

## 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45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44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)	芥川 輝 球(日本船舶振興会)
委員	青山 三郎(大阪商船三井船舶)	甘利 鳩一(日本船用機器開発協会)
	安積 健次郎(電子航法研究所)	宇田川 達(日本航海士会)
	井伊 謙三(川崎汽船)	木下 共武(佐世保重工業)
	岡田 正三(大阪商船三井船舶)	黒川 正典(日本郵船)
	木堂 弘雄(船舶技術研究所)	佐藤 茂(日立造船)
	佐藤 美津雄(運輸省)	真田 良(日本船主協会)
	高橋 百千(日本船舶機関士協会)	高田 正夫(日本船長協会)
	千葉 宗雄(航海訓練所)	竹沢 五十衛(三菱重工業)
	土井 正三(住友重機械工業)	土屋 正雄(電子機械工業会)
	中尾 正光(ジャパンライン)	土井 由之(昭和海運)
	埴田 清勝(日本钢管)	長谷川 鍵二(川崎重工業)
	原 三郎(日本海事協会)	林 清(山下新日本汽船)
	三嶋 虎夫(大阪商船三井船舶)	丸尾 卓志(日本船主協会)
	矢野 鎮雄(石川島播磨重工業)	元 良誠三(東京大学)
	横田 利雄(東京商船大学)	山田 泰造(日本造船工業会)
		吉識 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	荒瀬 晃二(三井造船)	浅野 修一(日立造船)
	宇田川 貞夫(運輸省)	大川 喜伴(住友重機械工業)
	大日方 得二(日本钢管)	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)	丸尾 卓志(日本郵船)
	本戸 幸雄(佐世保重工業)	米原 令敏(三菱重工業)

### 第106研究部会コンピュータシステム分科会委員名簿(敬称略、順不同)

分科会長	唐沢 康人(石川島播磨重工業)	荒瀬 晃二(三井造船)
委員	綾 日天彦(三井造船)	井原 広一(日立製作所)
	石川 欣央(三菱電機)	岡田 高(沖電気)
	今村 宏(運輸省)	菊沢 昭吉(富士電機)
	川口 博(川崎重工業)	佐々田 喜正(大阪商船三井船舶)
	坂野 希(石川島播磨重工業)	鈴木 尚武(東京芝浦電気)
	下光郎(北辰電機製作所)	

関 卓爾(日本鋼管)	高 杉 将(東京計器製造所)
武 正 敏 孝(住友重機械工業)	千 原 譲 男(航海訓練所)
鶴ヶ谷 武 雄(日本電気)	徳 田 迪 夫(日本郵船)
服 部 幸 英(日本鋼管)	古 川 修(日本郵船)
真 砂 宏(大阪商船三井船舶)	町 田 運 八(光電製作所)
松 岡 宣 雄(三菱電機)	松 山 辰 郎(富士通)
森 下 芳 雄(日立造船)	山 崎 芳 翠(佐世保重工業)
湯 本 恒 之(三菱重工業)	米 原 令 敏(三菱重工業)

第106研究部会コンピュータシステム分科会システム設計小委員会委員名簿(敬称略、順不同)

主 査 綾 日天彦(三井造船)	
委 員 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)	今村 宏(運輸省)
大坪 敏彦(北辰電機)	大日方 得二(日本鋼管)
笠原 協之(三菱重工業)	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)	佐々田 喜正(大阪商船三井船舶)
佐藤 実(沖電気)	鈴木 尚武(東京芝浦電気)
関 卓爾(日本鋼管)	高 杉 将(東京計器)
武 正 敏 孝(住友重機械工業)	鶴ヶ谷 武雄(日本電気)
徳 田 迪 夫(日本郵船)	中田 導雄(三井造船)
服 部 幸 英(日本鋼管)	松延 寿人(三菱重工業)
松 山 辰 郎(富士通)	森下 芳男(日立造船)
山 崎 芳 翠(佐世保重工業)	湯本 恒之(三菱重工業)
米 原 令 敏(三菱重工業)	

第106研究部会コンピュータシステム分科会基準作成小委員会委員名簿(敬称略、順不同)

主 査 服 部 幸 英(日本鋼管)	
委 員 綾 日天彦(三井造船)	石橋 剛(富士通)
井原 広一(日立製作所)	今村 宏(運輸省)
小原 康幸(富士電機)	笠原 協之(三菱重工業)
川口 博(川崎重工業)	岸本 峰生(石川島播磨重工業)
児島 毅(三菱重工業)	酒井 敏之(三井造船)
坂野 希(石川島播磨重工業)	佐藤 実(沖電気)
田村 隆一(川崎重工業)	鶴ヶ谷 武雄(日本電気)
古川 修(日本郵船)	松岡 宣雄(三菱電機)
山崎 芳翠(佐世保重工業)	湯本 恒之(三菱重工業)
若林 喬之(日立造船)	

# 船舶の高度集中制御方式の研究

(その5. コンピュータ・システム)

## 目 次

1. コンピュータ・システム設計 .....	1
1.1 テストデザインの実施 .....	1
1.1.1 コンピュータ・システムの設計 .....	1
(i) コンピュータ・システムの基本構想 .....	1
(ii) コンピュータ・システムの構成 .....	2
(iii) コンピュータ・システムのソフトウェア .....	3
(iv) コンピュータ・システムの問題点 .....	4
1.1.2 コンピュータ導入の経済性 .....	5
(i) 適応性検討へのアプローチ .....	5
(ii) 船内労働条件の検討 .....	6
(iii) 安全性の検討 .....	20
(iv) 運航経済性の検討 .....	36
(v) トータル・システムの適応性 .....	42
1.1.3 データ伝送の問題点 .....	45
(i) 電源より混入する雑音の防止 .....	45
(ii) 計算機システムの設置 .....	47
(iii) データ伝送中に混入する雑音の防止 .....	48
(iv) 入出力信号線の配線 .....	51
1.2 海外調査(研究資料 No.106-5-2 参照) .....	
1.3 シミュレータの検討 .....	55
1.3.1 問題の背景 .....	55
1.3.2 乗組員訓練用シミュレータ .....	55
1.3.3 システム分析用シミュレータ .....	58
1.3.4 あとがき .....	60
2. 基準作成 .....	61
2.1 システム設計基準 .....	61
2.1.1 緒言 .....	61
2.1.2 システム開発とシステム構成 .....	61
2.1.3 計算機制御システム適用対象 .....	67
2.1.4 システム設計上の問題点 .....	71
2.2 プログラム作業基準 .....	74
2.2.1 目的 .....	74
2.2.2 適用範囲 .....	74
2.2.3 詳細仕様および図例 .....	74
2.2.4 プログラム作業基準に対する提案 .....	76
参考資料 .....	
1. ディテールフローチャート作成要領 .....	93

2. 自由様式リストの参考例	96
3. プログラム作業基準W0の作業範囲についてのアンケート結果	102
2.3 仕様書作成基準	106
2.3.1 まえがき	106
2.3.2 船用コンピュータ・システム仕様書	106
2.3.3 船用コンピュータ仕様書解説	114

## 1. コンピュータ・システムの設計

### 1.1 テストデザインの実施

#### 1.1.1 コンピュータ・システムの設計

##### (i) コンピュータ・システムの基本構想

原則として航海時は、当直1名による集中制御室における監視という条件を実現するために、コンピュータ・システムの動作をつぎのように設定する。

###### (1) 通常航海時

大洋航海中、ディーゼルあるいはタービン・プラントおよび航法システムは完全に自動的に制御されているので集中制御室には乗組員の判断のために提供される全情報が集約表示ないしは記録され、つぎの内容が集中制御室に適切に表示される。

- 船位、針路、速力等のプロトタイプおよびブラウン管による图形、文字表示
- 接近する他船舶または障害物のブラウン管ディスプレーおよびデジタル表示
- 機関部動作状態への制御パネル上への表示ならびにタイプライタ記録
- ディーゼルあるいはタービン・プラントの異常箇所および原因の表示ならびにタイプライタメッセージ
- ファクシミル等による定時情報記録
- その他諸警報

航海中何らかの原因でコンピュータが故障した場合には、機関部の運転と監視が集中制御室で行なえるよう必要なバックアップ装置が設けられているので機関室無人運転が確保されているが、航海関係については船位決定システムがマニュアルモードになる。衝突予防、座礁予防システムについては、従来船と同程度以上の性能を保持する。

###### (2) 硕泊時（荷役時を含む）

硕泊時には主機械を除く、機関類の制御と荷役システムならびに、係船索張力制御が自動的に行なわれる。すなわち

- 荷役状態ならびに機関部動作状態の制御パネル上への表示ならびにタイプライタ記録
- 機関部異常箇所および原因の表示ならびにタイプライタ・メッセージ
- 定時情報記録
- その他諸警報

が集中制御室および、荷役制御室において監視される。コンピュータが故障した場合には荷役システムについてはマニュアル・モードに切替えることによつて遠隔操作が可能であり、さらに係船索張力ならびに船位の実測値を監視することによつてマニュアル・モードでの索張力制御操作が可能である。

###### (3) 出入港、離接岸時

出入港に際しては、ディーゼル・プラントについては監視システムのみがオンラインで動作し、タービン・プラントについては主タービン起動シーケンス制御がオンラインで動作する。このとき航法システムでは、座礁予防システムのみが動作し監視、警報を行なわせる。出入港時、コンピュータが故障しても機関部は無人運転が可能で従つて操船に関しては在来船と同程度の操作が可能である。

以上の諸観点より、コンピュータの信頼性に対するバックアップ方式の一つとして考えられるデュアルコンピュータ・システムはあえて採用しないことにする。しかしながら、コンピュータ・システムは一部、出入港時を除いて航海中、あるいは硕泊時、荷役中を通してフル稼動を想定しているので、機器の異常あるいは不測の事態に基づいてコンピュータによる処理量の増大が、通常の制御、監視システムを圧迫することのないよう適切な処理量で運転されることが望ましい。特に船位決定システムのように絶えず、多量の定形計算を必要とする対象については〇。

P.Uによる時分割を止め、別途装備した計算器によつてデータ処理を行なわせることとした。その他、外部機器センサ等の異常が、コンピュータ制御監視システムに及ぼす攪乱の影響を避けるために、センサ異常検出装置をコンピュータ・システムに組み込んだ。

(ii) コンピュータ・システムの構成と内容

(1) システムの構成

コンピュータ・システムの主な構成方法として

(イ) 中央集権型システム (Centralized Computer System : CCS)

(ロ) 地方分権型システム (Localized Computer System : LCS)

の2種類がある。(イ)は1台のコンピュータで船全体の制御を行なおうとするものであり、(ロ)は各機能毎に独立した専用のコンピュータを使用するものである。船舶のシステムでは、コンピュータに行なわせるべき作業が航法から機器、ディーゼルあるいはタービン・プラントまで非常に広範囲におよんでいるが、各作業の処理事項間には、緊急度(優先度)にかなりの高低があり、かつ使用時間帯がかなり分散しているので、一部の作業(航法の船位推定)を除き、1台のコンピュータで実施可能であると考えられる。したがつて中央集権型システムを採用することにする。

また、計算機制御方式としては、

(イ) 直接デジタル制御方式 (Direct Digital Control : DDC)

(ロ) 管理制御方式 (Supervisory Computer Control : SCC)

の2種類がある。(イ)は従来の制御装置の機能をコンピュータにより時分割使用して行なうものであり、(ロ)は従来の制御装置はそのまま備え、その設定値をコンピュータが計算して与えるものである。(イ)、(ロ)いずれを採用するかは、特に機器とディーゼルあるいはタービン・プラントの制御内容に依存するが、(イ)の場合はシステムのバックアップ方式とその経済性について十分検討する必要があり、(ロ)の方が実用化が容易であると考えられるので、管理制御方式を採用する。

(2) コンピュータのハードウェアの仕様

(2-1) 基本仕様

ハードウェアの基本的要件は次の通りである。

- 素子は I.C (集積回路) さらに L.S.I (大規模集積回路) を使用する。
- できるだけパッケージ化し、保守、点検、修理を容易にする。
- 振動、船体運動等に影響されない補助記憶装置を設置する。
- コンピュータ室には海上等の環境条件に対する空調設備を設置する。
- 停電対策として無停電電源装置を設置する。

(2-2) 要目

コンピュータの概略仕様は次の通りである。

(イ) 中央演算処理装置 1式

語 長： 16 ビット、記憶装置：コア 24 K 語以上

(ロ) 補助記憶装置 1式

磁気ドラム：131～256 語、他に磁気ディスクあるいは磁気テープをシステムに応じて使用

(ハ) 周辺装置

カード・リーダ：主としてオフライン・ジョブとして使用する他、プラントメンテナンス時にシステム確認のためプロセス入出力装置、タイプライタ等の動作テストに使用する。

出入力タイプライタ：タイプライタは、集中制御室に2台、荷役制御室に1台設置する。集中制御室のものは、1台は機関部定期ロギング用に使用し、他の1台は、各システムの異常表示および、オペレータとコンピュータ

の情報交換(対話)に使用し、互いで故障時のバック・アップをするものとする。荷役制御室の1台は、荷役時の定時ロギング、異常表示およびデータ設定等に使用し、もしこれが故障したときは荷役時のみ、集中制御室の定時ログ用をそのバック・アップ用として使用するものとする。

ペーパ・テープ・リーダおよびペーパ・テープ・パンチャ：主としてオンラインジョブとして使用する他、プラントメインテナンス時に、システム確認のため、プロセス入出力装置、タイプライタ等の動作テストに使用する。

プロツタ：プロツタは、集中制御室に1台設け、機関部の主機械起動時読み出し表示および保守・整備・情報処理等に共通して使用する。

C R T デイスプレイ：主として航法の船位推定および衝突予防システムにおいて図形、文字表示に使用する。

#### (=) プロセス入出力装置

プロセス入出力装置は、アナログ入力、アナログ出力、デジタル入力、デジタル出力に大別される。

アナログ入力：アナログ入力はA/D変換器によりデジタルに変換後読み込まれるものとし、つきの種類がある。

電圧(0～±5V、0～50mV、0～20mV等)

高速 20,000点/秒

低速 100点/秒

電流(4～20mA、2～10mA等)

測温抵抗体

ターミナルは、プリッジ回路が内蔵されている。

熱電対

冷接点補償用抵抗を取付ける。

• デジタル入力装置：入力点数約2,000点(125グループ)

語の構成16ビット/グループ

• アナログ出力装置：出力点数約20点

精度±0.5%以内

• デジタル出力装置：出力点数約1,600点(100グループ)

語の構成16ビット/グループ

• パルス入力および出力装置：入力、出力各10点以下

• 外部割込入力装置：約800点(50グループ)

#### (ii) 設置条件

• 電源：100V±10V、60Hz

• 湿度：15～35°C、湿度：35～80%

#### (iii) コンピュータ・システムのソフトウェア

船舶の計算機制御を実施するために、各システム(航法、機器、ディーゼル・プラント)のプログラムすなわち機能プログラムの他に、各システムを管理、監視したり、共通の演算を実行したりするための次のプログラムを用意する。

##### (1) モニタプログラム(主制御および時間制御プログラム)

実行要求がなされている機能プログラムを優先度を考慮して実行に移す。プログラムのコアからドラムへあるいはドラムからコアへの転送も行なう。時間制御についてはクロックによる時計機能を行なう。

##### (2) 割込処理プログラム

外部からの割込信号により実行されるプログラムで、主に機能プログラムの実行要求を行なう。

(3) コンピュータ用機能プログラム

アナログ入出力信号、デジタル入出力信号の制御などコンピュータ側の機能を行なう。

(4) 各種サブルーチン

各機能プログラムで共通に使用されるプログラムで、技術計算用マスルーチン、コード変換用ルーチンなどである。

(5) 故障診断および処理プログラム

コンピュータ用機能プログラムにより外部機器の故障が発見されたとき、原因をつきとめ警報を発する。

(6) オンライン・オペレーティングプログラム

コンピュータが各機能プログラムを実行している間でも他のプログラムのデバッグ(入替、修正、追加)や紙データプリーダからのテープのローディングができるようにしたプログラムである。

(7) コモンデータエリア

これはプログラムではなく、2個以上の機能プログラムで共通に使用するデータを記憶しておく所である。

#### (IV) コンピュータ・システムの問題点

(1) システムの構成方式

本基本設計では、各システムの優先度や使用時間帯を考慮して1台のセントラルコンピュータを使用する方式(CCS)とした。使用時間帯は、実際かなり分散はしているが、同じ時間帯に複数個の仕事の実行要求が出される場合もある。このような場合には、通常は優先度の高いプログラムから実行してゆくが、優先度の高いプログラムが終了しないと、低いプログラムは実行が開始できない。しかしこの低いプログラムも一定時間内に実行したい場合には、実行をいつまでも遅らすことはできない。たとえば、衝突予防システムにおいてレーダから目標レーダを読取つている間に、ディーゼルプラントのスキヤニングの要求が来ても要求が受け入れられない場合もあり得る。このような場合の解決策としては、複数のコンピュータを設置して、各作業を分散させるようにすれば、複数の作業を同時に処理することが可能になる。しかしこのような構成方法は経済的な面とその有効性とを相互に十分検討した上で採用すべきである。通常は一台のコンピュータで処理できるものと考えられる。ただし、次に記す記憶容量が影響してくる。

(2) 記憶容量

中央演算処理装置(CPU)の記憶容量の決定はコンピュータシステムの重要な問題点の一つである。この容量が大きいほど、多くのプログラムを同時に主記憶装置に常駐させておくことができ、補助記憶装置からの転送回数が少くなり、それだけ処理時間が短くなり、したがつて処理効率が向上する。

各処理速度を向上させるという意味では、容量は大きい程良いが価格とのバランスを検討する必要がある。

(3) プログラム言語

ソフトウェアの作成に際しての問題点は、どのようなプログラム言語を使用してプログラムを作成するかということである。

アセンブリベースではコンピュータの機種により言語が異なるので、汎用性に乏しく使いにくいので、フォートランのようにどの機種でも共通に使用できる言語をぜひ開発する必要がある。

(4) バックアップ

コンピュータ・システムそのものを二重装備とはせず、在来の制御や整視に関する装置をバックアップとして使用することとしたが、この場合コンピュータ・システムでおこりうる各種の故障に対して在来の装置が常にバックアップの役目を果しうるかどうかについて、乗組員総数と関連させて細かく検討する必要がある。

(5) 割込信号の優先度の決定

例えは衝突予防、航行衛星よりのデータ受信、プラントの異常検知等の緊急を要する割込みプログラム間の優先

度を詳細に検討する必要がある。

### 1.1.2 コンピュータ導入の経済性

#### (i) 超自動化システムの適応性検討へのアプローチ

##### (1) 適応性検討の方法

超自動化システムの適応性を検討するに際して検討の対象をシステムを構成するサブシステムにするか、またサブシステムを全て取纏めた型のトータルシステムにするかによつて論理手法が違つてくる。例えば前者の場合にはサブシステム個々の機能範囲に関する検討に止まるのに対して後者の場合、各サブシステム機能相互間の調和とそれに伴なう効果までを総合的に検討する必要がある。

一方両者の利用効果よりみた場合、前者はサブシステムを開発する側に対してヤーケットプライスの指標を与えることになるが、ユーザーである造船所、船主に対しては具体的効果の把握にはやや不充分であり、後者では造船所、船主に対してより明確な型で適応性を示すことができる。

したがつて適応性の検討はトータルシステムとして総合的な見地から具体性のある指標値を示し得ると同時に、サブシステム個々の効果についても同様に適応性を評価し得る方法であることが望ましい。

船舶の運航採算を行なうにあたり一般に指標としてH/BおよびC/Bが用いられているが、検討分野の内、船内労働力軽減効果および安全性向上効果は主としてH/B費目の改善となり、運航経済性向上効果は主としてC/B費目の改善となる。

この改善値がどの程度までの船価上昇を許容するかを検討するためにはまず検討船種、船型、航路別に同一の在来船と超自動化船のモデルを想定し超自動化船の各費目期待値を計算した上で修正を施し許容船価を計算した上で、在来船価と比較をし、両者の建造船価の差をもつて超自動化システム搭載のための許容コストとする方法を考えられる。

そこで本検討では上記の方法でトータルシステムとしての適応性の検討を行なうこととし、各サブシステムの適応性は各費目修正のために行なう計算を、ルーチンとして独立させることにより、適宜必要な都度利用できるようにすることとした。

超自動化船のモデルとしては今後の船舶建造計画を参考に汎用性の高いことを目的として油送船、鉱石専用船、コンテナ専用船、木材専用船の4船種をモデルに選んだ、適応性の検討は図1.1.2-1に示す方法による。

##### (2) 運航モデルおよび運航基準

モデルとして選んだ船舶の航路については表1.1.2-1に示すように設定する。

運航基準については表1.1.2-2に示すように設定する。

##### (3) システムの機能別分類

超自動化船に搭載するシステムは超自動化船の船種、船型、航路、配乗定員、運航型態によつて異つてくる。

したがつて具体的にモデルごとの搭載するシステムを効果的に決定するためにはシステムの機能別効果を正確に評価し、それを搭載することによつて具体的にその有効度を把握しなければならない。

各システムを開発している分科会および小委員会の見解を調査の上、取纏めたものが表1.1.2-3の各システム別有用度調査結果である。

超自動化船に搭載するシステムの決定にあたつては、システムの有用度はむしろ運航者が、実船評価実験を行なつた上で得たデータを基にすべきであるが、全システムについて実験データ入手することは不可能であるので表1.1.2-3を参考にして、(ii)以下の各論で述べる方法にしたがつて機能分野別にシステムの位置づけを行ない、最適搭載システムを決定してゆくこととした。

具体的には各分野についての実態値を分析し、例えは労働力軽減に効果あるシステムの場合には、船内労働ピーク実態をまず解明し、想定定員で運航する場合に考慮しなければならない自動化対象作業を把握し、その対象作業

に有効と考えられるシステムを重点的に採用し、無駄な投資を避けて船舶の経済性をそこなわない配慮をすることとした。

当然システムによつては適用分野が2つまたは3つの分野に及ぶものもあり、このようなシステムについてはその効果をすべて評価するようとする。

## (ii) 船内労働条件の検討

### (1) 乗組員作業の実態

乗組員作業の実態を把握するために通常用いられる方法はタイムスタディまたはモーションスタディの結果である。

船舶の乗組定員は通常船内作業の内で最も労働密度の高い作業すなわちピーク作業を処理し得ることを前提として定められており、非ピーク作業については8時間労働の建前から必ずしも適正配置ではなく労働力の過剰投入を行なつているケースもある。これは船舶が海上で全く孤立した労働の場であり、労働力の適正配置が常に確保できるよう労働力の移動をはかることができないのが主な理由である。

実態把握にタイムスタディの数値のみを使用した場合にはピーク作業に関する限りは問題点は少ないが、非ピーク作業については必ずしも所要労働量に関する適正な値を得ることができない。

そこで以上の理由により、ここではまず船内乗組員主要作業に関する配置の実態を調査し、この調査結果に含まれる上記非適正配置と思われる作業配置を除去し、さらにタイムスタディの結果を考慮に入れて所要労働力作業別ピーク曲線を作成した。

表 1.1.2-4 に主要作業別乗組員配置表

図 1.1.2-2 に作業区分別所要乗組員数図を示す。

なおタイムスタディ結果は海上労研の調査によるものを使用する。（43年度報告書参照）

今かりに鉱石専用船を20名で運航するケースの場合を例にとると、図 1.1.2-2 より必要な自動化は係船作業に限定することができることになり、したがつて採用すべきシステムも限定し得ることになる。

### (2) 前提条件

超自動化モデル船の船内労働力軽減効果の検討を進めるため、次のような前提条件を設ける。

#### (1) 乗組員数

採算計算および適応性検討のために乗組員数はパラメータとして扱い限定する必要はないが、想定モデル別に在来船との比較を行なうためにモデル船乗組員数を船種、船型、航路にかかわらず20名、15名、9名の3段階として比較を行なうこととした。

#### (2) システムの信頼性と所要乗組員数および船内就労体制

超自動化船を運航するにあたりシステムの信頼性と定員には密接な関連がある。また、超自動化船を運航するための就労体制を従来の甲板部機関部のごとき縦割りのものとすると種々の矛盾、無駄が生ずる。

そこでシステムの信頼性と定員数および船内就労体制については次のような前提条件を設ける。

① システムの信頼性と具体的にM.T.B.F等の数値で表すことは、現時点では非常に困難であり、また信頼性技法上の計算値と実態では大きな差があるのが通例である。

したがつてここでは通常(1)で述べた乗組員数でモデル船を運航する場合に必要なM.D.T.を確保するようシステム開発を担当する各分科会に要望を行ない、適応性の検討を行なうにあたつては一航海は船内で想定定員数の修理不可能であるような大きな故障が発生しないものとする。

② モデル超自動化船乗組員の船内作業遂行のための就労体制および指揮命令系統はできるだけ現行法に準じて設定するが、現行法制下では実施不可能な想定定員の場合には既成概念にとらわれない乗組員職別、就労体制を設定する。

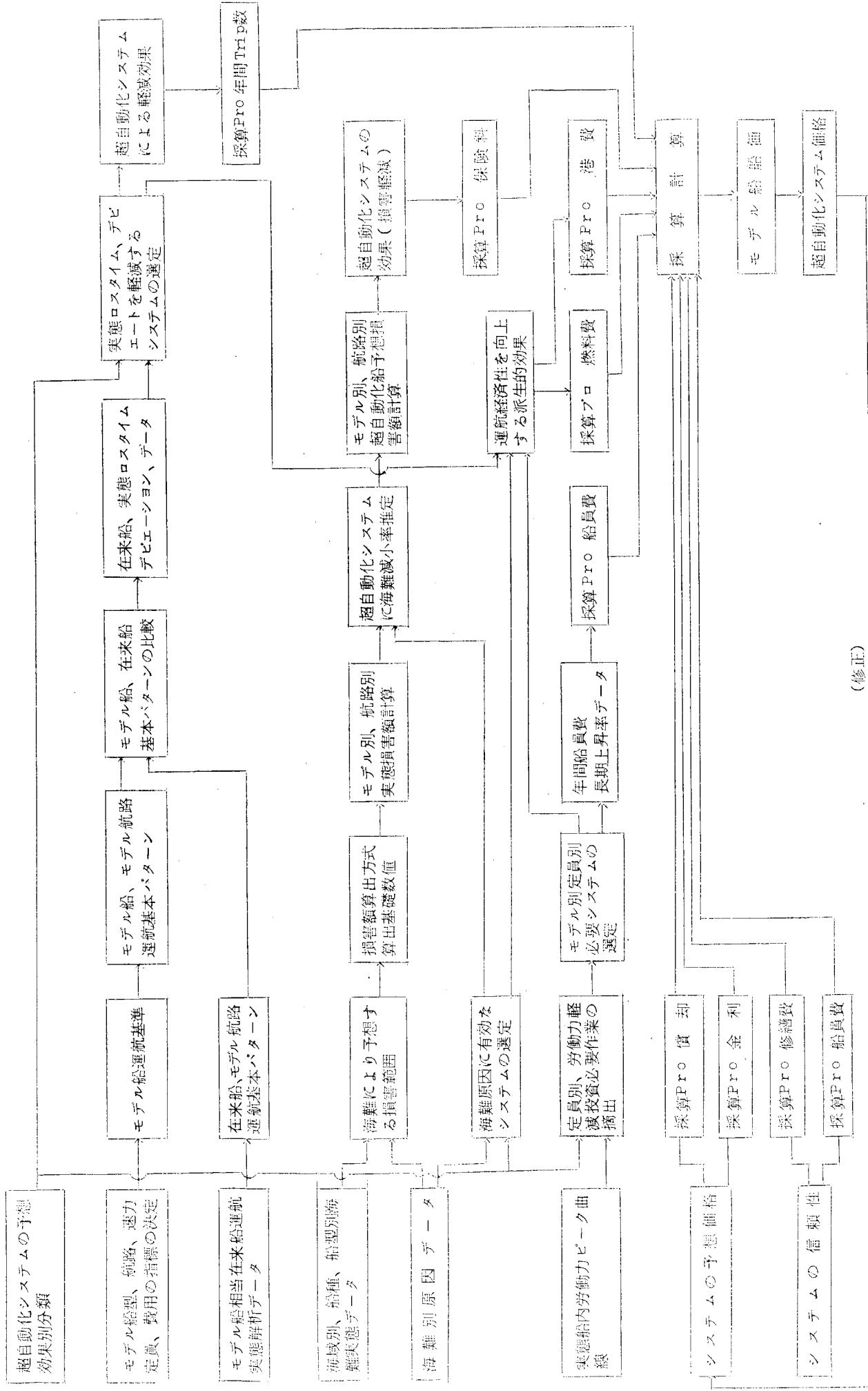


図 1.1.2-1 超自動化システム適応性検討、費目修正概略図

表 1.1.2-1 超自動化船の船種別航路モデル

船種	タンカー	鉱石専用船(1)
航路	日本／ペルシャ湾／日本	日本／南米西岸／日本
寄港地	千葉(京葉シーバース) Kharg Island 千葉(京葉シーバース)	福山 San Nicolas 福山
経由	Malacca海峡	
往航主要通過点	浦賀水道 大島南 神子元島沖 Balintan海峡 Batan島南方 $8^{\circ}30'N, 111^{\circ}00'E$ Mangkai灯台の西方 Horsburghの東北東 $30'$ Singapore海峡(Main channel) Belaharоの北方 We島の北方 Randの北方 Dondra岬灯台の南 $10'$ Muttun Ft灯台 Kiltan島東 $12'$ Hadd岬 Little Quoinの北 Tumb島の北方 Muttafの南方	備讃瀬戸 明石海峡 友ヶ島海映 潮岬沖 大島南方 野島沖 (Great Circle航路) Disco西南西 San Gallan島沖 San Nicolas沖
復航主要通過点	Muttafの南方 Cable Bankの北方 Farure島の南方 Tumb島の南方 Little Quoinの南方 Hadd岬 Kiltan島東方 Dondra灯台 $10'$ Rand南方 We島北方 Rachado岬灯台の西より迂回航路 Rareig shoalの南方 Philip海映 Mangkai島西方 $8^{\circ}30'N, 111^{\circ}00'E$ Bojeader岬西方 与那国島の西方 蛇島西 大隅海峡 神子元島	San Nicolas沖 (Rumb Line航路) Hawaii南( $18^{\circ}-30'N 156^{\circ}-00'E$ ) (Rumb Line航路) 八丈島、青ヶ島間 潮岬沖 明石海峡 備讃瀬戸

鉱石専用船(2)	コンテナ船	材木船
日本／豪州／日本	日本／欧州／日本	日本／北米／日本
和歌山 Port Dampier 和歌山	神戸、東京 Southampton Rotterdam、Hamburg 神戸 Danuma Cannal	名古屋 Longview 清水 名古屋
沖ノ島東方 Molucca Passage Wolf Rock西方 Pitt Passage Bura西方 Ombai海峡 Timor北方 Swa、Roti間	潮岬 神子元島 浦賀水道 野島崎南方 (Great Circle航路) Guadalupe島沖 San Lucas岬 Mala岬 Panama Cannal Mona Passage (Great Circle航路) Bishop Rock Dover海峡 (注) Dover海峡はSealaneによる。	野島崎南方 (Great Circle航路) 50°-00'N 170°-00'W (Parallel航路) 50°-00'N 140°-00'W (Great Circle航路) Columbia河口
(往航の逆)	Dover海峡 Bishop Rock南方 (Great Circle航路) Azoles島沖(38°-50°N 31°-00W) (Great Circle航路) Mona Passage Panama Cannal Mala岬沖 Jacarita島沖(7°-06'N 81°-48'W) (Rumb Line航路) 21°-15'N 120°-00'W (Great Circle航路) 30°-00'N、170°-00'E (Rumb Line航路) 野島沖 潮岬南方 友ヶ島水道	Columbia河口 (Rumb Line航路) 51°-21'N 140°-00'W (Great Circle航路) 52°-00'N 160°-00'W (Rumb Line航路) 50°-30'N 180°-00' (Great Circle航路) 42°-00'N 150°-00'E (Rumb Line航路) 野島崎南方 (清水) 御前崎 伊良湖水道

表 1.1.2-2 (その1) モデル船運航基準

		タ ン カ ー	鉱 石 専 用 船 (1)
L (PP), B , D		約 320m × 51m × 26m	約 260m × 40m × 20m
総 屯 数		約 110,000T	約 56,000T
載 貨 重 量 屯		約 200,000K/T	約 100,000K/T
主 機	Diesel	38000馬力 Turbine 36000馬力	Diesel 27,000馬力
速 力		約 16.5 KTS	約 16 KTS
満 載 吃 水		約 19m	約 14.5m
航 続 距 離	Diesel	16,000浬 Turbine 約14,000浬	約 20,000浬
運 航 基 準	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 潘賀水道航行           <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 船長操船</li> <li>2) 昼夜を問わない。</li> <li>3) 満船時は海上保安庁の航行警戒</li> <li>4) タグボートは使用しない。</li> <li>5) 機関増減速を行なう。</li> </ul> </li> <li>○ シンガポール海峡、マラッカ海峡通航           <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 船長操船</li> <li>2) 昼夜を問わない。</li> <li>3) 往航 Main Channel、復航 Philip Channel</li> <li>4) 復航は Radiado岬沖は南方迂回航路</li> <li>5) タグボートは使用しない。</li> <li>6) 復航は Even Keel を原則とする。</li> <li>7) 浅海沈下を防ぐため復航 14ノットとする。</li> </ul> </li> <li>○ ベルシャ湾航行           <ul style="list-style-type: none"> <li>1) IMO勧告航路による。</li> <li>2) 往航、Little Quoin、Tumb、Forure の北側</li> <li>3) 復航、Forure、Tumb、Little Quoin の南側</li> </ul> </li> <li>○ 京葉シーバース入出港           <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 水先人操船</li> <li>2) 夜間操船は行なわない。</li> <li>3) タグボート、入港時 1500HP 5隻               <ul style="list-style-type: none"> <li>出港時 1500HP 2隻使用</li> </ul> </li> <li>4) 夜間検疫不可能</li> <li>5) 着棧検疫実施</li> <li>6) 出港吃水 艦: 7.00m、幌: 9.20m バラスト 65,000T</li> </ul> </li> <li>○ Kharq Island 入出港           <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 水先人操船</li> <li>2) 昼夜を問わない。</li> <li>3) タグボート、入港時 2隻又は 3隻               <ul style="list-style-type: none"> <li>出港時 1隻又は 2隻</li> </ul> </li> <li>4) 着棧検疫</li> <li>5) 入港吃水 艦: 7.00m、幌: 9.20m バラスト 65,000T</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 明石海峡および内海           <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 内海水先人操船</li> <li>2) 昼夜を問わない。</li> <li>3) 機関増減速を行なう。</li> </ul> </li> <li>○ 福山入出港           <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 水先人操船</li> <li>2) タグボート入港時 2,500HP 4隻               <ul style="list-style-type: none"> <li>出港時 2,500HP 2隻使用</li> </ul> </li> <li>3) 福山入港吃水約 14.5m 潮高利用               <ul style="list-style-type: none"> <li>出港吃水 艦 7.50m 幌 9.20m</li> </ul> </li> <li>4) バラスト量 40,000T、△△050%</li> <li>5) 夜間検疫なし</li> <li>6) 夜間出入港は原則的に行なわず。</li> </ul> </li> <li>○ San Nicolas 入出港           <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 水先人操船</li> <li>2) タグボートなし、両舷錨使用</li> <li>3) 入港吃水 9.00m               <ul style="list-style-type: none"> <li>(LoaderのClear height 13m)</li> </ul> </li> <li>4) 着棧検疫</li> <li>5) 入港バラスト 約 50,000T</li> <li>6) 岸壁のサージロープを約 10本とる。 (うねりの影響大)</li> <li>7) 出港吃水 7.0 cm B/S (内地入港時 Even Keel)</li> </ul> </li> </ul>	

鉱石専用船(2)	コンテナー船	材木専用船
同 左	約 26.0m × 32m × 24m	約 15.0m × 22m × 12m
同 左	約 3,000 K/T	約 9,500 T
同 左	Diesel 80,000馬力 Turbine 80,000馬力 約 26 K'TS	Diesel 8,400馬力 約 14 K'TS
同 左	約 11m 約 15,000 漉	約 8.6m 約 11,000 漉
○和歌山出入港	○各港出入港条件 1) 水先人操船 2) 検疫は下津で行なう、検疫後シフト 3) 夜間検疫は行なわない。 4) 夜間出入港は行なわない。 5) タグボート、入港時 2,500HP 4隻 出港時 2,500HP 2隻 6) 入港吃水 約 13.5m Even Keel 7) 出港吃水 船 7.50m 綱 9.20m 8) バラスト量 40,000 T △△50% 9) バラスト張水は揚荷役中に行なう。	○清水、名古屋出入港 1) 水先人操船による。 2) 清水、折戸湾錨泊荷役 3) 名古屋、ブイ係留荷役 4) 名古屋、出入港時タグボート 1隻 使用 5) 夜間検疫不可能 6) 清水は夜間出入港可能 7) 名古屋城沖 21.00まで入港可能 夜間出港は可能 8) 出港バラスト 船 6.00m 綱 7.00m
○Dampier入出港	1) 水先人操船 2) 着棧後検疫 3) タグボート、入出港共 3隻使用 4) 入港吃水 26' (7.90m) Even Keel 5) 入港バラスト 3,500 DWT 6) 和歌山入港最大吃水 13.50m につき Dampier で満載は不可能	○Longview出入港条件 1) 水先人操船 2) タグボートを入港時使用せず 出港時 1隻使用 3) 岸壁係留荷役 4) 入港吃水 船 6.00m 綱 6.50m 5) 出港吃水 (平均) 8.50m 6) 出港時 G.M. 40 cm 7) 補給可能
○荷役	各港 Portainer 2基駆動し 1時間当たり 20ヶ (20'コンテナー) とし 2基で 170 %とする。 Single lift, Single cycle 方式とする。	
○出入港時間	1) 神戸 入港は 21.00 迄。 出港は昼夜を問わない。 検疫は日出より日没まで (着棧検疫比率 50%) 2) 東京 入港は 22.00 迄。 出港は昼夜を問わない。 検疫は日出より日没まで 3) Southampton 入出港共に時間制限なし。 検疫は當時行なう。	

表 1.1.2-2 (その2) モデル船運航基準

	タ ン カ ー	鉱 石 専 用 船 (1)
運 航 基 準	<p>6) 出港吃水 約12.00mのEven Keel + <math>\alpha</math> (<math>\alpha</math>=Consumption)</p> <p>◦航海中の諸作業 (往航)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 出港後バラスト増張り(<math>\Delta/\Delta_0 \times 48\%</math> 吃水: 艦 8.80m 艤 11.00m バラスト Dirty 48,000T</li> <li>2) 南支那海で2C、4C、2R掃除 (固定バタワースノズル、クローズド サイクル方式)翌日Cleanバラスト 張り替え(2W、4W、抜き、2C、4C 張り)マラッカ海峡通過吃水とする。</li> <li>3) オマン湾入口で入港吃水を作る。</li> <li>4) オマン湾までにSlop処理を2～3 回行なう。</li> <li>5) Turbineの場合、バタワース、バ ラステイング、デバラステイングで計 20時間速力約1.5ノット低下。</li> </ol> <p>(復航)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) カーグ出港はEven Keel</li> <li>2) 出港後荷油シフトにより1m B/S とする。</li> <li>3) マラッカ海峡通航前にEven Keel とする。</li> <li>4) マラッカ通過後50cm B/Sとする。</li> <li>5) 千葉入港前Even Keelとする。</li> </ol>	
積 揚 地 条 件	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Kharg Island             <ol style="list-style-type: none"> <li>1) チクサンホース</li> <li>2) 岸壁係留荷役</li> <li>3) Loading Rate max. 12,000L/T /h (平均10,000L/T)</li> <li>4) バラスト排水(20,000T)3時間</li> <li>5) 書類待ち時間1.5～2時間</li> <li>6) 積荷は原油1～2種類</li> </ol> </li> <li>◦京葉シーバース             <ol style="list-style-type: none"> <li>1) チクサンホース</li> <li>2) 岸壁係留荷役</li> <li>3) Unloading Rate max. 12,000L/T (平均8,000L/T)</li> <li>4) 夜間出港は行なわない。</li> <li>5) 書類は荷役終了と同時</li> <li>6) 補給は荷役中に実施</li> <li>7) 出港バラスト張水時間、荷役終了後 3時間</li> <li>8) 片航海補油方式</li> </ol> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ San Nicolas             <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 陸上のloader.</li> <li>2) Loading rate max. 3,000L/T /h (平均2,500～2,800L/T)</li> <li>3) Loader clear height約13m</li> <li>4) 補給(水、油)等不能</li> <li>5) 積荷書類、荷役終了後1時間</li> </ol> </li> <li>◦福山             <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 陸上Unloader</li> <li>2) Unloading rate 60,000T/24hr (1,500T Unloader 2基による)</li> <li>3) 補油、補水、船用品積込は荷役中に 実施</li> <li>4) 総揚荷時間約35～37時間</li> </ol> </li> </ul>

