

船の科学 2000 3

VOL.53 NO. 3

新開発 「Shimatetu型」

西海沿岸商船株式会社
軽合金製水中翼付双胴型高速旅客船
“れびーど 2”
航路：佐世保～池島間



総トン数10トン / 搭載人員94名 / 最高速力34ノット

● 特 長 ・ 運行時32ノット、耐波性にすぐれた船型と低燃費の“れびーど 2”

・ 自社開発、全没型水中翼による垂直方向の動揺に対する翼のダンピング効果が大きいので高速時でも快適な乗心地、居住区の振動・騒音対策を重要視した“れびーど 2”

● 他建造した船型 レスポワール型・コバルトクイーン型・うずしお型・はやしお型・アクアジェット型
シーワープ型・れびーどエクセル型・うぶゆう型・ゴールドフェニックス型



株式
会社

三保造船所

〒552-0021 大阪市港区築港一丁目3番16号
Tel. (06)6571-1171・Fax (06)6571-2497



Vickers Ulstein
Marine Systems



Automation
Anchor handling winches
Azimuth thrusters
Bearings
Bulk handling systems
Castings
Control systems
Controllable pitch propellers
Diesel engines
Design & ship systems
Fixed pitch propellers
Gas engines
Gas turbines
Gearboxes
Manoeuvring systems
Mooring & anchoring systems
Pod propulsion systems
Propulsion systems
Rudders
Ship design & consultancy
Stabilisers
Steering gear
Steering systems
Towing winches
Tunnel thrusters
Waterjet propulsion systems

Kamewa Japan K.K.

カメワ ジャパン株式会社

(旧 ウィンカーン・ジャパン株式会社)

〒102-0071 東京都千代田区九段南2-5-1 ヌーファンビル1階

電話 (03) 3237-6861 FAX (03) 3237-6816

E-mail kamewajp@sepia.ocn.ne.jp

にいぬふあぶし(北極星)主機換装

石垣島 南の海の女王様



“にいぬふあぶし” 旅客定員188名 石垣島～西表島～竹富島就航

MTU183TE93型×3機 / ハミルトン・ジェット HM422型×3基

☆ 最大1,150 PS/2,400 rpm 乗客無し 36.4ノット
☆ 定格1,040 PS/2,325 rpm 乗客無し 34.8ノット

全 長：33.2メートル 水 線 長：29.2メートル
最大幅：5.7メートル A. U. W.：70.0トン

船主 八重山観光フェリー株式会社

〒907-0012 沖縄県石垣市美崎町2番地

TEL (09808)2-5010

FAX (09808)2-3559

ハミルトン・ジェット日本総代理店

株式会社 ミヨシ・コーポレーション

〒467-0065 愛知県名古屋市長区松園町1-84

Tel. 052-835-3351 Fax. 052-835-3354

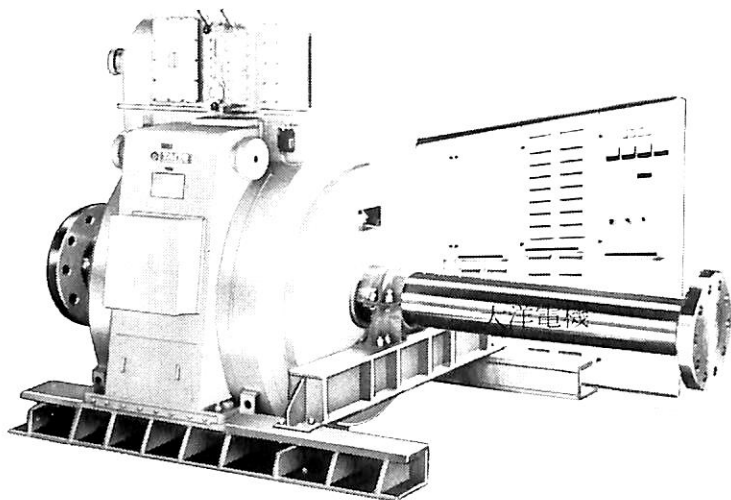
E-Mail: miyoshi-corporation@msn.com

http: member.nifty.ne.jp Miyoshi Corporation

ながい経験と最新の技術



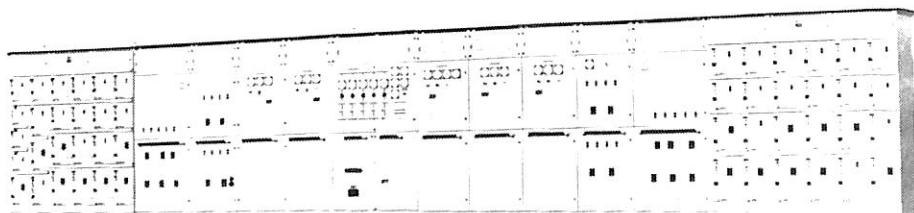
大洋の船舶用電気機器



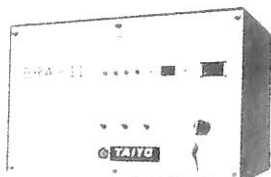
サイリスターインバーター式軸発電装置

主要生産品目

- 発電機
- 電動機
- 配電盤
- コンソールパネル
- 自動化電源装置
- 送風機



配電盤



発電装置制御用マイクロコンピュータ

 **大洋電機** 株式会社

本社 千代田区内神田1-16-8 (三立社ビル)
電話 03-3293-3061 (代表)
工場 岐阜・岐阜羽島・伊勢崎・群馬
営業所 下関・三原・大阪・札幌
海外 Jakarta・Pusan

目 次

- 6 新造船紹介 (No.617)
- 10 日本商船隊の懐古No.248 (陽元丸→蒙古丸, 多賀丸)……………山 田 早 苗
- 13 P & O クルーズ高級指向客船 “AURORA” ……………Meyer Werft & P & O Cruises
- 14 セレブリティクルーズの91,000トン旗船
“MILLENNIUM” 本年竣工船, 最高のネーミング ……………Celebrity Cruises
- 22 「ドイツ人によるドイツ人のためのドイツの船」 “EUROPA”
……………Kvaerner Masa Yards
-
- 25 2月のニュース解説 (日本商船隊の動向) ……………米 田 博
- 新造船紹介
- 28 新造貨物フェリー “さんふらわあ とまこまい” と “ほっかいどう丸” の概要
……………三菱重工業
- 36 軽合金製水中翼付双胴型高速旅客船 “れぴーど 2” の概要……………三保造船
-
- 外国船紹介
- 42 GTT Mark III メンブレン型138,200 m³ 型
世界最大の LNG 船 “SK SUPREME” の概要 ……………三星重工業
-
- 連載講座
- 81 船舶電子航法ノート(264) ……………木 村 小 一
-
- 技術論説
- 48 地球規模の環境問題に翻弄される
冷蔵設備技術の現状と新しい冷媒の性状……………椎 原 裕 美
- 61 チトフ教授の NOR 馬力算定方法論 ……………村 瀬 和 彦
-
- 海洋随筆
- 70 「海難と戦没」 落穂拾い(4)
青函連絡船洞爺丸の沈没/アンドレア・ドーリア号の沈没/
ハンス・ヒルトフト号の遭難/エクソン・ヴァルディーズ号の座礁 ……大 内 建 二
-
- IMO コーナー (第218回)
- 86 第8回旗国小委員会 (FSI) の結果について ……………運輸省
-
- 海外ニュース
- 41 ウェーブピアサー 98 m 船 (057) オリンピック期間の役割……………Incat 社
- 46 Windows NT で動く TRIBON M1 Basic Design
……………コッカムズ・コンピューターシステムズ

-
- 6...New ship photo & particulars (No.617)
- 10...Retrospect of domestic merchant fleet (No.248)
(YOOGEN-MARU→MOOKO-MARU, TAGA-MARU)Sanae Yamada
- 13..."Aurora", P & O Cruises high grade passenger ship
.....Meyer Werft & P & O Cruises
- 14..."Millennium", 91,000 ton flag ship of Celebrity Cruises,
best naming of this yearCelebrity Cruises
- 20..."Europa", German, for Germans and by Germans, announced by Germans as
one of the world highest class passenger ship.....Kvaerner Masa Yards
-
- 25...Summary & notes of events on February
(Trend of Japanese merchant fleet)Hiroshi Yoneda
-
- New ship report
- 28..."Sun Flower Tomakomai" & "Hokkaido-Marui", new cargo ferrysMHI
- 36..."Rápido 2" aluminum twin hull high speed passenger boat with hydro-foil
.....Miho shipyard (Osaka)
-
- New foreign ship
- 42..."SK Supreme",the world largest LNGC of 138,200 cub.m
with GTT Mark III membrane typeSamsung H. I.
-
- Serial lecture
- 81...Electronic navigation notes (No.264)Shoichi Kimura
-
- Technical comments
- 48...Refrigeration plant engineering and new refrigerants,
being trifled with global environmental problemsHiromi Shiihara
- 61...Methodology of NOR (ps) estimation by prof. Titov.....Kazuhiko Murase
-
- Essay
- 70...Gleanings from the stories of casualty and disasters by war (4)Kenji Ohuchi
-
- IMO corner (No.218)
- 86...Sub-committee on flag state implementation (FSI)-8th sessionMOT
-
- News abroad
- 41...Roles of 98 m wavepiercer ship (057) during the OlympicIncat
- 46...Toribon MI basic design driven by Windows NTKCS
-

プッシャーバージには経験と信頼性の自動連結装置 アーティカップル



- ★抜群の耐航性
- ★あらゆる用途に
応じる多様な機種

- ★連結・切離し30秒
- ★指先一つで遠隔操作

東京都中央区日本橋小伝馬町9-10
(小伝馬町ビル7階)
電話番号 (03) 3667-6633
F A X (03) 3667-6925

タイセイ・エンジニアリング株式会社

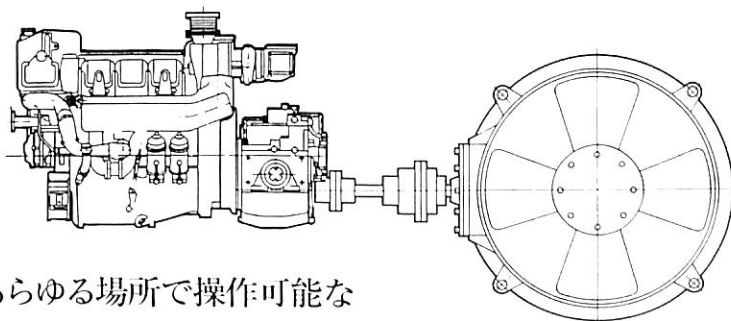
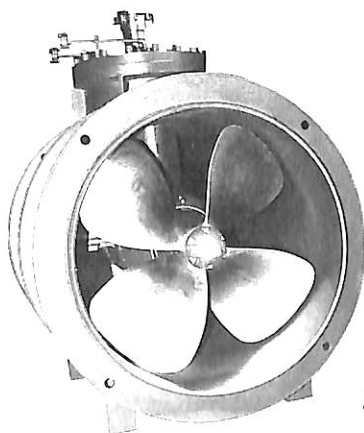
マスミ サイド スラスタ

シンプルな構造の
固定ピッチ型スラスタ

可変ピッチ型に代るインバーター制御による

電動機駆動 推力1-8 TON

エンジン駆動 推力1-8 TON



あらゆる場所で操作可能な
電子制御リモコン装置

株式会社 マスミ内燃機工業所

本社・工場 〒104-0054 東京都中央区勝どき3丁目3番12号 TEL 03-3532-1651 FAX 03-3532-1658
清水営業所 〒424-0942 静岡県清水市入船町8番16号 TEL 0543-53-6178 FAX 0543-53-6170



貨物フェリー

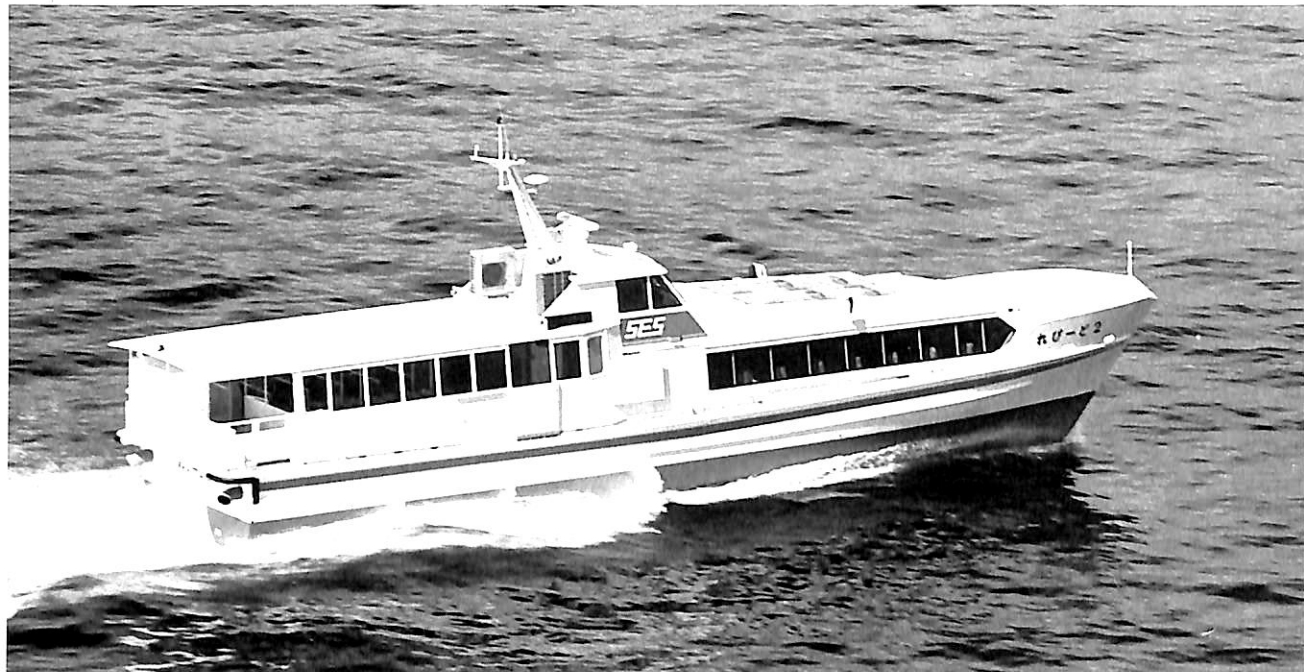
三菱重工業株式会社下関造船所建造 (第1063番船)
 全長 199.0 m 垂線間長 187.7 m
 総トン数 12,520トン 載貨重量 5,618トン
 燃料消費量 1,678.1 m³ 182 t/day
 出力 (連続最大) 32,400 PS (430/165 rpm) × 2, (常用) 29,160 PS (415/159 rpm) × 2
 補給缶 ヤンマー 6N260L-GN 発電機 (主) 大洋電機 1,350 kW × 3, (軸) 大洋電機 1,650/1,300 kW × 2
 船舶電話、国際 VHF 電話 航海計器 衝突予防装置, レーダ
 航路 東京 ~ 苫小牧 船級・区域資格 NK・限定近海 (非国際)
 旅客 12名 同型船 ほっかいどう丸 バウスラスター, スタンスター, フィンスタビライザー, ジョイスティックコントロール装置 (本文28頁参照)

さんふうらわあ とまこまい
 SUNFLOWER TOMAKOMAI

起工 98-12-14 型幅 24.50 m
 Car. Cont. 搭載数 12 mトラック 161台, 9 mトラック 2台, 乗用車 46台
 清水槽 322.0 m³ 主機関 NKK SEMT Pielstick 18PC4-2B 形機関
 出力 (連続最大) 415/159 rpm × 2 プロペラ 4翼 2軸 CPP 無線装置
 大洋電機 1,650/1,300 kW × 2
 速度 (試運転最大) 31.01 kn, (満載航海) 30.0 kn
 船型 全通二層甲板船 乗組員 20名
 フィンスタビライザー, ジョイスティックコントロール装置 (本文28頁参照)

運輸施設整備事業団
 株式会社ブルーハイウェイライン

進水 99-4-2 型深 21.32 m
 満載喫水 6.90 m
 主機関 NKK SEMT Pielstick 18PC4-2B 形機関
 プロペラ 4翼 2軸 CPP 無線装置
 大洋電機 1,650/1,300 kW × 2
 速度 (試運転最大) 31.01 kn, (満載航海) 30.0 kn
 乗組員 20名
 フィンスタビライザー, ジョイスティックコントロール装置 (本文28頁参照)



アルミ合金製旅客船 れびーど 2 西海沿岸商船株式会社
RÁPIDO

株式会社三保造船所 (大阪) 建造 (第353番船)	起工 99-6-3	進水 99-8-27	竣工 99-10-7
全長 21.50 m 垂線間長 18.673 m	型幅 4.30 m	型深 1.60 m	満載喫水 1.312 m
満載排水量 31.933トン	総トン数 19トン	燃料油槽 1,500ℓ×2	清水槽 200ℓ×1
主機関 MTU12V183TE92形 (デ) 機関×2		出力 (連続最大) 910 PS (2,230/1,099 rpm)×2	
(常用) 819 PS (2,152/1,060 rpm)×2	プロペラ 5翼2軸	発電機 いすず C204-F4 27.5 PS/1,800 rpm	
無線装置 船舶電話	航海計器 レーダ	速力 (試運転最大) 34.417 kn	航続距離 255 浬
船級・区域資格 JCI	乗組員 2名	旅客 92名	航路 佐世保～池島間
自社開発, 水中翼をボックスキールを介して取り付けている。			(本文36頁参照)

- 8 -

曳船やわた 八幡浜汽船有限公司
YAWATA

金川造船株式会社建造 (第477番船)	起工 99-5-20	進水 99-7-30	竣工 99-9-10
全長 37.20 m 垂線間長 32.70 m	型幅 9.80 m	型深 4.20 m	満載喫水 (型) 3.00 m
総トン数 243トン	燃料油槽 55.14 m ³	燃料消費量 10.4 t/day	清水槽 35.52 m ³
主機関 ヤンマー 6N280-UN 形 (デ) 機関×2		出力 (連続最大) 1,800 PS (720 rpm)×2	プロペラ
4翼2軸	川崎重工レックスベラ (360度旋回式) "KST-180ZF/A"×2	発電機 大洋電機130 kVA×	
AC 225 V×3相×60 Hz×2, (原) ヤンマー 4HAL-TN(1) 157 PS×2		無線装置 船舶電話, 国際 VHF	
電話	航海計器 レーダ	速力 (試運転最大) 14.617 kn	船級・区域資格 JG・限定沿海
船型 平甲板船	乗組員 8名	旅客 12名 (1.5時間未満)	

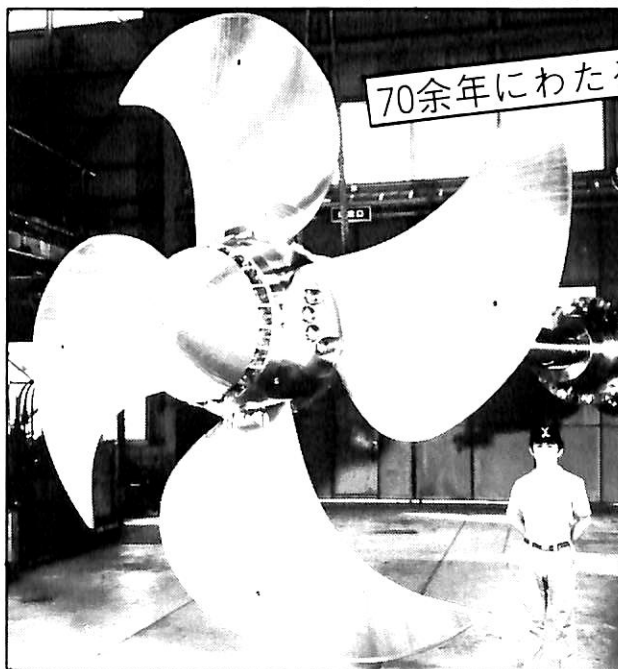




輸出オーシャンタグボート兼サブライ船 パシフィック サブライヤー
PACIFIC SUPPLIER

船主 Swire Pacific Offshore (Singapore)
 株式会社今治造船所建造 (第406番船) 起工 98-12-2 進水 99-2-28 竣工 99-5-20
 全長 57.90 m 垂線間長 53.11 m 型幅 15.00 m 型深 5.50 m 満載喫水 4.71 m
 満載排水量 2,739トン 総トン数 1,368トン 純トン数 469トン 積貨重量 1,321トン
 クレーン 1.5トン (雑用) 燃料油槽 460 m³ 燃料消費量 16 t/day 清水槽 520 m³
 主機関 Ulstein Bergen KRMB-9 形 (デ) 機関×2 出力 (連続最大) 2,725 PS (825 rpm)×2
 (常用) 2,316 PS (825 rpm)×2 プロペラ 4翼2軸 CPP 発電機 250 kVA (500 kW)×2, (原) ヤンマー
 6HALZ-HTN×2 無線装置 MF/HF, NBDP, インマルC, 国際VHF 電話 航海計器
 衝突予防装置, レーダ 速力 (試運転最大) 14.065 kn, (満載航海) 13.5 kn 航続距離 6,700 浬
 船級・区域資格 DnV・遠洋 船型 船首楼付一層甲板船 乗組員 12名他12名
 同型船 PACIFIC SUPPORTER ジョイスティック, 他船消火設備, セメントタンク設備

かもめ可変ピッチプロペラ



70余年にわたる技術力の実績と信頼性

製造品目

- 可変ピッチプロペラ
- 固定ピッチプロペラ
- サイドスラスト
- 船尾軸系装置
- K-7ラダー
- MACS
(ジョイスティック
コントロールシステム)



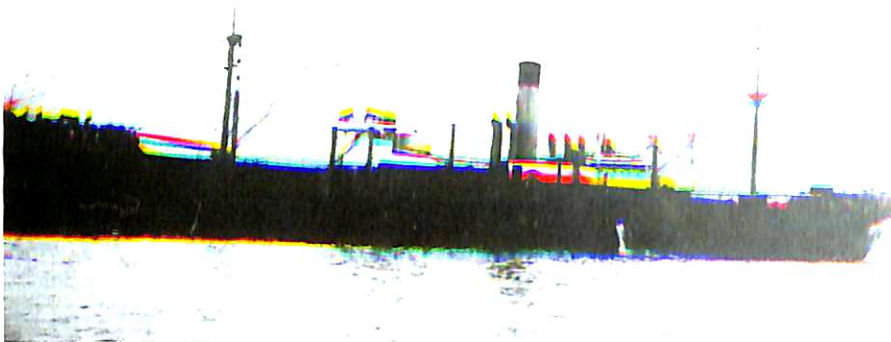
全国50カ所のサービス網完備

運輸大臣認定製造事業場

かもめプロペラ株式会社

〒245-8542 横浜市戸塚区上矢部町690番地
 TEL (045)811-2461・FAX (045)811-9444

貨物船 陽元丸→蒙古丸 大阪鉄工所→大連汽船
YOOGEN-MARU



大阪鉄工所桜島工場建造	船舶番号	27556→関322	信号符字	SKCJ→JPVC
進水 大10-8	竣工	11-5	垂線間長	126.49 m
型深 10.60 m	満載喫水	8.4 m	総トン数	7,144.48トン
載貨重量 10,681トン	貨物艙容積	525,505 f ³	純トン数	5,199.49トン
(連続最大) 3,399 PS, (計画) 3,000 PS		主機関	三連成レシプロ機関×1	出力
船級・区域資格	通信省第1級船	鋼船	旅客	1等6名
えとな丸			姉妹船	陽明丸, 陽天丸, 陽光丸, 陽南丸
			船籍港	土生→大連

大正3年7月、第1次世界大戦が勃発し、それまで船腹過剰になやまされていた世界の海運界は一転して船腹不足の時代がやってきた。我が国でもこの影響で従来のように外国の中古船や、新造船の購入は困難となり国内の造船所に注文が殺到した。

造船界も大戦を契機に画期的な発展をとげた。即ち、1,000トン以上の造船能力を有する造船所は大正2年から8年にかけて約8倍に増加した。

大阪鉄工所でも大正5年には日本汽船及び大阪商船から大量の新造船契約を受け、桜島・因島両工場の大拡張を断行した。

日本汽船は大正8年には、従来よりも大型の陽明丸型5隻を発注、いずれも大阪鉄工所が専売権を有していたイッシュャーウッド式構造船であった。

このような活況を呈した海運界も、戦争終了後、大正9年からは一転して船腹過剰となり新造船の受注は激減した。

当社では大正10年、陽明丸クラスと同型の陽元丸を予備船として建造したが、売却先がなく、長期にわたって大阪鉄工所の船舶部が保有することとなる。

大正11年、太平洋海運が用船してマニラへ石炭を輸送。

日本・ジャワ間で砂糖の輸送。

大正12年上期、北米・日本間で小麦の輸送。下期には米材・燐鉱石の輸送。

大正12年9月1日の関東大震災では木材・小麦の輸送に従事。

大正14年5月以降、ラングーン・日本間で外米、樺太・清水間で木材、北米・日本間で木材、小麦の輸送。

大正14年11月以降、北米・日本間で小麦、木材を輸送。昭和4年4月、大連汽船に売却され、5月に蒙古丸と改名、大連籍となる。

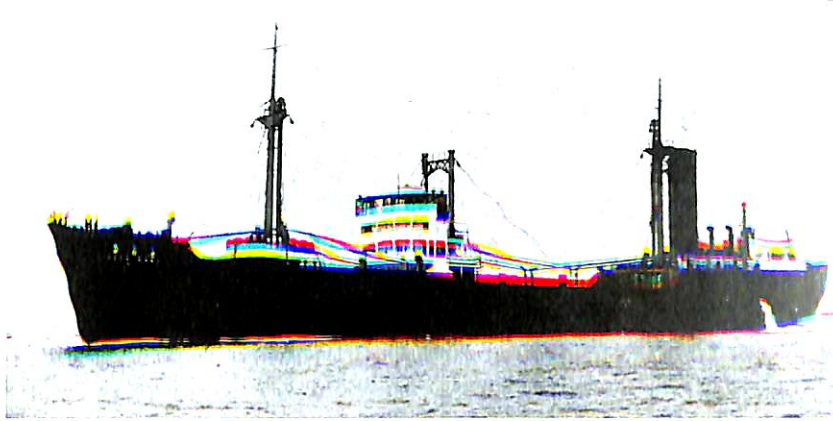
昭和4年10月29日、満州特産物を満載して大連から横浜に向かう途中、濃霧のため山口県豊浦郡、綾羅木沖にて座礁、東京サルベージの那須丸が救助。

昭和5年3月2日、ハンブルグよりフォエーに向け航海中、ドーバー沖合で英国船マックヴィール号と衝突。機関部付近に損傷。ロッテルダムで修理を受く。

昭和7年3月15日、カナタより大阪に向け航海中、炭水補給のため釧路に入港、同日、出発時防波堤付近にて座礁。

昭和11年10月15日10:00、ルソン島西方120キロで時化のため浸水、沈没した。

貨物船 多賀丸 日之出汽船
TAGA-MARU



鶴見製鉄造船所建造 (第385番船)	船舶番号 46266	信号符号 JPXN
起工 昭14-2-2	進水 14-7-29	竣工 14-10-10
全長 98.27 m	垂線間長 97.00 m	型幅 13.75 m
型深 7.51 m	満載排水量 6,119 トン	総トン数 2,868 トン
純トン数 1,952 トン	満載排水量 6,119 トン	満載重量 4,239 トン
貨物船容積 (ベ) 5,390 m ³ , (グ) 5,839 m ³	主機関 2段減速タービン機関×1	出力 (連続最大) 2,000 PS
(計画) 1,600 PS	速力 (試運転最大) 14.138 kn, (満載航海) 12.0 kn	船級・区域資格 通信省第1級船
鋼船	乗組員 40名	旅客 1等2名
		乗組員 40名
		姉妹船 五十鈴丸

日之出汽船は大正元年、浅野総一郎が発起人となって資本金50万円、4隻の中古船で発足した。しかし業績不振、船舶のそう失などのため休業の止むなきに至ったが、大正11年4月、浅野造船所から3隻のストックポートを購入して営業を再開し、昭和9年には用船を加えて15隻の船舶を運航するまでに成長した。

昭和10年頃から日之出汽船では長尺物、重量物の輸送に着目し、これに適した貨物船の建造を計画、その結果八幡丸が誕生し、その成績が非常に良かったため、さらに4隻の姉妹船が建造された。

本船はこの八幡丸の拡大、改良型といえるもので、昭和14年7月第1船五十鈴丸につづいて10月に完工した。

本船は船尾に機関を有し、揚荷用に70トン用のヘビータリッスを装備し、長尺、重量物貨物に真価を発揮した。

昭和16年9月23日、陸軍に徴用されて清水発、10月3日塘沽を経て10月15日大阪に帰る。10月31日宇品発、11月1日黄浦、11月11日海口、11月14日高雄を経て内地へ。

昭和17年1月1日神戸発、1月4日コーシチャン、1月25日バンコック、2月4日コーシチャンを経て3月9日宇品に帰る。

昭和17年7月1日シンガポール発、7月14日バレンバン、7月20日シンガポール、7月27日サンジャク、9月

3日高雄、9月5日馬公を経て9月10日門司に帰る。

昭和17年10月20日シンガポール発、11月7日ラングーン、12月6日シンガポール、12月15日サイゴンを経て12月29日門司に帰る。

昭和18年1月22日門司発、1月25日上海、1月27日香港、2月8日高雄、2月17日サンジャク、2月20日シンガポール、2月25日バタビア、2月28日スラバヤ、3月13日バタビア、3月18日シンガポール、3月25日サンジャク、4月2日高雄を経て、4月9日門司に帰る。

昭和18年5月23日佐伯発、8号演習輸送のK525船団で6月2日バラオを経て6月25日ラバウルへ。7月10日バラオにもどり、7月14日バラオ発フ406船団で7月23日佐伯発、7月26日宇品に帰る。

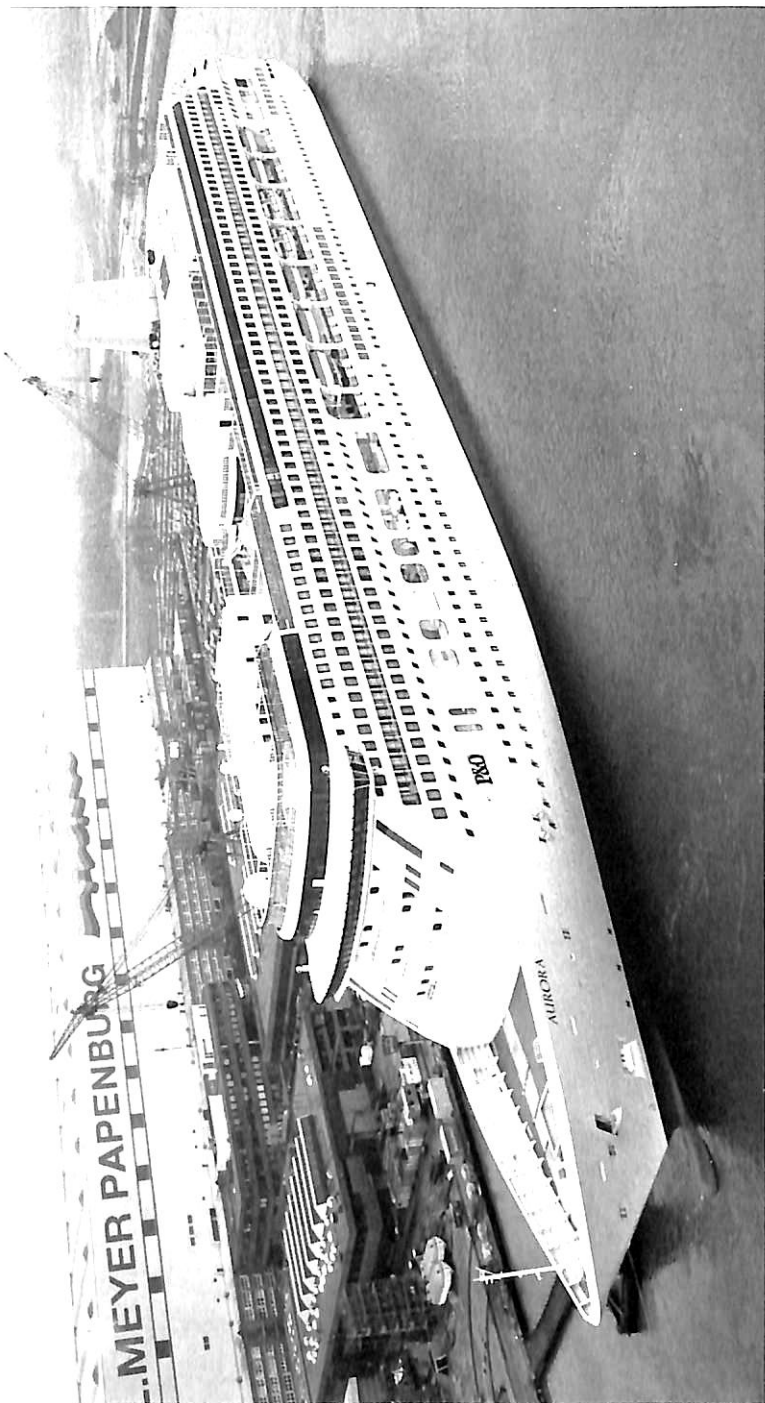
昭和18年8月2日佐伯に集結、8月6日佐伯発、オ606船団で再びラバウルに進出、9月23日に宇品に帰る。

昭和18年9月27日宇品発、佐伯からオ006船団でバラオを経由して、10月21日ラバウル着。11月2日ハラオにもどり、11月5日バラオ発、フ503船団で佐伯に向かう途中、11月9日南大東島はるか南方洋上21°40'N, 131°21'Eにてアメリカの潜水艦 Sargo (SS-188) の雷撃を受けて航行不能となり「早月」が曳航して退避したが遂に船体は放棄された。



スファリウム
GTT Mark III メンブレン方式 LNG 船 SK SUPREME

船主 SK Shipping Co. (Panama)
 三星重工業株式会社(高尾船所建造 (第1207番船))
 全長 278.8 m 垂線間長 266.0 m 型幅 契約 96-12-30
 満載喫水 11.30 m (計画) 総トン数 93,000 トン 型深 26.0 m (主甲板まで), 32.7 m (トランクデッキキキまで)
 荷役ポンプ エバハラ1,700 m³/h×155 m×8 燃料油槽 6,690 m³ 清水槽 1,020 m³ LNGタンク槽 138,200 m³ (4タンク計)
 出力 (連続最大) 39,500 PS (90 rpm)×1 フロベラ 6翼1軸 主機関 川崎 UA400形蒸気 (タ) 機関 川崎 UA400形蒸気 (タ) 発電機 川崎 UMS68759 68t/h×2
 (タ) 三菱重工業3,450 kW×1,800 rpm×2, (デ) Ssangyong 重1,345 kW×720 rpm×1 航海計器 ジャイロ/オートパイロット, NNSS
 レーダ 三菱重工業3,450 kW×1,800 rpm×2, 航路距離 13,000 浬 船級・区域資格 KR, AB・遠洋 船型 甲甲板船
 乗組員 48名 速度 (試運転最大) 20.8 kn 汚水処理フラント, 廃棄物処理フラント, コンヒュータ11, 廃棄物処理フラント (本文42頁参照)



▲ "AURORA" 76,000 GT L.B.D : 270×32.20×7.9 m (Photograph: Meyer Werft)

P & O クルーズ 高級指向客船 "AURORA"

命名者は英王室アン王女
1月8日に浮上・進水

Meyer Werft & P & O Cruises

現在、ドイツのマイヤー造船所 (Meyer Werft) で建造が進められている P & O クルーズの高級指向客船「オーロラ」(AURORA) は、1999年12月14日の P & O の発表によると、命名者に HRH The Princess Royal をお迎えすると発表された。発表によると王女は、2000年4月26日に訪船され、翌日の27日に命名式にご臨席されることである。The Princess Royal とは、= アン王女= のことで、王女は、前日のガラ ディナーとオーバーナイトクルーズを楽しまれ、翌日は公式命名者として式にご臨席、その後レセプションバンパティーにも参席

をされる。本船「オーロラ」は、2000年5月1日に処女航海に鹿島立ちし、地中海、ノールウェー・アーンフイヨルド沿岸海域、バルチック海域、カリブ海域と就航し、2001年1月に世界へのお披露目のためサザンブロンズを出帆の予定である。

本船「オーロラ」は、2000年1月8日マイヤー造船所 (Meyer Werft) で進水・浮上した。2月19日には、マイヤー社のあるパーペンブルグからエムス川を下り、北海の出口にあるオランダのエムスハーベンに向かった。その後は、同港起点の試験航海に入った。



▲ “MILLENNIUM” セレブリティクルーズの新旗船の竣工予想画

ファンネルには伝統的なチャンドリスのロゴマークが。船体はブルーの塗色、ハウス部は白でコントラストが素晴らしい

セレブリティクルーズの91,000トン旗船

“MILLENNIUM” 本年竣工船，最高のネーミング

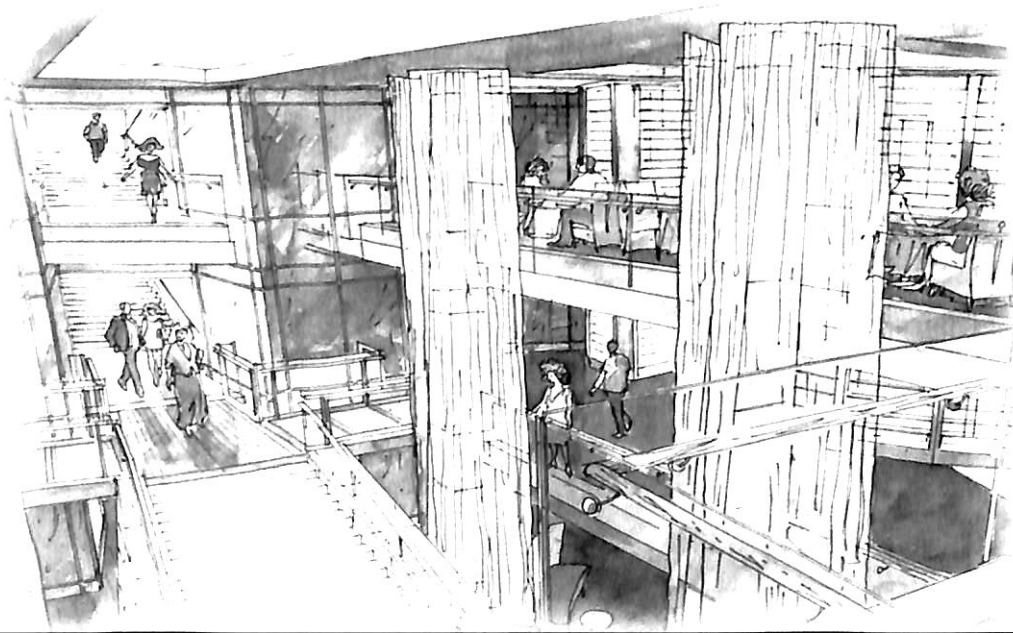
Celebrity Cruises

フランスのアトランティック造船所（Chantier de L'Atlantic）とロイヤルキャリビアンクルーズ社（Royal Caribbean Cruises Ltd.: RCCL）は、1998年3月に2隻の85,000 GT型及び同型2隻の追加予約の契約を交わした。1999年2月23日には、従前オプションしていた2隻についても、正式契約がなされた。これら4隻は、既にRCCL傘下にあるセレブリティクルーズ社で運行される。

同日従来発表されていた85,000 GTの規模は、91,000 GT型に変更され、現在運航されている“センチュリークラス”よりも約30パーセントも大きくなる。しかしな

