

各問題の末尾の【参照】は、当協会が刊行している「船舶電気装備技術講座 2022 年作成」の掲載場所を示しています。

【装備艤装工事編】

問 1. 船舶設備規程に基づき、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)又は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るべき数を、義務づけられていない船舶には×印を表の空欄に記入せよ。(0.5点×20=10点)

GT：総トン数

船 舶	装 置	航海用 レーダー	EPA	ATA	ARPA
国際航海に従事する	199 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)	(×)	(×)
国際航海に従事しない	699 GT の貨物船	(1)	(×)	(1)	(×)
国際航海に従事する	3,500 GT の貨物船	(2)	(×)	(2)	(×)
国際航海に従事する	20,000 GT の旅客船	(2)	(×)	(1)	(1)

【 解答は上記表内に記載 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 150GT 以上の旅客船
- (2) 300GT 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 3,000GT 以上の船舶には 2 台を、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

- (1) 航海用レーダーを備えなければならない船舶のうち、500GT 未満の船舶に 1 台

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、500GT 以上 3,000GT 未満の船舶に 1 台
- (2) 航海用レーダーを備えなければならない船舶のうち、3,000GT 以上 10,000GT 未満の船舶に 2 台
- (3) 航海用レーダーを備えなければならない船舶のうち、10,000GT 以上の船舶に 1 台

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、10,000GT 以上の船舶に 1 台

問 2. 次の文章は、「航海用具の基準を定める告示」に基づく「電子プロットング装置」の航海用レーダー物標の追尾機能の性能要件の一部である。文中の の中に選択肢から最も適切な

ものを選んで記入せよ。同じものを複数回使用しても差し支えない。(0.5点×12 = 6点)

- (1) 追尾計算は航海用レーダー物標の **相対位置** 及び **自船** の動きをもとになされること。
- (2) **3** 海里、**6** 海里及び **12** 海里的距離レンジにおいて追尾できる機能を有すること。
- (3) 物標追尾能力が **限界値** を超える場合は表示すること。
- (4) 物標を捕捉した後、**1** 分以内に当該物標の移動の概略の予測を、**3** 分以内に当該物標の移動の予測を、**ベクトル** 又は **図形** により表示することができること。
- (5) 連続する **10** 回の走査において **5** 回以上表示される物標を継続して追尾することができること。

〔選択肢〕 1/2、 1、 3、 5、 6、 10、 12、 20、 30、 相対位置、
絶対位置、 他船、 自船、 限界値、 垂直方向、 文字、 図形、 ベクトル

【 解答は上記 内に記載 30 頁参照 】

問 3. レーダーマスト上での作業は高所作業であり、十分な準備と注意を払って安全に行なう必要がある。心掛ければならない注意点のうち 4 項目を記述せよ。(1点×4 = 4点)

〔解答〕

- (1) 作業は慎重に行い、「やりやすさ」より「安全」に重点をおくこと。
- (2) 必ず安全帽及びフルハーネス型墜落制止用具を着用すること。
万 one の場合に人体が逆転したり、フックが抜け落ちないようにすること。
- (3) 滑りやすい履物(鉄鋌のある靴や油の付着した靴等)は、着用しないこと。
- (4) 滑り事故を防ぐために手袋はしないようにすること。ただし、寒冷時には、十分注意しながら着用すること。
- (5) 工具や器材はロープや紐で結び、他の一端は自分のベルトや付近のステーなどに固定して落下しないようにすること。
- (6) 作業場所の直下位置には、危険標識の注意札を立てるか、直下で作業する者に声をかけるなどして注意を促しておくこと。
- (7) レーダーの空中線部に人体が接触したり、動作中の無線用空中線に触れて電波による障害を受けないように、これらの機器の電源を断にし、かつ、主電源や空中線回路などのヒューズも抜いておくこと。同時に、作業中であることの注意札をこれらの機器の電源スイッチ付近に取り付けておき、更に無線局員や現場の責任者にもあらかじめ了解を得ておくこと。
- (8) ペンキ塗りの直後や、強風、大雨、大雪のとき、あるいは夜間での高所作業は中止すること。
- (9) つり足場などの動揺や、反転のおそれのある装置はあらかじめ点検しておくこと。

