

# SR 240

SHIP RESEARCH SUMMARY REPORT

## 新しいフリートサポートシステムの開発 成果報告書

平成14年3月

社団法人 日本造船研究会

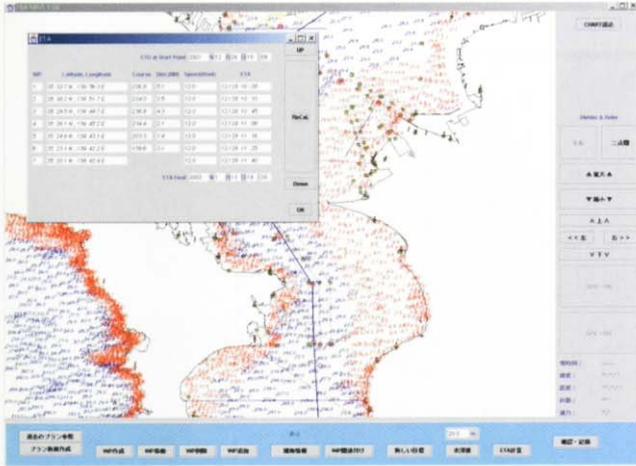


写真1 陸上における航海計画  
プランニング (ETAの確認)

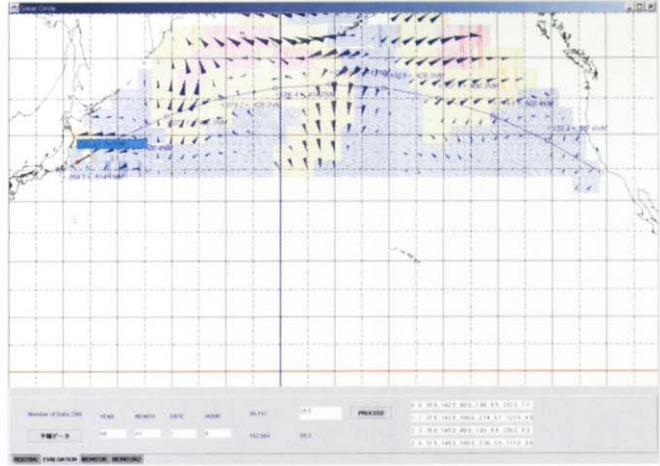


写真2 陸上における航海計画の検証  
(気象海象との遭遇予測)

