

GB707

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、アンテナの指向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。

- アンテナの放射電磁界は、そのアンテナ固有の □ A □ 特性を持っている。これをアンテナの指向性という。
- アンテナの指向性係数は、アンテナからの距離に □ B □ 。
- 一般に指向性の相似な複数のアンテナを並べた場合の合成指向性は、アンテナ素子の指向性と無指向性点放射源の配列の指向性の □ C □ で表される。

	A	B	C
1	時間	比例する	積
2	時間	関係しない	比
3	方向	比例する	和
4	方向	関係しない	積
5	方向	関係しない	和

A－2 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。

- 電磁エネルギーの流れを表すベクトルである。
- 電界ベクトルと磁界ベクトルの外積である。
- 大きさは、電界ベクトルと磁界ベクトルを二辺とする三角形の面積に等しい。
- 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。
- 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－3 次の記述は、円形の開口面アンテナの利得とビームの電力半値幅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、開口面の直径は波長に比べて大きく、波長及び開口効率是一定であり、アンテナの損失はなく、開口面上の電磁界分布は一様であるものとする。

- 利得は、開口面の直径が □ A □ ほど大きくなる。
- ビームの電力半値幅は、電界強度が最大放射方向の値の □ B □ になる二つの方向にはさまれる角度の幅であり、開口面の直径が大きいほど小さくなる。
- 利得は、ビームの電力半値幅が小さいほど □ C □ なる。

	A	B	C
1	小さい	$1/\sqrt{2}$	大きく
2	小さい	$1/2$	小さく
3	大きい	$1/2$	小さく
4	大きい	$1/\sqrt{2}$	大きく
5	大きい	$1/2$	大きく

A－4 電界強度が 3 [mV/m] の到来電波を実効面積 A_e [m²] のアンテナで受信して、0.05 [μW] の受信有能電力を得た。 A_e の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナ及び給電回路の損失はないものとする。

- | | | | | | | | | | |
|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|
| 1 | 0.5 | 2 | 1.0 | 3 | 1.5 | 4 | 2.0 | 5 | 2.5 |
|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|

A－5 自由空間において、周波数 150 [MHz]、電界強度 5 [mV/m] の到来電波の中に置かれた半波長ダイポールアンテナに誘起する電圧の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、半波長ダイポールアンテナの最大指向方向は、到来電波の方向に向けられているものとする。また、波長を λ [m] とすれば、半波長ダイポールアンテナの実効長は、 λ/π [m] である。

- | | | | | | | | | | |
|---|----------|---|----------|---|----------|---|----------|---|----------|
| 1 | 1.0 [mV] | 2 | 2.2 [mV] | 3 | 3.2 [mV] | 4 | 6.4 [mV] | 5 | 9.6 [mV] |
|---|----------|---|----------|---|----------|---|----------|---|----------|

A-6 無損失で特性インピーダンスが $600\ [\Omega]$ 、長さ $0.5\ [\text{m}]$ 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 $100\ [\text{MHz}]$ とし、 $\sqrt{3} = 1.73$ とする。

- 1
- 519 $[\Omega]$
- 2
- 692 $[\Omega]$
- 3
- 1,038 $[\Omega]$
- 4
- 1,557 $[\Omega]$
- 5
- 2,079 $[\Omega]$

A-7 次の記述は、無損失給電線上の定在波の一般的な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
- 負荷と整合していない給電線に高周波電圧を加えると、負荷の接続されている受端（終端）で反射波が発生し、入射波と合成され給電線上に定在波が生ずる。
- 2
- 受端開放の給電線では、定在波の電圧波腹は受端及び受端から $1/4$ 波長の奇数倍の点に、電圧波節は受端から $1/4$ 波長の偶数倍の点に生ずる。
- 3
- 受端短絡の給電線では、定在波の電圧波節は受端及び受端から $1/4$ 波長の偶数倍の点に、電圧波腹は受端から $1/4$ 波長の奇数倍の点に生ずる。
- 4
- 反射波がなく、定在波が生じていない給電線上の電圧定在波比 (VSWR) は、1 である。
- 5
- 定在波の電圧波腹と電流波腹は、給電線上の $1/4$ 波長ずれた位置に生ずる。

