

日本船舶振興会 昭和44年度補助事業  
"船舶の構造・性能に関する基礎的研究"

研究資料 No.107

## 第85研究部会

### 現装機器の信頼性に関する調査研究

#### 報告書(第5報)

昭和45年3月

社団法人

日本造船研究協会

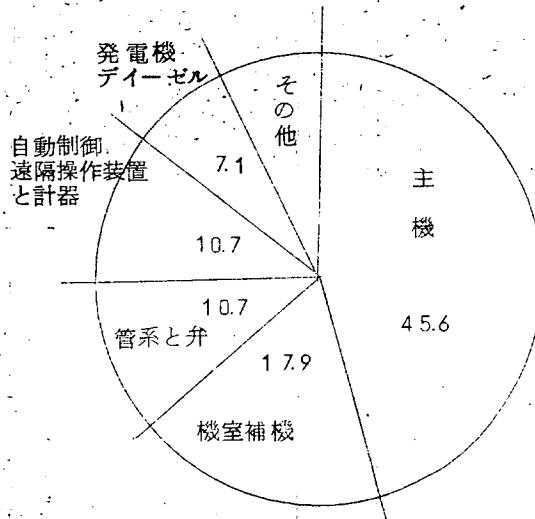
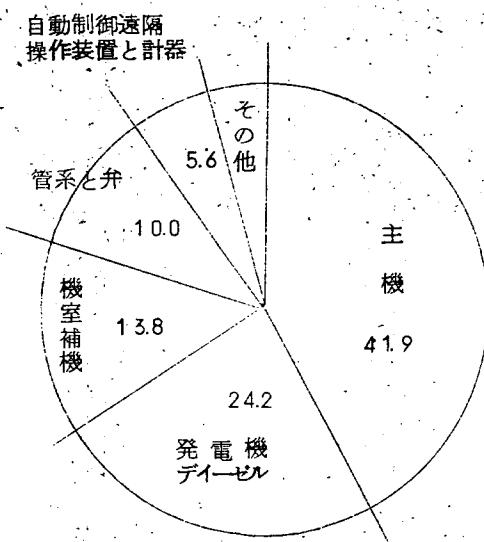
第85研究部会「現装機器の信頼性に関する調査研究」  
報告書（第5報）正誤表

頁	行	誤	正
21	図3.1.1 下図	<p>排ガス、補助ボイラ 自動制御機器 0.3 %</p>	<p>排ガス、補助ボイラ 自動制御機器 0.3 %</p>
22	図3.1.2 上図	<p>熱料弁 熱料ポンプ</p>	<p>燃 料 弁 燃 料 ポ ン プ</p>
22	図3.1.2 下図	<p>電気機器 1.4 % 自動制御機器 1.0 %</p>	<p>電気機器 1.4 % 自動制御機器 1.0 %</p>
22 25	図3.1.2 下図 上から11行目	<p>ミリンド 架構・換気トランク同集合管</p>	<p>シリンド 架構・換気トランク同集合管</p>
38頁は別紙1のとおり訂正, 39頁は別紙2のとおり訂正			
40	図3.1.3 その6 左図 〃	<p>排気ポンプ 給・排定弁</p>	<p>掃気ポンプ 吸・排気弁</p>

頁	行	誤	正
4 1	図3.1.3 その7 左図	ミリンダ ライナー	シリンド ライナー
"	"	ミリンダ カバー	シリンド カバー
"	図3.1.3 その7 右図	調 違 機	調 速 機
"	"	台 数	台 板
4 5	図3.1.5 その6	池 緩	弛 緩
4 7	図3.1.6 その8		
8 1	上から 6 行目	ビルデバラストポンプ	ビルジバラストポンプ
"	下から 14,15,16 行目	(セルフゼエクタ)	(セルフエゼクタ)
8 7	2 個 所	(主機運転時間……に対して)	(主機運転時間……に対して)
8 8	"	"	"
9 0	下から 2 行目	主機間を停止	主機間を停止
10 9	上から 5 行目	板 提 出	枚 提 出
11 1	上から 4 行目	これは直接主機の減速	これは直接主機の減速
"	" 5 行目	アペイラリビリティ	アペイラビリティ
13 3	上から 22 行目	25 船錨装置	25 船錨装置
13 4	図3.4.4	架橋・支柱ボルト	架構・支柱ボルト

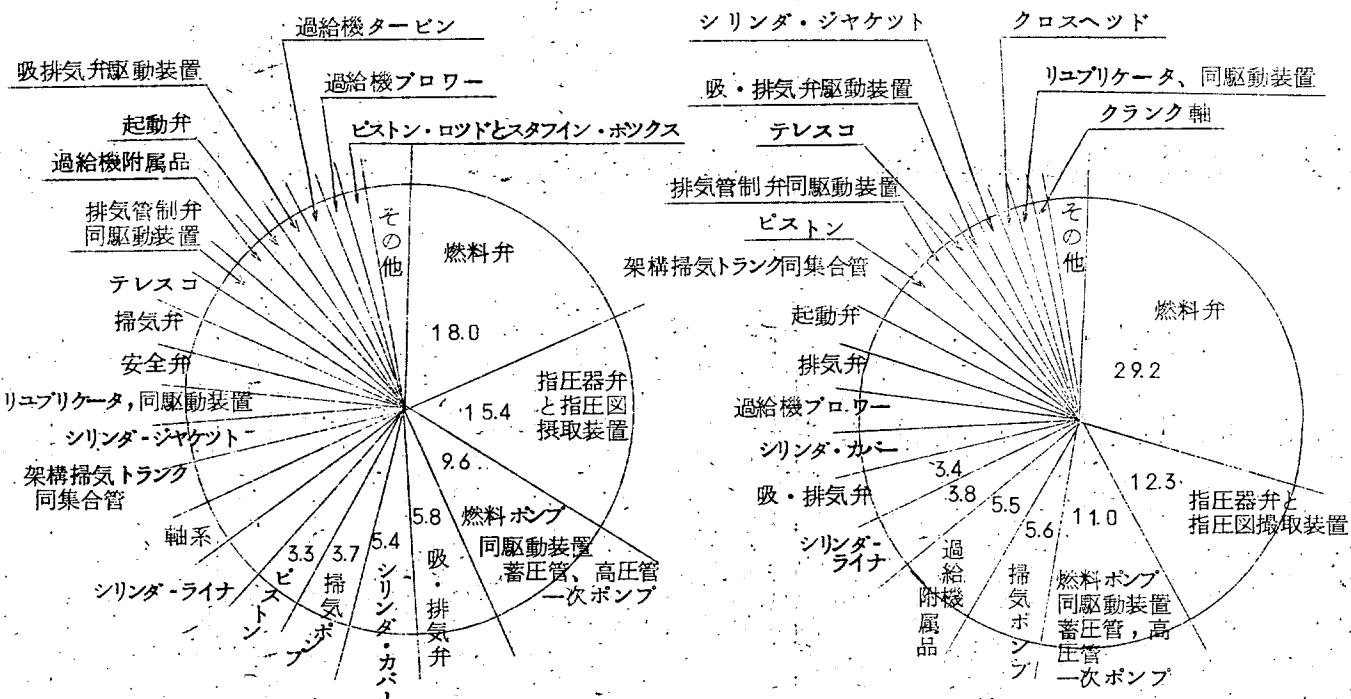
LINER

TANKER



その 1 機器別故障内容 百分率

註. 数値は百分率を示す。



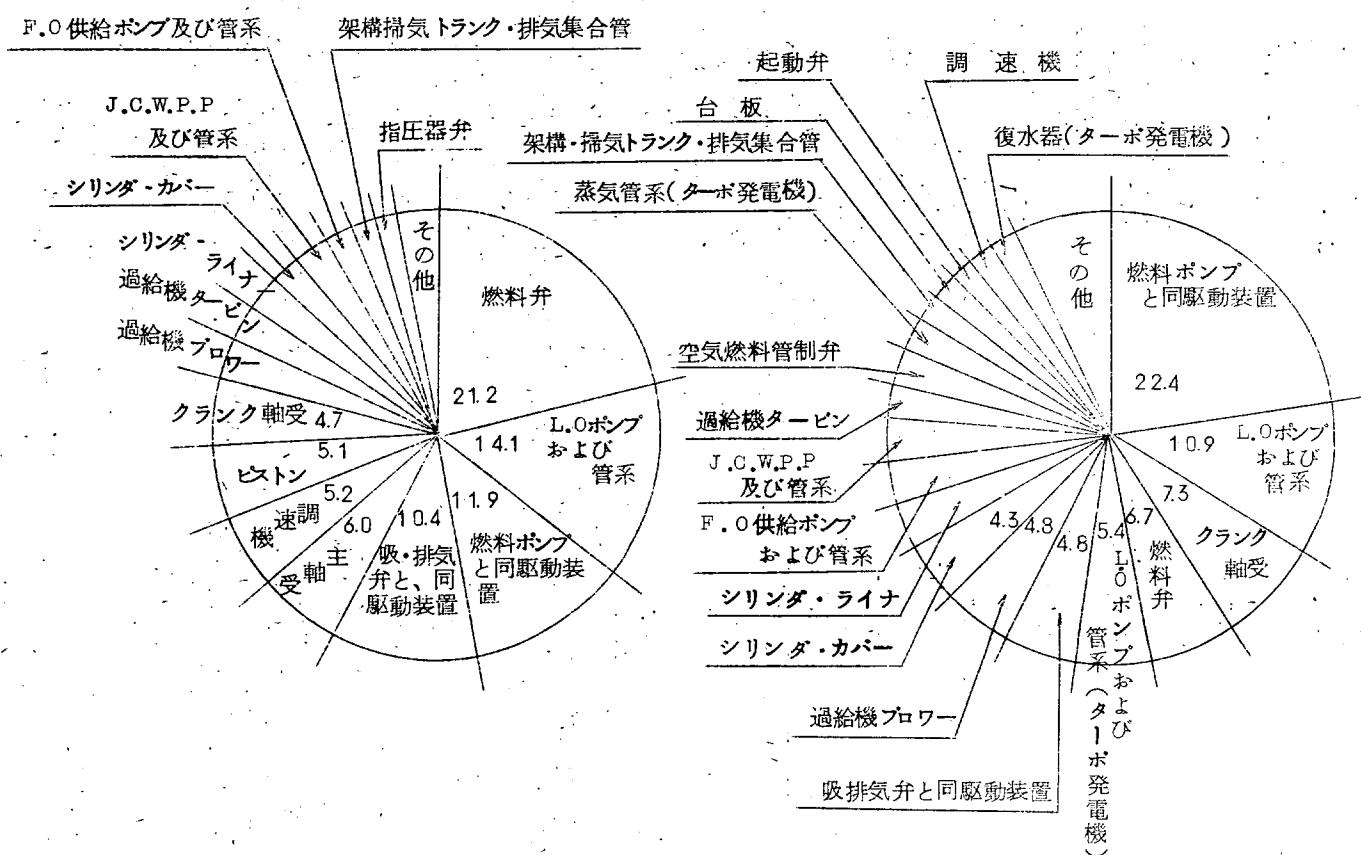
その 2 主機故障内容 百分率

註. 数値は、百分率を示す。

図 3.1.3 船種別故障内容と整備内容(1)

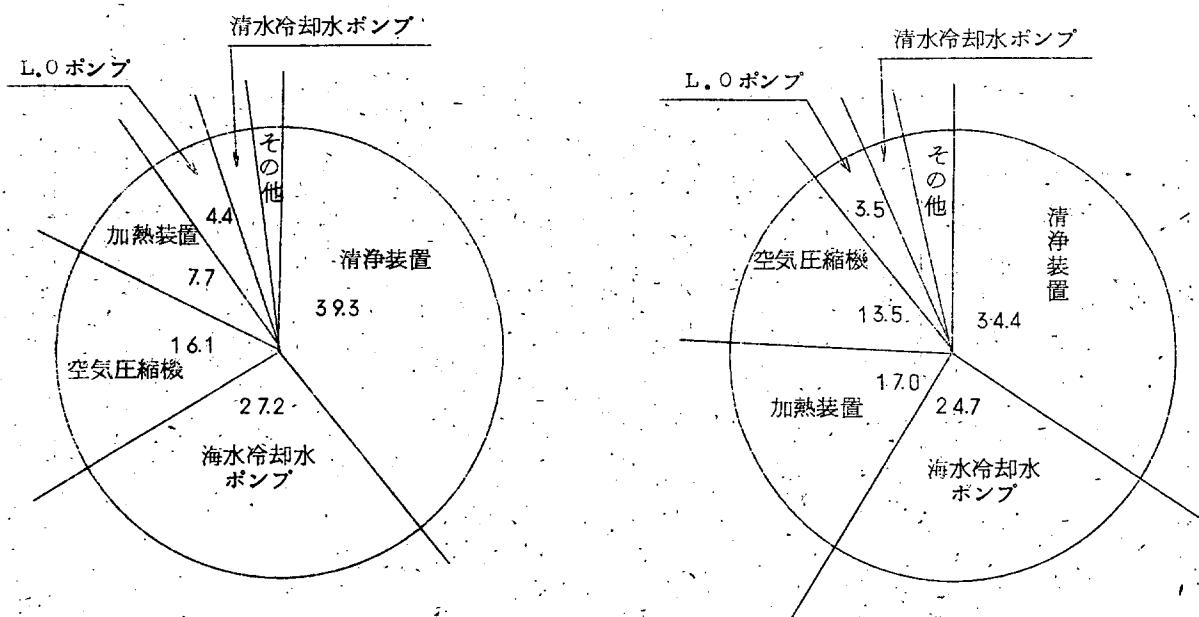
## LINER

## TANKER



その 3. 発電機ディーゼル故障内容 百分率

註. 数値は百分率を示す。



その 4. 機室補機故障内容 百分率

註. 数値は百分率を示す。

図 3.1.3 船種別故障内容と整備内容(2)

## はしがき

本報告書は日本船舶振興会の昭和44年度補助事業「船舶の構造・性能に関する基礎的研究」の一部として日本造船研究協会が第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。

第85研究部会委員名簿(敬称略、五十音順)

部会長	明星四郎(海 洋 会)	真田茂(東京商船大学)
幹事	小泉磐夫(東京大学) 竹村数男(東京商船大学) 吉田卓哉(東京商船大学) 米原令敏(三菱重工業)	玉木恕乎(船舶技術研究所) 吉本公則(大阪商船三井船舶)
委員	井口雅一(東京大学) 宇田川貞夫(運輸省) 江嶋陽一郎(住友重機械工業) 岡村弘之(東京大学) 川崎義人(東京計器) 小泉嘉幸(日本海事協会) 真田良(日本船主協会) 杉山興三(昭和海運) 鈴木雄二(石川島播磨重工業) 曾禰正夫(鉄道技術研究所) 富田幸雄(日立造船) 野田重昭(佐世保重工業) 藤島日出夫(金指造船所) 松尾泰成(日本郵船) 松本通雄(舞鶴重工業) 山田文雄(北振電機)	石原三雄(日本钢管) 江口治(石川島播磨重工業) 岡田高(沖電気工業) 奥村克三(名村造船所) 黒沢昭(日本原子力船開発事業団) 笹原敬史(岡野バルブ) 杉正樹(三菱重工業) 鈴木勝利(函館ドック) 鈴木博之(東京計器) 多田力(日本国有鉄道) 西田哲夫(山下新日本汽船) 藤井正史(ジャパンライン) 前田宗雄(川崎汽船) 松村徳郎(川崎重工業) 村越重光(佐世保重工業)
討議参加者	岩田昭夫(日本郵船) 音成卓哉(日本钢管) 小坂憲司(石川島播磨重工業) 渡辺博文(日本钢管)	梅宮隆(三菱重工業) 北島弘紀(大阪商船三井船舶) 吉田英稔(ジャパンライン)

# 現装機器の信頼性に関する調査研究

## 目 次

1. まえがき	1
2. 故障調査・資料収集	2
2.1 故障調査対象船	2
2.2 故障調査	3
2.3 故障調査期間および故障調査表の収集	3
2.4 故障調査表の整理	9
2.5 燃料弁調査	10
3. 収集資料の解析	13
3.1 現状の機関系における信頼性の評価	13
3.1.1 故障・整備の分類	13
3.1.2 故障件数の統計処理	33
3.1.3 燃料弁に関する調査	50
3.1.4 故障の評価	69
3.1.5 船内作業の分析	84
3.1.6 アベイラビリティ	90
3.2 故障の経年(時間的変化)変化の分析	92
3.2.1 故障と整備	92
3.2.2 予防保修	102
3.3 船内の修理・整備作業	109
3.4 参考資料	120
3.4.1 温度および圧力検出器の信頼度	120
3.4.2 海外における調査	129
4. むすび	137

### 添付資料

故障コード表

IBMコード表

## 1. まえがき

本部会は昭和40年5月以来、船舶の現装機器の信頼性の調査研究活動を行なつてきたり、その主体は在来船および自動化船を含めたディーゼル船28隻に対する実船調査とそれらの船から報告された資料の整理および解析作業であつて、これらについては第1報より第4報までの報告書のとおりである。

本年はこの調査研究活動の最終年度にあたるので、第4報以後に追加された資料を含む総合的な整理解析作業である。

すなわち、41年以降の全般資料について総合的に種々の解析を行なつたり、また、対象船の1、2の船について故障と整備の関係を解析するなど種々の詳細な解析を試み、その結果をありのままに報告したものである。

## 2. 故障調査・資料収集

### 2.1 故障調査・対象船

調査対象船として定期貨物船16隻、専用船12隻を選んだ。

各船の要目は次の通りである。

	船名	トン数	主機の種類	出力	竣工年月日
定期 貨物 船	101番船	11,437 DW	9UEC 75/150	12,000 PS	33- 4-20
	102番	11,447 番	9UEC 75/150	12,000 番	31- 5-10
	103番	11,357 番	K9Z 78/140	12,000 番	33- 6- 9
	104番	11,377 番	K9Z 78/140 C	12,000 番	34- 6-11
	201番	12,057 番	9RSAD 76	12,000 番	34- 6-
	202番	10,949 番	974VTBF 160	11,250 番	31- 4-
	203番	9,850 番	874VT2BF 160	12,000 番	37-10-
	204番	12,182 番	6RD90	13,000 番	37- 6-
	301番	14,282 番	K9Z 78/140 C	11,500 番	34- 4-25
	302番	12,043 番	K9Z 70/120 C	9,000 番	36- 9-20
	303番	11,978 番	K8Z 70/120 C	9,000 番	38-12-18
	304番	12,033 番	9RD76	12,000 番	35-11-18
	305番	12,281 番	9RD76	13,000 番	36-11- 5
	401番	12,472 番	9UEC 75/150	13,000 番	36- 8-24
	402番	12,392 番	9UEC 75/150	13,000 番	35- 7- 6
	501番	12,671 番	1074VTBF 160	12,500 番	33-10-30
専用 船	105番	72,658 番	8UEC 85/160 C	17,600 番	40- 9-17
	106番	88,541 番	9RD90	20,700 番	39-10-15
	205番	61,429 番	8RD90	17,600 番	38-11-
	206番	77,714 番	984VT2BF 180	20,700 番	41- 8-
	306番	72,943 番	K9Z 86/160 C	19,500 番	39- 8-13
	307番	73,110 番	K9Z 86/160 C	19,500 番	39- 6- 6
	403番	74,056 番	8RD	18,400 番	41- 1-22
	404番	67,962 番	8RD90	17,600 番	39-12-23
	502番	67,814 番	884VT2BF 180	18,400 番	40-11-12
	503番	103,354 番	1084VT2BF 180	23,000 番	40- 9-30
	601番	60,584 番	8RD90	17,600 番	38-10-31
	602番	63,878 番	K9Z 84/160 C	17,600 番	39- 1-27

## 2.2 故障調査

### 2.2.1 故障調査表

信頼度調査にあたっては、故障機器の名称およびその使用時間が主な対象となるが、船用機器の信頼性には定期船、専用船等、就航航路条件、機関負荷状況、使用燃料、潤滑油の種類も関係し、また、特に船内で行われる保全整備についても知る必要があり、船の乗組員あるいは入渠中の整備作業および修理作業の内容がいかなるものであり、また、それに要した労力がどれほどであったかということも必要である。そしてこれらを組入れた故障調査表が作成された。

故障調査表および記入例を表 2.2.1 に、故障調査表記入要領を表 2.2.2 に示す。

### 2.2.2 故障コード表

船より集められた調査表の各記録を統計的に処理するために、故障機器および部品名、故障した部分の名称、故障の種類、実施した作業内容を類型化する必要がある。また、本調査では実際に生じた故障を細大もらさず記入してもらうことが必要であり、故障の範囲を明確にし、実際の記入の参考に供するために故障コード表を作成した。

なお、本調査においては主機関としてディーゼルエンジンのみとし、その他の機器は船を推進するのに直接関係のあるもののみとした。その大要は

機器分類	部品分類
1. 主 機	3 5 種
2. 発電機ディーゼル	2 4 ツ
ターボ発電機	1 3 ツ
3. 機 室 補 機	6 4 ツ
4. 電 気 機 器	6 ツ
5. 排ガスヒーター	5 ツ
補 助 ポ イ ラ ー	4 ツ
6. 管 系 と 弁	8 ツ
7. 自動制御、遠隔操作装置と計器	2 0 ツ
計	1 7 9 部品

について各々 7 ～ 9 種の部分分類がなされ、その部分分類についての故障分類が 9 種以内、作業分類が 9 種以内で示されている。

故障コード表を本報告書の巻末に付する。

## 2.3 故障調査期間および故障調査表の収集

調査期間は表 2.3.1 に示したように 41 年度に始まり 42 年度、43 年度と継続され、44 年度をもって終了した。収集しカード化された調査表枚数は表 2.3.2 に示すように

41 年度	1,528 枚
42 ツ	4,798 ツ
43 ツ	5,593 ツ
44 ツ	3,332 ツ
計	15,251 枚

であり、スクリーニングされた故障および整備件数は IBM カードで 23,201 枚に達した。

これらの資料は IBM カードとテープとして隨時使用可能の状態で本協会に保存されている。

IBM data sheet および記入例を表 2.3.3 に示す。（記入例は調査表の記入例と同一のものである）

なお、IBM コード表は報告書の巻末に添付する。

表 2.2.1 故障調査表および記入例

## 故障調査表

故障または整備   
45  
N  0 1 7   
73 74 75 80

日本丸(   )

機関長 昭和太郎

昭和40年12月9日提出

船種  造船所  航路  
4 5

次航(航海時間  
16 6 7 15 27 8 9 10 11) ×時間、停泊時間  
12 13 14 15

故障状況									
1	故障「機器」の名称：主機 (名称 <input type="checkbox"/> 部品所属機器等 <input type="checkbox"/> 機器常用運転台数 <input type="checkbox"/> 機器型式 <input type="checkbox"/> ) 30 31 32 33 34 35								
2	故障「構成部品」： #6 シリンダカバー (名称 <input type="checkbox"/> 部位 <input type="checkbox"/> ) 36 37 38 39								
3	故障「構成部品」数：全数 <input type="checkbox"/> 7 0 7 常用数 <input type="checkbox"/> 7 0 7 40 41 42 43								
4	故障発生または発見： (1)発生 (2)発見 昭和 40 年 10 月 21 日 15 時 (1)航海中 (2)停泊中 (3)入渠中 (4)S/B中 46 17 18 19 20 21 22 23 24 25								
5	前回故障発生以後の運転時間：(前回故障調査表 No. 6 ) <input type="checkbox"/> 3 2 5 0 時間 76 77 78 79 不明								
6	竣工以後の「機器」給運転時間： <input type="checkbox"/> 3 2 4 0 時間 26 27 28 不明								
7	故障または点検による主機停止時間： <input type="checkbox"/> 0 0 時間 <input type="checkbox"/> 0 0 分 減速時間 <input type="checkbox"/> 0 0 時間 <input type="checkbox"/> 0 0 分 47 48 49 50 51 52 53 54								
8	故障の内容と原因： <input type="checkbox"/> #6 シリンダ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、各取付孔間に亀裂あり。冷却水漏えいを認む。 原因是冷却水路、肉厚に設計、工作上熱応力に対し弱い部分があつたと思われる。								
9	故障の対策と処置： <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 58 59 60								
	予備と新替  乗組員による修理に要した労力： <input type="checkbox"/> 9 0 2 時間 工数 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> (人×[10分]) 62 63 64 65 66 67								
	(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								
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 57 61								

## 故障部品の整備状況

10	基準整備間隔： <input type="checkbox"/> 時間、その他の予防保全措置 68 69								
備考	機関出力 <input type="checkbox"/> 3 % M.C.R.、使用燃油 ( $\frac{\text{Vis. R. W.} \ #1}{\text{sec at } 50^\circ\text{C}}$ ) (1) D.O. (2) 300以下 (3) 500以下 (4) 700以下 (5) 1000以下 (6) 1000以上 70 71 72								

表 2.2.2 故障調査表記入要領

- a. 故障調査表の□枠は協会で記入します。  
なお□枠の下側の数字はコード番号で整理の都合上つけたものです。
- b. 調査表右肩欄外にあるNo.は本船としての一貨番号を記入して下さい。
- c. 航海時間停泊時間は、その次航の最後の故障調査表の該当の□枠の中に記入して下さい。
- d. [1. 故障「機器」の名称] [2. 故障「構成部品」] の欄は、別冊故障コード表を参照し、船内の呼称番号を併記して下さい。例えはNo.2ダイナモ、No.3シリンダーカバーの如く。
- e. [3. 故障「構成部品」数] の欄は、装備してある全数およびそのうち常用する数を該当の□枠の中に記入して下さい。
- f. [4. 故障発生または発見] の欄は、該当の項目の数字を○でかこんで下さい。  
また、発生、発見の日時を該当の□枠の中に記入して下さい。
- g. [5. 前回故障発生以後の運転時間] の欄は「構成部品」の前回故障（あるいは取替）以後の時間を該当□枠に記入して下さい。  
今まで、故障間時間として、同種「構成部品」の故障間の時間（例 i）をとつてきましたが船内慣行とちがうという不便もありますので、「構成部品」の取付場所についての個々の故障時間をとつてもよいことにしました。（例ii, iii）  
例 i. 前回 #1シリンダーのピストンに○月○日○時に亀裂発見取替、今回 #7 シリンダーのピストンに、×月×日×時に焼損発見、同種「構成部品」の故障間の時間としてこの間の時間をとる。  
例 ii. 前回 #6シリンダーカバーに○月○日○時に亀裂発見取替、今回同じ#6シリンダーカバーに×月×日×時に焼損を発見したとするとこの間の時間をとる。  
この間、同種「構成部品」のシリンダーカバーの取付場所のことなつた所、たとえば#3、あるいは#4、に故障が発生、発見されても、それとの間の時間はとらない。  
例 iii. 前回No. 2 ダイナモの#3 主軸受のホワイト剝離○月○日○時に発見修理、今回同じNo. 2 ダイナモの#3 主軸受焼付発生、この間の時間をとる。  
前回、他のNo.のダイナモの同種「構成部品」の故障、あるいは同じNo.のダイナモでも取付場所の異つた同種「構成部品」の故障との間の時間はとらない。
- h. [6. 竣工以後の「機器」総運転時間] の欄は該当の□枠の中に記入して下さい。  
機室補機などで、主機、その他の関連で運転時間の推定できるものは、概算時間で結構ですから□枠の中に記入して下さい。なお、不明のときは、不明の文字を○でかこんで下さい。
- i. [7. 故障または点検による主機停止時間] の欄は該当の□枠の中に記入して下さい。
- j. [8. 故障の内容と原因] の欄は故障の大小にかかわらず、漏らさずかいて下さい。  
なお、必要ならば簡単な略図をかいて下さい。
- k. [9. 故障の対策と処置] の欄のうち、乗組員による修理を要した労力、人数×時間を該当の□枠の中に記入して下さい。  
また、右側の欄は該当の項目の数字を○でかこんで下さい。
- l. 故障部品の整備状況の調査は船用機器が、日常船内で乗組員によって種々の整備作業がなされている状態のもとで、故障が発生するという実情にありますので、故障を保守整備との関連で調査することが船用機器の信頼性を考えるうえで必要でありますので、この項を設けたわけあります。
- m. [10. 基準整備間隔] の欄は、該当の□枠に記入して下さい。  
また、故障に関連して、前回の故障以後の整備作業を記入して下さい。  
たとえば、記入例の「故障、シリンダーカバーに亀裂発見」とありますが、「前回故障以後そのシリンダーカバーは開放点検、掃除を2回施行している。」というように簡単でよいから記入して下さい。
- n. [備考] の欄は、主機、発電機についての故障に関連して、出力、燃料などが関係するものについて、該当の□枠の中に記入し、または該当項目の数字を○でかこんで下さい。

表 2.3.1 故障調查期間

41年度

42年度

43年度

44年度

例

(調査表No.) 100

(月日) (8.1)

表 2.3.2 調査表枚数

船番号	4 1 年度	4 2 年度	4 3 年度	4 4 年度	計
101	137枚	145枚	187枚	51枚	520枚
102	83	163	192	161	599
103	—	173	165	195	533
104	—	40	201	181	422
105	—	65	27	49	141
106	—	30	220	142	392
201	679	1087	504	497	2767
202	104	182	142	187	615
203	—	121	157	—	278
204	—	258	657	139	1054
205	—	105	113	—	218
206	—	516	236	391	1143
301	247	741	636	314	1938
302	92	128	197	170	587
303	—	242	298	126	666
304	—	226	206	148	580
305	—	80	392	100	572
306	—	84	118	—	202
307	—	24	228	138	390
401	103	160	197	91	551
402	40	128	169	19	556
403	—	—	41	80	121
404	—	—	45	—	45
501	43	60	—	—	103
502	—	6	—	—	6
503	—	—	—	—	—
601	—	6	110	107	223
602	—	28	155	46	229
計	1528枚	4798枚	5593枚	3332枚	15,251枚

表 2.3.3 IBM DATA SHEET および記入例

WRITTEN BY

PROBLEM

PAGE OF

## 2.4 故障調査表の整理

故障調査表を検討整理するための基本的な考え方は次の通りである。

### (1) 故障の考え方について

(a) 構成部品については同時に発生(発見)しても各1件とする。

たとえば、潤滑不足等により、同一シリンダのクラシク軸受およびクロスヘッド軸受が焼損した場合はクラシク軸受焼損とクロスヘッド軸受焼損の2件にかぞえる。

(b) 部分分類が異なり、かつ、故障分類が異なるものはそれぞれ1件とする。

たとえば、同一のシリンダカバーの締付ボルトが折損し、開放したらフアイヤ・サイドに亀裂を発見した。この場合は、締付ボルトの折損とフアイヤ・サイド亀裂の2件とかぞえる。

(c) 構成部品が異なつても相関連する部分が同一故障であるときはどちらか1件とする。

たとえば、シリンダ・カバーの取付面とシリンダ・ライナのフランジ部にガス漏洩が発生したときはどちらかの部品の故障1件とする。

(d) 同一構成部品が同一の月日や、その翌日に同一故障を発生した場合は作業上のミスによることが多い。この場合は1件とする。

(e) 1つの故障が原因で他の構成部品の故障を誘発した場合は故障した構成部品の数だけの故障にかぞえる。

たとえば、主機排気弁が折損し、シリンダ内に脱落したため、燃料弁損傷、主機停止、排気弁、燃料弁取替え、入港後シリンダ・ライナ・カバーに損傷発見、ライナ・カバー取替え、と一連の損傷が連なる場合、排気弁の折損だけでなく燃料弁、シリンダ・ライナ、シリンダ・カバーの損傷を加えて4件としてかぞえる。

(2) 故障の発生・発見の項は構成部品や部分の機能を吟味し、航海中、停泊中等に関係なく決定する。発生・発見の区別のないものは故障の原因と内容をみて判断する。

(3) 基準整備間隔がある幅で記述されているときはその平均時間をとる。

たとえば、ピストン抽出間隔5000～6000時間とある場合は5500時間とする。

(4) 整備作業のうち、まとまり作業は1件とする。

たとえば、クラシク・ケース点検、あるいはラントンスペース掃除のようなものはシリンダ数に関係なく1件とする。

なお、主機、発電機、空気圧縮機のクラシク・ケース点検は各構成部品のクラシク軸をとり、部分分類は位置指定なし<sup>(9)</sup>、作業分類はその他<sup>(9)</sup>として表わす。

(5) 調査表に2つ以上の作業が記述されている場合、作業人員は作業数によつて分割しない。

たとえば、M.2、M.5 クラシク軸受ホワイト・メタル開放点検とある場合、作業が6人×2時間かかつたすると、M.2 クラシク軸受、M.5 クラシク軸受に6人×1時間づつとする。

(6) 乗組員と工場とが共同で故障の対策と処置を行なつた場合、乗組員による労力、人数×工数のみを記入する。

工場側の人数×工数は含めたい。

(この項は、第2報の記述と異なるが、実際にそくして改正した。)

(7) IBMデータシートの行に該当記事がないものは0とする。ただし、燃料弁、吸排気弁、指圧器弁などで、前回故障発生以後の運転時間が総運転時間をもとにして計算できる場合は、記入するようとする。

(8) 発電機のピストン全装備数は発電機1台のピストン数×全装備台数とする。

(9) 故障の場合は、IBMデータシートの59～61行に0が、整備の場合は55～58行に0が入る。

(10) IBMデータシートの31～33行には、30行に3(機室補機)、4(電気機器)、6(管系と弁)、7

(自動制御、遠隔操作装置、計器)が入つた場合に36～37行に示した構成部品の所属している機器および構

成部品の分類番号を入れる。

- (11) 前回故障発生以後の運転時間は、号数、番号に関係なく、構成部品に注目して運転時間をとる。  
たとえば、M.1 ピストン故障はシリジダ番号に関係なく、直前のピストンの故障からの時間をとる。

## 2.5 燃料弁調査

上記故障調査と並行して故障報告が多い主機の燃料弁の取替来歴調査を行なつた。この調査票および記入例を表 2.5.1 に示す。この燃料弁取替調査の期間および収集状況は表 2.5.2 に示すように、調査対象船 28 隻中 23 隻より 52 航海分のデータが収集された。

この調査により短期間において信頼度算定に必要な故障件数が収集できたものと期待している。

表 2.5.1 燃料弁調査票および記入例

(B &amp; W 774 V T 2 B Fの例)

## M 丸燃料弁取替来歴調査票

(自 42年11月1日 至 43年2月25日)

日付 取 替 箇 番	42年11月5日			42年11月15日			42年11月20日			42年12月5日			43年1月3日		
	理	註	使 用 時 数	理	註	使 用 時 数	理	註	使 用 時 数	理	註	使 用 時 数	理	註	使 用 時 数
1	F	○	565							○		693			
	C														
	A	○	565							○		693			
2	F	○	421							⊗	①				
	C														
	A	○	421							○		693			
3	F	○	584	×	①	203				○		490			
	C											490			
	A	○	584	×	②	203				○		490			
4	F	○	565	○		203				○		490			
	C														
	A	○	565	○		203				⊗	②	490			
5	F						○		515				⊗	①	705
	C														
	A						○		515			○			705
6	F						○		620				○		705
	C														
	A						⊗	①	620			○			705
7	F						○		494				○		705
	C														
	A						○		494			○			705
8	F														
	C														
	A														
9	F														
	C														
	A														
註 記				① 亀 裂	① アトマイザ焼損			① カーボンフラワー	① 開弁圧低下			② 本体漏油			

表2.5.2 燃料弁取替調査

船番	42年				43年						44年									
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
101					11.30	(32)	(33)				7.12									
102					10.30	(37)		(38)			(39)		10.7							
103																				
104					12.15	(29)	(30)		528											
105					12.3	(18~21)			4.16											
106					12.20	(27.28)	35													
201					11.10	(33)	(34)		520											
202					6.1	(40)	(41)				9.7									
203																				
204					10.20	(19)	(20)		525											
205					11.7	(37.38)	27													
206					11.17	(12~15)			425											
301					12.6	(34)	(35)		6.30											
302					12.18	(20)	(21)		(22)	(23)			12.16							
303					12	(14)	(15)			822										
304					12.20		(16)	(17)			930									
305						24	(12)		510											
306					11.12	(26.27)	27													
307					11.30	(31.32.33)			45											
401					11.1	(53)	(58)		4.14											
402					8.1	(50)	(55)		2.15											
403																				
404						12.24	(25.26)	316												
501																				
502					10.25		1.13													
503																				
601					11.1	(32.33)	12.0													
602					11.5	(36.37)	25													

月・日 (次航)  
例 → ← →

### 3. 収集資料の解析

信頼性を統計的に検討してみるために、精確に報告されてきた資料でも十分な数量のものが必要であるので、ここでは調査期間の短いものなど一部の資料を除外して種々の解析を試みた結果を報告することにした。

#### 3.1 現状の機関系における信頼性の評価

##### 3.1.1 故障・整備の分類

昭和40年度から43年度の4年間にわたつて調査された故障と整備について、乗組員による故障調査表の記述を別に定めたコード表その他によりコード化してIBMカードに記入した。故障または整備1件をIBMカード1枚に格納している。調査期間中にコード化されたカードの総数は23,201枚に達した。これは、報告された故障と整備の総件数が23,201件であることを意味する。

各調査対象船の調査期間、調査期間内の主機運転時間、調査期間中の次航番号とその航海時間および報告された調査表の枚数を表3.1.1と表3.1.2に示す。1枚の調査表で複数の故障あるいは整備が報告されていることもあります、調査表枚数と故障、整備件数は一致していない。同表にみられるように貨物船の調査期間は203番船と501番船を除けば各船とも2年半以上にわたる連続した故障と整備の貴重な記録がえられており、延べでは42隻×年となって信頼性を統計的に検討するに十分な資料がえられた。

一方、タンカは調査の開始が貨物船より遅れたこと、調査対象隻数が貨物船より少ないともあり、報告の上らない503番船を除けば各船の調査期間は1年ないし2年で、延べでは18隻×年となった。この程度のデータ量では詳細な分析を行なうと条件によってはデータ量の不足を感じられる。

以下、電算機によって分類集計された値をもとに故障と整備の統計的な特性について述べる。

##### (1) 故障と整備の分類(発生部位、船用途別)

貨物船の故障件数、貨物船の整備件数、タンカの故障件数およびタンカの整備件数を各調査対象船ごとに各機器について集計し、結果をそれぞれ表3.1.3、表3.1.4、表3.1.5、表3.1.6に示す。

表3.1.7は船別に発生した故障件数と故障頻度、整備件数と整備頻度をそれぞれ貨物船とタンカについて求め、さらに故障と整備との相関をみるために故障件数と整備件数の比を示した。同表によれば貨物船の故障頻度は主機運転100時間あたり2～8回の範囲に分布し、201番船、204番船、501番船を除けばすべて2～5回に入り、一般的にいって貨物船の故障はこの程度の頻度で発生するといってよかろう。201番船、204番船、501番船の値は昭和42年度の報告書で述べたように故障の定義の解釈に相違があることによる差が大きく、これらの船の故障頻度が特に高かったり、低かったとは考え難い。したがって、一般に乗組員が公約数的に考えている故障は平均して船の運航100時間あたり2～5回発生するものと考えてよさそうであり、この値は従来の調査の結果とも一致する。貨物船の場合、このように故障頻度がほぼ一定しているのは停泊中において各船とも整備がよく行なわれている証拠でもあろう。これは整備件数と故障件数の比(表3.1.7)にもよく現れており、故障1件に対し、整備は約1.3件実施している。

これに対し、タンカでは主機運転時間を基準にした故障の頻度は貨物船に比べると低い。しかし、後述のように故障の重大度ではタンカは貨物船に比べるとはるかに高い。これはタンカがピストン輸送のために航海中あるいは停泊中の整備が不十分となり、重大故障を生じ易い条件にあるのではないかと考察される。これはタンカの整備件数と故障件数の比(表3.1.7)を貨物船のそれと比較することによっても首肯される。タンカの故障1件あたりの整備件数は約0.6件であり、貨物船の半分の値である。

表 3.1.1 貨物船の調査期間

船番	カーボ化されたデータの 調査期間		竣工以後の主 機組運転時間	調査期間中の 主機運転時間	調査期間中の次航番号とその航海時間		調査表番号
	調査始	調査終			航	時	
101	41年 1月25日	3年3ヶ月	37,550 hr	16,980 hr	航	時	間
	44. 4. 29		54,530		航	時	間
102	始 41. 2. 12	終 44. 4. 17	46,960	16,440	航	時	間
	3-2		63,400		航	時	間
103	始 41. 9. 9	終 44. 3. 18	40,020	13,150	航	時	間
	2-6		53,170		航	時	間
104	始 41. 10. 3	終 44. 3. 31	35,310	12,240	航	時	間
	2-6		47,550		航	時	間
201	始 41. 2. 8	終 44. 3. 19	34,310	16,760	航	時	間
	3-1		51,070		航	時	間
202	始 41. 2. 25	終 44. 5. 9	52,290	16,630	航	時	間
	3-3		68,920		航	時	間
203	始 41. 9. 11	終 43. 1. 20	19,750	6,480	航	時	間
	1-4		26,230		航	時	間
204	始 41. 9. 5	終 44. 3. 31	20,400	12,450	航	時	間
	2-7		32,850		航	時	間
301	始 40. 11. 27	終 44. 3. 6	36,270	16,450	航	時	間
	3-3		52,720		航	時	間

3 0 2	始 終	4.1. 4.4.	3. 4.	2 17	3~2 2~9	1 8,3 0 0 hr 3 4,2 9 0	1 5,9 9 0	Ma. 14 15 16 17	1,219 1,593 1,362 1,467	Ma. 18 19 20 21	753 1,905 2,036 2,036	Ma. 22 23 24 21	1,370 595 4410 2,019	1~587
3 0 3	始 終	4.1. 4.4.	9. 6.	1 9.	2~9 2~5	1 2,0 8 0 2 6,5 1 0	1 3,4 3 0	Ma. 9 10 11 12	1,488 1,655 1,723 1,97	Ma. 13 14 15 16	1,707 2,036 1,494 1,551	Ma. 17 18 19 16	1,029 1,435 1,435 1,551	1~664
3 0 4	始 終	4.1. 4.4.	9. 4.	5 19	2~9 2~8	2 9,2 2 0 4 1,1 8 0	1 1,9 6 0	Ma. 11 12 13 14	975 1,375 1,71 1,505	Ma. 15 12 13 14	1,520 1,545 1,833 1,405	Ma. 19 19 17 18	1,361 1,545 1,833 1,405	1~580
3 0 5	始 終	4.1. 4.4.	9. 5.	7 23	2~9 3~8	2 3,8 0 0 3 8,1 3 0	1 4,3 5 0	Ma. 8 9 10 11	1,599 1,510 1,670 1,574	Ma. 12 13 14 00	1,451 1,480 1,613 2	Ma. 15 15 14 00	1,298 1,480 1,613 2	1~572
4 0 1	始 終	4.1. 4.4.	5. 1.	3 9	2~8 3~8	2 4,4 6 0 3 8,3 4 0	1 3,8 8 0	Ma. 26 31 35 40	1,292 1,321 1,213 1,167	Ma. 44 49 53 58	1,295 1,298 1,286 1,290	Ma. 62 67 60 73	1,316 1,290 1,279 1,271	1~544
4 0 2	始 終	4.1. 4.3.	3. 11.	29 10	2~7 4~3	2 9,8 3 0 4 3,4 7 0	1 3,6 4 0	Ma. 25 32 37	1,270 1,275 1,223	Ma. 41 46 50	1,167 1,200 1,351	Ma. 59 69 55	1,290 1,279 1,415	1~315
調査 I		4.1. 4.1.	2. 4.	8 17	0~2 3~8	3 6,8 5 0 3 8,0 8 0	1,2 3 0	Ma. 31	1,574	1~43				
5 0 1	II	4.1. 4.2.	8. 5.	25 24	0~9	3 9,0 0 0 4 3,3 0 0	4,3 0 0	Ma. 34 35 36	655 1,350 1,412	46~109				
計					4 2~5		2 1 6,3 4 0			12,941				

貨物船 1隻 1年間の平均主機運転時間 5,100時間  
(ニューヨーク航路)

表 3.1.2 タンカの調査期間

船番	カーボ化されたデータの 調査期	竣工以後の主 機総運転時間	調査期間中の 主機運転時間	調査期間中の次航番号とその航海時間		調査番号
				調査開始	調査終了	
1 0 5	42年 6月27日	1 2, 5 8 0 hr	1 2, 4 2 0 hr	M6.15	9 0 4 hr	M6.19 8 6 5 hr M6.23 9 1 4 hr M6.26 7 6 4 hr
	44. 3. 21	2 5. 0 0 0		1 6	9 4 9	2 0 8 8 8 2 4 9 5 2 2 7
1 0 6	始 42. 7. 26	1 9, 6 7 0	1 2, 6 9 0	1 7	8 4 2	2 1 8 9 9 2 5 9 5 2 2 8
	終 44. 4. 7	3 2, 3 6 0		1 8	8 9 0	2 2 8 9 5 0 0 6 8 2 9 8 0 0
2 0 5	始 42. 6. 18	2 8, 6 7 0	7 7 3 0	M6.25	8 7 1	M6.29 8 6 3
	終 43. 6. 17	3 6. 4 0 0		2 6	8 7 9	3 0 8 7 4 3 3 8 6 1 3 6 9 0 6
2 0 6	始 41. 8. 25	0		2 7	8 6 3	3 1 9 1 6 0 0 9 6 3 7 9 0 6
	終 44. 4. 29	2 - 8	1 9, 3 6 0	2 8	8 3 4	3 2 9 2 7 3 4 8 7 3
3 0 6	始 42. 8. 22	2 0, 1 0 0	1 2, 6 3 0	M6.34	9 3 0	M6.38 1 1 9 1
	終 44. 4. 18	3 2, 7 3 0		3 5	8 5 0	3 9 1 1 9 7
3 0 7	始 42. 6. 14	2 3, 0 1 0	1 3, 3 4 0	3 6	8 4 4	4 0 8 7 5
	終 44. 4. 7	2 - 1 0	3 6, 3 5 0	3 7	8 6 1	4 1 9 1 0
4 0 3	始 42. 11. 24	1 4, 0 5 0	9 6 9 0	M6.1	8 3 6	M6.15 8 4 4
	終 44. 3. 15	1 - 4	2 3, 7 4 0	2	8 0 8	9 8 8 0 1 6 8 4 3 2 3 3 9 6
4 0 4	始 42. 12. 31	2 1, 5 4 0	7 7 0 0	3	8 1 3	1 0 8 3 1 1 7 8 6 7 2 4 8 4 5
	終 43. 1. 12	0 - 1 1	2 9, 2 4 0	4	8 1 4	1 1 7 4 9 1 8 9 0 9 2 5 8 4 2
5 0 2	始 42. 11. 2	1 4, 6 2 0	9 4 7 0	5	8 1 2	1 2 8 2 1 1 9 8 5 4 2 6 3 8 8
	終 44. 2. 1	1 - 3	2 4, 0 9 0	6	8 1 4	1 3 8 2 8 2 8 2 0 3 8 6
				7	8 3 2	1 4 8 3 1 2 1 3 8 4
				8	8 7 0	1 5 8 7 4 8 4 4 M6.22 3 9 5
				9	8 8 0	1 6 8 4 3 2 3 3 9 6
				10	8 3 1	1 7 8 6 7 2 4 8 4 5
				11	8 1 4	1 8 9 0 9 2 5 8 4 2
				12	8 2 1	1 9 8 5 4 2 6 3 8 8
				13	8 2 8	2 0 3 8 6
				14	8 3 1	2 1 3 8 4
				15	8 7 4	1 6 3 7 2
				16	8 4 0	2 8 8 8 1
				17	8 7 0	
				18	9 2 2	
				19	9 0 9	M6.31 8 8 2
				20	8 8 8	M6.35 5 5 4
				21	9 3 5	5 6 9 0 7 4 0 9 2 3
				22	8 7 6	3 3 9 0 4 3 7 9 1 5 4 1 1 1 3 0
				23	8 6 7	3 4 9 4 9 3 8 8 8 4
				24	7 7 5	
				25	7 7 0	
				26	9 2 2	
				27	8 6 1	
				28	8 5 0	
				29	8 4 0	
				30	8 3 5	
				31	8 2 5	
				32	8 1 5	
				33	8 0 5	
				34	7 9 5	
				35	7 8 5	
				36	7 7 5	
				37	7 6 5	
				38	7 5 5	
				39	7 4 5	
				40	7 3 5	
				41	7 2 5	
				42	7 1 5	
				43	7 0 5	
				44	6 9 5	
				45	6 8 5	
				46	6 7 5	
				47	6 6 5	
				48	6 5 5	
				49	6 4 5	
				50	6 3 5	
				51	6 2 5	
				52	6 1 5	
				53	6 0 5	
				54	5 9 5	
				55	5 8 5	
				56	5 7 5	
				57	5 6 5	
				58	5 5 5	
				59	5 4 5	
				60	5 3 5	
				61	5 2 5	
				62	5 1 5	
				63	5 0 5	
				64	4 9 5	
				65	4 8 5	
				66	4 7 5	
				67	4 6 5	
				68	4 5 5	
				69	4 4 5	
				70	4 3 5	
				71	4 2 5	
				72	4 1 5	
				73	4 0 5	
				74	3 9 5	
				75	3 8 5	
				76	3 7 5	
				77	3 6 5	
				78	3 5 5	
				79	3 4 5	
				80	3 3 5	
				81	3 2 5	
				82	3 1 5	
				83	3 0 5	
				84	2 9 5	
				85	2 8 5	
				86	2 7 5	
				87	2 6 5	
				88	2 5 5	
				89	2 4 5	
				90	2 3 5	
				91	2 2 5	
				92	2 1 5	
				93	2 0 5	
				94	1 9 5	
				95	1 8 5	
				96	1 7 5	
				97	1 6 5	
				98	1 5 5	
				99	1 4 5	
				100	1 3 5	
				101	1 2 5	
				102	1 1 5	
				103	1 0 5	
				104	9 5	
				105	8 5	
				106	7 5	
				107	6 5	
				108	5 5	
				109	4 5	
				110	3 5	
				111	2 5	
				112	1 5	
				113	0 5	
				114	-	

5 0 3		始 終											
6 0 1	始	4 2.	8.	7	1 - 8	2 8. 1 6 0	1 2. 2 4 0	8 8 0	8 4 3	8 3 7	8 8 3	8 0 0	5 5
	終	4 4.	3.	2 8	4 0 4 0 0	3 2	8 8 3	8 6 9	8 4 0	3 4	8 9 5	4 1	8 5 3
6 0 2	始	4 2.	8.	1 2	1 - 8	2 6. 3 7 0	1 2. 4 0 0	8 7 3	8 6 5	8 4 5	3 7 9	4 4 9	1 ~ 2 3 2
	終	4 4.	4.	1 5	3 8. 7 7 0	3 6	8 9 5	8 6 9	8 4 1	3 5	8 9 2	4 2	8 9 3
計		1 8 - 5				1 2 9, 6 7 0				3, 3 1			

タンカ1隻1年間の平均主機運転時間 7,040時間

表 3.1.3 貨物船の各機器に生じた故障件数

分類番号	機 器 分 類	船										計					
		101	102	103	104	201	202	203	204	301	302	303	304	305	401	402	501
1	主 機	123	152	108	151	647	316	36	296	386	250	147	318	185	139	151	42
2	発電機ディーゼル・タービン	96	129	131	96	354	43	9	156	205	171	93	182	69	184	43	24
3	機 室 補 機	61	58	55	31	178	68	48	154	119	75	65	47	57	58	37	18
4	電 気 機 器	13	7	19	5	26	40	6	14	24	15	10	12	5	6	19	223
5	排ガスヒータ・補助ボイラ	2	12	12	8	34	13	6	25	12	7	21	7	17	13	6	0
6	管 系 と 弁	75	63	55	26	152	42	28	96	70	38	32	28	57	34	17	11
7	自動制御・遠隔操作装置・計器	21	7	18	14	20	14	36	59	25	125	58	9	20	9	22	1
	計	391	428	398	331	1,411	536	1,69	800	841	681	426	603	410	443	295	98

表 3.1.4 貨物船の各機器に生じた整備件数

分類番号	機 器 分 類	船										計					
		101	102	103	104	201	202	203	204	301	302	303	304	305	401	402	501
1	主 機	19	114	73	62	1,151	276	99	210	849	410	274	271	348	66	109	1
2	発電機ディーゼル・タービン	47	83	98	37	729	110	14	137	831	584	185	461	393	229	132	0
3	機 室 補 機	6	10	7	5	341	17	14	40	235	22	54	36	53	23	7	0
4	電 気 機 器	1	2	5	0	87	2	8	6	33	1	10	3	3	0	38	0
5	排ガスヒータ・補助ボイラ	0	5	2	4	30	2	0	19	111	0	13	8	11	5	0	210
6	管 系 と 弁	2	0	4	1	230	3	6	95	348	5	18	25	35	1	2	0
7	自動制御・遠隔操作装置・計器	0	0	0	0	0	0	0	7	3	1	7	11	0	4	0	33
	計	75	214	189	109	2,568	410	148	510	2,408	1,029	565	804	847	324	288	1
																	10,489

表3.1.5 タンカの各機器に生じた故障件数

分類番号	機器分類	船						計						
		105	106	205	206	306	307							
1	主機	126	54	37	246	321	215	32	17	1	0	81	100	1,230
2	発電機ディーゼル・タービン	6	22	53	30	14	12	8	3	0	0	13	30	191
3	機室補機	14	48	59	104	50	75	22	7	0	0	61	43	483
4	電気機器	3	4	10	15	17	15	1	2	0	0	8	5	80
5	排ガスヒータ・補助ボイラ	2	30	4	43	11	16	13	0	0	0	15	4	138
6	管系と弁	4	17	31	154	39	9	7	3	1	0	21	2	288
7	自動制御・遠隔操作装置と計器	14	25	22	97	22	65	5	1	0	0	26	11	288
	計	169	200	216	689	474	407	88	33	2	0	225	195	2,698

表3.1.6 タンカの各機器に生じた整備件数

分類番号	機器分類	船						計						
		105	106	205	206	306	307							
1	主機	18	71	1	588	235	95	6	0	0	0	9	64	1,087
2	発電機ディーゼル・タービン	0	7	11	42	51	44	0	2	0	0	2	32	191
3	機室補機	0	14	2	77	48	38	13	0	0	0	1	28	221
4	電気機器	0	4	0	6	2	11	0	0	0	0	0	0	23
5	排ガスヒータ・補助ボイラ	2	9	1	17	23	16	0	0	3	0	0	2	73
6	管系と弁	1	8	0	39	33	1	0	0	0	1	0	0	83
7	自動制御・遠隔操作装置と計器	0	5	2	4	0	5	0	0	0	0	1	1	17
	計	21	118	17	773	392	210	19	2	3	0	13	127	1,695

表 3.1.7 故障および整備の平均頻度(船および用途別)

	船番	調査期間中の 主機運転時間	調査期間中の故障		調査期間中の整備		整備／故障
			件数	主機運転100時間 当たりの頻度	件数	主機運転100時間 当たりの頻度	
貨 船	101	16,980	391	2.30	75	0.44	0.192
	102	16,440	428	2.60	214	1.30	0.500
	103	13,150	398	3.03	189	1.44	0.475
	104	12,240	351	2.70	109	0.89	0.329
	201	16,760	1,411	8.42	2,568	15.33	1.820
	202	16,630	536	3.22	410	2.47	0.765
	203	6,480	169	2.61	148	2.28	0.876
	204	12,450	800	6.42	510	4.10	0.638
	301	16,450	841	5.11	2,408	14.63	2.863
	302	15,990	681	4.25	1,029	6.43	1.511
	303	13,430	426	3.17	565	4.20	1.326
	304	11,960	603	5.04	804	6.72	1.333
	305	14,330	410	2.86	847	5.91	2.066
	401	13,880	443	3.19	324	2.33	0.731
	402	13,640	295	2.16	288	2.11	0.976
タ ン カ	501	5,530	98	1.77	1	0.02	0.010
	合計と平均	216,340	8,261	3.82	10,489	4.85	1.270
	105	12,420	169	1.36	21	0.17	0.124
	106	12,690	200	1.57	118	0.93	0.590
	205	7,730	216	2.79	17	0.22	0.079
	206	19,360	689	3.56	773	3.99	1.122
	306	12,630	474	3.75	392	3.10	0.827
	307	13,340	407	3.05	210	1.57	0.516
	403	9,690	88	0.91	19	0.20	0.216
	404	7,700	33	0.43	2	0.03	0.061
	502	9,470	2	0.02	3	0.03	1.500
	503	—	—	—	—	—	—
	601	12,240	255	2.08	13	0.11	0.051
	602	12,400	195	1.57	127	1.02	0.651
	合計と平均	129,670	2,698	2.08	1,695	1.31	0.628

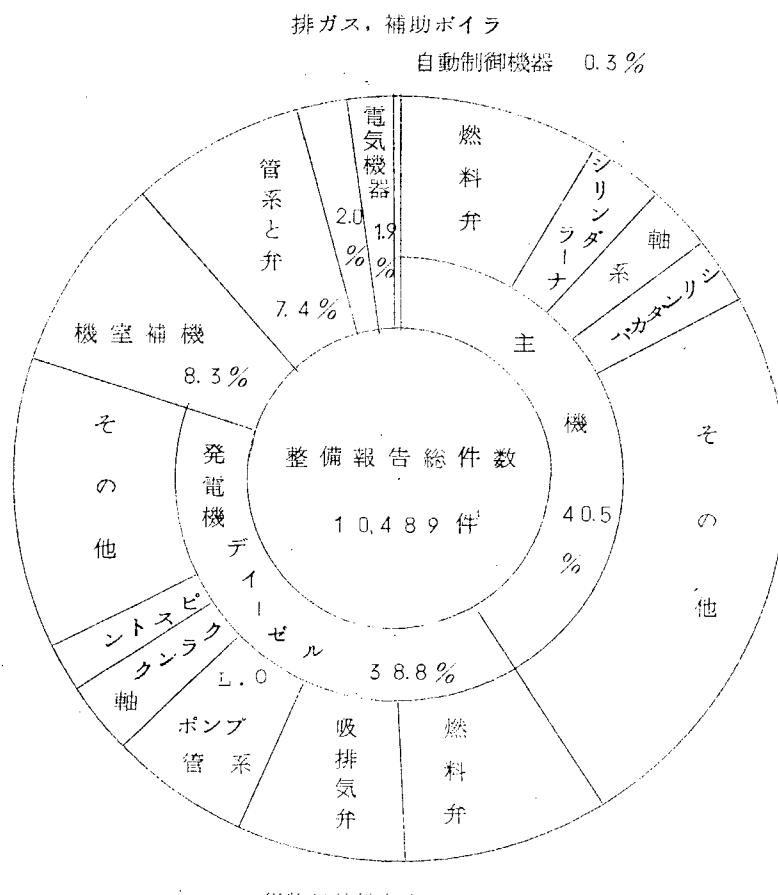
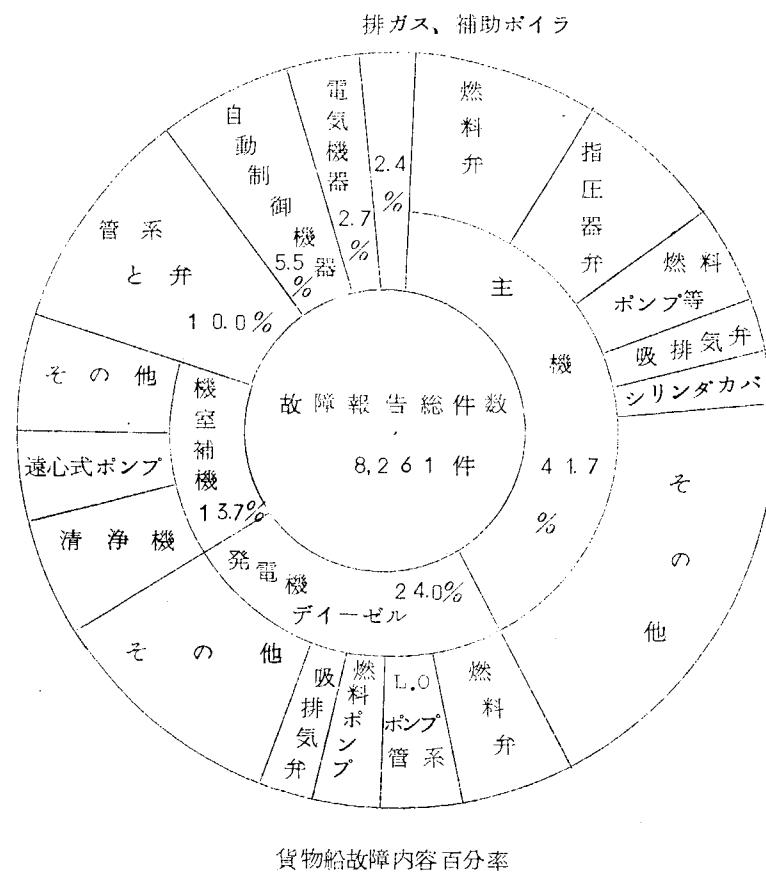
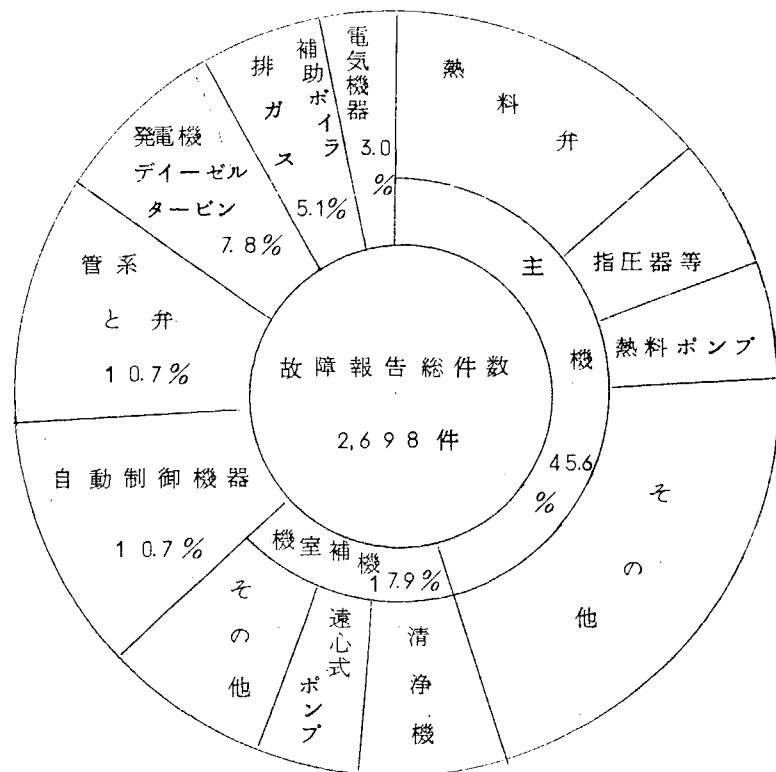
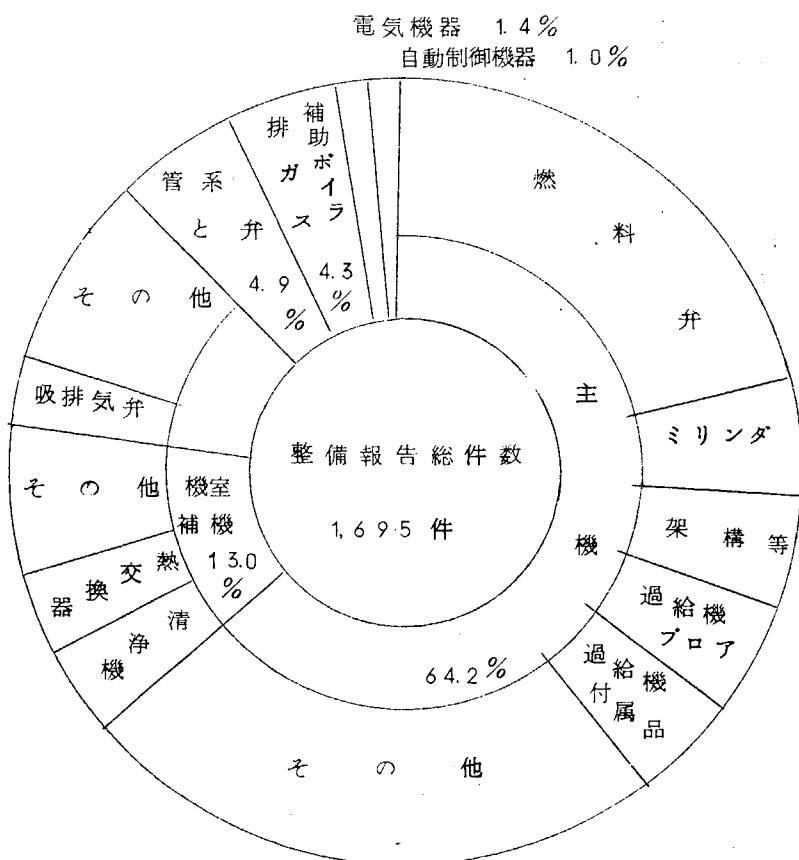


図 3.1.1



タンカ故障内容百分率



タンカ整備内容百分率

図 3.1.2

図 3.1.1、図 3.1.2 は表 3.1.3、表 3.1.4、表 3.1.5 および表 3.1.6 の結果を貨物船のタンカにわけてそれぞれ故障件数と整備件数の百分率を円形グラフに示した。これらの図からまず明らかなことは貨物船とタンカとの間に、故障内容と整備内容にはつきりした差がみられることである。すなわち、貨物船で故障件数のもっとも多い機器は主機で、件数全体の 41.7% を占め、ついで発電機ディーゼル、機室補機の順になっている。部品別では主機の燃料弁、指圧器弁、発電機ディーゼルの燃料弁となっている。これに対し、タンカで故障件数のもっとも多い機器は主機で、件数の半数に近い 45.6% を占め、ついで機室補機、自動制御機器の順となって、貨物船でかなりの割合を示した発電機の原動機は 7.8% を占めるに過ぎない。部品別では主機の燃料弁が首位を占めているが、ついで主機指圧器弁、機室補機の清浄機となっている。このように機器別、部品別の故障には船の種類によって大きくモードが異なっているが、これは船の種類により機関部関係の構成と運航条件に違いがあるためであろう。

機関部構成要素の差としては、タンカは貨物船にくらべて一般に自動化の程度が高く、自動化機器を多く使用している。また、タンカの中には、発電機の駆動原動機として蒸気タービンを装備している船もある。運航条件の差としては、貨物船の年間主機運転時間が約 5000 時間であるのに対しタンカは 7000～7500 時間と 1.5 倍であり、運航上からもタンカはピストン輸送となり停泊中にも整備時間が十分でない。主機関の使用条件にしても、タンカは連続の運転時間が長く、機関負荷も一般に高い。このような差が貨物船とタンカの故障モードの差となって現われ、タンカでは主機と自動制御機器の故障が多く、一方貨物船では発電機ディーゼルの故障割合が高くなっている。タンカでターボ発電機を装備している船は、航走中はこれを使用し、入航時はディーゼル発電機を使用する。ターボ発電機の信頼性は一般に高い。貨物船は停泊時間が多く、その間も甲板補機用にディーゼル発電機を使用している。したがって、これらの図のように主機運転時間をベースとして貨物船とタンカの発電機ディーゼルの故障件数の多少を論ずるには必ずしも適当ではない。むしろ発電機ディーゼルの運転時間をもとに頻度を検討すべきであろう。

これらの事柄は整備内容の分布をみるとさらにはっきりする。図 3.1.1 および図 3.1.2 の下方の円グラフが貨物船とタンカそれぞれの整備内容であるが、貨物船では整備件数の 38.8% を発電機ディーゼルが占め主機の 40.5% とほぼ等しい比重を示しているのに対し、タンカでは整備件数の実に 64.2% が主機にあてられ、発電機の原動機の整備には件数全体の 11.3% に過ぎない。このように、貨物船では使用頻度の高い発電機ディーゼルを主機と同様に、停泊中もしくは航海中にこれらを整備しているが、タンカでは停泊時間が短いために故障件数のもっとも多い主機の整備に力が入れられ、他の機器や部品に対する整備には手がまわらないことを示している。

以上のように発生故障とそれに付随する整備は船の種類、運航条件によって大きく影響されていることが明らかであり、信頼性を向上させるにはそれぞれに対応した船内保守体制、船外保守体制の確立が必要である。

## (2) 主機形式別による分析

つぎに故障件数のもっとも多く占めている主機の故障について、さらに詳細に分析する。主機は形式によって設計や細部の構成要素が違うので、故障のモードにも差を生ずる。主機形式の分類としては SULZER、MAN, B & W, UEC の 4 種に大別し、さらにこれを貨物船とタンカとにわけた。各船ごとの主機構成部品の故障間平均時間、各形式部品の総故障間平均時間、および総故障間平均時間の上側信頼水準と下側信頼水準を表 3.1.8 から表 3.1.15 に示す。ただし、各部品の故障間平均時間の上側信頼水準と下側信頼水準は母集団である船に対するものであって、両側 8.0% ( 片側 9.0% ) の信頼水準である。各グループ対象船の中で、調査期間中ある部品はまったく故障を発生せず、その場合には故障間平均時間が算出できないので、その部品については総故障間平均時間のみで、信頼水準は求めていない。したがって、信頼水準を求めた部品は各船共通し

て故障を生じている部品のみである。＊印の部品はいずれかの対象船で故障がなく、信頼水準を求めても意味がない。また、～印は対象船間のバラツキが大きく、80%信頼水準でも区間が広すぎる部品を表わす。

これらの表から主機形式により、また、同一主機形式でも貨物船とタンカという船の種類によって故障のモードが異なっていることがわかる。たとえば、MAN形機関では燃料弁、燃料ポンプなど燃料系統に故障の頻度が高く、故障間平均時間(MTBF)が短かい。これに対し、B&W形、UEC形機関では燃料弁よりも吸排気弁に問題があり、故障件数が多く、SULZER形機関では指圧器弁の故障件数が多くなっている。主機形式は同じでも貨物船とタンカでは故障部品に違いがあり、たとえばMAN形機関ではともに件数の首位を占めるのは燃料弁であるが、タンカの場合燃料弁の全件数に対する割合は貨物船にくらべて増加し、また、指圧器弁の件数も増加している。

これらの表により、主機形式による故障モードの差が明らかになったが、表にみられるように、同一主機形式、同一船種の機関でも故障のモードに対しては1船ごとの差の方が支配的である。これは表の最右欄の80%信頼確率の上側信頼水準(UCL)と下側信頼水準(LCL)をみれば明らかで、80%の確率でもその範囲は広く、バラツキのあることを示している。姉妹船とみられるSULZER形機関の貨物船304番船と305番船、MAN形機関のタンカ306番船と307番船、UEC形機関の貨物船401番船と402番船の各欄をみても各部品の故障間平均時間(MTBF)にかなりの違いがみられ、あるケースのある部品にのみ相似性がみられる程度である。このことはこれまで船は商品として一品生産的色彩が強く、部品段階での品質管理や信頼性に対する配慮が欠けていたことを示している。部品段階での故障間平均時間を求めるには上述のように船による差が大きいから同一主機形式でもより多くのデータが必要となってくる。

### (3) 故障の原因別

故障を生じた原因として、IBMカード第55カラムと第56カラムにコード化された記号で記述されている。しかし、この内容は故障した部品の部分名称と故障の原因と現象であり、故障の原因別に分類するには難がある。したがって、ある部品のある部分のみに注目しなければならないが、それには各部品の故障件数が少なく、ある特定の部品、たとえば燃料弁に注目すればある程度故障の原因把握ができるだろう。故障原因のコードについては今後の検討が必要である。

