

第一級アマチュア無線技士「無線工学」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。

30問 2時間30分

A - 1 次の記述は、電界の強さが E [V/m] の均一な電界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) 点電荷 Q [C] を電界中に置いたとき、 Q に働く力の大きさは、□ A □ [N] である。
 (2) 電界中で、電界の方向に r [m] 離れた 2 点間の電位差は、□ B □ [V] である。

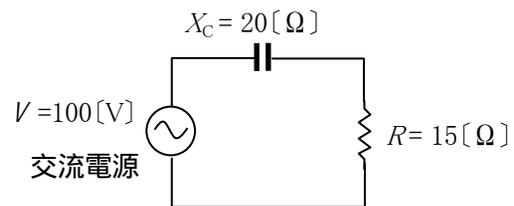
	A	B
1	QE	E/r
2	QE	Er
3	E/Q	Er
4	E/Q	E/r

A - 2 次の記述は、導線の電気抵抗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 断面積に反比例する。
- 2 長さに比例する。
- 3 導電率に比例する。
- 4 一般に温度によって変化する。
- 5 一般に導体の抵抗率は半導体の抵抗率よりも小さい。

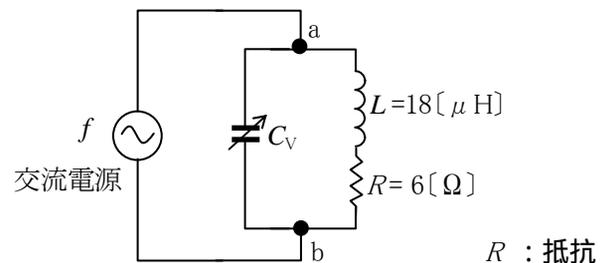
A - 3 図に示す回路において、抵抗 R の値が 15 [Ω]、コンデンサのリアクタンス X_C が 20 [Ω] のとき、抵抗 R で消費される電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 110 [W]
- 2 160 [W]
- 3 240 [W]
- 4 320 [W]
- 5 500 [W]



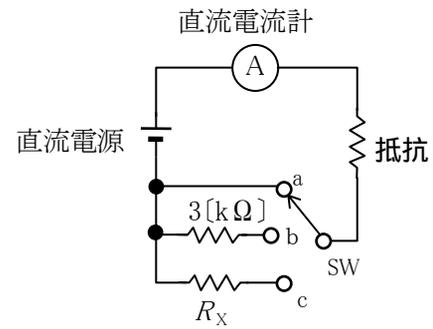
A - 4 図に示す回路が電源周波数 f に共振しているとき、ab 間のインピーダンスが 10 [k Ω] であった。このときの可変コンデンサ C_V の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 100 [pF]
- 2 200 [pF]
- 3 300 [pF]
- 4 400 [pF]



A - 5 図に示す回路において、スイッチ SW を a、b、c の順に切り替えたところ、直流電流計は、それぞれ 4 [mA]、2 [mA] 及び 1[mA]を指示した。このときの抵抗 R_x の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、直流電流計の内部抵抗は無視するものとする。

- 1 12 [kΩ]
- 2 9 [kΩ]
- 3 4 [kΩ]
- 4 2 [kΩ]
- 5 1 [kΩ]



A - 6 次の記述は、可変容量ダイオード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) PN 接合ダイオードに加える □ A □ 電圧を増加させるほど空乏層の幅は広がるので、静電容量は □ B □ なる。したがって、このダイオードに加える電圧によって静電容量を変化させることができる。
- (2) この素子は、□ C □ と呼ばれている。

	A	B	C
1	順方向	大きく	バラクタダイオード
2	順方向	小さく	バリスタ
3	逆方向	大きく	バラクタダイオード
4	逆方向	小さく	バラクタダイオード
5	逆方向	大きく	バリスタ

