

【装備艤装工事編】

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

機 器		機 器		
		EPA	ATA	ARPA
船 舶 種 類				
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、新甲種レーダー（平成 20 年 7 月 1 日から適用）と、前甲種レーダーの性能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	500G~1,000GT 未 満の船舶	1,000GT~10,000GT 未満の船舶	10,000GT 以上 の船舶
前甲種レーダー	180 mm 以上	(180) mm 以上	(250) mm 以上	340 mm 以上
新甲種レーダー	(180) mm 以上	(250) mm 以上		(320) mm 以上

(解答は上記表中に記載 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
前甲種レーダー	10 以上	(10) 以上	(20) 以上
新甲種レーダー	(20) 以上	(30) 以上	(40) 以上

(解答は上記表中に記載 27, 29, 31, 37, 39 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 であり、次の定期検査までの期間には毎年、 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 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 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 以内に航海用具を含む を、また検査合格日から起算して 以内に船底検査を含む 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 の間、つまり起算日から を経過する日から を経過する日までとなっており、この間に を受検しなければならない。

(解答は上記 に記載 74, 75 頁参照)

【用語欄】

- | | | | |
|------------------------------------|--|--|--|
| <input type="text" value="① 3月後"/> | <input type="text" value="② 前後3月"/> | <input type="text" value="③ 3月前"/> | <input type="text" value="④ 6月"/> |
| <input type="text" value="⑤ 12月"/> | <input type="text" value="⑥ 18月"/> | <input type="text" value="⑦ 21月"/> | <input type="text" value="⑧ 24月"/> |
| <input type="text" value="⑨ 36月"/> | <input type="text" value="⑩ 39月"/> | <input type="text" value="⑪ 5年"/> | <input type="text" value="⑫ 6年"/> |
| <input type="text" value="⑬ 4年"/> | <input type="text" value="⑭ 第1種中間検査"/> | <input type="text" value="⑮ 第2種中間検査"/> | <input type="text" value="⑯ 第3種中間検査"/> |

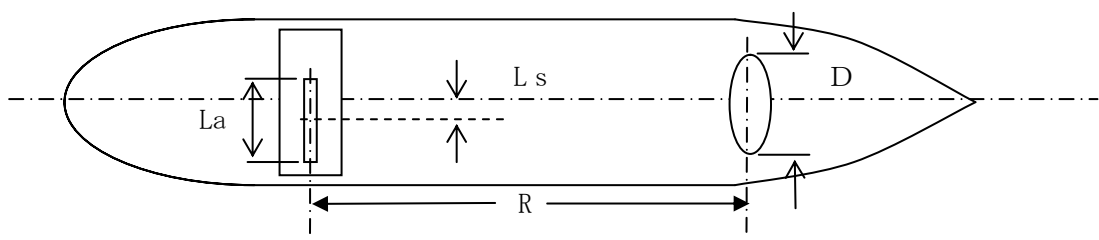
問 4. 船舶設備規程の第 299 条及び第 300 条とその関連規則である船舶検査心得では、主電源が故障した場合に非常電源から給電されるべき設備と給電時間を定めている。航海用レーダーについて下表の空欄に必要な給電時間を記入せよ。(4 点)

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 61 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) 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 m (移動幅: L_s [m]) 移動させればよいか 少数点以下 1 桁まで求めよ。

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



(解答は下記に記載 113 頁参照)

〔解答〕

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

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

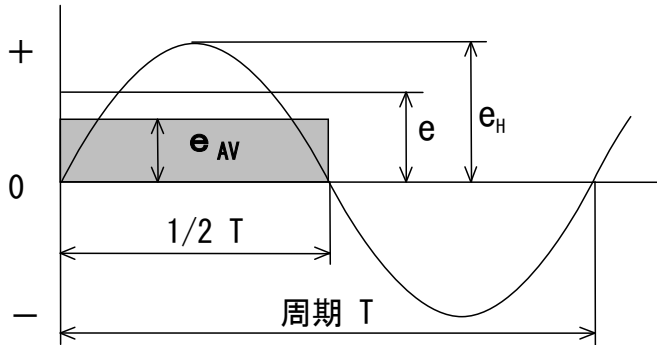
$$L_s = \frac{0.5}{2} + 50 \times \tan \frac{1.2}{2} = 0.25 + 50 \times \tan 0.6 = 0.25 + 50 \times 0.01047 = 0.8 \text{ [m]} \quad \text{----- ③}$$

$$L_s = \frac{0.5}{2} + \frac{1.84}{2} = 0.25 + 0.92 = 1.2 \text{ [m]} \quad \text{----- ④}$$