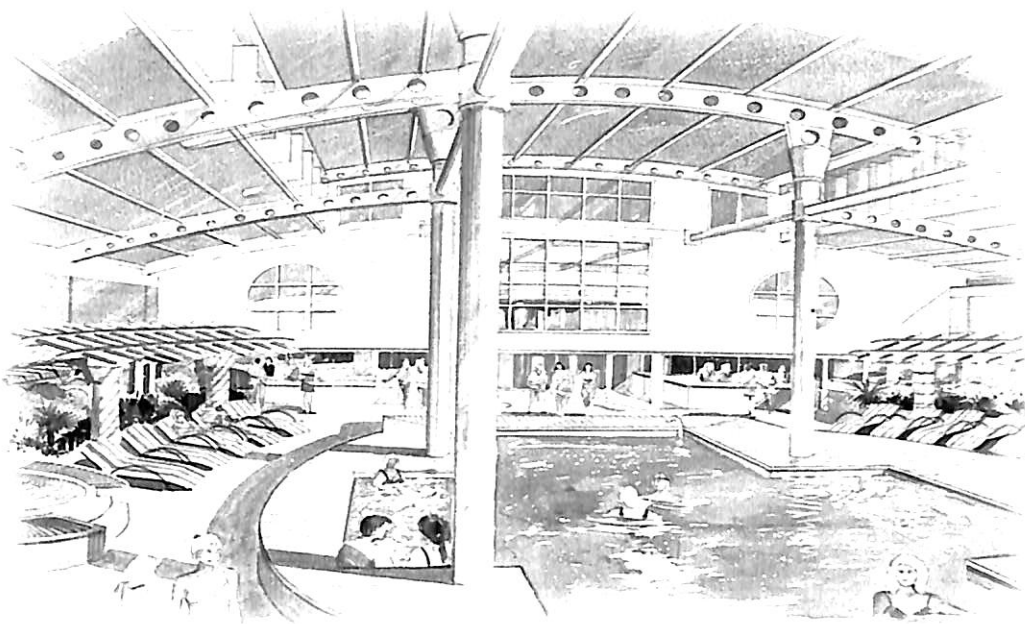
がら、船客収容力は1,950名で、僅かに約8パーセントの増である。これだけでも、いかに快適性の高い船になるかがお判り戴けるかと思う。船客用キャビンは、975室できることになっており、そのうちの80パーセントの750室がオーシャンビューで、60.5パーセントの590室がバルコニーを有する。ペントハウスには、小型のグランドピアノも置かれ、バトラーサービスが享受できる。

船名については、1999年6月上旬“Millennium”（ミレニアム）となると公表された。第1船（本船）の就航は2000年6月17日と同時に公表され、第2船の竣工予定は、2001年1月が予定され、船名は未定である。

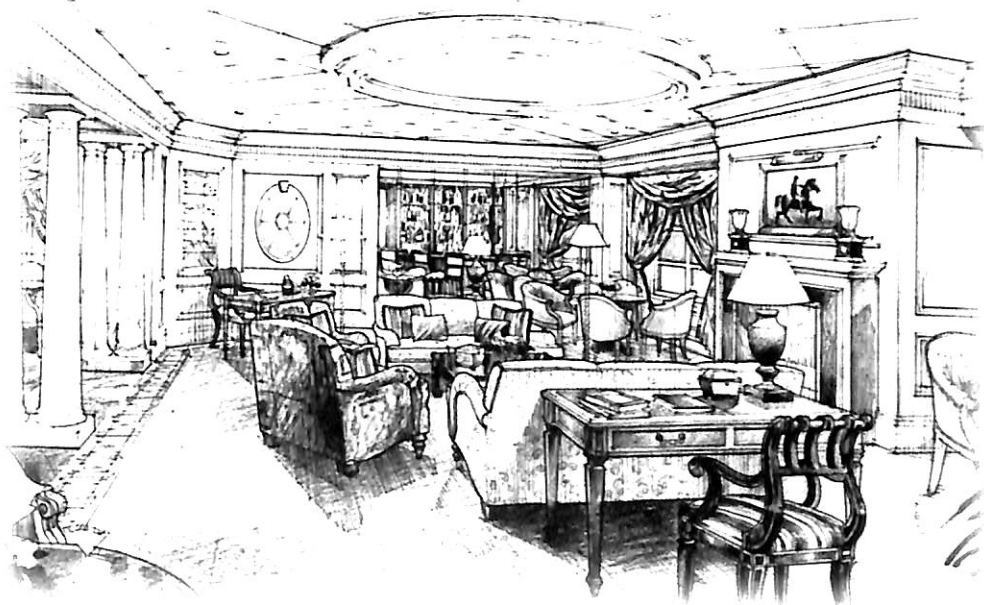


◀ Grand Foyer

"MILLENNIUM"



▲
"The Aqua Sea"

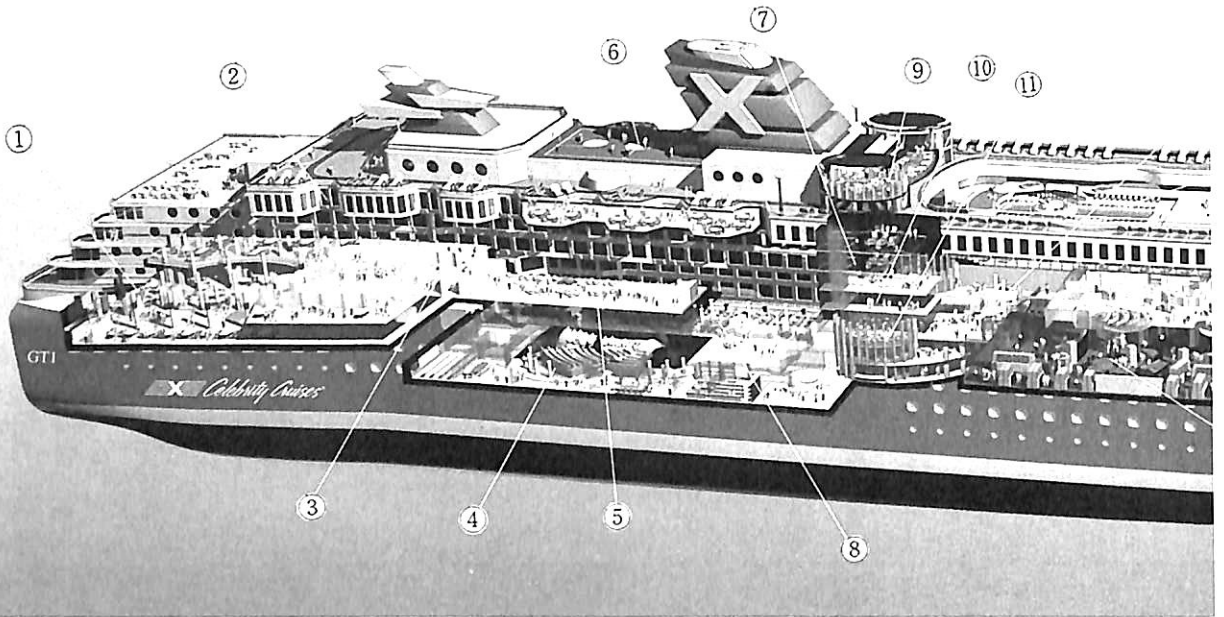


▶
"Michael's Club"

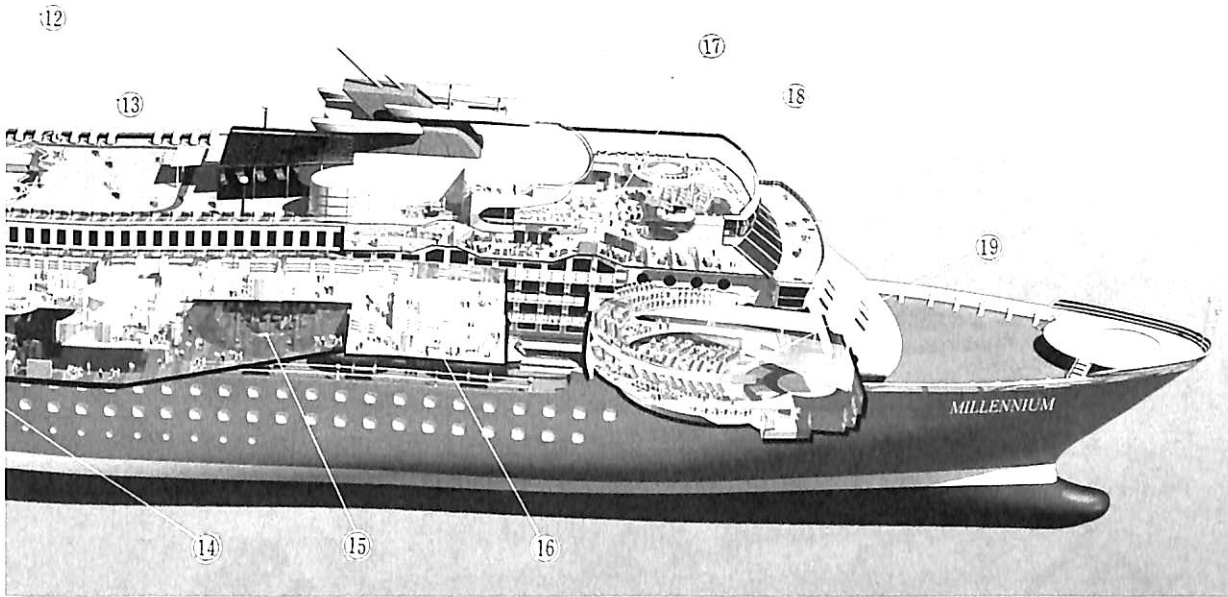
▼
"The Olympic"



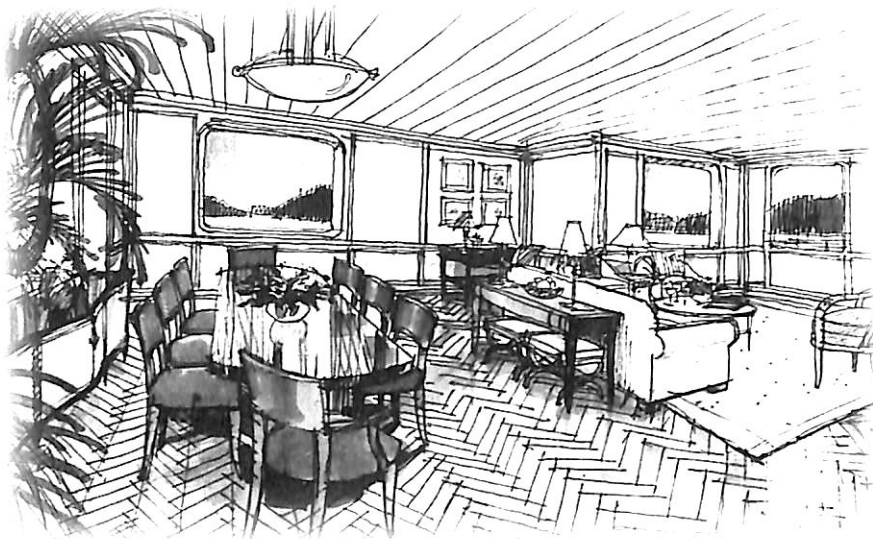
"MILLENNIUM"
91,000 GT



- ① Metropolitan Restaurant
- ② Ocean Cafe'/Ocean Grill
- ③ Platinum Club
- ④ Cinema and Conference Center
- ⑤ Rendez-vous Lounge
- ⑥ Sports-Deck
- ⑦ Words
- ⑧ The Olympic
- ⑨ Extreme
- ⑩ Notes

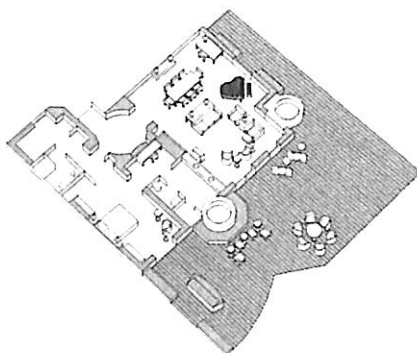


- ① Grand Foyer
- ⑫ Cova Cafe di Milano
- ⑬ Resort Area
- ⑭ Fortunes Casino
- ⑮ Michael's Club
- ⑯ The Emporium
- ⑰ Aqua Spa™
- ⑱ Cosmos The Tower
- ⑲ Celebrity Theater

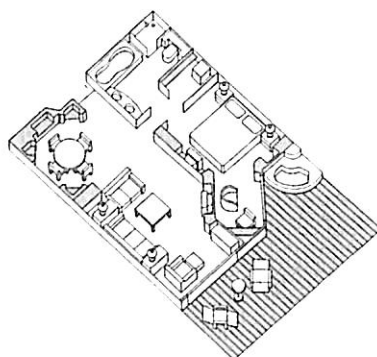


▲ Penthouse Suite

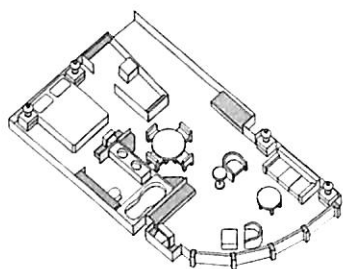
(主要客室一覽)



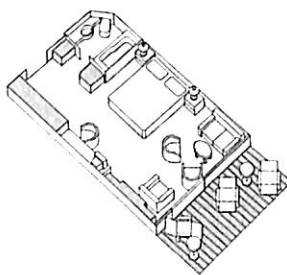
Penthouse Suite (S. 1,432 ft², V. 1,098 ft²)



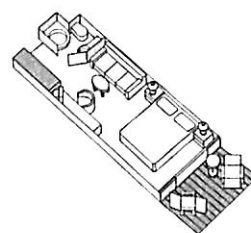
Royal Suite (S. 538 ft², V. 195 ft²)



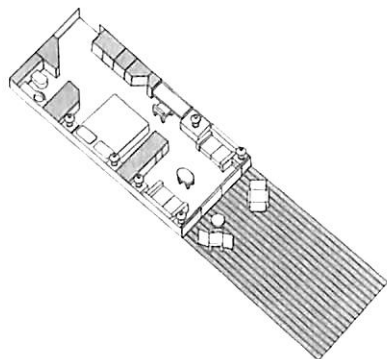
Celebrity Suite (467 ft²)



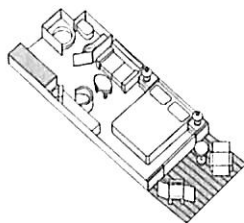
Sky Suite (S. 251 ft², V. 57 ft²)



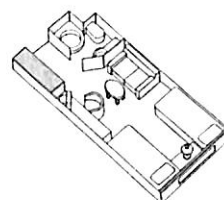
Premium Ocean View
Stateroom with Veranda
(S. 191 ft², V. 41 ft²)



Large Ocean View Stateroom
(S. 271 ft², V. 24 ft²)

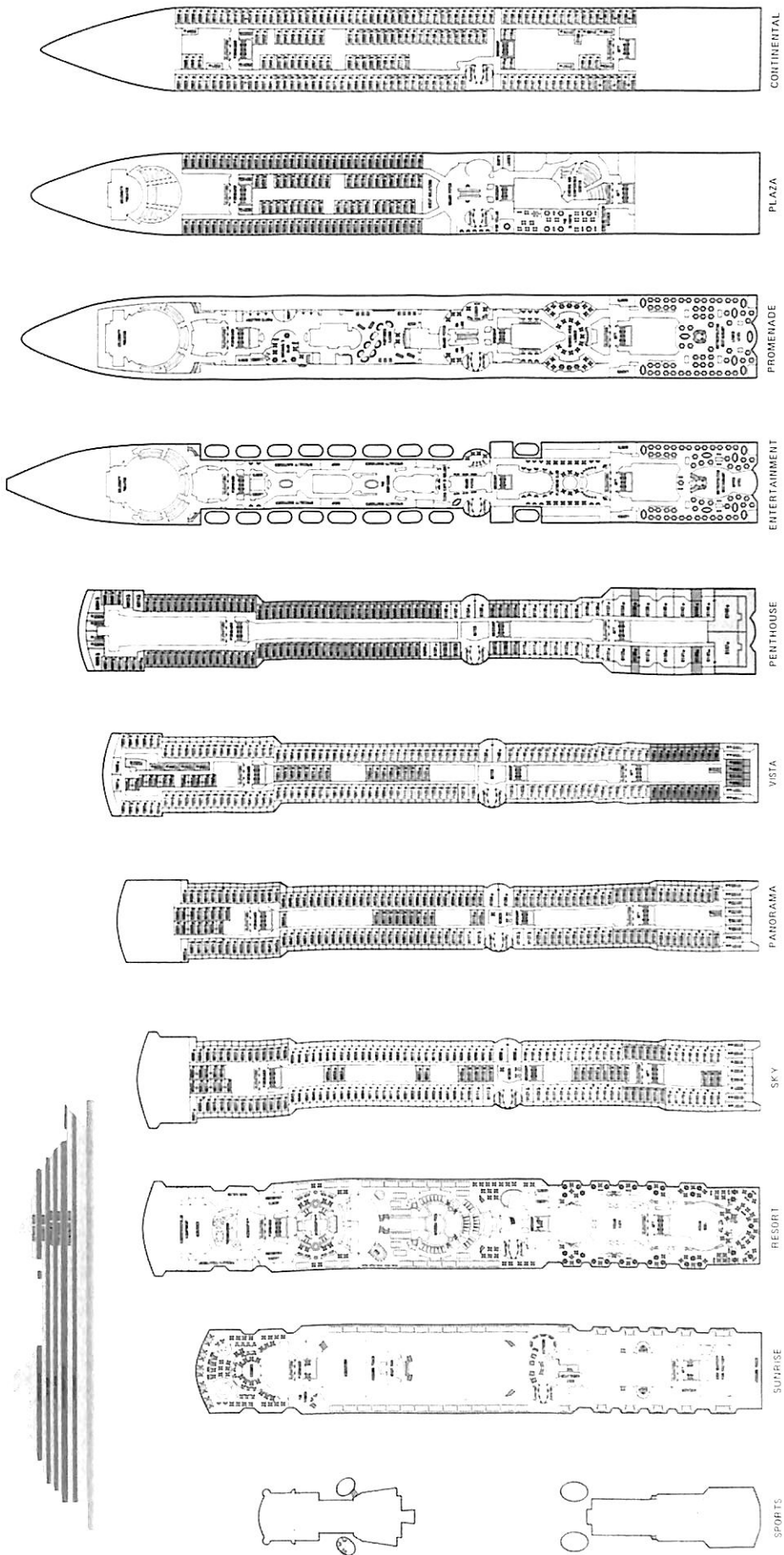


Delux Ocean View
Stateroom with Veranda
(S. 170 ft², V. 38 ft²)



Ocean View Stateroom
(170 ft²)

(注 Stateroom: S Veranda: V)



Passenger Ship "MILLENNIUM" Deck Plan



現在世界最大級の快適空間と最高級のソフトノウハウを提供している、世界の最高級客船“オイローパ” Europa (写真上・下)。タイトルどおりドイツマーケットの客船だが、乗船はできる。ドイツ語に自信のある方には、お勧めの絶品。 99-9-13 Photographs: Klaus Bombel

ドイツが自信をもって世界にお披露目した、世界最高級の
「ドイツ人によるドイツ人のためのドイツの船」

“EUROPA” (2)

Kvaerner Masa-Yards





“EUROPA”

Following Photographs
Kvaerner Masa-Yards

▲ “Venezia Restaurant”

収容力は44名。階下のギャレイとは、2基のエスカレータで結ばれている。

先代「オイローパ」には、4基のエスカレータがあった。

“Europa”と“Oriental”は、この“Venezia”レストランと可動式の仕切り壁で区切られ、一つのレストランとしての使用が可能となっている。

一つのレストランとして使用すると、収容力は450名程となる。



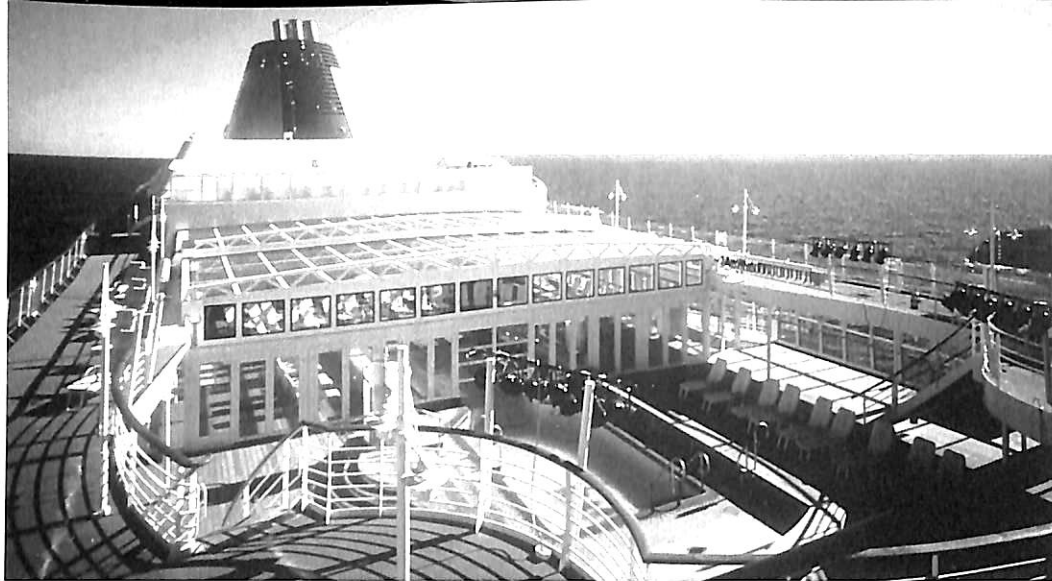
▲ “Atrium Lobby”

「オイローパデッキ」にある。中央にグランドピアノが置かれた優雅な大広間。



◀ “Casino Royal”

ブラックジャック、ルーレットが各1台、23台のスロットマシンがある。



▲
“Covered Lido Pool area”
カバーは、天候により開閉が可能である

◀ “Sun Deck Window”

▼ “Sun Deck”

— 22 — “EUROPA”





"EUROPA"

▲
"Bridge"

"Stateroom with Balcony" ▶
このクラスは、156室あり、
27 m² がある。



"Main Diesel Engine" ▶



「ベリタス」の船舶管理用ソフト (和、英併記)

船級検査、ISM cord および PSC 立入検査用 (発売中)

1. 主項目別に分類されて検索しやすい
2. 各チェック項目毎のイラスト、SOLAS 適応規則条項 No. 付
3. 各チェック項目毎の□Y、□N クリックによる日付の自動入力
4. □N の場合、赤字表示と不都合、是正必要な個所の備考欄画面表示、書込み
5. 乗組員交代の際の、引継ぎと本船、会社間の連絡の簡素化を考慮

◆ 近日発売予定

● 補油・残油計算用

● 入渠工事仕様作成用

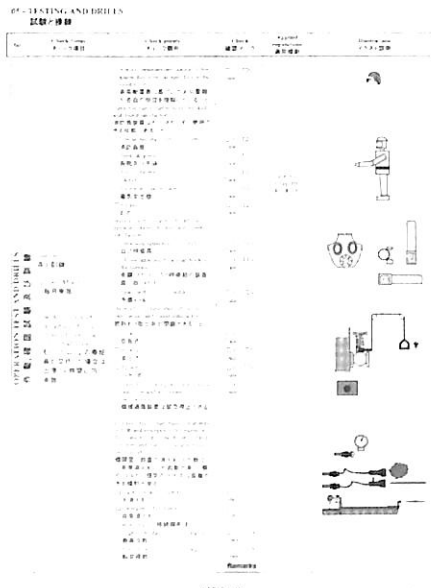
● 各検査内容解説用

● 保船管理全般用

(COSM System)

〔主要業務〕

1. I.S.M. の取得のための
コンサルタント
内外60船社 (AB, NK)
取得済
2. 船舶建造・修理及び
検査 (含外地) の監督
代行



Welcome to the COSM system VERITAS INC.

01 Budget 予算	02 Ship's Account 船中費	03 Contract Form 契約書フォーマット	04 Insurance 保険
05 Ship's Particular 船中対話	06 Crew 乗組員	07 Ship's Particular 本船の主要目	08 Operators Custodian 運転の主任
09 Conversation 会話録	10 Report 報告書	11 Square Parts 本船部品	12 Stores 船用品
13 Repair 修理	14 Class Record 船級記録	15 Class Survey Custodian 船級検査員	16 Work Order 入渠工事
17 Contract Form 契約書フォーマット	18 Flow Chart Building 船中対話	19 Repair Supervising 修理監督	20 Ship's Particular 本船の主要目

株式会社 **ベリタス**

〒532-0011 大阪市淀川区西中島7-8-17 (花原第五ビル7F)
Tel. 06-6308-7501 Fax. 06-6308-7514

2月のニュース解説

米田 博

海運・造船日誌

1月19日～2月16日

○海運・造船問題

●一般政治経済問題

1月

19日○日本船舶輸出組合発表の99年輸出船受注量
(水) は237隻、873万総トンと前年に比べ総トン
で21.5%増加した。

20日●第147通常国会が召集され、憲法調査会が
(木) 衆参両院に設置された。会長は衆院中山太
郎氏、参院村上正邦氏。今後5年間で報告
書をまとめる。

21日●経済企画庁は1月の月例経済報告の設備投
(金) 資判断で「一部に持ち直しの動きがみられ
る」と指摘し、98年2月以降初めて判断を
上方修正した。

22日●主要7カ国蔵相・中央銀行総裁会議が東京
(土) で開かれ、共同声明に「円高の潜在的な影
響に対する懸念を共有する」と盛り込んだ。

25日○TSL事業化促進協議会が開催され、3月
(火) をめどにTSLの運航会社を公募し、2000
年度の第1四半期には保有管理会社を設立
することを確認した。

26日○全日本海員組合は、中央執行委員会を開き、
(水) 労働協約改定専門委員会がまとめた国際船
舶における日本人船員2人配乗船の労働条
件案を承認した。

27日●衆院は野党が本会議を欠席したまま、衆院比
(木) 例区の定数を20削減する改正公職選挙法を
与党3党などの賛成で可決し参院に送った。

31日●衆院本会議で28日小淵首相の施政方針演説
(月) 等は野党欠席のまま行われた。各党の代表

質問も野党3党欠席のまま行われた。

2月

1日○運輸省海上交通局とりまとめの「わが国商
(火) 船隊の船腹量の動向について」によると、
99年央の日本商戦隊船腹量は前年比26隻増
加したが日本籍船は14隻減少した。

2日●衆院比例区の定数を20削減する改正公職選
(水) 挙法が参院本会議で与党3党の賛成多数で
可決成立した。

3日○外航労務協会と全日本海員組合は第1回
(木) 「国際船舶制度にかかわる雇用と労働条件
に関する協議会(国際船舶協議会)」を開
催した。

4日●東京株式市場は、平均株価が取引時間中と
(金) しては97年8月以来となる2万円台を一時
回復した。

6日●大阪府知事選で自民党本部・民主・公明・
(日) 自由・改革クラブの各党が押した太田房江
氏が初当選した。全国初の女性知事。

8日○2001年3月1日に造船業基盤整備事業協会
(火) を廃止して一部事業が運輸施設整備事業団
に移管されることが閣議決定された。

9日●国会は議長見解により2週間ぶりに正常化
(水) した。

●東京証券取引所第1部の平均株価の終値が
2万7円77銭になり、約2年半ぶりに2万
円の大台を越えた。

10日●文部省宇宙科学研究所は、国産のM5の4
(木) 号機を打ち上げたが、エンジントラブルの
ため打ち上げ失敗した。

○造船技術開発協議機構は一般から公募した
造船・海運業界の課題について検討し、18
テーマから5テーマに絞り、それぞれに対
して今後の調査研究目標などを定めた。

日本商船隊の動向

日本籍船の減少

近年世界の先進海運国ではいずれも自国籍船がどんどん減少して、便宜置籍船又は第2国籍船となっているためその国の海運の規模が明確でなくなっています。そのうえ完全な外国船でもその国が支配している間その船はその国の商船隊とされていますので、ますます比較困難ということになります。

運輸省海上交通局が2月1日とりまとめた「わが国商船隊の船腹量の動向について」によりますと、99年央（99年7月1日現在）の日本商船隊（2,000総トン以上の外航貨物船）船腹量は1,996隻6,727万総トンで、98年央と比べると隻数で26隻、総トン数で1.5%増加しています。前年水準を上回ったのは2年ぶりですが、26隻の増加は、日本籍船は14隻減少して154隻になったのに、外国用船は40隻増の1,842隻となったことにみられるように「アジア経済の回復により海上に動きが増加したのに伴い、邦船各社が外国用船を増やしたことが増加要因」とみられています。

1999年央の日本商船隊を船籍国別にみますと総トン数比では日本籍16.8%に対して外国籍は83.2%で、外国籍の中ではパナマが56.6%と圧倒的に大きく、続いてリベリア7.3%、シンガポール4.8%、フィリピン4.3%、香港3.2%となっています。そのほかにバハマ・バヌアツ・キプロス・ノルウェー・ギリシャが見られますがそれぞれ1%程度にすぎません。

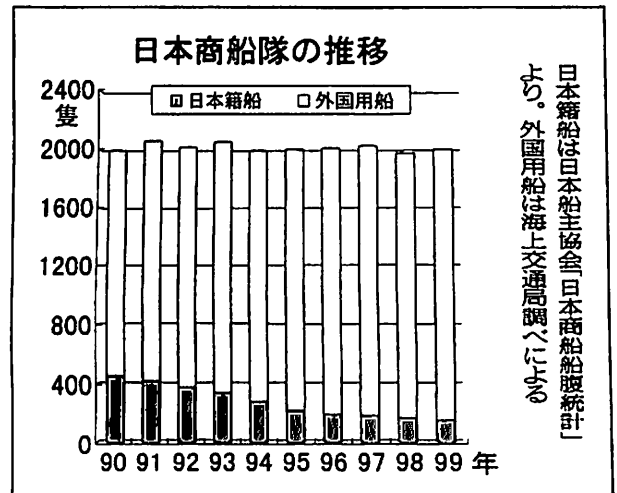
ここで早くからフラッキング・アウトを実行していたEU主要国について外国籍船率をみますと、日本が約80%だった1995～96年頃に75%以上だった国はスウェーデン・スペイン・英国で、60%以上だった国はフィンランド・ドイツ・ギリシャ、35～40%にすぎなかった国はフランス・デンマー

ク・オランダ・イタリアといった3グループとなっており、それぞれ種々の問題をかかえて悩んでいるのが実情です。

これらEU主要国船主の海外移籍国は、英国、ドイツ、スウェーデン、デンマーク、イタリアはリベリアを主とし、バハマを従としています。ギリシャはキプロス、フィンランドはバハマが多く、95年以降はマルタにイタリア、ギリシャの2国が興味を示しています。

近年の日本商船隊の推移は次図にしめすとおり全体では2,000隻前後を保っていますが、日本籍船は72年の1,580隻をピークに、コスト競争力の低下などから長期的に減少傾向にあります。近年では円高などの影響で94年に60隻、95年に62隻と大幅に減りましたが、その後は97年9隻、98年14隻、99年14隻と減少幅は縮小しています。

この結果99年央では日本商船隊に占める外国用船の割合は隻数で92.3%、総トン数で83.2%となっています。



出所：2000年2月2日付日本海事新聞

メガフロートの公募研究

運輸施設整備事業団は99年度第二次補正予算7億9,000万円で、産学官の幅広い研究機関から新形式の超大型浮体式海洋構造物（メガフロート）

の研究を公募していました。研究内容は荒天下の外洋や入り組んだ島影などの海域にも設置可能な新しいタイプのメガフロートを調査することで、将来的な実用化をにらんでいます。

公募は1月11日に締切られ、アイデアが14件集まったようですが、専門紙によれば研究は3月1日からスタートする予定で、学識研究者による審査委員会（委員長・平田賢芝浦工大教授）が2月中旬までに研究課題を選考するとのことでした。

ところで最近専門紙を賑わしているトピックの一つに巨大カジノ船があります。この記事を読んでいると私などはなんとなくメガフロートと相通じるものがあるような気がしますので参考のためにその概要を紹介しておきます。

米国資本のカジノ・ベガス・デル・マーレは中国の煙台ラップルズ造船と超巨大カジノ船3隻プラス・オプション17隻を発注する覚書に署名したと伝えられています。

この船は船体設計をフランス船級協会（BV）が支援することになっていると伝えられています。全長430メートル、幅100メートルで、設計では45万総トンにもなる、とのことでした。

煙台ラップルズは船体を7つの大型ブロックに分けて下請け造船所で建造し、これを煙台ラップルズのVLCCドックで組み上げて艀装する計画で、大型客船のような電機プロペラ推進システムを搭載して8ノットで航行する計画です。船価はカジノ船1隻で20億ドルが見込まれており、第1船の納期は2003年、2番船、3番船は9ヶ月間隔で引き渡すことになっているそうです。

世界最大の客船でも15万総トンにすぎませんから、これほどの船はかつて建造されたことがなく荒海のなかで、船体強度を確保できるのかなど、従来の造船技術では間に合わないところがありますので、日本の造船関係者は資金と建造の両面でこの計画の実現性を疑問視しているようですが、客室3,000室、旅客9,600人が収容できる設計で、船というよりも浮体式海洋構造物のホテルをイメー

ジさせるという意味でメガフロートの研究テーマの一つと言えましょか？

川重と三井造船の商船建造提携

99年11月号で、99年9月22日に川崎重工業と三井造船が商船建造分野で業務提携すると発表したことについて解説しましたが、専門紙によればその後この業務提携はかなり具体的なプロジェクトに結びついたようです。

もとより微妙な商談内容ですから軽々しくとりあげることはありませんが、専門紙によれば、三井物産が2月9日に三井造船に発注した、三井造船が開発した5万重量トン型ハンディマックスバルカーを、川重と三井造船とが共同建造することになった模様です。

納期は2001年4月で、建造は川重・神戸工場の第4船台で、船価は2,000万ドルと伝えられており、引渡し後は川崎汽船が長期用船するとのことでした。関係者は「三井造船は、図面はもとよりコストから資材までを川重に公表した」と今回の共同建造が、かなり踏み込んだものであることを強調しています。

主契約者でもあり三井造船の営業を支援して今商談をまとめた三井物産は、「造船業界再編を一気に加速する起爆剤として重要な意義がある」とコメントしている、と伝えられています。

川重と三井造船は昨年9月以来17万5,000重量トン型ケーブルサイズバルカーの共同開発や三井・玉野事業所から川重・神戸へのブロック委託発注、ドックマスターの共有化など相次いで成果をあげてきました。

今回の建造資材も主機関、鋼材を除くすべてを三井造船が自社用に一括購入した中から川重に割り当てる予定のようです。

今後設計、資材調達、生産の各レベルでの緊密な情報交換を進めることで、短期間かつ効果的に三井造船がもつ50型バルカーの習熟効果を川重・神戸で実現させる計画とされています。

● 新造船紹介

新造貨物フェリー

“さんふらわあ とまこまい”，“ほっかいどう丸”の概要

— 航路：東京～苫小牧 —

三菱重工業株式会社 下関造船所
船舶・海洋部

1. まえがき

本船は、株式会社ブルーハイウェイライン殿/運輸施設整備事業団殿（さんふらわあ とまこまい），川崎近海汽船株式会社殿（ほっかいどう丸）より御注文戴いた世界でも最高速の航海速力を有する12,520総トンの高速貨物フェリーで、さんふらわあ とまこまいは平成10年12月14日起工，平成11年4月2日進水，平成11年8月12日竣工，また，ほっかいどう丸は平成10年12月22日起工，平成11年6月16日進水，平成11年8月29日竣工後，平成11年9月1日より東京～苫小牧560海里（1,037 km）を約20時間で結ぶ航路に就航している。

以下にその概要を紹介する。

2. 船体部

(1) 基本計画概要・特徴

本船は、東京と苫小牧を結ぶ定期航路の“ほっかいどう丸”“とまこまい丸”“とうきょう丸”の代替船，貨物フェリーとして建造されたものである。

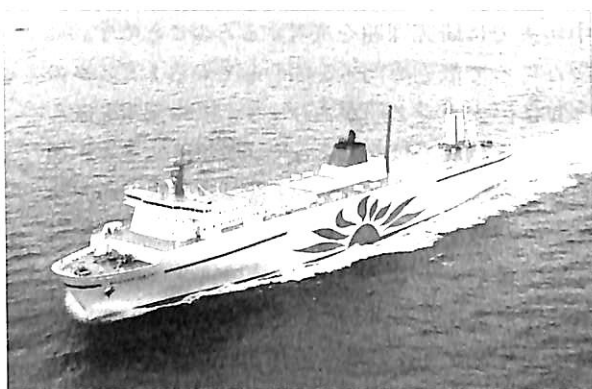
本船の投入によって，従来のフェリーでは20 knの速力にて約30時間かかっていた時間を約20時間に短縮し，従来3隻体制で運航していた同航路において，2隻体制でのデイリーサービスを可能とした。

また，航海時間の短縮のみならず，本船は上下2層の車両甲板へそれぞれ独立した舷外ランプを設けることにより，荷役時間の短縮も図っている。

出入港時間の短縮化についても，2軸プロペラに加え強力なバウスラスト及びスタンスラストを備え，これらをジョイスティックコントロールで制御することにより，優れた操縦性能と扱い易い操作性を実現している。

以上の基本コンセプトにより，陸上から海上への輸送方法への転換，即ちモーダルシフト促進への旗手として日本最速の貨物フェリーの称号を与えられるものと期待されている。

その他の特徴としては，4サイクル中速エンジンとしては最大級の馬力（32,400 PS×2）を所有しているにも拘わらず，十分なる防音，防振設計を行っており，客



▲ “さんふらわあ とまこまい”



▲ “ほっかいどう丸”

船並の静粛さを確保している。

また船体動揺に対しても，十分な復原力を確保しているほか，フィンスタビライザーの選定に当たっても，動揺制御に優れた方式のものを採用している。

(2) 船体部主要目

資 格	JG, 第4種船, 限定近海区域
船 級	NK NS*(RGCS) MNS*(M0)
全 長	約199.0 m

垂線間長	187.70 m
幅(型)	24.50 m
深さ(型) B甲板	21.32 m
満載喫水(型)	6.90 m
総トン数(本邦)	12,520トン
積貨重量	5,618
試運転最大速度	31.01ノット
航海速度	30.0ノット
航続距離	約1,890海里
車両搭載台数 12 mトラック	161台
9 mトラック	2台
乗用車	46台
旅客定員 ドライバ(ベッド室)	12名
乗組員 18名, その他	2名

荷役設備

船首舷側ランプ	1基
船尾舷側ランプ	1基
船内固定式ランプ(蓋付き)	1基
フィンスタビライザ(引き込み式)	1組
パウスラスト	1組
スタンスラスト	1組
燃料タンク	1,678 m ³
清水タンク	322 m ³
バラストタンク	4,436 m ³

(3) 概略配置

本船は、一般配置図に示すように突出バルブ付傾斜型船首、トランサム型船尾、2機2軸1舵を備えた全通二層甲板船である。

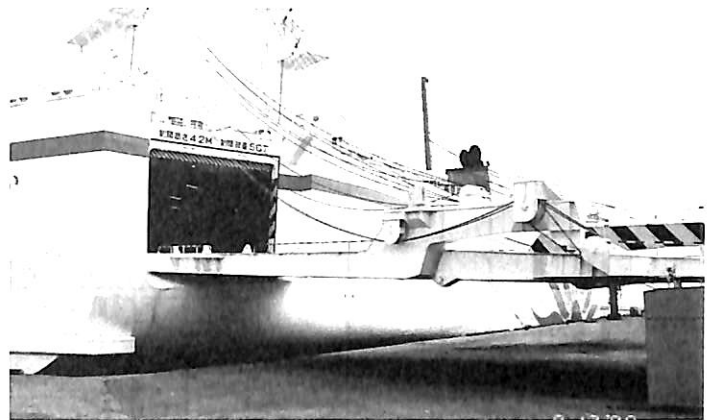
強度甲板はB甲板、乾舷甲板はD甲板とし、乾舷甲板下は9枚の水密横置隔壁により仕切られている。

