

FB907

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、マクスウェルの方程式から波動方程式を導出す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、媒質は等方性、非分散性、線形、均質として、誘電率を  $\epsilon$  [F/m]、透磁率を  $\mu$  [H/m] 及び導電率を  $\sigma$  [S/m] 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) 電界  $\boldsymbol{E}$  [V/m] と磁界  $\boldsymbol{H}$  [A/m] が共に角周波数  $\omega$  [rad/s] で正弦的に変化しているとき、両者の間には以下のマクスウェルの方程式が成立しているものとする。

$$\nabla \times \boldsymbol{E} = -j\omega\mu\boldsymbol{H} \quad \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

$$\nabla \times \boldsymbol{H} = (\sigma + j\omega\epsilon)\boldsymbol{E} \quad \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

(2) 式①の両辺の □ A □ をとると、次式が得られる。

$$\square \text{ B } \nabla \times \boldsymbol{E} = -j\omega\mu \square \text{ B } \boldsymbol{H} \quad \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

(3) 式③の左辺は、ベクトルの公式により、以下のように表される。

$$\square \text{ B } \nabla \times \boldsymbol{E} = \nabla \nabla \cdot \boldsymbol{E} - \nabla^2 \boldsymbol{E} \quad \dots\dots\dots \textcircled{4}$$

(4) 通常の媒質中では、電子やイオンは存在しないので、

$$\nabla \cdot \boldsymbol{E} = 0 \quad \dots\dots\dots \textcircled{5}$$

(5) 式②～⑤から、 $\boldsymbol{H}$  を消去して、 $\boldsymbol{E}$  に関する以下の波動方程式が得られる。

$$\square \text{ C } \boldsymbol{E} + \gamma^2 \boldsymbol{E} = 0$$

ここで、 $\gamma^2 = \square \text{ D } \square$  であり、 $\gamma$  は伝搬定数と呼ばれている。

(6) また、 $\boldsymbol{H}$  に関する波動方程式は以下ようになる。

$$\square \text{ C } \boldsymbol{H} + \gamma^2 \boldsymbol{H} = 0$$

	A	B	C	D
1	回転	$\nabla \times$	$\nabla^2$	$-j\omega\mu(\sigma + j\omega\epsilon)$
2	回転	$\nabla \times$	$\nabla \cdot$	$j\omega\mu(\sigma + j\omega\epsilon)$
3	回転	$\nabla \cdot$	$\nabla \cdot$	$j\omega\mu(\sigma + j\omega\epsilon)$
4	発散	$\nabla \times$	$\nabla \cdot$	$-j\omega\mu(\sigma + j\omega\epsilon)$
5	発散	$\nabla \cdot$	$\nabla^2$	$j\omega\mu(\sigma + j\omega\epsilon)$

A－2 実効長 3 [cm] の直線状アンテナを周波数 1,000 [MHz] で用いたとき、このアンテナの放射抵抗の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、微小ダイポールの放射電力  $P$  は、ダイポールの長さを  $l$  [m]、波長を  $\lambda$  [m] 及び流れる電流を  $I$  [A] とすれば、次式で表されるものとする。

$$P = 80 \left( \frac{\pi I l}{\lambda} \right)^2 \text{ [W]}$$

- 1 8 [Ω]
- 2 16 [Ω]
- 3 23 [Ω]
- 4 30 [Ω]
- 5 37 [Ω]

A－3 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。

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

(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。

$$G_s = \square \text{ B } \square$$

(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。

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

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

A－4 送信アンテナから距離 50 [km] の地点に設置した受信アンテナによって取り出すことのできる最大電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、送信電力を 3 [W]、送信アンテナの絶対利得を 50 [dB]、受信アンテナの実効面積を 4 [m<sup>2</sup>] とする。また、送受信アンテナは共に自由空間にあり、給電線の損失及び整合損はないものとする。

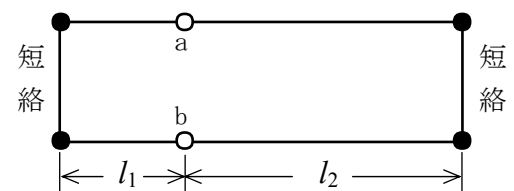
- 1  $7.6 \times 10^{-3}$  [W]      2  $4.4 \times 10^{-4}$  [W]      3  $7.6 \times 10^{-4}$  [W]      4  $3.8 \times 10^{-5}$  [W]      5  $4.0 \times 10^{-6}$  [W]

