

【装備機装工事編】

問 1. 下表は、航海用レーダーの船舶設備規程の新告示(平成 20 年 5 月 30 日 国土交通省告示第 679 号)で規定されている内容の一覧である。船舶の区分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	捕捉可能物標数	活性状態の AIS 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	20 以上	100 以上
500GT 以上 10,000GT 未満の船舶	250 mm 以上	30 以上	30 以上	150 以上
10,000GT 以上の船舶	320 mm 以上	40 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 2. 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な作業を行なう必要がある。心掛けなければならない注意点を 4 項目記述せよ。(8 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) 必ず安全帽及び安全ベルト、または命綱を着用すること。安全ベルトは必ず腰より高い位置に取り付け、万一の場合に人体が逆転したり、抜け落ちないようにすること。
- (3) 鉄鋌の打ってある靴や油の付着した靴は、滑りやすいので使用しないこと。
- (4) 滑り事故を防ぐために手袋はしないようにする。ただし、寒冷時には、十分注意しながら着用する。
- (5) 工具や器材はロープや紐で結び、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。
- (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。  
同時に、作業中であることの作業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	航海用レーダー			
		EPA	ATA	ARPA	
国際航海に従事する	130 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	500 GT の旅客船	1	×	1	×
国際航海に従事する	3,300 GT の貨物船	2	×	2	×
国際航海に従事する	11,000 GT の貨物船	2	×	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)

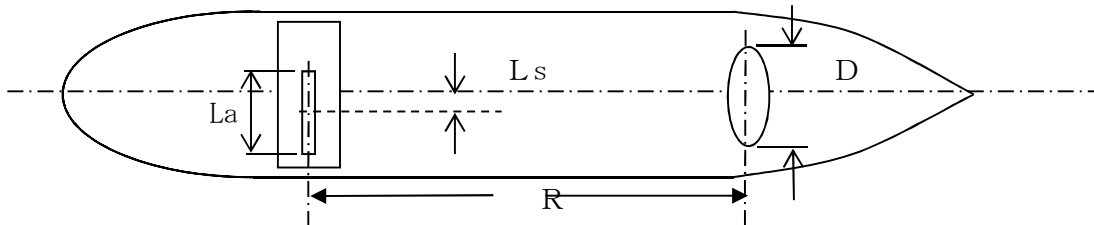
- (1) 航海用レーダーを備えなければならない船舶のうち、総トン数500トン以上3,000トン未満の船舶に1台を搭載
- (2) 航海用レーダーを備えなければならない船舶のうち、総トン数3,000トン以上10,000トン未満の船舶に2台を搭載
- (3) 航海用レーダーを備えなければならない船舶のうち、総トン数10,000トン以上の船舶に1台を搭載

##### 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) 3 [m] の構造物がある、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  $\theta_A$  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、小数点以下第2位を四捨五入して、少数点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)



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

$$\begin{cases} L_s = \frac{3}{2} + 50 \times \tan \frac{1.2}{2} = 1.5 + 50 \times \tan 0.6 \text{ [度]} = 1.5 + 50 \times 0.01047 = 2.0 \dots\dots \text{①式} \\ L_s = \frac{3}{2} + \frac{1.84}{2} = 1.5 + 0.92 = 2.42 \dots\dots \text{②式} \end{cases}$$

[解答] 上記①式と②式を比べ大きい方をとるので、2.4 [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. 送信機から発射される不要発射及びスプリアスについて、次の問いに答えよ。(4点)

