

GB907

第二級陸上無線技術士「無線工学 B」試験問題

25 問 2 時間 30 分

A－1 次の記述は、ポインティングベクトル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 電磁エネルギーの流れを表すベクトルである。
- 2 電界ベクトルと磁界ベクトルの内積である。
- 3 大きさは、電界ベクトルと磁界ベクトルを二辺とする平行四辺形の面積に等しい。
- 4 電界ベクトルと磁界ベクトルのなす面に垂直で、電界ベクトルの方向から磁界ベクトルの方向に右ねじを回したときに、ねじの進む方向に向いている。
- 5 大きさは、単位面積を単位時間に通過する電磁エネルギーを表す。

A－2 自由空間において、到来電波の磁界強度が 3×10^{-3} [A/m] であった。このときの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、電波は平面波とする。

- 1 0.1 [V/m] 2 0.6 [V/m] 3 1.1 [V/m] 4 2.2 [V/m] 5 3.0 [V/m]

A－3 次の記述は、アンテナ素子の太さが無視できる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の抵抗分は約 73 [Ω]、リアクタンス分は約 A である。
- (2) アンテナ素子の長さを変化させたときの抵抗分の変化量は、リアクタンス分の変化量より B。
- (3) アンテナ素子の長さを半波長より少し C すると、リアクタンス分を零にすることができる。

	A	B	C
1	23 [Ω]	多い	長く
2	23 [Ω]	多い	短く
3	23 [Ω]	少ない	短く
4	43 [Ω]	少ない	短く
5	43 [Ω]	多い	長く

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。 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) 基準アンテナの実効面積を A_{es} [m^2] とすると、実効面積が A_e [m^2] のアンテナの利得は、 A で表される。
- (2) 等方性アンテナに対する利得を B 利得という。
- (3) 半波長ダイポールアンテナの絶対利得は、約 C [dB] である。

	A	B	C
1	A_{es}/A_e	相対	1.50
2	A_{es}/A_e	絶対	2.15
3	A_e/A_{es}	相対	1.50
4	A_e/A_{es}	絶対	1.50
5	A_e/A_{es}	絶対	2.15

A－5 放射効率が 0.75 のアンテナで生ずる損失電力が 2 [W] であるとき、このアンテナから放射される電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 6 [W] 2 8 [W] 3 10 [W] 4 12 [W] 5 14 [W]

A－6 無損失の平行二線式給電線の終端が開放されているとき、終端に最も近い定在波電圧の最小点から終端までの距離 l_v 及び終端に最も近い定在波電流の最小点から終端までの距離 l_i の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、周波数は30〔MHz〕とし、 $l_v > 0$ 、 $l_i > 0$ とする。

	l_v	l_i
1	1.5〔m〕	1.5〔m〕
2	2.5〔m〕	2.5〔m〕
3	2.5〔m〕	5.0〔m〕
4	5.0〔m〕	2.5〔m〕
5	5.0〔m〕	5.0〔m〕

A－7 無損失で特性インピーダンスが 300〔Ω〕、長さ 0.5〔m〕の平行二線式給電線を終端で短絡したとき、入力インピーダンスの絶対値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、周波数は 100〔MHz〕とし、 $\sqrt{3} = 1.73$ とする。

1	219〔Ω〕	2	292〔Ω〕	3	356〔Ω〕	4	447〔Ω〕	5	519〔Ω〕
---	--------	---	--------	---	--------	---	--------	---	--------

A－8 方形導波管で周波数が 12〔GHz〕、管内波長が 3〔cm〕であるとき、位相速度 V_p と群速度 V_g の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、TE₁₀モードとする。

	V_p	V_g
1	3.6×10^8 〔m/s〕	1.5×10^8 〔m/s〕
2	3.6×10^8 〔m/s〕	2.5×10^8 〔m/s〕
3	3.6×10^8 〔m/s〕	3.6×10^8 〔m/s〕
4	2.5×10^8 〔m/s〕	1.5×10^8 〔m/s〕
5	2.5×10^8 〔m/s〕	3.6×10^8 〔m/s〕