A-8 次の記述は、給電回路で用いられる機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。

- 1
- アイソレータは、順方向にはほとんど減衰なく電力を通すが、逆方向には大きく減衰させる 2 端子の □ A □ 回路である。
- 2
- B □ は、ある端子からの入力はある特定の方向の隣の端子のみに出力する機能を有する 3 端子以上からなる回路である。
- 3
- 1 次線路上の入射波及び反射波に比例した電力を、それに結合した 2 次線路側のそれぞれの端子に分離して取り出す場合に □ C □ が使用される。

A	B	C
1 非可逆	サーキュレータ	方向性結合器
2 非可逆	スタブ	バラン
3 可逆	サーキュレータ	バラン
4 可逆	サーキュレータ	方向性結合器
5 可逆	スタブ	バラン

A-9 方形導波管で周波数が $6\ [\text{GHz}]$ 、管内波長が $10\ [\text{cm}]$ 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、 TE_{10} モードとする。

v_p	v_g
1 $2.2 \times 10^8\ [\text{m/s}]$	$2.5 \times 10^8\ [\text{m/s}]$
2 $3.3 \times 10^8\ [\text{m/s}]$	$3.0 \times 10^8\ [\text{m/s}]$
3 $4.4 \times 10^8\ [\text{m/s}]$	$4.0 \times 10^8\ [\text{m/s}]$
4 $5.1 \times 10^8\ [\text{m/s}]$	$7.5 \times 10^8\ [\text{m/s}]$
5 $6.0 \times 10^8\ [\text{m/s}]$	$1.5 \times 10^8\ [\text{m/s}]$

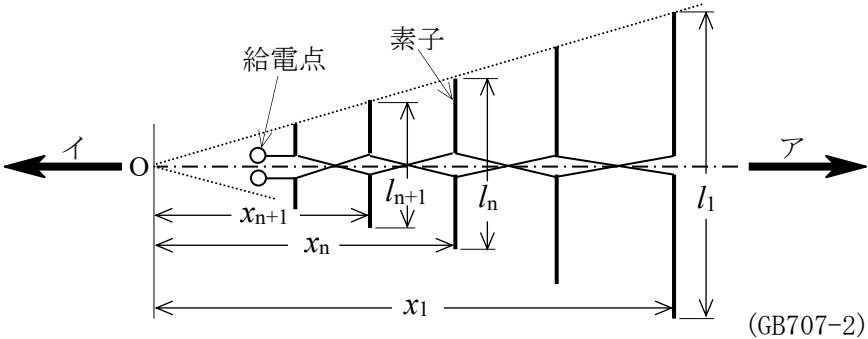
A-10 素子の太さが等しい二線式折返し半波長ダイポールアンテナへの給電電流が $1.5\ [\text{A}]$ であるときに放射される電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナにおける損失はないものとする。

- 1
- 660 $[\text{W}]$
- 2
- 880 $[\text{W}]$
- 3
- 1,350 $[\text{W}]$
- 4
- 1,760 $[\text{W}]$
- 5
- 1,980 $[\text{W}]$

A-11 次の記述は、図に示す対数周期ダイポールアレー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
- 隣り合う素子の長さの比 l_n/l_{n+1} と隣り合う素子の頂点 O からの距離の比 □ A □ は等しい。
- 2
- 半波長ダイポールアンテナと比較して周波数帯域幅が □ B □ 。
- 3
- 主放射の方向は矢印 □ C □ の方向である。

A	B	C
1 x_n/x_{n+1}	広い	イ
2 x_n/x_{n+1}	広い	ア
3 x_n/x_{n+1}	狭い	イ
4 x_{n+1}/x_n	広い	ア
5 x_{n+1}/x_n	狭い	イ



A-12 次の記述は、扇形ホーンアンテナの一般的な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 方形導波管の終端を開放し、その一対の管壁の幅を徐々に広げて所定の大きさにしたものである。
- 2 H面扇形ホーンとE面扇形ホーンがある。
- 3 開口面積を一定にしたまま、ホーンの長さを長くしても利得は変わらない。
- 4 放射される電波は、開口面上で球面波である。
- 5 ホーンの長さを一定にしたまま、ホーンの開き角を大きくしていくと利得は大きくなるが、開き角がある値を越すと利得が小さくなっていく。

A-13 次の記述は、各種アンテナの特徴など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 垂直接地アンテナの大地からの高さと同様に逆L形接地アンテナの垂直部の大地からの高さが同じ場合、その実効高は逆L形接地アンテナの方が大きい。
- 2 スリーブアンテナの利得は、半波長ダイポールアンテナとほぼ同じである。
- 3 ディスコーンアンテナは、スリーブアンテナに比べて広帯域なアンテナである。
- 4 パラボラアンテナは、開口面近傍で放射される電波がほぼ平面波になるように設計される。
- 5 カセグレンアンテナの副反射鏡は、回転楕円面である。

