

GB307

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、電波の平面波と球面波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 電波の進行方向に直交する平面内で、一様な電界と磁界を持つ電波を平面波という。
- 2 波面が球面の電波を球面波という。
- 3 ホーンアンテナから放射された電波は、その開口面の近傍ではほぼ球面波で近似することができる。
- 4 アンテナから放射された電波は、アンテナから十分離れた距離においては平面波とみなすことができる。
- 5 平面波と球面波は、いずれも縦波であり、光波と同じ速さで進む。

A－2 自由空間において、到来電波の磁界強度が  $5 \times 10^{-5}$  [A/m] であった。このとき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、電波は平面波とする。

- 1 5 [mV/m]      2 19 [mV/m]      3 38 [mV/m]      4 69 [mV/m]      5 98 [mV/m]

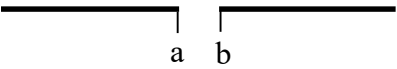
A－3 自由空間内に置かれた微小ダイポールによる静電界と放射電界の大きさが等しくなる距離の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、微小ダイポールによる任意の点 P の電界強度  $E_\theta$  は次式で与えられるものとする。この式で  $I$  [A] は放射電流、 $l$  [m] は微小ダイポールの長さ、 $\lambda$  [m] は波長、 $r$  [m] は微小ダイポールからの距離、 $\theta$  [rad] は微小ダイポールの電流が流れる方向と微小ダイポールの中心から点 P を見た方向とがなす角度、 $\omega$  [rad/s] は角周波数とする。また、周波数を 6 [MHz] とする。

$$E_\theta = \frac{j60\pi I l \sin \theta}{\lambda} \left( \frac{1}{r} - \frac{j\lambda}{2\pi r^2} - \frac{\lambda^2}{4\pi^2 r^3} \right) e^{j(\omega t - 2\pi r/\lambda)} \text{ [V/m]}$$

- 1 1.2 [m]      2 3.2 [m]      3 8.0 [m]      4 10.2 [m]      5 18.8 [m]

A－4 図に示す長さが半波長程度のダイポールアンテナの給電端子 ab から見たインピーダンス  $Z_{ab}$  が次式で与えられるとき、 $Z_{ab}$  を純抵抗とするためのアンテナ素子の短縮率  $\delta \times 100$  [%] の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナ素子の特性インピーダンス  $Z_0$  は、純抵抗で 414 [ $\Omega$ ] とする。

$$Z_{ab} \doteq 73.1 + j42.6 - j\pi Z_0 \delta \text{ } [\Omega]$$



- 1 3.3 [%]
- 2 5.2 [%]
- 3 6.2 [%]
- 4 7.9 [%]
- 5 9.4 [%]

A－5 周波数 20 [MHz] 用の半波長ダイポールアンテナの実効面積の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 58 [m<sup>2</sup>]      2 45 [m<sup>2</sup>]      3 35 [m<sup>2</sup>]      4 29 [m<sup>2</sup>]      5 13 [m<sup>2</sup>]

A－6 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大きくなる。
- 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、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  $(D/d)$  が大きいほど大きくなる。
- 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－7 無損失の平行二線式給電線の終端が開放されているとき、終端に最も近い定在波電圧の最小点から終端までの距離  $l_v$  及び終端に最も近い定在波電流の最小点から終端までの距離  $l_i$  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、周波数は15〔MHz〕とし、 $l_v > 0$ 、 $l_i > 0$ とする。

	$l_v$	$l_i$
1	1.5〔m〕	1.5〔m〕
2	2.5〔m〕	2.5〔m〕
3	2.5〔m〕	5.0〔m〕
4	5.0〔m〕	2.5〔m〕
5	5.0〔m〕	10.0〔m〕

A－8 方形導波管で周波数が8〔GHz〕、管内波長が5〔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<sub>10</sub>モードとする。