A－9 次の記述は、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の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 接地した導体基板の上に大きな比誘電率を持つ誘電体基板を密着させ、その上に幅が狭く厚さが極めて薄い □ A □ を密着させたものである。導波管及び同軸線路に比べて非常に小形、軽量であり、マイクロ波の伝送線路としても使用される。
- (2) 一種の □ B □ 線路であるから、外部雑音が混入するおそれがある。また、誘電体基板の比誘電率を十分 □ C □ 選べば、放射損は非常に小さくなる。

	A	B	C
1	導体	開放	大きく
2	導体	密閉	小さく
3	導体	開放	小さく
4	絶縁体	密閉	小さく
5	絶縁体	開放	大きく

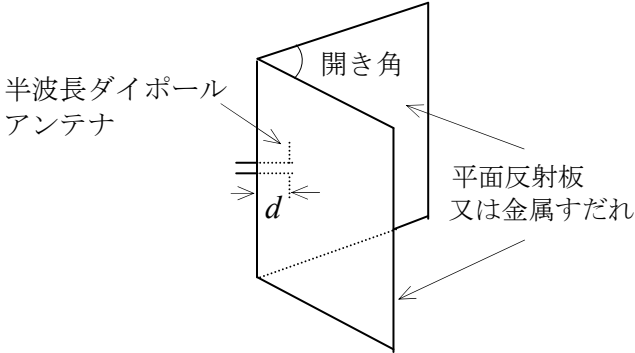
A－10 次の記述は、ホーンアンテナについて述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 方形や円形の導波管の切口部分を徐々に広げて必要な大きさの開口面にしたものである。
- 2 角錐、円錐、扇形などのホーンアンテナがある。
- 3 反射鏡アンテナなどの一次放射器として用いられることがある。
- 4 開口面の大きさを一定にしたまま、ホーンの長さを短くすると利得は大きくなる。
- 5 ホーンの長さを一定にしたまま、開口面の大きさを変えたとき利得はある大きさで最大となる。

A-11 次の記述は、図に示すコーナレフレクタ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、波長を λ [m] とし、平面反射板又は金属すだれは、電波を理想的に反射する大きさとする。

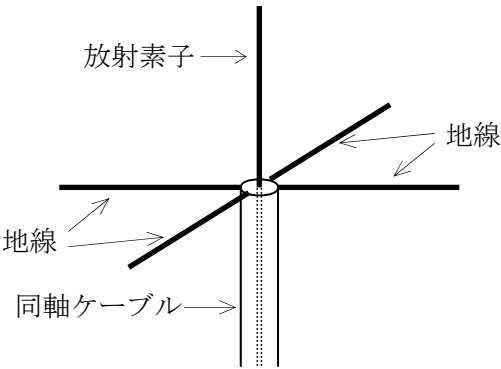
- (1) 半波長ダイポールアンテナに平面反射板又は金属すだれを組み合わせた構造であり、金属すだれは半波長ダイポールアンテナの放射素子に平行に導体棒を並べたもので、導体棒の間隔は平面反射板と等価な反射特性を得るために約 □ A □ 以下にする必要がある。
- (2) 開き角は、 60° 又は 90° の場合などがあり、半波長ダイポールアンテナとその影像の合計数は、 60° では 6 個、 90° では □ B □ であり、これらの複数のアンテナの効果により、半波長ダイポールアンテナ単体の場合よりも鋭い指向性と大きな利得が得られる。
- (3) アンテナパターンは、図に示す距離 d [m] によって大きく変わる。開き角が 90° のとき、 $d = \lambda$ では指向性が二つに割れて正面方向では零になり、 $d = 1.5\lambda$ では主ビームは鋭くなるがサイドローブを生ずる。一般に、□ C □ となるように d を $\lambda/4 \sim 3\lambda/4$ の範囲で調整する。

	A	B	C
1	$\lambda/4$	8 個	全方向性
2	$\lambda/4$	4 個	単一指向性
3	$\lambda/10$	3 個	全方向性
4	$\lambda/10$	8 個	単一指向性
5	$\lambda/10$	4 個	単一指向性



