

【装備艤装工事編】

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。(5点)

下表のGTは総トン数を示す。

船舶種類	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 3,200 GT の貨物船		2	×	2	×
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 12, 27, 31, 37 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50m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

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. 船舶設備規程の第299条及び第300条とその関連規則である船舶検査心得では、主電源が故障した場合に非常電源から給電されるべき設備と給電時間を定めている。航海用レーダーについて下表の空欄に必要な給電時間を記入せよ。(4点)

番号	船舶の種類	給電時間
1	国際航海に従事する1万トンの旅客船	(36) 時間
2	遠洋漁業に従事する5,000トンの漁船	(18) 時間
3	国際航海に従事する3,000トンの貨物船	(3) 時間
4	短期間の航海に定期的に従事する5,000トンの旅客船	(12) 時間

(解答は上記表中に記載 60頁参照)

問3. 次の文章は、船舶安全法に定められている船舶検査について解説したものである。

文中の の中に該当する適切な用語を用語欄から選択し、その番号を記入せよ。同じ用語を複数回使用しても差し支えない。(6点)

(1) 旅客船の船舶検査証書の有効期間は ⑪ 5年 であり、次の定期検査までの期間には毎年、 ⑭ 第1種中間検査 を受検しなければならない。

その検査の時期は、外航旅客船にあつては検査基準日の ③ 3月前 から検査基準日までの間に、内航旅客船にあつては検査基準日の ② 前後3月 以内と定められている。

(2) 外航貨物船では、定期検査の間に2通りの中間検査が必要で、まず毎年、検査基準日の ② 前後3月 以内に航海用具を含む ⑮ 第2種中間検査 を、また検査合格日から起算して ⑨ 36月 以内に船底検査を含む ⑯ 第3種中間検査 を受検しなければならない。

(3) 内航貨物船及び漁船についての中間検査の時期は、船舶検査証書の有効期間の中間の ⑥ 18月 の間、つまり起算日から ⑦ 21月 を経過する日から ⑩ 39月 を経過する日までとなっており、この間に⑭ 第1種中間検査を受検しなければならない。

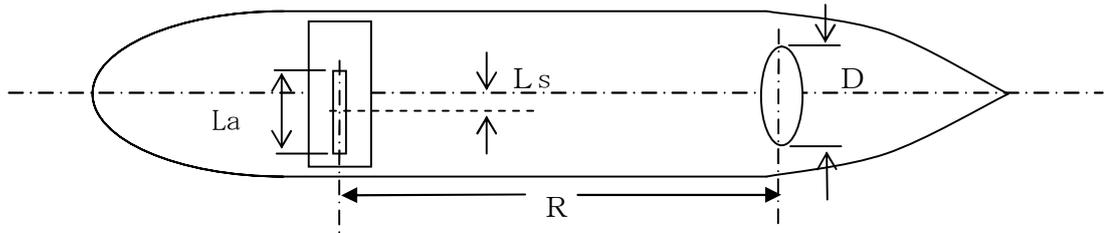
(解答は上記 内に記載 74,75頁参照)

[用語欄]

- | | | | |
|-------|-----------|-----------|-----------|
| ① 3月後 | ② 前後3月 | ③ 3月前 | ④ 6月 |
| ⑤ 12月 | ⑥ 18月 | ⑦ 21月 | ⑧ 24月 |
| ⑨ 36月 | ⑩ 39月 | ⑪ 5年 | ⑫ 6年 |
| ⑬ 4年 | ⑭ 第1種中間検査 | ⑮ 第2種中間検査 | ⑯ 第3種中間検査 |

問4. 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)50[m]に幅(D)50[cm]の構造物があつて、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1.2[度]、開口長 L_a が184[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メートル(移動幅: L_s [m])移動させればよいか小数点2桁目を四捨五入で、少数数点1桁まで求めよ。

ただし、 $\tan(1.2[度]/2) = \tan 0.6[度] = 0.01047$ とする。(5点)



$$\begin{cases} L_s = \frac{D}{2} + R \times \tan \frac{\theta_A}{2} \dots\dots\dots \text{式①} \\ L_s = \frac{D}{2} + \frac{L_a}{2} \dots\dots\dots \text{式② の両式から} \end{cases}$$

$$\begin{cases} L_s = \frac{0.5}{2} + 50 \times \tan \frac{1.2}{2} = 0.25 + 50 \times \tan 0.6[\text{度}] = 0.25 + 50 \times 0.01047 = 0.8 \dots\dots\dots \text{①式} \\ L_s = \frac{0.5}{2} + \frac{1.84}{2} = 0.25 + 0.92 = 1.2 \dots\dots\dots \text{②式} \end{cases}$$

