

第106研究部会

船舶の高度集中制御方式の研究
報告書

(その5 コンピュータシステム)

昭和47年3月

社団法人

日本造船研究協会

本報告書に記載されている研究成果は、第 106 研究部会による「船舶の高度集中制御方式の研究の実施に伴い完成された発明等およびノウ・ハウの取扱いに関する取決め」に基づき取扱われることになっておりますので、本報告書の内容の一部または全部の外部発表・転載等については、本会事務局にご連絡の上、本会の事前の承認が必要です。

は し が き

本報告書は日本船舶振興会の昭和46年度補助事業「船舶の高度集中制御方式の研究」として、日本造船研究協会第106研究部会コンピュータシステム分科会においてとりまとめたものである。

第106研究部会委員名簿（敬称略、順不同）

部会長	山下 勇（三井造船）	
副部会長	八島 信男（三井造船）	
委員	青山 三郎（大阪商船三井船舶）	芥川 輝孝（日本船舶振興会）
	安積 健次郎（電子航法研究所）	甘利 易一（日本船用機器開発協会）
	井伊 謙三（川崎汽船）	伊吹 秀雄（大阪商船三井船舶）
	岡田 正三（大阪商船三井船舶）	木下 共武（佐世保重工業）
	木堂 弘雄（船舶技術研究所）	黒川 正典（日本郵船）
	佐藤 茂（日立造船）	真田 良（日本船主協会）
	佐野 桂（航海訓練所）	関谷 元弥（日本海事協会）
	高田 正夫（日本船長協会）	高橋 百千（日本船舶機関士協会）
	竹沢 五十衛（三菱重工業）	田坂 鋭一（運輸省）
	土屋 正雄（電子機械工業会）	土井 正三（住友重機械工業）
	土井 由之（昭和海運）	中尾 正光（ジャパンライン）
	名越 肇（日本航海士会）	長谷川 健二（川崎重工業）
	植田 清勝（日本鋼管）	小林 毅（山下新日本汽船）
	丸尾 卓志（日本郵船）	元良 誠三（東京大学）
	矢野 鎮雄（石川島播磨重工業）	山田 泰造（日本造船工業会）
	横田 利雄（東京商船大学）	吉 誠 雅夫（日本学術振興会）

第106研究部会幹事会委員名簿（敬称略、順不同）

委員	浅野 修一（日立造船）	荒瀬 晃二（三井造船）
	大川 喜伴（住友重機械工業）	大日方 得二（日本鋼管）
	唐沢 康人（石川島播磨重工業）	佐々田 喜正（大阪商船三井船舶）
	菅 沼 清（川崎重工業）	高柳 武男（三井造船）
	堀之北 克朗（運輸省）	丸尾 卓志（日本郵船）
	本戸 幸雄（日本鋼管）	米原 令敏（三菱重工業）

コンピュータシステム分科会委員名簿（敬称名、順不同）

分科会長	唐沢 康人（石川島播磨重工業）	
委員	綾 日天彦（三井造船）	荒瀬 晃二（三井造船）
	石川 欣央（三菱電機）	井原 広一（日立製作所）
	岡田 高（沖電気工業）	大日方 得二（日本鋼管）
	川口 博（川崎重工業）	菊沢 昭吉（富士電機）
	酒井 敏之（三井造船）	坂野 希（石川島播磨重工業）

佐伯 庄吾(三井造船)
下 光 郎(北辰電機製作所)
関 卓 爾(日本鋼管)
武 正 敏 孝(住友重機械工業)
鶴ヶ谷 武 雄(日本電気)
服 部 幸 英(日本鋼管)
真 砂 宏(大阪商船三井船舶)
松 岡 宣 雄(三菱電機)
森 下 芳 男(日立造船)
湯 本 恒 之(三菱重工業)
渡 辺 幸 生(運輸省)

佐々田 喜 正(大阪商船三井船舶)
鈴木 尚 武(東京芝浦電気)
高 杉 将(東京計器)
千 原 義 男(航海訓練所)
徳 田 迪 夫(日本郵船)
古 川 修(日本郵船)
町 田 進 八(光電製作所)
松 山 辰 郎(富士通)
山 崎 芳 嗣(佐世保重工業)
米 原 令 敏(三菱重工業)

「トータルシステムの評価」

(5. コンピュータ・システム)

目 次

1. トータルシステムの基本設計の評価	1
1. 1 はじめに	1
1. 2 本研究によつて開発されたシステム	1
1. 3 実船超自動化システムの概要	2
1. 3. 1 星光丸システム	2
1. 3. 2 三峰山丸システム	6
1. 4 コンピュータ制御システムの基本設計の評価	1 1
1. 4. 1 船用としてのアベイラビリティ	1 1
1. 4. 2 コンピュータ制御適用項目についての評価	1 2
1. 4. 3 システム構成方法	1 2
1. 4. 4 システムの標準化	1 4
1. 4. 5 システムの操作性	1 4
2. 超自動化船の適応性の検討	1 5
2. 1 はじめに	1 5
2. 2 アンケート調査結果	1 5
2. 2. 1 問題点の内容別および状態別分布	1 6
2. 2. 2 安全上の問題点	1 6
2. 2. 3 労務上の問題点	1 8
2. 2. 4 経済上の問題点	2 3
2. 3 問題点の解決策の検討	2 5
2. 4 自由記入欄の集計結果	3 5
2. 5 考察と提言	3 7
2. 5. 1 船型・自動化の程度と問題点指摘数	3 7
2. 5. 2 内容別・状態別問題点と自動化との関係	3 8
2. 5. 3 提 言	3 9

1. トータルシステムの基本設計の評価

1.1 はじめに

昭和43年度より「船舶の高度集中制御方式の研究」が開始され、「航法システム分科会」、「艀装システム分科会」、「タービンプラント分科会」、ディーゼンプラント分科会」および「コンピュータシステム分科会」の5つの分科会に分れて、個々のシステムのコンピュータ制御方式の検討およびコンピュータ・トータルシステムの基本設計の研究等が行なわれてきた。

本コンピュータシステム分科会における本年度の作業としては、昨年度までに各分科会が行なつた各種試設計の結果および研究成果について、船全体を一つのトータルシステムとしてとらえ、さらに今までの実船での運航経験を入れて、トータルシステムとしての評価を行なうこととした。

なお、個々のシステムの実績および評価はそれぞれの分科会にておこなうものとして、本分科会の作業からは割愛した。

1.2 本研究によつて開発されたシステム

本研究が開始されてから現在までに各分科会にて開発ないしは検討された各種コンピュータ制御方式は概略下記の通りである。

(1) 航法システム関連

- (a) 船位推定システム
- (b) 船位測定システム
- (c) 最適航路設定システム(広域)
- (d) " (狭域)
- (e) " (局所)
- (f) 航海計算システム
- (g) 航海日誌記録システム
- (h) 衝突予防システム
- (i) 座礁予防システム
- (j) 緊急制動システム

(2) 艀装システム関連

- (a) 係船制御・船位保持システム
- (b) タンカー自動荷役システム
- (c) 鉤石船バラスト注排水自動制御システム
- (d) 火災検知システム
- (e) 自動消火システム

(3) 通信システム関連

- (a) 定時情報自動受信システム
- (b) 気象情報自動送信システム

(4) ディーゼンプラントシステム関連

- (a) スタンバイシーケンス操作自動制御システム
- (b) ディーゼル主機危急減速制御システム
- (c) 発電機切換および並列運転制御システム
- (d) 補助水管ボイラ始動・停止制御システム

- (e) 圧縮空気系制御システム
 - (f) 機関部状態スキャンニング監視システム
 - (g) 主機関起動時データスキャンニングシステム
 - (h) 機関部異常時処置システム
 - (i) 性能変化情報収集システム（性能計算システムを含む）
 - (j) 機関部日誌記録システム
 - (k) 機関部異常記録システム
- (5) タービンプラントシステム関連
- (a) 主タービン異常振動検知および予防制御システム
 - (b) 主タービン軸受焼損検知および予防制御システム
 - (c) ボイラショートウオータ検知および予防制御システム
 - (d) ブラックアウト検知および予防制御システム
 - (e) プラント最適制御システム

1.3 実船超自動化システムの概要

本研究の開始後、各分科会において開発された各種研究成果を折り込んだ超自動化船がすでに数隻建造され、現在就航中である。

これらの超自動化船は、船舶を一つのトータルシステムとしてとらえ完全なトータル制御方式を採用するまでには到っていないが、航法・機関・荷役および通信関係等の各分野にわたり広範囲に、しかも高度なコンピュータ制御を導入し、可成りの成果をあげている。

またこれら就航中の各船の運航経験により、今後システム開発のための、貴重なる実船データおよび、今まで開発された各種システムに対する評価の目安となる諸データが得られつつある。

参考までに、すでに就航中の代表的な超自動化船のコンピュータシステムの概要を以下に示す。

1.3.1 星光丸システム

(1) 星光丸の主要目

星光丸は載貨重量約138,000Tのディーゼルタンカーで、ペルシヤ湾航路およびスマトラ等南方航路のいずれにも就航できるように計画されている。

その主要目は次の通りである。

- (a) 船主 三光汽船株式会社
- (b) 建造所 石川島播磨重工業株式会社
- (c) 竣工年月日 昭和45年9月19日
- (d) 船種・船型 船尾船橋平甲板型単螺旋ディーゼルタンカー
- (e) 船級 NK NS*、MNS*
- (f) 全長 274.00メートル
- (g) 垂線間長 260.00メートル
- (h) 型幅 43.50メートル
- (i) 型深 22.80メートル
- (j) 型吃水 17.00メートル
- (k) 総トン数 73,249T
- (l) 載貨重量 138,539KT

- (m) 貨油槽容積 164,094 立方メートル
- (n) 航海速力 15.4 ノット (15% シーマージン、満載)
- (o) 主機関 THIESSULZER 10RND-90 型
 ディーゼルエンジン 1 基
 連続最大出力: 28,000 PS × 121 RPM
 常用出力 ; 25,000 PS × 116 RPM
- (p) 乗組員 甲板部 13 名
 機関部 11 名 合計 32 名
 事務部 8 名

本船は計画初期の段階からコンピュータ制御を考慮して設計がすすめられ、1 台のコンピュータによる集中制御方式を採用したため、ポートデッキ右舷にコンピュータ室が設けられ、さらに将来のいわゆる船舶士構想への一歩として、従来の機関部制御室と甲板部の荷役制御室の区別を廃止し、コンピュータ室に隣接して総合制御室 (CCR) が設けられ機関部と甲板部の操作監視を同一区画内で行なう様に計画されている。

また本船はコンピュータ制御システムの試験搭載船であるため、乗組員数は一応従来船と变りなく計画されており、日本海事協会の機関室無人化システム M/O 規則は適用されていない。

(3) コンピュータ・ハード・ウエヤの構成

本船に装備されたコンピュータシステム関係のハード・ウエヤ構成は次の通りである。

(a) コンピュータプロパー

- (i) 中央演算処理装置 TOSBAC-3,000S 1 式
 (主記憶装置) 磁気コア (16 ビット) 16 K 語
 (補助記憶装置) 磁気ドラム (8 K 語 × 10) 80 K 語
- (ii) プロセス入出力装置 1 式
 (アナログ入力) 256 点
 (デジタル入力) 1,408 点
 (デジタル出力) 2,192 点
 (アナログ出力) 2 点
 (割込入力) 32 点

- (iii) 入出力タイプライタ 1 台

- (iv) 記録用タイプライタ 2 台

(b) コンソール関係

- (i) コンピュータ・コマンドコンソール 1 台
 (システムの運転および警報の表示)
 (各プログラムの発停制御)

- (ii) オフィサース・コンソール 1 台
 (状態計算、最適積付計算のデータ入力)
 (荷役制御の制限値の入力)
 (時計および四則演算制御)
 (コア内容の表示)

- (iii) 荷役制御盤 1 台
 (貨油荷役制御プログラムの制御)

(荷役状態の表示)

(Ⅳ) データロガー・コンソール

1 台

(機関部日報記録)

(機関部応急処理プログラムの制御)

(測定値、異常値、制限値の表示と変更)

(c) 航法関係

(i) 衝突予防装置

(3 / 1 0 cm 同軸レーダ・アンテナ)

1 式

(P P I 表示器)

2 台

(雑音除去装置)

1 式

(海面反射除去装置)

1 式

(走査変換装置)

1 式

(目標判別追尾装置)

1 式

(ベクトル発生装置)

1 式

(C R T 表示装置)

1 式

(ii) N N S S 装置

(受信アンテナ)

1 式

(受信器)

1 式

(iii) 船位推定装置

(D R P C)

1 式

(ジャイロ・コンパス)

1 式

(電磁ログ)

1 式

(Ⅳ) 航法計算表示装置

1 式

(N N S S 及び船位推定のデータ出力表示)

(航法計算のデータ入出力および警報の表示)

なお本船のコンピュータシステム構成図は図 1.1 に示す通りである。

(3) コンピュータ・ソフト・ウェアの構成

本船に適用されたソフトウェアプログラムは下記 11 種類であり、この 11 種の機能プログラムを 1 台のコンピュータで時分割実行するために、本システムのモニタープログラムは 49 個のタスクを常時管理実行する様に構成されており、この種のコンピュータにとっては相当複雑なシステムとなつている。

なお、11 種類の機能プログラムのうち航法関係の 4 種については、本委員会の航法システム分科会によつて開発したものを実船実験搭載したものである。

(a) 航法システム関係

(i) 衝突予防プログラム

(ii) N N S S による船位測定プログラム

(iii) D R P C による船位推定プログラム

(Ⅳ) 航法計算プログラム

(b) 船体関係

(i) タンカー荷役制御プログラム

(ii) 最適積付計算プログラム

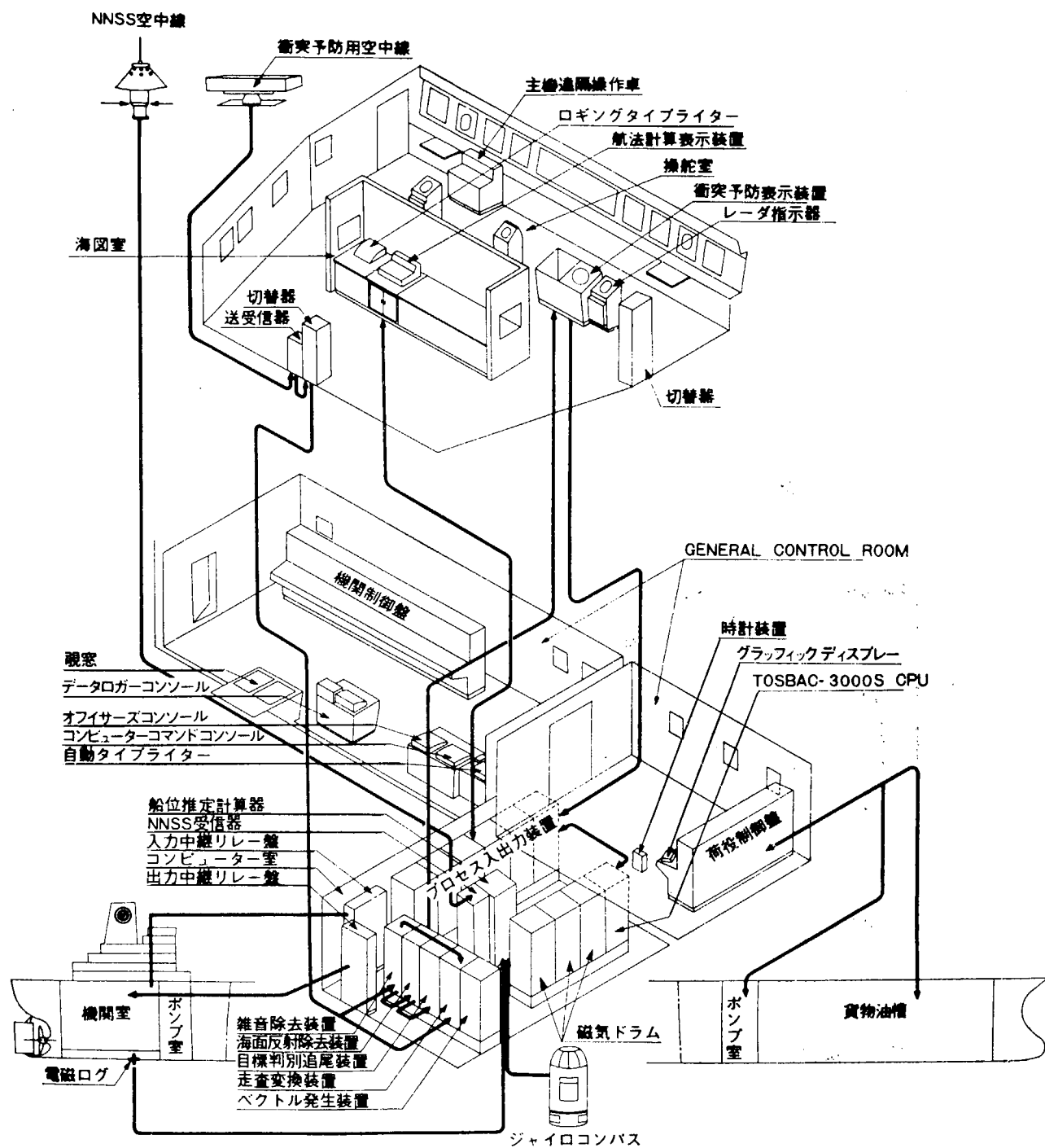


図 1.1 システム構成図

(iii) 船体状態諸計算プログラム

(iv) 医療診断プログラム

(c) 機関関係

(i) トラブルの応急処理プログラム

(ii) データ・ロガープログラム

(iii) 主機関トルクコントロールプログラム

(4) 就航実績

星光丸は昭和45年9月に就航、その処女航以来現在まで約1年半の間、コンピュータ制御システムはほぼ順調に運転され、所期の機能を発揮しつつあり、現在までの運航経験をベースとしての、関係者のシステムに関する評価の概要は次の通りである。

○コンピュータ本体および周辺装置は海上使用にも充分堪え得ることが判明した。

○採用された11種類のプログラムは衝突予防プログラムを除いて、その実用性が証明された。

○1台のコンピュータによる集中型制御システムよりも、むしろ複数の独立型のコンピュータの組合せによる分散型が良いと思われる。

○今後のコンピュータ制御の成否はセンサー類を含めて、端末機器の信頼性の向上が絶対不可欠である。

1.3.2 三峰山丸システム

(1) 三峰山丸の主要目

三峰山丸は載貨重量約22,400Tのディーゼルタンカーで主としてペルシャ湾と日本間をビストン往復就航する目的で計画されている。

その主要目は次の通りである。

- (a) 船主 大阪商船三井船舶株式会社
- (b) 建造所 三井造船株式会社
- (c) 竣工年月日 昭和46年1月20日
- (d) 船種・船型 船尾船橋・平甲板型単螺旋ディーゼルタンカー
- (e) 船級 NK NS*、MNS*
- (f) 全長 324.00メートル
- (g) 垂線間長 310.00メートル
- (h) 型巾 54.00メートル
- (i) 型深 26.40メートル
- (j) 型吃水 19.00メートル
- (k) 総トン数 123,835 T
- (l) 載貨重量 22,775.6 K T
- (m) 貨油槽容積 278.523立方メートル
- (n) 航海速力 15.5ノット(15%シーマージン、満載)
- (o) 主機関 三井-B&W 10K98EF型

