

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 - 全長の長さが 30 [cm] のダイポールアンテナを 90 [MHz] で励振したとき、このダイポールアンテナの放射抵抗の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、このアンテナは微小（電気）ダイポールアンテナとみなすことができ、放射される電力 P は次式で与えられるものとする。

$$P = 80 \left(\frac{\pi I l}{\lambda} \right)^2 [\text{W}]$$

ここで、 l [m] はアンテナの長さ、 λ [m] は波長、 I [A] は給電電流 とする。

- 1 4 []
- 2 8 []
- 3 12 []
- 4 16 []
- 5 22 []

- A - 次の記述は、自由空間におけるアンテナの利得と実効長の関係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、アンテナの損失は無視するものとする。また、半波長ダイポールアンテナの放射抵抗を 73.3 [] とする。

- (1) 実効長が h_e [m] のアンテナに I [A] の電流を供給するとき、最大放射方向の d [m] の地点に生ずる電界強度 E は、次式で表される。

$$E = \boxed{\text{A}} \text{ V/m} \cdots \cdots$$

- (2) このアンテナの相対利得を G (真数)、放射抵抗を [] とすれば、

$$E = \boxed{\text{B}} \text{ V/m} \cdots \cdots$$

- (3) 式、 から、 h_e は次式で求められる。

$$h_e = \boxed{\text{C}} [\text{m}]$$

	A	B	C
1	$\frac{120\pi h_e I}{\lambda d}$	$\frac{7I\sqrt{GR}}{d}$	$\frac{\lambda}{\pi}\sqrt{G}\sqrt{\frac{R}{73.13}}$
2	$\frac{120\pi h_e I}{\lambda d}$	$\frac{I\sqrt{30GR}}{d}$	$\frac{\lambda}{2\pi}\sqrt{G}\sqrt{\frac{R}{73.13}}$
3	$\frac{60\pi h_e I}{\lambda d}$	$\frac{7I\sqrt{GR}}{d}$	$\frac{\lambda}{2\pi}\sqrt{G}\sqrt{\frac{R}{73.13}}$
4	$\frac{60\pi h_e I}{\lambda d}$	$\frac{I\sqrt{30GR}}{d}$	$\frac{\lambda}{\pi}\sqrt{G}\sqrt{\frac{R}{73.13}}$
5	$\frac{60\pi h_e I}{\lambda d}$	$\frac{7I\sqrt{GR}}{d}$	$\frac{\lambda}{\pi}\sqrt{G}\sqrt{\frac{R}{73.13}}$

- A - 長さ 30 [m] の 1/4 波長垂直接地アンテナを周波数 1.5 [MHz] で励振させるための延長コイルの自己インダクタンスの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナの短縮率は無視できるものとし、実効静電容量は 120 [pF] とする。

- 1 25 [μH]
- 2 60 [μH]
- 3 90 [μH]
- 4 120 [μH]
- 5 150 [μH]

A - 4 次の記述は、フリスの伝送公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) アンテナへの供給電力が P_t [W] の等方性アンテナから半径 d [m] の球面上における電磁界の電力密度は、 $P_t / (4\pi d^2)$ [W/m²] である。したがって、図に示すように絶対利得が G_t (真数) の損失のない送信アンテナに同じ電力を供給したとき、送信アンテナから半径 d の球面上でアンテナの最大放射方向の地点における電力密度 p は、次式となる。

$$p = \frac{A}{4\pi d^2} \quad \text{[W/m}^2\text{]}$$

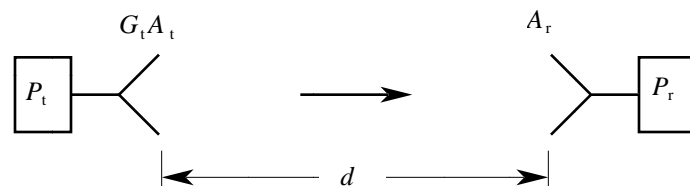
- (2) この送信アンテナの実効面積を A_t [m²] とすれば、上式は次式となる。