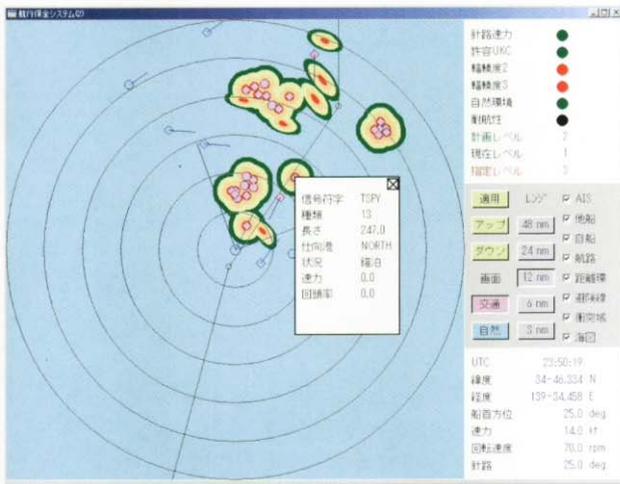


写真3 船上における交通環境の監視



写真4 船上における位置の監視

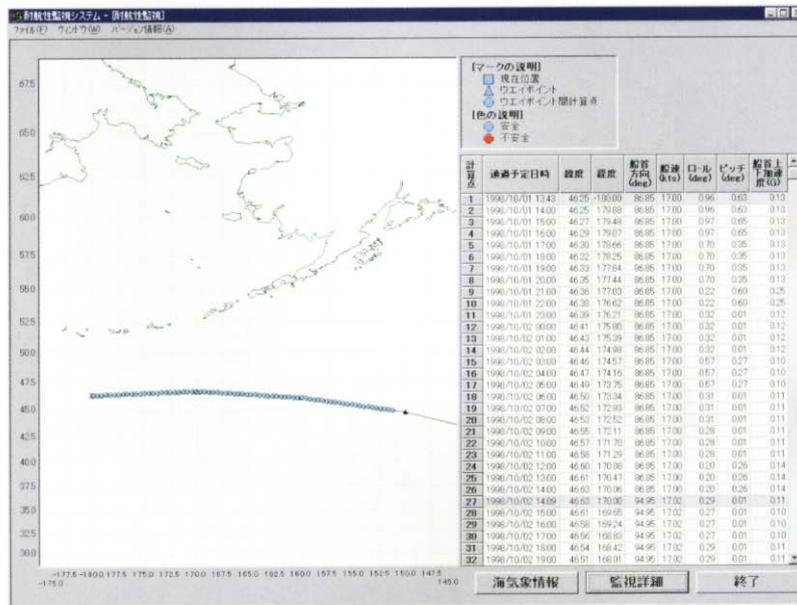


写真5 船上における耐航性の監視

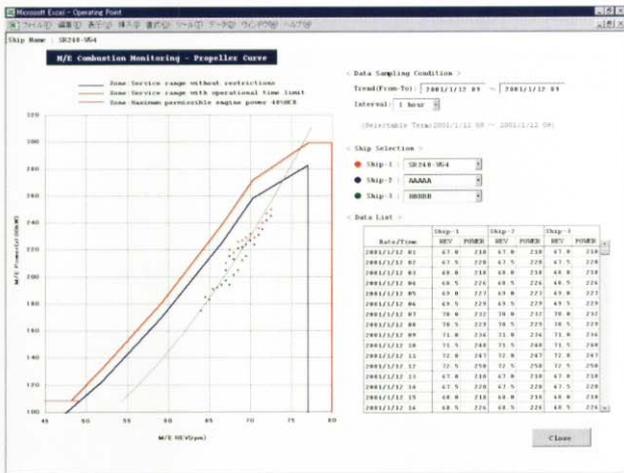


写真 6 機関運転の指針

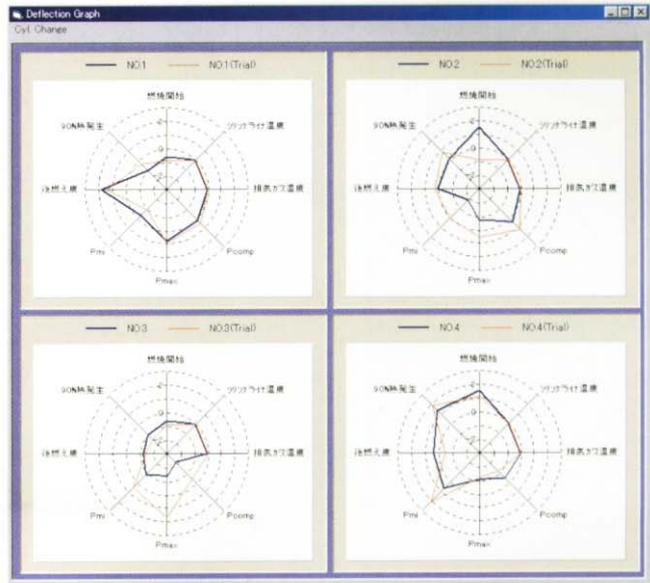


写真 7 主機関燃焼状態診断

**\* ENGINE ROOM ITV \***

FIRE ALARM 火災警報

Monitoring / Operation 集中監視 / 操作

E/R ITV 機関室映像

E/R TEMP 機関室温度

Simple Manual 簡易マニュアル

CBDC 電子化図面管理

SYSTEM ALARM システムアラーム

EVENT LOG イベントログ

FIRE DRILL SIM 消火訓練シミュレーション

CAMERA SELECT: M/E (AFT), MAIN ENGINE, M/E (FWD), NO.4 D/G, NO.3 D/G, NO.2 D/G, NO.1 D/G

CONDITION: CALM SEA, ROUGH SEA

MONITORING: START, STOP

**\* ENGINE ROOM TEMP \***

FIRE ALARM 火災警報

Monitoring / Operation 集中監視 / 操作

E/R ITV 機関室映像

E/R TEMP 機関室温度

Simple Manual 簡易マニュアル

CBDC 電子化図面管理

SYSTEM ALARM システムアラーム

EVENT LOG イベントログ

FIRE DRILL SIM 消火訓練シミュレーション

THERMOGRAPHY SELECT: NO.2 M/E (AFT), MAIN ENGINE, NO.1 M/E (FWD), NO.4 D/G (PORT), NO.3 D/G (STBD)

E/R TEMP (Environment) 士## C

写真 8 機関室火災監視

# SR240 新しいフリートサポートシステムの開発 要 約

Ship Research Panel 240  
Development of the Fleet Support System

## Summary

The ISM Code has been effective in 1998. Although ship management companies elaborated the Safety Management Systems in accordance with the ISM Code, it seems to be insufficient to establish a continuous improvement process. The Fleet Support System (FSS) Project aimed at a framework of total quality management system within SMS considering the effective job sharing of onboard-shore and man-machine systems introducing the PLAN-DO-CHECK-ACT cycles.

The PLAN-phase is not only a definition of the process, it should also identify the evaluation process. The DO-phase is execution of the PLAN. The CHECK-phase measures the difference between the target level and the process results. Then the ACT-phase treats improving processes and revises the PLAN.

It is necessary that the accountable target level to be clearly identified in the PLAN-phase reflecting the customer's (Shippers and Consignees) requirements. The FSS project had to provide numerical criteria first for watching target ships, the traffic congestion, the course keeping performance and the seaworthiness for navigational systems as an example.

This project is composed of five working groups. Each working group chose items of the present SMS manual, discussed new management styles that forms PDCA cycles better, and developed machinery systems in accordance with them.

The WG1 studied computer programming and telecommunications technology, prescribed the communication protocols, provided the common facilities within all working groups, and developed the shore-based management system.

The WG2 studied the Watch Keeping processes prescribed the PDCA cycles with objective judgments to traffic environments, and developed onboard systems to handle the Passage Plan includes these judgment criteria.

The WG3 studied the seaworthiness management during individual voyages as well as ship's lifecycle. It defined the seaworthiness, and set the numerical value for criterion to judge to keep seaworthiness. And it developed systems to monitor the relation between sea state and ship motion.

The WG4 studied the Main Engine operation, maintenance, and document management, and developed systems with actual data obtained from a container ship.

The WG5 studied the fire monitoring, and emergency operation, and developed monitoring system through the examination of thermography.

## 1. 研究の目的及び目標

本調査研究「新しいフリートサポートシステムの開発」は ISM コード時代を踏まえ、「海上輸送の安全とサービスの向上が継続的に生まれる、安全で使い易い船は何か」という視点から、新しい形の船づくりを求める造船（メーカー）と海運（ユーザー）が知恵を出し合っ行う共同研究である。従って、造船・海運がその知見を集め、これからの船舶安全運航管理にとって真に必要な機器・システムの機能要件である運航システムを研究開発し、造船・海運の双方に新しいニーズの発掘、市場における優位性といった付加価値をもたらすとともにそれらを通じて船舶の安全運航に寄与することを目的とした。

本研究の目標は、安全運航管理システム(SMS)を研究し、総合品質管理(TQM：Total Quality Management)を実施する船陸一貫システムを構築することにある。

TQM の要件は、以下の PDCA サイクルを形成することとしている。

Plan : TQM Planning Center (陸上)

現状分析と問題の認識、具体的な目標の設定、考慮すべき制約条件の認識  
可能な改善方策の探索、実施計画の決定、チェック及び評価方法の設定

Do : Operation Center (陸上)、ShipBoard (船) 計画に基づいた実施

Check : Evaluation (陸上、船) あらかじめ決めてある評価法による目標値との比較

Act : Evolution (陸上、船) 更なる改善のための工夫

## 2. 研究の内容

### (1) 研究の体制

本研究では、「航海系業務」、「船体管理業務」、「機関係業務」、「船装管理業務」のそれぞれについて Working Group を設置した。各 WG では FSS としての新しい運航管理スタイルを提案するとともに、提案スタイルを実現するための機器・システムについて設計、開発を行い、実証的な試験を通じて提案の有効性を確認するものとした。

各 WG での機器・システムの開発に当たっては、ネットワーク接続など WG に共通する基盤技術や、共通して利用される機能について、別個に「全体調整」を行う WG として WG 1 を設け、ここで検討・開発するものとした。

### (2) WG 1 全体システム

WG2 から WG5 にて提案される運用スタイルの統合（全体運用）を検討した。

各WGの開発システムに関する要素技術の調査した。

全体運用にて求められる機能の特定し、設計・開発を行った。

WG2 およびWG 3 の開発システムを統合し、PDCA サイクルに準じる模擬運用を実施した。

### (3) WG 2 航海関係システム

航海当直にあたる人員の作業量ならびに航行環境監視・判断基準についての継続的な改善活動の流れを提示した。

航行環境監視・判断基準が盛り込まれたパッセージプランを運用するため、船上システムとしての機能配分を検討した。

上記の機能配分に従い、船上における管理レベルのシステム（航海計画管理システム、航海実績システム）と監視レベルのシステム（航行保全システム-1、航行保全システム-2）を開発し、それぞれネットワーク接続を図った。