【 解答は上記の項目から 4 つ選択する。183 頁参照 】

問 4. 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次の文中の の中に選択肢から最も適切なものを選んで記入せよ。同じものを複数回使用しても差し支えない。

(0.5点×12 = 6点)

- (1) 旅客船の船舶検査証書の **有効期間** は **5** 年であり、次の定期検査までの期間には毎年、**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、総トン数 5 トン以上

の一般の外航旅客船にあつては検査基準日の [3] 月前から検査基準日までの間と、総トン数 5 トン以上の一般の内航旅客船にあつては検査基準日の前後 [3] 月以内と定められている。

(2) 外航の一般貨物船は定期検査と定期検査の間に 2 通りの中間検査を受検しなければならない。長さ 24m 以上の外航の一般貨物船は、検査基準日の前後 [3] 月以内に [第 2 種中間検査] を、また定期検査又は第 3 種中間検査の合格日から起算して [36] 月を経過するまでの間に [第 3 種中間検査] を受検しなければならない。

また内航の一般貨物船は、船舶検査証書の有効期間の起算日から [21] 月を経過する日から [39] 月を経過するまでの間に [第 1 種中間検査] を受検しなければならない。

[選択肢]

1、	3、	5、	6、	21、	33、	36、	39、
特別検査、	第 1 種中間検査、	第 2 種中間検査、	第 3 種中間検査、				
臨時検査、	有効期間、	暫定期間、	交付期間				

【 解答は上記 [] 内に記載 73,74 頁参照 】

【 機器保守整備編 】

問 5. 下図にレーダーの理想的な送信パルス波形の模式図を示す。波形の A と C,D の各名称を [] に、選択肢から選択し記入せよ。後の説明文は主にそれに関する説明である。文中の [] に最も適切な用語を選択肢から選び記入し、説明文を完成させよ。

(1 点×8=8 点)

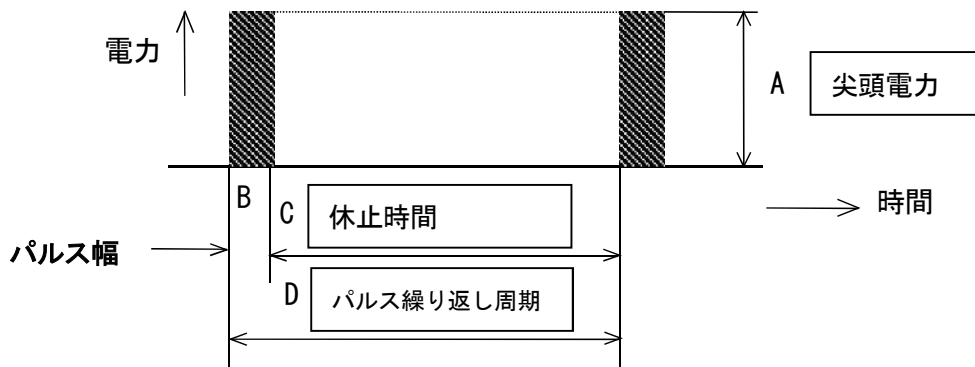


図 1. 方形 (矩形) パルス

- (1) A を大きくすると、探知距離が [延びる] 。
- (2) B を [短く] すると、距離分解能が上がり、最小探知距離も向上する。
- (3) C は、遠方の物標からの反射信号の [受信] が終わるまで、次のパルスを発射しないように十分に [長い] ことが必要である。
- (4) 方位分解能は、表示器の性能も関係するが、空中線の [水平ビーム幅] の影響が大きい。

[選択肢]

