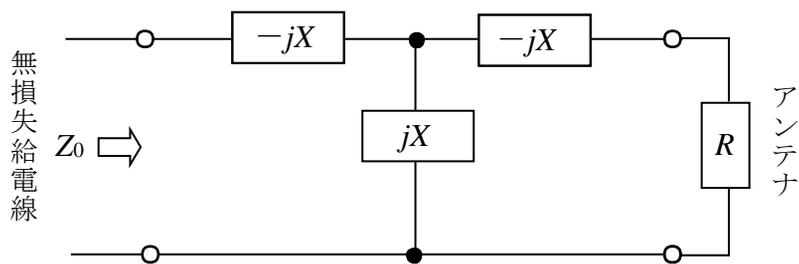
(4) したがって、絶対利得が  $G$  (真数) のアンテナの実効面積  $S$  は、次式で与えられる。

$$S = \square C \text{ [m}^2\text{]}$$

	A	B	C
1	$3\lambda^2/(8\pi)$	1/2	$G\lambda^2/(2\pi)$
2	$3\lambda^2/(8\pi)$	1/2	$G\lambda^2/(4\pi)$
3	$3\lambda^2/(8\pi)$	3/2	$G\lambda^2/(4\pi)$
4	$3\lambda^2/(4\pi)$	3/2	$G\lambda^2/(2\pi)$
5	$3\lambda^2/(4\pi)$	1/2	$G\lambda^2/(4\pi)$

A-6 図に示すように、特性インピーダンス  $Z_0$  が 50 [Ω] の無損失給電線と入力抵抗  $R$  が 200 [Ω] のアンテナを集中定数回路を用いて整合させたとき、リアクタンス  $X$  の大きさの値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 90 [Ω]
- 2 95 [Ω]
- 3 100 [Ω]
- 4 105 [Ω]
- 5 110 [Ω]



A-7 特性インピーダンスが 50 [Ω]、電波の伝搬速度が自由空間内の伝搬速度の 0.7 倍である無損失の同軸ケーブルの単位長当りのインダクタンス  $L$  の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 0.10 [μH/m]
- 2 0.16 [μH/m]
- 3 0.20 [μH/m]
- 4 0.24 [μH/m]
- 5 0.32 [μH/m]

A-8 特性インピーダンスが 50 [Ω] の無損失給電線の終端に、 $25 - j75$  [Ω] の負荷インピーダンスを接続したとき、終端における反射係数と給電線上に生ずる電圧定在波比の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

	反射係数	電圧定在波比
1	$\frac{1}{4}(1 + j3)$	$\frac{5+\sqrt{3}}{5-\sqrt{3}}$
2	$\frac{1}{3}(1 + j2)$	$\frac{5+\sqrt{3}}{5-\sqrt{3}}$
3	$\frac{1}{3}(1 - j2)$	$\frac{3+\sqrt{5}}{3-\sqrt{5}}$
4	$\frac{1}{5}(-1 + j3)$	$\frac{5+\sqrt{10}}{5-\sqrt{10}}$
5	$\frac{1}{5}(-1 + j3)$	$\frac{10+\sqrt{5}}{10-\sqrt{5}}$

A-9 次の記述は、有限な導電率の도체中へ平面波が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。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、平面波はマイクロ波とし、 $e$  は自然対数の底で、 $e \doteq 2.718$  とする。

- 1 導体内の電界、磁界及び電流の振幅が導體表面の振幅の  $1/e$  に減少する導體表面からの距離をいう。
- 2 導體の透磁率が小さいほど、厚く(深く)なる。
- 3 導體の導電率が大きいほど、薄く(浅く)なる。
- 4 導體内の減衰定数が小さくなるほど、薄く(浅く)なる。
- 5 周波数が高くなるほど、薄く(浅く)なる。

A-10 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の正しい組合せを下の番号から選べ。

- 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 □ A □ の間に給電する。
- 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  $\lambda_0$  [m] の  $1/2$  にすると共振する。図2のように磁流  $M_1 \sim M_6$  [V] で表すと、磁流 □ B □ 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。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 □ C □ となる。