$$p = \frac{A_t}{4\pi d^2} \quad \text{[W/m}^2\text{]}$$

- (3) この電波を実効面積 A_r [m²] のアンテナで受信したとき、アンテナから取り出すことのできる最大電力 P_r は、次式となる。

$$P_r = \frac{A_r}{4\pi d^2} \times P_t \quad \text{[W]}$$

	A	B	C
1	$\frac{G_t}{4\pi d} P_t$	$\frac{A_t}{\lambda d} P_t$	$\frac{A_t A_r}{\lambda^2 d^2}$
2	$\frac{G_t}{4\pi d} P_t$	$\frac{A_t}{\lambda d} P_t$	$\frac{A_t A_r}{\lambda d}$
3	$\frac{G_t}{4\pi d^2} P_t$	$\frac{A_t}{\lambda d} P_t$	$\frac{A_t A_r}{\lambda^2 d^2}$
4	$\frac{G_t}{4\pi d^2} P_t$	$\frac{A_t}{\lambda^2 d^2} P_t$	$\frac{A_t A_r}{\lambda d}$
5	$\frac{G_t}{4\pi d^2} P_t$	$\frac{A_t}{\lambda^2 d^2} P_t$	$\frac{A_t A_r}{\lambda^2 d^2}$



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、□Bの指向性係数を 2 乗したものである。
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	電力	直線偏波
2	放射電界強度	電界強度	楕円偏波
3	放射電界強度	電力	楕円偏波
4	放射電力密度	電界強度	直線偏波
5	放射電力密度	電力	直線偏波

A - 6 伝送線路の特性インピーダンスの大きさを Z_0 [Ω]、負荷インピーダンスの大きさを $3Z_0$ [Ω] としたとき、この伝送線路の反射係数の大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、伝送線路での損失は無視するものとする。

- 1 0.12
- 2 0.20
- 3 0.38
- 4 0.42
- 5 0.50

A - 次の記述は、ダイプレクサ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 標準テレビジョン放送では、通常一つのアンテナ系を映像用と音声用の 2 台以上の送信機で給電することが必要なためにダイプレクサや 3 dB 方向性結合器等が使用されている。
- 2 ブリッジダイプレクサは、分割同軸平衡不平衡変換回路及び 1 段若しくは 2 段の 1/4 波長インピーダンス整合器とを組み合わせて構成されている。
- 3 ブリッジダイプレクサは、二つの同相端子を入力端子とし、その出力は二つの平衡端子に伝送される。
- 4 定インピーダンスノッチダイプレクサは、映像出力と音声出力を合成し一つのアンテナ系に給電する。
- 5 定インピーダンスノッチダイプレクサは、音声周波数に対しては直列同調、映像周波数に対しては並列同調する同調素子を設けている。

A - 垂直直接地アンテナへの供給電力が 100 [W]、アンテナの給電点インピーダンスが $100-j100$ [] であるとき、このアンテナ給電点における電圧の実効値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $\sqrt{2} \approx 1.4$ とする。

- 1 70 [V]
- 2 105 [V]
- 3 120 [V]
- 4 135 [V]
- 5 140 [V]

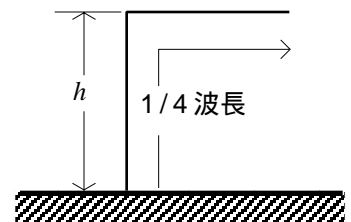
A - 次の記述は、導波管及びマイクロストリップ線路について述べたものである。 [] 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 方形導波管内の電波は、実用周波数よりも [A] 周波数帯域でより急激に損失が増大する。
- (2) 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 [B] 。
- (3) マイクロストリップ線路は、一般に [C] された線路であるため外部雑音が混入することがある。

	A	B	C
1	低い	低い	開放
2	低い	高い	密閉
3	高い	高い	密閉
4	高い	低い	開放
5	高い	低い	密閉

A - 10 次の記述は、図に示す全長が $1/4$ 波長の逆L形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。

