

第一級総合無線通信士「無線工学B」試験問題

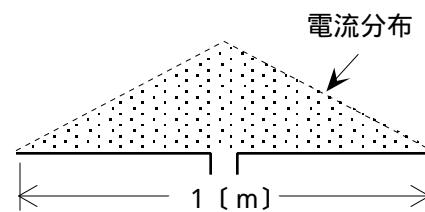
25問 2時間30分

A - 次の記述は、真空中における平面波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 電界の大きさは、進行方向に直角な平面上のあらゆる点で互いに等しく、磁界も同様である。
- 2 電界と磁界は、同位相である。
- 3 電界と磁界は、ともに進行方向に直角であり、かつ、互いに平行である。
- 4 電界と磁界の大きさの比は、一定である。
- 5 伝搬速度は、真空の透磁率と誘電率によって決まる。

A - 図に示す長さ 1 [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 0.25 [m]
- 3 0.5 [m]
- 4 1 [m]
- 5 2 [m]



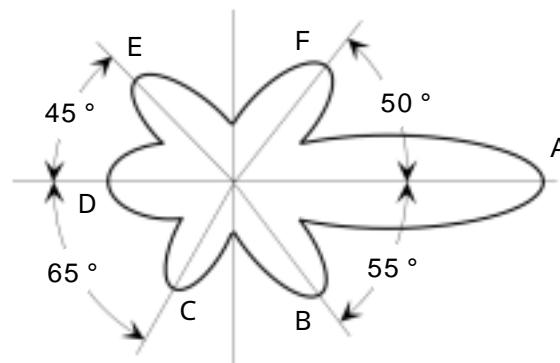
A - 次の記述は、アンテナの利得について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) アンテナから W [W] の電力を放射したとき、最大放射方向の遠方の点における電波の電力密度を P [W/m²] とし、基準アンテナから W の電力を放射したとき、最大放射方向の同じ距離における電波の電力密度を p_0 [W/m²] とすれば、このアンテナの利得は、□A□である。
- (2) 絶対利得は、あらゆる方向へ均等に電波を放射する□B□アンテナを基準アンテナとしたときの利得である。
- (3) 相対利得は、□B□アンテナ以外のアンテナを基準アンテナとしたときの利得であり、通常、理想的な□C□アンテナを基準アンテナとする。

	A	B	C
1	P/p_0	等方性	半波長
2	P/p_0	等方性	無指向性
3	p_0/P	等方性	半波長
4	p_0/P	ダイポール	無指向性
5	p_0/P	ダイポール	半波長

A - 図に示す電界パターンを持つアンテナの前後比 (F/B) の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、アンテナ中心より数波長離れた点における主ローブ A の電界強度の最大値は 100 [μV/m]、各副ローブ B、C、D、E、F の電界強度の最大値は、それぞれ 25 [μV/m]、15 [μV/m]、20 [μV/m]、25 [μV/m]、30 [μV/m] とする。また、 $\log_{10}2 = 0.3$ とする。

- 1 10 [dB]
- 2 12 [dB]
- 3 14 [dB]
- 4 16 [dB]
- 5 20 [dB]



A - 次の記述は、無損失給電線上の定在波及び定在波比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) 給電線とこれに接続されている負荷が整合していないと□Aが生じ、入射波と合成されて給電線上に定在波を生ずる。
 (2) 定在波電圧の最大値を V_{\max} [V] 及び最小値を V_{\min} [V] とすれば、電圧定在波比 (VSWR) は、□Bで表され、この値が 1 に近いほど給電回路の伝送特性が□C。

	A	B	C
1	透過波	V_{\max}/V_{\min}	悪い
2	透過波	V_{\min}/V_{\max}	悪い
3	反射波	V_{\max}/V_{\min}	悪い
4	反射波	V_{\min}/V_{\max}	良い
5	反射波	V_{\max}/V_{\min}	良い

