

— 装備機装工事編 —

問 1. 鋼製の船体にアルミ合金製のレーダーの構成機器を装備する場合は特に、電食に注意を払わなければならない。電食の発生原理を説明し、その防止策について述べよ。(4 点)

〔解答〕

〔原理〕 電食とは異種金属または合金の接触による腐食作用をいう。金属にはそれぞれ特有のイオン化電位があり、異種金属が接続されると、それぞれの電位によって一方が陰極に他方が陽極になって腐食する。また単一の金属又は合金でも、金属の表面には局部的な不均一な部分があって、それらのうち活性な部分が陽極となって腐食する。これらはすべて局部電池による腐食である。

〔防止策〕 電食防止のため、メーカー指定の方法があればこれに従わなければならない。局部的にコーティングをはがしたときは、必要な部分をさび止めの塗料などで覆い、水や海水による湿食を防止すること。

(イオン化傾向に触れ、イオン化傾向大なる金属側が腐食するとの回答も正解とする。標準解答は上記に記載 109 頁参照)

問 2. 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)

〔解答〕

(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 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 3. 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	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 3,300 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

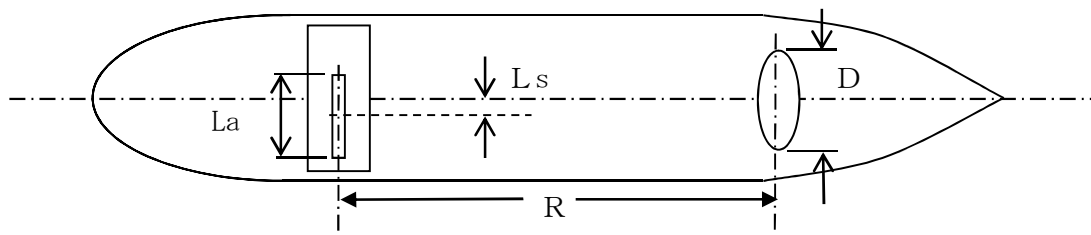
4. 自動衝突予防援助装置(ARPA)

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 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] の構造物があって、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）



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

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

$$L_s = \frac{0.5}{2} + \frac{1.84}{2} = 0.25 + 0.92 = 1.2 \dots\dots\dots \text{②式}$$

〔解答〕

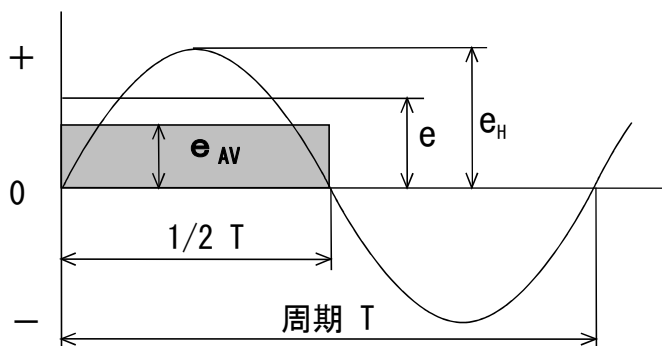
上記①式と②式を比べ大きい方をとるので、1.2 [m] だけ右舷側にずらす。

（解答は上記に記載 112 頁参照）

—基礎理論編—

問5. 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 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 といい $e_H = \sqrt{2} e$
- (3) e_{AV} は半周期分の面積と等しい矩形の電圧値で という。

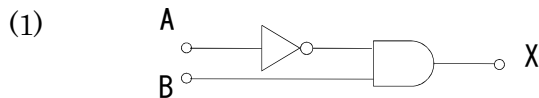
$$e_{AV} = e_H \times \boxed{(2/\pi)}$$

(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。

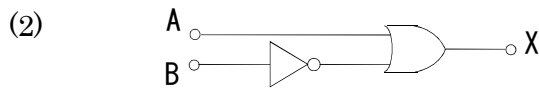
通常、メーターで測定するのは **実効値** であるため、メーターの目盛を変換する必要がある。この変換係数のことを **波形率** といい、正弦波交流では約 **1.11** である。

