

(財)日本船舶振興会補助事業
“船舶の高度集中制御方式の研究”

研究資料 No. 106-5-2

船舶用コンピュータ・システム調査団
報 告 書

昭和44年11月

社 団 法 人
日本造船研究協会

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

正 誤 表

頁	行	誤	正
3	↓ 2	SR 106	SR-106
5	↑ 10	SR 106	SR-106
7(表)	25番目	米国 (図の右上に下記の文章を追加する。) (注) 図中の○印中の数字は、表Ⅱ-1 訪問先一覧の番号およびⅣ訪問先別調査報告の見出番号と一致する。 (図の右上に下記の文章を追加する。) (注) 図中の○印中の数字は、表Ⅱ-1 訪問先一覧の番号およびⅣ訪問先別調査報告の見出番号と一致する。 (Aquilon のコンピュータ・システムの概要・航法システムの項)	♪ ♪ (Queen Elizabeth II のコンピュータ・システム費用の項) £約 5.5 万円 (Taimyr のコンピュータ・システムの概要・航法システムの項) 船位確定 総合化された 性格上の 設計しそれ (NTNF のハードウェアの項、↓ 4 行目) Electron : K 社 (CERCI の対象システムの内容の項に下記の文字を追加する。) 船位推定 土第一期生 移行に 開発促進 密接な 目的通り 規制 デッカや それらの 船を修理 士第一期生 移行を 開発促進 密接な 目的通り 税制 削除 デッカとロランの 船で修理 (図 6-1、図の左下部の Performance Monitoring of Propulsion and Main Service Equipment と Standard Engineering Logs を分ける線(約 45° の傾きの線)を図の中央部より引く。) (フランス航海業会 教育機関を 確立されていいるが (図 15-2、右から 2 番目の上の枠)
		Comptor Memory 4 K 12 K	Comptor Memory 4 K } 12 K
31	↑ 13	土第一期生	士第一期生
32	↑ 2	移行に	移行を
39	↓ 16	開発促進	開発促進
々	↑ 15	密接な	密接な
40	↓ 2	目的通り	目的通り
々	↑ 9	規制	税制
44	↑ 7	デッカや	削除
々	↑ 6	それらの	デッカとロランの
46	↓ 18	船を修理	船で修理
64		(図 6-1、図の左下部の Performance Monitoring of Propulsion and Main Service Equipment と Standard Engineering Logs を分ける線(約 45° の傾きの線)を図の中央部より引く。) (フランス航海業会 教育機関を 確立されていいるが (図 15-2、右から 2 番目の上の枠)	
91	↓ 5	(フランス航海業会	(フランス航海学会
々	↑ 6	教育機関を	教育機関で
93	↓ 14	確立されていいるが	確立されているが
94			
127	↑ 21	SAVANNH	SAVANNAH
129	↓ 6	(Naval ship	(Naval Ship
151	↑ 17	DDP-316 を	H-316 を
184		(図 37-4、右から 1 番目より 4 番目までの枠の中) 216 K	256 K
々		(図 37-5、標題) Drafting	Drafting
201	↓ 6	APT (Automatically Program	APT (Automatically Programmed
202	↓ 15	failure	failure
々	↓ 21	(FOR)mula	(FOR)mula
206	↓ 4	Dual Licenses System	Dual Licenses System,
々	↓ 5	mono	Mono
々	々	(general Pro-	(General Pur-

目 次

序 運輸省船舶局長	1
(財)日本船舶振興会理事長	2
(社)日本造船研究協会 SR 106 部会長	3
I はじめに	5
1. 調査の背景	5
2. 調査団の名称	5
3. 調査の目的および期間	5
4. 調査団メンバー	6
II 訪問先	7
1. 訪問先一覧	7
2. 訪問先の所在	7
III 調査目的別概論	10
1. コンピュータ搭載船の動向	10
2. コンピュータ・システムの動向	15
3. 関連自動化機器の動向	19
4. システム・エンジニアリングの動向	23
5. 乗組員制度の動向（船舶の超自動化と船舶士）	31
IV 総論	38
1. 調査のとりまとめと考察	38
2. 今後とられるべき対策	39
V おわりに	41
VI 訪問先別調査報告	43
1. FINNHASA (フィンランド)	43
2. SSRF (スウェーデン)	47
3. AEG-SCHIFFBAU (西独)	49
4. AEG SELIGENSTADT (西独)	55
5. NTNF (ノルウェー)	57
6. FERRANTI (英国)	63
7. BSRA (英国)	67
8. SOLARTRON (英国)	71
9. EEC-AEI (英国)	73
10. IBM UK (英國)	78
11. SIM (英國)	80
12. DECCA (英國)	82
13. KELVIN HUGHES (英國)	88
14. フランス海事関係者 (フランス)	91
15. CERCI (フランス)	94

16. DAI (米国)	96
17. ESSO (米国)	100
18. ASA (米国)	104
19. RAYTHEON (米国)	105
20. DEC (米国)	110
21. IBM FISHKIL/PCUGHKEEPSIE (米国)	114
22. USMMA (米国)	117
23. USMA (米国)	122
24. NSRDC (米国)	129
25. IDI (米国)	133
26. MICHIGAN UNIVERSITY (米国)	136
27. CDC (米国)	138
28. UNIVAC (米国)	141
29. BOEING AUBURN/EVERETT (米国)	143
30. HONEYWELL (米国)	148
31. CM ² (米国)	152
32. IBM SAN JOSE (米国)	155
33. LITTON (米国)	158
34. MARTIN-DECKER (米国)	162
35. MARQUAROT (米国)	164
36. ITT (米国)	174
37. LOCKHEED-CALIFORNIA (米国)	182
38. III (米国)	186
39. SCRIPPS INSTITUTION (米国)	191
VII 附 錄	195
1. 訪問先関係者一覧表	195
2. 注 (用語集)	201

序

運輸省船舶局長

佐藤美津雄

船舶の高度集中制御方式（超自動化）の研究開発は、当局において昭和43年度から4ヶ年計画でとりあげ、強力に推進している重点項目であります。

(社)日本造船研究協会におかれても、同じく43年度から同研究に着手され、主として超自動化のシステム開発に従事して来られたところ、この程実船への適用システムの開発の見通しが立ち、これを一層より良いものとするために、海外における舶用コンピュータ・システムを中心とした諸調査を実施されたことは、誠に時期を得たものと喜びにたえません。

本調査の成果が大いに活用され、超自動化船の建造が一日も早からん事を期待する次第であります。

序

(財)日本船舶振興会 理事長

芥川輝孝

省力化と安全性の確保は今や時代の要請であります。

船舶の超自動化は船内労力の軽減、作業環境の改善、船舶の運航性能、安全性の向上、運航経済性の向上等を目指し、このためコンピュータ等の最新の技術を大幅に応用し、船舶に全く新しい制御システムを導入せんとするものであります。

これらの開発は、船主、造船所、関連メーカー全体の問題であり、これらの総力を結集してはじめて達成されるものであります。今回の海外調査によって、わが国の最優秀な関係者達は世界の最高水準の各種のデータを得られたことだと思いますが、これらのデータを基礎として、その上に創意を凝らし、わが国が世界に誇るに足る超自動化船を開発されるよう一層努力されることを希望して止みません。

序

(社)日本造船研究協会 SR 106 部会長

山 下 勇

本部会では、明日の技術である船舶の高度集中制御方式の技術開発を行なっている。この研究では、コンピュータの有効利用が一つの要になっている。

船舶の高度集中制御のためには、船内生活を含めた船全体をシステムとしてとらえ、システム・エンジニアリング+ヒューマン・エンジニアリングという角度から全体の最適化を求めることが大切である。このためにコンピュータが必要となり、結果として乗組員が減少すると言うパターンにならなければならないものと考える。

今回、研究の第2年度にあたり、われわれの研究が世界のどのレベルにあるかを調査するため、コンピュータ分科会が中心となって、船主・造船所等のメンバが共同で海外の実状を調査した。コンピュータの進歩を基幹とするこの種の技術の発展は速度が極めて早い。この報告書は、調査結果を卒直に報告したものである。

本調査の結果が、今後の発展にいささかなりとも寄与すれば幸である。

I はじめに

1. 調査の背景

運輸省船舶局は昭和43年4月コンピュータによる自動化を含めた船舶の高度の自動化（超自動化）を目的とした“船舶の高度集中制御方式の研究開発”計画を立案し、研究開発に着手した。

具体的には(社)日本造船研究協会(造研)にSR-106研究部会を設置して研究開発を進めている。同部会は航法システム、艤装システム、タービン・プラント、ディーゼル・プラント、コンピュータ・システムの5つの分科会で構成されている。

各分科会は鋭意システムの開発のため広範な研究に着手し、その成果の一部はすでに今年度より実用兼評価機器としてその開発が具体的に(財)日本舶用機器開発協会等においてとりあげられ、船主、造船所、機器メーカ、関係研究機関、諸団体が一体となり、システムの実現に努力を結集している。たとえば航法システム分科会では、航行衛星による船位測定システムの開発とそれを中心とした自動船位決定システム、また衝突予防システムの開発の例では従来のレーダ・システムに加えこれに相手船、目標物を自動的に認知する機能を与え、それらを自動追跡するシステム等の具体化が進行している。

このほか、他分科会においても船舶のトータル・システムとしての考え方を基礎において、システム構成機器の一部の試作に着手している。

一方、欧洲においては海運造船界を中心にコンピュータ搭載船の建造および計画が数多く紹介されている。また米国においては、NASAを中心とした航空・宇宙産業の成果をもとに、高度のシステム・エンジニアリングを背景にしたコンピュータ技術と関連電子技術の一般民需への応用分野が急速に進展しつつある。かかる現状にかんがみ、これらの技術レベルおよび内容を実地に調査し、本研究のシステムの仕様、性能等について比較検討し、船舶の超自動化への適用を研究する必要があった。

また超自動化船の実現に伴い、乗組員制度の動向も技術内容の検討の際の必要条件として調査の項目に加えた。

2. 調査団名称

舶用コンピュータ・システム調査団
(ZOKEN SR 106 Study Team)

3. 調査の目的と期間

3-1 目的

本調査団は、海外における船舶の自動化システム、関連自動化機器および広くコンピュータ・システムの調査を目的としたが、とくに下記項目に重点をおいて調査した。

コンピュータ搭載船の動向

コンピュータ・システムの動向

関連自動化機器の動向

システム・エンジニアリングの動向

乗組員制度の動向

3-2 期 間

昭和44年5月15日(木)～6月10日(火)の27日間

4. 調査団メンバ

コーディネータ	唐沢 康人	石川島播磨重工業(株)制御システム技術部長 SR-106 コンピュータ・システム分科会長および航法システム分科会 サブリーダ
アドバイザ	今村 宏	運輸省船舶局技術課補佐官
メンバ	綾 日天彦	三井造船(株)制御システム技術部長補佐 SR-106 コンピュータ・システム分科会委員
〃	服部 幸英	日本鋼管(株)造船監理部機械計算室課長 SR-106 コンピュータ・システム分科会委員
〃	川口 博	川崎重工業(株)造船事業部管理部電算企画課長 SR-106 コンピュータ・システム分科会委員
〃	塙中 勝	日立造船(株)造船基本設計部開発課係長 SR-106 航法システム分科会委員
〃	佐々田喜正	大阪商船三井船舶(株)工務部技監 SR-106 艤装システム分科会委員
〃	上田 一郎	日本郵船(株)海務部海務一課 SR-106 航法システム分科会委員
〃	米原 令敏	三菱重工業(株)船舶事業部船舶技術部次長 SR-106 ターピン・プラント分科会長
アシスタント	坂野 希	石川島播磨重工業(株)制御システム技術部 計算機制御技術担当課長 SR-106 航法システム分科会委員

(注) メンバ名はアルファベット順

表 II-1 訪問先一覧

II 訪問先

1. 訪問先一覧

歐州および米国における船舶の自動化システム、関連自動化機器およびシステム・エンジニアリングの研究開発および実用化を意欲的に実施している船主、政府機関、研究団体、メーカー等を訪問・見学し、関係者と意見および情報の交換を行なった。

訪問先は7ヶ国39ヶ所におよんだが、チームメンバがそれぞれ分担して精力的に日程を消化した。

訪問先一覧を表 II-1 に示す。

2. 訪問先の所在

今回の調査訪問先の所在を図 II-1 および図 II-2 に示す。

番号	訪問先			調査対象					備考
	国名	都市名	名称	コンピュータ 搭載船舶 の動向	コンピュータ システムの 動向	関連自動化 機器の動向	システム エンジニアリ ングの動向	組織制度の動向	
1	フィンランド ヘルシンキ スウェーデン ストックホルム	FINNHAUS			○				ヘルシンキにて面談
2	スウェーデン グーテボルグ	GSRF	○	○					ロンドンにて面談
3	西独 ハンブルク	AEG-SCHIFFBAU	○	○	○				
4	#	ゼーリゲン シュタット	AEG-SELIGENSTADT		○				
5	ノルウェー オスロ	NTHF	○	○				○	
6	英國 マンチェスター	FERRANTI	○	○			○		
7	#	ウオルズエンド	BSRA	○	○		○		ロンドンにて面談
8	#	アーンボロ	SODARTRON		○	○		○	
9	#	キッズクローブ	BECG-ABI			○			
10	#	ロンドン	IBM-UK					○	
11	#	#	S I M	○				○	
12	#	#	DECCA		○	○			
13	#	#	KELVIN HUGHES			○			
14	フランス パリ	フランス海事関係者	○	○				○	
15	#	#	CERCI	○	○			○	
16	米国 ニューヨーク	DAI					○		
17	#	#	ESSO	○	○	○		○	
18	#	ホボケン	ASA					○	
19	#	レキシントン	RAYTHEON		○	○			
20	#	マイナード	DEC	○	○			○	
21	#	IBM FISHKILL/ POUGHKEEPSIE					○		
22	#	キンカーブポイント	USMMA		○	○		○	
23	#	ワシントン	USMA		○	○	○	○	
24	#	カーデロンク	NSRDC				○		
25	米国 マウントキスコ	IDI				○			ワシントン郊外にて展示会見学
26	#	ミシガン ユニバーシティ	MICHIGAN UNIVERSITY					○	
27	#	ミネソタ ツーリズム	C D C		○		○		
28	#	#	UNIVAC		○		○		
29	#	シアトル	BOEING AUBURN/ EVERETTE					○	
30	#	#	HONEYWELL		○	○	○		
31	#	ジョンソン ビル	CM ²		○		○		
32	#	サンホセ	IBM SAN JOSE	○	○			○	
33	#	クントランビ ヒルズ	LITTON		○	○	○		
34	#	サンタ・アナ	MARTIN-DECKER			○			
35	#	サン・マイケルス サン・ヒルズ	MARQUARDT			○	○		
36	#	サン・フランシスコ	I T T		○	○	○		
37	#	バー・バンク	LOCKHEED CALIFORNIA					○	
38	#	ロスアンゼルス	I I I					○	
39	#	ラ・ホーラ	Scripps Institution	○					

(注) 訪問先は7ヶ国39ヶ所。

図 II-1 訪問先所在地図(欧洲)

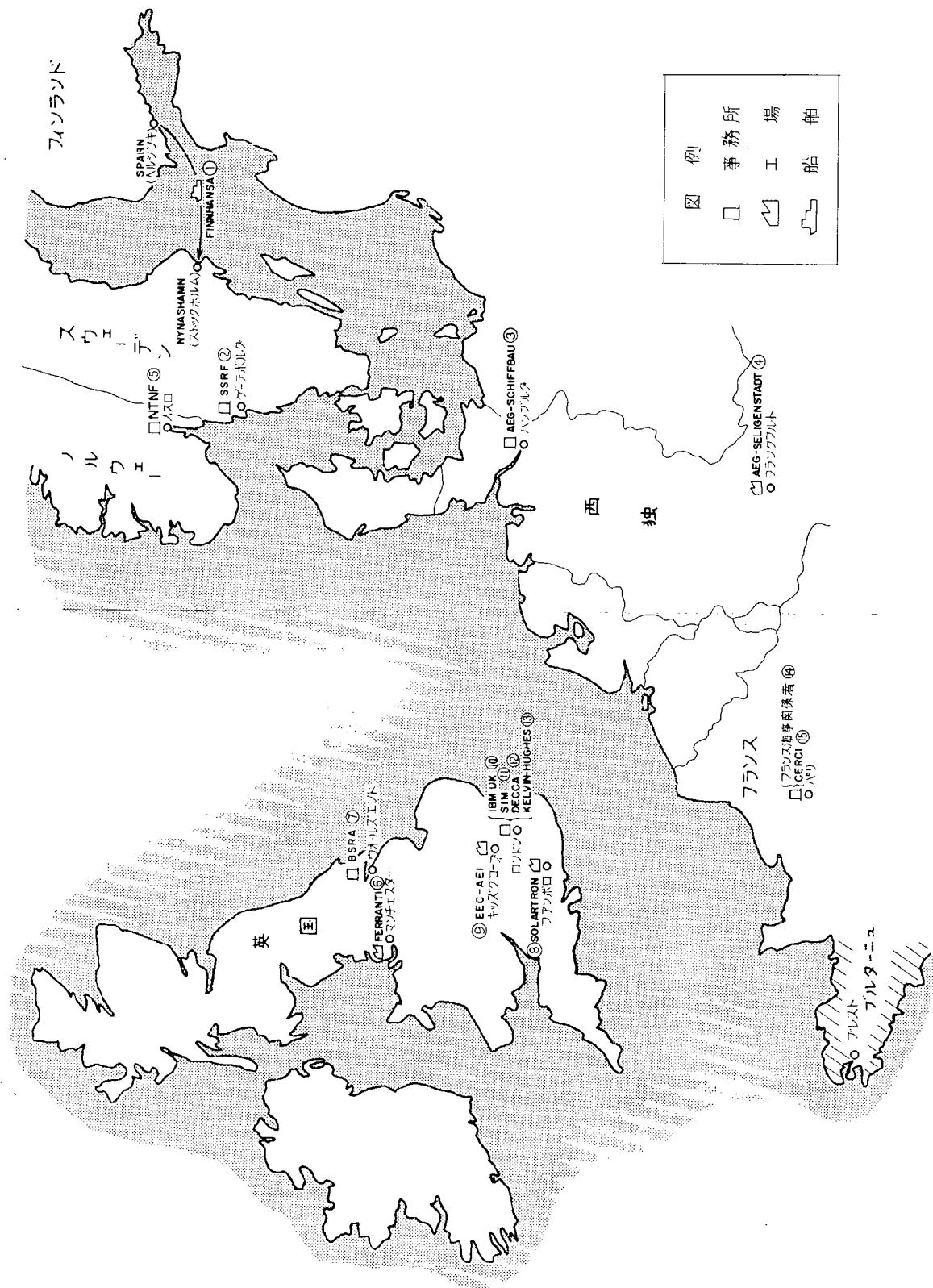
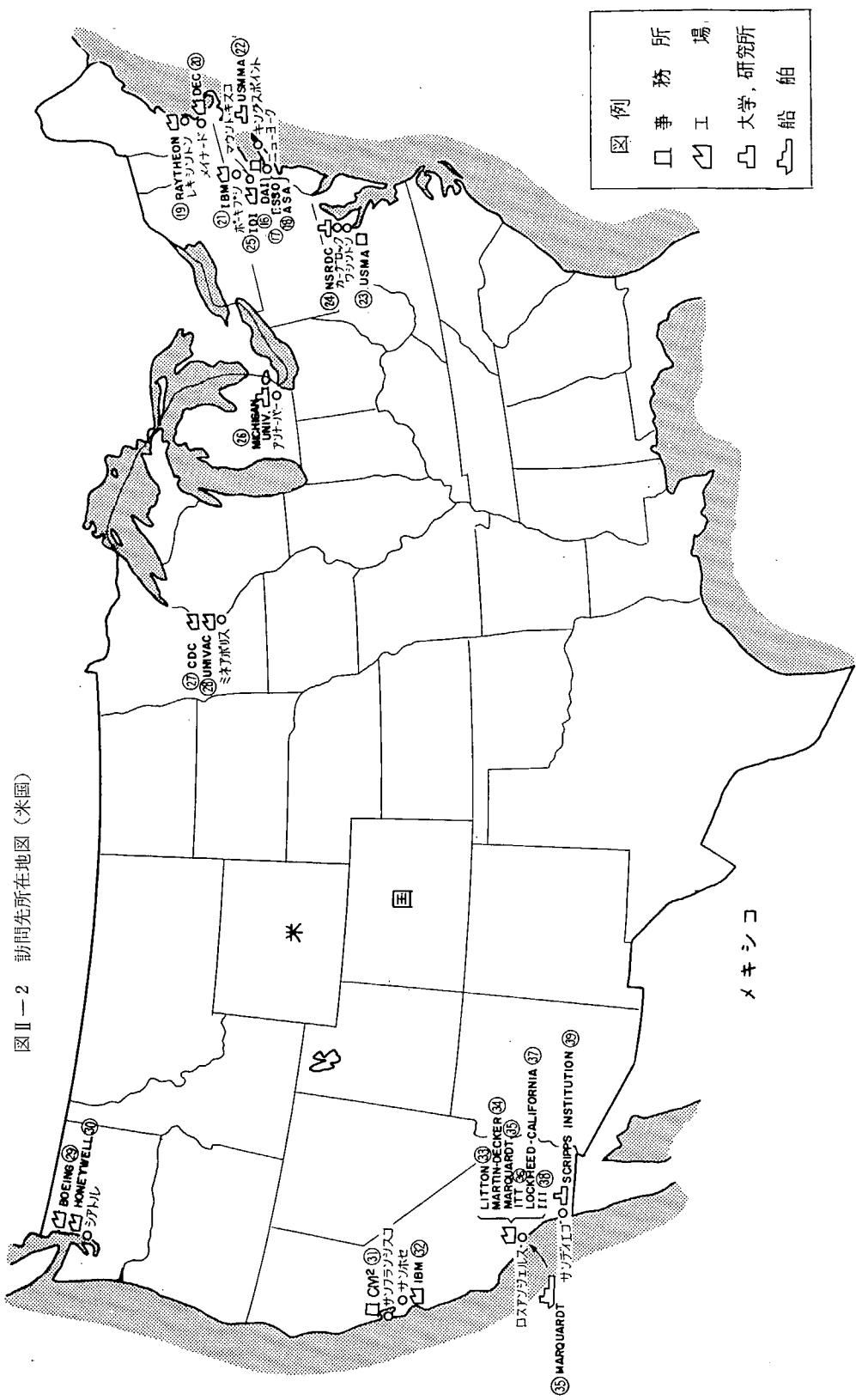


図 II-2 訪問先所在地図(米国)



III 調査目的別概論

1. コンピュータ搭載船の動向 (表III-1-1参照)

1-1 コンピュータ搭載船の出現

コンピュータ技術の発達と共に陸上プラントの運転に対するコンピュータの利用が急速に進展して來た。船舶は1つのまとまったプラントであり、このシステムの運転にコンピュータを利用する試みは技術進歩の当然の帰結であると考えられる。ここでは1966年頃出現したコンピュータ搭載船以後わずか3年間に船舶へのコンピュータ利用がいかに進展して來たかを概観する。

1-1-1 Dolabella号

船舶にコンピュータを搭載して、船舶の運航になんらかの形で応用せんと試みた例として Dolabella号がある。本船は1966年に建造されたタンカーであり、本船は機関プラント関係中心の諸データの計算処理と記録(データ・ロギング)に利用されており、コンピュータ・コントロール実現のための基礎資料取得をめざしていると見られる。

この傾向はあたかも陸上プロセス・プラントへのコンピュータ利用の歴史的発展経過に酷似している。

1-1-2 Argo号

コンピュータのデータ処理機能をなんらかの形で利用して船舶の運航に寄与することが当然考えられるが、この方面的利用として海洋調査にあつては、必要条件として正確な船位の決定がある。この目的のため海洋調査船にあつては航行衛星よりの情報をコンピュータで処理をし、船位を決定することが有力な手段として考えられる。又航海中調査研究用の多量のデータ処理と計算処理が必要である。このような用途にコンピュータを搭載した代表的な例として Argo号がある。1944年に建造された船であるが 1968 年にコンピュータと衛星受信機を搭載したものである。

1-1-3 Polar Ecuador号

本船は高速冷凍運搬船であり、その主要な機能すなわち冷凍倉並びに機関プラントの一部にコンピュータ・コントロールを始めて応用したものである。

周知の通り、冷凍運搬船は冷凍肉のような冷凍貨物と生鮮果物等の冷蔵貨物を混載するため、その全体の温度制御は複雑でかつ相当な精度を要するものでしかもこの制御は航海中停泊中とも連続してコントロールする必要がある。

従来この制御は専用のアナログ式コントローラにより乗組員の判断によって行なわれていた。本船はこのようなシステムにコンピュータによる直接制御(DDC)(注)を実施したものである。このようなコンピュータ利用法は偶然とはいえ、船舶におけるコンピュータ利用法の発展における1つの過程を部分的にではあるが、如実に示すものである。

1-1-4 その後のコンピュータ搭載船

1969年に到ってフランスの Aquilon号、英国の Queen Elizabeth II号が建造され、ノルウェーの Taimyr号は最近コンピュータを搭載しテスト中であり、さらにイタリアの Esquilino号、スウェーデンの21万トンタンカー及び米国の7.5万トンタンカーはコンピュータ搭載を計画している。

フランスの Aquilon号はダンケルク造船所でフランス郵船社向けに建造されたもので前述の Polar Ecuador号と同じく冷凍運搬船であるが、冷凍倉および機関プラントの一部にとどまらず航法システムの一部にも、コンピュータを利用している。英國の Queen Elizabeth II号は Cunard 社向けの大型豪華客船である。本船は11万馬力

という大馬力のタービン主機をコントロールし、かつ2025名という多数の船客に対するサービス業務を行ない、さらに正確かつ快適な航海を確保する必要がある点に一般商船に見られない特長があり、コンピュータも航法、艤装および機関プラントにそれぞれ応用されている。

ノルウェーの Taimyr 号は、W. Wilhelmsen 社向けに我国で建造された貨物船であり、建造後ノルウェーにてコンピュータを搭載し、現在調整中の船である。本船のコンピュータも航法、艤装、機関に部分的ではあるが応用されている。

スウェーデンの21万トンタンカーは Salen 社向けに Kockums 造船所で建造中のもので本船のコンピュータは航法、艤装、機関に部分的に応用されているが、コンピューターによる直接制御 (DDC) の採用について実験を行なおうとしている点に大きい特長がある。

イタリヤの Esquiline 号および米国のタンカーについては詳細は不明であるが前者はジェノア大学を中心となつて開発しているエンヂニアリング実験船でありコンピュータの利用は航法と機関の一部に及んでいる。また後者は ESSO 社の子会社である Humble Oil 社向けで Avondale 造船所で建造中のもので機関室常時無人化を目標としている。

このようにコンピュータ利用は次第に航法、艤装および機関の各部に拡大しコンピュータの利用もデータ・ロギング、計算処理に加え直接制御についても一部実験的に応用されました。このような傾向は従来の造船所のみによる船舶の建造に加えて、コンピュータ・メーカーをはじめとする電子機器メーカーおよびシステム・エンヂニアリング会社が船舶の自動化技術の開発に積極的に取組んだことも大きな要因の一つとして解釈できよう。またこのように船舶へのコンピュータ利用は世界の主要な海運・造船国に急速に広まってきた。

1-1-5 我国のコンピュータ搭載船

一方我国においては研究用データ処理を目的として、コンピュータ搭載船として1967年の開洋丸(漁業調査船)また1968年の白鳳丸(海洋研究船)の例がある。1968年油鉱兼用船鋼福山丸にトリム計算等と最適な積荷方法の算定を行なう小型の特殊用コンピュータを搭載した。また同年、運輸省航海訓練所の訓練船青雲丸に航法システムを始めとして艤装、機関プラントの各部に計算処理を主体としたコンピュータ・システムを搭載した。また一般商船への広範なコンピュータの応用については1967年後半より運輸省の指導のもとに関係業界が一体となって研究開発を進めており、1970年以降には航法、艤装および機関プラントの各部にわたって高度に集中制御化された商船が建造される予定である。

1-2 コンピュータ利用面の拡大

これまで船別に概観してきたがここでは航法システム、艤装システムおよび機関プラントについて、コンピュータ利用面を船舶の機能別に概観する。

1-2-1 航法システム

航法システムについては Dolabella 号、Polar Ecuador 号では全く考慮されていなかったが、一方、海洋調査船ではその必要上航行衛星による船位計算(注)が導入された。その後、利用面は拡大した。即ち、船位推定、一般航法計算、衝突条件計算およびウェザ・ルーティング計算等である。また特殊なものとしてスウェーデンのタンカーでは航跡の予測計算をオンラインで行ない、また操舵のコンピュータによる直接制御を試みている。我国の青雲丸では惰力停止距離計算を試みている。

これらの各システムは一般に情報の自動入力と計算結果の表示盤による自動表示等でかなり自動化されている。

1-2-2 艤装システム

艤装システムにおける利用面は Polar Ecuador 号および Aquilon 号で代表される冷凍倉の温度制御システム、スウェーデンの21万トンタンカーで計画されている自動荷役がある。またこのほかトリム計算、最適積荷計算および船体応力計算にも利用されている。

一方特殊なものとしては Queen Elizabeth II 号では客船としての清水使用量の予測計算、食料品等の在庫管理に利用されている。また Taimyr 号では本船と本社との定時自動連絡に利用されている。

1-2-3 機関プラント

機関プラントにおいては、コンピュータによる監視、警報およびデータ・ロギングに加え、コンピュータによる直接制御の適用範囲が拡大されつつある。

Polar Ecuador 号および Aquilon 号は冷却水系にさらに前者は主機のトリッピングにも直接制御を適用し、後者は主機のスタンバイ・シーケンス制御にもコンピュータを利用している。Queen Elizabeth II 号ではコンデンサ・サーキュレーション・ポンプの制御に適用し、Taimyr 号では発電機の自動起動に適用している。さらにスウェーデンの21万トンタンカーでは主機の遠隔制御、ボイラの燃焼制御および多くの閉回路制御のコンピュータによる直接制御について実験を行なおうとしている。

1-3 コンピュータ搭載の目的

以上見てきたごとく、現在までに、世界の主要海運・造船国はほぼ期を一にしてコンピュータ搭載船を建造するかまたは計画を行なっている。

一方船舶にコンピュータを搭載する基本的な目的は船全体を大きなシステムとしてとらえ、これに乗組む人員がいかに本システムと融合して従来の船舶運航の概念を打破し、その結果

- i) 船内労働の軽減
 - ii) 船舶の安全性の向上
 - iii) 運航経済性の向上
- を期待するものと考えられる。

しかし船舶のコンピュータ・システムはまだ模索の段階にあり、各国各様のコンピュータの搭載とそれら船舶の運航により、コンピュータの実用性、コンピュータによる直接制御方式の探求とその効果の検討、コンピュータによるシステムの故障診断の実用性の検討およびシステムの品質の程度とその保守性の関係の検討等が精力的に進められるであろう。

表III-1-1 主なコンピュータ搭載船

(注) 備考欄の○印中の数字はVI訪問先別調査報告の見出番号に相当する。

船名	Dolabella	Polar Ecuador	Argo	Aquilon	Queen Elizabeth II	Taimyr	Esquilino	未定	未定	鋼福山丸	青雲丸	SR106研究中	
造船所(国名)	アトランティック造船所(山)	プローム・ホス造船所(西独)	バザルト・ロック社(山)	ダンケルク造船所(山)	ジョンブルラン造船所(英)	三井造船(日)		コツカムス造船所(スウェーデン)	アボンデール造船所(米)	日本钢管鶴見造船所	日本钢管鶴見造船所		
コンピュータシステム開発担当者		AEG社(西独)	カルフォルニア大学(米)	CERCO I社(山)	B S R A(英)	ノルウェー王立科学産業研究協	エノア大学(英)	スウェーデン造船研究財団	未定			日本造船研究協会	
船主(国名)	シエル船舶社(山)	ハーブルグシートライン社(西独)	カルフォルニア大学(米)	フランス郵船社(山)	キーナード・ステームシップ社(英)	W. ウィルヘルムセン社(ノルウェー)		サーレン社(スウェーデン)	ハーブルオイル社(米)	大阪商船三井船舶(山)	運輸省航海訓練所		
建造年	1966年	1967年	1944年	1969年	1969年	1968年		1969年(予定)	1969年(予定)	1968年	1968年	1970年(予定)	
コンピュータ搭載年	1966年	1967年	1968年	1969年	1969年	1969年		1969年(予定)	1969年(予定)	1968年	1968年		
船種	油送船	冷凍運搬船	海洋調査船	冷凍運搬船	旅客船	貨物船	エンジニアリング実験船	油送船	油送船	油鉱兼用船	練習船	さしあたり超大型船及び高速貨物船を対象	
船級	B V		A B	B V	L R	N V		L R		N K	J G		
L × B × D (m)	23.173×31.29×16.00 (760'3"×102'8"×51'6")	14.789×19.60	60.25×11.89×5.79 (200'6"×39'×19')	134×20×12	293.52×32.00×6.90(d) (96'5"×105'×32'6"(d))	160.0×24.23×14.07		304.8×48.8×24.5		240.0×38.00×21.30	105.00×16.00×8.00		
総トン数(t)	4,185.6	6,000		7,900	約5,800.0	8,825				約5,600.0	約5,000		
載貨重量トン数(t)	6,877.3	7,600	2,079(排水量)	6,600		1,490.0		21,000.0	7,500.0	約9,758.0	約2,900		
主機	タービン1基1軸 1,622.0馬力	ディーゼル2基1軸 2×7,440馬力	ディーゼル1基1軸 3,800馬力	タービン2基2軸 13,860馬力	ディーゼル1基1軸 計11,000.0馬力	16,100馬力	ディーゼル 3,200.0馬力	タービン1基1軸 2,070.0馬力	ディーゼル1基1軸 5,400馬力	ディーゼル1基1軸 2,070.0馬力	ディーゼル1基1軸 5,400馬力		
航海速力(ノット)	16	22.8(試運転)	13	20.5(試運転)	28.5	20.1		16.1		15.1	15.5		
搭載人員	11名		32名		906名	13名				12名	34名		
部員	15名				30名					23名	42名		
その他	—	(科学者)24名		乗客2025名	乗客等16名					見習士官2名	実習生180名		
合計	26名		56名			59名				37名	256名		
コンピュータのメーカー	フィリップス社(オランダ)	AEG社(西独)	I B M 社(米)	D E C 社(米)	フェランティ社(英)	Norsk Data Elektronikk社(ノルウェー)	I B M 社(米)	C D C 社(米)	未定	沖電気(山)	北辰電気(山)		
コンピュータ名称	PR 8000	AEG 60-10	I B M 1800	PDP 8/S	Argus 400	NORD-1	IBM-1800	CDC-1700	未定	CARGO COMP.	HOC-34NS		
コンピュータ規模	24ビット16,384語	12ビット12,000語	16ビット32,000語	12ビット12,000語	24ビット16,000語	16ビット16,000語	16ビット	18ビット24,000語		40ビット250語	42ビット6,400語		
コンピュートシステム	航法	排水量、風向、風速等の記録	航行衛星による船位計算	一般航法計算 衝突条件計算	航行衛星による船位測定計算(PDP 8による) ウェザ・ルーティング計算	船位確定 衝突条件計算	ウェザ・ルーティング計算	航法計算 操舵のDDC 航跡予測計算(オンライン)		船位推定 一般航法計算 衝突条件計算 惰力停止距離計算	自動航法システム 座礁予防システム 衝突予防システム 緊急制動システム 最適航路設定システム		
タクシング装置	シス	冷凍倉の温度制御(DDC) 及び監視、警報と記録	科学技術計算と資料記録	冷凍倉の温度制御(DDC) および監視、警報と記録 パラステイングの計算 載貨計画の計算	清水使用量の予測計算 食料品等の在庫管理	本社との定期自動連絡 載貨計画の立案		自動荷役(DDC) 船体の応力計算		トリム計算等と最適な積荷方法の算定	GMトリム計算等の積付計画計算	タンカーの自動荷役システム、専用船のバラストイングの自動化 係船の自動化システム 火災検知・自動消火システム 自動送受信システム	
の概要	機関プラント	主機の効率計算および記録 冷却水系のコントロール (以上DDC) 機関部の監視、警報及び記録 航行時間、燃費等の演算、記録	主機のトリッピング 冷却水系のコントロール (以上DDC) 機関部の監視、警報及び記録	主機スタンバイシーケンス制御 冷却水系のコントロール (以上DDC) 機関部の監視と警報および記録	機関部の監視と警報及び記録 コンデンサ・サーチューリング・ポンプのDDC	機関部の監視、警報及び記録 発電機の自動起動 主機と船体の条件変化の推定	主機制御 主機の遠隔制御 ボイラの燃焼制御 多くの閉回路制御 (以上はDDC) データ・ロギング	機関室常時無人化を目標		主機間のヒート・バランス等の機関管理計算	タービンプラント、 プラントの集中監視 異常原因の検知システム 応急操作の自動化システム プラントの適応制御システム ディーゼルプラント プラントのスタンバイのシーケンス制御システム プラントの集中監視、異常原因の検知システム		
コンピュータシステム費用	コンピュータFr.25万(約1,820万円) 附属装置、Fr.5.0万(約3,650万円)	従来のアナログ式コントロールと比較してハードウェアで15~20%高		補助金Fr.約8.0万(約5,800万円)	Fr.約10万(約8,640万円) 但し従来の自動化費用を越える額は約5.5万円(約4,752万円)	hardtウェアFr.15.0万(約7,500万円) ソフトウェアFr.100~150万(約5,000~7,500万円)		コンピュータFr.100万(約7,000万円)		本コンピュータは企業合理化促進法に基づき運輸省昭和41年度試験研究補助金により日本钢管が沖電気の協力のもとに開発した。研究費総額約48.8万円うち補助金110万円試験的IC無償で搭載中	約1,500万円、その附属装置約2,500万円		
備考	①	以下の5隻が同型 Polar Argentina 〃 Colombia 〃 Brasil 〃 Uruguay 〃 Paraguay ③	以下2隻にも同型式のコンピュータを搭載 Thomas Washington Melville(建造中) ⑧	⑯	上記&5.5万はNRDC(英國研究開発公社)から出世払いの補助金を受ける。 ⑦	⑤	⑩	DDCの採用について実験を行なおうとしている。 ②	目下計画中、同型3隻のうち1隻のみについて実施。 船主はエン社の米国子会社 ⑦				

2. コンピュータ・システムの動向

2-1 発展の過程

コンピュータは、1946年誕生以来わずか23年間で、早くも技術革新のリーダとしての地位を確保しており、現在なを加速度的な発展をとげつつある。超自動化船の実現にはコンピュータは一つの構成要素であり、非常に重要な役割を果すことになるものと考えられる。

この分野で特筆すべきことは、米国において膨大な国防・宇宙関係の開発資金がコンピュータ関係の技術開発に投入されており、その開発された技術が漸次商業ベースのコンピュータに投入されていることである。これが技術開発の速度を極めて早いものとしている。

現在、コンピュータは第3世代（ICの利用）から第4世代（LSI（注）の利用）への転期にある。これから発展の方向を具体的なイメージとして把握することは、これから研究開発をいかに進めるかに極めて重要な問題となる。

2-2 欧米における制御用コンピュータの現状

今回の調査は、主として船舶に搭載が可能と思われる制御用コンピュータに主力をおいた。（表2-1参照）

2-2-1 船用コンピュータの現状

一般的に言って、船用として専用のコンピュータを開発しているメーカは少なかった。CDC社（米国）およびDecca社（英国）が軍需用のスペックに合格している製品CDC 5100およびOMNITRAC 70を、民需用としてHoneywell社（米国）がDDP-516, H-316のラゲタイズド型と言う補強をほどこした船用コンピュータを製造している。

2-2-2 汎用コンピュータと専用コンピュータ

制御用コンピュータは、大別して応用範囲の広い汎用性に重点をおいたものと、自動化システムの構成要素としての専用化に重点をおいたものとの二つにわけられる。前者に属するものは Ferranti 社（英国）の ARGUS 400, IBM 社（米国）の IBM 1800, CDC 社の CDC 1700, Honeywell 社の DDP-516 等で、いずれも豊富なプロセス入出力装置をもっており、システム・プログラム（注）を完備し、数多くの実績をもとにしたソフトウェアの信頼性とアプリケーション・プログラム（注）の作り易さをセールス・ポイントにしている。後者に属するものは、いわゆるミニ・コンピュータの元祖と言われているDEC社（米国）の PDP-8 のほか、Honeywell 社の H-316, General Automation 社（米国）の SPC-8, Data General 社（米国）の NOVA, Lockheed Electronics 社（米国）の MAC-16 等の民需用として安い価格で单能型をねらうものと、Decca 社（英国）の OMNITRAC 70, Solartron 社（英国）の EMR 6130, CDC 社の CDC 5100, Raytheon 社（米国）の RAYTHEON 706, Litton 社（米国）の LC-728 等の軍需用として開発されたものを民需用に転用したもののがある。これらのコンピュータはソフトウェアの知識だけで使いこなすことは困難で、周辺装置等のハードウェアに関しても充分な知識が必要である。

2-2-3 制御用ソフトウェア

専用コンピュータでは、システムプログラムの開発にかなりの時間と労力を要するが、各国とも CDC 社, Litton 社, Lockheed Electronics 社の如く、これらの専用コンピュータのプログラムの作成を大型コンピュータを使用して開発を行ない問題点を解決している。

船舶への応用にあたっても、汎用型・専用型のそれぞれの特長がプロジェクトにいかされている。例えばスウェーデン、イタリアの例では応用範囲が広い CDC 1700, IBM 1800 がそれぞれ採用されており、エンジニアリング会社がアプリケーション・プログラムを引き受けた場合には AEG 60-10, PDP-8, LC-728 等を利用してアセン

プログラミングを実施した例がある。

2-2-4 米国の軍用コンピュータ

CDC 社の軍用 ALPHA コンピュータは技術革新の最先端を行くものであり、いわゆる第4世代に属するもので、超小型であり今後の船舶搭載用コンピュータの進歩の方向を示唆するものと言えよう。

2-3 コンピュータの今後の発展の見通し

2-3-1 プロセス制御用コンピュータについて

軍用コンピュータは、常に技術開発の最先端を行くので、これは近い将来の民需用コンピュータの一つのパターンを示すものと考えられる。

コンピュータの進歩は、エレクトロニクス技術の進歩によるところが大きい。エレクトロニクス技術の進歩はハードウェアにそのまま反映する。また一方では、コンピュータを有効に利用するためにソフトウェアは使い易さに重点をおいて進歩して行く。

制御用コンピュータは一方では使い易さを重点にして汎用化が進展する。同時に他方では、単能化、部品化が進展するものと考えられる。

今後のコンピュータの発展を予測することは、極めて困難であるが、いづれの方向についても近い将来採用される新技術は、次のものが考えられる。

- ・ LSI の利用
- ・ マルチ・プロセッサ・システム（注）
- ・ メインテナンスの自動化
- ・ プログラムの一部のハードウェア化
- ・ メモリの階層構成（注）
- ・ 新方式のディスプレイ
- ・ プラズマ（注）またはレーザ光線を利用したディスプレイの実用化等

2-3-2 船用コンピュータ・システムについて

1台の大型コンピュータで集中処理した方が、コンピュータは安くなるという常識は、ミニ・コンピュータの出現によって打ち破られる可能性がでて来た。ミニ・コンピュータのコストは今後更に低減するものと予想されるので、ソフトウェア費用の占る率の大きい大型集中処理方式が有利か否かはシステムの目的により変ってくるものと考えなければならないくなつた。

一般的に言って、集中方式 (centralized computer system) の場合は、コンピュータの有効利用と言う見地からは無駄がなく、また計算能力にもすぐれているが、割込処理等を行なわせるためのシステムプログラムは複雑となり、また、故障時全システムが停止する危険性がある。これに対して分散方式 (localized computer system) の場合は、故障時のバックアップ、メインテナンス等が容易であるが、アプリーション・プログラムの作成に現段階では困難さがある。

船用コンピュータは、海上での過酷な条件（振動、動搖、塩分、湿度等）に耐えなければならないし、また通常次の港まで、長時間サービスを受けることも出来ない条件で運用しなければならない。

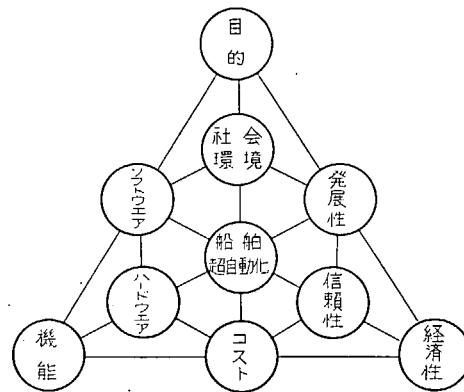
従って、陸上とは異り、点検と修理が乗組員によって容易に行えるように故障診断プログラムとメインテナンス用具および予備部品を完備させる必要があろう。また運用の経済性を向上させていくために制御プログラムのレベルアップを行なうことも必要であり、これらの条件を満足させる船用のコンピュータを、今後研究開発することが急務であろう。

2-4 コンピュータ・システム導入のチェック・ポイント

コンピュータ・システムを考える場合のチェックポイントは次の通りとなる。（図 2-1 参照）

- 新しいシステムに移行する場合の社会的な制約に対する解決策を考える。
- 将来への発展性を考える。
- ソフトウェアは人間が最も使い易いように考える。
- メインテナンス、アフターサービスを考え、目的を達成するための最適のハードウェアの構成を考える。
- コンピュータ本体は一般的に全体システムの数分の1のコストを占めるにすぎない、本体の価格のみにとらわれず全体的な観点から充分にチェックする必要がある。
- 各構成要素の信頼性を考え、全体としての信頼性の確保を検討すべきである。

図2-1 コンピュータ・システムのチェック・ポイント



表III-2-1 欧米のコンピュータ・システムの要目

コンピュータ の名 称 型 式	AEG	PR	NORD	ARGUS	OMNITRAC	EMR	PDP-8/L	CDC	D DP	H	RAYTHEON	LC	IBM	SPC	NOVA	MAC
コンピュータ製造会社	60-10	8000	-1	400	70	6130	1700	5100	5116	3116	706	728	1800	-8	16	
(国名)	AEG	ブリッジス	N D E	フェンダイ	テック	ソーラトロン	D E C	C D C	回 左	ハイウェル	リットン	T B M	ゼネラル	デーラル	ロクキード	
(西端) (オランダ) (ブルガリー)	(英)	(英)	(英)	(英)	(英)	(英)	(英)	(英)	(英)	(英)	(英)	(英)	(英)	(英)	エクトロシック	
船用としての実績	ボーラエクア ドライアイル	ドライアイル	タイミング	Q B 2	Q E 2	地圖用	IT T O N S S	U S C G	とセフト セットで多數 船圖用して 多數計画中	IT T O N S S 210000ト ンセットで多數 タンカー予定	IT T O N S S 約50隻 アキヨン号	海事開発用 受注者 (112台)	アーバ号等 海事開発用 船舶用大 型アンテナ リンク連絡	文献より 引用	同 左	同左
一音の長さ(ビット)	1.2	2.4	1.6	2.4	2.2	1.8	1.2	1.8	1.6	1.6	1.6	2.8	1.6	8	1.6	
サイクルタイム(ns)	7	1.5	4	0.775	1.6	1.1	4.0	0.96	1.6	0.9	(米)	(米)	(米)	(米)	(米)	
記憶容量(語)	4K-32K	4K-65K	4K-61K	4K-32K	4K-8K	4K-52K	4K-65K	4K-52K	4K-16K	4K-52K	4K-52K	4K-32K	4K-8K	4K-32K	4K-32K	
• パリティ・チェック	あり	あり	オプション	あり	オプション	あり	オプション	オプション	オプション	オプション	オプション	オプション	オプション	オプション	なし	
• メモリ・プロテクト	アキュムレータの数	1	3	2	1	2	1	2	1	1	1	2	2	2	4	1
CPU	レジスタの数	7	6	5	4	4	0	4	5	2	6	7	6	16	6	
ハ	• 加算速度	5.25	12.0	1.9	3.2	2.2	1.60	1.92	3.2	1.8	4.2	4.2	5.9	4.25		
1	• 乗算速度	14.0	18-162	4.5-8.5	3.60	7.0	2.72.0	1.54.6	-	7.50	1	1.52	4.00	3.29	1.52	
ド	• ダイレクト・モード	あり	あり	オプション	オプション	オプション	オプション	オプション	オプション	オプション	あり	オプション	あり	オプション	あり	
L0	端子数(端子数)	3.50	4.00	1.260	6.25	9.00	1.000	-	1.100	-	5.00	4.30	3.12	8.00		
ク	割り込みレベル	4	1.6	8	0	1	1.6	2	1	1	1.2	2	1.6	4		
E	最大外部割込み数	2.56		1.26	6.4	1.6	4.8	1.6	1.6	1.6	3.84	-2.56	6.2	6.4		
ソ	• 停電時保護回路		あり	オプション	あり	オプション	あり	オプション	オプション	オプション	あり	オプション	あり	オプション	あり	
ア	• アクセルタイム時計		あり	オプション	あり	オプション	あり	オプション	オプション	オプション	あり	オプション	あり	オプション	あり	
他	• 乗除算回路		あり	あり	なし	なし	あり	オプション	オプション	なし	オプション	あり	なし	なし	あり	
価	4K(本体のみ)	\$36,720	-	\$8,500	\$29,000	\$22,000	\$24,800	\$9,700	\$12,000	\$30,000	\$47,500	\$6,000	\$7,600	\$11,250		
格	8K(本体のみ)	\$46,460	\$46,000	\$13,200	\$37,000	-	\$31,800	\$15,200	\$24,600	-	\$55,000	\$9,600	\$10,885	\$15,200		
モ	その他の	0-40°C	4.8ビット 浮動小数点 のとり扱い が可	メインメモ リス容量 12.48×19.3 ×4.97cm 34.5kg ザインが良 好	プロセス人 出力装置に 関し CDC 5100 と互換性あり	海軍用SPEC 船用のタグ タイド型 10% up	軍艦空用 SPCに合 格	Magnavox NNSS	軍艦空用 SPCに合 格	軍艦空用 SPCに合 格	MAG SIM あり	MSI 使用				
• ソフトウェアの特徴	GE-4020 に対して互 換性あり						DDP 516 アシニユ ル可									

(注) 1. 船舶に搭載可能と思われるものを対象。

2. 項目の質問基準(附属装置の有無等)は概要によつて異なる。

3. 関連自動化機器の動向

3-1 関連自動化機器の発展の過程

最近の電子技術の発展を背景に関連自動化機器を調査した結果、主導的海運国を自認している歐州と電子技術を中心として革新技術の指導的立場にある米国とではいちじるしく、その開発の方向が異っていることが判明した。すなわち、歐州の船用電子機器メーカーは海運、造船界の歴史と共に育成された在来の船用技術を基礎に、それらの改善に努力がそがれている。したがって、その開発技術内容は新しい構想にもとづいて、海運界に新しくチャレンジした結果から得られたというよりも、長い時間経過の中での努力から得られたものであるように思われる。そこには歐州における船用電子機器専門メーカーとしての定着性がうかがえる。たとえば、Decca 社、Kelvin-Hughes 社（以上英國）、Raytheon (Copenhagen) 社等の各社はいづれも船用自動化機器の製作にその実績を蓄え、世界の海運界に広範囲の自動化機器を供給している。

一方、米国においては船用電子技術をリードする背景は、元来、海運・造船界にはもとめがたかったために今迄は特長のある船用電子機器は見受けられなかつたが、今回の調査により新しい方向が見出された。すなわち、米国は NASA および軍の需要を中心とした宇宙航空用および軍用電子技術の先導による高度のシステム技術の成果がようやく、昨年（1968年）初めより一般民需への応用が開始され、新しい船用自動化機器が市販されつつある。

以下、これらの機器の動向を歐州と米国とに分けて述べる。

3-2 歐州における動向

3-2-1 船用電子機器の専業化

歐州の船用電子機器メーカーは、前述のように、その歴史的背景にもとづき船用電子機器の製作に専念している点に特色がある。たとえば、Decca 社、Kelvin-Hughes 社、EEC-AEI 社（英國）等において、その傾向を強く見ることができる。しかも、各社は、レーダ装置、オートパイロット装置等の航法関係自動化機器からデータ・ロガー、機関プラントのリモート・コントロール装置等の機関室自動化機器にいたるまで、広く一貫して製作している点にも特色が見られる。

しかし、各社にも得意とする機種があって、その機種については主導的シェアをもっており、機種別専門化が長い歴史の中で自然に形成されてきたとも言える。たとえば、衝突予防用大型レーダ装置は Raytheon 社の子会社である Selenia 社（イタリア）、VHF 無線機は Cossor 社（英國）等にその傾向を見ることができる。

3-2-2 機能のシステム化による高度化

最近の歐州における乗組員制度の動向にも関連して船用電子機器メーカー各社は、在来の電子装置に専用の超小型コンピュータを附加すると同時に、更にそのコンピュータによってコントロールされる独自のディスプレイ装置を開発し、それらを総合したシステムとして機能を向上させることを計っている。

Kelvin-Hughes 社のレーダ装置にはトルー・モーション運動（注）に関連する潮流補正計算、ディスプレイ装置のコントロール等を行なう小型コンピュータが組込まれている。また、EEC-AEI 社の衝突予防用レーダ装置“COMPACT”も同様に小型コンピュータを組込んで衝突の危険の判別、警報、目標船のトラッキング、試行操船のシミュレーション等を行なっている。さらに Decca 社の小型コンピュータ“Omnitrac 70”は航法システム“Sealane”の専用小型コンピュータとして、このコンピュータを中心にシステム化が計られている。

このような専用小型コンピュータによるシステム化が行なわれると必然的にコンピュータとの入出力情報を表示するディスプレイ装置、すなわちマン・マシン・インターフェースが重要な構成要素の一つとなってくることも注目する必要がある。ディスプレイ装置としては、電子カーソルを使った Selenia 社で製造している衝突予防用レーダのディスプレイ装置、EEC-AEI 社の 2 個の CRT（注）を使用し、データの種類によって、オレンジとグリーン

の2色に色分けしたディスプレイ装置、 Kelvin-Hughes 社のマイクロフィルムに撮影したレーダ映像を瞬間に現像し、これをプロジェクタにより再現する方法を用いたディスプレイ装置 “PHOTO PLOT” 等をあげることができる。勿論、これらには利害得失があるが、各社、独自のアイデアが見られ、その努力には敬服の価値がある。

以上の傾向は、どちらかと言えば、レーダ情報の処理装置としての機能の向上を狙ったものであり、船舶運行面から言えば、航行の安全性の向上を目的としたものと言えよう。

3-2-3 その他の自動化装置（儀装システム関係）

タンカの自動荷役装置の開発に AEG-Schiffbau 社（西独）が具体的に取組んでいるのは注目に値する。

同社は当初 “AEG-Logistrip” と称するコンピュータを使用しない、各素子の端子をリード線で接続するパッチポート上でプログラムが可能なシーケンシャル・コントロール方式（注）の装置を発表していたが、この方式にはいくつかの技術的問題点があり、コンピュータによるコントロール・システムを現在、開発中である。

3-2-4 アフタ・サービス体制

関連自動化機器メーカー各社は、その程度の差はあるアフタ・サービス網の充実に力を注いでいる。これは、やはり歴史的発展過程の中においてつちかわれたものであろう。さらに、次の事例は船用電子機器のアフタ・サービス体制のあり方の一つを示すものとして注目に値する。すなわち Selenia 社（イタリア）で製造されるレイセオン・レーダ装置の全欧洲における据付、スタート・アップ、アフター・サービスは、すべて、Raytheon（Copenhagen）社（デンマーク）が担当しており、国際分業による専門化により QA システム（Quality Assurance System）を確立している点である。

3-2-5 関連自動化機器メーカーの評価

各社は、その各々の歴史的背景のもとに船用自動化機器の改善、改良開発に精力を傾注していると言える。しかも、その重点は衝突予防用レーダ装置、機関プラント自動化を目的としたデータ・ロガー、タンカ荷役の自動化装置等のようなハードウエアを中心とし、かつ、船舶のトータル・システム化へアプローチするというよりも、むしろ個々の機能別サブシステムに向けられていると言えよう。さらに、一歩、その技術的内容を航法システムの中では重要な位置をしめる衝突予防用レーダ装置についてみると、レーダ情報のディスプレイ装置等には、各社のアイデアがみられるが、レーダ情報の処理技術等の最新の技術を必要とするハードウエアに関しては見るべきものはなかった。すなわち、レーダ情報処理技術のなかで、最も実用化の困難な技術と一般にいわれている船舶か否かの自動識別技術は、いまだ、実用化されておらず、オペレータの判断が介在している。これは、その技術の開発そのものの困難性もあるが、開発に要する費用、経済性、海運界の需要度等の要素の外に、実用性に重点をおく欧洲一般の傾向によるものと考えられる。

しかし、今後乗組員不足に対処しての乗組員制度の変革と、それに伴ってコンピュータを搭載した超自動化船システムの実現を考えると1つの技術的隘路となるのではなかろうか。

3-3 米国における動向

3-3-1 新しい高性能船用電子機器の出現

今回の調査にて、その性能の著しくすぐれている点で注目する必要があるものとして、ITT 社の航行衛星用受信機と Marquardt 社のドップラ・ソーナの2つをあげることができる。前者は米国海軍航行衛星(NNSS)（注）の電波を受信し、0.1浬以下の精度にて位置の決定ができる、しかも地球上のあらゆる地点で昼夜の別および天候状態に関係なく測定が可能であるとされており、後者は現在 600 ft 深さまでの対地速度を 0.5% の精度にて測定することができる。この2つの自動化機器は、今後、航法システムにおける船位決定に最も重要なセンサとしての位置をしめるものと考えられる。しかも、これらを開発した両社が船用電子機器の専門メーカーではなく、米国における宇宙・防衛産業の一翼をなしており、最近においては海洋開発に進出したメーカーである点に米国における動向の

特色を見ることができる。

一方、これらのメーカにおいて開発を可能にした要因としては、米国における宇宙・防衛産業への莫大な研究開発投資によって育成された幅の広い部品製造技術（例えばモジュール化技術）と米国軍用仕様書（Military Specifications, MIL SPEC）によって代表される品質管理技術をあげることができる。

しかし、これらの機器の価格は、ITT 社製航行衛星用受信機が DEC 社製 PDP-8 級コンピュータ付で \$約 6 万、Marquardt 社製航法システム用ドップラ・ソーナが \$約 5 万といまだ一般商船用としては非常に高価であるが、今後のコスト・ダウンを待って広く普及するものと考えられる。

3-3-2 新しい航法システムへの挑戦

センサとしての新しい自動化機器の出現は、当然の結果として新しいシステムへの挑戦を生むものである。

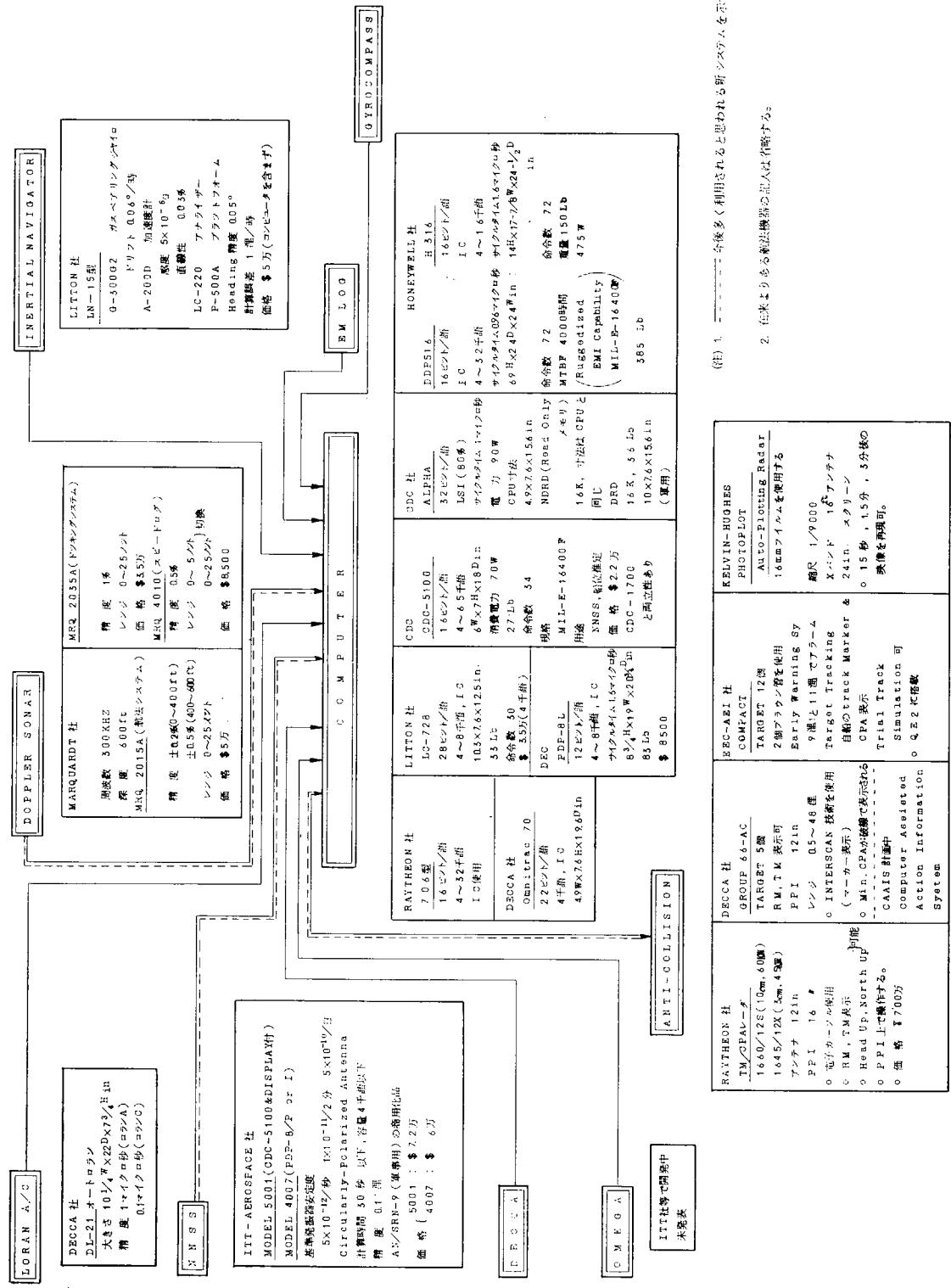
Honeywell 社の衛星航法と EM ログ、ジャイロによる推測航法からなる Geo-Navigator System, Litton 社の慣性航法、衛星航法、ドップラ・ソーナ利用の航法からなる“LMN”(Litton Marine Navigator) 等は、これらの優れた機器をセンサとしてコンピュータを中心にシステム化した航法システムである。

しかし、これらは、元来、航空機用の航法システムから出発したもので、これを直ちに一般商船に適用するには問題があるが、これらの技術をもとに今後、一般商船の自動化システムに新しい分野を開くことが期待される。

3-3-3 その他の自動化装置（艤装システム関係）

超自動化システムの中で、重要な機能の一つとして係船の自動化システムがある。係船の自動化には係船索の張力を連続的に計測する必要がある。Martin Decker 社は鋼索張力測定器として油圧ロードセルを利用した 3 ローラ型測定器と、そのトランスデューサを開発した。これは動いている鋼索の張力を連続的に計測が可能であり、この型式の簡易化したものは係船索の張力計測に広く利用できる可能性がある。

表III-3-1 関連自動化機器主要素目
(航法関連システムのみ)



4. システム・エンジニアリングの動向

4-1 システム・エンジニアリングの必要性

システム・エンジニアリングという工学分野およびそれより生じた新しい社会的職能は、ここ10年ほどの期間で確立されたものであって、戦後、米国でのランド・コーポレーション (RAND Corporation)(注) の活動等を母体として成長した大型プロジェクト開発のためには必須の手法である。今回の調査対象の1つとして特にシステム・エンジニアリングという側面を抜き出した理由は、船用コンピュータ・システムの開発が海事産業にとって多元的複合的問題を多く含んでいるからである。その開発には、慣習的・定常的方法を使うよりも、合目的的・計画的方法、すなわちシステム・エンジニアリングを使用しなければならない。システム・エンジニアリングは未だ発展の途上にあるが、本報告における説明上の足がかりとして、その特長を列記することにする。

(a) システム・エンジニアリングの考え方

- ・ 問題を全体的観点でとらえること
- ・ 問題を数量的にとらえること

(b) システム・エンジニアリングの実施方法

- ・ 実用化の見通しの調査と実施範囲の確定を行なうこと
- ・ 専門分野の異なるメンバーのチームで作業を行なうこと
- ・ 複数個の実施可能代替案の組合せを比較検討すること

4-2 船用コンピュータ・システムの動向

4-2-1 船用コンピュータ・システムの目標

船用システムの適用分野を船の運航機能面よりみると航法、艤装、機関の各領域があり、記録、計算および制御機能面からみると、データ収集、ロギング、モニタリング、カリキュレーティング、アラーミング、コントローリング等がある。システム装置としてセンサー、アクチュエータ、モニタリングの機器とコンピュータ装置があり、システムの構成としては集中方式 (centralized system)、分散方式 (localized system) が考えられる。

在来の自動化は、人間の作業の機械化を中心とした特定機能および機器の個別的な自動化であった。超自動化の特色は在来の個別的な自動化を総合し、各機能間に介在する人間の判断作業を出来るだけ排除して、船舶の運航目的を達成する上で総合的な自動化と全体の効率化を計ろうとする点にある。換言すれば単にコンピュータを船舶に搭載するのではなく、コンピュータによるシステムの集中制御が目的であると言えよう。

すなわち、センサーによる検出値をもとに最適の行動案がコンピュータで決定され、この計画にもとづいて各機能は作動し、設定された目標を達成していく。ここでは各機能は勝手に作動しているのではなく、関連機能の総合化された体系として、仕事の運びがルール化され、コンピュータにそのルールによる管理を行なわせ、行動を指示させる。

従って、そのルールすなわち行動の仕組み、制御システムの良否が、その効果と船舶の性能を決定することになる。このような人間の判断の自動化、人間への行動指示をも含めた総合化されたシステム、これをトータル・システムと呼ぶとすればこれが超自動化の先駆の目標であろう。

船舶の種類は多様であり移動するプラントという性格上の陸上プラントと異なる特性が要求される。安全性、信頼性、経済性の面に亘って徹底したシステム・エンジニアリングが必要とされよう。

このようなシステムの成立は、結局人間や貨物をシステムに委ねることであるから、特にシステムの信頼性がきびしく要求されるであろう。人間を無視したり、システムの開発目標が不明確な応用はありえない。

この点において、このトータル・システムの開発は船主・造船所や関連機器メーカーのいずれかに片寄って行な

わられるのでは不充分であり、充分なる共同開発体制が要請される。

4-2-2 各国における開発体制

舶用システムの開発に対する各国における体制（共同か単独か、開発分担、資金援助の有無等）、システムの目標（当面の制御対象、その内容、目的等）に関して表III-4-1にとりまとめた。

各国における開発体制は、造船界、海運界の各国の相対的地位、あるいは制御分野の技術力および資本力の反映がみられ、かなり異ったパターンがある。

欧州諸国は、一般に国または関係財団より資金援助をうけ、表面的には研究機関、造船、海運、関連メーカがプロジェクトチームを形成してシステム開発を行なう方式をとっている。しかし実質上はごく少数の特定社が中核となって開発を進めている。すなわち、ノルウェーでは制御専門会社の Norcontrol 社が、スエーデンでは Kockums 造船所が中心に開発している。英国では、英國造船研究協会（協会スタッフによる）とコンピュータ・メーカーの Ferranti 社が、また、フランスではシステム・エンジニアリング会社の CERCI 社が夫々開発の中心となっている。西独では AEG-SCHIFFBAU 社がこの分野の将来性に着目し、企業独自の立場で開発を行なっている。

この結果、各国における当面のシステムは、一般に局限され供試船の特殊用途に則したものとなっている。

これに対し、英國の DECCA 社、米国の HONEYWELL 社等は単体の航海機器を自社製のミニ・コンピュータで結合し、航法関係の dedicated system、すなわち、航法の1つのパッケージとして単独に使用することもでき、トータル・システムの1サブ・システムとしても結合できる型式のシステムを開発している。しかしそのアプローチはトータル・システム的ではない。

米国においては、科学データの解析と船位測定のためのコンピュータ搭載海洋観測船は既に就航しているがトータル・システムとしてのまとまりではなく、船という特殊環境の中でのハードウェアに関する信頼性データの提供を期待しうるにとどまっている。一般商船におけるコンピュータ・システムとしては Humble Oil 社で検討中の一隻が噂されているが、これは同社が自己資金でコンピュータ・メーカーまたはシステム・エンジニアリング会社に開発を依託するといわれている。

ある米国のメーカは航法と機関室を包含したシステムは3～5年先、DDC（注）は5年先以上と予測している。

トータル・システムの形成をはっきりと目標として掲げ造船、海運、関連メーカ、大学、研究所等が結集して、共同研究を行ない、総合的にアプローチしている日本のケースは、海外に例をみないものであり、研究範囲、内容、経費の面から外国では多大の関心を呼んでいる。

4-3 一般システム・エンジニアリング

4-3-1 実施形態による分類

システム開発を行なう体制は、その対象あるあるいはその機関、組織等によって様々な形態があるが、舶用システム以外についてのシステム・エンジニアリングがどのように運用されているかを今回の調査先について概観して見るとおおよそ次のような3種類のグループに分けることができる。

- (a) 公的機関
- (b) 専門民間企業
- (c) 一般企業

4-3-2 具体例

- (a) 公的機関

USMA（米国商務省海事局）、NSRDC（米国海軍研究開発センター）、BSRA（英國造船研究協会）はいづれもシステム開発としては造船、海運界全般をとりあげているが運営面では差異が見られる。USMAでは一部分に自主研究もあるが大部分は委託研究によっている。USMAの年間総予算は25億円であって、その半分は委託

研究費となっている。このような巨額の委託研究が実施される背景には、米国に於いては、システム・エンジニアリングを基礎にしたシステム開発作業が企業として成立するという事実を如実にしめしているといえよう。NSRDC は海軍の研究開発センターであるので、当然自主研究が主であるが、委託研究も多いようである。例えば CASDOS (Computer Aided Structural Detailings Of Ship) についてはそのシステム・コンセプトは NSRDC のものであるが、システム開発については、A. D. Little 社(米国)にこれを全面的に外注委託し、現在その受入検査の段階であった。このように軍関係の研究開発のプロジェクトについてさえも、全面委託がおこなえるのは前述のように社会的職能として育成されているからである。英國における BSRA の場合はその運営上多少異なる点が感ぜられる。ここでのシステム開発は殆んど、自主的におこなわれている。しかし、そのシステムの実施応用については適用分野の企業との共同開発という形式をとる例も多い。

例えば QE 2 のコンピュータ・システムの開発は Ferranti 社との共同開発であり、その他造船所における NC の適用問題については、BOC 社(英國)や Swan Hunter 社等との共同開発もおこなっている。BSRA の場合、機関としての性格からも自主研究が多いのは当然ではあるが、米国におけるような全面委託の例のないのは、システム・エンジニアリングのみの企業が成立するほどの社会的基盤は未だ英國には確立されていないからであろう。

Michigan 大学を調査対象に組入れた理由はここに著名な造船学科があり、海事産業に対するシステム・エンジニアリングに対しても活発な活動をしているからである(例えば造船業における CAD に関するシンポジウムの開催等)。造船関係については Benford 教授がリーダーシップをとっているが、同教授は船舶の運航経済について研究しており、日本における大学の研究が、船舶性能一辺倒であるのに比較して考えてみると、工学のあり方について反省させる点があるであろう。

(b) 専門民間企業

IBM UK 社は IBM 社(米国)の WTC (World Trade Corporation) の傘下に属する一員であるが、これは英國における IBM 社のコンピュータの販売をつかさどる他に、各種のシステムの開発も自主的におこなっている。しかし、自主的にとはいっても、米国での IBM 社の活動とは別個に英國での自主的開発という意味でその内容はむしろ、英國でのユーザが主体となって開発をおこなっているものが多く、IBM UK 社としてはそのためのサポートをおこなっている例が多い。例えばシステム 24 とよばれる有名なプロジェクトについても、その開発は殆んど Molin 社(英國)がおこなったものようで、これらのシステム、エンジニアリングの内容を調査出来なかったのは残念である。なお英國ではコンピュータのマーケットとしては国家補助を強力に受けている ICL 社において IBM 社のシェアは低い。造船業界に対しても、IBM 社のコンピュータが納入されているのは Swan Hunter 社のみである。

DAI 社(米国)は化学プラントのプロセス・コントロールに関するシステム・エンジニアリングを主としておりあつかう一種のコンサルタント会社である。企業規模は余り大きくないが、この種の新しい分野の仕事に着実に根をおろしつつある会社の一つである。同社は IBM1130 という汎用小型コンピュータに対する特殊なインターフェース(注)を設計しこれプロセス・コントロール・コンピュータとして使用することを試みその成功を一つの足がかりとしてプロセス・コントロールに関するシステム・エンジニアリング一般に仕事の範囲を拡大していった。これは米国におけるシステム・エンジニアリング会社の成長の一つのパターンとみることが出来よう。同社ではシステム・エンジニアリングの仕事を引受ける時に、次のような手順で仕事を進めて行くことにしている。すなわち(a)見通しの検討(feasibility study) (b)問題の定義づけ(define problem) (c)業務内容の決定(specification) 特にその仕事を責任をもって引受けるか、あるいはことわるかの決定を(a)と(b)とがすんだ後にあらためておこなうことにしているとの事である。(附III 4-3 参照)。

このように明確な手順を意識的にさだめていることは、同社がコンサルタントとしての業績を向上させる基礎

になっているものであろう。仕事の進め方に段階を設けることは、かならずしもシステム・エンジニアリング会社のみの特色ではなく、一般に米国企業内でのシステム開発のための一つの習慣であるようにみうけられた。

CM² 社（米国）は最適航路の決定のための情報サービスをおこなう会社で、企業規模は上記 DAI 社よりさらに小さいもので、上記情報計算のために IBM 1130 を使用している。この種の情報提供によって商行為をおこなう企業は今後多くの分野にうまれるであろう。これらをシステム・エンジニアリングと呼ぶべきかどうかに疑問はあるが、その流行の一面向みるとることは出来るであろう。

ASA 社（米国）は船舶自動化に関連する仕事のコンサルタントあるいは機器のアフターサービス等を代行する会社である。このようにかなり特殊な分野のサービスあるいはコンサルタントの会社が企業として成立することは現在の米国社会での特色でもある。欧州ではハードウェアに立脚しない専門会社は未だ少ないようにもうけられたが米国ではソフトウェアのみに足場をおいた専門会社が次第に生れつつある。システム・エンジニアリングが独立して社会的な評価をうけているのは主として米国においてである。

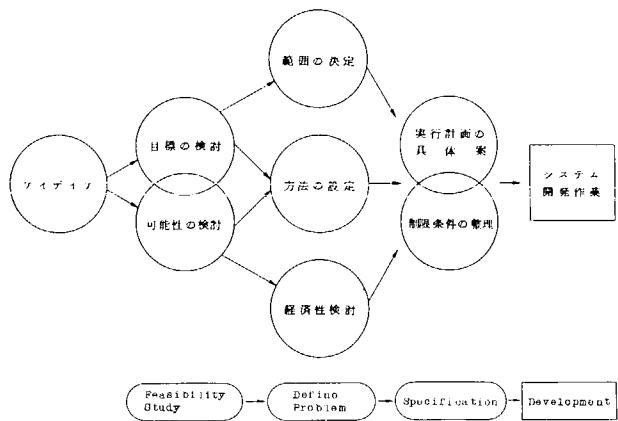
(e) 一般企業

今回の調査で Boeing 社（米国）と Lockheed-California 社（米国）とを調査の対象に加えたのは両社におけるコンピュータ利用技術の開発がいづれもパイオニア的役割をはたしているからである。両社とシステム・エンジニアリングを本務とする会社ではなく、航空機製造を行なうまでの必要から、その中の一部分の仕事として、コンピュータ利用技術の開発を行なっているものである。Boeing 社は APT（注）の開発メンバとしての有力会社であり、航空機の部材工作に全面的に N/C（注）技術を取り入れている。シアトル地区に散在する同社の数工場に供給する部材の工作を一個所に集中している。

Lockheed-California 社では N/C 分野へのコンピュータ利用は同様に強力に推進されているが、図形表現言語には APT を使用せず、同社の独自の開発した言語によると共にグラフィック・システムを大幅に使用している。

両社が N/C のような特定分野に対するコンピュータ利用技術に関するシステム開発を専門のシステム・エンジニアリング会社に依存せず自づからその開発をおこなっているのは、その技術内容が会社にとって製造活動の重要な部分を占め、かつその開発の成否が営業成績に大きく影響するからであろう。このような大規模なシステム開発は膨大な費用がかかるので大企業においてのみ可能であろう。

図III-4-3 DAI 社による作業手順



表III-4-1 システム・エンジニアリング(1: 船用システム)