(答) 上記①式と②式を比べ大きい方をとるので、1.2 [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5. 次の文章は、SART による位置特定の基礎について記述したものである。〔 〕内用語群の中から適切な用語を選び、その番号を の中に記入せよ。(6 点)

SART は、待受状態になっていれば、 ③ 9GHz の周波数帯の船舶用または航空機用のレーダーのパルス電波を受信したときに応答して、 ⑤ 周波数 が鋸歯状に変化する形の マイクロ波電波を発生する。

この電波は呼びかけたレーダーに帰って、レーダーの映像面上に ②約 12 個 の一列に並んだ輝点となって信号映像を表す。

この輝点は SART の位置を始点として、レーダー映像面の ⑩ 外周方向 に、 ⑫ 約 8 海里 の長さの点列となって表示される。

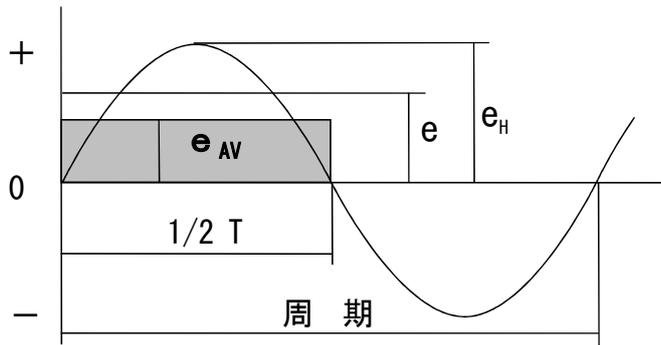
救助船が SART に近づくと、SART 信号が強くなり、自船のレーダーのサイドローブで点列は多重の ⑦ 弧状 となり、更に近づくと多重の同心円となる。しかし、このような場合はゲインを適当に調節すれば、再び点列となり、SART 信号をはっきり識別することができる。

〔用語群〕

- | | | | |
|---------|----------|-----------|----------|
| ① 約 8 個 | ② 約 12 個 | ③ 9GHz | ④ 3GHz |
| ⑤ 周波数 | ⑥ 周期的 | ⑦ 弧状 | ⑧ ミリ波 |
| ⑨ マイクロ波 | ⑩ 外周方向 | ⑪ 約 12 海里 | ⑫ 約 8 海里 |

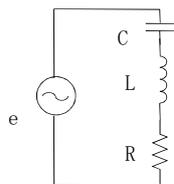
(解答は上記 に記載 基礎編 145～148 頁参照)

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)

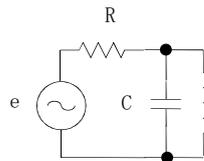


- (1) e は同じ 電力 を取り出せる直流電圧で置き換えて表す値で実効値という。
- (2) e_H は 波高値 といい $e_H = \sqrt{2} e$ である。
- (3) e_{AV} は半周期分の面積と等しい矩形の電圧値で 平均値 という。
 $e_{AV} = e_H \times \frac{2}{\pi}$ である。
- (4) 可動コイル型 電流計と整流器を組み合わせると、交流の電流及び電圧が測定できるがメーターの指針を駆動する力は交流の 平均値 である。
 通常、メーターで測定するのは 実効値 であるため、メーターの目盛を変換する必要がある。この変換係数のことを 波形率 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 3,101 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 [MHz] 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 $C=50$ [pF]、コイルのインダクタンスを $L=2$ [μH] としたときの共振周波数 [MHz] を求めよ。ただし、 $\pi=3.14$ とし、数値は MHz で表示し、小数点以下1桁まで(少数以下2桁目を四捨五入)として求めよ。(5点)

[解答]

(2) 共振周波数を f_r とすると

$$\text{共振周波数 } f_r \text{ は、 } f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

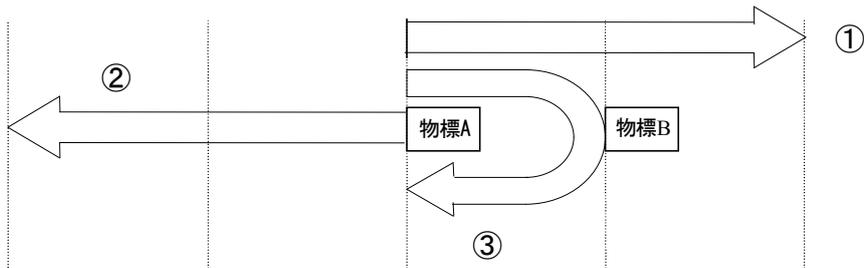
$$\begin{aligned} \text{ここで、 } 2\pi\sqrt{LC} &= 2\pi\sqrt{2\times 10^{-6}\times 50\times 10^{-12}} = 2\pi\times 10^{-8} \\ &= 6.28\times 10^{-8} \end{aligned}$$

$$\text{これから } f = \frac{1}{6.28\times 10^{-8}} = 0.1592\times 10^8 = 15.92\times 10^6 \text{ [Hz]} = 15.9 \text{ [MHz]}$$

