

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

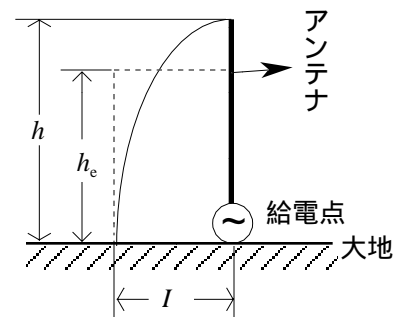
A - 1自由空間において、微小電気ダイポールアンテナの長さを l [m]、給電点の電流の実効値を I [A]、波長を λ [m] とするとき、最大放射方向における距離 d の点の電界強度 E [V/m] を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $E = \frac{30\pi I l}{\lambda d}$ [V/m]
- 2 $E = \frac{45\pi I l}{\lambda d}$ [V/m]
- 3 $E = \frac{60\pi I l}{\lambda d}$ [V/m]
- 4 $E = \frac{80\pi I l}{\lambda d}$ [V/m]
- 5 $E = \frac{120\pi I l}{\lambda d}$ [V/m]

A - 2次の記述は、図に示す一端が接地された $1/4$ 波長垂直接地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) 大地を完全導体の平面とみなすと、アンテナから水平方向に放射された電波の電界強度は、実効高を h_e [m]、波長を λ [m]、距離を d [m] 及び給電電流を I [A] とすれば、□ A □ [V/m] となる。 h_e と I の積 $h_e I$ はメータアンペアといい、 $1/4$ 波長以下の送信用接地アンテナなどの□ B □ 定数に用いられている。
- (2) 放射電界強度を増すには、送信用接地アンテナの高さ h_e を高くし、かつ、 I を □ C □ する。
- (3) このアンテナは中波 (MF) 帯などで多く用いられているが、建設費の節約や設置場所の制限などから、放射効率を落としてアンテナの高さを低くおさえた逆L形アンテナや □ D □ などがある。

	A	B	C	D
1	$\frac{120\pi h_e I}{\lambda d}$	アンテナ	増加	八木アンテナ
2	$\frac{120\pi h_e I}{\lambda d}$	能力を表す	増加	T形アンテナ
3	$\frac{120\pi h_e I}{\lambda d}$	能力を表す	減少	T形アンテナ
4	$\frac{60\pi h_e I}{\lambda d}$	能力を表す	減少	八木アンテナ
5	$\frac{60\pi h_e I}{\lambda d}$	アンテナ	増加	八木アンテナ



h : アンテナの実際の高さ

A - 3円形パラボラアンテナの絶対利得を 40 [dB] にするための開口面の直径の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、使用周波数は 6 [GHz]、開口効率を 50 [%] とし、 $\sqrt{2}$ 、1.41 とする。

- 1 2.2 [m]
- 2 3.5 [m]
- 3 4.5 [m]
- 4 5.5 [m]
- 5 6.0 [m]

A - 4絶対利得が 2(真数) の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。ただし、使用周波数は 200 [MHz] とする。

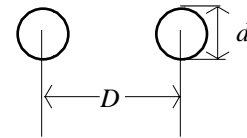
- 1 0.15 [m²]
- 2 0.23 [m²]
- 3 0.36 [m²]
- 4 1.22 [m²]
- 5 1.45 [m²]

A - 5次の記述は、方形導波管の伝送モードと遮断波長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 基本モードは、TE₁₁モードである。
基本モードは2各モードの中で最も高い周波数の電磁波を伝送できる。
基本モードの遮断波長は、導波管の管軸に直角な断面の内壁の長辺の長さによって決まる。
- 4 高次モードの遮断波長は、伝送する電磁波の電力の大きさによって変る。
- 5 高次モードの遮断波長は、基本モードの遮断波長より長い。

A - 図に示す導線の直径 d が 3 mm の平行 2 線式給電線が特性インピーダンスが $4\text{ }[\quad]$ であるとき、この給電線の間隔 D の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $D > d$ とする。

- 1 3 [cm]
- 2 5 [cm]
- 3 10 [cm]
- 4 15 [cm]
- 5 30 [cm]



