

【装備機装工事編】

問1 最新の船舶設備規程では航海用レーダーにはプロットング機能付が必須条件となっている。下表の船舶の種類のうち、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)を装備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×印を各装置の空欄に記入せよ。(5点)

GT：総トン数

船舶種類		機器		
		EPA	ATA	ARPA
国際航海に従事する	150 GT の旅客船	(1)	(×)	×
国際航海に従事しない	300 GT の貨物船	(1)	(×)	×
国際航海に従事しない	500 GT の貨物船	(×)	(1)	×
国際航海に従事する	3,000 GT の貨物船	×	(2)	(×)
国際航海に従事する	10,000 GT の旅客船	×	(1)	(1)

(解答は上記表内に記載 12, 27, 31, 37 頁参照)

問2 以下は、航海用レーダーの新旧船舶設備規程の告示で規定されている内容を比較したものである。各設問に答えよ。(5点)

(1) 表示面の有効直径

下表の空欄に適切な数値を記入せよ。

区分	500GT 未満の船舶	500GT～1,000GT 未満の船舶	1,000GT～10,000GT 未満の船舶	10,000GT 以上の船舶
旧告示	180 mm 以上	(180) mm 以上	(250) mm 以上	340 mm 以上
新告示	(180) mm 以上	(250) mm 以上		(320) mm 以上

(解答は上記表内に記載 14, 20 頁参照)

(2) 捕捉する物標数

問1に示すように船舶設備規程では船舶の総トン数により備えられるプロットング装置が規定されている。船舶設備規程に従ってプロットング装置を装備した場合のレーダー1台当たりの最大捕捉、追尾可能な物標数を記入せよ。

区分	500GT 未満の船舶	500GT～10,000GT 未満の船舶	10,000GT 以上の船舶
旧告示	10 以上	(10) 以上	(20) 以上
新告示	(20) 以上	(30) 以上	(40) 以上

(解答は上記表内に記載 27, 29, 31, 37, 39 頁参照)

問3 航海用レーダーには、空中線を海面上15mの高さに設定した場合の探知距離についての規程がある。以下の表は新甲種レーダーについての規程である。表の空欄に該当する探知距離を数値で、またレーダーの種別を記号で記入せよ。(4点)

記号 X：9GHz 帯の電波を使用するレーダー
S：3GHz 帯の電波を使用するレーダー

番号	物標の条件	探知距離	種別
1	レーダー反射器を装着した高さ4mの小型船舶	5海里	X

2	レーダー反射器を装着した高さ 4m の小型船舶	(3.7) 海里	S
3	高さ 3.5m のコーナーレフレクタ付浮標	3.6 海里	(S)
4	高さ 3.5m の浮標	4.6 海里	(X)
5	長さ 10m で高さ 2m の船舶	(3) 海里	S

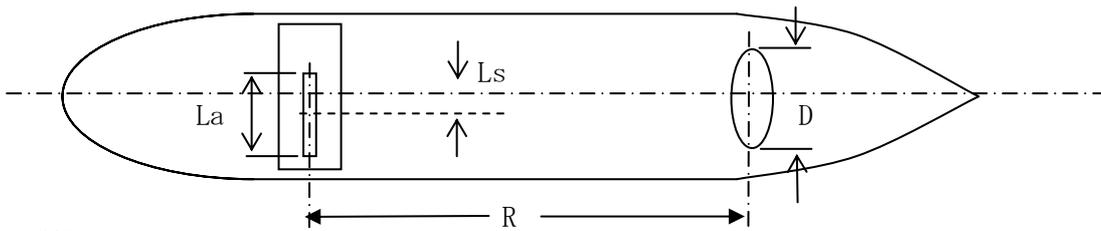
(解答は上記表内に記載 20 頁参照)

問 4 機器間ケーブルおよび機器内のケーブル布設においては、電線路の分離、遮へいおよび接地の技術を利用して十分注意して、ノイズ除去に取り組みなければならない。以下の推奨工事例の の中に適切な用語を記入せよ。(5 点)