(注) その他欄の○印の中の数字は VI. 訪問先別
調査報告の見出し番号に相当する。

訪問先等			対象システム	対象システムの内容	開発組織	ハードウェア	ソフトウェア	期待効果	現在の進捗度	将来の動向	その他
名称	国名	概要									
NINNF	ノルウェー	王立科学産業研究協議会、 科学技術の振興に資金援助を行ふ。船用コンピュータシステムの開発に関する、本会にプロジェクトチームが設立された。	船舶の超自動化 全般 対象 M/S TAIMYR号	・船位計算 ・衛星通信計算 ・本社との定期自動連絡 ・航行計画の記録 ・機関部の監視と記録 ・航速検知自動運動 ・主機と船体の条件変化の推定	共同開発： NINNF (ノルウェー) Engineering Research Foundation Ship Technical Research Association Nor-Control社 W. Wilhelmsen社	ノルウェー製中心 コンピュータ NORD-1 (Norwegian Data Electron: K社製)	分担： Engine 国際は NRD, Basic Software および Application は Nor-Control 社	・乗組員の減少 ・安全性の向上 ・監視と保守の改善 ・船と本社の連絡の改善 ・荷役時間の短縮	現在開発中: M/S TAIMYR号は三井造船で既に就航中。 1969.9 にコンピュータシステムを搭載予定		費用 ハード 約 7,500万円 ソフト 約 3,000-7,500万円 NINNFは在来オートメーションを越える費用を負担する。 ⑤
CERCI	フランス	Schneider Group の システム・エンジニアリング会社、 1962創立、現人員 250名 年商 約 200億円、 ビジネス・システム、制御システム のシステム設計ほか実施。	船舶の超自動化 全般、 一例 M/S AQUILON号	・一般航法計算 ・衛星通信計算 ・速度・位置制御(DOC)による監視、監視と記録 ・パラメータの計算 ・航速計測の計算 ・主機スケジューリング制御(DOC) ・冷却水系コントロール(DOC) ・機関部の監視と記録および記録	自社開発 但し、必要に応じて関係社 と共同作業も行う。	弾力的選別 AQUILON号は PDP-8/S ・Anti-Collision: Raytheon と共同開発した。 ・NNSS : ITT と共同開発中	・Manning の減少 ・生活環境の向上 ・安全性の向上	AQUILON号は 1969.2より就航中。		補助金あり: 船主に対し、海運省と科学技術省より Fr. 80万 (約 8,000万円) ⑯	
AEG-SCHIFFBAU社	西独	西独では Siemens に 次ぐ総合電機メーカー 一例 M/S POLAR EQUADOR号	船舶の超自動化	・冷凍室の温度制御(DOC)による監視と記録 ・主機のトリミング(DOC) ・冷却水系コントロール(DOC) ・機関部の監視と記録および記録	自社開発 AEG-Schiffbau が システム開発を担当 AEG Seligenstadt がハード、ソフト担当	自社開発 コンピュータ AEG 60-10 環境条件に対する SHORTEST 実施、Drum の採用は断念	自社開発	・在来船に較べ 6~8名の 人員減を期待。	POLAR CLASS 6隻の Reefer: 塔載運航中	・直ちに宣伝、先込みの意をなく メインテナス等につき経験 を積みたい。 ・航法システムを検討したい 意向あり。 ③	
B S R A	英國	英國造船研究協会 日本の造船に相当。 Wallsend に研究所を有す。 スタッフ 340人、うち技術クラス 125人 年間予算 100万ポンド(8.6億円)	船舶の超自動化 対象 S/T QUEEN ELIZABETH II号 (QE2)	・航行衛星による船位計算 ・ウェザ・ルーティング計算 ・海水供給量の予測計算 ・食糧品等の在庫管理 ・機関部の監視と記録および 記録	共同開発の一部を担当。 QE2 の自動化のうち コンピュータ・システムを 担当。	自國船中 コンピュータ FERRANTI-ARGUS 400	“QE2”に対しては、ブランニングとシステム分析を担当。 QE2 の運航経済性(燃料消費率等)の向上 ・船内事務の合理化	“QE2”は 1969.4 より運航開始		補助金あり: 自動化費用 10万ポンド(約 8.640万円)のうち、従来の自動化船の費用と越える額は約 4,750万円で、これは 国立研究開発公社よりの出世払いの補助金をうけている。 ⑦	
FERRANTI社	英國	英國唯一のプロセス・コンピューター。 訪問したのは Automation Systems Division Transportation & Information Systems Group	同上	同上	同上	自社製	Basic Software Data Logging 及 Scanning 等の実際のプログラミングを担当	同上	同上	・“QE2”的結果まち 積極的に実現へ意をなし 又、英國船主より本件につき引合いなしと言明	同上、⑥
LITTON社 GUIDANCE & CONTROL SYSTEMS DIVISION	米国	有名なコンプロマリット LITTON 社 の一 Division で、生産の 95% は Aerospace 関係の システム開発	航法の自動化 対象 LMN システム: LITTON-MARINE-NAVIGATOR システム	・Inertial Guidance Systems を中核に他社の機器をサブシステムとして航法システムを開発	自社開発	Inertial Navigation (自社製) ・NNSS (ITT 社製) ・Doppler Sonar (Marquardt 社製) ・自社製コンピュータ LC728 にて統括	自社開発	・船舶又は Off-Shore Rig の精密な位置決め	開発中 12 sets 受注済、 1969.8. より引渡し	船用トータル・システムに対する システム・エンジニアリングに 関心ありと言明。	⑩
HONEYWELL社 MARINE SYSTEMS CENTER	米国	HONEYWELL 社の Aerospace & Defense Group に属し 船用のオートメーション機器の 開発を担当。 現在 90% は Military 用。	航法の自動化	現在は、Navigation System (E/H Log Gyro, NNSS 等 と PDP-8/I で纏めたもの) を有する。	自社開発 Computer & Communication Group と共同開発態勢。 将来開発組織を 1 本化する予定。	コンピュータ、センサー共自社製 コンピュータ DDP-316, 516 と使用する模様。	Basic Software は自社で作成。 システム・アプリケーションは Customer に任せたい。	Navigation System は完成。	2種の計画あり。 1. Short Term: Small, Dedicated Modular System (航法に固執する提供可能) 2. Long Term: Total, Large Integrated System (3~5 年後には提供可能)	⑩	
DECCA HOUSE	英國	著名な航海機器メーカー。 船舶の超自動化全般	現在、航法関係 (“SEALANE”) が中心なるもトータルシステム化を考慮中。	自社開発 System Study & Management Division 担当 (Project 決定および推進の 中核部門)	自社製 (100%) ・Auto-Deco. Radar 等の 航法システム (“SEALANE”) 用コンピュータは OMNITRAC-10 ・Engine Logging は ISIS-300	自社開発	SEALANE: 1970 試運転、 1971 に実用化。 当初は Hover Craft に搭載、 as Deep Sea Vessel に Apply する予定。			⑫	
SSRF	スウェーデン	スウェーデン造船研究会社。 スウェーデンの造船研究に対して助成を行ふ。	船舶の超自動化 全般 対象 21,000 DWT ターピン・タンカー	・航法計算 ・擧元計算 ・自動操縦装置 ・船体の反応計算 ・主機の速度制御 ・主機の前進制御 (以上は DDC) データロギング	共同開発： Salen 社 Kockums 社 ASEA 社 SSRF	弾力的選別 コンピュータは CDC 1700 (米国製)	ASEA 社が主体になり開発		開発中 1969.9 基工予定		今回の研究費: SSRF: 1.75 億円 うちコンピュータ関係 6,950万円 ②
GENOVA 大学	イタリア		船舶の超自動化 対象 M/S Esquiline 号	・ウェザ・ルーティング計算 ・主機制御		IBM 1800 (米国製)					本船は Engineering Research Vessel と云われている。
CALIFORNIA大学 SCRIPPS 海洋研	米国	航法の自動化 特に海洋観測 船を対象している 一例 R/V ARGO号	・航行衛星による船位計算 ・科学技術計算と資料記録	IBM ロサンゼルスと 共同開発	・IBM 1800 ・NNSS (Magnabox 社製)		・海洋観測に必要な船位の精密決定 ・データ解析の迅速化	カルフォルニア大学スクリップス海洋研究所の R/V ARGO 号 R/V TH. WASHINGTON 号に 搭載。R/V MELVILLE 号に 搭載予定。 同システムは代々リス王立海洋研 R.R.S DISCOVERY 号に搭載			⑩

表III-4-1 システム・エンジニアリング（2：一般システム）

(注) 備考欄の○印の中の数字はVI.訪問先別
調査報告の見出し番号に相当する。

訪問先等			調査対象システム	開発組織	ソフトウェア開発	使用機器等	現在の進捗度	研究費等	その他特記事項	備考
名称	国名	概要								
U S M A	米国	商務省海軍局： システム開発に関して 委託研究および自主研究 を行っている。	自動化については Merchant Ship Automation Study を 2 年計画で General Survey L. 1961 に終了 これに基づき現在 Detail Survey 中 超自動化については建設計画なし。	Office of Research & Development の開発関係を担当 現人員 32 人 うち 技術者 約 1/2	大部分は委託研究 一部分自主研究あり。 委託は主要大学 研究機関 有力会社。			USMA の総予算は年間 25 億円 うち半分強は委託研究費。		(23)
N S R D C	米国	アメリカ海軍研究用発セ ンター： 流体力学、構造、振動等 多数の研究部門が各所に あり。	船舶の自動設計システム。 船の設計、構造、人、物の コントロールに対するコンピュータ 技術の応用を主とする。	開発の中心は 应用数学研究 部門	本研究内及びシステム会社 へ委託。後者に対しては Coordination & Evaluation を行なう。 例えば CASDOS は A.D. Little Graphics は CDC 等。	現在 IBM 7090 使用中。 近い将来 CDC 6600 に転 換する予定。 Graphics 関係に充実した 設備あり。	CASDOS は現在 Test 中。 COMRADE 等新たな Project を計画中。		自動設計システムの開発目的 は米海軍が毎年多数の艦艇を 造船工廠に発注するので、その Cost Down のため。云々は船主 サイドに立って造船所の技術援 助と自らの省力化を計ること。	(7)
B S R A	英国	英國造船研究協会： 日本の造船に相当 但し、独自の研究スタッフ を有し、船舶工業に関する 各種の研究、開発と技術 サービスを行っている。	生産技術関係 N/C に関する研究 管理技術の応用研究 コンピュータ の応用研究 線図の自動フェアリング ロフティング 切断の自動化	統計 Production Division 35 人 Computer Division は 30 人	開発テーマの選択、研究の推進 は自動的。 但し共同研究も多い。 例えば Ferranti, BOC, Swan Hunter 等。	コンピュータ ICT 1900 (ICL 社製) 自動作図機 Gerber 社製 (米国)	北欧の研究 (例えは AUTOKON) にフロー	協会全体として年間約 8.64 億円。 政府及び民間の両者を資 金源としている。		(24)
Michigan 大学	米国	アメリカでは専門の工学部門 をもつ、とくに州立としては 著名な造船学科あり。	主として船舶の運航経済性及び 船舶設計のコンピュータ 利用。	船舶関係は H. Benford 教授が中心的存在。	LINES of Fairing. 船型の Generating 等。	IBM 360-67 及び GE 635 による TSS システム を使用			NSRDC よりの委託研究あり	(26)
IBM UK	英国	IBM 社の英国統括： (欧洲統括はパリにあり)	英国におけるプラント・オートメ 及び造船所のコンピュータ 利用。 前者の例として MOLINS 社のタバコ製造機の 工作システム System 24.	MOLINS 社の開発に対し IBM がサポート。	計画検討はシステム理論 に従い、入念に実施し開発 に 3 年要したといふ。	コンピュータは IBM 360-50 および IBM 1130 × 2 台 特別設計の高速 N/C 機 7 台。オートベルト、コンベヤ等	完成		実績効果として、従来のものと 較べ 製造コスト 83% 減 が実現	(10)
D A I 社	米国	システムエンジニアリング会社	システムエンジニアリングの考え方	会社全体で 50 人	1. Feasibility Study 2. Define Problem 3. Consulting のスタート 4. Specification という順にアプローチする立場 を固守している。			エンジニアリング料 FORTRAN プログラム 150/日 システムプログラム \$ 250/日	Process Control、特に Chemical の分野で経験 多し。	(16)
CM ² 社 (Ocean Routes)	米国	船舶の航路決定のための 情報サービス会社 従業員 17 人	被サービス船より船位、気象 CM ² により航路指示。 現在のサービス： 北太平洋、北大西洋 および オーストラリア北方の 3 地域。	スタッフは 海洋気象関係 8 人 コンピュータ関係 4 人	自社開発 但しコンピュータ・プログラム は極めて単純	IBM 1130 + Disk 2 台 および XY プロット。	航路決定システムとして理 論的に解明されていな い難がある。		サービスの目的は 1. 船体および貨物の安全 2. 航海時間の短縮 として、1 航海が 16.5 の 料金にふさわしいかは意見 の分れるところ。	(31)
A S A 社	米国	自動化関係のコンサルタント 会社	主として機関関係 在来自動化 機器の計画、検査 メインテナス 業務。	現在 5 人	具体的なプロジェクトが発生 したときに専門家を動員す る。				社長意見によれば、アメリカ 船主は超自動化に保守的 であること、又現在の関心は 自動化機器の信頼性向上 にありといふ。	(16)
BOEING 社 COMMERCIAL AIRPLANE DIVISION	米国	著名な航空機メーカー： ボーイング社全体の売上 1968 年度 1兆 1,800 億円 その 2/3 は民間機。 従業員総計 102,000 人	N/C (数値制御) による部材 加工システム および B-747 の組立工程。	各工場毎にハードソフト共 分離化。これらをまとめた め推進組織あり。	Basic Soft はコンピュータメーカー が提供。例えは APT-III etc. Application は自社開発が 多い。IBM のサポートを見 送せない。	使用機器多数 N/C に関して IBM 360-65 による Batch Processing の 段階	全体会議中 20% が N/C マシン。		N/C 化の採用の優先順位を 次の如く定めている。 1. 人力では不可能な形状と精度のもの。 2. Cost 利得が人力と較べて 4 倍 以上である加工精度のもの。 3. Cost 利得が 2 倍以上のもの。	(29)
LOCKHEED-CALIFORNIA(Calac)社	米国	著名な航空機メーカー： ボーイング社と較べて軍用の比 重大、ロッキード全体として年間 売上 1968 年度約 8,000 億円 従業員総数 95,400 人	Computer Graphics による N/C Processing System	各 Company 毎に集中化 Calac には管理、技術の 両 Division あり、全従業員の 2.2% (570 人) がコンピュータ システムの開発、サービスに 従事	自社開発中心。 高度のシステムに取組んで いる。	使用機器多数。 N/C に関して IBM 360-91 を中心 12 台の Graphic Display による Processing を実用中	N/C 处理システムとしては 一応形が整った。 今後、ソフトの質の向上が 問題。		担当者によれば Computer Graphics の採用により工数は 1. 2 次元加工 16 倍程度 2. 3 次元加工 16 倍程度 3. 破断回数 16 倍程度 になるという。	(37)

5. 乗組員制度の動向(船舶と超自動化と船舶士)

(表III-5-1, 表III-5-2 参照)

5-1 乗組員需給の逼迫とその対策

全般に各国船主、関係者からは、異口同音に乗組員の不足、特に若者で船に来ることを希望する者が最近、極端に減少し、乗組員の確保が非常に大きな問題であることが述べられている。

この問題の解決策は国情により次の2つにはっきりと区別される。即ち第一の方法は米国を中心とする考え方で、便宜置籍船を用いて三國船員で運航し、乗組員不足と船員費増大（現在船員1名10年あたりの船員費は約3,000万円（欧州）～7,500万円（米国））を同時に解決しようとするもので、第二の方法は北欧、フランス等を中心とする考え方で、プロセス・コンピュータの船舶への導入を含む超自動化により、船務の合理化、省力化をはかると同時に、居住性と労働環境を改善することにより、問題を解決しようとするものである。

しかし米国も自国籍船については第二の解決法によらざるを得ないことを認めており、特にアラスカ北岸の大油田発見により具体化したマンハッタン計画の実施に伴ない、自国籍タンカーの超自動化に乗り出している。

従って、長期的な視野に立てば、第一の方法による解決は決して根本的なものではなく、世界の大勢は今後、第二の方法によって乗組員問題を解決する方向にむかうものと予測される。

5-2 船舶士制度（注）実現の現状

欧米海運関係者および乗組員教育関係者は、まず将来の乗組員制度のあるべき姿を検討し、きわめて長期的な対策を打ち出している。将来の姿の細目に関しては多少異なる点もあるが、大筋としては一致しており、具体的には次のようなものになるとしている。

- (i) 将来の船は一層技術的に高度なものとなるであろう。
- (ii) 将来の船は一層少数の乗組員で運航することになるであろう。
- (iii) 将来の船には船舶士が、乗組むことになるであろう。
- (iv) 将來の船舶士には、広範な技術的能力より高度な管理的能力が要求されるであろう。

以上(i)～(iv)の前提のもとに、既に船舶士教育を開始している国が相当数あり、今回の調査中判明したもののみを挙げると職員に関してはノルウェー、フランス、米国が現在新規養成中で、特に米国では今年（1969）6月に船舶士第一期生19名が卒業しており、フランスにあっては来年卒業予定である。

職員の再教育に関しては、これら各國では計画の立案を終了しており、とくにフランスではすでに新規養成と並行して、在来教育機関で実施している。しかし職員については、海技免状制度の問題、および超自動化船運航に必要な能力は、従来の航海士および機関士の技能、知識の両方が、現時点では必要とされるので、公的機関により新規養成が主体となっている。

一方部員に関しては、船舶員制度をノルウェー、英國、フランス、米国ではすでに実施しているが、これはEゼロ（注）船隻数の増加に伴ない、非Eゼロ船乗組希望者が激減し、たとえ船舶員システムを採用していても、Eゼロ船は労働条件がよいので、これに乗組むことを希望し、そのために進んで船舶員再教育を受ける傾向にあること、および部員の同教育内容が短期間の再教育で容易に消化し得るものであることの2つが挙げられている。なお部員に対しては自社再教育を中心としているのが一般的の傾向である。

一方教育機関では教育カリキュラムは、技術の進歩、革新に伴なって、常に再編成されており、重要性の高い教課から重点的にカリキュラムに組込まれて、既に陳腐化したと見做された学科は反対にどしどしカリキュラムから外している。

5-3 超自動化船の運航と乗組員制度

すでに述べたごとく、船舶の超自動化は世界的趨勢であるが、超自動化船の建造と併せて解決しなければならない問題として、この超自動化船を安全かつ経済的に管理する運航管理体制の確立が必要となる。

情報産業社会での運航管理体制は海運会社の本社、支店、代理店や全船舶から刻々集まる港湾事情、市況、荷況、荷役事情、各船の運航状況等のおよそ海運業經營に必要な一切の情報を適切に管理するシステム（情報システム）を確立すること、および船舶運航上、海上および陸上の最適の就業体制（マンニング・システム）を確立することなしには実現することはできない。

このうち前者は最近のコンピュータを中心とする情報処理技術、通信衛星等を利用したデータ送信技術等の発達により解決されることになるが、後者については、海運会社の社内体制の改革および人間の養成を含む相当困難な問題点が多く、確立された制度とするためには相当期間を要すると思われる。

殊に乗組員の養成は一朝一夕にできる問題ではなく、また一国の教育制度、海技免状制度、その他法改正を伴なうものもあるため、より困難なものであるとするのが各国関係者の見方であった。

5-4 乗組員の教育施設

今回の訪問国内特に米国では教育方法については一般に訓練用シミュレータ教育を大幅に採用する方向で、シミュレータ自体が次第に大規模なものになると共に、船舶の運航、機関の運転を包含する広範なシステムのシミュレータ設備を活用している。この内注目されるものには、我国ではレーダ・シミュレータしかないので対して、航法ではレーダ・データ・コンピュータや船橋システム・シミュレータ、機関では、ディーゼル、タービン、ガスタービンのシミュレータや原子力船の炉およびタービン・コントロール・シミュレータがあった。

また一般に教育訓練施設はあくまでも実務の訓練を目的としており、模型としてしか使用しなかったり、研究用として使用するといったことは殆んどない由である。

訓練用シミュレータの使用にあたっては、できるだけ訓練生一名あたりの占用時間を増やすため、綿密な予定表を作成し、フルに活用している状況にある。

5-5 船舶士制度への移行に関する諸事項

既に述べたごとく、欧米諸国では船舶の超自動化と船舶士制度が、比較的調和のとれた発展をしつつあるが、これを可能ならしめた背景には次のような諸事項が存在する。

第一は機器の信頼性の問題であるが、欧米を通じて、メーカーの態度として共通して言えることは、新しく開発した機器はテストにテストを重ねて、船用として充分使用に耐える確信を持ってから市販していることである。たとえば、あるメーカーは一号機のレーダは少くとも陸上で半年以上の連續運転実験を行なわなければ、製品化しないと言明しており、またあるメーカーでは信頼性を向上するためには、船橋上のどの場所にレーダを設置すべきかを大規模な実験を行なって研究し、その結果を船主にリコメンドしている。

第二はアフターサービスの問題であるが、今回訪問したメーカーは何れも海外にワールドワイドのサービス網を完備しており、一方船主もこのサービス網やサービスの種類を機器選定の重要な要素と考えていることである。

第三は一般にメーカーはユーザの要求を非常によく調査、研究し、開発の段階からその後の実用化に至るまで、積極的に使用者の意見を取り入れる体制をとっていることである。

第四は欧米では国境を越えて、大きな制約もなく、目的に合った機器を採用し得る環境にあることである。

船舶の超自動化を行なう場合、これらの諸事項が全体として船舶士制度への移行に容易ならしめていると思われる。

表Ⅲ-5-1 乗組員制度の動向

(注) 1. 1名削減対応投資額の金利と
ベースアップは相殺とする。2. 参考事項欄の○印の中の数字はVI訪問先別
調査報告の見出し番号に相当する。

訪問先	教育制度	乗組定員および就労体制	1名削減対応投資額	組合動向	参考事項
N T N F (オスロ) ノルウェー	○ 政府援助の下で特定の教育機関で甲板の別を廃した船 舶士の養成を開始した。 ○ 教育コース詳細は、各論別 表のとおり。 ○ このコースを卒業すれば 27才で在来の船長と機関 長の2人分相当する1人の 新シップマスター(船員士制 度下での船長)が誕生する こととなる(目下養生中)。	○ New Manning Rule が1969.4.15発効し、 船舶士構想を採用した。 ○ 総トン数別にゼロ船か否か によって詳細に規定している。 (船に対する投資限 度／1名当たり) ○ 正セロ船の場合2～3名定 員が多い。 ○ 士官、部員共各職別に詳細 規定している。 ○ 船舶士養成が進展すれば情 勢に応じて更に定員変更を行 う。	○ 1年当り 288万円 10年当り 2,880万円	○ 原則として外国船員と自國 船員は同賃与ベースであ ること。 ○ 欧州水域を活動範囲に含む 船舶では三国船員の乗船は 認めない。 ○ New Manning Rule には同意する。 ○ 60隻。	○ 再教育制度については未充 足。 ○ 労働環境、生活環境上非正 ゼロ船については乗り手が 無い。 ○ 1969.1月現在正ゼロ船 5隻が就航中。5月現在 で在来船の改造中のもの約 60隻。 ○ New Manning Rule については、政府、船主協 会、海員組合員とも承認済。 ⑤
S H E L L (ロンドン) 英國	○ Ship独自で、一般教育 として英、独、オランダに 教育機関を持つている。 ○ 英、独のコースは2週間、 オランダでのコースは自動 化関係で4週間である。 ○ 仏シエルでは船舶土コーズ 卒業者を採用予定。	○ 世界各地の現地法に従つて いる。 ○ 部員レベルでは船舶員制度 を3年前から実施している。 ○ 船舶員制度採用船舶数は全 船舶90隻中40隻余。 ○ この場合タンカー定員(英國籍) で22名～27名である。 ○ シエルでは船舶員制度のこ とをG P Cシステム (General Purpose Crew System)と呼んでいる。	○ 1年当り 300万円 10年当り 3,000万円 (船に対する投資限 度／1名当たり)	○ 機関長制度対策として整備 長制度を設け、これに機關 長を任命している。 ○ つまり機関長は船全体の保 守を所掌する。 ○ 船舶員制度は既に確立した もので、抵抗は無い。	○ 船長、機関長、航海長、事 務長の4人委員会は毎日船 の性能、ロスタイム対策、特 別な修理工事について協議 の上週一回本社に報告。 ○ 職員の減員は若しやるのな ら機関部となろう。 ○ 信頼性の向上が第一である。 ○ 船員制度実施に伴い、 Petty Officer(下 士官)制度を設けている。 ①

訪問先	教育制度	乗組員および就労体制	1名削減対応投資額	組合動向	参考事項
フランス海事関係者 (ハイリス)	○ 1965年に船員教育を開始。 ○ 1970年に新卒が誕生。 ○ 昨年船員教育に反対する学生ストがあつたが現在は解決した。 ○ 在来教育機関で再教育を受けた者は船員として現在乗船口。 ○ 今迄の再教育は自動化船の実現のためにはつなづく、抜本的な再教育専門機関による再教育計画は作成してあるが実施に至っていない。	○ 自動化船について現状 20 ~ 23名程度である。 ○ コンピュータ搭載船の場合十数名にすることを考えている。 ○ 当然将来は現在養成中の船員が運航することとなる。	○ 1年当り 210万円 ○ 10年当り 2,100万円 (他に約50%の社会保障があり従つて総計約3,000万円となる。)	○ 従来との給与差が大きいので反対は非常に強い。 (再教育の個人持出しとその後期間中の予想収入との差額はその後回収し得ない。)	○ 今後は事務部合理化を行いたい。 ○ 若手労働力の不足対処と人件費の削減と将来の労働力の不足対処とが目的である。 ①
U.S.M.M.A (キャンスマート)	○ 1965年6月に Dual Licenses コース教育(船舶教育)を実施。 ○ 入学者 350名より入試成績上位より 10 ~ 15名を命令により編入する。 ○ 本年6月第一期船員(初年度のみ19名)が卒業した。 ○ 将來本コースの卒業生のみで全ての自動化船の需要をまかなか得る見通しがある。 ○ 再教育は原子力船の乗組に力を入れられる。	○ 現在コーストガードが各船毎に設備を見て定員を決めらる。 ○ 現在の最小定員は外航タンカーで 27名、貨物船で 38名。 ○ 将來の定員は更に少くなる。(この他約40%の社会保険費があり、従つて総計約7,500万円となる。)	○ 1年当り(但し新卒員で) 4,32万円 ○ 10年当り(但し新卒員で) 約5,000万円	○ 定員の削減に対する反対は非常に強い。 ○ 現在各組合の相互交渉および合併が実現しつつある。 ○ 機関組合に航海士が加入し航海士組合に機関員が加入するケースが増えている。	○ 米国籍船の自動化は現時点では世界レベル以下で、 dual licenses を生かして乗船する卒業生は一人も居ない。 ○ 海船大学として将来米国海運界が船員を必要とするとの長期ビジョンをたて実施に移した。 ○ 関題は卒業生の海上への進出を保つことで、 dual licenses については修業義務年限を從来の 3 年から 5 年に延長。 ②
E.S.S.O (エスヨーク)	○ 将來はキャンスマートを卒業した船員を採用する。	○ 米国籍船以外では、船員費が安く、自動化の必要性は低い。	○ 全上	○ 便益臨時船の場合、組合がないので何ら問題ない。 ○ 便益臨時船の場合は組合を使いこなせるエンジニアを乗せると仮定	○ 運航費に占める人件費は船型の大型化と共に相応的に低下している。

訪問先		教育制度	乗組員および就労体制	1名削減対応投資額	組合動向	参考事項
米国 (ニューヨーク)	○三国船員(ハナマ籍船等)、 自國船員(アメリカ籍船) で教育は異なる。	○便用置籍船では法律に基づく定員は無い。 ○米国籍では7.5万D/W型 3隻を建造中でうち1隻に コンピュータを搭載し、当初は非ゼロで28名で運航する。 ○シミュレータの活用をやりたい。	○すると年間900万円程度の給与を支払わねばならない。	○出し、全定員のうち10名はバナマ人としなければならない。	○超自動化は安全性の向上に主眼を置く。	
	○今やっているのはマルノーブルの自社教育(大型船乗組による操船訓練)。	○機関室無人化すれば更に減少させ得る。	○米国籍のものは自動化が必要。	○米国船舶については組合との話し合いはこれから時間をかけて行なわれよう。	○現在の一番の問題点は在来機器の信頼性の向上である。	
	○シミュレータの活用をやりたい。	○米国籍のものは自動化が必要。	○バナマ籍では船舶員制度について5年前から既に実施中。	○米国船舶については組合との話し合いはこれから時間がかけて行なわれよう。	○2ヶ月操縦、1ヶ月休暇システムの採用をしている。	
	○	○イタリヤ、スペイン籍では2年前から既に実施中。	○船員の船員制度は実施されていない。	○タンカーの作業ビックは荷役ではなく、係船作業とタンククリーニングである。	○タンカーの作業ビックは荷役ではなく、係船作業とタンククリーニングである。	
	○	○	○船員の船員制度は実施されていなない。	○	○超自動化は安全性の向上に主眼を置く。	
	○部員については海員学校高等科でGeneral Purpose Crewをすでに養成中。再教育は一部企業内で実施中。	○船員法60条で甲板部員6名を規定。	○船員法で職員数が決まる。	○ベースアシップは年率15%以上(実績)。一方米国は組合により異なるが4~6%	○現在の一番の問題点は在来機器の信頼性の向上である。	
	○	○	○船員の船員制度は実施されている。	○平均10年間2,500万~2,500万円	○異種労働禁止の方針。	
	○	○	○船員法で職員数が決まる。	○ベースアシップは年率15%以上(実績)。一方米国は組合により異なるが4~6%	○三国船員配乗を拒否。	
	○	○	○船員法60条で甲板部員6名を規定。	○定員については各船、各社別の交渉により決定。	○定員については各船、各社別の交渉により決定。	
(参考)	○職員の船員教育は全く行われていない。	○	○	○	○	
日本	○部員については海員学校高等科でGeneral Purpose Crewをすでに養成中。再教育は一部企業内で実施中。	○	○	○	○	

表III-5-2 乗組員教育施設の動向

施設の所在地	施設の種類	施設および訓練の内容	使用意義	備考
U.S.M.M.A. (キングスボイント) 米国	原子力船機関室および原子炉コントロールルーム訓練用シミュレータ	原子力船サバンナ号の機関および原子炉コントロールシステム訓練用シミュレータの実物大訓練設備。 約250種の原子炉及び機関故障再現プログラムを持つ。 在米ライセンスを持つ機関士、航海士に原子力船ライセンスを附与する為の訓練。 1回10名(機関士8名、航海士2名) 1日4~5時間で4ヶ月コース。	訓練マニュアルの作成が成否の鍵。 現在訓練生が緊急処置を100%取り得るまで訓練できる。 製作費用: \$100万 (3.6億円)	コントロール: ウエスチングハウゼン アナログ: コンピュータ 製作費用: \$100万 訓練人員: 100名を越える。
レーダ・シミュレータ	2ターゲット方式。 附属設備としてオートバイロット、テレグラフを有す。	故障が非常に多かつた。 稼働率: 当初45% 現在90% 人間工学的には改良の余地あり。 潮流、海面反射の再現装置あり。 ターゲットの特性(船型、運動性能等)は5種類まで変え得る。	ラディオオン社製。 訓練人員1回1名。 トレイナ・トレイン方式。	学生の評判は悪い。
ドライカーゴ・ワインチ・シミュレータ	カーゴワインチの故障箇所の発見および修理訓練。 航海科学学生訓練用。 簡単な故障再現ボックスにて操作。	古くから設置されているが、簡単で操作容易かつ効果的。	タンカー・カーゴ・ハンドリング グッシュミュレータも設備する予定。	安価で効果大。
系船設備シミュレータ	上に進ずる。	上に進ずる。	故障種類は5種類	電動式のみ。
機関室運転シミュレータ	機関室の主要機器を全く実船と同様の配置として、各種故障の再現、運転状況の再現をしている。 機関科学学生訓練用。	機関室の運転状況の再現を行なう予定。 非常に有効。	重点はボイラに置いている。 実際に重油をたいて檢討させる装置。	更に種類を増やし体験的教育を行なう予定。

(注)V.2.2.U.S.M.M.Aの頁参照。

施設の所在地	施設の種類	施設および訓練の内容	使用意見	備考
レーダ・データ・コンピュータ	10ターデット方式 CPA(往還算、TCPA(計)計算、試行操船結果表示(委針、減速)を行う。 シミュレータとしては3スクリーント(住)で使用。 高輝度プラウン管使用。	レーダ・シミュレータと合せて 使用すれば効果が挙がる。	1963年作成。 グッドイヤー・エアロスベース社製。 実船搭載評価実験後陸揚げし、 シミュレータに改造。 製作費用 2,000万円 維音除去装置なし。	
UNION SCHOOL (ボルティモア) 米国	航法シミュレータ	視界再現用の模型船を作り模型船をリモコンで運転する。 模型船の船橋にはITVが装備され、水路航行中の視界を別室の球型スクリーンに再現する。 被訓練者はこの球型スクリーン内から模型船を遠隔操作する。 部員に駆員ライセンスを附与するための訓練装置。	非常に効果的であるとのことです。 機関士に航海士のDual Licensesを取らせる為にも有効と思われる。	キングスポイントで得た情報。 Union School とは部員組合が経営する学校で、組合員に航海士または機関士の海技免状を取得させることを目的としている。
NAVY TRAINING DEVICES CENTER (コロラド) 米国	航法シミュレータ 機関シミュレータ	上に述べる。 キングスポイントの機関室訓練シミュレータを油だきをせず、アナログ・コンピュータで再現したもの。 タービン、ディーゼル、ガスタービン等各種あり。 海軍士官、下士官訓練用。	上に述べる。	キングスポイントで得た情報。 他の各種兵器コントロール・シミュレータあり。
ESSO REM (ブルノーブル) フランス	操船訓練施設	模型船、模型船による操船訓練。 正確な縮尺の模型船に乗り、運転する。 英水路標識、港内操船、着離岸、浮標集合に良い。 船が主体。	非常に有効で特に大型船の操船のコツを短期間で体得させる場所に良い。 ESO関係者に限る。 費用かかるのが難点。	自社教育施設。 ESSO group のみ。 1名2週間コース授業料は \$ 2000 (72万円)
(参考) 日本	レーダ・シミュレータのみ。	デイオン、ソートロン両社製が多い。 日本製では日本無線のみ。 船長、航海士教育用に活用。		レーダ・シミュレータ以外見当らない。

IV 総 論

1. 調査のとりまとめ考察

1-1 調査の足どり

限られた期間に欧州（フィンランド、スウェーデン、西独、ノルウェー、英國、フランスの6ヶ国）および米国において、既述のとおり合計39ヶ所の船用コンピュータ・システム関連施設等を訪問・調査したが、これらは世界のすべてではないものの、いずれも世界的に名の通ったものばかりであり、わが国における船舶の超自動化の研究開発を推進するに当って、有益な参考となり、多大の成果を収めることができた。

1-2 海外における超自動化船の開発の現状

現在のところ、いわゆる超自動化船なるものは未だ建造されていない。しかし超自動化へ向う試み、超自動化のための部分的実験等は各国においても既に開始されており、この趨勢は一段と強まるものと思われる。

すなわち、Dolabella号、Aquilon号（以上フランス）、Argo号、Thomas Washington号（以上米国）、Polar Ecuador号（西独）、Queen Elizabeth II号（英國）、Taimyr号（ノルウェー）、Esquilino号（イタリア）等がその例であるが、このほかスウェーデン、米国では更に新しい試みが行なわれようとしており、世界は期を一にして超自動化に向おうとしていると言えよう。

1-3 海外における船用コンピュータと関連自動化機器の現状

欧州においては、軍用・商業用のコンピュータが米国においては、航空・宇宙用、軍用、商業用のコンピュータがそれぞれ船用に転用される傾向にある。船舶の超自動化を支えるコンピュータ・システムの一環としての本格的な船用コンピュータなるものは、未だ完成されてはいないと考えられるものの、とくに米国におけるコンピュータ関係の技術には目をみはらせるものが多くあり、今後の動向が注目される。

関連自動化機器については、欧州では従来の伝統的な造船関連メーカーが開発を行なっているのに対し、米国では、航空・宇宙・軍事・海洋開発等の目的のために開発されたものを船用に転用するか、それらの技術を基礎として船用のものを開発している。いずれにあっても有力メーカーは、国境の壁を越えて世界市場を対象としており、新製品をつぎつぎと開発し、自信をもって製造販売を行なっている。

1-4 わが国における船舶の超自動化の研究開発の位置づけ

船舶の超自動化の目的は船内労力の軽減、船舶の安全性の向上、船舶の運航経済性の向上の3つが挙げられる。

従ってこれを、達成するには船舶の機能全体を一つのシステムとして捕え、これをトータル・システムとして制御することが最も効果的であると考えられる。

欧米においては、船主の要請による新しい自動化、造船所による実験的研究、海洋開発のための現実の必要性等が、結果としていわゆる超自動化の方向に向つつあると言えようが、わが国にあっては、前述の3つの目的を明確化しつつ広範多岐にわたってトータル・システムの開発を行なっており、かつそのために国内の300人を超える関係者が共同して従事している。かかる研究開発態勢は欧米のそれに比較して遙かに大規模かつ組織的であり、今後開発される超自動化システムは世界に誇れるものとなる可能性が十分にあるといえよう。

1-5 海外における船舶構想実施の現状

乗組員の不足と船員費の高騰は世界的な傾向であるが、これに対処するための一環として北欧、フランスを中心とする船主は船舶の自動化を採用して來、また米国系の大手石油会社およびギリシャ系船主等は便宜置籍を利用して來た。しかし後者は根本的な解決策ではなく、世界は今や前者の自動化、更には超自動化の方向に向っているといえよ

う。

これに際して乗組員の就労体制については従来の甲板部、機関部の壁を取り除き、士官にあっては船舶士、部員にあっては船舶員を乗組ませる、いわゆる船舶士構想が現に実施され、または乗組員教育がなされつつある。すなわち船舶士にあってはたとえばノルウェー、フランス、米国においてまた船舶員にあっては、英國、フランス、米国において、それぞれその具体例をみることが出来る。

このほか新時代に対応した乗組員の教育・訓練の施設に関してはとくに米国において幾多の顕著な例がみられ、今後の超自動化時代における教育・訓練のあり方の一端を示唆しているとみるとことが出来る。

2. 今後とられるべき対策

2-1 研究開発態勢の強化

わが国における船舶の超自動化の研究開発を円滑に実施し、成果の早急な実用化を計るために、関係官庁、大学、研究所、船主、造船所、コンピュータ・メーカー、関連自動化機器メーカー関係諸団体による共同研究を一層推進するとともに、とくに開発の主体である造船所、成果の受入れの主体である船主にあっては、それぞれの企業内における開発もしくは受入れの態勢を早急に充実強化する必要があり、とくに本システムの如き各方面に関連のあるものにあっては、船主、造船所が混然一体となって事に当ることが肝要である。

2-2 船用コンピュータの開発促進

船用コンピュータは船内設置という特殊な環境にさらされる事、すなわち振動、湿度、海水塩分による影響や海上なるが故のアフター、サービスの困難さ等と、船舶のもつ各機能、すなわち航法儀装、機関プラントという広範かつ多岐にわたる分野の制御等を司どると言う多目的性が特長であるが、かかる船用コンピュータはまだ完成されたものではなく、これの開発を促進することが急務である。

2-3 関連自動化機器の開発促進

超自動化船の開発に際しては、航法、儀装、機関プラントの各方面にわたり、それぞれの機能を十分發揮し、各システムの手足となって働く関連自動化機器（ハード・ウェア）が不可欠である。

わが国のメーカーは、欧州における伝統ある造船関連メーカーや米国における航空宇宙、軍事と密接な関係をもった機器メーカーとはその態様に大幅な差異があるので、関連自動化機器の開発には、衆知を集めてこれの促進に当る必要がある。

2-4 システム・エンジニアリングの重要性の認識

従来の自動化では単体の機器を開発し、それらを結合し、積み重ねて進めて行ったが、超自動化にあっては、船全体の制御システムを設計してのち、その要求性能仕様に基づき所要の機器を開発し、それらを有機的に結合させて行くことが肝要である。

したがって、このシステムの開発・設計が超自動化の成否を左右する一大要素であり、かつこれに際しては、有望な人材、多大の時間と費用とを要し、これによる無形の成果（ソフトウェア）は十分に評価されなければならず、評価方式の確立を行なうシステム・エンジニアリングの重要性を一層認識する必要がある。

2-5 船用機器の信頼性の確保

船舶の超自動化は、必然的に乗組員数の減少と従来の乗組員の経験と勘による作業が機械に置き換える方向に向うものと考えられるが、これに伴い船用機器の信頼性の問題がクローズ・アップして来る。

信頼性の確保のためには、メーカーによる個々の機器の信頼度の掌握、造船所における適確なるシステム設計と儀装工事、一船主による保安点検方策の確立等が従来以上に必要となって来よう。

2-6 船用機器のアフター・サービス態勢の確立

超自動化船を所期の目的通り運航するためには、機器の信頼性の確保と相まって、とくに海外におけるアフター・サービス態勢の確立が必要である。

これに際しては、地理的にみたサービスの受け易さ、迅速さ、技術的にみたサービスの範囲の広さ、経費の安さ等も十分考慮される必要があろう。

2-7 乗組員の制度の検討

船舶超自動化の進展に伴い、乗組員の就労態勢も自ら超自動化船の運航に最も適したものとする方向に向おうが、海外においては、その実施の方法、形態程度には種々あるものの、いわゆる船舶士構想が着々と具体化している現状にかんがみ、わが国においても、これら海外の諸情勢を調査勘案して今後の乗組員制度を検討する必要があろう。

2-8 乗組員教育制度の検討

船舶の自動化の進展とそれに伴う乗組員の就労体制の変化に対処するためには教育機関における乗組員の教育・訓練が極めて主要なウェートを占めることとなる。とくに人間の教育は一朝一夕では出来ないことであるだけに長期的観点に立った教育制度が、新規教育のみならず再教育問題をも含めて、検討されることが急務である。

2-9 乗組員教育・訓練施設の拡充

乗組員の教育制度の検討と併せて各種シミュレータの活用を中心とした教育・訓練施設の拡充・近代化が超自動化船に対応して有能な乗組員の養成のために必須のものとなろう。

このため超自動化の研究開発の進展と呼応して諸施設の検討に早急に着手する必要がある。

2-10 技術開発成果の採用を容易ならしめるための環境の整備

日本海運においては、戦後の再建途上にあったこと、国際競争が激しく好採算が望めなかつたこと等の理由により長期的観点に立って新しい技術開発の成果を大幅にとり入れ、これを実用化して行くことに関しては海外諸国に比較してやや消極的なきらいがあったとみられる。また海運をとりまく諸環境、たとえば、計画造船に対する開銀融資制度、新技术を実験的にとり入れた設備投資を行なった際の規制等に関しても、諸々の制約があったと言えよう。

現下の海運をとりまく、内外の諸情勢は厳しさを増している折柄、長期的観点に立った技術開発の成果の採用を容易ならしめるための環境を早急に整備する必要がある。

2-11 海外情勢の調査・収集態勢の確立

今回の海外調査においては、訪問先別報告にみられる如く従来国内において知り得た情報とは質においても、量においても格段の差異のあるものを入手することが出来た。

今後も世界の趨勢に対応して行くためには、海外情報を広範かつ詳細に調査する必要があり、適時海外調査チームの派遣、海外におけるシンポジウムの参加を行なうほか、共同の場における情報収集態勢の確立を行なうことが必要である。

V おわりに

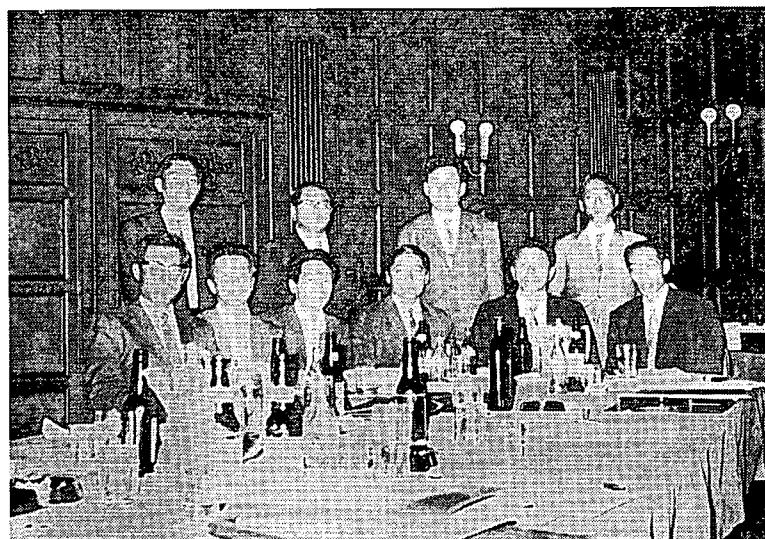
今回の海外調査は、超自動化船の開発という極めて具体的、かつ現実的なテーマをもって、わが国の有力船主造船所等が一体となって、それぞれ分担して調査を行なったという点で、わが国における最近の造船研究に関して、画期的な意義をもつといつても過言ではあるまい。とくに、海外からみた場合、発注者（船主）と受注者（造船所）が一緒になり、かつそれぞれ競争者である同業者が互いに仲良く、詳細な技術上の討議調査をしていたことは、実に奇異に感じられたらしく、かかるチーム編成は、欧米においては恐らく成功しないであろうといわれたことも再三ならずあった。

調査は計27日間（休日、祝祭日を除くと実働16日間）に7ヶ国、39ヶ所を訪問するという一見タイト・スケジュールであったが、チーム・メンバ（計10人）が常時2～4班に分れて精力的に行動した結果、一応所期の成果は収めることができた。

端的にいって、世界は広く、世界の技術は日進月歩している。われわれも井の中の蛙とならないよう、常に眼を広く世界に向けておく必要がある事を痛感した。

最後に関係各位、とくに調査チームの派遣に際し、御支援を賜った運輸省・（財）日本船舶振興会・（社）日本造船研究協会、現地訪問に際して事前の手配・当日の行動に御援助を賜った海外駐在員、報告書の作成・印刷に際して御尽力下さった日本鋼管（株）田中浩成氏・造研総務部職員の各位に対し、ここに改めて深甚なる謝意を表する次第である。

写真 ロスアンゼルスのホテル・ビルトモアでの団員の打合会
めずらしく10人全員が揃い、夜8時から12時まで打合会
を開いた。



VII 訪問先別調査報告

1. FINNHANSA

M/S Finnhansa, Finnline, Finland

航 路 Helsinki, Finland-Nynashamn, Sweden

面談者 Commander B. Lindgreen, (Nautical Adviser, Raytheon Copenhagen)
(役職)

1-1 Finnhansa 号の概要

同船は Finnline 社の Helsinki /Stockholm (Nynashamn) / Copenhagen 間の旅客および自動車、コンテナ輸送に従事する RO-RO タイプのフェリー・ボートであり、その主要目は以下の通りである。

Lpp : 134.3 m

B : 19.9 m

G/T : 7482.0 K/T

航海速力 : 20.0 Knots

同型の姉妹船 4 隻の一隻で Raytheon 社の TM/CPA (注) レーダーを搭載している。

1-2 装置の概要

レーダー本体は在来の 3 cm PPI/トルー・モーション・レーダーであるが、高輝度ブラウン管を使用して、R 方向および θ 方向に自由に移動させ得る電子ビームを使用して、手動による他船のベクトル解析を可能にしている点に大きな特徴がある。

正確な CPA (注) および TCPA (注) を求めるため、水晶時計をレーダーに内蔵し、電子ビーム上に手動で移動させ得る数個の等間隔の輝点を出し、一定時間後の他船の位置を輝点の一番内側をプロット開始時点での他船の位置に最も近い輝点と合せて、スイッチをプロッティングに切換えると他船の真針路に電子カーソルが移動し、自船位置から可変レンズマーカで電子カーソルまでの距離を計れば CPA が求まり電子カーソルの接点までの輝点数を数えて、計測時間を乗ずれば TCPA が求め得る装置である。（本報告書VI. 19. RAYTHEON の項参照）

1-3 装置の操作および使用実態

調査は 5 月 16 日 1700 より 5 月 17 日 0700 迄の間バルチックの海にて行なった。当時風力は 2 ~ 3 海況は calm ないし slight sea で視界 5 浬程度であった。

この航路では横切り関係にある他船は最も交通の輻輳する海域でも 10 浬レンジで 3 ~ 4 隻であった。

従って本装置は殆んど使用されず、ノース・アップ (注) の PPI で使用し、衝突回避操船は視認により行なわれていた。

約 1 時間にわたって同レーダーを操作してみたが、操作が比較的面倒で、有効な使用は狭視界時でしかも比較的他船の少い海域に限られると思われる。その理由は電子カーソルが 1 本しか出ないため、1 隻のプロッティングに 3 分程度の時間を要し正確なプロッティングを行なうには 6 分程度必要と思われるからである。

ただ電子ビームおよび可変輝点を利用して他船間距離、水路標識幅等の計測を比較的容易に行なえる点は投錨時入港時、狭水道通過時に非常に有効である。

1-4 装置価格販売実績等

1台の価格は Anti-collision System \$15,000 (540万円) (アンテナ等を含む)
インディケータのみの時 \$ 9,500 (342万円) (上記より在来の装備を除く)
である。

主な使用国は欧州については、北欧、フランス、イタリア、オランダ、英國の順である。

半年前から販売を開始し現在迄の半年間に 102 台売れた。工場はイタリアにあり Sililia 社で一手に生産しており同社への資本金出資比率は Raytheon Stockholm 社 45% Micro Technica 社 45% Fiat 社 10% である。

昨年 1 年間の他の型も含むレーダーのみの売上げ実績は 600 台 (漁船、航空機を除く大型商船用のみ) であった。

Anti collision System では、1 台は PPI 1 台は True Motion 用でありセットとしているが 102 セットの内 4 セットだけ PPI なしの True motion (注) 2 台セットとして販売した。

1-5 衝突予防レーダーに関する Raytheon 社の計画

過去数年間コンピュータを使用した Anti collision System に関する研究を行なってきた。シミュレータを使った実験の範囲では他船の行動分析に関する限りは成功したが、試行操船については海上衝突予防法自体が不完全でアルゴリズム (注) に問題点が多く成功していない。現在 5 ターゲット (映像) (注) の自動追尾方式を開発中で次の段階として、A-1 方式と称する 12 ターゲットの自動追尾を行う衝突防止システムの研究に着手した。(5 ターゲットのものは Taimyr 号に搭載 (注) 5, NTNF の項参照) Anti-collision システムも航海士の船橋での作業軽減と時間節約が目的のだからディスプレイは PPI 上に合せて持つものでなければならず、ディスプレイを別に持つ最近の傾向はこの原則に反したもので、レーダースコープ上で衝突防止が出来るものでなければならない。

Raytheon 社では軍用の対空ミサイル装置を製作しているので衝突予防の原理の逆でありコンピュータによる衝突予防には自信がある。

使用波に関しては同社としては 10 cm でなければならないという意見を持っている。その理由は海面反射、雨雪反射等は 10 cm 波の場合 3 cm 波の $1/80$ でありまた近距離の不感地帯に関してもその原因は 3 cm 波がビーム幅 0.6° であるからで若しこれを 10 cm 波 1.8° にすると大幅に改善される。導波管内の減衰についても同様で、マグネットロン、クライストロンの出力は 10 cm の場合は $1/3$ ですむからである。

今 10-20-6 システムと称するものが一番いいと考えている。(10 は 10cm 波長、20 は 20 KVA 出力、6 は 6 ft アンテナを意味する。)

ミリ波に関しては 8 mm のものを持っているが、当然環境条件に左右されることが多く商船用としては適さない。最大レンジは 2 浬でこれは晴天でのことで霧の場合は 1 浬になってしまう。

Raytheon 社のマーケットリサーチによると欧州船主の現状では anti collision radar の価格としては \$30,000 (1080万円) が限度であるという結果が出ている。

現在最も力を入れているのは信頼性の向上で anti collision radar の場合はトランジスタ化、IC 化した結果システム中の真空管は 7 管だけとなっている。この MTBF (注) は 800 時間以上に達した。

1-6 Roytheon 社が注目している航法システム

(a) LORAC システム

Raytheon U. S. A. および Falsa 社が開発したものでデッカやロラン (注) よりも精度は高く、カバーエリアはそれらの中間である。

デッカが大体 250 浬であるのに比べて LORAC は 450 浬のカバーエリアを持ち 1810 バンド帯の連続波を用いた時間差測定方式であり誤差は平均 0.2~0.3 浬、最大 0.3~0.4 浬である。

システムとして優秀であるので、今後サービス網を拡大するかどうか、米国で検討中である。(図1-1, 図1-2, 図1-3参照)

(b) 航行衛星システム

図1-1 LORAC のサービス・エリア

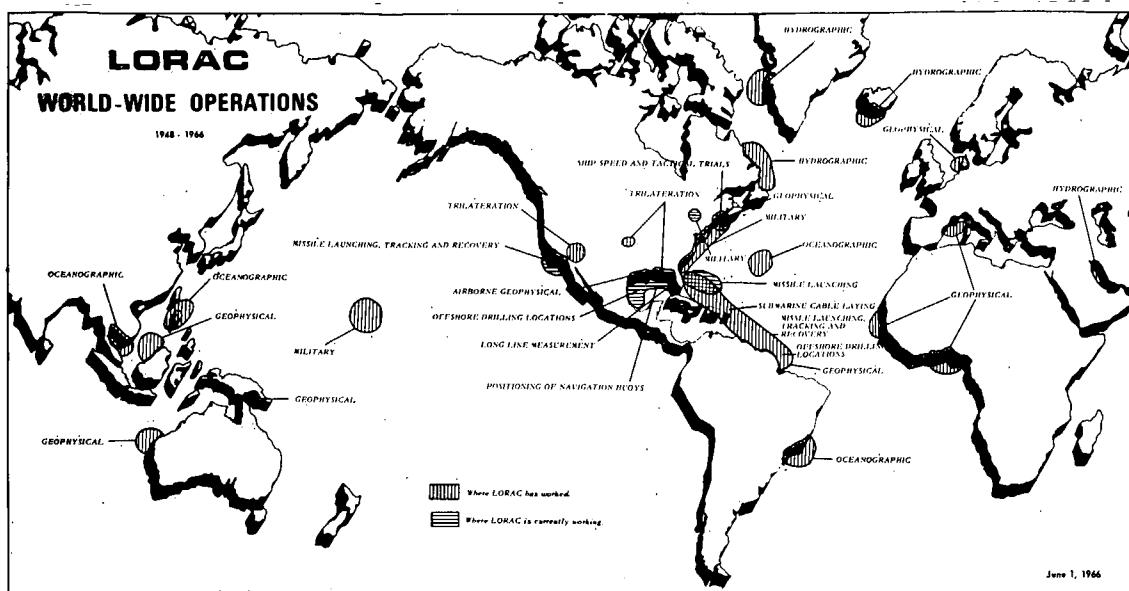
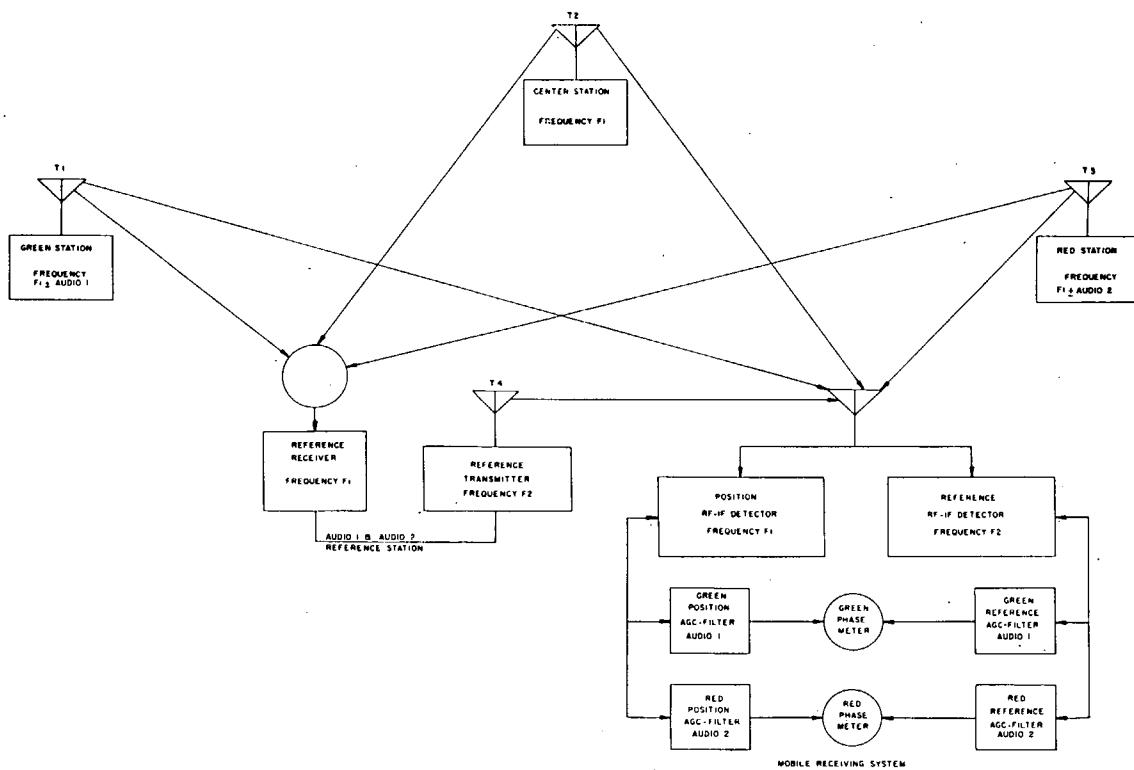


図1-2 LORAC システムのブロック・ダイアグラム



NNSS（注）の受信機の価格が\$ 40,000

図1-3 LORAC の受信器

（1440万円）であるが、受信料は無料であり、技術的にも最高のシステムであるが船主経済上多少無理があるのではないかとみられる。

(c) Doppler Sonar システム

同社は Shell 社の要請で開発しているが、マーケットに関して疑問視している。本当に必要とする船は 20 万 D/W 以上の大型船と思われる所以製品化は見通しをつけてからになる。

4 点装置にしなければならないので金額も高くなる見通しである。

1-7 Roytheon 社の開発姿勢（同社の意見）

欧州船主は一般に航海計器その他を船舶に搭載する場合

- ・ どのようなアフターサービスを受けられるか。
- ・ アフターサービスエリアは世界中にあるか。
- ・ 使用は容易であるか。

を充分検討した上で決める。

従ってたとえ故障しても船を修理する必要性は少い。日本のレーダーメーカ等で欧州にサービス網を持っている会社は全く無く、従って故障は殆んど船で修理するため乗組員の負担は大きいと思われる、各種システムに対してユーザの意見をどのようにして取り入れているのかまた 1 号機のテストはどのようにして行なっているのか日本の現状を知りたいところである。

同社では 1 号機は必ず研究所のテスト用として決して販売機とはしていない、1 年以上の各種テストを行なった上で確信が持てたら始めて製品化している。

1-8 TM/CPA レーダの使用意見

Finnhansa 号上で使用した Reytheon 社、TM/CPA レーダは、後にみた他社の類似のレーダと比較した場合は特に優れている点は、高輝度ブラウン管を使用しているため、昼間でもフード無しで使用できる点であるが、使用上優れている点はないようと思われる。特に衝突条件の解析は機器操作にある程度の技術や熟練を要し、将来の方向性であるフル・プルーフ (Fool proof) には程遠いものである。

一方 Taimyr 号のシステムは衝突危険船の指定を行なった後はオート・トラックするのでこの点の改良は見るべきものがあるが、雑音処理が全くなされないため、2 船の映像が分解不能になった場合および海面反射に入った場合には安定して使用できない、ただ比較的遠距離では海面反射は殆んど入らないのでその限りでは不便を感じないであろう。

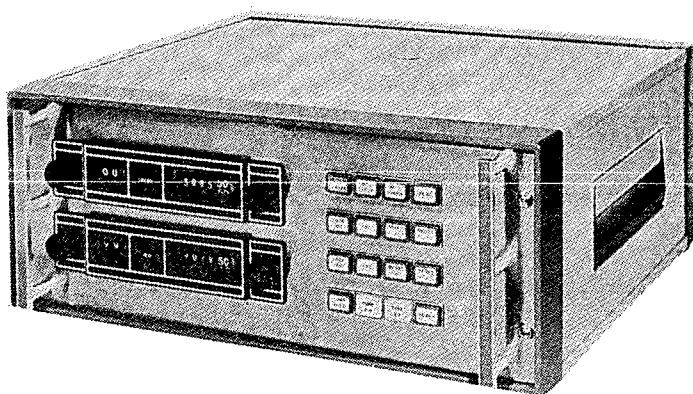


図1-4 FINNHANSA 号の全景

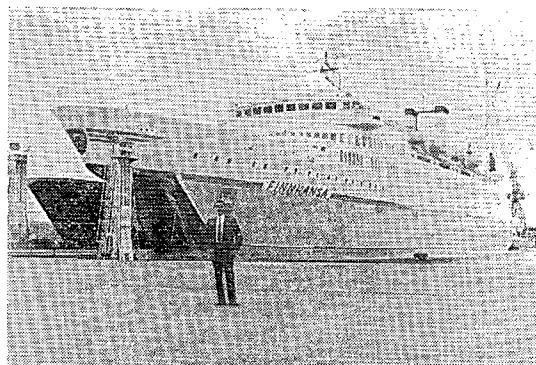


図1-5 FINNHANSA 号の船橋

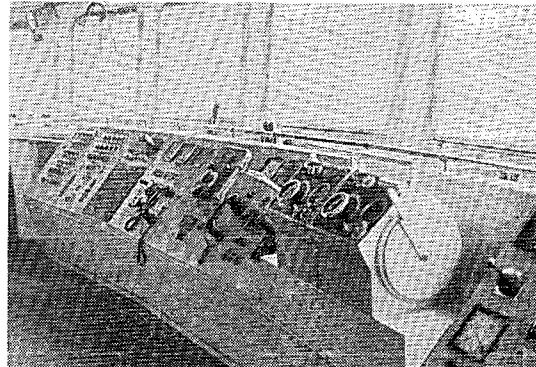
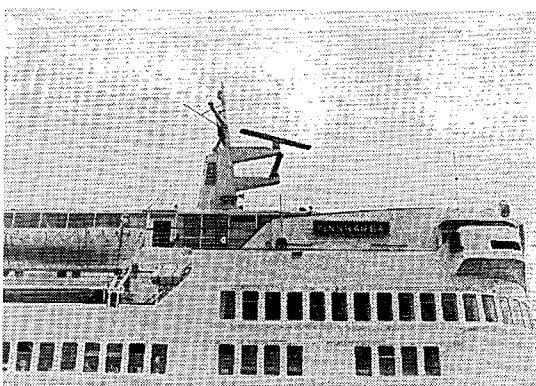


図1-6 レーダ・マストに整備された TM/CPA レーダ・アンテナ



2. SSRF

Swedish Ship Research Foundation

スウェーデン造船研究財團

訪問先
所在地 Fack Göteborg 8 Sweden

(但し London の Institute of Marine Engineersにおいて面談)

面談者 Mr. C. B. Wallin (Technical Director, SSRF)

(役職) Mr. J. Stefenson (Chief Engineer, Götaverken)

Mr. Gott (ASEA)

2-1 SSRF の概要

本財團は造船会社、船会社等の出資で運営されている共同研究団体で、いくつかの項目について研究を行なっているが、その中で大形研究としてコンピュータの船への採用がある。

2-2 超自動化研究開発の方針

約3年前にコンピュータによる船のコントロールについての可能性が論ぜられたが、実際にやってみなければ判然としない事柄が多く、議論よりも先ず一隻に試用してみて実用を介して今後の方針を見出すのが良いということになり、SSRF が S.Kr. 250 万（約1.75億円）の研究費で共同研究することになった。

実際には Salen 社のタンカーに搭載することになり、Salen 社、Kockums 社、ASEA 社、SSRF が相談しながら内容をきめていった。

船が1969年9月に完成したならば、ASEA 社および SSRF より調査員を派遣、乗船の上1年以上にわたって実態調査を行なうことになっており1969年末には日本にも寄港することになっている。

2-3 実験船の概要

SSRF では Kockums 造船所で建造する Salenrederierna 社向21万 DWT ターピン・タンカー（1969年9月完成予定）に実験的にコンピュータ制御システムを採用し、各種のテストを行なうこととした。このコンピュータ制御システムは ASEA 社がまとめ、コンピュータは米国 CDC 社より CDC-1700 形を ASEA 社が輸入して同船に搭載することになっている。

2-3-1 自動化の項目

本システムに採用される自動化の項目は次の通りである。

- i) 主ターピンのリモート・コントロール（図2-1参照）
- ii) ボイラの燃焼制御
- iii) 多数の閉ループの DDC
- iv) 舵取制御
- v) 荷役
- vi) データ・ロギング
- vii) 航法の計算
- viii) 船体応力の計算
- ix) コンピュータ自体のテスト

これらの内、最も注目を惹くことは i) ~v) がいずれも DDC (直接制御) (注) であることである。

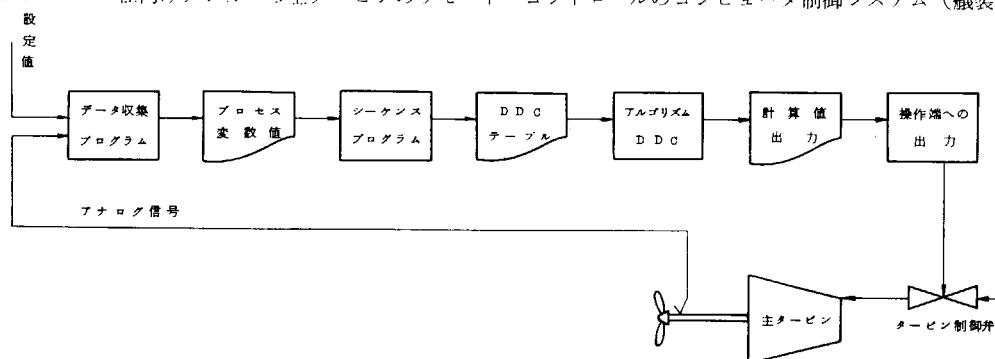
本船は従来の自動化装置をそのまま残し、それをバックアップ装置として使用する。

舵取制御は他社ではやっていないユニークなもので操舵と共に船の進路の予測航跡がディスプレイされるものである。

管理計算も将来の実用を考えると是非やりたかったがプログラムがぼう大になり、かつコンピュータの記憶装置も容量をふやす必要があり予算の制約もあったのでやめた。

これらのシステム開発は ASEA 社が SSRF (専門の担当者 2 名) と一緒にになって行なつた。

図2-1 Salen 社向けタンカーの主ターピンのリモート・コントロールのコンピュータ制御システム (艦装中)



2-3-2 DDC を採用した理由

本船には約80の制御個所があり、将来自動化の範囲が進むと必然的にこの数もふえていく、もしこれを在來の自動化装置すなわちアナログ制御ループでやればコストは増加し、全体としての信頼性も低下し、またこれ等をいつも完全な状態に保っておくための整備も大変なものとなることが予想される。このように制御個所がふえた場合には、それらをまとめてコンピュータで制御した方が経済性や信頼性の点で優れてくると思われる所以、やや飛躍はしているけれども、船にコンピュータを搭載する場合の問題をしっかり把握しておく研究としては DDC で行くべきであると考えた。

2-3-3 コンピュータ

形式：CDC-1700形 (ASEA 社では製作しないが同社の開発するシステムには CDC 社製コンピュータを使用する契約になっている)

ビット数：18位内16ビットはプログラム用

1 ビットはコンピュータ・テスト用

1 ビットはコンピュータ保護用

メモリ数：24,000語

メモリ・サイクル：1.1 μs

加算速度： 2.2 μs

乗算速度： 7.0 μs

除算速度： 9.0 μs

外部割込み： 16 レベル

デジタル入力： 160点

アナログ入力： 128点

デジタル出力： 176点

アナログ出力： 32 点

価格： S. Kr., 100万 (約6950万円) (周辺機器を含み、センサを除く)

3種類のプログラムを船の上で完全に置き換えるために、パンチテープ・リーダを備えている。研究期間中プログラムを種々修正してテストする利点があり、またテストにはそれが必要である。

3. AEG-SCHIFFBAU

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Fachgebiet Schiffbau

訪問先所在地 2. Hamburg 11, Steinhöft 9, West Germany

面談者 (役職) Mr. Oskar Beigel (Ober Ingenieur)

3-1 AEG 社の概要

同社の親会社である AEG-Telefunken (AEG-TFK) 社は西独における Siemens 社につぐ総合電機メーカーである。その概要は

従業員数 約 14万人

年間売上高 (1967年) DM 5,166 Million (約4,650億円)

この内 国内 約70%

輸出〃30%

資本金 DM 460 Million (約414億円)

本社所在地 ベルリンおよびフランクフルト・アム・マイン

AEG-Schiffbau は AEG-TFK の 1 事業部で船用機器部門を担当している。従業員は約 1,600 人で年間売上は AEG-TFK の 3 %程度である。

3-2 船舶自動化技術開発の経緯

1963年同社が船主、造船所に呼びかけ、同年5月に MAN の船用主機の自動化とデータ・ロギングを実現せしめた。その後約3年の年月をへて一般化され、今日に至っている。

1967~68年にかけて、セントラル・コンピュータ方式による2台のディーゼル主機の遠隔制御、冷凍貨物倉の温度制御およびデータ・ロギングを行なうPolar Ecuador 号以下同型6隻の高速冷凍運搬船のシステムを完成せしめた。(図3-1 参照)。

3-3 Polar Ecuador 号クラス冷凍運搬船の自動化

システム

3-3-1 一般

(a) 自動化システムの概要

これについてはすでに広く一般に紹介されているので、ここでは冷蔵船温度制御系統図および機関室制御系統図を図3-2及び図3-3に示す。

(b) コンピュータ・コントロール採用による乗組員減少

機関部を主体として6~8名減少を期待している。

(c) コンピュータ・コントロールのコスト

従来のアナログ方式と比較して、ハードウェアのみで15~20%高くなつた。

図3-1 冷凍運搬船 Polar Ecuador 号

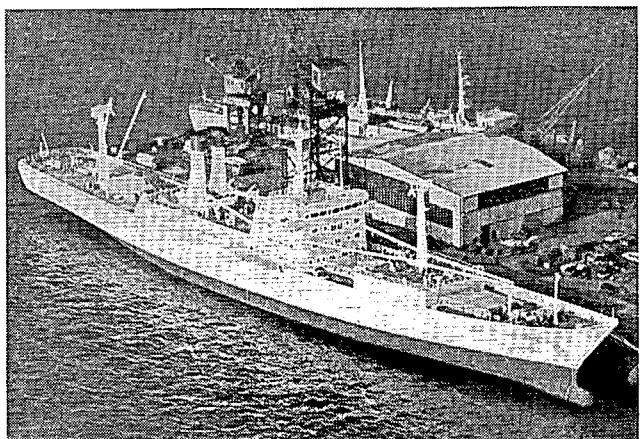
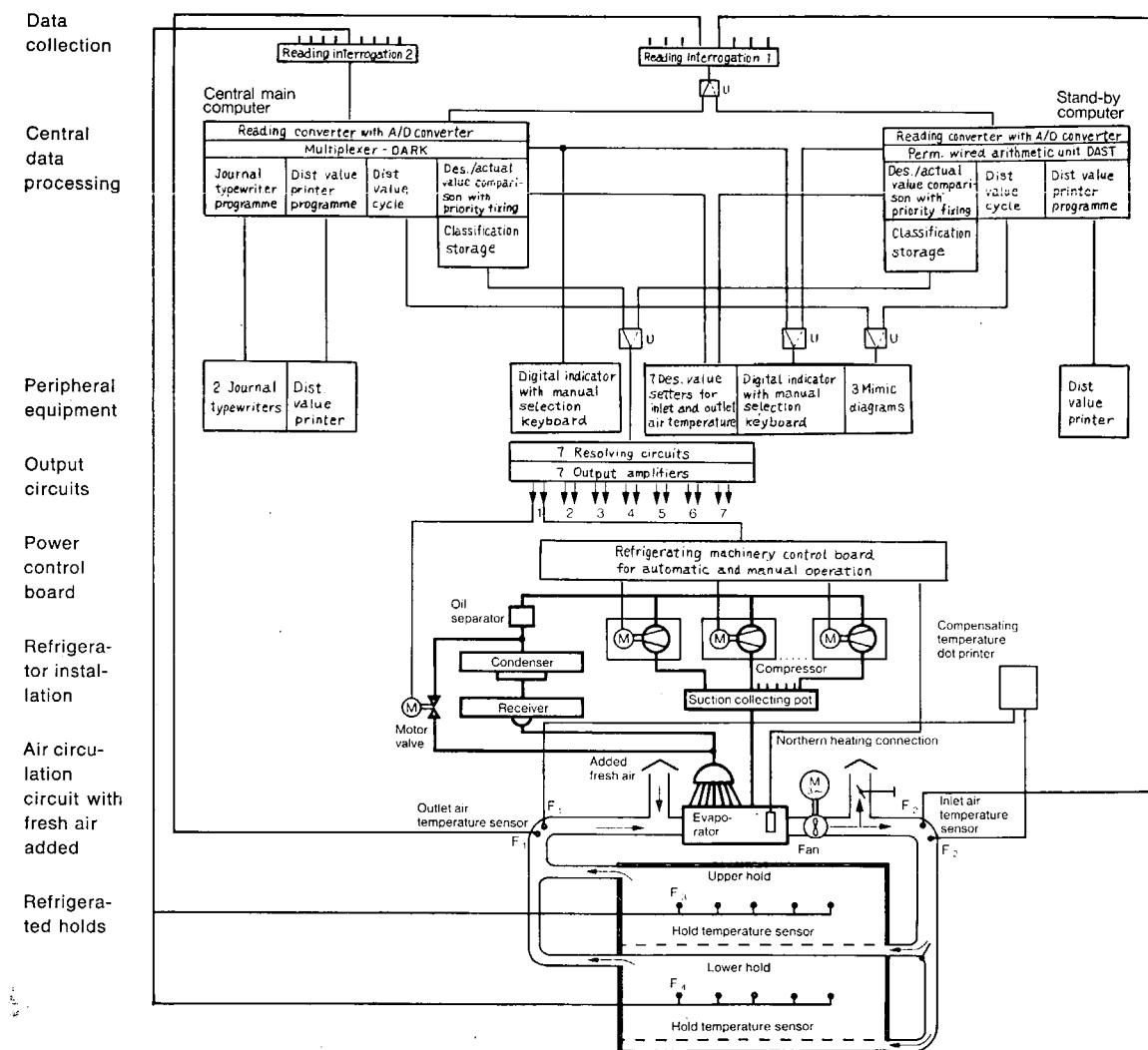


図3-2 冷蔵船温度制御系統図



(d) コンピュータ・コントロール船の引渡し条件

特に従来の船と変わらない。保証期間も一般船と同じく12か月である。

コントロール用ソフトウェアは陸上の大型コンピュータであらかじめ充分テストを行なって引渡したが、引渡後実際の航海の経験から冷凍倉の温度変化率の要因を新たに制御動作に加えた。

