

【装備・装工事編】

問1. レーダーマスト上での作業は高所作業であり、十分な準備と注意を払って安全な作業を行なう必要がある。心掛けなければならない注意点を4項目記述せよ。（4点）

〔解 答〕

(1) 作業は慎重に行い、「やりやすさ」より「安全」に重点をおくこと。

(2) 必ず安全帽及びハーネス式安全帯を着用すること。

万一の場合に人体が逆転したり、フックが抜け落ちないようにすること。

(3) 滑りやすい履物（鉄釘のある靴や油の付着した靴等）は、着用しないこと。

(4) 滑り事故を防ぐために手袋はしないようにすること。ただし、寒冷時には、十分注意しながら着用すること。

(5) 工具や器材はロープや紐で結び、一端は自分のベルトや付近のステーなどに固定して落下しないようにすること。

(6) 作業場所の直下位置には、危険標識の注意札を立てるか、直下で作業する者に声をかけるなどして注意を促しておくこと。

(7) レーダーの空中線部に人体が接触したり、動作中の無線用空中線に触れて電波による障害を受けないように、これらの機器の電源を断にし、かつ、主電源や空中線回路などのヒューズも抜いておくこと。

同時に、作業中であることの注意札をこれらの機器の電源スイッチ付近に取り付けておき、更に無線局員や現場の責任者にもあらかじめ了解を得ておくこと。

(8) ペンキ塗りの直後や、強風、大雨、大雪のとき、あるいは夜間での高所作業は中止すること。

(9) つり足場などの動揺や、反転のおそれのある装置はあらかじめ点検しておくこと。

（解答は上記の項目から4つ選択する。183頁参照）

問2. 下表の船舶の種類のうち、船舶設備規程により航海用レーダー、電子プロットング装置(EPA)、自動物標追跡装置(ATA)及び自動衝突予防援助装置(ARPA)を施設することが義務づけられている船舶には備えなければならない数を、義務づけられていない船舶には×印を表の（ ）の中に記入せよ。（10点）

下表のGTは総トン数を示す。

船 舶 の 種 類	機 器			
	航海用レーダー	EPA	ATA	ARPA
国際航海に従事する 11,000 GT の貨物船	(2)	×	(1)	(1)
国際航海に従事する 3,300 GT の貨物船	(2)	×	(2)	(×)
国際航海に従事しない 600 GT の旅客船	(1)	(×)	(1)	×
国際航海に従事しない 499 GT の貨物船	1	(1)	×	×
国際航海に従事する 130 GT の旅客船	1	1	×	×

（解答は上記表内に記載 AIS 編の 16,18,19 頁参照） 添削問題とは上下を入れ換え。

【解 説】

1. 航海用レーダーの搭載義務船及び搭載台数

湖川港内のみを航行する船舶及び発航港から到達港までの距離が 5 海里以内の航路のみを航行する船舶を除く下記の船舶には航海用レーダーを搭載しなければならない。

- (1) 国際航海に従事するすべての旅客船及び国際航海に従事しない総トン数 150 トン以上の旅客船
- (2) 総トン数 300 トン以上の非旅客船
- (3) 推進機関を有する船舶と当該船舶に押される船舶が結合し一体となったときの長さが 50 メートル以上の場合に推進機関を有する船舶
- (4) 上記の船舶のうち総トン数 3,000 トン以上の船舶には 2 台を搭載、その他は 1 台を搭載

2. 電子プロットング装置 (EPA) の搭載要件

- (1) 航海用レーダーを備えなければならない船舶のうち、総トン数 500 トン未満の船舶に 1 台を搭載

3. 自動物標追跡装置 (ATA)

- (1) 航海用レーダーを備えなければならない船舶のうち、総トン数 500 トン以上 3,000 トン未満の船舶に 1 台を搭載
- (2) 航海用レーダーを備えなければならない船舶のうち、総トン数 3,000 トン以上 10,000 トン未満の船舶に 2 台を搭載
- (3) 航海用レーダーを備えなければならない船舶のうち、総トン数 10,000 トン以上の船舶に 1 台を搭載