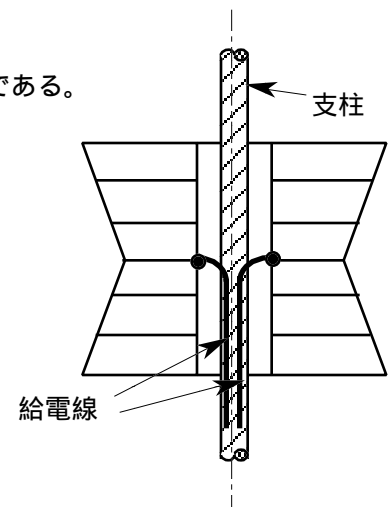
A - 7 特性インピーダンスが $50\text{ }[\quad]$ の無損失の給電線にインピーダンスが $30 + j40\text{ }[\quad]$ のアンテナを負荷として接続したとき、給電線の負荷の端子における電圧反射係数の大きさの値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 0.50
- 0.25
- 0.75
- 1.50
- 2.00

A - 8次の記述は、スーパーturnstile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。

-) 図に示すようなパットウイングアンテナを 2 つ直交させて□にしたアンテナである。
(2)つのパットウイングアンテナには、□B度の位相差のある電流を給電する。
-) 水平偏波のアンテナで、水平面内の指向性は □Cである。

- | | A | B | C |
|---|-----|-----|--------|
| 1 | 広帯域 | 90 | ほぼ一様 |
| 2 | 広帯域 | 180 | ほぼ一様 |
| 3 | 広帯域 | 90 | 8 の字特性 |
| 4 | 狭帯域 | 180 | 8 の字特性 |
| 5 | 狭帯域 | 90 | ほぼ一様 |

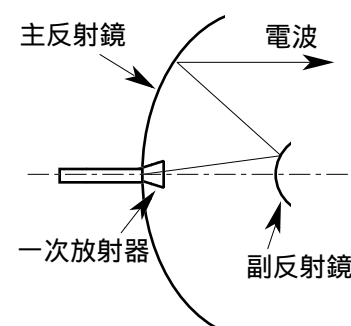


A - 9次の記述は、図に示すカセグレンアンテナについて述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

カセグレンアンテナは、回転放物面で作られた主反射鏡、回転双曲面で作られた副反射鏡及びホーンアンテナの一次放射器とによって構成されており、副反射鏡の二つの焦点の一方と主反射鏡の □Aを一致させ、他方の焦点と一次放射器の励振点を一致させてある。

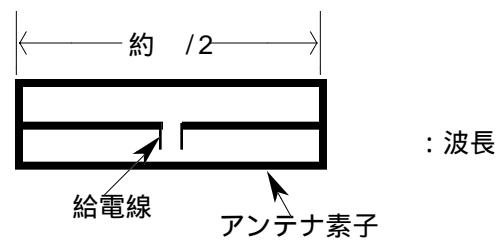
-) 一次放射器と送信機又は受信機との間の給電用導波管が □B、電力損失が少ない。
-) 宇宙通信に用いる場合、一次放射器は宇宙空間を向くことになるので、雑音温度が □Cなる。

- | | A | B | C |
|---|-----|----|----|
| 1 | 焦点 | 長く | 低く |
| 2 | 焦点 | 短く | 低く |
| 3 | 中心点 | 短く | 高く |
| 4 | 中心点 | 長く | 高く |
| 5 | 中心点 | 短く | 低く |



A - 10 図に示す素子の太さが等しい 3 線式折返し半波長ダイポールアンテナに電流 1.2 [A] を給電したとき、放射される電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナにおける損失は無く、短縮率は無視できるものとする。

- 1117 [W]
- 3215 [W]
- 4320 [W]
- 6480 [W]
- 9546 [W]



A - 11 次の記述は、ルクセンブルグ効果 (現象)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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

ルクセンブルグ効果は、電離層を □ A 変調された二つの異なる電波が通過するとき、一方の電波が比較的強力であるとその電波の □ A 変化に応じて電離層の状態に変化が生じ (電界又は磁界の強さによって、電離層を通過する電波の減衰の程度が変わる。) 、他方の弱い方の電波が □ B を受ける現象をいう。

この現象は、混信を与える無線局及び混信を受ける無線局がともに □ C 帯の場合に最も生じやすい。

A	B	C
1 周波数	ハーモニックポイントレスポンス	超短波 (VHF) ~ マイクロ波
2 周波数	混変調	長波 (LF) ~ 中波 (MF)
3 振幅	混変調	超短波 (VHF) ~ マイクロ波
4 振幅	ハーモニックポイントレスポンス	長波 (LF) ~ 中波 (MF)
5 振幅	混変調	長波 (LF) ~ 中波 (MF)

