

AB703

第一級総合無線通信士「無線工学B」試験問題

25問 2時間30分

A - 次の記述は、送信アンテナを受信アンテナに用いたときの可逆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。

- (1) 一般に、指向性の可逆関係は、成立 □A□ 。
(2) 一般に、利得及び入力インピーダンスの可逆関係は、成立 □B□ 。
(3) 一般に、アンテナの電流分布の可逆関係は、成立 □C□ 。

	A	B	C
1	する	しない	しない
2	する	する	しない
3	しない	しない	する
4	しない	しない	しない
5	しない	する	する

A - 自由空間において、アンテナへの供給電力 16 [W]、アンテナ効率 80 [%]、相対利得 13 [dB] の送信アンテナから放射したとき最大放射方向で、20 [km] 離れた地点で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、 $\log_{10}2 = 0.3$ とする。

- 1 1.6 [mV/m]
2 2.8 [mV/m]
3 3.6 [mV/m]
4 5.6 [mV/m]
5 11.2 [mV/m]

A - 次の記述は、アンテナのメータ・アンペア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) メータ・アンペアとは、□A□ と □B□ の積であり、送信用接地アンテナの放射能力を表す定数である。
(2) 送信用接地アンテナより十分離れた地点における電界強度は、アンテナのメータ・アンペア □C□ する。

	A	B	C
1	実効高	放射効率	に比例
2	実効高	給電電流	に比例
3	放射抵抗	給電電流	の 2 乗に比例
4	放射抵抗	放射効率	の 2 乗に比例
5	放射抵抗	給電電流	に比例

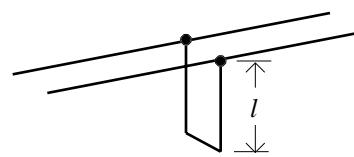
A - 開口面の直径が 3 [m] のパラボラアンテナを 1 [GHz] の周波数で使用する場合の絶対利得（真数）の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、開口効率を 0.6 とする。

- 1 20
2 60
3 200
4 300
5 600

- A - 次の記述は、平行二線式給電線に取り付けたトラップ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。

図に示すように、終端短絡線路の長さ l を基本波の波長の □ A すると、基本波に対して、図のトラップ回路の入力インピーダンスが □ B [] となり、トラップがない状態と同じになる。一方、第 2 高調波に対しては、入力インピーダンスが □ C [] となる。

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



- A - 無損失給電線上の進行波電圧が 30 [V] で反射波電圧が 20 [V] のとき、定在波電圧が最小の点（電圧波節）から負荷側を見たインピーダンスが 12 [] である。このとき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	30 []
2	45 []
3	60 []
4	75 []
5	125 []

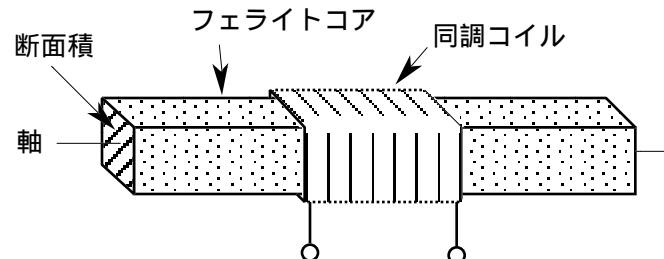
- A - 単位長さ当たりの静電容量及びインダクタンスがそれぞれ 10 pF/m 及び $52 \mu\text{H/m}$ の無損失給電線を周波数 50 [MHz] で使用したときの位相定数の値として、正しいものを下の番号から選べ。

1	$\pi/4$	[rad/m]
2	$\pi/2$	[rad/m]
3	π	[rad/m]
4	$3\pi/2$	[rad/m]
5	2π	[rad/m]

- A - 次の記述は、図に示すフェライトバ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) フェライトコアに同調コイルを巻いたアンテナであり、誘起電圧は、コイルの巻数が多く、フェライトコアの比透磁率が □ A、断面積が大きいほど大きい。
- (2) フェライトコアの軸と電波の磁界の方向が □ B とき、同調コイルの誘起電圧が最大となる。
- (3) フェライトコアの軸が □ C になるように置いたとき、水平面内の指向性は 8字特性になる。