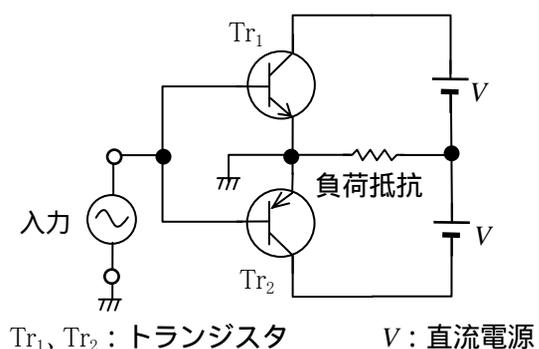
A - 7 次の記述は、トランジスタの電気的特性について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 直流電流増幅率 h_{FE} は、エミッタ接地回路の直流のコレクタ電流 I_C とベース電流 I_B の比 (I_C / I_B) である。
- 2 コレクタ遮断電流 I_{CBO} は、エミッタを開放にして、コレクタ - ベース間に逆方向電圧 (一般的には最大定格電圧 V_{CBO}) を加えたときのコレクタに流れる電流である。
- 3 ベース接地回路の高周波特性を示す 遮断周波数 f_a は、コレクタ電流 I_C とエミッタ電流 I_E の比 (I_C / I_E) が低周波のときの値より 6[dB] 低下する周波数である。
- 4 エミッタ接地回路の高周波特性を示すトランジション周波数 f_T は、電流増幅率が 1 となる周波数である。
- 5 エミッタ接地回路のトランジション周波数 f_T は、利得帯域幅積ともいわれる。

A - 8 次の記述は、図に示す低周波電力増幅回路の原理図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) この回路のように、出力トランスを使わないですむように工夫されたプッシュプル回路は、OTL プッシュプル回路又は □ A □ 回路と呼ばれる。特に図の回路は、特性のそろった NPN 形と PNP 形のトランジスタが用いられているため、□ B □ 回路とも呼ばれる。
- (2) この回路を B 級で動作させるときは、トランジスタの入力特性の非線形による □ C □ ひずみを除去するために、二つのトランジスタをそれぞれ順方向にバイアスして、無信号状態においてわずかにバイアス電流が流れるようにしている。

	A	B	C
1	SEPP	コンプリメンタリ	クロスオーバー
2	SEPP	ダーリントン	第二高調波
3	SEPP	コンプリメンタリ	第二高調波
4	DEPP	ダーリントン	クロスオーバー
5	DEPP	コンプリメンタリ	第二高調波



A - 9 次の記述は、電圧増幅度が A の演算増幅器(オペアンプ)の基本的な入出力関係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、入力電圧 V_i はオペアンプがひずみ無く増幅する範囲にあるものとする。

- (1) 図1に示すように V_i [V] を「-」端子に加えたとき、出力電圧 V_o は大きさが V_i の A 倍で、位相が V_i と □ A □ となる。
 (2) 図2に示すように V_i [V] を「+」端子と「-」端子に共通に加えたとき、出力電圧 V_o の大きさはほぼ □ B □ である。

	A	B
1	同位相	$V_i A$ [V]
2	同位相	0 [V]
3	逆位相	$V_i A$ [V]
4	逆位相	0 [V]

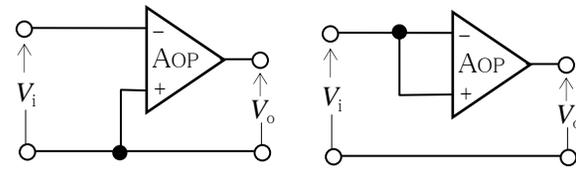


図1 AOP : オペアンプ 図2

A - 10 アナログ信号を標本化周波数 f_s [Hz] で標本化し、 n ビットで量子化したときのビットレート(Bit Rate)を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、ビットレートは、デジタル通信で用いる通信速度であり、1秒間に伝送されるビットの数で表す。