甲板は下方よりE～A、航海船橋、羅針儀甲板の各甲板を配し、航海船橋甲板には操舵区画、A甲板には乗組員居住区画、B甲板には乗組員区画、ドライバー区画及び各公室を設けており、旅客定員12名の収容能力を備えている。

さらにB甲板下部には2層のトラック搭載区画を設けている。

車両乗降甲板となるC及びD甲板には船首尾部にそれぞれ舷外ランプ各1基を備えて2層同時荷役を可能としている他、乗用車搭載用のE甲板へは固定式船内ランプを1基配置している。

また、E甲板下部には主機室、軸室、補機室、汚物処理室等の機械室と各種タンクを配置している。



▲ 船尾舷側ランプ



▲ 船首舷側ランプ

(車両区画)

トラックスペースはC甲板(上部車両甲板)とD甲板(下部車両甲板)の2層からなり、ピラーのない車両の乗降が容易なトラックスペースとなっている。

乗用車スペースはE甲板(第二甲板)に設けられている。

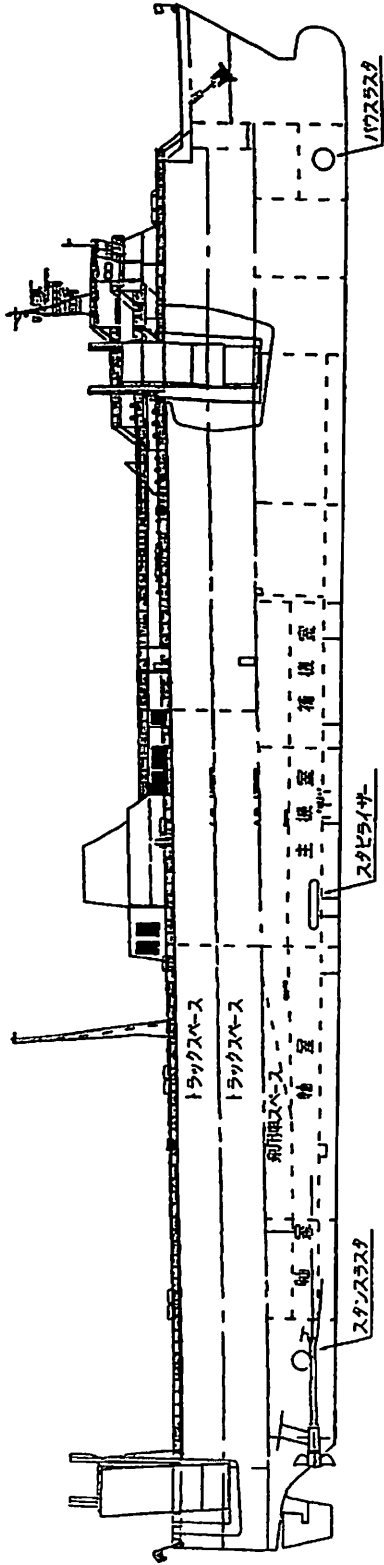
D甲板とE甲板の甲板間には乗用車用船内固定ランプを1基設けている。

(旅客及び乗組員スペース)

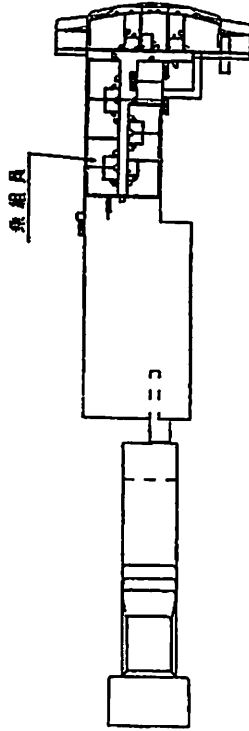
A甲板には乗組員居室、B甲板には乗組員区画、ドライバー区画を船体前方より配置している。

B甲板乗組員区画には乗組員用の調理室・食堂・娯楽室を配置、ドライバースペースには通路を挟み右舷にドライバー個室を、左舷に自動販売機を備えたドライバー食堂、娯楽室、浴室を配置している。

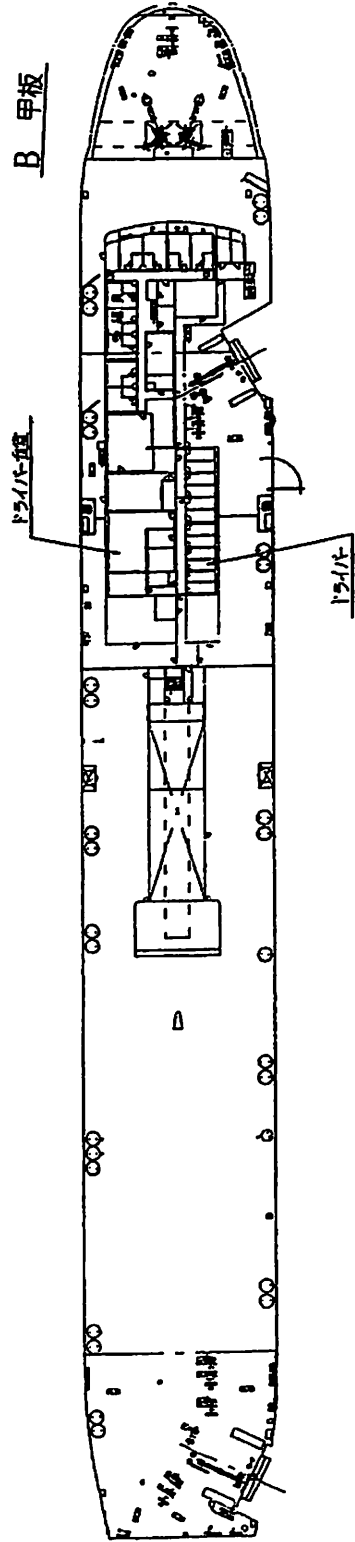
航海船橋甲板には、操舵室を配置した。

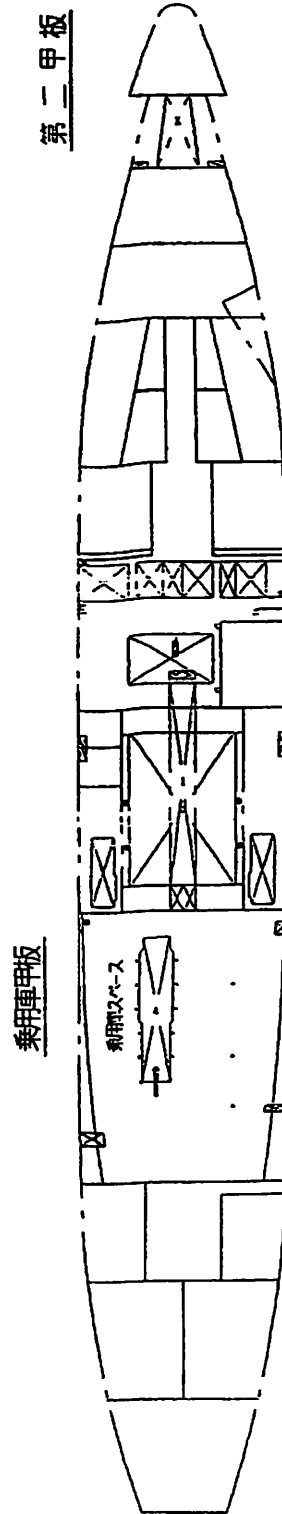
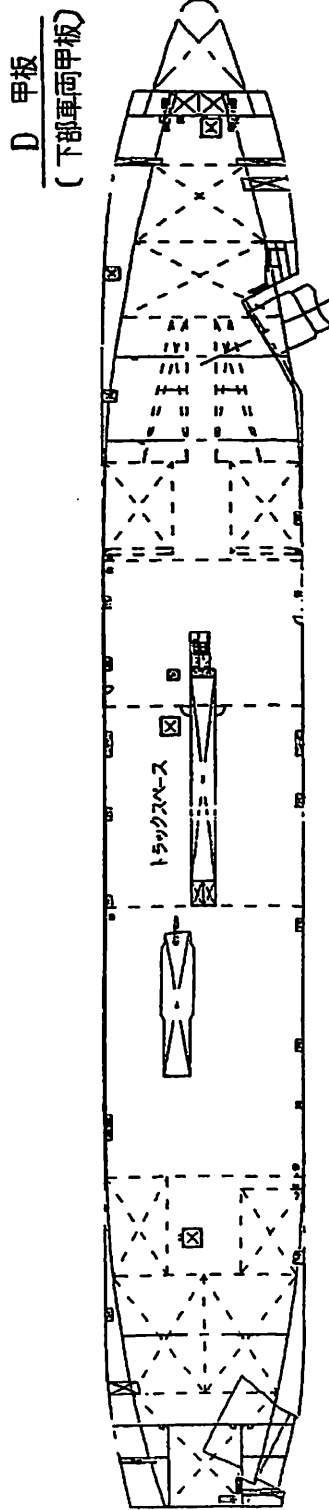
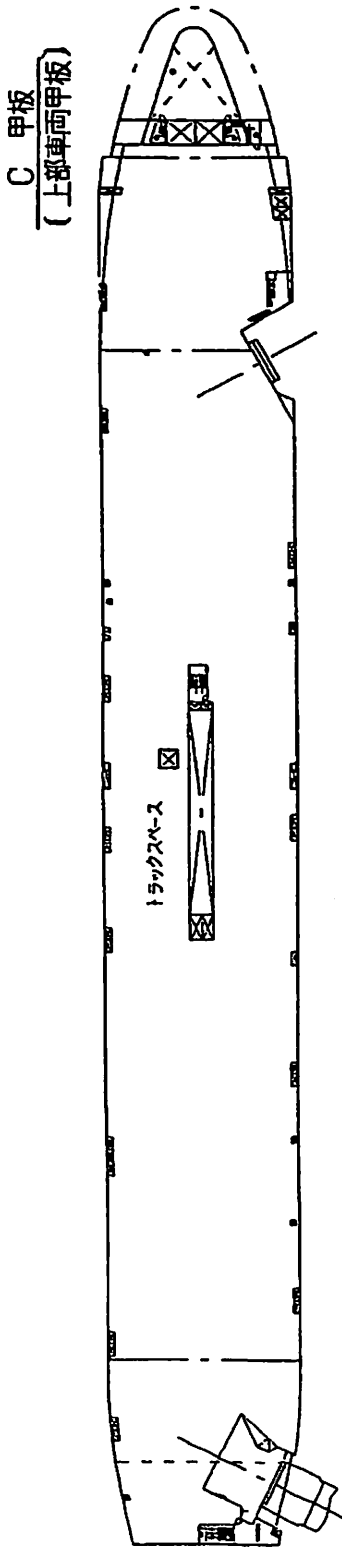


A 甲板



B 甲板





運輸施設整備事業団・ブルーハイウェイライン向け“さんふらわあ とまこまい”
川崎近海汽船向け“ほっかいどう丸”一般配置図
三菱重工業・下関造船所建造

(8) スラスト及びジョイスティックコントロール装置

港内操船を容易にするため、バウスラスト1基、スタンスラスト1基を装備している他、ジョイスティックコントロール装置を備えている。

バウ/スタンスラスト型式 電動可変ピッチ式
推力22.5 t/18.0 t

(9) 空調設備

客室及び乗組員区画の空調は区画を3ゾーンに分別し、区画毎に温度制御可能としている。

冷房は冷媒 R-22による直接膨張式冷凍機で行い、暖房は蒸気により行っている。

客室及び客用公室及び乗組員区画は中速中圧角型シングルダクト方式を採用している。

(10) トリム及びヒール調整装置

本装置は車両乗降時の岸壁と舷外ランプの高さを保つため、船首トリミングタンク (FPWBT, No.1 Deep WBT, No.2 Deep WBT, No.3 DBWBT) 及び船尾トリミングタンク (APWBT, No.4 Deep WBT) を利用して船体のトリムを調整しやすいように配管されており、操舵室、D甲板船首部及びC甲板船尾部車両搬入口付近の計3箇所に設けた遠隔制御盤よりポンプ、弁の遠隔操作が可能となっている。

また、制御盤には喫水計、タンクレベル計等も組み込んでいる。

ヒール調整についても、ヒーリングタンクを利用してトリム調整と同様に遠隔制御を行うことができる。

(11) 汚水処理装置

汚物処理室には粉碎式汚物処理装置及び貯蔵タンクを配置している。

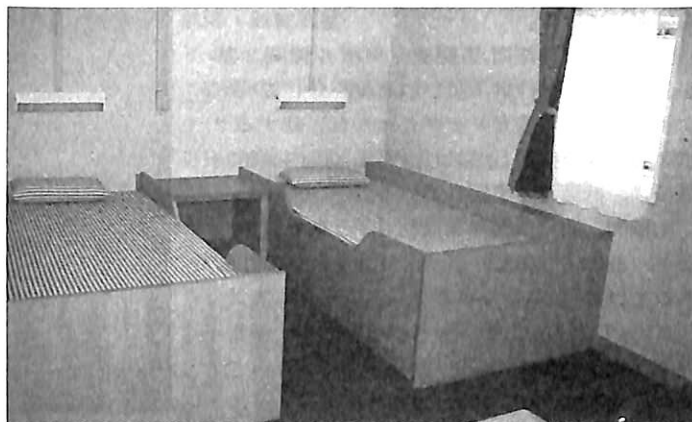
また、機関室トイレ用として汚物貯蔵タンクを1個設け移送ポンプにより汚物処理装置に導き処理を行っている。

(12) 救命設備

本船の救命設備としては下記を装備している。

膨張式救命筏 (第1種) (20人用) × 4

その他法規上必要な備品等を装備している。



▲ 船主室



▲ 操舵室

(13) 消火設備

車両区画固定式消火装置は手動スプリンクラー方式とし、ポンプは補機室に、操作バルブはB甲板のスプリンクラーバルブ室に配置している。

主機室及び補機室の固定式消火装置としてはCO₂固定式としている。

この他、消火設備として海水消火管、移動式消火器、持ち運び式消火器、消防員装具等を法規に従い装備している。

3. 機関部

(1) 機関部概要

本船の機関室は船首側より補機室、主機室、軸室(前)及び軸室(後)の4区画に別れ、それぞれ機能に応じた機器を合理的に配置している。

機関制御室は補機室第二甲板の右舷側に配置して低騒音化を図り、主要な機器の制御・監視に最適な作業環境

船の科学

を確保している。

主機関には18気筒V型ディーゼル機関2基を装備し、高弾性継手及び減速機を介してハイスキュード型可変ピッチプロペラを駆動する2機2軸方式を採用しており、迅速な港内操船、低振動、低騒音を実現している。

主機関、発電機関及び補助ボイラは低質のC重油(380 cSt/50°C)が使用できるように計画されている。

(2) 機関部主要目

主機関：

NKK SEMT Pielstick 18PC4-2B
連続最大出力 32,400 PS/基 ×430 rpm
×2基

プロペラ：

4翼可変ピッチプロペラ ×2基

主発電機関：

ディーゼル機関 ×3台
出力 1,350 kW

軸発電機関：

(ディーゼル機関) ×2台
出力 1,650 kW/1,300 kW

補助ボイラ：

自然循環水管式堅型 ×1台
容量 3,000 kg/h ×6 kg/cm²

(3) 機関部自動化

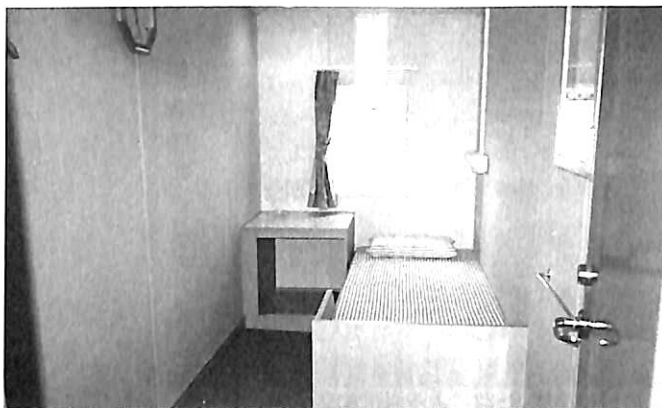
本船は乗組員の労力軽減、作業能率の向上及び安全確実な運航を目的として「機関区域無人化船」資格を取得し、高度の自動化を実施している。

機関制御室から主機関、発電機関及び関連補助機類の遠隔操作・遠隔監視を可能としている。

また、2速制御を採用し港内時と航海時の回転数を変化させることで経済運航を可能としている。

(4) スラスト装置

港内操船を容易にするため、パウ/スタンスラストを各1基装備しており、CPP、舵を加えた操船がジョイスティックコントロールシステムで容易に行える。



▲ ドライバー室



▲ ドライバー娱乐室



▲ ドライバー食堂

4. 電気部

(1) 電源装置

本船は、主電源としてディーゼル機関駆動の主発電機

3台及び主機駆動の軸発電機2台を装備し、出入港時は主発電機3台と、軸発電機2台(軸発電機はサイドスラスト専用)を運転、その他の航海時は主発電機2台運転にて船内電源をまかなえるように計画されている。

発電機の自動化として発電機の自動同期投入及び自動負荷分担が行えるようになっている。

また、C甲板及びD甲板に冷凍コンテナ及び保冷車用電源としてそれぞれ440V、3φ、30A用レセプタクルを合計10口、220V、3φ、60A用レセプタクル(2連)を合計80口を設けている。

(2) 電気部主要目

主発電機：1,687.5 kVA (1,350 kW) AC450 V, 3φ, 60 Hz	× 3 台
軸発電機：2,062.5 kVA (1,650 kW) (バウスラスト用) 1,625 kVA (1,300 kW) (スタンスラスト用) AC3,300 V, 3φ, 60 Hz	× 1 台
変圧器：120 kVA (450 V/105 V) 125 kVA (450 V/225 V) 50 kVA (450 V/225 V)	× 1 台 × 2 台 × 2 台
蓄電池：DC 24 V, 200 Ah	× 2 組

(3) 船内通信装置

自動交換式電話、共電式電話、船内指令装置、操船指令装置、400 MHz 船上通信装置を備えている。

(4) 航海・無線装置

ジャイロコンパス、自動操舵装置、GPS 受信機、電磁ログ、音響測深機、磁気コンパス、ラスタースキャン式レーダー3台(内2台はARPA付)、気象用ファクシミリを操舵室に装備し、円滑な操船、安全性向上、省力化を図っている。

無線設備としては、国際VHF無線電話装置(DSC聴守受信機)、ナブテックス受信機、衛星系EPIRB、レーダートランスポンダ、双方向無線電話装置を装備しており、一般岸壁局や他の船舶局と通信を行うことができる。

また、AF/FMラジオ受信機、衛星放送受信装置、一般乗客用へのサービス用を含め6回線の船舶電話を装備している。

(5) 航海・無線装置

本船の安全航行を確保するため、火災探知警報装置をはじめランプドア開閉表示装置、車両甲板浸水警報装置及び載貨扉監視カメラ装置等を備え、操舵室からの集中監視。制御を可能としている。

また、機関制御室にはデータロガーの他、機関室監視テレビシステムを備え、機関室での異常を早期に発見できるようにしている。

5. むすび

以上、本船の概要・特徴を紹介しましたが、本船の今後の活躍を祈念すると共に世界最高速の航海速力を有する本船の建造機会を与えて下さった船主殿ならびに設計・建造にあたり御指導、御協力を戴いた日本海事協会殿、運輸局殿およびメーカーの関係各位に対し誌上を借りて厚く御礼申し上げます。

● 技術書紹介

船舶の塗料と塗装 中尾 学 著

B5判 / 本文195頁 / 定価9,990円

☆海運界においては、近年、省資源対策として運航経済性の向上が真剣に検討されているが、これらの施策が船舶塗料、特に船底塗料の性能に大きく依存しており、船底摩擦抵抗低減による推進効率の向上、高性能防食システムによる長期耐食性の維持等いずれをとっても、船舶塗料の性能が鍵を握っているのは明白である。本書は船舶塗料と塗装法に関しわかり易くより役立つように解説をしている。

☆内容は / 第1章 船と塗料 / 第2章 鋼材表面処理と

ショッププライマー / 第3章 船底塗料 / 第4章 タンク用塗料 / 第5章 船舶電気防蝕 / の五章からなり船舶の塗料および塗装全般にわたり解説している。このような本は外国にも極めて稀であり貴重な技術資料といえよう。☆筆者は中国塗料(株)技術本部長を経て同社顧問として研究開発の指導にあっていた。

☆海運・造船界および塗装その関連企業などにたずさわる方で船舶用塗料の基礎技術に関与される方々にとって必読の書でありおすすめいたします。

発行所 株式会社 船舶技術協会

〒104-0033 東京都中央区新川1の23の17

電話・ファクス 03 (3552) 8798

振替口座 00130-2-70438

● 新造船紹介

軽合金製 水中翼付双胴型高速旅客船“れびーど 2”の概要

— 航路：佐世保～池島間に就航 —

株式会社 三保造船所（大阪）

1. はじめに

三保造船所では1990年に竣工した丸中金華山汽船殿のレスポワールをはじめとして数十隻におよぶ全没水中翼付双胴型高速旅客船（特許第2139434号）の開発・建造を行ってきた。全没型水中翼を装備することによって船体排水量にほぼ相当する揚力を発生させ、喫水が浅くなることによって走航抵抗を低減すると同時に航走波の発生を抑制した。特に最近、問題となっている航走波については船体が浮上することによってその発生が根本的に抑制されるので運航上問題となるような航走波の発生がなく、一例として、能美町交通局殿のご注文で建造した「スーパー千鳥」が優れた成績を示している。船型開発においても目的・用途に応じた船型を各種開発し、船主殿のご要望に応じた優れた性能を提供している。これらの船型はそれぞれ異なった長所を持っており、主なものとしては高速性に優れた共同汽船殿の「スーパーアクアジェット型」、高速経済性に優れた西海沿岸商船殿の「れびーどエクセル型」、高速耐波性に優れた前述の「レスポワール型」がある。今回、三保造船所が西海沿岸商船株式会社殿のご注文により本船の開発を行うに際しては総トン数が19トンとこれまでに建造してきた船より小さい事および航路が外洋に面している部分がある事を考慮した結果、上記の船型高速性に優れた「スーパーアクアジェット型」、高速経済性に優れた「れびーど・エクセル型」、および高速耐波性に優れた「レスポワール型」を組み合わせ、更に改良を加えた船型を新規に開発した。これらの開発の結果、1999年9月29日に実施された事業団公試において50%載貨状態で（乗員、乗客35名相当）34.07ノットの最高速度を、航海速度（90%主機出力）としては33.144ノットを記録した。また、航海速度において主機2機の合計燃料消費量は298ℓ/hで本船が極めて優れた経済性を有している事が実証された。一方、本船は推進装置が通常のプロペラである事および走航抵抗が小さいために主機に掛かる負担が小さい事を考慮すれば、上記の燃料経済性だけではなく、船の維持・管理に係わる経費も小さく総合的に極めて高い経済性を有していることが明確である。



▲ 航走中の新規開発船型“れびーど 2”

なお、本船は1999年6月3日に起工、1999年10月7日に竣工し、三保造船所として353番船にあたる。西海沿岸商船株式会社殿により1999年10月20日から佐世保～池島間を32ノットで運航されている。

2. 主要目

全長	21.50 m
長さ（登録）	19.47 m
長さ（垂線間）	18.673 m
幅（型）	4.30 m
深さ（型）	1.60 m
満載喫水（完成）	1.312 m
	(0.750 m)
満載排水量（完成）	31.933 t
総トン数	19トン
船級	JCI
航行区域	限定沿海区域
最大搭載人員	旅客 92名
	船員 2名
	合計 94名
	(航行時間3時間未満)
主機関	高速ディーゼル機2基
	連続最大出力 910 PS 2,230 rpm
最高速度	34.417 kn

航海速力 33.144 kn
 航続距離 255海里

● れ び ー ど 2 ●

3. 船体部

3・1 船型

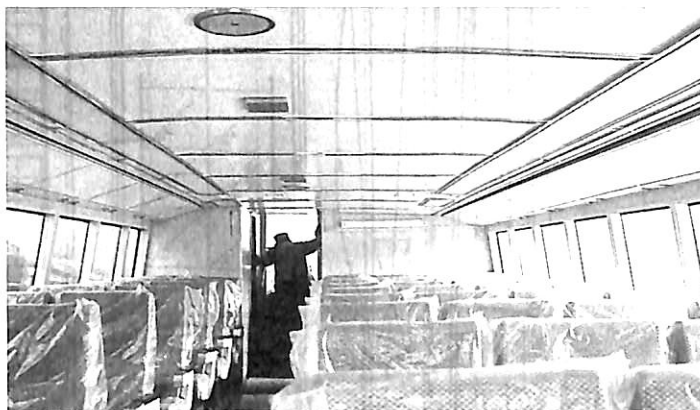
本船は軽合金製双胴船であるが船型は耐波性及び乗り心地の良いと定評をいただいている姉妹船「れびーど・エクセル」を基本として、耐波性及び走航抵抗等の一層の向上を目指して「スーパーアクアジェット型」および「レスポワール型」を組み合わせた船型を採用した。また全没型水中翼により船体のかなりの部分を浮上させる事によって走航抵抗を減少させ高速性と経済性の両立を達成した。水中翼翼型には「れびーど・エクセル」の翼型を採用した。この翼型は翼面での圧力分布が最適化されているためにキャビテーションの発生もなく、垂直方向の動揺に対する翼のダンピング効果が大きいので33ノットを超える高速時においても快適な乗り心地を実現している。水中翼の取り付けに際しては三保造船所が特許を有する独自の方法でボックスキールを介して船体に取り付けられており、流木等の衝突によっても船体に直接の影響が及ばないように配慮されている。また、水中翼の仰角は最適な角度に設定する事ができるように調整装置を装備している。推進装置には効率が良く振動の少ない5翼のプロペラを採用した。JCI 公試において18%のスリップ率（4/4 rpm, 34ノット走航時）を記録している事から使用したプロペラが本船の要求にマッチした事が確認された。なお、公試後の点検においてプロペラ及び水中翼等にキャビテーションが一切発生していない事が確認され、高速運航を行っても船体の維持に特別の配慮を必要としない事を示している。

3・2 一般配置

本船の上甲板下は水密隔壁により3区画に分けられており、船首より船首倉庫、空所（船体付燃料油タンク・空調機器据え付け）、機関室、操舵室兼船尾倉庫となっている。上甲板上は船首より低船首楼及び船首係船装置、上甲板室、船尾係船装置の配置と成っている。上甲板客室には前部に1箇所、非常出口後部に1箇所の出入口を設けた。一方、船橋甲板室には操舵室後部に1箇所の出入口を設けた。操舵室は船橋甲板に配置され操舵装置が装備される。また操舵室において主機関の出力調整及びクラッチの嵌脱を操作し、計器盤の諸計器により主機関



▲ 操舵室



▲ 客席の一部

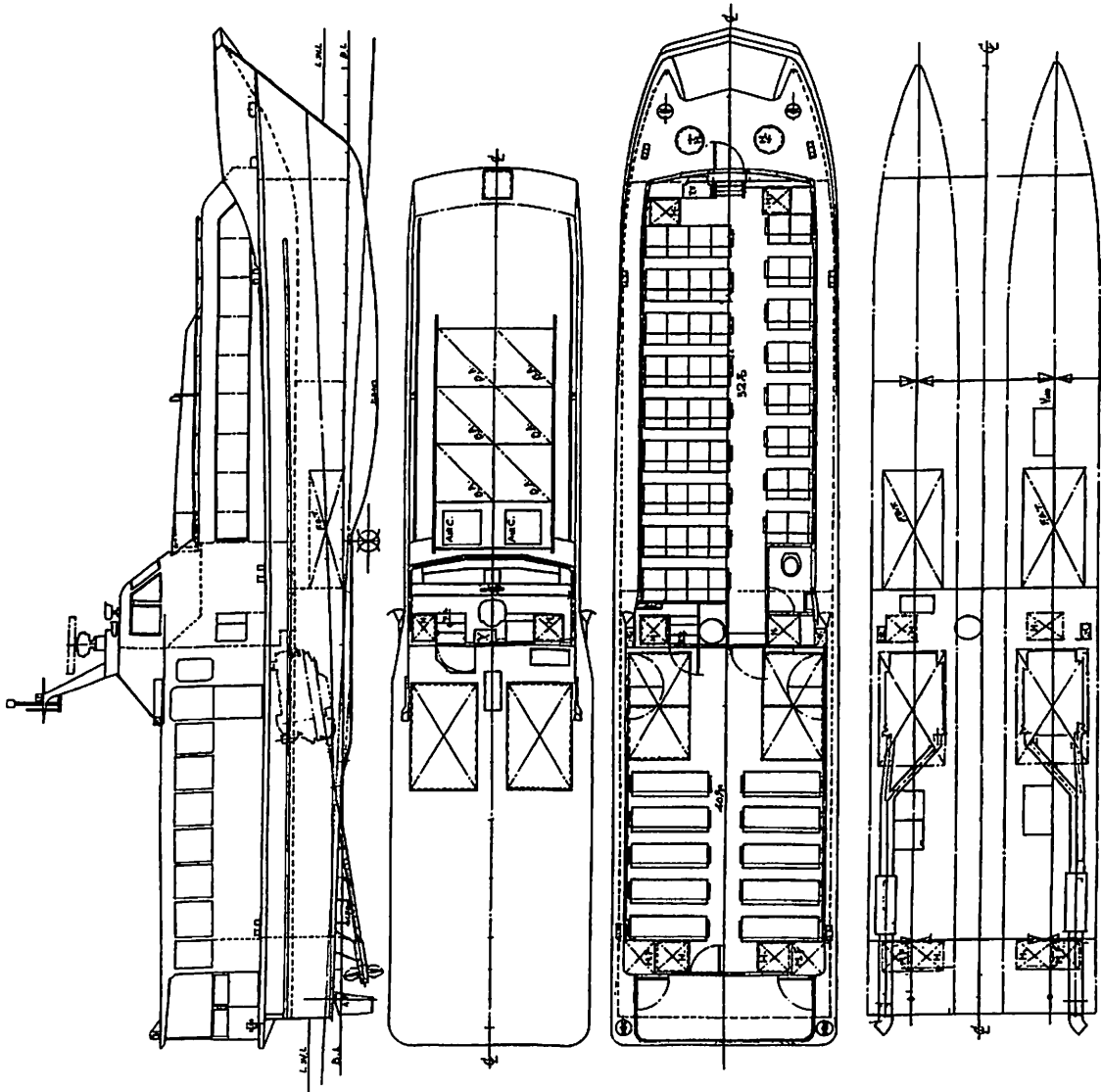
の状態を監視する。

3・3 船体構造・材質

単胴部船体は軽構造縦骨方式とした。中央連結部は満載排水量の1/2の重量を支持出来る強度とした。船殻および構造材は耐蝕アルミ合金材（A5083P-H32）とした。

3・4 旅客設備

旅客室は居住性を最優先し低振動を重点的にこころがけた。対策としては上甲板客室床及び側壁の窓より下に制振シートを貼付し、機関室からの振動・騒音の遮断に努めた。窓は上甲板室・遊歩甲板室共にスケントル型窓とし出来るだけ大きな寸法のものを採用する事によって、ゆったりと眺望を楽しむ事の出来る明るい客室とする事が出来た。窓ガラスは熱線吸収ガラスとし空調効率の向上をはかった。上甲板客室には左舷側には4人掛椅子を配置、右舷側には3人掛の椅子を配置し、前にはテレビを設置した。上甲板客室後部にトイレを配置した。

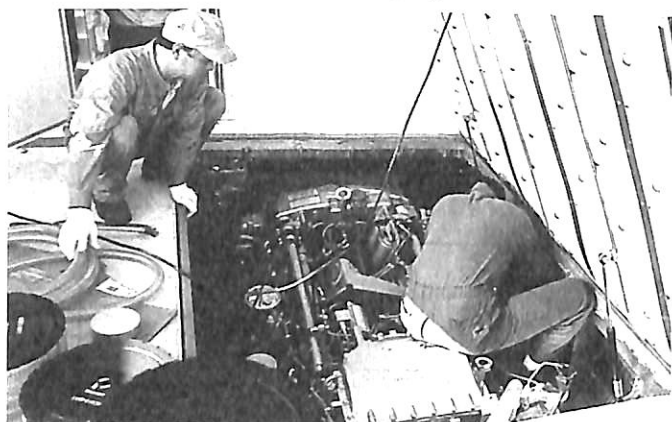


西海沿岸商船向け 旅客船“れびど2”一般配置図
三保造船建造

▼ 公試運転データの一部

速 力 試 験												船 名 : れ び ー と 2		
期 日		平成11年 9月28日			天 候		晴		出港時刻 10:40					
場 所		堺 泉 北 港		標柱間距離			463 m		入港時刻 13:25					
試 験 状 態		船 首 喫 水		船 尾 喫 水		ト リ ム	排 水 量	そ の 他						
		喫水標 dF	1.140 1.134	喫水標 dA	1.240 1.240							0.106	25.365	
試 験 成 績	負 荷	回 数	入 標 時 刻	航 走 時 間 秒	速 力 kt	主 機 回 転 数 rpm	推 進 器 回 転 数 rpm	推 進 器 速 力 kt	ス リ ッ プ 率	推 定 軸 馬 力 PS	潮 流			
	1 / 2	1	11:00	32.5	27.692	1,770	872	33.053	15.3%		逆			
		2	11:04	31.8	28.302						順			
		平均			27.997									
	3 / 4	1	11:18	27.3	32.967	2,027	999	37.867	12.9%		順			
		2	11:21	27.3	32.967						順			
		平均			32.967									
	90%	1	11:25	26.3	34.221	2152	1,060	40.179	15.0%		順			
		2	11:29	26.4	34.091						逆			
		平均			34.156									
	4 / 4	1	11:34	26.1	34.483	2,230	1,099	41.658	17.4%		順			
		2	11:45	26.2	34.351						逆			
		平均			34.417									
		1												
		2												
		平均												
	1													
	2													
	平均													

● れびーど 2 ●



▲ MTU 機関の取付けと整備

4. 機関部

4・1 概要

主機関の選定に当たっては性能だけではなく居住性についても検討した。本船に採用された主機関は電子式噴射弁を装備することによって各シリンダー間の最高圧力のバラツキをなくしており、振動が本質的に少ない特長がある。また、アイドリング時の排気ガスにも注意が払われ、港内停泊時等の周囲への影響を最小にしている。

4・2 機関部要目

- 1) 主機関 MTU 12V183TE 型
高速ディーゼル 2 基
連続最大出力 910 PS/2,230 rpm
- 2) 減速機 ZF BW190型 減速比 2.03
- 3) 発電機用 原動機
いすゞ C204-F 型 ディーゼル機関
連続最大出力 27.5 PS/1,800 rpm
- 4) 電動ビルジポンプ 2 基
- 5) 操舵用油圧ポンプ 1 基



▲ 最高速力時における航走波

5. 電気部

5・1 概要

本船の主電源装置はディーゼル機関直結の発電機 1 台である。また、蓄電池充電用として主機関駆動発電機 2 台を装備する。主機関及び主発電機用機関の始動用および航海機器等の船内負荷電源用として 200AH 蓄電池を 2 組装備する。船内電源電圧及び配線方式は AC220 V 3 相 60 Hz, AC100 V 単相 60 Hz および DC24 V とした。

5・2 電気部要目

- 1) 発電機 AC225 V 20 kVA 60 Hz 1 基
- 2) 変圧器 AC220 V/105 V・5 kVA 1 基
- 3) 主機関駆動発電機 DC24 V・3 kW 2 基
- 4) 蓄電池 DC24 V・200 AH 2 基
- 5) レーダ 1 基
- 6) 船内指令装置 1 基
- 7) GPS プロッター 1 基
- 8) 空調装置 ヒートポンプ式 (29,240 kcal) 2 基

6. おわりに

本船は 1999 年 9 月 28 日に JCI 公試を行い、速力・操縦性能等の計画性能を余裕を持って満たしている事が確認された。先に述べた様に本船は水中翼を装備する事によって優れた総合経済性を有しており、その証左として JCI 公試におけるデータの一例を示す。

主機出力	682.6 PS * 2 基 (3/4 出力)
排水量	25.365 トン
速力	32.967 kn
燃料消費量	265.5 l/h (2 基合計)

上の値から分かる様に本船は優れた燃料消費量を示しており、これは本船に採用された船型が抵抗の少ないもので有ること、および高速時には船体の大部分が水中翼により海面から離れている事によって得られたものである。水中翼の仰角を適正な値に設定する事によって速力は載貨状態にそれほど影響されないのが本船の特長で、燃料の経済性も載荷状態にあまり左右されない事が分かる。

最後に西海沿岸商船(株)運輸施設整備事業団官守の関係各位に謝意を表します。

追記

本船回航途中玄界灘を航行している時に大シケに遭遇(波の高さ約 3m の状態)したが何のトラブルもなく航行が可能で操船性も非常に良かったとの報告を船長殿から受けております。

● 海外ニュース

ウェーブピアサー 98 m 船 (057)
オリンピック期間の役割

Business Club Australia

Incat 社

Incat 社の将来のフェリー Evolution 10型、高速フェリーが、2000年のシドニーオリンピックの期間中3週間程 Darling Harbour に係留されるが、ゲームに関係するイベントをネットワークで繋ぐという最も重要な役目以上のことをする。

豪州通商委員会 (Austrade) は98 m の Incat 船を用船し、ゲームのために訪れる業務委員の主催中心として使用することになっている。

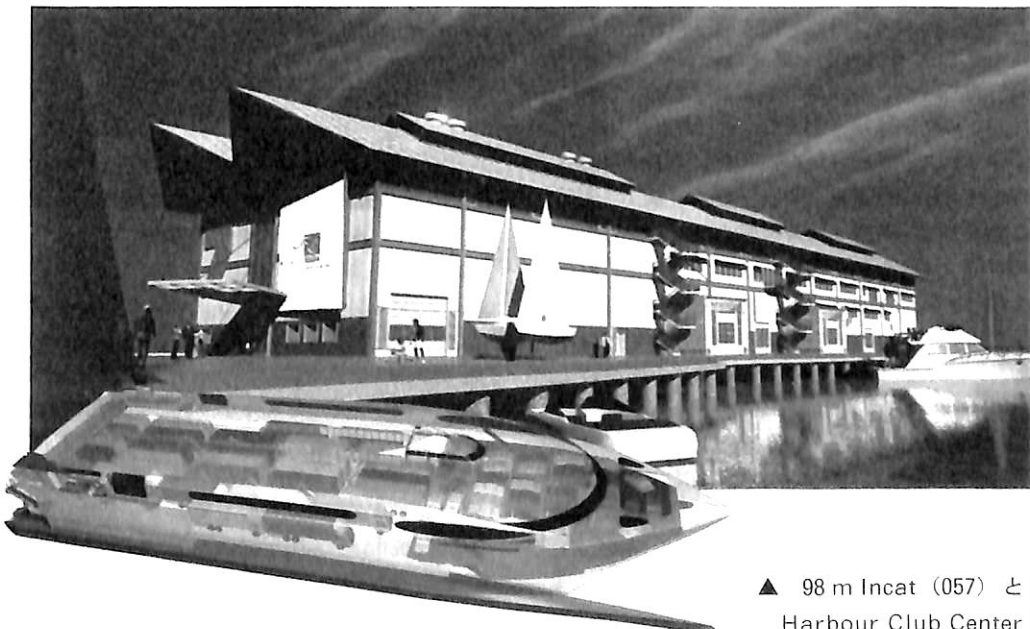
Business Club Australia は、Incat 057と特別に建設された Sydney の Darling Harbour Club Center を、ゲームの期間中通商投資の中心として利用する。世界最初の全地球的ネットワーククラブは“ビジネスに対する Australia Open”—Austrade のオリンピックビジネスプログラムによるいくつかの発意の1つである。このプログラムはオーストラリアと国際的企業にとって、新しいビジネスの機会を作り、ビジネスに対する望ましい位置として世界の注目の中に置かれることを願っている。