	$v_p$	$v_g$
1	$4.0 \times 10^8$ 〔m/s〕	$1.10 \times 10^8$ 〔m/s〕
2	$4.0 \times 10^8$ 〔m/s〕	$1.65 \times 10^8$ 〔m/s〕
3	$4.0 \times 10^8$ 〔m/s〕	$2.25 \times 10^8$ 〔m/s〕
4	$3.2 \times 10^8$ 〔m/s〕	$1.50 \times 10^8$ 〔m/s〕
5	$3.2 \times 10^8$ 〔m/s〕	$2.25 \times 10^8$ 〔m/s〕

A－9 次の記述は、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) 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  A を密着させたものである。導波管及び同軸線路に比べて非常に小形、軽量であり、マイクロ波の伝送線路としても使用される。
- (2) 一種の  B 線路であるから、外部雑音が混入するおそれがある。また、誘電体基板の比誘電率を十分  C 選べば、放射損は非常に小さくなる。

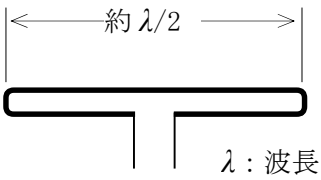
	A	B	C
1	導体	密閉	小さく
2	導体	開放	大きく
3	導体	開放	小さく
4	絶縁体	密閉	小さく
5	絶縁体	開放	大きく

A-10 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 八木・宇田アンテナ（八木アンテナ）は、利得を上げるために、通常、数個の導波器を用いる。
- 2 半波長ダイポールアンテナの絶対利得（真数）は、約 2.15 である。
- 3 対数周期ダイポールアレーアンテナは、半波長ダイポールアンテナに比べて広帯域なアンテナである。
- 4 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。
- 5 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。

A-11 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。□ 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) 上下に対向する 2 本の素子に流れる電流の方向は、□ A □ である。
- (2) 入力インピーダンスは、半波長ダイポールアンテナの約 □ B □ 倍である。
- (3) 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で受信したときの受信有能電力と □ C □ 。

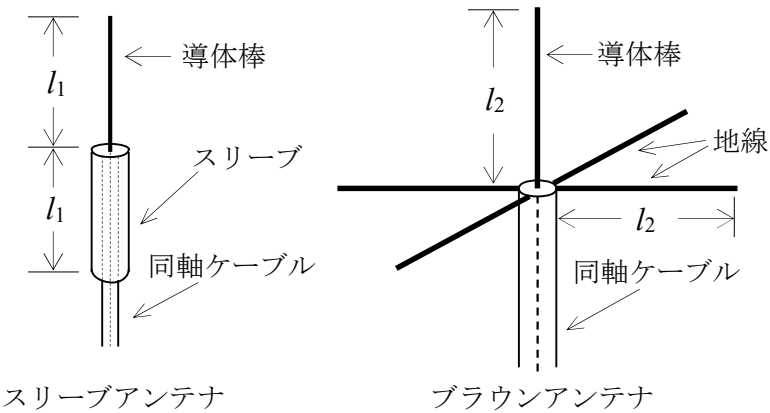


A	B	C
1 反対の向き	8	ほぼ同一である
2 反対の向き	2	大きく異なる
3 同じ向き	8	ほぼ同一である
4 同じ向き	4	ほぼ同一である
5 同じ向き	2	大きく異なる

A-12 次の記述は、図に示すスリーブアンテナ及びブラウ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。ただし、アンテナは大地に対して垂直に設置されているものとする。

- (1) スリーブアンテナの導体棒とスリーブの長さ  $l_1$  は、ともに約 □ A □ である。
- (2) ブラウンアンテナの導体棒と 4 本の各地線の長さ  $l_2$  は、ともに約 □ B □ である。
- (3) スリーブアンテナのスリーブ及びブラウンアンテナの地線は同軸ケーブルの外部導体に漏れ電流が流れるのを防止する効果がある。
- (4) 水平面内の指向性は、ともに □ C □ である。

A	B	C
1 半波長	半波長	双方向性
2 半波長	1/4 波長	全方向性
3 1/4 波長	1/4 波長	双方向性
4 1/4 波長	1/4 波長	全方向性
5 1/4 波長	半波長	双方向性



