

XB903

第一級海上無線通信士「無線工学B」試験問題

25問 2時間30分

A - 1 自由空間内の電波の電界強度が 1 [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 $2.6 \times 10^{-10} \text{ [W/m}^2\text{]}$
- 2 $5.2 \times 10^{-10} \text{ [W/m}^2\text{]}$
- 3 $2.6 \times 10^{-9} \text{ [W/m}^2\text{]}$
- 4 $5.2 \times 10^{-9} \text{ [W/m}^2\text{]}$
- 5 $2.6 \times 10^{-8} \text{ [W/m}^2\text{]}$

A - 2 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。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 送信アンテナの放射電界の方向特性、又は受信アンテナの誘起電圧の方向特性を示す。
- 2 放射電力束密度で表したものを電力パターンという。
- 3 放射電界強度で表したものを電界パターンという。
- 4 可逆性が成り立つ場合は、同じアンテナを送信に用いたときと受信に用いたときの指向性は等しい。
- 5 アンテナの指向性係数(関数)は、アンテナからの距離に比例する。

A - 3 開口面の直径が 1.5 [m] のパラボラアンテナを 10 [GHz] の周波数で使用する場合の絶対利得(真数)の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、開口効率を 0.6 とする。

- 1 10,000 2 15,000 3 20,000 4 25,000 5 30,000

A - 4 次の記述は、半波長ダイポールアンテナの入力インピーダンス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) 入力インピーダンス Z_i は、抵抗分を $R \text{ [} \square \text{]}$ 、リアクタンス分を $X \text{ [} \square \text{]}$ とすれば、次式で表される。

$$Z_i = R + jX \quad 73.1 + \square A \text{ [} \square \text{]}$$

(2) アンテナの長さを変化させたとき、長さが半波長より短いほど上式の R と X は、□ B □ なる。また、その変化の割合は、 R より X の方が □ C □。

- | | A | B | C |
|---|----------|-----|-----|
| 1 | $j 42.5$ | 小さく | 大きい |
| 2 | $j 42.5$ | 大きく | 小さい |
| 3 | $j 22.5$ | 小さく | 小さい |
| 4 | $j 22.5$ | 大きく | 小さい |
| 5 | $j 22.5$ | 小さく | 大きい |

A - 5 次の記述は、給電回路の伝送効率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、反射係数を Γ とし、 η_0 を最大伝送効率とすれば、伝送効率 η は、次式で表されるものとする。

$$\eta = \eta_0 \frac{1 - |\Gamma|^2}{1 - |\Gamma|^2 \eta_0^2}$$

- (1) 反射損(不整合損)が □ A □ すると、伝送効率が悪くなる。
- (2) 電圧定在波比(VSWR)が □ B □ になると、伝送効率が良くなる。
- (3) 整合がとれているときの伝送効率は、□ C □ に等しい。

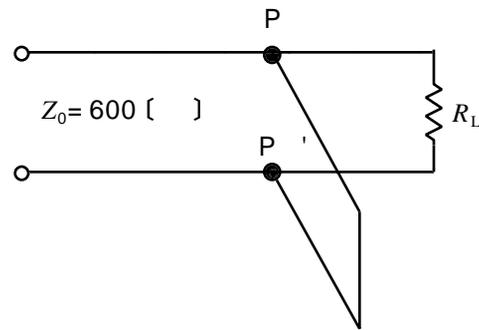
- | | A | B | C |
|---|----|-----|--------|
| 1 | 減少 | 大きく | 最小伝送効率 |
| 2 | 減少 | 小さく | 最大伝送効率 |
| 3 | 増加 | 小さく | 最小伝送効率 |
| 4 | 増加 | 小さく | 最大伝送効率 |
| 5 | 増加 | 大きく | 最大伝送効率 |