#### (4) WG 3 船体関係システム

耐航性に関する概念を整理し、耐航性を表す指標（耐航性基準）について検討・選定した。耐航性基準に着目した管理運用フロー（PDCA サイクル）を検討した。管理運用フローに準じて耐航性管理システム、ならびに耐航性監視システムを開発した。耐航性監視システムを船上システムの一部として WG2 のネットワークに組み入れた。

#### (5) WG 4 機関関係システム

機関管理モデルならびに PDCA サイクルを策定し、機関管理指針ならびに信頼性評価手法を検討した。

機関管理モデルに準拠したシステム（機関管理システム）を開発した。機関診断技術の向上に向け実船計測を通じて、運転管理データ項目の提案を行った。燃料油性状の管理データを整理し、機関管理システムとの連携について整理した。

#### (6) WG 5 船装関係システム

早期火災発見のための要素技術の調査・検証し、機関室防災システムの設計・開発を行った。

また、緊急対応支援システムの設計・開発を行い、緊急時の対処判断に関するフリート全体としての対応策を検討した。

### 3. 成果

全体運用の例として、陸上での航海計画（パッセージプラン）の策定と実施、モニタリング、実績分析確認のスタイルを策定し、船上システムとして WG2 と WG3 での開発システムの統合を図った。全体運用として必要な陸上システムを設計・開発した。

今回のパッセージプラン運用例の確認に際しては、実際のデータの蓄積に基づいた ACT には至っていない。しかしながら、提案する運用スタイルに準拠した機能の実現について確認できたと考える。

その他、要素技術として、分散処理技術である CORBA を調査し、船上システムにおいてパッセージプランの運用に適用した。また、情報記述・伝達様式として XML を調査し、パッセージプランの記述、海図オブジェクトの記述に適用した。

共通機能として、センサデータサーバを開発し、また、水路情報 DB、気象海象 DB を整備し、サーバとしての機能の実現を図った。

WG4 においては、機関管理業務について新しい管理スタイルを策定することができた。かつ実船計測を通じて、燃焼診断に筒内燃焼圧、ライナ温度のデータが有効であると確認できた。

WG5 においては、新しい機関室防災システムと運用スタイルを提案するとともに、船陸での緊急対応業務を支援するシステムを構築し、その有用性を確認した

# は し が き

本成果報告書は、日本財団の助成事業として、日本造船研究協会第240研究部会において、平成11年度から平成13年度の3カ年計画で実施した「新しいフリートサポートシステムの開発」の研究成果を取りまとめたものである。

## 第240研究部会 委員名簿

(敬称略、順不同)

部会長	小山 健夫 (東京大学名誉教授)	
代表幹事	平原 隆美 (日本郵船)	松原 知之 (日本郵船)
	三上 郁夫 (日本郵船)	
代表幹事代行	木原 和之 (日本海洋科学)	
委員	伏見 彬 (元東京大学)	大和 裕幸 (東京大学)
	今津 隼馬 (東京商船大学)	井上 欣三 (神戸商船大学)
	角 洋一 (横浜国立大学)	広野 康平 (神戸商船大学)
	上江洲由亘 (日本郵船)	山本 勝 (日本郵船)
	石田 隆丸 (日本郵船)	大竹 輝幸 (商船三井)
	渡辺 明 (商船三井)	増田 恵 (日本船主協会)
	上田 徳 (日本海事協会)	山田 久行 (日本鋼管)
	堀川 統 (日本鋼管)	中川 道雄 (新来島どっく)
	真島 篤 (住友重機械工業)	山下 時雄 (川崎重工業)
	谷村 仁司 (川崎重工業)	田中 豊 (三菱重工業)
	河辺 勲 (石川島播磨重工業)	大松 哲也 (石川島播磨重工業)
	宇都宮正時 (石川島播磨重工業)	増山 和雄 (三井造船)
	加藤 泰彦 (三井造船)	亀井 前人 (日立造船)
	近藤 公雄 (日立造船)	瀬川 正行 (日立造船)
	山田 秀光 (トキメック)	沼野 正義 (海上技術安全研究所)
	庄司洗一郎 (日本海洋科学)	伊藤 功 (NYK輸送技術研究所)
	内海 和夫 (三菱総合研究所)	

## 第240研究部会幹事会 委員名簿

(敬称略、順不同)

主 査	平原 隆美 (日本郵船)	松原 知之 (日本郵船)
	三上 郁夫 (日本郵船)	
委 員	上江洲由亘 (日本郵船)	山本 勝 (日本郵船)
	大竹 輝幸 (商船三井)	渡辺 明 (商船三井)
	増田 恵 (日本船主協会)	真島 篤 (住友重機械工業)
	山田 久行 (日本鋼管)	堀川 統 (日本鋼管)
	山下 時雄 (川崎重工業)	谷村 仁司 (川崎重工業)
	田中 豊 (三菱重工業)	中川 道雄 (新来島どっく)
	亀井 前人 (日立造船)	近藤 公雄 (日立造船)
	瀬川 正行 (日立造船)	河辺 勲 (石川島播磨重工業)
	沼野 正義 (海上技術安全研究所)	木原 和之 (日本海洋科学)
	山田 秀光 (トキメック)	内海 和夫 (三菱総合研究所)

## 第 2 4 0 研究部会WG1(総合調整) 委員名簿

(敬称略、順不同)

主 委          オブザーバー	査 員	大和 裕幸 (東京大学)	今津 隼馬 (東京商船大学)
		伏見 彬 (元東京大学)	石田 隆丸 (日本郵船)
		広野 康平 (神戸商船大学)	松原 知之 (日本郵船)
		平原 隆美 (日本郵船)	渡辺 明 (商船三井)
		大竹 輝幸 (商船三井)	堀川 統 (日本鋼管)
		山田 久行 (日本鋼管)	田中 豊 (三菱重工業)
		水野 雅方 (川崎重工業)	宇都宮正時 (石川島播磨重工業)
		大松 哲也 (石川島播磨重工業)	沼野 正義 (海上技術安全研究所)
		鈴木 康雄 (石川島播磨重工業)	入江 泰雄 (三井造船)
		鳥井 幸典 (三井造船)	川瀬雅勇己 (日本海洋科学)
		木原 和之 (日本海洋科学)	
		内海 和夫 (三菱総合研究所)	
		小郷 一郎 (日本船舶標準協会)	

## 第 2 4 0 研究部会WG2(運航関係) 委員名簿

(敬称略、順不同)