A - 12 短波 (HF) 帯の F 層 2 回反射伝搬において、D、E 層などを 1 回突き抜けるときの第 1 種減衰量及び F 層の第 1 回種減衰量がそれぞれ 8 [dB] 及び 3 [dB] で、伝搬通路全体の減衰量が 45 [dB] であった。このときの大地反射で受けた減衰量の値として、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 4 [dB]
- 2 7 [dB]
- 3 14 [dB]
- 4 20 [dB]
- 5 33 [dB]

A - 13 次の記述は、電離層の構造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 地上から 80 [km] 付近にある D 層は、夜間には消滅する。
- 2 地上から 10 [km] 付近にある比較的層の厚さが薄い E 層は、夜間にも消滅しない。
- 3 最も層が厚い F 層は、地上から 200 [km] から 400 [km] 付近にあり、昼間は冬季を除き F₁ 層と F₂ 層に分れるが、夜間は 1 つにまとまる。
- 4 F 層の最大電子密度は、赤道付近の上空が最も小さく、極地方の上空に近づくほど大きくなる。
- 5 各層の高さは、昼夜及び季節により変化するが、この中でも F₂ 層の変化が最も大きい。

A - 14 次の記述は、接地アンテナの実効インダクタンス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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

(1) 図1に示す構成において、標準可変インダクタンスの値 L_s [H] を適当に選び、高周波発振器の周波数を変えて高周波電流計の指示値を □A□ にして回路を共振させる。共振時における周波数 f [Hz] は、アンテナの実効インダクタンスを L_e [H]、実効静電容量を C_e [F] とすれば、次式で表される。

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_s + L_e)C_e}} \quad [\text{Hz}]$$

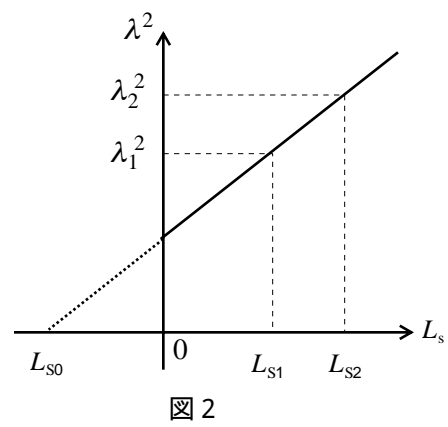
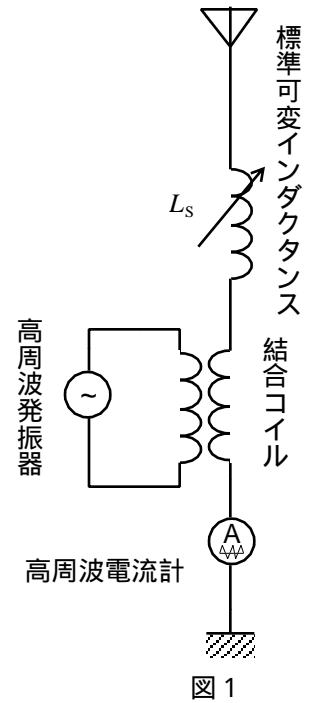
上式から、波長 λ [m] は、電波の速度を v [m/s] とすれば、次式で表される。

$$\lambda = 2\pi v \sqrt{(L_s + L_e)C_e} \quad [\text{m}]$$

すなわち、 v 及び C_e を一定とみなせば、次式の関係が成り立つ。

$$\lambda^2 \quad \square B \square$$

(2) L_s を変化させたときの値を L_{s1} 、 L_{s2} とすると、それぞれの値のときに高周波電流計の指示値が □A□ になる波長の値 λ_1 、 λ_2 を測定すれば、 L_e と C_e が周波数によって変わらない限り、 L_s と λ^2 との関係は、図2のグラフに示すような直線（実線部分）となる。この直線を延長（点線部分）して横軸と交わる点の値を L_{s0} とすれば、 $L_e = \square C \square$ [H] になる。



	A	B	C
1	最小	$L_s + L_e$	$ L_{s0} $
2	最小	$\sqrt{(L_s + L_e)C_e}$	$2 L_{s0} $
3	最小	$L_s + L_e$	$2 L_{s0} $
4	最大	$\sqrt{(L_s + L_e)C_e}$	$2 L_{s0} $
5	最大	$L_s + L_e$	$ L_{s0} $