表 3.1.8 Sulzer形機関(貨物船)部品のMTBF

船番	201	204	304	305	装備総数	部品延総運転時間	故障件数	総故障時間	4隻のデータによる各部品のMTBF
竣工年月	1959-6	1962-6	1960-11	1961-11					B F 80%
主機形式	9RSAD76	6RD90	9RD76	9RD76					の信頼水準 上段 UCL 下段 LCL
出力(ps)	12,000	13,000	12,000	13,000					
調査期間(年-月)	3-1	2-7	2-8	2-9					
調査期間の主機運転時間	16,760	12,450	11,960	14,330					
10 シリンダカバ	5,590	7,470	26,910	42,990	33	462,150	44	10,500	35,700 6,700
11 シリンダジャケット	3,590	74,700	107,640	64,490	〃	〃	46	10,050	97,500 7,800
12 シリンダライナ	18,860	3,400	8,280	14,330	〃	〃	52	8,890	16,800 5,700
13 架構・換気タンク同集合管	250	2,080	11,960	—	4式	55,500	74	750	*
14 台板	—	1,380	1,090	1,300	〃	〃	31	1,790	*
15 主軸受	—	24,900	107,640	64,490	33	462,150	6	77,030	*
16 ピストン	10,060	9,340	13,460	25,800	〃	〃	36	12,840	20,900 8,500
17 ピストン・ロッドと スタフィン・ボックス	75,420	12,450	107,640	25,800	〃	〃	14	33,010	91,500 19,140
18 クロス・ヘッド	37,710	37,350	107,640	—	〃	〃	7	66,020	*
19 コネクティング・ロッド	—	—	—	—	〃	〃	0	—	—
20 クランク軸	—	—	—	—	〃	〃	0	—	—
21 クランク軸受	75,420	—	107,640	—	〃	〃	3	154,050	*
22 カム軸と同駆動装置	8,380	—	—	14,330	4式	55,500	3	18,500	*
23 燃料ポンプ・同駆動装置 蓄圧管・高圧管・一次ポンプ	4,440	1,780	3,990	6,790	33	462,150	122	3,790	5,900 2,600
24 燃料弁	3,510	4,670	1,560	3,150	〃	〃	169	2,730	4,400 2,200
25 吸排気弁	—	—	—	—	0	—	2	—	—
26 吸排気弁駆動装置	—	—	—	—	0	—	0	—	—
27 排気管制弁・同駆動装置	3,910	5,340	8,280	14,330	33	462,150	74	6,250	11,800 4,200
28 掃気弁	40,220	59,760	30,750	—	132	1,848,600	34	54,370	*
29 掃気系統	—	—	5,670	—	33	462,150	19	24,320	*
30 ルーツ式送風機と同駆動装置	—	—	—	—	0	—	0	—	—
31 過給機タービン	2,960	24,900	—	21,500	11	154,050	20	7,700	*
32 過給機プロワ	1,570	12,450	8,970	—	11	〃	36	4,280	*
33 過給機付属品	4,570	4,150	4,490	42,990	11	〃	26	5,930	—
34 操縦装置	16,760	—	11,960	—	4式	55,500	2	27,750	*
35 起動弁	75,420	12,450	107,640	—	33	462,150	9	51,350	*
36 起動空気管系と空気管制弁	16,760	—	—	—	4式	55,500	1	55,500	*
37 調速器	16,760	—	—	—	〃	〃	1	55,500	*
38 安全弁	75,420	9,340	10,760	128,970	33	462,150	21	22,010	106,400 5,800
39 指圧器弁指圧図撮取装置	740	980	1,160	4,030	33	〃	405	1,140	3,000 500
40 リュープリケータ同駆動装置	2,460	2,490	5,9800	23,880	18組	2,52,600	53	4,770	40,600 3,600
41 テレスコ	—	3,560	11,960	4,030	33	462,150	62	7,450	*
42 軸系	430	830	5,980	23,880	4式	55,500	62	900	—
43 推進器	8,380	—	2,390	14,330	〃	〃	8	6,940	*
44 ターニング・ギヤ	8,380	—	—	—	〃	〃	0	—	*

表 3.1.9 Sulzer形機関(タンカ)部品のMTBF

船番	106	205	404	403	601	装備総数	部品延総運転時間	故障件数	総故障時間平均	5隻のデータによる各部品のMTBF 80%
竣工年月	1964-	1963-9	1964-12	1966-1	1963-11					部品のMTBF 80%の信頼水準上段 UCL
主機形式	9RD90	8RD90	8RD90	8RD90	8RD90					部品のMTBF 80%の信頼水準下段 LCL
出力(ps)	20,700	17,600	17,600	18,400	17,600					部品のMTBF 80%の信頼水準上段 UCL
調査期間(年-月)	1-8	1-0	0-11	1-4	1-8					部品のMTBF 80%の信頼水準下段 LCL
調査期間の主機運転時間	12,690	7,730	7,700	9,690	12,240					部品のMTBF 80%の信頼水準上段 UCL
10	シリンドラ・カバ	57,110	12,370	15,400	-	12,240	41	413,090	27	15,300 *
11	シリンドラ・ジャケット	114,210	-	-	-	-	〃	〃	1	413,090 *
12	シリンドラ・ライナ	57,110	20,610	-	77,520	19,580	〃	〃	10	41,310 *
13	架構・掃気トランク同集合管	-	-	-	-	12,240	5式	50,050	1	50,050 *
14	台板	-	-	-	-	-	〃	〃	0	-
15	主軸受	-	-	-	-	-	41	413,090	0	-
16	ピストン	114,210	20,610	61,600	38,760	12,240	〃	〃	15	27,540 77,800 21,200
17	ピストン・ロッドと スタフイン・ボックス	-	-	-	-	-	〃	〃	0	-
18	クロス・ヘッド	57,110	-	-	11,070	32,640	〃	〃	12	34,420 *
19	コネクティング・ロッド	-	-	-	-	-	〃	〃	0	-
20	クラシク軸	114,210	30,920	-	-	97,920	〃	〃	4	103,270 *
21	クラシク軸受	-	-	-	-	97,920	〃	〃	2	206,550 *
22	カム軸と同駆動装置	-	-	-	-	-	5式	50,050	0	-
23	燃料ポンプ・同駆動装置 蓄圧管・高圧管・一次ポンプ	57,110	12,370	30,800	7,750	16,320	41	413,090	25	16,520 38,800 11,000
24	燃料弁	28,550	20,610	12,320	77,520	24,480	〃	〃	17	24,300 50,600 14,800
25	吸排気弁	-	-	-	-	-	0	-	8	-
26	吸排気弁駆動装置	-	-	-	-	-	0	-	0	-
27	排気管制弁・同駆動装置	7,140	61,840	-	15,500	32,640	41	413,090	25	24,300 *
28	掃気弁	45,6840	-	-	-	43,520	164	1,652,360	10	165,240 *
29	掃気系統	28,550	-	-	-	97,920	41	413,090	5	82,620 *
30	ルーツ式送風機と同駆動装置	-	-	-	-	-	0	-	0	-
31	過給機タービン	19,040	-	-	-	36,720	15	150,150	3	50,050 *
32	過給機プロワ	-	-	-	29,070	-	〃	〃	1	150,150 *
33	過給機付属品	38,070	7,730	11,550	14,540	2,830	〃	〃	21	7,150 24,400 5,500
34	操縦装置	12,690	-	-	-	-	5式	50,050	1	50,050 *
35	起動弁	-	-	-	-	-	41	413,090	0	-
36	起動空気管系と空気管制弁	-	3,870	-	-	-	5式	50,050	2	25,030 *
37	調速器	12,690	-	-	-	-	〃	〃	1	50,050 *
38	安全弁	-	61,840	-	77,520	-	41	413,090	2	206,550 *
39	指圧器弁指圧図撮取装置	10,380	61,840	20,530	-	24,480	41	〃	19	21,740 *
40	リュブリケータ同駆動装置	-	34,920	-	19,380	12,240	17	212,890	7	30,410 *
41	テレスコ	-	-	-	-	-	41	413,090	0	-
42	軸系	6,350	7,730	-	-	2,450	5式	50,050	8	6,260 *
43	推進器	-	-	-	-	12,240	〃	〃	1	50,050 *
44	ターニング・ギヤ	-	-	-	-	-	〃	〃	0	-

表3.1.10 MAN形機関(貨物船)部品のMTBF

船番	103	104	301	302	303	装備総数	部品延総運転時間	故障件数	総故障時間	5隻のデータによる各部品のMTBF, 80%の信頼水準上段UCL下段LCL
竣工年月	1958-6	1959-6	1959-4	1962-4	1963-12					
主機形式	K9Z78/140	K9Z78/140C	K9Z78/140	K9Z70/120C	K8Z70/120C					
出力(ps)	12,000	12,000	11,500	9,000	9,000					
調査期間(年-月)	2-6	2-6	3-3	3-2	2-9					
調査期間の主機運転時間	13,150	12,240	16,450	15,990	13,430					
10 シリンダ・カバ	11,840	5,510	8,230	15,990	5,370	44	627,910	77	8,150	12,400 6,400
11 シリンダ・ジャケット	118,350	—	74,030	35,980	—	✓	✓	7	89,700	*
12 シリンダ・ライナ	9,860	110,160	10,580	47,970	26,860	✓	✓	34	18,470	70,100 12,100
13 架構・掃気トランク同集合管	13,150	4,080	1,370	15,990	—	5式	71,260	17	4,190	*
14 台板	—	6,120	5,480	—	—	✓	✓	5	14,250	*
15 主軸受	118,350	—	—	—	—	44	627,910	1	657,910	*
16 ピストン	19,730	36,720	10,580	15,990	21,490	✓	✓	37	16,970	27,700 14,100
17 ピストン・ロッドと スタブイン・ボックス	—	—	148,050	—	—	✓	✓	1	627,910	*
18 クロス・ヘッド	39,450	55,080	11,390	—	—	✓	✓	18	34,880	*
19 コネクティング・ロッド	—	—	—	—	—	✓	✓	0	—	—
20 クランク軸	59,180	—	—	—	—	✓	✓	2	313,760	*
21 クランク軸受	118,350	—	18,510	—	107,440	✓	✓	10	62,790	*
22 カム軸と同駆動装置	—	—	16,450	—	13,430	5式	71,260	2	35,630	*
23 燃料ポンプ・同駆動装置 蓄圧管・高圧管・一次ポンプ	7,400	3,440	3,530	5,140	6,320	44	627,910	135	4,650	6,400 4,000
24 燃料弁	5,920	15,740	1,200	1,120	1,880	✓	✓	335	1,870	9,500 800
25 吸排気弁	—	—	—	—	—	0	—	1	—	—
26 吸排気弁駆動装置	—	—	—	—	—	0	—	0	—	—
27 排気管制弁・同駆動装置	—	—	—	—	—	0	—	1	—	—
28 排気弁	315,600	20,030	1184,400	—	—	352	5,023,280	48	104,650	*
29 掃気系統	13,150	5,800	4,000	4,960	7,670	44	627,910	108	5,810	9,600 4,600
30 ルーツ式送風機と同駆動装置	—	—	—	—	—	0	—	2	—	—
31 過給機タービン	19,730	36,720	4,940	—	—	15	213,780	13	16,440	*
32 過給機プロワ	—	—	—	15,990	—	✓	✓	3	71,260	*
33 過給機付属品	19,730	18,360	12,340	9,590	13,430	✓	✓	16	133,60	17,600 11,700
34 操縦装置	—	12,240	—	—	—	5式	71,260	1	71,260	*
35 起動弁	118,350	110,160	7,400	—	—	44	627,910	22	28,540	*
36 起動空気管系と空気管制弁	—	—	16,450	15,990	—	5式	71,260	2	35,630	*
37 調速器	—	—	—	15,990	13,430	✓	✓	2	35,630	*
38 安全弁	39,450	22,030	7,400	—	53,720	44	627,910	30	20,930	*
39 指圧器弁指圧図撮取装置	23,670	—	11,390	5,330	10,740	✓	✓	55	11,420	*
40 リュープリケータ同駆動装置	21,920	30,600	9,140	74,950	13,430	24	337,870	19	17,780	48,400 11,600
41 テレスコ系	59,180	—	29,610	143,910	15,350	44	627,910	15	41,860	*
42 軸系	3,090	—	1,500	—	13,430	5式	71,260	16	4,450	*
43 推進器	13,150	12,240	5,480	—	—	✓	✓	5	14,250	*
44 ターニング・ギヤ	—	6,120	—	—	—	✓	✓	2	35,630	*

表 3.1.1.1 MAN形機関(タンカ)部品のMTBF

船番		306	307	602		装備総数	部品延 總運転 時間	故障 総件 数	総故障 時間平均	3隻のデータによる各部品のMTBF 80%の信頼水準 上段UCI 下段LOL
竣工年月		1964-8	1964-6	1964-1						
主機形式		K9Z86/ 160C	K9Z86/ 160C	K9Z84/ 160C						
出力 (ps)		19,500	19,500	17,600						
調査期間(年-月)		1-8	2-10	1-8						
調査期間の主機運転時間		12,630	13,340	12,400						
各部品の故障時間平均時間	10	シリンドラ・カバ	28,420	-	111,600	27	345,330	5	69,070	*
	11	シリンドラ・ジャケット	-	30,020	-	✓	✓	4	86,330	*
	12	シリンドラ・ライナ	14,210	7,500	11,160	✓	✓	34	10,160	14,600 7,300
	13	架構・掃気トランク同集合管	2,530	13,340	-	3式	38,370	6	6,400	*
	14	台板	12,630	-	-	✓	✓	1	38,370	*
	15	主軸受	-	-	-	27	345,330	0	-	-
	16	ピストン・トーション	113,670	-	-	✓	✓	1	345,330	*
	17	ピストン・ロッドと スタフイン・ボックス	-	-	-	✓	✓	0	-	-
	18	クロス・ヘッド	56,840	60,030	-	✓	✓	4	86,330	*
	19	コネクティング・ロッド	-	-	-	✓	✓	0	-	-
	20	クラシク軸	-	-	-	✓	✓	0	-	-
	21	クラシク軸受	113,670	60,030	-	✓	✓	3	115,110	*
	22	カム軸と同駆動装置	-	-	-	3式	38,370	0	-	-
	23	燃料ポンプ・同駆動装置 蓄圧管・高圧管・一次ポンプ	2,910	4,450	15,940	27	345,330	73	4,730	15,500 0
	24	燃料弁	680	1,150	1,990	✓	✓	327	1,060	2,000 600
	25	吸排気弁	-	-	-	0	-	0	-	-
	26	吸排気弁駆動装置	-	-	-	0	-	0	-	-
	27	排氣管制弁・同駆動装置	-	-	-	0	-	0	-	-
	28	掃気弁	303,120	60,030	178,560	216	2,762,640	24	115,110	31,2600 48,600
	29	掃気系統	3,670	5,000	15,940	27	345,330	62	5,570	15,600 800
	30	ルーツ式送風機と同駆動装置	-	-	-	0	-	0	-	-
	31	過給機タービン	37,890	40,020	-	9	115,110	2	57,560	*
	32	過給機プロワ	2,910	4,000	-	✓	✓	23	5,000	*
	33	過給機付属品	2,110	20,010	5,310	✓	✓	27	4,260	~
	34	操縦装置	-	-	-	3式	38,370	0	-	-
	35	起動弁	-	-	-	27	345,330	0	-	-
	36	起動空気管系と空気管制弁	12,630	-	-	3式	38,370	1	38,370	*
	37	調速器	-	-	-	✓	✓	0	-	-
	38	安全弁	113,670	-	-	27	345,330	1	345,330	*
	39	指圧器弁指圧図撮取装置	5,410	60,030	-	✓	✓	23	15,140	*
	40	リュープリケータ同駆動装置	63,150	-	62,000	15	191,850	2	95,930	*
	41	トレースコ	56,840	40,020	18,600	27	345,330	11	31,390	59,300 18,700
	42	軸系	6,320	-	-	3式	38,370	2	19,190	*
	43	推進器	-	-	-	✓	✓	0	-	-
	44	ターニング・ギヤ	-	-	-	✓	✓	0	-	-

表 3.1.1.2 B &amp; W形機関(貨物船)部品のMTBF

船番	202	203	501		装備総数	部品延総運転時間	故障件数	総故障時間平均	3隻のデータによる各部品のMTBF 8.0%の信頼水準上段 UCL 下段 LCL
竣工年月	1956-4	1962-10	1958-10						
主機形式	974V TB F160	874V T2B F160	1074V TB F160						
出力(ps)	11,250	12,000	12,500						
調査期間(年-月)	3-3	1-4	0-11						
調査期間の主機運転時間	16,630	6,480	5,530						
各部品の故障時間平均	1.0 シリンダ・カバ	74,840	—	—	27	256,810	2	12,842.0	*
	11 シリンダ・ジャケット	7,480	51,840	—	✓	✓	21	12,230	*
	12 シリンダ・ライナ	74,800	51,840	—	✓	✓	3	85,600	*
	13 架構・掃気トランク同集合管	—	—	—	3式	28,640	0	—	—
	14 台板	16,630	—	5,530	✓	✓	2	14,320	*
	15 主軸受	—	—	—	27	256,810	0	—	—
	16 ピストン	9,980	25,920	55,300	✓	✓	18	14,270	55,500 5,300
	17 ピストン・ロッドと スタブイン・ボックス	8,800	8,640	55,300	✓	✓	24	10,700	—
	18 クロス・ヘッド	—	25,920	—	✓	✓	2	12,842.0	*
	19 コネクティング・ロッド	—	—	—	✓	✓	0	—	—
	20 クランク軸	—	—	—	✓	✓	0	—	—
	21 クランク軸受	—	—	—	✓	✓	0	—	—
	22 カム軸と同駆動装置	16,630	—	—	3式	28,640	1	28,640	*
	23 燃料ポンプ・同駆動装置 蓄圧管・高圧管・一次ポンプ	3,650	—	11,060	27	256,810	46	5,580	*
	24 燃料弁	9,350	—	18,430	54	513,620	38	13,520	*
	25 吸排気弁	2,020	8,640	6,140	27	256,810	89	2,890	9,200 2,000
	26 吸排気弁駆動装置	5,540	—	13,830	✓	✓	31	8,280	*
	27 排気管制弁・同駆動装置	—	—	—	0	—	0	—	—
	28 掃気弁	—	—	—	0	—	0	—	—
	29 掃気系統	—	—	—	0	—	0	—	—
	30 ルーツ式送風機と同駆動装置	—	—	—	0	—	0	—	—
	31 過給機タービン	16,630	—	22,120	10	91,450	4	22,860	*
	32 過給機プロワ	49,890	—	22,120	10	✓	2	45,730	*
	33 過給機付属品	7,130	19,440	22,120	10	✓	9	10,160	24,900 7,600
	34 操縦装置	—	—	—	3式	28,640	0	—	—
	35 起動弁	149,670	4,710	—	2式	256,810	12	21,400	*
	36 起動空気管系と空気管制弁	—	3,240	—	3式	28,640	2	14,320	*
	37 調速器	16,630	—	—	✓	✓	1	28,640	*
	38 安全弁	5,350	25,920	—	27	256,810	30	8,560	*
	39 指圧器弁指圧図撮取装置	3,940	51,840	5,030	✓	✓	50	5,140	—
	40 リュブリケータ同駆動装置	83,150	—	—	14	136,720	1	136,720	*
	41 テレスコ	—	—	—	27	256,810	0	—	—
	42 軸系	4,160	6,480	—	3式	28,640	5	5,730	*
	43 推進器	—	—	5,530	✓	✓	1	28,640	*
	44 ターニング・ギヤ	—	—	—	✓	✓	0	—	—

表 3.1.1.3 B &amp; W形機関(タンカ)部品のM T B F

船番	206	502			装備総数	部品延	故障	総故障	各部品のM TBF 80% の信頼水準 上段 UCL 下段 LCL
竣工年月	1966-8	1965-				総運転	総件数	時間平均	
主機形式	984V T2B F180	884V T2B F180				時間	件数	時間	
出力(ps)	20,700	18,400							
調査期間(年-月)	2-8	1-3							
調査期間の主機運転時間	19,360	9,470							
10 シリンダ・カバ	—				9	174,240	0	—	
11 シリンダ・ジャケット	—				〃	〃	0	—	
12 シリンダ・ライナ	174,240				〃	〃	1	174,240	
13 架構・掃気トランク同集合管	1,140				1式	19,360	17	1,140	
14 台板	9,680				〃	〃	2	9,680	
15 主軸受	87,120				9	174,240	2	87,120	
16 ピストン	43,560				〃	〃	4	43,560	
17 ピストン・ロッドと スタフイン・ボックス	—				〃	〃	0	—	
18 クロス・ヘッド	—				〃	〃	0	—	
19 コネクティング・ロッド	—				〃	〃	0	—	
20 クランク軸	—				〃	〃	0	—	
21 クランク軸受	—				〃	〃	0	—	
22 カム軸と同駆動装置	—				1式	19,360	0	—	
23 燃料ポンプ・同駆動装置 蓄圧管・高圧管・一次ポンプ	6,450				9	174,240	27	6,450	
24 燃料弁	31,680				18	348,480	11	31,680	
25 吸排気弁	9,680				9	174,240	18	9,680	
26 吸排気弁駆動装置	17,430				〃	〃	10	17,430	
27 排気管制弁・同駆動装置	—				0	—	0	—	
28 掃気弁	—				0	—	0	—	
29 掃気系統	—				0	—	0	—	
30 ルーツ式送風機と同駆動装置	—				0	—	0	—	
31 過給機タービン	14,520				3	58,080	4	14,520	
32 過給機プロワ	5,280				〃	〃	11	5,280	
33 過給機付属品	3,060				〃	〃	19	3,060	
34 操縦装置	19,360				1式	19,360	1	19,360	
35 起動弁	6,700				9	174,240	26	6,700	
36 起動空気管系と空気管制弁	19,360				1式	19,360	1	19,360	
37 調速器	—				〃	〃	0	—	
38 安全弁	174,240				9	174,240	1	174,240	
39 指圧器弁指圧図撮取装置	1,980				〃	〃	88	1,980	
40 リュブリケータ同駆動装置	48,400				5組	96,800	2	48,400	
41 テレスコ	—				9	174,240	0	—	
42 軸系	19,360				1式	19,360	1	19,360	
43 推進器	—				〃	〃	0	—	
44 ターニング・ギヤ	—				〃	〃	0	—	

表 3.1.1.4 UEC形機関(貨物船)部品のMTBF

船番	101	102	401	402	装備総数	部品延総運転時間	故障件数	総故障時間平均	4隻のデータによる各部品のMTBF 80%の信頼水準上段 UCL 下段 LCL
竣工年月	1958-1	1955-12	1961-8	1960-7					
主機形式	9UEC75/ 150	9UEC75/ 150	9UEC75/ 150	9UEC75/ 150					
出力(ps)	12,000	12,000	13,000	12,000					
調査期間(年-月)	3-3	3-2	2-8	2-7					
調査期間の主機運転時間	16,980	16,440	13,880	13,640					
各部品の故障時間平均	10 シリンダ・カバ	6,110	7,050	13,880	11,160	36 548,460	66	8,310	12,800 6,800
	11 シリンダ・ジャケット	38,210	--	31,230	8,770	〃	〃	21	26,120
	12 シリンダ・ライナ	--	24,660	--	11,160	〃	〃	17	32,260
	13 架構・掃気トランク同集合管	3,400	--	2,780	13,640	4式 60,940	11	5,540	*
	14 台板	--	--	13,880	--	〃	〃	1	60,940
	15 主軸受	--	--	20,820	122,760	36 548,460	7	78,350	*
	16 ピストン・ロッドと スタフイン・ボックス	152,820	147,960	31,230	--	〃	〃	5	109,690
	18 クロス・ヘッド	30,560	73,980	--	40,920	〃	〃	10	54,850
	19 コネクティング・ロッド	--	--	--	61,380	〃	〃	2	274,230
	20 クランク軸	--	--	--	122,760	〃	〃	1	548,460
	21 クランク軸受	21,830	36,990	--	122,760	〃	〃	12	45,710
	22 カム軸と同駆動装置	--	--	--	--	4式 60,940	0	--	--
	23 燃料ポンプ・同駆動装置 蓄圧管・高圧管・一次ポンプ	10,920	73,980	13,880	24,550	36 548,460	30	18,280	54,800 6,800
	24 燃料弁	9,550	5,280	15,620	4,380	〃	〃	80	6,860
	25 吸排気弁	16,980	49,320	8,330	11,510	108 1,645,380	113	14,560	37,000 6,000
	26 吸排気弁駆動装置	152,820	8,220	62,460	30,690	36 548,460	25	21,940	115,400 11,200
	27 排気管制弁・同駆動装置	--	147,960	--	--	0	--	1	--
	28 掃気弁	--	--	--	--	0	--	0	--
	29 掃気系統	--	--	--	--	0	--	0	--
	30 ルーツ式送風機と同駆動装置	--	--	--	--	0	--	0	--
	31 過給機タービン	--	49,320	5,950	4,550	12 182,820	17	10,750	*
	32 過給機ブロワ	--	24,660	41,640	40,920	〃	〃	4	45,570
	33 過給機付属品	50,940	4,930	5,950	8,180	〃	〃	23	7,950
	34 操縦装置	--	8,220	13,880	4,550	4式 60,940	6	10,160	*
	35 起動弁	76,410	14,800	62,460	30,690	36 548,460	18	30,470	69,300 22,900
	36 起動空気管系と空気管制弁	--	--	--	--	4式 60,940	0	--	--
	37 調速器	--	--	--	--	〃	〃	0	--
	38 安全弁	50,940	--	--	--	36 548,460	3	18,2820	*
	39 指圧器弁指圧図撮取装置	21,830	13,450	31,230	122,670	〃	〃	22	24,930
	40 リュープリケータ同駆動装置	16,980	82,200	5,340	34,100	20 304,700	21	14,510	62,400 7,000
	41 テレスコ	--	73,980	--	61,380	36 548,460	4	137,120	*
	42 軸系	--	1,370	2,310	3,410	4式 60,940	22	2,770	*
	43 推進器	--	16,440	--	--	13,640	〃	1	60,940
	44 ターニング・ギヤ	--	--	--	--	〃	〃	1	60,940

表 3.1.1.5 UEC形機関(タンカ)部品のMTBF

船番	105				装備総数	部品延	故障	総故障	各部品のMTBF 80% の信頼水準 上段 UCL 下段 LCL
竣工年月	1965-					総運転時間	総件数	間平均時間	
主機形式	8UEC85/ 1600								
出力(ps)	17,600								
調査期間(年一月)	1-9								
調査期間の主機運転時間	12,420								
10 シリンダ・カバ	9,030				8	99,360	11	9,030	
11 シリンダ・ジャケット	9,940				8	〃	10	9,940	
12 シリンダ・ライナ	99,360				8	〃	1	99,360	
13 架構・掃気タンク同集合管	2,070				1式	12,420	6	2,070	
14 台板	12,420				〃	〃	1	12,420	
15 主軸受	—				8	99,360	0	—	
16 ピストン	12,420				〃	〃	8	12,420	
17 ピストン・ロッドと スタフイン・ボックス	—				〃	〃	0	—	
18 クロス・ヘッド	—				〃	〃	0	—	
19 コネクティング・ロッド	—				〃	〃	0	—	
20 クランク軸	12,420				〃	〃	8	12,420	
21 クランク軸受	—				〃	〃	0	—	
22 カム軸と同駆動装置	—				1式	12,420	0	—	
23 燃料ポンプ・同駆動装置 蓄圧管・高圧管・一次ポンプ	9,030				8	99,360	11	9,030	
24 燃料弁	24,840				〃	〃	4	24,840	
25 吸排気弁	24,840				24	397,440	16	24,840	
26 吸排気弁駆動装置	14,190				8	99,360	7	14,190	
27 排気管制弁・同駆動装置	—				0	—	0	—	
28 掃気弁	—				0	—	0	—	
29 掃気系統	—				0	—	1	—	
30 ルーツ式送風機と同駆動装置	—				0	—	0	—	
31 過給機タービン	—				3	37,260	0	—	
32 過給機プロワ	—				〃	〃	0	—	
33 過給機付属品	—				〃	〃	0	—	
34 操縦装置	—				1式	12,420	0	—	
35 起動弁	12,420				8	99,360	8	12,420	
36 起動空気管系と空気管制弁	—				1式	12,420	0	—	
37 調速器	—				〃	〃	0	—	
38 安全弁	—				8	99,360	0	—	
39 指圧器弁指圧図撮取装置	4,730				〃	〃	21	4,730	
40 リュブリケータ同駆動装置	12,420				4組	49,680	4	12,420	
41 テレスコ	12,420				8	99,360	8	12,420	
42 軸系	12,420				1式	12,420	1	12,420	
43 推進器	—				〃	〃	0	—	
44 ターニング・ギヤ	—				〃	〃	0	—	

### 3.1.2 故障件数の統計処理

#### (1) 船種別故障件数および整備件数の比較

##### (a) 解析経過

ある機器につき部品数( $N$ )、故障確率( $p$ )とすると故障個数は二項分布で表わされる。今、 $N$ が大きいとき、

$$\text{平均値 } \mu = N p \quad , \quad \text{分散 } \sigma^2 = N p (1 - p)$$

として、正規分布で近似できる。 $N$ も $p$ も不明であるが、 $p$ を微少とすれば、

$$\text{平均値 } \mu = N p \quad , \quad \text{標準偏差 } \sigma = \sqrt{N p}$$

となる。この関係を使って解析する。

表 3.1.1.6 より船種別故障の内、主機の項につき解析する。すなわち、157.0(A), 94.9(B)より

	A	B	A - B	A + B
平均 値	$N p$	$N p$	0	$2 N p$
標準偏差	$\sigma$	$\sigma$	$\sqrt{2} \sigma$	$\sqrt{2} \sigma$

正規分布と  
して検定法

上表により

$$\frac{A - B}{\sqrt{2} \sigma} = \frac{A - B}{\sqrt{2} N p} = \frac{A - B}{\sqrt{A + B}} = \frac{157.0 - 94.9}{\sqrt{157.0 + 94.9}} = 3.91$$

となる。

今、正規分布において、 $\alpha = 0.05$  および  $0.01$  に対する  $t$  の値は  $1.960$  および  $2.576$  である。

すなわち、

$$2.576 < \frac{A - B}{\sqrt{2} \sigma} \text{ ならば高度に有意 (**) }$$

$$1.960 \leq \frac{A - B}{\sqrt{2} \sigma} \leq 2.576 \text{ ならば有意 (*) }$$

と検定できる。上記船種別故障の内、主機の項は高度に有意差が見られた。

以上の方法で解析すると表 3.1.1.7 のとおりである。

##### (b) 考 察

(i) 主機運転 1,000 時間当たりの船種別故障件数を機器別に見ると主機・発電機ディーゼルおよび総計に高度な有意差が見られた。

また、管系と弁についても有意差が見られた。

(ii) 主機運転 1,000 時間当たりの船種別整備件数を機器別に見ると主機・発電機ディーゼル、機室補機、管系と弁および総計に高度な有意差が見られた。

また、電気機器についても有意差が見られた。

(iii) 前記のように主機・発電機ディーゼルに故障および整備の差がはっきりしていることは、船種による主要機器の使用形態と思われるが、各船の経年変化等を考慮してもあまりにも差が大きいと思われる。

##### (2) 船種別故障内容および整備内容

貨物船およびタンカにおける故障内容および整備内容を図示すると図 3.1.3 のようになる。

(a) 総括的に故障内容を見ると両船種とも主機故障が 4.0% を示しているが、貨物船においては発電機ディーゼルが 2.4% をしめ 2 位に位しているに反し、タンカでは機室補機が 1.8% をなして 2 位となり、発電機

ディーゼルは 7 % である。これは船種による機関室形態によるものと思われる。

(b) 整備内容を見るとき、主機整備が共に高く、タンカにおいては貨物船 41 % に対して 64 % と大きな比重をなしている。

(c) 機器別による故障内容、整備内容を見るとき、その割合において相当変動していることが見られる。  
これは船種による整備形態に基因しているものと思われる。

(3) 故障の対策処置

故障の対策処置を 201 番船の修繕件数から見ると、その割合は図 3.1.4 のようになる。すなわち、

(a) 総括的に故障の対策処置を見るとき、乗員による修理および応急修理が 90 % 強を占めていることは留意すべきことである。

(b) 乗員による修理を分析すると、主機に 44 % 强、発電機ディーゼルに 28 % となり、乗員が修理した修繕件数の内、約 3/4 が運転中における主要機器にあてられていることがわかる。

(c) 工場による修理は管系と弁が 26 % と最大を占め、主機関係が 15 % と主要機器が以外に少ないことを示している。

故障対策処置に対する修繕 1 件当たりの工数を見ると表 3.1.18 のようになる。

(a) 乗員による修理を見ると、修繕 1 件当たりの機器別では電気機器、機室補機に乗員 1 人で 4.6 時間改修作業にもっとも工数をかけている。

(b) 乗員による修理中、最大の工数を用いたのは補機ならびに排ガス・ボイラの改修に乘員 1 人で 28 時間用している。また、機器別に見ると、もっとも工数を用いたのは機室補機および補機ならびに排ガス・ボイラの改修に乘員 1 人で平均 15.7 時間を用いている。

(4) 故障分類と作業分類

201 番船の機器分類に対する故障件数百分率は図 3.1.5 のようになる。すなわち、

(a) 主機関係では漏洩 39 %、汚損 20 % に対して発電機ディーゼルでは漏洩 19 % となり、機室補機では漏洩 25 %、汚損 17.5 % と各機器とも漏洩、汚損が他に比して相当高い割合を示していることがわかる。

(b) 自動制御、その他では作動指度不良が 81 % となり、自動機器特有の故障が見られている。

故障分類に対する作業件数百分率は図 3.1.6 のようになる。すなわち、

(a) 漏洩に対しては漏気、漏油を含めているが、約 75 % がパッキンまたは部品の取替をなしている。

(b) 汚損に対しては掃除が 70 %、部品の取替が 23 % である。

また、閉塞は燃料弁噴射口のつまりも含めて掃除 63 %、取替 30 % である。摩耗もパッキンまたは部品の取替も含めて 80 % である。

故障分類、作業分類に対する修繕件数 1 件当たりの工数は表 3.1.19 のようになる。

(a) 故障分類に対する修繕件数 1 件当たりの平均工数は摩耗で乗員 1 人当り 10.35 時間である。

(b) 作業分類に対する修繕件数 1 件当たりの平均工数は調整で乗員 1 人当り 7.43 時間である。

表 3.1.1.6 主機運転 10,000 時間当たりの故障および整備総件数

(単位 主機運転 10,000 時間当たりの件数)

機器別 船種		主機	発電機 ディーゼル	機室補機	電気機器	排ガスヒーター	管系と弁	自動制御 その他	計
貨物船	故障	157.0	90.6	51.9	10.3	8.9	37.3	21.0	377.0
	整備	199.9	188.0	40.2	8.8	9.7	35.8	1.5	483.9
タンカ	故障	94.9	14.7	37.2	6.2	10.6	22.2	22.2	208.0
	整備	83.8	14.7	17.0	1.8	5.6	6.4	1.3	130.6
計	故障	251.9	105.3	89.1	16.5	19.5	59.5	43.2	585.0
	整備	283.7	202.7	57.2	10.6	15.3	42.2	2.8	614.5

表 3.1.1.7 船種別故障件数および整備件数の検定

故障・整備 検定		故障				整備			
機器別		A	B	$\frac{A-B}{\sqrt{2}\sigma}$	判定	A	B	$\frac{A-B}{\sqrt{2}\sigma}$	判定
主機	157.0	94.9	39.1	***	199.9	83.8	6.91	***	
発電機ディーゼル	90.6	14.7	7.47	***	188.0	14.7	12.11	***	
機室補機	51.9	37.2	1.57		40.2	17.0	3.05	***	
電気機器	10.3	6.2	1.00		8.8	1.8	2.14	*	
排ガスヒーター	8.9	10.6	0.39		9.7	5.6	1.05		
管系と弁	37.3	22.2	1.962	*	35.8	6.4	4.53	***	
自動制御その他	21.0	22.2	0.18		1.5	1.3	0.12		
計	377.0	208.0	6.93	***	483.9	130.6	14.25	***	

表 3.1.1.8 故障対策処置に対する修繕1件当たりの工数

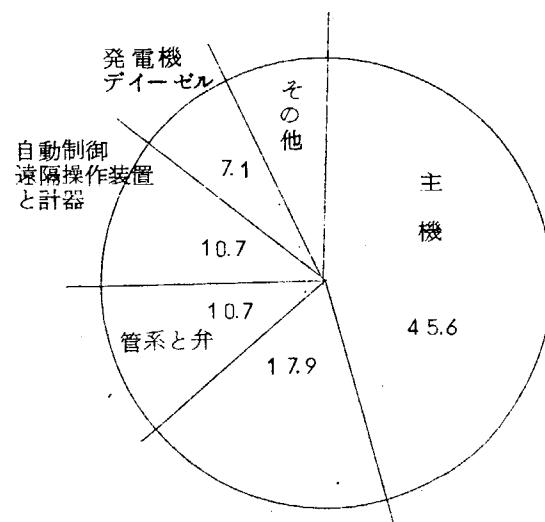
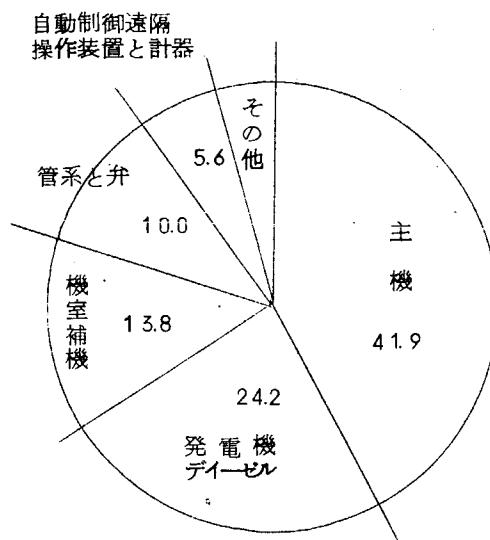
(単位 時／人工)

機器別 故障対策処置	乗員による修理	工場による修理	の修理結果を取替する部品	乗員による修理を要する部品	応急修理による修理を要する部品	工場修理による修理を要する部品	乗員による修理を要せず工急	均
主 機	3.81	0	20.60	0.50	2.00			6.73
発電機ディーゼル	1.66	0	3.44					2.55
機室補機	4.60	0		24.00	18.50	0		15.70
電気機器	4.68	0					6.00	5.34
補機ならびに排ガスボイラ	3.29	0			28.00			15.65
管系と弁	2.78	0			2.40			2.59
自動制御その他	1.76	0	0.80	2.64		0		1.73
均	3.23	0	8.28	9.05	12.73	0	6.00	7.30

表 3.1.19 故障分類、作業分類に対する修繕件数 1件当たり工数

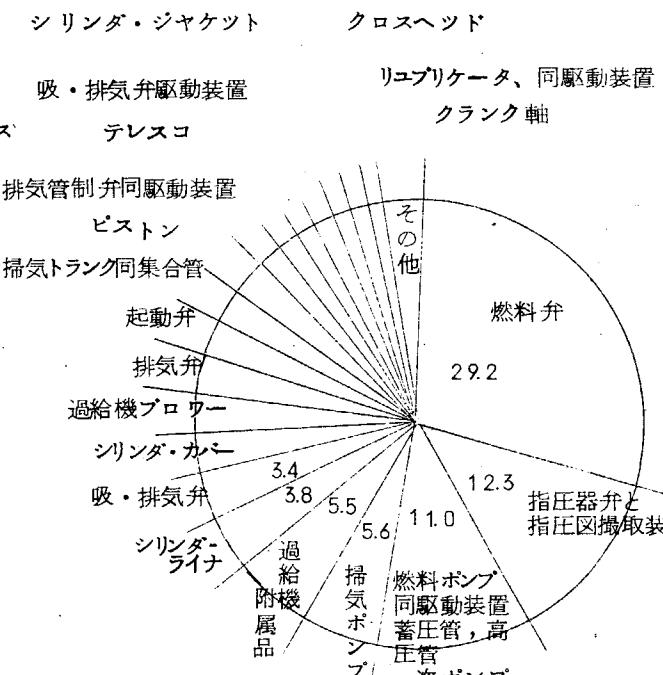
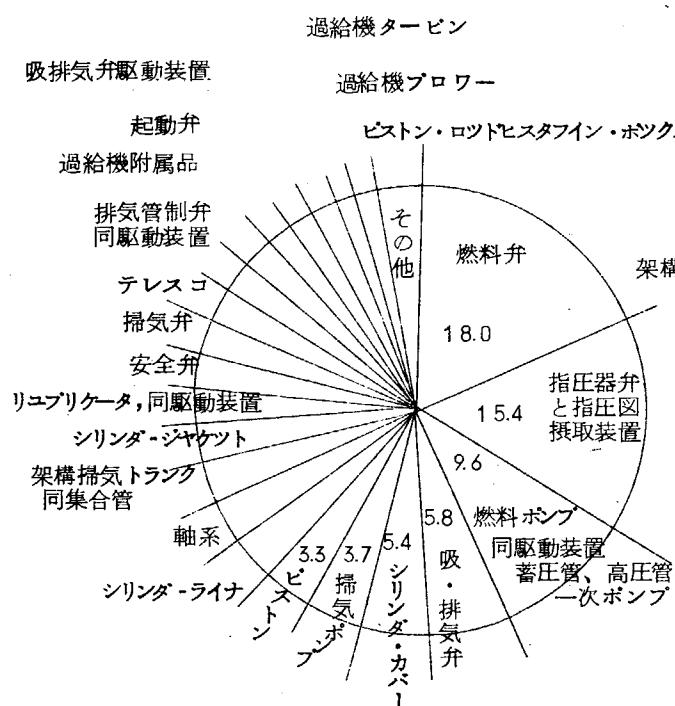
(単位 時/ノ人工)

作業	故障	漏洩	汚損	閉塞	摩耗	腐食	燃焼不良	破損	作動指度不良	亀裂	スチック	弛緩	折損	剥離	欠損	過熱焼損	断線	その他	平均
取 掃	替	2.76	5.50	0.53	9.04	1.64	1.45	1.68	1.19	4.39	3.07	2.04	13.39	4.74	1.33	1.00	8.32	3.88	
除 ハッキン	増入取替	24.38	1.33	1.51				0.80	4.33		7.25						1.38	5.85	
漏 漏	止 め	2.63			8.75			1.70	1.00		0.20		0.20				0.80	2.18	
調 整		22.5				64.8		5.50		2.33				0.56			14.50	5.27	
削 正	措 合 せ	0.72		1.21				0.40	16.70		0.96			3.00	5.25		1.73	7.43	
増 縮 め	0.58							1.600	1.200					2.00			4.74	6.11	
点 検		2.33		0.50	12.00			8.00		0.30		2.44						1.51	
溶 接		1.93				1.00							45.0		7.50		1.75	4.61	
間 隙 計 測					2.30									2.00				1.64	
電 気 修 理					10.00												0.15	1.23	
保 護 亞 鉛 取 替			0.20		4.00												1.00	4.00	
そ の 他		0.87	2.17		13.69	1.255	2.00	6.10	1.38	4.83	0.34	5.64	0.33	2.67	1300			2.10	
均		6.72	2.73	0.73	10.35	5.13	5.18	30.2	3.36	2.94	37.9	3.37	3.98	3.69	54.0	1.00	3.64	4.45	



その 1 機器別故障内容 百分率

註。数値は百分率を示す。



その 2 主機故障内容 百分率

註。数値は、百分率を示す。

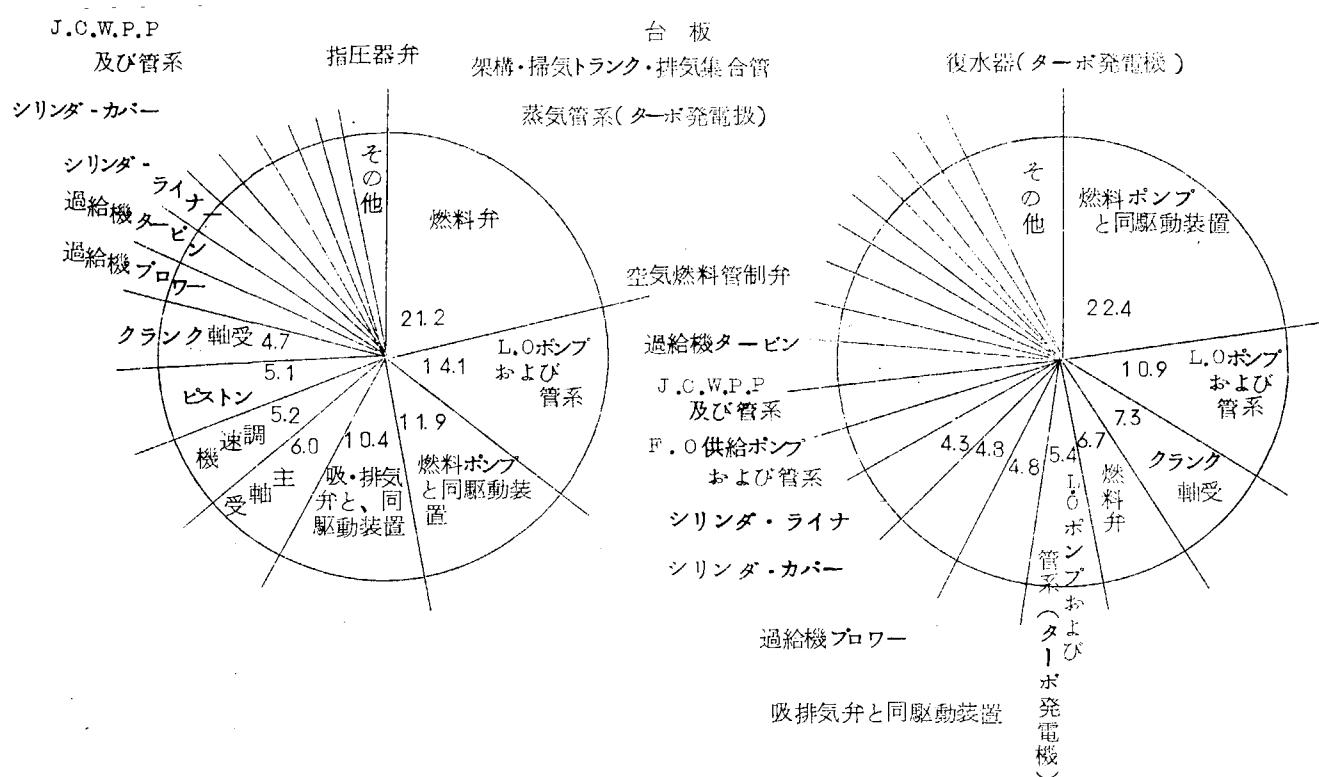
図 3.1.3 船種別故障内容と整備内容(1)

F.O 供給ポンプ及び管系

架構掃気トランク・排気集合管

起動弁

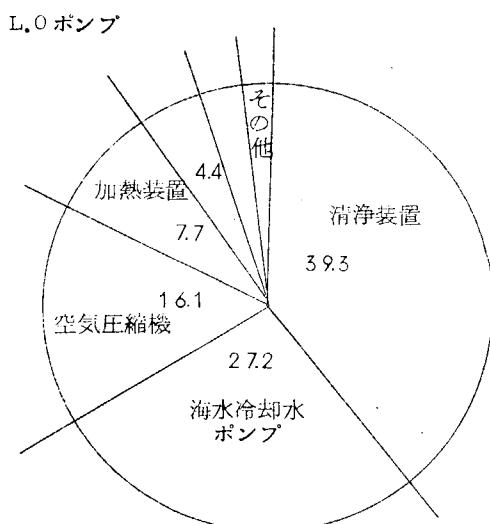
調速機



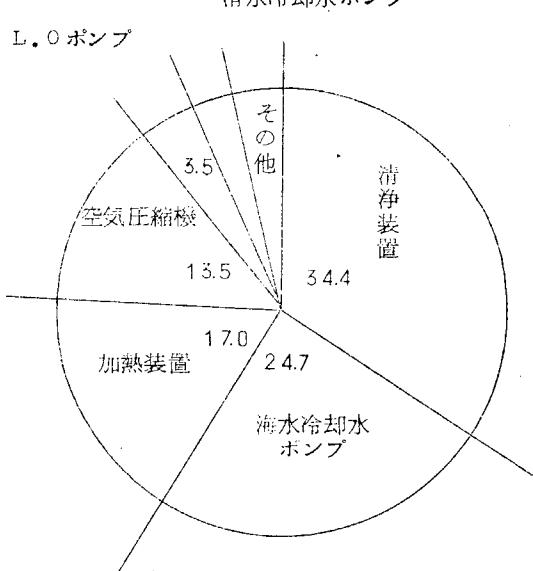
その 3. 発電機ディーゼル故障内容 百分率

註. 数値は百分率を示す。

清水冷却水ポンプ



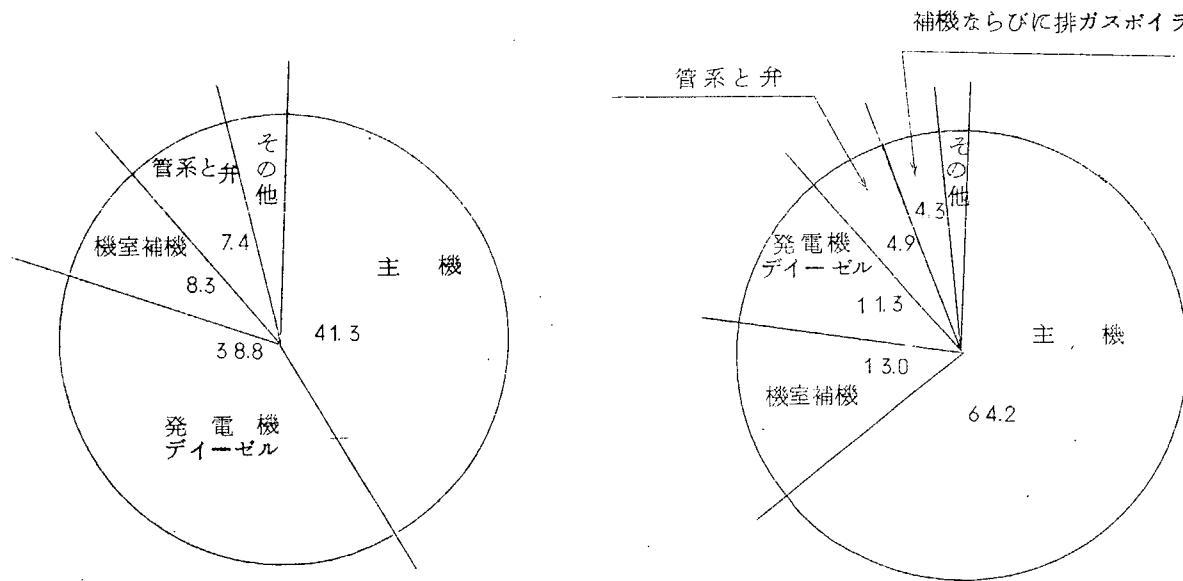
清水冷却水ポンプ



その 4. 機室補機故障内容 百分率

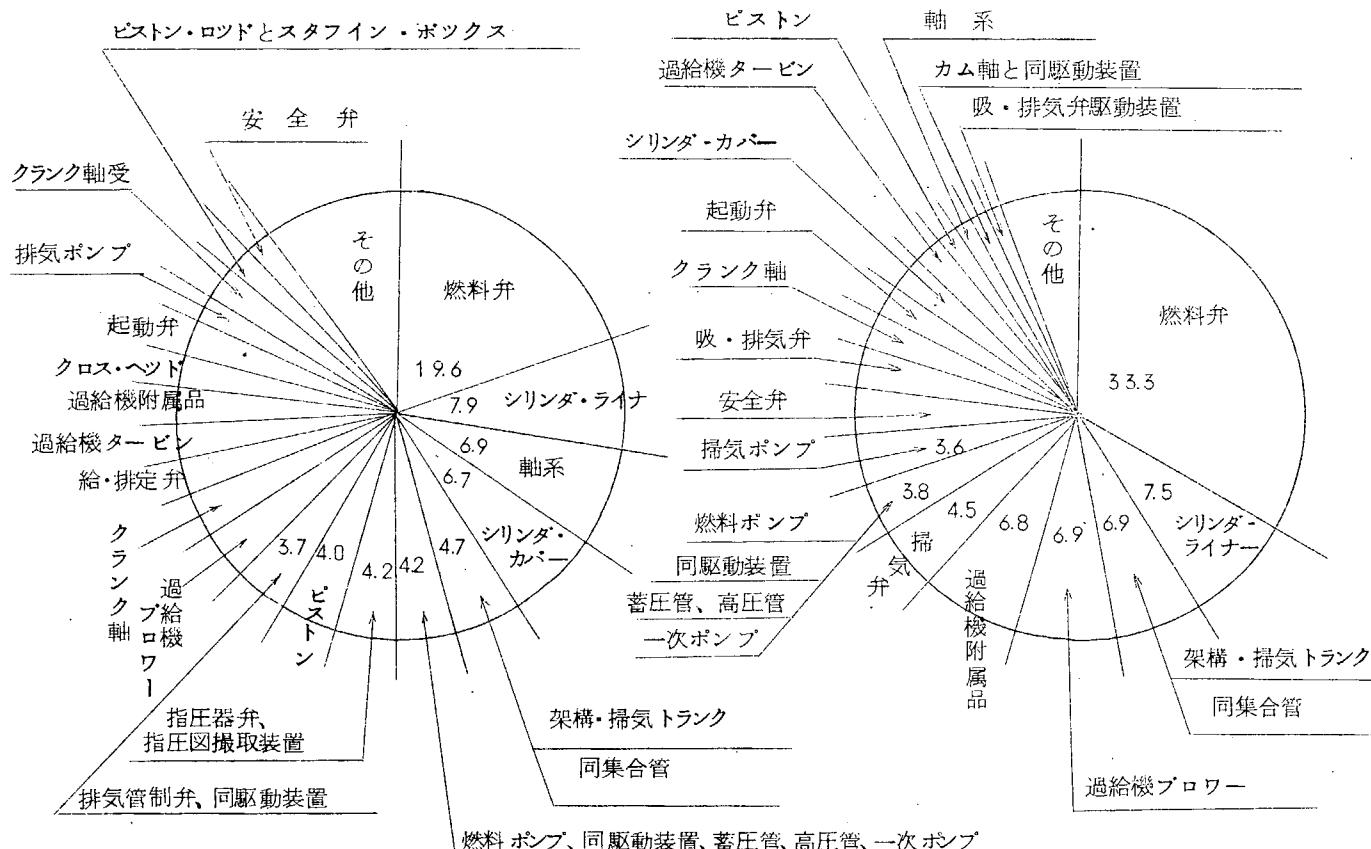
註. 数値は百分率を示す。

図 3.1.3 船種別故障内容と整備内容(2)



その 5. 機器別整備内容 百分率

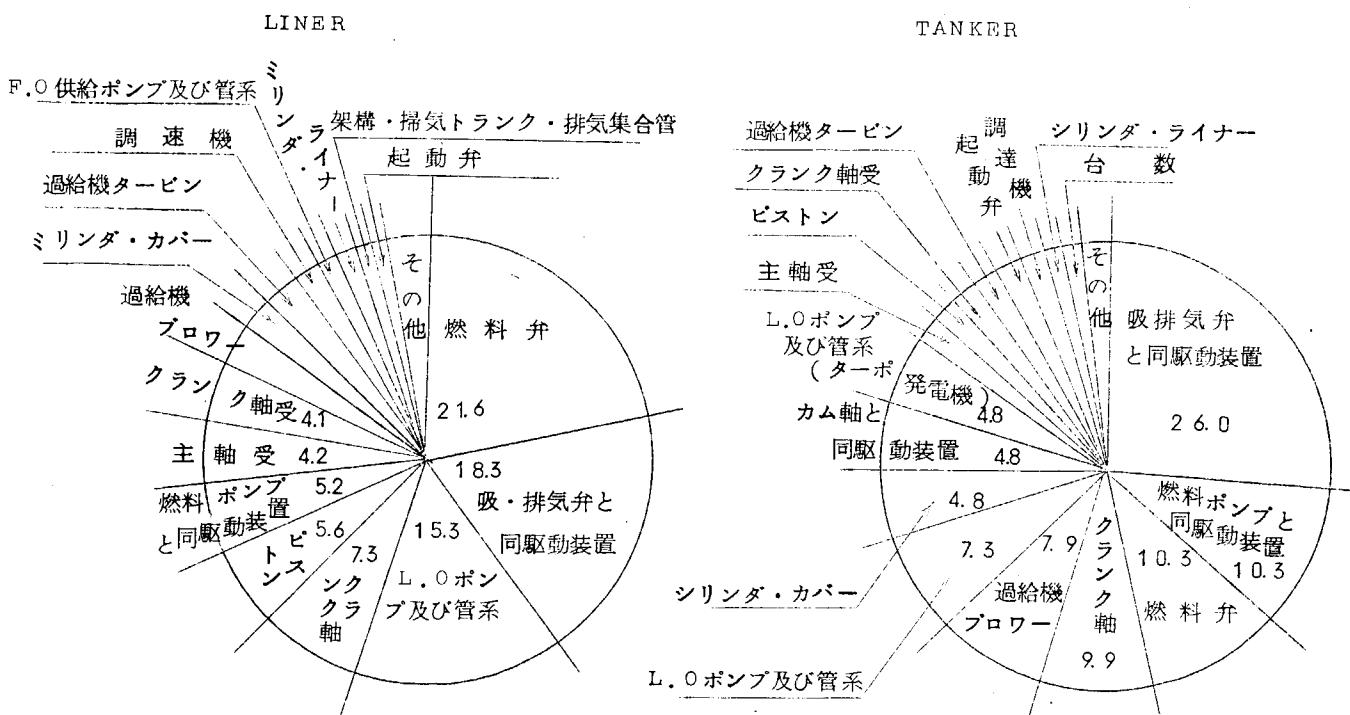
註. 数値は、百分率を示す。



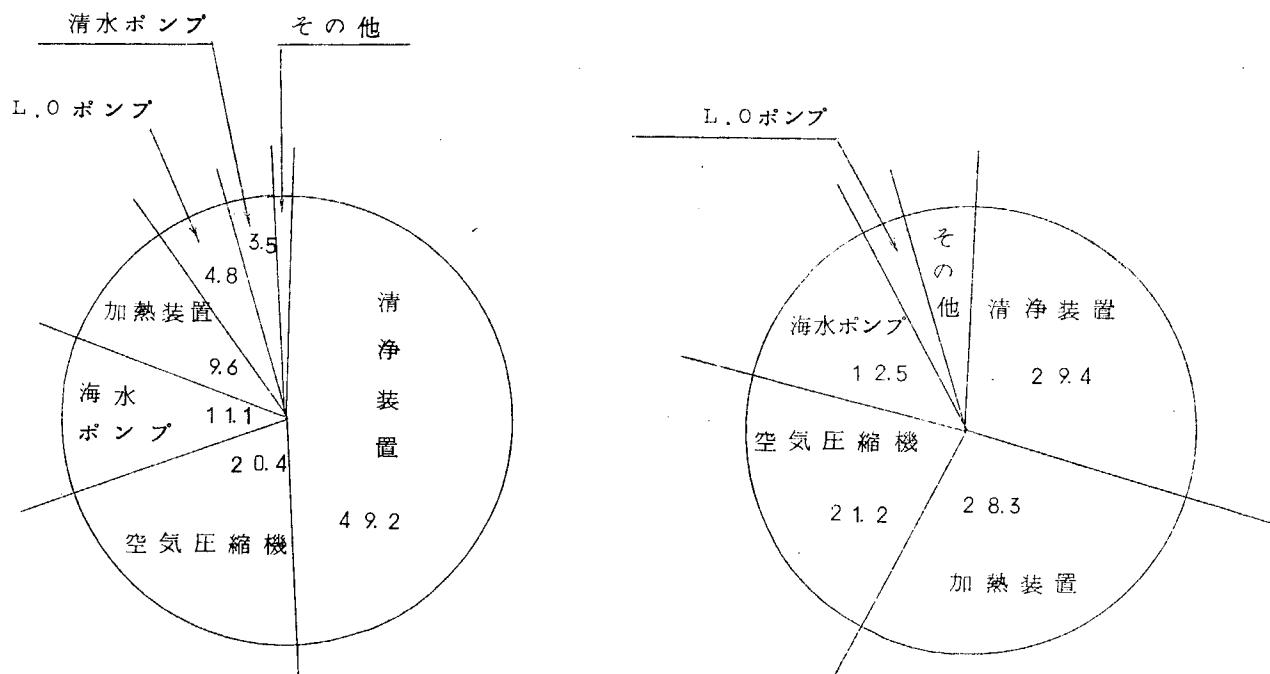
その 6. 主機整備内容 百分率

註. 数値は百分率を示す。

図 3.1.3 船種別故障内容と整備内容(3)



その7. 発電機ディーゼル整備内容



その8. 機室補機整備内容百分率

註、数値は百分率を示す。

図3.1.3 船種別故障内容と整備内容(4)

(修繕件数百分率)

乗員による修理の結果、取替部品の修理を要す  
乗員による応急修理

その他の

工場に  
よる修理

7.1

乗員による修理

9.00

その1. 故障対策処理全体

電気機器  
2.7

その他の

管系と弁  
9.7

機室補機  
13.1

発電機  
ディーゼル  
28.2

主機  
44.6

主機

その2. 乗員による修理

主機  
15.4

機室補機  
16.5

補機ならびに  
排ガスボイラ  
19.8

管系と弁  
26.4

発電機  
ディーゼル  
19.8

その他の

自動制御  
その他の

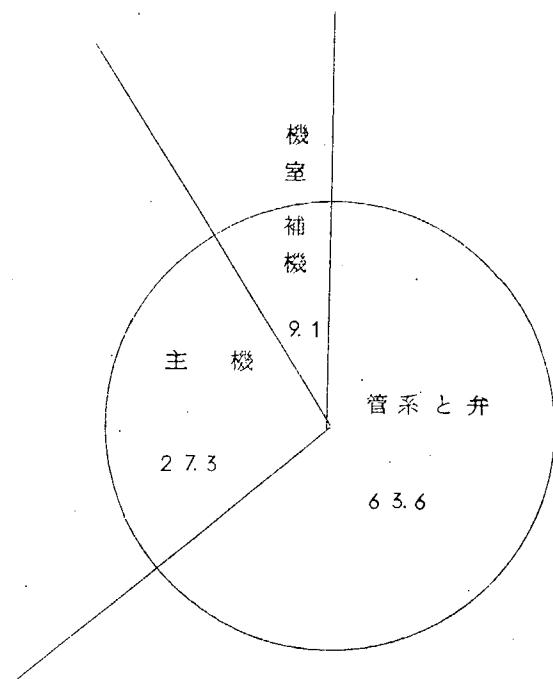
主機  
30.7

発電機  
ディーゼル  
61.5

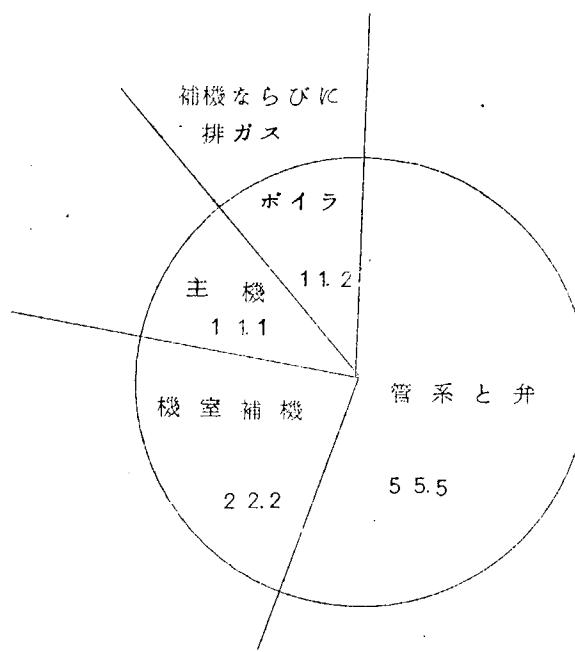
その3. 工場による修理

その4. 乗員による修理の結果、取替部品  
の修理を要する。

図3.1.4 故障対策処置(1)



その 5. 乗員による応急修理



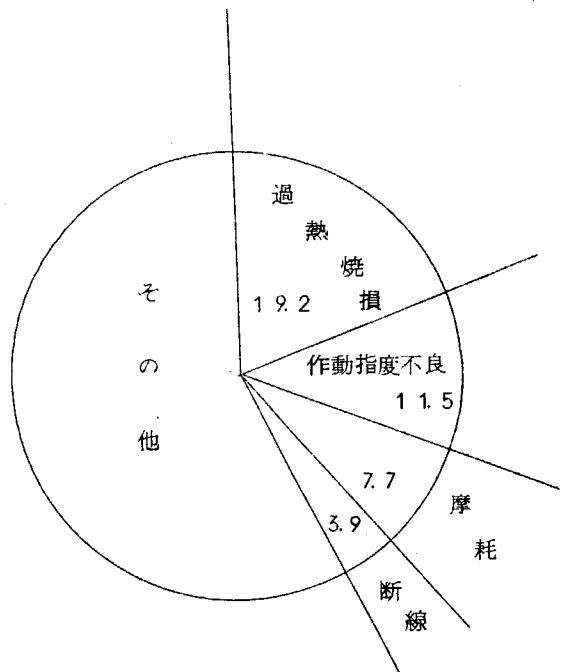
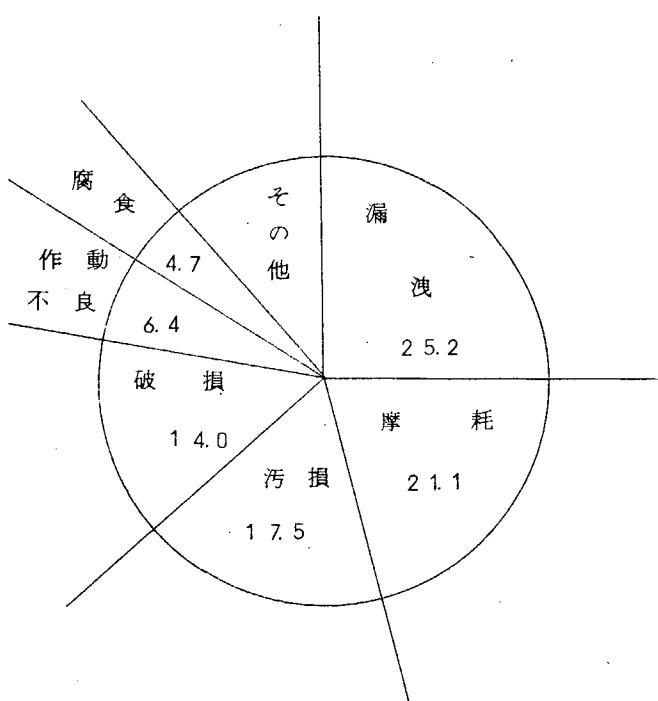
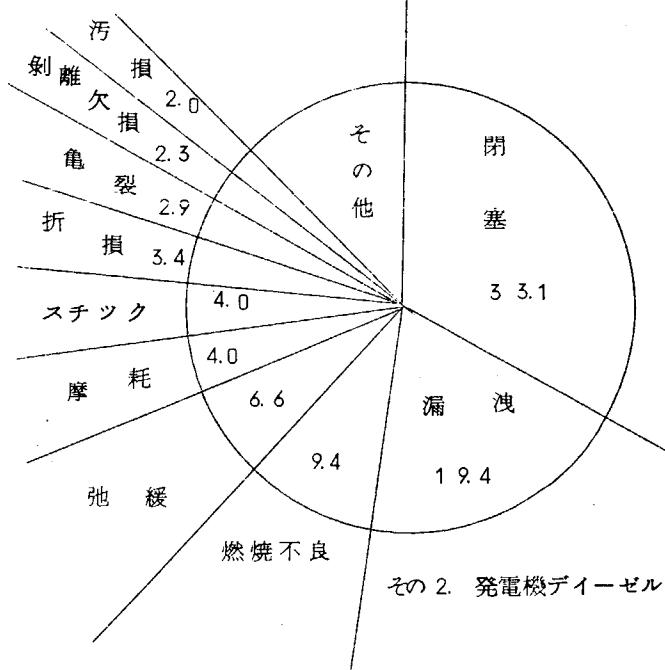
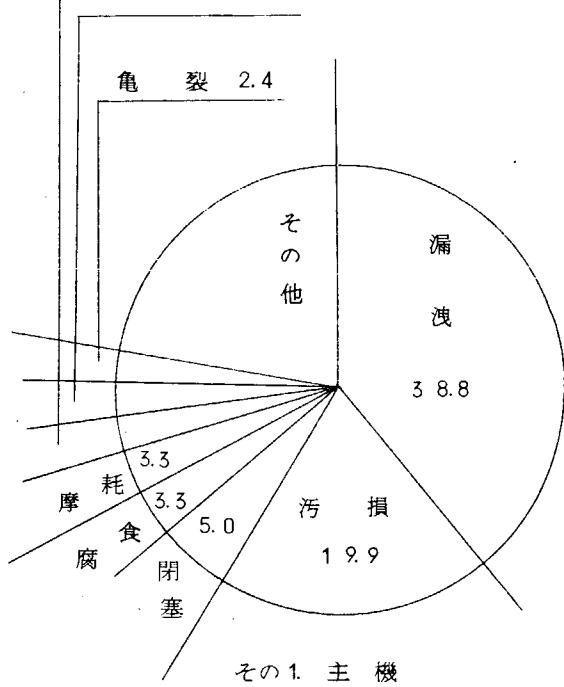
その 6. 乗員による応急修理の  
結果、工場修理を要す

註、数値は百分率を示す

図 3.1.4 故障対策処置(2)

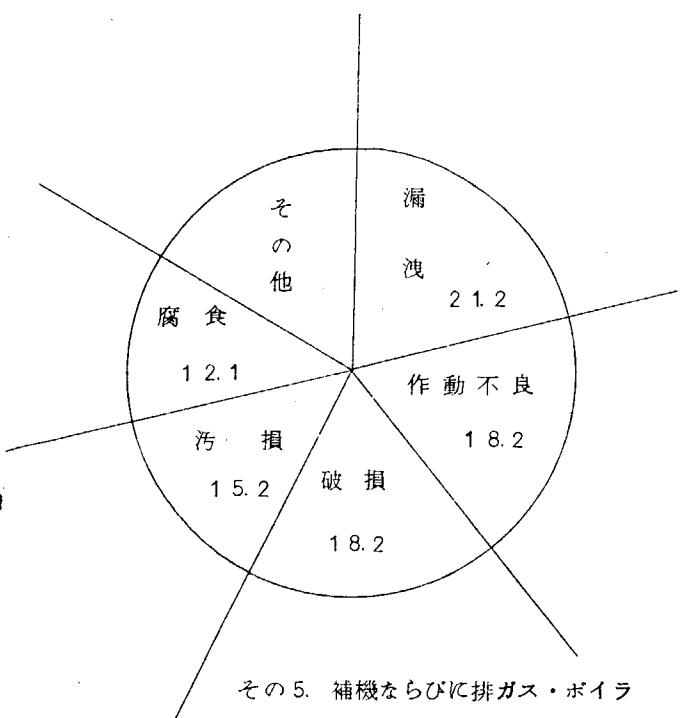
スチック 2.6

燃焼不良 2.4

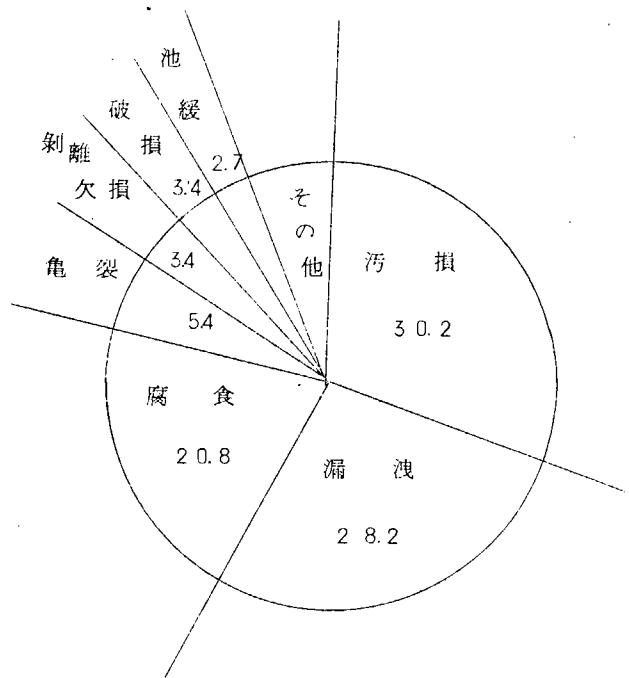


註、数値は百分率を示す。

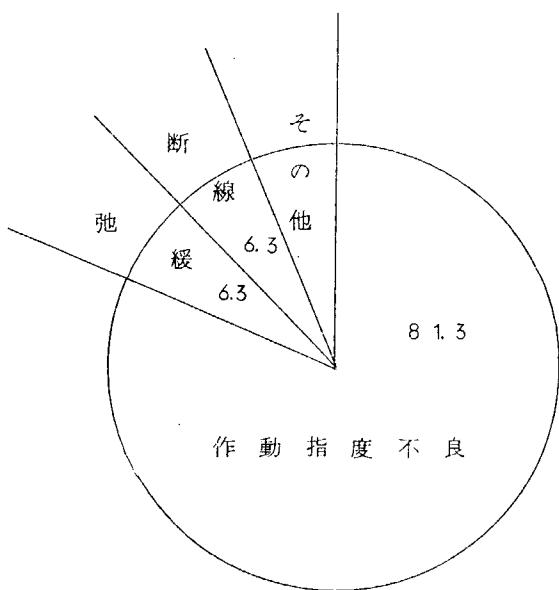
図 3.1.5 機器分類に対する故障分類(1)