③と④を比べ大きい方を取り、1.2 [m] だけ右舷側にずらす。

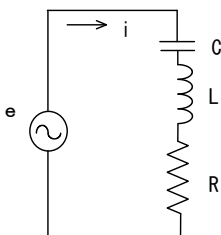
【基礎理論編】

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 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 の中に記載 3,100 頁参照)

問 7. 次の直列共振回路に関する問に答えよ。
 ただし、下図で $e=24$ [V]、 $C=100$ [pF]、 $R=75$ [Ω] とする。(7点)



- (1) 共振周波数を 1MHz にするためのコイルのインダクタンス L を求めよ。
 ただし、 $\pi=3.14$ とし、単位は [μH] で、数値は $10 \mu\text{H}$ 単位で(1桁目を四捨五入して)求めよ。(5点) (解答は下記に記載 10 頁参照)

〔解答〕

共振周波数を f とすると、
$$2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$\text{これから } L = \frac{1}{(2\pi f)^2 C}$$

数値を代入して

$$\begin{aligned} (2\pi f)^2 C &= (2 \times 3.14 \times 1 \times 10^6)^2 \times 100 \times 10^{-12} = (6.28 \times 10^6)^2 \times 10^{-10} \\ &= 39.4384 \times 10^{12} \times 10^{-10} = 3.94384 \times 10^3 \\ L &= 1 / (3.94384 \times 10^3) = 0.25356 \times 10^{-3} = 253.56 \times 10^{-6} = 250 \text{ } [\mu\text{H}] \end{aligned}$$

(2) 共振したときに流れる電流 i を求めよ。(2点)

(解答は下記に記載 10 頁参照)

〔解答〕 共振電流は $i=e/R$ から $i=24/75=0.32$ [A]

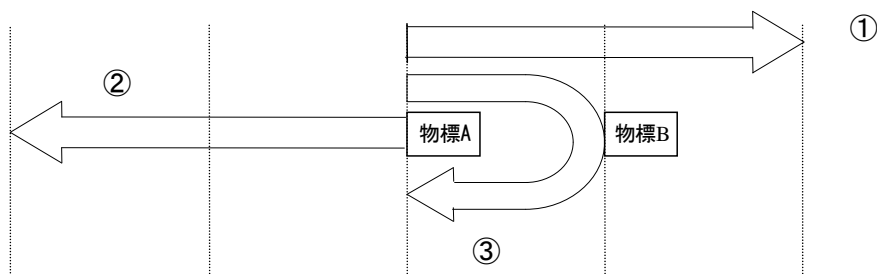
問 8. 次の文章は電子素子 (デバイス) の製法及び性質について述べたものである。適合するデバイス名を の中に記入せよ。(4点)

〔製法・性質〕	〔デバイス名〕
(1) シリコンカーバイトを高温で焼き固めたもので、電圧により急激に抵抗値が下がる性質がある。	バリスタ
(2) 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て電子と正孔の移動速度を高速化したもの。	ショットキーダイオード
(3) シリコン材料に不純物を加えて、逆方向電圧が加えられた時に生じる降伏現象を利用するもの。	定電圧ダイオード
(4) 酸化物を組み合わせ、1,000 度以上の高熱で焼き固めたもので、負の温度感度を有する。	サーミスタ

(解答は上記 の中に記載 19, 30, 31 頁参照)

問 9. 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

(解答は上記に記載 137 頁の図 6・10 参照)