(解答は上記に記載 10,11 頁参照)

問8. 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。(5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 $0.5\mu\text{s}$ の場合の距離分解能を、送信波の長さより求めよ。(2点)

[解答]

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

$$\text{分解能は } 150/2 = 75 \text{ [m]}$$

(解答は上記に記載 138~140 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)

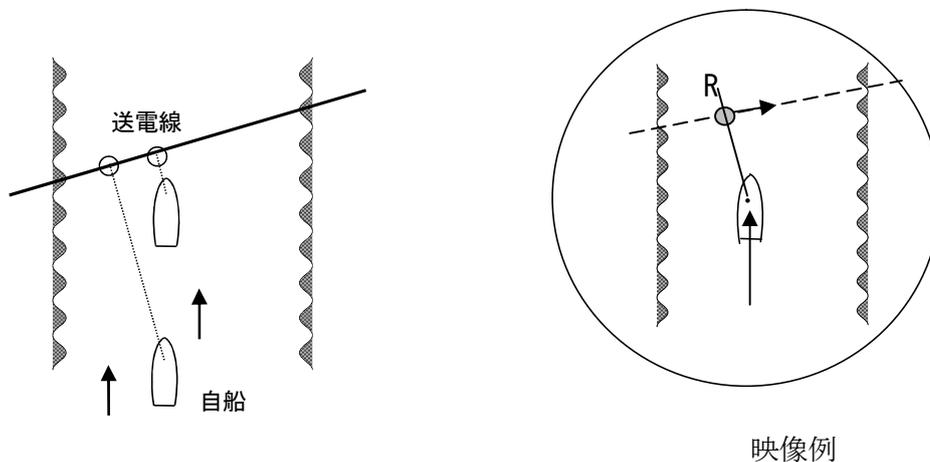
設問	原理・性質	解答欄
(1)	電子と正孔のエネルギー状態の変化に対応した自然放出発光現象を利用するのが発光ダイオードであるが、さらに電子と正孔の密度を高くして誘導放出を生じさせ、接合面に垂直な両端面間で共振器を形成して発光させる。	レーザダイオード
(2)	PN 接合部にはエネルギー差があり電子や正孔が移動できないが、光を当てるとエネルギー差が低くなり P から N 方向へ電流が流れる。	フォトダイオード
(3)	半導体間 PN 接合の代わりに金属と半導体間の接合を用いると電子と正孔の移動速度が速くなる。	ショットキーダイオード
(4)	シリコン材料に不純物を加えると、逆方向電圧が加えられ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

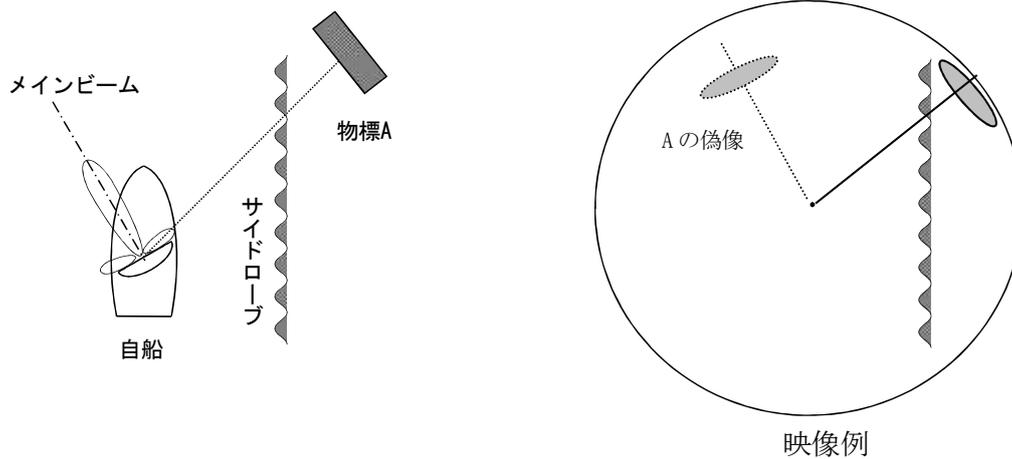


〔理由〕

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 19 頁参照)