主 副 委 査 員	査 員	今津 隼馬 (東京商船大学)	越水 豊 (日本郵船)
		井上 欣三 (神戸商船大学)	中村 大輔 (日本郵船)
		広野 康平 (神戸商船大学)	清水 正利 (商船三井)
		中村 紳也 (日本郵船)	坂本 優 (日本海事協会)
		天川 正人 (商船三井)	中馬 繁 (日本鋼管)
		大成 義彦 (日本海事協会)	小野 武之 (三菱重工業)
		川井 茂和 (日本鋼管)	福戸 淳司 (海上技術安全研究所)
		寺田 稔 (川崎重工業)	渡辺 恒雄 (日本海洋科学)
		阿部 均 (三井造船)	
		山田 秀光 (トキメック)	
		伊藤 功 (NYK輸送技術研究所)	

## 第 2 4 0 研究部会WG3(船体関係) 委員名簿

(敬称略、順不同)

主 委 査 員	査 員	伏見 彬 (元東京大学)	広野 康平 (神戸商船大学)
		角 洋一 (横浜国立大学)	中川 道雄 (新来島どっく)
		中村 靖 (日本海事協会)	河辺 勲 (石川島播磨重工業)
		西山 五郎 (川崎重工業)	安部 昭則 (石川島播磨重工業)
		鈴木 康雄 (石川島播磨重工業)	河邊 寛 (海上技術安全研究所)
		中園 博 (日立造船)	
		井上 一磨 (日本海洋科学)	

第 2 4 0 研究部会WG4(機関関係) 委員名簿

(敬称略、順不同)

主 委 員	査 員	大松 哲也 (石川島播磨重工業)	宇都宮正時 (石川島播磨重工業)
		大野 直幸 (日本郵船)	明野 進 (日本郵船)
		川嶋 民夫 (日本郵船)	古澤 博司 (日本郵船)
		宇佐美 俊 (商船三井)	竹中 功行 (商船三井)
		藤浪 幸仁 (日本海事協会)	岡山 透 (日本海事協会)
		豊田 健 (川崎重工業)	池田 敏 (三井造船)
		原田 朋宏 (石川島播磨重工業)	宮野 春雄 (NYK輸送技術研究所)
		市原 庸光 (日本海洋科学)	金子 仁 (日本海洋科学)
		菅 忠之 (ディーゼルユナイテッド)	上西 久男 (寺崎電気産業)

第 2 4 0 研究部会WG5(船装関係) 委員名簿

(敬称略、順不同)

主 委 員	査 員	田中 豊 (三菱重工業)	
		大野 直幸 (日本郵船)	中村 紳也 (日本郵船)
		中村 靖 (日本海事協会)	真島 篤 (住友重機械工業)
		原田 秀利 (三菱重工業)	植村 卓司 (日立造船)
		津金 正典 (日本海洋科学)	

討 議 参 加 者

(敬称略、順不同)

桑田 敬司 (日本船主協会)	萱嶋 孝一 (三井造船)
丸 元夫 (三井造船)	伊藤 博子 (海上技術安全研究所)
三島 隆志 (日本郵船)	佐々木勝吉 (日本郵船)
溝上 栄美 (三菱重工業)	大谷 和幸 (三菱重工業)
芦澤 雄志 (三菱重工業)	伊藤 浩平 (三菱重工業)
頼光 元嗣 (三菱重工業)	植野 哲夫 (トキメック)
村上 嘉昭 (日本海事協会)	永浜 信一 (日立造船)
岡部 拓 (日本鋼管)	柴田 勝規 (石川島播磨重工業)
新原 慶弘 (石川島播磨重工業)	志村 義治 (石川島播磨重工業)
竹内 良夫 (石川島播磨重工業)	

事 務 局 (日本造船研究協会) 宮澤 徹 ・ 大森 勝 ・ 村上 好男

# 目 次

1. 研究の目的	1
2. 研究の目標	1
3. 研究の内容	4
3.1 全体システム	4
(1) PDCAサイクルの検討	4
(2) 情報処理技術・通信技術の調査	6
(3) パッセージプラン運用の検討と船上システムの連携	6
(4) 陸上システム構築	9
(5) 評価試験の実施	9
3.2 航海関係システム	11
(1) 海上で利用可能な情報に関する調査	11
(2) 航海関係におけるPDCAサイクルの検討	12
(3) 航海関係のシステム試作	13
(4) 評価試験の実施	15
3.3 船体関係システム	16
(1) 船体管理に関するPDCAサイクルの検討	16
(2) 具体的な耐航性基準の設定	20
(3) 船体関係のシステム試作	21
(4) 評価試験の実施	22
3.4 機関関係システム	22
(1) 機関管理に関するPDCAサイクルの検討	22
(2) 機関信頼性管理の検討	25
(3) 機関関係のシステム試作	25
(4) 実船データの計測	26
(5) 燃料油管理機能の検討	26
3.5 船装関係システム	27
(1) 機関室防災監視システムの機能検討	27
(2) 船陸緊急対応システムの試作	28
4. 成果のまとめ	29
(1) 全体システム	29
(2) 航海関係システム	29
(3) 船体関係システム	29
(4) 機関関係システム	30
(5) 船装関係システム	30
5. 今後の展開	30
(1) SMSとの連携と具体的なACT	30
(2) モニタリング機能とTSSへの展開	30
(3) FSS Glossaryの整備	31
(4) 機関関係システムの実用化	31
(5) 機関運転状態の診断技術に関する開発	32

## 1. 研究の目的

国際海事機構（IMO）の船舶安全運航に関する ISM（International Safety Management）コードは既に 1998 年 7 月から一部船舶について適用され、2002 年には全船舶に適用予定となっている。ISM コードは全社責任に基づく安全運航管理システム（SMS-Safety Management System）の確立と組織活動（全社、船、乗組員全体）による履行を管理会社に対して法的に要請する規制である。すなわち従来の船舶における自己完結型（船長責任）から陸上組織を含めた組織管理型（会社責任）への管理責任の移行を意味し、船舶管理の基本理念を変える大転換である。

また、従来の IMO 国際条約が行ってきた規制は、ともすれば本質的に最小限の要求に留まる性格を持っているが、ISM コードにはその基本理念を総合品質管理—TQM（Total Quality Management）においていることから、グローバルスタンダードと総称される諸標準—例えば ISO9000 シリーズ等—の流れを強く引継いでいる。以前の ISO 規格すなわち 1994 年版では、どちらかという記録と報告に重点がおかれて品質改善という点からあまり評判は良くなかったが、2000 年 12 月に新バージョンに移行した 2000 年版では品質による競争を促し、その継続性向上によって差別化を図る姿勢を強く打ち出している。

本調査研究「新しいフリートサポートシステムの開発」は上記 ISM コード時代を踏まえ、「海上輸送の安全とサービスの向上が継続的に生まれる、安全で使い易い船は何か」という視点から、新しい形の船づくりを求める造船（メーカー）と海運（ユーザー）が知恵を出し合っていく共同研究である。フリートサポートシステムに関しては既に平成 9-10 年度に行われた調査研究「新しいフリートサポートの研究」からスタートしており、今回の平成 11-13 年度に行った調査研究はこの成果及び活用の提案を受けて更に突っ込んだ調査研究を行ったものである。

