

BB903

第二級総合無線通信士「無線工学B」試験問題

25問 2時間30分

A - 1 次の記述は、自由空間を伝搬する平面波について述べたものである。このうち正しいものを下の番号から選べ。

- 1 縦波である。
- 2 伝搬方向に直角な平面上のあらゆるところで様な電界及び磁界を持つ。
- 3 光と同じ速さで進み、その速度は真空中の誘電率と導電率によって決まる。
- 4 電界と磁界の大きさの比は、一定ではない。

A - 2 次の記述は、等方性アンテナから十分遠方における電界強度の計算式を誘導する過程を述べたものである。□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) 等方性アンテナの放射電力を P_0 [W] とすると、アンテナから半径 d [m] の球面を通過する電波の単位面積当たりの電力 w は、次式によって表される。

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

(2) 一方、ポインティング電力 p は、電界強度 E [V/m]、磁界強度 H [A/m] を用いて、次式で表すことができる。

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

自由空間の特性インピーダンスを Z_0 [] とすれば、式 は、次式となる。

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

(3) w と p は等しいので、式 と を等しいと置くと、等方性アンテナから距離 d [m] 離れた点における E は、次式で表される。

$$E = \square D \quad [\text{V/m}]$$

	A	B	C	D
1	$\frac{P_0}{4\pi d^2}$	EH	$\frac{E^2}{Z_0}$	$\frac{1}{d}\sqrt{\frac{Z_0 P_0}{4\pi}}$
2	$\frac{P_0}{4\pi d^2}$	$\frac{H}{E}$	$Z_0 E^2$	$\frac{1}{d}\sqrt{\frac{4\pi P_0}{Z_0}}$
3	$\frac{\sqrt{P_0}}{4\pi d^2}$	EH	$Z_0 E^2$	$\frac{1}{d}\sqrt{\frac{4\pi P_0}{Z_0}}$
4	$\frac{\sqrt{P_0}}{4\pi d^2}$	$\frac{H}{E}$	$\frac{E^2}{Z_0}$	$\frac{1}{d}\sqrt{\frac{Z_0 P_0}{4\pi}}$

A - 3 自由空間を伝搬する平面波を、半波長ダイポールアンテナと相対利得が G (真数) のアンテナを交互に取り替えて受信したとき、半波長ダイポールアンテナ及び相対利得 G のアンテナの受信有能電力がそれぞれ 6 [mW] 及び 12 [mW] であった。相対利得 G の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 0.5
- 2 1
- 3 2
- 4 4

A - 4 自由空間において、絶対利得 (真数) が 15 、放射電力が 50 [W] のアンテナから 20 [km] 離れた点における電界強度の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 1.5 [mV/m]
- 2 3.5 [mV/m]
- 3 5.5 [mV/m]
- 4 7.5 [mV/m]

A - 5 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二つの給電回路を接続するときには、反射損(不整合損)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) 給電線の一端に P_1 [W] の電力が入力された給電線他端に接続されている負荷で消費される電力が P_2 [W] のとき、□ C □ を伝送効率(能率)といい、反射損や給電線での損失が少ないほど伝送効率が良い。

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

A - 6 次の記述は、給電線の電氣的性質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 給電線とそれに接続された負荷とが整合していないとき、給電線の長さによって入力インピーダンスは変わる。
- 2 給電線の特異インピーダンスは、給電線の長さに関係なく一定である。
- 3 給電線上の電圧定在波の振幅が最大の点では電流定在波の振幅も最大となる。
- 4 給電線の終端を短絡すると、定在波が生ずる。

A - 7 同軸ケーブルの内部導体と外部導体の間に挿入されている誘電体の比誘電率が 3 のときの波長短縮率の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $\sqrt{3} \approx 1.73$ とする。