A	B	C
1 地板	$M_3$ と $M_4$	広帯域
2 地板	$M_1$ と $M_5$	広帯域
3 地板	$M_3$ と $M_4$	狭帯域
4 誘電体	$M_1$ と $M_5$	広帯域
5 誘電体	$M_1$ と $M_5$	狭帯域

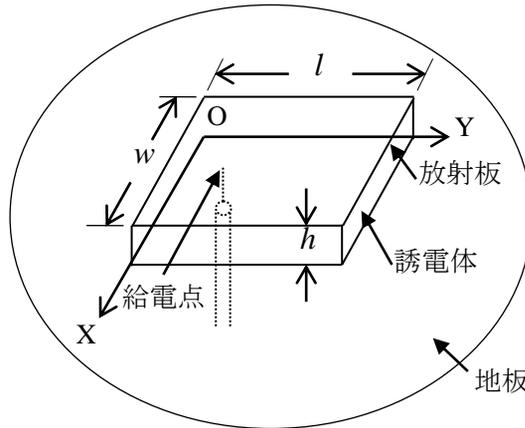


図1

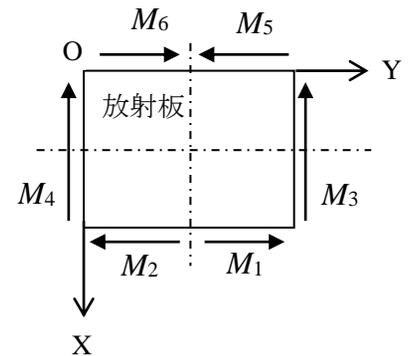


図2

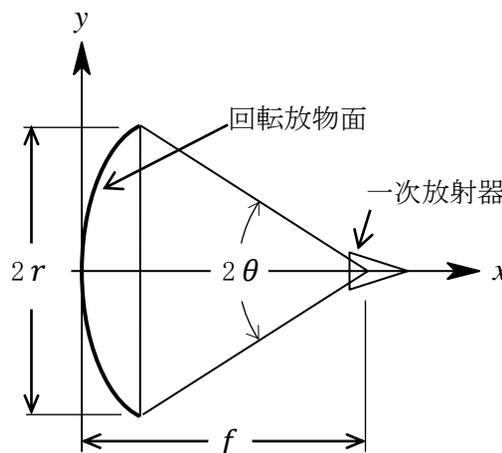
A-11 次の記述は、開口面アンテナのサイドローブについて述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 反射鏡アンテナの場合、鏡面の精度を高めることによってサイドローブを低減できる。
- パラボラアンテナの場合、反射鏡の回りに電波吸収体を用いた遮へい板を取り付けることによって広角サイドローブを低減できる。
- レンズアンテナの場合、レンズ面における電波の照度分布を周辺にいくほど弱くなるようにすると、広角サイドローブを低減できる。
- ホーンレフレクタアンテナの場合、一次放射器及びその支持柱などが電波通路にないので、サイドローブ特性が良い。
- カセグレンアンテナの場合、主反射鏡の面積に対する副反射鏡の面積の割合が小さいほど、近軸サイドローブが増加する。

A-12 図に示す円形パラボラアンテナの断面図の開口角  $2\theta$  [rad] と開口面の直径  $2r$  [m] 及び焦点距離  $f$  [m] との関係を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $\theta$  について、次式が成り立つ。

$$\tan \frac{\theta}{2} = (1 + \cot^2 \theta)^{1/2} - \cot \theta$$

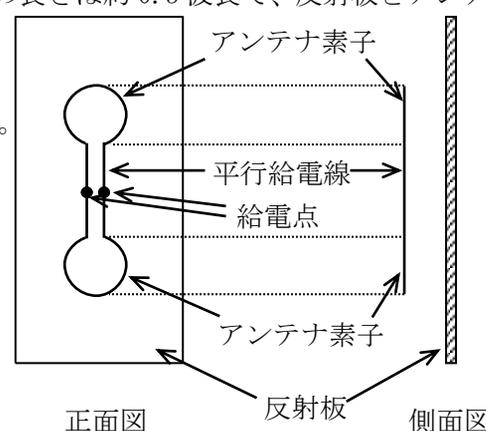
- $\tan \frac{\theta}{2} = \frac{r}{f-r}$
- $\tan \frac{\theta}{2} = \frac{f}{r}$
- $\tan \frac{\theta}{2} = \frac{r}{4f}$
- $\tan \frac{\theta}{2} = \frac{r}{2f}$
- $\tan \frac{\theta}{2} = \frac{2r}{f}$



