

GB407

## 第二級陸上無線技術士「無線工学B」試験問題

(参考) 試験問題の図中の抵抗などは、旧図記号を用いて表記しています。

25問 2時間30分

- A - 1 自由空間の固有インピーダンスの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、自由空間の誘電率  $\epsilon_0$  を  $\epsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi}$  [F/m] とし、透磁率  $\mu_0$  を  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  [H/m] とする。

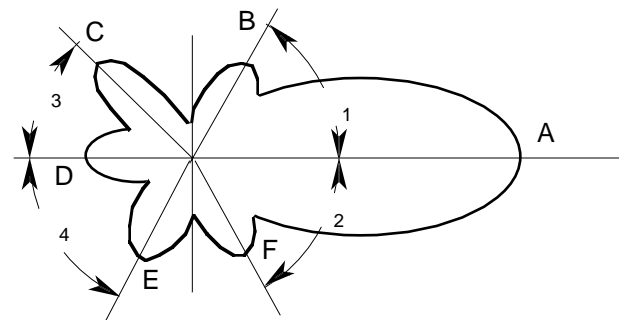
1 60 [ ]      2 100 [ ]      3 120 [ ]      4 180 [ ]      5 240 [ ]

- A - 2 次の記述は、アンテナの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 相対利得は、一般に、基準アンテナとして半波長ダイポールアンテナを用いて表される。
- 2 指向性利得は、全方向への平均の電力束密度  $p_m$  [W/m<sup>2</sup>] と特定方向への電力束密度  $p_s$  [W/m<sup>2</sup>] との比  $p_m / p_s$  で表される。
- 3 等方性アンテナの指向性利得(真数)は、1 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) 及び放射効率を  $\eta$  とすれば、 $G = \eta G_d / G_0$  で表される。
- 5 アンテナの動作利得は、アンテナが給電回路と整合しているときの利得と不整合のときの反射損を用いて表される。

- A - 3 図に示す電界強度の放射パターンを持つアンテナの前後 (FB) 比の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、メインローブ A の大きさを 0 dB としたとき、B、C、D、E 及び各サイドローブの大きさをそれぞれ -34 [dB]、-40 [dB]、-30 [dB] 及び -32 [dB] とし、また、角度  $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$  及び  $\theta_4$  をそれぞれ 60°、62°、43° 及び 56° とする。

- 1 30 [dB]
- 2 28 [dB]
- 3 22 [dB]
- 4 20 [dB]
- 5 18 [dB]



- A - 4 電界強度が 3 [mV/m] の到来電波を実効面積  $A_e$  [m<sup>2</sup>] のアンテナで受信して、0.05 [μW] の受信有能電力を得た。 $A_e$  の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナ及び給電回路の損失はないものとする。

1 0.5 [m<sup>2</sup>]      2 1.0 [m<sup>2</sup>]      3 1.5 [m<sup>2</sup>]      4 2.0 [m<sup>2</sup>]      5 2.5 [m<sup>2</sup>]

- A - 5 放射効率が 0.7 のアンテナで生ずる損失電力が 3 [W] であるとき、このアンテナから放射される電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。

1 7 [W]      2 9 [W]      3 12 [W]      4 14 [W]      5 18 [W]

- A - 6 給電線上において、負荷への入射波の実効値が 180 [V]、反射波の実効値が 80 [V] であるときの電圧定在波比の値として、正しいものを下の番号から選べ。

1 2.0      2 2.6      3 3.0      4 3.6      5 4.0

A - 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  $P_1$  [W]、給電線に接続されている負荷で消費される電力を  $P_2$  [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	C
1 インピーダンス整合	バラン	$P_2 / P_1$
2 インピーダンス整合	トラップ	$P_2 / P_1$
3 インピーダンス整合	バラン	$P_1 - P_2$
4 アンテナ共用	バラン	$P_1 - P_2$
5 アンテナ共用	トラップ	$P_1 / P_2$