ディーゼルエンジン 1基

連続最大出力; 38,000PS×103RPM

常用出力 ; 32,000PS×97.5RPM

- (p) 乗組員 甲板部 12名
機関部 11名 } 合計30名

本船も星光丸と同様に1台のコンピュータ制御による集中制御方式を採用した船であり、A甲板に総合制御室（S C R）が設けられ、この部屋にコンピュータが設置されるとともに、機関部関係、甲板部関係の操作監視を同一室内で行なえる様に計画されている。

本船も星光丸と同様コンピュータ制御システムの実験船である。しかしながら、コンピュータシステムとは独立したN K - M / O 設備も完備しさらにコンピュータで制御されるものについても別系統のバックアップ装置が完備しているので、乗組員数も従来船と比較して若干すくなくし得る様に計画されている。

(2) コンピュータ・ハード・ウェアの構成

本船に装備されたコンピュータシステム関係のハード・ウェア構成は次の通りである。

(a) コンピュータプロパー

- | | | |
|--------------|-----------------------|-----------|
| (i) 中央演算処理装置 | H O C - 7 0 0 M | 1 式 |
| (主記憶装置) | プレーテッドワイヤ | 1 6 K 語 |
| (補助記憶装置) | 磁気ドラム (6 5 K 語 × 2) | 1 3 0 K 語 |

(ii) プロセス入出力装置

- (アナログ入力)
- (デジタル入力)
- (デジタル出力)
- (アナログ出力)
- (割込入力)

- | | |
|------------------|-----|
| (iii) 入出力タイプライタ | 1 台 |
| (iv) 記録用タイプライタ | 4 台 |
| (v) 光電式紙テープリーダー | 1 台 |
| (vi) 高速紙テープハンチャー | 1 台 |

(b) コンソール関係

- | | |
|------------------------|-----|
| (i) 荷役制御用オペレータ・コンソール | 1 台 |
| (制御に必要なデータのコンピュータへの入力) | |
| (データの読み出し) | |
| (センサー異常時の模擬データの入力) | |
| (ii) 機関部制御用オペレータコンソール | 1 台 |
| (機関部制御システムの運転) | |
| (機関部諸データの表示) | |

(c) 通信関係

- | | |
|------------------|-----|
| (i) 定時情報自動受信システム | |
| (時計盤) | 1 台 |
| (シンセサイザ盤) | 2 台 |
| (受信機盤) | 2 台 |
| (空中線共用装置 - 2 分岐) | 1 式 |
| (フックシミル) | 2 台 |
| (プログラミング盤) | 1 式 |

なお本船のコンピュータシステムの荷役装置相互関連図は図 1. 2 に、また機関部制御装置相互関連図は図 1. 3 に示

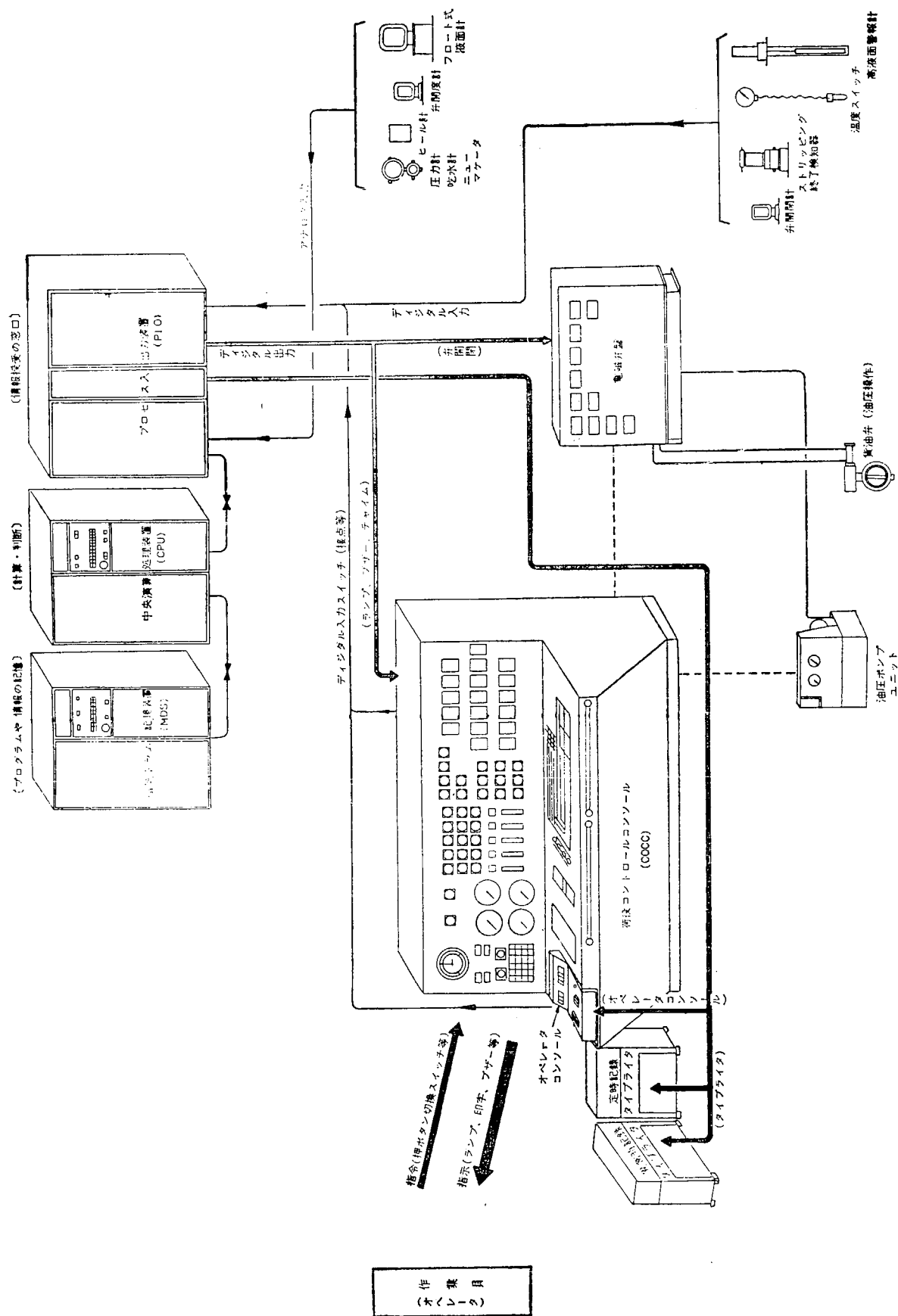


図 1.2 超自動化荷役装置相互関連略図

す通りである。

(3) コンピュータ・ソフト・ウェアの構成

本船に適用された各種機能プログラムはコンピュータ・システムの単なる試験的な項目にとどまるものはさけ、実際の運用面の要求にマッチする項目として自動荷役システム、機関部システムおよび定時情報自動受信システムが採用されている。

なお本船に採用されている自動荷役システムおよび定時情報自動受信システムについては本委員会の機装システム分科会によつて開発されたもの、機関部システムについてはディーゼルプラント分科会によつて開発されたシステムをもとに若干修正を加え実船実験搭載がなされたものである。

(a) 自動荷役システム

- (i) 船体姿勢計算プログラム
- (ii) 積付計算プログラム
- (iii) 荷役制御情報収集プログラム
- (iv) 荷役制御プログラム
 - (積荷およびバラスト排水制御プログラム)
 - (揚荷およびバラスト注水制御プログラム)
 - (ダーティバラスト注水制御プログラム)
 - (クリーンバラスト排水制御プログラム)
- (v) 制御実行プログラム
- (vi) 荷役データ記録(定時・任意呼出)プログラム
- (vii) 異常記録プログラム
- (viii) オペレータとコンピュータの対話プログラム

(b) 機関部システム

- (i) 状態監視および記録システム
 - (常時状態監視プログラム)
 - (機関部日報記録プログラム)
- (ii) 制御操作システム
 - (発電機異常処理プログラム)
 - (起動圧縮空気圧力制御プログラム)
 - (主機スタンバイシーケンス制御プログラム)
 - (ボイラ始動および停止制御プログラム)
 - (ボイラ・バーナ本数制御プログラム)
 - (カーゴ・ポンプ起動シーケンス制御プログラム)
 - (カーゴ・ポンプキャビテーション防止制御プログラム)
- (iii) 保守データ収集システム
 - (主機性能変化データ解析プログラム)
 - (主機起動時データのスキヤニングプログラム)
- (iv) オペレータとコンピュータの対話プログラム

(4) 就航実績

三峰山丸は昭和46年1月末に竣工以来、現在まで約1年間順調に運航を続けており、コンピュータ制御システムについてもその実用システムとしての価値が実証されつつある。

現在までの運航経験をベースとしての、関係者のシステムに関する評価の概要は次の通りである。

- 採用された各プログラムは所期の機能が確認されたとともに、実用システムとしての価値が実証され非常に好評である。
- コンピュータのハード・ウェアは船体の動揺、周囲のふん囲気等にもあまり影響されずに極めて安定に作動している。
- コンピュータ制御システムのオペレーションについては、簡単なことが重要で、約束事などは極力減らすことが好ましい。
- 当初の計画どおり、1台のコンピュータによつて荷役システム、機関部システム、無線システムを集中制御しているが、繁雑な多重処理を完璧に行なつており、大容量補助メモリをうまく使いこなし、成功している。

1.4 コンピュータ制御システムの基本設計の評価

本節においては45年度までに本研究会にて開発され完成した各種コンピュータ制御システムの基本設計を、実船での運航経験を入れて、種々の観点から評価することとする。

始めにも述べた様に本分科分においてはコンピュータ制御システムをトータルシステムとしてとらえてその評価を行なうこととし、主として次の様な項目について重点的に検討を行なつた。

- (1) 船用としてのアベイラビリティ
- (2) コンピュータ制御適用項目
- (3) システム構成方法
- (4) 運航者、計画建造者に関する問題点
- (5) システムの操作性

1.4.1 船用としてのアベイラビリティ

陸上においてはすでに1960年代初め頃より、各種プラントに対してコンピュータ制御が導入され始め、1970年代にはいつてからは、その需要が飛跳的に増加し、すでに電力プラント、鉄鋼プラント・化学工業プラント等の分野においてはコンピュータ制御なしにはプラントの運転が不可能となるまで広く深く利用されている。

一方これら陸上における実績をベースに、このコンピュータ制御システムを船舶にも導入し、船舶の高度集中制御を行なおうと計画され始めたのは、我国においては本研究会における検討を嚆矢とするものであり、前記のコンピュータ制御の各種実験船における実験目的の一つとしてこれらコンピュータ制御システムが船用としても満足に働きうるかどうかというアベイラビリティを確認するという点があげられる。

コンピュータ制御システムに影響を与える船舶特有の環境要因としては次の様なものが考えられる。

- (1) 気象・海象等による周囲条件
 - 温 度
 - 湿 度
 - 塩 分
- (2) 船体運動による機械的条件
 - 振 動
 - 動 揺
 - 衝 撃
 - 傾 斜
- (3) 電氣的条件
 - 電圧変動

周波数変動

ノイズ

磁界

(4) 船舶運航に伴う諸条件

鉄鉱石等の塵埃

これらの諸条件は陸上プラントのそれと比較した場合、船舶におけるものの方が一段ときびしい状態にあるが、星光丸、三峰山丸、その他ミニコンを搭載した各種船舶の運航結果によると、これらの船に搭載された各種コンピュータのハード・ウェアおよび関連機器は、おおむね当初の計画通りに作動しており、コンピュータにより船舶を制御するという方法は、今後とも船舶の超自動化を進めて行く上に有効で、十分に期待できるという実績が得られつつある。

この結果、コンピュータ制御の船用としてのアベイラビリティが確認され、船舶にもコンピュータ制御を適用しようとする本研究会の試設計システムが正鵠を射ていると評価されることになる。

しかしながら、これらコンピュータ制御システムのハード・ウェアおよび関連機器のすべてが100パーセント完全に船用としてのアベイラビリティを有しているわけではなく下記の如き点については今後とも改良改善のためまい努力をする必要があるものと考えられる。

- (1) 主記憶装置（コアメモリ）の耐振性
- (2) 補助記憶装置（高速回転ドラムメモリ）の耐振・耐動揺性
- (3) 各種プリントカードの品質管理
- (4) 各種周辺機器（PTP、I/Oタイプライタ等）の耐振性
- (5) 各種検出端・操作端の信頼性

1.4.2 コンピュータ制御適用項目についての評価

本研究会で開発された各種コンピュータ制御システムが、実際に船舶を運航する上でどの程度有効であり、またどのような問題点が今後の研究開発の課題として残されているかを検討し、45年度までに開発されたコンピュータ制御適用項目が妥当であるかどうかを調査した。

詳細については本委員会の適応性検討グループの報告書（2.超自動化船の適応性の検討）にて述べる。

1.4.3 システムの構成方法

船舶のコンピュータ制御トータルシステムのシステム構成方法については45年度の本委員会の報告書において、船舶として考えられる二つの方式

○集中型システム（CCS）

（CENTRALIZED COMPUTER SYSTEM）

○分散型システム（LCS）

（LOCALIZED COMPUTER SYSTEM）

の基本設計を行ない、その両者の比較検討をも合わせ行なつたが、今回はさらに、実験船での運航実績、その後の各海運・造船会社等の動き等を勘案して、追加比較検討を行なつた。

(1) 今後のシステム構成の動向

星光丸、三峰山丸の就航後さらに数隻の集中型システムの計画建造が行なわれている。一方分散型システムについては国内船だけについても非常に多数の船舶において計画・建造されつつある様な状態にある。

この分散型システムが可成り実際面で伸びてきているという傾向は船舶の超自動化が急激に実施されるのではなく、段階的に徐々に行なわれて行く傾向にあり、そのためには特に問題となる経済的規模が手ごろな分散型システムが、その他の利点と合いまって好まれているのではないかと考えられる。

将来はこれらの多数の分散型システムが船内のローカル部分のコントロールを行なう様になり、或る程度信頼性等

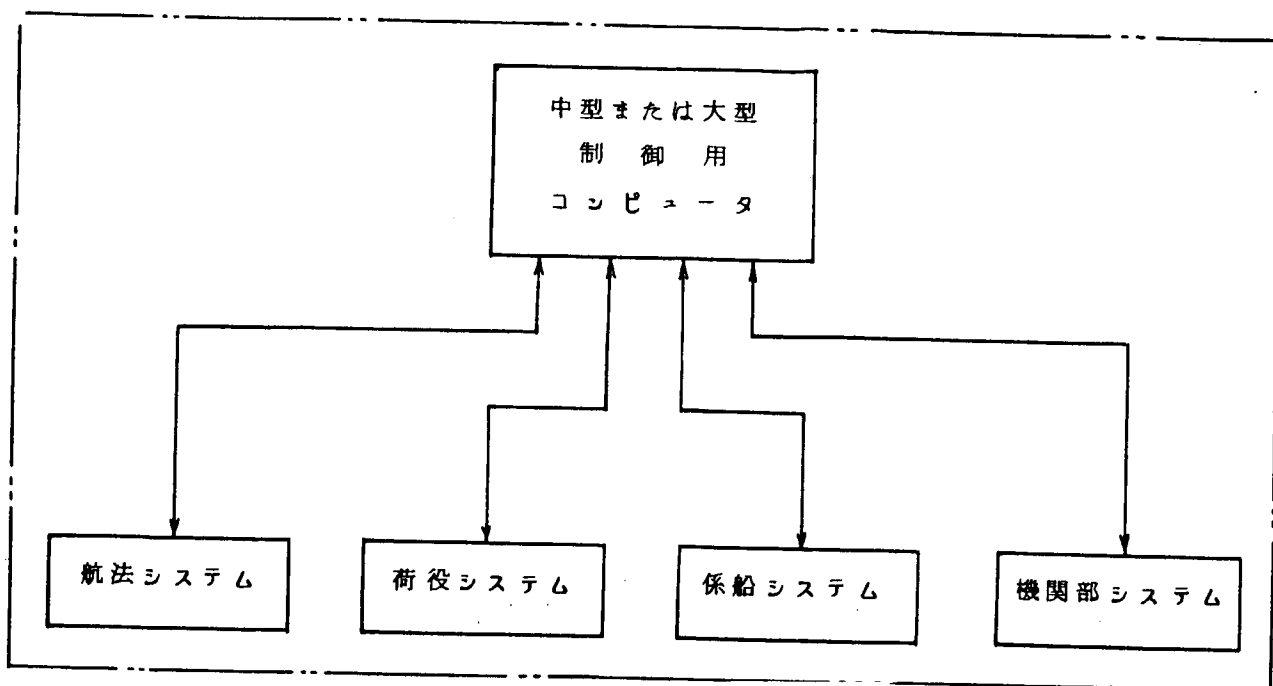


図 1.4 集中型システム (Centralized Computer System : CCS)

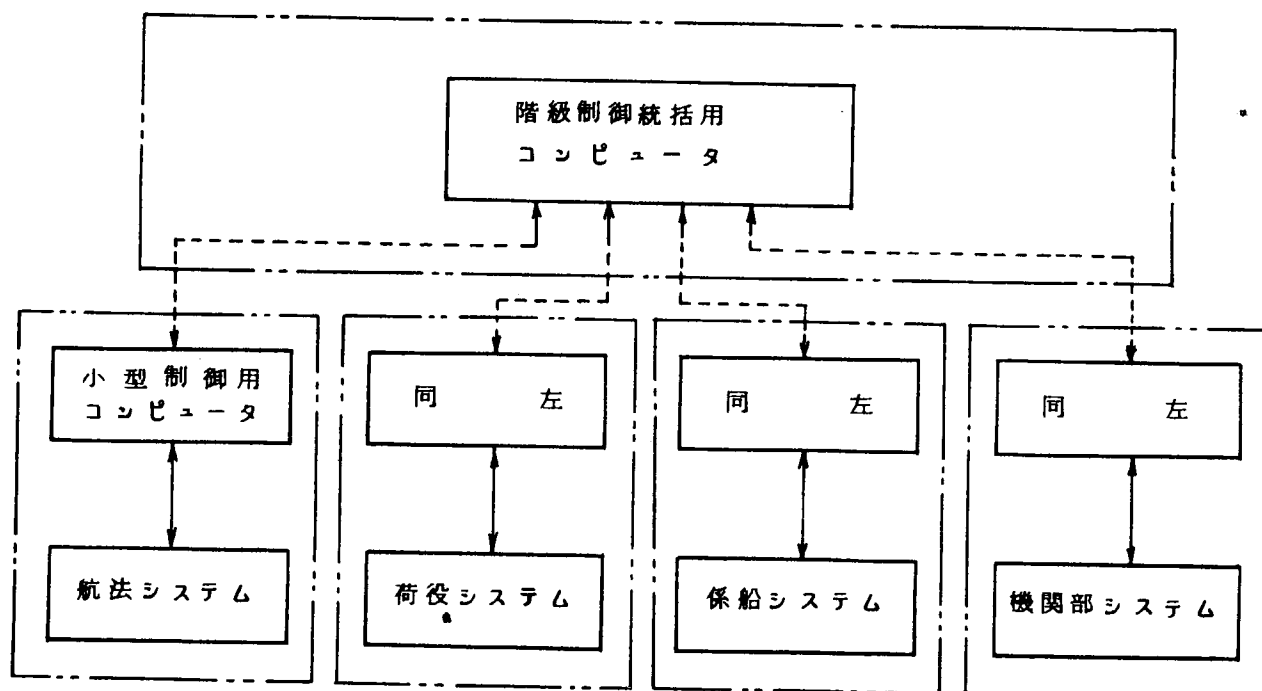


図 1.5 分散型システム (Localized Computer System : LCS)