4. 自動衝突予防援助装置(ARPA)

航海用レーダーを備えなければならない船舶のうち、総トン数 10,000 トン以上の船舶に 1 台を搭載

問 3. 次の文章は航海用レーダーに給電する非常電源に関する船舶設備規程とその関連規則について述べたものである。□□□□の中に適切な用語又は数値を記入せよ。同じものを複数回使用しても差し支えない。(9 点)

- (1) 船舶設備規程第 299 条は、国際航海に従事する **旅客船** 及び係留船に備える非常電源について規定している。その第 4 項に各設備に対する給電時間が定められており、航海用レーダーについては **36** 時間以上とされている。ただし、管海官庁が当該船舶の航海の態様等を考慮して差し支えないと認める場合は、その指示する時間によることができるとされ、船舶検査心得により、総トン数 **5,000** トン未満の船舶に備える航海用レーダーについては、その時間は **3** 時間以上とされている。

- (2) また、第 300 条は国際航海に従事する旅客船を除く **外洋航行船**、内航ロールオン・ロールオフ旅客船及び国際航海に従事する総トン数 500 トン以上の漁船に備える非常電源について規定している。航海用レーダーの給電時間については、その第 4 項に **18** 時間以上と規定されている。

ただし、船舶検査心得により総トン数 **5,000** トン未満の外洋航行船では **3** 時間以上とされている。

これらのことから、国際航海に従事する総トン数 4,500 トンの貨物船の航海用レーダーへの非常電源からの給電時間は、3 時間以上必要となる。

(解答は 内に記載 50～57 頁参照)

問 4. 自動物標追跡装置 (ATA) 及び自動衝突予防援助装置 (ARPA) の警報機能の効力試験では、可視可聴の警報が速やかに発せられることを確認することになっている。どのような場合の警報か、簡潔に 4 項目あげよ。(4 点)

(1) 追尾中の物標が消失した場合

(2) 物標が設定されたガードリングに到達した場合

(3) TCPA の設定値の $\pm 10\%$ 以内に物標が接近した場合

(4) CPA の設定値の $\pm 10\%$ 以内に物標が接近した場合

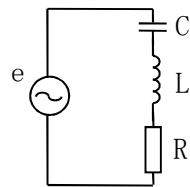
(5) 連動する航海用レーダー、ジャイロコンパスまたは船速距離計からの信号が停止した場合

以上から 4 項目をあげる。

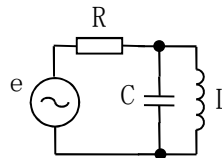
(解答は上記に記載 214,215 頁参照)

【基礎理論編】

問 5. 無線機等には、希望の周波数に同調させるために共振回路が使用される。共振回路には直列共振回路と並列共振回路がある。次の問いに答えよ。(10 点)



回路図 A



回路図 B

(1) 「合成リアクタンスが無限大になるので、共振回路に流れ込む電流は最小となる。」のは、どちらの共振回路についてのものか、該当する回路図の記号を解答欄に記入せよ。(2 点)

解答欄 (B)

(2) コンデンサの容量を $C=5$ [pF]、コイルのインダクタンスを $L=2$ [μ H]、抵抗 $R=60\Omega$ としたときの共振周波数 [MHz] を(小数点以下第 2 位を四捨五入して)小数点以下第 1 位まで求めよ。ただし、 $\pi=3.14$ とし、計算過程と共に答えよ。(8 点)

〔解 答〕

$$\text{共振周波数を } f_r \text{ とすると、 } f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$\text{ここで } 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{2 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-12}} = 2\pi \times \sqrt{10} \times 10^{-9} = 19.859 \times 10^{-9}$$

$$\text{これから } f = \frac{1}{19.859 \times 10^{-9}} \div 0.0504 \times 10^9 = 50.4 \times 10^6 \text{ [Hz]} = 50.4 \text{ [MHz]}$$

(解答は上記に記載 10,11,12 頁参照)