(2) 真運動表示

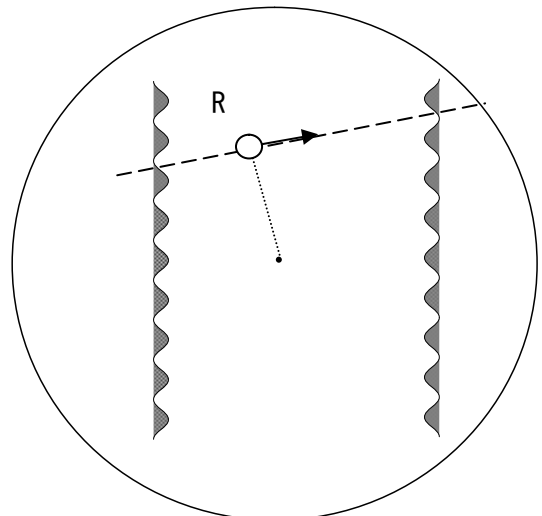
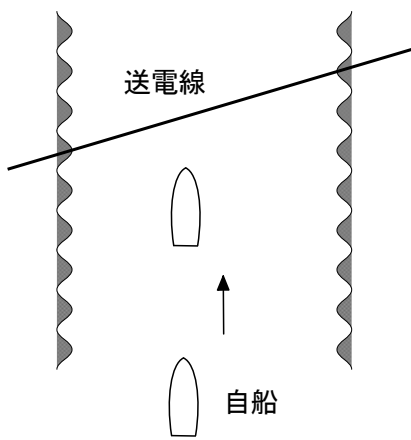
〔解答〕 自船の位置は自船の速力と針路に従って表示面上を移動する。

陸地などの固定物標は表示面に固定され、動いている物標のみが表示面上を実際の動き方に従って移動する。

(解答は上記に記載 102 頁参照)

問 12. 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



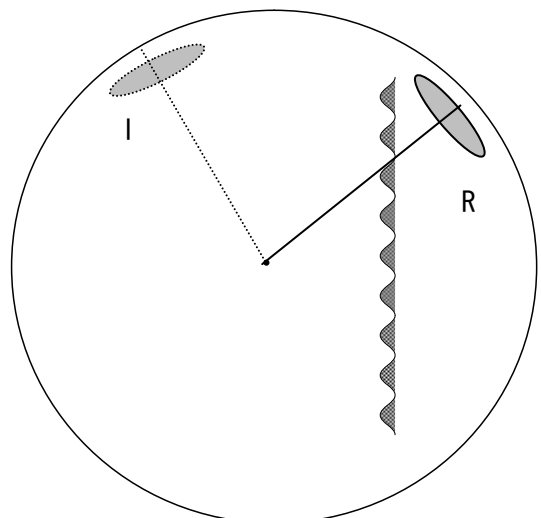
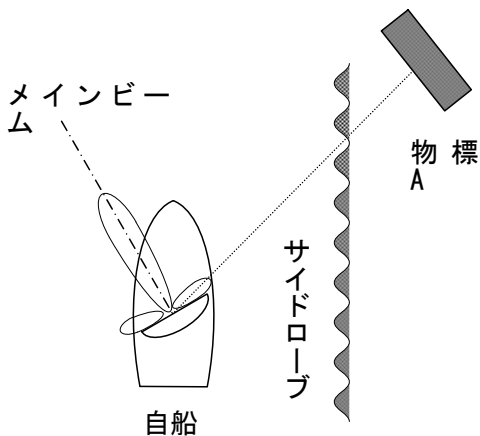
映像例

