

【装備機装工事編】

問 1. 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×印を各装置の欄に記入せよ。(10 点)

下表の GT は総トン数を示す。

機 器 船 舶 種 類		航海用レーダー	EPA	ATA	ARPA
国際航海に従事する	120 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)	×	×
国際航海に従事しない	500 GT の旅客船	(1)	(×)	(1)	×
国際航海に従事する	3,000 GT の貨物船	(2)	×	(2)	(×)
国際航海に従事する	11,000 GT の貨物船	(2)	×	(1)	(1)

(解答は上記表内に記載 14, 35, 40, 47 頁参照)

【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 2. 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) 必ず安全帽及び安全ベルト、または命綱を着用すること。安全ベルトは必ず腰より高い位置に取り付け、万一の場合に人体が逆転したり、抜け落ちないようにすること。(2019年2月1日より高所作業では、安全ベルトではなくハーネス式安全帯の使用が義務化されている。)
- (3) 鉄鋌の打ってある靴や油の付着した靴は、滑りやすいので使用しないこと。
- (4) 滑り事故を防ぐために手袋はしないようにする。ただし、寒冷時には、十分注意しながら着用する。
- (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。
- (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。
同時に、作業中であることの作業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。179頁参照)

問 3. 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、要約して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±10%以内に物標が接近した場合
- (4) CPA の設定値の±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 210, 211 頁参照)

問 4. 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。□の中に適切な用語または数字を記入せよ。用語または数字は同じものを複数回使用してもよい。(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 時間以上となっている。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あり、船舶検査心得 3-1 の 299.4(b) の 3 項に総トン数 5,000 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 時間以上と規定されている。

- (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。

ここでもただし書きがあり、船舶検査心得 3-1 の 300.4(a) の表により総トン数 5,000 ン未満の外洋航行船では 3 時間以上と規定されている。

これらのことから、国際航海に従事する総トン数 4,500 トンの船舶は貨物船、旅客船の区別無く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 48～57 頁参照)

【基礎理論編】

問 5. 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。

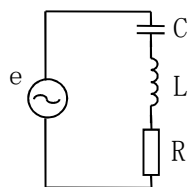
(解 答) 不要発射とはスプリアス発射および帯域外発射のことで、高調波、低調波、寄生振動等によって発生する。

- (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。

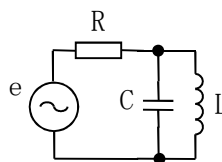
(解 答) 帯域外領域の外側のスプリアス発射が支配的な周波数帯のことで、必要周波数帯域幅の 2.5 倍以上離れた領域をいう。

(解答は上記に記載 116 頁参照)

問 6. 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が、以下の(1)の共振時の説明文は、いずれ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。また、(2)の条件で共振周波数を求めよ。(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。(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 $R=75\Omega$ としたときの共振周波数を求めよ。ただし、 $\pi=3.14$ とし、数値は MHz で表示し、MHz で小数点以下 2 桁は切り捨てて求めよ。(8 点)

〔解 答〕

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

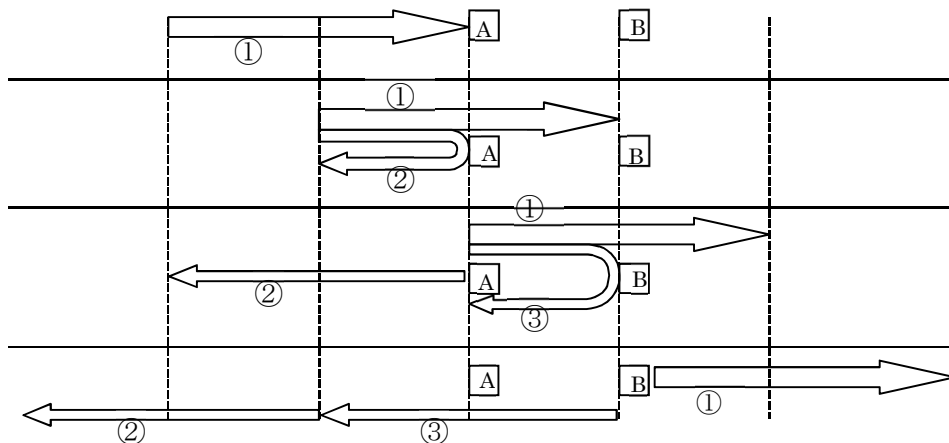
$$\text{ここで } 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{2 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-12}} = 2\pi \times \sqrt{10} \times 10^{-9} = 19.869 \times 10^{-9}$$

$$\text{これから } f = \frac{1}{19.869 \times 10^{-9}} \doteq 0.0503 \times 10^9 = 50.3 \times 10^6 \text{ [Hz]} = 50.3 \text{ [MHz]}$$