鉱石専用船(2)	コンテナー船	材木専用船
	<p>4) Rotterdam 入出港共に時間制限なし。 検疫は常時行なう。</p> <p>5) Hamburg 入出港共に時間制限なし。 検疫は常時行なう。</p> <p>○コンテナー</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ISOコンテナーとする。</li> <li>2) 40'コンテナー 500ヶ</li> <li>3) Refコンテナー 300ヶ(20')</li> </ol>	
<p>○Dampier</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 陸上の Loader</li> <li>2) Loading rate max. 6,000L/T/h (平均5,000~5,500L/T)</li> <li>3) Loader clear height 約17m</li> <li>4) 補給(水、油)等不能</li> <li>5) 和歌山入港のための出港制限吃水 船 13.35m 番 13.85m 50cm B/S</li> </ol> <p>○和歌山</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 陸上 Unloader</li> <li>2) Unloading rate 40,000T/24h A岸壁 250T×1 500T×1 B岸壁 700T×3</li> <li>3) 補給は荷役中に行なう。</li> <li>4) 総揚荷時間約60時間。</li> </ol>	<p>○荷役個数(20'換算)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 神戸 1,800個(積900個、揚900個)</li> <li>2) 東京 1,800個(積900個、揚900個)</li> <li>3) Southampton 1,200個(積600個、揚600個)</li> <li>4) Rotterdam 1,200個(積600個、揚600個)</li> <li>5) Hamburg 1,200個(積600個、揚600個)</li> <li>6) 荷役時間 1,800個の場合53時間 1,200個の場合35時間</li> <li>7) 補油 日本およびU.K. 補油を原則とし Panama 補油は原則として行なわない。</li> </ol> <p>○Longview</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 箔荷役方式</li> <li>2) 夜荷役を行なう。夜荷役比率50%</li> <li>3) 4Gangで60万BMF~70万BMF/ 1Shift</li> <li>4) Hold 300万BMF Deck 150 万BMF 計450万BMF</li> <li>5) 積高約12,500K/T 2.8K/T/ 1,000BMF</li> <li>6) Logのみ</li> <li>7) 1本当りmax weight 10~12T 長さ14m</li> <li>8) ラッシング所要時間は4~5h</li> <li>9) 積荷時間約6日</li> </ol> <p>○清水、名古屋</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 清水、名古屋揚比50:50</li> <li>2) 箔荷役方式</li> <li>3) 昼間荷役のみ</li> <li>4) 4Gangで60万BMF/ 1Shift</li> <li>5) 各港共揚荷時間約4日</li> <li>6) 4船の揚荷後の掃除5~6時間 陸上業者が行なう。</li> </ol>	

表1.1.2-3(その1) TWG.アシケート集計結果(1) 船内労働力軽減効果

システム名称	港内												港外												注	
	停泊中			出入港作業中			係船作業中			運航作業中			狭水道、内水航行中			機器運転作業中			運航作業中			機器運転作業中				
	M	B	T	M	B	T	M	B	T	M	B	T	M	B	T	M	B	T	M	B	T	M	B	T		
単純停泊中	0	0	0	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M : 肉体労働量軽減 B : 頭脳労働量軽減 T : 作業時間短縮	
荷役システム	X	X	X	◎	◎	◎	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	3=◎ 効果あり 2=○ 効果あり 1=△ やや効果あり 0=X 効果なし	
通信システム	0	2	1	3	3	3	0	0	0	1	3	2	1	3	2	2	2	3	2	3	3	2	3	2	2	
座礁予防システム	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
緊急制動システム	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	
1-1 デイーゼルプラントシステム	1	3	2	2	3	2	2	3	2	0	0	0	2	3	2	0	0	2	3	2	0	0	0	0	0	
1-2 自動航法システム	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	2	2	0	0	0	2	3	2	0	0	
衝突予防システム	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	1	0	0	3	3	2	0	0	0	0	
最適航路設定システム	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
係船システム	3	3	3	3	3	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ターピンプラントシステム	1	3	2	2	3	1	2	3	2	0	0	0	2	3	2	0	0	2	3	2	0	0	0	0	0	

表 1.1.2-3 (その2) T.W.G アンケート集計結果(2) 安全性向上効果

システィム名称	港内						港外						注	
	停泊中	出入港作業中	狭水道航行中	沿岸航行中	大洋航行中	単純停泊	荷役	係船作業	港内操縦船	運転作業	機関運転	運転作業	機関運転	その他作業
H S	H S	H S	H S	H S	H S	H S	H S	H S	H S	H S	H S	H S	H S	H S
荷役システム	0 0	3 2	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	日：人命安全 S：船体、積荷安全
通信システム	1 0	3 0	0 2	2 3	1 3	1 3	2 3	1 3	2 3	1 3	2 3	2 3	2 3	◎=3 非常に効果あり ○=2 効果あり △=1 やや効果あり ×=0 効果なし
座標予防システム	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	日：人命安全 S：船体、積荷安全
緊急制動システム	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	△=1 やや効果あり ×=0 効果なし
ディーゼルブランクトリーステム	2 3	2 3	2 3	2 3	0 0	2 3	0 0	2 3	0 0	2 3	0 0	2 3	0 0	△=1 やや効果あり ×=0 効果なし
自動航法システム	0 0	0 0	2 2	1 2	1 3	0 0	1 2	0 0	1 2	0 0	0 0	0 0	0 0	△=1 やや効果あり ×=0 効果なし
衝突予防システム	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 2	0 0	2 2	0 0	2 2	0 0	3 3	0 0	△=1 やや効果あり ×=0 効果なし
最適航路設定システム	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	3 0	0 0	△=1 やや効果あり ×=0 効果なし
係船システム	3 3	3 3	2 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	△=1 やや効果あり ×=0 効果なし
ディーゼルブランクトリーステム	2 3	2 3	2 3	2 3	0 0	2 3	0 0	2 3	0 0	2 3	0 0	2 3	0 0	△=1 やや効果あり ×=0 効果なし

表 1.1.2-3(その3) T.W.G アンケート集計結果(3) 運航経済性向上効果

システム名称	港内												港外														
	停泊中			出入港作業中			係船作業中			港内操船			狭水道航行中			機関運転			機関作業			機関運転			その他作業		
	D	O	C	F	C	D	O	C	F	D	O	C	F	C	D	O	C	F	C	D	O	C	F	C	D	O	C
荷役システム	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	X	X	X	○	△	△	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
通信システム	0	1	1	0	3	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3		
	X	△	△	X	○	△	X	×	×	X	△	△	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
座礁予防システム	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	○	○	X	X	X	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
緊急制動システム	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
ディーゼルブランストップシステム	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0		
	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		
自動航法システム	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0		
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	○	○	△	X	X	X	X		
衝突予防システム	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
最適航路設定システム	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0		
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	○	○	X	X	X	X	X		
係船システム	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	X	X	○	X	X	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
ターピンブランクシステム	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0		
	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		

表 1.1.2-4 美態乗組員配置表

船種		一 夕 カ ー ン 停 沖 海 中 止 荷 泊 後 常 備 主 要 器 械 設 置 運 航 通 航 常 海				船 鉱 石 専 用 船				コ ニ ゾ テ ナ 一 船			
運航状態		通航	狭銀 水視 道界	中 止 荷 泊 後 常 備 主 要 器 械 設 置 運 航 通 航 常 海	出入 港 S/B	通航	狭銀 水視 道界	中 止 荷 泊 後 常 備 主 要 器 械 設 置 運 航 通 航 常 海	航 海 中 止 荷 泊 後 常 備 主 要 器 械 設 置 運 航 通 航 常 海	コ ニ ゾ テ ナ 一 船			
作業分類	航海当直	3	6	3			3	6	3				
	停泊当直			3	3			3	3				
	荷役当直			6	6			5	5				
甲板作業	整備	6	3	6			5	2	5				
	一般配置						3						
	計	3	9	3	3	3	(2)12			(2)11			
機関作業	排水当直	3	3	3	9	9	9	12	8	8	8		
	停泊当直						3	3	3	3	3		
	整備	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
一般配置	計	3	7	3	7	7	4	7	7	7	7		
	計	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
	調理	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5		
厨房作業	サービス	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5		
	計	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
	合計	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
(Capt. C/E. W/R(2))	+4	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0		
	20名	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	3.1	3.1	3.0	3.0	3.0		
	定員差	15名	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5		
乗組員	9名	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1		
	Ref.												
	attend												

備考〔乗組員表〕

航路 JAPAN/P. S. W.  
JAPAN/AUSTRALIA

航路 JAPAN/P. GULF  
船型 200型

航路 JAPAN/SOUTH AMERICA  
JAPAN/AUSTRALIA  
船型 100型

40 9 航路 JAPAN/SOUTH AMERICA

8 8 航路 JAPAN/P. GULF

6 6 航路 JAPAN/AUSTRALIA

4 4 航路 JAPAN/P. S. W.

2 2 航路 JAPAN/AUSTRALIA

1 1 航路 JAPAN/P. S. W.

作業区分	所需要乗組員數	CATERING CREW						CATERING CREW						CATERING CREW					
		通常	常航	狭水道	遠狭視界	主要機器故障	主要機器整備	通常	常航	狭水道	遠狭視界	主要機器故障	主要機器整備	通常	常航	狭水道	遠狭視界	主要機器故障	主要機器整備
航	石	船	用	船	時	停	泊	航	海	時	停	泊	航	海	時	停	泊	航	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
所要乗組員數	29名(28名)	29名(28名)	29名(28名)	29名(28名)	29名(28名)	29名(28名)	29名(28名)	29名(28名)	29名(28名)	29名(28名)	29名(28名)	29名(28名)	29名(28名)	29名(28名)	29名(28名)	29名(28名)	29名(28名)	29名(28名)	
小計	19名	19名	19名	19名	19名	19名	19名	19名	19名	19名	19名	19名	19名	19名	19名	19名	19名	19名	
司	輪	部	員	5名	5名	5名	5名	5名	5名	5名	5名	5名	5名	5名	5名	5名	5名	5名	
機	關	部	員	6名	6名	6名	6名	6名	6名	6名	6名	6名	6名	6名	6名	6名	6名	6名	
航	海	士	4名	4名	4名	4名	4名	4名	4名	4名	4名	4名	4名	4名	4名	4名	4名	4名	
機	器	士	2名	2名	2名	2名	2名	2名	2名	2名	2名	2名	2名	2名	2名	2名	2名	2名	
通	信	士	2名	2名	2名	2名	2名	2名	2名	2名	2名	2名	2名	2名	2名	2名	2名	2名	
船	長	1名	1名	1名	1名	1名	1名	1名	1名	1名	1名	1名	1名	1名	1名	1名	1名	1名	

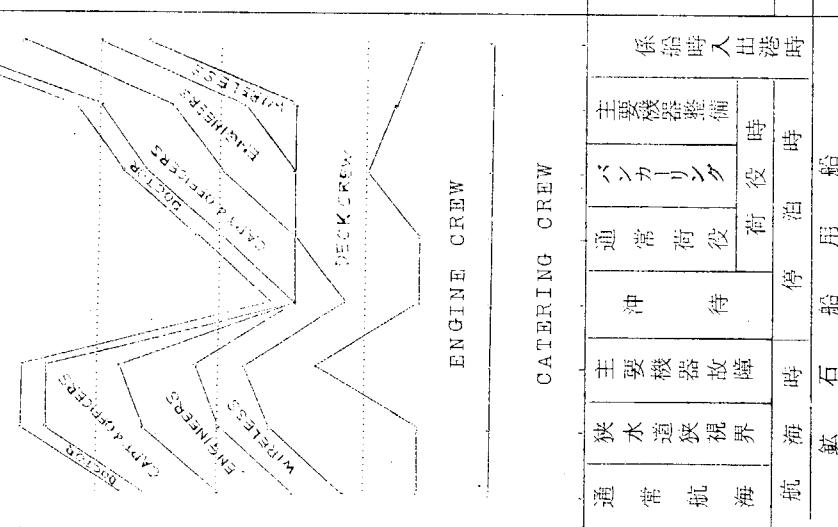
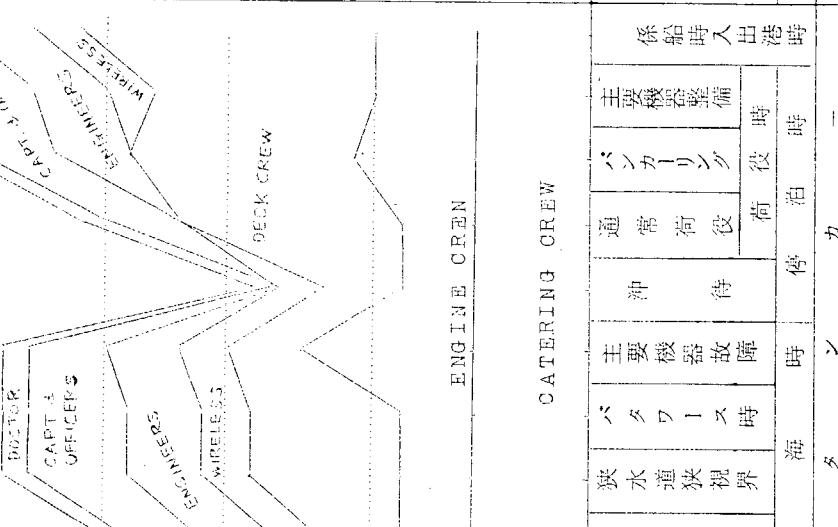
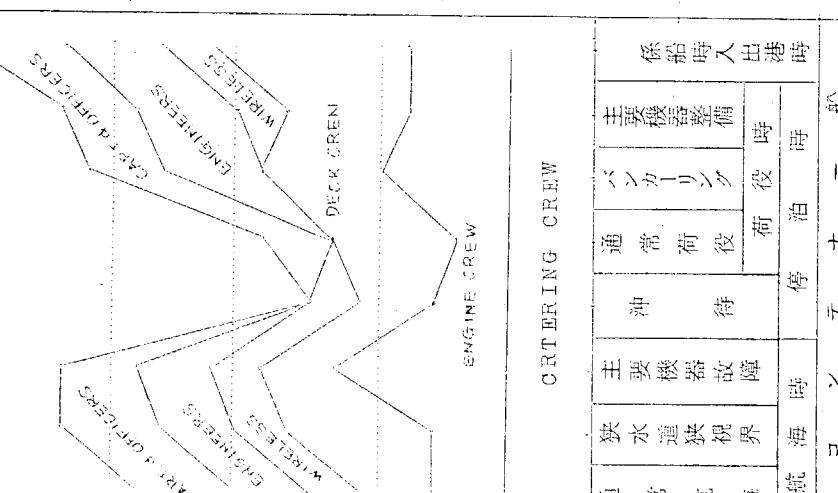


図 1.1.2-2 作業区分別所要乗組員数図(在来船ベースで作成)

(1)で述べた想定定員の場合、20名、15名の場合は船舶職員法第18条船員法第70条等の船舶乗組員数を規定する現行法に準拠し得るが、9名の場合は現行法下では実施不可能である。そこで20名、15名、9名の場合の乗組員内訳を次のとおりと想定する。

① 乗組定員20名の場合

船長	1名						
航海士	3名	機関長	1名	機関士	3名	通信士	1名
甲板部員	6名	機関部員	3名	事務部員	2名		
職員 計9名				部員 計11名		総計20名	

② 乗組定員15名の場合

船長	1名						
航海士	3名	機関長	1名	機関士	3名	通信士	1名
船舶員	6名(備入れ契約は甲板部員とする。)						
職員 計9名				部員 計6名		総計15名	

③ 乗組定員9名の場合

船長	1名				
船舶士	6名				
船舶員	2名				
職員 計7名		部員 計2名		総計9名	

上記③については立場により、またシステムの機能や船上で行なう作業により種々の意見があるが、比較的近い将来9名定員で運航する船が建造されるとの前提に立つて検討の結果想定したものである。

(3) 具体的評価手法

船内労働量の軽減をはかる場合、経済性を無視したシステムの採用をはかることはできない。

したがつて20名で運航する場合にはどの作業をどの程度の所量労働量になるまで軽減しなければならないか、15名の場合ではどうか、9名の場合ではどうかという点を適確に把握した上で、搭載すべきシステムの内容を決定する必要がある。

また定員が減少することにより自動化投資に傾向することのできる金額を算出するにあたり、その算出方法と算出基礎数値を標準化しておく必要がある。以上の諸点についての具体的な手法数値を以下に述べる。

(イ) 船内労働量の分析

図1.1.2-3の船内所要労働力実態曲線からも明らかであるが、在来船設備の場合には船種別に定員20名、15名、9名の横線上部にピーク値が存在する作業については所要労働力量が、横線値以下になるように省力化をはからなければならないことになる。

以上のようにして前提条件で設定した定員別に省力化をはからなければならない作業および省力化の程度を整理して取纏めたものが表1.1.2-5である。

ただし、船医については性質の異なる要素が多いので除外することにする。表1.1.2-5からも明らかのように船種にかかわらず最大の労働量ピークは係船作業に存在し、以下、狭水道、狭視界航海作業、修理作業と続き似通つたパターンを持つていることに気付く、ここで注意を要するのは乗組員の職種によつて総定員数と作業量とが密接な相互関係にあるものもあり、例えば司厨部員作業量は乗組員数が減少すれば、当然相対量が減少し所要員数を減少するが、反面、係船作業や航海当直作業は総定員数とは無関係に船舶の運航上必要な作業として所要労働量は変化しない。司厨部員の作業は乗組員6名について司厨部員1名が実態上適当と見なされるので在来船の設備、就労体制で定員20名の場合には3名、15名および9名の場合には2名にすることは可能と推定される。

各作業内でどのような動作がピーク動作になつているかは(1)"乗組員作業の実態"でふれたタイムスタディの

結果によりその概要を知ることができる。

また表 1. 1. 2 - 4 作業区分別所要乗組員数表は非 M.O. 在来船をベースに作成したものであり、コンテナー船の 1 名の G.P.C. (General Purpose Crew) 以外は従来の作業ピークも担当部だけで消化する船内体制であるため、あるピーク作業が必ずしも船全体としてみればピーク作業とはいえない面もあり、船内就労体制を各部相互融通を基本とし、乗組員の知識技能教育訓練を実施して多目的に活用し得るいわゆる船舶士、船舶員制度による彈力的な体制とした場合には各作業相互間のピークは現在の設備でもより平準化され、所量乗組員数も低減し得ることとなる。

表 1. 1. 2 - 6 は船種定員別にみた作業区分別省力化設備の要否と程度を示す。以上の検討結果をもとにして船種、定員別に搭載システムを合理的に選定することができる。

#### (ロ) 船内労働量軽減のために必要な超自動化システム

(イ) “船内労働の分析”に基いてバランスのとれた超自動化船とするために必要なシステムは表 1. 1. 2 - 7 のとおりとなる。

#### (ハ) 45 年度作業

トータルシステムとして超自動化システムの適応性を検討するためには船内労働量軽減効果の分野では引き続き下記の作業を行なう必要がある。

- ① 船種、定員別、船内就労体制の検討
- ② 実態船員費の分析と予測
- ③ 船員費削減による経済効果の試算
- ④ 各システム別効果の評価
- ⑤ 船内労働量軽減のために更に開発を要するシステムの把握
- ⑥ その他

以上については 45 年度の継続研究とし、本年度は来年度のための基礎調査を行なつた。

#### (III) 安全性向上の検討

##### (1) 海難事故の実態

海難事故により場合によつては莫大な損害を引起す虞れがあることは概念的に理解されているようであるが、新造船が就航してからスクラップになるまでの稼働寿命中にどの程度の損害を引起す可能性があるかを数値化して事故防止に投資すべき金額を算定する試みはまだなされた例はない。

主要航路の船舶交通量の増加、船型の巨大化、高速化は必然的に海難の発生確率を高めるとともに、海難により発生する損害金額、範囲もまた増加、拡大の一途をたどつている。

そこで船の生涯を通じて、海難事故により引起す虞れのある損害額を算出するため、まず海難の発生実態を示すいくつかの数値を示す。

表値は何れも海上保安庁統計であり、現実には、比較的損害の小さい事故、例えばタンカー荷役中の油流出による海面油濁およびそれに伴い発生した漁業損害、荒天遭遇による各種損害、岸壁や構造物への衝突、接触等、通常当事者間の示談で処理される事故件数は統計値の数倍に達するものと推定され、これらの統計値として現われていない事故についても偶然何らかの些細な条件が存在する場合は大事故に発展し、莫大な損害を招く恐れがある。

表 1. 1. 2 - 8 に海難事故種別発生実態、表 1. 1. 2 - 9 に海難事故発生原因別調査結果、表 1. 1. 2 - 10 に海域別事故発生の実態を示す。

(イ)(2)で述べたモデル船が日本内地で寄港する主要港における船舶の出入港隻数、標準船型は表 1. 1. 2 - 11 に示すとおりである。

例えば東京海湾内の 1 日当たり交通船舶は外航船 50.26 隻、内航船 88.5.32 隻、計 93.5.58 隻に達する（漁

表 1.1.2-6 船種、定員別にみた作業区分別省力化設備の要否および程度

船種	航						海						停泊						時		係船入出港時	
	通常航海時			狭水道狭視界時			バタワース航海時			主要機器故障時			通常荷役時			荷役			時		時	
	設定期定員	要否	程度	要否	程度	要否	程度	要否	程度	要否	程度	要否	程度	要否	程度	要否	程度	主要機器整備時	時	時	時	時
鉱石専用船	20名	否	要	2名相当		要		2名相当		否		否		否		否		否		8名相当	要	8名相当
	15名	要	3名相当		7名相当				要	7名相当				要	4名相当	要	5名相当		5名相当	要	13名相当	要
	9名	要	9名相当	要	13名相当				要	13名相当	要	3名相当		要	6名相当	要	10名相当		11名相当	要	19名相当	要
タンク船	20名	否	要	3名相当		要		3名相当		否		否		否		要	5名相当	要	6名相当	要	10名相当	要
	15名	要	4名相当	要	8名相当				要	8名相当	要	8名相当		要	5名相当	要	10名相当		11名相当	要	15名相当	要
	9名	要	10名相当	要	14名相当				要	14名相当	要	14名相当		要	11名相当	要	16名相当		17名相当	要	21名相当	要
コンテナ船	20名	否	要	2名相当		要		2名相当		否		否		否		要	2名相当	要	2名相当	要	6名相当	要
	15名	要	3名相当	要	7名相当				要	7名相当	要	7名相当		要	6名相当	要	7名相当		7名相当	要	11名相当	要
	9名	要	9名相当	要	13名相当				要	13名相当	要	3名相当		要	4名相当	要	12名相当		13名相当	要	17名相当	要

表1.1.2-7 労働量軽減のために必要な超自動化システム

定員数		船種	航時							
			通常航海時		狭水道狭視界時		バタワース航海時		主要機器故障時	
名	船種	省力度	所要システム	省力度	所要システム	省力度	所要システム	省力度	所要システム	
	鉱石船	0		2名相当	不要			2名相当	不要	
	タンカー	0		3名相当	不要	3名相当	不要	3名相当	不要	
名	コンテナー船	0		2名相当	不要			2名相当	不要	
	鉱石船	3名相当	不要	7名相当	危険船の自動検出(2名相当)			7名相当	異常診断(2名相当)	
	タンカー	4名相当	危険船の自動検出(1名相当)	8名相当	自動衝突予防(3名相当)	8名相当	同左	8名相当	異常診断、自動運転(3名相当)	
名	コンテナー船	3名相当	不 要	7名相当	危険船の自動検出(2名相当)			7名相当	異常診断、自動運転(2名相当)	
	鉱石船	9名相当	船橋1名当直可能なシステム(2名相当)	13名相当	船橋1名当直、機関室無当直可能なシステム			13名相当	狭水道、狭視界時に準ずる(5名相当)	
	タンカー	10名相当	同上(3名相当)	14名相当	機関、自動航法、衝突予防、座礁予防、通信投揚錨システム	14名相当	左の外バタワースの自動化必要(7名相当)	14名相当	機関、自動航法、衝突予防、座礁予防、通信投揚錨システム	
名	コンテナー船	9名相当	鉱石船に準ず	13名相当	鉱石船に準ず			13名相当	鉱石船に準ず	

前提条件

- ① MO船級取得船とする。
- ② 通信士定員は1名とする。
- ③ 司厨部員定員は乗組員6名に1名とする。
- ④ 表中省力度欄は現在定員
- ⑤ 所要システム欄上段は所要自動化と程度、下段
- ⑥ 所要システムの判定根拠は作業区分を対象にし
- ⑦ 船務の陸上移管は自動化の程度、定員に応じて
- ⑧ 船内の設備配置は想定定員で運航するのに支障

は必要なシステムを示す。

である。

はかられているものとする。

のないよう考慮してあるものとする。

停泊荷役時						入出港、繩船作業時		備考
通常荷役時		パンカーリング時		主要機器整備時		省力度	所要システム	
省力度	所要システム	省力度	所要システム	省力度	所要システム	省力度	所要システム	
						8名相当	索搬出(3名相当) 係船システム	通信士 - 1 機関部員 - 3 司厨部員 - 1 計 - 5 省力度数値より5名を減した値を真の省力度とする。
		5名相当	不要	6名相当	故障検知(1名相当) 異常診断システム	10名相当	索搬出、ワインチリモコン(5名相当) 係船システム	
		1名相当	不要	2名相当	不要	6名相当	舷側リモコン(1名相当) 係船システム	
		4名相当	不要	5名相当	不要	13名相当	索搬出、集中制御、機関運転(8名) 係船システム 機関運転システム	同上、但し部員G.P.C.システム採用のため船内での労働力移動ははかり得る。
5名相当	不要	10名相当	自動荷役(5名相当)	11名相当	異常診断、自動運転(6名相当)	15名相当	係船、機関運転自動化(10名) 係船システム 機関運転システム	
		6名相当	パンカーリングの自動化(1名相当)	7名相当	異常診断、オペレーションコントロール(2名相当)	11名相当	係船、機関運転自動化(6名相当)	
			タンカー荷役システムの適用		機関システム		係船システム 機関システム	
6名相当	不要	10名相当	パンカーリング自動化(3名相当)	11名相当	異常診断、オペレーションコントロール(4名相当)	19名相当	係船、機関通信の自動化(12名相当) 係船システム、機関システム、通信システム	通信士 - 1 機関 - 4 部員 - 6 (司厨 - 2 計 - 7 省力度数値より7名を減じた値を真の省力度とする。 職員のG.P.C.システムも採用するので船内での労働力移動は非常にスムーズに行ない得る。
11名相当	荷役の自動化(4名相当)	16名相当	荷役の自動化 補油自動化(9名)	17名相当	左の外、異常診断 オペレーションコントロール	21名相当	係船、機関通信の自動化(14名相当) 係船、通信機関データバスシステム	
4名相当	荷役システム	12名相当	荷役システム、パンカーリングシステム		機関システム 荷役システム		(10名相当) 鉱石船に準ず	
	不要	12名相当	(5名相当) 鉱石船に準ず	13名相当	(6名相当) 鉱石船に準ず	17名相当		

表 1.1.2-8 海難事故種別発生実態(海上保安庁警備救難部統計)(昭和42年度)

海難種別	衝突	乗揚	機関故障	火災	浸水
発生件数	500	628	511	209	351

表 1.1.2-9 海難事故発生原因別統計

要因 海難種別	運航															機関取扱	機関取扱 不完全の修理他	小計	
	見張り	船位	航法	操船	航路	自航	ビルジ	避難時	荒天	錨地	水路調査	気象、海象	着航	水路標識	船体機器	その他の整備不良			
衝突	219	5	27	159	20	0	4	1	2	5	5	0	0	0	1	2	432	0 3 0 0	3
乗揚	55	281	0	121	21	0	0	4	0	9	81	25	0	1	6	0	610	0 3 0 0	3
機関故障	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5 223 100 11 1	335	
火災	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 19 21 0 1	41	
浸水	1	0	0	11	0	0	9	14	9	4	9	32	0	0	1	17	2 109 13 12 0 0	25	
転覆	0	0	0	59	0	0	0	5	4	0	0	65	1	0	0	0	1 135 1 0 0 0	1	
推進器障害	46	2	0	49	0	0	0	0	3	0	4	1	0	0	0	7 1 113 3 1 0 0	4		
舵故障	0	1	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8 0 14 0 0 0	0		
行方不明	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0 1 0 0 0 0	0		
その他	0	3	0	2	0	0	0	5	10	1	0	40	0	0	0	5 6 72 0 3 0 1	4		
計	322	292	27	406	23	0	10	32	27	17	99	171	1	1	7	38 18 1,491 259 143 11 3	416		

表 1.1.2-10 海域別事故発生の実態

海域分割	港内	距岸3浬以内	3浬-50浬
発生件数	924	1,029	510

転覆	推進器障害	舵故障	行方不明	その他	計
213	150	61	10	114	2,747

積載	火氣可燃物取扱						材質構造						不可抗力						原因の不明他	計					
	積付	荷物	積入	小計	火氣管	火氣取扱	危険物	漏洩	その他	老朽	材質	構造	その他の欠陥	小計	自然発火	他船の過失	港湾設備不良好	気象の海上現象	その他						
不良	不良	荷員の過載	積入不十分	小計	火氣取扱不注意	火氣取扱不注意	危険物不注意	漏洩不注意	その他電他	老朽	材質	構造	その他の欠陥	小計	自然発火	他船の過失	港湾設備不良好	気象の海上現象	その他	計					
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	50	2	0	4	56	43	500			
0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2	6	0	8	628		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	81	15	0	160	0	0	0	0	0	0	10	1	511		
0	0	0	0	0	0	41	63	7	6	3	120	2	7	5	0	14	4	1	0	0	5	19	10	209	
26	3	20	2	0	51	0	0	0	0	0	90	19	6	0	115	0	2	1	2	10	15	21	15	351	
25	7	9	1	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	5	0	2	0	3	2	7	14	9	213
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	11	4	0	20	0	1	0	1	9	11	0	1	150	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	25	9	0	43	0	0	0	0	1	1	2	1	61	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	10		
0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	3	1	0	5	0	1	1	7	2	11	3	17	114	
52	11	30	3	0	96	41	63	8	6	3	121	173	146	44	1	364	4	59	5	14	30	112	82	65	2,747

50浬 - 100浬	100浬 - 500浬	500浬以上
53	109	122

表 4.1.2-11(その1) 交通船舶数、標準港別船型資料(1)(国内)

都道府県	港湾名	外航		内航		内航		内航		自航		船		漁船		船		その他(含避難船)	
		隻数	総トン数	平均	総トン数	平均	隻数	総トン数	平均	隻数	総トン数	平均	隻数	総トン数	平均	隻数	総トン数	平均	隻数
千葉県	葉津橋	1,397	2,410,022.7	17,251.42	3,393.8	24,340,376	71,720	4,866	2,399,634	4,931.4	—	—	—	—	1	1,598	1,598,000	—	—
木更津	千葉木更津橋	60	69,021.9	1,150,365	2,624.0	9,803,229	37,360	12,077	6,330,485	5,241.8	—	—	—	—	—	—	—	—	1,919.4
東京都	横浜橋	70	114,661	1,638.01	5,303	1,534,428	289,355	—	—	—	—	—	—	—	—	370	7,101.6	19,194	—
その他	東京	2,664	13,268,983	4,980,85	63,416	25,128,543	39,625	—	—	—	—	2,701	675,509	25,010	113	157,435	1,393,23	—	—
神奈川県	横浜	11,484	116,331,904	10,122,91	78,204	2,249,2534	28,761	4,737	2,320,830	4,899.4	99	480,097	4,849.46	9,904	10,809,856	1,091,46	—	—	—
横須賀	横崎	1,791	2,784,1534	15,545,27	8,7163	28,559,970	32,766	12,085	6,395,050	5,250.4	—	—	—	—	97	1,252,006	12,907,28	—	—
島根県	福島	635	5,998,074	9,445,79	2,2580	8,983,364	39,785	8,013	5,345,749	6,671.3	1,268	717,522	56,587	1,921	4,666,613	24,290	—	—	—
広島県	岡山	365	6245,967	17,112,23	4,0686	7,701,050	18,928	3,854	2,050,374	5,320.1	218	3,369	1,545	327	28,369	7,626	—	—	—
和歌山县	和歌山下	930	18,371,242	19,754,02	634355	18,500,768	29,165	1,035	1,680,840	1,624,00	15,651	14,6393	9,35	4,036	107,594	2,666	—	—	—
大阪府	大阪	5,910	32,243,063	5,455,70	94,352	31,755,008	33,656	—	—	—	16	7,539	47,119	151	69,211	45,835	—	—	—
堺	岸和田	563	9,876,974	17,543,47	3,7887	9,594,731	25,325	—	—	—	1,661	2,3645	1,424	4	1,3600	3,400,00	—	—	—
泉州	北	143	87,9825	6,152,62	8,747	1,115,250	12,750	—	—	—	15,653	12,5224	800	240	5,760	24,00	—	—	—
その他	兵庫	81	921,610	11,377,90	13,016	3,173,079	24,378	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
尼崎	尼崎	207	2,354,110	11,372,51	2,5585	4,987,662	19,495	1,499	872,284	5,819.1	6,463	5,1702	800	1,411	168,198	11,921	—	—	—
洲本	その他	15	32,159	2,143,93	53,047	5,612,486	10,580	2,2531	6,568,275	29,152	13,953	12,1332	870	4,357	49,8,674	11,445	—	—	—
清水	水	2,349	19,042,075	8,106,46	9,428	4,050,263	4,2960	—	—	—	—	1,647	281,957	17,119	118	77,601	657,64	—	—
田子ノ浦	沼津	164	1,210,962	7,383,91	6514	2,994,080	45,964	—	—	—	—	10,541	21,6536	2,054	3,009	90,9,843	30,257	—	—
その他	その他	—	—	—	1,2935	7,081,89	5,474	—	—	—	—	4,211	15,5,808	3700	—	—	—	—	—
静岡県	田子ノ浦	—	—	—	790	1,208,69	15,299	—	—	—	—	5,914	58,8564	9,952	111	1,299	10,179	—	—

表 1.1.2-11 (その2) 交通船隻数、標準港別船型資料(2)(国内)

都道府県	港湾名	外航			内航			商船			内航			自航			漁船			船舶			その他(含避難船)		
		隻数	総トン数	平均G/T	隻数	総トン数	平均G/T	隻数	総トン数	平均G/T	隻数	総トン数	平均G/T	隻数	総トン数	平均G/T	隻数	総トン数	平均G/T	隻数	総トン数	平均G/T	隻数	総トン数	平均G/T
愛知県	名古屋	6,869	52,086,947	7,522.90	59,808	19,109,000	312.51	—	—	—	2,412	18,228.6	755.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	浦河	215	1,631,598	7,587.90	14,817	2,165,756	146.17	—	—	—	5,761	50,833	8.82	590	3,130.5	53.06	—	—	—	—	—	—	—	—	—
三	伊良湖	128	62,0087	4,844.43	14,845	1,496,699	100.82	—	—	—	27,763	30,655.6	110.4	2,633	24,784	94.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
篠島	その他	—	—	—	4,992	2,096,422	419.96	2,801	1,936,266	691.28	1,714	9,818	5.73	112	6,274	56.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—
四	日市	—	—	—	16,537	9,523.14	57.59	—	—	—	97,715	1,194,327	12.22	482	3,916	8.12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
五	羽島	—	—	—	30,271	1,440,816	47.60	—	—	—	173,000	1,660,472	9.60	1,422	46,009	32.36	—	—	—	—	—	—	—	—	—
六	津	1,073	15,986,684	14,899.05	31,700	8,065,448	254.43	—	—	—	1	40	4.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
七	宇治山田	2,563	427.17	27,728	3,824,644	137.93	2,800	1,935,196	691.14	—	—	—	—	4,083	59,970.1	146.88	—	—	—	—	—	—	—	—	—
八	その他	—	—	—	2,019	147,265	72.94	—	—	—	7,129	54,485	7.64	112	11,280	100.71	—	—	—	—	—	—	—	—	—
九	—	—	—	—	6,472	513,391	793.3	—	—	—	110	7,963	72.39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
十	—	—	—	—	1,808	188,908	104.48	—	—	—	6,956	155,107	223.0	1,608	40,960	25.47	—	—	—	—	—	—	—	—	—

船を除く)。これら船舶の交通は幾つかの定まつた航路に集中しているため交通は輻輳をきわめ、また一度びこの水域で大型タンカーの油流出等の事故により航路閉鎖等の事態に立至つた場合、当該船や積荷の直接損害、停船を余儀なくされる船舶の失費や水産物への影響もさることながら海上輸送貨物の陸送への切換えによる陸上交通の麻痺、原料・製品流通停滞による沿岸工場の活動の低下、海上輸送消費物資の供給停止による物価騰貴等々経済、社会全般にわたり大規模な混乱に落に入る虞れがある。

## (2) 前提条件

超自動化モデル船の安全性向上効果の検討を進めるために次の前提条件を設定する。

### (1) 事故損害と海上保険

船舶の運航によつて引起される損害は海上保険や船主責任相互保険(PI保険)さらにTOVALOPのごとき船主相互扶助制度に加入することによつて、すべて填補されるという考え方是非常に大きな誤りであることは明らかである。

この種の保障は過去の統計より割出された事故発生確率や損害額によつて年間料率が定められ、危険分散をはかる意味で国際的な機関に再保険されるのが通例であるが、今かりに発生した損害のすべてが一時的にこれらの各種の保障によつて填補されたとしても、船の一生を通じて計算した場合、船側からみれば必ず填補を受けた金額以上の保険料を支払うことになり決して利益を受けることにはならない。ただ近年の巨大船の発達が急激であるため、保険料率算定の基礎となるこの種船舶の事故統計が、充分信頼性ある確率を得るまでに満足なものではなく、現状は一種の暫定状態にあるといえる。このことは最近引続いて起つた新造大型船の爆発沈没事故によつて大型船の保険料率が一斉に大巾に引上げられた事実や自社運航船の海難が多発した翌年には必ず保険料率が上昇する事実をもつて明らかである。

したがつて本検討ではモデル船がその生涯を通じて引起すであろう損害の総額は必ずその船の一生を通じて支払われる保険料および弁金等の総額にはば等しくなるとの前提条件を設定し、適応性検討費目としては保険料を探り上げることにする。

### (2) 海域分割と海域内存在率

具体的に船舶の航海水域の事故発生実態を見ると航路中の海域によつて大きな差があることに気付く。このことは例えば日本／ペルシャ湾航路を例にとつた場合、航路には日本沿岸やマラッカ海峡、ペルシャ湾入口附近のごとく船舶交通量の多い海域やインド洋、南支那海等の障害の少ない大洋が含まれ、これら海域によつて当然事故発生率が異なり、また事故により派生する損害の種類・範囲も異なることは当然であると理解される。

本検討ではまずモデル航路を事故発生区分との関連で港内、狭水道および港内、沿岸3'以内、沿岸3'以上50'以内、大洋に分割し、一航海を単位とした時間帯で各海域内にモデル船が存在する時間割合を求め、年間航海数より各海域別年間存在率を求めて、海域別事故発生確率との関連より年間損害予想額を算出する。

モデル船については搭載システムが確定した時に年間航海数が決定するが比較在来船のデータは統計量として把握する必要があるため図1.1.2-4フローチャートに示す計算により作成する。

### (3) モデルシステムの効果の評価

開発されたシステムが実用上安全性向上に対してどの程度の効果を發揮するかは多数の搭載船の航海データを、在来船の場合と比較検討するのが最も信頼性が高くなる方法であるが、もとよりこのようなことは現時点では不可能である。そこで海難種別にその直接原因を調査し直接原因に効果的なシステムの選定を行なつた後、システムの機能を十分に理解している海上経験20年以上の甲種船長免状を有する現職船長10人以上に評価を求め、システムの海難事故に対する有用度の予測を行なつてシステム搭載船の適応性の評価を行なうこととする。