A - 15 次の記述は、給電線の特性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の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、給電線は波長に比べて非常に長く、かつ、損失はないものとする。

(1) 図に示すように、給電線の終端に既知抵抗 R [] を接続し、給電線上の電圧分布を測定してその最大値を V_{max} [V]、最小値 V_{min} [V] とすれば、電圧定在波比 S は次式で表される。

$$S = \square A \square \dots \dots \dots$$

S を電圧反射係数 Γ で表せば、次式となる。

$$S = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \dots \dots \dots$$

給電線の特性インピーダンスを Z_0 [] とすれば、 $|\Gamma| = \frac{|R - Z_0|}{|R + Z_0|}$ であるから、式 及び より次式となる。

$$S = \frac{|R + Z_0| + |R - Z_0|}{|R + Z_0| - |R - Z_0|} \dots$$

(2) 式 より、求める Z_0 は、 $R > Z_0$ のとき、次の値となる。

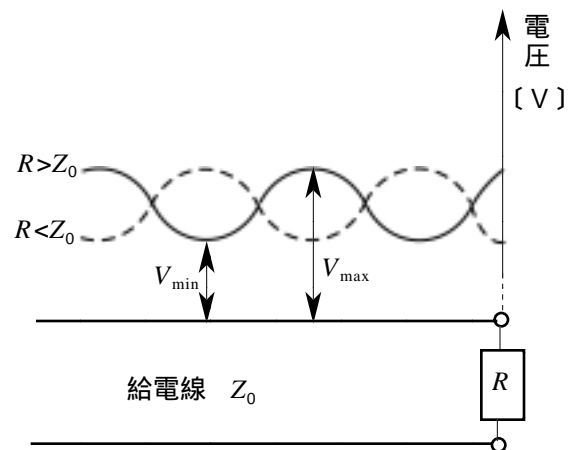
$$Z_0 = R/S = \square B \square$$

$R < Z_0$ のとき、次の値となる。

$$Z_0 = SR = \square C \square$$

また、電圧定在波が現われないときには $Z_0 = \square D \square$ となる。

	A	B	C	D
1	$\frac{V_{max}}{V_{min}}$	$\frac{RV_{max}}{V_{min}}$	$\frac{RV_{min}}{V_{max}}$	R
2	$\frac{V_{max}}{V_{min}}$	$\frac{RV_{min}}{V_{max}}$	$\frac{RV_{max}}{V_{min}}$	R
3	$\frac{V_{max}}{V_{min}}$	$\frac{RV_{min}}{V_{max}}$	$\frac{RV_{max}}{V_{min}}$	$\frac{R}{2}$
4	$\frac{V_{min}}{V_{max}}$	$\frac{RV_{min}}{V_{max}}$	$\frac{RV_{max}}{V_{min}}$	$\frac{R}{2}$
5	$\frac{V_{min}}{V_{max}}$	$\frac{RV_{max}}{V_{min}}$	$\frac{RV_{min}}{V_{max}}$	R



A - 16 次の記述は、超短波（VHF）及び極超短波（UHF）帯の電波の電界強度の測定における注意事項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) 送信アンテナと受信アンテナ間の距離は、 A の影響を受けない距離とする。
 (測定場所の近くに高い建物や塔などの電波を反射する物体のない場所を選ぶ。また、近くに送電線があると B 放電などによる雑音の影響を受けるので、送電線がない場所を選ぶ。
 (電界強度測定器の較正に必要な受信点における電界強度を得るためには、大地反射係数、送信アンテナと受信アンテナ間の直接波及び大地反射波の通路の距離、大地の入射角、反射面 及び誘電率などをあらかじめ測定しておく必要がある。

	A	B	C
1	誘導電磁界	コロナ	導電率
2	誘導電磁界	グロー	透磁率
3	放射電磁界	コロナ	透磁率
4	放射電磁界	グロー	導電率
5	放射電磁界	コロナ	導電率

A - 17 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の正しい組合せを下の番号から選べ。

- 同じアンテナの相対利得と絶対利得の値を比べると、相対利得の方が A 。
 アンテナに損失があるとき、同じアンテナの絶対利得の値と指向性利得の値を比べると、絶対利得の方が B 。
 (3) 有能利得を G_0 [dB]、整合損失を L [dB] とすると、アンテナの動作利得 G [dB] は、 C [dB] である。