A-12 次の記述は、図に示すブラウ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。

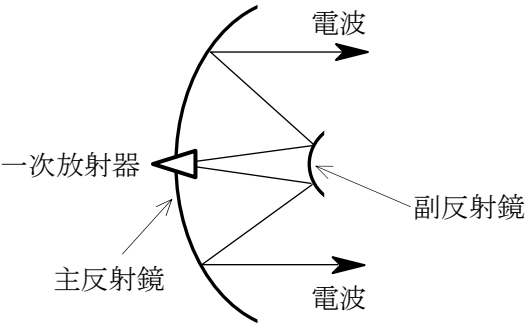
- 1 放射素子と地線の長さは、共に約 $1/4$ 波長である。
- 2 地線は、同軸ケーブルの内部導体に接続されている。
- 3 地線は、同軸ケーブルの外部導体に漏れ電流が流れ出すのを防ぐ働きをする。
- 4 入力インピーダンスは、地線の取付け角度によって変わる。
- 5 放射素子を大地に対して垂直に置いたとき、水平面内の指向性は、ほぼ全方向性である。



A-13 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) 回転放物面の主反射鏡、回転双曲面の副反射鏡及び一次放射器で構成されている。副反射鏡の二つの焦点のうち、一方は主反射鏡の □ A □ と、他方は一次放射器の励振点と一致している。
- (2) 送信における主反射鏡は、□ B □ への変換器として動作する。
- (3) 一次放射器を主反射鏡の頂点(中心)付近に置くことにより給電線路が □ C □ ので、その伝送損を少なくできる。
- (4) 主放射方向と反対側のサイドローブが少なく、かつ小さいので、衛星通信用地球局のアンテナのように上空に向けて用いる場合、□ D □ からの熱雑音の影響を受けにくい。

	A	B	C	D
1	開口面	球面波から平面波	短くできる	大地
2	開口面	球面波から平面波	長くなる	自由空間
3	焦点	平面波から球面波	長くなる	大地
4	焦点	球面波から平面波	短くできる	大地
5	焦点	平面波から球面波	短くできる	自由空間



A－14 次の記述は、電波の伝搬形式（伝搬様式）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) 地表波は、周波数が低いほど、また、大地の導電率が □ A □ ほど遠方まで伝搬する。
- (2) F層反射波は、主に □ B □ 帯で用いられる。
- (3) スポラジック E 層 (Es) 反射波は、□ C □ 帯の通信に混信妨害を与えることがある。

	A	B	C
1	高い	短波（HF）	超短波（VHF）
2	高い	超短波（VHF）	マイクロ波（SHF）
3	低い	短波（HF）	超短波（VHF）
4	低い	短波（HF）	マイクロ波（SHF）
5	低い	超短波（VHF）	マイクロ波（SHF）

A－15 自由空間において、到来電波の方向に最大感度方向が向けられた半波長ダイポールアンテナの受信有能電力が 10^{-3} [mW] であるとき、到来電波の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、到来電波の周波数を 100 [MHz] とし、 $\sqrt{73} = 8.54$ とする。

1	6 [mV/m]	2	12 [mV/m]	3	18 [mV/m]	4	27 [mV/m]	5	36 [mV/m]
---	----------	---	-----------	---	-----------	---	-----------	---	-----------

A－16 次の記述は、電波に対する大気の屈折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。

- (1) 大気の屈折率は、□ A □ に非常に近い値であり、気圧、気温及び湿度の変動によりわずかに変化する。このわずかな変化がマイクロ波 (SHF) 帯の伝搬に大きな影響を与える。
- (2) 標準大気の屈折率は、高さ約 1 [km] 以下では高さとともに直線的に減少するので、地表面に平行に放射された電波は、徐々に □ B □ に曲げられて進む。
- (3) 修正した大気の屈折率の高度分布を表す □ C □ が、電波の伝搬状況を把握するために用いられる。