(e) 乗組員の訓練

船上にテスト用のプログラムを準備し、常時本船側でシステムの機能をチェック出来るようにしてある。このため1隻当たり3人の乗組員を各2週間工場で訓練した。

3-3-2 セントラル・コンピュータについて

(a) コンピュータの仕様

型式 AEG 60-10

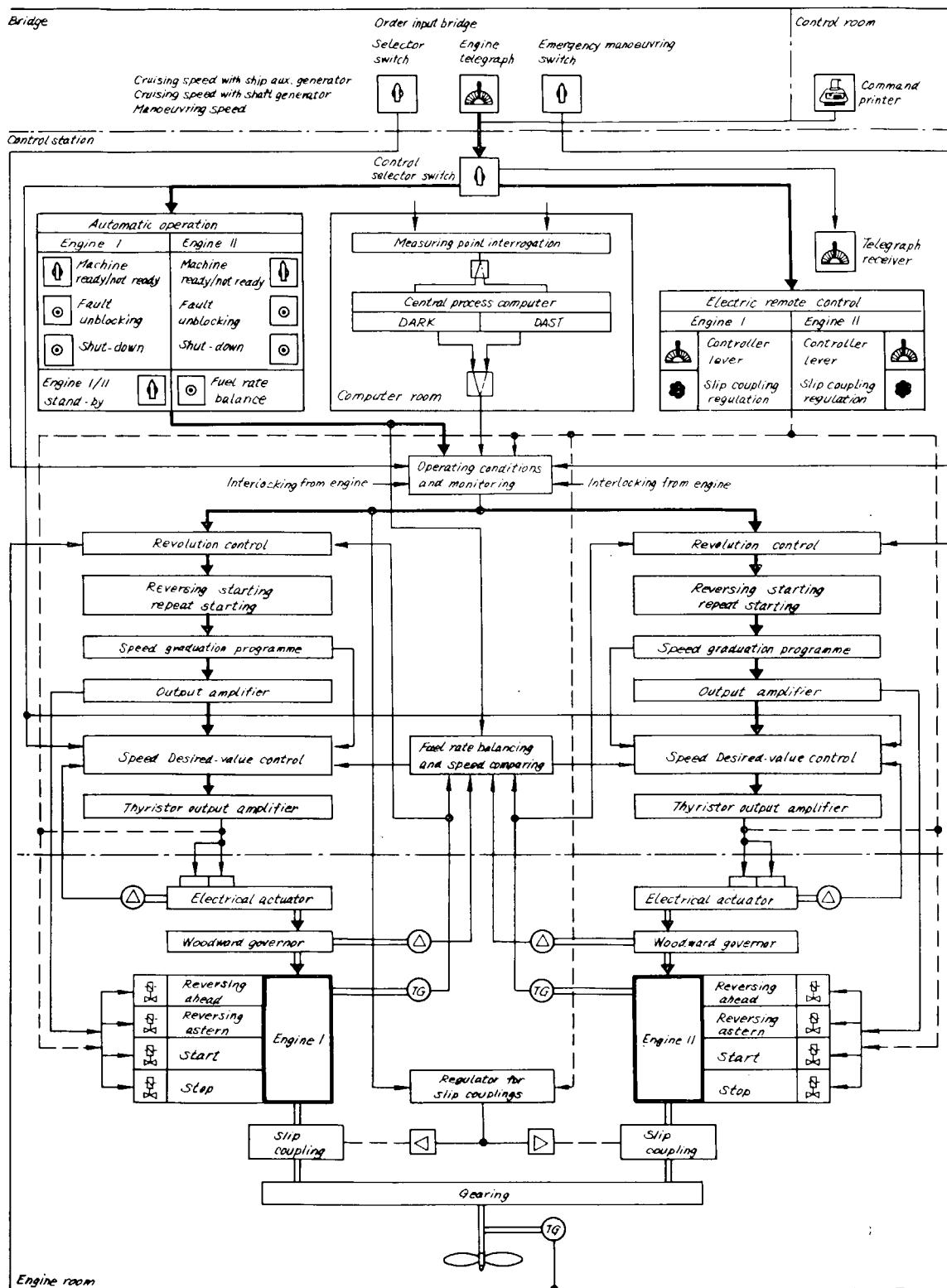
汎用プロセスコントロール用

並列プロセス機能、単一アドレス方式

一語 12ビット

メモリ容量12千語

図3-3 機関室制御系統図



(b) 環境試験条件

以下の環境条件は一般に NATO の軍用規格によったもので、 AEG は一般用、 軍用に区別をつけていない。

- ・ 温度についてはコアメモリに対して0~40°C、他のエレクトロニクスに対して最大許容70°Cである。コアメモリに対しては、温度が制限値を超えた場合警報を発し、温度を自動的に下げるようにしてある。 $+80^{\circ}\text{C} \sim -20^{\circ}\text{C}$ の範囲でテストを行ない、問題はなかった。
- ・ 振動については一般船用電装品に対する規則または仕様に従ったが、20~60 Hz でテストして問題はなかった。

ただし、タイプライタ等の機械的なものに対しては上記は該当しない。

- ・ 衝撃についてはエレクトロニクス・コンポーネントは 10 g の衝撃に耐え得る。
- ・ 湿度については相対湿度で 5 ~ 95% に耐え得る。
- ・ 塩分については全てのコンポーネントに salinity test を行なった。
- ・ 電源は図3-4のような M-G による安定回路を用い、20% の電圧変動に耐え得る。

別にコンピュータ内部にも電源安定化装置を持っている。

この方式の利点は次の通りである。

- (イ) 電源の変動から完全に浮いている。
- (ロ) 電気的にコンピュータは全く独立である。
- (ハ) 緊急用として蓄電池を持っている。

3-4 船用コンピュータシステムについて

船用コンピュータのメモリーとしては同社はコアメモリが最適と考えている。

同社としては現在の所、船用としてはメモリー容量として12千語で充分であり、12千語以上必要な場合は磁気テープを補助メモリとする方式となると考えている。磁気ドラムについては船用として確信が持てないとの意見であった。

船用のソフトウェアについてアプリケーション・パッケージの準備状況をたずねたが、未整備のようであった。

3-5 タンカーの自動荷役システムについて

3-5-1 システムの概要

同社は数年前 “AEG-Logistrip” (System for the Automatic Loading and Discharging of Large Tankers) と称してタンカーの自動荷役装置を発表している。

このシステムは原理的にはシーケンシャル・コントロールシステムであり、そのシーケンシャル・オーダーがある程度パネル上で自由に組換え得るようなシステムである。

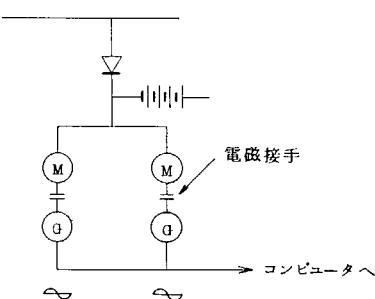
機能としては先ず大区分としては

- ・ コントロール・スタンドの各機器の遠隔操作
- ・ 自動揚荷
- ・ 自動積荷

の機能を持ち、コントロール機能としては

- ・ 主ポンプの起動
- ・ バルブの自動開閉
- ・ 揚荷タンクの自動切換え

図3-4 電源安定回路図



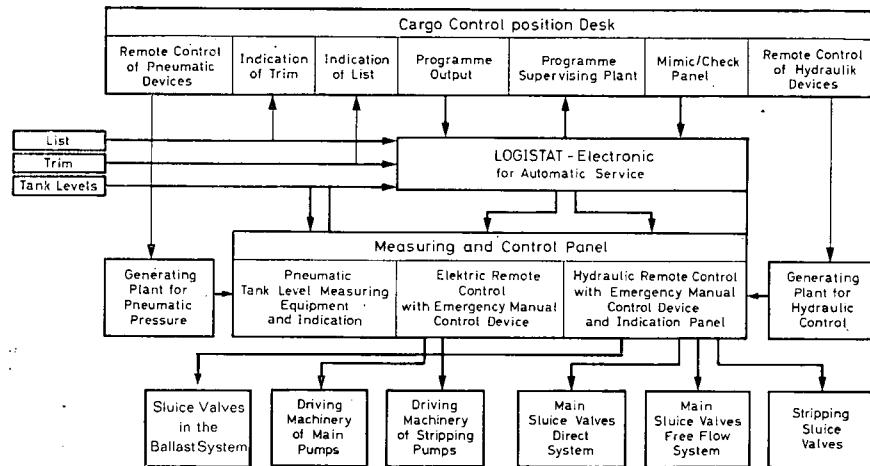
- ストリッピングへの自動切換え
- トリム、ヒールの制限値内保持
- 指定される順序による荷揚げ

等である。

使用者はあらかじめ検討した荷役シーケンスをパネル上で組んで使用する。重要なセンサーである液面計はニューマティック方式を用いている。なおバラスト・コントロールは考慮していない。

図3-5に本システムの系統図を示す。

図3-5 LOGISTRIP システムの系統図



3-5-2 Logistrip のその後

Logistrip system の実船搭載の経験はなく、むしろその後検討の結果次のような問題点が判明した。

- 空気式の液面計の計測精度が悪く、制御信号として信頼性がうすい。
- バラスト・コントロールと船体応力の制限との機能が考慮されていない。

その後の研究で以上の問題点解決のためシーケンシャル・コントロール（注）は中止しコンピュータ・コントロールに切換えた。

現在研究中で発表するに至ってないが、プログラムの大きさは12千語くらい必要である。

コストは約 DM 0.8 Million (約7200万円) くらいになるであろう。

同社としては、このようなシステムは乗組員の減少の効果はうすく、また停泊中のみ使用するので稼動率は低い従って運航の経済性を直接高める機能は小さいと考える、しかし真の目的は操作員の不注意による誤操作を防止することによって安全性を高めることにあると考えている。

3-6 船舶の自動化に対する同社の現状と考え方

(a) 機関部

在来のリモート・コントロールとデータ・ロギング及びコンピュータを使用した部分的コントロールは開発されず未実用化されている。

(b) タンカーの荷役

現在開発中

(c) 航法

未着手、今後開発する

船用コンピュータとしてはすでに AEG 60-10 (プロセス・コントロール用) を Polar クラスの同型 6 隻に計 6 台納入した実績を持っている。

同社としては、Polar クラスの経験を今直ちにコンピュータ搭載船として宣伝する意図はなく、もっと保守の問題等充分な経験を得てから次のシステムの販売を始めたいと考えている。

3-7 コンピュータ搭載船に対する船主の反応

コンピュータ搭載船 6 隻の経験によれば船主側として

- ・ 乗組員の訓練に時間がかかる
- ・ アフタ・サービス、保守に若干問題がある

等を問題にしている。

保守については将来エレクトロニクスのマイクロ化とモジュール化（注）が進み、ユニット取換えという簡単な方法で解決されるだろうと考えている。

写真 AGE-SHIFFBAU にて



4. AEG SELIGENSTADT

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Fachberich Messen-Steurn-Regeln, Fachgeliet
Industrie-Elektronik, Vertieb

訪問先 6453 Seligenstadt (Hessen),
所在地 Steinheimer Str. 117, West Germany

面談者 Mr. G. Schüngel (Ingenieur)
(役職) Mr. O. Beigel (Ober Ingenieur)

4-1 AEG プロセス制御用コンピュータ

同社の通常のコンピュータはテレフォンケンという名称で、Konstanz (スイスとの国境に近い町)で作っている。プロセス・コンピュータのみフランクフルトで作っている。同社がプロセス・コンピュータを始めたのは今から4年前で現在生産しているものは

A E G 60-10 (小型プロセス用)
A E G 60-50 (中～大型プロセス
用)

の2種類である。

Polar Ecuador 号に搭載したものはこの AEG60-10 のうち古い形式のものである。現在のモデルは、I Cを使用しインターフェイス（注）の小型化を実現しているが、Polar Ecuador 号に使用したものはトランジスタを使用した古い形式のもので、現在のモデルより相当大型でありかつ複雑な構造のものである。

見学した工場では新旧2つのものがあったが、大きさは約1/2位になっている。

同社はプロセスコンピュータの面では米国の GE 社と技術提携しており、大型の AEG60-50 は GE4020 (TOSBAC 7000 シリーズと同じ) そのものであって、まったく同じものである。ただマルチ・プレクサ（注）のみ AEG 社のオリジナルを使用している。

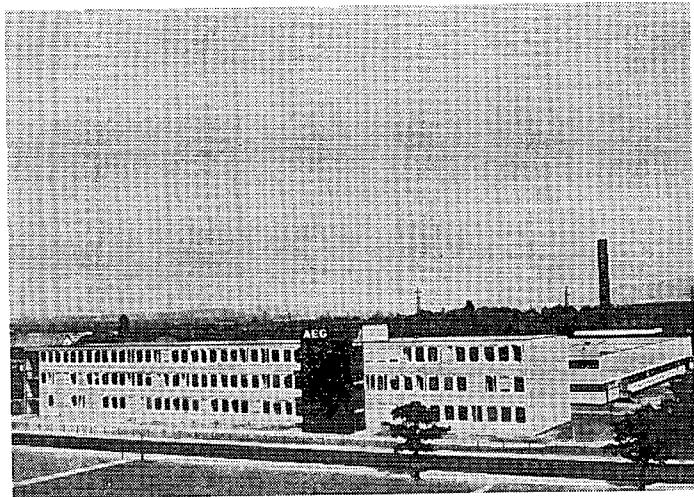
小型の AEG60-10 は AEG 社自身で開発したものである。しかし基本パテント料は GE 社に支払わなければならぬ契約になっている。

1ワードは12ビット、1パリティ（注）でコア・メモリとしては 4K, 8K, 16K, 32K が可能である。ソフトウェアは GE4020 との互換性に重点をおき AEG60-10 のプログラムはそのまま AEG60-50 即ち GE4020 で使用できる。ただし、その逆はだめである。コアは Philips 社製の VALVO を使用しており、TI 社、Raytheon 社、Motorola 社等のものを使用している。

ソフトウェアに対する考え方は、現在の日本のコンピュータ・メーカーと同じで完全に一品料理でプロセスごとにモニタを作るという考え方である。

4-2 ゼーリングエンスタット工場の概要

写真 AEG ゼーリングエンスタット工場の全景



工場はコンポーネントの部品の供給が主要な仕事でプリント基板の作成工場をもっており、2層のプリント基板を作成し、モジュール板を生産し、AEG60-10のコンピュータの組立、データ・ロガーの組立、N/C(注)のコントローラの製作等を行なっている。

工場は整然と作業を進めており、タグを使い出来高払制度を採用している。工場の従業員は

技術者	600名
(うちプログラマー	130名)
工員	800名
計 1,400名	

である。

4-3 船用コンピュータに対しての考え方

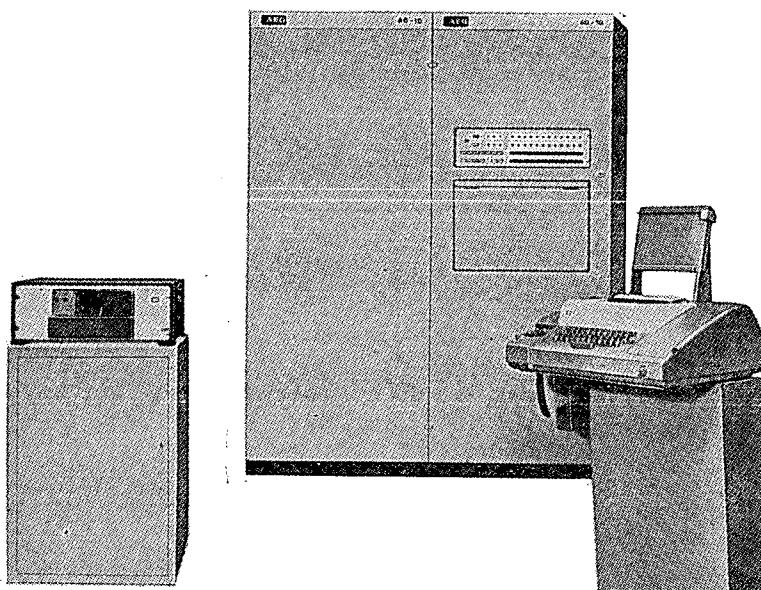
AEG 社はベルリンに研究所をもっており、Polar Ecuador 号にコンピュータを使用するにあたっては、この研究所でコンピュータの部品の船用としての耐振性等を充分にテストし、その結果これなら大丈夫という技術で実船に装備した。

このテストでは、磁気ドラムは非常に悪い結果がでたので、Polar Ecuador 号ではコア・メモリと磁気テープを使用してコンピュータ・システムをつくった。

日本の計画では船用に磁気ドラムを使うことになっているがどんな技術で問題を解決しようとしているのか、またテストの結果はどうだったかと非常に興味を持っていた。

基本的なポリシイとして同社は船用のエレクトロニクスについては充分にテストをして自信のあるものを提供するのだという考え方を持っており、ハンブルグとベルリンにそのための研究設備をもち新しい製品はそこで、充分に研究してから実際にアプライするという堅実な態度をとっている。

図4-1 AEG-60-10



5. NTF

Royal Norwegian Council for Scientific and Industrial Research

ノルウェー王立科学産業研究協議会

訪問先
所在地

OSLO, NORWAY

(但し面談場所はNorwegian Shipping Club)

面談者
(役職)

Mr. E. Naestvold (Norske Veritas)

Mr. O. Tveit (Do.)

Mr. I. Höivold (Norcontrol, Chief Engineer)

Mr. T. Gaustad (W. Wilhelmsen)

Mr. E. M. Ziegler (Do.)

Mr. H. Fondenaer (Platou)

Mr. O. Rüber (Do.)

5-1 NTF の概要

NTF 内に Norske Veritas (ノルウェー船級協会), Norcontrol 社 (システム設計会社), Engineering Research Foundation および Ship Technical Research Foundation をメンバーとする超自動化に関する研究プロジェクト・チームが編成され, Norcontrol 社の chief engineer Mr. I. Höivold がプロジェクト・リーダとなり, コンピュータの採用について研究が行なわれた。その結果 W. Wilhelmsen 社所有の新造船 Taimyr 号にコンピュータを搭載し, 各種の実用研究を行なうこととなった。この研究に必要な費用は NTF が負担している。

写真 NTF との会談 1



写真 NTF との会談 2



5-2 超自動化システム開発の概要

5-2-1 目的

- 将来船にコンピュータを搭載して各種の制御, 計算等を行なうようになることを想定し,
- ・船内でコンピュータ・システムがうまく動くか (how behave),
- ・このような方式が果して useful か,
- ・船の運航にどのような効果を与えるか (乗組員作業はどうなるか),
- ・船内に装備すべきコンピュータ・システムの品質はどうあるべきか,
- などについて明らかにするため, 試験的に W. Wilhelmsen 社の船にコンピュータを搭載する。

5-2-2 メンバ

下記の関係者でメンバを編成している。

Norske Veritas

Engineering Research Foundation

Ship Technical Research Association.

Norcontrol Div., Noratom-Norcontrol 社

W. Wilhelmsen 社（試験船所有者）

5-2-3 内 容（詳細は本項 5-5 参照）

機関関係：警報と保安処置，主給電の自動制御，主機と船体の状態制御

航法関係：衝突警報，デビエーション計算，操船シミュレーション

管理関係：給与計算，積荷計算，本社との連絡

5-2-4 搭載するコンピュータ

Norsk Data Electronik 社，Type NORD-1 コアメモリ16千語，サイクルタイム（注） $1.5 \mu\text{S}$ ，語長 16 ビット
インターラプト・レベル（注）16，この他に 900 千語の磁気テープがあるが，これは storing 用でプログラムに直結はしていない。

コンピュータの環境条件は，実船の振動，温度，湿度などの実測データをもとに指定値を定めた。実際にはコアメモリ部分を対象に環境条件を定めることが重要であって，その他の部分についてはそれ程環境条件が問題とはならないとの意見であった。

採用したコンピュータは一般用のものであるが，上記の環境下において，入出力装置も含め 6か月間陸上でテストして確認してきた。

5-2-5 研究費

ハードウエア N.Kr. 150万（約7500万円）

ソフトウエア N.Kr. 100—150万（約5000—7500万円）

内コンピュータのみは N.Kr. 50万（約2500万円）

このエキストラは NTNF によってまかなわれている。

このエキストラにはコンピュータ本体のほかに，250 点のディジタル・インプット，130 点のアナログ・インプット，300 点のアウトプット，航海計器関係の通常のものとの差額，および船内艤装費が含まれている。

5-3 コンピュータ・コントロール

コンピュータ・コントロール導入について先方の意見は次の通りであった。

i) コンピュータ・コントロールを船に採用した場合に期待しうるメリットとしては，

乗組士官の減少

安全性の向上（大型タンカー）

監視と保守の改善

船と本社の連絡の改善

荷役時間の短縮

が考えられるが，NTNF 委員会委員長はこの中で乗組士官（radar officer, cargo officer が主）の減少に重きをおくと，かって発言している。

ii) 在来より設置している機器の信頼性も重要な問題であるが，海員組合がそのために反対するというようなことはない。

むしろ E ゼロ採用に伴なって考えられるべきことであって，コンピュータ導入とあまり深い関係はない。

iii) コンピュータ本体は信頼性の高いものであると一般に認められており，むしろ入出力装置の信頼性につき注意しなければならない。

またシステムについての信頼性解析が重要であると考える。

iv) コンピュータ・コントロール導入によりどれだけ人が減らしうるかは今の所、何とも言えないが、初めは乗組の数はふえる、W. Wilhelmsen 社の船では1人～2人ふやすことになる（メーカーの保証技師は乗船しない）。

v) 要するにコンピュータ・コントロール導入は未だ研究段階であり、実船への搭載もこれからであるから、実績を見なければ、将来性についてなにもいえない。

5-4 自動化の経済性

自動化の経済性について先方の意見は次の通りであった。

i) ノルウェーでは wage は8年後に2倍になり、自動化費用（含コンピュータ）は4年後に半分になるとみているので設備投資で人を減らすことは有効と考える。

ii) ノルウェーの船員費は年間

士官 N.Kr. 7.2万（約360万円）

部員 N.Kr. 5.6万（約280万円）

であり、将来の増加を考えると Eゼロ 採用で約4000万円投資し、1～2名定員を減らしているのは妥当と考えている。（W. Wilhelmsen 社の話）

iii) 船の安全、定員削減、荷役時間短縮等それぞれに分解して個々に許容投資額を出していない。これらすべてに対し総合的に考えている。

表 5-1 ノルウェーの新らしい Manning Schedule

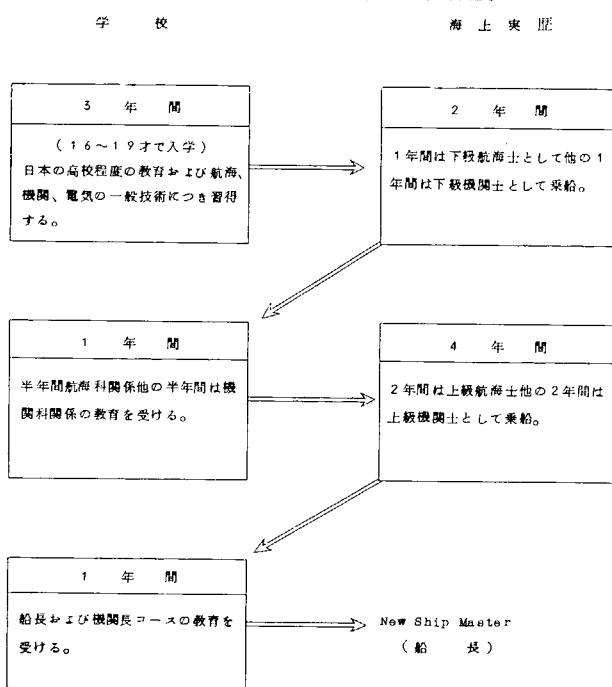
総トーン数	2,000～3,000		3,000～5,000		5,000～8,000		8,000～12,000		12,000～20,000		20,000～50,000		50,000～100,000	
在来船(C), Eゼロ 船の別	C	Eゼロ	C	Eゼロ	C	Eゼロ	C	Eゼロ	C	Eゼロ	C	Eゼロ	C	Eゼロ
船長	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
航海士	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
通信士	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
甲板長	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
甲板手	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	5	5
甲板員	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1
見習	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
小計	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12
機関士	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
電気士	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
機関助手	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
修理手	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
機関手	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	3	2	3	2
機関員	2	0	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2
小計	7	5	7	6	8	6	9	7	10	8	10	8	11	9
司厨手	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
調理手	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
助手	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
女子または助手	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
小計	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	4
総計	21	19	21	20	22	20	23	21	25	22	26	23	27	25

(注) 1. 政府、船主協会、海員組合が承認のうえ実施(1969. 4. 15より)。
 2. 現在教育中の船舶士が卒業した場合は変更される。
 3. 単位は人。

iv) コンピュータ導入による経済性は実船テストの成果が出るまで何ともいえないが、経済効果があることを期待して研究している。

v) ノルウェーでは1969年4月15日より表5-1に示す manning schedule が制定された。

図5-3 ノルウェーの船舶士養成制度



また図5-3に示すような船舶士養成制度に従って船舶士の養成が実施されている。

5-5 Taimyr 自動化システムの概要

5-5-1 機関室関係 (ディーゼル船)

(a) 機関室の警報と保安処置

機関部には NV の E ゼロ が適用されている。

警報と同時にその不具合の一次原因を指摘するためにスキャング行なわれる。

(b) 主給電の自動制御

発電機の自動起動停止を行なう。また通常航海中は発電機は1台または2台使用される。発電機の負荷（測定値または計算値）がある値を超えるか、または運転中の発電機が故障をおこすと、コンピュータによってスタンバイ発電機の起動、同期および切換えが行なわれる。これによって正常、異常何れの状態でも電源が確保される。

(c) 主機と船体の状態制御

燃料油系統、掃氣系統、排氣系統、主機シリンダ、および船体の状態のトレンドを見るのに使用される。一部は手動でインプットされるが、大部分は自動でコンピュータにインプットされ、正常値と比較される。本船の初期の航海における計測値を正常値としてコンピュータに記憶させる。これに対する偏差の百分率でも表示される。主機シリンダ内圧力変化もオンラインで計測される。ものによっては正常状態におけるパラメータ間の相互関係が多少不明なものがある。これらの関係も今回のテストで明らかになろう。

5-5-2 航法関係

コンピュータをレーダに連結しオンラインでデータ処理を行なわせ、レーダの画像に秘められているある程度の情報を表示させる。

(a) 衝突警報

オペレータが「ロックオン・マーカー」であらかじめ指定したターゲット（注）（最大8点）の自動追跡を行なう。さらに4点のターゲットを手動で追跡することができる。

方位と船速が計算され、別に設けた PPI インディケーターの通常のレーダ画像上に各船毎にベクトルとして表示される。30分以内に危険距離（これは変えうる）内にくるターゲットに対しては、警報がオペレータに発せられる。

(b) 船位推定

自船の計算された相対運動がプログラムによって絶対運動としてとらえられ、コンピュータは自船の計測した運動との引算でデビエーションを求める。これがコンピュータ内に記憶され、自船のトルーモーション（注）の表示にも使用される。

(c) 操船シミュレーション（注）

要求に応じコンピュータは、プロポーズした操船のシミュレーションを行ない予測航跡を表示することができ

る。またコンピュータは状態を解析して操船プロポーザルをディジタルインディケータに表示することができる。操船操作そのものはコンピュータ制御ではない。

5-5-3 管理関係

(a) 給与計算

この計算のために記憶されているプログラムには現行のあらゆる賃金表と乗組員についての情報を入っている。1か月毎に変わるデータはオペレータがテレプリンタで入力。計算がすむと給料明細表と小切手が自動的にテレプリンタで打込まれる。

(b) 積荷計算

この計算のために記憶されているプログラムには、本船が寄港する可能性のあるすべての港の積荷、揚荷の荷役設備の情報が入っている。オペレータが荷物についての必要なデータを入れるとコンピュータによってハッチ毎の荷役時間が計算される。このシステムでは航海士とコンピュータの密接な連繋が大切である。

(c) 本社との連絡

コンピュータは船内のテレックスに連結され、本船の運航や諸状況、荷物の勘定と支払いを本社に通知することができる。

5-5-4 コンピュータ・システム

システム構成を図 5-1 に示す。またソフトウェア・システムを図 5-2 に示す。

図 5-1 Taimyr号のシステム構成

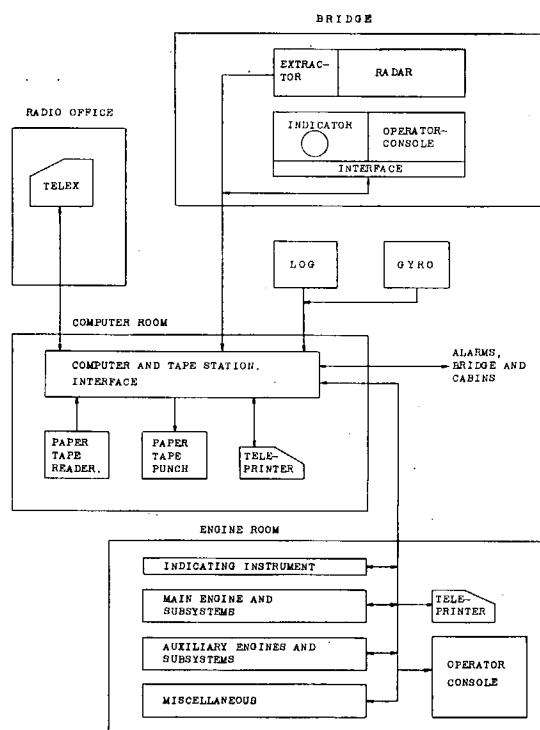
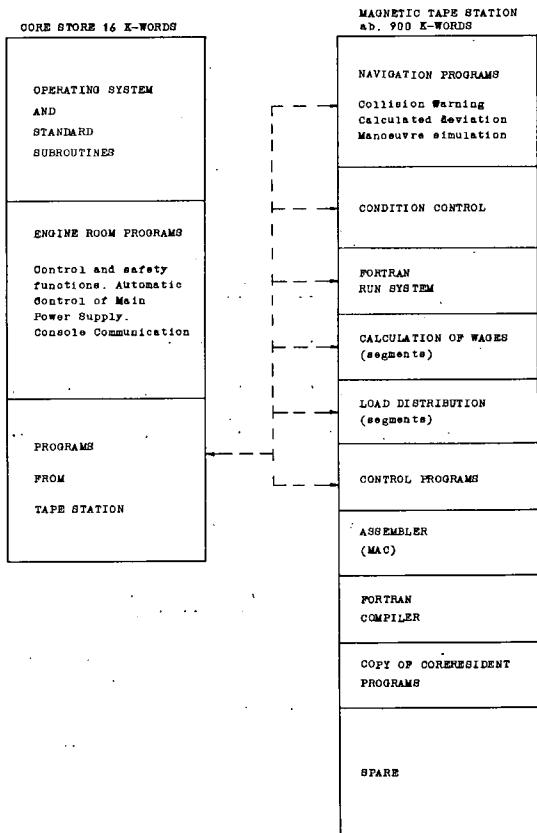


図 5-2 Taimyr 号のソフトウェア・システムの概要



5-5-5 システムの保全

システムの重要な部分は no-break power supply となっている。コンピュータ・システム内に誤があれば特殊警報を行なうようになっている。例えば、正常な操作サイクルが行なわれていることを確かめるために、コンピュ

ータは電子装置を定期的にリセットする役も果す。

極めて重要なサブシステムは failure to safety (注) となるよう設計すべきであるとの要求がある。システムのいかなる誤も、またいかなる誤操作もおきないようにするということは不可能なことであるが、場合によっては、プログラムまたは装置の中に中止特性を組み込むことによって故障の発生を制限することは可能である。

コアメモリの特定の一部分は保護することとした。ある種の計測点に対しては危険限界値を定めることが不可能なものがある。例えば主機関に関する最も安全が要求されるような機能に対しては、バックアップシステムとして在来の装置を部分的に設けることとした。コンピュータ・システムの故障は在来のレーダ部分には影響を与えない。

コンピュータは、ある場合には、情報を便利な形に表示するか、または処置を提案するにとどまり、それ以後は操船者の判断にまつという使い方になることがある。この方が良い場合が屢々ある。最終判断が操船者の経験によって下されるべき種類の操作においては特にこの方が良い。

5-6 その他の

スエーデンの船主 Salen 社が Kockums 造船所に発注済みのタービン・タンカーに ASEA 社のコンピュータを搭載し、機関部の monitoring, cargo discharge, navigation 自動化を行なうことになっており、今年 9 月にはコンピュータが搭載される予定との情報を得た (VI. 2. SSRF の項参照)。今年 (1969年) 9 月下旬にノルウェーにおいて航法関係国際シンポジウム (資料 5-1 参照) が開かれる由である。

資料 5-1 國際海洋航行シンポジウムについて

名 称 : International Symposium on Maritime Navigation

開 催 日 : 1969年 9 月 24 日 ~ 9 月 26 日 (3 日間)

場 所 : Sandefjord, Norway

概 要 : 本シンポジウムはデッカ、オメガ、慣性航法、航行衛星衝突予防装置等の航法システムについての会議である。主催および事務局はノルウェー工業会 (Den Norske Ingeniørforening) である。

プログラム : 9 月 24 日 (水) 双曲線航法システム

オメガ——電波伝播に基づく制限

オメガ——受信機開発計画

デッカ——送信局に対する新たな考え方

ロランとデッカ航法の役割と性質

ヨンソル——送信局に対する新たな考え方

9 月 25 日 (木) 衛星航法について的一般調査

航海衛星システム

NNSS (注) について

正確な航海のための全世界的衛星システム

商船用慣性航法装置

衛星通信のための研究計画

9 月 26 日 (金) 電波航法と米国の航法計画

航法装置、ユーザの態度と興味

港湾における航法システム

港湾および狭水路における船の安全——管制と監視

レーダと汎用コンピュータを使用した衝突予防装置

船のウェザ・ルーティング

6. FERRANTI

Ferranti Limited, Automation Systems Division, Transport and Information Systems Group

訪問先所在地 Simonsway, Wythensawe, Manchester, 22, England

面談者(役職) Mr. H. Phillips B. A. (Head of Transport & Information Systems Group,
Automation Systems Division)

Mr. J. A. Robinson, B. Sc. (Senior Sales Engineer, Automation Systems Division)
Mr. J. K. Saggerson

6-1 Ferranti 社の概要

同社は英国における電気、エレクトロニクス関係の製造分野で特異の地位を占めている会社であって、同族会社として運営し、自己資本の蓄積が多い。従業員は約1,900人、資本金 £ 1.7 million (14.7 億円) で、主要製品は変電設備、数値制御機器、オートメーション・システム、半導体、航空制御システム、ミサイル制御システム、軍用コンピュータなどであり、特に多方面にわたる新分野の研究開発に積極的である。本社はホーリンウッド (Hollinwood, Lancashire, England) にあり、英国内各地に工場が散在している。なお、オーストラリア、カナダ等にも工場がある。英国における工場所在地とその主要製品は表 6-1 に示す通りである。

表6-1

工場所在地	主要製品
Hollinwood, Lancashire, England	変電機器、各種メータ
Moston, Manchester, England	計測器、航空用及船舶用機器
Bracknell, Berkshire, England	各種デジタル・システム
Chadderton, Lancashire, England	半導体、CRT
West Gorton, Manchester, England	変圧器
Oldham, Lancashire, England	電力機器
Wythenshawe, Manchester, England	Argus コンピュータ、オンライン・コントロール、回路基板
Edinburgh, Edinburgh, Scotland	エレクトロニック・システム、航空用イナーシアル・システム、 変圧器、半導体
Dundee, Dundee, Scotland	コネクター、マイクロ波関係、レーザー
Dalkeith, Midlothian, Scotland	NC 機器(注)、精密測定機

(注) *印は今回の訪問先である。

6-2 Queen Elizabeth II 号 (QE 2) のコンピュータ・システムについて

6-2-1 QE 2 のシステムの開発経過 (VI-7. BSRA の項参照)

QE 2へのコンピュータ搭載のシステムの計画については最初、船主 (Cunard 社)、造船所 (John Browns 社)、コンピュータメーカー (Ferranti 社) の三者でかなり進められたが、その後英國造船研究協会 (BSRA) がこのシステムの設計に加わった。使用コンピュータは Ferranti 社の Argus 400 である。

6-2-2 Argus 400 の制御対象

(a) データ・ロギング

一般の機関部のデータ・ログをコンピュータのプリンタで印刷させることによって置換えたもの

(b) ローカル・スキヤニング

主機及び一部補機の温度・圧力の連続スキヤニング主機及び一部補機の温度圧力の連続スキヤニングを行ない、プリセットされた制限値を超えた時に警報を発する。

(c) 燃料消費の制御

燃料消費を少くするように、実験的に一部の機械のコントロールをコンピュータでおこなう。

(d) 最適航路の設定（ウェザ・ルーティング）

これは気象通報を入力として、燃料消費率を最小にするような航路と船速を計算し、船長への情報とする。

(e) 清水必要量の計算

効率良く清水造水装置を運転するため

に各種の清水の必要量を計算する。

(f) ストック・コントロール

食料、飲料、その他ドマスティック・サプライの計算をおこなう、これは単なる事務の計算であるが、取り扱うデータ量が多い（3,000項目、6倉庫）ので、コンピュータの利用が有効である。

以上の6項目が現在取り扱っている対象であるが、将来はフローティング・ホテルとしての会計業務、荒天時の航海に関する計算も考えられている。Ferranti社としては、将来取り扱う計算のプライオリティはいろいろ変化すると考えているし、且つその場合バッチ処理（注）よりもオンライン処理の比重はますますたかまるであろうとの事であった。

現在の経験を基にして将来のサービス対象を分類したものを図6-1に示す。

6-2-3 ハードウェアについて

コンピュータは Argus 400 で、16ビット、16千語、4レベルのプライオリティ、水晶時計内蔵で、データ・ロギング用プリンタ2台、機関室と船橋との間の応答の記録のためのプリンタ1台、データ処理補助記憶装置としての磁気テープ・ハンドラ4台、高速プリンタ1台及びアラームプリンタ2台が附属している。

端末点は次の通りである。

・サーモ・カソプル入力	244
・抵抗温度計入力	372
・圧力トランスマッター入力	158
・トランスデューサー入力	34
・シングル・ビット入力	216

以上のコンピュータシステムの構成を図6-2に示す。

なお Argus 400 のコンピュータ本体を図6-3、図6-4に示す。

6-2-4 ソフトウェアについて

開発に関する分担は次の通りであった。

- ・要求性能 Cunard 社
- ・システム仕様 BSRA
- ・プログラム作成 ... Ferranti 社

図6-1 QE 2 のソフトウェアシステムの将来構想

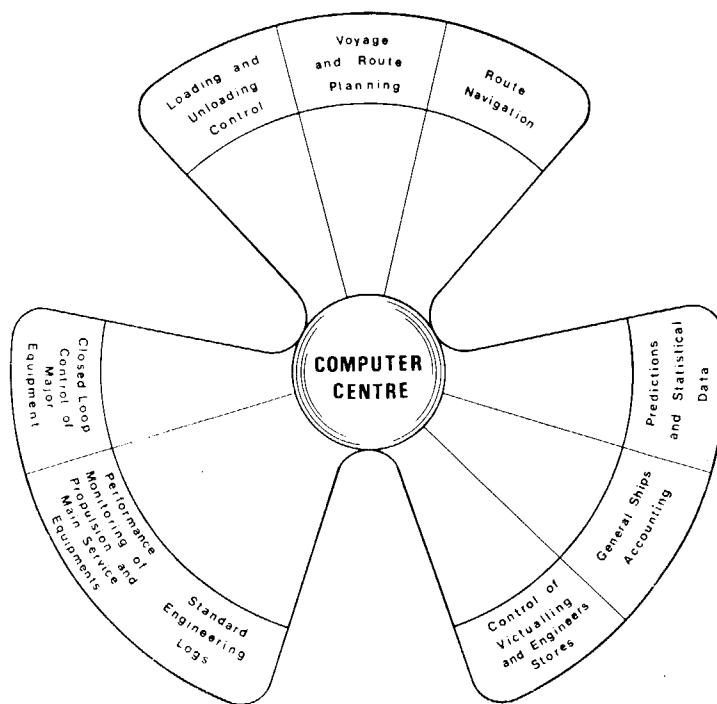


図6-2 Argus 400 によるコントロール・システムのブロック図

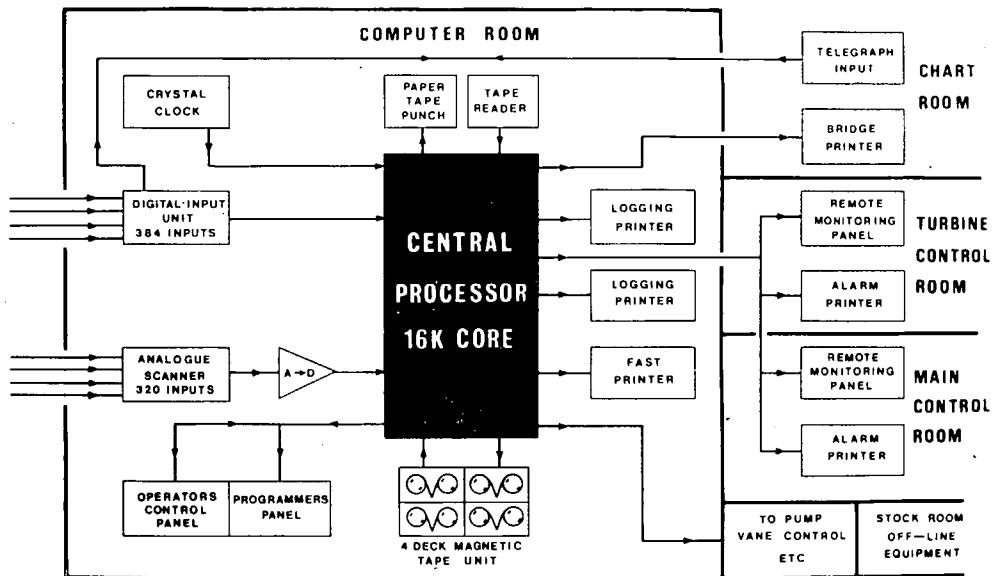
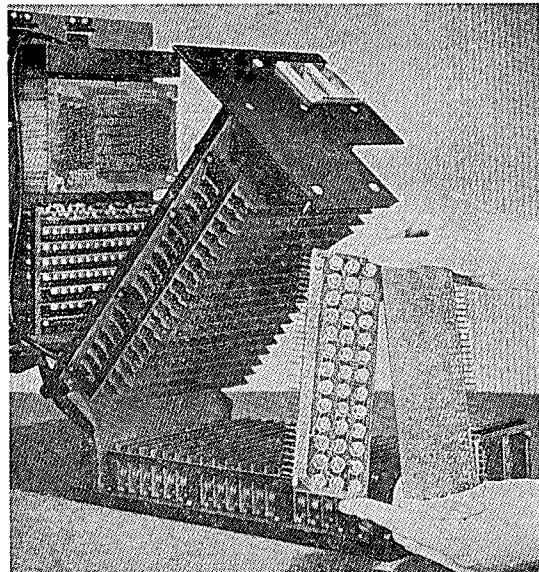


図6-3 Argus 400 の外観



図6-4 Argus 400 の内部



清水必要量の計算とストック・コントロール計算のプログラムは、BSRA が FORTRAN で作ったものを Ferranti 社がアセンブラー言語で Argus 400 用に再プログラムした。

これら共同作業のために Ferranti 社が Cunard 社および BSRA の関係者20~30人に Argus 400 のプログラムの教育をおこなった。

ソフトウェアについての Ferranti 社の意見はプロセス・コントロールのプログラミングについては問題はない、将来はむしろ入力問題（ハードウェアとしての入力機器）に力をそそぐべきであるとのことであった。

6-3 QE 2 のシステムの背景等

QE2 へのコンピュータ搭載については NRDC (National Research Development Corporation) が在来の自動化を超える金額について Cunard 社に総額 £ 55,000 (4,750 万円) に達する補助金を交付した。NRDC がこのよう

な補助金を出したのははじめてのケースである。この装備の経済性が立証されたあかつきには Cunard 社は NRDC に出世払いをすることになっている。失敗の場合は NRDC はこれ等機器をとりのぞく権利を保留することになっている。

このようなシステムの利点はいくつかの仕事が同時におこなえることで、ウェザ・ルーティングやストック・コントロールのような間けつ的な仕事はコントロール計算のあいまい間に計算出来る。Cunard 社としては上記 £ 55,000 の費用は 2 ~ 3 年で回収できると考えているとのことである。

6-4 Argus コンピュータについて

今回の訪問では Ferranti 社が製作している Argus 400, 500 コンピュータについてスライドによる説明を聞き、その後工場見学を行なった。工場では多層基板の製作工程について詳細な説明があり、その実情をくわしく見学した。生産量は余り多くないが、技術的には、かなり進んでいるように見うけられた。6 層程度の大型基板も、各種のものを製作していた。Argus 400 は保守作業の容易性も充分考えてあり（図 6-4 参照）、プロセス・コントロール、コンピュータとしては最新鋭のものであると感ぜられた。工場見学の途中で同社製のグラフィック・ディスプレイの実演を見学したが画像の鮮明さ、トラッカ・ボールの操作のスマートさなどなかなかスマートなユニットであった。

7. BSRA

The British Ship Research Association

英國造船研究協会

訪問先 Wallsend Research Station, Wallsend, Northumberland, England
所在地 (但し面談場所は 21, Grosvenor Place, London, W. 1., England)

面談者 Mr. G. R. Atkinson, B.A. (Assistant Director (Research))
(役職) Mr. M. N. Parker (Head of Computer Division)

7-1 BSRA の組織とその活動について

7-1-1 組織

(a) BSRA は、1944年に創設されたが、1962年5月に British Shipbuilding Research Association から British Ship Research Association へと改称されると同時に、PAMETRADA (Parsons and Marine Engineering Turbine Research and Development Association の略で1945年創立) の Wallsend にある機関関係の研究施設を引継いだ。(この際別に Parmetralda 社なる設計会社が設立されたが、同社は1968年9月に解散した。)

最近に至ってロンドン (Albert Embankment) にあるBSRA 本部は、すべて Wallsend の Research Station 内に移された。

(b) 現在BSRAの組織は以下のとおり。

i) Naval Architecture Division (船舶工学部門)

(イ) Hydrodynamics & performance 関係

模型船のタンクテストはロンドン近郊 Feltham の NPL (National Physical Laboratory) が行なっているが、BSRA は実船テストを行ない、タンクテストとの correlation を求める等、設計技術の改善を図っている。

(ロ) Structure 関係

Structural analysis, full scale measurement 等を行なう。

(ハ) Noise & vibration 関係

ii) Production Division (生産部門)

(イ) Steel work 関係

Welding, NC (数値制御) (注), cutting 等。

(ロ) Outfitting 関係

(ハ) Electric 関係

(ニ) Management science 関係

PERT の普及、活用等。

iii) Marine Systems Division (マリンシステム部門)

(イ) Engineering 関係

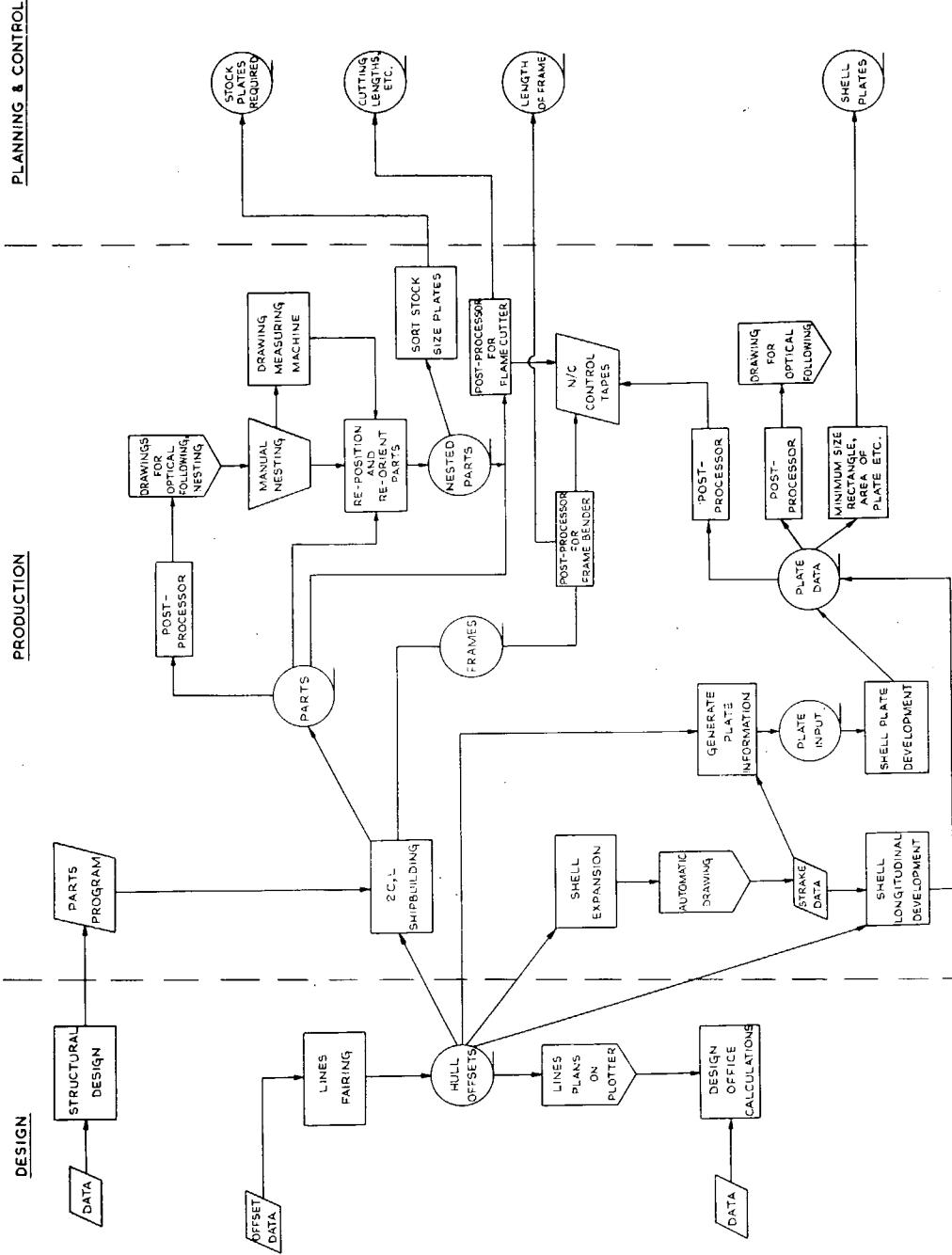
Main engine, auxiliary engine, automation control, standization (TC 8) 等。

(ロ) Ship project 関係

Tug barge system, container system 等の経済性の検討。

iv) Computer Division (コンピュータ部門)

FIG-1 INTEGRATED STEEL WORK DESIGN & PRODUCTION SYSTEM



(i) Lofting & NC 関係

Automatic lines fairing, free board calculation, lofting, generating flame cutting に関する造船所に対するサービス提供, special software, standard program の作成等。その一例を図 7-1 に示す。

(ii) Operating 関係

諸計算の実施。

(iii) Bureau service 関係

v) Special Division (特殊部門)

(i) Materials 関係

Coating, painting 等

(ii) Instrumentations

Sea trial 等。

7-1-2 人 員, 予算等

(a) 人 員

BSRA には約340人が勤務しているが、うち、技師クラスは約135人である。即ちその内訳は、

- i) 船舶工学部門 約30人
- ii) 生産部門 "35人
- iii) マリンシステム部門 "20人
- iv) コンピュータ部門 "30人
- v) 特殊部門 "20人

(b) 予 算 等

年間約 £100万 (8,64億円) の予算で、資金源は政府 (技術省) と民間会社 (47社) である。

7-2 BSRA による Cunard社 "QE 2" (Queen Elizabeth 2世号) 向けシステムの開発について

7-2-1 開発範囲・方法

QE 2 の自動化一般については、BSRA は直接関与していない。たとえば、ボイラ自身については Lucas 社 が担当し、船主 (Cunard 社) と造船所 (John Brown 造船所) の3者の間ですべてが決定された。BSRA は shipboard computer の分野のみについて担当し、毎週1回程度、ロンドンにて NPL (National Physical Laboratory), LR, Imperial College (ロンドン大学) 等の関係者とも打ち合せを行ないつつ開発した。

7-2-2 船用コンピュータ・システムの概要

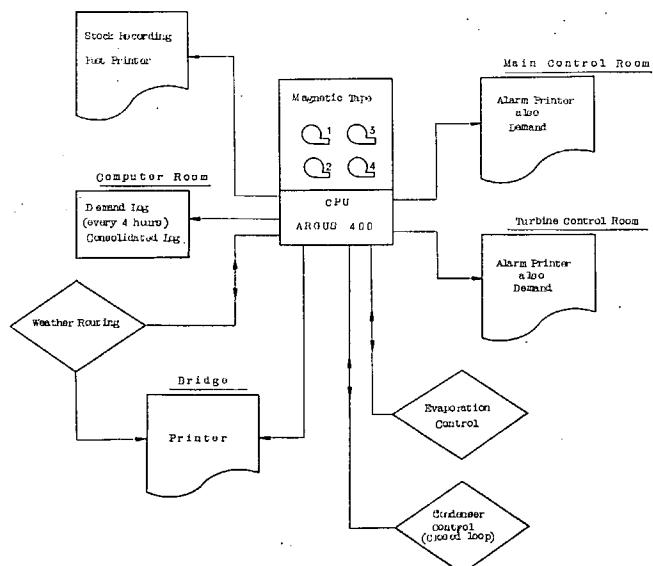
採用したコンピュータは英国 Ferranti 社の Argus 400 である。コンピュータ・システムの概要を図 7-2 に示す。このうち特記すべき事項は以下のとおり。

(a) データ・ロギングとアラーム・システム

- i) 対象は、タービン主機 (左右両舷), ボイラ (3台), 発電機 (3台), 一般ビジネス (たとえば温水, 冷水, 空気調節, 冷蔵艤, 船客用エレベータ (14台) 等。

- ii) スキャニングは 0.5 秒間隔で行なわれ, print out し, 通常時の値からの deviation をチェックし, アラーム時には計測値がハイ・レベルかロ

図 7-2 QE 2 のコンピュータ・システムの概要



… レベルかを print out する。但し、アラーム時に、それが真の値か雑音によるものかの区別は困難なことがある。

iii) 本システムには約 8 千語の記憶容量を要する。

(b) コンデンサ循環ポンプの DDC (注) システム

i) 各出力に対し、最適真空度を図 7-3 のように設定し、この真空度を保持するために循環ポンプのブレード・ピッチを DDC で制御する。なお主タービンからの抽気量の変化による影響はほとんどないので、図中の曲線は 1 本でよい。

ii) これによる燃料消費量の節約は約 0.5% となる。（従来伝えられていた 1.5% と言う節約は、他のすべてのメリットを燃料消費率のメリットに換算したものと考えられる。）

iii) この制御は勿論ある程度、手動でもできるが、最適化するのに hunting が多く操作が困難である。（スクープと併用しているため情報が多すぎるから。）

(c) 造水量制御システム

客船の清水消費量は、気温・船客の国籍・数等によって大幅に変動するので、これらを考慮して所要量を計算する。

(d) ウエザ・ルーティング・システム

i) 一般にウエザ・ルーティングとは、目的港に可能な限り、短い時間で航行することを言うが、QE 2においては、客船なるが故に、事前に予定された日時に正確に入港する必要があり、一方主機出力には十分余裕があるので、ただ燃料消費の節減を目的とした optimum engine setting の計算がここでは重要となる。

ii) 方法としては、図 7-4 のごとくに港から港（又は目的地）までの予定航路を、航行時間で 6 ~ 8 時間分の “leg” に分け（つまり大西洋横断では通常 12 ~ 15 legs に分けられる）。フランクフルト（独）、ドーバー（英）、ブラックモア（英）から、ファクスで受信した天気図のローカル・ウィンドからローカル・ウェーブを予想し、これらにより、船体下部と水上部分の抵抗を計算し、one leg 間の方針と航海速力、主機出力、主機回転数を求める。

（船と波の応答関係は計算せず。）

iii) 各 leg を航行する毎に次ぎの leg 以降について詳細計算を繰返す。

(e) 貯蔵品記録システム

i) 客船におけるホテル業務を行なうため、船内にある多数のバー、レストラン用の貯蔵品について計算を行ない、16種類の記録を行なっている。

ii) このために磁気テープ（3 本）を使用する。

(f) その他の

i) ホテル業務の一環である会計業務は未だ実施していない。将来計画はあり。

ii) コンピュータ室は無人であるが、これの責任者は 2 等機関士、メインテナンスは 4 等電気士が行なう。

図 7-3 最適真空曲線

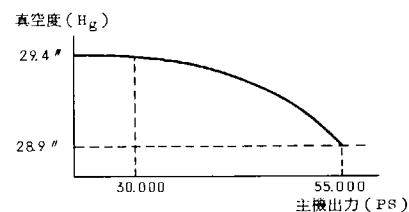
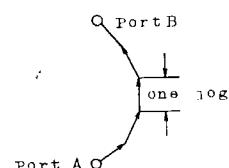


図 7-4 QE 2 のウェザ・ルーティングの考え方



8. SOLARTRON

The Solartron Electronic Group Limited

訪問先 Farnborough, Hampshire, England
所在地

面談者 Mr. Roger D'Eaubonne (Group Export Manager)
(役職) Mr. J. D. Watson (American Regional Export Sales Manager)

8-1 Solartron 社の概要

同社は年間売上高約180 Billion (約1,550億円) の売上げ実績をもつ、 Schlumberger Group (米国) の一社である。このグループは、大別して Electronic Group と Oil Exploration Group 関係技術会社に分れており、それぞれ55%, 45%の生産におけるシェアをもつている。Electronic Group は Weston, EMR, Heath (いずれも米国) SIS (フランス), SOMV (西独), Solartron (英国) の各社で構成されており、特に Solartron社は、これらの中で、中心的存在でもある。

同社の生産品目は多種に亘るが、主なものは Oscilloscopes, Data Logger, Solartron IDAS (Programmed Data Logger), Dynamic Analysis Instruments, Digital Computers, Hybrid Computers, Analogue Computers, Military Systems and Simulation がある。

調査団は同社の Military Systems and Simulation 関係のなかの Marine & Naval Special Systems 部門を見学した。

8-2 Marine & Naval Special Systems

この部門の主な製品は

- (a) High Resolution Video Map
シミュレータおよび実際のオペレーション表示のための原画に利用されている。
- (b) Direct Fire Weapon Effects Generator
戦車および装甲車火器用照準器のシミュレーション(注)に利用されている。
- (c) Weapons Systems Simulation
海軍艦砲射撃用レーダ・シミュレータである。
- (d) Marine and Naval Simulator (Marine Radar Simulator)
航法訓練用シミュレータである。
- (e) Sonar Simulation Systems
対潜訓練用シミュレータである。

これらのシミュレータは各国に納入されており、特に Marine and Naval Simulator は商船大学に納入されている。日本では東京水産大学に1969年3月1基納入されている。これは、相手船3隻をレーダPPI指示機に表示可能のものであり、附属品を含めて売上額約16,000 (約1.33億円) と言われている。

8-3 Marine Radar Simulator の構成 (図8-1参照)

8-3-1 Coastline Generator

図8-2に示すような実際のレーダ映像と同様な写真フィルムを電子光学的に走査を行ない、これが船体の運動に応じるようにサーボ装置で移動する構造である。

8-3-2 目標船

図 8-3 に示すものでこの写真の場合は 4 隻の相手船についてそれぞれレンジ、ペアリング、風の影響、海流の影響の初期値を設定する。

8-3-3 ディスプレイ

一般の Marine Radar Display を使用すればよい。

同社の Marine Simulator は Radar Simulator が主体であるが、今後商船の超自動化システムが実現するにつれ乗組員の訓練を実船において訓練するには多大の期間と費用が予想される。この点を考え航法システムにとどまらずさらに機関プラント、舾装システム等のシミュレータの開発が必要といえよう。

図8-1 レーダ・シミュレータの構成

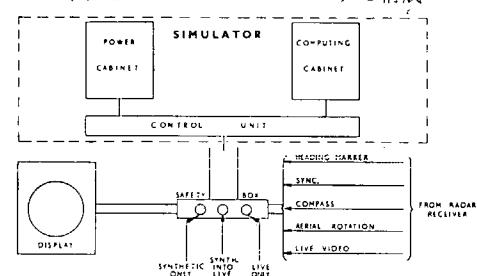


図8-2 レーダ映像用ビデオ・マップ (Videomap)

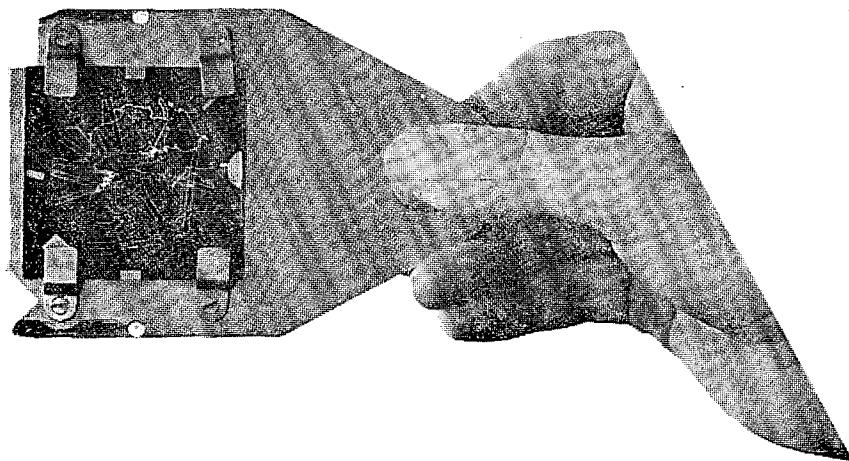
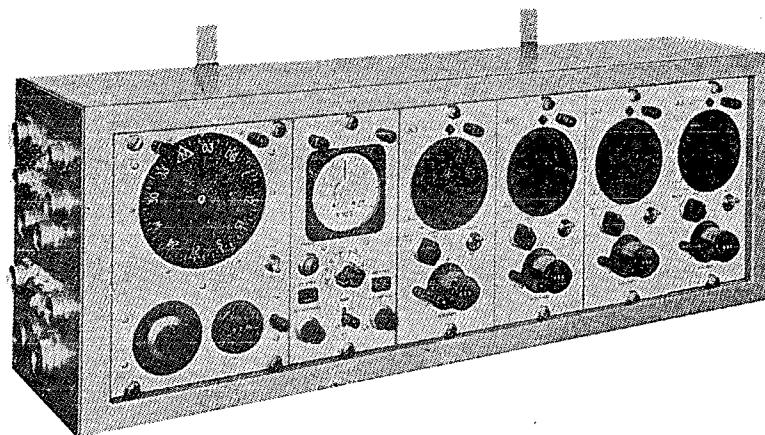


図8-3 4 隻の目標船および自船の初期条件の設定器



9. EEC-AEI

English Electric Company-Automatic Electric Industry Limited, Power and Marine Division

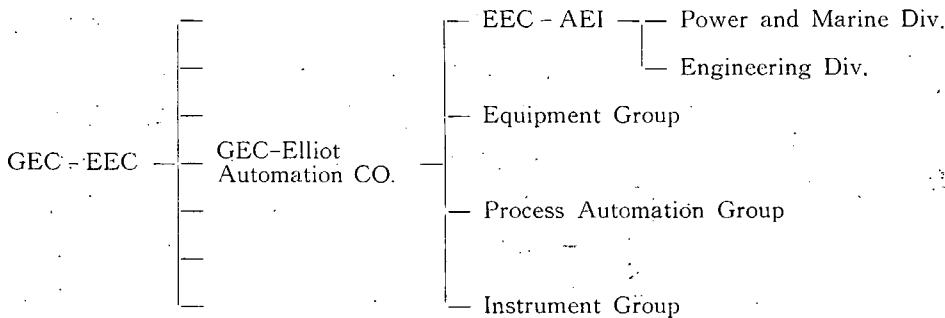
訪問先
所在地 Kidsgrove, Stoke-on-Trent, England

面談者
(役職) Mr. Delahunty (Director, Power and Marine Division)
Mr. J. Switzman (Chief Engineer, Power and Marine Division)
Mr. K. P. Balme (Marine Sales Manager, Power and Marine Division)

9-1 EEC-AEI 社の概要

同社は GEC (General Electric Co.) および EEC という英國きっての大手電機メーカーが合併したもので、その組織の一部は図 9-1 に示すが、これは膨大かつ複雑であり、その全貌をつかむことは容易ではない。

図 9-1 GEC-EEC の組織図 (関係分のみ)



船用システムは Power and Marine Div. が担当し、同システムのうち個々のユニット、特別なテスト・プログラム、アプリケーション・プログラムは Engineering Div. が担当している。

船用関係の製品を分類すると、次の 3 つに分けられる。

(a) 機関部データ処理装置

船用データロガおよびコンピューティング・ロガ等

(b) 衝突予防用レーダ装置

商品名“COMPACT”と呼ばれているレーダ装置

(c) 船用電動力制御装置

モータのグループ・コントロール・センタ等

上記の中で、(a)および(b)について概要を紹介する。

9-2 機関部データ処理装置の概要

エンジンルームのアンマンド化を目的としたコンピューティング・ロガ・システムが主体である。

これは automatic watchkeeping system と云つてゐるもので、M2110 型プロセッサが代表的なものである。

このシステムの構成を図 9-2 に示す。

このプロセッサは容量 4 千語、stored program (注) 方式である。したがつて、普通のデータロガが wired program (注) 方式であることにくらべれば融通性があり、また、よりグレードの高い watchkeeping が可能であろう。

機関各部からスキャニングにより集められる状態量は、当然、各状態量の標準値と比較・判断され、異常に対しては保守の必要性を指示する。例えば燃料油のフィルタの差圧からフィルタを掃除する時期を指示したり、また、各シ

リンダの排ガス温度と平均排ガス温度から燃料油噴射系の異常を知らせる。

これらの結果はアラーム・タイプライタに記録される。

このシステムおよび機関部の遠隔制御により35%の省力化がなされた例があると云つている。このために航海中に集めたデータをもとに、入港時、特別に用意したプログラムにより、解析され、完全な保守作業の指示がなされる。たとえば、主要な機械の運転時間の記録などはオーバホールの計画に有効に利用されている。したがつて航海中の保守の解消を目標としている。

図9-3 Glen Avon号の船橋に装備された機関部データ処理装置

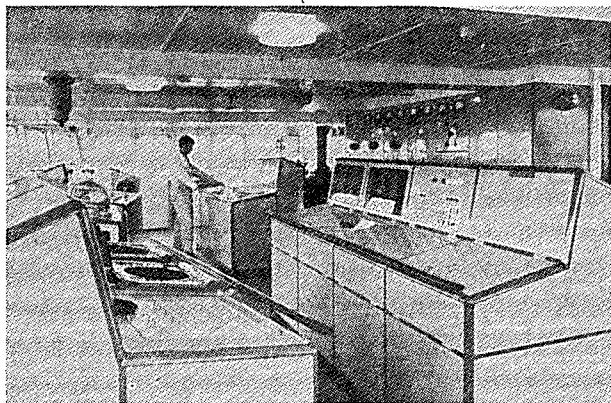
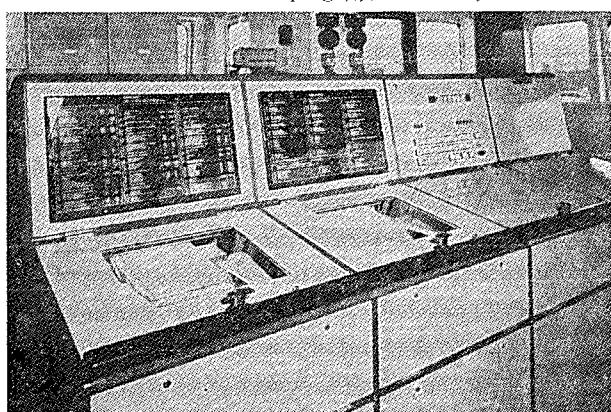
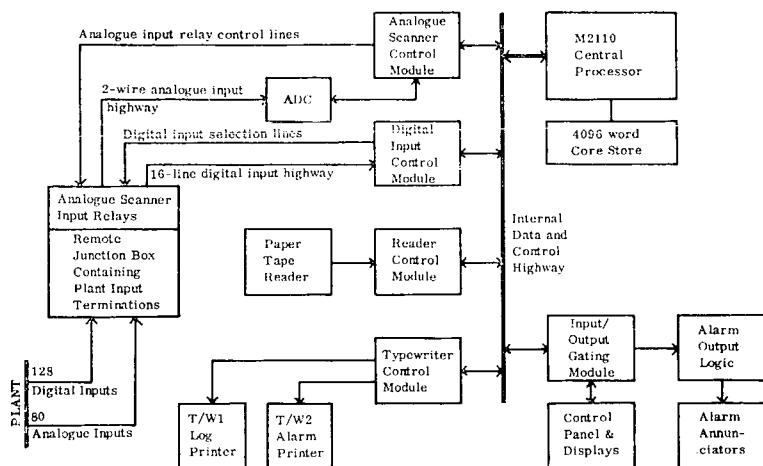


図9-4 Glen Avon号の船橋に装備されたWatchkeeping用タイプライタ



である。つまり映像情報のカラー・コーティングを行なっている点にある。レーダよりの映像はオレンジ色、目標船のマーク、トラッキング・ライン等の計算結果はグリーン色で表示される。

図9-2 機関部データ処理装置ブロック図



その外、このシステムの特長は、プロセッサ自身のハードウェアをチェックする診断ルーチンを備えていることであろう。更に設計全体の方針として、標準システムを売るという思想がとられていることが重要と思われる。したがつて、ソフトウェアもスタンダード化、パッケージ化がとられ、そのコストの上昇を抑えることが計られている。ちなみに、この種のデータ処理システムの設計費が全体のコストの中で約6%に過ぎないと云っていることからにしても、その思想の一端がうかがえる(図9-3 および図9-4 参照)。

9-3 衝突予防用レーダ装置“COMPACT”の概要

9-3-1 特 長

COMPACTはCOMputer Predicting and Automatic Course Trackingの略である。

特長は衝突予防用としてのディスプレイ装置にあって、GEC-AEI Escort 650シリーズの舶用レーダと組合せて使用される。本装置一式はQueen Elizabeth 2世号(QE2)に搭載されている(図9-5 および図9-6 参照)。

650シリーズの舶用レーダの特徴は8ft(Xバンド用)および12ft(Sバンド用)の2つのスロットル型スキヤナを持つことである。

COMPACTの特長はディスプレイする情報(映像)を2種類のCRT(注)によって、色を違えていること

図9-5 QE 2 の艦橋に装備された
“COMPACT”

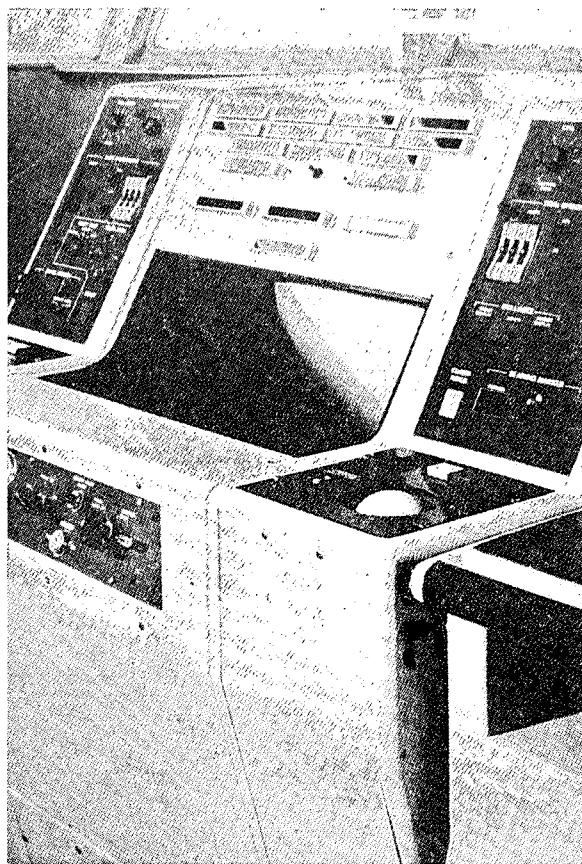
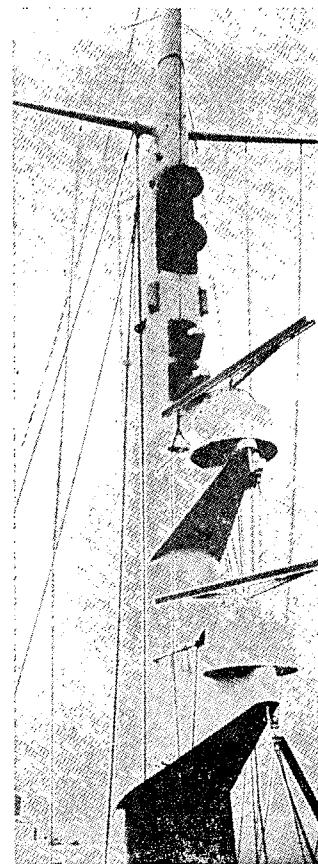


図9-6 QE 2 に装備された
2台のレーダアンテナ



また、COMPACT には専用コンピュータが内蔵されていて目標船のトラッキング、回避操船の試行等の計算ができ、かつその結果が上記のようなカラー・コーティングによりディスプレイされるのが特色である。

9-3-2 機能と作動（図9-7 および図9-8 参照）

(a) ディスプレイの原理

レーダよりの映像は比較的に残光性が大きく、オレンジ色の CRT (16 in) に表示される。他にもう1つ発光色がグリーン色で残光性の比較的少ない CRT をレーダ映像用 CRT と 90° の位置に配置し、この方には目標船のマーク、トラッキング・ライン等が表示されるようになっている。

これらの2つのCRTにディスプレイされた映像は半反射フィルムによってコーティングされた鏡の上にて重ね合せられ、結局、二色にてカラー・コーティングされた映像がディスプレイされることになる。この鏡の上に映し出された映像はフードなしで見ることができる。

(b) 早期警報機能

“GUARD RING” という押ボタンを押すと、この機能が作動する。半径が11浬と9浬の各々に0.3浬の巾を持つ2つのガード・リングが設けられており、他船が、このゲートに入ると警報ができるようになっている。100 m² (反射面積) 以下の目標船でも検知できると云われている。

9浬のゲートはダブルチェックを行なうためのバックアップである。

この2つのガード・リングはオレンジ色の点線でディスプレイ上に表示される。

アラームが発せられると自船からみた目標船のペアリング

(注) がオレンジ色の点線でディスプレイされる。

c) 目標船のトラッキング機能

最大12隻までの目標船のトラッキングと将来位置の予測が可能である。レーダの1回転毎の情報はトラッキング用識別器(discriminator)で分解され記憶される。この連続して記憶される情報を専用のコンピュータが解析して将来の位置を予測しディスプレイ上にグリーン色で予測コースを表示する。

目標船のマーキングとトラッキング(注)開始は、次のようにして行なう。

チャンネル1から12チャンネルまである“CHANNEL SELECTOR”スイッチによりチャンネルNo.を選択し“CHANNEL ON”的押ボタンを押すとグリーンの丸いマークがディスプレイ上に現われる。この丸いマークをtracker ballを使って目標船まで移動させた後“TRACK”という押ボタンを押せばトラッキングが開始される。同様の操作を操返すことによりNo.12までの目標船についてトラッキングを開始させることができる。tracker ballの機構の詳細不明であるがマークをディスプレイ上の任意の位置に動かし得るようなジョイスティック(注)機構と思われる。

予測コースの長さは予測する時間と目標船の速度に関係してくるが、自船の予測コースはCPAの中心から線を引くようになつていて。CPAは最大5浬まで調節可能である。

CPAが設定され、30分以内に目標船がCPAの円内に入つてくることがコンピュータにより予想されると“COLLISION WARNING”的ランプが点灯し、アラームが鳴る。またディスプレイ上の危険船のマーキングは点滅して、その危険船の所在を知らせる。

混雑した海域では“INHIBIT”という押ボタンを押すことにより、予測コースの表示をやめることができるが、危険船が出てくるとただちにinhibitの状態は取り消される。

完全に衝突の危険がない船については“CANCEL TRACK”的押ボタンを押せばコンピュータはトラッキングをやめる。

目標船を見失つて新しい情報が入

図9-7 ディスプレイの原理図

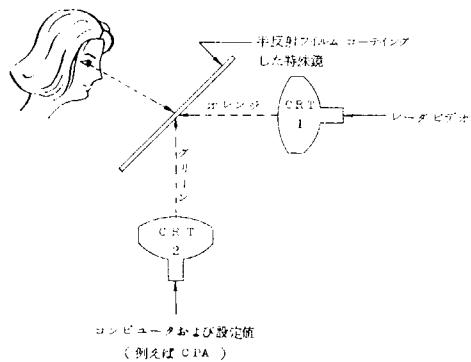
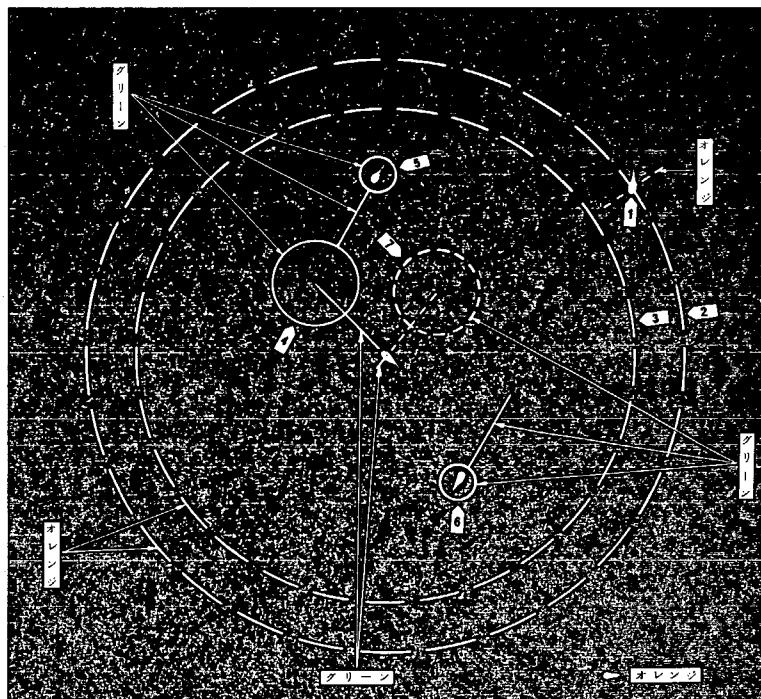


図9-8 “COMPACT”ディスプレイ上の映像



(注) 図上の番号はディスプレイ上表示されるものでなく、以下の説明用番号である。

1. 11浬レンジに船が接近しつつあり、アラームが発せられ、ペアリングが表示される。
2. 11浬のガードリング。
3. 9浬のガードリング。
4. 自船の予想コースとCPAサークル。
5. 衝突の危険が発生しアラームを発し、マークを点滅している。
6. 自船の経路を通過している船。
7. 避航操船のためのコースと速度を与えた時の予想避航コースを示す。

つてこない時は既知の情報をもとにトラッキングを継続して、目標船が再び捕捉されれば自動的に新しい情報にもとづいてトラッキングを行なう。しかしある定められた時間が経過してもトラッキングが不可能な時は“TARGET LOST”のランプが点灯する。

d) 試行トラッキング機能

回避操船が必要になつた時は、変更するコースと速度を手動にて入力することにより、試行トラッキングを行なうことができる。当然トルーモーション（注）表示なので予測コースが実際のコースと区別するために点線で表示される。

