

令和 9 年度 航空管制技術官

採用試験問題

1. 本筆記試験は受験者の基礎学力を確認するためのものであり、一定の基準を満たさなければ不合格となります。
2. 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。
3. 試験時間中は試験係官の指示に従ってください。
4. 解答時間は 90 分間です。
5. この問題は、技術問題（計算問題）と論述問題で構成されています。
6. この問題は、試験終了後に持ち帰ることができます。

氏名 _____

指示があるまで中を見てはいけません。

I 技術問題（計算問題）

問 1

（１）次の式を因数分解せよ。

$$a^2 + 2ab + b^2 - c^2$$

（２）次の不等式を解け。

$$\begin{cases} x - 3 > 4x + 1 \\ 4(x + 1) < 2x + 1 \end{cases}$$

（３）２次関数のグラフが次の３点を通るとき、その２次関数を求めよ。

$$(-1, -2), (2, 7), (3, 18)$$

（４）次の問いに答えよ。

a は定数とする。 $a \leq x \leq a + 2$ における関数 $f(x) = x^2 - 2x + 2$ の最小値を求めよ。

（５） $\triangle ABC$ において、次の等式が成り立つことを証明せよ。

$$a(b\cos C - c\cos B) = b^2 - c^2$$

(6) 次の問いに答えよ。

J, A, P, A, N, E, S, E の 8 個の文字全部を使ってできる順列について、次のような並べた方は何通りあるか。

① 異なる並べ方

② J は P より左側にあり、かつ P は N より左側にあるような並べ方

問 2

(1) 次の式を因数分解せよ。

$$54a^3 - 16b^3$$

(2) $0 \leq \theta \leq 2\pi$ のとき、次の方程式を解け。

$$\cos\left(\theta - \frac{\pi}{4}\right) = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

(3) 次の方程式を解け。

$$\log_2 x - 2\log_x 4 = 3$$

(4) 次の定積分を求めよ。

$$\int_{-1}^2 (3x^3 - x + 3) dx$$

(5) 次の答えを求めよ。

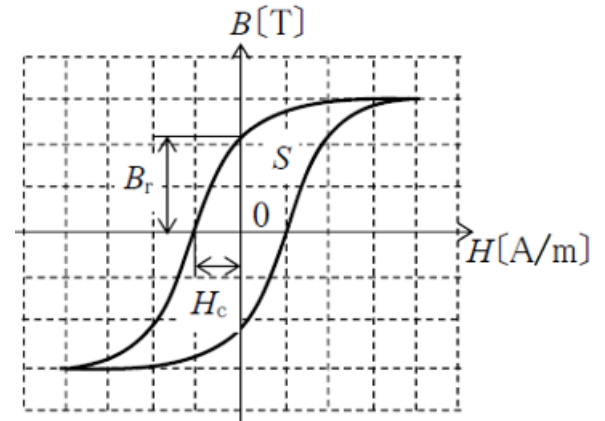
5 枚の硬貨を同時に投げるとき、裏の出る枚数を X とする。

このとき、確率変数 $P(X \geq 2)$ を求めよ。

問 3

(1) 次の記述は、図に示す磁気ヒステリシスループ ($B-H$ 曲線) 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、磁束密度を B 〔T〕、磁界の強さを H 〔A/m〕とする。

- (a) 図の B 〔T〕は、□ア□ という。
 (b) 図の H 〔A/m〕は、□イ□ という。
 (c) B_r と H_c が共に大きい材料は、□ウ□ の材料に適している。
 (d) 磁気材料のヒステリシス損は、磁気ヒステリシスループの面積 S に □エ□ する。
 (e) モータや変圧器の鉄心には S が □オ□ 材料がよい。



選択肢

- | | | | | |
|--------|-------|---------|-------|--------|
| 1 磁気飽和 | 2 保磁力 | 3 ホール素子 | 4 反比例 | 5 小さい |
| 6 残留磁気 | 7 起磁力 | 8 永久磁石 | 9 比例 | 10 大きい |

(2) 次の記述は、図に示すように均一な電界中における電子 D の運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。ただし、電子 D は始め静止状態にあるものとし、電界の強さを E [V/m]、電子の電荷の大きさ及び質量をそれぞれ e [C] 及び m [kg] とする。

(a) 電子が電界から受ける力 F [N] によって受ける加速度 α は、 $\alpha =$ A $[m/s^2]$ である。

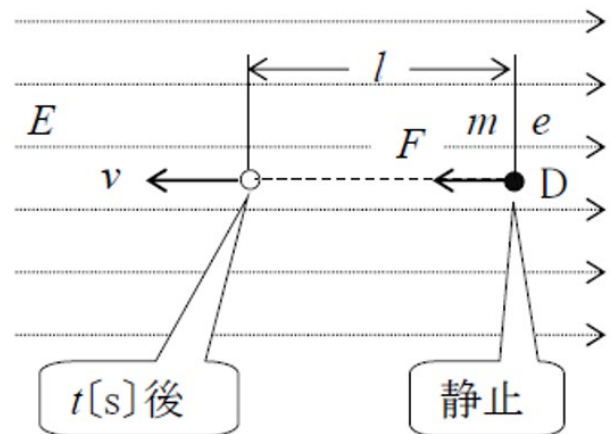
(b) したがって、静止状態の電子が F によって運動を始めて、 t [s] 後に達する速さ v は、

$v =$ B $[m/s]$ である。

(c) よって、静止状態の電子が F によって運動を始めて、 t [s] 間で移動する距離 l は、

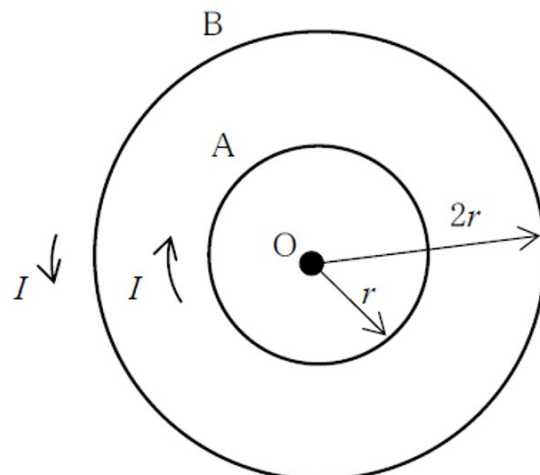
$l =$ C $[m]$ である。

	A	B	C
1	$\frac{eE}{m}$	$\frac{eE^2t^2}{m}$	$\frac{eEt^2}{2m}$
2	$\frac{eE}{m}$	$\frac{eEt}{m}$	$\frac{eEt^2}{2m}$
3	$\frac{eE}{m}$	$\frac{eEt}{m}$	$\frac{eE^2t^2}{4m}$
4	$\frac{eE^2}{m}$	$\frac{eEt}{m}$	$\frac{eE^2t^2}{4m}$
5	$\frac{eE^2}{m}$	$\frac{eE^2t^2}{m}$	$\frac{eE^2t^2}{4m}$



(3) 図に示すように、二つの円形コイル A 及び B の中心を重ね O として同一平面上に置き、互いに逆方向に直流電流 I [A] を流したとき、O における合成磁界の強さ H [A/m] を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、コイルの巻数は A、B ともに 1 回、A 及び B の円の半径はそれぞれ r [m] 及び $2r$ [m] とする。

- 1 $H = \frac{I}{2r}$
- 2 $H = \frac{2I}{3r}$
- 3 $H = \frac{I}{3r}$
- 4 $H = \frac{I}{4r}$
- 5 $H = \frac{3I}{4r}$



問 4

- (1) 図に示す回路において、スイッチ SW が断 (OFF) のとき、可変静電容量 C の値が C_1 [F] で回路は共振した。次に SW を接 (ON) にして C を C_2 [F] にしたところ、SW が断 (OFF) のときと同じ周波数で共振した。このときの未知の静電容量 C_x を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。

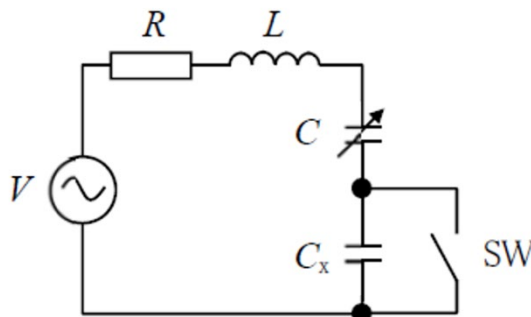
1 $C_x = C_1 + C_2$ [F]

2 $C_x = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ [F]

3 $C_x = \frac{C_1 C_2}{C_1 - C_2}$ [F]

4 $C_x = \frac{C_1 + C_2}{2}$ [F]

5 $C_x = \sqrt{C_1 C_2}$ [F]



L : 自己インダクタンス [H]

R : 抵抗 [Ω]

V : 正弦波交流電源 [V]

- (2) 次の記述は、図に示すような変成器 T を用いた回路のインピーダンス整合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。

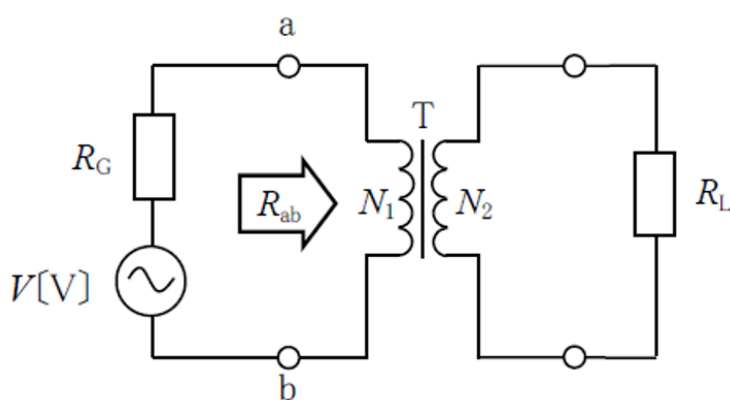
(a) T の二次側に、 R_L [Ω] の負荷抵抗を接続したとき、一次側の端子 ab から負荷側を見た抵抗 R_{ab} は、 $R_{ab} = \square A$ [Ω] となる。

(b) 交流電源の内部抵抗を R_G [Ω] としたとき、 R_L に最大電力を供給するには、

$R_{ab} = \square B$ [Ω] でなければならない。

(c) (b) のとき、 R_L で消費する最大電力の値 P_m は、 $P_m = \square C$ [W] である。

	A	B	C
1	$\left(\frac{N_2}{N_1}\right) R_L$	R_G	$\frac{V^2}{4R_G}$
2	$\left(\frac{N_1}{N_2}\right) R_L$	$2R_G$	$\frac{V^2}{2R_G}$
3	$\left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 R_L$	$2R_G$	$\frac{V^2}{2R_G}$
4	$\left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 R_L$	R_G	$\frac{V^2}{4R_G}$
5	$\left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 R_L$	R_G	$\frac{V^2}{4R_G}$



V : 交流電源電圧

N_1 : T の一次側の巻数

N_2 : T の二次側の巻数

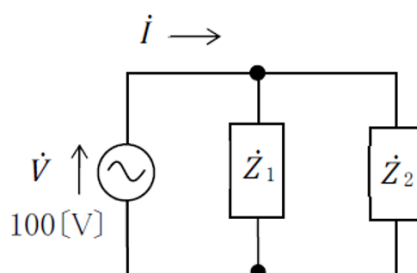
(3) 次の記述は、図に示すように負荷 Z_1 及び Z_2 を交流電源電圧 $\dot{V} = 100 [\text{V}]$ に接続したときの電流と皮相電力について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、 Z_1 は誘導性の負荷とし、負荷 Z_1 及び Z_2 の有効電力及び力率は表の値とする。

(a) $\dot{V}$ から流れる電流 i の大きさは、□ A □ [A] である。

(b) 回路の皮相電力は、□ B □ [VA] である。

(c) $\dot{V}$ は i より位相が、□ C □ いる。

A	B	C
1 $2\sqrt{3}$	$200\sqrt{3}$	遅れて
2 $2\sqrt{3}$	$200\sqrt{3}$	進んで
3 $3\sqrt{5}$	$200\sqrt{3}$	進んで
4 $3\sqrt{5}$	$300\sqrt{5}$	進んで
5 $3\sqrt{5}$	$300\sqrt{5}$	遅れて



負荷	有効電力	力率
Z_1	400[W]	0.8
Z_2	200[W]	1.0

問 5

(1) 図 1 に示すダイオード D を用いた回路に流れる電流 I が 20 [mA] であるとき、抵抗 R の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、D の順方向の電圧電流特性は図 2 で表されるものとする。

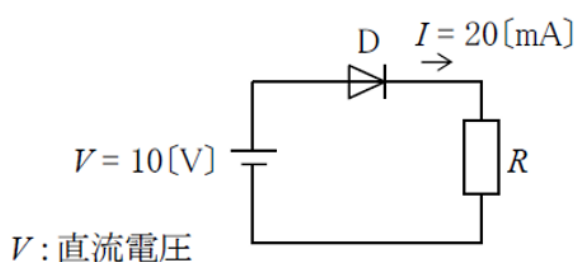


図 1

I_D : 順方向電流
 V_D : 順方向電圧

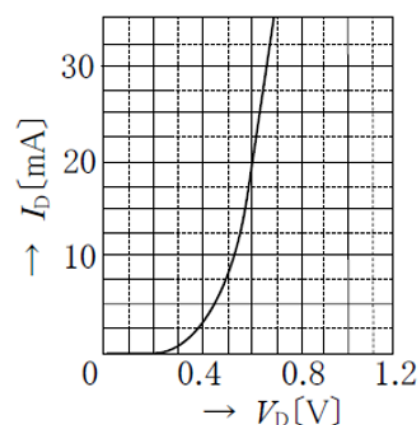
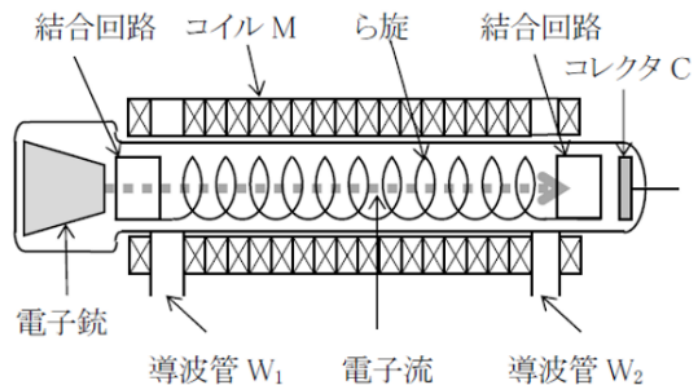


図 2

- 1 160 [Ω]
- 2 270 [Ω]
- 3 360 [Ω]
- 4 470 [Ω]
- 5 560 [Ω]

(2) 次の記述は、図に示す原理的な構造の進行波管 (TWT) 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。

- (a) 電子銃からの電子流は、コレクタ C などに加えられた電圧によって加速されると同時にコイル M で □ ア □ され、コレクタ C に達する。
- (b) マイクロ波は、導波管 W_1 から入力され、もう一方の導波管 W_2 から出力される。
- (c) 入力されたマイクロ波は、□ イ □ の働きにより位相速度 v_p が遅くなる。
- (d) マイクロ波の位相速度を v_p 、電子流の速度を v_e とした時、一般に v_p を v_e より少し遅くする。
- (e) (d) のようにすると、マイクロ波はその速度差により、らせんを進むにつれて □ ウ □ される。
- (f) 進行波管は、同調回路が □ エ □ ので、広帯域の信号の増幅が □ オ □ である。



選択肢

- | | | | | |
|------|--------|------|------|-------|
| 1 発散 | 2 ら旋 | 3 増幅 | 4 ある | 5 不可能 |
| 6 収束 | 7 結合回路 | 8 減衰 | 9 ない | 10 可能 |

(3) 次の記述は、図 1 に示す図記号の P ゲート逆阻止 3 端子サイリスタ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) 内部の基本的な構造は、図 2 の □ A □ である。
- (b) ゲート電流でアノード・カソード間を流れる電流を □ B □ する素子である。
- (c) 図 3 の回路でスイッチ SW を接続 (ON) したとき、流れる電流 I は、□ C □ [A] である。
ただし、 V の値はブレイクオーバー電圧以下とする。

- | | A | B | C |
|---|----|--------|---------------|
| 1 | I | 増幅 | 0 |
| 2 | I | スイッチング | $\frac{V}{R}$ |
| 3 | II | スイッチング | 0 |
| 4 | II | 増幅 | 0 |
| 5 | II | スイッチング | $\frac{V}{R}$ |

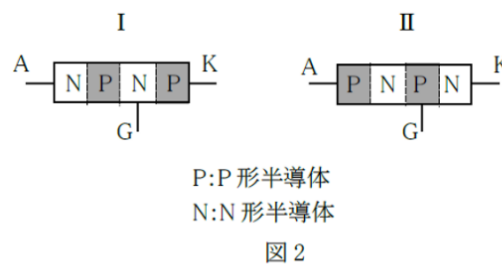


図 2

A: アノード
K: カソード
G: ゲート

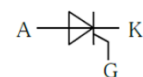
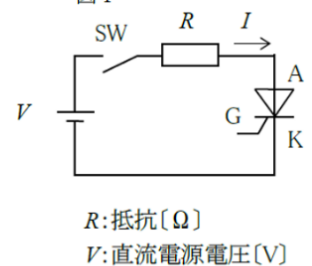


図 1



R : 抵抗 [Ω]

V : 直流電源電圧 [V]

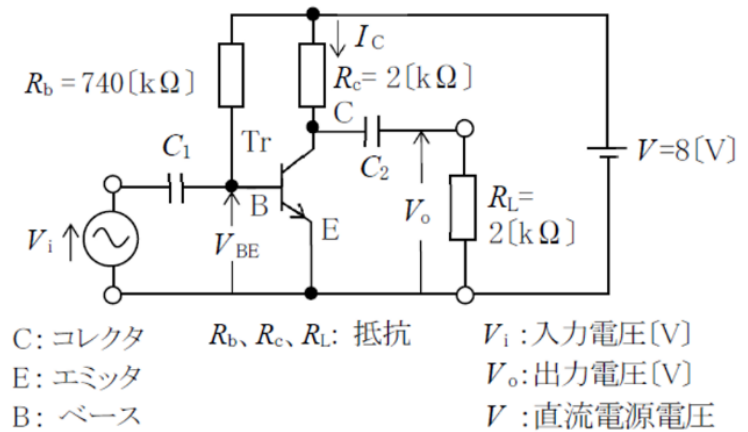
図 3

問 6

- (1) 図に示すエミッタ接地トランジスタ (T_r) 増幅回路において、コレクタ電流 I_c 及び電圧増幅度の大きさ $A = |V_o/V_i|$ の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

ただし、 T_r の h 定数を表の値とし、ベース－エミッタ間電圧 V_{BE} を 0.6 [V] とする。また、出力アドミタンス h_{oe} 、電圧帰還率 h_{re} 及び静電容量 C_1 、 C_2 [F] の影響は無視するものとする。

	I_c	A
1	2 [mA]	50
2	2 [mA]	100
3	3 [mA]	50
4	3 [mA]	100
5	3 [mA]	200



名 称	記号	値
入力インピーダンス	h_{ie}	2[kΩ]
電流増幅率	h_{fe}	200
直流電流増幅率	h_{FE}	200

- (2) 次の論理式と真理値表の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、正論理として、 A 、 B 及び C を入力、 X を出力とする。

1 $X = \overline{A+B \cdot C}$

A	B	C	X
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

2 $X = A \cdot (B+C)$

A	B	C	X
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

3 $X = A \cdot B \cdot C + \bar{A}$

A	B	C	X
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

4 $X = A \cdot \bar{B} \cdot C + B \cdot C$

A	B	C	X
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

5 $X = A \cdot B \cdot C + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C}$

A	B	C	X
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

(3) 次の記述は、図 1 及び図 2 に示す回路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、 A_{OP} は理想的な演算増幅器を示す。

(a) 図 1 の回路の増幅度 $A_o = |V_{o1}/(V_{i1} - V_{i2})|$ は、□アである。

(b) 図 1 の回路は、入力電流 I_i が□イ。

(c) 図 2 の回路の増幅度 $A = |V_o/V_i|$ は、□ウである。

(d) 図 2 の回路の V_o と V_i の位相差は、□エ〔rad〕である。

(e) 図 2 の回路は、□オ増幅回路と呼ばれる。

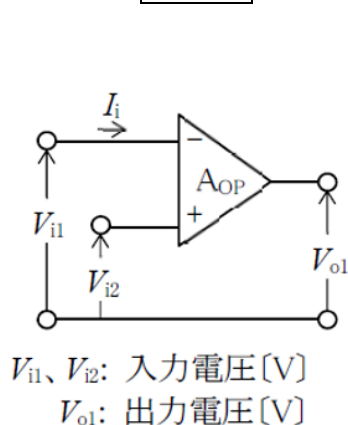


図 1

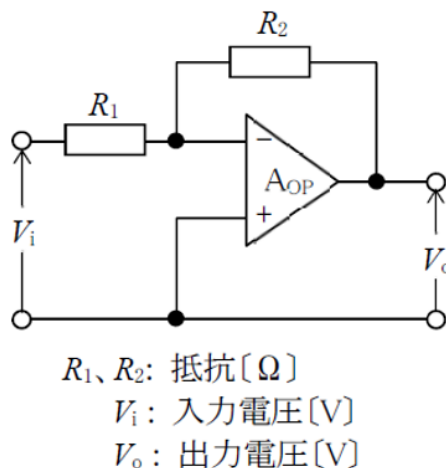


図 2

選択肢

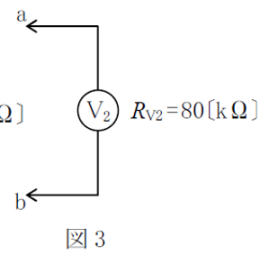
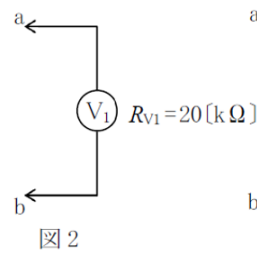
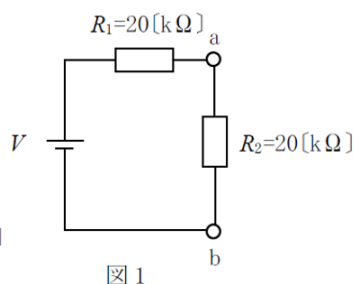
- | | | | | |
|------------|--------|-------------------------|-------------------|-------------|
| 1 1 | 2 流れる | 3 $\frac{R_2}{R_1}$ | 4 $\frac{\pi}{2}$ | 5 反転 (逆相) |
| 6 ∞ | 7 流れない | 8 $1 - \frac{R_2}{R_1}$ | 9 π | 10 非反転 (同相) |

問 7

(1) 図 1 に示す直流回路の端子 ab 間の電圧を、図 2 に示す内部抵抗 R_{V1} が 20[kΩ] の直流電圧計 V_1 で測定したところ誤差の大きさが 3〔V〕であった。同じ回路の電圧を図 3 に示す内部抵抗 R_{V2} が 80〔kΩ〕の直流電圧計 V_2 で測定したときの誤差の大きさの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、誤差は電圧計の内部抵抗によってのみ生じるものとする。

- 1 0.3〔V〕
- 2 0.6〔V〕
- 3 1.0〔V〕
- 4 1.8〔V〕
- 5 2.4〔V〕

R_1, R_2 : 抵抗
 V : 直流電圧[V]