Incat 057の明るい現代的なインテリアは、9月/10月の用船期間中に、既に計画されている各種の機能に対し、優れた開催地を提供する。最近建造された Incat 船の特長のうち、全船にわたるフルハイトの窓は、世界で最も美しい港の眺めを旅客に満喫して貰えるであろう。また2つの大型中央天窗とやや小型の天窗が057の後部と階段の上にある。

晚餐、カクテルパーティその他の機能を果たすオープンスペースは全船を通じて動く航空機スタイルシートによって創りだされる。船尾と船首のラウンジ区域にあるタブ型シートと丸型テーブルのある会話区域はより普段着の歓待として旅客の心に残るであろう。いくつかの異なる機能は同時に保つことが出来る。

Incat 057の近くにあるクラブセンターには、ビジネスラウンジ、ビジネス施設、岸壁にあるカフェー、産業用相互ディスプレイ及びゲームのステージ作りに加えて、特別ビジネスイベント作りを行う。057はオリンピックの期間のみ使用されるが、センターは8月から10月までの3カ月間開かれる。

Austrade のオリンピック及びスポーツ国家部長 Mr. David Fanks は「Sydney 2000年のゲームは数千に及ぶ事業者を惹き付け、また Business Club Australia と共に、我々は彼らの興味を捕らえることと、彼らが見たことのないオーストラリアを彼らに示すことなのである」といっている。



▲ 98 m Incat (057) と Darling Harbour Club Center 想像画

● 外国新造船紹介

GTT MarkⅢ メンブレン型138,200 m³ 積み

世界最大の LNG 船 “SK SUPREME” の概要

三星重工業株式会社

1. はじめに

三星重工業株式会社は138,200 m³ 積みの LNG 第 1 船を完工させたが、これは1996年12月、韓国の SK Shipping 社から受注したものである。

本船の命名式は、1999年11月19日、巨済造船所において執り行われ、韓国ガス公社社長 K. Han 氏夫人 Ms. Kim の命名のもと、SK Shipping の S. G. Lee 社長ならびに三星重工業の社長兼 CEO の H. K. Lee 氏らが列席の上、200名の来客が出席した。

SK SUPREME と命名された本船は、長さ278.8 m、幅42.6 m、深さ26 m で、航海速度は20.8 kn である。本船は韓国ガス公社によって輸入される LNG 輸送のため、中東と韓国間の航海につくことになる。

この138,200 m³ の LNG 船は、SK Shipping 社の 3 隻の姉妹船の第 1 船で、世界でこれまでに GTT Mark-Ⅲ メンブレンタイプとして建造された中で最大の船であり、世界でも有名な、例えば Marine Log や Maritime Reporter & Engineering News など海事専門誌に特集記事として、1999年の特筆すべき船として選ばれた。

また、昨年10月欧州で開催された船舶販売展で公開されたように、ガスカリヤー市場はタンカー、大型コンテナ船、客船のミレニアムシリーズに参加する三星重工にとって中核の 1 つとなっている。

2. 建造

建造所	三星重工業
船名	SK SUPREME
建造番号	1207
船主/運航社	SK Shipping
設計	三星重工業



▲ 竣工した “SK SUPREME”



▲ 最終入渠中の本船

船籍	パナマ
契約	1996-12-30
進水	1998-7-14
引渡	1999-12-30

3. 主要目等

全長	278.8 m
垂線間長	266.0 m
型幅	42.6 m

型深さ（主甲板まで）	26.0 m
型深さ（トランクデッキまで）	32.7 m
総トン数	93,000トン
載貨重量（計画）	69,100トン
（構造）	76,000トン
喫水（計画）	11.30 m
（構造）	12.00 m
航海速力	20.8 kn
貨物倉容積（-163℃, 100%）	138,200 m ³
バラスト容量	54,200 m ³
船 級	KR/ABS
定 員	士官25名, 部員15名, 作業員8名 計48名

4. 技術的特徴

SK SUPREME は ABS と KR の船級規則により、またメンブレン式貨物倉はフランスの GTT (Gaz Transport & Technigaz) 社が開発したシステムにより設計建造された。

貨物倉は完全に二重になった船側/二重底と各タンク間のコファダム及び頂部のトランクによって保護される。船体と貨物タンクの貨物格納システムに対しては高信頼性と長寿命を確保するために、動荷重解析と外挿疲労解析が実施された。

貨物は250 mm の防熱材と1.2 mm 厚さのコルゲートステンレス鋼板のメンブレンを使用して大気圧に近い-163℃で運搬される。

Gaz Transport & Technigaz Mark-III システムは低ボイルオフ率で、その率は本船では全貨物容積の0.15%/日になる。各貨物タンクには、1,700 m³/h のサブマージド遠心ポンプ2基を装備し、貨物を12時間以内で荷揚げできる。

LNG スプレーでタンクを予備冷却した後、貨物は陸上ポンプで積み込みを行い、この間に生ずる蒸発ガスは本船の高効率圧縮機を通して陸上に返送される。

航海中に発生するボイルオフガスは加熱され、燃料ガスとして低効率圧縮機とボイルオフヒータによって主ボイラに送られる。

タンク上の高くなった歩路は居住区甲板室船橋の4層目にある Centralized Administration and Control Centre (CACC) から圧縮機室と甲板への通行に使用

される。CACC は貨物とバラスト操作のための中央制御ステーションであると同時に推進プラントのモニタ及びリモートコントロール、総合された自動化と船内管理システムを取り仕切る。

推進機関は二段減速装置を通して、固定プロペラで推進する39,500 SHP の川崎蒸気タービンを備えている。航海速力は21%のシーマージンで20.8 kn の速力があり、蒸気は川崎ボイラ2基により、燃料油・ボイルオフガスないし両者の組合せにより発生させる。

電力はターボ発電機2基により、それぞれ3,450 kW を発生させ、更に3,450 kW のスタンバイディーゼルを装備している。

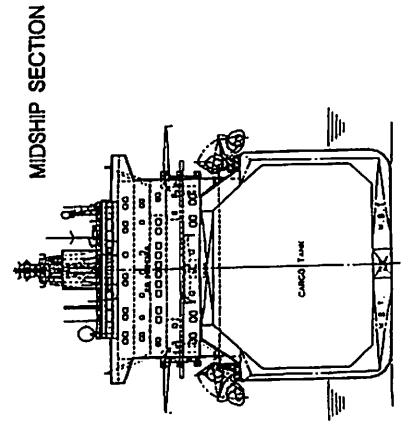
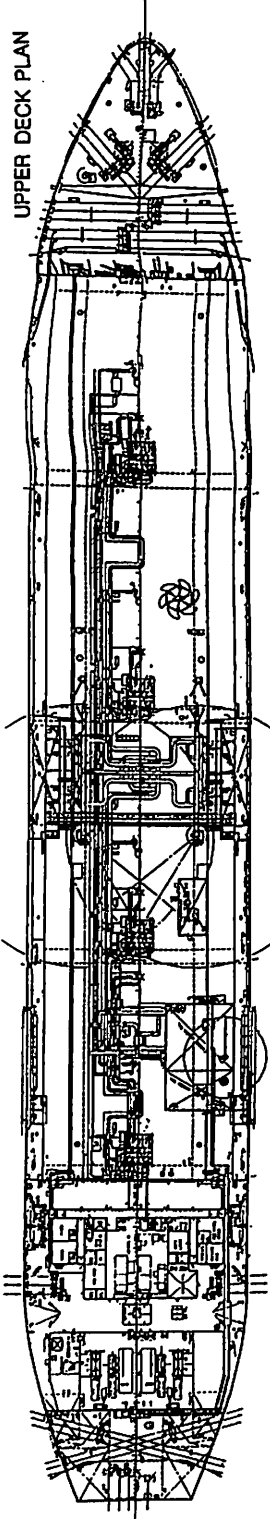
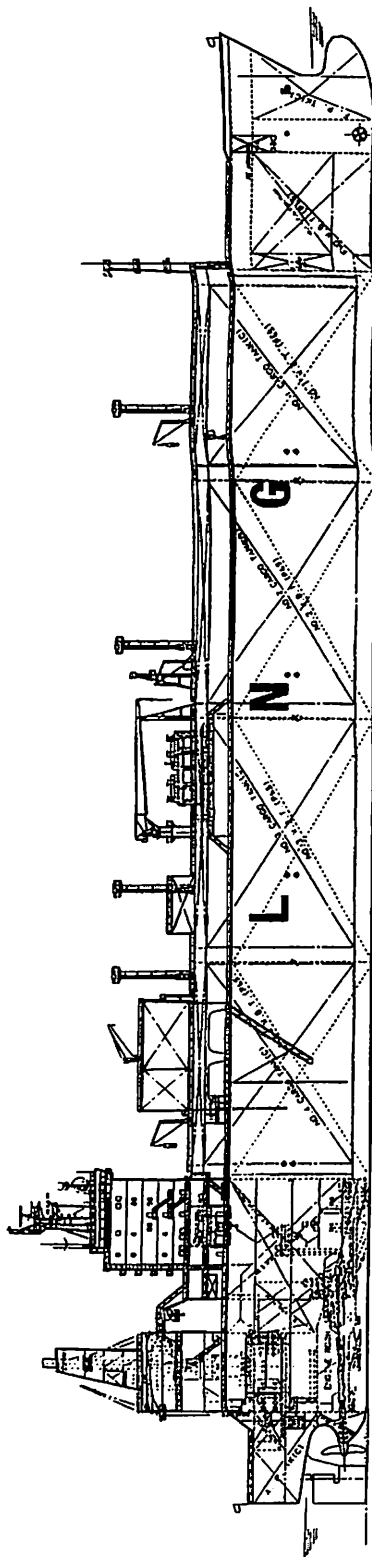
防火安全装置は貨物タンク区画に対しては粉末及び水噴霧を行い、甲板室前面には水噴霧を行う。居住区には48名の居住設備を保有している。

係留装置と船体平行部には特に貨物積込/積卸が世界中の LNG 基地に適合するように設計されている。

貨物冷却及び積込積卸作業は、2基の ATLAS COPCO 高効率圧縮機 (32,000 m³/h) を使用し強制ボイルオフの間は Main Vaporiser (21,300 kg/h) 及び加熱器 (1,560 kW) 2台により行う。また主ボイラに供給するガスの取扱は2基の ATLAS COPCO 圧縮機 (8,500 m³/h) と Forcing Vaporiser (7,000 kg/h) 及び組合せ加熱器 (540 kW) により行う。防熱区画と貨物タンクのイナーテイングは2基の PERMEA 窒素発生器 (90 m³/h) と MOSS イナートガス発生器 (14,000 m³/h) によっている。

設計の特長は機関室と貨物区画用に単一の制御室を採用したことである。操作状況の統制、船体及び機関制御の最適化、また、船体管理、振動探知と高度な自動化を達成した。設置された制御システムは、詳細な船内機能制御も可能な電子内蔵スクリーンを備えた4箇所二重および3箇所の単一ワークステーションを提供している。また30個の主要盤と70個の副模写盤が組み込まれている。

新しい防熱材料として、強化ポリウレタンフォームやトリプレックス等が採用されているが、実績のある韓国の協力会社によって製作され卓越した品質と信頼性を持っている。



SK Shipping 社 (韓国) 向け
 138,200 m³ 積み
 LNG 船 "SK SUPREME" 一般配置図
 三星重工業・建造

ガストライアルは韓国 LNG ターミナル（仁川）にて1999年11月、実施され、無事にこれを終えた。

三星重工業は1986年に LNG 技術の研究開発を開始、1990年に GTT からエンジニアリングと建造の技術を取得し、BV から1990年、LR からも1993年、AB から1994年に、また韓国船級（KR）からも品質保障を得ている。

5. ぎ装品リスト

主 機 関

川崎重工業 UA400形 39,500 BHP×90 rpm …… 1

プロペラ

現代重工業 ニッケルアルミブロンズ
直径8,230 mm, 固定, 90 rpm …… 1

ターボ発電機

三菱重工業 3,450 kW×1,800 rpm …… 2

ディーゼル発電機

Ssangyong 重工業 3,450 kW, 720 rpm …… 1

主汽缶

川崎重工業 UMS68/59 68 t/h …… 2

ホースクレーン

SHI-BLM 電動油圧シングルジブ
10 t SWL×12 m/min …… 2

食糧クレーン

Dong Woo 電動油圧シングルジブ
3 t SWL×12 m/min (3 t) …… 2
電動モノレールホイスト
10 t SWL×10 m/min (10 t),
20 m/min (3 t)
走行：約15 m/min (10 t) …… 1

係船機

SHI-BLM 電動油圧, 低圧
係船機・揚錨機 …… 2
係船機 …… 8

LNG タンク

メンブレンタンク …… 4

グレード (2 G) GTT Mark-III

貨物ポンプ

エバラ 遠心式単段液中型
1,700 m³/h×55 mlc (SG : 0.5) …… 8

自動制御装置, バラスト制御装置

油研 油圧型

船橋制御システム

Norcontrol DB2000 DNV-W1 装置

火災探知装置

Saraco-Thorn T890

消火装置

Namyang-Kidde (N.K.)

貨物甲板-粉末消火システム

機 関 室-H. P. CO₂ システム

レーダ

Norcontrol DB2000 …… 3

衛星航法システム

Trimble NT200D

その他, 航海装置 (ジャイロ/オートパイロット)

Raytheon Anshutz 110-222/Compilot 20

コンピュータ

三菱重工業/SMST 船内管理システム …… 11

廃棄物処理プラント

Kang Rim 産業 KEI-50 SDA 500,000 kcal/h

汚水処理プラント

Jong Hap 機械 JMC-BIO
AEROB-18 (50名用)

“SK SUPREME” と LNG 船の詳細に関しては、基本設計チームの Y. J. Kim 部長 (+82 558 630 3410) にご連絡頂きたい。

● 催物紹介

「2000年 横浜港客船入港予定」 の無料配布について

横浜マリタイムミュージアム

春になり今年も横浜港には「飛鳥」や「ふじ丸」といったクルーズ客船の来港が予定されている。横浜マリタイムミュージアムでは、横浜港に入港する客船の情報を記載した「2000年 横浜港客船入港予定」を作成、希望者に無料で配布いたします。下記に「客船入港予定」をお求め下さい。

○ 配布方法 ①横浜マリタイムミュージアム館内で配布
②郵送 80円切手を貼った返信用封筒を同封して、下記までご送付下さい。

○ 問合せ先 横浜マリタイムミュージアム
〒220-0012 横浜市西区みなとみらい 2-1-1
☎045-221-0280

財団法人 帆船日本丸記念財団

(担当：学芸係長 志澤 島宗)

● 海外ニュース

Windows NT で動く TRIBON M 1 Basic Design

— 全船型の基本設計用の
新 3 次元モデリングツール —

コッカムズ・コンピューターシステム株式会社

TRIBON はコッカムズ社が造船・オフショア業界において基本設計から製造までの全ての分野をカバーする設計・工作情報システムである。

現在、全世界において280以上の造船所/設計エンジニアリング事務所で稼働中であるがこのユーザー数は世界の1/3以上の建造をカバーしていることになる。そしてこの圧倒的なユーザー規模がTRIBONの更なる発展に向けて日進月歩の新しいアイディアや改良を生み出す基になっている。

このたび紹介するのは「TRIBON M1」であり、これはWindows NTで動くTRIBONの新世代システムの新製品である。

Basic Designから出力できる主な項目は、中央断面、外板展開図、構造主要配置図等の船殻基本図面（Base

Designの図面作成機能が含まれる）の他、鋼材見積書、重量・重心計算書、溶接部の溶接長計算書等が含まれており異なる代替設計案を鋼材重量と作業内容の点から短時間で評価し比較することができる。

特徴として

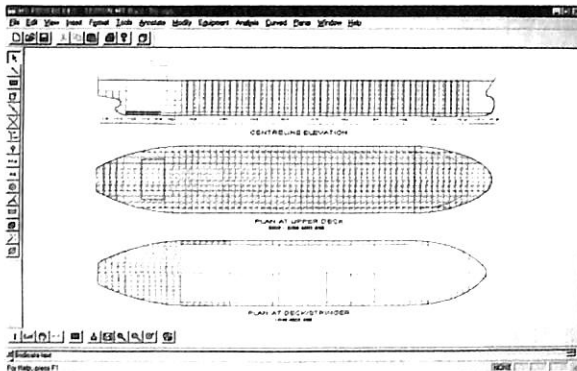
- Vitesse（ヴィテッセ、自動設計環境）の利用により、迅速な設計（モデリング）が出来る。
- 他のTRIBON製品との間でデータベースを共有しているのでBase Designのデータを速やかに詳細設計（TRIBON Outfit）はBasic Designのデータを背景図として取り込んで速やかに設計をスタートできる。
- 詳細設計分野（TRIBON Hull and Outfit）の標準形状をBasic Designの中でも使えるので、設計の流れを色々と工夫できる。

コッカムズ・コンピューターシステム株式会社

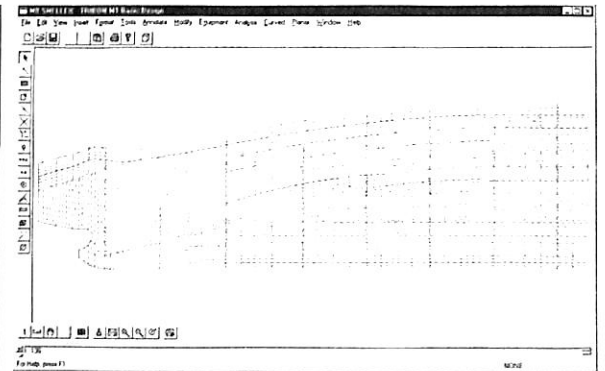
〒532-0003 大阪市淀川区宮原1番14号

住友生命 新大阪北ビル11F

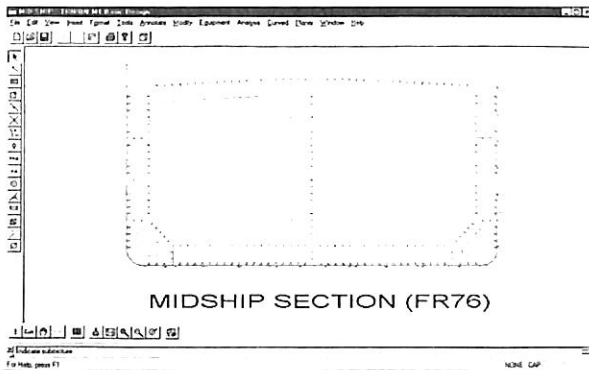
Tel. 06-6399-7091 Fax. 06-6399-7092



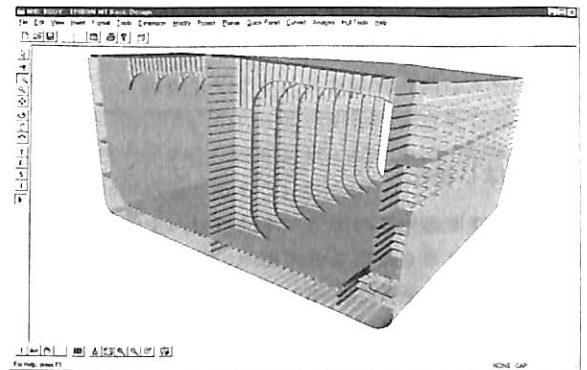
一般配置図



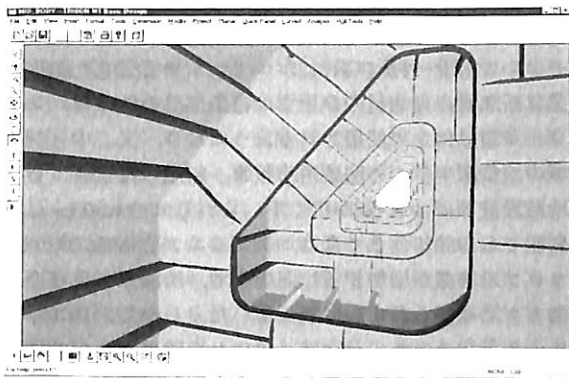
外板展開の一部



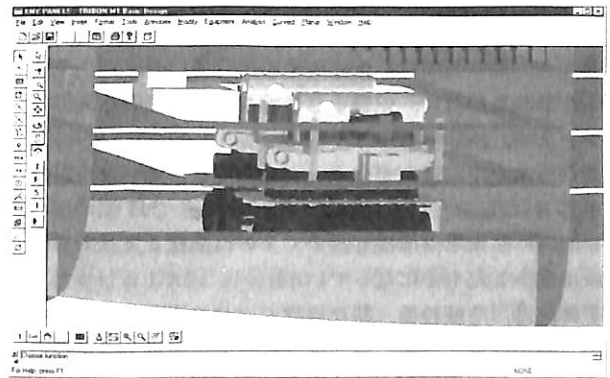
中央部切断



中央部ブロック陰影図



ビルジ部陰影図



仮置された主機

船 体 構 造 設 計

元・近畿大学工学部教授・工学博士 間野正己 著

B 5 判 / 本文 240 頁 / 定価 12,230 円 千 380 円

本著は船体構造を設計するに当たって、考慮すべき要件を懇切丁寧に述べた設計指導書である。

内容は総論で設計手順・合理化・材料・重量・精度等の実務と考え方を述べ、基礎論では強度理論と部材の設

計法、振り・撓み・振動等との関係を詳述している。

応用論では全体設計・縦強度・振り強度と、具体的な部材の詳細な設計法を示している。

船体構造設計の実務者および他部門の船舶設計者にも好適な解説書として好評発売中である。

● 株式会社 船舶技術協会 〒104-0033 東京都中央区新川1-23-17 マリンビル 振替 00130 2 70438 ●

● 技術論説

地球規模の環境問題に翻弄される 冷蔵設備技術の現状と新しい冷媒の性状

財団法人 日本海事協会 機関部
椎原 裕美

1. はじめに

現在、我々の生活の中で、冷凍機は、家庭用冷蔵庫、冷暖房用エアコンに限らず、魚屋の冷蔵庫、スーパーのショーケース、港の保冷库、寿司やのネタ入れ用ショーケース、スケート及びスキー場の製氷機に至るまで、身近に存在し、且つ、無くてはならない存在になっている。

船舶も同様であり、冷凍・冷蔵運搬船の貨物冷蔵設備、冷凍コンテナ用冷凍ユニット以外にも、船の乗組員の食料を保存するための粗食庫、居住区のエアコン設備等設備され、我々の快適な食住環境を担っている。

この我々が日常、意識することなく接しているエアコンを含めた冷凍機も、年々進歩、変化しており、例えば、従来、家庭用冷蔵庫やエアコンに使用されていた冷媒である R-12 は新しい R-134a に代わってきており、それと同時に産業用冷凍機も含めてその自動化システムも格段に進歩したものになっている。

今回は、冷蔵設備、特に冷媒を取り巻く諸問題と、その対処の結果も含めた冷凍・冷蔵技術の進歩の現状を説明する。

2. 冷蔵設備を取り巻く環境

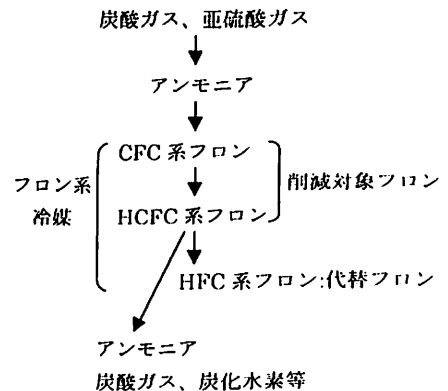
冷蔵設備に変化をもたらしている大きな問題は冷媒に関する事である。その一つがフロン系冷媒によるオゾン層破壊の問題であり、他方がフロンも含めた特定のガスによる地球温暖化の問題である。

この2つの大きな問題は同時に生じた訳ではないが、地球規模の環境保護機運の高まりの中で徐々に大きくなって来たものであり、冷凍機、その中に用いられる冷媒の選定に関しては、現在、避けて通れない問題であると同時に、特に地球温暖化の問題は国際政治の場でその時の政治情勢にも左右され、それが更に問題を複雑且つ不安定なものにしている。

以下に、まずこれらの問題を冷媒の変遷の中で時代を追って見てみる。

2.1 冷媒の変遷

冷凍機に用いられる冷媒は、地域による若干の相違があるが、時代の流れに従ってより効率的な冷凍機の開発が行われた結果として、古くは炭酸ガス及び亜硫酸ガスを用いた冷凍機があったが、それより凝縮圧力が低く、効率の良いアンモニアがまず普及した。更に、1930年代に登場したフロン系冷媒がその安定性及び無毒、無臭の特性から、アンモニアに代わってその後急速に普及し、その中でも R-11 及び R-12 がエアコンや家庭用冷蔵庫等、又は断熱材の発泡材やひいては電子部品の洗浄材、エアゾール製品にまで使用されるようになり、又、中・低温域の冷蔵庫や多くの産業用冷蔵庫、船舶の粗食庫、貨物冷蔵設備等には R-22 が広く用いられるようになった。船舶でも1960年代までには、アンモニア冷凍機が減少し、フロン冷凍機が増加する傾向の中で、炭酸ガス及び亜硫酸ガス冷凍機もわずかに残っていた。しかし、1970年代に入ると、このわずかに残っていた炭酸ガス及び亜硫酸ガスを冷媒とする冷凍機もその姿を消し、更に、1980年代に入るとアンモニア冷凍機も船舶の中から姿を消した。ところが、一部のフロン系冷媒によるオゾン層破壊の問題が世界的環境保護機運の高まりの中で指摘され、フ



▲図1 冷媒の使用・開発の歴史的流れ

ロン系冷媒の中で、まず、オゾン層を破壊する度合いが高い R-11、R-12等の CFC（クロロフルオロカーボン、Chloro Fluoro Carbon）の生産が中止され、次にオゾン層破壊への影響はさほど高くない R-22等 HCFC（ハイドロクロロフルオロカーボン、Hydro Chloro Fluoro Carbon）も2020年までには全廃のスケジュールが決まるに至っている。

この CFC 及び HCFC 等のフロン系冷媒削減の国際的決議に伴い、代替冷媒の開発が必然的に進み、オゾン層破壊に影響しない HFC（ハイドロフルオロカーボン、Hydro Fluoro Carbon）が開発され、現在ではエアコンや家庭用冷蔵庫等には HFC である R-134a が広く普及するに至っている。

但し、現在まで世界で広く普及している中・低温域用冷媒 R-22の代替冷媒としては、R404A、R-407C、R-410A、R-507A 等 HFC 冷媒が開発されたものの、オゾン層破壊の問題に続き、地球温暖化問題が環境保護運動の中で大きな政治問題化し、その対策の削減又は排出抑制対象ガスの一つとして、これら HFC が挙げられるに至って、これら HFC 系フロン冷媒の使用・開発にブレーキがかかる一方で、過去に新規冷蔵設備の冷媒としては姿を消したアンモニア、炭酸ガス等自然冷媒が代替冷媒として復活し、更にイソブタン及びプロパン等の炭化水素も冷媒として検討されるに至っている。

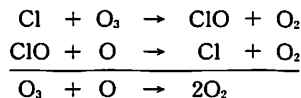
ただし、年代による冷媒の変遷がある一方では、地域による冷媒の違いも存在する。船用では姿を消したアンモニア冷凍機であるが、陸上では、依然として古いアンモニア冷凍機が稼働しており、現在日本でも産業用冷凍機の中の約3割はアンモニア冷凍機であるし、欧州、特に東欧ではアンモニア冷凍機の稼働割合は高い。この事がオゾン層を破壊せず、且つ地球温暖化にも影響が低い冷媒の選択において、アンモニア冷凍機を復活させる背景ともなっている。

2.2 オゾン層破壊の問題

(1) オゾン層破壊メカニズム

1974年に米国カリフォルニア大学の P. S. Rowland 教授と M. J. Molina 博士が、

- (a) クロロフルオロメタンは自然界中に放出されると、対流圏では分解せずに長期間滞留し、徐々に成層圏に達してから紫外線により分解され塩素原子を放出する。放出された塩素原子はオゾンと反応してオゾンを分解する。この反応は



となり、

- (b) 放出された塩素原子及び生成する ClO ラジカルが連鎖反应的に成層圏のオゾンを破壊することになる。

- (c) 既にクロロフルオロメタンは対流圏に大量に滞留しているため、これらの放出を減少させても、大気の状態を元の姿に戻すには、40年から150年程度の長時間が必要であろう。

と指摘した「クロロフルオロメタンの成層圏での消滅：塩素原子によるオゾンの破壊」と題する論文を英国の雑誌「Nature」に発表したことに端を発している。

オゾン層は生物の DNA が良く吸収する波長280~320 mm の有害紫外線を選択的に吸収しており、オゾン層が破壊されるとこれらの有害紫外線の地表への到達量が増加し、皮膚ガンの増加や生態系への影響が懸念されるということがこの論文の背景となっている。

この論文は、その後 NAS（全米科学アカデミー）等の調査・研究によって裏付けられ、1977年には、UNEP（国連環境計画）が CCOL（オゾン問題調査委員会）を発足させ、検討を開始した。その後、1982年には南極の昭和基地でオゾンホールが発見されてから、急速にフロンを規制する気運が高まり、その結果、1985年にはウィーンにおける UNEP の会議で「オゾン保護のためのウィーン条約」が採択され、1987年には、フロンの生産規制等の具体策を決めた「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書」が採択され、1998年までにフロン使用量を半減することが各国において合意されている。

(2) 特定フロン削減スケジュール

これまで、我が国ではフロンが冷媒に用いられる割合は15%程度と低く、多くは電子機器の洗浄用及びエアゾール製品用であったが、米国ではその割合は45%と高く、防熱材の発泡剤用も含めた冷凍・冷蔵設備等関係での使用では、各国とも40~60%を占めていた。

このフロン規制では、まず、オゾン破壊係数（ODP: R-11を基準とする）が5%以上の塩素及び臭素を含む CFC を削減するスケジュールが1987年のモントリオール議定書で決まり、R-11、R-12、R-113、R-114及び R-115について、1989年度の生産及び消費量を100として、1998年7月1日までに同50%以下に削減することが決められた。この時、同時にオゾン破壊係数の高いハロン1211、1301及び2402も削減することが合意されている。しかし、その後高まった地球環境保護気運の流れにあっ

て、このCFC削減スケジュールは、前倒しに、西暦2000年までに全廃することに改訂され、更に1992年開催のUNEP会議では1996年までの全廃に改訂された。そして、その後の更なる前倒し改訂の結果、1995年末までにはCFCの生産が全廃されている(図2)。

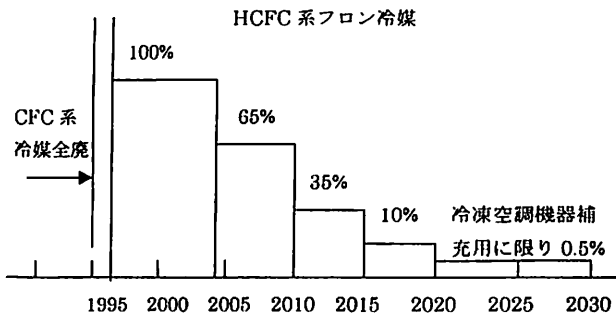
国内においても国内法及び海上技術安全局長通達により、1992年11月6日以降新工する船舶及び現存船舶では1992年11月6日以降新たにCFCであるR-11, R-12, R-13, R-113, R-114, R-115, R-111, R-112, R-211, R-212, R-213, R-214, R-215, R-216の特定フロンを使用する冷凍冷蔵装置、冷房装置及び断熱材を設備することを禁止している。同時に消火用ハロン1211, ハロン1301, ハロン2402も1992年7月1日以降船舶に設置する設備への使用が禁止されている。

その後、このフロン規制の流れは、オゾン破壊係数がCFCに比べ1/10以下ということで対象から外されていたR-22, R-123, R-141b等のHCFCにも波及し、1992年にコペンハーゲンで開催された第4回締結国会議で、その削減スケジュールが決められ、更に1995年のウィーンでのモントリオール議定書の改訂で、先進諸国でのサービス補充冷媒を除き、2020年までにHCFCを段階的に生産全廃することが決められている。現在では、更にこのHCFCフロン冷媒削減の流れは加速してきており、ドイツ、スウェーデン及びデンマークでは2000年からHCFCも含めて全廃を決めている。

(3) 代替フロンの開発

このCFC及びHCFC削減・全廃の流れを受けて、代替冷媒の開発がこれまで活発に行われてきた。CFC全廃に対しては、当初HCFCであるR-123がR-11及びR-12の代替冷媒として開発されたが、このHCFCも削減スケジュールに乗せられるようになってきた結果、オゾン破壊に影響しないHFCであるR-134aが開発され、現在ではエアコン及び家庭用冷蔵庫等高・中温域での冷凍機で使われている。

しかし、HCFC系冷媒は2004年から65%に削減、2010年35%に削減、2015年から10%に削減して、2020年には全廃の削減スケジュールでが間近に迫っている中で、中・低温域でのR-22及びR-502に代わる冷媒として、現在までにR-404A, R-407C, R-410A, R-507A等フッ素を含みオゾン破壊に影響しないHFC系の混合冷媒が開発されてきている。しかし、これらの開発に平行して問題となった地球温暖化防止の為に削減(排出抑制)対象ガスの中にこれらHFCが含まれるに至って、大気中に放出しない密閉式の冷凍機の開発が進む一方で、これら



▲図2 CFC系およびHCFC系フロン冷媒削減スケジュール

HFC系代替冷媒の使用を及び腰にし、一方で、オゾン破壊及び温暖化に影響しない自然冷媒であるアンモニア、炭酸ガス等の使用抑制政策の緩和が図られ、更にイソブタン、プロパン等の炭化水素も代替冷媒として検討されている。

その中で、アンモニアは先述の如く、我が国を含めて世界の国々で現在でも稼働中の冷凍設備が多く存在することから、今後、高まりこそすれ廃れる気配のない環境問題に対処可能な自然冷媒の一つとして見直され、活発にその使用を開く方向で検討がされている。例えば、これまで国内で高圧ガス取締法及び冷凍保安規則でアンモニア冷凍機に義務付けられていた冷凍保安責任者の選任が、ユニット型であって、60冷凍トン未満の場合には不要となる等、その規制が緩和されている。

2.3 地球温暖化防止の問題

(1) 地球温暖化のメカニズム

地球規模の環境保護運動の高まりの中で、大気中の温室効果ガスにより地表からの熱放射が妨げられ、長期的に地球の気温が上昇し、海面上昇や気候変動が起こり、生態系への影響が懸念されるとして、Peru沖のEl Niño(エルニーニョ)現象と合わせて世界的に地球の温暖化が話題となることも多い。

この温室効果ガスの増加による地球の温暖化の進行については、その確認が難しい面もあるが、古くは1896年にスウェーデンの科学者スヴァンテ・アレニウスが産業革命後の化石燃料使用量の増大の結果として大気中のCO₂濃度が増大し、その温室効果によって温暖化が生ずることを指摘している⁴⁾。このCO₂等による地球気温の上昇メカニズムは、CO₂は太陽光の波長域(およそ0.2 μm~4 μm:但し、1 μm=10⁻⁶m)では大きな吸収がなく、CO₂が増えても地上に届く太陽エネルギーにはあまり影響しないが、赤外線波長域(13 μm~18 μm)

の光はCO₂が吸収・放出するので、CO₂が増加すると大気中で吸収・放出する量が増え、大気から地表に向けて放出される量が増加する。その分、地表面にエネルギーが余分に溜まることになり、地表温度が上昇する⁹⁾というものである。

1958年には米国のキーリングによって、ハワイ島マウナロアで大気中のCO₂濃度の監視が始まっている。

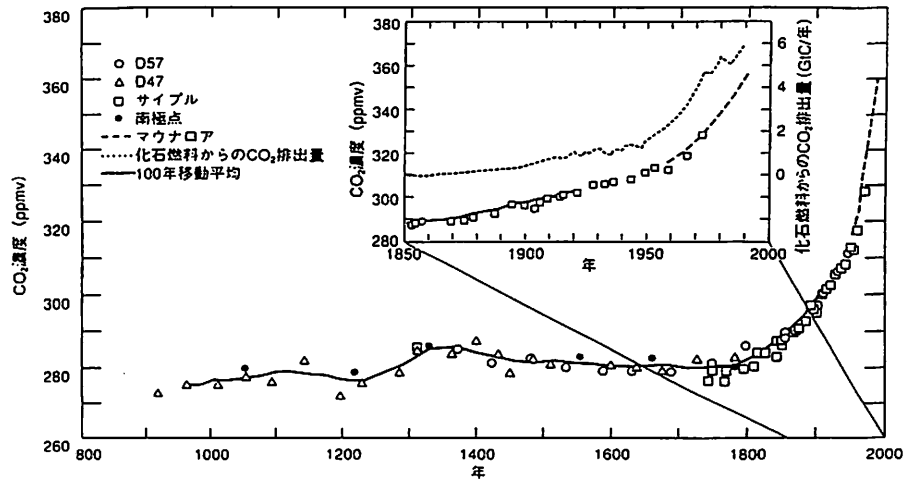
また、同じ頃、スウェーデンのボリン（後のIPCC初代議長）は炭素循環の研究を始めている。1967年には

真鍋淑郎とウェザランドにより、大気中の放射モデルを用いて地球気候を物理法則により再現する気候モデルを開発し、その結果「大気中のCO₂濃度が2倍になった時、地上の気温がおよそ2.3℃上昇する」ことを算出・発表している⁹⁾。図3にIPCCから出されたCO₂濃度の変化の様子を示す。20世紀後半になって急激にその濃度が増加していることを示している。

このCO₂等温室効果ガスによる温暖化の影響としては、このまま放置したとすると、産業革命前と比較して平均地表気温が2050年には約2.5℃、2100年には約4.0℃増大すると予想されており、この気温の変化は近年、「エルニーニョ現象」として東太平洋海域の水温の上昇と共に、西太平洋地域での台風発生件数の減少、北・南米地域の早魘や大雨、中国やインドでの異常気象による農産物への被害等世界的な異常気象が報告されている。またこのまま温暖化が進行すると2100年には海面水位が30~110 cm上昇する⁹⁾と予測され、海岸線の後退と共に世界各地で水没する都市が出るなどの深刻な問題が発生するとされている。

(2) 気候変動枠組条約

これらの学術的成果と地球規模の環境保護運動の高まりを背景にして、UNEPは1988年にIPCC（気候変動に関する国際政府間パネル）を設立し、科学的検討を実施し、1990年の世界気象会議に最終報告書を提出した。これにより気候変動に対する関心が世界的に高まった。その結果、1992年に国連本部で、気候変動枠組条約が採択され、同年の地球サミットで調印開始、1994年3月に



▲図3 大気中のCO₂濃度の変化（出典：IPCC, Climate Change 1994, Cambridge University Press）。過去の濃度は氷床ボーリングにより採取した資料中の気泡の測定に基づいている。

発行し、「各国の自発的な計画により、温暖化物質の発生量を2000年時点で1990年レベルに押さえる」ことが決められた。

更に、1995年に第1回気候変動枠組条約締約国会議がベルリンで開催され、国際規制のあり方や2000年以降の温室効果ガスの削減目標について話し合われたがまとまらず、1997年12月に開催される京都会議までに規制案をまとめるよう議決された¹⁾。