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間の給電線の長さは約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。

- 二つのループアンテナの各々の直径は、それぞれ約 □ A □ 波長である。
- 指向性は、□ B □ と等価であり、垂直面内で □ C □ となる。

A	B	C
1 0.32	スーパーパターンスタイルアンテナ	8字特性
2 0.32	反射板付き4ダイポールアンテナ	単一指向性
3 1	スーパーパターンスタイルアンテナ	8字特性
4 1	反射板付き4ダイポールアンテナ	単一指向性
5 1	スーパーパターンスタイルアンテナ	単一指向性



A-14 次の記述は、通常用いられている周波数における衛星通信の伝搬変動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 固定衛星通信の対流圏におけるシンチレーションは、低仰角の場合は変動幅が大きく、また、その周期は電離圏シンチレーションの周期に比べると短い。
- 2 4GHz 帯及び 6GHz 帯の固定衛星通信において、直線偏波で直交偏波共用通信を行う場合、電離圏でのファラデー回転による偏波の回転が原因で、両偏波間に許容限度以上の干渉を生じさせるおそれがある。
- 3 海事衛星通信において、船舶に搭載する小型アンテナでは、ビーム幅が広くなり、直接波の他に海面反射波をメインビームで受信することがあるため、フェージングの影響が大きい。
- 4 航空衛星通信において、航空機の飛行高度が高くなるにつれて海面反射波が球面拡散で小さくなり、フェージングの深さも小さくなる。
- 5 陸上移動体衛星通信における伝搬変動の原因には、ビルディングやトンネルなどによる遮へい、樹木による減衰及びビルディングの反射などによるフェージングなどがある。

A-15 次の記述は、電離層における電波の反射機構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) 電離層の電子密度  $N$  の分布は、高さと共に徐々に増加し、ある高さで最大となり、それ以上の高さでは徐々に減少している。 $N$  が零のとき、電波の屈折率  $n$  はほぼ 1 であり、 $N$  が □ A □ のとき、 $n$  は最小となる。
- (2)  $N$  が高さと共に徐々に増加している電離層内の  $N$  が異なる隣接した二つの水平な層を考え、地上からの電波が層の境界へ入射するとき、下の層の屈折率を  $n_i$ 、上の層の屈折率を  $n_r$ 、入射角を  $i$ 、屈折角を  $r$  とすれば、 $n_r$  は、 $n_r = n_i \times$  □ B □ で表される。
- (3) このときの  $r$  は  $i$  より □ C □ のので、 $N$  が十分大きいとき、電離層に入射した電波は、高さと共に徐々に下に向かって曲げられ、やがて地上に戻ってくることになる。

	A	B	C
1	最大	$\sin r / \sin i$	大きい
2	最大	$\cos i / \cos r$	小さい
3	最大	$\sin i / \sin r$	大きい
4	最小	$\sin i / \sin r$	大きい
5	最小	$\sin r / \sin i$	小さい

A-16 地上高が 30 [m] のアンテナから周波数 150 [MHz] の電波を送信したとき、送信点から 15 [km] 離れた地上高 10 [m] の受信点における電界強度として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、受信点における自由空間電界強度を 500 [ $\mu$ V/m] とし、大地は完全導体平面でその反射係数を -1 とする。

- 1 38 [ $\mu$ V/m]      2 57 [ $\mu$ V/m]      3 63 [ $\mu$ V/m]      4 102 [ $\mu$ V/m]      5 126 [ $\mu$ V/m]