10. IBM UK

International Business Machine, United Kingdom Limited

英国 IBM 社

訪問先
所在地 Education Centre "Sudbury Towers", Greenroad Rd., Greenroad, Middlesex, England

面談者
(役職) Mr. J. Oughton B. Sc. (Data Processing Representative, DP Division, Newcastle-on-Tyne)

Mr. K. Colwell (DP Division, Newcastle-on-Tyne)

Mr. Scott (London)

10-1 英国 IBM 社の活動について

英国におけるシステム・エンジニアリング及びコンピュータ利用に関するシェアは ITL 社（英国における主要コンピュータ・メーカで国家援助もあって、コンピュータ販路の過半シェアを確保している）におされてのびなんんでいる。特に造船業界には殆んど販路がひらかれていない。

造船所として唯一のユーザである Swan Hunter 社のサービスに関与したニューキャスル駐在の上記両氏と面談した。

同社の造船業及び船舶に関する知識は間接的表面的であるので特記すべきものはない。聴取したものでは一般プラント・オートメーションに対する同社としての適用例の説明が主題であった。それらについてもそのシステム・アナリシス、システム・エンジニアリング等は殆んどユーザが主体になっていて、同社としては、そのためのコンピュータを販売することが実状であるので、情報としては本質的なものは話題にならなかった。

10-2 船舶搭載コンピュータについて

同社は、National Institute of Oceanography に IBM 1800 コンピュータ 2 台を納入している。このコンピュータのうち 1 台は RRS Discovery 号に搭載され、他の 1 台は陸上の基地 (Head Quarter) に設置されている。(V. 32. IBM SAN JOSE の項参照)。同船は 1968 年 12 月に英国・イタリア間を往復し、1969 年 5 月現在はサザンプトンにある由である。

同船に設備されたアプリケーションは次のものである。

- ・気象関係 (風向、風速、温度、湿度、日照)
- ・航法関係 (船位、ラディオビーム関係 (デッカ、ロラン (注) 等)、シップ・ログ)
- ・海洋関係

10-3 造船所用コンピュータ

現在英国の造船所で同社のコンピュータが設置されているのは Swan Hunter 社だけである。同造船所では、コンピュータ (小記憶容量の IBM 360 M 40 (注) 1 台) を材料手配、設計計算、生産工程管理のそれぞれの一部に用いている由である。なお、同造船所では線図のフェアリング方法は BSRA (V. 7. の項参照) が開発したものにはよらず、Dr. Taylor の方法によっているとのことである。

10-4 プラント・オートメーション用コンピュータ

(a) Molines 社 (たばこ製造機械のメーカ)

同社はシステム 24 というシステムを採用している。このシステムの設計はコンピュータの検討のみにとどまらず、トータル・システムとしての研究に重点を置き、材質、工具、工場配置、ransfer machine 等を総合的

にシステムとして検討した由で、システムの開発には2～3年を費したことである。システムの内容はIBM 1130 2台を工場の全コントロールに使用し、これとスケジューリングを行なう IBM 360/50 とをオンラインにつないでいる。工場は7台の特殊工作機を一組とした工作機群から構成されている。このシステムを採用したことにより機械の製造コストは採用前の 17% (83% 減) になったとのことである。

(b) Henry Wiggen 社

同社はニッケル合金のテスト用としてコンピュータを用いている。これは従来の常識をこえる 450 個の炉の温度を IBM 1800 1台でデジタル・コントロールしている。

テストは炉により 300～1,500°C の範囲内の特定の設定値に ± 2°C の範囲で保持し、24～1,000 時間もテストが継続するので、アナログ型コントロール装置を用いて人間が操作することは不可能に近いであろう。

(c) Welwyn Electric 社

同社は IBM 1130 による IC (集積回路) に対する自動テスト装置を採用している。このソフトウェアとしては ECAP (注) を利用している。

11. SIM

Shell International Marine Limited

訪問先 Shell Centre, London, England
所在地

面談者 Mr. A. F. Harrold (Manager, Technical Department)
(役職) Mr. J. Howey (Technical Department, Maintenance)
Mr. P. H. Venhuitzen (Do., Automation)

11-1 SIM 社の概要

同社は UK Shell 社 (90隻), Dutch Shell 社 (45隻), French Shell 社 (10隻), German Shell 社 (8隻), Japanese Shell 社 (2隻) の元締めであり, コンピュータの搭載, 船舶員制度の採用, ウエザ・ルーティングの研究等注目すべき動きをみせている。

11-2 ウエザ・ルーティングについて

約4年前に2万～4万 DWT のタンカー16隻を対象に大西洋航行中の船から詳細データを Shell Centre Office へ毎日通知させ, Centre でコンピュータにより計算して, 航路を指示することを行なった。その結果はマクロ的にみて大西洋横断往路(約12日間)で4時間の節減が冬期に得られるとの結論になった。

この数値はやや控え目に出したものではあるが, それにしてもごく僅かなものであって(1500回の航海の中最大の節減が14時間 / 航海であった), これは良い船長の判断だけでも達成することができる程度のものであるから, それが判ってからは実施していない。

なお大西洋復路では時間節減がほとんどみとめられなかった。

11-3 船舶士構想について

i) French Shell 社が一部船舶士構想を採用しているが, それ以外は採用していない。同社以外の船の実際の運航中の仕事の割振りは下記の通り。

- 機関長は船全体の保守作業を所掌する。
- 船長, 機関長, 航海長, 事務長で4人委員会をつくり毎日1回集って, 船の性能, loss time 対策, 特別な修理工事, その他大きな問題について協議し, これらは毎週1回とりまとめて本社に報告する。

ii) 船の士官を減らすとすれば盲運航はできないから, どうしても甲板部の士官は必要である。従って減らすとすれば, 機関部ということになるが, 甲板部士官が機関部の教育をうけることは容易なことではない(その逆は良いが)。また今後実際には熟練機関士がますます必要になってくる。従って Dual Licence というよりむしろしっかりした single licenced engineer がいることが実際的である。

アポロ計画では2人か3人で月まで行って帰ってくるのだから, 地上の指令者がしっかりとおれば, 乗組員はそれ程何もかも判っている人間でなくても良いという考え方も検討に値するので, これについて検討もしてみた。

UK Shell 社の持船90隻は大きくわけると6船型であるが, 実際には1隻づつ異なった内容をもった船であって, 90種類の船からくる簡単な情報をもとに, 陸上から指示するということはとてもできるものではない。従って各船に判断をしうる人, 処置をしうる人を乗せておくというのが一番実際的である。安く船をつくるねばならぬという条件で考えると結局このような結論となつた。

iii) ブリッジに機関部の制御と監視をもってくると、船舶士構想、従って士官の再教育が必要になり、French Shell 社ではそれを実施した。しかし、うまくいかず、とりやめた。これ以後士官の特別教育は現在やっていない。一般教育としては、英、独で2週間、自動化関係ではオランダで4週間の教育をしている。

部員クラスについては既に3年前から General Purpose System (GPS) を実施中である。この場合 Petty officer(下士官制度)を設けてランクを1ランク上げている。国籍は英国人と中国人で40隻に実施しており、その場合総乗組員は22~27人（士官は約9人）である。部員の再教育の時間が充分ないが、本質的な問題ではない。組合との問題もあまりない。

11-4 タンカー荷役について

Suction pressure control さえ採用すれば充分で、特に荷役のコンピュータ・コントロールをする必要はないと考える。その理由は次の通りである。

- i) 積荷については20年前の規則があり、それによれば 1 ft/3 分以上の速さでタンクのレベルが上がるような積油はできることになっているから、積油速度をあげても意味ない。
- ii) 揚荷はポンプの容量を大きくすれば荷役時間が短縮できるわけだが、船が大きくなると推進用で必要なボイラ以上に大きなボイラが必要となり、そのようなボイラを設けることは一年に数回の荷役のための投資となり経済的ではない。いわんやコンピュータを搭載してポンピングの時間を短縮することはやはり経済的でない。suction pressure control をしっかりやるのが一番経済的である。
- iii) しかしもし船に荷役の目的でコンピュータを搭載するなら、当然他の目的にも使用するのが経済的であろう。
- iv) Dolabella 号はこのような考え方でコンピュータを導入したが、これも未だ研究段階であり Shell 社が、コンピュータ採用を方針として決定したわけではない。今までの所技術的には問題ないが、経済的にはまだ問題を残している。
- v) ポンピング装置を陸側に設けることはアイデアとしては良いが、実際には Shell 社のみではどうにもできぬ問題である。

11-5 係船について

船が大形化していくためオフショア荷役になる。従って、シングル・ブイシステムを採用したが、これに係船する作業はマーリングポートが行なう。これは小船なので悪天時は作業ができないという不便がある。従ってタンカーは自分で係船できるようにしておかねばならない。Shell 社の20万 DWT フリートではそのようにしてある。これを更に集中制御できるようにすればなお良いが、そこどまりで、コンピュータ制御を導入する必要はない。係船作業時はピークになるが、その時は司厨員を使っても良いのだから、2か月に2~3時間程度のピークにそなえて高い設備投資をする必要はない。

11-6 超自動化と信頼性について

現在の技術レベルは長時間にわたって信頼性を確保する状態にはまだなっていない。保証工事は10~15年前と同じように1200項目にも達している状況であり、同じことの繰返しをやっている。造船界がまずやるべきことは、この技術レベルの向上にある。しかし長年努力てきて改善されないものを改善することは非常にむつかしい。超自動化で得られる経済性向上よりも上記の努力による経済性向上の方を船主としては要望する。

12. DECCA

Decca Group

訪問先
所在地 Decca House, 9 Albert Embankment, London S. E. 1, England

面談者
(役職) Commander Coles (Director)
Mr. J. H. Bealtie (Marine Manager, Decca Radar)
Mr. A. J. Ramsay (Marine Technical Manager, Decca Navigator)
Mr. D. Turner (Duputy Head, Decca Systems Study Division)
Mr. R. J. C. Harris (Sales Manager, Decca Radar)
Mr. P. O. Pope (Decca Engine Room Automation)
Commander Michell (Navigation Specialist, Decca Radar)
Mr. D. Hoofer (Survey Decca)

12-1 Decca 社の概要

同社は英国有数の航海、航空機器メーカーであると同時にグループ内にはデッカレコード等の音響部門、兵器部門、有名なデッカ航法システムの運営部門等を有し、センサー、コンピュータからシステムまでを製作販売する電子、電機メーカーである。

テムズ河畔の Decca House に Decca Group の各社の本社を集めている。舶用関係には次のような企業がある。

- Survey Decca : ホーバクラフト、超音波機器利用によるサーベイ事業
- Decca Engine Room Automation : 機関自動化機器、センサの製作
- Decca Navigator : デッカ船位測定システム受信機の製作、リースおよび地上局の運営
- Decca Systems Study : システム会社でデッカ総本社の直属部門
- Decca Radar : レーダ等、電波機器、コンピュータの製作
- Decca Arkas : ジャイロコンパス、オートパイロット、在来航海計器の製作

12-2 Decca 舶用機器関連部門の概要

主要部門の概要は下記の通りである。

(a) Survey Decca

デッカ・ナビケーション・システムとエコー・サウンダを組合せて Sea-Chart Hi-Fix と呼ぶサーベイ・システムを開発している。この装置の目的は極めて短時間に相当広大な海域の測深を行ない測深図を自動的に作成することである。装置はデッカ受信機、ジャイロ・コンパス、エコー・サウンダがセンサーとなって Omnitrac 70 デジタル・コンピュータにデッカ受信機よりの信号を入力し、ジャイロ・コンパス、およびコンピュータで処理したデッカ受信機の信号を Sea truck unit に入れ、オート・パイロットに直結して、操舵装置を駆動し、船の航行を制御する。一方コンピュータで処理されたデッカ信号で自動 X. Y プロット、コントロール・ボックス、ニューメリカル・ディスプレイを制御している。

エコー・サウンダで得た情報はデッカ受信機で得た位置信号と共にデータ・ログ及びプリンタ / パンチ・カードによりサーベイ・データとして保存され、サーベイ終了後、陸上コンピュータにこのテープをかける事によって直ちに測深図を作成するようになっている。Decca 社では本装置をホーバクラフトに装備し、30ノットで海面

を計画したコースに従って十字に走査し必要な測深図をきわめて短時間に作成している。(図12-1 参照)

(b) Decca Engine Room Automation

ISIS 300 シリーズと称するMゼロ、Eゼロ(注)化に必要な自動化装置である。機関室モニターとしては特に新しいものではないが、本体については、その内部カセットが4色に色分けされ外部に同色のランプがあって、直接故障箇所を表示すると共に、ランプ点灯の組合せで故障部品を知らせる方式をとっており保守性を重視した設計となっている。本体は大部分 IC 化してあるが技術的水準は特に新しいところはない。ただトランステューサから、ローカル・スキヤナ、本体アラーム・ディスプレイ、システム・ユニットが全部自社製品であるためシステムとしての全体的なレベルは充分高いとの事であった。(図12-2参照)

図12-1 高速サーベイ・システムのプロック・ダイヤグラム

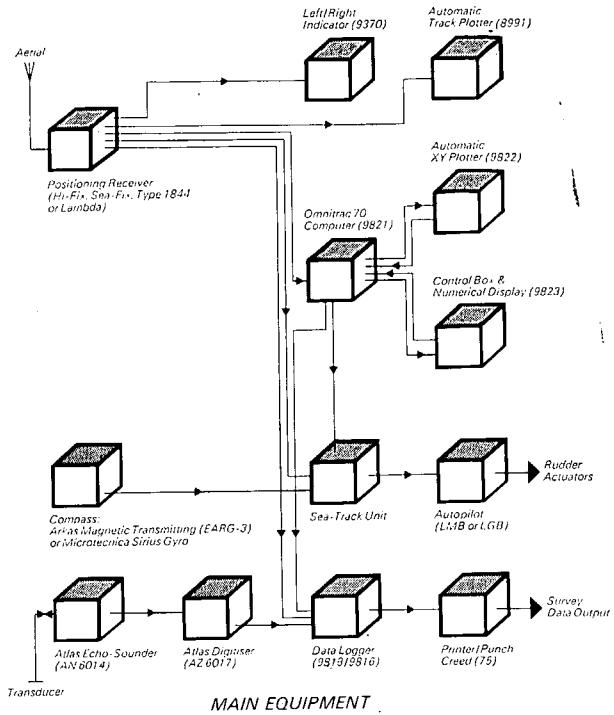
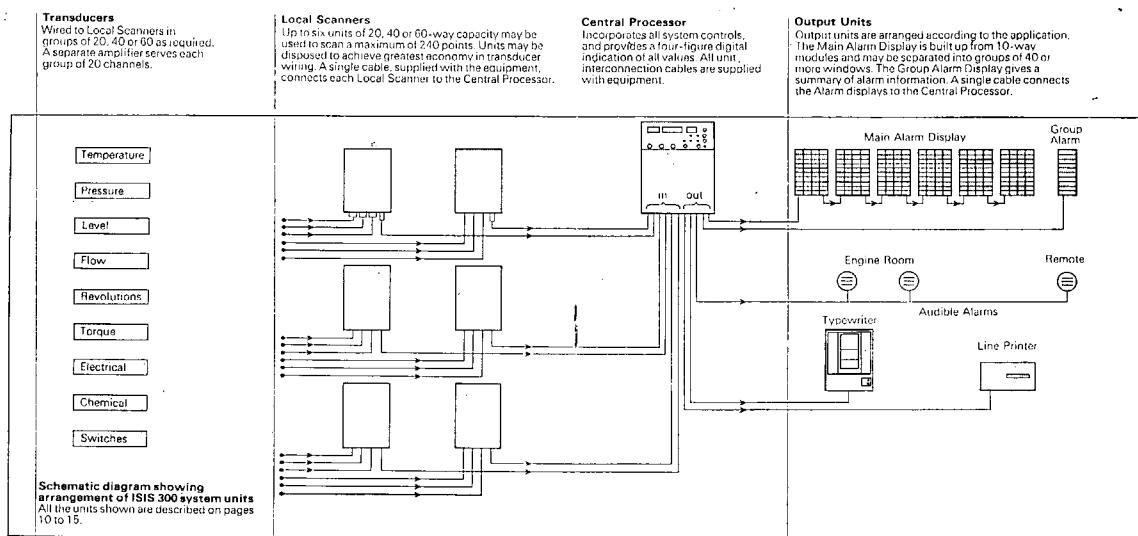


図12-2 ISIS 300 システムの構成



(c) Decca Navigation

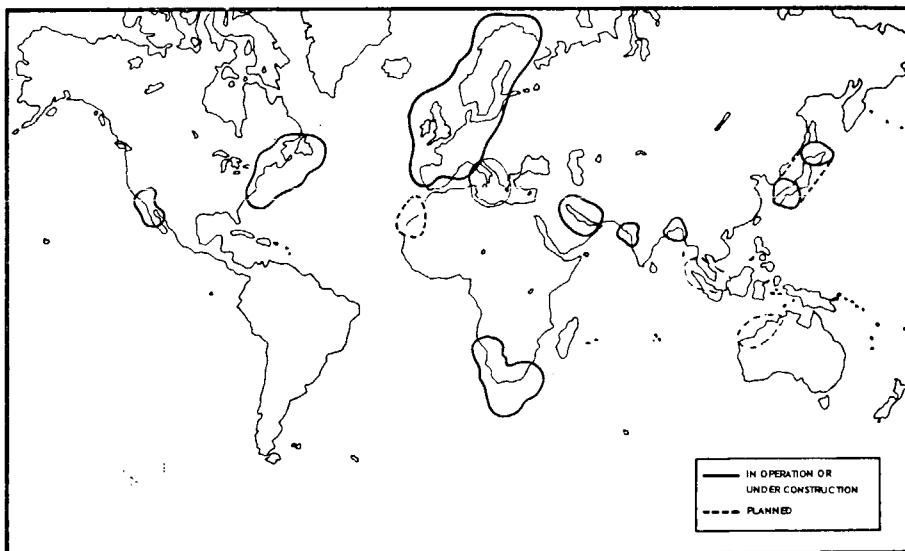
デッカ・チャーンは図12-3に示す通り、世界に点在しているが、増設計画もかなり多い。

なお自動 Decca 受信機に関してはすでに用途に応じたものが開発済で、Marine Automatic Plotter と称する巻取式海図上に船位を刻々 Plot する装置(図12-4参照) Hi-Fix と称する、船位を刻々ディジタルに緯度経度で表示する装置、および航空機用の Decca Link と称する自動プロッタと Hi-Fix に更にレーダを組合せた装置があった。

(d) Decca System Study

現有の各種サブ・システムをトータル・システムとしてまとめる必要性が各方面の要請によって高まっている

図12-3 Decca Navigator のサービス・エリア



ので技術とコストおよび時期の観点からこの部が、ユーザに最も適したプロジェクトを決定し、研究開発を推進する主体となっている。

現在行なっているシステム研究の主要なものは下記の通りである。防空、航空、軍艦および艦艇、ヘリコプター、航行コントロール、陸軍兵器システム、商船システム、港湾および狭水道コントロール、陸上輸送コントロール、陸上車輌コントロール、陸軍用航空機コントロール、航空システム、航行衛星システム、工業システム、ホーバクラフト・システム、サーベイシステム

12-3 デッカ社の航法システムに関する研究

次のステップを計画し、それに必要な機器、システムを段階的に研究している。

Visual……人間の5感を中心としたもので例えば Radar, Sonar 等
↓
Auto……Semi Auto とも称し開ループで過去5年間で開発したものでたとえばデッカ等
↓
Positional Navigation……Semi Auto-navigation を閉ループにしたものでたとえばオートデッカ等
↓
Truemotion anti-collision Computer aided System

現在コンピュータを使用しないトルー・モーション衝突予防レーダは完成しており、すでに2年前よりコンピュータを使用したシステムの開発を10ヶ年計画で行ないつつある。

12-4 デッカ社の代表的製品

Decca 社の製品の内、特に SR-106 で開発中のシステムに関連深いものとして次の3つを挙げることができる。

(a) Decca Anti-collision Radar Group 66 AC

i) 特長

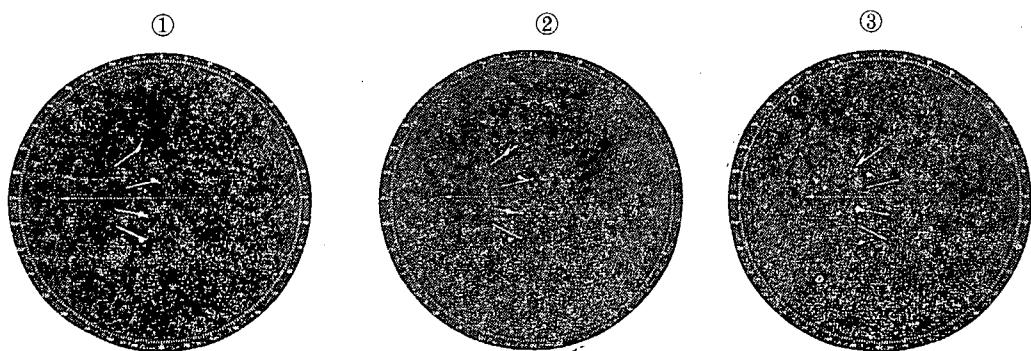
- トルー・モーション (TM) (注) の他船の映像をリラティブ・モーション (RM) (注) 上に出し衝突の危険を簡単に示すこと
- レーダを TM で使用した場合に、相手船から自船の方向に向って長さ 1 in の電子ビームを出す。
- この電子ビームは 5 本まで出し得る。
- 今仮に衝突の危険が生ずる場合は他船の映像はこの 1 in の電子ビーム上を移動することになる。
- 衝突の危険がない場合は映像は電子ビームから外れてゆくことになる。
- この外れてゆく映像は TM の尾を引いているので CPA (注) をすぐに求めることができる。

図12-4 マリン・オートマチック・プロッターによる記録



図12-5で①はセット当初の状態、②、③は時間の経過とともに衝突危険船が判定されてゆく状態を示す。

図12-5 デッカ・アンチコリジョン・レーダによる危険船判別の過程



この5本の電子ビームは全部マニュアル・セットで先ずビームをマーク・キー・スイッチで出し、ビームの輝点のある方の一端をダイヤル、マーク・レンジ・コントロールで他船映像と等距離まで移動し同時に円周方向に移動して他船映像に上記輝点が重なるようにする。電子ビームは常に輝点を外にして一端は自船位置を指すのでターゲット No. に応じたマーク・キーによりビームを固定する。このリラティブ・モーション・マークはレーダ・レンジ 3', 5' および 12' で使用出来る。

参考までにリラティブ・モーション・マークのコントロール・パネルを図12-6に示す。

ii) 評価

衝突予防レーダとして一般的に備えなければならない要素は将来航海直に立つ乗組員は1名となることを想定すると

- (a) 操作が簡単であること
- (b) 危険船の識別が容易であること
- (c) 操作者の動線が短いこと

である。この原則からデッカ・レーダの評価をすると

条件①に対してはターゲット (注)

への電子ビームの重ね合せ作業がマニュアルで、5隻以上のターゲットがある場合にはターゲットの選定まで行なう必要があり解決には至っていない。

条件②に対しては成功していると言える、即ち他社の類似品の場合何等かの操作が必要なのに対して 66 AC では一切不要である。

条件③に対しても一応成功で、同一ディスプレイ上で解析を行なっていることは今後の衝突予防レーダの方向に合致している。

(b) Decca Sea Lane

i) 概要

オックスフォード百科辞典の Sea lane は要約下記のように記載している。『Sea lane は高速水上船舶の安全航海を目的とした高度の汎用性のある総合航法システムである。システムそのものはホーバクラフト用に開発されたものであるが高速商船全てに適用し得る。高速船艇では従来の視認と人間によるプロットを中心とした方法は航海条件が根本的に変化しているため不可能である。…………

Sea lane は自動船位決定装置としてはデッカナビゲータ・MK 19、自動船位推定装置としては Decca 71H Doppler と Arma-Brown ジャイロ・コンパス MK 5、衝突予防と内水航行装置として Decca Transar Group 8 High Definition Navigation Radar を各々センサーとして用いて、これらセンサーからの情報を処理し、ナビゲーション・ディスプレイにディジタルに表示するためにデッカ Omnitrac 70 コンピュータをベースとしたコンピューティング・サブシステムとして纏めたシステムである。』

システムのブロック・ダイヤグラムを図12-7に示す。

Omnitrac 70 ディジタル・コンピュータは 12.4 cm × 19.3 cm × 49.9 cm の超小型で全ドラムメモリー、4千語、1語22ビット、重量 34.5 kg で必要に応じて何台も連結して使用するシステムで拡張性が高くめずらしい方式である。

ii) 評価

Decca は総合電子機器メーカーであるが、既に確立された航法システムとしてデッカ・ナビゲータを持ってい

図12-6

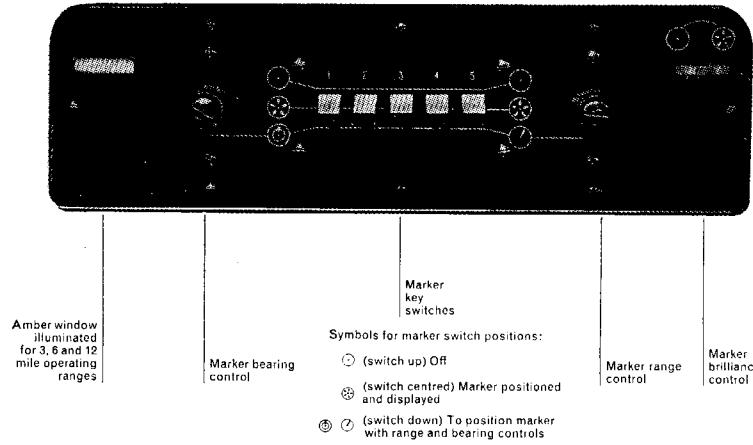
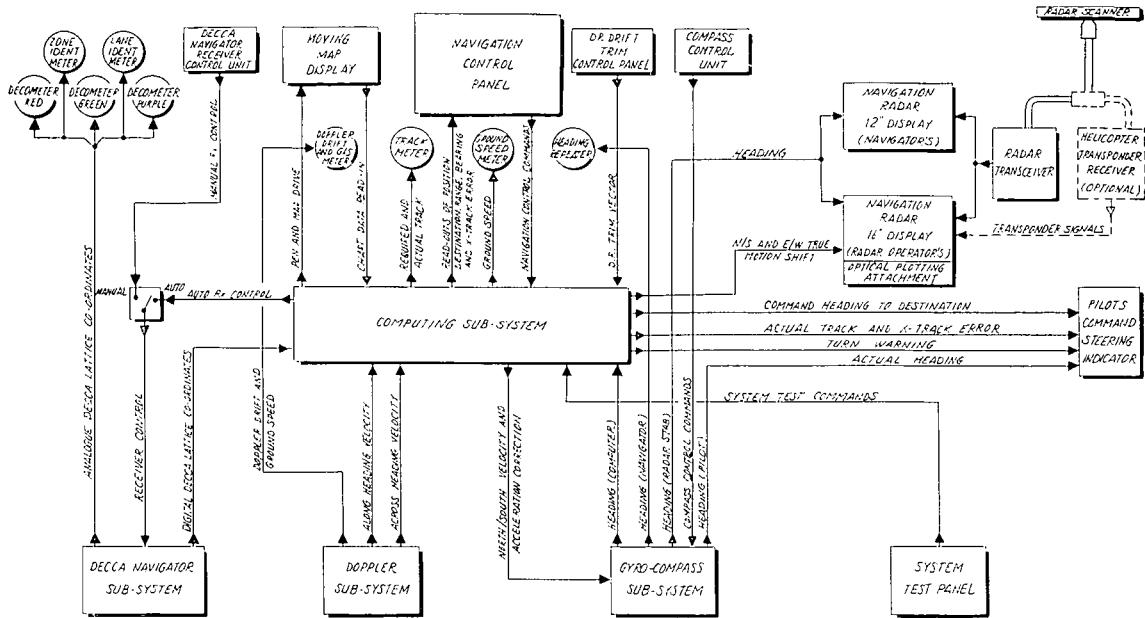


図12-7 Sea lane システムのプロック・ダイアグラム



るため、同社の自動航法プロジェクトにはデッカ・ナビゲータを組込まざるを得ないのが実情のようである。デッカは根本的に沿岸狭域用の船位決定装置であるため、ワールド・ワイドの使用を目的とするトータル・システムの場合にはどうしても利用可能海域の狭いことがボトルネックになる恐れがある。

さらに本システムはあくまで当初の目的が高速ホーバクラフト用であったため、一般商船用として適用する場合には改めてシステムを再構成する必要がある。

ただ同社の強みはセンサーからコンピュータまでが自社製品でサービス網が全世界にまたがり、修理から部品補給までが、一元的にコントロール出来る点である。

(e) CAAIS (Computer Assisted Action Information Systems)

英国防総省と Ferranti 社の Digital Systems Department. および Decca Radar 社が 100 万ポンドを超える契約で開発することになったもので、海軍対潜艦艇用の総合戦闘データ・ディスプレイが主体となる。商船用の開発は1966年に開始され現在継続中で1975年には完成する予定である。

自船センサーで捕捉した相手船のターゲットの情報は全て自動的にコンピュータで選別、演算、記憶し陸上のセンターに無線で直送し、全艦船の受信機に敵、味方の配置を自動的に表示するものである。このシステムの一部に自動追尾能力を持つレーダーが含まれている。軍用システムの場合、自動追尾は20隻までであるが、商船用の場合5隻程度を考えているとのことであった。

軍用のシステムは既に Ferranti FM 1600 B コンピュータと結合して稼動しているが、商船用としては用途目的が異なるために、完成するまでは、衝突予防装置としての評価は不能である。

完成後は Ferranti 社が発売する予定で自下コストダウンに力を入れているとのことである。

13. KELVIN HUGHES

Kelvin Hughes, a Division of Smiths Industries Limited

訪問先 St. Clare House, Minories, London E. C. 3, England
所在地

面談者
(役職) Mr. P. O. Prior (Director and Deputy General Manager)
Mr. R. J. Le Sbirel (Sales/Project Engineer)
Mr. F. K. H. Birabaum (Technical Sales)
Mr. R. Robb (Hai Tung Engineering Ltd.)
Mr. M. Lockwood (Do ")

13-1 Kelvin Hughes 社の概要

同社は船用電子機器の専門メーカーで従業員は約26,000人と言われており、広範囲の船用機器を手がけている。製作販売している船用電子機器を分類すると、次の4つに分けられる。

(a) レーダ装置

船用レーダ、ハーバ・レーダ・システム、レーダ・レンジ・キャリブレータ、海軍用レーダ、レーダ・レスポンダ、レーダ・プロッタ等

(b) 音響測定装置

トランシット・ソーナ、ヘッドライン・トランスデューサ、水路調査用精密エコー・サウンダ、航法用エコー・サウンダ、海洋調査用精密エコー・サウンダ、各種魚群探知機

(c) 船用自動化装置

主機（ディーゼルおよびタービン）遠隔操縦装置、データ・ロガーおよび警報装置、電気式ウイング・テレグラフ装置、ディーゼル発電機制御装置、ステアリング・プロペラ制御装置、ステアリング・ギア制御装置

(d) その他の

各種航海計器（ログ、船用六分儀、コンパス、海流測定器等）

各種船用無線機（VHF、無線電話等）

各種船用計装機器（馬力計、トリム指示計器等）

以上のように船舶の船体、機関の広い範囲に亘って自動化機器を供給しているが、コンピュータを中心とした高度の自動化システムについてはとりくんでいないようである。

しかし、次の2つのレーダ装置は今回の調査目的の1つである関連自動化機器の調査という点からして注目する必要があると考えられる。

- ・ トル・モーション・コンピュータ (true motion computer) 付レーダ装置
- ・ レーダ・ディスプレイ装置 “PHOTOPLOT”

以下これらの概要について紹介する。

13-2 トル・モーション・コンピュータ付レーダ装置

本装置の特長はディスプレイ装置の中に小型の専用コンピュータが組込まれていて、映像の自動リセットと潮流によるコースのドリフトを補正する計算を行なっていることである。

このコンピュータは、一種のディジタル・コンピュータでトランジスタ・モジュール化されている。

コンピュータは自船の船首方位に、より最大の視野 (maximum view) が前方に得られるようにスポットのセンタを移動させる。また、ディスプレイ装置からマニュアルにて入力させる潮流の方向および速度にもとづきログによる自船の対水速度を補正する機能をもっている。

ディスプレイ装置の外観は図13-1に示す。

13-3 レーダ・ディスプレイ装置 “PHOTOPLOT”

本装置はレーダの映像をディスプレイする装置で、現在広く使用されているPPI方式にくらべ、非常にユニークなアイデアのものである。簡単に言えばレーダの映像を1フレーム毎または何フレームかを重ねてマイクロフィルムに撮影し、これをすばやく現像処理しプロジェクタにより映像を再現してディスプレイする装置である。

1号機は1960年に P&O 社 Canberra 号に搭載されているので、その開発時期は古く、技術的にも安定したものと考えられる。

13-3-1 動作原理

“PHOTOPLOT” 装置の動作原理を図13-2に示す。またディスプレイ装置全体の外観図を図13-3に示す。図13-2にしたがって説明するとレーダの映像は小型CRTディスプレイから集光レンズ、half silvered mirrorを通過し、最終的にはカメラ・レンズを通してフィルム上に露光される。また同時に時間、レンジ、スケールなどの情報も half silvered mirror を通して同じフィルム上に露光される。

次に露光済の部分が現像処理部に移動し、ジェット・ノズルから処理液を吹きつけて、現像、定着、洗浄の処理を行ない、更に処理後、完全に乾燥を行なう。この部分での所要時間は4秒である。

現像済のフィルムはプロジェクタ部分に移動しプロジェクタにより拡大されて、半透明のスクリーン（円形直径24in）上に写し出される。

13-3-2 技術的特色

- スクリーンが円形24in ϕ と大きく、しかも白色の上に像が黒色で写し出されるので、コントラストが強く見易い。
- 現用レーダの指示器に使用しているようなフードがなくても普通の明るさの部屋で見ることが出来る。また、幾人かの乗組員が同時に見ることが出来る。
- 絵の更新時間间隔は3 $\frac{3}{4}$ 秒から3分まで変えることが出来て、比較的長い時間を設定しておくと、複数回フレームの映像を重ねて写し出せるので、動いている船のコース、速度の測定およびブイ、島などの固定しているも

図13-1 ディスプレイ装置の外観

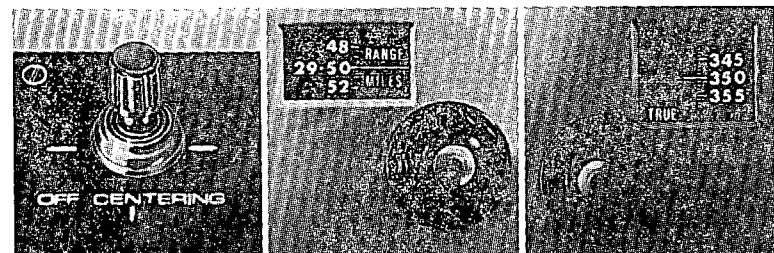
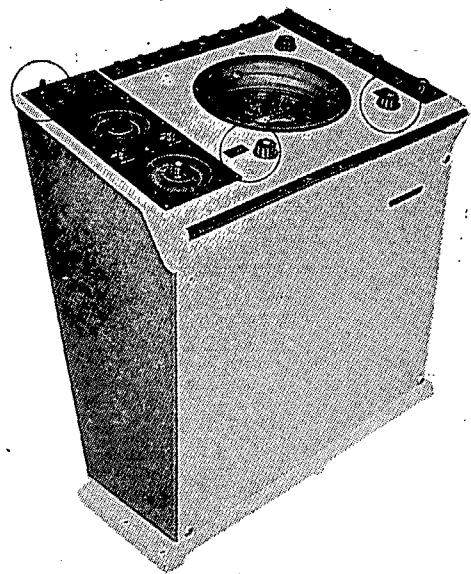
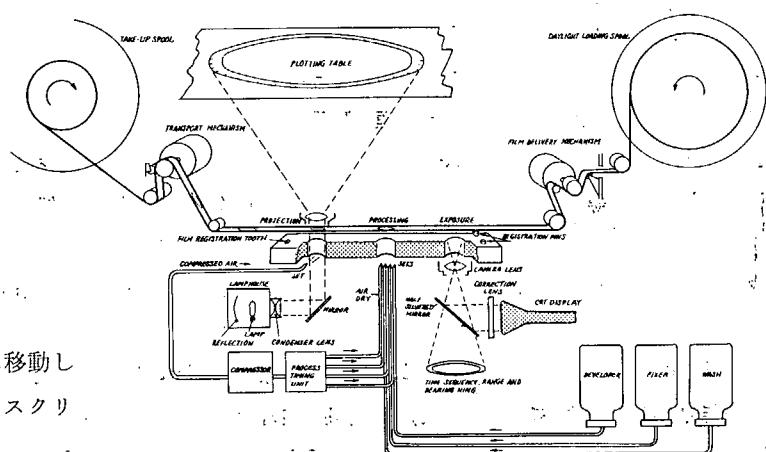


図13-2 “PHOTOPLOT” の動作原理



のとの識別が容易にできる。

- (d) 迅速かつ精確なプロッティングが可能。
- (e) あらゆる方向の目標船を同時に同じ強さの映像で見ることができる。
- (f) 訓練用あるいは事故が起った場合の記録の再現等のためにフィルムが保存できる。

13-3-3 その他の

本ディスプレイ装置には前述のトルーア・モーション・コンピュータが附属していて、トルーア・モーション(注)表示の場合に作動する。

尚、要目を表13-1に示す。また、価格はレーダ装置を含めて、FOB 英国港で約12,200(約1,150万円)である。

図13-3 ディスプレイ装置“PHOTOPLOT”の外観

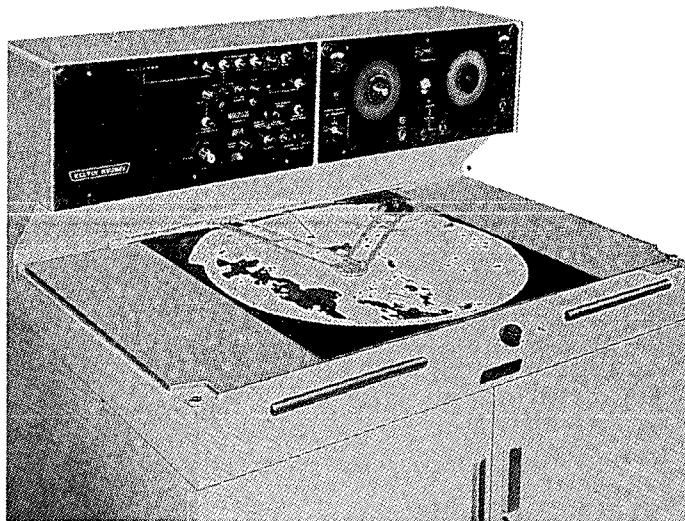


表13-1 ディスプレイ装置の仕様要目

項 目	仕 様
コンソール寸法	幅48in(1,219mm) 奥行33in(838mm) 高さ37in(940mm)(プロッティング面まで) 57in(1,372mm)(パネルを含む)
重量	約203kg
処理装置の作動	AC電源(または変換器を通したDC電源)で作動
像の大きさ	直径24in、周囲には1in(25.4mm)の方位スケールがついている。レーダ情報と一緒に投影される。
像の明るさ	80ft/candles、中心と端との間の明るさの比は最大2:1
表示方法	2000本(フィルムの直径方向について)
記録	フィルムフレーム上の固定像の緯度、経度を最終スクリーン上の2mm間に記録できる。
真運動表示	3/4~12浬の範囲内で有効
投射ランプ	250Wタンゲステン、汎素封入、石英ガラス使用
陰極線管	高分解能 直径3 1/2in(89mm)像の色 短時間背後にオレンジ色、単眼の接眼レンズを通して見ることができる。
フィルム	16mm Ilford R.X. 長さ400フィート日中装填、パンクロマティック、15秒の再生間隔のとき24時間連続使用可
化学処理	Ilford 1.P 57 現像剤 Ilford 1.F 24 定着剤 Ilford 1.S 2 水洗剤
処理能力(再生割合15秒)	現像剤 18時間 定着剤 23時間 水洗剤 30時間

14. フランス海事関係者

懇談場所 Le Pre-Catelan, Bois de Boulogne, Paris 16, e France

面談者
(役職) Mr. David (海運省造船局長)
Mr. Denoyelle (海運省船員局長)
Dr. Hugon (フランス航海業会専務理事)
Mr. Jourdain (造船研究所々長)
Mr. Kaufmant (CERCI 社長)
Mr. Kindermans (シャルジュ レニ汽船会造技師)
Mr. Marinet (フランス船主協会業務部長)
Mr. Rupaud (フランス郵船社工務部次長)
Mr. Herouet (海運省航海訓練所長代理)

14-1 フランスの船舶士制度ならびに超自動化船建造について

フランスは船舶士制度(注)に移行するため1965年より新教育制度を採用しておりコンピュータを利用した船舶も鋭意開発しているのでこれらについて官庁、学会、研究所、海運会社、システムエンジニア会社等海事関係者と一堂に会し多岐にわたる諸種の情報を交換した。

以下は、そのときの先方の発言要旨である。

14-2 船舶士制度を導入するにいたった動機

船員費の負担の軽減と将来の船員不足対策が動機であるがあえていうならば前者が直接の動機である。

フランスでは船員費として本人に対する給料とこれの50%相当額(これは社会保償費として雇用者が積み立てる)との合算したものとなっている。したがって船主としては非常に高い給料を負担することとなる。

一方船員の供給に関しては、フランスの船員は主としてブルターニュのブレスト方面から供給されている。幸か不幸か同地方の工業化計画が2、3年おくれているため現在までのところ、他の国のように甚しい不足はきたしていない。将来は当然船員の不足の問題が起るであろう。スウェーデン、ノルウェー、オランダ等は船員が極度に不足しているため、他国の船員を乗組ませている現状である。

14-3 船舶士制度への移行状況

(a) 乗組員の新規教育

船舶士の教育は4年前(1965年)に開始したが(現在教育中の者250名)、いまだ本格的に船舶士は船を運航していないので本制度がうまくゆくかどうかはわからない。問題はこれからである。

船舶士の教育をうけた船舶士は機関士の技術も身につけることになるので、陸の産業に転職してしまうことになるのではないかとの意見もあり、フランスでは当初いろいろな方面から賛否両論が出された。しかしながら将来の海運には船舶士制度は、不可欠なものであるという基本線はすでに一般に認められるところとなっている。

(b) 乗組員の再教育

しかし現時点では再教育は在来の教育機関を特に希望する者を対象として行なっているので新制度に移行した場合に予想される海運界からの需要を賄うこととは出来ないので、抜本的な新しい再教育の専門機関を設立する要がある。従来の乗組員に対する再教育計画はすでに完成しており実施する考えである。

法制面でもすでに改正は終った。

14-4 船舶士制度下の乗組員構成

(a) 現在の計画

現在フランス郵船で計画している 200,000 D. W. タンカーの配乗予定表は表14-1に示すとおりである。

なお、今後機器の信頼性が向上してレベルⅣ レベルⅢ の人員による作業が減少した場合にはさらに減員されるだろう。

表14-1 200,000 D. W. タンカー配乗表

レベル	職種							定員
I	船長 (船舶士)							3名
II	機関士	機関士	通信士	航海士	航海士		5名	
III	ワーカー	ワーカー	ワーカー	ワーカー	コック	コック	スチュアード	スチュアード
IV	船舶員	船舶員	船舶員	船舶員	船舶員	船舶員	船舶員	7名
								計23名

- (注) 1. レベルⅠだけが当面船舶士免状所有者と考えている。
 2. コック、スチュアードの減員は近い将来は考えていない。
 3. レベルⅣの期間中に適性を調べてワーカーコースとコック・スチュアードコースを決める。

(b) 将來の計画

船舶士制度が確立し超自動化船が実現した場合には船舶士の船長と2,3名の船舶士とエレクトリシャンのほか船舶員教育を受けた部員6~7名と事務部関係3名で合計十数名の人数で構成されるようになるであろう（理想的な場合）。

14-5 船舶の自動化に対する投資について

2年前に算定したものであるが1年1人あたりFr 30,000（約210万円@72.92円）の出費となっている。船舶の耐用年数を仮に10年とすれば貨上げと現在価値への換算金利とで、相殺するとして1名につき1船あたり2,100万円前後となり、このほかにさらに50%相当額の社会保償費を加えると1人当たり3,000万円前後となる。したがって1名定員削減に対する投資可能額は約3,000万円ということになる。

14-6 フランスの自動化船の現状および関連事項

(a) コンピュータの利用

すでに同国で建造されたシェル船舶の油送船 Dolabella 号にはオンライン・コンピュータ・システムが搭載されている。また1969年2月に竣工したフランス郵船の冷凍運搬船 Aquilon 号にはさらに進んだ自動化システムが取り入れられている（VI.15. CERCI の項参照）

この Aquilon 号は同型船8隻の2番船でコンピュータを搭載しているが就航実績を調査し漸次以後の姉妹船に実用化の範囲を広め、改善されたシステムを搭載する計画である。このためフランス政府はFr 800,000（約5,800万円）の補助金を船主に支給している。

このうち航法についてまだ幼稚な内容であるがさらに開発を進め建造予定の 33,000 D. W. タンカーにはコンピュータを搭載して超自動化を行なう計画を進めている。

(b) ソフトウェアの作成分担

船舶にコンピュータを搭載するため、そのソフトウェア（プログラム）の作成は専門のシステムエンジニア会社（例えば CERCI 社）に依頼しており、船主、造船所はソフトウェアを作成していない。

(c) コンピュータの保守

コンピュータの搭載船には在来の乗組員のうちエレクトリシャンを再教育しコンピュータの保守も行なわせることとしている。

(d) 陸上の保守体制

船舶の保守は乗組員数が漸次減少していくため関連機器メーカーとの連絡を密にしてそれらの手を使い保守体制を整えていく考えである。船主が特別な保守班を編成しこれにあたることは経済的に不利となるのでこのようなことは考えていない。

(e) 船主からみた再教育の問題

将来超自動化船が出現した場合現在の乗組員の再教育制度は一応確立されていいが、船主からみて再教育期間中の給料支払額を再教育後の在職期間のうちに回収することは困難なので、実際上は新しい船舶士を採用することになるだろう。

(f) 乗組員からみた船舶士制度

本年（1969年）春船舶士制度に反対する学生ストライキがフランス商船大学で発生した。

その原因は現在の雇用制度の下では卒業後船舶士の免状を取得していてもその免状に対して給与上特別なメリットが与えられていない。一方再教育に関しては、再教育期間中は個人持出しが原則で修了後船舶士の免状を取得しても待遇は従来とあまり変わらないから、再教育期間中の個人持出分が回収しえないためであった。

現在この問題についてはある程度の合意が成立しストライキは一応解決した。

14-7 フランスの超自動化船の実現のための構想

本件に関し、フランス海運省の担当官の構想は次のとおりであった。

第一段階は、甲板部と機関部の壁を取り除き、

第二段階は、船主に補助金を与えコンピュータを搭載した実船により研究を進めて行く。

第三段階として船舶士により運航される超自動化船を実現することである。

第一段階、第二段階は実際に実行しつつあるが第三段階は研究開発を始めるところであり、いかなるシステムを開発するか未定である。

14-8 その他

(a) 事務部の合理化

フランスでは機関士、航海士が陸上に転職してゆくので不足傾向にあるが、事務部関係は殆んど新陳代謝がなく不足傾向はないが事務部の業務も今後合理化を進めていくことを考えている。

(b) 有給休暇

フランス船員は有給休暇が非常に長く（年56日間）したがって予備員率が非常に高く、これも大きな経済的負担となっている。

(c) 福利厚生

乗組員も少くなり船上での生活が単純化し退屈する。これを防止するため映画のフィルムを支給したり、個室に電蓄を備えたり、公室には、レコードライブラリー、ブリッジボードおよびピンポン台などを備えている。また放送会社と特別に話をつけ、スポーツや娯楽番組のビデオテープなど借りて船上での生活を楽しいものとするよう努力している。

15. CERCI

Compagnie d'Étude et Réalisations de Cybernétique Industrielle

訪問先 53, rue Ampere, Paris 17^e, France
所在地

面談者 Mr. Kaufmant (Managing Director)
(役職) Mr. Sahut d'Izarn (Technical Director)
Mr. De Cherisey (Head of Aerospace & Ships Department)
Mr. Chabrol (Chief Engineer)
Mr. B. Chollet (Manager of SADELEC Co.-Raytheon 社のフランス総代理店)

15-1 CERCI 社の概要

同社はフランスにおける最大の工業グループの一つである Schneider グループに属し、オートメーションと情報処理を担当するシステム・エンジニアリング会社であつて1962年に設立された。その業務は次の通りである。

(a) 工業用自動化システム機器の設計・製作

これは同じ Schneider グループに属するコンピュータ・メーカー CII 社と協力をして、ハードウェアの設計・製作を行なう。

(b) 工業用プロセス制御システムの開発

諸測定事項、オペレーションズ・リサーチおよびモデルの研究等をベースに、諸種の制御システムを開発する。

(c) 情報処理システム

科学、技術計算、管理システムのプログラム作成、言語開発およびシステム設計を行なう。

現在 250 人のスタッフをもち、その^{2/3}はエンジニアであり、その組織（関係分）は図 15-1 の通りである。

売上げは他社と共同でやっているものもあり正確ではないが、年間 Fr. 約 2.5~3.0 億（約 200 億円）に達している。

15-2 CERCI 社の船舶超自動化システム

船舶の超自動化システムとしては、同社は、図 15-2 のようなシステムを考えている。

コンピュータは経済性とソフトの汎用性を考慮して、M/S Aquilon 号に搭載した米国 DEC 社製の PDP-8 S を今後とも使用する意向であり、また系列会社 CII 社の演算速度

図 15-1 CERCI 社の組織図（関係分のみ）

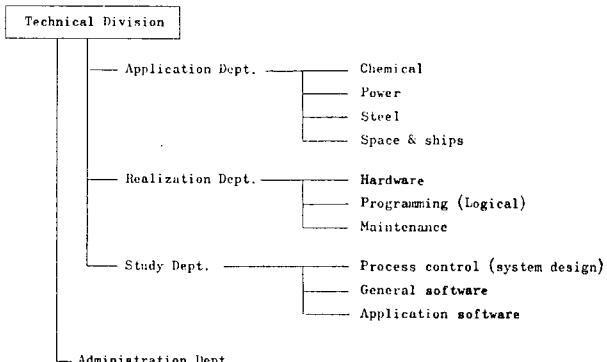
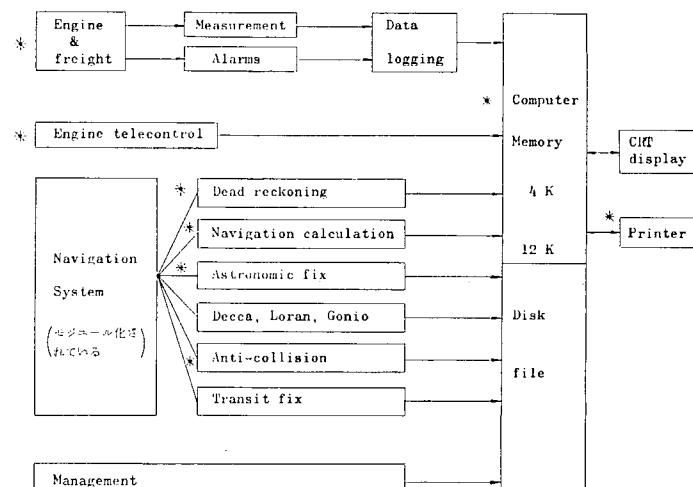


図 15-2 CERCI 社の超自動化システム



(注) *はフランス船舶 M/S Aquilon 号で実施した項目である。

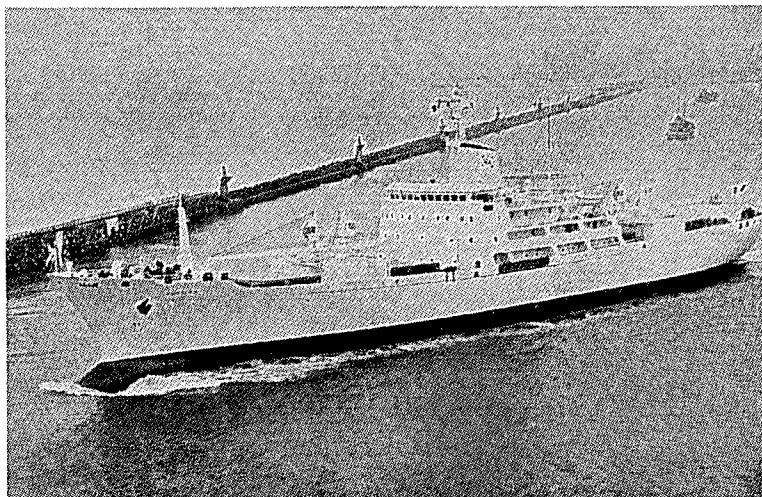
900 ns の制御用ミニ・コンピュータ (CII 10011) の採用も検討中という。

Disk file (磁気ディスク) および CRT-display (注) も今後採用したいと考えている。航行衛星による船位計算 (注) (Transit fix) は米国の ITT 社と共同で navigational satellite equipment を開発中である。

15-3 M/S Aquilon 号の自動化システム

同船は、フランス郵船 (Messageries Maritimes) の冷凍運搬船であって、ダンケルク造船所で建造された。(図 15-3 参照)

図15-3 M/S Aquilon 号



本船の超自動化システムに関しては、海運省および科学技術省より 80 万 フラン (約 5,800 万 円) の補助金をうけ船主と CERCI 社により開発が進められ、本船は 1969 年 2 月より実験的運航が開始されている。

CERCI 社によれば本システムの開発には造船所はほとんど関係せず、すべて CERCI 社に委ねられたという。

コンピュータは、コア・メモリ 12 千語の PDP-8 S が採用され、約 350 点のアナログ入力、約 200 点のデジタル入力を有しているが、engine & freight 関係のソフトウェア開発に 3 人 × 2 年間が投ぜられたとい

う。

このほか自動航法システムの開発にも力を注いだ由であるが、因みに anti-collision は Raytheon 社製のレーダーを使用し、トラッキング (注) ユニットとシステムの取りまとめは CERCI 社で実施した。

16. DAI

Digital Applications, Inc.

訪問先 866 Third Avenue, New York,
所在地 N. Y. 10022, U. S. A.

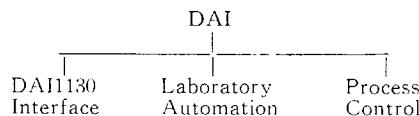
面談者 Mr. C. L. Kenyon (Industrial Applications Marketing)
(役職)

16-1 DAI社の概要

コンピュータ・システムのエンジニアリング会社で、1968年1月 Realtime Systems, Inc. のプロセス・コントロール部とコンピュータ・システム部が独立して設立されたものである。

会社としては、まだ小さく現在50人であるが、純粹のシステム・エンジニアリング会社として、そのポリシイがユニークであり、また ESSO International 社の米国籍子会社である Humble Oil 社の計画している自動化船の計画に對しても提案書を出しているので今回訪問した。

図16-1 DAI社の組織図



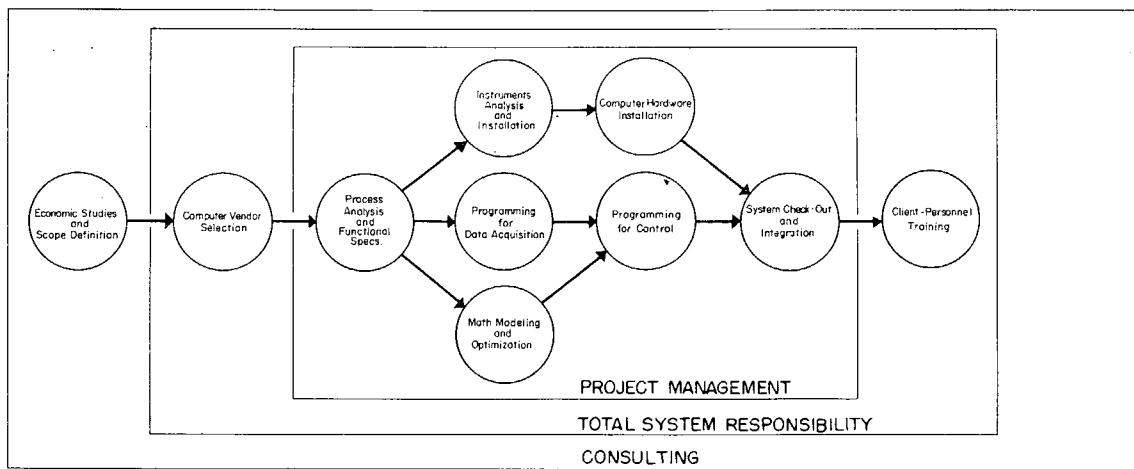
16-2 DAIのエンジニアリング・サービス

原則としては

1. コンサルティング……………システム・デザイン・エンジニアリングを行なう。
2. トータル・システム……………ターン・キイ・プロジェクト（注）を行なう。
3. プロジェクト・マネジメント…………ジョイント・ベンチャでプログラミング等の部分的な業務を担当する。

といふいずれのパターンでも仕事をするという形式をとっている。

図16-2 DAI社の仕事の引受け方



いずれの場合にも

- ・ フィジビリティ・テストをまず行なって技術的な問題点を明確にし
 - ・ 解決すべき問題点の定義を明確にして
 - ・ システム・デザインを行なう
- という方法を採用する。

エンジニアリング料

FORTRAN (注) 程度のプログラマ……150\$/日

システム・プログラマ……………250\$/日

が通常のプライスである。

システムのプライスとしては大体次のケースが多い。

コンピュータ・ハードウェア……………25%

インターフェイス (注) ………………25%

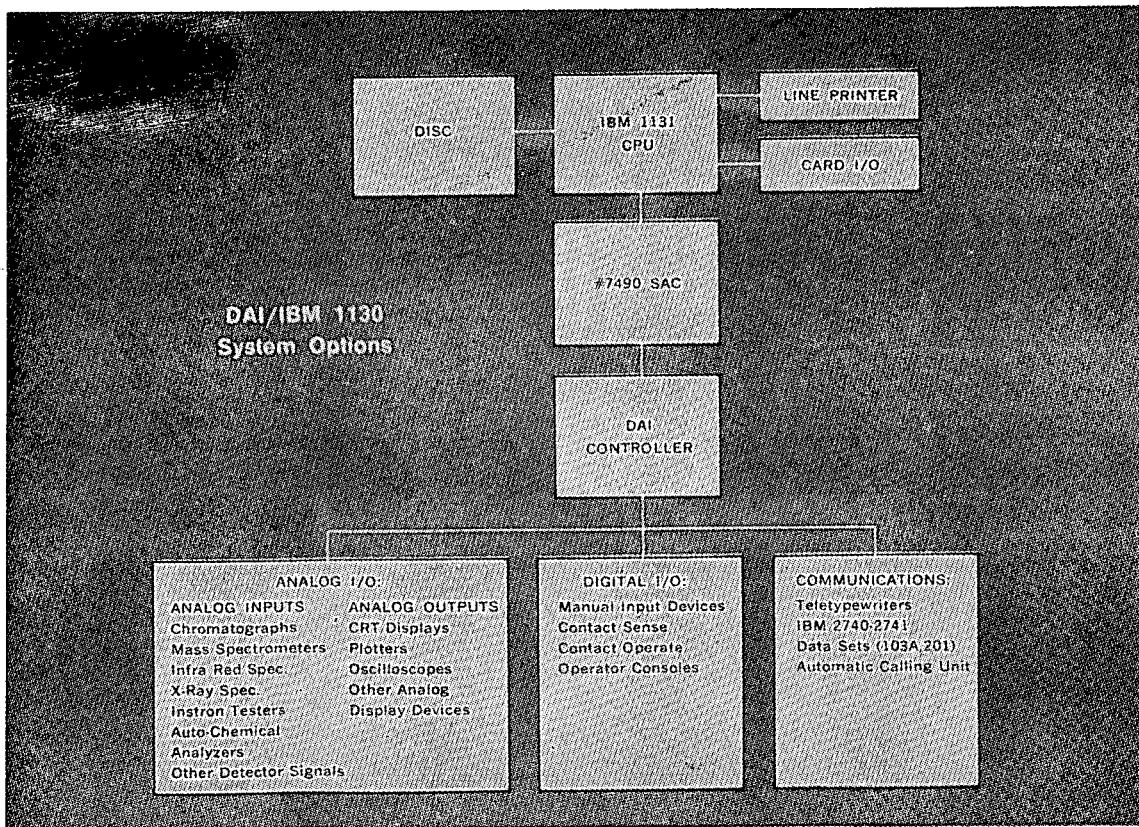
ソフトウェア……………25%

基本計画等……………25%

16-3 DAI 1130 インターフェイス・システム

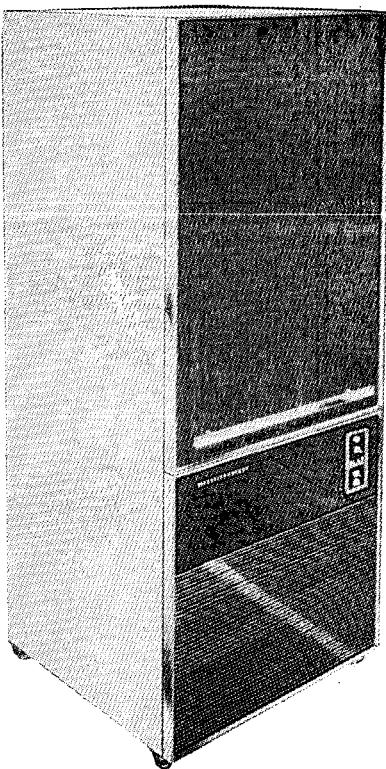
DAI 社の1つの売りものは、普通の科学技術計算用としてのベスト・セラーの1つである IBM 1130 をリアルタイムのプロセス制御用コンピュータにモディファイするインターフェイスの販売である。

図16-3 DAI マルチ・バーパス・コンピュータ・インターフェイス・システムの概要



IBM 1800 を使用するより約30%程度安い価格でプロセスの制御ができるというのがセールス・ポイントで、各々のインターフェイスはすべて FORTRAN でプログラムが可能なソフトウェア付であり、またテストのために2人日のテクニカル・サービスの費用も含まれている。現在までにこのシステムは11台販売されている。

図16-4 DAI 1130 インターフェイス



このシステムのプライス・リストは表16-1のとおりである。

表16-1 DAI 1130 インターフェイス・システムのプライス・リスト

Model Number	Description	
500	DAI Controller	
500	Basic Controller (capability for up to 16 Feature Adapters)	\$ 8,700
510	Timing	
510	Interrupt Clock Feature Adapter	\$ 700
520	Analog Sub-system Feature Adapter	
520	A/D Converter	\$ 5,600
521	Variabie Gain Option	\$ 985
522	High Level Mutiplexer Capability (up to 96 channels)	\$ 4,500
523	High Level Analog Channels Group of 8	\$ 400/8 channels
525	Low Level Mutiplexer Capability (up to 512 channels maximum)	\$ 3,000
526	Low Level Analog Channels Group of 4	\$ 270/4 channels
530	Digitat Input Feature Adapter	
530	Basic Digital Input Feature Adapter (capability for 8 Digital Input Channels)	\$ 1,970
531	Interrupt Option	\$ 350
532	Digital Input Channel (16 Bit)	\$ 280/channel
533	Level Inversion Option (capability for 8 Digital Input Channels)	\$ 1,780

534	Channel Inverter Option (16 Bit)	\$ 200/channel
540	Digital Output Feature Adapter	
540	Basic Digital Feature Adapter (capability for 8 Digital Output Channels)	\$ 2,120
541	Interrupt Option	\$ 350
542	Digital Output Channel (voltage) (16 Bit)	\$ 350/channel
543	Digital Output Channel (voltage) (8 Bit)	\$ 281/channel
544	Basic Relay Output Option (capability for up to 4 channels)	\$ 1,780
545	Relay Output Channel (16 Bit)	\$ 400/channel
546	Relay Output Channel (8 Bit)	\$ 200/channel
550	Cycle Steal	
550	Cycle Steal Option	\$ 7,000
560	Teletypewriter Feature Adapter	
560	Teletypewriter Interface-Basic (capability for 8 channels)	\$ 3,275
561	Teletype Channel	\$ 675/channel
562	Data Set Interface	\$ 400/channel

16-4 船舶の自動化について

Humble Oil 社の自動化船については、オーナ・スペックに対してエンジニアリングの提案書をつくった。

同社のオーナ・スペックはシステム・エンジニアリングの見地からみると必ずしもよいものとは言えないので、DAI社としては、もう一度最初からすなわちフィジビリティ・テストから始まり、8段階位にステップを切って本格的なシステム設計を行なうべきであり、ジョイント・ベンチャの形でやりたいという提案書を出したが残念ながら選考にもれた。

船舶の自動化のエンジニアリングには興味をもっており、関連する調査は引受け可能であるとのことである。

17. ESSO

ESSO International, Incorporated

訪問先
所在地 W-15, 51st Street, New York, N. Y., U. S. A.

面談者
(役職) Mr. I. B. Blackwood (Manager, Ship Construction and Design Division)
Mr. R. Schaefer (Ship Construction and Design Division)
Mr. F. J. Lucek (Operation Div.)
Mr. F. Nicastro (Research and Development Div.)

17-1 ESSO International 社の概要

同社は米国メジャー・オイルの一つで、そのタンカー部門は約40隻のパナマ籍タンカーを所有しているが、この他に傘下の Texas Humble Oil 社は米国籍タンカーを所有しており、近く新造船にコンピュータ採用の計画を持っている。

17-2 ESSO International 社所有タンカーの Manning Schedule とその将来計画

17-2-1 パナマ籍船の Manning の現状

- i) ESSO International 社の持船は Humble Oil 社がすべて米国籍である他は、いずれもパナマ籍であり、現在約40隻あるが、乗組はスペイン、イタリア、フィリッピン人を採用しており、彼等は、海員組合に入っていないし、特に将来省力化に腐心せねばならぬ事態はない。
- ii) エンジニアは最近プラントがだんだん複雑になってきており、従来よりは高級な技術を身につけた人が欲しい。その点で不満をきくことはあるが、それ程大問題ではない。
- iii) なお、船は従来 Pay Well/Work Easy という概念があり、その積りで船乗りになる人が多い。Pay Wellは今も変わらないが、Work Easy ではなくなってきた。この点で乗組が船から離れていく傾向がでてきている。
- iv) Manning Agencyがあり、そこを通して乗組員を雇用する。この場合パナマ籍の船に対し乗組員の10パーセントがパナマ人であること以外は何の制約もない。
- v) ESSO International 社が便宜置籍でパナマ国籍としていることに対して世間ではとやかく言っているが、ESSO International 社は Business People であるから、この方針は変えない。従って、乗組員の問題は現在悲観的には考えていない。

17-2-2 米国籍船の Manning の現状

- i) Humble Oil 社は純粹の米国船主であるから様子が異なる。すなわち米国エンジニアは技術が優秀であるから、自動化採用も大いに考えられる。
- ii) 経験豊富な人が今後欲しい所であるが果してそのようにいくかどうか疑問である。それ所か経験豊富な人がやめて、陸上にあがっていく傾向がある。現在2か月乗船すれば、1か月有給休暇がとれるようにしているが、これでもやめしていく人がいる。
- iii) 米国の乗組員の賃金は年間3~4パーセントの増加にとどまっているので、乗組員数を減らすことについて、今まであまり考えられていない。運航費のうち人件費の占める比率はむしろ年々少くなりつつある。
- iv) タンカーは最近、例えば燃費を少なくするためにプラントそのものが複雑になってきており、それにさらに自動化が加わってきている。これら新らしい試みは陸上で充分テストされずに船にとり入れられるので、floating

test bench 的様相が強くなり、これについていろいろ論議があるが、ESSO International 社としては、やはり船は今後「複雑化+自動化」の道をとっていくと考えている。

17-3 Humble Oil 社のコンピュータ搭載船の建造について

i) 米国籍の船は将来人手不足になることが予想される。その場合の減員対象としては機関部を考えられるので、機関部完全無人運転を目的として1隻の新造船でコンピュータを搭載し研究してみる。経済性の有無は不明である。

ii) 75,000 DWT のタービン・タンカー3隻が Avondale 造船所で建造中であるが、この内の1隻(1969年末引渡予定)に、引渡し後コンピュータを搭載する。現在そのプロジェクトにつきGE社、Westinghouse 社、F&M 社などのシステム設計会社から提案を取り寄せ検討中である。これらの提案には engine part のみでなく、航法荷役などの用途にもコンピュータを使うようになっているものがある。それまで適用を拡げるかどうか現在はきめていない。

iii) 本船は引渡時は28人の乗組員で運航する。機関室無人状態で連続運転するようになったら何人減らせるかは、やってみなければ判らない。

iv) 法的には U. S. Coast Guard が船の装備内容との関係を考慮して船毎に要求定員数を定めることになってい る。

v) Humble Oil 社は優れた技術者がエンジニアとしているので複雑なコンピュータ・システムを採用しても問題はあるまい。この種の licensed engineer の年間給与は \$2.5万(約900万円)に達する。

衝突予防にコンピュータを採用することは、既に数年間テストを行なってきたが、未だ見るべき成果がない、センサー(レーダ)に問題がある。航法システムとして最も必要なことは、例えば英仏海峡等で船長に非常に多くの情報が一時に集中し、混乱する危険があるので、混乱せずに船長が容易に判断かつ決断が下せるよう援助の働きをする integrated information display system を開発することである。

ドップラ・ソーナ (Marquadt 社製) については3年間テストしてきたが、成績は良好で 10,000ft の深度でも対海水速度として計測できることが判った。

17-4 係船について

i) Single point mooring について英国の某油会社と共同で研究をしている。

ii) この場合大型船の微速操船をいかに行なうかが技術的には解決を要する問題である。

iii) Humble Oil 社の所有船で揚荷回数の比較的多いタンカーや LNG などでは、バウスラスター (\$約50万(約1,800万円)) が設けられているが、年間6回位しか揚荷しないような大型船では元がとれない。一方 single point mooring になると、経済性と関係なく、安全性の方から高度の操船性が要求されてくる。高い精度で接近速度を計測する技術の開発が望まれる。

17-5 荷役について

i) Single point mooring の場合、ムアリング・ブイに荷油ポンプ装置を設置することも考えたが、

- ・ 装置の設置費用が莫大となる
- ・ 船の運航のフレキシビリティをある程度保持しようとするので、船のポンプ全廢というわけにはいかない、

ということで結局実際的でないということになった。

ii) ESSO International 社の船では係船作業時と、タンク・クリーニング時が作業のピークとなっており、荷役中はピークとはなっていない。従って荷役のためにコンピュータを使って人を減らすということはあまり期待していない。

17-6 信頼性について

タンカーの大型化に伴ないタイム・ロスの額が大きくなるから、仕様の向上のために投資すべしという考え方と、

タンカーの運航費の中で非常に大きな部分を占める船価の減価償却費を少なくすべしという考え方もあり、いつもこの板ばさみになっているのが現状である。

ESSO International社としては信頼性を上げるのに仕様の向上が必要だが、これは高価になるとは考えていない。特に舶用の機器メーカーは、follow up に力を入れれば製品はもっと良くなっていくと思っている。

メーカーが船に適したものを、そして長期間使用に耐えるものを自発的に考えていくべきである。

船主は信頼性の有無とは別に、できる限り乗組員を減らそうとするから信頼性向上が一層重要になる。

一般に ESSO International 社は船令17~20年とみていた。しかし、タンカーは大きさが飛躍的に巨大化していくので、まだ船令に達していない船が経済性の点で使えなくなることが多い。

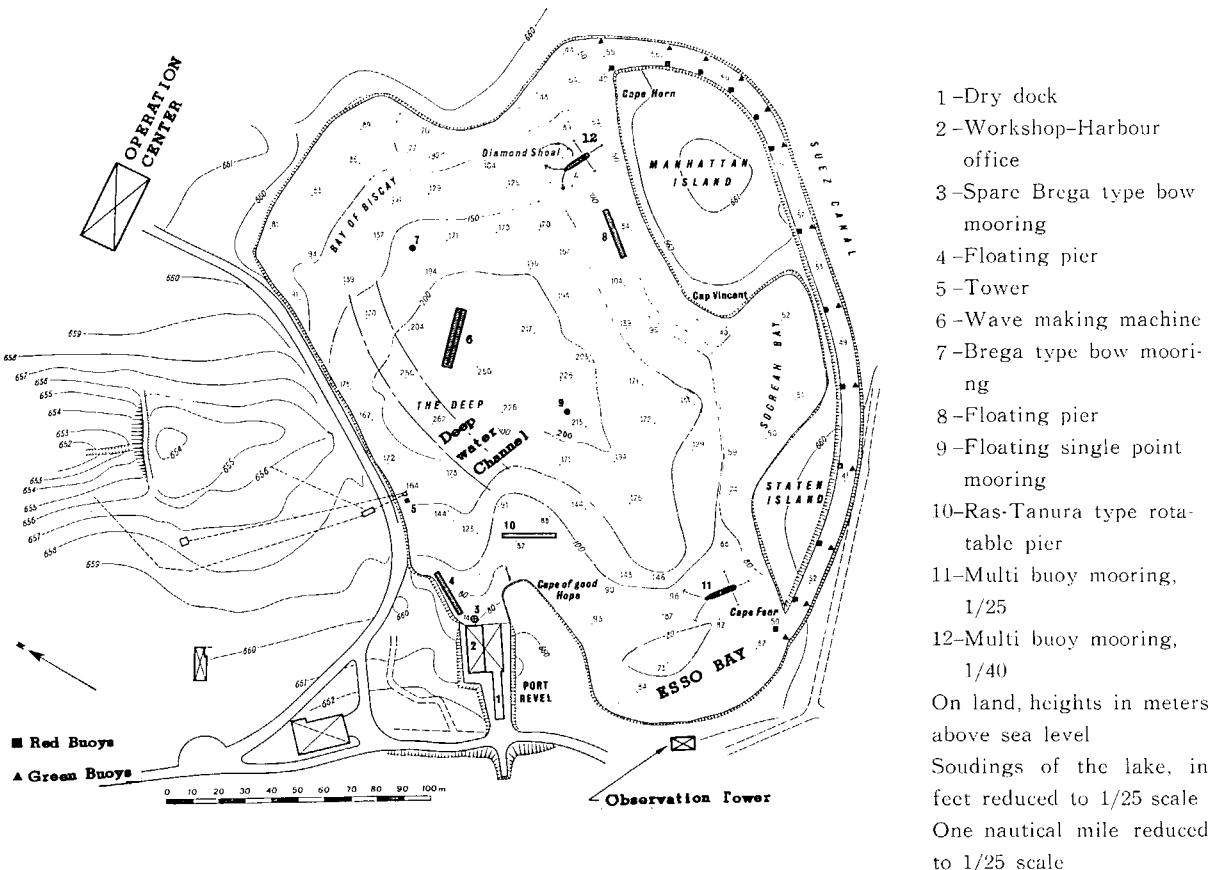
17-7 船舶士構想について

i) 士官クラスはまだ実施していない。パナマ籍船では、部員のみ甲機の別を無くし船舶員 (integrated crew) 制度を5年間実施中である。またイタリヤ、スペイン籍船では既に2年間実施中である。

ii) 教育のため、シミュレータを使うことも考えたが、機関部は、船毎にプラントが異なるし、費用もかかるので困難であり、未だ実施していない。しかし、操船についてはフランスのグルノーブルにESSO International社の船長、航海士および水先人に対して、巨大タンカーの操船訓練のための大規模な訓練センター (ESSO REM) を設けている。

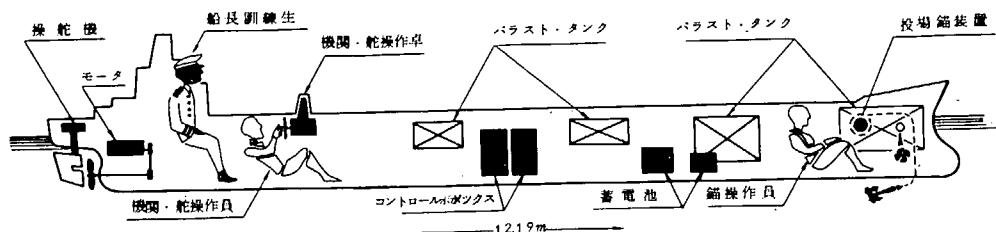
訓練の方法は湖に各種水路、係船設備を正確な縮尺で再現し、ESSO International社の船隊中の代表的な1/25の模型船 (38,000, 192,000, 255,000 DWT等) に訓練生を乗せ、体験的に操船のコツを会得させるようにしている。

図17-1 ESSO REM 訓練センター実習池



(図17-1および図17-2参照) なお、2週間コースの訓練費は\$2000(72万円)で、対象はESSO International社グループ船の乗組員に限られている。

図17-2 訓練に使用している192,000DWT型タンカーの実船模型



17-8 その他（マンハッタン計画）

Humble Oil社はアラスカ油田地帯の原油を米大西洋岸に海上輸送する可能性を調査するため、現在115,000 DWT型タンカー Manhattan号を耐氷構造に改造中である。本船が完成したならば、4500浬の航路を平均12~14ftの厚さの氷を割りながら進み、100人の科学者と技術者が航路の開拓や科学的調査計測に当ることになっている。

この調査は1970年の初め頃まで行なわれ、その結果北極洋航路可能の見通しが得られれば200,000~250,000 DWT型タンカーの設計が始まることになっている。

この航路に就航する船には航法をはじめとし各種の新装置が採用される可能性がある。

18. ASA

Associated Ship Automation, Incorporated

訪問先
所在地 95 River Street, Hoboken, N. J. 07030, U. S. A.
(但し面談場所は、当日は祭日のため、ホテル近くの小公園)

面談者
(役職) Mr. Donald C. Barta (President)

18-1 ASA 社の概要

同社は在來の自動化関係のコンサルタント会社であり、システムの設計の実績は、2年前（1967年）に海軍用の海洋関係の仕事を手がけた。しかし、これは予算がとれず仕様書作製で終った。従って本格的システム設計の実績はない。

同社の現在の全従業員は5名であり、システム・エンジニアリング会社の能力としては下請け程度のものであろう。同社社長の経歴は、甲板士官として2年、機関士として2年、フォックスボロの自動化機器メーカーに10年勤務した。後に船舶の自動化関係の仕事をたずさわっていたが、1967年に独立して現在のコンサルタント会社を創った。

将来の米国におけるコンピュータ搭載船についての同氏の意見は、一船商船については船主にとって必要性が少ないので当分は著しい進展はないであろうとのことであった。

19. RAYTHEON

Raytheon Company, Executive Office.