A－5 次の記述は、パラボラアンテナのサイドローブの影響の軽減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 反射鏡面の鏡面精度を向上させる。
- 2 一次放射器の特性を改善して、ビーム効率を高くする。
- 3 反射鏡面への電波の照度分布を変えて、開口周辺部の照射レベルを高くする。
- 4 電波吸収体を一次放射器外周部やその支持柱に取り付ける。
- 5 オフセットパラボラアンテナにして一次放射器のブロッキングをなくす。

A－6 図に示す無損失の平行二線式給電線の点 a b 間のインピーダンス  $Z_{ab}$  の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、給電線の特性インピーダンスを  $Z_0$  [Ω]、波長を  $\lambda$  [m] とする。また、給電線の長さ  $l_1$  [m]、 $l_2$  [m] の間には、 $l_1 + l_2 = \lambda/2$  [m] の関係式が成り立ち、 $l_1 \neq 0$ 、 $l_2 \neq 0$  とする。

- 1 0 [Ω]
- 2  $Z_0/4$  [Ω]
- 3  $Z_0/2$  [Ω]
- 4  $2Z_0$  [Ω]
- 5  $\infty$  [Ω]



A－7 次の記述は、同軸給電線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) 同軸給電線の伝送損は、抵抗損によるものと誘電損によるものがあり、抵抗損によるものは、周波数の平方根に □ A □ し、誘電損によるものは、周波数に比例する。
- (2) 同軸給電線内の位相定数と自由空間の位相定数との比で表される波長短縮率は、同軸給電線に充填されている誘電体の比誘電率を  $\epsilon_s$  とすれば、□ B □ で与えられる。
- (3) 同軸給電線は、通常用いるモードでの遮断周波数は存在しないが、周波数が高くなり、ある周波数を超えると、□ C □ モードが発生して伝送損の増加や位相ひずみなどを生ずる。

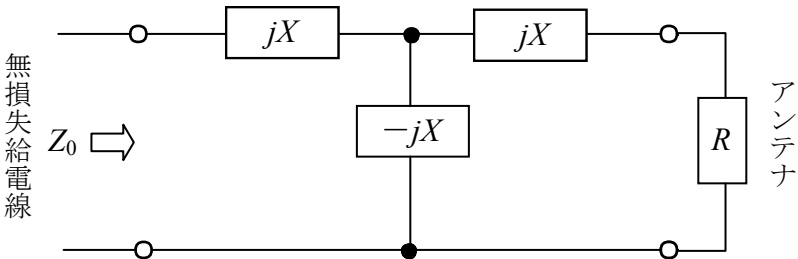
- |   | A   | B                     | C        |
|---|-----|-----------------------|----------|
| 1 | 比例  | $1/\epsilon_s$        | TEM      |
| 2 | 比例  | $1/\sqrt{\epsilon_s}$ | TE 又は TM |
| 3 | 比例  | $1/\epsilon_s$        | TE 又は TM |
| 4 | 反比例 | $1/\sqrt{\epsilon_s}$ | TE 又は TM |
| 5 | 反比例 | $1/\epsilon_s$        | TEM      |

A－8 次の記述は、有限な導電率の導体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、 $e$  を自然対数の底とする。

- 1 導体内の電界、磁界及び電流の振幅が導体表面の振幅の  $1/e$ (約 0.368) に減少する導体表面からの距離をいう。
- 2 導体内の減衰定数が小さくなるほど、厚く(深く)なる。
- 3 導体の導電率が小さいほど、薄く(浅く) なる。
- 4 導体の透磁率が小さいほど、厚く(深く)なる。
- 5 周波数が高くなるほど、薄く(浅く) なる。

A－9 図に示すように、特性インピーダンス  $Z_0$  が  $75\text{ [}\Omega\text{]}$  の無損失給電線と入力抵抗  $R$  が  $108\text{ [}\Omega\text{]}$  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 55  $[\Omega]$
- 2 90  $[\Omega]$
- 3 100  $[\Omega]$
- 4 126  $[\Omega]$
- 5 156  $[\Omega]$