の実績が得られた後にさらに次のステップの統括制御方式の超自動化船へと移行して行くものと予想される。

(2) システムの信頼性

集中型の場合 1 台のコンピュータによつて全てのプログラムをコントロールすることになり、コンピュータそのものが故障した場合直ちに全制御システムのダウンにつながるものが危惧されたのであるが、実験船の運航結果によるとコンピュータの中心部分 (CPU) の信頼性は非常に高く、システム全体の信頼性としては分散型と集中型とは比肩しうるものと考えられる。

一方コンピュータの CPU の信頼性の高さに比較してその周辺部分 (センサーの信頼性、精度、操作機器、周辺機器等の信頼性) の信頼性に若干問題があつた。

システム内部の各コンポーネントの信頼性にアンバランスがあるという事は、一つの低い信頼性の機器が、他の信頼性の高い機器の足をひっぱり、ひいてはシステム全体の信頼性、稼働率の低下をきたすことになり好ましいことではない。

システム全体として協調のとれた信頼性設計を行ない、計画時に各コンポーネント毎に確保すべき信頼度を決定すると同時に、もし必要とあらば、必要な個所には適度な冗長度をもたせる等の考慮をする必要がある。

これら各種機器の信頼性の高さが一般化してはじめて、さらに高度の超自動化船が実現・実用化されるといっても過言ではなからう。

1.4.4 システムの標準化

船舶に対する超自動化の適用・コンピュータ制御の実用等に伴って、これらの船舶を運航するもの、またこれらの船舶を計画建造するものに対しても種々の問題点が提起されており、これらを解決することなしには、海運界のニーズに適応した真の超自動化船の実用化はおぼつかないのではないと思われるが、その一つにシステム標準化がある。

(1) コンピュータ制御システムの標準化

今回各種実験船を計画・建造・運航された各船主・各造船所各位がこれらの実験船を成功に導びかれるためには、多大の労力を払われている。

これは今回の実験船が集中型システムであつたという事にも、その一つの大きな要因があつたと思われるが、システム構成の如何んを問わず次の様な点には今後とも多くの労力が払われていくものと思われる。

- ソフトウェアの開発
- 上記を裏付けるための各種シミュレーション
- システム調整
- 運航者に対するコンピュータ制御システムの教育

これらの労力が各船の仕様の相異等により各船毎に同じように要求される様では今後経済ベースでのコンピュータ制御による超自動化の実用化はおぼつかない。

そのためにも要求されるものがシステムの標準化であり、これを実現することにより投資効率を高め、さらにシステムの信頼性が確保され、システムの操作性が容易になり、超自動化船実用のための一つの大きな充足条件となる。

また船舶の超自動化システムはただ単に船舶側のシステムの標準化をはかるだけではなく、陸上側のシステムともども調和した形で標準化をはかる必要がある。

これらのためにも、今後とも船主、造船所、各メーカー等が共通の場で協力し合いながら国際的な標準化をおし進めて行くことが望まれる。

1.4.5 システムの操作性

超自動化船における操作の主体作業はディスプレイやオペレータ・コンソール等を介しての乗組員とコンピュータとの対話となる。

今後船舶の乗組員が減少するにつれて、乗組員知識の横断性が要求される様になり、知識の範囲が大きくなるにつれて人間の能力としては、どうしても広く浅く知ることになり、この点から考えると、今後のコンピュータ制御システムのマンマシンインタフェイスは安全限界の範囲内で浅い知識の者にでも操作出来る様にする必要があり、また操作上の制約があまりない様に計画する必要がある。

2. 超自動化船の適応性の検討

2.1 はじめに

超自動化船の適応性検討ワーキング・グループは、超自動化船舶の総合的な経済性の調査を行なうことを目的として、昭和44年度に発足した。

昭和44年度には、超自動化船舶の経済性試算を行なうための方法および試算に使用するデータ等に関する予備調査を行なった。

昭和45年度には、前年度に実施した調査に基づき、船種、船型、航路を定めた超自動化モデル船について、具体的に経済性試算を実施した。

本年度は、4年間にわたる第106研究部会の研究の最終年度にあたり、過去4年間の成果を振り返って、既に開発されたシステムが、実際に船舶を運航するうえでどの程度有効であり、更にどのような問題点が今後の研究開発の課題として残されているかを調査した。

調査は日本国籍の3万重量トン以上のタンカーに、現に乗船している船長に対するアンケートによつて行なつた。3万重量トン以上のタンカーは46年6月現在で、150隻余であり、したがつてアンケート発送数は150部余りとなつた。回収数は66部であり、回収率は44%である。

このアンケート調査結果をもとに、現役の大型タンカー船長が指摘した問題点を解決するための対策として、既に開発された超自動化システムが有効かどうか、また超自動化システムで解決困難な問題点の解決策にはどのようなものが考えられるかを検討して、今後の技術開発の参考となるようにした。

本来、この種の調査は、システムの開発に取りかかる前に十分に行ない、開発対象の選定、システムの経済効果、需要見込みなどについて見通しを得た後に、技術的な可能性を勘案のうえ開発に取りかかるのが最も妥当な手順と考えられるが、超自動化システムの研究開発の場合、船舶にコンピュータを搭載することを前提として、コンピュータと接続が可能で、かつ技術的に開発の見通しがあり、さらに安全性の向上、労働力の省力化あるいは運航採算の向上に有効と考えられるものを開発テーマとして選定しており、この種調査は、第106研究部会・タービン・プラント分科会が限定された範囲で行なつた他は、未だ実施されていない。

したがつて、ここで取り上げた調査は、システムの選定が、はたして妥当なものであつたかどうかを示すとともに、船舶に搭載したコンピュータによつて、現実の問題点をどの程度解決できるかを示すものといえる。

2.2 アンケート調査結果

船型の大型化、海上交通量の急激な増加、乗組定員の減少など、船舶の運航に直接関係のある種々の要素が、急激に変化しつつある時点で、特に船舶の運航に関して全責任を有する大型タンカーの船長に、日常直面している問題点を無記名で指摘してもらい、問題点の確実な把握をはかるとともに、対策を検討した。

船舶の特殊性のため、運航上の問題点の内容は、当然多岐にわたることが予想され、また船舶の状態によつても発生する問題点が異なることが考えられるので、問題点の内容から、船舶の運航安全上の問題点、乗組員の労務上の問題点および、船舶の運航採算を向上するうえでの問題点の3つに大別した。

さらに、これらの各々の問題点について、船舶がどのような状態にあるときに、どのような問題点が発生するのかをより具体的に把握するため、船舶の状態を航海中荷役中および入港時の3つに大別し、航海中を大洋航海中、沿岸航海中および狭水道・狭視界航海中の3つに、荷役中を揚積荷役時、バラステイングおよびデバラステイング時およびその他の時の3つに、入出港時を着離岸時と投揚錨時の2つにそれぞれ分けて、問題点が指摘される形式をとつた。

また、載荷重量、航海速度、船令、航路、乗組員数、自動化のレベル、船長の経験年数などについての記入欄を設け、さらに設定項目の範疇に入らない問題点を自由に記入する欄を設けた。

発送時に売船その他による所属の変更があつたため、正確に何隻の船舶にアンケート用紙が渡つたかは確認できないが、船名録により、日本国籍の3万重量トン以上のタンカー全部を抽出して、所属会社を通じて配布した。

約150隻前後に配布したものと推定される。

最終的に内66隻から記入されたアンケートが返送され、回収率約44%となつた。その自動化の程度別内訳を図2.1に示す。Mゼロ・タンカーは、NKのMO登録原簿に登録されたMO資格を有するタンカー、自動化タンカーは、Mゼロ船ではないが、機関制御室および荷役制御室を有し、機関および荷役バルブの集中遠隔制御ができるタンカー、一部自動化タンカーは、機関制御室を有し機関の遠隔制御ができるが、荷役制御室を有しないタンカー、非自動化タンカーは機関および荷役制御室がなく、かつ甲機部員の合計数が17名以上のタンカーとして分類した。

また船型別の分類の結果を図2.2に示す。最近建造されるタンカーは、大部分が15万D/W以上であり、したがつて、これらの超大型タンカーについては、別途分析する必要がある。

2.2.1 問題点の内容別および状態別分布

66隻の大型タンカーの船長が指摘した問題点の延項数は2187項であり、船長1人あたりの指摘問題数は平均33項である。

全指摘項数の内容別内訳は、安全上の問題点が最も多く延847項で約39%、次いで労務上の問題点、運航経済上の問題点の順となり、各々延755項、約35%および延585項、約27%となつている。しかし顕著なアンバランスはなく、全分野に解決しなければならない問題点が残されていることがわかる。

つきに各分野の問題点が、船舶がどのような状態にあるときに発生しているかを見ると、

- (1) 安全上の問題点は、航海中に最も多く延400項約47%で、以下入出港時、荷役中の順で、各々
- (2) 延240項、約28%および延207項、約25%となつている。
- (3) 労務上の問題点は、荷役中に最も多く延301項約40%で、以下航海中、入出港時の順で、各々

延258項、約34%および延196項、約26%となつている。

経済上の問題点は、航海中に最も多く延282項約48%で、以下入港時、荷役中の順で、各々

延166項、約28%および延137項、約23%となつている。

のような分布を示している。これらを図2.3に示す。

全体的には、航海中の問題点が延940項で約43%最も多いが、荷役中と入港時は各々645項および602項で略同数であり、タンカーは時間帯としては、航海時間が圧倒的に長いためであろうが、航海中の問題点解決は非常に重要である。

また安全上の問題点が、労務上、および経済上の問題点を上廻る指摘数を示しているが、これは、今迄は経済性の向上および省力化を中心とした設備投資が優先し、安全性向上に対する設備投資が立遅れていること、および船型の大型化や高速化、あるいは船舶の交通量の増加などの安全性阻害要因の急激な増加に従来の安全対策では対処できなくなり、早急に重点的に取り上げて対策を検討しなければならないことを示しているものと思われる。

2.2.2 安全上の問題点

(1) 航海中の運航安全上の問題点

航海中の安全上の問題点の延指摘数は400項であり、そのうち171項(約43%)は、船舶が狭水道、狭視界航海を行なつている時に発生し、以下沿岸航海中(150項、約38%)、大洋航海中(79項、約20%)の順となつている。

具体的問題点の内容については、図2.4に示すとうりである。

特に顕著な特徴は、沿岸航海および狭水道狭視海航海時に、約80%の船長が小型船の無法航行が多い点を指摘していることであり、海上交通取締りの強化、有効な航行管制システムの確立、海上交通法等の法制的整備などの対策を急ぎ検討するとともに、小型船乗組員のレベル・アップ、再教育訓練等の施策が必要なことを示している。

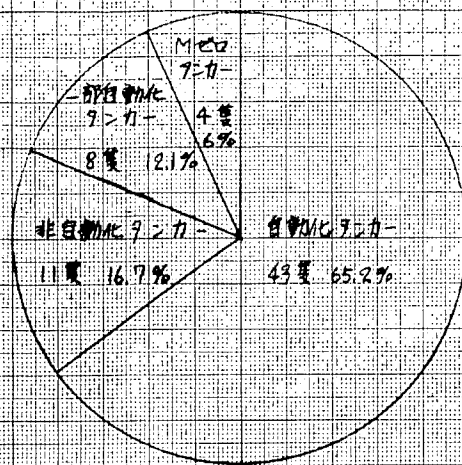


図 2.1 タンカーの自動化程度別分布

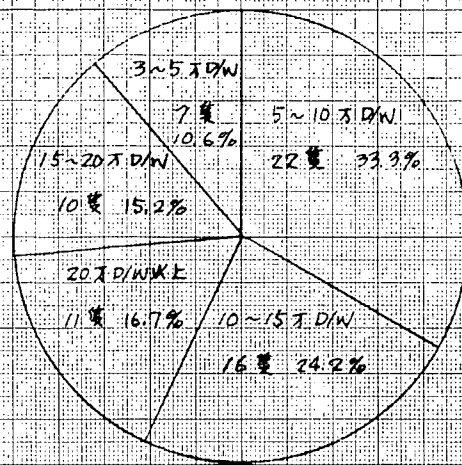


図 2.2 タンカーの船型別分布

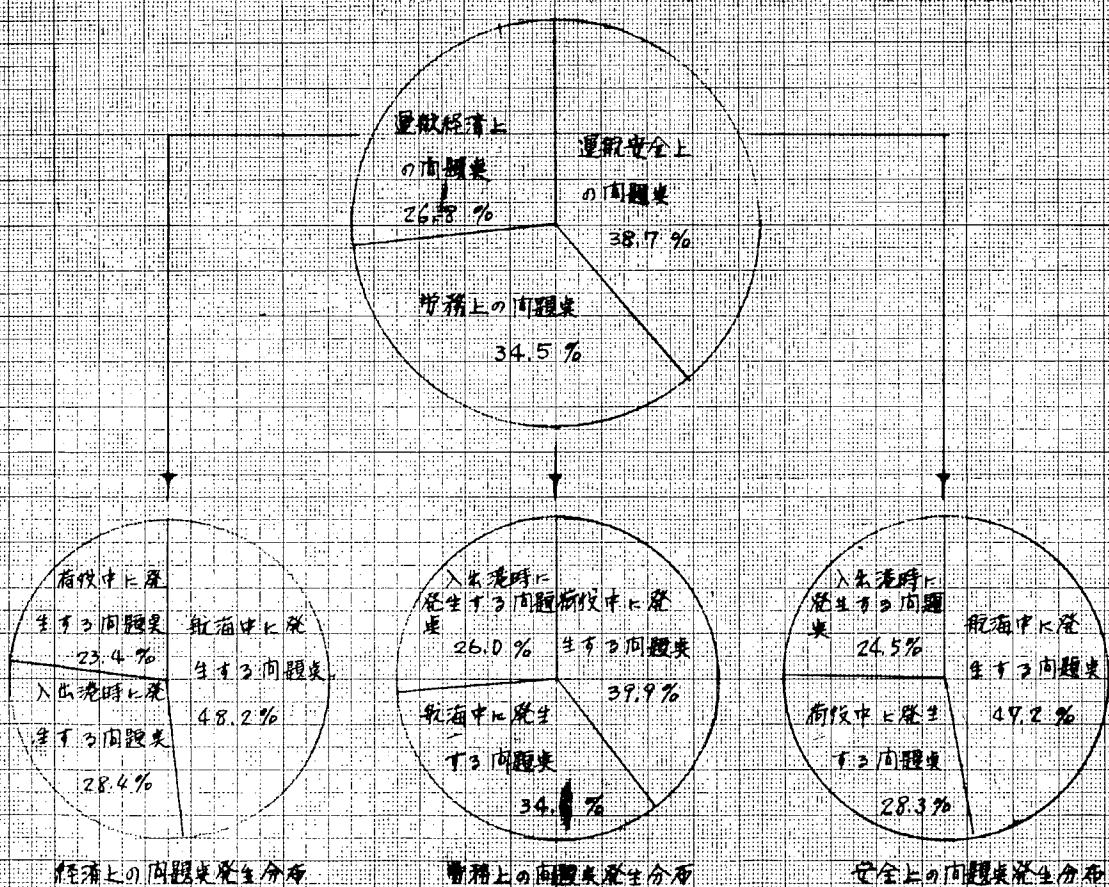


図 2.3 問題点の内容別大分類

また巨大船に有効なブレーキ、船舶相互間の情報伝達システム（レーダ・トランスポンダ等）、暗礁を探知できるシステムなどの装置、システムが、安全性向上に極めて有効であることが分る。

また、船体強度が不十分であるとの指摘が各状態のその他欄記入事項の大半を占めており、波浪予報の必要性が、大洋航海中の問題点の1位である点と考え合せると超自動化以前の問題として、船体強度面で一連の大型船沈没事故以後、乗組員が抱いた不安感の解消をはかることが必要であろう。

(2) 荷役中の運転安全上の問題点

荷役中の運航安全上の問題点の延指摘数は207項であり、そのうち116項（約56%）は、タンカーの揚積荷役時に発生する問題で、以下その他の時（60項、約29%）、バラスト注排水時（31項、約15%）の順となっている。

荷役に関する安全性について、最も指摘数の多い項目は、タンク・クリーニング機器が不完全な点である。これはタンク・クリーニング航海中21万重量トン型タンカーマルベサ号等3隻が連続して爆発事故を起して以来、固定式タンク洗滌装置の静電気が原因の一つとされ、使用できないことが大きな理由と推定される。

この問題は、ガス滞留による爆発の危険と合せて、イナート・ガス・システム等の採用によつて解決が可能である。

また、航海中の安全上の問題点として指摘された船体強度に対する不安が、荷役上でも上位で指摘されており、鉱油船が調査の対象に含まれていることもその原因と考えられる。対策としては、何等かの方法で船体に加わる力を検出できるようにするとともに、船体工作に関する管理の徹底、根本的な船体強度解析の実施、点検・整備の強化など総合的に実施すべきである。

具体的な問題点の内容については、図2.5に示すとうりである。

(3) 入出港時の安全上の問題点

入出港時の安全上の問題点の延指摘数は240項であり、そのうち128項（約53%）は、係離岸時に、112項（約47%）は、投揚錨時の問題点となっている。何れの場合も、約7割の船長が徴速力測定方法がない点を指摘している。これは、通常大型船のバースでは、ドルフィンの設計強度が、着棧速力15cm/sec程度となっており、過大な着棧速力では、船体の損傷、漏油やドルフィンの破損などの事故を招く恐れがあるにもかかわらず、船には横方向の速力を計測する装置が一切なく、前後方向についても50cm/sec以下の低速を正確に計測することができないためである。

また、投錨の際も正確な行足を測定できなければ、走錨の危険があることも大きな理由であろう。

さらに、係船機や揚錨機がリモコンできない点を、安全上の問題点として指摘されているのは、甲板が広く、係船機の運転操作員が、直接、索や錨鎖の具合を見ながら操作しなければ、過大な張力により索を切断したり、あるいは、過大な着棧速力で着棧し、船体や岸壁設備に損傷を与えたり、漏油事故を発生するおそれがあるためであろう。また索類が大径化し、ラインボートが転覆するおそれがあり、索取り扱いに危険が伴うことも解決を要する点として指摘されている。

甲板が広く、防爆上、汽動係船機を用いるタンカーでは、マン・ツー・マンの通話装置がなければ、雑音で命令が聞きとれず、息の合った作業ができず人身事故に至るおそれがあり、また大きな海難事故の原因となりかねない実態が調査結果から明らかとなった。

具体的な問題点の内容を図2.6に示す。

2.2.3 労務上の問題点

(1) 航海中の労務上の問題点

航海中の労務上の問題点の延指摘数は258項であり、そのうち119項（約46%）は、狭水道・狭視界航海中に発生する問題で、以下大洋航海中（99項、約38%）、沿岸航海中（40項、約16%）の順となっている。