- (1) 一般電線路と敏感電線路が並行させる場合は、 以上離すこと。
- (2) 敏感電線路と妨害電線路を交差させる場合は、直交させるか、 以上の間隔をとること。
- (3) 特に低レベル信号を伝送する敏感電線路の遮へいは、 を機器側で接地すること。
- (4) 敏感電線路の長さが妨害信号の 以上となる場合は、両端で機器の外箱に接地する。
- (5) 妨害電線路の遮へいまたはい装の接地は、電線路の で行うこと。
- (解答は上記 内に記載 141 頁参照)

問 5 ある船舶にレーダーを装備しようとして、図面を検討したところキールライン上にレーダー空中線を設置する予定にしているが、前方 (R) 30 [m] に幅 (D) 50 [cm] の構造物がある、このままではレーダーの視野を妨げることになるので空中線の位置を変更する必要がある。水平ビーム幅 θ_A が 1.9 [度]、開口長 L_a が 120 [cm] の空中線を装備するときには、レーダーの空中線部をどこへ何 m (移動幅 : L_s [m]) 移動させればよいか小数数点以下 1 桁 (2 桁目を四捨五入) まで求めよ。

ただし、 $\tan (1.9^\circ / 2) = \tan 0.95^\circ = 0.0166$ とする。(5 点)



[解答]

$$L_s = \frac{D}{2} + R \times \tan \frac{\theta_A}{2} \quad \text{----- ①}$$

$$L_s = \frac{D}{2} + \frac{L_a}{2} \quad \text{----- ② の両式に数値を代入すると}$$

$$L_s = \frac{0.5}{2} + 30 \times \tan \frac{1.9^\circ}{2} = 0.25 + 30 \times \tan 0.95^\circ = 0.25 + 30 \times 0.0166 = 0.748 \text{ [m]} \quad \text{--- ③}$$

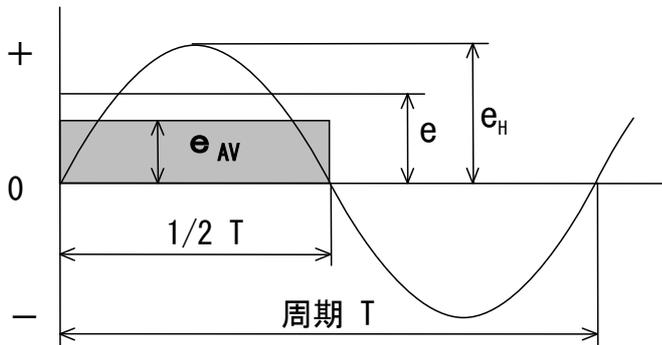
$$L_s = \frac{0.5}{2} + \frac{1.2}{2} = 0.25 + 0.6 = 0.85 \text{ [m]} \quad \text{----- ④}$$

③と④を比べ大きい方を取り、0.9 m だけ右舷側にずらす。

(解答は上記に記載 112 頁参照)

【基礎理論編】

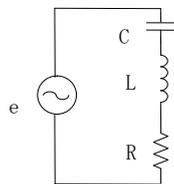
問6 下図は正弦波交流を図示したものである。図を参考に各値と電圧測定に関する説明文の の中に適切な用語または数式を記入せよ。同じ用語を複数回使用しても差し支えない。(5点)



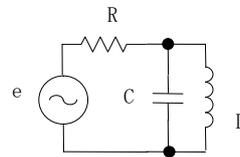
- (1) e は 同じ 電力 を取り出せる直流電圧で置き換えて表す値で実効値という。
- (2) e_H は 波高値 といひ $e_H = \sqrt{2}$ e である。
- (3) e_{AV} は半周期分の面積と等しい矩形の電圧値で 平均値 という。
 $e_{AV} = e_H \times \frac{2}{\pi}$ である。
- (4) 可動コイル型 電流計と整流器を組み合わせると、交流の電流及び電圧が測定できるがメーターの指針を駆動する力は交流の 平均値 である。通常、メーターで測定するのは 実効値 であるため、メーターの目盛を変換する必要がある。この変換係数のことを 波形率 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7 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。(6点)



回路図 A



回路図 B

- (1) 各々のリアクタンスが互いに打ち消し合い抵抗だけの回路と等価になるため、電流は最大となる。(1点) 解答欄 (A)
- (2) コンデンサの容量を $C=100$ [pF]、コイルのインダクタンスを $L=250$ [μ H] としたときの共振周波数を求めよ。ただし、 $\pi=3.14$ とし、数値は小数点以下を切り捨てて整数で求めよ。(5点)