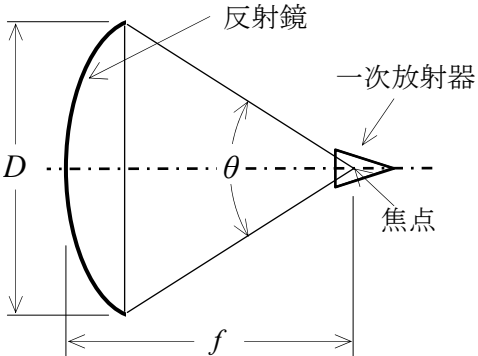
A－10 次の記述は、各種アンテナの特徴について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 素子の太さが同じ二線式折返し半波長ダイポールアンテナの受信開放電圧は、同じ太さの半波長ダイポールアンテナの受信開放電圧と同じである。
- 2 半波長ダイポールアンテナを垂直方向の一直線上に等間隔に多段接続した構造のコリニアアレーアンテナは、隣り合う各放射素子を互いに同振幅、同位相で励振する。
- 3 板状逆F形アンテナは、逆F形アンテナに比べて広帯域なアンテナである。
- 4 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アンテナ素子の先端を結ぶ2本の直線の交点(頂点)から隣り合うアンテナ素子までの距離の比を一定とし、隣り合うアンテナ素子ごとに逆位相で給電する広帯域アンテナである。
- 5 ブラウンアンテナの放射素子と地線の長さは共に約  $1/4$  波長であり、地線は同軸給電線の外部導体と接続されている。

A－11 次の記述は、図に示すパラボラアンテナ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。ただし、パラボラアンテナの開口直径を  $D\text{ [m]}$  、開口角を  $\theta\text{ [}^\circ\text{]}$  、焦点距離を  $f\text{ [m]}$  、開口効率を  $\eta$  及び波長を  $\lambda\text{ [m]}$  とする。

- (1)  $\theta$  と  $D$  と  $f$  の関係は、□ A □ と表される。
- (2) 指向性の半値幅  $[\text{ }^\circ\text{ }]$  は、 $\lambda$  に □ B □ 、  $D$  に □ C □ する。
- (3) 絶対利得(真数)は、□ D □ と表される。

A	B	C	D
1 $\tan\frac{\theta}{2} = \frac{D}{2f}$	反比例	比例	$\left(\frac{\pi D}{\lambda}\right)^2 \eta$
2 $\tan\frac{\theta}{2} = \frac{D}{2f}$	比例	反比例	$\left(\frac{\pi D}{\lambda}\right) \eta$
3 $\tan\frac{\theta}{4} = \frac{D}{4f}$	反比例	比例	$\left(\frac{\pi D}{\lambda}\right)^2 \eta$
4 $\tan\frac{\theta}{4} = \frac{D}{4f}$	比例	反比例	$\left(\frac{\pi D}{\lambda}\right) \eta$
5 $\tan\frac{\theta}{4} = \frac{D}{4f}$	比例	反比例	$\left(\frac{\pi D}{\lambda}\right)^2 \eta$



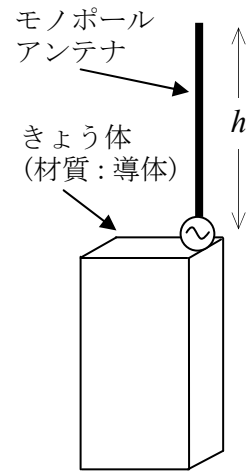
A-12 次の記述は、グレゴリアンアンテナについて述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 主反射鏡に回転放物面、副反射鏡に □ A □ の凹面側を用い、副反射鏡の一方の焦点を主反射鏡の焦点と一致させ、他方の焦点を一次放射器の □ B □ 中心と一致させた構造である。
- (2) また、□ C □ によるブロッキングをなくして、サイドローブ特性を良好にするために、オフセット型が用いられる。

A	B	C
1 回転双曲面	位相	一次放射器
2 回転双曲面	開口端	一次放射器
3 回転双曲面	位相	副反射鏡
4 回転楕円面	位相	副反射鏡
5 回転楕円面	開口端	一次放射器

A-13 次の記述は、図に示すように移動体通信に用いられる携帯機のきょう体の上に外付けされたモノポールアンテナ(ユニポールアンテナ)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 携帯機のきょう体の上に外付けされたモノポールアンテナは、一般にその長さ  $h$  によってアンテナの特性が変化する。
- 2 長さ  $h$  が  $1/2$  波長のモノポールアンテナは、 $1/4$  波長のモノポールアンテナと比較したとき、携帯機のきょう体に流れる高周波電流が小さい。
- 3 長さ  $h$  が  $1/2$  波長のモノポールアンテナは、 $1/4$  波長のモノポールアンテナと比較したとき、放射パターンがきょう体の大きさやきょう体に近接する手などの影響を受けにくい。
- 4 長さ  $h$  が  $1/2$  波長のモノポールアンテナは、 $1/4$  波長のモノポールアンテナと比較したとき、給電点インピーダンスが低い。
- 5 長さ  $h$  が  $3/8$  波長のモノポールアンテナは、 $1/2$  波長のモノポールアンテナと比較したとき、 $50\text{ }[\Omega]$  系の給電線と整合が取りやすい。