- 1 f_s / n [bps]
- 2 n / f_s [bps]
- 3 $n f_s$ [bps]
- 4 $f_s + n$ [bps]
- 5 $f_s - n$ [bps]

A - 11 AM (A3E) 送信機において、搬送波を単一の正弦波信号で変調したとき、送信機出力の被変調波の平均電力は 118 [W]、変調度は 60 [%] であった。無変調のときの搬送波電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 60 [W]
- 2 71 [W]
- 3 87 [W]
- 4 100 [W]
- 5 118 [W]

A - 12 次の記述は、FM (F3E) 変調方式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。

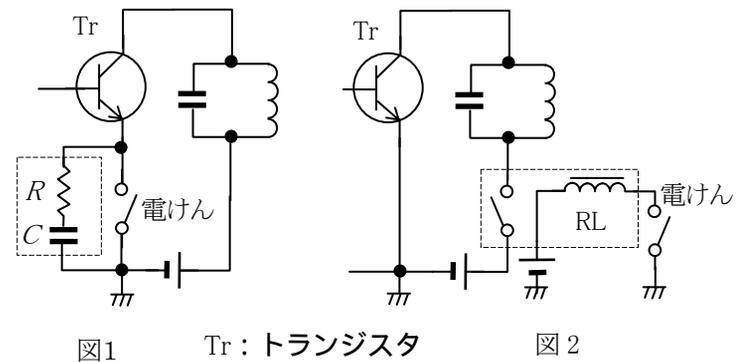
FM 変調方式には、一般に自励発振器の同調回路における □ A □ を変調信号によって変化させるなどの直接 FM 方式と、発振器の後段に □ B □ を設ける間接 FM 方式があり、前者には搬送波の周波数安定度を良くするために □ C □ 回路を用いる。

	A	B	C
1	結合係数	位相変調器	AFC
2	結合係数	平衡変調器	IDC
3	リアクタンス	位相変調器	IDC
4	リアクタンス	平衡変調器	AFC
5	リアクタンス	位相変調器	AFC

A - 13 次の記述は、AM (A1A、A2A) 送信機に用いられる電けん操作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) 図1は、エミッタ回路を断続する場合の回路例を示す。図中の電けんに並列に挿入されているRとCの回路は、
□ A フィルタである。
- (2) 図2は、電圧が高い回路や電流の大きい回路を断続する場合の回路例を示す。断続する回路へ直接電けんを接続せず、
□ B リレー(RL)を用いて間接的に回路の断続を行う。
- (3) 単信方式では一般に、電けん操作による電けん回路の断続に合わせて、アンテナの切り換えや受信機の動作停止等を行う □ C リレーが用いられる。

	A	B	C
1	キークリック	キーイング	ブレークイン
2	キークリック	チャタリング	ブレークイン
3	キークリック	キーイング	プレストーク
4	キーイング	ブレークイン	プレストーク
5	キーイング	チャタリング	ブレークイン



A - 14 次の記述は、短波帯の送信機による FM 放送受信機に対する電波障害を避けるための対策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 送信機各部のシールド及び接地を完全にする。
- 2 終段の同調回路とアンテナ結合回路との間を疎結合にする。
- 3 送信機とアンテナとの間に高調波防止用の低域フィルタ(LPF)を挿入する。
- 4 電信送信機のキークリックや電話送信機の過変調が生じないようにする。
- 5 電源を通して電線に電波が漏れないよう、電源線に高域フィルタ(HPF)を挿入する。

A - 15 次の記述は、受信機に用いられる周波数弁別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。

周波数弁別器は、□ A の変化を □ B の変化に変換して、音声信号波やその他の信号波を検出する回路である。この周波数弁別器は □ C 波の復調に用いられており、代表的なものに □ D 回路がある。