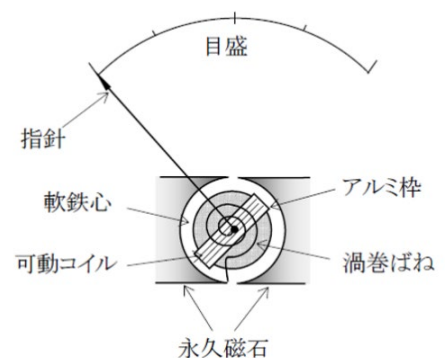
(2) 次の記述は、図に示す原理的な構造の永久磁石可動コイル形計器（電流計）について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

(a) 駆動トルクは、永久磁石による磁界と可動コイルに流れる測定電流との間に生じる電磁力で、□ア□用の計器である。

(b) 制御トルクは、方向が駆動トルクとは□イ□であり、□ウ□による弾性力である。

(c) 制動装置は、指針が静止するまでの複雑な運動を抑える役割を持ち、アルミ枠が回転することによって生じる□エ□電流による制動力を主に利用している。

(d) 目盛は、□オ□となる。



選択肢

- | | | | | |
|--------|-------|---------|------|---------|
| 1 交流電流 | 2 同方向 | 3 可動コイル | 4 変位 | 5 等分目盛 |
| 6 直流電流 | 7 逆方向 | 8 渦巻ばね | 9 渦 | 10 対数目盛 |

(3) 次の記述は、図に示すブリッジ回路により平行二線路の接地点 b の位置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の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、線路長を l 〔m〕、接地点 b の始点 a からの距離を x 〔m〕とする。また、平行二線路の一本の単位長さ当たりの抵抗値 r 〔 Ω /m〕は均一とする。

(a) 平行二線路の終端 p、q を短絡し、可変抵抗 R_1 及び R_2 を調整して、直流検流計 G の振れを零にし、ブリッジを平衡させる。

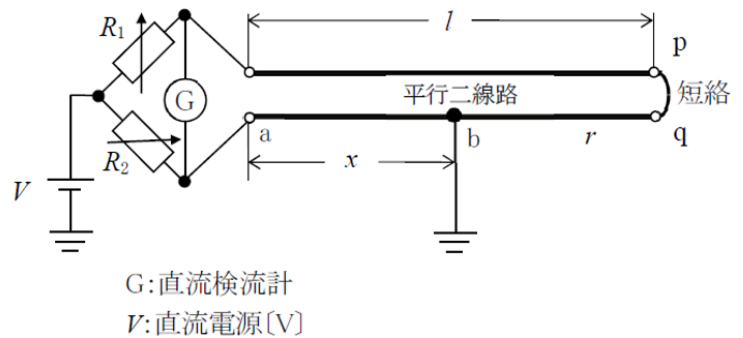
(b) このときの R_1 及び R_2 の値をそれぞれ R_{10} 〔 Ω 〕及び R_{20} 〔 Ω 〕とすると、次式が成立する。

$$r \times \boxed{A} R_{10} = r \times \boxed{B} \times R_{20}$$

(c) したがって、 x は次式で表される。

$$x = \boxed{C} \text{〔m〕}$$

	A	B	C
1	x	$(2l - x)$	$\frac{2lR_{20}}{R_{10} + R_{20}}$
2	x	l	$\frac{lR_{20}}{R_{10} + R_{20}}$
3	$(l - x)$	$(2l - x)$	$\frac{lR_{20}}{R_{10} + R_{20}}$
4	$(l - x)$	l	$\frac{lR_{20}}{R_{10} + R_{20}}$
5	$(l - x)$	l	$\frac{2lR_{20}}{R_{10} + R_{20}}$



II 論述問題

問 8 【解説文 1】及び【解説文 2】を読み【設問】（1-1）～（1-5）及び【設問】（2-1）～（2-3）の各設問に答えよ。

【解説文 1】 以下は、レーダーについて記載したものである。

1 レーダーの概論

1.1 レーダーの概要

レーダーは「Radio Detection and Ranging」の略称であり、その原理はアンテナから電波を放射し、目標物からの反射波または応答信号を受信することによって目標を探知し、その位置を測定するものである。

レーダーは、地上固定用、車載用、船舶用、航空機用など、さまざまな環境条件のもとで利用されており、航法、航空管制、気象観測、軍事など幅広い分野において発展してきた。

また、目標を探知するセンサとしてのレーダーは、さまざまなシステムと組み合わせられることで、その応用範囲をさらに拡大しつつある。

特に、航空機を安全かつ円滑に運航させるための航空管制システムにおいては、航空機の位置を探知し識別するためのセンサとして、レーダーは欠かすことのできない重要な役割を担っている。

1.2 レーダーの原理

レーダーは、電波を放射し、その反射によって目標の存在及び距離を測定するセンサ装置である。

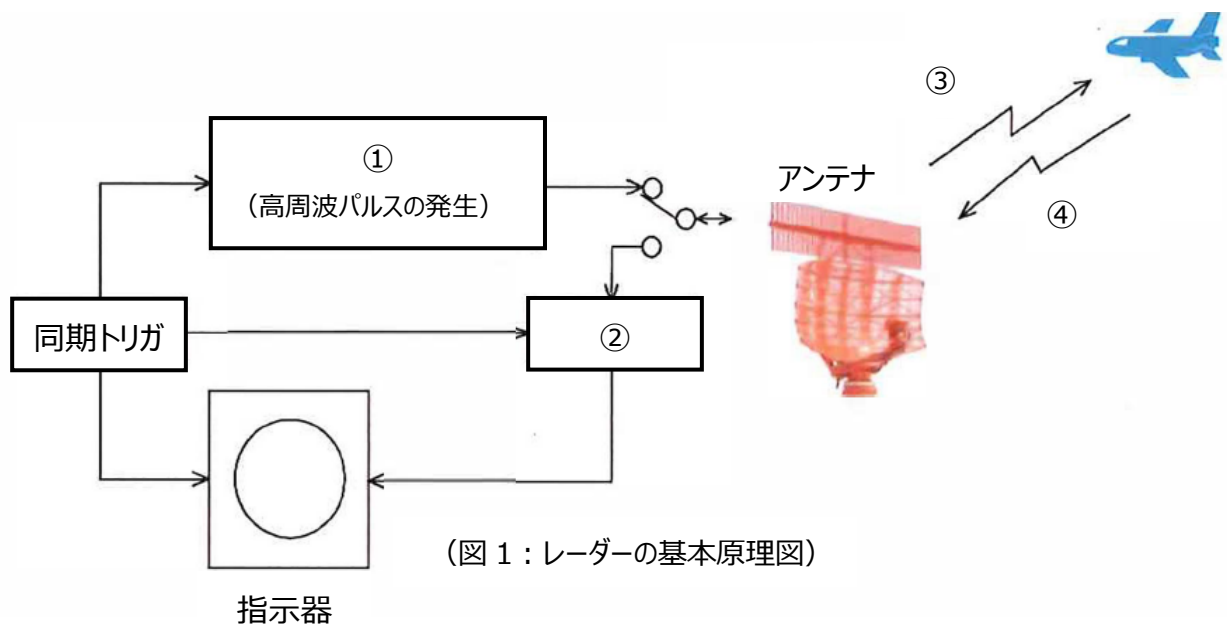
人間の目も物体の存在を確認するセンサであるが、レーダーとは大きく異なり、太陽光や照明などの外部光源の反射を受けて物体を認識している。一方、レーダーは自ら電波を放射し、その反射を利用して目標の存在を確認する点に特徴がある。

したがって、レーダーでは放射した電波と目標から反射して戻ってくる電波とを区別し、比較することが必要である。

レーダーにはさまざまな方式が存在するが、最も広く利用されているのはパルスレーダー方式であり、航空管制用レーダーはすべてこの方式を採用している。この方式では、同期トリガにより一定の時刻に送信機から電波を短いパルスとして区切り、アンテナを通じて目標に向けて放射する。パルス変調された電波は目標に当たるとあらゆる方向へ散乱するが、そのうちアンテナに戻ってきた反射波を受信し、送受切替器を経て受信機へ送られる。

受信された信号は同期トリガの時刻と比較することで、目標までの距離（ R ）を正確に求めることができる。また、受信時のアンテナビームの向きを測定することで、目標の方位（ θ ）を求めることができる。

このように、レーダーは距離（ R ）と方位（ θ ）からなる極座標系によって、目標の存在及び位置を測定する装置である。（図 1 参照）



(1) 距離の測定

電波は光速で伝搬するため、目標までの距離はレーダーパルスが目標に到達し、反射して戻ってくるまでの時間を測定することで求めることができる。

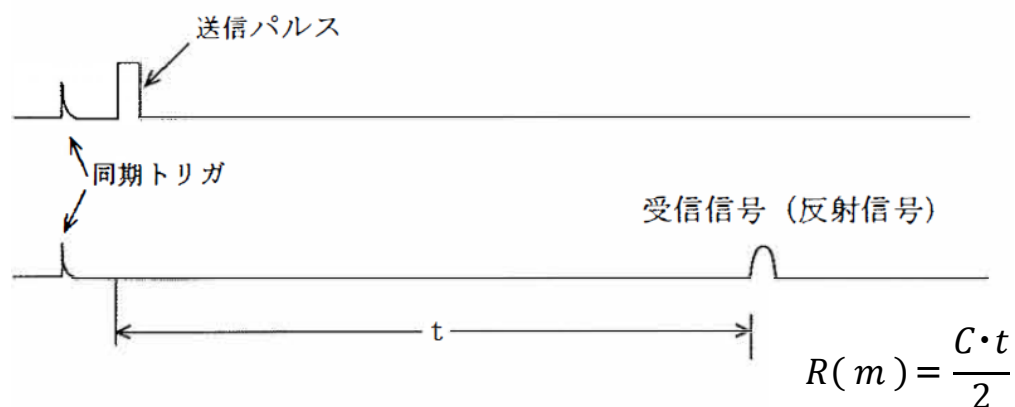
送信パルスが発射されてから反射波が受信されるまでの時間を t 秒とすると、目標までの距離 R (m) は次式で表される。

$$R(m) = \frac{C \cdot t}{2}$$

ここで、 C は光速であり、約 3×10^8 m/s である。

例えば、送信後 $1 \mu\text{s}$ 後に戻ってくる反射信号は、約 150 m 先の目標からのものである。また、1 海里先の目標からの反射信号は、約 $12.36 \mu\text{s}$ 後に戻ってくる。(図 2 参照)

なお、航空管制用レーダーでは、距離の単位として海里 (NM : nautical mile) が使用される。1 海里は 1,852 m に相当する。



(図 2 : パルスレーダーの基本原理図)

パルスレーダーでは、送信パルスは一定の周期で繰り返し発射される。しかし、パルスの繰り返し周期は、最大探知距離にある最も遠くの目標からの反射波が受信される前に次の送信パルスを発射してしまわないように設定する必要がある。

そのため、パルスの繰り返し周期は、見ようとする目標の最大距離に対応して決定される。パルスレーダーで探知可能な最大距離を R_{max} とすると、パルスの繰り返し周期 T (秒)、または繰り返し周波数 f_r (Hz) との関係は、次のように表される。

$$R_{max} = \frac{C \cdot T}{2} = \frac{C}{2f_r}$$

1.3 固定化レーダー送信機

ASR-2000A 型空港監視レーダー装置は、従来のクライストロンを使用したパルス変調方式に対し、固体化送信機により水晶発振信号を増幅する方式を採用しており、送信信号の高安定化を図ることにより、固定目標（クラッタ）の抑圧性能を向上している。

固体化送信機の採用にあたり、固体化送信方式では高いピーク電力を得ることが困難なため、本装置に必要な覆域 60/80NM 以上を得るためにはパルス幅を広げて平均電力を上げる必要がある。しかし、単にパルス幅を広げるだけでは距離分解能が劣化するため、距離分解能を維持しつつパルス幅を広げる方法として、送信側でパルスの期間中に搬送波を周波数変調した伸長パルスを送信し、受信側で圧縮するパルス圧縮方式を採用している。

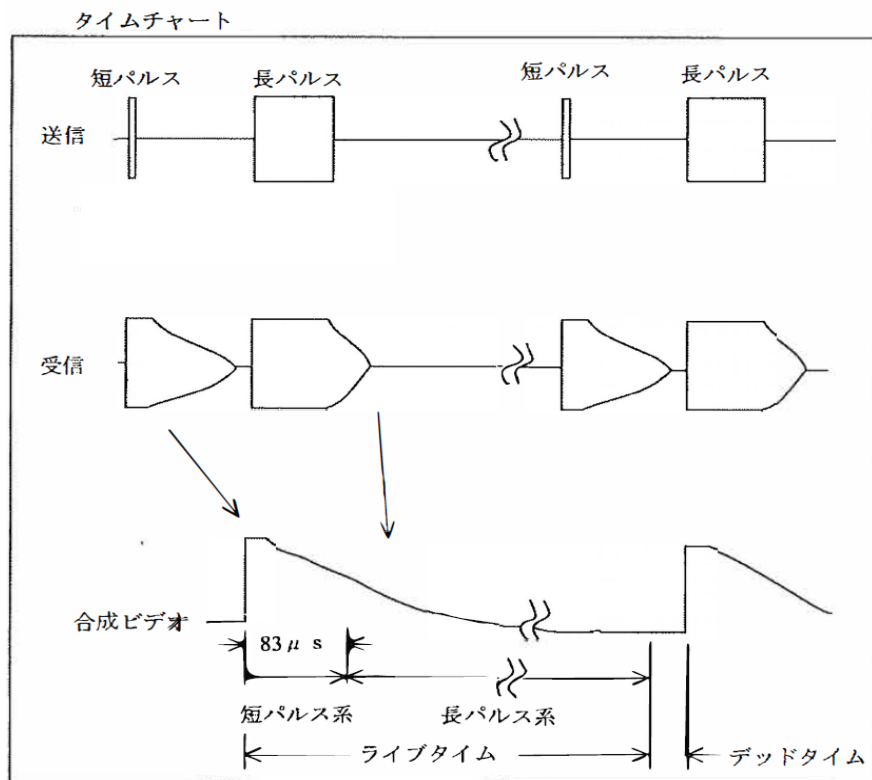
また、本装置では長パルスと短パルスを併用する長短複合パルス方式を採用している。本方式は長パルスの送信期間中（80 μ s：距離に換算して約 7 NM）、送信電力の受信機へのもれ込みにより受信機が受信不能となり近距離（約 7 NM）の航空機を探知することができなくなる欠点を防ぐため、近距離専用の短パルスを長パルスの前に送信する方式としている。

これらの信号を受信装置内で、長パルスに対してパルス圧縮を行い、合成することによって所要の性能を得る方式としている。

① 長短複合パルス方式の概要（図 3 参照）

長短複合パルス方式とは、長パルス送信信号（パルス幅：80 μ s）のメインパルスによる受信抑圧距離（約 7 NM）をカバーするために、長パルス送受信の前に近距離探知を専用とする短パルス（約 1 μ s）の送受信を行う方式である。

受信系として長パルス系と短パルス系とを準備し、探知距離に応じて、約 7NM まで短パルス系、それ以遠は長パルス系を選択し、それぞれの受信信号を処理した後ビデオ合成し、従来と同様のビデオを出力する。



(図 3 : 長短複合パルス方式概念図)

【設問】

(1-1) レーダーとはどのような装置か、「1.1 レーダーの概要」内の文章中の言葉を用いて答えよ。

【設問】

(1-2) (図 1 レーダーの基本原理図) の①～④について、(ア)～(オ)の選択肢の中から各説明内容に最も適したものを選び解答せよ。

- | | | | |
|-------------|-------|---------|---------|
| (ア) ① 送信機 | ② 受信機 | ③ 送信パルス | ④ 反射信号 |
| (イ) ① 受信機 | ② 送信機 | ③ 送信パルス | ④ 反射信号 |
| (ウ) ① 受信機 | ② 送信機 | ③ 受信パルス | ④ トリガ信号 |
| (エ) ① トリガ信号 | ② 送信機 | ③ 受信パルス | ④ 反射信号 |
| (オ) ① トリガ信号 | ② 送信機 | ③ 送信パルス | ④ 反射信号 |

【設問】

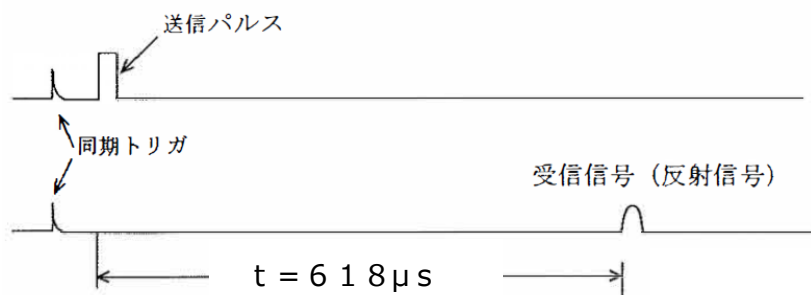
- (1-3) ASR-2000A 型空港監視レーダー装置では、固体化送信機の弱点を補うために、送信側で搬送波を周波数変調した伸長パルスを送信し、受信側でパルス圧縮方式を採用しているが、パルス圧縮方式を採用している理由とはなにか、文章中の言葉を用いて説明せよ。

【設問】

- (1-4) ASR-2000A 型空港監視レーダー装置は、探知距離に応じて短パルス系、長パルス系を使い分けている。当該レーダー装置において、もし長パルスのみを使用してビデオを生成したとすると、7NM 以内に存在する航空機は探知することができない。それはなぜか文章中の言葉を用いて答えよ。

【設問】

- (1-5) ASR-2000A 型空港監視レーダー装置において、下の図のような受信信号（反射信号）が得られたとすると反射信号は何海里先の目標からのものであるか答えよ。



【解説文 2】以下は、レーダー装置における移動目標検出方式の概要について記述したものである。

2 MTI

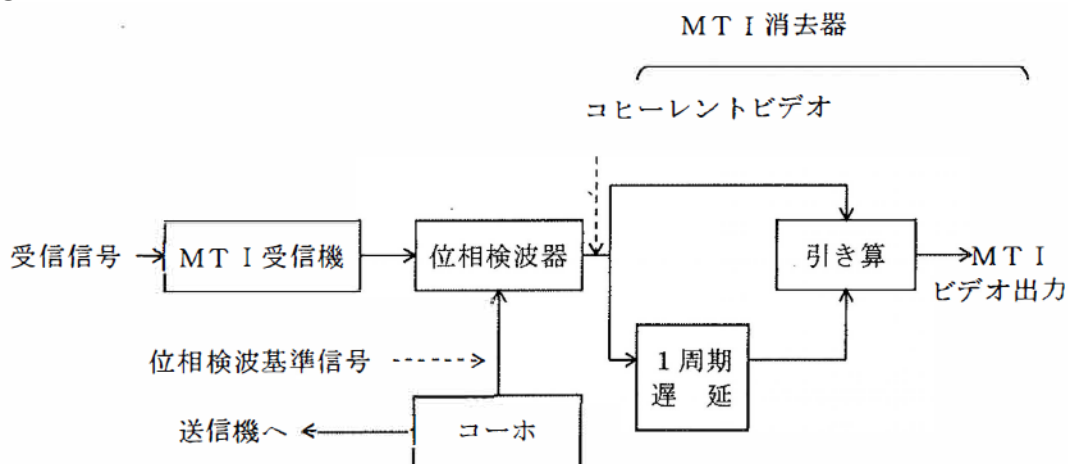
2.1 MTI の概要

(1) MTI

MTI とは Moving Target Indication の略であり固定目標を消去し、移動目標のみを表示する移動目標検出方式のこと。移動物体からの反射信号が、レーダーに対する相対速度に比例したドップラシフトを受けるのに対し、地面や建物などの固定目標からの反射は位相変調分を含まない。このような性質を利用して、パルス周期毎にその位相を比較することにより、位相変調を受けている信号のみを検出し、同一位相の反射信号を消去する。

(2) MTI の基本概念

① MTI 基本原理図



- ② 移動目標からの反射波は、移動速度に応じたドップラシフトを受ける。ある物体がレーダーの電波進行方向に v という分速を持って移動していたとすると、その物体からの反射信号の周波数成分はドップラー効果によって周波数偏移を受ける。ここで、 C は光速、 f はレーダーの送信周波数とし、 f_d は周波数偏移である。この式を見ても明らかな通り、固定目標においては、 $v = 0$ であるから $f_d = 0$ であり、周波数は変化しない。従って何らかの方法でこの偏移分を検出することができれば移動目標と固定目標の識別は可能となる。

物体が波源に近づくときは $f + f_d$ 、遠ざかるときは $f - f_d$ となる。

$$\text{ドップラー周波数 } f_d \text{ は、} f_d = \left(\frac{C+v}{C-v} - 1 \right) f \simeq \frac{2v}{C} f = \frac{2v}{\lambda}$$

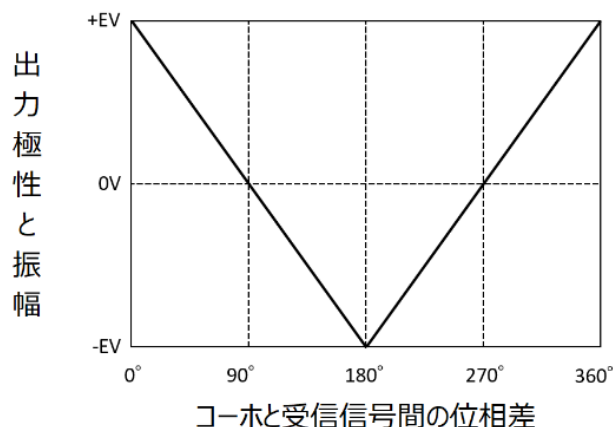
v : 航空機の世界

λ : 送信波長

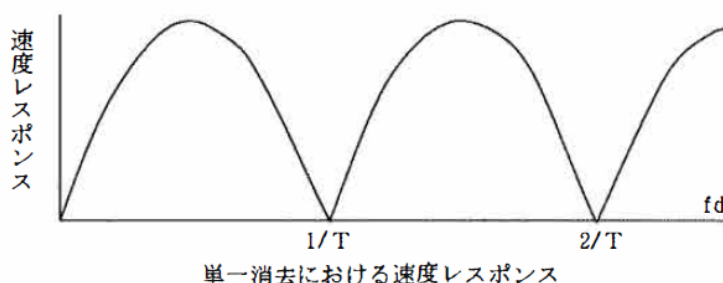
f_d : 反射波のドップラー周波数

- ③ 送信位相を基準として反射波を位相検波すると、固定目標からの反射波は毎回同じ位相となるため、位相検波器の出力は毎回同極性・同振幅となるが、移動目標からの反射波は毎回位相差が異なるため、位相検波出力も毎回変化する。

したがって、1 周期前の位相検波出力から現在の位相検波出力を引けば固定目標からの信号は「0」となり、移動目標からの信号のみが残る。この結果、移動目標のみが検出される。



- ④ レーダーパルス繰り返し周波数 $f_r (= 1/T)$ に対し、 $f_d = n f_r$ となるようなドップラ一周波数で移動する目標は消去されてしまう。このようなドップラ一周波数で移動する目標の速度をブラインドスピードと言う。（下図参照）