A-14 短波(HF)帯の電離層伝搬において、送受信点間の距離が800[km]、F₂層の反射点における臨界周波数が10[MHz]であるとき、最適使用周波数(FOT)の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、反射点の高さを300[km]とし、電離層は平面大地に平行であるものとする。

- 1 7.2[MHz] 2 8.7[MHz] 3 11.3[MHz] 4 13.1[MHz] 5 14.2[MHz]

A-15 次の記述は、電離層と電子密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。

- (1) E層は夜間も消滅せず、その電子密度は、一般に □ A □ の方が大きい。
- (2) スポラジックE層(E_s)は、□ B □ とほぼ同じ高さに生じ、その電子密度はF層の電子密度より大きくなることもある。
- (3) F層は、昼間は □ C □ を除きF₁層とF₂層に分かれるが夜間は一つにまとまり、そのときの電子密度は、一般に冬より夏の方が大きい。

A	B	C
1 冬より夏	F層	冬
2 冬より夏	E層	冬
3 冬より夏	E層	夏
4 夏より冬	E層	冬
5 夏より冬	F層	夏

A-16 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、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。一般に、周波数が高いほど、また、移動速度が □ A □ ほど変動が速いフェージングとなる。
- (2) さまざまな方向から反射、回折して移動局に到来する電波の遅延時間に差があるため、広帯域伝送では、一般に帯域内の各周波数の振幅と位相の変動が一樣ではなく、伝送路の周波数特性が劣化し、伝送信号の □ B □ が生ずる。到来する電波の遅延時間を横軸にとり、各到来波の受信レベルを縦軸にプロットしたものは、□ C □ という。

A	B	C
1 遅い	波形ひずみ	遅延プロファイル
2 遅い	フレネルゾーン	伝搬距離特性
3 速い	フレネルゾーン	伝搬距離特性
4 速い	波形ひずみ	遅延プロファイル
5 速い	波形ひずみ	伝搬距離特性

A-17 周波数 150 [MHz] の電波を高さ h_1 が 35 [m] の送信アンテナから放射したとき、送信点からの距離 d が 10 [km]、高さ h_2 が 10 [m] の地点における電界強度 E の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、送信アンテナの放射電力を 15 [W]、送信アンテナの絶対利得を 3 [dB] とし、アンテナ等の損失はないものとする。また、このときの E は、波長を λ [m]、自由空間電界強度を E_0 [V/m] とすると、次式で表されるものとし、 $\log_{10}2 = 0.3$ とする。

$$E = E_0 \frac{4\pi h_1 h_2}{\lambda d} \text{ [V/m]}$$

- 1
- 454 [μ V/m]
- 2
- 542 [μ V/m]
- 3
- 660 [μ V/m]
- 4
- 756 [μ V/m]
- 5
- 830 [μ V/m]

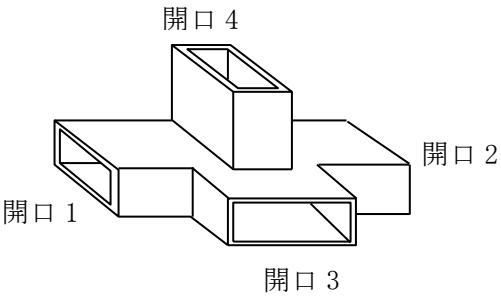
A-18 次の記述は、図に示すマジック T によるインピーダンスの測定法について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1)

任意のインピーダンスを開口 1 及び開口 2 に接続して、開口 3 からマイクロ波を入力すると、等分されて開口 1 及び開口 2 へ進む。開口 1 及び開口 2 からの反射波があると、開口 4 へ出力され、その大きさは二つの反射波の □ A □ である。
- (2)

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、開口 3 にマイクロ波発振器及び開口 4 に □ B □ を接続し、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 差	検出器	零
2 差	終端抵抗	最大
3 和	終端抵抗	零
4 和	終端抵抗	最大
5 和	検出器	最大



A-19 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 [V/m] を、受信機の入力電圧及び出力計の電圧は 1 [V] をそれぞれ 0 [dB] とし、減衰器の読みは正とする。

- (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振れを適当な値 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。

$$V_0 = E_x + H_e + \text{□ A □} \text{ [dB]} \cdots \cdots \text{①}$$

- (2)