A - 次の記述は、給電線の特性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) 平行 2 線式給電線や同軸ケーブルのような二つの導体からなる給電線は、導体の単位長さ当たりの抵抗 R [Ω/m] とインダクタンス L [H/m]、二つの導体間の漏れコンダクタンス G [S/m] と静電容量 C [F/m] が一様に分布する□A 回路である。
 (2) 特性インピーダンス Z_0 は、次式で与えられる。

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}} \quad []$$

実際の給電線では□Bは無視できるので、次式のように近似できる。

$$Z_0 \approx \boxed{C} \quad []$$

- (3) Z_0 は、給電線の寸法と二つの導体間の□Dによって決まり、純抵抗として扱われ長さには無関係である。

	A	B	C	D
1	分布定数	L と C	$\sqrt{R/G}$	誘電率
2	分布定数	R と G	$\sqrt{L/C}$	誘電率
3	分布定数	L と C	$\sqrt{R/G}$	導電率
4	集中定数	R と G	$\sqrt{L/C}$	導電率
5	集中定数	L と C	$\sqrt{R/G}$	導電率

A - 7 方形導波管の管軸方向に直角な断面内壁の長辺の長さが 3 [cm]、短辺の長さが 1.5 [cm] のとき、TE₁₀モードの遮断周波数として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 1 [GHz] 2 1.5 [GHz] 3 3 [GHz] 4 5 [GHz] 5 10 [GHz]

A - 8 実効インダクタンス及び実効静電容量がそれぞれ 10 [μH] 及び 500 [pF] の逆 L アンテナを 500 [kHz] に共振させるために必要な延長コイルのインダクタンスの値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $\lambda^2 = 10$ とする。

- 1 9 [μH] 2 19 [μH] 3 90 [μH] 4 190 [μH] 5 900 [μH]

A - 次の記述は、波長に比べて十分小さい寸法の受信用ループ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、ループ面を水平大地に対して垂直に置くものとする。

- 1 電界強度測定用の標準アンテナや電波の到来方向の測定に用いられている。
- 2 実効高は、ループ面の面積が大きいほど、また、導線の巻数が多いほど大きい。
- 3 受信開放電圧は、受信点における電界強度に比例する。
- 4 水平面内の指向性は、8 字形である。
- 5 最大感度の方向は、ループ面に直角な方向である。

A - 10次の記述は、開口面が円形のパラボラアンテナについて述べたものである。□内に入るべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 金属板や金網などでできた回転放物面反射鏡の焦点に電磁ホーンなどの一次放射器を置き、これより放射された A を回転放物面反射鏡で反射させ、B に変換して外部へ放射する。
- (2) 利得は、反射鏡の開口面積に比例し、使用 C の 2 乗に反比例する。
- (3) 指向性は、最大放射方向が回転放物面の回転軸に一致し、開口方向に向く D 指向性である。

	A	B	C	D
1	球面波	平面波	波長	単一
2	球面波	平面波	周波数	単一
3	平面波	球面波	波長	単一
4	平面波	球面波	周波数	双方向
5	平面波	球面波	波長	双方向

A - 11 短波 (HF) 帯のF層2回反射伝搬において、第1種減衰及び第2種減衰をそれぞれ10 [dB] 及び 2 [dB]、大地反射で受ける減衰を 5 [dB] としたとき、伝搬通路全体の減衰の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電離層は均一であり、水平大地に平行であるものとする。

- 1 29 [dB] 2 34 [dB] 3 44 [dB] 4 49 [dB] 5 54 [dB]

A - 12 次の記述は、電波の降水による減衰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 降雨減衰は、電波が降雨粒子に当たり、電波エネルギーの一部が吸収又は散乱される現象である。
- 2 単位距離当たりの降雨減衰の大きさは、降雨強度が大きいほど大きい。
- 3 降雨減衰の大きさは、周波数が低いほど大きいが、20 [GHz] 以下ではほぼ一定である。
- 4 降雪による減衰は、乾燥した雪のとき SHF 帯以下の周波数では、ほとんど無視できる。
- 5 アンテナの鏡面やレードームなどに水滴や水分を多く含んだ雪が付着すると、電波に減衰を与える。