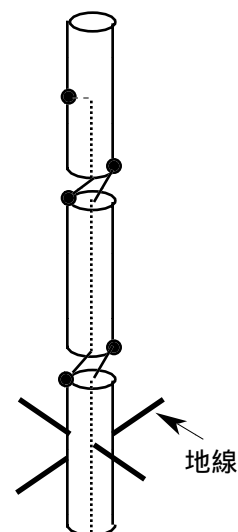
- 1 固有波長は、アンテナの高さが h [m] の $1/4$ 波長垂直直接地アンテナより長い。
- 2 h に対する実効高 h_e [m] の比 h_e/h の値は、 $1/4$ 波長垂直直接地アンテナより大きい。
- 3 水平面内の指向性は、垂直部が水平部より十分長い場合、水平導線方向の単一指向性である。
- 4 実効静電容量は、高さが h の $1/4$ 波長垂直直接地アンテナより大きくなる。
- 5 垂直偏波用のアンテナである。



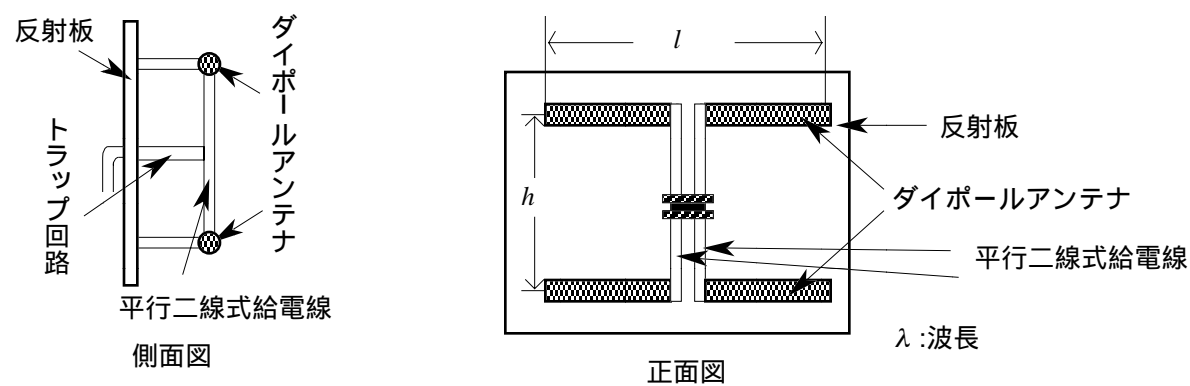
A - 11 次の記述は、図に示すコリニヤアレーアンテナについて述べたものである。 [] 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 垂直半波長ダイポールアンテナを構成単位としたアレーアンテナで、基本素子を縦方向に 積み重ねた構造で、各素子は互いに [A]、同振幅になるように給電する。
- (2) 水平面内の指向性は [B] で、垂直面内の指向性は [C] である。

	A	B	C
1	同位相	単向性	全方向性
2	同位相	全方向性	8字特性
3	逆位相	単向性	全方向性
4	逆位相	全方向性	8字特性
5	逆位相	8字特性	単向性



A - 12 次の記述は、図に示す水平偏波用 2 ダイポー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。

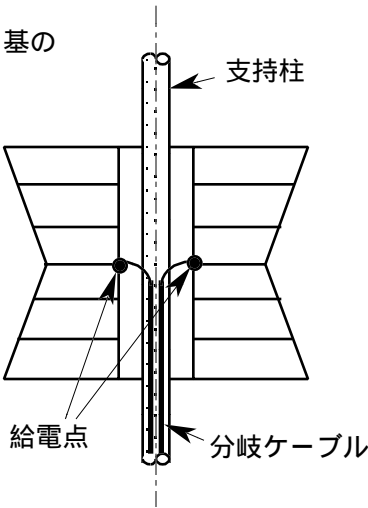


- (1) 反射板にアンテナ素子の長さ l [m] が半波長より □ A □ 短いダイポールアンテナを h [m] の間隔で並べた構造である。
水平面内の指向性は、□ B □ で、反射板付き半波長ダイポールアンテナに比べて広帯域で、半値幅がやや □ C □ 。