短く、長く、短い、長い、水平ビーム幅、垂直ビーム幅、休止時間、送信時間、トリガ繰り返し周期、パルス繰り返し周期、平均電力、尖頭電力、受信、拡散、周波数、延びる、低下する
--

【 解答は上記 [] 内に記載 6~9 頁参照 】

問 6. 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選択肢から選び右側の名称欄に記入せよ。(1 点×4 = 4 点)

[説明]

[名称]

(1) レーダー送信部と表示部の動作を同期させるための同期信号を発生し、レーダーの全ての動作が動作開始の基準としている信号を発生する回路。

(1) トリガ回路

(2) S/N比(ノイズフィギア NF)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SN比(ノイズフィギア NF)を上げるためにモジュールとしてまとめられた回路。マイクロ波集積回路(MIC)ともいう。

(2) フロント・エンド

(3) かつては、TR管、ATR管などが使用されたが、近年は、サーキュレータとダイオードリミッタや、TRリミッタとダイオードリミッタを組み合わせた回路で空中線直下にある回路。

(3) 送受切換部

(4) 高電圧からパルス形成回路(PFN)、サイリスタ(SCR)又はマグネトロンなどで構成され、送信パルスを発生させる回路。

(4) 変調器

[選択肢] 変調器、フロント・エンド、雨雪反射抑制回路、海面反射抑制回路、トリガ回路、マグネトロン、送受切換部、バランスド・ミキサ、中間周波増幅回路、高圧トランス、サイラトロン

【解答は上記 内に記載 (1)53, (2)64, (3)56, (4)54, 頁参照】

問 7. 航海用レーダーの空中線について記述した文である。文中の に選択肢から最も適切なものを選んで記入せよ。(0.5点×8=4点)

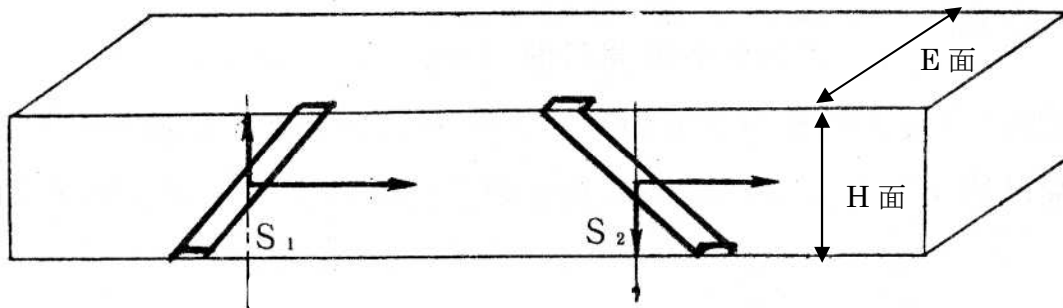


図2. スロット空中線の方形導波管の一例

- (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 面にスロットを切ったものが水平偏波の空中線である。
- (2) スロットの傾斜角が大きいほど発射される電磁波のエネルギーは なる。発射される電界は、 方向の電界と垂直方向の電界とから成る。隣接したスロットの間隔を導波管内の波長の約 倍とし、各スロットを互いに逆の傾きで切っておくと 成分は互いに打ち消し合い水平 の空中線を構成できる。
- (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約 倍のところに を設けて終端部からの反射を抑制している。

〔選択肢〕 $\left[\begin{array}{cccccccc} 1/4、 & 1/2、 & 2、 & 整数、 & 垂直、 & 水平、 & 吸収体、 & 偏波、 \\ 大きく、 & 小さく、 & H、 & E、 & 乱反射、 & 結合体 & & \end{array} \right]$

【 解答は上記 内に記載 59 頁参照 】

問 8. 航海用レーダーのプロット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。各段階の機能及び解説文の に選択肢から最も適切な用語を選んで記入せよ。同じものを複数回使用しても差し支えない。(0.5 点×12 = 6 点)