(解答は上記 内に記載 3,101 頁参照)

問 6. 次の論理回路の論理演算式として正しい式を論理演算式欄から選択し、 の中に記入せよ。式中の $A \cdot B$ は論理積 (掛け算) を表し、 \bar{A}, \bar{B} は A または B の否定を表す。(4 点)



論理演算式



論理演算式

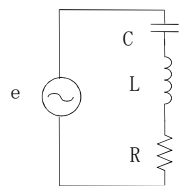
[論理演算式欄]

- | | | | | | | | |
|---|-----------------------|---|-----------------------|---|-----------------------------|---|-------------------------|
| ① | $X = A + B$ | ② | $X = A \cdot B$ | ③ | $X = A + \bar{B}$ | ④ | $X = \bar{A} + B$ |
| ⑤ | $X = \bar{A} \cdot B$ | ⑥ | $X = A \cdot \bar{B}$ | ⑦ | $X = \bar{A} \cdot \bar{B}$ | ⑧ | $X = \bar{A} + \bar{B}$ |

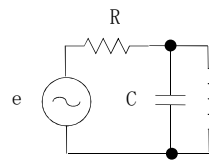
(解答は上記表内に記載 47,48 頁参照)

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] 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 $L=2$ [μ H] 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

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

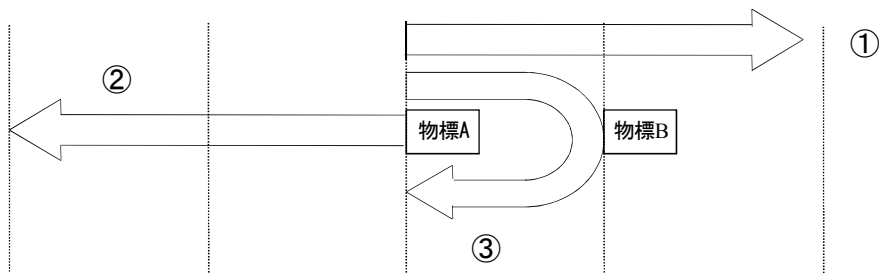
$$\begin{aligned} \text{ここで、 } 2\pi\sqrt{LC} &= 2\pi\sqrt{2\times 10^{-6}\times 50\times 10^{-12}} = 2\pi\times 10^{-8} \\ &= 6.28\times 10^{-8} \end{aligned}$$

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

(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〕

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

分解能はその 1/2 であるから $150/2=75 \text{ [m]}$

(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)

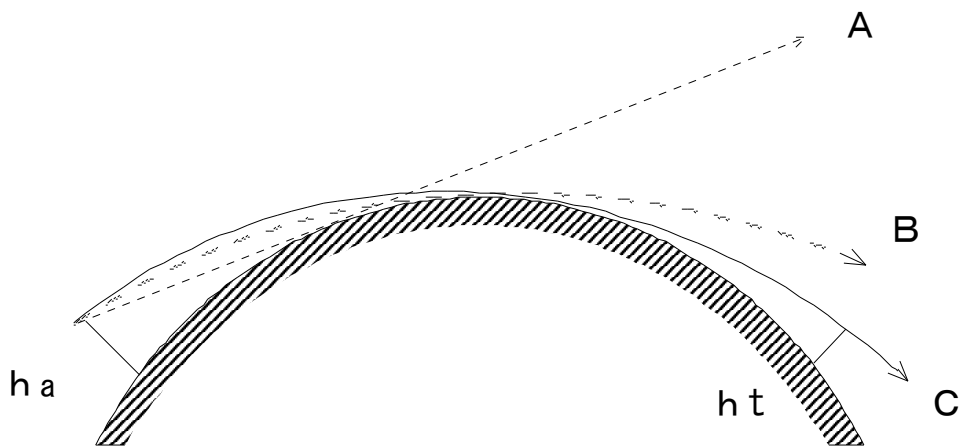
—機器保守整備編—

問 10. 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)