- (1) 電波法に定められた不要発射の定義と、不要発射といわれる目的外電波が発生する原因について簡潔に記述せよ。

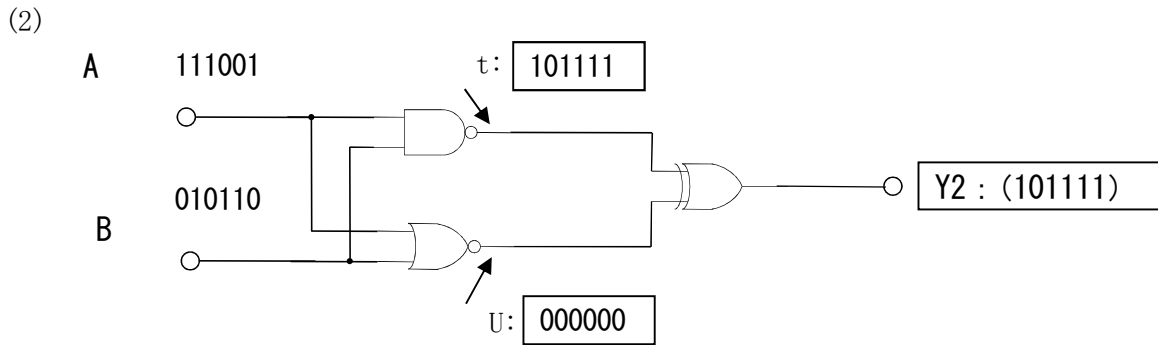
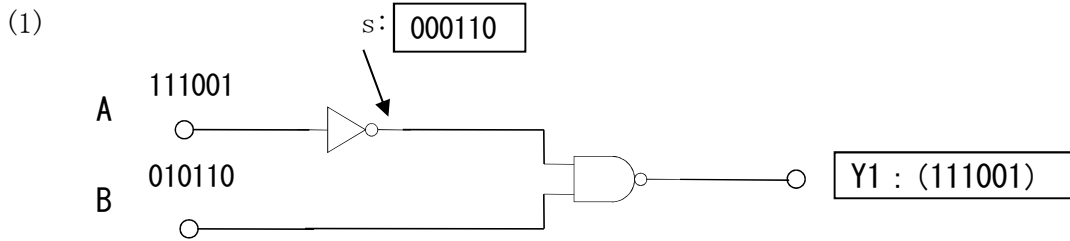
[解答] 不要発射とはスプリアス発射および帯域外発射のことで、高調波、低調波、寄生振動等によって発生する。

- (2) 電波法に定められたスプリアス領域の定義を示し、必要周波数帯域との関係を簡潔に記述せよ。

[解答] 帯域外領域の外側のスプリアス発射が支配的な周波数帯のことで、必要周波数帯域幅の2.5倍以上離れた領域をいう。

[解答は上記に記載 116 頁参照]

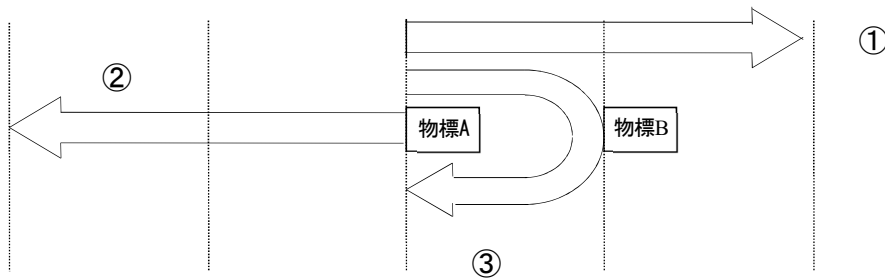
問6. 次の論理回路に入力A : 111001 と入力B : 010110 が同時に同じ順序で入力された時の出力Yを求めよ。途中結果である s : t : u : についてもその値を  内に記述せよ。(5点)



〔解答は上記図中に記載 46, 47, 48 頁参照〕

問7. 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〕

①	レーダーからの送信波 (パルストレーン)
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、送信波の長さより求めよ。(3点)

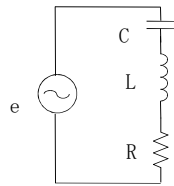
[解答]

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

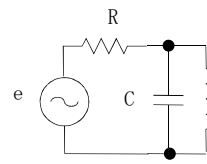
分解能はその半分となるので  $150/2=75$  [m]      A. 75 [m]

[解答は上記に記載    138~140 頁参照]

問 8. 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。(8 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  $L=2$  [ $\mu$ 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。(7 点)

[解 答]