(1) 第一段階：レーダー情報からの物標の **検出**

必要とする他船の **位置** のデータを CPU へ転送する機能である。

(2) 第二段階：物標の **追尾**

時々刻々変化する物標の **位置** のデータを、先に検出したデータと比較しながら、これが同一の **物標** 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： **衝突** の危険性についての判定

前段階のデータから、物標の **速力** と **針路** を算出して **衝突** する危険性の有無を判定する機能である。

(4) 第四段階：表示

最終的に **操船者** に知らせる機能である。

〔選択肢〕 $\left[\begin{array}{cccccccc} 消去、 & 物標、 & 無視、 & 材質、 & 位置、 & 速力、 & 記録、 & 検出、 \\ 相手船、 & 針路、 & 操船者、 & 追尾、 & 旅客、 & 衝突、 & 高さ、 & 計算 & \end{array} \right]$

【 解答は上記 内に記載 114～115 頁参照 】

【基礎理論編】

問 9. 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 の中に選択肢から最も適切なものを選んで記入せよ。同じものを複数回使用しても差し支えない。(0.5 点×12=6 点)

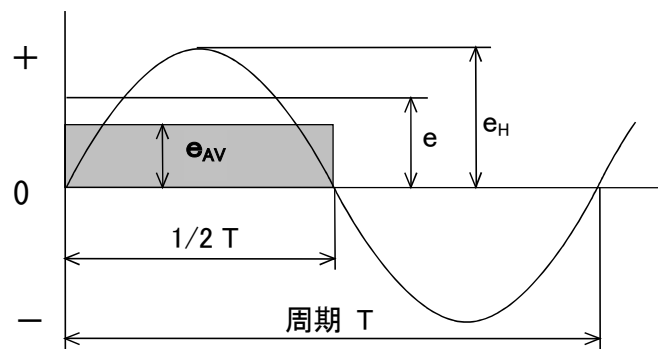


図 3. 正弦波交流

(1) 交流から電力を取り出すとき、同じ **電力** を取り出せる直流電圧の値に等しい交流電圧の値を **実効値** といい、図中の **e** で表している。

(2) e_H は **波高値** であり $e_H = \sqrt{2} \times e$ の関係がある。

(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** といい、

$$e_{AV} = e_H \times \frac{2}{\pi}$$

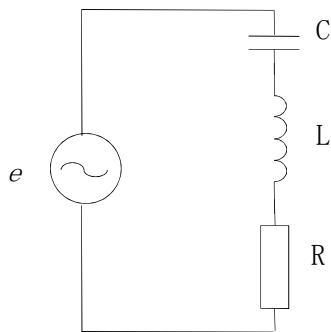
(4) **可動コイル型** 電流と **整流器** を組み合わせると、交流の電流及び電圧が測定できるがメーターの指針を駆動する力は交流の **平均値** である。通常、メーターで測定するのは **実効値** であるため、メーターの目盛を変換する必要がある。
この変換係数のことを、**波形率** と呼び、正弦波交流では約 **1.11** である。

[選択肢]

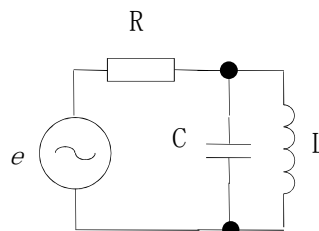
電圧、 電力、 電流、 実効値、 規格値、 平均値、 最小値、 波高値、 波形率、 2、 π 、 $2/\pi$ 、 $\sqrt{2}$ 、 1.11、 1.50、 固定コイル型、 可動コイル型、 抵抗、 トランス、 整流器

【 解答は上記 内に記載 3,4,103 頁参照 】

問 10. 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が、共振回路には直列共振回路と並列共振回路がある。以下の問いに答えよ。(2点+8点 = 10点)



回路図 A



回路図 B

図4. 共振回路の例

(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、共振回路に流れ込む電流は最大となる。」は、どちらの共振回路の特性を述べたものか、該当する回路図の記号を解答欄に記入せよ。(2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 $L=250$ [μH] としたときの共振周波数 [MHz] を計算式を示し求めよ。ただし、 $\pi=3.14$ とし、解答は小数点第3位を四捨五入して小数点第2位まで求めよ。(8点)