	A	B	C
1	1	上方	等圧線図
2	1	下方	等圧線図
3	1	下方	M 曲線
4	0	下方	M 曲線
5	0	上方	等圧線図

A－17 次の記述は、短波 (HF) 帯の電波伝搬におけるフェージング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) 電離層の臨界周波数は時々刻々変化するので、跳躍距離に対応する電離層の反射点では電波が反射したり突き抜けたりする現象を繰り返し、跳躍距離付近では電界強度が激しく変動する。このようにして発生するフェージングを □ A □ フェージングという。
- (2) 直線偏波で放射された電波は、電離層を通過すると □ B □ となり、電離層の変動によって偏波面が変動する。この電波を一つの直線状アンテナで受信すると誘起電圧が変動する。このようにして発生するフェージングを □ C □ フェージングという。

	A	B	C
1	干渉性	だ円偏波	k 形
2	干渉性	垂直偏波	k 形
3	干渉性	だ円偏波	偏波性
4	跳躍性	垂直偏波	k 形
5	跳躍性	だ円偏波	偏波性

A-18 次の記述は、自由空間において十分離れた距離に置いた二つのアンテナを用いてアンテナの利得を求め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、波長を λ [m] とし、アンテナ及び給電回路の損失はないものとする。

- (1) 利得がそれぞれ G_1 (真数)、 G_2 (真数) の二つのアンテナを、距離 d [m] だけ離して偏波面をそろえて対向させ、その一方のアンテナへ電力 P_t [W] を加えて電波を送信し、他方のアンテナで受信したときのアンテナの受信電力が P_r [W] であると、次式が成り立つ。

$$P_r = G_1 G_2 P_t \times \text{□ A □}$$

- (2) 一方のアンテナの利得が既知のとき、例えば、 G_1 が既知であれば、 G_2 は、次式によって求められる。

$$G_2 = \frac{P_r}{P_t G_1} \times \text{□ B □}$$

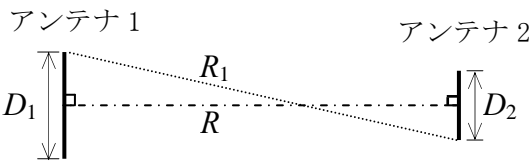
- (3) 両方のアンテナの利得が等しいときには、それらを P_t と P_r の測定値から、次式によって求めることができる。

$$G_1 = G_2 = \frac{4\pi d}{\lambda} \times \text{□ C □}$$

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

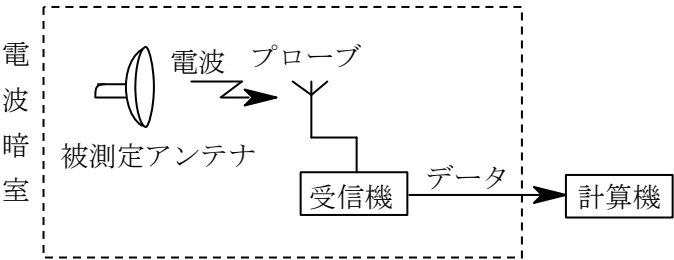
A-19 図は、使用する電波の波長 λ [m] に比べて大きなアンテナ直径 D_1 [m] 又は D_2 [m] を持つ 2 つの開口面アンテナの利得や指向性を測定する場合の最小測定距離 R [m] を求めるための幾何学的な関係を示したものである。 $D_1 = 1.4$ [m]、 $D_2 = 0.6$ [m] 及び測定周波数が 15 [GHz] のときの R の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、通路差 ΔR は、 $\Delta R = R_1 - R \asymp (D_1 + D_2)^2 / (8R)$ [m] とし、 ΔR が $\lambda / 16$ [m] 以下であれば適切な測定ができるものとする。

- 400 [m]
- 550 [m]
- 630 [m]
- 800 [m]
- 950 [m]

