

日本船舶振興会昭和40年度補助事業  
“船舶の経済性向上に関する調査”

調査資料 No. 50

SK 85

# 現装機器の信頼度に関する 調査報告書(第1報)

昭和41年3月

社団法人

日本造船研究協会

## はしがき

本報告書は日本船舶振興会の昭和40年度補助事業「船舶の経済性向上に関する調査」の一部として日本造船研究協会第85研究部会においてとりまとめたものである。

本調査の委員は次のとおりである。(敬称略、五十音順)

部会長	原田三郎	東京商船大学	鈴木勝利	函館ドック㈱
委員	明星四郎	運輸省航海訓練所	鈴木雄二	㈱吳造船所
	井口雅一	東京大学	高木省一	日本国有鉄道
	池上利有	日本船用内燃機工業会	竹村數男	東京商船大学
	石井宏三	日本郵船㈱	田中秀幸	日本郵船㈱
	石原三雄	日本鋼管㈱	玉木恕乎	運輸省船舶技術研究所
	今井、金矢	日本海事広報協会	富田幸雄	日立造船㈱
	上原政信	川崎重工業㈱	野口悌三	日本船主協会
	江島陽一郎	浦賀重工業㈱	野田重昭	佐世保重工業㈱
	岡村弘之	東京大学	浜田昇	運輸省船舶局
	岡本連	日本船用内燃機工業会	藤島日出夫	㈱金指造船所
	奥村克三	㈱名村造船所	堀之内三夫	石川島播磨重工業㈱
	狩野晋二	ジャパンライン㈱	前田宗雄	川崎汽船㈱
	神谷茂	日本造船関連工業会	松本通雄	舞鶴重工業㈱
	郡島正	舞鶴重工業㈱	宮本修	山下新日本汽船㈱
	小泉磐夫	東京大学	村越重光	佐世保重工業㈱
	小泉嘉幸	日本海事協会	八木田英輔	大阪商船三井船舶㈱
	斎藤博隆	大阪商船三井船舶㈱	矢崎守政	㈱東京計器製造所
	榎原敬史	岡野バルブ製造㈱	山口博	日本原子力船開発事業団
	眞田茂	東京商船大学	大和佳助	運輸省船舶局
	杉正樹	三菱重工業㈱	吉本利典	大阪商船三井船舶㈱
	杉山興三	昭和海運㈱	米原令敏	三菱重工業㈱
参加者	秋山貞夫	運輸省船舶技術研究所	末広照男	大阪商船三井船舶㈱
	荒木常一	佐世保重工業㈱	田上健	㈱吳造船所
	内田世夫	山下新日本汽船㈱	滝山敏夫	日本船用内燃機工業会
	内田旭人	日本郵船㈱	蓼沼太門	佐世保重工業㈱
	内山高昭	運輸省船舶局	田丸量一	日立造船㈱
	江口治	石川島播磨重工業㈱	寺西克憲	㈱吳造船所
	江口兼吉	舞鶴重工業㈱	中沢一義	ジャパンライン㈱
	嗣野伊史	佐世保重工業㈱	長野達	新和海運㈱
	音成卓哉	日本鋼管㈱	広瀬善之	舞鶴重工業㈱
	兼松英夫	日立造船㈱	福垣敦男	三菱重工業㈱
	小林康男	岡野バルブ製造㈱	福島正	昭和海運㈱
	酒井修	日本船用内燃機工業会	村田寛	岡野バルブ製造㈱
	坂部隆史	函館ドック㈱	森川卓	日本船主協会
	桜井勉	日立造船㈱	矢野目銑三	石川島播磨重工業㈱
	榎原陽一	日本機関士協会		

## 目 次

1. 目 的	1
2. 経過概要	1
3. 信頼性工学の概要	3.
4. 計算資料の例	17
5. 実船調査企画	61
6. 成果および今後の方針	61

## 1. 目的

推進機関をはじめ船内装備の諸機器の信頼性の向上は従来から運航者、建造者の共通の関心事であつたが、ことに近年乗組員数の遞減の傾向とともに、この問題は一段と内外の関心をひくにいたつた。本来船内諸装置の信頼性の如何は、運航者にとって合理的な予防保全の限度を定めるためにも、経済的な配乗計画や妥当な運航管理組織の立案のためにも適当な労働条件を確立するためにもその基礎となる資料である。また建造者にとっては、今後信頼性向上の技術的努力をどの点に指向すべきかを示す重要な鍵でもある。この意味において現装機器の状況を信頼性の観点から把握する必要があり、本委員会はこれを目的として発足したものである。

## 2. 経過概要

### (1) 第1回委員会(40.5.14)

#### (イ) 部会長の選任

原田委員を部会長に選任する。

#### (ロ) 信頼性工学の講義

東大井口助教授を講師として基礎的な理論の講義が行なわれた。

### (2) 第2回委員会(40.5.27)

#### (イ) 幹事の決定

委員会の運営を円滑にするため、明星委員外5名の委員を幹事として選任した。

#### (ロ) 信頼性工学の講義

東大岡村助教授を講師として第2回目の基礎理論の講義が行なわれた。

### (3) 第3回委員会(40.6.9)

信頼性関係の計算資料の例について、杉、真田、玉木、吉本各委員から調査研究資料にもとづいて解説がなされた。

### (4) 第4回委員会(40.7.1)

#### (イ) 信頼性工学の講義

岡村、井口、両委員によつて信頼性データの考え方、信頼性データの決定について解説がなされた。

#### (ロ) 主機関々係事故例の解説

吉本、齊藤両委員によつて提出資料により説明がなされた。

### (5) 第5回委員会(40.7.26)

#### (イ) 調査資料の解説

a. デーゼル主機関の発生事故件名の集計、ディーゼル発電機事故集計の提出資料について、森川委員より説明

がなされた。

b. 主機停止および減力頻度、故障率について玉木委員より説明がなされた。

(e) 今後の方針について検討

実船について調査する事が確認され、本年度の主な作業として調査フォームを固めることにした。

(6) 第6回委員会(4.0.9.7)

(i) 調査資料の解説

矢崎委員によつて、ジャイロコンパス、ジャイロパイロット、主機遠隔操縦装置の事故資料について説明がなされた。

(j) 故障調査表の検討

故障調査表について検討し、記入ができるだけ画一化するよう故障モードについての表示を行なうこととした。

(7) 第7回委員会(4.0.1.0.2.7)

(i) 調査資料の解説

前田委員によつて“みしつび丸”の事故調査資料の説明がなされた。

(k) 故障調査表案および同記入例案の検討

(l) 故障コード表案の検討

(8) 第8回委員会(4.0.1.2.9)

(i) 故障調査表案、故障調査表記入要領案ならびに故障調査表記入例案、故障コード表案の検討。

船主協会の機関管理研究会と共同で審議した。

(n) 本年度実船調査計画について検討

41年1月末頃、横浜出港のニューヨーク航路のディーゼル貨物船について、予備的な調査を実施してみると決定。そのため海運会社5社を選定し、これを中心として訪船調査グループを設置した。

(9) 第9回委員会(4.1.1.1.2)

故障調査表、故障調査表記入要領、故障調査表記入例、故障コード表、調査趣意書の審議決定。

(10) 訪船調査

下記船舶に調査を依頼した。

日本郵船 滋賀丸・薩摩丸

大阪商船三井船舶 シカゴ丸・最上山丸

川崎汽船 オレゴン丸・テキサス丸

ジャパンライン マンハッタン丸・ブルックリン丸

山下新日本汽船 多賀春丸

### 3. 信頼性工学の概要

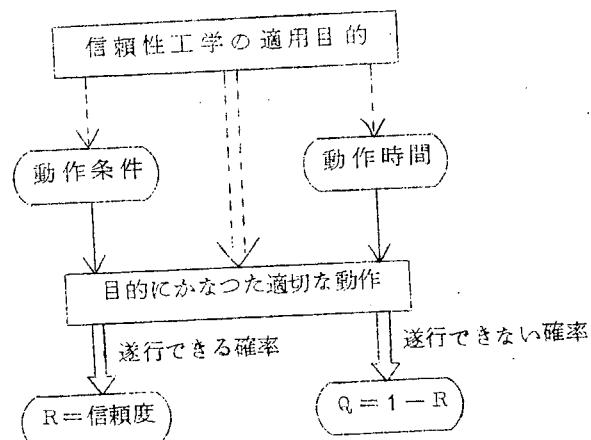
#### 3.1 信頼性データの考え方

##### 3.1.1 信頼性工学の目的

信頼性工学は、統計学を用いて経験を意識的に整理し、設計、使用、保守・修理に当つて信頼性を把握し、行動の有益な指針を得ようとするものである。信頼性を高めることはむしろ容易であつて、信頼度を向上させることは信頼性工学の特殊な一応用例に過ぎない。

cf { ○ 従来の設計方針；「より安く」、「より使い易く」、「より安全に」  
 ○ リライアビリティ・エンジニアの方針；「より安く」、「より使い易く」  
 「目的にかなうよう適度にかつ確実に安全性を保つ」

##### 3.1.2 信頼度の定義



第3.1図

- 目的意識がはつきりしていないと、集めたデータの有用性がかぎられる。
- 種々の適用目的に応じて、各種の信頼度データが必要である。

#### 3.1.3 評価の問題

信頼性工学の目的は、ある目標があつて、その目標にかなう最善の策を決定することである。その一つの資料として、

信頼性データを用いる。

適用目的がきまれば、評価函数Fを作ることができる。

$$F = A - B R + C Q$$

あるいは、種々の独立事象が評価に影響を及ぼす場合は、

$$F = A - \sum_i B_i R_i + \sum_i C_i Q_i$$

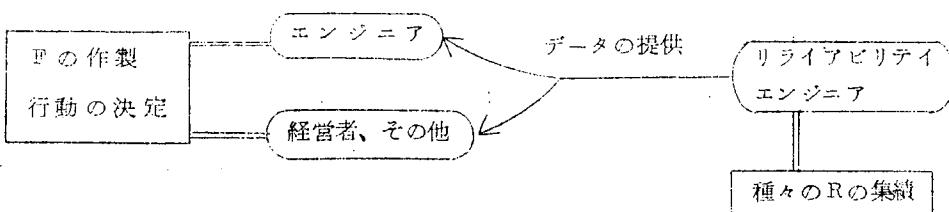
一般に

$$F = F(R_i)$$

ただし  
 A = イニシャル・コスト、ランニング・コストなど適切な機器動作の遂行、不遂行にかかわ  
 らない評価量（ただし  $R_i$  の函数）  
 B = 遂行できた場合の利益  
 C = 遂行できない場合の損失

行動の指針 = function (最適な F)

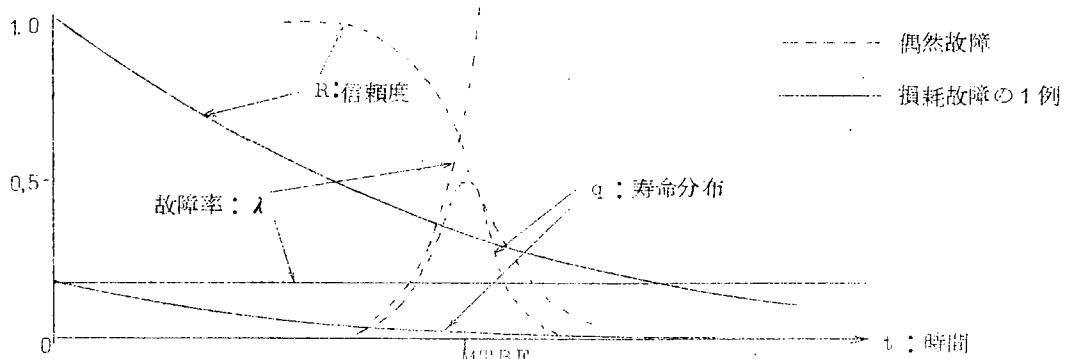
特別な場合として、F → R、稼動率、費用 etc.



第3.2図

### 3.1.4 信頼データの母集団の推定

同じMTBFをもついてても、分布の相異によって、信頼度が異なり、保守、点検、予備品数、Fの値などに大きな差を生ずる。



第3.3図

Nヶのデータのうち、短い方から  $i$  番目の寿命を  $t_i$  とする。xの期待値を  $E\{x\}$  のようにしてあらわすと定義により

$$R(t) = E\left\{1 - \frac{n(t)}{N}\right\}$$

ただし、 $n(t)$  は寿命が  $t$  以下であるデータの数

$$Q(t) = E\left\{\frac{n(t)}{N}\right\}$$

ところで、 $t_i$  は  $t$  の小さいほうから  $i$  番目の値であつて、この分布は極値統計学の知識によつて得られる。すなわち  $R(t_i)$ 、 $Q(t_i)$  は Beta 分布をする。

したがつて  $R(t_i)$ 、 $Q(t_i)$  の期待値は

$$E\{R(t_i)\} = 1 - \frac{i}{N+1}$$

$$E\{Q(t_i)\} = \frac{i}{N+1}$$

となる。このことから、 $t_i$  に対して  $(1 - \frac{i}{N+1})$ 、 $(\frac{i}{N+1})$  をプロットすれば、R および Q の不偏推定曲線が得られる。されば、実測値がなるべく直線になる方眼紙をえらび、最小自乗法により回帰直線を求める。

予想される分布にしたがつて、対数正規分布  
寿命分布  $q(t)$  が指数分布 (Chance failure) の時；片対数  
正規分布 (wear-out failure) の時；正規確率紙  
正規分布 (normal distribution) の時；正規確率紙

また、対数正規分布  
Weibull 分布  
極値分布 ) にも、確率紙が作られている。  
 $t$  がそれぞれ=項分布、ポアソン分布の時は、 $T = \sin^{-1} \sqrt{t}$ 、 $T = \sqrt{t}$  がそれぞれ近似的に正規分布をするので、正規確率紙が使える。

実際のデータはバラツキがある。したがつて上のようにして推定した分布が、どの程度の確からしさで仮定した分布に近いかを検定しておく必要がある。  
これが「適合度の検定」といわれるもので、統計学の一般書にくわしい。 $(x^2$  検定、コルモゴロフ・スミルノフ検定などがある)。

### 3.1.5 パラメータの推定

上記のようにして分布の最も確からしい値が得られる。  
分布のパラメータは、確率紙上からも直ちによみとれるが、計算によつても求めることができる。たとえば

#### (1) 偶然故障

$$\text{故障間平均時間 (MTBF)} \equiv t_m = \frac{\sum_{i=1}^r t_i + \sum_{i=r+1}^N t_i}{r}$$

ただし  $i = 1 \sim r$ 、故障  
 $i = r+1 \sim N$ 、中止

この時標本の平均  $t_m$  の期待値は

$$E \{ t_m \} = \mu$$

したがつて  $\mu$  の不偏推定値は  $t_m$  である。

#### (2) 正規分布の場合 (損耗故障の1例)

母集団の平均を  $\mu$ 、分散を  $\sigma^2$  とし、

$$\text{標本平均を } t_m = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N}$$

$$\text{標本分散を } S^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (t_i - t_m)^2$$

と定義すると、

$$\eta = E \{ t_m \} = \sum_{i=1}^N t_i / N$$

$$\sigma^2 = E \{ S^2 \} = \sum_{i=1}^N (t_i - t_m)^2 / (N-1)$$

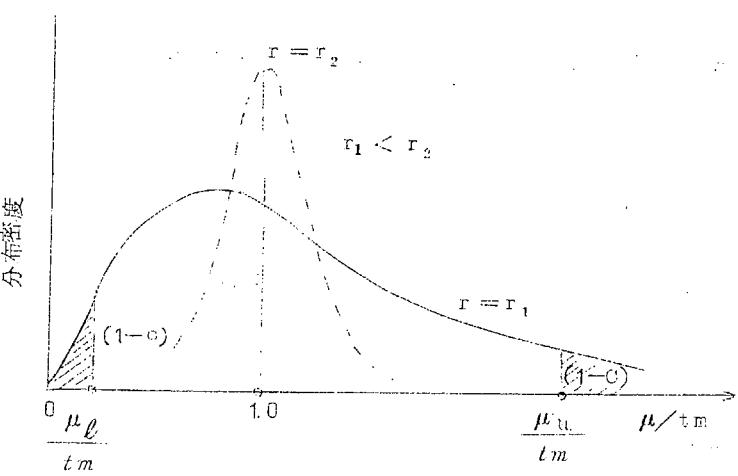
となる。これから母集団のパラメータ  $\eta$ 、 $\sigma^2$  の不偏推定値が求められる。

### 3.1.6 信頼度の信頼限界

以上のようにして求めた  $\mu$ 、 $\eta$ 、 $\sigma^2$  などは母集団の不偏推定値であるが、母集団のパラメータは実際にはこの値と一致するとはかぎらず、この値よりも大きい確率および小さい確率はそれぞれ 50% となる。したがって、このパラメータを用いて信頼度を計算すると、それが安全側および不安全側である確率がそれぞれ 50% となってしまう。

そこで、信頼度がどの程度信頼できるものであるかをしらべておく必要がある。

#### (1) 偶然故障の場合



第3.4 図  $\chi^2$  分布

$\mu/tm$  は 1.0 を平均値とする第3.4 図のような  $\chi^2$  分布をしている。故障数  $r$  が少い時には実線、大きい時には点線のよう正規分布に近い形となる。

この分布から、母集団の平均値の信頼限界が求められる(第3.5 図)。

#### [数値例 1] $r=10$ の場合

$\mu < 2.5 tm$  である確率は 99%

$\mu > 0.7 tm$  である確率は 90%

#### [数値例 2]

$r=3$  の時、 $\mu$  が

$0.68 tm < \mu < 3.7 tm$

の範囲にある確率は 90%。

#### [数値例 3]

第3.1 表の数値例において、故障間平均時間の期待値は

$$tm = \frac{\sum_{i=1}^6 t_i + \sum_{i=7}^{15} t_i}{6} = 1.21$$

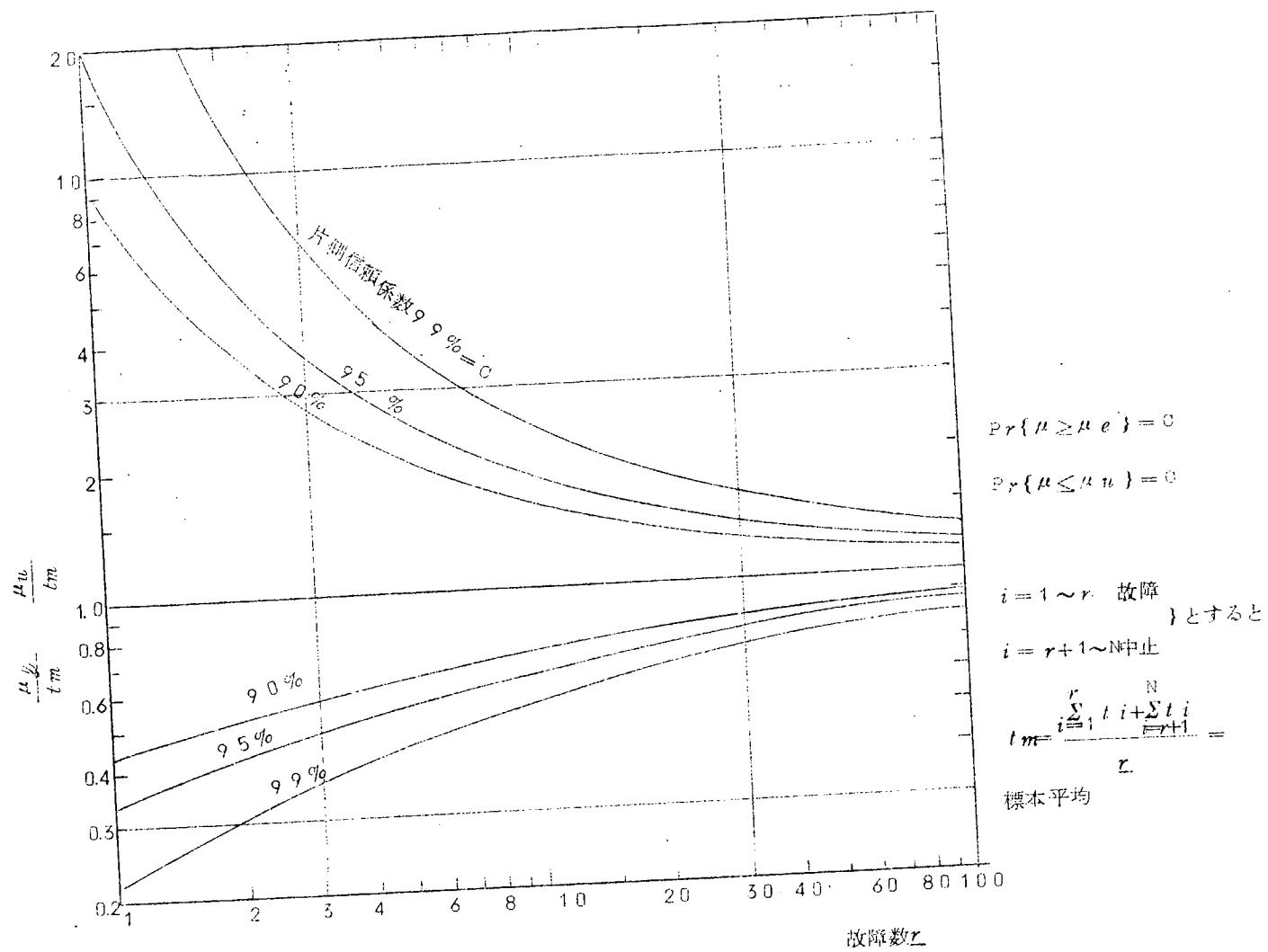
である。データーを片対数方眼紙に前記の方法でプロットしたのが第3.6 図である。R の不偏推定値は図の①である。この時第3.5 図より信頼限界を求めるとき、第3.2 表のようになる。

第3.1 表 数値例

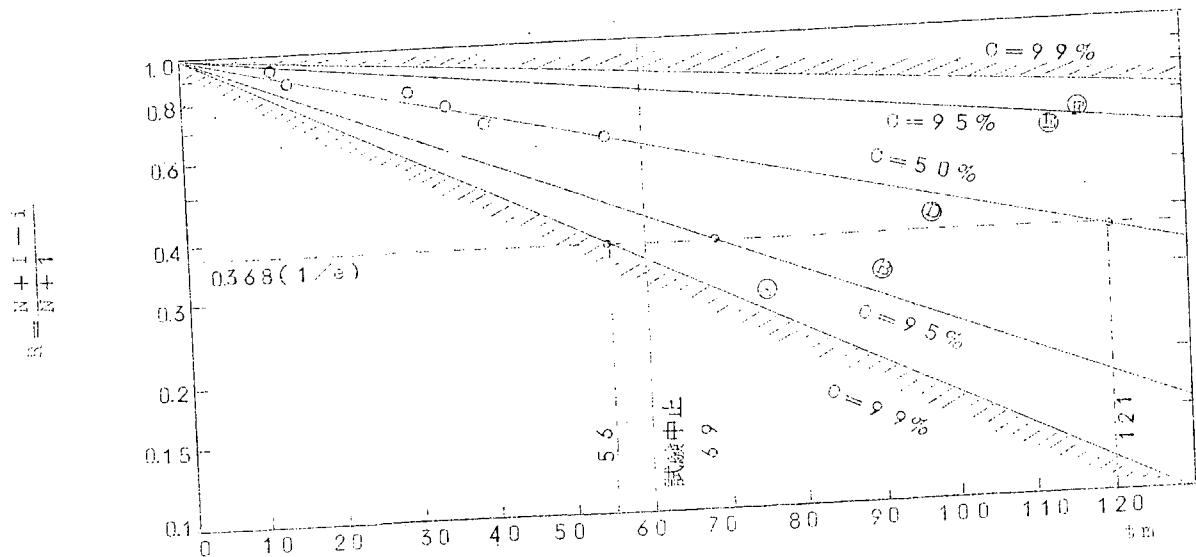
i	t <sub>i</sub>	R = $\frac{N+1-i}{N+1}$
1	1.2	0.94
2	1.4	0.88
3	3.0	0.81
4	3.5	0.75
5	4.0	0.69
6	5.5	0.63
7 ~ 15	6.0 時間打切り	

N = 15, r = 6

平均時間の信頼限界



第3.5図 故障間平均時間の信頼限界(指數分布)  
 $\mu_u, \mu_e$  = 母集団平均  $\mu$  の上側および下側信頼限界



第3.6図 信頼度の信頼限界

第3.2表 信頼限界

片側信頼俫数	下側限界	上側限界
	$\mu_e$	$\mu_u$
$\alpha = 95\%$	69	280
$\alpha = 99\%$	56	410

すなわち

$$Pr\{\mu \geq 69\} = 95\%, Pr\{\mu \leq 280\} = 95\%$$

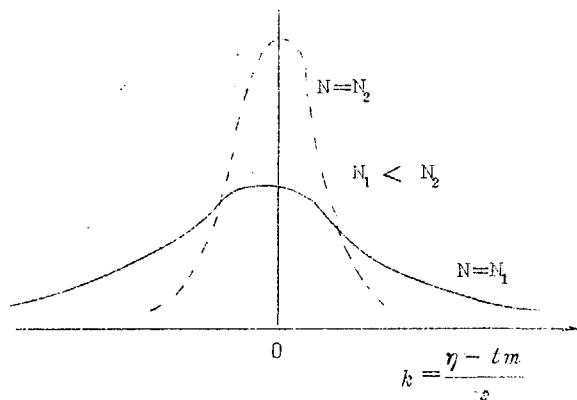
$$Pr\{69 \leq \mu \leq 280\} = 90\%$$

である事を意味する。

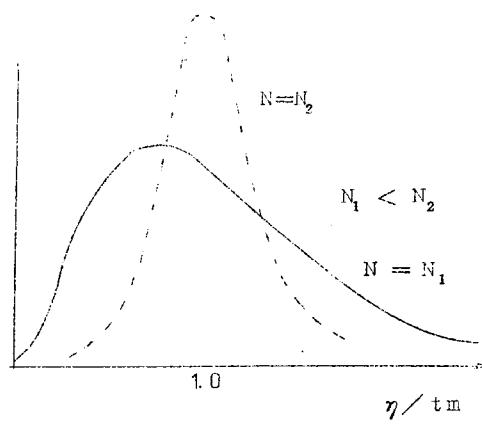
信頼度として②曲線を用いれば、この予測が安全側である確率が95%である。

信頼係数98%でいえることは、信頼度が①と③の間にあるということのみである。データの数Yが多くなればこの範囲は当然せまくなる。ある2つの実測結果から、どちらが優つているかを判定するには、信頼限界を考慮する必要がある。

## (2) 正規分布の場合

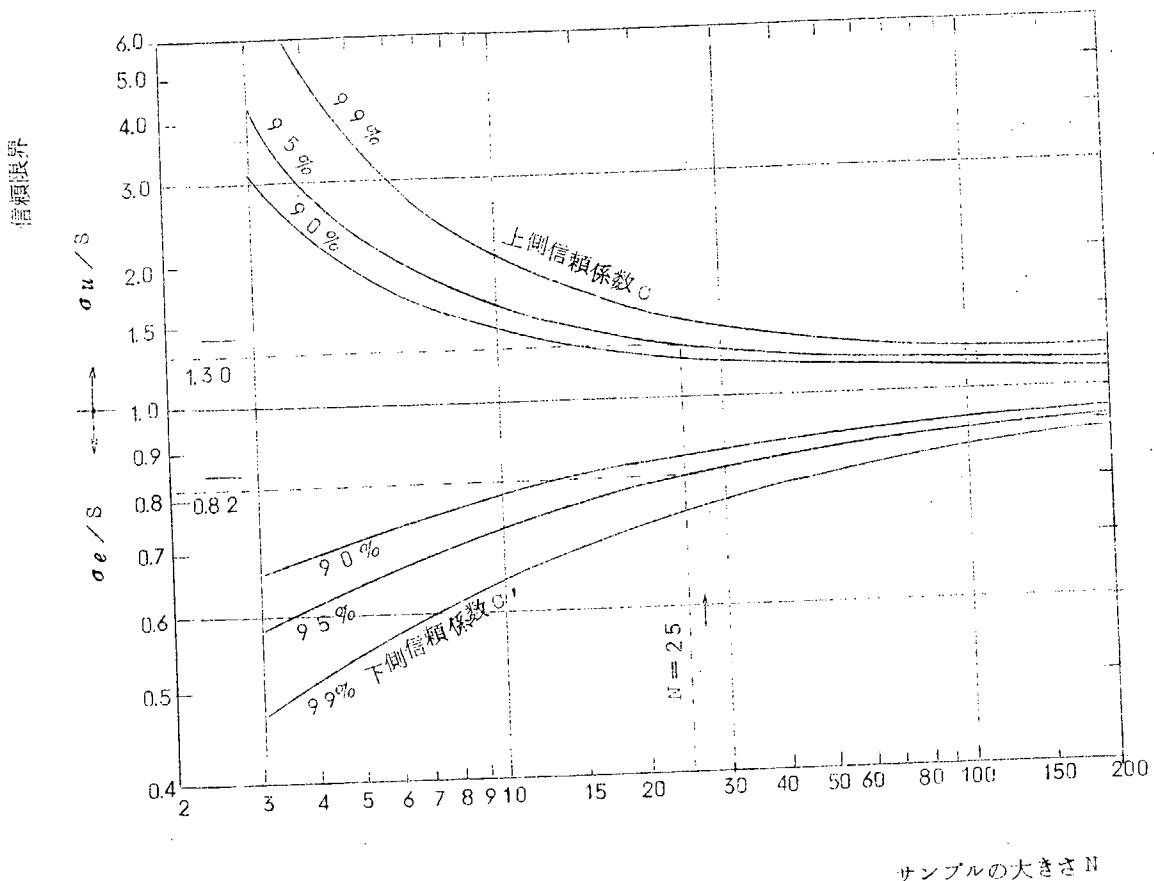


第3.7図 Studentのt分布

第3.8図  $x^2$  分布

$k = \frac{\eta - tm}{s}$  はStudent分布(第3.7図)、 $\eta / tm$ は $x^2$ 分布(第3.8図)をするので、第3.9図、第3.10図に示す信頼限界の算出図が得られる。

[数値例4] 第3.11図に示す25ヶの実測値について、 $tm = 2.9$ 、 $s = 8.25$ が求められ、不偏推定曲線は③となる。第3.9図、第3.10図より片側95%の信頼限界を求めるとき、 $N = 25$ に対し、 $\sigma_e = 0.82s$ 、 $\sigma_u = 1.30s$ 、 $\eta_e = (1 - 0.34)t m$ 、 $\eta_u = (1 + 0.34)t m$ となる。すなわち真実の信頼度曲線R(t)が、第3.11図の④⑤両曲線の間にある確率は90%である。