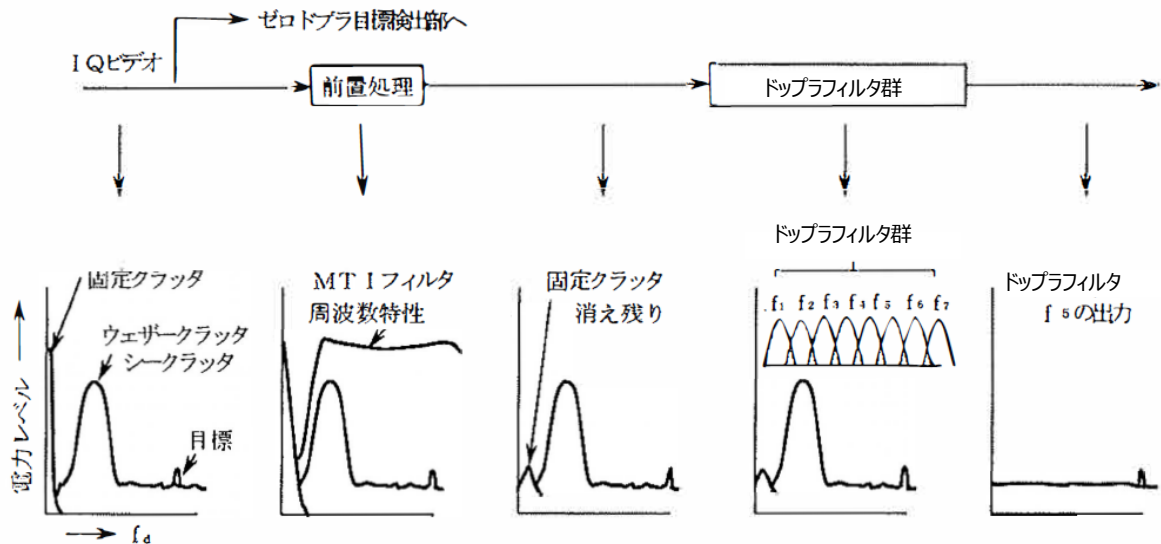
- ⑤ ブラインドスピードの影響を防ぐために、送信時の繰り返し周期 T を変えて送信するスタガトリガが用いられ、合成時のブラインドスピードをマッハ 3 程度以上になるようにして、実用上ブラインドスピードの影響が出ないようにしている。

(3) マルチドップラフィルタ処理

ドップラフィルタを複数のフィルタバンクで構成し、目標とクラッタを周波数軸上で分離することにより、目標とクラッタのドップラ周波数が異なれば、別のフィルタバンクに分離できるため、従来検出できなかったクラッタに埋もれた目標も検出することができる。

(4) ドップラフィルタによる MTI

グラウンドクラッタのような固定目標は前段のキャンセルで抑圧し、ウェザークラッタやシークラッタのような移動クラッタは各フィルタバンク出力に分離された後、CFAR 処理で抑圧する。また、ドップラフィルタ処理を行うために必要な複数周期間は同一周期にする必要があるため、フィルタバンクの CH 数に対応した周期をグループにして、スタガを行うグループスタガ方式を採用する。



【設問】

- (2-1) レーダー装置に用いられている MTI において、どのような目標検出方式であるか、文章中の言葉を用いて次の空欄①、②を埋めよ。

レーダーにおける反射信号は、レーダーに対する相対速度に比例したドップラシフトを受ける性質を利用した検出方式であり、① を含まない固定目標からの反射は、パルス周期毎にその位相を比較することにより消去し、位相変調を受けている ② からの反射信号のみを検出し表示する移動目標検出方式である。

【設問】

- (2-2) レーダーにおける移動目標検出方式において、ある一定の条件を満たせば、固定目標でない受信信号であっても消去されてしまう。受信信号がどのような場合に消去されてしまうのか「(2)MTI の基本概念」の文章中の言葉を用いて答えよ。

【設問】

- (2-3) ドップラフィルタを用いたグループスタガ方式の MTI 処理は、どのような目標を消去するためのものか文章中の言葉を用いて答えよ。

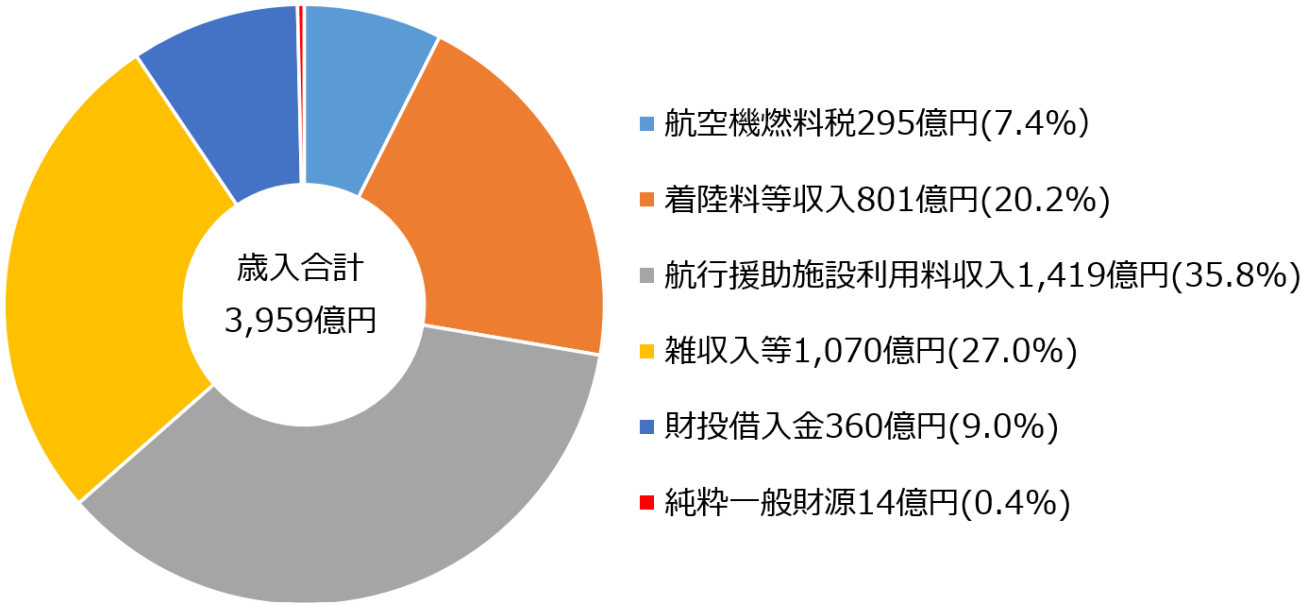
問 9 以下の【設問】（１）～（２）に答えよ。

【設問】

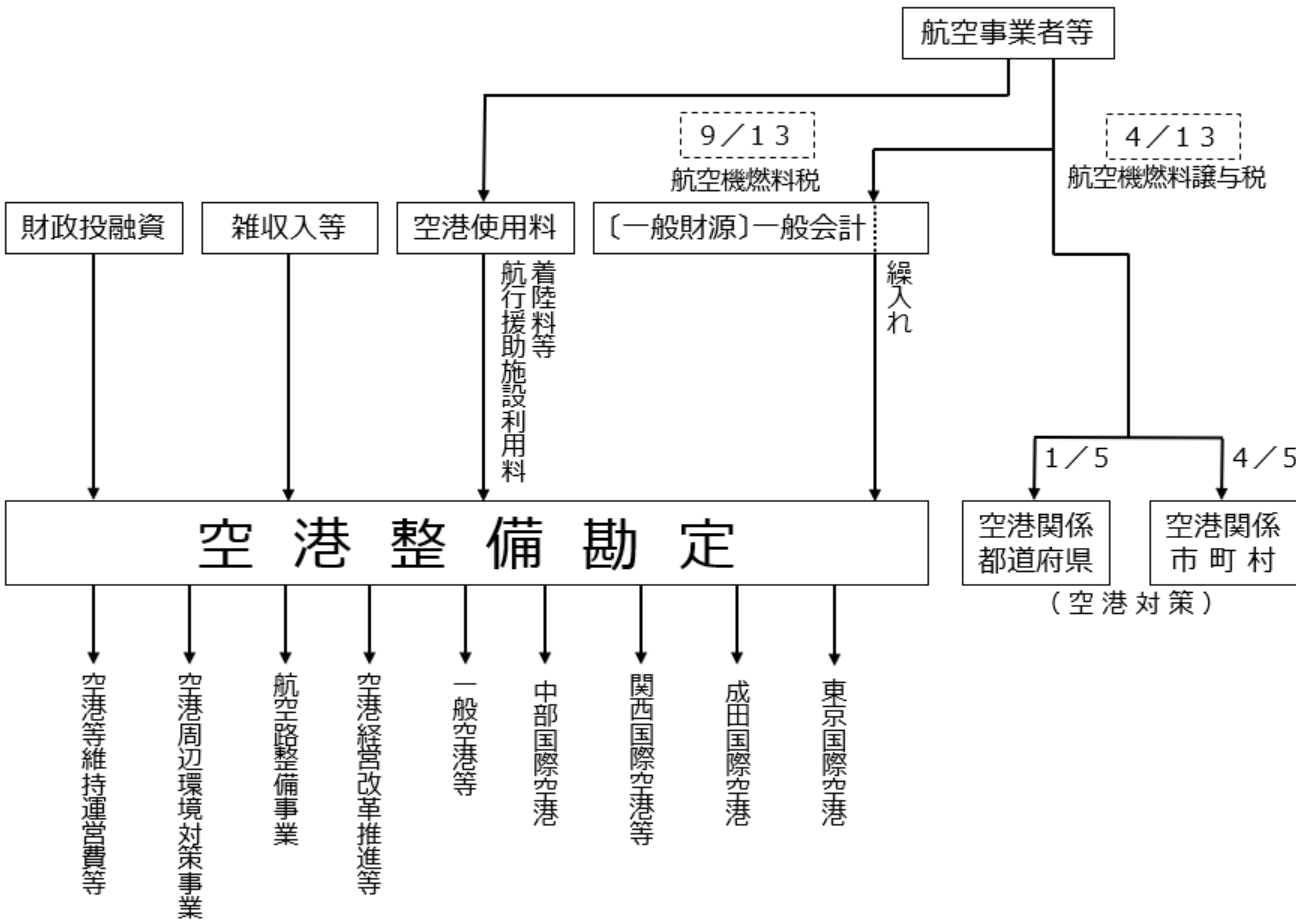
（１）下の２つのグラフ a、b を見て（１-１）の問いに答えよ。

【令和 6 年度予算】

a. 空港整備勘定の歳入



b. <飛行場> 空港整備勘定のしくみ（令和 6 年度）



(1-1) 令和6年度の空港整備勘定の歳入合計において、航空機燃料税は295億円である。「空港整備勘定のしくみ」に基づき、空港関係市町村に分配される航空機燃料譲与税の割合を答えよ。

また、その金額として最も近いものを下記の選択肢から選べ。

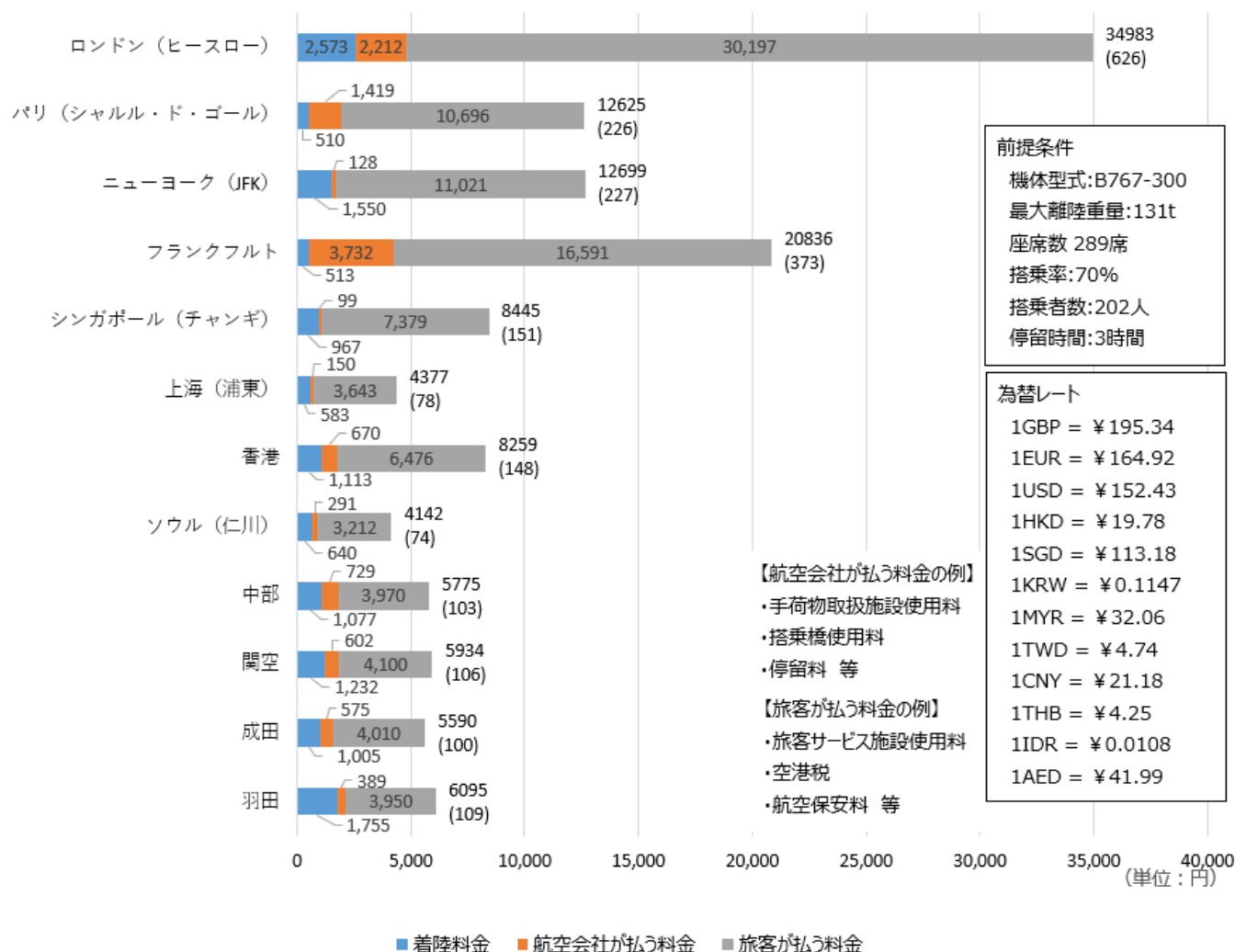
ア. 60億円 イ. 70億円 ウ. 80億円 エ. 90億円 オ. 100億円

【設問】

(2) 下のグラフを見て(2-1)、(2-2)の問いに答えよ。

世界主要空港の空港利用料金（国際線：旅客1人あたり）

（令和6年4月1日現在）



※ IATA ACIC REPORT(2024) で航空会社、旅客が支払うとされているもの等を基に作成。

これ以外に、別途で税金等が課されている場合があり得る。

グラフ内の ()は成田を100とする指数。

羽田、成田、関空、中部は、「旅客が払う料金」中に国際観光旅客税(1,000円)を含む。

(2-1) 世界主要空港にて国際線旅客 1 人あたりの空港利用料において、3 番目に着陸料金が高い空港を答えよ。

(2-2) 下記文章について、グラフの内容に合致するものを a、合致しないものを b として解答せよ。

- ① 国際線空港利用料が成田の 2 倍以上 5 倍未満である世界主要空港の数は 3 である。
- ② シンガポール（チャンギ）において、旅客が支払う料金は国際線空港利用料全体の 60 % 以上を占める。
- ③ 国際線空港利用料を構成している各料金において、ニューヨーク（JFK）の場合は旅客が支払う料金は着陸料金の 4 倍を超えない金額である。
- ④ 上図の世界主要空港において、国際線空港利用料に占める料金の割合が高い順に、旅客が支払う料金、航空会社が支払う料金、着陸料金となっている空港は、ロンドン（ヒースロー）とパリ（シャルル・ド・ゴール）である。
- ⑤ 上図の世界主要空港において、国際線空港利用料が一番高額であるのは、ロンドン（ヒースロー）である。

令和8年8月6日

氏 名	
生年月日	

令和9年度 航空管制技術官採用試験（解答用紙）

I 技術問題（計算問題）

問 1	(1) 2点	(2) 2点	(3) 2点
	$(a + b + c)(a + b - c)$	$x < -\frac{3}{2}$	$y = 2x^2 + x - 3$
	(4) 2点		
	$a < -1$ のとき $x = a + 2$ で最小値 $a^2 + 2a + 2$ $-1 \leq a \leq 1$ のとき $x = 1$ で最小値 1 $a > 1$ のとき $x = a$ で最小値 $a^2 - 2a + 2$		
	(5) 2点		
	余弦定理により $a(b \cos C) = ab \cos C - ac \cos B$ $= ab \cdot \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} - ac \cdot \frac{c^2 + a^2 - b^2}{2ca} = \frac{(a^2 + b^2 - c^2) - (c^2 + a^2 - b^2)}{2ab}$ $= b^2 - c^2$ したがって、与えられた等式は成り立つ。		
	(6) 各2点		
	① 10080 (通り)	② 1680 (通り)	
問 2	(1) 2点	(2) 2点	(3) 2点
	$2(3a - 2b)(9a^2 + 6ab + 4b^2)$	$\theta = \frac{\pi}{12}, \frac{5\pi}{12}$	$x = \frac{1}{2}, 16$
	(4) 2点	(5) 2点	
	$\frac{75}{4}$	$\frac{13}{16}$	

(→次項につづく)

問 3	(1) ア 1点	(1) イ 1点	(1) ウ 1点
	6	2	8
	(1) エ 1点	(1) オ 1点	
	9	5	
	(2) 2点	(3) 2点	
	2	4	
問 4	(1) 2点	(2) 3点	(3) 3点
	3	5	4
問 5	(1) 2点	(2) ア 1点	(2) イ 1点
	4	6	2
	(2) ウ 1点	(2) エ 1点	(2) オ 1点
	3	9	10
	(3) 2点		
	3		
問 6	(1) 2点	(2) 2点	
	2	5	
	(3) ア 1点	(3) イ 1点	
	6	7	
	(3) エ 1点	(3) オ 1点	
	9	5	

(→次項につづく)

問 7	(1) 3点	(2) ア 1点	(2) イ 1点
	3	6	7
	(2) ウ 1点	(2) エ 1点	(2) オ 1点
	8	9	5
	(3) 3点		
	1		

II 論述問題

問 8	(1 - 1)		2点	
	(問題文中 1. 1より) アンテナから電波を発射し、その目標からの反射または応答信号を受信することによって目標を探知し、その位置を測定するものである。			
	(1 - 2)	2点		
	(ア)			
	(1 - 3)			2点
	固体化送信方式では高いピーク電力を得ることが困難なため、本装置に必要な覆域60/80NM以上を得るためにはパルス幅を広げて平均電力を上げる必要がある。しかし、単にパルス幅を広げるだけでは距離分解能が劣化するため、距離分解能を維持しつつパルス幅を広げる必要があるため。			
(1 - 4)		2点		
長パルスの送信期間中 (80 μs : 距離に換算して約7NM) は、送信電力の受信機へのもれ込みにより受信機が受信不能となり、近距離 (約7NM) の航空機 を探知することができなくなるため。				

(→次項につづく)

問 8	(1 - 5)		2点		
	618μs ÷ 12.36μs = 50海里				
	(2 - 1)				
			各1点		
	① 位相変調分		② 移動目標		
	(2 - 2)				
	2点				
受信信号が、レーダーパルス繰り返し周波数 $f_r (=1/T)$ に対し、 $f_d=nf_r$ となるようなドップラー周波数で移動する目標であった場合。					
(2 - 3)					
2点					
ウエザークラッタ、シークラッタのような移動クラッタ					
問 9	(1 - 1)				
			各1点		
	割合		金額		
	4/5		オ		
	(2 - 1)				
			2点		
	ニューヨーク (JFK)				
(2 - 2)					
各2点					
① a		② a		③ b	
				④ b	
				⑤ a	

令和 8 年度 航空管制技術官

採用試験問題

1. 本筆記試験は受験者の基礎学力を確認するためのものであり、一定の基準を満たさなければ不合格となります。
2. 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。
3. 試験時間中は試験係官の指示に従ってください。
4. 解答時間は 90 分間です。
5. この問題は、技術問題（計算問題）と論述問題で構成されています。
6. この問題は、試験終了後に持ち帰ることができます。

氏名 _____

指示があるまで中を見てはいけません。

I 技術問題（計算問題）

問 1

（１）次の式を因数分解せよ。

$$2x^2 - 7x + 3$$

（２）次の不等式を解け。

$$\begin{cases} 5x - 1 \leq 2x + 6 \\ 3x + 2 < 4x + 1 \end{cases}$$

（３）次の不等式を解け。

$$|x - 2| < 4$$

（４）次の問いに答えよ。

$a > 0$ とする。関数 $f(x) = ax^2 - 2ax + b$ ($0 \leq x \leq 3$) の最大値が 9、最小値が 1 のとき、定数 a 、 b の値を求めよ。

< 出典 >

書名：チャート式 解法と演習 数学 I + A

発行：数研出版株式会社

(5) 次の問いに答えよ。

著作権の関係のため、掲載できません。

(6) 次の問いに答えよ。

6 人の生徒 A, B, C, D, E, F が丸いテーブルに着く。このとき、次のような並び方は何通りあるか。

- ① A、B が隣り合う並び方
- ② A、B が向かい合う並び方

< 出典 >

書名：チャート式 解法と演習 数学 I + A

発行：数研出版株式会社

問 2

(1) 次の計算をせよ。

$$\frac{a^2 + 2a - 3}{a^2 - a - 2} \times \frac{a^2 - 5a + 6}{a^2 - 4a + 3}$$

(2) 次の値を求めよ。

$$\cos(\pi - \theta) - \cos\left(\frac{\pi}{2} + \theta\right) + \sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) + \sin(\pi + \theta)$$

(3) 次の値を求めよ。

$$\log_{10} 2 = 0.3010, \log_{10} 3 = 0.4771 \text{ とするとき } 2^{32} \text{ は何桁の整数か。}$$

(4) 次の等式を満たす関数 $f(x)$ を求めよ。

$$f(x) = 3x^2 - x + \int_{-1}^1 f(t) dt$$

(5) 次の答えを求めよ。

1 から 6 までの番号をつけてある 6 枚のカードがある。この中から 2 枚のカードを同時に引くとき、引いたカードの番号の大きい方を X とする。このとき、確率変数 X の期待値 $E(X)$ を求めよ。

<出典>

書名：チャート式 解法と演習 数学Ⅱ＋B
発行：数研出版株式会社

問 3

(1) 次の記述は、電気磁気量とその単位（SI 単位）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番号を選択せよ。

(ア) 電力の単位は〔W〕であるが、他の単位で表すと、□ A □ である。

(イ) 電界の強さの単位は〔V/m〕であるが、他の単位で表すと、□ B □ である。

(ウ) 磁束密度の単位は〔T〕であるが、他の単位で表すと、□ C □ である。

A の選択肢

1 〔N・m〕 2 〔J/s〕 3 〔V・s〕 4 〔Wb/A〕 5 〔J/kg〕

B の選択肢

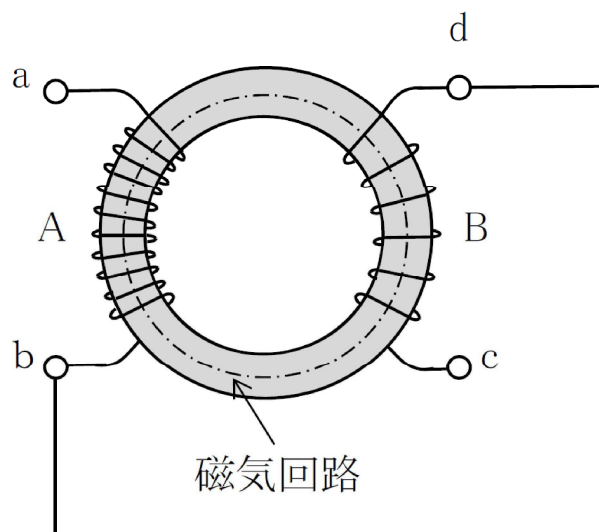
1 〔cd・sr〕 2 〔V/A〕 3 〔A/V〕 4 〔C/V〕 5 〔N/C〕