訪問先 Lexington, Mass. 02173, U.S.A.
所在地

面談者 Mr. Frederick H. Brooke (Director, Marine Business Development)
(役職) Mr. Aldo Massara (Marine Equipment Sales Manager)

19-1 Raytheon 社の概要

同社は国際的組織と規模の上に形成されている会社で、しかも非常に科学技術を売りものにしている点に特長がある。

1968年の売上げ額は、\$約1.2 Billion (約4,300億円) 従業員数は約5万人である。

製品分野はアポロ宇宙船の誘導用コンピュータ、地対空ミサイル、ホーク等によって代表される軍需産業から、石油化学プラントのエンジニアリングと建設、学校の科学教育用器材、電子レンジや電気冷蔵庫などの家庭電気製品に至る民需産業まで非常に広範な分野に亘っている。

今回、訪問したレキシントンの本社では舶用エレクトロニクスの関係者と面談し、主として舶用レーダを中心衝突予防システムについて意見を交換した。

次に今回の調査目的に関連する関連自動化機器およびコンピュータシステムを担当している事業部、関係会社との内容を紹介する。

(a) Equipment Division

海上用および船舶用レーダ、航法システム、軍用通信システム、航空管制システム、マイクロ波通信システム、ラジオ・テレビ中継システム、ディジタル情報ディスプレイ・システム

(b) Space and Information Systems Division

宇宙船誘導用コンピュータ、ミサイル誘導用エレクトロニクス、大気圏再突入システム

(c) Submarine Signal Division

対潜水艦用戦闘システム、潜水艦および航空機搭載の潜水艦探知用ソーナ、海洋機器

(d) Marine Products Operation

船舶用レーダ、測探用エコーラウンド、無線電話、方向探知機

(e) Raytheon Computer Operation

特殊用途(専用)コンピュータ、記憶装置、周辺機器、モジュール

(f) A. C. Cossor Limited (英國)

航空管制用レーダ、ディジタルディスプレイ、トランスポンダ、舶用機器、VHF無線機

(g) Selenia S.p.A (イタリヤ)

レーダーシステム、マイクロ波通信システム、ディジタルディスプレイ・システム

以上からわかるように宇宙用および軍用エレクトロニクスを中心に非常に広範囲の分野に亘っていると同時に国際的に分業して専門化しているのも特色と云える。この中で衝突予防用レーダーシステム(TM/CPA レーダーシステム)を製造しているのは、イタリヤにある Selenia 社である。

19-2 TM/CPA レーダシステム (True Motion/Closest Point of Approach Radar System)

19-2-1 システムの概要と特長

このレーダシステムは、真運動と相対運動の表示を1つのディスプレイ上に行ない得るようにすると同時に小型のデジタルコンピュータを組込んで真運動表示における潮流補正を行なっている。

また、インターフェイスにより10cmおよび3cmの各波長のレーダを適宜に切換えて使用できるシステムになっている。これは天候状態によって使用する波長を変えることにより、全天候使用可能を考えている。

さらに、衝突の危険を判断するための CPA (注), T_{CPA} (Time to CPA) (注) をディスプレイ上で幾何学的作図により求めるためにインターフェイスキャノン技術を利用した電子カーソル (electronic cursor) がついている。

次に2~3の技術的特徴を説明する。

(a) TM (真運動) /RM (相対運動) の自動同期切替

TM/RM (注) のモード切換を行なう時に自船の位置がジャンプしないように専用コンピュータによりコントロールしている。

(b) 電子カーソル (インターフェイスキャノンによるペアリングライン)

相手船のペアリングを測定するための機械的なカーソルと結合して、ディスプレイ上を自由に動く電子カーソルがついている。また、電子カーソル上を可変レンジ・マーカ (Variable Range Marker, VRM) が動くようになっていて、これにより相手船の距離を測定することができる。

(c) 針路方位線の自動リセットおよび手動リセット

自船の針路方位線を自動リセット制御によりコースを変化させる際にディスプレイの中心を通るように制御することができる。また手動リセットの場合にはコースが変化した後に、ディスプレイ上の針路方位線が中心を通るよう修正することができる。

(d) 潮流補正

潮流の方向と速さを入力することによりコンピュータがログによる対水速度を補正し船位をディスプレイする。

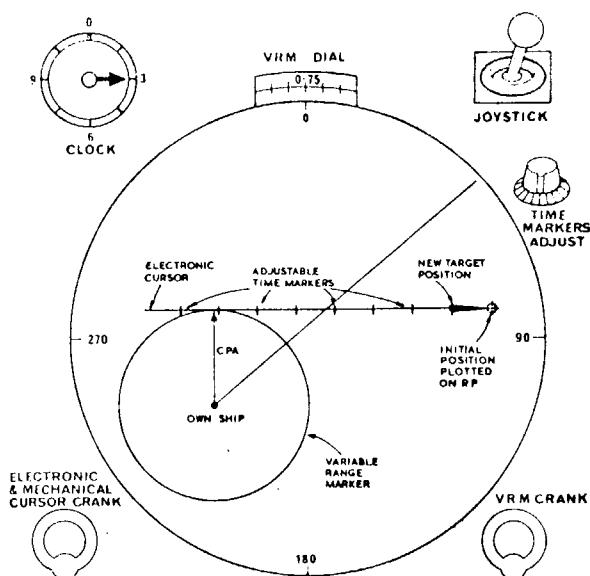
19-2-2 システムの操作方法

真運動あるいは相対運動表示において、各目標船の CPA, T_{CPA} , あるいはコース、スピードの決定を下記の方法で行なうことができる。

(a) 相対運動表示における CPA, T_{CPA} の測定 (図19-1 参照)。

- i) 目標船の初期位置をプロッタの上にマークし、クロックをスタートさせる。
- ii) 3分以内の任意の時間経過後、電子カーソルを "JOYSTICK" (注) を使用して初期位置に合せる。また、カーソル・クランクを用いて電子カーソルを回転させながら目標船のコースに合せる。
- iii) タイム・マーカを調節して最初のを初期位置に、2番目のを新しい位置に合せる。
- iv) VRM クランクを廻して電子カーソルに接するように調節する。

図19-1 相対運動表示におけるCPA, T_{CPA} の測定



v) 以上の操作の結果、VRMダイヤルから $CPA = 0.75$ 浬、 $T_{CPA} = 6.1 \times 3$ 分（クロックの経過時間）= 18.3分を得る。

(b) 相対運動表示における、真のコースと速度の測定（図19-2 参照）。

i) 目標船の初期位置をプロッタの上にマークし、クロックをスタートさせる、JOYSTICKにより電子カーソルをその位置に合せる、自船が前方に進んでいる時は同じ速度で、電子カーソル後方に進む。

ii) 3分以内の時間経過後、電子カーソルを回転させて、目標船と交差するようにセットする。次にVRMを電子カーソルに沿つて動かし目標船に合せる。

iii) 電子カーソルが相手船の真のコースを示す。また時間経過が3分、VRMダイヤルの読みが0.75浬とすると相手船の真の速度は $\frac{60}{3} \times 0.75 = 15$ ノットとなる。

(c) 真運動表示における CPA, T_{CPA} の測定（図19-3 参照）

i) 相手船の初期位置をプロッタの上にマークし、JOYSTICKにより電子カーソルの基点をその上に合せる。クロックをスタートさせると、電子カーソルは自船と同じコースと同じ速度で動く。

ii) 3分以内のある時間経過後、電子カーソルを新しい相手船の位置に回転させて合せる。次にタイム・マーカを調節して最初のは電子カーソルの基点に、2番目のは相手船の新しい位置に合せる。

iii) VRM クランクを廻して VRM が電子カーソルに接するようとする。

iv) VRM ダイヤルの読みより $CPA = 0.75$ 浬 $T_{CPA} = 3.4 \times 3$ 分 = 10.2分（時間経過を3分として）を得る。

19-3 ウエザ・クラッタ、シー・クラッタと最適波長

レーダ・エコー（反射信号）の中のクラッタを除去し、S/N 比（信号/雑音比）を改善することは、レーダ技術において常に重要な問題とされてきた。したがつてこの問題についての意見を聴取した。

(a) ウエザ・クラッタ (Weather Clutter) 等

レーダ電波の通る経路に雨、あられ、砂などが存在すると、パルスの形で放射される電波エネルギーはこれらによつて、エネルギーの一部が吸収され、電波の目標物への到達および反射が妨げられ探知距離が減少すると同時に、放射電波の一部は、雨、あられ、砂等からの反射信号となり、ウエザ・クラッタとなる。

このようにウエザ・クラッタは電波の物理的特性によるもので波長が短かい程、この影響を受ける。したがつて天

図19-2 相対運動表示における真のコース、速度の測定

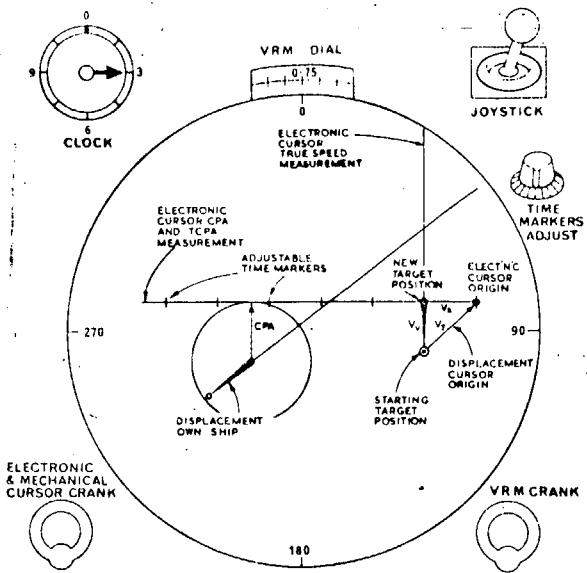
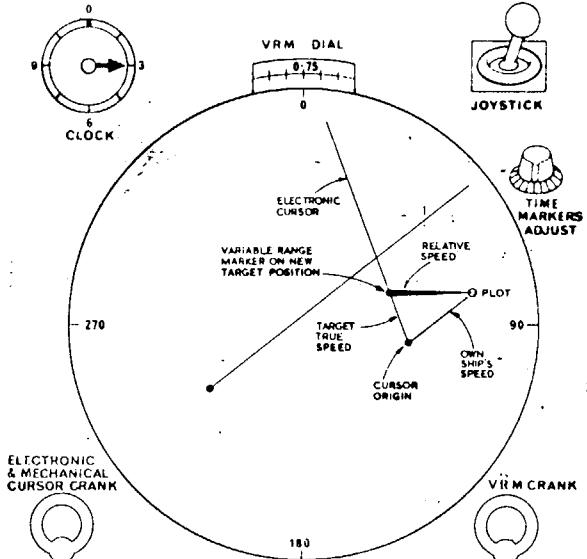


図19-3 真運動表示における CPA, T_{CPA} の測定



候の悪い時には、3cm波長よりも10cm波長のものを使用するのがよいと云うことであった。

図19-5はスコールで小波状態の海(choppy sea)において3cmおよび10cm波レーダによるPPI(Plan Position Indication)の映像を示す。右側10cm波レーダの映像ではペアリング角度225°、294°、330°の3隻の船が見えるが、左側3cm波レーダの映像では見えない。

(b) ウエザ・クラッタ防止装置

円偏波方式、あるいは微分器等によるクラッタ対策は目標物よりの反射信号が雨、海等よりの反射信号よりも比較的に大きい時にのみ有効であつて、3cm波長の場合には10cm波長に較べ反射信号が弱くなるのであまり有効ではない。3cm、10cm波長レーダに、各々クラッタ防止装置を作動させた時のPPIの映像を図19-6に示すが、右例の映像(10cmレーダ)では、3隻の船が明確に見えるが、左例の映像(3cmレーダ)では反射エコーが雨に吸収されているので、クラッタ防止装置を作動させても、目標船は見えない。

図19-4 操作中のTM/CPAレーダ



図19-5 ウエザ・クラッタに対するレーダ波長の効果

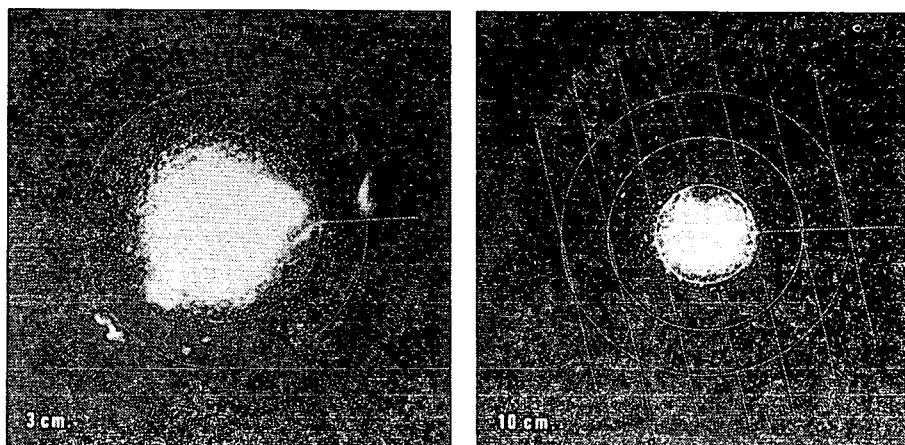
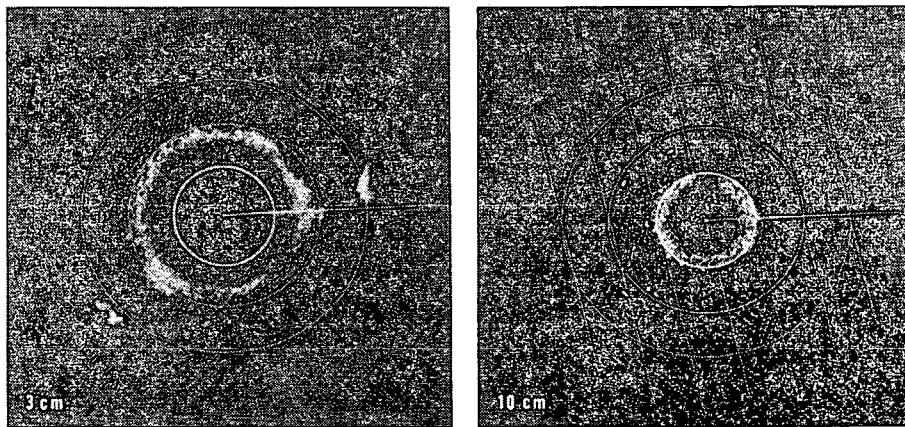


図19-6 ウエザ・クラッタ防止装置の効果

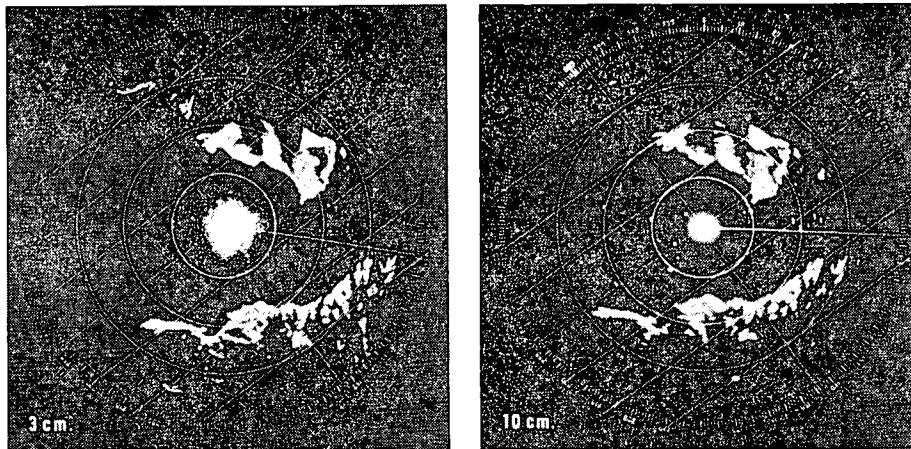


(c) シー・クラッタ (Sea Clutter)

シー・クラッタの強い地域における小さな目標物を3cmおよび10cm波レーダで見た場合に経験的に云つて、10cm波の方が普通3倍位強く見える。

図19-7および図19-8はシー・クラッタの影響を示したものである。図19-7は20浬レンジのPPIの映像で左側が3cm波、右側が10cm波である。左側の3cm波の場合には近距離の船を見つけることが出来ない。図19-8はシー・クラッタ・コントロールを注意深く調整した場合の映像である。

図19-7 シー・クラッタに対する波長の効果



(d) レーダ電波干渉

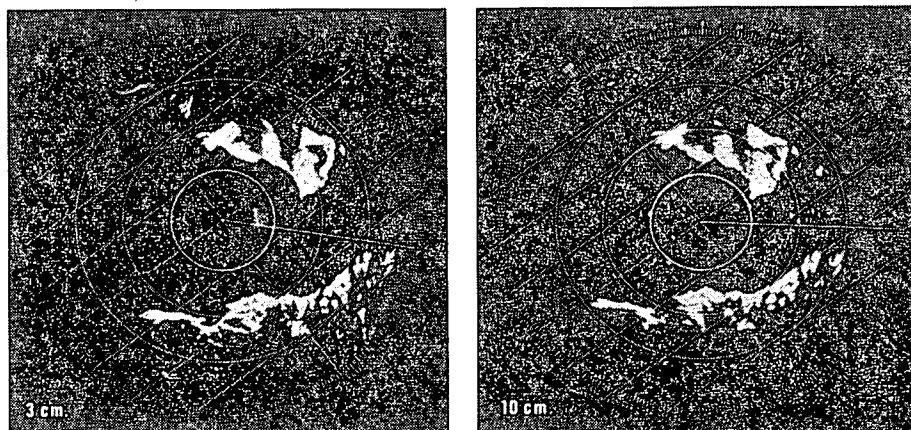
殆んどの小型船舶は3cm波レーダを搭載しているので3cm波レーダは電波干渉を受ける。10cm波の場合にはその心配はない。

以上より総合すると、要するに3cm/10cm波両波のレーダを別個に搭載し、天候の良い時は3cm波の方が良質の映像が得られるが使用し、悪天候の時は10cm波を使用した方が良いということであつた。また、ミリ波について意見を聞いたが、非常に鮮明(fine)な映像が得られるが、良好な天候状態時に限られ、しかもレンジは2浬が限度であろうということであつた。

一方、シー・クラッタ、ウエザ・クラッタ、電波干渉等の除去を、相関技術等の時間をベースにした解析手法による技術については商品化されていないようである。

以上より総合すると、3cm(Xバンド) 10cm(Sバンド)のレーダを適宜、天候、海面状態に応じて切換えて使用し、目標船の認知はレーダの操作員に依存しており(マニュアル・イニシエーション)それ以上の高度の自動化については技術的経済的な面での突破口(breakthrough point)が見つかっていないと思われる。

図19-8 シー・クラッタ・コントロールを注意深く調整した時の映像



20. DEC

Digital Equipment Corporation

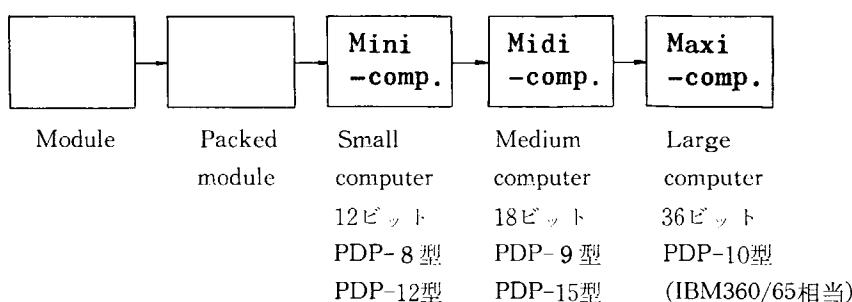
訪問先 Maynard, Massachusetts, U. S. A.
所在地

面談者 (役職)
Mr. T. Johnson (Vice President for Sales & Service)
Mr. P. J. Greene (In-house Sales Manager)
Mr. Y. Hata (Engineer, Special Systems)
Mr. J. Schroeder (Sales Support)
Mr. M. Niegberg (Public Relations)

20-1 DEC 社の概要

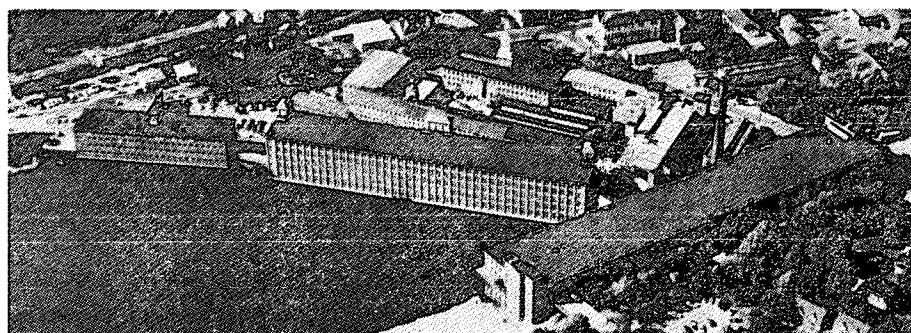
DEC 社はボストンの北西部約30マイルのマサチューセッツ州メイナード市にある。1957年に床面積8,500 ft² (約85m²) 従業員3名で、主としてマサチューセッツ工大に対して論理回路を提供する目的で創業したが、現在は約3,500人の従業員と100万 ft² (約1万 m²) 以上の工場規模をもつまでに成長している。

DEC の主要製品の系列を分類すると次のようである。



メイナード市の工場は約100年前に建設された織物工場をそのまま利用しているが、練瓦の外壁、ガタのきた木の床といった環境の中で最新のコンピュータが製作されているのは極めて印象的であり、次表のような躍進の基礎となっている DEC 社の合理

図20-1 DEC 社の工場全景



性の一端がうかがえる。表20-1に DEC 社の売上高の推移を、図20-1にメイナード工場全景を示す。

表20-1 DEC 社の売上高の推移

年	売上高	売上高前年比 (%)
1963	990万ドル (35.7億円)	
1964	1,090 " (39.3 ")	110.0
1965	1,498 " (54.0 ")	137.5
1966	2,278 " (82.0 ")	152.0
1967	3,890 " (140.0 ")	170.9
1968	5,734 " (206.0 ")	147.2

20-2 DEC 社の製品の概要

創業後2年目、1959年にPDP-1を製作販売したが、これは業界最初のタイム・シェアリング(注)方式のコンピュータの一つであって、当時他メーカーが百万ドルで販売している機種を僅か12万ドルで販売した。PDP-1は、その後PDP-6, PDP-10と受けつがれ、DEC社の大型機種系列(36ビット)を形成している。

1965年にDEC社はフリップ・フロップ・モジュール(Flip-flop module)(注)の製造を開始したが、このモジュールはコンピュータの内部ロジック、インターフェイスおよび制御関係のcircuit card(回路基板)を包含している。また1967年にはフリップ・フロップのIC(集積回路)の製作をはじめた。

1965年に発表したミニ・コンピュータPDP-8はDECのベスト・セラーであって、現在までのPDP-8ファミリーの販売を総計すると約3,000台以上が製造・販売されている。発売当時は研究所の研究開発用の用途が多かったが、現在では産業用各種機器の制御およびモニタリングやコンピュータ・システムの大規模化・オンライン化に伴なう端末機としての大幅な利用が開けつつある。表20-2にPDP-8の利用分野の変遷を示す。

表20-2 PDP-8の利用分野の変遷

	1965年	1968年
研究用	70%	30%
工業用	20%	40%
制御用	0%	20%
教育用	10%	6%
その他	0%	4%

PDP-8(Mini)とPDP-10(Maxi)の中間機として、PDP-7, PDP-9, PDP-15のコンピュータ群があり、研究用および小型機と大型機のタイム・シェアリング・コンプレックス(complex)(注)の一環として使用される。

以上のMini(12ビット)→Midi(18ビット)→Maxi(36ビット)のコンピュータ・シリーズのほかに下記のような特殊用途に適合した特長ある製品を販売している。

- ・LINC-8(Laboratory INstrument Computer)はPDP-8を中心とした研究所むきの計算・制御装置としてバック化されたものであり、PDP-12はこのLINC-8の成功をもとに研究所用として再設計された最新・汎用のコンピュータ・システムである。
- ・PDP-14は、工作機械等の制御の分野で各機器と汎用コンピュータとのギャップをうづめる特殊目的のコントローラである。
- ・INDAC-8はindustrial process controlに対する新システムである。
- ・KV-グラフィック・システムはディスプレイ・ベースの小型コンピュータ・システムとして廉価に簡単に使用できる。

以上のほかに特色ある周辺機器群、たとえば獨得な紙テープ・リーダー、ミニ・磁気テープ、DEC-disk等を製作している。

20-3 DEC 社の論理回路モジュール

DEC社は世界最大のモジュール(注)供給会社であり、現在約1,000種のモジュールを製作し、一年間約200万枚の売上げがあり、全製品売上げの約15%を占めている。

表20-3にDEC社のモジュール系列の概略を示す。

表20-3 DEC社の論理回路モジュールの系列

シリーズ名	ロジック	型式	備考
Mシリーズ	positive		TTL (IC) 15 ns
Wシリーズ	negative	ディスクリート型	
Kシリーズ	positive	ディスクリート型	{工業用、スピードはおそい(300KC以下) がノイズに強い
Aシリーズ		ディスクリート型	{アナログ入力用、現在、A/D, D/A コンバータに使用、
Rシリーズ			特殊用

現在はWシリーズよりM, Kシリーズに転換されつつある。

たとえば PDP-8 ファミリーでは、PDP-8 I (Kシリーズ使用), PDP-8 L (Mシリーズ使用) がある。

DEC モジュールは種類が豊富な標準型に細分されている点に特色があり、またモジュールの型式決定は極めて厳格な規準で実施されているのでユーザーの信頼度が高いと自負している。

20-4 DEC 社のコンピュータ・システムに対する考え方

最近、DEC 社のコンピュータの売り上げが急激に増加しているが、この理由を問うた質問に対し次の如く語っている。

(a) コンピュータのシステムの価格構成は、概略的にいえば次のように構成される。

- i) Main frame (cpu) 1/6
- ii) Peripherals 1/6
- iii) Interface 1/6
- iv) Software 2/6
- v) Installation & up-keeps 1/6

現在アメリカではミニ・コンピュータ・メーカーは約 50 社あり、main frame だけをとると価格・性能とも DEC と同等のものが存在するが、DEC 社は mainframe に偏ることなく上記 i) ~ v) の各構成要素を一様なウエイトもって開発に意を注いでいるのが成功の第一原因である。

(b) 現在まで DEC 社の顧客は特殊用途のシステムばかりを要求してきた。これに対し、同社は顧客の要求を拒否せずに、これに応じてソフトウェア/ハードウェアを開発してきた。たとえば、制御分野では、常にノイズの除去が問題になるが、通常のシステムで発生するノイズ問題はハード・ソフト共に解決できる自信がある。

このような努力は膨大なソフトウェア・パッケージとして蓄積され、あらゆる用途に対応できるパッケージを保有している。

これが成功の第二原因である。

(c) 以上のように main frame, peripherals, interface, software 共に数多くの標準がパック化、ユニット化されて準備されている。従って研究用・制御用・工業用の何れの分野に対しても他メーカーよりも低価格・短納期で納入することができる。

表20-4にシステム構成例に基づく価格を示す。

表20-4 PDP-12 の 1 システムの価格例

PDP-12 ベイシック・システム (4千語, DMA チャンネル, コンソール付)	\$ 14,900
追加4千語メモリ	\$ 3,500
1ディスク・ファイル (32千語), コントローラ付	\$ 6,000
追加1ディスク	\$ 3,000
テープ・コントロール・ユニット	\$ 4,950
1 DEC テープ	\$ 2,350
Tektronix 社製 CRT・ディスプレイ・コントローラ付	\$ 6,500
リアルタイム時計	\$ 1,500
DMA マルチプレクサ	\$ 2,700
合計	\$ 45,400 (1,634 万円)

20-5 DEC 社の船用システム

1965年以来、DEC 社のコンピュータは単独のシステムとして、OEM (Original Equipment Manufacturer)、自社の製品のために DEC 社のコンピュータを組込むメーカー、例えば ITT 社の NNSS) による組込用として、海洋観測、航行援助の用途に多数の船舶に搭載されている模様である。

DEC 社自身としては shipborne navigation control のための Navig-8 をコンピュータ・パックスとして PR している。これは PDP-8 を中核に構成された衛星航法および他の電子航法に対するシステムである。このソフトウェアは、ジョンス・ホプキンス大学で開発され、最小 6 分間で情報を衛星よりうけ、10秒間で位置決定を行なう全天候・全領域をカバーするシステムであると称している。

QE2 の NNSS は ITT 社のレシーバーと PDP-8 が使用されている。また、フランスの M/S Aquilon 号はセンタル・コンピュータとして PDP-8 が搭載されている。

21. IBM FISHKILL/POUGHKEEPSIE

International Business Machine Corporation, Components Division, Fishkill and Systems Manufacturing Division, Poughkeepsie

訪問先 Components Division : East Fishkill Facility Route 52, Hopewell Junction, N. Y., U. S. A.
所在地 Systems Manufacturing Division : South Roud, Poughkeepsie, N. Y., U. S. A.

面談者 Mr. E. Venuto
(役職) Mr. D. Covell

21-1 IBM 社の概要

同社はフォーチュン誌によると現在世界で第5位の売上げをもつ会社であり、売上げは1967年には\$約53.5億(約1.9兆円)、1968年には\$約68.9億(約2.5兆円)である。同社の1968年における規模を表21-1に示す。

表21-1 IBM 社の規模

項目	人数または個所
従業員数	約 151,000
生産工場	24
カード工場	10
教育センター	40
研究室	20
営業所	250

事業部門は完全な独立採算となっていて、現在表21-2のような事業部がある。

表21-2 IBM 社の事業部名

Advanced Systems Development Division
Components Division
Data Processing Division
Federal Systems Division
Information Records Division
Office Products Division
Real Estate and Construction Division
Research Division
Systems Development Division
Systems Manufacturing Division

(注)・印は今回の訪問先

本表の組織の他に非常に密接な関係のある子会社として、IBM World Trade Corporation (106か国に散在し、総従業員数は、日本 IBM 社、英国 IBM 等を含み、約87,000人)、Science Research Associates, Incorporated (教育用コンピュータ関係) および Service Bureau Corporation (ソフトウェアのサービス関係) の3系列がある。(独禁法により分割)

21-2 IBM 社の見学者、訪問者の接待の受入体制について

今回訪問したところは、Components Division のフィッシャー工場、Systems Manufacturing Division のボーキッシュ工場である。

同社は世界各国からの見学者訪問者に対してゲスト・サービスという形で接している。そのサービスは、大分類で

5種類、中分類で17種類そして小分類で約60種類のコースに規格化されている。このために質疑応答により詳細な調査することは一般に困難であり、今回の見学コースは“Poughkeepsie Guest Services”にありフィッシュキル工場におけるSLTの製造工程とポーキブシ工場におけるIBM 360 モデル 40、モデル 50（注）コンピュータの組立工程と磁気データ記録機の組立工程の見学であった。

従って同社が現在どのような研究をおこなっているか、また船舶の超自動化に適した機器についてどのようなものを保有しているかは非常につかみにくくなっている。市場に発表しているものは収益性の高いもののみに限られているので、見かけ上は技術的に古いものを手がけているかのようにさえ見える。しかし事実としてはNASAのジェミニ衛星船に搭載された超小型コンピュータ、サターン・ロケット用コンピュータその他軍用機搭載のコンピュータ等を製作し、またアポロ宇宙船のモニタとその処理に関与したことであるので、特殊コンピュータの世界でも最先端にあるものと想像されるが、市販製品については我々が当面商船用に検討の対象と考えるのはIBM 1800のみであるのは残念なことである。

21-3 SLT（注）の製造工程の見学

(a) SLT チップの製造工程

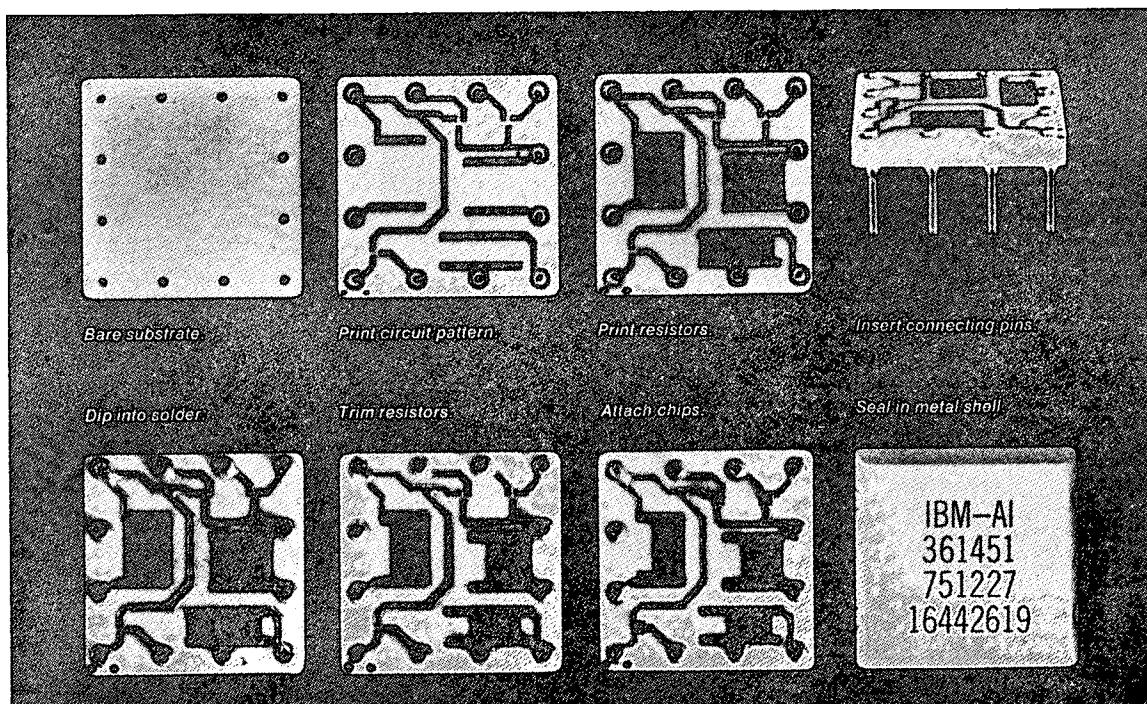
直径約5cmのシリコンの結晶棒を切りとてウェファースと呼ばれている超薄板にする。このウェファースを $5/1000 \text{ in}^2$ （約 3 mm^2 ）の正方形の細片に切りとったものがSLTチップである。SLTチップを切りとる機械は無接触の切断であるとのことであった。

(b) SLT モジュールの製造工程

約 1 cm^2 の正方形の白色セラミック板の四周に合計12本分のピン・ホールをあける。これに回路を印刷し、同じく抵抗も印刷する。前記ピンホールにピンを通す。抵抗のトリミングをおこなう。（このトリミング作業はコンピュータ・コントロールによって、フィード・バック系により目的の抵抗値に仕上げること。）ピンにモジュールの通風用のクリアランスの加工をする。SLTチップの位置づけをおこなう。モジュールのシールをする。

以上の工程は全て完全な流れ作業でおこなわれていて、その生産量の多さが想像できる。

図21-1 SLT モジュールの製造過程



21-4 IBM 360 モデル 40, モデル 50 コンピュータの組立工程の見学

(a) 磁気記憶装置（フェライト・コアおよびコア・マトリックス）

過去の IBM 704 用同じく 7094 用および現在の 360 用のコア・メモリの変遷が実物サンプルで、示してあつた。360 用のフェライト・コアの一粒は微細な砂のような感じでこしょう入れのような容器の中からそのサンプルを出して見せてくれたが、白い紙の上にのせてからうじてリングであることが目視できる程度である。マトリックスの配線機はフェライト・コアを治具上に振動させながら落着かせる。次に整列した細い銅線を一方の端から押し込み、他端からチャックではさみ引き出す。連続した銅線で編むことをやめて辺方向分の長さの線に分割するようにしたのは社内提案によるものであり、この提案者はこれにより約 3 年分の年俸に相当する褒賞金を得たとのことである。

(b) モデル 40 およびモデル 50 の組立

モデル 91 の生産は停止しているので、現在ポーキプシ工場では、モデル 40 およびモデル 50 のみを生産している。

プリント基板は表裏 2 面のみで多層基板は使用していない。但しその基板上のピン間の配線には、コンピュータ・コントロールによる自動配線機が数台稼動していて、他メーカーでの 1 ないし 2 台の運転状況と比較し、その生産量の差を感じさせられた。自動配線機の能力はコールド・ウェルド（角断面のピンに線を捲きつける動作）の時間も含んで、ピンからピンへの配線を 1 本と数えて、8 本/分である。

出入力装置との結合テストのために特殊シミュレータが使用されている。組立を完成したコンピュータ・セットに付属する入出力装置の数と種類の組合せは無数にある。このため、もし各コンピュータに入出力装置の実機をつけて検査したならば、検査工程にぼう大なスペースが必要となり、IBM 社のように生産量の多いところでは大問題となるであろう。

この特殊シミュレータもまた一種のコンピュータであり、各種入出力装置のとり扱う信号がどのような組合せであってもセットできるようになっているとのことである。また顧客が使用中のコンピュータで入出力関係にトラブルが発生した場合にも、その現象の報告があれば実機をもち込むことなくその異常状況を作り出してテストすることもできるという話であった。

(c) 工場のコンピュータ・コントロール

SLT のロジック・デザインには、コンピュータによる自動設計が、また生産工程のコントロールにはプラント・オートメーションが行なわれているとのことであるが、今回の見学では見ることができなかつた。ただ生産工程の流れからそのようなコントロールが背景に存在しているであろうということは実感として想像できた。

プリント回路のテストにも IBM が独自で製作した一種の N/C（注）機械が使用されている。この他、前述の自動配線機等製造工程の種々の段階でコンピュータがコンピュータを作る感があった。

21-5 磁気データ記録機の製作

本機は、最近、ポーキプシ工場で組立をはじめた新しい機械で、従来のカード穿孔機およびカード検孔機に代るものであり、カセットになった磁気テープをカード代りに使用した機械である。その操作はカードの場合と殆んど同じである。

22. USMMA

U. S. Merchant Marine Academy

キングスポイント商船大学

訪問先 Kings Point, N. Y. 11024, U. S. A.
所在地

面談者 Captain W. R. Hurder
(役職) Captain McGready
Captain Travis
Commander Fiore

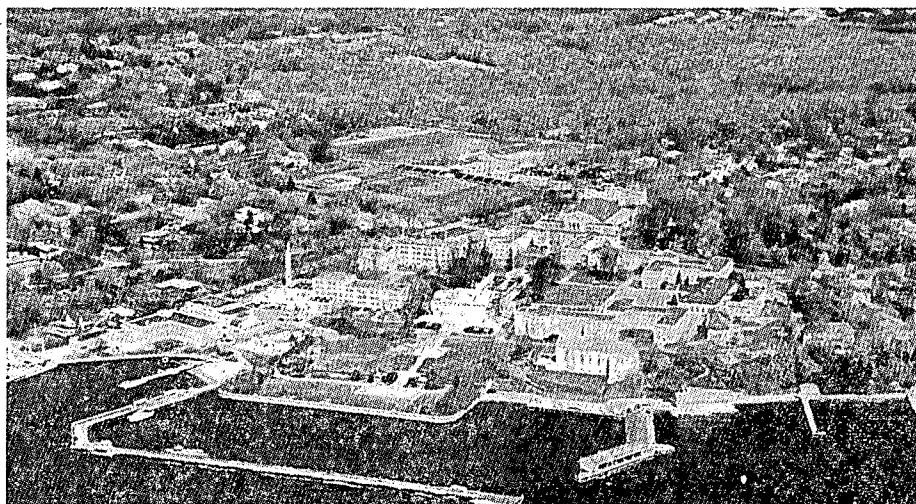
22-1 キングスポイント商船大学の概要

同大学はニューヨーク州ロングアイランド北部キングスポイントに位置し、国立としては唯一で4年制である。他に州立、私立の商船大学は5校ある(4年制2校、3年制3校)。1学年の学生数は約350名で、米商務省(Department of Commerce)に属し、直接には同省海事局(Maritime Administration)の監督下にある。同大学は4年前(1965年)に将来の商船の運航形態に関する長期ビジョンを確立した。

即ち船内の就労体制が、現在の航海士と機関士に明確に2分されたものから、これを一本化した船舶の運航と機関の運転を1人の士官が行ない得るDual Licensesシステムに移行するであろうとの見通しを立て、Dual Licensesコース教育を開始している。

超自動化が日本船舶にも採用され、我国の船舶乗組員も将来、航海士と機関士の職務を同時に採り得る職員が必要になった時点での参考とするために、キングスポイント商船大学に於て、現在大幅に採用されているシミュレータ教育に関する設備を中心に調査を行ない、併せて同校首脳よりDual Licensesシステムを実施するに至った背景や、実情、今後の見通しについて意見を聴取した。

図22-1 キングスポイント商船大学の全景



22-2 教育用シミュレータ

(a) 機関関係シミュレータ

機関関係シミュレータは原子力商船コントロールルーム、タービン機関室、ディーゼル機関室、ガスタービン機関室等の訓練用シミュレータが完備している。

特に原子炉制御、ボイラ制御に関するシミュレータ教育は徹底しており前者は事故再現をコンピュータ・コントロールして緊急処置を反射的にとらせる事ができる様に訓練している。

i) 原子力船シミュレータ

原子力商船 Savannah 号の原子炉および機関制御用のシミュレータでコントロールは Westinghouse 社、コンピュータは Electric Associated 社製で、在来機関士および航海士の教育に主として使用している。

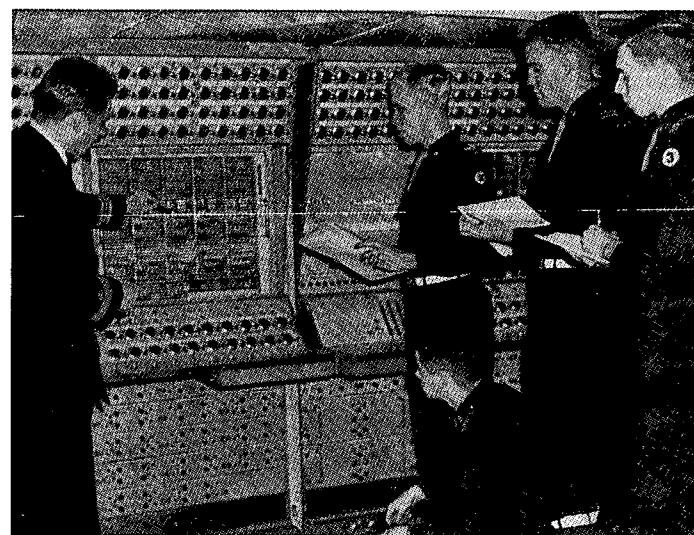


図22-2 キングスポイントの電子技術教育

一回に機関士 8 名、航海士 2 名で、1 日 4 ~ 5 時間をシミュレータによる制御訓練に費し、4 ヶ月で教育を終了する。設置費用は \$ 約 100 万（約 3.6 億円）で、既に 100 名以上のスペシャル・ライセンスを持つ機関士および航海士をおくりだした。

このシミュレータは 250 以上の故障状態をコンピュータにプログラムして持たせてあり、予想される全ての原子炉およびタービン関係の事故を再現し、訓練生が 100% 正確な処置を取り得るようになるまで訓練している。（図22-3参照）

ii) 在来機関室シミュレータ

在来船機関室シミュレータとしては実習用設備を兼ねて、各種機関の実物が船内配置と同様に設けられ、訪問の際も、この内いくつかは実際に学生によって運転されていた。大きな特徴としては次のものが挙げられる。

- (1) 全部のシミュレータには各種の故障再現装置が取付けられており、操作する者は適宜故障、事故を再現し、学生のとる処置を採点するシステムになっていること。
- (2) 全てのシミュレータは船内と同じ状況を再現して運転されていること（リアルタイム・シミュレーション）。

例えば、ボイラは運転圧力は船内と同じまで、実際に重油を燃いて上げ、その蒸気でタービンや補機を運転し、そこで故障状況を再現していること。従って実習の費用も相当な額に達すると思われる。

- (3) ドライカーゴワインチおよび係船設備に至るまで、実際の運転中の故障再現を行なっていること。
- (4) これら訓練設備の利用効果が非常に高いと思われること。日本の商船教育が設備の展示にはば止っていることと比較すると教育設備の活用面で相当根本的な相違がある。

(b) 航海関係シミュレータ

本大学では航海関係のシミュレータの主なものとしては Radifon 社のレーダ・シミュレータがあったが、実習設備としては、この他約 20 台のロラン A/C 受信機（注）（内 4 台はオートロラン）、約 10 台のレーダ、10 隻の船のターゲット（注）を自動追尾して CPA（注）、TCPA（注）を自動的にプロットし、試行操船を行ない、変針角度および減速力を求めるレーダ・データ・コンピュータが目をひいた。

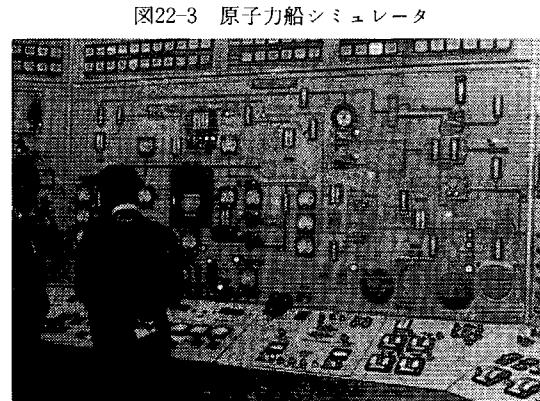


図22-3 原子力船シミュレータ

その他自動ファックス受像機、オメガレシーバ等が試験的に連続運転されていた。

米国に於けるシミュレータの航法に関するものはキングスポイントよりは、むしろフロリダ州オーリンドにある Naval Training Devices Center およびボルティモアにある Union School に大規模なものがあるとの事で、この 2か所では模型水路を航行する模型船にテレビカメラを置き、映像を球型スクリーン上に映し出して視界を再現し、スクリーン内に入れて訓練する航法シミュレータがあるとのことであった。

今後我国でシミュレータによる教育を考える時、参考とすべき点が多いものと思われる。

なおキングスポイント商船大学でも、大規模な航海シミュレータの計画、設計は完了しているとのことである。

航法システムに関して我国で開発中の衝突予防システムと同様の考え方の高輝度ブラウン管を用いた10隻迄の船のターゲットを自動追尾して、採るべき処置を表示するレーダ・データ・コンピュータは米国海軍の援助で1963年2月に完成し、3年間の実船搭載実験の後、同大学に陸揚げされたもので、メーカーは Goodyear Aerocraft 社である。SR-106 の衝突予防システムとの相異は、雑音除去装置がない点である。

感想としては高輝度ブラウン管が明るすぎかつ表示ラインが太すぎるため、危険円の変更その他の場合に見難いことがある点で改良を要すると思われた。

ディスプレイは他船の真針路、速力のディジタル表示のほか CPA、TCPA の表示、および試行操船の結果を示す速力の変更、針路の変更、警報が10こずつ設けられて赤ランプおよび音響で知らせるようになっている。

22-3 Dual Licenses (船舶士) コース

4年前(1965年6月)より Dual Licenses コースを設けた。この方向は米政府海運局、コストガード、船主、大学協会の賛成を得、かつ諸外国政府の注目をあびており、同コースは各方面からの支援を受けている。

(a) 目的および背景

本制度は根本的には工業技術の革新にあわせて、将来必ず船は、更に高度なものとなり、小数の乗組員で運航されることになるとの見通しにたち、今後は「Plant Manager」として、職員を教育養成する必要があると考え、仮にどの様な要請が、海運界、更に政府からあった場合でも、既に養成は出来ているようにすることが、商船大学の責務であると考えたので同コースを設けた。

キングスポイント商船大学としては10年後の長期の見通しを持って乗組員を養成しているとのことであった。

(b) 養成方法

入学者1学年 350人中、10~15% (初年度のみは19名であった) の学生を入学試験および高校の最終年度の成績を考慮して、上位から順に命令で Dual Licenses コースをとらせている。このため成績は非常によく、従来のコースの年間必修時間2601時間に対して Dual Licenses コースでは、3010時間であるが、能力的に今のところ問題は無くむしろ成績は優れている。

22-1表は従来のコースと船舶士コースのカリキュラムである。

卒業者の実力は今の所航海士、機関士2人分に相当し実習も甲機両方を半々にやらせている。

本年6月の卒業者数は19名であるが、米国は現在のところ、この Dual Licenses を生かせる状況ないので、従来の職制で乗船させることになる。

(c) 再教育について

将来、超自動化船で Dual Licenses が必要となる時には、現在の船舶士コース卒業者で、需要は満し得る見通しなので、特に再教育は切迫した問題とはなっていない。

但し、原子力船に関しては既に再教育を実施しており、100名以上の再教育を終了した。

将来船舶士再教育が必要になった場合には、1か年でやれるコースと半年でやれるコースの計画は既に完成しており、必要なら今の同大学の設備、スタッフでいつでも実施できる。

(d) 問題点および対策

一番大きな問題点は対組合の問題で、次に海上への就職者を定着せしめることが第2の問題である。

第1の問題に関しては現在米国海員組合（米国では組合は職能別で各々有力なものだけでも数組織がある。）は機関士組合と航海士組合を合併するか、相互に一部を吸収したものにする方向に動いている。

第2の問題に関しては、在来コースが海上勤務年限を3年としていたのに対して、これを船舶士コースでは5年に延長した。（日本には義務年限はない。）

(e) 自動化投資額

三等航海士の給与は月 \$1,000~1,200 (36~43.2万円) であり、更に年間休暇は3か月で航路によっては4か月になる。在学期間中は年間 \$800 (22.8万円) の給費があり、更に各種の社会保障費も支払われる所以、船主負担は、賃金上昇率と金利を相殺するとして考えると10年間で7500万円程度になる計算で、自動化設備に投資し得る金額も我が國や欧州諸国に比べて大きい。

KINGS POINT 商船大学船舶士コース，在来コース単位比較表

Curriculum	第一学年			第三学年			第四学年		
	船舶士	航海士	機関士	船舶士	航海士	機関士	船舶士	航海士	機関士
Mathematics	16-0	16-0	16-0	6-0	6-0	6-0			
Chemistry	3-2	8-0	8-0						
Physics	7-2		8-0	7-2	16-0	8-0			
Physical Education		1-0	1-0		2-0	2-0		2-0	2-0
English	9-0	9-0	9-0		3-0			3-0	6-0
Comparative Culture				6-0			6-0		
History				12-0	12-0	12-0			
SOLAS	2-4	4-0	1-1/2				5-0	6-0	
Seamanship	6-0	6-0					4-2	5-0	
Seamanship Lab.	1-1/2	4-1/2			1-0		0-2		
Navigation	6-1	6-1/2					4-4	6-0	
Naval Architecture				9-0	6-0			3-0	6-0
Communications	1-0	2-0							
Electronics							6-2	9-0	
Meteorology							2-1	3-1/2	
Cargo		3-0					6-0	4-0	
Marine Transportation	2-0				7-0				
Economics					8-0	8-0	8-0		
Maritime Law					5-0	7-0	5-0		3-0
Labor Relations	0-3				3-0				6-0
Naval Science	4-0	8-0	8-0	11-0	6-0	6-0	7-0	8-0	8-0
Basic Marine Engineering		3-0							
Engineering Graphics	3/4	2-0	5-0						
Machine Shop	1-6		5-0						
Marine Machinery Repair			1-1/2				1-1/2		
Statics					3-0		4-0		
Thermodynamics					12-0		10-1/2		
Dynamics					4-0		3-0		
Hydraulics					3-1		3-1/2		
Strength of Materials					4-1		4-1/2		
Elements of Marine Engineer			8-1/2				9-1/2		
Electrical Engineering							9-1/2	15-0	
Internal Combustion								6-3	
Refrigeration Air Cond.								3-1/4	
Engineering Science						6-0			
Ships Medicine		2-0	2-0	1-0					
Language					6-0	12-0		12-0	6-0
Marine Insurance								4-0	4-0
OPTION						3-0		9-0	6-0
Elements of Nautical S.			3-1/2						
Marine Engineering	7-3								15-0
計	68-4	75-0	73-1/2	94-4	86-0	89-0	76-7 ((101-7))	94-5	72-0

- (注) 1. 表中の数字は単位数を示す。
 2. 船舶士コースでは4学年1/4学期は左の単位の外約25単位以上の船舶士免状取得のための試験準備がある。
 3. 各コースの必修単位は
 船舶士コース：264.5
 航海士コース：255.5
 機関士コース：234.5
 である。
 4. 第2学年は乗船実習である。
 5. 本表は同大学の Course of Instruction より作成した。

23. USMA

United States Department of Commerce, Maritime Administration
米国商務省海事局

訪問先 所在地 441 G Street, N. W., Washington, D. C. 20235, U. S. A.

面談者 (役職) Mr. Andrew E. Gibson (Maritime Administrator)
Mr. Robert J. Blackwell (Deputy Maritime Administrator)
Mr. Charles G. Kurz, Jr. (Project Engineer, Ship Operations Research Program,
Office of Research and Development)

23-1 USMA の概要

23-1-1 所 壇

USMAは商務省に属し、米国海運・造船産業への補助 (subsidy), 造船研究 (research and development), 米国籍定期船の同盟問題 (ship operations) 等を所掌している。

このほかに海事関係機関としては、FMC (Federal Maritime Commission, 連邦海事委員会) があるが、これはわが国の公正取引委員会に似た大統領直属の行政委員会で、米国港に出入する各国の定期船に関する同盟問題を取扱っている。

USMAは米国海運・造船業の国際競争力を高めるために、商務省から独立させるか、又は運輸省 (Department of Transportation) の管轄下に移すべきであるとの意見が出されていたが、現在のところまだそのいずれも実現していない。(U. S. Coast Guard は運輸省内にある。)

23-1-2 機 構

USMAの機構は、図23-1のとおりである。なお本図は1968年4月現在のもので、今回新長官 (Mr. A. E. Gibson) の下でかなり大幅な改訂が行なわれている模様であるが、未だ正式には公表されていない。

23-2 コンピュータの商船への適用と船舶の超自動化研究について

(a) コンピュータ搭載船の建造

USMAによる具体的なコンピュータ搭載船 (商船) の建造計画はまだない。もし実船を建造する場合は、できるだけ簡単 (simple) なシステムで、かつコンピュータ本体、センサともに経済的で、出来る限り簡単なものとしたい由である。

(b) 航行衛星システム

NNSS (注) は米海軍の所管であり、目下4個 (従来日本側で得ていた3個という情報は誤り。) が廻っている。今後商船の衛星受信作業は士官 (甲板) が行ない、受信装置の保守は無線士が行なうこととなろう。

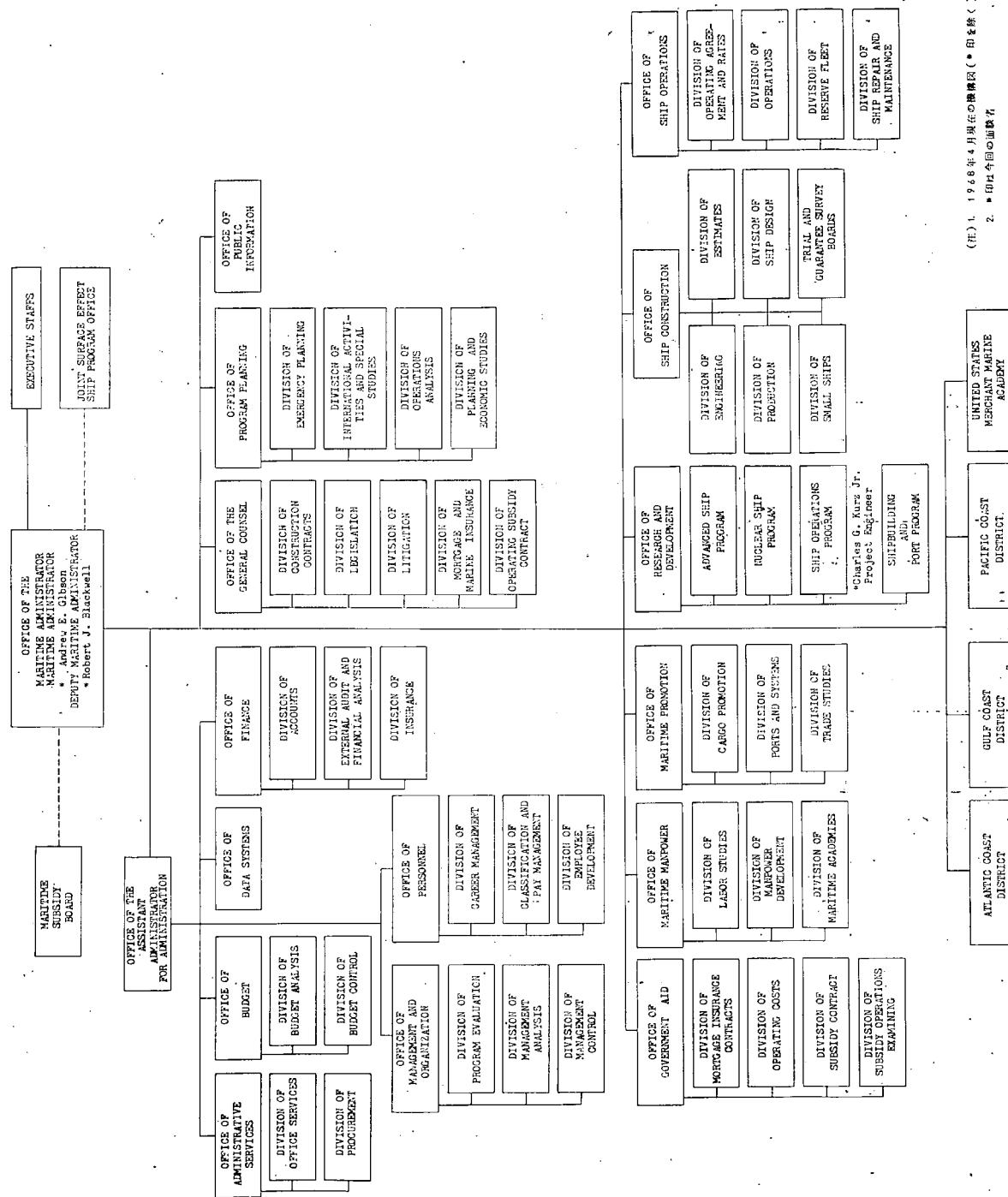
(c) オメガシステム

本システムも海軍の所管であるが、ロラン・システムの保守管理もあり、双方に相当な予算を食われることとなる。

(d) 慣性航法システム

米海軍では本システムを実用化しているが、価格が高すぎるので商船には不向きである。一方、航空機 (ジャンボ・ジェットや SST) 用には、Litton 社の開発した Inertial Navigation Systems for Commercial Aviation

図23-1 USMA の機構図



(付) 1. 1968年4月現在の機構図(*印を除く)より作成。

2. *印は今回の面積

があるが、誤差が1.36浬/時であっても、航空機では航行時間が短いので（米国一日本間を10時間としても、合計誤差は13.6浬）実用に供しうる。なおこれの価格は1台\$8万（2,880万円）と言われている。

(e) Merchant Ship Automation Study

本スタディは2か年計画で行ない、1961年に一応終了した。スタディそのものはNorden Division of United Aircraft社に委託した。合計8巻に上るぼう大なもので、貨物船、油送船を想定しつつジェネラル・スタディを行なったものである。

本研究をそのまま適用した実験船は建造されていないが、将来への方向づけを行なった点において、その後のUSMAの海運・造船行政上には大いに役に立った。

なお、本研究のちも、船を構成する各システムの詳細検討を行なって来ている。即ち主なものは以下の通り。

i) ディーゼル・プラント関係

No man operationの問題（2年間継続）。

ii) タービン・プラント関係

ボイラの自動制御の問題（6年間継続）。

iii) 人間工学(human factor)関係

Look out systemの問題（5年間継続）。たとえば1967年に終了したGeneral Dynamic社によるlook out systemの研究（委託研究費は\$約4万（1440万円））がある。

23-3 USMAによる研究開発一般について

23-3-1 概要

USMAにおいて研究開発を担当している部局は、Office of Research and Developmentであるが（図23-1参照）職員は合計32名（うち技術者は約半分）であり、1968年度（1967.7.1～1968.6.30）の予算額は合計\$650～700万（23.4～25.2億円）であった。そのうち約半分は委託研究費である。従ってUSMAによる研究開発は、自主研究(In-House Studies)よりも委託研究(Contract Studies)が中心であり、これに対して実に年間\$約350万（約12.6億円）の予算が計上されているわけである。

23-3-2 USMAによる研究開発項目例

1968年度（1967.7.1～1968.6.30）のUSMAによる海運・造船関係の研究開発項目は表23-1のとおりである。

23-4 米国籍船の乗組問題について

23-4-1 乗組定員

米国船員の不足と人件費の高騰により、商船における省力化は大きな課題であるが、労働組合との関係もあり、事態は余り進捗していない。米国籍船はU.S. Coast Guardの規則により最少乗組員数が定められてるが、貨物船で法令により23人のところが、実際は38人程度も乗船しており、また油送船では22～23人のところが、27～28人も乗船している現状である。

23-4-2 乗組員の人件費

米国籍船の乗組員（士官クラス）の1人・1年間の総合人件費は\$約1.6万（約576万円）と言われており、商船のコンピュータ・コントロール時代は極く近い将来(in a few years)にやって来るものと考えられている。

表23-1 USMAによる1968年度の海運・造船関係の研究開発項目一覧

A. 委託研究(Contract Studies)

A-1 Shipbuilding Research Program

i) 前年度からの継続分

- (f) Ship Structure Laboratory Testing and Analysis
(University of California, Berkeley, Calif.)
- (g) Structural Design Criteria
(Ship Structure Committee (U. S. Navy, U. S. Coast Guard, American Bureau of Shipping))
- (h) Full Scale Stress Measurement Test of Great Lakes Ore Carrier.
(Society of Naval Architects & Marine Engineers, New York, N. Y.)

ii) 本年度の新規契約分

- (i) Shipbuilding Cost Estimating Methodology
(Engineering & Management Sciences Corp., Woodland Hills, Calif.)
- (j) Hull Design-Modular Deckhouse
(J. J. Henry Co., New York, N. Y.)

iii) 本年度の完了分

- (k) Hull Design-Modular Deckhouse
(J. J. Henry Co., New York, N. Y.)
- (l) Testing and Evaluation of Paint for Oceangoing Ships
(Batelle Memorial Institute, Columbus, Ohio)

A-2 Ship Operations Research Program

i) 前年度からの継続分

- (m) Look-Out Assist Device
(Sperny Piedmont Co., Charlottesville, Va.)
- (n) Seakeeping Qualities-Motions and Powering Predictions
(Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass.)
- (o) Functional and Economic Analysis of Ship Maneuvering Systems
(Robert Taggart, Inc., Fairfax, Va.)
- (p) Ship Maneuvering and Control
(Stevens Institute of Technology, Hoboken, N. J.)
- (q) VHF Satellite Communications
(Westinghouse Electric Corp., Baltimore, Md.)
- (r) Improved Standards for Radio and Electronic Equipment
(Radio Technical Commission for Marine Sciences)
- (s) Human Factors in Ship Control
(General Dynamics, Groton, Conn.)
- (t) Mooring Improvement System
(F. R. Harris, Inc., New York, N. Y.)
- (u) Automatic Boiler Controls
(Cleveland Cliffs Iron Co., Cleveland, Ohio)
- (v) Self-Regulating Steam Generator
(Combustion Engineering, Windsor, Conn.)
- (w) Resistance and Propulsion-Hull Configuration
(University of Michigan, Ann Arbor, Mich.)
- (x) Propulsion Efficiency (U versus V Sterns)
(Naval Ship Research & Development Center, Carderock, Md.)

- (7) Frictional Resistance-Hull Scale and Coatings
(Naval Ship Research & Development Center, Carderock, Md.)
- (8) Contrarotating Propeller on Jumboized Mariner
(Naval Ship Research & Development Center, Carderock, Md.)
- (9) Oil Water Separator
(Cuno Engineering Corp., Meriden, Conn.)
- (10) Oil Monitor Instrumentation
(Illinois Institute of Technology, Chicago, Ill.)
- (11) Research Advisory Services
(Maritime Transportation Research Board, National Academy of Sciences, Washington, D. C.)

ii) 本年度の新規契約分

- (1) Economic Analysis of the Ship Maintenance Function
(Litton Systems, Inc., Culver City, Calif.)

iii) 本年度の完了分

- (1) Combustion of Residual Fuel With Massive Recirculation
(Illinois Institute of Technology, Research Institute, Chicago, Ill.)
- (2) Pilot Plant Study of Low Excess Air Combustion
(Babcock & Wilcox, Alliance, Ohio.)
- (3) Collation of Powerplant Studies
(Illinois Institute of Technology, Research Institute, Chicago, Ill.)

A-3 Port Research Program

i) 前年度からの継続分

なし

ii) 本年度の新規契約分

- (1) Cargo Handling Gear Systems
(Control Systems Research, Arlington, Va.)

iii) 本年度の完了分

- (1) Carg Handling Gear Systems
(Control Systems Research, Arlington, Va.)

A-4 Advanced Ship Program

i) 前年度からの継続分

- (1) Analysis of Inland Cargo Consolidation Centers
(National Bureau of Standards, Washington, D. C.)
- (2) Operation of Barge Trains in a Seaway
(Stevens Institute of Technology, Hoboken, N. J.)

ii) 本年度の新規契約分

- (1) Trans-Ocean Tug Barge Feasibility
(Matson Research Corp., San Francisco, Calif.)
- (2) Transitional Containership Concept
(George G. Sharp, Inc., New York, N. Y.)
- (3) Catamaran Containership Feasibility
(General Dynamics, Groton, Conn.)

- (=) Surface Effect Ship Economic Opportunity
(Stanford Research Institute, Menlo Park, Calif.)
- (+) Competitive Merchant Ship (Bulk)
 - Developmental Plan
(Booz-Allen Applied Research, Bethesda, Md.)
 - Technical Innovations
(Litton Systems, Inc., Culver City, Calif.)
 - Dry Bulk Commodity Forecasts
(Stanford Research Institute, Menlo Park, Calif.)
- (-) Simulation Model for Advanced Marine Shipping Systems
(University of California, Berkeley, Calif.)

iii) 本年度の完了分

なし

A-5 Nuclear Ship Program

- i) 前年度からの継続分
 - (+) Experimental Commercial Operation of SAVANNAH
(First Atomic Ship Transport, Inc., Hoboken, N. J.)
 - (+) Facilities and Support for SAVANNAH
(Todd Shipyards, Galveston, Tex.)
 - (-) Nuclear Training, SAVANNAH
(U. S. Merchant Marine Academy, Kings Point, N. Y.)
 - (=) Nuclear Training, SAVANNAH
(U. S. Army Nuclear Instrumentation School, Fort Belvoir, Va.)
 - (+) Nuclear Training, SAVANNAH
(Bull & Roberts, Inc., Murray Hill N. J.)
 - (-) Nuclear Training, SAVANNAH
(First Atomic Ship Transport, Inc., Hoboken, N. J.)
 - (+) Nuclear Training, SAVANNAH
(U. S. Public Health Service, Washington, D. C.)
 - (+) Advanced Nuclear Cargo Ship
(General Dynamics Corp., Groton, Conn.)
 - (+) Roll Distribution of a Nuclear Cargo Ship With and Without Flume Stabilization
(J. J. McMullen Associates, New York, N. Y.)
 - (-) Merchant Ship Reactor, Preliminary Safety Analysis
(Westinghouse Electric Corp., Pittsburgh, Pa.)
 - (+) Spent Fuel Shipping Services
(Nuclear Fuel Services, Bethesda, Md.)
 - (-) Economics of Nuclear Fuel
(NUIS Corp., Washington, D. C.)
- ii) 本年度の新規契約分
- なし
- iii) 本年度の完了分

- (1) Merchant Ship Reactor, Preliminary Safety Analysis
(Babcock & Wilcox, Lynchburg, Va.)
- B. 公開実験・シンポジウム (Demonstrations and Simposia)
 - (1) Self-Regulating Steam Generator
1968年6月4日。於 Philadelphia Division of the Naval Ship Engineering Center
 - (2) Merchant Ship Satellite Communication
1968年5月22日。Grace Line の “S. S. Santa Lucia 号” 船上。於 Baltimore 港。
- C. 自主研究 (In-House Studies)
 - (1) “A Study of a Transitional Containership Concept”
by Andrew R. Goobek
 - (2) “Advanced Marine Transportation System/Analysis Model”
by James G. Gross
 - (3) “Model for the Preliminary Evaluation of Total Value and Quantity of Import and Export for ‘World’ Trade Areas”
by James G. Gross
 - (4) “Marine Transportation Analysis Model”
by Poul B. Mentz.
 - (5) “Marine Transportation Economic Analysis”
by Paul B. Mentz
 - (6) “Model for Preliminary Evaluation of Total Cargo Transportation Time and Transportation Cost for Advanced Carg Transportation Systems”
by James G. Gross
 - (7) “Nuclear Fuel Cost Analysis Model”
by Paul B. Mentz
 - (8) “Preliminary Calculation of the Lift and Drag and Angle of Attack for Submerged Hydrofoils”
by James G. Gross
 - (9) “Model for the Preliminary Design of Surface-Effect Ships”
by James G. Gross
- D. 技術論文 (Technical Papers)
 - (1) “Maritime Administration, Office of Research and Development Activities”
by E. Kemper Sullivan
 - (2) “Maritime Nuclear Propulsion Today”
by Frank R. Kesterman
 - (3) “Looking Into Nuclear Propulsion”
by Frank R. Kesterman
 - (4) “NS SAVANNAH Water Chemistry.”
by F. J. Pocock (Babcock & Wilcox Co.), C. P. Patterson, and R. A. Benedict (First Atomic Ship Transport Inc.)
 - (5) “A Preliminary Report on the Maritime Mobile Satellite Communications Test Aboard the S. S. SANTA LUCIA”
by E. J. Mueller (Westinghouse) and C. G. Kurz.