特に狭水道、狭視界航海中には、約53%の船長が船橋当直を増強し、約45%の船長が機関当直も増強しており、

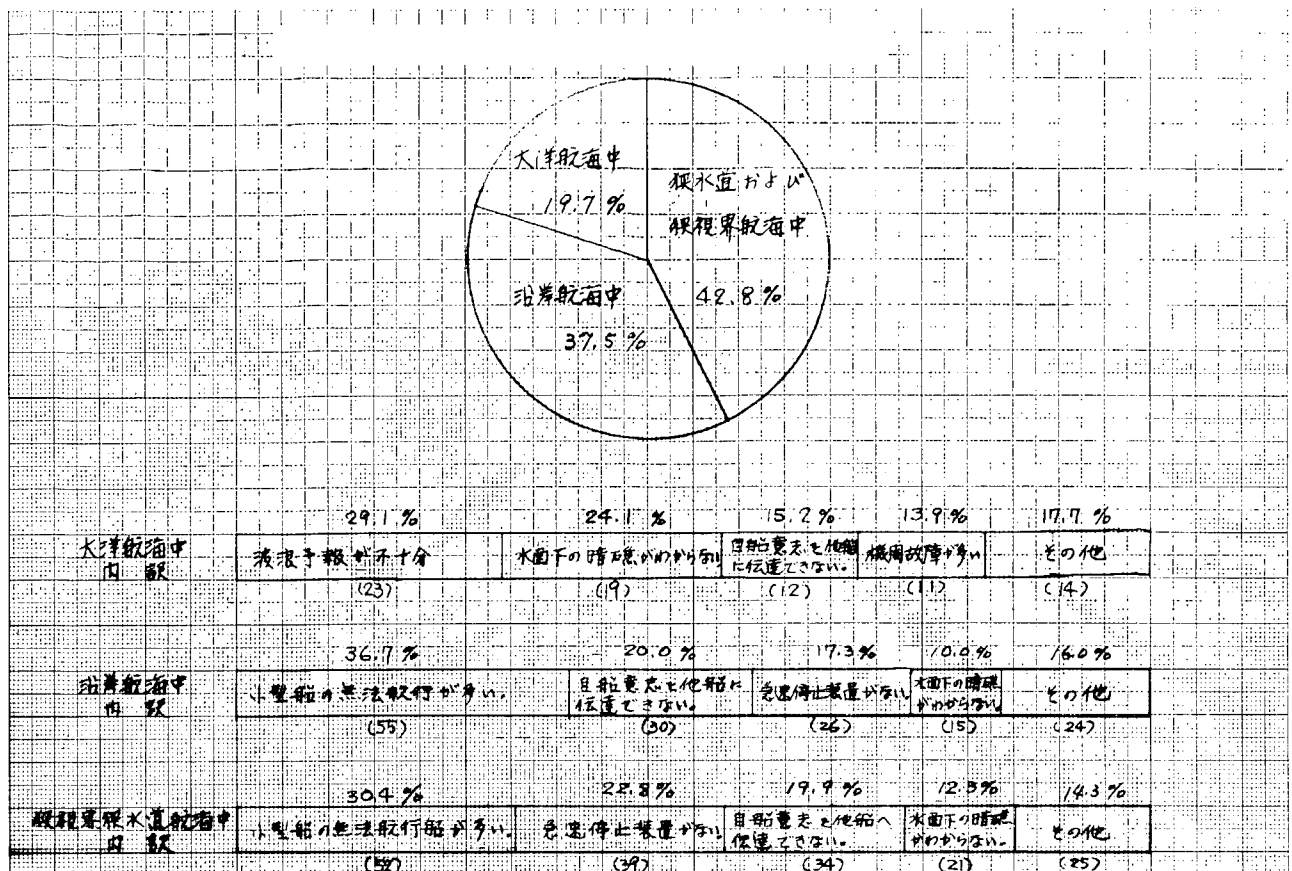


図 2.4 航海中の運航安全上の問題点の状態別発生分布

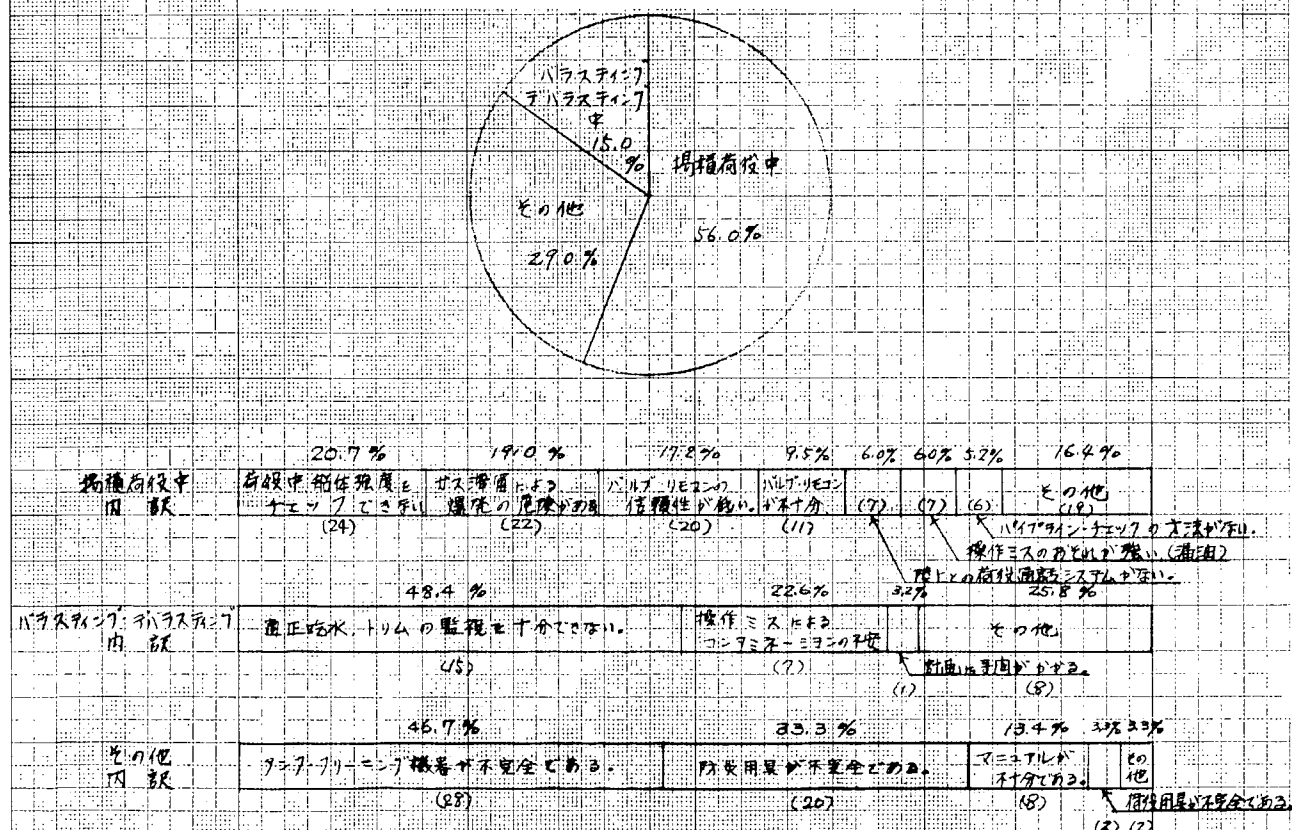
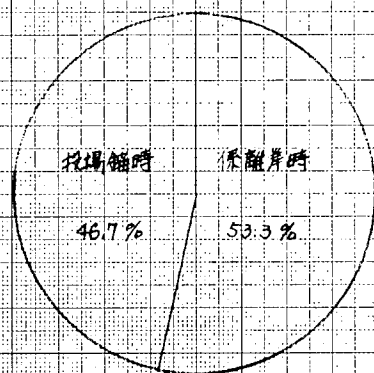
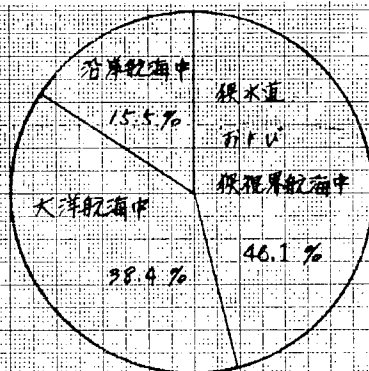


図 2.5 荷役中の運航安全上の問題点の状態別発生分布



	36.7%	25.8%	13.3%	6.9%	5.5%	12.4%
発着時 内訳	着離着機能力の不足が原因	係船機がランチョン中	索具の取扱いが困難	索具の取扱いが困難	その他	
	(47)	(32)	(17)	(8)	(7)	(16)
					※係船機の持ち込みが原因	
	41.1%	16.2%	9.4%	13.4%	9.8%	9.1%
到着時 内訳	行きの正確な計画方法がない	揚子江の リバーが広い	船舶のバウ 数の不足	命令伝達や指示 が不明確	係船機不明	その他
	(46)	(17)	(15)	(15)	(11)	(8)

図2.6 入出港時の運航安全上の問題点の状態別発生分布



	24.2%	24.2%	13.1%	10.1%	7.1%	7.1%	14.2%
大洋航海中 内訳	視界の手前の係船機 の時間がない	整備作業の際の 航行が不安	係船機との 着脱が不安	視界の手前の 係船機との 着脱が不安	その他		
	(24)	(24)	(13)	(10)	(7)	(7)	(14)
					※視界の手前の係船機に対しては、 航行作業の着脱が不安定な状態		
	42.5%	17.5%	5.0%	12.5%	12.5%		
沿岸航海中 内訳	船橋等直と増強 しないまま航行	入港準備作業が 遅延する	狭水道直と増強 しないまま航行	狭水道直と増強 しないまま航行	その他		
	(17)	(7)	(6)	(5)	(5)		
	29.4%	25.2%	29.4%	18.5%	25%		
狭水道狭視野航海中 内訳	船橋等直と増強 しないまま航行	狭水道直と増強 しないまま航行	狭水道直と増強 しないまま航行	狭水道直と増強 しないまま航行	その他		
	(35)	(30)	(29)	(24)	(3)		

図2.7 航海中の労務上の問題点の状態別発生分布

更に約44%の船長が船首に見張り員を立て、かつそのことが労務上、かなり負担となつている点に注目しなければならない。これは安全運転をはかるうえでは、当然の処置であつても、船型の大型化や船舶交通量の増加という条件に加えて、乗組員定員の減少という要因が加わり、労務負担の増加となつているものと考えられる。これらの問題点の解決策としては、直接には当直員に代替し得るシステムの開発があげられようが、更に根本的には、陸上からの船舶交通の管制や運航支援に有効なシステムの開発が不可欠であろう。

また機器の保守・整備に関して、狭水道、狭視界航海中には、機関故障が発生した場合に対処できないとする船長が22名であるのに対し、大洋航海中では7名であり、反面大洋航海中に予防的整備作業の負担を48名の船長が指摘しているが、これは、現在船舶では、運航環境の悪い狭水道航海や入出港時には、故障しないよう、大洋航海中にできるだけ整備を行なう体制をとっているが、すでに工数的に限界に達していることを示すものと思われる。

この対策としては、故障の事前診断検知や、保守の自動化などがあげられるが、根本的には信頼性をより一層向上することと、冗長度を高めることが必要で、さらに保船システムの確立など、陸上体制の確立も十分にはからなければならぬであろう。

具体的なアンケート結果を図2.7に示す。

(2) 荷役中の労務上の問題点

荷役中の労務上の問題点の延指摘数は301項であり、そのうち137項(約46%)は、揚積荷役中に発生する問題で、以下その他の時(89項、約30%)バラスト注排水中(75項、約25%)の順になつている。停泊中の主体作業は荷役であり、他の作業は主に荷役と並行して行なわれる作業であるため、どうしても作業ピークに重畳が生じて労務上の問題となつていると考えられる。

この分野での最大の問題点は、内地停泊時間が非常に短かく、この間に荷役の他、修理、船用品積込み、乗組員の乗下船、補油・補水などの業務を消化しなければならないため、休養や上陸の機会を与えることが困難で、このため乗組員のストレス・フラストレーションが進行して、労務管理がかなり困難となつている点である。この問題に対する解決策としては、主体作業である揚積荷役については、十分自動化をはかつて極めて少数の乗組員で安全に作業を遂行できるようにすること、および補油、補水や船用品の積込みも設備面で合理化をはかることのほか、陸上の支援体制を整えて、内地停泊中には、船内の大部分の作業を陸上に移行し、乗組員を解放することであろう。

また、休暇日数の増加は最近の一般的な傾向であり、このため、既にタンカーや専用船では6ヶ月で有給休暇の権利が発生する。したがって乗船後、乗組員が船に慣れた頃には下船することになり、熟練労働力を確保することは不可能となつてきている。この傾向は、船舶の場合、たとえ同船型の姉妹船でも、荷役設備などは、それぞれ仕様が異なり、造船所や機器メーカーが違つたと、たとえ同時に竣工した船でも全く内容が異なるため、問題の解決を更に複雑なものとしている。

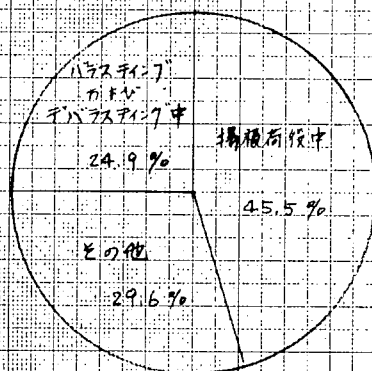
根本的には、仕様の標準化をはかり、短期間陸上で訓練すれば熟練労働力を養成し得る訓練シミュレータ等を開発しなければならないが、当面、熟練した技能を必要とせず、運転し得る荷役システム等の必要性が極めて高いといえる。

具体的な問題点の内容を図2.8に示す。

(3) 入出港時の労務上の問題点

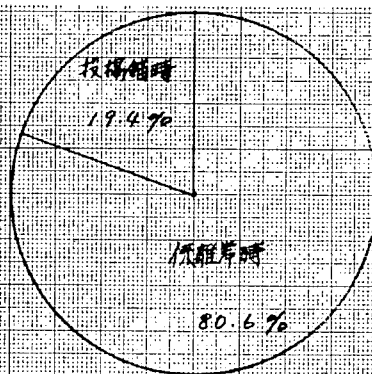
入出港時の労務上の問題点の延指摘数は196項であり、このうち158項(約81%)は係離岸時に発生する問題点であり、38項(約19%)は投揚錨時に発生する問題である。

この分野の最大の問題点は、広大な甲板上で、着舷舷が決つてから、大径索を舷側まで搬出する作業であり、次いで索の監視、係船機の運転を別々の人間が行なう点となつている。この問題の背景には、大径鋼索が取扱い上非常に不便なため、繊維索を使用する傾向が強く、また港によつては、オートテンション・ウインチの使用が禁止されているため、折角の省力化設備が有効に使用されないことなどの理由で、船主の係船設備自動化に対する意欲が減退して



機内	23.4%	19.7%	13.1%	10.9%	10.9%	8.8%	13.2%
	有役身直上 要する。(22)	係員調整(有役中) に人手を要する。(27)	ハブスライフ が十分。(18)	有役身直上 に人手を要する。(15)	係員調整(有役中) に人手を要する。(15)	係員調整(有役中) に人手を要する。(12)	その他 (18)
機外	20.0%	17.3%	17.3%	14.7%	9.3%	8.0%	13.4%
	有役身直上 に人手を要する。(15)	係員調整(有役中) に人手を要する。(13)	ハブスライフ が十分。(13)	有役身直上 に人手を要する。(11)	係員調整(有役中) に人手を要する。(7)	係員調整(有役中) に人手を要する。(6)	その他 (10)
その他	52.8%			27.0%		18.0%	2.2%
	上乗・休養の時間がない。 (47)			船用品種など 時間上支障を要する。(24)		係員調整(有役中) に人手を要する。(16)	その他 (2)

図 2.8 荷役中の労務上の問題点の状態別発生分布



機内機外	26.6%	21.5%	19.0%	15.8%	10.1%	7.0%
	有役身直上 に人手を要する。(42)	係員調整(有役中) に人手を要する。(24)	係員調整(有役中) に人手を要する。(20)	係員調整(有役中) に人手を要する。(25)	係員調整(有役中) に人手を要する。(16)	その他 (11)
機内機外	89.5%					10.5%
	機内機外 (94)					その他 (4)

図 2.9 入出港時の労務上の問題点の状態別発生分布

いる傾向もうかがわれる。また、係船機は台数が多く、1台あたりの投資金額がさして莫大な額でなくても、1船あたりでは、かなりの投資額となる反面、停泊時間が短いタンカーでは、期待できる経済効果が小さいことも、係船設備の自動化がはかどらない理由であろう。

アンケートの結果から、係船機の自動化の優先順位は、ウインチよりはウインドラス、ブレーキよりはクラッチが優先するとみて差支えがないといえよう。

具体的な問題点の内容は、図2.9に示すとおりである。

2.2.4 経済上の問題点

(1) 航海中の経済上の問題点

航海中の経済上の問題点の延指摘数は282項であり、このうち123項(約44%)は狭水道・狭視界航海中に発生する問題で、以下大洋航海中(92項、約33%)、沿岸航海中(67項、約24%)の順になつている。

航海中に発生する経済的損失は、減速、迂回あるいは機関停止などによる航海遅延が主であり、結局その遅延の直接原因をいかに解消するか問題解決のポイントであろう。

アンケートでは、遅延原因として最も指摘数の多いのは衝突回避減速(狭水道、狭視界)であり、以下荒天(大洋航海)、狭視界減速(沿岸、狭水道)、座礁回避減速(狭水道)、漁船操業海域迂回(沿岸)の順になつている。したがって、これらの原因を除去または軽減することが、航海中の運航経済性向上をはかる対策であるといえる。

安全性向上を主目的とする衝突予防、座礁予防および最適航法などのシステムが、経済性向上にも有効であるとの評価を得ているものと言えよう。

また項外指摘として、揚地において夜間入港が禁止されている港があり、このため入港時間調整が必要となつて経済的損失を招いているが、特に京浜、阪神、四日市等の工業地帯周辺の港では、昼間はスモックがひどく、ほとんど年中、視界が非常に悪いが、夜間は比較的條件がよく、夜間入港の制限は安全上からも実態に即さないとの指摘が多い。具体的な問題点の内容を図2.10に示す。

(2) 荷役中の経済上の問題点

荷役中の経済上の問題点の延指摘数は137項であり、このうち89項(約65%)は、揚積荷役中に発生する問題で、以下その他の時(28項、約20%)、バラスト注排水時(20項、約15%)の順となつている。

この分野での問題点は、停泊時間の短縮のネックとなつている原因に集中している。最大の原因は、やはり、ストリップング作業が非能率である点で、以下、陸上の荷役設備能力が船型の大型化に追従できないための能率低下、液面計等の精度・信頼性が低く、ローディング・レート・ダウンを早目に行なうための能率低下、出港許可証などの書類や、港の規則による出港時間制限のための待時間の順となつている。

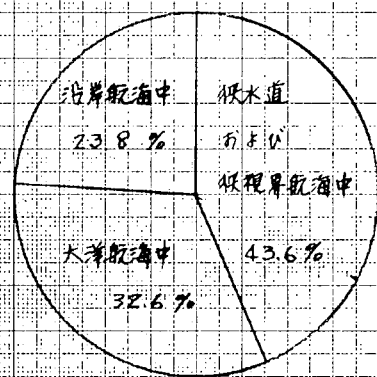
ストリップング作業については、すでに主荷油ポンプを用いて、揚切りまでの荷役が行なえるシステムが開発され、実船にも装備されはじめており、解決は可能である。

しかし指摘された問題点のうち、船舶側の設備の高度化ではどうしても解決困難と思われる問題点が多いのがこの分野に共通の傾向である。たとえば本船と陸上施設の荷役能率のアンバランスについては、単に陸上の受入れ設備の大型化だけでは解決し得ないと思われる。在来石油精製施設は、大半が太平洋ベルト地帯に集中的に立地しており、これらの港湾のなかで20万トン・タンカーが満載で入港できる港湾は10指に満たないし、20万トンの原油を常時受け入れ可能な能力の貯油設備を持つ工場も限られている。