従って、造船・海運がその知見を集め、これからの船舶安全運航管理にとって真に必要な機器・システムの機能要件である運航システムを研究開発し、造船・海運の双方に新しいニーズの発掘、市場における優位性といった付加価値をもたらすとともにそれらを通じて船舶の安全運航に寄与することを目的とした。

## 2. 研究の目標

ISM コードの基本となっている安全運航管理システム（SMS）の総合研究及びその根幹をなす総合品質管理（TQM）—TQM の基本的な考え方は Plan - Do - Check - Act からなる PDCA サイクルを効果的にまわすこと— からなる FSS 研究の概要に関しては平成 9 年度・10 年度に実施した SR238「新しいフリートサポートシステムの研究」の結果としてまとめられている。

その研究を進めるにあたり、図 2.1 の様に FSS システムモデルとして代表的なサブシステムの位置付けを例示している。船陸一貫システムとして計画している。

Plan : TQM Planning Center (陸上)

現状分析と問題の認識、具体的な目標の設定、考慮すべき制約条件の認識  
可能な改善方策の探索、実施計画の決定、チェック及び評価方法の設定

Do : Operation Center (陸上)、ShipBoard (船) 計画に基づいた実施

Check : Evaluation (陸上、船) あらかじめ決めてある評価法による目標値との比較

Act : Evolution (陸上、船) 更なる改善のための工夫

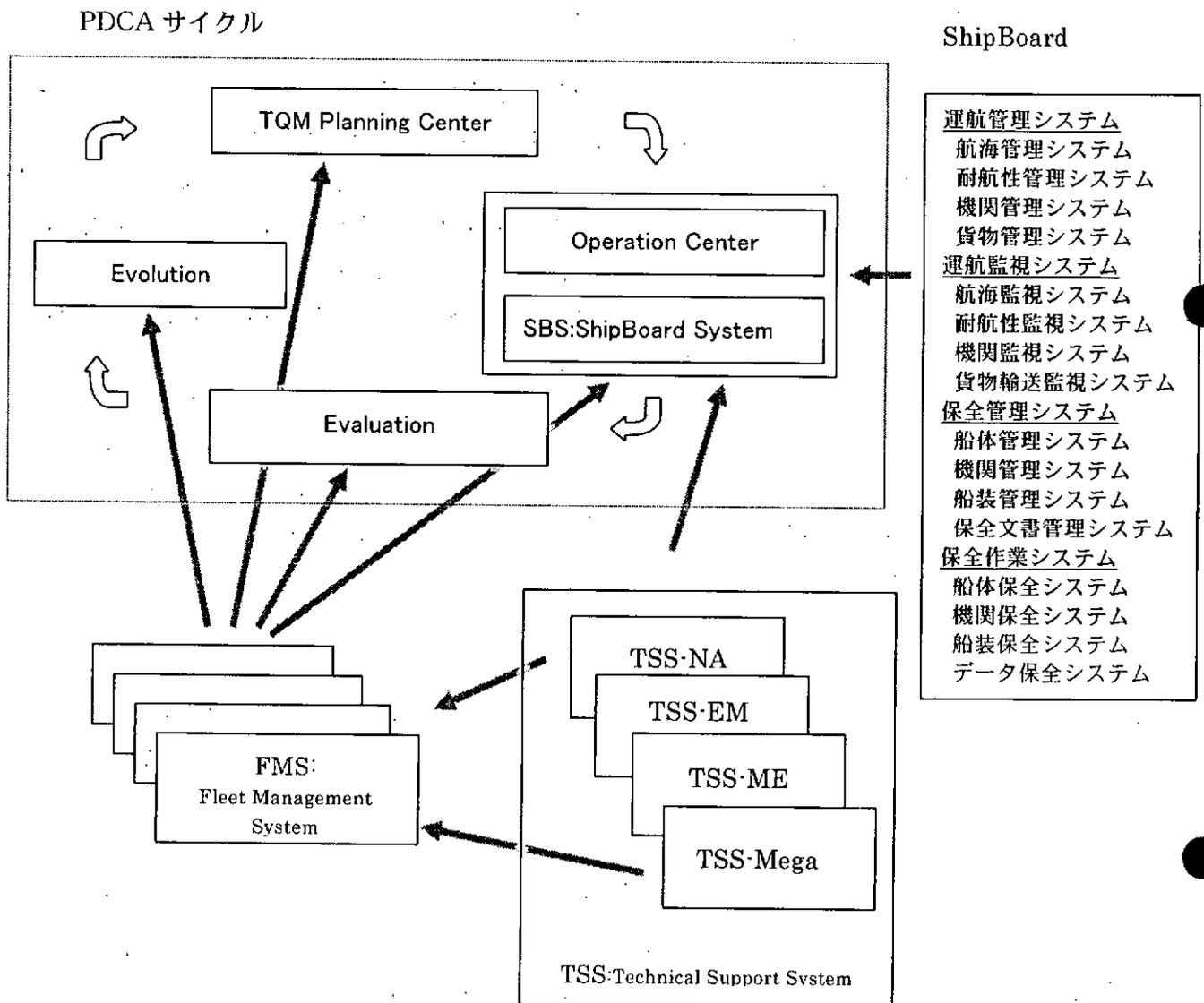


図 2.1 FSS システムモデル

本研究では、SMS 業務の主目的である運航管理を「航海系の管理」と「機関系の管理」に大別するとともに、運航管理（航海系）と保安全管理の双方に関連する「船体の管理」ならびに運航管理（機関系）と緊急対応の双方に関連する「船装の管理」に着目し、銘々に Working Group を設置した。各 WG では現状の SMS 業務の特徴から問題点を特定し、FSS としての新しい運航管理スタイルを提案するとともに、提案スタイルを実現するための機器・システムについて設計、開発を行い、実証的な試験を通じて提案の有効性を確認するものとした。各 WG での機器・シ

システムの開発に当たっては、ネットワーク接続など WG に共通する基盤技術や、共通して利用される機能について、別個に「全体調整」を行う WG を設け、ここで検討・開発するものとした。表 2.1 に目標を示す。

しかし、全ページに示す通り、ShipBoard のサブシステムでもかなりの数のシステムがあり、更に船と陸上を結ぶシステムまで含めると通信システムまで考慮すべき事項となりすべてを網羅するシステムを構築することは不可能である。従って、本研究の目標としては、各 WG において代表的なシステムのプラットフォームを作成し、船陸間でこれが全体としてまわることを確認することを第一義とした。他のシステムも同様な手法で作成していけると考える。