(注) “Research and Development Progress (July 1, '67～June 30, '68)” より作成。

24. NSRDC

The Naval Ship Research and Development Center

訪問先 Carderock, Maryland, U. S. A.
所在地

面談者
(役職) Capt, M. da C. Vincent (Commander of NSRDC)
Mr. R. M. Stevens (Applied Mathematics Laboratory)
Lt. G. T. Wagner (Naval ship Engineering Center)
Mr. F. W. Langner (同上)

24-1 NSRDC の概要

NSRDC はアメリカ海軍の研究所の1つであって、その前身は有名な David Taylor Model Basin である。研究の多様化と共に幾度か改組され今日に至っているが、図24-1に NSRDC の歴史的変遷を示す。

現在 NSRDC は、次の主要な7つの研究室と、2つの部門より成っている。

(a) Hydromechanics 研究室 (メリーランド州、カーデロック)

海と船との相互作用の研究

(b) Structural Mechanics 研究室 (同上)

船体構造に関する研究

(c) Acoustics & Vibrations 研究室 (同上)

音響と振動に関する研究

(d) Aerodynamics 研究室 (同上)

flight vehicle, weapon の研究

(e) Applied Mathematics 研究室 (同上)

海軍の諸問題の解決に対する数学解析とコンピュータ

技術の研究

(f) Mine Defense 研究室 (フロリダ州、パナマ市)

水雷魚雷に対する船の防御に関する研究

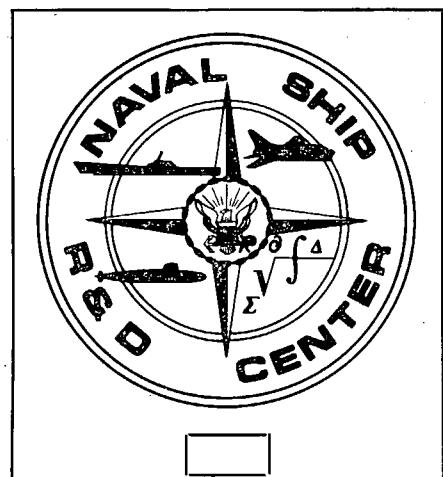
(g) Marine Engineering 研究室 (メリーランド州、アナポリス)

舶用機関プラント、制御システム等に関する研究

以上のはかに、中央計測器部 (Central Instrumentation Division) (カーデロック), ハイドロフォイル部 (Hydrofoil Development, (ワシントン州、ブレマートン) がある。

各研究室の所在地および NSRDC の Carderock 研究所の全景を図24-2, 図24-3 に示す。

図20-1 調査団に贈られた楯
(下部には下記の文字が刻まれている)



PRESENTED TO
JAPAN SHIPBUILDER'S SURVEY TEAM
ON THE OCCASION OF THEIR VISIT
27 MAY 1969

図24-2 NSRDC 研究室の所在地

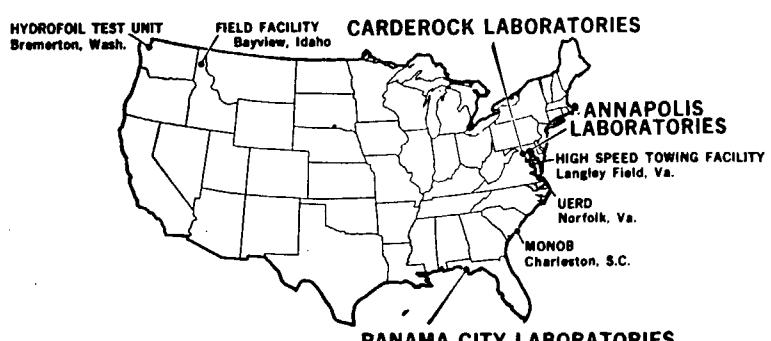
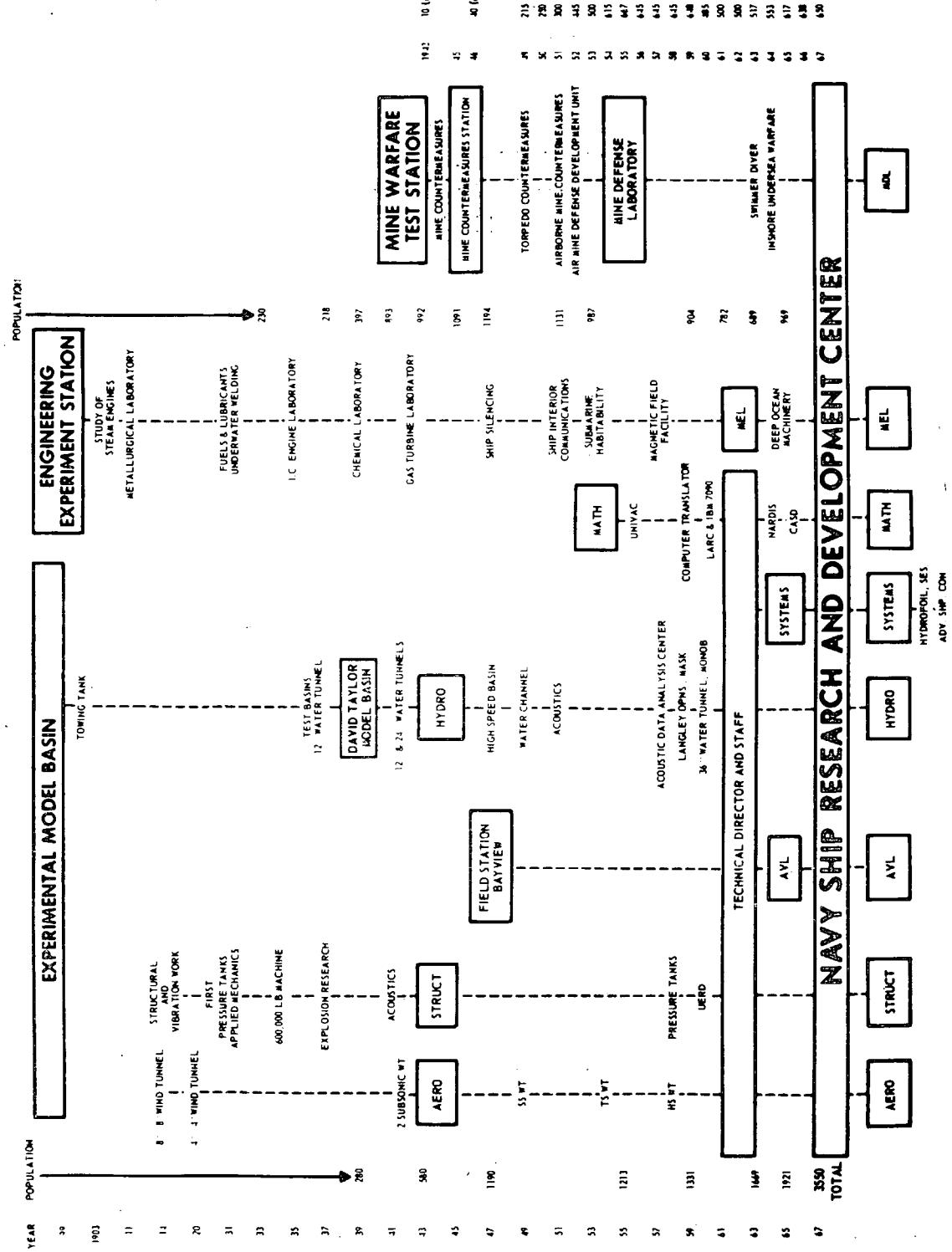


図24-1 MSRDC の歴史的変遷



24-2 Applied mathematics 研究室について

今回我々が訪問したのは、Applied mathematics 研究室であり、船の設計、構造、人、物のコントロールに対するコンピュータ技術の応用を担当しており、ティラーー船型水槽のすぐ傍にある。

船舶の設計建造に関するコンピュータ利用に関しては

- (a) Concept formulation
- (b) Contract design
- (c) Detail design
- (d) Planning & scheduling
- (e) Ship construction

の各ステージがあるが、このうち concept formulation 即ち、全体のシステムを体系的に具体的に構成するのが特に重要であるとの説明があった。

24-3 コンピュータの Contract design への応用

このステージでは現在以下の各種のプログラムがある。

- (a) コンピュータによる ship arrangement の作成

この目的のため、英語による common language (汎用言語) を開発している。これは APT (注) とは異なる造船用システムである。

- (b) 艦艇構造の決定

艦艇の構造決定のため、マサチューセッツ工大と協同でプログラム開発した。これはフレーム、ストリンガー、外板の寸法および位置を変えて 3 次元的に強度計算を行なう。

その判断基準は i) 強度 ii) 端末条件 iii) 工作の 3 点が考慮され、IBM 7090 で 10 分の計算時間が必要とする。

最終出力として midship section 図がえられる。

- (c) 推進系統の決定

主機、軸系、プロペラの推進系統の設計および振動解析のプログラムであり、数多くのサブルーチンより構成されている。

システムの設計目標は最小重量システムであり、入力として種々の系の組合せのパラメータ値を与えれば、その各々に対して、プロペラ直径、軸系がえられ、それぞれの代替案のリストより人間が最適解を選ぶ。

- (d) ヒート・バランス計算

この手順は図24-4に示される。

(注) 6 は未だ組込まれていず、意図のみ有している。

- (e) 配管設計

Feed water, sprinkling water, chilled water, drain water, f. o. suction, condensate 等の各配管系統に対してパイプ位置を入力として各システムにつきパイプが最小重量になるように強度計算を行なう。

出力としてはパイプ材料のシステム・リストが得られ、こ

図24-3 NSRDC, Carderock の全景

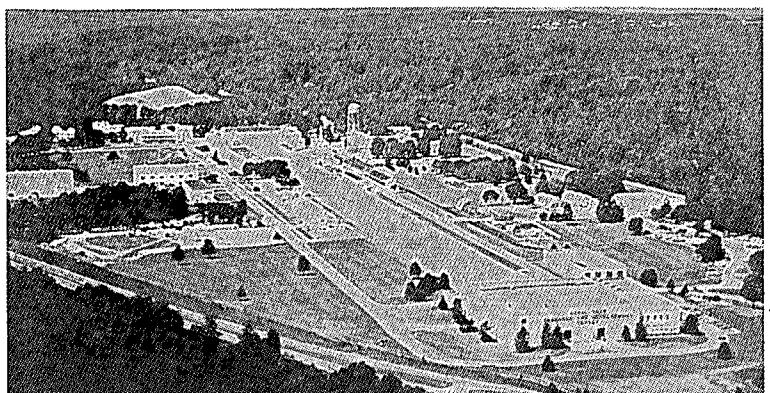
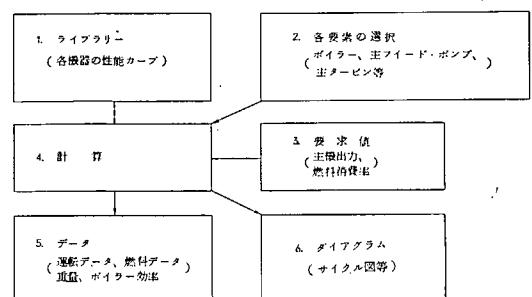


図24-4 ヒート・バランス計算の手順



れよりパイピング、スケジューリング等の仕様作成が可能である。また、燃料系統は各タンク間の移送を考慮する要があり複雑なのでこの系のサービスは取扱われない。

(f) 線図フェアリング

1959年よりプログラム開発を行ない、4か年で終了した。

これは Dr. Theilheimer の方法の修正であり、船体を flat bottom, trace of WL, bow & stern case の各領域にわけてフェアリングを行ない、あとで夫々の結合を考える方法をとっている。

24-4 コンピュータによる detail design への応用

本ステージとしては著名な CASDOS (Computer Aided Structural Detailing Of Ships, コンピュータによる船殻構造の詳細設計) がある。概要は以下の通り。

- ・ CASDOS は Navy Ship Administration, NSRDC Technical Review, Navy Practice の 3 者の規準を満足するように組立てられている。
- ・ CASDOS のシステム入力は contract plan, contract specification, master butts であるが、その内容は次の通りである。
 - i) Contract plan : shell scantling, deck scantling cross section
 - ii) Contract specification : loading, design requirement
 - iii) Master butts : sub-assembles ベース
- ・ CASDOS のシステム出力は detail scantlings, part geometry, lofting, list of materials & weight report, part & assemble drawings である。
- ・ 計算手順の相互関連は図24-5の通りである。
- ・ Detail design に関する一般的システムは図24-6のような concept をもっている。

24-5 その他

24-5-1 CASDOS の現状

- (a) CASDOS は未だテスト段階であり、実用されている訳ではない。2年間はテスト（開発担当の A. D. Little に対する確認テストの意と思われる）、のち実際の艦艇建造に平行して2年間評価を行なう。
- (b) CASDOS に関する NSRDC の役目はシステム開発のコーディネーションと確認テストであり以後実用化が確認された暁には10か所の海軍工廠に対する計算サービスを行うことになる。
- (c) 現在 IBM 7090 を使用しているが、計算がおそく、かつ高価なので、CDC 6600 への移行を検討中である。

24-5-2 COMRADE (COMputer Aided Design Environment,

予め貯えられた設計論理を中心としたプログラム・モジュールを呼びだしながら、設計者がコンピュータと対話的に設計問題の解決を計っていくコンピュータ利用方式を可能ならしめるプログラム・システム) COMRADE について1968年に発表された概要は予算獲得のための concept であるといわれているが、詳細は不明、だが、今後の発展が注目される。

なお、CASDOS のほかに種々の開発・研究を行なっているとのことであるが詳細は説明されなかった。

図24-5 CASDOS 計算手順

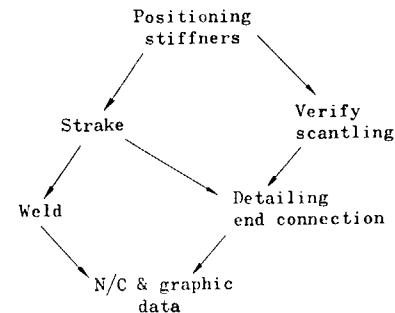
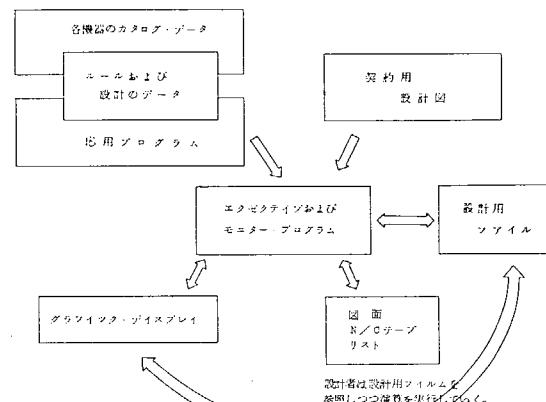


図24-6 Detail design のシステム概念



25. IDI

Information Display, Incorporated

訪問先
所在地

333 North Bedford Road, Mount Kisco, New York 10549, U. S. A.

(ただし、見学場所は The Society for Information Display 展示会場, Marriott Twin Bridges Motor Hotel, Arlington, Virginia, U. S. A.)

面談者
(役職)

Mr. T. O. Hagerth (Product Manager)

25-1 IDI 社の概要

5月27日～29日の3日間に亘ってディスプレイ装置に関するシンポジウムおよび展示会が催されたので、これを訪問した。

IDI 社はグラフィック・ディスプレイ・システムの専門メーカーとして数ある同業メーカーの中でも特色あるメーカーとして知られている。1945年に創立され当初はエレクトロニクスの部品およびサブ・システムのメーカーとして出発した。

コンピュータを利用したグラフィック・ディスプレイ・システムは1960年以来手がけてきた。

しかし、同社はコンピュータ本体は製作していないので、各種のコンピュータと結合が可能なるようなインターフェース（注）を用意している。

販売（含受注）実績は米国、カナダ、ヨーロッパ、アジアと広く全世界に実績を有するが現在、米国にて稼動中のものは約14台と言っている。また、日本では北海道大学1台、富士通（株）3台、東京芝浦電気（株）1台が輸入されている。

現在グラフィック・ディスプレイ・システムとして IDIOM (Information Display Inc's Input-Ouput Machine) と Model E 1 の 2つのシステムを販売している。IDIOM の方が標準品であり、コンピュータが含まれている。（コンピュータは米国 DEC 社製 PDP-8 型）価格は\$約 79,000 (約3,129万円) である。

一方、Model E 1 はユーザの手持ちのコンピュータと接続するように考えられたシステムである。価格は\$40,000 である。したがって、Model E 1 の場合にはコンピュータとインターフェースが必要となる。

以下では、標準システムである IDIOM の概要を紹介する。

25-2 IDIOM システムの概要

本システムの外観を図 25-1 に示す。また本システムの簡単なプロック・ダイヤグラムを図 25-2、詳細なプロック・ダイヤグラムを図 25-3 に示す。

図 25-2 に示すように、本システムは機能別に分けると次の 4 つの部分から構成されている。

(a) Programmable Memory Unit (PMU)

4千語 (32千語まで拡張可能) ×16 ビットのコア・メモリで、DPU のバッファとなっている。

(b) Display Processing Unit (DPU)

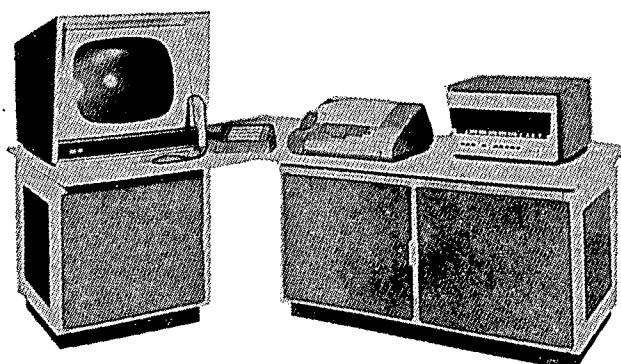
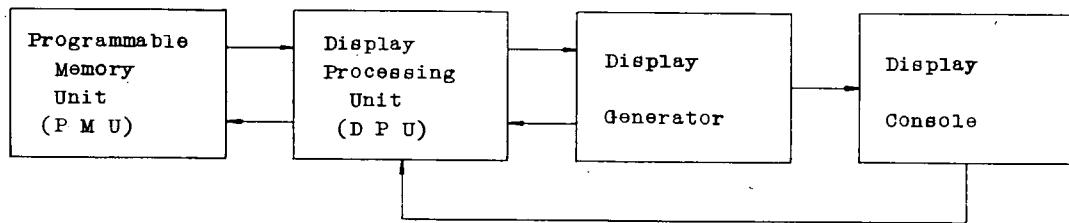


図25-2 IDIOM システムの簡単なブロック・ダイヤグラム



本システムの中心部で、各種のコントロール用レジスタ、データ伝送用バス等から構成されている。

PMU とディスプレイ・ジェネレータの間の通信はすべて DPU がコントロールしている。

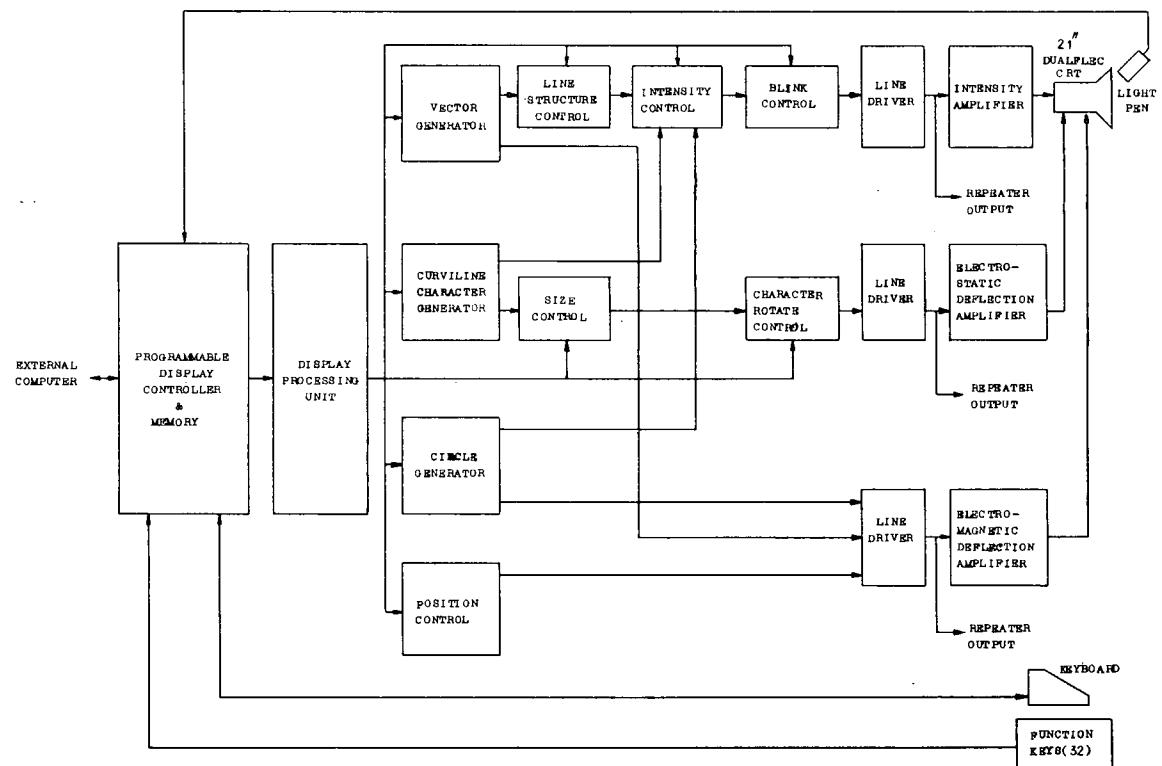
(e) Display Generator

各種のファンクション・ジェネレータから構成されている。ジェネレータの種類としては、キャラクタ・ジェネレータ(アスキイ・コードによる62文字), ベクトル・ジェネレータ, サークル・ジェネレータ, ポジション・ジェネレータ(分解能 1,024 本×1,024 本)が用意されている。

(d) Display Console

CRT (注) (21in), ライトペン, 入出力用タ입ライタ, 32種のファンクション・キーボード等から構成されている。

図25-3 IDIOM システムの詳細なブロック・ダイヤグラム



25-3 グラフィック・ディスプレイ・システムの応用

グラフィック・ディスプレイ・システムの適用分野としては、次の分野が考えられる。

(a) プログラム・デバッグ (Program Debugging)

プログラム中の任意の部分をディスプレイ上に呼出して、修正、編集を行なうことはデバッグ作業の能率向上に有効と考えられる。

(b) CAD (Computer-Aided Design)

IC あるいはプリント基板回路のパターン構成の設計などが 1 例として考えられる。

(c) N/C (注) テープの作成

Machining pattern をディスプレイ上に描き、それを N/C テープ化する。

(d) プロダクト・シミュレーション (Product Simulation)

3 次元の物体を各軸の廻りに回転させながら、modify を研究する。

(e) その 他

経営企画、生産計画、情報検索、制御システムの監視と制御等が考えられる。

25-4 TI 社システムの概要

今回の展示会に於て、IDI 社の外に、技術的に顕著なものとしては、TI社 (Texas Instruments, Inc.) のレーザ・ディスプレイがあったので附記する。

このディスプレイは、遠くにあるコンピュータから送られて来る情報をまず磁気記憶装置に蓄積し、そのイメージを $1.5m \times 1.5m$ の大きさのスクリーンの上にディスプレイする機能をもっている。

主な機能は次の通りである。

(a) 英数字および絵もディスプレイできる。

(b) ターミナルをつかって対話ができる。

(c) 色は、ブルー、グリーン、シアンの 3 色である。

赤を追加して天然色にすることが可能である。

(d) データの密度は 512本 \times 512本 であるが、

これは 1,024本 \times 1,024本 まで拡張が出来る。

今回展示会に出品されていたものはビジネス会議室用に向くように設計されていたが、この他いろいろな応用分野を考えられ、船の自動化にも、機能的には充分使用出来よう。ただし、現在は、まだ高価で \$ 約 30 万 (約 1.08 億円) とのことであった。

26. MICHIGAN UNIVERSITY

The University of Michigan, College of Engineering

訪問先 450 West Engineering Building, Ann Arbor, Michigan 48108, U. S. A.

面談者 Professor Harry Benford
(役職) Mr. R. Battacharyya

26-1 ミシガン大学の概要

同大学はアメリカで最も由緒ある大学の一つで、マサチューセッツ工科大学 (MIT) と並んで造船造機学科をもっているユニークな存在であり、現在同学科の主任教授である Prof. Harry Benford は、船舶の運航経済性についての第一人者である。

26-2 自動化の研究

船舶のコンピュータ・コントロールについては同大学では、現在研究を行ってなく、主として自動化に伴なう経済性の検討の研究を行っている。研究の主体は、船舶の基本計画時に経済性を検討するには、いかなる方法であるべきかという基礎的なものが主体をなしており、その原理を応用して実際の輸送モデルのシミュレーションを船の設計計画と関連させて研究を行っている。

経済性の重要なチェック・ポイントとして、次の 5 項目をあげているが、これ等についての方法論が確立されているとのことである。

- ・資金の現在価値
- ・金利の計算
- ・輸送コストの計算方法
- ・税金の考え方
- ・投資の可否の判定方法

26-3 コンピュータの利用

同大学には IBM 360 - M 67 (注) コンピュータ 2 台が設置されていて各教室にタイムシェアリング (注) のターミナルが接続されており、研究者や学生はこのターミナルを用いて、コンピュータと対話しながら、プログラムの作成や計算を行うことが出来るというようにコンピュータの研究活動への利用は極めて便利になっている。タイム・シェアリングは IBM 社が提供するものと、同大学が独自に開発した MTS と称するものの 2 つのモードで動かしている。

上記の他、計算サービスとして、次のものを行っている。

- ・ボンジャンとハイドロ・カーブ
- ・スタビリティ
- ・抵抗計算
- ・推進計算
- ・船体運動
- ・舵特性計算
- ・操縦性解析

- ・強度計算

- ・振動計算

また教科の中に、コンピュータ・エイデッド・シップ・デザインが採用されており、内容は次の通りである。

- ・船型の数式表示

- ・コンピュータを利用した初期設計

- ・最適設計

- ・コンピュータを利用した詳細設計

- ・コンピュータ・グラフィックスと N/C (注)

- ・コンピュータ・エイデット・デザイン用言語とシステム

- ・シミュレーション (注)

27. CDC

Control Data Corporation, Corporate Headquarters

訪問先 8100 34 th Avenue South, Minneapolis, Minnesota 55440, U. S. A.
所在地

面談者 (役職) Mr. H. Lederer (Manager of Administration, Pan American/C. D. Far East Region)
Mr. G. M. Harold, Jr. (Research and Development Corporate Representative)
Mr. F. A. Stevenson (Program Manager, Ocean Systems, Space & Defense Systems)
Mr. K. Frye (Logic Design Engineer, Space & Defense Systems)
Mr. W. G. Brown (N. C. Staff Consultant, Division Marketing Staff, Data Center)
Division
Mr. R. O. Vainik (Customer Relations Representative, C. D. C. Corporate Headquarters)

27-1 CDC 社の概要

同社は1957年に設立された新興のコンピュータ・メーカーである。かつてコンピュータ界の名門であったベンディックス社、GPI 社を買収合併しさらに有力なソフトウェア専用会社 CEIR 社を買収し、さらに昨年アメリカ第2の商業クレジット会社 CCC 社 (コマーシャル・クレジット・コーポレーション) を買収して成長をつづけている。

現在 CDC 日本支社は25名の陣容を持っており、事業内容としては磁気ディスクとか磁気テープとかの周辺機器を富士通、沖電気、東芝などに提供することが主で、最近 IHI-東芝に船舶の構造の設計計算用としてCDC-3300 デジグラフィック・システムを販売した実績をもつ。

米国における最近の著しい発展に比し、日本の市場での伸びがはかばかしくなかったが、今後はサービスの改善を中心にして CDC 社の優秀な大型機 6000 シリーズを紹介していきたい。輸入制限の問題が解決すればジョイント・ベンチャまたはライセンスのいずれかで日本での生産も考えたいとの意向であった。

27-2 軍用のコンピュータ

CDC 社は大型コンピュータで成長してきた会社であるが、小型のソコピュータについても高い技術を持っている。

第4世代、第5世代のコンピュータはどのように発展するかについて説明があった。

表27-1 コンピュータの発展

年	世代	技術
1950	第1世代	真空管
1955	第2世代	トランジスタ(ディスクリート)
1962	第3世代	IC, 4gate/chip
1966	第3.5世代	MSI, 100 マイクロ
1968	第4世代	LSI, 1,000 マイクロ
1974	第5世代	ウエーファ 10,000 マイクロ

(注) 商業ベースは約2年おくれ

表27-2 航空用コンピュータ

項目	開発年度		
	1962	1967	1972
大きさ	l	56	20
重さ	kg	45	16
電力	ワット	250	80
計算速度	μs	200	30
コスト	\$	160,000	30,000
MTBF	時間	330	10,000
			150,000

(注1) 4Kメモリ・コンピュータ・ベース。

(注2) 1972年頃には巨大メモリが必要とされよう。

同社は 6000 シリーズ、7000 シリーズに見られるごとく、世界でも超大型ではもっとも強力なメーカーであるが、超小型のコンピュータでも、449-2, 5100, 5360, 5400 とかの軍用コンピュータのごとく最高の技術をもっている。

CDC は LSI の技術を応用し、次代の軍用コンピュータとして ALPHA コンピュータを開発した。このコンピュータは1970年以降軍のコマンド・コントロールに使用される予定であり、第4世代のコンピュータである。(図27-1)

参考) このコンピュータは、 $12 \times 19 \times 40$ cm, 8.2kg, 16千語(1語32ビット)で、現在の中型機なみの能力をもっている。

このコンピュータのディスプレイとして薄型(厚さ1in)のプラズマ・ディスプレイ(注)を開発している。これらの新しい技術は軍の資金で開発が行なわれている。第4世代への移行は予想していたより大きな影響を及ぼすようである。

27-3 船用コンピュータ CDC 5100

このコンピュータは船用としての実用機として開発されたもので、海軍の艦艇用としての仕様に合格するように作られており、 $15 \times 18 \times 46$ cm, 12.2 kgである。同社の基本方針は、船用として考える場合、苛酷な環境に耐えられるコンピュータが適

表27-3 コンピュータの仕様による価格比

用 途	価格指数
商業用	100
艦艇用	125
空軍用	200
宇宙用	600

当な価格で提供されれば、特別な考慮(例えばエアコン等)を払わないで、船舶に搭載できるので、総合的に考えると結局経済的になるとの見方に基づいて、決められている。

一般的に言って、コンピュータの仕様による価格比は、同社の場合目安としては表27-3の通りである。

CDC 5100は、4千語(1語16ビット)のスタンダード(図27-2および図27-3参照)

で \$2.2万(792万円)である。入出力は同社の商業用プロセス制御コンピュータCDC 1700と互換性がある。現在応用分野としては ITT 社のNNSS 受信機(注)と直接接続したものが製品化されており、今回の工場見学で、実際の受信実験が見学出来た。(図27-4参照) この他オメガ、ロラン、デッカおよび他の航海システムとも接続が可能であり、その他のリアルタイムの信頼性の高い演算を要する応用分野に使用することが出来る。

このコンピュータのもう一つの特長は、同社の大型のコンピュータでプログラムのテストを行なうことである。プログラマの生産性の向上には本方式の採用は有益な手段である。これを実現していることは注目しなければならない。

なお、メインテナンスは船上で乗組員の手で行ないうるよう考慮されており、平均故障修理所要時間(MTTR, Mean Time To Repair)は20分と言う仕様で設計されている。

図27-1 ALPHA セントラルプロセッサー

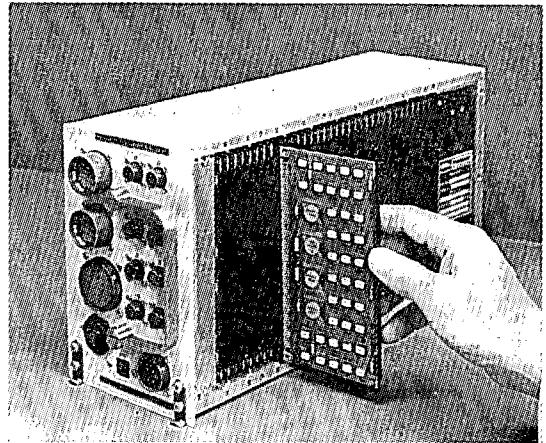


図27-2 CDC 5100

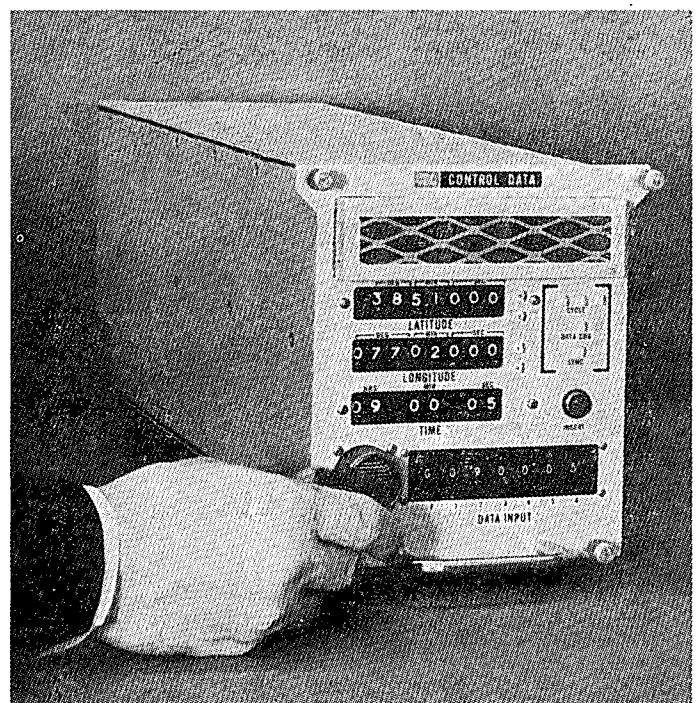


図27-3 CDC 5100 構成図

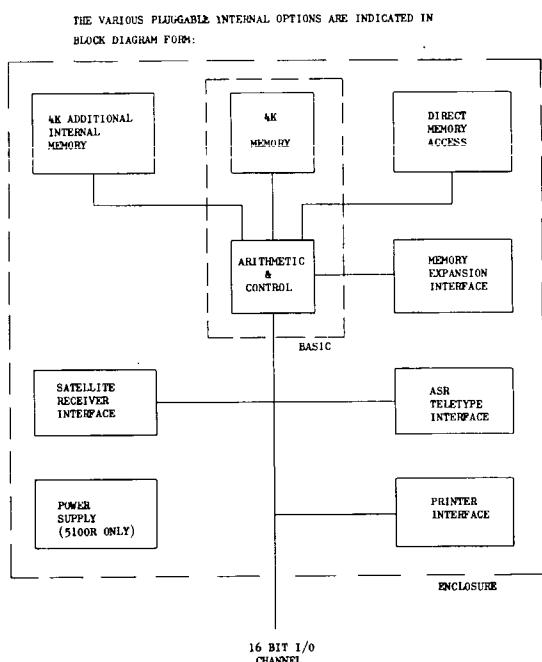


図27-4 CDC 5100 による NNSS 受信結果

00	
03	
01	
27	
38	86107
00	
04	
05	
23	
46	98092
00	
05	
01	
27	
44	北緯
51	度分
338	
93	西経
13	度分
418	
19	グリニッジ
14	標準時
00	時分秒

28. UNIVAC

Univac Division of Sperry Rand Corporation

訪問先
所在地 2276 Highcrest Drive, Roseville, Minnesota, U. S. A.

面談者
(役職) Mr. Y. Eguchi (Japan Liaison, St. Paul, c/o International Operations)

28-1 Univac 社の概要

同社は、Sperry Rand 社の一部門であり、コンピュータおよびその周辺機器を製作している。同社が生産しているコンピュータは、その規模、用途に応じ大型から特殊用途の小型に至るまで非常に多種にわたっている。

今回訪問したミネアポリス・セントポール地区には、Data Processing Division (商業用) と Federal Systems Division (軍用) の2つの部門があり、両方で約10,000名の従業員がいる。

28-2 Data Processing Division の見学

本部門では、UNIVAC 1108, 1106, 494, 490, 418 等のタイム・シェアリング (注) 可能な大型のコンピュータを生産している。そして、これらのコンピュータに必要なソフトウェアは、同部門のシステム・センターで開発している。生産されるすべての機種が並べられ、システム・プログラム (注) およびアプリケーション・プログラム (注) を開発している様子は壯観であった。

28-3 船用コンピュータ

同社の Federal Systems Division は、エアロスペースおよび軍用の大型コンピュータを多量に生産している。近年における同社のコンピュータの発展の過程を図28-2 および図28-3 に示す。

図28-2 Federal Systems Division
のコンピュータの発展

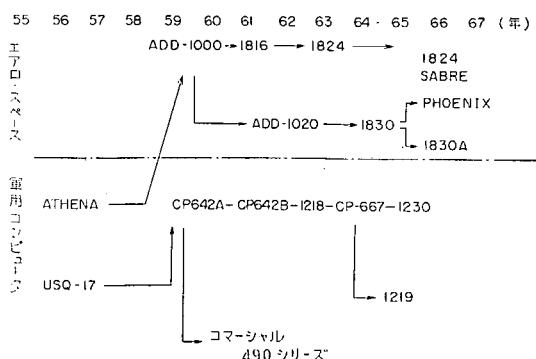
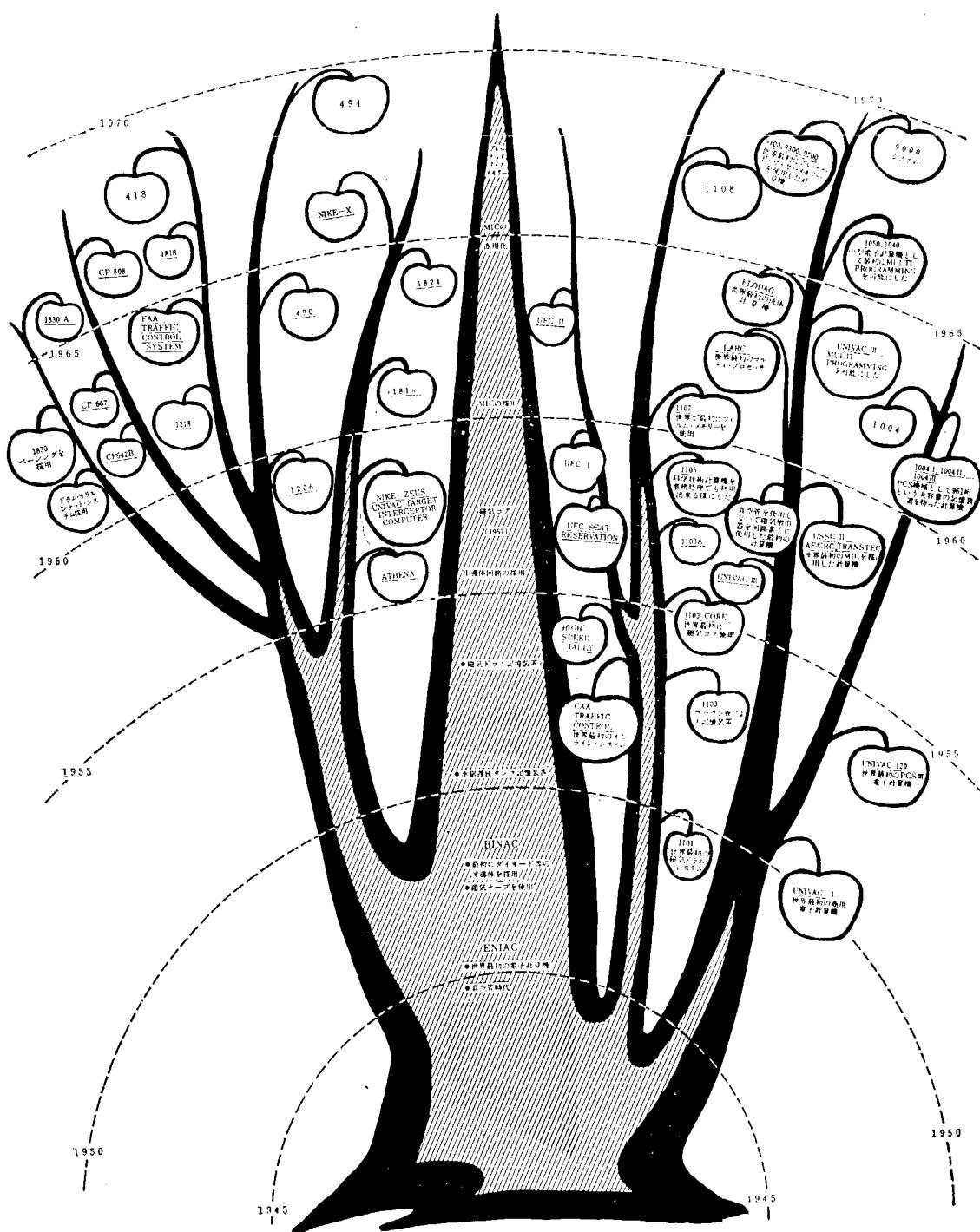


図28-3 ニューパック・コンピューターの発展



29. BOEING

The Boeing Company, Commercial Airplane Division, Auburn Branch and Everett Branch

訪問先
所在地 Auburn Branch, Auburn, Washington, U. S. A.

Everett Branch, Everett, Washington, U. S. A.

面談者
(役職) Mr. G. D. Clappe (Manager of Operations Research, Renton Branch)

Mr. B. Houston (Public Relations, Everett Branch)

Mr. M. E. Miller (Part Programmer, Auburn Branch)

Mr. H. V. Keimpema (同上)

Mr. D. E. Cook (IBM, Renton)

29-1 Boeing 社の概要

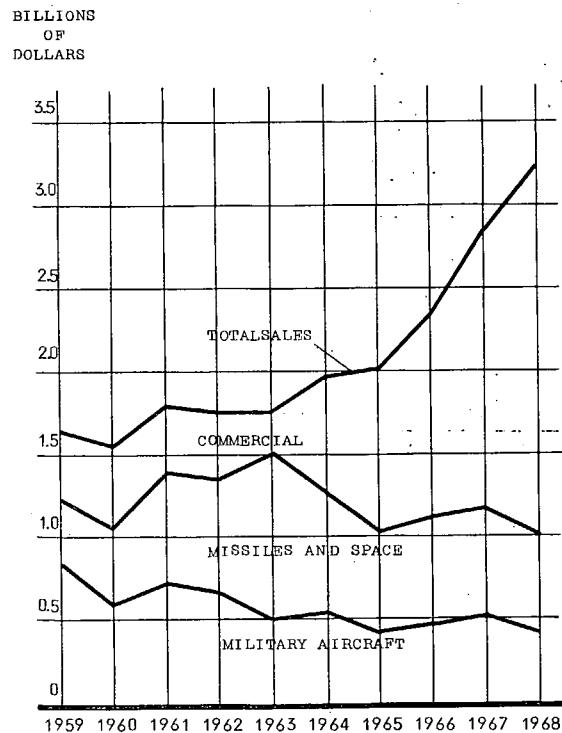
同社は大別すると Commercial Airplane, Missiles & Space, Military Aircraft の 3 グループにわけられる。主力である Commercial Airplane Division は発祥地シアトルの近郊に位置しており他はアメリカ各地に点在している。

1968年における総従業員数は142,400人であり、表29-1に各グループ別の売上高、図29-1に売上高の推移を示す。

表29-1 Boeing 社の売上高

グループ	1968年	1967年
Commercial	\$ 2,297 million	\$ 1,702 million
Missiles & space	" 585 "	" 670 "
Military Aircraft	" 442 "	" 508 "
計	\$ 3,274 million (1兆1800億円)	\$ 2,880 million (1兆250億円)

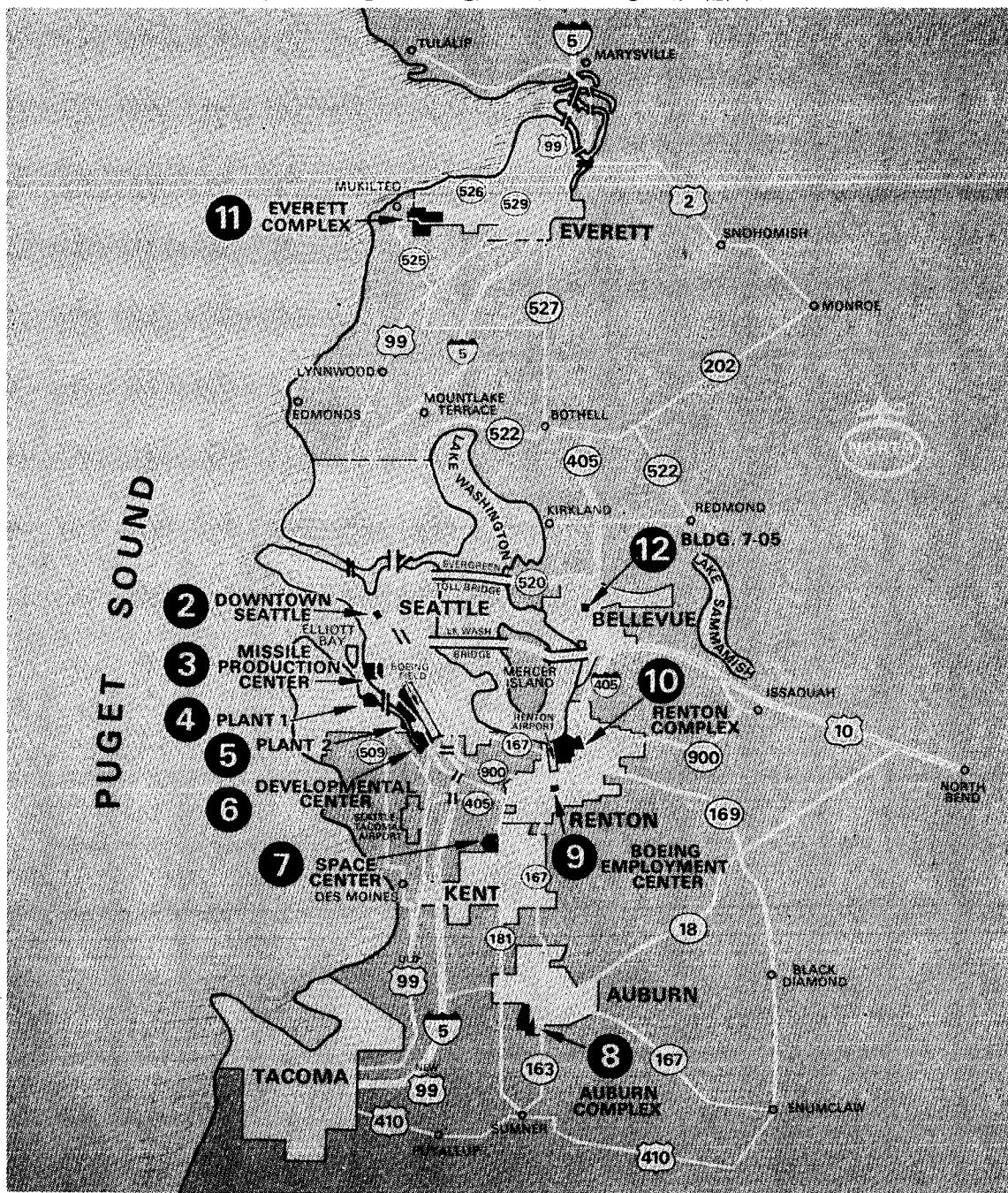
図29-1 Boeing 社の売上高の推移



今回訪問したのは Commercial Airplane Division のオーバーン工場およびエバレット工場であって、同 Division は民間用航空機 B-707, B-727, B-737, B-747 および SST を製造または開発しているが、このうちオーバーン工場は各機種の部材加工工場、エバレット工場は B-747 の専用組立工場である。

Puget Sound 地区における Boeing 社の各工場の配置図を図29-2に示す。

図29-2 Puget Sound 地区における Boeing 工場の配置図



29-2 Boeing 社における N/C (注) 利用について

29-2-1 航空機工業における N/C 利用の重要性

航空機製造における技術的命題は weight saving と quality control にあり、生産コストはその次の問題である。この命題は航空機の高速化・巨大化とともに益々シビアとなり、現在ではこのような技術的命題をみたすためには重要な部品は N/C 加工にするのが最善であると考えられる。Boeing 社では、各部品の N/C 化の順位については次のような基準を設けて N/C 化に努力している。

第1順位 人力では加工できない形状と許容精度を要求されるもの

第2順位 コスト利得が人力と較べて4倍以上であり、加工精度が±0.01 in 以上のもの

第3順位 コスト利得が人力と較べて2倍以上のもの

29-2-2 N/C 工作機械

Commercial Airplane Divisionにおいては、現在全体の工作機械のなかで約20%が N/C 機械であり、その内訳は連続切削工作機86台（ほかに24台発注中）、Point to point machine 40台（ほかに9台発注中）を保有している。上記のうちオーバーン工場では連続切削工作機66台（ほかに12台発注中）、Point to point machine 8台を有しており主としてB-747のパーツを加工しているが、この大型機の Skin mill（外板切削機）および Spar mill（骨切削機）は粗材より一体で切削し、最大のパーツ寸法は 105 ft（約32m）×12 ft（約3.6 m）である。

これらの長尺物は専用トレーラーでオーバーン工場よりシアトル市中をぬけ、56哩はなれたエバレット工場（B-747の組立工場）へ輸送される。

N/C 工作機は数多くのものを使用しており、現在約20種の制御機が導入されているが、制御機用テープの種類は約15種にのぼっている。同一メーカーでテープ・コードが異っているものもあるので、プログラミングおよび計算処理上大きい障害となっている由である。

29-2-3 N/C テープの作成の過程

- (a) 技術部門より MDI (Master Dimension Identifier, 機体および翼のオフセットで、フェアリングされ数式表示されているもの) および各種図面が製造部門に送付される。
- (b) オーバーン工場のプログラミング部門は、工作方案作成（50人）、プログラミング（プログラム方案（3人）、パート・プログラマー（45人）、アフター・プログラマー（50人）、計約100人）と分業体制をとっている。
まず工作方案作成においては、各パートをどのような工作機で加工するか、どのような治具を作成するかについて事前計画が決定される。この事前計画にもとづいてパート・プログラマーがプログラムを作成する。
- (c) N/C 言語は APT III（注）、APT-LOFT を採用し、後者に対して MDI を有効に利用するために Boeing 社で開発されたステートメントが追加されている。
- (d) パート・プログラム（注）のディバッキングおよび各種処理は IBM 360/65-/40（注）の ASP システム（注）でバッチ的（注）に処理される。
- (e) N/C テープのチェックは通常の場合は UDM 社型自動作画機で行なわれるが、材料が高価なチタニウムの場合にはプラスチック材で試験加工を行なうことがある。
- (f) アフター・プログラマーはプログラム・リスト、N/C 作画のチェックを担当する。
- (g) コンピュータおよび工作機は3交代制、プログラマーは1交代制で働いている。

29-2-4 パート・プログラマーの教育

Basic-APT、多軸用-APT に対して計6週間の訓練コースを設けている。同社のパート・プログラマーは高年配者が多く、なかには50歳をすぎた人達も入っており、これに対して N/C 工作機械のオペレータは、比較的若年層が多い。

29-2-5 今後の N/C 処理システムの動向

N/C 处理については現在もっとも基本的なバッチ処理方式を採用しているが、将来次の2ヶのシステムへ順次移行することを考慮中である。

- (a) ATS (Administrative Terminal System)

これは、オーバーン工場のパート・プログラム処理用コンピュータ IBM 360/65-/45 システムを遠距離にある各工場のパート・プログラム部門より、電話回線を介して集中的に利用しようとするものであり、現在テスト中である。

- (b) CRBE-APT (Conversational Remote Batch Entry-APT)

APT を会話モードでリモート・バッチ方式で使用しようとするものである。

- (c) Graphic-APT

Lockheed 社は既に N/C 处理にグラフィック・ディスプレイを実用化中であるが、Boeing 社では本システムは高価であるとの理由で未だ実施の意向はない。しかし、技術部門では、研究・開発にグラフィック・ディスプレイを使用している由である。

29-2-6 N/C システムの問題点

Boeing 社においては 60% 以上の部材加工が現在 N/C 工作機械によって行なわれているが未だ初期段階であるという。この理由は現在の処理システムが人手がかかる、タイミングが悪い等の欠点によるものと思われる。

特に、設計段階で完全な Master Dimension が用意され難いことが問題であると言っている。

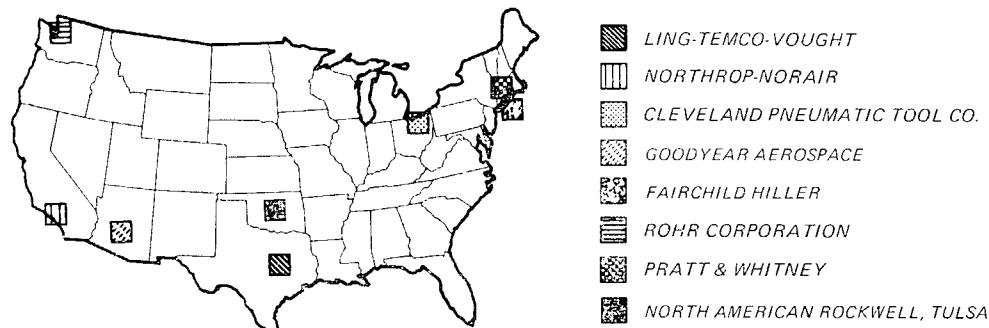
29-3 エバレット工場における B-747 の組立について

エバレット工場では現在従業員は 21,000 人であり、うち 15,000 人は直接組立業務に従事している。

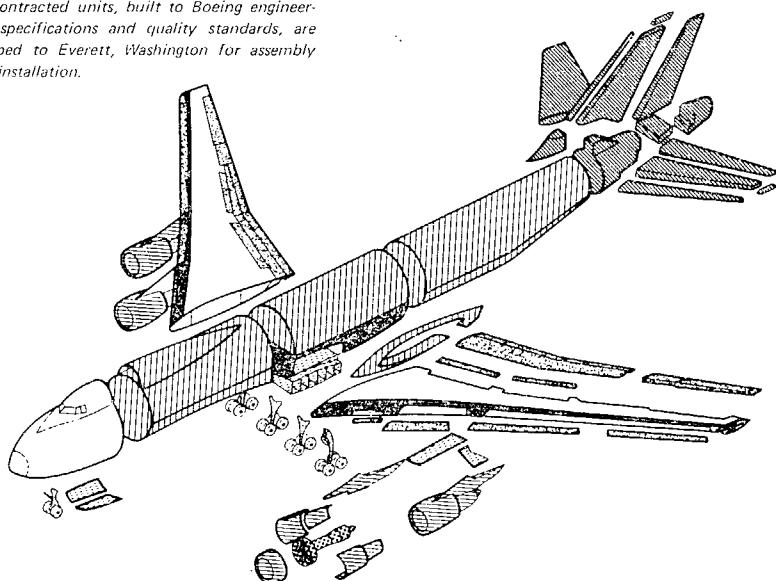
B-747 は一機 \$ 約 20 million (約 72 億円) であり、エバレット工場は \$ 225 million (約 810 億円) の投資で建設された。B-747 の当初のマーケティング計画は 5 か年で 200 機の受注を見込んでいたが、現在既に 187 機を受注し、好調に生産が進められている。

B-747 の部品の多くは、全米に散在した下請業者により製作されシアトルに輸送され組立てられる。Boeing 社の自社製造部分は、コストで 50%，重量で 33% であるにすぎない。(図 29-3 参照)

図 29-3 B-747 の主要部品と下請業社分布



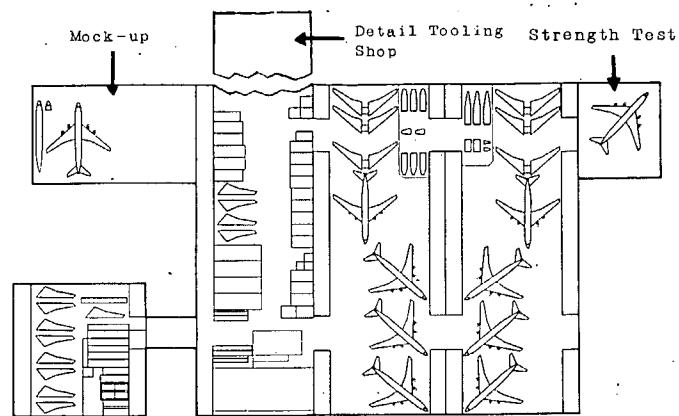
Approximately 67 per cent of the 747 airframe weight is subcontracted to other firms. These subcontracted units, built to Boeing engineering specifications and quality standards, are shipped to Everett, Washington for assembly and installation.



B-747の生産ラインは2ラインよりなり、タクト・システム(注)で製造され1ラインにつき16日で1機製造される。作業は2交代制で実施され、残る1シフトでB-747を移動させる。

図29-4は、エバレット工場におけるB-747の組立ラインを示す。

図29-4 エバレット工場における組立ライン



30. HONEYWELL

Honeywell Incorporated, Marine Systems Center

訪問先 5303 Shilshole N. W., Seattle, Washington 98107, U. S. A.
所在地

(但し、以下の面談者に見られる通り、Marine Systems Center（シアトル）ほか、Business Development（ミネアポリス）、International Division（ニューヨーク）、Computer Control Division（フランクפורט）、International Sales Headquarters（ニューヨーク）より関係者が集まつた)

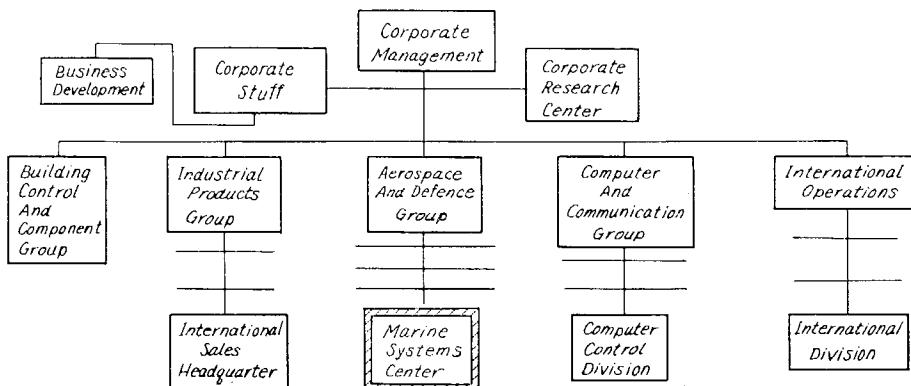
面談者
(役職) Mr. T. F. Hueter (Vice President, General Manager of MSC)
Mr. D. Sause (Director of Business Research, Business Development)
Mr. W. E. Belcher (Project Manager, Business Development)
Mr. R. Cronin (International Marketing Specialist, Computer Control Division)
Mr. D. Remian (Product Manager, Computer Control Division)
Mr. J. Waite (Marketing Analyst, Computer Control Division)
Mr. J. Kinney (General Sales Manager, International Sales Headquarters)
Mr. T. McBride (International Division)
Mr. H. W. Clark (Project Supervisor, MSC)
Mr. C. C. Gill (Project Supervisor, MSC)
Mr. J. M. Nisbet (Marine Products Manager, MSC)
(但し、MSC は Marine Systems Center の略)

30-1 Honeywell 社の概要

従業員 75,500人
工場数 70
資産 \$400 million (約1500億円) 以上 (1969年)

組織を図30-1、Marine Systems Center の全景を図30-2に示す。

図30-1 Honeywell 社の組織図



30-2 船用自動化システムの製品と開発の現状

30-2-1 航法関係

(a) 自動航法システム

- ・航行衛星受信システムとデッドレコニングシステムを組合せた自動航法システムを開発している。

構成は ITT 社 (VI. 36. ITTの項参照) 製の航行衛星受信機及びアンテナ、ジャイロ・コンパス、電磁ログ PDP 8/I 8千語メモリ・コンピュータ及び ASR-33プリンターより成る。

精度は航行衛星受信の場合、90%の期待値で± 200ft である。価格はスペア部品を含み \$12.5万 (約4500万円) で納期は 6か月である。

- ・一方 H-435 Update Geo Navigator と称する。

航空用、船舶用の自動航法システムを開発したと言われている。本システムの系統図を図30-3に示す。

- ・また現在エッソー社の Manhattan 号の自動航法システムの開発を商談中であり、その概要を図30-4に示す。

(b) 海洋開発用機器

同社は海洋開発用の航法機器を作製している。船位の決定としては海底に設置するマーカ・ソーナを利用したものがある。

海底掘削用の船の定位置制御用としてソーナを用いたシステムがある。

またソーナを利用した海底地形作画機等がある。

(c) 衝突予防システム

開発は未着手であるが、航空機用の技術の応用で開発可能であると称している。

(d) 座礁予防システム

現在次の様な問題があり、未解決である。

- 到達距離と船体運動との関係、特に遠距離は困難。
- 傾斜のゆるい海底からの超音波の反射波が弱い。
- もっと Sophisticate されたデータ・プロセッシングが必要。

30-2-2 艦装の自動化関係

同社としては現在のところこの関係の製品はもっていない。もし必要があればニューヨークの Cushing & Nordston 社をコンサルタントとする。

図30-2 Marine Systems Centre の全景



図30-3 H-435 Update Glo Navigator 系統図

H-435 UPDATE GEO NAVIGATOR

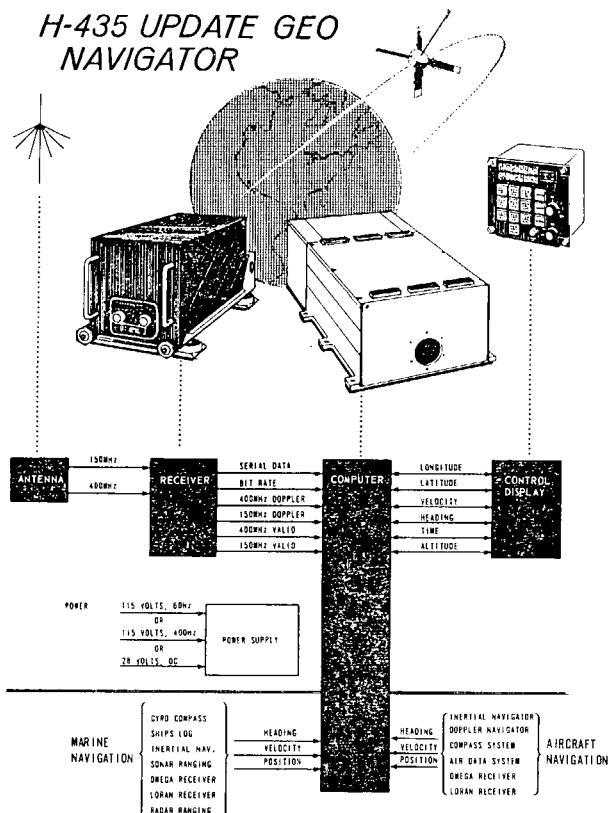


図30-4 Manhattan 号自動航法システム系統図 E-26 (計画中)

30-2-3 機関部の自動化関係

DDC (Direct Digital Control) (注) のものについては現在原子力船サバンナ号のパワー・プラントについて商談中である。

このシステムは米海軍がすでに技術的な基本線を開発しており、同社はユーザにベーシック・ハードウェアを提供するものである。

30-2-4 コンピュータ

Honeywell Series 16 Family という一般用電子計算機を持っている。(表30-1及び図30-5参照)

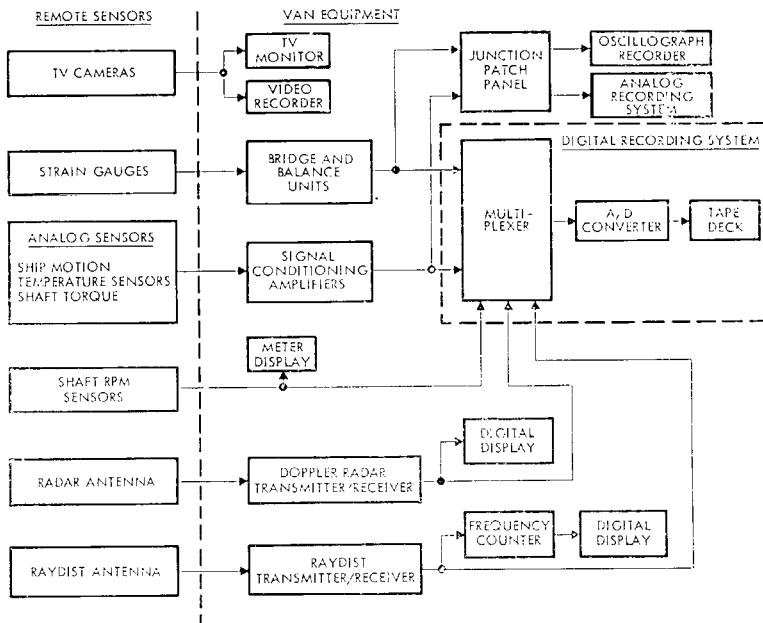


表30-1 Honeywell Series 16 Family

型番	DDP 516	DDP 416	H 316
記憶容量	4千～32千語	4千～16千語	4千～16千語
サイクルタイム	960ns	960ns	1.6μs
語長	16 bits	16 bits	16 bits
Logic Type	IC Logic	IC Logic	Diode-Transistor Logic
価格	\$約2,38万 (4千語メモリ, ラゲダイズしない場合) (約860万円)	\$約1,57万 (約570万円)	\$約0.97万 (約350万円)

これらは後述する Ruggedization (補強) によって船用として充分使用できると言っている。

30-3 船舶のコンピュータコントロールについての同社の考え方

30-3-1 市場性

船舶関係者は長期的な視野においてはコンピュータによる船舶運航のトータルシステムは技術的にも経済的にも充分実用性があると認めていると考えられる。

しかし、短期的観点からは、船主はコンピュータ・システムの信頼性に疑義を持ち、トータル・システムを今すぐ採用することはひかえている現状にある。一方、いったんコンピュータ・コントロールの有用性が認められれば漸時トータル・システムに発展して行くであろう。

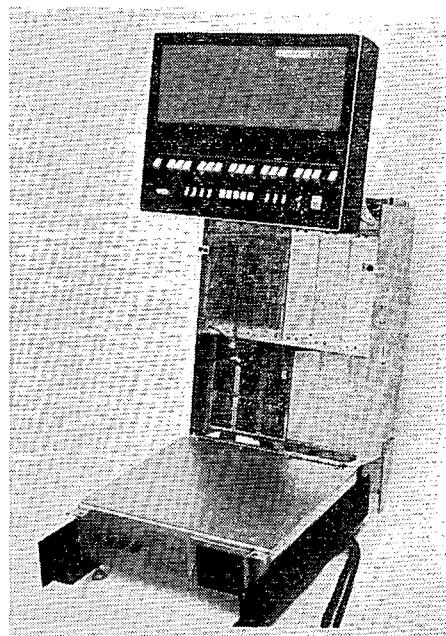
従って、この分野のマーケットとしては

- 各制御対象ごとの専用コンピュータ・システム (Dedicated System) の開発 (短期的観点)
- トータル・システム (長期的観点)

の 2 つのアプローチの方法がある。

船用の制御対象としては初期にはデータ・ロギング、アラーム・スキーマニング、マシナリー・コントロール、ウェザーアルーチング、航法、衝突予防及び荷役 (船体応力の監視も含む) 等であろう。

図30-5 H-316 の外観 (開放中)



Direct Digital Control は今から 5 年後、航海と機関を複合したトータルシステムは 3 ~ 5 年後実現する可能性があると同社は見ている。

30-3-2 船用コンピュータについて

(a) Maintainability

船用コンピュータの Maintainability を維持するために次の方策が考えられる。

- ・独立したケースにおさまり、前面ドアを開けることで、各コンポーネントに容易に近づけること。
- ・特殊な計測器、調整器を必要としないこと。
- ・修理は 20 分以内くらいで完了出来ること。
- ・主要な部品は全て取はずし可能のこと。
- ・電源部はスライド上に設置されていること。
- ・ロジック・モジュールは 2 分以内で、取換可能のこと。
- ・ケース裏面の配線は故障診断に便利なものであること。

(b) 環境条件

- 温度については作動中において 0 ~ 50°C、また非作動中において -55 ~ +80°C としている。
- 湿度については作動中、結露しない状態で 95% までたえうるが結露防止型のキャビネットが必要である。
- 衝撃については基部に垂直に 11 ミリ秒間で 5 g、基部にて側面に垂直に 11 ミリ秒間で 2 g また非作動中は 15 g にそれぞれたえうる。
- 振動については MIL-STD-167 (米国軍用規格) にもとづく表 30-2 に示す周波数と振幅の範囲についてテストしている。

表 30-2

周 波 数 (Hz)	振 幅 (in)
5 ~ 15	0.03 ± 0.006
16 ~ 25	0.02 ± 0.004
26 ~ 33	0.010 ± 0.002

- 塩分については、塩分を含む空気中で、DDP-316 をテストする予定であるが、まだ経験はない。
- コア・メモリの保護については、コアの振動によるワイヤとの接触で発生するトラブルはプラスチックスで固体化することで防止している。

以上のような Ruggedization (補強) によってコストは約 10% アップする。

30-3-3 そ の 他

(a) 船用の補助記憶装置

固定ヘッドの磁気ディスクまたは磁気ドラムが適当と考えている。磁気ドラムの軸受の問題があるが、外部のフレームの強化で処理出来ると考えている。

米国沿岸警備隊の調査船 2 隻に磁気ドラムを 2 台積んだ経験があるが、今の所問題はでていない。

磁気テープは温度変化に弱く、このましくない。

(b) 船用アプリケーション・パッケージ

同社としては、これをユーザーに供給する意志はない。

同社の標準的な方式はユーザーにベースック・ハードウェアとベースック・ソフトウェアを提供し、アプリケーションはユーザーが開発する方式を取っている。

ただし、船主が Total System including Software を注文すれば受けれる用意はある。

ベースック・ソフトウェアとしてはプロセス・コントロール・プログラム用に便利な FORTRAN (注) ベースの言語を持っている。

31. CM²

CM-Square

訪問先 193-Constitution Drive, Menlo Park, California 94025, U. S. A.
所在地

面談者 Mr. Paynron W. Mayer (社長)
(役職) Mr. Norman E. Cima (営業部長)
Mr. William Dupin (技術部長)
Mr. Howard B. Kaster (技師長)

31-1 CM-Square 社の概要

ウェザールーティング会社としては米国第一の規模を有し、1968年 Seamet 社（太平洋岸）を吸収合併した Pacific Weather Analiris 社（太平洋および大西洋岸）と Ocean Route Japan 社の親会社である。

表31-1 CM-Square 社の職種別
従業員数

職種	人数
気象解析者	8名
コンピュータ・エンジニア	4名
出張職員	3名
管理職	2名
計	17名

資本金等は個人企業なので説明出来ない
とのことである。

全従業員（上記子会社を含む）は17名で
あり企業としては極めて小規模で、サービ
ス隻数は當時100隻位（新規契約船は1日
10隻）であった。

この会社の業務内容は SR-106 最適航路
設定システムの内、広域航路設定システム
に相当する。（図31-1, 31-2参照）

サービスの性質上2交代制を採用してい
るためか実際に訪問時作業しているのは6
名位であった。

31-2 同社がサービスを提供している海運 会社

同社がサービスを提供したことのある海
運会社は American President Line,

図31-1 CM² 社

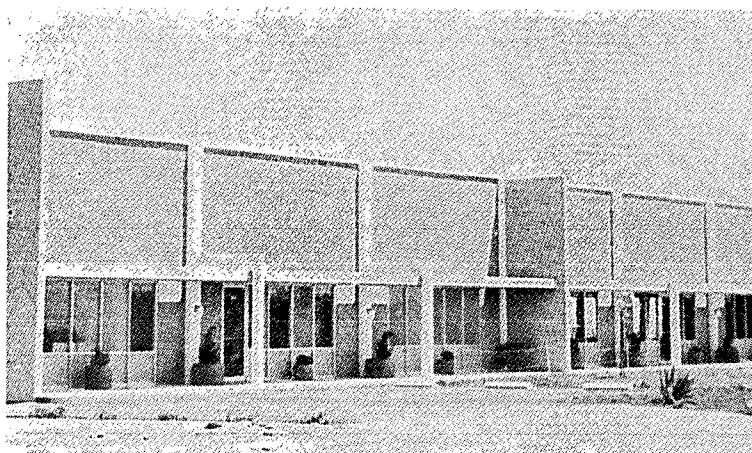
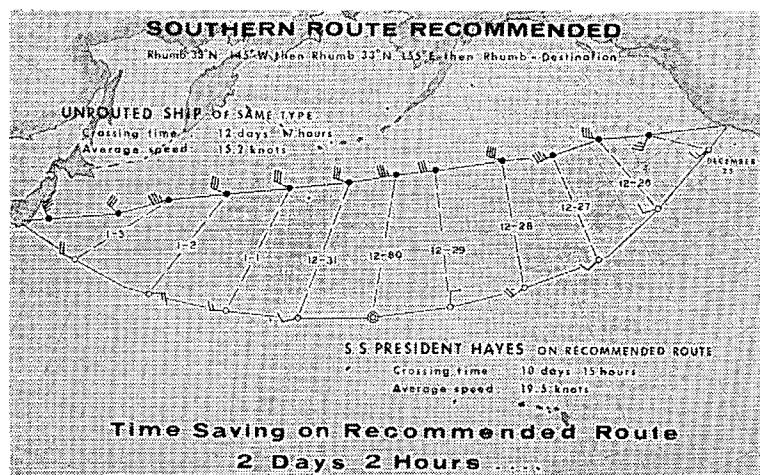


図31-2 Ship Weather Routing の例



Pacific Far East Line, United State Line, United Philippine Line, Marcona Corporation, Colombia Shipping Line, Waterman Shipping Co., Retla Shipping Co., Matson Navigation Co., がその主なものであるがこの他65社程度が同社を利用している。1隻でもサービスを受けている会社は全部数えているので、隻数は多くない。日本船主は、日本郵船、川崎汽船、昭和海運、ジャパンライン、山下新日本汽船、三光汽船の6社であるがこの内三光汽船を除く各社はコンテナ船を主としており数隻に止る。

全社船に使用している会社は Marcona, Chevron, Esso 等石油会社で、タンカーが主体である。

31-3 予報業務内容

(a) 気象予報に使用しているデータ

- i) 米国海軍および ESSA (気象衛星) のデータ
- ii) 自社と契約している船舶からの気象通報
- iii) 一般船舶からの気象通報 (RCA 経由)
- iv) ファクシミルによる下記の天気図、(米国気象庁および海軍より入手)
 - ・ 太平洋、大西洋の地表天気図
 - ・ 500 mb 解析天気図
 - ・ 700 mb 解析天気図
 - ・ 5 日間予報天気図
 - ・ 3 日間予報天気図
 - ・ 36時間海象解析図
 - ・ 36時間波浪解析図
 - ・ 48時間海象解析図
 - ・ 48時間波浪解析図
 - ・ 太平洋及び大西洋の地表解析図
 - ・ 日本及び USA の荒天警報 (台風、ハリケーン)

以上のデータを使用しているとの説明であったがこの中にはきわめてまれにしか使用しないもの、または殆んど使用していないものが相当含まれているように見受けられた。また上記の内ファックスによる情報は一般船舶で受信可能である。

(b) 現在のサービスエリア

- i) 北半球太平洋および北半球大西洋
- ii) オーストラリア北方 (日本、フィリッピン/オーストラリア、ニュージラント)
- iii) 南太平洋およびインド洋はサービスしておらず今後も積極的にやる予定はない。

理由はこれら海域ではウエザー・ルーティングの経済的メリットが小さく (可能短縮距離が小さい)、入手し得るデータが少いことおよび利用船舶数が少いことをあげていた。

(c) サービス料

北半球の場合、1回の横断について \$165 (59,400円) オーストラリヤ北方航路の場合 \$100 (3.6万円)、この費用には通信費も含まれる。

(d) サービスの目的

理念としては航路をリコメンドするに当っては次のような事項を念頭に置いている由である。

- i) 船体および貨物の安全
- ii) 航海時間の短縮
- iii) 燃料消費量の減少

iv) 搭載燃料を最小にして積載貨物を最大にすること。

3I-4 予報の方法

先方の説明によると船の報告による船位をもとに一定時間後の船位を計算し(注)，各船別の過去の経験により作成した波浪の方向，大きさによるスピード・ロス・カーブを参考にして，各方向に進んだ場合の速力を予測し目的地まで最も安全かつ経済的に運航し得るようなルートをコンピュータを利用して求めているとのことであった。

しかるに作業場でのコンピュータの規模および後で述べるシステムの構成を見ると実際コンピュータで行なっているのは船の推測船位の計算および報告された海象気象をプリントすると共にプロッタによる作図であり，予報海象図はファックスで受信したものに基に手で大きく書き写してプロッタでの作図に重ねて各船の採るべきコースは経験を積んだ船長 (Mr. B. Kaster) が判断して決めている。

従ってコンピュータを使用して対象船毎の特性スピード・ロス・カーブ等によるきめの細い作業をやっているのではなく更に同社パンフレットによって盛んに宣伝しているウインドシフトライン(注)の解析も天気図によって解析者が書き込んでおり機械化していない。これらの諸点はコンピュータの規模等勘案すると当然と思われる。

3I-5 保有設備

同社の保有設備としてはコンピュータ (IBM 1130, 主メモリ 8 千語, 補助メモリ 500 千語 × 2) 1 台, プリンタ 1 台, テレタイプ 2 台 (内 1 台は RCA からの受信専用), カードパンチャ 1 台, カードリーダ 1 台, テープパンチャ 1 台, テープリーダ 1 台がある。

3I-6 今後の事業計画について

現在のところサービスエリアおよび予報内容を拡大する計画はない。その理由は前者については予報の経済的メリットが小さく，かつ後者については入手し得るデータの精度に問題が多いからと言っている。

即ち，インド洋や南太平洋，アフリカ方面では統計的要素や季節的要素によって航路が決定される確率が非常に大きくウエザー・ルーティングを行なってもメリットは非常に小さい。

またこれらの海域では航路がほぼ定っているために一定のルート以外からのデータがきわめて得にくい欠点がある。

太平洋でも，現在は海軍のデータに頼っていることが非常に多いが，データ数は少い。また，コースのみでなく，もっと詳しい情報を出せないのかとの間に對し予報サービス料の大部分は通信料であり，仮に全ての船長が満足するような予報データを送信するのなら値上げせざるを得ないとのことであった。

3I-7 船のコンピュータによるウエザー・ルーティングについて

陸上サービス会社としては当然の事ながら同社は非常に消極的な見解を示した。即ち船でやる場合は採算割れになる恐れがあること，データの信頼性がないこと，データ数が少いこと等を挙げて反対した。しかし若し他の目的でコンピュータを搭載するのなら船上のウエザー・ルーティングに必要なデータは今の費用に通信費を実費加算して引受けたい旨申込みがあった。

しかしデータの精度の低いことは同社にとっても同じでありまた実際に天気図を噛み砕いてデータ分析を行なってコンピュータに入力していないのであるから若し船で自動的に天気図よりデータを入力出来る装置を搭載していれば同社以上の詳細な自船の特性を折込んだ予報を出せる。

3I-8 その他

同社では前述の如く，非常に豊富な資料を利用することは可能であるが，活用方法が確立されていないように見受けられた。しかし，契約船から日々蒐集している情報量は多く，ウエザー・ルーティングの内狭域，局所の最適航路設定は別として，広域最適航路設定に関しては，既に確立したシステムを一応持ちサービスを実施しているので，この種の予報会社を使用するのも一考であろう。

32. IBM SAN JOSE

International Business Machine Corporation, San Jose

訪問先
所在地 Monterey and Cottle Roads, San Jose, California 95114, U. S. A.