1997年の気候変動枠組条約第3回締約国会議（COP3：地球温暖化防止京都会議）では、締約国155ヶ国、非締約国6ヶ国の政府関係者1,563名、産業界及び環境保護団体から4,575人、報道関係者3,712人、延べ9,850人が集まり、京都議定書が採択された。この京都議定書では

- 先進国は2008~2012年にかけて、温室効果ガスの総排出量を全体で1990年に比べ5.2%削減する
- 対象ガスはCO₂、CH₄、N₂O、HFC（Hydro Fluoro Carbon）、PFC（Perfluoro Carbon）、SF₆（6 弗化硫黄）の6種類
- 総排出量から森林等の吸収分を差し引くネット方式
- 先進国間での排出権取引及び共同実施を認める
- 排出量が削減目標を下回った場合は、その差を次期以降の目標期間中の割り当て量に加えることが出来る（バンキング）

ことが決められた。議定書に盛り込まれた温室効果ガスの増減率は国により異なり、EUが基準年より8%減、米国が7%減、日本が6%減である。国別の削減目標から得られる一人当たりのCO₂排出量は、先進国の平均

値と比べて、アメリカ、カナダ、オーストラリア、ロシアが大きく、日本、ニュージーランド、EUは小さくなる。更にこの会議では、削減目標を達成する為に、ネット方式、排出権取引、あるいは共同実施といった柔軟性を持たせた政策も合意されている。これら政策の具体的な取り決め方法は次の第4回締約国会議で詰めることになった³⁾。

次の気候変動枠組み条約第4回締約国会議（COP4、ブエノスアイレス）では、オゾン層保護を目的としたモントリオール議定書第10回締約国会合がほぼ同時期に開催されたこともあって、今後これら2つの会合を連携させることが決まった。そして、共同でHFC及びPFCの排出抑制対策についての情報を1999年中にまとめて、次回締約国会議（COP5、ボン）に報告することになった。

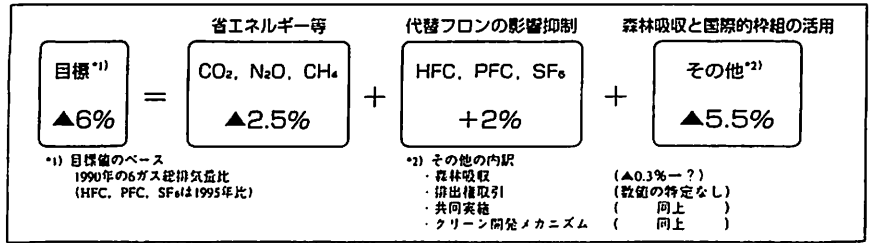
(3) 日本での温暖化対策

これらの世界の動きと呼応して、我が国でも総理大臣を本部長とした地球温暖化対策推進本部ができ、図4に示すような地球温暖化対策推進大綱が纏められ、数値目標6%削減の割り振りが決められている。更にこの6%削減目標を達成するための法律「地球温暖化対策の推進に関する法律」が1998年10月9日に公布された³⁾。

その為の施策として、HFE（Hydro Fluoro Ether）等新規代替冷媒の開発、HFC等の製造工程及び出荷時の充填工程等における漏洩防止対策や廃棄された冷凍空調機器からの冷媒回収・再利用・破壊、冷媒充填量の削減技術の検討、非フロン系冷媒機器（吸収式、アンモニア等）の開発・適応範囲拡大、低GWP冷媒機器の開発等が提案・計画されている。その一方では、冷凍空調機器による温暖化要因が、冷媒そのものの温暖化影響ばかりではなく、機器の電力消費によるCO₂の温暖化影響が大きな比重を占めることから、省エネルギー法が改正され、機器のエネルギー効率の下限値が2003年10月から大幅に引き上げられることになっている³⁾。具体的にはエネルギー消費源単位を1995年度比で2010年までに、鉄道約7%、船舶約3%、航空機約7%、自動車約15~29%の改善を計る事になっている³⁾。

(4) CO₂排出量と船舶の位置付け

地球温暖化防止では、図4からも判るようにCO₂の排出量削減のみの問題ではない。ここで、全体的なCO₂



▲図4 日本での温室効果ガス排出削減目標
(地球温暖化対策推進大綱、1998年6月19日)

の位置付けを見てみる。一般にCO₂の全地球規模の循環メカニズムから炭素循環量を見ると、図5に示されるように、炭素流量は炭素換算重量で、陸上生物・大気間で約1,200億トン/年、海洋・大気間で約900億トン/年、合計約2,100億トンである。これに対して化石燃料を消費して大気へのCO₂排出量は、炭素換算で約56億トン/年（CO₂排出量で約205億トン）であり、その他に森林破壊による量が約4億トンから26億トン/年といわれている⁵⁾。

一方、1997年時点で世界の石油、石炭等一次エネルギー消費量は石油換算で年間約85.09億トンである。この内約67%が石油及び石炭の化石燃料で占められている。そして温暖化の主要因がこれら化石燃料の燃焼によって大気へ放出されるCO₂（二酸化炭素）によるとされている。

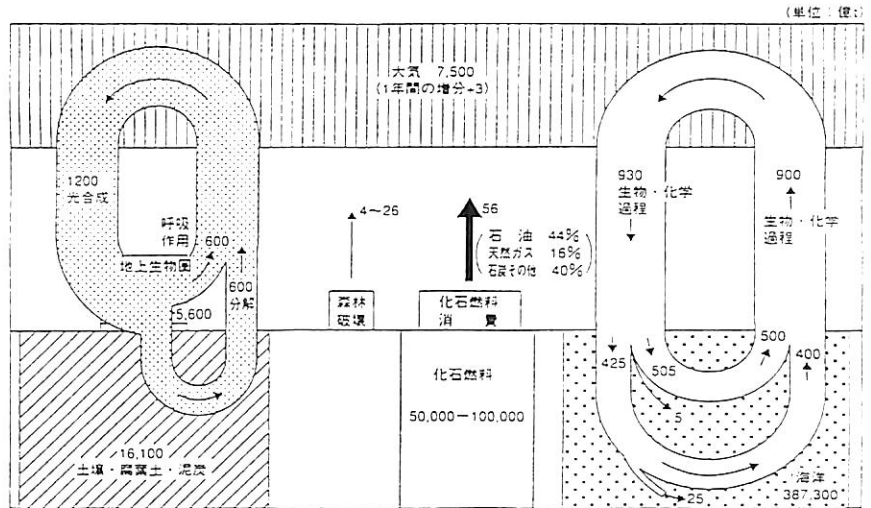
世界各國のCO₂排出量は1987年時点で炭素換算で約5,597百万トンと試算され、その内アメリカが24.8%、ソ連が17.4%、日本4.6%、ドイツ3.5%、中国9.8%等占めている。我が国のCO₂排出量は1987年度で炭素換算値で約259百万トンであり、内訳は電力30%、産業35%、運輸21%、民生14%と運輸関係が1/5を占めていると報告されている一方で、1990年から1995年までの間に総排出量が8%増加し、その中でも民生部門と運輸部門でそれぞれ16%も増加しているとも報告されている⁵⁾。この様子をグラフに示したのが図6である。統計の時間的なずれもあるが約20%を運輸関係が占めていることが理解出来る。

更に運輸機関別のCO₂排出量を示したのが表1である。国内にあってはCO₂排出量の約9割近くが自動車により為されていることが判り、一方では内航海運による排出量が6%に過ぎない事を示している⁵⁾。

2.4 オゾン層破壊係数と温暖化係数

図7に現在検討されている代替冷媒のオゾン破壊係数と温暖化係数をグラフ表示したものである。いち早く削

減対象となった R-11及び R-12 等 CFC 冷媒はオゾン破壊に影響する度合いが高いが、今後削減が実施される R-22等 HCFC 冷媒はさほど高くはない。一方で、CFC 冷媒は地球温暖化係数でも高い値となり、両面から廃止される運命にあったことが理解される。しかし、オゾン破壊に影響しない冷媒として開発された HFC 系冷媒である R-134a, R-407C, R-410A 等はオゾン破壊係数はゼロであるが、地球温暖化係数がゼロではなく、大気中への排出抑制を強要される結果となっている。



▲図5 全地球的炭素循環の模式図⁶⁾

3. 代替冷媒

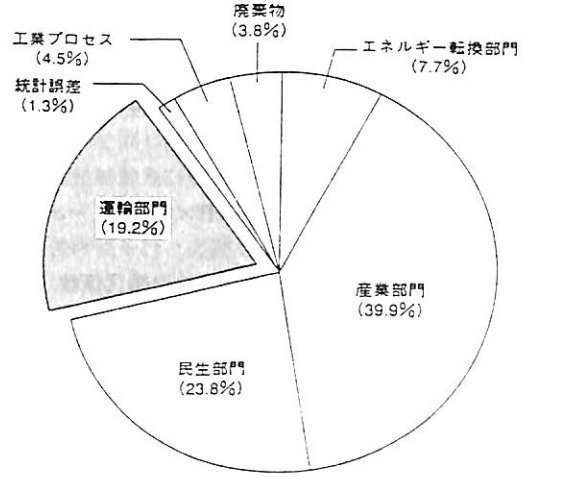
3.1 冷媒選定の条件

代替冷媒を選定する場合、以下の条件を満足するかが検討される⁹⁾。

- (1) オゾン層を破壊しない。
- (2) 低毒性：急性及び慢性の毒性がない。
- (3) 不燃性：使用条件下で可燃性又は爆発性がない。
- (4) 科学性，熱的安定性：使用条件下で長時間分解又は変質を起こさない。
- (5) 熱物性：既存冷媒と同等の熱力学的特性を有する。
- (6) 材料適合性：金属，有機材料，潤滑油との適合性がある。
- (7) 経済性
- (8) 大気中の寿命が短く，地球温暖化への影響が小さい。

これらの条件全てを満たす代替冷媒は現在では存在しないので、総合的に評価・選定することになる。ちなみに、米国環境保護局（EPA）は、代替冷媒については温室効果，毒性，燃焼性の評価を行い，使用が許される冷媒と許されない冷媒のリストを作成しており，その中で PEC を含んだ特に温室効果の高い冷媒や，炭化水素を多く含むような燃焼性の大きな冷媒の使用を禁じている⁹⁾。

総合的に評価する方法としては，地球温暖化問題では指標として GWP（Global Warming Impact，地球温暖化係数）が一般に用いられているが，更に TEWI（Total Equivalent Warning Impact，総等価温暖



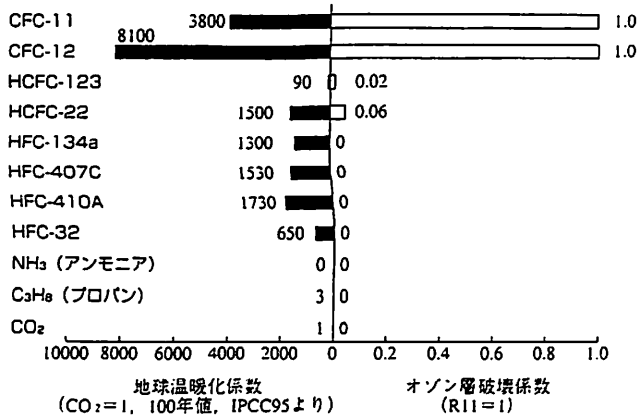
産業部門：工場等
 民生部門：家庭、事務所ビル等業務
 運輸部門：自動車、船舶、鉄道等
 エネルギー転換部門：発電所、製油所等
 工業プロセス：石灰石消費
 廃棄物：焼却等

資料：地球環境保全に関する関係閣僚会議

▲図6 日本の部門別二酸化炭素排出量（1994年度）

▼表1 日本における輸送機関別 CO₂ 推定排出量（1987年，炭素換算）

輸送機関	鉄道	自動車				内航海運 (300万 GT)	航空 (国内)	計
		乗用車	トラック	バス	小計			
CO ₂ 排出量 (百万トン)	1.9 (3%)	21.7 (41%)	23.8 (45%)	1.3 (2%)	46.8 (88%)	3.0 (6%)	1.8 (3%)	53.5 (100%)



▲図7 各種冷媒のオゾン破壊係数と地球温暖化係数の比較⁵⁾

化影響)の概念が提案されている。この TEWI の概念は、温室効果ガスの大気放出による直接的な温暖化効果と、それらのガスを使用した機器の稼働時の電力等のエネルギー消費により発生する CO₂ の間接影響の和により、総合的に温暖化影響を評価するものである。冷凍機や建築物の断熱等の代表的な使用例における TEWI の計算式は以下ようになる。

TEWI = 直接影響 + 間接影響

直接影響 = GWP × L × N + GWP × M × (1 - α)

間接影響 = N × E × β

GWP: 1 kg 当たりの CO₂ 基準の温暖化係数 (kg-CO₂/kg)

L: 機器からの年間漏れ量 (kg/年)

N: 機器の運転年数 (年)

M: 機器への冷媒充填量 (kg)

α: 機器廃棄時の冷媒回収率

E: 機器の年間エネルギー消費量 (kWh/年)

β: 1 kWh の発電に要する CO₂ 発生量 (kg-CO₂/kWh)

▼表2 代替 HFC 冷媒の特性

冷媒番号*	冷媒成分	冷媒組成	沸点	臨界温度	大気中寿命	ODP	GWP**	許容濃度	燃焼性*	
		wt%	℃	℃	年			ppm***		
HFC	R-23	—	-82.1	26.3	264	0	11 700	1 000	不燃(A 1)	
	R-32	—	-51.7	78.2	5.6	0	650	1 000	可燃(A 2)	
	R-125	—	-48.1	66.3	32.6	0	2 800	1 000	不燃(A 1)	
	R-134a	—	-26.3	101.1	14.6	0	1 300	1 000	不燃(A 1)	
	R-143a	—	-47.2	73.6	48.3	0	3 800	1 000	可燃(A 2)	
HFC 混合冷媒	R-404 A	R-125/143 a/134 a	45/52/4	-46.5	72.1	—	0	3 260	1 000	不燃(A 1/1)
	R-407 A	R-32/125/134 a	20/40/40	-45.5	82.8	—	0	1 770	1 000	不燃(A 1/1)
	R-407 C	R-32/125/134 a	23/25/52	-43.6	87.3	—	0	1 530	1 000	不燃(A 1/1)
	R-407 X	R-32/125/134 a	25/15/60	-42.9	—	—	0	1 360	1 000	不燃(A 1/1)
	R-410 A	R-32/125	50/50	-51.4	84.9	—	0	1 730	1 000	不燃(A 1/1)
R-507 A	R-125/143 a/	50/50	-46.7	70.9	—	0	3 300	1 000	不燃(A 1/1)	

注: *AHRAE Standard 34, **IPCC - 1995 (積分期間 100 年), ***ACGHI-TLV, AIHA-WEEL 他

機器の寿命が長い冷凍機の場合、冷媒の大気放出による直接影響は10%前後で、残りは機器のエネルギー消費による間接影響である。従って、冷凍機の地球温暖化問題への対応は、TEWIの観点からエネルギー効率の良い冷媒を選定する事がポイントとなる⁶⁾。

3.2 現在使用及び検討中の HFC 系代替冷媒

表2に現在迄に開発・試験され、その性状及び安全性が確認された HFC 系代替冷媒の特性を示す。

R-12の代替冷媒には単一冷媒である HFC の R-134a が開発され、ほぼこれに切り替わりつつある。一方、R-22及び R-502の代替冷媒としては、適当な単一冷媒がなく、2~4種類の HFC 冷媒を混合した共沸又は非共沸混合冷媒(共沸、非共沸等については3.3(1)参照)が開発され、R-22の代替には、特性の類似した HFC の R-32をベースにして、その欠点の改良の為に、HFC の R-134a, R-125, R-143a 等を混合した冷媒が開発された。R-32は例えば50℃での凝縮圧力が31 kg/cm²と R-22の18.8 kg/cm²と比べて約1.6倍と高圧であると共に弱燃性であるために、混合により不燃化及び低圧化し、更にエネルギー効率改善が為された。同様に R-502の代替冷媒としては、HFC の R-143a をベースにして、その欠点改良の為に同じ HFC の R-125, R-134a 等を混ぜ合わせて作られた。

用途別には、これまで R-12が使用されてきたカーエアコン、家庭用電気冷蔵庫、業務用冷蔵庫、ショーケース及び自動販売機等用には R-134a が現在使用され、ほとんど切り替わりつつある。R-22及び R-502が使用されてきた家庭用及び業務用の空調機(エアコン)用には、非共沸3種混合冷媒である R-407C 及び疑似共沸2種混合冷媒である R-410A にほぼ絞り込まれて来ている。

R-407C は、R-32と R-125と R-134a の組成比率が23/25/52%の非共沸3種混合冷媒で、HCFC である R-22と比較して GWP は小さく冷凍能力はほぼ同等であり、圧力が若干高いだけなので、耐圧設計には

大きな変更を要しない。ただ、エネルギー効率が若干低い欠点がある。また、非共沸混合冷媒なので取り扱いには注意が必要である。

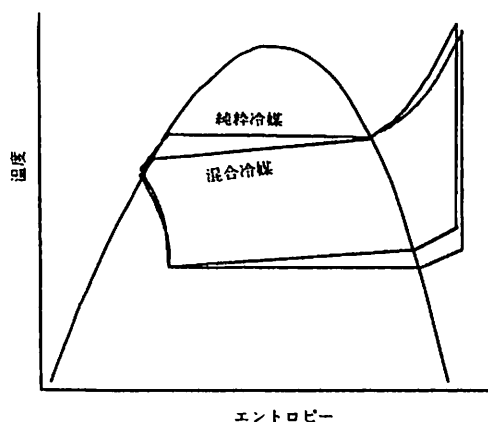
R-410A は、R-32と R-125との組成比率が50/50%の2種混合冷媒で、R-22と比較してGWPがほぼ同等であり、冷媒の密度が高く、圧力が極めて高く冷凍能力も大きい。エネルギー効率は現状では同等かやや低いが、今後のシステムの改良により優る可能性がある。疑似共沸なので、単一冷媒と同様な取り扱いが出来る。欠点は臨界温度が低い事と、圧力が1.5倍と高いことであり、耐圧設計の変更を必要とする⁹⁾。

R-502の代替冷媒であるR-404AとR-507Aはよく似た特性を持ち、R-502と比較すると両者共に冷凍能力はほぼ同等で、エネルギー効率はやや低く、圧力はやや高い。R-404AはR-125とR-143aとR-134aとの組成比率が、44/52/4%の疑似共沸3種混合冷媒で、R-507AはR-125とR-143aとの組成比率が50/50%の共沸2主混合冷媒であり、両冷媒に単一冷媒と同等な取り扱いが可能である⁹⁾。

3.3 HFC系代替冷媒の各種特性

(1) 熱力学的特性

CFC及びHCFC削減に伴って開発されたHFC系代替冷媒は殆どが混合冷媒である。混合冷媒の場合、飽和状態で純粋冷媒とは全く異なる状態変化をする。混合冷媒が飽和状態に達すると沸点温度の低い成分を多く含む蒸気が発生して蒸発が始まり、気相域と液相域ではその組成に違いが生じる。従って、等圧力下で蒸発する場合に蒸発の始まりと終わりでは組成の違いから沸点温度に差がでる。例えば、R-32/R-134a等圧力蒸発過程では



▲図8 純粋冷媒を用いた冷凍サイクルと非共沸混合冷媒を用いたロレンツサイクル

始まりと終わりで0.1 Mpaで最大7.5°Cの温度差になる。この様に気相と液相で組成の違いが生じる混合冷媒を非共沸混合冷媒と呼んでいる。この温度変化は熱交換器の設計等において十分注意する必要がある。一方、R-125/143aのように、たまたま気相と液相の組成が変化しないような組成域を持つ混合冷媒を共沸混合冷媒と呼び、500番台の記号でR-507のように表している。共沸混合冷媒は、その共沸組成において純粋冷媒として扱うことができる。また、R-32/125 (R-410)のように、純粋成分の飽和蒸気圧力が非常に近い物質とおしを混合させたときのように、共沸に近い挙動をもつものは疑似共沸混合冷媒と呼ぶ⁹⁾。

非共沸混合冷媒の冷凍サイクルはロレンツサイクルとして知られている。図8に純粋冷媒を用いた冷凍サイクルと非共沸混合冷媒を用いたロレンツサイクルを比較して示す。凝縮過程及び蒸発過程において純粋冷媒では温度一定であるが非共沸混合冷媒では入口と出口で温度差が生じる。この温度変化に合わせて2次流体の温度を変化させることができるならば、非共沸混合冷媒を用いたサイクルで囲まれた部分の面積は小さい。すなわち、小さい動力で同じ温度の2次流体を得ることが出来る⁹⁾。

(2) 毒性試験及び燃焼性

新しく開発された冷媒は、その使用開始の前に各種の安全性評価を行う必要があり、毒性試験及び環境影響評価については、世界のフルオロカーボンメーカーが共同で代替フルオロカーボンの安全性試験 (PAFT: Program for Alternative Fluorocarbon Toxicity Testing) 及び環境影響調査 (AFEAS: Alternative Fluorocarbon Environmental Acceptability Study) の2つの国際的なコンソーシアムを組織して研究を実施してきた。PAFTでは、急性毒性、亜慢性毒性 (28日間及び90日間)、慢性毒性 (2年間)、催奇形性、生殖毒性、遺伝毒性、発ガン性等の毒性学的情報を得て総合的な安全性評価を行うことにある。

冷媒の燃焼性も重要な要素であり、これまでR-12及びR-22共不燃性が要求されてきた。CFC系冷媒は全て不燃性であったが、HFC系代替冷媒はその分子中に含有する水素の比率が増加すると可燃性となり、Fの含有率の高いR-23、R-125、R-134aは不燃性であるから、可燃性のR-32、R-143a、R-152aに適当に混合して、爆発限界の範囲外で使用すれば安全となる⁹⁾。一般的に分子中の水素/ハロゲンの比率が1になると可燃性になり、水素の比率が増加するに従い燃焼性が増加する。R-134aは水素/ハロゲン=0.5であり、水素が1個のR-22 (同比率0.33) より、混合冷媒にした場合、水素の多

い分だけ混合相手の可燃性冷媒を不燃化する力が弱い傾向にある。また、爆発限界は加圧すると広がる傾向があるので注意が必要である。R-134aは空気中では不燃性であるが、酸素濃度の増加及び空気混入下での加圧により可燃性となる領域が存在する⁹⁾。

燃焼性も含めたASHRAEの冷媒安全性グループのクラス分けを表3に示す。この表に従った評価が表2の代替冷媒の特性表内に表示してある。

▼表3 ASHRAEによる冷媒安全性グループのクラス分け

燃焼性	毒性	・低毒性	高毒性	燃焼性判定基準 ASTM E 681-85
強燃性		A 3	B 3	燃焼下限 $\leq 0.10 \text{ kg/m}^3$ 燃焼熱 $\geq 19,000 \text{ kJ/kg}$ at 101 kPa
弱燃性		A 2	B 2	燃焼下限 $> 0.10 \text{ kg/m}^3$ 燃焼熱 $> 19,000 \text{ kJ/kg}$ at 101 kPa
・不燃性		A 1	B 1	燃焼下限なし at 101 kPa
許容濃度 ppm TLV-TWA		> 400	≤ 400	

(3) 対金属安定性

冷媒の金属に対する影響を表4に示す。表4は金属共存下の175℃で14日間の条件における冷媒の熱安定性及び金属に対する影響を試験した結果であり、金属に対する影響及び酸分の発生も認められず、HFC系代替冷媒は大気の影響を受けない密閉系では安定であると判断できる。

▼表4 HFC系代替冷媒の金属に対する影響⁹⁾

項目 金属	金属腐食度 (mg/dm ² /day)			外 観		
	SS-400	Cu	Al	SS-400	Cu	Al
7Mオロハ-ボン						
FCFC-22	<5	<5	<5	変化なし	変化なし	変化なし
HFC-134 a	<5	<5	<5	変化なし	変化なし	変化なし
HFC-32	<1	<1	<1	変化なし	変化なし	変化なし
HFC-125	<1	<1	<1	変化なし	変化なし	変化なし
HFC-143 a	<1	<1	<1	変化なし	変化なし	変化なし
R-404 A	<1	<1	<1	変化なし	変化なし	変化なし
R-407 C	<1	<1	<1	変化なし	変化なし	変化なし
R-410 A	<1	<1	<1	変化なし	変化なし	変化なし
R-507 A	<1	<1	<1	変化なし	変化なし	変化なし

試験条件
試験容器 : SUS 316 製耐圧容器 内容積 200cc 金属 : SS-400, Cu, Al (同時共存)
冷媒封入量 : 100 g 温度×期間 : 175℃ × 14 日間

(4) エラストマーへの影響

冷凍装置に限らず、各種機器類及び配管類には、何らかのゴム等エラストマーによるシール材が使用されている。

表5に各種エラストマーに対する冷媒及び潤滑油の適合性試験の結果を示す。試験条件は50℃で5日間である。この結果から、新しいHFC系代替冷媒は従来のR-22及びR-502と比較してもエラストマーに与える影響は小さいと判断できる。

(5) 再充填時の組成変化

次に冷媒が洩れたりした時の再充填で問題になるこれら混合冷媒の組成変化について述べる。非共沸混合冷媒の使用に当たっては、冷媒の組成変化を小さくする必要があることは当然であるが、液冷媒から充填すれば組成

▼表5 HFC系代替冷媒のエラストマーに対する適合性試験結果⁹⁾

	NBR	H-NBR	EPDM	CR	PTFE	ナイロン66
R 404 A	1/0	3/2	2/2	1/6	3/0	-1/0
R 404 A/POE	-4/7	5/4	-4/-6	0/-3	4/8	1/0
R 407 C	2/1	12/10	1/1	1/1	2/2	-1/-1
R 407 C/POE	2/1	5/4	-8/-11	0/-2	2/3	-1/-1
R 410 A,B	-1/-1	9/9	2/1	0/4	2/5	-1/-1
R 410 A,B/POE	2/4	13/14	-8/-9	0/1	2/5	0/0
R 507	4/4	2/0	2/1	1/2	3/0	-1/0
R 507/POE	0/1	0/-2	-8/-10	-1/-2	3/8	0/0
R 22	59/65	135/140	14/17	5/6	2/2	-1/-6
R 22/鉱油	24/33	24/28	59/70	24/42	3/3	2/1
R 502	-2/23	4/11	-3/0	-2/14	4/1	1/0
R 502/鉱油	7/16	20/18	79/118	17/41	4/8	1/0
R 502/アルキベンゼン油	2/-1	15/12	41/66	7/12	4/7	1/0

試験条件 : 50℃ × 5 日間 POE : ポリオールエステル (VG 32)
結果 : 重量変化率 [%] / 体積変化率 [%]

変化を小さくすることは可能であり、冷媒の組成変化による冷凍機の性能変化を最小限に押さえることが出来る。R-407Cを用いた運転中に膨張弁後で漏洩した場合と停止中にガスが漏洩した場合における追加充填した結果の冷凍能力の変化の試験では、共に半分の漏洩時の能力低下が最大であったが、その低下割合

も5%以内に収まっていると報告されている⁹⁾。非共沸混合冷媒の場合は、組成変化の割合をASHRAE 34に決められている公差の2%以内に抑えるためには、容器の中に10%程度の冷媒を残す必要がある。共沸混合冷媒の場合には、この必要はなく全量使用が可能である⁹⁾。

(6) 潤滑油との相溶性

冷媒と圧縮機に用いられる潤滑油との相溶性も重要なポイントである。HFC系代替混合冷媒用冷凍機油としては、世界的に見てPOE（ポリオールエーテル）とPVE（ポリビニルエーテル）が挙げられる。HFC系混合冷媒はそのHFC組成によりPOE及びPVEとの相溶性が異なる。まずPOEについては、その組成成分であるR-32がPOEに相溶しにくい為、R-134a, R-407C及びR-410Aは温度により二層分離し、R-32の割合が高い冷媒ほど溶解領域が狭くなる。また膨張弁及びキャピラリー（膨張弁の代わりに小型の冷凍機で用いられる。船用では冷凍コンテナ用冷凍機ユニットで用いられることがある）では加水分解物の金属石鹸、加工油や洗浄油、有機材の溶出物による閉塞の問題がある。その為、水に対する冷凍機油基材の安定性に加え、コンタミ（工程副資材；加工油や洗浄剤等）との溶解性が重要なポイントとなる。しかし、エステル化合物である以上、加水分解の問題を本質的に解決することは不可能である。従って電気冷蔵庫の場合には撤廃した水分及びコンタミ管理が行われているが、産業用及び船用の場合、設置現場での水分管理が出来ない為、ドライヤーの使用等加水分解への対策が不可欠になる⁹⁾。

また、POEは極圧剤の添加効果が小さい為、ローター/ベーン間のような境界潤滑条件においては潤滑性が問題となる。更にPOEは原料となるカルボン酸とアルコールの種類によって粘度と相溶性が決定される為、同一粘度で冷媒との相溶性を調整することが難しい。従って、相溶性を調整

するためには原料の変更が必要となるが、それに伴い安定性等物性面の確認が必要不可欠である。またカーボネートもPOEと同様に加水分解し、アルコールや非凝縮性の炭酸ガスを発生するため、十分に長期的な信

頼性を確認する必要がある。

一方、PVEは構造的に加水分解しないエーテル系化合物であり、系内に水が存在してもカルボン酸石鹸を生成する恐れがなく、ホリブテンやワックスに対する溶解力がPOEに比べて大きい為、キャピラリーの詰まりが少ないものと考えられ、しかも冷媒存在下でもHCFCのR-22/鉱油と同等の電気絶縁性を兼ね備えている。また、重合度により粘度を調整することができ、更に2種類のモノマーの比率を変えることによって、相溶性の調整が可能である。冷媒の組成が変更されても、同一粘度で相溶性の調整が容易であり、更に使用する原料が変わらないため、基本的な物性を維持できることが大きな特長である。PVEを用いた実験では、ドライヤーなしでも全酸価の上昇が見られず、安定性の高さが実証されているが、これはPVEの場合、ドライヤーの設置が不要となる可能性を示唆しており、トータルとした経済性に有利である。表6に検討中の冷凍機油の性状を示す⁹⁾。

3.4 自然冷媒との比較

地球温暖化防止の観点から、現在は大気排出を極力抑えることでHFC系冷媒の冷凍機への利用が図られているが、現在稼働中のアンモニア冷凍機も数多く存在することから、当然の帰結として、これまで抑制されてきたアンモニア政策を転換する要求がでてき、国内でも60冷凍トンまでは管理者不要となり、政策的にも抑制緩和の方向にある。表7に現在検討されている自然冷媒の性状を示す。

この中では、水はその使用温度範囲が零度以上になること、プロパン等炭化水素は燃焼性が高いこと、二酸化炭素は圧力が高いこと等により、やはりアンモニアが過去の使用実績及びR-22と性状が類似していることも加

▼表6 検討中のHFC系代替冷媒用冷凍機油の特性⁹⁾

		PVE	HS-POE	カーボネート	アルキルベンゼン	鉱油/HCFC 22(参考)
HFCs 冷媒との相溶性		○ ^{a)}	○	○	×	○
安定性	耐加水分解性	○	×	×	○	○
	熱, 化学的安定性	○	○	○	○	○
	酸化安定性	○~△	○	○	○	△
潤滑性		○~△	△~×	△	○~△ ^{b)}	○
電気絶縁性		○	○	○	○	○
材料適合性	金属腐食	○	○~△	○	○	○
	有機材適合性	○	○	○	○	○
耐キャピラリー詰まり特性		○	×	△	○	○

注) ○=良好, △=普通, ×=悪い
 a) 性状を変えることなく相溶性を調整可能
 b) 非相溶性のため低粘度化が必要

わって、今後の使用拡大が見込まれる冷媒と判断され、一部メーカーではR-22の冷凍機をアンモニアに代える前提で設計及び製作を行っており、更に国内の陸上施設でも新規冷凍・冷蔵設備の建設で、アンモニアを使用した例が増えている。

アンモニアの利点としてはオゾン層破壊及び地球温暖化等環境汚染の心配がなく、熱伝達率が良い。また、エネルギー効率が良く、冷凍効果が大。漏洩時の検知が容易であり、水溶性であるために膨張弁等がつまる恐れがない。それに価格も安価である等が挙げられる。一方欠点としては、毒性があり、可燃性である。また水に溶解して腐食性を生じ、銅系統材料が使用できない。更に油に溶解しない為に低温側の考慮が必要となる等が挙げられる。特に毒性及び可燃性の問題は重要であり、冷媒漏洩を極力抑えるユニット型の冷凍機がその開発の方向線にあるが、これらを十分考慮した設計・設備とする必要がある。

4. 新しい冷凍機の例

以上の冷媒を基にした世界の動きと平行して、冷凍機自体の技術も日々進歩している。その1つが電子膨張弁を用いた蒸発温度の正確な制御である。

(1) 電子膨張弁

従来の膨張弁を用いた冷凍機では、温度制御の難しさから受液器(レシーバー)又はサージタンクを必ず1基又は2基設けていたが、近年の電子膨張弁の発達により、正確な温度制御が可能となった結果、受液器を小さくするか、又は凝縮器(コンデンサー)と一体とした構造とし、更には受液器を不要とするケースが出てきている。このことはそのまま冷媒循環量の減少に繋がり、経済性

▼表7 自然冷媒の特性比較¹⁰⁾

	アンモニア	炭化水素 プロパン	水	二酸化炭素	空気
化学式	NH ₃	C ₃ H ₈	H ₂ O	CO ₂	N ₂ , O ₂
冷媒番号	R717	R290	R718	R744	R729
分子量	17.0	44.1	18.0	44.0	29.0
沸点 ℃	-33.35	-42.05	100	-78.45 昇華温度	-194.35
臨界温度 ℃	132.45	96.67	374.15	31.05	-140.75
臨界圧力 kg/cm ² a	115.0	43.3	225.4	74.8	38.4
ODP	0	0	0	0	0
GWP	0	3	0	1	0
可燃性	難燃性	強燃性	無	無	無
<理論計算>					
冷凍能力 kcal/m ³	884	664	2.7	2673	5.9
成績係数	4.91	4.59	4.58	2.35	0.95
蒸発圧力 kg/cm ² a	4.38	4.84	0.006	35.5	1.03
凝縮圧力 kg/cm ² a	15.86	14.00	0.075	100	1.82
<冷凍設備としての評価>					
設備コスト	○	○ 防焰設備	△ 設備容量大	△ 高圧設備	△ 設備容量大
ランニングコスト	○	○	○	△	△
<用途>					
現在の用途	冷凍、空調	冷凍 (化学工場等に限定)	高温ヒートポンプ (VRC) 100℃以上	蓄冷システム	旅客機用空調
将来実用化が期待される用途	ヒートポンプ	家庭用冷蔵庫、 R-417F ※小充填量	同上	カーエアコン	超低温冷凍 7°Qセル冷却

<理論計算>

※1) 凝縮温度40℃、蒸発温度0℃、過熱度・過冷却度0℃、圧縮機効率85%

※2) 二酸化炭素の凝縮圧力は、臨界圧力以上となり、システムによる。

※3) 空気の冷凍能力は大気圧下の0℃から20℃までの顕熱を利用、空気サイクルが必要となる膨張機の効率85%とする。

及び漏洩時の被害の減少にまで繋がっている。

(2) プレート式熱交換器

この冷凍装置のコンパクト化を後押ししているのが、プレート式熱交換器の普及である。プレート式の場合、従来のシェルアンドチューブ型のコンデンサー及び中間冷却器(エコノマイザー)に比べて、省スペースであることから、装置のコンパクト化に繋がる。各種のプレート式熱交換器が各社から発売されているが、従来は個々のプレートのろう付けが難しく、Oリングを用いたタイプが一般的であり、これだとOリングからの漏れがあるために高圧の流体では使用できなかった。しかし、その後、高圧下での真空ろう付け技術が開発されてから、高圧流体にも用途が広がり、その普及に弾みがついている。ただし、現在では、ろう付けプレート式熱交換器の場合、その後の開放・点検が不可能であることから、使用流体をフロン、清水、潤滑油等に限っている。今後、開放・点検に代わる定期的モニタリング等の有効な手段の開発を待って、海水が流体となるコンデンサー等の使

用の道が開かれるものと予想される。

(3) アンモニア冷凍機の規制

アンモニア冷媒は従来、その使用を抑制する規則となっていたが、陸上の緩和措置等を考慮して、船舶用も色々の検討を行っている所である。ちなみに、東京都は、コンパクトな全自動のアンモニア冷凍機を対象にして、“アンモニア全自動ユニット冷凍設備指針”を出し、その使用抑制を緩和している。それによると

- (a) 冷媒充填量が100 kg 以下
- (b) 冷凍設備の操作、制御等は全自動式
- (c) 安全装置（緊急停止装置、ガス漏洩検知警報設備、感震器、緊急遮断装置）が組み込まれたもの
- (d) 高圧受液器等の機器を一つの架台の上に一体に組み立てた構造のものであること（ユニット型）

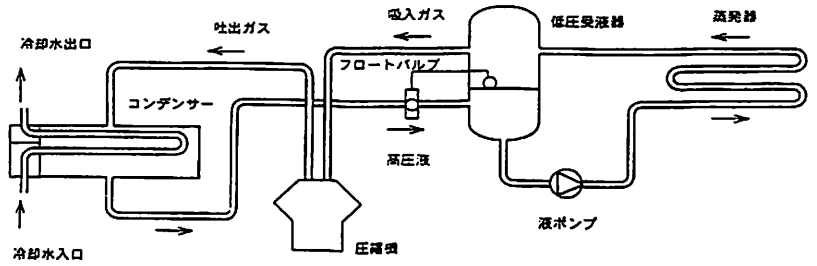
の条件である。

現在、船舶ではアンモニア冷凍機は、独立の区画に他の機器類と分離して設置し、ラインを用いた間接冷却方式とすることが規定されているが、冷媒充填量の少ないユニット型の場合等、その緩和措置の検討が必要となろう。

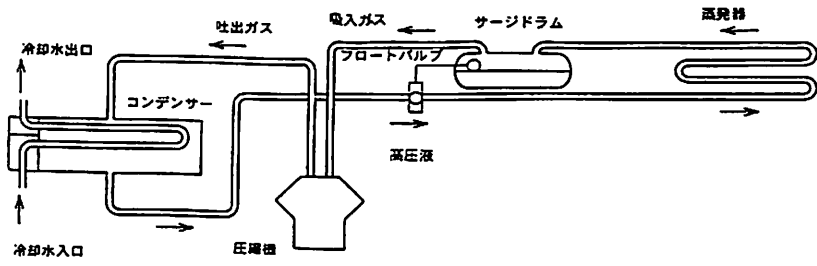
(4) 装置例

図9に国内メーカーが出しているコンパクトなアンモニア冷凍機の

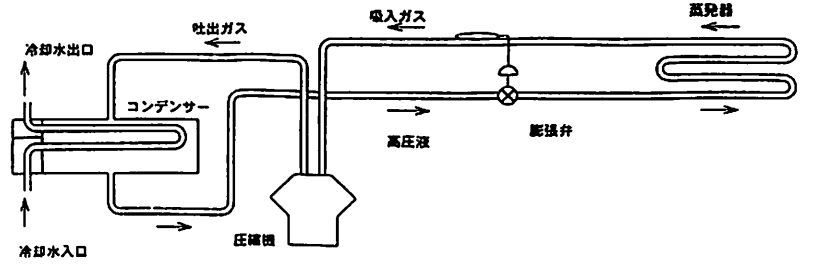
比較例を示す。ただし、HFC系代替冷媒を用いた冷凍機の場合でも、二段圧縮又は二元冷凍サイクル等の圧縮機サイドの違いはあるが、ほぼ同様なものとなり、小型化は地球温暖化防止政策からの要求と相まって、今後加速される方向にあると判断できる。図10にR-404Aを用いた-20℃以下の低温用二段圧縮冷凍サイクル例を示す。このR-404Aを用いたシステムでは、冷蔵室温度が-20℃以下になると、圧縮機の吸い込み圧力が低くなるので、容積効率及び圧縮効率が低下する。また、冷媒の吐出ガス温度が高くなり、消費電力のアップや潤滑油



従来型液ポンプ式アンモニア冷凍機例



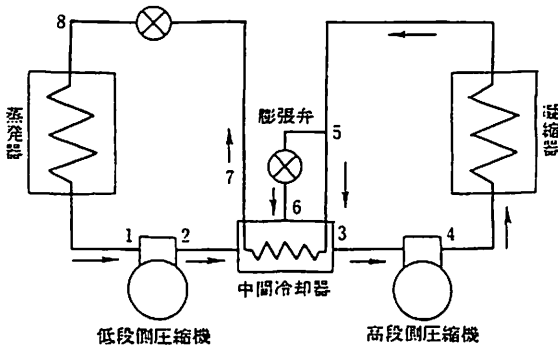
従来型滴液式アンモニア冷凍機例



現在の冷凍機例

▲図9 従来冷凍機と最近の冷凍機の比較⁽¹⁾

の劣化等の問題が生じる。その為に、二段圧縮方式により潤滑油劣化防止や冷凍機の効率 (COP: Coefficient of Performance) 向上を図っている。この例では膨張弁の送液を過冷却できるので、冷凍能力の増大が図れる。R-404A は過冷却による冷凍効果が R-22 に比べて15%程度増加する特長を持っている⁽¹⁾。



▲図10 R-404A による低温二段圧縮冷凍システム例¹⁾

【参考文献】

- 1) 大西晴夫, “代替冷媒に関する規制及び規格・基準”, 冷凍, 72巻, 第835号, P. 459
- 2) 内山洋司, “地球温暖化対策へ向けた効率的なエネ

ルギー供給”, 船用工業, 平成10年7月号, P. 13

- 3) 矢嶋龍三郎, “国内・外における代替フロン排出規制の動向”, 高压ガス, Vol. 36, No. 3, P. 14, 1999
- 4) 時岡達志, “地球温暖化と予測”, 配管技術, '99. 2, P. 58
- 5) 長塚誠治, “温暖化とモーダルシフト”
- 6) 高市侃, “代替冷媒 HFC の動向”, 冷凍, 第72巻, 第835号, P. 450
- 7) 田中嘉之, “HFC 系混合冷媒の輸送性質と物理・科学的性質”, 冷凍, 第72巻, 第835号, P. 473
- 8) 佐藤春樹, “HFC 系混合冷媒の熱力学性質について”, 冷凍, 第72巻, 第835号, P. 466
- 9) ダイキン工業株式会社資料
- 10) 榎前川製作所資料
- 11) 関光雄, 渡辺孝, “大型冷蔵倉庫用冷凍ユニット”, 冷凍, 第72巻, 第835号, P. 521

新刊のご案内

定価・発送費(〒)は消費税5%込み

おかげさまで45周年!
* 海事関係図書出版

成山堂書店

目録進呈 ▶ 〒160-0012 東京都新宿区南元町4-51 成山堂ビル
Phone 03(3357)5861・FAX 03(3357)5867
http://www.selzando.co.jp E-mail: publisher@selzando.co.jp

▶ 船舶検査への備えはコレでバッチリです。

船舶検査心得準拠

船舶安全法関係規則解釈集

運輸省海上技術安全局監修/船舶安全法関係規則研究会編
A5判 986頁 定価16800円(〒500)

船舶の設備・構造等の広範な技術分野について細部にわたる法令の解釈・手続きを網羅した初の手引書です。

▶ 機関取扱者必携の実務書, ここに極まれり。

機関取扱タブー集

【改訂版】

水沼達夫 著/A5判 186頁 定価25200円(〒390)

船用機関を運転, 整備する上での基礎的なタブーを35例取り上げ, メーカー技術者の観点からわかりやすく解説。

機関損傷解析と安全対策

— NK船50年の歩み —

元(勲)日本海事協会常務理事・工学博士 星野次郎著
B5判・960頁・上製・定価25200円(〒640)
信頼あるNKの資料に基づき、船用プラントの損傷情報を機器別に整理し、損傷の原因・状態・頻度、修理方法や安全対策をまとめた。1300枚の図・写真を用いた貴重なデータベース!