	A	B	C
1	長い	単向性	狭い
2	長い	単向性	広い
3	長い	全方向性	狭い
4	短い	全方向性	広い
5	短い	単向性	広い

A - 13 次の記述は、スーパーturnstile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。

- 図に示すバットウイングアンテナ 2 基を直交させて垂直の支持柱に取り付け、その 2 基のアンテナに大きさが等しく、位相が 90 度異なる電流を給電する。
- バットウイングアンテナの中央から給電すると中央部の電流分布は、へこんでいない形状の場合に比べて振幅が大きく、周波数に対する給電点インピーダンスの変化が大きくなる。
- 利得を上げるために同じ構造のアンテナを支持柱に適切な間隔で多段に取り付けている。
- turnstileアンテナに比べて広帯域であるので、超短波 (VHF) 帯のテレビジョン放送と FM 放送に共用されることもある。
- 指向性は、水平面内で全方向性であり、turnstileアンテナにほぼ等しい。



A - 14 自由空間において、到来する電波に対して最大感度方向に向けられた半波長ダイポールアンテナの有能受信電力が 0.731×10^{-6} [W] であるとき、この電波の電界強度の大きさの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電波の周波数を 150 [MHz] とする。

- 23 [mV/m]
- 46 [mV/m]
- 69 [mV/m]
- 85 [mV/m]
- 124 [mV/m]

A - 15 次の記述は、マイクロ波の伝搬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 電界強度の変動は、地理的な条件を除いて一般に晴天の日の夜間に大きい。
- 2 海上伝搬路は、陸上伝搬路に比べて、大地反射係数が大きい。
- 3 フェージングの発生頻度及び変動幅は、伝搬路が長いほど大きくなる。
- 4 フェージングは、伝搬路の平均地上高が高いほど大きくなる。
- 5 大気状態の変化により、電波があたかも導波管内に閉じ込められて反射を繰り返しながら伝搬するように遠距離まで伝搬するのは、ラジオダクトによる伝搬である。

A - 16 自由空間において、相対利得が 6〔dB〕のアンテナで電波を放射したとき、最大放射方向の 80〔km〕離れた地点の電界強度が 3.5〔mV/m〕であった。このときの放射電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 80〔W〕 2 120〔W〕 3 250〔W〕 4 400〔W〕 5 800〔W〕

A - 17 次の記述は、電波雑音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) 電波雑音は、自然雑音と人工雑音の二つに大別される。自然雑音は、強度及び振動周期ともに □ A に変動するのが一般的である。
- (2) 自然雑音の主なものには □ B、宇宙雑音及び太陽雑音などがある。
- (3) 人工雑音は、自動車のイグニッション系機器、電気機器及び高圧送電線などから発生するものであり、このうちイグニッション系機器からの雑音は、□ C の雑音であり、その雑音分布は □ D 周波数帯域にわたる。

	A	B	C	D
1	不規則	散弾雑音	衝撃性	狭い
2	不規則	大気雑音	衝撃性	広い
3	不規則	大気雑音	連続性	狭い
4	規則的	散弾雑音	連続性	広い
5	規則的	大気雑音	衝撃性	狭い

A - 18 次の記述は、電波無反射室（電波暗室）で用いられる電波吸収体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) 電波無反射室は、主にアンテナ特性を屋外で測定した場合、大地や周囲の構造物などからの反射波が直接波とともに受信されるため、良好な測定結果が得られないのを改善するのに用いる。そのため、壁、天井及び床に電波吸収体を取りつけ、室内を □ の状態に近づけるような構造にしている。
- (2) 電波吸収体は、電波がその表面に入射したとき、反射されずに内部へ十分に進入して吸収されることが必要である。誘電材料を用いた電波吸収体の場合には、□ B 粉末を誘電体表面に塗布したり、誘電体に混入したりしたりする。その形状には、表面を □ にしたものや、平面状で誘電率の異なる材料を層状に重ねたものなどがある。