面談者
(役職) Mr. W. M. McMillan (Control & Data Acquisition, Special Systems,
Systems Development Division)

Dr. Paul L. Chessin (Manager Systems Center, IBM World Trade Corporation)

Mr. H. Hasslauer (World Trade Control Systems, Marketing Support Center,
Date Processing Division)

Mr. Joseph Wise (Industry Manager, Manufacturing, IBM World Trade Asia
Corporation)

32-1 IBM 社サンホセ工場の概要

同工場は磁気ディスク、磁気ドラム、データ・セル等の外部記憶装置の製作と、プロセス制御用コンピュータ IBM 1800 の組立を行なっている工場である。また工場内に研究所、ソフトウェアの開発部および教育センターをもっており約 6,000 人の従業員が働いている。(IBM 社の概要については、VI. 21. IBM FISHKILL/POUGHKEEPSIE の項参照)

32-2 IBM 1800 のマルチ・プログラミング・システムの見学

リレー回路、シミュレイテッド IC、レジスタの 3 つのまったく異なる製造検査業務をリアルタイムで実行しながら、その空時間を利用して、オンラインでの I/O デバイスの診断、FORTRAN(注)のコンパイル(注)、カーブ・フィッティング(グラフィック・ディスプレイとプロッタの運動による)等のバッチ・プロセス(注)を同時に併行して行なっている状況を見学し、同時にこれをコントロールしている MPX (Multi Programming Executive System) について解説をうけた。グラフィック・ディスプレイは Tektronix 社製のものを運動させていた。

32-3 工場見学

IBM 1800 の組立工程を中心に見学した。本機は1964年の発表であり、その後モデル・チェンジをしていないので技術的にはとりたてて目新しいものは見られないが、スタンダードの製品として、防塵、防湿、耐振等がほどこされていることが説明された。このため、スタンダードのまま船に積んでも故障なく動くということであった。

32-4 IBM 1800 の実船への応用について

(a) IBM 1800 の搭載実績

商業ベースでは、同社は、IBM 1800 をそのまま船舶に搭載が可能であるという考えを持っている。現在までの実績は表32-1のとおりである。

本表のうち Esquilino 号以外にあっては Magnavox 社の航行衛星 (NNSS) (注)受信機と結合して船位測定を行なっており、Esquilino 号にあっては最適航路計算とオートマチック・エンジンルーム・コントロールを実験研究として行なう予定とのことである。

船舶へのアプリケーション・プログラム(注)は TSX と FORTRAN で殆ど全部カバーできるということ

図32-1 IBM San Jose 工場

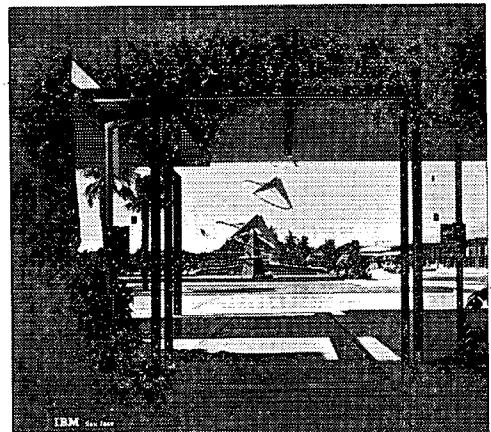


表32-1 IBM 1800 の実船搭載実績

船名	船主または利用者	備考
R/V Argo 号	スクリプス海洋研究所	16か月実績あり
RRS Discovery 号	英國國立研究所	6か月
R/V Thomas Washington 号	スクリプス海洋研究所	4か月
R/V Melville 号 (建造中)	〃	近くコンピュータ搭載 (サンディエゴの倉庫にあり)
ERV Esquino 号 (建造中)	イタリア・ジェノア大学	近くコンピュータ搭載

で、この点が海洋研究所向けに売れている主な原因であるように見受けられた。TSX はディスク・オペレーティング・システムで、この磁気ディスクは移動型であるが、Argo 号の実例では現在まで16か月の間まったく問題をおこさず動いているとのことであった。この実績をもとにして、同社は研究用としては普通のコンピュータが船舶上でも、そのまま使えるという PR を行なっている。彼らの考え方は、非常に現実的である。Argo 号と Thomas Washington 号の 2 隻の振動の計測結果から、コンピュータを搭載したところでは、振動は Max 0.2g、であったという結果を得ており（図32-2参照）、IBM 1800 の標準仕様では、振動に対して連続の場合 0.1 g、間欠的な場合 0.25 g に耐えられることから船用として充分耐えうるとの見解をもっている。この他、耐振、耐衝撃のテストも米国 ASTM の試験方法で行なった。このテストは稼動中に行なったものではないので、これらの間中正確な計算を行なうかどうかのテストにはなっていないが、コンピュータには異常は認められなかった。

(b) 実船装備等の注意事項

実船装備に際しては、耐振とローリング・ピッキング等を考えて、コンピュータ本体のジョイント等を補強し、また補機台の設計に充分な注意を払い、ショック・アブソーバとスティを有効に活用して部品を取り付けた。

センサーからのロー・レベルの信号はシールド・ワイヤーを使用して、コンピュータに接続した。空気中の湿分については、フィルタで解決した。

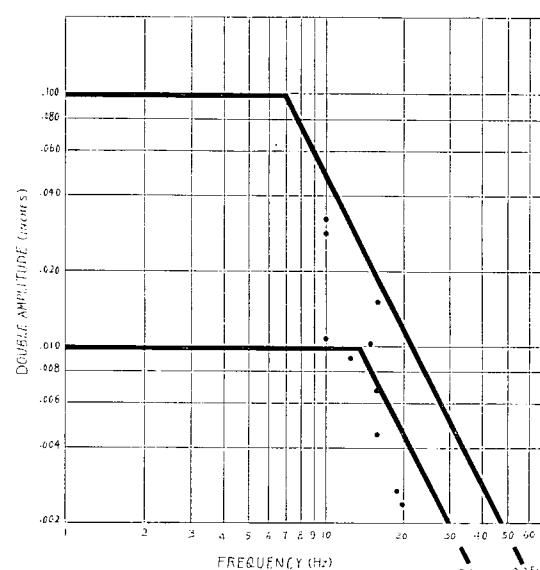
現在船用を考える場合、USCG, NAVY, ABS などはそれぞれ違ったルールを使っているが、これはコンピュータ・メーカーとしてはやっかいな問題である。もっと標準化が必要であると考えている。

(c) 海洋調査船にコンピュータを設置する場合のチェック・ポイント

海洋調査船にコンピュータを搭載することを計画する場合、次の10項目を注意すべきである。

- i) コンピュータ・コンパートメントの中に海水を入れないこと。
- ii) コンピュータをきたないしめた空気の中におかないこと。
- iii) デバッグするプログラムなしに海に出かけないこと。
(プログラミングは研究者にとって楽しみであるから)
- iv) スペア・パーツ、テスト器具、メインテナンス・マニアルをわすれないこと。
- v) 1 点アースにすること。（グランド・ループをなくすため）
- vi) ロー・レベルの信号はシールドしたねじった線でもつくること。

図32-2 コンピュータ搭載個所の船体振動の実測結果



- vii) コンピュータ・コンパートメントに線を引きこむとき、ラジオ・アンテナと交錯しないこと。
- viii) 磁気テープは溶接用の電線とか、パワー・サプライの電線のそばにおかないこと。
- ix) 電源の安定なしには電線をとらないこと。
- x) コンピュータのすべてを研究につかうのではなく、科学者のレクリエーションのゲームのためにも使うよう考慮すること。

33. LITTON

Litton Systems Incorporate, Guidance and Control Systems Division

訪問先
所在地 5500 Canova Avenue, Woodland Hills, California 91364, U. S. A.

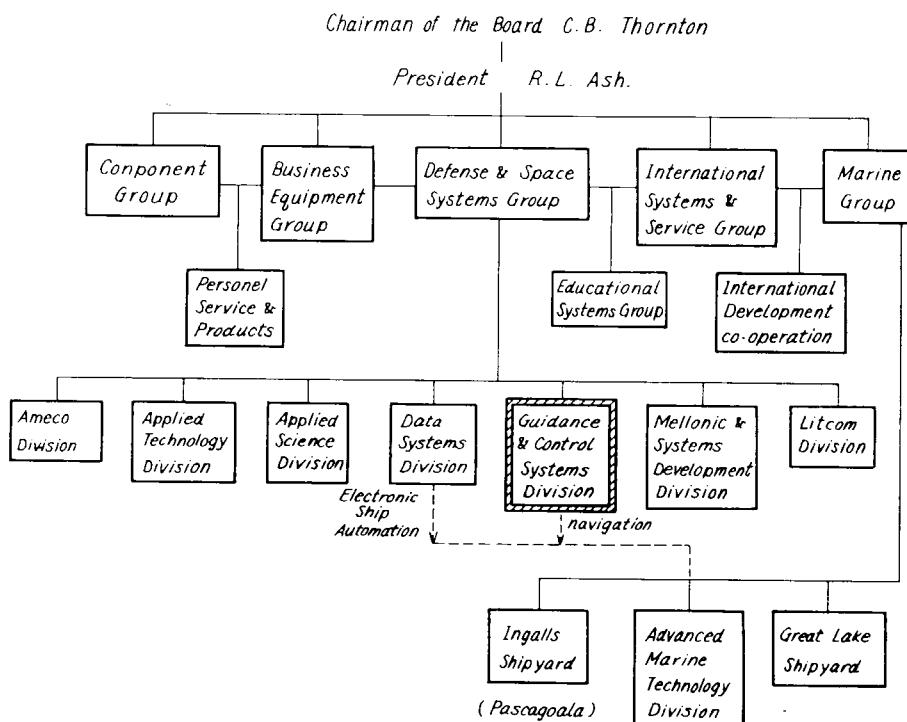
面談者
(役職) Mr. Philip Gevas (Director, Marine Programs)
Mr. C. Arthur Teets (Manager, International Programs)
Dr. Jerome S. Lipman (Office of the Chief Scientist)

33-1 Litton Systems 社の概要

同社は有名なコングロマリット Litton Industry の一部門であり、売上げ高(1968年)は \$1.8 billion (約6480億円)、従業員約11万人である。

Guidance and Control Systems Division はこの Litton Systems 社の一部門であり、航空機用の Inertial Guidance System (慣性誘導システム) がその主力製品となっている。

図33-1 Litton Systems 社の組織図



(a) 組織

Litton Systems 社の組織図を図33-1に示す。なおついでながら Marine Group について附言すると、Ingalls造船所は在来工場の対岸に全く暫新的な新造船所を建設中である。Advanced Marine Technology Division は研究開発、プログラム・マネイジメントを主体とし、両造船所の建造船の基本設計を担当している。さらに本 Guidance and Control Systems Division の組織は図33-2の通りであり、従業員は5918人売上げの95%は軍需向けである。なお船用担当は Marine Programs なる部門である。

(b) Marine Programs の製品

i) 軍需用

- ・慣性誘導による航行制御
- ・水上及び水中の火器制御

ii) 民需用

- ・海中油田開発のための位置ぎめ用システム、LMN (Litton Marine Navigator)
- ・その他開発中のものとして、スープ・タンカーの超自動化即ちドッキング、衝突予防等を含む自動化トータルシステムを経済性の観点からシステムスタディとエンジニアリングを行なうことで開発せんとしている。

この内 LMN (Litton Marine Navigator) は慣性誘導を利用した特異なもので、その詳細は次の通りである。

33-2 LMN の原理

(a) システムの構成

システムの構成は次の通りである。

機 器
Inertial Platform
ドップラ・ソーナ
航行衛星受信機

図33-2 Guidance and Control Systems Division の組織図

President & General Manager

J. S. Smith

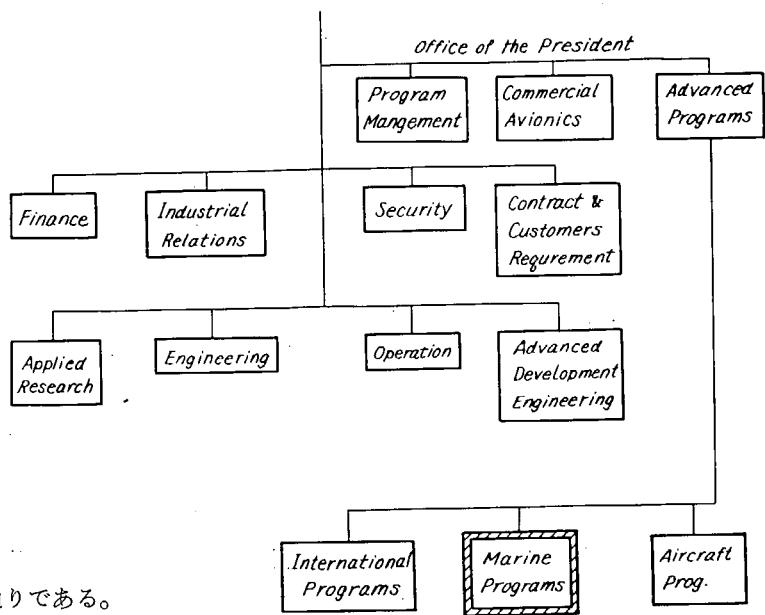
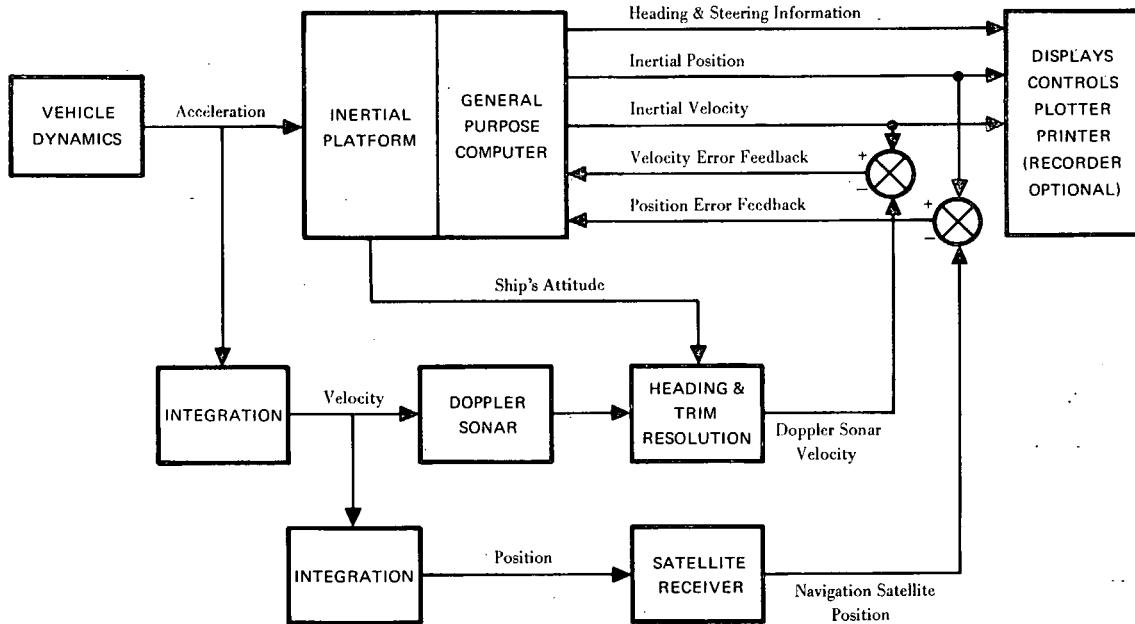


表33-1

機 器	機 能
Inertial Platform	デッド・レコニング (推定船位計算) (注)
ドップラ・ソーナ	速 度 較 正
航行衛星受信機	船 位 較 正

システムのブロックダイヤグラムは図33-3の通りである。

図33-3 LMN のシステム・ブロック・ダイヤグラム



(b) システムの作動

システムの作動を略述すると次の通りである。

i) Inertial platform 上の加速度計で3軸方向の加速度を計測し、これを積分することにより船の真の移動速度を求める。

ii) ドップラ・ソーナにより船の対地又は対水速度を求め、inertial platform の計測した船の姿勢によって、ドップラ・ソーナによる速度に含まれ非対称船体運動によって生じる誤差の修正 (heading and trim resolution) を行なう (VI. 35. MARQUARDTの項参照)。

iii) i) と ii) で得られた2つの速度信号の差は inertial platform 関係のエラーとドップラ・ソーナ関係のエラーの集積であるが、これにある係数を掛け加速度の積分器入力へフィードバックする。

この係数がゼロの場合は inertial platform より得た速度が重視されることになり、係数が大きい場合はドップラ・ソーナよりの速度が重視されることになる。

周知のごとくドップラ・ソーナの速度計測精度は現状では水深が約600ft以下の場合対地速度として良好であり、これより深くなれば対水速力（低温の水塊よりの反射）となり精度は悪くなる。

iv) iii) で述べた操作で得られた速度信号をさらに積分して船体移動距離を求め、出発点より加算、現在位置を緯度、経度で示す。しかし、こうして得た位置はなお相当の誤差を持つ可能性があり、且つ時間と共に誤差は増大する。

v) 一方航行衛星受信機は約90分毎に衛星をとらえ、誤差良好な精度で新位置を求める。

従って inertial platform + ドップラ・ソーナより得た位置は航行衛星通過毎に新位置に reset され、誤差を極小に保つことが出来る。この過程は図33-4の通りである。

(c) Inertial Platform

LMN用のinertial platformは同社の製品で航空機用のLN-15A型が基本となっている。この装置を図33-5に示す。

(d) ドップラ・ソーナ

ドップラ・ソーナとしては Marquardt 社の製品を、航行衛星受信機は ITT 社の製品をそれぞれ採用している。(VI. 36. ITT の項参照)。

(e) ディスプレイ装置

ディスプレイの一部を図33-6に示す。

33-3 LMN の価格等

i) 価格は一式 \$34.5万(約1億2400万)～\$36万(約1億2950万円)である。

リースの場合、一年契約で1か月当たり \$3.51万(約1,260万円)

ii) 納期は受注後9か月。

iii) 慣性航法システムのみの価格は、航空機用LN-15型で \$約15万(約5400万円) (附随するコンピュータによつて異なる) またプラットホームのみは \$約5万(約1800万円) である。

図33-4 LMN の位置測定精度の変動

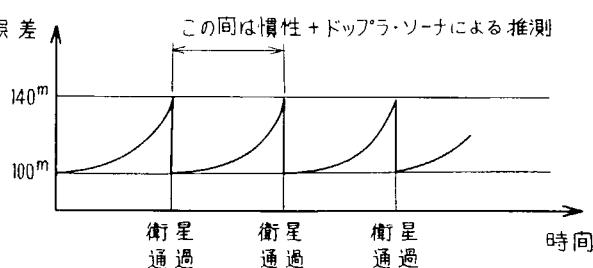
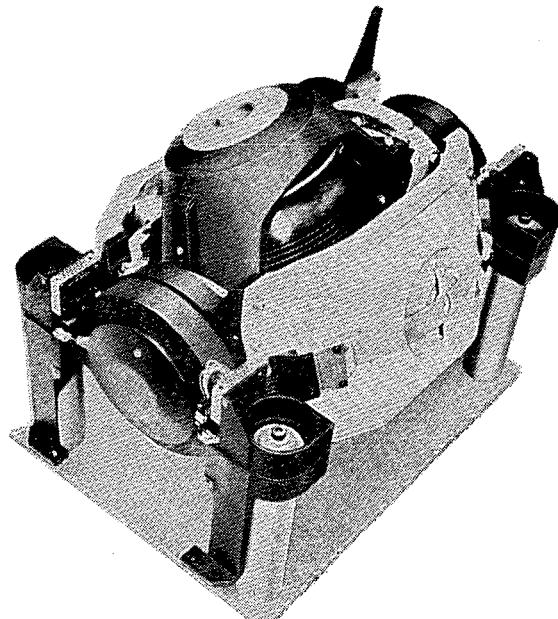


図33-5 LN-15A Inertial Platform



iv) コンピュータの価格は LC 728型 (Litton 社製の一般用) で 4 千語メモリの場合 \$ 約 3.5 万 (約 1260 万円) また 8 千語メモリで \$ 約 4.5 万 (約 1620 万円) である。

v) 主な対象マーケットは Precision Marine Exploration (具体的には海中油田探査用精密位置ぎめ) である。

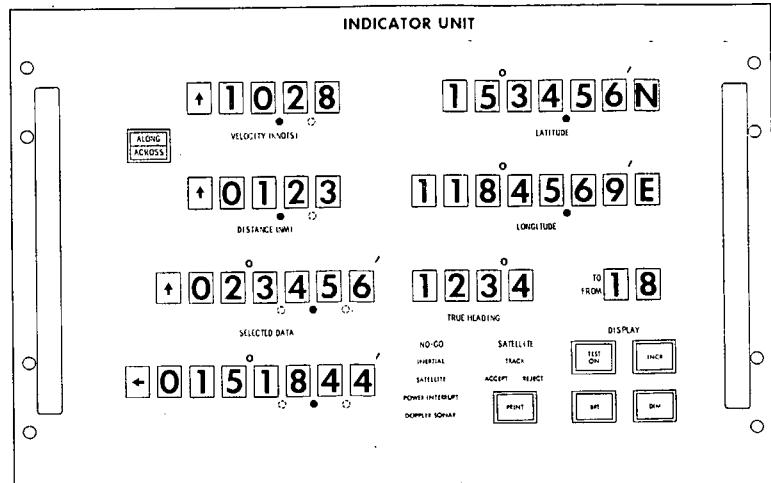
vi) 現在まで、12 セット受注している。 (総額 \$ 4 million (約 14.4 億円)) 発注者は Litton Group の Western Geophysical Division である。

33-4 環境条件、保守等

環境条件は温度 100°F 以下でエアコンが必要である。軍用航空機部品等を使用しており、米国 MIL 規格に従っている。

MTBF (注) は inertial platform では 1300 時間 (航空用 FAA テスト合格) またトータル・システムでは、400 時間 (理論値) である。

図33-6 LMN のディスプレイ装置 (一部)



34. MARTIN-DECKER

Martin-Decker Corporation

訪問先所在地 1928 South Grand Avenue, Santa Ana, California 92705, U. S. A.

面談者(役職) Mr. Jack W. Knowlton (President)
Mr. Edwin G. L. Smith (Manager of International Division)
Mr. John McCann (International Division)
Mr. David S. Schaner (Engineer)

34-1 Martin-Decker 社の概要

同社は主として Oil well drilling instrumentation を製作している中規模(従業員約200人)のメーカーである。

製品は油圧利用のロード・セル(load cell)とブルドン管の組合を基本としたテンションメータ等である(図34-1参照)。

34-2 テンションメータの利用について

巨大タンカーの係船索の張力を連続的に計測する方法についての調査内容は次の通り。

34-2-1 Dina-Line 利用の場合

同社には動索の張力を連続して計測出来る 3-roller type の Dina-Line と称する張力計がある(図34-2参照)。

本張力計は係船索の張力を連続的に計測するに便利なものである。今造研 SR 106の一応の対称としている 200 DWT 型タンカーの場合係船索の数は16本(42 mm \varnothing 6 × 37 SWR, 42 mm 直径, 37芯 6 扱線鋼索)で各索に 1 こづつのセンサーとして最大16こ の Dina-Line が必要となる。

この場合鋼索の寸法に適した Dina-Line は型番 UD 16 (1- $\frac{3}{4}$ in \varnothing SWR 用) で、一基 197.5 万円(日本入手価格)である。従って総額 3160 万円に達し、非常に高価なものである。

34-2-2 ロード・セル利用の場合

(a) 圧縮型ロードセルの利用

圧縮型ロードセルを用いて、図34-3に示すような配置にすればレバーの大小によってロード・セルの大きさは変るが、圧縮型ロード・セルの価格は一基 30 ~ 60 万円(ゲージを含む)であり

図34-1 油圧式ロード・セルの原理

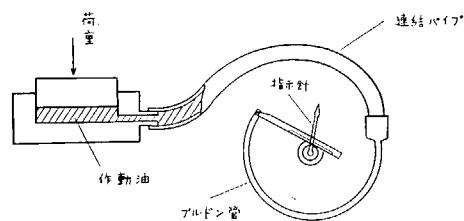


図34-2 Dina-Line

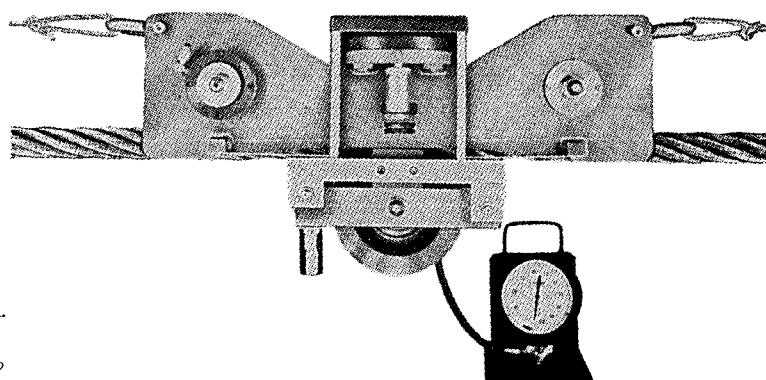
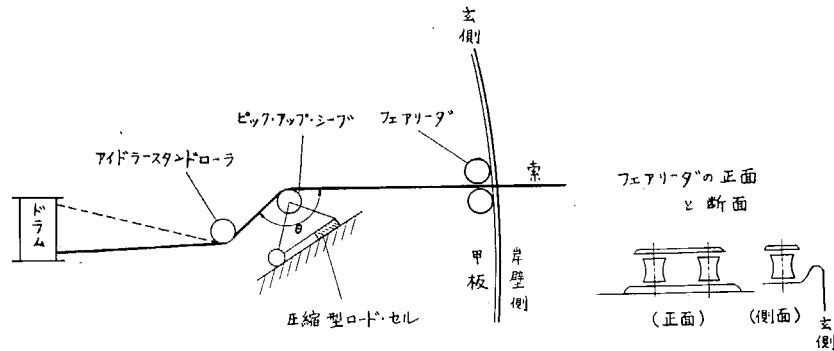


図34-3 圧縮型ロード・セルの利用法



その他の機構は造船所の内作となる。

本方式の実例を図34-4に示す。

張力測定の精度を上げるためにピック・アップ・シーブをかこむ鋼索の開き角 θ を一定に保たねばならない。

(b) 張力型ロード・セルの利用

図34-5に示すように張力型のロード・セルを使用することも可能である。

図示の如くピック・アップ・シーブをかこむ鋼索の開き角は正確に一定に保持出来るので精度は圧縮型よりも良くなる。

ただし張力型ロード・セルは大型になると圧縮型より 50~100 % 高価になる。

34-2-3 張力信号トランステューサについて

ブルドン管とポテンショ・メータを組合せた電気式トランステューサを製作している。非防爆型である。

使用電圧は入力 DC 10~20 V および DC 24 V の 2 種があり、いづれもポテンショメータは 1,000 Ω である。その特性は図34-6に示す通りである。

図34-6 トランステューサの特性

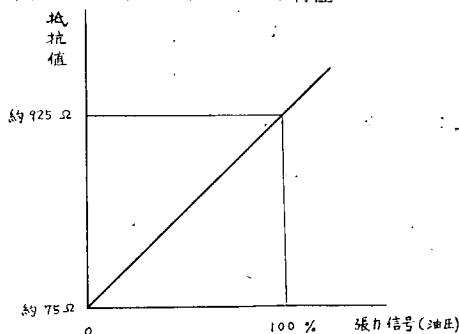
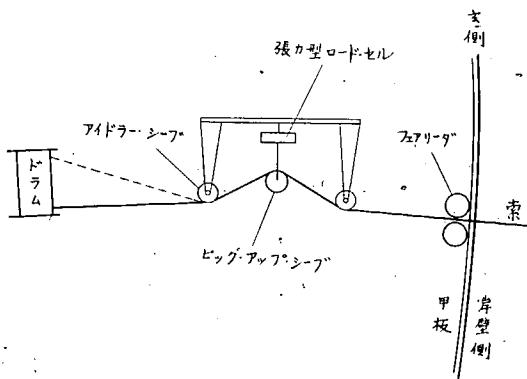


図34-4 圧縮型ロード・セル利用の1例



図34-5 張力型ロード・セルの利用法



34-3 評価

係船索の張力計測方式として、今回調査したものはウインチとファーリーダとの間に相当のスペースが必要となるものであるが、その採用を検討して見るに値するものと思われる。

もしウインチ配置上の問題がないとすれば、必要に応じて国産技術で実現可能であろう。

35. MARQUARDT

The Marquardt Corporation

訪問先
所在地 16555 Saticoy Street, Van Nuys, California, U. S. A.

面談者
(役職) Mr. J. W. Braithwaite (Sales Manager, Marine Electronic Products)
Mr. I. A. Sofen (Staff Consultant, Information and Control Systems, Aerospace
Products Division)
Mr. R. Y. Yoshida (Manager, Systems Engineering, Rocket Systems Division)

35-1 Marquardt 社 の概要

同社は CCI Marquardt Corp. の 1 グループをなっている。すなわち、CCI Marquardt 社は次の諸会社から形成されている。

(a) The Marquardt Corp.

アポロ宇宙船の姿勢制御用エンジンに代表されるような宇宙関係、ミサイル関係のエンジン機器
ドップラ・ソーナによる航法装置

(b) Aerospace Manufacturing Group

宇宙、航空、軍関係の各種部品の製造

(c) Crane Carrier Co.

重機械装置の運搬機械

(d) Marquardt Industrial Product Co.

鉄道信号システム、通信システム

今回訪問したのは、Marquardt社で、その目的は、ドップラ・ソーナによる航法システムおよびドッキング・システムを調査することであった。

同社の規模は1968年の売上げで \$ 約 60 Million (約216億円)、従業員数は約300人である。CCI Marquardt 社グループの売上げが \$ 約 121 Million (1968年) なので、その約50%のシェアである。

調査は 2 日間に亘って行ない、最初の日は、技術説明を受けると共に討論を行なった。また 2 日目は、ロング・ビーチにて、実船試験による調査を行なった。

35-2 ドップラ・ソーナ・システムの概要

同社はドップラ・ソーナの船舶への応用研究を1966年に Esso International と共同で行なって以来、今日まで、ドップラ・ソーナを利用した航法システム、ドッキングシステムの開発を行ない、この分野においては指導的な地位を確保していると言える。すなわち、1967年 2 月～12月に Esso Austria のタンカにて航法およびドッキングシステムの評価試験を実施している。また、1967年 9 月には、超音波パルスを使用した、深さ 600ft までの対地速度測定可能なドップラ・ソーナの開発に成功している。

ドップラ・ソーナの原理は、ある速さで走っている船から海底に向けて、音波を発射した場合に、海底から反射してくる音波の周波数と発射した音波の周波数との間にドップラ効果による周波数の差が生じ、この差が船の速さに比例していることを利用している。この周波数の差をドップラ周波数シフト (Doppler Frequency Shift) と言い、この値を測定することにより船の速さを求めることができる。現在、速度センサとして、広く使用されている電磁ログ等による方法では、船の対水速度を測定しているために、潮流等の影響により、推定船位計算(注)の際に大きな誤差

を生ずる。しかし、ドップラ・シフトを測定する方法では、海底からの反射波を利用しているので、対地速度を測定することができる点が重要である。（現段階では 600 ft の深さまでは海底反射波であるが、600 ft を超える深さでは 600 ft 前後の海水（water mass）からの反射波となるので対水速度となる。）

同社のドップラ・ソーナ・システムの最も優れている点は、発射する超音波にパルス信号を使用したパルス・ドップラ・ソーナを開発したことであり、今迄の連続超音波によるドップラ・ソーナに較べ、構造、性能等の面において格段と優れている。すなわち、パルス・ドップラ・ソーナによって、初めて、深さ 600ft までの海底に対する対地速度の測定が可能となり、すくなくとも大陸棚における海洋調査船等の正確な船位推定が可能となった。

ドップラ・ソーナは速度センサとして開発されたものであるから、システムとして応用される分野は、タンカ、海洋調査船等の海上航行船舶および潜水調査船等の海中航行船舶に対する航法システム、ドッキングシステムが考えられる。

35-3 ドップラ・ソーナの技術的問題点の検討

技術的問題点について、同社の意見を聴取した点を以下に述べる。

35-3-1 発信超音波信号方式

海底に向けて発射する超音波信号波形については連続波（continuous wave, CW）とパルス波を用いる2つの方法がある。普通CWが用いられており、従来、同社のものも 600KHz のCWによるドップラ・ソーナであったが、性能上、いくつかの制約があるために、300KHz（搬送波）のパルス・ドップラ・ソーナを開発した。

(a) CW 方式の欠点

欠点としては次の3点があげられる。

- i) 海底からの反射と海水からの反射との識別が容易でない。つまりS/N比（信号と雑音のレベルの比）が深くなるほど悪くなり、使用可能な、深さを制限する。（CW では 150ft まで）
- ii) 発信器から発射された超音波の一部が直接受信器の方へバイパスして流れ込むフィードスル（feedthru）現象があるために受信器の感度が阻害される。
- iii) 発信器と受信器とを別々のトランステューサ・アレイを必要とする。

(b) パルス方式の特長

上述のCW方式の欠陥を解決するために開発されたのがパルス方式である。この方式では、発信器と受信器を交互に時分割で使用し、更に TVG (Time Varied Gain) 方式により受信器の受信感度（gain）を制御しているので、フィードスルが除去されると同時にS/N比が非常に改善される。

i) TVG 方式

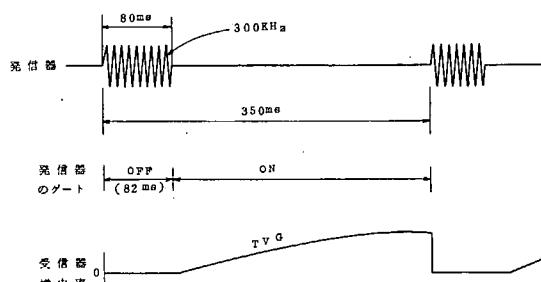
最大 600ft の深さで使用する場合の発信器と受信器のタイミング・シーケンスを図35-1に示す。

デューティ・サイクルは海底までの深さによって決められる。図35-1の例によって説明するならば、発信器は1サイクル 350ミリ秒 (ms) の中に 80ms だけ 300KHz の超音波エネルギーを発射し、残りの 270ms は休止の状態になる。一方、受信器の方は、発信器が作動している80msと停止後の 2 ms の合計 82ms はゲートが閉じられており、発信器からのフィードスルを取り除くことができる。

また、受信器の増幅率を図に示すように時間と共に変化する特性を持たせることによりトランステューサの近くの海水からの強い反射エコーとの識別を容易にしている。つまりS/N比を改善している。

- ii) 発信器と受信器を1つのトランステューサ・アレイにまとめることができる。

図35-1 発信器と受信器のタイミング・シーケンス



35-3-2 船体運動による影響

4 ビーム方式により、ピッキング、ローリング、ヒーピングの影響を打消すように考慮されている。

超音波ビームは図35-2に示すように、船首、船尾方向および右舷、左舷方向の4方向に出されている。ドップラ・シフトは船からの垂直線とビームとの角度に比例するのでピッキング、ローリングによりこの角度が変化すれば、当然その方向のドップラ・シフトは影響を受け誤差を生ずる。しかし、船首、船尾方向と右舷、左舷方向の各ビームのピッキング、ローリングによって生ずるドップラ・シフトの変化量は、お互に反対方向に生ずるので、打消すことができる。

受信周波数 f_r は式35-1にて与えられる。

$$f_r = ft \left(1 + \frac{2V}{C} \right) \quad (35-1)$$

ここでは、 ft : 発信周波数

V : ビーム方向の発信器（船）の速度

C : トランステューサ表面の音速

右舷方向のドリフト速度 V_{STBD} および垂直方向（ヒーピング）の速度 V_{DOWN} より右舷、左舷の各ビーム方向の速度 V_s および V_p を求めるところとなる。

$$\begin{aligned} V_s &= V_{DOWN} \cos 30^\circ + V_{STBD} \sin 30^\circ \\ &= \frac{1}{2} (\sqrt{3} V_{DOWN} + V_{STBD}) \end{aligned} \quad (35-2)$$

$$V_p = \frac{1}{2} (\sqrt{3} V_{DOWN} - V_{STBD}) \quad (35-3)$$

したがって、右舷、左舷各ビームの受信周波数 f_s および f_p は、式35-1に式35-2および式35-3を代入することにより求められる。

$$f_s = ft + (\sqrt{3} V_{DOWN} + V_{STBD}) \frac{ft}{C} \quad (35-4)$$

$$f_p = ft + (\sqrt{3} V_{DOWN} - V_{STBD}) \frac{ft}{C} \quad (35-5)$$

式34-4および式34-5より V_{STBD} は次のようになる。

$$f_s - f_p = \frac{2ft}{C} V_{STBD} \quad (35-6)$$

同様にして、船首、船尾方向についても、

$$f_r - f_a = \frac{2ft}{C} V_{FORE} \quad (35-7)$$

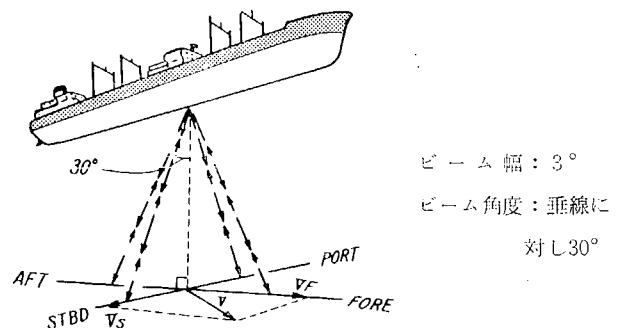
を得る。

式35-6および式35-7より分るように、4ビーム方式なので、ヒーピングの影響は除去されると同時に各ビームのエコー周波数に含まれてくる周期的かつ対称船体運動（ピッキングおよびローリング）による影響も除去される。

35-3-3 海水温度・塩分濃度の影響

海水中に温度差があると、音道は屈折するが、発射信号と反射信号とは同じ音道上を通るのでその影響は殆んどないという意見であった。

図35-2 超音波ビームの発射方向



式34-1より分るようにドップラ周波数に影響を及ぼすファクタは音速Cである。ところがCは海水の温度と塩分濃度が変化する場合には補正する必要がある。この補正にはサーミスター(Thermistor)により温度のみを補正するのと、ベロシメータ(Velocimeter)により温度、塩分濃度の両者を補正する方法とがあり、精密な位置決めを必要とする海洋調査船等の航法システム用には後者の補正方法がとられている。

35-3-4 対地速度測定可能な深さの制限

現在のパルス・ドップラ・ソーナは600ft以上の深さでは海水からのエコー信号となるので対水速度となる。600ft以上のドップラ・ソーナ開発の技術的見通しについて意見を聞いた。これに対しては、現在、使用している搬送周波数300KHzを低くすれば多少使用可能な深さは大きくなるだろうが、経済的な面から得策と言えない。また、現在のトランスマッチャの直徑が12inであるが、深くなると反射信号の海底から帰ってくる時間が増加するので、更に大きくする必要があると言うことであった。

しかし、同社では来年には、1,000ft用の設計にとりかかる予定のようである。

35-4 ドップラ・ソーナによる航法装置

同社の代表的航法装置“PRECISION SHIPBOARD NAVIGATOR MRQ-2015型”を紹介する。

本装置は特に大陸棚の海洋調査、探検、探査等において、自船の位置を正確に推定するために開発されたものである。

しかし、NNSS(注)受信機との結合が可能なので、本装置を船位推定装置としてNNSS受信機による船位測定システムを補完する方法が一般商船に今後適用されることが考えられる。

35-4-1 装置の性能

(a) 使用海底深さ

- i) 対海底速度の場合: 1~600ft
- ii) 対海水速度の場合: 600ft以上

(b) 測定速度範囲

- 0~25ノット

(c) 精度

- i) 速度精度
1% (感度は0.02ノット)
- ii) 距離精度
・海底深さが400ftまで: 0.2%
・海底深さが400~600ftまで: 0.5%

(d) トランスマッチャの特性

- i) 形式
パルス・ドップラ・ソーナ
- ii) 送信周波数
300KHz ±0.01%
- iii) 送信電力
10W (ピーク電力)
- iv) パルス幅
75ms

図35-3 ドップラ・ソーナ航法装置(MRQ-2015A型)の主コンソールの外観

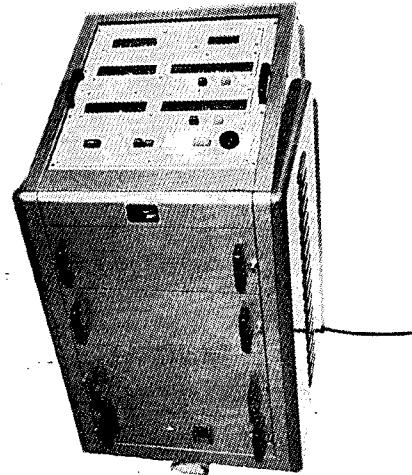
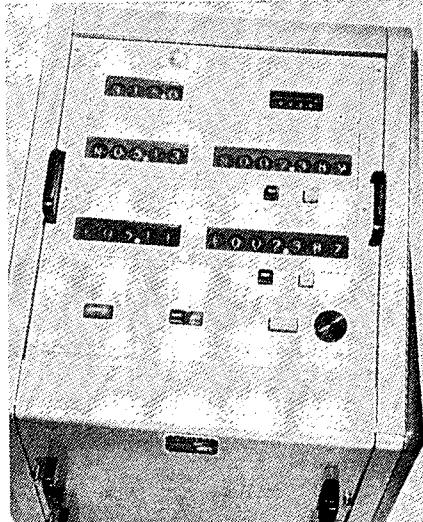


図35-4 ドップラ・ソーナ航法装置(MRQ-2015A型)のディスプレイ・パネルの外観



v) パルス繰返し率

3 PPS (pulse per second)

vi) ビーム幅

3°

35-4-2 装置の構成

本装置を構成する主要機器は、主コンソール、トランステューサ組込部、ペロシメータ等である。

(a) 主コンソール

図35-3に示すような外観を有し、4つの引出し形ユニット(drawer)と1つのディスプレイ・パネルから構成されている。各ユニットには、エレクトロニックス回路が収納されており、ディスプレイ・パネルには速度、航行距離等の表示器、各種の操作スイッチ等が装備されている。

表示器に超小型のCRT(注)を使用しているのも特長である。

i) ディスプレイ・パネル(図35-4参照)

主コンソールの上面にあって次の機能を有する。

・コース設定用デジタル・スイッチ(上列右側)

・所要針路表示器(上列左側)

設定コースにもどすための修正針路を示す。

・速度表示器(中列左側)

コース・モード(course mode)：設定コース上の速度(ノット)方向(前進は+、後進は-)を表示する。

ノース・モード(north mode)：南北方向の速度(ノット)、方向(北はN、南はS)を表示する。

・航行距離表示器(中列右側)

コース・モード：設定コース上を航行した距離(浬)、方向(前進は+、後進は-)を表示する。

ノース・モード：南北方向の航行した距離(浬)、方向(北はN、南はS)

・速度表示器(下列左側)

コース・モード：設定コースよりのドリフト速度(設定コースに直角方向の速度)(ノット)、方向(右舷はRT、左舷はLT)を表示する。

ノース・モード：東西方向の速度(ノット)、方向(東はE、西はW)を表示する。

・航行距離表示器(下列右側)

コース・モード：設定コースよりのドリフト距離(設定コースに直角方向の距離)、方向(右舷はRT、左舷はLT)を表示する。

ノース・モード：東西方向の航行距離(浬)、方向(東はE、西はW)を表示する。

・その外に電源スイッチ、モード選択スイッチ(コース・モード/ノース・モードの選択用)、リセット・スイッチ(航行距離表示器を0にする)、ディマー(表示器の明るさの調節器)等が装備されている。

ii) ロジック・ドロア(logic drawer)

図35-3の上から1段目のドロア・ユニットで、ディスプレイ・パネルの各種表示器をドライブするためのエレクトロニックスが収納されている。

iii) フロント・エンド・ドローラ(front end drawer)

図35-3の上から2段目のドロア・ユニットで300KHzの搬送波発振器、変調器等を含むアナログ回路が収納されている。

iv) サーボ・ドロア(servo drawer)

図35-3の上から3段目のドロア・ユニットで、すべてのサーボ装置、ジャイロとの結合部が収納されている。

v) 電源ドロア (power supply drawer)

システムに必要な電源を供給するドロア・ユニットで最下段に収納されている。

(b) トランスデューサ組込部 (Transducer Array)

図35-5に示すように4個のクリスタル・トランスデューサが、青銅製のハウジングに固定されており、ハウジングの中には受信用の前置増幅器が設置されている。

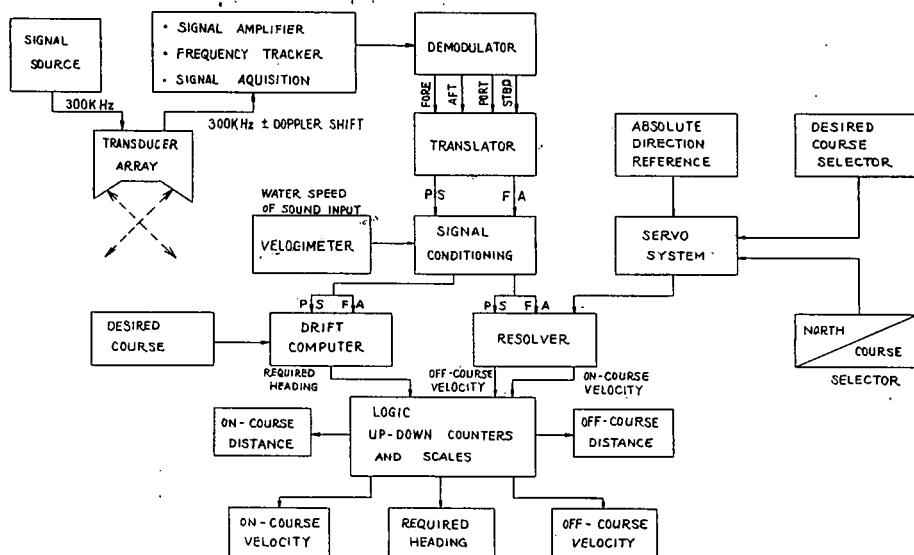
4個のクリスタル・トランスデューサは船首、船尾、右舷、左舷の4方向に垂直線に対して 30° の角度にビームを発射するよう固定されている。

以上の本装置の構成を機能別にブロック・ダイヤグラムで示すと図35-6のようになる。

図35-5 4個のクリスタル・トランスデューサを装備したドップラ・ソーナ



図35-6 ドップラ・ソーナによる航法装置のブロック・ダイヤグラム
“PRECISION SHIPBOARD NAVIGATOR MRQ-2015A型”



35-5 ドップラ・ソーナによるその他の装置

同社では航法装置の外にドップラ・ソーナを利用した次の装置を開発し販売している。

35-5-1 ドッキング装置 (MRQ-2035A型)

本装置はタンカ、一般荷物船等のドッキング援助装置として使用することを目的としており、下記の構成と性能を有する。(図35-7参照)

(a) 構成

本装置はエレクトロニクスを収納した主コンソール(形は航法装置の主コンソールと同じ)、2台の遠隔監視用ディスプレイ盤、2台のトランスデューサ組込部等から構成されている。

図35-2に示すようにドッキング装置においてはトランスデューサは船首、船尾の2箇所に設置する必要がある。ただし、船尾に設置されるトランスデューサは右舷、左舷の2方向ビームのものでよい。

遠隔監視用ディスプレイ盤の外観を図35-7に示す。ここにディスプレイされるデータは次の通り、

- i) 船の速度、方向
- ii) 船首の右舷、左舷方向の速度
- iii) 船尾の " "

(b) 性能

- i) 使用海底深さ
1~500ft (対海底速度)
- ii) 測定速度範囲
0~25ノット
- iii) 精度
±1% (感度は0.02ノット)

35-5-2 スピード・ログ (MRQ-4010型)

本装置はドップラ・ソーナによるスピード・ログで、現在、広く用いられている圧力ログ、電磁ログに相当するものである。なお、市販は今年末の予定と言っている。また、技術提携による国産化の計画が進められている模様である。(図35-8参照)

(a) 性能

- i) 測定速度範囲
0~25/0~5ノットの2レンジ切替使用
- ii) 精度
• 1~500ft (対海底速度) : 0.5%
• 500ft以上 (対海水速度) : 1.0%
- iii) 温度補正
サーミスター

35-5-3 その他の装置

以上の外に、航法とドッキングの両装置を組合せたMRQ-2050A型、他の航法システムの一部に組込むためのドップラ・サブシステム (MRQ-2020A型)、深海用ドップラ・ソーナ (MRQ-3030型) 等がある。

MRQ-2020A型ドップラ・サブシステムの性能は前述の MRQ-2015A型航法装置と同等であり、トランステューサの外に発信、受信回路を収めたユニット、電源ユニット等から構成されている。応用例としては、Litton社の航法システム LMN に使用されている。

MRQ-3030型深海用ドップラ・ソーナは 20,000ft の深さで使用可能とされている。

35-6 受注および納入実績

既に各種とりまして60セット受注しており、そのうち20セットを納入済であると言っている。受注および納入先の一覧表を表35-1に示す。その中から主たるものをピックアップすると次の通り。

35-6-1 海洋調査用

- (a) Compagnie Generale de Geophysique (France)

MRQ-2015型航法装置の1号機を1968年8月に納入した。

- (b) Ray Geophysical (Mandrel Industries)

図35-7 ドップラ・ソーナによるドッキング装置のディスプレイ盤の外観

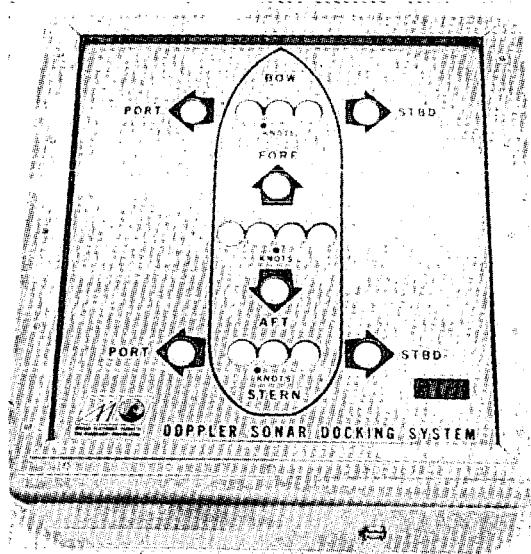
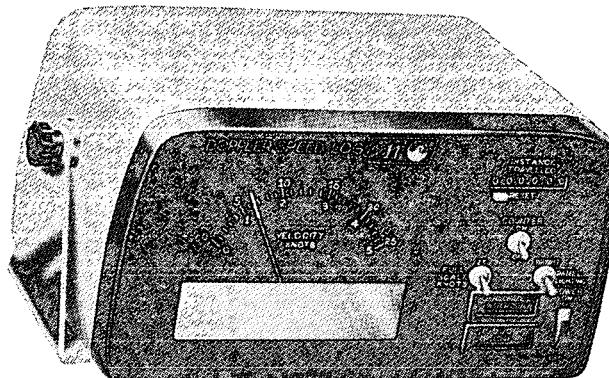


図35-8 ドップラ・ソーナによるスピード・ログ装置 (MRQ-4010型)



MRQ-2015型航法装置 2 セットがシンガポールにて稼動中

(c) Royal Dutch/Shell

MRQ-2015A型航法装置を香港で稼動中の船に1969年 6 月搭載の予定。本船には既に NNSS 受信機が搭載されている。

35-6-2 タンカ用

(a) ESSO International

MRQ-2050型航法とドッキング装置の組合せ型を 1 セット納入済。現在 5 ~ セット商談中

(b) Texaco, Inc.

MRQ-2035 A型 ドッキング装置 4 セットを21万トンタンカ用として納入済

(c) Shell Oil

MRQ-4010型速度ログ 2 セット納入し試験中

(d) Neste Oy (Finland)

MRQ-2050型航法、ドッキング装置組合せ型を 2 セット納入済

(e) Humble Oil Co.

MRQ-2015A 型航法装置、MRQ-4010型速度ログ各 1 セット納入済

35-7 価格および納期

(a) MRQ-2015A 型航法装置 \$ 50,000

(b) MRQ-2035A 型 ドッキング装置 \$ 35,000

(c) MRQ-2050A 型航法、ドッキング装置（組合せ型） \$ 59,500

(d) MRQ-2020A 型 ドップラ・サブシステム \$ 32,500

本価格は Litton 社システム用のもので出力の仕様によって異ってくる。

(e) MRQ-4010型速度ログ \$ 8,500

(f) MRQ-1030型 ドッキング装置 \$ 28,000

本装置は CW 型なので 6 ~ 150ft 深さにて使用可能

(g) MRQ-3020型深海用 ドップラ・ソーナ \$ 74,000

以上の価格にはトランステューサ、エレクトロニクス、ディスプレイ装置等は含まれるが、シーチェスト（トランステューサを船底に取付ける時のバルブ・アッセンブリ）、トランステューサ配線用ケーブル等は含んでいない。

納期は FOB ベースで45日と言っている。

表35-1 ドップラ・ソーナ・システムの納入先一覧表

Geophysical Survey

Texas Instruments MRQ 2015

Western Geophysical MRQ 2015

Compagnie Generale de Geophysique MRQ 2015

United Geophysical MRQ 2015

Ray Geophysical (Mandrel Industries) MRQ 2015

Aquatics MRQ 2015A

Royal Dutch/Shell MRQ 2015A

Seismic Engineering MRQ 2015

Litton Industries MRQ 2020 (for use with integrated navigation system)

Tanker Operators

ESSO International MRQ 2050 (Docking & Navigation)

Texaco, Inc. MRQ 2035A (Docking)

Shell Oil
Neste Oy
Sun Oil Co.
Humble Oil Co.

MRQ 4010 (Speed Log)
MRQ 2050A (Docking & Navigation)
MRQ 2035A (Docking)
MRQ 2015A (Navigation)
and MRQ 4010 (Speed Log)

35-8 ドップラ・ソーナの海上試験について

35-8-1 概要

ドップラ・ソーナ航法システム (MRQ-2015A型) の搭載されたボート (図35-9参照) に乗船し (Ports-of-Call, San Pedro, Calif.), その性能を実際に調査した。

35-8-2 海上試験結果

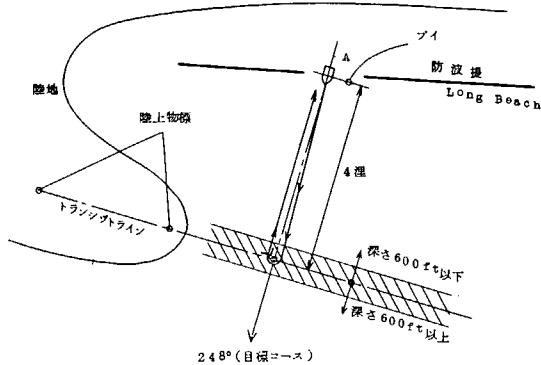
次の2種類の試験を実施した。

(a) 8浬走行試験

コースの概略は図35-10に示す通りである。

防波堤のブイのある位置A点より、陸上物標2点のトランシットラインに直角

図35-10 8浬走行試験の概要



なる方位 248° を目標コースとして、トランシットラインの交点Bにて折返し往復8浬をドップラ・ソーナにより計測した。

ボートは、目標コースに対して実際には図35-11のようにずれて走行するが、元の位置にもどればドップラ・ソーナにより計測した速度を積分して算出される on-course travel と off-course travel の値は0となる筈である。

試験結果は以下の通り (on course travel 8浬に対して)

- on course travel の指示 : 0.010浬
- off course travel の指示 : 0.128浬

(b) 1浬ポスト試験 (図35-12参照)

図35-12 1浬ポスト試験の概要

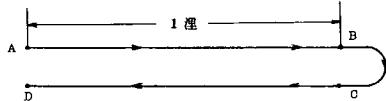


図35-9 Marquardt社ドップラ・ソーナ航法システム実験船

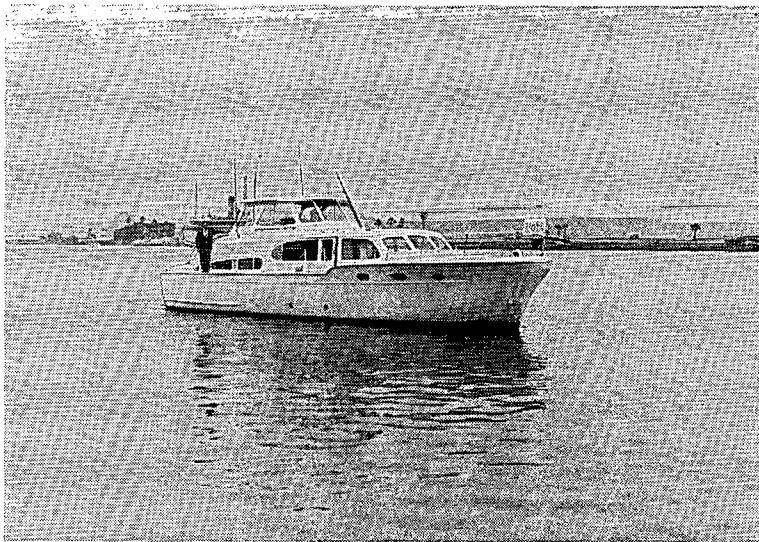
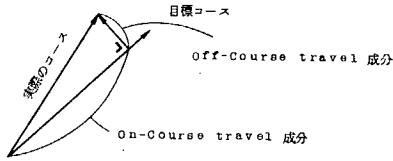


図35-11 On-Course, off Course の説明



各点での on course travel の読みは次の通り。

A点（原点）	0.000浬
B点	0.999浬
C点	1.000浬
D点	0.000浬

(c) 評 値

- i) 8浬走行試験の場合には、B点の附近が 600ft 以上の深さになっているので、海水からの反射による対水速度を計測しているので、それが精度に影響を及ぼしているものと思われる。
- ii) 1浬ポスト試験の結果が良いのは、深さが 600ft 以下であって、海底からの反射による対地速度が計測されているためと思われる。

36. ITT

International Telephone and Telegraph Company, Aerospace/Optical Division, Aerospace Laboratories

訪問先 15151 Bledsoe St., San Fernando, California 91342, U. S. A.
所在地

面談者 Mr. Philip P. Taylor (Product Manager Satellite Navigation)
(役職)

36-1 ITT 社の概要

同社はアメリカの国際通信業務を独占的に行なっている外に、宇宙・防衛産業用エレクトロニクス、電話器、放送機、受信機、家庭電器、食品機械等を製造販売している。さらに最近では金融、ホテル、出版、家屋建築、貸自動車(AVIS)等の種々の企業を傘下にもっているコングロマリットである。

1968年における同社の売上げは\$約40 Billion(約1兆4,600億円)にたつする世界的企業で同社の製品別売上げ比率を表36-1に示す。

調査団は同社の Aerospace/Optical Div.において米国海軍航行衛星システム(NNSS(注), Navy Navigational Satellite System)と受信装置について、その開発の現状と実船装備の場合に予想される技術的問題点について調査した。

表36-1 ITT 社の製品別売上げ比率(%)

Manufacturing

Telecommunications equipments	21
Industrial and consumer products	24
Defense and space programs	7
Natural resources	6
	小計 58

Consumer and business services

Food processing and services	17
Consumer services	16
Business and financial service	4
	小計 37

Utility operations

5

総計100

36-2 米国海軍航行衛星システム開発の経緯

本システムは米国海軍よりの委託により Johns Hopkins 大学 Applied Physics Laboratory が開発したものである。

しかし、本システムのアイデアは1957年ソ連の人工衛星スプートニック1号の電波を受信した Johns Hopkins 大学 Applied Physics Lab. の Mr. W. Guier と Mr. G. Weiffenbach が受信周波数にドップラ・シフトを発見し、この1本のドップラ曲線から衛星の軌道に関する6要素を計算したことに始まっていると言われている。その後、同研究所の Mr. F. T. McClure が、その結果を逆に利用し、軌道の明らかな人工衛星のドップラ曲線から受信地点の位置を求める方法を考案し、米国海軍に提案した。それが米国海軍に受け入れられ、同研究所が委託研究により開発に

成功した。

米国海軍では、1964年1月以来、本システムを使用しているが、非常に船位測定精度が高く、地上のあらゆる地点で、昼夜の別なく、しかも、天候状態に関係なく船位測定が可能であるとされている。

1967年7月 Johnson 前米国大統領は本システムを民間船舶用として使用することに承認を与え、船舶用受信機を製作するための技術が公開された。これにより急速に一般の民間船舶に使用されるようになり、特に、大陸棚油田開発と、それに関連した地質調査を目的とした船舶に適用されている。

現在までに ITT 社では、受信機を表36-2に示すように、軍用以外では、20台以上の納入実績をもっている。この中には Cunard 社 QE 2 号、Humble Oil 社 Manhattan 号等に搭載されているものが含まれている。また、米国海軍に対しては、約 140 台の実績をもっている。

なお、米国における受信機メーカーとしては、ITT 社の外に Magnavox 社がある。

表36-2 4007 型受信機の納入実績表

CUSTOMER	APPLICATION	VESSEL
UNITED GEOPHYSICAL #1	OFFSHORE OIL SURVEYS	UNITED GEO II
#2	OFFSHORE OIL SURVEYS	WYRALLAH
MANDREL INDUSTRIES #1	OFFSHORE OIL SURVEYS	ROBRAY I
#2	OFFSHORE OIL SURVEYS	NOT KNOWN
SHELL OIL COMPANY #1	OFFSHORE OIL SURVEYS	JUANITA
#2	OFFSHORE OIL SURVEYS	LADY GLORITA
#3	OFFSHORE OIL SURVEYS	NOT KNOWN
#4	OFFSHORE OIL SURVEYS	NOT KNOWN
★SCRIPPS INSTITUTE	DEEP DRILLING PROJECT	GLOMAR CHALLENGER
★BEDFORD INSTITUTE	OCEANOGRAPHIC SURVEYS	BAFFIN
GULF OIL COMPANY	OFFSHORE OIL SURVEYS	GULFREX
MOBIL OIL COMPANY	OFFSHORE OIL SURVEYS	NOT KNOWN
NAVY UNDERSEA WARFARE CENTER	HYDROGRAPHIC SURVEYS	C. H. DAVIS
U. S. COAST GUARD	ANTARCTIC EXPLORATION	GLACIER
CUNARD LINES	GENERAL NAVIGATION	QUEEN ELIZABETH II
CGG (FRANCE)	OFFSHORE OIL SURVEYS	ANDROMEDE
CSEE (FRANCE)	RANGE TRACKING SHIP	HENRI POINCAIRE
CNEXO (FRANCE)	OCEAN RESOURCES SURVEYS	JEAN CHARCOT
APL #1	NAVY RESEARCH MISSION	NOT KNOWN
#2	SCIENTIFIC OCEANOGRAPHY	NOT KNOWN
LITTON INDUSTRIES(10 UNITS)	GEOPHYSICAL SURVEYS	NOT KNOWN
OFFSHORE NAVIGATION INC. #1	OFFSHORE OIL SURVEYS	NOT KNOWN
#2	OFFSHORE OIL SURVEYS	NOT KNOWN
HUMBLE OIL COMPANY	ARCTIC ROUTE EXPLORATION	S. S. MANHATTAN (Icebreaking Tanker)
HONEYWELL MARINE SYSTEMS	RESEARCH VESSEL	UNKNOWN
SATELLITE POSITIONING CORP. (6 units)	VARIOUS	
★CUSTOMER ALSO OWNS COMPETITOR EQUIPMENT		

36-3 米国海軍航行衛星システムの概要

現在、航行衛星（トランシット衛星とも言う）は、地球上、約 600 準の高度を円形極軌道を描いて廻っている。したがって、地球上の各地点は、地球が 1 回転する間、つまり 24 時間に 2 回衛星の軌道の下を通過する。一方、衛星は

地球を約108分で1周するので、受信地点が1つの軌道の下の近くにある間に少なくとも2回は衛星の電波を受信できるので、各衛星について少なくとも1日に4回は船位測定ができる。現在、4個の衛星の使用が可能なので1日に16回以上の船位測定が可能である。その後の調査によれば、衛星は1959年以来現在までにシリーズ番号でNo. 18まで打上げられており、最も新しい衛星は14ヶ月前に打上げられたものとされている。また、衛星の寿命は約3年と言われている。

本システムの構成を図36-1に示す。本システムは米国海軍によって管理運用されており、その本部はポイント・マグ(Point Magu, Calif.)にある。地上関係のシステムは4つの追跡局(tracking station), 2つの注入局(injection station), 1つの計算センタ等から構成されている。そして、これらの地上設備はすべて米国の領土内にある。

追跡局は衛星が発信している150MHz, と400MHzの電波を追跡し、そのドップラ・シフト周波数を測定する。このデータはポイント・マグにある計算センタに送られ、各衛星の軌道の決定と各軌道の予測に使用される。計算センタにて計算された予測軌道データは注入局より各衛星に送信される。各衛星は12時間毎に新しい予測軌道データを受信し、衛星内のメモリ装置にストアされる。

衛星から送信してくる信号は次の3種類である。

(a) タイミング信号

2分間隔に発信される信号

(b) 軌道データ

上記各タイミングにおける衛星の位置に関するデータ

(c) 安定した150MHz, 400MHzの搬送周波数信号

これらの信号を衛星の通過中に受信すれば、船位の決定ができる。

36-4 船位決定方法

36-4-1 測定方法

同社が民間船用として販売している4007型および5001型受信装置は、米国海軍用として開発したAN/SRN-9型受信装置を原形としているので、同じ測定方法によっている。すなわち、刻々のドップラ・シフト周波数を測定するのではなく、タイミング信号間のドップラ周波数をカウントする方式である。

この方法の原理を図36-2に示す。

図36-2 ドップラ・カウントの説明

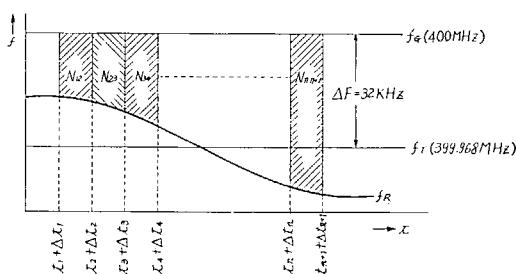
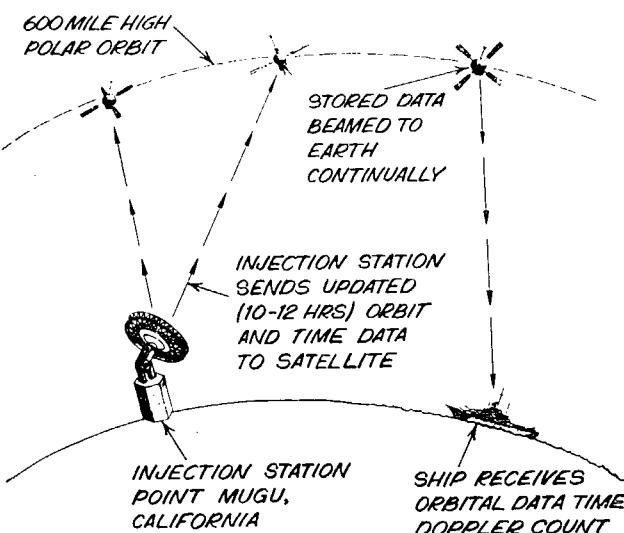


図36-1 NNSS の構成



f_R は衛星からの受信周波数で衛星と受信点の相対運動によりドップラ・シフトが生ずるので変化する。 f_T は衛星より発信される周波数で正確に400MHzではなく32kHz低い399.968MHzの周波数である。 f_0 は地上基準周波数で、受信装置内部の基準水晶発振器から400MHzを得ているので、その安定度は非常に高く $5 \times 10^{-12}/\text{秒}$, $1 \times 10^{-11}/2\text{分}$, $5 \times 10^{-10}/\text{日の値}$ を有している。

本測定方式において重要なことは衛星よりの発信周波数が400MHzでなく32kHz低い周波数で、しかも

$f_G - f_R$ を衛星からの 2 分毎のタイミング信号の間積分していることである。(これをドップラ・カウントという。) 図36-2においてタイミング信号間のドップラ・カウントは $N_{12}, N_{23}, N_{34}, \dots, N_{nn+1}$ で示される。これを式にて表わすならば式36-1となる。

$$N_{12} = \int_{t_1 + \Delta t_1}^{t_2 + \Delta t_2} (f_G - f_R) dt \quad (36-1)$$

ここで、 $t_1 + \Delta t_1$ は時刻 t_1 に衛星から発信されたタイミング信号の地上側受信機の受信時刻である。同様に $t_2 + \Delta t_2$ は、2 分後の t_2 に発信されたタイミング信号の受信時刻である。したがって Δt_1 と Δt_2 は衛星から受信機までの距離 S_1 と S_2 を伝播するタイミング信号の伝播時間を表わしている。

式36-1を展開すると式36-2になる。

$$N_{12} = \int_{t_1 + \Delta t_1}^{t_2 + \Delta t_2} f_G dt - \int_{t_1 + \Delta t_1}^{t_2 + \Delta t_2} f_R dt \quad (36-2)$$

式36-2の第2項は2つのタイミング信号の地上受信時刻間の受信したサイクルの数を表わしているので、これに“サイクル数保存の原理”を適用すると式36-3となる。

$$\int_{t_1 + \Delta t_1}^{t_2 + \Delta t_2} f_R dt = \int_{t_1}^{t_2} f_T dt \quad (36-3)$$

式36-3を式36-2に代入する。

$$N_{12} = \int_{t_1 + \Delta t_1}^{t_2 + \Delta t_2} f_G dt - \int_{t_1}^{t_2} f_T dt \quad (36-4)$$

ここで測定中は f_G と f_T は一定とすると式36-4の積分は式36-5となる。

$$N_{12} = (f_G - f_T) (t_2 - t_1) + f_G (\Delta t_2 - \Delta t_1) \quad (36-5)$$

一方、 $f_G - f_T = \Delta F$, $t_2 - t_1 = \Delta T$ とおき、

$$\lambda_G = \frac{C}{f_G} \quad (C: \text{光速}, \lambda_G: \text{地上基準周波数 } f_G \text{ の波長})$$

なる関係を式36-5に代入すると、ドップラ・カウントを表わす式は最終的に式36-6となる。

$$N_{12} = \Delta F \cdot \Delta T + \frac{1}{\lambda_G} (S_2 - S_1) \quad (36-6)$$

ここで、 S_1 : 時刻 t_1 における衛星と受信地点の距離

S_2 : 時刻 t_2 における衛星と受信地点の距離

さらに、測定原理を理解するために式36-6を式36-7のように変えてみる。

$$\Delta S_{12} = (S_2 - S_1) = \lambda_G (N_{12} - \Delta F \cdot \Delta T) \quad (36-7)$$

同様にして、時間 $t_2 + \Delta t_2$ から $t_3 + \Delta t_3$ 間のドップラ・カウントを測定することにより式36-8を得る。

$$\Delta S_{23} = (S_3 - S_2) = \lambda_G (N_{12} - \Delta F \cdot \Delta T) \quad (36-8)$$

ここで $\Delta F = 32\text{KHz}$, $\Delta T = 120\text{秒}$, 共に一定とするならば(実際には、 ΔF が変動するので、これを補正することが考慮されている。)連続して2回、2分間のドップラ・カウントを計測し、式36-7および式36-8による連立方程式を解くことにより受信点の位置を求めることができる。このことは、図36-3に示すように、 ΔS_{12} および ΔS_{23} が各々一定である曲線の交点が受信点の位置であることを意味している。これは、また、2組のロラン局からの時間差(距離差)が一定である2つの双曲線の交点として位置を求める方法と全く同じであり、衛星はさしつめ動くロラン局と言えよう。ドップラ・カウントを計測できる範囲は衛星が水平線上 $15^\circ \sim 75^\circ$ の間であり、時間で言えば、これは約18分間である。したがって、1回の衛星通過で数回のドップラ・カウントが得られる筈である。

36-4-2 位置計算の方法

位置の計算は次の手順でコンピュータにより行なわれる。位置を求める計算方法としては球面三角形を直接に解く方法もあるが、複雑で容易に解を求め難いので本システムでは推定船位より収斂法により求める方法を採用している。この場合の座標は地球の中心を原点、春分点の方向をX軸、地球の回転軸方向（北の方向）をZ軸、赤道面をXY平面とする慣性座標系による。

- i) 軌道データから衛星の位置を計算する。
- ii) ドップラ・カウントがら測定距離差 ΔS_{12} , ΔS_{23} , ΔS_{34} を計算する。
- iii) 緯度、経度にて表わされている推定船位（注）を慣性座標系の位置に変換する。
- iv) 衛星の位置と推定船位との計算距離差 ds_{12} , ds_{23} , ds_{34} ………を計算する。
- v) 計算距離差が測定距離差に一致するように推定船位の緯度、経度、および ΔF を修正してゆく、修正分の算出は最小二乗法による。
- vi) 修正分があらかじめ設定した値以下に入ればその修正分を推定船位に加えて位置とする。
- vii) 修正分が設定した値以上あるときは、修正分を加えた新しい推定船位および ΔF をもとに、iii) 以降の計算を繰返す。

以上の計算を行なうコンピュータの規模としては、PDP-8 (DEC 社製) 級のもので、4千語×12ビットの容量で十分と考えられる。航行衛星による船位計算（注）システムのブロック・ダイアグラムを図36-4に示す。また、コンピュータへの入力データおよびコンピュータからの出力データの一例を図36-5に示す。

36-5 システムの精度

船位決定の精度に影響を及ぼす要素について次に述べる。

(a) 受信機の測定雑音

雑音に影響されないドップラ・カウントを取り出すことが必要で、受信機そのものの性能に支配される。同社の受信機においては殆んど無視できるものと考えられる。

(b) 受信機の基準周波数の安定度

直接、精度に影響する要素で、これも受信機の性能によって決まってくる。安定度についてはすでに36-4-1において述べたように非常に定定しているので問題はないと考えられる。

(c) 電離層による電波の屈折

400 MHz と 150 MHz の2つの周波数により補正している。

(d) 対流圏による電波の屈折

低い仰角(15°近辺)の時に強い影響を受けるので補正の必要がある。

図36-3 ドップラ・カウントより位置を求める方法

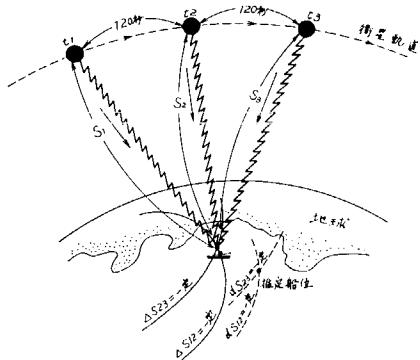
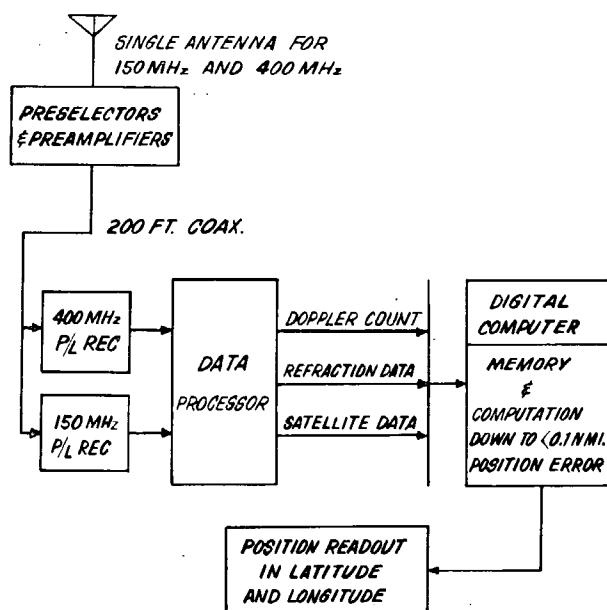


図36-4 船位計算システムのブロックダイアグラム



(e) アンテナの高さの変動

船の運動（ローリング、ピッキング、その他）による誤差を補正する方法として circularly polarized antenna を採用している。（図36-6参照）

アンテナの地球中心からの高さに変動があると誤差を生じ 1 ft の高さの変動に対し 1 ft の位置誤差が生ずる。船舶に搭載する場合には、その船舶の航路における基準横円からの平均海面高さ（ゼオイド）の偏移を調査し、補正する必要がある。

(f) 衛星の軌道データの誤差

地球の重力場の値の精度に支配されるが、自乗平均位置誤差で約 100 m である。

(g) 船舶の航行による誤差

船舶の場合、受信機が船と一緒に航行するので、船の速度により誤差を生ずる。すなわち、速度の南北方向と東西方向の各成分によって異った割合の誤差を生ずる。最も条件の悪い場合は、船が衛星の軌道に沿って航行し、しかも衛星の仰角が高い時である。その場合には、0.2~0.3 漪 / ノットの誤差を生ずることになる。

船速誤差に対しては、正確な船の速度をコンピュータに入力することにより補正することが可能である。

以上のように精度に影響を及ぼす要素は多いが、補正できるものは補正されており、本システムとしての総合精度は約 0.1 漪である。なお、他システムとの性能比較を表36-3に示す。

36-6 その他の事項

36-6-1 補助航法システム（船位推定システム）

本システムは原理的に連続して位置を測定することはできない。測定可能時間間隔は衛星の個数、軌道間隔、衛星との相対位置関係等により異ってくる。したがって、連続して船位を求める必要がある場合には、ジャイロコンバスと電磁ログ、ドップラ・ソーナ、イナーシャル・プラットフォーム（VI. 33. LITTON 社の項参照）等のいづれかとによる補助航法システムにより補間する必要がある。一方、その場合には、本システムによる位置計算に必要な初期推定船位は、補助航法システムよりコンピュータに入力することができる。また、補助航法システムのオフセットは、本システムにより位置が測定され毎にリセットすることができる。

36-6-2 価格

i) 4007型受信機 \$ 約 60,000 (約 2,160 万円)

アンテナ、周波数標準器、オシレータ、コンピュータ (PDP-8/P または PDP-8/I) 付、(図36-7参照)

ii) 5001型受信機 \$ 約 72,000 (約 2,590 万円)

図36-5 コンピュータへの入力データおよびコンピュータからの出力データの 1 例

+#177#738	KEPLER PARAMETERS	
+#3713866		
+#07195#2		
+#0#19762		
+#0#0#4562		
+#0#745573		
+#0#614415		
-#0#0#0#786		
+#0#2#0#79		
+#0#3#0#113		
+#0#999798	LIST OF DOPPLER COUNTS	
3143591 2#0#0		
3356#0#7 2#0#0		
3679582 2#0#0		
4#0#3#0#7 2#0#0		
4361#0#11 2#0#0		
4557447 2#0#0		
#0#0#0#0#0 #0#0#0		
#0#0#0#0#0 #0#0#0		
+#0#2#6 +148		
+#0#2#4 +113	EPHEMERAL DATA	
+#0#1#9 +#0#79		
+#0#1#1 +#0#48		
+#0#0#2 +#0#23		
-#0#0#9 +#0#4		
-#0#2#1 -#0#8		
+#0#0#0 +#0#0		
+#0#0#0 +#0#0		
HR/MIN/LAT/LON/CSE/SPD/ANT		LOCAL DATA INPUTS
#4 36 6# -3# 3#7 9.3 255		
HR=+ 4.0#0#0		
MIN=+ 36.0#0#0		
LAT= 6# 381#6 N } LON= 28.26647 W }	COMPUTED POSITION	
FRQ=31975.82#0#0		
RESIDUALS		
- 1.984#1		
- 15.28227		
+ 26.9#0#32	RESIDUALS	
- 5.83626		
- 26.74371		
+ 22.938#6		
+ .0#0#0#0		
+ .0#0#0#0		
4 ITERATIONS		

アンテナ、周波数標準器、オッサンレータ、コンピュータ(CDC-5100)付、(図36-8参照)

- iii) 両機種からコンピュータを除外した場合は \$ 約45,000 (約1,620万円)
- iv) PDP-8用プログラムテープ \$ 5,000 (約180万円)
- v) 目下開発中の 400 MHz のみの受信機は1970年1月頃発表になる予定であり、簡易型計算器を含めて \$ 20,000~25,000 (720~900万円) と言っている。

図36-6 受信機用アンテナ

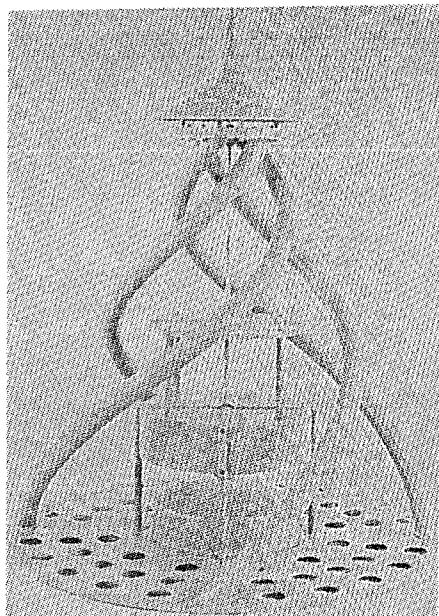


図36-7 コンピュータ PDP-8と共に船舶に搭載した受信機 (4007型)

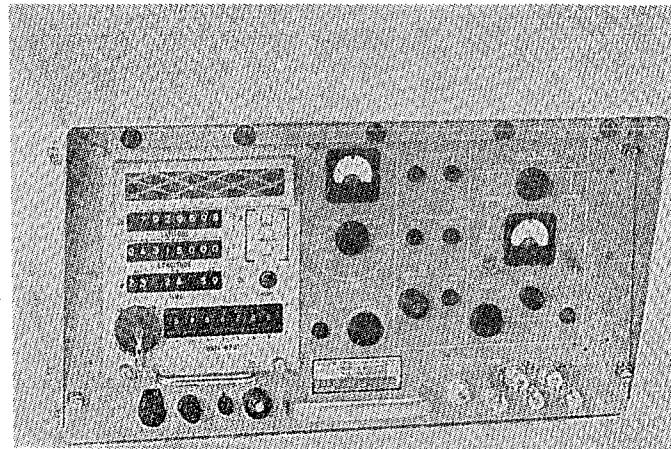


図36-8 コンピュータ CDC-5001 を組込んだ受信機 (5001型)

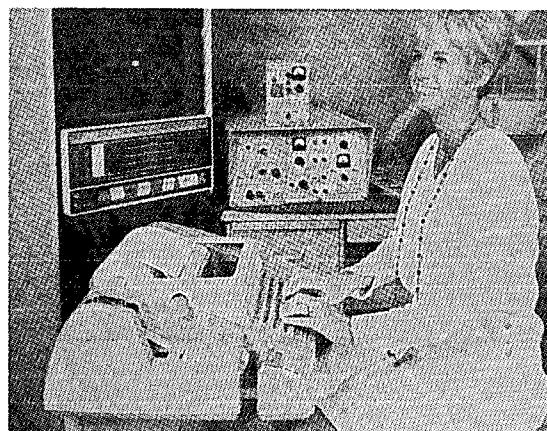


表36-3 航行衛星システムと他のシステムとの性能比較表

SYSTEM	ESTIMATED MAX. RANGE	ESTIMATED ACCURACY	FREQUENCY RANGE	COMMENTS	ESTIMATED USER EQUIPMENT COST (Prod. Equipments)
Decca	200-300 nm	0.25-1.0 nm	90.0-130 KHz	Operational with localized coverage, limited to about 240 mile range at night because of sky wave interference.	\$ 30k/Month Lease Including Ground Stations
Loran-A	700-900 nm	0.5-3.0 nm	1.75-2.0 KHz	Operational with localized coverage, limited by sky wave interference. Relatively inexpensive.	\$ 10 k
Loran-C	1200-1500 nm	0.2-0.5 nm	90-110 KHz	Operational with localized coverage, limited by sky wave interference. Relatively accurate except w/sky wave.	\$ 10-20 k
Omega	5000 nm	1.0-2.0 nm	10.2 KHz 13.6 KHz	Planned to give worldwide coverage, using eight ground stations and four operating frequencies. Presently in developmental stage with four ground stations and two operating frequencies yielding lane ambiguity every 24 nm.	\$ 10-20 k
Transit Satellite System-High Accuracy User Equipment	Worldwide	0.1 nm (approximately)	150 MHz 400 MHz	Dual channel receiver provides re-fraction corrections for highest accuracy. High accuracy computation program.	\$ 50 k with Computer
Transit Satellite System-Standard Accuracy User Equipment	Worldwide	0.5 nm (approximately)	400 MHz	Single channel receiver eliminates refraction correction. Computer replaced by special purpose data processor/computer and readout.	\$ 20-25 k with Data Processor/Computer

(注) ITT 社資料による

37. LOCKHEED-CALIFORNIA

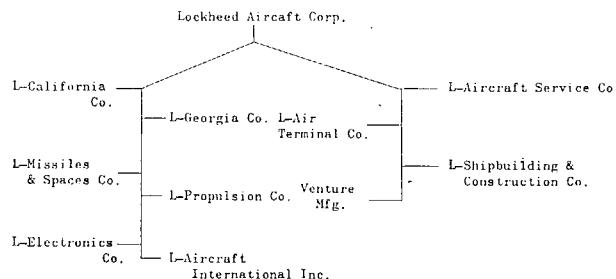
Lockheed-California Company, Divisions of Data Processing Service & Scientific Computer Service

訪問先所在地	Burbank, California 91503 U. S. A.
面談者(役職)	Mr. N. E. Johnson (Division Manager of Data Processing Service) Mr. F. P. Cozzone (Division Manager of Scientific Computer Service) Mr. D. L. Bickel (Dept. Manager of Scientific Direct Access Programs) Mr. L. Nachenberg (Staff of EDP Planning and Programming) Mr. W. G. Logan (C/O of Lockheed-Aircraft International Inc.)