したがって、大型タンカーの場合は、2港揚げ等、運航能率の向上を阻害する型態をとらざるを得ないことが多いのが実情である。同様のことは積地についても言える。

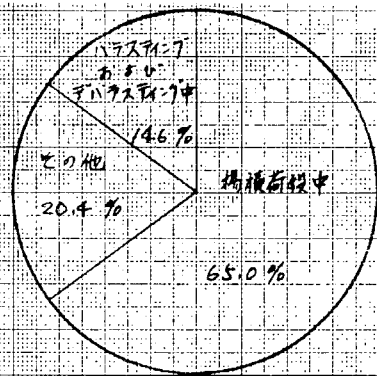
また出港時間調整によるロスについても、関係官庁が現在のような手続き事務を行なっている限り、24時間入出港体制とすれば、常時人員配置が必要となり、官庁の定員増という思わぬ障壁に突き当たることになる。

根本的には、積地—船舶—揚地を包括した設備、体制のシステム化をはかり、かなり思い切った対策を強力に実行



大洋航海中 内訳	40.2%	21.7%	18.5%	10.9%	8.7%
	荒天による遅延 (37)	エンジン・フリニート 中の減速 (20)	機関故障 による遅延 (17)	スコール等による 仮視界航行 (10)	その他 (8)
沿岸航海中 内訳	37.3%	37.3%	20.9%	3.5%	
	船舶検査者或目撃者のための遅延 (25)	スコールその他による 仮視界航行 (25)	危険防止の ための減速 (14)	その他 (9)	
狭水道・仮視界航海中 内訳	32.5%	28.5%	22.0%	14.6%	2.4%
	衝突回避のための減速 (40)	スコールその他による 仮視界航行 (35)	危険回避のための 減速 (27)	入港時間調整 のための減速 (18)	その他 (3)

図 2.10 航海中の経済上の問題点の状態別発生分布



積み荷荷役中 内訳	29.2%	23.6%	13.5%	12.4%	7.9%	13.4%
	ストロパニング作業の非効率 (26)	本船荷役能力と陸上船 荷役能力とのアンバランス (21)	積み荷の レートダウン (12)	バラスト時 による遅延 (11)	バラスト 待ち時間 (7)	その他 (12)
バラストイン・アウト中 内訳	45.0%	30.0%	10.0%	15.0%		
	バラストイン能力の不足 (9)	バラストアウトの荷役終了時間限界 (6)	バラストの 積み方式 (4)	その他 (3)		
その他 内訳	39.3%	28.6%	21.4%	10.7%		
	出港時間調整による遅延 (11)	積荷荷役時間による遅延 (8)	船積み待ち時間による遅延 (6)	その他 (3)		

図 2.11 荷役中の経済上の問題点の状態別発生分布

に移すことが必要であろう。具体的な問題点の内容を図 2.1 1 に示す。

(3) 入出港時の経済上の問題点

入出港時の経済上の問題点の延指標数は 166 項であり、そのうち 93 項(約 56%)は投揚錨時に、73 項(約 44%)は係離岸時に発生する問題点となつている。

最も指標数が多いのは、投錨時船混みで錨泊船が多く、大型船が安全に錨泊できる錨地を求めるのが困難で予想外に時間のロスがある点である。

港によつては無線検査のために投錨することなく直接着浅できるが、この制度を大型タンカーの入港する全港湾に拡大適用すれば、経済性の向上および過密港湾付近での海難防止に、大きな効果があるものと考えられる。

急速制動装置がないので操船に手間どる指標が多い理由は、港湾の混雑および船型の大型化に伴う最大停止距離の増大が最大のものであろう。有効な停止手段がないため、事故防止上、危険な水域では、できるだけ短距離で停止できるよう微速力で進航する以外に方法がなく時間のロスが大きいことを示している。

微速力の計測は、ドブラー・ソナーなどを採用することによつて解決可能であり、安全性の向上以外に経済性の向上にも寄与するであろうと思われる。具体的な問題点の内容を図 2.1 2 に示す。

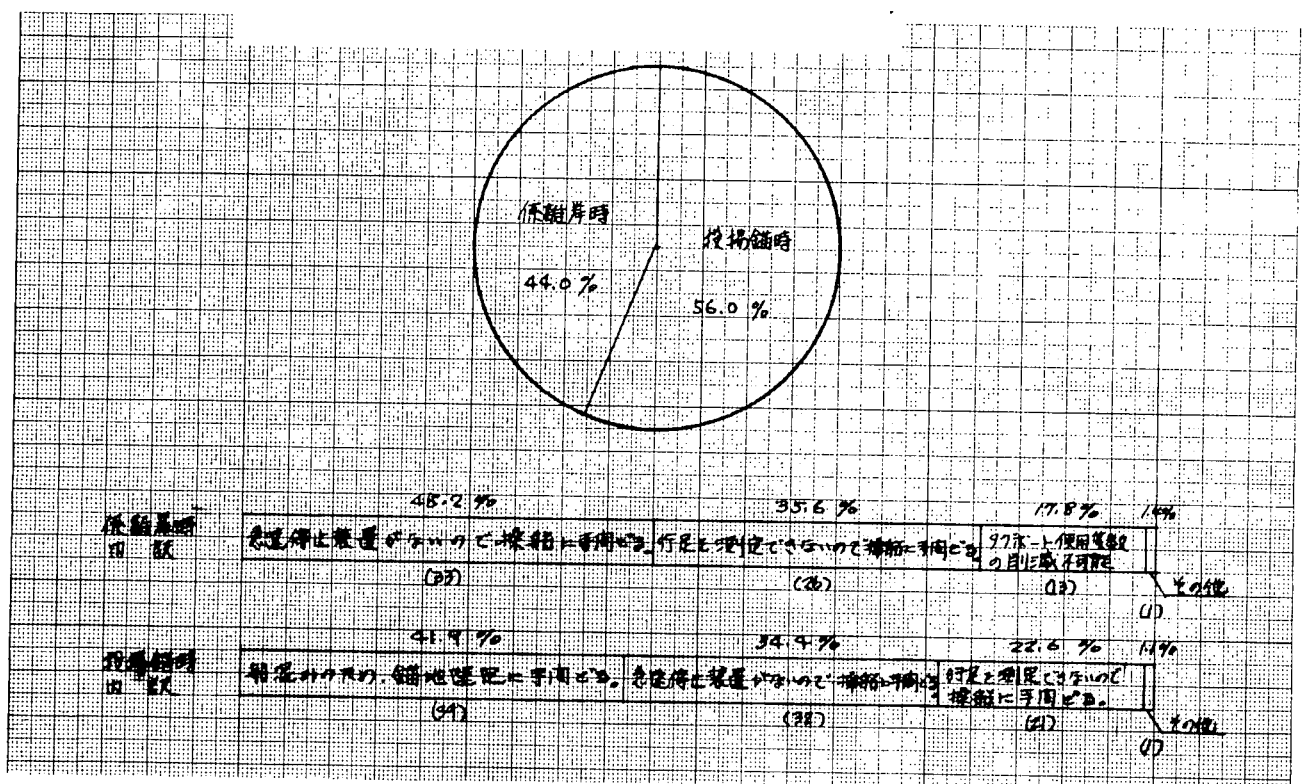


図 2.1 2 入出港時の経済上の問題点の状態別発生分布

2.3 問題点の解決策の検討

2において、大型タンカー船長に対するアンケートによつて指摘された問題点を整理し、若干の検討を加えた。

現実の問題が、かなり具体的にはつきりと把握できたので、これらの問題点は、既に開発された超自動化システムによつて解決あるいは軽減がはかれるのかどうか、また適応する超自動化システムがない問題点を解決するにはどのような方法が考えられるのかについて検討を行なつた。

検討の方法は、S R 1 0 6 部会研究資料等によつて、超自動化システムの機能を調査し、アンケートで指摘された問題点を解決する機能を有するシステムを問題点と対応させた。

指摘された問題点のうち、その一部分だけが超自動化システムと対応するものについては、超自動化システムで解決困難な部分を解決するための対策を個々に検討した。

表 2. 1. 1

条 件		問 題 点			1. 超自動化システム		
区 分	状態	内 容	順位	指摘人数	対応システム の有無	システム 名 称	
安 全 上 の 問 題 点	航 海	波浪予報が不十分	1	23	有	局所・狭域最適船路設定	
		水面下の暗礁がわからない。	2	19	有	座礁予防	
		自船の意志を他船に連絡できない。	3	12	無	—	
		機関故障が多い。	4	11	一部有	機関ブラント・制御	
	沿 岸 航 海	小型船の無法航行が多い。	1	55	無	—	
		自船の意志を他船に連絡できない。	2	30	無	—	
		急速停止装置がない。	3	26	有	急速制動（パラシュート）	
		水面下の暗礁がわからない。	4	15	有	座礁予防	
	中 道 航 海	小型船の無法航行が多い。	1	52	無	—	
		急速停止装置がない。	2	39	有	急速制動（パラシュート）	
		自船の意志を他船に連絡できない。	3	34	無	—	
		水面下の暗礁がわからない。	4	21	有	座礁予防	
	全 上 の 問 題 点	揚 積 荷 役	荷役中船体強度をチェックできない。	1	24	有	自動荷役
			ガス滞留による爆発の危険がある。	2	22	無	—
			バルブ・リモコンの信頼性が低い。	3	20	一部有	自動荷役
			バルブ・リモコンが不十分。	4	11	有	自動荷役
陸上との荷役通話システムがない。			5	7	無	—	
操作ミスのおそれが強い。			6	7	有	自動荷役	
パイプ・ライン・チェックの方法がない。			7	6	一部有	自動荷役	
バ 注 ラ 排 ス ト 水		適正吃水・トリムの監視を十分できない。	1	15	有	自動荷役	
		操作ミスによるコンタミネーション不安。	2	7	有	自動荷役	
		荷役計画作成に手間がかかる。	3	1	有	自動荷役	
そ の 他		タンク・クリーニング機器不完全である。	1	28	無	—	
		防災用具が不完全である。	2	20	一部有	火災検知・自動消火	
		マニュアルが不十分である。	3	8	一部有	自動荷役	
		荷役用具が不完全である。	4	2	無	—	
入 出 港 時	係 離 岸 時	着桟、微速力の測定方法がない。	1	47	有	船位推定（ドブラーソナー）	
		係船機のワンマン・コントロールができない。	2	33	有	係 船	
		索類の取扱いが困難である。	3	17	一部有	係 船	
		索張力がわからない。	4	8	有	係 船	
		係船機の捲出速度が遅い。	5	7	有	係 船	
	投 揚 錨 時	行足の正確な計測方法がない。	1	46	有	船位推定（ドブラーソナー）	
		揚錨機のリモコンができない。	2	17	有	係 船	
		曳船のパワー1隻数の不足	3	15	無	—	
		命令伝達が雑音で妨害される。	4	15	無	—	
		船橋で錨鎖数がわからない。	5	11	無	—	

2. 超自動化システム以外の対策		
システム機能	対 策 分 野	対 策
波浪、動揺予報、回避	—	—
暗礁発見、表示、警報	航行支援システム	ソノブイ等
—	航行支援システム、設備	自動電話、レーダ・トランスポンダ等
監視、警報、異常診断	信頼性	信頼性向上、バックアップ等
—	航行管制システム	陸上からの船舶交通制御等
—	航行支援システム、設備	自動電話、レーダ・トランスポンダ等
最短停止距離の短縮	—	—
暗礁発見、表示、警報	航行支援システム	ソノブイ等
—	航行管制システム	陸上からの船舶交通制御等
最短停止距離の短縮	—	—
—	航行支援システム、設備	自動電話、レーダ・トランスポンダ等
暗礁発見、表示、警報	航行支援システム	ソノブイ等
船体ストレスの計算制御	—	—
—	安全システム	イナータガス・システム等
異常診断、状態表示	信頼性	信頼性向上、バックアップ等
システム構成の条件	—	—
—	陸上荷役設備	自動電話（船舶・陸上）
バルブ、ポンプの自動制御	—	—
異常診断、状態表示	荷役設備	流量計・弁開度センサー等
姿勢制御	—	—
バラスト制御（バルブ）	—	—
自動計算	—	—
—	安全システム、設備	イナータガス・システム、固定洗滌装置
消火設備チェック・自動消火	安全システム	イナータガス・システム等
システム構成の条件	安全体制	防火組織と訓練、高性能設備
—	荷役設備	リデューサの軽量化、ボンデンクワイヤ改良
着棧微速力（OG）の測定	—	—
ブレーキ・クラッチの遠隔制御	—	—
索自動搬出（鋼索）	安全器具	軽量、強力繊維索開発等
係船機自動制御、イコライズ	—	—
ハイスピード・スラック・ウインチ	—	—
微速力（OG）の測定	—	—
ブレーキ・クラッチの遠隔制御	—	—
—	設 備	スラスタ、曳船の配置等
—	通信システム、法制	マン・ツーマン通話システム等
—	係船設備	シヤックル・メーター等

表 2. 1. 2

条 件		問 題 点			1. 超自動化システム	
区 分	状態	内 容	順位	指摘人数	対応システムの有無	システムの名称
労働問題点	航海	機関の予防整備の時間がない。	1	2 4	一部有	機関 ブラント制御
		整備作業の陸上移行が不十分。	2	2 4	無	—
		調理作業などの省力化が不十分。	3	1 3	無	—
		固定洗滌装置が使用できない。	4	1 0	無	—
		計画作業の省力化がはかられていない。	5	7	一部有	航法計算、荷役計算、機関計算
		機関の突発故障に対処できない。	6	7	無	—
	沿岸航海	船橋当直を増強しなければならない。	1	1 7	一部有	船位決定、衝突予防、座礁予防
		入港準備作業が繁雑である。	2	7	有	係 船
		機関当直を増強しなければならない。	3	6	有	機関 ブラント制御
		荷役準備作業が繁雑である。	4	5	一部有	自動荷役
	狭視水界道航狭海	船橋当直を増強しなければならない。	1	3 5	一部有	船位決定、座礁予防
		機関当直を増強しなければならない。	2	3 0	有	機関 ブラント制御
		見張員を立てなければならない。	3	2 9	無	—
		機関故障が発生すると対処できない。	4	2 2	無	—
	荷役	荷役当直に熟練を要する。	1	3 2	有	自動荷役
		係留索調整に人手を要する。	2	2 7	有	係 船
		バルブ・リモコンが不十分。	3	1 8	一部有	自動荷役
		荷役準備に人手を要する。	4	1 5	一部有	自動荷役、機関ブラント制御
		吃水、D/W チェックに人手を要する。	5	1 5	有	自動荷役
		接待に人手を要する。	6	1 2	無	—
	バ注排水	出港準備と重なり人手を要する。	1	1 5	有	自動荷役
		荷役と重なり人手を要する。	2	1 3	有	自動荷役
		バルブ・リモコンが不十分。	3	1 3	一部有	自動荷役
		パイプライン設定に熟練を要する。	4	1 1	有	自動荷役
		主補機準備に人手を要する。	5	7	有	機関 ブラント制御
		手仕無書類に人手を要する。	6	6	無	—
	その他	上陸、休養の時間がない。	1	4 7	無	—
		船用品積込などに時間を要する。	2	2 4	無	—
		停泊中の整備作業陸上支援不十分。	3	1 6	無	—
	入出港時	係 索の舷側への搬出に人手を要する。	1	4 2	有	係 船
		タグライン捲き込みに人手を要する。	2	3 4	無	—
		係船機クラッチ操作に人手を要する。	3	3 0	有	係 船
		甲板が広く作業に手間どる。	4	2 5	有	係 船
		係船機ブレーキ操作に人手を要する。	5	1 6	有	係 船
	投揚錨	揚錨機のリモコンができない。(ブレーキクラッチ)	1	3 4	有	係船

システムの機能	2. 超自動化システム以外の対策	
	対 策 分 野	対 策
異常診断	信頼性、保船システム、体制	信頼性向上、計画整備体制等
—	保船システム、体制	保船陸上整備体制等
—	生活慣習、設備	冷凍食品、船内就労体制等
—	安全システム	イナートガス・システム等
オフライン計算	情報システム（陸上－船舶）	データ通信、運航管理システム等
—	陸上体制	陸上支援体制、救助体制等
監視、警報、表示	航法システム	既存システムの信頼性向上
索搬出、係船機遠隔制御	—	—
監視、自動制御	—	—
バルブ自動制御	荷役設備	バルブ・リモコン充実等
警報、表示	航法システム、航行管制システム、法制	衝突防止のための陸上からの制御
監視、自動制御	—	—
—	航行管制システム、法規	陸上からの船舶交通制御
—	保船システム、信頼性	信頼性向上
システム構成の条件	—	—
係船機自動制御、イコライジング	—	—
システム構成の条件	荷役設備	バルブ・リモコンの充実等
バルブ自動制御	荷役設備	バルブ・リモコンの充実等
監視、記録	—	—
—	体制、習慣、設備	船内就労体制、サービス設備
自動バラスト注排水バルブ制御	—	—
荷油バルブ、自動制御	—	—
システム構成の条件	荷役設備	バルブ・リモコンの充実等
バルブ自動制御	—	—
スタンバイ・シーケンス制御	—	—
—	体制、商慣習	書類の合理化、契約条件変更等
—	体制	ポートクルー制度、陸上支援体制等
—	設備、体制	船用品積込設備、陸上支援体制等
—	体制	ポートクルー制度、陸上支援体制等
索自動搬出	—	—
—	係船設備	タグラインウインチ等
クラッチ遠隔制御	—	—
索自動搬出、係船機遠隔制御	—	—
ブレーキ遠隔制御	—	—
揚錨機遠隔制御	—	—

表 2. 1. 3

条 件		問 題 点			1. 超自動化システム	
区 分	状態	内 容	順位	指摘人数	対象システムの有無	システムの名称
経 済 上 の 問 題 点	航 空 航 海	大 荒天による遅延	1	37	有	局所・狭域最適航路設定
		洋 タンク・クリーニング中の減速	2	20	無	—
		航 機関故障による遅延	3	17	一部有	機関ブランチ制御
		海 スコール等による狭視界減速	4	10	有	衝突予防
	沿 岸 航 海	漁船操業海域回避のための離路	1	25	無	—
		スコール等による狭視界減速	2	25	一部有	衝突予防
		座礁防止のための減速	3	14	一部有	座礁予防
	中 狭 視 水 界 道 航 狭 海	衝突回避のための減速	1	40	無	—
		スコール等による狭視界減速	2	35	無	—
		座礁防止のための減速	3	27	一部有	座礁予防
		入港時間調整のための減速	4	18	無	—
	荷 積 荷 役	ストリッピング作業の非能率	1	26	無	—
		船舶と陸上の荷役能力のアンバランス	2	21	無	—
		積切り前のローディング・レート・ダウン	3	12	一部有	自動荷役
		クリアランス待ちによる遅延	4	11	無	—
		パイロット待ちによる遅延	5	7	無	—
	バ 注 排 中 ス ト 水	デバラスト能力の不足	1	9	一部有	自動荷役
		バラスト・タンクの荷役終了時間の限界	2	6	一部有	自動荷役
		バラスト注水方式の限界	3	2	無	—
	そ の 他	出港時間調整のための遅延	1	11	無	—
		補水、補油による遅延	2	8	無	—
		船用品積込みによる遅延	3	6	無	—
	入 出 港 時	離 急速停止装置がないので操船に手間どる。	1	33	有	急速制動（パラシュート）
		着 行足を測定できないので操船に手間どる。	2	26	有	船位推定（ドブラーソナー）
		岸 タグボート使用隻数の削減不可能	3	13	無	—
	投 揚 錨	船混みのため、錨地選定に手間どる。	1	39	無	—
		急速停止装置がないので操船に手間どる。	2	32	有	急速制動（パラシュート）
		行足を測定できないので操船に手間どる。	3	21	有	船位推定（ドブラーソナー）

