

【装備・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. 下表は、新甲種航海用レーダーの船舶設備規程の告示で規定されている内容の一覧である。船舶の区別に表示面の有効直径、表示可能な物標数を空欄に記入せよ。(6点)

GT：総トン数

船舶の区分	表示面の有効直径	補足可能な物標数	休眠状態のAIS物標数
500GT 未満の船舶	(180) mm 以上	(20) 以上	100 以上
500GT 以上 10,000GT 未満の船舶	(250) mm 以上	(30) 以上	150 以上
10,000GT 以上の船舶	(320) mm 以上	(40) 以上	200 以上

(解答は上記表内に記載 20, 24, 29, 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定がある。以下の表に示す条件は新甲種レーダーのどの種別に適用されるか次の記号を空欄に記入せよ。(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. 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 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。

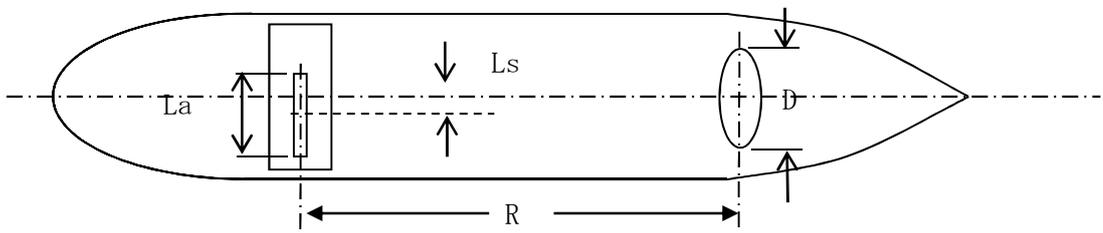
(解答は上記 内に記載 74, 75 頁参照)

〔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 1.9 [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)

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

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

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

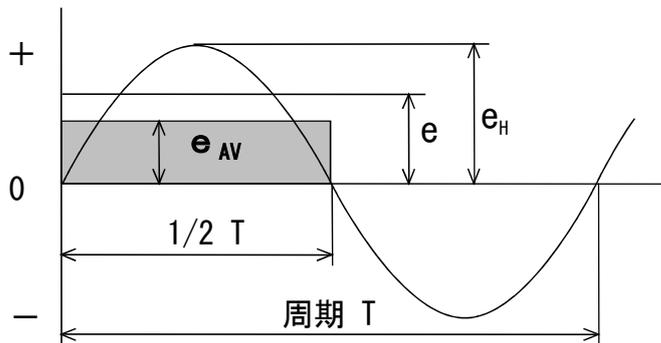
$$L_s = \frac{0.5}{2} + \frac{1.2}{2} = 0.25 + 0.6 = 0.85 \text{ [m]} \quad \text{----- ④}$$

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。(10 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。

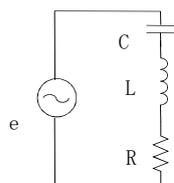
$$e_{AV} = e_H \times \frac{2}{\pi} \text{ である。}$$

- (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。

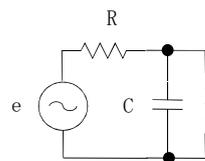
通常、メーターで測定するのは **実効値** であるため、メーターの目盛を変換する必要がある。この変換係数のことを **波形率** といい、正弦波交流では約 **1.11** である。

(解答は上記 内に記載 3, 101 頁参照)

問 7. 無線機等には、周波数を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 $C=250$ [pF]、コイルのインダクタンスを $L=100$ [μ H] としたときの共振周波数[kHz]を求めよ。ただし、 $\pi=3.14$ とし、数値は有効桁数 3 桁で 4 桁目は切り捨てて整数で求めよ。(5点)

(解 答)