A-14 周波数  $12\text{ }[\text{GHz}]$  の電波の自由空間基本伝送損が  $120\text{ }[\text{dB}]$  となる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 $0.5\text{ }[\text{km}]$	2 $2.0\text{ }[\text{km}]$	3 $4.0\text{ }[\text{km}]$	4 $10.5\text{ }[\text{km}]$	5 $19.5\text{ }[\text{km}]$
----------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------------------	-----------------------------

A-15 次の記述は、陸上の移動体通信の電波伝搬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。

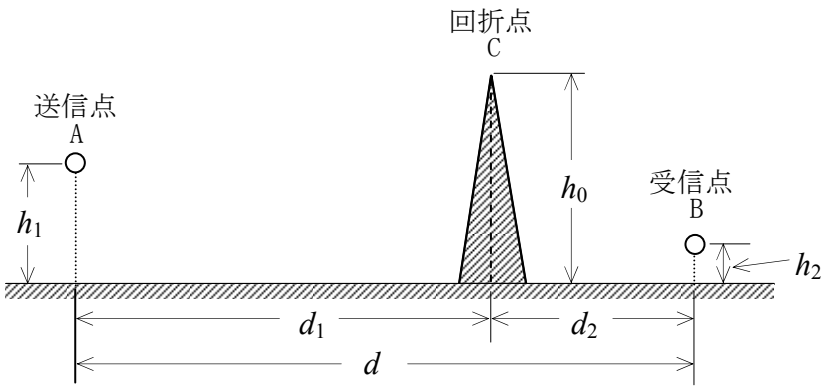
- (1) 基地局から送信された電波は、陸上移動局周辺の建物などにより反射、回折され、定在波を生じ、この定在波中を移動局が移動すると、受信波にフェージングが発生する。この変動を瞬時値変動といい、レイリー分布則に従う。一般に、周波数が □ A □ ほど、また移動速度が速いほど変動が速いフェージングとなる。
- (2) 瞬時値変動の数十波長程度の区間での中央値を短区間中央値といい、基地局からほぼ等距離の区間内の短区間中央値は、□ B □ に従い変動し、その中央値を長区間中央値という。長区間中央値は、移動局の基地局からの距離を  $d$  とおくと、一般に  $Xd^{-\alpha}$  で近似される。ここで、 $X$  及び  $\alpha$  は、送信電力、周波数、基地局及び移動局のアンテナ高、建物高等によって決まる。
- (3) 一般に、移動局に到来する多数の電波の到来時間に差があるため、帯域内の各周波数の振幅と位相の変動が一樣ではなく、□ C □ フェージングを生ずる。□ D □ 伝送の場合には、その影響はほとんどないが、一般に、高速デジタル伝送の場合には、伝送信号に波形ひずみを生ずることになる。多数の到来波の遅延時間を横軸に、各到来波の受信レベルを縦軸にプロットしたものは伝搬遅延プロファイルと呼ばれ、多重波伝搬理論の基本特性の一つである。

A	B	C	D
1 高い	指数分布則	周波数選択性	広帯域
2 高い	対数正規分布則	周波数選択性	狭帯域
3 低い	指数分布則	周波数選択性	広帯域
4 低い	対数正規分布則	シンチレーション	狭帯域
5 低い	指数分布則	シンチレーション	広帯域

A-16 図に示すように、周波数 100 [MHz]、送信アンテナの絶対利得 10 [dB]、水平偏波で放射電力 10 [kW]、送信アンテナの高さ 100 [m]、受信アンテナの高さ 5 [m]、送受信点間の距離 60 [km] で、送信点から 40 [km] 離れた地点に高さ 150 [m] のナイフエッジがある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、回折係数は 0.1 とし、アンテナの損失はないものとする。また、波長を  $\lambda$  [m] とすれば、AC 間と CB 間の通路利得係数  $A_1$  及び  $A_2$  は次式で表されるものとする。

$$A_1 = 2 \sin \frac{2\pi h_1 h_0}{\lambda d_1} \qquad A_2 = 2 \sin \frac{2\pi h_2 h_0}{\lambda d_2}$$

- 1 641 [μV/m]
- 2 712 [μV/m]
- 3 816 [μV/m]
- 4 896 [μV/m]
- 5 998 [μV/m]



$d$  : A と B 間の地表距離 [m]  
 $d_1$  : A と C 間の地表距離 [m]  
 $d_2$  : C と B 間の地表距離 [m]  
 $h_0$  : ナイフエッジの高さ [m]  
 $h_1, h_2$  : 送受信アンテナの高さ [m]