A - 13 高さ 50 [m] のアンテナから周波数 100 [MHz] の電波を送信したとき、送信点から 25 [km] 離れた受信点において電界強度が 100 [μV/m] になる高さとして、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 1 [mV/m] とし、大地は平面で完全導体とする。また、求める高さを h_2 [m]、送信アンテナの高さを h_1 [m]、送受信点間の距離を d [m]、波長を λ [m] とすれば、次式の関係が成り立つものとする。

$$\frac{2\pi h_1 h_2}{\lambda d} < 0.5 \quad [\text{rad}]$$

- 1 6 [m] 2 12 [m] 3 18 [m] 4 24 [m] 5 30 [m]

A - 14 開口面アンテナの利得を測定するとき、被測定アンテナの開口面上の各点と測定アンテナの開口面上の各点間の行程差によって生ずる誤差を 2 [%] 以下にするために必要な最小の測定距離（アンテナ間の距離）の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、被測定及び測定アンテナの開口面は円形とし、それらの直径をそれぞれ 2 [m] 及び 1 [m] とする。また、周波数を 1 [GHz] とする。

- 1 30 [m] 2 40 [m] 3 50 [m] 4 60 [m] 5 70 [m]

A - 15 次の記述は、特性の等しい二基のパラボラアンテナの絶対利得を測定する原理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) 一方のパラボラアンテナから送信電力 P_t [W] を送信したとき、送信点から距離 d [m] の受信点における電波の電力密度 w は、次式で表される。ただし、パラボラアンテナの絶対利得を G (真数) とし、周囲からの反射波は無視できるものとする。

$$w = \boxed{A} [W/m^2] \quad \dots \dots$$

- (2) 送信した電波を、受信点において他方のパラボラアンテナで受信したときの受信電力 P_r は、次式で表される。ただし、波長を λ [m]、パラボラアンテナの実効面積を A [m^2] とする。

$$P_r = A w = \boxed{B} [W] \quad \dots$$

- (3) 式 及び より、 G は次式となる。

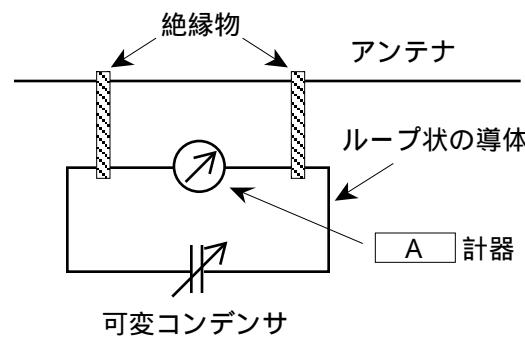
$$G = \boxed{C}$$

	A	B	C
1	$\frac{P_t G}{2\pi d^2}$	$\frac{\lambda^2}{4\pi} G w$	$\frac{2\sqrt{2}\pi d}{\lambda} \sqrt{\frac{P_r}{P_t}}$
2	$\frac{P_t G}{2\pi d^2}$	$\frac{\lambda^2}{4\pi} w$	$8\left(\frac{\pi d}{\lambda}\right)^2 \frac{P_r}{P_t}$
3	$\frac{P_t G}{4\pi d^2}$	$\frac{\lambda^2}{4\pi} G w$	$\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2 \sqrt{\frac{P_r}{P_t}}$
4	$\frac{P_t G}{4\pi d^2}$	$\frac{\lambda^2}{4\pi} w$	$\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2 \frac{P_r}{P_t}$
5	$\frac{P_t G}{4\pi d^2}$	$\frac{\lambda^2}{4\pi} G w$	$\frac{4\pi d}{\lambda} \sqrt{\frac{P_r}{P_t}}$