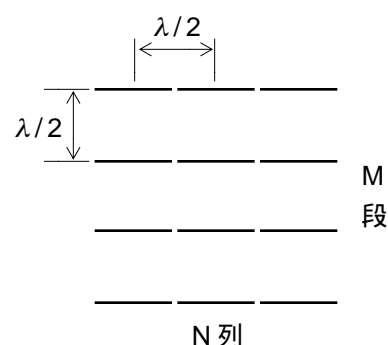
- 1 0.17
- 2 0.29
- 3 0.33
- 4 0.58

A - 8 開口面の面積が 2.5 [m²] で、開口効率が 0.6 のパラボラ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 0.9 [m²]
- 2 1.5 [m²]
- 3 4.2 [m²]
- 4 6.9 [m²]

A - 9 次の記述は、図に示す $\lambda/2$ ダイポールアンテナを $\lambda/2$ の間隔で M 段 N 列に配列したビーム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 λ [m] とする。

- 1 各アンテナ素子を、大きさが同じで同じ位相の電流で励振すると、指向性の向きは、配列の面に直角な方向に集中する。
- 2 各アンテナ素子を、大きさが同じで同じ位相の電流で励振すると、放射の最大となる方向が二つできる。
- 3 アンテナから $\lambda/4$ 離れた後方(紙面の裏側)の位置に、全く同じ構造の反射器を設置し、位相が [rad] 進んだ電流を流すと、後方への放射が打ち消されるので、前方(紙面の表側)の放射を強めることができる。
- 4 アンテナから $\lambda/4$ 離れた後方(紙面の裏側)の位置に、全く同じ構造の反射器を設置し、給電点にリアクタンスを負荷して誘導電流を調整すると、前方(紙面の表側)の放射を強めることができる。



A - 10 次の記述は、ホー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) 導波管の一端から電波を送り、他端を開放すると導波管を進行してきたエネルギーが開口端から空間に放射されるが、開口端で一部が反射されて導波管にもどり、内部に □ A □ が生ずる。
- (2) 導波管の断面を徐々に広げて、導波管の特性インピーダンスを □ B □ の特性インピーダンスに近づけていくと、効率よく電波を放射できる。
- (3) ホーンの開き角を一定にし、ホーンの長さを □ C □ すると指向性は鋭くなり、利得は増加する。

	A	B	C
1	定在波	自由空間	長く
2	定在波	誘電体媒質	短く
3	進行波	自由空間	短く
4	進行波	誘電体媒質	長く

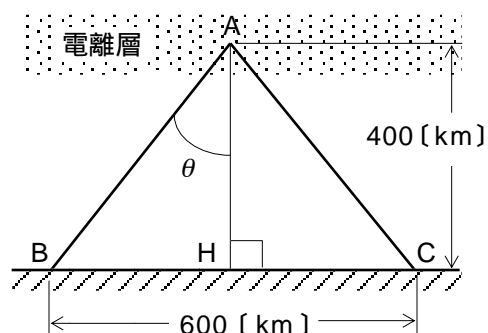
A - 11 送信アンテナの地上高を 121〔m〕、受信アンテナの地上高を 25〔m〕としたとき、電波の見通し距離の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、大気は標準大気とする。

- 1 57〔km〕
- 2 66〔km〕
- 3 78〔km〕
- 4 85〔km〕

A - 12 図に示すように、送受信点 B C 間の距離が 600〔km〕の F 層 1 回反射伝搬において最高使用可能周波数 (MUF) が 10〔MHz〕のときの臨界周波数 f_c の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、F 層の反射点 A の高さは 400〔km〕であり、電離層は水平な大地に平行な平面であるものとする。また、MUF を f_m 〔MHz〕とし、 θ を電離層への入射角とすれば、 f_m は、次式で与えられるものとする。