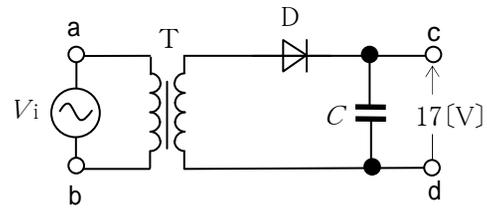
	A	B	C	D
1	振幅	周波数	FM	フォスターシーリー
2	振幅	周波数	SSB	フォスターシーリー
3	振幅	周波数	FM	アームストロング
4	周波数	振幅	SSB	アームストロング
5	周波数	振幅	FM	フォスターシーリー

A - 16 次の記述は、受信機における信号対雑音比 (S/N) の改善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 受信機の通過帯域幅を受信信号電波の占有周波数帯幅と同程度にすると、受信機の通過帯域幅が占有周波数帯幅より広い場合に比べて、受信機出力の信号対雑音比 (S/N) は劣化する。
- 2 受信機の総合利得を大きくしても、それ以上に受信機内部で発生する雑音が大きくなると、受信機出力の信号対雑音比 (S/N) は改善されない。
- 3 受信機の雑音指数が大きいほど、受信機出力における信号対雑音比 (S/N) の劣化の度合いが大きい。
- 4 雑音電波の到来方向と受信信号電波の到来方向とが異なる場合、一般に受信アンテナの指向性を利用して、受信機入力における信号対雑音比 (S/N) を改善することができる。

A - 17 図に示す半波整流回路及びコンデンサ入力形平滑回路において、端子 ab 間に交流電圧 V_i を加えたとき、端子 cd 間に現れる無負荷電圧の値が 17[V]であった。 V_i の実効値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、ダイオード D 及び変成器(変圧器)T は理想的に動作するものとし、T の 1 次側と 2 次側の巻線比は 1:1 とする。また、 $\sqrt{2} \approx 1.4$ とする。

- 1 10 [V]
- 2 12 [V]
- 3 14 [V]
- 4 17 [V]
- 5 24 [V]



D : ダイオード
C : 静電容量 [F]

A - 18 次の記述は、鉛蓄電池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) 充電と放電を繰り返して行うことができる □ A □ であり、規定の状態に充電された鉛蓄電池の一個当たりの公称電圧は、□ B □ である。
- (2) 放電終止電圧が定められており、それ以上放電すると鉛蓄電池が劣化する。この放電終止電圧は、□ C □ 程度である。

	A	B	C
1	一次電池	1.8 [V]	1.2 [V]
2	一次電池	2.0 [V]	1.8 [V]
3	二次電池	1.8 [V]	1.2 [V]
4	二次電池	2.0 [V]	1.2 [V]
5	二次電池	2.0 [V]	1.8 [V]

A - 19 次の記述は、進行波アンテナと定在波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 進行波アンテナの周波数特性は、通常、定在波アンテナより狭帯域である。
- 2 終端がその線路の特性インピーダンスと等しい抵抗に接続されたアンテナ上には進行波のみが流れ、これにより電波を放射するアンテナを進行波アンテナという。
- 3 先端が開放されているアンテナ上には定在波が発生し、これにより電波を放射するアンテナを定在波アンテナという。
- 4 定在波アンテナは、放射素子を共振状態のもとで使用する。

A - 20 次の記述は、同軸形給電線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。

	A	B	C
(1) 同軸形給電線は、□ A □ 形給電線として広く用いられており、外部導体がシールドの役割をするので、放射損失が少なく、また、外部電磁波の影響を受けにくい。	1 平衡	内径	大きく
(2) 特性インピーダンスは、内部導体の外径、外部導体の □ B □ 及び両導体の間に使用している絶縁物の比誘電率で決まり、比誘電率が大きくなるほど特性インピーダンスは □ C □ なる。また、周波数が高くなるほど誘電損が大きくなるため、主に極超短波(UHF) 帯以下の周波数で使用される。	2 平衡	外径	小さく
	3 不平衡	内径	小さく
	4 不平衡	外径	小さく
	5 不平衡	内径	大きく

