

AB809

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－1 自由空間において、到来電波の電界強度が 2 [V/m] であった。このときの磁界強度の値として、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
- 5.3×10^{−3} [A/m]
- 2
- 4.5×10^{−3} [A/m]
- 3
- 2.7×10^{−3} [A/m]
- 4
- 1.4×10^{−3} [A/m]
- 5
- 0.5×10^{−3} [A/m]

A－2 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_θ 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、 λ [m] は波長、 r [m] は微小ダイポールからの距離、 θ [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、 ω [rad/s] は角周波数とする。また、周波数を 10 [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
- 28.8 [m]
- 2
- 19.2 [m]
- 3
- 9.6 [m]
- 4
- 4.8 [m]
- 5
- 1.2 [m]

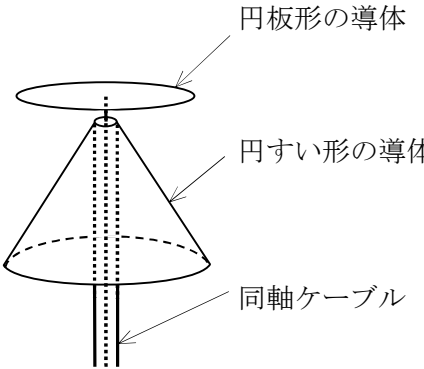
A－3 自由空間において、周波数 300 [MHz] で使用している線状アンテナの放射抵抗が 240 [Ω]、絶対利得が 2 (真数) であるとき、このアンテナの実効長の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナの損失はないものとする。

- 1
- 32 [cm]
- 2
- 64 [cm]
- 3
- 96 [cm]
- 4
- 191 [cm]
- 5
- 238 [cm]

A－4 次の記述は、図に示すディスコ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) 図に示すように、円すい形の導体の頂点に円板形の導体を置き、円すい形の導体に同軸ケーブルの外部導体を、円板形の導体に内部導体をそれぞれ接続したものであり、給電点は、円すい形の導体の □ A □ にある。
- (2) 水平面内の指向性は、□ B □ であり、垂直偏波の電波の送受信に用いられる。スリーブアンテナやブラウンアンテナに比べて □ C □ 特性を持つ。

A	B	C
1 底辺	全方向性	狭帯域
2 底辺	全方向性	広帯域
3 底辺	単一指向性	狭帯域
4 頂点	全方向性	広帯域
5 頂点	単一指向性	狭帯域



A－5 同軸線路の長さが 200 [m] のときの信号の伝搬時間の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、同軸線路は、無損失で、内部導体と外部導体との間に充填されている絶縁体の比誘電率の値を 2.25 とする。

- 1
- 1.25 [μs]
- 2
- 1.00 [μs]
- 3
- 0.75 [μs]
- 4
- 0.50 [μs]
- 5
- 0.25 [μs]

A-6 特性インピーダンスが 75 [Ω] の無損失の給電線の受端に純抵抗を接続したとき、電圧反射係数が 0.6 であった。接続した純抵抗の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 500 [Ω] 2 450 [Ω] 3 400 [Ω] 4 350 [Ω] 5 300 [Ω]

A-7 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) 導波管は、基本モードの遮断周波数より □ A □ 周波数の電磁波を伝送することはできない。
(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の伝搬モードは、近似的に □ C □ モードである。

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

A-8 半波長ダイポールアンテナを共振状態で用いるために必要な短縮率 $\delta \times 100$ [%] の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナの放射抵抗を R [Ω]、アンテナの波動インピーダンスを 300 [Ω] とすれば、アンテナの入力インピーダンス Z_{in} は、次式で表されるものとする。

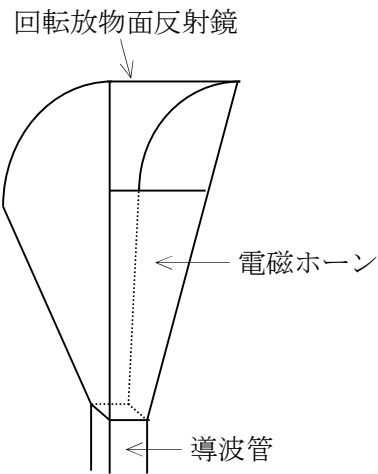
$$Z_{in} = R + j43 - j300\pi\delta \text{ [}\Omega\text{]}$$

- 1 8.2 [%] 2 6.9 [%] 3 5.8 [%] 4 4.6 [%] 5 3.3 [%]