その5. 補機ならびに排ガス・ボイラ



その6. 管系と弁

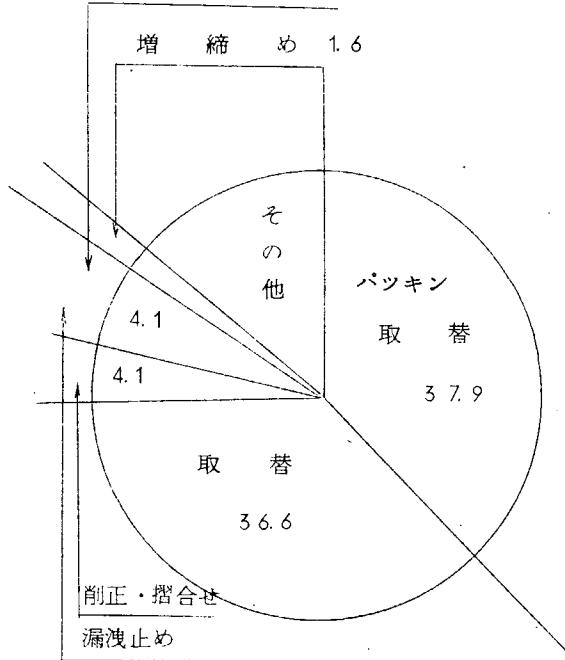


その7. 自動制御、その他

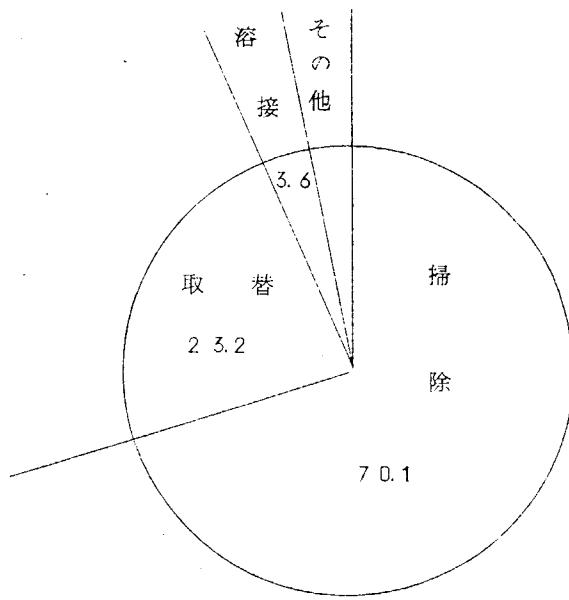
註、数値は百分率を示す

図 3.1.5 機器分類に対する故障分類(2)

点 檢 1.6



その1. 漏洩

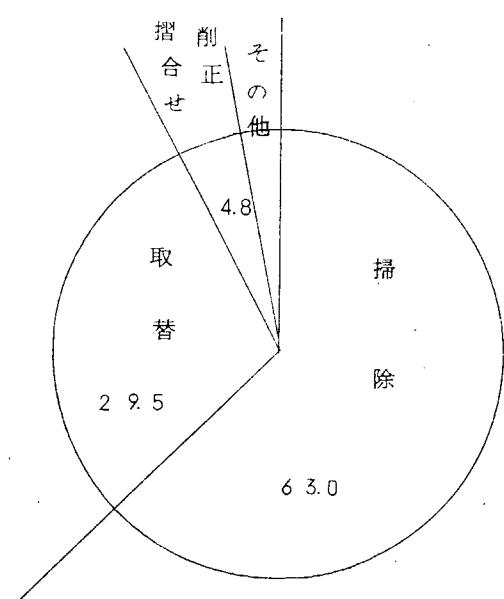


その2. 汚損

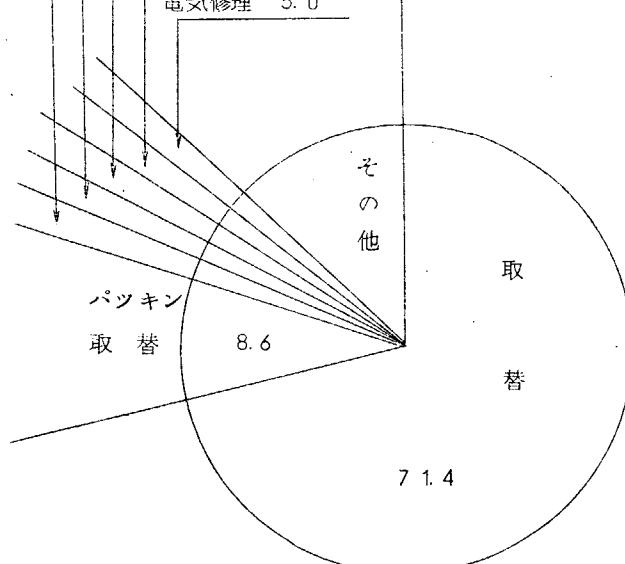
調 整 5.0 点 檢 5.0

削正・摺合せ 5.0 間隙計測 5.0

電気修理 5.0



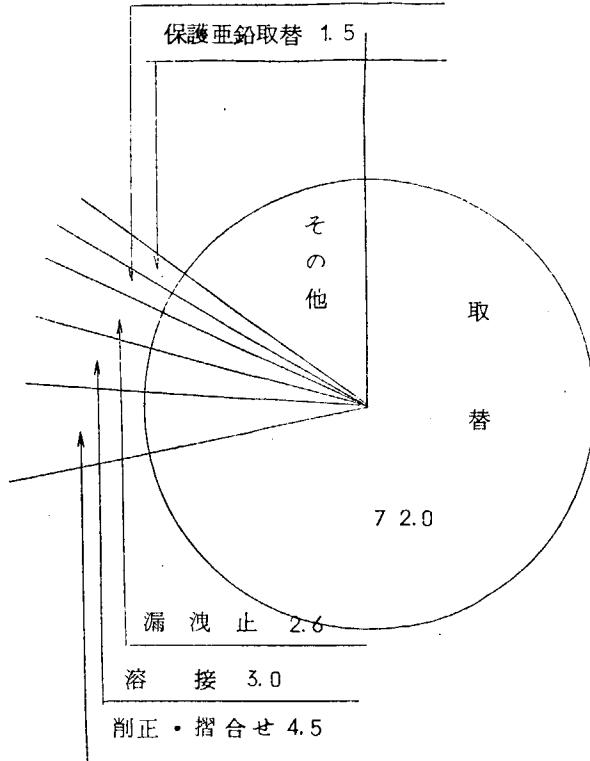
その3. 閉塞



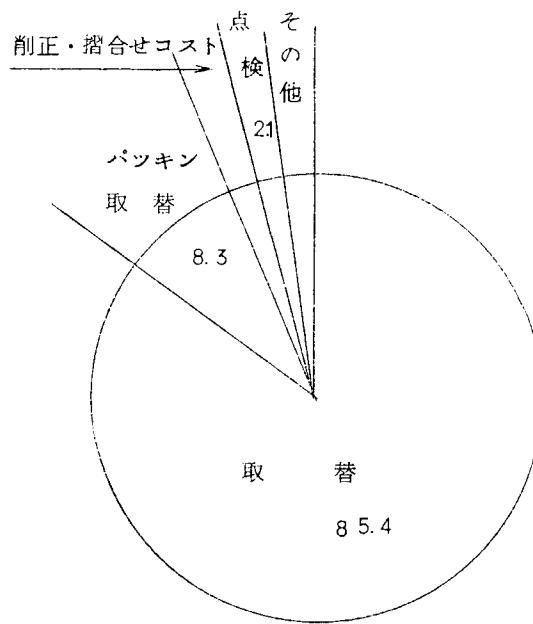
その4. 摩耗

図 3.1.6 故障分類に対する作業分類(1)

調整 1.5

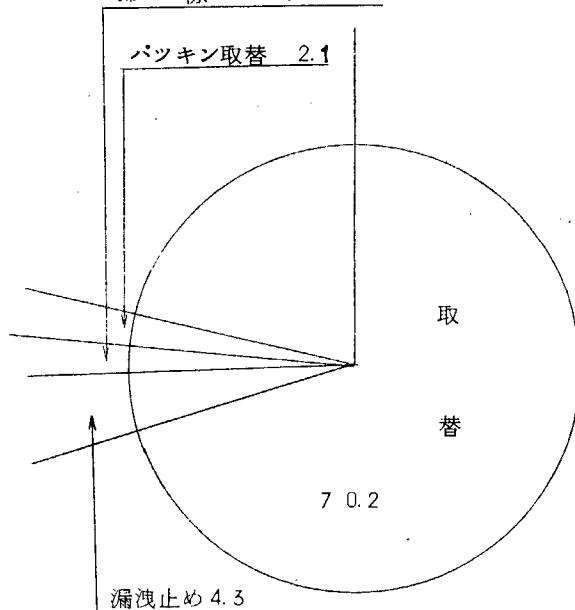


その 5. 腐食

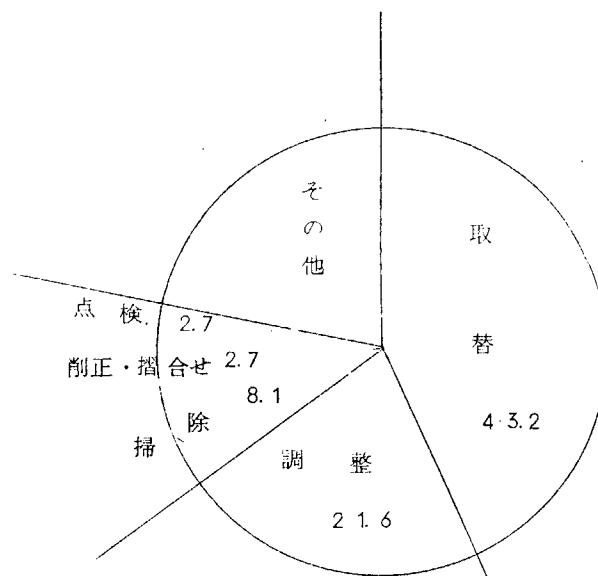


その 6. 燃焼不良

掃除 2.1



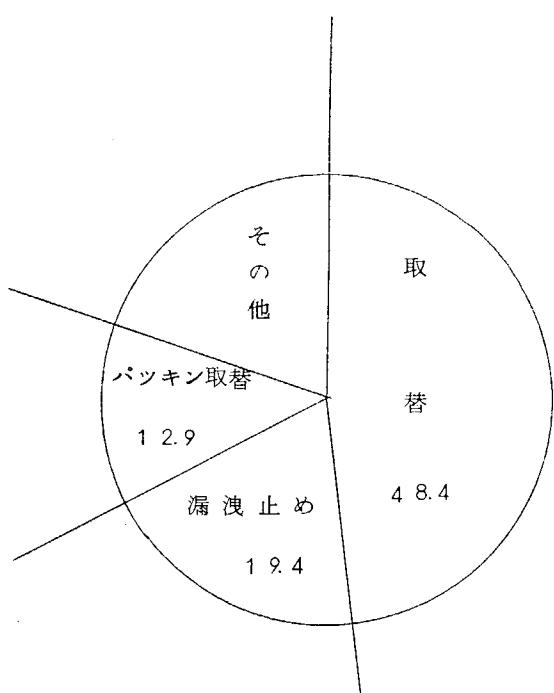
その 7. 破損



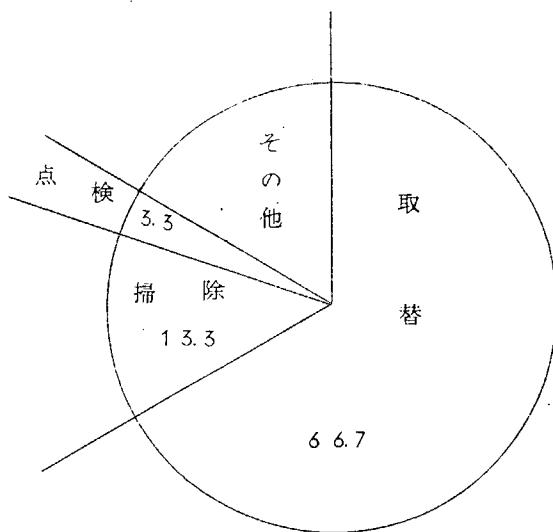
その 8. 作動指定不良

註 数値は百分率を示す

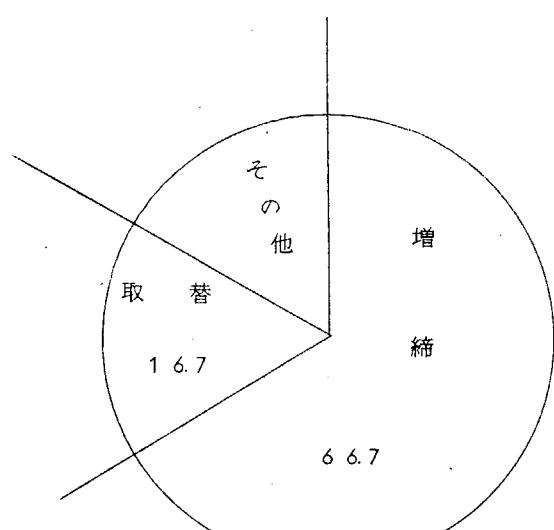
図 3.1.6 故障分類に対する作業分類(2)



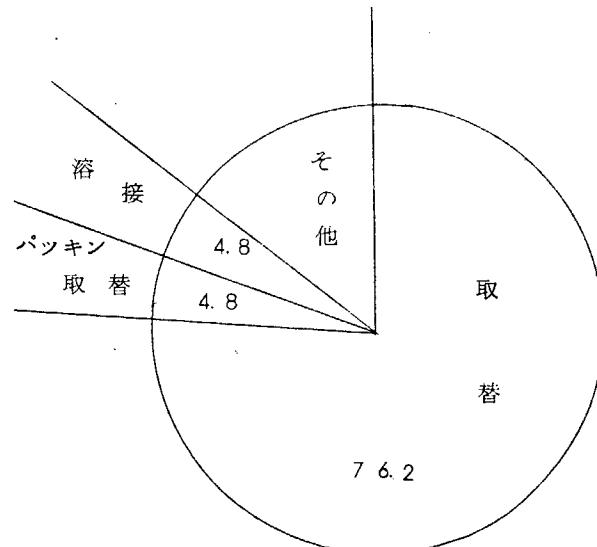
その9 龜 裂



その10 スチック



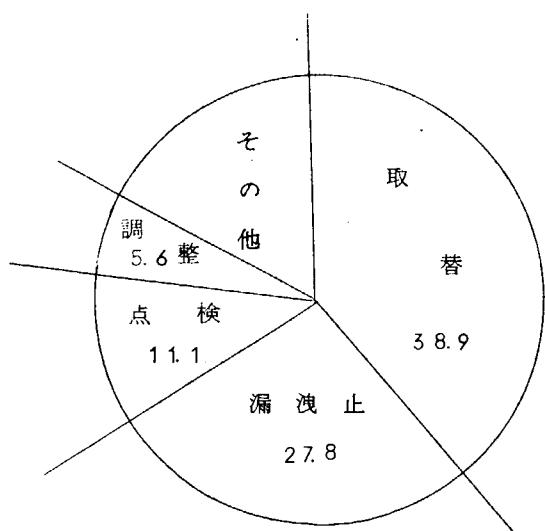
その11 弛 緩



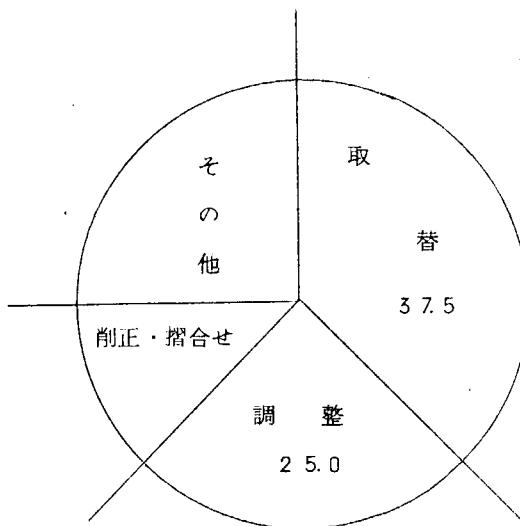
その12 折 損

註、数値は百分率を示す。

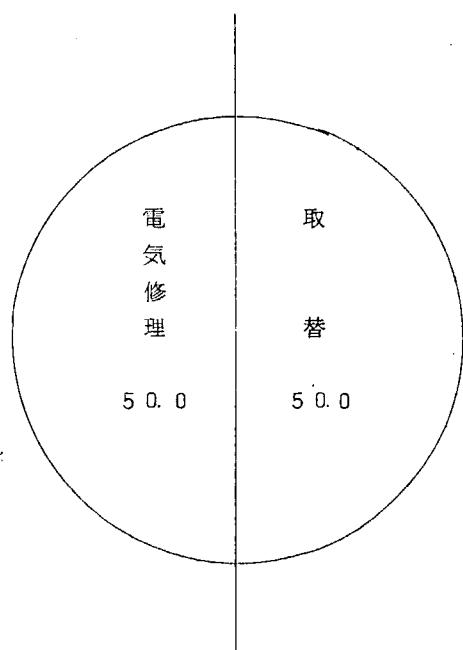
図 3.1.6 故障分類に対する作業分類(3)



その13 故障、欠損



その14 過熱焼損



その15 断線

註 数値は百分率を示す。

図 3.1.6 故障分類に対する作業分類(4)

### 3.1.3 燃料弁に関する調査

(1) はしがき

昭和41年度、本報告の反省を通じて信頼度算定に不可欠な故障間時間の実績値欠如が指摘され、その一端として主機燃料弁故障の時間的分布調査が故障調査対象船で昭和42年度、43年度にわたり調査がなされた。

燃料弁はある原因で故障したり、または故障が起る前に入薬等による一斉取替えにより着目している原因の故障が起る前に中途で取替えがなされることが多い。（以下、中途打切りという）この場合、このような他の原因により調査が中断されたデータを無視して特定の原因の故障データだけをもとに、これだけを独立に解析しても正しい推定は得られない。

本燃料弁の調査解析にあたっては一部にデータ数の不足が見られるが、ここに損耗故障データおよび中途打ち切りを含むデータから推定する。

調査データ提供船は両データともに22隻である。

## (2) 解析経過

### (a) 解析手順

(ii) 本調査では一旦シリンド・カバーから取外した燃料弁はすべて取替えられたと見なし、零時間に返ると規約した。たとえば、A船が5月10日、695時間使用後、取外し単なる噴射テストのみで原シリンド・カバーに再装着し、さらに、540時間使用後、6月15日に取外し分解、手入れを行なった場合の時間記録は5月10日695時間、6月15日540時間と規約し、6月15日1,235時間とはかぞえないことにした。

(ii) 前記、5月10日695時間は定期取替とし、中途打切りとみなした。また、6月15日540時間は定期取替えで取外したもののうち、整備の段階で故障を発見した場合とし、損耗故障とみなした。なお、自船標準による定期取替の中間に何らかの不調を認めた場合は損耗故障とした。

(b) Weibull 分布パラメータの推定

(1) 最尤法による損耗故障の計算式

## 損耗故障による Weibull 分布確率密度関数を

$$f(t) = \alpha \cdot \frac{(t-r)^{\alpha-1}}{\beta^2} \cdot e^{-(\frac{t-r}{\beta})^\alpha} \quad (t \geq r)$$

また分布函数を

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-r}{\beta}\right)^{\alpha}} \quad (t \geq r)$$

で表わす。

ただし、 $\alpha = \text{形状パラメータ} (> 0)$

$\beta$  = 尺度パラメータ ( $> 0$ )

$\gamma$  = 位置パラメータ ( $> 0$ )

とする。

燃料弁の故障時間  $t_1, t_2, \dots, t_n$  のときの尤度関係(I)は

$$L = f(t_1) \cdot f(t_2) \cdots \cdots \cdots f(t_n) \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

上式を代入して尤度関係をパラメータ  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $r$  に関する偏微分をとり、整理して  $\alpha_m$ ,  $\beta_m$ ,  $r_m$  が  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $r$  の  $m$  番目の計算値となると、(  $i = 1 \sim n$  )

$$\left. \begin{aligned}
 \alpha_{m+1} &= \frac{1}{2} \left[ \frac{\sum \{(t_i + r_m)^{\alpha_m} \cdot \log(t_i - r_m)\}}{\sum (t_i - r_m)^{\alpha_m}} - \frac{\sum \log(t_i - r_m)}{n} \right]^{-1} \\
 \beta_{m+1} &= \left[ \frac{1}{n} \sum (t_i - r_m)^{\alpha_m} \right]^{-\alpha_m} \\
 r_{m+1} &= r_m + [2 \sum (t_i - r_m)^{-2}]^{-1} \cdot \left[ \frac{n \alpha_m \sum (t_i - r_m)^{\alpha_{m-1}}}{(\alpha_{m-1}) \sum (t_i - r_m)^{\alpha_m}} - \sum (t_i - r_m)^{-1} \right]
 \end{aligned} \right\} \cdots \cdots \quad (3)$$

となる。ただし、初期値  $\alpha_0 = 2.0$ 、また、 $r_0$  は

$$r_0 = E(t_i) - 1.91306 [\bar{E}(t_i^2) - \{\bar{E}(t_i)\}^2]^{1/2} \quad \cdots \cdots \quad (4)$$

となる。上記の方法で燃料弁データを解析すると表 3.1.2 の通りである。フローチャートは図 3.1.7 の通りである。

#### (ii) 最尤法による中途打切りデータを含む計算式

損耗故障・中途打切りも含めて、Weibull 分布確率密度関数を

$$f(t) = \frac{2t^{\alpha-1}}{\beta^\alpha} \cdot e^{-(t/\beta)^\alpha} \quad (t > 0) \quad \left. \right\} \cdots \cdots \quad (5)$$

また、分布関数を

$$F(t) = 1 - e^{-(t/\beta)^\alpha} \quad (t > 0) \quad \left. \right\}$$

で表わす。

ただし、 $\alpha$  = 形状パラメータ ( $> 0$ )

$\beta$  = 尺度パラメータ ( $> 0$ )

とする。

今、燃料弁の故障時間

故障データ  $t_1, t_2, \dots, t_k$

中途打切りデータ  $T_1$  が  $n_1$  個、 $T_2$  が  $n_2$  個、 $\dots$

とすると、尤度関数(L)は

$$L = f(t_1) \cdot f(t_2) \cdot \dots \cdot f(t_k) \cdot \{1 - F(T_1)\}^{n_1} \cdot \{1 - F(T_2)\}^{n_2} \cdots \cdots \quad (6)$$

上式を代入して尤度関数をパラメータ  $\alpha, \beta$  に関する偏微分を取り、整理し、 $\alpha_m, \beta_m$  が  $\alpha, \beta$  の  $m$  番目の計算値とすると、( $i = 1 \sim k$  とする)

$$\left. \begin{aligned}
 \alpha_{m+1} &= \frac{(\sum t_i^{\alpha_m} + \sum n_i T_i^{\alpha_m})}{(\sum t_i^{\alpha_m} \log t_i + \sum n_i T_i^{\alpha_m} \log T_i) - \frac{1}{k} (\sum \log t_i \sum t_i^{\alpha_m} + \sum \log t_i \sum n_i T_i^{\alpha_m})} \\
 \beta_{m+1} &= \left( \frac{\sum t_i^{\alpha_m} + \sum n_i T_i^{\alpha_m}}{k} \right)^{\alpha_m}
 \end{aligned} \right\} \cdots \cdots \quad (7)$$

となる。ただし、初期値  $\alpha_0 = 1.0$  とした。上記の方法で燃料弁データを解析すると表 3.1.2 の通りである。

#### (c) 阿部理論による推定

阿部理論によれば 2 以上の原因がある場合、何れかの原因で燃料弁は新品と交換される。また、まだ使える

のに検査工事などのため取替えられることがある。このようなとき第1の原因に注目して、それより故障率を見出す方法として「累積瞬間故障率の推定値は残存数の逆数の和を求ることにより算出できる。(鉄研報告No.636)」

今、 $R(t)$ ：信賴度

$f(t)$ : 故障密度関数

$\lambda(t)$ : 瞬間故障率

とすれば、

信頼度  $R(t)$  と故障分布関数  $F(t)$ との間には

なる関係から

累積瞬間故障率(Q)は

$$\begin{aligned} Q &= \int_0^t \lambda \, dt = [-\log(1-F)]_0^t \\ &= -\log \{ 1 - F(t) \} \\ \therefore 1 - F(t) &= t^{-Q} \quad \dots \dots \dots \quad (11) \end{aligned}$$

となる。

総数  $n$  個、故障時間(小さい  $t$  より)  $t_1, t_2, \dots, t_n$ ,  $N(t_i)$  を  $t_i$  時間直前の残存個数、 $Q_{it}$  を故障度とすると、

$$Q_i = \frac{1}{N(t_1)} + \frac{1}{N(t_2)} + \dots + \frac{1}{N(t_i)} = \left(\frac{t_i}{\beta}\right)^\alpha \quad \dots \quad (12)$$

を計算し、グラフに描けばよい。図 3.1.8 に示す。

また、両対数方眼紙に横軸に  $t$ 、縦軸に故障度をとって、データをプロットすると図 3.1.10 のように直線になる。 $(12)$ 式から、 $t = \beta$  のとき、 $Q = 1$  であるから、 $Q = 1$  より水平線を引き、直線との交点の  $t$  がパラメータ  $\beta$  の近似値である。 $(12)$ 式を両辺とも対数にとると、

$$\log Q = \alpha \log t - \alpha \log \beta \quad \dots \dots \dots \quad (13)$$

であるから、 $\log t$  の差を 1、 $t$  の比を 10としたとき、 $\log Q$  の値がパラメータ  $\alpha$  になる。すなわち、パラメータ  $\alpha$  は

で近似できる。

### (3) 考察

本解析にあたっては故障のメカニズムが完全につかまれてないような故障間時間、すなわち、寿命分布を取扱ったため、解析的に取扱いやすいワイブル分布を使用した。

- (a) 同一機関、同一燃料油を使用してもパラメータの変動は一様でない。  
(b) 故障間時間の頻度分布を見ると初期故障が意外に多く存在していることが読みとられた。

(c) パラメータの現象を物理的に考えると、

(i) 形状パラメータ( $\alpha$ )

$\alpha > 1 \dots\dots\dots$  損耗故障 (時間の経過とともに故障が増大する)

$\alpha < 1 \dots\dots\dots$  初期故障 (時間がたてば初期的な故障状態は安定する)

$\alpha = 1 \dots\dots\dots$  偶発故障 (何れにも属さない偶発的故障)

(ii) 尺度パラメータ( $\beta$ )

$\beta$ が大きいことは図 3.1.10 で見られるように、横軸(時間)と平行に近いことを意味する。すなわち、同じ使用時間に対して累積故障確率は小さくなることを意味する。

(iii) 位置パラメータ( $\gamma$ )

$\gamma$  数値までは故障の発生は全くなく、それ以降になって初めて故障が発生するような故障分布ということを意味する。

(d) 仮りに  $t = 1,000$  時間での損耗故障データの故障確率を見る。

今、 $\alpha = 2.0$  ,  $\beta = 676.8$  ,  $\gamma = 859.4$

とすれば、上記、数値を(1式)に代入して、

$$F(1000) = 1 - \exp \left[ - \left( \frac{1000 - 859.4}{676.8} \right)^{2.0} \right]$$
$$= 0.04224$$

となる。当機関 1 台分、8 シリンダを有しているとすれば、8 シリンダ中の 1,000 時間ににおける燃料弁の故障数は、

$$\text{故障個数} = 8 \times 0.04224 = 0.338 \text{ (シリンダ)}$$

が故障することがわかる。

また、計算式中に中途打切りのデータを含んでいるときは(5式)により、上記方法で計算すれば故障度が算定される。

(e) 中途打切りを含むデータ解析は前項の(5式)にてもよいが、図 3.1.8 による推定法が簡便である。

すなわち、1 より累積故障確率を差引いた値が信頼度であるゆえ、取替周期の算定は信頼度を何れの数値をとるかによって決まる。

(附記) 本計算手順は、燃料弁のみならず、何れの部品類でも適用できる。

表 3.1.2.0 Weibull 分布パラメータ

主機 関	船種別	船番	損耗故障			中途打切りを含む		故障間 平均時間
			$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\alpha$	$\beta$	
Sulzer	貨物船	201	1.0000	748.3	9.0	1.1320	293.99	757.3
		204				3.3084	874.2	573.1
		304	1.4375	1263.9	240.3			1389.7
		305				1.0455	737.9	456.9
	タンカ	106				4.3617	3783.2	2190.9
		205	1.0000	614.7	235.0	2.0606	1556.9	849.7
		403				9.3841	1013.5	790.8
		404	1.0000	80.7	184.0	1.0378	3192.2	264.7
		601	1.0000	437.0	6.0	0.6139	6835.6	443.0
MAN	貨物船	104				0.9721	1593.5	703.5
		301				3.0721	2609.7	1535.5
		302	1.0000	451.1	14.0	1.0542	703.3	465.1
		303	1.0000	464.8	54.0	0.6602	1185.2	518.8
	タンカ	306	1.0000	446.8	73.0	1.2153	2414.6	519.8
		307	1.0000	631.5	416.0			1047.5
		602	1.0000	143.2	20.0	0.8080	2051.9	163.2
B & W	貨物船	202	1.6947	190.8	275.4	3.0797	994.9	446.5
	タンカ	206				3.5618	2489.8	974.5
		502				0.2331	14710297974.6	11.6
UEC	貨物船	101	1.0000	690.0	15.4	0.6946	4371.3	705.4
		102	1.0000	862.4	119.8	0.8264	3989.1	982.2
		401	1.0000	203.4	589.4	2994.2	1630.7	792.4
		402	1.6021	402.3	92.6	1.7688	15958	454.3
	タンカ	105	1.0000	948.3	271.0	1.0766	4014.9	1219.3
						2.4621	2039.2	1608.8
発電機関		101						

表 3.1.21 燃料弁、故障間時間頻度分布表

主機 関	船種別	船番	燃料油 (RW#1 50C)	故障間時間頻度										故障件数	平均故障間時間 (基準整備時間)
				0 100 200 400 600 800 1000 1500 2000 3000 4000	1 200 400 600 800 1000 1500 2000 3000 4000	2 1 3 2 1 3 2 3 7 3 3 1	6 7 1 3 1 4 2 7 3 3 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1				
Sulzer	9RS AD26	貨物船	201	1000以下	2	1	3	2		2	6			16	757.3 (1000)
	6RD90		204	1000以下	1		1		7					9	573.1 (600)
	9RD76		304	1000以下			1	3		3	7	3	3	21	1389.7 (800)
	9RD76		305	1000以下	3	1	2	2	4	2				14	456.9 (700)
MAN	9RD90	タンカ	106	500以下									1	1	2190.9
	8RD90		205	500以下			2	2		1	3	1		9	849.7
	8RD90		403	1000以下				1	3	4				8	790.8
	8RD90		404	700以下		2		1						3	264.7 (800)
	8RD90		601	1000以下	2					2				4	443.0 (800)
B & W	K9Z 78/140C	貨物船	104	500以下	2	2		2	1	4	3	1		15	703.5 (1300)
	K9Z 78/140C		301	1000以下				1				2	1	4	1535.5 (300)
	K9Z 70/120C		302	700以下	12	11	24	6	8	3	3	2	2	71	465.1
	K8Z 70/120C		303	700以下	2	3	9	11	1	1		1	1	29	518.8 (1000)
	K9Z 86/160C	タンカ	306	700以下	1	1		1	2	1				6	519.8 (600)
	K9Z 86/160C		307	700以下				12			4	2	2	20	1047.5
	K9Z 84/160C		602	500以下	.5	4	2	2						13	163.2 (400)
UEC	974 VTBF160	貨物船	202	1000以下			11	18		1				30	446.5 (500)
	984VT 2BF180	タンカ	206	500以下				1	4		6			11	974.5 (1200)
	884VT 2BF180		502		1									1	11.6
	9UEC 75/150	貨物船	101	700以下	2		1	1			4			8	705.4 (2000)
	9UEC 75/150		102	700以下		1	3	2		1	2	1	2	12	982.2 (2500)
	9UEC 75/150		401					2	3	1	1			7	792.4
	9UEC 75/150		402	500以下		2	8	1	5	1				17	454.3 (1800)
	8UEC 85/160C	タンカ	105	700以下			2			2	1	3	1	9	1219.3 (2000)
発電機関	101					2		2		4	3	9		20	1608.8

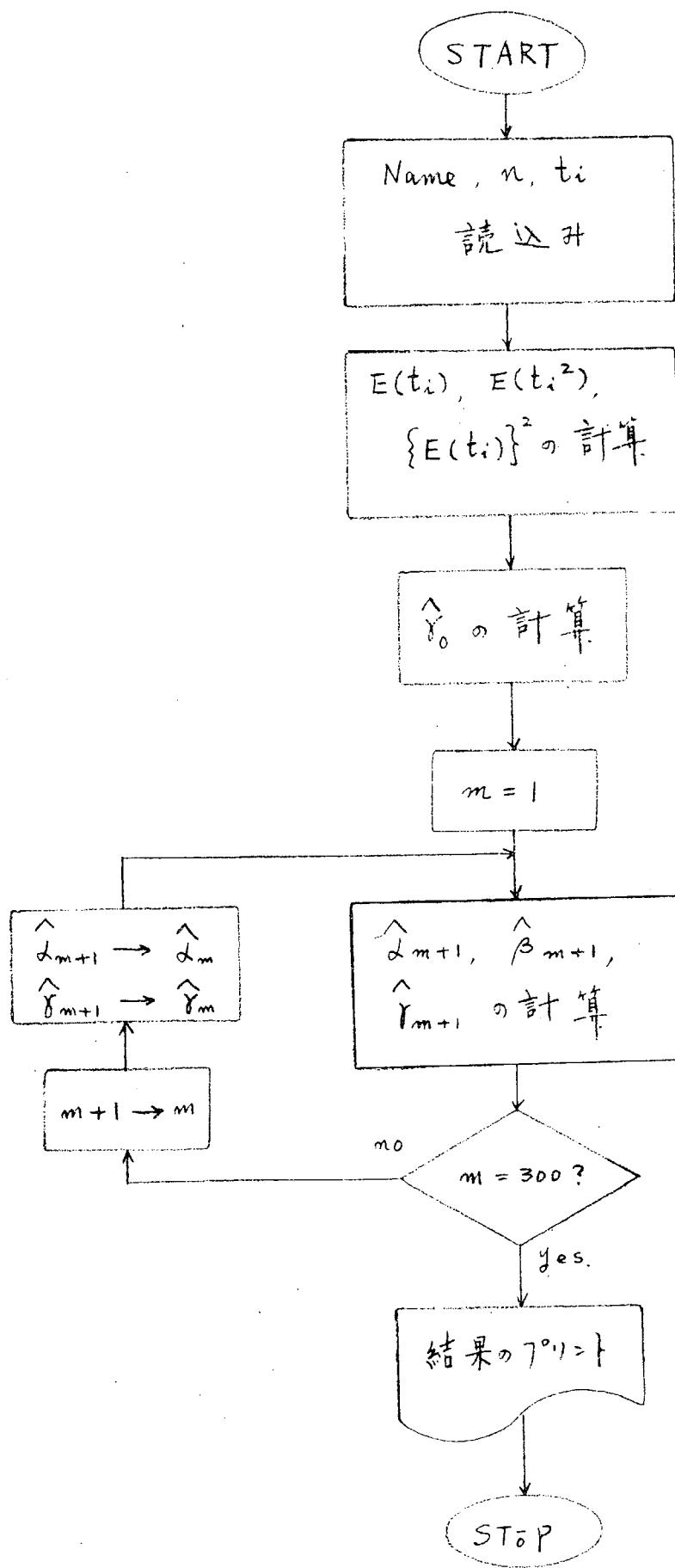


図 3.1.7 損耗故障の計算 フローチャート図

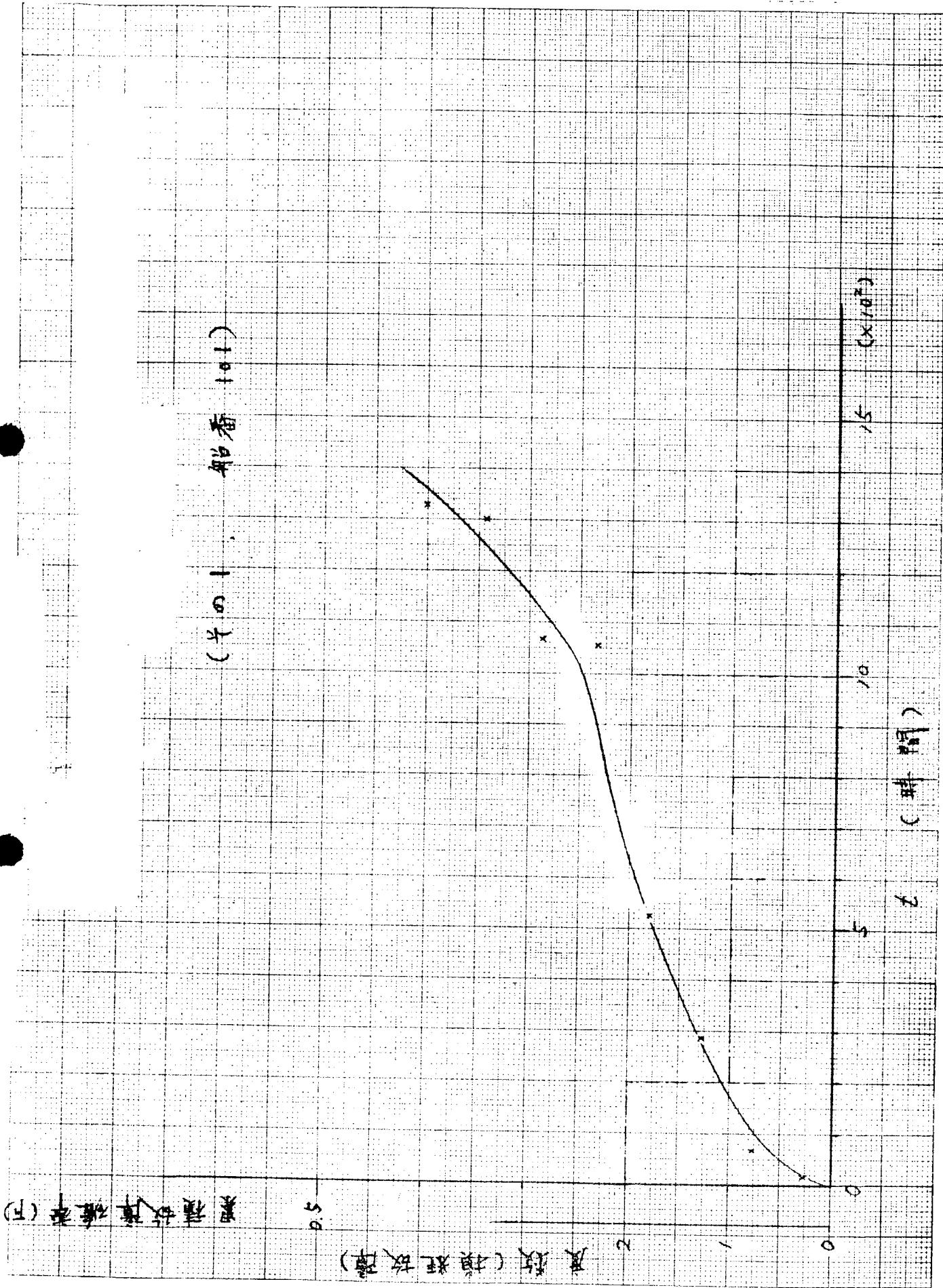


図 3.1.8 燃料弁、時間一累積故障確率線図およびヒストグラム

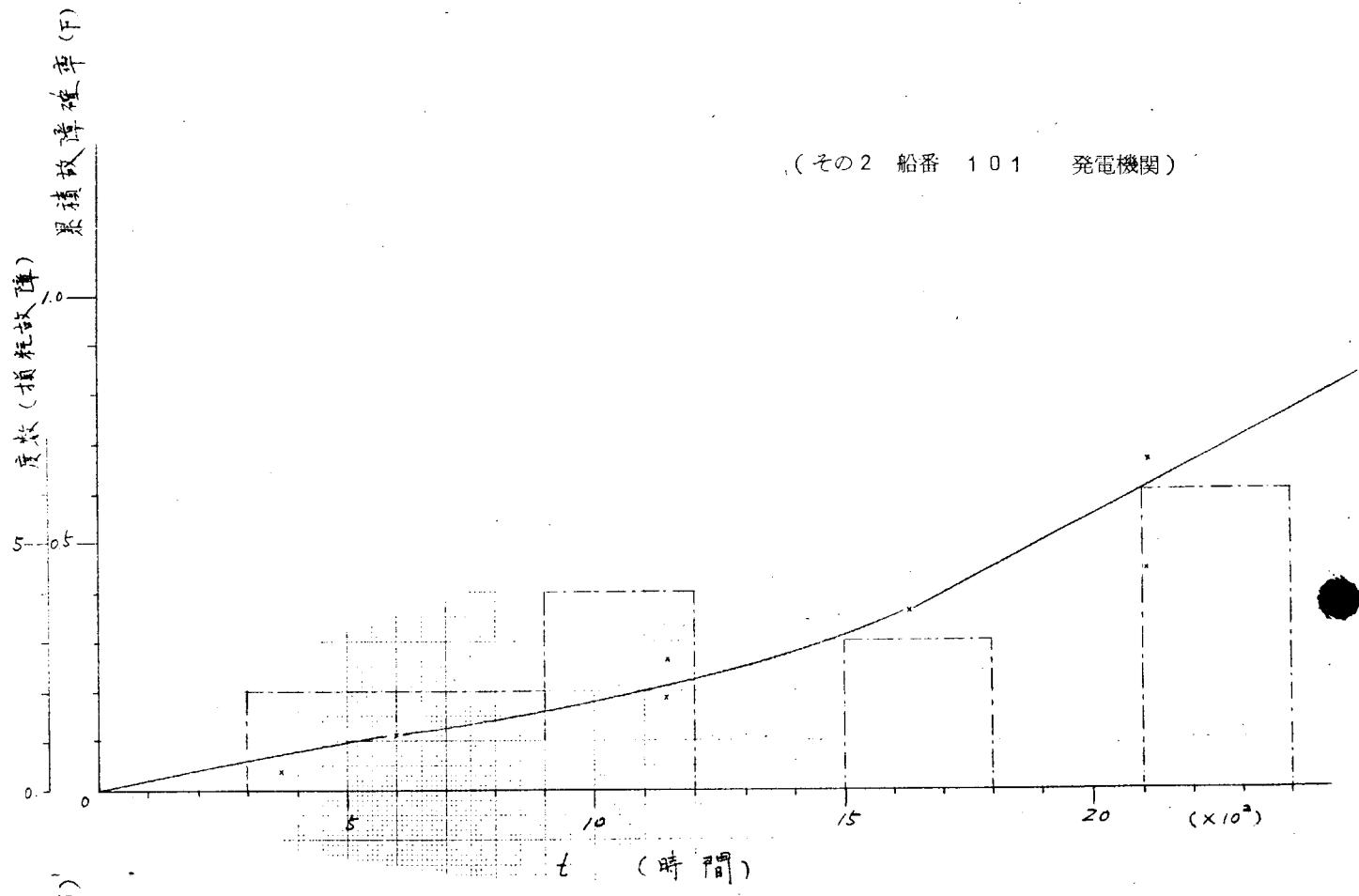


図 3.1.8 燃料弁、時間一累積故障確率線図およびヒストグラム

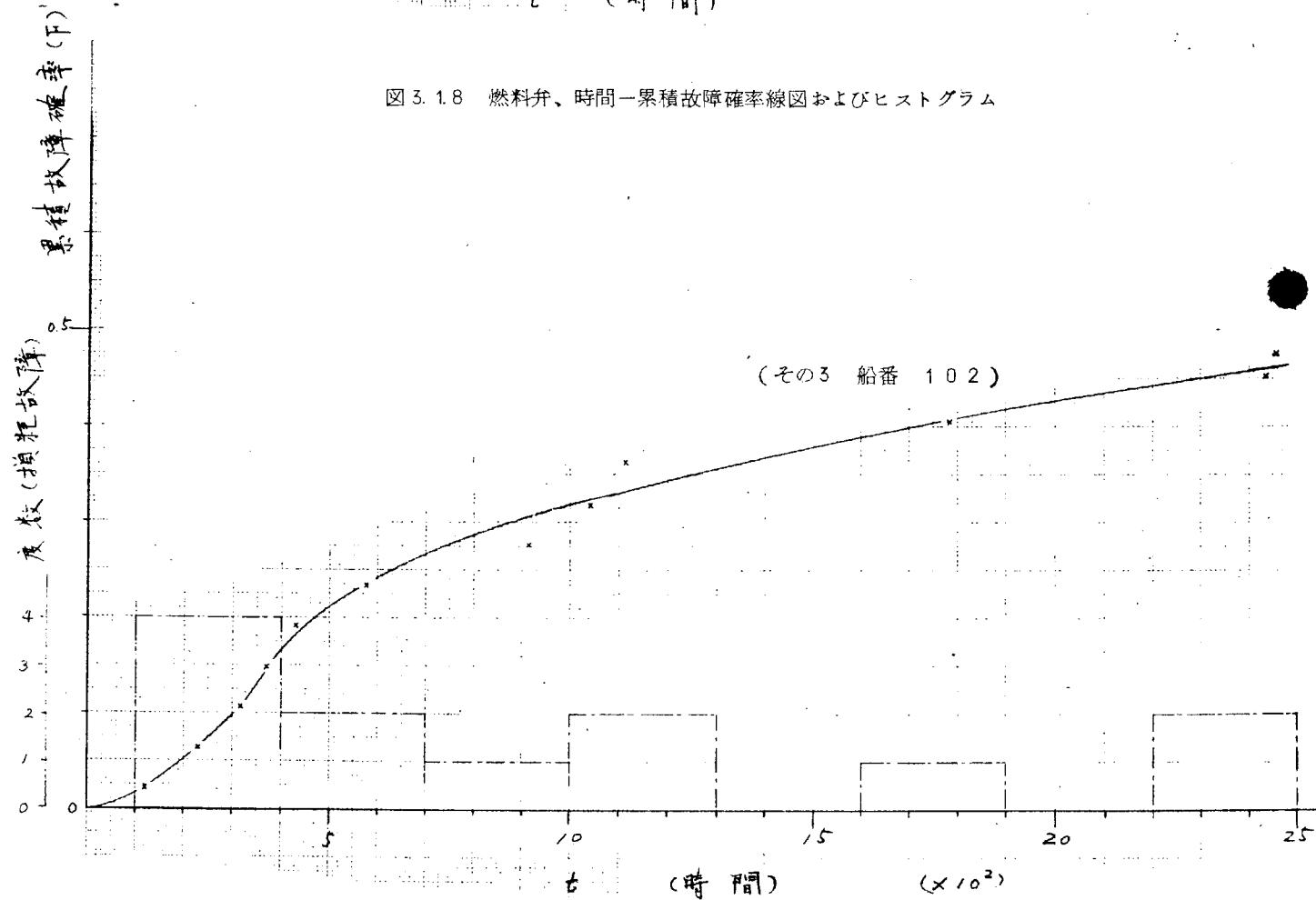


図 3.1.8 燃料弁、時間一累積故障確率線図およびヒストグラム

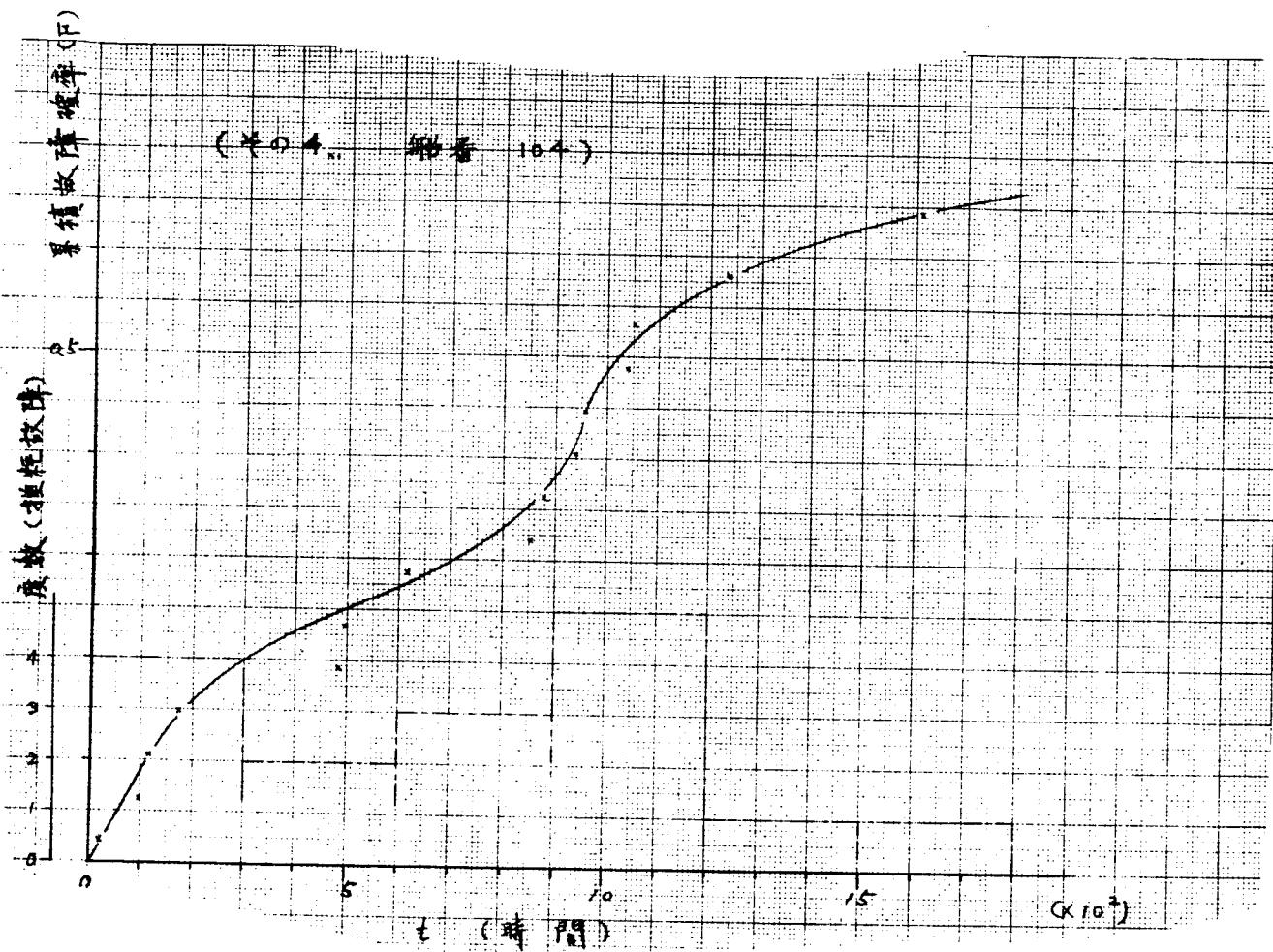


図 3.1.8 燃料弁、時間一累積故障確率線図およびヒストグラム

(手の5 船番 105)