第3.9図 標準偏差の信頼限界  
(正規分布)

$\sigma_u$ ,  $\sigma_e$  = 標準偏差の上側および下側信頼限界

$$s = \sqrt{\left\{ \sum_{i=1}^N (t_i - t_m)^2 \right\} / (N-1)}$$

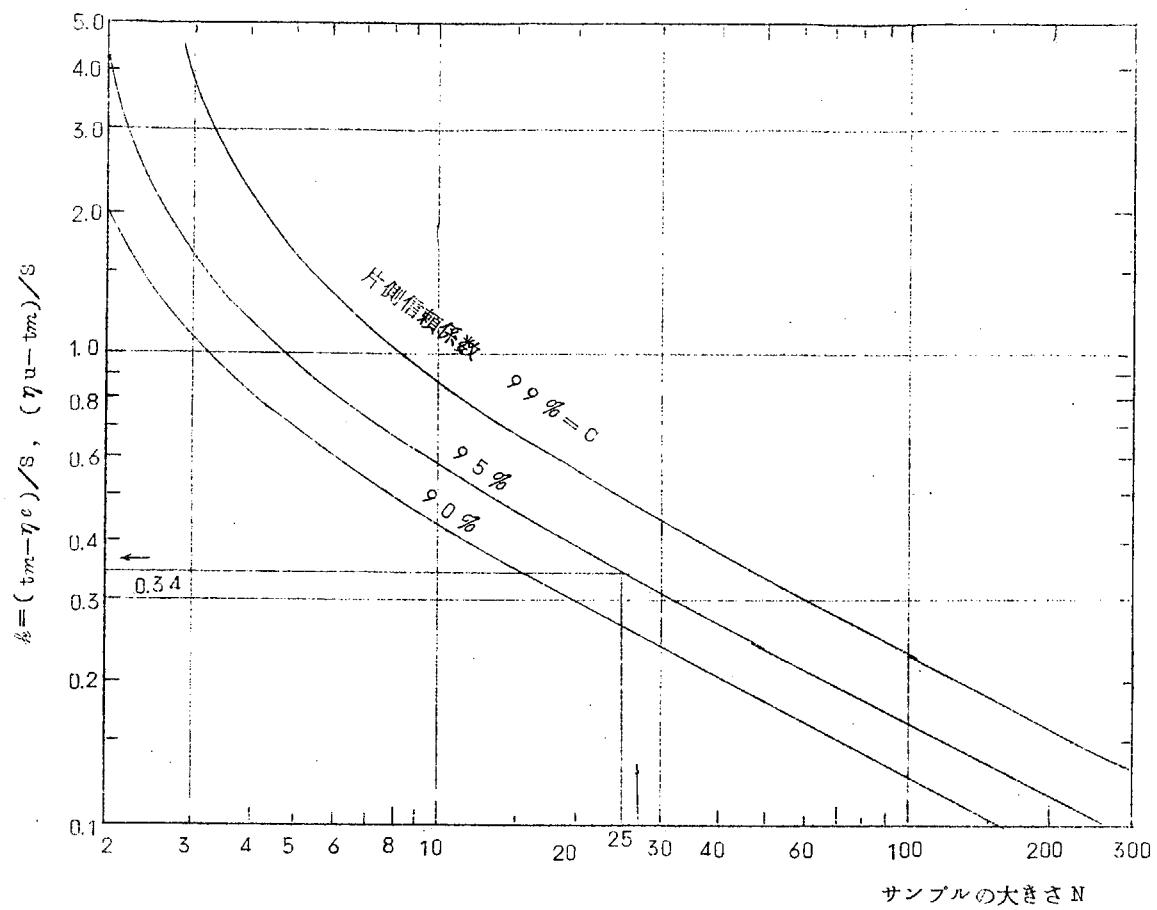
$$t_m = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N}$$

ただし

$$Pr \{ \sigma \leq \sigma_u \} = c$$

$$Pr \{ \sigma \geq \sigma_e \} = c'$$

であることを意味する。



第3.10図 平均値の信頼限界(正規分布)

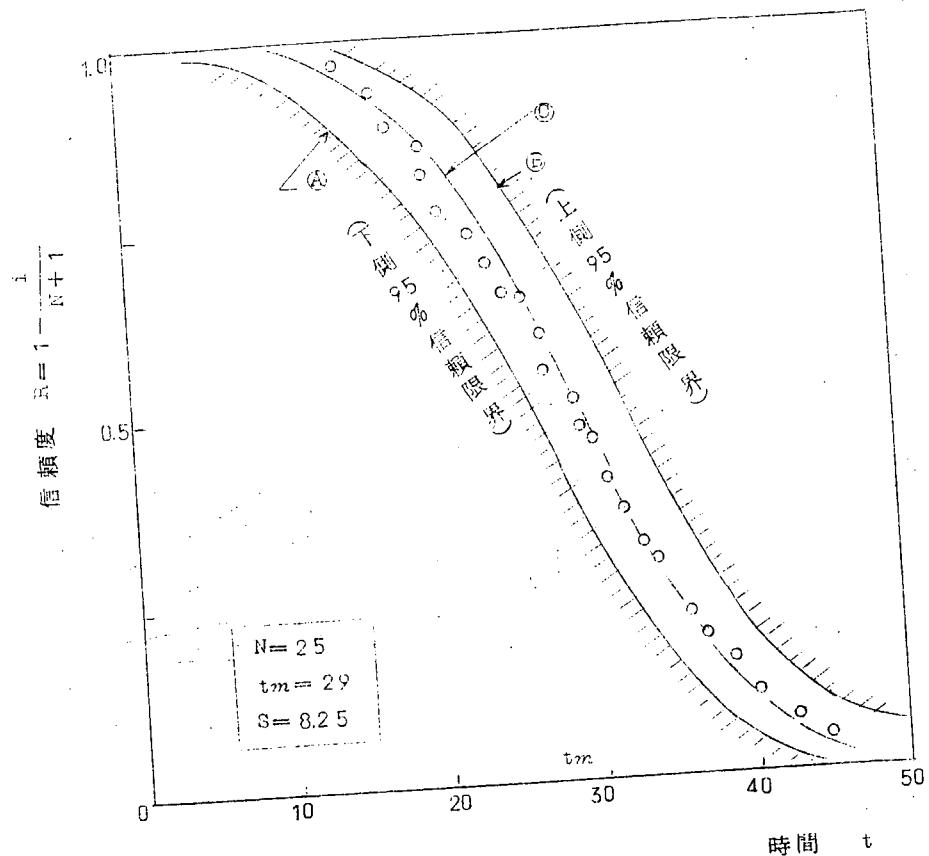
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{平均値 } \bar{y} \text{ の上側信頼限界 } \bar{y}_u = \bar{y}_m + k_s \\ \text{〃 下側 " } \bar{y}_e = \bar{y}_m - k_s \end{array} \right.$$

ただし

$$Pr \{ \bar{y} \geq \bar{y}_e \} = c$$

$$Pr \{ \bar{y} \leq \bar{y}_u \} = c$$

であることを意味する。



第3.11図 信頼度の信頼限界

### 3.2 信頼性データからの決定

#### 3.2.1 決定の簡単な例

信頼性データは単に現状の分析にとどまらず、将来の行動の決定あるいは新設計の総合の資料として用いられる。信頼性工学の目的は分析よりもむしろ総合にある。次に簡単な例をあげる。

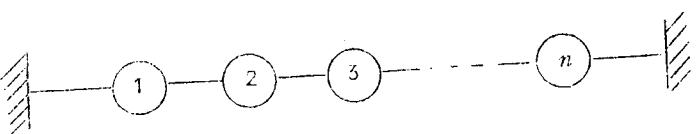
- (1) 予備品の適正個数

要素の故障間平均時間 M T B F を  $1/\lambda$ 、航海時間を  $t$  とし、予備品1個の価格を  $S$ 、

予備品を使い果たして系がその機能を失つた場合の損失を  $L$  とする。系の機能が失われる確率は、信頼性理論により

$$1 - \exp\left(-\frac{n \lambda t}{m+1}\right)$$

であるから、必要コストは



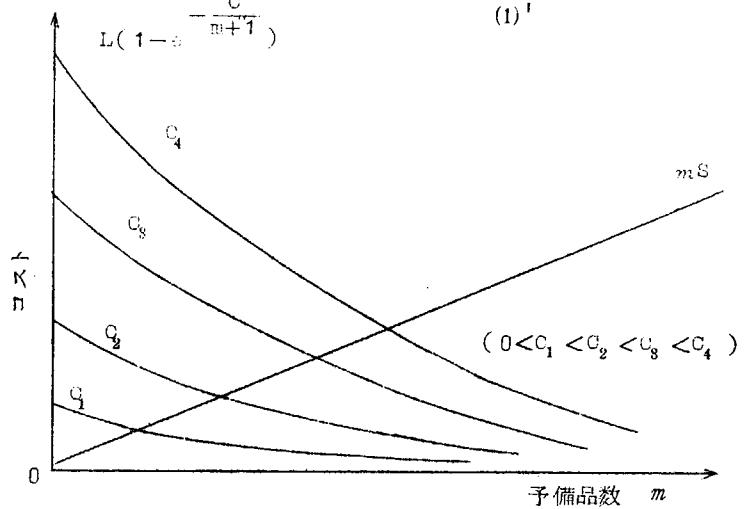
第3.12図 同一要素からなる  $n$  ケの直列系

$$F = mS + L \left\{ 1 - \exp \left( - \frac{n \lambda}{m+1} t \right) \right\} \quad (1)$$

で与えられる。 $n \lambda t = C$  とおくと上式は

$$F(m) = mS + L \left\{ 1 - \exp \left( - \frac{C}{m+1} \right) \right\} \quad (1)'$$

となる。そこでコスト  $F(m)$  を最小にする  $m$  の数が最適個数であると考えることにする。  $C$  の値を  $c_1, c_2, c_3, c_4$  (ただし  $0 < c_1 < c_2 < c_3 < c_4$ ) とした時に上式の 2 つの項は第 3.1.3 図のようになり、両者の和である必要コスト  $F$  は第 3.1.4 図のようになる。上式を  $m$  で微分すると



第 3.1.3 図 予備品数とコストの関係

$$\frac{dF}{dm} = S - L \frac{C}{(m+1)^2} \exp \left( - \frac{C}{m+1} \right) \quad (2)$$

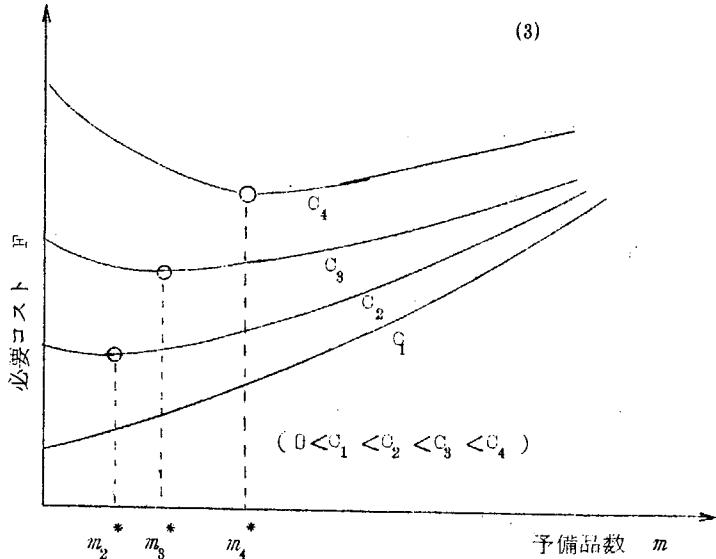
であるが、 $m=0$  における勾配が

$$\left( \frac{dF}{dm} \right)_{m=0} = S - LC \exp(-C) \quad (3)$$

であるから

(1)  $S > LC \exp(-C)$  ならば  
 $F$  は単調増加関数であり、最適予備品数  $m^*$  は 0、すなわち予備品をもたないほうが経済的であり、

(2)  $S > LC \exp(-C)$  ならば  
 $F$  は極小値をもつので(2式の値が 0 になる)  
予備品数  $m^*$  が最適である。 $C = n \lambda t$  が  
大きいほど、最適個数  $m^*$  は大になる。



第 3.1.4 図 最適予備品数

第 3.1.5 図の並列系において要素 1 だけで信頼度  $R_1$  をあげるために、

$$b_1 \geq a_1 R_1 \quad (a)$$

なる重量制限があるとする。このため要素 2 (信頼度  $R_2$ ) を追加して並列系とし、系全体の信頼度  $R_s$  を向上させるものとする。この時系全体にたとえば体積の制限

$$b_2 \geq a_2 R_1 + a_3 R_2$$

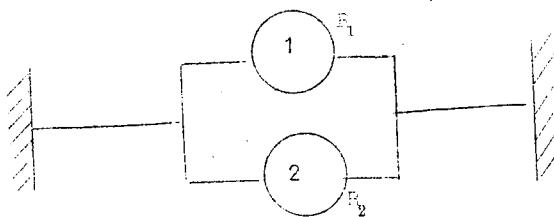
や、費用の制限

$$b_3 \geq a_4 R_1 + a_5 R_2$$

があるとする。ただし  $a_1, a_2, \dots, b_1, b_2, b_3$  は定数である。

(b)

(c)



第3.1.5図 並列系

(a)(b)(c)の制限のもとで系全体の信頼度

$$R_s = 1 - (1 - R_1)(1 - R_2) = R_1 + R_2 - R_1 R_2$$

を最大にするためには  $R_1$  および  $R_2$  の最適値

$R_{1m}$  および  $R_{2m}$  をいくらくらいに設計すればよい  
か？

第3.1.6図は  $R_s$  の等高線図中は上記の制限条件を書き入れたもので、条件式をあらわす線の内側が許容範囲である。したがつて図の  $R_{1m}$ 、  
 $R_{2m}$  が  $R_s$  を最大にする信頼度となる。

### 3.2.2 保守計画

時間を  $t$ 、1個の部品の信頼度関数を  $R(t)$

とすると故障密度関数は

$$\varphi(t) = -\frac{dR(t)}{dt}$$

であり瞬間故障率は

$$\lambda(t) = \frac{\varphi(t)}{R(t)}$$

である。また両式から  $\varphi(t)$  を消去して積分すれば

$$R(t) = \exp \{-F(t)\}$$

なる関係式が得られる。ただし

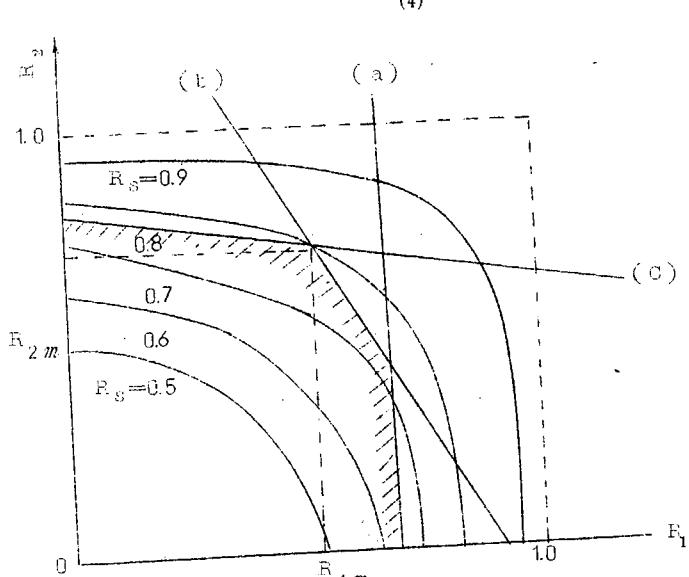
$$F(t) = \int_0^t \lambda(t) dt$$

である。

$\lambda(t)$  が時間によらず一定な場合すなわち偶然故障と考えられる場合は、新しい部品ととりかえても瞬時故障率は一定である。ところが損耗故障すなわち  $\lambda(t)$  が  $t$  の増加関数である場合には（第3.1.7図）保守の仕方により保  
守修理を含めた総合信頼度を向上させることができる。

(1) 修理による保守（repair maintenance）

故障を起した時直ちに同種類の部品ととりかえるものとする。取替えた時刻を時間  $t$  の原点にえらぶと、部品はす



第3.1.6図

(5)

(6)

(7)

(8)

べて同一の故障密度分布  $\varphi(t)$  をもつている。この装置を使い始めた時刻をあらためて時間の原点にとると、 $i$  回目の故障が起る密度関数すなはち ( $i=1$ ) 回取替えた系の故障密度関数  $\varphi_i(t)$  は、 $\varphi(t)$  なる母集団から  $i$  ケとり出した寿命との和で与えられるから、確率論により容易に求められる。第 1 世代の寿命分布  $\varphi_1(t)$  はもちろん保守をしない場合の寿命分布  $\varphi(t)$  に等しい、第 3.1.8 図には、 $\varphi(t)$  が平均値  $\bar{\tau} = 3$ 、標準偏差  $\sigma = 1$  の正規分布とした場合の  $\varphi_i(t)$  を点線で示す。この系の瞬時故障率  $\lambda_r(t)$  は

$$\lambda_r(t) = \sum_{i=1}^{\infty} \varphi_i(t) \quad (a)$$

で与えられ、これを図中に実線で示す。 $t$  が大きくなるにつれて  $\lambda_r(t)$  はほぼ一定になり  $1/\bar{\tau}$  に収束することが証明できる。すなはち

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \lambda_r(t) = \frac{1}{\bar{\tau}} \quad (10)$$

が一般に成り立つ。系の瞬時故障率は修理保守をすることにより、 $\lambda(t)$  から  $\lambda_r(t)$  まで低下せ得る。この方式の保守をした場合の系の信頼度関数は(7)(8)両式により

$$R_r(t) = \exp \{ -\int_0^t \lambda_r(t) dt \} \quad (11)$$

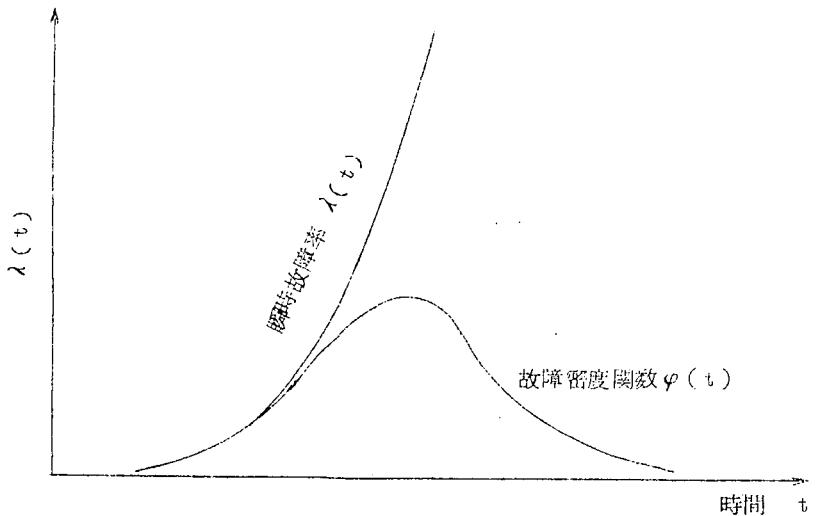
ただし

$$F_r(t) = \int_0^t \lambda_r(t) dt \quad (12)$$

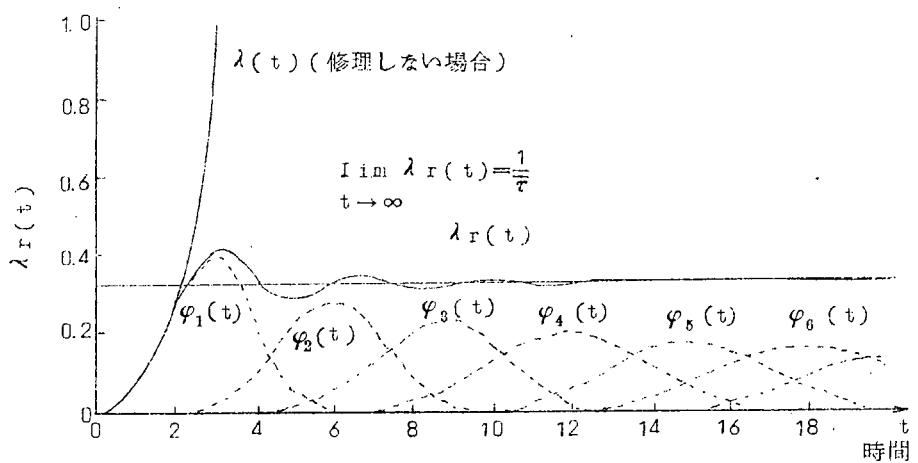
で与えられる。

#### (2) 事前取替保守 (preventive maintenance)

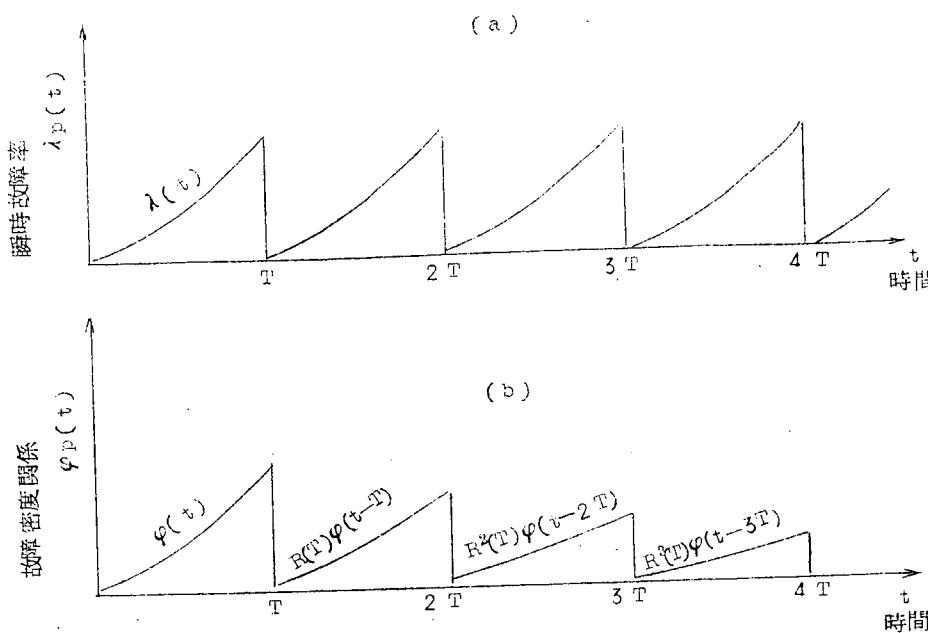
修理保守により故障率を  $1/\bar{\tau}$  程度に下げることができるが、さらに低下させるためには取替部品が疲労してその瞬時故障率  $\lambda(t)$  が大きな値になる前に時間  $T$  ごとに事前に新しい部品と取替えることとする。この保守方式による系の瞬間故障率  $\lambda_p(t)$  は第 3.1.9 図のよう  $t$  が  $0 \sim T$  の間は  $\lambda(t)$  でその後はその繰返しになる。すなはち  $t = nT \sim (n+1)T$  の間では



第 3.1.7 図 損耗 故障



第 3.1.8 図 修理 保 寿 の 故 障 率



第3.19図 事前取替保守

$$\lambda_p(t) = \lambda(t - nT), (nT \leq t \leq (n+1)T) \quad (13)$$

一方  $t = nT \sim (n+1)T$  の間で故障の起る分布密度  $\varphi_p(t)$  は、 $0 \sim nT$  の  $n$  個の区間で故障の起らないである。一方  $t = nT \sim (n+1)T$  の間で故障の起る分布密度  $\varphi_p(t)$  は、 $0 \sim nT$  の  $n$  個の区間で故障の起らない確率  $R^n(T)$  ( $R(T) = \int_T^\infty \varphi(t) dt$ ) と、 $nT \sim (n+1)T$  の間の故障密度分布  $\varphi(t - nT)$  の積であるから第3.19図(b)のようになり、

$$\varphi_p(t) = R^n(T) \varphi(t - nT) \quad (\text{ただし } nT \leq t \leq (n+1)T) \quad (14)$$

で与えられる。したがつて事前取替保守の場合の信頼度関数  $R_p(t)$  は

$$R_p(t) = \int_T^\infty \varphi_p(t) dt \quad (15)$$

で与えられる。

### (3) 事前取替保守の経済性

いづれの保守方式をえらぶかは、保守に要する費用と保守により得られる利益とのかねあいでより決まる。そこで

$K_1$  = 故障修理保守一回当たりの費用

$K_2$  = 事前取替保守一回当たりの費用

$K = K_2 / K_1 ; (K \leq 1)$

とおく。事前取替保守を行う場合の単位時間当たりの平均保守費用  $C_p$  は

$$C_p = \frac{K_2}{T} + \frac{K_1}{T} \int_0^T \lambda r(t) dt = \frac{K_2}{T} + \frac{K_1}{T} Fr(T) \quad (16)$$

で与えられる。ただし

$$Fr(T) = \int_0^T \lambda r(t) dt \quad (17)$$

である。すなわち  $Fr(T)$  は  $\lambda r(t)$  の  $t = 0 \sim T$  の面積である(第3.20図a)。他方修理保守しかしない場合の保

守費用  $C_r$  は  $T \rightarrow \infty$  に対応するから

$$C_r = \lim_{T \rightarrow \infty} C_p(T) = \frac{K}{\bar{\tau}} \quad (18)$$

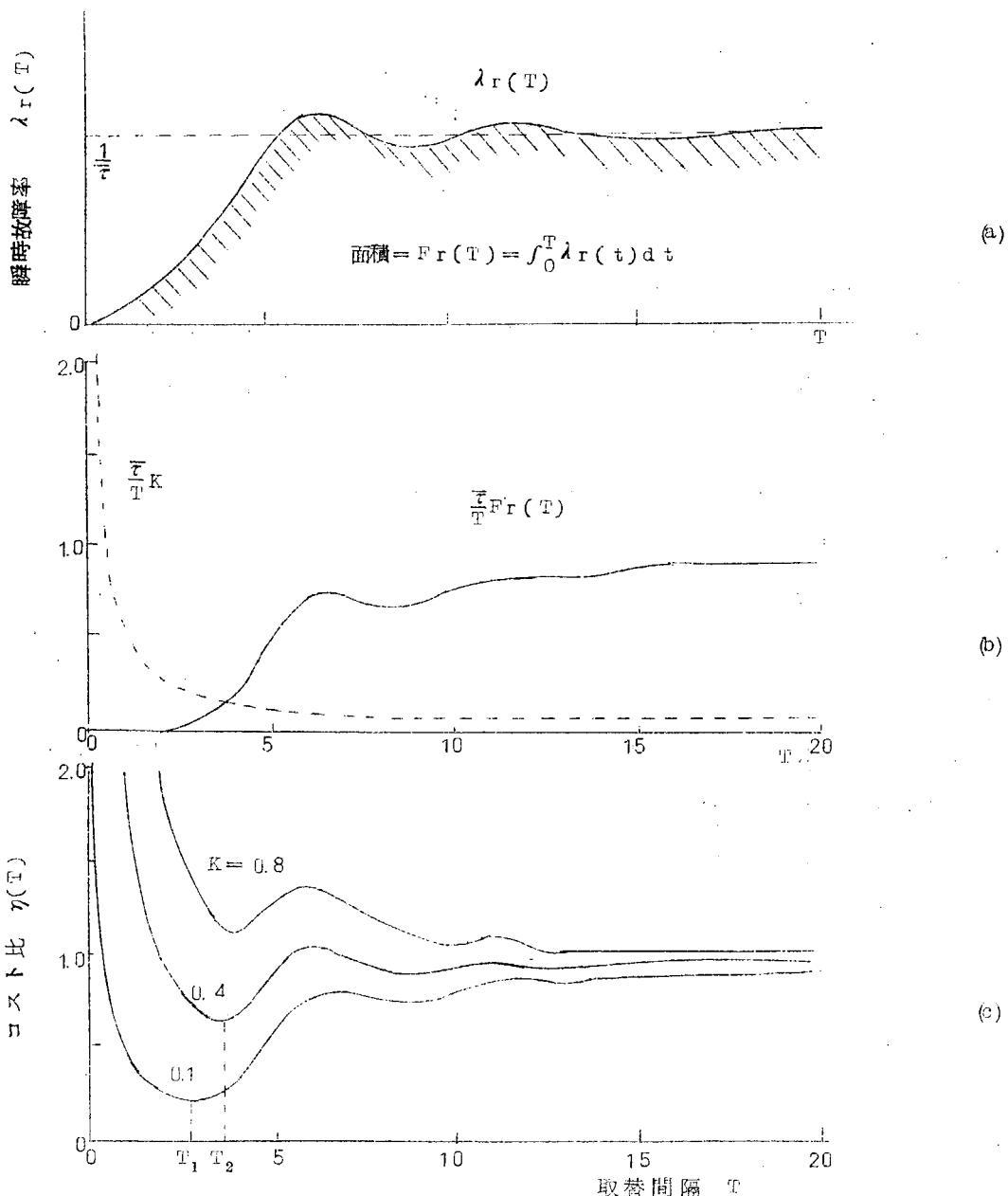
である。ここで両保守方式の費用の比

$$\eta = C_p / C_r \quad (19)$$

を導入すると、(16)(18)両式より

$$\eta(T) = \frac{\bar{\tau}}{T} \{ K + F_r(T) \} \quad (20)$$

で与えられる。コスト比  $\eta(T)$  を支配する2つの項を第3.20図bに示す。両者の和である  $\eta(T)$  を第3.20図cに示す。Kの値によつて極小値とその位置が変る。この例では  $K = 0.1, 0.4$  の場合は  $T_1, T_2$  で事前取替保守をす