A - 16 次の記述は、短波 (HF) 送信用線状アンテナの電流分布を測定する原理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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) 図に示すように、ループ状の導体に □ A 計器と感度調節用の可変コンデンサを直列に挿入した構造の電流分布の測定器を作り、この測定器にかぎ型の絶縁物を付けてアンテナに掛ける。
- (2) アンテナに電力を供給すると、アンテナに流れる電流によって磁束が生じ、その磁束がループ面を通るので、アンテナの分布電流に □ B した誘導電流がループ状の導体に流れる。
- (3) 測定器をアンテナに沿って移動し、□ C と計器の測定値からアンテナ上の電流分布を求める。

	A	B	C
1	静電形	反比例	給電点からの距離
2	静電形	比例	可変コンデンサの値
3	熱電形	比例	給電点からの距離
4	熱電形	比例	可変コンデンサの値
5	熱電形	反比例	給電点からの距離



A - 17 次の記述は、方形導波管の伝送モードと遮断波長について述べたものである。このうち正しいものを下の番号から選べ。

- 1 基本モードは、TE₁₁モードである。
- 2 基本モードは、各モードの中で最も高い周波数の電磁波を伝送できる。
- 3 基本モードの遮断波長は、導波管の管軸に直角な断面内壁の長辺の長さによって決まる。
- 4 高次モードの遮断波長は、伝送する電磁波の電力の大きさによって変る。
- 5 高次モードの遮断波長は、基本モードの遮断波長より長い。

A - 18 次の記述は、ポインチング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。

- (1) 電磁波は、電界と磁界が同時に存在し、それぞれの持つエネルギーが同時に伝搬する。電界と磁界が真空中に保有する単位体積当たりのエネルギー w は、次式で表される。ただし、電界と磁界の大きさをそれぞれ E [V/m]、 H [A/m] 及び真空中の誘電率と透磁率をそれぞれ ϵ_0 [F/m]、 μ_0 [H/m] とする。

$$w = \frac{1}{2} \times (\boxed{A}) \quad [\text{J}/\text{m}^3] \dots$$

- (2) 電磁波の進行方向に直角な単位面積を単位時間に通過する電磁エネルギー p は、電磁波の伝搬速度を c [m/s] とすれば、次式で表される。

$$p = \boxed{B} \quad [\text{W}/\text{m}^2] \dots \dots \dots$$

- (3) 真空中では、 E と H の間に式 C の関係があり、また、 c は、式 A で表される。

$$\frac{E}{H} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = 120\pi \quad [\quad] \dots \dots \dots$$

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \quad [\text{m}/\text{s}] \dots \dots \dots$$

以上の各式より、次式が得られる。

$$p = \frac{E^2}{120\pi} = \boxed{C} \quad [\text{W}/\text{m}^2]$$

この電力をポインチング電力という。

	A	B	C
1	$\epsilon_0 \mu_0 E^2 H^2$	w/c	EH
2	$\epsilon_0 \mu_0 E^2 H^2$	w/c	H/E
3	$\epsilon_0 \mu_0 E^2 H^2$	wc	EH
4	$\epsilon_0 E^2 + \mu_0 H^2$	wc	H/E
5	$\epsilon_0 E^2 + \mu_0 H^2$	wc	EH

A - 19 次の記述は、ターンスタイ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の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 二つの半波長ダイポールアンテナを中心で直交させて水平面内に置き、振幅が等しく、位相が \boxed{A} 異なる電流を給電したのである。
- (2) 利得は、水平方向において半波長ダイポールアンテナの \boxed{B} 倍である。
- (3) 指向性は、水平面内でほぼ全方向性であり、 \boxed{C} 偏波の電波を放射する。