表 2.1 各 WG の役割と目標

FSS の目的	WG の役割
船舶運航の管理スタイルとして PDCA サイクルを形成し、輸送サービスの品質による差別化を行い、国際競争力のある船舶運航管理システムを構築する。	WG1 全体システム
	① WG2 から WG5 に共通して利用される要素技術を調査検討する。 ② FSS としての要素技術の利用規定を検討・策定する。 ③ 各 WG にて提案される新しい運航管理のスタイルを調整し、フリート全体としての運航管理スタイルを検討する。 ④ 各 WG に共通して求められる機能、ならびにフリート全体の運航管理に必要な機能について設計・開発する。
	WG2 航海関係システム
	① 航海系管理業務に着目した新しい運航管理のスタイルを提案する。 ② 提案するスタイルに準じたシステムを構築する。
	WG3 船体関係システム
	① 船体管理業務に着目した新しい運航管理のスタイルを提案する。 ② 提案するスタイルに準じたシステムを構築する。
	WG4 機関関係システム
	① 機関系管理業務に着目した新しい運航管理のスタイルを提案する。 ② 提案するスタイルに準じたシステムを構築する。
	WG5 船装関係システム
	① 船装管理業務に着目した新しい運航管理のスタイルを提案する。 ② 提案するスタイル準じたシステムを構築する。

### 3. 研究の内容

#### 3.1 全体システム

##### (1) PDCAサイクルの検討

###### (a) 新しい船陸の役割分担の提案

###### <業務計画全般の策定>

陸上にてサービスの達成目標を立てる。

業務計画全般を策定し、これに従って船上・陸上でこれを実施する。

陸上で策定される業務計画は、COMPANY 'S STANDARDとなる。

フリート全体としての均質性を得ることができる。

###### <モニタリング>

陸上にて業務計画全般の履行状況を確認する。

船上の業務計画の履行状況についてモニタリングする。

各管理船を現場状況のセンサーとし、数百隻からのサンプリングを集約する。

各管理船が遭遇する航行環境を類推することが可能となる。

集約したデータでもって、与えた業務計画の妥当性を検証する。

輸送品質の目標達成に向けて陸上は船上に積極的に働きかけを行う。

###### <実績分析確認>

目標の達成状況を確認する。

目標が達成されない場合、業務計画が履行されない場合について、その時の状況を陸上にて再現し、検証する。

問題点を特定して、手当てを実施する。

目標の評価方法の不備、実績確認方法の不備などが存在することも考慮する。

###### (b) 現SMS業務との比較

FSSは、PLANとして数値的な品質目標と業務計画、実績評価の方法の規定を求め、DO(陸上、船上それぞれでの業務計画の実施)のCHECKとPLAN自身の見直し(ACT)を行うものとしている。

FSSは、現SMS業務に対して、より確実な品質管理のフレームワークを提供するものとする。

表 3.1 に現SMS業務とFSSにて提案する船陸の役割分担との比較を示す。

表 3.1 (1) 現 SMS 業務と FSS にて提案する船陸の役割分担

	現 SMS 業務		FSS での業務分類	
	陸上	船上	陸上	船上
SMS 管理	SMS 運用管理 SMS 改善活動 SMS 文書管理 認証機関審査・監査対応 陸上員の教育	SMS の実行 乗組員周知・徹底 文書管理	+ プランニング手順 選航モニタ手順 実績確認・分析手順	
船員管理	船員配乗管理 船員教育管理 船員労務管理 船員派遣契約管理 船員評価管理	乗組員管理 教育・訓練		
技術管理	技術データの収集・分析 技術資料の作成・通知 技術データ、資料の管理 技術的問題の原因解明 技術的問題の対策策定	技術データの提出 技術提案	+実績確認・分析 (航海系・機関系)	
保安全管理	保全整備方針の策定 工事・部品の発注手配 入渠手配、入渠工事仕様決定 造船所、メーカー窓口 技術情報の収集・分析・周知 法律等の収集・分析・周知	保全整備計画立案 保全整備の実施 保全整備技術の管理 保全記録の作成・報告 注文書の作成・提出 受領品の確認・報告 外注工事の確認・報告 受検書類の作成・管理	機関保全指針、 機関信頼性目標の設定	← ←

表 3.1 (2) 現 SMS 業務の分類と FMS が前提とする業務分類

	現 SMS 業務		FSS での業務分類	
	陸上	船上	陸上	船上
運航管理	管理船対応窓口 船用品等発注手配 技術情報の収集・分析・周知 法律等の収集・分析・周知 書類・刊行物等の送付 乗組員の監督・指導・評価	航海計画の策定 甲板部航海当直の実施 機関部航海当直の実施 入出港業務の実施 停泊当直の実施 守備当直の実施 日誌の作成・管理 重要機器の操作運転 FO、LO、水の品質管理 保安業務の実施 荷役当直の実施 荷役日誌の作成・管理 環境保護業務の実施 作業安全管理業務 船内衛生管理業務	パッセージプランブ ランニング 機関運転指針の 設定 + 運航モニタリング、 パッセージプラン検 証、修正	←
内部監査	内部監査の実施 監査記録の管理 不具合・不適合の是正勧告			
緊急対応	海難対応・処理総指揮 損傷対応の手配、技術支援 船員乗下船手配、家族連絡	保険内容の確認 操練の実施 緊急対応	+ 火災監視	←

(2) 情報処理技術・通信技術の調査

分散処理技術として CORBA、DCOM を調査した。

情報伝達様式として XML を調査した。

衛星通信技術の現状を調査した。

(3) パッセージプラン運用の検討と船上システムの連携

WG2 ならびに WG3 は運航管理業務（航海系）の現状問題点に着目して、新しい PDCA サイクルの検討を進めた。そこで WG1 として、前段にて検討した新しい船陸間の役割分担を反映させ、かつ、WG2 と WG3 との連携を図る共通のパスページプラン運用スタイルを

提案し、もって組織的な船舶運航管理の例を示すこととした。

パッセージプランの構成要素

- ① Navigation Schedule
- ② ワッチレベル（※）の切替え計画
- ③ 航行補助情報
- ④ 各種安全基準値（※※）

表 3.2 パッセージプラン運用と船陸で求められる機能

パッセージプランの運用	陸上	船上
策定	標準コースの管理 海図情報の管理 各安全基準（※）の管理 気象海象情報の入手・管理 航行補助情報の管理 コース修正・設定 航行補助情報の設定 ワッチレベルの設定 パッセージプランの検証 パッセージプランの通知	パッセージプランの受領・管理 各監視システムへの配信
航海 モニタリング	現況データの取得 パッセージプランの検証・修正 修正パッセージプランの通知	安全基準を用いた監視 現況データの通知 修正パッセージプランの受領
実績確認	実績データの取得 実績データの解析	実績データの通知