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

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

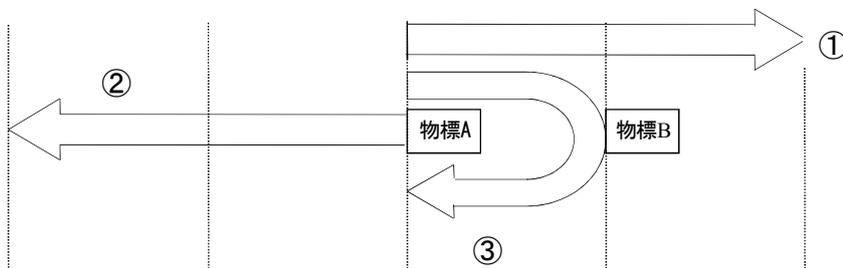
$$= 6.28 \times \sqrt{250} \times 10^{-8} = 6.28 \times 15.811 \times 10^{-8} = 99.293 \times 10^{-8}$$

$$f_r = 1 / (99.293 \times 10^{-8}) = 1.00712 \times 10^6 \text{ 故に共振周波数は } 1000 \text{ [kHz]}$$

(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。(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求めよ。(3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。	レーザー・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

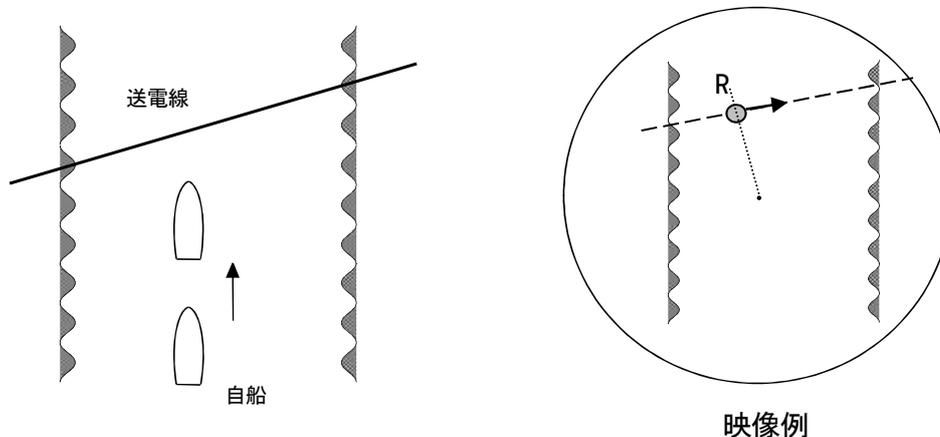
(解答は上記表中に記載 19～21 頁参照)

【機器保守整備編】

問 10. レーダーは、電波を反射し易い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、(1)は自船の移動と共に移動する映像に矢印を付けよ。(9点)

(1) 送電線による映像

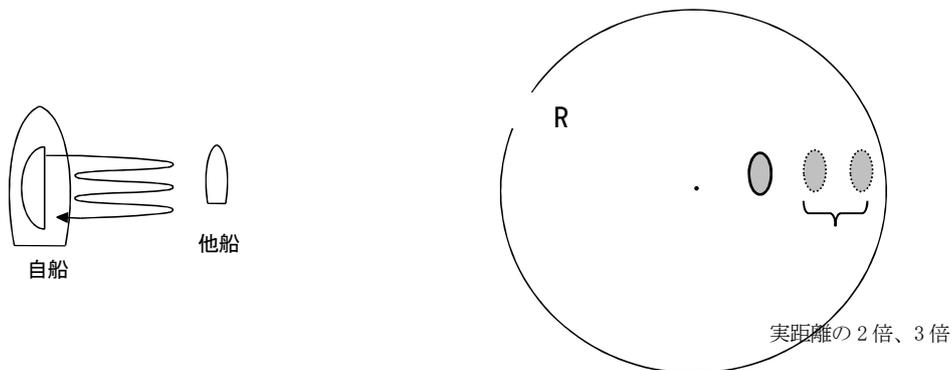


[理由]