第3.20図 取替保守の経済性

ればよい。 $K = 0.8$  の場合は修理保守のみでよい。

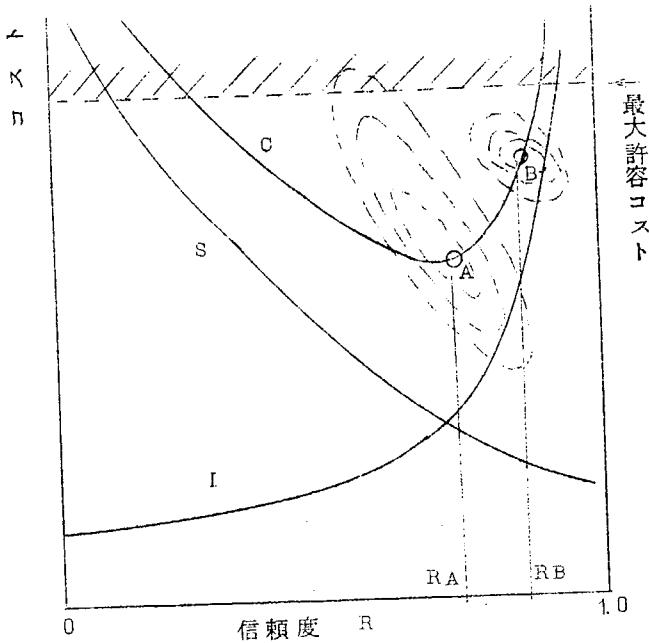
### 3.2.3 決定の際の注意

信頼性データはある母集団からとり出した有限個の標本と考えられるから、このデータをもとにした上記のような最適設計をしても、実現される結果は推定した結果とは一般に一致せずそのまわりにはばらつくであろう。したがつて以上の考察はすべて期待値としての最適設計であつた。そこで結果にはばらつきがある事も十分考慮しておかなければならぬ。

い。

たとえば第3.2.1図のようなサービスコスト  $S$  とイニシャルコスト  $I$  との和である全コスト  $C$  を最小にする信頼度を設計する場合、期待値としての最適設計点は  $A$  である。ところが図に等高線で示したようなバラツキがあり、それが最大許容費用を越える確率がある程度存在する場合は、むしろバラツキの少ない  $B$  点を選ぶ必要がある。

同一のものを多数作る場合、費用のバラツキを標準偏差  $\sigma$ 、平均値  $\bar{r}$  の正規分布とする、 $n$  個の平均費用の分布は平均値  $\bar{r}$  、標準偏差  $\sigma / \sqrt{n}$  の正規分布になるので、 $A$  点で設計しても許容限界内におさまる可能性が出来る。したがつて設計する機器の個数が多くなるほど、決定は容易になるが、特に小数個の機器を対象とする場合にはバラツキに関する配慮が必要となる。



第3.2.1図 推定のバラツキ

## 4. 計算資料の例

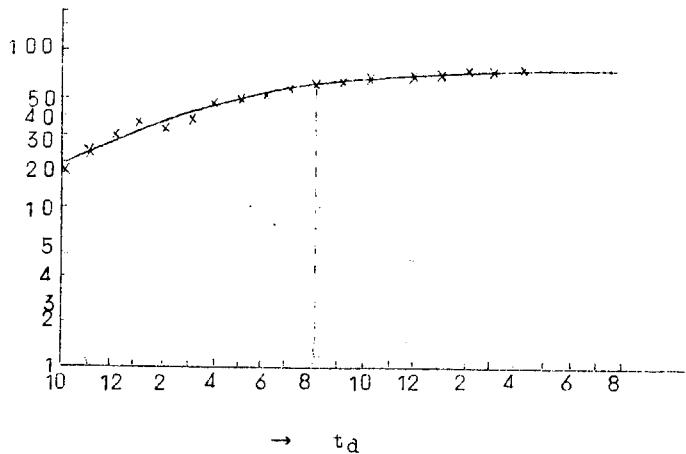
### 4.1 船用機器の信頼性について

#### 4.1.1 船用機器の初期故障

船用機器は各部品の製作にはじまって、それらの組立、ぎ装を経て完成されるが、この間、各製作過程において、品質管理、検査、試験が行なわれる。

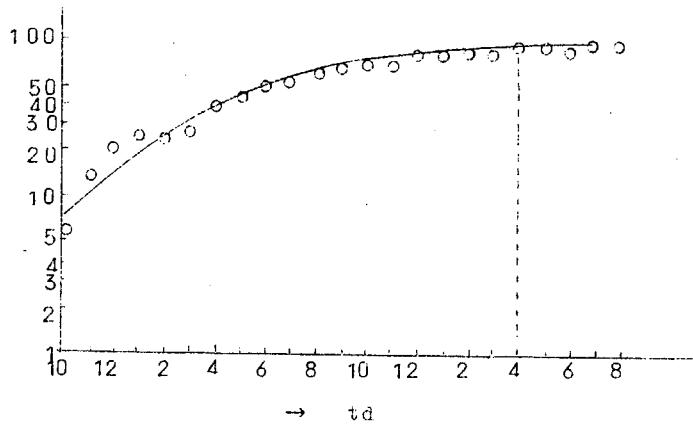
竣工後、約1ヶ年を船用機器の補償期間とし、この間に発生した故障、あるいは不具合な部品は補償工事として修理、調整、取替が行なわれる。いわゆる、初期故障のデバッキングがこの間で終ると考えられているわけである。

第4.1図は昭和38年に建造されたA丸の推進系について、在来機器の初期故障を調査した結果である。横軸は発生年月日、縦軸は故障の累積相対度数を対数目盛でとつたものであつて、竣工後約10ヶ月位で発生故障度数は一定化して、デバッキングを完了したものとみなしえる。



第4.1図 A丸初期故障(在来機器)

一方、同船に装備された自動化関係の状況は第4.2図のごとくで、そのデバッキングに約1年数ヶ月を要することが知られる。



第4.2図 A丸初期故障(自動化機器)

これら初期故障の状況は調査した他船においても大体において同様に結果が得られた。

自動化機器にたいする保守が完全保守でないためであつて、全システムの信頼度向上のためには自動化機器の信頼度向上が緊要であると考える。

#### 4.1.2 推進系の信頼度計算例

過去4年間、5隻について故障データと保守整備に関する資料を集めた。A丸は4年間、B、C丸は3年間、D丸は10年間のものである。D丸以外は自動化の計装のある定期貨物船の代表的なものであり、E丸は自動化した専用船である。

第4.1～2表はD丸の故障データであつて、これにもとづいて、第4.3図に示す信頼度ブロック・ダイアグラムによつて信頼度計算を試みた。もちろん得られた数値は数少ないデータによつて求められたものであつて、これをもつて一般性をもつものとはいえないが、計算方法を検討するために示した(第4.3表)。

第4.1表 D丸主機故障表

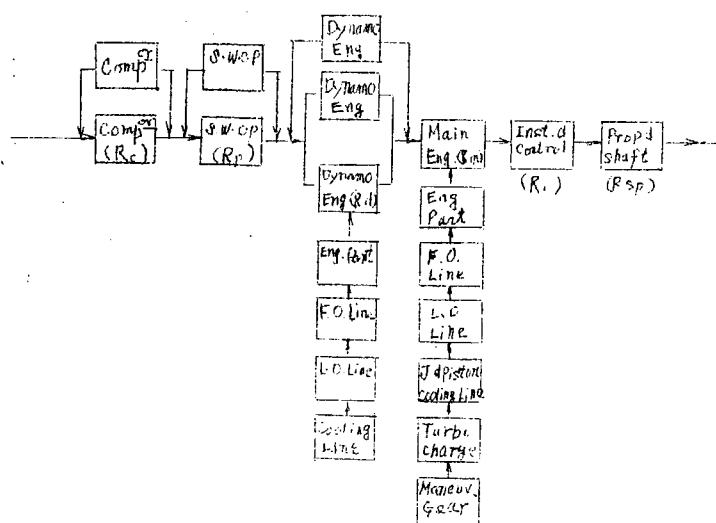
航 次	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Propelling Parts	683	1441	1502	1395	1404	1576	1659	1557	1544	1610	1461	1331	1366	1555						
Piston	(9)		2	1		2	2			1	4	2	2	3		1				
Cover	(18)		1							1	(1)2	3	1	(1)2		2	1		1	
Liner	(9)					2	3		1			2		(1)						
Mainbearing	(11)				(1)1									1						
Fuel cam roller	(9)															1	2		1	
Fuel oil pump	(5)								(1)				(1)1	2	(1)	1				
Fuel oil valve	(9)			(1)1	(1)2	(2)		3	4	(1)1	(1)2	(1)2	(2)1	3	5	5	(1)4	1		
Exhaust valve	(9)	2	9					1						5	5	(1)4	1			
Starting valve	(9)																	1		
Lubricator	(5)																			
Indicator valve	(9)									1				1						
Safty valve	(9)													(1)						
Governor	(1)													1						
F.O. booster pump	(2)														1					
F.O. purif.	(6)													1	1					
F.O. aut. temp. reg.	(1)														(1)					
F.O. press. gauge	(2)													1	(1)					
F.O. piping	(2)																			
F.O. pump	(1)																			
F.W.C. piping	(1)						1										1			
F.O.V. cooling pump	(2)									1			1							
F.W. cooler	(1)												2						(1)	
F.W.C. piping	(1)													3	1					
Turbocharger	(3)														(1)	(1)				
Turbo.C.L.O. pump	(6)														1					
Maneuvering gear	(1)																1			
Turning gear	(1)						1							(1)			1			
S.W.C. pump	(2)																	1		

○は偶発故障

第4.2表 D丸発電機故障表

航 海 次 数		18	19	20	21
No.	Parts	Propelling hr.	1619	1557	1544
	Piston	6	1		
No.	Liner			2	
1	Crank bearing		(1)		
D.E	F.W.C. pump		1		
	Turbo charger			1	
No.	Piston	7		1	2
2	Turbo charger	1			
D.E	L.O. cooler			1	
No.	Piston			1	
3	Turbo charger		1		1
D.E	L.O. pump				(1)

○は偶発故障



第4.3図 信頼度プロツクダイヤグラム

第4.3表 D丸信頼度計算

Equip.	Component	no. of failure	total hrs. operation	failure rate per 1000 hr.	R (t=1000)
main engine	cover	2	513522	0.00195	0.8939
	main bearing	1	315819	0.00319	0.9455
	fuel cam	1	256761	0.00389	0.9455
	fuel oil pump	3	142645	0.00701	0.8452
	fuel oil valve	9	256761	0.00389	0.6007
	exhaust valve	1	256761	0.00389	0.9455
	governer	1	28529	0.03505	0.9455
	f.o. lines	2	256761	0.00389	0.8939
	f.o. lines	1	256761	0.00389	0.9455
	super charger	2	256761	0.00389	0.8939
dynamo engine	crank	1	342348	0.00275	0.9448
	l.o. pump	1	342348	0.00275	0.9448
S.W.C. pump	pump	1	28529	0.03505	0.9455

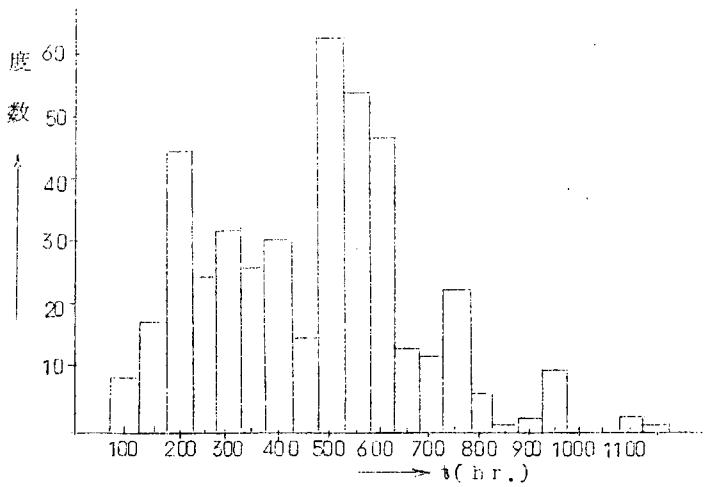
$$\begin{aligned}
 R_{s1600} &= R_c \cdot R_p \cdot R_d \cdot R_m \cdot R_i \cdot R_s \cdot p \\
 &= 1.0 \times 0.9786 \times 0.9999 \times 0.2731 \times 1.0 \times 1.0 \\
 &= 0.2699
 \end{aligned}$$

#### 4.1.3 船用機器の衰耗故障

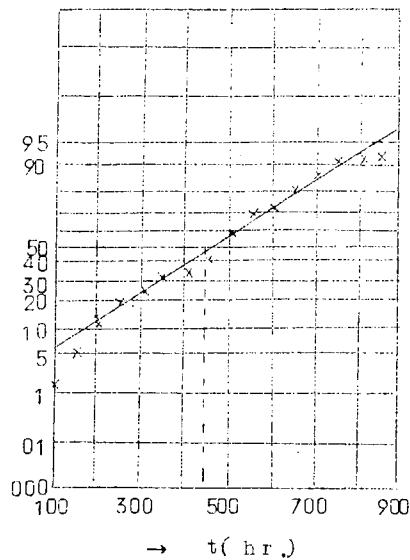
船用機器の故障は、偶発と衰耗とが組合さつた状態で生起してくる。したがつて、システムの信頼度を維持向上せしめるためには、たえず、衰耗故障にたいし点検、調整、早期取替えなどを実施する必要がある。

これら保守整備作業を計画するためには、故障発生の頻度の多いものにたいして衰耗故障密度分布を調べた整備間隔、要員配置等を考える必要がある。以来、ここに衰耗故障の一例として、燃料等の燃焼不良という故障の発生状況をD丸について調べたものを第4.4図に示す。この衰耗故障の累積度数を正規確率紙にプロットしたものが第4.5図である。第4.5図によると、プロットされた点はほとんど一直線になつてゐるので、故障分布は平均寿命450hr. の正規分布をなすことを知る。

同様な手続によつて他の故障密度分布を調査して平均寿命をしけば保守の計画を合理的にすることができます。



第4.4図 D丸、F.O.V. 衰耗故障ヒストグラム



第4.5図 正規確率紙上のプロット

#### 4.2 船用主推進機関の故障調査

##### 4.2.1 はじめに

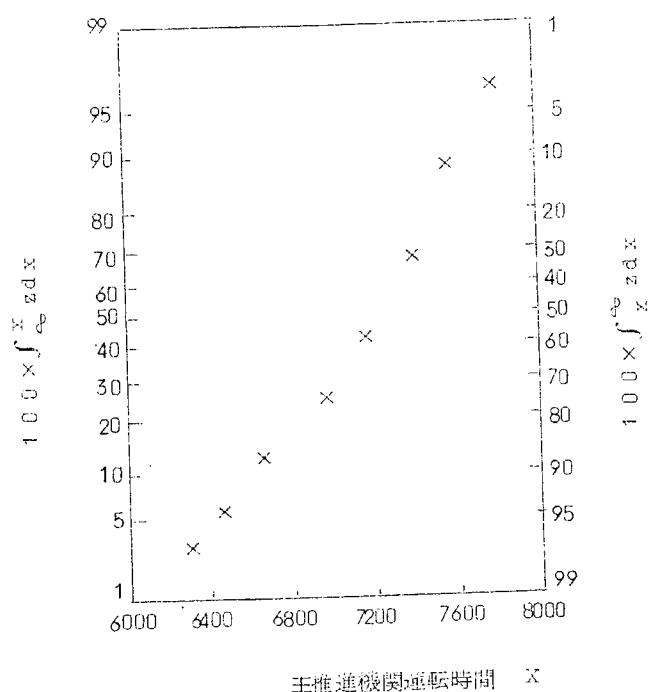
船舶技術研究所においては船用機関に発生する故障の実態について調査を行なつており、その概要について述べる。本調査は現在就航している船舶から抽出された57隻の船の主推進機関に発生した故障の頻度と発生分布の実態を資料から解析したものである。調査の資料は主として各海運会社の機関報要日誌をもととし、補助として事故報告書、本船報告書その他を利用した。

##### 4.2.2 調査の対象

船舶は生産面においては他の輸送機関たとえば航空機、鉄道車輛、自動車などと違って大量生産品でなく、1品注文生産品といつてよい。その主推進機関についてもプラントを構成する各部品は必ずしも同一ではなく、製品における性能のばらつきは大きい。使用面では船種によつて機関負荷、使用時間および使用状態が異なり、使用条件は同一でない。このような機関に発生する故障の特性はこれらの因子により大きく影響を受けるため、各要因効果を十分考慮せねばならない。

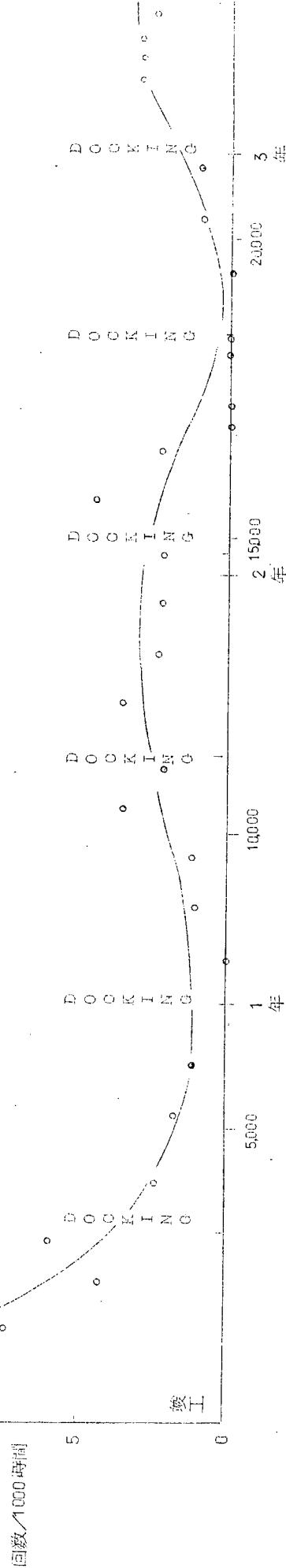
調査の対象は、比較的正確な資料が容易に入手できることから機関出力8000ps以上的邦船の主推進機関とした。標本の抽出方法としては作用する因子が多いことから層別抽出とし、層別の因子として採り上げたものはつぎのとおりである。

- (1) 主推進機関の種類(タービン、ディーゼル)
- (2) 主推進機関の形式(機関の大きさも含む)
- (3) 主機関の製造所
- (4) 建造年



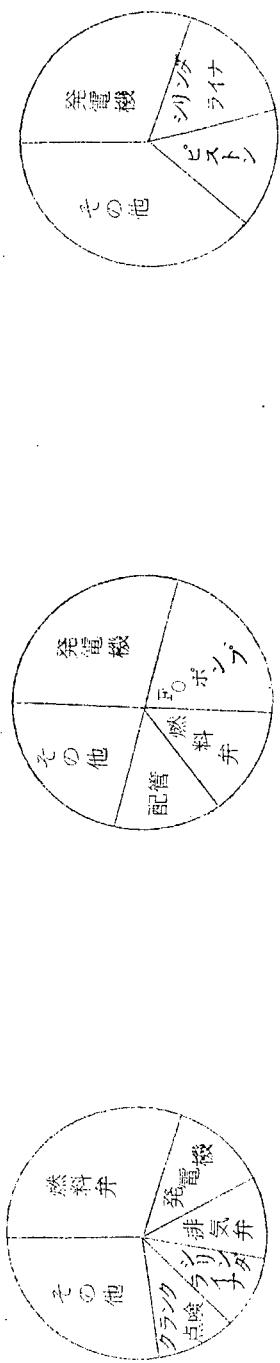
第 4.6 図 年間主推進機関運転時間  
(油槽船について正規確率紙上に示す)

→

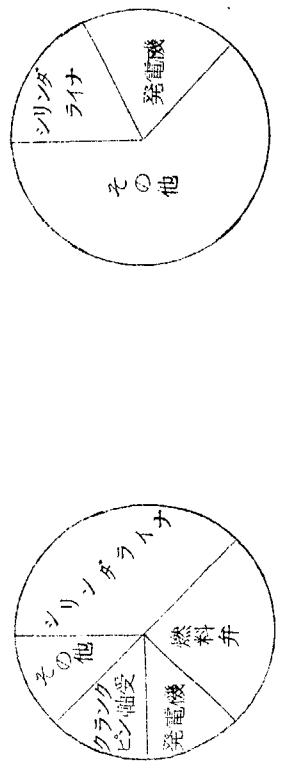


機能低下原因別分布

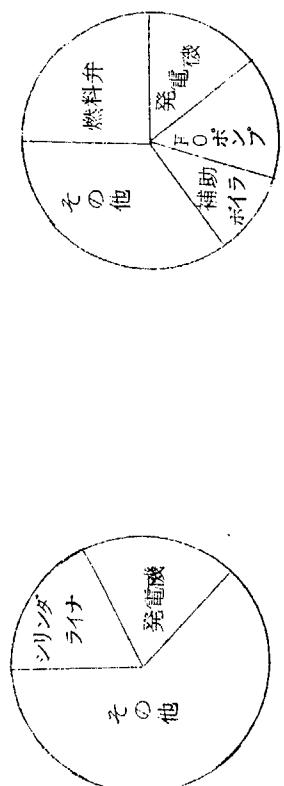
第 1 年 第 2 年 第 3 年



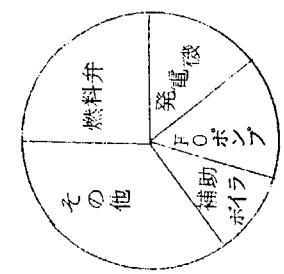
第4年



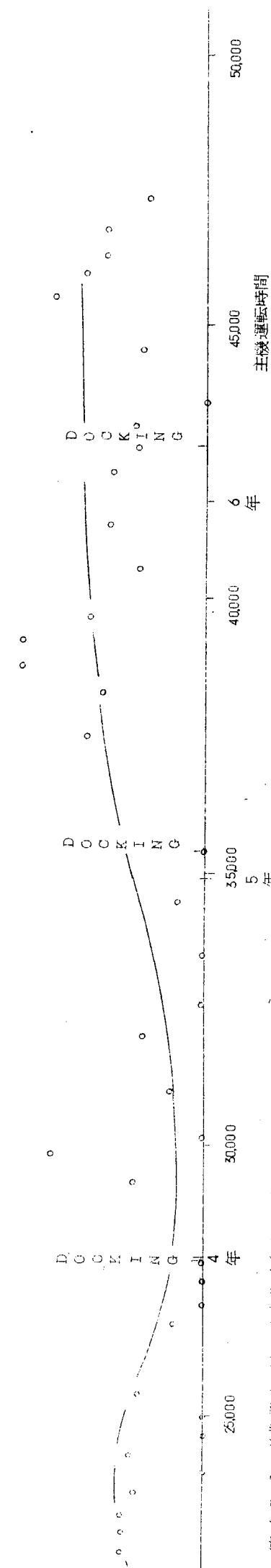
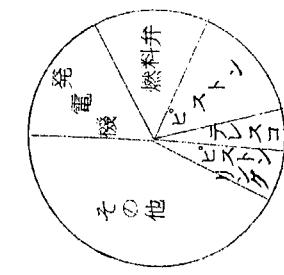
第5年

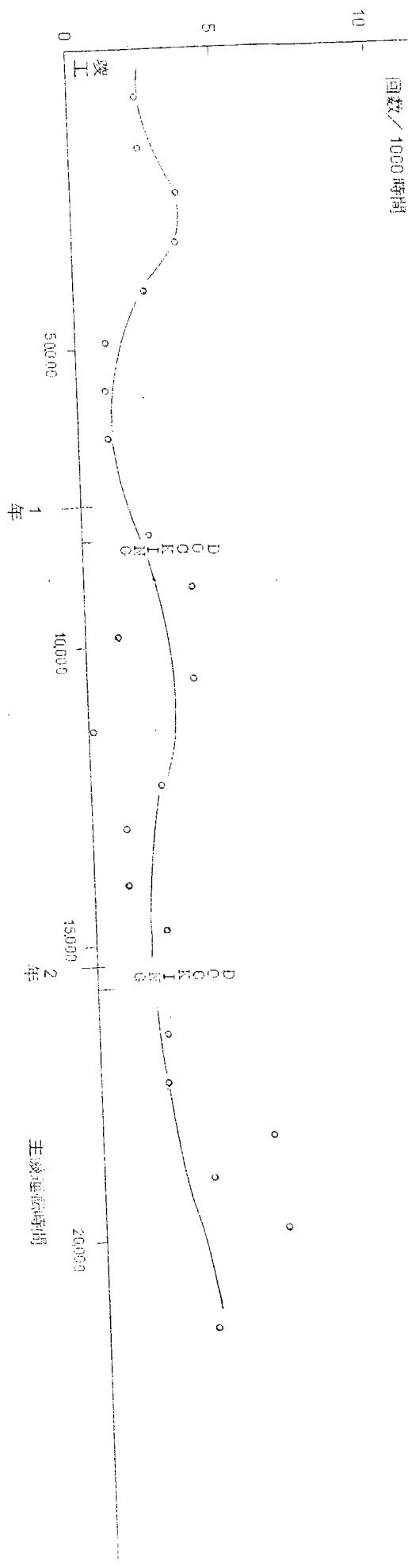
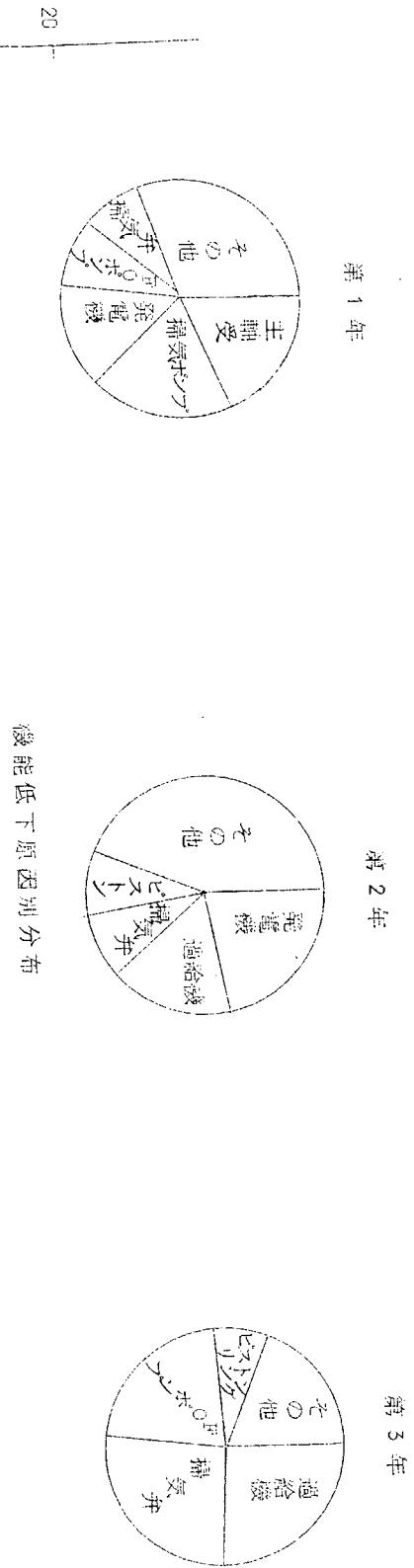


第6年



第7年





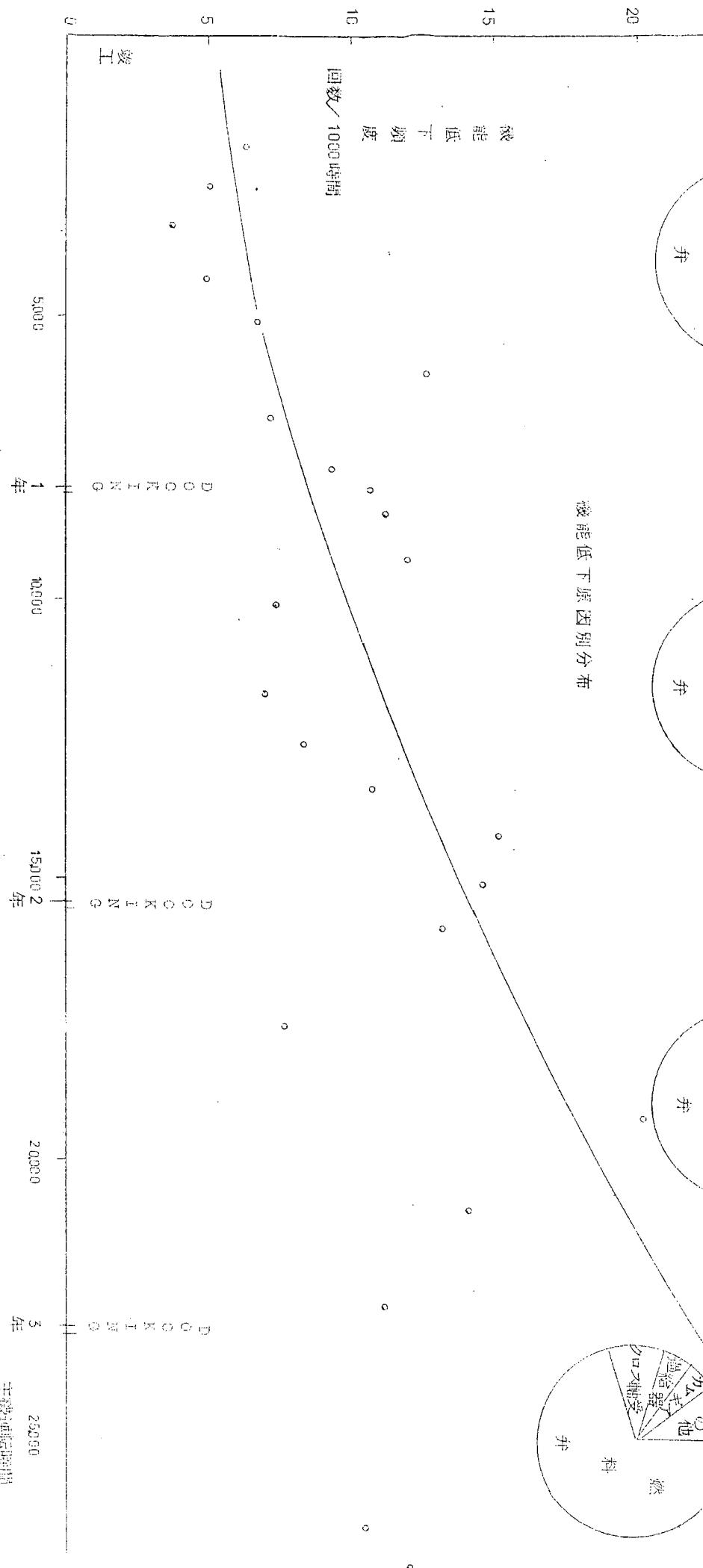
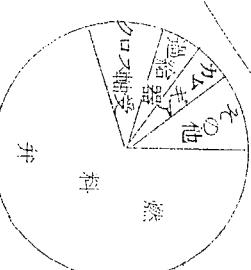
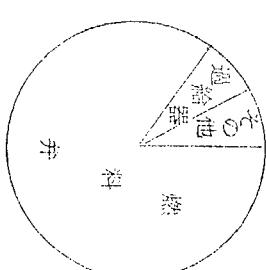
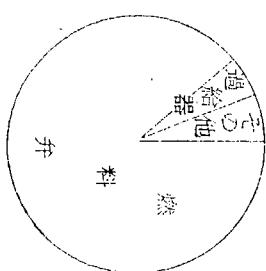
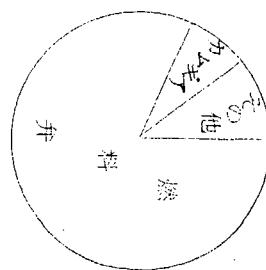
第4, 8. 図 故障発生頻度の分布曲線(その2)  
(1960年建造)