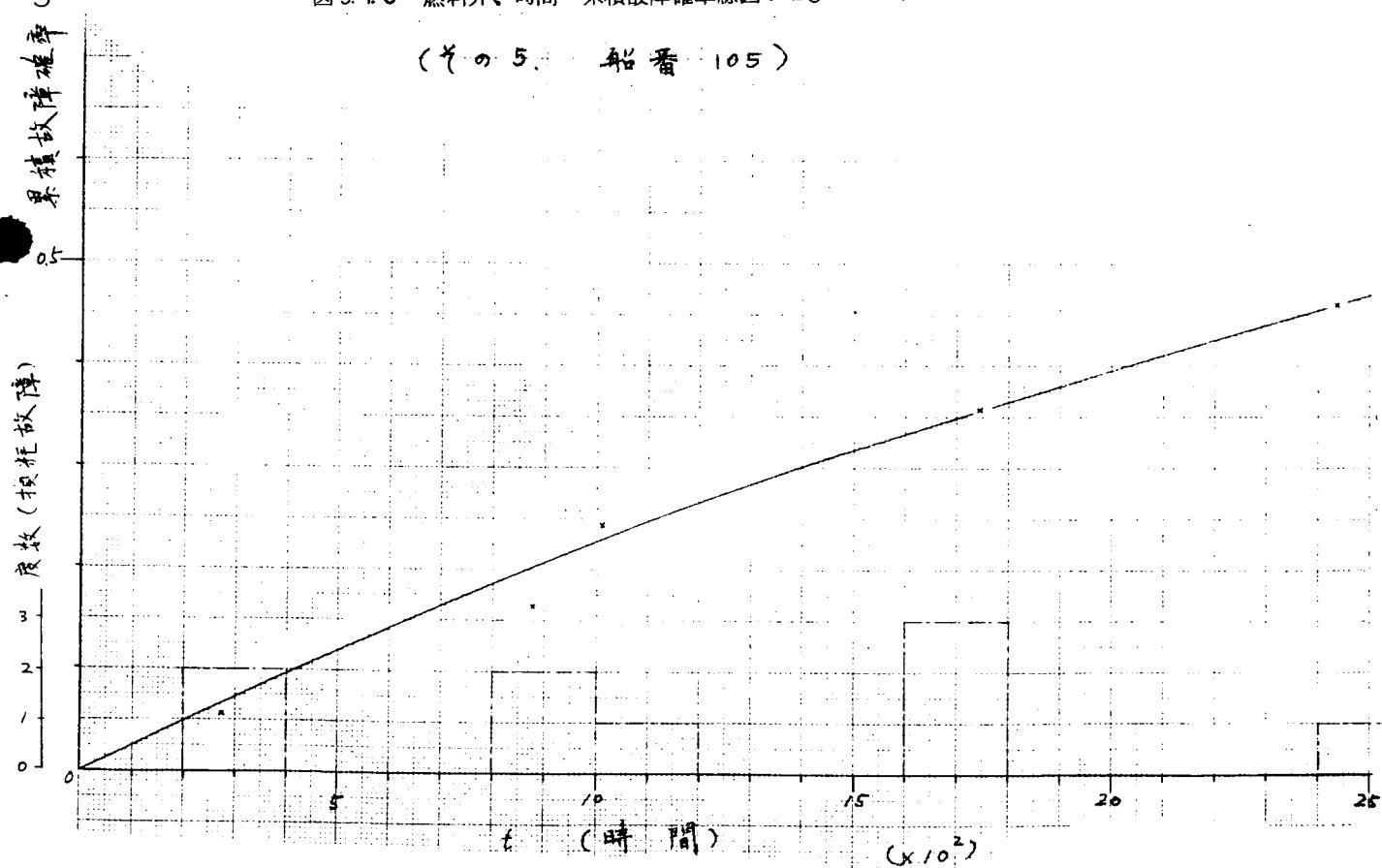


図 3.1.8 燃料弁、時間一累積故障確率線図およびヒストグラム

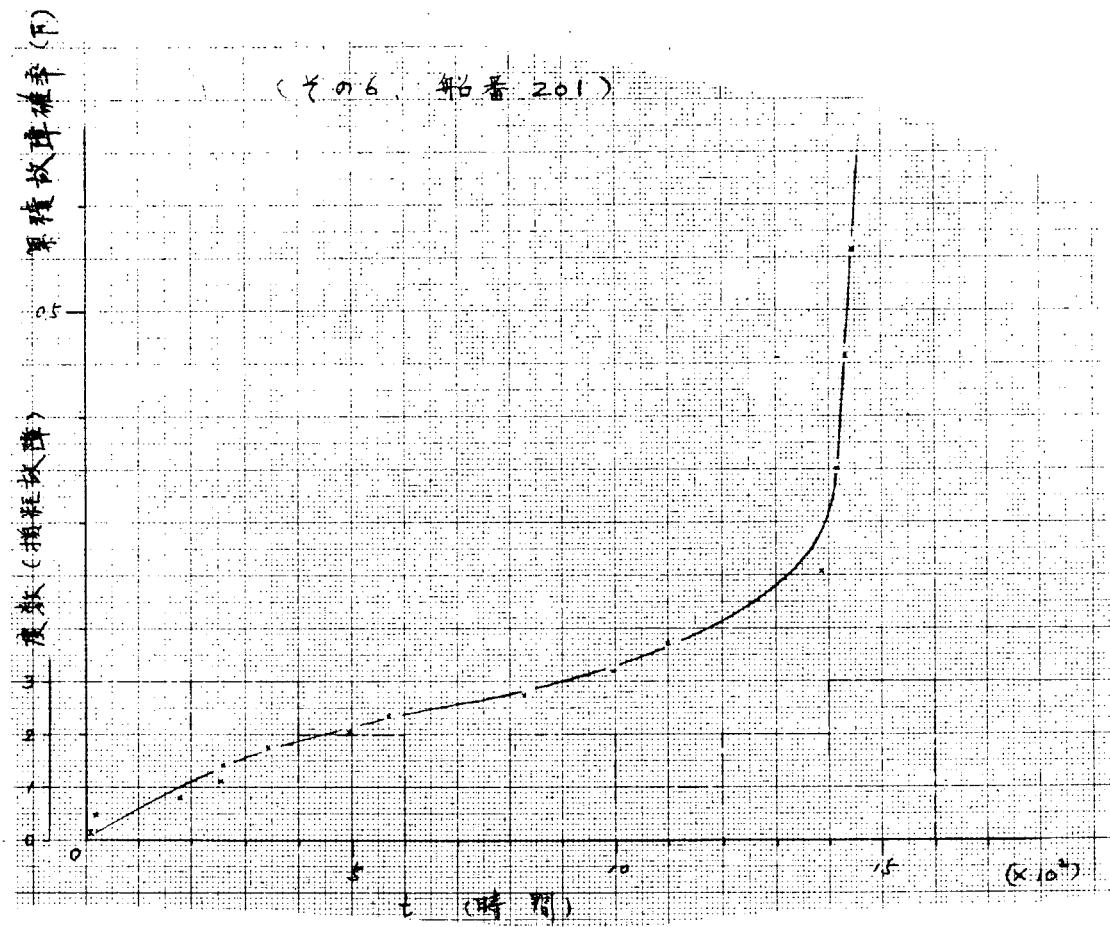


図 3.1.8 燃料弁、時間一累積故障確率線図およびヒストグラム

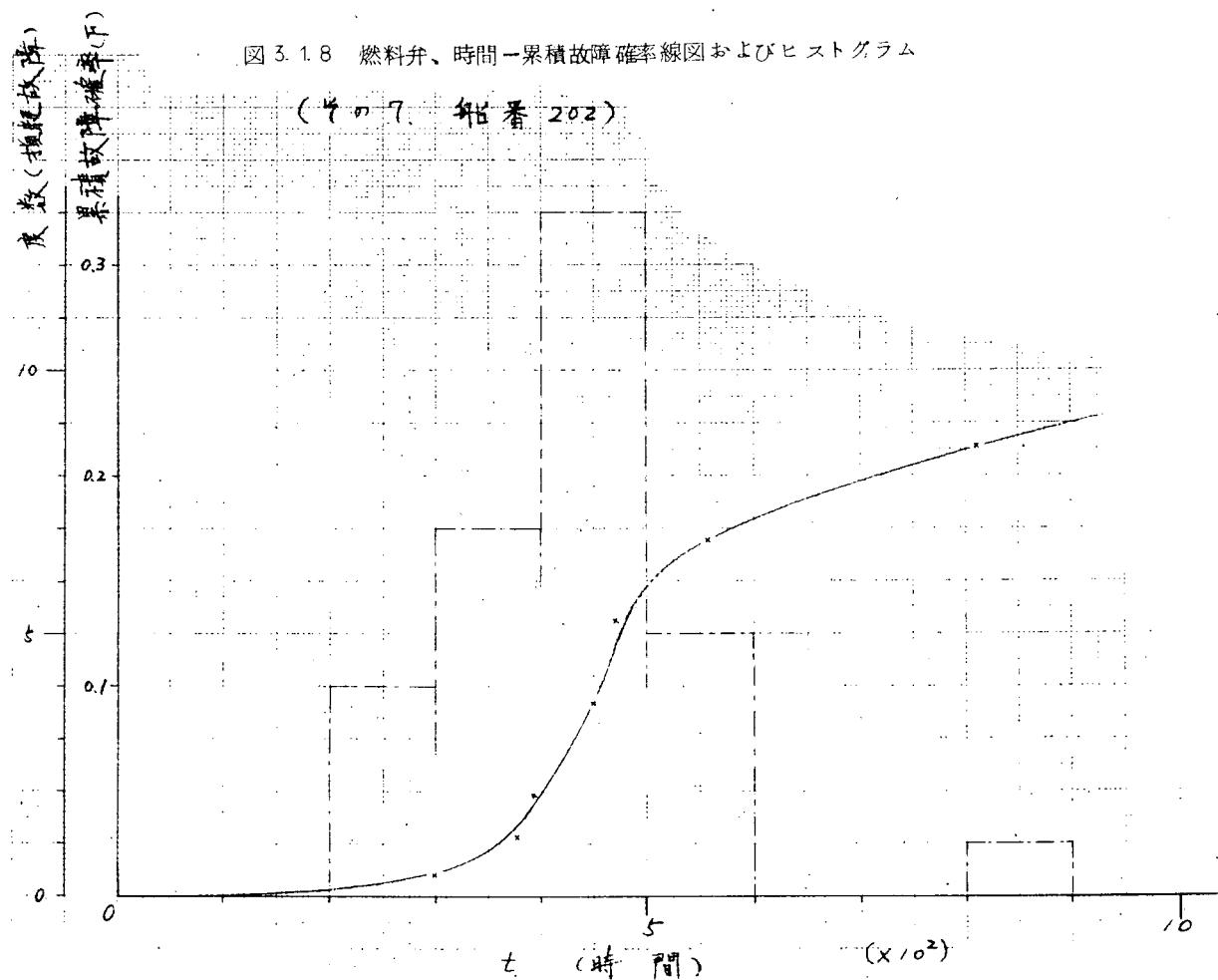


図 3.1.8 燃料弁、時間一累積故障確率線図およびヒストグラム

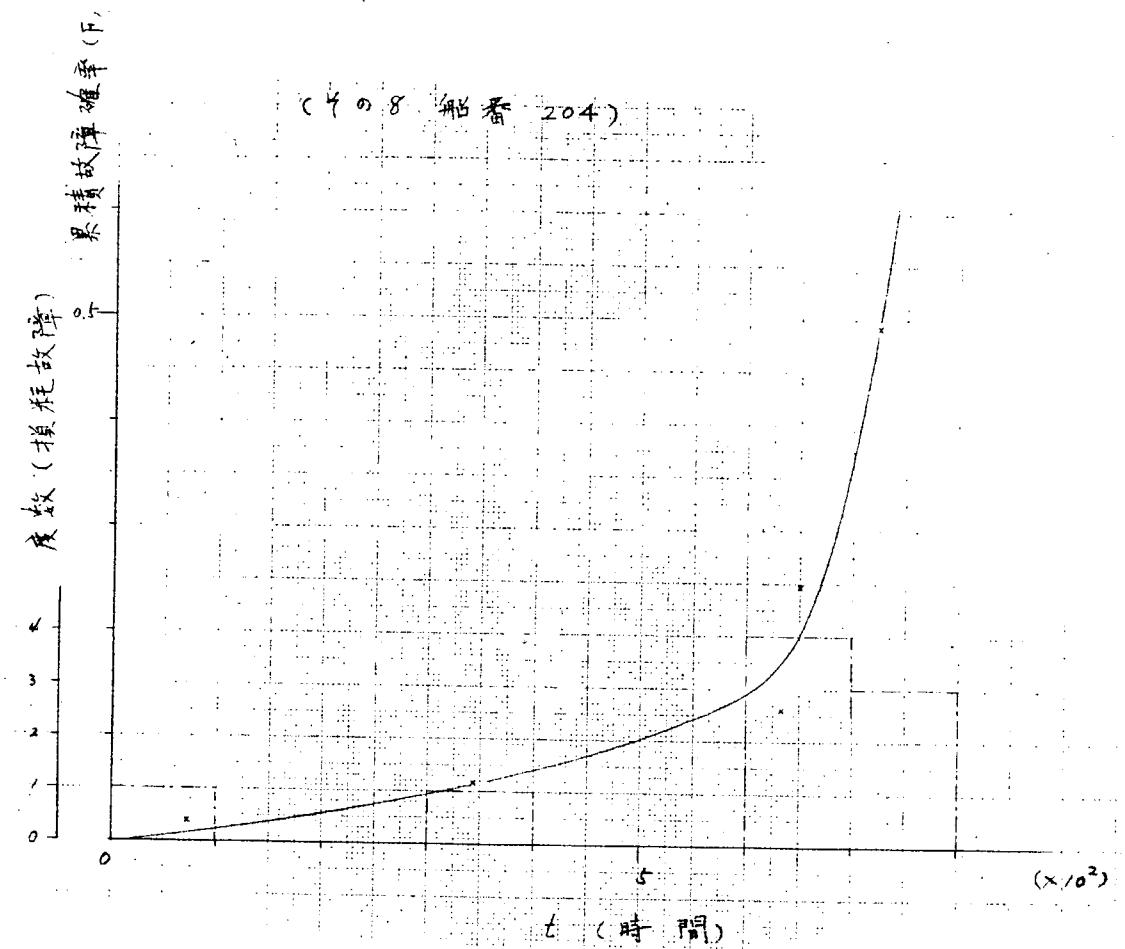


図 3.1.8 燃料弁、時間一累積故障確率線図およびヒストグラム

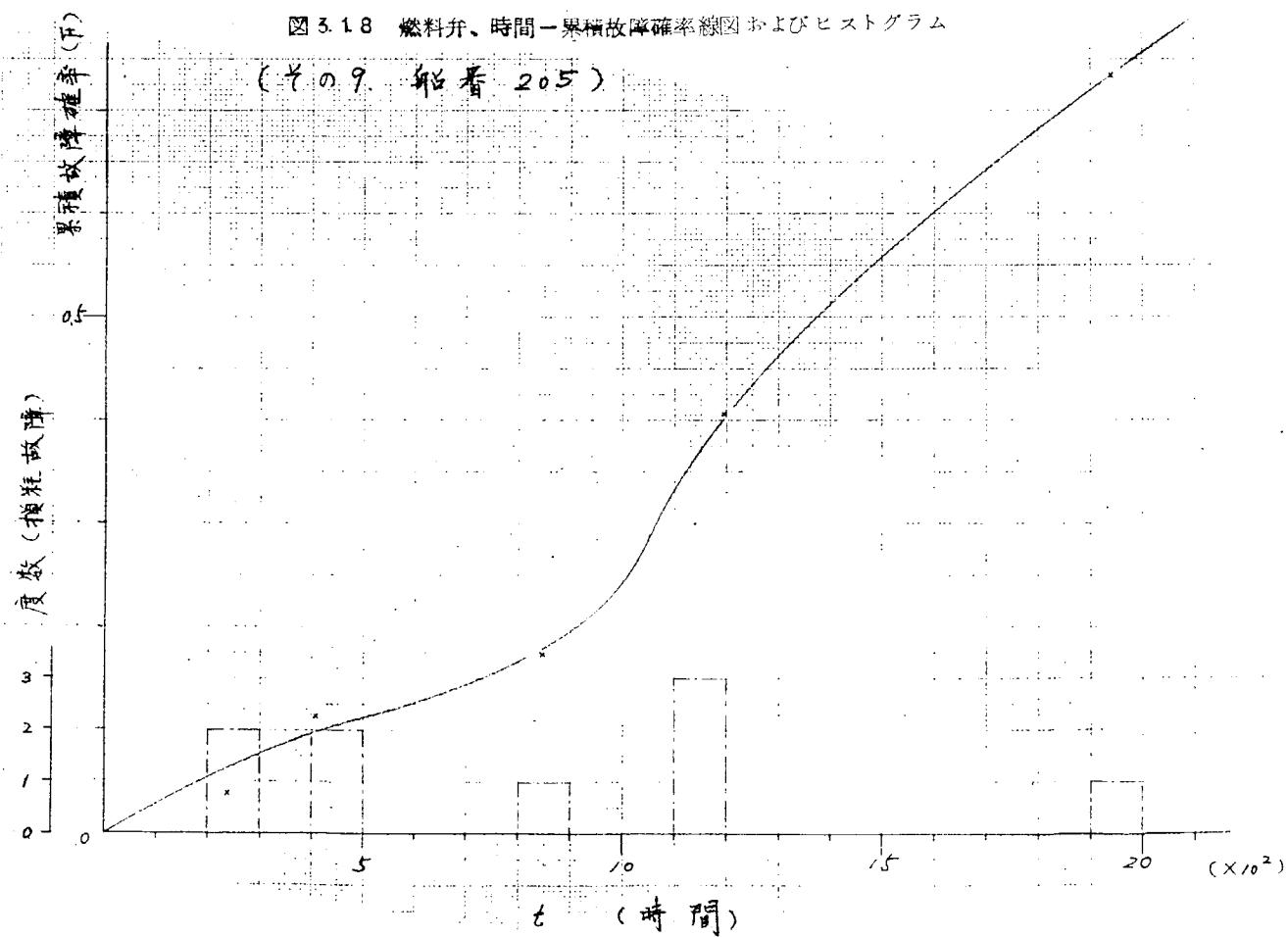


図 3.1.8 燃料弁、時間一累積故障確率線図およびヒストグラム

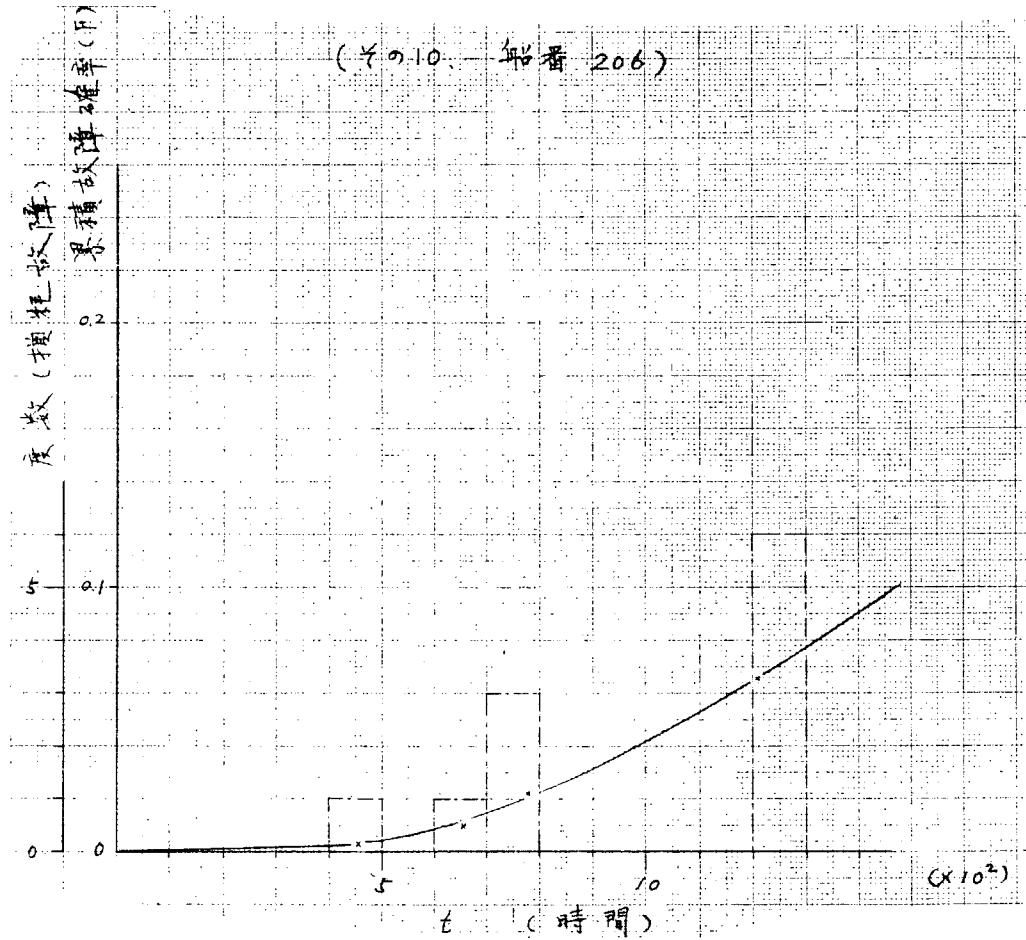


図 3.1.8 燃料弁、時間一累積故障確率図およびヒストグラム

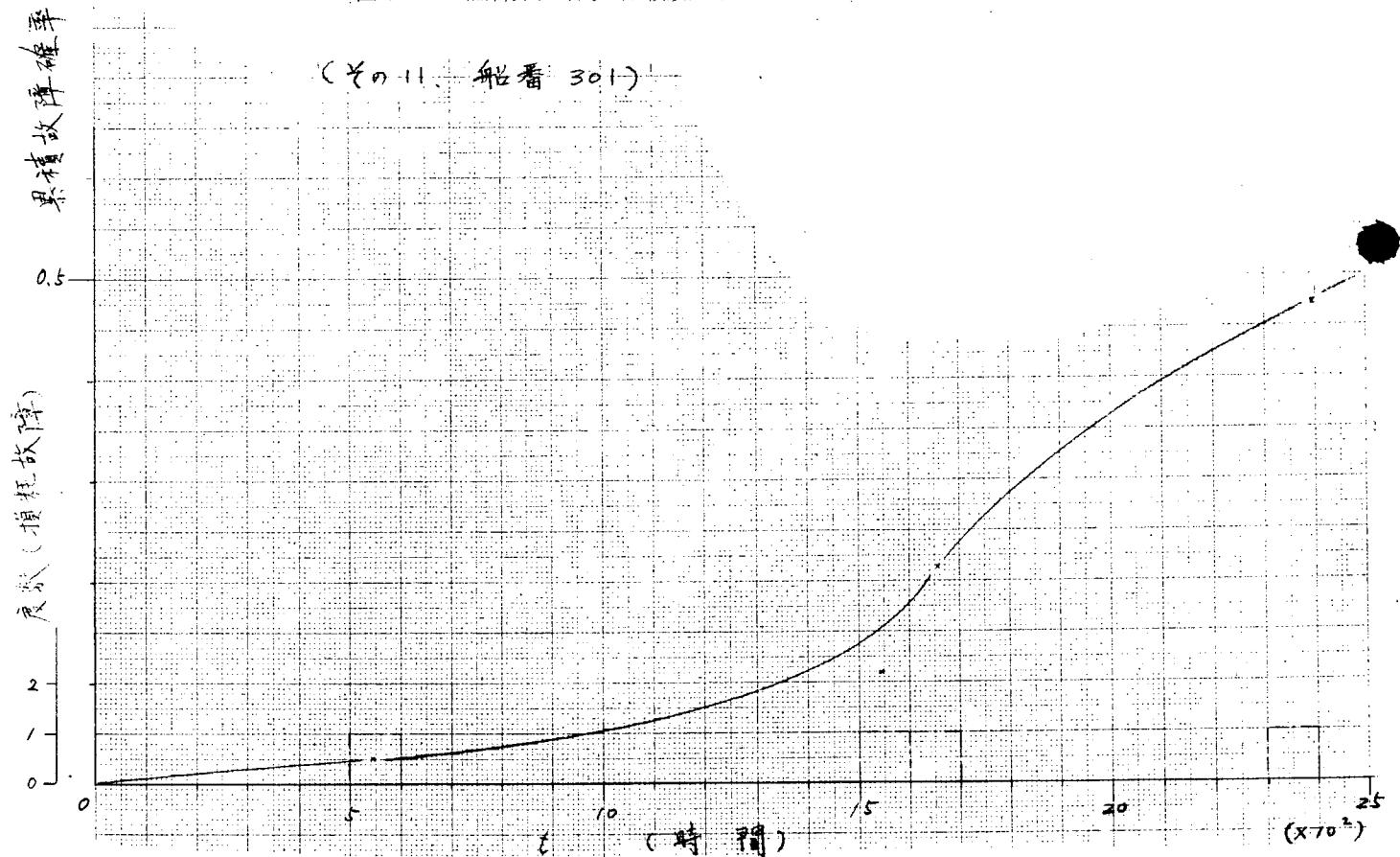


図 3.1.8 燃料弁、時間一累積故障確率線図およびヒストグラム

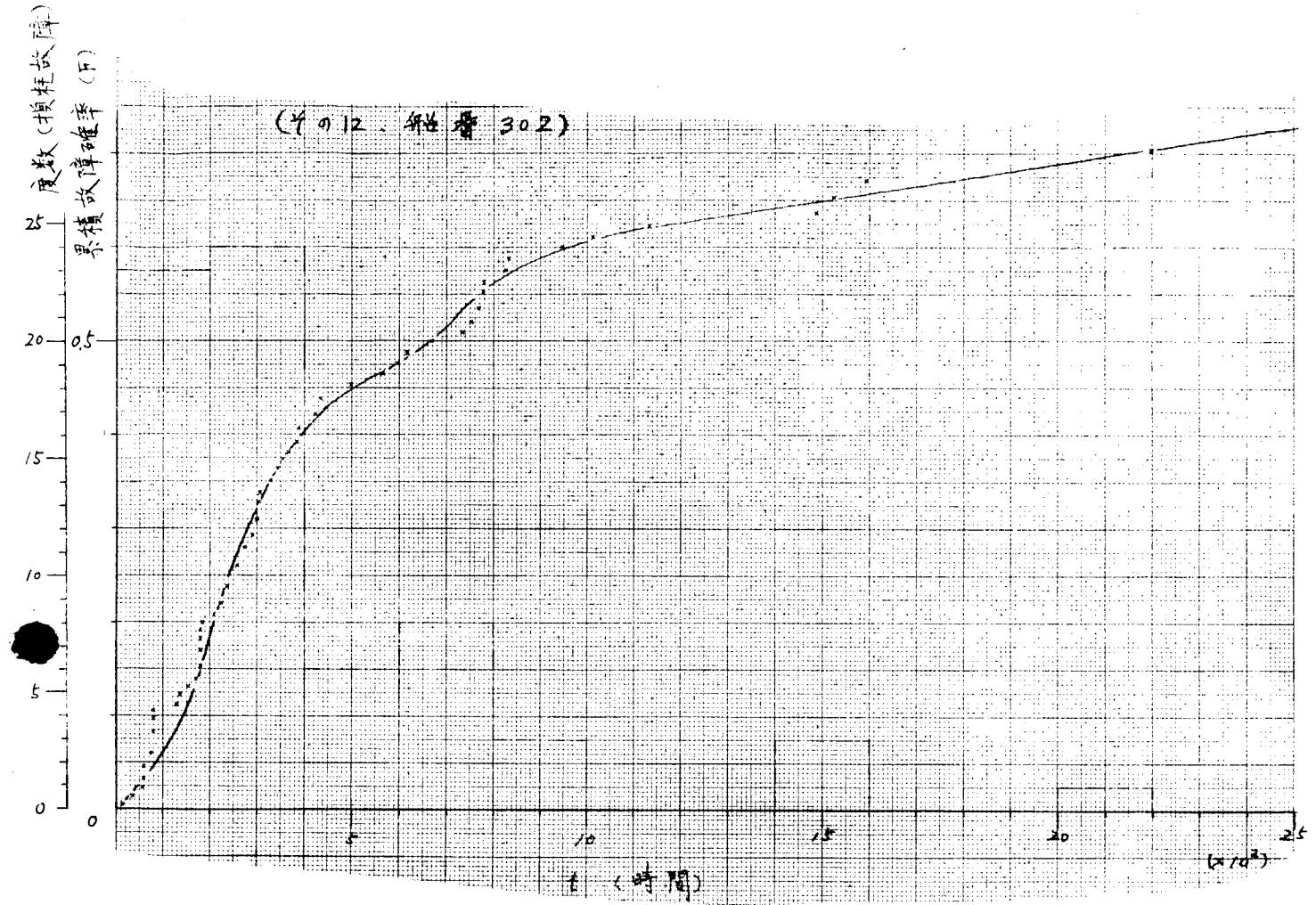


図 3.18 燃料弁、時間一累積故障確率線図およびヒストグラム

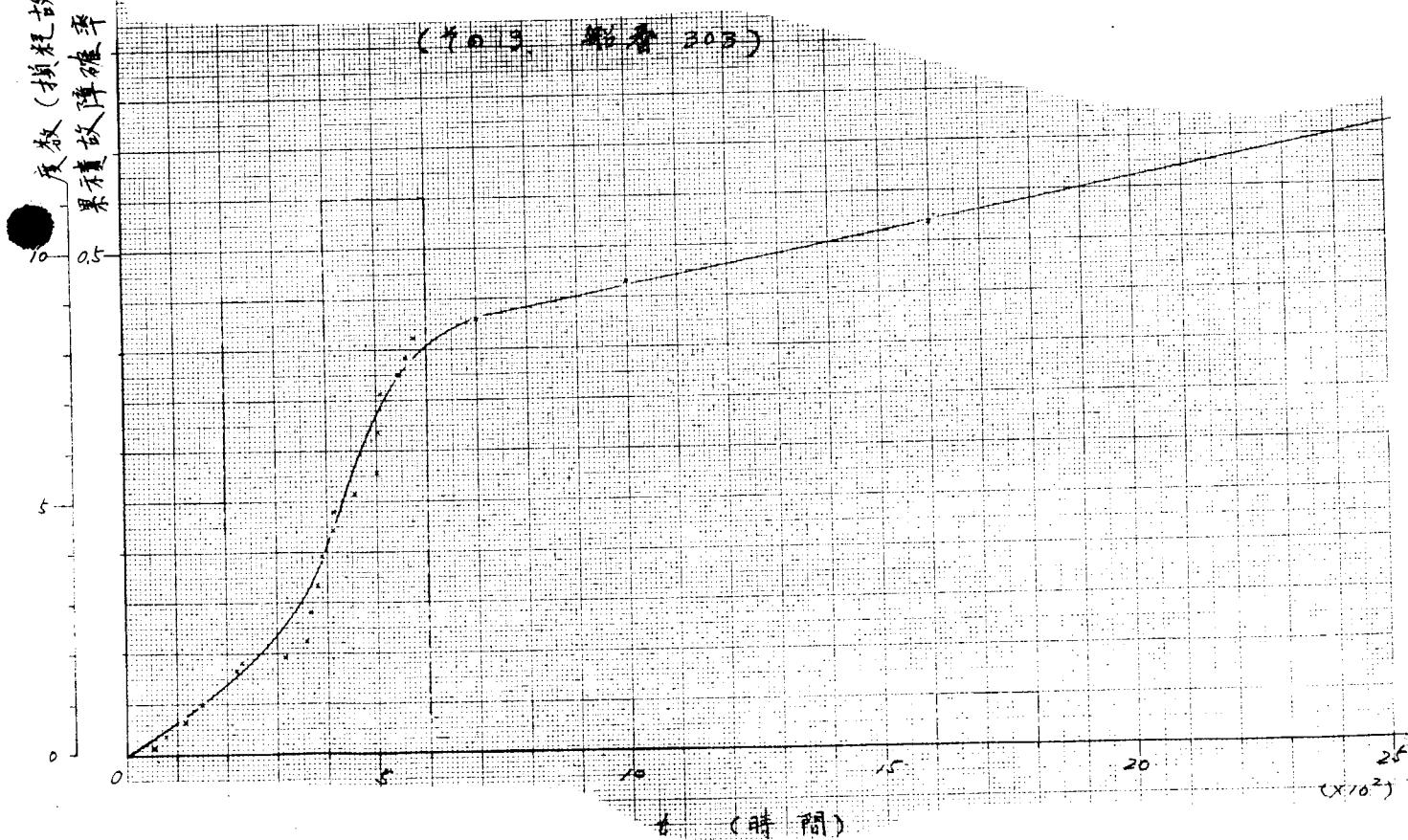


図 3.18 燃料弁、時間一累積故障確率線図およびヒストグラム

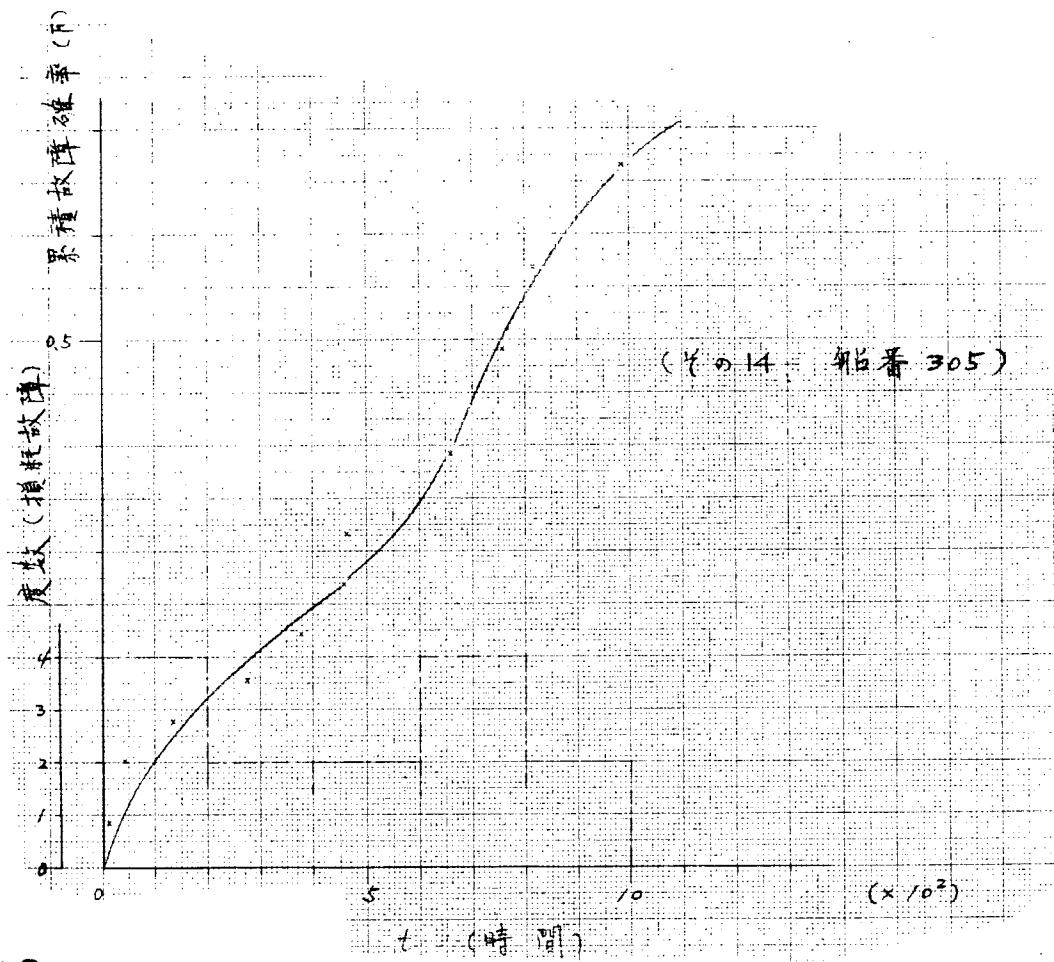


図 3.1.8 燃料弁、時間一累積故障確率線図およびヒストグラム

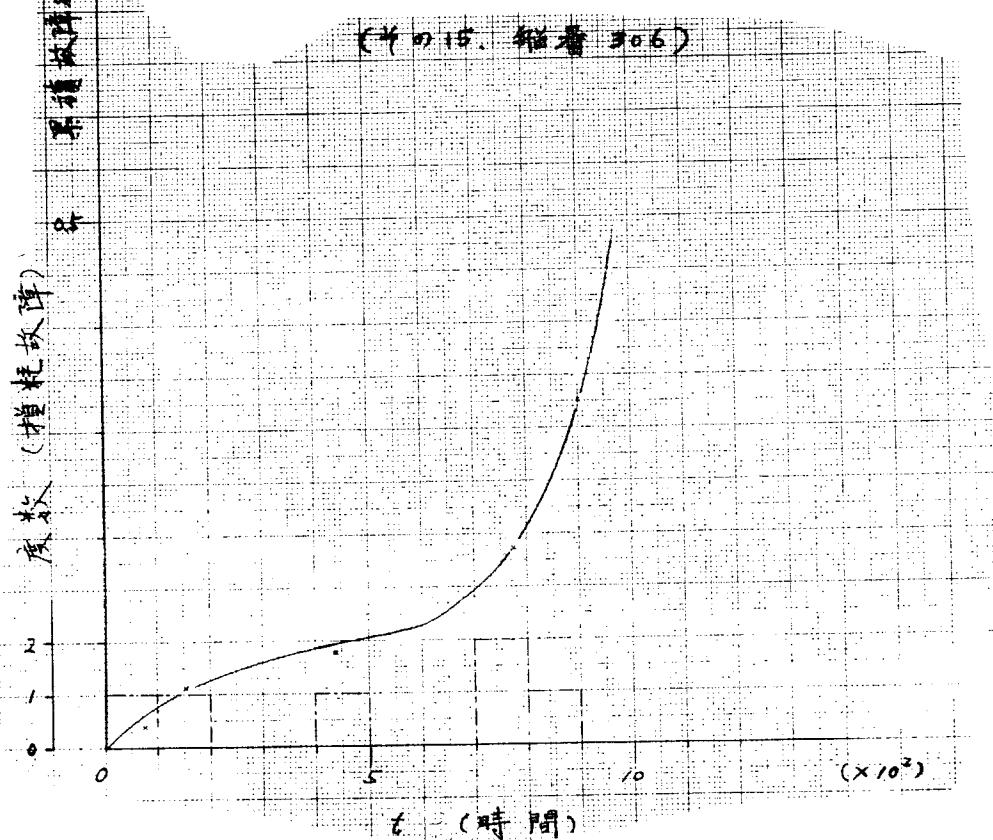


図 3.1.8 燃料弁、時間一累積故障確率線図およびヒストグラム

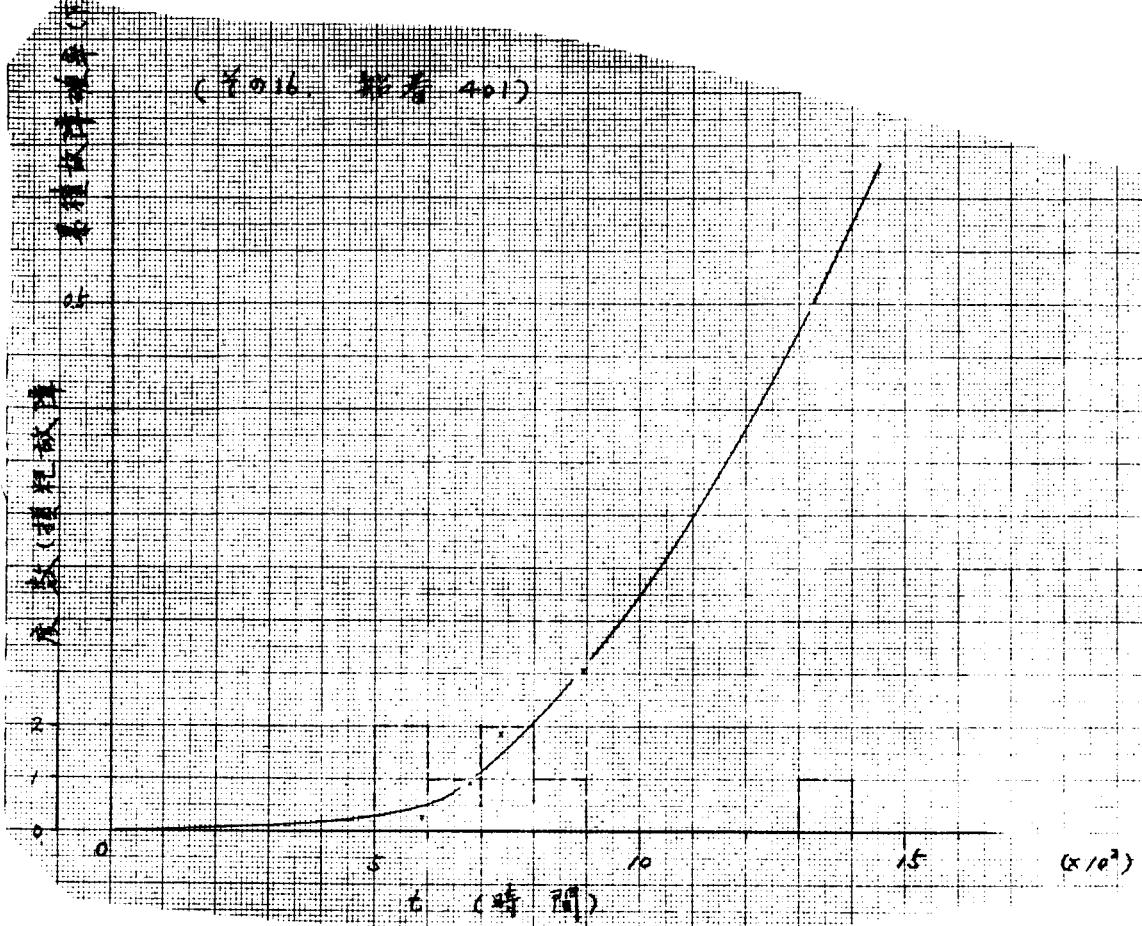


図 3.1.8 燃料弁、時間一累積故障確率線図およびヒストグラム

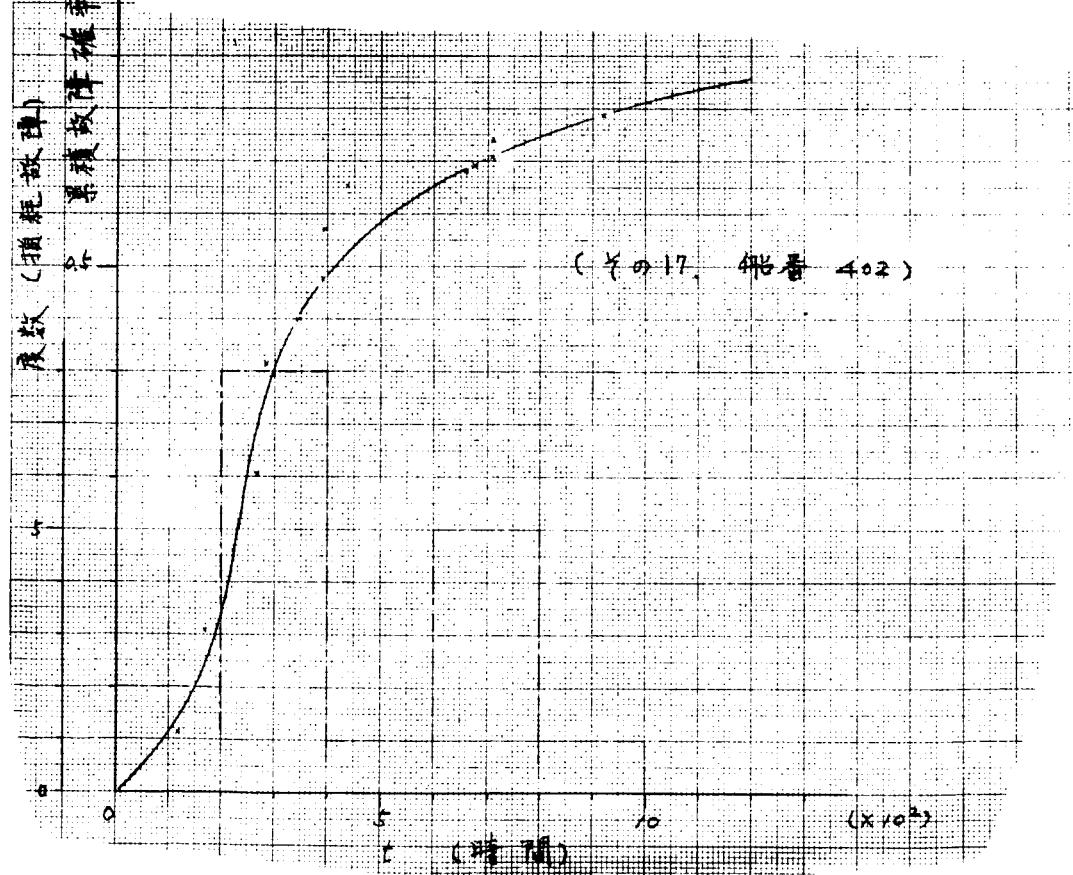


図 3.1.8 燃料弁、時間一累積故障確率線図およびヒストグラム

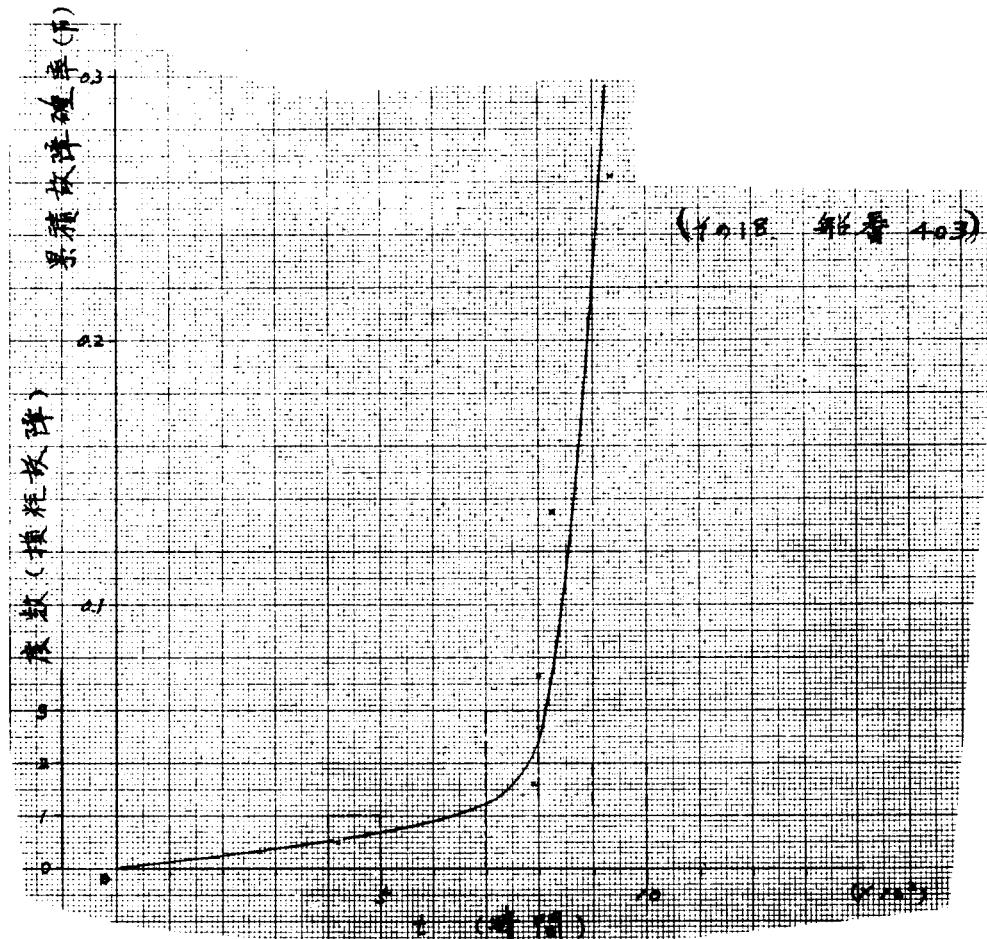


図 3.1.8 燃料弁、時間一累積故障確率線図およびヒストグラム

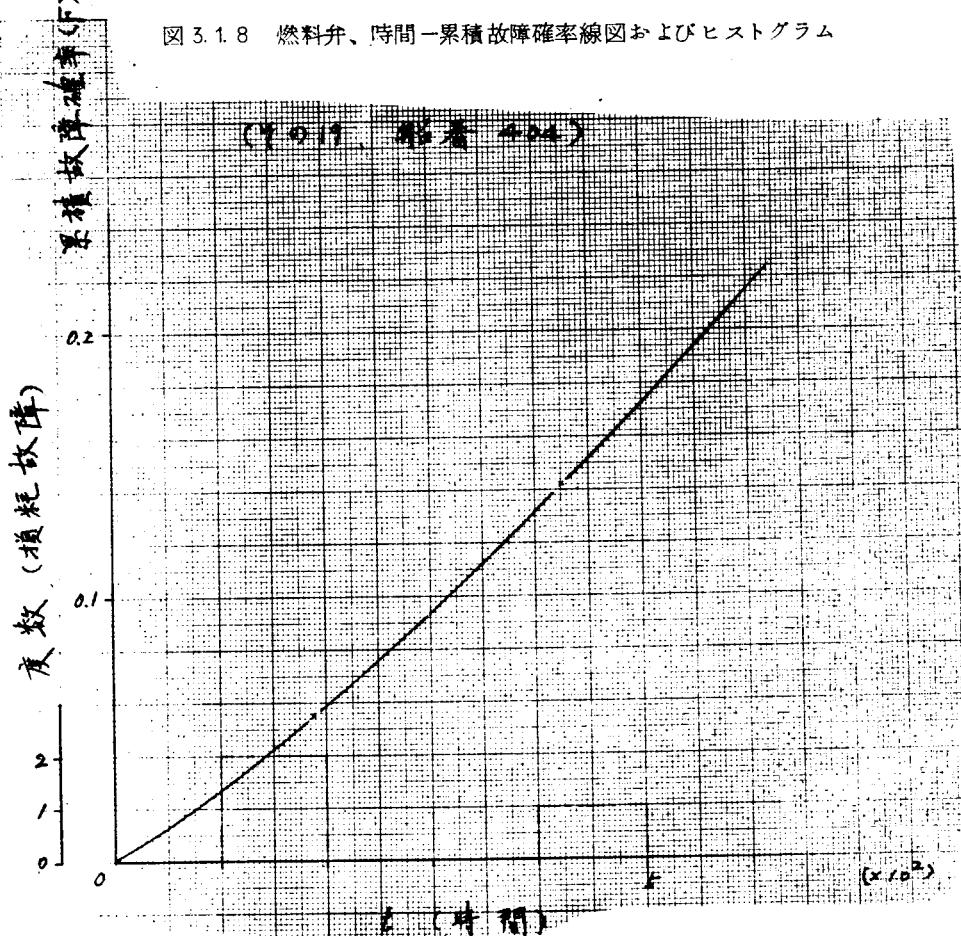


図 3.1.8 燃料弁、時間一累積故障確率線図およびヒストグラム

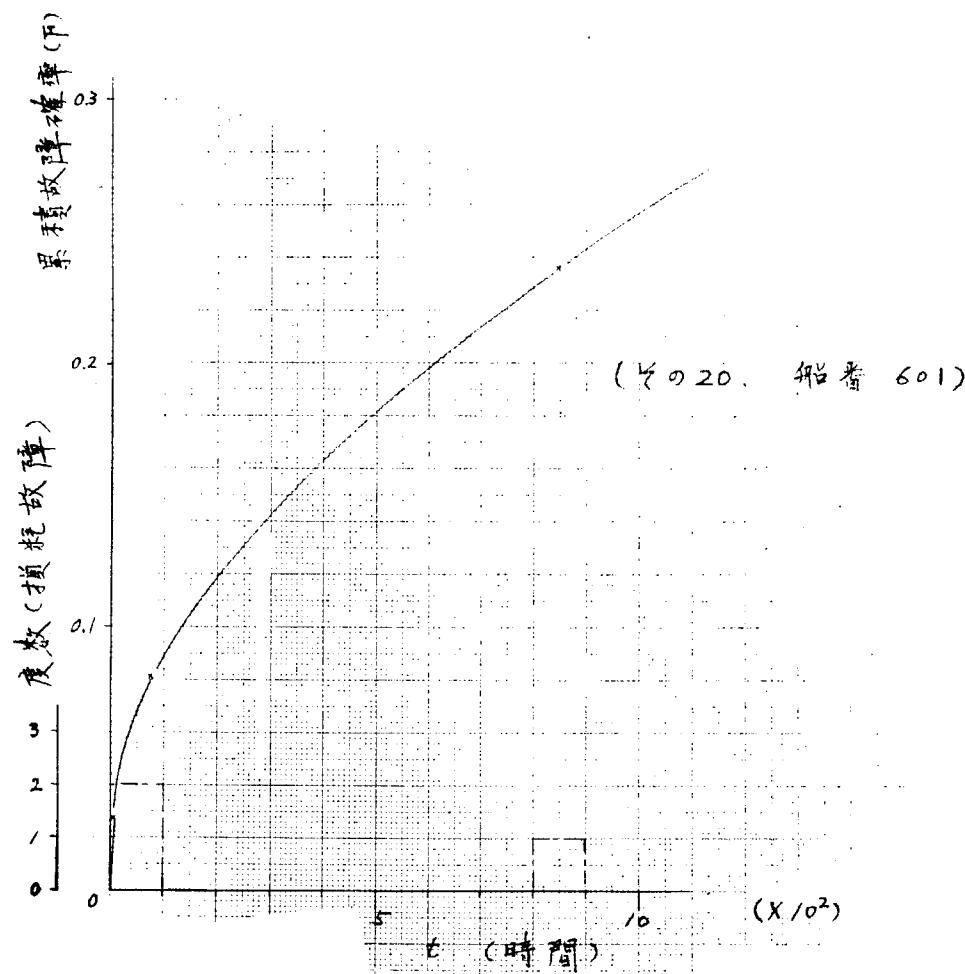


図 3.1.8 燃料弁、時間一累積故障確率線図およびヒストグラム

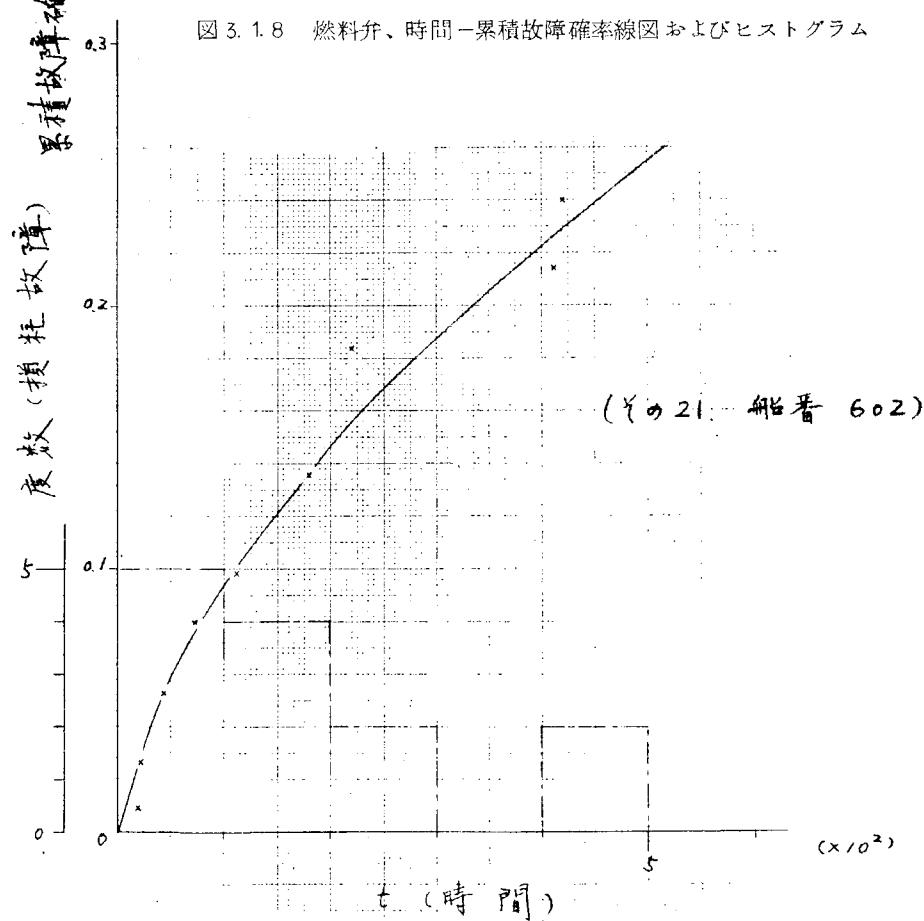


図 3.1.8 燃料弁、時間一累積故障確率線図およびヒストグラム

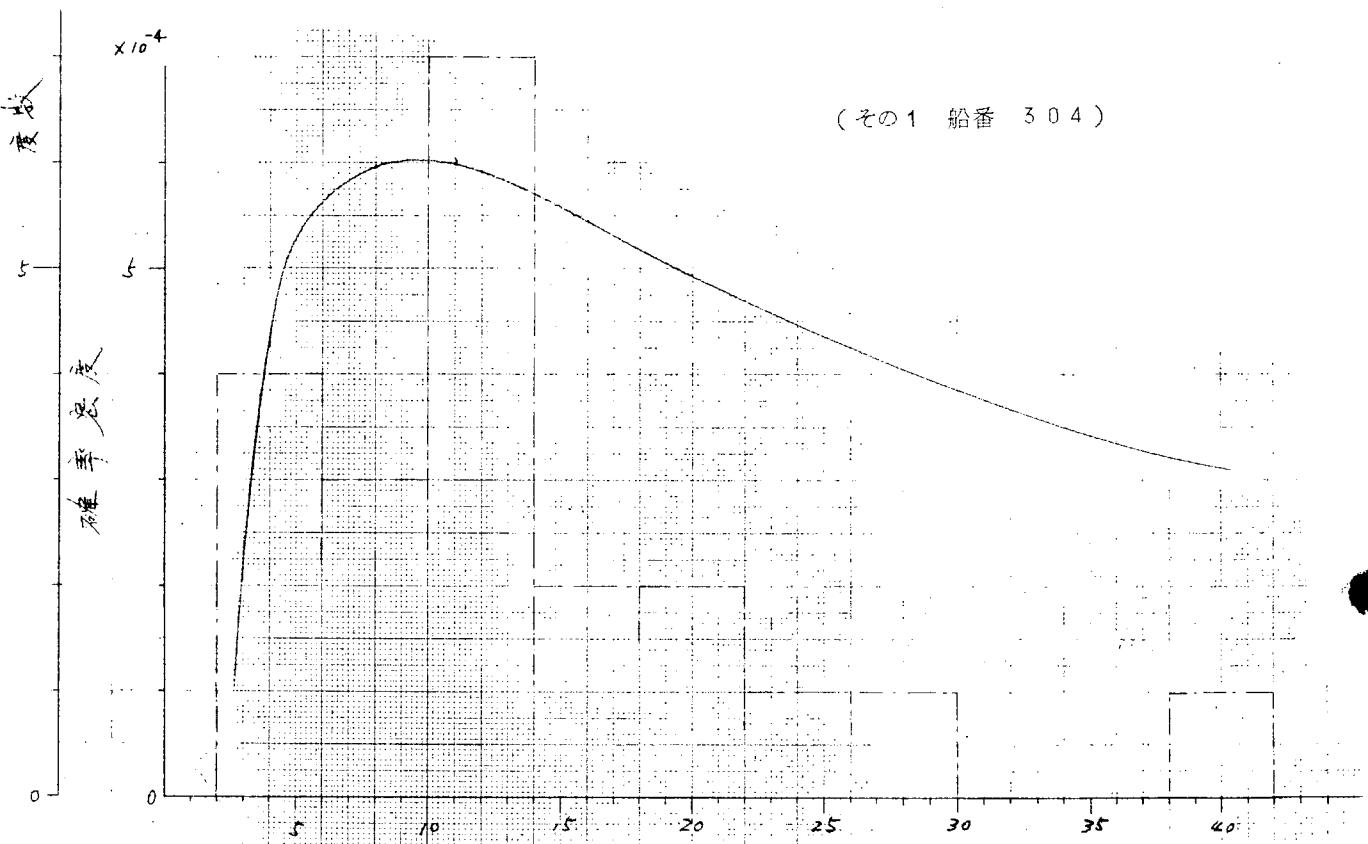


図 3.1.9 燃料弁、確率密度曲線およびヒストグラム

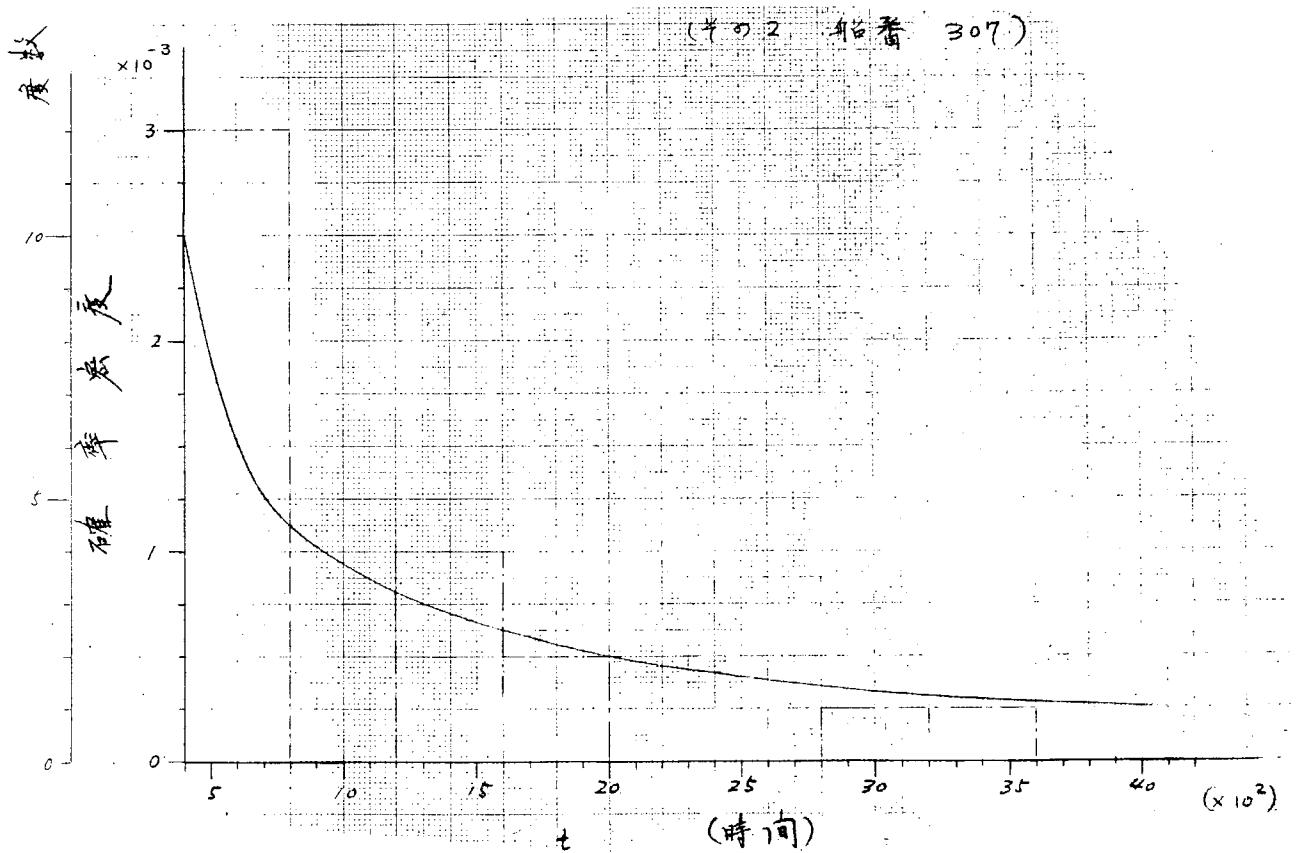


図 3.1.9 燃料弁、確率密度曲線およびヒストグラム

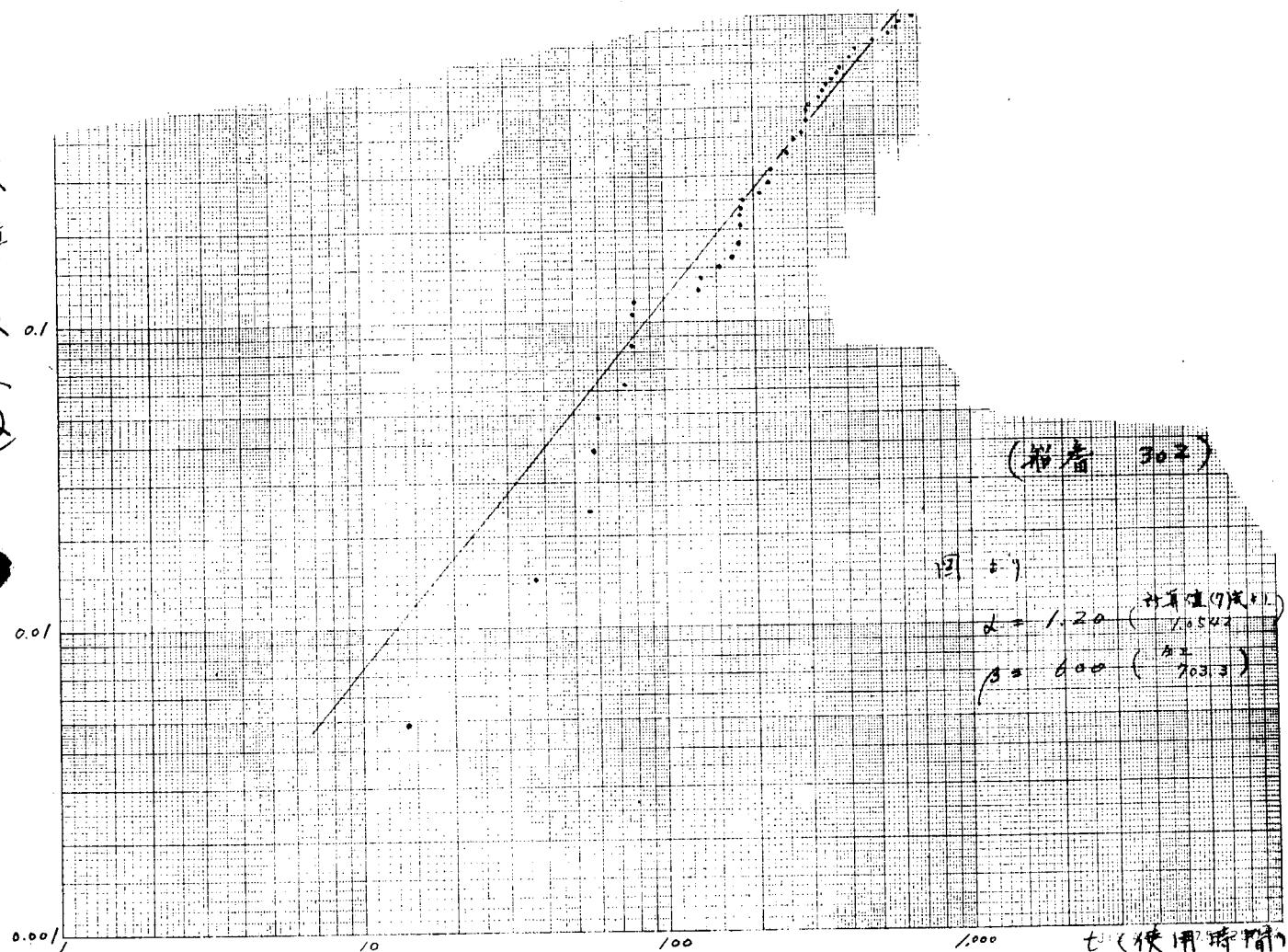


図 3.1.10 故障度と使用時間の関係

### 3.1.4 故障の評価

今回の調査の結果得られた故障のデータをもとに舶用機関の信頼性が論じられる場合に十分考えておきたい問題の1つとして、故障の評価をどう取扱うかという課題がある。

すなわち、報告された故障のデータには同じ1件でもその内容はまことにさまざまあって、保船上はほとんど日常茶飯事として從来見逃されてきた軽微な事故から、あるいは船の運航を停止させ、あるいは修理費の増加をもたらしたような大事故までを含んでいる。

しかも、このデータを利用する者の立場によつては、必らずしも所謂大きな故障の調査は必要でなく、むしろ從来の保守のシステムの下では見逃がされていた小故障の頻度こそが重要な課題である場合も少くない。

このように、個々の故障について、調査の目的に応じた評価のスクリーニングを行ない、ふるいわけられたデータをもとに所要の頻度や信頼性が求められねばならない。

#### (1) 所謂「重要故障」の頻度

從来、海運会社における保船管理の手段として、いろいろの故障の報告制度が採られている。その最も古い1例を「機関長事故報告書」に見ることができる。

この記録にもとづいて故障の発生頻度を求めた結果、故障頻度 0.33/1000 hとの報告がある。(研究資料16.

これとは別に機関撮要日誌によつて、主機停止故障およびそれと同等な故障が発見された件数（入渠、停泊中）を調べた結果ではその頻度は  $3 \sim 5.2 / 1000 \text{ h}$  であり、前の例に比して略 1 衍高くなつている。（調査資料 No. 50）

今回の調査結果によれば、故障発生頻度は  $2.3 \sim 4.0 / 100 \text{ h}$  が外見上求められ、故障発生の頻度はさらに 1 衍高くなつている。

この事実はそれぞれの故障調査において、その対象として計上した故障、換言すれば、故障評価の基準が相異していたことにもとづくもので、したがつて、それぞれの数値を同一レベルで論ずることは危険である。

今回の調査結果から後に述べるように、主機停止を来たした故障を拾い出してその発生頻度を求めてみると、 $2.0 / 1000 \text{ h}$  となり、上述の機関撮要日誌より求められた結果とほぼ等しいことがわかる。

これらの現象から類推して、1つの仮定を建てて見る。すなわち、故障のある見かたからその重大度におもみづけしてみる。機関長事故報告を要するような故障はさしづめ次回入渠の時に docking bill にひびいてくる内容のものであろう。主機停止故障は予定の遅延や定航速力に影響をもつ。調査の目的に応じてそれぞれ異なる重要度をもつ故障の発生を予測するために、故障発生頻度が重要度に応じてどのように分布するかを知る必要があるが、その思考モデルを下図のよう

に考える。

重要度  $x$  を持つ故障発生の確率密度を  $f(x)$  であらわした。

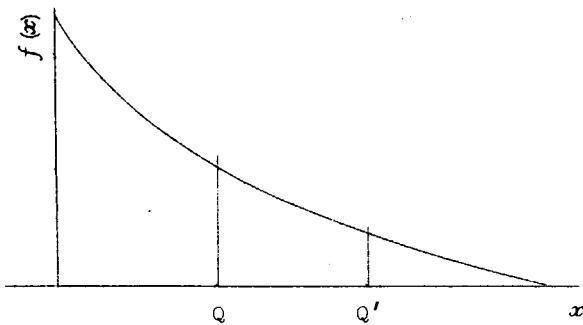
この分布は簡単のために

$$f(x) = e^{-x}$$

とする。

たとえば、 $Q' < x$  の範囲の故障は入渠修理を要するとすれば、このような故障の発生の

確率は



$$P_{Q'} = \int_{Q'}^{\infty} e^{-x} dx = e^{-Q'}$$

$Q > x$  の範囲では主機停止に到らないとすると、主機停止故障の確率は

$$P_Q = \int_Q^{\infty} e^{-x} dx = e^{-Q}$$

先に述べた数値によると全故障発生率  $2.3 \sim 4.0 / 100 \text{ h}$  に対して

$$P_Q = \frac{2.0 / 1000 \text{ h}}{(2.3 \sim 4.0) / 100 \text{ h}} = \frac{1}{10}$$

$$\text{同様に } P_{Q'} = \frac{1}{100}$$

$$\text{ゆえに, } Q = \frac{1}{\log_{10} e}, \quad Q' = \frac{2}{\log_{10} e}$$

となる。

このような思考モデルを仮定すると重要度に応じた故障発生の確率を定量的に推量することができる。

## (2) 主機停止故障

ある故障の結果、航海中主機停止を來し、あるいは停止しないまでも減力運転を行なうに到つたかどうかは故障の評価の上で重要な点である。

こうした観点から調査結果を分析した資料の詳細が研究資料 No.87 (P123~132) に報告されている。これによると、主機械停止事故の全数は 532 件、これは貨物船・タンカのそれぞれ事故件数 6744、1756 の合計 8500 件に対して 1/16 となる。

しかし、主機故障件数は

$$\text{貨物船に対して } 6744 \times 0.407 = 2740 \text{ 件}$$

$$\text{タンカ } \times 1756 \times 0.397 = 697 \text{ 件}$$

$$\text{小計 } 3437 \text{ 件 となる。}$$

一方、主機故障による停止件数は

$$532 \times 0.925 = 492 \text{ 件}$$

したがつて、 $492/3437 = 1/7$  の比率となる。

主機故障の発生頻度は調査の総運転時間が

$$\text{貨物船 : } 169850 \text{ h}$$

$$\text{タンカ : } 75830 \text{ h}$$

$$\text{合計 } 245680 \text{ h であるから}$$

$$\text{主機故障発生頻度 } 3437 / 245680 = 1.40 \text{ 件/1000 h}$$

$$\text{主機停止故障発生頻度 } 1/7 \times 1.4 = 2.0 \text{ 件/1000 h [平均]}$$

となる。

この数字は前項にものべたように別途 log 記録よりの調査とよい一致を示している。

次ぎに、主機停止時間の長短を重要度の目安と考えてこれによる主機停止故障の発生の確率密度分布を調べた結果が表 3.1.2.2、図 3.1.1.1 に示す。

横軸は停止時間 (x の単位は 10 分) である。

その分布曲線はバイブル分布として

$$f(x) = \frac{0.71}{1.96} (x - 0.5)^{0.29} \cdot \exp \left[ - (x - 0.5)^{\frac{0.71}{1.96}} \right]$$

簡単には

$$f(x) = 0.43 e^{-x} \quad [x > 0.5]$$

で表示できる。この分布が与えられると、たとえば主機停止時間 20 分未満の故障の確率は

$$F(x) = \int_{0.5}^2 f(x) dx = 51.7\%$$

主機停止故障のうち、約半数は停止時間が 20 分以内の故障であることがわかる。

### (3) 故障修理のための作業員数と時間より見た重要度

発生した故障が、それを修理するのに、どれだけの作業人員がかかり、どれだけの時間がかかつたかという内容も、また、故障の評価とその発生頻度の検討上、欠くことのできない貴重な一面である。

表 3.1.2.3 は主機関故障件数を修理に要した作業人員と所要工数 (人×時間分) について分類したもの、表 3.1.2.4 は主機以外の故障件数と同じ項目について分類したものである。

作業人員数について見ると、両者とも 40% の故障は作業人員 1 人で処理され、70% 以上が 3 人以内であることがわかる。(図 3.1.1.2 および 3.1.1.3)

所要工数別に見ると、過半数の修理作業は 60 人分以内で終了している。(図 3.1.1.4 および 3.1.1.5)

表 3.1.2.5、表 3.1.2.6 では、それぞれ主機故障およびその他の故障の 1 件当たり修理に要した作業時間について調べたもので、作業人員の多少に拘らず、30 分以内に修理がすんだ "故障" が略半数であり、修理に 2 時間以上掛るものは極めて僅少であることがわかる。

以上の表に示した重要度の考え方に対応するそれぞれの比率の数値について、果してどれだけの恒常性があるか不詳であるが、現行の船内就労体制から大きく変化しない範囲では十分の信頼性があるものと考える。

表 3.1.2.7 は調査対象となつた機関部の各区分の構成部品ごとに故障、整備のそれについて総件数と工事量(総作業人員×分)を表示した。これにしたがつて、故障修理の実績が多く、また、整備作業も重点的に行なう必要のある機関部の部位を摘出すると概略次ぎのようになる。

a) 主機関はその故障件数においても、その修理工事量においても全体の約 40% を占め、整備作業も全作業量の約 50% を占めている。

その主要部品について作業量の多い順に掲げると、故障修理では

ピストン、シリンダカバ、燃料ポンプ、シリンダライナ、ターボ過給機、吸排気弁、燃料弁、指圧器弁、等

整備作業では

ピストン、シリンダライナ、燃料弁、シリンダカバ、等

となつている。

(各項目はそれぞれ単独で全作業量の約 3% 以上のものを選んだ)

これらの項目については、燃料ポンプや指圧器弁のように整備工事としては目立たないで、故障として現れたときに処理するという、いわゆる repair maintenance に徹した部品もあるが、ピストンやシリンダ関係部品、シリンダ付諸弁ことに燃料弁等では故障修理、同様整備工事にも重点的配慮が行なわれている( preventive maintenance 方式)ことがわかる。

b) にもかかわらず各項目の工事量は唯に主機関だけでなく、機関部全保修工事量に対しても数%に達している。この事実は舶用機関部の中で主機関がやはり最も苛酷な運転条件の下にあることを示す。

すなわち、このように機関の保修工事量が増え、損耗部品や乗務人員による運航経費が嵩高になつても、なお、主機関の使用力度を緩和したり、計画力量の上に余裕を大きく選ぶことによる船価の高騰、積荷性能の低下といつた不利益に比べれば採算上有利との判断がなされてきたといわざるを得ない。

今後の故障調査の重要な課題として、上述のような機関負荷条件が主機関の信頼性と故障の保修や整備工事量にどのように影響するのか、を定量的に明らかにすることが大切である。

こうして、はじめてこれまでの判断が果して船の適正な運航管理上正しかつたかどうか、明らかにすることができよう。

c) 補助ディーゼル機関では保修上重要な故障は主軸受、ピストン、L.O. ポンプ系の順となつており、整備工事の重点は量的には吸排気弁、ピストン、L.O. ポンプ系、燃料弁となつている。

全体として、主機関の場合と同様の傾向が見られるが、主軸受、L.O. ポンプ系等の保修工事量の多いことは補助ディーゼル機関特有であり、また、保修方式の相異による若干の影響が認められる。

d) 機関室補機器は主、補ディーゼル機関に比較してはるかに保修の手間が少なく、整備作業量は多くすぎず、全般に信頼度は高い。

比較的修理や整備作業量の多い機器としては燃料油清浄機、空気圧縮機、L.O. 清浄機、排気ガスボイラ、循環ポンプ、等をあげ得るにすぎない。

その他の機器分類では、電動機が全電気機器関係で約 50%、蒸気系ではボイラ本体が、諸管系中では海水管系がそれぞれの区分の約 50%を占めているのが目立つ程度であるが、これらの項目の仕事量は全作業量の 2~3%に止まる。

表 3.1.2.2

$x$	停止時間	頻度 %	累積頻度	$f(x) \%$	$1-F(x) \%$	$F(x) \%$		$f(x) \%$	指標分布
1	1~10分	26.5	26.5	33.7	74.4	25.6		35.5	
2	11~20	25.2	51.7	16.3	50.6	49.4		22.9	$f(x)=$
3	21~30	11.9	63.6	10.5	37.7	62.3		15.2	
4	31~40	8.8.5	72.1	7.3	29.0	71.0		10.0	$0.43 e^{-x}$
5	41~50	4.4.7	76.8	5.3	22.8	77.2		6.8	
6	51~60	5.5.5	82.3	4.0	18.0	82.0		4.5	
7	61~70	0.3	82.3	3.1	14.6	85.4		2.9	
8	71~80	0.3	82.9	2.4	11.9	88.1		1.9	
9	81~90	0	82.9	1.9	9.8	90.2		1.0	
10	91~100	2.8	85.7	1.5	8.1	91.9		0.83	
11	101~110	2.9	88.6	1.2	6.7	93.3		0.56	
12	111~120	2.5	91.1					0.36	
18	(2) ~ (3)	1.8			$f(x) = (0.71/1.96) \cdot (x-0.5)^{-0.29}$				
24	(3) ~ (4)	2.2			$\exp(-(x-0.5)^{0.71}/1.96)$				
30	(4) ~ (5)	0.5							
36	(5) ~ (6)	0.5							
	略								

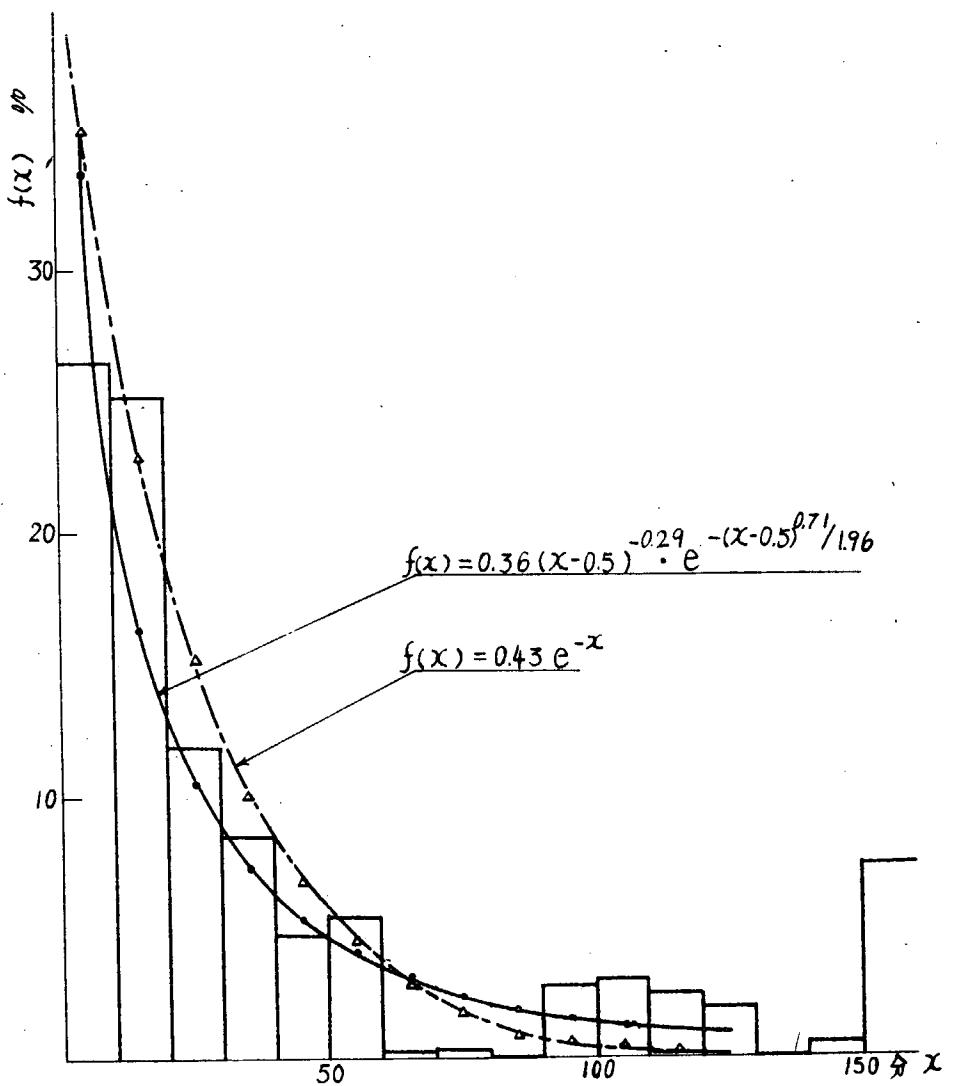


図 3.1.11 主機停止時間についてのヒストグラムと確率密度分布

表 3.1.2.3 主機関故障件数の分類

故 障 件 数												
作業人員\工数	0-3	4-6	7-12	13-18	19-24	25-30	31-36	37-42	43-48	49以上	合 計	%
0	998	1	0	0	0	0	0	0	0	3	1002	40.0
1	561	94	16	16	24	99	24	3	6	2	845	
2	317	178	70	27	12	128	32	2	1	15	782	16.9
3	165	102	3	53	6	65	86	28	0	37	545	11.86
4	65	80	63	23	30	34	48	2	0	69	414	8.94
5	31	10	16	4	6	12	32	49	1	86	254	5.48
6	92	15	12	29	6	21	58	9	1	62	305	6.57
7	1	5	6	6	0	11	7	8	12	63	119	2.57
8	5	16	9	5	15	3	5	0	0	27	85	1.84
9	11	9	10	25	10	8	11	12	23	154	273	58.9
合 計	2250	519	205	88	109	381	303	111	44	518	4624	
	48.6%	11%	4.6%	4%	23%	8.2%	6.4%	2.4%	0.9%	11.2%		

表 3.1.2.4 その他の故障件数の分類

故 障 件 数												
作業人員\工数	0-3	4-6	7-12	13-18	19-24	25-30	31-36	37-42	43-48	49以上	合 計	%
0	903	1	0	0	0	1	0	0	0	0	915	42.5
1	778	285	40	7	6	505	93	13	4	7	1738	
2	264	482	342	152	117	251	124	35	11	136	1914	30.7
3	32	96	31	115	21	23	130	38	3	354	843	13.53
4	7	25	55	17	42	3	6	6	1	282	444	7.15
5	7	13	1	1	0	0	4	16	0	125	169	2.71
6	0	14	0	3	1	0	2	0	1	50	71	1.14
7	0	0	0	0	0	0	0	0	6	15	21	0.34
8	4	6	0	7	0	5	0	0	0	34	56	0.90
9	3	0	0	0	0	3	1	3	0	52	62	1.00
合 計	2008	922	469	302	189	791	360	111	26	1055	6233	
	32.2%	14.8%	7.5%	4.9%	3%	12.7%	5.8%	1.8%	0.4%	16.9%		

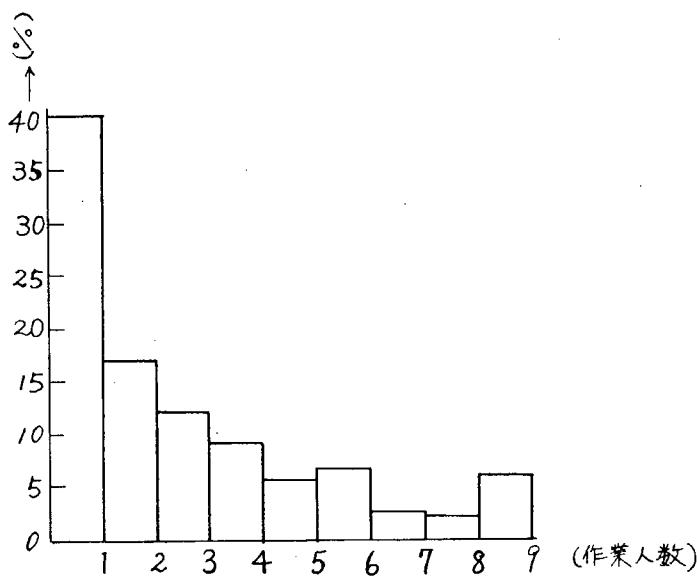


図 3.1.1.2 主機関故障件数分類(作業人員別)

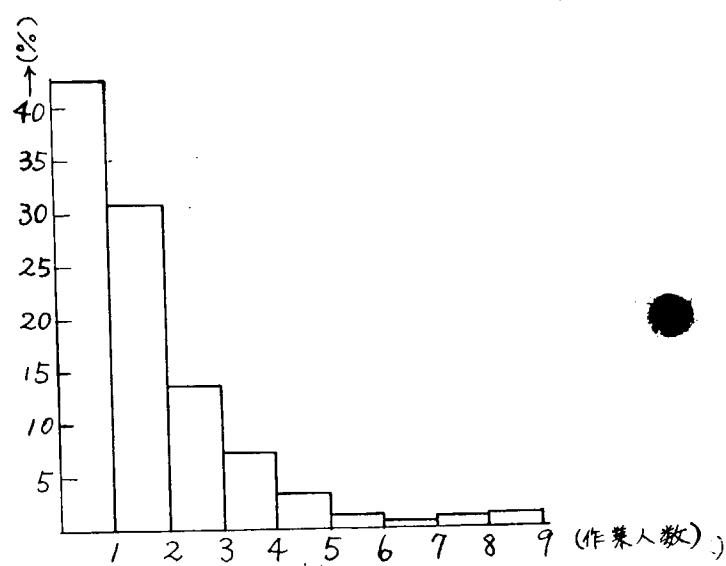


図 3.1.1.3 その他の故障件数の分類(作業人員別)

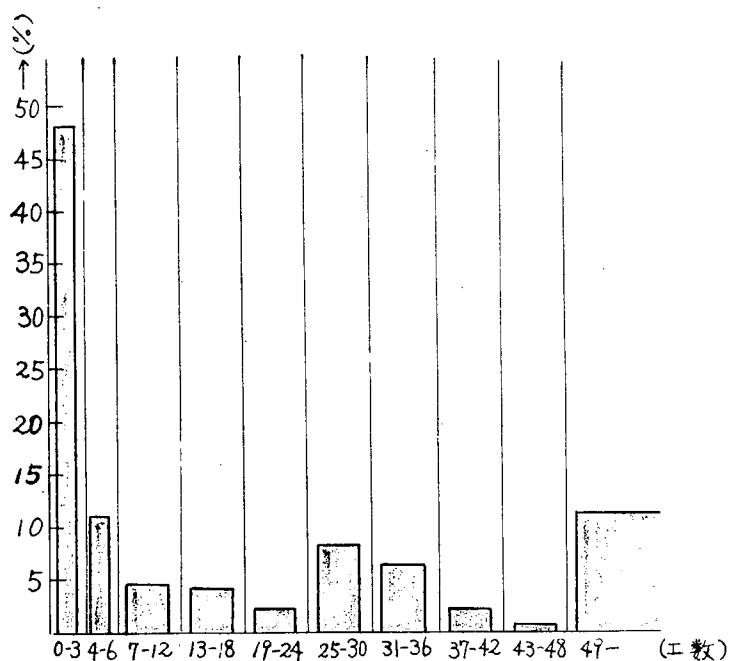


図 3.1.1.4 主機関故障件数の分類(総工数別)

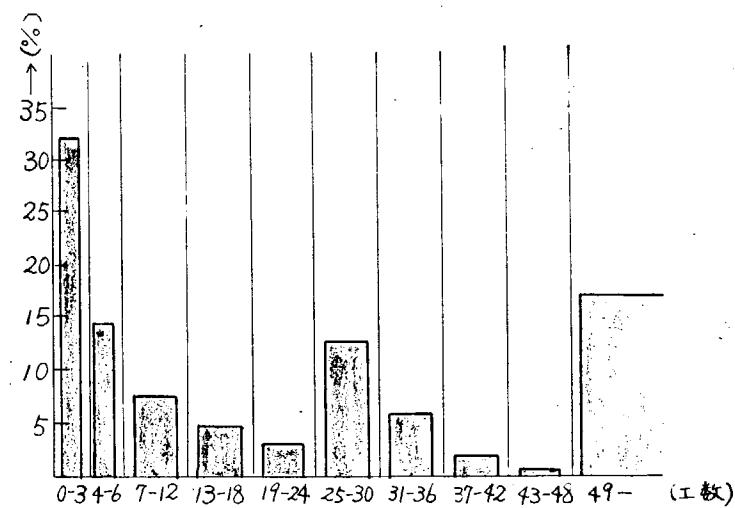


図 3.1.1.5 その他の故障件数の分類

表 3.1.25 主機故障修理に要した作業時間(1件当たり)による分布

主機 故障 件数	作業者 数	作業者1人当たり 作業時間	0~3	4~6	7~12	13~18	19~24	その他	単位10分
主機 故障 件数	1人	1559	95	16	16	24	137		
	2	495	70	39	160	3	15		
	3	267	56	157	65				
	4	208	53	84	69				
	5	66	22	166					
	6	148	85	72					
	7	18	26	75					
	8	50	8	27					
	9	69	204						
	合計	2880	619	636	310	27	152	4624件	
			62.2%	13.4%	13.7%	6.7%	0.6%	3.3%	100%