※

ワッチレベル

船橋における人員のフォーメーションで、航行環境の厳しさに応じて人員の数と役割分担を予め定めたものである。ここではある船社を例に三段階のレベルを想定した。

<ワッチレベル1>

航行環境が緩やかで、必要最小限の航海当直の能力で対処する場合。

<ワッチレベル2>

ワッチレベル1より厳しい航行環境にあり、船長による操船判断が求められる場合。

<ワッチレベル3>

ワッチレベル2より厳しい航行環境にあり、船長、当直航海士の他、増員航海士の支援が求められる場合。

※※

安全基準値は、船舶が当該航海時に遵守すべき状態を表す値である。

安全基準は運航管理会社の品質目標に基づいて定められる。

<位置針路速力保全基準>

計画されたルートを計画された時間で航行することを確認するための基準であり、コースラインからの横偏位量、目標 WP の ETA に対する遅延量で規定される。

<輻輳状況判断基準>

自船周囲の船舶交通の混み具合を判断するための基準であり、将来的に接近することが予想される他船の隻数で規定される。

<衝突危険判定基準>

他船との衝突の危険性を判断するための基準であり、他船の航過距離を基に規定される。

<自然環境監視基準>

自船周囲の自然環境を監視するための基準であり、視程、波浪、風に各々の限界値で以って規定される。

<耐航性基準>

船体の耐航性が阻害されないことを監視するための基準であり、ここでは船体縦強度に基づく縦揺れ量の限界値で以って規定される。

図 3.1 に本研究におけるシステムハード構成を示す。

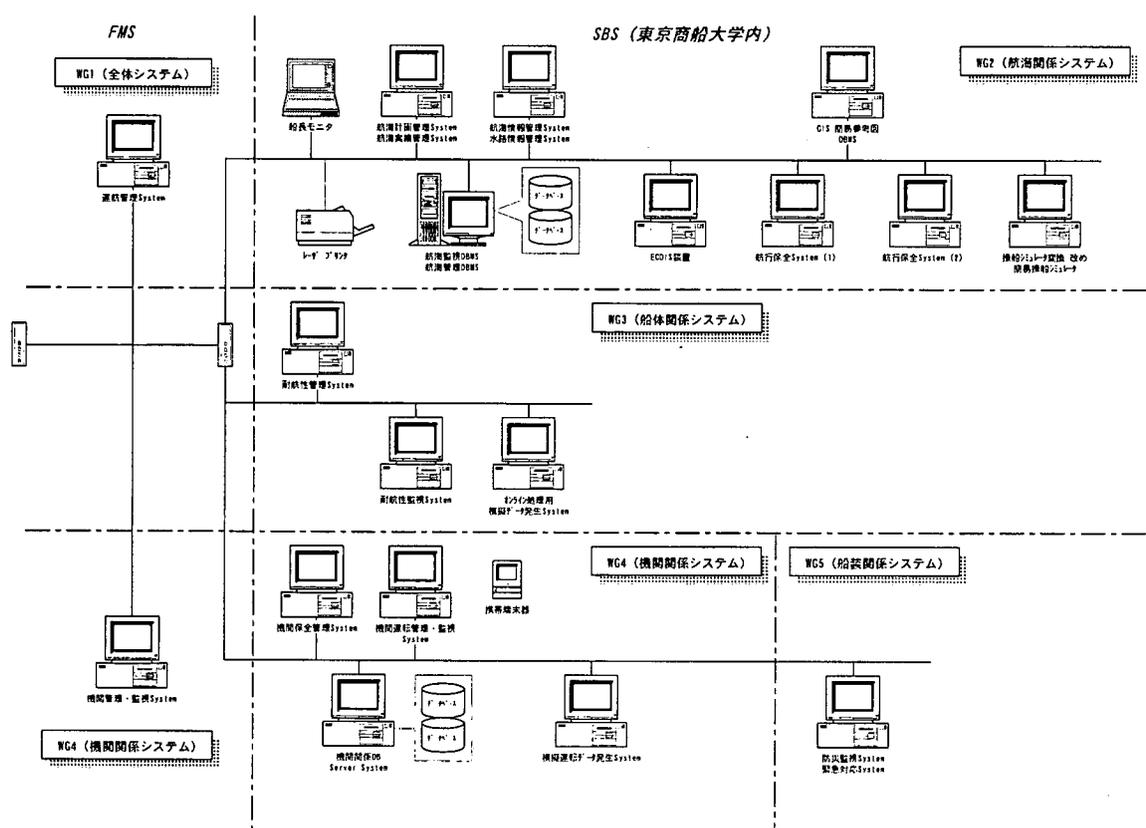


図 3.1 本研究におけるシステム構成

パッセージプランの運用スタイルは以下の通りである。

- ① 陸上の運航管理システム (FMS) から「航海計画管理システム」に送信される。
- ② 「航海計画管理システム」は「航行保全システム-1」、「航行保全システム-2」および「耐航性監視システム」に新規パッセージプランの通知を出し、各システムは、「航海計画管理システム」から新規パッセージプランを受領する。
- ③ 「航行保全システム-1」、「航行保全システム-2」および「耐航性監視システム」はパッセージプランの内、所掌の安全基準を参照して監視業務を実施する。
- ④ 監視にあたる各システムから、「航海実績管理システム」に監視結果が送信される。「航海実績管理システム」は、監視結果を集計するとともに、陸上の FMS に実績データとし