[計算式]

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

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

$= 6.28 \times \sqrt{250} \times 10^{-8} = 6.28 \times 15.81 \times 10^{-8} = 99.29 \times 10^{-8}$

$$f_r = 1 / (99.29 \times 10^{-8}) = 10^8 / 99.29 = (100 / 99.29) \times 10^6$$

$$= 1.007 \times 10^6 \approx 1.01 \text{ [MHz]}$$

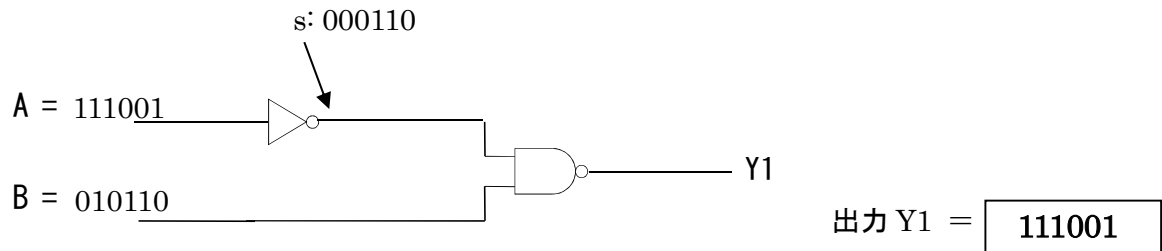
〔解答〕 共振周波数 = 1.01 [MHz]

【 解答は上記に記載 10,11 頁参照 】

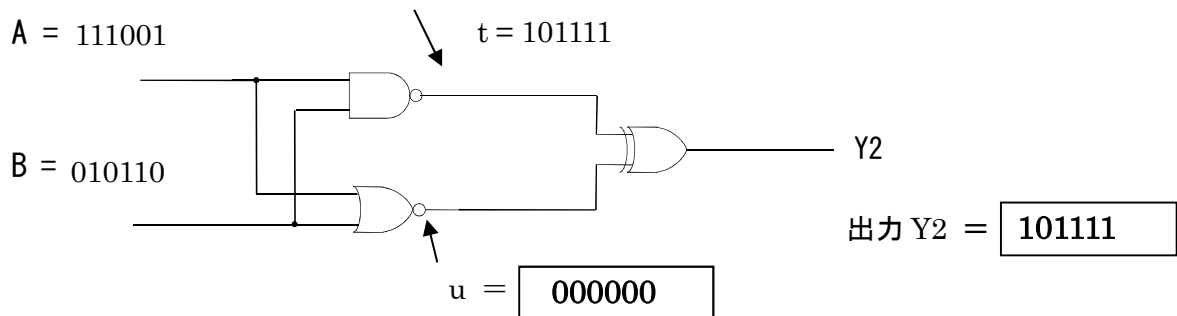
問 11. 次の論理回路に入力 A : 111001 と入力 B : 010110 が同時に同じ順序で入力された時の出力 Y を求めよ。途中結果である u : についてもその値を 内に記述せよ。

(1 点×3 = 3 点)

(1)



(2)



【解答は上記図中に記載 46,47,48 頁参照】

問 12. 次の文章は、レーダーに関して述べている。空欄に適切な用語を記入せよ。(1 点×5 = 5 点)

(1) 航海用レーダーでは使用する送信周波数バンドが狭いため他船のレーダーから発射された受信信号が自船レーダーでも受信される現象がある。この現象を画面に表示しないようにするために、 の信号処理が行われている。

(2) によって自船に近い他船の反射信号等が埋もれて判別しにくくなる。このようなことを防止するために自船の近傍での感度を制御する信号処理方式の名称は、 処理という。