A-17 電離層の最大電子密度が  $1.44 \times 10^{12}$  [個/m<sup>3</sup>] のとき、臨界周波数の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電離層の電子密度が  $N$  [個/m<sup>3</sup>] のとき、周波数  $f$  [Hz] の電波に対する屈折率  $n$  は次式で表されるものとする。

$$n = \sqrt{1 - \frac{81N}{f^2}}$$

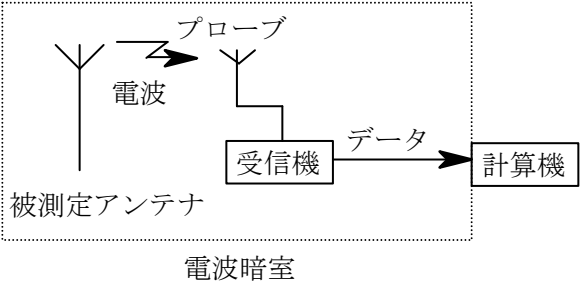
- 1 4.3 [MHz]
- 2 6.3 [MHz]
- 3 8.4 [MHz]
- 4 9.9 [MHz]
- 5 10.8 [MHz]

A-18 次の記述は、アンテナの近傍界を測定するプローブの走査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。

図に示すように電波暗室で被測定アンテナの近くに半波長ダイポールアンテナやホーンアンテナで構成されたプローブを置き、それを走査して近傍界の特性を測定し、得られた測定値から数値計算により遠方界の特性を求める。このための走査法には、平面走査法、円筒面走査法及び球面走査法がある。

- (1) 平面走査法では、被測定アンテナを回転させないでプローブを □ A □ 方向に走査して測定する。特にペンシルビームアンテナや回転のできないアンテナの測定に適している。
- (2) 円筒面走査法では、(1) と同様のプローブを用い、被測定アンテナを大地に □ B □ な軸を中心に回転させ、プローブを □ C □ 方向に走査して測定する。指向性の測定できる範囲が平面走査法よりも広がり、ファンビームアンテナなどのアンテナ測定に適している。

- |        |    |    |
|--------|----|----|
| A      | B  | C  |
| 1 上下左右 | 水平 | 上下 |
| 2 上下左右 | 水平 | 左右 |
| 3 上下左右 | 垂直 | 上下 |
| 4 上下   | 水平 | 上下 |
| 5 上下   | 垂直 | 左右 |



A-19 次の記述は、反射板を用いるアンテナ利得の測定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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

アンテナが一基のみの場合は、図に示す構成により以下のようにアンテナ利得を測定することができる。ただし、波長を  $\lambda$  [m]、被測定アンテナの開口径を  $D$  [m]、絶対利得を  $G$  (真数)、アンテナと垂直に立てられた反射板との距離を  $d$  [m] とし、 $d$  は、測定誤差が問題とならない適切な距離とする。

- (1) アンテナから送信電力  $P_t$  [W] の電波を送信し、反射して戻ってきた電波を同じアンテナで受信したときの受信電力  $P_r$  [W] は、次式で与えられる。

$$P_r = \frac{G\lambda^2}{4\pi} \times \text{□ A} \dots\dots\dots \text{①}$$

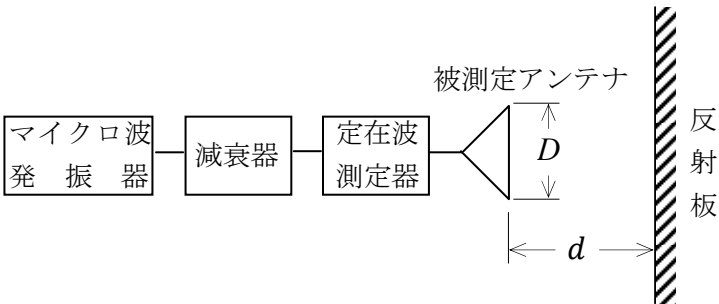
- (2) アンテナには定在波測定器が接続されているものとし、反射波を受信したときの電圧定在波比を  $S$  とすれば、 $S$  と  $P_t$  及び  $P_r$  との間には、次の関係がある。

$$\frac{P_r}{P_t} = (\text{□ B})^2 \dots\dots\dots \text{②}$$

- (3) 式①及び②より絶対利得  $G$  は、次式によって求められる。

$$G = \text{□ C} \times \text{□ B}$$

	A	B	C
1	$\frac{P_t G}{8\pi d^2}$	$\frac{S+1}{S-1}$	$\frac{16\pi d}{\lambda}$
2	$\frac{P_t G}{8\pi d^2}$	$\frac{S-1}{S+1}$	$\frac{16\pi d}{\lambda}$
3	$\frac{P_t G}{16\pi d^2}$	$\frac{S-1}{S+1}$	$\frac{8\pi d}{\lambda}$
4	$\frac{P_t G}{16\pi d^2}$	$\frac{S-1}{S+1}$	$\frac{16\pi d}{\lambda}$
5	$\frac{P_t G}{16\pi d^2}$	$\frac{S+1}{S-1}$	$\frac{8\pi d}{\lambda}$