A-9 次の記述は、図に示すホーン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。

- (1) 電磁ホーンの □ A □ と回転放物面反射鏡の焦点が一致するように構成されたオフセットアンテナの一種である。
(2) 開口面から放射される電波は、ほぼ □ B □ である。
(3) 直線偏波と円偏波の共用 □ C □ 。

	A	B	C
1	頂点(励振点)	球面波	はできない
2	頂点(励振点)	平面波	ができる
3	焦点	平面波	ができる
4	焦点	球面波	はできない
5	焦点	球面波	ができる



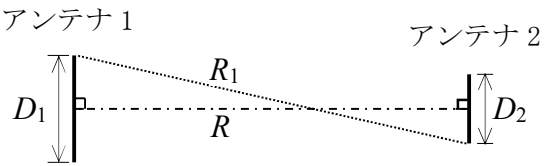
A-10 次の記述は、垂直偏波で用いるコーリニアアレーアンテナについて述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 一般に、放射素子として □ A □ アンテナを垂直方向の一直線上に等間隔に多段接続した構造のアンテナである。
(2) 隣り合う各放射素子を互いに同振幅、□ B □ の電流で励振する。
(3) 垂直面内では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	1/4 波長垂直接地	逆位相	8 字形特性
2	1/4 波長垂直接地	同位相	8 字形特性
3	1/4 波長垂直接地	同位相	全方向性
4	垂直半波長ダイポール	逆位相	8 字形特性
5	垂直半波長ダイポール	同位相	全方向性

A-11 図は、使用する電波の波長 λ [m] に比べて大きなアンテナ直径 D_1 [m]、 D_2 [m] を持つ2つの開口面アンテナの利得や指向性を測定する場合の最小測定距離 R [m] を求めるための幾何学的な関係を示したものである。 $D_1 = 0.7$ [m]、 $D_2 = 0.3$ [m] 及び測定周波数が 30 [GHz] のときの R の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 R_1 は両アンテナ間の最大通路長、通路差 ΔR は、 $\Delta R = R_1 - R \approx (D_1 + D_2)^2 / (8R)$ [m] とし、 ΔR が $\lambda/16$ [m] 以下のとき適切な測定ができるものとする。

- 1 135 [m]
- 2 200 [m]
- 3 270 [m]
- 4 400 [m]
- 5 540 [m]



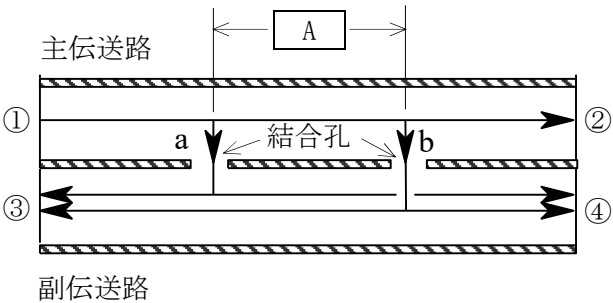
A-12 終端が短絡されている無損失の平行二線式給電線上で、定在波電圧の最小点のうち、終端に最も近い点から終端までの距離が 0.75 [m] であった。このとき使用している周波数の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、平行二線式給電線の線路波長は自由空間波長と同じであるものとする。

- 1 200 [MHz]
- 2 250 [MHz]
- 3 300 [MHz]
- 4 350 [MHz]
- 5 400 [MHz]

A-13 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の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、導波管の管内波長を λ_g [m] 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) 2本の導波管を平行にして密着させ、その密着面に □ A □ の間隔で2つの結合孔 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、もう一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、副伝送路の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器で終端されている場合、端子①から入力された電磁波は、その一部が結合孔 a 及び b を通って、それぞれ端子③及び④へ等分される。①から④へ向かう電磁波は、a を通るときの伝送距離と b を通るときの伝送距離が等しいので、同位相で加わり合う。一方、①から③へ向かう電磁波は、a を通るときの伝送距離と b を通るときの伝送距離との経路差により □ B □ [rad] の位相差を持つため、互いに □ C □ 。

- | A | B | C |
|-----------------|---------|--------|
| 1 $\lambda_g/4$ | $\pi/2$ | 打ち消し合う |
| 2 $\lambda_g/4$ | $\pi/2$ | 加わり合う |
| 3 $\lambda_g/4$ | π | 打ち消し合う |
| 4 $\lambda_g/8$ | π | 打ち消し合う |
| 5 $\lambda_g/8$ | $\pi/2$ | 加わり合う |