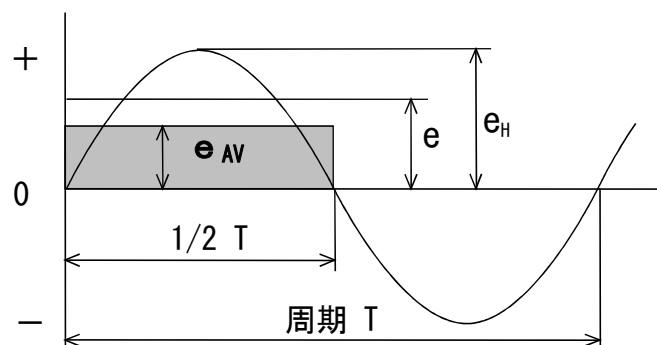
$$\text{共振周波数 } f_r \text{ は、 } f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$\text{ここで、 } 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{2 \times 10^{-6} \times 50 \times 10^{-12}} = 2\pi\sqrt{100 \times 10^{-18}} = 2\pi\sqrt{10^{-16}} \\ = 2\pi \times 10^{-8} = 6.28 \times 10^{-8}$$

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

[解答は上記に記載    10, 11 頁参照]

問 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)

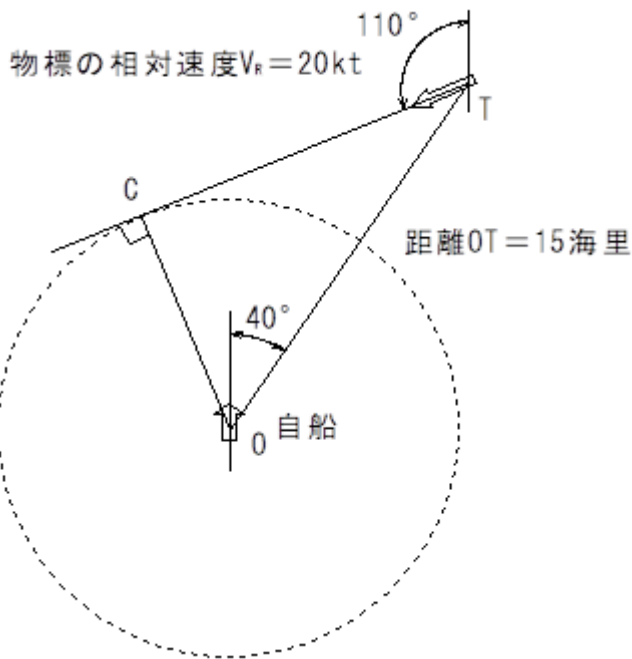


- (1)  $e$  は同じ **電力** を取り出せる直流電圧で置き換えて表す値で実効値という。
- (2)  $e_H$  は **波高値** といい  $e_H = \sqrt{2}$   $e$  である。
- (3)  $e_{AV}$  は半周期分の面積と等しい矩形の電圧値で **平均値** という。  
 $e_{AV} = e_H \times (2/\pi)$  である。
- (4) **可動コイル型** 電流計と整流器を組み合わせると、交流の電流及び電圧が測定できるがメーターの指針を駆動する力は交流の **平均値** である。通常、メーターで測定するのは **実効値** 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]

**【機器保守整備編】**

問 10. レーダー映像の相対方位表示で、ある物標について図のような衝突三角形を得た。本図による衝突予防の諸計算について次の  の中に数値を記入せよ。計算値の距離は小数点以下 1 桁まで、時間は小数点以下 2 桁まで求めよ。(4 点)



- (1) この衝突三角形 OTC において  
 $\angle OTC = \text{30}^\circ$  である。  
 (解答:  $180^\circ - (110^\circ + 40^\circ) = 30^\circ$ )
- (2) 最接近点 (CPA) は、図の点 C であり、自船からの距離 OC は  
 $OC = OT \times \sin(\angle OTC)$   
 $= \text{15} \times \sin \text{30}^\circ$   
 $= \text{7.5}$  [海里] である。
- (3) また、距離 TC = **13.0** [海里] であるので 最接近点に達するまでの時間 TCPA は、  
 $TCPA = \text{13.0} / \text{20}$   
 $= \text{0.65}$  [時間] となる。