(解答は上記に記載 10, 11 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。表示器の輝点の最小値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 (パルスレーン)
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よ。(3 点)

〔解 答〕

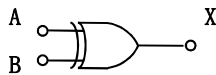
$$\text{空間を伝搬する送信波の長さは } l = c \cdot t = 3 \times 10^8 \times 0.5 \times 10^{-6} = 150 \text{ [m]}$$

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

(解答は上記に記載 138～140 頁参照)

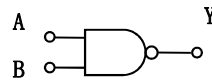
問 8. 次の論理回路の真理値表を完成させよ。(4 点)

(1)



入 力		出 力
A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

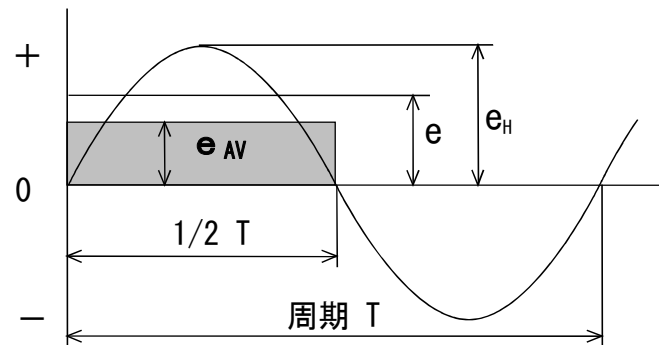
(2)



入 力		出 力
A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

(解答は上記図中に記載 46, 47, 48 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 の中に適切な用語または数式を記入せよ。同じ用語を複数回使用しても差し支えない。(5 点)



- (1) e は 同じ 電力 を取り出せる直流電圧で置き換えて表す値で実効値という。
- (2) e_H は 波高値 といひ $e_H = \sqrt{2}$ 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。
 $e_{AV} = e_H \times \frac{(2/\pi)}{\pi}$ 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 といひ、正弦波交流では約 1.11 である。

(解答は上記 内に記載 3, 101 頁参照)

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項目のみ 4 項目挙げよ。(4 点)

[解 答]

(1) 雑音指数がよく、感度のよいこと。

(2) 必要な帯域幅があること。

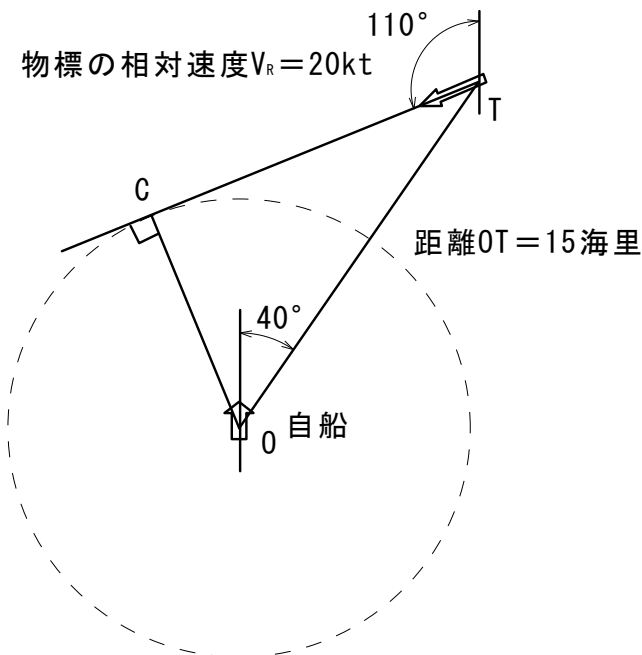
(3) パルス応答性がよいこと。

(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)

【機器保守整備編】

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 1 桁まで、時間は小数点以下 2 桁まで求めよ。(8 点)



(1) この衝突三角形 OTC において

$\angle OTC =$ 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

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

$$=$$
 $\times \sin$

$$=$$
 [海里] である。

(3) また、距離 TC = [海里] であるので 最接近点に達するまでの時間 TCPA は、

$$TCPA =$$
 $\div$

$$=$$
 [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. 以下の文章はレーダーの空中線についての記述である。文中の の中に適切な用語を記入せよ。(4 点)