(2) サイドローブによる映像

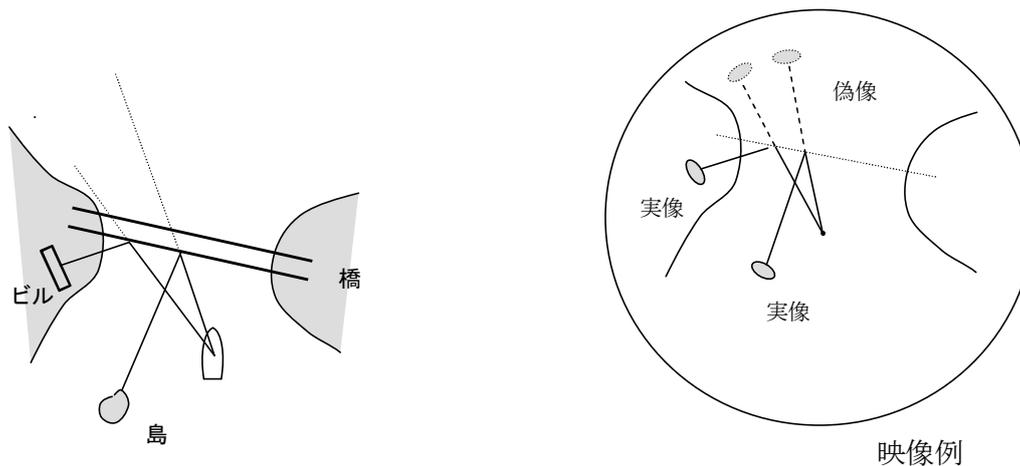


[理由]

反射の強い物標が近距離に有る場合、サイドローブで探知してしまう。この場合、距離は同じでも方位はメインビームの方向に表示するので約 90° 異なる位置に偽像を生じる。

(解答は上記に記載 20 頁参照)

(3) 自船以外の構造物による映像

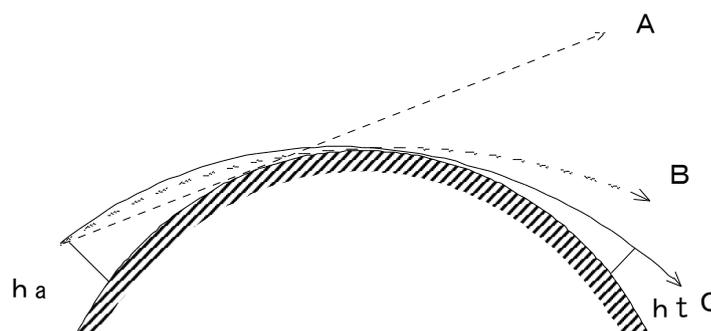


(理由)

陸上の構造物や、海上に架けられた橋などが鏡となって、付近にある物標の偽像を鏡となった構造物の後方に現す。

(解答は上記に記載 21 頁参照)

問 11. 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。(7 点)



「用語欄」

①	狭く	②	短く	③	長く
④	増大	⑤	長い	⑥	広い
⑦	平均電力	⑧	パルス繰り返し周期	⑨	パルス幅
⑩	周波数	⑪	尖頭電力	⑫	休止時間

(解答は上記 内に記載 6～8 頁参照)

【AIS・VDR・GPS 編】

問 13. 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。(8 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	200 GT の貨物船	○	○(誤)⇒×(正)	×
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	500 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)

(注) 回答に誤りがありましたので上記のとおり訂正します。(平成 27 年 12 月 25 日訂正)

問 14. 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 15. IMO の性能基準で規定されている物標に関する警報について、以下の設問に答えよ。(8 点)

(1) ガードゾーン警報が発生する仕組み(機能)について簡潔に記述せよ。(2 点)

[解答] 任意(または一定)の距離にガードゾーン(またはリング)を設定し、そこに目標が進入した場合に警報が発生する。

- (2) 衝突の危険性のある物標に対して発生させる警報で、状況に応じて設定される安全限界の距離および安全限界の時間のことを何というか、英字の略称で答えよ。(2)

[解答] ① 安全限界の距離：CPA ② 安全限界の時間：TCPA

- (3) 追尾中の物標が追尾不能になったときに発するロストターゲットの警報の発生原因を挙げよ。(4点)

[解答]

- ① 物標のエコーが非常に弱い。
- ② 陸地や大型船の陰に入ってエコーが消える。
- ③ 海面反射や雨雪反射で物標の識別ができなくなる。
- ④ 他の物標との乗移り等によって追尾ミスを起こす。

(解答は上記解答欄に記載 120頁参照 (1)の()内は記述しなくても良い。)

問 16. 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。(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で差し支えない。
- (×) (2) 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。
- (○) (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で船速距離計の代替えとできる。
- (×) (6) 300GT以上の漁船には音響測深機の装備が必要であるが、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) : 206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) : 17,170頁参照

(4) : 17頁参照

(5) : 16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。