A-14 次の記述は、超短波 (VHF) 帯の見通し距離外の伝搬の一般的な特徴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 スポラジック E 層 (Es) が発生すると電波が反射され、見通し距離外まで伝搬することがある。
- 2 大気中に温度などの逆転層によって形成されるフレネルゾーンにより、電波が見通し距離外まで伝搬することがある。
- 3 大気屈折率の不規則性により電波が散乱され、見通し距離外まで伝搬することがある。
- 4 球面大地上の電波の回折や山岳回折などにより、見通し距離外まで伝搬することがある。
- 5 流星が大気圏に突入したときに電離層 (E 層) の下部に生じる電離域により電波が反射され、見通し距離外まで伝搬することがある。

A-15 次の記述は、 k 形フェージングの一般的な特徴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 干渉 k 形フェージングの周期は、回折 k 形フェージングの周期に比べて長い。
- 2 等価地球半径係数 k が時間的に変化するために生じる。
- 3 干渉 k 形フェージングは、直接波と大地反射波の干渉が k の変化により変動するために生じる。
- 4 干渉 k 形フェージングの影響を避けるために、電波の反射点が凹凸の大きい地形となるように、あるい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。
- 5 回折 k 形フェージングは、電波通路と大地との間隔 (クリアランス) が不十分で、かつ、 k が小さくなったとき、大地の回折損を受けて生じる。

A-16 次の記述は、電離層伝搬におけるMUF、FOT及びLUF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、ある回線で利用できる最高の周波数をいい、運用上最適といわれる周波数は、一般にMUFの □ A □ [%] に相当する周波数で、FOTと呼ばれている。
- (2) LUFは、ある回線で利用できる最低の周波数をいい、電離層における減衰が □ B □ すると高くなり、送信電力 □ C □ 。

	A	B	C
1	75	減少	には関係しない
2	75	増加	には関係しない
3	85	減少	を大きくすると低くなる
4	85	増加	には関係しない
5	85	増加	を大きくすると低くなる

A-17 次の記述は、航空機の計器着陸装置(ILS)用の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) ILS は、航空機を電波で滑走路へ誘導し、安全に着陸させる装置であり、グライドパス、ローカライザ及びマーカビーコンから構成されている。
- (2) グライドパス用アンテナは、コーナレフレクタアンテナを垂直方向に2段又は3段に配置したものであり、アンテナから放射される電波と □ A □ 反射波の干渉によって作られる放射パターンのヌル(零)点方向を正しい進入角として与える。
- (3) ローカライザ用アンテナは、複素子(通常11素子)のコーナレフレクタアンテナ又は対数周期ダイポールアレーアンテナを滑走路に直角に配置したものであり、滑走路を中心にした左右二つの □ B □ 放射パターンの中心線を正しい進入方向として与える。
- (4) マーカビーコン用アンテナは、通常二つの水平ダイポールアンテナを垂直に設置したものであり、滑走路への進入方向の延長線上で進入端から決められた距離に、インナマーカ、ミドルマーカ及びアウトマーカを設置する。このアンテナからの電波の放射方向は、 □ C □ 方向である。

	A	B	C
1	電離層	異なる	水平
2	電離層	等しい	水平
3	大地	異なる	水平
4	大地	異なる	垂直
5	大地	等しい	垂直

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 λ [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。

$$P_r = G_1 G_2 P_t \times \square A \square$$

- (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。

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

- (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。

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

	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	$\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$	$\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2$	$\sqrt{\frac{P_r}{P_t}}$
4	$\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$	$\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$	$\sqrt{\frac{P_t}{P_r}}$
5	$\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$	$\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2$	$\sqrt{\frac{P_t}{P_r}}$

A-19 次の記述は、基本的な八木・宇田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) 放射器として半波長ダイポールアンテナ又は折返し半波長ダイポールアンテナが用いられ、反射器は1本、導波器は利得を上げるために複数本用いられることが多い。
- (2) アンテナ素子の長さは、導波器、放射器及び反射器の順に □ A □ なり、放射される電波が水平偏波のとき、水平面内の指向性は単一指向性になる。
- (3) 放射器と反射器の間隔を d [m]、波長を λ [m] とすれば、放射器から放射された電波は、□ B □ [rad] 遅れた位相で反射器に到達する。
- (4) 素子の太さを太くすると、帯域幅がやや □ C □ なる。

	A	B	C
1	長く	$\frac{2\pi\lambda}{d}$	狭く
2	長く	$\frac{2\pi\lambda}{d}$	広く
3	長く	$\frac{2\pi d}{\lambda}$	広く
4	短く	$\frac{2\pi d}{\lambda}$	広く
5	短く	$\frac{2\pi d}{\lambda}$	狭く