表 3.1.26 その他の故障修理に要した作業時間(1件当たり)による分布

その 他 故 障 件 数	作業者 数	作業者1人当たり 作業時間	0~3	4~6	7~12	13~18	19~24	その他	単位10分
その 他 故 障 件 数	1人	1691	286	40	7	6	623		
	2	746	342	269	375	46	136		
	3	143	131	174	395				
	4	87	59	16	282				
	5	21	3	145					
	6	17	3	51					
	7	0	0	21					
	8	17	5	34					
	9	6	56						
	合計	2728	885	750	1059	52	759	6233件	
			43.8%	14.2%	12.0%	17.0%	0.8%	12.8%	100%

表 3.1.27

## Code 1 主 機 械

分類番号	構成部品名	故障				整備							
		件数		総作業時間		1件当たり 作業時間	件数		1件当たり 作業時間				
		件	%	人×分	%	人×分	件	%	人×分				
10	シリンドラカバ	219	4.5	14,729	10.3	67.0	✓	313	5.8	13,178	9.9	42.1	✓
11	シリンドラ・ジャケット	106	2.3	1,800	1.3	17.0		31		733			
12	シリンドラ・ライナ	153	3.3	12,957	9.1	84.7	✓	422	7.8	15,933	11.9	37.8	✓
13	架構	129	2.8	1,598	1.1	12.4		277	5.1	5,210	3.9	19.8	✓
14	台板	43		1,933	1.4	69.1		70	1.3	1,005		14.3	
15	主軸受	16		270		12.4		53	1.0	108			
16	ピストン	140	3.0	17,341	12.1	123.5	✓	190	3.5	23,032	17.2	121.0	✓
17	ピストン棒・スターフィング等	44		3,088	2.2	70.2		94	1.7	3,367	2.5	35.5	
18	クロスヘッド	52	1.1	234		4.5		111	2.0	1,110		10.0	
19	コネクチング・ロッド	2		120				6		0			
20	クラシク軸	15		21				172	3.2	2,808	2.1	16.3	
21	クラシク軸受	29		1,929	1.3	66.7		94	1.7	1,020		10.8	
22	カム軸・駆動装置	6		528				88	1.6	6,826	5.1	77.5	✓
23	燃料ポンプ・附属品	464	10.0	14,121	9.9	30.5	✓	224	4.1	4,440	3.3	19.8	
24	燃料弁	971	21.0	8,784	6.1	9.1	✓	1,209	22.3	14,880	11.2	12.4	✓
25	吸排気弁	240	5.2	8,857	6.2	36.9	✓	142	2.6	5,949	4.5	41.8	✓
26	吸排気弁駆動装置	74	1.6	1,742	1.2	23.6		22		353			
27	排気管制弁・駆動装置	101	2.2	5,147	3.6	51.0	✓	164	3.0	2,101	1.6	12.8	
28	掃気弁	116	2.5	4,231	3.0	36.5		87	1.6	2,089	1.6	24.0	
29	掃気ポンプ	195	4.2	5,482	3.8	28.1	✓	135	2.5	4,052	3.0	30.0	
30	ルーツ送風機等	2		18				8		24			
31	過給機タービン	63	1.4	5,943	4.2	94.2	✓	134	2.5	1,485	1.1	11.1	
32	過給機プロア	81	1.7	1,780	1.2	22.0		222	4.1	4,687	3.5	21.1	
33	過給機附属品	141	3.0	7,317	5.1	52.0	✓	184	3.4	6,110	4.6	33.2	✓
34	操縦装置	11		312				5		44			
35	起動弁	95	2.0	1,346		14.1		126	2.3	2,902	2.2	23.0	
36	起動空気管系	9		491				18		373			
37	調速器	5		115				6		20			
38	安全弁	87	1.9	483		5.6		119	2.2	1,500	1.1	12.6	
39	指圧器弁・全装置	674	14.6	8,539	6.0	12.7	✓	191	3.5	1,872	1.4	9.8	
40	リュブリケータ・全装置	105	2.3	1,853	1.3	17.6		74	1.4	868		11.7	
41	テレスコ	100	2.1	6,116	4.3	61.2	✓	80	1.5	2,705	2.0	33.8	
42	軸系	117	2.5	3,089	2.2	21.4		314	5.8	2,148	1.6	6.8	
43	推進器	16		68				19		318			
44	ターニングギヤ	5		580				7		150			
	主機合計	4626		142,962		30.1		5411		133,400		24.5	

## Code 2 発電用ディーゼル機械

分類番号	構成部品名	故障					整備					
		件数		総作業時間		1件当たり 作業時間	件数		総作業時間		1件当たり 作業時間	
		件	%	人×分	%	人×分	件	%	人×分	%	人×分	
10	シリンドラ・カバ	51	2.4	2066	33	40.6	121	2.8	4351	6.4	36.0	
11	シリンドラ・ジャケット	10		301			17		660			
12	シリンドラ・ライナー	54	2.5	5750	9.2	106.5	V	60	1.4	1862	2.7	31.0
13	架構、掃気タンク、 排気集合管	37	1.7	842	1.4	22.8		43	1.0	306		
14	台板	7		54				13		170		
15	主軸受	116	5.4	10298	16.4	89.0	V	174	4.0	2921	4.3	16.8
16	ピストン	102	4.8	7832	12.5	76.7	V	230	5.4	10876	15.9	47.4
17	クラシク軸	7		60				312	7.3	2635	3.9	8.5
18	クラシク軸受	105	4.9	4705	7.5	44.8		172	4.0	1859	2.7	10.7
19	カム軸と同駆動装置	11		86				37		281		
20	燃料ポンプと同駆動装置	277	13.9	3431	5.5	12.4		232	5.4	2271	3.3	9.8
21	燃料弁	427	20.0	3311	5.3	7.8		902	21.2	7785	11.4	8.6
22	吸排気弁と同駆動装置	212	19.9	4015	6.4	18.9		799	18.8	14069	20.7	17.6
23	過給機タービン	56	2.6	1693	2.7	30.3		104	2.4	1344	2.0	12.9
24	過給機ブロワー	62	2.9	2528	4.0	40.8		147	3.5	2296	3.4	15.6
25	空気燃料管制弁	21		762	1.2			10		115		
26	起動弁	21		405				44	1.0	1182	1.7	26.9
27	調速器	106	5.0	3761	6.0	35.4		77	1.8	1375	2.0	17.8
28	安全弁	5		37								
29	指圧器弁	28	1.3	198				24		53		
30	L.O.ポンプ及管系 (L.O.ドレンタンクも含む)	298	13.9	6483	10.3	21.8	V	640	15.0	10809	15.8	16.9
31	F.O.供給ポンプ(F.O. ブライマリーポンプ)及管系	44	2.0	656	1.0	14.9		61	1.4	279		
32	J.C.W.P.D及び管系	49	2.3	1180	1.9	24.1		17		312		
33	操縦機構及危急装置	16		413				4		46		
34	本体	1		48				1		19		
35	蒸気加減弁	2		222				1		19		
37	主軸受	1		36								
39	調速器	6		294								
41	蒸気管系	5		126				1		0		
42	L.O.ポンプ及管系	11		573				15		425		
44	復水器							1		0		
45	エジエクター	3		192								
	発電用ディーゼル機械	2,144		62359		29.1		4,259		68320		15.9

## Code 3、機室補機器

分類番号	構成部品名	故障					整備				
		件数		総作業時間		1件当たり 作業時間		件数		総作業時間	
		件	%	人×分	%	人×分		件	%	人×分	%
10	海水冷却ポンプ	106	6.6	4795	5.9	45.0	V	26	24	318	
11	ジャケット清水 冷却水ポンプ	21		523				13		55	
12	ピストン清水冷却水ポンプ	14		894				7		2	
13	予備冷却水ポンプ	16		373				5		153	
14	L.Oポンプ(歯車式) (ねじ式)	16		789				21	1.9	7	
15	潤滑油ポンプ(往復動式)	2		108							
16	燃料弁冷却油水ポンプ	5		226				4		146	
17	燃料油ブースタ (サービス)ポンプ	10		588				8		108	
18	給水ポンプタービン	8		372							
19	同上ポンプ	6		336				1		0	
20	給水ポンプ (電動渦巻式)	27	1.7	1594	2.0	76.6		3		12	
21	給水ポンプ (蒸気直動式蒸気側)	24	1.5	662				8		150	
22	給水ポンプ (蒸気直動式給水側)	33	2.1	2251	2.8	68.2		25	2.3	336	
23	給水メーカーーブポンプ	4		192							
24	排ガスボイラ 給水ポンプ	16		651				8		168	
25	排ガスボイラ 循環ポンプ	105	6.6	6613	8.1	63.0	V	30	2.7	606	2.3
26	噴燃ポンプ	10		198				5		0	
27	雑用水ポンプ	22		1751	2.1	79.7		15		282	
28	ビルジバラストポンプ	14		595				2		36	
29	バラストポンプ	15		1389	1.7	92.7		3		72	
30	ビルジポンプ (電動ピストン式)	17		567				11		210	
31	サニタリーポンプ	21		1674	2.1			3		90	
32	清水ポンプ	6		582				1		24	
33	飲料水ポンプ	3		216				1		72	
34	復水器循環ポンプ	7		313				2		22	
36	バタワースポンプ	1		36							
37	燃料油移送ポンプ (往復動式)	15		870				3		210	
38	燃料油移送ポンプ (歯車式)	8		125				7		0	
40	潤滑油移送ポンプ							1		0	
41	海水サービスポンプ	5		552				3		156	

分類番号	構成部品名	故障					整備					
		件数		総作業時間		1件当たり 作業時間	件数		総作業時間		1件当たり 作業時間	
		件	%	人×分	%	人×分	件	%	人×分	%	人×分	
42	冷凍機、冷却水ポンプ	16		1030			1		144			
43	ビルヂバラストポンプ (蒸気直動式)蒸気側	1		12			3		48			
44	ビルヂバラストポンプ (蒸気直動式)水側	4		102			4		36			
45	荷油ポンプ(タービン)	4		81			5		72			
46	荷油ポンプ(ポンプ)	2		0								
50	空気圧縮機	201	12.5	7333	9.0	36.5	V	188	17.2	3848	14.8	205
51	制御空気圧縮機	41	2.6	3258	4.0	79.7		22	2.0	748	2.9	34.0
52	非常空気圧縮機	3		216			15		402	1.5		
53	空気圧縮機中間冷却器	19		1924	2.4	101		11		267		
54	燃料油清浄機	125	7.8	3060	3.9	24.5		21	1.9	608	2.3	29.0
55	ディーゼル油清浄機	15		224			6		150			
56	潤滑油清浄機	144	9.0	3146	3.9	21.8		293	2.68	4101	10.8	14.0
57	燃料油清浄機 (グラビトロール)	47	2.9	2383	2.9	50.7		18	1.6	531	2.0	29.5
58	ディーゼル油清浄機 (グラビトロール)	5		192								
59	潤滑油清浄機 (グラビトロール)	10		362			4		168			
60	燃料油清浄機 (セルフゼエクタ)	223	13.9	15543	19.0	69.8	V	90	8.2	2888	11.1	32.0
61	ディーゼル油清浄機 (セルフゼエクタ)	5		15			6		155			
62	潤滑油清浄機 (セルフゼエクタ)	34	2.1	1682	2.1	45.4		54	4.9	1941	7.5	36.0
63	燃料油加熱器	15		642			10		0			
64	L.O清浄機用加熱器	4		71								
70	ピストン清水クーラー	10		1002			18	1.6	1408	5.4	78.2	
71	ジャケット清水クーラー	12		795			15		1099	4.2		
72	潤滑油クーラー	25	1.6	1166	1.4	46.7		36	3.3	1195	4.6	33.3
73	燃料弁冷却水油クーラー	7		240			8		186			
74	発電機清水クーラー	7		489			5		264			
75	バタワースヒーター 兼ドレンクーラー	2		198			1		108			
76	補助復水器	9		1116	1.4		22	2.0	1272	4.9	57.6	
77	タンク加熱ドレンクーラー	6		594								
78	抽気エゼクター	1		5			1		24			
81	造水装置	51	3.2	4404	5.4	86.4	V	18	1.6	1047	4.0	58.4
	機室補機器(合計)	1,605		81,118		50.4		1,091		25,945		23.8

## Code 4 電 気 関 係

分類番号	構成部品名	故 障				整 備			
		件 数		総作業時間		1件当り 作業時間	件 数		総作業時間
		件	%	人×分	%	人×分	件	%	人×分
10	ジェネレータ	35		1065			65		796
11	モータ	89		4561			48		860
12	励磁機	10		237			2		6
13	主・非常配電盤	37		1316			16		42
14	配線	25		1660			6		90
15	スター <sup>タ</sup> および コントロールパネル	106		1991			83		434
	電気系(合計)	302		10,830		35.8	220		2,228
									10.1

## Code 5 蒸 気 発 生 装 置

分類番号	構成部品名	故 障				整 備			
		件 数		総作業時間		1件当り 作業時間	件 数		総作業時間
		件	%	人×分	%	人×分	件	%	人×分
10	(汽罐本体) (エコノマイザー)	24		639			12		96
11	汽罐本体(蒸発管)	15		1827			24		711
12	汽罐本体(過熱管)	8		186			3		18
13	汽罐本体(ケーシング)	32		1649			28		555
14	給水系統	9		246			4		42
15	汽罐本体(1)	69		6051			V	61	797
16	汽罐本体(2)	76		973			46		208
17	給水系統	55		2483			61		1100
18	燃焼系	43		1554			44		580
	蒸気発生装置(合計)	331		15,608		47.2	283		4,107
									14.4

## Code 6 諸 管 弁

分類番号	構成部品名	故 障				整 備			
		件 数		総作業時間		1件当り 作業時間	件 数		総作業時間
		件	%	人×分	%	人×分	件	%	人×分
10	燃油管系	140		1542			316		2318
11	潤滑油管系	72		1334			269		5735
12	清水管系	89		1488			113		1194
13	海水管系	475		14283			V	81	2516
14	空気管系	81		1791			34		181

分類番号	構成部品名	故障					整備				
		件数		総作業時間		1件当たり 作業時間	件数		総作業時間		1件当たり 作業時間
		件	%	人×分	%	人×分	件	%	人×分	%	人×分
15	排 気 管 系	34		1400			9		110		
16	加熱蒸気管排気管系	174		6479			15		453		
17	ビ ル ジ 管 系	28		804			18		369		
	諸管系(合計)	1,093		29,121		267	855		12,876		150

Code 7 操縦計装関係

分類番号	構成部品名	故障					整備				
		件数		総作業時間		1件当たり 作業時間	件数		総作業時間		1件当たり 作業時間
		件	%	人×分	%	人×分	件	%	人×分	%	人×分
10	主機制御盤	2		0			1		24		
11	主機燃料ハンドル操縦装置	5		180			5		72		
12	主機前後進操縦機構	2		3							
13	主機空気ハンドル操縦機構	1		60							
14	主機操縦保護装置	10		330							
15	主機リミットスイッチ	4		78							
16	パワーユニット	15		378			2		24		
17	燃料油系統	74		1920			4		2		
18	潤滑油系統	18		367			2		0		
19	冷却水系統	60		655			1		30		
20	電気機器	29		1626			4		12		
21	空気系統	18		343			2		0		
22	補助ならびに 排ガスボイラ系	48		1142			4		24		
23	テレグラフ	11		180							
24	温度計	185		2835			7		16		
25	圧力計	56		268			6		6		
26	回転計	47		816			3		18		
27	液面計	73		1902			5		63		
28	流量計	34		727			2		12		
29	警報装置	50		1003			2		48		
	操縦計装(合計)	742		14,813		200	50		351		70

### 3.1.5 船内作業の分析

#### (1) 各船別の分析

各船別の修理作業と整備作業の工数を貨物船とタンカについて表3.1.28に示す。貨物船の修理作業の工数が主機運転1時間あたりにして、平均0.2人で0.1～0.3人の間に分布し、ほぼ一定している。整備作業の方は修理作業ほど一定ではないが、平均では主機運転1時間あたり0.16人であることを示している。整備作業に差が出るのは、船によつて整備基準が異なつてゐるためと、船によつて故障のモードが異なるためであろう。

これに対し、タンカでは修理および整備作業とも主機運転時間をもとにした工数は低い。ここにも運航形態の差があらわれており、タンカでは停泊中の整備があまりなされていないことが差として表われてきてゐる。

貨物船の故障は主機の運転中常に0.2人が故障修復に従事し、整備をも含めれば常に0.36人は機関の修理整備に専従していることになる。タンカではこの値が修理に0.13人、整備に0.19人時、合計0.31人時が保守作業に従事することになる。

#### (2) 船内故障修理および整備作業の分析

貨物船の代表として201番船、タンカの代表として206番船をとり（故障修理作業および整備作業のデータがよくとれている）、主機関に関する故障修理作業と整備作業（船内のみ）の分析を行なつた。

作業分析にあたり、作業に従事した人数を変数にとり、作業量は二次的に考えた。たとえば、2人×1時間と1人×2時間とでは、作業量とすれば両者ともに2人1時間であるが、前者の作業は人数を2名必要とする作業であつて1人では不可能である。これに対し、後者の作業は作業従事者が1人でも時間をかければ可能であり、両者の作業は質的にまつたく異なつてゐる。とくに最近乗組員の充足不足から乗組員数を減らす方向にあり、その面でも本分析の必要性が認められる。したがつて、データの整理はその作業に従事した作業人数を変数にして分析を行なつた調査の結果を作業人員別に整理したのが表3.1.29（201番船）および表3.1.30（206番船）である。これらの表をヒストグラムにしたのが図3.1.16から図3.1.19である。これらの図中には、修理作業と整備作業それについて、1件の作業に従事した人員数の平均、延作業人員および延作業時間を示してゐる。

これらの図からわかることは、201番船と206番船では修理作業および整備作業の作業人員に対する分布に違いがみられている。すなわち、1件の作業に従事した人員は201番船の方が多い。修理の総作業量では両者あまり差はなく、延作業時間でも差はないが、延作業人員数となると201番船がはるかに多くなる。これは1件の人業人員が多いこととも関連があるが、貨物船は停泊時間が多く、その間に修理あるいは整備作業をしている。したがつて、その際一時に投入できる作業人員もタンカにくらべて多くが可能となり、上述の結果となつてゐる。作業量は、201番船では各作業従事員数に対しほぼ等しい分布をしているのに対し、206番船ではボアソンに近い分布をしている。整備作業の分布でも201番船と206番船との間に差がみられる。これらの差がはたして運航形態の差による貨物船とタンカとの違いであるかどうかについては、各船種とも1隻ずつのデータであるから断定できない。しかし、既述の考察からすれば恐らく運航形態の差によつて生じたと考えてよいであろう。

図3.1.20と図3.1.21に、201番船と206番船の修理作業および整備作業それぞれの一回の作業時間の平均を、作業従事人数を変数にしてプロットした。いずれの場合も従事する人数が多い作業は一回の作業時間も長い。すなわち作業としては人数も時間も多くを必要とする作業量の多い大がかりな作業となつていく特性を示してゐる。この傾向を修理作業と整備作業とで比較すると、前者はこの傾向が強く勾配が急であるのに対し、後者は勾配がゆるやかである。修理と整備作業のいずれも、201番船の方が206番船にくらべ従事人数に対し高い勾配を持つてゐる。これらの機構については、今後多くの船を調査することによつてさらに詳細な解析を進

表 3.1.28 貨物船とタンカの船内作業

船種	船番	修理作業		整備作業	
		修理工数(R)	R／主機運転時間	整備工数(M)	M／主機運転時間
貨物船	101	4044人時	0.248人	1100人時	0.065人
	102	4724	0.287	1015	0.062
	103	3591	0.273	1560	0.119
	104	2354	0.192	577	0.047
	201	4129	0.246	6182	0.369
	202	2808	0.169	1242	0.075
	203	858	0.132	495	0.076
	204	3286	0.264	2028	0.163
	301	1594	0.097	4988	0.303
	302	2066	0.129	4291	0.268
	303	2640	0.197	1803	0.134
	304	1331	0.111	2775	0.232
	305	2862	0.200	1727	0.121
	401	2890	0.208	2233	0.161
	402	3225	0.236	2356	0.173
タンカー	501	844	0.153	29	0.005
	平均	43244	0.200	34402	0.159
	105	1360	0.110	61	0.005
	106	1624	0.128	502	0.040
	205	1189	0.154	33	0.004
	206	3720	0.192	3238	0.167
	306	846	0.067	184	0.015
	307	3735	0.280	2132	0.160
	403	716	0.074	87	0.009
	404	419	0.054	18	0.002
	502	6	0.001	6	0.001
	503	0	—	0	—
	601	1712	0.140	86	0.007
	602	1672	0.135	804	0.065
	平均	16999	0.131	7150	0.055

表3.1.29 201番船の故障修理と整備作業

作業人員	故障修理作業				整備作業			
	作業件数 件	件数 百分率 %	作業量 人-10分	作業量 百分率 %	作業件数 件	件数 百分率 %	作業量 人-10分	作業量 百分率 %
1人	391	27.7	1407	5.7	444	17.2	1803	4.9
2	423	30.0	3459	13.9	835	32.3	6887	18.6
3	218	15.4	4711	19.0	618	23.9	9926	26.8
4	107	7.6	3698	14.9	224	8.7	5453	14.7
5	23	1.6	1333	5.4	87	3.4	3676	9.9
6	122	8.6	4287	17.3	154	6.0	3294	8.9
7	7	0.5	1782	7.2	30	1.2	1078	3.0
8	6	0.4	1176	4.7	14	0.5	1987	5.4
9人以上	5	0.4	2056	8.3	19	0.7	2970	8.0
記入なし	110	7.8	900	3.6	143	5.5	0	0
計	1412	100	24809	100	2586	100	37094	100

表3.1.30 206番船の故障修理と整備作業

作業人員	故障修理作業				整備作業			
	作業件数 件	件数 百分率 %	作業量 人-10分	作業量 百分率 %	作業件数 件	件数 百分率 %	作業量 人-10分	作業量 百分率 %
1人	268	38.9	1869	8.4	72	9.3	454	2.3
2	183	26.6	4047	18.1	120	15.5	2332	12.0
3	68	9.9	3721	16.7	124	16.0	3228	16.6
4	96	13.9	7381	33.1	286	37.0	5992	30.8
5	12	1.7	1110	5.0	82	10.6	4687	24.1
6	9	1.3	648	2.9	39	5.0	2356	12.1
7	4	0.6	462	2.1	4	0.5	378	1.9
8	1	0.1	192	0.9	0	0	0	0
9人以上	3	0.4	2892	13.0	0	0	0	0
記入なし	45	6.5	0	0	46	6.0	0	0
計	689	100	22322	100	773	100	19427	100

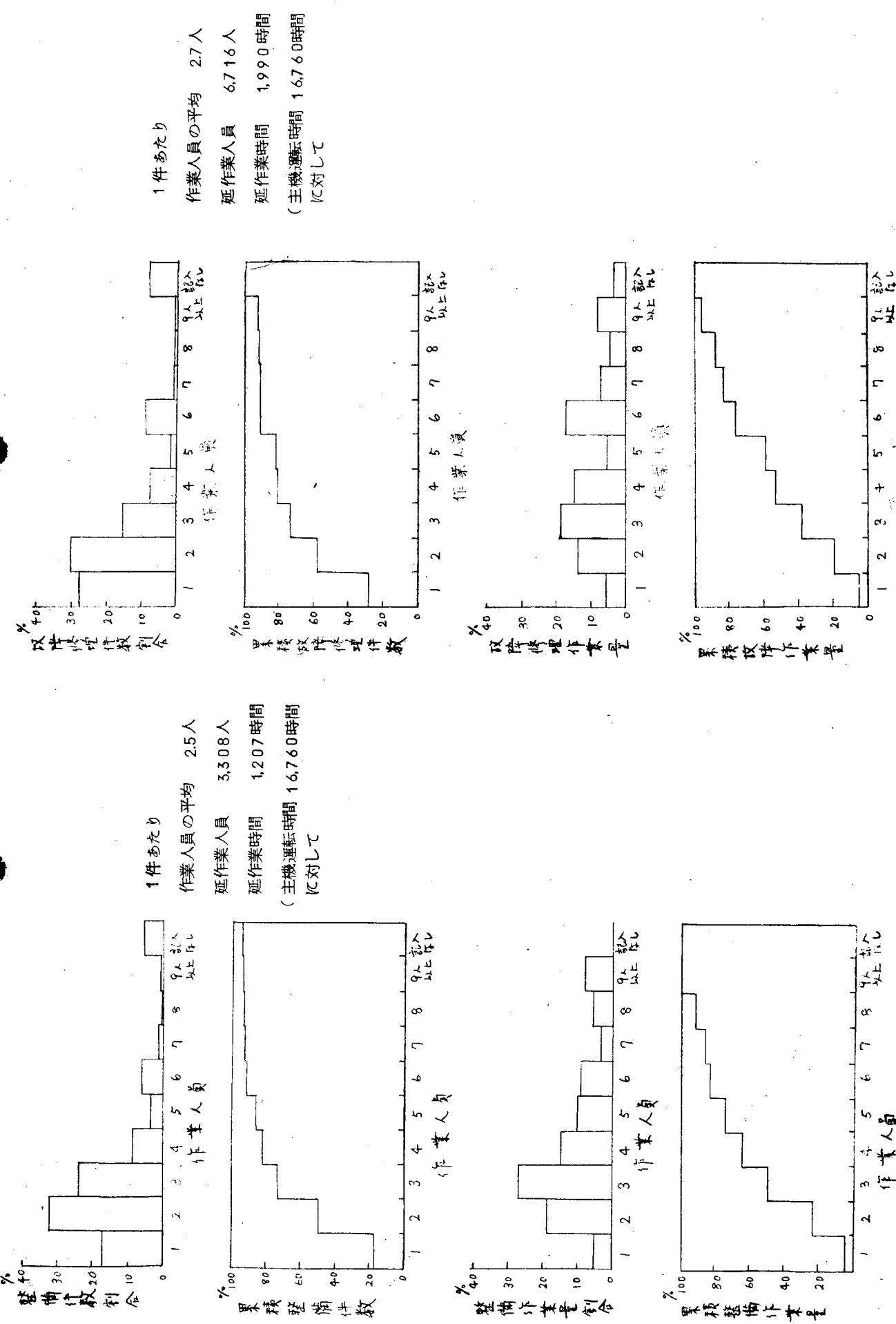


図 3.1.17 201番船整備作業

図 3.1.16 201番船修理作業

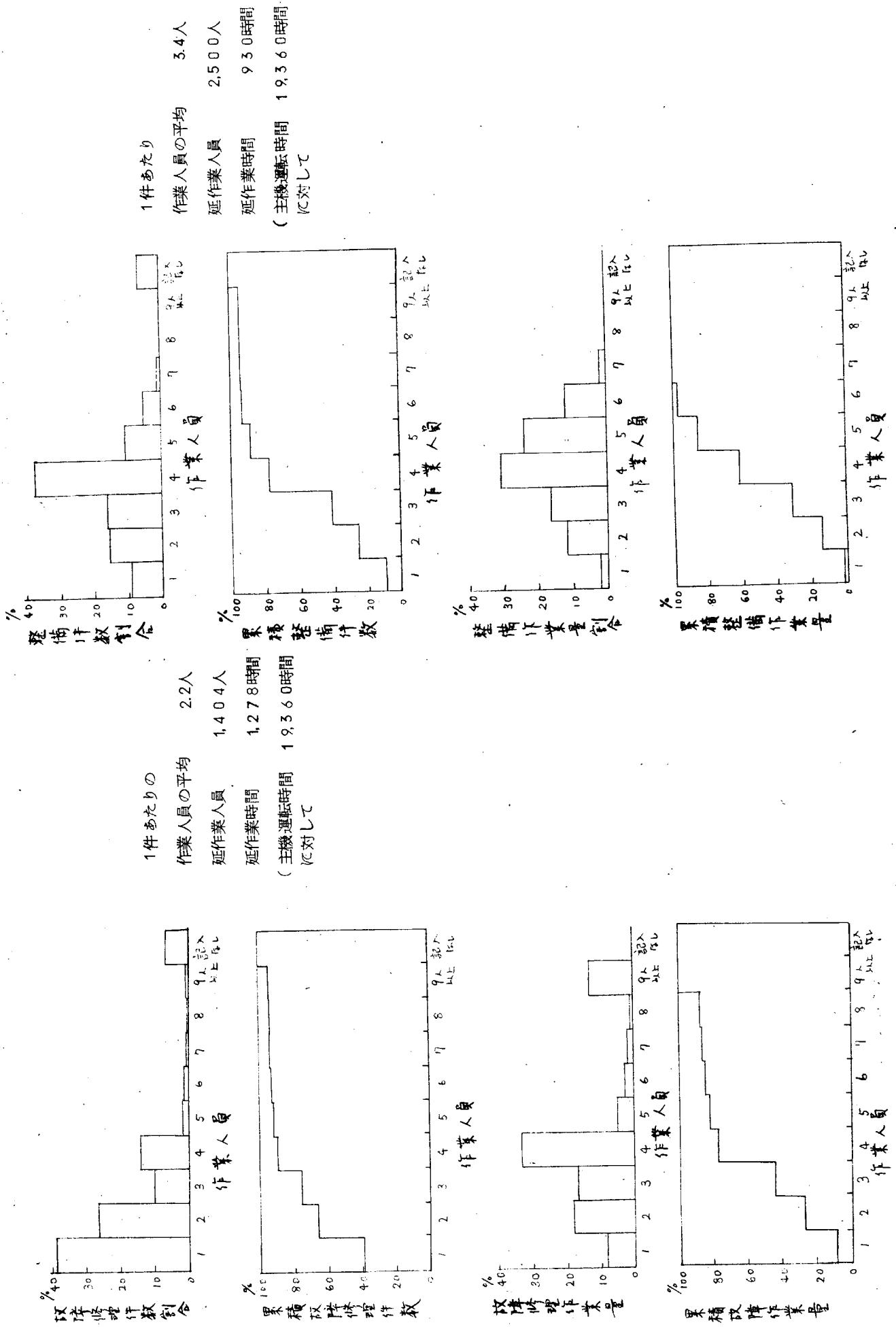


図 3.1.1 8番船故障修理作業

図3.1.19 206番船整備作業

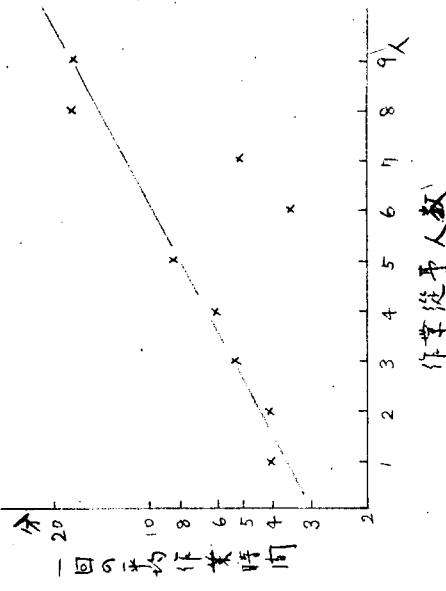
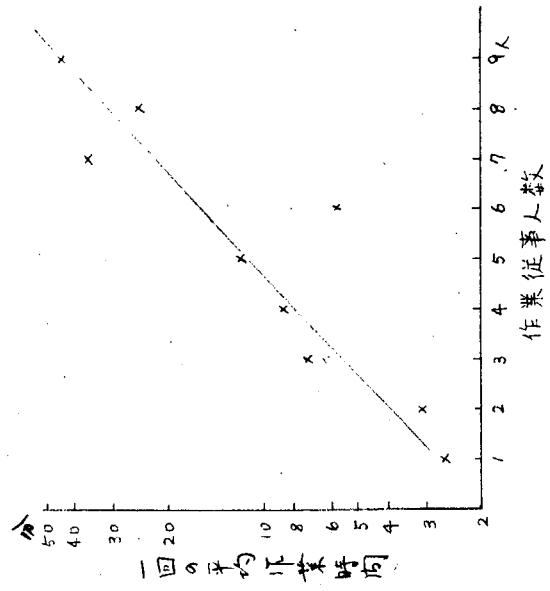
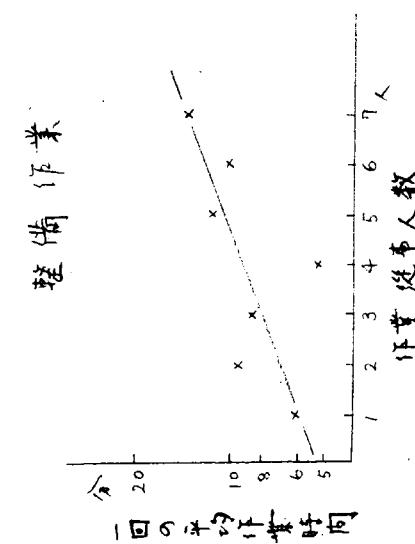
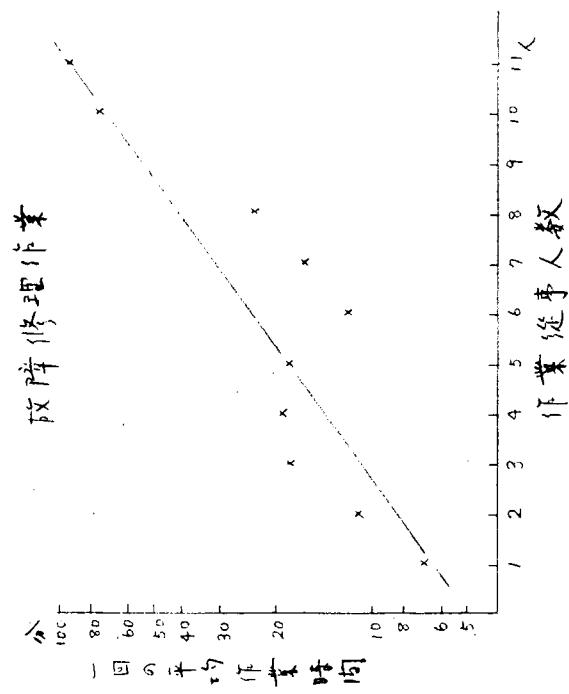


図 3.1.2.0 201番船内作業時間の分析

図 3.1.2.1 206番船内作業時間の分析

めることが必要である。

### 3.1.6 アベイラビリティ

表3.1.3.1に貨物船とタンカのAvailabilityを示す。Availabilityの定義として、一つは主機  
閑停止時間、他は主機閑機能低下時間（主機停止時間+主機減速時間）を変数にとり、次式により計算した。

$$\text{Availability I} = 1 - (\text{主機停止時間} / \text{主機運転時間})$$

$$\text{Availability II} = 1 - (\text{主機機能低下時間} / \text{主機運転時間})$$

両表から、調査船の平均 Unavailability の割合は、貨物船で 0.31 %、タンカで 0.34 %である。いま、貨物船の年間航海時間を 5,000 時間とすれば、年間平均 1.6 時間は機器あるいは部品の故障のために主機閑を停止あるいは減速していることを示している。タンカでは年間航海時間を 7,500 時間とすれば、年間平均して 2.6 時間は故障のために主機閑を停止あるいは減速していることになる。これらの値が大きいか小さいかは、それぞれの考える立場により、また、重みの置き方により解釈は異なるが、看過できる値ではない。これらの値を小さくする対策としては、主機閑を停止あるいは減速するまでに至つた故障の原因を明らかにし、故障を予防したり、また、故障を生じた際直ちに予備品と交換できるよう、あらかじめ予備品を装備するようにせねばならない。

表 3.1.3.1 貨物船およびタンカのアベイラビリティ

船番	主機運転時間 T <sub>t</sub> hr	主機停止時間 T <sub>1</sub> hr min	主機減速時間 T <sub>2</sub> hr min	主機機能低下時間 T <sub>1</sub> + T <sub>2</sub> hr min	Availability I	Availability II	
					(T <sub>t</sub> -T <sub>1</sub> ) / T <sub>t</sub>	(T <sub>t</sub> -(T <sub>1</sub> +T <sub>2</sub> )) / T <sub>t</sub>	
					%	%	
貨物船	101	16,980	10.40	4.20	15.00	99.94	99.91
	102	16,440	99.58	10.00	109.58	99.39	99.33
	103	13,150	3.59	12.45	16.44	99.97	99.87
	104	12,240	10.08	7.51	17.59	99.92	99.85
	201	16,760	7.52	5.30	13.22	99.95	99.92
	202	16,630	61.28	7.20	68.48	99.63	99.59
	203	6,480	6.15	0.05	6.20	99.90	99.90
	204	12,450	11.15	9.10	20.25	99.91	99.84
	301	16,450	14.34	93.19	107.53	99.91	99.34
	302	15,990	65.22	16.18	81.40	99.59	99.49
	303	13,430	6.31	2.00	8.31	99.95	99.94
	304	11,960	29.33	0.10	29.43	99.75	99.75
	305	14,330	57.52	4.35	62.27	99.60	99.56
	401	13,880	28.42	0.00	28.42	99.79	99.79
	402	13,640	40.28	30.50	71.18	99.70	99.48
タンカ	501	5,530	6.45	0.20	7.05	99.88	99.87
	合計	216,340	461.22	204.33	665.55	99.79	99.69
	105	12,420	67.51	1.15	69.06	99.45	99.44
	106	12,690	5.08	4.30	9.38	99.96	99.92
	205	7,730	0.20	1.10	1.30	99.99	99.98
	206	19,360	13.00	37.55	50.55	99.93	99.74
	306	12,630	54.16	32.20	86.36	99.57	99.31
	307	13,340	124.40	20.41	145.21	99.07	98.91
	403	9,690	11.45	0.00	11.45	99.88	99.88
	404	7,700	5.59	4.57	10.56	99.92	99.86
	502	9,470	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
	503	-	-	-	-	-	-
	601	12,240	22.53	14.28	37.21	99.81	99.70
	602	12,400	22.24	0.30	22.54	99.82	99.82
	合計	129,670	328.16	117.46	446.02	99.75	99.66

### 3.2 故障の経年(時間的変化)変化の分析

本調査期間中における故障の経過時間をたどって、一、二の船を選んで種々の解析を試みたもので、故障と整備の関係などが解明されている。

#### 3.2.1 故障と整備

##### (1) まえがき

先きの第3報(昭和43年3月)で201番船の「整備工数と故障率の関係」につき記したが、ここに301番船についても同様に解析するとともに、修理に伴う修理工数および入渠に伴う整備工数を加味して、再度解析を試みた。

##### (2) 解析経過

解析方法は先きの第3報と同一方法である。すなわち、1航海を往復路に分け、さらに、運航中停泊中に再分類して解析を行なった。

本解析では、航海時間は往・復路における寄港地停泊時間を除く航海延時間(出港時のスタンバイ時間および入渠回航時間を含む。)とし、停泊時間は途中、寄港地停泊時間の延時間とした。また、入渠時間は回航地到着後、出港するまでの時間とした。

計算にあたっての航泊時間は表3.2.1のとおりである。

整備工数とは航海、停泊、入渠中における整備作業を作業員1人あたりの時間数とした。また、修繕工数も航海、停泊、入渠中における故障に伴う修繕作業を作業員1人あたりの修理時間数とした。

航海、停泊、入渠1時間当たりの故障件数を故障率と呼ぶように、航海、停泊、入渠1時間当たりの整備工数、修繕工数をその機器の整備率、修繕率と考えた。

たとえば、主機燃料弁についての算定方法は201番船について見ると、26次航より37次航(入渠を含む。)における故障件数、整備工数、修繕工数をデータ・シートより抽出し、故障率、整備率および修繕率を累算算定した。(表3.2.2)

表3.2.2より横軸に累計航海、停泊時間(以下、累計航泊時間という。)、縦軸に故障率、整備率および修繕率を図示すると、図3.2.1、図3.2.2のとおりである。

両船の累計航泊時間は共に27,000時間である。

たとえば、主機燃料弁(1-24)についてみると、両船とも一部を除き図3.2.1、図3.2.2から整備率の減少に伴い、故障率および修繕率の増大がみられる。

機器分類当たりの故障率、整備率および修繕率は表3.2.3のとおりである。

図3.2.1、図3.2.2から、(i)累計航泊時間に対する累算故障率(X)と累算整備率(Y)の関係、(ii)累算整備率(Y)と累算修繕率(Z)との関係をその機器の故障が整備にどのような影響をあたえるかを見る。

まず、XとYとの関係は図3.2.1、図3.2.2より反比例の様相が見られるため、 $X \cdot Y = C$ 、 $X \cdot Y^2 = C'$ 、………(表3.2.1)と計算を行ない、横軸に累計航泊時間、縦軸に計算値を図示すると、 $X \cdot Y^2$ の値で直線になることが知られる。(図3.2.3) また、同様にYとZとの関係を見ると、 $Y \cdot Z = C''$ の値で直線になることが知られる。すなわち、「XはYの自乗に反比例している。またZはYに反比例している」と見ることができる。

##### (3) 解析結果

(a) 両船とも累計航泊時間約27,000時間の長時間につき解析を行なったが、先きの第3報で記したように累算故障率は累算整備率の自乗に反比例していることが見られる。故障と共に増加する修繕工数も自づと、整備工数と反比例していることが見られる。

- (b) 個別の構成部品を除く、機器全体でも上記結果と同じ結論が見られる。

(c) 故障同期は図3.2.1、図3.2.2から201番船では約9,000時間、301番船では判然としないが約13,000時間と見てよいと思われる。

(d) 表3.2.3から1構成部品当たりの故障率、整備率、修繕率は各機器により相違していることが見られた。

(e) 今、  
 X : 累算故障率  
 Y : 累算整備率  
 Z : 累算修繕率  
 T : X, Y, Zを求めたまでの時間  
 x : 瞬時故障率  
 y : 瞬時整備率  
 z : 瞬時修繕率

とすれば、

$$X = \frac{\int x \, dt}{T}$$

$$x + dx = \frac{Tx + x}{T + dt}$$

$$dx = \frac{x \cdot dt - x \cdot dt}{T + dt}$$

$$\therefore \frac{dX}{dt} = -\frac{x - X}{T} \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

同様に

$$\frac{dY}{dt} = -\frac{y - Y}{T} \dots \dots \dots \quad (2)$$

$$\frac{dZ}{dt} = \frac{Z - z}{T} \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

図3.2.3(2)より

$$XY^2 = \text{Const} = C \quad \dots \dots \dots \quad (4)$$

$$X = -\frac{C}{Y^2}$$

$$\frac{dX}{dt} = - \frac{2C}{Y^3} \cdot \frac{dY}{dt}$$

$$\frac{\mathbf{x} - \mathbf{X}}{T} = -\frac{2C}{Y^3} \cdot \frac{\mathbf{y} - \mathbf{Y}}{T}$$

$$x - X = -\frac{2C}{Y^3} \cdot (y - Y) = -\frac{2X}{Y} \cdot (y - Y)$$

$$\therefore \frac{x - X}{X} = -2 + \left( \frac{y - Y}{Y} \right) \quad \dots \dots \dots \quad (5)$$

同様に、図 3.2.3(1) より

$$Y = -\frac{C}{Z}$$

$$\therefore \frac{dY}{dt} = -\frac{C}{Z^2} \cdot \frac{dZ}{dt}$$

累算故障率(X), 累算整備率(Y), 累算修繕率(Z)は T 時間における平均故障率, 平均整備率, 平均修繕率と見ることが出来る。すなわち, (5)式から, 「平均整備率より瞬間整備率を落とせば, その率の 2 倍の割合で瞬間故障率は増加する。」また, (7)式から「平均整備率より瞬間整備率を落とせばその率の割合で瞬間修繕率は増加する。」

表 3.2.1 航 泊 時 間 (第201番船)

次 航		航 海 時 間	停 泊 時 間	入 集 時 間
		時間 分 時	時間 分 時	時間 分 時
26	往	615. 05 (615.1)	441. 40 (441.7)	
	復	699. 40 (699.7)	322. 15 (322.3)	
27	往	734. 30 (734.5)	586. 25 (586.4)	
	復	655. 00 (655.0)	224. 35 (224.6)	
28	往	729. 40 (729.7)	478. 20 (478.3)	
	復	637. 45 (637.8)	299. 20 (299.3)	
29	往	763. 25 (763.4)	488. 00 (488.0)	
	復	683. 45 (683.8)	244. 15 (244.3)	
D o c k				242. 15 (242.3)
30	往	864. 15 (864.3)	474. 00 (474.0)	
	復	704. 45 (704.8)	412. 30 (412.5)	
31	往	710. 30 (710.5)	323. 15 (323.3)	
	復	722. 30 (722.5)	397. 15 (397.3)	
32	往	690. 45 (690.8)	454. 45 (454.8)	
	復	716. 30 (716.5)	303. 00 (303.0)	
33	往	668. 15 (668.3)	472. 00 (472.0)	
	復	764. 40 (764.7)	254. 30 (254.5)	
D o c k				154. 30 (154.5)
34	往	704. 50 (704.8)	493. 15 (493.3)	
	復	670. 55 (670.9)	310. 20 (310.3)	
35	往	710. 55 (710.9)	462. 35 (462.6)	
	復	660. 55 (660.9)	357. 45 (357.8)	
36	往	666. 30 (666.5)	621. 40 (621.7)	
	復	671. 45 (671.8)	293. 25 (293.4)	
D o c k				317. 30 (317.5)
37	往	512. 15 (512.3)	484. 15 (484.3)	
	復	769. 15 (769.3)	352. 50 (352.8)	
計		16728. 45 (16728.8)	9552. 30 (9552.5)	714. 15 (714.3)

表 3.2.2 主機燃料弁(1-24) 計算表 (B)

(第201番船)

次航名	航・泊	航泊時間	累計航泊時間 A	故障件數	累計故障件數 B	故障率(x) B/A	整備工數	累計整備工數 C	整備率(y) C/A	修繕工數	累計修繕工數 D	修繕率(z) D/A	x·y	$x \cdot y^2$	y · z	
26 A	航	615.1	615.1	1	1	1.626	20.8	3.38	2.5	2.5	4.064	5.496	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-4}$	
"	泊	441.7	1056.8	0	1	0.946	33.3	54.1	5.12	0	2.5	23.66	4.844	2.48.	1.211	1.373
26 B	航	699.7	1756.5	0	1	0.569	26.4	80.5	4.58	0	2.5	1.423	2.606	1.19	0.652	
"	泊	322.3	2078.8	1	2	0.962	18.0	98.5	4.74	3.0	5.5	2.646	4.560	2.16	1.254	
27 A	航	734.5	2813.3	0	2	0.711	30.8	129.3	4.60	0	5.5	1.955	3.271	1.50	0.899	
"	泊	586.4	3399.7	1	3	0.882	20.3	149.6	4.40	1.5	7.0	2.059	3.881	1.71	0.906	
27 B	航	655.0	4054.7	2	5	1.253	21.7	171.3	4.22	6.8	13.8	3.403	5.203	2.20	1.436	
"	泊	224.6	4279.3	0	5	1.168	1.5	172.8	4.04	0	1.38	3.225	4.719	1.91	1.303	
28 A	航	729.7	5009.0	4	9	1.797	17.7	190.5	3.80	7.2	21.0	4.192	6.829	2.60	1.593	
"	泊	478.3	5487.3	1	10	1.822	11.7	202.2	3.68	1.0	22.0	4.009	6.705	2.47	1.475	
28 B	航	637.8	6125.1	1	11	1.796	2.3	204.5	3.34	2.3	24.3	3.967	5.999	2.00	1.325	
"	泊	299.3	6424.4	2	13	2.024	1.5	206.0	3.21	2.7	27.0	4.203	6.497	2.09	1.349	
29 A	航	763.4	7187.8	1	14	1.948	0	206.0	2.87	1.0	28.0	3.895	5.591	1.60	1.118	
"	泊	488.0	7675.8	0	14	1.824	4.0	210.0	2.74	0	28.0	3.648	4.998	1.37	1.000	
29 B	航	683.8	8359.6	1	15	1.794	0	210.0	2.51	1.3	29.3	3.505	4.503	1.13	0.880	
"	泊	244.3	8603.9	0	15	1.743	27.0	237.0	2.75	0	29.3	3.405	4.793	1.32	0.936	
Dock	242.3	8846.2	0	15	1.696	0	237.0	2.68	0	29.3	3.312	4.545	1.22	0.888		
30 A	航	8643	9710.5	0	15	1.545	86.0	323.0	3.33	0	29.3	3.017	5.145	1.71	1.005	
"	泊	474.0	10184.5	1	16	1.571	6.7	329.7	3.24	0.3	29.6	2.906	5.090	1.65	0.942	

表 3.2.2 主機燃料弁(1-24)計算表(b)

(第201番船)

次航名	航・泊	航泊時間	累計航泊時間 A	故障件數 B	累計故障件數 B	故障率(x) B/A	整備工數 (時・人工) C	累計整備工數 C	整備率(y) C/A	修繕工數 (時・人工) D	累計修繕工數 D	修繕率(z) D/A	x · y	x · y <sup>2</sup>	y · z	
×10 <sup>-3</sup>	×10 <sup>-3</sup>	×10 <sup>-3</sup>	×10 <sup>-3</sup>	×10 <sup>-3</sup>	×10 <sup>-3</sup>	×10 <sup>-6</sup>	×10 <sup>-6</sup>	×10 <sup>-4</sup>								
30B	航	704.8	1088.3	1	17	1.561	2.85	358.2	3.29	1.5	31.1	2.856	5.136	1.69		0.940
"	泊	412.5	1130.8	0	17	1.504	0.3	358.5	3.17	0	31.1	2.752	4.768	1.51		0.872
31A	航	710.5	1201.3	1	18	1.498	4.85	407.0	3.39	6.0	37.1	3.089	5.078	1.72		1.047
"	泊	323.3	1233.6	3	21	1.702	2.38	430.8	3.49	3.5	40.6	3.291	5.940	2.07		1.149
31B	航	722.5	1305.8	1	24	1.838	1.90	449.8	3.44	16.9	57.5	4.403	6.323	2.18		1.515
"	泊	397.3	1345.5	4	26	1.932	0	449.8	3.34	3.0	60.5	4.496	6.453	2.16		1.502
32A	航	690.8	1414.6	2	26	1.836	2.34	473.2	3.35	0	60.5	4.277	6.157	2.06		1.433
"	泊	454.8	1460.1	0	27	1.849	1.60	489.2	3.35	1.5	62.0	4.246	6.194	2.07		1.422
32B	航	716.5	1531.7	5	29	1.893	1.20	501.2	3.27	4.0	66.0	4.309	6.190	2.02		1.409
"	泊	303.0	1562.0	5	29	1.857	3.0	504.2	3.23	0	66.0	4.225	5.998	1.94		1.365
33A	航	668.3	1628.8	2	31	1.903	0	504.2	3.10	3.0	69.0	4.236	5.899	1.83		1.313
"	泊	472.0	1676.0	8	31	1.850	0	504.2	3.01	0	69.0	4.117	5.569	1.68		1.239
33B	航	764.7	1752.5	0	31	1.769	0	504.2	2.88	0	69.0	3.937	5.094	1.47		1.134
"	泊	254.5	1778.0	0	31	1.744	0	504.2	2.84	0	69.0	3.881	4.953	1.41		1.103
Dock		154.5	1793.4	5	31	1.729	0	504.2	2.81	0	69.0	3.847	4.858	1.36		1.081
34A	航	704.8	1863.9	3	32	1.717	0	504.2	2.71	1.0	70.0	3.756	4.653	1.26		1.018
"	泊	493.3	1913.2	6	32	1.673	0	504.2	2.64	0	70.0	3.659	4.417	1.17		0.967

表 3.2.2 主機燃料弁(1-24)計算表(c)

(第201番船)

次航名	航泊	航泊時間	累計航泊時間 A	故障件數 B	累計故障件數 B/A	故障率(x) $\times 10^{-3}$ (時間)	整備工數 C	累計整備工數 C	整備率(y) $\times 10^{-2}$ (時・人日)	(時・人日) 整備工數 B/A	修繕工數 (時・人日) D/A	累計修繕工數 D	修繕率(z) $\times 10^{-3}$ (時・人日)	x · y	x · y <sup>2</sup>	y · z
34B	航	670.9	1980.3.5	0	32	1.616	0	504.2	2.55	0	70.0	5.35	4.121	1.05	0.902	
"	泊	310.3	2011.3.8	0	32	1.591	0	504.2	2.51	0	70.0	3.480	3.993	1.00	0.875	
35A	航	710.9	2082.4.7	1	33	1.585	0	504.2	2.42	1.0	71.0	3.409	3.836	0.93	0.826	
"	泊	462.6	2128.7.5	1	34	1.597	0	504.2	2.37	1.0	72.0	3.382	3.785	0.90	0.802	
35B	航	660.9	2194.8.2	3	37	1.686	0	504.2	2.30	6.0	78.0	3.554	3.878	0.89	0.818	
"	泊	357.8	2230.6.0	1	38	1.704	0	504.2	2.26	8.0	86.0	3.855	3.851	0.87	0.872	
36A	航	666.5	2297.2.5	0	38	1.654	2.65	53.07	2.31	0	86.0	3.744	3.821	0.88	0.865	
"	泊	621.7	2359.4.2	3	41	1.738	7.0	53.77	2.28	4.5	90.5	3.836	3.963	0.90	0.875	
36B	航	671.8	2426.6.0	0	41	1.690	20.0	55.77	2.30	0	90.5	3.729	3.887	0.89	0.858	
"	泊	293.4	2455.9.4	0	41	1.669	5.0	56.27	2.29	0	90.5	3.685	3.822	0.88	0.844	
Dock		317.5	2487.6.9	0	41	1.648	0	56.27	2.26	0	90.5	3.638	3.724	0.84	0.822	
37A	航	512.3	2538.9.2	3	44	1.733	73.0	635.7	2.50	9.0	99.5	3.919	4.333	1.08	0.985	
"	泊	484.3	2587.3.5	0	44	1.701	10.0	645.7	2.50	0	99.5	3.846	4.253	1.06	0.962	
37B	航	769.3	2664.2.8	0	44	1.651	64.0	709.7	2.66	0	99.5	3.735	4.392	1.17	0.995	
"	泊	352.8	2699.5.6	0	44	1.630	24.0	733.7	2.72	0	99.5	3.686	4.434	1.21	1.002	

表 3.2.3 機器分類別・故障率・整備率および修繕率

機器 分類	障										整備				構成部品			
	故					航海中					停泊中		入港中		計			
	件数	修繕数																
(時・人工)	(時・人工)	(時・人工)	(時・人工)	(時・人工)	(時・人工)	(時・人工)	(時・人工)	(時・人工)	(時・人工)	(時・人工)	(時・人工)	(時・人工)	(時・人工)	(時・人工)	(時・人工)	(時・人工)	(時・人工)	
主機	177	325.5	456	1910.4	18	0.5	651	2236.4	431	1121.4	666	2293.3	53	93.6	1150	3508.3	0.9	4.3
電動機 ディーゼル	246	312.8	96	260.3	16	0	358	573.1	421	672.0	249	314.6	53	0.2	723	986.8	0.6	1.6
機室機器	118	523.6	39	227.7	20	11.7	177	763.0	224	543.2	98	310.2	21	61.0	343	914.4	0.2	1.1
電気機器	19	96.7	6	21.5	1	0	26	118.2	45	98.6	34	68.7	7	0	86	167.3	0.2	1.0
補機なら びに排水系	9	30.5	5	40.5	19	3.0	33	74.0	12	33.2	6	20.5	12	1.7	30	55.4	0.1	0.9
管系と弁	87	126.2	37	149.8	29	71.5	153	347.5	121	305.1	99	204.1	7	9.0	227	518.2	0.7	2.4
自動制御装置 と遙隔操作装置	13	19.2	6	4.5	1	0	20	23.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1
計	669	1434.5	645	2614.7	104	86.7	1418	4135.9	1254	2773.5	1152	3211.4	153	165.5	2559	6150.4	0.5	平均 2.0
																		平均 1.4

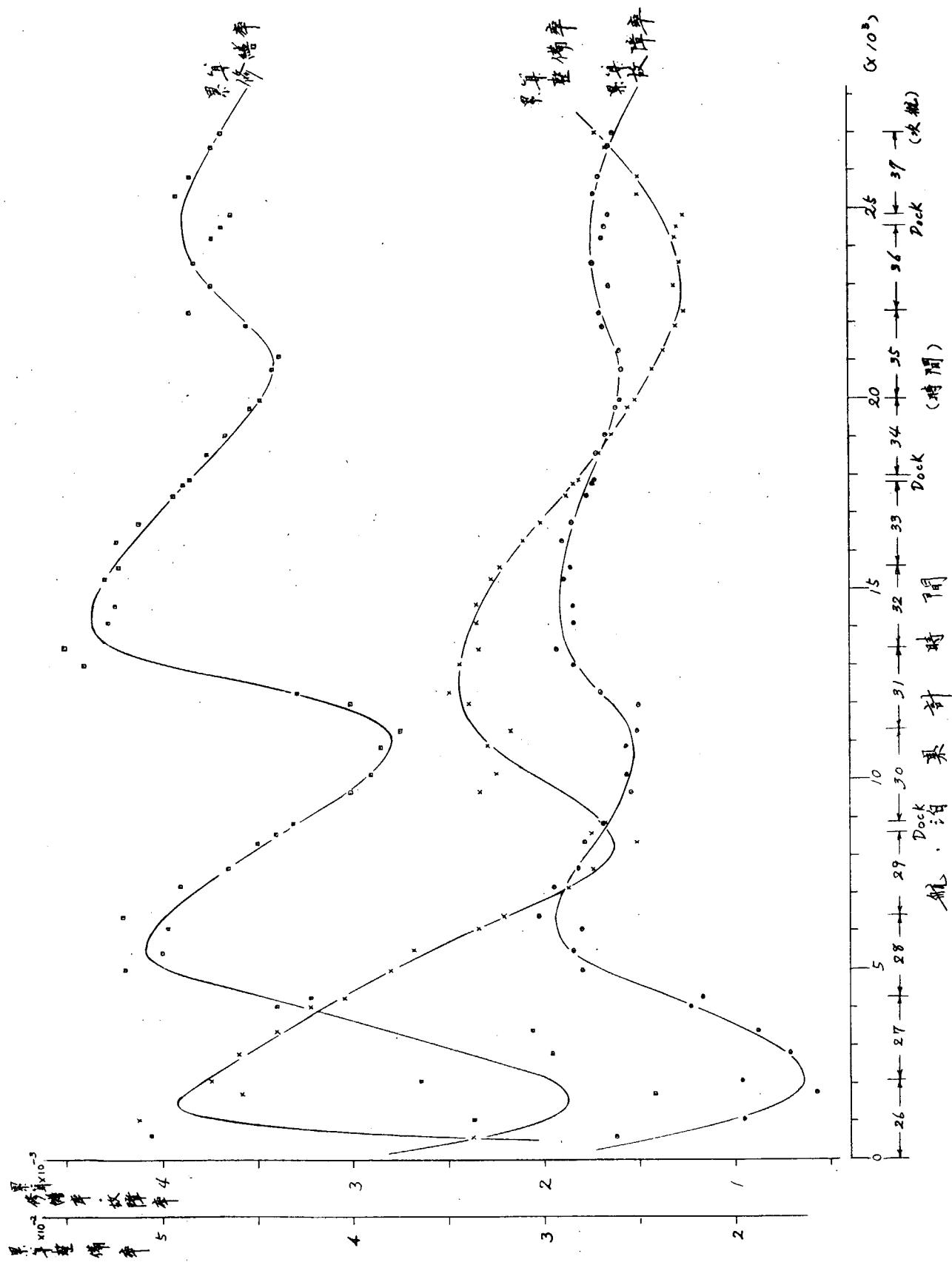


圖 3.2.1 主機燃料泵(1-24) 故障整備關係圖 (第201番船)

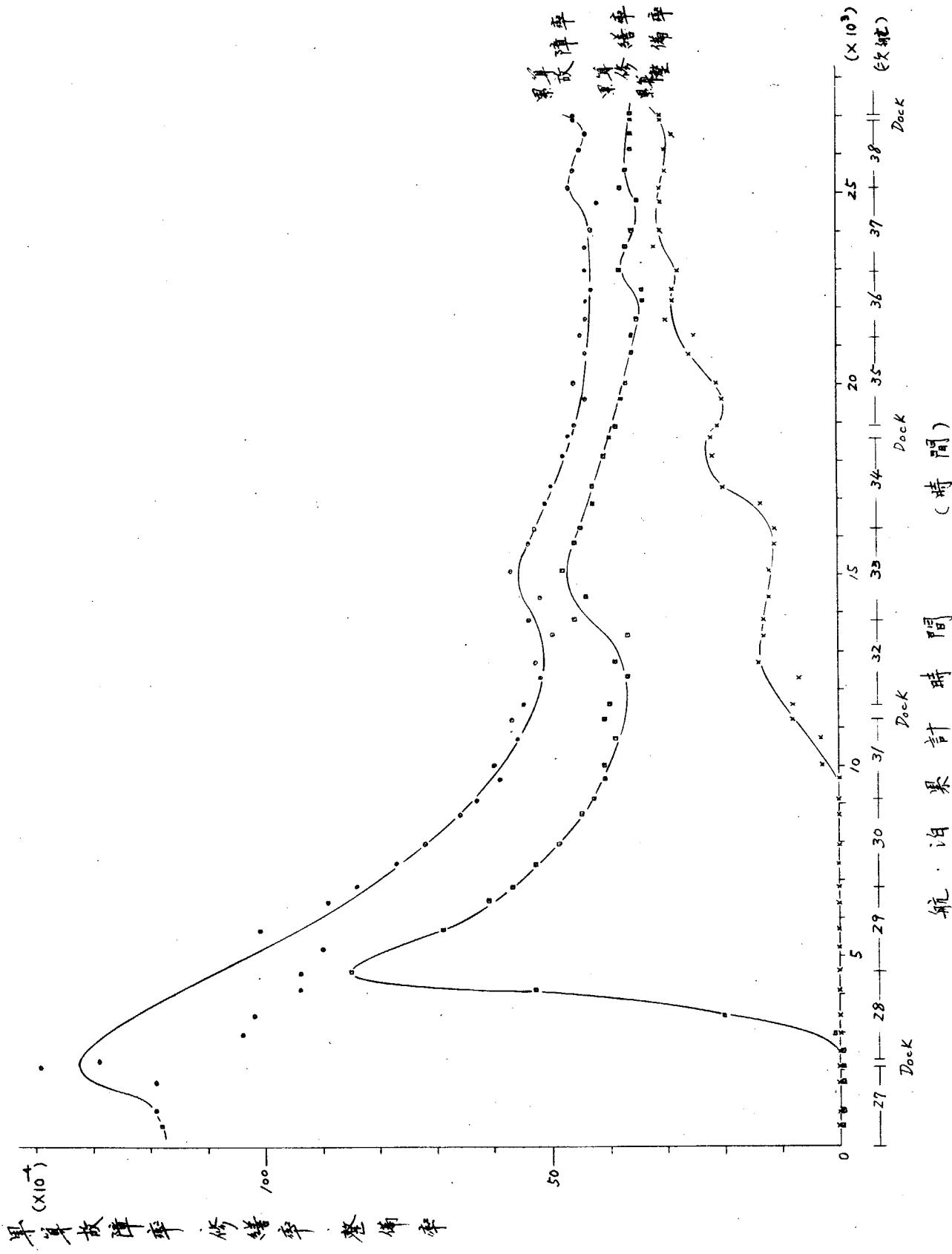
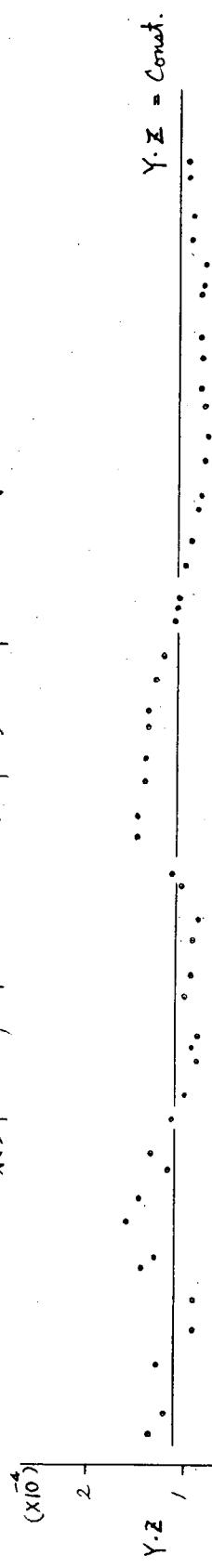


図 3.2.2 主機燃料弁(1-24) 故障・整備関係圖(第301番船)

(1) 累年整備率(Y)と累年航行费率(2)の関係



(2) 累年故障率(X)と累年整備率(Y)の関係

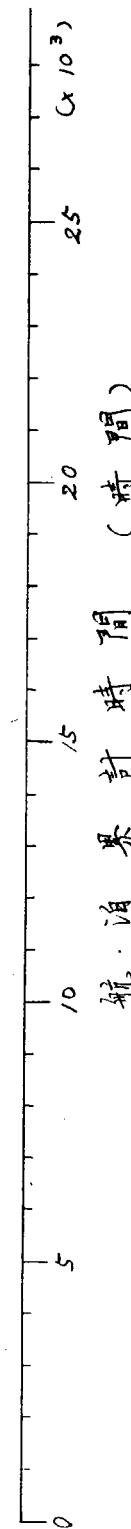
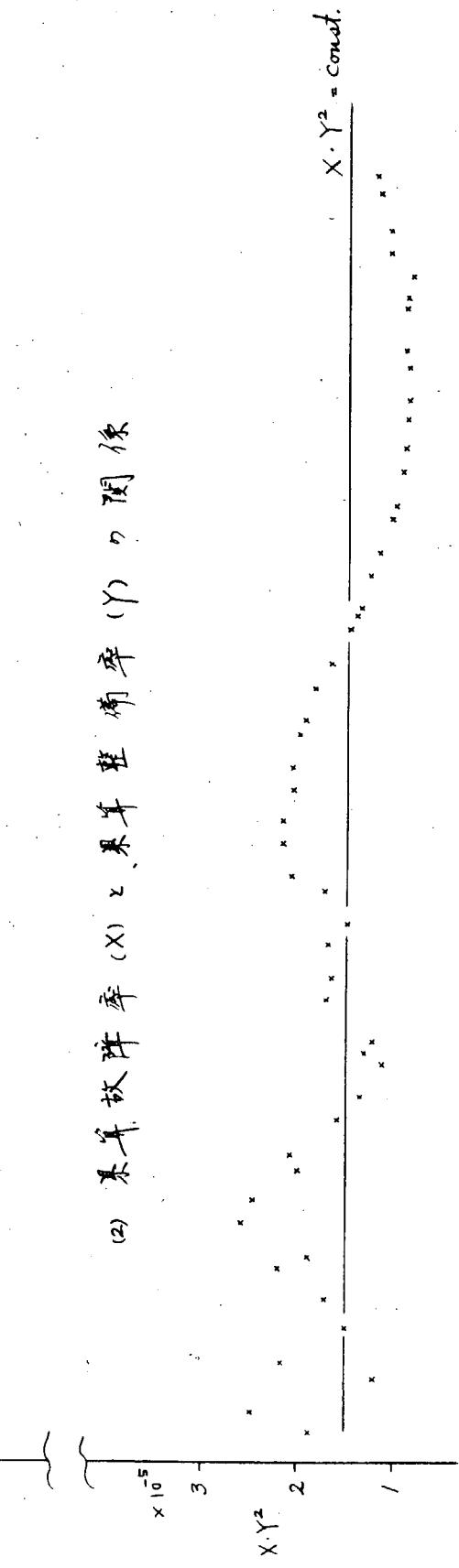


図 3.2.3 主機 燃料介における故障と整備の関係（第201番船）

### 3.2.2 予防保修

本部会研究報告書(第3報)の中“主機械の故障保修と予防保修”に関し、その後現場報告が蓄積されたので再度データの解析を試みる。

#### (1) データの整理

故障コード表にしたがってカード化されたデータを用いて、第201番船および第206番船の主機械の故障と整備の件数をしらべてみると、図3.2.4および図3.2.5のようになる。

第201番船は出渠直後の26A次航からデータが集められているが、故障については29A次航から、保守については32B次航から故障保守の件数が極端に変わっている。

この詳細は明らかではないが、31A次航以降では機関長の交替、乗組員構成の変更(従来の3名当直を2名当直にし、2名下船、1名保守要員となる)の事実があるが、上記の件数の違いは他の事情によるものと考えられる。そこで今回は前後半にわけ、後半の解析を行なう。(前半は第3報による)

また、第206番船は新造船時からデータが募集されており、初期故障の傾向がみられることが期待されたが、実際には図3.2.5に示されるように、初期故障の傾向はほとんどみられない。むしろ、4~8次航では保守件数がふえている。

これを考えてみると、処女航海から2~3航海は船内も忙しく、機械に対する慣れ等の作業のために報告もあるのではないかと想像される。それがある程度セットルした段階で報告が始め、図の様な傾向が出たものと推定される。

つぎに、故障を起す傾向をしらべるために、運航モードを重ねてみるとその故障件数は各航海ごとに同じような経緯をたどっていることがわかる。

すなわち、第201番船は定期貨物船で各航海に入った後、第1のピークは約700時間後(往航終了時)において、第2のピークは約1400時間後(各航海終了時)に現われている。これは各航海に入る前云いかえれば、日本出港時および米国東海岸港出港時に徹底した整備作業が行なわれたとみるべきであろう。

このような考え方たって集められたデータの全航海出港後の経過時間とその間の故障率の平均を図3.2.6に1航海ベース、往航・復航を区別したベースで示している。

一方、第206番船はタンカであり、日本・ペルシヤ湾間をピストン運航しており、この故障の発生件数も第201番船と同じように各港で十分な整備を行なった後出港していると考えられる。したがって、同様な経過時間と故障率平均を図3.2.7に示している。

以下この故障率を使って解析してみる。

#### (2) 故障率と平均寿命

いま取り上げている主機械は数万時間の長寿命をもつ部品から、数百時間の短寿命の部品まで数多くの部品が組合わされており、一概に故障率、寿命などいんぬんできないが、主機械全体を1体と考えてみる。

図3.2.6、図3.2.7からそれぞれ故障率を求める

$$\text{第201番船 } \lambda_{201}(t) = 0.0625 \times 10^{-4} t^2 + 0.275 \times 10^{-2} t$$

$$\text{第206番船 } \lambda_{206}(t) = 0.222 \times 10^{-4} t^2 - 0.315 \times 10^{-2} t + 0.193$$

に近似できる。

この結果からみると、両船共1航海中間での整備は相当船のために役立っており、これらを怠ると、航海終了時には300%以上の故障率になると想像される。

また、上記では $\lambda(t)$ を2次式で現わしているが、実際には指數関数に近いものとし、各信頼度 $R(t)$ を求

めて正規確率紙にプロットすると図3.2.8(第201番船)および図3.2.9(第206番船)のようになる。

これにより平均寿命 $\bar{\tau}$ はそれぞれ

第201番船(前半)	$\bar{\tau}_{201} = 6.6 \text{ Hr}$ (第3報参照)
" (後半)	" = 26.3 "
第206 "	$\bar{\tau}_{206} = 5.5 \text{ "}$