第 1 年

第 2 年

第 3 年

第 4 年



第 4 図 故障発生頻度の分布曲線(その 5)  
(ディーゼルタンカ 1 号 0 年建造)

(5) 船の種類(貨物船、油槽船、鉱石船等)

以上の外にも使用燃料の性状成分が故障の特性に大きく影響をおよぼすとみられるが、現状の把握が困難なため除外した。上述の層別により抽出した対象はディーゼル主機関船40隻、蒸気タービン主機関船17隻である。ディーゼル主機関の形式による内訳はM.A.N. 12隻、SULZER 11隻、B&W 10隻、UEC 7隻である。建造年別では1965年9月現在で船令4年未満23隻、4年から8年19隻、8年以上15隻となつてある。船種別では油槽船28隻、貨物船22隻、鉱石船7隻である。

#### 4.2.3 調査結果

##### (1) 故障調査の範囲と定義

船用主推進機関の故障調査には、その範囲と定義を明らかにすることが必要である。この調査ではつきのように考えた。

(1) 機器の範囲は主推進機関であつて、主機関はもちろんプラント運転維持に必要な最少限の補機に軸系を含める。しかし甲板機械、荷役設備、居住区域用の機器は含めない。

(2) 故障とは主推進機関が正常な運転状態を維持できず、機能低下をひき起したか、あるいは未然にそれが発見されて防止された状態をいう。したがつて航海中の主推進機関の停止あるいは減力を生じた状態はもちろん、もしそれが航海中に発生したら上記の事態をひき起すと考えられる欠陥も故障とみなす。

(3) ただし予防保全の立場から、機能が不全でなくても定期的に行なつている部品の交換は故障とみなさない。よつて機器の解放、検査、計測、洗浄、弁のすり合せ、グラントの増締め、定期的なパッキンの交換、グリースの詰め替え等は保守整備とみなし故障とは考えない。

上記の故障調査の範囲と故障の定義により解析を実施した。

##### (2) 主推進機関の運転時間

信頼度解析の上で、故障の調査とともに必要なものに、評価される機器の運転時間の調査がある。いまわが国の油槽船の中から標本抽出した28隻についてその年間主推進機関の運転時間を正規確率紙上にプロットすると第4.6図のようになる。この図から判断すると新船、旧船を問わず、また寄港地が異なつても油槽船ならばその運転時間の分布は正規分布をなすことがわかる。同様にして貨物船、鉱石船についても求めたのが第4.4表である。

第4.4表 年間主推進機関運転時間  
(ディーゼル、タービン)

船種	平均時間	標準偏差(時間)	延ケース (1ケース:1隻・年)	航路
定期貨物船	4,920	360	90	北米、欧州、世界一周、その他
油槽船	7,160	370	89	中近東、東南アジア
鉱石船	7,120	400	14	東南アジア、北米

延ケースとは同一船でも何年間にわたるものがあるため、1隻・年を1ケースとした。同表にみられるように油槽船および鉱石船の専用船は年間の主機運転時間に差がみられない。貨物船のように航路が大きく違うものではほぼ一定した年間運転時間をしている。

### (3) 船用主推進機関の初期故障期間

船用主推進機関における初期故障期間を調査した範囲内から求めめる。

第4.7図、第4.8図、第4.9図はディーゼル油槽船における故障頻度の経年変化の例である。各点は1航海における主機運転時間1,000時間当たりの故障発生頻度を示している。第4.7図の例では初年度、とくに竣工直後の航海時に故障が頻発し、以後次第に減少して1年を過ぎるとほぼ一定した頻度に落着く。第4.8図の例では処女航海から故障の発生頻度は小さく、永年にわたり一定している。第4.9図の例は竣工後運転時間の経過とともに故障の発生頻度は増加している。本調査の範囲内のディーゼル船では第1年目の故障発生がとくに多いもの(第4.7図の例と同様)8例、初年度と2年以降の発生頻度に差が認められないもの(第4.8図の例と同様)8例、運転時間の経過とともに発生頻度の増加する傾向のあるもの(第4.9図の例と同様)1例となつている。

またターピン船ではそれぞれ4例、9例、1例となつている。

以上のように船舶においては主推進機関の初期故障形態は船により大きい差がある。これは船舶が大量生産品でなく注文生産品であるため、その主推進機関も個々の特性が強く、また船舶の引渡し時期における機関の機装工事調整運転の程度によつてかなり左右されるようである。ある形式の1号機であるか否かによつても大きく左右される。いずれにしても、船用主推進機関を系全体からみたとき、平均的な言い方をもつてすれば初期故障は遅くとも建造後1年で終息するといつてよかろう。

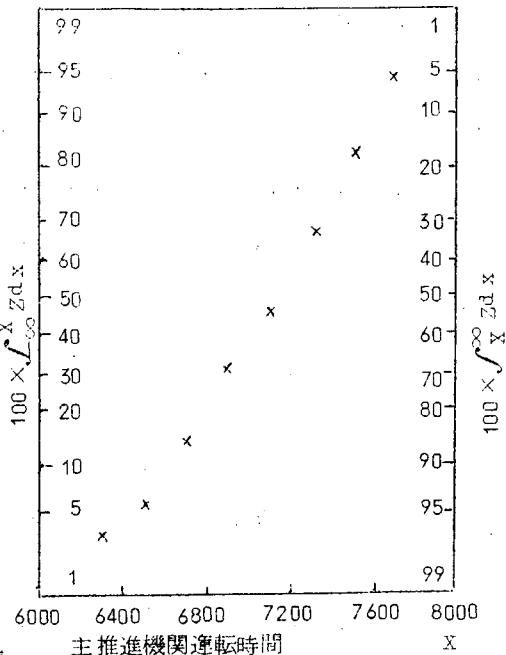
### (4) ディーゼル主推進機関の故障

ディーゼル主推進機関に発生する故障の特性をみるため、機関を構成している要素別に故障率を求めた例を第4.5表に示す。構成要素中、ディーゼル主機関各気筒の構成部品であるピストン、シリンダ、燃料弁等の延運転時間はこれら機器が気筒数だけ並列して運転していることから、主機運転時間に気筒数だけ乗じている。したがつて主機運転時間もととした発生頻度では、この値より気筒数を乗じただけ高くなる。同表中A丸とB丸は同一造船所によつて製作された同一形式機関、C丸はこれらとは同一形式であるが別の造船所にて製作された機関、D丸はA、B、Cとは形式および造船所の異なる機関の故障分布である。なおこの4船はすべて油槽船で製造年もほぼ同じである。

また船種別による故障の発生頻度を第4.6表に示す。

これらの結果からディーゼル主推進機関に発生する故障の特性としてはつきのようなものがあげられる。

(1) 機関形式により構成部分の故障率にかなり著しい差がある。しかし同一形式、同一造船所の例でも量的



第4.6図 年間主推進機関運転時間

(油槽船について正規確率紙上に示す)

第4.5表 ディーゼル主推進機関機器別故障分布

(単位: 時間故障率)

	A 丸	B 丸	C 丸	D 丸
主ディーゼル機関				
ピ　ス　ト　ン	0.00002	0	0.00007	0.00001
ピストンリング	0	0	0	0.00002
ピストン冷却装置(冷却ポンプテレス) (コを含む)	0	0.00001	0	0
シリンドライナ	0	0	0.00002	0
シリンドラジヤケット	0.00001	0	0	0
シリンドラカバ	0	0.00001	0	0.00001
タイロッド	0	0	0	0
クランク軸(ビンジャーナルを含む)	0	0	0.00015	0
主　軸　受	0	0	0.00010	0
クロス軸受	0.00003	0	0	0
ピストンピン軸受	0	0	0	0
F.O.ポンプ	0.00002	0.00005	0.00018	0.00003
カムシャフト	0.00004	0	0	0
燃料弁	0.00098	0.00035	0.00025	0.00001
排　氣　弁	0.00002	0	0	0.00003
指　圧　器　弁	0	0	0	0.00002
起　動　弁	0	0	0	0.00007
燃料噴射管	0	0	0.00002	0.00004
注　油　器	0	0	0	0
掃　氣　ボ　ン　プ	0.00001	0	0.00002	0
操縦装置(ガバナを含む)	0	0.00012	0	0.00006
過　給　機	0.00005	0.00002	0	0.00006
ターニングモータ	0	0	0	0
エンジンベッド	0	0	0	0
主　發　電　機	0.00001	0	0	0.00012
ボ　イ　ラ	0	0	0	0.00017
排ガスボイラ	0	0	0	0.00006
蒸　化　器	0	0	0	0.00006
燃料輸送ポンプ	0	0	0	0
L.O.冷却器	0	0	0	0
電　氣　系　統	0	0.00004	0.00002	0
配　管　類	0.00015	0.00004	0	0.00023
主　　軸	0	0	0	0
中　間　軸　受	0	0	0	0
船　尾　管	0	0	0	0.00006
操　舵　機	0	0	0	0

第4.6表 船種別故障発生頻度(ディーゼル)

回数／1000時間

船種	故障発生頻度	標準偏差	延ケース
定期貨物船	3.0	1.2	26
油槽船	5.2	2.8	23
鉱石船	3.7	0.3	5

(1ケースは1隻・年)

にかなりの差があり、各船個別の特性が強い。

- (a) 同一形式であつても製造所の違いにより故障特性に差がみられる。
- (b) ディーゼル主機関では建造時期により影響は明確でない。この理由はディーゼル主機関がまた出力増大化の途上にあつて各機関が試験機の性格を帶びているためとみられる。
- (c) 故障発生の頻度は船種によつて差がみられる。停泊時間が多く比較的手入れのゆきとどく貨物船の故障発生頻度は、ピストン輸送のため機関保守、整備の機会が少なく整備をもつばら定期の入渠時に依存している専用船のそれに比べるとかなり低い。

#### (5) ターピン主推進機関の故障

ターピン主推進機関に発生する故障の特性をみるため船令別に故障発生の頻度をまとめたのが第4.7表である。同表によれば10年以前に建造されたターピン主機関と最近建造されたターピン主機関とでは頻度に著しい差があり、最近の機関では発生頻度にして約30%減少している。その内容を検討する意味で、機関を構成している機器要素別に故障率を求め、これを第4.8表に示す。表から明らかなように建造年代により故障内容は大きく変っている。すなわち、古い形のボイラに頻発していたレンガ炉壁の故障、エコノマイザ・空気予熱器の故障が材料および技術の進歩により設計が改良された結果、新しい形のボイラはこの種の故障が激減している。しかしそれに替つて新しい形のボイラでは自動制御機器の大巾な採用によつてこの種の機器の故障が増加している。

第4.7表 故障頻度に対する船令の影響

(ターピン油槽船のみ)

船令	対象隻数	1,000時間当たり故障発生頻度	標準偏差
10年以上	3	3.2	1.1
4年から10年	3	2.8	1.1
4年以下	4	2.2	0.9

第4.8表 機器別故障率の建造時期による差(ターピン油槽船)  
(単位:10万時間当たりの故障率)

建造時期 船令	1952~1954	1956~1958	1960~1962
	10~12	6~8	2~4
主ボイラ 蒸発管	2(1~3)	0(0~1)	1(0~4)
過熱器	4(2~5)	2(1~4)	4(0~7)
エコノマイザ	15(3~24)	10(5~15)	4(2~6)
空気予熱器	9(7~13)	5(2~7)	1(0~4)
デスバヒータ	3(1~4)	0	1(0~4)
給水調節器	6(4~9)	6(1~15)	6(3~12)
弁類	3(2~6)	1(0~2)	3(0~7)
燃焼器	5(2~3)	4(3~4)	5(0~18)
炉壁、レンガ	12(4~21)	11(2~25)	5(0~10)
給水ポンプ(原動機を含む)			
本体	14(6~30)	22(2~39)	13(0~35)
圧力調整器	4(0~10)	6(0~9)	3(0~6)
ガバナ	4(0~13)	6(0~17)	5(0~12)
操縦弁	1(0~3)	2(0~3)	2(0~10)
主ターピン	0(0~1)	2(0~5)	1(0~5)
主復水器	5(4~6)	1(0~3)	4(0~9)
補助復水器	8(1~14)	3(0~5)	1(0~6)
主抽気エゼクタ	4(1~8)	4(0~10)	2(0~6)
補助抽気エゼクタ	1(0~3)	1(0~2)	0
給水加熱器	11(6~17)	1(0~2)	0
脱気器	2(0~4)	1(0~2)	1(0~4)
主復水ポンプ	3(2~5)	1(0~2)	4(0~6)
補助復水ポンプ	0(0~1)	1(0~2)	2(0~8)
主循環ポンプ	3(1~8)	2(0~3)	0
補助循環ポンプ	1(0~3)	1(0~2)	0
燃料輸送ポンプ	8(5~12)	4(3~5)	2(0~9)
噴燃ポンプ	2(0~3)	0	0
主発電機	7(3~13)	3(2~6)	7(0~23)
L.O.冷却器	5(4~6)	8(3~12)	4(0~6)
蒸化器	15(11~18)	34(10~52)	13(0~26)
L.P.S.G	10(0~20)	10(0~23)	0
補助罐	3(0~7)	0	0
送風機	2(1~3)	1(0~2)	8(1~18)
計測器	8(1~15)	8(2~14)	17(6~50)
制御器(ACCを含む)	6(6~7)	9(3~12)	7(0~20)
電気系統	8(3~14)	4(2~6)	14(9~18)
配管タンク類	25(13~33)	30(19~38)	11(6~18)
弁類	12(8~15)	17(3~40)	0
主減速装置(接手を含む)	2(1~3)	1(0~2)	8(0~12)
主軸受	2(0~4)	1(0~3)	0
主軸	0	0	0
中間軸受	1(1~2)	0	0
船尾管	1(0~2)	1(0~2)	4(0~12)
操舵機	3(1~5)	1(0~2)	1(0~4)
備考	対象船舶 3隻	対象船舶 3隻	対象船舶 4隻

注 数字は標本の平均値、( )内はそのばらつきを示す。

以上タービン主推進機関に発生する故障をまとめるとつきのようになる。

(イ) タービン主機関では機関形式および製造所の違いによる故障発生の差は明確でない。むしろ船舶特有の個別の特性が強い。

(ロ) タービン主機関では建造年代によつて故障の発生頻度に顕著な差がみられ、新しい形式ほど発生頻度は低い。

(ハ) 建造年代により故障の内容にも大きな差がある。

#### (6) ディーゼル主推進機関とタービン主推進機関の比較

ディーゼル船とタービン船の主推進機関に生ずる故障頻度を比較すると、ディーゼル機関の平均発生頻度  $4.0 \times 10^{-3}$  回／時間に対し、タービン機関は  $3.0 \times 10^{-3}$  回／時間となつてタービン機関の方が低い。しかし標本数が限られてゐると偏差が大きいことから厳密な比較にはより多くの標本を解析することが必要である。

#### 4.2.4 むすび

17社の社船57隻の主推進機関を対象として、そこに発生する故障の実態を調査解析した。その主な結果はつきのとおりである。

(1) 船舶は注文生産品であるため、大量生産品のような発生故障の特性の相似性は少なく、故障の発生頻度および故障の発生分布のモードには1船1船によるばらつきが大きい。したがつて船舶の故障調査では1船のみによる解析で結論を導くのは危険である。

(2) 邦船の年間主機関運転時間は平均して専用船で約7,100時間、定期貨物船で約4,900時間である。

(3) 船用主推進機関の初期故障期間は船により差はあるが、平均して竣工後1年とみて差支えない。

(4) 主推進機関の種類、主推進機関の形式、製造所、製造年代、船種等の各種要因により故障発生の特性は大きな影響をうける。

(5) 以上の故障分析は、現在の人員による従来の保守整備を行つてゐる条件の下における値であり、みられるところ故障発生の頻度はかなり高く、船用主推進機関の信頼度を上げるには新しい系の設計とともに個々の機器について故障の対策が必要であろう。

#### 4.3 船舶における Reliability Engineering の応用

S丸は1952年に建造されたディーゼルタンカで1963年までの約10年間のかなり詳細な故障修理の記録が残されている。

これをもとに Reliability を計算する。

船 形	三島形 船尾機関
G . T .	12,000
D . W . T .	18,000
主 機	2サイクル複動ディーゼル機関 1台 常用出力 8,500 PS
発 電 機	4サイクルディーゼル機関駆動 2台 AC 275 kVA
ボイラー	丸罐 3号 2罐

### 4.3.1 Reliability 解析上の仮説

#### (1) 故障の考え方

S丸についてReliabilityを解析する際、前もつて決定すべき最も重要な問題は、何をもつて故障あるSystemのReliabilityを決定するかである。故障Levelの取り方によって得られるReliabilityの値もその(failure)と見做すかということであつて、意味するところも異なつたものになる。

S丸については故障の定義を次のように考えた。

洋上において航海中に一応正常と思われる運転が不可能となる場合をもつて故障と考える。したがつて導き出されたReliabilityは正常と思われる運転を続け得る確率であり、逆に正常でない運転をよぎなくされる確率がunreliabilityということである。

仮にMain EngineのCylinder 1がcutしたとしても運航は可能であろうが、もはや正常運航とは考えられないから、この場合はunreliabilityの範囲と考える。逆に洋上において船を停めCylinder coverの溶接といった修繕をよぎなくされる場合でも、修繕によつて再び正常運転が可能になるから、これは事故としてcountしないこととする。

#### (2) 定期検査時の部品取換について

例えばCylinder coverについては予備品を持つていて航海中に取替えることもあるが、多くの場合検査時にcrackに気付いて新換したり、航海中にcrackに気付いても、入渠してから新換している。この例のように修繕が洋上で行なわれず、入渠してから行なわれたとしてもその原因が航海時の偶発故障と考えられるものは事故としてcountする。

#### (3) 偶発故障と損耗故障

前述のごとく故障は大別して初期故障、偶発故障、損耗故障の3種類になるが、事故の記録を見ても初期故障と考えられるものはほとんどないし、初期故障は十分な“手おし作業”“ならし運転”によつてなくしらるものであるから、偶発故障と損耗故障のみについて考える。さて偶発故障と損耗故障は、故障回数からReliabilityを出す数学的取扱が異なつている。偶然故障は一般に指數法則があつてはまるが、損耗故障はGaussian distribution curveをしており、この両者を同時に取扱には有効寿命期間から損耗故障期間を含めた全寿命期間にわたるfailure rateの式またはfailure distribution curveが必要になつてくる。ところがS丸の記録のみからそれを導き出すことは困難であるから、事故を偶然故障と損耗故障に分け、損耗故障については十分な予備品の数をそろえているとして偶然故障のみについて考えることにする。

#### (4) 運転時間

Reliabilityを知りたい運転時間としては450時間と6,000時間の2種類を考える。普通の航海状態にある場合を考え、この間発電機1台、ボイラ1機を必要とし、他の発電機、ボイラは予備として働くことになる。

### 4.3.2 S丸航海実績

以上述べた考え方で、記録よりS丸の事故回数を決定し、各ComponentのReliabilityを計算する。（第4.9表）

第4.9表 S丸各 Component の Reliability

	部 品	故障 回数	運転時間	故障間 平均寿命	故障率入	t = 450 hr		
						$\lambda t$	$e^{-\lambda t}$	$1 + \lambda t$
1. Main Engine	Cylinder Block	1	79,000	79,000	0.0000127	0.00571	0.9943	1.00571
	Top Cylinder Cover	5	79,000	15,800	0.0000635	0.02850	0.9719	1.02850
	Bottom Cylinder Cover	3	79,000	26,400	0.0000380	0.01710	0.9830	1.01710
	Top Cylinder Liner	3	79,000	26,400	0.0000380	0.01710	0.9830	1.01710
	Bottom Cylinder Liner	2	79,000	39,500	0.0000253	0.01138	0.9887	1.01138
	Piston Complete	6	79,000	13,200	0.0000759	0.03415	0.9664	1.03415
	Top Piston Crown	6	79,000	13,200	0.0000759	0.03415	0.9664	1.03415
	Bottom Piston Crown	7	79,000	11,300	0.0000886	0.03980	0.9610	1.03980
	Piston	19						
	Piston Rod	6	79,000	13,200	0.0000759	0.03415	0.9664	1.03415
	Fire Protector	3	79,000	26,400	0.0000380	0.01710	0.9830	1.01710
	Piston Guide Ring	2	79,000	39,500	0.0000253	0.01138	0.9887	1.01138
	Piston Ring	5	79,000	15,800	0.0000633	0.02850	0.9719	1.02850
2. Generator Engine	Cylinder Cover	2	96,600	48,300	0.0000207	0.00930	0.99075	1.00930
	Cylinder Liner	0	96,600	$\infty$	0	0	1.0000	1.0000
	Piston	2	96,600	48,300	0.0000207	0.00930	0.99075	1.00930
	Connecting Rod	2	96,600	48,300	0.0000207	0.00930	0.99075	1.00930
3. Auxiliaries	Boiler	0	102,000	$\infty$	0	0	1.0000	1.0000
	Main Air Compressor	0	4,500	$\infty$	0	0	1.0000	1.0000
	Cooling Sea Water Pump	1	79,000	79,000	0.0000127	0.00571	0.9943	1.00571
	Cooling Fresh Water Pump	0	79,000	$\infty$	0	0	1.0000	1.0000
	General Service Pump	0	145,000	$\infty$	0	0	1.0000	1.0000
	Fresh Water Pump & Sanitary pp	0	18,000	$\infty$	0	0	1.0000	1.0000
	Bilge Pump	0	4,500	$\infty$	0	0	1.0000	1.0000
	Butterworth Pump	0	4,200	$\infty$	0	0	1.0000	1.0000
	Feed Water Pump	0	102,000	$\infty$	0	0	1.0000	1.0000
	Lamont Boiler Circulating pp	1	79,000	79,000	0.0000127	0.00571	0.9943	1.00571
	Bilge Ballast Pump	0	45,000	$\infty$	0	0	1.0000	1.0000
	Purifier Used to L.O.	0	30,000	$\infty$	0	0	1.0000	1.0000
	Purifier Used to F.O.	0	79,000	$\infty$	0	0	1.0000	1.0000
	Refrigerating Machine	0	4,000	$\infty$	0	0	1.0000	1.0000
	Cargo Oil Pump	0	4,200	$\infty$	0	0	1.0000	1.0000
	Forced Draft Fan	0	169,000	$\infty$	0	0	1.0000	1.0000



### 4.3.3 S丸のReliability

第4.9表で求めた各Componentのreliabilityから機関全体のreliability(第4.10表)を求める。

第4.10表 S丸機関全体のReliability

	各Component spareなし	C.E. para- llel他は spareなし	各Component spare 1	一部Compo- nent spareをおく*	一部Compo- nent spareをおく**
t=450 hr	0.714865	0.734809	0.995814	0.954299	
t=6,000 hr	0.0142064	0.0194997	0.560225	0.277111	0.403732

\* Main Engine—Cylinder cover, Cylinder liner, Piston, Piston rod, Piston ring;

Generator Engine—Cylinder cover, Piston, Connecting rod;

Cooling Sea Water Pump; Lamout Boiler Circulating PP

\*\* Piston(Main Engine)spare 2.0. Engine parallel operate 他は\*と同じ

以下気付いた点を列挙する。

(1) 第4.9表から明らかにMain EngineのReliabilityはGenerator Engine他の補機類のReliabilityに比して著しく劣っている。特にPistonのReliabilityが低い。

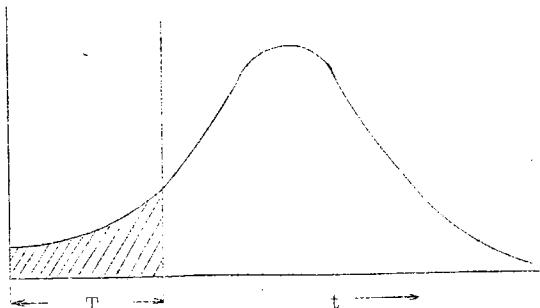
(2) 参考文献2によるTurbine船のReliabilityはt=6,000hrに対し全くspareをおかずParallel operateもしなければ、R=0.0656、feed pump in stand-byをおいた場合R=0.0841、さらにboilerをparallelにした場合R=0.1277となる。

ただしこれはfailureとして「修理のビルに載るような故障」をとつてるので、上の結果と簡単には比較できない。

(3) Maintenanceのわざらわしさを考慮しなければ、Stand-byとしてSystem全体を持つているよりも、部品をばらばらに持っていた方がReliabilityは高くなつて有利である。

(4) ここに取扱つたReliabilityは偶然故障のみを対象とし、適当な予備交換措置によつて損耗故障に対するReliabilityは100%と考えている。ところが実際はいかに予備交換措置を充分に行なつても損耗故障に対するReliabilityを100%にすることはできない。第4.10図に示すようにTをもつて予備交換措置を行なつた場合斜線の部分に相当するUnreliabilityが存在するのである。

したがつて実際のReliabilityの値は先に求めたものより小さくなる。



第4.10図

#### 4.3.4 Reliability 分析上の問題点

Reliability の計算にあたっては failure の回数のみが問題であつて failure の性質 — そのおよほ打撃、repair に要する時間、費用等々 — については一切触れていない。したがつて一様に failure として count したものの中には failure として定義した限度ぎりぎりのものから、とうてい回復不可能な大きな事故まで含まれる可能性があるわけで、この差は Reliability の値にあらわされてこない。この点を問題にするのであれば、もつと別な取扱い — Availability や Dependability — によらなければならぬ。

参考として Availability, Dependability の数学的定義を示す。

$$\text{Availability} \quad A = \frac{t}{T_m + t}$$

t ; System operating hour  
Tm ; Hours required for scheduled and off-scheduled maintenance

$$\text{Dependability} \quad D = \frac{t}{T_o + t}$$

To ; off-scheduled maintenance time

S丸の Reliability を求めるにあたつては入渠時の部品取換も事故として count しているから “定期検査を行なつた場合の就航時の Reliability ” を考えるなら 4.3.3 で故めたものより Reliability は大きくなれる。

#### 4.3.5 結 言

以上 Reliability の理論を解説し、S丸の就航記録から、船舶における Reliability Engineering の応用を示した。Reliability Engineering の真の目的は新らしく設計する System の Reliability を出すことであり、Reliability の低い Component の改善をしたり、最適なる予備品数を決定することである。これらの結論を得るに十分信頼性のある Reliability の値を得るためにには、数多くの就航実績を分析する必要がある。

また就航記録自体も事故が運航に及ぼした影響 repair に要した時間等を明示したものであることが望ましい。

#### 参 考 文 献

- (1) Igor Bazovsky: Reliability Theory and Practice, Prentice-Hall, Inc.  
1961
- (2) R. P. Riddick Jr: The Application of Reliability Engineering to the Integrated Steam Power Plant, ONR Symposium on Advanced Marine Engineer Concepts, February 25-27, 1963
- (3) JOHN M. Carroll: Reliability - 1962, McGraw-Hill Electronics 1962

- (4) 甲藤好郎：リライアビリティ工学概説、船用輪齧会資料、1962
- (5) Igor J. Karassik: What price Reliability, ONR Symposium on Advanced Marine Engineer Concepts, February 1963

#### 4.4 ジヤイロコンパス、ジヤイロパイロット、主機遠隔操縦装置の故障事例

一般に船用制御機器の機能保障のためには次のような方法をとつている。

- (1) 事故の内容を把握し、設計および製造品質上の安定化を図り、各機能部品 Life のバラツキをなくすことにより各々の信頼度を決定して After Service (保守) 態勢を確立する。
- (2) 信頼度の安定化が困難であり、機能上きわめて重要と思われる部品に対しては機能低下の傾向を計測する手段により Life を予測し換装する方法をとる。
- (3) 船舶の各寄港地にはサービス態勢を設け World Wide Service に万全を期す。

そこで船舶用制御機器の事故対策の一例として主にジヤイロコンパスおよびジヤイロパイロットについて示すことにする。

第4.11～4.13表は事故の概要(頻度・重要度)を知るための表であり、第4.14、4.17～4.21表は機器構成部品に対し管理アクションをとるための表である。また第4.15～4.16表はアフターサービス態勢を検討するため資料として作成したものである。

第4.11表 MK14 Mod.T ジヤイロ・コンパス・サービス状況

(昭和34年(1959) 36年(1961))

船名	装備年月日	昭和34年(1959)				昭和35年(1960)				昭和36年(1961)			
		2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12
A 丸	34. 8												
B 丸	35. 1												
C 丸	35. 1												
D 丸	34. 9												
E 丸	34. 11												
F 丸	34. 10												
G 丸													
H 丸	34. 10												
I 丸	35. 3												
J 丸	35. 5												
K 丸	35. 5												
L 丸	35. 8												
M 丸	35. 7												
N 丸	35. 9												
O 丸	35. 6												
P 丸	35. 7												
Q 丸	35. 8												
R 丸	35. 7												

解説 Random に選んだ船について、フレームの

重要度をよびその間隔の概要を知るための資料である。

記号説明

- ◎ ..... フレーム致命  
○ ..... 点検  
△ ..... オーバホール  
● ..... フレーム不具合

保満期間

第4.12表 スペリーエK14 ジヤイロコンバスおよびデュアルジャイロバイロット( $P_L$ )サービス状況

船名	製備年月	昭和38年(1963)						39年(1964)						40年(1965)					
		2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12
S丸	38.1 G P																		
T丸	38.4 G P																		
U丸	38.4 G P																		
V丸	38.8 G P																		
W丸	38.9 G P																		
X丸	38.9 G P																		
Y丸	38.11 G P																		
Z丸	38.11 G P																		

(事故内容)

ジヤイロ …… A型2節船体振動による

共振ダンパにより対策済

バイロット …… 電磁ソレノイド

型式変更により安定化

解説

第4.11表と同型式のジヤイロコンバスおよびジャイロバイロットに

ついてのサービス状況を示したもの。

第4.11表は36年10月現在の調査であり、本表は40年7月現在

の調査である。

一つの見方として両表よりクレームの間隔の減少が分る(製品安定上)