C の選択肢

1 〔N/m²〕 2 〔Wb〕 3 〔Wb/m²〕 4 〔W/A〕 5 〔lm /m²〕

(2) 図に示すように、環状鉄心に巻いた二つのコイル A 及び B を接続したとき、端子 ac 間のインダクタンスの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、A の自己インダクタンスは 18 〔mH〕、B の巻数は A の 1/3 とする。また、磁気回路には漏れ磁束はないものとする。

- 1 32 〔mH〕
- 2 29 〔mH〕
- 3 26 〔mH〕
- 4 23 〔mH〕
- 5 20 〔mH〕



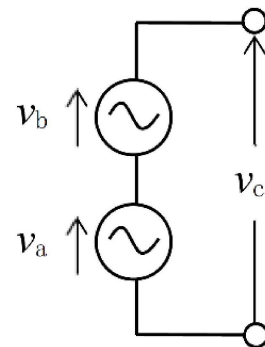
(3) 次の記述は、導線に電流が流れている時に生ずる表皮効果について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 導線の実効抵抗が大きくなる。
- 2 直流電流を流したときには生じない。
- 3 導線に流れる電流による磁束の変化によって生ずる。
- 4 電流の周波数が高いほど顕著に生ずる。
- 5 導線断面の中心に近いほど電流密度が大きい。

問 4

(1) 次の記述は、図に示す二つの正弦波交流電圧 v_a 及び v_b の和の電圧 $v_c = v_a + v_b$ 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択せよ。ただし、 t を時間 [s] とする。

- (ア) v_c の周波数は、 A [Hz] である。
- (イ) v_c の実効値は、 B [V] である。
- (ウ) v_a と v_c の位相差は、 $\tan^{-1}$ C [rad] である。



$$v_a = 80\sqrt{2}\sin(120\pi t) [V]$$

$$v_b = 60\sqrt{2}\sin\left(120\pi t + \frac{\pi}{2}\right) [V]$$

	A	B	C
1	120	100	$\frac{4}{3}$
2	120	100	$\frac{3}{4}$
3	120	140	$\frac{3}{4}$
4	60	140	$\frac{4}{3}$
5	60	140	$\frac{3}{4}$

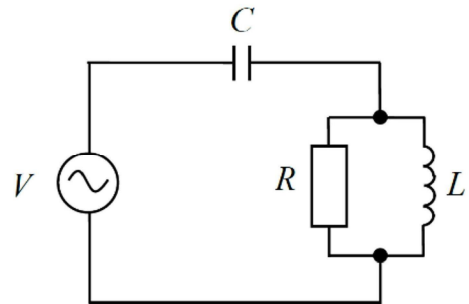
- (2) 図に示す回路において、交流電源から見たインピーダンスが純抵抗になった時のインピーダンス Z [Ω] の値を計算せよ。

R : 抵抗 5 [$k\Omega$]

L : 自己インダクタンス 7 [mH]

C : 静電容量 0.02 [μF]

V : 交流電源[V]



- (3) 図に示す交流回路において、誘導リアクタンス X_L に流れる電流 $\dot{I}_L$ [A]と容量リアクタンス X_C に流れる電流 $\dot{I}_C$ [A]の位相差として、正しいものを下の番号から選べ。
ただし、抵抗 R 、 X_L 及び X_C の値を、それぞれ 10 [Ω] とする。

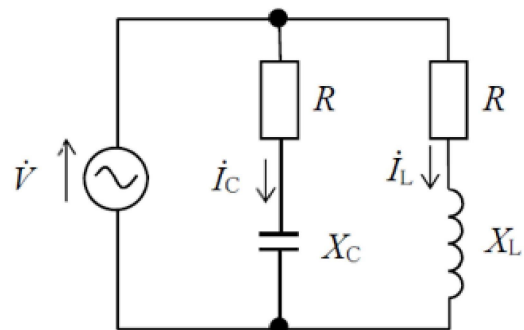
1 $\frac{\pi}{9}$ [rad]

2 $\frac{\pi}{6}$ [rad]

3 $\frac{\pi}{4}$ [rad]

4 $\frac{\pi}{3}$ [rad]

5 $\frac{\pi}{2}$ [rad]



$\dot{V}$: 交流電圧[V]

問 5

(1) 次の記述は、図 1 に示すように、特性の等しいダイオード D を二つ直列に接続した回路の電圧と電流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番号を選択せよ。

ただし、D は図 2 の特性を持つものとする。

(ア) 回路の直流電圧を V [V] とした時、一つの D に加わる電圧 V_D は、□ A □ [V] である。

(イ) したがって、 V が □ B □ [V] 以下の時、回路に流れる電流 I は 0 (零) である。

(ウ) また、 V が 1.6 [V] の時、 I は約 □ C □ [mA] である。

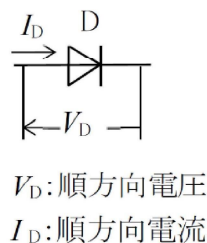
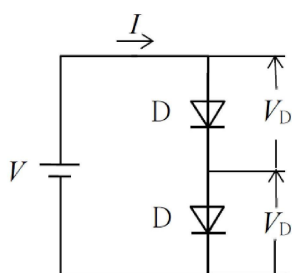


図 1

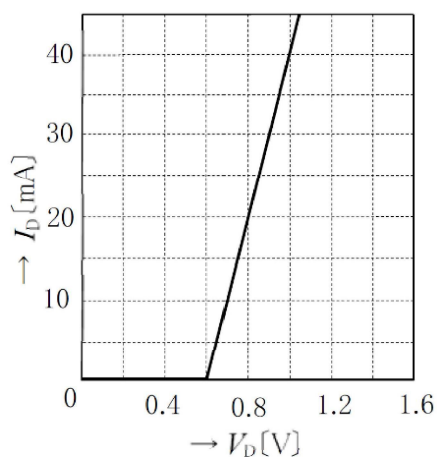


図 2

□ A の選択肢

- 1 $\frac{V}{2}$ 2 $\frac{V}{4}$ 3 $\frac{V}{8}$ 4 $\frac{V}{16}$

□ B の選択肢

- 1 0.6 2 0.8 3 1.0 4 1.2

□ C の選択肢

- 1 10 2 15 3 20 4 25

(2) 次の記述は、半導体のキャリア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番号を選択せよ。

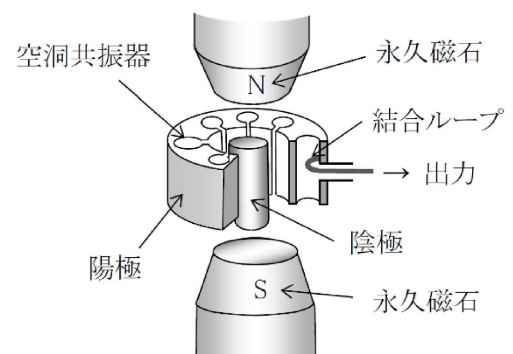
- (ア) 真性半導体では、ホール(正孔)と電子の密度は □ A □ 。
- (イ) 一般に電子の移動度は、ホール(正孔)の移動度よりも □ B □ 。
- (ウ) 多数キャリアがホール(正孔)の半導体は、□ C □ 半導体である。

	A	B	C
1	等しい	大きい	P 形
2	等しい	大きい	N 形
3	等しい	小さい	N 形
4	異なる	大きい	N 形
5	異なる	小さい	P 形

(3) 次の記述は、図に示す原理的な構造のマグネトロ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番号を選択せよ。

- (ア) 二極真空管に分類され、陽極－陰極間には、□ A □ を加える。
- (イ) マイクロ波の □ B □ として用いられ、一般に単一周波数に限定して使用される。
- (ウ) 使用周波数を決める主な要素は、□ C □ である。

	A	B	C
1	交流電圧	発振用	陰極
2	交流電圧	発振用	空洞共振器
3	交流電圧	増幅用	陰極
4	直流電圧	増幅用	陰極
5	直流電圧	発振用	空洞共振器



問 6

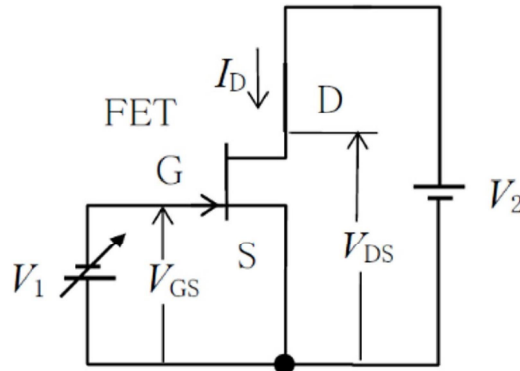
- (1) 図に示す電界効果トランジスタ (FET) のドレイン—ソース間電圧 V_{DS} を 12 [V] 一定にして、ゲート—ソース間電圧 V_{GS} を変えてド레인電流 I_D を求めた時、表の結果が得られた。この時、 $I_D = 6$ [mA] 付近における FET の相互コンダクタンスの値として、最も近いものを選択肢から選択せよ。

D:ド레인

S:ソース

G:ゲート

V_1 、 V_2 : 直流電源電圧 [V]

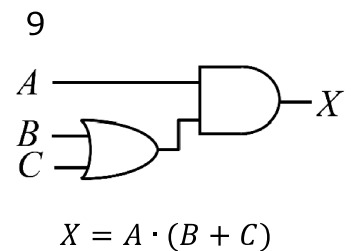
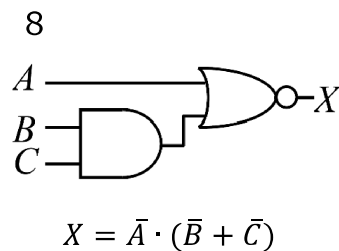
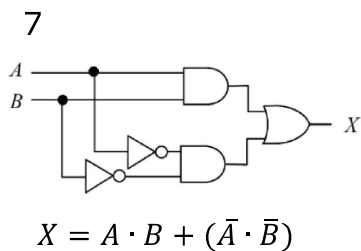
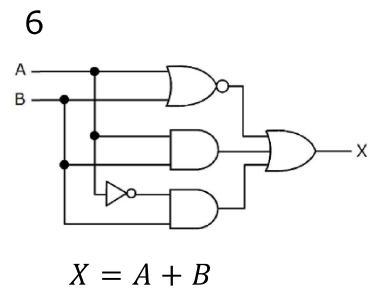
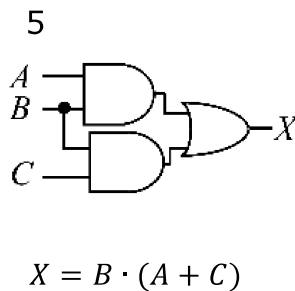
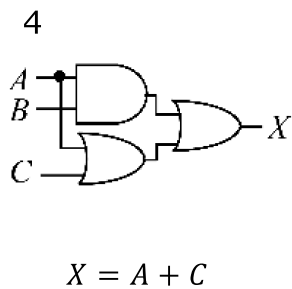
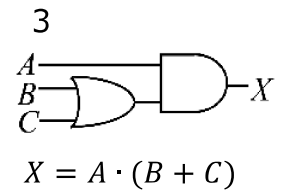
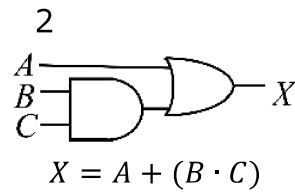
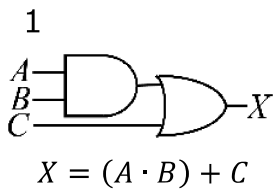


V_{GS} [V]	I_D [mA]
0	12.0
-0.1	10.0
-0.2	8.0
-0.3	6.0
-0.4	4.0
-0.5	2.0

選択肢

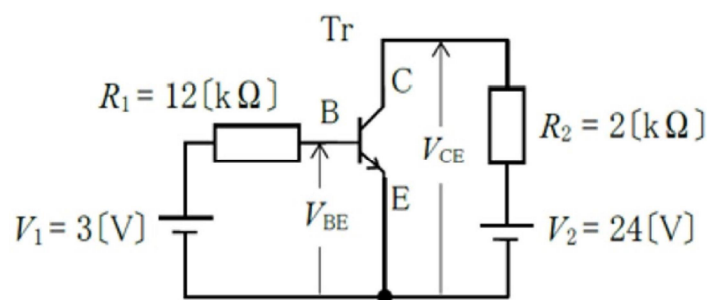
- | | | | | | | | | | |
|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|----|---------|
| 1 | 10 [mS] | 2 | 15 [mS] | 3 | 20 [mS] | 4 | 25 [mS] | 5 | 30 [mS] |
| 6 | 35 [mS] | 7 | 40 [mS] | 8 | 45 [mS] | 9 | 50 [mS] | 10 | 55 [mS] |

(2) 次は、論理回路と対応する論理式の組み合わせを示したものである。このうち誤っているものを下の番号から選択せよ。ただし、正論理とし、A、B 及び C を入力、X を出力とする。



(3) 図に示すトランジスタ (Tr) 回路のコレクター-エミッタ間電圧 V_{CE} の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、Tr の直流電流増加率 h_{FE} を 200、ベース-エミッタ間電圧 V_{BE} を 0.6[V] とする。

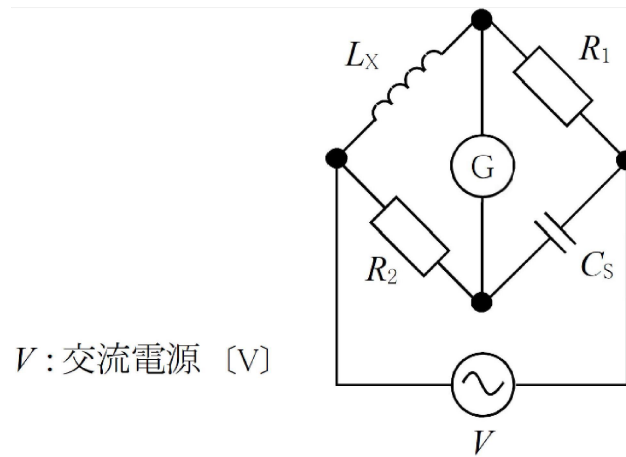
- 1 1 [V]
- 2 2 [V]
- 3 3 [V]
- 4 4 [V]
- 5 8 [V]



C:コレクタ R_1, R_2 : 抵抗
 E:エミッタ V_1, V_2 : 直流電源電圧 [V]
 B:ベース

問 7

- (1) 図に示す交流ブリッジ回路において、検流計 G の指針が零であるとき、自己インダクタンス L_x [mH] の値を計算せよ。ただし、抵抗 R_1 及び R_2 をそれぞれ 2 [k Ω] 及び 50 [Ω]、静電容量 C_s を 0.6 [μ F] とする。



- (2) 次の記述は、測定器と測定する電気磁気量について述べたものである。このうち零位法によるものを下の番号から選べ。

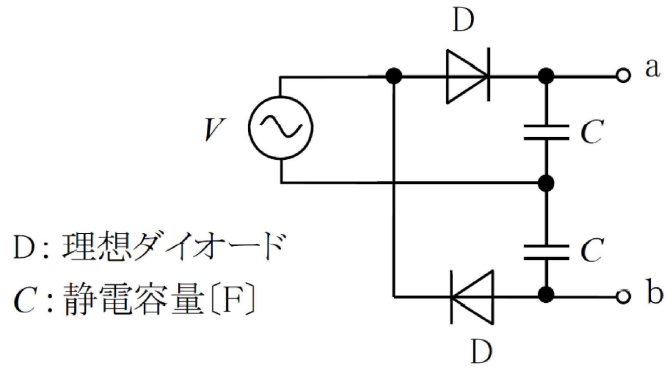
- 1 ホイトストンブリッジによる抵抗測定
- 2 電流力計形電力計による交流電力の測定
- 3 熱電対形電流計による高周波電流の測定
- 4 永久磁石可動コイル形計器による直流電流測定
- 5 アナログ式回路計(テスタ)による抵抗測定

(3) 次の記述は、図に示す整流回路の動作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番号を選択せよ。ただし、出力端子 ab 間は無負荷とする。

(ア) この回路の名称は、□ A □ 形倍電圧整流回路である。

(イ) 正弦波交流電源の電圧 V が実効値で 200 [V] の時、端子 ab 間に約 □ B □ [V] の直流電圧が得られる。

	A	B
1	全波	200
2	半波	282
3	全波	282
4	半波	564
5	全波	564



II 論述問題

問 8 【解説文 1】及び【解説文 2】を読み【設問】（１－１）～（１－５）及び【設問】（２－１）～（２－３）の各設問に答えよ。

【解説文 1】 以下は、通信装置の概要と送信装置について記載したものである。

1 通信装置概要

1.1 対空通信の目的

航空機は、管制空域（管制圏、管制区、航空路）を飛行中、円滑な航空交通流の確保、衝突防止のための管制指示を授受するため、常に管制機関と通信設定を維持する必要がある。例えば、レーダーが運用停止しても航空機は飛行できるが、対空通信設定が維持できない場合は緊急事態となる。

1.2 対空通信で使用する変調方式

対空通信では、主に、振幅変調（AM：Amplitude Modulation）を使用する。この理由は次のとおり。

- ① 同時に送信した場合、振幅変調（AM）では、ビート音を生じ、内容は特定できなくなるが信号の存在は確認でき、再送信の要求ができる。
周波数変調（FM）の場合は、弱い信号は強い信号に抑圧されて信号の存在すら確認できなくなる。つまり、通信がまったく途絶えた状態となる。
- ② 電界強度が低下すると、FM の場合は、急激に受信不能となるが AM の場合は、ノイズが増えるものの受信は可能である。

1.3 VHF 通信システム

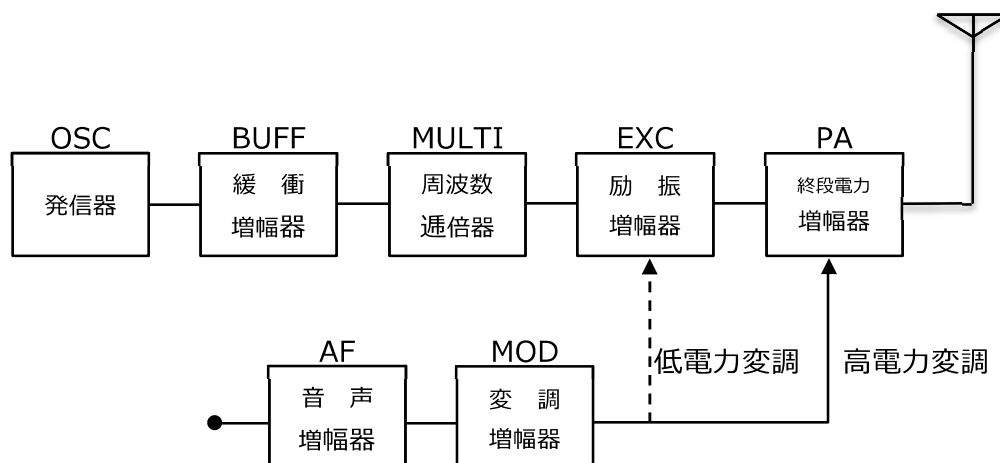
管制機関は、VHF（Very High Frequency）通信システムを用いて、空港の管制塔から航空機に離陸、着陸の許可を与えたり、飛行中の航空機に管制指示や飛行に必要な情報を提供している。

VHF 帯の電波伝搬は、直接波による見通し距離内伝搬であるため、通達距離は送信位置の高さによって変わる（送信位置が高いほど通達距離は長い）。

VHF 通信には、118.000MHz から 135.975MHz まで 25 kHz 間隔で 720 チャンネル割り当てられており、電波の変調方式は、両側波帯振幅変調方式（電波の型式 A3E）と定められている。

2 送信装置

2.1 構成



2.2 送信機が備えるべき条件

① 周波数の許容偏差

送信周波数は正確でかつ安定しており、許容偏差内に維持されていること。

② 占有周波数帯幅

占有周波数帯幅は許容値内にあり、できる限り狭いこと。占有周波数帯幅とは、平均電力の 99 % を含む周波数帯幅をいう。

③ スプリアス

スプリアス（不要電波）は、規定値内にあること。無いことが望ましい。

④ 変調特性が良いこと。

⑤ 雑音が少ないこと。

⑥ 空中線電力は許容値内にあること。

2.3 装置（10W 電話送信盤の場合）の電氣的性能

① 送信出力 10 W $\pm$ 2 W 以内

② 占有周波数帯域幅 6 k Hz 以内

③ 変調特性 最大変調度 95 % 以上、平均変調度 50 % 以上

④ 周波数特性 300 Hz $\sim$ 3,000 Hz において +1 $\sim$ -4 dB 以内

⑤ スプリアス 基本波について -60 dB 以下

⑥ 空中線の定在波比 1.5 以下

【設問】

(1 - 1) 通信装置は、航空機にどのような情報を与えるための装置か文章中の言葉を用いて答えよ。

【設問】

(1 - 2) 通信装置において、対空通信で利用されている変調方式は何か文章中の言葉を用いて答えよ。

【設問】

(1 - 3) 【設問】(1 - 2) の変調方式が採用されている理由は何か文章中の言葉を用いて答えよ。

【設問】

(1 - 4) 対空通信で使用する VHF 送信機について、電波の通達距離は、当該送信機の空中線の高さにより変化するが、その理由は何か文章中の言葉を用いて答えよ。

【設問】

（１－５）10W 電話送信盤の電氣的性能を測定器で測定した結果、以下の表が得られた。

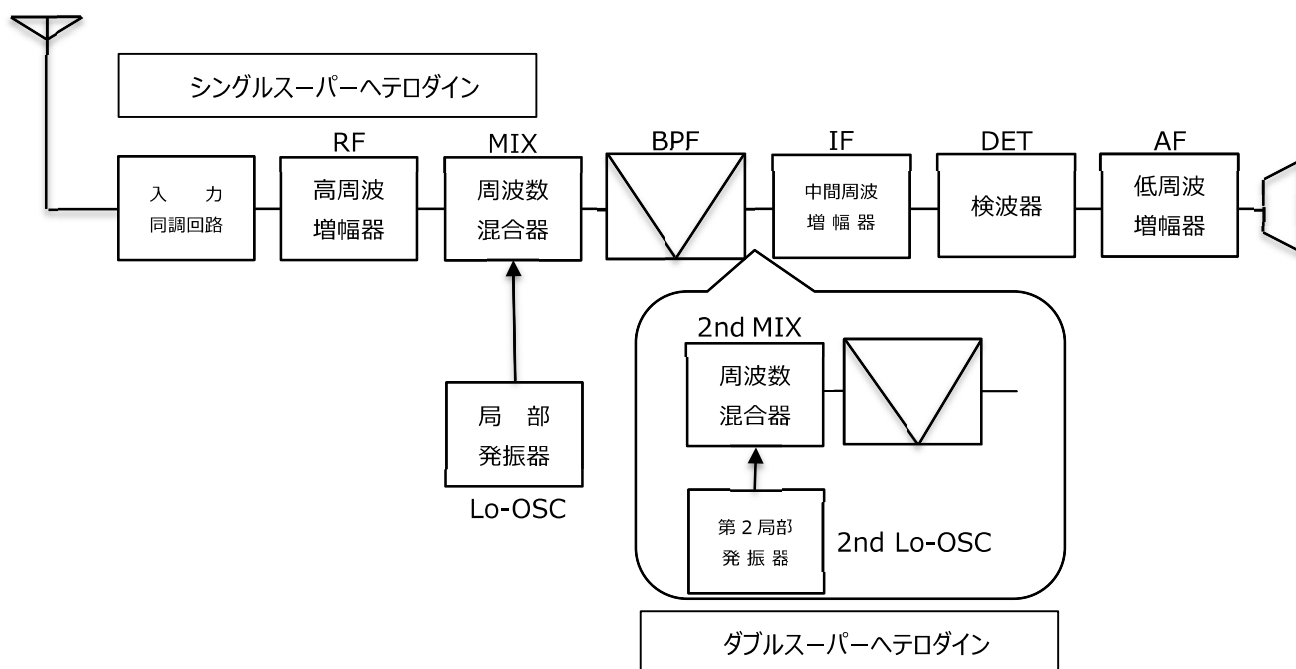
この測定結果は『装置（10W 電話送信盤の場合）の電氣的性能』を満たしていないが、性能を満たしていない項目は何か全て答えよ。