と推定される。

### (3) 保修作業の効果

保修の基本的なものとしては、

- (a) 故障保修 (Repair Maintenance)
- (b) 予防保修 (Preventive Maintenance)

の2方式が考えられ、実際にはこの両者が平行して行なわれるのが常であり、各船の場合の予防保修の間隔 $T$ について考えてみる。

いま、故障保修1回当たりの費用を $K_1$ 、予防保修1回当たりの費用を $K_2$ とし  $K = K_2 / K_1$ を想定し、投資効率 $\eta(T)$ を求めると、

$$\eta(T) = \frac{\bar{\tau}}{T} \{ K + \int_0^T \lambda(t) dt \}$$

となる。

各船における保修費用の詳細は明らかでないので、その目安として保修作業に要したman-hourに比例した費用がかかるものと仮定する。部品費用がこの仮定で正しいかどうかは別として一応の目安としてman-hourに比例するとした。

すなわち、データ収集全航海における各船の保修作業は

	[第201番船]	[第206番船]
故障保修	247件 - 7,880人-10分	245件 - 5,392人-10分
予防保修	783件 - 14,875人-10分	581件 - 10,743人-10分
$K_1$ の 値	31.9	22
$K_2$ の 値	19.0	18.5
$K$ の 値	0.596	0.84
$T$ の 値	15.6	33.1
$\bar{\tau}$ の 値	26.3	5.5

一方、前記の $\lambda_{201}(t)$ および $\lambda_{206}(t)$ を用いてそれぞれ投資効率 $\eta_{201}(T)$ および $\eta_{206}(T)$ を求める

と図3.2.10(第201番船)および図3.2.11(第206番船)のようになる。

各船において予防保修間隔はそれぞれ平均33.1時間および15.4時間となっており、予防保修作業は各船とも十分に行なわれているものと思われる。

### (4) 考 際

以上のように2船3ケースの場合についてそれぞれの結果を比較してみると、

	第201番船 (定期貨物船)	第206番船 (タンカ)
調査期間	3年1月	2年8月
主機運転時間	4,200時間	12,560時間
" 平均寿命	6.6時間	26.3時間
		5.5時間

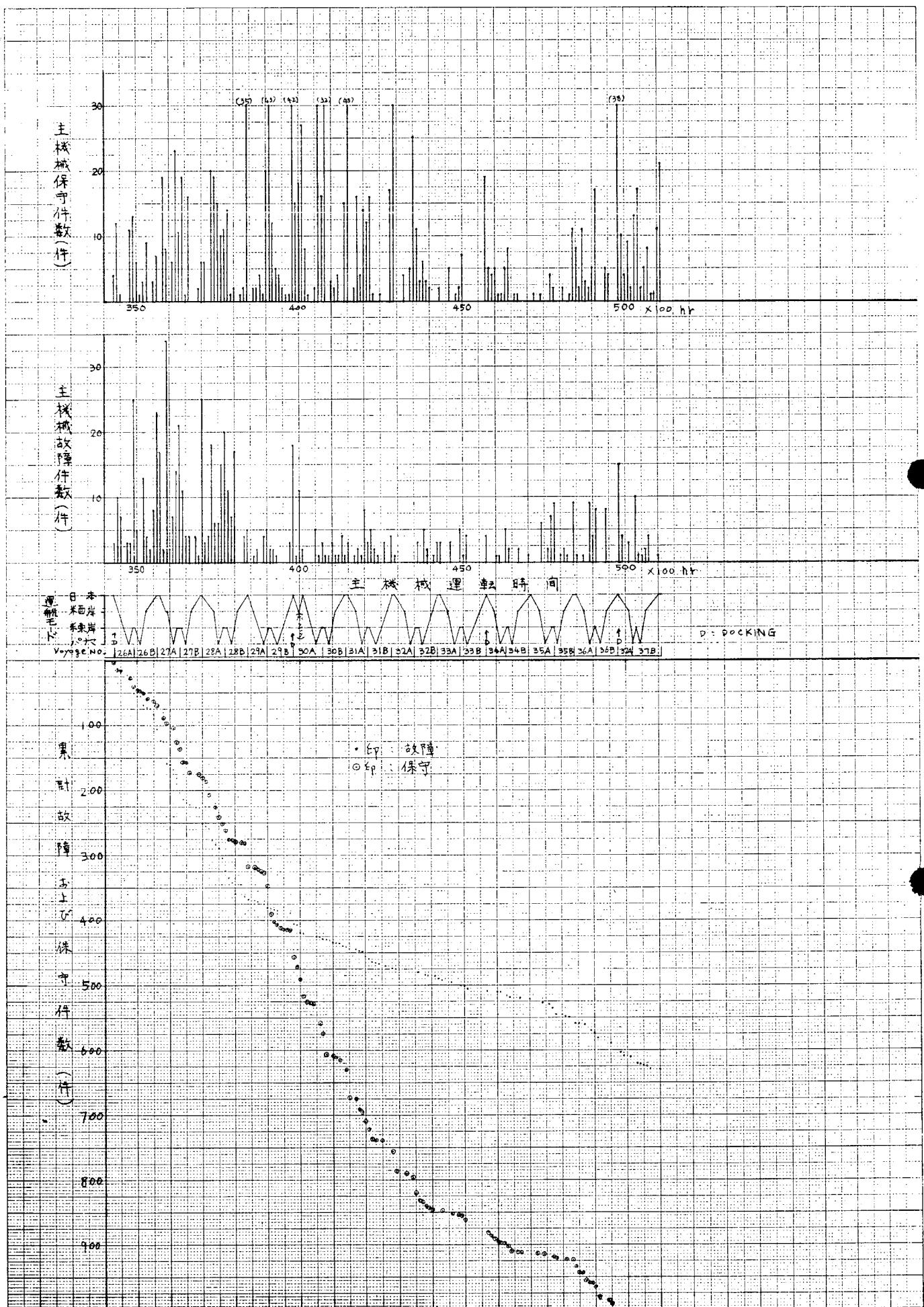


図3.2.4 第201番船 主機械の故障と整備件数

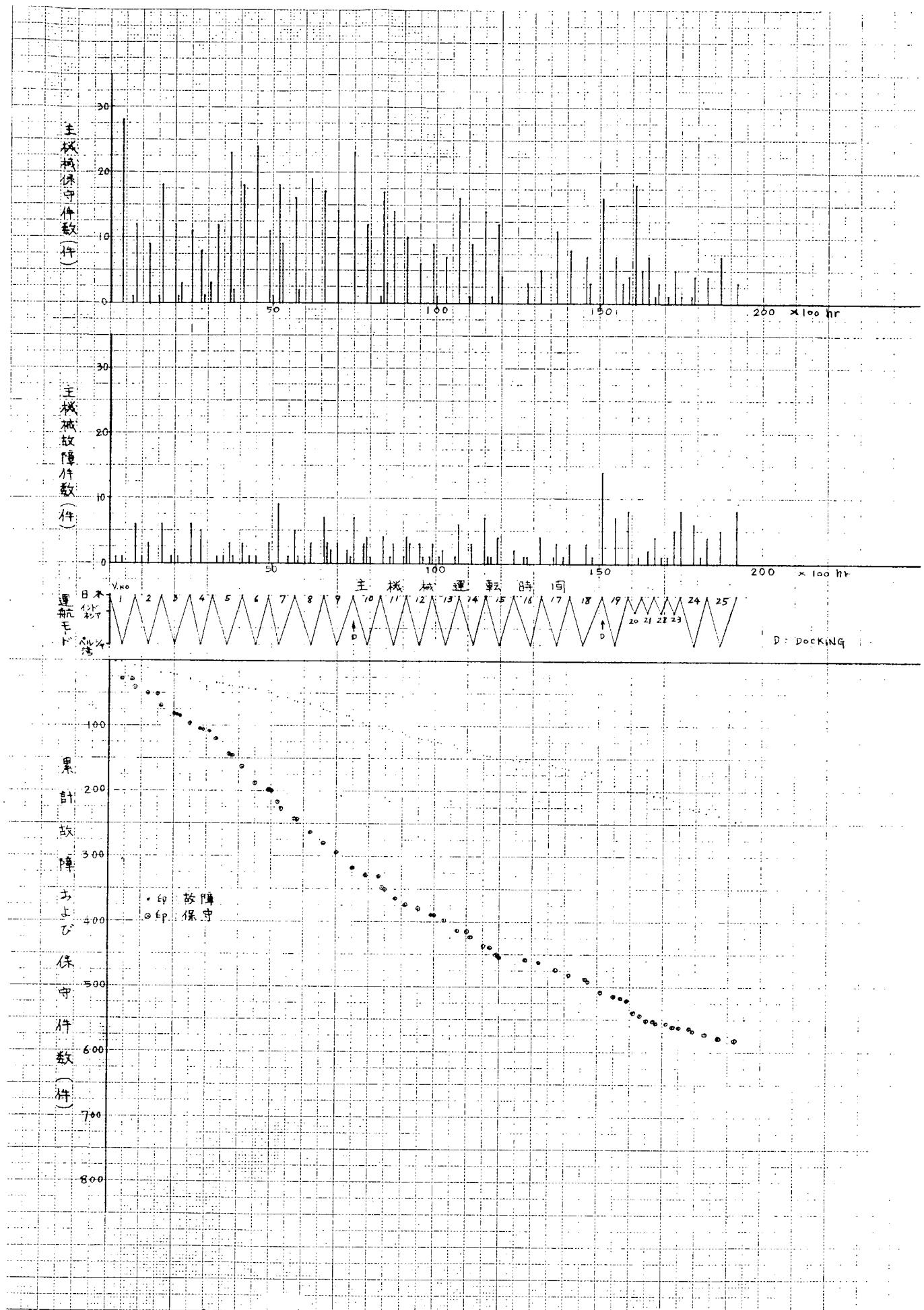


図 3.2.5 第 206 番船 主機械の故障と整備件数

主機停止件数	3 件	11 件	1 件
主機減速件数	0 件	7 件	24 件

のように、主機械の停止または減速を必要とするような故障件数は大差ないにもかかわらず、平均寿命には相当大きな差がでていることがわかる。

これは、本研究部会発足当時に予想された“故障とはどう云うものか”という故障の定義が結果にも現われたとみるべきであろう。すなわち、故障コード表によって定義づけられているのでデータを採取する個人差、その他が影響したものと考えられる。

一方、本調査期間中

第201番船で 4回

第206 " で 2回

の入渠が行なわれ、この効果、影響をチェックしようとしたが、上記各図をみてもわかるように、とくに目立ったデータはなく、入渠すること信頼度とは特別な関係はないようである。

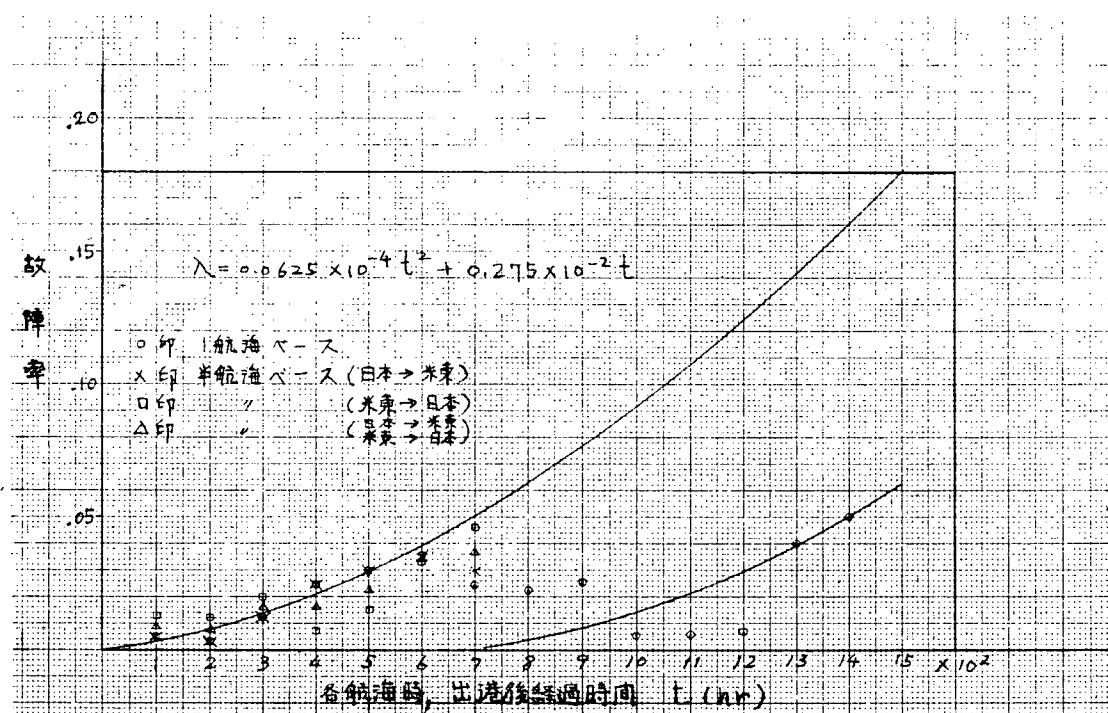


図3.2.6 第201番船(後半)の主機械故障率

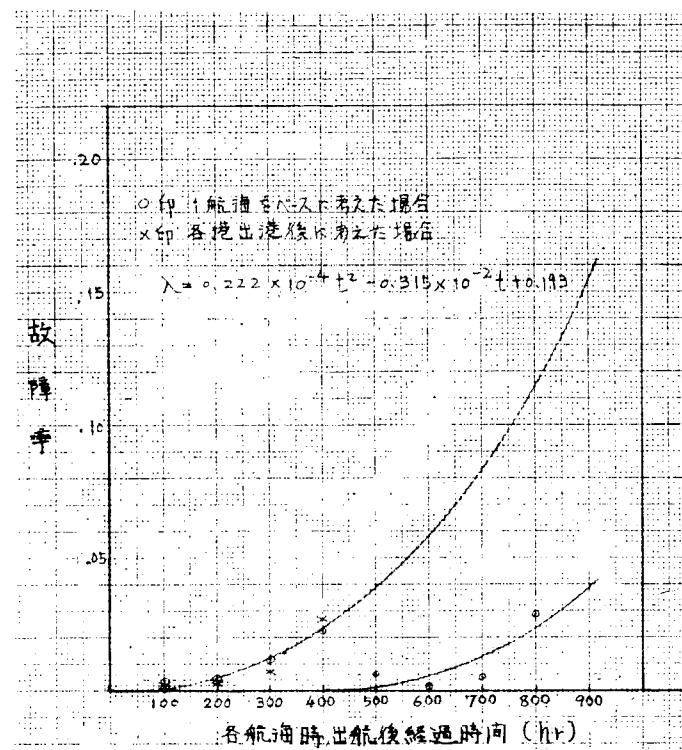


図 3.2.7 第 206 番船の主機械故障率

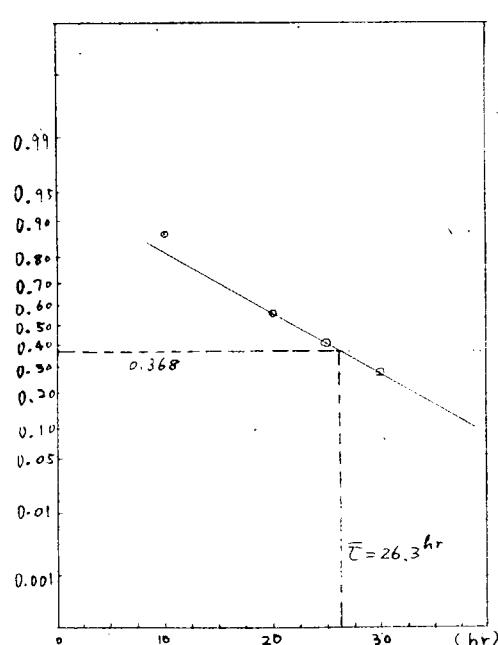


図 3.2.8 第 201 第船(後半) 主機械の平均寿命

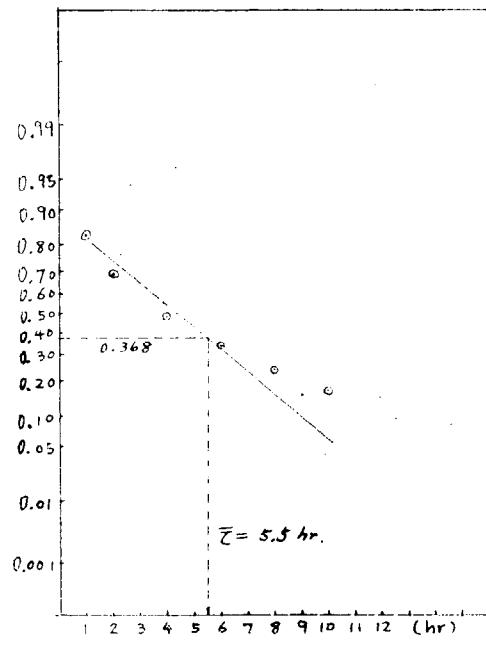


図 3.2.9 第 206 番船主機械の平均寿命

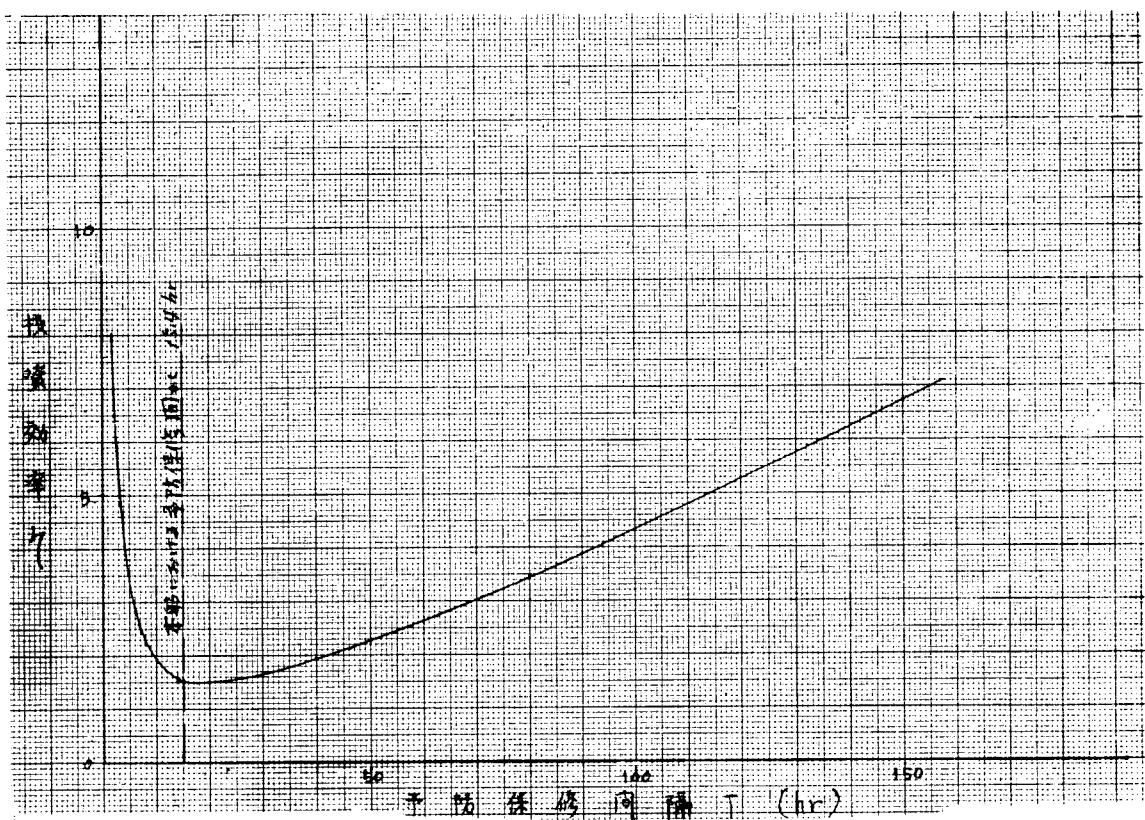


図 3.2.10 第 201 番船(後半)主機械

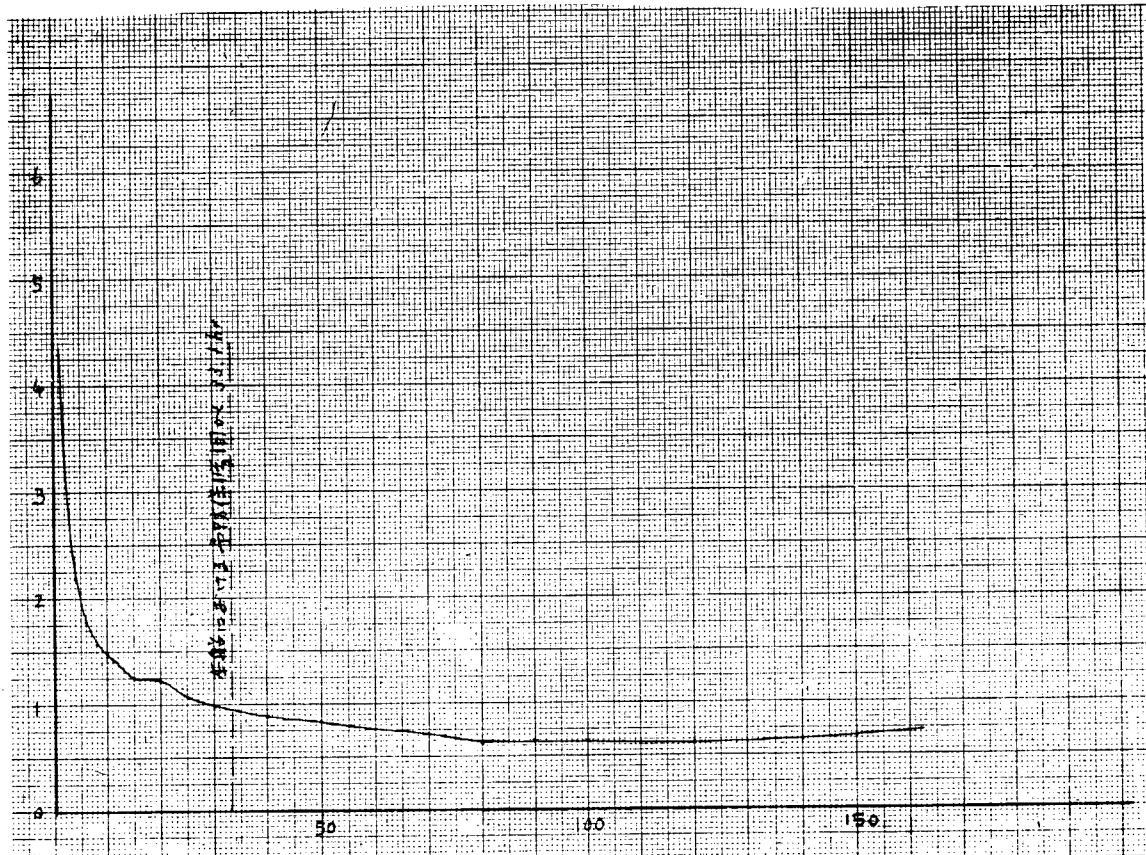


図 3.2.11 第 206 番船(後半)主機械

### 3.3 船内の修理・整備作業

第201番船は昭和41年1月中旬検査を施行し、昭和42年1月修繕工事のため入渠し、昭和41年2月1日に完了した。

第201番船の故障調査表は昭和41年2月8日からはじまって、昭和41年12月31日までの間に1,077板提出されている。

これらの調査表にもとづいて船内における修理・整備作業について解析・検討を試みた。

表3.3.1は上記期間における航海、停泊の区別なく、1日あたりの修理・整備作業の発生状況を示すもので、1日あたりの発生件数についての分布は図3.3.1のようにポアソン分布となり、そのパラメータは $m=3$ で近似できそうである。

表3.3.2は修理・整備作業の1件あたりの所要作業時間(分単位)の状況を示すもので、所要作業時間についての分布は図3.3.2のように指數分布となっている。

表3.3.3は修理・整備作業の1件あたり所要人数の状況を示すもので、1件あたり1～3人を要するものが大半である。

なお、本調査では推進系の各機器の故障ならびにそれに関連する事項の調査であったので、冷凍装置、甲板機械、一般電気その他の船内諸作業についての資料は得られない。したがって、船内諸作業の全般にわたっての資料を他の調査から得られたものを引用し、表3.3.4、表3.3.5に示す。なお、さらに別の調査資料と対比しても大略同じ程度の数値を得ているので、第201番船についても故障調査表にあがっている推進系の修理・整備作業に要した作業量と冷凍装置、甲板機械、一般電気その他の諸作業に要した作業量とは1:1ないしは前者が若干多い程度のものと考えて大きな間違いはあるまい。

第201番船の機関部の職員と部員を合せて14名で、このうち、航海業務に直接従事する者をのぞき、常時修理作業・整備作業に従事できる者は4名であって、推進系の修理・整備作業に従事できる者は多くて3名であろうとして、以下の推論を進める。

常時、推進系の修理・整備作業に3名従事している現状から1～2名減員したと仮定して、これらの作業の処理状態にどのような影響をもつか検討する。

まず、修理・整備作業に従事する保守要員の数 $S=3$ として、図3.3.1によりポアソン分布のパラメータ $m=3$ であるから、作業発生率 $\lambda=0.125$  図3.3.2から作業1件あたり作業量率 $\mu=1.00$ である。

したがって、修理・整備作業が発生してから作業にかかるまでの待ち時間は次式によって計算することができる。

$$W_{S=3} = \frac{S^{S-1} \rho^S}{S! \mu (1-\rho)^2} P_0$$

ここに、

$$P_0 = \frac{1}{\left\{ \sum_{n=1}^{S-1} \frac{a^n}{n!} + \frac{a^S}{(S-1)! (S-a)} \right\}}$$

$$a = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{\lambda}{S\mu}$$

上式に $S=2$ ,  $\lambda=0.125$ ,  $\rho=0.042$  を代入して

$$W_{S=3} = 0.0011 (\text{hr})$$

となる。

つぎに、保守要員数を1名減じて  $S = 2$  とした場合、

$$W_{S=2} = 0.00598 \text{ (hr)}$$

待ち時間の絶対値は小さいが、前者の約5倍となっている。

さらに、保守要員数を1名減じて  $S = 1$  とした場合、

$$W_{S=1} = \frac{\rho}{\lambda(1-\rho)}$$

で  $\rho = 0.042$ ,  $\lambda = 0.125$  を代入して

$$W_{S=1} = 1.14 \text{ (hr)}$$

となる。

上記のごとく、保守要員の数が修理・整備作業の渋滞に影響する割合を推定できるが、この待ち時間の変化が各機器の故障率との間に何か相関をもつであろうことは本委員会の報告のうちで述べられているから関係がでてくるかもしれない。

また、修繕費との関連と興味あるところであるが資料が不足であり、今後の研究にまつ必要がある。

つぎに、船内諸作業のうち、機器の故障が生じた場合は直ちに修理をする必要があり、諸作業に優先して実施するのが普通である。すなわち、修理作業を整備作業に優先させるという条件をつけた待ち合せについて検討してみる。

表3.3.6は修理作業〔I〕の1日あたりの発生件数を示し、図3.3.3にみると  $m = 0.7$ 、発生率  $\lambda_1 = 0.029$  のポアソン分布となり、1件あたりの修理作業量(単位分)を表3.3.7、図3.3.4(単位・時間)に示す。

表3.3.8は整備作業〔II〕の1日あたりの発生件数を示し、図3.3.5にみると、 $m = 2.0$ 、 $\lambda_{II} = 0.083$  のポアソン分布となる。1件あたりの整備作業量(単位・分)を表3.3.9、図3.3.6(単位・時間)に示す。(ここに、図3.3.4と図3.3.6はほとんど同じ指指数分布であるので作業量率  $\mu$  はともに1.00とする。)

修理作業が整備作業に優先するとして保守要員数  $S = 3$  の場合、一般式として Cobham がみちびいた、優先度が  $r$  あるうち、 $k$  位の優先度のものの待ち時間、

$$W_k = \frac{\pi / S \mu}{(1 - \frac{1}{S \mu} \sum_{i=1}^{k-1} \lambda_i)(1 - \frac{1}{S \mu} \sum_{i=1}^k \lambda_i)}$$

ただし、

$$\pi = \frac{(\lambda / \mu)^s}{\{ s! (1 - \frac{1}{S \mu}) [\sum_{j=0}^{s-1} \frac{(\lambda / \mu)^j}{j!} + \sum_{j=s}^{\infty} \frac{(\lambda / \mu)^j}{s! S^{j-s}}] \}}$$

$$\lambda = \sum_{i=1}^r \lambda_i$$

$$\lambda_I = 0.029$$

$$\lambda_{II} = 0.083$$

$$\mu_I = \mu_{II} (= \mu) = 1.00$$

を上式に代入して

$$W_{S=3} = 0.00007 \text{ (hr)}$$

$S = 2$  の場合

$$W_{S=2} = 0.00594 \text{ (hr)}$$

$S = 3$  と  $S = 2$  の場合、ともに待ち時間の絶対値は小さいが、両者ではその差が大きい。このことの意味は優先度をつけた場合、保守要員数の変化が修理作業の待ち時間に影響をもち、これは直接主機の減速ないしは停止に関係し、アベイラリビリティにも関係することであり、運航経済上の評価には航路等の航海条件、荷物の種類等の荷役事情を加味して判定すべきことであろう。

さらに、航海中の修理作業、停泊中の修理作業、および整備作業にそれぞれ優先度をつけることによって、さらに実情にそくした検討できるであろう。

しかし、これらの検討結果は船内諸作業に対する保守要員との関係の一面をとらえただけであって、表3.3.3にみると船内作業は保守要員単独で行なうのも相当数あるが、3人あるいはそれ以上の人数が協力しなくては遂行できない件数も多いことを示している。さらに修理作業に対する要員数は整備作業に対するものより多人数の協同作業であることを特に注目しなくてはならないだろう。

表 3.3.1

月 件 数	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計件数	度数 %
0	1	3	6	3	4	5	1	3	4	2	2	34	10.5
1	7	3	9	6	7	11	3	6	5	2	2	61	18.8
2	4	7	6	7	7	3	4	7	4	3	4	56	17.3
3	3	6	3	4	3	3	4	3	5	3	8	45	13.9
4	1	6	5	7	6	5	8	5	6	5	3	57	17.6
5	3	2	0	1	1	3	3	1	3	6	4	27	8.3
6	0	2	0	2	2	0	2	2	2	2	5	19	5.9
7	2	1	0	0	0	0	3	1	1	3	2	13	4.0
8	0	0	0	1	0	0	1	1	1	2	0	6	1.8
9	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	3	0.9
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.3

総計 : 324 件

日数 : 326 日

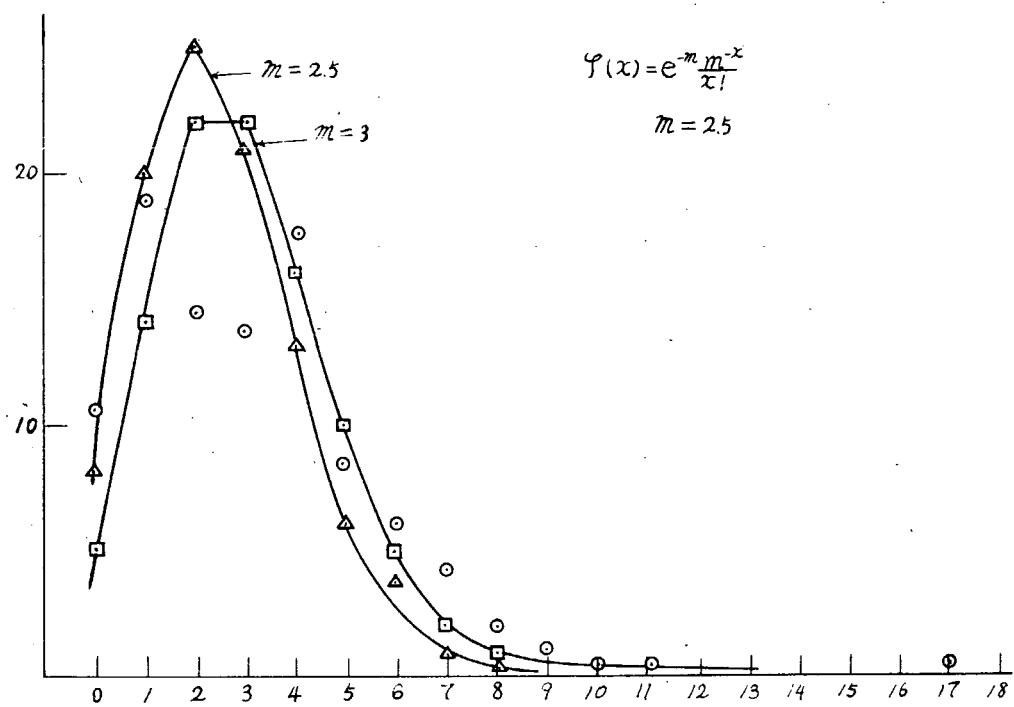


図 3.3.1

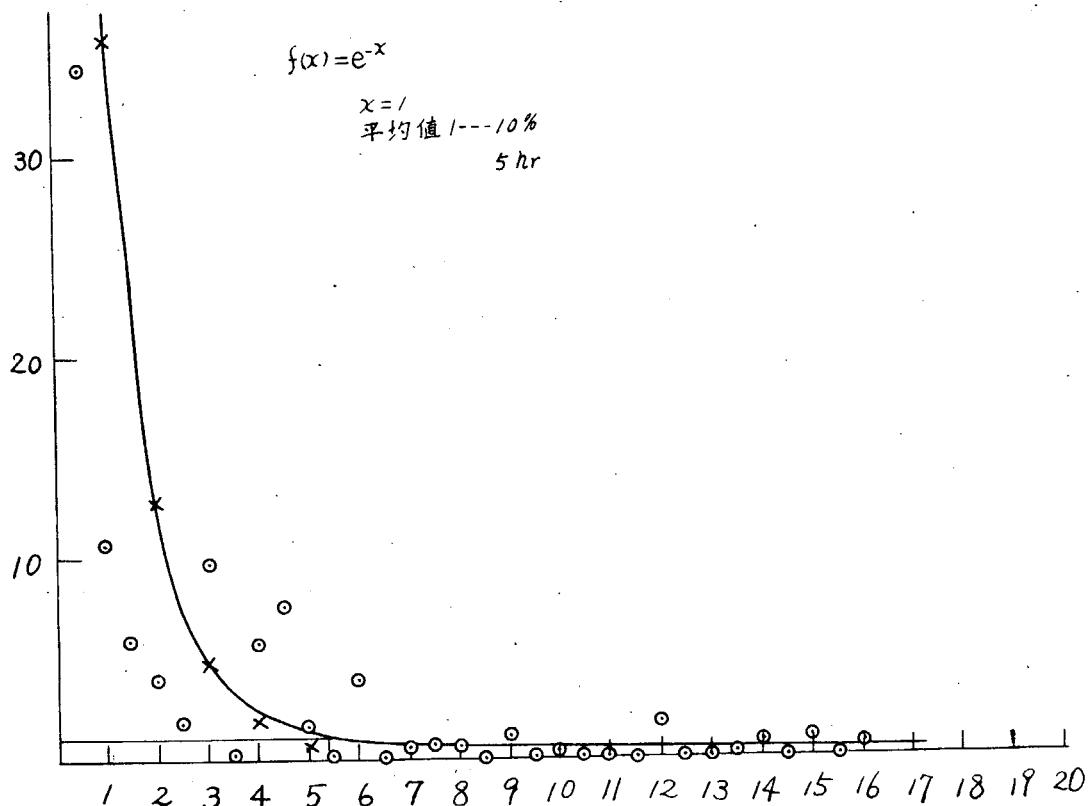


図 3.3.2

表 3. 3. 2

分 月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計回	%
0 ~ 30	27	13	13	27	17	20	49	26	29	69	49	339	33.8
31 ~ 60	6	8	10	9	2	4	16	10	11	21	11	108	10.8
61 ~ 90	4	5	2	3	8	2	8	4	8	7	8	59	5.9
91 ~ 120	1	11	4	7	7	8	10	4	5	8	12	77	7.7
121 ~ 150	1	1	0	1	2	1	3	1	1	5	1	17	1.7
151 ~ 180	8	16	7	11	5	5	13	9	5	11	8	98	9.8
181 ~ 210	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1
211 ~ 240	3	12	3	1	4	4	5	9	5	2	10	57	5.7
241 ~ 270	1	7	8	8	10	6	8	5	7	7	7	74	7.4
271 ~ 300	1	1	3	1	4	5	0	1	0	0	1	17	1.7
301 ~ 330	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.1
331 ~ 360	1	7	3	3	5	5	3	2	5	1	3	38	3.8
361 ~ 390	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
391 ~ 420	0	0	0	2	1	0	1	2	0	0	0	6	0.6
421 ~ 450	0	2	0	0	2	1	1	1	0	2	0	9	0.9
451 ~ 480	0	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	6	0.6
481 ~ 510	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
511 ~ 540	0	3	1	1	0	1	3	1	1	0	0	11	1.1
541 ~ 570	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
571 ~ 600	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	4	0.4
601 ~ 630	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0.2
631 ~ 660	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
661 ~ 690	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
691 ~ 720	1	0	1	3	0	1	1	3	5	0	3	18	1.8
721 ~ 750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
751 ~ 780	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
781 ~ 810	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.1
811 ~ 840	0	0	1	1	0	0	2	0	0	3	0	7	0.7
841 ~ 870	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
871 ~ 900	0	0	0	0	1	1	0	3	1	1	3	10	1.0
901 ~ 930	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1
931 ~ 960	1	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1	5	0.5
961 ~ 990	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.1
1051 ~ 1080	0	0	1	2	1	0	0	0	1	0	0	5	0.5
1171 ~ 1200	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1
1231 ~ 1260	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0.3
1291 ~ 1320	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1
1321 ~ 1350	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.1
1411 ~ 1440	0	1	1	1	2	1	0	1	2	0	1	10	1.0
1471 ~ 1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.1
1531 ~ 1560	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0.1
1621 ~ 1650	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.1
1651 ~ 1680	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0.2
1771 ~ 1800	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0.2
2011 ~ 2040	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1
2941 ~ 2970	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.1
3121 ~ 3150	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.1
3511 ~ 3540	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1
4471 ~ 4500	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1
4771 ~ 4800	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1
5011 ~ 5040	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0.2
5371 ~ 5400	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.1
5911 ~ 5940	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.1

表 3.3.3 作業人數

作業人數		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
整備	件数	125	354	187	56	10	26	1	0	1	3	0
	%	16.34	46.25	24.44	7.68	1.31	3.39	0.13	0	0.13	0.39	0
修理	件数	69	87	74	21	12	9	2	1	1	0	1
	%	24.91	31.41	36.71	7.58	4.33	3.24	0.72	0.36	0.36	0	0.36

表 3.3.4 船内作業類別件数

	主機	発電原動機	冷凍装置	甲板機械	その他	合計	%
点検	39	24	360	25	34	482	49.08
整備	62	28	20	21	86	227	23.02
修理	9	8	28	40	23	108	11.00
清掃	29	3	21	-	84	137	13.95
整理	-	-	4	-	24	28	0.85
合計	139	73	433	86	251	982	
%	14.15	7.43	44.09	8.76	25.56		

表 3.3.5 船内作業類別作業量 (M-H)

	主機	発電原動機	冷凍装置	甲板機械	その他	合計	%
点検	42.0	16.0	120.0	18.0	-	196.0	20.0
整備	284.0	209.5	18.5	196.0	76.5	784.0	80.0
合計	326.0	225.5	138.5	214.0	76.5	980.0	
%	33.3	23.0	14.1	21.8	7.8		

図 3. 3. 3

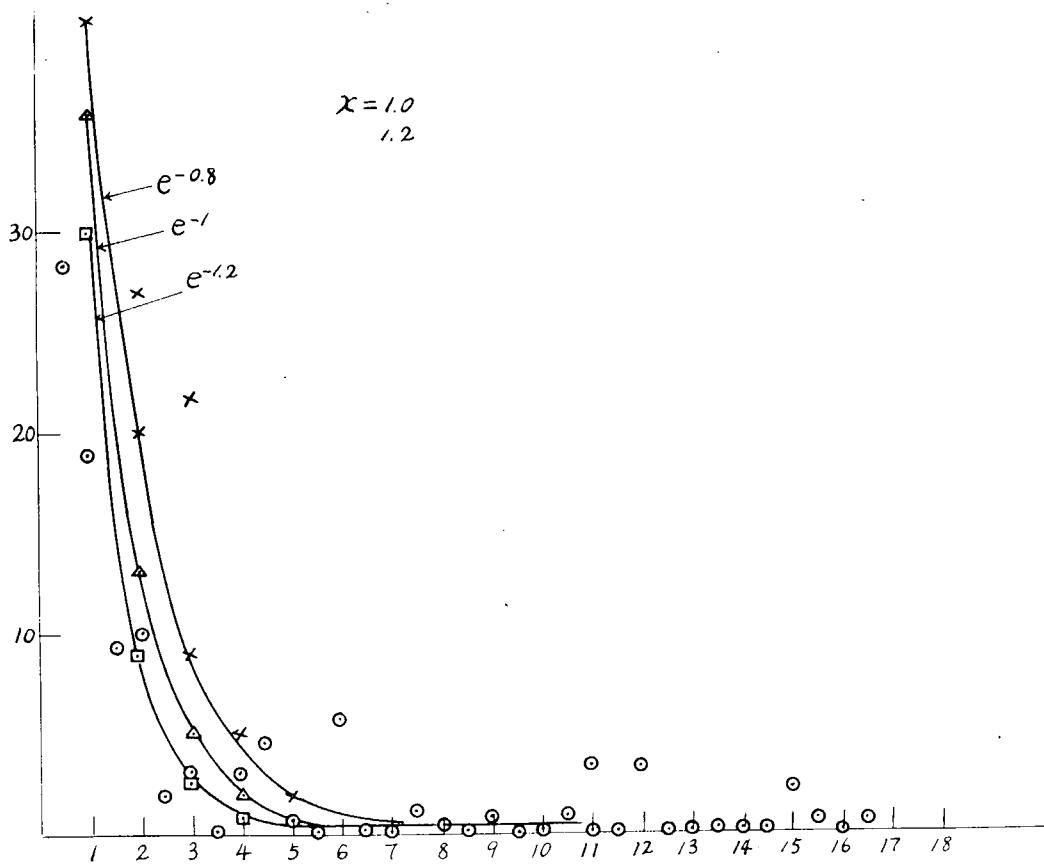
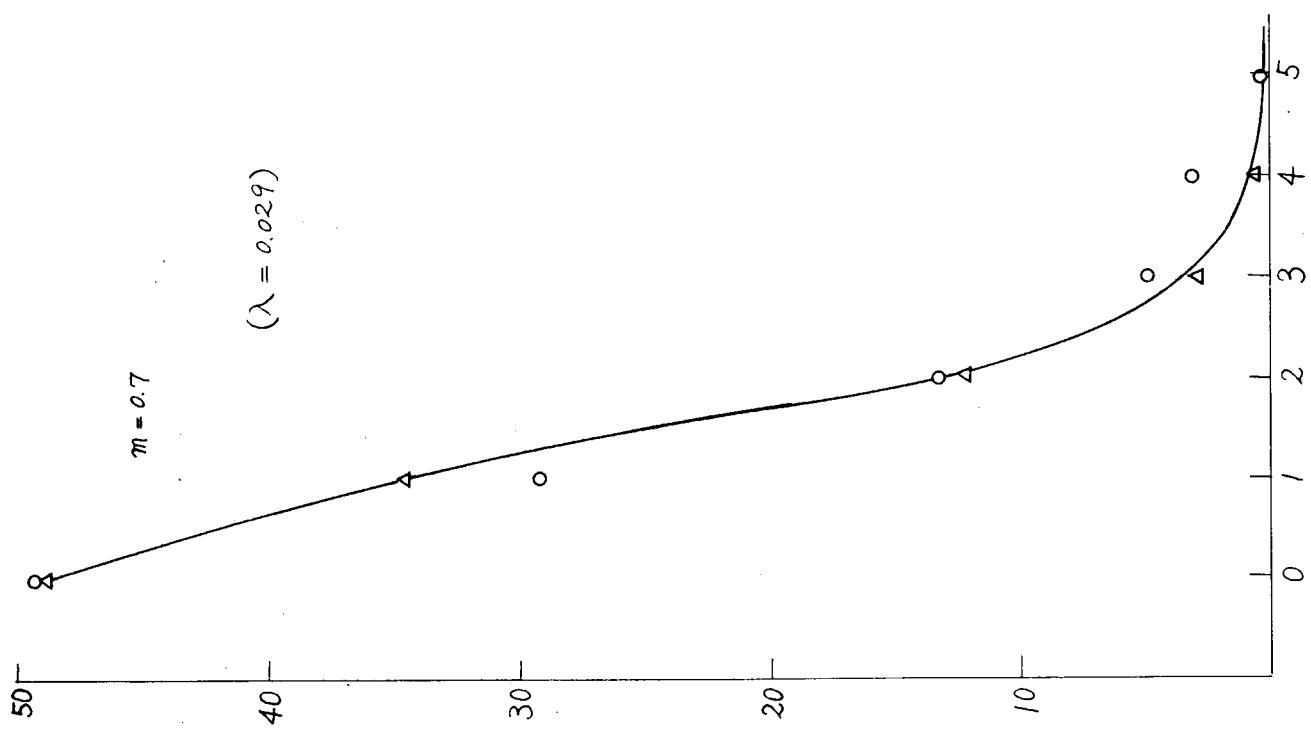


図 3. 3. 4

表 3. 3. 6

件数 月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計件数	度数%
0	12	15	17	13	16	21	13	16	13	13	12	161	49.4
1	4	7	8	9	11	6	9	9	12	7	13	95	29.1
2	2	7	3	8	2	4	3	1	3	6	4	43	13.2
3	1	1	2	1	1	0	2	2	3	3	0	16	4.9
4	1	1	0	0	0	0	3	2	0	1	2	10	3.1
5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.3

総 計 326

表 3. 3. 8

件数 月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計件数	度数%
0	3	3	9	8	7	7	2	5	7	2	2	55	17.0
1	6	6	8	6	9	11	5	6	4	2	4	67	20.7
2	5	11	11	6	4	5	7	4	7	5	8	73	22.5
3	3	6	1	8	7	3	7	8	8	7	7	65	20.1
4	3	3	0	2	1	3	4	3	0	7	3	29	9.0
5	1	2	0	0	1	1	3	3	2	3	6	22	6.7
6	0	0	0	0	1	0	1	0	1	2	0	5	1.5
7	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	3	1.0
8	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	3	1.0
9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.3
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.3

総 計 324

表 3. 3. 7

分	月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計回	%
0 ~ 30		8	1	2	10	7	4	17	3	5	10	9	76	28.3
31 ~ 60		2	6	7	3	1	3	6	3	7	8	5	51	18.9
61 ~ 90		1	4	2	3	4	1	4	2	1	1	2	25	9.3
91 ~ 120		1	4	1	3	1	1	4	2	1	5	5	27	10.0
121 ~ 150		0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	5	1.9
151 ~ 180		1	1	0	1	0	1	1	1	0	2	0	8	3.0
181 ~ 210		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
211 ~ 240		0	3	0	0	0	0	1	2	1	1	0	8	3.0
241 ~ 270		0	1	3	1	0	0	3	1	1	1	1	12	4.5
271 ~ 300		1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0.7
301 ~ 330		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
331 ~ 360		1	2	1	2	2	1	0	1	3	0	2	15	5.6
361 ~ 390		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
391 ~ 420		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
421 ~ 450		0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3	1.1
451 ~ 480		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.4
481 ~ 510		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
511 ~ 540		0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.7
541 ~ 570		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
571 ~ 600		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
601 ~ 630		0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0.7
631 ~ 660		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
661 ~ 690		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
691 ~ 720		0	0	1	1	0	1	1	2	3	0	0	9	3.3
721 ~ 750		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
751 ~ 780		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
781 ~ 810		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
811 ~ 840		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
841 ~ 870		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
871 ~ 900		0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	2	6	2.2
901 ~ 930		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.4
931 ~ 960		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
961 ~ 990		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.4
1051 ~ 1080		0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0.7
1171 ~ 1200		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1231 ~ 1260		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1291 ~ 1320		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.4
1321 ~ 1350		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.4
1411 ~ 1440		0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	4	1.5
1471 ~ 1500		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0.4
1531 ~ 1560		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1621 ~ 1650		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.4
1651 ~ 1680		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.4
1771 ~ 1800		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011 ~ 2040		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.4
2941 ~ 2970		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3121 ~ 3150		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3481 ~ 3510		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.4
4471 ~ 4500		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4771 ~ 4800		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.4
5011 ~ 5040		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5371 ~ 5400		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5911 ~ 5940		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.4

表 3. 3. 9

月 分	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計回	%
0 ~ 30	19	12	11	17	10	16	32	23	24	59	40	263	35.7
31 ~ 60	4	2	3	6	1	1	10	7	4	13	6	57	7.7
61 ~ 90	3	1	0	0	4	1	4	2	7	6	6	34	4.6
91 ~ 120	0	7	3	4	6	7	6	2	4	3	7	50	6.8
121 ~ 150	1	1	0	1	1	0	2	1	1	4	0	12	1.6
151 ~ 180	7	15	7	10	5	4	12	8	5	9	8	91	12.3
181 ~ 210	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1
211 ~ 240	3	8	3	1	4	4	4	7	4	1	10	49	6.6
241 ~ 270	1	6	5	7	10	6	5	4	6	6	6	62	8.4
271 ~ 300	0	1	3	0	4	5	0	1	0	0	1	15	2.0
301 ~ 330	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.1
331 ~ 360	0	5	2	1	3	4	3	1	2	1	1	23	3.1
361 ~ 390	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
391 ~ 420	0	0	0	2	1	0	1	2	0	0	0	6	0.8
421 ~ 450	0	1	0	0	2	1	1	0	0	1	0	6	0.8
451 ~ 480	0	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0.7
481 ~ 510	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
511 ~ 540	0	1	1	1	0	1	3	1	1	0	0	9	1.2
541 ~ 570	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
571 ~ 600	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	4	0.5
601 ~ 630	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
631 ~ 660	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
661 ~ 690	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
691 ~ 720	1	0	0	2	0	0	0	1	2	0	3	9	1.2
721 ~ 750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
751 ~ 780	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
781 ~ 810	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.1
811 ~ 840	0	0	1	1	0	0	2	0	0	3	0	7	0.9
841 ~ 870	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
871 ~ 900	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	4	0.5
901 ~ 930	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
931 ~ 960	1	0	0	0	0	1	0	2	1	0	1	5	0.7
961 ~ 990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1051~1080	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0.4
1171~1200	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1
1231~1260	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0.4
1291~1320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1321~1350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1411~1440	0	1	0	1	1	1	0	0	2	0	0	6	0.8
1471~1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1531~1560	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0.1
1621~1650	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1651~1680	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.1
1771~1800	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.1
2011~2040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2941~2970	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.1
3121~3150	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.1
3481~3540	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4471~4500	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1
4771~4800	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1
5011~5040	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0.3
5371~5400	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.1
5911~5940	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

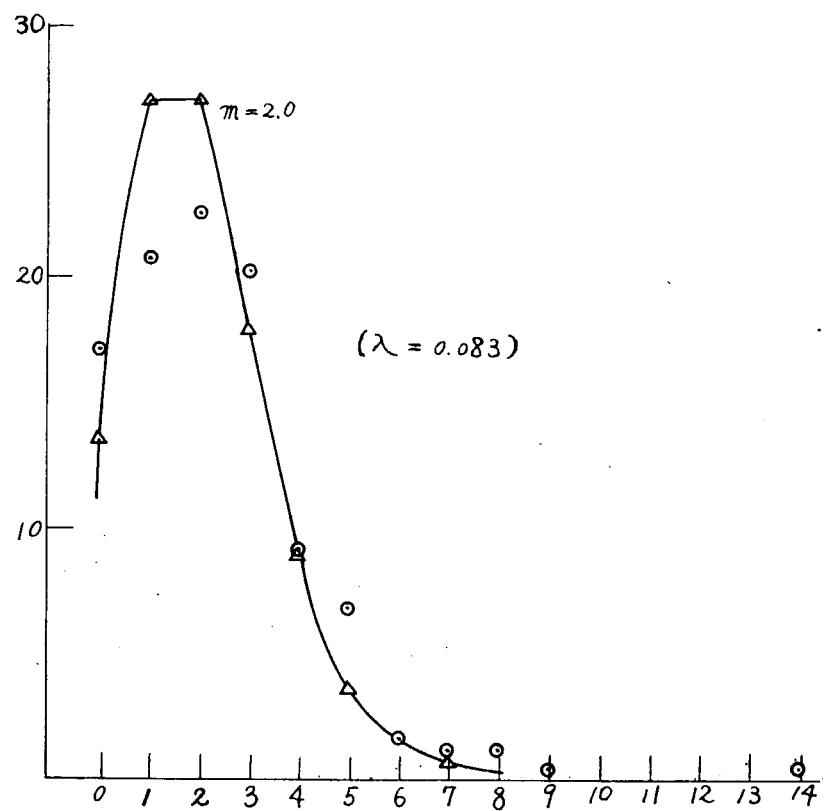


図 3.3.5

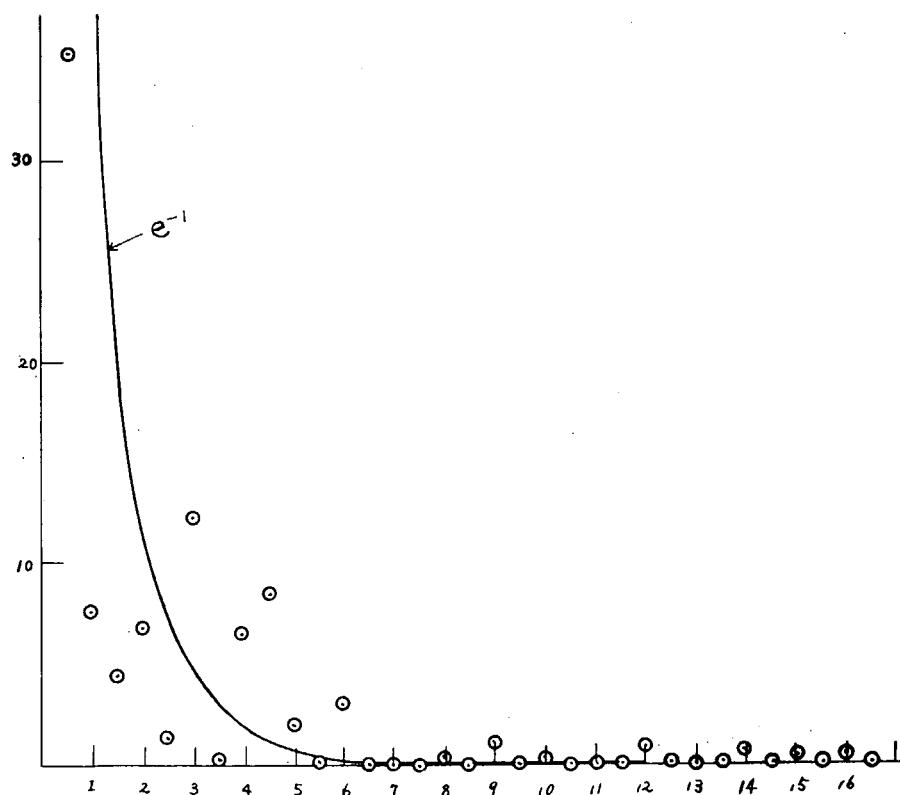


図 3.3.6

### 3.4 参考資料

#### 3.4.1 温度および圧力検出器の信頼度

近年、熱電対をはじめセミスタ光電素子、半導体応用のトランジスタなど開発が進み、温度、圧力、回転数、出力、振動、歪等の計測をこれらトランジスタを利用して検出器を用いて遠隔監視、自動制御を行なうことが多くなった。

船舶においては各種機関の測定のうち温度と圧力はその動作をモニターする上で最も重要なものの一つであり、かつ非常に密接な関係をもっている。

ここに、現在船舶に実用されている温度および圧力検出器の信頼度を故障報告をもとに算出したものを例示する。

##### (1) 調査対象船

故障修理可能なる船舶を対象に選出した。

タンカ	貨物船	その他	計
10	12	2	24

##### (2) 検出器種類および装備個数

測温抵抗体： 温度変化を抵抗の変化として検出

熱電対： 温度変化を電流の変化として検出

圧力抵抗変換器： 圧力変化を抵抗の変化として検出

圧力電流変換器： 圧力変化を電流の変化として検出

測温 抵抗体	熱電対	圧力抵抗変換器				圧力電流 変換器
		5 kg/cm <sup>2</sup>	10 kg/cm <sup>2</sup>	40 kg/cm <sup>2</sup>	100 kg/cm <sup>2</sup>	
1007	453	160	32	26	12	53

##### (3) 時間単位

通常の修理報告書には使用時間が記載されていないことが多い。検出器としての動作時間は航海時間と停泊時間を合計したもののが平均値をとり、ドック期間の平均値を除外した。(暦時間に対する比率は97%とした。

故障発生の時測は故障報告の出されたときをとったので多少の誤差を含んでいることを了承されたい。

##### (4) 故障判定

断線、絶縁不良、破損、示指不安定、誤差発生、その他使用者および修理担当者が不良と判定したものはすべて故障とし、さらに誤差のための再調整もその時点での故障と判定。

予防のため交換および調整を行なったものは、その時点で観測中断とした。

##### (5) 平均故障間隔

検出器	コンポネント 時間(×10 <sup>3</sup> hr)	故障数	MTBF (×10 <sup>3</sup> hr)		
			MTBF	LCL	UCL
測温抵抗体	26,503	137	193.5	166.4	220.6
熱電対	12,180	57	213.7	167.3	260.0
圧力抵抗変換器	4,592	135	34.0	29.2	38.8
5 kg/cm <sup>2</sup>	756	23	32.9	24.1	48.1
10 kg/cm <sup>2</sup>	751	25	30.0	22.3	43.2
40 kg/cm <sup>2</sup>	204	9	22.7	14.1	43.4
100 kg/cm <sup>2</sup>	673	20	33.7	24.1	53.3
圧力電流変換器					

LCL, UCLはMTBF 90%信頼下限および上限

圧力抵抗変換器について圧力差による M T B F の差がないのでこれを集計すると、

コンポネント時間	$6303 \times 10^3$ ( hr )
故 障 数	192
M T B F	$\hat{\theta} = 32.8 \times 10^3$ ( hr )
90% 信頼上限	U C L = $36.7 \times 10^3$ ( hr )
90% 信頼下限	L C L = $28.9 \times 10^3$ ( hr )

#### (6) 信頼度のノンパラメトリック推定と M T B F の信頼限界 (川崎義人「信頼度の測定」による)

故障と同時に観測中断が起り、予め中断数が定められていると K 番目の故障が起ったときの R(t) の推定は次式にて与えられる。

$$\begin{aligned}\hat{R}(t_k) &= \frac{N_1 - r_1 + 1}{N_1 + 1} - \frac{N_2 - r_2 + 1}{N_2 + 1} \dots \frac{N_k - r_k + 1}{N_k + 1} \\ &= \prod_{i=1}^k \left( \frac{N_i - r_i + 1}{N_i + 1} \right) \quad \dots \quad (1)\end{aligned}$$

ここで、  $N_i$  は i 番目の故障が起る区間の初めにおける残存数で  $r_i$  は i 番目の故障時に発生する故障数である。

この方法は故障発生の正確な時間でなくある区間に起る故障数だけを観測し、しかも打切も計算に入れなければならない場合にも適用できる。打切が時間と間の終点で起る場合は(1)と同じ推定法が使える。

故障の観測された区間の中間で打切が起るときにはその区間にに対する標本数を調整し、積算寿命を減少させる必要がある。この場合、 R(t) の推定は

$$\hat{R}(t_k) = \prod_{i=1}^k \frac{N_i - w_{i/2} - r_i + 1}{N_i - w_{i/2} + 1} \quad \dots \quad (2)$$

で与えられる。ここで  $w_i$  は i 番目の時間区間における打切数である。

分布が指數分布のときは平均故障間隔  $\hat{\theta}$  の信頼区間は

$$C_1 = \frac{2r\hat{\theta}}{X_{2r}^2(\alpha/2)} \quad \dots \quad (3) \qquad C_2 = \frac{2r\hat{\theta}}{X_{2r}^2(1-\alpha/2)} \quad \dots \quad (4)$$

ここで

$$C_1 = \text{信頼上限} \qquad C_2 = \text{信頼下限} \qquad r = \text{観測故障数}$$

$$X_{2r}^2(\alpha/2), X_{2r}^2(1-\alpha/2) = \text{信頼水準 } 1 - \alpha \text{ 自由度 } 2r \text{ カイ自乗の値}$$

故障観測回数が十分大きいとき、(少くとも 25 回以上) はつぎのような考え方で計算することもできる。

$\hat{\theta}$  の信頼区間として

$$\hat{\theta} \pm C\sigma \quad \dots \quad (5)$$

ここで  $\sigma$  は  $\hat{\theta}$  の標準偏差である。C は信頼水準による定数である。

故障観測数が十分大きいときは  $\hat{\theta}$  はほぼ正規分布をなし、標準偏差  $\hat{\theta}/\sqrt{r}$  をもつ。よって、信頼限界を正規分布にもとづいて求めることができる。

C の値は正規確率曲線の下の面積を求める表から与えられる。

$$90\% \text{ の信頼限界に対して } C = 1.64$$

$$95\% \text{ の信頼限界に対して } C = 1.96$$

90% における信頼区間は任意の推定平均  $\hat{\theta}$  に対して

$$\hat{\theta} \left( 1 \pm \frac{1.64}{\sqrt{r}} \right) \quad \dots \quad (6)$$

を用いて計算することができる。

## (7) 信頼度計算表

## (a) 測温抗体信頼度 (タンカ)

i	故障間隔 $t_i$ (hr)	故障数 $r_i$	中断数 $w_i$	残存数 $N_i$	$N_i - w_i/2$	$N_i - w_i/2 - r_i$	$\frac{N_i + w_i/2 - r_i + 1}{N_i - w_i/2 + 1}$	信頼度 $R(t_i)$
1	0 ~ 2000	3	0	604	602	599	0.995	0.995
2	2001~4000	9	6	601	598	589	0.985	0.980
3	4001~6000	4	55	586	538	534	0.993	0.973
4	6001~8000	3	15	527	519	516	0.994	0.967
5	8001~10000	2	5	509	506	504	0.996	0.963
6	10001~12000	1	3	502	500	491	0.998	0.961
7	12001~14000	3	6	498	495	492	0.994	0.955
8	14001~16000	2	2	489	488	486	0.996	0.952
9	16001~18000	4	4	485	483	479	0.992	0.944
10	18001~20000	4	49	477	452	448	0.991	0.936
11	20001~22000	3	90	424	379	376	0.992	0.928
12	22001~24000	4	2	331	330	326	0.988	0.917
13	24001~26000	4	0	325	325	321	0.988	0.906
14	26001~28000	14	45	321	293	279	0.947	0.858
15	28001~30000	3	1	262	261	258	0.989	0.852
16	30001~32000	3	40	258	238	235	0.987	0.841
17	32001~34000	0	3	215	213	-	1.000	0.841
18	34001~36000	1	46	212	199	198	0.995	0.836
19	36001~38000	0	66	165	132	-	1.000	0.836
21	40001~42000	7	0	99	99	92	0.930	0.778
24	46001~48000	5	87	92	48	43	0.898	0.699

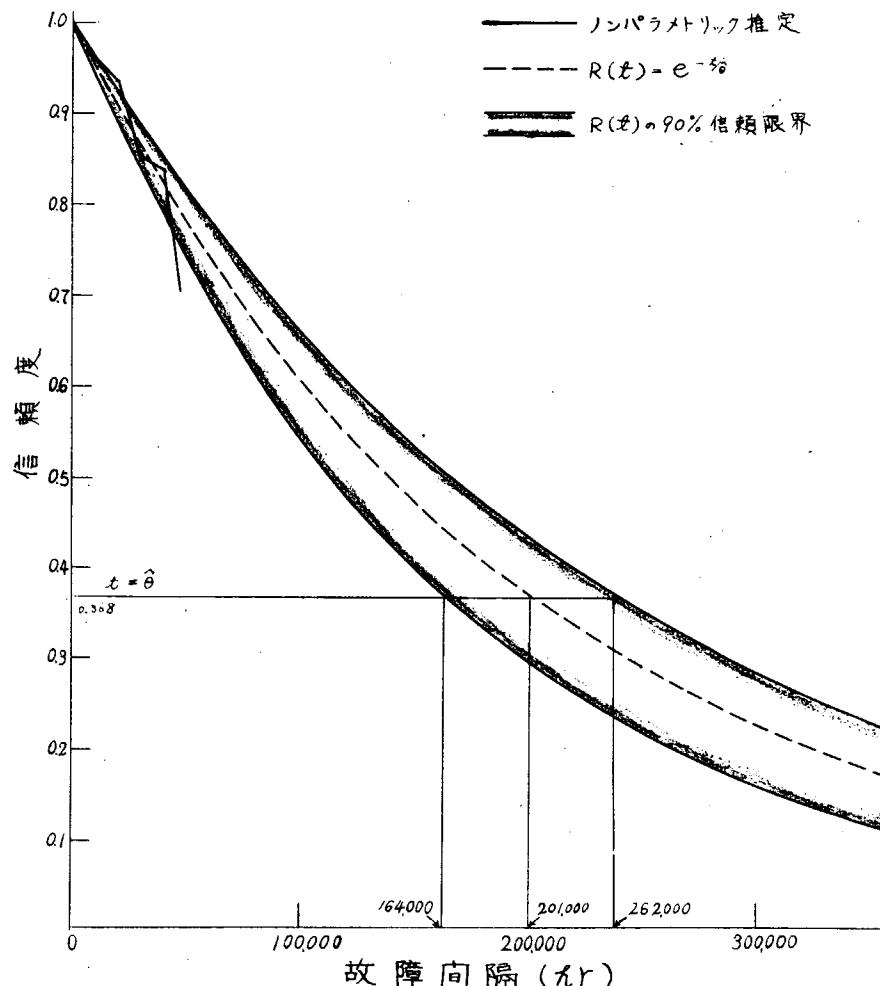
$$t_i(r_i + w_i) = 15880 \times 10^3 \quad (\text{hr})$$

$$\sum r_i B = 79$$

$$\hat{\theta} = 201 \times 10^3 \quad (\text{hr})$$

$$90\% \text{ 信頼限界 上限 } \hat{\theta} \left( 1 + \frac{1.64}{\sqrt{\sum r_i}} \right) = 238 \times 10^3 \quad (\text{hr})$$

$$90\% \text{ 信頼限界 下限 } \hat{\theta} \left( 1 - \frac{1.64}{\sqrt{\sum r_i}} \right) = 164 \times 10^3 \quad (\text{hr})$$

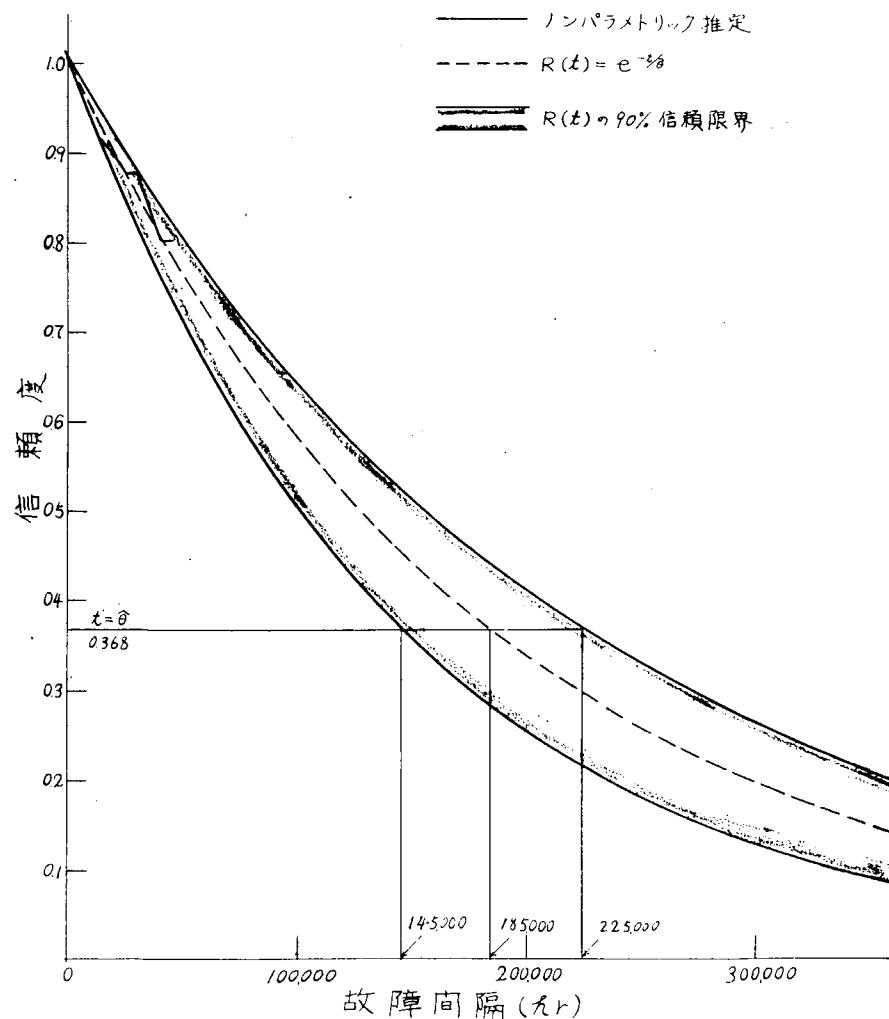


## (b) 測温抵抗体信頼度 (貨物船)

i	故障間隔 $t_i$ (hr)	故障数 $r_i$	中断数 $W_i$	残存数 $N_i$	$N_i - W_i / 2$	$N_i - W_i / 2 - r_i$	$\frac{N_i - W_i / 2 - r_i + 1}{N_i - W_i / 2 + 1}$	信頼度 $R(t_i)$
1	0~2000	6	0	519	519	513	0.988	0.988
2	2001~4000	20	1	513	512	492	0.961	0.949
3	4001~6000	0	37	492	—	—	1.000	0.949
4	6001~8000	5	3	455	453	448	0.989	0.939
5	8001~10000	6	3	447	445	439	0.987	0.927
6	10001~12000	0	61	438	—	—	1.000	0.927
7	12001~14000	1	41	377	356	355	0.997	0.924
8	14001~16000	1	77	335	296	295	0.997	0.921
9	16001~18000	7	19	257	247	240	0.972	0.896
11	20001~22000	0	43	231	—	—	1.000	0.896
12	22001~24000	0	1	188	—	—	1.000	0.896
13	24001~26000	1	6	187	184	183	0.995	0.891
14	26001~28000	3	38	180	161	158	0.981	0.874
16	30001~32000	0	1	139	—	—	1.000	0.874
17	32001~34000	3	19	138	128	125	0.977	0.854
18	34001~36000	4	56	116	88	84	0.955	0.816
19	36001~38000	1	0	56	56	55	0.982	0.801
20	38001~40000	0	21	55	—	—	1.000	0.801
22	42001~44000	0	34	34	—	—	1.000	0.801

$$\begin{aligned}
 \text{コンポメント時間} &= 10723 \times 10^3 \\
 \text{故障数} &= 58 \\
 \text{MTBF} &= 184.9 \times 10^3 \quad (\text{hr}) \\
 90\% \text{ 信頼上限} &= 224.7 \times 10^3 \quad (\text{hr}) \\
 90\% \text{ 信頼下限} &= 145.1 \times 10^3 \quad (\text{hr})
 \end{aligned}$$