A-20 次の記述は、送受信点間に伝搬通路を横切る山岳があるとき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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 超短波(VHF)帯以上の周波数の伝搬で、伝搬通路を横切る山岳があり、送受信点を互いに直接見通すことができないとき、山岳の反対側へ回り込む □ A □ があるため、この電波を用いた通信が可能である。
- (2) 平面大地の場合、送受信点間が自由空間のときの受信点における電界強度を E_0 [V/m]、山岳があるときの □ A □ の電界強度を E_r [V/m] とすれば、これらの比 E_r/E_0 を回折係数といい、山岳の高さが □ B □ ほど、また、周波数が □ C □ ほど大きくなる。

	A	B	C
1	地表波	低い	低い
2	地表波	高い	高い
3	山岳回折波	低い	低い
4	山岳回折波	高い	低い
5	山岳回折波	高い	高い

B-1 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 [Ω] とし、アンテナの損失はないものとする。

- (1) 受信アンテナに入射する電波の電力束密度を p [W/m²]、受信有能電力を 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。
 $A_e =$ □ ア □ [m²] ①
- (2) 電波の電界強度を E [V/m] とすれば、 p は、次式で表される。
 $p =$ □ イ □ [W/m²] ②
- (3) アンテナに誘起する電圧 V は、次式で与えられる。
 $V =$ □ ウ □ [V] ③
- (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。
 $P_r =$ □ エ □ [W] ④
- (5) 式②～④を式①へ代入すると、次式となる。
 $A_e =$ □ オ □ [m²]

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

B-2 次の記述は、各種の給電線の一般的な特徴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 平行二線式給電線は、太さの等しい導線を一定間隔で平行に配置した平衡形の給電線であり、同軸ケーブルに比べて雨風や近接物体などの外部からの影響を受けやすい。
- イ 平行二線式給電線の特徴インピーダンスの大きさは、導線の直径が小さいほど、また、導線間の間隔が狭いほど大きくなる。
- ウ 同軸ケーブルの特徴インピーダンスは、一般に平行二線式給電線の特徴インピーダンスより小さい。
- エ 同軸ケーブルによって伝送される電磁波は、一般に TE 波と TM 波である。
- オ 導波管は、その管軸に直角な断面が長方形や円形などの導体の管であり、電磁波は、導波管の内部に閉じ込められて伝送され、導波管とその外部との間の電磁的結合はほとんどない。

B-3 次の記述は、各種アンテナの一般的な特徴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 ホーンアンテナは、開口面の大きさを一定にしたまま、ホーンの長さを短くすると利得は大きくなる。
- ウ カセグレンアンテナの副反射鏡は、回転双曲面である。
- エ 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。
- オ スリーブアンテナの利得は、半波長ダイポールアンテナとほぼ同じである。

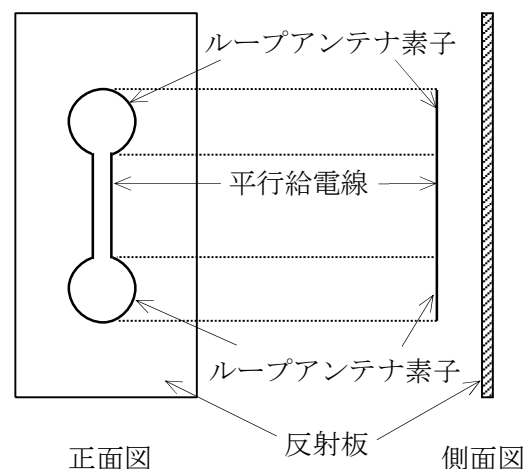
B-4 次の記述は、アンテナの放射電力と放射抵抗について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、アンテナに損失はないものとする。

- (1) アンテナから放射された電波が、アンテナを中心にして、波長及びアンテナの寸法に比べて十分大きい半径の球面を通過するときの電力の流れは、球面に □ ア □ で外に向かっており、その電力束密度 p [W/m²] は、電界強度を E [V/m] 及び自由空間の固有インピーダンスを Z_0 [Ω] とすれば、□ イ □ [W/m²] であり、アンテナから放射される全電力 P [W] は、 p を球面全体について □ ウ □ して得られる。
- (2) アンテナから電波が放射される現象は、給電点に電流 I [A] が流れて全電力 P [W] が □ エ □ によって消費されるから、アンテナの代わりに負荷抵抗 R [Ω] に電流 I [A] が流れて全電力 P [W] が消費されたことと等価である。この抵抗を放射抵抗といい、通常は直接の測定が □ オ □ である。

- | | | | | |
|------|-------------|------|------|-------|
| 1 垂直 | 2 E^2/Z_0 | 3 積分 | 4 発熱 | 5 困難 |
| 6 平行 | 7 E/Z_0 | 8 微分 | 9 放射 | 10 容易 |

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