$$f_m = f_c \sec \theta$$

- 1 3〔MHz〕
- 2 4〔MHz〕
- 3 6〔MHz〕
- 4 8〔MHz〕



A - 13 次の記述は、電離層と太陽の活動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。

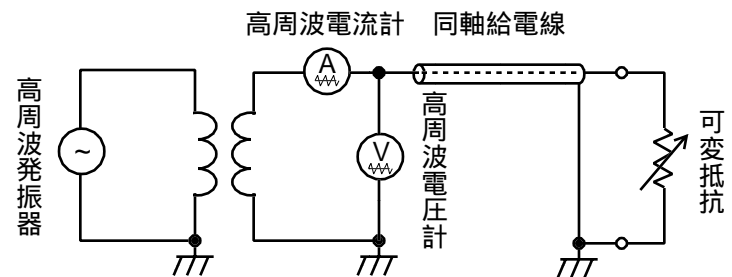
- (1) 電離層は、地球の上層大気分子又は原子が太陽からの □ A □ や X 線又は粒子線などによって電離することによって生成される。
- (2) 電離層の F₂ 層の電子密度は、時刻及び季節によって絶えず変化しているが、日変化を観測すると □ B □ 頃に最大となる。
- (3) 太陽の活動は、約 □ C □ の周期で黒点が増加と減少を繰り返しているため、電離層の電子密度も太陽の活動に応じて増加と減少を繰り返す。

	A	B	C
1	紫外線	正午	11 年
2	紫外線	日没	22 年
3	赤外線	正午	22 年
4	赤外線	日没	11 年

A - 14 次の記述は、図に示す構成例を用いて同軸給電線の特性インピーダンスを測定する手順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、同軸給電線の損失は無視できるものとする。

- (1) 同軸給電線の特性インピーダンス Z_0 [] は純抵抗であり、周波数に無関係である。したがって、同軸給電線の終端に接続されている可変抵抗と特性インピーダンスが □ A □ とき、回路は整合しているため周波数を変えても同軸給電線の入力インピーダンスは変わらない。
- (2) 初めに、同軸給電線の終端に接続されている可変抵抗を適当な値にし、高周波発振器の周波数を変えたときの高周波電圧計と高周波電流計の指示値をそれぞれ読み取り、それらの □ B □ から、それぞれの周波数に対する同軸給電線の入力インピーダンスの値 Z_1, Z_2, \dots, Z_n [] を求める。次に、可変抵抗の値を少し変えて同様に同軸給電線の入力インピーダンスを求める。上記の操作を繰り返し、各周波数に対する同軸給電線の入力インピーダンスの値がほとんど変わらなくなったときの可変抵抗の値が、同軸給電線の特性インピーダンスである。

A	B
1 等しい	比
2 等しい	積
3 等しくない	比
4 等しくない	積

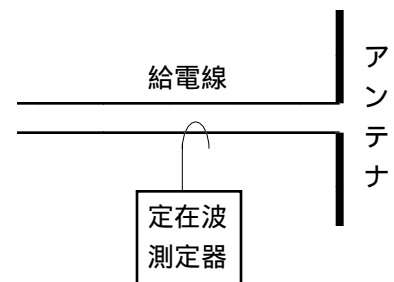


A - 15 次の記述は、定在波測定器を用いた平行二線式給電線の電圧定在波比の測定について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 図に示すように、平行二線式給電線上の電圧分布を定在波測定器を移動させて測定し、その測定した定在波電圧の最大値 V_{\max} [V] と最小値 V_{\min} [V] から、電圧定在波比 S は、次式で求めることができる。

$$S = \square A \square$$
- (2) 測定器による給電線上の電圧分布の乱れを最小限に抑えるように測定器と給電線路の結合はできるだけ □ B □ にする。

A	B
1 $V_{\max} - V_{\min}$	密
2 $V_{\max} - V_{\min}$	粗
3 V_{\max} / V_{\min}	密
4 V_{\max} / V_{\min}	粗