A - 6 終端が短絡されている無損失の平行二線式給電線上で、定在波電圧の最小点のうち終端に最も近い距離が終端から 2.5 [m] であった。このとき使用している周波数の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、平行二線式給電線の線路波長は自由空間波長と同じであるものとする。

- 1 8 [MHz] 2 15 [MHz] 3 30 [MHz] 4 60 [MHz] 5 75 [MHz]

A - 7 図に示すように、特性インピーダンス Z_0 が 600 [] の平行二線式給電線に純抵抗負荷 R_L が接続されている回路の点 PP' に、短絡スタブを接続して整合をとったとき、点 PP' から短絡スタブ側を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、点 PP' から負荷側を見たインピーダンスを 800 [] とする。また $R_L < Z_0$ とする。

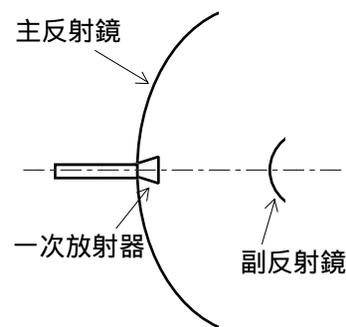
- 1 1,200 []
2 1,600 []
3 2,400 []
4 2,800 []
5 3,200 []



A - 8 次の記述は、図に示すカセグレン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。

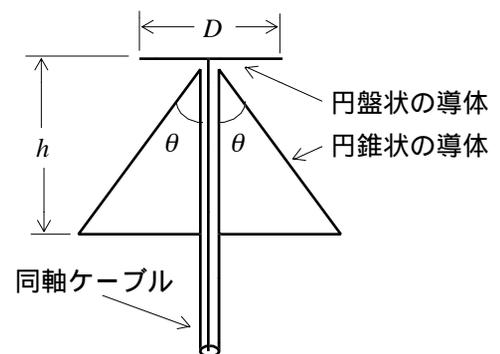
- (1) 一次放射器から放射された電波は、回転 □ A □ から成る副反射鏡で反射されて球面波に変換され、さらに回転放物面から成る主反射鏡で反射されて □ B □ に変換され、外部に放射される。
(2) 一次放射器を主反射鏡の中心付近に置くことができるので、□ C □ を短くできる。

- | A | B | C |
|-------|-----|------|
| 1 双曲面 | 円偏波 | 焦点距離 |
| 2 双曲面 | 平面波 | 給電回路 |
| 3 楕円面 | 平面波 | 焦点距離 |
| 4 楕円面 | 平面波 | 給電回路 |
| 5 楕円面 | 円偏波 | 焦点距離 |



A - 9 次の記述は、図に示すディスコ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。ただし、使用周波数帯の中心の周波数の波長を λ [m]、円盤状の導体の直径を D [m]、円錐状の導体の高さを h [m] とする。

- ディスコーンアンテナは、ダイポールアンテナのような線状アンテナを構成する素子の形状を変えて広帯域性を持つようにしたアンテナである。
- 垂直偏波のアンテナとして、超短波 (VHF) 帯及び極超短波 (UHF) 帯で多く用いられる。
- 水平面内の指向性は、全方向性である。
- 通常円錐状の導体の頂角 2θ が約 60 度で、かつ D が 0.25λ 、 h が 0.35λ のときには、給電点のインピーダンスがほぼ 50 [] になるので、これに近い値のインピーダンスを持つ同軸ケーブルと直接接続できる。
- D 、 h の寸法をそれぞれ使用最低周波数の波長の約 0.14 倍及び 0.2 倍にすると、インピーダンス、定在波比とも使用最低周波数のほぼ 16 倍くらいまで一定であるが、実際には 10 倍くらいまでの周波数範囲で用いることが多い。



A - 10 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への給電電流が 1.5 [A] であるときに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。ただし、アンテナにおける損失は無いものとする。

- 1 430 [W] 2 660 [W] 3 880 [W] 4 1,300 [W] 5 1,800 [W]