	A	B	C
1	自由空間	黒鉛	テーパ状など
2	自由空間	フェライト	テーパ状など
3	自由空間	黒鉛	球形
4	誘導電磁界領域	フェライト	球形
5	誘導電磁界領域	黒鉛	テーパ状など

A - 19 アンテナ雑音温度が 157〔K〕で、周囲温度が 25〔 〕の給電路を通したとき、190〔K〕の雑音温度が測定された。この給電路での損失 L （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、アンテナ雑音温度を T_a 〔K〕、周囲温度を T_e 〔K〕としたとき、給電路を含めたアンテナ系の雑音温度 T_A は、次式で表される。

$$T_A = \frac{T_a}{L} + \left(1 - \frac{1}{L}\right) T_e \text{〔K〕}$$

- 1 1.15 2 1.22 3 1.31 4 1.38 5 1.44

A - 20 次の記述は、図式法（パウリの図法）によるアンテナの実効抵抗の測定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) この測定法では、図 1 において一次側の自己インダクタンス L_1 〔H〕、二次側の自己インダクタンス L_2 〔H〕の結合コイルの相互インダクタンス M 〔H〕を一定にし、アンテナ回路のコンデンサの静電容量 C_s 〔F〕又は高周波発振器の発振周波数を変化させ、変成器の □ A □ 回路を共振させる。このときの高周波電流計 A_1 及び A_2 の読みの値をそれぞれ I_1 〔A〕、 I_2 〔A〕とする。

次に C_s の値又は高周波発振器の発振周波数をそのままにして抵抗 R_s 〔 〕を変化させ、その都度 I_1 及び I_2 を読み取る。ただし、共振状態には変化がないものとする。

- (2) A_2 の内部抵抗、 C_s 、 L_2 及び導線の抵抗分と接地抵抗の和を R_m 〔 〕、アンテナの実効抵抗を R_x 〔 〕とすれば、次式が成り立つ。

$$\square B \times I_1 = (R_x + R_m + R_s) I_2 \dots\dots$$

したがって、式 が得られる。

$$I_1 / I_2 = R_s / (\square B) + R_x (+ R_m) / (\square B) \dots\dots$$

式 から I_1 / I_2 と R_s との関係を図 2 に表すと図 2 のような直線となる。

- (3) $I_1 / I_2 = 0$ のときを想定すると、 $R_s = -R_x (+ R_m)$ となり、図 2 の □ C □ が $R_x + R_m$ に相当するので、図から □ C □ を求めれば R_x を求めることができる。

- | | | | |
|---|----|--------------|-----------------|
| 1 | 一次 | ωL_1 | \overline{OP} |
| 2 | 一次 | ωM | \overline{OQ} |
| 3 | 二次 | ωM | \overline{OP} |
| 4 | 二次 | ωL_1 | \overline{OQ} |
| 5 | 二次 | ωL_2 | \overline{OP} |