### (4) 海難事故と事故による派生損害

海難種別分類は原則として海上保安庁分類に従うこととし、それら海難事故によつて派生する虞れのある損害

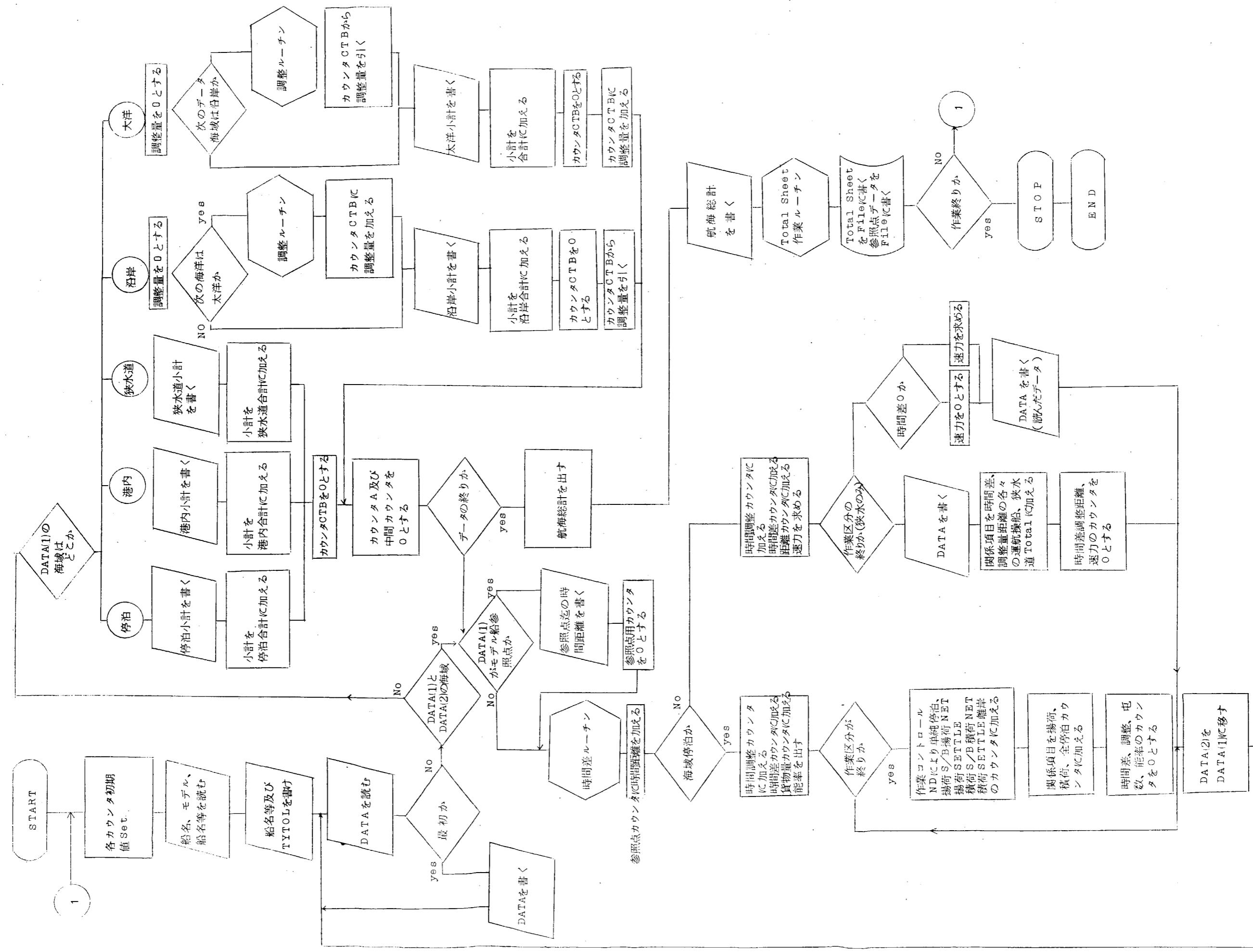
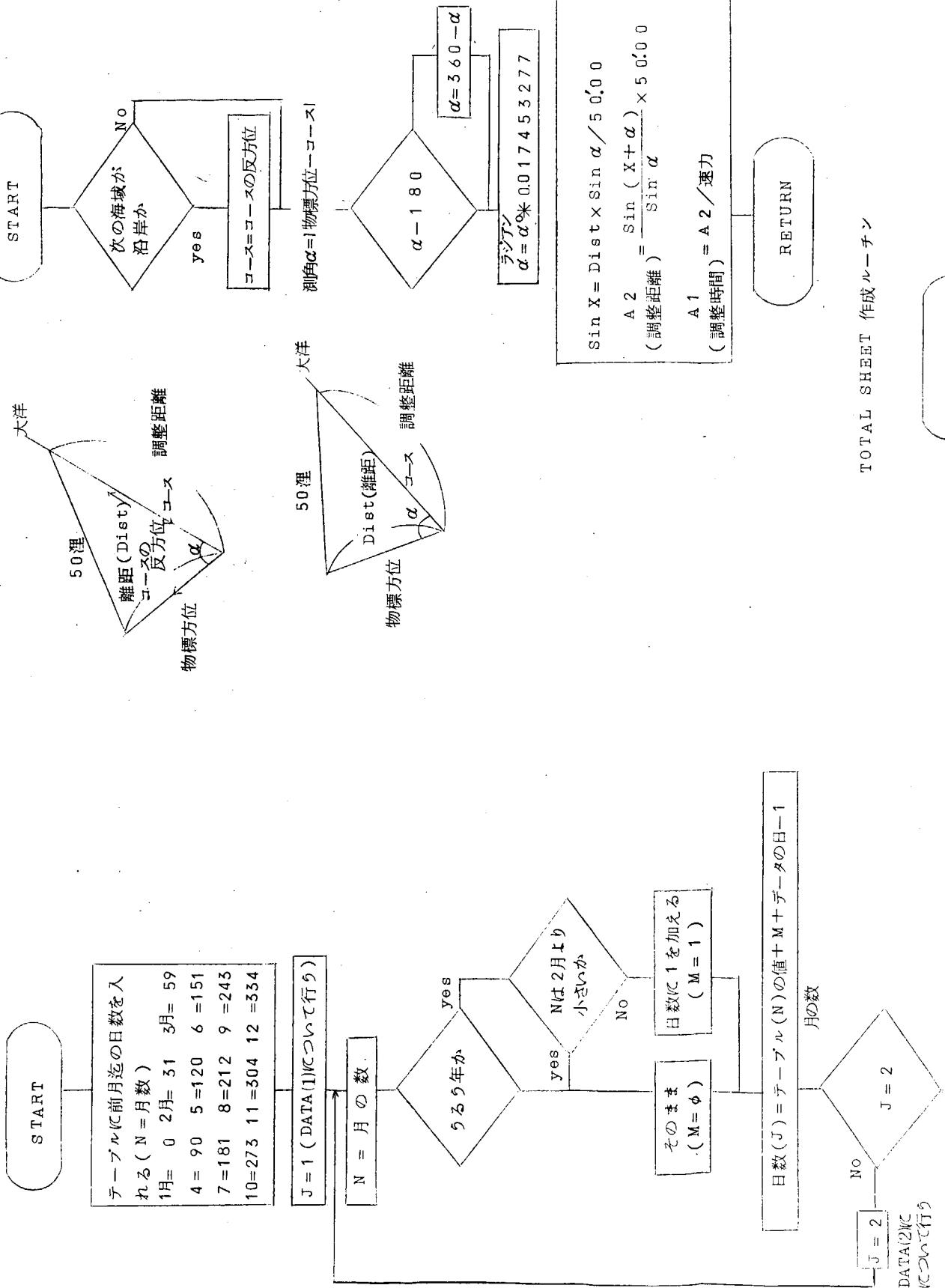


図 1.1.2-4 適応性検討用離路及水域存在時間統計作成プログラムフローチャート

時間差算出ルーチンフロー

調整量ルーチンフロー



DATA(2)の日数 = 日数(2) + ( DATA(2)、1)の年差 ) ≈ 365

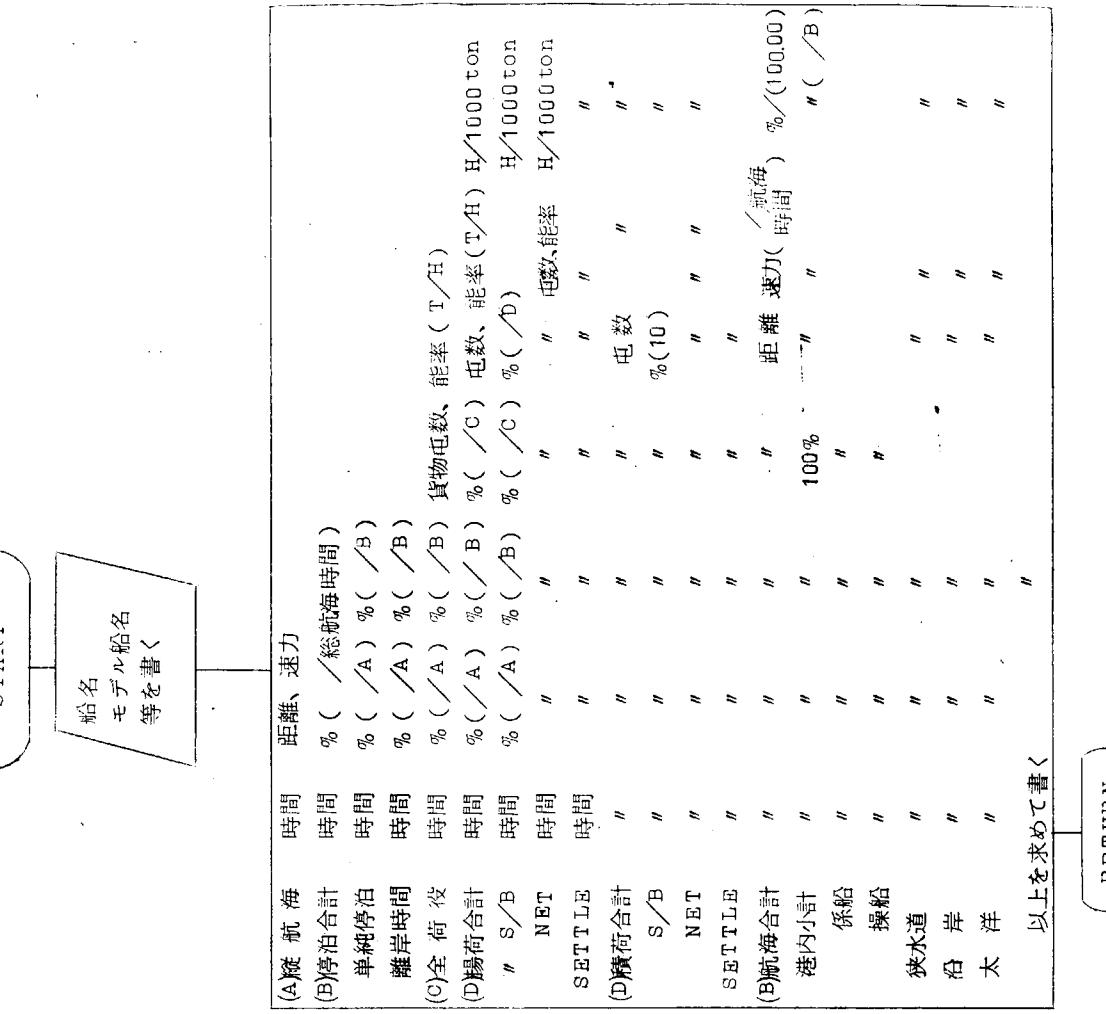
時間数 1 = DATA(1)の日数 × 24 + 時間十分 / 60

時間数 2 = DATA(2)の日数 × 24 + 時間十分 / 60

時間 差 = 時間数 2 - 時間数 1 土時割正量

RETURN

TOTAL SHEET 作成ルーチン



の種類は原則として船主、造船所およびメーカーが直接または間接にその責任を追求される可能性ある範囲に止めることとする。

損害の種類は下記に限定する。

- ① 船体損害：海難事故による自船舶体、自船過失の場合の他船舶体に関する損害
- ② 積荷損害：海難事故による自船積荷、自船過失の場合は他船積荷に関する損害
- ③ 直接不稼働損害：海難事故による自船および他船の稼働に至るまでの停船により生ずる損害
- ④ 間接不稼働損害：海難事故による航路封鎖により他船の受ける航路デバイエートおよび滞船による損害
- ⑤ 岸壁不稼働損害：海難事故による積、揚荷岸壁の不稼働損害で岸壁設備等の損害は含まない。
- ⑥ 岸壁設備損害：海難事故による港湾設備に対する直接損害で危険円内の港湾設備損害を指す。
- ⑦ 救助料：海難事故による船体積荷救助のために要する損害、通常のサルベージ対象に対する費用
- ⑧ 沿岸施設損害：港湾、航路に隣接する地域に存在する沿岸施設が危険円内に存在して受ける損害で水産損害は除く。
- ⑨ 人命損害：海難事故によつて失われた乗組員の人命に対し支払われる損害額の内船主負担分
- ⑩ 損害拡大防止費用：海難事故による派生損害を限定するために必要な作業を行なうことにより生ずる費用
- ⑪ 漁業設備損害：海難事故を直接原因とする漁業設備の損害で漁獲物は含まない。
- ⑫ 漁業不動損害：海難事故による水産水揚げに対する損害額

以上の損害種類について(i)(2)の運航モデル別に各航路別に年間予想損害額を試算し、安全性向上に対する適応性数値を求ることにする。

### (3) 具体的評価手法

超自動化船では在来船に比較してどの程度海難事故が減少するか、また海難事故に起因する損害予想額がどの程度減少するか、したがつて船舶の超自動化による安全性向上効果に対しどの程度の投資が適正投資額となるかを試算するために次のような具体的手法を採用する。

#### (イ) 海難事故発生原因に有効な超自動化システム

海難事故の発生種別統計、原因調査結果については(1)“海難事故の実態”でふれたとおりである。海難に起因する損害を低減するためには海難事故の原因を有效地に除去し得るシステムはどのようなものかを確実に把握しなければならない。そのため海難種別に主たる発生原因を上位5位まで抽出し、その原因を除去するに有効と考えられるシステムを対応させたものが表1.1.2-12である。右欄には参考としてシステムの搭載によって防止し得ると考えられる損害範囲を記載している。括弧内数字は42年度発生件数であり、上位5位の原因が海難発生の原因総数の80~90%以上を占めている点よりみて、種別海難とシステムとの相互関係を把握することができるものと思われる。

#### (ロ) 予想損害額算出方法

作業を進めるためには確率的要素を付加する前に、かりにモデル航路のある海域で海難種別分類に相当する事故が発生した場合に予想される海難に起因する損害額を具体的に算出することが必要である。ここでは(2)で述べた損害項目の各々についてその算出方法について概要を述べる。

##### ① 船体損害

船体価格に関しては新造船価を基礎とし45年度建造標準船価を用いる。モデル船相当船型が無い場合には0.96乗スケールで標準船価推定を行なうこととする。

##### ② 積荷損害

積荷損害については船種により全く異なるので前提条件としてタンカー原油満載、積地PG、コンテナー船、80%雑貨、鉱石船、鉱鉱石満載、材木船、木材満載とする。

表 1.1.2-12 事故とシステムの相関(海難種別は海上保安庁分類に依る)

主海難種別	派生損害	防止に有効と考えられるシステム	原因種別(上位5位)	損害種別
衝突(500)	沈没、任意座礁、漏油、火災、浸水	衝突予防システム(大洋、沿岸の一部) 自動航法システム(沿岸、狭水道、港内) 自動消火システム	①見張不充分(219) ②操船不適切(159) ③他船の過失(50) ④航法違反(27) ⑤船位不確認、水路調査不充分、気象(各5)	(大洋) 船体、救助費用、人命、積荷 (沿岸) 上記の外、岸壁不稼働、岸壁施設被害、他船不稼働被害、沿岸施設被害、漁業直接損害、漁業不稼働、防止費用、流出油損害
座礁(628)	沈没、漏油、火災 浸水	座礁予防システム 自動消火システム 自動航法システム	①船位不確認(281) ②操船不適切(121) ③水路調査不充分(81) ④見張不充分(55) ⑤気象、海象不注意	(1)と同様
機関故障(511)		データーベンチラントシステム データーベンチラントシステム	①機関整備不良(223) ②機関取扱不良(100) ③材質不良(81) ④老朽耗耗(64) ⑤構造上の欠陥(15)	自船不稼働、救助費用
火災(209)	沈没、任意座礁	火災検知システム 自動消火システム 自動荷役システム データーベンチラントシステム	①火氣取扱い不注意(63) ②火氣管理不充分(41) ③機関取扱不良(21) ④機関整備不良(19) ⑤原因不明(19)	(1)と同様
浸水(351)	沈没、任意座礁	自動荷役システム(積荷、船体条件計算) 自動航法システム	①老朽耗耗(90) ②海象、気象不注意(32) ③積付不良(26) ④積荷過載(20) ⑤材質不良(19)	自船船体、積荷、救助費用 以上の外、(1)(沿岸)と同様
転覆(213)	沈没	自動荷役システム(積荷、船体条件計算) 最適航路システム 自動航法システム	①海象、気象不適切(65) ②操船不適切(59) ③積付不良(25) ④原因不明(14) ⑤横荷過載(9)	(5)と同様
推進器損害(150)	沈没、座礁、漏油 火災、浸水	自動航法システム	①操船不適切(49) ②見張不充分(46) ③材質不良(11) ④不可抗力(9) ⑤船体、機器整備不良(7)	(1)と同様
舵故障(61)	沈没、座礁、漏油 火災、浸水	自動航法システム	①材質不良(25) ②老朽耗耗(9) ③構造上の欠陥(9) ④船体機器整備不良(8) ⑤操船不適切(4)	(1)と同様
航行方不明(10)		最適航路システム	①原因不明(9) ②気象海象不注意(1)	自船船体、積荷、捜索費用、人命
その他(114)		最適航路システム	①気象海象不注意(40) ②荒天準備不良(10) ③避難時期不適(5) ④船体機器整備不良(5) ⑤船位不確認(3)	(9)と同様(仮定)

原油価格、雑貨価格、鉄鉱石価格、木材価格はモデル積出港における43年度平均価格を採用することにする。

③ 直接不稼働損害

モデル船の船舶によつて発生する損害額は同型船の場合でも種々の要素によつて微妙に異なるので、標準化をはかる意味でデマレージベースに統一する。

④ 関接不稼働損害

関接不稼働損害については影響を受ける船舶の平均船型を求め、デマレージベースで平均船型のデマレージに影響隻数を乗じて求める。

⑤ 岸壁不稼働損害

岸壁不稼働損害の算出方法の実態は、岸壁管理の主体、取扱い貨物の種類、国情、経済慣行によつて一様ではなく、特別のタリフによるもの、原材料を連続して荷役した場合の全量の売上げ価格を損害として請求するもの、影響を受ける船舶のデマレージを請求するもの等があり、何れも世界的に広く一般化しているとは言い難いので、ここでは船主よりみて最も安全サイドにあると思われるデマレージ方式を採用することにした。

すなわち事故により岸壁が使用不能になつた場合に、その岸壁に係船し得る最大船型の船舶のデマレージをもつて岸壁不稼働額を算出する方式をとることにする。

⑥ 岸壁設備損害

港湾内で船舶の火災、岸壁への衝突等による岸壁設備への損害は損害範囲を危険円内に限定した上で、岸壁設備の価格の標準化をはかり航路別にモデル船寄港地の港湾実態を調査し、損害範囲内に存在する岸壁設備を調査の上標準価格より損害総額を試算する。

したがつてこの検討では例えば3トンクレーンの価格は東京でもロッテルダムでも同一であり、地域差による価格差は生じないことを前提とする。

⑦ 救助料

海難事故の救助は通常人命救助の場合は救助報酬は支払われず、船体積荷が主たる対象となる。そこでシミュレーションに使用するデータは救助船、救助資料のチャーターレージに救助員工数を加えたものとし、個々の数値は救助会社のサルベージタリフを適用して計算により求めることとする。

⑧ 沿岸施設損害

沿岸の施設が海難事故により受けける損害はほとんど推定することは不可能である。したがつてここではタンカーの油火災の場合にのみ沿岸施設が損害を受け、かつ損害を受ける沿岸施設は危険円内に存在する石油タンク、石油精製設備だけであるとの大胆な仮定を設ける。10,000 BPCD の設備に対して0.6来スケールで設備費不再生を行ない推定損害額を試算する。試算ベースにはTexas Crudeベースを用いる。

⑨ 人命損害

人命損害は船舶乗組員のみに限定する。基本ベースでは船員保険補償金額を採用し、この補償金額の企業負担分に企業加算額を上積みする。当然職務上死亡となるので、職務死亡欄適用とし、家族構成、家族平均余命は厚生省統計を採用する。

船員は職員平均年令33才、部員平均年令34才、妻および子供2、3名の家族構成をベースとする。

⑩ 損害拡大防止費用

損害拡大の虞れは主として油流出、火災等の場合に大きいので、防止費用としては流出油拡大防止のオイルフェンスの設置および流出油沈降の作業と限定し沿岸50'以上の大洋での流出事故ではこの費用は不要であるものと仮定する。流出油量と流出面積の相関は危険円理論より導くこととする。

⑪ 漁業設備損害

海難により発生する定置漁網、在港漁船、漁具の損害を事故別海域別に試算する。

対象海域に存在する漁業設備については農林省統計値を使用し、岸壁設備損害の場合と同様、単位当たり価格を標準化することによって損害額を試算する。通常支払われる漁業見舞金または慰謝料のごとき性格の費用については基準がなく、ここでは損害賠償金の内設備賠償部分のみをとりあげる。なお損害賠償の内水揚賠償は次の漁業不稼働損害により算出する。

#### (12) 漁業不稼働損害

海難の影響によつて期待された水揚に与えた損害については対象水域の年間水揚額統計より海難による減少予想率を乗じて求めることとし農林省統計を使用する。

以上の損害額算出方法による損害額試算に使用する基礎数値は相当量収集したが全モデル航路については一部45年度に調査を持越すことになる。

なお国連資料その他によつても入手し得ない諸データについては入手し得る海域条件の類似したデータに修正をほどこし使用することとする。

上記の方法により得た一事故あたりの損害予想額は次の方法により安全性向上のための適応性推定値として使用する。

全海難種別

$$\text{一年間損害期待値} = \sum - \text{事故当り損害額} \times \text{海難種別発生率} \times \text{原因別当該損害発生率}$$
$$\times \frac{\text{原因別件数} \times \text{当該海域存在時間} \times \text{年間航海数}}{\text{海難種別件数} \times \text{一航海所要時間}}$$

本検討を進めるため上式中、原因別当該損害発生率はパラメーター扱いとし、推定値を設定した上適当な範囲内で順次変化させる。

#### (iv) 45年度作業

トータルシステムとして超自動化システムの適応性を検討するためには、安全性向上効果の分野では引き下記の作業を行なう必要がある。

- ① 損害額算定基礎数値の全モデル航路についての収集と整理
- ② 原因別当該損害発生率推定のためのデータの収集、整理と推定法の確立
- ③ モデル航路別全水域での在来船年間発生損害期待値の算出
- ④ モデル航路別全水域での超自動化船年間発生損害期待値の算出
- ⑤ トータルシステムを構成する各サブシステム別効果の評価
- ⑥ 安全性向上のためにさらに開発を要するシステムの把握
- ⑦ その他

以上については45年度の継続研究とし、本年度は来年度のための基礎調査を行なつた。

#### (v) 運航経済性向上

##### (1) 船舶の運航実態

運航経済性に関しては一般に海運業ではC/NB費目を指標として論ぜられているが、簡単に理解すれば年間稼働航海数、すなわち年間輸送貨物量(年間運賃収入額)が増加すれば船舶の稼働率は向上し、運航経済性が向上したものと見なして差支えない。

船舶の運航活動を状態別に見ると航海と停泊に大別され、航海はさらに航行する海域により港内、狭水道・湾内沿岸、大洋に分類でき、停泊は検疫、水先待ち、荷役準備、荷役、荷役手仕舞、滞船待ち等に分類できる。

運航経済性の向上を超自動化によつてはかるためには、一航海総運航時間の内訳の実態がどのようなものであり、稼働率向上のためには何がネットになつているかを在来船ベースで把握する必要がある。

データに信頼性を与えるため、在来船でモデル航路と同一航路に就航している船舶の航海日誌より 10 航海の平均値を求める在来船実績データとする。この作業はモデル船別に行なうと総計 100 航海以上の運航データ解析となるので図 1.1.2-4 のフローチャートに示す手順で電子計算機により処理する。

現在までに解析し得たデータをもとに作成したモデル航路就航在来船の運航実績は表 1.1.2-13 ~ 17 に示すとおりである。

なおコンテナ船についてはモデル航路に就航する在来船がないため P S W コンテナー船運航実績をベースに欧州コンテナー船計画各社の配船計画等を勘案の上作成した。木材船については 45 年度に行なう。

また在来船の場合、海技的な検討を行なつた上設定した(1)(2)の運航モデル航路から離路している程度および航海遅延している実態を把握し、システム搭載によつてこれら離路、航海遅延がどの程度軽減し得るかもシステム評価の重要な要素であるので、在来船運航実績と合せて図 1.1.2-4 に示すフローチャートにより、離路、航海遅延実績データを 45 年度に解析することにする。

表 1.1.2-13 船舶運航時の作業別所要延時間(往復)

◦ 船種	ディーゼルタンカー	タービンタンカー
◦ 船型	20 万 DW	20 万 DW
◦ 航路	日本～ペルシャ湾(京葉シーバース～カーグアイランド)	
◦ 速力	満載 16.5 kts バラスト状態 17.3 kts	
◦ 機関	38,000 馬力 × 1 基	3,600 馬力 × 1 基

	海域及作業区分	所要延時間	% / A	% / B	% / C	% / D	距離	速力	% (距離)
A	一 航 海 総 計	869.52 <sup>h</sup>	100.00						
B	停 泊 合 計	68.70	7.91	100.00					
	単 純 停 泊	12.50	1.44	18.20					
	離 岸 作 業	1.20	0.14	1.75					
C	全 荷 役 作 業	55.00	6.33	80.05	100.00				
D	揚 荷 小 計	30.50	3.52	44.40	55.45	100.00			
	◦ S / B	1.00	0.12	1.46	1.82	3.28			
	◦ NET	26.00	3.00	37.85	47.27	85.24			
	◦ SETTLE	3.50	0.40	5.09	6.36	11.48			
D	積 荷 小 計	24.50	2.81	35.66	44.55	100.00			
	◦ S / B	3.00	0.34	4.37	5.45	12.24			
	◦ NET	20.00	2.30	29.11	36.36	81.63			
	◦ SETTLE	1.50	0.17	2.18	2.73	6.13			
B	航 海 合 計	800.82	92.09	100.00			13384'	16.71	100.00
C	港 内 小 計	4.00	0.46	0.50	100.00		7'	1.75	0.05
	係 船	2.00	0.23	0.25	5.00				
	操 船	2.00	0.23	0.25	5.00			(3.50)	
	狭水道及沿岸3'以内	88.98	10.23	11.11			1356'	15.24	10.13
	沿岸50'以内	273.37	31.44	34.14			4654'	17.02	34.77
	太洋	434.47	49.96	54.25			7367'	16.96	55.04

◦ 在来船をベースとして作成した。

◦ タービンタンカーではタンク掃除等の作業の為、約航海時間が 2 時間増える。

表 1.1.2-14 船舶運航時の作業別所要延時間(往復)

- 船種 ディーゼル、鉱石船
- 船型 10万DW
- 航路 日本～南米(福山～サンニコラス)
- 速力 満載 16 kts バラスト状態 17 kts
- 機関 ディーゼル 27,000 馬力 × 1基

	海域及作業区分	所要延時間	% / A	% / B	% / C	% / D	距離	速力	% (距離)
A	一 航 海 総 計	1204.69h	100.00						
B	停 泊 合 計	91.00	7.56	100.00					
	単 純 停 泊	11.50	0.95	12.64					
	離 岸 作 業	1.50	0.12	1.65					
C	全 荷 役 作 業	78.00	6.47	85.71	100.00				
D	揚 荷 小 計	36.50	3.03	40.11	46.79	100.00			
	◦S/B	0.50	0.04	6.55	0.64	1.37			
	◦NET	35.00	2.91	38.46	44.87	95.89			
	◦SETTLE	1.00	0.08	1.10	1.28	2.74			
D	積 荷 小 計	41.50	3.44	45.60	53.21	100.00			
	◦S/B	0.50	0.04	0.55	0.64	1.20			
	◦NET	40.00	3.32	43.95	51.28	96.34			
	◦SETTLE	1.00	0.08	1.10	1.28	2.46			
B	航 海 合 計	1113.69	92.45	100.00			18195'	16.34	100.00
C	港 内 小 計	4.00	0.33	0.36					
	係 船	2.00	0.17	0.18					
	操 船	2.00	0.17	0.18			8'	4.00	0.04
	狭水道及沿岸3'	20.03	1.67	1.80			230'	11.48	1.26
	沿岸50'以内	57.83	4.80	5.20			961'	16.62	5.28
	太 洋	1031.69	85.64	92.64			16996'	16.47	93.43

◦在来船をベースとして作成した。

表 1.1.2-15 船舶運航時の作業別所要延時間(往復)

- 船種 ディーゼル、鉱石油
- 船型 10万DW
- 航路 日本～豪州(和歌山～ポートダンピア)
- 速力 満載 16 kts バラスト状態 17 kts
- 機関 ディーゼル 27,000 馬力 × 1基

	海域及作業区分	所要延時間	% / A	% / B	% / C	% / D	距離	速力	% (距離)
A	一 航 海 総 計	532.73h	100.00						
B	停 泊 合 計	96.70	18.15	100.00					
	単 純 停 泊	12.00	2.25	12.41					
	離 岸 作 業	1.70	0.32	1.76					
C	全 荷 役 作 業	83.00	15.58	85.83	100.00				
D	揚 荷 小 計	61.50	11.54	63.60	74.10	100.00			
	◦S/B	0.50	0.09	0.52	0.60	0.81			
	◦NET	60.00	11.26	62.05	72.29	97.56			
	◦SETTLE	1.00	0.19	1.03	1.21	1.63			
D	積 荷 小 計	21.50	4.04	22.23	25.90	100.00			
	◦S/B	0.50	0.09	0.52	0.60	2.33			
	◦NET	20.00	3.75	20.68	24.10	93.02			
	◦SETTLE	1.00	0.19	1.03	1.20	4.65			
B	航 海 合 計	436.03	81.85	100.00			7074'	16.22	100.00
C	港 内 小 計	6.94	1.30	1.59					
	係 船	2.00	0.38	0.46					
	操 船	4.94	0.92	1.13			20'	4.05	0.28
	狭水道沿岸3'	3.83	0.72	0.88			44	11.49	0.62
	沿岸50'以内	140.75	26.42	32.28			2320	16.48	32.80
	太 洋	284.51	53.41	65.25			4690	16.48	66.30

◦在来船をベースとして作成した。

表 1.1.2-16 船舶運航時の作業別所要延時間(往復)

- 船種 ディーゼルコンテナ船 タービンコンテナ船
- 船型 3万DW 平甲板型
- 航路 日本～欧洲バ拿マ経由(神戸・東京～ササンブトン・ロッテルダム・ハンブルグ)
- 速力 26 kts
- 機関 80,000馬力3軸 80,000馬力2軸

	海域及作業区分	所要延時間	% / A	% / B	% / C	% / D	距離	速力	% (距離)
A	一 航 海 総 計	1368.61h	100.00						
B	停 泊 合 計	284.00	20.75	100.00					
	単 純 停 泊	5.200	3.78	18.31					
	離 岸 作 業	5.00	0.37	1.76					
C	全荷役作業	227.00	16.59	79.93	100.00				
	◦S/B	8.00	0.58	2.82	3.52				
	◦NET	211.00	15.42	74.30	92.92				
	◦SETTLE	8.00	0.59	2.82	3.53				
B	航 海 合 計	1084.61	79.25	100.00			26676	24.68	100.00
C	港 内 小 計	137.8	1.01	1.27	100.00				
	係 船	4.00	0.29	0.37	29.02				
	操 船	9.78	0.72	0.90	70.98		37	3.78	0.14
	狹水道及沿岸3'以下	81.00	5.92	7.45			962	11.87	3.61
	沿岸50'以内	158.76	11.60	14.64			4069	25.63	15.25
	太 洋	831.07	60.72	76.62			21608	26.00	81.00

◦在来船をベースとして作成した。

◦予備日数及大洋航海の速力低減率は見こんでいない。

表 1.1.2-17 船舶運航時の作業別所要延時間(往復)

- 船種 材木専用船
- 船型 1万5千DW
- 航路 日本～北米(名古屋～ロングビューア～清水～名古屋)
- 速力 14 kts
- 機関 ディーゼル8,400馬力×1軸

	海域及作業区分	所要延時間	% / A	% / B	% / C	% / D	距離	速力	% (距離)
A	一 航 海 総 計	1000.58h	100.00						
B	停 泊 合 計	336.00	33.58	100.00					
	単 純 停 泊	19.800	19.79	58.92					
	離 岸 作 業	2.00	0.20	0.60					
C	全荷役作業	136.00	13.59	40.48	100.00				
D	揚 荷 小 計	64.00	6.40	19.05	47.06	100.00			
	◦S/B	6.00	0.60	1.79	4.41	9.37			
	◦NET	55.00	5.50	16.37	40.44	85.94			
	◦SETTLE	3.00	0.30	0.89	2.21	4.69			
D	積 荷 小 計	72.00	7.19	21.43	52.94	100.00			
	◦S/B	4.00	0.40	1.19	2.94	5.56			
	◦NET	63.00	6.29	18.75	46.32	87.50			
	◦SETTLE	5.00	0.50	1.49	3.68	6.94			
B	航 海 合 計	664.58	66.42	100.00			8908	13.40	100.00
C	港 内 小 計	6.10	0.61	0.92	100.00				
	係 船	1.50	0.15	0.23	24.59				
	操 船	4.60	0.46	0.69	75.41		25	5.43	0.28
	狹水道及沿岸3'	14.61	1.46	2.20			180	12.32	2.02
	沿岸50'以内	50.56	5.05	7.60			704	13.92	7.90
	太 洋	593.91	59.30	89.28			7999	13.48	89.80

◦在来船をベースとした。

◦荷役には6日、揚4日×2を想定した。(在来船ベース)

## (2) 前提条件

超自動化モデル船の運航経済性向上効果の検討を進めるために次の前提条件を設定する。

### (1) 慣習、陸上体制

運航経済性の向上を検討するに当り、現状では運航経済性を阻害する要素の一部は海運経営の商慣習や海上輸送システムと陸上体制のアンバランスである点に存在することは疑問の余地がない。例えば積地では滞船で沖待ち船があるにもかかわらず、全速力で航海して積荷順番を確保して沖待ちをするといつたロスが無視できない。このような点を船舶の運航サイドから取上げて改善を各方面に働きかけることはできるが、早急に実現される見通しはないと思われる。モデル航路に就航する超自動化船についても在来の慣習、陸上体制等はそのまま適用し、船サイドで主として自動化によって合理化をはかり得る分野について、その効果を評価することとする。

### (2) 積揚地条件

船舶の運航採算を論ずる場合、停泊時間の短縮が非常に重要な意味を持つことになる。停泊は通常荷役が目的であり、荷役能率の向上には停泊時間の短縮に直接関連がある。

本検討ではモデル別寄港地の岸壁設備、港湾事情はすべて現状のとおりとし、各寄港地条件を調査の上、超自動化船にもその条件を適用する。

現在 S R - 1 0 6 部会で開発中の各システムは機能よりみて船舶が航海中に有效地に使用し得るもの、また停泊中に使用して効果があるもの等があり、またその中でも船舶が現にある海域または状態によってその効果が異なるものがある。

そこで(iii)(2)で示した算出方法による海域区分と海域存在率を採用して、それらの海域で離路および航海遅延、燃料消費量、荷役能率、使用曳船料、滞船料等の改善に効果あるシステムを具体的に把握することにする。

### (3) モデルシステムの効果の評価

開発されたシステムを実船搭載した場合に得ることのできる運航経済性の向上による利益についても、実船試験を積重ねた上でその運航実績を在来同型船の運航実績と比較することによって把握するのが、(iii)(2)で述べたごとく最も信頼できる方法であるが、本検討はあくまでも開発、採用等に対する指標となる数値を与えることを目的とする予測手法を確立することを目的としており、推定値を用いる以外に方法がない。そこで試算手法を汎用化するため改善効果は変数として扱うこととする。

## (3) 具体的評価手法

超自動化船が先に述べた2つの目的すなわち、船内労働量軽減および安全性向上のために搭載したシステムが運航経済性の向上に寄与する可能性があるという点はすべてのシステムについて指摘できる。

したがつてすべてのシステムについて、運航経済性をどのような点で向上し得るかをまず検討し、その寄与し得る程度を数値化し、その寄与し得る程度を数値化した上で年間航海数を算出して C / B の向上率を求め、年間運航経済性向上値を求める方法が現在入手し得るデータの内容、種類等よりみて最も可能性のある方法であるとの結論を得た。

### (1) 各システムの運航経済性分野での位置づけ

各システムの運航経済性分野での位置づけを行なうにあたり、運航経済性分野に含まれる費目およびシステムを次のように決定した。

① 年間稼働日数：現在の標準 345 日に対し、主としてタービンプラントシステム、ディーゼルプラントシステムの異常診断システムの採用によつて機関整備の所要日数が短縮可能となる。したがつて船種船型にかかわらずタービンまたはディーゼルプラントシステムを搭載する場合は年間稼働日数増加の可能性を検討し数値化する。

② 年間航海数：航海時間の短縮を可能にするには船位決定頻度を向上し、離路を最小限に喰止める船位決定シ

システム、礁海迂回を避けてロストタイムを減少させ得る座礁予防システム、航海速力ロスの少ない航路を選定し得る最適航法システム、機関故障によるロストタイムを異常診断により減少し得るディーゼルおよびタービンプラントシステムが挙げられる。

停泊時間の短縮を可能にするシステムとしては荷役の最適制御により能力上限の荷役能率を確保し得る荷役システムがある。

これらの各システムについて年間航海数増加の可能性を検討し数値化する。

- ③ 港費：港費の内、出入港操船に有効な船位推定システム（ドップラーソナー）およびバウスラスターの組合せによつて節減できる曳船料の低減についての可能性を検討し数値化する。
- ④ 燃費：タービンおよびディーゼルプラントシステムで可能となる機関の最適制御により節減できる燃費を検討し数値化する。

以上のごとく対象項目は上記4点に限定し、対応するシステムとしてはタービンプラントシステム、ディーゼルプラントシステム、船位決定システム、座礁予防システム、最適航路設定システム、荷役システム、（船位推定システム）をとり上げることにする。

#### (a) 既存の運航経済性評価手法

運航経済性を評価する手法としては次のとおり各種の方法がある。

我国では広く C/B、H/B 比較による検討方法が採用されており今回の検討にあたつて制約を受ける各種の条件および検討内容、算出結果の汎用性等を考慮の上、C/B、H/B 費目別運航採算法を採用することとした。

以上に挙げる方法は何れも一長一短があり、その手法の目的も異なる。採用する方法は②年間利益最大法を修正したものである。

- ① 輸送原価最小法
- ② 年間利益最大法
- ③ 年間総収入／年間総支出、最大法
- ④ 船価／輸送トン・マイル、最小法
- ⑤ 船価／載貨重量トン、最小法
- ⑥ 燃費／トン・マイル、最小法
- ⑦ 載貨重量係数 (D/W/DISPT) 最大法
- ⑧ 一航海走行日数／航海日数、最大法
- ⑨ 新造船効果法（ドロップ波及効果法）
- ⑩ 回収期間最小法
- ⑪ 投資限界効率最法
- ⑫ 期待利益の純割引き現在価値最大法

#### (b) モデルシステムの効果の評価

超自動化システムの運航経済性への波及効果は運賃収入の増加および運航経費の低減の形をとつて現れる。

これらの効果は具体的に次により計算し、在来船の場合の数値との比較を行なうこととする。

$$\text{運賃収入(年間)} = \text{航海当たり積高} \times \text{運賃率} \times \frac{365}{\text{航海日数}} \times \text{稼働率}$$

上式中、航海日数および稼働率に改善値を用いる。

$$\text{港費(年間)} = \text{航海当たり港費} \times \frac{365}{\text{航海日数}} \times \text{稼働率}$$

$$\text{燃費(年間)} = \text{航海当たり燃費} \times \frac{365}{\text{航海日数}} \times \text{稼働率}$$

上式中、航海当り港費および航海当り燃費に改善値を用いる。

#### (=) 45年度作業

トータルシステムとして超自動化システムの適応性を検討するためには、運航経済性向上の分野では引き続き下記の作業を行なう必要がある。

- ① 在来船運航実績の統計作成と解析
- ② システムの運航経済性に与える影響の各費目、項目別評価
- ③ 各システム別効果の評価
- ④ 運航経済性向上のため開発すべきシステムの把握
- ⑤ その他

#### (V) トータルシステムの適応性

(ii) 船内労働量軽減、(iii) 安全性向上、(iv) 運航経済性向上の各効果別に予測した数値は図 1.1.2-5 に示す運航採算計算方法で必要な各該当費目、項目の修正に用いる。