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



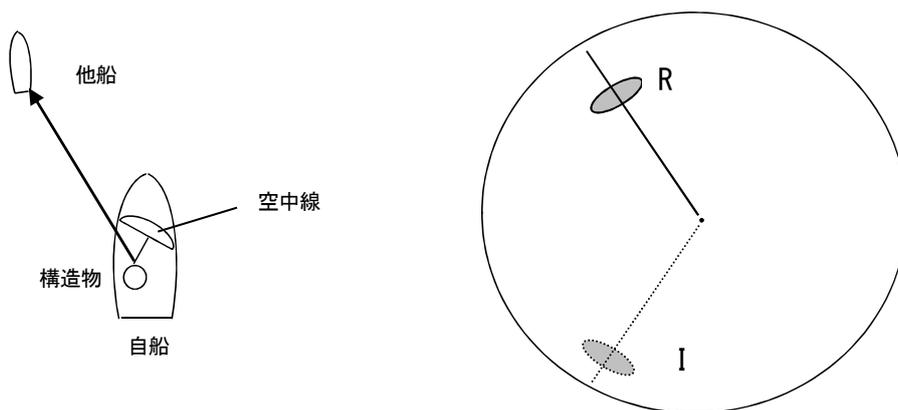
映像例

[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



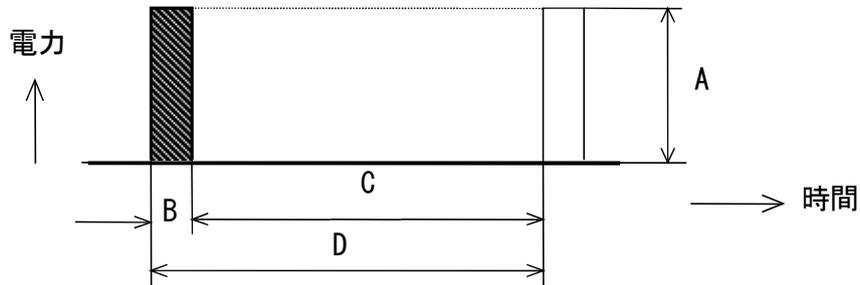
映像例

[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. 下図にレーダーの理想的な送信パルス波形を示す。後の説明文はそれに関する説明である。文中の の中に該当する用語を「用語欄」から選び、その番号を記入して説明文を完成させ、さらにA～Dの名称を「用語欄」から選択し、解答欄にその番号を記入せよ。(4点)



- (1) A が大きい程、探知距離が する。
- (2) 近距離物標を探知する場合は、B を して距離分解能をあげる。
- (3) C は、この間に最大探知距離内にあるすべての物標からの反射信号を受信し終えるまで、次のパルスを発射しないよう十分に ことが必要である。
従って、遠距離物標を探知する場合は、D を する必要がある。

[A～D 解答欄]

A:

B:

C:

D:

「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)

問 12. 次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 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. レーダー映像の方位表示モードについて、モード名の概要と特長を簡潔に記述せよ。(6 点)

- (1) ノースアップモード：常に画面の真上に真北を表示する、いわゆる真方位表示である。従って、自船の針路は真北に対して表示され、海図との対比が容易である。沿岸の航行に適している。
- (2) ヘッドアップモード：自船の針路方向が常に画面の真上方向となる、いわゆる相対方位表示である。従って、画面と視界との対比が容易で、大洋の航行に適している。
- (3) コースアップモード：自船の針路は画面の真上に表示される。自船の設定針路が変化すると、その針路からの変化分だけ船首線が右または左に偏向するが、映像そのものは回転しないので映像ににじみ等がなく、更に画面と視界との対比もやりやすく、見やすい画面を得ることができる。

(解答は上記に記載 102, 103 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	200 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	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)

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特徴的な方式である。その特徴を述べよ。
(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. 次の文章は、IEC 61162 規格のデータ送信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。同じ用語を複数回使用しても差し支えない。(6点)

- (1) 標準的なデータ送信では、アルファベット 1 文字分を表すために 8 ビット を使用し、データ 8 ビット + スタートビット + ストップビット = 10 ビット を 1 組として送信する。
- (2) スタートビットは、論理値 0 が送られるが、電圧値としては +4.0~+15.0 V が用いられている。ストップビットは、 1 文字 分の通信の終了を知らせる 1 ビット分の論理値 1 である。電圧値は -15.0~+0.5 V を用いる。
- (3) データの送信速度を表す用語として、 ボーレート が使われる。例えば、標準の通信の場合の ボーレート は、4800bps である。bps というのは 1 秒間に何ビット のデータを送るかを表す数値である。
- (4) 従って、この場合 1 秒間に送れる 文字 数は bps の 10 分の 1 で、 約 480 文字送れる計算になる。

(解答は上記 の中に記載 130, 131 頁参照)

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 5 つあげよ。(5点)

- (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 5 つ記載する。 77, 78 頁参照)