A-13 次の記述は、扇形ホーン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 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すると利得が変わる。
- 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すればするほど利得は大きくなる。

A-14 自由空間において、半波長ダイポールアンテナから電波を放射したとき、最大放射方向の15[km]離れた受信点における電界強度が1.4[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 9.0[W]
- 2 6.5[W]
- 3 4.0[W]
- 4 2.5[W]
- 5 1.0[W]

A-15 次の記述は、地上系固定マイクロ波通信におけるフェージングの一般的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 フェージングは、伝搬路が長いほど発生しやすい。
- 2 フェージングは、伝搬路の平均地上高が低いほど発生しやすい。
- 3 フェージングは、陸上伝搬路に比べて、海上伝搬路の方が発生しにくい。
- 4 フェージングは、山岳地帯を通る伝搬路に比べて、平地の上を通る伝搬路の方が発生しやすい。
- 5 周波数選択性フェージングが発生すると、受信信号に波形ひずみが生じやすい。

A-16 次の記述は、対流圏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) 大気屈折率は、□A前後の値であり、気象状態によるこの値のわずかな変動が電波の伝搬に大きな影響を与える。標準大気中では、大気屈折率は高さとともにほぼ直線的に減少するため、地表面にほぼ平行に放射された電波は上方に凸に曲がり、見通し距離が増大する。
- (2) 標準大気中では、わん曲する電波の通路を直線的に扱うために、等価的に地球の半径を□Bするような等価地球半径係数を用いる。
- (3) 大気屈折率の高度分布を示すM曲線が負の傾きを生じているときには、□Cが生成され、超短波(VHF)帯からマイクロ波(SHF)帯の電波が異常に遠距離まで伝搬することがある。

	A	B	C
1	1.0003	小さく	フレネルゾーン
2	1.0003	小さく	ラジオダクト
3	1.0003	大きく	ラジオダクト
4	1.3333	大きく	ラジオダクト
5	1.3333	小さく	フレネルゾーン

A-17 次の記述は、電離層内を伝搬する電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。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 電波の電離層内における反射に主として影響を及ぼすのは、電波の □A□、電離層への入射角及び電離層の電子密度である。□A□を変えないで、電離層への入射角を変えていくと、電波の反射する高さに変化する。入射角を □B□し過ぎると、電波は電離層を突き抜けてしまう。
- (2) 電離層内では、電磁エネルギーが電子に移り、電子が分子、原子に衝突してこのエネルギーが熱に変わることによって電波が減衰する。電波が電離層を通過するときに生ずる減衰を □C□という。

A	B	C
1 周波数	大きく	第 2 種減衰
2 周波数	小さく	第 1 種減衰
3 周波数	大きく	第 1 種減衰
4 電界強度	大きく	第 1 種減衰
5 電界強度	小さく	第 2 種減衰

A-18 次の記述は、アンテナの諸特性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。

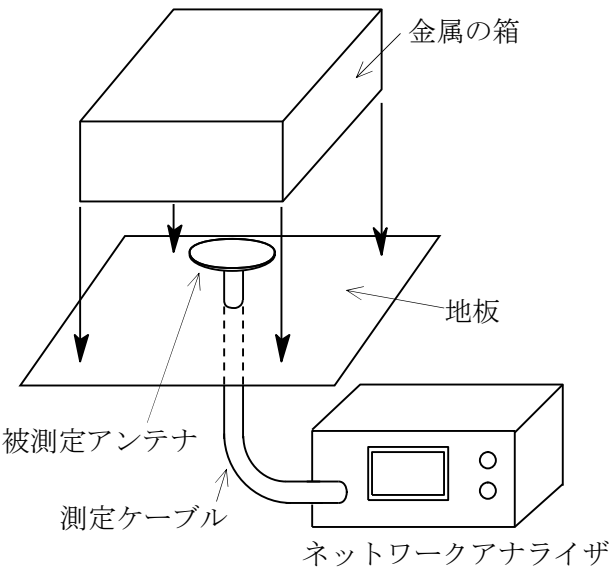
- (1) 一般に □A□が VHF 帯用アンテナの利得を測定する場合の基準アンテナとして用いられる。
- (2) 測定するアンテナの前後比 (F/B) は、最大放射方向の電界強度  $E_f$  [V/m] と最大放射方向から □B□方向の範囲内の最大の電界強度  $E_r$  [V/m] を測定し、 $E_f/E_r$  として求める。
- (3) 開口面アンテナの測定では、測定周波数が一定の場合、開口面の面積が □C□ほど送信アンテナと受信アンテナとの距離を大きくする必要がある。