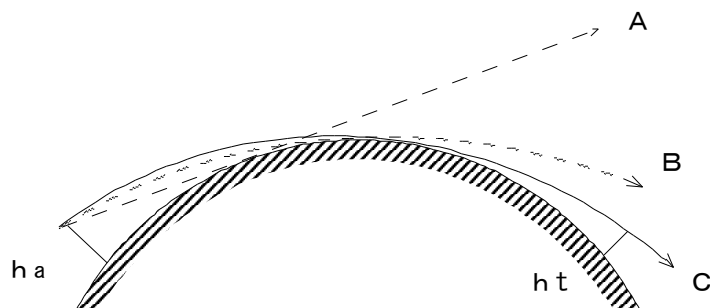
(1) 導波管の側面に一定の間隔で斜めに切り込んで小さなアンテナ群として電波を発射させるようにしたものが 空中線である。方形導波管の狭い面(H面)にスロットを切ったものが水平偏波の空中線となる。

(2) スロットの傾斜角が大きいほど発射される電磁波は なる。発射される電界は、水平方向の電界と の電界とから成る。隣接したスロットの間隔を波長の とし、各スロットを逆の傾きで切っておくと 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、給電側と反対の終端側には、 波長のところに を設け、 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. 下図は見通し距離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。(6 点)



(1) 図中の A は地表に接する直線であるが、B および C は何の経路を表しているか、以下に記せ。

(2 点)

A : 幾何学的直線 (接線)

B : 光線

C : レーダー電波

(2) レーダーアンテナの開口面の高さが海面より 16 [m] で、物標の高さが海面より 4 [m] の場合、光学的見通し距離 [海里] 及びレーダー電波の見通し距離 [海里] はいくらか小数点以下 1 桁まで (2 桁目を四捨五入して) 求めよ。(4 点)

(a) 光学的見通し距離

[解 答]

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

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

(b) 電波の見通し距離

[解 答]

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

$D = 2.23 (\sqrt{16} + \sqrt{4}) = 2.23 \times (4 + 2) = 13.38 = 13.4$ [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 の中に適切な用語を記入せよ。(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、航海情報記録装置、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。

(解答は上記 の中に記載 57, 97, 106, 107 頁参照)

(AIS = 船舶自動識別装置、ECDIS = 航海情報記録装置、電子ログブック = 電子航海日記で可。)

問 15. 次の設問に答えよ。(5 点)

GPS 衛星に関する下記の文章の空欄に、選択肢から適切な数値を選択し解答欄にその記号を記入せよ。(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	(ア)	1,000	(イ)	10,000	(ウ)	20,000
	(エ)	1	(オ)	4	(カ)	6
	(キ)	8	(ク)	10	(ケ)	12
	(コ)	24	(サ)	36	(シ)	48

P128(第 5 章練習問題 問 1) 参照方

問 16. 次の文章は、船舶自動識別装置(AIS)の通信方式について述べたものである。文中の の中に適切な用語を記入せよ。同じ用語を複数回使用しても差し支えない。(6 点)

(1) AIS の通信方式は TDMA (時分割多元接続) 方式であり、概念的にいうと 26.7ms の長さの に情報を載せて送信する。この情報に、自船情報とスロットの が含まれて同時に送信されるのが特長である。

(2) 例えば、船舶 A が自船の情報と次に送信する の を 1 パッケージにして送信する。船舶 B は、船舶 A の予約した を避けながら自船の情報と次に送信する の を送信する。これらを次々に繰り返していき、それぞれの船舶が が衝突しないように、お互いに通信する。

(3) この方式では、基地局のような 管理局がなくても、船舶同士だけで通信ができるユニークな方式である。そのため、AIS の搭載が義務づけられている船舶は、航行中は AIS を作動させなければならない。

(4) なお、このような TDMA 通信を行うためには、すべての船舶局が の時刻を正確に合わせなければならない。このため、AIS では GPS 受信機を内蔵し、その受信信号から正確な を取り出し、それに同期させている。

(解答は上記 の中に記載 26, 27, 28 頁参照)

問 17. 次の文章は、船舶設備規程及び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) 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支えない。

(×) (2) 推進機関を有する小型船舶と当該船舶に押される船舶が結合して一体となって航行する場合には、平水区域を超えても衛星航法装置の搭載は不要である。

(○) (3) 船首方位伝達装置は (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 500GT 未満の旅客船の真方位センサとして装備される。

(○) (4) 500GT の漁船には THD の装備は不要であるが、これはジャイロコンパスの装備義務があるからである。

(○) (5) 非国際の自ら漁ろうに従事する 500GT の漁船は、GPS で船速距離計に代えて衛星航法装置を搭載することができる。

(×) (6) 300GT 以上の漁船には音響測深機に代えて、漁探を搭載することができる。

(解答は上記 () 内に記載)

(1) : 15 頁参照 (2) : 208 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, 171 頁参照 (4) : 17 頁参照 (5) : 16 頁参照

(6) : 15 頁参照 全てではない。非国際の自ら漁ろうするものに限定される。