	A	B	C
1	90度	1/2	水平
2	90度	2	垂直
3	90度	1/2	垂直
4	180度	2	垂直
5	180度	1/2	水平

A - 20 次の記述は、送受信点間に伝搬通路を横切る山岳があるときの伝搬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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) 超短波 (VHF) 帯以上の周波数の伝搬で、伝搬通路を横切る山岳があり、送受信点を互いに直接見通すことができないとき、山岳の反対側へ回り込む \boxed{A} があるため、この電波を用いた通信が可能である。
- (2) 平面大地の場合、送受信点間が自由空間のときの受信点における電界強度を E_0 [V/m]、山岳があるときの \boxed{A} の電界強度を E_r [V/m] とすれば、これらの比 E_r/E_0 を回折係数といい、山岳の高さが \boxed{B} ほど、また、周波数が \boxed{C} ほど小さくなる。

	A	B	C
1	地表波	低い	低い
2	地表波	高い	高い
3	山岳回折波	高い	低い
4	山岳回折波	高い	高い
5	山岳回折波	低い	低い

B -1 次の記述は、線状の受信アンテナに誘起する電圧と受信有能電力（受信最大有効電力）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) 到来電波の中に置かれた受信アンテナの端子が開放されて □アとき、アンテナ端子に現れる電圧 V_0 [V] を受信開放電圧といい、 V_0 は、□イ [V] となる。ただし、到来電波の電界強度を E [V/m]、アンテナの実効長を l_e [m]、アンテナ素子の長さの方向と到来電波の方向との間の角度を □radとする。
- (2) V_0 は、アンテナ端子に接続される負荷に關係 □ウが、負荷に流れる電流は、負荷インピーダンスの値によって変化し、最大電力を取り出すことのできる負荷インピーダンスの値が存在する。
- (3) 負荷インピーダンスがアンテナの入力インピーダンスの □エであるとき、負荷に取り出される電力は最大となり、その大きさは、□オである。ただし、アンテナの入力インピーダンスの実数部を R [] とする。

1 いる 2 $E \sin / l_e$ 3 しない 4 $E l_e \sin$ 5 V_0^2/R
6 する 7 $V_0^2/(4R)$ 8 いない 9 共役複素数 10 複素数

B -2 次の記述は、同軸ケーブルと中空の導波管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 同軸ケーブルは、誘電体を充てんしているため、導波管に比べて単位長さ当たりの伝送損が大きい。
- イ 同軸ケーブルは、高い周波数の使用制限は無いが、低い周波数には制限がある。
- ウ 導波管は、一つの導体で出来ているため、直流電力の伝送はできない。
- エ 導波管は、遮断周波数以上の周波数の電磁波は伝送できない。
- オ 導波管及び同軸ケーブルともに使用周波数を高くすれば、表皮効果により導体損が増加する。

B -3 次の記述は、ダイバーシチ方式の一つ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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) 一つの電波を異なる受信点で観測したときの電界強度の変動（フェージング）の相関関係は、一般に受信点間の距離が大きいほど □アなる。
- (2) フェージングの影響を軽減するには、相関関係が十分 □アなるように相互に離れた複数個の受信点に □イを設置し、それらに接続した受信機のうちで最も受信状態の □ウものに切り換えるか、又は各受信機の出力を合成する。
- (3) 受信点は多いほど良いが、場所の制限などから、一般は □エ個の受信点による方式が採用されている。
- (4) 離れた複数個の受信点で同じ信号及び周波数の電波を受信し、フェージングの影響を軽減する方式を □オダイバーシチ方式という。

1 4 2 小さく 3 空間 4 大きく 5 良い
6 2 7 周波数 8 受信機 9 アンテナ 10 不安定な

B - 4 次の記述は、方向性結合器を用いて同軸給電線上の定在波比を測定する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。

図に示すように、方向性結合器中の主線路と副線路は静電容量 C [F] 及び相互インダクタンス M [H] によって結合されていて、主線路には特性インピーダンス Z_0 [Ω] の同軸給電線が、また、副線路の両端には結合によって流れる電流を測定する検出器と終端抵抗がそれぞれ接続されているものとする。ただし、検出器の内部抵抗と終端抵抗はともに R [Ω] とし、副線路の自己インダクタンスを L [H]、角周波数を ω [rad/s] とすると、 $\omega L \ll R \ll 1/(\omega C)$ 及び $M = CRZ_0$ の関係があるものとする。