タンカと貨物船のMTBFの値に差があるか否か、F検定を行なったが、結果は有意差なしでサンプルの違いによるものと判定された。



(c) 热電対信頼度 (タンカ)

i	故障間隔 $t_i$ (hr)	故障数 $r_i$	中断数 $w_i$	残存数 $N_i$	$N_i - w_i / 2$	$N_i - w_i / 2 - r_i$	$\frac{N_i - w_i / 2 - r_i + 1}{N_i - w_i / 2 + 1}$	信頼度 $R(t_i)$
3	4001~6000	3	1	189	189	186	0.984	0.984
4	6001~8000	4	1	185	185	181	0.978	0.962
5	8001~10000	0	2	180	-	-	1.000	0.962
7	12001~14000	1	0	178	178	177	0.994	0.957
9	16001~18000	7	2	177	176	169	0.960	0.918
10	18001~20000	0	32	163	-	-	1.000	0.918
11	20001~22000	0	9	156	-	-	1.000	0.918
12	22001~24000	2	7	127	124	122	0.984	0.904
13	24001~26000	1	0	118	118	117	0.992	0.896
14	26001~28000	1	18	117	108	107	0.991	0.880
16	30001~32000	5	32	98	82	77	0.940	0.835
18	34001~36000	0	22	66	-	-	1.000	"
19	36001~38000	0	57	40	-	-	"	"
20	38001~40000	0	3	3	-	-	"	"

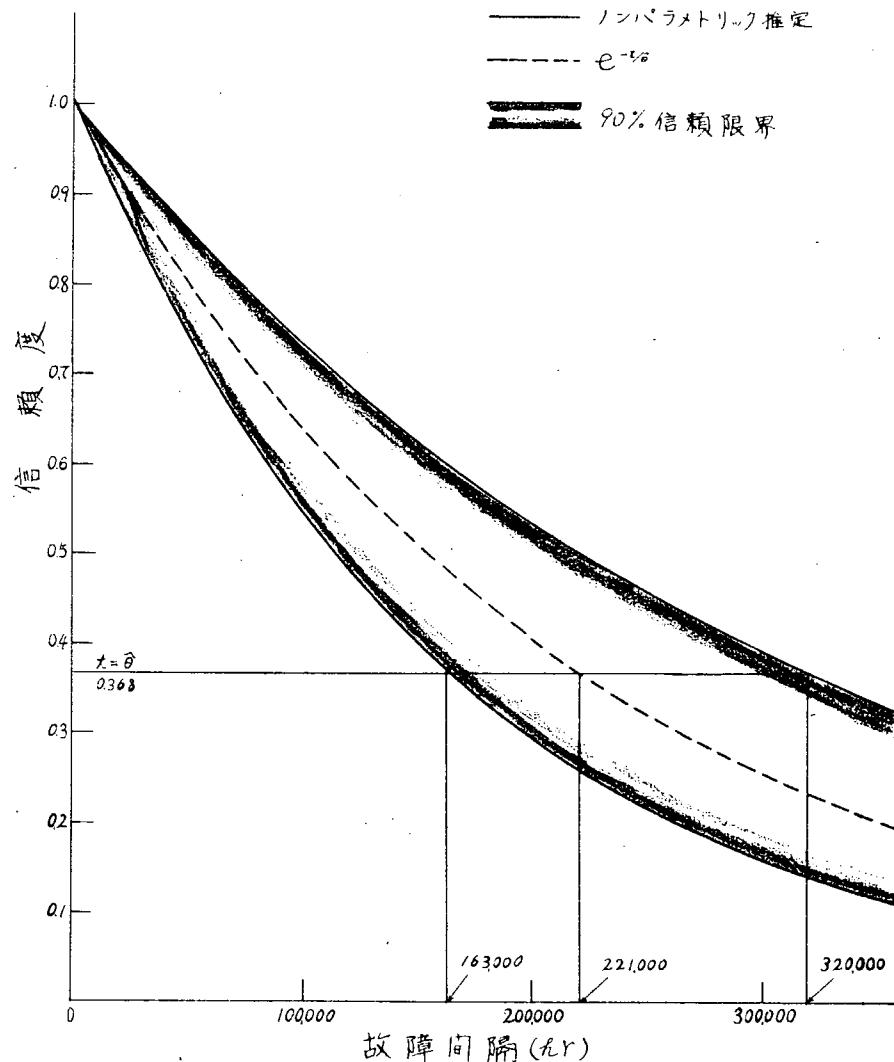
$$\text{コンポネント時間} = 5301 \times 10^3 \quad (\text{hr})$$

$$\text{故障数} = 24$$

$$MTBF = 220.9 \times 10^3 \quad (\text{hr})$$

$$90\% \text{ 信頼上限} = 320.3 \times 10^3 \quad (\text{hr})$$

$$90\% \text{ 信頼下限} = 162.8 \times 10^3 \quad (\text{hr})$$



## (d) 热電対信頼度 (貨物船)

i	故障間隔 (hr)	故障数 $r_i$	中断数 $W_i$	残存数 $N_i$	$N_i - W_i/2$	$N_i - W_i/2$	$\frac{N_i - W_i/2 - r_i + 1}{N_i - W_i/2 + 1}$	信頼度 $R(t_i)$
1	0 ~ 2000	5	0	244	244	239	0.980	0.980
2	2001 ~ 4000	0	1	239	-	-	1.000	0.980
3	4001 ~ 6000	1	25	238	225	224	0.996	0.976
4	6001 ~ 8000	2	1	212	211	209	0.991	0.967
5	8001 ~ 10000	3	1	209	208	205	0.986	0.954
6	10001 ~ 12000	0	36	205	-	-	1.000	0.954
7	12001 ~ 14000	0	8	169	-	-	1.000	0.954
8	14001 ~ 16000	0	20	161	-	-	1.000	0.954
9	16001 ~ 18000	2	20	141	131	129	0.985	0.939
10	18001 ~ 20000	2	0	119	119	117	0.983	0.923
11	20001 ~ 22000	1	13	117	110	109	0.991	0.915
13	24001 ~ 26000	0	2	103	-	-	1.000	0.915
14	26001 ~ 28000	2	13	101	94	92	0.979	0.896
15	28001 ~ 30000	0	1	86	-	-	1.000	0.896
16	30001 ~ 32000	0	1	85	-	-	1.000	0.896
17	32001 ~ 34000	4	22	84	73	69	0.946	0.848
18	34001 ~ 36000	1	22	58	47	46	0.979	0.830
20	38001 ~ 40000	0	20	35	-	-	1.000	0.830
22	42001 ~ 44000	0	15	15	-	-	1.000	0.830

$$\text{コンポネント時間} = 5304 \times 10^3 \quad (\text{hr})$$

$$\text{故障数} = 23$$

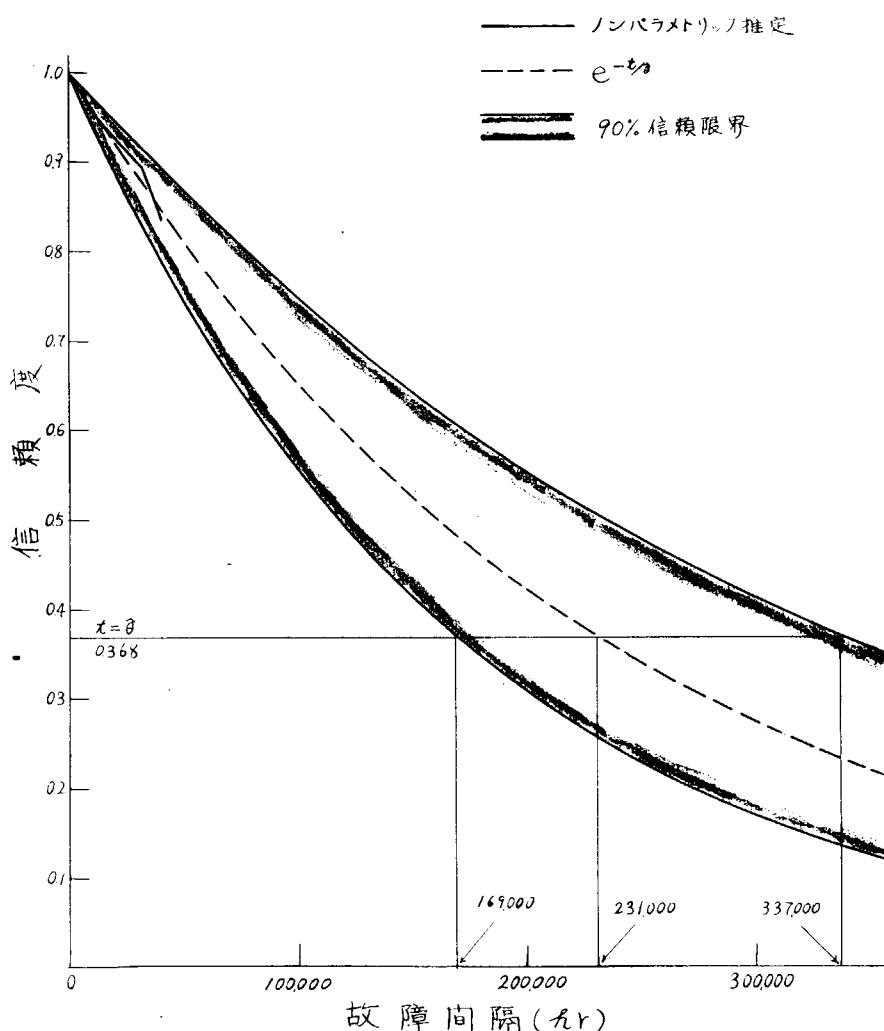
$$MTBF = 230.6 \times 10^3 \quad (\text{hr})$$

$$90\% \text{ 信頼上限} = 337.4 \times 10^3 \quad (\text{hr})$$

$$90\% \text{ 信頼下限} = 168.8 \times 10^3 \quad (\text{hr})$$

信頼限界の算出は(3), (4)式による。

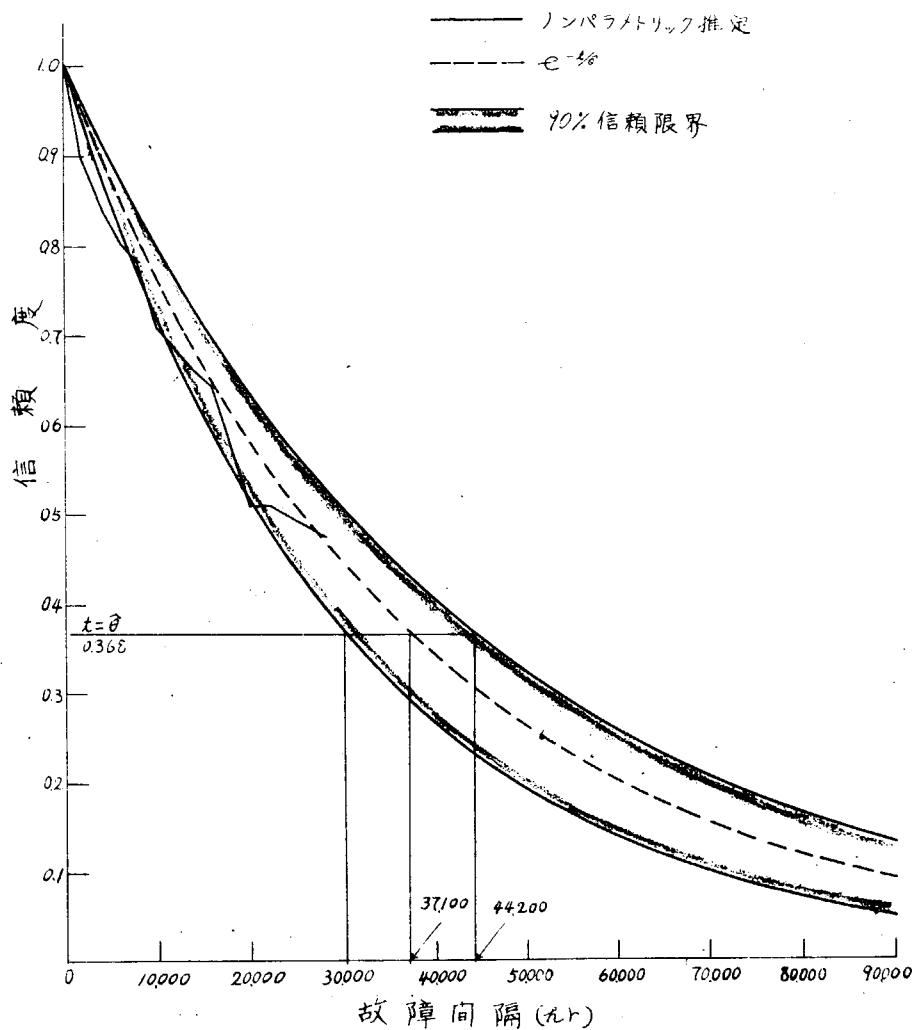
熱電対についてもタンカと貨物船のMTBFの統計的な差がない。



## (e) 圧力抵抗変換器信頼度 (タンカ)

$t_i$	故障間隔 $t_i$ (hr)	故障数 $r_i$	中断数 $W_i$	残存数 $N_i$	$N_i - W_i/2$	$N_i - W_i/2 - r_i$	$\frac{N_i - W_i/2 - r_i + 1}{N_i - W_i/2 + 1}$	信頼度 $R(t_i)$
1	0 ~ 2000	17	0	158	158	141	0.893	0.893
2	2001 ~ 4000	8	0	141	141	133	0.944	0.843
3	4001 ~ 6000	6	9	133	128	122	0.953	0.803
4	6001 ~ 8000	4	1	118	117	113	0.966	0.776
5	8001 ~ 10000	9	4	113	111	102	0.920	0.714
6	10001 ~ 12000	4	2	100	99	95	0.960	0.685
7	12001 ~ 14000	3	6	94	91	88	0.967	0.663
8	14001 ~ 16000	3	1	85	84	81	0.965	0.640
9	16001 ~ 18000	8	0	81	81	73	0.902	0.577
10	18001 ~ 20000	8	7	73	69	61	0.886	0.511
11	20001 ~ 22000	0	8	58	-	-	1.000	0.511
12	22001 ~ 24000	1	3	50	48	47	0.980	0.501
13	24001 ~ 26000	1	2	46	45	44	0.978	0.490
14	26001 ~ 28000	1	11	43	37	36	0.974	0.477
15	28001 ~ 30000	0	5	31			1.000	"
16	30001 ~ 32000	0	1	26			"	"
17	32001 ~ 34000	0	6	25			"	"
18	34001 ~ 36000	0	11	19			"	"
19	36001 ~ 38000	0	2	8			"	"
22	46001 ~ 48000	0	6	6			"	"

コンポネント時間 =  $270.6 \times 10^3$  (hr)  
 故障数 = 73  
 $\theta = 37.1 \times 10^3$  (hr)  
 90% 信頼上限 =  $44.2 \times 10^3$  (hr)  
 90% 信頼下限 =  $30.0 \times 10^3$  (hr)



## (f) 圧力抵抗変換器信頼度 (貨物船)

i	故障間隔 $t_i$ (hr)	故障数 $r_i$	中断数 $w_i$	残存数 $N_i$	$N_i - w_i/2$	$N_i - w_i/2 - r_i$	$\frac{N_i - w_i/2 - r_i + 1}{N_i - w_i/2 + 1}$	信頼度 $R(t_i)$
1	0~2000	18	6	236	233	215	0.923	0.923
2	2001~4000	19	4	212	210	191	0.911	0.841
3	4001~6000	14	26	189	176	162	0.921	0.774
4	6001~8000	14	0	149	149	135	0.907	0.702
5	8001~10000	7	2	135	134	127	0.948	0.666
6	10001~12000	1	6	126	125	122	0.992	0.661
7	12001~14000	3	16	119	111	108	0.973	0.643
8	14001~16000	3	12	100	94	91	0.966	0.621
9	16001~18000	12	2	85	84	72	0.859	0.533
10	18001~20000	0	1	71	-	-	1.000	0.533
11	20001~22000	3	14	70	63	60	0.953	0.508
12	22001~24000	3	1	53	52	49	0.943	0.479
13	24001~26000	1	2	49	48	47	0.980	0.470
14	26001~28000	3	5	46	43	40	0.932	0.434
15	28001~30000	0	1	38	-	-	1.000	"
16	30001~32000	0	2	37	-	-	"	"
17	32001~34000	0	7	35	-	-	"	"
18	34001~36000	0	9	28	-	-	"	"
20	38001~40000	8	2	19	18	10	0.579	0.390
22	42001~44000	1	8	9	5	4	0.833	0.211

コンポネント時間 =  $3432 \times 10^3$  (hr)

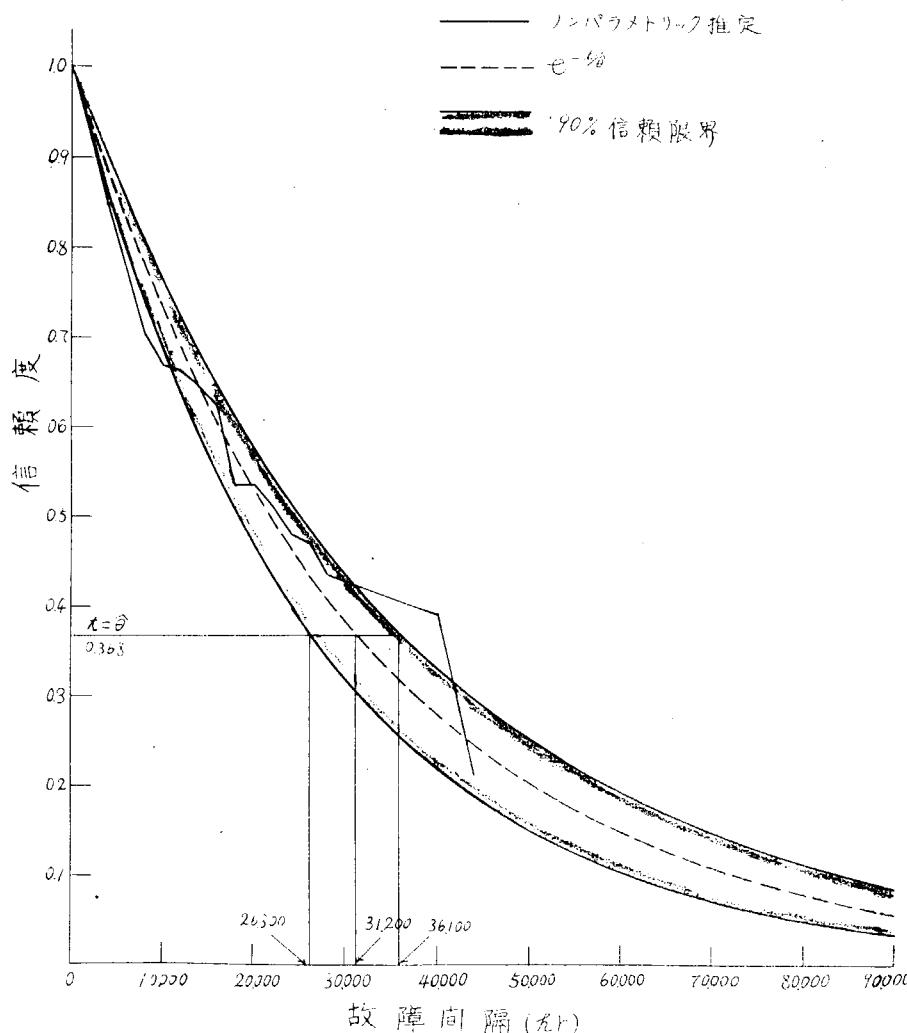
故障数  $A = 110$

MTBF  $\theta = 31.2 \times 10^3$  (hr)

90% 信頼上限 =  $36.1 \times 10^3$  (hr)

90% 信頼下限 =  $26.3 \times 10^3$  (hr)

圧力抵抗変換器についてタンカと貨物船のMTBFには統計的な差がない。

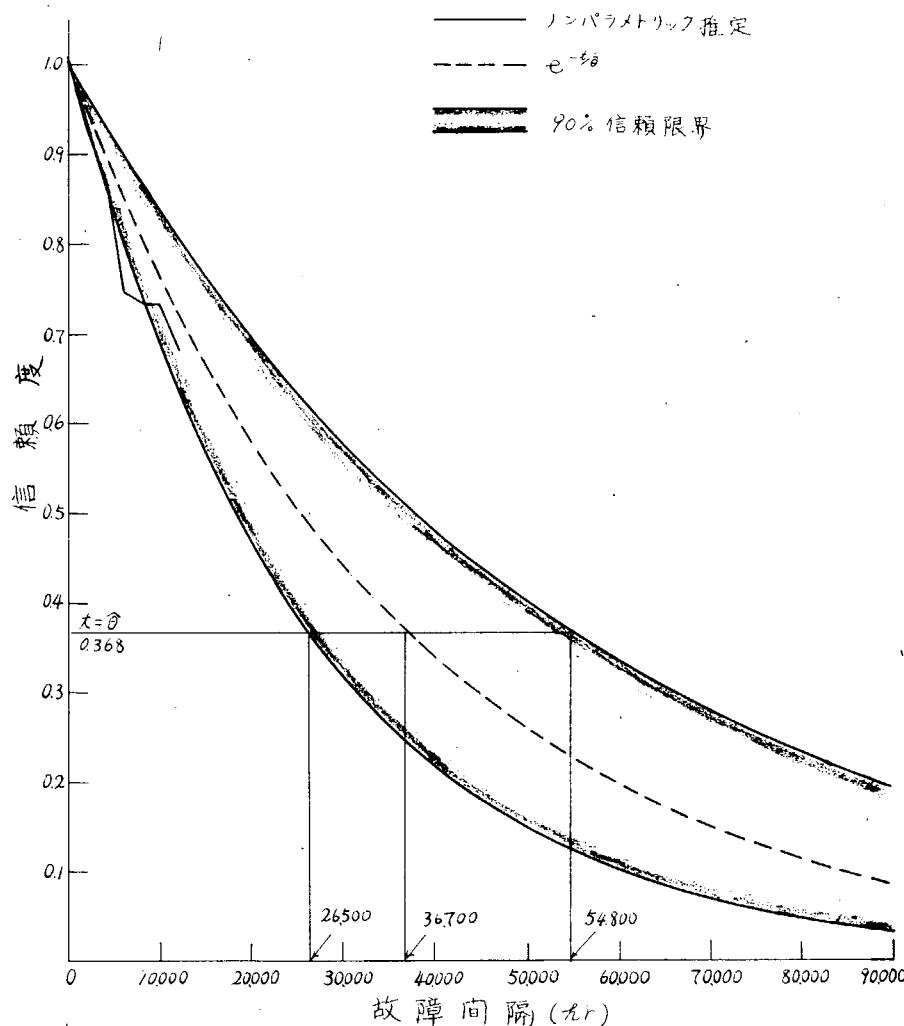


## (g) 壓力電流変換器 (全 船)

i	故障間隔 $t_i$ (hr)	故障数 $r_i$	中断数 $w_i$	残存数 $N_i$	$N_i - w_i/2$	$N_i - w_i/2 - r_i$	$\frac{N_i - w_i/2 - r_i + 1}{N_i - w_i/2 + 1}$	信頼度 $R(t_i)$
1	0 ~ 2000	5	0	75	75	70	0.934	0.934
2	2001 ~ 4000	5	0	70	70	65	0.930	0.869
3	4001 ~ 6000	8	17	65	56	48	0.860	0.747
4	6001 ~ 8000	1	0	40	40	39	0.976	0.729
5	8001 ~ 10000	0	2	39	-	-	1.000	0.729
6	10001 ~ 12000	2	7	37	33	31	0.935	0.682
7	12001 ~ 14000	0	5	28	-	-	1.000	"
8	14001 ~ 16000	0	14	23	-	-	"	"
9	16001 ~ 18000	0	2	9	-	-	"	"
11	20001 ~ 22000	0	2	1	-	-	"	"
14	26001 ~ 28000	0	3	5	-	-	"	"
18	34001 ~ 36000	0	2	2	-	-	"	"

コンポネント時間 =  $771 \times 10^3$ 

故 障 数 = 21

M T B F  $\theta = 3.67 \times 10^3$ 90% 信頼上限 =  $54.8 \times 10^3$ 90% 信頼下限 =  $26.5 \times 10^3$  ) (3), (4)式にて算出

(8) 検出器装備船における実例と予測計算

測温抵抗体、熱電対、圧力電流変換器は M T B F の推定値 ( $\hat{\theta}$ ) に対して観測時間、故障数とも十分なデータであるとは云いきれない。調査対象外の Y 丸についてコンポネント時間と故障数のデータが得られたので(5)項の数値を用いて M T B F を算出したものと比較を行なってみることにした。

Y 丸検出器数

測温抵抗体	5 2
熱電対	2 1
圧力電流変換器	3
圧力抵抗変換器	計 1 6
( 内線 $5 \text{ Kg/cm}^2$	1 1
$10 \text{ Kg/cm}^2$	3
$40 \text{ Kg/cm}^2$	2

全体としての M T B F を算出すると、検出器 M T B F を  $\theta_i$  個数を  $n_i$  として

$$\begin{aligned}\Sigma \frac{n_i}{\hat{\theta}_i} &= \left( \frac{52}{193.5} + \frac{21}{213.7} + \frac{3}{33.7} + \frac{16}{32.8} \right) \times 10^{-3} \\ &= 0.9438 \times 10^{-3} \\ \hat{\theta} &= 1.058 \times 10^3\end{aligned}$$

故障報告より集計されたコンポネント時間は 28000 時間、故障数合計 26 件

$$\text{よって全体としての M T B F は } \hat{\theta}_2 = \frac{28000}{26} = 1.077 \times 10^3$$

計算値と実測値は同じ値を示すといえる。

5 項の値は予測計算には十分使用できよう。

### 3.4.2 海外における調査(西ドイツにおける状況の補足)

本研究部会報告書(第2報)(第3報)および(第4報)に西ドイツのフレンスブルク国立機関学校海技研究試験所が担当して1966年より3年間にわたって行なわれた調査研究について述べたが、その後文献にあらわされた報告を以下にとりまとめ、この調査研究の紹介の補足をしておく。

本調査研究についての呼びかけに対して22社の船主が参加を名乗りでたが、実際に参加したのは19社でその140隻の船に対して通知が出された。そのうちの77隻(55%)が少くとも1件以上の報告を提出した。(文献により船主の数に喰い違いがあるが、そのうちのあるものを加えあわせて1社に数えたものと考えられる。)対象船は最高7~10年の船令のものである。

受理された報告は14,032でその75%が41隻の船から提出されているのであるが、もしもそれらの損傷・修理・予備品消費といった発生件数と大体同程度の分布が全般にわたって発生したものと考えると、報告数は25,000近くになる勘定になる。しかし、提出されていない事象(つまり欠陥した報告)についてはこれを挿入することは不可能である。また、船によって報告を喜んで提出してくれる度合がまちまちであることを注意深く比較対照したり、あるいは経験ある船のエンジニアと話し合うことによって、報告の基本数量は提出されたものよりは減少されることになった。

さて、船内の機器・装置は機関室関係以外にもわたくて50の機器分類(主要グループ)に分類し、それらはさらに、それぞれの構成部品分類に分類して、これらのコードシステムが最初に設定され、また、報告用紙は(第

3報)に説明した質問紙が使用され、提出された報告の内容はパンチカードに移され、研究試験所の電子計算装置によってデータ処理された。

機器分類別の損傷頻度ならびにその処置別分類が表3.4.1に示されている。また、損傷の姿による分類は図3.4.1に、さらに損傷の原因別分類は表3.4.2に示されている。

図3.4.2は機器分類ごとの報告の数が損傷報告 $N_s$ と日常作業報告 $N_R$ とに区別して記されており、それらの和 $N_s + N_R = N_{Ges}$ が全報告である。もしも、ある装置の保守がよくて非常に頻繁に日常解放作業が行なわれる場合、損傷が発生しないという極端な場合を考えると、 $N_R / N_s + N_R$ の比は1となるわけであるが、この比を主要な機器分類に対してならべてみると表3.4.3に示すようになっていて、この値の小さいものは日常解放作業が十分にしばしばと行なわれていないことを示す。実地に対してはこの比の値は0.5以上になるように要求されるべきだとしている。

各機器分類について、すべての船の機器分類単位の数の合計 $N_0$ に対する損傷数 $N_s$ の比、すなわち、相対損傷頻度 $N_s / N_0$ を求めて図3.4.3が得られる。これは船の運転に関して重要なポイントを得るために役立つ。

さらに、主機について、その構成部品に立ち入って損傷報告 $N_s$ と日常作業報告とに区別し、その分布をとってみると図3.4.4のようになる。また、構成部品単位のすべての船の合計数 $N_0$ に対する損傷数 $N_s$ の比 $N_s / N_0$ を求めて図3.4.5が得られるが、これから主機において燃料弁、掃気システム、ピストン冷却装置、潤滑装置の故障の発生が多いことがわかる。また、主機の各構成部品について日常作業報告 $N_R$ と全報告数との比 $N_R / N_s + N_R$ の値を示したのが、表3.4.4であつて、カム軸および歯車、潤滑装置、ならびにクランク機構とその軸受などは近より難いとか、その他の理由によつて日常解放作業において等閑に付せられている傾向のあることがわかる。

さて、機械的構造物のようにその脱落機構において摩耗や老化の現象が入りこんでくる場合には、脱落率の関数は

$$Z(t) = r \ell^{\delta t} \quad , \quad \text{とし,} \quad \text{また}$$

$$\text{脱落分布関数は} \quad F(t) = 1 - \ell^{-r/\delta} (\ell^{\delta t} - 1)$$

とすると実際の例によく適していることがわかった。いま時点 $t_1$ において脱落している部品と脱落していない部品の数を $A(t_1)$ および $B(t_1)$ とし、 $t_1 - 1$ から $t_1$ までの時間 $\Delta t_1$ の間に脱落した部品の数を $\Delta A(t_1)$ として、 $t_1$ における脱落比を $q_1 = \frac{\Delta A(t_1)}{B(t_1) \cdot \Delta t_1}$ であらわすと上記関数のパラメータ $r$ および $\delta$ は

$$\ln r = \frac{\sum_{i=1}^n (t_i^2) \cdot \sum_{i=1}^n (\ln q_i) - \sum_{i=1}^n (t_i) \cdot \sum_{i=1}^n (t_i \cdot \ln q_i)}{n \cdot \sum_{i=1}^n (t_i^2) - (\sum_{i=1}^n t_i)^2}$$

$$\delta = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (t_i \cdot \ln q_i) - \sum_{i=1}^n t_i \cdot \sum_{i=1}^n (\ln q_i)}{n \cdot \sum_{i=1}^n (t_i^2) - (\sum_{i=1}^n t_i)^2}$$

によって求められる。この値を用いて関数 $Z(t)$ や $F(t)$ 、その他信頼性関数 $R(t) = 1 - F(t)$ などを数表にしたり、線図に画くのである。

集められた多数の統計材料から種々のほう大な量の計算を行ない、評価をするのにも研究試験所の電子計算装置が使用された。

構成部品のうち60以上のものが調査され、それらの脱落の機構がいろいろ変わっていることがわかったが

大低の場合は初期故障の段階はある時間の後に故障率一定の段階(偶発故障)に移行しており、また、摩耗や老化の現象も入りこんでいるのが観察されて具体的には混合分布を通じて全体の故障挙動を一つのまとまった関数で表わすことができ、上述の調査方法が非常に有効であることが証明された。末尾にその一例として主機ピストンリングの場合につき証明をする。

本調査表では 77 隻の個々の船の報告期間帯は最小 1 ヶ月から最大 32 ヶ月にわたっており、すべての船の報告期間を加算すると観察期間は 74 隻・年となる。これに関連して米国で約 50 隻・年の調査が必要でかつ十分だといわれていることを引用し、この意見に同意するといっている。

なお、統計的評価に際しては、次の仮定から出発している。

- 1) 報告の記載事項は正しい。
- 2) 報告の数は観察期間に比例している。
- 3) 一つの機器分類(主要グループ)あるいは構成部品の中での報告の数  $N$  は存在している。機器分類単位あるいは構成部品単位の基本数量  $N_0$  に比例している。

以上は本調査研究企画のうちの信頼性調査に関するものについての概要であるが、その他に本企画において船内労働作業研究も行なわれた。また、本調査研究の統計をとりいれて計画保守についての仕様を調整して本調査研究の報告書に記載しているようである。その他の信頼性工学応用面の企画は取り止めとなつたようである。

#### 附例：主機ピストンリングについて

55 隻の船がピストンリングに関して 760 の報告を出したが、その内の 70 件には運転時間の記載がなかったので考慮外された。その他に 16 隻は不完全な報告しか出さなかつたのであるが、できる限り包括的な展望を得るために、その報告は採用することとされて結局 690 の報告が選ばれた。55 隻の船のピストンリングの数は約 2600 であったが、すべての観点を考慮に入れたのち結局基本数量として  $N = 1200$  が選ばれた。脱落比  $q_i$  の対数値を図 3.4.6 のようにプロットすると、時間  $T = 5(5000 \text{ h})$  および  $T = 6.5(6500 \text{ h})$  で脱落機構に変化があることが認められる。3つの時間帯の各々に對して脱落率関数  $Z(t)$  のパラメータ  $\gamma$  および  $\delta$  が計算で得られるわけであるが、図 3.4.6 にひかれた直線はこれによつたものである。

なお、9 隻の新しい船が非常に規則正しい報告を出していたので、それらに対して別途に切りはなした解析を試みた。図 3.4.7 に脱落比  $q_i$  を関数  $\ln Z(T) = \delta t + \ln \gamma$  の経過で示している。この 9 隻のうち A 船、D 船、F 船、C 船の 4 隻は脱落率は近似的に一定で  $Z(T) \approx 0.083$

また、他の E 船、B 船、J 船、G 船、H 船の 5 隻に対しては脱落率は初めは小さくて  $\ln Z(T) \approx -2.5$  ;  $Z(T) \approx 0.083$  であるが、これが多少強く上昇していく  $5000 \text{ h}$  において  $\ln Z(5) \approx -1.5$  ;  $Z(5) \approx 0.224$  になる。そして平均寿命  $T_m = \int_0^\infty [1 - F(t)] dt$  を電子計算装置により数値近似法で求めて

船名	A	B	C	D	E	F	G	H	J
$T_m (1000 \text{ h})$	9.3	4.8	23.6	25.0	5.21	7.85	5.38	8.4	4.16

がえられるが、C 船と D 船を除いた他のものはエンジンやリングの型式や製造所のちがいを考えると、そのばらつきは驚くほど少いものである。

なお、ここにおいて予防的に換装されたピストンリングは脱落したものとして考慮されている。それは次回の通常開放までの時間は持ちこたえることは出来まいと考えられる。“偶発”的脱落の数と予防的換装の部品の数との区別は一般にはこの場合ほどは甚だしくはない。この場合記録された 690 の換装の

うちでわずか 216 が偶発のもので、474 のピストンリングが予防的に換装された。もし、これが考慮に入れられなかつたとすると脱落比は実際の比のわずかにしかならなかつたであろう。

さらに統計は予防換装が 4000 h と 7000 h との間、ならびに 12000 h と 14000 h との間に集中していることを示している。

$$\text{相対合計頻度} \quad H(t_i) = \frac{A(t_i)}{B(t_0)} = \frac{A(t_i)}{N}$$

をプロットし、また、上記の 3 つの時間帯に対する関数  $F^*(t)$  の曲線を書き入れたのが、図 3.4.8 である。ここにおいて 4000 h と 6000 h との間における脱落確率の急激な上昇は、そこで通常開放が行なわれていることを示している。信頼性を上げるために長年の経験にもとづいてこの方法がとられているわけであるが、その効果がここで証明せられているということである。

以上得られた成果から評価してみると図 3.4.8 から 5000 h の運転時間までに全体のピストンリングの約 20% が脱落することが推定せられる。この時間に対する脱落確率は

$$F^*(5) = 0.20$$

である。図から通常開放以前にすでに著しい脱落が発生していることがあらわれている。すなわち、3500 h までにピストンリングの 10% が脱落している。これは恐らくは上部ピストンリングの約 50% だとしてよいだろう。予防換装を早めることによって信頼性を十分に上げうるかどうかを吟味するためには、例えば、上部リングの全部を 2500 h で取替えるとすると、5000 h に対する脱落確率は 11.6% 以下がるだろうという試算結果がえられる。しかし、これが実際問題として技術的に、経済的に考えて実行しうるかどうかということは別の問題である。

#### 引用文献：

- HANSA JG105(1968), Nr.17, P.1465~1469, 1472. "Ein Verfahren zur Bestimmung der zeitabhängigen Ausfallrate von Bauelementen" (H. Brandt)
- HANSA JG106(1969), Nr.12, P.1127~1130 Nr.14, P.1293~1296, 1298 "Zuverlässigkeit in der Seeschiffahrt" (G. Mau)
- Schiff und Hafen JG21(1969), Ht.7, P.610~613 "Zuverlässigkeitstechnik in der Seeschiffahrt" (H.W. Tensen)
- MTZ 30 (1969), 11. P.427~429 "Zuverlässigkeit von Schiffsmotoren" (H. Brandt)

備考。フレンスブルク海技研究試験所が行なつたこの調査研究の報告書は同所の技術報告第 333/66 号に全部のデータと評価が記載されてあって購入できることである。

なお、信頼性工学作業グループ報告として同所から 10 編の報告がいろいろのテーマで刊行されている。同所の名称とアドレスは次の通りである。

Forschungs-und Erprobungsstelle für Schiffsbetriebstechnik  
an der Staatlichen Ingenieurschule Flensburg.  
Munketoft 3, Flensburg. (West Germany)

表3.4.1 機器分類における損傷頻度

機器分類	合計数(%)	定期解放(%)	除去せず(%)	一部除去(%)	除去(%)
00 記載なし	107 0.9	30 28.0	2 1.9	1 0.9	102 95.3
01 主機械	4208 33.7	2421 57.5	320 7.6	151 3.6	3719 88.4
03 補助ディーゼル	2736 21.9	1929 70.5	41 1.5	67 2.4	2622 95.8
04 ポート・エンジン	17 0.1	8 47.1	2 11.8	0 0.0	15 88.2
05 非常用ディーゼル	17 0.1	9 52.9	1 5.9	0 0.0	16 94.1
07 主推進タービン	32 0.3	1 3.1	9 28.1	1 3.1	22 68.8
11 速隔操縦自動装置	31 0.2	8 25.8	2 6.5	1 3.2	27 87.1
12 ピルジ脱油装置	5 0.0	2 40.0	1 20.0	0 0.0	3 60.0
13 甲板上構造物	69 0.6	1 1.4	3 4.3	1 1.4	65 94.2
14 甲板機械	712 5.7	430 60.4	23 3.2	35 4.9	653 91.7
15 フィルター装置	97 0.8	63 64.9	3 3.1	1 1.0	93 95.9
16 火災防御装置	23 0.2	9 39.1	1 4.3	0 0.0	21 91.3
17 無電装置	39 0.3	11 28.2	7 17.9	7 17.9	25 64.1
18 伝達装置、カブリング	2 0.0	1 50.0	0 0.0	0 0.0	2 100.0
19 暖房装置	23 0.2	3 13.0	1 4.3	0 0.0	22 95.7
20 ボイラ装置	187 1.5	60 32.1	9 4.8	12 6.4	164 87.7
21 廉房装置	159 1.3	47 29.6	7 4.4	2 1.3	150 94.3
23 冷却装置	667 5.3	224 33.6	30 4.5	12 1.8	621 93.1
24 冷却器	198 1.6	87 43.9	4 2.0	10 5.1	184 92.9
25 船鎗装置	120 1.0	15 12.5	62 51.7	5 4.2	50 41.7
26 換気装置	163 1.3	93 57.1	45 27.6	4 2.5	113 69.3
27 空気圧縮器	473 3.8	177 39.4	9 1.9	8 1.7	453 95.8
28 居住装置	56 0.4	5 8.9	1 1.8	0 0.0	55 98.2
29 タイフォン・汽笛	21 0.2	2 9.5	5 23.8	0 0.0	16 76.2
30 ポンプ	1314 10.5	525 40.0	83 6.3	22 1.7	1199 91.2
31 サニタリー装置	16 0.1	1 6.3	1 6.3	1 6.3	13 81.3
32 船体	7 0.1	0 0.0	3 42.9	0 0.0	4 57.1
33 造水装置	214 1.7	26 12.1	8 3.7	5 2.3	201 93.9
34 分離清浄機	267 2.1	55 20.6	9 3.4	0 0.0	258 96.6
35 操縦装置	67 0.5	26 38.8	17 25.4	6 9.0	40 59.7
36 タンク・管装置	237 1.9	28 11.8	35 14.8	9 3.8	185 78.1
37 ブロペラ	13 0.1	0 0.0	6 46.2	1 7.7	6 46.2
38 予熱器	27 0.2	5 18.5	6 22.2	2 7.4	19 70.4
39 工作装置	18 0.1	4 22.2	2 11.1	1 5.6	15 83.3
40 その他の	47 0.4	1 2.1	2 4.3	0 0.0	45 95.7
41 船内電話	4 0.0	0 0.0	2 50.0	0 0.0	1 25.0
43 拡声装置	1 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
44 エンジン・テレグラフ	4 0.0	1 25.1	1 25.0	0 25.0	2 50.0
45 デュプレックス電話	4 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	4 100.0
47 エコーサウンダ	6 0.0	1 16.7	5 83.3	1 16.7	0 0.0
48 万向探知器	4 0.0	2 50.0	2 50.0	1 25.0	1 25.0
49 コンパス	15 0.1	5 33.3	10 66.7	3 20.0	2 13.3
50 レーダー	67 0.5	14 20.9	53 79.1	2 3.0	12 17.9
99 電気装置	3 0.0	0 0.0	1 33.3	0 0.0	2 66.7
総計	12498 100.0	6330 50.6	834 6.7	573 3.0	11222 89.8

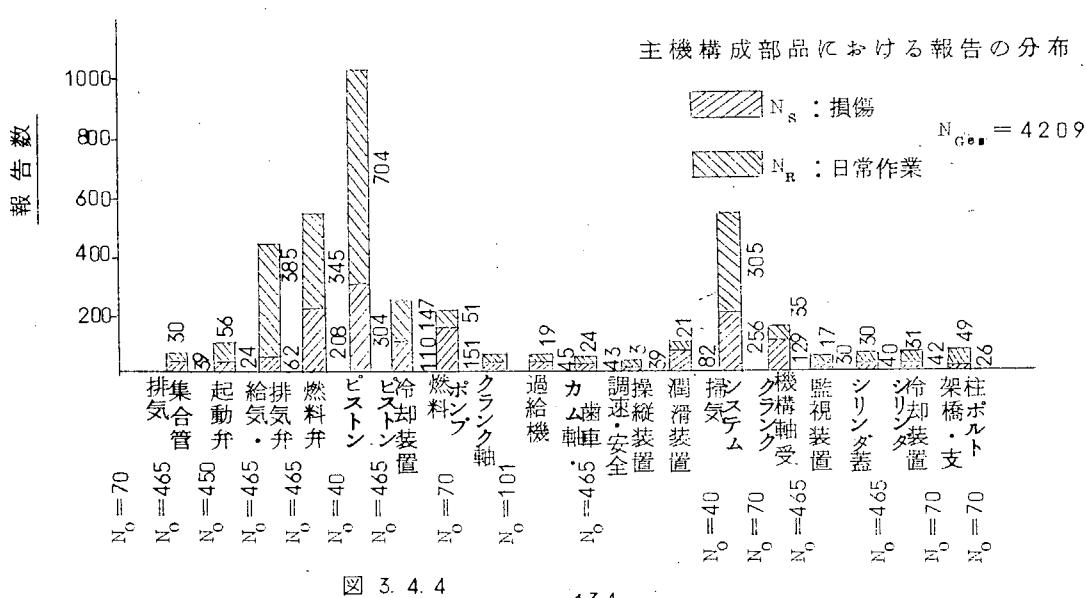
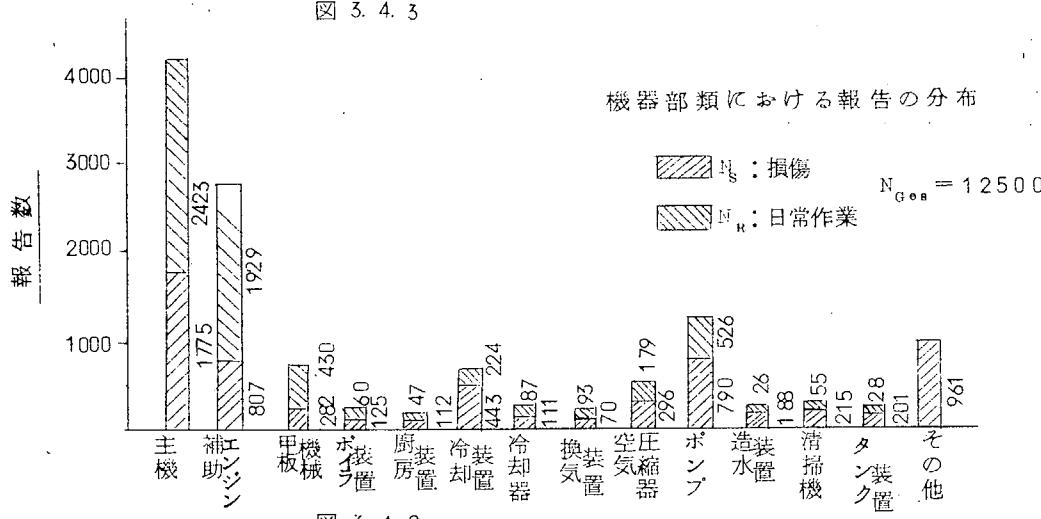
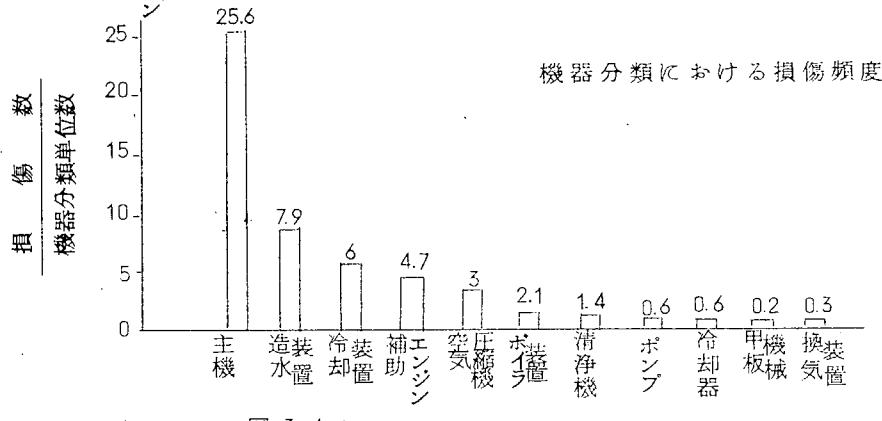
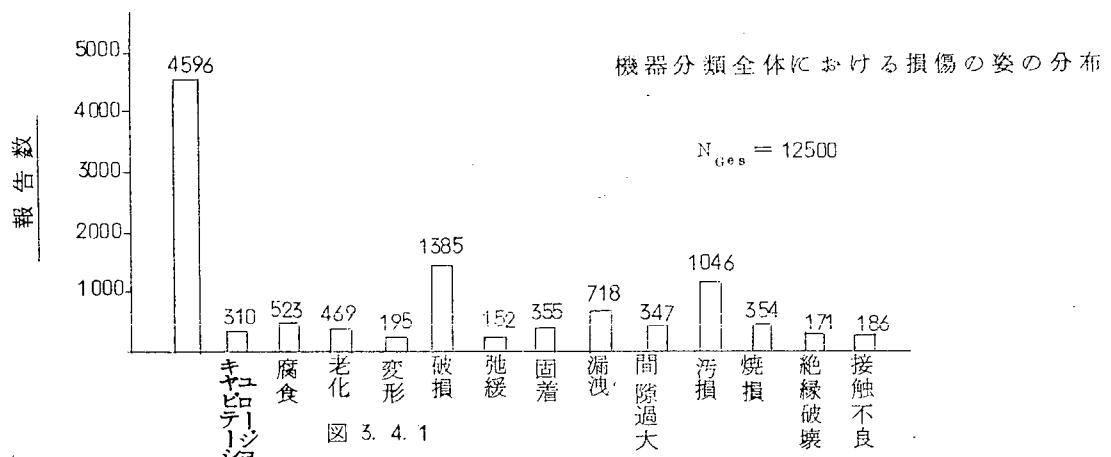


表 3.4.2 損傷の原因別分布

損 傷 原 因		数 %	
0.1	過 負 荷	146	1.2
0.2	誤 操 作	203	1.6
0.3	材 料 欠 陥	596	4.8
0.4	保 守 の 誤 り	379	3.0
0.5	正常運転条件よりの変動	431	3.4
0.6	原 因 不 明	7017	56.1
0.7	そ の 他	464	3.7
記載事項なし		3261	26.1
		12498	

表 3.4.3

表 3.4.4

機 器 分 類	$\frac{N_R}{N_S + N_R}$
主 機	0.6
補 助 エ ネ ジ ン	0.7
甲 板 機 械	0.6
ボ イ ラ 装 置	0.3
冷 却 装 置	0.3
冷 却 器	0.4
換 気 装 置	0.6
空 気 圧 縮 機	0.4
ボ ン ブ	0.4
造 水 装 置	0.1
分 離 清 净 機	0.2
タンク・管 装 置	0.1

構 成 部 品	$\frac{N_R}{N_S + N_R}$
排ガス集合管	0.5
起動弁	0.7
給気・排気弁	0.8
燃 料 弁	0.6
ピ ス ト ン	0.7
ピストン冷却装置	0.6
燃 料 ボ ン プ	0.3
ク ラ ンク 軸	0.3
過給機	0.4
カム軸および歯車	0.1
調速・安全・操縦装置	0.5
潤滑装置	0.1
掃氣システム	0.5
クランク機構および軸受	0.2
監視装置	0.4
シリンドラ蓋	0.4
架構および支柱ボルト	0.7

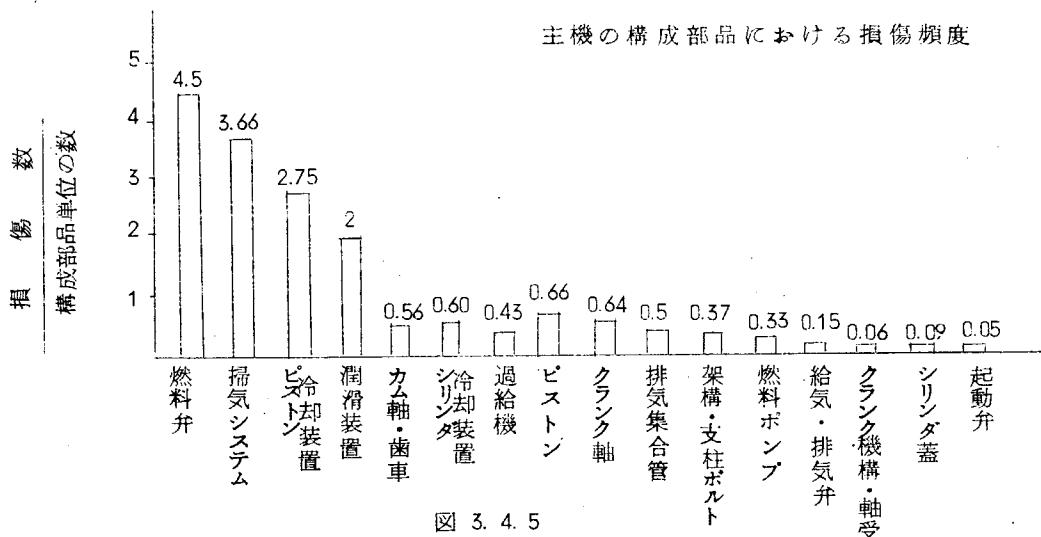


図 3. 4. 5

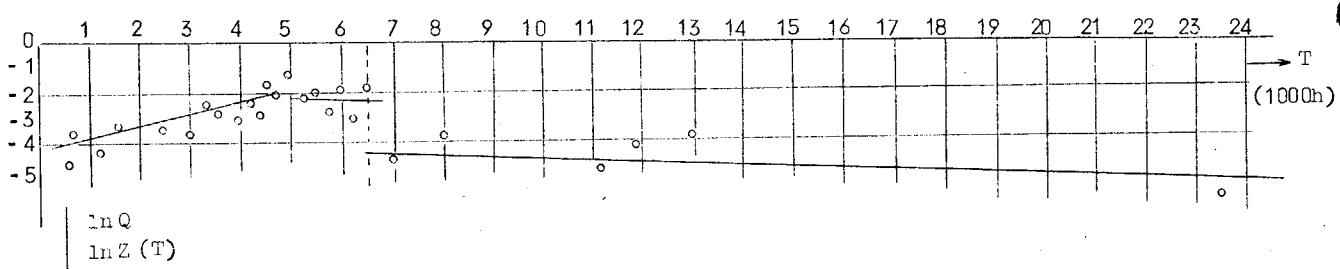


図 3. 4. 6

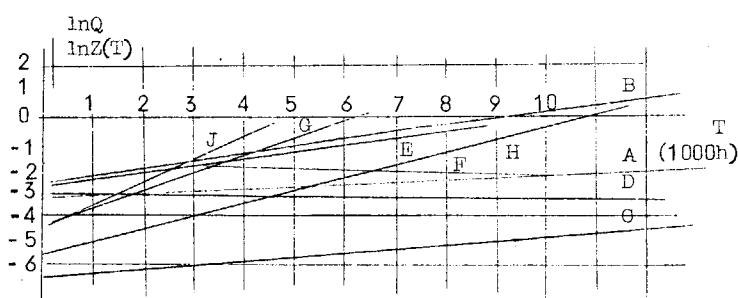


図 3. 4. 7

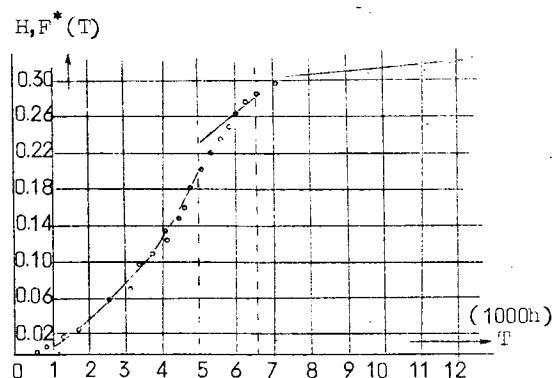


図 3. 4. 8

## 4. むすび

近年、船舶の現装機器の信頼性については建造者も運航者も内外ともに深い関心事であり、わが國海運界においても今後真の意味での経済性の向上とその安定した発展をはかるためには適確な基礎資料にもとづく実態に即応した合理的運航管理方式を策定することが緊急の課題となっている。

本部会は昭和40年5月発足以来、この問題の解明に關係の深い資料の一つである船舶の現装機器の信頼性についての調査研究に取組んできたが、この活動は本年度をもって終了することとなった。

顧みればこのような長期にわたる計画的調査が実行上いかに困難なものであったかを今さらのように強く感じるとともに、この調査の趣旨をよく認識せられ、協力して下さった調査対象船の乗組員および関係者各位に対し、衷心から感謝の意を表する次第である。

本部会の調査は、初期においては部会の目的とする現装機器の信頼性の実態を信頼性工学の観点からできるかぎり精確に把握するための基礎的調査方法の検討であり、実船調査では訪船調査などによる具体的問題について検討を加えて遂次調査対象船の拡大をはかる一方、収集資料は厳密な精度への配慮のもとにまとめられて整理と解析を行なつてきた。かくて調査対象船はディーゼル船合計28隻に達し、収集資料は故障整備に関するデータとして完全にスクリーニングされ、カード化されたものが実に23,201件に及んでいる。

本調査研究の成果として重要なことは、過去5ヶ年間にかくも多数の貴重な資料が、わが國海運界の代表的船舶から収集できたことであり、それらの資料を機器製造者および運航者に対しそのまま提供できることである。また、この間において本調査の意義と重要性について広く一般の認識を高めることができたこと、完成された調査表、故障コード表および電算機のための故障カード化等の各方式が今後の故障調査のために、あるいは信頼性の管理に必要な調査方法の基準的なものを完成することができたことである。

本部会においては、これら的方式にもとづき、多くの資料についての解析を多数試み、試案として種々の解析結果を提供しているが、この貴重な資料は今後もいろいろな解析によって正しく評価され、船舶機器の信頼性の実態把握に、また、機器の保守と整備、整備と信頼性の関係または機器自動化の程度等の指向や解明となって、造船ならびに海運の発展のために寄与されるものと期待している。

なお、これらのIBMカード化資料等は日本造船研究協会に保管されるので、広く活用されれば幸である。

# 故障コード表

本故障コード表は、例示によって、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、不統一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って、調査表の記入に際しては、例示にならって、具体的に記述して下さい。

つぎに、本故障コード表に分類した機器は、航を推進するのに直接關係のあるもののみとしました。そして、その内容は次のとおりであります。

機器分類(1)	主 機	1頁～6頁
(2)	発電機ディーゼル	7頁～13頁
(3)	機室補機	13頁～25頁
(4)	電気機器	25頁～26頁
(5)	補機ならびに排ガスボイラー	26頁～28頁
(6)	管系と弁	28頁～29頁
(7)	自動制御・遠隔操作装置と計器	30頁～33頁



機器分類		構成部品分類	部品分類	故障分類	作業分類	監測の検正替替
1 主 機	15 主 軸 受	ホワイトメタル 受付ボルト 油注入	電極 熱離	電極 熱離 折損 摩耗 焼欠	取扱増点調 整・修復・ ツキン取扱	他の監測の 修理度調査 の他
1 主 機	16 ピスキャン	クラウン ボルト スカート リング スクリン 位置指定なし	電極 熱離 口一	電極 熱離 折損 摩耗 焼欠	取扱増点調 整(湖)正テス ツキン取扱	他の監測の 修理度調査 の他
1 主 機	17 ドビスタフィン・ボックス	クラウン取付部 防火軸嵌合部 スタフン・リング リング押え 取付ボルト	電極 熱離	電極 熱離 折損 摩耗 焼欠	取扱増点調 整・ツキン取 扱	他の監測の 修理度調査 の他
1 主 機	18 クロス・ヘッド	クロスヘッド 受締付ボルト クロスヘッド注油孔	ドレン管 位置指定なし	電極 熱離 折損 摩耗 焼欠	取扱増点調 整・ツキン取 扱	他の監測の 修理度調査 の他
1 主 機	19 コネクティング・ロッド	ピニオン クロスヘッドメタル ガイドとガイドシュー 軸受締付ボルト	電極 熱離	電極 熱離 折損 摩耗 焼欠	取扱増点調 整・ツキン取 扱	他の監測の 修理度調査 の他
1 主 機	20 クランク軸	ピニオン アジャイヤ カッブリング カッブリングボルト バランスエイド取付ボルト	位置指定なし	電極 熱離 折損 焼欠	取扱増点調 整・ツキン取 扱	他の監測の 修理度調査 の他

機器分類		構成部品分類	故障分類	作業分類	修理備考
1. 主 機	21 クランク軸受	1 ホワイト金属 2 軸受 3 クランク・ピン・ボルト	1 磨耗 2 熱損傷 3 過度の摩耗 4 摧毀 5 指定なし	1 取り外し 2 布点 3 鋼錠 4 当注 5 油注入 6 液温 7 油漏れ 8 油漏れ 9 油漏れ	1 取り外し 2 布点 3 鋼錠 4 当注 5 油注入 6 液温 7 油漏れ 8 油漏れ 9 油漏れ
1. 主 機	22 力ム軸と同駆動装置	1 軸 2 キー 3 軸 4 ギヤ 5 ローラーチェーン 6 カバー 7 カップリングボルト 8 張力装置 9 位置指定なし	1 折損 2 摔落 3 表面 4 制動 5 摩擦 6 摩耗 7 换装 8 位置指定なし	1 取り外し 2 布点 3 鋼錠 4 当注 5 油注入 6 液温 7 油漏れ 8 油漏れ 9 油漏れ	1 取計調査 2 調査点表 3 測定 4 油受 5 手取 6 滑り 7 油受 8 油受 9 油受
1. 主 機	23 燃料ポンプ・同駆動装置・蓄圧管・高圧管、一次ポンプ	1 ハウジング本体 2 プランジャー・バルブ 3 スプリング 4 吸入口 5 駆動レバー 6 カム・ローラ 7 ブッシュ・軸受 8 管 9 位置指定なし	1 折損 2 曲折 3 表面 4 制動 5 摩擦 6 摩耗 7 换装 8 位置指定なし	1 取り外し 2 布点 3 鋼錠 4 当注 5 油注入 6 液温 7 油漏れ 8 油漏れ 9 油漏れ	1 取計調査 2 調査点増 3 測定 4 油受 5 手取 6 滑り 7 油受 8 油受 9 油受
1. 主 機	24 燃 料弁	1 本体 2 ニードルバルブ 3 スプリング 4 チップ 5 キャップナット 6 ドレン弁 7 プラミング弁・同管 8 位置指定なし	1 壓力不規則 2 噴射 3 不規則 4 噴射 5 不規則 6 噴射 7 不規則 8 位置指定なし	1 取り外し 2 布点 3 鋼錠 4 当注 5 油注入 6 液温 7 油漏れ 8 油漏れ 9 油漏れ	1 取計調査 2 調査点増 3 測定 4 油受 5 手取 6 滑り 7 油受 8 油受 9 油受
1. 主 機	25 吸排気弁	1 弁 2 スプリング 3 ガイドブッシュ 4 スプリング・ガイド 5 コーンピース 6 リューブリケーター 7 位置指定なし	1 壓力不規則 2 噴射 3 不規則 4 噴射 5 不規則 6 噴射 7 不規則 8 位置指定なし	1 取り外し 2 布点 3 鋼錠 4 当注 5 油注入 6 液温 7 油漏れ 8 油漏れ 9 油漏れ	1 取計調査 2 調査点増 3 測定 4 油受 5 手取 6 滑り 7 油受 8 油受 9 油受
1. 主 機	26 吸・排気弁駆動装置	1 力ム 2 ローラ・ローラガイド 3 ブッシュ・ロッド 4 ロックナー・アーム 5 オイル・タッショントン 6 バルブ・ピストン 7 リューブリケーター 8 位置指定なし 9 位置指定なし	1 欠損 2 曲折 3 摩擦 4 摧毀 5 换装 6 换装 7 换装 8 位置指定なし 9 位置指定なし	1 取り外し 2 布点 3 鋼錠 4 当注 5 油注入 6 液温 7 油漏れ 8 油漏れ 9 油漏れ	1 取計調査 2 調査点増 3 測定 4 油受 5 手取 6 滑り 7 油受 8 油受 9 油受

機器分類	構成部品分類	故障分類	修理分類	作業分類
1 主 機 27 非気管制弁 同駆動装置	1 弁 2 ベル 3 アリ 4 合 5 ラ 6 ビ 7 リ 8 リン 9 ス	1 裂 2 破 3 壊 4 曲 5 摩 6 漏 7 汚 8 テ 9 ニ	1 取 2 調 3 换 4 点 5 布 6 バ 7 ツ 8 キ 9 ソ	1 整 2 会 3 取 4 换 5 点 6 布 7 バ 8 ツ 9 キ
1 主 機 28 掃 気 弁	1 弁 2 座 3 ス 4 プ 5 リ 6 リン 7 グ 8 リ 9 ニ	1 摩 2 漏 3 汚 4 テ 5 ニ	1 取 2 調 3 换 4 点 5 布 6 バ 7 ツ 8 キ 9 ソ	1 整 2 会 3 取 4 换 5 点 6 布 7 バ 8 ツ 9 キ
1 主 機 29 掃気ポンプ	1 ピストン 2 ベンチ 3 駆動 4 弁 5 切替 6 軸 7 エマー 8 クーラー <sup>ー</sup> 9 位置指定なし	1 欠 2 斷 3 折 4 曲 5 摩 6 漏 7 汚 8 テ 9 ニ	1 取 2 調 3 换 4 点 5 布 6 バ 7 ツ 8 キ 9 ソ	1 整 2 会 3 取 4 换 5 点 6 布 7 バ 8 ツ 9 キ
1 主 機 30 ルーツ式送風機 と同駆動装置	1 ローダー <sup>ー</sup> 2 軸 3 軸 4 軸 5 軸 6 軸 7 軸 8 軸 9 位置指定なし	1 曲 2 烧 3 漏 4 欠 5 漏 6 汚 7 テ 8 ニ	1 取 2 調 3 换 4 点 5 布 6 バ 7 ツ 8 キ 9 ソ	1 整 2 会 3 取 4 换 5 点 6 布 7 バ 8 ツ 9 キ
1 主 機 31 過給機タービン	1 ケロ 2 ロー <sup>ー</sup> 3 軸 4 ブレ 5 ノ 6 軸 7 ラ 8 仕 9 杣	1 欠 2 断 3 折 4 曲 5 摩 6 漏 7 汚 8 テ 9 ニ	1 取 2 調 3 换 4 点 5 布 6 バ 7 ツ 8 キ 9 ソ	1 整 2 会 3 取 4 换 5 点 6 布 7 バ 8 ツ 9 キ
1 主 機 32 過給機プロワー	1 インペラ 2 軸 3 ケー <sup>ー</sup> 4 ラ 5 ビ 6 リ 7 リン 8 フィ <sup>ー</sup> 9 エ <sup>ー</sup> 10 サクション 11 フィルター <sup>ー</sup> 12 位置指定なし	1 曲 2 烧 3 漏 4 欠 5 漏 6 汚 7 テ 8 ニ	1 取 2 調 3 换 4 点 5 布 6 バ 7 ツ 8 キ 9 ソ	1 整 2 会 3 取 4 换 5 点 6 布 7 バ 8 ツ 9 キ

機器分類		構成部品分類	部分分類	故障分類	作業分類	
/ 主 機	33 通給機附屬品		1 L.O.ポンプ 2 L.O.クーラー <sup>1</sup> 3 L.O.ストレーナ 4 エマーカー <sup>1</sup> 5 ギヤ <sup>1</sup> 6 エキスパンジング <sup>1</sup> 7 ブロワー消音器 8 ストレーナ・クリッド 9 位置指定なし	1 損傷 2 腐食 3 破壊 4 漏油 5 漏水 6 汚染 7 油汚 8 油漏 9 の	1 取扱 2 点保 3 潤滑 4 油槽 5 滑油 6 布油 7 槽 8 バッキン 9 入庫	1 故障點検 2 保護装置 3 滑油取扱 4 取扱装置 5 除除装置 6 取扱他 7 替換装置 8 整合せ換機 9 整除装置
/ 主 機	34 操縦装置		1 レバーシング <sup>1</sup> 2 フィールハンドル <sup>1</sup> 3 インターロック <sup>1</sup> 4 危急停止装置 5 位置指定なし	1 折損 2 漏油 3 漏液 4 運転不 5 不良 6 良好 7 その他 8 の	1 取扱 2 点保 3 溶接 4 機構 5 機構 6 機構 7 機構 8 機構 9 機構	1 マンホール 2 チューブ 3 点調査 4 パッキン 5 取扱 6 パッキン 7 取扱 8 パッキン 9 取扱
/ 主 機	35 起動弁		1 手管 2 ブリッジ 3 座 4 プラグ 5 イヤシリンド 6 イヤピストン 7 ピストンリング 8 内部 9 位置指定なし	1 電折 2 漏油 3 漏入 4 不良 5 良好 6 その他 7 の	1 損傷 2 漏油 3 漏入 4 ツバ 5 機構 6 機構 7 機構 8 機構 9 機構	1 取扱 2 点保 3 機構 4 パッキン 5 取扱 6 パッキン 7 取扱 8 パッキン 9 取扱
/ 主 機	36 起動空気管系 空気管制弁		1 手管 2 接続 3 手 4 弁座 5 春座 6 スプリング 7 機構 8 機構 9 位置指定なし	1 電漏 2 折損 3 不良 4 その他 5 の	1 損傷 2 漏油 3 機構 4 機構 5 機構 6 機構 7 機構 8 機構 9 機構	1 取扱 2 点保 3 機構 4 パッキン 5 取扱 6 パッキン 7 取扱 8 パッキン 9 取扱
/ 主 機	37 調速器		1 ピンドル 2 受 3 リング 4 重錘 5 ピン 6 アブリ 7 料斗 8 調整 9 位置 10 指定 11 なし	1 燃耗 2 燃耗 3 燃耗 4 燃耗 5 燃耗 6 燃耗 7 燃耗 8 燃耗 9 燃耗 10 燃耗	1 損耗 2 機構 3 機構 4 機構 5 機構 6 機構 7 機構 8 機構 9 機構	1 取扱 2 開注 3 放油 4 点油 5 機構 6 機構 7 機構 8 機構 9 機構
/ 主 機	38 安全弁		1 弁 2 座 3 村 4 座部 5 付 6 不良 7 不良 8 不良 9 位置指定なし	1 損傷 2 漏油 3 漏入 4 不良 5 不良 6 不良 7 不良 8 不良 9 の	1 損傷 2 漏油 3 漏入 4 不良 5 不良 6 不良 7 不良 8 不良 9 機構	1 取扱 2 削正 3 整合 4 整合 5 壓力 6 調整 7 壓力 8 壓力 9 取扱

機器分類		構成部品分類		部分分類		故障分類		作業分類		替正機除他替整修理除他替正機除入他替調整正検磨替正機除他替測檢接驗替整修機除	
1 主機	39 指圧器弁 指圧回収装置	弁取本	弁材	1 座部体	2 チ ッ	漏焼電ス閉歿	3 チ ッ	1 取摺合・削正	2 点検	3 取替	4 除他
1 主機	40 リュブリケータ 同駆動装置	ストレー ナス サイドグラ ンジ 管接 手 注油ノズル パッキン	位置指定なし	1 リング・ギヤー 2 歯車・チエット・ピン 3 プランジャユニット 4 ストレー ナス 5 サイドグラ ンジ 6 管接 手 7 注油ノズル 8 パッキン 9 位置指定なし	1 チ ッ	亀折漏破閉ス弛作	2 チ ッ	1 取調査 2 増点修	3 撥	4 パッキン取 5 取	6 替整修理
1 主機	41 テレスコ	チューブ パッキンボックス クッションリング ゴンブレッサー スプリング スニフト弁	位置指定なし	1 チューブ 2 パッキンボックス 3 クッションリング 4 ゴンブレッサー 5 スプリング 6 スニフト弁 7 8 9	1 チ ッ	屈折摩	2 (冷却水圧不足)	3 取削点	4 撥	5 パッキン増 6 取	7 替正機除
1 主機	42 輸系	推力軸受 軸間軸進 スリーリー リグナムバイタ 支面材 スタンダードシリンダ	位置指定なし	1 電折焼腐摩 2 受軸受軸 3 中軸進 4 同軸進 5 同軸進 6 スリーリー 7 リグナムバイタ 8 支面材 9 位置指定なし	1 チ ッ	電折焼腐摩 異常	2 常漏水(油)	3 取磨削点研 4 撥	5 パッキン増 6 リグナムバイタ取替 7 注油・油 8 パッキン着入取替増 9 そ	1 取磨削点研 2 調整正検磨 3 替正機除	
1 主機	43 推進器	異 ボルト 異取付 スタッド	位置指定せず	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 チ ッ	電折屈腐欠脱	2 3 4 5 6 7 8 9	1 取計 2 点検 3 溶接 4 撥	5 パッキン取 6 取調 7 取 8 パッキン取 9 そ	1 取計 2 点検 3 溶接 4 撥	
1 主機	44 ターニング・ギヤ	歯嵌輪 脱嵌	位置指定せず	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 チ ッ	電欠歯齧摩 電	2 3 4 5 6 7 8 9	1 取調 2 点検 3 溶接 4 撥	5 パッキン取 6 取調 7 注油 8 パッキン取 9 そ	1 油・油 2 替除	