A - 11 次の記述は、静止衛星を用いた通信における電波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 地上無線回線に影響を与える大気屈折率の変化が衛星回線へ及ぼす影響は、極地域など高仰角伝搬路となる場合を除いてほとんど無視できる。
- 2 伝搬特性が安定であり、また、選択性フェージングが生じないので、広帯域伝送が可能である。
- 3 電離層の影響はほとんど無視できるが、2 [GHz] 付近までの周波数の領域では偏波面の回転が生ずるため、円偏波のアンテナを用いてその影響を取り除くようにしていることが多い。
- 4 仰角が θ の場合の酸素や水蒸気による電波の減衰量は、天頂方向の減衰量の $\operatorname{cosec} \theta$ 倍にほぼ等しい。
- 5 地上無線回線の場合と異なり、降雨減衰には、雨域及び降雨強度の水平方向の分布だけではなく、高さ方向の垂直分布も影響する。

A - 12 次の記述は、アナログテレビジョン放送の映像のゴースト障害の対策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) 建造物からの反射が原因の場合は、建造物の壁面の形状を変えたり、反射波を □ A □ に向けるように傾斜させた金網などを壁面の前面に設置したりして、反射障害範囲を狭くすることができる。また、壁面に □ B □ で構成された電波吸収体を取り付けて、反射波の強度を弱める方法もある。
- (2) 水平偏波の電波を八木アンテナで受信するときは、反対方向から到来する反射波に対して、□ C □ を多数上下に配置して反射波を低く抑える方法がある。
- (3) 特定方向からの反射波に対しては、2 本の位相差給電アンテナを組み合わせ、その指向性を □ D □ に制御して反射波を低く抑える方法がある。

	A	B	C	D
1	上方	フェライト	導波器	機械的
2	上方	シリコン	導波器	機械的
3	上方	フェライト	反射器	電氣的
4	下方	シリコン	反射器	機械的
5	下方	フェライト	導波器	電氣的

A - 13 次の記述は、交差偏波識別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。ただし、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 一つの周波数で、互いに □ A □ する二つの偏波を用いて異なる信号を伝送すれば、周波数を有効に利用できる。しかし、降雨などでは、一般に雨滴の形状は球形でないため、二つの偏波の間に □ B □ が生ずる。
- (2) 二つの偏波の □ B □ の程度は、受信信号の主偏波の電界強度と交差偏波の電界強度との □ C □ で表される。

	A	B	C
1	平行	分離	差
2	平行	結合	比
3	直交	結合	差
4	直交	結合	比
5	直交	分離	比

A - 14 次の記述は、アンテナに供給される電力を求める計算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。

入力インピーダンスが R_a [] のアンテナに、特性インピーダンスが R_0 [] の給電線を用いて給電したとき、給電線上に生ずる定在波の電圧波腹及び電圧波節の実効値がそれぞれ V_{\max} [V] 及び V_{\min} [V] であった。ただし、 R_a 及び R_0 は純抵抗で、 $R_a < R_0$ であり、給電線は無損失で波長に比べて十分長いものとする。