A	B	C
1 半波長ダイポールアンテナ	180 度±60 度	大きい
2 半波長ダイポールアンテナ	90 度±60 度	小さい
3 ホーンアンテナ	90 度±60 度	小さい
4 ホーンアンテナ	180 度±60 度	大きい
5 ホーンアンテナ	180 度±60 度	小さい

A-19 次の記述は、図に示す小形アンテナの放射効率を測定する Wheeler cap (ウィーラー・キャップ) 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、金属の箱及び地板の大きさ及び材質は、測定条件を満たしており、アンテナの位置は、箱の中央部に置いて測定するものとする。また、金属の箱の有無にかかわらず、アンテナ電流を一定とし、被測定アンテナは直列共振形とする。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 図に示すように、地板の上に置いた被測定アンテナに、アンテナ電流の分布を乱さないよう適当な形及び大きさの金属の箱をかぶせて地板との間に隙間がないように密閉し、被測定アンテナの入力インピーダンスの □A□を測定する。この値は、アンテナからの放射がないので、アンテナの □B□とみなせる。
- (2) 次に金属の箱を取り除いて、同様に、被測定アンテナの入力インピーダンスの □A□を測定する。この値はアンテナの □B□と □C□の和である。
- (3) 放射効率は、(1) と (2) の測定値の差から求められる □C□を (2) で測定した □A□で割った値で表される。

A	B	C
1 虚数部	損失抵抗	放射抵抗
2 虚数部	絶縁抵抗	損失抵抗
3 実数部	絶縁抵抗	損失抵抗
4 実数部	損失抵抗	放射抵抗
5 実数部	放射抵抗	損失抵抗



A-20 次の記述は、電波暗室と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) 屋外でアンテナ特性を測定すると、大地や周囲の建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場合がある。電波暗室は、壁、天井及び床に電波吸収体を張り付けて、室内を □ A □ の状態に近づけ、この中でアンテナ特性などの測定が行えるような構造にしたものである。
- (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、誘電体の内部に混入したりする。その形状には、表面を □ C □ にしたものや、誘電率の異なる平板状の材料を層状に重ねたものなどがある。

A	B	C
1 誘導電磁界領域	黒鉛	ピラミッド状など
2 誘導電磁界領域	フェライト	ピラミッド状など
3 誘導電磁界領域	フェライト	球状
4 自由空間	フェライト	球状
5 自由空間	黒鉛	ピラミッド状など

B-1 次の記述は、自由空間内におけるアンテナの放射電界強度の計算式の誘導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、アンテナ等の損失はないものとする。

- (1) 等方性アンテナの放射電力を  $P_0$  [W]、アンテナから距離  $d$  [m] 離れた点における電界強度を  $E_0$  [V/m] とすると、この点の □ ア □  $W$  は、次式で表される。

$$W = \frac{P_0}{4\pi d^2} = \text{□ イ □} \text{ [W/m}^2\text{]}$$

上式から、 $E_0$  は、次式で表される。

$$E_0 = \text{□ ウ □} \text{ [V/m]}$$

- (2) 等方性アンテナ及び任意のアンテナに、それぞれ電力  $P_0$  [W] 及び  $P$  [W] を入力したとき、両アンテナから十分離れた同一地点における両電波の電界強度が等しければ、任意のアンテナの絶対利得  $G$  (真数) は、次式で与えられる。

$$G = \text{□ エ □}$$

- (3) したがって、絶対利得  $G$  の任意のアンテナに電力  $P$  [W] を入力したとき、このアンテナから距離  $d$  [m] 離れた点における電界強度  $E$  [V/m] は、次式で表される。