[解 答]

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

$$2\pi\sqrt{LC} = 2 \times 3.14 \times (250 \times 10^{-6} \times 100 \times 10^{-12})^{1/2} = 6.28 \times (250 \times 10^{-16})^{1/2}$$

$$= 6.28 \times \sqrt{250} \times 10^{-8} = 6.28 \times 15.811 \times 10^{-8} = 99.293 \times 10^{-8}$$

$$f_r = 1 / (99.293 \times 10^{-8}) = 1.00712 \times 10^6 = 1 \text{ [MHz]}$$

(解答は上記に記載 10, 11 頁参照)

問 8 「スプリアス」の新旧の定義について次の問いに答えよ。(9 点)

(1) 従来の定義での目的外電波が発生する原因は何か。

(解 答) 高調波、低調波、寄生振動等によって発生する。

(2) 新しい定義で取り入れられた概念について簡潔に説明せよ。

(解 答) 情報伝送に必要な周波数帯域幅を基準として「(必要周波数帯域幅)の2.5倍」以上離れた領域をスプリアスと定義したこと。

(3) 従来は周波数区分で規定されていたが、新しい定義ではどのように規定されるのか。

(解 答) 無線業務区分ごとに規定される。

(解答は上記に記載 115 頁参照)

問 9 次の表は各種のダイオードの原理や性質について説明したものである。適合するダイオード名を解答欄に記入せよ。(5 点)

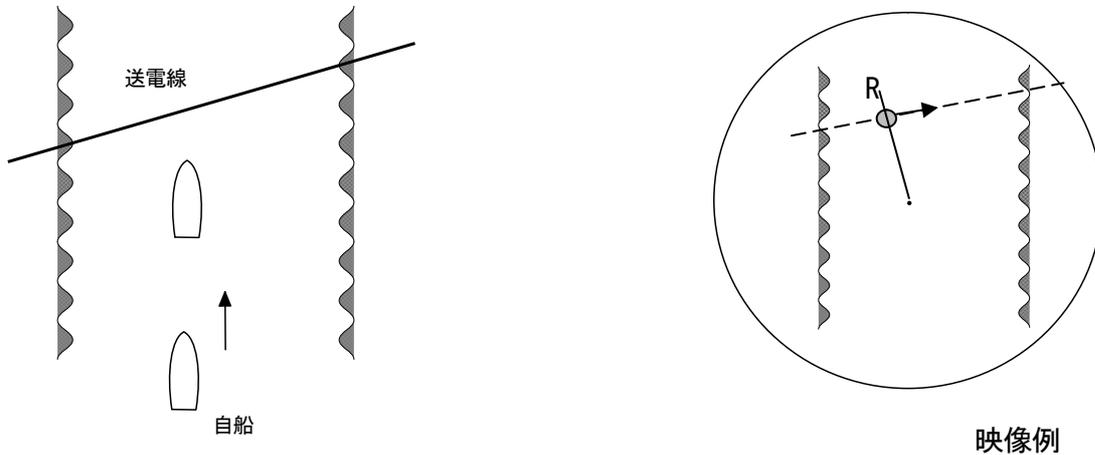
設問	原理・性質	解答欄
(1)	電子と正孔のエネルギー状態の変化に対応した自然放射発光現象を利用するのが発光ダイオードであるが、さらに電子と正孔の密度を高くして誘導放出を生じさせ、接合面に垂直な両端面間で共振器を形成して発光させる。	レーザダイオード
(2)	PN 接合部にはエネルギー差があり電子や正孔が移動できないが、光を当てるとエネルギー差が低くなり P から N 方向へ電流が流れる。	フォトダイオード
(3)	半導体間 PN 接合の代わりに金属と半導体間の接合を用いると電子と正孔の移動速度が速くなる。	ショットキーダイオード
(4)	シリコン材料に不純物を加えると、逆方向電圧が加えられた時に降伏現象を生じる。不純物が多いほど降伏電圧は小さくなる。	定電圧ダイオード
(5)	不純物が多くなると PN 接合部の電子と正孔がない空乏層の厚みが小さくなり、低い電圧でも接合部を電子と正孔が移動して電流が流れる。	トンネルダイオード