	A	B	C
1	小さく	一致した	垂直
2	小さく	直角の	水平
3	大きく	一致した	垂直
4	大きく	直角の	垂直
5	大きく	一致した	水平



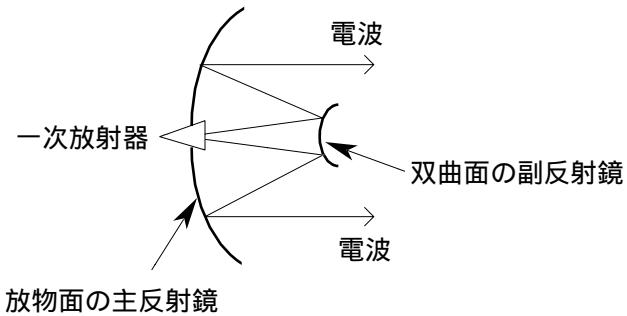
A - 次の記述は、アンテナの付加装置として用いられるレードームについて述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 アンテナの雨、雪などによる特性劣化を避けるため、アンテナの開口面又は全体を誘電体などで覆う。
- 2 レードームの材料の中に適当な形状の金属を入れて、レードームによる反射を軽減する方法がある。
- 3 レードームの性能として、電波の屈折率が高く、機械的に強く、耐候性があることを要求される。屈折率を高くするには、電気抵抗の大きい材料を選び、反射を小さくする必要がある。
- 4 レードームを装着したときの放射パターンが装着しないときに比べて変わらないように作られる。
- 5 レードームが平面の場合は、放射電波の波面とは角度をつけて装着し、反射波が給電口に戻って、アンテナのインピーダンスを劣化させないようにする。

A - 10 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) 放物面の主反射鏡、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 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□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プが少なく、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。

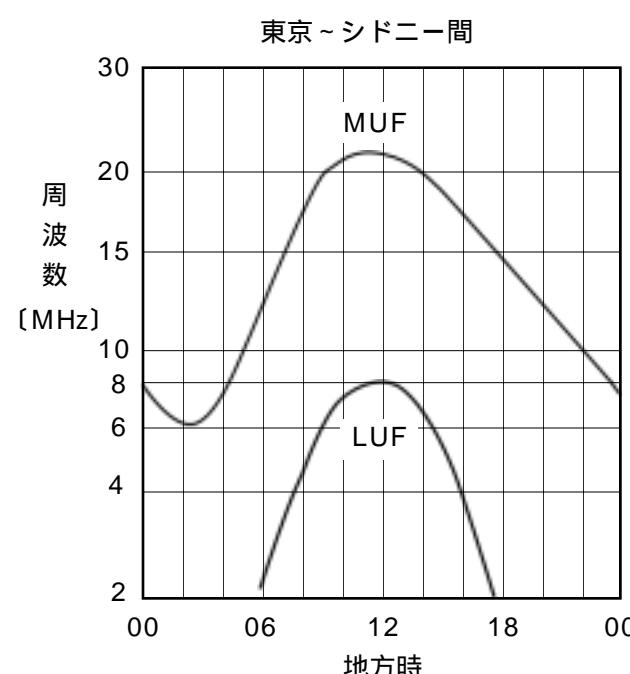
	A	B	C	D
1	開口面	球面波から平面波	短くできる	大地
2	開口面	球面波から平面波	長くなる	自由空間
3	開口面	平面波から球面波	長くなる	大地
4	焦点	平面波から球面波	短くできる	自由空間
5	焦点	球面波から平面波	短くできる	大地



A - 11 次の記述は、図に示す電波予報曲線の一例から短波 (HF) 帯通信における最高使用可能周波数 (MUF) と最適使用周波数 (FOT) 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) MUFは、各月の□A日頃における使用回線の運用時刻における通信可能な最高の周波数を予報したものである。MUFは、電離層の状態で決められ、送受信の条件を考慮して□B。
- (2) MUFの電波を通信に使用すれば、統計的に1か月間のほぼ□Cの日は電離層を突き抜けてしまい通信ができないと予想される。そのため、MUFの約□D %のFOTを使用して通信を行うことが望ましい。

	A	B	C	D
1	10	いる	1/3	85
2	10	いない	1/3	80
3	10	いる	1/3	80
4	15	いない	1/2	85
5	15	いる	1/2	85



A - 12 次の記述は、マイクロ波やミリ波の電波の降雨による減衰について述べたものである。□内に入るべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 降雨による減衰の主な要因は、マイクロ波では電波の □ A であり、ミリ波の 10 [GHz] 以上では電波の □ B である。

降雨による減衰は、10 [GHz] 以上で強い雨による減衰係数が大きくなり、周波数が高くなるとともに増大するが、降雨の強度が一定のとき、ほぼ □ C [GHz] 以上で一定になる。