A - 16 次の記述は、アンテナ系の測定の種類と測定方法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 アンテナ利得の測定では、試験アンテナを送信アンテナとするか、又は受信アンテナにするかの二つの方法があるが、測定条件を同じにすると、ほぼ同様な測定結果が得られる。
- 2 マイクロ波アンテナの利得を反射板を用いて試験アンテナ一つで測定する方法では、精密な位置決めができれば、容易に正確な測定ができる。
- 3 給電回路の定在波の測定では、定在波測定器による方法や方向性結合器を用いる方法によって給電回路上の進行波と反射波を測定し、その値を用いて定在波を計算で求める方法などがある。
- 4 接地抵抗の測定では、大地の成極作用（一定の直流電圧を加えたとき時間とともに電流が変化する現象）により生ずる誤差を防ぐため、直流ブリッジなどの測定器を用いる方法がある。

A - 17 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。
ただし、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

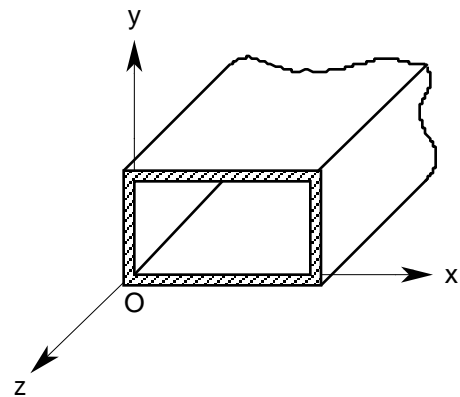
- (1) 送信アンテナから電波が放射される現象を給電点から見ると、アンテナに電流が流れて空間に電波が放射されることによって電力が□A□されることは、給電点に抵抗を負荷して電力を□A□することと等価であると考えることができる。このときの抵抗を放射抵抗という。
- (2) 放射抵抗は、仮想的な抵抗であり、一般にアンテナ電流の□B□部における抵抗値をもって放射抵抗としている。
- (3) 半波長ダイポールアンテナの放射抵抗は、約□C□である。

	A	B	C
1	消費	波節	36〔 〕
2	消費	波腹	73〔 〕
3	増幅	波腹	36〔 〕
4	増幅	波節	73〔 〕

A - 18 次の記述は、図に示す方形導波管の特徴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) 導波管内を伝わる電磁波の□A□は、自由空間を伝わる時の速度より遅い。
- (2) 導波管内を基本モードの電磁波が伝わる場合、xy面の電界は□B□軸に平行で、その強さは導波管断面の長辺の□C□の位置で最大となる。

	A	B	C
1	群速度	x	両端
2	群速度	y	中心
3	位相速度	y	両端
4	位相速度	x	中心



A - 19 次の記述は、航空機の無線援助施設の一つである距離測定装置（DME）用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) DMEは、航空機からアンテナの設置されている地上施設までの斜め距離を測定する□A□レーダー装置である。
- (2) 航空機に搭載されているアンテナの指向性は、地上施設がどの方向にあってでも使用できるように、□B□である。
- (3) 地上施設のアンテナには、必要な垂直面放射パターンを得るために、垂直半波長□C□アンテナを垂直に多段に並べて適切な給電電流が加えられている。

	A	B	C
1	一次	全方向性	ビーム
2	一次	双方向性	ダイポール
3	二次	双方向性	ビーム
4	二次	全方向性	ダイポール

A - 20 次の記述は、 M 曲線とマイクロ波の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) 図 1 は、大気の屈折率が高さとともに徐々に □ A □ していくときの標準大気の M 曲線である。この場合、地球の等価半径係数 K は □ B □ で一定であり、これを用いると電波の通路を直線として扱うことができる。
- (2) 図 2 は、大気中に温度などの逆転層が生じたときの □ C □ の M 曲線である。この場合、電波は逆転層の中を、あたかも □ D □ の中を伝わるように、異常に遠方まで伝搬することがある。

	A	B	C	D
1	増加	4/3	転移形	導波管
2	増加	3/4	接地ダクト形	同軸管
3	減少	4/3	接地ダクト形	導波管
4	減少	3/4	転移形	同軸管