A-20 次の記述は、ハイトパターン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。ただし、波長を  $\lambda$  [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) 超短波 (VHF) の電波伝搬において、送信アンテナの地上高、送信周波数、送信電力及び送受信点間距離を一定にしておいて、受信アンテナの高さを上下に移動させて電界強度を測定すると、直接波と大地反射波との干渉により、図に示すようなハイトパターンが得られる。
- (2) 直接波と大地反射波との通路差  $\Delta l$  は、送信及び受信アンテナの高さをそれぞれ  $h_1$  [m]、 $h_2$  [m] 及び送受信点間の距離を  $d$  [m] とし、 $d \gg (h_1 + h_2)$  とすると、次式で表される。

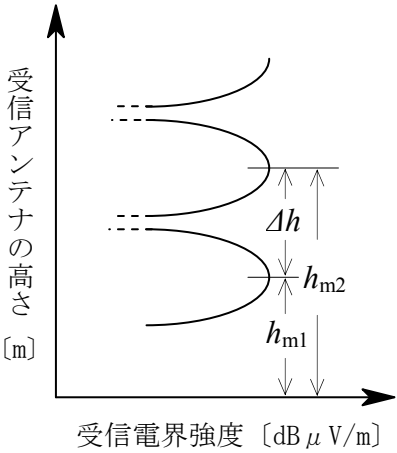
$$\Delta l \doteq \text{□ A} \text{ [m]}$$

受信電界強度  $E$  [V/m] は、自由空間電界強度を  $E_0$  [V/m] とすると、次式で表される。

$$E \doteq 2E_0 \times |\text{□ B}| \text{ [V/m]}$$

- (3) ハイトパターンの受信電界強度  $E$  [V/m] が極大になる受信アンテナの高さ  $h_{m2}$  と  $h_{m1}$  との差  $\Delta h$  は、□ C [m] である。

	A	B	C
1	$\frac{4h_1 h_2}{d}$	$\sin\left(\frac{2\pi h_1 h_2}{\lambda d}\right)$	$\frac{\lambda d}{2\pi h_1}$
2	$\frac{4h_1 h_2}{d}$	$\cos\left(\frac{2\pi h_1 h_2}{\lambda d}\right)$	$\frac{\lambda d}{2h_1}$
3	$\frac{2h_1 h_2}{d}$	$\sin\left(\frac{2\pi h_1 h_2}{\lambda d}\right)$	$\frac{\lambda d}{2\pi h_1}$
4	$\frac{2h_1 h_2}{d}$	$\cos\left(\frac{2\pi h_1 h_2}{\lambda d}\right)$	$\frac{\lambda d}{2\pi h_1}$
5	$\frac{2h_1 h_2}{d}$	$\sin\left(\frac{2\pi h_1 h_2}{\lambda d}\right)$	$\frac{\lambda d}{2h_1}$



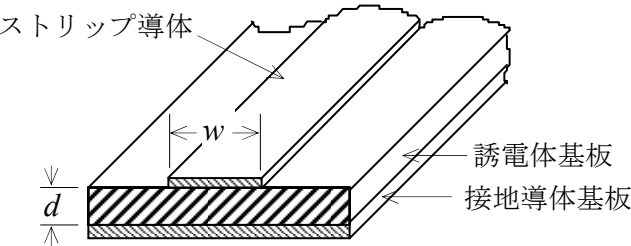
B-1 次の記述は、半波長ダイポールアンテナを用いた受信アンテナの散乱断面積を求める過程について述べたものである。  
 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、アンテナの入力インピーダンスは純抵抗とする。

- (1) アンテナの損失抵抗が零のとき、到来電波によりアンテナに誘導された起電力  $V$  [V] によって、アンテナの放射抵抗  $R_r$  [ $\Omega$ ] を流れる電流を  $I$  [A] とすれば、散乱電力  $P_A$  は、次式で表されるものと考えられる。  
 $P_A =$   [W] . . . . . ①
- (2) ある点 X における受信電界強度を  $E$  [V/m]、自由空間の固有インピーダンス（特性インピーダンス）を  $Z_0$  [ $\Omega$ ] とすると、点 X における電力束密度  $p$  は、次式で表される。  
 $p =$   [W/m<sup>2</sup>] . . . . . ②
- (3) 点 X における  $E$  及び  $p$  が  $P_A$  によって生じたものとする、散乱断面積  $A_s$  は、次式で表される。  
 $A_s =$   [m<sup>2</sup>] . . . . . ③
- (4) アンテナの入力インピーダンスと受信機の入力インピーダンスが整合しているとき、受信電力は最大値となり、また、同じ大きさの電力を受信アンテナが散乱していると考えられるので、 $P_A$  は、次式で表される。  
 $P_A =$   [W] . . . . . ④
- (5) 式③へ式②及び④を代入すると、 $A_s$  は、次式で求められる。  
 $A_s =$   [m<sup>2</sup>]