10W 電話送信盤の電氣的性能 測定結果	
測定項目	測 定 値
送信出力	10.8 W
占有周波数帯域幅	6 k Hz
変調特性	最大変調度 98 %、平均変調度 48 %
スプリアス（基本波）	-20 dBm（スプリアス計の測定値）
スプリアス（スプリアス）	-78 dBm（スプリアス計の測定値）
空中線の定在波比	1.2

【解説文 2】以下は、受信装置、相互変調について記載したものである。

3 受信装置と相互変調

3.1 受信装置の構成

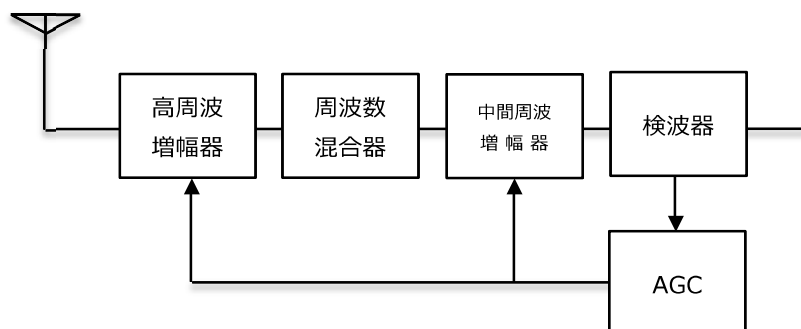


3.2 受信装置の機能

- ① 高周波増幅器 RF (Radio Frequency Amplifier)
アンテナで受信した微弱な電波を増幅する。
- ② 局発振器 Lo-OSC (Local Oscillator)
受信した電波を中間周波数に変換するために必要な発振器で、受信電波と中間周波数の差の信号を発生させる。周波数混合（変換）器へこの信号を送り出す。
- ③ 周波数混合（変換）器 MIX (Frequency mixer)
受信電波と局発振器の出力を混合して、その差である中間周波数を得る回路である。
（対空用 VHF の場合 第 1 IF : 21.4MHz、第 2 IF : 455kHz）
- ④ 中間周波増幅器 IF (Intermediate Frequency Amplifier)
周波数混合（変換）器で得られた中間周波信号を増幅する増幅器。
- ⑤ 検波器 DET (Detector)
中間周波信号から音声信号を分離する回路で、検波出力電流が入力電圧に比例する直線検波器を使用する。
- ⑥ 低周波増幅器 AF (Audio Frequency Amplifier)
スピーカを動作させるために十分な電力まで信号を増幅する。

⑦ AGC 回路 AGC (Automatic Gain Control)

入力信号の強さが変化しても、常に一定の音声信号が得られるよう高周波及び中間周波増幅器の利得を自動的に変える回路である。



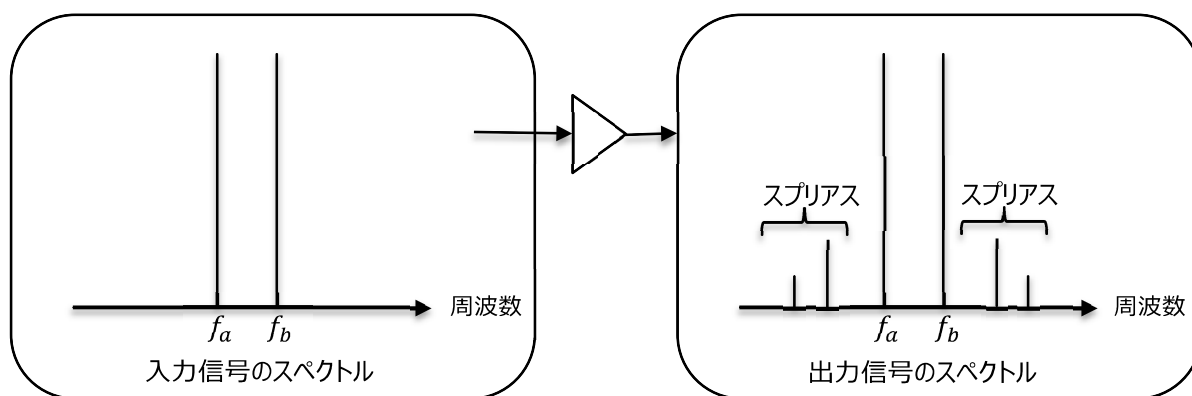
3.3 相互変調

相互変調積は、非直線回路に 2 つ以上の周波数を加えたときに生じる基本波や高調波の和と差の周波数成分（高調波のみは別）である。自局が f_a を送信しているとき、 f_a に比較的近い f_b の周波数を使用する他局の電波が送信機に入ると、自局の送信機の非直線性により f_a に接近した $(2f_a - f_b)$ または $(f_a - 2f_b)$ が作られ f_a と共に発射される。

2 次の相互変調積： $f_a - f_b$ 、 $f_a + f_b$

3 次の相互変調積： $2f_a - f_b$ 、 $2f_a + f_b$ 、 $f_a - 2f_b$ 、 $f_a + 2f_b$

送信周波数に接近する可能性のある周波数成分： $2f_a - f_b$ 、 $f_a - 2f_b$



【設問】

(2-1) スーパーヘテロダイン受信機はどのような方式の受信機か、文章中の言葉を用いて答えよ。

スーパーヘテロダイン受信機とは、受信電波と局部発振器の出力を①し、その差である②を得て、その後、検波器を通して、音声信号を得るという方式の受信機。

【設問】

(2-2) 航空通信において、受信機に入力した信号の強さが変化しても、受信機から出力される音声の強さは一定であると考えられるが、それは何故か文章中の言葉を用いて答えよ。

【設問】

(2-3) 次の2つの送信周波数について、送信周波数に接近する可能性のある3次の相互変調積のうち周波数の大きいものを1つ答えよ。

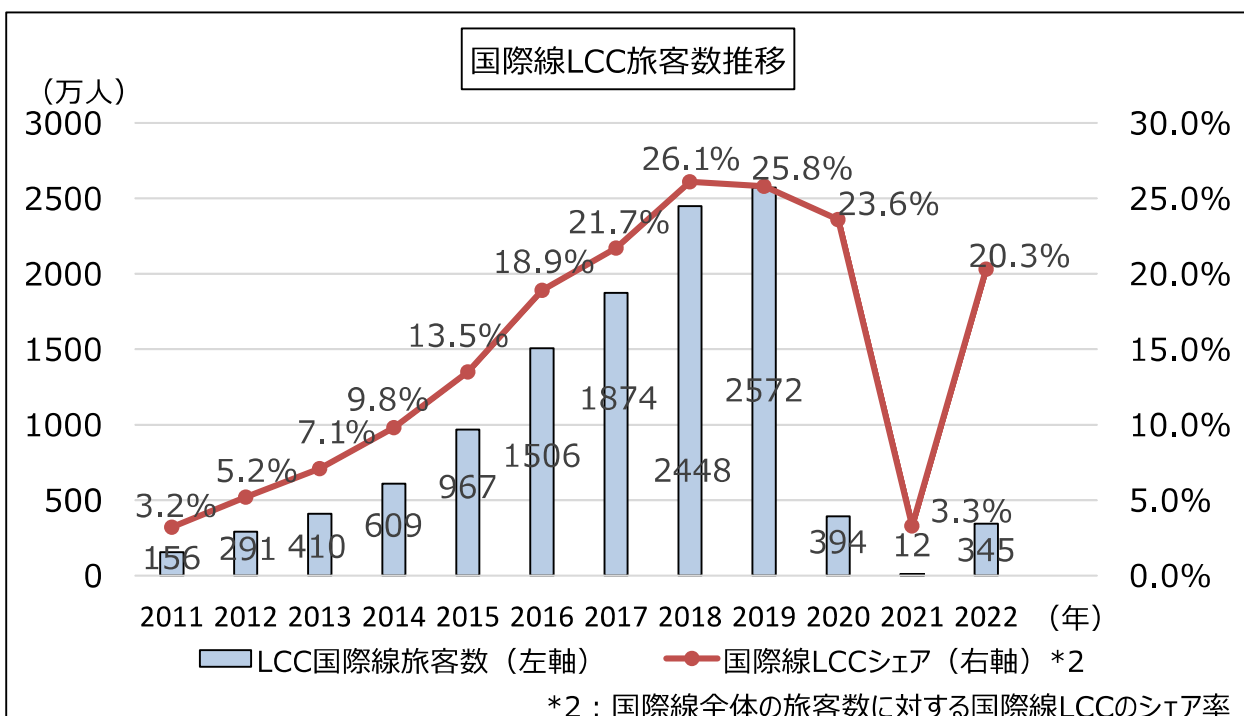
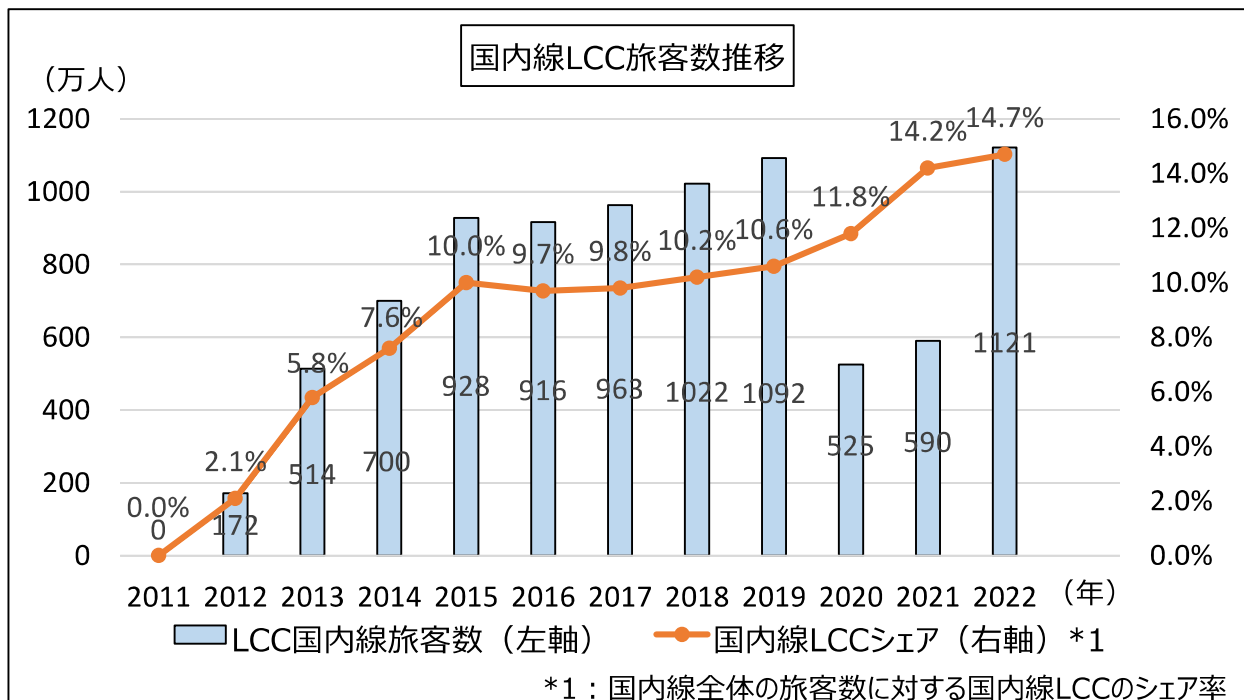
130MHz、124.8MHz

問 9 以下の【設問】（１）～（２）に答えよ。

【設問】

（１）下のグラフを見て（１-１）の問いに答えよ。

我が国の LCC 旅客数の推移

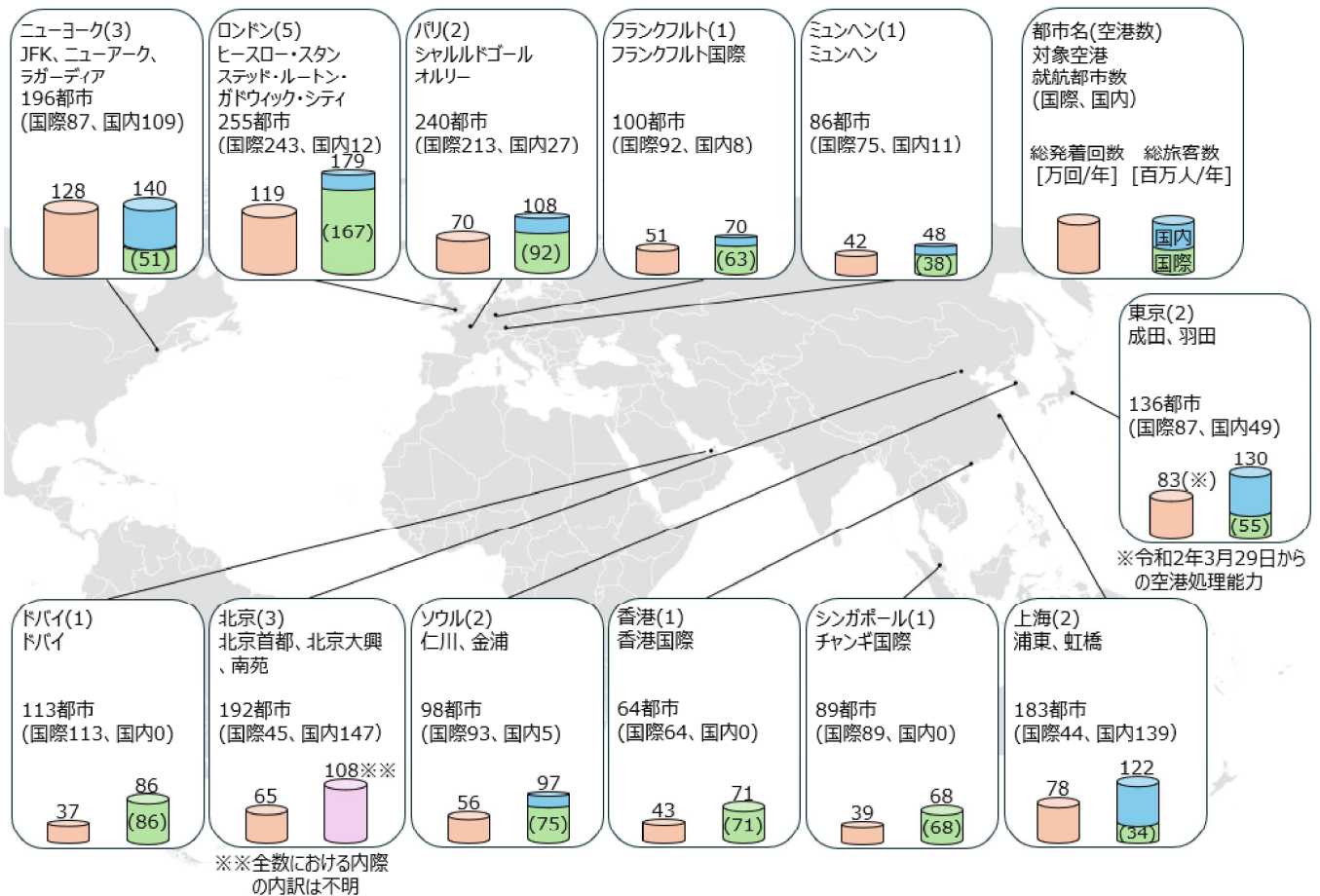


（１-１）各年の国内線旅客数に対する国内線 LCC 旅客数のシェア率が 6 番目に高い年について、その年の国内線全体の旅客数を答えよ。

【設問】

(2) 下のグラフを見て (2-1)、(2-2) の問いに答えよ。

世界各都市内の空港の就航都市数・発着回数・旅客数



(出典) 以下のデータから国交省航空局作成

ACI Annual World Airport Traffic Dataset 2020 Edition:発着回数、旅客数

OAG 時刻表:就航都市数(2020年3月29日～4月4日の定期旅客便のデータ)

(2-1) 上記グラフより、都市内空港での総発着回数が一番多い都市名は何か答えよ。

(2-2) 下記文章について、上記グラフ内容に合致するものを 1、合致しないものを 2 として解答せよ。

- ① 東京（羽田空港 成田空港）の就航都市数は、136 都市である。
- ② 総旅客数が一番多いのは、ヒースロー空港を含む都市のデータである。
- ③ シンガポール（チャンギ国際空港）とドバイ（ドバイ空港）の総旅客数における国内線旅客数は 100%を占めている。
- ④ 国内線と国際線の旅客数について、東京（羽田空港、成田空港）は国内線の旅客数が国際線の旅客数より多いが、ソウル（仁川空港、金浦空港）では、国際線の旅客数が国内線の旅客数より多い。
- ⑤ 就航都市数が一番多いのは、パリ（シャルルドゴール空港、オルリー空港）である。

令和7年8月5日

氏 名	
生年月日	

令和 8 年度 航空管制技術官採用試験（解答用紙）

I 技術問題（計算問題）

問 1	(1) 2点	(2) 2点	(3) 2点
	$(x - 3)(2x - 1)$	$1 < x \leq \frac{7}{3}$	$-2 < x < 6$
	(4) 2点	(5) 2点	
	$a = 2, \quad b = 3$	$\frac{11}{16}$	
	(6) 各2点		
	① 48 (通り)	② 24 (通り)	
問 2	(1) 2点	(2) 2点	(3) 2点
	$\frac{a + 3}{a + 1}$	0	10桁 (の整数)
	(4) 2点	(5) 2点	
	$f(x) = 3x^2 - x - 2$	$\frac{14}{3}$	
問 3	(1) Aの選択肢 1点	(1) Bの選択肢 1点	(1) Cの選択肢 1点
	2	5	3
	(2) 2点	(3) 2点	
	1	5	
問 4	(1) 2点	(2) 3点	(3) 3点
	5	70〔Ω〕	5

(→次頁につづく)

問 5	(1) Aの選択肢 3点	(1) Bの選択肢 3点	(1) Cの選択肢 3点
	1	4	3
	(2) 3点	(3) 3点	
	1	5	
問 6	(1) 3点	(2) 2点	(3) 3点
	3	6	<解答選択肢不備> 正しい選択肢が無い(設定された条件 による計算結果は-56V) ※全員正答として措置
問 7	(1) 3点	(2) 3点	(3) 2点
	60〔mH〕	1	5

II 論述問題

問 8	(1 - 1) 2点
	【1.1より】離陸、着陸の許可、円滑な航空交通流の確保、衝突防止のための管制指示。 【1.3より】管制機関は、VHF通信システムを用いて、空港の管制塔から航空機に離陸、着陸の許可を与えたり、飛行中の航空機に管制指示や飛行に必要な情報を提供している。 『 管制指示 (離陸、着陸の許可 含む) 』と『 飛行に必要な情報 』が含まれていれば正解。 * 部分点あり
	(1 - 2) 2点
	振幅変調 (AM : Amplitude Modulation)
	(1 - 3) 2点
	同時に送信した場合、周波数変調(FM)の場合は、弱い信号は強い信号に抑圧されて信号の存在すら確認出来なくなる。つまり、通信がまったく途絶えた状態となるが、振幅変調(AM)は、ビート音を生じ内容は特定出来なくなるが、信号の存在は確認出来、再送信の要求ができるために採用されている。 * 部分点あり

(→次頁につづく)

問 8	(1 - 4)		2点
	VHF帯の電波伝搬は、直接波による見通し距離内伝搬であるため。		
	(1 - 5)		2点
	平均変調度 スプリアス * 部分点あり		
	(2 - 1) ①	1点	(2 - 1) ② 1点
	混合		中間周波数
	(2 - 2)		2点
	入力信号の強さが変化しても、常に一定の音声信号が得られるよう高周波及び中間周波増幅器の利得を自動的に変える回路であるAGC回路が受信機に備わっているから。 * 部分点あり		
(2 - 3)		2点	
135.2MHz			

問 9	(1 - 1)		2点	(2 - 1)		2点	
	9,280万人			ニューヨーク			
	(2 - 2)						各2点
	① 1		② 1		③ 2		④ 1

令和 7 年度 航空管制技術官

採用試験問題

1. 本筆記試験は受験者の基礎学力を確認するためのものであり、一定の基準を満たさなければ不合格となります。
2. 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。
3. 試験時間中は試験係官の指示に従ってください。
4. 解答時間は 90 分間です。
5. この問題は、技術問題（計算問題）と論述問題で構成されています。
6. この問題は、試験終了後に持ち帰ることができます。

氏名 _____

指示があるまで中を見てはいけません。

I 技術問題（計算問題）

問 1

（1）次の式を因数分解せよ。

$$2x^2 + 5x + 3$$

（2）次の式を $\sqrt{\quad}$ （平方根）を含まない形にせよ。

$$\sqrt{a^2b^2} \quad (a < 0, b > 0) \quad \text{とする。}$$

（3）次の3項からなる平方根の積を計算せよ。

※解答に $\sqrt{\quad}$ （平方根）がでた場合は、開平せずに解答すること。

$$(2 + \sqrt{3} + \sqrt{7})(2 + \sqrt{3} - \sqrt{7})$$

<出典>

書名：チャート式 解法と演習 数学 I + A

発行：数研出版株式会社

- (4) 2 次関数 $y = -x^2 + ax + b$ の、すべての x における最大値は 7、 $x \leq 0$ における最大値は 3 である。このとき、定数 a 、 b の値を求めよ。

- (5) θ は鋭角とする。

$\sin \theta = \frac{2}{\sqrt{13}}$ のとき、 $\cos \theta$ と $\tan \theta$ の値を求めよ。

※解答に $\sqrt{\quad}$ (平方根) がでた場合は、開平せずに解答すること。

- (6) 50 人の生徒の中でバス通学の者は 28 人、自転車通学の者は 25 人、どちらでもない者は 10 人である。このとき、次の者の人数をそれぞれ求めよ。

- ①バスと自転車の両方で通学している者
- ②バスだけまたは自転車だけで通学している者の合計

< 出典 >

書名：チャート式 解法と演習 数学 I + A
発行：数研出版株式会社

問 2

(1) 次の 3 項からなる式を x^4 を用いた式で表せ。

$$\frac{4}{x^2 + 4} - \frac{1}{x - 2} + \frac{1}{x + 2}$$

(2) 円 $x^2 + y^2 = 16$ と 直線 $y = x + 2$ がある。

この時、円と直線の交点を A、B とし線分 AB の長さを求めよ。

※解答に $\sqrt{\quad}$ (平方根) がでた場合は、開平せずに解答すること。

(3) 次の関数を微分し、 $x = -1$ における微分係数を求めよ。

$$f(x) = (x - 2)(x^2 + x - 3)$$

< 出典 >

書名：チャート式 解法と演習 数学Ⅱ + B
発行：数研出版株式会社

(4) 球の半径 r が変化するとき、球の体積 V の、 $r = 5$ における変化率を求めよ。
円周率は π とし、 π はそのまま使用すること。

(5) つぼの中に 5 個の白玉と、3 個の赤玉が入っている。このつぼの中から、同時に 3 個の玉を取り出すとき、それに含まれる赤玉の個数を X とする。確率変数 X の期待値を求めよ。