内が保証期間であるが、保証打切り後は一般点検のためのオーダー

は著しく減つてゐる。

記号説明

⑤ …… 致命欠陥  
(機器停止)

△ …… 重欠陥  
(機能一部失)

◎ …… 軽欠陥  
(作動に支障なし)

○ …… 点検

□ …… 梱渡期間

第4.13表 主機遠隔操縦装置(エRC-50)サービス状況

(40.6調)

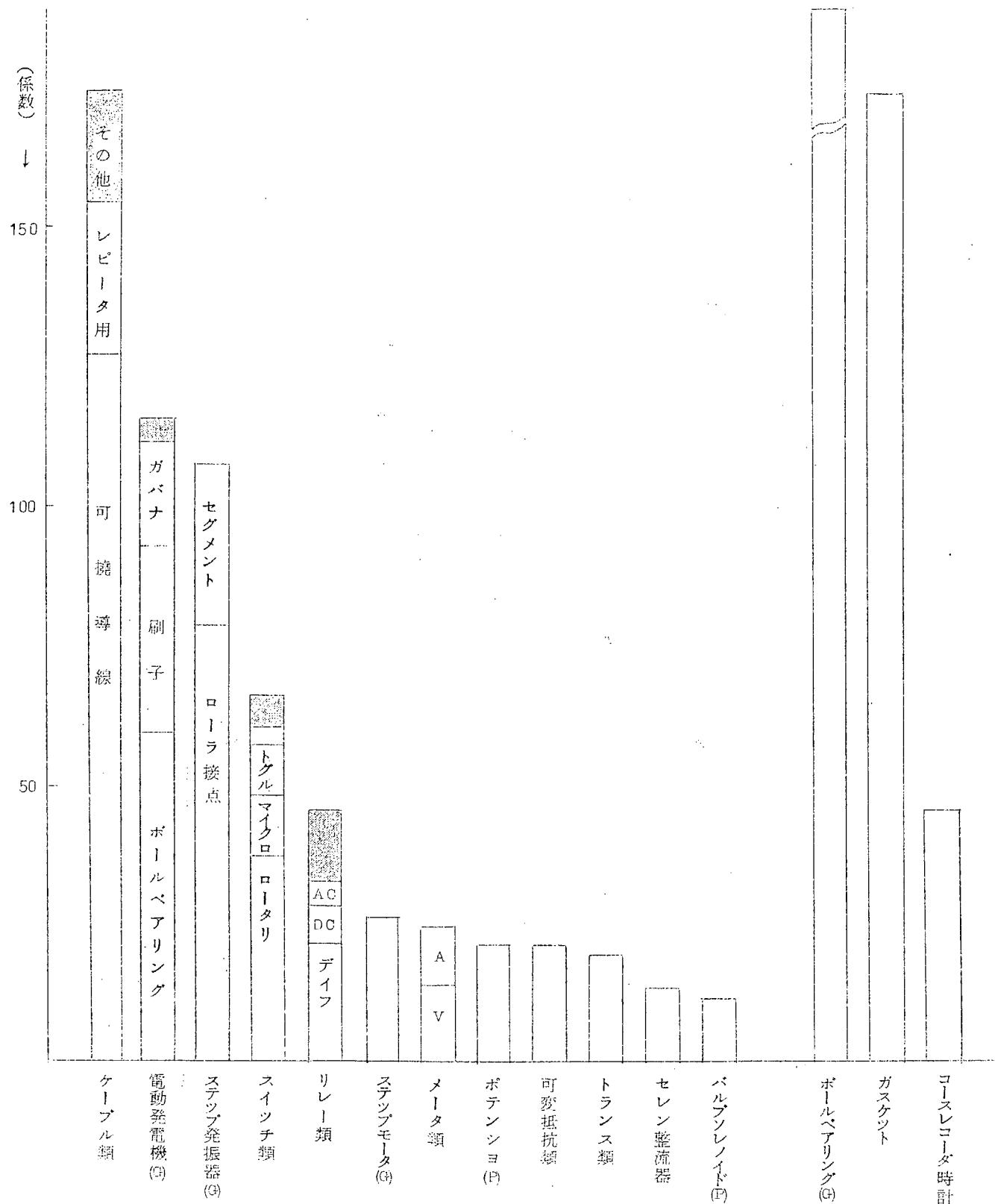
船名	装備年月	昭和37年(1962)				昭和38年(1963)				昭和39年(1964)				昭和40年(1965)				
		2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10
A'丸	36.11	○	○	○	○	△	○	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○
B'丸	37.5					○	○					○	○	○	○	○	○	○
C'丸	37.10					○	○					○	○					
D'丸	37.10					○	○	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○
E'丸	38.11											○	○	○	○	○	○	○
F'丸	38.11											●	●	●	●	●	●	●
G'丸	38.10											○	○	○	○	○	○	○
H'丸	39.2											●	●	●	●	●	●	●
I'丸	39.5											●	●	●	●	●	●	●

記号説明

- ..... 故障欠陥
- ..... 軽欠陥  
(作動に支障なし)
- △ ..... 重欠陥  
(リモート可能  
一部機能失)
- ..... 点検  
(調整を含む)
- ..... 検査期間

第4.14表 ジヤイロ・コンパス、ジヤイロ・パイロットの部品項目別事故比率(35年度)

(サービス報告より)

(係数)  
880

## 解説

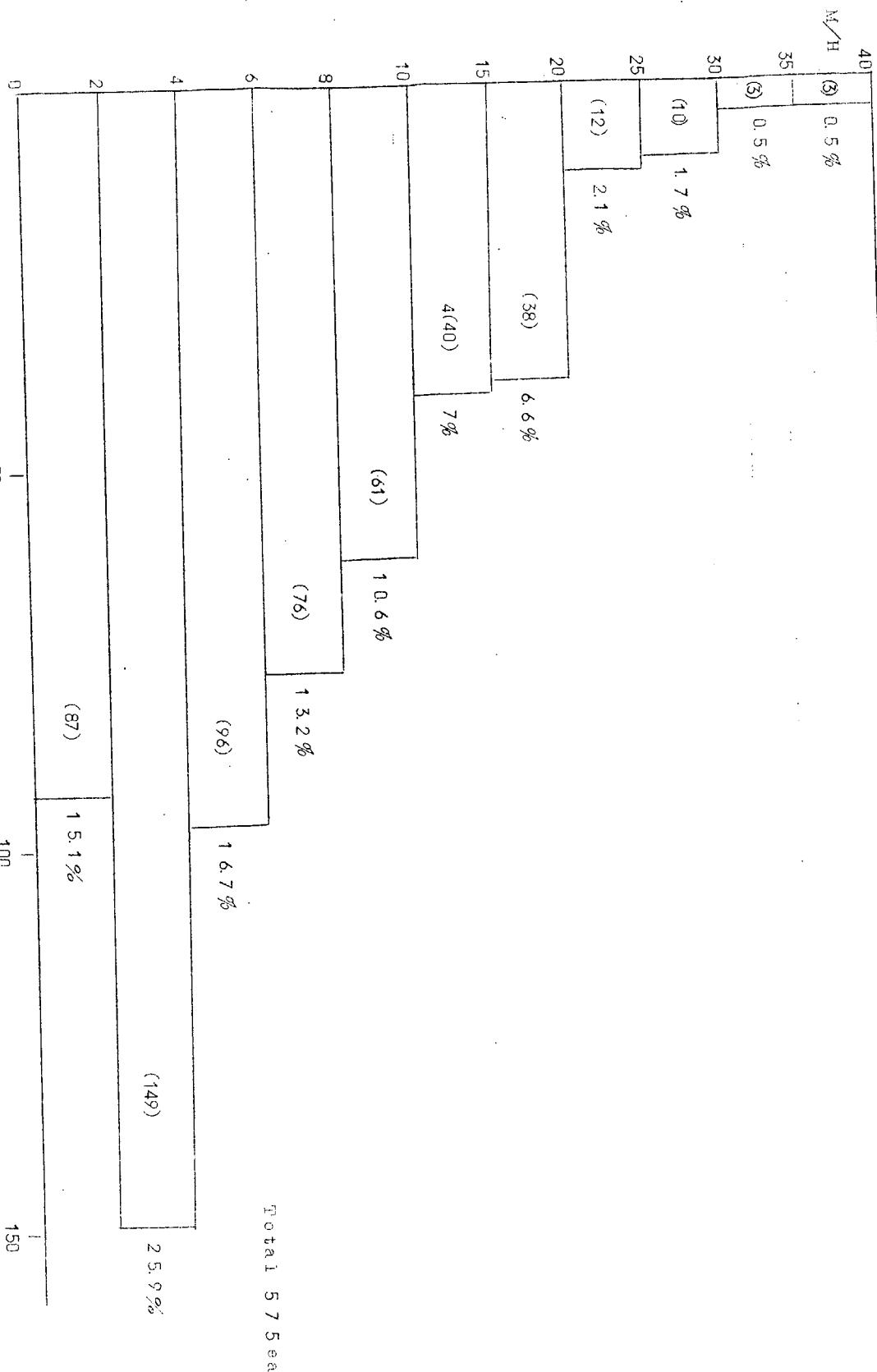
ジヤイロコンパス及びジヤイロパイロットの電気・機械部品別の事故頻度を知るための表である。

管理アクションのための参考資料であり、一般には消耗部品を除き、件数の大きなもの3項目について強いアクションをとる。

消耗品については、サービスおよび補用のための参考とする。

第4.15表 Service Status of E.S. Gyro Compass

Warranty Service M/H (June 1962 - May 1964)



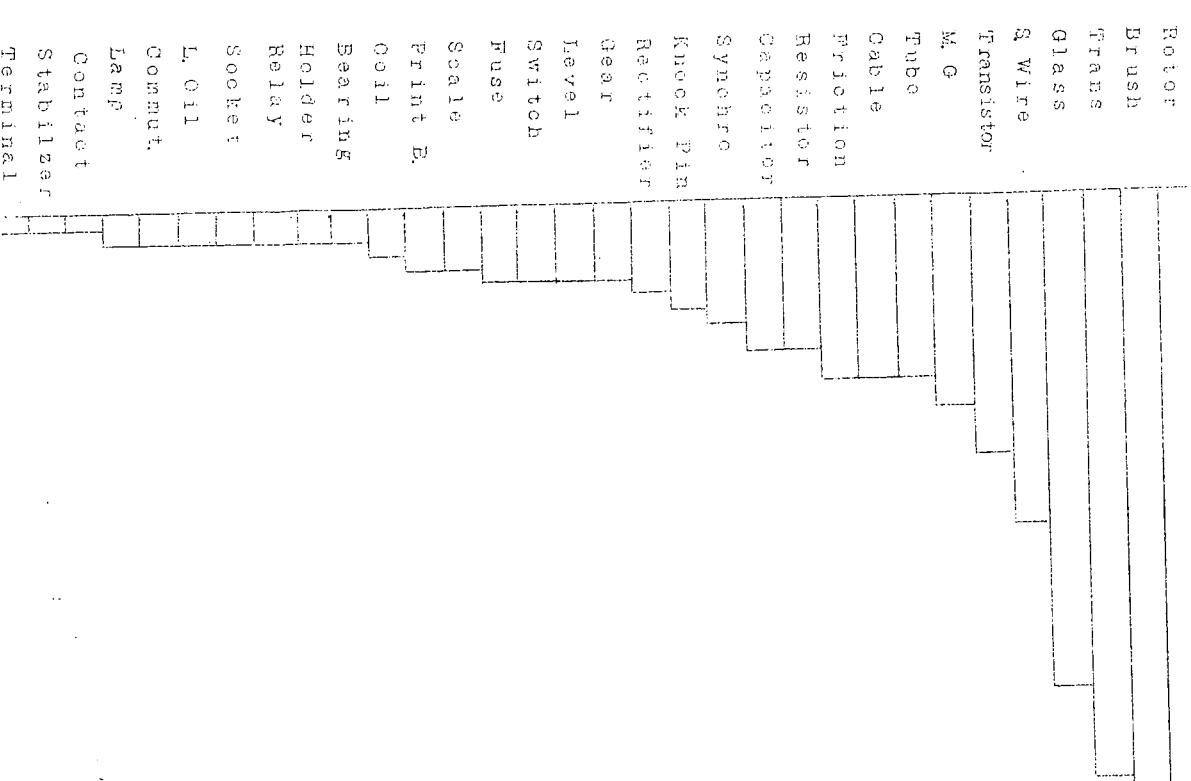
No. of Cases  
解説  
用型ジャイロコンパスの補償サービス別別の件数表(サービス態勢を検討する場合参考とする)  
(サービス態勢 ..... 船の寄港地に対する人員構成・能力等)

第4.16表 Service Status of Es Gyro Compass (June 1962~May 1964)

No. of Cases 10	20	30	40	50	60	70	80	90
Intervals in Months 23								
22								
21								
20								
19								
18								
17								
16								
15								
14								
13								
12								
11								
10								
9								
8								
7								
6								
5								
4								
3								
2								
1								
Preventive Visit								
Fishing Cycle								
解説 サービス間隔別の件数表 サービス間隔の解析により、サービス態勢および定期サービスの期間を決定するための参考とする。								

第417表 Service Status of Es Gyro Compass  
 ( 1962 ~ 1964 ) Trouble Breakdown

Symptoms	No. of Cases	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
----------	--------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----



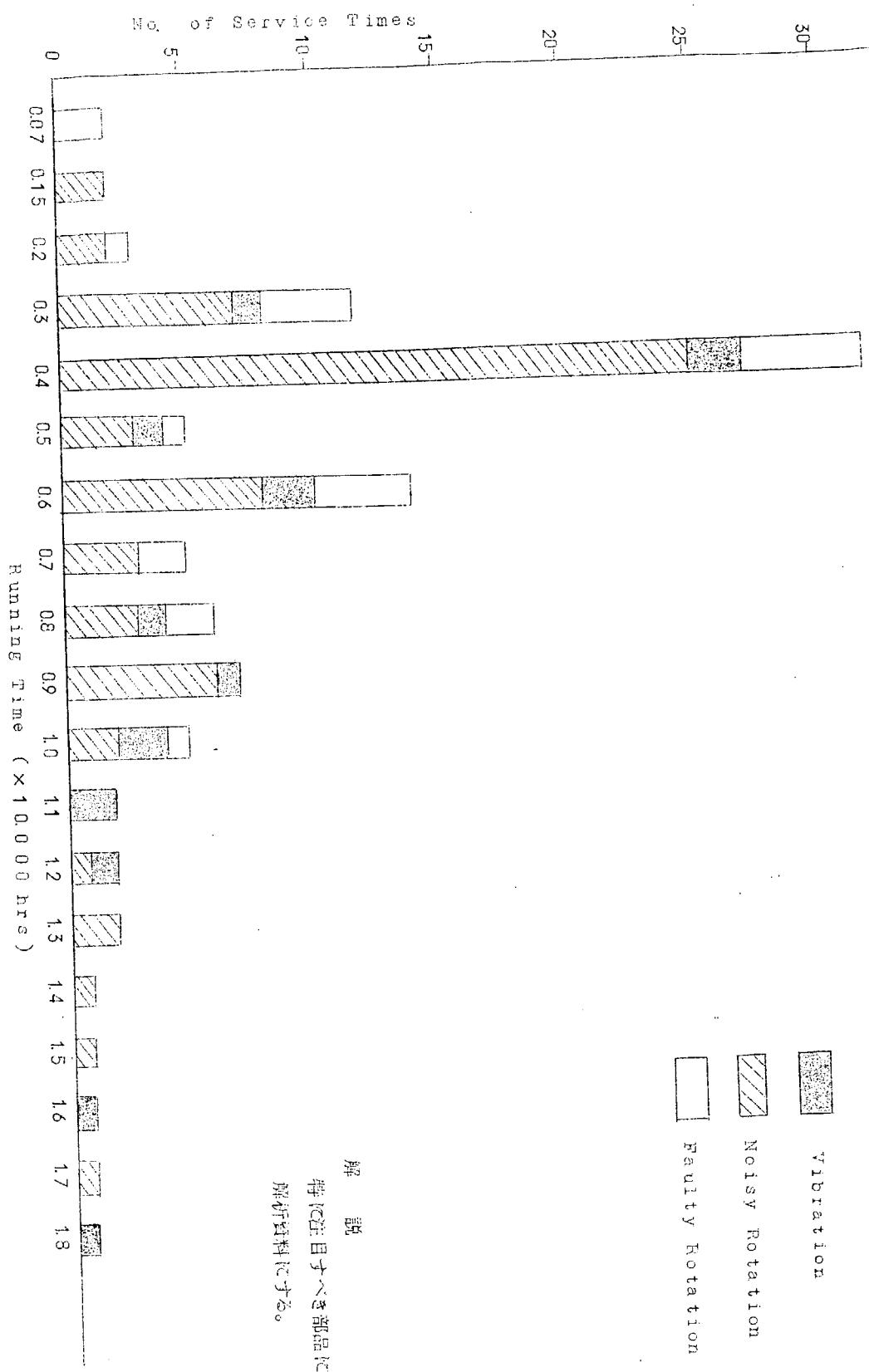
解説

此表はジャイロコンパスの故障原因別件数の統計

管理アクションの参考とする。

第4.18表 Service Status of Es Gyro Compass  
 ( 1962 ~ 1964 )

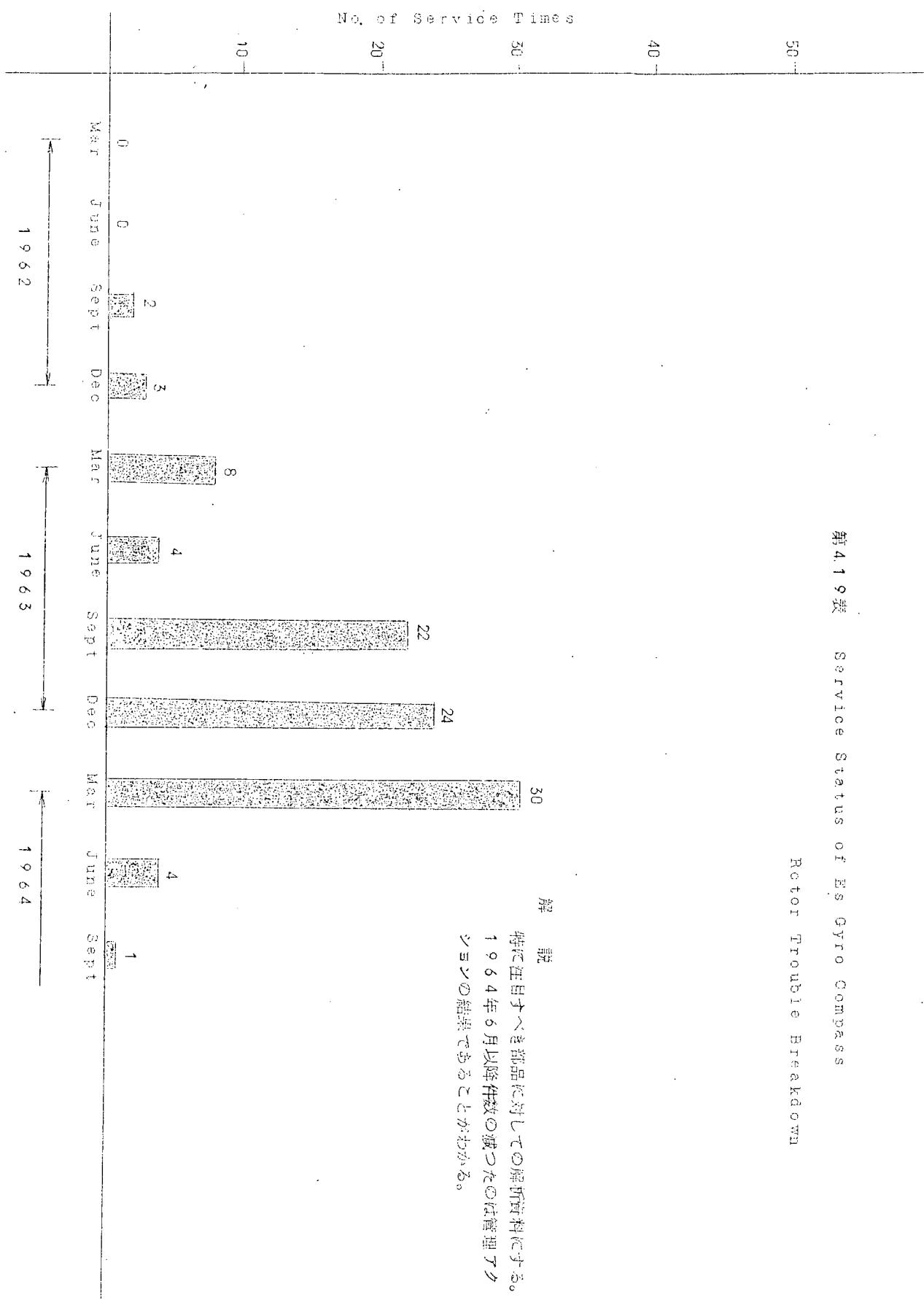
Rotor Trouble Breakdown



解説  
 特に注目すべき部品に対する  
 解析資料にする。

第4.19表 Service Status of ES Gyro Compass

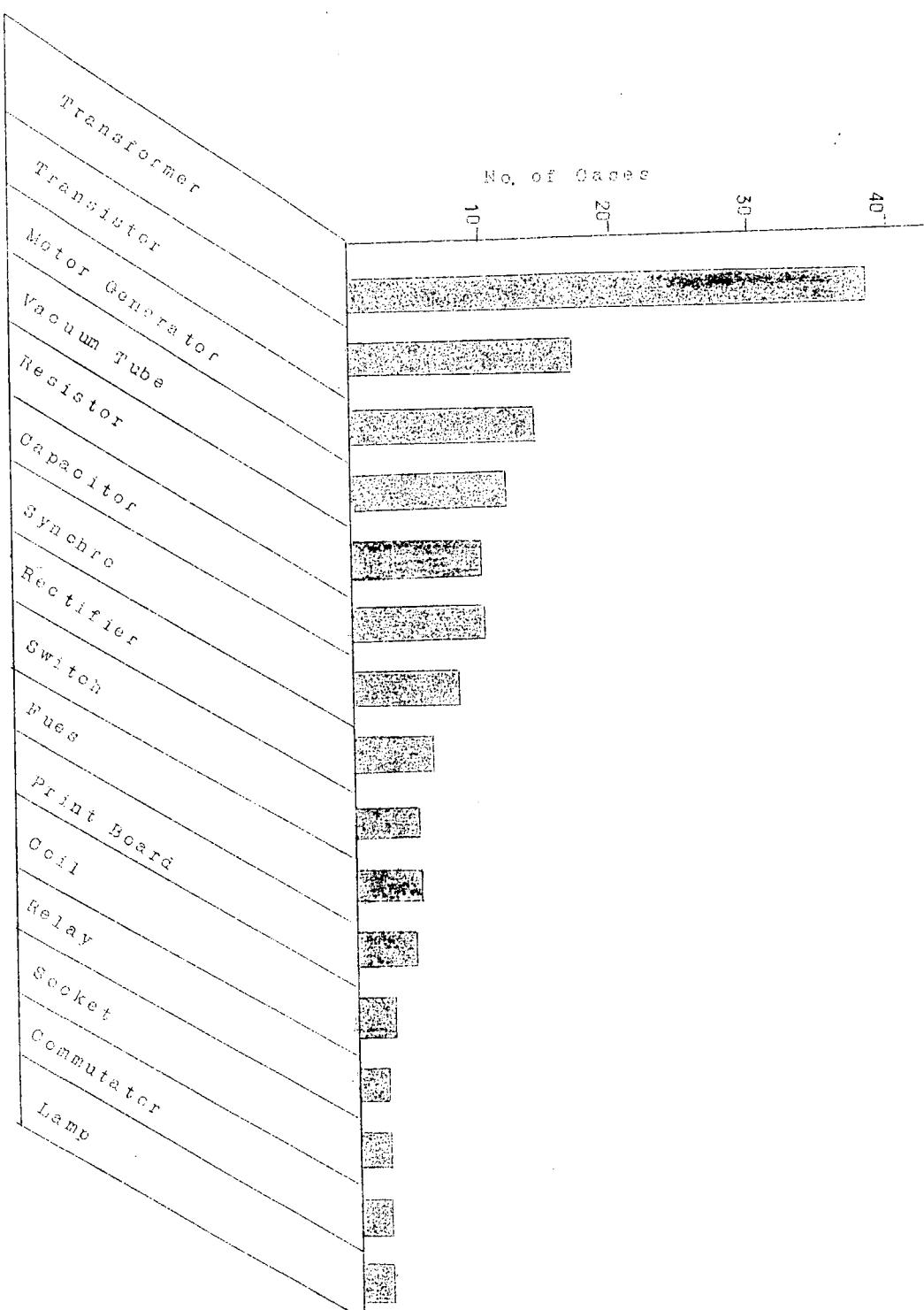
Rotor Trouble Breakdown



第420表 Service Status of Es Gyro Compass

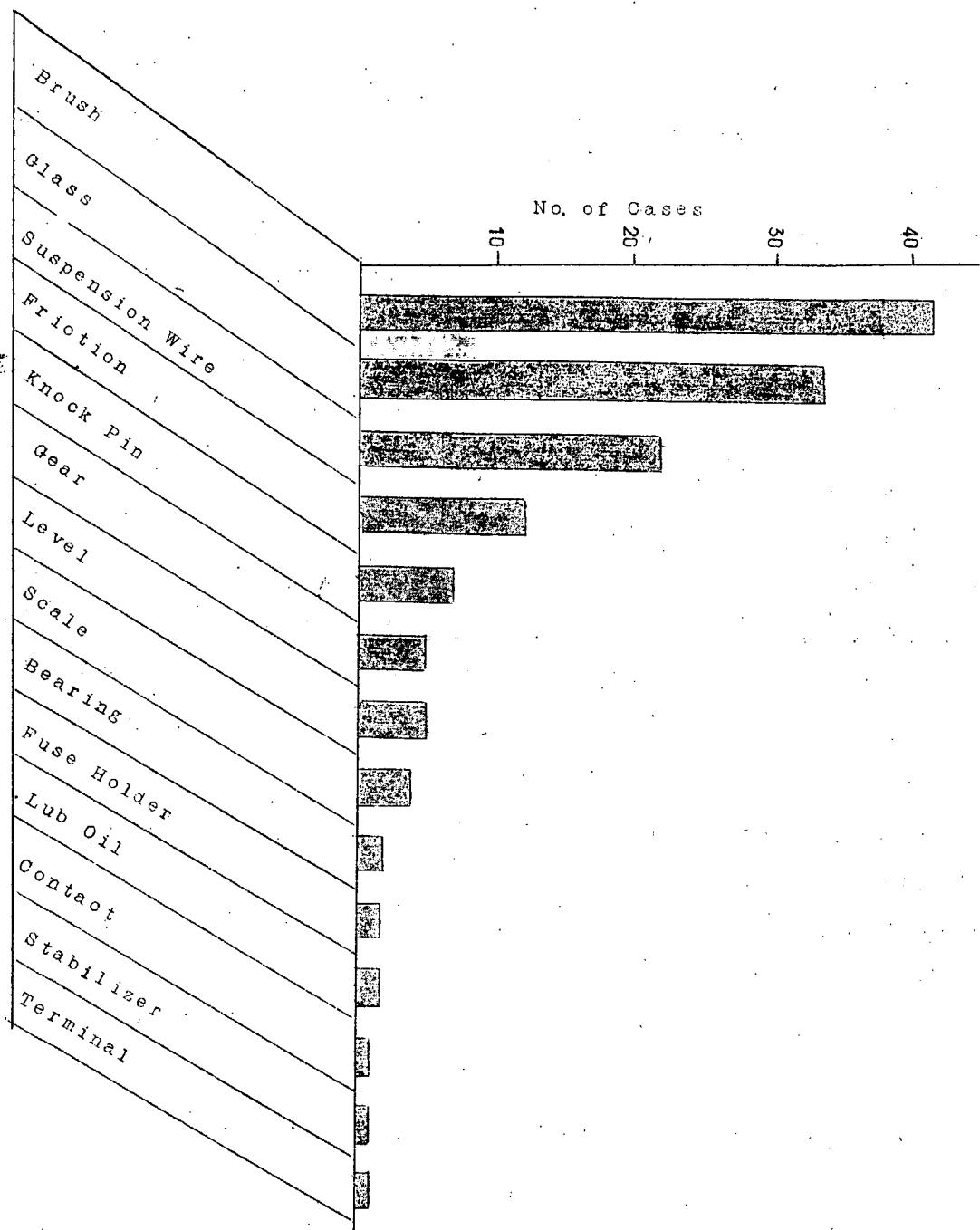
( 1962~1964 )

Service Parts (Electrical)



第4.2.1表 Service Status of Es Gyro Compass  
(1962~1964)

Service Parts (Mechanical)



#### 4.5 自動化装置の故障頻度

(みしつび丸の場合)

自動化船の事故調査資料の一例として、みしつび丸の自動化設備についての調査報告の中から自動化設備の信頼性に関する部分を引用してみた。

本船は川崎重工業株式会社の自社船として昭和38年12月中旬竣工した定期貨物船であつて、川崎汽船株式会社によって委託運航され、西南アフリカ航路に就航し、昭和40年10月第5次航海を終えている。(ただし第4次航のみは東カナダ五大湖航路)。

本船の就航第1年(昭和39年1月～12月)の記録については、川崎重工業よりの乗船調査に基づいた「高経済性船舶試設計の実用化のための調査研究報告書」として日本造船研究協会より発行されたものの内容の一部を流用し、これに引続くその後の記録で入手できたものを集録し、さらにデータをまとめて故障発生頻度をプロットしてみた。

##### 4.5.1 可聴音波液面計とスキヤニング・モニタの精度について

自動化設備のうち計測器械である可聴音波液面計とスキヤニング・モニタについて、その精度を調査する便法として、在来の測定方法によるものと、計測値の比較を行なつた。

(1) 第4.22表は、清水タンク4点について、第3次航中の航海日7日間の液面計による計測値と在来の測深尺による計測値を比較対称したものである。在来の測深尺による測定値も、相当の計測誤差を含んだものであり、何れの値が、真実に近いかは不明であるが、一応測深尺による測定値を基準として差の百分率を見ると、最大+2.7%、-1.2%の違いはあるが、ほとんどの測定値は両者完全一致を示している。