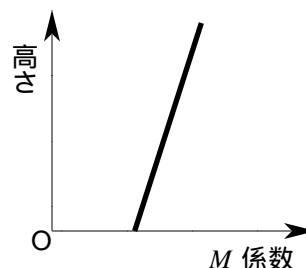


図 1

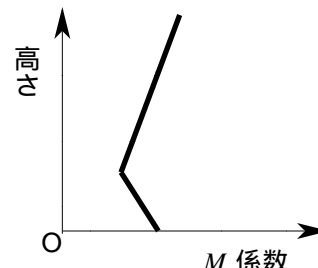


図 2

B - 1 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) 放射電力 P_{is} [W] の基準アンテナから同一距離で同一電界強度を生ずるように調整した試験アンテナの放射電力が P_i [W] である場合、試験アンテナの利得 G (真数) は、次式で表される。

$$G = \text{ア}$$

- (2) 基準アンテナとして □ イ □ アンテナを用いたときの利得を絶対利得という。
- (3) 基準アンテナとして □ ウ □ アンテナを用いたときの利得を相対利得という。
- (4) あるアンテナの絶対利得の値は、そのアンテナの相対利得の値より □ エ □ 。
- (5) マイクロ波アンテナでは、一般に □ オ □ アンテナと比較した利得が用いられている。

1 短小垂直	2 P_{is} / P_i	3 半波長ダイポール	4 角錐ホーン	5 大きい
6 等方性	7 微小ダイポール	8 小さい	9 パラボラ	10 P_i / P_{is}

B - 2 次の記述は、図に示す導波管の分岐回路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、伝送モードを TE_{10} モードとする。

- ア 図 1 に示す H 面分岐回路では、分岐回路が主導波管内の電界と平行な面内にある。
- イ 図 2 に示す E 面分岐回路では、分岐回路が主導波管内の磁界と平行な面内にある。
- ウ 分岐回路から電磁波を入力したとき、H 面分岐回路では主導波管の両方の端子の方向へそれぞれ同振幅、同位相の電磁波が伝搬する。
- エ 分岐回路から電磁波を入力したとき、E 面分岐回路では主導波管の両方の端子の方向へそれぞれ入力力の 2 倍の振幅、逆位相の電磁波が伝搬する。
- オ これらの分岐回路は、インピーダンスブリッジなどに利用される。