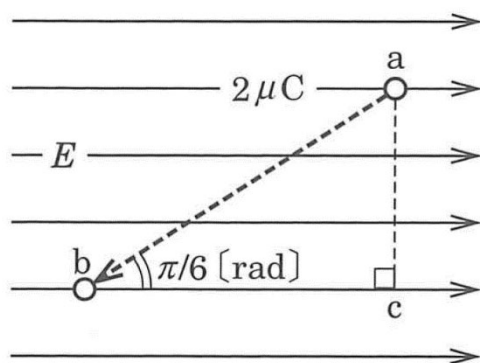
<出典>

書名：チャート式 解法と演習 数学Ⅱ＋B
発行：数研出版株式会社

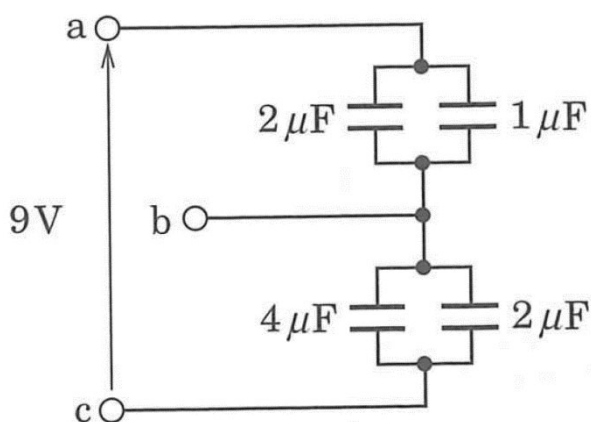
問 3

- (1) 図に示す、電界の強さ E が $E = 500 \text{ [V/m]}$ で一定の電界中を、 $2 \text{ [}\mu\text{C]}$ の電荷が点 a から点 b まで移動するのに要する仕事量の値が何 $[\mu\text{J}]$ になるか求めよ。ただし、線分 ab の長さを $\sqrt{3} \text{ [m]}$ とする。また、電荷はこの電界からのみ力を受け、電界の方向は点 b から点 c の方向とする。

※解答に $\sqrt{\quad}$ (平方根) が出た場合は、開平せずに解答すること。また、小数点以下の数値が出た場合は、小数第 3 位を四捨五入して解答すること。

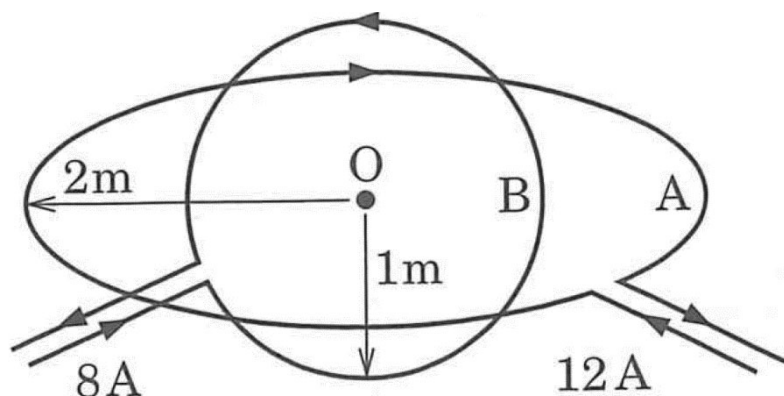


- (2) コンデンサを図に示すように接続し、端子 ac 間に 9 [V] の電位差を与えたとき、端子 bc 間の電位差の電圧を求め解答せよ。ただし、コンデンサに蓄えられた当初の電荷は零とする。



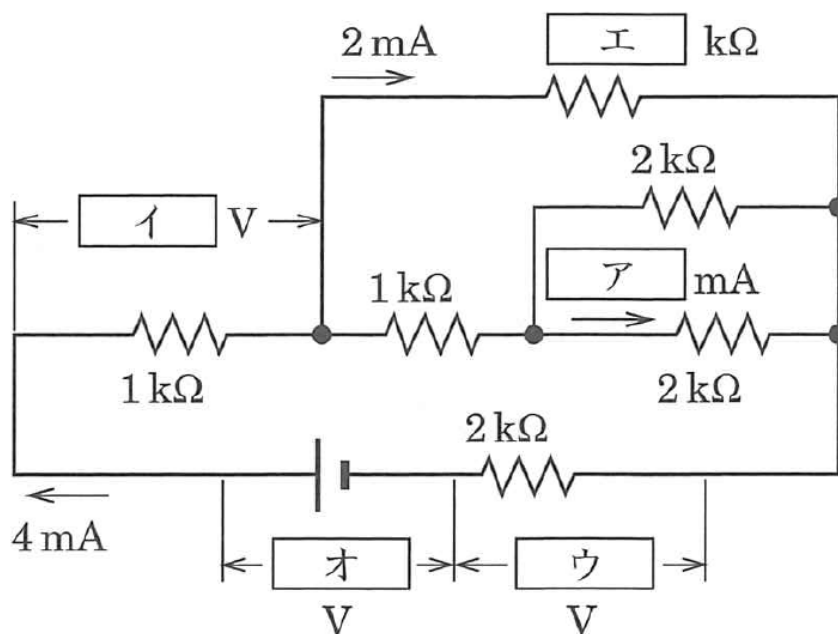
- (3) 図に示すように、中心点 O を同じ位置とする半径 2 [m] の円形導線 A 及び半径 1 [m] の円形導線 B があり、 A は水平に、 B は A に直交して置かれ、それぞれ 12 [A] 及び 8 [A] の電流が矢印の方向に流れている。このときの点 O の合成磁界の大きさの値を求め解答せよ。

※解答に $\sqrt{\quad}$ (平方根) が出た場合は、開平せずに解答すること。また、小数点以下の数値が出た場合は、小数第 3 位を四捨五入して解答すること。



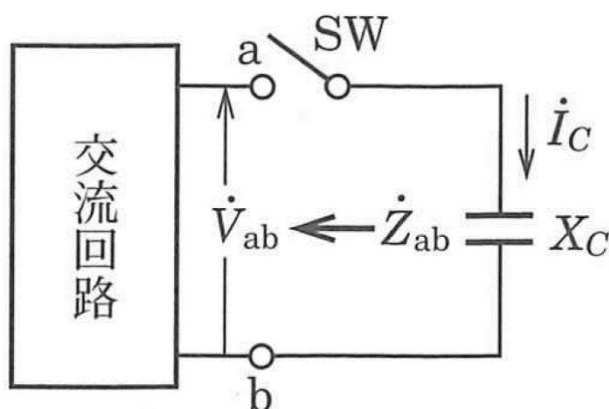
問 4

- (1) 図に示す直流回路の ア ～ オ に入るべき数値を解答せよ。



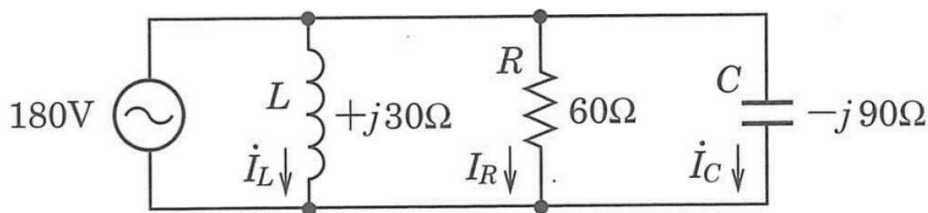
- (2) 図に示す回路において、スイッチ SW を OFF (断) にしたとき、端子 a-b 間の電圧 V_{ab} が、 $V_{ab} = 50$ [V] で、端子 a-b から交流回路側を見たインピーダンス Z_{ab} が、 $Z_{ab} = 4 + j8$ [Ω] であった。次に SW を ON (接) にして端子 a-b 間に容量性リアクタンス X_c を接続したとき、 X_c に流れる電流 I_c の大きさを求め解答せよ。ただし、 $X_c = 5$ [Ω] とする。

※解答に $\sqrt{\quad}$ (平方根) が出た場合は、開平せずに解答すること。また、小数点以下の数値が出た場合は、小数第 3 位を四捨五入して解答すること。



- (3) 図に示すように、コイルの自己インダクタンス L [H]、抵抗 R [Ω] 及びコンデンサの静電容量 C [F] の並列回路に 180 [V] の交流電圧を加えたときの皮相電力 P 。及び無効電力 P_r の値を求め解答せよ。
ただし、誘導性リアクタンスの大きさを 30 [Ω]、 R を 60 [Ω] 及び容量性リアクタンスの大きさを 90 [Ω] とする。

※解答に $\sqrt{\quad}$ (平方根) が出た場合は、開平せずに解答すること。また、小数点以下の数値が出た場合は、小数第 3 位を四捨五入して解答すること。



問 5

(1) 次の記述は、各種半導体素子について述べたものである。このうち下線に誤っている記述があるが、その記述の番号を選べ。また、誤っている記述を正しい記述として解答せよ。

- 1 サーマスタは、温度によって電気抵抗が変化する素子である。
- 2 ホール素子は、電界の強さに応じて起電力を発生する素子である。
- 3 サイリスタは、ON(導通)、OFF(非導通) の安定状態を持つスイッチング素子である。
- 4 ホトダイオードは、光エネルギーを電気エネルギーに変換する素子である。
- 5 バリスタは、電圧によって電気抵抗が変化する素子である。

(2) 次の記述は、光電変換素子の硫化カドミウムセル (CdS セル) と比べたときのホトランジスタの特徴について述べたものである。 A から C に入るべき字句の正しい組み合わせを下の番号から選べ。

- ① 光電変換には、 A を利用している。
- ② 光電変換の応答時間は、 B 。
- ③ 電極に加える電圧は、「正」(+)、「負」(-) の極性を考慮する必要が C 。

	A	B	C
1	光導電効果	遅い	ない
2	光導電効果	速い	ない
3	光導電効果	遅い	ある
4	光起電力効果	速い	ある
5	光起電力効果	遅い	ない

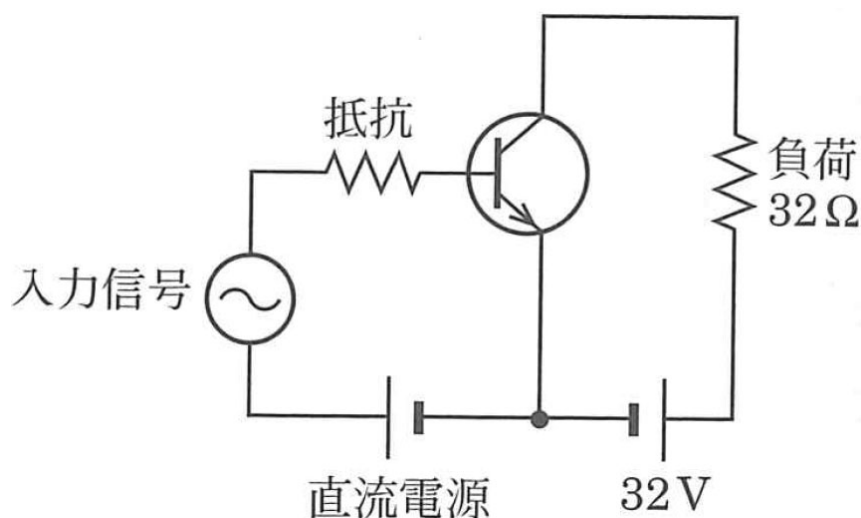
(3) 次の記述は、マイクロ波回路に用いられる電子管の特徴と用途について述べたものである。このうち下線に誤っている記述があるが、その記述の番号を選べ。また、誤っている記述を正しい記述として解答せよ。

- 1 マグネトロンは、発振出力が大きく、振幅変調及び周波数変調をすることが容易である。
- 2 マグネトロンは、レーダー用送信管や電子レンジ用発振管に適している。
- 3 反射形クライストロンは、発振周波数及び発振出力を変えることが容易である。
- 4 反射形クライストロンは、マイクロ波受信機の局部発振管や測定用電源に適している。
- 5 進行波管は、広帯域の増幅ができ、雑音が少なく多重通信やテレビジョン電波の伝送に適している。

問 6

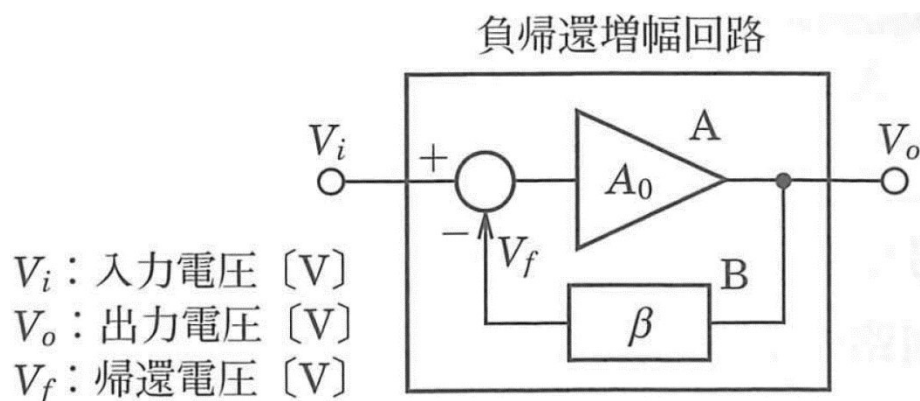
- (1) 図に示す A 級増幅回路において、負荷で消費される交流最大出力電力の値を求め解答せよ。
ただし、回路は理想的な A 級増幅として動作し、入力信号は単一の正弦波交流とする。

※解答に $\sqrt{\quad}$ (平方根) が出た場合は、開平せずに解答すること。また、小数点以下の数値が出た場合は、小数第 3 位を四捨五入して解答すること。

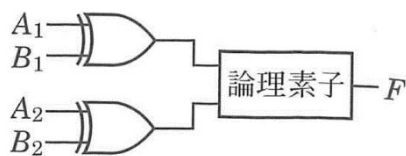


- (2) 図に示す、電圧増幅度の大きさ A_0 が $A_0 = 1,000$ の増幅回路 A を用いて、電圧増幅度 V_o / V_i の大きさが 200 の負帰還増幅回路にすると、帰還回路 B の帰還率 $\beta = V_f / V_o$ の値を解答せよ。

※解答に $\sqrt{\quad}$ (平方根) が出た場合は、開平せずに解答すること。また、小数点以下の数値が出た場合は、小数第 3 位を四捨五入して解答すること。



- (3) 図は、2 ビットのデータ (A_2, A_1) と (B_2, B_1) が一致しない場合にのみ、出力 F が 1 となる論理回路を示したものである。図中の 論理素子 を表す論理記号として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、正論理とする。



- 1
 2
 3
 4
 5

- (4) 次に示す論理回路図のうち、半加算器の動作をしないものを下の番号から選べ。ただし、A 及び B をそれぞれ被加数入力及び加数入力とし、S 及び C を下位出力及び桁上げ出力とする。また、表 1 に半加算器の真理値表を示す。

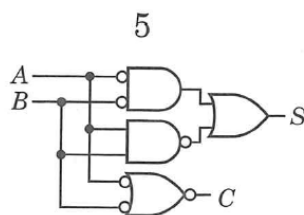
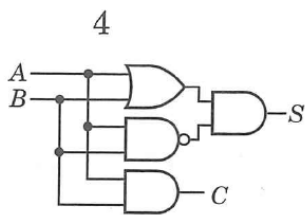
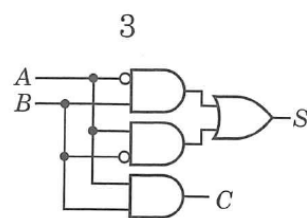
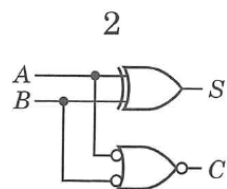
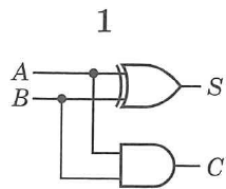


表 1

入力		出力	
A	B	S	C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

半加算器の真理値表

問 7

- (1) 精度（階級）が 0.5 級で最大目盛値 150 [V] の可動コイル形直流電圧計の目盛値 45 [V] における電圧計の百分率誤差を求めよ。

※解答に $\sqrt{\quad}$ （平方根）が出た場合は、開平せずに解答すること。また、小数点以下の数値が出た場合は、小数第 3 位を四捨五入して解答すること。

(2) 次の記述は、指示電気計器の特徴について述べたものである。このうち下線に誤っている記述があるが、その記述の番号を選べ。また、誤っている記述を正しい記述として解答せよ。

- 1 静電形計器は、直流及び交流の高電圧の測定に用いられる。
- 2 熱電（対）形計器は、波形にかかわらず実効値を指示する。
- 3 整流形計器は、整流した電流を可動コイル形計器を用いて測定する。
- 4 誘導形計器は、誤差が小さいので、標準指示計器として用いられる。
- 5 電流力計形計器は、電力計としてよく用いられる。

(3) 内部抵抗を持つ直流電源の端子電圧を、内部抵抗 $5.6 \text{ [k}\Omega\text{]}$ 及び $2.6 \text{ [k}\Omega\text{]}$ の二種類の電圧計で測定したとき、それぞれ 11.2 [V] と 10.4 [V] であった。直流電源の内部抵抗 r 及び開放電圧 V の値を求め解答せよ。

※解答に $\sqrt{\quad}$ （平方根）が出た場合は、開平せずに解答すること。また、小数点以下の数値が出た場合は、小数第3位を四捨五入して解答すること。

II 論述問題

問 8

【解説文 1】及び【解説文 2】を読み、【設問】（1－1）（1－2）及び【設問】（2－1）～（2－7）の各設問に答えよ。

【解説文 1】

以下は TACAN 装置の概要について記載したものである。

1 概要

1. 1 TACAN/DME の歴史

1945 ～ 1952 年にかけて米国で開発された短距離無線航法援助システムである。

TACAN（TACTical Air Navigation、以下、「タカン」という。）は、地上局からの距離と方位を同時に航空機に指示しようとする一種の $\rho - \theta$ 航行方式を与えるものである。

タカンは、軍用機の航法援助施設として開発されたものであるが 1960 年に ICAO（International Civil Aviation Organization：国際民間航空機関）において、その距離測定部分が正式に DME（Distance Measuring Equipment：距離測定装置）標準方式として、方位測定用の VOR（VHF Omnidirectional Range：超短波全方向式無線標識施設）とともに民間航空機用航法援助施設として採用された。

1. 2 目 的

タカンは、地上局と航空機局から構成されている無線航法システムである。地上局と航空機局間は、1,000 [MHz] 帯の電波で結ばれている。

本システムの目的は、航空機内の指示器へ、地上局に対する距離と方位の情報を提供することである。

1. 3 タカンの利用形態

① タカンは航空機に距離と方位の情報を与える $\rho - \theta$ 航法（極座標航行）システムである。

従って、VOR と同様に地上局に近づく程位置情報の精度が向上するという特性を備えている。例えば、方位精度規格の $\pm 2.5^\circ$ だけ航空機の方位測定が偏った場合、200 [NM] の距離では、 ± 8.7 [NM] の位置誤差を招くが 10 [NM] では、 ± 0.4 [NM] でしかない。

この性質を生かし、地上局を基点とした航空路、空港へのアプローチ等に使用されている。

② 距離測定機能は、民間航空機用 DME と共通互換性を有しており、VOR と併設し、VORTAC として民間機と軍用機の双方が利用できるように配慮されている。

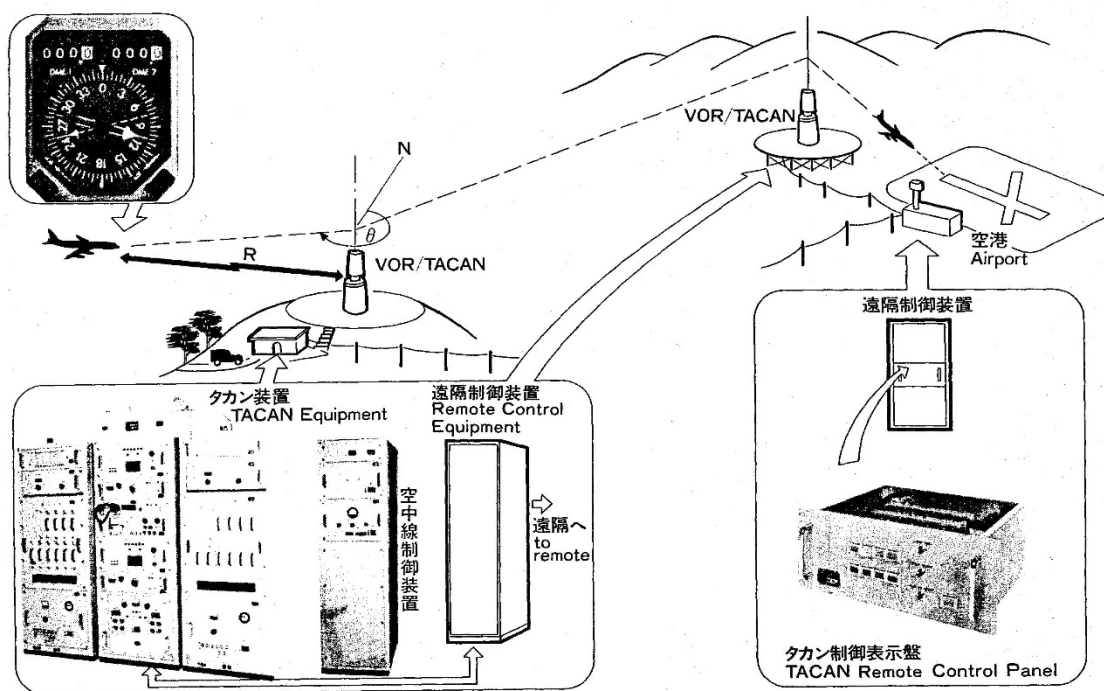


図 1-1 空港へのアプローチ例

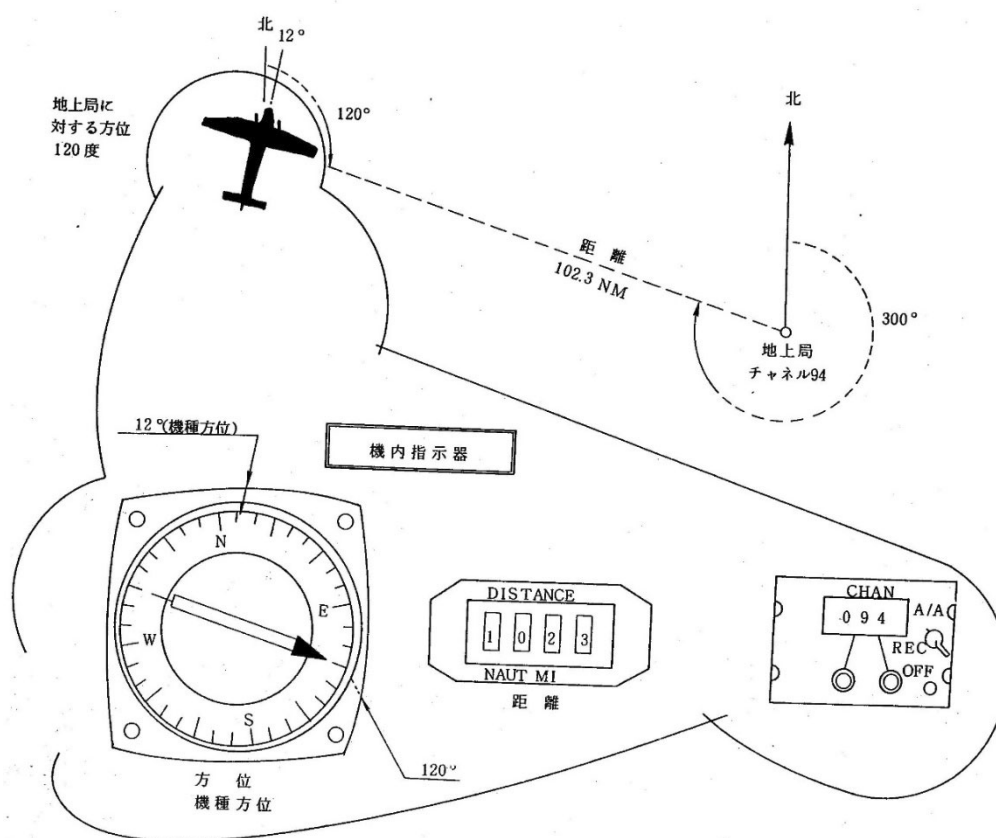


図 1-2 タカンの表示器の例

1. 4 特 徴

タカンの特徴を以下に示す。

- ① 軍用機の近距離航法システムの一つである。
- ② VOR と併設することで軍民両者にサービス提供できる。
- ③ 地上局 1 局で同時に 100 機以上の航空機にサービスできる。
100 機以上の質問があった場合、遠方の質問機から順次応答を制限する。
- ④ クリアチャンネルであるため混信が生じない。1 [MHz] 単位で 126 [ch] がある。
(Y [ch] を併用すると 252 [ch])
- ⑤ 地上トランスポンダ装置の動作は一定のデューティサイクルであるため電氣的に安定している。
- ⑥ 1 つの送信周波数で方位情報と距離情報を提供できる。
($\rho - \theta$ 航法が可能となる。)
- ⑦ 方位及び距離情報を同時に一系統の信号 (全てパルス) で処理できる。
- ⑧ 方位及び距離の精度がすぐれている。パルスを使用するため方位に関するサイトエラーがすくない。
- ⑨ 使用周波数帯は、1 [GHz] 帯であり空中線を小型化できる。
- ⑩ 航空機への距離情報は、傾斜距離 (Slant Range) である。