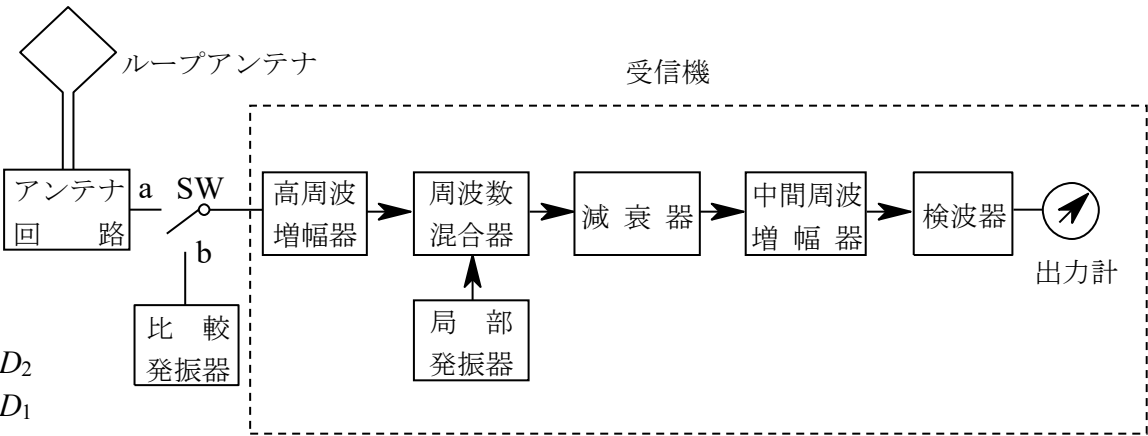
スイッチ **SW** を b 側に接続して、比較発振器の周波数を測定する電波の周波数に合わせ、減衰器を調節して出力計の振れが V_0 [dB] になるようにする。このときの減衰器の読みを D_2 [dB]、比較発振器の出力電圧を V_s [dB] とすれば、 V_0 は、次式で表される。

$$V_0 = V_s + \text{□ B □} \text{ [dB]} \cdots \cdots \text{②}$$

- (3)

式①及び②より、 E_x は、次式から計算できる。

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



A	B	C
1 $G_r + D_1$	$G_r + D_2$	$D_1 - D_2$
2 $G_r + D_1$	$G_r - D_2$	$D_2 - D_1$
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-20 次の記述は、電波暗室の一般的な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 電波暗室内で、測定するアンテナを設置する場所をクワイエットゾーンといい、そこへ到来する不要反射電力が決められた値以下になるように設計されている。
- 2 電波暗室には、電磁的なシールドは施されていない。
- 3 電波吸収体は、使用周波数に適した材質、形状のものをを用いる。
- 4 電波暗室内の壁面や天井及び床に電波吸収体を張り付けて自由空間とほぼ同等の空間を実現したもので、アンテナの指向性の測定などを能率的に行うことができる。
- 5 電波暗室の性能は壁面や天井及び床などからの反射電力の大小で評価され、評価法にはアンテナパターン比較法や空間定在波法などがある。

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 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 |

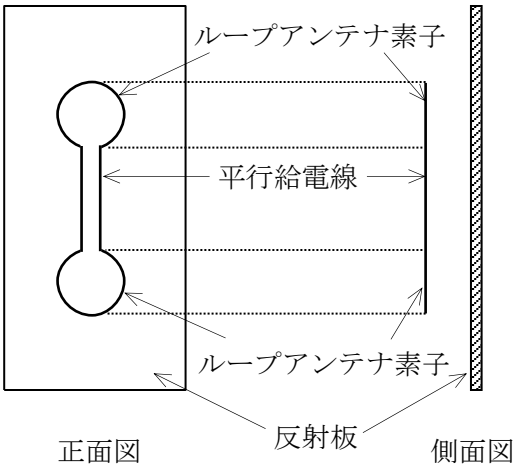
B-2 次の記述は、整合について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 給電線の特性インピーダンスと給電線に接続されているアンテナや送受信機の入力又は出力インピーダンスが □ア□ と、これらの接続点から反射波が生じ、電力の □イ□ が低下する。これを防ぐため、これらの接続点にインピーダンス整合回路を挿入して整合をとる。
- (2) 同軸給電線のような □ウ□ とダイポールアンテナのような平衡回路を直接接続すると、平衡回路に □エ□ が流れ、送信や受信に悪影響を生ずる。これを防ぐため、二つの回路の間に □オ□ を挿入して、整合をとる。

