

GB501

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 自由空間において、到来電波の電界強度が 2 [V/m] であった。このときの磁界強度の値として、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 $1.3 \times 10^{-3} \text{ [A/m]}$ 2 $2.7 \times 10^{-3} \text{ [A/m]}$ 3 $5.3 \times 10^{-3} \text{ [A/m]}$ 4 $7.3 \times 10^{-3} \text{ [A/m]}$ 5 $8.6 \times 10^{-3} \text{ [A/m]}$

A-2 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。

- (1) 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。
(2) アンテナの指向性係数は、アンテナからの距離に □B□。
(3) 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	方向	関係しない	和
2	方向	関係しない	積
3	方向	比例する	和
4	時間	比例する	積
5	時間	関係しない	比

A-3 次の記述は、アンテナの放射抵抗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) 自由空間に置かれた損失の無いアンテナの放射抵抗は、実効長の 2 乗に比例し、利得に □A□ する。
(2) 微小ダイポールの放射抵抗は、アンテナの長さが一定ならば、波長が □B□ ほど大きい。
(3) $1/4$ 波長垂直接地アンテナの放射抵抗は、ほぼ □C□ $[\Omega]$ である。

	A	B	C
1	反比例	短い	36.6
2	反比例	長い	73.1
3	比例	短い	36.6
4	比例	長い	73.1
5	比例	長い	36.6

A-4 自由空間において到来電波を受信したとき、受信有能電力が $0.135 \text{ [}\mu\text{W]}$ 、アンテナの実効面積が $0.628 \text{ [m}^2\text{]}$ であった。このときの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。

- 1 3 [mV/m]
2 6 [mV/m]
3 9 [mV/m]
4 12 [mV/m]
5 18 [mV/m]

A-5 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。
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内積である。
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-6 単位長さ当たりの自己インダクタンスが $0.05 [\mu\text{H}/\text{m}]$ 及び静電容量が $20 [\text{pF}/\text{m}]$ 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 40 $[\Omega]$ 2 50 $[\Omega]$ 3 75 $[\Omega]$ 4 90 $[\Omega]$ 5 100 $[\Omega]$

A-7 次の記述は、無損失給電線上の定在波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) 定在波は入射波と反射波とが合成されて給電線上に生ずる電圧又は電流の分布であり、それぞれ給電線に沿って □ A □ 波長の間隔で繰り返す。
 (2) 定在波電圧が最大の点では、定在波電流は □ B □ である。
 (3) 給電線と負荷が整合しているときの電圧定在波比は □ C □ である。

	A	B	C
1	1/2	最小	0
2	1/2	最大	0
3	1/2	最小	1
4	1/4	最大	0
5	1/4	最大	1

A-8 次の記述は、給電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。

- (1) インピーダンスが異なる2つの給電回路を直列接続するときには、反射損を少なくし、効率良く伝送するために □ A □ 回路を用いる。また、インピーダンスが同じであっても平衡回路と不平衡回路を接続するときには、漏れ電流を防ぐために □ B □ を用いる。
 (2) 給電線に入力される電力を $P_1 [\text{W}]$ 、給電線に接続されている負荷で消費される電力を $P_2 [\text{W}]$ としたとき、□ C □ を伝送効率といい、反射損や給電線での損失が少ないほど伝送効率は良い。

	A	B	C
1	アンテナ共用	バラン	$P_1 - P_2$
2	アンテナ共用	トラップ	P_1 / P_2
3	インピーダンス整合	バラン	$P_1 - P_2$
4	インピーダンス整合	トラップ	P_2 / P_1
5	インピーダンス整合	バラン	P_2 / P_1

A-9 次の記述は、平行二線式給電線と小電力用同軸ケーブ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 平行二線式給電線の特性インピーダンスは、導線の太さが同じ場合には、導線の間隔が狭いほど小さくなる。
- 2 平行二線式給電線は、平衡形の給電線であり、零電位は2本の導線の間隔の垂直二等分面上にある。
- 3 小電力用同軸ケーブルは、不平衡形の給電線であり、通常、外部導体を接地して使用する。
- 4 小電力用同軸ケーブルの特性インピーダンスは、内部導体の外径 d に対する外部導体の内径 D の比 (D/d) が大きいほど小さくなる。
- 5 小電力用同軸ケーブルは、平行二線式給電線よりも、外部からの誘導妨害の影響を受けにくい。