▼ 21世紀に伝承すべき安全管理の集大成!

チトフ教授の NOR 馬力算定方法論

村瀬和彦

1. はじめに

船の科学1994年4月号(文献7)等に発表したように、私はここ10年ロシアのサンクトペテルブルグのチトフ教授の NOR (PS) 算定の方法に興味をもっている。今回ロシアの造船雑誌スタストロエニー No.6 1997, (P13-P17) の“設計の初期の段階における商船の機関の出力の算定の方法論”という論文の Copy をチトフ教授より97年の暮れに入手した。休日に三ヶ月程かけて訳し、いろいろ試行錯誤して、私の持っている日本の造船所で建造した船舶のデータにより30隻以上計算してみた。また前回(文献7)より一隻の計算に要する時間が3倍程(3時間位)かかり、またロシア語の文章も今までより難しかったので、手間取ってしまった。

2. 論文の要旨

最近の CFD というナビエ-ストークスの方程式を計算機で解くことによって新しく設計した船舶の出力を求める方法や、従来の水槽試験により出力を求める方法があるが、しかしこれらの方法は船体の設計が終わり船体線図が完成している必要がある。その前の段階で大体の船体の寸法等の要目値により機関の出力(具体的には満載状態での航海速度に対する NOR 出力等)を知りたい場合がある。何回も何隻かの出力値になれてくると大体勘で推定はできるが、たつき台とか計算根拠が欲しくなる。原著によるとこの方法は従来ハンドブックによる方法があった(文献1)。しかしハンドブックによるデータでは不十分である。また実験水槽による試験のデータの回帰分析による方法がフォルトロポムやメネホムにより提案されている(文献2)。オランダのバゲニインゲネは1946年~1982年間の模型船や実際の船舶の結果を扱っている。このチトフ論文では1985年から1994年の間にテストされた外国での建造船を選んだとある。これらの船のデータは“ネーバルアーキテクト”とか“シッフウントハーフェン”や若干の日本の造船雑誌に発表されたものである。また若干のロシアで建造された船舶のデータも含むとある(文献3)。しかしこの論文で提案された方法による計算の成果でもって実験用の水槽にお

けるテストの必要性を除外することはできないとある。

またこの計算は満載排水量 Δ ないし Light Weight を求める場合とも感じが似ていて(文献10)、またこの NOR 計算法においても満載排水量が必要である。このため Light Weight が不明な船の計算では計算で求めて行った。また原則として Conventional な形態の船舶であれば大きさ、速力、船種を問わない。

以下内容の説明に入る。まず、出力 Ne PS は

$$Ne = Rv / (75 \cdot \eta \cdot \eta_B) \text{ PS} \quad (1)$$

である。ここで R は船体の抵抗 (kg), η は推進係数, η_B は推進軸の機械効率, v は船の速力 (m/s) である。一般に満載時の航海速度に対するものであれば Ne は NOR であるが、Part Cargo 時でも計算できる。

まず R (kg) を求める必要があるが、これは

$$R = \frac{\rho v^2}{2} \cdot S \cdot C_t \text{ kg} \quad (2)$$

で求まる。 ρ は海水の比重で、比重を γ kg/m³ とすると、ニュートンの第2法則により $\gamma = \rho \cdot g$ (g は重力の加速度 9.80665 m/s²) という関係があり、海水の比重を 1.025 × 1,000 kg/m³ とすると $\rho = 104.5 \text{ kg} \cdot \text{s}^2 / \text{m}^4$ となる。 v は満載時の出力 NOR PS に対応する航海速度 V_s knot より求める。

$$v = V_s \times 1852 / 3600 \text{ m/s}$$

S は船体の浸水面積 m² である。以下のように4つの式が与えられている。方形係数を C_b 、満載排水量を Δ とすると、

$$S = L_{pp} \cdot d_1 \{1.36 + 1.13 \cdot C_b \cdot B / d_1\} \text{ m}^2$$

または、

$$S = L_{pp} \cdot d_1 \{2 + 1.37(C_b - 0.274)B / d_1\} \text{ m}^2$$

または、

$$S = k(L_{pp}/B+B/d_f) \cdot \Delta^{2/3} \text{ m}^2 \quad (3)$$

ここで $k = 0.94 - 0.03(L_{pp}/B+B/d_f)$
 $k = 0.67$ として

$$S = 0.67(L_{pp}/B+B/d_f) \cdot \Delta^{2/3} \text{ m}^2$$

以上4ケの式が与えられている。なお L_{pp} は垂線間長 m , B は船幅 m , d_f は満載喫水 m である。初めの C_b を使った2式はエスペームラギナとベエーエーヤメキの実験によるとある(文献1)。また $\Delta^{2/3}$ を使った後の2式はトッドの自走式の模型船の一連のテストの結果のデータの利用によって得られたとある。また $k = 0.67$ はおよそ2%を越えない誤差で得られるとある。

次に C_t は全抵抗係数で、

$$C_t = C_r(1+K) + C_w + C_c + C_{bt} + C_{bx}$$

で求まり、

C_r : 摩擦抵抗係数

K : 船体の形状によるファクター

C_w : 造波抵抗係数

C_c : 船体の外板の粗度抵抗係数

C_{bt} : 造渦抵抗係数

C_{bx} : 空気抵抗係数

C_r は以下のプラントルシュリヒティングの式により

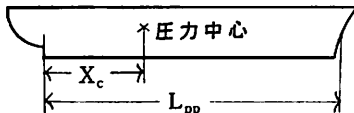
$$C_r = 0.455/(\log_{10} Re)^{2.58}$$

ここで Re はレイノルズ数で $Re = L_{pp} \cdot v/\nu$ (ν は海水の動粘度係数で15°Cで $\nu = 1.191 \times 10^{-6} \text{ (m}^2/\text{s)}$ である。)

K は $K = 1.8 \cdot r + 0.2$

$$\text{ここで } r = \frac{1}{\frac{L_{pp}}{B} \{ (1 - C_b) \cdot 1.2 + X_c \}}$$

X_c は船尾垂線と圧力中心との距離 m である。これについてはチトフ教授に問い合わせたがよくわからない。



船首がバルバスバウの場合

$$X_c = 0.17(C_b - 0.65) + 0.003 \text{ m}$$

バルバスバウでない場合

$$X_c = 0.17(C_b - 0.65) \text{ m}$$

で表される。これらの公式は若干の模型によるテストの

応用の為にロシアの中央科学研究所の水槽のテストによってアカデミー会員アーエヌクリロバによってハンドブックに発表されたとある(文献1)。 C_w , C_c , C_{bt} , C_{bx} は以下の式で表される。

$$C_w = \frac{15 \left(\frac{C_b}{0.8} \right)^6 \cdot \left(\frac{F_n}{0.25} \right)^{1/F_n}}{\left(\frac{L_{pp}}{B} \right) \left(\frac{B}{df} \right)^{1/3}} \cdot 10^{-3} \quad (4)$$

ここで F_n はフルード数で

$$F_n = \frac{v_s \times 1852}{3600}$$

$$C_c = (150/L_{pp} - 0.64) \cdot 10^{-3}$$

(この C_c の式は実験水槽で得られ国際会議で承認された(文献4)とある。)

$$C_{bt} = 0.1(150/L_{pp}) \cdot 10^{-3} \quad (\text{文献1})$$

$$C_{bx} = 0.2(150/L_{pp})^2 \cdot 10^{-3} \quad (\text{文献1})$$

これらにより抵抗係数 C_t が求まる。そして(2)式より全抵抗 R が求まる。この R は(1)式で求める Ne PS は無論プロペラ効率 η_p を求める為にも必要である。

次に(1)式より Ne を求める為、プロペラ効率 η_p を求めて、船体効率を求め、推進係数 η を求める必要がある。以下に説明する。

推進係数 η は以下の式で表される。

$$\eta = \left(\frac{1-t}{1-w_h} \right) \cdot \eta_p \quad (5)$$

$\frac{1-t}{1-w_h}$ は船体効率で、 t は推力減少係数、 w_h は伴流係数で以下の式で表される。

$$t = 0.25 \cdot r + 0.14$$

r は K を求めたとき得られる。

$$w_h = 0.45(w_m + t) + 0.02$$

ここで $w_m = 0.75r - 0.5(d/d_f) + 0.32$ である。(ササジマとオフの提案によるとある(文献4))。 d はプロペラの直径 (m) で実際の値を用いるのがいいが解らない場合は以下の公式で求める。 n をプロペラの毎分回転数 rpm とすると、タンカー、バルカーに対して、

$$d = 520/n + 1 \text{ m}$$

コンテナ船、冷凍船に対して、

$$d = 580/n + 1 \text{ m}$$

会社にある要目表でタンカー、バルカーに対して実際の値と計算値を調べたが比較的良好。ただし、 $d = (0.7 \sim 0.72) \cdot d_f$ という制限がある。

次にプロペラ効率 η_p であるが、これは

$$\eta_p = 0.8(k'n) - 0.11(k'n) - 0.02$$

ここで、 $(k'n) = \frac{v_s(1-w_h)}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{P}}$

$$\rho = 104.5 \text{ kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$$

P はスクローの推力であるがこれは全抵抗 R_t の値を用いると比較的低速のバルカー、タンカーの計算では妥当な η_p が求まったが、19ノット以上のコンテナ船では異常に低い値となり求められなかった。コンテナ船では v (m/s), n (rps) (プロペラ毎秒回転数), $P = R/(1-t)$ kg で求めると、妥当な η_p が求まる (計算例 4-2 で示す)。なお、この論文では ρ として kg/m^3 つまり $1.025 \text{ kg}/\text{m}^3$ の値を使うとあるが、これで計算すると妥当なプロペラ効率 η_p が求まらない場合があった。(コンテナ船は不可、タンカー、バルカーではよい結果がでる。このとき $P = R/(1-t)$ kg 及び n (rps) で計算する。つまりタンカー、バルカーではプロペラ効率 η_p を求める為二つの方法で行ったが、残念ながらチトフ教授よりこれに関しコメントを得ていない。なお二つの方法によるプロペラ効率 η_p の値は若干違う)。

また別に

$$\eta = 0.84 - \frac{n_{\min} \sqrt{L_{pp}}}{10,000} \quad (6)$$

でも求まる。これは(5)式より求めた値とは少し違う。これで η が求まり(1)式により Ne PS が求まる。

また以下の Ne kW の式もこの論文では与えられている。

$$Ne = 0.4 \cdot \frac{v^3 D^{2/3}}{DW^{1/4}} \cdot \left(\frac{n}{100}\right)^{1/4} \text{ kW} \quad (7)$$

ここで、 v は V_s ノット、 D は満載排水量 Δ より得られ 1,000 t 単位、 DW は重量トンより得られ 1,000 t 単位、 F_n はフルード数で n はプロペラ rpm。

無論、この式(6)と(1)より求めた出力は違う。筆者(村瀬)の経験では(1)で求めた値が比較的良好な値であっても(6)が合わない場合もあり、逆の場合もあり色々

ある。

また C_t の略算式があり、以下のとおり与えられている。

$$C_t = (4 - 0.007 L_{pp}) \cdot 10^{-3} \quad (8)$$

またこの論文ではアドミラルティ係数 C が二つ与えられている。(文献 8) の出力の公式

$$Ne = \frac{v_s^3 \Delta^{2/3}}{C} PS$$

ここで v_s ノット

計算もしてみたが、結果はあまりよくない。

$$C = \frac{16.4\eta}{\left(\frac{L}{B} + \frac{B}{d_f}\right) C_T} \quad (9)$$

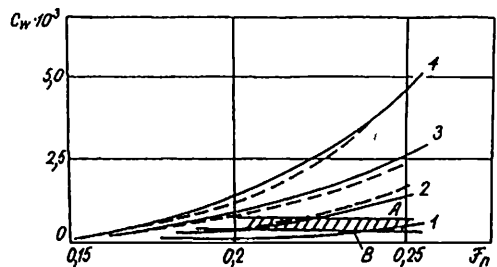
あるいは、

$$C = \frac{11}{(4 - 0.007 L_{pp}) \left(\frac{L_{pp}}{B} + \frac{B}{d_f}\right) \cdot 10^{-3}}$$

で C を求める。

3. 表 1 と図 1, 図 2, 図 3, 図 4

この論文には 6 例の計算例 (表 1) と 4 つの図が示されているので示す。



▲図 1 造波抵抗係数 C_w と方形係数 C_b 及びフルード数 F_n のグラフ (トッドの一連のシリーズの模型船のテストによる)

$L/B = 6.0$ $B/d_f = 3.5$ $F_n < 0.25$

1 : $C_b = 0.60$

2 : $C_b = 0.70$

3 : $C_b = 0.75$

4 : $C_b = 0.80$

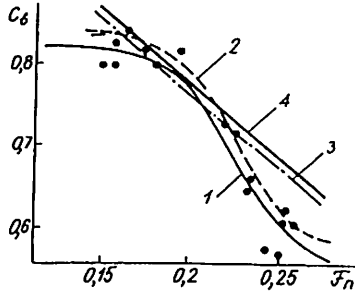
—— 水槽試験

----- 公式(4)による計算

▼表1 各方法による機関出力の計算 (実際の出力との比較)

特性及び係数	船種と船名						
	タンカー 《テカドラー》	タンカー 《アフラマックス》	バルカー 《ラクナス》	コンテナ船 《フォジニイク サリアン》	コンテナ船 《ボン エクスプレス》	コンテナ船 《プレジデント トルーマン》	
図4の船の番号	3	4	7	11	12	13	
建造年	1991	1987	1988	1988	1990	1988	
排水量 (Δ)	8.90	98.0	54.0	22.5	48.0	66.0	
載貨重量 (DW)	6.70	81.2	45.09	14.72	27.30	41.20	
垂線間長 (L _{pp})	103.00	232.00	175.00	157.00	193.20	260.80	
幅 (B)	17.00	42.00	31.00	25.40	32.20	39.40	
喫水 (d _f)	7.05	12.20	11.92	9.24	12.50	11.00	
航海速度 / ノット	14.5	14.4	14.0	19.3	21.5	24.2	
プロペラの直径	4.70	7.40	7.00	6.00	7.75	8.25	
機関出力							
実 際	3,000	8,300	6,700	10,200	19,500	31,200	
計 算	3,124	8,030	6,660	9,642	18,170	31,510	
公式 (1)	3,380	9,100	6,600	10,500	19,500	32,000	

この計算は船舶計算局のチャート、アールコノシユンコによる。



▲図2 方形係数 C_b とフルード数 F_n のグラフ

- 1 : 1985年以後の建造船
- 2 : 1977年の建造船 (ワトソン及びシルフィランエーダブルのデータ)
- 3 : 1980年建造船 (ペーエムシトムプファによる)
- 4 : 1970年の建造船 (エーペープロニコバのデータ)

4. 筆者 (村瀬) による計算例

日本の造船所で建造された (大部分1990年代建造) 約30隻以上の新造船について満載時の航海速度に対する NOR PS を計算した。以下に 4-1 冷凍船と 4-2 大型コンテナ船 2 例について示す。

計算例 4-1 冷凍船 M 丸

基本要目

Delivery: 93.11.26 LOA: 106.86 m L_{pp} : 97.40 m
 Bm: 15.70 m Dm: 9.45/6.70 m d_r : 6.371 m
 Δ : 6,506.119 t G/T: 2,361 T DWT: 4,211 t
 M/E Makita B & W 6L35MC Type (Diesel) Engine

× 1 Set

MCR: 4,000 PS (191 rpm) NOR: 3,600 PS (185 rpm)

Propeller: 4 Blades × 1 Shaft

V_{max} : 16.136 kn V_s : 14.5 kn

論文の要旨で述べた通り $\rho = 104.5 \text{ kg} \cdot \text{s}^2 / \text{m}^4$

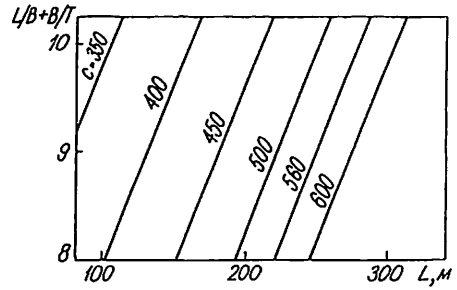
$$v = 14.5 \times \frac{1852}{3600} = 7.459 \text{ m/s}$$

浸水面積 $S \text{ m}^2$ は

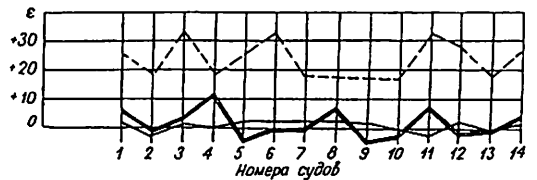
$$S = 97.4 \times 6.371 (1.36 + 1.13 \times 0.6515 \times 15.70 / 6.371) = 1,969 \text{ m}^2$$

ここで 0.6515 は $C_b = \frac{6,506.119}{1,025 \times 97.40 \times 15.70 \times 6,371}$ である。

または



▲図3 L , ($L_{pp}/B+B/d_r$) によるアドミラルティ係数 C の算定の為のグラフ



▲図4 出力の変動率 (%)

- 本方法論
 - 公式(6)
 - ホルトロバ及びメネフの方法
- 表に示された実際の出力を基とする

$$S = 97.4 \times 6.371 \{2 + 1.37(0.6515 - 0.274) \cdot 15.70 / 6.371\} = 2,031 \text{ m}^2$$

または(3)式を使って、

$$S = k(97.40 / 15.70 + 15.70 / 6.371) \cdot (6,506 \cdot 119)^{2/3}$$

$$k = 0.94 - 0.03(97.40 / 15.70 + 15.70 / 6.371) = 0.6799$$

この S は 2,053 m^2 となる。後で述べる理由によりこの値を使う。

つぎに C_t を求める。 C_t は繰り返すと

$$C_t = C_t(1+K) + C_w + C_c + C_{bt} + C_{bx}$$

$$Re = \frac{97.4 \times 7.459}{1.191 \times 10^{-6}} = 6.095 \times 10^8$$

$$\text{故に, } C_t = \frac{0.455}{(\log_{10} 6.095 \times 10^8)^{2.58}} = 1.672 \times 10^{-3}$$

$$K = 1.8 \times 0.3766^4 + 0.2 = 0.2362$$

なぜなら

$$r = \frac{1}{\frac{97.4}{15.70} \{ (1 - 0.6515) \cdot 1.2 + 3.0 \times 3.255 \times 10^{-3} \}}$$

ここで X_c は船首がバルバスバウであるから

$$X_c = 0.17(0.6515 - 0.65) + 0.003 = 3.255 \times 10^{-3} \text{ m}$$

故に, $C_t(1+K) = 1.672 \times 10(1+0.2362) = 2.066 \times 10^{-3}$
次に C_w, C_c, C_{bt}, C_{bx} を求める。

$$C_w = \frac{15 \left(\frac{0.6515}{0.8} \right)^6 \left(\frac{0.2413}{0.25} \right)^{1/0.2413}}{\frac{97.4}{15.7} \cdot \left(\frac{15.7}{6,371} \right)^{1/3}} \cdot 10^{-3}$$

$$= 0.4511 \times 10^{-3}$$

ここで $F_n = \frac{14.5 \times \frac{1852}{3600}}{\sqrt{9.80665 \times 97.4}} = 0.2413$

$$C_c = (150/97.4 - 0.64) \cdot 10^{-3} = 0.9000 \times 10^{-3}$$

$$C_{bt} = 0.1(150/97.4) \cdot 10^{-3} = 0.1540 \times 10^{-3}$$

$$C_{bx} = 0.2(150/97.4)^2 \cdot 10^{-3} = 0.4742 \times 10^{-3}$$

故に

$$C_t = (2.066 + 0.4511 + 0.9000 + 0.1540 + 0.4742) \cdot 10^{-3}$$

$$= 4.0453 \times 10^{-3}$$

故に,

$$R = \frac{104.5 \times 7.459^2}{2} \times 2,053 \times 4.0453 \times 10^{-3}$$

$$= 24,140 \text{ kg} = 24.14 \text{ t}$$

次にプロペラ効率 η_p をもとめ推進係数 η を求める。

$$\eta = \left(\frac{1-t}{1-w_h} \right) \cdot \eta_p$$

$$t = 0.25r + 0.14 = 0.25 \times 0.3766 + 0.14 = 0.2341$$

$$w_m = 0.75 \cdot r - 0.5(d/d_f) + 0.32$$

d は解らないので計算式で求める。

$$d = 580/185 + 1 = 4.135 \text{ m}$$

ただし, $d = (0.7 - 0.72)d_f = 0.72 \times 6.371 = 4.857 \text{ m}$ の制限があるが問題ない。 $d = 4.135 \text{ m}$ とする。

$$w_m = 0.75 \times 0.3766 - 0.5(4.135/6.371) + 0.32$$

$$= 0.2779$$

故に, $w_h = 0.45(0.2779 + 0.2341) + 0.02 = 0.2504$

次に η_p を求める。

$$\text{まず, } k'n = \frac{14.5(1-0.2504)}{\sqrt{185}} \sqrt[4]{\frac{104.5}{24.140}} = 1.151$$

ここで P の値として $R = 24.140 \text{ t}$ を代入した。

故に, $\eta_p = 0.8 \times 1.151^{3/4} - 0.11 \times 1.151^4 - 0.02 = 0.6758$

故に, 推進係数 η は

$$\eta = \frac{1-0.2341}{1-0.2504} \times 0.6758 = 0.6823$$

η は(6)式を使って次のようにしても求められる。

$$\eta = 0.84 - \frac{185\sqrt{97.4}}{10000} = 0.6574$$

推進係数 η の値として $\eta = 0.6823$ を使うことにする。故に,

$$Ne = \frac{24,140 \times 7.459}{75 \times 0.6823 \times 0.98} = 3,590 \text{ PS}$$

実際の NOR は 3,600 PS である。このようによく合う場合と計算例 4-2 に示すように芳しくない場合がある。(7)式により NOR PS を求めると,

$$Ne = 0.4 \frac{14.5^3 \times 6.506119^{2/3}}{4.211^{1/4} \left(\frac{0.2413}{0.20} \right)^{1/2}} \cdot (185/100)^{1/4}$$

$$= 3,150 \text{ kW} = 4,285 \text{ PS}$$

となる。

計算例 4-2 4,706 TEU コンテナ船 L 号 基本要目

Delivery: 95.04.14 LOA: 299.84 m L_{pp} : 283.00 m
Bm: 37.20 m Dm: 21.8 m d_f : 13.00 m
 Δ : 86,200 t G/T: 58,531 T DWT: 61,470 t
M/E Mitsui-MAN B & W 10K90MC Type (Diesel)
Engine × 1 Set
MCR: 59,600 PS (94.0 rpm) NOR: 50,660 PS (89.0 rpm)
Propeller: 6 Blades × 1 Shaft
 V_{max} : 27.06 kn V_s : 23.5 kn

$$v = \frac{23.5 \times 1852}{3600} = 12.089 \text{ m/s}$$

$$S = k(L/B + B/d_f) \cdot \Delta^{2/3} = 12,783 \text{ m}^2$$

ここで, $k = 0.94 - 0.03(L/B + B/d_f) = 0.6259$

$$C_t = C_t(1+K) + C_w + C_c + C_{bt} + C_{bx}$$

$$= (1.675 + 0.1959 + 0.1099 + 0.05300 + 0.5618)$$

$$\cdot 10^3$$

ここで, $r = 0.2898$ $K = 0.2126$

$$C_t(1+K) = 1.382(1+0.2126) \cdot 10^3$$

C_c の値は -0.1099×10^{-3} となるが $+0.1099 \times 10^{-3}$ と絶対値をとるとした。

$$\text{故に, } R = \frac{\rho v^2}{2} \cdot S \cdot C_c = 203.9 \text{ t}$$

次に、推進係数 η を求める。プロペラ効率 η_p の求め方が計算例 4-1 と違う。

$$t = 0.2124$$

$$w_m = 0.75r - 0.5(d/d_f) + 0.32$$

$$r = 0.2898 \text{ また } d \text{ は計算式を使って求める。}$$

$$d = 7.516 \text{ m (制限値は } 9.36 \text{ m)}$$

$$\text{故に, } w_m = 0.2483 \text{ そして } w_h = 0.2273$$

$$k'n = \frac{v(1-0.2273)}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{104.5}{P}}$$

$$\text{ここで, } v = 23.5 \times (1,852/3,600) = 12.089 \text{ m/s}$$

$$n = 89.0/60 \text{ rps } P = R/(1-t) = 258.887 \text{ kg}$$

$$\rho = 104.5 \text{ kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$$

$$\text{故に, } \eta_p = 0.8 \times 1.087^{3/4} - 0.11 \times 1.087^4 - 0.02 = 0.6781$$

$$\text{故に, } \eta = \left(\frac{1-0.2124}{1-0.2273} \right) \cdot 0.6781 = 0.6911$$

$$\text{(または, } \eta = 0.84 - \frac{89.0\sqrt{283}}{10000} = 0.6902)$$

$$\eta = 0.6911 \text{ を使うことにする。}$$

$$\text{故に, } Ne = \frac{203,900 \times 12,089}{75 \times 0.6911 \times 0.98} = 48,526 \text{ PS}$$

実際の値 NOR は 50,660 PS である。

式(6)により NOR PS を求めると、

$N_e = 32,829 \text{ kW} = 44,647 \text{ PS}$ である。私の経験では高速のコンテナ船では余り実値と合わない。

5. 日本の造船所で建造された新造船のデータによる計算—表 2

計算した結果より 5 例を選んで表 2 にまとめた。なおコンテナ船以外はプロペラ効率 η_p は計算例 4-1 の方法をとった。

6. 浸水面積について

商船大生のとき推進論で浸水面積について学んだ。しかし具体的には計算式は解らなかつた。理論船舶工学(下巻)(文献 9)を見ても解らず、会社で上司の F さんより 8 万トンタンカーの Performance つまり減速時の燃料消費量を予測する方法を調べよと言われても、まず BHP を求めようとしても浸水面積も船体効率も解らず他の方法をとらなければならなかつた。今回この論文で浸水面積の計算式 4 つを知ることができチトフ教授に

感謝する次第である。

しかし、これらの計算式が本当に正しいかは疑問があるが、75 年建造の 8 万トンタンカー “H” 号の実測値を造船所より手に入れていたので少しデータが古いが検証することにした。

Oil Tanker “H” 号

基本要目

Delivery: 75.09.26 LOA: 241.5 m L_{pp} : 230 m

Bm: 40.00 m Dm: 18.80 m d_f : 14.154 m

Δ : 105,770 t G/T: 44,989.53 T

M/E Sumitomo Sulzer 7RND90 × 1 Set

MCR: 20,300 PS NOR: 18,270 PS

V_m : 16.4 knot V_s : 15.4 knot

($d=6.2$ m)

満載時の浸水面積の値は $S = 13,335 \text{ m}^2$ である。計算値は、

$$S = L_{pp} \cdot d_f (1.36 + 1.13 C_b \cdot B/d_f) = 12,663 \text{ m}^2$$

または、

$$S = L_{pp} \cdot d_f \{2 + 1.37(C_b - 0.274) \cdot B/d_f\} = 13,044 \text{ m}^2$$

または、

$$S = k \cdot (L_{pp}/B + B/d_f) \cdot \Delta^{2/3}$$

ここで、 $k = 0.94 - 0.03(L_{pp}/B + B/d_f) = 0.6827$

故に、 Δ を使った S は

$$S = 13,091 \text{ m}^2$$

この最後の浸水面積の式の結果が実値に近いので計算にはこの式を使った。

なお、“H” 号の Ne の計算では 14,612 PS となり NOR 18,270 PS と比べ 20% 程小さい。90 年代船は 70 年代船に比べ省エネ船型となっているのではないか。

7. あとがき

1. でも述べたが、この方法はナビエ・ストークスの方程式を解く CFD とは違い、従来の Conventional な方法に似ているが、浸水面積 $S \text{ m}^2$ 、摩擦抵抗係数 C_f 等の諸抵抗係数や推進係数を求める為、具体的に船体の主要目、 L_{pp} 、 B 、 d_f や V_s 、 n rpm やこれらから計算される C_b とか F_n とか Re で計算できる。この論文はロシアやロシア以外の比較的新しい過去の文献をまとめてロシアで計算されたものを扱っているが、基本的には船の大きさに関係なくスピードも 12 ノット位から 24 ノット位の船に適用できる。模型船の水槽試験や現物の船のデータを

▼表 2 Calculation of Ne

	Refer "MEITAI MARU"	Oil Tanker "SHINSUIMARU No.6"	Product Tanker "TORM GOTLAND"	VLCC (SH) "SEA PRINCE"	Container Vessel "LA LOIRE"
Delivery	1993.11.26	1992.10.27	1995.08.10	1990.05.31	1995.04.14
L_{OA} (m)	106.86	105.01	182.84	326.189	299.84
L_{PP} (m)	97.40	98.5	172.00	313.00	283.00
Bm (m)	15.70	15.20	32.20	56.60	37.20
Dm (m)	9.45/6.70	7.55	19.10	28.600	21.80
d_r (m)	6.371	6.433	12.817	20.477	13.00
Δ (t)	6,506.119	6,968.67	57,235	308,791	86,200
M/E	MAKITA B & W 6L35MC × 1 set	HANSHIN 6LF50A × 1 set	MAN-B & W 6S50MC × 1 set	HITACHI B & W 6S80MC × 1 set	mitsui MAN-B & W 10K90MC × 1 set
MCR × rpm	4,000 PS × 191 r/m	4,500 PS × 240 r/m	11,640 PS × 127 r/m	23,090 PS × 73 r/m	59,600 PS × 94 r/m
NOR × rpm	3,600 PS × 185 r/m	3,663 PS × 201 r/m	10,480 PS × 123 r/m	20,780 PS × 70.5 r/m	50,660 PS × 89 r/m
Propeller	4 Blades × 1 Shaft	4 Blades × 1 Shaft	4 Blades × 1 Shaft	4 Blades × 1 Shaft	6 Blades × 1 Shaft
V_{max} (kn)	16.136	14.885	16.234	15.262	27.06
V_s (kn)	14.5	14.0	14.5	14.0	23.5
DWT (t)	4,211	4,999.00	47,629	275,782	61,470
Calc. Ω (m ²)	2,053	2,152	8,214	26,183	12,783
C_r (1+k) (m)	2.066×10^{-3}	2.084×10^{-3}	2.141×10^{-3}	2.067×10^{-3}	1.675×10^{-3}
X_c	3.255×10^{-3}	12.48×10^{-3}	0.02622	0.03366	-3.052×10^{-3}
C_w	0.4511×10^{-3}	0.5907×10^{-3}	0.3211×10^{-3}	0.01564×10^{-3}	0.1959×10^{-3}
C_{III}	0.9000×10^{-3}	0.8828×10^{-3}	0.2320×10^{-3}	0.1608×10^{-3}	0.1099×10^{-3}
C_{BY}	0.1540×10^{-3}	0.1522×10^{-3}	0.08720×10^{-3}	0.0479×10^{-3}	0.06300×10^{-3}
C_{BX}	0.4742×10^{-3}	0.4638×10^{-3}	0.1521×10^{-3}	0.04593×10^{-3}	0.05618×10^{-3}
C_T	4.0453×10^{-3}	4.173×10^{-3}	2.933×10^{-3}	2.337×10^{-3}	2.089×10^{-3}
R (t)	24.14	24,609	70.03	165,832	203.9
η_p	0.6758	0.6729	0.6426	0.6277	0.6781
η	0.6823	0.7108	0.7548	0.7612	0.6911
Ne (1) (PS)	3,590	3,392	9,415	21,346	48,526
Calc. dm (m)	4.135	3.587	5.227	7.375	7.516
Ne (6) (PS)	4,285	4,026	10,357	19,025	44,647
F_r	0.2413	0.2317	0.1816	0.1299	0.2294
C_b	0.6515	0.7058	0.7866	0.8304	0.6144

使って公式を作っている為であろう。また、筆者（村瀬）の計算の経験で感じるのは、私の持っているデータの中には本当にこの NOR で V_s が得られるか少し疑問に感ずる場合もあった。（この論文による計算結果が必ずしも間違っているとは思えなかった。）文献 7 の場合 70 年代船にも適用できたが、今回の論文では 70 年代船には適用できない。また表 2 の私（村瀬）の計算例ではタンカー、バルカーではプロペラ効率 η_p を求める際原著とは違う方法をとったが比較的良好なのでこれを示した。またこの NOR を求める方法では (1) 正しい全抵抗 R と (2) 正しい推進係数を求めることが必要である。この為、浸水面積 S やプロペラの直径 d が妥当な値であることが必要だと思う。

————— [参 考 文 献] —————

1. 船舶の理論ハンドブック ヤーイーボイトクスニコゴ編集 スダストロエニー 1985年 T.I.
2. 近似的出力予測法 ホルトロブ及びメネン著 イ
- ンターナショナル シップビルディング プロGRESS, 1982年 7月号
3. RD31.03.01-90, 商船隊の船舶にたいする省エネ技術 テキインフォルレクラマ, 1992年
4. 第11回国際曳航水槽会議, 東京 1966年
5. 未来を先取りするハパクロイドのコンテナ船 “ボンエクスプレス” ネーバルアーキテクト 1989年 6月号
6. 現代のコンテナ船の研究比較論 ポーエル教授著 ハンザ 1989年10月号 19/20
7. 船の科学 1994年 4月号 “BHP を推定するチトフ法の紹介とその一部修正” 村瀬和彦
8. 船の科学 1994年 6月号 “コンテナ船の主要目概算法” —チトフの式と計算例— 村瀬和彦
9. 理論船舶工学 下巻 大串著 海文堂
10. 船の科学 1998年12月号 “Light Weight と船価の概略推定” 村瀬和彦

船 型 設 計

元・株式会社 日本海洋科学 技術顧問・工学博士

森 正 彦 著

B5判 / 本文 341頁 / 定価 13,250円 (送料 380円)

著者は30年に及ぶ造船所の基本設計のベテランで、元・(株)日本海洋科学で技術顧問として、船に関する各種技術のアドバイザーを務めておられた。

本著は船の基本設計に当たって、重要な要素である速力・機関出力・排水量等の要目を決定するために必要な知識を細大漏らさず記述してある。

日本の造船技術はここ数十年来急速な進歩を遂げたが、中でも船体抵抗・推進については、各研究者・設計者の協力のともに、理論・実験・実証の各面から長足の進歩を遂げた。

著者はこれらの理論研究をなるべく分かり易く、しかも実際に設計に応用する立場から、これを広く紹介しながら設計の理論的根拠を示している。

内容は絶賛の中に本誌に43回にわたって連載された「船型設計ノート」を単行本として補正取りまとめたものであり、船体線図の設計法から馬力・速力計算法・舵の設計・シミュレータ・省エネのための各種開発等々、最近に至る船型設計のノウハウを詳細に網羅している。

造船技術者としては必読の書として、推薦する次第である。

発行所： 株式会社 船舶技術協会 Tel. Fax. (03) 3552-8798

〒104-0033 東京都中央区新川1-23-17 マリンビル 振替 00130 2 70438

● 海洋随筆

「海難と戦没」 落ち穂拾い(4)

- 青函連絡船洞爺丸の沈没
- アンドレア・ドーリア号の沈没
- ハンス・ヒルトフト号の遭難
- エクソン・バルディーズ号の座礁

大内建二*

11. 青函連絡船洞爺丸の沈没 ●

本州と北海道を結ぶ青函トンネルの構想は、終戦直後の1946年に、国鉄内に「青函トンネル調査委員会」が発足することで具体化した。

しかしその後の作業は細々と続けられている状態で、国家的な大事業としてのプロジェクトまでには発展するものでなかった。だが、洞爺丸の沈没事故を契機に工事計画は急展開していった。

事故直後、世の中は「台風が近づいているのに何故船を出した」という遺族や国民からの国鉄を非難する声であふれ、世論は一斉に国鉄当局の責任を問うた。これに対する国鉄当局の回答や対応の不備に対して、更に激しく世論は沸騰した。

「北海道と本州が鉄道でつながっていたら、この様な大惨事は防げていたであろうに」という声は次第に大きくなり、青函トンネル事業はにわかに拍車がかげられた。以来34年、ついに夢のトンネルは開通した。

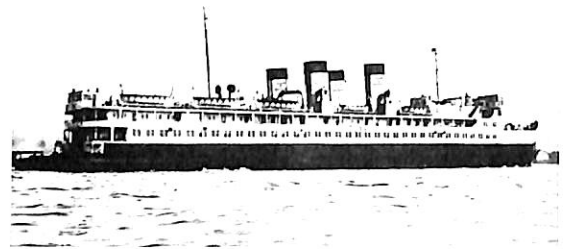
1988年3月31日、青函トンネルを一番列車が通過した。

この日の夕方、最後の青函連絡船が青森と函館の棧橋を離れ、北海道の発展と共にあった80年にわたる青函連絡船の歴史に幕が下ろされた。

洞爺丸沈没の犠牲者は1,155名。この数は一船当たりの犠牲者数としてはタイタニック号の遭難に次ぐ今世紀2番目の海難事故であった。

洞爺丸が「他の連絡船が運行を中止したのに何故出港したのか」という疑問と世の非難は、当時の国鉄当局の制度、不文律の習慣などにまで向けられ、中には「洞爺丸出港強要説」などの憶測まで出たほどであった。

確かに、青函航路は北海道と本州を繋ぐ海の鉄道の要素が強く、連絡船は全て列車に接続しており、国鉄とし



▲図11-1 洞爺丸

ては列車と同様に1分1秒を争って航行しなければならないという、宿命的な義務感を持っていたはずである。

従って、時には多少の天候の不良は軽視されたり、あるいは慎重さを欠いた運行が絶対になかったとは言いがたい面はあったと思われる。

従って、「そのような背景は洞爺丸の沈没につながってはいない」と言い切れない側面は残っている。

1961年4月20日、6年と2ヶ月にわたる海難審判の結果に下された判決は、「洞爺丸の海難は、船長の、同船の運行に関わる職務上の過失によって発生した」というものであった。

洞爺丸の遭難に関しては既に多くの書籍や関係記事が出ているので、ここではこの事件について、沈没にいたるまでの経緯を簡潔書的にまとめるだけにとどめる。

1) 洞爺丸とは？

1945年7月の米機動部隊の空襲によって、ほぼ壊滅状態になった青函連絡船の再建のために、その第一船として1947年11月に完成した旅客連絡船（荷物車・貨車・郵便車も積載）である。

総トン数3,898トン、主機はタービン、速力17.5ノット、旅客定員1, 2, 3等合計932名、他に3隻の姉妹船がある。(図11-1)

戦後の物資不足の時代にしてはかなり良く出来た船であった。

* 船舶・海事研究家
元小野田セメント(株)勤務

但しこの船は、一般の商船でいえば6,000トン級に相当し、その外形上風圧面積は同級の商船の3倍もあり、秒速50メートルの横風を受ければ安定性を欠きやすく、また船尾が車両搭載のために開放された構造のために、高い追波や、船体が40度以上傾けば海水が侵入しやすく、しかも車両甲板の下の3等客室や機関室に侵入しやすい構造であった。

2) どのような台風であったか?