問 6. 送信機から発射される不要発射及びスプリアスについて、次の問いに答えよ。(4 点)

- (1) 電波法に定められた不要発射の定義と、不要発射といわれる目的外電波が発生する原因について簡潔に記述せよ。

〔解 答〕 不要発射とはスプリアス発射及び帯域外発射のことをいう。

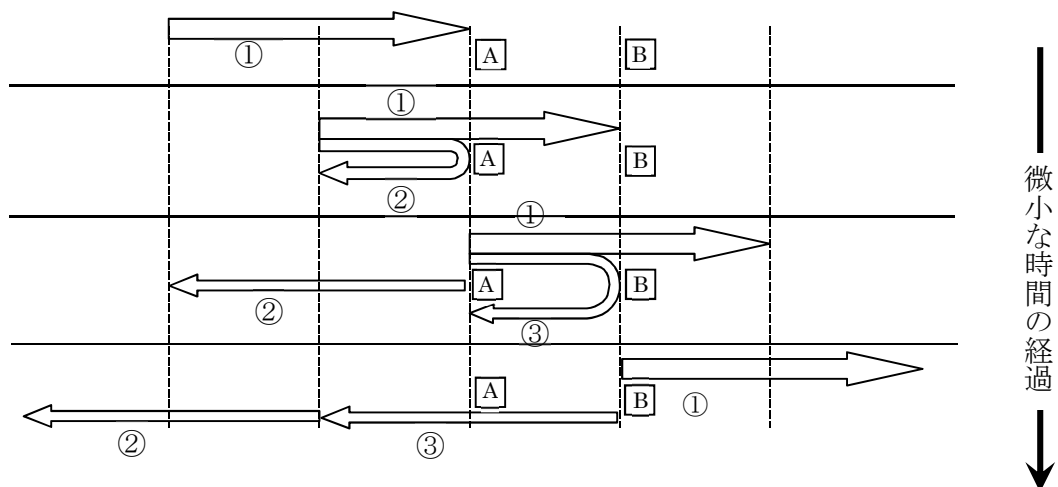
原因は、高調波、低調波、寄生発射等及び変調の過程において発生することにある。

- (2) 電波法に定められたスプリアス領域の定義を示し、必要周波数帯域との関係を簡潔に記述せよ。

〔解 答〕 帯域外領域の外側のスプリアス発射が支配的な周波数帯のことで、中心周波数から必要周波数帯域幅の 2.5 倍以上離れた領域をいう。

(解答は上記に記載 117-118 頁参照)

問 7. レーダーの距離分解能とは、自船から見て同一方向にある 2 つの物標が前後に並んで存在するとき、これらの物標が距離的にどのくらい離れていれば、表示器画面上で 2 つの輝点として分離して識別できるかという能力である。表示器の輝点の大きさは無視できるものとして以下の問いに答えよ。(6 点)



- (1) 以下の図は、距離分解能の説明図である。各々の矢印は何を示しているかを解答欄に記入せよ。
(3 点)

〔解答欄〕

①	レーダーからの送信波
②	物標 A よりの反射波
③	物標 B よりの反射波

- (2) レーダーの電波は、パルス幅に応じた長さで空間を伝搬し、物標により反射される。前図のように②と③が分離して識別される物標 A と物標 B の距離が最小分解能となる。パルス幅 $0.5 \mu s$ の場合の距離分解能を、送信波の長さより求め計算過程と共に答えよ。(3 点)

〔解 答〕

空間を伝搬する送信波の長さは $l = c \cdot t = 3 \times 10^8 \times 0.5 \times 10^{-6} = 150 \text{ [m]}$

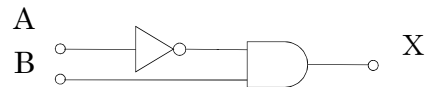
分解能はその半分となるので $150/2 = 75 \text{ [m]}$ A. 75 [m]

(解答は上記に記載 141～142 頁参照)

問 8. 次の論理演算式から論理回路図を描け。(4 点)