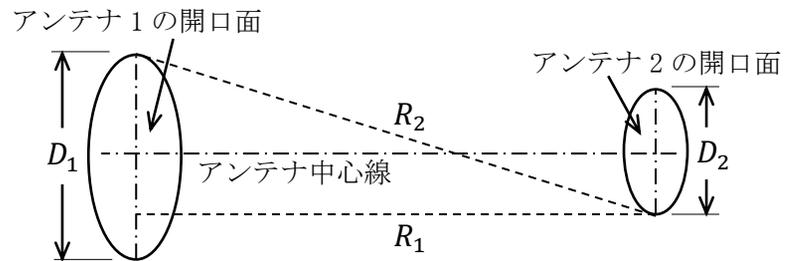
A-17 次の記述は、スプラジック E 層 (Es 層) について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 層の厚さは数 [km] 前後であり、高さ □ A □ [km] 付近に不規則に出現する。E 層に比べて電子密度が大きく、その変動が大きい。
- (2) 出現頻度は、赤道地帯では、ほとんど季節変化は無く日中に多いが、中緯度地帯では、□ B □ の日中に多い。
- (3) Es 層では、通常の状態では電離層を突き抜ける □ C □ の電波を反射するので遠距離異常伝搬の原因となり、通信や放送の受信に障害を与えることがある。

	A	B	C
1	50~ 70	冬季	SHF 帯
2	50~ 70	夏季	VHF 帯
3	100~110	冬季	SHF 帯
4	100~110	冬季	VHF 帯
5	100~110	夏季	VHF 帯

A-18 次の記述は、自由空間において開口面の直径が波長に比べて十分大きなアンテナの利得を測定する場合に考慮しなければならない送受信アンテナ間の最小距離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) 図に示すように、アンテナ1及びアンテナ2を距離 $R_1$  [m] 離して対向させたとき、アンテナ1の開口面上の任意の点とアンテナ2の開口面上の任意の点間の距離が一定でないため、両アンテナ開口面上の任意の点の間を伝搬する電波の相互間に位相差が生じ、測定誤差の原因となる。
- (2) 最大の誤差は、両アンテナの開口面上の2点間の最長距離 $R_2$  [m] と最短距離 $R_1$  [m] との差によって決まり、その差 $\Delta R$ は、次式によって表される。ただし、アンテナ1及びアンテナ2の開口面の直径をそれぞれ $D_1$  [m] 及び $D_2$  [m] とし、 $D_1 + D_2 \ll R_1$ とする。



$$\begin{aligned} \Delta R &= R_2 - R_1 \\ &= \sqrt{R_1^2 + \left(\frac{D_1}{2} + \frac{D_2}{2}\right)^2} - R_1 \\ &\approx \text{A} \text{ [m]} \end{aligned}$$

- (3) 通路差による測定利得の誤差を2 [%] 以内にするには、波長を $\lambda$  [m] とすれば、通路差 $\Delta R$ が□B以下であればよいことが知られているので、両アンテナ間の最小距離 $R_{\min}$ は、次式で表される。

$$R_{\min} = \text{C} \text{ [m]}$$

	A	B	C
1	$\frac{(D_1 + D_2)^2}{4R_1}$	$\frac{\lambda}{16}$	$\frac{(D_1 + D_2)^2}{2\lambda}$
2	$\frac{(D_1 + D_2)^2}{8R_1}$	$\frac{\lambda}{4}$	$\frac{(D_1 + D_2)^2}{4\lambda}$
3	$\frac{(D_1 + D_2)^2}{8R_1}$	$\frac{\lambda}{16}$	$\frac{2(D_1 + D_2)^2}{\lambda}$
4	$\frac{(D_1 + D_2)^2}{4R_1}$	$\frac{\lambda}{16}$	$\frac{2(D_1 + D_2)^2}{\lambda}$
5	$\frac{(D_1 + D_2)^2}{4R_1}$	$\frac{\lambda}{4}$	$\frac{(D_1 + D_2)^2}{2\lambda}$

A-19 次の記述は、アンテナ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	できる
3	できる	角すいホーンアンテナ	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	ブラウンアンテナ	できない