A - 8 次の記述は、U形バラ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。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) U形バランは、図1に示すように長さが  $1/2$  波長の同軸ケーブルをU字形に曲げたうかい回路で構成され、図2に示すように、点aに加わる電圧を  $V$  [V]、平衡負荷の中心点oを接地点とすると、点bの位相が□A[rad]遅れるので、a、b間の電圧は、□B[V]となる。
- (2) 同軸ケーブルからの電流  $I$  [A] は、点aで二分され、平衡線路に平衡電流が流れることになる。したがって、ab間のインピーダンス  $Z_{ab}$  と同軸ケーブルの特性インピーダンス  $Z_0$  [ ] との間には、次式が成り立つ。  
 $Z_{ab} = \square C \times Z_0$  [ ]
- (3) U形バランを用いると、特性インピーダンスが同軸ケーブルの□C倍の平衡線路を同軸ケーブルに接続することができる。

	A	B	C
1	$\pi/2$	$2V$	4
2	$\pi/2$	$4V$	2
3	$\pi$	$2V$	4
4	$\pi$	$4V$	4
5	$\pi$	$2V$	2

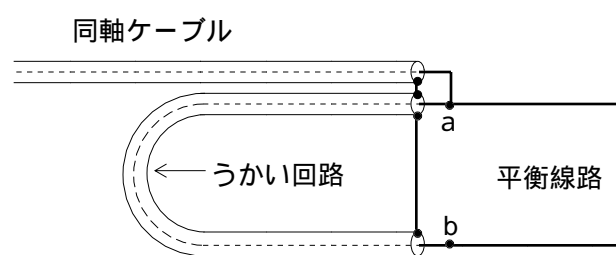


図1 U形バラン

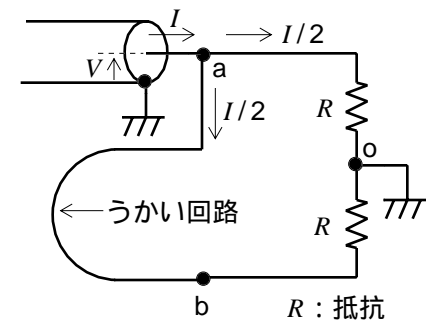


図2 動作説明図

A - 9 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) 方形導波管は、その遮断周波数より□A周波数の電磁波を伝送できない。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□A。
- (2) マイクロストリップ線路は、□Bされた構造であり、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波であるのに対して、マイクロストリップ線路を伝搬する電磁波は近似的に□Cである。

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

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  $\lambda$  [m] とする。

- 1 放射抵抗は、約 73 [ ] である。
- 2 実効長は、 $\lambda / \pi$  [m] である。
- 3 実効面積は、約  $0.08 \lambda^2$  [m<sup>2</sup>] である。
- 4 相対利得は、0 [dB] である。
- 5 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、装荷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) 抵抗装荷は、アンテナの [ A ] を目的として利用される。
- (2) リアクタンス装荷は、長さの短い [ B ] のダイポールアンテナを共振させ、整合させるために用いられる。また、装荷を行うことで帯域が [ C ] なる。

A		C	B
1	信号対雑音比 $(S/N)$ の改善	誘導性	広く
2	信号対雑音比 $(S/N)$ の改善	容量性	広く
3	信号対雑音比 $(S/N)$ の改善	容量性	狭く
4	広帯域整合	容量性	狭く
5	広帯域整合	誘導性	広く

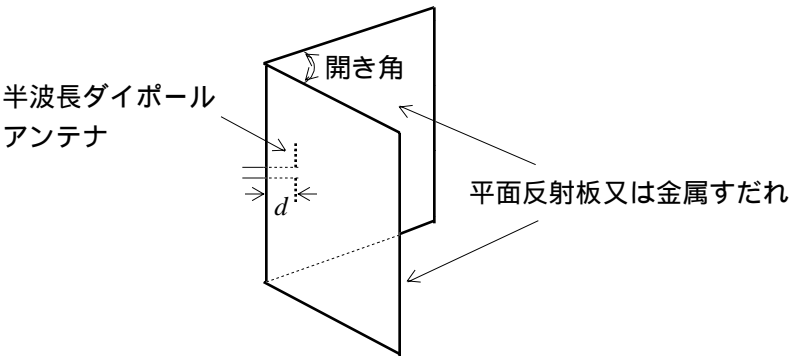
A - 12 周波数 10 [GHz] で絶対利得 2,160 (真数) を得るために必要とするパラボラアンテナの直径の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナの開口効率を 0.6 とする。