$$E = \frac{\text{□ オ □}}{d} \text{ [V/m]}$$

1 有効電力	2 $\frac{\sqrt{30P_0}}{d}$	3 $\frac{E_0^2}{120\pi}$	4 $\sqrt{30GP}$	5 $2\sqrt{30GP}$
6 $\frac{E_0^2}{60\pi}$	7 ポインティング電力	8 $\frac{2\sqrt{30P_0}}{d}$	9 $\frac{P}{P_0}$	10 $\frac{P_0}{P}$

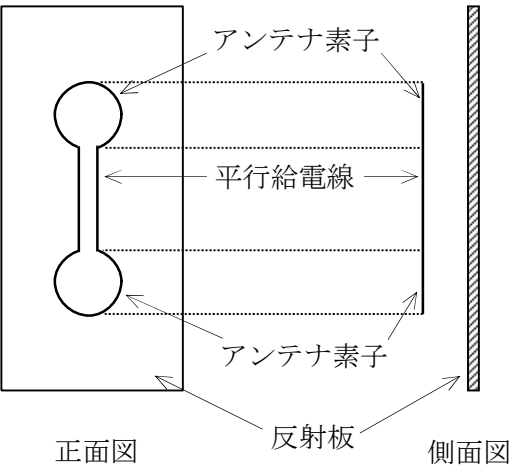
B-2 次の記述は、整合について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

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

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 ループ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 ループ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り付けた場合、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。



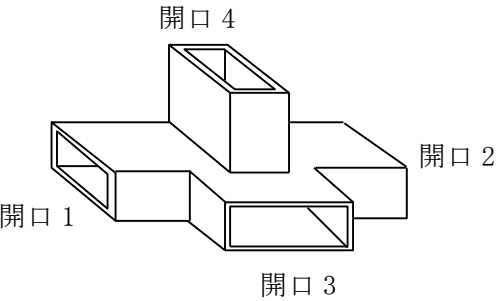
- |       |      |                     |      |         |
|-------|------|---------------------|------|---------|
| 1 1   | 2 中央 | 3 反射板付き 4 ダイポールアンテナ | 4 広く | 5 双方向性  |
| 6 1/2 | 7 上端 | 8 ホイップアンテナ          | 9 狭く | 10 全方向性 |

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。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 長波(LF)帯では、日の出及び日没のときに受信電界強度が急に弱くなる日出日没現象がある。
- イ 中波(MF)帯では、夜間は電離層(D層)で吸収されるので地表波のみが伝搬するが、昼間はD層が消滅するため電離層(E層)反射波も伝搬する。
- ウ 短波(HF)帯は、主に電離層伝搬であり、電離層による吸収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。
- エ 超短波(VHF)帯では、一年を通じて電離層を突き抜けるので、電離層からの反射波はない。
- オ マイクロ波(SHF)帯及びミリ波(EHF)帯では、降雨により地上系固定通信の交差偏波識別度が劣化することがある。

B－5 次の記述は、マジック T によるインピーダンスの測定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、測定器相互間の整合はとれているものとし、接続部からの反射は無視できるものとする。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 図において、開口1及び2に任意のインピーダンスを接続して、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2へ進むが、両開口からの反射波があると、開口4へ出力される。その大きさは、開口1及び2からの反射波の大きさの □ ア □ である。
- (2) 未知の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に高周波発振器及び開口4に □ イ □ を接続し、標準可変インピーダンスを加減して □ イ □ への出力が □ ウ □ 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。
- (3) 標準可変インピーダンスに換えて □ エ □ を接続し、被測定インピーダンスからの反射電力を測定して、その値から計算により被測定インピーダンスの □ オ □ を求めることもできる。



- |     |         |      |         |       |
|-----|---------|------|---------|-------|
| 1 和 | 2 可変移相器 | 3 最小 | 4 無反射終端 | 5 大きさ |
| 6 差 | 7 検出器   | 8 最大 | 9 短絡板   | 10 位相 |