	A	B	C
1	大きい	小さい	$G_0 - L$
2	大きい	大きい	$G_0 + L$
3	大きい	大きい	$G_0 - L$
4	小さい	小さい	$G_0 - L$
5	小さい	大きい	$G_0 + L$

A - 18 次の記述は、給電回路の整合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。

- インピーダンスが異なる二つの給電回路など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整合回路が用いられる。
 2 平衡回路と不平衡回路を接続するとき、一般にバランが用いられる。
 3 集中定数回路は、主に長波（LF）帯から短波（HF）帯の平衡給電線の整合に用いられるが、不平衡給電線の整合には用いられない。
 4 分布定数回路は、主に超短波（VHF）帯以上の周波数帯で用いられ、1/4 波長変成器やスタブ回路などがある。
 5 導波管のインピーダンス整合には、導波管窓やテーパなどが用いられている。

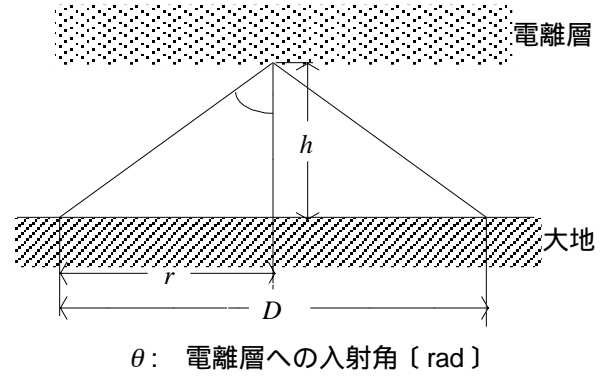
A - 19 次の記述は、航空機の援助施設の一つである距離測定装置（DME）用のアンテナについて述べたものである。 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- DME は、航空機が地上 DME 施設の基準点までの斜距離を測定するための二次レーダー装置であり、航空機に搭載されたインタロゲータ（質問器）と地上に設置されたトランスポンダ（応答器）で構成されている。
 (1) 航行中の航空機に搭載されたインタロゲータから地上に設置されたトランスポンダへ質問信号を送り、その応答信号を受信して斜距離を求める。このため、航空機に搭載されたインタロゲータ用のアンテナには、水平面内指向性が A ブレードアンテナなどが用いられている。
 (2) 地上に設置されたトランスポンダ用のアンテナは、半波長ダイポールアンテナを大地に対して垂直に 10 段程度配置し、 B 偏波の電波を放射する。このアンテナは、 C を抑えるために水平面から下方への放射がほとんど無いように工夫されている。

	A	B	C
1	ほぼ一様な	垂直	回折波
2	ほぼ一様な	水平	大地反射波
3	ほぼ一様な	垂直	大地反射波
4	単向性の	水平	大地反射波
5	単向性の	垂直	回折波

A - 20 臨界周波数が 8 [MHz] の電離層の下で、全方向性アンテナから 周波数 24 [MHz] の電波を放射したとき、図中の跳躍距離 D が 200 [km] であった。このときの図の見掛けの高さ h の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、大地及び電離層は共に水平であるものとする。また、距離 r を $D/2$ [km] とし、 $\sqrt{2} = 1.41$ とする。

- 106 [km]
- 212 [km]
- 238 [km]
- 340 [km]
- 346 [km]



B - 次の記述は、受信アンテナの実効面積を求める導出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。

(1) 電界強度が均一な E [V/m] の中に実効長が h_e [m] の受信アンテナが設置されているとき、このアンテナに誘起する電圧 V は、次式で表される。

$$V = \text{ア} \cdot E \cdot h_e \quad \dots \dots \dots$$

(2) アンテナから取り出し得る電力 P [W] は、アンテナの放射抵抗を R_r [Ω] とすれば、次式で表される。

$$P = \frac{V^2}{4R_r} \quad \text{イ} \quad \text{[W]} \quad \dots \dots \dots$$

(3) ポインティング電力 W [W/m²] は、自由空間の固有インピーダンスを 120π [Ω] とすれば、次式で表される。

$$W = \text{ウ} \cdot E^2 \quad \text{[W/m}^2\text{]} \quad \dots \dots \dots$$

(4) 求める実効面積 A_e [m²] は、次式で表される。

$$A_e = \text{エ} \cdot P \quad \text{[m}^2\text{]} \quad \dots \dots \dots$$

式に式 ~ を代入すれば、 A_e は $\text{オ} \times \frac{\pi h_e^2}{R_r}$ [m²] となる。

- | | | | | | | | | | |
|---|----------------|---|-----------------|---|----------------------|---|--------|----|----|
| 1 | $120\pi E^2$ | 2 | $\frac{P}{W}$ | 3 | $E h_e$ | 4 | 最大皮相出力 | 5 | 30 |
| 6 | $\frac{2P}{W}$ | 7 | $\frac{E}{h_e}$ | 8 | $\frac{E^2}{120\pi}$ | 9 | 最大有能電力 | 10 | 60 |