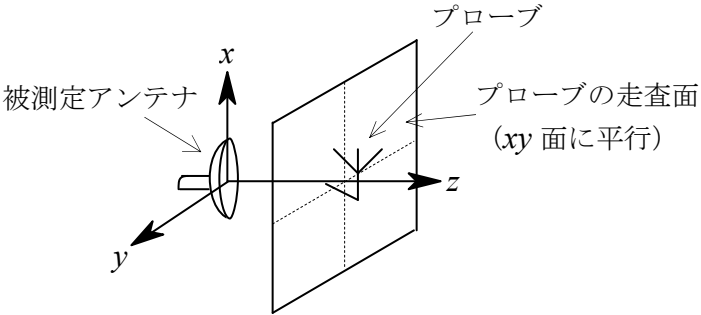


A-20 次の記述は、図に示すアンテナの近傍界を測定するプローブの平面走査法について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- プローブには、半波長ダイポールアンテナやホーンアンテナなどが用いられる。
- 被測定アンテナを回転させないでプローブを上下左右方向に走査して測定を行うので、鋭いビームを持つアンテナや回転不可能なアンテナの測定に適している。
- 高精度の測定には、受信機の直線性を校正しておかなければならない。
- 数値計算による近傍界から遠方界への変換が、円筒面走査法や球面走査法に比べて難しい。
- 多重反射による誤差は、プローブを極端に大きくしたり、被測定アンテナに接近させ過ぎたりすることで生ずる。



近傍界測定系



プローブと被測定アンテナの関係

B－1 次の記述は、自由空間における半波長ダイポールアンテナの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) 等方性アンテナから電力 P_s [W] を送信したとき、遠方の距離 d [m] 離れた点 P における電界強度 E_s は、次式で表される。

$$E_s = \text{ア} \text{ [V/m]} \dots\dots\dots \text{①}$$

(2) 半波長ダイポールアンテナに振幅が I_0 [A] の正弦波状の給電電流を加えたとき、最大放射方向の遠方の距離 d [m] 離れた点 P における電界強度 E_h は、次式で表される。

$$E_h = \frac{60I_0}{d} \text{ [V/m]} \dots\dots\dots \text{②}$$

半波長ダイポールアンテナの放射抵抗は、約 □ イ □ [Ω] であるので、このアンテナに I_0 を加えたときに放射される電力 P_h は、次式で表される。

$$P_h = \text{イ} \times I_0^2 \text{ [W]} \dots\dots\dots \text{③}$$

式③より求めた I_0 を式②へ代入すると、 E_h は、次式となる。

$$E_h = \text{ウ} \text{ [V/m]} \dots\dots\dots \text{④}$$

(3) 半波長ダイポールアンテナが無損失であれば、このアンテナの絶対利得 G_0 (真数) は、点 P において $E_s = \text{エ}$ となるときの P_s と P_h の比であり、式①と④から、次式で表される。

$$G_0 = \frac{P_s}{P_h} \doteq \text{オ}$$

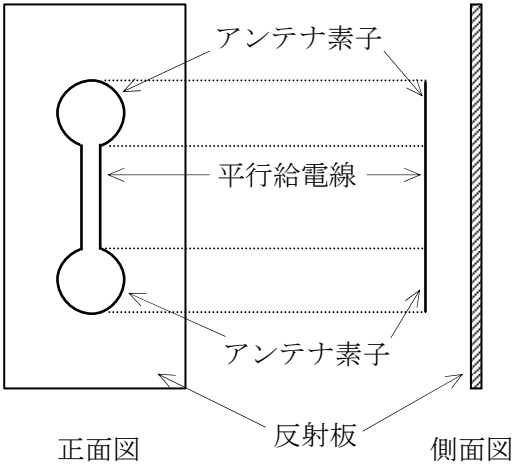
- | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|---|----|---|-----------------------------------|---|--------------|----|------|
| 1 | $\frac{\sqrt{30P_s}}{d}$ | 2 | 60 | 3 | $\frac{60\sqrt{P_h}}{d\sqrt{73}}$ | 4 | E_h | 5 | 1.76 |
| 6 | $\frac{7\sqrt{P_s}}{d}$ | 7 | 73 | 8 | $\frac{\sqrt{60P_h}}{d}$ | 9 | $\sqrt{E_h}$ | 10 | 1.64 |