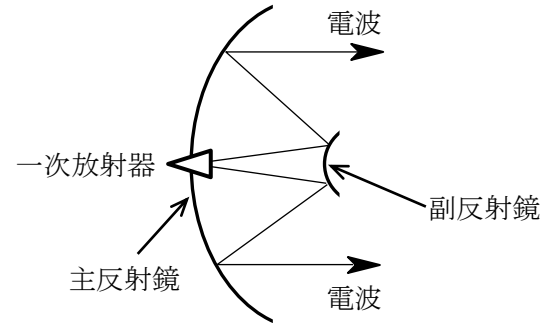
A-10 次の記述は、半波長ダイポールアンテナについて述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、波長を $\lambda [\text{m}]$ とする。

- 1 実効長は、 $\lambda/\pi [\text{m}]$ である。
- 2 相対利得（真数）は、約 0.609 である。
- 3 実効面積は、約 $0.13\lambda^2 [\text{m}^2]$ である。
- 4 絶対利得は、約 2.15 [dB] である。
- 5 水平設置の場合、E面内の指向性パターンは、8字特性である。

A-11 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 焦点	平面波から球面波	長くなる	大地
2 焦点	球面波から平面波	短くできる	大地
3 開口面	平面波から球面波	長くなる	自由空間
4 開口面	平面波から球面波	短くできる	大地
5 開口面	球面波から平面波	長くなる	自由空間



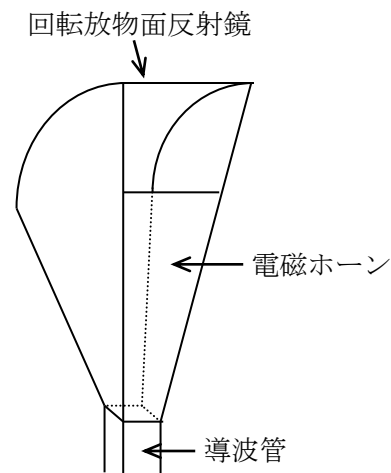
A-12 周波数 20 [GHz] で絶対利得 2,160 (真数) を得るために必要とする円形パラボラアンテナの直径の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナの開口効率を 0.6 とする。

- 1 0.30 [m] 2 0.48 [m] 3 0.68 [m] 4 0.75 [m] 5 0.96 [m]

A-13 次の記述は、図に示すホーン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。

- (1) 電磁ホーンの □ A □ と回転放物面反射鏡の焦点が一致するように構成されたオフセットアンテナの一種である。
- (2) 開口面から放射される電波は、ほぼ □ B □ である。
- (3) 直線偏波と円偏波の共用 □ C □。

A	B	C
1 焦点	平面波	ができる
2 焦点	球面波	はできない
3 焦点	球面波	ができる
4 頂点(励振点)	球面波	はできない
5 頂点(励振点)	平面波	ができる



A-14 次の記述は、電波の周波数と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。

- (1) 地表波は、周波数が □ A □ ほど、また、大地の導電率が高い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 低い	超短波 (VHF)	マイクロ波 (SHF)
2 低い	短波 (HF)	超短波 (VHF)
3 低い	短波 (HF)	マイクロ波 (SHF)
4 高い	短波 (HF)	超短波 (VHF)
5 高い	超短波 (VHF)	マイクロ波 (SHF)

A-15 自由空間において、相対利得 10 [dB] のアンテナで電波を放射したとき、最大放射方向の 50 [km] 離れた点における電界強度が 7 [mV/m] であった。このときの供給電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナの損失はないものとする。

- 1 250 [W] 2 320 [W] 3 480 [W] 4 640 [W] 5 750 [W]

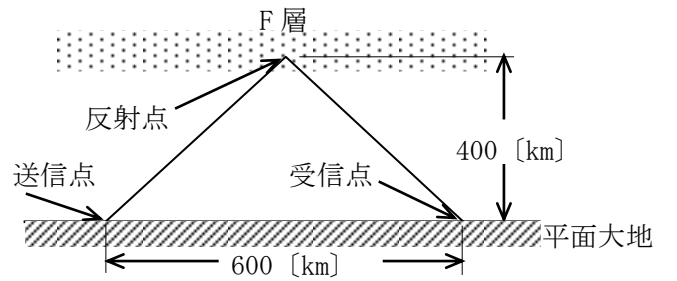
A-16 次の記述は、SHF 帯及び EHF 帯の周波数帯における降雨による減衰について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