(1) 給電線の電圧反射係数 Γ の絶対値 $|\Gamma|$ は、 R_a と R_0 を用いて、次式で表される。

$$|\Gamma| = \square A \dots\dots$$

(2) 電圧定在波比 S は、 $|\Gamma|$ を用いて、次式で表される。

$$S = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \dots\dots$$

式 を式 に代入すれば、次式で表される。

$$S = \square B \dots\dots$$

(3) S は、 V_{\max} と V_{\min} を用いて、次式で表される。

$$S = \square C \dots\dots$$

(4) 負荷の電圧 V_l [V] は、給電線上の進行波電圧 V_f [V] 及び反射波電圧 V_r [V] を用いて、次式で表される。

$$V_l = V_f - V_r = V_{\min} \text{ [V]} \dots\dots$$

式、及びより、アンテナに供給される電力 P は、次式で表される。

$$P = V_l^2 / R_a = \square D \text{ [W]}$$

	A	B	C	D
1	$\frac{R_0 - R_a}{R_0 + R_a}$	$\frac{R_a}{R_0}$	$\frac{V_{\max}}{V_{\min}}$	$\frac{V_{\max} V_{\min}}{R_0}$
2	$\frac{R_0 - R_a}{R_0 + R_a}$	$\frac{R_a}{R_0}$	$V_{\max} - V_{\min}$	$\frac{V_{\max} V_{\min}}{R_0}$
3	$\frac{R_0 - R_a}{R_0 + R_a}$	$\frac{R_0}{R_a}$	$\frac{V_{\max}}{V_{\min}}$	$\frac{V_{\max} V_{\min}}{R_0}$
4	$\frac{R_0 + R_a}{R_0 - R_a}$	$\frac{R_0}{R_a}$	$V_{\max} - V_{\min}$	$\frac{V_{\max} V_{\min}}{R_a}$
5	$\frac{R_0 + R_a}{R_0 - R_a}$	$\frac{R_a}{R_0}$	$\frac{V_{\max}}{V_{\min}}$	$\frac{V_{\max} V_{\min}}{R_a}$

A - 15 次の記述は、図に示す電界強度測定器を用いて短波 (HF) 帯の電波の電界強度を測定する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。ただし、ループアンテナ及びアンテナ回路 (給電線を含む) は校正されており、ループアンテナの大きさは波長に比べて十分小さく、アンテナ回路の損失は無視するものとする。また、ループアンテナの実効高は 1 [m] を、測定する電波の電界強度は 1 [μV/m] を、受信機の入力電圧及び出力計の電圧は 1 [μV] をそれぞれ 0 [dB] とし、減衰器の値を正とする。

(1) スイッチ SW を a 側に接続して、受信機を測定する電波の周波数に同調させた後、ループアンテナを最高感度の方向に向けて固定する。次に受信機の減衰器を調節して出力計の指示値を適当な値 (例えば V_0 [dB]) にする。このときの減衰器の読みを D_1 [dB]、測定する電波の電界強度を E_x [dB]、受信機の利得を G_r [dB] 及びループアンテナの実効高を H_e [dB] とすれば、 V_0 は、次式で表される。

$$V_0 = E_x + H_e + \square A \text{ [dB]} \dots\dots$$

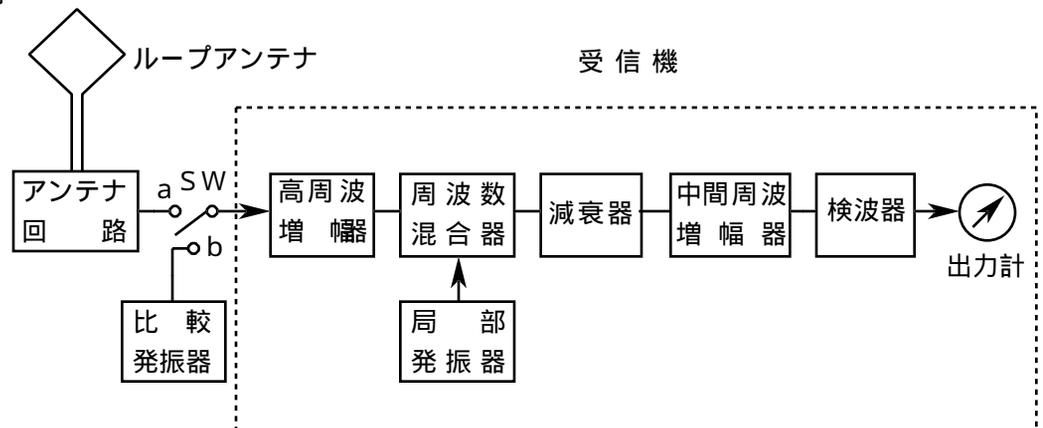
(2) スイッチ SW を b 側に接続して、比較発振器の周波数を測定する電波の周波数に合わせて、減衰器を調節して出力計の指示値が V_0 [dB] になるようにする。このときの減衰器の値を D_2 [dB]、比較発振器の出力電圧を V_s [dB] とすれば、 V_0 は、次式で表される。