【設問】

(1 - 1) TACAN は航空機にどのような情報を提供できる無線施設か答えよ。

【設問】

(1 - 2) TACAN の利用形態について以下の問に答えよ。

VOR と同様に地上局に近づく程位置情報の精度が向上するという性質を生かしどのような利用形態がなされているか文章中の言葉を用いて答えよ。

【解説文 2】

以下は TACAN 装置の基本原理について記載したものである。

2. 基本原理

2. 1 距離測定の方法

① 概 要

距離測定方式は、レーダ方式と同様で、パルス信号が 2 点間を往復するのに要する時間により距離を測定する。

距離測定は、図 1-3 に示す通りインタロゲータ (Interrogator、機上装置) より質問パルスペア信号を送信する。

これを地上装置が受信し、デコードし、システム遅延回路 (X チャンネル: $50\ [\mu s]$ 、Y チャンネル: $56\ [\mu s]$) を通った後、送信機をトリガさせ応答パルスを送信する。

機上装置は、これを受信して質問より応答までに要した時間を測定し、これを距離数に変換して指示器に海里 (Nautical Mile: $1\ [NM] = 1,852[m]$ または $6,076\ [ft]$) 数で指示する。

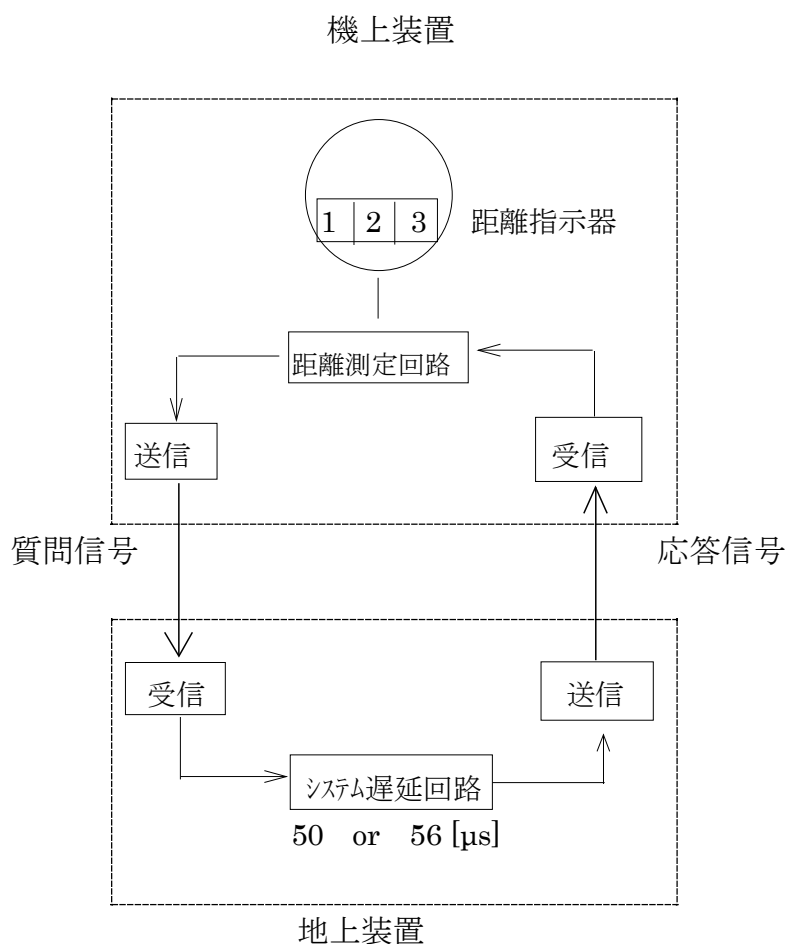


図 1-3 距離測定システム系統図

② 距離測定概念

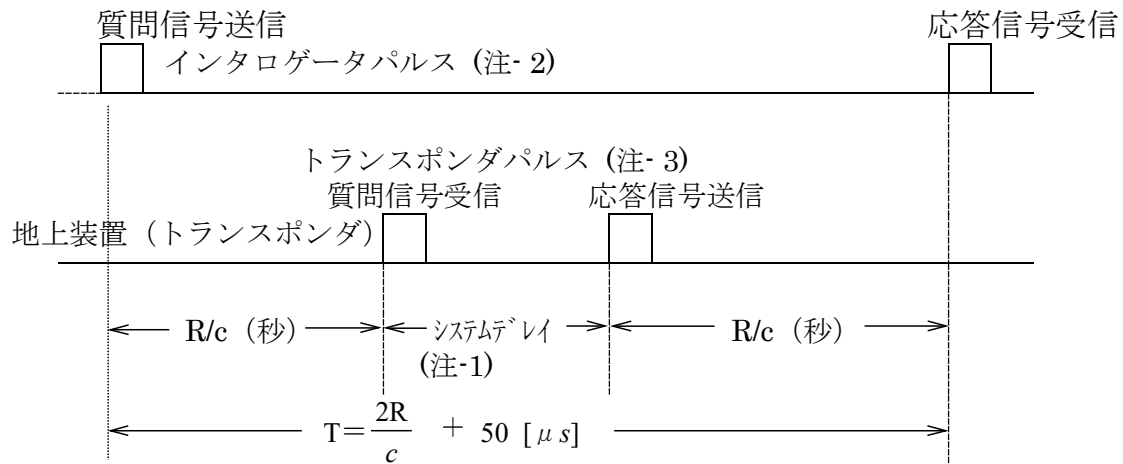
質問応答パルス送受の時間関係を図 1-4 に示す。

質問パルスの送信より応答パルスまで受信の時間 T は（X チャンネルの場合）

$$T [\mu s] = \frac{2R[m]}{c [m/s]} + 50 [\mu s] \text{ である。}$$

T を知れば、直ちに R を求めることができる。

機上装置（インタロゲータ）



T : 質問パルスの発射から応答パルスの受信までに要する時間

R : トランスポンダとインタロゲータ間の距離

c : 光速 (3×10^8 [m/s])

図 1-4 質問応答パルス送受の時間関係

注-1 : X モード・・・50 [μs]、Y モード・・・56 [μs]

注-2 : X モード・・・12 [μs] （ペアパルス間隔）、Y モード・・・36 [μs]

注-3 : X モード・・・12 [μs] （ペアパルス間隔）、Y モード・・・30 [μs]

注： 図のパルスは、全て単一パルスとなっているが、実態は全てパルスペアである。

2. 2 方位測定の実理

① タカン空中線放射パターン

タカン空中線放射パターンは、図 1-5 のようなカーディオイドパターンである。放射パターンは、 40° おきに 9 つの山を持ち偏心したカーディオイドが 900 [rpm] (15 [rps] : 一秒間に 15 回転) で CW 方向に回転している。

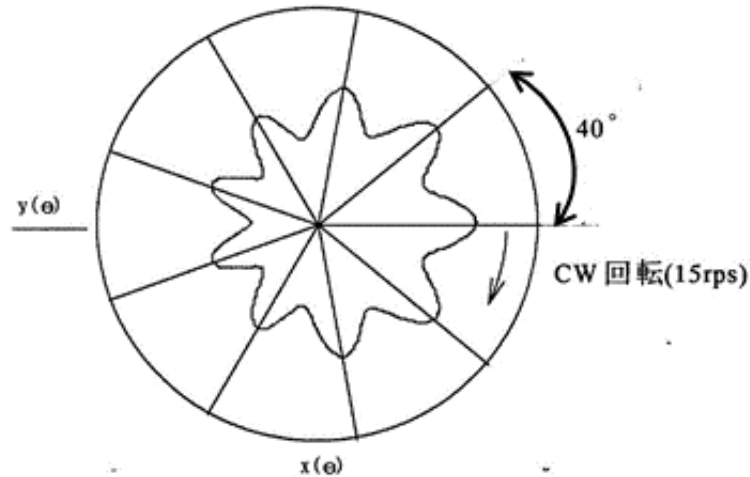


図 1-5 タカン空中線の指向特性

上記、カーディオイドパターンは、図 1-6 のように 15 [Hz] と 135 [Hz] のカーディオイドパターンの複合されたカーディオイドパターンである。

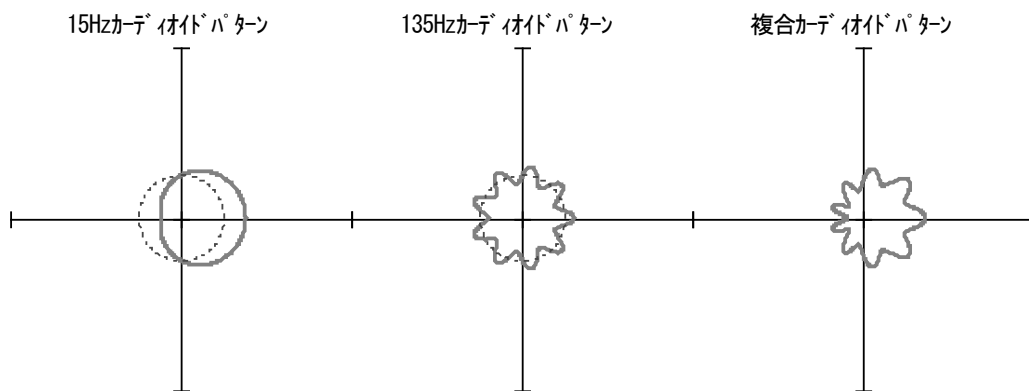


図 1-6 15 [Hz] と 135 [Hz] の複合カーディオイドパターン

② 放射パターンとバーストとの関係

複合カーディオイドパターンの最大点が真東 (15 [Hz] カーディオイドパターンの最大点が真東) を向いたとき、全方向に北基準バースト (パルス列) [※NRB という。] が放射され、135 [Hz] カーディオイドパターンの最大点がそれぞれ真東を向いたとき、同様に補助基準バースト (パルス列) [※ARB という。] が放射される。15 [Hz] カーディオイドパターンの最大点が真東を向いたときは、135 [Hz] カーディオイドの最大点の 1 つと重複するが、このタイミングでは、北基準バーストのみ送出される。

従って、タカン空中線放射パターンが 1 回転する間 (1/15 秒) に北基準バーストが 1 回、補助基準バーストは 8 回送出される。

③ 受信方位とバーストパルスとの関係

任意の方位でタカン信号を受信すると、図 1-7 のような振幅変調を受けたタカン信号を受信することになる。

図 1-7 は、一例として、受信方位 90° における受信波形である。この方位では、NRB (1/15 秒間隔で放射されるコード化されたパルス) は、15 [Hz]エンベロープの最大振幅点で受信され、ARB (1/135 秒間隔で放射されるコード化されたパルス) は、135 [Hz]エンベロープの最大振幅点で受信される。

距離の応答パルスは、北基準バーストと補助基準バースト以外の領域で応答する。

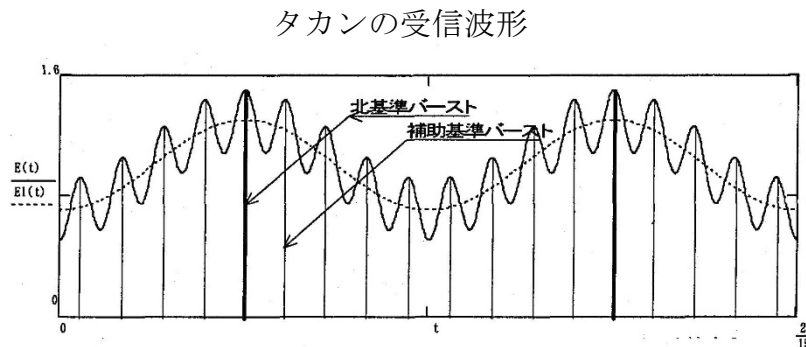


図 1-7 受信方位とバーストパルスの関係

④ 方位測定原理

以下の 5 つの成分から構成されている。

(1) 15 [Hz] の振幅変調

(2) 北基準バースト (パルス列)

北基準方位信号 (北基準バースト / 粗基準信号)

X チャンネル : 30 [μ s] 間隔で 12 個パルスペア、帯域 342 [μ s]

Y チャンネル : 30 [μ s] 間隔で 13 個の単パルス

(3) 135 [Hz] の振幅変調

(4) 補助基準バースト (パルス列)

補助基準方位信号 (補助基準バースト / 精基準信号)

X チャンネル : 24 [μ s] の間隔をもつ 6 個のパルスペア、帯域 132 [μ s]

Y チャンネル : 15 [μ s] の間隔をもつ 13 個の単パルス

(5) スキッタパルス

(イ) 粗方位と精方位の併用

タカンシステムの方位測定は方位精度を上げるため、粗方位測定系と精方位測定系を併用して行っている。

360° の方位を測定するのに 1 つのカーディオイドでは誤差が生じ易い。

方位精度を上げるためには、135 [Hz] のパターンで 15 [Hz] カーディオイドパターンを 40° の扇形に分割する。

機上装置は、粗方位測定後、粗方位測定と同様な方法で 40° 扇形内について精密な方位測定を行う。

15 [Hz] の粗方位信号だけの場合に比べ誤差を $1/9$ に減少する。

($1/135$ が電気角で $2\pi = 360^\circ \therefore 40/360 = 1/9$)

(ロ) 方位測定方法の種類

下記の方位基準バーストパルスとゼロクロス点の位相差を測定する。

- (1) 粗方位測定系：NRB と、15 [Hz] 変調包絡線のゼロクロス点(－から＋の)を位相比較する。
- (2) 精方位測定系：ARB と、135 [Hz] 変調包絡線のゼロクロス点を位相比較する。

北基準バースト (パルス列) は、カーディオイドパターンの最大点が真東 (15Hz カーディオイドパターンの最大点が真東) を向いたとき、全方向に放射される。

受信電界強度は、時間経過 (空中線回転) と共に振幅が変化し、方位情報 θ となる。

図 1-8 は、例として真北、真東、真南、真西で航空機が受信した場合の受信信号を示す。

15 [Hz] 振幅変調波と北基準バースト (NRB) の相対位置から粗方位を決定し、次に 135 [Hz] 振幅変調波と補助基準バースト (ARB) の相対位置から精方位を決定する。

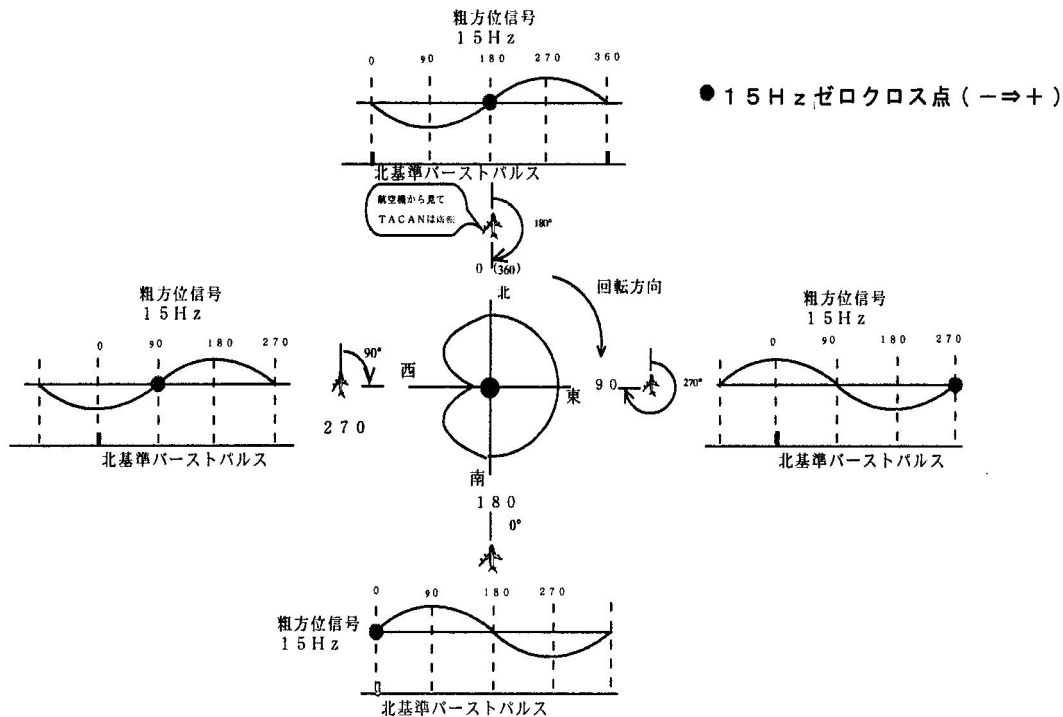


図 1-8 タカン粗方位原理図

(ハ) 粗方位測定系

アンテナパターンは、毎秒 15 回転するため航空機側には、15 [Hz] 変調波が受信される。

地理上の方位 1° 変化するごとに 15 [Hz] 変調信号の電氣的位相も 1° 変化する。

地上局は、回転カーディオイドの最大点が真東に向いた瞬間に、北基準バーストを送信している。

粗方位測定系では、NRB と 15 [Hz] エンベロープの－から＋のゼロクロス点の位相比較によって行われる。

この系では、受信方位 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ の変化が位相差 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ の変化で置換される。

図 1-9 は、受信方位が 90° における粗方位系位相差測定概念図である。

この例では、NRB からゼロクロス点までの位相差が約 270° 付近であるが、粗方位測定系では、 40° 単位でどの扇形にあるかを概略判定する。

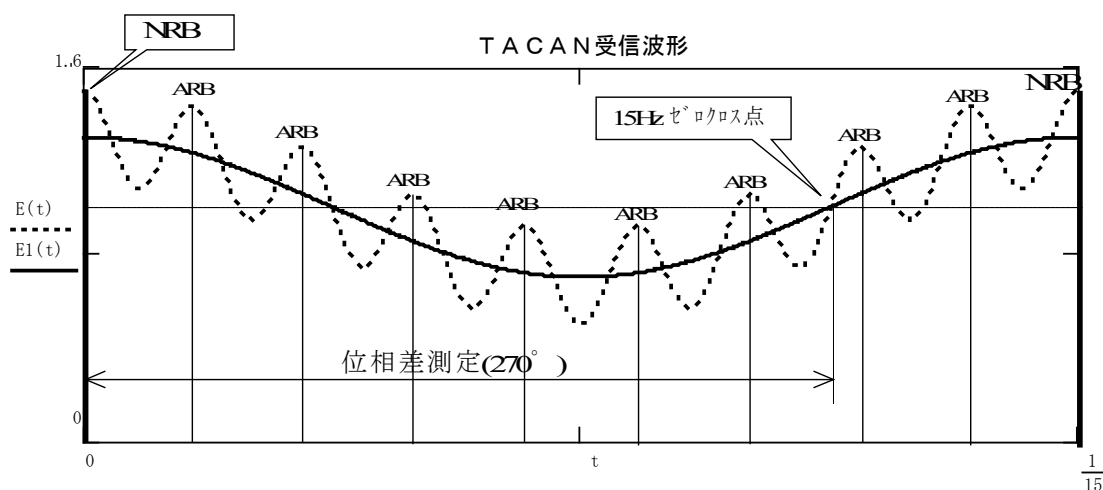


図 1-9 受信方位が 90° における粗方位系位相差測定概念図

(二) 精方位測定系

精方位測定系では、ARB と 135 [Hz] エンベロープの-から+のゼロクロス点の位相比較によって行われる。

この系では、受信方位 40° の変化が位相差 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ の変化で置換される。

図 1-10 は、受信方位が 90° における精方位系位相差測定概念図である。

ARB からゼロクロス点までの位相差が 270° である。従って方位に換算すると、

$$\theta = 40^{\circ} \times \frac{270^{\circ}}{360^{\circ}} = 30^{\circ}$$

となる。

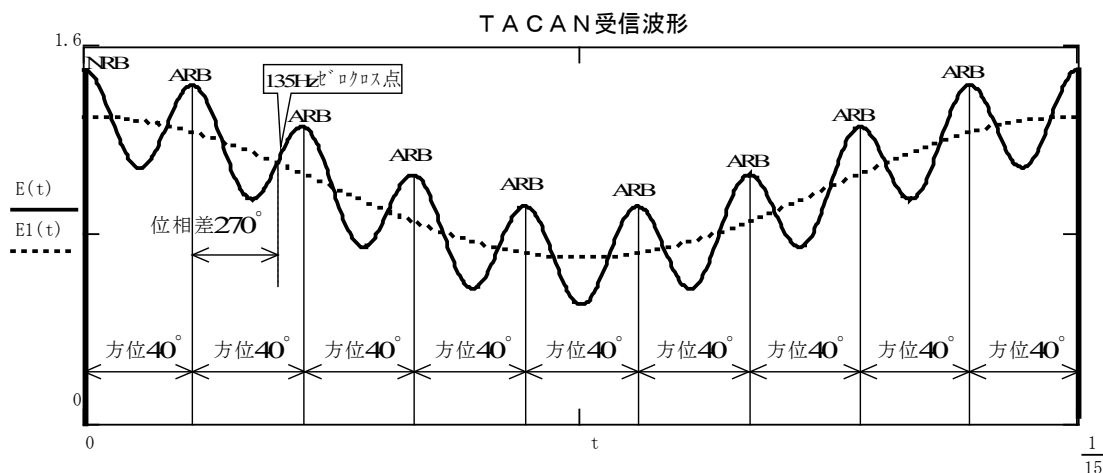


図 1-10 受信方位が 90° における精方位系位相差測定概念図

受信方位 90° における方位確定は、次の通りである。

粗方位測定系により、方位 θ は、 $240^\circ > \theta > 280^\circ$ と判定される。

一方、精方位測定系により、 $\theta = 30^\circ$ と判定される。よって、求める方位 θ は、

$$\theta = 240^\circ + 30^\circ = 270^\circ$$

となる。(受信方位 90° において、 $T0 = 270^\circ$ を示すことを意味する。)

2. 3 タカン地上局の送信する信号

タカン地上局は、一定デューティサイクル（公称）と、優先順位を持ったパルスを送信している。

① 優先順位

情報の三要素、方位、局符号及び距離測定情報は、一連のパルスペアとしてタカン局により送信される。

三要素信号間の混信を防止するためタカン局は、各要素が全体のパルス列に入る順序を指定するように配慮されている。

(1) 優先順位第1・・・方位基準バースト（NRB , ARB）

バーストが一定の速度で生じる。基準バーストは、他のいずれの情報要素が送信されている時にもそれを挿入しうる。

(2) 優先順位第2・・・局符号信号

これもまた一定の周期で生じる。しかし、その持続時間は十分に長いから、方位基準バーストを挿入するに要する部分を利用しても航空機が了解性ある局符号を受信することには大きな影響を及ぼさない。

