

GB301

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。

- 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二等辺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－2 自由空間の固有インピーダンス Z_0 〔Ω〕を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、自由空間中の誘電率及び透磁率をそれぞれ ϵ_0 〔F/m〕、 μ_0 〔H/m〕とする。

- $Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$
- $Z_0 = \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}}$
- $Z_0 = \frac{\epsilon_0}{\mu_0}$
- $Z_0 = \left(\frac{\epsilon_0}{\mu_0}\right)^2$
- $Z_0 = \left(\frac{\mu_0}{\epsilon_0}\right)^2$

A－3 次の記述は、受信アンテナの等価回路と受信有能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。

- 図 1 に示す受信回路において、受信アンテナに誘起される電圧を V 〔V〕とすると、この電圧によって受信アンテナ及び受信機に電流が流れる。このアンテナを等価回路で表したときの内部インピーダンスは、送信アンテナとしての □A□ インピーダンス Z_a 〔Ω〕と等価であるので、入力インピーダンスが Z_l 〔Ω〕の受信機を接続したときの等価回路は、図 2 のようになる。
- Z_l から受信有能電力を取り出すことができるのは、 Z_a と Z_l をそれぞれ $R_a + jX_a$ と $R_l + jX_l$ とすれば、 $R_a = R_l$ 、かつ $X_a =$ □B□ のときであり、このとき、受信機の受信有能電力の値は □C□〔W〕となる。

A	B	C
1 正規化	X_l	$\frac{V^2}{2R_l}$
2 正規化	$-X_l$	$\frac{V^2}{4R_l}$
3 入力	$-X_l$	$\frac{V^2}{2R_l}$
4 入力	$-X_l$	$\frac{V^2}{4R_l}$
5 入力	X_l	$\frac{V^2}{2R_l}$

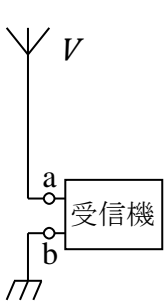


図 1 受信回路

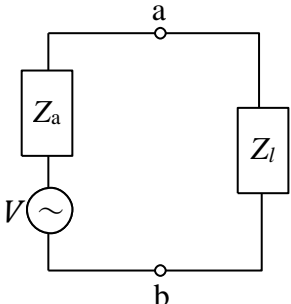


図 2 等価回路

A－4 絶対利得が 24（真数）のアンテナの指向性利得（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、アンテナの放射効率を 0.6 とする。

- 52
- 40
- 32
- 24
- 15

A－5 次の記述は、アンテナの放射パターン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) 電力パターンは、□A□の指向性を図示したものをいい、これは□B□の指向性係数の2乗を図示したものでもある。
- (2) E面放射パターンは、電波が□C□で放射される場合、電界ベクトルを含む面における指向性を図示したものである。

A	B	C
1 放射電界強度	電界強度	楕円偏波
2 放射電界強度	電界強度	直線偏波
3 放射電界強度	電力	楕円偏波
4 放射電力束密度	電力	楕円偏波
5 放射電力束密度	電界強度	直線偏波

A－6 単位長さ当たりの自己インダクタンスが 0.10〔μH/m〕及び静電容量が 40〔pF/m〕の無損失給電線がある。この給電線の特性インピーダンスの大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 50〔Ω〕
- 2 65〔Ω〕
- 3 75〔Ω〕
- 4 90〔Ω〕
- 5 100〔Ω〕

A－7 給電線上において、電圧定在波比(VSWR)が 1.5 で、負荷への入射波の実効値が 100〔V〕のとき、反射波の実効値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 5〔V〕
- 2 20〔V〕
- 3 30〔V〕
- 4 40〔V〕
- 5 50〔V〕

A－8 次の記述は、アンテナと給電線を整合させるための対称形集中定数回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。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。また、給電線は無損失とし、その特性インピーダンス Z_0 を 300〔Ω〕、アンテナの入力抵抗 R を 12〔Ω〕とする。

- (1) 特性インピーダンス Z_0 の給電線と入力抵抗 R のアンテナを図に示すリアクタンス X を用いた対称形集中定数回路により整合させるためには、次式が成立しなければならない。

$$Z_0 = jX + \frac{-jX \left(\square A \square \right)}{\left(\square A \square \right) - jX}$$