- 1 0.6 [m]      2 1.0 [m]      3 1.5 [m]      4 2.0 [m]      5 2.5 [m]

A - 13 次の記述は、図に示すコーナ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。ただし、波長を  $\lambda$  [m] とし、平面反射板又は金属すだれは、電波を理想的に反射する大きさとする。

- (1) 半波長ダイポールアンテナに平面反射板又は金属すだれを組み合わせた構造であり、金属すだれは半波長ダイポールアンテナの放射素子に平行に導体棒を並べたもので、導体棒の間隔は平面反射板と等価な反射特性を得るために約 [ A ] 以下にする必要がある。
- (2) 開き角は、60 ° 又は 90 ° の場合が多く、半波長ダイポールアンテナとその影像の合計数は、60 ° では [ B ]、90 ° では 4 個であり、これらの複数のアンテナの効果により、半波長ダイポールアンテナ単体の場合よりも鋭い指向性と大きな利得が得られる。
- (3) アンテナパターンは、図に示す距離  $d$  [m] によって大きく変わる。開き角が 90 ° のとき、 $d = \lambda$  では指向性が二つに割れて正面方向では零になり、 $d = 1.5 \lambda$  では主ビームは鋭くなるがサイドローブを生ずる。一般に、 [ C ] となるように  $d$  を  $\lambda/4 \sim 3\lambda/4$  の範囲で調整する。

A	B	C
1 $\lambda/10$	6 個	単一指向性
2 $\lambda/10$	8 個	単一指向性
3 $\lambda/10$	8 個	全方向性
4 $\lambda/4$	8 個	全方向性
5 $\lambda/4$	6 個	単一指向性



A - 14 次の記述は、対流圏伝搬で生ずる  $k$  形フェージング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 大気屈折率分布が時間的に変化し、等価地球半径係数  $k$  が変化して生ずるフェージングである。
- 2 干渉性  $k$  形フェージングは、大地反射係数が小さいほど深い。
- 3 干渉性  $k$  形フェージングの影響を軽減するには、反射波が途中の山などの地形によって遮へいされるように伝搬路を選定する方法がある。
- 4 回折性  $k$  形フェージングの影響を軽減するには、電波通路と大地との間隔を十分大きくとればよい。
- 5 回折性  $k$  形フェージングは、等価地球半径係数  $k$  が小さくなり、電波が下向きに（大地の方へ）屈折して、電波通路と大地との間隔が十分でない場合に、電波が大地による回折損を受け減衰することにより生ずる。

A - 15 次の記述は、陸上の移動体通信の電波伝搬特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) 基地局から送信された電波は、陸上移動局周辺の建物などにより反射、回折され、搬送周波数の約 □ A □ の長さの周期を持つ定在波を伝搬路上に生じ、移動局が移動すると、受信波にフェージングが発生する。
- (2) 広帯域伝送では、一般にさまざまな方向から反射、回折して移動局に到来する電波の遅延時間に差があるため、帯域内の各周波数の振幅と位相の変動が一樣ではなく、伝送路の □ B □ が劣化し、伝送信号の波形ひずみが生ずる。到来する電波の遅延時間を横軸にとり、各到来波の受信レベルを縦軸にプロットしたものは、□ C □ と呼ばれる。

	A	B	C
1	1 波長	周波数特性	伝搬距離特性
2	1 波長	フレネルゾーン	伝搬距離特性
3	半波長	周波数特性	遅延プロファイル
4	半波長	フレネルゾーン	伝搬距離特性
5	半波長	フレネルゾーン	遅延プロファイル