$$V_0 = V_s + \square B \text{ [dB]} \dots\dots$$

(3) 式及びより、 E_x は、次式から計算できる。

$$E_x = V_s - H_e + \square C \text{ [dB]}$$

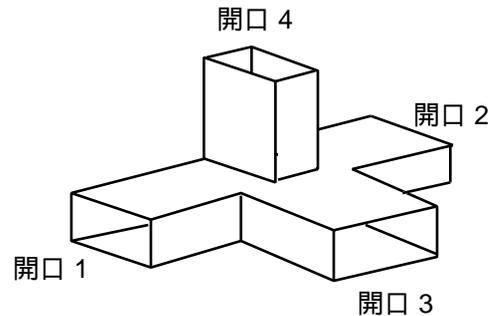
	A	B	C
1	$G_r + D_1$	$G_r - D_2$	$D_2 - D_1$
2	$G_r + D_1$	$G_r + D_2$	$D_1 - D_2$
3	$G_r - D_1$	$G_r - D_2$	$D_2 - D_1$
4	$G_r - D_1$	$G_r + D_2$	$D_2 - D_1$
5	$G_r - D_1$	$G_r - D_2$	$D_1 - D_2$



A - 16 次の記述は、図に示すマジック T を用いて未知のインピーダンスを測定する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。ただし、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。また、測定器相互間の整合はとれているものとし、接続部からの反射は無視できるものとする。

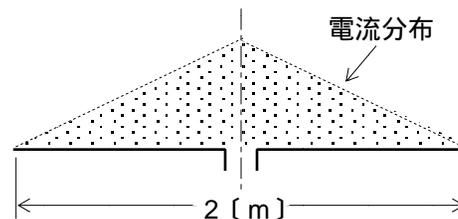
- (1) 未知のインピーダンスを測定するには、開口 1 に標準可変インピーダンス、開口 2 に被測定インピーダンスを接続し、開口 3 に □ A □、開口 4 に □ B □ を接続する。
 (2) 標準可変インピーダンスを加減して □ B □ への出力が □ C □ になるようにする。このときの標準可変インピーダンスの値が被測定インピーダンスの値である。

	A	B	C
1	高周波発振器	検波器	零
2	高周波発振器	終端抵抗	最大
3	抵抗減衰器	終端抵抗	零
4	抵抗減衰器	終端抵抗	最大
5	抵抗減衰器	検波器	最大



A - 17 図に示す長さ 2 [m] のダイポールアンテナの実効長として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、アンテナ上の電流分布は三角形とする。

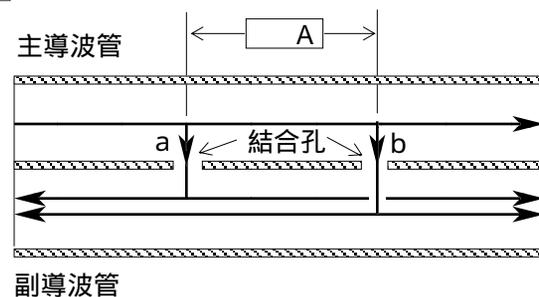
- 1 0.1 [m]
- 2 0.3 [m]
- 3 0.5 [m]
- 4 0.7 [m]
- 5 1.0 [m]



A 18 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。また、導波管の管内波長を λ_g [m] とする。