(解答は上記表中に記載 19~21 頁参照)

【機器保守整備編】

問 10 レーダーは、電波を反射する物標があればすべてレーダー画面に表示する。そのため、時として実態と異なる誤りやすい映像を現すことがある。以下に示す例について、レーダー画面に表示されると思われる映像例を図示し、その理由を簡潔に記述せよ。なお、映像例には実像には R をそうでないものには I の記号を付与して区別し、移動する映像には矢印を付けよ。(9 点)

(1) 送電線による映像

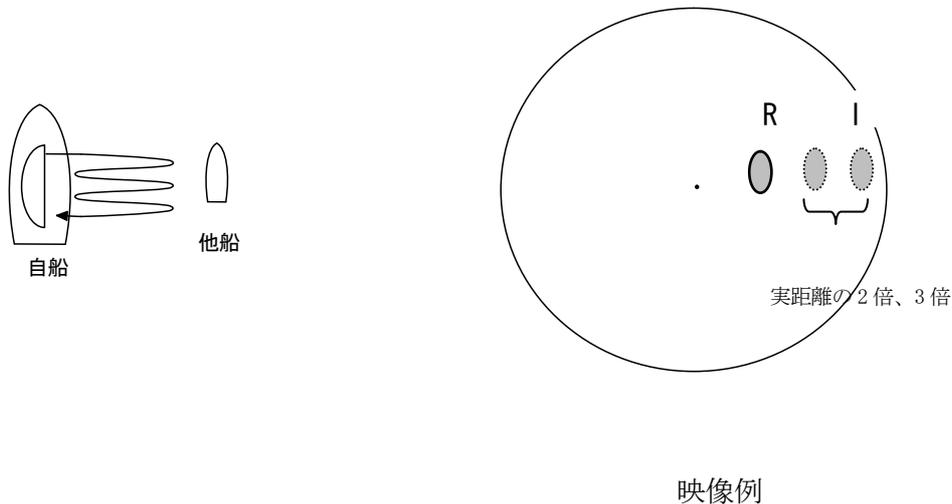


〔理由〕

送電線が船の航路に対して斜めになっている場合は、送電線は船からの垂線の足にあたる点だけが輝点となって現れる。従って、船が送電線に近づくにつれて、輝点が航路を横切るように動く。

(解答は上記に記載 17, 18 頁参照)

(2) 多重反射による映像

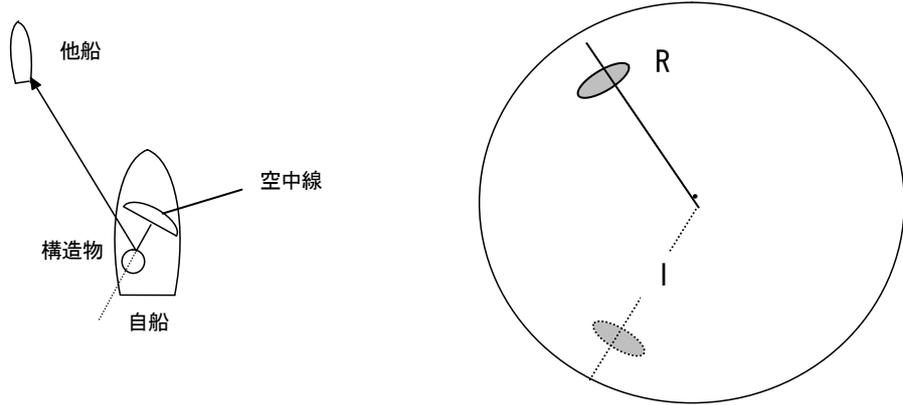


〔理由〕

自船の正横方向に他船が近付いた場合、他船からの反射電波が自船の横腹に当たって再び他船に行き、また反射して帰ってくると、電波が自船と他船との間を往復することになる。そのために、他船の映像の背後の方向に、実距離の 2 倍、3 倍の位置に偽像を生じる。

(解答は上記に記載 19 頁参照)