	A	B	C
1	吸収	散乱	200
2	吸収	散乱	80
3	吸収	散乱	50
4	散乱	吸収	200
5	散乱	吸収	50

A - 13 短波 (HF) 帯のF層 2 回反射伝搬において、第一種減衰及び第二種減衰をそれぞれ 8 [dB] 及び 3 [dB]、愛地反射による減衰を 4 [dB] としたとき、伝搬通路全体の減衰の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電離層は均一であり、水平大地に平行であるものとする。

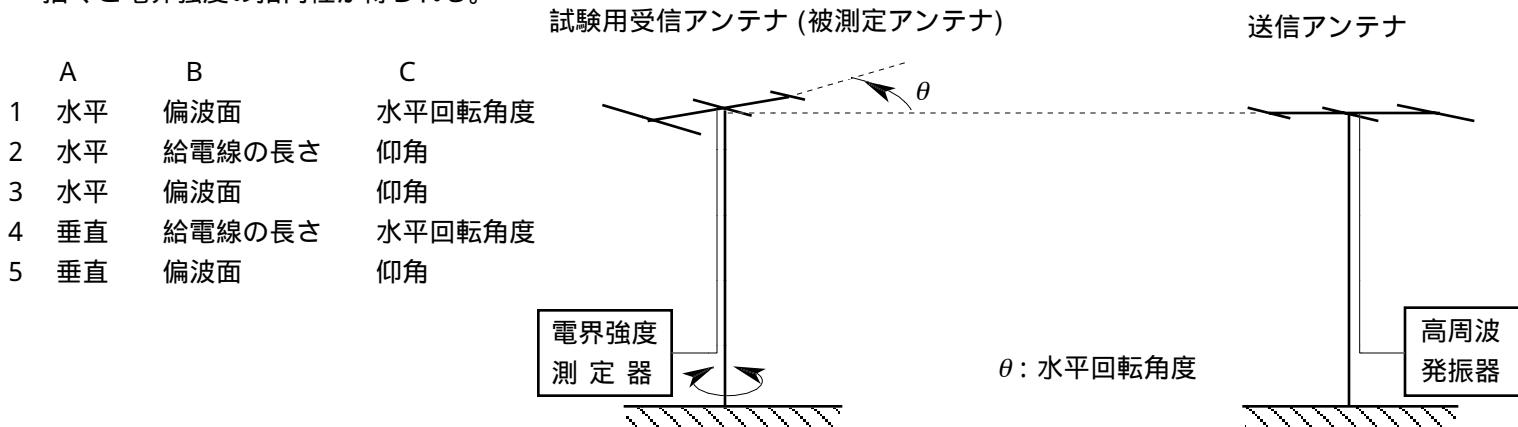
- 1 34 [dB]
- 2 42 [dB]
- 3 46 [dB]
- 4 52 [dB]
- 5 54 [dB]

A - 14 次の記述は、開口面アンテナを屋外で測定する場合の注意事項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 周囲に電波を反射する建造物がない開けた場所を選ぶ。
- 2 送信アンテナ及び受信アンテナが互いに放射電磁界領域になるように測定距離を選ぶ。
- 3 波長に比べて開口が大きいときには、送信及び受信アンテナの開口面の各部からの通路差が誤差の原因となるので、測定距離は、この誤差が 1~2 [%] 程度以下になる最小距離以上で、かつ、電界強度が弱くなりすぎない範囲とする。
- 4 大地反射波の影響の程度を測定場所で知る方法としてアンテナの前後比を測定する方法がある。
- 5 大地反射波があるときには、金属又は電波吸収体の反射波防止板を電波の反射点に設ける。

A - 15 次の記述は、図に示す構成によるアンテナの水平面内の電界強度の指向性の測定について述べたものである。□内に入るべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 試験用受信アンテナ（被測定アンテナ）を適当な高さにおいて水平面内で回転できるようにし、試験用受信アンテナの固定面を □ A に設置し、電界強度測定器に接続する。
- (2) 送信アンテナの最大指向方向が試験用受信アンテナに向くようにし、□ B 及び高さを試験用受信アンテナに合わせて設置し、高周波発振器に接続する。
- (3) 高周波発振器を動作させ、試験用受信アンテナを適当な角度で回転させ、□ C に対応する電界強度を測定してグラフに描くと電界強度の指向性が得られる。