- (1) 2 本の導波管を平行にして密着させ、その密着面に □ A □ の間隔で 2 個の結合孔 a 及び b を開けたものである。伝送路の一方が主導波管で、もう一方が副導波管として働き、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、副伝送路の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器で終端されている場合、端子 1 から入力された電磁波は、その一部が結合孔 a 及び b を通ってそれぞれ端子 2 及び 3 へ等分される。端子 1 から 2 へ向かう電磁波は、a を通るときの伝送距離と b を通るときの伝送距離が等しいので、同位相で加わり合う。一方、端子 1 から 3 へ向かう電磁波は、a を通るときの伝送距離と b を通るときの伝送距離との経路差による □ B □ [rad] の位相差を持つため、互いに □ C □ 。

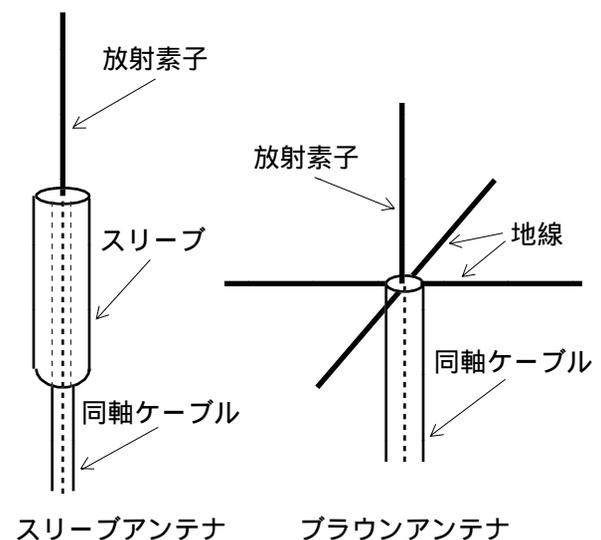
	A	B	C
1	$\lambda_g / 4$		打ち消し合う
2	$\lambda_g / 4$	/2	打ち消し合う
3	$\lambda_g / 4$		加わり合う
4	$\lambda_g / 8$	/2	加わり合う
5	$\lambda_g / 8$		打ち消し合う



A - 19 次の記述は、図に示すスリーブアンテナ及びブラウン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。

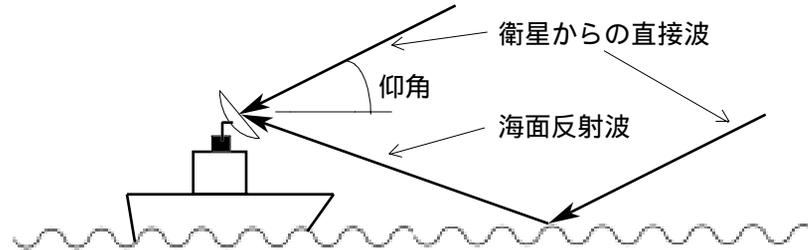
- (1) スリーブアンテナは、□ A □ アンテナとほぼ同様の動作をする。
 (2) ブラウンアンテナは、□ B □ アンテナとほぼ同様の動作をする。
 (3) 水平面内の指向性は、共に □ C □ である。

	A	B	C
1	半波長ダイポール	半波長ダイポール	双方向性
2	半波長ダイポール	1/4波長垂直接地	全方向性
3	半波長ダイポール	1/4波長垂直接地	双方向性
4	1/4波長垂直接地	1/4波長垂直接地	全方向性
5	1/4波長垂直接地	半波長ダイポール	双方向性



A - 20 次の記述は、図に示す海事衛星通信で生ずることがある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。ただし、海面の状況は、季節、地域を問わず平均波高で約 3〔m〕程度の波があり、船舶は常に上下動しているものとする。

- 1 船舶のアンテナで受信される衛星からの電波は、直接波と海面反射波が合成されたものである。
- 2 海面反射波は、衛星からの直接波と同じ位相を持つ鏡面反射波成分と位相が不規則に変動する不規則成分が合成されたものであるため、海面の変動や船舶の動揺により干渉フェージングが生ずる。
- 3 波高が高くなると海面反射波のうちの不規則成分が強くなり、フェージングの深さ(振幅)が大きくなる。
- 4 電波の到来する角度(仰角)が低いほど、また、アンテナの利得が大きいほどフェージングの深さ(振幅)が大きくなる。
- 5 海面反射によるフェージングの影響を軽減するには、指向性アンテナを用いてその中心軸を常に衛星方向に向けることが必要である。