- |   |                            |   |                    |   |                 |   |                      |    |                            |
|---|----------------------------|---|--------------------|---|-----------------|---|----------------------|----|----------------------------|
| 1 | $\frac{V^2 Z_0}{2R_r E^2}$ | 2 | $\frac{E^2}{Z_0}$  | 3 | $ I ^2 R_r$     | 4 | $\frac{ I ^2}{4R_r}$ | 5  | $\frac{V^2}{2R_r}$         |
| 6 | $\frac{P_A}{p}$            | 7 | $\frac{V^2}{4R_r}$ | 8 | $\frac{p}{P_A}$ | 9 | $\frac{E^2}{2Z_0}$   | 10 | $\frac{V^2 Z_0}{4R_r E^2}$ |

B-2 次の記述は、図に示す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を下の番号から選べ。

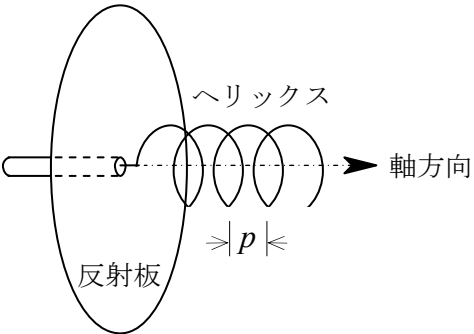
- (1) 接地導体基板の上に  やフッ素樹脂などの厚さの薄い誘電体基板を密着させ、その上に幅が狭く厚さの薄いストリップ導体を密着させて線路を構成したものである。
- (2) 本線路は、開放線路の一種であり、外部雑音の影響や放射損がある。放射損を少なくするために、比誘電率  誘電体基板を用いる。
- (3) 伝送モードは、通常、ほぼ  モードとして扱うことができる。
- (4) 特性インピーダンスは、ストリップ導体の幅を  $w$ 、誘電体基板の厚さを  $d$ 、誘電体基板の比誘電率を  $\epsilon_r$  とすると、 が大きいほど、また  $\epsilon_r$  が 、小さくなる。



- |   |       |   |      |   |                  |   |       |    |       |
|---|-------|---|------|---|------------------|---|-------|----|-------|
| 1 | アルミナ  | 2 | の小さい | 3 | TE <sub>11</sub> | 4 | $w/d$ | 5  | 小さいほど |
| 6 | フェライト | 7 | の大きい | 8 | TEM              | 9 | $d/w$ | 10 | 大きいほど |

B-3 次の記述は、図に示すヘリカル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、ヘリックスのピッチ  $p$  は、数分の1波長程度とする。

- (1) ヘリックスの1巻きの長さが1波長に近くなると、電流はヘリックスの軸に沿った  となる。
- (2) ヘリックスの1巻きの長さが1波長に近くなると、ヘリックスの  に主ビームが放射される。
- (3) ヘリックスの1巻きの長さが1波長に近くなると、偏波は、 偏波になる。
- (4) ヘリックスの巻数を  すると、主ビームの半値角が大きくなる。
- (5) ヘリックスの全長を2.5波長以上にすると、入力インピーダンスがほぼ一定になるため、使用周波数帯域が 。



- |   |     |   |         |   |    |   |     |    |      |
|---|-----|---|---------|---|----|---|-----|----|------|
| 1 | 定在波 | 2 | 軸と直角の方向 | 3 | 円  | 4 | 多く  | 5  | 広くなる |
| 6 | 進行波 | 7 | 軸方向     | 8 | 直線 | 9 | 少なく | 10 | 狭くなる |

B-4 次の記述は、地上と衛星間の電波伝搬における対流圏及び電離圏の影響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 大気による減衰は、晴天時の水滴を含まない大気の場合には衛星の仰角が低いほど小さくなる。
- イ 大気の屈折率は、常時変動しているので電波の到来方向もそれに応じて変動し、シンチレーションの原因となる。
- ウ 降雨時、雨滴による電波の吸収減衰により熱雑音が発生する。
- エ 電波が電離圏を通過する際、その振幅、位相などに短周期の不規則な変動を生ずる場合があり、これを電離圏シンチレーションという。
- オ 電離圏の屈折率は、周波数が低くなると1に近づく。