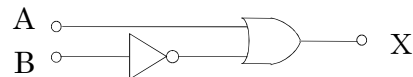
(1) $X = \bar{A} \cdot B$

論理回路図



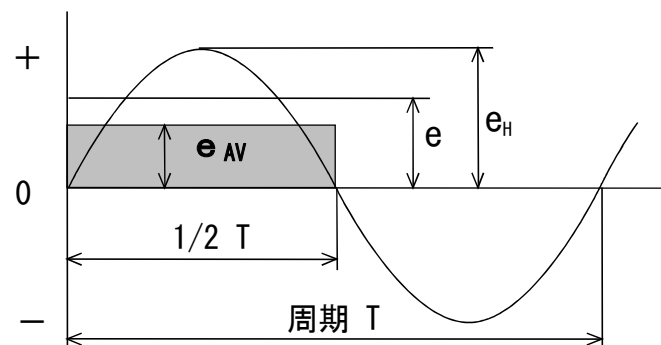
(2) $X = A + \bar{B}$

論理回路図



(解答は上記表内に記載 49,50 頁参照)

問 9. 下図は正弦波交流を図示したものである。図を参考に各値と電圧測定に関する説明文の中に適切な用語又は数値を記入せよ。同じものを複数回使用しても差し支えない。(6 点)



(1) e は交流電圧の **実効値** であり、交流から電力を取り出すとき、同じ **電力** を取り出せる直流電圧の値に等しい。

(2) e_H は **波高値** といい $e_H = \sqrt{2} e$ である。

(3) e_{AV} は半周期分の面積と等しい矩形の電圧値で **平均値** という。

$$e_{AV} = e_H \times \frac{2}{\pi} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} e \text{ である。}$$

(4) **可動コイル型** 電流計と **整流器** を組み合わせると、交流の電流及び電圧が測定できるがメーターの指針を駆動する力は交流の **平均値** である。通常、メーターで測定するのは **実効値** であるため、メーターの目盛を変換する必要がある。

この変換係数のことを **波形率** といい、正弦波交流では約 **1.11** である。

(解答は上記 内に記載 3,4,103 頁参照)

【機器保守整備編】

問 10. 一般の受信機の性能では、選択度、感度および忠実度が重要であるが、レーダーの受信機に求められる性能は、空中線で受けた微弱な反射信号を増幅して表示するのに十分な振幅をもつ映像信号を作ることにある。

レーダーの受信機に要求される必要条件を 4 項目(項目のみ)挙げよ。(4 点)

[解 答]

(1) 雑音指数がよく、感度がよいこと。

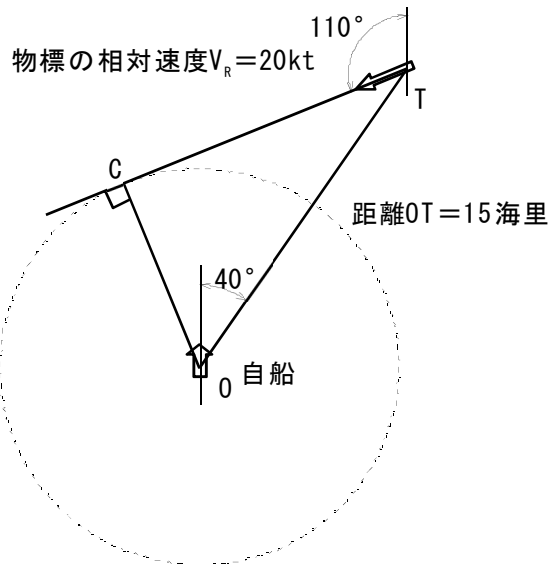
(2) 必要な帯域幅があること。

(3) パルス応答性がよいこと。

(4) 海面反射、雨雪反射抑制がよくできること。

(解答は上記に記載 60 頁参照)

問 11. レーダー映像の相対方位表示で、ある物標について図のような衝突三角形を得た。本図による衝突予防の諸計算について次の の中に数値を記入せよ。計算値の距離は小数点以下第 1 位まで、時間は小数点以下第 2 位まで求めよ。(8 点)