2. 超自動化システム以外の対策		
システムの機能	対 策 分 野	対 策
波浪動揺予報、回避	—	—
—	設備（タービン機関船のみ）	ボイラーの能力増
異常診断	信頼性、陸上保船システム	信頼性向上、バックアップ、陸上保船管理
監視、警報、表示	—	—
—	航行管制システム、法規	航路監視、航路・漁区の分離等
監視、警報、表示	航法システム	沿岸衝突予防、トブラーレーダ等
監視、警報、記録	航行支援システム	ソノブイ等
—	航行管制システム、法制	陸上からの船舶交通制御、航路分離等
—	航行管制システム、法制	陸上からの船舶交通制御、航路分離等
監視、警報、記録	航行支援システム	ソノブイ等
—	体制、法規	入出港時間規制撤廃
—	荷役設備	S S S、J S S、等
—	流通システム	一貫システム（積地—船舶—揚地）
最適時間制御	情報システム（陸上—船舶）、設備	自動直通電話、テレビ電話等
—	体制、情報システム	書類合理化、データ通信等
—	体制、航行支援システム	港内航行管制、パイロットサービス体制
自動バラスト制御	荷役設備	ポンプの能力増加等
最適時間制御	設備	バラスト、タンクの増加、ポンプ能力増加
—	荷役設備	強制注水等
—	体制、法規	出港時間規制撤廃
—	体制、法規、設備	補油・補水自動制御、積込制限撤廃
—	設備、体制	船用品積込設備、陸上支援体制等
最短停止距離の短縮	—	—
微速力（0.6）の測定	—	—
—	設備	パウスラスタ等
—	体制	無線検疫制度、C T S 等
最短停止距離の短縮	—	—
微速力（0.6）の測定	—	—

表 2. 2

	名 称	安 全			労 務	
		対応延項数	充足率 A	充足率 B	対応延項数	充足率 A
問題点と対応するシステム	最適航路設定システム	23	4.8	2.4	-	-
	座礁予防システム	55	11.5	5.8	52	8.9
	衝突予防システム	-	-	-	17	2.9
	急速制御システム（パラシュート）	65	13.6	6.9	-	-
	船位決定システム	19	4.0	2.0	52	8.9
	船位推定システム（ドブラーソナー）	93	19.5	9.6	-	-
	ディーゼル・プラント・制御システム	11	2.3	1.2	82	14.0
	タービン・プラント制御システム	11	2.3	1.2	82	14.0
	索自動搬出システム	17	3.6	1.8	67	11.5
	係船機自動制御システム	65	13.6	6.9	95	16.3
	自動荷役システム	99	20.7	10.4	137	23.5
	定時情報自動受信システム	-	-	-	-	-
	自動火災検知、消火システム	20	4.1	2.1	-	-
超自動化システム以外の問題点解決策	航行管制システム	107	22.8	11.3	64	9.1
	航行支援システム（含沿岸衝突予防）	55	11.6	5.8	-	-
	情報システム（船-船）	76	16.2	8.0	-	-
	情報システム（船-陸）	7	1.5	0.7	7	1.0
	情報システム（乗組員-乗組員）	15	3.2	1.6	-	-
	安全システム（イナータガス・システム）	70	14.9	7.4	10	1.4
	自動ストリップング・システム	-	-	-	-	-
	自動、補油、補水システム	-	-	-	-	-
	保船システム（含、船舶、陸上システム）	-	-	-	70	9.9
	機関関連設備	-	-	-	7.0	9.9
	荷役関連設備（含、陸上荷役設備）	15	3.2	1.6	46	6.5
	航海関連設備（含、航海計器）	11	2.3	1.2	52	7.4
	事務省力化設備	-	-	-	7	1.0
	サービス省力化設備（含、調理）	-	-	-	13	1.8
	着・棧援助設備（バウスラスタ等）	15	3.2	1.6	34	4.8
	船用品積込設備	-	-	-	24	3.4
	防災設備（含、防災機器）	8	1.7	0.8	-	-
	船体設備（含タンク、公害防止設備）	17	3.6	1.8	-	-
	タンク・クリーニング設備	28	6.0	3.0	10	1.4
	信頼性	31	6.6	3.3	46	6.5
	乗組員制度、船内就労体制	-	-	-	12	1.7
	法規（公法、私法）	15	3.2	1.6	64	9.1
	生活慣習、習慣、等	-	-	-	23	3.3
	陸上支援体制（ボートクルー等）	-	-	-	148	20.8
	その他	-	-	-	7	1.0
		478/470/948	100/100	50.4/49.6	584/707/1291	100/100

(注) 本表充足率とは、問題点総対応項数に対する各項目対応数の割合を指す。
したがって、充足率は、各超自動化システムまたはその他の対策の重要
度または有効度を%で示す指標となる。

充足率 B	採 算			備 考
	対応 延項数	充足率 A	充足率 B	
-	37	12.9	4.7	局所実船試験済、狭域実船実験計画中
4.0	41	14.3	5.2	実船実験済、実用化には改善要す。
1.3	55	12.2	4.4	実船実験中、実用化の見通しあり。
-	65	22.7	8.2	実船実験済、実用化の見通しあり。
4.0	-	-	-	実用段階にあり。
-	47	16.4	5.9	実船実験中、実用段階にあり。
6.4	17	5.9	2.1	実船実験中、実用段階にあり。
6.4	17	5.9	2.1	実船実験計画中
5.2	-	-	-	陸上試験済、実用化の見通しあり。
7.4	-	-	-	陸上試験中、一部実船実験中
10.5	27	9.7	3.4	実船実験中、実用段階にあり。
-	-	-	-	実船実験中、実用化には改善要す。
-	-	-	-	実船搭載中
5.0	100	21.1	12.6	特定水域にて計画段階
-	48	9.5	6.1	特定水域にて計画段階
-	12	2.4	1.5	国際的な合意必要、当面実現不可能
0.5	11	2.2	1.4	国際的な合意必要、一部検討中
-	-	-	-	マンツーマン通話装置有、法的再検討要
0.8	-	-	-	イナートガスシステム等有
-	26	5.1	3.3	JSS、SSS等システム有
-	8	1.6	1.0	自動荷役システムにより実用化可能
5.4	17	3.4	2.1	一部検討着手の段階、早急な実現困難
5.4	20	3.9	2.5	大部分既に開発済、経済性との調和要
3.6	17	1.6	2.1	CIS等により解決可能
4.0	25	4.9	3.2	大部分既に開発済、経済性との調和要
0.5	-	-	-	コンピュータ搭載により軽減可能
1.0	-	-	-	相当部分解決可能、経済性との調和要
2.6	13	2.6	1.6	既に開発済、経済性の向上が先決
1.9	6	1.2	0.8	既に開発済、経済性との調和要
-	-	-	-	一部解決可能なるも、更に開発を要す。
-	6	1.2	0.8	解決策あり
0.8	-	-	-	イナートガスと固定式洗滌装置で対処可能
3.6	17	3.4	2.1	除々に向上しつつあるも、不十分
0.9	-	-	-	検討段階にあるも、早急に解決困難
5.0	157	27.0	17.2	早急に改善を要す。
1.8	-	-	-	段階的に変化しつつあり。
11.5	6	1.2	0.8	実現段階にあり。規模拡大を要す。
0.5	39	7.7	4.9	
45.2/548	286/508/794	100/100	36.0/64.0	

超自動化システムと全く対応しない問題点については別個に問題点の解決策を検討した。問題点の中には、船舶の装備やシステムによつては解決を望み得ないものも多く、これらについては抽象的な対策とならざるを得ないが、一応解決をはかり得ると思われる方法を、体制、法規、習慣、労働協約などの分野で指摘した。

問題点に対応する解決策は表 2.1.1～2.1.3 のとおりとなる。S R-106 部会で開発された超自動化システムには、既に実船実験を経て、その効果が確認され実用化段階にあるシステムもあれば、まだ実験システムの試作段階のものもあり、後者については、はたして計画した機能を満足するものであるか否かも明らかではない。

そこで、表 2.1.1～2.1.3 では、各超自動化システムは全て計画どおりの機能を有するものと了解して、問題点との対応を調査した。

したがって、実船実験の結果、ほぼ完全に計画機能を満していることが確認された自動荷役システムやディーゼル・ブランド制御システムあるいは N N S S による船位決定システムなどと、実用化にはかなり改良が必要であることが明らかになった座礁予防システムや定時情報受信システムなどを、共に計画機能の充足という点では同一として扱っている。

表 2.1.1～2.1.3 では、内容欄にはアンケートで指摘された問題点の内容を、順位欄には状態別の指摘数の多いものらの順位を、指摘数欄には、その問題点を指摘した船長の人数（66 人中の）を示している。

1. 超自動化システム、2. 超自動化システム以外の対策欄には、問題点の内容別に、その問題点に対応するシステムが超自動化システムのなかにある場合には、その超自動化システムの名称、問題点解決に有効と考えられる超自動化システムの機能を記入し、その問題点に対応する超自動化システムが無いか、あるいは超自動化システムが問題点の一部としか対応しない場合には、どのようなシステム、設備、あるいは体制や法規制によつて問題点を解決し得るかを検討して具体的対策として記入してある。

表 2.1.1～2.1.3 より、すでに開発された超自動化システムに対する乗組員の希求度ともいえる目安と、今後解決をはからなければならない対象、さらに、現在の問題点をコンピュータを導入することによつて当面解決し得る限界といったものが漠然とではあるが推察できる。

表 2.2 は表 2.1.1～2.1.3 の対策を中心として纏めたもので、安全、労務、経済性の各分野において、対策としての各設備、その他がどのような優先順位にあるかを見るために作成したものである。

備考欄には、表 2.1.1～2.1.3 の作成にあつて、超自動化システムの機能は、全て計画機能を充足しているとした点について、一応現在までに実験船乗組員が行なつた評価、あるいは公表された実験結果等によつて検討し、実情を簡単に記載した。

超自動化システム以外のシステム、設備、その他については、容易に実現が可能かどうか、現状ではどのような段階にあるかについて調査した結果を簡単に記入している。

表 2.2 の備考欄から、問題点解決のための超自動化システム、システム、設備、その他を設備投資負担を一応考慮しないならば、つぎの 3 種類に分類できる。

- (1) 技術的には、現時点で直ちに実施可能な対策
- (2) 若干の技術開発と時間的余裕があれば実現可能な対策
- (3) 早急には解決することが困難な対策

(1)には、すでに実用化段階にある機器、システムが入り、(2)には、実用化の見通しのある機器、システムのほか、すでに除々に実現しつつあるボートクルー等の制度体制も含まれる。

(3)には、まだ計画段階と見做されるシステムや、実用化までには改善を要するシステム、機器および公法、私法の改訂が相当することになる。この分類結果を図 2.1.3 に示す。

図 2.1.3 から明らかなように、安全性向上対策および労働生産性の向上対策では比較的具体的効果を期待することができるが、経済性向上対策には、かなりの時間を要しかつ困難な問題を伴うものが多いことがわかる。

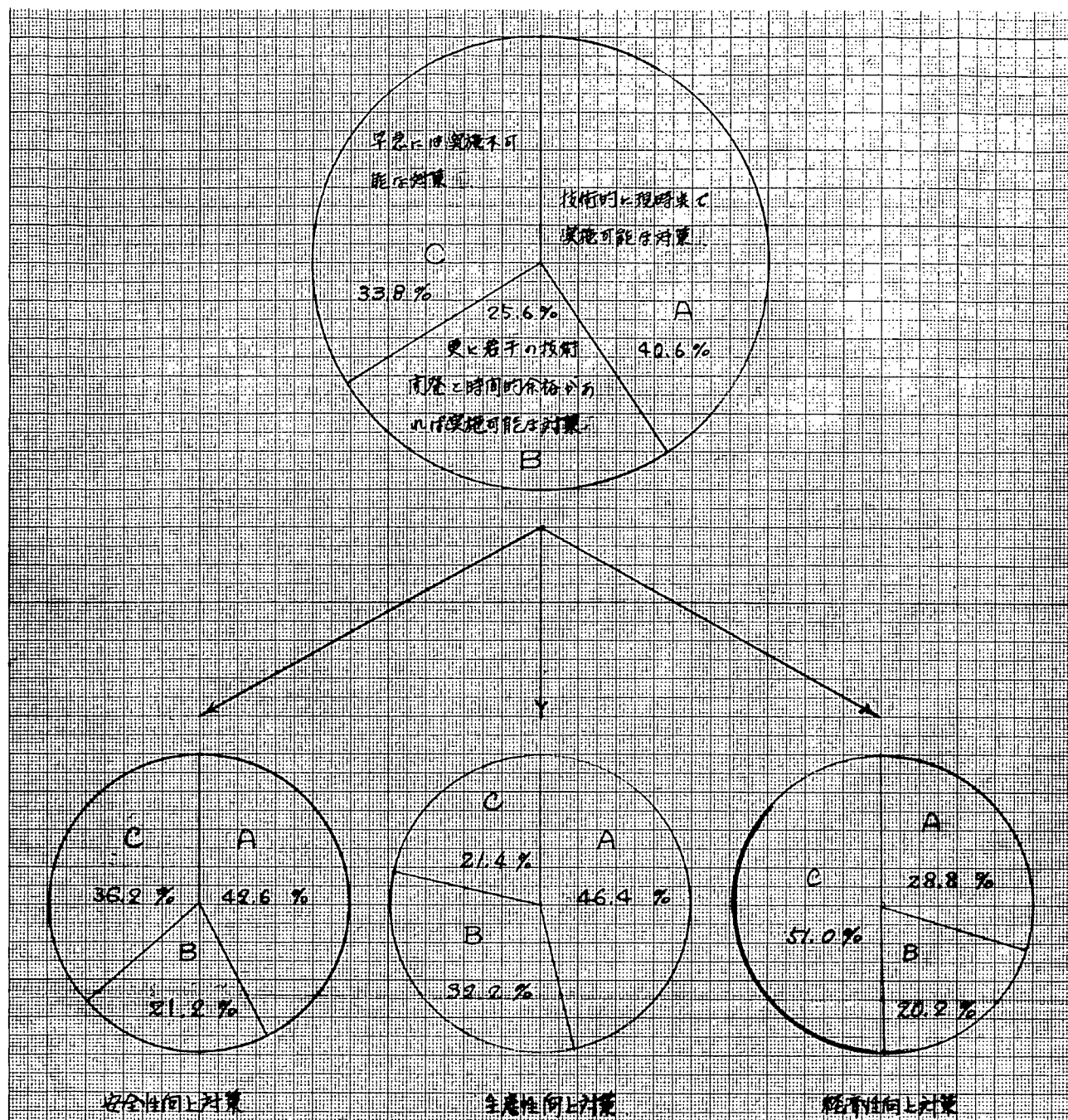


図 2.1.3 問題点に対する対策の分類

2.4 自由記入欄の集計結果

アンケート調査用紙には、設問以外に記入者が問題点を自由に記入できる欄を設けた。この欄は、居住設備、リクリエーション設備、船内就労体制、医療関係など、設問では意を尽さないと思われる問題点について、個条書きで指摘する形式とした。

自由記入欄の内容は当然のことながら、多岐にわたりまた設問欄での指摘と重複する内容や、抽象的な内容の問題点が含まれていた。したがって、集計にあたり、設問と同様の分類が不適当と考えられたので、問題点の解決をはかるうえで、船舶の設備・設計等の技術的な面で解決をはかるべき問題点、船舶の設備等と無関係に船主の問題として労務政策上解決をはかるべき問題点、および、船側だけでは解決が困難で陸上体制との関連で解決をはかるべき問題点に大別した。

具体的問題点の内容、指摘数を図 2.1.4 に示す。図 2.1.4 によるとやはり全般的な信頼性の向上を望む声が多く、また船体強度面の不安感が想像以上に高いことがわかる。また日本船が外国船に比べて、リクリエーション設備面で立遅れているとの指摘も多い。これらの指摘の背景には、相次ぐ巨大船の事故や、船腹の量的拡大という戦後一貫して今日まで

とられてきた政策があるものと思われる。

この自由記入欄の集計結果の特徴は、船長の船舶運航上の様々な精神的負担要因がほとんどであると考えられる点である。自由記入欄で指摘された問題点は、設問解答で指摘された問題点と、その緊急度あるいは重要度において何等変りないものと考えて差支えないものと思われる。自由記入欄で指摘された問題点の多くは、超自動化システム以前のより本質的な問題点の範疇に入るものであり、これらの問題点を解決しないかぎり、超自動化船は建造し得ても、その効果について多くを期待することは不可能であろう。

問題点のかんりの部分は、現在の技術で解決若しくは軽減することが可能であると考えられる。要は、商船としての経済的制約と、問題点解決のために必要な投資との調和をどのようにしてはかるということが最大の課題であろう。

2.5 考察と提言

今回の調査の対象としたタンカーには、様々な船令や自動化の程度のもが含まれている。船型の大型化は最近とくに顕著な傾向であり、また遠隔制御や自動制御などが大巾に普及しはじめたのもここ数年以内である。

したがって、運航上の各種の問題点は、船令によつてあるいは船型によつて当然異ってくるものと考えられる。一般的には、船令が若い程、船型は大型で、かつ自動化レベルが高いものと考えられるので、一応船型をパラメータとして、船長が指摘する問題点がどのように変化するかを調査した。

また、本年度の調査を通して、将来わが造船・海運が健全な発展を遂げるためには避けて通ることができない重要な問題点がいくつか存在することが明らかとなつたが、これらの問題点を解決するための施策について検討し本ワーキング・グループよりの提言として取纏めた。

2.5.1 船型・自動化の程度と問題点指摘数

仮にアンケートに記入した船長が同じ判断基準に立つて、問題点を指摘したものとする、多岐にわたる問題点を持つ船程指摘数が多いはずである。そこで、船型によつて、問題点の指摘数がどの程度となるかを図に示したのが図2.15である。