本計算システムでは通常使用する計算の逆算を行なうことによつて最終的には金利、償却額を求め金利条件、償却条件を設定し、建造船価を求めようとするものである。

本年度は解折し得たデータを用いてトータルシステムの評価試算までを一部実施したが、その結果よりみて超自動化システムの適応性は極めて高いものと予想し得る。評価結果は45年度にすべて取纏めて報告するが、今後超自動化システムの適応性をいかにして関係者に周知徹底してゆくかを合せて検討する必要があろう。

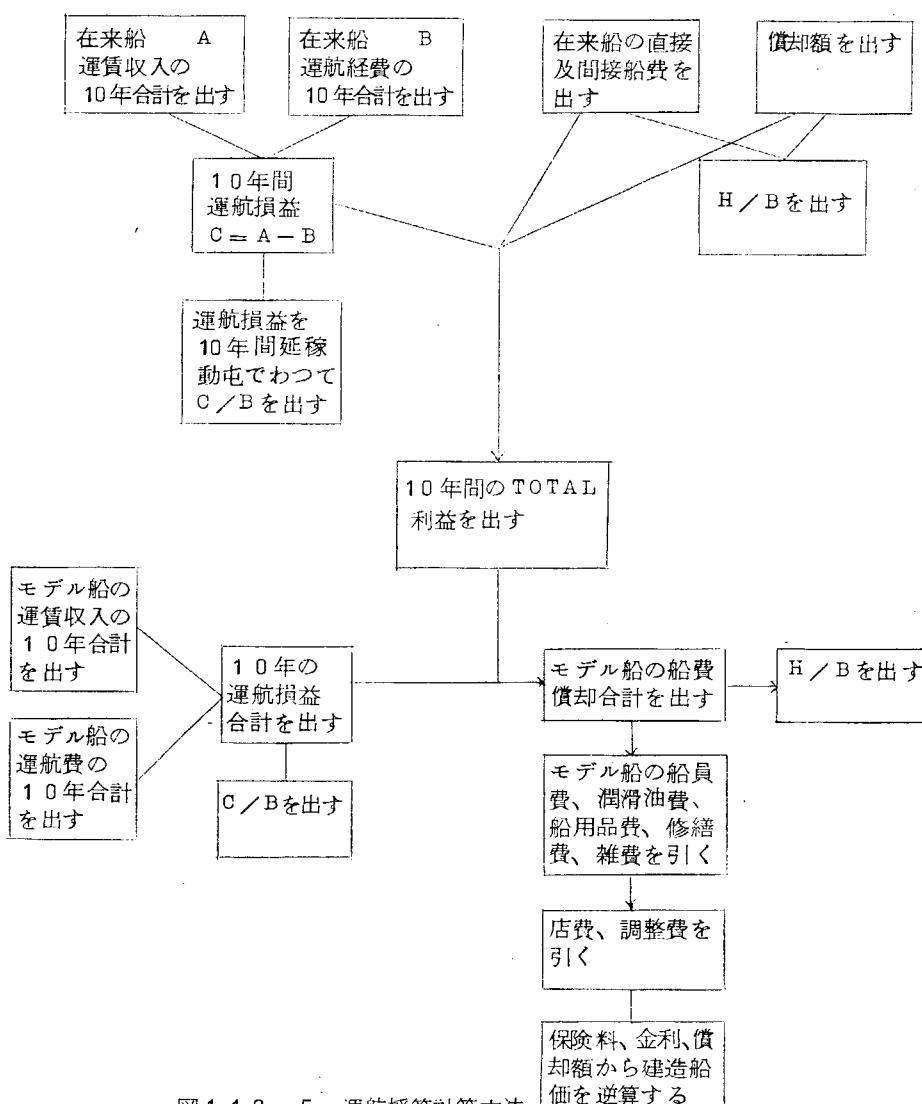


図 1.1.2-5 運航採算計算方法

## 計算方法

### A 運航損益

$$\text{運賃收入計} = \sum_{i=1}^{10} (\text{航海当積高} \times \text{運賃率} \times \frac{365}{\text{航海日数}} \times \text{稼働率})$$

$$\text{運航経費計} = \text{航海当港費} \times \frac{365}{\text{航海日数}} \times \text{稼働率} \times \left( \frac{(1+up率)^{\text{年数}(=10)} - 1}{up率} \right)$$

$$+ \text{航海当貨物量} \times \frac{365}{\text{航海日数}} \times \text{稼働率} \times \left( \frac{(1+up率)^{\text{年数}(=10)} - 1}{up率} \right)$$

$$+ \text{航海当燃料費} \times \frac{365}{\text{航海日数}} \times \text{稼働率} \times \left( \frac{(1+up率)^{\text{年数}(=10)} - 1}{up率} \right)$$

$$+ \text{航海当雜費} \times \frac{365}{\text{航海日数}} \times \text{稼働率} \times \left( \frac{(1+up率)^{\text{年数}(=10)} - 1}{up率} \right)$$

$$\text{運航損益計} = \text{運賃收入計} - \text{運航経費計}$$

$$\text{平均C/B} = \frac{\text{運航損益計}}{10 \text{年間延稼動屯数}} \quad * 10 \text{年延稼動屯数} = 10 \times DW \times 365 \times \text{稼働率} \div 30$$

### B 船費計算

$$\text{直接船費} = \text{年間基本船員費} \times \left( \frac{(1+up率)^{\text{年間}(=10)} - 1}{up率} \right)$$

$$+ \text{船用品費} \times \left( \frac{(1+up率)^{\text{年間}} - 1}{up率} \right)$$

$$+ \text{潤滑油費} \times \left( \frac{(1+up率)^{\text{年間}} - 1}{up率} \right)$$

$$+ \sum_{i=1}^{10} \text{修繕各年基本費} \times (1+up率)^{\text{年数}}$$

$$+ \text{雜費} \times \left( \frac{(1+up率)^{\text{年間}} - 1}{up率} \right)$$

$$\text{間接船費} = \text{金利} + \text{償却費} + \text{保険料} + \text{店費} + \text{調整費}$$

$$= \text{建造船価} \times \beta + \text{建造船価} \times \alpha + \text{建造船価} \times \rho + \text{店費} + \text{調整費}$$

$$\text{金利開銀計} = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^{\text{利補年数}-\text{建造キカン}} \frac{\text{償還年数} + \text{すえ置年数} - (\text{利補}-\text{建キ})}{\text{償還年数}} - \frac{\text{年間償還回数}-1}{\text{年間償還回数}\times 2} \right. \\ \times \left. \frac{(\text{計算年数}-\text{すえ置年数}+1) + (\text{すえ置年数}-1)}{\text{償還年数}} \right\} \times (\text{建造船価} \times \text{開銀比率}) \\ \times (\text{開銀利率}-\text{利補}) \\ + \left\{ \frac{\sum_{i=1}^{\text{償還年数}+\text{すえ置}-(\text{利補}-\text{建キ})-1} \frac{\text{償還年数}+\text{すえ置}-\text{建造後年数}}{\text{償還年数}} - \frac{\text{年間償還回数}-1}{\text{年間償還回数}\times 2} \times \frac{(\text{計算年数}-\text{利補率}+\text{建キ})}{\text{償還年数}} \right\} \\ \times (\text{建造船価} \times \text{開銀比率}) \times \text{開銀利率}$$

$$\text{市中計} = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^{\text{償還年数}} \frac{\text{償還年数}}{\text{償還年数}} - \frac{\text{年間償還回数}-1}{\text{年間償還回数}\times 2} \times 1}{\text{償還年数}} \right\} \times \text{建造船価}$$

$$\text{金利自己資本借金} = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^{\text{償還年数}} \frac{\text{償還年数}}{\text{償還年数}} - \frac{\text{年間償還回数}-1}{\text{年間償還回数}\times 2}}{\text{償還年数}} \right\} \times \text{建造船価} \times \text{自己比率} \times \text{利率}$$

$$\text{償却計} = (\text{乗出し船価}) \times \text{率} \times \text{計算年数}$$

$$(\text{定額法による場合}) \quad \text{率} = \frac{100 - 10}{\text{償還年数}}$$

$$= \text{乗出し船価} \times (1 - (1 - \text{率})^{\text{計算年数}}) \quad (\text{定率法による場合})$$

$(1 - \text{率})^{\text{償却年数}} = 0.1$

乗出し船価 = 建造船価 + 乗出し費用

$$= \text{建造船価} \times \alpha \text{ として出す}$$

保険料 = 船体保険料 + 船費保険料 + 不稼働保険料 =  $F \times \text{建造船価}$

$$\text{船体保険料} = \text{乗出し船価} \times x \times (0.8) \times \frac{1.33}{100}$$

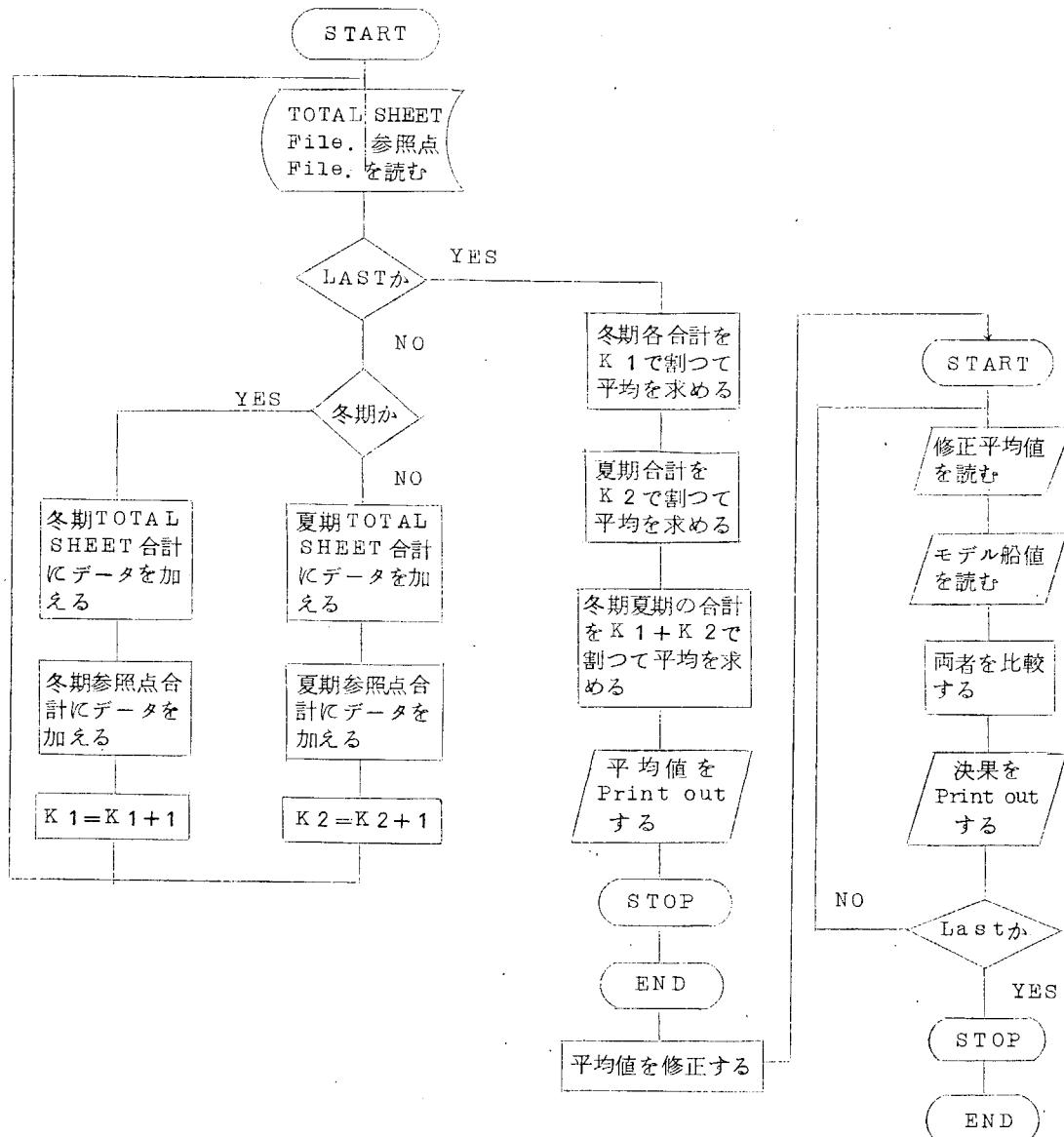
$$\text{船費保険料} = " \times y \times (0.2) \times \frac{0.39}{100}$$

$$\text{不稼働保険料} = (\text{直接船費} + \text{間接船費} + \text{店費}) \times 80\% \times \frac{1.75}{100}$$

$$\text{店費計} = \text{基本店費} \times \left( \frac{(1 + \text{up率})^{\text{計算年数}} - 1}{\text{up率}} \right)$$

$$\text{調整計} = \sum_1^{\text{計算年度}} (\text{運航費} + \text{金利外船費} + \text{店費}) \times 0.03$$

### 離路及水域存在時間統計とモデル船の比較プログラム



### 1.1.3 データ伝送の問題点

計算機の機能と信頼性の向上は著しいものがあり、制御用計算機システムは産業界の広い分野で使用されて着々と効果をあげている。しかしながら非常に多くの部品を使い複雑な回路で構成されているため、計算機システムを安定に動作させ、その機能を発揮させるためにはその設置、配線などに細心の注意を払う必要がある。

特に計算機システムを船舶に搭載する場合、振動、騒音気など船舶の特殊条件も考慮しなければならない。

一般に計算制御システムを成功させるために設置、配線関係で気をつけるべき項目は次のとおりである。

#### (1) 計算制御システムを設置する部屋の環境

- (イ) 溫度条件
- (ロ) 濕度条件
- (ハ) 防水対策
- (ニ) 防塵対策
- (ホ) 霧氷ガス対策
- (ヘ) 振動衝撃対策
- (ト) 動搖対策

#### (2) A C 電源

- (イ) 電圧変動の許容範囲
- (ロ) 周波数変動の許容範囲
- (ハ) A C 電源から混入する雑音(ノイズ)の除去
- (ニ) 停電対策

#### (3) 計算制御システムの接地(特に雑音から守るため)

- (イ) 接地抵抗
- (ロ) 接地条件

#### (4) 配線

- (イ) 配線材料
- (ロ) 配線方法
- (ハ) データ伝送中に混入する雑音の防止

以上あげた中でも特に重要なものは雑音対策である。船舶用に限らず今まで陸上プロセスで使用されている計算制御システムにおいても検出端からの信号に雑音が混入して測定精度を低下させたり、A C 電源から混入した雑音のために計算機が誤動作をおこしたりすることを防ぐ方法が研究されている。

一口に雑音といつても種々の条件、環境により雑音の種類、大きさも異なり、時にはその正体がつかみにくいことがある。したがつてこれまでの経験と発表されている文献などを検討し現在考えられる万全の対策をとる必要がある。したがつて雑音対策は場合によつては若干オーバーデザインになることがあるかも知れないが、オーバーデザインに支払う金額は安定な動作というメリットにより十分むくわれるであろう。

計算制御システムの動作に悪い影響を与える雑音は大別すると次のようになる。

- ① A C 電源より混入する雑音
- ② 接地が不適当なために接地点より拾う雑音
- ③ データ伝送中(計装配線)に混入する雑音
- (イ) A C 電源より混入する雑音の防止
  - (1) 雜音の原因

計算制御システムに電源を供給しているラインに他の機器、例えば電動機が接続されると電動機の起動およ

び停止時に雑音が発生し、これが電源ラインを通つて計算制御システムへ影響を与える。一般にこの種の雑音は周波数が高く立ちあがりがするどいため、計算機の論理回路には特に悪い影響がある。

また電源の切換え時、瞬間停電時にも雑音が発生する。

### (2) 電動発電機(MG)使用による雑音防止

MGを使用するとエネルギーが機械的に伝送されるため電源供給側と計算機システム側とは電気的に完全な分離がおこなえる。MGと計算機システム間の距離は途中の配線から雑音を拾わないよう短いことが望ましい。

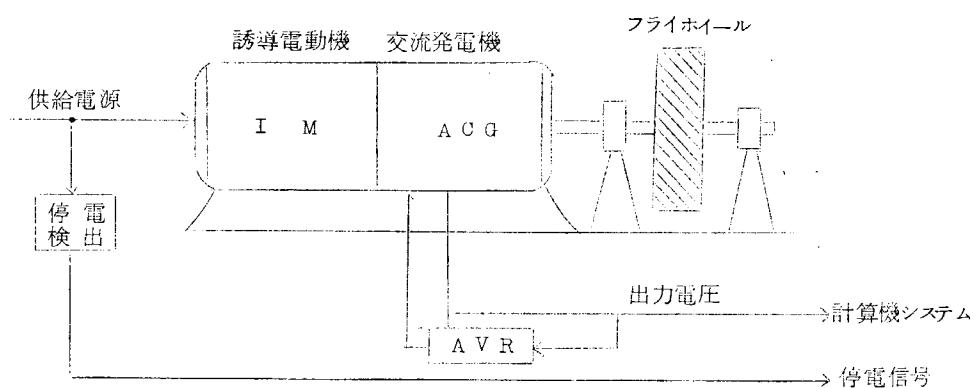
MGにフライホイールをつけるとMGへの供給電源が断たれても、0.5秒程度は計算機システムの作動に十分な電圧の供給ができるため、停電時のメモリの退避がやりやすく、また0.5秒以内の瞬間停電であれば、停電がなかつた時と同様の継続運転ができる。

MGには自動電圧調整回路および自動周波数調整回路を内蔵できるため、非常IC安定した電源を計算機システムへ供給できる利点もある。

しかし、MGの保守には考慮をはらう必要がある。

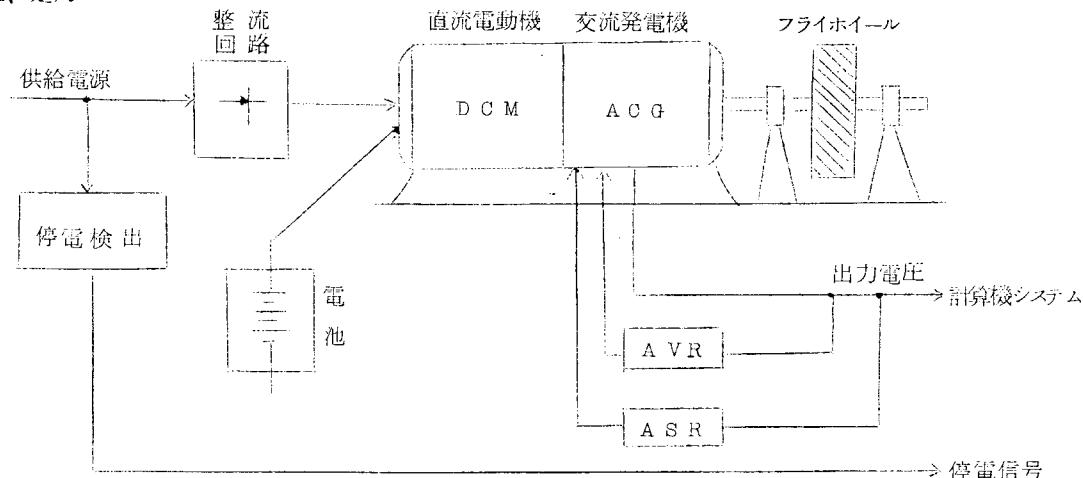
#### (1) C V(定電圧)型 MG

三相誘導電動機と交流発電機の組合せにより計算機システムへ電源を供給する。AVRにより出力電圧は±3%程度の変動におさえることができるが周波数は安定化できない。



#### (2) C V C F(定電圧、定周波)型 MG

整流器により直流を作り直流電動機を駆動し交流発電機をまわして計算機システムへ電源を供給する。AVRにより出力電圧は±3%程度、ASRにより出力周波数は±1%程度の変動におさえることができる。

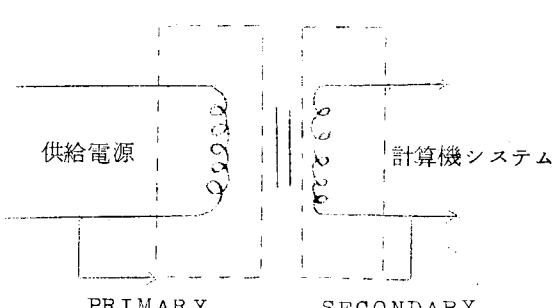


電池バッカアップによる無停電電源が可能である。

### (3) 絶縁トランス使用による雑音防止

電圧、周波数とも安定化の必要ない良質な電源の供給が可能な場合には、雑音防止のために絶縁トランスを使用する。

絶縁トランスの長所はMGにくらべ安価であり、保守がいらないことであり、短所としては供給電源側か

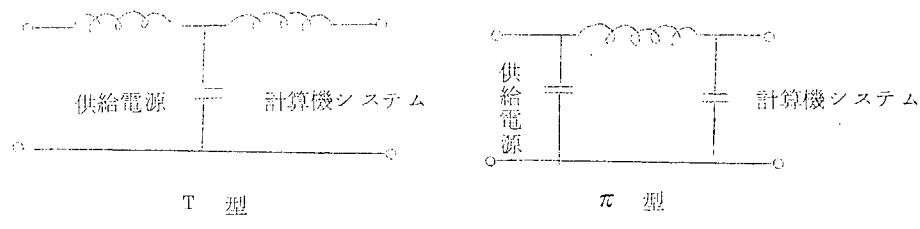


らの雑音の除去が MG にくらべて劣ること、瞬時停電に対して無防備であることである。

しかし停電時のメモリ保護は MG がない場合でも別な方法によりおこなうことができる。

#### (4) ラインフィルタによる雑音防止

供給電源側よりはいつてくる雑音は数百 Kc～数 Mc という周波数の高い成分が多いので電源ラインにフィルタを挿入すると相当な効果が期待できる。このラインフィルタは MG または絶縁トランジistor と一緒に用いるとさらに効果的である。

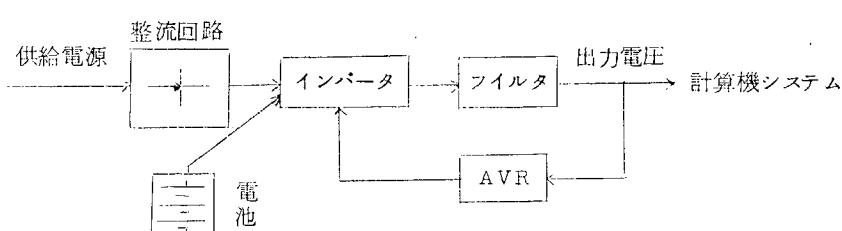


フィルタは雑音源が何であり雑音の波形がいかなるものかをよく検討した上で設計すべきである。

#### (5) その他の電源

##### (1) インバータ

整流器により直流を作り  
インバータにより DC-Ac  
変換をおこない、矩形波を  
低域フィルタにより正弦波  
にして計算機システムへ供



給する。現在のところ高価であるが、小型で信頼性も高く騒音がないため将来伸びそうである。

しかし雑音の見地からみれば、MG のように機械的に分離されていないため、雑音防止の効果はなく、瞬間停電に対しても無防備となるため、この対策は別法を考えなければならない。

##### (2) A V R

鉄共振型が一般に使用される。雑音防止の効果はないが安価で電圧の安定化が得られる。

#### (ii) 計算機システムの接地

##### (1) 接地の目的

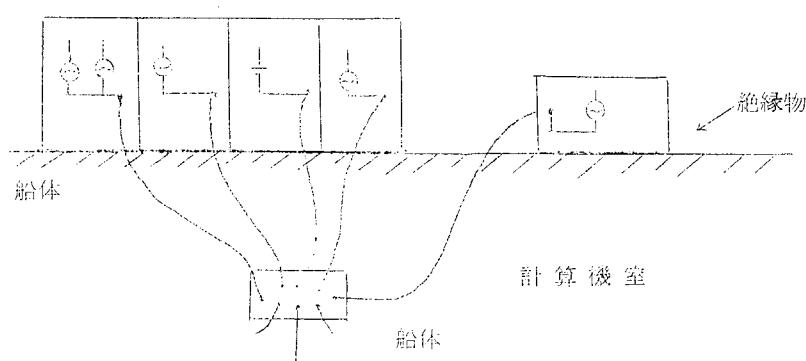
接地の目的は装置内回路の船体に対する電位を一定にして雑音からまもること、装置各部に誘導される電圧を船体に逃がすことにより操作する人を危険から守ることにある。

##### (2) 接地方法

接地は次のように行なうこととする。

- (1) 筐体は、船体または床より完全にゴム板などで絶縁し、筐体間を十分太い銅線あるいは銅糸、銅編組線で結合し、これを船体の最も適当なところで一点で接地する。
- (2) 配線ダクトと筐体の間には絶縁物を入れる。
- (3) コンピュータシステム単独の接地とし、電力用とは導線の接続をしない。

##### (3) 接地方法の例



### (iii) データ伝送中に混入する雑音の防止

伝送されるデータのうち、デジタル型式で得られるものは“0”と“2”との間にそれぞれに対応する電位差すなわち“しきい”が存在し、雑音がのつてもその“しきい”以下のものであれば、誤りを生ずることはないが、アナログ量でデータを得る場合、雑音がそのまま精度に影響するので雑音除去のための考慮がより厳しくなる。しかし、雑音の原因、防止対策はデジタル、アナログに対し同じように考えられる。

#### (1) 計装において直面する雑音の種類

##### (1) 測定対象自身の有する雑音

測定原理または測定対象自身にもとづく雑音で、差圧式流量計の指示変動のように、プロセスが定常状態につても、その値が変動しているものである。この雑音には変動周期が数秒から数分にいたるものがある。

##### (2) 発信器、変換器が発する雑音

例えば、直流電源のリップルで商用周波数成分のものが多い。

##### (3) 伝送中に混入する雑音

計装配線の良し悪しによりのつてくるもので、60 Hz の電力線の周波数成分のもの、誘導負荷遮断時のスパイク状のもの等がある。

##### (4) 電磁誘導形雑音

雑音源と配線の間の相互インダクタンスにより誘起される雑音で、信号線が大電流回路の近くを並行して配線された時、問題になる。

##### (5) 静電誘導形雑音

雑音源と配線の間の静電容量により誘起される雑音で信号線が高電圧回路に近接したり、他の信号線と極めて近接して並行に配線された時、問題になる。

##### (6) 抵抗結合型雑音

配線または大地電流によるIRドロップにもとづく雑音で、絶縁の劣化または多点接地が原因で発生する。

#### (2) CMRの定義

計測データ信号のなかには、通常、微少電圧、微少電流として伝送されてくるものがあるので、信号は2線間の直流差動電圧として計算機に入力される。雑音としては、2本の信号線に共通にのつたコモンモード電圧と、2線間の差動電圧であるノーマルモード電圧があり、コモンモード電圧は直接には信号を乱さないが、これが受信回路の大地への漏洩抵抗や浮游容量、スキヤナの漏洩インピーダンスによって、大地へ電流を流し、信号線、入力回路の不平衡によって、ノーマルモード電圧を生じさせる主たる原因になつている。

ここでコモンモード電圧 $E_{CM}$ とノーマルモード電圧 $E_{NM}$ の比をCMR(Common Mode Rejection Ratio)と定義する。

$$CMR = 20 \log_{10} \left| \frac{E_{CM}}{E_{NM}} \right|$$

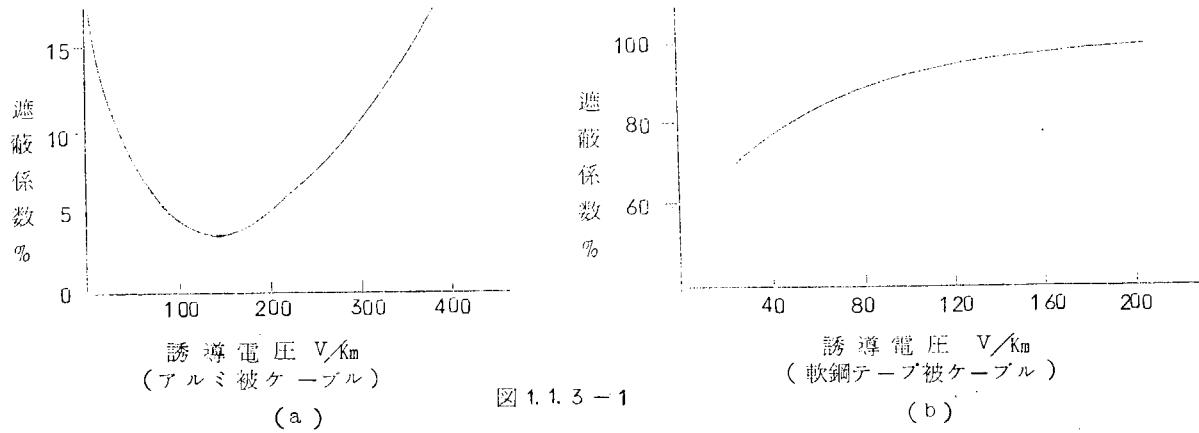
従来、指示計器の針の位置を人間が読むことによつて計測データを得ていた時には計器の応答がおそいこと、針が応答しないことで商用周波数成分の雑音をあまり考慮しなくてよかつたし、かりに雑音によつて針がゆれても人間がゆれの中心値を読むことによつてこの影響をなくすことができたが、計算機A/D変換器の速度がはやいこと、あくまでゆれの瞬時値をデータとして得ることで雑音のデータ精度に及ぼす影響が大きくなり、種々の考慮をはらう必要が生じてきた。

#### (3) 雑音の防止

雑音を小さくする目的としては、コモンモード電圧を小さくすることによつて、ノーマルモード電圧を小さくすることとCMRを大きくすることの2つがある。

### (1) シールドと接地

- ① アナログ入力信号は先端で直接接地、またはある抵抗を通して接地され、シールド線も信号源で接地される  
1点接地方式が実施される場合が多い。この接地方式は静電誘導によるコモンモード電圧をシールドすること、  
電磁シールドの効果はないが電磁誘導によるコモンモード電圧に対する CMR を信号線とシールド線の A/C に



注

$$\text{遮蔽係数} = \frac{\text{シールドした場合の誘導電圧}}{\text{シールドしない場合の誘導電圧}} \times 100 (\%)$$

関する電位分布を同一にすることによつて大地間の浮游容量を見かけ上、少なくすることによつて大きくすることが目的である。

ここで電磁シールドを実施しないのは、静電シールドの効果が大きいのに対して、電磁シールドの効果が図 1.1.3-1(a)(b)に示すように少ないと、電磁誘導による雑音が静電誘導による雑音に比較して少ないので普通であること、電磁シールドをするために多点接地することにより対地間の浮游容量が見かけ上大きくなり CMR を低下させることなどの理由による。電磁誘導による雑音除去は 2 本の信号線をツイストすること、できるだけ雑音源から信号線を離すことによつている。

なお、シールド線の接地は信号源が接地されていなければそれと同一点で接地し、信号がフロティングであれば大地に対して信号線の浮游容量の最も大きい位置で接地する。

- ② シールドには各信号ごとにシールドする個別シールドと多数の信号をまとめてシールドする一括シールドがある。低レベル信号高速パルス列信号は個別シールドが必要であるが、信号レベルが高くて同程度の値であり、同一の接地点を有する信号群は一括シールドでよい。
- ③ 代表的なケーブルの静電シールド効果の比較例を表 1.1.3-1 に示す。なお、誘導電源は 1,000 Hz、20  $V_{P-P}$  である。

#### (a) ツイスト線(より線)

電磁誘導対策には二つの方法が用いられ、その一つが単に 2 線をツイストすることである。これは各信号線の隣接したループへ向つている磁界による電流の向きが逆になり、対の信号線を通過する磁界が隣接したループで打ち消されることを利用している。

表 1.1.3-1(1)

試 料	ノイズ除去比	シールド効率
1. 編組シールド	103 : 1	40.3 dB
2. 卷きシールド	376 : 1	51.5 dB
3. アルミニウム マイラ・テープ とドレイン線	6060 : 1	76.4 dB

表 1.1.3-2 に並行線とツイスト線との電磁誘導雑音に対する比較例を示す。

#### (b) 電磁シールド

真鍮、アルミニウム、銅管等は電磁シールドの効果は、ほとんどなく、コンジット配線や鉄シールドを用いる

と効果があるが、表 1.1.3-2 に示すように、ツイストの効果には及ばず隔離の効果にも及ばない。

#### (=) 隔離

2 导体間の静電容量は距離に反比例し、相互インダクタンスは距離の  $1 / D$  に反比例するので、雑音源から信号線を離すことは雑音防止策として最も確実である。また、磁界の強さは発生源からの距離の 2 乗に反比例するので、距離を 2 倍にすれば雑音は 4 分の 1 に減少する。例えば、大気中で電磁誘導源と信号線の距離を 1 フィートから 6.5 フィート離すことは、剛体コンシットの使用と減衰の点で相等しい。

#### (ホ) 分離

信号の種類、電圧レベルの異なる信号は、相互のクロストークをさけるために、同一ケーブル内に収容しないことを原則とする。

- 例えば、下記のものは別ケーブルとする。
- ① 電力線と信号線(別ダクトにする)
  - ② 入力信号と出力信号
  - ③ アナログ信号とデジタル信号
  - ④ 高レベル信号と低レベル信号
  - ⑤ 高速パルス列信号と低速パルス列信号
  - ⑥ 直流信号と交流信号
  - ⑦ 接点信号とレベル信号
  - ⑧ 誘導負荷をもつ信号と抵抗負荷をもつ信号
  - ⑨ 電源線と信号線

#### (ヘ) フィルタ

通常、アナログ入力信号はスキヤナの前段に、ノーマルモード雑音を除去するために、ローパス・フィルタを有している。フィルタは、コモンモード電圧を除去する効果はなく、またフィルタより後段で発生したノーマルモード雑音を除去する効果もない。

また、雑音が商用周波数より低い周波数成分を有すると実現が困難である。

注意すべきことは、いたずらにフィルタの時定数を大きくすることにより、伝送すべき信号をも減衰させてしまうことがあるということである。

通常、60 Hz で 40 dB 程度のものが用いられている。

#### (ト) デジタル・フィルタ

変動周期のおそい雑音を RLC フィルタ、RC フィルタ等の電気的手法で除去することは実用的でなく、また精度を悪くする、計算機を導入しない場合、この振動の影響は先述したように、人間が振動の中心値を読むことによつて、逃げることができるが、計算機で読む場合、AD 変換値が瞬時値を読むために振動の影響をそのまま受けた。現在では、この影響を除くため計算機プログラムにより、各時間の瞬時値を簡単に平均している。

これをデジタル・フィルタと呼ぶ。

$$x = \sum_{i=1}^n x_{ti} / n$$

表 1.1.3-2(2)

試 料	ノイズ除去率	除去効率
1. 並 行 線	1 : 1	0 dB
2. ツイスト線 4 インチのより	14 : 1	23 dB
3. ツイスト線 3 インチのより	71 : 1	37 dB
4. ツイスト線 2 インチのより	112 : 1	41 dB
5. ツイスト線 1 インチのより	141 : 1	43 dB
6. 1 インチの硬スティール・コンシット中の並行線	22 : 1	27 dB

ただし、 $x_{ti}$ ：時間  $t_i$  におけるプロセス変数の A/D 変換値

$$(t_{i+1} - t_i) \leq T/2 \quad T : 離散の変動周期で$$

$(t_{i+1} - t_i)$  は  $T/2^n$  であることが望ましい。

また、データに重みをつけて平均をとることもある。

$$x = \frac{ax_1 + bx_2}{a+b} \times a + bx_3$$

ここで  $a : b$  は 1 : 1, 1 : 3 等が使われている。

#### (e) 火花消去回路

リレー巻線等誘導性インピーダンスをもつ負荷の入切がある場合、スパイク状雜音が発生し計算機の誤動作をひき起すので、リレーのコイル、ブザーのコイル等には必ずダ二オード、パリスタ等の火花消去回路を入れなければならない。

### 参 考 文 献

- (1) Bruce E. Kli pec : Reducing Electrical Noise in Instrument Circuit,  
IEEE Transactions on Industry and General Applications  
Vol IGA-3 No.2 Mar/Apr 1967
- (2) R. G. Beadle W. B. Jarvinen, T. H. Bloodworth, F. Geisheimer  
D. W. Brisland : Reducing Electrical Noise in Steel Mill Plant,  
IEEE Trans., ON Industry and General Applications  
Vol IGA-3 No.2 Mar/Apr 1967

### (IV) 入出力信号線の配線(計測量)

#### (1) 入力信号

##### (1) デジタル信号

###### ① 使用ケーブル

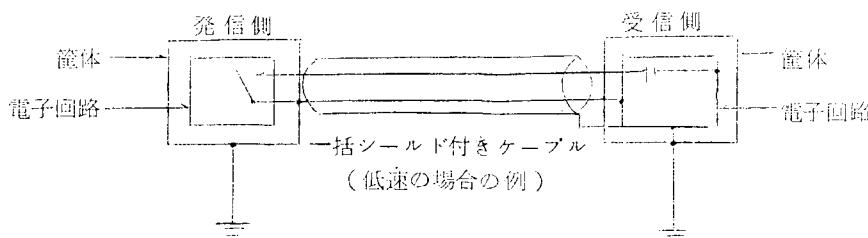
一般の比較的低速なパルス(50 ポー程度以下)または並列信号のような場合は一括シールド付きケーブルを使用する。使用芯線は各チャンネル共 1 対宛を用いる。

この場合、後述のように他種の信号たとえばレベルの異なる入力信号、アナログ信号、出力信号等を同一ケーブル内に収容してはならない。

また、高速パルス(50 ポー程度以上)の場合は、それぞれの信号ごとのシールド対燃線を用いるべきである。

###### ② 接地の方法

a 無電圧接点または出力部に電圧がかかるついててもアースから浮いている場合、一般には受信側の電源は一端が筐体に接続されている。



b 発信側の信号線が電気的に浮いていない場合、即ち筐体に接続されている場合、発信側の筐体を接地してはならない。

c 発信側の信号線が接地されている場合

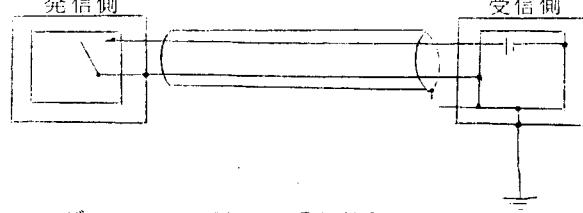
受信側でその入力信号についてのみ電子

回路と絶縁した受信回路を組み、必要時に

読取る回路を組む。（たとえば電磁リレー受信、コンデンサチャージによる受信等）

この場合ケーブルの接地は発信側の接地の最も近い位置で接地する。

ただし、この場合はこの種信号のみ他と区別する必要がある。



#### (iv) アナログ信号

① 低レベル電圧入力（例熱電対、100mV以下の入力もこれに準ずる）

##### a ケーブル（補償導線）

発信端からシールド付き補償導線を引き、各測定点当たり1対宛を別個に用いる補償導線の選択および布設にあたつては次の事項が必要とされる。

i) 補償導線は必ずしも燃ること。

ii) 布設の際、他の信号線とは同一ダクト内にては必ずしも離隔すること。

iii) 動力線とは同一ダクトに入れてはならない。

iv) 電源線（例AC 110V 220V）とは同一ダクトに収容することは極力避けなくてはならない。已むを得ず収容する場合はダクト内にシールド付き隔壁を設け、この隔壁を接地すること。