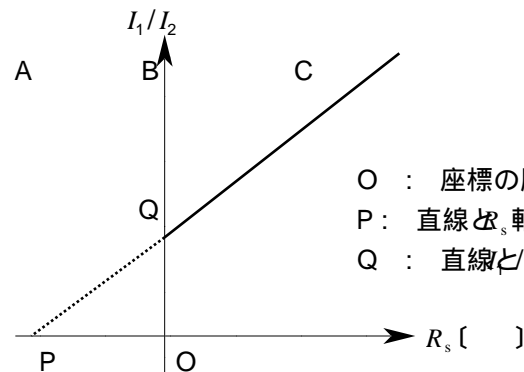


図 2

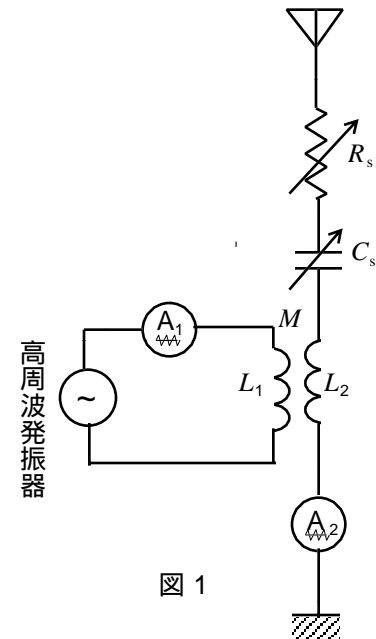


図 1

B - 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を下の番号から選べ。

- (1) 指向性利得は、特定方向への電力密度と全方向への □ ア □ の電力密度の比で表される。
 (2) 相対利得では、一般に、基準アンテナとして □ イ □ を用いている。
 等方性アンテナの指向性利得は、□ ウ □ である。
 (4) アンテナの利得 G (真数) は、そのアンテナの指向性利得 G_d (真数)、基準アンテナの指向性利得 G_0 (真数) 及び定数を η とすれば、 $G = \eta G_d / G_0$ で表される。定数 η は、□ エ □ を表している。また、 $G_0 = 1$ のときの利得を □ オ □ という。

- | | | | | | | | | | |
|---|------|---|------|---|------|---|------|----|--------------|
| 1 | 1 | 2 | 利得係数 | 3 | 最大 | 4 | 絶対利得 | 5 | 半波長ダイポールアンテナ |
| 6 | 1.64 | 7 | 放射効率 | 8 | 相対利得 | 9 | 平均 | 10 | ホーンアンテナ |

B - 次の記述は、給電線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) 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 □ カ □ である。特性インピーダンスは、導線の太さが細いほど、また、導線の間隔が広いほど □ イ □。線路波長は、裸導線の場合 □ ウ □ の波長とほぼ同じである。
 (2) 小電力用同軸ケーブルは、不平衡形の給電線であり、通常、零電位は □ キ □ である。特性インピーダンスは、内部導体の外径に対する外部導体の □ オ □ の比が大きいほど大きく、一般に、線路波長は □ ウ □ の波長より短い。

- | | | | | | | | | | |
|---|-----|---|------|---|------|---|-------|----|-----|
| 1 | 導波管 | 2 | 誘電体 | 3 | 外部導体 | 4 | 厚さ | 5 | 大きい |
| 6 | 小さい | 7 | 自由空間 | 8 | 内径 | 9 | 二等分面上 | 10 | 内部 |

B - 次の記述は、アンテナの接地方式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) 図 1 に示す深堀方式は、□銅板を埋設する方式である。この方式は、□イ電力用の無線局のアンテナに用いられる。
- (2) 図 2 に示す放射状銅線埋設方式は、アンテナ基部を中心として多数の銅線を放射状におよそ□ウの深さに埋設する方式である。この方式は、アンテナの基部に向かって大地中を流れる地電流に対して有効な側路を形成し、接地抵抗を□エできる。主として中波 (MF) 帯の□オのアンテナに多く用いられている。

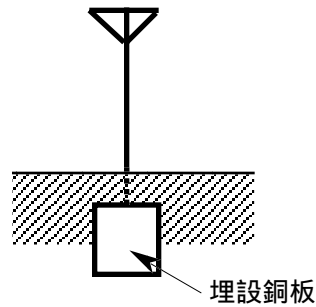


図 1

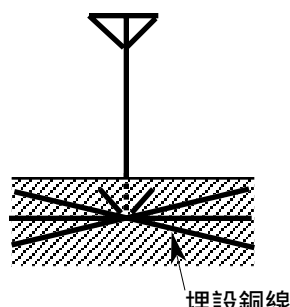
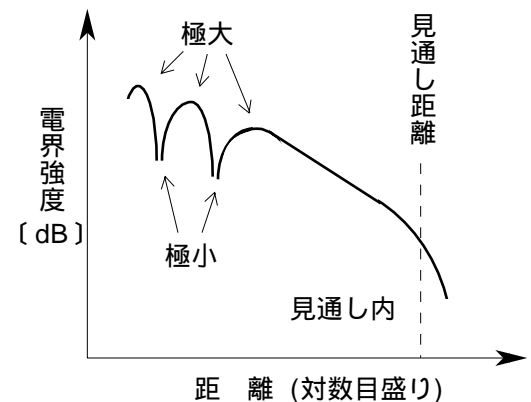