したがつて本液面計測装置の精度は十分信頼しうるものであり、在来の測深尺による計測を廃止して、実用上何等心配はないと考えられる。

(2) 第4.23表は機関部の主要温度、圧力54点について、機側における計測値とスキヤニング・モニタによる計測値を比較対称したものである。

温度検出部位の違い、温度・圧力検出機構の違いによる計測値の差が予想されるので、何れの値が正しいかは不明であるが、一応機側における計測値を基準として差の百分率を算出して見た。両方の測定値は非常に高い相関を示しており、スキヤニング・モニタの指示値を信用して実際運航上何等支障はないと思われる。

実際運航上も乗組員はスキヤニング・モニタの指示値を信用し、スキヤニング・モニタで検出しうる計測点の機側計測は実施していない。

第4.2.2表 液面計測値比較表

計測点	計測日	(①) 屯(纏)	(②) 屯(纏)	(②)-(①) × 100%
		測深尺	音波液面計	
清水槽 (ウイングタンク左舷)	昭39			
	10-6	97(443)	98(370)	+1.0
	10-7	97(441)	97(367)	0
	10-11	97(441)	98(371)	+1.0
	10-19	97(444)	97(367)	0
	10-21	97(441)	97(371)	0
	11-2	69(330)	69(256)	0
	11-5	106(478)	106(400)	0
	11-8	106(477)	106(401)	0
清水槽 (ウイングタンク右舷)	昭39			
	10-6	120(464)	119(400)	-0.8
	10-7	119(462)	119(399)	0
	10-11	119(462)	119(401)	0
	10-19	119(463)	120(403)	+0.8
	10-21	119(460)	119(400)	0
	11-2	80(339)	79(275)	-1.2
	11-5	122(470)	123(414)	+0.8
	11-8	128(495)	127(424)	-0.8
上部船尾水槽 (飲料水舷)	昭39			
	10-6	47(456)	48(365)	+2.1
	10-7	43(427)	44(345)	+2.7
	10-11	30(326)	30(282)	0
	10-19	31(330)	31(285)	0
	10-21	25(287)	25(253)	0
	11-2	3(72)	3(65)	0
	11-5	49(492)	-	-
	11-8	35(359)	36(308)	+2.7
上部船尾水槽 (飲料水舷)	昭39			
	10-6	51(435)	51(350)	0
	10-7	48(422)	48(341)	0
	10-11	29(328)	29(265)	0
	10-19	31(332)	30(269)	0
	10-21	23(292)	23(236)	0
	11-2	3(76)	3(54)	0
	11-5	55(465)	55(372)	0
	11-8	35(359)	35(290)	0

注 比較は測深値から換算表により求められる塔載重量による。

第4.2.3表の1 機関部温度・圧力計測値比較表

温度 : °C

圧力 : Kg/cm<sup>2</sup>

S.M. : スキヤニンダ・モニタ

年 月 日	主 機 閥 室 温 度	副 閥 室 温 度	39-1-2		39-1-11		39-1-17		
			121 rpm	120 rpm	120 rpm	120 rpm	120 rpm	120 rpm	
主 機 閥 室 温 度	39°C				39°C		40°C		
副 閥 室 温 度	24°C				24°C		26°C		
副 閥 室 湿 度	52%				50%		55%		
スキヤニア内温度	26°C				26°C		28°C		
計 測 点	S/M (B)	(A)	(B) - (A) (A)	S/M (B)	(A)	(B) - (A) (A)	S/M (B)	(A)	
主ビストン冷却水入口温度	51	49	4.1%	49	47	4.1%	49	50	
#1 ビストン冷却水出口温度	57	59	-3.4%	56	57	-1.8%	56	54	
#2	58	60	-3.3%	57	58	-1.7%	56	58	
#3	53	58	0	56	55	1.8%	56	58	
#4	"	58	61	-4.9%	56	59	-6.9%	56	60
#5	"	58	60	-3.3%	57	58	-1.7%	56	58
#6	"	58	58	0	56	56	0	58	57
#7	"	59	59	0	58	58	0	57	58
#8	"	59	57	3.5%	57	56	1.8%	57	56
主シリコンダクタ冷却水入口温度	54	53	1.9%	54	53	1.9%	55	54	
#1シリコンダクタ冷却水出口温度	60	63	-4.8%	59	60	-1.7%	60	60	
#2	"	60	60	0	59	60	-1.7%	60	61
#3	"	59	58	1.7%	59	60	-1.7%	59	60
#4	"	60	60	0	59	60	-1.7%	60	60

第4.2.3表の2 機関部温度・圧力計測値比較表

計測点	$B/M$	(B) - (A)						
		(A)	(B)	(A)		(A)		(A)
#5 シリンダ冷却水出口温度	60	0	60	0	60	0	60	0
#6 "	59	60	1.7%	59	60	-1.7%	60	-4.8%
#7 "	60	60	0	59	60	-1.7%	60	0
#8 "	60	58	3.5%	59	59	0	60	0
主L.O.入口温度	40	41	-2.4%	40	42	-4.8%	38	-5%
主L.O.クリーラ入ロ温度	45	47	-4.3%	45	46	-2.2%	45	-2.2%
主ビストン冷却水入口圧力	2.67	2.50	6.8%	2.68	2.50	7.2%	2.65	2.45
主シリンダ冷却水入口圧力	2.20	2.18	0.9%	2.23	2.15	8.4%	2.20	2.3%
主L.O.入口圧力	2.64	2.70	-2.2%	2.58	2.70	-4.5%	2.69	-0.4%
主過給機L.O.入口温度	47	48	-2.1%	46	45	2.2%	47	2.2%
#1 過給機L.O.出口温度	65	67	3.0%	66	68	-2.9%	67	0
#2 "	67	67	0	67	68	-1.5%	68	0
主過給機L.O.入口圧力	0.63	0.65	-3.1%	0.62	0.67	-7.5%	0.69	1.5%
#1 過給機冷却水出口温度	62	62	0	61	62	-1.6%	62	0
#1 エヤーク一ラ出ロ温度	35	34	2.9%	33	34	-2.9%	35	0
#2 "	34	35	-2.9%	33	34	-2.9%	35	-2.8%
#3 "	40	42	-4.8%	41	40	2.5%	43	7.5%
主燃料弁冷却水入口温度	42	43	-2.3%	42	43	-2.3%	41	-2.4%
F.O.主機入口温度	84	86	-2.3%	84	86	-2.3%	86	0
F.O.主機入口圧力	1.68	1.76	-1.1%	1.7	1.7	0	1.69	-0.6%

第4.23表の3 機関部温度・圧力計測値比較

測 点	$B/M$	機 剤 (A)	(B) - (A)		機 剤 (A)	(B) - (A)		機 剤 (A)	(B) - (A)	
			(A)	(B)		(A)	(B)		(A)	(B)
計										
シリコン油供給ポンプ出ロ圧	1.24	1.20	3.3%	1.23	1.20	2.5%	1.23	1.20	-2.5%	
F.O. 清淨機入ロ温 度	7.6	7.8	-2.6%	7.5	7.9	-5.1%	7.4	8.0	-7.5%	
F.O. サービスタンク温 度	7.2	7.6	-5.3%	7.1	7.6	-6.6%	7.5	7.6	-3.9%	
主海水冷却水出ロ圧	0.95	0.95	0	0.98	0.95	3.2%	0.90	0.92	-2.2%	
#1発電機冷却水出ロ温 度	5.0	5.1	-2.0%	5.0	5.0	0	5.1	5.2	-1.9%	
" L.O. 入ロ温 度	3.6	3.8	-5.3%	3.6	3.6	0	3.9	3.7	5.4%	
" L.O. ターラ入口温 度	4.8	4.9	-2.0%	4.8	4.6	4.3%	5.0	4.9	2.0%	
" 冷却水入ロ圧 力	1.10	1.15	-4.4%	1.07	1.15	-7.0%	1.15	1.15	0	
" L.O. 入ロ圧 力	1.69	1.70	-0.6%	1.72	1.70	1.2%	1.65	1.65	0	
制御用空気槽圧 力	5.80	5.90	-1.7%	5.91	5.50	7.4%	6.5	6.6	-1.5%	
吸込海水温 度	2.5	2.5	0	2.6	2.6	0	2.7	2.7	0	
補海水冷却水出ロ圧	0.98	1.00	-2%	1.04	0.98	6.1%	0.95	0.88	6.0%	
発電機冷却水入ロ温 度	4.6	4.5	2.2%	4.5	4.5	0	4.6	4.5	2.2%	
#2発電機冷却水出ロ温 度	5.2	5.2	0	4.8	4.9	-2.0%	5.1	5.2	-1.9%	
" L.O. 入ロ温 度	3.6	3.7	-2.7%	4.0	4.0	0	3.8	3.7	2.7%	
" L.O. ターラ入口温 度	4.9	5.0	-2%	4.8	4.7	2.1%	4.6	4.8	-4.2%	
" 冷却水入ロ圧 力	1.15	1.20	-4.2%	1.23	1.25	-1.6%	1.20	1.20	0	
" L.O. 入ロ圧 力	1.64	1.70	-3.5%	1.55	1.60	-3.1%	1.58	1.60	-1.3%	
サニタリ給水ポンプ出ロ圧 力	2.73	2.80	-2.5%	2.66	2.70	-1.5%	3.00	2.90	3.4%	
#2過給機冷却水出ロ温 度	6.3	6.5	-3.1%	6.2	6.3	-1.6%	6.3	6.5	-3.1%	

#### 4.5.2 自動化設備の故障頻度について

本船に装備した自動化設備の内、電子あるいは電気式制御機構をもつ11個の装置について、39年1月から12月まで1年間の故障発生状況を調査した。

第4.2.4表は各装置別に、発生時期別故障件数を示したものである。

就航後時の経過とともに、故障発生件数が減少しており、初期故障は、就航後1ヶ年で出つくしたものと考えられる。

次に第4.2.5表は、1年間に発生した故障件数を装置別、原因別に分類したものである。

本表で見られるごとくこれら装置の故障原因是装置の本質に関係なく、ほとんど全部が装置を構成する機械要素、電気部品の欠陥と振動、動搖、温湿度等の外的条件が苛酷で、しかも、その変化が急激な海上条件に対する認識の低さに基づくものである。

したがつて故障の大部分は乗組員の手で運航のかたわら修理され、直ちに正常に復することができる程度の些細なもののが多かつた。

しかし、いかに些細な原因による故障も、装置が複雑になればなるほど故障原因の発見は困難となり、削減された乗組員に修理のための無駄な時間と労力を消費することになる。

今後船用として電子あるいは電気式制御方式を採用することが次第に多くなるものと予想されるが、船主、造船所、関連メーカーの情報交換を一層密接にすると同時に、関連メーカーの船用の特殊条件に対する認識と製品管理の徹底が望まれる。

第424表の1 発生時期別故障件数一覧表(昭和39年)

期間は固定反射点、**④** 期間は音響ヘッドの欠陥による故障が発生したが、開発途上にいたる。

七

第4.2表の2 発生時期別故障件数一覧表(昭和40年)

装 置 日	月	装置別											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
可聴音波液面計		1	2	1	1								
補助罐燃焼制御			1				1				2	1	
スキヤニング・モニタ								2					
監視テレビ													
主機自動操縦			1										
主機シーケンス制御								1	1	1			
ビルジ高位警報								1	1	1			
A→C重油自動切換													
F.O清浄機 自動スラッシュ排出													
ターニングギヤ嵌脱													
主機排ガス温度計													
月別合計			2	3	4			4	3	4	1		
次航別合計						(4次航)	9				(5次航)	12	

第4.2.5表の1 装置別原因別故障分類表(1年間)

故障原因		原因別合計		回左百分比(%)		障原例	
主機排ガス溫度計	ターニングギヤ自動嵌脱	2	1	17	41	トランジスタ、リレー、ダイヤ、可変抵抗、検出端の不良	
燃料油清淨機	A→C重油自動切換	2	1	17	41	トランジスタ、リレー、ダイヤ、可変抵抗、検出端の不良	
ビルジ高位警報	主機シーケンス制御	2	1	17	41	トランジスタ、リレー、ダイヤ、可変抵抗、検出端の不良	
監視テレビ	主機自動操作	3	1	1	6	ハンダ付、接続不良	
スキャニング・モニタ	補助燃焼制御	7	1	1	6	ハンダ付、接続不良	
可聴音波面計	①	2	1	1	6	ハンダ付、接続不良	
工作部品不具	②	5	1	1	6	ハンダ付、接続不良	
振動対策不良	1	2	4	1	2	リミジットスイッチ、カム、ギヤ等の位置のズレ、接触不良、ビスの緩み、振動体のハンドルはねれ	
設計部品不具	1	5	3	1	1	設定値の不適当	
偶発(原因不明すぐ正常にもどる)	②	1	5	1	1	駆動品の使用	
装置別合計	2	10	5	1	1	駆動系のスリップ	
会上旨分比(%)	5	24	5	12	2	5	9.5 10.0

〔註〕 ① 時期別故障一覧表参照のこと  
② 溫度計測全点指度低下5/8一設定抵抗変更により正常に復す。その後異常なし

表 4.2.5 表の 2 位置別原因分類表

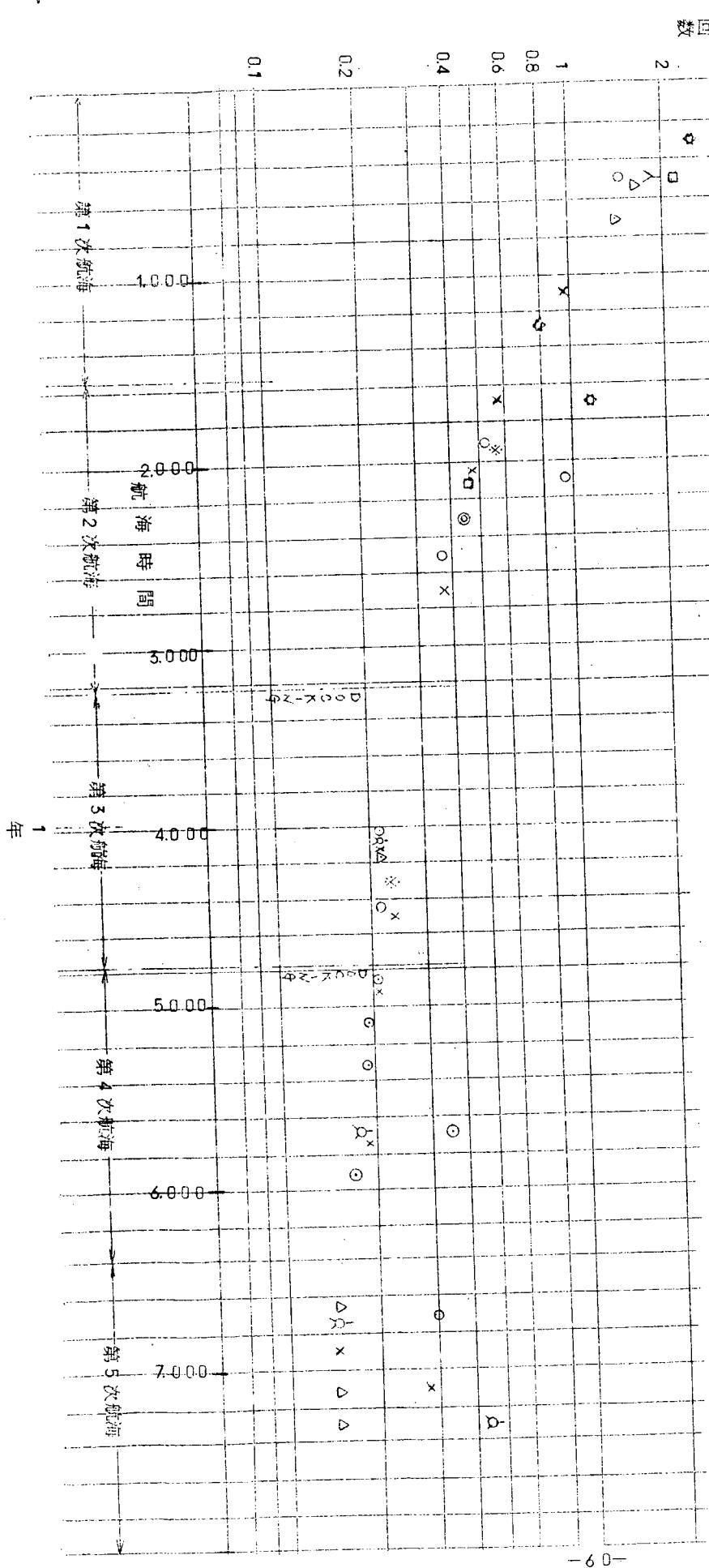
(昭和40年)

第4.20表 ミシシッピ丸 自動化装置故障発生状況 (その1)

(各200時間内における故障)

就航	30	◎
以降	25	○
20	15	△
15	X	×
航海時間にて割った故障回数	10	
8		
6		
4		
2		
0		

- △ 可聴音波液面計
- × 主機自動操縦装置
- スキヤニングモニター
- △ 補助缶燃焼制御
- 監視テレビ
- ◎ A→C 重油自動切換
- ♦ 主機排ガス記録温度計
- △ ターニングギヤ自動脱



人ビルジ高位警報

\* F.O 清浄機自動スラッシュ排出

◎ A→C 重油自動切換

♦ 主機排ガス記録温度計

△ ターニングギヤ自動脱

## 5. 実船調査企画

故障データの集計に当つては、各船会社の各種報告書、例えば機関撮要日誌、機関現状報告書、あるいは修繕仕様書等を調査する方法があるが、これら報告書に記載されている故障の記録は、特に機関故障により航海の遅延をきたしたもの、あるいは船内で修理不能となり何らかの対策を要するもの等、運航上重要な支障をきたしたものに限られている場合が多い。また機関の故障報告書として定めた船会社も2、3社ほどあるが、これらの内容はいずれも事故の原因、状況等、今後の事故防止の観点から作られたものであつて、信頼度調査のデータとしてはそのまま使用できないのが実情である。

このため故障データの集計方法として故障調査表（付録3）と故障コード表（付録4）を作成し調査対象船に配布して、調査表を航海終了毎に各船会社を通じて提出方依頼することとした。

### 5.1 故障調査表

信頼度調査にあたつては、故障機器の名称、およびその使用時間が対象となるが、船用機器の信頼性には、定期船、専用船等、就航々路条件、機関負荷の違いがあり、使用燃料、潤滑油の種類も無関係ではないこと、また特に船で行なわれている保全整備についても、考慮する必要があり、船の乗組員あるいは入渠中の整備作業内容がどのようなものであるのか、これについても、今後の作業を進めて行く上に必要であり、調査表に組み入れることにした。

### 5.2 故障コード表

船より集められる調査表の各記録は、今後統計的に処理することとなるが、このため故障部品名、故障の種類、実施した作業内容について、類型化しておく必要があること。また調査表には、実際に生じた故障を細大漏らさず記入することが必要であるが、既述のように、従来故障の捉え方が異つてゐるので、故障の範囲を明確にし実際の記入の参考に供するためコード表を作成した。

今回の調査は特に調査対象船に記入依頼することとなるが、この種の実船調査が初めての試みであること、内容が機器の使用時間、あるいは本船での保守整備作業まで及ぶこと、従来これらの記録が残されている例が少ないと等、船の乗組員の負担も増えることも考慮し、記入要領の作成、今回の調査趣旨の徹底をはかり、本船側の協力を求めておりしている。

## 6. 成果および今後の方針

### 6.1 信頼性工学の研究会

当初3回にわたりて、講師を招き

- (1) 信頼性工学の目的
- (2) 信頼度の定義
- (3) 信頼度函数の説明

- (4) 故障分布の母集団の推定
- (5) 信頼度の信頼限界
- (6) 保守と信頼度
- (7) 信頼性の評価の問題

など、信頼度に関する基礎理論を勉強し、あわせて次の資料を用い船舶への適用に関する知識を修得した。

- a. リライアビリティ工学概要
  - 船用機関への適用と問題点 —
- b. リライアビリティ工学の海事産業への応用
- c. 船舶の近代化
  - 米国における信頼性工学の進展 —

## 6.2 計算資料例

信頼性工学の船舶への適用に関し、次のような実船資料が提出されて解説・評価が行なわれた。

信頼性工学の船舶への適用に関し、次のような実船資料が提出されて解説・評価が行なわれた。これらの資料は、在来機器の信頼性の一端を示すものとして、以後の資料調整や解析の方法の検討に極めて有益なものとなつた。

- (1) 船用機械の信頼性について
  - 初期故障、衰耗故障、信頼度計算
- (2) 船用主推進機関の故障調査
  - 従来の船用主推進機関に発生する故障特性の調査およびその信頼性工学への適用
- (3) 船舶におけるリライアビリティエンジニアリングの応用
  - 保有予備品数の信頼度への寄与
- (4) シヤイロコンパス、シヤイロパイロット、主機遠隔操縦装置の故障事例
- (5) 自動化装置の故障頻度

## 6.3 実船調査

信頼度解析に必要なデータの収集のために、あらたに故障調査表を作成した。

信頼度解析に必要なデータの収集のために、あらたに故障調査表を作成した。また、収集データの統計的処理ならびにその推定をより正確なものとするために、故障の類型化を必要とするので、

故障コード表を作成した。

これらの表の作成にあたつては、さきの計算資料例や機関故障の現状資料を参照しました船主協会機関管理研究会との合同審議をするなど、広く船の現況を把握できるよう努力を注いだ結果、調査表作成の作業はほぼ完了し、試行の域に達して、すでに海運5社からニューヨーク航路船各2隻を選定し、数隻に調査を依頼した。

#### 6.4 今後の方針

実船調査については、上記の予備調査の結果に検討を加えたうえ、さらに対象調査船ならびに調査方法について拡大し、長期にわたり継続調査する。

一方、集積されたデータに関し、船用機器の信頼性解析の方法を検討し、信頼度計算手法の確立、その応用事例計算などを通して、現装機器の信頼性を解明する方針である。

## 付録 1

### 故障調査表記入要領

- a. 本調査表の提出先は所属会社海務部（海技部）あてにお願いいたします。
- b. 提出時期は特に定めませんが、日本最初帰港時提出して下さい。
- c. 調査表欄外の No. は本船としての…貫番号を記入して下さい。
- d. 本調査表はすべての故障を細大漏らさず記入の上提出して下さい。
- e. 「1. 故障機器の名称」欄および「2. 故障部品名」欄は別冊故障コード表の機器分類欄および同表構成部品分類欄を参照して記入して下さい。
- f. 「4. 故障発生または発見」は該当する方を○で印って下さい。
- g. 「5. 前回故障発生以後の運転時間」については、同種部品についての故障時間をいい、たとえば、前回#1シリ  
ンダー ピストン亀裂 日・時、今回#7シリンダー ピストン焼損 日・時の間の時間を記入して下さい。
- h. 「8. 故障の内容と原因」欄は、必要ならば簡単な略図も記入して下さい。
- i. 「9. 故障の対策と処置」欄の右欄には該当する項目に○印をつけて下さい。
- j. 「10. 前回の故障以後の整備作業の内容」欄は、故障時に実施した整備作業故障をコード表の作業分類欄を参照  
して記入して下さい。なお年月日・航・泊・入渠時別、人員×時間等もあわせて記入して下さい。
- k. 「12. 整備間隔の基準その他予防保全措置」欄は現在本船にて行なわれている内容を記入して下さい。たとえ  
ば、ピストン抜間隔、燃料弁取替整備の間隔等。
- l. 「備考欄」は故障機器の使用状態等を記入して下さい。  
たとえば主機の場合は航海時平均出力（%）使用燃料油グレード、使用潤滑油銘柄等。
- m. 以上各欄とも不明ならば「不明」を○で印って下さい。また記入困難ならば余白のままにして置いて下さい。

以上

## 付録 2

## 故障調査表記入例

No. 17

昭和丸

機関長 日本太郎 40年12月9日提出

故障状況		
1 故障機器の名称	主機	
2 故障部品名	シリンダーカバー	
3 故障部品の装備台数あるいは個数	主機 1基 7 cyl	
4 故障発生または(発見)	40年10月21日15時 航海中, (停泊中) 入渠中	
5 前回故障発生以後の運転時間	3,250時間, 不明 (前回故障調査表 No. 6)	
6 竣工以後の機器総運転時間	13,240時間, 不明	
7 故障または点検による主機停止時間	○時間 分, 減速 ○時間 分	
8 故障の内容と原因	<p>#6シリンダーカバーのファイヤーサイドに亀裂発見          燃料弁, 起動弁, 安全弁, 各取付孔間に亀裂有り, 冷却水漏れを認む          原因は冷却水路内厚に設計, 工作上熱応力に対し弱い部分が有ったと思われる。</p>	
9 故障の対策と処置	<p>予備と新替          なお, その後シリンダーカバー冷却水路の内厚の設計変更がなされた。</p> <p>(1), (2)の修理に要した人員×時間 2人×2時間, 不明</p>	<p>(1) 乗組員による応急修理施行          (2) 乗組員による修理施行          (3) 工場修理施行          (4) 工場修理を要す          (5) 工場修理を要せず</p>
故障部品の整備状況		
10 前回故障以後の整備作業の内容	40年9月5日停泊中ピストン抜 (#4, #6 cyl) 施行時各部点検したが異常を認めず	
11 同上作業実行者	(本船)	工場
12 整備間隔の基準その他予防保全措置	ピストン抜間隔 約5,000時間	
備考	本船常用出力 85% 使用燃料油 A-951 フリーザー潤滑油 CyF oil Alexia Oil 50 System Oil Mobil D.T.E. No. 3	

社団法人 日本造船研究協会

## 付録 3

## 故障調査表

No.

丸 機関長 年 月 日提出

故障状況	
1 故障機器の名稱	
2 故障部品名	
3 故障部品の装備台数あるいは個数	
4 故障発生または発見	年 月 日 時, 航海中, 停泊中, 入渠中
5 前回故障発生以後の運転時間	時間, 不明, (前回故障調査表 No. )
6 接工以後の機器総運転時間	時間, 不明
7 故障または点検による主機停止時間	時間 分, 減速 時間 分
8 故障の内容と原因	
9 故障の対策と処置	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 乗組員による応急修理施行</li> <li>(2) 乗組員による修理施行</li> <li>(3) 工場修理施行</li> <li>(4) 工場修理を要す</li> <li>(5) 工場修理を要せず</li> </ul>
(1), (2)の修理に要した人員×時間	人×時間 不明
故障部品の整備状況	
10 前回故障以後の整備作業の内容	
11 同上作業実行者	本船 工場
12 整備開録の基準その他予防保全措置	
備考	
者	

## 故障コード一覧表

本故障コード表は、例示によつて、機器の故障の定義を明確にすることを目的としたものであります。故障調査の対象となる船の主機・補機ならびに機器の形式・種類は多く、これらを一括して取扱うために、不備や無理な点がありますが、これは今後補充・改訂により補なう積りであります。故障コード表の番号は集計、解析のためのものであつて、調査表の記入に際しては、例示にならつて、具体的に記述して下さい。

のとおりであります。

つぎに、本故障コード表に分類した機器は、船を推進するのに直接関係のあるもののみとしました。そして、そ

機器分類(1)……主機	67頁～72頁
(2)……発電機ディーゼル	73頁～77頁
(3)……機室補機	78頁～81頁
(4)……電気機器	82頁
(5)……補助ならびに排ガスボイラ	83頁
(6)……管系と弁	84頁～85頁
(7)……自動制御・遠隔操作装置と計器	85頁～87頁

機器分類	構成部品分類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
1. 上 機	60	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
1. 上 機	10 シリンダ・カバー	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
1. 上 機	11 シリンダ・ジャケット	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
1. 上 機	12 シリンダ・ライナ	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
1. 上 機	13 架構・協氣トラック・同集合管	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
1. 上 機	14 台 板	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9

機器分類	構成部品分類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類					
				1	2	3	4	5	6
1. 主 機	15. 上 軸 受	1 ホワイトメタル	1 裂	1 取	1 替				
		2 輪 異 金	2 過熱・焼損	2 間隙計	2 測定				
		3 締付ボルト	3 折離・欠損	3 増縮	3 検査				
		4 注油管	4 漏油	4 調整	4 整修				
		5	5 摩擦	5 油耗緩	5 鋳造				
		6	6	6	6				
		7	7	7	7				
		8	8	8	8				
		9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の	9 その他の				
1. 主 機	16. ピストン	1 クラウン頂部・外周部	1 亀裂	1 取	1 替				
		2 クラウン・冷却面	2 過熱・焼損	2 摩耗量・焼損度計測	2 測定				
		3 クラウン取付ボルト	3 食入	3 増縮	3 検査				
		4 リングダブ漏部	4 ローバ	4 点検	4 接触				
		5 スカート	5 折損	5 水(油)圧テスト	5 接触				
		6 スカート取付部	6 摩耗	6 溶接	6 除				
		7 カバー	7 摩擦	7 振動	7 リング溝削正・マッキング				
		8 ウエアリング	8 膠着	8 キヤウ	8 その他の				
		9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の	9 その他の				
1. 主 機	17. ピストン・ロッドとスクリュー・ボックス	1 クラウン取付部	1 亀裂	1 取	1 替				
		2 クロス取付部	2 過熱・焼損	2 摆合	2 測定				
		3 防火箱嵌合部	3 屈曲	3 増点	3 検査				
		4 スタフイン・リング	4 折損	4 损耗	4 調整				
		5 リングダブ押さえ	5 摩擦	5	5				
		6 取付ボルト	6	6	6				
		7	7	7	7				
		8	8	8	8	バックキン取替			
		9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の	9 その他の				
1. 主 機	18. クロス・ハッド	1 ピン部	1 亀裂	1 取	1 替				
		2 クロスヘッドメタル	2 過熱・焼損	2 間隙計	2 測定				
		3 ガイドとガイドショ	3 折損	3 ホワイトメタル・鑄替	3 測定				
		4	4	4	4	点検			
		5	5	5	5	調整			
		6	6	6	6				
		7	7	7	7				
		8	8	8	8				
		9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の	9 その他の				
1. 主 機	19. コネクティング・ロッド	1 接合棒部	1 亀裂	1 取	1 替				
		2 取付棒部	2 曲曲	2 手錠付ナット	2 修理				
		3	3	3	3	点検			
		4	4	4	4				
		5	5	5	5				
		6	6	6	6				
		7	7	7	7				
		8	8	8	8				
		9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の	9 その他の				
1. 主 機	20. クランク軸	1 ピニン	1 亀裂	1 取	1 替				
		2 アーム	2 屈曲	2 ディフレクション計測	2 測定				
		3 ジャーナル	3 折損	3 ディフレクション調整	3 研磨				
		4 カップリング	4 焼損	4 整点研磨	4 付				
		5 カップリングボルト	5 断裂	5 食繰り	5 検査				
		6 バランスクエイド取付ボルト	6 腐食	6 滅ぼし	6 油注入				
		7	7	7	7	路除			
		8	8	8	8				
		9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の	9 その他の				