A - 16 1/4 波長垂直接地アンテナの放射効率を 80 [%] 以上にしたいとき、許容できる接地抵抗の最大値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナ素子の高周波抵抗を測定した値は 1 [Ω] であるものとする。また、この高周波抵抗と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。

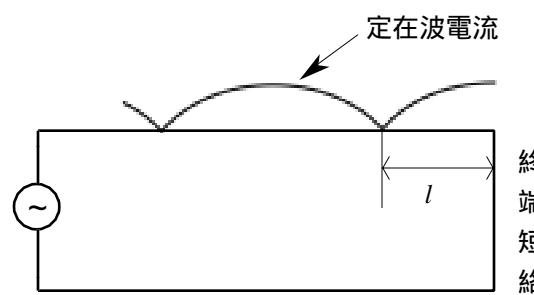
- 1 55 [Ω]
- 2 06 [Ω]
- 3 08 [Ω]
- 4 15.5 [Ω]
- 5 18.0 [Ω]

A - 17 次の記述は、アンテナの絶対利得と相対利得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 絶対利得は、一般に直接測定することはできないので、間接的に測定して計算により求める。
- 2 絶対利得は、等方性アンテナに対する利得である。
- 3 相対利得は、試験アンテナ(被測定アンテナ)と基準アンテナが最大放射方向に同じ放射電力で放射したとき、試験アンテナによる電力密度を p_A [W/m²] 、基準アンテナによる電力密度を p_B [W/m²] とすると、 p_A/p_B で表される。
- 4 半波長ダイポールアンテナを基準にした相対利得 ([dB] 値) から 2.15 [dB] を引くと、絶対利得となる。
- 5 半波長ダイポールアンテナの絶対利得は、約 1.64(真数) である。

A - 18 図に示すように、無損失で被ふくの無い平行二線式給電線の終端が短絡されているとき、定在波電流の最小点のうち終端に最も近い距離 l が終端から 2.5 [m] であるとき、定在波電流の周波数の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、平行二線式給電線の線路波長は自由空間波長と同じであるものとする。

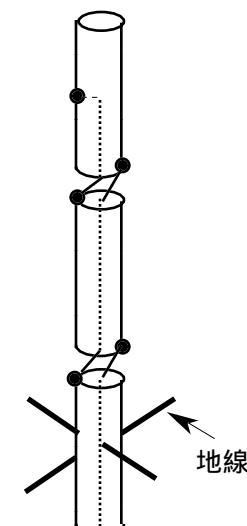
- 1 7.5 [MHz]
- 2 15 [MHz]
- 3 30 [MHz]
- 4 60 [MHz]
- 5 75 [MHz]



A - 19 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。□に填入るべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 半波長ダイポールアンテナを原形とした放射エレメントを、縦方向に多段接続し、全放射エレメントの位相が □ A となるように給電するアレーアンテナである。
このため、隣接するエレメントの電流に □ 度の位相差を設けて給電する。
- (2) 垂直面に対して鋭いビーム特性を持ち、水平面内の指向性は、□ C である。

- | | A | B | C |
|---|-----|-----|------|
| 1 | 同位相 | 180 | 全方向性 |
| 2 | 同位相 | 90 | 8字特性 |
| 3 | 逆位相 | 180 | 8字特性 |
| 4 | 逆位相 | 90 | 8字特性 |
| 5 | 逆位相 | 180 | 全方向性 |



A - 20 次の記述は、中波（MF）帯及び短波（HF）帯の電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 MF帯の伝搬は、比較的近距離では主に地表波伝搬であり、遠距離では主にE層反射の電離層伝搬である。
- 2 MF帯の上空波は、日中はD層での減衰が非常に大きくなり、電離層反射波はほとんど無い。
- 3 MF帯の伝搬で地表波と電離層反射波が同じくらいの電界強度で受信される地域では、互いに干渉してフェージングを生ずる。
- 4 HF帯では、主に電離層伝搬が利用され、電離層の電子密度と伝搬距離などにより、使用できる周波数が決まる。
- 5 HF帯のF層伝搬における第一種減衰は、電子密度にはほぼ反比例し、使用電波の周波数にはほぼ比例する。

B - 次の記述は、線状アンテナの実効面積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。ただし、アンテナの実効長を l [m]、放射抵抗を R [] とし、アンテナの損失は無いものとする。