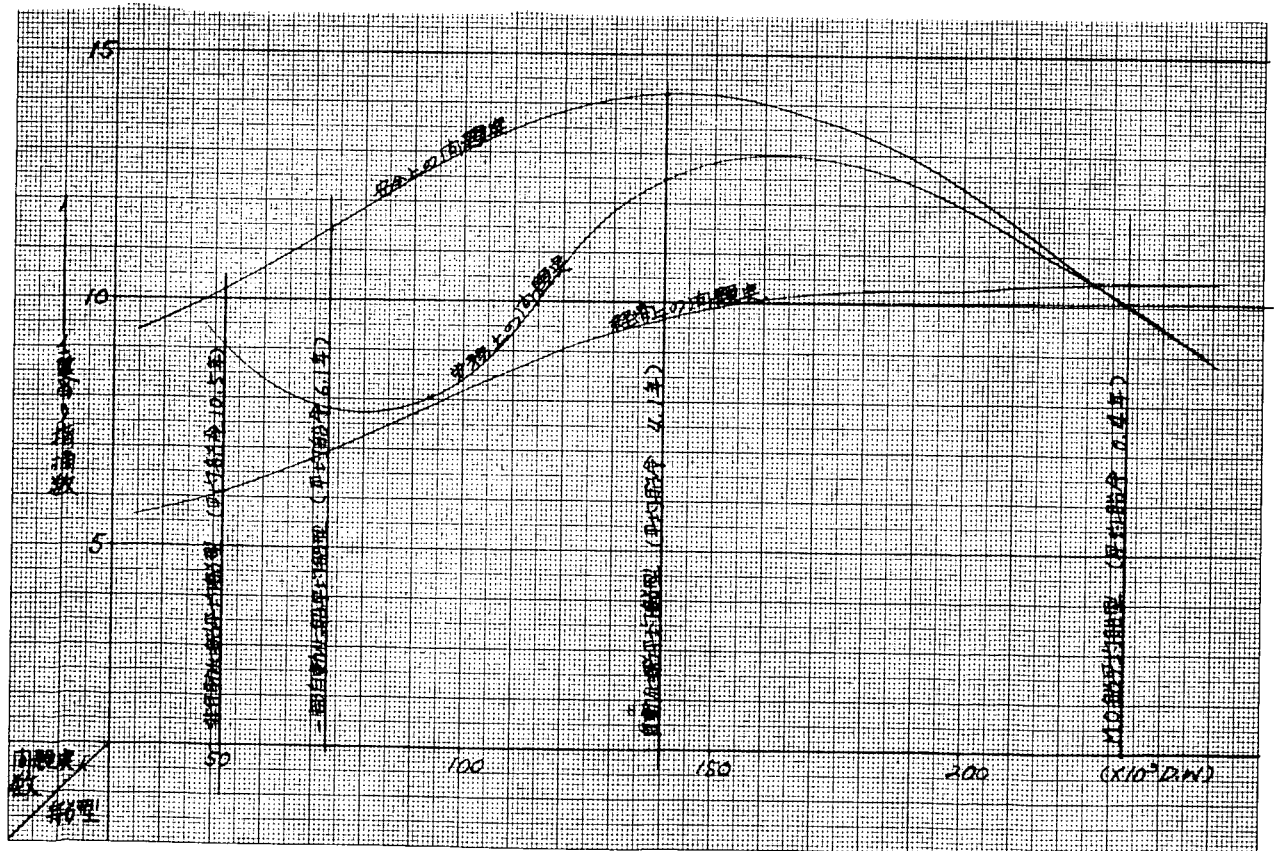


図 2.15 船型と問題点指摘数の関係

図2.15から、つぎの傾向を指摘することができる。

- (1) 安全上の問題点および労務上の問題点は10～20万重量トン程度の船型のタンカーに最も多い。この船型のタンカーは自動化レベルでは自動化タンカーに分類されるものが多い。
- (2) 船型が20万重量トンを境に、問題点の指摘数は減少傾向を示している。20万重量トン以上の船型は自動化レベルではMOタンカーに分類されるものが多い。
- (3) 経済上の問題点は、船型が15万重量トンを越えると増勢は鈍化するが、船型とともに、問題点は一貫して増える傾向にある。

この顕著な傾向の背景には、やはり自動化や設備の高度化は、一般的に見て、安全上および労務上の問題点解決に有効な手段であること、および信頼性の向上や、技術開発の成果が、新しく建造された船舶で効果を発揮しはじめたことなどを指摘できよう。

経済性については、船型の大型化とともに1隻あたり、船価が上昇し、わずかの遅延が莫大な経済的損失に連がるとの認識が、大型船である程、船長に浸透しているため、このような傾向がでてきたものと思われる。

労務上の問題点で、船型7～8万重量トン付近で落ち込みがあるのは、この船型が、一部自動化船の平均船型である点と合せ考えると、定員数が非自動化船とあまり変わらないため、相対的に、自動化設備の省力化効果が大きいと推察される。

2.5.2 内容別・状態別問題点と自動化との関係

全体的に見た場合、問題点の指摘数は船型の大型化とともに増加するが、自動化タンカーの平均船型である約19万重量トンを超えて、それ以上のMOタンカー標準船型では下降傾向を示すことが明らかとなった。

しかし、問題点によつては、船型の大型化と共に、一貫して増加傾向を示すものや、船型に関係なく高い指摘率を維持しているものがある。これらの問題点に対して有効な対策を打出すことが必要と考えられる。

そこで、自動化の程度別に各分野の問題点指摘数を求め、船舶の状態別に指摘数と自動化の程度の関連を調査した。その結果つぎの点が明らかとなった。

- (1) 自動化の程度が高度化するにつれて、指摘数が増加している問題点

(a) 安全上の問題点で入出港時に発生するもの

(i) 投揚錨時の問題点

(b) 労務上の問題点で航海中に発生するもの

(i) 狭水道・狭視界航海中の問題点

(c) 労務上の問題点で入出港時に発生するもの

(i) 離着岸時の問題点

(d) 経済上の問題点で航海中に発生するもの

(i) 沿岸航海中の問題点

(ii) 狭水道・狭視界航海中の問題点

(e) 経済上の問題点で荷役中に発生するもの

(i) 揚積荷役中の問題点

(f) 経済上の問題点で入出港時に発生するもの

(i) 投揚錨時の問題点

- (2) 自動化の程度が高度化するにつれて、指摘数が減少している問題点

(a) 安全上の問題点で航海中に発生するもの

(i) 大洋航海中の問題点

- (3) 自動化の程度とはほぼ無関係に高い指摘率を維持している問題点

(a) 安全上の問題点で航海中に発生するもの

(i) 沿岸航海中の問題点

(ii) 狭水道・狭視界航海中の問題点

(b) 安全上の問題点で荷役中に発生するもの

(i) 揚積荷役中の問題点

(c) 労務上の問題点で荷役中に発生するもの

(i) 揚積荷役中の問題点

これらの問題点の具体的内容の自動化レベルとの関係はつぎのようになる。

図2.16は、アンケート対象船舶を自動化の程度によつてM O船、自動化船、一部自動化船および非自動化船に分類し、問題点の種類、タンカーの状態別に平均指摘数をプロットしたものである。折線は各々右が非自動化船、左がM O船であり、各折線とも左程自動化率が高い。

図2.17～2.28は、(I)・(a)・(i)～(3)・(c)・(1)に指摘した問題点の具体的内容ひとつひとつについて、指摘率が自動化率とともに、どのように変化しているかを示す図である。図2.17～2.28の横軸には、各問題点に対する指摘率を%で示し、縦軸には、自動化率(4段階)をとつた。

縦軸は上程自動化率が低く、下程高い。したがつて図2.17～2.28より、特に問題点が多い分野における具体的な内容と傾向を知ることができる。図の縦軸は自動化率としたが、自動化率は、一般的にみて船型に比例し、船令に反比例すると見做すことができる。

2.5.3 提言

この調査で判明した問題点に対する対策については、すでに2.3、2.4、2.5で個々に検討してきた。

ここでは、より包括的な立場から、今後重点的にとり上げなければならない総合的対策について検討した。

(1) 知識集約技術の確立

アンケート調査によつて指摘された問題点には、船舶側だけで解決することが困難な問題、あるいは既存の技術分野の範疇からはみ出した問題などが含まれている。

これらの問題に対する解決策を求めるにあたり、今後は造船技術や運航技術といった、既存の技術の他に、より広いクローズド・システム技術から社会関連技術、

人間工学技術、公害防止技術など、広範囲の技術分野の知識を有機的に、効率的に結集する必要があることを痛感した。

広範囲の各分野の技術を目的に向つて結集し、各技術相互の調和をはかり相乗効果を高める知識集約技術の確立は、今後ますます複雑化し、高度化する海上輸送システムの問題点解決に必要不可欠であろう。

(2) 経済性向上への努力

2.3で触れたように、既に開発されている機器あるいはシステムを採用すれば、解決すると考えられる問題点が数多く指摘されている。これは採用して得られる経済的メリットが、採用に必要な経費と釣合わないことが第一の原因であろう。

したがつて、既に開発されたこれらの機器・システムの経済性の向上をはかる改善が必要であり、そのためには、多目的化が有力な手段であると考えられる。

例えば、単独にサイドスラスタを採用するとすれば、スラスタ本体の他に発電機の増加等必要な経費は、とても使用タグボートの隻数削減だけでは賄うことができない。しかし、例えば可変ピッチプロペラ等の技術を利用し、主機軸を使用したサイドスラスタ等が実現すれば、経済性もかなり改善されよう。