機器分類		構成部品分類		部分分類		故障分類		作業分類	
1. 主 機	21 クランク軸受			1 ホワイトメタル	1 亀裂	1 過熱・焼損	1 取替	1 間隙計測調整	1 替替
				2 軸受裏金	2 烧損	2 剥離・欠損	2 締付	2 点検	2 調整
				3 クランク・ピン・ボルト	3 折損	3 剥離・欠損	3 改鑄	3 当り面補修	3 補修
				4	4	4	4	4	4
				5	5	5	5	5	5
				6	6	6	6	6	6
				7	7	7	7	7	7
				8	8	8	8	8	8
				9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の	9 その他の	9 その他の	9 替替
1. 主 機	32 カム軸と同駆動装置			1 軸	1 亀裂	1 取替	1 替替	1 計測	1 替換
				2 キー・キー溝	2 折損	2 損耗	2 調整	2 整備	2 整備
				3 軸受	3 欠損	3 剥離	3 調査	3 検査	3 検査
				4 ギヤード	4 表面剥離	4 表面剥離	4 研磨	4 研磨	4 研磨
				5 ローラーチェーン	5 摩耗	5 摩耗	5 滑油取扱	5 滑油取扱	5 替換
				6 カム	6 拘束	6 拘束	6 拘束	6 拘束	6 拘束
				7 カップリングボルト	7 摩耗	7 摩耗	7 拘束	7 拘束	7 拘束
				8 緊張装置	8 拘束	8 拘束	8 拘束	8 手入	8 手入
				9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の	9 その他の	9 その他の	9 替替
1. 主 機	23 燃料ポンプ・同駆動装置・蓄圧管・高圧管			1 ハーフジング	1 亀裂	1 取替	1 替替	1 調整	1 整備
				2	2 折損	2 損耗	2 調整	2 整備	2 整備
				3 プランジャー・バー	3 曲折	3 表面剥離	3 拼合	3 せわせ	3 検査
				4 スプリング	4 表面剥離	4 表面剥離	4 点検	4 検査	4 検査
				5 吸入・吐出溢出弁	5 スチック	5 スチック	5	5	5
				6 安全弁	6 摩耗	6 摩耗	6	6	6
				7 駆動レバー	7 漏洩	7 漏洩	7 掃除	7 除	7 除
				8 カム・ローラ	8 拘束	8 拘束	8	8	8
				9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の	9 その他の	9 その他の	9 替替
1. 主 機	24 燃 料 弁			1 本体	1 亀裂	1 取替	1 替替	1 噴射圧力調整	1 整備
				2 ニードルバルブ	2 燃焼損	2 噴射圧力調整	2 噴射圧力調整	2 噴射圧力調整	2 整備
				3 スプリング	3 折損	3 損耗	3 拼合	3 せわせ	3 検査
				4 チップブリッジ	4 噴射圧力不良	4 不良	4 点検	4 検査	4 検査
				5 キヤツプナット	5 スチック	5 スチック	5	5	5
				6 ドレン弁	6 カーボンフラワー	6	6	6	6
				7	7 漏洩	7 漏洩	7 挿入	7 除	7 除
				8	8 ガス洩れ	8 ガス洩れ	8 パッキン取扱	8 替替	8 替替
				9 位置指定なし	9 閉塞・その他の	9 その他の	9 その他の	9 その他の	9 替替
1. 主 機	25 吸排気弁			1 弁	1 亀裂	1 取替	1 替替	1 弁・弁座削正	1 整備
				2	2 燃焼損	2 損耗	2 搭合	2 せわせ	2 検査
				3 スプリング	3 折損	3 損耗	3 拼合	3 せわせ	3 検査
				4 ガイドブッシュ	4 腐食	4 食	4 点検	4 検査	4 検査
				5	5 スチック	5 スチック	5	5	5
				6	6	6	6	6	6
				7	7 漏洩	7 漏洩	7 挿入	7 除	7 除
				8	8 波	8 波	8 パッキン取扱	8 替替	8 替替
				9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の	9 その他の	9 その他の	9 替替
1. 主 機	26 吸・排気弁駆動装置			1 カム	1 亀裂	1 取替	1 替替	1 間隙調整	1 整備
				2 ローラ・ローラガイド	2 欠損	2 損耗	2 調整	2 整備	2 整備
				3 ブッシュ・ロッド	3 剥離	3 摻曲	3 溶接	3 接続	3 検査
				4 ロッカー・アーム	4 拘束	4 拘束	4 点検	4 検査	4 検査
				5 オイル・クッションバルブ	5 摩耗	5 摩耗	5 注油系掃除手入	5 手入	5 手入
				6	6	6	6	6	6
				7	7 漏洩	7 漏洩	7	7	7
				8	8 波	8 波	8	8	8
				9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の	9 その他の	9 その他の	9 替替

機器分類	構成部品分類	部分分類	故障分類	作業分類				
				1	2	3	4	5
主 機	排氣管制弁・同駆動装置	1弁 箱	1亀裂	1取 取	替 整			
		2弁	2破損	2調査	合			
		3ベアリング	3腐食	3査	合			
		4結合	4折損	4点検				
		5ラピングス	5曲損					
		6	6摩耗					
		7	7漏洩					
		8	8汚汚					
		9位置指定なし	9その他					
主 機	掃 気 弁	1弁	1破損	1取 取	替 整			
		2座	2腐食					
		3スプリング	3					
		4	4					
		5	5					
		6	6					
		7	7漏洩					
		8	8汚損					
		9位置指定なし	9その他					
主 機	掃 気 ポンプ	1ピストン・ピストンロッド	1亀裂	1取 取	替 整			
		2ケーシング	2腐食	2漏	露			
		3駆動弁	3腐食					
		4切替ダンバー	4折損					
		5軸	5曲損					
		6受	6					
		7	7					
		8	8					
		9位置指定なし	9その他					
主 機	ルーツ式送風機と同駆動装置	1コーターカ	1亀裂	1取 取	替 整			
		2ケーシング	2折損	2漏	露			
		3軸封	3焼付	3漏	漏			
		4軸受	4腐食	4漏	漏			
		5弹性軸	5スチッカ	5				
		6駆動エンジン車	6欠	6				
		7逆転用切換装置	7	7				
		8	8	8				
		9位置指定なし	9その他	9	9			
主 機	過給機タービン	1ケーシング	1亀裂	1取 取	替 整			
		2ターピン	2焼付	2漏	漏			
		3軸	3欠	3漏	漏			
		4ブレード	4腐食	4漏	漏			
		5ノズル	5油・漏洩	5水	溶接・ポンド充填			
		6受	6ガス	6漏	漏			
		7ラビリス	7汚	7損	掃			
		8	8	8				
		9位置指定なし	9その他	9	9			
主 機	過給機フロワー	1インペラ	1亀裂	1取 取	替 整			
		2軸受	2曲損	2漏	漏			
		3ケーシング	3焼損	3				
		4ラビリス	4サージング	4				
		5	5腐	5				
		6	6	6				
		7	7	7				
		8エヤー・サクション	8汚	8損	8			
		9フィルター	9	9その他	9			
		9位置指定なし	9	9	9			

機器分類		構成部品分類		部 分 分 類		故 障 分 類		作 業 分 類	
1. 主 機	33. 過給機附属品			1. L.O. ボンブ	1	損 傷	1. 取 間隙計	替測	
				2. L.O. クーラー	2	腐 食	2.		
				3. L.O. ストレーナ	3	破 孔	3.		
				4. エヤニクーラ	4	漏 漏	4.		
				5. キヤヤー	5	摩 滅	5.		
				6. エキスパンションジョイント	6	漏 油・漏 水	6.	潤滑油取替	除
				7. プロワー消音器	7		7.	掃除	
				8. ストレーナ	8	汚 の	8.	パッキング増入取替	
				9. 位置指定なし	9	そ の 他	9.	そ の 他	
1. 主 機	34. 操縦装置			1. 亀 裂	1	損 傷	1. 取 取	替替	
				2. 折 损	2	損 傷	2. チヤンマー整合		
				3. レバーシング機構	3	漏 漏	3. 摺 合		
				4. フューエルハンドル 機構	4	膠 着	4. 点 檢		
				5. インターロック機構	5	連 接 不 良	5. テ スト	除	整
				6. 危急停止装置	6		6. 調 整		
				7.			7. 撃 拍		
				8.			8. パッキン取替		
				9. 位置指定なし	9	そ の 他	9. そ の 他		
1. 主 機	35. 起動弁			1. 弁 箱	1	亀 裂	1. 取 取	替替	
				2. 弁 折 损	2	損 傷	2. 摺 合		
				3. 弁 座 漏 漏	3	漏 漏	3. 調 整		
				4. スプリング	4	スチック	4. 点 檢		
				5. エヤシリング	5	過熱・焼 損	5.		
				6. エヤピースト	6	耗	6.		
				7. ピストンリング	7		7. 挿 拍	除	替
				8. 弁棒 室 内 部	8		8. パッキン取替		
				9. 位置指定なし	9	そ の 他	9. そ の 他		
1. 主 機	36. 起動空気管系と 空気管制弁			1. 管	1	亀 裂	1. 取 取	替替	
				2. 管 接 手	2	漏 漏	2. 摺 合		
				3. 弁・弁座・スプリング	3	折 损	3. 調 整		
				4. 動弁機構	4	スチック	4. 点 檢		
				5.	5		5.		
				6.	6		6.		
				7.	7	作動不 良	7. 撃 拍	除	替
				8.	8		8. パッキン取替		
				9. 位置指定なし	9	そ の 他	9. そ の 他		
1. 主 機	37. 調速器			1. スピンドル	1	折 损	1. 取 取	替替	
				2. 軸 摩 摧	2	耗	2. 調 整		
				3. リング・ビン	3	焼 損	3.		
				4. 重錘・ビン	4	破 壊	4. 放油・点油	替替	
				5. スプリング	5	死	5. 注油		
				6. 車	6	膠 着	6.		
				7. サーボ機構	7	連接不 良	7. 撃 拍	除	替
				8. 調整機構	8	感度不 良	8. パッキン取替		
				9. 位置指定なし	9	そ の 他	9. そ の 他		
1. 主 機	38. 安全弁			1. 弁	1		1. 取 取	替替	
				2. 弁 座	2	過熱・焼 損	2. 制 正・整 合		
				3. 取付部	3		3. 圧力調 整		
				4.	4	スチック	4.		
				5.	5	漏 漏	5.		
				6.	6	作動不 良	6.		
				7.	7		7. 撃 拍	除	替
				8.	8		8. パッキン取替		
				9. 位置指定なし	9	そ の 他	9. そ の 他		

機器分類	構成部品分類	部分分類	故障分類		作業分類	
			1.弁	1.漏洩 2.焼損 3.スチック 4.閉塞	1.取扱 2.正・整合 3.点検	1.替換 2.正・整合 3.点検
1.上機 39	指圧器弁	1.弁座	1.漏洩 2.焼損 3.スチック 4.閉塞	1.漏洩 2.焼損 3.スチック 4.閉塞	1.取扱 2.正・整合 3.点検	1.替換 2.正・整合 3.点検
		2.弁付部	5.	5.	5.	5.
		3.取扱	6.	6.	6.	6.
		4.位置指定なし	7.	7.	7.	7.
		5.	8.	8.	8.	8.
		6.	9.	9.	9.	9.
		7.				
		8.				
		9.				
1.上機 40	リュブリケータ 同駆動装置	1.リング・ギヤー	1.亀裂	1.亀裂	1.取扱	1.替換
		2.歯車・ラチェット・ ピン	2.折損	2.折損	2.調査	2.整備
		3.ブランジユニット	3.漏破	3.漏破	3.点検	3.点検
		4.ストレーナ	4.破裂	4.破裂	4.点検	4.点検
		5.サイトグラス	5.閉塞	5.閉塞	5.	5.
		6.管・管接手	6.	6.	6.	6.
		7.注油ノズル	7.	7.	7.	7.
		8.バッキンシ	8.作動不良	8.作動不良	8.バッキン取扱	8.バッキンの替換
		9.位置指定なし	9.その他	9.その他	9.その他	9.その他
1.上機 41	テレスコ	1.チューブ	1.亀裂	1.亀裂	1.取扱	1.替換
		2.バッキンボックス	2.屈曲	2.屈曲	2.	
		3.クッション・エバー コンプレッサー	3.折損	3.折損	3.削除	3.正味
		4.摩耗	4.耗耗	4.耗耗	4.点検	4.点検
		5.スマーリング	5.	5.	5.	
		6.	6.	6.	6.	
		7.	7.	7.	7.	
		8.	(冷却水不足)	8.	8.バッキン噴入	8.バッキン噴入
		9.位置指定なし	9.その他	9.その他	9.その他	9.その他
1.上機 42	軸系	1.推力軸受	1.亀裂	1.亀裂	1.取扱	1.整備
		2.同軸受	2.折損	2.折損	2.間隙計測・調整	2.正味
		3.中間軸受	3.腐食	3.腐食	3.削除	3.正味
		4.同軸摩擦	4.食耗	4.食耗	4.点検	4.点検
		5.推進軸	5.耗耗	5.耗耗	5.研磨	5.研磨
		6.スリーブ	6.	6.	6.リグナムバイタ取扱	6.リグナムバイタ取扱
		7.リグナムバイト (支面材)	7.	7.	7.注油・油持	7.注油・油持
		8.スタンダード	8.	8.	8.バッキン増入・取扱	8.バッキン増入・取扱
		9.位置指定なし	9.	9.	9.その他	9.その他
1.上機 43	推進器	1.翼	1.亀裂	1.亀裂	1.取扱	1.整備
		2.示ス	2.折損	2.折損	2.	
		3.翼取付スタッド	3.腐食	3.腐食	3.点検	3.点検
		4.	4.	4.	4.	
		5.	5.	5.	5.	
		6.	6.	6.	6.溶接	6.溶接
		7.	7.	7.	7.	
		8.バッキン	8.	8.	8.バッキン取扱	8.バッキン取扱
		9.位置指定せず	9.	9.	9.その他	9.その他
1.上機 44	タニング・ギヤ	1.雨蓋	1.亀裂	1.亀裂	1.取扱	1.整備
		2.液膜装置	2.欠損	2.欠損	2.調査	2.整備
		3.軸	3.腐食	3.腐食	3.点検	3.点検
		4.	4.	4.	4.	
		5.	5.	5.	5.	
		6.	6.	6.	6.注油・油持	6.注油・油持
		7.	7.	7.	7.	
		8.	8.	8.	8.	
		9.位置指定なし	9.	9.	9.その他	9.その他

機器分類	構成部品分類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
2 発電機ディーゼル	10	1	1	1
		2	2	2
		3	3	
		4	4	
		5	5	
		6	6	
		7	7	
		8	8	
		9	8	
2 発電機ディーゼル	10 シリンダ・カバー	1 ファイヤーサイド	1 亀裂	1 取替
		2 冷却水側	2 焼損	2 取付座摺合せ
		3 取付面	3 ガス漏洩	3 増締め
		4 締付ボルト	4 折損	4 点検
		5 付属品取付部	5 漏	5 水圧テスト
		6		6 接続
		7		7 削除
		8		8 ガスケット取替
		9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の
2 発電機ディーゼル	11 シリンダ・ジャケット	1 フランジ部	1 亀裂	1 取替
		2 下部取付部	2 食塩腐	2 増締め
		3 開口部	3 漏洩	3 点検
		4 締付ボルト	4 折損	4
		5 冷却水側	5	5 予備充填
		6		6 掃除
		7		7 パッキン取替
		8		8 その他の
		9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の
2 発電機ディーゼル	12 シリンダ・ライナー	1 内面	1 亀裂	1 取替
		2 冷却面	2 熱・焼食	2 摩耗量計測
		3	3 腐食	3
		4 ゴム・パッキン溝附近	4 摩耗	4 点検
		5	5 注油孔つまり	5 保護板取替
		6	6 漏	6 溶剤・オンド充填
		7		7 掃除
		8		8 パッキン取替
		9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の
2 発電機ディーゼル	13 架構 構管 排気トランク 集合管	1 シリンダブロック	1 亀裂	1 取替
		2 フランジ付根	2 折損	2 増締め
		3 ダイボルト	3 漏洩	3 点検
		4 ドア	4	4
		5 エキスパンションジョイント	5	5
		6		6 接続
		7		7 パッキン取替
		8		8 その他の
		9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の
2 発電機ディーゼル	14 台板	1 本体	1 亀裂	1 取替
		2 ホールディングボルト	2 折損	2
		3 締付ボルト	3	3 増締め
		4	4	4 点検
		5	5 漏洩	5
		6		6 溶接
		7		7
		8		8
		9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の

機器分類	構成部品分類	部分分類	故障分類			作業分類		
			1	2	3	4	5	6
2 発電機ディーゼル	15 単軸受	1 ホワイトメタル	1 龜裂	1 取替	替			
		2 軸受裏金	2 過熱・焼損	2 間隙計測				
		3 締付ボルト	3 所折損	3 増締め				
		4 注油管	4 剥離・欠損	4 点検				
		5	5 漏油	5 調整・修正				
		6	6 摩耗	6 改造・鋲・鉄				
		7	7 弛緩	7				
		8	8	8				
		9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の				
2 発電機ディーゼル	16 ピストン	1 ピストン頂部・外周部	1 龜裂	1 取替	替			
		2 リング溝部	2 過熱・焼損	2 摩耗量計測				
		3 ピストンビン	3 折損	3 増締め				
		4 ピストンピニオン軸受	4 摩耗	4 締点検				
		5 ピストンロッド	5 曲	5				
		6 ピストンリング	6 スクレーヴ	6 リング溝削正				
		7 オイルリング	7 弛緩	7 品				
		8	8 ブローバイ	8				
		9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の				
2 発電機ディーゼル	17 クランク軸	1	1	1				
		2	2	2				
		3	3	3				
		4	4	4				
		5	5	5				
		6	6	6				
		7	7	7				
		8	8	8				
		9	9	9				
2 発電機ディーゼル	18 クランク軸受	1 ピン	1 龜裂	1 取替	替			
		2 アーム	2 曲面	2 デフレクション計測				
		3 ジヤーナル	3 折損	3 デフレクション調整				
		4 フライ・ホール取付部	4 焼損	4 点検				
		5 バランス・ウエイト取付ボルト	5 スリップブレード	5 増締め				
		6	6 食	6 研磨				
		7	7 弛緩	7 注油路掃除				
		8	8 摩耗	8				
		9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の				
2 発電機ディーゼル	19 カム軸と同期動装置	1 ホワイトメタル	1 龜裂	1 取替	替			
		2 軸受裏金	2 過熱・焼損	2 間隙計測調整				
		3 クランク・ピン・ボルト	3 折損	3 増締め				
		4	4 剥離・欠損	4 点検				
		5	5	5 当り面修正				
		6	6 摩耗	6 改造・鋲・鉄				
		7	7 弛緩	7 注油路掃除				
		8	8	8				
		9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の				
2 発電機ディーゼル	20 キャビネット	1 軸	1 龜裂	1 取替	替			
		2 キヤーキヤー溝	2 折損	2 計測				
		3 軸受	3 分離	3 調整				
		4 キヤーキヤー	4 表面剥離	4 点検				
		5 ローラーチェーン	5 摩耗	5 表面研磨				
		6 カム	6 弛緩	6 増締め				
		7 カップリングボルト	7 弛緩	7 増締め				
		8	8	8				
		9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の				

機器分類	構成部品分類	部分分類		故障分類		作業分類	
		1	ハウジング	1	亀裂	1	取替
2 発電機ディーゼル	20 燃料ポンプと同駆動装置	2	蓄圧管・高圧管	2	折損	2	調査
		3	ブランジャー・バー	3	曲損	3	潤滑
		4	スプリング	4	表面離脱	4	点検
		5	吸入・吐出・溢出弁	5	スチック	5	
		6	駆動レバー	6	摩耗	6	
		7	カム・ローラ	7	漏油	7	掃除
		8	ブッシュ・軸受	8	弛緩	8	
		9	位置指定なし	9	その他の	9	その他
		1	本体	1	亀裂	1	取替
2 発電機ディーゼル	21 燃 料 弁	2	ミドル・バルブ	2	焼損	2	噴射圧力調整
		3	バルブ・ガイド	3	折損	3	潤滑
		4	スプリング・押棒	4	噴射圧力不良	4	点検
		5	チャップナット	5	スチック	5	
		6	ドレン弁	6	カーボンフラワー	6	
		7		7	漏洩	7	掃除
		8		8	ガス漏洩	8	バックキン取替
		9	位置指定なし	9	閉塞その他	9	その他
		1	カム	1	亀裂	1	取替
2 発電機ディーゼル	22 吸排気弁と同駆動装置	2	ローラ・ローラーガイド	2	焼損	2	間隙調整
		3	ブッシュ・ロッド	3	剥離	3	潤滑
		4	ロッカー・アーム	4	漏洩	4	点検
		5		5	摩耗	5	
		6	弁箱	6	欠腐	6	弁・弁座手入削正
		7	弁	7	腐食	7	掃除
		8	スプリングブッシュなど	8	スチック	8	バックキン取替
		9	位置指定なし	9	その他の	9	その他
		1	ケーシング	1	亀裂	1	取替
2 発電機ディーゼル	23 過給機タービン	2	ロータ	2	焼損	2	間隙計測
		3	軸	3	欠腐	3	バランス調整
		4	ブレード	4	屈曲	4	点検
		5	ノズル	5	腐食	5	
		6	軸受	6		6	溶接・ボンド充填
		7	ラビリンス	7	漏洩	7	掃除
		8		8	汚損	8	
		9	位置指定なし	9	その他の	9	その他
		1	インペラ	1	亀裂	1	取替
2 発電機ディーゼル	24 過給機プロワー	2	軸受	2	凝結	2	間隙計測
		3	ケーシング	3	屈曲	3	
		4		4		4	点検
		5		5	腐食	5	潤滑油取替
		6		6		6	溶接・ボンド充填
		7	エヤーサクション・フィルター	7	漏洩	7	掃除
		8	エヤークリーラー	8	汚損	8	
		9	位置指定なし	9	その他の	9	その他
		1	弁・弁座	1	破損	1	取替
2 発電機ディーゼル	25 空気燃料管制弁	2		2	腐食	2	潤滑
		3		3		3	
		4		4		4	
		5		5	作動不良	5	
		6		6	漏洩	6	
		7		7		7	掃除
		8		8		8	バックキン取替
		9	位置指定なし	9	その他の	9	その他

機器分類	構成部品分類	部分分類	故障分類	作業分類				
				1	2	3	4	5
2 発電機ディーゼル	26 起動弁	1 弁箱・弁座	1 亀裂	1 取替	替			
		2 弁棒・案内部	2 損傷	2 削除	削除			
		3 スプリング	3 漏洩	3 清掃	清掃			
		4 スチック	4 クラック	4 調査	調査			
		5	5	5				
		6	6	6				
		7	7	7	掃除	掃除		
		8	8	8				
		9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の				
2 発電機ディーゼル	27 調速器	1 スピンドル	1 折損	1 取替	替			
		2 球軸受	2 摩耗	2 調査	調査			
		3 重連ビン	3 焼付	3 点検	点検			
		4 スプリング	4 破損	4 点	点			
		5 駆動歯車	5 欠損	5 换着	換着			
		6 燃料管制リンク	6 膨脹	6 不良緩和	8 パッキン取替	除		
		7	7	7				
		8	8	8				
		9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の				
2 発電機ディーゼル	28 安全弁	1 弁	1	1 取替	替			
		2 弁座	2	2 削正	削正			
		3 スプリング	3 付着	3 力調整	力調整			
		4 リテナー	4	4				
		5	5	5				
		6	6	6				
		7	7	7				
		8	8	8 パッキン取替	パッキン取替			
		9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の				
2 発電機ディーゼル	29 指圧器弁	1 弁	1	1 取替	替			
		2 弁座	2 漏洩	2 摂台	摂台			
		3	3	3 点検	点検			
		4	4	4				
		5	5	5				
		6	6	6				
		7	7	7				
		8	8	8 パッキン取替	パッキン取替			
		9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の				
2 発電機ディーゼル	30 L.O.ポンプ及管系	1 歯車・軸・軸受	1 亀裂	1 取替	替			
		2 吸入弁・吐出弁	2 摩耗	2 計測	計測			
		3 ポンプ・ケーシング	3 欠損	3 漏洩止め	漏洩止め			
		4 バケット	4 食腐	4 点検	点検			
		5 圧力調整弁	5 破壊	5 油取替	油取替			
		6 L.O.クーラー・フィルター	6 漏洩	6 保護並鉛取替	保護並鉛取替			
		7 管	7 吐出圧力不足	7 掃除	除			
		8 駆動装置	8 汚損・閉塞	8 パッキン取替	パッキン取替			
		9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の				
2 発電機ディーゼル	31 F.O.供給ポンプ(F.O.ブライ)及管系	1 ポンプケーシング	1 亀裂	1 取替	替			
		2 軸車・軸・軸受	2 欠損	2 計測	計測			
		3 軸封部	3 摩擦	3 漏洩止め	漏洩止め			
		4 管	4 破壊	4 検査	検査			
		5	5 漏洩	5				
		6 圧力調整弁	6	6				
		7 駆動歯車	7 吐出圧力不足	7				
		8 フィルター	8 汚損・閉塞	8 パッキン取替	パッキン取替			
		9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の				

機器分類		構成部品分類		部 分 分 類		故障分類		作業分類	
2 発電機 ディーゼル	32 ジャケットクーリングポンプ			1 ポンプケーシング	1 裂	1 取	替		
				2 吸入弁及吐出弁	2 摩	2 計	測		
				3 バケツト	3 腐	3 摺	合	せ	検
				4 インペラ	4 破	4 損	点		
				5 軸・軸受	5 弛	5 錠			
				6 軸封部	6 漏	6 潟			
				7 駆動装置	7 吐出圧不足	7 握	除		
				8 ストレーナ	8 汚損・閉塞	8 ハッキン	取替		
				9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の			
2 発電機 ディーゼル	33 操縦機構及危急装置			1 レバーリング	1 裂	1 取	替		
				2 過速停止装置	2 摩	2 調	整		
				3 L.O.トリップ	3 腐	3 着			
				4	4 接	4 点	検		
				5	5 不良	5			
				6		6			
				7	7 不良	7 握	除		
				8		8			
				9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の			
3 機室補機	00			1	1	1			
				2		2			
				3		3			
				4		4			
				5		5			
				6		6			
				7		7			
				8		8			
				9		9			
3 機室補機	10 海水冷却ポンプ			1 ケーシング	1 裂	1 取	替		
				2 インペラ	2 食	2 計	測		
				3 軸	3 粘	3 摺	合	せ	検
				4 ライナ(スリーブ)	4 損	4 点			
				5 軸受	5 曲	5			
				6 軸封部	6 損	6 溶	接		
				7	7 不足	7 掃	除		
				8	8 潟	8 ハッキン	取替		
				9 位置指定なし	9 の他の	9 その他の			
3 機室補機	11 清水冷却ポンプ ピストン冷却水ポンプ			1 ケーシング	1 裂	1 取	替		
				2 インペラ	2 食	2 計	測		
				3	3 粘	3 摺	合	せ	検
				4 ライナ(スリーブ)	4 損	4 点			
				5 軸受	5 曲	5			
				6 軸封部	6 損	6			
				7	7 不足	7 握	除		
				8	8 潟	8 ハッキン	取替		
				9 位置指定なし	9 その他の	9 その他の			

機器分類	構成部品分類	部分分類	故障分類	作業分類	
				取扱	替測せん
機室油機	潤滑油ポンプ (歯車式)	主歯車	1 亀裂	1 取扱	替測せん
		從歯車	2 磨耗	2 計測	台
		シングル	3 摩擦	3 測定	合
		圧力調整弁	4 破損	4 故障	点
		軸受	5 潟漏	5 换算	
		軸封部	6 折損	6 换算	
		軸封	7 吐出圧力不足	7 换算	他替測せん
		位置指定なし	8 の	8 取扱	除算
		ケーシング	9 その他	9 取扱	他替測せん
機室油機	潤滑油ポンプ (往復動式)	バケット	1 亀裂	1 取扱	替測せん
		吸込・吐出弁	2 磨耗	2 計測	台
		ピストン・ロッド	3 破損	3 測定	合
		クランク軸	4 潟漏	4 故障	点
		軸受	5	5	
		駆動装置部	6 吐出圧力不足	6 换算	他替測せん
		位置指定なし	7 の	7 取扱	除算
		ケーシング	8 その他	8 取扱	他替測せん
		軸	9 磨耗	9 取扱	合
機室油機	雑用油ポンプ	ライナ(スリーフ)	1 破損	1 取扱	替測せん
		軸受	2 折損	2 計測	
		軸封部	3 吐出圧力不足	3 測定	合
		軸封	4 潟漏	4 故障	点
		位置指定なし	5 の	5 换算	他替測せん
		主歯車	6 亀裂	6 换算	除算
		從歯車	7 磨耗	7 取扱	他替測せん
		シングル	8 摩擦	8 測定	合
		圧力調整弁	9 破損	9 故障	点
機室油機	燃料冷却油 (水ポンプ)	軸受	1 潟漏	1 取扱	替測せん
		軸封部	2 折損	2 計測	
		インペラ	3 吐出圧力不足	3 測定	合
		位置指定なし	4 の	4 故障	点
		ケーシング	5 亀裂	5 换算	他替測せん
		バケット	6 磨耗	6 换算	
		吸込・吐出弁	7 摩擦	7 測定	合
		ピストン・ロッド	8 破損	8 故障	点
		クランク軸	9 潟漏	9 换算	他替測せん
機室油機	清水ポンプ	軸受	1	1 取扱	替測せん
		駆動装置部	2 吐出圧力不足	2 計測	台
		軸封	3 の	3 測定	合
		位置指定なし	4 その他	4 故障	点
		ケーシング	5 亀裂	5 换算	他替測せん
		バケット	6 磨耗	6 换算	
		吸込・吐出弁	7 摩擦	7 測定	合
		ピストン・ロッド	8 破損	8 故障	点
		クランク軸	9 潟漏	9 换算	他替測せん
機室油機	燃料油移送ポンプ (往復動式)	軸受	1	1 取扱	替測せん
		駆動装置部	2 吐出圧力不足	2 計測	台
		軸封	3 の	3 測定	合
		位置指定なし	4 その他	4 故障	点
		ケーシング	5 亀裂	5 换算	他替測せん
		バケット	6 磨耗	6 换算	
		吸込・吐出弁	7 摩擦	7 測定	合
		ピストン・ロッド	8 破損	8 故障	点
		クランク軸	9 潟漏	9 换算	他替測せん