A-20 次の記述は、電波暗室で用いられる電波吸収体の特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) 誘電材料による電波吸収体は、誘電材料に主に黒鉛粉末の損失材料を混入したり、表面に塗布したものである。自由空間との□Aのために、図1に示すように表面をテーパ形状にしたり、図2に示すように種々の誘電率の材料を層状に重ねて□B特性にしたりしている。層状の電波吸収体の設計にあたっては、反射係数をできるだけ小さくするように、材料、使用周波数、誘電率などを考慮して各層の厚さを決めている。
- (2) 磁性材料による電波吸収体には、焼結フェライトや焼結フェライトを粉末にしてゴムなどと混合させたものがある。その使用周波数は、通常、誘電材料による電波吸収体の使用周波数より□C。

	A	B	C
1	整合	狭帯域	高い
2	整合	広帯域	低い
3	遮断	広帯域	高い
4	遮断	狭帯域	高い
5	遮断	広帯域	低い

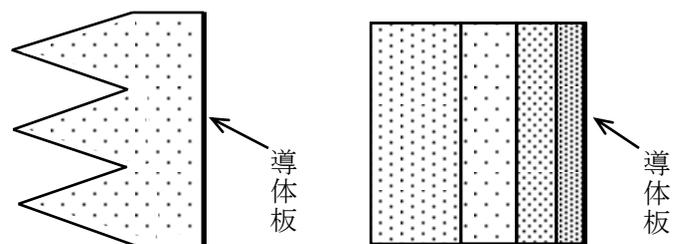


図1

図2

B-1 次の記述は、図に示すように、同一の半波長ダイポールアンテナ A 及び B で構成したアンテナ系の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を下の番号から選べ。ただし、アンテナ系の相対利得  $G$  (真数) は、アンテナ系に電力  $P$  [W] を供給したときの十分遠方の点  $O$  における電界強度を  $E$  [V/m] とし、このアンテナと置き換えた基準アンテナに電力  $P_0$  [W] を供給したときの点  $O$  における電界強度を  $E_0$  [V/m] とすれば、次式で与えられるものとする。  
 なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

$$G = \frac{|E|^2}{P} / \frac{|E_0|^2}{P_0} = M/M_0 \cdots \cdots \textcircled{1} \text{ ただし、} M = \frac{|E|^2}{P}, M_0 = \frac{|E_0|^2}{P_0} \text{ とする。}$$

(1) アンテナ A 及び B の入力インピーダンスは等しく、これを  $Z_i$  [Ω]、自己インピーダンスと相互インピーダンスも等しく、これらをそれぞれ  $Z_{11}$  [Ω]、 $Z_{12}$  [Ω] とすれば、 $Z_i$  は、次式で表される。

$$Z_i = \text{ア} \text{ [Ω]} \cdots \cdots \textcircled{2}$$

(2) アンテナ A と同一の半波長ダイポールアンテナを基準アンテナとして、給電点の電流を  $I$  [A]、 $Z_{11}$  の抵抗分を  $R_{11}$  [Ω] とすれば、 $M_0$  は、次式で表される。

$$M_0 = \text{イ} \cdots \cdots \textcircled{3}$$

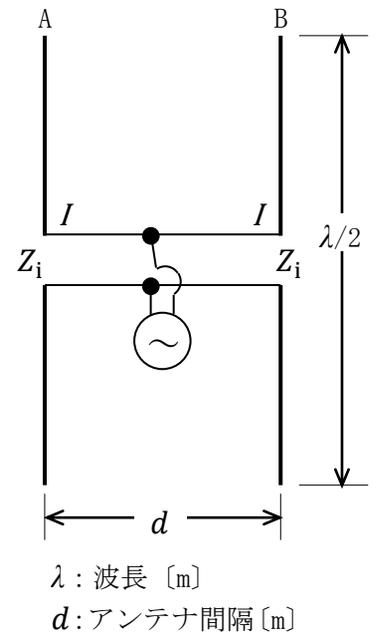
(3) アンテナ A 及び B にそれぞれ  $I$  を供給すれば、 $M$  は、次式で表される。ただし、 $Z_{12}$  の抵抗分を  $R_{12}$  [Ω] とする。

$$M = \text{ウ} \cdots \cdots \textcircled{4}$$

(4) 式③と④を式①へ代入すれば、アンテナ系の相対利得  $G$  は、次式によって求められる。

$$G = \text{エ} \cdots \cdots \textcircled{5}$$

(5) 式⑤において、 $R_{11}$  は一定値であるから、 $G$  は  $R_{12}$  のみの関数となる。 $R_{12}$  の値は □ オ によって変わるので、□ オ の大きさにより  $G$  を変えることができる。