注）電源線とは本システムに使用する電源の配線部である。

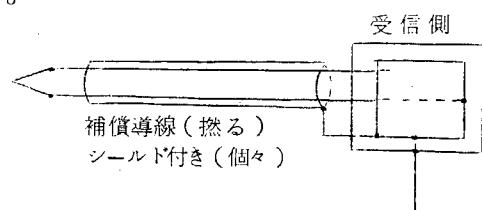
v) 動力線等とやむを得ず交叉する場合は離隔の上、直角に交わるようにすること。

注）動力線とは本システム以外に使用する電流の多い電源の配線部である。

vi) 以上のようにコモンモード等を極力減少せしめるが、尙、その影響を受けにくくするために補償導線は抵抗比の大きいものの使用は避けなくてはならない。

##### b 接地のし方

i) 先端接地していない場合



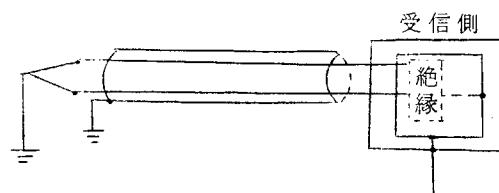
ii) 先端接地されている場合

受信側はこの入力選択時に接地されないよう

絶縁（変換器またはコンデンサ・チャージ）

する。補償導線シールドの接地は熱電対先端

接地の近い位置でとる必要がある。

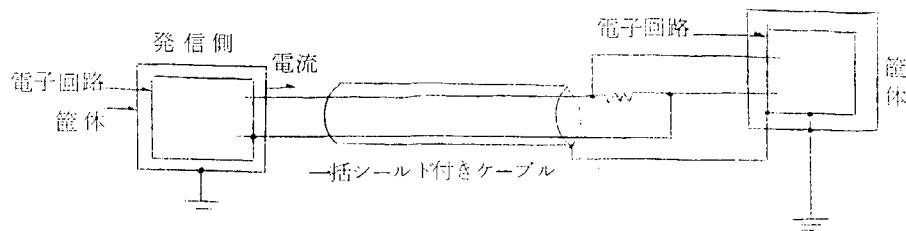


② 高レベル入力電圧（5V程度又は電流信号方式——測定値に対応して定電流方式——）

##### a ケーブルの布設

一括シールド付きケーブルを使用する。使用芯線は各チャンネルとも1対宛を用いる。特に燃る必要はない、その他デジタル信号と同じ、特に熱電対補償導線の布設の場合と同じく、動力線及び電源線との離隔とシールドは特に十分行なう要がある。

b 接続およびアースのとり方



i) 電流方式

この場合は受信側(リアルタイムコントローラー)の手前に電流、電圧変換器(実際には抵抗)を置き、電流(例えば4~20mA又は10~50mA等)を電圧に変換し入力とするのが通例で、この抵抗は受信器の最も近くに置くべきである。

このとき発信側は、信号線は接地してはならない。やむなく籠体と接続されている時は籠体を接地してはならない。

ii) 電圧方式

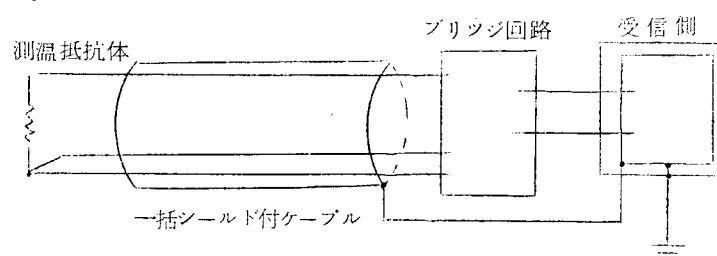
発信側から電圧発信される他は(i)と同じ。

③ 抵抗発信(例えば測温抵抗体及び摺動抵抗発信器等)

a ケーブルの布設

特別の場合を除いて(2.2)と同じ、コモンモードを極力おさえたいので布設には充分注意を要する。3線を燃る必要は殆んどの場合不要、ケーブルは一括シールド付きケーブルを使用する。芯線の太さは伝送距離を勘案して定めるべきである。

b 接地のし方



発信側測温抵抗体は絶対に接地してはならない。

(2) 出力信号

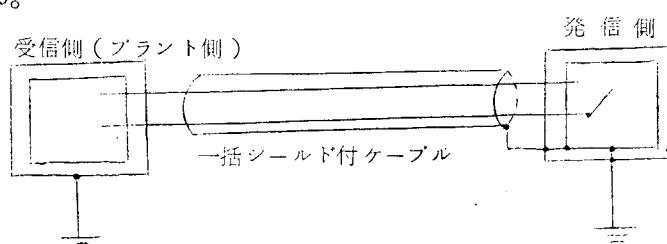
(1) ディジタル信号

出力信号は一般的には接点又はオープンコレクタを用いている。発信出力接点は無電圧で供給するのがのぞましく受信側の電源を用いることもある。

① ケーブル布設

ディジタル入力と同じ

② 接地のし方



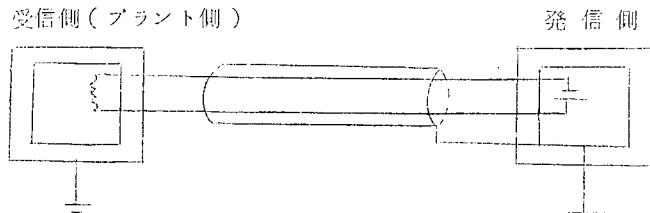
発信側出力接点は非接地であるため受信側は接地、非接地何れでもよい。

(2) アナログ出力

① ケーブル布設

アナログ入力、高入力の項と同じ

(2) 接地のし方



受信側は接地をしてはならない。

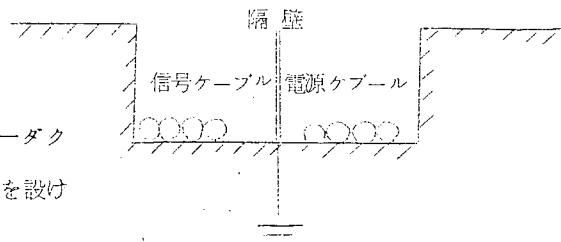
(3) 一般事項

(1) ケーブルの選択とアース

- ① ケーブルは低レベル入力(熱電対)の場合は、シールド付き補償導線を用い夫々撫り接地は夫々でとる。他の場合は30芯程度の一括銅テープシールド付き対ケーブルを用い、接地はこのシールドテープからハンダ付けにとりとり出す。
- ② 同一ケーブル内にはレベルの異なる信号、デジタル信号とアナログ信号、入力と出力は絶対に入れてはならない。

(2) ケーブルの布設

- ① 動力線は信号線と同一ダクト内に入れてはならない。
- ② 電源ケーブル(AC 100V、DC 48V等)は極力同一ダクト内に入れること、やむを得ぬ場合は右図のごとく隔壁を設けてこれを接地する。



- ③ ケーブルラック内にては次のごとく棚を設け隔離するか、隔壁を設けること。

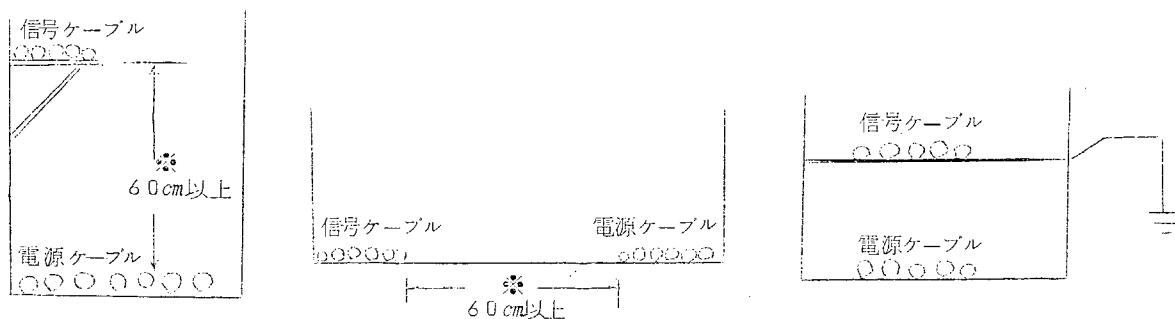
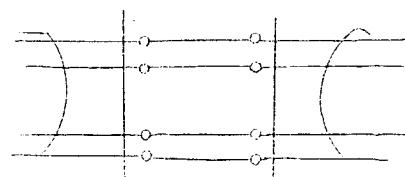


図 ※大体の目安として定めるが、詳細は45年度に於いて検討する予定である。

- ④ 動力ケーブルと並行してはいけない、やむを得ず平行する場合は(別ダクト、ラック)1m以上隔離すること、またやむを得ず交叉する場合は直角交叉とすること。
- ⑤ 信号ケーブルはリップ形鋼に収めるのが望ましい。
- ⑥ ケーブル布設上、都合により中継端子を使用する際には必ずし、シールド部分も中継端子により接続しなければならない。



### 1.3 シミュレータの検討

#### 1.3.1 問題の背景

S R - 106 およびその他の事業で研究開発された高度集中制御方式を搭載した超自動化船が実際に就航する状勢になつてきたので、次の目的をもつたシミュレータシステムの研究開発が必要と考えられる。

また、1.2 の海外調査の結果、調査団および船主よりの強い要望もシミュレータ開発の必要性の主要な理由の1つである。

##### (i) 超自動化船システムの分析

- (1) 計画時にシミュレータにより検討確認する
- (2) 新しいシステムを研究開発する時にシミュレータにより研究する
- (3) システムの特性、システムへの入力条件を見出す
- (4) システムの一部を構成するハードウェアが開発された場合にシミュレータにより特性を確認する。

##### (ii) 超自動化船乗組員の教育、訓練

###### (1) 対象乗組員

- (イ) 新規の乗組員
- (ロ) 従来の乗組員

###### (2) 教育訓練の範囲

- (イ) 操船、機関操作、荷役等の習熟
- (ロ) システムの故障時の処置の習熟
- (ハ) 電子、空気、油圧機器の取扱、保守、修理等の習熟
- (二) コンピュータシステムのハードウェア、ソフトウェアの知識の習熟

シミュレータには上記のように解析用と訓練用との2種類がある。本報告書には各シミュレータについての調査事項およびシミュレーションの対象および考案についてのべる。

#### 1.3.2 乗組員訓練用シミュレータ

##### (i) 定義

超自動化船のシステムについて、人間が習熟するためには長期間の経験と莫大な費用を要すると考えられる。

したがつて、超自動化船のシステムをアナログあるいはデジタルのシミュレータでもつて模擬し、乗組員の訓練にあたるもののが本シミュレータである。

ただし、この場合単なるトレーナとか訓練装置に終ることなく、精巧な模擬装置（電気的にも機械的にも）を基として、超自動化システムの定量的な評価のできるものでなくてはならない。

そのため訓練のための評価基準をも明確にする必要がある。この評価基準を作成するためにはシステムの分析が必要であるが、これを行なうのがシステム分析用のシミュレータであり 1.3.2 においてのべる。

##### (ii) 機能

訓練用シミュレータの機能としては

- (1) 各システム（航法、機関、儀装）のシミュレーション
- (2) オペレータによる操作にもとづく駆動
- (3) 訓練、要件の設定
- (4) 操作に対する評価
- (5) 評価結果の表示

がある。

訓練用のシミュレータの場合、船舶に限らず飛行機その他の機械と同じく、いかに人間工学的に機械システムを模擬するかが重要である。

限られた空間に超自動化船のブリッジを主体とする訓練台、訓練台内に実船同様な形状配置でもつて取付けられた

各種コンソールおよび計器ならびに操作機器、操船または訓練のために適当に付与される外力の結果として生ずる船体運動および各種計器指示量の時間的変化を実時間ベースで連続的に算出する機構、計算結果にもとづくピッキングおよびローリング機構等により、乗船時と同一感覚を訓練者に与える必要がある。

以上の機能が(1)(2)であり、次に重要なことは訓練用シミュレータの場合(3)の機能がいることである。

つまり教官がシステムによって、おこりうるあらゆる状態を設定することができなければならない。

教官の設定した状態に対し、オペレーターがある操作を行なうが、この操作結果の評価を行なうのが(4)の機能であり、その結果の表示あるいはオペレーターへの指示が(5)である。

(4)において、システム訓練の評価はシミュレータの操作過程についての実験資料にもとづき、定性的に終ることなく定量的に評価できる方法を見出せば、非常に便利であり有効である。

### (iii) シミュレータの範囲

訓練用シミュレータとして訓練の対象者にもよるが、一般的に(1)超自動化船に搭載される従来の船舶と比べて、新しいシステムあるいは新しい装置の技術習得のためのシミュレータ(2)(1)をも含めたシステム訓練としてのシミュレータの2つに範囲を大きく分けることができる。

こゝでは後者について超自動化船の将来とりうるであろう姿をも考慮して範囲を設定する。

表 1.3-1 ICSR-106 「船舶の高度集中制御方式の研究」の範囲を示す。

表 1.3-1 の各システムについて、システム全体の上から「訓練用」としての見地に立つて、シミュレータの範囲を設定しなければならない。したがつて、各システムについてシミュレーションの必要性の有無またはその優先度が決定される。

また訓練用ということから超自動化船のプリツジアレンジメントつまり訓練台の構成が重要となるので、プリツジモックアップについても研究する必要がある。

### (iv) 構成要素

訓練用シミュレータは、小規模なものから大規模なものであるが、コンピュータシステムを含む大規模なものは人間、船、教官の間に一つのマシン・コミュニケーションシステムが構成される。

表 1.3-1 S R - 106 の研究範囲

航 法 シ ス テ ム	船位決定システム
	最適航路設定システム
	衝突予防システム
	座礁予防システム
	緊急制動システム
機 装 シ ス テ ム	荷役システム
	係船システム
	火災検知と自動消火システム
	通信システム
	その他のシステム
タービン・プラント 制御システム	オペレーションシステム
	監視と異常診断システム
	保守システム
ディーゼル・プラント 制御システム	オペレーション・システム
	監視と異常診断システム
	保守システム
コンピュータ・システム	

これを細分すると、次のような構成要素に分割される。

#### (1) 電子計算機

シミュレータの中核であり、主として各システムの数字モデルの模擬、ダイナミックスの模擬、シーケンス動作、各部への命令および指示等を行なう。

電子計算機の種類としては

##### (1) デジタル計算機

##### (2) アナログ計算機

##### (3) ハイブリッド計算機

があるが、デジタル計算機は主として航法、機械システム関係の数学モデルの模擬を行ない、アナログ計算機で、タービンおよびディーゼルプラントおよび船体運動の動特性の模擬を行なう。

ハイブリッド計算機はその両者を兼ねるもので、各々の長所を生かし非常に複雑なシミュレーションも可能である。

電子計算機の具備すべき条件としては

##### (1) 訓練用シミュレータとして実時間シミュレーションが可能など

- (ロ) ダイナミックス・レンジが精度と安定性の面から十分なこと
  - (ハ) 信頼性が高いこと
- (ニ) 増設および機能拡張が容易なこと
- (ホ) 操作が簡単なこと、繰返し、中断、再開等が自由に行なわれること  
等があげられる。

(2) 制御装置

電子計算機で模擬できないシステムあるいは装置は実機と同一の制御装置を利用する。  
特に機器システム関係のものが多く油圧、電子、空気圧等で制御される。

(3) 駆動装置

油圧サーボ系、デジタルサーボ系等により、ブリッジモックアップを駆動し船体運動のシミュレーションを行なう場合に必要である。

フライトシミュレータ、汽船車、自動車等のシミュレータには応用されている。

(4) ブリッジ・モックアップ、エンジンルーム、モックアップ

要するに訓練台のこと、シミュレータではマンマシンコミュニケーションの中心である。

計器類、ランプ、スイッチ、表示器等は実物を使用し、オペレータに違和感を与えないようにする必要がある。

(5) 視覚表示装置

船体運動をリアリスティックにするためには、映画、スライド、ITV、全電子方式等による視覚表示装置が必要である。

(6) 教官部

訓練用シミュレータに特有のもので、スイッチ、押ボタン、ランプ、TEL等で

- (イ) 特性要件の設定
- (ロ) 環境条件の設定
- (ハ) 異常事態の設定
- (ニ) 監視
- (ホ) 指示および指導
- (ヘ) 評価
- (ト) シミュレータの全体的な制御

等を行なう。

(7) 評価部

オペレータの操作結果を評価するもので評価基準の設定、評価関数の選択、評価パターンの記憶、オペレータからくる情報量とのつきあわせ等を行なう。

(8) コミュニケーション用機器

オペレータのモニタリング用ITV、各種記録装置、再現用VTR、TEL、環境発生装置等。

(V) 技術的問題点

訓練用シミュレータとしてシステムのシミュレーションとか、訓練台の作製等は別に問題はないが、本シミュレータの使命である海上と同一の効果を出すという点において、ある程度の制限は止むを得ないと思われる。

しかし、特にこの点において問題となるのは

- (1) 操船と運動する駆動装置の作製
- (2) 視界表示装置と船体運動との関連性
- (3) 評価基準あるいは評価関数の作製

で、他分野におけるシミュレータの研究および数多くのデータにもとづくシステムの分析を必要とする。

## VI 他分野の例

訓練用シミュレータの代表的なものには、フライトシミュレータをはじめとして、潜水艦、航空交通管制、宇宙環境、レーダ装置、火力発電、石油精製、ボイラ、原子炉等がある。

船舶のシミュレータとしては

- (1) 緊急操船用トレーナ
- (2) ディジタル式衝突予防用レーダシミュレータ

等が、米国の Naval Training Device Centerにおいて訓練に供されている。

### 1.3.3 システム分析用シミュレータ

#### (i) 定義

超自動化船システムにおける人間と機械システムの動特性を分析の対象にする。

超自動化船における人間（乗組員）の数は限定されていないが、全システムの中に人間のサブシステムが少なからず介在する。これに適合した超自動化船の機械サブシステムはいかにあるべきかを検討し、各システムの特性を設定しシステム全体の最適化をはかるべく分析を行なうのがシステム分析用シミュレータである。

したがつて、特性の設定により結果が大いに左右されるが、各特性要件を大巾に単独にあるいは、相互関連的に変化させることによりシステム全体の最適化をはかることができる。

#### (ii) 機能

システム分析用シミュレータの機能としては

- (1) 人間の特性のシミュレーション
- (2) 各システム（航法、機関、艤装）のシミュレーション
- (3) 各システムの解析あるいは演算
- (4) システムの評価
- (5) 評価結果に対するシステムの修正

がある。

人間の特性は個人差もあり、完全にシミュレーションすることは不可能であるが、主として、人間を情報処理システム、意志決定システム、制御システムとして取扱い、その動特性を伝達関数で模擬する。

(2)の各システムのシミュレーションは、各システムをさらに細分し、その細分されたシステムについて、その動特性を伝達関数で模擬すると同時に、システム間の相互関連性を検討し、フィードバックあるいはフィードフォワードのループを設け、パラメータの設定部を経て結合する。もちろん、システムの特性要件であるいくつかの変数の設定部をも設ける。

変数の設定は、手動、自動（系自身が設定変更）の両モードでできる必要がある。

(3)の各システムの解析あるいは演算は、(1)および(2)によって模擬されたシステムに、各設定要件を与えた場合のシステムの動作を、解析あるいは単に演算を行なう。

演算は主として、この場合アナログである。

(3)の演算結果をある評価関数でもつて、分析検討するのが(4)の機能であり、その評価関数の作成および、選択が重要な課題となる。

そのため、巾広く、超自動化船に限らず、従来船について各システムを分析し、データを集めた上で、評価関数を作成する必要がある。この評価関数は、アナログ的なものもあるが、主として、デジタル的となる。

(5)のシステムの修正については、人為的に行なうことはもちろん、系自体を試行錯誤的に多くのケースについて解析する場合自動的に修正可能なシミュレータにする必要がある。

例えば、モデルを使用した、学習制御システム、能動的適応制御システム、最適制御システム等があげられる。

### (iii) シミュレータの範囲

表1.3-1において航法システムは、船体運動と密接な関係があるため、船体のシミュレーションが必要となる。

この場合、船種、船型、環境条件の設定が容易にできるものにしなければならない。

さらに航法システムは、各システム自体のシミュレーションは容易（ほとんどデジタル的でシミュレーション可能）であるので、機関および操船システムとを閉ループにした場合の超自動化船システムの分析が必要である。

艦装システムにおいて荷役および係船システムは、シミュレーションの必要性の有無は別として、実時間シミュレーションも無意味ではないが、タイムスケールの変更を行ない、短時間でシミュレート可能なことが大事である。

特に艦装システムにおいては、システムのシミュレーションもさることながら、いかなる方式で行えば、小人数で、短時間に最大の効果をあげることが可能か、そのための人間、機械、システムの配置がいかにあらるべきかを人間工学的に分析する必要がある。

タービンおよびディーゼルプラント制御システムの場合、各プラントの伝達関数による解析等は、すでに、十分なされているが、動特性について、さらに解析し、異常時の特性について研究する必要がある。この場合、訓練用シミュレータとの関連性が大きい。

以上の検討をもとに、シミュレータの範囲について、検討する必要があると考えられる。

## (iv) 構成要素

1.3.2 (ii)の機能において、(1)～(3)は人間機械システムのシミュレーションが主体であるために、一般にアナログシミュレータとなる。

この種のシミュレータは、通常

操作部、演算部、表示部、記録部

より構成され、アナログコンピュータが主体となる。

操作部には、各システムの特性要素設定のコンソール、演算モードの選択、表示部および記録部の機器の選択、自動演算の設定等があり、オペレータの数により複数にもなる。演算部は、演算増幅器、加算機、積分器、乗除算機、負号変換器、比較器、リレー、ボテンショメータ、リミッタ、関数発生器、むだ時間発生器、雑音発生器、バッヂボード、繰返し演算用サンプル・ホールド器等がある。

表示部および記録部には、CRTディスプレー、オシロスコープ、X-Yレコーダ、多ペンレコーダ、デジタル記録装置等がある。一方1.3.2 (ii)でのべたように、超自動化システムの中では、デジタルシミュレータの方が簡単で、操作が便利な、かつ経済的なもの（航法、艦装システム）があるし、1.3.2 (ii)の(4)(5)等は、デジタル計算機の方が効果的である。

したがつて、アナログ・シミュレータとデジタルシミュレータの間にA/DおよびD/A変換器、マルチプレクサ等を置いたハイブリッドシステムになる。つまり、ハイブリッド計算機が分析シミュレータとして適当と考えられる。現在世界的にも、アナログ・シミュレータがデジタルシミュレータに移り変りつつあるといふことも、上記の意図を物語つている。

## (v) 技術的問題点

分析用シミュレータにおいては、各システムの解析にもとづく伝達関数によるモデルの作成はもちろん、技術的な面において、次のような問題点があげられる。

(1) 人間一機械システムとしての考察より、いかにして人間サブシステムをモデルとして具体化するか。

例えば、人間のシミュレーションとして  
P I D動作、非線形定関数（飽和、デツ

$$\frac{K (1 + T_C s) e^{-\tau s}}{(1+T_I s)(1+T_N s)},$$

ドゾーン、バックラッシュ、比較）の組合せをいかにするかという問題

(2) アナログ・デジタル混在のハイブリッド・シミュレータとする場合の両者の結合部の信号処理

(3) 評価関数にもとづく、評価の結果をシステムにフィードバックしてシステムの最適化を計る場合の自動繰返し演算機能と適応制御あるいは最適化制御システムの構成

#### (vi) 他分野の例

分析用シミュレータには、基礎研究用、応用解析用の2種類があるが、後者は具体的に制御対象の動特性を模擬し、船でいえば、ブリッジ、エンジンルーム、各種コンソール等を実物に近い形で構成したものである。

これには、次のようなものがある。

航空機、原子炉、宇宙船、ロケット、自動車、潜水艦、人間-機械システム、ディイシジョン・システム、信頼性解析、道路、環境、その他特に訓練用シミュレータとして、航空機、原子炉等は有名である。

#### 13.4 あとがき

従来の訓練用シミュレータは、オペレーション・シーケンスの訓練のみであつたが、現代では、解析用シミュレータの特性がとり入れられ、システムの訓練的な方向に向つている。

したがつて、超自動化船用のシミュレータも、訓練用、分析用という区別は将来なくなるであろうと考えられる。

昭和44年度は資料の収集とその分析のみに終つたが、昭和45年度において、各シミュレータの範囲を決定し、要求仕様書を作成する。

## 2. 基 準 作 成

### 2.1 システム設計基準

#### 2.1.1 緒 言

##### (i) システム設計の現状

トータル・システムとしての船舶のコンピュータ・コントロールを計画するためのシステム設計基準を設定するのが本論の目的であるが、この分野の仕事はシステム設計そのものが最近緒についたばかりであつて、ラン実績はまだほとんど何も得られていないのが実状である。

したがつて適正な基準を制定することは本質的に困難である。

##### (ii) 設計基準の必要性

システム設計の検討は試行錯誤のくり返しによつて改良され、完成されるべきものであるので、その思考過程の出発点としての何らかの設計基準を設けることも、一方からみれば必要である。実績データによる設計基準修正ということが、工業技術の向上をもたらすものであるから、超自動化船のトータル・システムを考えるための踏み機としての基準をかりにさだめる仕事は、まずははじめなければならないことでもある。そしてその後は継続してその基準の改正・改良はおこなわなければならない。

##### (iii) 検討項目の列記

以上のように相矛盾した状況であるため、本論では、システム設計基準として、とりあげるべき項目と、検討するための視点を整理することにした。設計基準の内容を採択する作業は、今後の具体的超自動化船のシステム設計の開発作業と平行におこなわれるべきものとして、次年度以降に充実させるという考え方立脚して本論をまとめた。

#### IV 今後の対策

以下にとりあげた項目や分類の考え方に対しても、今後の経験にもとづいて追加修正される点を多々含んでいるのであろうが、海外調査の例も勘案して、一応現状で考えられる項目の列記にとどめた。システム設計基準として、採用の判断にまよう問題については、設計資料として生のままあげておいた。

### 2.1.2 システム開発とシステム構成

##### (i) システム開発の進め方

プロジェクトの立案・開発・実施保守等時系列上の段階の区切り方については、システム内容や開発要員によつて考え方の差異も多く、一概に標準案を決めるることは困難であるが、PERTなどで使用されているネットワーク表現のマスタープランの作成が直観的でわかりやすい。そのための二三の例をあげて参考に供する。

例1. セイバス著「プロセス工業における計算機制御」より（計算機制御計画の立案）

例2. The British Ship Research Association

"Recommended Code of Procedure for Marine  
Instrumentation and Control Equipment" より  
(General System Procedure)

##### (ii) システム開発関連調査事項

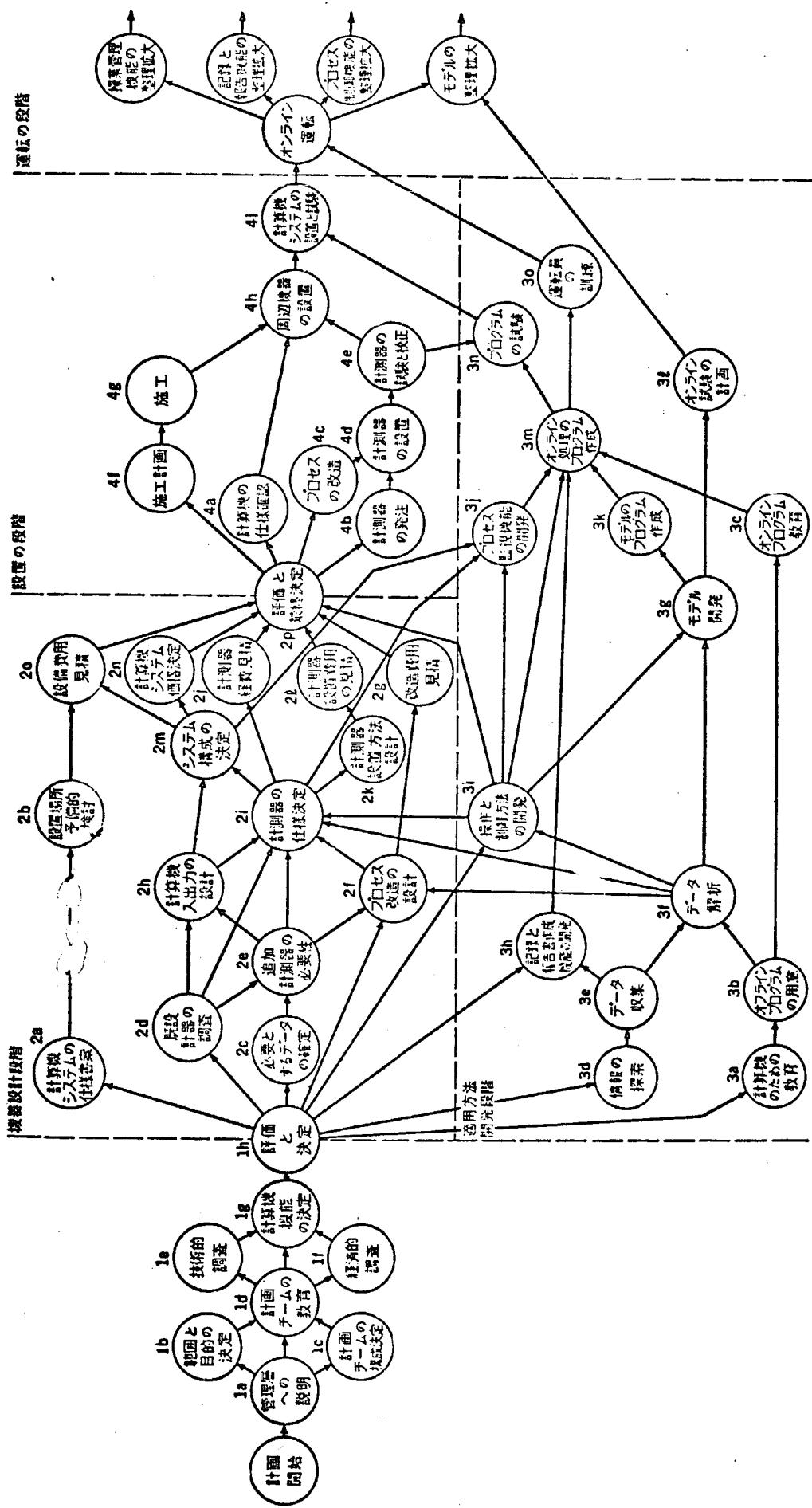
###### (1) 立案調査の段階

(a) 開発要員、開発期間の適正標準

(b) 開発態勢のパターン整理

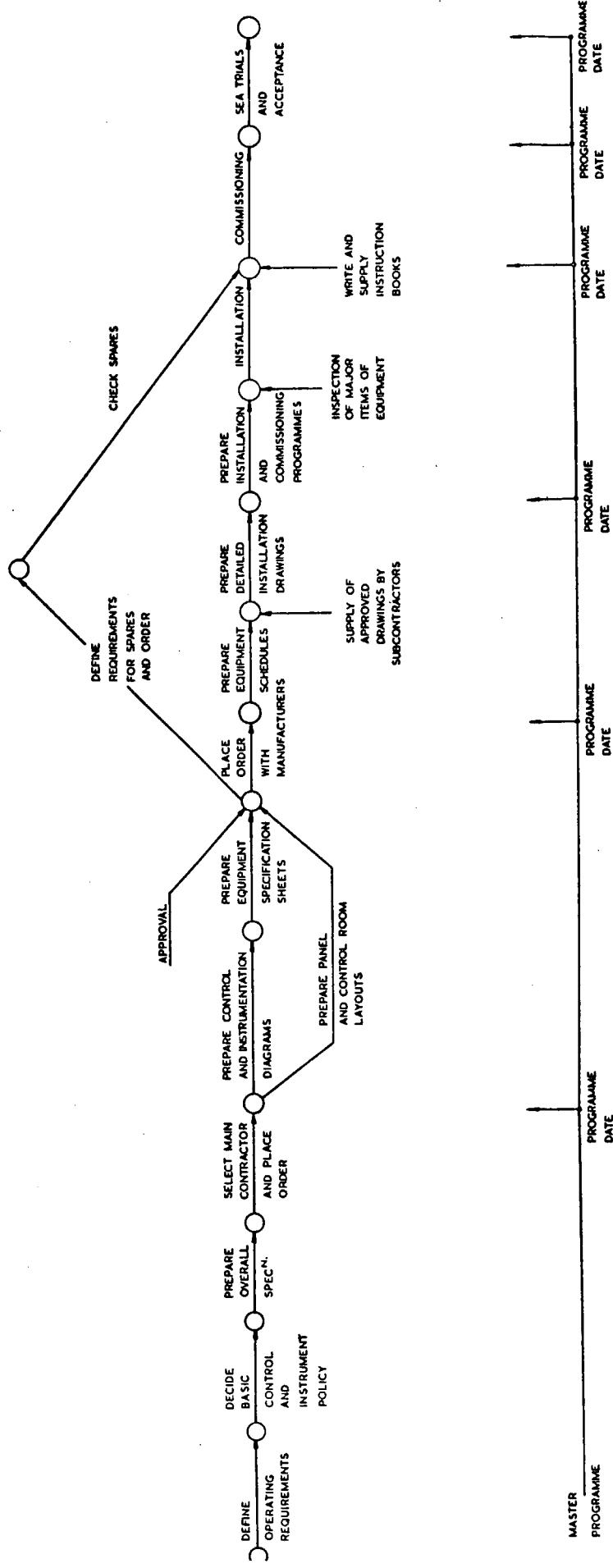
船主、造船所、コンサルタント、コンピュータメーカー、エレクトロニクス・メーカー、計装機器メーカー等の守備範囲、協力方法

(c) 信頼性データ

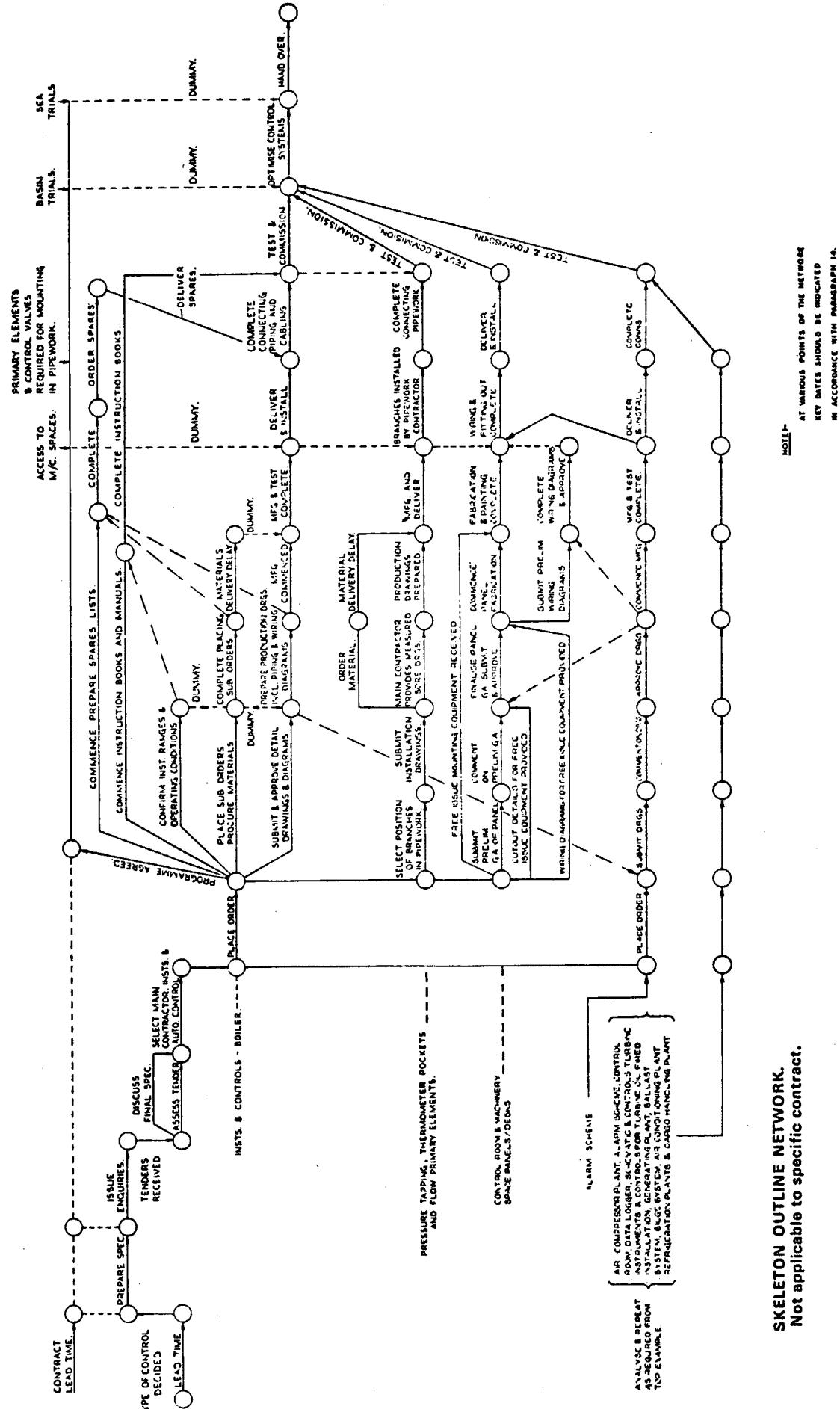


計算機設計計画のフローダイアグラム

例2 ( 1 / 2 )



RECOMMENDED SYSTEM PROCEDURE.