図 2

- | | | | | |
|-----|---------|-------|-------|---------|
| 1 大 | 2 0.1~1 | 3 船舶局 | 4 大きく | 5 常水面 |
| 6 小 | 7 10~20 | 8 放送局 | 9 小さく | 10 乾燥大地 |

B - 次の記述は、図に示す超短波 (VHF) 帯の地上波の球面大地上の電界強度と伝搬距離との関係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、大地は滑らかな完全導体とする。

- ア 電界強度の極大値のうち最も大きなものは、自由空間電界強度の約 1.5 倍の値である。
- イ 電界強度が伝搬距離と共に振動的に変動する部分は、直接波と大地反射波との干渉によるものである。
- ウ 電界強度の極小値は、自由空間電界強度以下の値である。
- エ 送信点から最も遠い極大値が現れる距離より遠方の電界強度は、振動的な変動が無くなり一定強度となる。
- オ 見通し距離より遠方の点の電界強度は、送受信の条件が同じとき、極超短波 (UHF) 帯電波より小さい。



B - 次の記述は、図に示す構成例で同軸給電線の特性インピーダンス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。ただし、給電線は長さ l [m] で無損失とし、受端は短絡するものとする。

- (1) 給電線の単位長当たりの自己インダクタンス及び静電容量をそれぞれ L [H/m]、 C [F/m] とすると、特性インピーダンス Z_0 は、次式で表される。

$$Z_0 = \square \text{ア} [\quad] \dots\dots$$

位相定数 β は、角周波数を ω [rad/s] とすれば、 $\beta = \omega \sqrt{LC}$ [rad/m] である。これを式に代入すれば、次の式が成立つ。

$$Z_0 = \square \text{イ} [\quad] \dots\dots$$

- (2) 高周波発振器の周波数を変化させて f_n [Hz] で電子電圧計の指示が最小になったとき、受端短絡の入力インピーダンスを Z_s とすると次の式が成立つ。

$$Z_s = \square \text{ウ} [\quad] \dots\dots$$

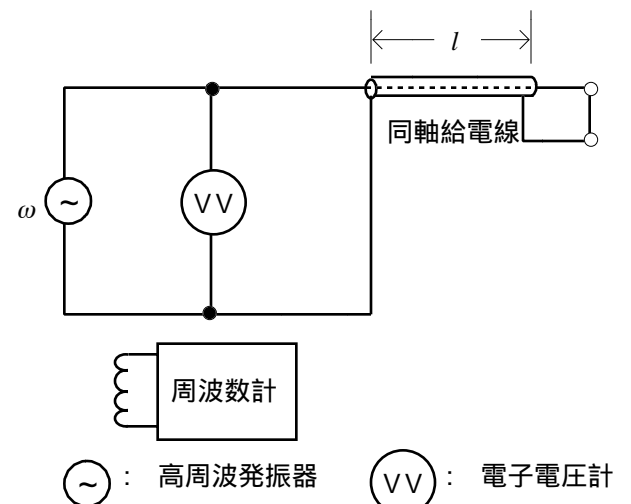
$$\beta l = \square \text{エ} \dots\dots$$

ただし、 $n = 2, 4, 6 \dots\dots$

式、より、 f_n を求めれば、 Z_0 は、

$$Z_0 = \square \text{オ} [\quad] \dots\dots$$

したがって、周波数計により f_n を測定し、 n を確認すれば、 C 、 l が既知であるとき、 Z_0 を求めることができる。



- | | | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 $\sqrt{\frac{C}{L}}$ | 2 $\beta \omega L$ | 3 $\frac{\pi n}{2}$ | 4 $jZ_0 \tan \beta l$ | 5 $\frac{n}{3f_n C l}$ |
| 6 $\beta / (\omega C)$ | 7 $\sqrt{\frac{L}{C}}$ | 8 $\frac{n}{4f_n C l}$ | 9 $\frac{\pi n}{3}$ | 10 $-jZ_0 \cot \beta l$ |