- |   |                               |   |                             |   |                                   |   |     |    |   |
|---|-------------------------------|---|-----------------------------|---|-----------------------------------|---|-----|----|---|
| 1 | $\frac{ E_0 ^2}{R_{11} I ^2}$ | 2 | $2(Z_{11} + Z_{12})$        | 3 | $\frac{R_{11}}{2(R_{11}+R_{12})}$ | 4 | $d$ | 5  | $\frac{ 2E_0 ^2}{2(R_{11}+R_{12}) I ^2}$  |
| 6 | $Z_{11} + Z_{12}$             | 7 | $\frac{ E_0 ^2}{R_{11} I }$ | 8 | $\frac{2R_{11}}{R_{11}+R_{12}}$   | 9 | $I$ | 10 | $\frac{ E_0 ^2}{2(R_{11}+R_{12})^2 I ^2}$ |

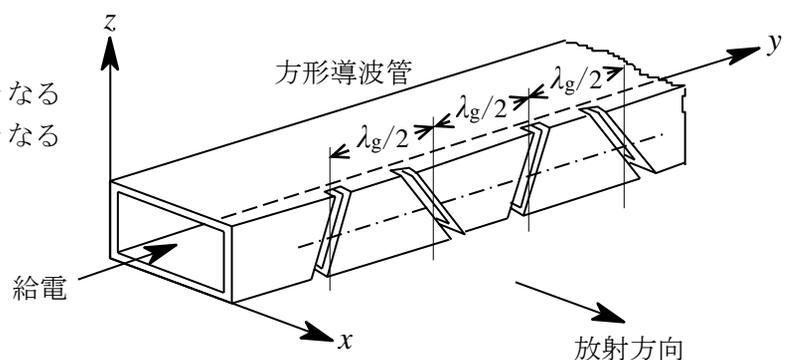
B-2 次の記述は、TEM 波について述べたものである。このうち正しいものを 1、誤っているものを 2 として解答せよ。

- ア 電磁波の伝搬方向に電界及び磁界成分が存在する縦波である。
- イ 電磁波の伝搬方向に直角な平面内では、電界と磁界が常に逆相で振動する。
- ウ 導波管中を伝搬できない。
- エ 平行二線式給電線を伝搬できる。
- オ 真空の固有インピーダンスは、約 377 [Ω] である。

B-3 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き、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け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。

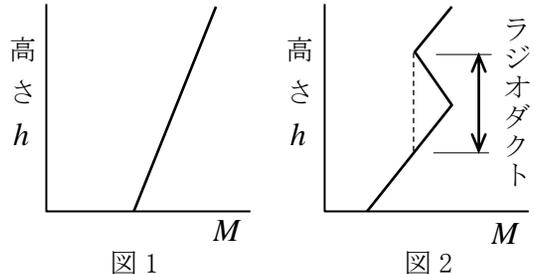
- (1)  $yz$  面に平行な管壁には  $z$  軸に □ ア な電流が流れており、スロットはこの電流の流れを妨げるので、電波を放射する。
- (2) 管内における  $y$  軸方向の電界分布は、管内波長の □ イ の間隔で反転しているので、管壁に流れる電流の方向も同じ間隔で反転している。交互に傾斜角の方向が変わるように開けられた各スロットから放射される電波の □ ウ の方向は、各スロットに垂直な方向となる。
- (3) 隣り合う二つのスロットから放射された電波の電界をそれぞれ  $y$  成分と  $z$  成分に分解すると、□ エ は互いに逆向きであるが、もう一方の成分は同じ向き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