B-5 次の記述は、アンテナ利得などの測定において、送信又は受信アンテナの一方の開口の大きさが波長に比べて大きいときの測定距離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、任意の角度を $\alpha$ とすれば、 $\cos(\alpha/2) = \pm\sqrt{(1 + \cos\alpha)/2}$  であり、三角形ABCの頂角をA、B、Cとし、その対辺の長さをそれぞれa、b、cとすれば、 $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$ の関係がある。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 図1に示すように、アンテナ間の測定距離をL[m]、寸法が大きい方の円形開口面アンテナ1の直径をD[m]、その縁Pから小さい方のアンテナ2までの距離をL'[m]とすれば、LとL'の距離の差 $\Delta L$ は、次式で表される。ただし、 $L > D$ とし、アンテナ2の大きさは無視できるものとする。

$$\Delta L = L' - L = \text{ア} - L$$

$$\cong L \left\{ 1 + \frac{1}{2} \left( \frac{D}{2L} \right)^2 \right\} - L = \frac{D^2}{8L} \text{ [m]} \quad \dots\dots\dots \text{①}$$

波長を $\lambda$  [m] とすれば、 $\Delta L$ による電波の位相差 $\Delta\theta$ は、次式となる。

$$\Delta\theta = \text{イ} \text{ [rad]} \quad \dots\dots\dots \text{②}$$

- (2) アンテナ1の中心からの電波の電界強度 $\dot{E}_0$  [V/m] とその縁からの電波の電界強度 $\dot{E}_0'$  [V/m] は、アンテナ2の点において、その大きさが等しく位相のみが異なるものとし、その大きさをいずれも $E_0$  [V/m] とすれば、 $\dot{E}_0$ と $\dot{E}_0'$ との間に位相差がないときの受信点での合成電界強度の大きさE [V/m] は、 $\text{ウ}$  [V/m] である。また、位相差が $\Delta\theta$ のときの合成電界強度 $\dot{E}'$ の大きさE'は、図2のベクトル図から、次式で表される。

$$E' = \text{エ} = \text{ウ} \times \cos\left(\frac{\Delta\theta}{2}\right) \text{ [V/m]} \quad \dots\dots\dots \text{③}$$

したがって、次式が得られる。

$$E'/E = \cos\left(\frac{\Delta\theta}{2}\right) \quad \dots\dots\dots \text{④}$$

- (3) 式④へ $\Delta\theta = \pi/8$  [rad] を代入すると、 $E'/E \cong 0.98$  となり、誤差は約2 [%] となる。したがって、誤差が約2 [%] 以下となる最小の測定距離 $L_{\min}$ は、式②から次式となる。

$$L_{\min} = \text{オ} \text{ [m]}$$

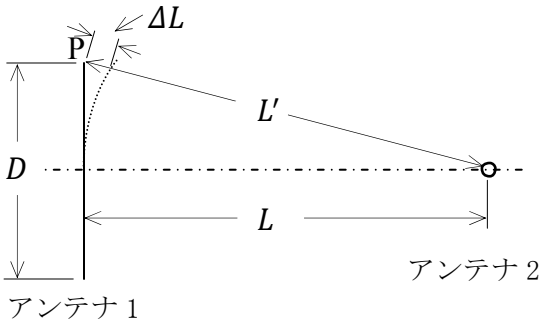


図 1

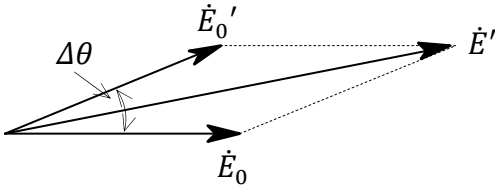


図 2

- |   |                                |                 |  |                          |
|---|--------------------------------|-----------------|--|--------------------------|
| 1 $\sqrt{L^2 + D^2}$                        | 2 $\frac{\pi D^2}{8\lambda L}$ | 3 $2E_0$        | 4 $\sqrt{2}E_0\sqrt{1 + \cos\Delta\theta}$ | 5 $\frac{2D^2}{\lambda}$ |
| 6 $\sqrt{L^2 + \left(\frac{D}{2}\right)^2}$ | 7 $\frac{\pi D^2}{4\lambda L}$ | 8 $\sqrt{2}E_0$ | 9 $\sqrt{2}E_0\sqrt{1 - \cos\Delta\theta}$ | 10 $\frac{D^2}{\lambda}$ |