- (1) この衝突三角形 OTC において
 $\angle OTC = \boxed{30}$ [度] である。
 (解答: $180^\circ - (110^\circ + 40^\circ) = 30^\circ$)

- (2) 最接近点 (CPA) は、図の点 C であり、
 自船からの距離 OC は

$$OC = OT \times \sin(\angle OTC)$$

$$= \boxed{15} \times \sin \boxed{30} \text{ [度]}$$

$$= \boxed{7.5} \text{ [海里] である。}$$

- (3) また、距離 TC = $\boxed{13.0}$ [海里] である
 ので 最接近点に達するまでの時間 TCPA は、

$$TCPA = \boxed{13.0} / \boxed{20}$$

$$= \boxed{0.65} \text{ [時間] となる。}$$

(解答は上記 内に記載 111 頁参照)

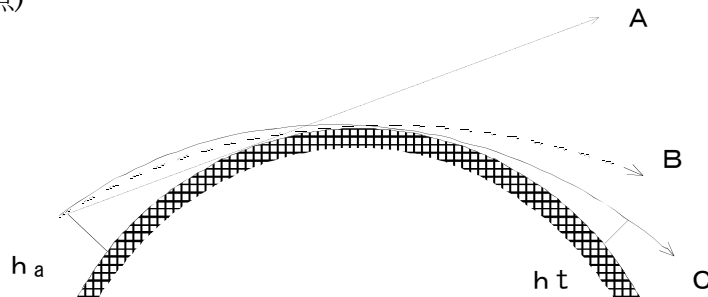
(3) の 13.0 は $15 \times \cos 30^\circ$ で求めても、平方根 ($15^2 - 7.5^2$) で求めてもよい。

問 12. 以下はレーダーの空中線についての記述である。文中の の中に適切な用語又は数値を記入せよ。(8 点)

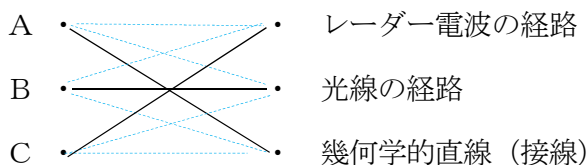
- (1) 導波管の側面に一定の間隔で斜めに切り込んで小さなアンテナ群として電波を発射させるようにしたものが **スロットアレイ** 空中線である。方形導波管の狭い面(H 面)にスロットを切ったものが水平偏波の空中線となる。
- (2) スロットの傾斜角が大きいほど発射される電磁波は **大きく** なる。発射される電界は、水平方向の電界と **垂直方向** の電界とから成る。隣接したスロットの間隔を波長の **1/2** とし、各スロットを逆の傾きで切っておくと **垂直成分** は互いに打ち消し合う。
- (3) 電磁波のエネルギーはスロットを設けた導波管の一方の側から給電するが、給電側と反対側の終端は、最後のスロットから波長の **1/4** のところに **吸収体(材)** を設け、**無反射** の状態とする。このようにすると、スロットの数が少なくても 鋭いビーム幅を作ることができる。

(解答は上記 内に記載 58 頁参照)

問 13. 下図は光線の経路、レーダー電波の経路等を模式的に表したものである。本図を参考に以下の問いに答えよ。(7 点)



(1) 図中のA、B及びCは何を表しているか、該当するものを直線(実線)で結べ。(3点)



(2) 光学的見通しの観測点の高さ及びレーダーアンテナの開口面の高さが海面より $h_a = 16$ [m] で、物標の高さが海面より $h_t = 4$ [m] の場合、光学的見通し距離 [海里] 及びレーダーの見通し距離 [海里] はいくらになるか、(小数点以下第2位を四捨五入して) 小数点以下第1位まで計算過程と共に答えよ。(4点)