(3) 降雨や濃霧の中にある他船の反射信号は、雨滴などからの反射と他船からの反射が混ざり合っているが、両者の反射信号の特性には違いがある。雨滴や霧からの反射には急激な強度変化はないが、他船からの反射信号には急峻な信号強度の変化がある。この反射信号の変化を利用して簡単な信号処理回路で他船からの信号を強調することができる。この信号処理方式の名称は、 処理という。

(4) レーダーは円形の表示画面のブラウン管を使用した PPI 表示方式が長い期間にわたって使用されてきた。この表示方式は、レーダーのアンテナの旋回と表示画面のブラウン管の電子ビームの旋回を同期させることで反射信号を平面画面に表示する極座標の表示形態であった。

テレビの普及とともに大型で明るい画面が利用できるようになり、昼間にも覆いなしでレーダ

一の画面を観測できるので表示器として普及した。

テレビ放送で使用されている走査方式を **ラスタ・スキャン** と言う。テレビ用のブラウン管や近年の LCD（液晶：Liquid Crystal Display）をレーダーに利用するために走査変換回路（スキャンコンバータ）で信号形態を変えている。

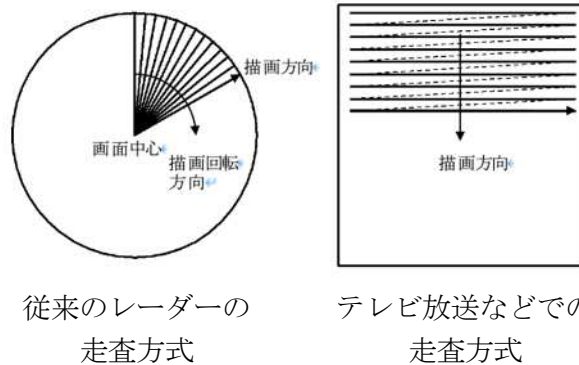


図5. 走査変換の参考図

【解答は上記 内に記載 (1)149, (2)150,157 (3)150,158, (4)148 頁参照】

問 13. 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。下図はパルス幅とレーダーの距離分解能についての説明図である。

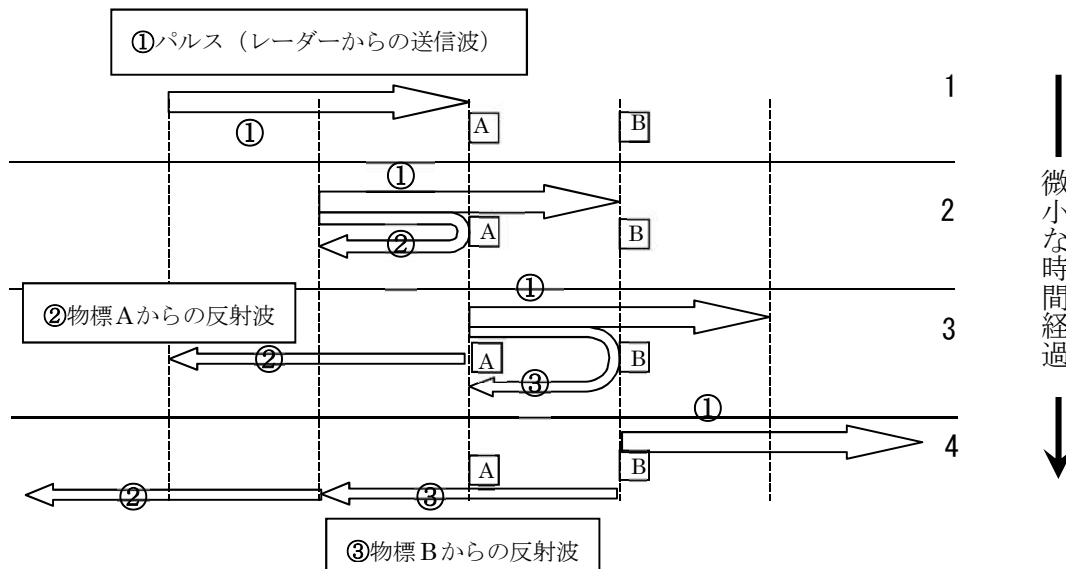


図6. レーダーの距離分解能の説明図

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。上図のように物標 A と物標 B が分離して識別される距離が最小分解能となる。パルス幅 $0.25 \mu s$ の場合の距離分解能を、送信波の長さより小数点 1 位まで求め計算過程と共に答えよ。(5 点)