- (1) 受信アンテナに入射する電波の電力密度を p [W/m²]、有能受信電力を P_r [W] とすれば、そのアンテナの実効面積 A_e は次式で表される。

$$A_e = \boxed{\text{ア}} \text{ [m}^2\text{]} \quad \dots \dots$$

電波の電界強度を E [V/m] とすれば、 p は次式で表される。

$$p = \boxed{\text{イ}} \text{ [W/m}^2\text{]} \quad \dots \dots$$

- (3) アンテナに誘起する電圧 V は次式で与えられる。

$$V = \boxed{\text{ウ}} \text{ [V]} \quad \dots \dots$$

- (4) P_r は受信機に取り込むことのできる最大電力であるから、次式で表される。

$$P_r = \boxed{\text{エ}} \text{ [W]} \quad \dots \dots$$

- (5) 式 ~ を式 へ代入すると次式となる。

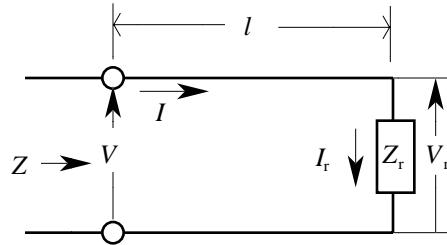
$$A_e = \boxed{\text{オ}} \text{ [m}^2\text{]}$$

- | | | | | | | | | | |
|---|------------------|---|-----------------------|---|----------------------|---|---------------------|----|------------------|
| 1 | $\frac{V^2}{2R}$ | 2 | $\frac{P_r}{p}$ | 3 | $\frac{E^2}{120\pi}$ | 4 | $\frac{E}{l}$ | 5 | $\frac{p}{P_r}$ |
| 6 | El | 7 | $\frac{30\pi l^2}{R}$ | 8 | $120\pi l^2$ | 9 | $\frac{E^2}{30\pi}$ | 10 | $\frac{V^2}{4R}$ |

B - 2 次の記述は、図に示すように、無損失給電線の終端から l [m] の距離にある入力端から負荷側を見たインピーダンス Z [] 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、終端における電圧を V_r [V]、電流を I_r [A]、負荷インピーダンスを Z_r [] とし、無損失給電線の特性インピーダンスを Z_0 []、位相定数を β [rad/m]、波長を λ [m] とすれば、入力端における電圧 V と電流 I は、次式で表されるものとする。

$$V = V_r \cos \beta l + j Z_0 I_r \sin \beta l \text{ [V]}$$

$$I = I_r \cos \beta l + j (V_r / Z_0) \sin \beta l \text{ [A]}$$



- (1) Z は V と I から $Z = \boxed{\text{ア}}$ [] で表される。 $Z_r = Z_0$ のとき、任意の l に対して入力インピーダンスは変化 $\boxed{\text{イ}}$ []。
- (2) 終端が開放されているとき、 Z_r は $\boxed{\text{ウ}}$ [] となり、 Z は $\boxed{\text{エ}}$ [] となる。
- (3) l の増加とともに、容量性と誘導性を繰り返す。 $l = \boxed{\text{オ}}$ [m] (n は整数) のとき、並列共振となる Z は $\boxed{\text{カ}}$ となる。

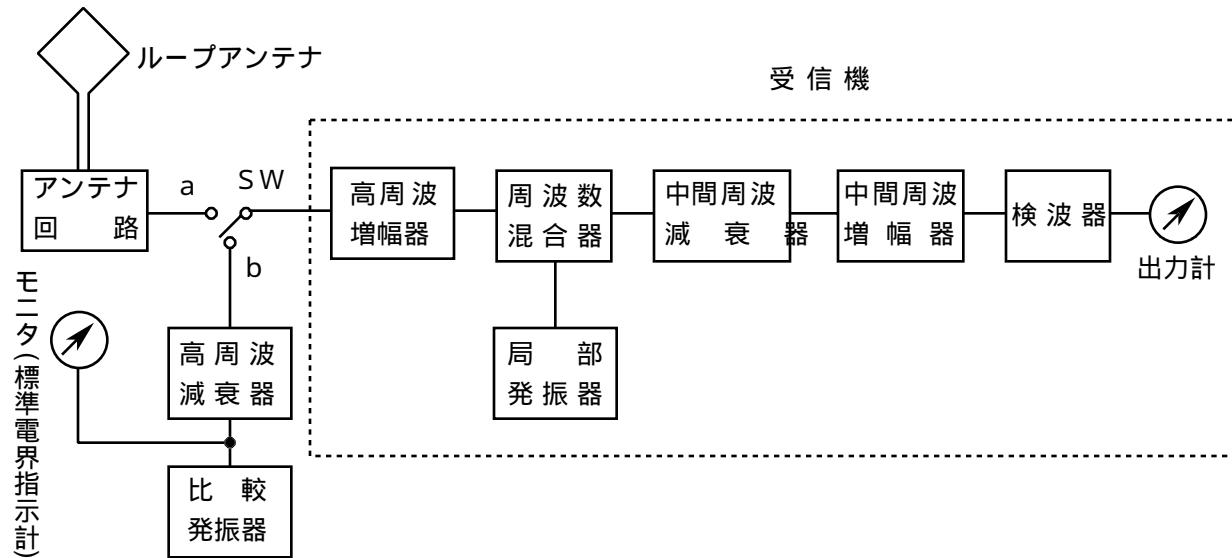
- | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|-----|---|---|----|---|
| 1 | 2 | $-jZ_0 \cot \beta l$ | 3 | $\frac{(2n+1)\lambda}{4}$ | 4 | $Z_0 \frac{Z_r + jZ_0 \tan \beta l}{Z_0 + jZ_r \tan \beta l}$ | 5 | する | |
| 6 | $jZ_0 \tan \beta l$ | 7 | $\frac{n\lambda}{2}$ | 8 | しない | 9 | $Z_0 \frac{Z_r + jZ_0 \tan \beta l}{Z_r + jZ_0 \tan \beta l}$ | 10 | 0 |