A - 21 電離層の臨界周波数が 12.0[MHz]であるとき、600[km]離れた地点と交信しようとするときの MUF(最高使用可能周波数)の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電離層及び大地は水平な平面で、電離層での反射は 1 回とする。また、電離層の見掛けの高さを 300[km]、 $\sqrt{2} \approx 1.4$ とする。

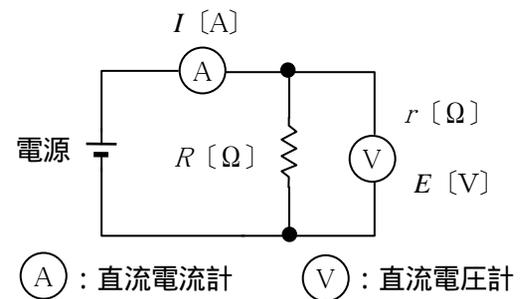
- 1 8 [MHz]
- 2 12 [MHz]
- 3 14 [MHz]
- 4 17 [MHz]
- 5 24 [MHz]

A - 22 次の記述は、電離層の状態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層は地上約100[km]の高さに現れ、F層は地上約200[km]から400[km]の高さに現れる。
- 2 F層の電子密度は、E層の電子密度に比較して大きい。
- 3 電離層の電子密度は、昼間は小さく夜間は大きい。
- 4 F層の高さは、季節及び時刻によって変化する。
- 5 太陽黒点数の多い年は、少ない年よりも電離層の電子密度は大きくなる。

A - 23 図に示す測定回路において、電流計の指示値を I [A]、電圧計の指示値を E [V]及び電圧計の内部抵抗を r [Ω]としたとき、抵抗 R [Ω]の消費電力 P [W]を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。

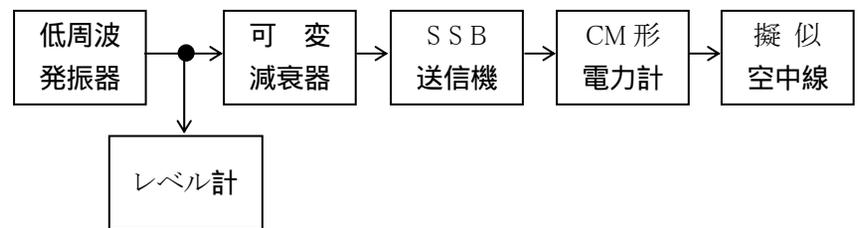
- 1 $P = EI + E^2/r$
- 2 $P = EI - E^2/r$
- 3 $P = EI + I^2 r - E^2/r$
- 4 $P = EI - I^2 r$
- 5 $P = EI + I^2 r$



A - 24 次の記述は、図に示す構成によるSSB(J3E)送信機の出力電力の測定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。なお、同じ記号の□内には同じ字句が入るものとする。

- (1) 低周波発振器の発振周波数を1,500 [Hz]とし、その出力をレベル計で監視して常に一定に保ち、可変減衰器を変化させてSSB送信機への変調入力を順次増加させ、SSB送信機から擬似空中線に供給される□AをCM形電力計の入射電力と反射電力の差から求める。
- (2) この操作をSSB送信機の出力電力が最大になるまで繰り返し行い、変調入力対出力電力のグラフを作り、□Bを読みとる。このときの□Bの値がSSB送信機から出力されるJ3E電波の□Cとなる。

- | A | B | C |
|--------|------|------|
| 1 平均電力 | 飽和電力 | 尖頭電力 |
| 2 平均電力 | 平均電力 | 飽和電力 |
| 3 平均電力 | 飽和電力 | 平均電力 |
| 4 尖頭電力 | 平均電力 | 飽和電力 |
| 5 尖頭電力 | 飽和電力 | 平均電力 |