降雨による減衰は、周波数が □ A □ [GHz] 付近で顕著になり、それより周波数が高くなるとともに増大するが、約 □ B □ [GHz] 以上ではほぼ一定になる。降雨による減衰の主な要因は、電波の □ C □ 又は散乱である。

	A	B	C
1	3	200	回折
2	3	50	吸収
3	10	50	吸収
4	10	50	回折
5	10	200	吸収

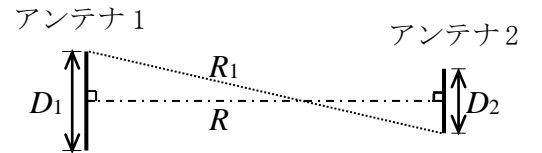
A-17 図に示すように、送受信点間の距離が 600 [km] の電離層伝搬において、F 層の見掛けの高さが 400 [km] で、最高使用可能周波数(MUF)が 14 [MHz] であった。このときの臨界周波数 [MHz] の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電離層は均一であり、平面大地に平行であるものとする。

- 1 7.2 2 10.5 3 11.2 4 12.8 5 15.0



A-18 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]、 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 30 [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、 R_1 は両アンテナ間の最大通路長、通路差 ΔR は、 $\Delta R = R_1 - R \approx (D_1 + D_2)^2 / (8R)$ [m] とし、 ΔR が $\lambda / 16$ [m] 以下のとき適切な測定ができるものとする。

- 1 266 [m] 2 400 [m] 3 533 [m] 4 800 [m] 5 952 [m]



A-19 次の記述は、図に示す構成によりマイクロ波のアンテナの利得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、各アンテナの損失は無視し、基準アンテナと被測定アンテナは同じ位置に置くものとする。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

(1) 絶対利得 G_t (真数) の送信アンテナから送信電力 P_t [W] を送信したとき、距離 d [m] 離れた受信点での電波の電力束密度 p は、次式で表される。

$$p = \square A \text{ [W/m}^2\text{]} \dots \dots \dots \text{①}$$

(2) スイッチ SW を基準アンテナ側にして受信電力 P_s [W] を測定する。基準アンテナの絶対利得及び実効面積をそれぞれ G_s (真数) 及び S [m²]、波長を λ [m] とすれば、式①から、 P_s は、次式で表される。

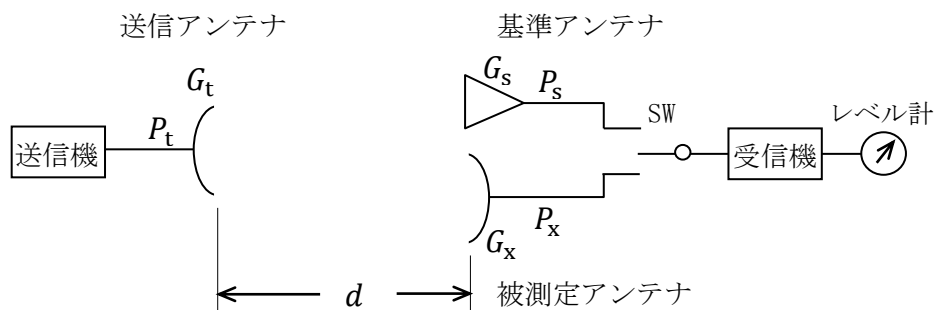
$$P_s = Sp = \frac{\lambda^2}{4\pi} G_s p = \square B \times G_s G_t P_t \text{ [W]} \dots \dots \dots \text{②}$$

(3) SW を被測定アンテナ側にして受信電力 P_x [W] を測定する。被測定アンテナの利得を G_x (真数) とすれば、式②と同様に、 P_x は、次式で表される。

$$P_x = \square B \times G_x G_t P_t \text{ [W]} \dots \dots \dots \text{③}$$

(4) 式②と③から、 $G_x = \square C$ となり、被測定アンテナの利得が測定できる。

	A	B	C
1	$\frac{G_t P_t}{4\pi d^2}$	$\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$	$\frac{G_s}{P_x}$
2	$\frac{G_t P_t}{4\pi d^2}$	$\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$	$\frac{G_s P_x}{P_s}$
3	$\frac{G_t P_t}{d^2}$	$\frac{1}{4\pi} \left(\frac{\lambda}{d}\right)^2$	$\frac{G_s}{P_x}$
4	$\frac{G_t P_t}{\pi d^2}$	$\left(\frac{\lambda}{2\pi d}\right)^2$	$\frac{G_s}{P_x}$
5	$\frac{G_t P_t}{\pi d^2}$	$\left(\frac{\lambda}{2\pi d}\right)^2$	$\frac{G_s P_x}{P_s}$