B - 2 次の記述は、中空の導波管がマイクロ波電力の伝送に用られる理由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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。また、使用するモードは基本モードとする。

(1) 原理的には □ア 損はないが、雨水などが内部に入ると □ア 損が生ずる。
 (2) 実用の周波数帯では遮断周波数付近より減衰量が □イ である。
 一部の電磁波エネルギーは導体内に進入して □ウ 損を生ずるが、導体の内壁は銅材のままではなく □エ メッキをして □ウ 損による減衰が少なくなるようにしている。
 大電力伝送に用いた場合、一般に同軸給電線で生ずることのある □オ は生じにくい。

- | | | | | | | | | | |
|---|-----|---|------|---|-----|---|-------|----|--------|
| 1 | 小さい | 2 | オーム | 3 | 錫 | 4 | ピンチ効果 | 5 | 誘電体 |
| 6 | 反射 | 7 | 絶縁破壊 | 8 | 大きい | 9 | 金又は銀 | 10 | ヒステリシス |

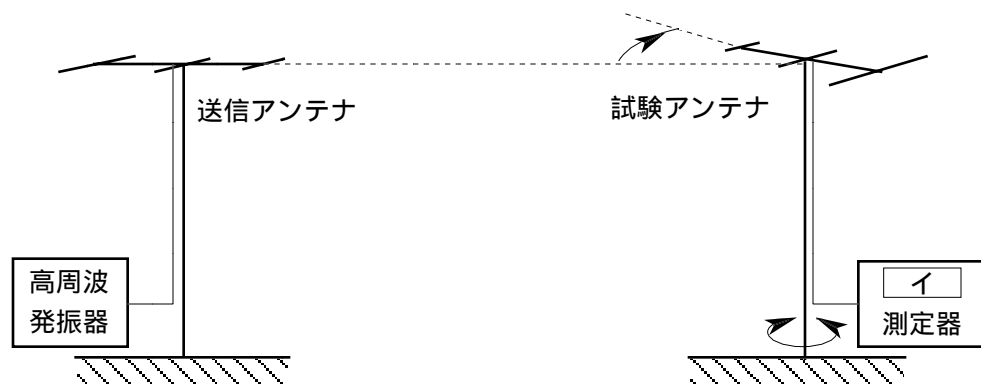
B - 3 次の記述は、衛星通信の電波伝搬について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 地上の無線回線でフェージングを生ずる □ア のような大気屈折率の変化は、一般に地表面に平行に生ずるので、この変化が衛星回線へ及ぼす影響は、□イ 地域などで低仰角伝搬路となる場合を除いてほとんど無視できる。伝搬特性が安定であり、また、□ウ フェージングが生じないので、広帯域伝送が可能である。
- (3) 電離層の影響はほとんど無視できるが、□エ [GHz] 付近までの周波数の領域では偏波面の回転が生ずる。このため、□オのアンテナを用いてその影響を取り除くようにしていることが多い。

- 1 10 2 電波ダクト 3 赤道 4 円偏波 5 エコー
6 極 7 散乱 8 2 9 選択性 10 垂直偏波

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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。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、最大指向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 □オ を測定する。
- (4) 試験アンテナの □イ の関係を極図表（ポーラグラフ）にしたものを □カ いう。



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

B -5 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。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、ら線 1 巻の長さは約 1 波長とする。

- ア ら線軸に直角な方向に電波が放射される。
 イ ら線軸方向に位相が合うようなピッチにすると、ら線上に進行波電流が流れ、ら線軸方向に電波が放射される。
 ウ 周波数特性は狭帯域であり、超短波（VHF）帯で多く用いられている。
 エ 指向性は単向性である。
 オ 複数のら線をアレー状にして用いると、利得はさらに大きくなる。