- (1) 素子・部品等の信頼性データ
- (2) 組合せによる信頼性の計算式
- (3) 確率的信頼性指数に対するシステム設計上の考慮点

(=) 経済性データ

- (1) 機器・設備の積算資料
- (2) 開発費用、標準データ
- (3) 費用効果分析計算式、設備消却の考え方

(+) 技術条件

- (1) エレクトロニクスの動向
- (2) 計装機器の動向
- (3) プロセス・コントロール・コンピュータの動向
- (4) ミニ・コンピュータの動向
- (5) 制御用ソフト・ウェアの動向

(~) 環境条件

- (1) 海象資料(気温・水温・湿度・塩分・風波)
- (2) 船上資料(動搖・振動・電源・エアコン状況)
- (3) 海運船舶動向(船種・航路・船級協会無人化規定)
- (4) 労働事情・港湾事情

(ト) 評価方式

- (1) 事前評価(目的と手段との組合せの優先順序の決定)
- (2) システム評価(信頼性と経済性とのバランス検討)
- (3) 追跡評価(実績データの収集方法)

(チ) 要員教育

(2) システム設計の段階

(イ) 機能別カテゴリー

指令、記録、警報、自動制御、遠隔制御、シークエンス・スイッチング

(ロ) プログラムの方式

オフラインプログラム、オンラインプログラム、TSSプログラム

(ハ) システム・モデルの形

- (1) 記録とデータ解析
- (2) プロセス監視
- (3) シークエンス制御
- (4) 適応制御
- (5) 最適制御

(3) 設置の段階

(イ) 施工基準

(ロ) コンピュータ、周辺機器、配線

(ハ) プログラム試験基準

- (1) サブプログラム・テスト

- (2) モニター・シミュレーション

- (3) ラン・テスト
  - (=) 実装試験(総合試験)方案
  - (+) 運転員訓練方案
  - (-) 保守員教育カリキュラム
  - (ト) システム説明書標準
  - (チ) 運転記録様式
  - (ii) システム構成の考え方
- 超自動化船のトータル・システムの構成は、制御対象がもつているプロセスの特性とコンピュータがもつている機能特性の両者の組合せで各種のバリエーションがあり、それぞれの特性の種類が複数個であるので、システム設計上考慮しなければならない代替案が無数に存在することになる。システム設計上検討すべき条件としては、その他にプログラム作成の容易さ、できあがつたプログラムの能率、プログラム保守の容易さ等も重要な問題点である。
- (1) 制御対象の特性分類
    - (イ) シークエンス制御

プロセスに固有なシークエンス。計算制御はバッチ処理のプログラム方式が多い。

(例) ターピング起動
    - (ロ) 定常運転制御

クローズド・ループのコントロール。アナログによる小さいループから、DDCに移りつつある。それにともなつてループの幅もひろがりつつある。

船舶を一個の総合プラントとしてみた場合、各種の適用分野がある。

(例) 航路保持、機関関係定常運転保持
    - (ハ) 適応制御

プロセスが定常状態から離れた時の応急動作のコントロール。現状では異常状態の検知と警報をおこなう場合が多い。

(例) 座礁予防、衝突回避
    - (二) 最適化制御

プラントの状態のバランス計算、最大値最小値の探索計算、最適値へプロセスを移行させるためのコントロール、以上三種類の計算モジュールを含む。通常プロセスの数式モデルが前提として必要である。数式モデルとしては現状ではLP等が使用されることが多い。

狭義には、定常運転制御のためのサブシステムとして働くものもあるが、広義には工場の操業計画のような大規模のものもありうる。現状では計測の直接入力と最適化計算までを結びつけたシステムが多い。それにもとづくプロセスのコントロールはその時点で人間が介入するのが現状のパターンである。

(例) タンカーの荷役制御
    - (ホ) データ処理

プロセス・コントロールの範囲から離れた項目ではあるが、コントロール計算のあき時間の有効活用という意味でも重要な項目である。現状のプロセス・コントロール・コンピュータではこれをバックグラウンドの計算として処理するためのモニタープログラムがかならず用意されている。

(例) 観測データの解析計算

      - 積付計画計算
      - 会計事務計算
  - (2) コンピュータの種類と特性

(イ) プロセスコントロールコンピュータ

許容環境の範囲

バルス入出力直結

アナログ入出力直結

優先割込機能

TSSオペレーティング・システム

(ロ) ミニ・コンピュータ

必要最小モジュール

プロセス専用使用

(ハ) プロセス制御用ソフトウェア

モニター(実時間処理、割込処理、アナログ・デジタル入出力処理、記憶装置の割付、メイン・メモリと補助ファイルとの交通、入換)

ユティリティ(故障診断、プログラム・ディバッギング・エイド)

アプリケーション(プロセス制御用言語、プロセス固有プログラム)

(二) コンピュータ・システム構成

プロセス・コントロール・コンピュータによる集中化

ミニ・コンピュータによるプロジェクトごとの分散化

プロセス・コントロール・コンピュータおよびミニ・コンピュータの混用によるシステムの大規模化、階層化

(3) システム構成上の注意事項

(イ) 入出力・計算の時系列上の発生状況の分布にもとづく、スケジューリングを考慮すること。

(例) 航法関係のシステムと荷役関係システムとは時間的に同存することはない。

したがつて、簡単なプログラム・ローダーを用意することによつて、プログラムを入れ替えて使用することで小型のメモリ・スペースでこの両者をまかうことができる。

(ロ) 制御事象の重要さ、システムの信頼性を考慮して適切なバックアップを考慮すること。

(例) 同一制御事象に対して、コンピュータ、電源等を二重にもつ。

ハードウェア・ソフトウェアの誤動作、故障等を予想されるものについて他の方法によるバックアップを用意する。

(ハ) システムの発展・拡張を考慮すること

(例) ハードウェア・ソフトウェアともに機能上基本的な要素に分解して、それぞれをモジュール化しておくことによつてその後の追加変更は全体をいじらないですむ。

### 2.1.3 計算機制御システムの適用対象

(イ) 計算機制御システム適用へのシステム計画の考え方

船舶における計算機制御システムの適用は乗組員数の減少傾向に対し、運航機器の自動化による省力化、船体、貨物(船客)等の安全性向上、企業としての運航採算性の向上にあることは言を待たない。船舶の高度集中制御方式として、計算機を導入したシステム設計を計画するに当り、船全体のトータル・システムは上記目的に沿つたシステム・エンジニアリング、ヒューマン・エンジニアリング、経済性等全体の最適化を図る必要がある。

一般にプロセスにおける計算機制御システム計画で、最も困難な問題は計算機の適用方法開発の作業であり、それはモデル開発と制御の解析であると言われる。

プラントモデル開発は、プラントの静動特性の計算機シミュレーションによる数学的アプローチで、プラントシステムの変動予測のためとなる基本計画設計の重要な事項である。また制御の解析はプラントの運転効率の向上を図

るための手法で採算性と安全性との限界設計の実際的な目標を得る事項でもある。

計算機制御のプラントへの適用において、一般的にシステム計画で考慮されなければならない事項として

- (1) 計算機利用者側でのプログラマの養成教育
- (2) プロセスおよび制御システムに関するオフラインプログラムの用意
- (3) 監視ルーチン、モニタプログラム、走査ルーチンと日報作成ルーチン等のオンラインプログラムの教育
- (4) プラントプロセス解析のためのプロセス変数に関するデータの収集
- (5) 奕積された多量のデータで適用方法開発のための詳細なデータ解析
- (6) 数式モデルの開発
- (7) 記録と報告書作成機能の開発
- (8) オンラインシステムの処理と制御方法の開発
- (9) プロセス監視機能
- (10) モデルのプログラム作成
- (11) 数式モデルや計算機制御計画全体のオンライン試験の計画
- (12) オンラインプログラムの作成および試験
- (13) 計算機制御装置の操作に対する運転員の訓練

船舶プラントに対して、計算機制御機能の程度の差はあるにしても基本的には異なるものではない。

(ii) 船舶プラントへの適用におけるシステム設計上の問題点

船舶プラントの高度集中制御方式としての制御対象分類は船舶の機能より要求事項として行なわれているが、船舶の運航上からの要求により分類すると

- (1) 航海時 (2) 碇泊時 (3) 出入港、離接岸時
- の運航状態における計算機制御の適用となる。プラントの計算機制御機能は
- (1) データ収集、監視(モニター)警報
  - (2) 制御(シーケンス、S.C.C.、D.D.C.等)
  - (3) 計算処理(分析、管理、性能、一般、最適化等)
  - (4) その他(診断、訓練、機器シミュレーション等)

船舶プラントの計算機制御適用は船舶の用途別による(2)項の制御対象が異なるのみで制御機能は変わらない。

例えば冷凍船であれば冷凍プラントの制御となり、客船であれば顧客のサービス(環境改善、食品在庫の管理、荒天航海の回避等)となる。

タービンタンカーを制御対象とした時の計算機制御機能に対する主要設計項目およびシステム設計上の問題点を航海時、碇泊時、出入港離接岸時について表2.1-1~3に示す。このタービンタンカーは運輸省船舶局での昭和44年度の高度集中制御方式のシステム基本設計報告書に基いており、荷役システムは計算機制御を大巾に取り入れ、航法・機関システムはデータ収集、監視、警報に主力を置かれているものである。

この表より船舶プラントの、システム設計上の一般的問題点を羅列すると下記のとおりである。

- (1) 船用コンピュータおよびセンサー、制御機器等の機器は海上環境で長時間連続に過酷移動を要求されるので、十分なる信頼性を持つ必要がある。
- (2) 運航中は機器のサービスを受けないので、乗組員による点検保守が容易に可能で、なおかつプラントの自動チェック、故障診断プログラムおよび自動化機器の予備モジュール、部品等のソフトウェア・ハードウェアのサポートを完備する必要がある。
- (3) 万一の計算機故障時は手動操作切換が可能とし、制御主要ループおよび手動追随制御の不可能なループは、バックアップを設置することが必須である。

- (4) 計算機制御系の雑音除去対策は重要である。
- (5) 計算機の性能機能を把握し、計測機器、自動化機器等のソフトウェア、ハードウェアのマッチングを十分考慮すること。
- (6) 制御対象の状態変数を把握し、制御目標を明確にする。
- (7) 計算機制御系による行動の仕組、制御システムの良否、その効果と船舶の性能に対するシミュレーションの事前の確認
- (8) マン・マシンコミュニケーションのよいシステムとすることが必要

(制御対象を主にタービンタンドードとした)

表2.1-1 航海における計算機制御システム

分類項目	計算機制御機能	制御設計対象項目	システム設計上の問題点
データ処理および監視警報	データ収集	船位測定(デッカ、ロラン、NNSS)、座礁予防(ソナー)、衝突予防(レーダー)、火災検知、気象図、ニュースの定時自動受信、タービンプラントの運転諸量、異常時諸量、その他等のデータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>○センサーの信頼性、性能向上、設置取付の検討</li> <li>○計測開始時刻の統一</li> <li>○サンプル周期(正常時と異常時)</li> </ul>
	警報	衝突、暗礁探知の緊急停船時、タービンプラントの異常時、その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>○他船、陸上との相互情報交換</li> <li>○監視装置の人間工学的配慮</li> </ul>
	監視(モニタ)	データ収集および計算、制御量の主要項目その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>○安価な表示装置の開発</li> </ul>
制御	S . C . C . D . D . C . その他の	シーケンス制御 緊急制動(バラシユート)、自動消火、座礁・衝突回避時の主機の制御、冷暖房制御、タービンプラントの従来の制御(タービン、ボイラ、発電機、補機、管系)タービンプラント異常時の制御、その他等	<ul style="list-style-type: none"> <li>○割込、優先度の詳細検討</li> <li>○集中、分散制御方式の検討</li> <li>○制御機器の信頼性</li> <li>○モジュールの特性標準化</li> <li>○バックアップシステムの検討</li> </ul>
計算処理	分析計算 管理計算 最適化計算 性能計算 一般計算 その他の	座礁・衝突予防で危険判断、自動消火時の有無人判断、気象、医療診断、タービンプラントの異常時の事故原因等 船用品、食糧、燃料各種補給品関係等の在庫管理、事務管理一般その他 座礁・衝突予防で危険船に対する回避最良針路、最適航路計画等 座礁・衝突条件計算、タービンプラント効率解析等 航法計算、目的地までの残航距離・所要航走時間 タービンプラントの保守用データ等 資料記録、シミュレーション等	<ul style="list-style-type: none"> <li>○計算収束条件</li> <li>○計測データ誤差の集積</li> <li>○測定値の補正による精度向上等のプログラムの完備</li> <li>○タービンプラントの異常診断と予防ロジックの検討</li> <li>○自動チェックプログラムの開発</li> </ul>

表 2.1-2 確泊時における計算機制御システム

分類項目	計算機制御機能	制御設計対象項目	システム設計上の問題点
データ処理および監視警報	データ収集	荷役時の諸量、係留中の定時毎の船位諸量、索張力の計測値 タービンプラント起動停止時および運転時の諸量、異常時諸量、その他等のデータ	○航海時と同様 ○荷役、係留時の今迄人間の覚感によつたものを計測装置化する。
	警報	荷役異常、係船船位異常、タービンプラント異常その他等	
	監視(モニタ)	荷役、係留中の監視およびタービンプラント運転監視その他等	
計算処理	シーケンス制御 S . C . C. D . D . C. その他の他	荷役制御、積(揚)荷時バラストタンクの最適排 (注)水量の制御、係船時の船位自動保持、燃料油補給、自動ビルジ排出、冷暖房自動制御、自動消火、タービンプラントの従来の制御等	○荷役、係留時の船内、陸上設備の完全自動化
	分析計算	荷役、係船船位の異常判断、タービンプラントの異常判断および異常原因解析、係船索の最大張力判断等	○荷役時間が最小となる積(揚)量トルク曲線の確立
	管理計算		
	最適化計算	積(揚)荷計画時のバラストタンクの最適積(揚) 容量、最適排(注)水量等	
	性能計算	係留中の船位移動偏位等	
	一般計算	積(揚)荷計画等	
	その他の他		

表 2.1-3 出入港・離接岸時における計算機制御システム

分類項目	計算機制御機能	制御設計対象項目	システム設計上の問題点
データ処理および監視警報	データ収集	船位測定、離接岸時の対地速度、距離方位、タービンプラントの起動停止時および運転時諸量並びに異常諸量その他等	○航海時と同様 ○狭水域時の海上交通システム管理の併用 ○自動追尾装置の開発
	警報	タービンプラント異常、衝突の緊急停船時その他等	
	監視(モニタ)	データ収集および計算、制御量の主要項目等	
制御	シーケンス制御 S . C . C. D . D . C. その他の他	離接岸時の係船制御、タービンプラントの起動停止シーケンス制御 離接岸時の操船、錨および錨鎖の制御、係船時の索の繰出し捲込み等	○自動接岸システムの開発

分類項目	計算機制御機能	制御設計対象項目	システム設計上の問題点
計算処理	分析計算	衝突・座礁予防での危険の判断、気象、タービン プラントの異常時の事故原因等	○操船法算出プログラムの開発
	管理計算		
	最適化計算	衝突・座礁予防で危険船に対する自船の最良の避 航針路等	
	性能計算	衝突・座礁予防等の船の運動性能等	
	一般計算	船位決定、衝突座礁予防時の目標までの距離、方位 時間等	
	その他		

#### 2.1.4 システム設計上の問題点

##### (i) ハードウェアに関する問題

###### (1) 素子の選択

船体運動（ピッキング、ローリング、機関による振動）の関係上

- (i) 磁気コアは陸用のものでは破損するのでコアスタックを部分的あるいは全面的にモールドしたり固定材を入れる等の対策を講ずる必要がある。この点ROM(Read Only Memory)は構造上適当である。
- (ii) プロセスI/O、その他にリレーを使用する場合、応答性、接触抵抗が小さいという点からは水銀リレーがよいが、傾斜によわいので水銀リレーは使用しない方がよい。

###### (2) 構造

振動対策、搭載時の対策等より筐体は陸用計算機と比較して頑丈なものにする必要がある。可動部分のガタの抑え、扉、ラック、その他の振れ止め等の考慮はもちろん必要である。

###### (3) 配線

陸用のものよりも、ていねいに電線を支持に固定する必要がある。

###### (4) 補助記憶装置の選択

補助記憶装置には、磁気ドラム、磁気デスク、磁気テープ等がある。計算機システム構成上、大容量の記憶には磁気デスク、大容量の記憶ではあるが速応性を必要としない場合は磁気テープ、中容量の記憶または速応性を必要とする場合には磁気ドラムとするのが一般的であるが、

###### (i) 船体の動搖、振動

###### (ii) 操作

の点からもその選択を考慮する必要がある。磁気ドラムの場合、大容量のものは、船体の動搖に対し弱点があるので、構造を改良したり防振台良好なものを装備する必要がある。

##### (ii) ソフトウェアに関する問題

###### (1) 時間制御

船舶搭載用の計算機は4~6時中稼動するのが普通である。したがつて計算機内部でカレンダーを持つ必要がある。また船内時計との相互関連性も考慮する必要がある。

###### (i) 船内時計との関連性

船内時計用発信器は非常に正確なもので、計算機も、この発信器の信号をカウントダウンして利用するのも一方法である。

###### (ii) 時間単位

船舶の場合、制御内容が非常に多く、その範囲も広いので高速データ処理を必要とするものとバッチ処理的なものの両面が混在する。したがつて計算機の時刻制御のためのクロックは数百 msec 単位から、1秒単位のものが適当と考えられる。

さらに上記理由から、2クロック制の採用についても検討の余地がある。

#### (1) 時間の種類

船内においては

- (1) G M T (Greenwich Mean Time)
- (2) J S T (Japan Standard Time)
- (3) S T (Ship Time)

の3種類が必要であるので計算機において、上記3種類を用意しておけば便利である。

#### (2) モニタプログラム

制御対象の範囲が広いのでモニタプログラムの機能は、コンピュータ・システムの構成が中央集中型か、分散型かによってその仕様を左右されるが、一般的について中央集中型の場合

##### (1) 割込処理

(2) ファイリング(補助記憶装置とコアメモリとの転送)処理

##### (3) 周辺機器の制御

(4) プロセス I/O の制御

に柔軟性を持たせ、オンライン・リアルタイム・モニタとしての機能を十分にもたせる必要がある。

#### (3) 機能プログラム

記憶装置をコアメモリに限る場合は問題ないが、補助記憶装置を利用する場合

##### (1) コアにおく機能プログラム(部分的、全面的)

##### (2) 補助記憶装置におく機能プログラムの選定を

(1) 使用頻度

(2) 優先度

(3) プログラム長

(4) 他プログラムとの関連性

などから検討する必要がある。

#### (4) プログラムの分割

補助記憶装置に機能プログラムあるいは、モニタプログラムその他を置いて、ファイリングをおこない実行する場合、コアメモリのワーキングエリア(フリーエリア)の大きさとプログラムの大きさとは密接な関係がある。

ワーキングエリアの大きさにより、大きなプログラム(例えば、荷役制御、船の状態計算等)はいくつにも分割して、シリーズにて演算実行しなければならない。

#### (5) 異常時の処理

電源異常をはじめとする各種異常事態に対し、船内で故障の修理応急処置等をするにはいろいろ制限が多いので、ソフトウェアでできるかぎり処理し、しかもその影響を最小限度にとどめ、異常個所の指示、後日対策等を具体的におこなうようにするのが望ましい。

#### (6) バックアップ

システム全体のバックアップということになると、信頼性は向上するが、経済的に不適当であるので、システムにおいて特に信頼性が要求される部分に対してバックアップを講ずる必要がある。

例えば、補助記憶装置をデュアルにするとか、周辺機器の故障率が中央演算装置のそれよりも高いので、予備を

用意するか、あるいは代用機器への切替をする等がある。

(ii) 級装に関する問題点

(1) 電 源 設 備

普通計算機の電源仕様は電圧、周波数、波形歪率に制限があるので、発電機出力をそのまま計算機用電源として利用することは問題がある。

また、発電機のブラックアウト対策も必要であるので、計算機関係の供給電源は A V R を通したもので、さらに無停電装置を通したものが望ましい。

電源異常に対しては割込信号を計算機に供給する必要がある。

(2) 空 調 設 備

船内の環境条件は陸上に比べ温度、湿度、塩分、じんあい等において悪いので、計算機側において対策をこらす一方、空調設備が必要である。中央演算装置、補助記憶装置、プロセス I/O は特にこの点注意しなければならない。

計算機関係の部屋をユニットクーラ等で外気を遮断し空調をおこなえば問題はない。

(3) ノイズ対策

船内において計算機の設置される場所により各周辺機器までのケーブルあるいはセンサーおよびアクチュエータまでのケーブルが相等長くなる。

したがつてその間船内機器から発する雑音の影響をうけやすいので、特に信号ラインは雑音源から距離的にはなして配線するとか、信号レベルをあげるとか、信号対雑音比をあげる考慮が必要である。検出端の信号は低レベルのもの（熱電対、測温抵抗体、スライド信号）は一度高レベルの統一信号（例えば電流信号 1 ~ 5 mA DC、2 ~ 10 mA DC、4 ~ 20 mA DC、10 ~ 50 mA DC、電圧信号 2 ~ 10 V DC、0 ~ 10 V DC）に変換して計算機に入れる必要がある。

(4) 計算機関係の接地

各筐体、コンソール、周辺機器、プロセス I/O 等はすべて計算機接地に接続する必要がある。接地は低抵抗であると同時に浮動電位のないものが望ましい。

(5) 環 境 試 験

船用コンピュータとしての試験基準が現時点において、まだ確立されていないが、

環境試験の基準として

(1) M I L-E 16400 F

(2) 機関の無人化符号 M〇の記載を受ける船の試験検査…………日本海事協会

が適当と考えられる。

## 2.2 プログラム作業基準

### 2.2.1 目的

コンピューターコントロールのためのプログラム作成作業を行なうに当り、準備するフローチャート、リスト類の名称、内容および表現形式を定め、SR106の各分科会で作成されるレポートの標準化をはかるものとする。

### 2.2.2 適用範囲

この基準で定められた名称、内容および表現形式はSR106で作成されるすべてのフローチャート、リストに適用するものとする。

		部会として作成を規定するもの		作成することが望ましいもの	
		定 様 式	自 由 様 式	定 様 式	自 由 様 式
フ	システムフローチャート				○
ロ	オペレーションフローチャート		○		
チ	プログラム	ゼネラルフロー	○		
ヤ	フローチャート	デイテイルフロー	○		
ー	I/Oリスト	アナログ入力リスト	○		
チ		デジタル入力リスト	○		
ー		割込入力リスト	○		
ト		バルス入力リスト	○		
リ		アナログ出力リスト	○		
ス		デジタル出力リスト	○		
ト	プロセスI/O割付表		○		
リ	メッシュ一覧リスト		○		
ス	メモリアドレス表				○
ト	メモリ割付表				○
リ	アプリケーションプログラムリスト	○			

### 2.2.3 詳細仕様および図例

#### (i) システムフローチャート

システムを構成する要素間の相互関連を表わし、システム全体を把握するために作成する。

このフローチャートに用いるシンボルは通常“造研SR106コンピュータシステムに関する諸基準2、プログラム作業基準昭和43年10月”のシンボルに従う。このフローチャートは必ずしも必要としないが作成することが望ましい。本フローチャートの例を図2.2-1に示す。

#### (ii) オペレーションフローチャート

一般のビジネスユーズでは、プログラム作成のためゼネラルフローチャート、プロセスフローチャートが用いられるが、プロセス制御ではコンピュータ内で行なわれる情報伝達およびデータ処理の表現だけでは不十分である。

したがつてコンピュータおよびその付属機器での処理と、その外部での人間の動作を含めた処理内容を統合して表現するフローチャートが必要となる。今回の船の自動化においては、航海士、または機関士がその職務を遂行して行くための過程（設定値のセット、バルブの開閉等）を図示したユーザーオリエントなフローチャートが特に重要なと思われる。

これは ① コンピュータコントロールシステムに対する審議のベースになる。

② システム操作手引書、システム試験仕様を作成する資料となる。

③ システム運転員の教育資料となる。

ものである。

本フローチャートに用いられるシンボルは特に定めないが、その一例を表2.2-1に示す。フローチャート例を図2.2-2に示す。

### (iii) プログラムフローチャート

コンピュータ内部で行なわれるデータ処理の手順を論理的に図示したもの

- ① データ処理の手順を組立てる助けとする。
- ② 組立てられた手順が論理的にみて正しいかどうか確認する資料とする。
- ③ プログラムをコーディングする場合の基礎にする。

などを目的として作成する。

これは表現の細かさの程度によって

- ① ゼネラルフローチャート

- ② ディテールフローチャート

の2つに分ける。

- (1) ゼネラルフローチャート

コンバイラー言語でプログラムが書ける程度の荒さで処理内容は文章または式により表わす。

- (2) ディテールフローチャート

アッセンブラー言語でプログラムが書ける程度の細かさで1記号を1ステートメントにまで分解したものであり、

コンピュータの機種に依存することが多いため、SR106ではその形式、内容は定めない。

プログラムフローチャートで使用するシンボルは“造研SR106コンピュータシステムに関する諸基準 2. プログラム作業基準昭和43年10月”による。ゼネラルフローチャートの例を図2.2-3に示す。また、ディテールフローチャートの例を図2.2-4に示す。ディテールフローチャート作成要領を参考資料1に示す。

### (iv) リストの様式

- (1) I/Oリスト

このリストは各データ項目について、プログラム作成上必要な事項をデータ形式別にまとめるものである。本リスト類はプログラム作成の技術的基盤を与えるものであり、本部会の性格上統一様式を採用する。

- |             |         |
|-------------|---------|
| ① アナログ入力リスト | 様式1を用いる |
| ② デジタル入力リスト | " 2 "   |
| ③ 割込み力リスト   | " 3 "   |
| ④ バルス入力リスト  | " 4 "   |
| ⑤ アナログ出力リスト | " 5 "   |
| ⑥ デジタル出力リスト | " 6 "   |

(“造研SR106プログラム作業に関する諸基準 2. プログラム作業基準昭和43年10月”に定めているI/Oリストはシステム設計時に作成されるものであり、本I/Oリストはプログラム作成時に必要とするものである)

- (2) プロセスI/O割付表

I/Oリストに記載されている入出力データがインターフェース装置にどのように接続されるかを指定する。

実際のプログラム作成作業では、ハード的にもソフト的にも重要な資料となるが、各コンピュータシステムのハードウェアと密接な関係があり、汎用性のあるものを定めることが困難であるため様式は特に定めない。参考資料としてその一例を参考資料2-1に示す。

- (3) メッセージリスト(ロギングリスト)

ロッギング項目についてロッギングプログラム作成上必要となる項目を書き込むリストである。

これは船主の仕様により異なるため特に様式を定めない。参考資料として、その一例を参考資料2-2に示す。

#### (4) メモリアドレ스表

プロセスデータについて、メモリアドレスとデータの対応を示すもので

- ① データネームからそのデータのメモリアドレスを知るための表
- ② メモリアドレスからそのメモリに格納されているデータネームを知るための表

がある。これもハードウェアと密接な関連があるため、その様式は定めない。参考例を参考資料2-3に示す。

#### (5) メモリ割付表

主記憶装置、2次記憶装置に対するデータの割付けを記入するリストである。コンピュータのメモリ構成と密接な関連があり、その様式を定めることが困難なため自由様式とする。参考例を、参考資料2-4に示す。

#### (6) アプリケーションプログラムリスト

システムを構成するアプリケーションプログラム（プログラムモジュール）について、プログラムネーム、メモリ容量、メモリアロケーション等を記入する。様式7を使用する。

### 2.2.4 プログラム作業基準に対する提案

#### (i) 汎用性のあるサブルーチンの情報交換

SR106の各システムに共通に用いられる汎用性のあるサブルーチンパッケージを作成し、プログラム作業の標準化、プログラム作業効率の向上をはかることは重要なことである。

だが、現時点では効率上、各機種にオリエントしたアセンブリ言語で作成されることが多いこと、時間的制約があることより、汎用性ルーチンの規格統一はもとと将来の問題と考えられる。しかし各分科会が自主的にこの方向に沿って作業を進め、相互に汎用と思われるルーチンを公開、登録する等プログラムの二重投資を極力避ける努力することが望まれる。

#### (ii) フローチャートシンボルに対する提案

43年度作業として定められたフローチャートシンボル（“造研SR106コンピュータシステムに関する諸基準2. プログラム基準”）にはISO、JIS案で定められていないものが含まれている（表2.2-2）、これらのシンボルの使用についてはなるべく避けることを提案する。

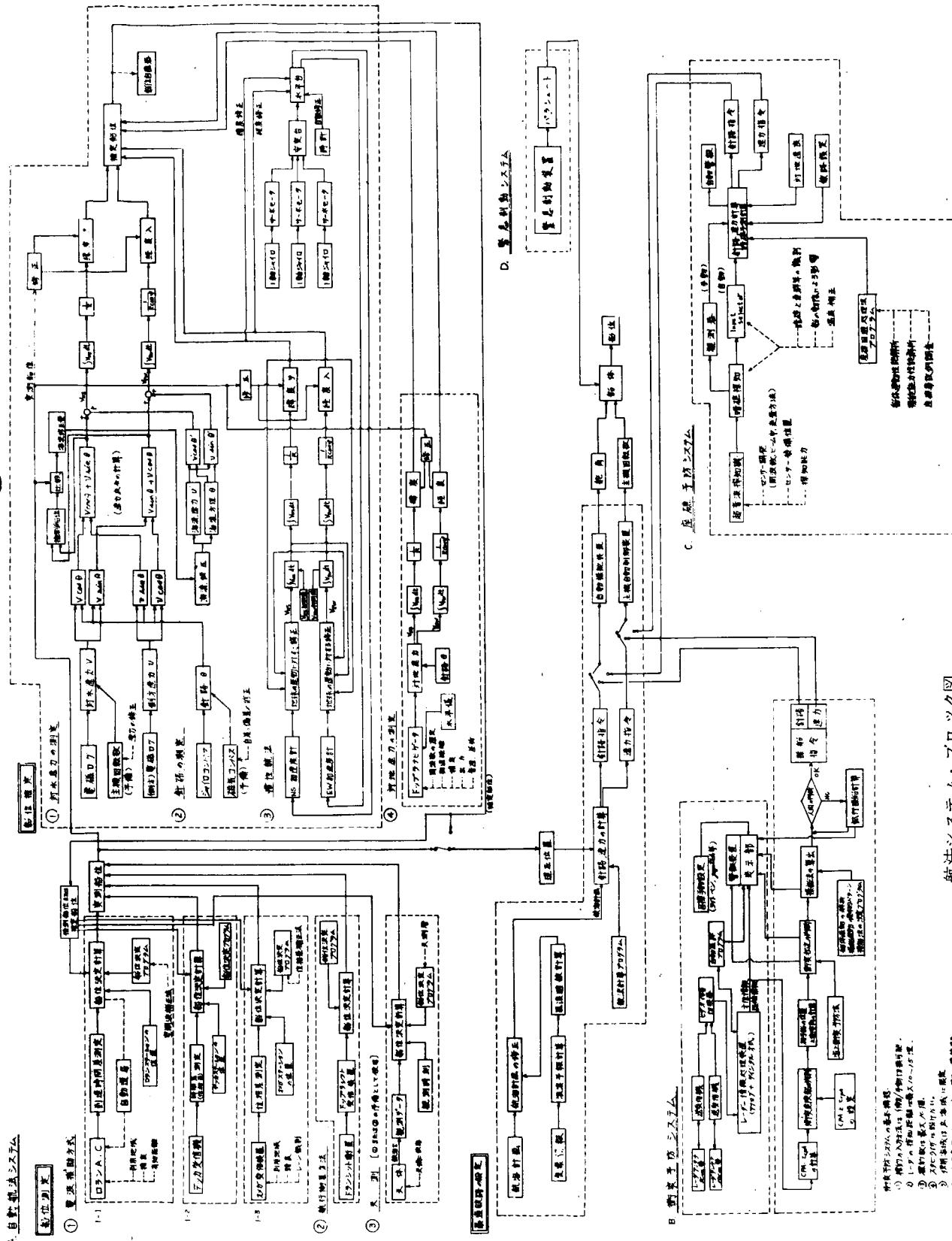


図2.2-1(その1) システムフローチャート例

航法システム・ブロック図

構成子システム  
① 駆動制御装置 (車両運転方式)  
② 駆動子システム (駆動輪)  
③ 駆動子システム (駆動輪)  
④ 駆動子システム (駆動輪)

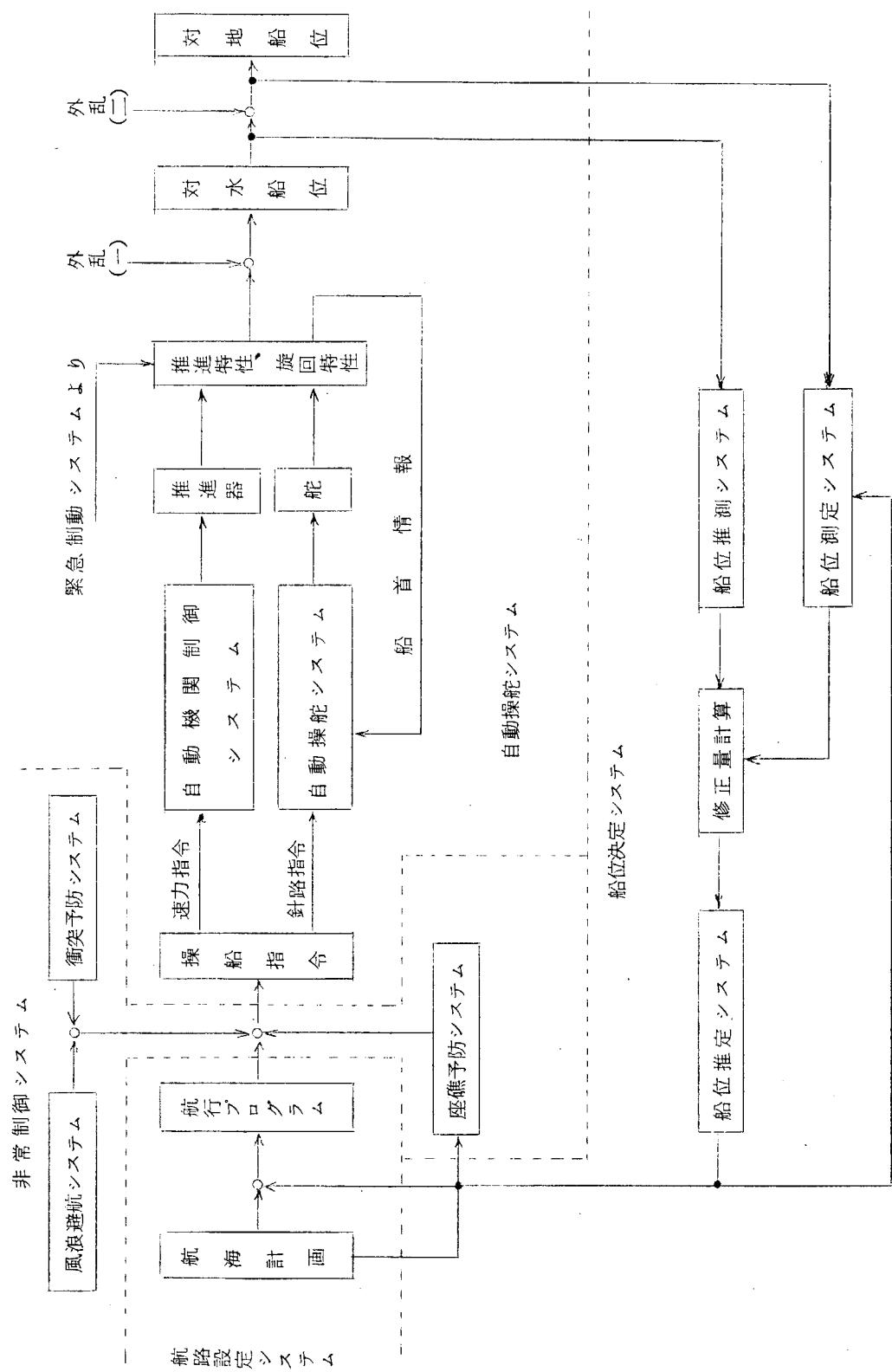
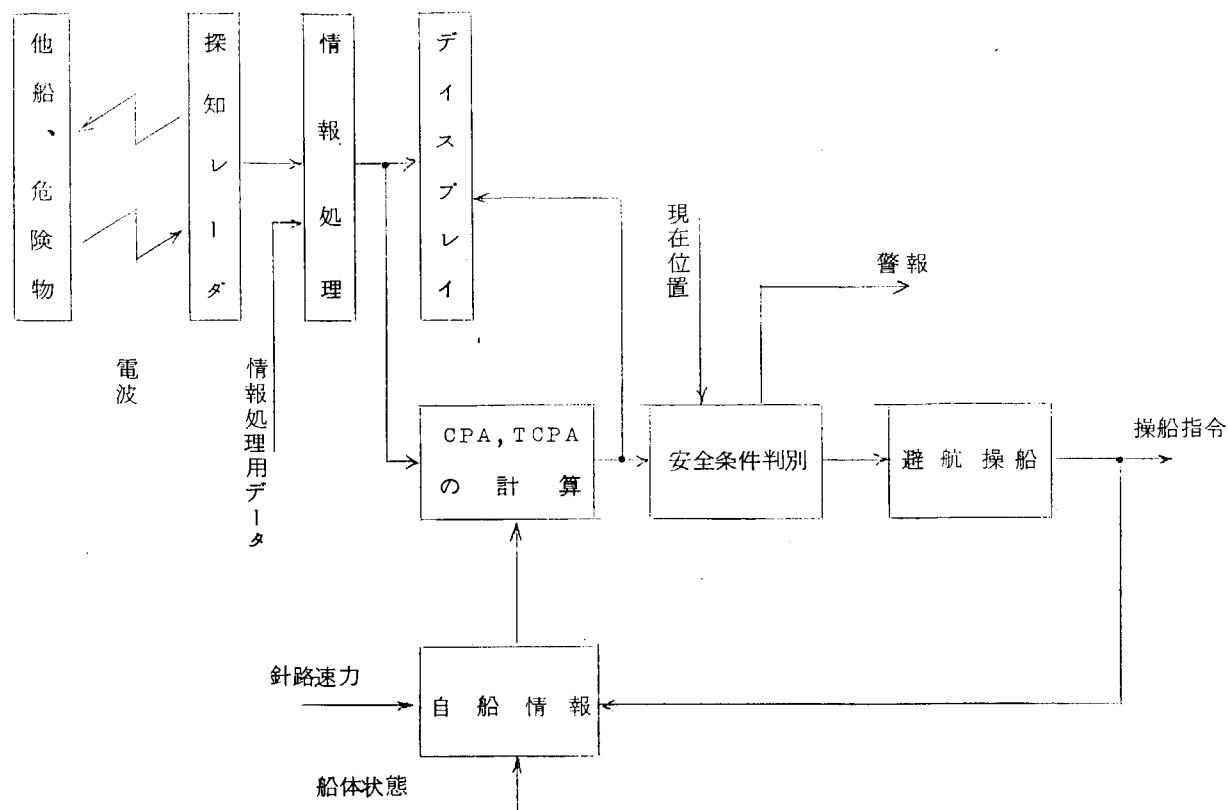


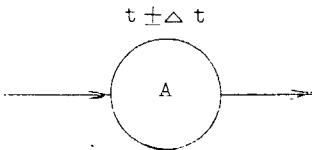
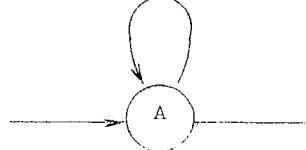
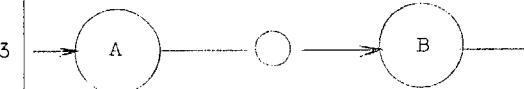
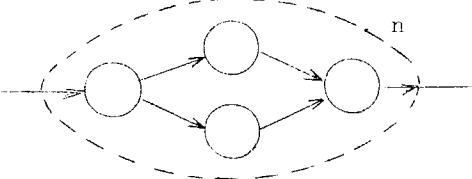
図 2.2-1 (その2) システムフローーチャート例  
航法システムブロック図

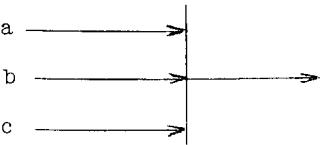
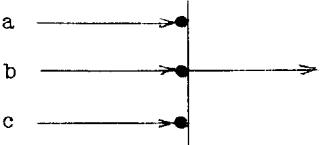
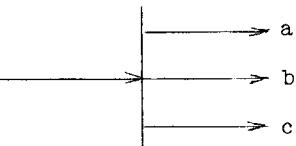
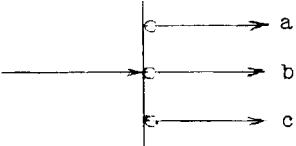
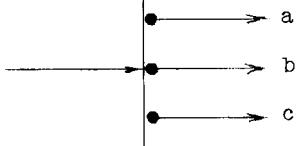
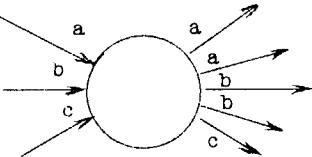
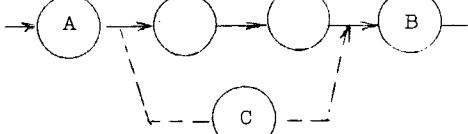


衝突予防システムブロック図

図 2.2-1(その3) システムフローチャート例

表 2.2-1 オペレーション フローチャート記号一例(案)

分類	記号	説明
	1 	JOB Aを表わし、そのJOBの完了時間は $t - \Delta t \sim t + \Delta t$ の間に入つていることを示す。 所要時間は必要でない場合は記入しなくともよい。
	2 	JOB Aを2回以上繰返して実行してもよいことを強調して示す場合に用いる。
	3 	JOB Aを完了して、JOB Bに入る場合にJOB Bが受入態勢がない時に“待ち”的状態がJOB Aの位置以外に確保できる場合に用いる。中間の○印がない場合はJOB Aの中で待つことになる。
JOB	4 	点線内は1つの閉塞区間を示す。 この閉塞区間の中には動作が同時にnヶ以上しか入れないと示す。
	5	
	6	
	7	
	8	

分類	記号	説明
ROUTE	1 	ルート(a)(細線)は手動、即ち人手を介して次のJOBに移ることを示す。 11ルート(b)(太線)は自動、即ち人手を介さずに次のJOBに進行することを示す。
	2 	a、b、cいずれのルートのうちの少なくとも1つのルートからの進行で次のステップに移ることができることを示す。
	3 	a、b、c凡てのルートからの進行が集まつて初めて次のステップに移れることを示す。
	4 	a、b、cのうちの1つのルートにしか動作点が進むことができないことを示す。
	5 	a、b、cのうちのいずれか複数ヶのルートに動作点が進むことができるることを示す。
	6 	a、b、cの凡てのルートを必ず実行しなければならないことを示す。
	7 	aから入つたものは、aにbから入つたものはbにcから入つたものはcにしか進むことができないことを示す。それについて4項～6項に従うものとする。
	8 	JOB Aの完了後、JOB Bの事前にその間の任意の時点に必要に応じてJOB Cを行なうことができるることを示す。 但しJOB CのみではJOB Bに進むことはできない。

設定盤操作 ( ROTARY SW型 設定盤 )