(3) 優先順位第3・・・距離応答信号

質問パルスは、タカン局内において発せられるものではない。それをパルス列に入れる場合は、他の信号要素との混信を防止するよう制御されなければならない。

基準バースト若しくは識別信号が存在しない時間にのみ、応答パルス列に入るようにする。

(4) 優先順位第4・・・スキッタパルス

これは最大数の航空機がタカン局に質問していない時の充填信号として使用され、変調パターンを維持するのに、そしてまた、タカン局の一定デューティサイクル動作を可能にするのに必要である。

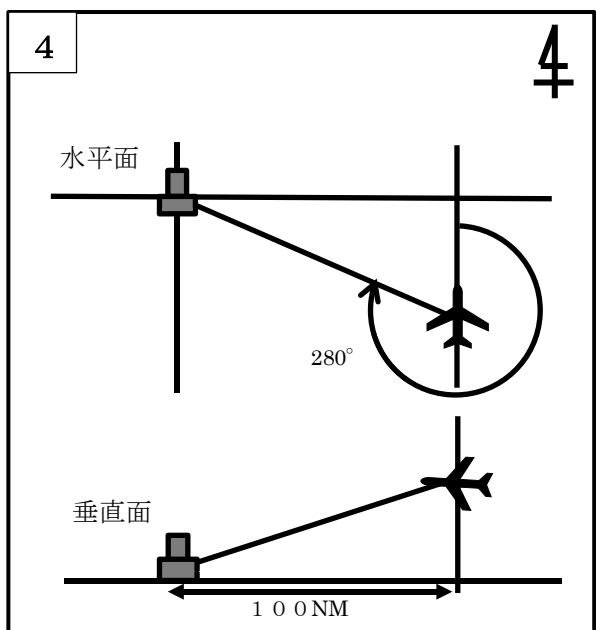
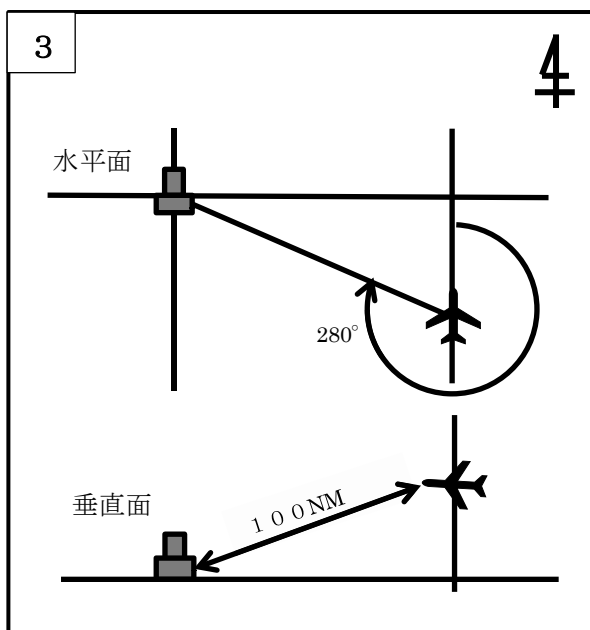
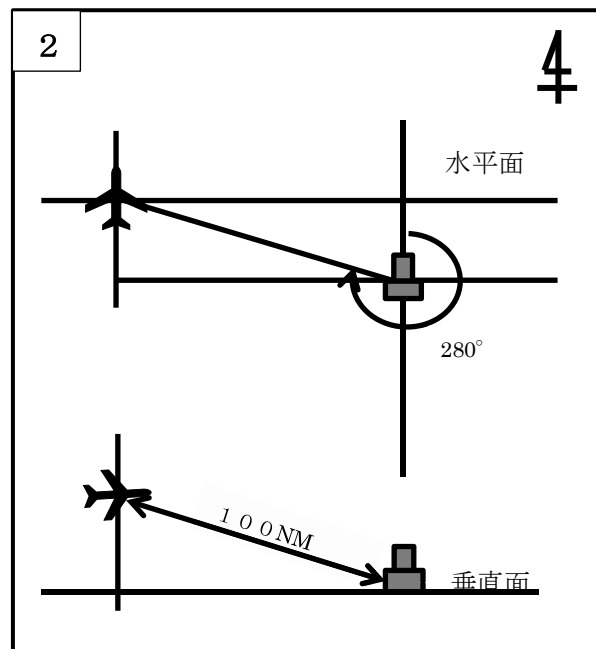
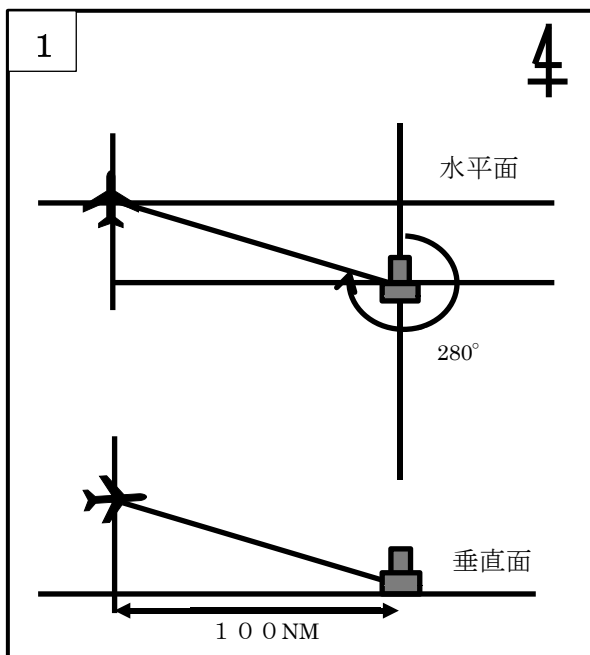
【設問】

(2-1) 航空機の機内指示器が「方位 280° 、DISTANCE 100 [NM]」を示していた。

この時、TACAN がこの航空機に対して示す方位及び距離として正しい組み合わせとなっているものを、番号で解答せよ。(【解説文1】、【解説文2】を参照し検討する事。)

 : これはタカンを示す

4 : これは磁北を示す

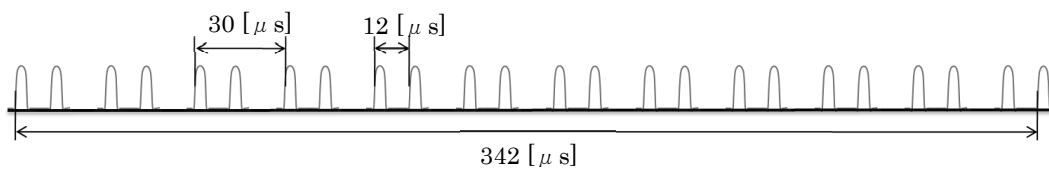


【設問】

(2-2) TACAN の送信するパルスのうち、航空機からの質問信号が少なくなると増加するパルスは何か名称を解答せよ。

【設問】

(2-3) 下図のパルスは何の信号か解答せよ。



【設問】

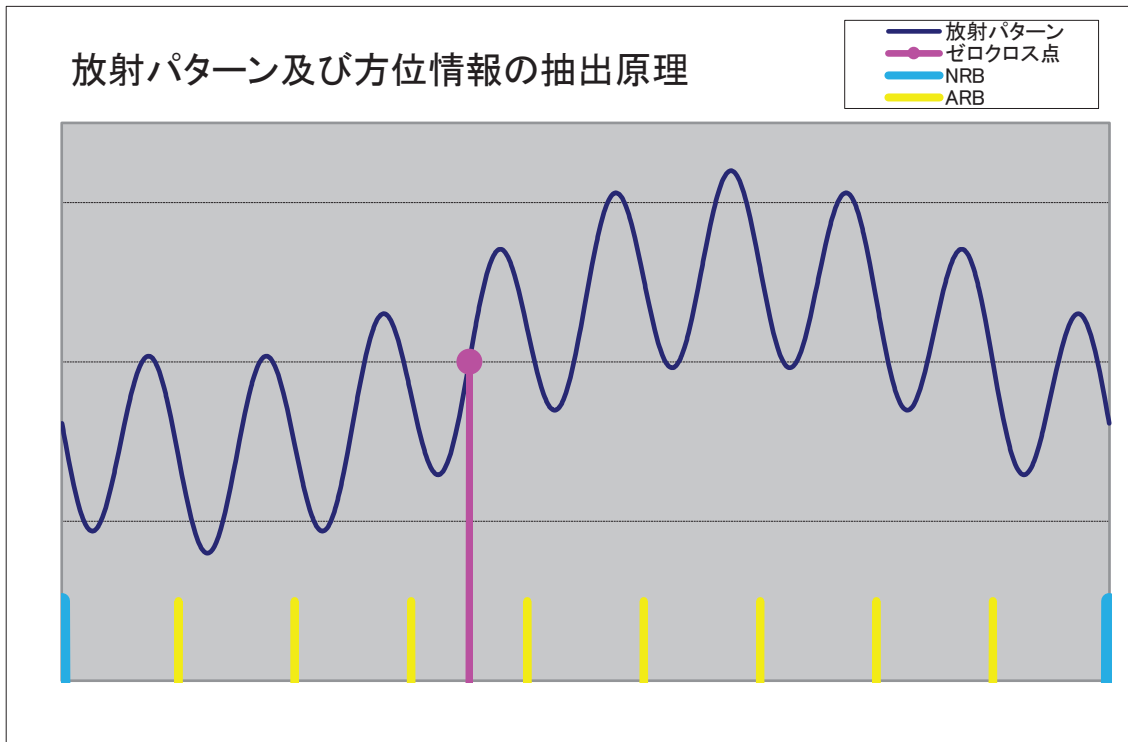
(2-4) 粗方位測定とはどのような様にして得られる方位のことか、【解説文 1】、【解説文 2】中の言葉を使用して解答せよ。

【設問】

(2-5) 精方位測定は、粗方位測定の何倍の精度で測定することが出来るか解答せよ。

【設問】

(2-6) 以下の時、航空機で得られる方位 θ は何度になるか解答せよ。



【設問】

(2-7) TACAN が送信する信号のうち、NRB と ARB はそれぞれ 1 秒間に何回発せられるか解答せよ。

問 9

大阪航空局管内の主な空港の貨物施設については、以下の通り 8 空港ある。

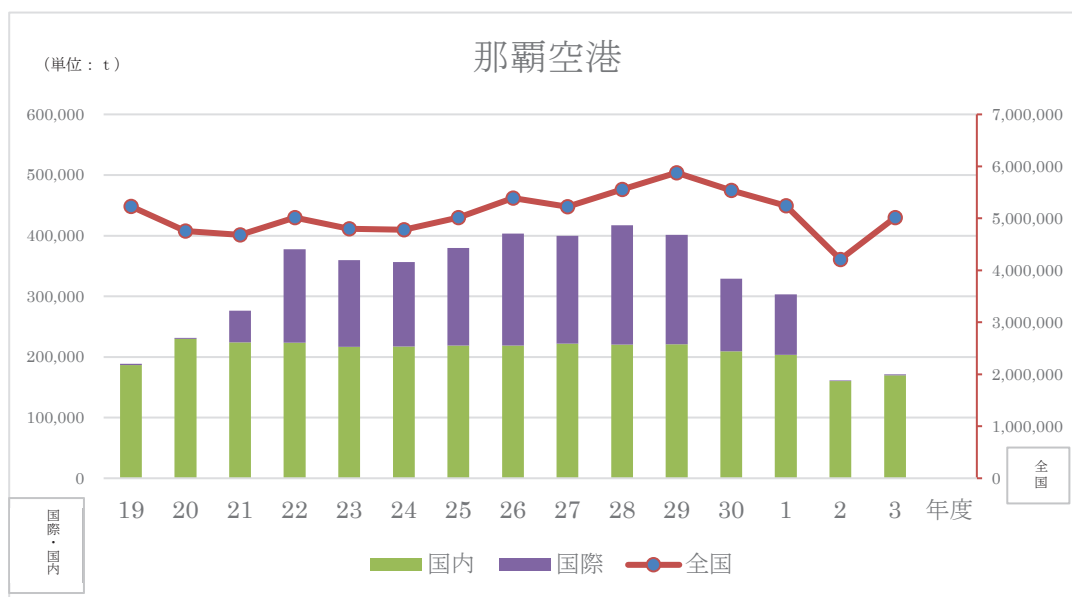
- 1) 小松飛行場 2) 中部国際空港 3) 大阪国際空港 4) 関西国際空港
5) 広島空港 6) 高松空港 7) 北九州空港 8) 福岡空港

このうち、以下の 4 空港の平成 19 年度から令和 3 年度における貨物取扱量の推移グラフを見て、以下の設問に解答せよ。

○那覇空港

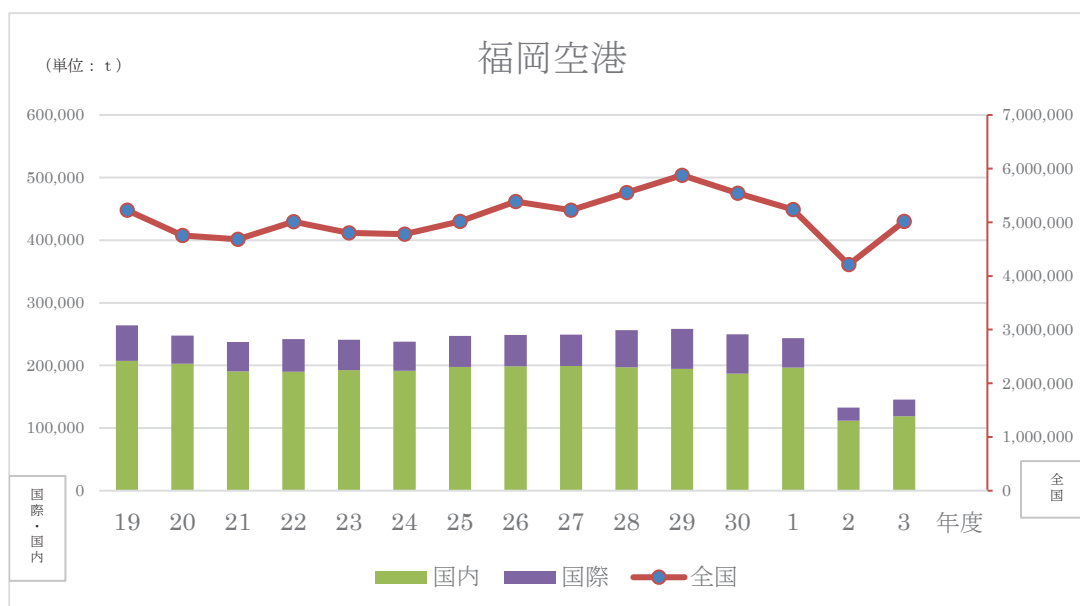
- 貨物地区施設規模（敷地面積）約 63,000 m²
- 貨物取扱量の推移

※H21 年 10 月 新貨物地区運用開始



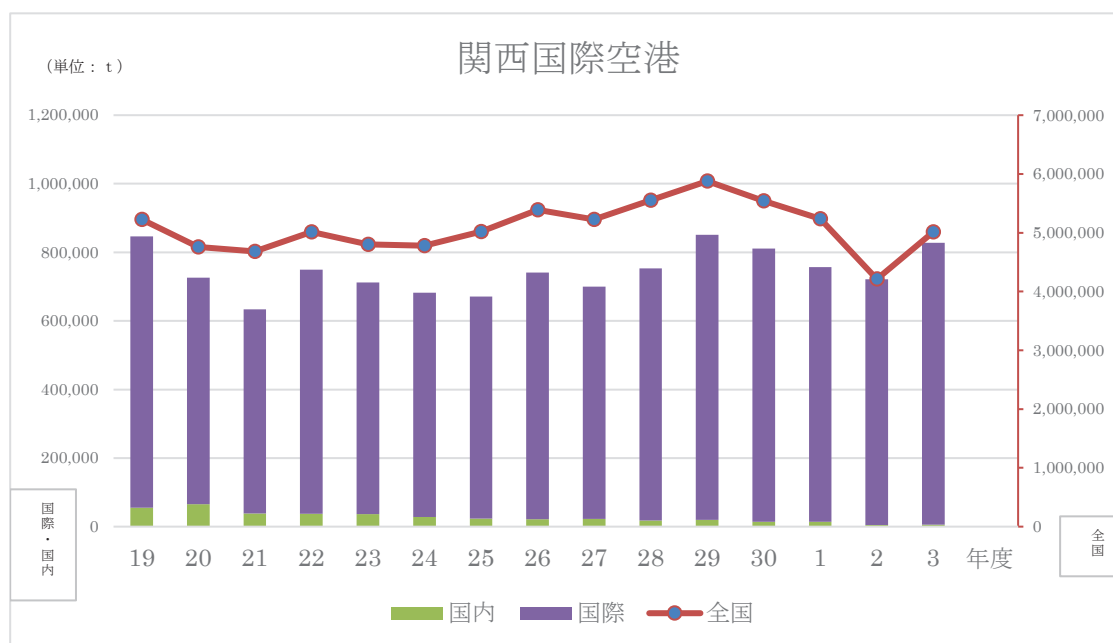
○福岡空港

- 貨物地区施設規模（敷地面積）約 52,000 m²
- 貨物取扱量の推移



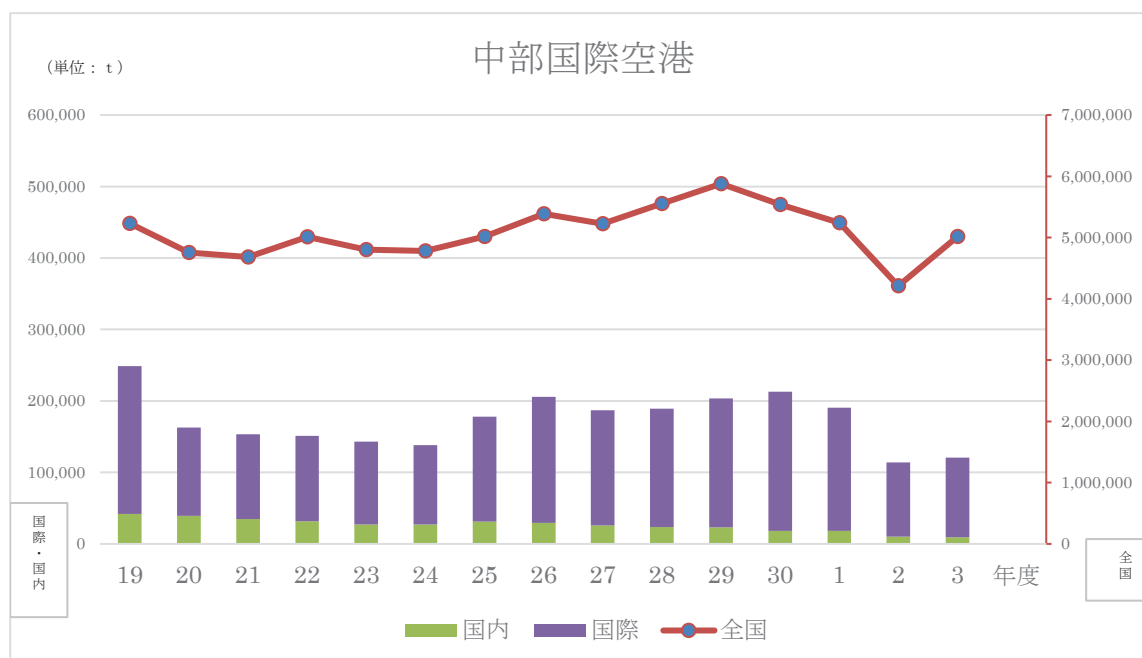
○関西国際空港

1. 貨物地区施設規模（敷地面積）約 531,000 m²
2. 貨物取扱量の推移



○中部国際空港

1. 貨物地区施設規模（敷地面積）約 260,000 m²
2. 貨物取扱量の推移



(1) 調査期間を通して国際貨物に比べて国内貨物の取扱量が多いのはどの空港か？空港名で全て答えよ。

(2) 貨物地区の単位面積あたりに対する総貨物取扱量が一番少ないのはどの空港のどの年度か？

(3) 文章の内容に合致するものを1、合致しないものを2として解答せよ。

- ①令和2年度の貨物取扱量は全ての空港において一番少ない。
- ②全ての空港で国内貨物の取扱量は年々減少している。
- ③関西国際空港の国内・国際含めた貨物取扱量は、中部国際空港のそれと比べて常に3倍以上である。
- ④全国の貨物取扱量に占める関西国際空港の貨物取扱量割合は、常に30%を超えている。
- ⑤那覇空港は新貨物地区運用開始して以降、福岡空港と中部国際空港に比べて常に貨物取扱量が多い状態である。

令和6年8月6日

氏 名	
生年月日	

令和7年度 航空管制技術官採用試験（解答用紙）

I 技術問題（計算問題）

問 1	(1) 2点	(2) 2点	(3) 2点
	$(x + 1)(2x + 3)$	$- \alpha b$	$4\sqrt{3}$
	(4) 2点	(5) 各2点	
	$\alpha = 4$ 、 $b = 3$	$\cos \theta = \frac{3}{\sqrt{13}}$	$\tan \theta = \frac{2}{3}$
	(6) 各2点		
	① 13人	② 27人	
問 2	(1) 2点	(2) 2点	(3) 2点
	$-\frac{32}{x^4 - 16}$	$2\sqrt{14}$	0
	(4) 2点	(5) 2点	
	100π	$\frac{9}{8}$	
問 3	(1) 3点	(2) 2点	(3) 2点
	1500 [μJ]	3 [V]	5 [A/m]
問 4	(1) 各1点		
	ア： 1	イ： 4	ウ： 8
	エ： 2	オ： 16	
	(2) 3点		
	10 [A]		
	(3) 各2点		
	皮相電力Po: 900 [VA]	無効電力Pr: 720 [Var]	

(→次頁につづく)

問 5	(1)			
	答 2点	正しい記述		1点
	2	磁気量を電気量に変換する素子		
	(2)		1点	
	4			
	(3)			
	答 2点	正しい記述		1点
	1	パルス発振		

問 6	(1) 3点	(2) 3点	(3) 2点
	4 [W]	4×10^{-3}	5
	(4) 2点		
	5		

問 7	(1)		1点			
	1.67		[%]			
	(2)					
	答	2点	正しい記述			
	4	周波数、波形、温度等による影響が大きいので、精密級の計器に適さない				
	(3)					
	内部抵抗 r:		400	[Ω]	開放電圧V:	12

(→次頁につづく)

II 論述問題

問 8	(1 - 1)		2点
	方位及び距離情報		
	(1 - 2)		2点
	地上局を基点とした航空路、空港へのアプローチ等を使用されている。		
	(2 - 1)	2点	(2 - 2) 2点
	3		スキッタパルス
	(2 - 3)		2点
	Xch の北基準方位信号 X ch の北基準バースト など		
	(2 - 4)		2点
	「NRBと15 [Hz] エンベロープの－から＋のゼロクロス点の位相比較により得られる」 または 「NRB と、15 [Hz] 変調包絡線のゼロクロス点(－から＋の)を位相比較より得られる」		
	(2 - 5)	2点	(2 - 6) 3点
	9倍		140°
	(2 - 7)		各2点
	NRB: 15回		ARB: 120回

問 9	(1)			2点	(2)			2点
	那覇空港、福岡空港				中部国際空港の（令和）2年度			
	(3)							各1点
	① 2	② 2	③ 1	④ 2	⑤ 1			