B－2 次の記述は、給電線の諸定数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 一般に用いられている平衡形給電線の特性インピーダンスは、不平衡形給電線の特性インピーダンスより小さい。
- イ 平衡形給電線の特性インピーダンスは、導線の間隔を一定とすると、導線の太さが細くなるほど大きくなる。
- ウ 無損失給電線の場合、特性インピーダンスは周波数に関係しない。
- エ 不平衡形給電線上の波長は、一般に、同じ周波数の電波の空間波長より長い。
- オ 伝搬定数の実数部を減衰定数、虚数部を位相定数という。

B－3 次の記述は、図に示す反射板付きの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を下の番号から選べ。

- (1) 2ループを平行給電線で接続したものに反射板を組み合わせたアンテナで、ループの円周の長さは、それぞれ約 □ ア □ 波長である。
- (2) 給電点は、一般に平行給電線の □ イ □ である。
- (3) 2ループが大地に対して上下になるように置いたときの水平面内の指向性は、□ ウ □ の指向性とほぼ等しい。
- (4) 利得を上げるために反射板内のループの数を上下方向に直列に増やすと、使用周波数範囲が □ エ □ なる。
- (5) このアンテナを四角鉄塔の各面に取付けた場合、鉄塔の幅が波長に比べて狭いときは、水平面内の指向性はほぼ □ オ □ となる。



- | | | | | | | | | | |
|---|----|---|------|---|-----|---|-----------------|----|----|
| 1 | 中央 | 2 | 全方向性 | 3 | 1 | 4 | ホイップアンテナ | 5 | 広く |
| 6 | 上端 | 7 | 双方向性 | 8 | 1/2 | 9 | 反射板付き4ダイポールアンテナ | 10 | 狭く |

B－4 次の記述は、太陽雑音とその通信への影響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) 太陽雑音には、太陽のコロナ領域などの□アが静穏時に主に放射する□イ及び太陽爆発などにより突発的に生ずる□ウなどがある。
- (2) 静止衛星からの電波を受信する際、□エの頃に地球局のアンテナの主ビームが太陽に向くときがあり、そのとき極端に受信雑音温度が□オし、受信機の信号対雑音比(S/N)が低下することがある。

- | | | | | |
|--------|--------|----------|----------|-------|
| 1 プラズマ | 2 大気雑音 | 3 極冠じょう乱 | 4 春分及び秋分 | 5 低下 |
| 6 水蒸気 | 7 熱雑音 | 8 電波バースト | 9 夏至及び冬至 | 10 上昇 |

B－5 次の記述は、アンテナに供給される電力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。

入力インピーダンスが R_a 〔 Ω 〕のアンテナに、特性インピーダンスが R_0 〔 Ω 〕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。

$|\Gamma| = \square \text{ア} \dots\dots\dots \text{①}$

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

$S = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \dots\dots\dots \text{②}$

式①を式②に代入すれば、 S は、次式で表される。

$S = \square \text{イ} \dots\dots\dots \text{③}$

- (3) 一方、 S は、 V_{\max} と V_{\min} を用いて、次式で表される。

$S = \square \text{ウ} \dots\dots\dots \text{④}$

- (4) アンテナ端の電圧 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。

$V_l = \square \text{エ} \text{〔V〕} \dots\dots\dots \text{⑤}$

また、 $R_a < R_0$ のときには、 V_l は、次式で表される。

$V_l = V_{\min} \text{〔V〕} \dots\dots\dots \text{⑥}$

アンテナに供給される電力 P は、式③、④及び⑥から、次式で表される。

$P = V_l^2/R_a = \square \text{オ} \text{〔W〕}$

- | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| 1 $\frac{R_0+R_a}{R_0-R_a}$ | 2 $\frac{R_0}{R_a}$ | 3 $V_{\max} - V_{\min}$ | 4 $\frac{V_f}{V_r}$ | 5 $\frac{V_{\max}V_{\min}}{R_0}$ |
| 6 $\frac{R_0-R_a}{R_0+R_a}$ | 7 $\frac{R_a}{R_0}$ | 8 $\frac{V_{\max}}{V_{\min}}$ | 9 $V_f - V_r$ | 10 $\frac{V_{\max}V_{\min}}{R_a}$ |