(a) 光学的見通し距離

[解 答]

$$D = 2.07 (\sqrt{h_a} + \sqrt{h_t}) \text{ 海里} \quad \text{の式で } h_a = 16 \quad h_t = 4 \quad \text{と置いて}$$

$$D = 2.07 (\sqrt{16} + \sqrt{4}) = 2.07 \times (4 + 2) = 12.42 = 12.4 \text{ [海里]}$$

(b) レーダーの見通し距離

[解 答]

$$D = 2.23 (\sqrt{h_a} + \sqrt{h_t}) \text{ 海里} \quad \text{の式で } h_a = 16 \quad h_t = 4 \quad \text{と置いて}$$

$$D = 2.23 (\sqrt{16} + \sqrt{4}) = 2.23 \times (4 + 2) = 13.38 = 13.4 \text{ [海里]}$$

(解答は上記に記載 5 頁の図 1・4 及び式(1・3), 式(1・5)参照)

【AIS・VDR・GPS 編】

問 14. 次の文章は、航海情報記録装置 (VDR) の搭載要件に関するものである。文中の の中に用語欄から適切な用語を選びその番号を記入せよ。(5点)

(1) 2014 年 7 月 1 日以降 (日本では 2015 年 1 月 1 日以降) に装備される VDR では新性能基準 MSC.333(90)が適用され、最終記録媒体 として 船体固定式 記録媒体、自動浮揚式 記録媒体、(船内)長時間 記録媒体の 3種類 が必要となった。

(2) 新性能基準では、船舶自動識別装置、電子海図情報表示装置、電子傾斜計データ 機器構成データ、電子航海日記 等のデータの記録が新たに追加されている。

[用語欄]

電子航海日記、	最終記録媒体、	航海情報記録装置、	(船内)長時間、
自動浮揚式、	機器構成データ、	船舶自動識別装置、	メモリーカード、
電子傾斜計データ、	船体固定式、	電子海図情報表示装置、	(船内)短時間

(解答は上記 の中に記載。 (2)の内容は順不同可。 56,57,97,106,107 頁参照
AIS = 船舶自動識別装置、ECDIS = 電子海図情報表示装置、電子ログブック=電子航海日記
で可。)

問 15. 次の文章は GPS 衛星に関するものである。文中の の中に選択肢から適切な数値を選び記入せよ。(5 点)

GPS は高度約 km の つの軌道上をそれぞれ 個の衛星が約 時間周期で周回しており、予備衛星を除き 個で完全なシステムである。

〔選択肢〕

1, 000、	10, 000、	20, 000、
1、	4、	6、
8、	10、	12、
24、	36、	48

P111,P128(第 5 章練習問題 問 1)参照方 教科書に記載されている問題。

問 16. 次の文章は、船舶設備規程又は小型船舶安全規則に基づく搭載要件及び性能要件について述べたものである。正しいものには○印を、正しくないものには×印を () 内に記入せよ。(6 点)

- (○) (1) 非国際で 499GT の近海を航行する危険物ばら積船に搭載する衛星航法装置は、第二種衛星航法装置で差し支えない。
- (×) (2) 推進機関を有する小型船舶が当該船舶に押される非自航船と結合して一体となって沿海区域を航行する場合には、衛星航法装置を搭載しなくても差し支えない。
- (○) (3) 船首方位伝達装置 (THD) には各種の方式があるが、GPS コンパスは GNSS 方式の THD の 1 つである。
- (×) (4) 第 2 の航海用レーダーは総トン数 3000 トン以上の船舶に搭載しなくてもよい。
- (○) (5) 航海用レーダーの搭載船であって、総トン数 10,000 トン以上の船舶には自動衝突予防援助装置(ARPA)を搭載しなければならない。
- (×) (6) 300GT 以上の漁船には音響測深機の装備が必要であるが、国際航海の漁船であつても漁探で代替え可能である。

(解答は上記 () 内に記載)

(1) : 15 頁参照

(2) : 207 頁参照 平水を超える場合は、第二種衛星航法装置が必要。

(3) : 17,172 頁参照

(4) : 18 頁参照

(5) : 19 頁参照

(6) : 15 頁参照 非国際の自ら漁ろうするものに限定される。