B - 1 次の記述は、自由空間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を下の番号から選べ。

- (1) 電界の方向が大地に平行な直線偏波を □ア□ 偏波といい、 □イ□ の方向が大地に平行な直線偏波を垂直偏波という。
- (2) 電波の伝搬方向に垂直な面上で、互いに直交する方向の大きさが等しい二つの電界成分を □ウ□〔rad〕の位相差で合成すれば、円偏波となる。
- (3) 電波の伝搬方向に垂直な面上で、互いに直交する方向の二つの電界成分を 0〔rad〕又は □エ□〔rad〕の位相差で合成すれば、 □工□ 偏波となる。
- (4) 電波の伝搬方向に垂直な面上で、伝搬方向に向かって電界ベクトルが時間の経過とともに時計回りの方向に回転する場合の楕円偏波を一般に □オ□ 楕円偏波という。

- | | | | | |
|------|------|------|------|-------|
| 1 右旋 | 2 楕円 | 3 水平 | 4 | 5 電界 |
| 6 左旋 | 7 直線 | 8 垂直 | 9 /2 | 10 磁界 |

B - 2 次の記述は、同軸ケーブルと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。

- (1) 同軸ケーブルは、誘電体が充てんされているため、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、一つの導体で作られているため、 □ウ□ 電力の伝送はできない。また、遮断周波数 □エ□ の周波数の電磁波は伝送できない。
- (3) 導波管及び同軸ケーブルともに使用周波数を □オ□ すれば、表皮効果により導体損が増加する。

- | | | | | |
|------|-------|-------|------|--------|
| 1 交流 | 2 大きい | 3 以上 | 4 高く | 5 がある |
| 6 以下 | 7 直流 | 8 小さい | 9 低く | 10 は無い |

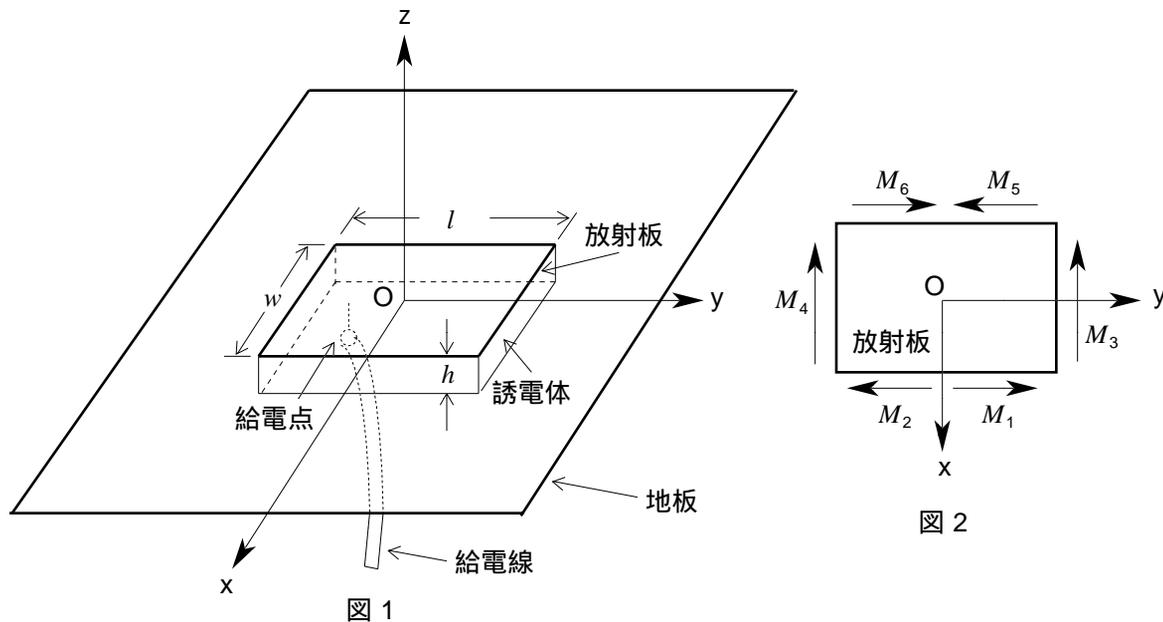
B - 3 次の記述は、中波(MF)帯、短波(HF)帯及び超短波(VHF)帯の電波の伝搬について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) MF 帯では、比較的近距离では主に □ア□ 伝搬であり、遠距離では主に E 層反射の電離層伝搬である。日中は D 層での □イ□ が非常に大きくなり、電離層反射波はほとんど無い。
- (2) HF 帯では、主に電離層伝搬であり、電離層の電子密度と電波の発射角などにより、使用できる周波数と伝搬距離が決まる。電離層の電子密度は □ウ□ や時刻、太陽活動などの影響を受けて変わる。
- (3) VHF 帯では、主に直接波による伝搬であり、これに大地反射波が加わる。この周波数帯では、通常、電離層反射波は無いが、夏季に □エ□ が発生すると、この周波数帯の □オ□ 方の周波数の電波がこの層で反射され、遠距離まで伝搬することがある。