〔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) サイドローブによる映像



映像例

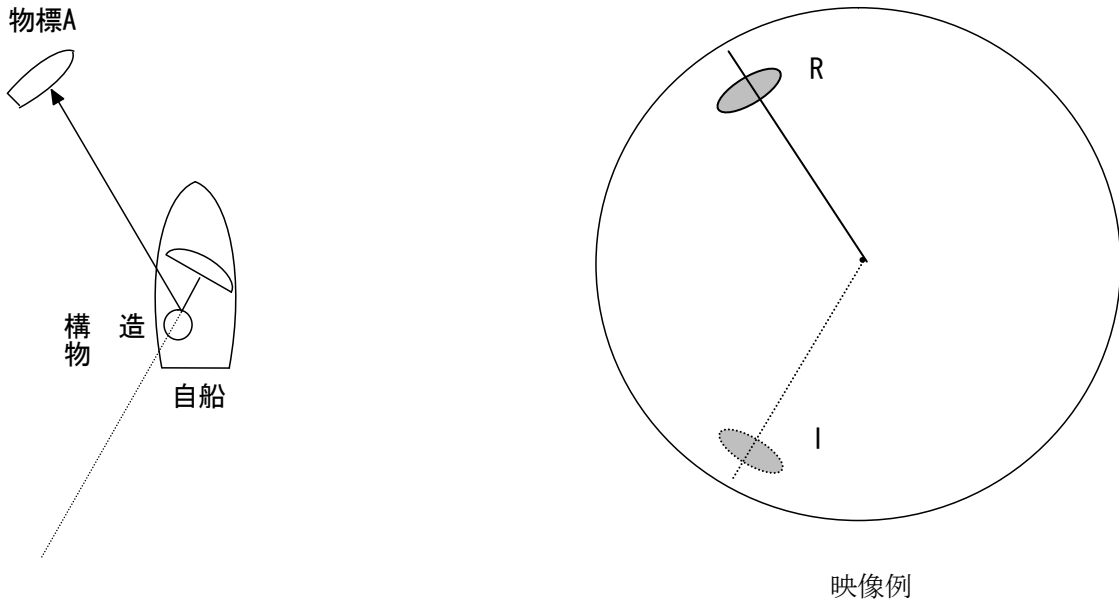
〔理由〕

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実像とは異なる位置に偽像を生じる。

(解答は上記に記載 18 頁参照)

(3) 自船の構造物による映像

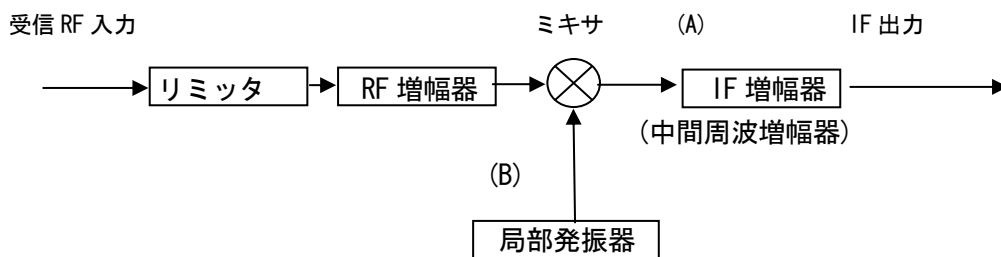


[理由]

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 13. レーダーには総合的に NF (ノイズ・フィギュア) を上げる目的で、以下に示すモジュールが使用されている。これについて以下の問いに答えよ。(7 点)



(1) ブロック図の空欄 (A)、(B) に適切な機能名または部品名を記入せよ。(2 点)

(2) 完成したブロック図のモジュール名は、何か。(1 点) [解答] フロントエンド

(3) (A)、(B) の機能を簡潔に記述せよ。(2 点)

[解答]

(A) ミキサで作られた中間周波を増幅する。

(B) 受信信号をヘテロダイン検波するために、受信信号よりも中間周波数分だけ高いか、または低い周波数を発振する。

(4) このモジュールを使用することで期待される効果を、従来のミキサダイオードを使用した場合と比較して具体的に記述せよ。(2 点)

[解答] NF が約 3dB 低いものでは、5kW の出力のレーダーで 10kW の出力に相当する探知能力が得られる。

(解答は上記に記載 65, 66 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	○	○	○

(解答は上表中に記載 15, 17, 20 頁参照)

問 15 次の文章は、IMO の装備ガイドラインに示されている AIS 空中線の位置に関するものである。文中の 中に適切な数値を記入せよ。(5点)

- (1) AIS 用空中線は、導電体構造物から少なくとも 離す。レーダーの空中線や送信機からは少なくとも 離し、さらにレーダーのビームの 外とすること。
- (2) AIS 用空中線と無線の VHF 空中線とは同じ水平高さに置かない。少なくとも上下 は離す。同じ水平高さに設置する場合には、少なくとも は離す。

(解答は上記 内に記載 36, 37 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 $X_a =$

経度の平均測位値 $Y_a =$

- (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 $\Delta X_n =$ ⑥ $(X_n - X_a) \times 1852$ [m]

経度の測位誤差 $\Delta Y_n =$ 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。

$\Delta D_n =$ 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. 航海情報記録装置(VDR)の固定式保護カプセルを設置するときの注意点を4つあげよ。(8点)

[解答]

- (1) 磁気コンパスからの安全距離を確保する。
- (2) 索具その他の障害物を避ける。
- (3) 可能な限り周囲に引き外しの妨げとなるようなものが存在しないよう配慮する。
- (4) 可能な限り船体中央線の近くに設置する。
- (5) 燃料タンク等の火災発生源となるようなものから離す。
- (6) 機械的損傷を引き起こす原因となるものから離す。
- (7) メンテナンス目的でアクセスしやすい場所を配慮する。

(解答は上記の内から4つ記載する。 72 頁参照)