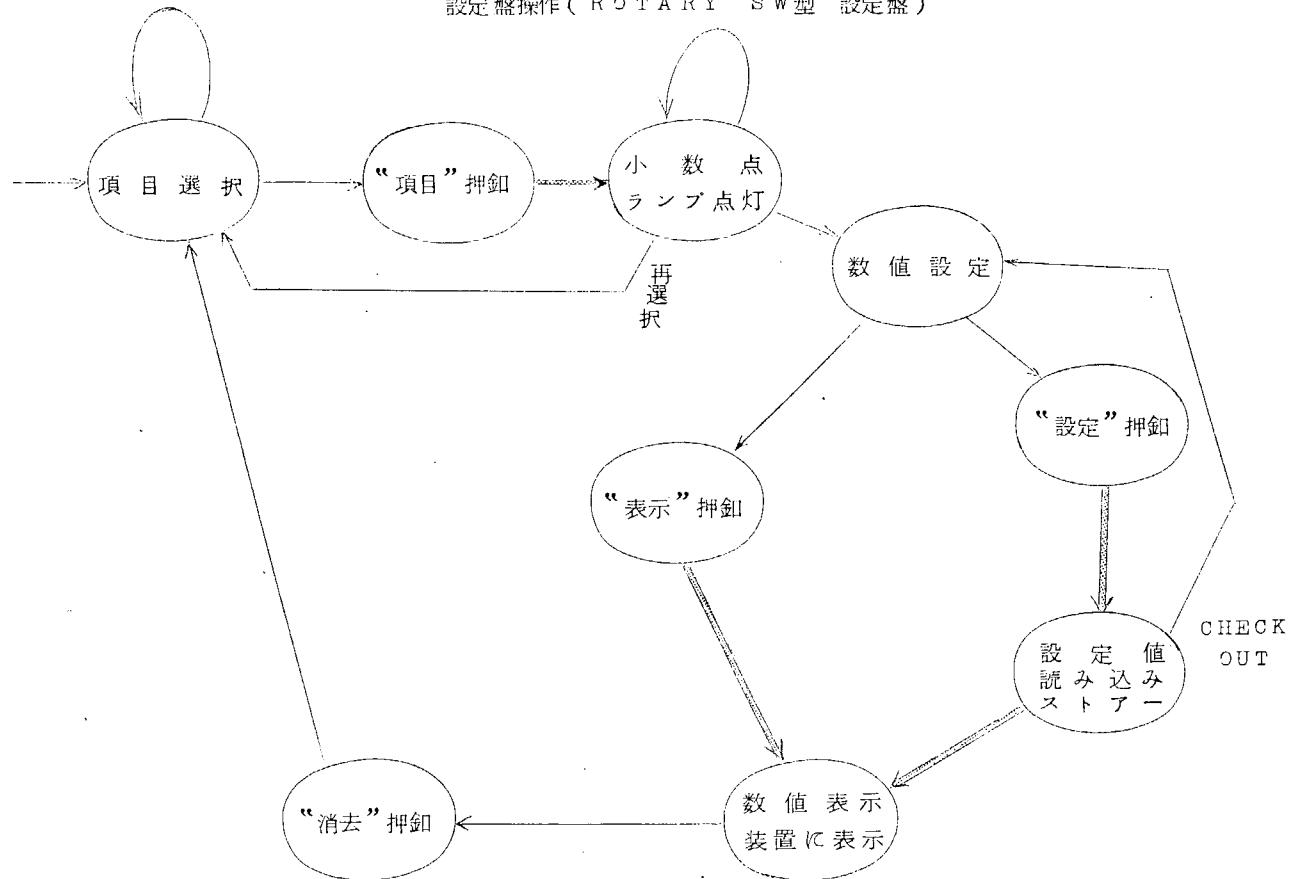


図 2.2-2 (その1) オペレーション フローチャート例

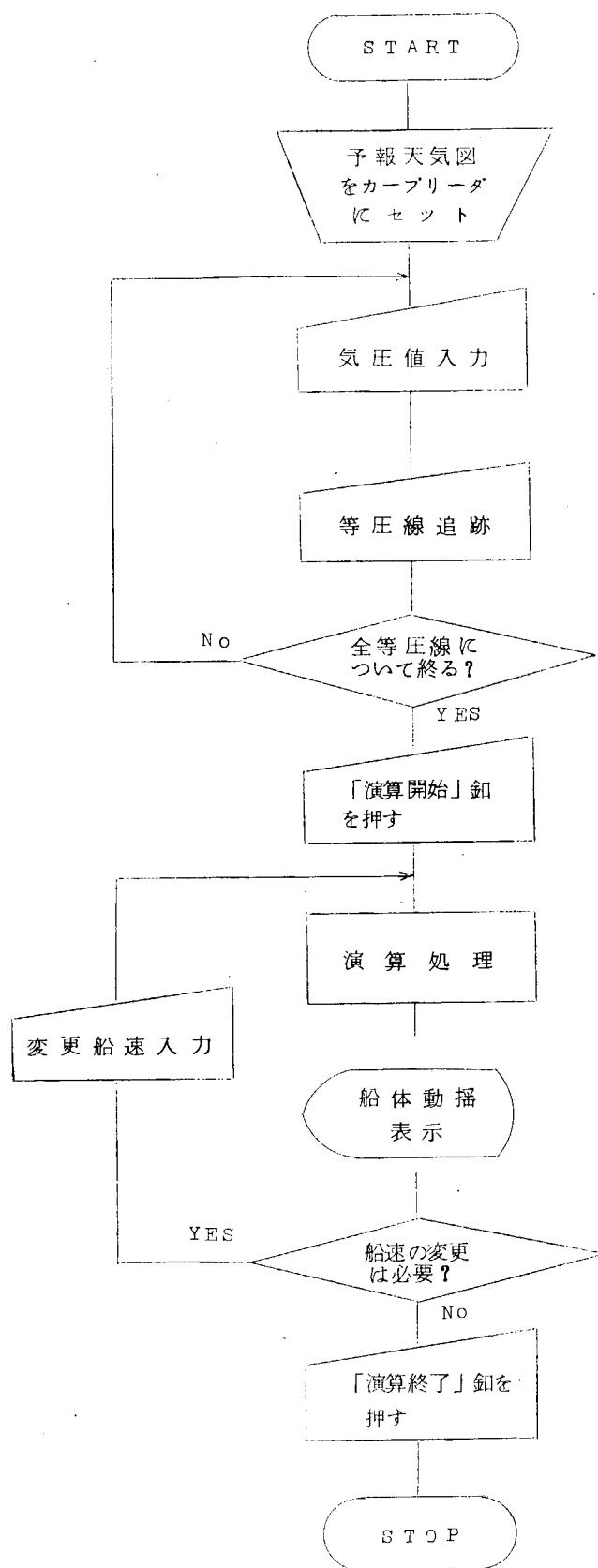


図 2.2-2 (その2) オペレーション フローチャートの例

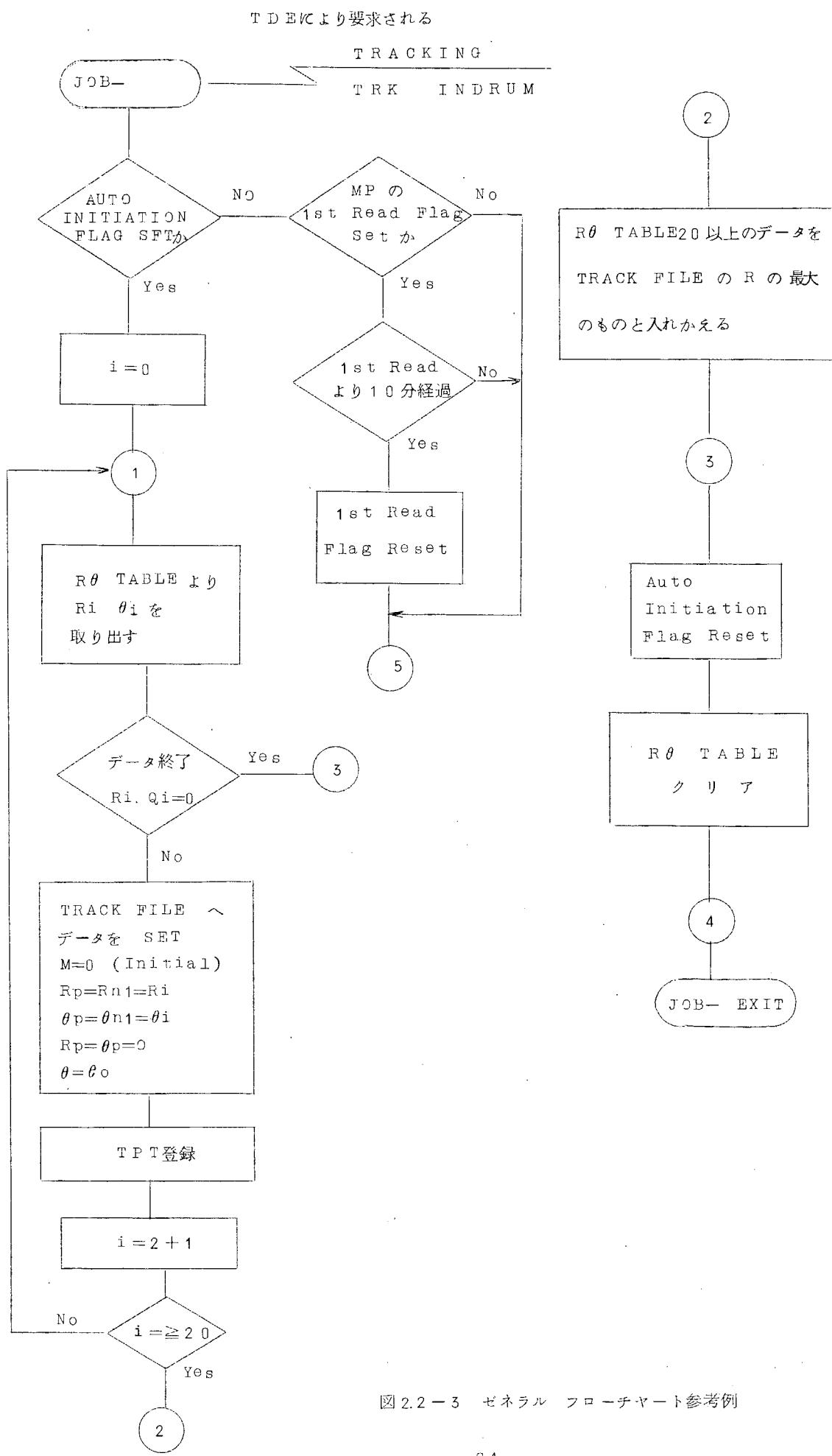
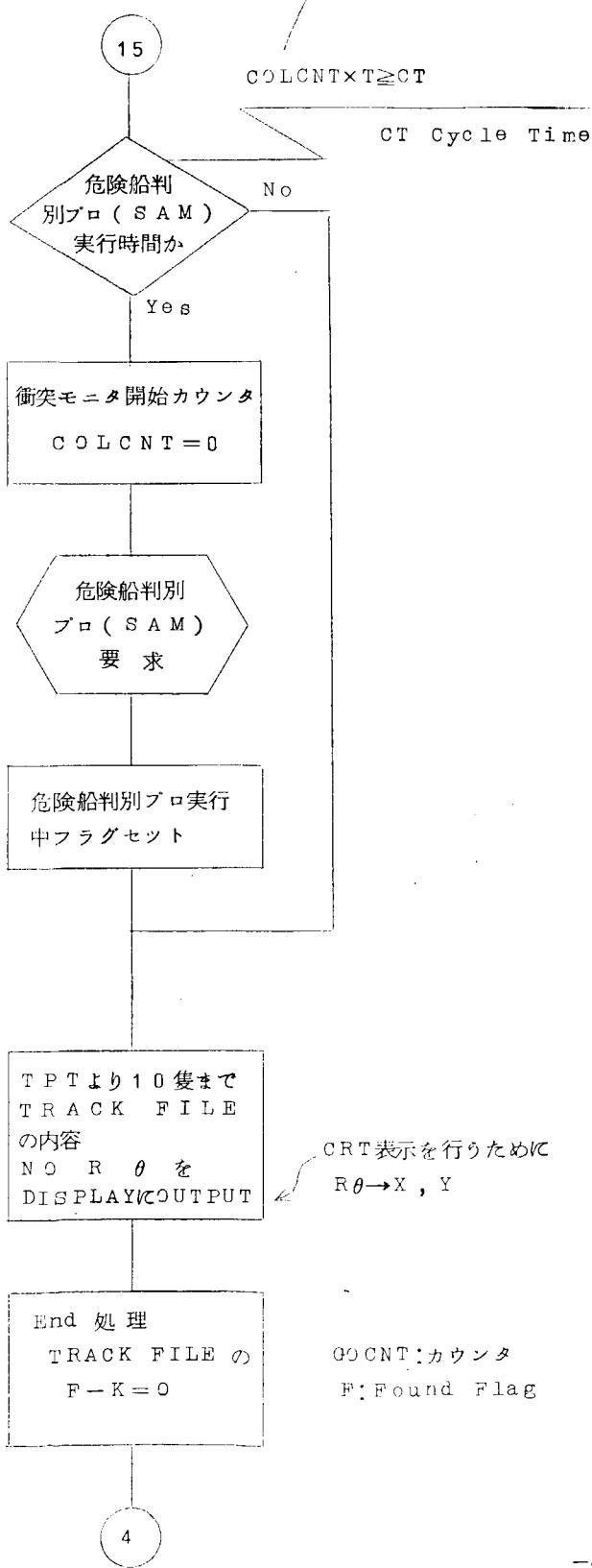


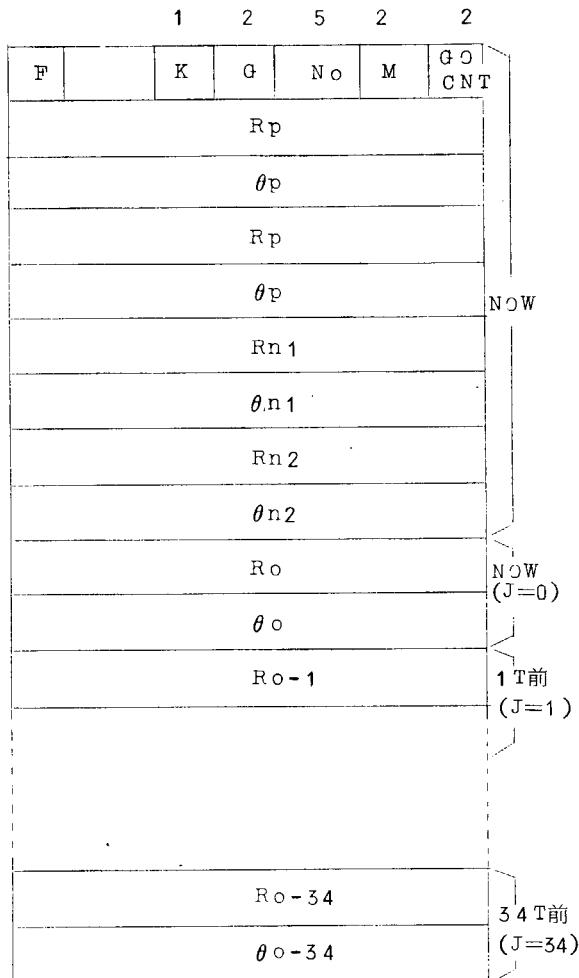
図 2.2-3 ゼネラル フローチャート参考例

N	COLCNT	T	CT
2	4	16 sec	64 sec
3	3	20	60
4	3	24	72
5	2	28	56

COL



TRACK FILE (1隻分) ( $\times 20$ 隻)



K: Rn1 Rn2 の区別用カウンタ

G: Conelation gate

0: 1G<sub>0</sub> | R : 1G<sub>0</sub> | θ :

1: 1G<sub>1</sub> | R : 1G<sub>1</sub> | θ :

2: 1G<sub>2</sub> | R : 1G<sub>2</sub> | θ :

3: 1G<sub>3</sub> | R : 1G<sub>3</sub> | θ :

M: TRACKING Mode

0: INITIAL

1: NORMAL

2: LOST

3: CANCEL

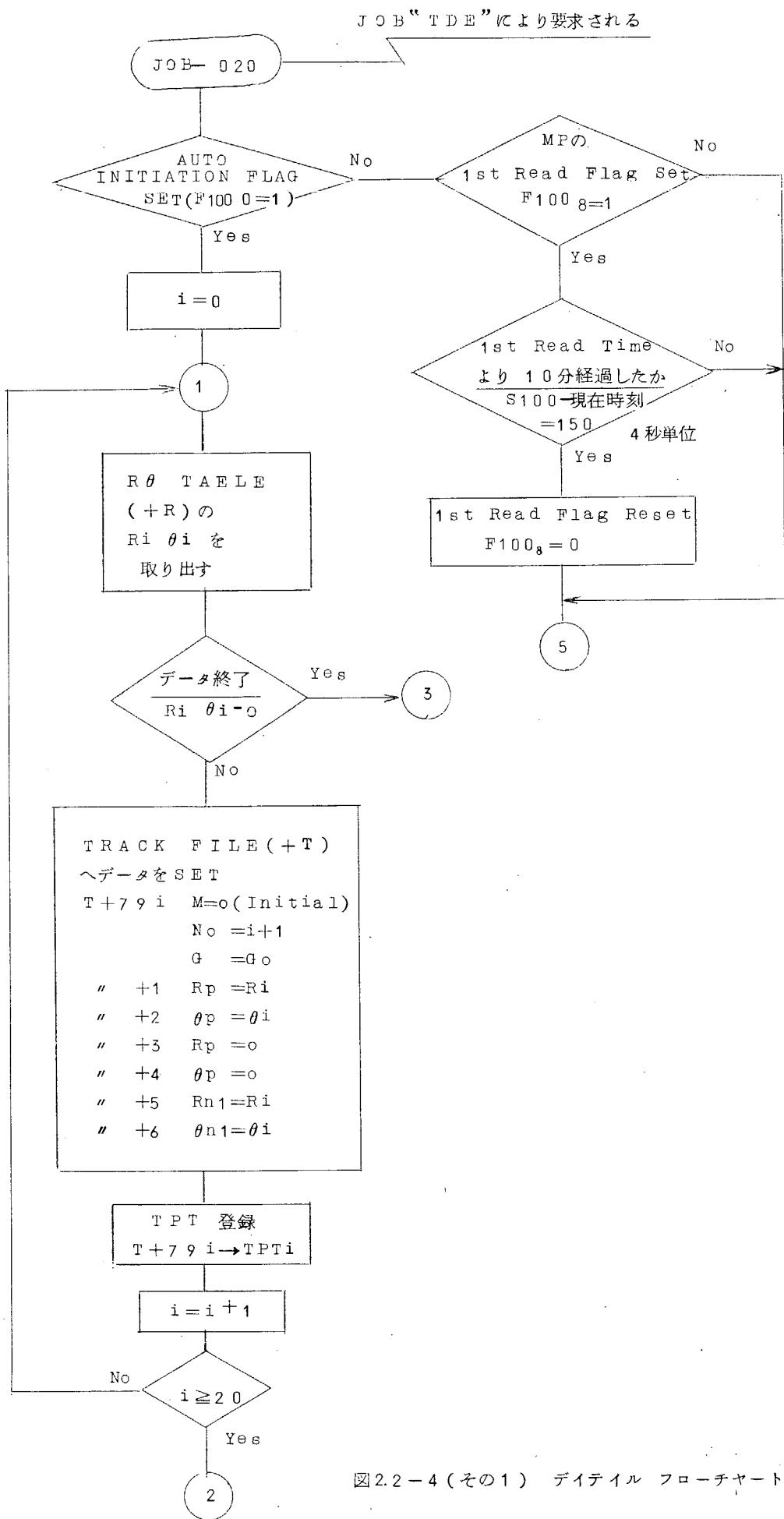
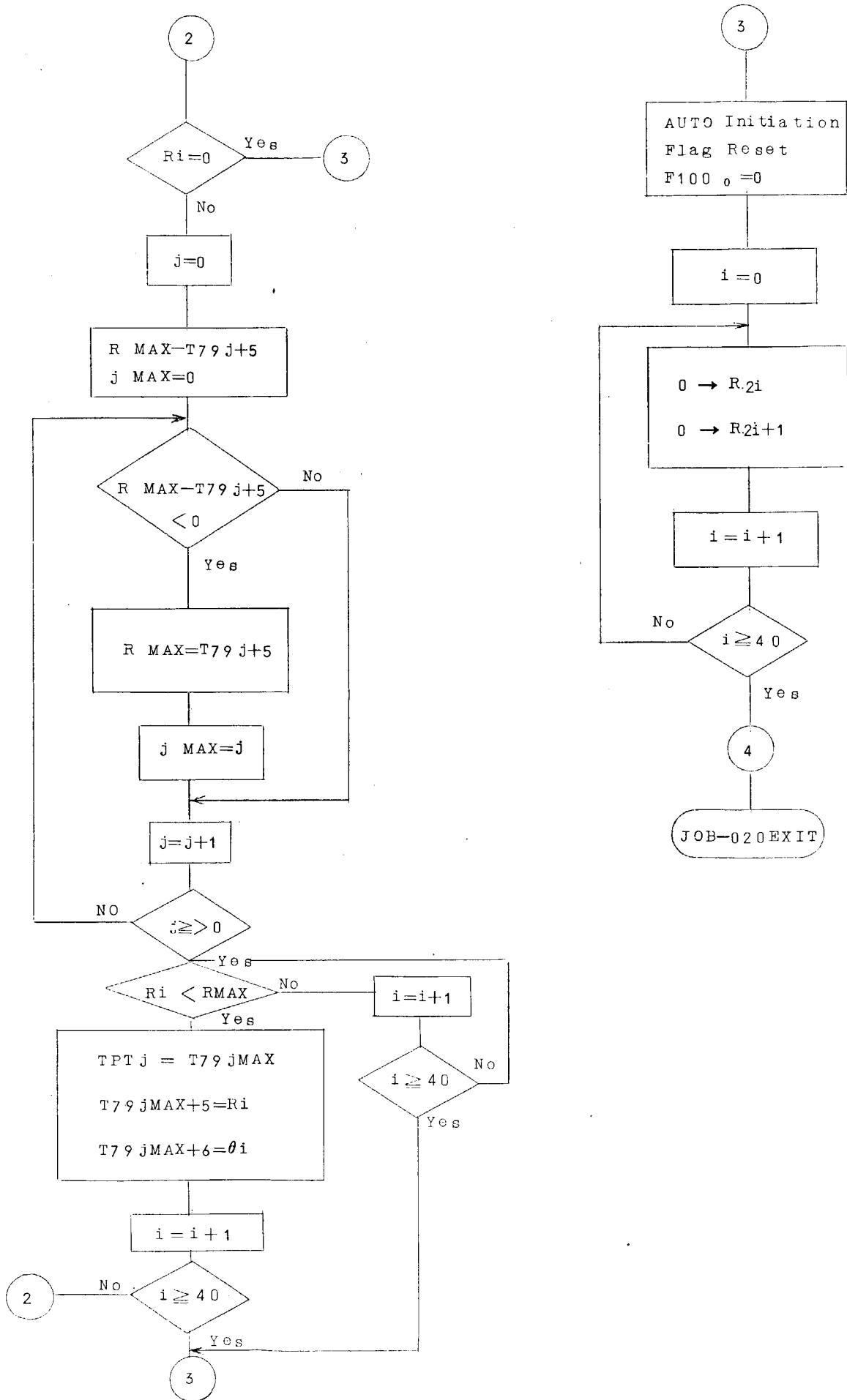


図2.2-4(その1) デイテイル フローチャート参考例



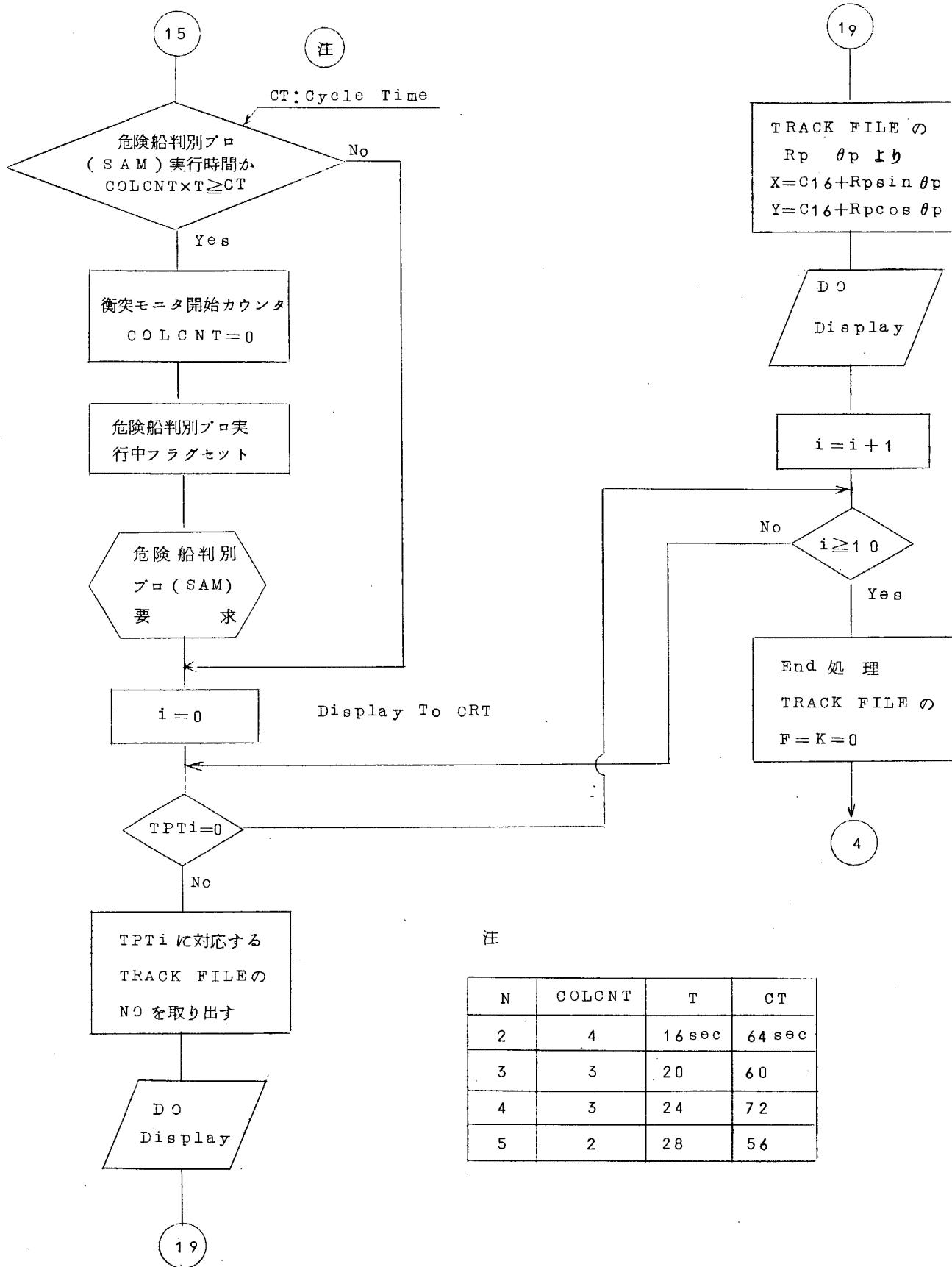


図 2.2-4(その2) ディテール フローチャート参考例

## (様式 1) アナログ入力リスト

系 統 N. o	入力項目			入力特牲			警報記録			備考		
	名	略称	種類	測定範囲	正常値	単位	上限値	下限値	瞬時値	積算値	演算値	表示形式

## (様式 2) デジタル入力リスト

系 統 N. o	項目			データの作成仕様			ビット構成			備考		
	名	略称	発信器	発信器出力	データ型式	上下限値 又は正常値	0	1	2	3	4	5
						0	1	2	3	4	5	6

## (様式 3) 割込入力リスト

No	レベル(飛込先)	割出ビット	項目	発信器	発信器出力	信号調整	割込頻度	処理プログラム	備考	
									名	称

## (様式 4) パルス入力リスト

系統 No	項目 名	目 称	入 力 形 式	計測値ノーバルス	單 位	正 常 値	S C A N 間隔	パルス発生器	警 報 記 録	備 考

## (様式 5) ディジタル出力リスト

No	項目 名	目 出 力 形 式	受 信 器	データ作成仕様		ビット構成
				上・下限値 又は正常値	データ形式	

## (様式 6) アナログ出力リスト(含むパルス出力)

系統 No	group No	項目 目			出 力 形 式	仕 様	受 信 機 器	出 力 處 理 仕 様	上 限 值	下 限 值	備 考
		名 稱	略 稱	号 種							

(様式 7 ) アプリケーションプログラムリスト

No.	PROGRAM NAME	PROGRAM No.	PRIORITY No.	MEMORY Location	MEMORY 容量 CORE Q.RUM	使用している SUB ROUTINE	起動条件	先行 PROGRAM	後続 PROGRAM	備考

表 2.2-2 フローチャート シンボル

意　味	J I S 案の記号	S R 1 0 6 の記号	摘　要
判　断			端子記号と非常にまぎらわしい。
割　込　み			端子記号とまぎらわしい。
警　報 ランプ表示		  	J I S 案の記号の空白内が注釈記号を付記して表示内容を説明すればどのような表示も表現できる。 これらの記号は機械打ちすること不可能であろう。
押　し　ボ　タ　ン バックライトランプ 表　示　示	または 		
メ　ツ　セ　ー　ジ			
時　間　遅　れ マ　ス　ク		  	記号  は、あらゆる種類の処理記号を表わすことができる。
マ　ス　ク　解　除			
紙　テ　ー　ブ			

## 参考資料 1. デイテール フローチャート作成要領

### 1. 表現内容

メモリ単位とすること。即ちどのメモリがどのように呼称されて、どのような処理を受け、どのように呼称されてどこに至るかを明記される精度で書く。

従つて Detail F. C と memory table (memory の名称と location の対照表)さえあれば、他に説明を受けることなく誰がプログラムを行つても、プログラムの実行後はメモリの単位で同じ状態になつているような精度で書かれている必要がある。

### 2. メモリの表現

1つの計算制御システムは一義的に定まるように命名する。

### 3. 補足の説明

Detail F. C の側面余白に処理内容を総括した概略補足説明(対応する general F. C. でも可)を添附する。

### 4. 飛び先の表現

どこから(例えは F. C. の Page 数)どこへ jump するかを明記する。

### 5. 一時記憶の表現

一時記憶は memory table にはないので、特に一時記憶であることを明記される表現法を用いる。

### 6. インデックス・レジスタ

繰り返しや相対アドレスの原点をインデックス・レジスタを用いて制御する場合は、どのインデックスを使用したかを余白に明記する。

### 7. インタラプトマスク

インタラプトマスクの状態は F. C. に明記する。

### 8. サブルーチン

ユーザースサブルーチンは該 F. C. 中に詳細説明を加える。システムサブルーチンの場合は F. C. 中での説明不要

### 9. 外部入出力

計算機システム外部よりの入出力は、F. C. 中の該当箇所に明記する。

### 10. 記号法

F. C. 中に用いられる記号は添附の記号説明によるものとし、これ以外は凡例をあげて F. C. 中に説明を加えておくこと。

#### 1.1. ラベル銘名法

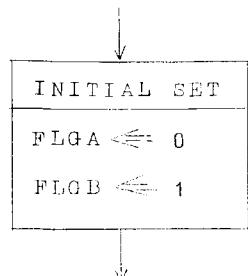
ラベル銘名基準を各々作成する。

#### 1.2. Flow chart Symbol

Flow chart Symbolは“造研SR106コンピュータ・システムに関する諸基準”2 プログラム作業基準  
(昭和43年10月) (1) プログラム・フローチャート及びそのシンボルによる。

#### 1.3. Flow chart 上の説明

##### (1) オペレーション

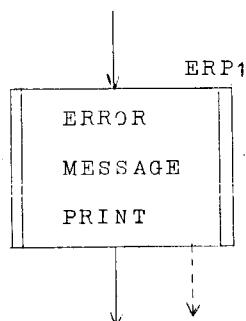


i) 上部にオペレーション概要を記入する。

ii) 下部にシンボルで処理内容を記入する。

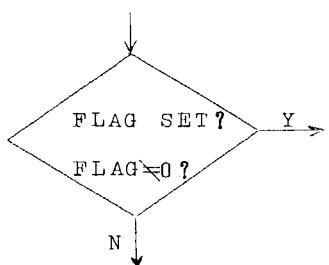
iii) データセットの時は矢印を記入する。

(2) サブルーチン



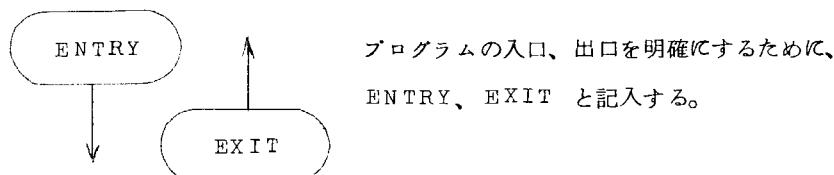
- i) シンボル中にはサブルーチン名及びそのサブルーチンを使用して何をしようとしているか明記する。
- ii) 右肩にサブルーチンのエントリシンボルを記入する。
- iii) サブルーチンに出口が2つ以上ある場合にはその旨明記する。

(3) プランチ



判定結果は各 プランチに明記する。

(4) ターミナル



プログラムの入口、出口を明確にするために、  
ENTRY、EXIT と記入する。

(5) コネクタ

「プログラム作業基準」による (P11~P12) (昭和43年10月)

(6) インデックス表示

インデックスは原則として i、j、k の記号を使用する。

(7) ロジカル演算記号

- i) "⊗" は EXTRACT (LOGICAL AND) するときに用いる。
- ii) "⊕" は MERGE (LOGICAL OR) するときに用いる。

#### 1.4. フローチャートの記入文字

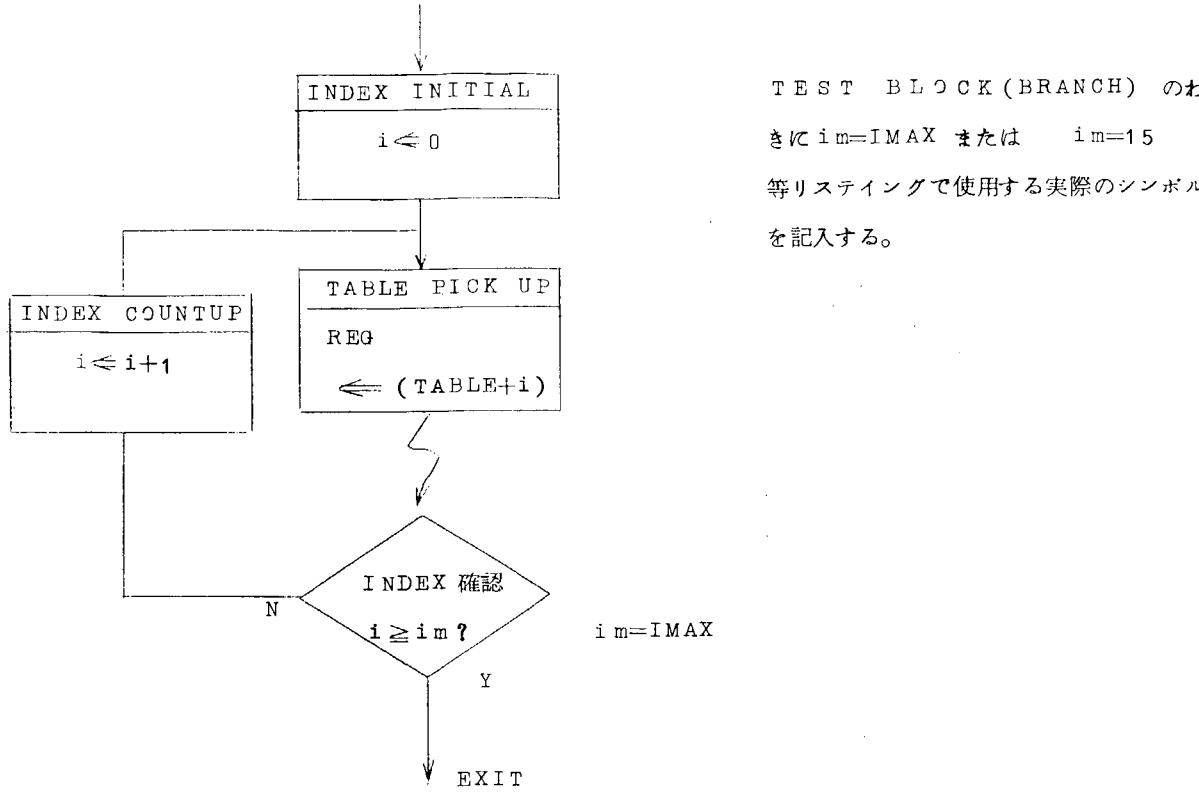
(1) 次の内容は英文(略称も含む)で記入する。

- i) インストラクション
- ii) プログラムネーム、及びシンボル
- iii) サブルーチン、及びシンボル
- iv) フラグネーム、及びシンボル
- v) テーブルネーム、及びアドレス
- vi) コントロール・ワードネーム、及びアドレス

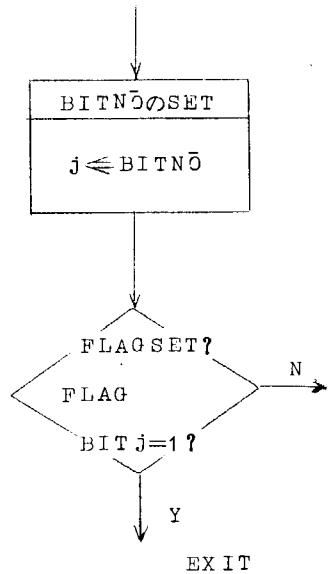
(2) その他の内容はできるだけ和文(カナ文字を含む)で記入する。

#### 1.5. フローチャートの表現例

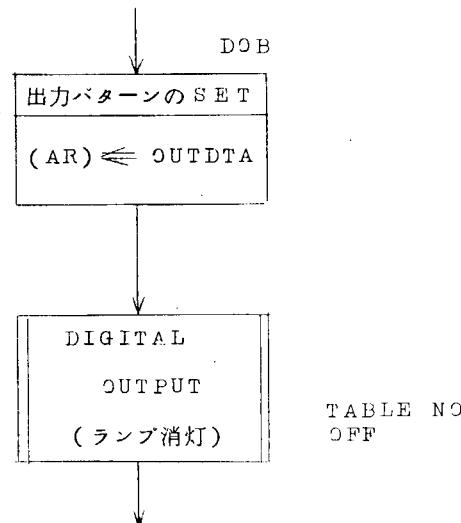
(1) インデックス  $i$  のセット



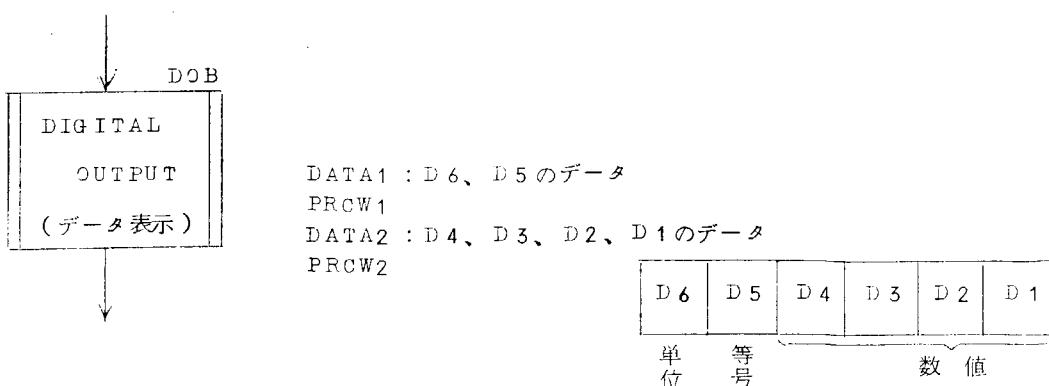
(2) フラグの特定ビット・チェック



(3) デジタル出力 (A)



(4) デジタル出力 (B)



2. 自由様式リストの参考例

(参考資料2-1) プロセスI/O割付表(インターフェース割付表)

RTC アドレス表	
B	B U S
Y	Y - DEVICE
X	X - DEVICE

TYPE	B	Y	X	TYPE	B	Y	C	TYPE	B	Y	C	TYPE	B	Y	C
0				0				0				0			
1				1				1				1			
2				2				2				2			
3				3				3				3			
4				4				4				4			
5				5				5				5			
6				6				6				6			
7				7				7				7			
8				8				8				8			
9				9				9				9			
10				10				10				10			
11				11				11				11			
12				12				12				12			
13				13				13				13			
14				14				14				14			
15				15				15				15			

TYPE	B	Y	X	TYPE	B	Y	X	TYPE	B	Y	X	TYPE	B	Y	C
0				0				0				0			
1				1				1				1			
2				2				2				2			
3				3				3				3			
4				4				4				4			
5				5				5				5			
6				6				6				6			
7				7				7				7			
8				8				8				8			
9				9				9				9			
10				10				10				10			
11				11				11				11			
12				12				12				12			
13				13				13				13			
14				14				14				14			
15				15				15				15			

(参考資料2-2) メッセージリスト

No	項目名	計器略号	計測範囲	単位	データ名	スケール	印字形式	SM	データ名	スケール	印字形式	SM	データ名	スケール	印字形式	SM	備考

SM : 瞬時値 I

平均値 M

積算値 S

No.	DATA NAME	FORMAT	ADDRESS		REMARKS
			RECORD NO.	WORD NO.	
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
A					
B					
C					
D					
E					
F					
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
A					
B					
C					
D					
E					
F					

参考資料 2-3 (b) メモリーアドレス表

記号	名 称	記号	名 称	記号	名 称	記号	名 称	記号	名 称
0_00		32_20		64_40		96_60			
1_01		33_21		65_41		97_61			
2_02		34_22		66_42		98_62			
3_03		35_23		67_43		99_63			
4_04		36_24		68_44		100_64			
5_05		37_25		69_45		101_65			
6_06		38_26		70_46		102_66			
7_07		39_27		71_47		103_67			
8_08		40_28		72_48		104_68			
9_09		41_29		73_49		105_69			
10_0A		42_2A		74_4A		106_6A			
11_0B		43_2B		75_4B		107_6B			
12_0C		44_2C		76_4C		108_6C			
13_0D		45_2D		77_4D		109_6D			
14_0E		46_2E		78_4E		110_6E			
15_0F		47_2F		79_4F		111_6F			
16_10		48_30		80_50		112_70			
17_11		49_31		81_51		113_71			
18_12		50_32		82_52		114_72			
19_13		51_33		83_53		115_73			
20_14		52_34		84_54		116_74			
21_15		53_35		85_55		117_75			
22_16		54_36		86_56		118_76			
23_17		55_37		87_57		119_77			
24_18		56_38		88_58		120_78			
25_19		57_39		89_59		121_79			
26_1A		58_3A		90_5A		122_7A			
27_1B		59_3B		91_5B		123_7B			
28_1C		60_3C		92_5C		124_7C			
29_1D		61_3D		93_5D		125_7D			
30_1E		62_3E		94_5E		126_7E			
31_1F		63_3F		95_5F		127_7F			

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00											00						00											00																				
10											10						10											10																				
20											20						20											20																				
30											30						30											30																				
40											40						40											40																				
50											50						50											50																				
60											60						60											60																				
70											70						70											70																				
80											80						80											80																				
90											90						90											90																				
A0											A0						A0											A0																				
B0											B0						B0											B0																				
C0											C0						C0											C0																				
D0											D0						D0											D0																				
E0											E0						E0											E0																				
F0											F0						F0											F0																				

參考資料 2-4 (b) MEMORY 割付表 (DRUM MAP)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0 0																
1 0																
2 0																
3 0																
4 0																
5 0																
6 0																
7 0																
8 0																
9 0																
A 0																
B 0																
C 0																
D 0																
E 0																
F 0																
0 0																
1 0																
2 0																
3 0																
4 0																
5 0																
6 0																
7 0																
8 0																
9 0																
A 0																
B 0																
C 0																
D 0																
E 0																
F 0																

3. プログラム作業基準WGの作業範囲についてのアンケート結果

昭和44年12月11日  
S R 106コンピュータシステム分科会 プログラム作業基準WG.