もともとは台風15号と言われていたが、後に通称「洞爺丸台風」と呼ばれるようになった。

1954年9月23日、熱帯性低気圧から台風が発達、26日午後1時には早くも九州南端に上陸した。この時の勢力は中心気圧968ミリバール、最大風速40メートル、時速110キロメートルという大型の韋駄天台風であった。

26日午前8時には早くも島根県から日本海に抜けてしまった。ところが現在と違って、当時は台風観測用のレーダーや気象衛星などはなく、台風が日本海に抜けてしまうと情報は全くなくなってしまふ。

中央気象台は以後の予報を出すのに苦慮する事になり、この日、台風が日本海に抜けてからは情報の空白が続いた。

この情報不足が洞爺丸の出港を狂わせた引き金の一つにもなった。

3) どうして沈没したか?

(1) 洞爺丸は当日26日、午後6時30分定刻に青森を出港し、津軽海峡では台風の余波による時化で多少難航したが、定刻に5分遅れの11時50分に函館に着いた。

このあと、折り返しの上り便として午後2時40分に函館出港の予定であった。

(2) 正午のNHKの台風情報では、「台風15号は、今夕東北地方北部から北海道に達する見込み」と報じていた。

(3) 洞爺丸の近藤船長は「今までの経験では、台風は北海道に近づくにつれて勢力も衰えて来るし、北西の風20~30メートルであれば冬の季節風の事を考えれば珍しい事ではない。

定刻の午後2時40分に出港すれば何とか陸奥湾に逃げ込めるであろう。但し、出港時間が遅れば危険になるであろう」と考えていた。

(4) 定刻の午後2時40分に出港予定であったが、午後1時20分に函館を出港した第11青函丸(3,143トン)が、出港直後に津軽海峡に出たところで激しい風波に会い、その後の航行を断念し、函館港に引き返して午後2時40分に着岸した。

同船はその後の運行を中止したために、乗船してい

た乗客176名(アメリカに即時帰還する米軍将兵とその家族及び日本人客)を洞爺丸に移乗させることにした。

(5) 移乗後、近藤船長は出港を決意したが、船体と棧橋を連結する可動橋が停電のために動かなくなり出港出来なくなった。

停電はまもなく回復したが、出港のタイミングを逸し、船長は台風の中心が通過するであろう2~3時間後に出港することとして、午後3時10分「出港見合わせ」を指示、乗客は乗船しまま待機する事になった。

(6) 午後5時15分頃急に雨が上がり、空が明るくなると共に青空も見え始めた。しかも風も急に凪いで来たために船長はこれを「台風の目」と思い、1時間もすれば出港可能と判断した。

(7) 船長は午後6時30分に出港を指令し、9分遅れの午後6時39分に洞爺丸は出港した。しかしこの頃から風雨が再び厳しくなり、港口を出て約1浬の地点で風速は秒速40メートルを示した。

船長は海峡に出ることを危険と判断し、その地点で両舷錨を投下して仮泊する事にした。

あとでわかったことだが、この時台風は正に津軽海峡の西方を北上していた。

(8) 洞爺丸は強い風浪で走錨を始め、少しずつ風下の海岸方向へ流され始めた。

既に舵は利かず波に翻弄されていた。また船体後部の開口部からは波が次々に侵入し、たちまち下部の3等船室や機関室に海水が侵入し始めた。

(9) 午後8時10分発電機停止、同8時30分ボイラー、タービンが海水に漬かり出した。

波はブリッジを覆うほどになり、この時船上の風速計は、瞬間最大風速58メートルを記録した。

(10) 午後10時、船長は乗客に救命胴衣の着用を指令する。同10時12分機関停止、洞爺丸は風浪のなすがまになり、次第に七重浜海岸方面へ近づいていった。波浪による船体の傾斜は30度を超えていた。

(11) 午後10時39分、洞爺丸はSOSを発信「函館港外青灯より267度、1,500メートルの地点に座礁せり」。

(12) 午後10時44分、函館棧橋から問い合わせをするが、洞爺丸からは応答なし。

午後10時43分、洞爺丸は右舷に急に大きく傾き、そのまま横倒しとなり船底を波間に少し残して没した。七重浜から700メートルの沖合であった。(図11-2) 何故浅瀬に乗り上げたのに転覆・沈没してしまったのだろうか?

その後の調査で次のことがわかった。

「激しい波浪のために、砂浜の海岸沖700メートルから1,000メートルの地点に、岸に平行に部分的に砂の移動による帯状の浅瀬が出来、洞爺丸はこれに平行に乗り上げた後に波浪によって横方向に移動、急傾斜に達したところで横転、転げ落ちた」(図11-3)

この時に遭難した船は洞爺丸だけではなく、同じ頃に函館港外に非難していた4隻の連絡船が275名の乗組員と共に海底に沈んだ。

4) その後

事件が起きた翌月の10月29日に、当時開催されていた「造船技術審議会・船舶安全部会」の中に急速「連絡船臨時分科会」を設け、連絡船の船体構造、設備、復原性などについて再検討を開始した。

更に1955年6月10日、運輸省は「臨時日本国有鉄道連絡船改善対策審議会」を設け、鉄道連絡船の構造、設備、管理機構、船員の教育、航路と航法、天候異常時の警戒体制、救助体制など広範囲にわたる審議が開始された。

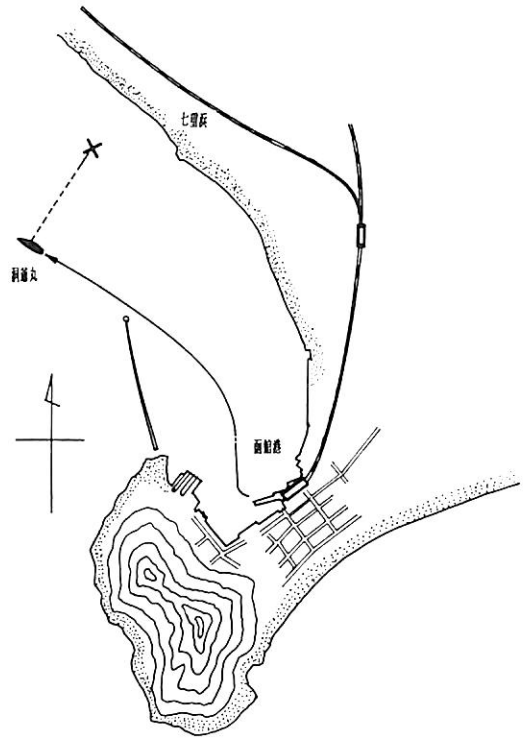
一方国鉄当局も、残された連絡船の改造及び新造船を建造するにあたっての、徹底した構造と性能の洗い直しを目的として、1954年11月12日「日本国有鉄道連絡船設計委員会」を発足させた。

このときの答申を受けて、生き残った連絡船の改良工事が早速開始された。

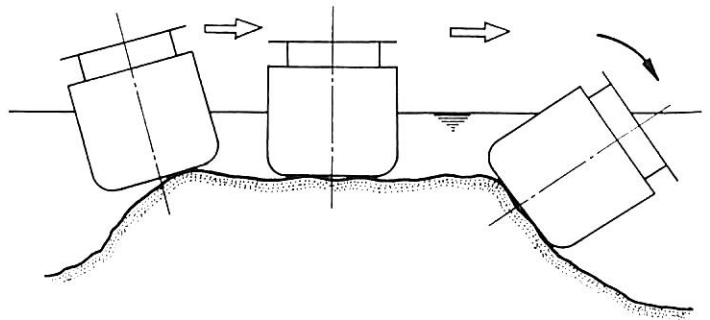
最大の改良点は、船尾の開口部に防水扉を新設する事であった。また洞爺丸の代船として急速「十和田丸」(6,148トン)を建造する事にし、1957年9月に竣工した。

(図11-4)

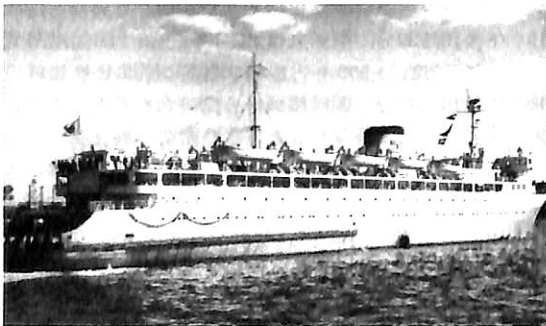
その後、新しい鉄道連絡船の基本計画にもとづき新型の青函連絡船が設計され、その第一船「津軽丸(二世)」(総トン数9,278トン)が1964年に竣工し、以後20年間にわたりスピードアップされた新しい青函連絡船の時代が展開された。(図11-5)



▲図11-2 洞爺丸遭難地点



▲図11-3 洞爺丸転覆の過程



▲図11-4 十和田丸



▲図11-5 津軽丸(二世)

一方、青函トンネルの工事は幾多の難工事を克服しながら進められ、ついに1988年完成を見た。

調査開始以来実に42年の歳月が過ぎていた。

そして1988年3月31日、青函トンネルを通過する初めての列車と共に、青函連絡船の歴史に幕が降りた。

日本最悪の海難事故は、立派な遺産を後世に残したのであった。

【参 考 文 献】

- ・洞爺丸転覆の謎 田中正忤 成山堂書店
- ・きょうなら青函連絡船 北海道新聞社編
- ・日本の鉄道連絡船 古川達郎 海文堂出版
- ・日本の客船（世界の艦船別冊）海人社
- ・洞爺丸はなぜ沈んだか 文芸春秋社
- ・時刻表（昭和29年版）日本交通公社編

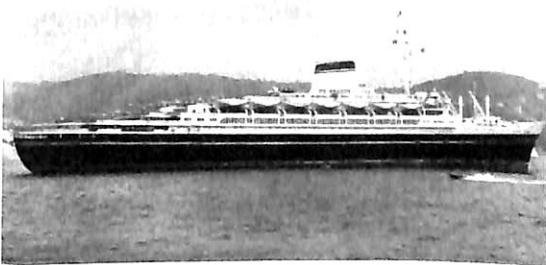
12. アンドレア・ドーリア号の沈没 ●

第2次世界大戦後の1950年代半ば、北大西洋航路の黄金時代はその頂点を迎えていた。この頃には同航路に就役する客船は大小50隻以上にも上っていた。

その中でも際立っていたのが、イタリアの新鋭客船「アンドレア・ドーリア」号と「クリストフォロ・コロombo」号の姉妹船であった。

この姉妹船は、第2次世界大戦後に建造された世界中の全ての客船の中でも、最も美しい客船としての評判が高かった。

姉のアンドレア・ドーリア号は1952年12月に竣工し、イタリアンラインの地中海～ニューヨーク航路のフラッ



▲図12-1 アンドレア・ドーリア号

グシップであると共に、戦後イタリア海運界復興のシンボルでもあった。

総トン数29,082トン、最高速度25.3ノット。

大きな1本の煙突を頂点として、美しくバランスのとれた外形は、白と黒の配色に装われて一層優美なものとなった。（図12-1）

最新設計による不沈構造の船内は、現代的な装飾が施され、合計31の公室の家具類は比較的シンプルなデザインのもので統一されていた。

更にこの船の最大の特徴は、三つのクラス全てにアウトドアのプールを備えていた事であり、これは客船史上初めての事であった。

1956年7月17日、ドーリア号は第51回目のニューヨーク行きの航海に向けてジェノア港を出港した。

乗船者はカマライ船長以下576名の乗組員と、1等船客190名、キャビンクラス船客267名、ツーリストクラス船客677名の乗客、合計1,710名であった。

7月25日正午過ぎ、ドーリア号はニューヨーク到着を翌日にひかえて、23ノットのスピードでナンタケット灯台の西25哩の地点を西に向かって航行していた。

その頃からこの付近の海域には特有の濃い霧がたち始め、視界が狭まり、ついには半哩程度にまでなってしまう。ドーリア号は速力を21ノットまで落とし航行を続け、そのまま夜に入った。

午後10時20分、カマライ船長はニューヨーク港に直進するために、アンブローズ灯台を目標に進路をやや左に向けた。

当時、ドーリア号のブリッジには海上生活37年のベテラン、カマライ船長と2等及び3等航海士の3名の士官が当直に当たっていた。

10時45分2等航海士がレーダースクリーン上に、約17哩先の地点を自船に反航して来る他船の輝点を確認した。彼は輝点の動きをしばらく眺めた上で船長に報告した。

カマライ船長は輝点の動きから判断すると、ドーリア号をそのまま進めても、安全な距離を保ったまま右舷対右舷の反航となると判断し、ドーリア号の進路はそのままとした。

この時カマライ船長の判断の材料としては、その船の位置がヨーロッパ方面へ向かう船の常用航路から北へそれているために、相手の船が沿岸航路用の小型の船で、まもなく進路を北の方向へとるであろうという考えがあった。

しかし、スコープ上の輝点は北へそれることなく、むしろドーリア号へ接近して来るようであった。依然として視界は悪く相手の船の姿は見えない。船長は霧笛を

100秒間に1回ずつ吹鳴するように指示し、ブリッジ上の全ての当直者に対して他船の監視に当たさせた。

11時05分、両船は視界内に入った。わずかに2浬の距離である。

この時ドーリア号側では相手の船がストックホルム号であるとは知らなかった。ストックホルム号は18.5ノットの速力で航行していた。

双方の相対速力40ノット、回避行動をとるには2浬はあまりにも危険に過ぎた。

ドーリア号は船首方向やや右側にストックホルム号の灯火を見た。ドーリア号は警告の汽笛を鳴らす共に、カマライ船長は衝突回避のために「取舵一杯」を命じた。

しかし次の瞬間カマライ船長は自分の目を疑った。何とその船はドーリア号へ向かって来るように右に回頭するではないか！

「ドーリア号へ向かって来る！」

ドーリア号は徐々に左に回頭を始めたが既に遅かった。高速のままストックホルム号はドーリア号にまともに衝突してしまった。午後11時10分の事であった。

ストックホルム号の鋭く尖った砕氷構造の強靱な船首は、ドーリア号のブリッジ真下の右舷側舷側を深々と切り裂いてしまった。ドーリア号の12層の甲板のうち7層が切り裂かれ、船底からキールにまで達していた。

衝突にいたるまでの様子をストックホルム号の側から見てみよう。

当時のニューヨーク航路は航行する船舶の多さでは世界でも有数であり、しかもナンタケット灯台付近からニューヨーク港の目印になるアンブローズ灯台付近にかけては、特に航行する船舶が蝟集する所であった。

そのために、航行の安全を目的にナンタケット灯台付近では、東行きの船舶の航路はナンタケット灯台の南20浬を目標とすることが勧告されていた。

しかし、多くの船はこれを無視し、時間と距離的に有利であるより北側を航行していた。つまり西行きの船舶の航路を航行している事になる。

当夜、ストックホルム号も東行きの常用航路ではなく北側の西行きの常用航路上を航行していた。

ストックホルム号のブリッジではカルステンス3等航海士が当直に当たっていた。既に船長は就寝中であった。ドーリア号とは異なり、ストックホルム号の航路は快晴で、月光を浴びるようにして航行していた。

ストックホルム号は1948年2月に竣工したスウェーデンのニューヨーク航路用の貨客船で、総トン数11,700トン、ニューヨーク航路用の客船の中では最も小型の部類に属していた。但し、航路の性質上船首は砕氷構造になっ

ており、船首は先が長く尖ったクリッパー型で実にスマートであった。しかしこの船首が予想外の凶器になってしまったのであった。(図12-2)

ストックホルム号のレーダーはドーリア号のそれより探知レンジが少し短かった。

カルステンレス3等航海士がレーダー上にドーリア号の輝点を確認したのは、両船の距離が12浬の時であった。彼はレーダーに写る反航船が自船のやや左方向であると判断し、進路をやや右に変えれば十分な距離をおいて平行に航過出来ると考えていた。

両船の距離が2浬になった時、カルステンレス3等航海士も視界が開けた中に初めてドーリア号を確認した。

明らかにその船はストックホルム号に向かって来るではないか。

彼は原則通り左舷対左舷でその船と航過するつもりで「面舵一杯」を命じた。しかし相手の船はまるでストックホルム号の進路を横切るように進んで来る。

カルステンスは機関室に対して「後進全速」を指令したが、全ては遅かった。(図12-3)

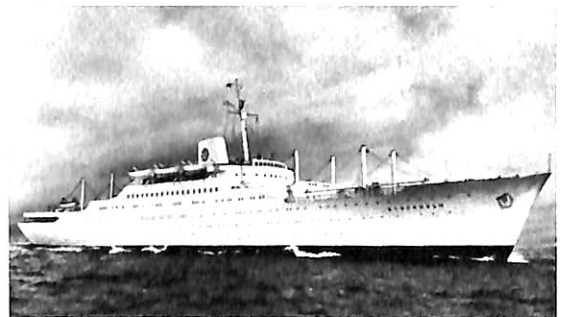
衝突した後、ドーリア号の破壊箇所はストックホルム号によってまるで栓がされたようになっていたが、ストックホルム号が離れると同時に、海水は奔流となって一度にドーリア号の船内に侵入して来た。

ドーリア号の傾斜は右舷側に20度を超えた。使用出来る救命艇は右舷側の8隻しかない。その収容人数は1,008名。乗船者1,710名の40パーセントは収容出来ない！タイタニック号の二の舞である。

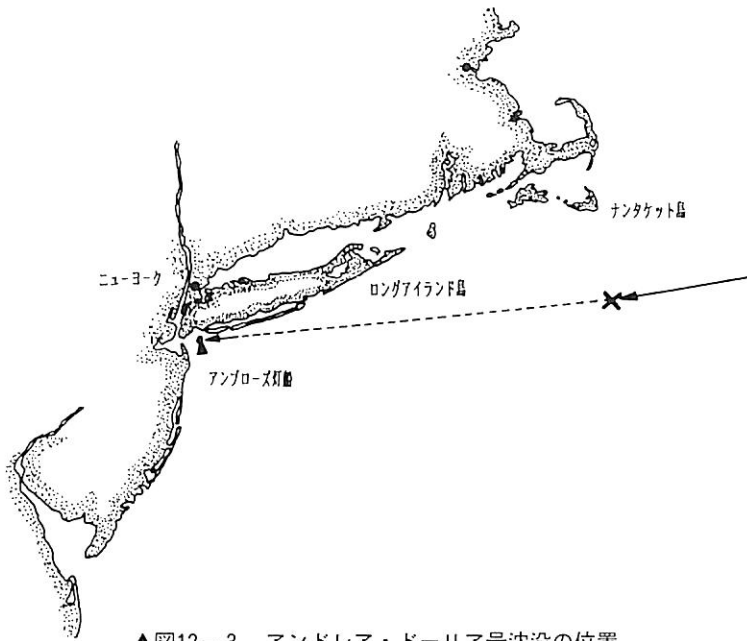
カマライ船長は大至急の救助信号を発信させた。しかし彼は確信を持っていた。「短時間では沈まない。何とかニューヨークまで曳航してもらおう」。

急を知り最初に現場に駆けつけてきたのはフランスの豪華客船イル・ド・フランス号であった。

ドーリア号の乗船者の大半がイル・ド・フランス号に救助された。(図12-4)



▲図12-2 ストックホルム号



▲図12-3 アンドレア・ドーリア号沈没の位置



▲図12-4 沈没直前のアンドレア・ドーリア号

この事故の犠牲者はドーリア号とストックホルム号を併せて52名であった。犠牲者の全ては衝突の時点で正に、破壊された客室にたまたまいた乗客や乗組員たちであった。不運と言うしかない。

翌27日の午前10時09分、美しい船体は波間に消えていった。

その後、スウェーデンとイタリア両国の船会社の間で



▲図12-5 衝突に至る2隻の位置関係

激しい法廷論争が繰り広げられたが、1957年1月、両会社間で示談が成立した。

衝突に至る直接の原因は、ドーリア号とストックホルム号が双方で相手の船の動きを誤認していた事。つまりレーダー航法についての十分な知識と経験が得られていなかった事である。

衝突に至るまでの双方の言い分は次の通りである。

*ドーリア号側の言い分

「ドーリア号はかなり遠くからストックホルム号を確認しており、右舷対右舷で航過出来ると判断していた。しかし、ストックホルム号が次第に自船に近づいて来るので、航過を出来るだけ安全にするために左転した。それなのにストックホルム号は衝突して来た」。

*ストックホルム号側の言い分

「両船は互いに左舷対左舷で十分な距離をおいて航過出来ると判断していた。しかし、ドーリア号が自船に向かって来たので、航行のルールに従って左舷対左舷で航過するために右に転舵したところ、ドーリア号はストックホルム号の進路を横断するの様に左転して来たので衝突した」。(図12-5)

お互いに全く反対の判断をしていた事になる。この事件では、霧中など低視界での航行でレーダーを使う場合の問題点がクローズアップされた。

1965年に発効された国際海上衝突予防規則では、レーダーを操船の補助装置として使う場合の注意点が勧告された。しかし、その後もレーダー使用時の航行での衝突事故は跡を絶たない。

現在アンドレア・ドーリア号は、ナンタケット島の南方約100キロメートル沖の海底75メートルに、右舷を下にして沈んでいる。

一方、ストックホルム号は修理の上再びもとの航路で活躍していたが、1960年に当時の東ドイツに売却され、「フォルケル・フロイントシャフト」号となって労働者専用のクルーズ客船となって26年間も活躍した。

〔参考文献〕

- Lost Liners R. D. Ballard and R. Archbold
A Hyperion/Madison Press Book
- Fifty Famous Liners Vol. 1 and 2 F. O. Braynard
and W. H. Miller Patric Stephens Limited
- Disaster at Sea M. H. Watson
Patric Stephens Limited
- Great Passenger Sips of The World Vol. 4 and 5
A. Kludas Patric Stephens Limited

13. ハンス・ヒルトフト号の遭難 ●

海氷による海難事故は、1890年から1980年までの90年間に合計208件が記録されているが、事故のほとんどがバルト海、ニューファウンドランド島周辺、グリーンランド島及びアイスランド島周辺などの大西洋海域に集中している。

ここで紹介する海難事故は、冰山との衝突に関わる誠に哀れな話である。

ハンス・ヒルトフト (HANS・HEDTOFT) 号はデンマークのロイヤル・グリーンランド貿易商會が所有する小型の貨客船で、総トン数2,875トン、主機関のディーゼルエンジンを船尾に配備した砕氷構造の船であった。乗客はモノクラスで55名を乗せた。(図13-1)

この船は、もともとデンマーク本国とデンマーク領であるグリーンランド島の間を年間航行させる目的で建造された船であった。

デンマーク政府は第2次世界大戦終了後の1950年頃から、グリーンランド島の開発事業を積極的に推し進める事を打ち出し、その一貫として、デンマーク本国とグリーンランド島との間を海路により年間航行する方針を決めた。

しかし、北極圏であるグリーンランド地方の、特に冬の1月から3月までの気象条件は極めて厳しく、この期間この海域を船舶が航行する事はあまりにも危険が多すぎた。

船舶の年間航行とこれに使用する船舶の建造に関する検討委員会が設立され、種々の検討が行われて来た。

この検討委員会のメンバーの一人であった、デンマーク国会のグリーンランド代表のオーウ・ルンゲ (Aage Lynge) 議員は、その危険性をよく認識していたため

に、当初より冬期間の船舶の航行の危険性を指摘し、「特に1月から3月までの荒天期間中の航行は自殺行為に等しく、事故が発生した場合には救助の可能性は皆無である事を認識しなければならない」と主張を続けた。

しかし、最終的には、グリーンランドとの船による年間の航行は決定され、航路と専用の船舶の建造も決定されてしまった。

専用船のハンス・ヒルトフト号は1958年12月に竣工した。

ヒルトフト号は、1959年1月7日コペンハーゲンの港をグリーンランド島の西岸にあるゴッドホープ (Godthab) へ向けて処女航海の途についた。

ラスムッセン船長の指揮のもとに、ヒルトフト号は途中多少の波浪による遅れはでたものの、この時期にしては珍しく平穏な航海の後にゴッドホープへ着き、乗客と貨物を下ろす事が出来た。

数日間の悪天候の後、1月29日。定員一杯の乗客と貨物を積み込んでヒルトフト号はコペンハーゲンに向けて処女航海の帰途に就いた。

運命の巡り合わせか、乗客の中には厳寒のこの航路の危険性を主張し続けたルンゲ議員がいた。

翌日の1月30日、グリーンランド島の南端に近づき始めた朝方頃より厳しい吹雪に見舞われた。

3,000トンにも満たない小型のヒルトフト号にとっては、氷塊を混えた6メートルを超える波と、猛烈な吹雪の中の航行は正に死に物狂いの様相であり、あらためて厳寒の北極圏の海の恐ろしさを見せつけられる思いであった。

グリーンランド島の南端のフェーブル岬の南37哩の地点に達した頃、ヒルトフト号の視界内には大小多数の冰山が入って来た。

激しい吹雪は時には視界を全く遮り、レーダに映る多数の輝点は、大小多数の氷塊や冰山、あるいは激しい波浪の波頭であって、最も危険な冰山の識別が困難にすらなっていた。



▲図13-1 ハンス・ヒルトフト号

午前11時55分、吹雪で視界のほとんどが利かなくなっていたヒルトフト号の船首方向目の前に、突然氷山が現れた。

激しい波浪によって操船もままならないヒルトフト号は避ける間もなくその氷山に衝突してしまった。

ラスムッセン船長は直ちに緊急の救助信号を発信させ、併せて状況を発信させた。(図13-2)

ヒルトフト号の緊急の救助信号はアメリカの沿岸警備隊の警備船キャンベル号、西ドイツのトロール船ヨハンナ・クルーエス号が受信し、両船は直ちに遭難現場に急行した。

キャンベル号はニューヨークの沿岸警備隊本部に連絡し、増援の要請を行った。

クルーエス号は、現場に比較的近い所で操業していたが、操業の中断作業の途中の激しい時化のために、現場到着までに時間を要し、ヒルトフト号の遭難現場付近に到着したのは午後6時30分頃であった。

暗くなった海上を必死に捜索したが何も発見出来なかった。周辺の海域は吹雪と荒れ狂う波、そして氷塊と大小の氷山のみであった。むしろクルーエス号の安全すら危ぶまれるほどである。

午後3時35分にヒルトフト号から発信された最後の連絡は「徐々に沈没している。大至急救助を請う」であった。

1月31日正午頃キャンベル号がやっと現場に到着したが、ヒルトフト号の沈没を示す痕跡は一つも発見出来なかった。更に3隻のデンマーク船、もう1隻の西ドイツのトロール船も次々と現場に到着し捜索に加わった。

またアメリカ沿岸警備隊の哨戒機、アメリカ海軍の哨戒機、空軍の探索機までもが捜索に加わったが、ヒルトフト号に関する何物も発見できず、7日後に捜索は打ち切られた。

犠牲者は55名の乗客と40名の乗組員、合計95名の全員であった。その中には、正にこのような事故を最も憂慮し、厳寒の航海の中止を最後まで主張し続けたルンゲ議員が含まれていた。

アイスランド島の開発と同島との年間の交通の開拓は、デンマーク国民の長年の願いであっただけに、ヒ

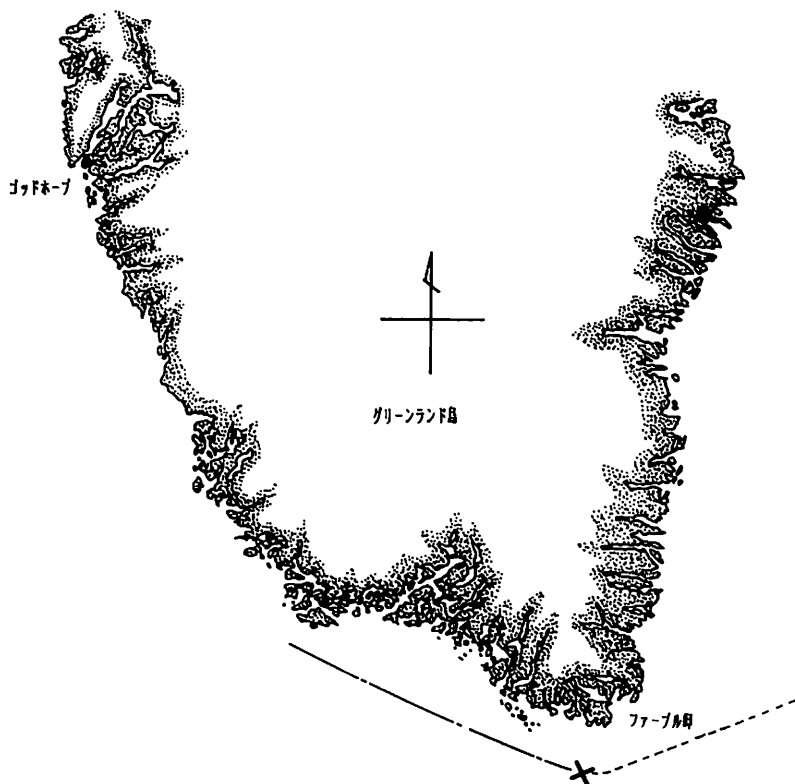
ルトフト号の沈没はデンマーク国民にとっては大きな衝撃であった。

その後厳寒期の航行は中止された。

ハンス・ヒルトフト号はタイタニック号に続き、処女航海で氷山と衝突して沈んだ20世紀で2番目の客船である共に、処女航海で海難で沈んだ20世紀で4番目の客船となった。*

* 処女航海で沈んだ客船

- 1) タイタニック号 (46,328トン)
1912年4月12日 北大西洋 氷山と衝突
- 2) ジョルジュ・フィリップール号 (17,539トン)
1932年5月16日 アラビア海 火災
- 3) マグダレナ号 (17,547トン)
1949年4月25日 南大西洋 座礁
- 4) ハンス・ヒルトフト号 (2,875トン)
1959年1月30日 北大西洋 氷山と衝突



▲図13-2 ヒルトフト号遭難位置

【参考文献及び参考資料】

- Disasters at Sea M. H. Watson
Patric Stephens Limited
- 世界海洋アトラス 講談社タイムス
- 駐日デンマーク大使館広報部 (情報及び発音指導)

14. エクソン・バルディーズ号の座礁 ●

この海難事故は、アコモ・カジス号やトリー・キャニオン号と同様に、超大型タンカーの座礁事故と原油流出による災害である。しかし、両号に比較すると、流出した原油量ははるかに少ないが、その災害が史上最大級であった事は意外に知られていない。

その後、この座礁事故の原因が、超大型タンカーの操船にあっていた船長の指揮、指導、管理の基本姿勢を問う、基本的な問題を内包していることが判明した時、海運界の衝撃は大きかった。

一方、この海難事故が原油流出時の防災に対する体制、機能の充実を国際的に再整備させる引き金になった事では、その後のタンカー事故対策に大きく貢献している。

1989年3月24日午前0時09分、VLCC「エクソン・バルディーズ」号が、アラスカ湾の奥にあるプリンスウイリアムズ湾のブライ岩礁付近で座礁した。

8つの油槽に亀裂が入り、積荷の原油240,000トンのうち41,000トンが流出してしまった。

人的な被害はなく、流出原油量もトリー・キャニオン号やアコモ・カジス号に比較すると少なかったが、悪天候と強風、更には事故に対する初動対策が遅れた事が、この原油流出事故を世界最悪のものへとしてしまった。

アラスカ南部の海岸線延べ数千キロメートルにわたって、たちまちのうちに原油は拡散され、大量の魚や海鳥、アシカやラッコ等の海獣が死滅し、アラスカ南部の沿岸は死の海と化してしまった。

バルディーズ号の流出原油除去のためにかかった総費用は18億5,000万ドル(約2,070億円)とされている。この額は、過去のあらゆる海難事故によって発生した事故処理費用としては、群を抜いて史上最高である。

バルディーズ号は、アラスカのノースコープ産の原油を積載するめに、1989年3月22日、午後11時35分にバルディーズ市街にあるアリエスカ棧橋に着岸した。

翌23日午後7時24分には荷積は完了し、午後9時21分

に棧橋を離れた。

パイロットは危険なバルディーズ瀬戸の操船指揮をした後、午後11時24分にパイロットステーションのあるロッキープointで下船した。

プリンスウイリアム湾のみならず、アラスカの南西方面の海岸は複雑なフィヨルドを形成し、それぞれの湾には多くの岩礁が点在しているとともに、湾の奥には水河が突き出している所が多かった。(図14-1)

プリンスウイリアムズ湾に隣接するコロンビア湾の奥には、コロンビア水河が突き出しており、春先になると流れ出す水河は流水となって、バルディーズ瀬戸の外れでプリンスウイリアムズ湾に流れ出し、船舶の航行に支障を来す場合が多かった。

エクソン海運社では、バルディーズ瀬戸におけるパイロットの操船区間を、流水が流れ出す区域の手前のロッキープointまでと取り決めており、流水がプリンスウイリアムズ湾に流れ出す区域での操船は各船長に任せられていた。

バルディーズ号の船長J.ヘーゼルウッドは、バルディーズ瀬戸について熟知しており、彼自身にとっては、この瀬戸の航行は特別に難しいとは考えていなかった。

ただこの日は、バルディーズ瀬戸から外海へ向けての航路上に流水原がかなり張り出していることが、気がかりといえは気がかりであった。

パイロットが下船したバルディーズ号のブリッジにいたのは、当直の3等航海士と船長、それに操舵手のみであった。

ヘーゼルウッド船長は前方に張り出している流水原を避けるために、航路を変更するつもりであった。

彼はバルディーズの運行管理センターに問い合わせ、入港船がない事を確認していた。

彼の考えは、ロッキープointの位置で針路を南にとり、入港専用航路を横切った上で、流水原の先端とブライ岩礁の間の0.9浬ほどの無水区間を通過した後に、再び入港専用航路を横切って本来の航路に戻すという、迂回であった。

そのためには進路を南にとった後に、バスビー岩礁を通過する時点で直ちに針路を右にとらなければならなかった。これはかなり難しい操船であった。

午後11時29分、船長は針路を南にとった。船速は10ノットである。

23時50分、ヘーゼルウッド船長は当直の3等航海士に対してこれ以後の操船方法を指示した。

「バスビー岩礁の灯光が本船の左舷真横に見えたら、針路を右にとり、流水原の先端とブライ岩礁の間を通っ

て、本来の航路に戻るように」。更に「次直の1等航海士に申し送る事」と言ってブリッジを離れ、自室へ戻って行った。

3等航海士は0時からの当直である1等航海士に予告の電話連絡をせずに、バルディーズ号が流氷原を通過し終わるもまで自分で操船する事を決めた。

本来であれば、このような難しい操船をする場合には、船長自ら指揮にあたるか、または経験を積んだ次直の1等航海士に直接操作方法を説明してから船長はブリッジを降りるべきであった。

しかし彼には強度の飲酒癖があり、自室へ戻る事に気が急いでいたのであった。

結果的には、彼は経験のまだ浅い3等航海士に対して、『夜間に、VLCCを流氷原と危険な岩礁の間を抜けさせて、本来の航路に戻す』と言う大変に難しい仕事を部下に与えて、自分はサッサと自室に戻ってしまった事になってしまったわけである。(図14-2)

3等航海士はバスビー岩礁の灯光が本船の左舷真横を通過した時、躊躇した。

彼はより安全を図るために、彼自身の判断で、指示された位置よりもバスビー岩礁の灯光を行き過ぎてから右に針路をとることに決めた。

バスビー岩礁を1.4浬ほど行き過ぎた地点で彼は操舵手に対して右に10度の転舵を命じた。

およそ2分が経過したが、バルディーズ号には針路の変化がみられなかった。そのために更に20度の転舵を命じた。

しかし、バルディーズ号には一つも針路の変化はみられなかった。彼は更に右一杯の転舵を命じるとともに、船長に電話をし、バルディーズ号になんらかの異状が発生した事を告げた。