(3) 自船の構造物による映像



映像例

[理由]

自船の煙突やマストがレーダーの空中線に近いときには、レーダーから出た電波が一度煙突などに反射して他船にいき、その他船で反射した電波が再びその煙突などに反射してから受信される場合、煙突などが鏡になったような偽像が生じる。

(解答は上記に記載 19 頁参照)

問 11 次の文章は、レーダーに使用されている回路についての説明である。該当する回路の名称を右側の名称欄に記入せよ。(5 点)

[説明]

[名称]

- (1) パルスの繰り返し周波数を決定する発振回路で、このパルスがレーダーの動作の基準となっている。このパルスは他の回路の起動パルスや基準としても用いられる。
- (2) S/N 比を改善するために周波数変換器の前に雑音の小さい高周波増幅器をもう一段付け加え、総合的に NF を上げるためにモジュールとしてまとめられたもの。MIC ともいわれる。
- (3) この回路のスイッチを ON にすると、小さな時定数の微分回路が作動し、ビデオ信号の緩やかな変化分は除去され、物標を見やすくすることができる。
- (4) 表示器の中心部分の明るさを抑制するために、距離が遠くなるに従って、中間周波増幅回路の増幅度を変化させる回路。
- (5) 高電圧からパルス形成回路 (PFN) を用いたり、あるいはサイリスタ (SCR) を用いてパルスを形成する回路。

トリガ発生回路

フロントエンド

雨雪反射抑制回路
(FTC 回路/AC RAIN 回路)

海面反射抑制回路
(STC 回路/AC SEA 回路)

(パルス) 変調器

(解答は上記 内に記載 54~56, 65, 73, 75 頁参照)

問 12 以下の文章はスロットアレイ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。同じ用語を複数回使用しても差し支えない。(4 点)

- (1) 導波管の側面に一定の間隔で斜めに切り込んだスロットをアレイとして並べ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 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、給電側と反対側の終端は、最後のスロットから 波長のところに吸収体を設け、 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 幅を作ることができる。

(解答は上記 内に記載 60 頁参照 * 「短い面」でも正解とする。)

問 13 プロットング装置の動作の概念を機能別に大別すると、以下の四段階に分けることができる。各段階の機能および解説文の の中に適切な用語を記入せよ。(5 点)

- (1) 第一段階:
必要とする を CPU へ転送する機能である。
- (2) 第二段階:
時々刻々変化する物標の を、先に検出したデータと比較しながら、これが であることを判定し、同時にデータの変化を計算するために、データを整理し記録する機能である。
- (3) 第三段階:
前段階のデータから、物標の と を算出して の有無を判定する機能である。
- (4) 第四段階: 表示
最終的に に知らせる機能である。

(解答は上記 内に記載 109 頁参照)

【AIS・VDR・GPS 編】

問 14 下表の左欄に掲げる船舶の種類で、船舶設備規程により搭載が義務付けられている右欄の航行設備には○印を、義務付けられていないものには×印を記入せよ。(6 点)

GT: 総トン数

船舶の種類	衛星航法装置 (GPS)	船舶自動識別装置 (AIS)	航海情報記録装置 (VDR)
国際航海に従事する 300 GT の貨物船	○	○	×
国際航海に従事しない 499 GT の貨物船	○	×	×
国際航海に従事しない 3,000 GT の貨物船	○	○	×
国際航海に従事する 3,000 GT の貨物船	○	○	○

(解答は上記表内に記載 15, 17, 20 頁参照)

問 15 船舶自動識別装置(AIS)の主な通信方式である TDMA について、以下の問いに答えよ。(7 点)

(1) TDMA の和文名称を答えよ。 [解 答] 時分割多元接続

(2) この通信方式で使用されているスロットとは何か。簡潔に記述せよ。

[解 答] 自船情報と次に送信するスロットの予約情報を載せて送信される単位で、1 スロットの長さは 26.7ms である。

(3) 多数の船舶間での通信で、お互いの通信が衝突しない理由を簡潔に記述せよ。

[解 答] スロットの予約情報が受信されるため、それを避けて送信することができるから。

(4) この TDMA 通信は、自己管理型といわれるようにユニークな方式である。どのようなことがユニークなのか簡潔に記述せよ。

[解 答] 基地局のようなタイムスロット管理局を必要としないこと。

(解答は上記解答欄に記載 26, 27 頁参照)