A-20 次の記述は、電波吸収体と電波吸収材料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 電波吸収体は、入射した電波のエネルギーのほとんどを吸収体内部で熱エネルギーに変換するものである。
- 2 電波吸収体には誘電性吸収材料、磁性吸収材料、抵抗性（導電性）吸収材料が使われている。
- 3 磁性吸収材料として代表的なものに、焼結フェライトやフェライト粉末をゴムなどに混合したものがある。
- 4 誘電性吸収材料を用いた電波吸収体としては、磁性吸収材料のカーボン粒子（グラファイト）などを誘電体に混合させたものが使用される。
- 5 電磁妨害波やアンテナ特性の測定のために、周囲の壁、天井、床に電波吸収体を貼って、外部からの影響を受けずに、室内の反射波の影響をなくした部屋のことを電波暗室と呼ぶ。

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。□内に入れ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。

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

(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。

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

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。

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

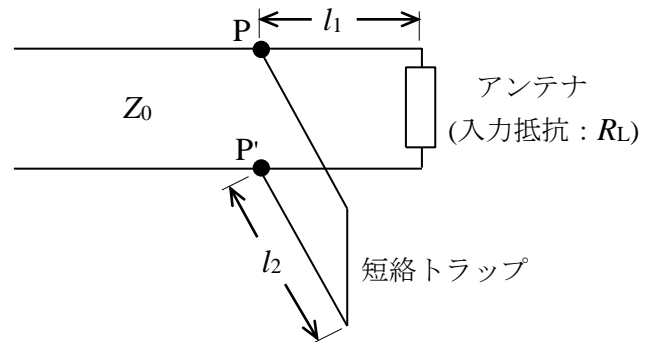
(3) 半波長ダイポールアンテナが無損失であれば、このアンテナの絶対利得 G_0 (真数) は、点 P において $E_s = \boxed{\text{エ}}$ となるときの P_s と P_h の比であり、式①と④から、次式で表される。

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

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

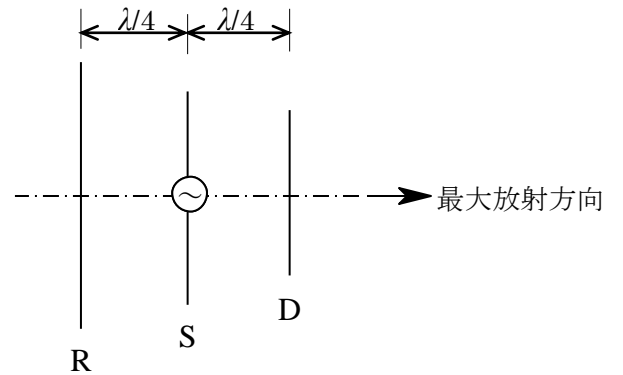
B-2 次の記述は、図のように特性インピーダンスが Z_0 [Ω] の平行二線式給電線と入力抵抗 R_L [Ω] のアンテナを接続した回路の短絡トラップ (スタブ) による整合について述べたものである。このうち正しいものを1、誤っているものを2として解答せよ。ただし、アンテナ接続点から距離 l_1 [m] の点 P、P' に、特性インピーダンスが Z_0 [Ω]、長さ l_2 [m] の短絡トラップが接続され整合しているものとする。なお、短絡トラップを接続していないとき、点 P、P' からアンテナ側を見たアドミタンスは、 $(1/Z_0) + jB$ [S] とする。

- ア 短絡トラップを接続していないとき、定在波電圧が最大又は最小となる点からアンテナ側を見たインピーダンスは純抵抗である。
- イ 短絡トラップのアドミタンスは、 $+jB$ [S] である。
- ウ 短絡トラップの長さを変えたとき、点 P、P' から短絡トラップ側を見たインピーダンスは、誘導性から容量性まで変化する。
- エ 短絡トラップを接続したとき、点 P、P' からアンテナ側を見たアドミタンスは、 $-1/Z_0$ [S] である。
- オ スミスチャートを用いて、 l_1 と l_2 の大きさを求めることができる。