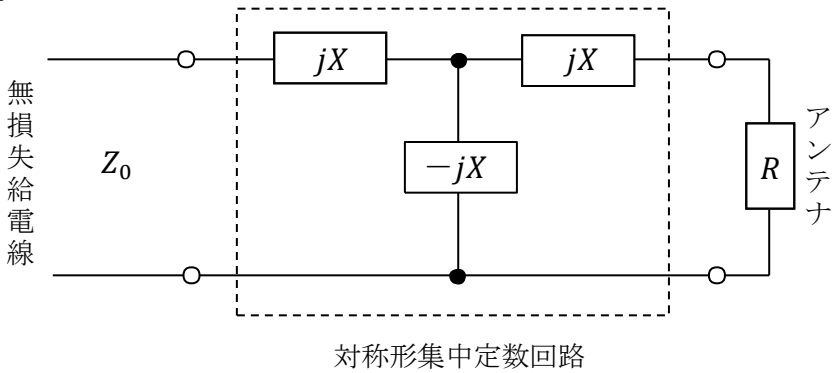
- (2) これより、整合条件は次式で与えられる。

$$X = \square B \square$$

- (3) 題意の数値を代入すれば、 X は次の値となる。

$$X = \square C \square \text{〔}\Omega\text{〕}$$

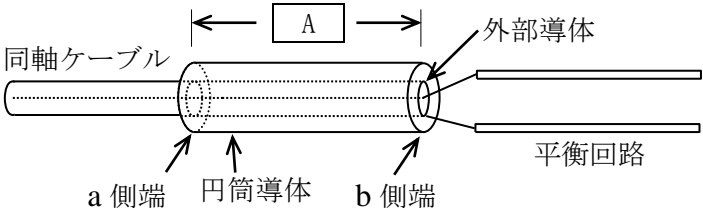
A	B	C
1 $R+jX$	$\sqrt{2RZ_0}$	120
2 $R+jX$	$\sqrt{RZ_0/2}$	105
3 $R+jX$	$\sqrt{RZ_0}$	60
4 $R-jX$	$\sqrt{2RZ_0}$	120
5 $R-jX$	$\sqrt{RZ_0}$	60



A－9 次の記述は、バランの一種であるシュペルトップ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。

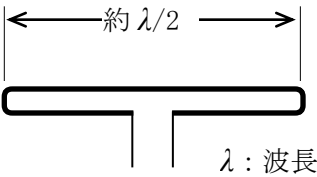
- (1) 図に示すように、同軸ケーブルの終端に長さが □ A □ の円筒導体をかぶせ、その a 側端を同軸ケーブルの外部導体に短絡したものである。
- (2) 円筒導体の b 側端では、電圧分布が最大で電流分布が最小であるため、インピーダンスは非常に □ B □ 。このため、不平衡回路と平衡回路を直接接続したときに生ずる □ C □ 電流が、同軸ケーブルの外部導体に沿って流れ出すのを防止することができる。

	A	B	C
1	1/2 波長	大きい	不平衡
2	1/2 波長	小さい	平衡
3	1/4 波長	小さい	平衡
4	1/4 波長	大きい	不平衡
5	1/4 波長	小さい	不平衡



A－10 次の記述は、図に示す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。

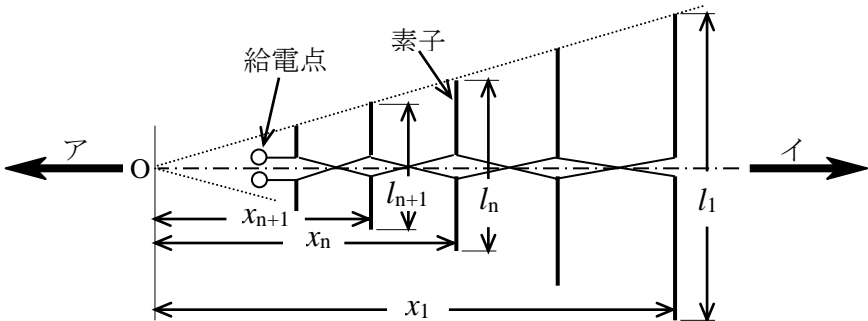
- 1 同一電波を受信したときの受信有能電力は、半波長ダイポールアンテナとほぼ同じである。
- 2 実効長は、半波長ダイポールアンテナの約 2 倍である。
- 3 指向性は、半波長ダイポールアンテナとほぼ同じである。
- 4 半波長ダイポールアンテナに比べて広帯域特性を持つ。
- 5 入力インピーダンスは、半波長ダイポールアンテナの約 2 倍である。