- B - 次の記述は、超短波（VHF）帯の電波が見通し外まで伝搬する場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) 球面大地上の電波の回り込み現象による回折や □ア □などの回折により、見通し外まで伝搬する。
- (2) 夏季に発生することのある □イ □による反射により見通し外まで伝搬する。
- (3) 大気や電離層の組成の局部的な乱れによって、□ウ □が生じ見通し外まで伝搬する。
- (4) 地表に近い大気層と上層大気との間に生じた □エ □分布が逆転しているとき、□オ □内で、反射と屈折を繰り返して、見通し外まで伝搬する。

1 磁気嵐	2 導電率	3 ナイフェッジ状の地形	4 フレネルゾーン	5 散乱
6 吸収	7 スポラジックE層	8 屈折率	9 ラジオダクト	10 海面

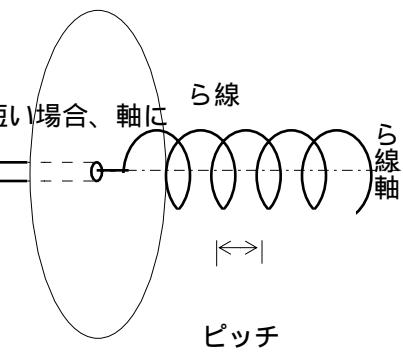
- B - 次の記述は、図に示す短波電界強度測定器を使用するときに生ずる誤差について述べたものである。このうち正しいものを 1 、誤っているものを 2 として解答せよ。



- ア 中間周波減衰器の調整により比較発振器の出力と入力電界強度（入力電圧）とを比較して測定するので、受信機の入力電圧と出力電圧の関係が直線でないと誤差を生ずる。
- イ 一般に高周波減衰器として使用される容量分圧形の減衰器は、被測定周波数が低くなると周波数特性が悪くなり誤差を生ずる。
- ウ 局部発振器の周波数が変動すると、受信機の利得が変動するため誤差を生ずる。
- エ 信号波の電界が測定可能な最低電界強度に近づくにつれ、内部雑音電圧により誤差が大きくなる。
- オ 微弱な電界強度の測定に垂直アンテナを用いる場合、ループアンテナより大地の影響による誤差が小さい。

- B - 次の記述は、図に示すエンドファイアヘリカ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を下の番号から選べ。

- (1) 同軸ケーブルの内部導体をらせんに接続し、外部導体を平面反射板に接続した構造である。らせん 1 巻の長さが波長に比べて非常に短い場合、軸に□□の方向に電波を放射する。
- (2) らせん 1 巻の長さが約 1 波長の長さで、軸方向に位相が合うようなピッチ[↑]_↓ にすると、らせん線上に □イ □電流が流れ、ほぼ □ウ □偏波の電波が軸方向に放射される。この場合のモードを □エ □モードという。
- (3) 卷数が増えると利得は増加するが限界があり、さらに利得を上げるために、らせん部分を複数個集め一種の □オ □として用いる。



1 円	2 定在波	3 直角	4 複合形折返しアンテナ	5 ノーマル
6 アレーアンテナ	7 アクシャル	8 進行波	9 平行	10 直線