(1) 主線路上の電圧を V [V]、電流を I [A] とすると、静電容量を通して副線路に流れる電流 I_C は、次式で表される。

$$I_C = \boxed{\text{ア}} \quad [\text{A}] \quad \dots \dots \dots$$

また、誘導結合によって副線路に流れる電流 I_M は、次式で表される。

$$I_M = \boxed{\text{イ}} \quad [\text{A}] \quad \dots \dots \dots$$

(2) 誘導結合の正負により I_C と I_M の合成は和又は差となるが、ここでは検出器側の電流 I_D が和、終端抵抗側の電流 I_L が差となるように作られているものとすると、 I_D は次式で表される。

$$I_D = I_C + I_M = \boxed{\text{ウ}} \quad [\text{A}] \quad \dots$$

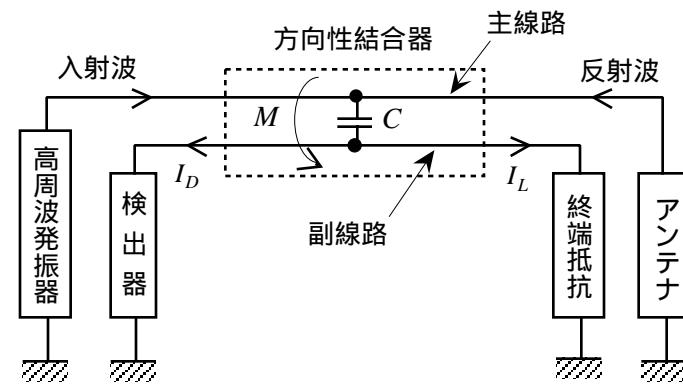
いま、入射波のみとすると $V/I = Z_0$ であるから、与えられた条件式 $M = CRZ_0 \approx Z_0$ を代入し、さらに M を式へ代入すると、次式となる。

$$I_D = \boxed{\text{エ}}$$

また、反射波のみのときには I の符号が変わるから、式から $I_D = 0$ となる。この関係は、入力と出力の端子を交換すると逆になる。

(3) 定在波比を測定するときには、最初の接続で入射波を測定し、次に入出力端子の接続を逆にして反射波を測定し、それらの測定値の $\boxed{\text{オ}}$ から反射係数を求めて定在波比を算出する。

1	$\frac{j\omega C V}{2}$	2 積	3	$\frac{j\omega C V}{R}$
4	$j\omega C V$	5 比	6	$\frac{j\omega M I}{2R}$
7	$\frac{j\omega M I}{R}$	8 $j\omega M$	9	$\frac{j\omega}{R} (C V + M I)$
10	$j\omega \left(\frac{C V}{2} + \frac{M I}{2R} \right)$			



B - 5 次の記述は、図に示す航空援用地帯などに用いられるアルホー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を下の番号から選べ。

- (1) 細長い金属板などを「ム」の字形に折り曲げた4個のアンテナ素子を平面上に図のように配置し、2個づつを1組にして接続する。2点から給電する場合、点 $\boxed{\text{ア}}$ から給電する。
- (2) 2個のアンテナ素子が近接し平行になっている部分では電流が互いに $\boxed{\text{イ}}$ 方向に流れるため、電波は放射されない。外周部分は、各素子共に電流の $\boxed{\text{ウ}}$ 部及びそれに近い電流分布となっており、また、同位相であるため、電波はこの部分からのみ放射される。
- (3) ループ面を水平に置いたときの指向性は、水平面内でほぼ $\boxed{\text{エ}}$ である。
- (4) VOR (VHF全方向無線標識) などで多く用いられている超短波 (VHF) 帯用の $\boxed{\text{オ}}$ 偏波アンテナである。

1 全方向性	2 水平	3 同じ	4 垂直	5 波節
6 単一指向性	7 反対	8 a b	9 波腹	10 c d