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

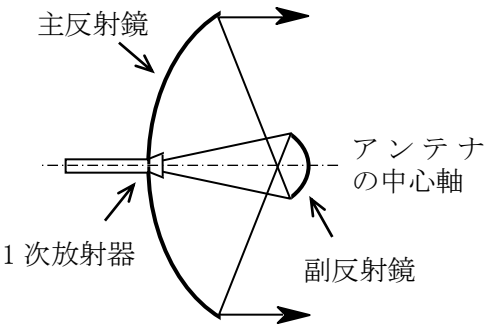


A－12 反射鏡の直径が 4〔m〕の円形パラボラアンテナを周波数 10〔GHz〕で用いたときの絶対利得（真数）が 100,000 であった。このパラボラアンテナの開口効率の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 0.47
- 2 0.57
- 3 0.68
- 4 0.76
- 5 0.86

A-13 次の記述は、図に示す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) 図に示すように、主反射鏡に回転放物面を、副反射鏡に回転 □ A □ の凹面側を用い、主反射鏡の曲面の焦点と副反射鏡の曲面の一方の焦点を一致させ、他方の焦点と1次放射器の励振点（位相中心）を一致させた構造である。
- (2) 円形パラボラアンテナに比べて反射鏡で生ずる交差偏波成分が □ B □ 。
- (3) オフセットパラボラアンテナよりもサイドローブが □ C □ 。



	A	B	C
1	双曲面	少ない	小さい
2	双曲面	多い	大きい
3	楕円面	少ない	小さい
4	楕円面	多い	小さい
5	楕円面	少ない	大きい

A-14 送受信点間の距離が 30 [km] のとき、周波数 6 [GHz] の電波の自由空間基本伝送損(真数)の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 1.6×10^{15} 2 1.6×10^{14} 3 5.7×10^{13} 4 5.7×10^{12} 5 1.6×10^{11}

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 300 [MHz] とし、 $\sqrt{73} = 8.54$ とする。

- 1 6 [mV/m] 2 18 [mV/m] 3 32 [mV/m] 4 54 [mV/m] 5 82 [mV/m]

A-16 次の記述は、対流圏伝搬における等価地球半径係数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、大気は標準大気とする。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 大気の屈折率は、高さと共にほぼ直線的に □ A □ なるので、地表面にほぼ平行に発射された電波の通路は上方に □ B □ にわん曲する。
- (2) 大気の屈折率の高さに対する傾きに応じ、地球の半径を等価的に □ C □ すると、電波の通路を直線として表すことができる。地球の半径を a [m]、等価的に □ C □ した地球の半径を r [m] とすれば、 r と a の比 (r/a) を等価地球半径係数といい、標準大気では □ D □ である。

	A	B	C	D
1	小さく	凹	大きく	5/2
2	小さく	凸	大きく	4/3
3	小さく	凸	小さく	3/4
4	大きく	凹	大きく	4/3
5	大きく	凸	小さく	3/4

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	跳躍性	楕円偏波	偏波性
2	跳躍性	垂直偏波	k 形
3	干渉性	楕円偏波	k 形
4	干渉性	垂直偏波	k 形
5	干渉性	楕円偏波	偏波性

A-18 長さ l [m] の無損失給電線の終端を開放及び短絡して入力端から見たインピーダンスを測定したところ、それぞれ Z_{op} [Ω] 及び Z_{sh} [Ω] であった。この給電線の実特性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。

- 1 $\sqrt{Z_{op}Z_{sh}}/2$ [Ω]
- 2 $Z_{op}+Z_{sh}$ [Ω]
- 3 $\sqrt{Z_{op}Z_{sh}}$ [Ω]
- 4 $(Z_{op}+Z_{sh})/2$ [Ω]
- 5 $2(Z_{op}+Z_{sh})$ [Ω]