- (1) 図中の A は何を表しているか、また B および C は何の経路を表しているか、以下に記せ。(3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] はいくらになるか小数点以下 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〕

$$D=2.07 (\sqrt{ha} + \sqrt{ht}) \text{ [海里]} \quad \text{の式で } ha=16 \quad ht=4 \quad \text{とにおいて}$$

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

(b) 電波の見通し距離

〔解答〕

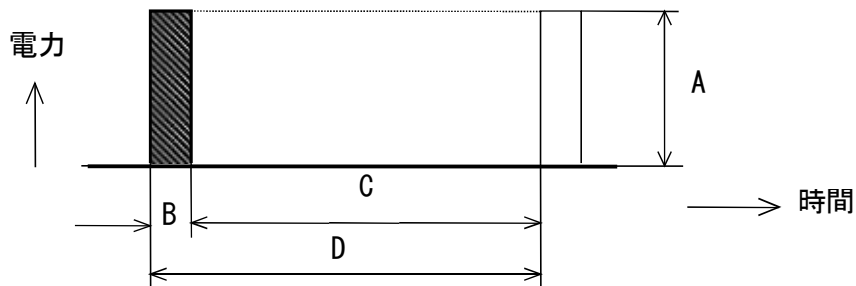
$$D=2.23 (\sqrt{ha} + \sqrt{ht}) \text{ [海里]} \quad \text{の式で } ha=16 \quad ht=4 \quad \text{とにおいて}$$

$$D=2.23 (\sqrt{16} + \sqrt{4}) = 2.23 \times (4+2) = 13.38 = 13.4 \text{ [海里]}$$

(解答は上記に記載 5 頁の図 1・4 及び式(1・3), 式(1・5)参照)

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、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。(8 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エコーを受信し終えるまで、次のパルスが発射されないよう十分に 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. 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。(9 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 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 大きく なる。発射される電界は、水平方向の電界と 垂直方 の電界とから成る。隣接したスロットの間隔を波長の 1/2 とし、各スロットを逆の傾きで切っておくと 垂直成分 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 1/4 波長のところに 吸収体(材) を設け、無反射 の状態とする。このようにすると、スロットの数が少なくとも 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)

—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	○	×	×
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 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 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 点)

【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 機器保守編 120 頁参照、(1)の()内は記述しなくても良い。)

問 16. 次の文章のうち、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。(8 点)

- (×) (1) 1 級のアナログ式メーターのフルスケール 1 [A] のレンジで測定した場合の測定誤差の最大値は 1 [mA] である。
- (○) (2) 電流計の測定レンジを拡大するには、電流計に分流抵抗を並列に接続する。
- (×) (3) 振幅変調波 (AM 波) の変調度の測定は、オシロスコープにより直接波形を観測して求められるがスペクトルアナライザでは、測定できない。
- (×) (4) スペクトルアナライザの方式にかかわらず、信号を周波数単位のエネルギー分布で表すために用いられるのが高速フーリエ変換である。
- (×) (5) 無線機の空中線と受信機間の接続ケーブルの減衰が-3dB あると電波の強度は 1/10 に低下する。
- (○) (6) 電力増幅度 30 (dBm) の増幅器に 1mW を入力すると出力は 1W となる。
- (○) (7) 可動コイル型電流計は精度良く安定して直流電流を測定できる。
- (○) (8) 可動コイル型電流計を電圧計として使用するには直列に外部抵抗を接続する。

(解答は上記()内に記載)

解説

- (1) 97 頁参照 1 級のメータの誤差は定格値の 1%以内であるから最大誤差は 10mA である。
- (2) 100, 101 頁参照 電流計のレンジ拡大のためには抵抗を並列に接続して分流する必要がある。直列接続では分流にならない。
- (3) 112, 113 頁参照 両方とも可能である。
- (4) 112 頁参照 高速フーリエ変換はデジタルスペクトルアナライザに使用される。
- (5) 95 頁参照 -3dB は電力倍率で $1/2$ である。
- (6) 95, 96 頁参照 30 (dBm) は基準値 1mW で電力増幅度 $30\text{dB}=1,000$ 倍という意味である。
- (7) 100 頁参照 記述は正しい。
- (8) 102 頁参照 記述は正しい。