項目	回答社 (アイエオ順)	石川 佐世保 播重	川 佐世保 立重	住 立造	日 住重	鋼 立造	三井 住重	管 三井造	三菱 住重	電 東電	芝 電	沖 日電	電 日電	富士通	富士電	北辰	三菱電	合 計	御 意見
● ● ●	(●●●)																		(●●●)

1. 便覧・作業手引書的なものの統一

種類の明確化	SYSTEM FLOW CHART	(●要 ◇保留 ×不要)																	
		○	○	○	△	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○
	OPERATION FLOW CHART	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○
	PROCESS FLOW CHART	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	GENERAL FLOW CHART	○	△	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	DETAIL FLOW CHART	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

項目	回答会社 (アイウェオ順)	石川重播	川佐重播	住世保	日立造	三井重	三菱重	日電	富士通	日立	東芝	沖電	鋼管	三井造船	川佐重播	日立造	住世保	日電	富士通	北辰	三菱重	合計	御見	
種類の明確化	MACHINE FLOW CHART	△ △ ○ ○ △ △ × △	○ ○ ○ ○ △ △ × △	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	×	×	×	×	×	○	×	○	×	×	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
定義	(その他) SUMMARY TIME CHART (NKK)	○													○ 1	△ 1	×							
各フローチャートに対する統一名称	プロセスコントロールプログラム作成する上で、どういう形式のフローチャートが必要とするか定める。	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
各フローチャートの定義		○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

同一項目であると考るシステムフロー、プロセスフローなど曖昧に使われている、明確にすべきだ。

○機種によって相当異なると思われるのでもしろプログラム・ロジック説明書のような形で基準化した方がよいかも知れない  
(北辰)  
○どのような計算式によつて計算しているか、優先順位はどうかをシステムフローチャートで規定する方式を考慮する(日電)  
○対象によっては必要かも知れないが、一般的には仕様(技術的な特性を含む)でよいと思われる(三井)

○オペレーションまたはプロセスフローに含まれませんか(佐)(沖)  
○デイテールフローチャートとの区別がつかづかしいのではないか  
(沖)  
○デイテールフローチャートでは記憶単位で表現するのであえてマシンフローチャートを必要とする理由はない(富士通)  
○時間の流れについて、オペレーション・プログラム、プロセスI/O周辺izer、がどのように働くかの概略(NKK)

○JIS原案にもとづいた名称を用いる。  
まとめてプロセスコントロールプログラム、フローチャート作成基準としてはどうか(北辰)

項目	回答会社 (アイエオ順)	見															
		石川住重	川井住重	三井重電	三菱電機	北辰	富士通	日立電機	日芝電機	東芝電機	日电	钢管	銅管	日立造	住重	世保重	川佐重
各フローチャートで表現しなければならない内容を規定する		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
各フローチャートについて例題を示し、各フローチャートの作成方法、作成上の注意等を解説する。													○	○	○	○	

2. 作成資料の様式統一

I/Oリスト	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
													○	○	○	○	○
プロセス I/O割付け表	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ロギングリスト	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
メモリーアドレス表	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	△	○	○	○

○このフォーマットについてはコンピュータメーカー各社とも異なるのでエイリアリストのようだ、転送方式、デバイス、先頭アドレス、語数 etc に分類したリストにすればと思います(ワード単位でなくて) ( 日立造 )  
○一般的でない ( NKK )

○むしろログシートも何種類かで統一する方向が良くはないか ( 北辰 )

○相対的な記述が望ましいと思われる ( 三井 )  
○ 様式 10 、 11 の表の使用法がはつきりしない ( 富士通 )  
○ 初期値をセットするモジュール名とその値、更新するモジュール名を入れる ( NKK )

項目	回答会社 日 (アイウエオ順)	川佐 石世 播重	住 立 造 重	日 冲 電 造	銅 三井 芝 電	日 電 電 芝	北 富 通 電	三菱 電 電 芝	合 計	御 意 見
----	--------------------	----------------	------------------	------------------	-------------------	------------------	------------------	-------------------	--------	-------------

メモリー割付け表									○ 12 △ 1 × 1	○ 従来の計算機の使用の仕方からすれば必要かも知れぬが、制御用といえどもオペレーティングシステムの発達している折からメカのそれに任せ必ずしも統一する必要はないかもしない (北辰)
アプリケーションプログラムリスト									○ 14 △ 1 × 1	○ プログラムの STATUS も記入 ( N K K ) ○ プロセス・プログラムのことと思われるが当然必要、プログラム NO というのがわからぬが、むしろ Priority level とか task NO などの方が良くはないか (北辰)
(その他) プログラムレベル(割込)一覧表(日立)									○ 1	
(その他) 端子盤アドレス表( N K K )									○ 1	○ 入出力接点とターミナル NO との関係
3. 標準(推奨)システムの提示										

汎用性のあるサブルーチンの仕様 決定									○ 9 △ 5 × 1	○ ハードウェアの制限、少なければよい (三井) ○ 仕様の範囲に問題がある(特にハードで制限される部分)(沖) ○ コンバイラ、アセシブ・ラ・レベルで使用可能など(富士通) ○ 機種によつて相当にやり方が異なるのでつかしいのではないか 特に I / O などのハードウェアとしての原則仕様なら話は別 (北辰)
-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	-------------------	--

#### 4. その他御希望される基準

- 主な CODING SYMBOL の統一標準化。(佐)
- FILE CHART の種類が多くなつてもかえつて混乱を起すのではないでしょか。(佐)
- 上記の各 FILE CHART の必要性はわかるが、さればとあまり多すぎるとかえつて情報が完全に伝わらない。したがつてもう少し数をしきつて、その内容を規制してはどうか(北辰)
- 完成図書、いわゆるドキュメントに関する全体的な構成、作成基準を明確化されたり、今回のアンケートもその一環となるが、例えばプログラムロジック説明書、仕様書などの基準も明確化されたらよい。(北辰)
- JIS の推薦規格およびそれにとづいて作成された JIS 原案に抵触する部分があるので手直しをする必要がある。
- 将来、電子計算機による流れ図の自動作成、すなわち機械打ちを行なう場合に混乱を招くおそれがある。

## 2.3 仕様書作成基準

### 2.3.1 まえがき

当ワーキング・グループでは、船用コンピュータ・システムの仕様書を作成する際の基準として、仕様書に記載すべき仕様項目を決定し、その仕様項目について解説や船用として、特に考慮すべき事項を記述した。

仕様書の記載事項は、コンピュータシステムの注文方法（特にソフトウェアの注文範囲）によつて異なるが、ここではコストに関係する事項を重点的にとりあげ、その他の詳細仕様は打合せ等によるものとした。

### 2.3.2 船用コンピュータシステム仕様書

船用コンピュータシステムの仕様書の記載内容は次のとおりである。

#### (i) 環境条件と信頼性

##### (1) 環境条件

船用コンピュータシステムの環境条件は次のとおりである。

(1) 温 度	°C ~ °C
(2) 湿 度	% ~ %
(3) 振 動	
(4) 動 摆	度
(5) 定 傾 斜	横 度 縦 度
(6) 衝 撃	G
(7) 電 源 変 動	電 壓 周波数
(8) 塩 分	
(9) そ の 他	

##### (2) 信 頼 性

造船所と打合せのこと。

#### (ii) 中央処理装置

##### (1) 主記憶装置

(1) 台 数	台
(2) メモリの種類	
(3) サイクルタイム	μS
(4) メモリ容量	K語
(5) 記憶保護方式	

##### (2) 演算制御装置

(1) 台 数	台
(2) 語 長	ビット
(3) 演算速度	加減算 μS
(4) 乗除算機能	要 否
(5) 倍長演算機能	要 否
(6) 自動割込	割込レベル レベル 割込点数 各レベル 点
(7) タイマ	

(3) 入出力制御装置

(1) 方式	
(2) 転送速度	
(3) チャネル数	

(ii) 補助記憶装置

(1) 台数	台
(2) メモリ種類	
(3) メモリ容量	K語
(4) アクセスタイム	m s
(5) 記憶保護方式	

(iv) プロセス入出力装置

各入出力点数は、下記のとおりである。

各点の仕様は次の入出力リストに記載する。

種類	点数
アナログ入力	点
デジタル入力	デジタル 点 パルス 点
割込入力	点
アナログ出力	点
デジタル出力	点

アナログ入力リスト

系統	No.	入力項目		入力特性					備考
		名称	略号	種類	信号範囲	A-D変換器	スキヤン周期		

デジタル入力リスト

系統	No.	項目		種類	信号レベル	取込方式	スキヤン周期	備考
		名称	略号					

割込み入力リスト

No.	レベル(割込先)	項目	発信器	発信器出力	備考

アナログ出力リスト

系統	No.	項目		出力仕様				受信器		備考
		名稱	略号	種類	信号レンジ	出力周期	D-A変換器	種類	入力インピーダンス	

デジタル出力リスト

No.	項目	出力仕様				備考
		種類	信号レベル	出力方式	出力周期	

(V) コンソール入出力装置

(1) 紙テープ読み取り機

(1) 台数	台
(2) 方式	
(3) 読取り速度	字/秒
(4) 使用テープ	8単位、12単位

(2) 紙テープ入出力付タイプライタ

(1) 台数	台
(2) 印字速度	字/秒
(3) 一行の字数	

(3) 紙テープせん孔装置

(1) 台 数	台
(2) せん孔速度	字／秒
(3) 単位数	8単位、 12単位

(V) 運転員用入出力装置

(1) 出力タイプライタ

(1) 台 数	台
(2) 型 式	
(3) キヤリッジ長	
(4) 印字速度	字／秒
(5) 1行の字数	
(6) 活字の種類	
(7) 印字間隔	
(8) 印字用紙	

(2) CRT

(1) 台 数	台
(2) 表示字数	
(3) 表示文字種類	
(4) 画面大きさ	
(5) 機能	

(VII) その他の周辺装置

(1) 電源装置

コンピュータの許容範囲内の電源を供給するため、次の電源装置を装備する。

型 式	KVA
容 量	
電 源 変 動	電圧 : V 土 %
	周波数 : HZ 土 %
船 内 電 源	電圧 : V
	周波数 : HZ

(2) 空調装置

コンピュータ室内に空調装置を設け、環境条件を緩和させ、次の状態を保持する。

温 度

湿 度

(VIII) ソフトウェア支給範囲

ソフトウェアについて、コンピュータメーカーの支給範囲は、下記のとおりとする。

なお、システム・ソフトウェアは下記のプログラムを支給すること。

プログラム名称	支給範囲		備考
	造船所	製造所	
(1) モニタログラム			
(2) 言語処理プログラム			
(3) ライブライアリ			
(4) ユーティリティプログラマム			
(5) アプリケーションプログラム			

(ix) 支給範囲と工事区分

コンピュータシステムを構成する装置および工事用材料および部品に関する支給範囲および関連工事区分は下記のとおりとする。

項目	支給範囲(工事区分)		備考
	造船所	製造所	
1. システム構成装置			
1) 中央処理装置			
2) 補助記憶装置			
3) プロセス入出力装置			
(1) アナログ入出力装置			
(2) デジタル入出力装置			
(3) リレーポックス			
4) コンソール入出力装置			
(1) 紙テープ読み機			
(2) 紙テープ入出力付タイプライタ			

項 目	支給範囲(工事区分)		備 考
	造 船 所	製 造 所	
(3) 紙テープせん孔装置			
5) 運転員入出力装置			
(1) 出力タイプライタ			
(2) 入出力用コンソール			
(3) C R T			
2. 電源装置および分電盤			
1) 電源装置			
(1) 電動発電機			
(2) 同上付属装置			
または			
(1) 静止型電源装置			
2) 分電盤			
(1) 船内電源分電用			
(2) 2.-1) 電源分電用			
3. 電線・配線工事材料および接続箱			
1) 電線			
(1) システム構成装置			
{ 1-1 ) ~ 5 ) } 相互間用			
(2) 分電盤 { 2-2 ) ~ (1) および (2) } と システム構成装置 { 1-1 ) ~ 5 ) } 間 用			
(3) 総合接続箱			
{ 3-3 ) } とプロセス入出力装置			
{ 1-4 ) } 間用			
(4) その他の外部配線用			
2) 配線工事材料			
3) 総合接続箱			
4. 配線工事および結線工事			
1) 配線工事			
(1) システム構成装置			
{ 1-1 ) ~ 5 ) } 相互間			
(2) 分電盤 { 2-2 ) ~ (1) および (2) } と システム構成装置 { 1-1 ) ~ 5 ) } 間			

項 目	支給範囲(工事区分)		備 考
	造 船 所	製 造 所	
(3) 総合接続箱{3-3}とプロセス 入出力装置間			
(4) その他の外部配線			
2) 結線工事			
(1) システム構成装置 {1-1}~5}結線			
(2) 分電盤{2-2}-(1)および(2)の 出力側結線			
(3) 総合接続箱{3-3}のプロセス 入出装置側結線			
(4) その他の結線			

(X) 予 備 品

コンピュータシステムを構成する装置に対する予備品は下記のとおり支給のこと。(数量は参考を示す。)

項 目	数 量	備 考
1. 一 般		
1) ヒューズ	常用数と同数	
2) 表示灯の電球 {除3-2)項}	常用数と同数	
3) 表示灯のレンズ	同種10個またはその 端数ごとに1個	
4) ファン類	各種1台	
2. コンソール入出力装置および運転員 用入出力装置用		
1) 機械部分	各種1組	
3. プロセス入出力装置用		
1) フィルタ	常用数と同数	
2) 計数表示管	同種10個またはその 端数ごとに1個	
3) リレー	同種20個またはその 端数ごとに1個	
4) スイッチ類	同種10個またはその 端数ごとに1個	

(X) 付 属 品

コンピュータシステムを構成する装置に対する付属品は下記のとおりとする。(数量は参考を示す。)

項 目	数 量	備 考
1. 測定治工具		
1) 試験用パッケージ アダプター	各種1組	
2) シンクロスコープ ( I C回路観測可能なもの )	1台	
3) 専用テスト	1台	
2. コンソール入出力装置および運転員用入出力装置用		
1) テープレリーサおよびテープワ インダー ( いずれも手動式 )	1組	
2) タイプライタリボン		
(1) 黒リボン	常用数の2倍	
(2) 赤リボン	常用数と同数	
3) ログシート	各種1ヶ年分	

(XI) 試 験 検 查

下記の試験検査を考慮すること。

- (1) ハードウェアメーカ試験
- (2) ソフトウェアメーカ試験
- (3) ハードウェア据付再現試験
- (4) 総合テスト
- (5) モニタラン

(XII) 提 出 図 書

次の図書(和文、英文)を提出すること。

図 書 名	部 数
1) マニュアル一式	
2) システム仕様書	
3) ハードウェアシステム仕様書	
4) ソフトウェアシステム仕様書	
5) モニタシステム説明書	
6) ハードシステム系統図	
7) パッケージ実装図	
8) 取扱説明書、保守説明書	
9) システム・ソフトウェア取扱説明書	
10) アプリケーション・ソフトウェア取扱説明書およびゼネラルフロー・チャート	
11) アプリケーション・ソフトウェアディテイルドフロー・チャートおよびプログラム・リスト	
12) 据 付 資 料	

### 2.3.3 船用コンピュータ仕様書 解説

#### (i) 船用コンピュータの環境条件と信頼性

##### (1) 環境条件

船舶に搭載するコンピュータシステムは、船舶特有の環境条件に十分耐えるものでなければならない。

現在、主要船級協会の機関室無人運転に関する規則において、制御用機器に対して要求している環境条件は、

表2.3-1のとおりである。この環境因子の中で、温度、湿度については空調および湿調装置を設けて、また電源変動に対しては専用発電機や自動電圧調整器（AVR）を装備して、環境条件をゆるめることができる。しかし、振動、動搖、傾斜等については、コンピュータ・システム側にて対策をたてる必要がある。

##### (2) 信頼性

信頼性を判定するのに、よく使用されるものにMTBF（故障間平均時間）と稼動率がある。MTBFや稼動率の値は、システムのどの範囲までを含めたものであるかを明確にしておく必要がある。

この信頼性については、コンピュータの注文仕様書で指定しても、コンピュータメーカーとしては、保証することはむつかしいことであろう。現在のコンピュータの性能を把握した上で、目標の稼動率が得られるようシステム設計で考慮すべきである。

船用コンピュータとしては、信頼性をあげるために次の点が要求される。

- (i) 船の航海中は保守が困難であり、また、きびしい環境であるので、MTBFはきわめて高いことが望ましい。  
このためには信頼性の高い部品を余裕をもたせて使用し、部品数を少なくすることが大切である。しかし、部品数を少なくすることは、システムの処理速度、能力、融通性などが落ちることであり、どこで妥協するかが問題である。
- (ii) 航海中の故障は避けないので、故障の予防と発見が容易にできるような機能を備えており、修理がはやすく、また簡単にできること。
- (iii) 万一の故障に備えて、フェイルセイフ（Fail safe）の手段が講じられるよう診断、保守、修正、バックアップなどのプログラムを用意しておくこと。

#### (ii) 中央処理装置

##### (1) 主記憶装置

命令を1語ずつ演算装置へ与えたり、演算結果を格納したりするもので下記の仕様が重要である。

###### (i) メモリ素子

コアメモリ

ドラムメモリ

ワイヤメモリ

###### (ii) サイクルタイム

コアメモリやワイヤメモリのごとく、破壊読み出しメモリにおいて読み書きに要する時間

###### (iii) メモリ容量

ワード単位で表わす。

###### (iv) 記憶保護

一時的にリードオンリーにする機能で、ワード単位、ページ単位、ブロック単位などの方式がある。

##### (2) 演算制御装置

記憶装置よりの命令を解読して、演算処理をするもの

###### (i) 語長

何ビットで1語となるか

表2.3-1 主要船級協会の環境条件に対する要求

	N K - M O (日本海事協会)	N V - E · O (ノルウェー船級協会)	L R (英國ロイド船級協会)	A B S (アメリカ船級協会)	B V (フランス船級協会)
温 度	機関室 0 ~ 50 °C その他監視室 0 ~ 45 °C	45 °C - 100 時間あるいは55 °C - 50 時間で損傷しない。 55 °C - 6 時間の温度テストで損傷しない。	0 ° ~ 45 °C	50 °C 機関室 40 °C その他	50 °C で氷結、70 °C、1時間で不可逆的に損傷しないこと。空調内で10 °C 低くてもよい。-10 °C で劣化しない。
湿 度					50 °C - 70 %、23 °C - 飽和で影響ないように保証する。
振 動	1 Hz ~ 10 Hz までは 10 Hz ~ 60 Hz までは ( f は振動数 Hz )	2.5 Hz の振動に耐える 片振巾 1.5 mm 片振巾 $150/f^2$ mm	0 ~ 14 Hz で 1.27 mm	影響を受けぬこと。	0 ~ 2.5 Hz で 2 mm の全振巾
摇 摆	± 2.5 度、周期 1 秒			影響を受けぬこと。	± 2.5 ° のローリング。1 G の加速度を有するピッチングを含む船体運動
定 傾 斜	横 15 ° 縦 10 °		任意方向に 2.5 °		
衝 撃			衝撃に耐えうること。		
電 源 変 動	定常時 電圧 +6 % -10 % ; 土 20 % 周波数 ; 土 5 % 但し定常時の電圧、周波数の変動は同時に起らぬものとする。	瞬時 電圧 +10 % -15 % ; 土 20 % 周波数 ; 土 10 %、3 秒	定常時 電圧 +6 % -10 % ; 土 20 % 周波数 ; 土 5 % ( 電圧と同時 ) ; 土 10 %	電圧 ; 土 10 % } 定常時 周波数 ; 土 5 % } 瞬時変動に対しても正常に作動のこと。	電圧 ; +10 %、-15 % } 周波数 ; 土 5 % } 電圧 ; 土 20 % } で 2 秒保証 周波数 ; 土 10 % }
塩 分					塩分のある湿気に対して考慮すること。
そ の 他	昭和 44 年 9 月 制定	1966 年 制定	1970 年 2 月 1 日 制定	1968 年 3 月 制定	1968 年 3 月 制定
備 考					

倍語長についても記載

バイト形式の場合何バイトで1ワードか

(1) 命令数

基本命令数

拡張命令数

(2) 演算速度

各命令の実行時間、アドレス方法によつて異なる。

(3) アドレス方式

アドレス指定法およびインデックスレジスタの数

(4) 優先割込

割り込みレベル数と割り込み要因数ハード処理とソフト処理の分担範囲

(5) タイマ

内蔵ハードウェアタイマの有無

分解能、個数

(6) 入出力制御

情報の入出力制御を行うもの

(1) チャネル数と同時処理性

(2) 方式

サイクルスチール制御か

プログラム制御か

(3) 転送速度

(4) 転送最大語数

(5) 転送チェック機能

(7) 電源

中央処理装置の電源

(1) 必要電圧、変動、電力

(2) 投入電流の大きさと時間

(3) 停電保護と復電時処置

(8) 補助記憶装置

主記憶装置の容量不足を補うもので一般に安価で大容量、長い読み出し時間が特徴である。

回転部分、可動部分を持つので、振動、傾斜、衝撃に注意

(1) メモリ種類

ドラム

ディスク

(2) メモリ容量

(3) 記憶単位、転送単位

バイト、ワード、ブロック、セクタ、トラック毎の記憶か、転送か

(4) アクセスタイム

平均アクセス時間、シーク時間

最大アクセス時間　　シーク時間

ディスクの場合のアーム移動時間

(5) 記憶保護

(ii)(1)の(=)に同じ

(V) プロセス入出力装置

プロセスの各種信号を中央処理装置で直接扱うための入出力装置で、適用プロセスにより構成が多様で、しかも直結されているため高信頼性が要求される。

以下の点が一般的な注意事項となる。

(1) 部分的な故障に対する処置

(a) 耐雑音性

(b) 信号線の配線および接続条件

(1) アナログ入力装置

アナログ入力電圧または電流をデジタル値に変換し、中央処理装置におくるもので、次のユニットから構成される。

(a) ターミナルユニット

信号線をつなぐ端子で、電流入力の場合電圧に変換される。ノーマル・モード雑音を除去するため、フィルタのつけられることもある。

(b) アナログ入力選択ユニット

アナログ入力点を走査して、入力を切換える。

素子としては

ワイヤスプリングリレー

リードリレー

F E T

などがあげられ、走査速度、入力電圧範囲、直線性、入力点数が仕様の重点である。

(c) アンプユニット

低レベル入力を A/D 変換ユニットが変換できるレベルまで増幅する装置で

コモンモード・ノイズ・リジェクション比

利得（切換え可か）

周波数特性

ドリフト温度係数

入出力インピーダンス

が仕様の重点である。

(d) A-D 変換ユニット

アナログ入力電圧を量子化してデジタル値に変換する装置で、積分型と逐次比較型がよく用いられる。

仕様の重点は

入力電圧範囲

変換速度

精度

入力インピーダンス

である。

## (2) ディジタル入力装置

ディジタル入力は状態入力、パルス列入力、割込入力に分けられる。

### (1) ディジタル入力ユニット

入力ユニットは、入力信号の形で分類されている。

仕様の重点は下記のとおりである。

読込速度

入力電圧レベル

入力インピーダンス

入力点数

### (2) ディジタル入力選択ユニット

ディジタル入力を出力に切換えて、バス方式で読むときに使われる。

走査速度

これは(1)の読込速度に含まれることがある。

## (3) アナログ出力装置

中央処理装置から出力されるディジタル・データをアナログ信号に変換して、分配する装置である。

次のユニットから構成される。

### (1) アナログ出力バッファユニット

### (2) D-A変換ユニット

方式としては梯子形がよく使われ、出力は電圧と電流がある。

出力範囲

変換速度

精度

負荷抵抗

正確度

が仕様の重点である。

### (3) アナログ出力分配ユニット

分配速度

直線性

## (4) ディジタル出力装置

中央処理装置からディジタルデータをディジタル出力し、その形式はコンタクト、コード、電圧に分けられ、時間から分けると、保持型と常時0で1出力を一定時間発生する瞬時型がある。

### (1) ディジタル出力基本ユニット

### (2) ディジタル出力ユニット

素子としては

リードリレー

トランジスタ

がよく用いられる

出力点数

保持型か瞬時型か

接点容量

## 分配速度

等を指示する。

### (V) コンソール入出力装置

#### (1) 紙テープ読取り機

紙テープを読取り、中央処理装置に転送する装置で機械式と光電式がある。

仕様の重点は

読み取り速度

使用テープの単位数

テープ終端検出機構

等である。

#### (2) 紙テープ入出付タイプライタ

紙テープ読取り、せん孔機構つきのタイプライタで、仕様の重点は

印字、読み取り、せん孔速度

収容活字数

一行の最大印字可能字数

使用テープ単位数

である。

#### (3) 紙テープせん孔装置

仕様の重点は

せん孔速度

使用テープ単位数

で、通常供給テープリール機構つきである。

### (VI) 運転員用入出力装置

#### (1) 出力タイプライタ

主として、データロギング用に使われるタイプライタで、印字に従つてプラテンの移動する方式と活字機構の移動していく方式がある。これを形式として、タイプバー型式、シリンドラ型式、タイプボール型式、タイプバレット型式等と呼んでいる。

仕様の重点は

キャリッジ長

印字速度

1行の字数

収容活字の種類

印字間隔

印字用紙

である。

#### (2) C R T

C R T ( Cathode Ray Tube ) 上に文字、記号、図形等を表示する装置で、文字を主としたものをキヤラクタ・ディスプレイ、図形を主としたものをグラフィク・ディスプレイといいう。

通常この装置には文字、あるいは機能からなる鍵盤またはスイッチボードがついている。

仕様の重点はキヤラクタ・ディスプレイでは

表示字数

表示文字の大きさ

有効画面の大きさ

表示文字および記号の種類

機能

である。

#### (VII) その他の周辺装置

##### (1) 電源装置

船内電源では、変動が大きく、停電の可能性がある場合、コンピュータの許容範囲内の変動の少ない良質の電源を供給するため、専用の電源装置を設ける必要がある。また、停電対策として、バッテリー電源への切換えも考慮しておく必要がある。

##### (2) 空調装置

中央処理装置、補助記憶装置、プロセス入出力装置においては、特に温度、湿度、塩分、じんあい等に制限があるので、コンピュータ室をユニットクーラ等で空調し、外気と遮断する必要がある。

またユニットクーラの故障時も考慮し、居住区内エアコン用ダクトも装備する必要があろう。

#### (VIII) ソフトウェア支給範囲

ソフトウェアの作成は、造船所側とコンピュータシステム製作者側との技術レベル、能力などにより、いろいろな形態が考えられる。また、プログラムなどのドキュメンテーションにしても、その定義が判然としていない。製作分担を決定する際には、プログラムの定義はもちろんのこと、ドキュメンテーション様式についても明確に取り決めておく必要がある。

##### (1) モニタプログラム（あるいは管理プログラム）S エクゼクティブコントロールプログラムともいう）

制御対象からの種々様々な要求を優先順序をつけて能率よく処理し、入出力も機器の特性に従つてできるだけ無駄なく行なうと同時にコンピュータシステムの異常事態を検出し、処置する管理プログラムで、ハードウェアの機能をより有效地に發揮させるものである。

アプリケーションプログラムは、このモニタの詳しいことを知らなくても、プログラムを作ることができるのである。

ハードウェアの一部として、コンピュータメーカーが標準として製作しているのが普通である。

注意すべきポイントは

###### (イ) 入出力装置の制御

(ロ) アプリケーションプログラム（ユーザ・プログラム）との接続

(ハ) プログラムの優先処理

(ニ) タイマー制御

(ホ) 主記憶装置のオーバレイ

(ヘ) エラー処理

(ト) プログラム処理、チャネル制御などの待ち行列制御

(チ) システムの起動停止

(リ) オペレータのキーイン制御

(メ) テストアンドメインテナンスおよびダイアゴノース

(ル) 所要記憶容量

###### (2) 言語処理プログラム

アセンブリ、コンバイラなどをいい、プログラマが機械語を知らなくても、プログラミングが行なえるよう、よ

り人間の言語に近い表わし方をしたプログラムを、コンピュータが処理できるように機械語に変換するプログラムである。

対象としているコンピュータシステムにより異なる言語で書かなければならないプログラムを処理するものを、アセンブラーと定義しておく。

FORTRAN、COBOL、ALGOL、PL/I のごとく、如何なるコンピュータにも使える言語を処理して、対象としているコンピュータの機械語に翻訳するのがコンバイラである。

一般に、コントロールコンピュータは、記憶容量の縮減と処理時間の短縮のために、アセンブラ語を用いてプログラミングされるから使いやすいアセンブラーが望ましい。

注意すべきポイントとしては、

(1) バス回数

(2) アセンブル最大単位

(3) プログラム（デック、チエイン）の結合

(4) 上位言語との結合

(5) モニタとの結合

(6) リロケータブルか

(7) リエンタント可能か

(8) マクロ命令

(9) ユティリティプログラム

プログラム作成の際に使われるプログラムで、ラインプリンタ、カードリーダカードパンチ、磁気テープ装置など一般的な周辺装置間のデータ変換を能率よく行なうものである。コントロールコンピュータがコントロールを行なっている際は必ずしも必要としないが、プログラムの作成、変更などにはかかせないものである。

絶対に必要なものは

(1) トレーナ

(2) メモリダンプ

である。

(4) ライブライ（あるいはサービスプログラム）

四則演算以外の複雑な函数演算のためのプログラム、統計処理プログラム、数値変換プログラムおよび、制御用標準プログラムなどをいうが、標準化しているため、処理時間、記憶容量の点で、制御用として使う場合、取捨選択することが必要である。

(5) アプリケーションプログラム

モニタプログラム、ユティリティプログラムライブライは、一般にシステムソフトウェアと呼ばれ、コンピュータメーカーが製作して供給するが、これ以外のアプリケーションに密着したプログラムをアプリケーションプログラムという。

これは、コンピュータユーザが中心になつて作成するものであるが、入出力機器などハードウェア、システムソフトウェアに関係深いプログラムをコンピュータメーカー操作とか、ノウハウに関係する部分を、コンピュータユーザが作成するのが、通例である。

注意するポイントは

(1) プログラムの改変がやりやすいため。

(2) 考えられる異常処理をすべて含み、予想外の事態でプログラムループを作らないこと。

(3) いたずらに技巧を凝らしたものではなく、わかりやすいこと。

- (=) 处理時間が制御周期より十分小さいこと。
- (+) 他のプログラムとのリンクが完全なこと。
- (-) ドクメンテーションが完備されていること。

#### (IX) 支給範囲と工事区分

コンピュータシステムを構成する装置、工事用材料および部品、関連工事について造船所とコンピュータメーカーの所掌範囲をはつきりさせておく必要がある。以下に一般的な支給範囲と工事区分を示す。

##### (1) システム構成装置

###### (イ) 中央処理装置、補助記憶装置、プロセス入出力装置

中央処理装置、補助記憶装置、プロセス入出力装置は、システム構成の主体となり、製造所支給とする。補助記憶装置が他社製の場合も製造所支給となる。

リレーボックスはデジタル出力用リレーをデジタル出力装置と関連づけて製作する場合であるが、製造所支給とする。特定プラント制御用リレーボックスを必要とする場合は造船所支給とする。

###### (ロ) コンソール入出力装置

コンソール入出力装置は、製造所の標準的なソフトウェアと関連づけられているので、製造所支給となる。他製品の場合についても、補償工事についての窓口は、製造所に一本化する。

###### (ハ) 運転員用入出力装置

運転員用入出力装置の出力タイプライタおよび入出力用コンソールは、製造所の標準的なソフトウェアと関連づけられているので、製造所支給となる。

このうち入出力用コンソールについては、独立型として製造所が製作する場合と、他の制御用コンソール上に、本項目の部品を嵌込型パネルとし、これを組込む場合等が考えられるが、後者の場合にも原則として製造所支給とする。

CRTについては、製造所支給とするが、他社製品の場合に、購入上の便宜さを考慮し造船所支給の場合もある。

##### (2) 電源装置および分電盤

###### (イ) 電源装置

電源装置は船内電源のみでは質の良い電源が得られない場合に、本装置をシステム用に装備するもので、一般電気設備に準じて造船所支給とする。

###### (ロ) 分電盤

分電盤は造船所標準仕様により、造船所支給とする。

##### (3) 電線・配線工事材料および接続箱

###### (イ) 電線

① 図2.3-1コンピュータシステム構成図の※印の電線は、ここにあげた装置類が電算機室またはその近辺に装備され、使用される電線が比較的損傷をうけにくい場所に布設され、電線も、対より線、シールード線あるいは特殊の多芯線を用いるので、製造所推奨電線(または標準電線)を、製造所支給とする。なお接続用にコネクター使用の場合は製造所支給とする。

② その他の外部配線用電線は布設場所および用途に応じた船用電線を造船所支給とする。

###### (ロ) 配線工事材料

配線工事材料は原則として造船所支給とする。

製造所支給電線の配線工事材料として、特殊部品が必要な場合は製造所支給とする。

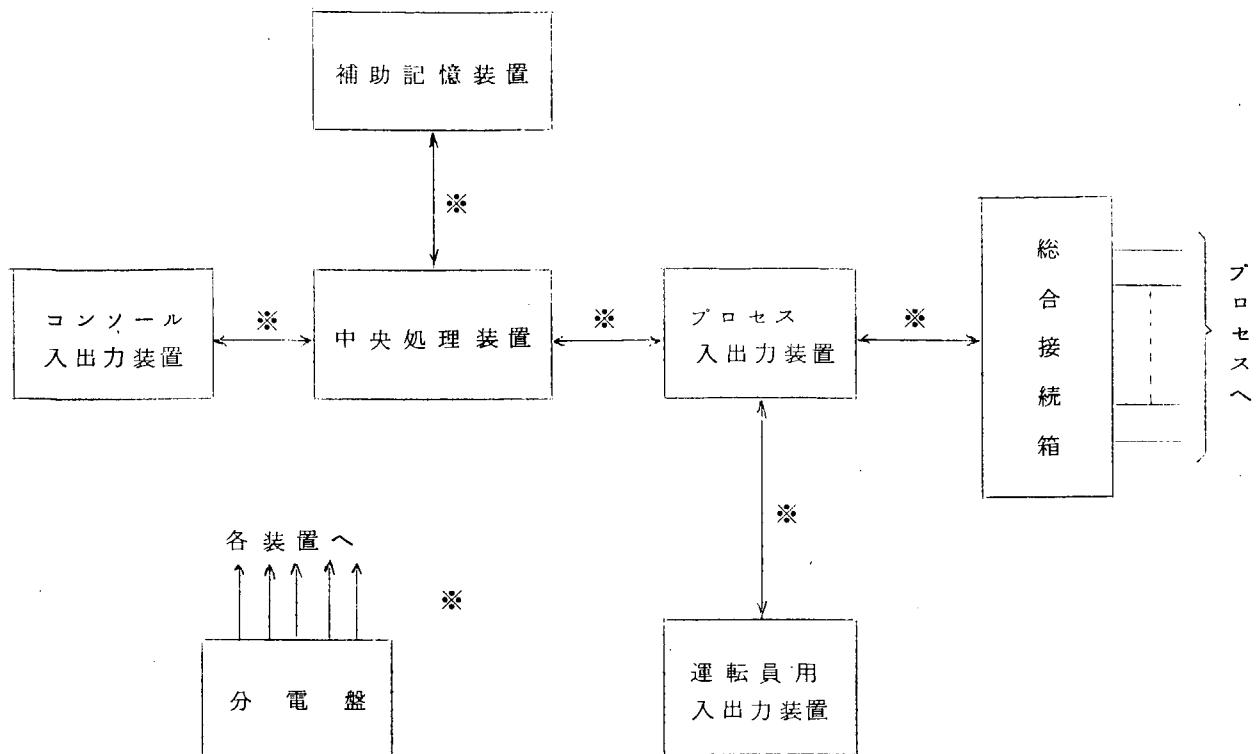


図 2.3-1 コンピュータシステム構成図

#### (1) 総合接続箱

総合接続箱は、船内の各センサーおよび各アクチュエータに配線されている船用電線（一部または全部）を本総合接続箱を経由して、プロセス入出力装置等に接続する。他の船内用接続箱とともに、造船所標準仕様により、造船所支給とする。

#### (4) 配線工事および結線工事

##### (1) 配線工事

① 図 2.3-1 コンピュータシステム構成図の※印については、電線布設場所の工事完了前に電線を造船所に納入し、配線工事を造船所にて行なう。

② その他の外部配線は船内配線工事の一部として造船所が行なう。

##### (2) 結線工事

① 図 2.3-1 コンピュータシステム構成図の※印の結線工事は、装置内電線接続方法および電線端末処理によく習熟した製造所の作業員により結線を行なう。

② その他の結線は、船内の一般結線工事の一部として、造船所が行なう。

#### （X）予備品

予備品の支給については、コンピュータシステムの信頼性、経済性とも関連するので、造船所と製造所との打合せにより決める必要がある。

#### （X1）付属品

##### (1) 測定治工具

測定治工具としては

##### (1) 試験用パッケージアダプタ

(ロ) シンクロスコープ (I C回路観測可能なもの)

(ハ) 専用テスト

が考えられるが、これは船上において、主として製造所の作業員により点検および調整に便なるためのものである。

(2) コンソール入出力装置および運転員用入出力装置用

(イ) テープリレーサおよびテープワインダー (手動式)

(ロ) タイプライタリボン 黒リボン、赤リボン

(ハ) ログシート

が考えられる。

#### (XII) 試験検査

システムの複雑さ、大きさにより試験検査のやり方は異なるが、下記を目やすに行なう。

(1) ハードウェアメーカ試験

ハードウェア仕様書どおりであること。

(2) ソフトウェアメーカ試験

コンピュータメーカ担当分のプログラム単独試験

(3) ハードウェア据付再現試験

船内に据付けてから電気的な外部との接続と、ハードシステムの再現

(4) 総合テスト

すべてのプログラムをいかし、プログラム相互間のテスト

(5) モニタラン

実際の運転を行ない、問題点をみつけ出す。

(3)まではコンピュータメーカ主体で行ない、(4)からは造船所側に引き渡す。

#### (XIII) 提出図書

コントロールコンピュータシステムの評価は、ドキュメンテーションによるところが多い。

製造所の提出する図面は、ソフトウェアの分担の仕方により異なるが、ソフトウェアをほとんど製造所で作成した場合には、下記のものが考えられる。

(1) システム仕様書

(2) ハードウェアシステム仕様書

(3) ソフトウェアシステム仕様書

(4) モニタシステム説明書

(5) ハードシステム系統図

(6) バッケージ実装図

(7) 取扱説明書、保守説明書

(8) システムソフトウェア取扱説明書

(9) アプリケーションソフトウェア取扱説明書およびゼネラルフローチャート

(10) アプリケーションソフトウェアディティルドフローチャートおよびプログラムリスト

(11) 据付資料