B-3 次の記述は、図に示す3素子八木・宇田アンテナの動作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。ただし、波長を λ [m] とし、素子Sの長さは $\lambda/2$ 、素子Rの長さは $\lambda/2$ より少し長く、また、素子Dの長さは $\lambda/2$ より少し短いものとする。

- (1) Sから放射された電波がSから $\lambda/4$ [m] 離れたRに到達すると、その位相は、Sにおける位相より $\pi/2$ [rad] □ア。この電波によってRに電波と同相の誘起電圧が発生する。Rに流れる電流の位相は、Rが誘導性リアクタンスであるため、誘起電圧より $\pi/2$ [rad] 遅れる。
- (2) Rに流れる電流は、その電流より位相が □イ [rad] 遅れた電波を再放射する。再放射された電波がSに到達すると、その位相は、Rにおける位相より $\pi/2$ [rad] 遅れる。
- (3) 結果的に、Sから出てRを経てSに戻って来た電波の位相遅れの合計が □ウ [rad] となり、Sから放射される電波と同相になるため、Rで再放射された電波は、矢印の方向へ向かう電波を強めることになる。
- (4) 一方、Sから放射された電波により、Sから $\lambda/4$ [m] だけ離れたDに流れる電流の位相は、Dが □エ リアクタンスであるため、その誘起電圧より進み、この電流によって電波が再放射される。
- (5) Dから再放射される電波は、Sから矢印の方向へ放射された電波が $\lambda/4$ [m] の距離だけ伝搬した電波を □オ ことになる。



- | | | | | |
|-------|-----------|----------|-------|--------|
| 1 進む | 2 $\pi/4$ | 3 π | 4 容量性 | 5 弱める |
| 6 遅れる | 7 $\pi/2$ | 8 2π | 9 誘導性 | 10 強める |

B-4 次の記述は、マイクロ波 (SHF) 帯の電波の対流圏伝搬における屈折率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) 標準大気において、大気の屈折率 n は地表からの高さとともに □ア するから、標準大気中の電波通路は、送受信点間を結ぶ直線に対して □イ わん曲する。
- (2) 実際の大地は球面であるが、これを平面大地上の伝搬として等価的に取り扱うために、 $m = n + (h/R)$ で与えられる修正屈折率 m が定義されている。ここで、 h [m] は地表からの高さ、 R [m] は地球の □ウ である。
- (3) m は □エ に極めて近い値で不便なので、修正屈折指数 M を用いる。
- (4) M は、 $M = \squareオ \times 10^6$ で与えられ、標準大気では地表からの高さとともに増加する。

- | | | | | |
|---------|---------|-----------|-----------|------|
| 1 増加 | 2 減少 | 3 $(m+1)$ | 4 等価半径 | 5 半径 |
| 6 上方に凸に | 7 下方に凸に | 8 0 | 9 $(m-1)$ | 10 1 |

B-5 次の記述は、給電線上の電圧分布から給電線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。

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

- (2) Γ は、 Z_0 及び R を用いて次式で表される。

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

- (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。

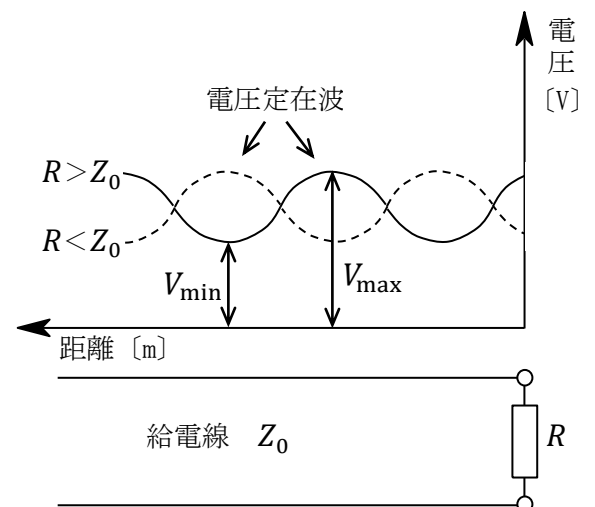
$$S = \squareウ \dots \textcircled{3}$$

したがって、 $Z_0 = \squareエ$ [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、

$$Z_0 = \squareオ$$
 [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 R |
| 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 $2R$ |