A - 25 次に示す、指示電気計器の分類と図記号の組合せで、誤っているものを下の番号から選べ。

- | | | | | |
|---------|-------|-------|--------|-------------|
| 1 可動鉄片形 | 2 誘導形 | 3 静電形 | 4 電流計形 | 5 熱電対形(熱電形) |
|---------|-------|-------|--------|-------------|
-

B - 1 次の記述は、電磁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。

- (1) コイルと鎖交する磁束が変化すると、コイルに誘導起電力が生じ、その誘導起電力の大きさは、鎖交する磁束の時間に対する変化の割合に□アする。これを電磁誘導に関する□イの法則という。そのときの誘導起電力の方向は、起電力による誘導電流の作る磁束が、もとの磁束の変化を□ウのような方向となる。これを□エの法則という。
- (2) 運動している導体が磁束を横切っても、導体に起電力が誘導され、誘導起電力の方向は、フレミングの□オの法則で示される。

- | | | | | |
|--------|-------|-------|---------|--------|
| 1 促進する | 2 比例 | 3 レンツ | 4 ファラデー | 5 クーロン |
| 6 妨げる | 7 反比例 | 8 磁界 | 9 右手 | 10 左手 |

B - 2 次の記述は、電界効果トランジスタ (FET) 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 FET は、代表的なバイポーラトランジスタである。
- イ FET は、接合形と MOS 形に大別される。
- ウ 接合形 FET は、MOS 形 FET に比べ入力インピーダンスが高い。
- エ 構造が、金属(ゲート) - 酸化膜(絶縁物) - 半導体により形成されているものを接合形 FET という。
- オ ガリウムヒ素 (GaAs) FET は、マイクロ波高出力増幅器に用いられている。

B - 3 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機の実用度向上の方法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 近接周波数に対する実用度を向上させるために、中間周波変成器の同調回路の Q を大きくする。
- イ 近接周波数に対する実用度を向上させるために、中間周波数をできるだけ高い周波数にする。
- ウ 近接周波数に対する実用度を向上させるために、中間周波増幅段に通過帯域外の減衰傾度の大きい帯域通過フィルタ(BPF)を使用する。
- エ 映像周波数に対する実用度を向上させるために、中間周波数をできるだけ低い周波数にする。
- オ 映像周波数に対する実用度を向上させるために、高周波増幅器を設ける。

B - 4 次の記述は、超短波(VHF)帯の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) 試験アンテナの入力電力 P [W] 及び基準アンテナの入力電力 P_0 [W] を、同一距離で同一電界強度を生ずるように調整したとき、試験アンテナの利得 G は、 $G = \square$ (真数) で定義される。
- (2) 基準アンテナを □イ□ アンテナにしたときの利得を絶対利得、□ウ□ アンテナにしたときの利得を相対利得という。
- (3) 半波長ダイポールアンテナの最大放射方向の □エ□ 利得は 1.64 (真数) で、等方性アンテナの絶対利得の値 (真数) より □オ□ 。

- 1 絶対 2 大きい 3 等方性 4 3素子八木 5 P_0/P
- 6 相対 7 小さい 8 パラボラ 9 半波長ダイポール 10 P/P_0

B - 5 次の記述は、短波帯のフェージングの軽減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。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 受信電界強度の変動分を補償するために無線電話 (A 3 E) 受信機に □ア□ 回路を設けたり、無線電信 (A 1 A) 受信機の検波回路の次に □イ□ を設けて、検波出力の振幅をそろえるなどの方法がある。
□ア□ 回路は、上下の側波帯も搬送波も一様にレベルが変動するフェージングがあるとき、その影響を軽減することが □ウ□ 。
- (2) 同一送信点から二つ以上の周波数で同時送信し、受信信号を合成又は切り換える □エ□ ダイバーシティや、受信アンテナを数波長以上離れた場所に設置して、その信号出力を合成又は切り換える □オ□ ダイバーシティという方法がある。

- 1 空間 2 できる 3 AGC 4 LPF 5 周波数
- 6 干渉 7 できない 8 スケルチ 9 リミタ 10 偏波