- |   |    |   |     |   |    |   |        |    |         |
|---|----|---|-----|---|----|---|--------|----|---------|
| 1 | 垂直 | 2 | 1/4 | 3 | 電界 | 4 | $z$ 成分 | 5  | 水平偏波となる |
| 6 | 平行 | 7 | 1/2 | 8 | 磁界 | 9 | $y$ 成分 | 10 | 垂直偏波となる |



B-4 次の記述は、マイクロ波（SHF）帯の電波の対流圏伝搬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。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (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上方に凸にわん曲する。
- (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 □イ□ である。 $m$  は 1 に極めて近い値で不便なので、修正屈折指数  $M$  を用いる。 $M$  は、 $M =$  □ウ□  $\times 10^6$  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。
- (3) 標準大気の  $M$  曲線は、図 1 に示すように勾配が一定の直線となる。この  $M$  曲線の形を □エ□ という。
- (4) 大気中に温度などの □オ□ 層が生ずるとラジオダクトが発生し、電波がラジオダクトの中に閉じ込められて見通し距離より遠方まで伝搬することがある。このときの  $M$  曲線は、図 2 に示すように、ある範囲の高さで □エ□ とは逆の勾配を持つ部分を生ずる。



- 1 均一            2  $(m+1)$         3 減少            4  $(m-1)$         5 標準形
- 6 接地形        7 逆転            8 増加            9 半径            10 等価半径

B-5 次の記述は、図に示す電気的特性の等しい二つのマイクロ波アンテナの利得測定の方法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、アンテナ間の距離  $d$  [m] は、波長  $\lambda$  [m] に比較して十分大きいものとする。

- (1) 送受信アンテナの偏波面を一致させ、受信電力が □ア□ となるように両アンテナの方向を調整する。そのときの送受信電力をそれぞれ  $P_t$  [W] 及び  $P_r$  [W] とし、送受信アンテナの利得をそれぞれ  $G_t$  (真数) 及び  $G_r$  (真数) とすれば、受信点における電力束密度  $p$  は、次式で表される。

$$p = \text{□イ□} \text{ [W/m}^2\text{]} \quad \dots \dots \dots \text{①}$$

また、受信アンテナの実効面積  $A_e$  は、次式で表される。

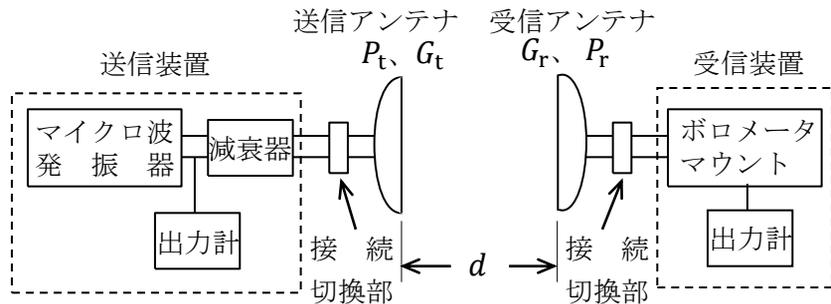
$$A_e = \text{□ウ□} \text{ [m}^2\text{]} \quad \dots \dots \dots \text{②}$$

したがって、 $P_r$  は式①と②から、次式で表される。

$$P_r = A_e p = \text{□エ□} \text{ [W]} \quad \dots \dots \dots \text{③}$$

- (2) 送受信アンテナの電気的特性が等しいことから、利得  $G_t$  及び  $G_r$  は等しくなり、これを  $G$  (真数) と置くと、式③から、次式が得られる。

$$G_t = G_r = G = \text{□オ□}$$



- 1  $\frac{P_t G_t}{4\pi d^2}$         2  $\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2 G_t G_r P_t$         3  $\frac{\lambda^2 G_r}{4\pi}$         4  $\frac{4\pi d}{\lambda} \sqrt{\frac{P_t}{P_r}}$         5 最小
- 6  $\frac{P_t G_t}{2\pi d^2}$         7  $\left(\frac{\lambda}{2\pi d}\right)^2 G_t G_r P_t$         8  $\frac{\lambda^2 G_r}{2\pi}$         9  $\frac{4\pi d}{\lambda} \sqrt{\frac{P_r}{P_t}}$         10 最大