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

A - 17 次の記述は、スプラジック E 層 ( Es ) 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 E 層とほぼ同じ高度に現われ、層の厚さは E 層より薄い。
- 2 中緯度地域では夏季よりも冬季に、また、夜間よりも昼間に多く発生する。
- 3 その活動について、太陽面現象の影響は見い出されてなく、発生時刻は不規則で予測が難しい。
- 4 電子密度は、時間とともに大きく変動し、F 層の電子密度より大きくなることもある。
- 5 この層が発生すると、超短波 ( VHF ) 帯の電波が反射され、1,000 2,000 [km] の遠方まで伝搬することがある。

A - 18 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  $\lambda$  [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。

$$P_r = G_1 G_2 P_t \times \boxed{A}$$

- (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。

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

- (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。

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

	A	B	C
1	$\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2$	$\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2$	$\sqrt{\frac{P_r}{P_t}}$
2	$\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2$	$\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$	$\sqrt{\frac{P_t}{P_r}}$
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 - 19 次の記述は、自由空間においてパラボラアンテナの利得を測定するときの送受信アンテナ間の距離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  $\lambda$  [m] とする。

- (1) 一般に、パラボラアンテナは波長に比べて開口面の直径が □ A □ ので、測定するときは開口面の各部からの通路差による利得の誤差が許容値以内で、かつ、受信点における測定波の電界強度が適切な値になるように距離を選ぶ。
- (2) 開口面の各部からの通路差による利得の誤差を 2 [%] 以下に抑えるために必要な最小距離は、送信アンテナ及び受信アンテナの開口面の直径を、それぞれ  $D_1$  [m] 及び  $D_2$  [m] とすれば、 □ B □ [m] と求められる。

	A	B
1 小さい		$\frac{2(D_1^2 + D_2^2)}{\lambda}$
2 小さい		$\frac{2(D_1 + D_2)^2}{\lambda}$
3 大きい		$\frac{2(D_1^2 + D_2^2)}{\lambda}$
4 大きい		$\frac{4(D_1 + D_2)^2}{\lambda}$
5 大きい		$\frac{2(D_1 + D_2)^2}{\lambda}$

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	フェライト	ピラミッド状など
2 誘導電磁界領域	黒鉛	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、絶対利得  $G$  (真数) のアンテナの放射電界強度の計算式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、アンテナ及び給電回路の損失はないものとする。

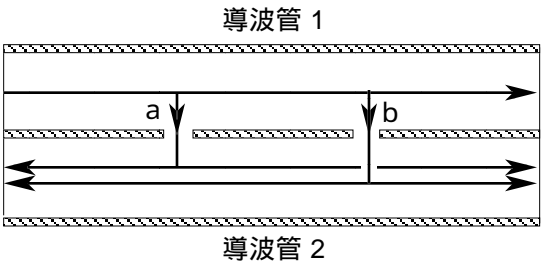
- (1) 等方性アンテナの放射電力を  $P_0$  [W] とすれば、アンテナから半径  $d$  [m] の距離にある球面を通過して出て行く電波の電力束密度  $w$  は、次式で表される。
- $w = \squareア$  [W/m<sup>2</sup>] . . . . .
- 一方、電界強度が  $E_0$  [V/m]、磁界強度が  $H_0$  [A/m] の点の電波の電力束密度を  $p$  とおくと、 $p$  は  $E_0$  と  $H_0$  を用いて次式で表される。
- $p = \squareイ$  [W/m<sup>2</sup>] . . . . .
- 式を、 $E_0$  [V/m] だけで表わすと、次式となる。
- $p = \squareウ$  [W/m<sup>2</sup>] . . . . .
- $w = p$  のとき、式及びより、 $E_0$  は次式で表される。
- $E_0 = \squareエ$  [V/m]
- (2) 絶対利得  $G$  (真数) のアンテナの放射電力を  $P$  [W] とすれば、このアンテナの最大放射方向の距離  $d$  [m] における放射電界強度  $E$  は、次式で表される。
- $E = \squareオ$  [V/m]