空間を伝搬する送信波（パルス）の長さは $L = c \cdot t$ とする。 c :電波の速さ t :パルス幅

[計算式] 空間を伝搬する送信波（パルス）の長さは $L = c \cdot t = 3 \times 10^8 \times 0.25 \times 10^{-6} = 75$ [m]

距離分解能はその半分となるので $75 / 2 = 37.5$ [m]

[解答] 37.5 [m]

【 解答は上記に記載 141～142 頁参照 】

【AIS・VDR・GPS 編】

問 14. 下表の左欄に掲げる新造船舶について、船舶設備規程により搭載が義務付けられている装置には○印を、義務付けられていないものには×印を記入せよ。(1点×8=8点)

GT：総トン数

船 舶	装 置	衛星航法装置	船舶自動識別装置	航海情報記録装置
		(GPS)	(AIS)	(VDR)
国際航海に従事する	200 GT の旅客船	○	(○)	(○)
国際航海に従事しない	499 GT の貨物船	○(第2種で可)	(×)	(×)
国際航海に従事しない	699 GT の貨物船	○	(○)	(×)
国際航海に従事する	3,500 GT の貨物船	○	(○)	(○)

【解答は上記表内に記載 15,17,20 頁参】

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 に適切な数値を記入せよ。(1点×5=5点)

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

【解答は上記 内に記載 37,38 頁参照】

問 16. 衛星航法装置 (GPS) のアンテナを設置するとき、その配置についての注意事項のうち 4 項目を記述せよ。(1点×4=4点)

- (1) レーダーアンテナの送信ビーム内から外す。
.....
- (2) インマルサットアンテナの送信ビーム内から外す。
.....
- (3) アンテナ位置はなるべく高くし、衛星からのGPS信号を妨げる障害物がない所を選択する。
.....
- (4) アンテナが排煙等で高温になったり、カーボン等が付着しない場所を選択する。
.....
- (5) メーカー指定のアンテナケーブル長を考慮する。
.....
- (6) 他のアンテナ等からできる限り離して配置する。
.....

【 解答は上記の内、4つを記載 119 頁参照 】

問 17. 次の文章は、船舶設備規程、小型船舶安全規則又は関連規定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。(1点×6=6点)

- (○) (1) 総トン数 3500 トンの船舶には、独立に、かつ、同時に操作できる第 2 の航海用レーダーを搭載しなければならない。
- (○) (2) 新造船に搭載する、航海情報記録装置の最終記録媒体は、固定式記録媒体、自動浮揚式記録媒体及び長時間記録媒体としなければならない。
- (×) (3) 総トン数 500 トン未満の国際航海に従事する旅客船に装備される船速距離計は、GPS で代替可能である。
- (○) (4) 推進機関を有する小型船舶と当該船舶に押される船舶とが結合して一体となって平水区域を超えて航行する場合には、当該推進機関を有する小型船舶に、第二種衛星航法装置を備えなければならない。
- (○) (5) 船首方位伝達装置 (THD) には各種の方式があるが、電波利用の方式で GNSS を利用した方式もある。
- (×) (6) 300GT 以上のすべての漁船には音響測深機の装備が必要であるが、すべて魚群探知機でも差し支えない。

【 解答は上記 () 内に記載 】

(1)18 頁参照 (2)209 頁参照 (3)16 頁参照 旅客船は代替不可 (4)207 頁参照 平水を超えて航行する場合は、第二種衛星航法装置が必要。(5)17,172 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。