機器分類・構成部品分類		部分		故障分類		作業分類	
		1	2	3	4	5	6
2 発電機ディーゼル	00	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 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
2 発電機ディーゼル	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 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
2 発電機ディーゼル	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 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
2 発電機ディーゼル	12 シリンダ・ライナー	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 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
2 発電機ディーゼル	13 排気集合管	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 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
2 発電機ディーゼル	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	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
2 発電機ディーゼル	15 主軸受	1 ホワイトメタル 2 軸受裏金 3 缶付ボルト 4 注油管 5 6 7 8 9 位置指定なし	過熱・離熱 過折割潤滑地 熱・焼欠	取回増点調改 陳述整鋏・添錆
2 発電機ディーゼル	16 ピストン	1 ピストン頂部・外周部 2 リング溝部 3 ピストンピン 4 ピストンピン軸受 5 ピストンロッド 6 ピストンリング 7 オイルリング 8 9 位置指定なし	過熱・燒 過折磨曲地 熱・焼 チッコローバーの そ	取回増点 耗損調査 耗損正味 耗損正味 耗損正味
2 発電機ディーゼル	17 クランク軸	1 ピアーナル 2 ジャーナル 3 フライホイール取付部 4 最終ボルト 5 カップリング 6 カップリングボルト 7 8 9 位置指定なし	過屈折燒 過屈折燒 リッタ 厚の そ	取回デフレクション調査 デフレクション調査 点検研究 点検研究 油路掃除 油路掃除
2 発電機ディーゼル	18 クランク軸受	1 ホワイト・メタル 2 軸受裏金 3 クランク・ピン・ボルト 4 5 6 7 8 9 位置指定なし	過熱・離熱 過折割 摩地 熱・焼 欠 そ	取回調節 陳述點検 当該改注 面修・路掃 面修・路掃
2 発電機ディーゼル	19 カム軸と同駆動装置	1 軸 2 キー・キー 3 ギヤー 4 ギヤー 5 ローラーチェーン 6 力ム 7 カップリングボルト 8 9 位置指定なし	過折欠表 面剥離 摩地 そ	取計調点表 調査 面研 面研 除

機器分類	構成部品分類	部分分類	故障分類	作業分類	整備せし 合							
2 発電機ディーゼル	20 燃料ポンプと同駆動装置	1 ハウジング・本体 2 薔压管・高圧管 3 プラジマ・バーレル 4 スプリング 5 吸入・吐出・溢出弁 6 駆動レバー 7 カム・ローラ 8 ブッシュ・軸受 9 位置指定なし	過折曲表ス座漏弛元 2 3 4 5 6 7 8 9 の 面子	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	
2 発電機ディーゼル	21 燃 料 弁	1 本体 2 ニードル・バルブ 3 バルブ・ガイド 4 スプリング・押擣 5 チッブ 6 キャップ・ナット 7 ドレン弁・管 8 冷却水(油)管 9 位置指定なし	亀 2 3 4 5 6 7 8 9 の 焼 3 4 5 6 7 8 9 の 折 4 5 6 7 8 9 の 噴 5 6 7 8 9 の 不 6 7 8 9 の 漏 7 8 9 の 燃 8 9 の 閉 9 そ の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	
2 発電機ディーゼル	22 吸排気弁と同駆動装置	1 力ム 2 ローラ・ローラ・ガード 3 ブッシュ・ロッド 4 ロッカー・アーム 5 弁カイド 6 管 7 弁 8 スプリング・ブッシュなど 9 位置指定なし	亀 2 3 4 5 6 7 8 9 の 焼 3 4 5 6 7 8 9 の 剝 4 5 6 7 8 9 の 漏 5 6 7 8 9 の 摩 6 7 8 9 の 欠 7 8 9 の 腐 8 9 の 食 9 そ の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の
2 発電機ディーゼル	23 適合機タービン	1 ケーシングブ 2 ロータ 3 ブレード 4 ノズル 5 軸 6 軸ラビリンス 7 位置指定なし	亀 2 3 4 5 6 7 8 9 の 焼 3 4 5 6 7 8 9 の 欠 4 5 6 7 8 9 の 腐 5 6 7 8 9 の 漏 6 7 8 9 の 食 7 8 9 の 耗 8 9 の 損 9 そ の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の
2 発電機ディーゼル	24 適合機プロワー	1 インペラ 2 軸 3 ケーシング 4 5 6 7 エマーラクション・ 8 エマーラー 9 位置指定なし	亀 2 3 4 5 6 7 8 9 の 焼 3 4 5 6 7 8 9 の 漏 4 5 6 7 8 9 の 腐 5 6 7 8 9 の 摩 6 7 8 9 の 漏 7 8 9 の 食 8 9 の 耗 9 そ の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の
2 発電機ディーゼル	25 空気燃料管制弁	1 2 3 4 5 6 7 8 9 位置指定なし	亀 2 3 4 5 6 7 8 9 の 漏 3 4 5 6 7 8 9 の 漏 4 5 6 7 8 9 の 漏 5 6 7 8 9 の 漏 6 7 8 9 の 漏 7 8 9 の 漏 8 9 の 漏 9 そ の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の	1 取調査点 2 探 3 利ツ 4 の 5 そ 6 そ 7 の 8 そ 9 の

機器分類	構成部品分類	部分分類	故障分類	作業分類	備考
2 発電機ディーゼル	26 起動弁	1弁座・弁座 2弁桿案内部 3スプリング 4 5 6 7 8 9位置指定なし	1亜折漏 2チック 3 4 5 6 7 8 9その他	1取替 2 3 4 5 6 7 8 9その他	合他
2 発電機ディーゼル	27 調速器	1スビンドル受 2球軸 3重錘ピン 4スプリング 5駆動歯車 6燃料管制リンク 7 8調整ハンドル・リンク 9位置指定なし	1折摩 2焼破 3欠欠 4欠欠 5欠欠 6欠欠 7接不 8連弛 9その他	1取調 2耗点 3付 4損 5着 6良 7緩 8弛 9その他	1取 2調 3点 4接 5不 6連 7弛 8良 9その他
2 発電機ディーゼル	28 安全弁	1弁 2弁座 3スプリング 4リテナー 5 6 7 8 9位置指定なし	1漏 2作 3不 4漏 5作 6不 7漏 8作 9その他	1取削 2削庄 3正 4前 5合 6力 7調 8良 9その他	1正削合 2前力調 3合他替 4他替 5他替 6他替 7他替 8他替 9他替
2 発電機ディーゼル	29 指圧器弁	1弁 2弁座 3 4 5 6 7 8 9位置指定なし	1漏 2漏 3漏 4漏 5漏 6漏 7漏 8漏 9その他	1取替 2合 3点 4漏 5漏 6漏 7漏 8漏 9その他	1取替 2合 3点 4漏 5漏 6漏 7漏 8漏 9その他
2 発電機ディーゼル	30 L.O.ポンプ及 管系 (L.O.ドレンタンクも 含む)	1歯車・軸・軸受 2吸入弁・吐出弁 3ポンプ・ケーシング 4バケツト 5圧力調整弁 6L.O.フーラー・フーラー 7管 8駆動装置 9位置指定なし	1亜裂 2摩 3欠 4腐 5破 6漏 7漏 8漏 9その他	1計 2漏 3点 4油 5保 6液 7止 8取 9保	1計漏点油保 2液止取 3取 4保 5液 6止 7取 8保 9取
2 発電機ディーゼル	31 F.O.供給ポンプ (F.O.プライ マリー・ポンプ) 及管系	1ポンプ・ケーシング 2歯車・軸・軸受 3軸封 4(軸封部は少々カランを含む) 5管 6圧力調整弁 7駆動歯車 8フイルター 9位置指定なし	1亜裂 2欠 3摩 4封 5漏 6漏 7漏 8漏 9モ	1計 2漏 3点 4油 5保 6液 7止 8取 9保	1計漏点油保 2液止取 3取 4保 5液 6止 7取 8保 9取

機器分類	構成部品分類	部分分類	故障分類	作業分類	監測せん	
2 発電機ディーゼル	32 J.C.W.P.P及び管系	1 ポンプケーシング 2 吸入弁及吐出弁 3 バイオル軸 4 ベルト 5 軸 6 封止装置 7 駆動装置 8 ストレーリング 9 位置指定なし	1 電機摩耗 2 破壊 3 漏泄 4 圧縮 5 吐出 6 不規則 7 不整 8 不良 9 その他	1 取扱増点 2 増点 3 増点 4 増点 5 増点 6 増点 7 増点 8 増点 9 増点	1 取扱 2 増点 3 増点 4 増点 5 増点 6 増点 7 増点 8 増点 9 増点	1 取扱 2 増点 3 増点 4 増点 5 増点 6 増点 7 増点 8 増点 9 増点
2 発電機ディーゼル	33 機構及危急装置	1 レバーリング 2 機械停止装置 3 L.O.トリップ 4 リード 5 フラム 6 ルス 7 ラブリス 8 リング 9 位置指定なし	1 電機摩耗 2 破壊 3 漏泄 4 不規則 5 不整 6 不良 7 その他	1 取扱 2 増点 3 増点 4 増点 5 増点 6 増点 7 増点 8 増点 9 増点	1 取扱 2 増点 3 増点 4 増点 5 増点 6 増点 7 増点 8 増点 9 増点	1 取扱 2 増点 3 増点 4 増点 5 増点 6 増点 7 増点 8 増点 9 増点
2 ターボ発電機	34 本体	1 ケーシング 2 軸 3 ブレード 4 ダイヤフラム 5 ノーラ 6 ブリス 7 ラブリン 8 リング 9 位置指定なし	1 電機欠損 2 摩擦 3 漏泄 4 不規則 5 不整 6 不良 7 その他	1 取扱 2 増点 3 増点 4 増点 5 増点 6 増点 7 増点 8 増点 9 増点	1 取扱 2 増点 3 増点 4 増点 5 増点 6 増点 7 増点 8 増点 9 増点	1 取扱 2 増点 3 増点 4 増点 5 増点 6 増点 7 増点 8 増点 9 増点
2 ターボ発電機	35 蒸気加減弁	1 本体 2 弁 3 ブリス 4 ブリス 5 ブリス 6 ブリス 7 ブリス 8 ブリス 9 位置指定なし	1 電機折断 2 摩擦 3 破壊 4 漏泄 5 不規則 6 不整 7 不良 8 その他	1 取扱 2 増点 3 増点 4 増点 5 増点 6 增点 7 増点 8 増点 9 増点	1 取扱 2 増点 3 増点 4 増点 5 増点 6 増点 7 増点 8 増点 9 増点	1 取扱 2 増点 3 増点 4 増点 5 増点 6 増点 7 増点 8 増点 9 増点
2 ターボ発電機	36 サーボモーター	1 本体 2 軸 3 ベルト 4 パーツ 5 ブラム 6 ブラム 7 ブラム 8 ブラム 9 位置指定なし	1 電機折断 2 摩擦 3 破壊 4 漏泄 5 不規則 6 不整 7 不良 8 その他	1 取扱 2 増点 3 増点 4 増点 5 増点 6 増点 7 増点 8 増点 9 増点	1 取扱 2 増点 3 増点 4 増点 5 増点 6 増点 7 増点 8 増点 9 増点	1 取扱 2 増点 3 増点 4 増点 5 増点 6 増点 7 増点 8 増点 9 増点
2 ターボ発電機	37 主軸受	1 ホワイトメタル 2 受付 3 軸 4 軸 5 軸 6 軸 7 軸 8 軸 9 位置指定なし	1 電機熱 2 折裂 3 漏泄 4 不規則 5 不整 6 不良 7 その他	1 取扱 2 増点 3 増点 4 増点 5 増点 6 増点 7 増点 8 増点 9 増点	1 取扱 2 増点 3 増点 4 増点 5 増点 6 増点 7 増点 8 増点 9 増点	1 取扱 2 増点 3 増点 4 増点 5 増点 6 増点 7 増点 8 増点 9 増点

機器分類	構成部品分類	部分分類	故障分類	作業分類	代替検測
スターボ発電機	38 挂力軸受	1 力 ラ ード 2 パ ツ ハ ル ダ 3 パ ッ ド ハ ル ダ 4 5 6 7 8 9 位置指定なし	1 龜 騰 摩 磨 2 热 離 離 3 4 5 6 7 8 9	1 取 鋳 点 間 間 2 損 損 耗 耗 3 燃 燃 火 火 4 5 6 7 8 9	1 取 鋳 点 間 間 2 損 損 耗 耗 3 燃 燃 火 火 4 5 6 7 8 9
スターボ発電機	39 調速器	1 ピ ン ド 2 ス ル 受 3 球 重 4 動 駆 5 斥 6 7 8 9 位置指定なし	1 折 摩 燃 破 2 破 膠 伸 3 膠 連 4 膠 連 5 受 ナ グ 6 単 ク 7 8 9	1 反 調 点 掃 2 换 付 换 换 3 换 着 良 緩 4 换 着 良 緩 5 付 换 着 良 6 緩 伸 换 着 7 緩 伸 换 着 8 緩 伸 换 着 9	1 反 調 点 掃 2 换 付 换 换 3 换 着 良 緩 4 换 着 良 緩 5 付 换 着 良 6 緩 伸 换 着 7 緩 伸 换 着 8 緩 伸 换 着 9
スターボ発電機	40 危急装置	1 過速度停止装置 2 L.O.トリップ 3 高背圧トリップ 4 真空破壊装置 5 6 7 8 9 位置指定なし	1 過速度停止装置 2 L.O.トリップ 3 高背圧トリップ 4 真空破壊装置 5 6 7 8 9	1 取 調 点 掃 2 不 動 不 動 3 不 動 不 動 4 不 動 不 動 5 不 動 不 動 6 不 動 不 動 7 不 動 不 動 8 不 動 不 動 9 不 動 不 動	1 取 調 点 掃 2 不 動 不 動 3 不 動 不 動 4 不 動 不 動 5 不 動 不 動 6 不 動 不 動 7 不 動 不 動 8 不 動 不 動 9 不 動 不 動
2 ターボ発電機	41 蒸気管系	1 パソキン蒸気鍋 2 蒸 気 管 3 管 4 5 6 7 8 9 位置指定なし	1 電漏 腐食 2 3 4 5 6 7 8 9	1 取 増 調 整 2 不 足 不 足 3 不 足 不 足 4 不 足 不 足 5 不 足 不 足 6 不 足 不 足 7 不 足 不 足 8 不 足 不 足 9 不 足 不 足	1 取 增 調 整 2 不 足 不 足 3 不 足 不 足 4 不 足 不 足 5 不 足 不 足 6 不 足 不 足 7 不 足 不 足 8 不 足 不 足 9 不 足 不 足
2 ターボ発電機	42 L.O.ポンプ及管系	1 齧車、輪 軸受 2 吸入弁、吐出弁 3 ポンプケーシング 4 圧力調整弁 5 L.O.ストラーフィルター 6 管 7 接 8 バ ケ ッ 9 位置指定なし	1 龜 摩 欠 摧 2 摧 漏 吐 汚 3 漏 口 手 ト 4 不 閉 不 閉 5 不 閉 不 閉 6 不 閉 不 閉 7 不 閉 不 閉 8 不 閉 不 閉 9 不 閉 不 閉	1 取 計 漏 点 油 掃 2 不 閉 不 閉 3 不 閉 不 閉 4 不 閉 不 閉 5 不 閉 不 閉 6 不 閉 不 閉 7 不 閉 不 閉 8 不 閉 不 閉 9 不 閉 不 閉	1 取 計 漏 点 油 掃 2 不 閉 不 閉 3 不 閉 不 閉 4 不 閉 不 閉 5 不 閉 不 閉 6 不 閉 不 閉 7 不 閉 不 閉 8 不 閉 不 閉 9 不 閉 不 閉
スターボ発電機	火滅機	1 ケ 大 小 軸 2 齧 軸 3 油 力 4 注 入 出 5 接 接 6 手 手 7 8 9 位置指定なし	1 ケ 一 シ ン グ 2 齧 軸 3 4 5 6 7 8 9	1 取 間 増 点 調 鋳 摘 2 燃 食 换 换 3 燃 食 换 换 4 燃 食 换 换 5 燃 食 换 换 6 燃 食 换 换 7 燃 食 换 换 8 燃 食 换 换 9 燃 食 换 换	1 取 間 增 点 調 鋳 摘 2 燃 食 换 换 3 燃 食 换 换 4 燃 食 换 换 5 燃 食 换 换 6 燃 食 换 换 7 燃 食 换 换 8 燃 食 换 换 9 燃 食 换 换

機器分類	構成部品分類	故障部位	原因	作業分類									
				漏食損度	調整	止	修理	水栓の除正	取扱漏	止	修理	水栓の除正	取扱漏
2 ターボ発電機 44 積水器	本管 バフル室 水防錠 レベル調整装置	本管 バフル室 水防錠 レベル調整装置	腐食破漏汚染 不動	1 2 3 4 5 6 7 8 9	位置指定なし	その他	漏食損度	調整	止	修理	水栓の除正	取扱漏	止
2 ターボ発電機 45 エジエクター	ノズル デフューザー 冷却	ノズル デフューザー 冷却	断面汚真漏	1 2 3 4 5 6 7 8 9	位置指定なし	その他	漏食損度	調整	止	修理	水栓の除正	取扱漏	止
2 ターボ発電機 46 グランドコンデンサ	本管 バフル室 注気ファン	本管 バフル室 注気ファン	電腐破漏汚染	1 2 3 4 5 6 7 8 9	位置指定なし	その他	漏食損度	調整	止	修理	水栓の除正	取扱漏	止
3 機室補機 100				1 2 3 4 5 6 7 8 9	位置指定なし	その他							
3 機室補機 10 海水冷却ポンプ	軸受 軸封 マウスリング 封止	軸受 軸封 マウスリング 封止	電腐摩耗 軸折れ 漏出	1 2 3 4 5 6 7 8 9	位置指定なし	その他	漏食損度	調整	止	修理	水栓の除正	取扱漏	止

機器分類 構成部品分類	部分分類	故障分類	作業分類	替測せん 台
3 機室補機 11 ジャケット清水ポンプ	1 ケーリング 2 インペラ 3 軸・接続 4 ライナ(スリーブ) 5 軸封 6 軸 7 マウスリング 8 位置指定なし	電腐摩破屈折吐漏元 出圧力不足の そ	1 取計槽点 2 溶掃 3 パッキン取替・増入 4 换入 5 その他	1 取計槽点 2 合
3 機室補機 12 ピストン清水ポンプ	1 ケーリング 2 インペラ 3 軸 4 ライナ(スリーブ) 5 軸封 6 軸 7 マウスリング 8 位置指定なし	電腐摩破屈折吐漏元 出圧力不足の そ	1 取計槽点 2 溶掃 3 パッキン取 4 その他	1 取計槽点 2 合
3 機室補機 13 予備冷却水ポンプ	1 ケーリング 2 インペラ 3 軸 4 ライナ(スリーブ) 5 軸封 6 軸 7 マウスリング 8 位置指定なし	電腐摩破屈折吐漏元 出圧力不足の そ	1 取計槽点 2 溶掃 3 パッキン取 4 その他	1 取計槽点 2 合
3 機室補機 14 L.O.ポンプ (車式) (ねじ式)	1 主從ヶ 2 齒 3 一 4 力 5 軸 6 軸 7 封 8 位置指定なし	電腐摩破屈折吐漏元 出圧力不足の そ	1 取計槽点 2 溶掃 3 パッキン取 4 その他	1 取計槽点 2 合
3 機室補機 15 潤滑油ポンプ (往復動式)	1 ケーリング 2 ベルト 3 吸入 4 ピストン 5 ラクラウン 6 軸 7 駆動 8 軸 9 位置指定なし	電腐摩破漏 出圧力不足の そ	1 取計槽点 2 溶掃 3 パッキン取 4 その他	1 取計槽点 2 合
3 機室補機 16 燃料弁冷却油 (水)ポンプ	1 主從ヶ 2 齒 3 一 4 力 5 軸 6 軸 7 封 8 インペラ・マウスリング 9 位置指定なし	電腐摩破漏 出圧力不足の そ	1 取計槽点 2 溶掃 3 パッキン取 4 その他	1 取計槽点 2 合

機器分類	構成部品分類	部分分類	故障分類	作業分類	
3 機室補機	17 燃料油ブースタ (サービス)ポンプ	1 主歯車 2 従歯車 3 ケーシング 4 圧力調整弁 5 軸受 6 軸封部 7 軸封部 8 位置指定なし	1 魚腐摩 2 破漏 3 折 4 吐出圧力不足 5 その他	1 取替 2 取替 3 取替 4 製食耗損 5 減損 6 损足 7 帰 8 パッキン取替 9 その他	合 合 除 替 他
3 機室補機	18 給水ポンプターピン	1 ケーシング 2 ブレードノズル 3 軸 4 パッキン 5 軸受 6 トリップ装置 7 ガバナ 8 オイルポンプ 9 位置指定なし	1 魚腐 2 欠屈 3 腐摩 4 曲 5 漏 6 作汚 7 不動 8 汚 9 その他	1 製損 2 曲食耗 3 油良損 4 溶接 5 ボンド充 6 握 7 帰 8 パッキン取替 9 その他	合 隙 調整 検 除 替 他
3 機室補機	19 全上 ポンプ	1 ケーシング 2 インペラ 3 軸 4 ライナ(スリーブ) 5 軸受 6 軸封部 7 マウスリング 8 位置指定なし	1 魚腐 2 破漏 3 屈 4 折 5 曲 6 漏 7 吐出圧力不足 8 漏 9 その他	1 取替 2 取替 3 取替 4 製食耗損 5 曲損 6 漏 7 帰 8 パッキン取替 9 その他	合 合 接 除 替 他
3 機室補機	20 給水ポンプ (電動渦巻式)	1 ケーシング 2 インペラ 3 軸 4 ライナ(スリーブ) 5 軸受 6 軸封部 7 マウスリング 8 位置指定なし	1 魚腐 2 破漏 3 屈 4 折 5 曲 6 漏 7 吐出圧力不足 8 漏 9 その他	1 取替 2 取替 3 取替 4 製食耗損 5 曲損 6 漏 7 帰 8 パッキン取替 9 その他	合 接 除 替 他
3 機室補機	21 給水ポンプ (蒸気直動式蒸気側)	1 蒸気シリンダー 2 蒸気弁 3 ピストン 4 ピストンリング 5 ピストンロッド 6 バルブロッド 7 軸封部 8 ロストモション調節棒 9 位置指定なし	1 魚腐 2 破漏 3 気洩 4 気洩 5 蒸 6 折 7 屈 8 その他	1 取替 2 取替 3 取替 4 製食耗損 5 曲損 6 漏 7 帰 8 パッキン取替 9 その他	合 接 除 替 他
3 機室補機	22 給水ポンプ (蒸気直動式給水側)	1 ポンプシリンダー 2 吸入吐出弁 3 シリンダーライナー 4 ピストン 5 ピストンリング 6 ピストンロッド 7 軸封部 8 位置指定なし	1 魚腐 2 破漏 3 その他	1 取替 2 取替 3 取替 4 製食耗損 5 減損 6 漏 7 帰 8 パッキン取替 9 その他	合 接 除 替 他

機器分類	構成部品分類	部 分 分類	故障分類	作業分類	普測せ 檢	接除替他	普測せ 檢	接除替他	普測せ 檢	接除替他	普測せ 檢
3 機室補機 23 給水メークアップポンプ		1 ケインペラ軸 2 インペル軸 3 軸封 4 マウスリング 5 位置指定なし	亜腐摩破屈折吐漏その他 出圧力不足の	1 取計摺点溶掃バソ 2 取計摺点溶掃バソ 3 取計摺点溶掃バソ 4 取計摺点溶掃バソ 5 取計摺点溶掃バソ 6 取計摺点溶掃バソ 7 取計摺点溶掃バソ 8 取計摺点溶掃バソ 9 取計摺点溶掃バソ	1 取計摺点溶掃バソ 2 取計摺点溶掃バソ 3 取計摺点溶掃バソ 4 取計摺点溶掃バソ 5 取計摺点溶掃バソ 6 取計摺点溶掃バソ 7 取計摺点溶掃バソ 8 取計摺点溶掃バソ 9 取計摺点溶掃バソ	合	合	合	合	合	合
3 機室補機 24 排ガスボイラ給水ポンプ		1 ケインペラ軸 2 インペラ軸 3 軸封 4 マウスリング 5 位置指定なし	亜腐摩破屈折吐漏その他 出圧力不足の	1 取計摺点溶掃バソ 2 取計摺点溶掃バソ 3 取計摺点溶掃バソ 4 取計摺点溶掃バソ 5 取計摺点溶掃バソ 6 取計摺点溶掃バソ 7 取計摺点溶掃バソ 8 取計摺点溶掃バソ 9 取計摺点溶掃バソ	1 取計摺点溶掃バソ 2 取計摺点溶掃バソ 3 取計摺点溶掃バソ 4 取計摺点溶掃バソ 5 取計摺点溶掃バソ 6 取計摺点溶掃バソ 7 取計摺点溶掃バソ 8 取計摺点溶掃バソ 9 取計摺点溶掃バソ	合	合	合	合	合	合
3 機室補機 25 排ガスボイラ循環ポンプ		1 ケインペラ軸 2 インペラ軸 3 軸封 4 マウスリング 5 位置指定なし	亜腐摩破屈折吐漏その他 出圧力不足の	1 取計摺点溶掃バソ 2 取計摺点溶掃バソ 3 取計摺点溶掃バソ 4 取計摺点溶掃バソ 5 取計摺点溶掃バソ 6 取計摺点溶掃バソ 7 取計摺点溶掃バソ 8 取計摺点溶掃バソ 9 取計摺点溶掃バソ	1 取計摺点溶掃バソ 2 取計摺点溶掃バソ 3 取計摺点溶掃バソ 4 取計摺点溶掃バソ 5 取計摺点溶掃バソ 6 取計摺点溶掃バソ 7 取計摺点溶掃バソ 8 取計摺点溶掃バソ 9 取計摺点溶掃バソ	合	合	合	合	合	合
3 機室補機 26 噴燃ポンプ		1 主歯シヤク 2 齧歯シヤク 3 一力調軸 4 軸封 5 受部 6 位置指定なし	亜腐摩破漏折吐漏その他 出圧力不足の	1 取計摺点溶掃バソ 2 取計摺点溶掃バソ 3 取計摺点溶掃バソ 4 取計摺点溶掃バソ 5 取計摺点溶掃バソ 6 取計摺点溶掃バソ 7 取計摺点溶掃バソ 8 取計摺点溶掃バソ 9 取計摺点溶掃バソ	1 取計摺点溶掃バソ 2 取計摺点溶掃バソ 3 取計摺点溶掃バソ 4 取計摺点溶掃バソ 5 取計摺点溶掃バソ 6 取計摺点溶掃バソ 7 取計摺点溶掃バソ 8 取計摺点溶掃バソ 9 取計摺点溶掃バソ	合	合	合	合	合	合
3 機室補機 27 精用水ポンプ		1 ケインペラ軸 2 インペラ軸 3 軸封 4 マウスリング 5 位置指定なし	亜腐摩破屈折吐漏その他 出圧力不足の	1 取計摺点溶掃バソ 2 取計摺点溶掃バソ 3 取計摺点溶掃バソ 4 取計摺点溶掃バソ 5 取計摺点溶掃バソ 6 取計摺点溶掃バソ 7 取計摺点溶掃バソ 8 取計摺点溶掃バソ 9 取計摺点溶掃バソ	1 取計摺点溶掃バソ 2 取計摺点溶掃バソ 3 取計摺点溶掃バソ 4 取計摺点溶掃バソ 5 取計摺点溶掃バソ 6 取計摺点溶掃バソ 7 取計摺点溶掃バソ 8 取計摺点溶掃バソ 9 取計摺点溶掃バソ	合	合	合	合	合	合
3 機室補機 28 ビルジバラストポンプ		1 ケインペラ軸 2 インペラ軸 3 軸封 4 マウスリング 5 位置指定なし	亜腐摩破屈折吐漏その他 出圧力不足の	1 取計摺点溶掃バソ 2 取計摺点溶掃バソ 3 取計摺点溶掃バソ 4 取計摺点溶掃バソ 5 取計摺点溶掃バソ 6 取計摺点溶掃バソ 7 取計摺点溶掃バソ 8 取計摺点溶掃バソ 9 取計摺点溶掃バソ	1 取計摺点溶掃バソ 2 取計摺点溶掃バソ 3 取計摺点溶掃バソ 4 取計摺点溶掃バソ 5 取計摺点溶掃バソ 6 取計摺点溶掃バソ 7 取計摺点溶掃バソ 8 取計摺点溶掃バソ 9 取計摺点溶掃バソ	合	合	合	合	合	合

機器分類	構成部品分類	部品分類	故障分類	作業分類	監測せん	接除替他監測せん
3 機室補機 29 バラストポンプ	ケーンペラライナ(スリーブ)軸封部マウスリング	ケーンペラライナ(スリーブ)軸封部マウスリング	電腐摩破屈折吐漏位置指定なしグート出力不足	取計摺点溶掃バテ取計摺点掃バテ取計摺点溶掃バテ取計摺点	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 2 3 4 5 6 7 8 9	合 取 キン の 合 取 キン の 合 取 キン の 合 取 キン の
3 機室補機 30 ビルジポンプ。(電動ピストン式)	ケバ吸入口ピストンロッド軸受蓋部封部位置指定なしグート出力不足	ケバ吸入口ピストンロッド軸受蓋部封部位置指定なしグート出力不足	電腐摩破屈折吐漏位置指定なしグート出力不足	取計摺点溶掃バテ取計摺点掃バテ取計摺点溶掃バテ取計摺点	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 2 3 4 5 6 7 8 9	合 取 キン の 合 取 キン の 合 取 キン の 合 取 キン の
3 機室補機 31 サニタリーポンプ	ケイシングラライナ(スリーブ)軸封部マウスリング	ケイシングラライナ(スリーブ)軸封部マウスリング	電腐摩破屈折吐漏位置指定なしグート出力不足	取計摺点溶掃バテ取計摺点掃バテ取計摺点溶掃バテ取計摺点	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 2 3 4 5 6 7 8 9	合 取 キン の 合 取 キン の 合 取 キン の 合 取 キン の
3 機室補機 32 清水ポンプ	ケイシングラライナ(スリーブ)軸封部マウスリング	ケイシングラライナ(スリーブ)軸封部マウスリング	電腐摩破屈折吐漏位置指定なしグート出力不足	取計摺点溶掃バテ取計摺点掃バテ取計摺点溶掃バテ取計摺点	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 2 3 4 5 6 7 8 9	合 取 キン の 合 取 キン の 合 取 キン の 合 取 キン の
3 機室補機 33 飲料水ポンプ	ケイシングラライナ(スリーブ)軸封部マウスリング	ケイシングラライナ(スリーブ)軸封部マウスリング	電腐摩破屈折吐漏位置指定なしグート出力不足	取計摺点溶掃バテ取計摺点掃バテ取計摺点溶掃バテ取計摺点	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 2 3 4 5 6 7 8 9	合 取 キン の 合 取 キン の 合 取 キン の 合 取 キン の
3 機室補機 34 緩水泵循環ポンプ	ケイシングラライナ(スリーブ)軸封部マウスリング	ケイシングラライナ(スリーブ)軸封部マウスリング	電腐摩破屈折吐漏位置指定なしグート出力不足	取計摺点溶掃バテ取計摺点掃バテ取計摺点溶掃バテ取計摺点	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 2 3 4 5 6 7 8 9	合 取 キン の 合 取 キン の 合 取 キン の 合 取 キン の

機器分類	構成部品分類	部分分類	故障分類	作業分類
3 機室補機	35 バタワースポンプ タービン	1 ケーシング 2 ブレード、ノズル 3 軸 4 軸封 5 軸 6 トリップ装置 7 タガバナ 8 オイルポンプ 9 位置指定なし	電欠屈摩漏作活そ電腐摩破屈折吐出圧力不足の 1 ケーシング 2 インペラ 3 軸 4 ライナ(スリーブ) 5 軸 6 軸封 7 位置指定なし	裂損曲食耗浅良機他取間隙バ点溶接ボンド充填除 1 取計槽点溶掃パツキンの合 2 2 3 4 5 6 7 8 9
3 機室補機	36 全上ポンプ	1 ケーシング 2 インペラ 3 軸 4 ライナ(スリーブ) 5 軸 6 軸封 7 位置指定なし	電腐摩破屈折吐出圧力不足の 1 ケーシング 2 インペラ 3 軸 4 ライナ(スリーブ) 5 軸 6 軸封 7 位置指定なし	裂食耗損曲損足他取計槽点溶掃パツキンの合 1 取計槽点溶掃パツキンの合 2 2 3 4 5 6 7 8 9
3 機室補機	37 燃料油移送ポンプ (往復動式)	1 ケバ吸込ピク軸 2 吐出ピストン・ロッド軸 3 受置部 4 動装置 5 駆動軸 6 位置指定なし	電腐摩破漏折吐出圧力不足の 1 ケバ吸込ピク軸 2 吐出ピストン・ロッド軸 3 受置部 4 動装置 5 駆動軸 6 位置指定なし	裂食耗損度損定他取計槽点掃パツキンの合 1 取計槽点掃パツキンの合 2 2 3 4 5 6 7 8 9
3 機室補機	38 燃料油移送ポンプ (歯車式)	1 主従ケー 2 軸 3 軸 4 軸封 5 軸 6 軸 7 位置指定なし	電腐摩破漏折吐出圧力不足の 1 主従ケー 2 軸 3 軸 4 軸封 5 軸 6 軸 7 位置指定なし	裂食耗損度損定他取計槽点掃パツキンの合 1 取計槽点掃パツキンの合 2 2 3 4 5 6 7 8 9
3 機室補機	39 ディーゼル油移送ポンプ	1 主従ケー 2 軸 3 軸 4 軸封 5 軸 6 軸 7 位置指定なし	電腐摩破漏折吐出圧力不足の 1 主従ケー 2 軸 3 軸 4 軸封 5 軸 6 軸 7 位置指定なし	裂食耗損度損定他取計槽点掃パツキンの合 1 取計槽点掃パツキンの合 2 2 3 4 5 6 7 8 9
3 機室補機	40 潤滑油移送ポンプ	1 主従ケー 2 軸 3 軸 4 軸封 5 軸 6 軸 7 位置指定なし	電腐摩破漏折吐出圧力不足の 1 主従ケー 2 軸 3 軸 4 軸封 5 軸 6 軸 7 位置指定なし	裂食耗損度損定他取計槽点掃パツキンの合 1 取計槽点掃パツキンの合 2 2 3 4 5 6 7 8 9

機器分類	構成部品分類	故障分類	作業分類	取計點		合	替測せん
				掃除	パック		
3 機室補機 41 海水サービスポンプ	ケーンペグラ 軸封 ライナ(スリーブ) 軸封 軸封	腐食破損 曲損 足損 漏出 の	出圧力不足	取計點	掃除	合	替測せん
3 機室補機 42 冷凍機 冷却水ポンプ	ケーンペグラ 軸封 ライナ(スリーブ) 軸封 軸封	腐食破損 曲損 足損 漏出 の	出圧力不足	取計點	掃除	合	替測せん
3 機室補機 43 ピルチバラスト ポンプ(蒸気直動式)蒸気側	蒸気シリンダー 弁 ピストンリング ピストンロッド バルブロッド 軸封部 ロストモーション調節棒 位置指定なし	蒸腐 シリンダー 弁 ト シング ド ロッド 部 調節棒 なし	腐食 破損 蒸 折屈 漏出 の	溶接	掃除	合	替測せん
3 機室補機 44 ピルチバラスト ポンプ(蒸気直動式)水側	ポンプシリンダー 吸入、吐出弁 シリンダーライナー ピストン ピストンリング ピストンロッド 軸封部 位置指定なし	腐食 漏出 シリンダーライナー ピストン ピストンリング ピストンロッド 軸封部 なし	腐食 漏出 の	取計點	掃除	合	替測せん
3 機室補機 45 荷油ポンプ (タービン)	ケーンペグラ ブレード、ノズル 軸封 軸封 トリップ装置 カバナー オイルポンプ 位置指定なし	欠屈 腐食 漏出 作汚 カバナー オイルポンプ 位置指定なし	腐食 漏出 の	取計點	掃除	合	替測せん
3 機室補機 46 荷油ポンプ (ポンプ)	ケーンペグラ ブレード、ノズル 軸封 軸封 トリップ装置 カバナー オイルポンプ 位置指定なし	欠屈 腐食 漏出 作汚 カバナー オイルポンプ 位置指定なし	腐食 漏出 の	取計點	掃除	合	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
3 機室補機 47		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
3 機室補機 48		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
3 機室補機 49		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
3 機室補機 50 空気圧縮機		1 2 3 4 5 6 7 8 9 シリンダ・カバー ピストン・リング ピストンロッド・ピン クランク軸 弁・弁座取付部 軸受 クラッチ 位置指定なし	亀裂 折損 摩耗 弛緩 漏作 摩擦 モーター 不動面のすべり	取計 調査 削除 掃除 バッキン その他の油取替
3 機室補機 51 制御空気圧縮機		1 2 3 4 5 6 7 8 9 シリンダ・カバー ピストン・リング ピストンロッド・ピン 駆動ベルト クランク軸 弁・弁座取付部 軸受 冷却装置 位置指定なし	亀裂 折損 摩耗 弛緩 漏作 摩擦 モーター 不動面のすべり	取計 調査 削除 掃除 バッキン その他の油取替
3 機室補機 52 非常空気圧縮機		1 2 3 4 5 6 7 8 9 シリンダ・カバー ピストン・リング ピストンロッド・ピン クランク軸 弁・弁座取付部 軸受 原動機 位置指定なし	亀裂 折損 摩耗 弛緩 漏作 摩擦 モーター 不動面のすべり	取計 調査 削除 掃除 バッキン その他の油取替

機器分類	構成部品分類	部 分 分類	故障 分類	作業 分類	替め検								
					取漏点	保掃バランス	修理取扱	除替他替	替測整換	除替他替	替測整換	除替他替	替測整換
3 機室補機 53 空気圧冷却器	力管	一括	亜鉛腐漏	1 取漏点 2 保掃バランス 3 リンクリンク 4 リンクリンク 5 リンクリンク 6 リンクリンク 7 リンクリンク 8 リンクリンク 9 リンクリンク	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9
3 機室補機 54 燃料油清浄機	位置指定なし	汚そ電極摩破漏	バ屈汚そ電極摩破漏	1 取漏点 2 保掃バランス 3 リンクリンク 4 リンクリンク 5 リンクリンク 6 リンクリンク 7 リンクリンク 8 リンクリンク 9 リンクリンク	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9
3 機室補機 55 ディーゼル油清浄機	ケーシング・カバー	電極摩破漏	バ屈汚そ電極摩破漏	1 取漏点 2 保掃バランス 3 リンクリンク 4 リンクリンク 5 リンクリンク 6 リンクリンク 7 リンクリンク 8 リンクリンク 9 リンクリンク	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9
3 機室補機 56 潤滑油清浄機	位置指定なし	電極摩破漏	バ屈汚そ電極摩破漏	1 取漏点 2 保掃バランス 3 リンクリンク 4 リンクリンク 5 リンクリンク 6 スリーヴィング	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9
3 機室補機 57 燃料油清浄機 (グラビトロール)	ケーシング・カバー	電極摩破漏	バ屈汚そ電極摩破漏	1 取漏点 2 保掃バランス 3 駆動歯車 4 軸・軸受 5 ゴムパッキン	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9
3 機室補機 58 ディーゼル油清浄機 (グラビトロール)	位置指定なし	電極摩破漏	バ屈汚そ電極摩破漏	1 取漏点 2 保掃バランス 3 駆動歯車 4 軸・軸受 5 ゴムパッキン	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9

機器分類	構成部品分類	部 分 分 類	故障 分 類	作業 分 類	箇別 整備	除替 他 値 測 整 檢 替
3 機室補機 59 潤滑油清掃機 (グラビートロール)	1 ケーシング・カバー 2 ボール・ディスク 3 駆動歯車・摩擦接手 4 軸・軸受 5 ゴムパッキン 6 リングダム 7 ノズル 8 附属ポンプ 9 位置指定なし	亜腐摩破漏 バ屈汚そ バ閉活そ バ閉汚そ	亜腐摩破漏 バ屈汚そ バ閉活そ バ閉汚そ	取計調点 L. O. 取 掃バソ 取 の	取計調点 L. O. 取 掃バソ 取 の	取計調点 L. O. 取 掃バソ 取 の
3 機室補機 60 燃料油清浄機 (セルフセーエクタ)	1 ケーシング・カバー 2 ボール・ディスク 3 駆動歯車・摩擦接手 4 軸・軸受 5 ゴムパッキン 6 リングダム 7 ベーン・ノズル 8 附属ポンプ 9 位置指定なし	亜腐摩破漏 バ屈汚そ バ閉活そ バ閉汚そ	亜腐摩破漏 バ屈汚そ バ閉活そ バ閉汚そ	取計調点 L. O. 取 掃バソ 取 の	取計調点 L. O. 取 掃バソ 取 の	取計調点 L. O. 取 掃バソ 取 の
3 機室補機 61 ディーゼル油清浄機 (セルフセーエクタ)	1 ケーシング・カバー 2 ボール・ディスク 3 駆動歯車・摩擦接手 4 軸・軸受 5 ゴムパッキン 6 リングダム 7 ベーン・ノズル 8 附属ポンプ 9 位置指定なし	亜腐摩破漏 バ屈汚そ バ閉活そ バ閉汚そ	亜腐摩破漏 バ屈汚そ バ閉活そ バ閉汚そ	取計調点 L. O. 取 掃バソ 取 の	取計調点 L. O. 取 掃バソ 取 の	取計調点 L. O. 取 掃バソ 取 の
3 機室補機 62 潤滑油清浄機 (セルフセーエクタ)	1 ケーシング・カバー 2 ボール・ディスク 3 駆動歯車・摩擦接手 4 軸・軸受 5 ゴムパッキン 6 リングダム 7 ベーン・ノズル 8 附属ポンプ 9 位置指定なし	亜腐摩破漏 バ屈汚そ バ閉活そ バ閉汚そ	亜腐摩破漏 バ屈汚そ バ閉活そ バ閉汚そ	取計調点 L. O. 取 掃バソ 取 の	取計調点 L. O. 取 掃バソ 取 の	取計調点 L. O. 取 掃バソ 取 の
3 機室補機 63 燃油加熱器	1 力管 2 管仕切 3 板 4 板 5 一 6 一 7 一 8 一 9 位置指定なし	腐漏 活そ	腐漏 活そ	食済	止 渦点 保掃バソ 取 の	止 渦点 保掃バソ 取 の
3 機室補機 64 L.O. 清浄機用加熱器	1 力管 2 管仕切 3 板 4 板 5 一 6 一 7 一 8 一 9 位置指定なし	腐漏 活そ	腐漏 活そ	食済	止 渦点 保掃バソ 取 の	止 渦点 保掃バソ 取 の

機器分類		構成部品分類		故障分類		修理分類		作業分類	
3 機室補機				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 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
3 機室補機 70 ピストン清掃クリーナー		力 営社	バ 管 切	一 板 板	位置指定なし	汚 そ 魚 腐 漏	損 他 裂 食 渦	渡 取 漏 点 溶 保 備 パ ツ キ ン 取 の 護 亞 鉛 取 止	渡 取 漏 点 溶 保 備 パ ツ キ ン 取 の 護 亞 鉛 取 止
3 機室補機 71 ジャケット清掃クリーナー		力 営社	バ 管 切	一 板 板	位置指定なし	汚 そ 魚 腐 漏	損 他 裂 食 渦	渡 取 漏 点 溶 保 備 パ ツ キ ン 取 の 護 亞 鉛 取 止	渡 取 漏 点 溶 保 備 パ ツ キ ン 取 の 護 亞 鉛 取 止
3 機室補機 72 潤滑油クリーナー		力 営社	バ 管 切	一 板 板	位置指定なし	汚 そ 魚 腐 漏	損 他 裂 食 渦	渡 取 漏 点 溶 保 備 パ ツ キ ン 取 の 護 亞 鉛 取 止	渡 取 漏 点 溶 保 備 パ ツ キ ン 取 の 護 亞 鉛 取 止
3 機室補機 73 燃料弁冷却水(油)クリーナー		力 営社	バ 管 切	一 板 板	位置指定なし	汚 そ 魚 腐 漏	損 他 裂 食 渦	渡 取 漏 点 溶 保 備 パ ツ キ ン 取 の 護 亞 鉛 取 止	渡 取 漏 点 溶 保 備 パ ツ キ ン 取 の 護 亞 鉛 取 止
3 機室補機 74 発電機清掃クリーナー		力 営社	バ 管 切	一 板 板	位置指定なし	汚 そ 魚 腐 漏	損 他 裂 食 渦	渡 取 漏 点 溶 保 備 パ ツ キ ン 取 の 護 亞 鉛 取 止	渡 取 漏 点 溶 保 備 パ ツ キ ン 取 の 護 亞 鉛 取 止

機器分類	構成部品分類	故障部位	原因	修理方法		備考
				点検	修理	
3 機室補機 75 バタワースヒーター兼ドレンクーラー		電腐漏	汚そ	点溶 保護 バテ	漏止 保掃 パッキン の取 り	
3 機室補機 76 補助復水器		電腐漏	汚そ	点溶 保護 バテ	漏止 保掃 パッキン の取 り	
3 機室補機 77 タンク加熱ドレンクーラー		電腐漏	汚そ	点溶 保護 バテ	漏止 保掃 パッキン の取 り	
3 機室補機 78 抽気エゼクター		電腐漏	汚そ	点溶 保護 バテ	漏止 保掃 パッキン の取 り	
3 機室補機 79 油水分離器(ビクトル)		電腐漏	汚そ	点溶 保護 バテ	漏止 保掃 パッキン の取 り	
3 機室補機 80 油水分離器(タービュロ)		電腐漏	汚そ	点溶 保護 バテ	漏止 保掃 パッキン の取 り	

機器分類	構成部品分類	部分分類	故障分類	作業分類
3 機械式水道装置	加圧装置 蒸気装置 給水装置 附屬装置 冷却装置 位置指定なし	破壊漏作 腐食良 不動	機池	取扱点 運搬止 点検 替換
4 電気機器 00		汚さ の		バッキン取りの その他
4 電気機器 10 ジェネレータ		位置指定なし		捲線 調節 絶縁 取研 掃除 増設 の
4 電気機器 11 モータ		不		調節 ・ 測定 ・ 研磨 ・ 増設 の
4 電気機器 12 励磁機		不		調節 ・ 測定 ・ 研磨 ・ 増設 の

機器分類		構成部品分類		損耗部分		故障部分		修理分類		修理・検査		修理・検査	
4 電気機器	13 主・非常配電盤	1	ブレーカ	1	焼接	1	不	1	取点調節	1	取点調節	1	取点調節
		2	遮断器	2	折絶	2	不	2	研磨	2	研磨	2	研磨
		3	接線	3	短接	3	不	3	接研	3	接研	3	接研
		4	接栓	4	接栓	4	不	4	増	4	増	4	増
		5	端子	5	端子	5	不	5	研	5	研	5	研
		6	端子	6	端子	6	不	6	研	6	研	6	研
		7	端子	7	端子	7	不	7	研	7	研	7	研
		8	端子	8	端子	8	不	8	研	8	研	8	研
		9	端子	9	端子	9	不	9	研	9	研	9	研
4 電気機器	14 配線	1	ブレーカ	1	焼接	1	不	1	取点調節	1	取点調節	1	取点調節
		2	遮断器	2	折絶	2	不	2	研磨	2	研磨	2	研磨
		3	接線	3	短接	3	不	3	接研	3	接研	3	接研
		4	接栓	4	接栓	4	不	4	増	4	増	4	増
		5	端子	5	端子	5	不	5	研	5	研	5	研
		6	端子	6	端子	6	不	6	研	6	研	6	研
		7	端子	7	端子	7	不	7	研	7	研	7	研
		8	端子	8	端子	8	不	8	研	8	研	8	研
		9	端子	9	端子	9	不	9	研	9	研	9	研
4 電気機器	15 スタータおよび コントロールパネル	1	ブレーカ	1	焼接	1	不	1	取点調節	1	取点調節	1	取点調節
		2	遮断器	2	折絶	2	不	2	研磨	2	研磨	2	研磨
		3	接線	3	短接	3	不	3	接研	3	接研	3	接研
		4	接栓	4	接栓	4	不	4	増	4	増	4	増
		5	端子	5	端子	5	不	5	研	5	研	5	研
		6	端子	6	端子	6	不	6	研	6	研	6	研
		7	端子	7	端子	7	不	7	研	7	研	7	研
		8	端子	8	端子	8	不	8	研	8	研	8	研
		9	端子	9	端子	9	不	9	研	9	研	9	研
5 排ガスヒーター	00	1	ブレーカ	1	焼接	1	不	1	取点調節	1	取点調節	1	取点調節
		2	遮断器	2	折絶	2	不	2	研磨	2	研磨	2	研磨
		3	接線	3	短接	3	不	3	接研	3	接研	3	接研
		4	接栓	4	接栓	4	不	4	増	4	増	4	増
		5	端子	5	端子	5	不	5	研	5	研	5	研
		6	端子	6	端子	6	不	6	研	6	研	6	研
		7	端子	7	端子	7	不	7	研	7	研	7	研
		8	端子	8	端子	8	不	8	研	8	研	8	研
		9	端子	9	端子	9	不	9	研	9	研	9	研
5 排ガスヒーター	10 (気缸本体) (エコノマイザー)	1	管	1	腐食	1	不	1	漏漏	1	漏漏	1	漏漏
		2	接栓	2	活塞	2	不	2	漏漏	2	漏漏	2	漏漏
		3	支持	3	研磨	3	不	3	漏漏	3	漏漏	3	漏漏
		4	レコ	4	接栓	4	不	4	漏漏	4	漏漏	4	漏漏
		5	安	5	研磨	5	不	5	漏漏	5	漏漏	5	漏漏
		6		6		6	不	6		6		6	
		7		7		7	不	7		7		7	
		8		8		8	不	8		8		8	
		9		9		9	不	9		9		9	

機器分類		構成部品分類		部品分類		故障分類		作業分類		替り除検	
										止	止
5 排ガスヒーター	11 気正本体 (燃)	腐 漏 破 漏	取 漏 漏 点	不 取 漏 漏 点	そ の の の	食 損 損 度	食 損 損 度	食 損 損 度	食 損 損 度	済 止	他替り除検
5 排ガスヒーター	12 気正本体 (燃)	腐 漏 破 漏	取 漏 漏 点	そ の の の	取 計 算 点	食 損 損 度	食 損 損 度	食 損 損 度	食 損 損 度	済 止	他替り除検
5 排ガスヒーター	13 気正本体 (ケーシング)	腐 漏 破 漏	取 計 算 点	そ の の の	取 計 算 点	食 損 損 度	食 損 損 度	食 損 損 度	食 損 損 度	済 止	他替り除検
5 排ガスヒーター	14 給水系統	腐 漏 破 漏	取 計 算 点	そ の の の	取 計 算 点	食 損 損 度	食 損 損 度	食 損 損 度	食 損 損 度	済 止	他替り除検
5 補助ボイラ	15 気正本体 (1)	腐 漏 破 漏	取 計 算 点	そ の の の	取 計 算 点	食 損 損 度	食 損 損 度	食 損 損 度	食 損 損 度	済 止	他替り除検
5 補助ボイラ	16 気正本体 (2)	腐 漏 破 漏	取 計 算 点	そ の の の	取 計 算 点	食 損 損 度	食 損 損 度	食 損 損 度	食 損 損 度	済 止	他替り除検

機器分類	構成部品分類	部分分類	故障分類	修理分類	作業分類	替整せ検め	除替他替整せ検め
5 補助ボイラ 17 給水系統			1 罐腐破漏汚摩作 2 給水木熱化装置 3 調節器 4 ディアレーター 5 ディオイラ 6 カスクードタンク 7 オブサベーションタンク 8 並、コソク管、接手 9 位置指定なし	1 取調査点漏 2 傷 3 パーツキニンの 4 取 5 渡 6 止 7 合	1 取調査点漏 2 傷 3 パーツキニンの 4 取 5 渡 6 止 7 合	1 取調査点漏 2 傷 3 パーツキニンの 4 取 5 渡 6 止 7 合	1 取調査点漏 2 傷 3 パーツキニンの 4 取 5 渡 6 止 7 合
5 補助ボイラ 18 燃焼系			1 バーナー 2 料遮断接続 3 燃料管 4 トレス 5 ストーブ 6 工ヤ 7 風コーン 8 送風機 9 位置指定なし	1 摩擦破作漏吐汚モ 2 ナ 3 手ナ 4 ナク 5 ナク 6 ナク 7 ナク 8 ナク 9 ナク	1 不動 2 不動 3 不動 4 不動 5 不動 6 不動 7 不動 8 不動 9 不動	1 不動 2 不動 3 不動 4 不動 5 不動 6 不動 7 不動 8 不動 9 不動	1 不動 2 不動 3 不動 4 不動 5 不動 6 不動 7 不動 8 不動 9 不動
6 管系と弁 00			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 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
6 管系の弁 10 燃油管系			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 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
6 管系ヒ弁 11 潤滑油管系			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 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			
6 管系と弁	12 清水管系	1 管・接手 2 電腐 3 ストレー 4 ナ弁・コック 5 カスケートサソク 6 エキスパンションタンク 7 8 9 位置指定なし	1 電腐 2 漏破 3 チック 4 チック 5 チック 6 チック 7 チック 8 チック 9 の	1 裂食 2 漏損 3 増点 4 チック 5 チック 6 チック 7 チック 8 チック 9 他	1 取 2 増 3 点 4 パッキン 5 取 6 墓 7 墓 8 パッキン 9 他	合 締 止 め 除 替 他	替 せ め 検
6 管系と弁	13 海水管系	1 管・接手 2 ストレー 3 ナ弁・コック 4 チック 5 チック 6 チック 7 チック 8 チック 9 位置指定なし	1 電腐 2 漏欠 3 チック 4 チック 5 チック 6 チック 7 チック 8 チック 9 の	1 裂食 2 漏損 3 チック 4 チック 5 チック 6 チック 7 チック 8 チック 9 他	1 取 2 増 3 点 4 パッキン 5 保 6 漏 7 墓 8 パッキン 9 取	合 締 止 め 除 替 他	替 せ め 檢 替 他
6 管系と弁	14 空気管系	1 管 2 接 3 フィルタ 4 弁・コック 5 空気レザバー 6 安全弁・減圧弁 7 8 9 位置指定なし	1 電腐 2 漏破 3 チック 4 チック 5 チック 6 チック 7 チック 8 チック 9 の	1 裂食 2 漏損 3 チック 4 チック 5 チック 6 チック 7 チック 8 チック 9 他	1 取 2 増 3 点 4 パッキン 5 チック 6 チック 7 チック 8 パッキン 9 他	合 締 止 め 除 替 他	替 せ め 檢
6 管系と弁	15 排気管系	1 管 2 形 3 フレ 4 サル 5 切替 6 ダンパー 7 8 9 位置指定なし	1 電腐 2 漏破 3 チック 4 チック 5 チック 6 チック 7 チック 8 チック 9 の	1 裂食 2 漏損 3 チック 4 チック 5 チック 6 チック 7 チック 8 チック 9 他	1 取 2 増 3 点 4 パッキン 5 漏 6 ラッギング 7 墓 8 パッキン 9 取	締 止 め 修 漏 補 除 替 他	替 せ め 檢
6 管系と弁	16 加熱蒸気管 排気管系	1 管・接手 2 タンクヒーティングコイル 3 4 弁・コック 5 ドレンセパレータトラップ 6 7 8 9 位置指定なし	1 電腐 2 漏破 3 チック 4 チック 5 チック 6 チック 7 チック 8 チック 9 の	1 裂食 2 漏損 3 チック 4 チック 5 チック 6 チック 7 チック 8 チック 9 他	1 取 2 増 3 点 4 パッキン 5 修 6 漏 7 墓 8 パッキン 9 取	合 締 止 め 修 漏 除 替 他	替 せ め 檢
6 管系と弁	17 ビルシ管系	1 管・接手 2 ストレー 3 ナ弁・コック 4 5 6 7 8 9 位置指定なし	1 電腐 2 漏破 3 チック 4 チック 5 チック 6 チック 7 チック 8 チック 9 の	1 裂食 2 漏損 3 チック 4 チック 5 チック 6 チック 7 チック 8 チック 9 他	1 取 2 増 3 点 4 パッキン 5 漏 6 墓 7 パッキン 8 取 9 他	合 締 止 め 修 漏 除 替 他	替 せ め 檢

機器分類	構成部品分類	部分分類	故障分類	作業分類	整修理待機	他の整修理待機	他の整修理実行	他の整修理実行	他の整修理実行
7 自動制御・遠隔操作装置と計器	00	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9 短断絶接弛折 縫触	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不
7 自動制御・遠隔操作装置と計器	10 主機制御盤	1 2 3 4 5 6 7 8 9 電源スイッチ フューズ 切替スイッチ 表示器 繼電器	1 2 3 4 5 6 7 8 9 短断絶接弛折 元 短断絶接弛折 縫触	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不
7 自動制御・遠隔操作装置と計器	11 主機燃料ハンドル振縦装置	1 2 3 4 5 6 7 8 9 操作ハンドル ポテンショメータ 増幅器 繼電器	1 2 3 4 5 6 7 8 9 短断絶接弛折 元 短断絶接弛折 縫触	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不
7 自動制御・遠隔操作装置と計器	12 主機前後機械構造	1 2 3 4 5 6 7 8 9 操作ハンドル機構 前後進切換スイッチ 表示器 示電器	1 2 3 4 5 6 7 8 9 短断絶接弛折 元 短断絶接弛折 縫触	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不
7 自動制御・遠隔操作装置と計器	13 主機空気ハンドル機構	1 2 3 4 5 6 7 8 9 操作ハンドル スイッチ 表示器 示電器	1 2 3 4 5 6 7 8 9 短断絶接弛折 元 短断絶接弛折 縫触	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不
7 自動制御・遠隔操作装置と計器	14 主機保護装置	1 2 3 4 5 6 7 8 9 インターロック機構 表示器 緊急停止装置 複数回転数カウント装置 ターニング輪防滑装置	1 2 3 4 5 6 7 8 9 短断絶接弛折 元 短断絶接弛折 縫触	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不	1 2 3 4 5 6 7 8 9 元 取調点修増 不 不

機器分類	機器部品分類	故障分類	修理		他整修理め
			取調点修増	の	
7 自動制御・遠隔操作装置と計器	15 主機リミットスイッチ	短断絶接地折 端子 不不	元取調点修増	の	他整修理め
7 自動制御・遠隔操作装置と計器	16 パワーユニット	短断絶接地折漏 端子 不不	元取調点修増	の	他整修理め
7 自動制御・遠隔操作装置と計器	17 燃料油系統	短断絶接地折漏 端子 不不	元取調点修増	の	他整修理め
7 自動制御・遠隔操作装置と計器	18 潤滑油系統	短断絶接地折漏 端子 不不	元取調点修増	の	他整修理め
7 自動制御・遠隔操作装置と計器	19 冷却水系統	短断絶接地折漏 端子 不不	元取調点修増	の	他整修理め
7 自動制御・遠隔操作装置と計器	20 電気機器	短断絶接地折漏 端子 不不	元取調点修増	の	他整修理め

機器分類		構成部品分類		部分分類		故障外障害		作業分類		整修理録	
7	自動制御・遠隔操作装置と計器	21	空気系統	1 空氣压缩機 2 压縮機発停 3 自動用空気弁 4 自動組合式安全弁 5 調節弁 6 遠隔操作弁 7 起止弁 8 並列弁 9 除湿装置	1 短断絶接弛折 2 短断絶接弛偏 3 短断絶接弛作 4 短断絶接弛作 5 短断絶接弛作 6 短断絶接弛作 7 短断絶接弛作 8 短断絶接弛作 9 その他	1 不 2 不 3 不 4 不 5 不 6 不 7 不 8 不 9 不	1 不 2 不 3 不 4 不 5 不 6 不 7 不 8 不 9 不	1 取調点検増掃 2 取調点検増掃 3 取調点検増掃 4 取調点検増掃 5 取調点検増掃 6 取調点検増掃 7 取調点検増掃 8 取調点検増掃 9 取調点検増掃	1 取調点検増掃 2 取調点検増掃 3 取調点検増掃 4 取調点検増掃 5 取調点検増掃 6 取調点検増掃 7 取調点検増掃 8 取調点検増掃 9 取調点検増掃	1 取調点検増掃 2 取調点検増掃 3 取調点検増掃 4 取調点検増掃 5 取調点検増掃 6 取調点検増掃 7 取調点検増掃 8 取調点検増掃 9 取調点検増掃	
7	自動制御・遠隔操作装置と計器	22	補助ならびに排ガスボイラ系	1 自動給水装置 2 自動点火装置 3 自動燃焼制御装置 4 壓水循環ポンプ発停 5 排気ダバハの遠隔操作 6 余剰蒸気節電装置 7 水ポンプ切替 8 噴燃ポンプ自動切替 9 その他	1 短断絶接弛折 2 短断絶接弛折 3 短断絶接弛折 4 短断絶接弛折 5 短断絶接弛折 6 短断絶接弛折 7 短断絶接弛折 8 短断絶接弛折 9 その他	1 不 2 不 3 不 4 不 5 不 6 不 7 不 8 不 9 不	1 不 2 不 3 不 4 不 5 不 6 不 7 不 8 不 9 不	1 取調点検増掃 2 取調点検増掃 3 取調点検増掃 4 取調点検増掃 5 取調点検増掃 6 取調点検増掃 7 取調点検増掃 8 取調点検増掃 9 取調点検増掃	1 取調点検増掃 2 取調点検増掃 3 取調点検増掃 4 取調点検増掃 5 取調点検増掃 6 取調点検増掃 7 取調点検増掃 8 取調点検増掃 9 取調点検増掃	1 取調点検増掃 2 取調点検増掃 3 取調点検増掃 4 取調点検増掃 5 取調点検増掃 6 取調点検増掃 7 取調点検増掃 8 取調点検増掃 9 取調点検増掃	
7	自動制御・遠隔操作装置と計器	23	テレグラフ	1 シンク口 2 伝送機 3 リミットスイッチ 4 表示灯 5 电源変圧器 6 ターミナル・リード線 7 ベル 8 自動記録装置 9 その他	1 短断絶接弛折 2 短断絶接弛折 3 短断絶接弛折 4 短断絶接弛折 5 短断絶接弛折 6 短断絶接弛折 7 短断絶接弛折 8 短断絶接弛折 9 その他	1 不 2 不 3 不 4 不 5 不 6 不 7 不 8 不 9 不	1 不 2 不 3 不 4 不 5 不 6 不 7 不 8 不 9 不	1 取調点検増掃 2 取調点検増掃 3 取調点検増掃 4 取調点検増掃 5 取調点検増掃 6 取調点検増掃 7 取調点検増掃 8 取調点検増掃 9 取調点検増掃	1 取調点検増掃 2 取調点検増掃 3 取調点検増掃 4 取調点検増掃 5 取調点検増掃 6 取調点検増掃 7 取調点検増掃 8 取調点検増掃 9 取調点検増掃	1 取調点検増掃 2 取調点検増掃 3 取調点検増掃 4 取調点検増掃 5 取調点検増掃 6 取調点検増掃 7 取調点検増掃 8 取調点検増掃 9 取調点検増掃	
7	自動制御・遠隔操作装置と計器	24	温度計	1 热電温度計 2 抵抗温度計 3 圧力温度計 4 金属膨胀温度計 5 その他	1 短断絶接弛折 2 短断絶接弛折 3 短断絶接弛折 4 短断絶接弛折 5 短断絶接弛折 6 短断絶接弛折 7 短断絶接弛折 8 自動記録装置 9 その他	1 不 2 不 3 不 4 不 5 不 6 不 7 不 8 不 9 不	1 不 2 不 3 不 4 不 5 不 6 不 7 不 8 不 9 不	1 取調点検増掃 2 取調点検増掃 3 取調点検増掃 4 取調点検増掃 5 取調点検増掃 6 取調点検増掃 7 取調点検増掃 8 取調点検増掃 9 取調点検増掃	1 取調点検増掃 2 取調点検増掃 3 取調点検増掃 4 取調点検増掃 5 取調点検増掃 6 取調点検増掃 7 取調点検増掃 8 取調点検増掃 9 取調点検増掃	1 取調点検増掃 2 取調点検増掃 3 取調点検増掃 4 取調点検増掃 5 取調点検増掃 6 取調点検増掃 7 取調点検増掃 8 取調点検増掃 9 取調点検増掃	
7	自動制御・遠隔操作装置と計器	25	圧力計	1 機械式 2 電気式 3 その他	1 短断絶接弛折 2 短断絶接弛折 3 短断絶接弛折 4 短断絶接弛折 5 短断絶接弛折 6 短断絶接弛折 7 短断絶接弛折 8 自動記録装置 9 その他	1 不 2 不 3 不 4 不 5 不 6 不 7 不 8 不 9 不	1 不 2 不 3 不 4 不 5 不 6 不 7 不 8 不 9 不	1 取調点検増掃 2 取調点検増掃 3 取調点検増掃 4 取調点検増掃 5 取調点検増掃 6 取調点検増掃 7 取調点検増掃 8 取調点検増掃 9 取調点検増掃	1 取調点検増掃 2 取調点検増掃 3 取調点検増掃 4 取調点検増掃 5 取調点検増掃 6 取調点検増掃 7 取調点検増掃 8 取調点検増掃 9 取調点検増掃	1 取調点検増掃 2 取調点検増掃 3 取調点検増掃 4 取調点検増掃 5 取調点検増掃 6 取調点検増掃 7 取調点検増掃 8 取調点検増掃 9 取調点検増掃	
7	自動制御・遠隔操作装置と計器	26	回転計	1 機電式 2 その他	1 短断絶接弛折 2 短断絶接弛折 3 短断絶接弛折 4 短断絶接弛折 5 短断絶接弛折 6 短断絶接弛折 7 短断絶接弛折 8 その他	1 不 2 不 3 不 4 不 5 不 6 不 7 不 8 不 9 不	1 不 2 不 3 不 4 不 5 不 6 不 7 不 8 不 9 不	1 取調点検増掃 2 取調点検増掃 3 取調点検増掃 4 取調点検増掃 5 取調点検増掃 6 取調点検増掃 7 取調点検増掃 8 取調点検増掃 9 取調点検増掃	1 取調点検増掃 2 取調点検増掃 3 取調点検増掃 4 取調点検増掃 5 取調点検増掃 6 取調点検増掃 7 取調点検増掃 8 取調点検増掃 9 取調点検増掃	1 取調点検増掃 2 取調点検増掃 3 取調点検増掃 4 取調点検増掃 5 取調点検増掃 6 取調点検増掃 7 取調点検増掃 8 取調点検増掃 9 取調点検増掃	

機器分類	構成部品分類	部 分 分 類	故障分類	作業分類		管 球 檢 理	除替他替	管 球 檢 理	除替他替
				取 取	調 点 機				
7 自動制御・遠隔操作装置と計器	27 波 面 計	子極圧泡式	短断絶接折漏指元の圧痕車積磁記録の農力転回液流連点火の他	ノ 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ノ 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ノ 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ノ 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ノ 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ノ 1 2 3 4 5 6 7 8 9
7 自動制御・遠隔操作装置と計器	28 流 量 計	超音波式	短断絶接折漏指元の圧痕車積磁記録の農力転回液流連点火の他	ノ 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ノ 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ノ 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ノ 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ノ 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ノ 1 2 3 4 5 6 7 8 9
7 自動制御・遠隔操作装置と計器	29 警報装置	浮頭水気式	短断絶接折漏指元の圧痕車積磁記録の農力転回液流連点火の他	ノ 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ノ 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ノ 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ノ 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ノ 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ノ 1 2 3 4 5 6 7 8 9

## IBM コード表

行	項目	分類内容および備考			記号
1	海運会社名	日本郵船			1
		大阪商船三井船舶			2
		川崎汽船			3
		山下新日本汽船			5
		ジャパンライン			4
		昭和海運			6
2~3	船名	滋賀丸	(1) 01	大島丸	(3) 04
		陸摩丸	(1) 02	幹島丸	(3) 05
		静岡丸	(1) 03	吉野川丸	(3) 06
		埼玉丸	(1) 04	天竜川丸	(3) 07
		土佐丸	(1) 05	まんはったん丸	(4) 01
		田島丸	(1) 06	ぶるっこりん丸	(4) 02
		しかご丸	(2) 01	ジャパンリリー	(4) 03
		最上山丸	(2) 02	海栄丸	(4) 04
		春日山丸	(2) 03	多賀春丸	(5) 01
		たこま丸	(2) 04	第3アジア丸	(5) 02
		竜田山丸	(2) 05	伊予春丸	(5) 03
		高尾山丸	(2) 06	日蘭丸	(6) 01
		おれごん丸	(3) 01	あらびあ丸	(6) 02
		てきさす丸	(3) 02	( )は社名を重複して示	
		みしお丸	(3) 03	している。	
4	船種	定期貨物船			1
		不定期貨物船			2
		油送船			3
		鉱石船			4
		撤積貨物船			5
		客船			6
		特殊船			7
		その他			8
5	造船所名	石川島播磨重工業			1
		住友重機械工業(旧浦賀重工業)			2
		川崎重工業			3
		佐世保重工業			4
		日本钢管			5
		日立造船			6
		三井造船			7
		三菱重工業			8
		その他			9
6~7	航海次數	そのまま入れる			
8~11	航海時間	Voy.の航海時間(Prop. hr. を時間の単位で入れる)			
12~15	停泊時間	Voy.の停泊時間(着日からProp. hr. を差引いたものを時間の単位で入れる)			

行	項目	分類内容および備考	記号
16	航 路	ニューヨーク・5大湖	1
		北 米	2
		中 米	3
		南 米	4
		豪 州	5
		欧 州	6
		中 近 東	7
		ア フ リ カ	8
		東 南 ア	9
		世 界 一 周	0
17~24	故 障 発 生 年 月 日 時	たとえば昭和41年12月8日7時を41120807と入れる。	
25	航 泊 等	航 海 中	1
		停 泊 中	2
		入 渚 中	3
		S / B 中	4
26~28	竣工以 後 機 器 総 運 転 時 間	100時間単位で入れる	
29			
30	機 器 分 類	故障コード表より	
31~33	部 品 の 所 属 機 器 等	同上(36~37行の部品が所属している機器等を入れる)	
34	機 器 常 用 運 転 台 数		
35	機 器 型 式	主 機 以 外	0
		B & W	1
		Gotaverken	2
		M A N	3
		Pielstick	4
		Sulzer	5
		U E C	6
		ターピン主機関	8
36~37	構 成 部 品 分 類	故障コード表より	
38~39	部 品 位 置 番 号	記 事 な し	00
		16 1	01
		16 2	02
		16 x y	xy
40~41	部 品 全 装 備 数		
42~43	部 品 常 用 個 数		
44			

行	項目	分類内容および備考	記号
45	故障あるいは整備	故障	1
		整備	2
46	発見または発生	発生	1
		発見	2
47~50	故障または点検のための主機停止時間分	時間を分単位で入れる	
51~54	同主機減速時間分	時間を分単位で入れる	
55~56	故障の内容	故障コード表の部分分類・故障分類の番号を入れる	
57	故障の対策処置	乗員による応急修理	1
		乗員による修理	2
		工場による修理	3
		工場修理を要す	4
		工場修理を要せず	5
		乗員による応急修理を行ない、かつ工場修理を行なう	6
		乗員による応急修理の結果・工場修理を要す	7
		乗員による応急修理の結果・工場修理を要せず	8
		乗員による修理の結果、取替部品の修理を要する	9
58	故障の修理作業	故障コード表の作業分類番号を入れる。	
59~60	整備作業の内容	故障コード表の部分分類・作業分類の番号を入れる	
61	整備作業実行者	本船	1
		製作者	2
		工場	3
62~65	作業人員		
64~67	工数	(人) × (時間) を10分単位で入れる	
68~69	基準整備の間隔	100時間単位で入れる	
70~71	機関出力	%で入れる	
72	燃料油種類	D O	1
		300以下(RW #1 50°C)	2
		500以下( " )	3
		700以下( " )	4
		1,000以下( " )	5
		1,000以上( " )	6
73~75	調査表番号		
76~79	前回故障発生以後の運転時間	10時間の単位で入れ、1位は四捨五入する	