3月24日午前0時09分、エクソン・バルディーズ号はブライ岩礁に座礁してしまった。

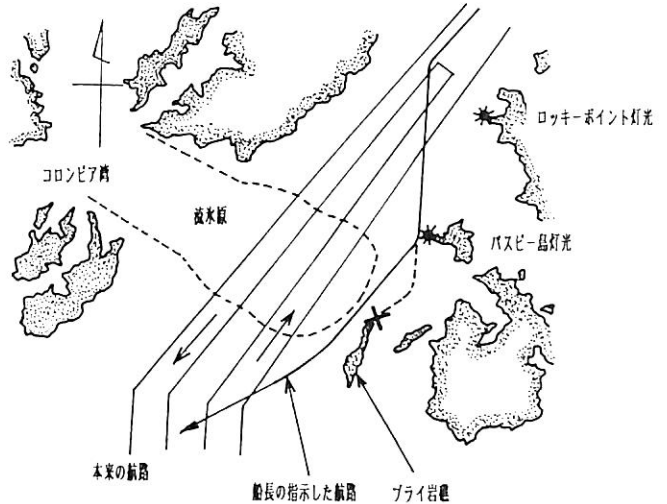
バルディーズ甲の船底にはおよそ5メートルの亀裂が入った。

エクソン社では、バルディーズが原油積出し港であるにも関わらず、プリンスウィリアムズ湾を中心にしての、油流出に対する汚染除去対策に十分な準備をしていなかった。

更に対策の初動体制の遅れと、その後の天候の急変によって、流出した原油はプリンスウィリアムズ湾から外洋に流れだし、最終的には広大なアラスカ湾全域に原油



▲図14-1 アラスカ湾とプリンスウィリアムズ湾の位置



▲図14-2 バルディーズ号の座礁に至る航路



▲図14-3 座礁したバルディーズ号(左側のタンカー)

は広がり、大災害へと発展してしまっただ。

1990年7月、アメリカ連邦交通安全委員会は事故原因を次のように報告している。

(1) エクソン社とパイロット間の業務契約に関する不備

- (パイロット乗船区間が航路の性質上適切ではない)。
- (2) 船長が強度のアルコール依存症であったために、部下に対する適切な指導、教育が出来ず、また船長としての一般業務にも支障を来していた。
 - (3) 3等航海士は当時、過労と過重な内容の業務によって、正確な操船をする判断力に欠けていた。
 - (4) エクソン海運社は、バルディーズ号の乗組員の配属に関して、船の性格及び航行の安全を考慮した上での適切さに欠けていた。(図14-3)

〔参 考 文 献〕

- Shipwrecks P. S. Jennings and D. Bosek
Mallard Press
- Shipwrecks K. Farington Thunder Bay Press
- 船舶安全学概論 船舶安全学研究会 成山堂書店

● 新刊紹介

『船舶安全法シリーズ』

運輸省海上技術安全局監修

見やすくコンパクトなサイズで好評の船舶安全法シリーズの最新版が発売された。このシリーズは船舶安全法とその関係政省令・告示を体系的に分冊化したもので、事務規定を中心とした「①船舶安全法及び関係法令」、設備関係の法令をまとめた「②船舶設備関係法令」、機関関係・構造関係の法令を収録した「③船舶機関・構造関係法令」の三分冊と、これらの中からさらに小型船舶・小型漁船向けの法令を抽出して収録した「④小型船舶・漁船安全関係法令」で構成されている。

最新版では、IMDGコード第29次改正に基づく危一規則の改正(①)、機関室に備え付ける消火器の要件の見直し(①④)、SOLAS条約の改正に伴うバルクキャリアの復原性見直し(②③)、載荷重量5,000トン以上のタンカーの復原性についての新たな基準(③)、新告示の追加(②③④)など、平成11年10月15日現在の改正を収録している。また、「④小型船舶・漁船安全関係法

令」には、かねてから要望の高かった船舶復原性規則、船舶設備規定(抄録)及びそれらの関係告示が新たに収録された。

海運・水産会社、造船・造機メーカー、認定事業場、関係官公庁等の担当者には必携の法令集である。

- ① 船舶安全法及び関係法令
A5判・712頁・定価8,400円(5%税込) 発送費430円
- ② 船舶設備関係法令
A5判・312頁・定価4,200円(5%税込) 発送費390円
- ③ 船舶機関・構造関係法令
A5判・354頁・定価4,830円(5%税込) 発送費390円
- ④ 小型船舶・漁船安全関係法令
A5判・272頁・定価3,570円(5%税込) 発送費390円

発行所：株式会社 成山堂書店
〒160-0012 東京都新宿区南元町4-51 成山堂ビル
TEL：03-3357-5861 FAX：03-3357-5867

船舶電子航法ノート (264)

木村 小一

A・8・3・7 GPSの標準測位業務の信号規格 (本文) Global Positioning System の 標準測位業務の信号規格

第1・0章 GPSの標準測位業務

Global Positioning System (GPS) は宇宙利用の電波航法システムで、システム運用者であるアメリカ空軍 (USAF) により、アメリカ政府が監理している。GPS はもともと軍事強化用のシステムとして開発され、この役割は演じ続けられるだろう。しかしながら、GPS はまた次第に大きくなる広く各種の応用に民間関係者に利益を与える大きな可能性をデモンストレーションしてきた。この利益のある業務を最大の数の利用者に利用可能にする一方で、アメリカの国の安全保障への興味をみることの作業の中で、二つのGPSの業務が与えられている。高精度測位業務 (PPS) はPPSの受信機を備えた固有の利用者に対して主としてアメリカ軍とその連合軍に利用可能である。標準測位業務 (SPS) は世界中を通して民間、その他のすべての利用者にPPSより精度の低い測位機能を与えるように設計されている。

1・1 目的

このGPSのSPSの信号規格は民間の関係者がGPSで与えられる業務を定義する。この文書は次の四つの目的を満足するように書かれている。

- 1) GPSのSPSの測距信号の特性を規定する。
- 2) この信号規格に従って設計された受信機を与えて、SPSの性能を規定する。
- 3) SPSの性能パラメータの定義と測定の方法論の標準化。
- 4) SPS性能特性の規定。

信号規格はこの文書と三つの付録から構成されている。この文書はGPSのSPSの信号の性質とSPSの測距信号の受信と使用の最低要件を規定する。付録はSPSの性能を数値化する技術データを与える。下に与えたのは各付録の目的の定義である。

● 付録A：SPSの性能規格 この付録はこの業務の提供に関しての最低性能標準と状態と制約の項目でGPSのSPSの性能を規定する。

● 付録B：SPSの性能特性 この付録は時間、利用者の位置、システム設計と運用状態の変化の関数としてのGPSのSPSの性能パラメータとそれらの特性とを定義する。

● 付録C：GPSの性能の測定方法 この付録はこの信号規格に確立されているパラメータの定義と性能標準とに一致する結果を得るために、利用者がGPSの性能評価に適用しなければならない規定された測定過程を定義する。

1・2 展望

この信号規格はSPSの測距信号の性質と最低使用状態を定義する。付録は最小限の整備をしたSPSの利用者が地球上またはその近くの任意の場所で出会い、その性能の評価のための手段が期待できるSPSの性能を確立する。SPSの信号と性能の規格は、利用者がいかにして与えられる基本の測位とタイミングの業務を適用するかには無関係である。性能規格は測定値の雑音またはSPSの受信機にあり得る信頼度または信号の干渉の可能性は考慮には入れない。

この信号規格と付録はカバレッジ、業務の稼働率、業務の信頼性と精度のような在来の性能パラメータの間の新しい定義と関係を確立する。GPSの性能規格は以前は固定されている地上の測位システムに適用される定義に一致するように行われていた。新しい定義は宇宙利用の測位システムの性能の結果となるより良い表現に適合されている。GPSの性能のパラメータの定義と関係のより包括的な論議は付録Bを参照のこと。

システムの設計とその運用の性質によっては、個々のGPS衛星の距離の測定値はSPSの測距誤差の統計値を変化なしに示す必要はないだろう。更に、国防省 (DOD) はGPSの測距または測位誤差の統計値を定常に保つか、または個々の衛星の測距誤差の統計値が衛星の軌道配置の外を通じて一定であろうことを保証しない。

DODは制御部分 (CS) のモニター局から集めたデータでSPSの性能のすべての規定された面の進行中の測定と評価に基づくだろう。もしも最低性能標準がモニター局の各々に適合するならば、DODはその標準全世界ベー

スで適合していることを保証するだろう。性能の地理的な変化は評価の過程で考慮の中に入れるだろう。

1.3 標準測位業務の政策上の定義

アメリカ政府はGPSの標準測位業務を次の通り定義する。

SPSは測位とタイミングの業務で、それはGPSのL1周波数で与えられる。GPSのL1周波数はすべてのGPS衛星によって送信され、粗測定と補足(C/A)コードと航法データのメッセージが含まれている。GPSのL1周波数にはまた高精度(P)コードを含み、それは軍用に保留されており、SPSの一部ではない。Pコードは忠告なしで変更される可能性があり、有効な暗号の鍵を持たない利用者には普通は使用できないだろう。GPS衛星はまたL2として知られた第二の測距信号をまた送信する。この信号は多くの民間用の受信機がコード追跡回路に頼ることなく2周波数補正を支持するためにL2の使用をそれらに可能にするためにそれらの設計に技術的に組んでいるけれども、SPSの一部ではない。SPSの性能標準はL2の使用により予測されていない。

平和時のSPSの何かの計画された中断は少なくとも48時間前にコーストガードの航法情報センターとFAAの航空人への忠告(NOTAM)システムへDOD(米運輸省)による告知に従うだろう。中断は其中でGPSがこの規格で定義されたSPSにより与えることができない期間として定義される。システムの誤動作からの結果としての計画されない業務の中断またはスケジュールにない保守はそれらが分かった時点でコーストガードとFAAで告知される。

1.4 鍵となる用語と定義

GPSの標準測位業務の展望を理解するための鍵となる用語と定義は次の通りである。

1.4.1 一般用語と定義

以下に論ずる用語と定義はこの信号規格を通じて使用される。これらの用語と定義の理解はこの信号規格の完全な理解に必要な欠くことのできないものである。

標準測位業務 (Standard Positioning Service (SPS)) GPSの国の政策とこの信号規格で確立された性能規格によって最低の機能のGPSのSPSの受信機を備えた利用者には与えられる3次元の位置と時間の決定機能。

最低のSPSの受信機の機能 (Minimum SPS Receiver Capabilities) 最低の信号受信と処理の機能で、そ

れはこのSPSの性能標準と矛盾しない性能に出会うためにSPSの受信機の中に設計されていなければならない。最低のSPS受信機の機能は2.2節で特定する。

選択利用性 (Selective Availability) 承認されていない利用者に完全なシステムの精度を否定するために国防省(DOD)によって使用されている保護技術。

ブロックIとブロックII衛星 (Block I and Block II Satellites) ブロックIはGPSの概念評価の衛星：それはブロックIIの生産型のGPS衛星の設計上の特性と機能のすべてを持ってはいない。FOCの24衛星の軌道構成は全部がブロックII/IIAで構成すると定義されている。この信号規格の目的では、ブロックII衛星と、ブロックIIAで知られたブロックIIの僅かな改造版が同様な業務を与えている。

運用衛星 (Operational Satellite) GPS衛星は利用可能な測距信号を送信できるが、しかし、それを送信するかも、しないかも知れない。この信号規格の目的では、送信される航法メッセージのアルマナックの中に含まれている任意の衛星は運用衛星として考えられる。

SPSの信号またはSPS測距信号 (SPS Signal, or SPS Ranging Signal) 運用衛星から発生される電磁信号。SPS測距信号は疑似不規則雑音(PRN)の粗測定/補足(C/A)コード、タイミング基準と位置の解の発生過程を支える十分なデータで構成されている。GPSのSPSの信号の完全な定義は2章にある。

利用可能なSPS測距信号 (Usable SPS Ranging Signal) 最低のSPS受信機の機能をもった受信機で受信でき、処理でき、位置の解に使用できるSPS測距信号。

SPS測距信号の測定値 (SPS Ranging Signal Measurement) (衛星の時計によって定義した)衛星の航法データの中にある送信時間と(受信機の時計で定義した)測距信号の受信時間の間の差は光速度倍される。これはまた疑似距離として知られている。

幾何学的距離 (Geometric Range) GPS衛星とSPS受信機の推定位置の間の差。

航法メッセージ (Navigation Message) 航法データを運ぶように設計されたメッセージの構成。この構成は2.4節に定義されている。

航法データ (Navigation Data) 任意の衛星の測距信号経由でSPS受信機に与えられたデータには測距信号の送信時間、送信した衛星の軌道要素、衛星の選定を支えるための短縮した軌道要素の情報を含むアルマナック、距離の測定値の補正情報と状態のフラッグが

含まれている。

位置の解 (Position Solution) 三つの位置の座標と時間のオフセットを解くためには少なくとも4衛星からの測距信号の測定値と航法データを使用する。

精度の薄め (Dilution of Precision) (DOP) 位置の解を通して位置にGPSの測距誤差を地図化することで導入されるGPSの位置の誤差の拡大効果。このDOPは所要の任意の利用者の局地座標に表されるだろう。例えば、局地の水平はHDOP、局地の垂直はVDOP、3座標のすべてにはPDOP、時間にはTDOPである。

SPSの性能標準 (SPS Performance Standard)

GPSのSPSの性能の規定の面での数値化できる最低レベル。SPSの性能標準はこの性能規格の付録Aに定義されている。

SPSの性能のエンベロップ (SPS Performance Envelope) SPSの性能の規定の面の変化の範囲。期待されるSPSの性能特性はこの性能規格の付録Bに定義されている。

業務の中断 (Service Disruption) その間に一つ以上のSPSの性能標準が支持されないが、民間の関係者が前もって警告されていなかったある時間間隔にわたる状態。

主要な業務の故障 (Major Service Failure) その間に一つ以上のSPSの性能標準が適合せず、民間の関係者が前もって警告されていないある時間間隔にわたる状態。

1・4・2 性能パラメータの定義

以下に与えられた定義はGPSのSPSの性能標準の正しい解釈に基づいて確立されている。1・2節で述べたように、この性能規格に含まれているGPSの性能パラメータは連邦電波航法プランのその他の電波航法システムより変わって定義されている。これらの定義のより包括的な扱いとシステム使用の具体化に対しては付録Bを参照のこと。

カバレッジ (Coverage) 地球上またはその近くの任意の点で十分な数の衛星が規定のマスク角上にあり、そして受入れ可能な位置の解と幾何学を与える規定の時間長さにわたる時間のパーセンテージ。この信号規格の目的で、“地球の近く”は地球面の200 km以上またはそれ以内を意味する。

業務の稼働率 (Service Availability) カバレッジが与えられたときに、地球上またはその近くの任意の点の視野の中に十分な数の衛星が地球上またはその近くの任意の点の視野の中で利用可能な測距信号を送信して

いる規定の時間長さにわたる時間のパーセンテージ。
業務の信頼性 (Service Reliability) 業務の稼働率が与えられたときに、地球上またはその近くの任意の点で規定のしきい値内に瞬時の予測できる水平誤差を保つ時間長さにわたる時間のパーセンテージ。

(注)：業務の信頼性はSPSの受信機の信頼性の特性と信号の干渉の可能性は考慮に入れない。業務の信頼性は規定の時間長にわたる衛星の軌道構成によって出会う主要な故障の時間の全数の尺度として使用されるかもしれない。

位置の精度 (Positioning Accuracy) 信頼性の業務が与えられたときに、地球上またはその近くの任意の点で、測定と期待の利用者位置または時間の差が規定の許容値内になる規定の時間長にわたる時間のパーセンテージ。この一般的な精度の定義は、四つの位置の精度の異なる面のより多くの規定された定義を通じてさらに強化される。

- **予測精度 (Predictable Accuracy)** 信頼性の業務が与えられたときに、地球上またはその近くの任意の点で、位置の測定値と測定したベンチマークの間の差が規定の許容値内になる規定の時間長にわたる時間のパーセンテージ。

- **再現精度 (Repeatable Accuracy)** 信頼性の業務が与えられたときに、地球上またはその近くの任意の点で、ある時間にとった位置の測定値と同じ位置で別の時間にとった位置の測定値の間の差が規定の許容値内になる規定の時間長にわたる時間のパーセンテージ。

- **相対精度 (Relative Accuracy)** 信頼性の業務が与えられたときに、地球上またはその近くの任意の点で、同じ時間にとった2台の受信機の位置の間の差が規定の許容値内になる規定の時間長にわたる時間のパーセンテージ。

- **時刻伝送精度 (Time Transfer Accuracy)** 信頼性の業務が与えられたときに、位置の解からの協定世界時 (普通UTCとして引用)の時刻の推定値とアメリカ海軍天文台 (USNO)で管理されたUTCの間の差が規定の許容値内になる規定の時間長にわたる時間のパーセンテージ。

距離領域の精度 (Range Domain Accuracy) 距離領域の精度は各衛星のSPSの測距信号の性能を扱う。距離領域の精度は三つの異なる面で定義されている。

- **測距誤差 (Range Error)** 信頼性の業務が与えられたときに、地球上またはその近くの任意の点で、SPSの測距信号の測定値と“真”の衛星とSPS利

利用者間の距離の間の差が規定の許容値内になる規定の時間長にわたる時間のパーセンテージ。

- 距離変化率誤差 (Range Rate Error) 信頼性の業務が与えられたときに、地球上またはその近くの任意の点で、距離誤差の瞬時の変化率が規定の許容値内になる規定の時間長にわたる時間のパーセンテージ。

- 測距の加速度誤差 (Range Acceleration Error) 信頼性の業務が与えられたとき、地球上またはその近くの任意の点で、距離変化率の誤差の瞬時の変化率が規定の許容値内になる規定の時間長にわたる時間のパーセンテージ。

1.5 GPSの展望

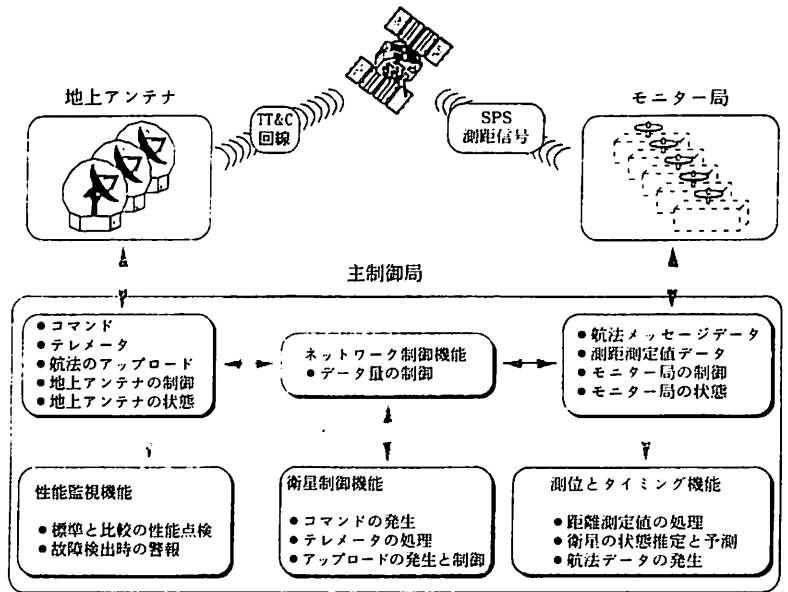
最低のGPSの基本構成の共通の理解を進めるための十分な情報が以下に与えられている。GPSの基本システムは二つの部分から構成され、それらの目的は信頼できる、連続した測位とタイミング業務をGPSの利用関係者に与えることである。これらの二つの部分は宇宙部分と制御部分として知られている。

1.5.1 GPSの宇宙部分

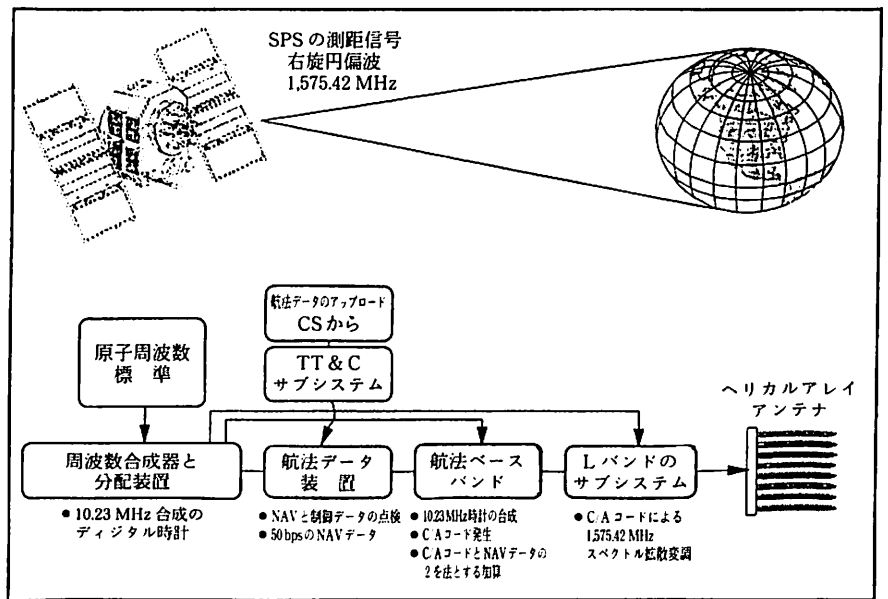
GPSのブロックII/IIA衛星の軌道構成は普通は24運用衛星で構成されている。(注：それらが運用されている間は若干のブロックI衛星が軌道構成の中にある。訳注：全ブロックI衛星はすでに運用停止)ブロックII衛星と、その僅かな改造版であるブロックIIA衛星は次の10年の軌道構成の大黒柱である民間利用者の観点からはブロックIIとブロックIIA衛星は同じ業務を与えている。

各衛星は制御部分から周期的にアップロードされるデータに基づいて航法メッセージを発生し、1,023 MHzの疑似ランダム雑音

(PRN)のG/Aコード別にこのメッセージは加えられる。衛星はスペクトル拡散の測距信号を作るために結果的なコード列で1,575.42 MHzのLバンドの搬送波を変調し、それはその後利用関係者に放送される。この放送はSPSの測距信号とそこの信号規格に引用されている。各C/Aコードは独自のもので軌道構成の中の各衛星を識別するためのメカニズムを与えている。衛星のSPSの測距信号の発生過程を示したブロック図はFig. 1-1



▲ Fig. 1-2 GPSの制御部分



▲ Fig. 1-1 SPSの測距信号の発生と送信

に与えてある。GPSの衛星はまたL2として知られた第2の測距信号も送信し、PPSの利用者の2周波数の補正値を支えている。L1と同様にL2はスペクトル拡散信号で、1227.6 MHzで送信される。

ブロックII衛星は、宇宙の質の部品の組合わせ、重要なサブシステムの複数の冗長性と内部診断ロジックを通して7.5年を超える設計寿命の信頼できる業務を与えるように設計されている。ブロックII衛星の設計は地上との最小の相互作用が必要で、測距信号の放送の中断なしに行える保守活動のすべてが可能である。航法メッセージの発生を支えるデータの周期的なアップロードはSPS測距信号の中断とならない設計である。

1・5・2 GPSの制御部分

GPSの制御部分(CS)は次の三つの主要な要素から構成されている：主制御局(MCS)、地上アンテナとモニター局である。CSの展望はFig. 1-2に与えてある。

MCSはコロラド州のファルコン空軍基地にあり、GPS衛星の軌道構成の制御中心である。運用は毎年を

通して1日24時間、毎週7日保持されている。MCSは次を含めて軌道配置の指令と制御のすべての面に責任を持っている。

- 衛星本体とペイロードの日常的な監視。
- 衛星の保守と異常の解析。
- すべての性能標準を支えるためのSPSの性能の監視と管理
- 正確さの性能標準による性能を維持するために必要なような航法データのアップロード動作。
- 業務の故障の迅速な検出と応答。

CSの三つ地上アンテナはほぼリアルタイムのGPS衛星とMCS間のテレメータ、追跡とコマンド(TTC)のインターフェースを与える。5局のモニター局はMCSへのほぼリアルタイムの衛星の距離の測定データを与えた、軌道構成の性能のほぼ連続的な監視を支持する(注：5°のマスク角ですべてのモニター局が運用されていれば約92%の全地球カバレッジなる)

(つづく)

● 新刊書お知らせ ●

◀ 造船世界一に至る「船の科学」の文献目録 ▶

「船の科学」項目別総目次(第1巻～第50巻)

(株) 船舶技術協会 編

B5判・本文81頁・定価1,500円・送料210円

月刊誌「船の科学」が創刊されたのは昭和23年(1948)11月1日であり、昨年で丁度50周年に当たります。

そこでこの機会に従来発表された記事をすべて網羅し、これを、1. 新造船解説、2. 論文と解説(一般)、3. 論文と解説(船体関係)、4. 論文と解説(機関関係)、5. 所感・随筆、6. 連載記事、7. 定期的掲載項目に大分類し、更にそれを8～36の項目に中分類して、これを項目毎に年代順に記述し、その巻一号を記載したものであります。

従って海運・造船・海洋その他項目別に索引することが出来、また著者別にこれを検索することも出来ます。

当時はまだ戦後の混乱期が続き、計画造船が始まったばかりであり、船の建造量が世界一になるとは予想もつかない時期でありました。この時にいち早く「船の科学」を創刊された諸先輩の慧眼に驚くと共に、造船世界一に至る施策・経営・創意・努力の跡が一冊一冊に込められています。船の建造に関する文献目録として、座右に置いて活用されることを期待しています。

発行所 株式会社 船舶技術協会 振替口座 00130-2-70438 電話 (03) 3552-8798

〒104-0033 東京都中央区新川1の23の17 (マリンビル6F)

＜第218回＞

第8回旗国小委員会（FSI）の結果について

運輸省海上技術安全局

標記会合は、平成12年1月24日から28日まで、ロンドンの国際海事機関（IMO）本部において開催された。我が国からは、運輸省関係者等8名が出席した。今次会合における当局に関連した主な審議結果は以下のとおり。

1. 議題の採択（議題1関連）

会議に先立ち、昨年仏沖で起こったエリカ号事故についての報告がなされ、IMOとして対策の必要性があることを確認しつつも性急な反応をすることは早計であると認識された。

当事国の仏は独自に事故調査を行っていることを表明すると共に、単船側タンカーの早期廃船を行うべきである旨の表明を行った。

我が国は、1997年1月に日本海で発生したナホトカ号事故の事故原因調査結果を踏まえたこれまでの我が国の提案及び次回設計・設備小委員会（本年4月開催予定）に提案している船体の縦強度評価に関する総会決議 A.744の改正案についての紹介を行った。

（参考）エリカ号事故

平成11年12月12日、マルタ船籍タンカー「エリカ号」が、船体の破断によりフランス沖で沈没し、重油流出によりフランス沿岸に大規模な油汚染を引き起こした。

〔エリカ号主要目〕

建造：1975年

建造地：日本

全長：184 m

載貨重量：37,283 t

最大喫水：10.99 m

2. 旗国の自己評価（議題5関連）

2.1 経緯

IMO 条約上の責務を十分に果たしていない旗国の存

在が問題となり、英国等の提案により、旗国が自己評価を行うための手段が FSI3 より検討されてきた。前回の FSI7 まで、自己評価様式及びその評価結果の運用について検討が行われてきたが、最終的に本自己評価はあくまで任意に行われるものであり、また、集められた情報は公開されないことが決定された。

FSI7 において決定された自己評価様式は、MSC71（第71回海上安全委員会、1999年5月）、MEPC43（第43回海洋環境保護委員会、1999年6月）において承認され、その後、第21回総会（1999.11）において採択された。

今後は、任意に提出された本自己評価の結果の活用方法について検討が行われる予定である。

2.2 審議結果

今次会合においては、評価指標（旗国の対応目標）に関する MSC/MEPC サーキュラの作成を行った。この評価指標の具体的な運用方法を検討するかどうかについては、委員会にその判断を委ねることが決定された。

IMO においては、今後も引き続き自己評価結果が集計されることになるが（我が国からも IMO へ自己評価結果を提出する予定で現在作業を進めている。）、現状においては IMO 事務局に提出された情報は公開されないことから、条約上の責務を十分に果たしていない旗国の責任を問えない状況にある。

3. 違法・無報告・無規制な漁船の操業（議題6関連）

3.1 経緯

漁業管理の協定等に入っていない国に登録された漁船が操業を行い、漁業管理規制を受けている国の漁船が不利益を被っている実態が存在することから、FAO 等からそれらの違法・無報告・無規制な（IUU：Illegal Unreported and Unregulated）漁船操業の排除を行うべき方策についての検討が要請されている。

本件は、昨年行われた MSC71において内容的にも IMO が取り扱うべき事項ではなく、検討が困難であるといった意見も多く述べられたが、旗国の船舶管理との関連から FSI において検討を行うことが合意された。

3.2 審議結果

大多数の国が、本件の重要性について認識するとともに、IMO として船舶の安全と海洋環境の保護という観点から FAO に協力していくことは有効であると考え、検討を行うことについて原則合意された。

しかし、本件は FSI の所掌を超えているので、委員会 (MSC, MEPC) で審議し、その結果を受けて今後 FSI で検討していくこととなった。

4. 旗国の登録抹消された際に生じる問題 (議題 6 関連)

IACS、米国から船級を転籍する場合の問題点及び転級に関する手続きを取り決めた TOCA (IACS Transfer of Class Agreement) の紹介が行われた。

英国からの再登録する際のガイドラインを作成すべきとの提案を受け、小委員会は今後も各国からの提案を要請すると共に、規則の実行上の問題点等を認識するための登録抹消・再登録に関するガイドライン案を準備することに合意した。

5. Ro-Ro 旅客船の不定期検査のガイドライン (議題 8 関連)

英国より FSI 6 に提案されたガイドライン案 (FSI 6/WP.2) を基に検討された。

審議の結果、若干の修正を行った上、MSC72 (本年 5 月開催予定) に決議として採択されるよう提出を行うことが合意された。

6. 大気汚染防止に関する MARPOL ANNEXVI への HSSC の導入 (議題 9 関連)

本件に関して特に提案文書もない上、本附属書を批准しているのは 2 カ国のみであり発効条件を満たすまでに時間がかかることが予想されることから、審議を行うことについて緊急性のないことが確認された。

しかし、MEPC より FSI に委託された審議事項であること、また、本附属書が 2002 年 12 月 31 日まで発効しなかった場合には発効を早めるための措置を行うことが合意されていることを考慮し、改正案を作成する方針については合意された。本改正案は次回会合において事務局より提出されることになった。

7. 作業計画及び FSI 9 の仮議題 (議題 16 関連)

7.1 「建造」についての SOLAS 規定の見直し

英は、SOLAS 規定中の「建造」に関する規定の見直しについての提案を行い、次回 FSI 9 から本格的な審議を始めるよう提案した。ギリシャ等の支持により FSI 9 の議題とすることが合意された。

7.2 安全証書の補追

露より、提出文書に基づき、SOLAS 条約 88 議定書では早期の年次検査等で証書の発給期日 (Anniversary Date) が変更された際に証書の有効期限を明記する必要がある事、また、証書の改正を避けるため、MSC/MEPC サーキュラの作成を行うことを提案した。

我が国から露提案の場合でも追加の年次検査等を行うことで証書の期限を変更する必要がない旨規定されており、船主により検査の自由度が保証されていることを紹介し、露提案での改正は必要ない旨指摘した。

審議の結果、本改正提案は、取り下げられた。

(文責・藤原敏文)

平成11年度（12年1月分）建造許可集計

運輸省海上技術安全局

区 分		4 月 ~ 1 月 分				1 月 分			
		隻数	GT	DW	契約船価	隻数	GT	DW	契約船価
国内船	貨物船	11	105,741	121,121		1	2,910	4,500	
	油槽船	1	3,815	4,999		0	0	0	
	その他	1	2,000	1,220		0	0	0	
	小 計	13	111,556	127,340		1	2,910	4,500	
輸出船	貨物船	183	6,556,510	10,232,043		22	1,137,840	1,730,705	
	油槽船	44	1,868,045	2,726,950		2	186,000	132,800	
	その他	2	45,300	9,286		0	0	0	
	小 計	229	8,469,855	12,968,279		24	1,323,840	1,863,505	
合 計		242	8,581,411	13,095,619	734,427百万円	25	1,326,750	1,868,005	118,632百万円

● 編 集 後 記 ●

★2月2日、海洋科学技術センター（JAMSTEC）の平成11年度研究報告会が経団連会議室で行われた。

発足以来29年になり、支援船・調査研究船など5隻、有人潜水調査船2隻、無人探査機2機と、ハードもかなり整備されてきたが、海洋科学技術のソフト面でも大きな発展が進められていることが感じられた。

組織の編成も室・部など12を数え、予算も発足当初に比べ67倍・468億円に成長している。

エルニーニョ・ラニーニャ等の海洋観測を通じ、地球環境の変動を研究し、高緯度・中緯度の海流・熱収支・変動などから、地球温暖化の各種要因を探求し、深海生態の調査から、沿岸環境利用の研究開発に及んでいる。特に宇宙開発事業団との共同研究で地球フロンティア研究を進め、国際的共同研究に大きく貢献している。

プレートテクトニクスの研究が進むにつれ、突発的な変動のあることが分かってきており、地球深部探査船・自律型無人潜水機試験機の開発、マイティホールによる波浪発電の実績も上がってきていること等が報告された。

★2月10日から13日の間、第39回東京国際ボートショーが東京ビッグサイトで開催された。

昨年と同じ会場・同じ期日であったが、多少の変化が見られた。NYKやMOがクルーズの会員募集ということもあってヤマハやヤンマー、トヨタ・日産・スズキなどと比べると遥かに小さなブースを開いていたのは、面白い対照であった。

海上保安庁や社団・財団の団体が一番奥まったところにこじんまりと固まっていたが、案外お役にたっているのはこちらのほうで、入口近くの各種グッズやワインコーナーが2店も3店もあるのは、人だかりは多いが、エリアを埋めるための苦肉の策かと思われた。

トヨタがアルミハルを10年保証と銘打って、剛性・耐蝕性をFRPと対比して宣伝していたが、これは将来の環境問題とリサイクルも考えてのことかと思われた。日産はまだボートから撤退するようには見えない元気であった。

☆予約購読案内 書店での入手が困難な場合もありますので、本誌確保ご希望の方は直接協会宛お申込み下さい。バックナンバーも備えてあります。

予約金 { 6ヶ月分 8,200円
税 込 { 1ヶ年分15,800円

運輸省海上技術安全局監修
造船海運総合技術雑誌

平成12年3月5日印刷 {昭和23年12月3日}
平成12年3月10日発行 {第3種郵便物認可}

船の科学
©禁転載 コピー 第53巻 第3号 (No.617)

(本体1,352円) 定価1,420円 (〒84円)

発行所 株式会社 船舶技術協会

発行人 濱 村 建 治

〒104-0033 東京都中央区新川1の23の17(マリンビル)

編集委員長 米 田 博

振替口座 00130-2 70438 電話・FAX 03(3552)8798

印刷所 株式会社タイヨーグラフィック

進水記念贈呈用に 不二の船舶美術模型を

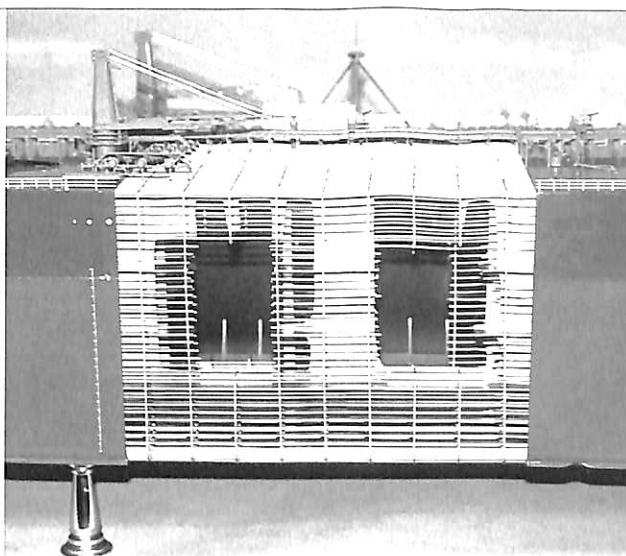


300,000 DWT
油タンカー

M/V **"ALREHAB"**

ダブルハル構造

S = 1/200



発注先：住友重機械工業株式会社

株式会社 不二美術模型

代表取締役社長 桜庭 武二

〒179-0075

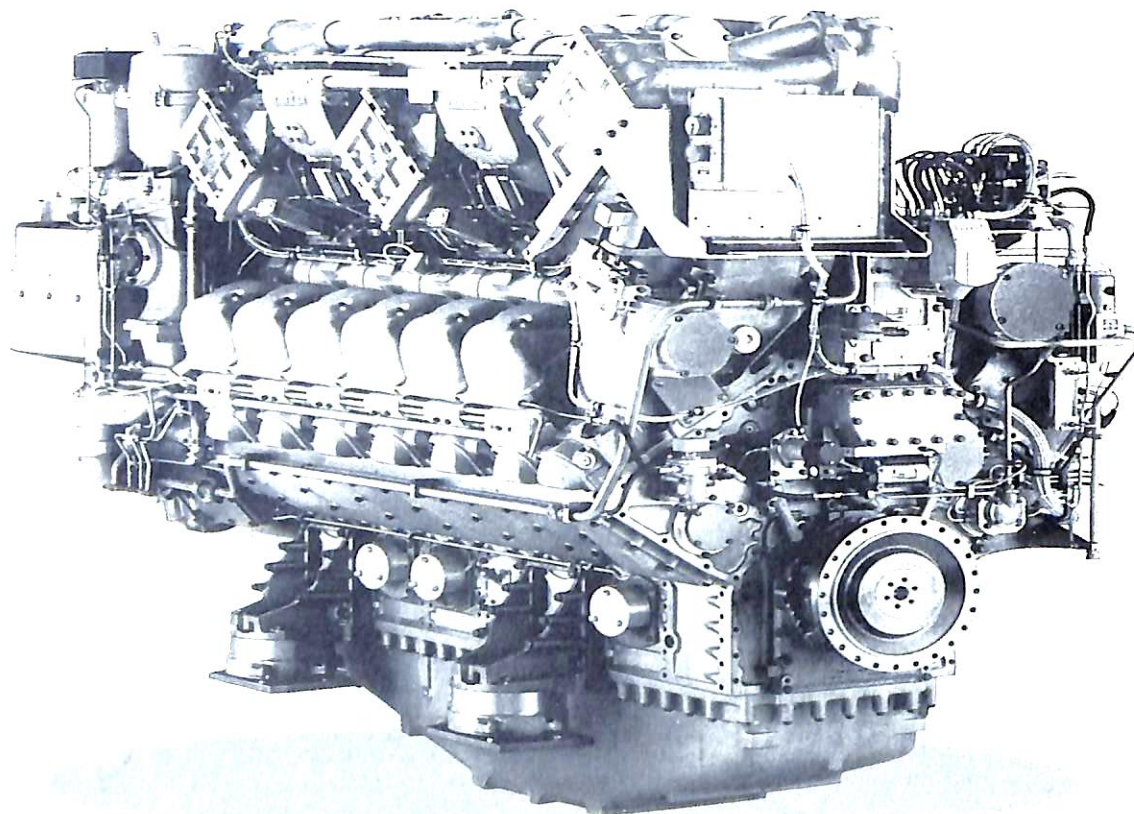
東京都練馬区高松2丁目5の2 TEL.03(3998)1586
FAX 03(3926)7202

mtu
FRIEDRICHSHAFEN

人にやさしい
地球にやさしい

595

高速ディーゼル機関
595シリーズ



12~16V595TE : 2,693~5,875 PS

日本総代理店

ダイムラー・クライスラー日本ホールディング株式会社

〒106-8506 東京都港区六本木一丁目9番9号 (六本木ファーストビル)
電話 03-5572-7125・FAX 03-5572-7298

平成十二年三月五日印刷
平成十二年三月十日発行
昭和二十三年十二月三日第三種郵便物認可

船
の
科
学

定価 一四二〇円
本体 一三五二円

東京都中央区新富一丁目一七(マリンビル)
(株)船舶技術協会
電話〇三(五五)八七九八番