問 16 以下は衛星航法装置 (GPS) の測位精度試験の手順について記述したものである。□□□ の中に該

当する適切な数式または用語を用語欄から選択し、その番号を記入せよ。(6 点)

(1) アンテナの位置の実測が、十分な精度でできないため、測位値の平均値をこれに代えることにする。

測位を 10 回行い、各々緯度、経度を記録する。単位は〇〇度〇〇.〇〇〇分である。

これを X_n (緯度), Y_n (経度) とする。 $n=1\sim 10$ である。

(2) 平均測位値を求める。

緯度の平均測位値 $X_a =$

$$\textcircled{1} \frac{\sum_{1}^{10} X_n}{10}$$

経度の平均測位値 $Y_a =$

$$\textcircled{2} \frac{\sum_{1}^{10} Y_n}{10}$$

(3) 各測定における緯度、経度の測位誤差を求め、これを距離 (m) に換算する。
n 番目の測定での緯度誤差を ΔX_n 、経度誤差を ΔY_n とする。

緯度の測位誤差 $\Delta X_n =$ $\textcircled{6} (X_n - X_a) \times 1852$ [m]

経度の測位誤差 $\Delta Y_n =$ $\textcircled{8} (Y_n - Y_a) \times 1852 \times \cos (X_n)$ [m]

(4) 緯度、経度の距離誤差から直距離の測位誤差 ΔD_n を求める。

$\Delta D_n =$ $\textcircled{5} \sqrt{(\Delta X_n^2) + (\Delta Y_n^2)}$ [m]

(5) 判定

10個の測位誤差の ⑩ 100% が精度判定基準以内である必要がある。

(解答は上記 内に記載 119頁参照)

[用語欄]

① $(\sum_{1}^{10} X_n) / 10$	② $(\sum_{1}^{10} Y_n) / 10$	③ $X_1 + X_2 + \dots + X_{10}$
④ $Y_1 + Y_2 + \dots + Y_{10}$	⑤ $\sqrt{(\Delta X_n^2) + (\Delta Y_n^2)}$	⑥ $(X_n - X_a) \times 1852$
⑦ 95%	⑧ $(Y_n - Y_a) \times 1852 \times \cos(X_n)$	
⑨ $(X_n - X_a) \times 1852 \times \cos(X_n)$	⑩ 100%	⑪ $(Y_n - Y_a) \times 1852$

問 17 次の文章は、船舶設備規程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。(9点)

- (○) (1) AIS と接続される衛星航法装置は全て第一種衛星航法装置である。
- (○) (2) 2002年7月1日以前に建造された国際航海に従事する3,000GTの貨物船に搭載するVDRは、簡易型でも良いとされていたが、2010年7月1日以降は簡易型の搭載は認められなくなる。
- (×) (3) 簡易型航海情報記録装置(S-VDR)の記録すべき情報の中に、AISからの他船情報があるが、これはレーダー画像が入力できるインターフェースを備えていても、どちらを選んでも差し支えないということである。
- (○) (4) 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。
- (×) (5) 推進機関を有する小型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、平水区域を超えとしても小型船舶ということで衛星航法装置の搭載は不要である。
- (○) (6) 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500GT未満の旅客船の真方位センサとして装備される。
- (○) (7) 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。
- (○) (8) 非国際の自ら漁ろうに従事する500GTの漁船は、GPSで船速距離計の代替えとできる。
- (×) (9) 300GT以上の漁船には音響測深機の装備が必要であるが、魚群探知機で代替え可能である。

(解答は () 内に記載)

- (1) : 15, 17 頁参照
- (2) : 20, 65 頁参照
- (3) : 56, 205 頁参照 レーダー画像が優先である。
- (4) : 15 頁参照
- (5) : 198 頁参照 平水を超える場合は、第二種衛星航法装置が必要。
- (6) : 17, 165 頁参照
- (7) : 17 頁参照
- (8) : 16 頁参照
- (9) : 15 頁参照 非国際の自ら漁ろうするものに限定される。