(3) 国際的活動の充実

問題点の中には、国際的な場で解決をはからなければならない性格のものもかなり含まれていることは2.3で検討

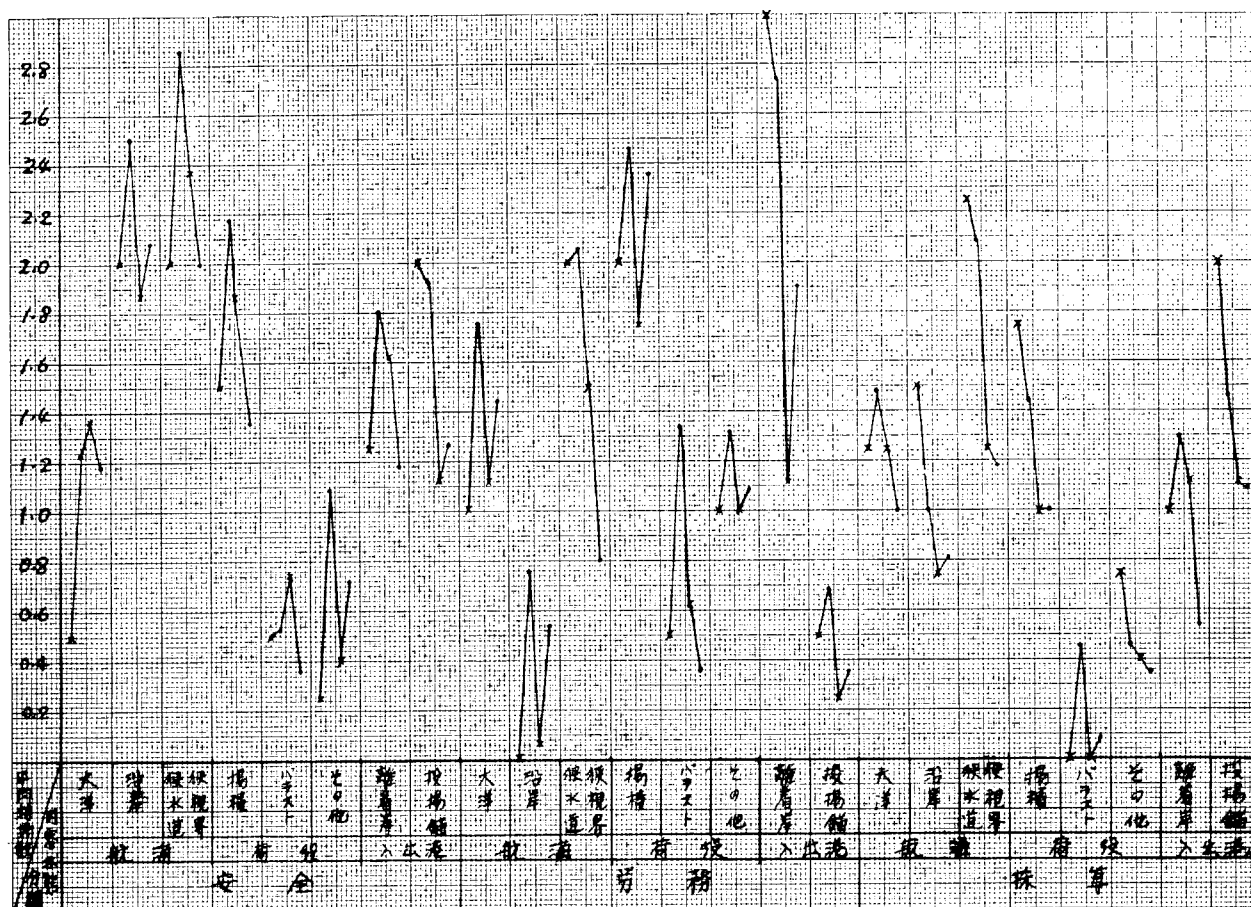


図 2.1.6 自動化レベル別、1人あたり問題点指摘数

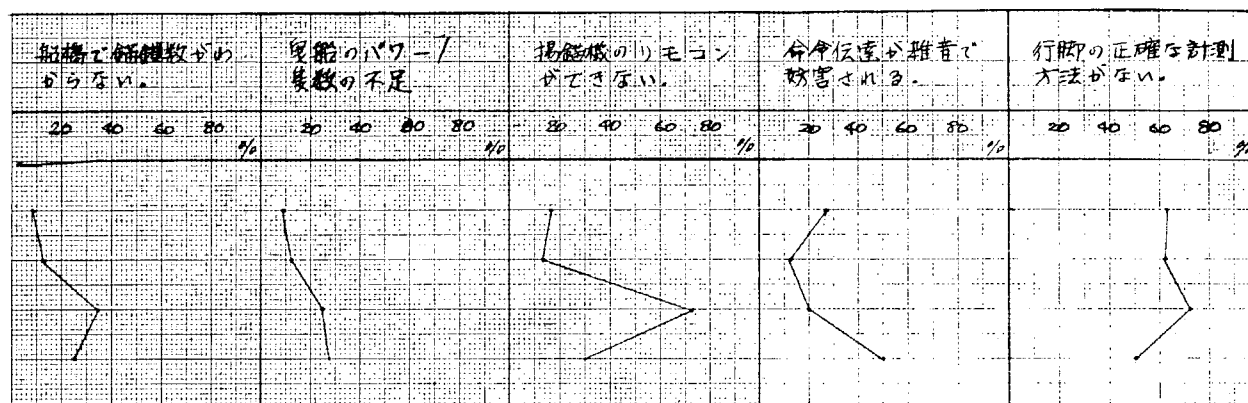


図 2.1.7 (1)・(a)・(i) 投揚船時の問題点・自動化レベル(安全上・航海中)の関係

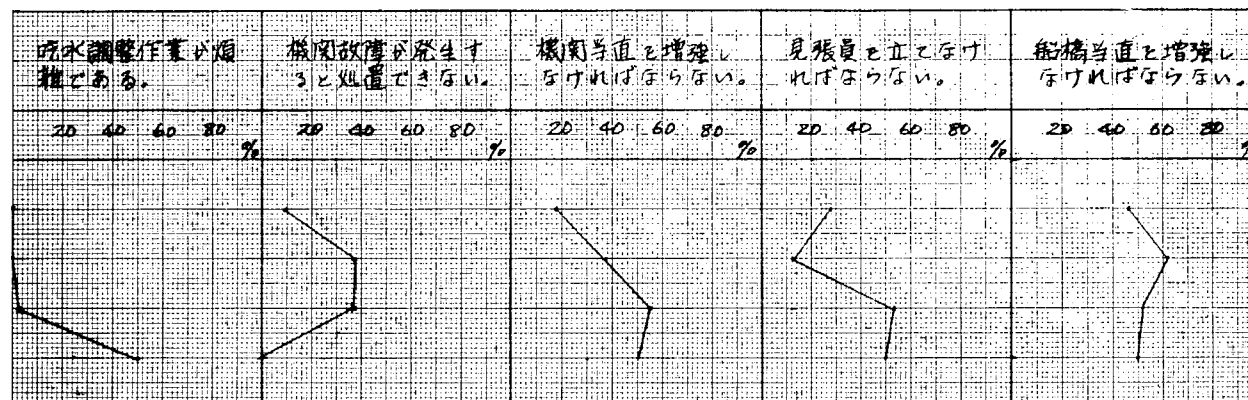


図 2.1.8 (1)・(b)・(i) 狭水道・狭視界航海中の問題点・自動化レベル(労務上・航海中)の関係

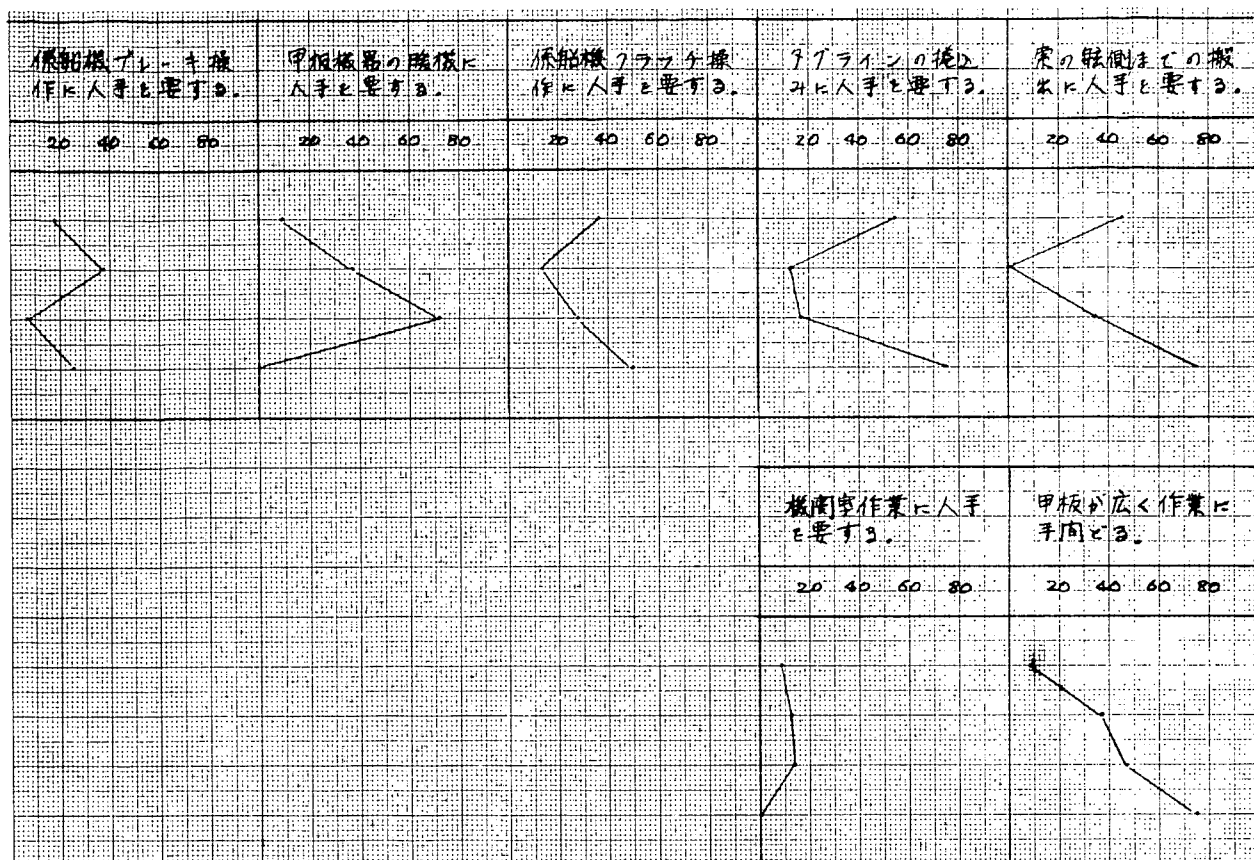


図 2.19 (I)・(c)・(j) 係離岸時の問題点・自動化レベル（労務上・入出港時）の関係

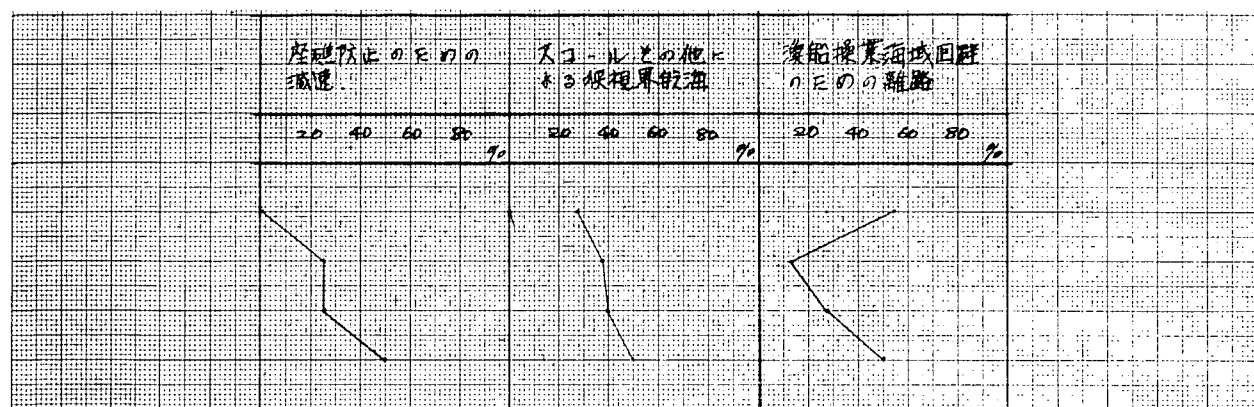


図 2.20 (I)・(d)・(j) 沿岸航海中の問題点・自動化レベル（経済上・航海中）の関係

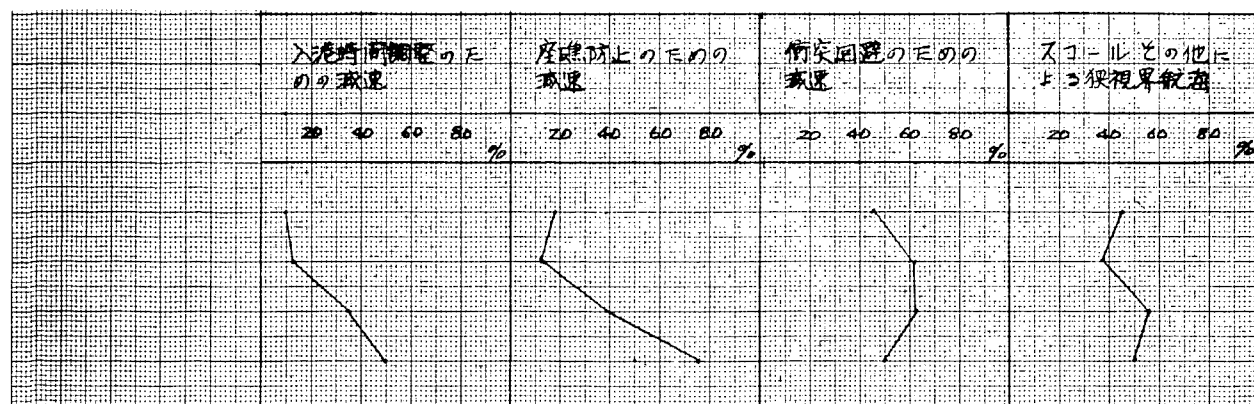


図 2.21 (I)・(d)・(ii) 狭水道・狭視界航海中の問題点・自動化レベル（経済上・航海中）の関係

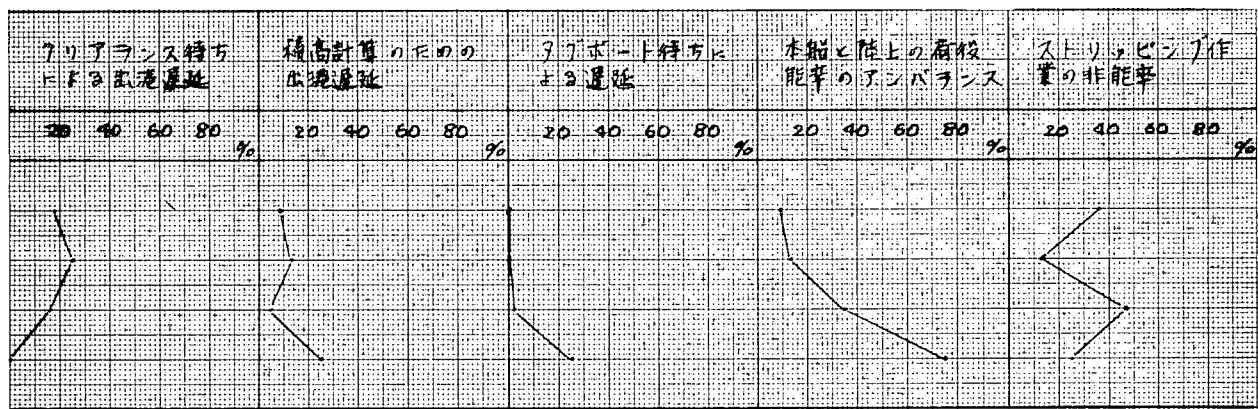


図 2.2 2 (1)・(e)・(i) 揚積荷役中の問題点・自動化レベル（経済上・荷役中）の関係

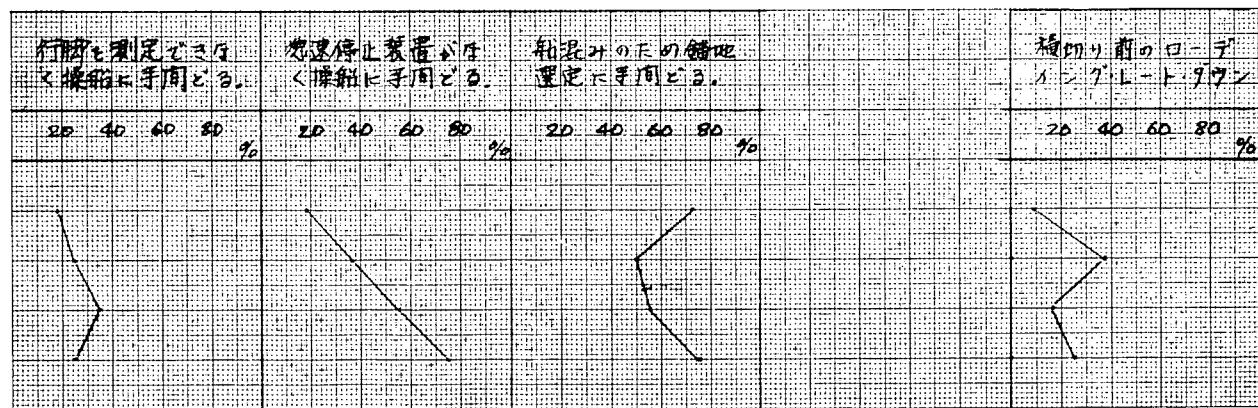


図 2.2 3 (1)・(f)・(j) 投錨錨時の問題点・自動化レベル（経済上・入出港時）の関係

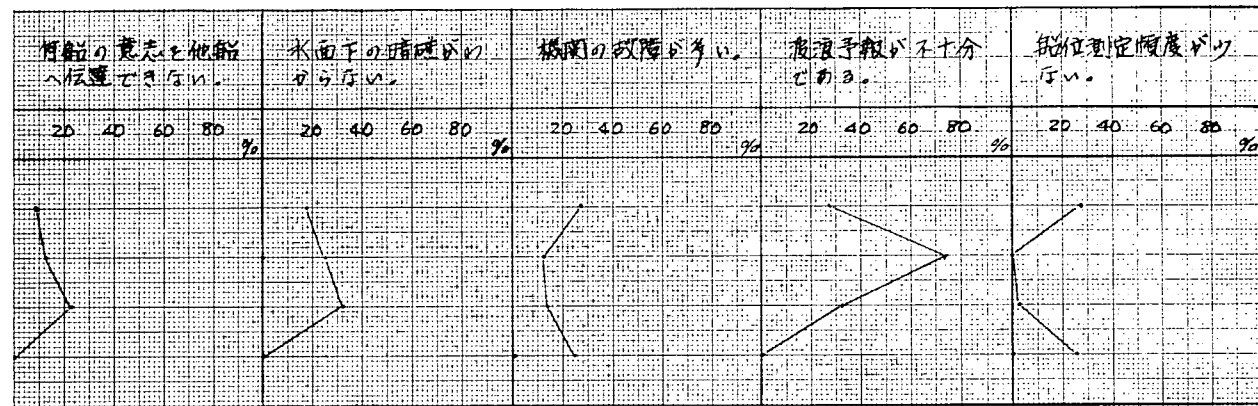


図 2.2 4 (2)・(a)・(i) 大洋航海中の問題点・自動化レベル（安全上・航海中）の関係

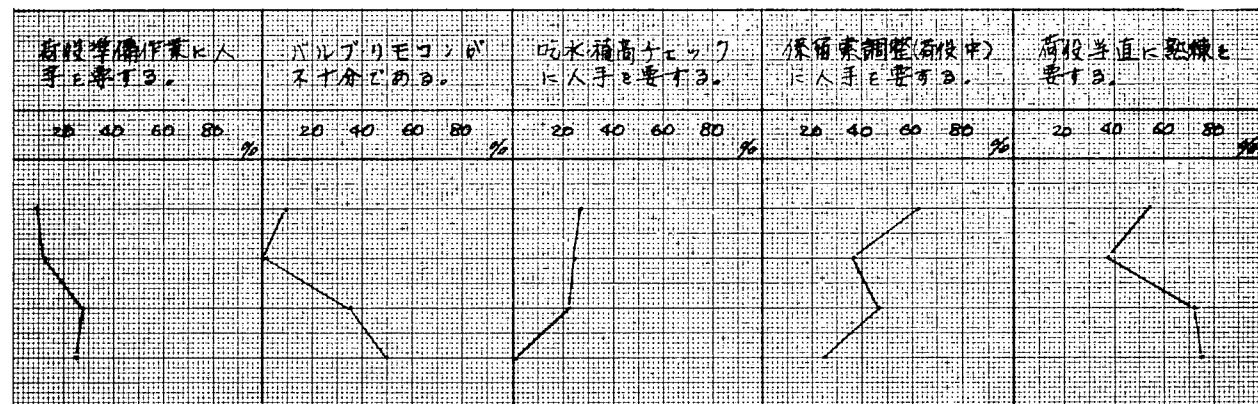


図 2.2 8 (3)・(c)・(j) 揚積荷役中の問題点・自動化レベル（労務上・荷役中）の関係

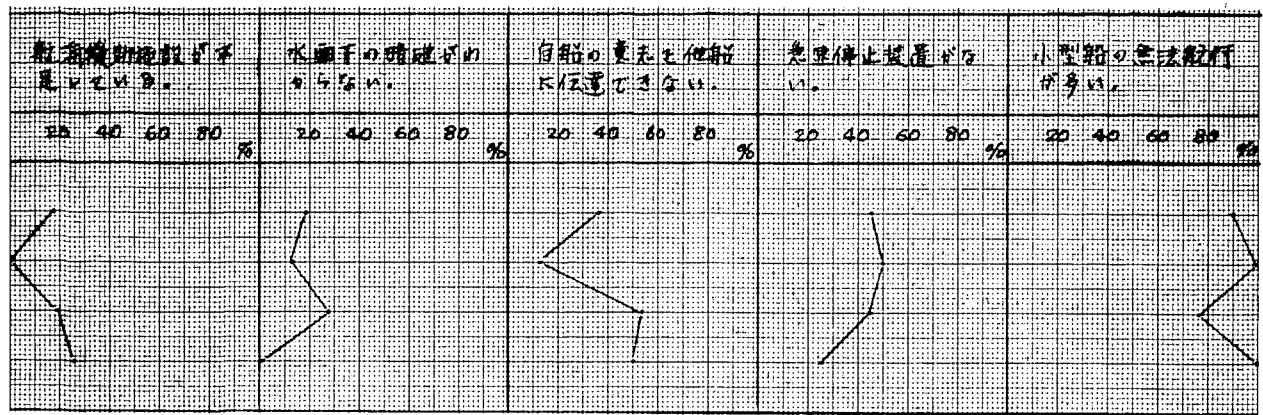


図 2.25 (3)・(a)・(i) 沿岸航海中の問題点・自動化レベル（安全上・航海中）の関係

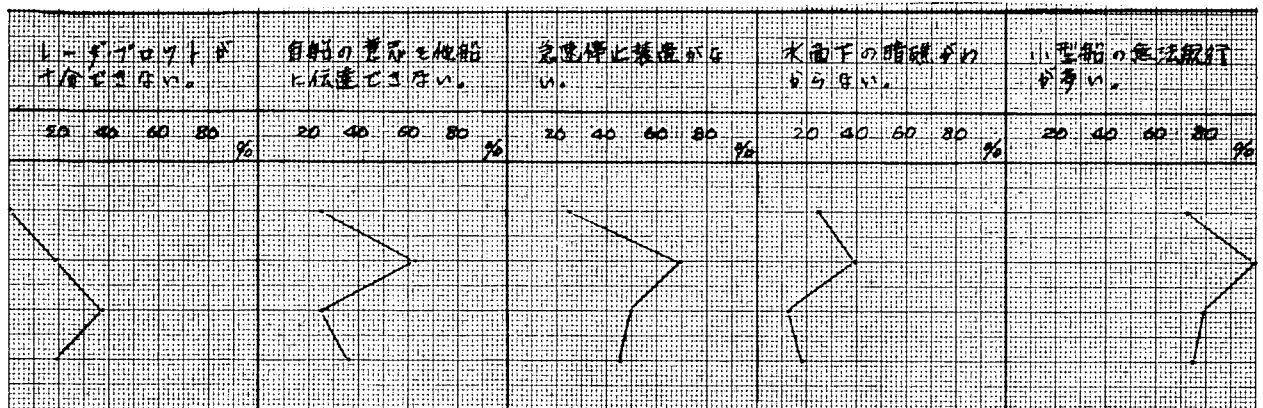


図 2.26 (3)・(a)・(ii) 狭水道・狭視界航海中の問題点・自動化レベル（安全上・航海中）の関係

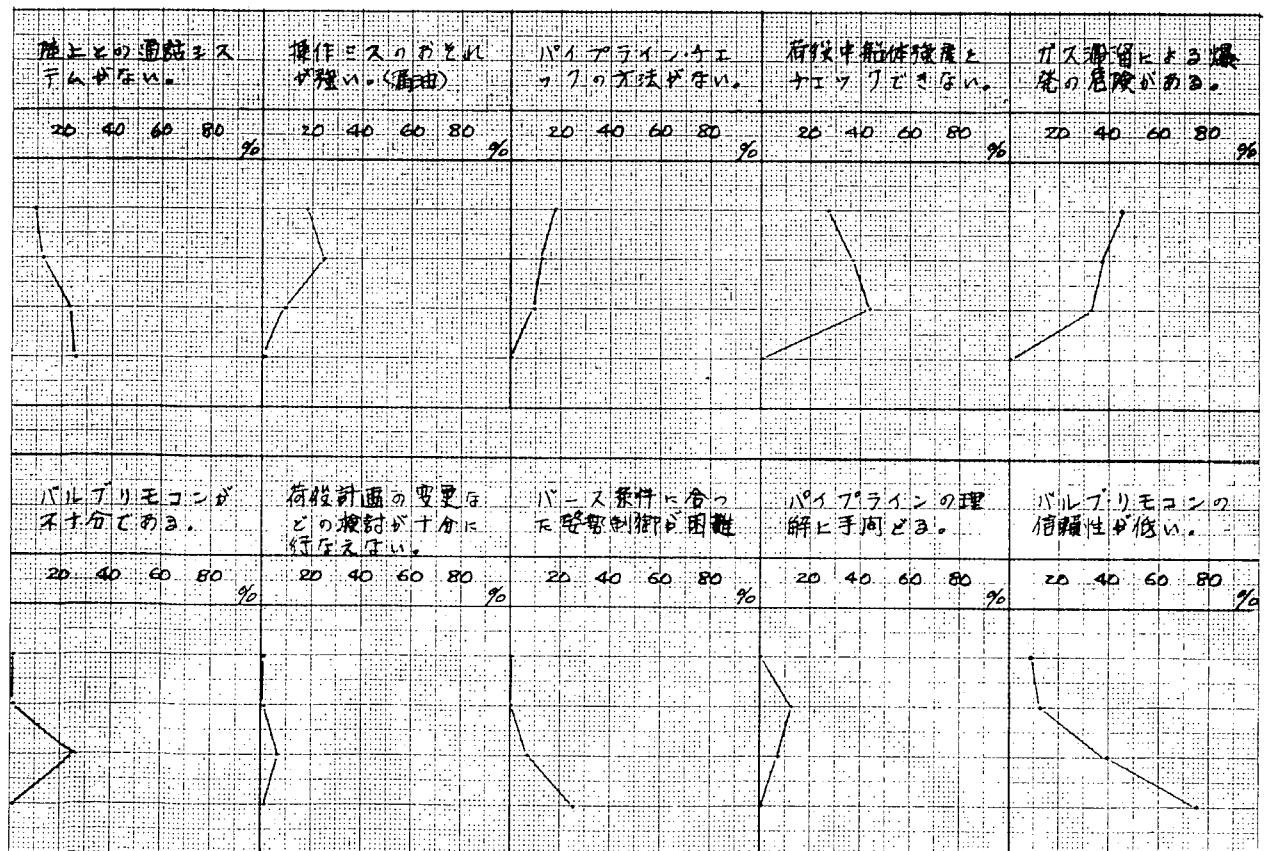


図 2.27 (3)・(b)・(i) 揚積荷役中の問題点・自動化レベル（安全上・荷役中）の関係

したとおりである。特に、法規制や航行管制システムあるいは公害防止などの面でこの傾向が強い。

従来、国際海事機構等の場に於けるわが国の活動は造船・海運の実質的な世界一の実績を誇る実力に比し、決して十分なものではなかったと言えよう。

今後、運航環境の整備・システム化の分野で国際的に問題を提起し、対策を検討する場で、より積極的に活動する態勢を整備しなければならないと思われる。

(4) 物流システムとしてのアプローチ

検討の結果明らかなように、現在の運航上の種々の問題点を船舶の設備・システムで解決しようとする限りでは、超自動化システムは極めて有効かつ妥当なものである。しかし、より大きな海上輸送システムの中で、船舶をサブシステム、あるいはシステム・コンポーネントとして位置づけた場合、より解決が容易でありかつ経済的に有利であると思われる対策も少なくない。

従来の船舶からの延長としての超自動化船ではなく、最適物流システムが要求する機能を充足した超自動化船を、海上輸送、港湾、貯蔵から生産加工、消費まで含めたサイクルの中で見直した場合、種々の問題点にも、また異つた新しい対策が樹立し得るかも知れない。

(5) 問題点のフィードバック

問題点の解決をはかつてゆくためには、何が問題点であり、とられた対策の結果がどうであつたかということを関係者が具体的に、正確に把握していることが重要である。今日程、社会的なエコノミーアセスメントおよびテクノロジーアセスメントが変化しつつある時代はかつて経験しなかつた。このような時には常に最新の問題点把握をはかる努力を維持し、対策を施して行くのが最も必要ではないかと考えられる。船舶から陸上へ、船主から造船所やメーカーへの問題点のフィード・バックシステムの確立をはかる必要がある。

(6) 超自動化システムの研究開発と超自動化船建造の積極的推進

アンケート調査の結果により、現在、大型タンカーを運航するうえでの問題点の約半分は、超自動化システムを採用することによつて解決あるいは、軽減し得ることが判明した。

このことは、前年度の超自動化船の経済性試算の結果と共に、超自動化は今後の船舶運航上、極めて有効であることを示している。

すでに開発された超自動化システムに改善を加え、実用化はかると共に、超自動化システムを正當に評価し、その評価に基づいて実船搭載を推進することが船主、造船所あるいはメーカーに、共通の課題であろう。

船舶は、近年急速に自動化が推進され、一例を生産性向上にとつても、乗組員1名あたりの運航船腹トン数は、10～20倍に向上した。この生産性の向上を支えたのが、船型の大型化を可能にした造船技術の進歩であり、運航作業の自動化技術の進歩であつた。

しかし、船型の大型化は、水路の水深や、港湾設備等の制約条件によつて、限界に達した感があり、また船内作業でも、肉体労働の分野の大部分はすでに自動化の対象として取り上げられ、精神労働、頭脳労働の分野での自動化が残されるのみとなつたといえよう。

したがつて、人間の頭脳労働分野の代行機能を持つコンピュータの船舶への導入は、海上輸送における今後の生産性向上のための、残された唯一の突破口であるといふことができよう。