- | | | | | | | | | | |
|---|-----|---|------|---|-------|---|-------|----|--------|
| 1 | 異なる | 2 | 反射効率 | 3 | 不平衡回路 | 4 | 平衡電流 | 5 | アイソレータ |
| 6 | 等しい | 7 | 伝送効率 | 8 | 平衡回路 | 9 | 不平衡電流 | 10 | バラン |

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

B-4 次の記述は、各周波数帯における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) 長波(LF)帯では、南北方向の伝搬路で日の出及び日没のときに受信電界強度が急に □ ア なる日出日没現象がある。
- (2) 中波(MF)帯では、主に地表波による伝搬となるが、夜間は □ イ の消滅により減衰が小さくなるため、電離層反射波も伝搬する。
- (3) 短波(HF)帯では、主に電離層伝搬であり、電離層による □ ウ 及び反射の影響が大きく、昼夜、季節、太陽活動などの変化により最適の伝搬周波数が異なる。
- (4) 超短波(VHF)帯では、主に □ エ 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、スプラジックE層(Es)反射により遠距離へ伝搬したり、対流圏散乱波により見通し外へ伝搬することがある。
- (5) マイクロ波(SHF)帯及びミリ波(EHF)帯では、□ オ 及び酸素による共鳴吸収や降雨による減衰が大きくなる。

- | | | | | |
|------|------|------|-------|--------|
| 1 強く | 2 D層 | 3 回折 | 4 地表波 | 5 X線 |
| 6 弱く | 7 F層 | 8 吸収 | 9 直接波 | 10 水蒸気 |

B-5 次の記述は、給電線上の電圧分布から給電線の実インピーダンス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を下の番号から選べ。ただし、給電線の実インピーダンスを Z_0 〔Ω〕とし、給電線の損失はないものとする。また、給電線の終端に既知抵抗 R 〔Ω〕を接続するものとする。

- (1) 図に示すように、給電線上に生じた定在波の最大値を V_{\max} 〔V〕、最小値を V_{\min} 〔V〕、電圧反射係数を Γ とすれば、電圧定在波比 S は次式で表される。

$$S = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \square \text{ ア } \dots \text{ ①}$$

- (2) Γ は、 Z_0 及び R を用いて次式で表される。

$$|\Gamma| = \square \text{ イ } \dots \text{ ②}$$

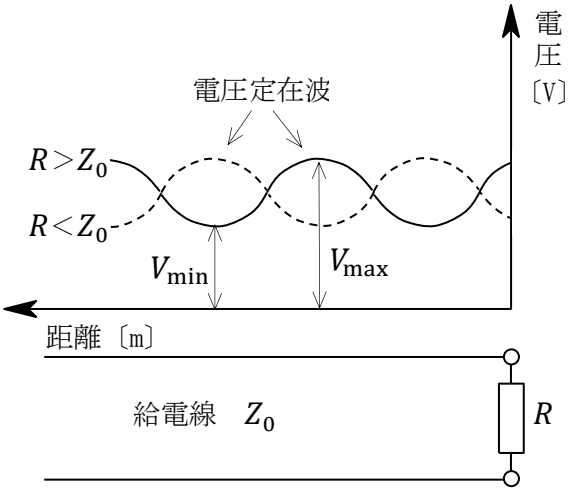
- (3) $R > Z_0$ のとき、 S の値は、 Z_0 と R で表すと式①及び②から次式となる。

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

したがって、 $Z_0 = \square \text{ エ } [\Omega]$ が得られる。

$R < Z_0$ のときも同様にして求めることができる。

- (4) 定在波が生じていない場合には $V_{\max} = V_{\min}$ であるから、 $Z_0 = \square \text{ オ } [\Omega]$ である。



- | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------|---------------------------------|--------|
| 1 $\frac{1+ \Gamma }{1- \Gamma }$ | 2 $\frac{ R+Z_0 }{ R-Z_0 }$ | 3 $\frac{R}{Z_0}$ | 4 $\frac{R V_{\max}}{V_{\min}}$ | 5 $2R$ |
| 6 $\frac{1- \Gamma }{1+ \Gamma }$ | 7 $\frac{ R-Z_0 }{ R+Z_0 }$ | 8 $\frac{Z_0}{R}$ | 9 $\frac{R V_{\min}}{V_{\max}}$ | 10 R |