1 $\frac{P_0}{4\pi d^2}$	2 $\frac{E_0}{H_0}$	3 $\frac{E_0^2}{120\pi}$	4 $\frac{\sqrt{45P_0}}{d}$	5 $\frac{\sqrt{30GP}}{d}$
6 $\frac{P_0}{2\pi d^2}$	7 $E_0 H_0$	8 $\frac{E_0^2}{90\pi}$	9 $\frac{\sqrt{30P_0}}{d}$	10 $\frac{\sqrt{45GP}}{d}$

B - 2 次の記述は、図に示す2結合孔方向性結合器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本の導波管を平行にして密着させ、その密着面に管内波長の□Aの間隔で2個の結合孔 a 及び b を開けたものである。導波管の一方が主伝送路で、他方が副伝送路として働き、主伝送路に沿って一方向に進行する電磁波の一部を取り出し、それを副伝送路に移して特定の方向に進行させるものである。
- (2) 各伝送路が無反射終端されている場合、端子□から入力された電磁波は、その一部が a 及び b を通ってそれぞれ端子□及び□へ等分される。このとき□へ向かう電磁波は、a を通る伝送距離と b を通る伝送距離が等しいので、同位相で加わり合う。また、□へ向かう電磁波は、a を通る伝送距離と b を通る伝送距離との間には  $\lambda/2$  波長の経路差があるので、□イ [rad] の位相差があり、互いに□ウ。
- (3) この方向性結合器は、原理的に周波数特性が□エであるので、通常、多数の結合孔を設けて周波数特性を改善する。このときの各結合孔の面積は、結合孔の□オによって決まる。

1 狭帯域	2 打ち消し合う	3 間隔	4 $1/8$
5 $1/4$	6 加わり合う	7 $\lambda/4$	8
9 広帯域	10 数		



B - 3 次の記述は、各種アンテナ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 逆 L 形アンテナや T 形アンテナの頂部負荷は、大地との間の静電容量を高め、実効高をあまり減少させないで、アンテナの実際の高さを低くする効果がある。
- イ 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。
- ウ ブラウンアンテナは、同軸ケーブルの中心導線の先端にまっすぐに  $1/4$  波長の導線を接続するとともに、同軸ケーブルの外部導体に  $2 \sim 4$  本の  $1/4$  波長の導線からなる地線を接続したアンテナである。
- エ スリーブアンテナは、同軸ケーブルの中心導線の先端にまっすぐに  $1/4$  波長の導線を接続したアンテナであり、 $1/4$  波長接地アンテナと等価な働きをする。
- オ カセグレンアンテナは、副反射鏡の二つの焦点の一方と主反射鏡の焦点を一致させ、他方の焦点と一次放射器の励振点とを一致させてある。

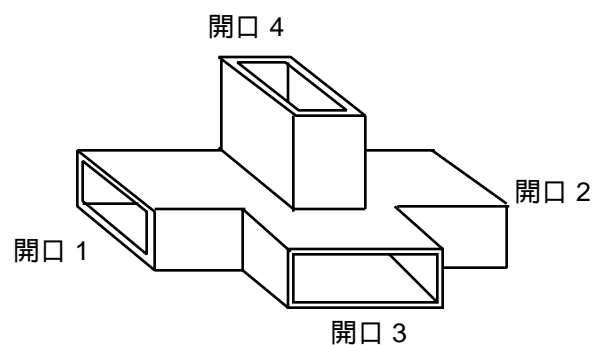
B - 4 次の記述は、マイクロ波 ( SHF ) の伝搬について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 地理的な条件による例外を除いて一般に □ ア 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。  
(2 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 □ イ や散乱されることによって生ずる。
- (3) 伝搬路が長いほど、フェージングの発生頻度と □ ウ がともに大きくなる。また、伝搬路の平均地上高が □ エ ほどフェージングは大きくなる。
- (4) 大気の状態の変化により、電波があたかも導波管内に閉じ込められて □ オ を繰り返しながら遠距離まで伝搬することがある。

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

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