機器分類	構成部品分類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類					
				1	2	3	4	5	6
3. 機室補機	18 燃料油移送ポンプ (運転式)	1 上 齢 車	1 亀 頭	1 取	計	各	替	測	せ
		2 離 齒 車	2 食 材	2 捜	合	合	換	測	せ
		3 ケ ニ ニ シ グ	3 粉 打	3 点					
		4 軸	4 破 損	4 点					
		5	5 漏 渡	5					
		6 軸 受 部	6 折 断	6					
		7 軸 封 部	7 吐 出 压 力 不 足	7					
		8	8 そ の 他	8					
		9 位 置 指 定 な し	9 そ の 他	9					
3. 機室補機	19 調滑油移送ポンプ (運転式)	1 上 齢 車	1 亀 頭	1 取	計	各	替	測	せ
		2 離 齒 車	2 食 材	2 捜	合	合	換	測	せ
		3 ケ ニ ニ シ グ	3 粉 打	3 点					
		4 軸	4 破 損	4 点					
		5	5 漏 渡	5					
		6 軸 受 部	6 折 断	6					
		7 軸 封 部	7 吐 出 压 力 不 足	7					
		8	8 そ の 他	8					
		9 位 置 指 定 な し	9 そ の 他	9					
3. 機室補機	20 制御空氣用圧縮機	1 シ リ ン ダ・カ バー	1 亀 頭	1 取	計	各	替	測	せ
		2 ピ スト ニ ン グ	2 折 断	2 損					
		3 ピ スト ニ ン ロ ッ ピ ン	3 破 損	3 捜	台				
		4 ピ スト ニ ン ピ ル ピ ン	4 摩 擦	4 点	調				
		5 ラ ラ ン ル 軸	5 漏 渡	5					
		6 升・弁 座・取付 部	6 漏 渡	6					
		7 軸 受 部	7 運 動 不 良	7					
		8 冷 却 装 置	8 強 緩・ス リ ッ プ	8					
		9 位 置 指 定 な し	9 そ の 他	9					
3. 機室補機	21 壓空用圧縮機	1 シ リ ン ダ・カ バー	1 亀 頭	1 取	計	各	替	測	せ
		2 ピ スト ニ ン グ	2 折 断	2 損	3 捜	台	除	せ	
		3 ピ スト ニ ン ロ ッ ピ ン	3 破 損	3 捜	点				
		4	4 摩 擦	4 点	調				
		5 ク ラ ン ク 軸	5 漏 渡	5					
		6 升・弁 座・取付 部	6 漏 渡	6					
		7 軸 受 部	7 作 動 不 良	7					
		8 ク ラ ン ク 子	8 摩 擦 面 の すべり	8					
		9 位 置 指 定 な し	9 そ の 他	9					
3. 機室補機	22 制冷用冷凍器部	1 カ ピ バ ー	1 亀 頭	1 取	計	各	替	測	せ
		2 管 道	2 食 材	2 捜	合	合	換	測	せ
		3 管 板	3 漏 渡	3					
		4		4					
		5		5					
		6		6					
		7		7					
		8		8					
		9 位 置 指 定 な し	9 そ の 他	9					
3. 機室補機	23 空氣用圧縮機	1 シ リ ン ダ・カ バー	1 亀 頭	1 取	計	各	替	測	せ
		2 ピ スト ニ ン グ	2 折 断	2 損	3 捜	台	除	せ	
		3 ピ スト ニ ン ロ ッ ピ ン	3 破 損	3 捜	点				
		4 ピ スト ニ ン ピ ル ピ ン	4 摩 擦	4 点	調				
		5 フ ラ ン ク 軸	5 漏 渡	5					
		6 升・弁 座・取付 部	6 作 動 不 良	6					
		7 軸 受 部	7 摩 擦 面 の すべり	7					
		8 原 動 機	8 そ の 他	8					
		9 位 置 指 定 な し	9 そ の 他	9					

機器分類	構成部品分類	故障分類									作業分類	定期検査
		部	分	分	類	1	2	3	4	5		
3 機室補機 24 燃料油清浄機		1 ケーシング・カバー	1	危険	1	取	計	調	点	替換	定期検査	
		2 ポール・ディスク	2	腐	2							
		3 摩擦歯車・駆動歯	3	摩	3	食	耗	損	漏			
		4 車・ベルト	4	車	4	耗	損	漏				
		5 ゴム・ガスケットバ	5	受	5	漏						
		6 フキン	6	ゴム	6	良	曲	損				
		7 スリーウィング・ス	7	スリ	7	曲	損	他				
		8 リープ	8	リープ	8	他						
		9 リングダム・ディスク	9	位置	9							
		1 チャージスクリュー	1	位置	1							
		2 スピンドル	2	位置	2							
		3 バランスタブ	3	位置	3							
		4 フロア	4	位置	4							
		5 ゴム・ガスケットバ	5	位置	5							
		6 フキン	6	位置	6							
		7 スリーウィング・ス	7	位置	7							
		8 リープ	8	位置	8							
		9 リングダム・ディスク	9	位置	9							
3 機室補機 25 潤滑油清浄機		1 ケーシング・カバー	1	危険	1	取	計	調	点	除	代替	定期検査
		2 ポール・ディスク	2	腐	2							
		3 摩擦歯車・駆動歯	3	摩	3	食	耗	損	漏			
		4 車・ベルト	4	車	4	耗	損	漏				
		5 ゴム・ガスケットバ	5	受	5	漏						
		6 フキン	6	ゴム	6	良	曲	損	他			
		7 スリーウィング・ス	7	スリ	7	曲	損	他				
		8 リープ	8	リープ	8	他						
		9 リングダム・ディスク	9	位置	9	位置	位置	位置	位置	位置	位置	位置
3 機室補機 26 セルフジェクタ		1 ケーシング・カバー	1	危険	1	取	計	調	点	除	代替	定期検査
		2 ポール・ディスク	2	腐	2							
		3 駆動歯車・摩擦歯	3	摩	3	食	耗	損	漏			
		4 軸・車・軸受	4	車	4	耗	損	漏				
		5 ゴム・バッキン	5	軸	5	漏						
		6 リンググリム	6	バッキン	6	良						
		7 ノブ	7	バッキン	7	差						
		8 附着ボンプ・循環水	8	附着	8	汚	損					
		9 位置指定なし	9	位置	9	その他						
3 機室補機 27 グラビトロール (油清浄機)		1 ケーシング・カバー	1	危険	1	取	計	調	点	除	代替	定期検査
		2 ポール・ディスク	2	腐	2							
		3 駆動歯車	3	摩	3	食	耗	損	漏			
		4 軸・車・軸受	4	車	4	耗	損	漏				
		5 ゴム・バッキン	5	軸	5	漏						
		6 リンググリム	6	バッキン	6	良						
		7 ノブ	7	バッキン	7	差						
		8 附着ポンプ・循環水	8	附着	8	汚	損					
		9 位置指定なし	9	位置	9	その他						
3 機室補機 28 潤滑油クーラー <sup>(主機用)</sup>		1 カバーバー	1	腐	1	取	計	調	点	除	代替	定期検査
		2 管	2	漏	2	漏	渉	止				
		3 管板	3	漏	3							
		4 切板	4		4							
		5	5		5							
		6	6		6							
		7	7		7							
		8	8		8							
		9 位置指定なし	9	位置	9	その他						
		1	1		1							
		2	2		2							
		3	3		3							
		4	4		4							
		5	5		5							
		6	6		6							
		7	7		7							
		8	8		8							
		9	9		9							

機器分類	構成部品分類	部分分類	故障分類		作業分類	
			1. 力バ	2. 腐食	3. 漏洩	4. 食
3 機室補機	29 清水クーラー (主機用)	1. 力バ 2. 管 3. 管板 4. 仕切板 5. 6. 7. 8. 9. 位置指定なし	1. 腐食 2. 漏洩 3. 食	4. 漏洩 5. 6. 7. 8. 汚 9. その他の	1. 取 2. 漏洩止め 3. 4. 点検 5. 6. 保護垂鉛取替 7. 握 8. パッキン取替 9. その他の	1. 取 2. 漏洩止め 3. 4. 点検 5. 6. 保護垂鉛取替 7. 握 8. パッキン取替 9. その他の
		1. 力バ 2. 管 3. 管板 4. 仕切板 5. 6. 7. 8. 9. 位置指定なし	1. 腐食 2. 漏洩 3. 食	4. 漏洩 5. 6. 7. 8. 汚 9. その他の	1. 取 2. 漏洩止め 3. 4. 点検 5. 6. 保護垂鉛取替 7. 握 8. パッキン取替 9. その他の	1. 取 2. 漏洩止め 3. 4. 点検 5. 6. 保護垂鉛取替 7. 握 8. パッキン取替 9. その他の
		1. コイル 2. コイル取付部 3. 管 4. 管板 5. 6. 7. 8. 9. 位置指定なし	1. 腐食 2. 漏洩 3. 食	4. 漏洩 5. 6. 7. 8. 汚 9. その他の	1. 取 2. 漏洩止め 3. 4. 点検 5. 6. 7. 握 8. パッキン取替 9. その他の	1. 取 2. 漏洩止め 3. 4. 点検 5. 6. 7. 握 8. パッキン取替 9. その他の
		1. コイル 2. コイル取付部 3. 管 4. 管板 5. 6. 7. 8. 9. 位置指定なし	1. 腐食 2. 漏洩 3. 食	4. 漏洩 5. 6. 7. 8. 汚 9. その他の	1. 取 2. 漏洩止め 3. 4. 点検 5. 6. 7. 握 8. パッキン取替 9. その他の	1. 取 2. 漏洩止め 3. 4. 点検 5. 6. 7. 握 8. パッキン取替 9. その他の
		1. コイル 2. コイル取付部 3. 管 4. 管板 5. 6. 7. 8. 9. 位置指定なし	1. 腐食 2. 漏洩 3. 食	4. 漏洩 5. 6. 7. 8. 汚 9. その他の	1. 取 2. 漏洩止め 3. 4. 点検 5. 6. 7. 握 8. パッキン取替 9. その他の	1. 取 2. 漏洩止め 3. 4. 点検 5. 6. 7. 握 8. パッキン取替 9. その他の
		1. コイル 2. コイル取付部 3. 管 4. 管板 5. 6. 7. 8. 9. 位置指定なし	1. 腐食 2. 漏洩 3. 食	4. 漏洩 5. 6. 7. 8. 汚 9. その他の	1. 取 2. 漏洩止め 3. 4. 点検 5. 6. 7. 握 8. パッキン取替 9. その他の	1. 取 2. 漏洩止め 3. 4. 点検 5. 6. 7. 握 8. パッキン取替 9. その他の
		1. コイル 2. コイル取付部 3. 管 4. 管板 5. 6. 7. 8. 9. 位置指定なし	1. 腐食 2. 漏洩 3. 食	4. 漏洩 5. 6. 7. 8. 汚 9. その他の	1. 取 2. 漏洩止め 3. 4. 点検 5. 6. 7. 握 8. パッキン取替 9. その他の	1. 取 2. 漏洩止め 3. 4. 点検 5. 6. 7. 握 8. パッキン取替 9. その他の
		1. コイル 2. コイル取付部 3. 管 4. 管板 5. 6. 7. 8. 9. 位置指定なし	1. 腐食 2. 漏洩 3. 食	4. 漏洩 5. 6. 7. 8. 汚 9. その他の	1. 取 2. 漏洩止め 3. 4. 点検 5. 6. 7. 握 8. パッキン取替 9. その他の	1. 取 2. 漏洩止め 3. 4. 点検 5. 6. 7. 握 8. パッキン取替 9. その他の
		1. コイル 2. コイル取付部 3. 管 4. 管板 5. 6. 7. 8. 9. 位置指定なし	1. 腐食 2. 漏洩 3. 食	4. 漏洩 5. 6. 7. 8. 汚 9. その他の	1. 取 2. 漏洩止め 3. 4. 点検 5. 6. 7. 握 8. パッキン取替 9. その他の	1. 取 2. 漏洩止め 3. 4. 点検 5. 6. 7. 握 8. パッキン取替 9. その他の

機器分類	構成部品分類	部 分 分 類		故 障 分 類		作 業 分 類	
		1	2	1	2	1	2
4 電気機器	001	1 摺 線	1 摋 線	1 取 棟	1 檢・計	1 檢・計	1 檢・計
		2 軸・軸受	2 短絡	2 点調	2 整	2 整	2 整
		3 コミュニケーティング	3 不良	3 線	3 線	3 線	3 線
		4 フラッシュ	4 絶縁	4 不良	4 線	4 線	4 線
		5 プラシ及ホールダー	5 断線	5 タイプ	5 破損	5 破損	5 破損
		6 フラグ	6 故障	6 リン	6 破損	6 破損	6 破損
		7 セレクション・リード	7 故障	7 流	7 不良	7 破損	7 破損
		8 ターミナル・リード	8 他	8 慢	8 増	8 増	8 増
		9 線	9 その他	9 の	9 その他	9 その他	9 その他
4 電気機器	10	1 摺 線	1 摋 線	1 損	1 檢・計	1 檢・計	1 檢・計
		2 軸・軸受	2 短絡	2 点調	2 整	2 整	2 整
		3 コミュニケータ	3 不良	3 線	3 線	3 線	3 線
		4 フラッシュ	4 絶縁	4 不良	4 線	4 線	4 線
		5 プラシ及ホールダー	5 断線	5 タイプ	5 破損	5 破損	5 破損
		6 フラグ	6 故障	6 リン	6 破損	6 破損	6 破損
		7 セレクション・リード	7 故障	7 流	7 不良	7 破損	7 破損
		8 ターミナル・リード	8 他	8 慢	8 増	8 増	8 増
		9 線	9 その他	9 の	9 その他	9 その他	9 その他
4 電気機器	11	1 摺 線	1 摋 線	1 損	1 檢・計	1 檢・計	1 檢・計
		2 軸・軸受	2 短絡	2 点調	2 整	2 整	2 整
		3 コミュニケータ	3 不良	3 線	3 線	3 線	3 線
		4 フラッシュ	4 絶縁	4 不良	4 線	4 線	4 線
		5 プラシ及ホールダー	5 断線	5 タイプ	5 破損	5 破損	5 破損
		6 フラグ	6 故障	6 リン	6 破損	6 破損	6 破損
		7 セレクション・リード	7 故障	7 流	7 不良	7 破損	7 破損
		8 ターミナル・リード	8 他	8 慢	8 増	8 増	8 増
		9 線	9 その他	9 の	9 その他	9 その他	9 その他
4 電気機器	12	1 ブレーカ	1 摋 線	1 損	1 檢・計	1 檢・計	1 檢・計
		2 スイッチ	2 短絡	2 点調	2 整	2 整	2 整
		3 ブル	3 不良	3 線	3 線	3 線	3 線
		4 磁調整器	4 絶縁	4 不良	4 線	4 線	4 線
		5 定電圧調整器	5 断線	5 タイプ	5 破損	5 破損	5 破損
		6 保護装置	6 故障	6 リン	6 破損	6 破損	6 破損
		7 同期回路	7 动	7 不度	7 不良	7 破損	7 破損
		8 計器	8 他	8 慢	8 增	8 增	8 增
		9 位置指定なし	9 その他	9 の	9 その他	9 その他	9 その他
4 電気機器	13	1 ケーブル	1 摋 線	1 損	1 檢・計	1 檢・計	1 檢・計
		2 トランジス	2 短絡	2 地接	2 接	2 接	2 接
		3 ブレーカ	3 不良	3 線	3 線	3 線	3 線
		4 スライツ	4 断線	4 破損	4 破損	4 破損	4 破損
		5 端子盤	5 短接	5 線	5 線	5 線	5 線
		6 ブル	6 短接	6 触	6 不良	6 破損	6 破損
		7 位	7 他	7 慢	7 增	7 增	7 增
		8 位置指定なし	8 その他	8 の	8 その他	8 その他	8 その他
		9 位	9 位置	9 の	9 位置	9 位置	9 位置
4 電気機器	14	1 トランジス	1 摋 線	1 損	1 檢・計	1 檢・計	1 檢・計
		2 スイッチ	2 短絡	2 地接	2 接	2 接	2 接
		3 ピューズ	3 不良	3 線	3 線	3 線	3 線
		4 起動抵抗器	4 絶縁	4 不良	4 線	4 線	4 線
		5 保護接觸器	5 断線	5 タイプ	5 破損	5 破損	5 破損
		6 主助接觸器	6 故障	6 リン	6 破損	6 破損	6 破損
		7 始動リレー	7 他	7 慢	7 增	7 增	7 增
		8 タイマー	8 他	8 慢	8 增	8 增	8 增
		9 位置指定なし	9 その他	9 の	9 その他	9 その他	9 その他

機器分類	構成部品分類	部分分類	故障分類	作業分類				
				1	2	3	4	5
補助ならびに排ガスボイラ	00		1 火 焼 廉	1 燃 爐 室	1 燃 爐 形 漏	1 取 扉	1 替	
			2 煙 管	2 管	2 漏	2 弁・コック摺合	2	
			3 弁・コック	3 弁	3 漏止	3 漏止	3	
			4 安 全 弁	4 瓦	4 傷食	4 檢査	4	
			5 煉 瓦	5 瓦	5 増 級	5 瓦積補修	5	
			6 水 管	6	6	6 撥止	6	
			7 ヘ ッ ツ ダ	7	7	7 撥止	7	
			8 位 置 指 定 な し	8	8 汚 损	8 パッキン取替	8	
			9	9	9 そ の 他	9 そ の 他	9	
補助ならびに排ガスボイラ	10 気 体 本 体		1 給 水 ボ ン プ	1	1 摩 磨	1 取 扉	1 替	
			2 給 水 調 芯 器	2	2 耗 食	2 調 整	2	
			3 補 給 水 ボ ン プ	3	3 搾 合	3 せ	3	
			4 管 及 接 手	4	4 檢 査	4 檢査	4	
			5 ガスケードタンク	5	5 漏 止	5 漏止	5	
			6 弁・コック	6	6	6	6	
			7 介 直 水 循 環 ボ ン プ	7	7 不 足	7 除	7	
			8 復 水 器	8	8 汚 损	8 パッキン取替	8	
			9 位 置 指 定 な し	9	9 そ の 他	9 そ の 他	9	
補助ならびに排ガスボイラ	11 給 水 系		1 噴 燃 ボ ン プ	1	1 取 扉	1 替	1 替	
			2 バ ー ナ	2	2 調 整	2 整	2 整	
			3	3 摶 合	3 せ	3 せ	3 せ	
			4 管・接 手	4	4 檢 査	4 檢査	4 檢査	
			5 ス ト レ ー ナ	5	5 漏 止	5 漏止	5 漏止	
			6 弁・コック	6	6	6	6	
			7 燃 油 加 热 器	7	7 不 足	7 除	7 除	
			8 送 風 機	8	8 汚 损	8 パッキン取替	8 替	
			9 位 置 指 定 な し	9	9 そ の 他	9 そ の 他	9 替	
補助ならびに排ガスボイラ	12 燃 烧 系		1	1	1	1	1	
			2	2	2	2	2	
			3	3	3	3	3	
			4	4	4	4	4	
			5	5	5	5	5	
			6	6	6	6	6	
			7	7	7	7	7	
			8	8	8	8	8	
			9	9	9	9	6	

機器分類		構成部品分類		部分分類		故障分類		作業分類	
6 管系と弁	00			1		1		1	
				2		2		2	
				3		3		3	
				4		4		4	
				5		5		5	
				6		6		6	
				7		7		7	
				8		8		8	
				9		9		9	
6 管系と弁	10	燃油管系		1 管	1 腐食	1 取扱合せ	1 换	1 取扱合せ	1 换
				2 接手	2 食	2 合	2 せ	2 合	2 せ
				3 ストレーナ	3 漏食	3 増	3 め	3 増	3 め
				4 弁・コック	4 破損	4 締	4 檢	4 締	4 檢
				5 タンク	5	5	5	5	5
				6		6		6	
				7		7		7	
				8	汚損	8 バッキン	8 除替	8 バッキン	8 除替
				9 位置指定なし	9 のその他	9 その他	9 その他	9 その他	9 その他
6 管系と弁	11	潤滑油管系		1 管・接手	1 腐食	1 取扱合せ	1 替	1 取扱合せ	1 替
				2	2 食	2 増	2 点	2 増	2 点
				3 ストレーナ	3 漏食	3 締	3 檢	3 締	3 檢
				4 弁・コック	4 破	4 点	4 点	4 点	4 点
				5 タンク	5	5	5	5	5
				6		6		6	
				7		7		7	
				8	汚	8 バッキン	8 替	8 バッキン	8 替
				9 位置指定なし	9 のその他	9 その他	9 その他	9 その他	9 その他
6 管系と弁	12	清水管系		1 管・接手	1 腐食	1 取扱合せ	1 替	1 取扱合せ	1 替
				2	2 食	2 増	2 点	2 増	2 点
				3 ストレーナ	3 漏食	3 締	3 檢	3 締	3 檢
				4 弁・コック	4 破	4 点	4 点	4 点	4 点
				5 カスクエード	5	5	5	5	5
				6 サンプラー	6	6	6	6	6
				7 エキスパンダ	7	7	7	7	7
				8	汚	8 バッキン	8 替	8 バッキン	8 替
				9 位置指定なし	9 のその他	9 その他	9 その他	9 その他	9 その他
6 管系と弁	13	海水管系		1 管・接手	1 腐食	1 取扱合せ	1 替	1 取扱合せ	1 替
				2	2 食	2 増	2 点	2 増	2 点
				3 ストレーナ	3 漏	3 締	3 保	3 保	3 保
				4 弁・コック	4 水	4 点	4 滉	4 滉	4 滉
				5	5	5	5	5	5
				6		6		6	
				7		7		7	
				8	汚	8 バッキン	8 替	8 バッキン	8 替
				9 位置指定なし	9 のその他	9 その他	9 その他	9 その他	9 その他
6 管系と弁	14	空気管系		1 管	1 腐食	1 取扱合せ	1 替	1 取扱合せ	1 替
				2 接手	2 食	2 増	2 点	2 増	2 点
				3 フィルタ	3 漏食	3 締	3 檢	3 締	3 檢
				4 弁・コック	4 破	4 点	4 点	4 点	4 点
				5 空気圧縮機	5	5	5	5	5
				6 安全弁・減圧弁	6	6	6	6	6
				7		7		7	
				8	汚	8 バッキン	8 替	8 バッキン	8 替
				9 位置指定なし	9 のその他	9 その他	9 その他	9 その他	9 その他

機器分類		構成部品分類		部分分類		故障分類		作業分類	
6 管系と弁	15 排気管系			1 管	1	腐食	2 食	1 取替	替
				2 膨脹接手	2	漏	3 渋	2 増補の	
				3 ストレーナ	3			3 検	
				4 サイレンサー スパークアレスタ	4	破損	4 点検	4 点	
				5 切替ダンパー	5	切損	5	5 ラッピング補修	
				6				6 増補の	
				7				7 除	
				8		汚損	8 パッキン取替	8 パッキン	
				9 位置指定なし	9	その他	9 その他の	9 その他の	
6 管系と弁	16 加熱蒸気管系			1 管・接手	1		1 取替	1 取替	
				2 タンクヒートイン グコイル	2	腐食	2 摺合せ	2 摺合せ	
				3		漏	3 増補の	3 増補の	
				4 弁・コック	4		4 検	4 検	
				5			5 除	5 除	
				6			6	6	
				7			7	7	
				8			8 パッキン取替	8 パッキン	
				9 位置指定なし	9	その他	9 その他の	9 その他の	
7 自動制御、遠隔操作装置と計器	00			1	1		1	1	
				2	2		2	2	
				3	3		3	3	
				4	4		4	4	
				5	5		5	5	
				6	6		6	6	
				7	7		7	7	
				8	8		8	8	
				9	9		9	9	
7 自動制御、遠隔操作装置と計器	10 主機操縦			1 燃料ハンドル操作機構	1	作動しない	1	1	
				2 レバーシング機構	2	作動不良	2	2	
				3 超動空気ハンドル操作機構	3		3 調整	3 調整	
				4 インターロック機構	4		4 部品修理	4 部品修理	
				5 緊急停止装置	5		5 部品取替	5 部品取替	
				6 危険回転数回避装置	6		6 换	6 换	
				7	7		7 换	7 换	
				8	8		8 除	8 除	
				9 その他の	9	その他	9 その他の	9 その他の	
7 自動制御、遠隔操作装置と計器	11 燃料油系統			1 燃料油自動切換	1	作動しない	1	1	
				2 サービスポンプ自動発停	2	作動不良	2	2	
				3 油清浄機自動発停	3		3 調整	3 調整	
				4 温度調節	4		4 点検	4 点検	
				5 液面調節	5		5 部品修理	5 部品修理	
				6 移油ポンプ発停	6		6 部品取替	6 部品取替	
				7 ブースタポンプ発停	7		7 换	7 换	
				8 清浄機自動排出装置	8		8 除	8 除	
				9 その他の	9	その他	9 その他の	9 その他の	

機器分類	構成部品分類	部分分類	故障分類	作業分類
7 自動制御・ 遠隔操作裝置と計器	12 潤滑油系統	1 システム油温度調節	1 作動しない	1
		2 潤滑油ポンプ発停・自動切替	2 作動不良	2
		3 壓力調整	3	3 調整
		4 ストレーナ清浄	4	4 檢査
		5 潤滑油清浄機発停	5	5 部品修理替
		6 同上 加熱温度調節	6	6 部品取扱
		7 過給機用L.O.ポンプ発停・自動切替	7	7 换
		8 清浄機自動スラッジ排出	8	8
		9 その他の	9 その他の	9 その他の
7 自動制御・ 遠隔操作裝置と計器	13 冷却水系統	1 水冷却ポンプ発停・自動切替	1 作動しない	1
		2 水冷却ポンプ発停・自動切替	2 作動不良	2
		3 燃料弁冷却油(水)ポンプ発停・自動切替	3	3 調整
		4	4	4 檢査
		5	5	5 部品修理替
		6 温度調節	6	6 部品取扱
		7 壓力調整	7	7 握
		8	8	8
		9 その他の	9 その他の	9 その他の
7 自動制御・ 遠隔操作裝置と計器	14 電気機器	1 主発電機遠隔発停	1 作動しない	1
		2 自動負荷選択	2 作動不良	2
		3 抜遮断装置	3	3 調整
		4	4	4 檢査
		5	5	5 部品修理替
		6 順次起動	6	6 部品取扱
		7 シーケンス制御	7	7 握
		8 スキヤニシタ	8	8
		9 その他の	9 その他の	9 その他の
7 自動制御・ 遠隔操作裝置と計器	15 空気系統	1 空気圧縮機発停	1 作動しない	1
		2 同上自動発停	2 作動不良	2
		3 自動制御用空気圧縮機自動発停	3	3 調整
		4	4	4 檢査
		5 起動空気塞止弁遠隔操作	5	5 部品修理替
		6 空気ブレンチ遠隔操作	6	6 部品取扱
		7	7	7 握
		8	8	8
		9 その他の	9 その他の	9 その他の
7 自動制御・ 遠隔操作裝置と計器	16 補助ならびに排水ガスボイラ系	1 自動給水制御装置	1 作動しない	1
		2 自動点火装置	2 作動不良	2
		3	3	3 調整
		4 低水流環ポンプ発停	4	4 檢査
		5 排気ダレンバの遠隔操作	5	5 部品修理替
		6 余剰蒸気調節	6	6 部品取扱
		7 給水ポンプ自動発停・切替	7	7 握
		8 噴燃ポンプ自動切替	8	8
		9 その他の	9 その他の	9 その他の
7 自動制御・ 遠隔操作裝置と計器	17 通信系統	1 テレグラフ	1 作動しない	1
		2 同上自動記録	2 作動不良	2
		3 自動交換電話	3	3 調整
		4	4	4 檢査
		5	5	5 部品修理替
		6	6	6 部品取扱
		7	7	7 握
		8	8	8
		9 その他の	9 その他の	9 その他の

機器分類	構成部品分類	部 分 分 類	故 障 分 類	作 業 分 類
7 自動制御・遠隔操作装置と計器	18 温 度 計	1 热電温度計 2 抵抗温度計 3 压力温度計 4 金属膨胀温度計 5 6 7 8 9 そ の 他	1 指度不良 2 3 4 5 6 7 8 9 そ の 他	1 取替 2 3 4 5 6 7 8 9 そ の 他
7 自動制御・遠隔操作装置と計器	19 压 力 計	1 機械式 2 電気式 3 4 5 6 7 8 9 そ の 他	1 指度不良 2 3 4 5 6 7 8 9 そ の 他	1 取替 2 3 4 5 6 7 8 9 そ の 他
7 自動制御・遠隔操作装置と計器	20 回 転 計	1 機械式 2 電気式 3 周波数式 4 5 6 7 8 9 そ の 他	1 指度不良 2 3 4 5 6 7 8 9 そ の 他	1 取替 2 3 4 5 6 7 8 9 そ の 他
7 自動制御・遠隔操作装置と計器	21 液 面 計	1 浮子式 2 電極式 3 水頭圧力式 4 気泡式 5 ワire線式 6 超音波式 7 8 9 そ の 他	1 指度不良 2 3 4 5 6 7 8 9 そ の 他	1 取替 2 3 4 5 6 7 8 9 そ の 他
7 自動制御・遠隔操作装置と計器	22 流 量 計	1 差圧式 2 面積式 3 翼車積式 4 容積式 5 電磁式 6 7 8 9 そ の 他	1 指度不良 2 3 4 5 6 7 8 9 そ の 他	1 取替 2 3 4 5 6 7 8 9 そ の 他
7 自動制御・遠隔操作装置と計器	23 管 鋼 装 置	1 温度関係 2 圧力タク 3 液面タク 4 液流量タク 5 流量タク 6 運転タク 7 点火タク 8 9 そ の 他	1 作動しない 2 作動不良 3 4 5 6 7 8 9 そ の 他	1 取替 2 3 4 5 6 7 8 9 そ の 他