A-19 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。

$$P_r = G_1 G_2 P_t \times \square A \square$$

- (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。

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

- (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。

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

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

A-20 1/4 波長垂直接地アンテナの接地抵抗を測定したとき、周波数 2.5 [MHz] で 4 [Ω] であった。このアンテナの放射効率の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、大地は完全導体とし、アンテナ導線の損失抵抗及び接地抵抗による損失以外の損失は無視できるものとする。また、波長を λ [m] とすると、給電点から見たアンテナ導線の損失抵抗 R_L は、次式で表されるものとする。

$$R_L = 0.1\lambda/8 \text{ [}\Omega\text{]}$$

- 1
- 0.58
- 2
- 0.68
- 3
- 0.72
- 4
- 0.87
- 5
- 0.99

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。

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

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

B-2 次の記述は、方形導波管と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) 方形導波管は、その遮断周波数より低い周波数の電磁波を ア 。また、方形導波管の基本モードの遮断周波数は、他の高次モードの遮断周波数より イ 。
- (2) マイクロストリップ線路は、接地した導体基板の上に大きな比誘電率を持つ厚さが薄い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 ウ を密着させたものである。 エ された線路であり、外部から雑音等が混入することがあるが、回路やアンテナを同一面に構成できる利点がある。
- (3) 方形導波管内を伝搬する電磁波は、TE 波又は TM 波であり、マイクロストリップ線路を伝搬する電磁波は、近似的に オ である。

- 1
- 伝送できる
- 2
- 伝送できない
- 3
- 絶縁体
- 4
- 導体
- 5
- TEM 波
- 6
- 低い
- 7
- 高い
- 8
- 開放
- 9
- 密閉
- 10
- TE 波

B－3 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。このうち正しいものを1、誤っているものを2として解答せよ。

- ア ホイップアンテナの指向性は、水平面、垂直面とも全方向性である。
- イ 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。
- ウ 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。
- エ ホーンアンテナは、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。
- オ カセグレンアンテナの副反射鏡は、回転放物面である。

B－4 次の記述は、マイクロ波(SHF)帯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) 降雨による減衰は、電波が雨滴にあたり、そのエネルギーの一部が □ア □ や散乱されることによって生ずる。
- (2) 伝搬路が長いほど、フェージングの発生頻度と □イ □ がともに大きくなる。また、伝搬路の平均地上高が □ウ □ ほどフェージングは大きくなる。
- (3) 地理的な条件による例外を除いて一般に □エ □ の日の深夜又は早朝に顕著なフェージングが多く生ずる。
- (4) ラジオダクトが発生すると、電波はあたかも導波管内を進むようにラジオダクト内に閉じ込められて □オ □ を繰り返しながら遠距離まで伝搬することがある。

- | | | | | |
|------|---------|------|------|-------|
| 1 吸収 | 2 周波数変動 | 3 高い | 4 晴天 | 5 反射 |
| 6 回折 | 7 変動幅 | 8 低い | 9 曇天 | 10 散乱 |

B－5 次の記述は、給電線上の電圧分布から給電線の実特性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、給電線の実特性インピーダンスを 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。

$$S=\frac{V_{\max}}{V_{\min}}=\text{□ア□} \cdots \cdots \text{①}$$

- (2) Γ は、 Z_0 及び R を用いて次式で表される。

$$|\Gamma|=\text{□イ□} \cdots \cdots \text{②}$$

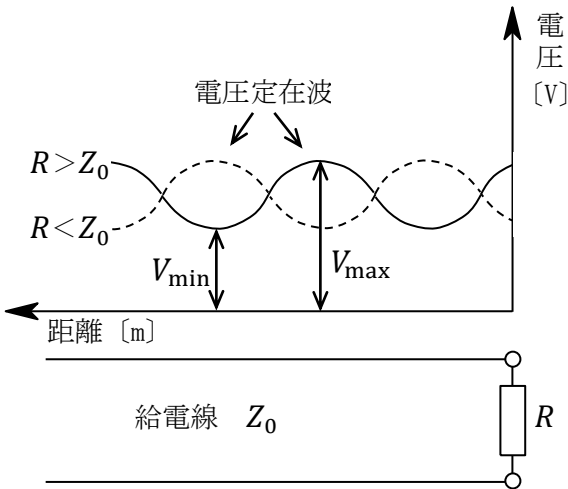
- (3) $R>Z_0$ のとき、 S の値は、 Z_0 と R で表すと式①及び②から次式となる。

$$S=\text{□ウ□} \cdots \cdots \text{③}$$

したがって、 $Z_0=\text{□エ□}$ 〔Ω〕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、 $Z_0=\text{□オ□}$ 〔Ω〕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 $4R$ |
| 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 |