37-1 Lockheed-California (通称 Calac) 社の概要

同社は Lockheed グループの1会社であって、グループは次の図37-1の各会社より構成されている。

図37-1 Lockheed グループの構成



Lockheed グループの現勢は表37-1の通りである。

表37-1 Lockheed グループの現勢

	1968年	1967年
売上高	\$ 2,271 million (7,990億円)	\$ 2,335 million (8,410億円)
従業員数	95,400人	92,270人
Calac 社は現在 Tri Star (L1011) (250ないし345人の旅客を時速600哩で輸送する民間機), AH-56 (武装ヘリコプター), P-3C (対潜哨戒機) 等を生産しており1968年末の従業員数22,580人, 1969年末には約27,000人になるものと見込まれている。		

37-2 Boeing 社と Lockheed 社の比較

両社はライバルであるが、Boeing 社が重厚・堅実であるに対し、Lockheed 社は積極・果敢というようにその社風において対照的であるといわれている。

コンピュータ利用面においてもこの傾向はうかがわれLockheed 社はLockheed-Georgia (通称 Gelac) 社の生産管理に関する有名な Inter-Lock システム, Calac 社のグラフィック・ディスプレイ装置の N/C (注) (数値制御) の積極的利用, カセット・フィルムを利用した optical image terminal の先進的利用など, 高度な, 別の意味では実験的なシステム開発に積極的にとりくんでいるのに対し, Boeing 社は大手の製造業としては比較的保守的なコンピュータ利用といえる。

コンピュータ組織も Boeing 社が各工場毎にコンピュータ部門をもち, 分権的であるのに対し, Lockheed 社は各社とも集中した組織でシステム開発を行なっている。

これらの何れが効果的であるか現時点では評価し難いが注目すべき対象である。

37-3 コンピュータ利用部門の組織

Calac 社のコンピュータ部門の組織は1968年8月の IBM 360/91 (注) の設置とともに, 事務および管理を対象とした Data Processing Service Division と科学・技術計算を対象とした Scientific Computer Service Division に分れた。両者を合せた総人員は570人で, 全従業員の約2.2%となっている。図37-2に組織図を示す。

37-4 Calac 社のコンピューター

：グラフィックス (computer graphics) の適用の現状

Calac 社は、数多くのコンピューターを有し企業活動に役立つあらゆる分野に利用を計っている。このうち、最も興味あるシステムはグラフィック・ディスプレイ (graphic display) の本格的利用である。

米国においては、大学・研究所、製造業などでグラフィック・ディスプレイの自動設計面への応用研究が盛んに実施されているが、平均的にみて未だ利用の可能性の検討といった段階であると見られるのに対し、自動車における GM 社、航空機における Lockheed 社はこの分野での研究が進歩し他企業に先駆け大規模な実用化システムを採用している。

37-4-1 コンピュータ・グラフィックスの適用分野

現在、製造部門、技術部門に対して適用されているがその現状を表37-2に示す。

表37-2 Calac 社のコンピュータ・グラフィックスの利用分野

分野	対象	利用ソフトウエア
製造関係	<ul style="list-style-type: none"> • N/C テープの作成 • Drafting (設計製図) • Loft (原画作成) 	Calac 社開発の設計用パッケージによる
技術解析関係	<ul style="list-style-type: none"> • システム・シミュレーション(注) Graphic-CSMP (Continuous System Modelling Program) （連続系、特に微分方程式系のモデル作成および解を扱う） • 2次元構造解析 • 特殊プログラム 	Galac 社の 2 次元パッケージおよびその他プログラム Graphic-ECAP (注) (Electronic Circuit Analysis Package) (電子回路設計および解析用)

N/C に関しては、5台のグラフィック・ディスプレイを用い20名のパート・プログラマーが操作している。なお Loft 用には、1969年7月に4台のディスプレイを追加する予定。

37-4-2 使用中のコンピュータ・システム

Calac 社のグラフィック・システムは、段階的にグレード・アップされ、今日の IBM 360/91 を中心にした大規模システムに発展してきたが表37-3に、その導入推移を、図37-3および図37-4に現在のシステム構成およびメモリーの割付けを示す。

図37-2 Calac 社のコンピュータ利用部門の組織

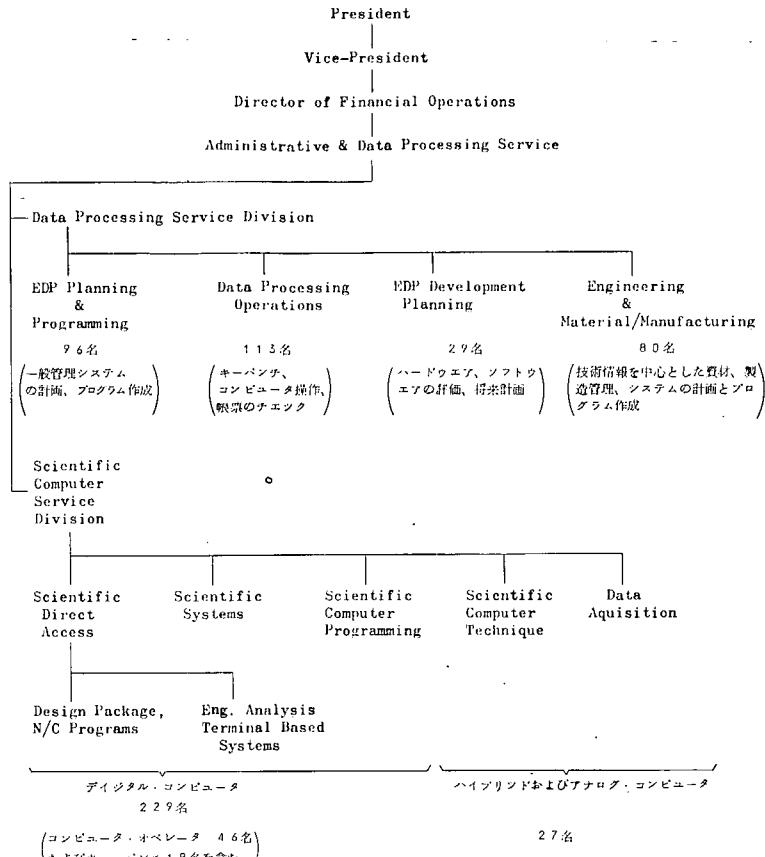


表37-3 コンピュータ・グラフィックスの導入推移

設置年月	使用コンピュータ	グラフィックス・ディスプレイ型式×台数
1966. 1	IBM 360/50	IBM 2250 I型×1台
1966. 12	〃 360/40	〃 ×2台
1967. 11	〃 360/65	〃 ×2台
1968. 8	〃 360/91	〃 ×2台
1968. 11	〃 360/91	IBM 2250 III型×12台
1969. 7 (予定)	〃 360/91	×16台

図37-3 コンピューター・システムの構成

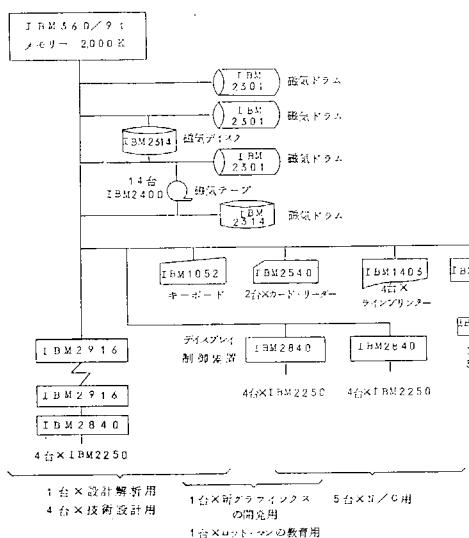
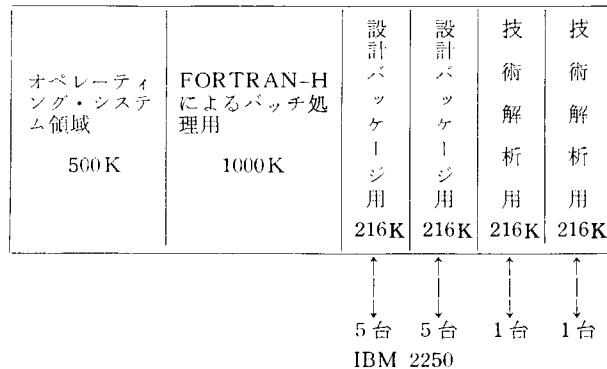


図37-4 コア・メモリー (2000 k) の割付け



37-4-3 コンピュータ・グラフィックスの利用の流れ図

製造関係の Drafting (設計製図) および N/C (数値制御テープ作成) の現在の利用の流れ図を図37-5および図37-6にそれぞれ示す。

図37-5 Draftting の流れ図

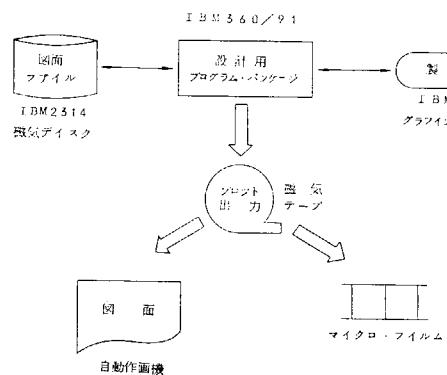
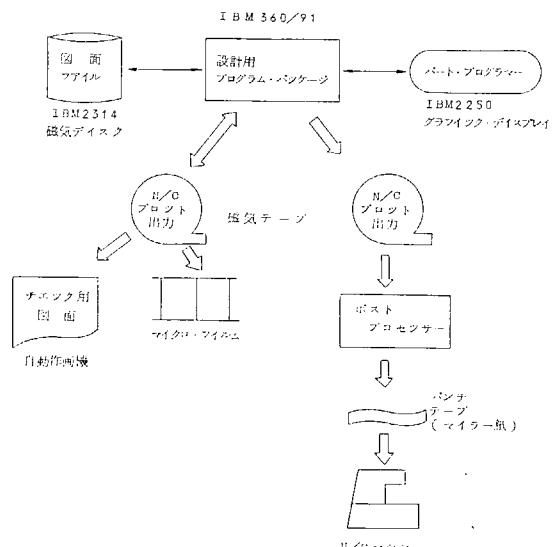


図37-6 N/C の流れ図



37-4-4 コンピューター・グラフィックスの効果

担当者によれば、このようなグラフィックス・システムの利用による効果は省力化の面よりみると N/C (数値制御用) の分野で在来のシステムと較べて、2次元の機械加工に対して、約 $\frac{1}{3}$ 、3次元の機械加工に対して約 $\frac{1}{4}$ 、設計作成に対して約 $\frac{1}{5}$ の工数になるといっている。

又、技術解析の分野では従来2週間要したもののが2時間に減少したと称している。

38. III

Information International, Incorporated

訪問先所在地 12345 West Olympic Boulevard, Los Angeles, California 90064 U. S. A.

面談者(役職) Mr. Robert B. Hitchcock (Manager of Service Operations)

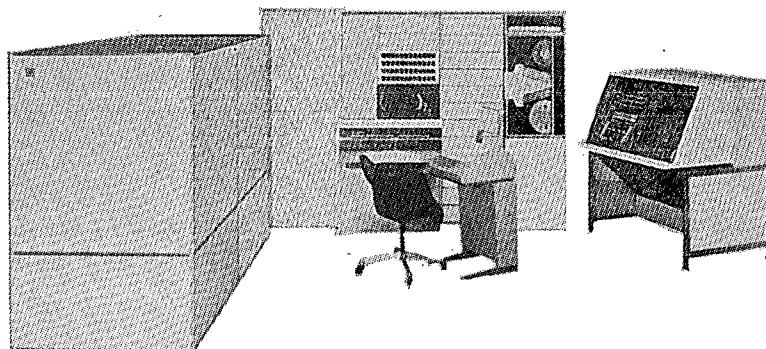
38-1 III 社の概要

現在 Honeywell 社に吸収されたコンピュータメーカー 3C 社 (Computer Control Corp.) から独立した技術者達によって1962年に設立されたと言われている。

同社はフィルム、紙等に記録されている図形、図表、写真あるいは実際の物体等からの視覚に映ずる情報 (visual information) の処理システムに関するハードウェアおよびソフトウェアの開発・製造・販売を仕事としている。すなわち、ビジュアルな2次元のパターン情報をついて

- (a)情報の抽出、抽出
 - (b)情報の翻訳
 - (c)情報の修正
 - (d)情報の提供
- 等を行なうことである。

図38-1 PFR System の外観



事業所は Cambridge, Mass. と Los Angeles, Calif. の2箇所にあり、前者は研究開発と図形処理に関するサービス業務を担当し、後者はハードウェアおよびソフトウェアの製作を担当している。

今回は Los Angeles の事業所を訪問し、製作しているシステムの一部を見学した。

38-2 製作・販売しているシステムの概要

現在、販売しているシステムは次の3つである。

38-2-1 Programmable Film Reader/Recorder System (PFR システム)

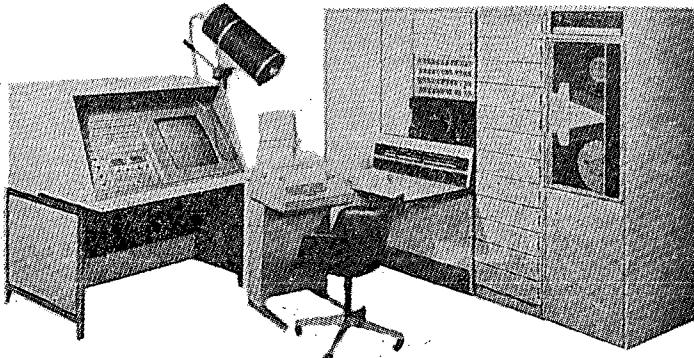
このシステムはロールフィルム、カットフィルム上の図形、文字等あるいは図面上の図形文字等を高速度、高分解能で、しかも自動的に読み取り、デジタル情報として磁気テープ、磁気ディスク等の大容量メモリにストアする。

出力はフィルム面上への再現、自動製図機を使用しての製図が可能である。また、CRT ディスプレイ (注) を使用しての修正が可能である。PFR システムの外観を図 38-1 に示す。

38-2-2 Computer Eye System

このシステムは現実の光景 (scene) とか実在の物体等 (いずれも静止していることが必要) のビジュアルなパターン情報を

図38-2 Computer Eye System の外観



処理するシステムである。

このシステムを特長づけているものは“Image Dissector Phototube”と呼ばれている image eye sensor にあるようと思われる。このセンサは、光学系とエレクトロニクスを組合せたもので、テレビ・カメラに似ているがテレビ画像のようにラスター・スキャニング (raster scanning) (注)によるのではなく、コンピュータのプログラムによるコントロールのもとに、映像のある特質部分のみを探し求めて、その部分の情報のみを抽出することができる点にある。

スキャニングの方法は後述する 3 つの方法の中の image-plane scanning である。Computer Eye System の外観を図 38-2 に示す。

38-2-3 Time Shared Display System

ライトペン付の 21 in CRT ディスプレイを使用した、所謂グラフィック・ディスプレイ・システムである。キャラクタ・ジェネレータ(注)、ベクトル・ジェネレータ(注)等の各種ファンクション・ジェネレータが用意されている。

コンピュータは製作していないので、PDP-10, PDP-9, PDP-9/L, PDP-6, Sigma 7, Sigma 5, Sigma 2 とのインターフェースが用意されている。本システムの外観を図 38-3 に示す。

38-3 システム構成上の特長

同社のシステムの特長は、いずれのシステムも、次の 4 つのサブシステムで構成されていることである。

(a) 電子一光学センサ (Electronic/Optical Sensor)

パターン情報を電子一光学的にデジタル化しプロセッサに入力する部分で、フィルム等をハンドリングする機械部分も含まれている。

(b) プロセッサ

上記センサからの入力を処理する部分で規模としては 8,000 語のコアメモリを持つコンピュータが必要である。

(c) マン・マシン・インターフェース

ライトペン付 CRT ディスプレイで、システムの処理過程のモニタリング、プログラムのデバッグ等に使用される。

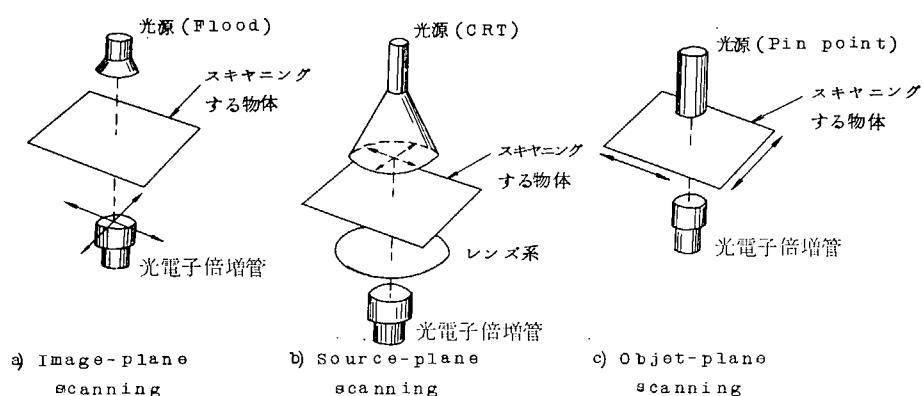
(d) 出力装置

デジタル・データを图形化するための装置である。例えば、自動製図機等の接続が考えられる。

図38-3 Time Shared Display System



図38-4 スキャニングの方法



38-4 PFR システムの作動原理

38-4-1 スキャニングの方法

現在広く使用されているスキャニングの方法には図 38-4 に示すように、次の 3 つの方法がある。

(a) Image-plane scanning

物体と光源は固定し、光電子倍増管をインデックスする。

(b) Source-plane scanning

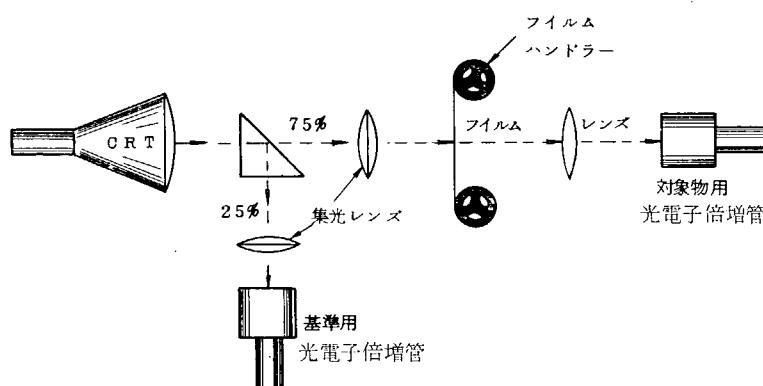
物体と光電子倍増管は固定し、スポット光源を、あるインクレメントでスキャニングする。

(c) Object-plane scanning

スポット光源と光電子倍増管は固定し、物体を動かしてスキャニングする。

以上 3 つの方法の中でこのシステムは (b) Source-plane scanning を用いている。すなわち、光源として使用している CRT の表面にスポットの大きさが約 18μ (35m/m フィルムの場合) の点光源を発生させ、 $2^{14} \times 2^{14}$ (16,384 \times 16,384) の各グリッドポイントのロケーション (ロケーション間隔 1.8×10^{-4} in) をプログラムによりスキャニングする。

図38-5 フィルムよりの読み込みの原理



38-4-2 読込みの原理

フィルム面上の情報を読み込む過程の原理を図 38-5 に示す。

スポット光源が CRT 上の X-Y の座標でプログラムされた位置に発生し、これによってフィルム上の絵がスキャニングされる。

この点光源から発したビームは 2 つに分けられる。1 つのビームは集光レンズを通して、フィルム面上の指定された位置に焦点が結ばれる。このフィルムを通過した光は対象物用光電子倍増管にて検出される。

もう 1 つのビームは、基準用として、フィルム面を通過しないで基準用光電子倍増管にて検出される。これはフィルム面に入射した光量を測定するためである。

この 2 つの光電子倍増管の出力信号は差動增幅器に入力され、2 つの信号の比が測定される。つまりフィルム面上の絵の濃淡密度が測定されることになる。

絵の濃淡密度はアナログ量にて測定されているから、之を 7 ビットからなるディジタル量の情報に変換される。すなわち、基準の濃淡密度との比較値に 1 ビット (要するに +, - に同じ) その濃淡密度量に 6 ビットが使用される。

このディジタル化された情報はプログラムにより処理されスポット光源の次のロケーションが決定される。

PFR システムの詳細なブロック・ダイヤグラムを図 38-6 に示す。

38-4-3 PFR システムの応用

Mobil Oil Corp. (Dallas, Texas) の Geophysical Service Center に納入されたシステムと同等のものが同社にあり、今回訪問した際に見せてくれた。

Mobil Oil 社では、このシステムを oil well log と呼ばれる石油井戸の記録のデータ解析に使用している。石油磁業では常に oil well log より石油井戸の使用できる量を決める必要がある。Mobil Oil 社では、図 38-7 に示すような oil well log の過去から現在にいたるまでのデータの解析に本システムを使用している。

同社にあるシステムでは、コンピュータには DEC 社製 PDP-9 が使用されていた。

本システムのソフトウェアとしては、次の4つのパッケージが用意されている。

- (a) Application program package
- (b) Utility program package
- (c) System program package
- (d) Functional program package

38-4-4 納入実績および価格

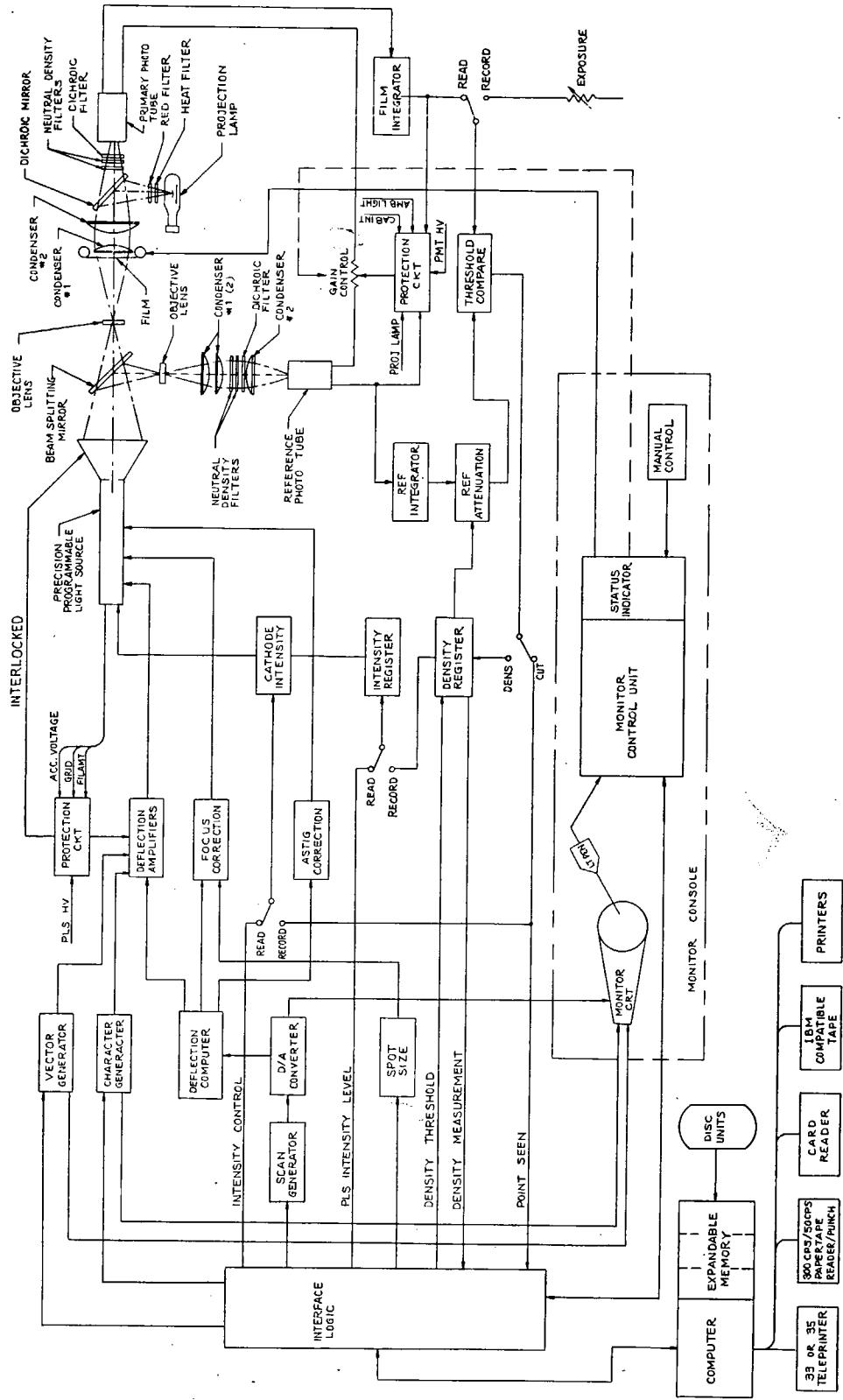
1963年より1967年までの間に11セットが大学の研究所、航空機製造会社、石油会社、政府官庁等に納入されている。

価格は標準システム（PFR-³/20型）で\$約460,000(約1.7億円)である。

図38-7 PFR システムにより解析する
Oil well log の一例



図38-6 PFR システムのプロック・ダイヤグラム



39. SCRIPPS INSTITUTION

Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego

訪問先 La Jolla, California 92037, U. S. A.
所在地

面談者
(役職)

Mr. Peter G. Trapani (Marine Superintendent)

Mr. Wes Hilton (Programmer)

Mr. E. H. Coughran (Los Angeles Scientific Center, IBM Corporation)

Mr. Frank Bethard (Installation Planning Engineer, Field Engineering Division,
IBM Corporation)

Mr. Joseph Wise (Industry Manager, Manufacturing, IBM World Trade Asia
Corporation)

39-1 スクリップス海洋研究所の概要

スクリップス海洋研究所はカルフォルニア大学サンディエゴの一部門で、太平洋に面するラ・フォーラにあり、海洋科学のすべての面の研究を行なっている。

この研究所の主要な活動は表39-1に示す通りである。Marine Facility は海洋調査船等の運航を担当している部門で、現有の船舶は表39-2に示すとおりである。

図39-1 スクリップス海洋研究所の全景

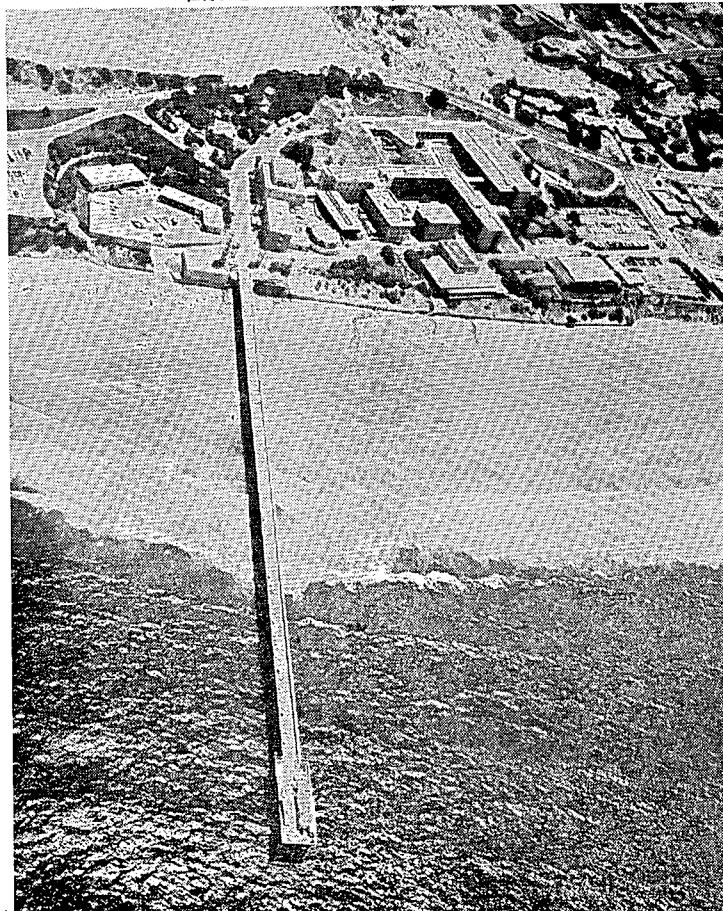


表39-1 スクリップス海洋研究所の組織

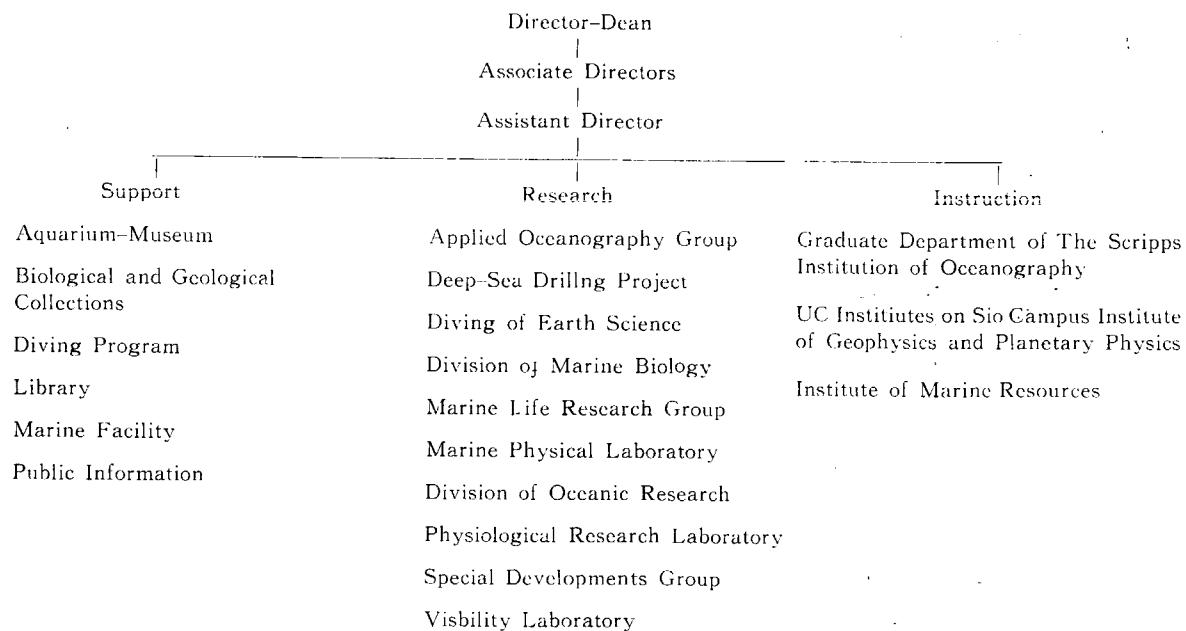


表39-2 スクリップス海洋研究所の海洋調査船

Type:	Alexander Agassiz light freight	Argo rescue and salvage	Alpha Helix oceanographic research (biological)	Horizon tug	Oconostota tug	Ellen B. Scripps off-shore supply	Thomas Washington oceanographic research	T-441 cargo and passenger	FLIP floating instrument platform
Hull:	steel	steel	steel	steel	steel	steel	steel	steel	steel
Year acquired:	1944	1944	1945-1966	1944	1944	1964-65	1965	1953	1962
Year built:	1961	1959	1966	1948	1962	1965	1965	1955	1962
From whom acquired:	State Educational Agency for Surplus Property	U.S. Navy	National Science Foundation	U.S. Navy	U.S. Navy	Dantzler Boat and Barge Co.	U.S. Navy	U.S. Navy	Gunderson Bros. Shipbuilding, Portland, Ore.
Owner:	University of California	U.S. Navy	University of California	University of California	U.S. Navy	University of California	U.S. Navy	U.S. Navy	U.S. Navy
Length:	180'	213'	133'	143'	102'	95'	209'	65'	355'
Beam:	32'	40'	31'	33'	25'	24'	40'	18'	20/12'
Draft:	10'	15' 1"	10' 5½"	13' 6"	10'	6'	14'	6'	10'
Displacement tons (full):	825	2,079	512	900	206	115	1,362	99	2,100 (vertical)
Cruising speed:	11	13	11	11½	12	11	11	10½	varies ⁻¹
Maximum speed:	12	14	12	12½	12	12	12	11	varies ⁻¹
Minimum speed:	3	½	3	½	½	3	½	3	varies ⁻¹
Range (miles):	7,700	8,000	6,200	6,800	6,000	4,700	8,000	1,830	varies ⁻¹
Endurance (days):	27	60	24	48	25	17	48	5	varies ⁻¹
Crew:	17	32	12	19	8	5	25	6	
Scientific party:	14	24	10	16	6	8	16	9 ⁻²	8

⁻¹ Depends on towing vessel
⁻² Including crew

39-2 スクリップス海洋研究所におけるコンピュータの使用

(a) コンピュータ使用の概要

この研究所では、1936年からパンチカード式のコンピュータを使用し始め、1966年以降海洋調査船の船上で制御用コンピュータを使用している。

基本的な考え方として、陸上のコンピュータをそのまま船上で使用するという方針をとってきた。主な理由は、この方が経済的であるという見地からである。

現在この研究所は、陸上の研究室に IBM 1800 1台（32千語、1語16ビット、ディスク2台付）をもっている。このコンピュータはかって Oceanographer 号に船用として搭載した1号機である。

その他、Argo 号、Thomas Washington 号にそれぞれ IBM 1800 1台を搭載している。近く新造船 Melvil

号も IBM 1800 1台を搭載する予定である。この新しいコンピュータは、サンディエゴの研究所の倉庫におさめられていて搭載される準備中であった。

(b) IBM 1800を搭載した Argo号の実績

Argo号は、IBM 1800 を搭載してから16か月経過している。この船は長さ60.25m、幅11.89m、深さ5.79m、排水量2,079トンの小さな船である。(図39-3参照) コンピュータ搭載後遭遇したもっともひどい嵐は sea state 7 以上で、この時はローリング45度、ピッキング15度、ヒーピング3m程度の悪コンディションになったが、この時でもコンピュータは全然異常に快調に動きつづけた。

IBM 1800 の補助記憶装置は、512千語(1語16ビット)のメモリをもつ移動型のアームをもった取外し可能型のディスクであるが、このような荒天時でも全も故障は起さなかった。これはディスクのドライブをベルト・ドライブにして、極端に慣性を少なくし、ジャイロ効果が出ないような軽量構造を採用していることと、フレーム枠自体が非常に強固であることが成功の原因であると説明があった。タイプライタ、ラインプリンタ、カードリーダ等は時々故障をおこした。

この船のコンピュータの使用目的は

- NNSS(注)による船位の決定
 - 航海計器(ジャイロコンパス、ログ)による船位の測定
 - 地磁気測定
 - 計測データ処理
- 等である。

この船につんだ NNSS 受信機は Magnavox 社製で、最初、昨年1968年6月試作第1号を搭載したが、最初はハードウェアのトラブルが相次ぎ、満足に動くには約1年かかった。

現在は新しい受信機にとりかえており、非常に快調に動いている。(図39-4参照) 次にコンピュータの出力の例として NNSS の受信結果を図39-5に示す。コンピュータからの出力は海図上にX-Yプロッタで自動的に作図される。

コンピュータおよび NNSS 受信機等は無難作にとりつけられており、普通の計器と同一に取扱っているとのことであった。(Argo号はその後日本に寄港したので、実地に見学することが出来た。)

図39-2 倉庫中の IBM 1800

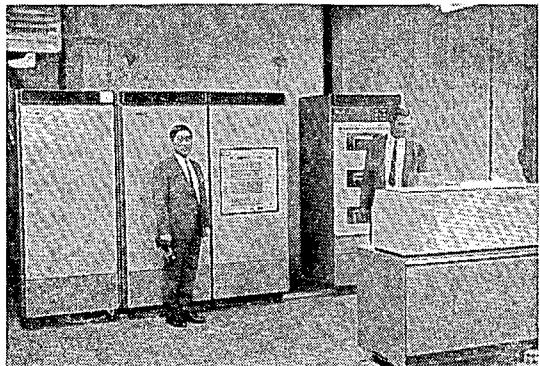


図39-3 アーゴ号

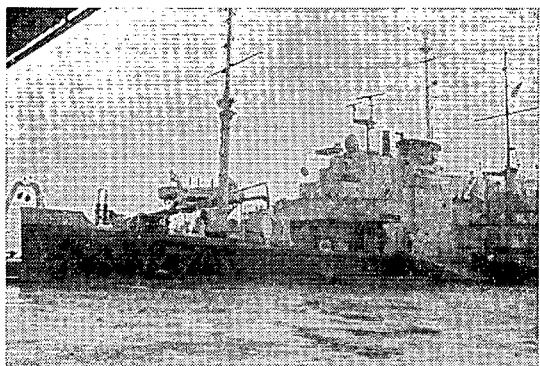


図39-4 無難作に取り付けられた NNSS 受信器

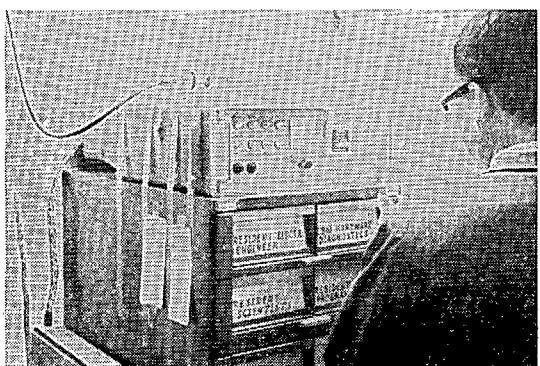


図39-5 コンピュータよりの出力の例

```
*****SATELLITE POSITION FIX SUMMARY*****
STATION 1 SATELLITE IS YEAR 1968 DAY 161
PASS GEOMETRY SATELLITE SURTRACK TO EAST SATELLITE HEADING-SOUTH
TIME OF CLOSEST APPROACH 3 HRS 47 MIN 50 SEC GMT SLANT RANGE AT TCA 675.5 NM ELEVATION AT TCA 66 DEG

DLAT DLONG DRAD FREQ LATITUDE LONGITUDE TIME OF FIX
(H:M) (H:M) (H:M) CPS DEG MIN DEG MIN
-0.04 0.03 0.05 32013.940 35 20.066N 139 33.175E 3 HRS 44 MIN 00 SEC GMT

NUMBER NUMBER DIST CHNG PROJ SLANT RNG DEAD RECKON QUALITY
400 INT 150 INT ITERATIONS LAST INTER RMS DISPERSION TO FIX DIST OF FIX
7 0 9 0.00 0.0120 0.0 GOOD
```

附 錄

1. 訪問先関係者一覧表

(注) 1. 特記事項欄の○印中の数字は VI. 訪問先別調査報告の見出し番号に相当する。

2. 社名等記載事項は訪問当時のものである。

月日曜	都 市 名 (國名)	訪 問 先 等	訪 問 先 関 係 者	現地関係駐在員等	特 記 事 項
16 金	ハンブルグ (西 独)	AEG 社 SCHIFFBAU	Mr. O. BEIGEL	長谷川駐在員(大倉商 事, 在デュセルドルフ) Mr. E. W. BACH(同上)	③
	ヘルシンキ (フィンランド) ストックホルム (スウェーデン)	フィンライン社 “フィンハンザ”号	COMMANDER B. LINDGREEN		①, レイセオン 社製 TM/CPA レーダ装置
17 土	ハンブルグ (西 独)	日本總領事館	川上領事		
		ハンブルグ港湾諸施設	長瀬駐在員(大阪商船三井船舶, 在ハンブルグ)		
18 日	オ ス ロ (ノルウェー)	オスロ日本造船会	中山所長(日立造船) 野口駐在員(JETRO) 五月女駐在員(第一中央汽船) 秋山駐在員(石川島播磨) 平田駐在員(三菱重工) 村田駐在員(伊藤忠) 中村駐在員(日商岩井)		
5 19 月	オ ス ロ (ノルウェー)	ノルウェー王立科学産業 研究協議会	Mr. E. NAESTVOLD (NV) Mr. O. TVEIT (同上) Mr. I. HÖIVOLD (NORCONTROL 社) Mr. T. GAUSTAD (W. WIL- HELMSEN 社) Mr. E. M. ZIEGLER (同上) Mr. H. FONDENAER (PLATOU 社) Mr. O. RIIBER (同上)	在オスロ造船海運駐在 員	⑤
			ロンドン (英 国)	浦賀重工ロンドン事務所	中島所長
20 火	ロンドン (英 国)	ジャパン・シップ・センタ (JSC)	賀集次長 片岡次長		
		ジャパン・トレード・センタ	三島所長 中田駐在員ほか		
	ミドルセックス (英 国) (ロンドン郊外)	英國 IBM 社	Mr. J. OUGHTON Mr. K. COLWELL Mr. SCOTT		⑩, 所在地はロ ンドン
	ファンボロ (英 国) (ロンドン郊外)	ソーラトロン社	Mr. R. DÉAUBONNE Mr. J. D. WATSON	阿知波駐在員(極東貿 易, 在ロンドン)	⑧

月	日	曜	都 市 名 (國名)	訪 問 先 等	訪 問 先 関 係 者	現 地 関 係 駐 在 貴 等	特 記 事 項
				モーターシップ社	Mr. OHEA		
21	火	ロ ン ド ン (英 國)	ロ ン ド ン 日 本 造 船 会	高 村 所 長 (石 川 島 播 磬) 坂 根 在 勤 船 長 (大 阪 商 船 三 井 船 舶) 漆 谷 所 長 (日 立 造 船) 大 富 駐 在 員 (石 川 島 播 磬) 杉 本 駐 在 員 (川 崎 重 工) 坂 田 駐 在 員 (三 菱 重 工) 村 上 駐 在 員 (三 井 造 船) 小 野 寺 駐 在 員 (日 本 鋼 管) 岡 野 駐 在 員 (浦 賀 重 工)			
		マ ン チ ュ ス タ (英 國)	フ ェ ラ ン テ イ 社	Mr. H. PHILLIPS Mr. J. A. ROBINSON Mr. J. K. SAGGERSON		⑥	
21	水	キ ッ ズ グ ロ ーブ (英 國) (ロ ン ド ン 郊 外)	EEC-AEI 社	Mr. DELAHUNTY Mr. J. SWITZMAN Mr. K. P. BALME		⑨	
		ロ ン ド ン (英 國)	コ ッ サ ・ エ レ ク ツ ロ ニ ク ス 社	Mr. K. P. KENNY	大 富 駐 在 員 (石 川 島 播 磨, 在 ロ ン ド ン)		
21			シェル・インターナショナル・マリン社	Mr. A. F. HARROLD Mr. J. HOWEY Mr. P. H. VENHUITZEN	坂 田 駐 在 員 (三 菱 重 工, 在 ロ ン ド ン)	⑪	
			英 國 造 船 研 究 協 会	Mr. J. R. ATKINSON Mr. M. N. PARKER		⑦, 所 在 地 は ウ オ ル ズ エ ンド	
22	木	ロ ン ド ン (英 國)	デ ッ カ 社	COMMANDER COLES Mr. J. H. BEALTHE Mr. A. J. RAMSAY Mr. D. TURNER Mr. D. HOOFER Mr. POPE COMMANDER MICHELL Mr. R. J. C. HARRIS	吉 永 在 勤 船 長 (日本 郵 船, 在 ロ ン ド ン)	⑫	
			ケ ル ビ ン ・ ヒ ュ ー ズ 社	Mr. P. O. PRIOR Mr. R. J. LE SBIREL Mr. F. K. H. BIRNBAUM Mr. J. R. ROBB Mr. M. LOCKWOOD	吉 永 在 勤 船 長 (日本 郵 船, 在 ロ ン ド ン) 大 富 駐 在 員 (石 川 島 播 磨, 在 ロ ン ド ン)	⑬	
			伊 藤 忠 商 事 ロ ン ド ン 事 務 所	細 木 駐 在 員			
23	金	パ リ (フ ラ ン ス)	フ ラ ン 斯 海 事 関 係 者	Mr. DAVID (海 運 省) Mr. DENOYELLE (同 上) Dr. HUGON (フ ラ ン 斯 航 海 学 會) Mr. JOURDAIN (造 船 研 究 所) Mr. KAUFMANT (CERCI 社) Mr. KINDERMAN (ジ ャ ル ジ ュ レ ニ エ 社) Mr. MARINET (フ ラ ン 斯 船 主 協 会) Mr. RUPAUD (フ ラ ン 斯 郵 船 社) Mr. HEROQUET (海 運 省 航 海 訓 練 所)	相 崎 駐 在 員 (大 阪 商 船 三 井 船 舶, 在 パ リ)	⑭	

月	日	曜	都 市 名 (国 名)	訪 問 先 等	訪 問 先 関 係 者	現地関係駐在員等	特 記 事 項
			パ リ (フランス)	CERCI 社	Mr. KAUFMANT Mr. S. d'IZARN Mr. D. CHERISEY Mr. CHABROL Mr. B. CHOLLET	沼田駐在員(伊藤忠, 在パリ)	⑯
23	金			OECD 日本代表部	大井一等書記官		
			ゼーリゲン シュタット 西 独 (フランクフ ルト郊外)	AEG 社ゼーリゲンシュ タット工場	Mr. G. SCHÜNGEL Mr. O. BEIGEL	長谷川駐在員(大倉商 事, 在デュセルドルフ)	⑰
25	日		ニューヨーク (米 国)	川崎重工ニューヨーク事 務所	川上所長 下川駐在員		
				ディーポルト社	荻野雄二氏		
			ワシントン (米 国)	日本大使館	山地一等書記官		
26	月			商務省海事局	Mr. A.E. GIBSON Mr. R. J. BLACKWELL Mr. C. G. KURZ, Jr.		⑱
			ニューヨーク (米 国)	DAI 社	Mr. C. L. KENYON	竹内駐在員(日商岩井, 在ニューヨーク)	⑲
5			カーデロック (米 国) (ワシントン 郊外)	アメリカ海軍研究開発セ ンタ	CAPTAIN M. da C. VINCENT Mr. R. E. STEVENS Lt. G.T. WAGNER(NAVSEC) Mr. F. W. LANGER (同上)	下川駐在員(川崎重工, 在ニューヨーク)	⑳
27	火		アーリントン (米 国) (ワシントン 郊外)	IDI 社	Mr. T. O. HAGERTH		㉑ 所在地はマウ ント・キスコ SO- CIETY FOR IN- FORMATION DISPLAY の展 示会場にて。この 他 TI 社も見学。
			ニューヨーク (米 国)	三井造船ニューヨーク事 務所	清野所長		
				エッソ・インターナショ ナル社	Mr. I. B. BLACKWOOD Mr. R. SCHAEFER Mr. F.J. LUCEK Mr. F. NICASTRO		㉒
				日商岩井アメリカ社	土屋課長 竹内駐在員 豊田駐在員		
28	水		レギントン (米 国) (ボストン 郊外)	レイセオン社	Mr. F. H. BROOKE Mr. A. MASSARA	温品氏(日本無線, 在 東京)	㉓
			キングスボイ ント (米 国) (ニューヨーク 郊外)	キングスボイント商船 大学	CAPTAIN W. R. HURDER CAPTAIN McCREADY CAPTAIN TRAVIS COMMANDER FIORE	斎藤在勤船長(日本郵 船, 在ニューヨーク)	㉔
			マイナード (米 国) (ボストン 郊外)	DEC 社	Mr. T. JOHNSON Mr. P. J. GREENE Mr. Y. HATA Mr. J. SCHROEDER Mr. M. NIEGBERG		㉕

月	日	曜	都 市 名 (國名)	訪 問 先 等	訪 問 先 関 係 者	現地関係駐在員等	特 記 事 項
			フィッシュキル (米国) 郊外	IBM 社フィッシュキル工場	Mr. E. VENUTE	大和田部長 (JETRO, 在ニューヨーク) 池松駐在員(日本鋼管, 在ニューヨーク) 小池清氏 (日本 IBM, 在東京)	⑪
			ボーキブシ (米国) 郊外	IBM 社ボーキブシ工場	Mr. D. COVELL		
29	木		ニューヨーク (米国)	ニューヨーク日本造船会	杉本所長 (石川島播磨) 日生領事 (日本領事館) 大和田部長 (JETRO, 在ニューヨーク) 大村駐在員 (NK) 斎藤在勤船長 (日本郵船) 加藤在勤船長 (大阪商船三井船舶) 富永駐在員 (同上) 渋谷駐在員 (日立造船) 木村駐在員 (同上) 鈴木駐在員 (石川島播磨) 下川駐在員 (川崎重工) 宮村駐在員 (三井造船) 香西駐在員 (同上) 市川所長 (三菱重工) 赤津駐在員 (同上) 池松駐在員 (日本鋼管) 志波所長 (佐世保重工) 井樋駐在員 (同上) 生田駐在員 (浦賀重工) 小島駐在員 (同上)		
5					伊藤忠アメリカ社	西松課長 中村駐在員	
30	金	(休日)	ホボケン (米国)	ASA 社	Mr. D. C. BARTA		⑫
			アンナーバ (米国) 郊外	ミシガン大学船舶工学科	Dr. H. BENFORD Mr. R. BHATTACHARYYA		⑬
31	土		ホボケン (米国) 郊外	スティーブンス工科大学	Mr. K. HARA Mr. J. DUGOFF		
6	2	月	ミネアポリス (米国)	CDC 社	Mr. H. LEDERER Mr. G. M. HAROLD, Jr. Mr. F. A. STEVENSON Mr. K. FRYE Mr. W. G. BROWN Mr. R. O. VANIK	本間駐在員 (伊藤忠, 在ニューヨーク)	⑭
			セントポール (米国)	ユニバック社	江口駐在員 (日本ユニバック, 在 セントポール)		⑮
			シアトル (米国)	ボーイング社オーバーン 工場	Mr. G.D. CLAPPE Mr. B. HOUSTON Mr. E. MILLER Mr. H. V. KEIMPEMA Mr. D.E. COOK (IBM, 在レントン)	小池清氏 (日本 IBM, 在東京)	⑯
	3	火		ボーイング社エバレット 工場			

月	日	曜	都 市 名 (國名)	訪 問 先 等	訪 問 先 関 係 者	現地関係駐在員等	特 記 事 項
	2	火	シアトル (米 国)	ハニウエル社マリン・シ ステム・センタ	Mr. T. F. HUETER Mr. D. SAUSE Mr. W. E. BELCHER Mr. R. CRONIN Mr. D. REMIAN Mr. J. WAITE Mr. J. KINNEY Mr. T. McBRIDE Mr. H. W. CLARK Mr. C. C. GILL Mr. J. M. NISBET	町田駐在員(丸紅飯田, 在シアトル) 西駐在員(山武ハネウ エル, 在ニューヨーク)	㉙
	4	水	ウッドランド ヒルズ (米 国) ロスアンジェ ルス郊外	リットン・システムズ社	Mr. P. GEVAS Mr. C. A. TEETS Dr. J. S. LIPMAN	今村駐在員(日商岩井, 在ロスアンジェルス) Mr. P. R. WAINER (同上)	㉚
	5	木	メンロパーク (米 国) サンフランシ スコ郊外	CM スクエア社	Mr. R. W. MAYER Mr. N. E. CIMA Mr. W. DUPIN Mr. H. B. KASTER	服部在勤船長(日本郵 船, 在サンフランシス コ)	㉛
	6	金	サンホセ (米 国)	IBM 社サンホセ工場	Mr. W. M. McMILLAN Dr. P. L. CHESSIN Mr. H. HASSLAUER Mr. J. WISE (日本駐在)		㉜
	5	木	サンタ・アナ (米 国) ロスアンジェ ルス郊外	マーチン・デッカ社	Mr. J. W. KNOWLTON Mr. E. G. L. SMITH Mr. J. McCANN Mr. D. S. SCHANER		㉝
	6	金	パンナイス (米 国) ロスアンジェ ルス郊外	マーカット社	Mr. J. W. BRAITHWAITE Mr. I. A. SOFEN Mr. R. Y. YOSHIDA	中山駐在員米国(三井 物産, 在ロスアンジェ ルス) Mr. R. ITOH (同上)	㉞
	6	金	サンピエ・ドロ (米 国) ロスアンジェ ルス郊外	同社実装試験場			
	6	金	サンフェルナ ンド (米 国) ロスアンジェ ルス郊外	ITT 社航空宇宙研究所	Mr. P. TAYLOR	長井駐在員(極東貿易, 在ロスアンジェルス)	㉟
	6	金	バーバンク (米 国) ロスアンジェ ルス郊外	ロッキード・カルフォル ニア社	Mr. N. E. JOHNSON Mr. F. P. COZZONE Mr. D. L. BICKEL Mr. L. NACHENBERG Mr. W. G. LOGAN(ロ ッキード国際社)	杉野駐在員(丸紅飯田, 在ロスアンジェルス)	㉛
	6	金	ラ・ホーラ (米 国) サンディエゴ 郊外	カルフオルニア大学スク リップス海洋研究所	Mr. P. G. TRAPANI Mr. W. HILTON Mr. E. H. COUGHRAN(IBM, 在ロスアンジェルス) Mr. F. BETHARD(同上) Mr. J. WISE (IBM, 日本駐在)		㉚

日	月曜	都 市 名 (國名)	訪問先等	訪問先関係者	現地関係駐在員等	特記事項
6	9月	ロスアンジェルス(米国)	III社	Mr. R. B. HITCHCOCK	長井駐在員(極東貿易, 在ロスアンジェルス)	⑧
		ホノルル(米国)	国際観光振興会ホノルル 事務所	海谷所長ほか		
	11水	ロンドン(英國)	スウェーデン造船研究財團	Mr. C. B. WALLIN Mr. J. STEFENSON Mr. GOTTF		②、所在地はグ ーテボルグ(ス ウェーデン)

2. 注（用語集）

A

アルゴリズム (algorithm) : ある型の問題を解くために、いくつかの演算がある順序に行えという指示の集り。

アプリケーション・プログラム (application program) : 事務計算、技術計算など実際の業務 (アプリケーション) を処理するために作られたプログラム。ファンクショナル・プログラム (functional program) ともいう。

APT (Automatically Program Tools) : 数値制御機械を制御する指令テープを作成するためのプログラムの一種である。英語に近い APT ランゲージを用いて、被切削物の形状を記述する。計算機はこの記述により、数値制御のための指令テープを作る。これは二次元制御はもちろん、三次元制御も行うことができ、穴あけ、輪かく切削、三次元面切削などの作業用の指令テープを作ることができる。

ASP システム (Attached Supported Processor system) : 高速大型計算機の入出力装置の制御を別の低速小型計算機が行ない、大型計算機は演算処理に専用させる方式。大型計算機と小型計算機は通常磁気ディスク等の外部記憶装置により連結されている。

B

バッチ・プロセス (batch process) : バッチ処理、リアル・タイム (real time) がデータの発生と同時に処理を行なうのと対応して、同一項目についてデータをある程度まとめて処理するのが、バッチ処理である。これは単能的であるが能率がよい。従来の計算処理は殆んどがバッチ処理であったが、最近は即時性を要求されるものに対しては、リアル・タイムな処理が出来るようになった。

バッチ的：バッチ・プロセスの項参照

ベアリング (bearing) : 自船から相手船を見た見通し角のこと、自船の船首方向または、真北方向を基準として決める。

C

キャラクタ・ジェネレータ (character generator) : グラフィック・ディスプレイ上に文字、数字、特殊記号などを発生させるアナログ装置

コンパイル (compile) : FORTRAN などの問題向き言語によって書かれたプログラムを計算機用の機械語のプログラムに翻訳すること。

CPA (Closest Point of Approach) : 最接近点または最接近距離。相手船が自船に最も近づく点。

CRT (Cathode Ray Tube) : 光の形で出力を生じさせるために、螢光膜を打つ電子のエネルギーを利用する真空管表示装置。

サイクル・タイム (cycle time) : 記憶装置として最も普通に用いられている磁気コアでは、読み出し (read) したら必ず書き込み (write) しておく必要がある。この読み出し時間と書き込み時間との和をサイクル・タイムといい、計算機の性能を測る重要なパロメータのひとつになっている。

D

DDC (Direct Digital Control) : 直接制御。計算機がプラントの制御系にオンラインで連結されかつ時分割で使用し

計算機の出力により操作端を操作してプラントを制御する方式をいう。従来の自動化機器はアナログ制御であるが、このアナログ制御システムの設定値を変えるのに計算機のデジタル出力を用いる場合 supervisory control と称し、DDC と区別していることがある。本報告書では広義に用い、計算機の出力をオンラインで機器の制御に使用している場合 DDC を行なっているとした。

デバッグ (debugging)：プログラムに不具合な個所がある場合に、プログラムのテストを行ない、不具合の個所を見つけだして修正する作業をいう。

E

ECAP (Electric Circuit Analysis Program)：電気回路の設計、解析を行なうためのプログラムで過渡現象の解析を行なうのに使用できる。解析したい回路を定められた回路要素を用いて等価回路に直し、回路構造を記述したり、結果を指定したりすることができる。

E ゼロ (E 0)：ノルウェー船級協会 (Det Norske Veritas) の登録符号の 1 つであり、機関の一定時間(24時間、48時間等)無当直運転を行う船に与えられる。他の船級協会でこれに相当するものに日本海事協会 (NK) の M ゼロ (M 0) 符号、ロイド船級協会 (LR) の UMS 符号、フランス船級協会 (BV) の AUT 符号等がある。

F

failure to safety：制御機器が電気、油圧などの動力によってその機能を果している場合、電源または油圧源喪失の際に、制御機器が制御不能の状態になってもプラントまたはプラントの機器類に故障が惹起しないように安全側に計画すること。fail safe ともいう。

フリップ・フロップ・モジュール (Flip-Flop module)：フリップ・フロップは電子回路の 1 種で 2 つの安定状態をもつ。計算機ではこの 2 つの状態を 0 と 1 とに対応させて 1 ビットを表現させる。記憶回路として、演算、制御回路、カウンタなどに用いられる。

FORTRAN (FORmule TRANslating system)：問題向き言語のひとつであり、主として技術計算を行なうのに適している。IBM 社が開発したものであり、次第に改善され、現在では国際的な標準言語としてまとめられつつある。

I

IBM-360：IBM 社の汎用計算機で商業事務、科学技術、諸工業などの分野で、高速度で広範囲な処理能力をもっている。演算速度、記憶容量の異なる数種の機種があるが、各機種間に固体論理回路とプログラムの互換性があるという特長をもつ。

インターフェイス (interface)：2 つの装置または機能が接する共有の境界面をいう。

インタラプト・レベル (interrupt level)：優先順位。命令の実行中いくつかの割込みの要求が同時に起ることがある。こうした同時的な割込みの要求は予じめ定められた優先順位により受けられる。

J

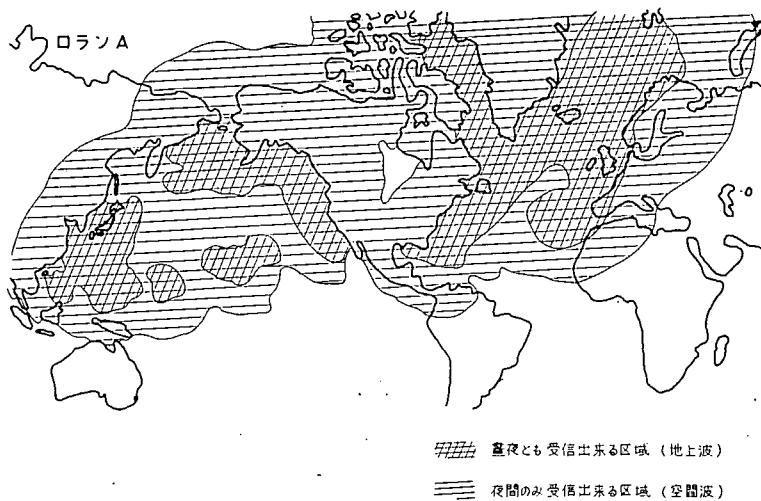
JOYSTICK：オペレータ操作装置の 1 つで例えば CRT 上にディスプレイされる特定の場所を指定するために使用する。任意の方向に動くレバーのようなもので、ある方向に限られた量だけ動かすことができる。動かさ

れると、その方向に、十字形とか箱形のような記号がディスプレイ上を動き、現在どこにあるかオペレータに示される。

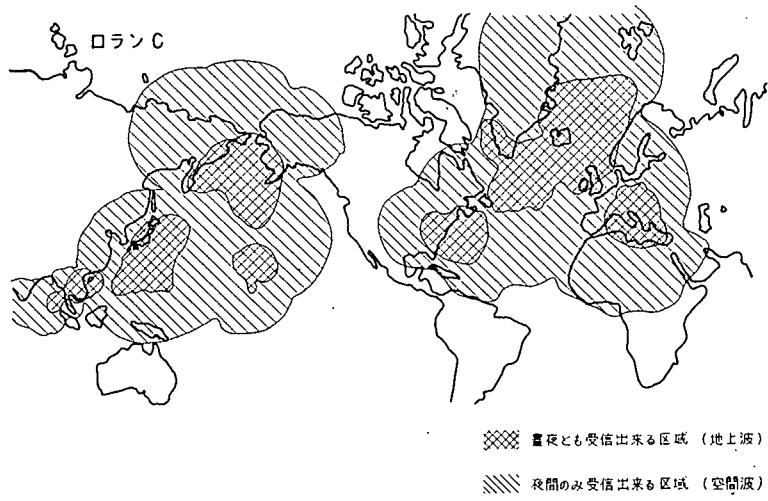
L

ロラン A/C (LORAN A/C) : 電波航法の1つで、時間差測定方式による双曲線航法である。世界各地にステーションがあり北太平洋、北大西洋の大部分はカバーされているがインド洋および南半球は殆んどカバーされていない。(図VII-2-1 および図VII-2-2 参照)。空間波を使用した場合は位置精度が悪く、受信状態も不安定である。

図VII-2-1 ロランAの使用可能区域



図VII-2-2 ロランCの使用可能区域



LSI (Large-Scale Integration) : IC (集積回路) はトランジスタ、抵抗、コンデンサ等を1~2ミリのシリコン・チップの上に集積 (integrate) し、種々の半導体をいろいろな形で組み込み、独立した働きをもった集合素子である。(トランジスタ、抵抗、コンデンサ等は、もはや独立した部品ではない。) IC の出現によ

り、超小型化、高信頼度、安価、高速化が実現され、第三世代の計算機を世に送り出す原動力となった。IC の意義は、その集積度にあるが、初期の 4 gates/chip から 100 gates/chip の MSI (Medium-Scale Integratin)，さらに 1,000 gates/chip 程度の LSI へと開発、実用化されて来た。

M

メモリの階層構成：計算機の記憶媒体としては、IC メモリ、磁気コア、磁気ドラム、磁気ディスク、磁気テープ、データ・セル、穿孔カード、紙テープ等数多くあり、それぞれ特徴をもっている。計算機を安価で効率よいものとするために、これらの記憶媒体を使いわけている。その意味では、メモリは階層構成になっている。第四世代の計算機では、ファームウェアの出現により、固定記憶装置 (read only memory) や作業用高速記憶装置 (scratch pad memory) など、この傾向は、ますます強められると言われている。

モジュール (module)：電子回路を構成するひとつの基本単位であり、1 個のモジュールは 4～6 個のウェーファ (数個の部品とプリント回路とからなる) で構成されている。システムを積木式に構成することを意図したもの。

MTBF (Mean Time Between Failure)：装置の故障の頻度を表わすことばで、ある故障から次の故障が起るまでの平均時間

マルチプレクサ (multiplexor)：同時にいくつかの通信用回線を使用する装置であり、メッセージの送受信や、通信回線を制御したりする。

マルチプロセッサ・システム (multiprocessor system)：計算機は記憶装置 (memory)、入出力チャネル (I/O channel) および処理装置 (processor) から構成されており、これらはそれぞれ独立している。マルチプロセッサ・システムは複数個の処理装置をもったコンピューティング・システムであり、同時に複数個の演算処理を行なうことで、システム全体の効率的な性能向上をねらったものである。これは場合によっては複数台の計算機と同じ効果を期待することができる。また最近は周辺装置の制御専用に処理装置をもっているものもある。

MVT (Multiprogramming with a Variable number of Task)：数個のプログラムを同時に主記憶装置に入れ実行するオペレティング・システム。

N

N/C (Numerical Control)：数値制御。工作機械のコントロールで、航空機産業における必要性から生れた。工具の移動する経路を正確に制御したり、穴あけ作業のような位置決め制御に利用される。計算機の計算結果を一旦紙テープにパンチし、そのテープを工作機械の制御装置に読みこませる。方式が多いが、計算機と工作機械とをオンラインで結ぶこともある。

NNSS (Navy Navigational Satellite System)：米国海軍航行衛星システム。本システムは米国海軍よりの委託研究により John Hopkins 大学 Applied physics Laboratory が開発したものである。航行衛星よりの電波を 2 分間隔で 3 回受信することにより受信点の位置を 0.1 浬以下の精度で求めることができる。受動方式なので、測定者より電波を発信することなく地球上のあらゆる点で昼夜の別および天候状態に関係なく位置を測定できる。航行衛星はトランシット衛星 (transit satellite) ともいう。なお本システムについての詳細は、VI. 36. ITT の項を参照されたい。

ノース・アップ (north up)：レーダ映像方式の 1 つで、スコープの 12 時の位置は常に地球上の北に相当し、従って自船が変針した場合には、陸岸、他船等の映像はづれない。しかし船首の方向は、スコープ上の全方向に

任意に表われるので感覚的に使用し難い欠点がある。

O

OS (Operating System) : 電子計算機システムを有効に利用するためのひとつの操作体系であり、1群のコントロール・プログラムで構成されている。

P

parity (Parity) : 1語の中に偶数個のビットがたっているときに、チェック・ビットをたてて奇数ビットにしたり、チェック・ビットをも含めて偶数ビットの場合にはエラーと診断する機能。

パート・プログラム (part program) : N/C 言語を用いて部品を表現するためのプログラム。

プラズマ・ディスプレイ (plasma display) : 表示機能と記憶機能とを有するディスプレイ装置で多方面に利用できる可能性がある。電話線のような安価な伝送路でよく、くり返し传送する必要がないので計算機の専有時間が少なくてすむのが最大の利点である。

R

ランド・コーポレーション : 世界の冷戦、熱戦についての総合的研究機関である。社名は Research AND Development の略語として作られた。創立は第二次大戦後米国空軍とダグラス社との計画により、空軍の未来戦について軍事、経済、政治、産業についての総合的研究を行うために作られた。1948年にはダグラス社より独立し、この時フォード財團より資金援助を受けた。同社の総収入は1948年には\$ 350万 (12.6億円)、1962年には\$ 2,000万 (72億円) である。同社の人員は1962年に研究者730名、その他370名合計1,100名であり、研究者の殆んどは学位の保有者である。子会社として、分析サービス会社と兵器体系開発会社とをもっている。

ラスター・スキヤニング (raster scanning) : 平面 (2次元) 上の像を電子的に分解し、時系列の信号に変換したり、分解された像をもとの像に再生したりする時に用いられるスキヤニングの方法である。なおテレビの画像の传送はこの方法によっている。(図VII-2-3 参照)

レラティブ・モーション (relative motion) : レーダの映像が自船を基準にして表示される時の他船の運動をいう。

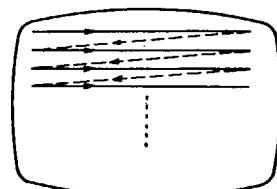
R/M : レラティブ・モーション (relative motion) の略。

S

船位計算 : 大洋を航行中、船位を決定する方法としては、推測航法 (Dead reckoning), 電波航法 (Electric navigation) および天文航法 (Celestial navigation) の3つがある。

- ・推測航法は何んらかの方法で得られた実測船位を起点として、コンパスによる針路と測程儀による航走距離とを知り、それを理論により、経度の変化、緯度の変化に改正し、現在位置を推測する方法である。さらに推測位置に海潮流、風波などの外力の作用を加味して定めた位置を推定位置という。
- ・電波航法はデッカ、ロラン、オメガ、航行衛星等の電波を利用した実測位置を求める方法である。
- ・天文航法は天体を利用して実測船位を求める方法である。

図VII-2-3 テレビの画像のスキヤニング



船位計算とは、以上の方法において常用される数学的取扱い方法をここでは指している。

船舶士制度：航海士と機関士の双方の知識、技能を備えた士官（船舶士）と、同じく甲板部員と機関部員とを兼ねた部員（船舶員）により船舶の運航を一元的に行なう制度。現在では1人の職員が航海士と機関士の免状を所持する場合を Dual Licenses System 航海士と機関士免状を纏めて新しい別免状を所持する場合を mono License System と呼ぶ。前者には米国にその例があり、後者については部員の例（general Propose Crew）として、英國、フランス、米国がある。

シークエンシャル・コントロール（sequential control）：あらかじめ定められた順序に従って制御の各段階を逐次進めて行く制御である。この制御では、次の段階で行なうべき制御動作があらかじめ定められていて、前段階における制御動作を完了したのちに、あるいは動作後一定時間を経過した後に次の動作に移行する場合や、制御結果に応じて次に行なうべき動作を選定して次の段階に移行する場合などが組合わされていることが多い。

社外システムの利用：computer utility の訳語である。端末装置より大型の中央演算処理装置のタイム・シェアリングによる利用、講習会、研究会などによる社外よりの情報の吸収、カード穿孔作業・プログラム作成作業・システム分析・計算処理等の社外への発注などがある。

シップスヘッド・アップ（ship's head up）：レーダ映像方式の一つでスコープの12時の位置は常に船首方位に相当し、視界と映像は完全に一致しているが、変針時の映像のずれ、海図と映像との相関が感覚的に一致しない点が欠点である。

シミュレーション（simulation）：他のシステムによってあるシステムの機能を表現すること。たとえば、他の計算機によってある計算機の働きをまねて表現したり、計算機のプログラムを実行することにより、物理的システムを明らかにしたり、また数学モデルによって生物的システムを表現すること。

SLT（Solid Logic Technology）：微細物質にトランジスタを集積する微細回路技術である。安定した品質の低価格の回路を作る。

stored program：問題の処理手順を一定の方式に従って、計算機の内部、たとえばコア・メモリ、に記憶させておくプログラムのことであり、内蔵プログラムともよばれる。

推定船位：船位計算の項参照。

システム・プログラム（system program）：言語翻訳ルーチン、ユーティリティ・ルーチン、モニタなど、計算機のプログラム作成と操作とを容易にかつ効果的にするために使われるプログラムであり、ベーシック・プログラムともいう。

T

タクト・システム（tact system）：流れ作業は作業工程に用いる時間を同期化した時に成立する。その時間を標準時間として空間的ロスを考えたものが連続システムであり、時間がくれば物が移動する。空間的ロスが許さないところでは、時間的ロスを考えて時間を設定し、時間がくれば、次の作業工程に人が移動する。これをタクト・システムという。

ターゲット（target）：レーダの映像上における自船周囲の相手船。

TCPA（Time to Closest Point of Approach）：最接近時間。相手船が CPA（最接近点）に達するまでの時間。

TCPA が正ならば相手船は自船に近づいていることを意味し、負ならば遠ざかっていることを意味する。

タイム・シェアリング（time sharing）：計算機を多くの人が種々の目的に同時に利用する方法をいう。計算機の利用時間はきわめて短い時間に分割され、各利用者はそれを順次活用するので、各利用者の業務は相互に干

渉することなく、しかも、あたかも同時に1台の計算機を多くの人が専用しているかのようにすることができる。

タイム・シェアリング・コンプレックス (time sharing complex)：タイム・シェアリング・システムを構成する機器群をいう。（タイム・シェアリングの項参照）。

TM：トルー・モーション (True Motion) の略

トラッキング (tracking)：相手船の位置を見失なうことなく追跡してゆくこと。計算機で自動的に追求してゆくことをオート・トラッキングという。

トルー・モーション (true motion)：真運動。レーダの映像が対地基準にて表示されるときの自船および他船の運動をいう。またトルー・モーションにより表示することをトルー・モーション表示（真運動表示）という。

ターン・キー・プロジェクト (turn key project)：システム・エンジニアリング会社が全責任をもってトータル・システムを仕上げるプロジェクト。使用者がキーを入れると全自動化システムが動くことを意味する。

V

ベクトル・ジェネレータ (vector generator)：ディスプレイ上において原点とベクトルの大きさを表示するためのアナログ装置。

W

ウインド・シフト・ライン (wind shift line)：海洋気象学・上吹送方位の異なる風の収斂する地理上の線は不連続線上ではなく、北半球では低気圧南方の温暖前線と寒冷前線との間に求められる。三角波はこの線上で発生するといわれる。この風の収斂線をウインド・シフト・ラインという。

wired program：問題の処理手順を配線盤に配線することにより記憶しておくプログラム。