[答は上記  内に記載 111 頁参照]

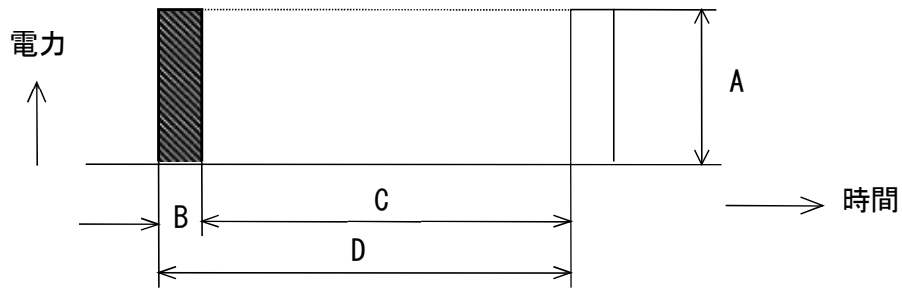
(3) の 13.0 は  $15 \times \cos 30^\circ$  で求めても、平方根 ( $15^2 - 7.5^2$ ) で求めてもよい。

問 11. 以下の文章はレーダーの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。(4 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



ら選び、日本語で記入せよ。ただし、C,DについてはAが一定の場合とし、同一用語を何回でも使用しても差し支えない。(8点)



〔解答欄〕

記号	名称	影響を与えるレーダーの性能	
A	⑦尖頭電力	④最大探知距離	
B	①パルス幅	⑤最小探知距離	*②距離分解能/③映像の鮮明度
C	休止時間	③映像の鮮明度	④最大探知距離
D	⑧パルス繰り返し周期		

① パルス幅      ② 距離分解能    ③ 映像の鮮明度    ④ 最大探知距離

⑤ 最小探知距離    ⑥ 映像分解能    ⑦ 尖頭電力      ⑧ パルス繰り返し周期

※ ②と③はどちらか一つで可。

〔(解答は上記表内に記載 7～9 頁参照)〕

【AIS・VDR・GPS 編】

問 14 次の文章は、船舶自動識別装置(AIS)の通信方式について述べたものである。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) AISの通信方式はTDMA(時分割多元接続)方式であり、概念的にいうと26.7msの長さの  に情報を載せて送信する。この情報に、自船情報とスロットの  が含まれて同時に送信されるのが特長である。
- (2) 例えば、船舶Aが自船の情報と次に送信する  の  を1パッケージにして送信する。船舶Bは、船舶Aの予約した  を避けながら自船の情報と次に送信する  の  を送信する。これらを次々に繰り返していき、それぞれの船舶が  が衝突しないように、お互いに通信する。
- (3) この方式では、基地局のような  管理局がなくても、船舶同士だけで通信ができるユニークな方式である。そのため、AISの搭載が義務づけられている船舶は、航行中は  AISを作動させなければならない。
- (4) なお、このようなTDMA通信を行うためには、すべての船舶局が  の時刻を正確に合わせなければならない。このため、AISではGPS受信機を内蔵し、その受信信号から正確な  を取り出し、それに同期させている。

〔(解答は上記  の中に記載 26, 27, 28 頁参照)〕



問 15. 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 の旅客船	○	○	○
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 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。(8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  を使用し、データ  + 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。  
これが、1 文字分に相当する。
- (2) スタートビットは、論理値  が送られるが、電圧値としては +4.0~+15.0 V を用いる。ストップビットは、 分の通信の終了を知らせる 1 ビット分の論理値  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  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  数は bps の 10 分の 1 で、 文字送れる計算になる。

[解答は上記  の中に記載 135, 136 頁参照]

問 17. 次の文章は、船舶設備規程及び小型船舶安全規則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、漁探で代替可能である。

(解答は上記 ( ) 内に記載)

(1) : 15 頁参照

(2) : 208 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, 171 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。