- | | | | | |
|------|-------|------------------|------|--------|
| 1 気温 | 2 回折波 | 3 スポラジック E 層(Es) | 4 高い | 5 反射 |
| 6 季節 | 7 減衰 | 8 F 層 | 9 低い | 10 地表波 |

B - 4 次の記述は、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、アンテナは給電点において基本モードで励振されているものとする。

- (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 λ_0 [m] の約 □イ □ にすると共振する。
- (3) 図2 に示すように磁流を $M_1 \sim M_6$ [Wb/s] 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。
- (4) 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、誘電体の厚さ h [m] が厚いほど、幅 w [m] が広いほど □エ □ となる。
- (5) アンテナの指向性は、放射板に垂直な z 軸方向に最大放射方向がある □オ □ である。



- | | | | | |
|-------|-----------------|--------|-------|-----------------|
| 1 地板 | 2 M_1 と M_5 | 3 1/3 | 4 狭帯域 | 5 M_3 と M_4 |
| 6 1/2 | 7 広帯域 | 8 双方向性 | 9 誘電体 | 10 単方向性 |

B - 5 次の記述は、図に示す導波管回路に用いられる定在波測定器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。ただし、検波用シリコンダイオードの特性は、入力電圧が小さいときは、入力電圧を V [V]、検波電流を I [A] とするとき、 $I = kV^2$ [A] (k は比例定数) で表されるものとする。

- ア 方形導波管の管軸に垂直な断面の長辺の中央に管壁の電流を切るように細長い溝を設け、この溝から探針 (プローブ) を導波管内に差し込んで管軸方向の電界分布を測定する。
- イ 移動台に取り付けられた探針 (プローブ) は、導波管内の電磁界分布が乱されない範囲に浅く差し込み、マイクロ波の誘起電圧を同軸共振回路を通して検波器に加える。
- ウ 検波用シリコンダイオードは、シリコン半導体と細いタンゲステン線との接触面における整流作用を利用している。
- エ 検波器への入力電圧が小さいときの電圧定在波比は、線路上の最大電圧と最小電圧の比又は最大電流と最小電流の比で表すことができる。
- オ 電圧定在波比の測定によりマイクロ波のインピーダンスを測定することができる。また、探針 (プローブ) で導波管内の電界分布を測定し、これに対応した電圧分布を求めて、管内波長を測定することができる。