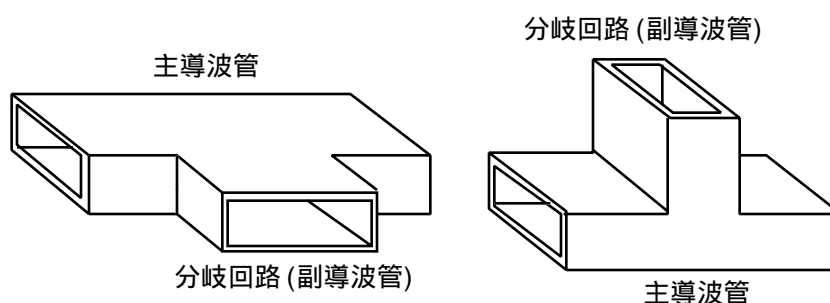


図 1 H 面分岐回路

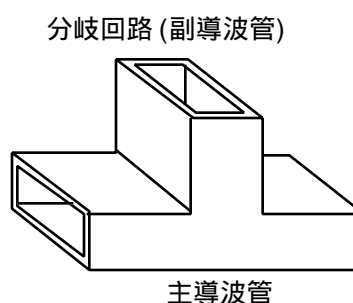


図 2 E 面分岐回路

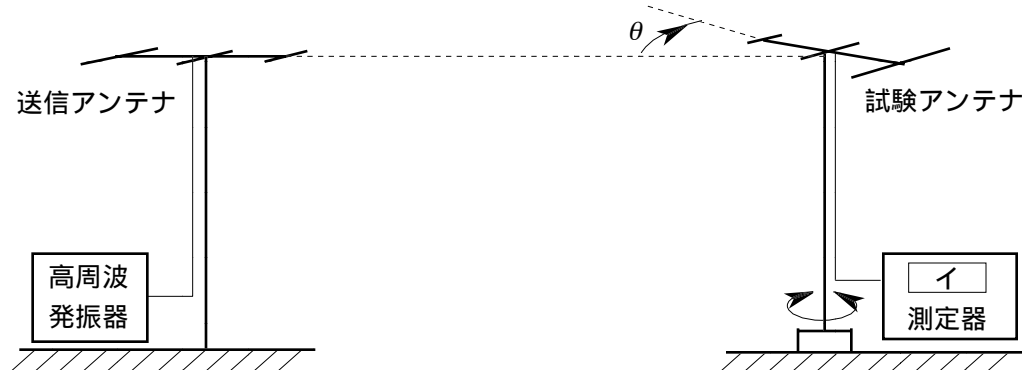
B - 3 次の記述は、携帯電話機用アンテナについて述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。
ただし、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 周波数 1〔GHz〕以上の電波について、人体は損失の□ア誘電体として働くので、携帯電話機から放射される電波は吸収や散乱を起こす。そのため、アンテナの特性が人体の近傍にない場合に比べて変化する。
- (2) 一般の携帯電話機には、□イ及び内蔵用の板状逆 F 型アンテナが装備されている場合が多い。送受信兼用の□イの長さは、人体による□ウパターンの変化を軽減するなどのために、1/4 波長より□エ程度にすることが多い。
- (3) 板状逆 F 型アンテナと□イとによる□オダイバーシティ受信を行うことで、建物などの反射波による受信時のフェージングの補償ができる。

- | | | | | |
|-------|---------------|------------|---------------|-------|
| 1 放射 | 2 少し短い 1/8 波長 | 3 周波数 | 4 スリーブアンテナ | 5 ない |
| 6 定在波 | 7 ある | 8 ホイップアンテナ | 9 少し長い 3/8 波長 | 10 空間 |

B - 4 次の記述は、図に示す構成によりアンテナの水平面内の電界強度の指向性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を下の番号から選べ。ただし、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。また、受信アンテナを試験アンテナとする。

- (1) 試験アンテナを適切な高さに設置して水平面内で□ア度回転できるようにし、アンテナからの給電線を□イ測定器に接続する。
- (2) 送信アンテナを試験アンテナの高さ及び□ウに合わせて設置し、最大放射方向を試験アンテナに向けて固定してアンテナからの給電線を高周波発振器に接続する。
- (3) 高周波発振器を測定周波数で動作させて出力を□エ、試験アンテナを適当な角度（ θ 度）回転させ、その角度に対応した□イを測定する。
- (4) 試験アンテナの□イに対する□イの関係を極図表（ポーラグラフ）にしたものを□オという。



- | | | | | |
|----------|------|---------|----------|--------|
| 1 電界パターン | 2 偏波 | 3 定在波 | 4 位相パターン | 5 電界強度 |
| 6 徐々に増し | 7 90 | 8 一定に保ち | 9 位相 | 10 360 |

B - 5 次の記述は、超短波（VHF）帯及び極超短波（UHF）帯の見通し距離外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。ただし、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) ナイフエッジ状の山岳などの地形による□アにより、見通し距離外まで伝搬することがある。このような山岳□ア波のフェージングによる電界の変動は、□イ。
- (2) スポラジック E 層（Es）が生じたとき、□ウが反射されて見通し距離外まで伝搬することがある。
- (3) 大気や電離層内の屈折率が不均一に分布することによって、電波が□エして見通し距離外まで伝搬することがある。
- (4) 気象上の原因により□オが生じると、電波は□オ内に閉じ込められた形で屈折と反射を繰り返して見通し距離外まで伝搬することがある。

- | | | | | |
|----------|-------|-----------|------|----------|
| 1 緩やかである | 2 激しい | 3 上空波 | 4 吸収 | 5 ラジオダクト |
| 6 散乱 | 7 地表波 | 8 フレネルゾーン | 9 回折 | 10 干渉 |