て送信する。

これらのパッケージプラン運用を分散処理技術 CORBA を用いて実現した。

#### (4) 陸上システム構築

図 3.2 にパッケージプラン運用に関わる陸上システムの構成を示す。

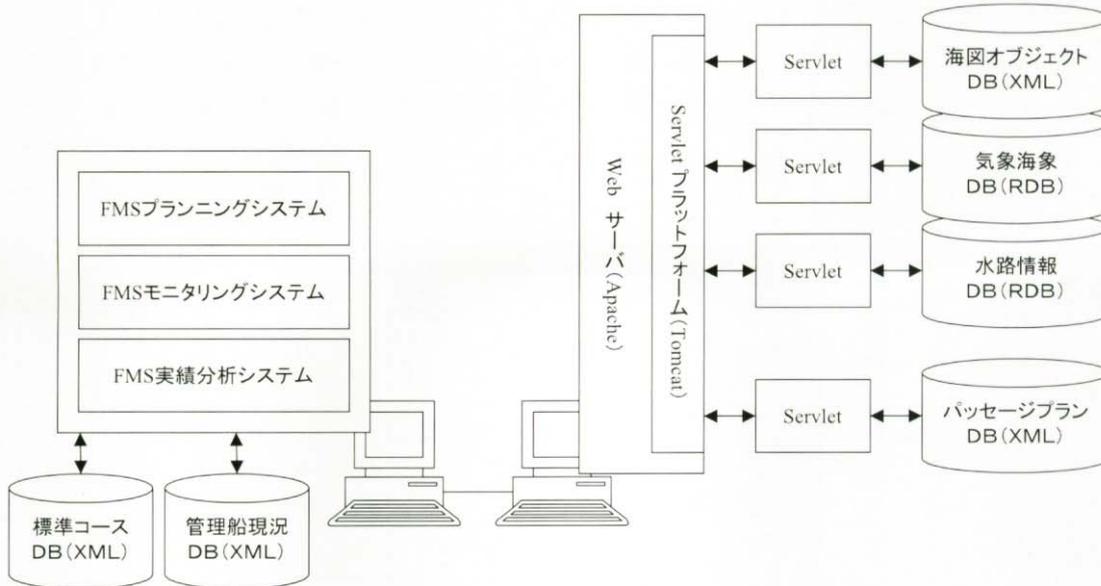


図 3.2 パッケージプラン運用に関わる陸上システムの構成

図 3.3 に FMS プランニング時の画面例を示す。

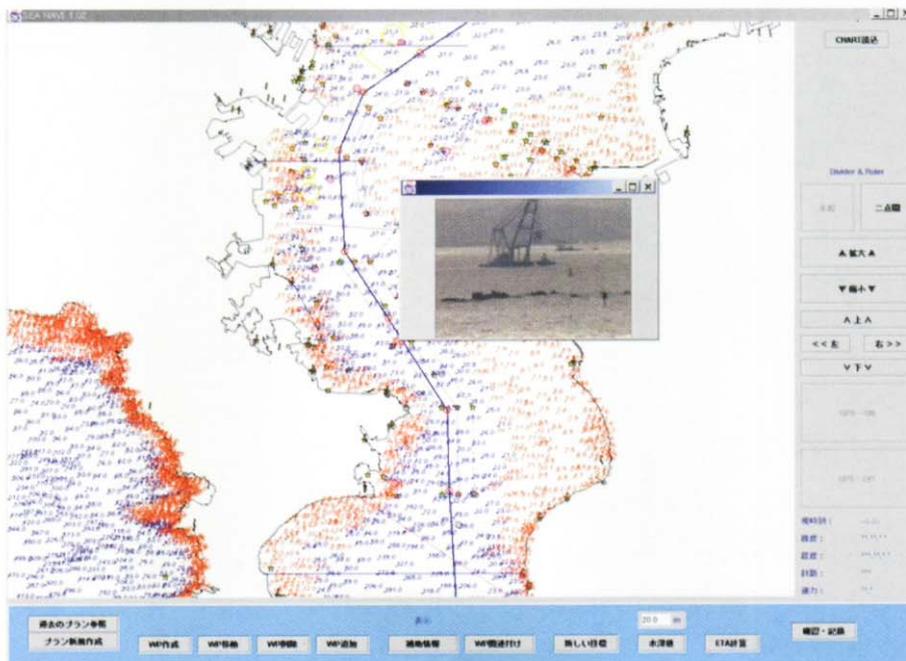


図 3.3 プランニング時の画面例

この例では水深値、標準コースライン、水路情報が表示されている。

#### (5) 評価試験の実施

実施場所：東京商船大学 第一実験棟 221 号室

実施日時：平成 13 年 12 月 21 日

参加者：第 240 部会部会長以下部会委員、各 WG 委員、事務局

試験内容：全体システム（WG1）、航海関係システム（WG2）および船体関係システム（WG3）にて各々開発したシステムについて、ネットワーク接続し、航海計画（パッセージプラン）を中核にした運用デモンストレーションを実施した。運航実務経験を持つ参加委員を中心にコメント・評価を得た。機関関係システム（WG4）については、開発システムの機能紹介があった。船装関係システム（WG5）については、開発したシステム単体でのデモンストレーションが行われた。

試験は全体システムによるパッセージプランの運用を基調とし、航海関係システム、船体関係システムにて開発したシステムの試験は、その一部として実施された。図 3.4 に全体システムの試験シナリオの流れを示す。

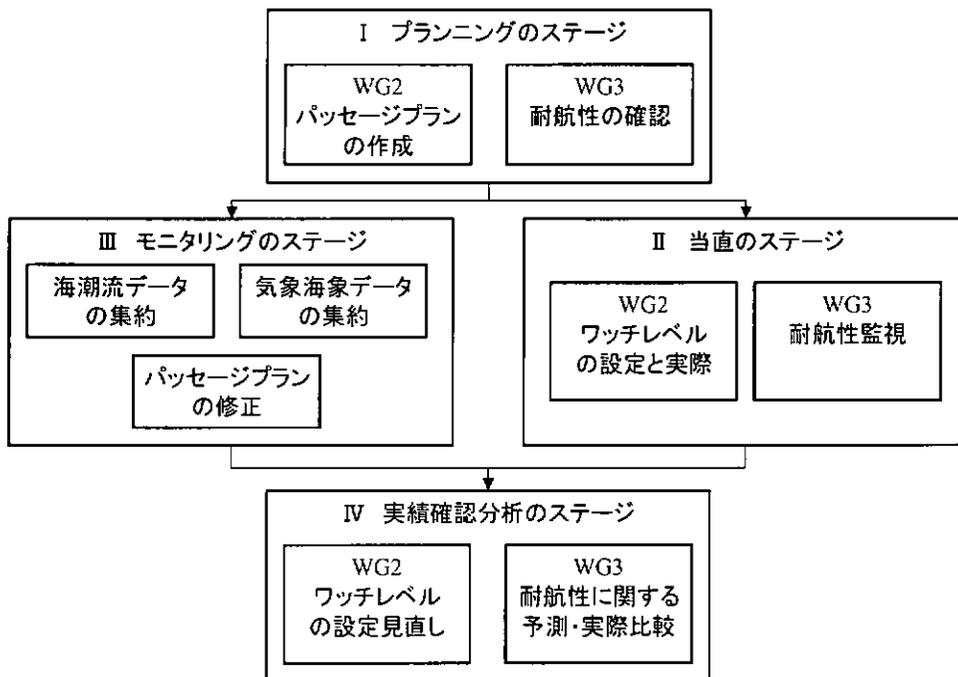


図 3.4 評価シナリオのステージ

試験結果の概要を以下に示す。

①プランニング策定作業の効率化

複数の管理船のパッセージプランを策定する際に非効率になりやすい。

システム側でのある程度自動的な処理が望まれる。

作業支援の方策としてコンピュータエージェントの利用が考えられる。

②天気図データの入手

天気図もコースライン重畳表示させたい。

表示に必要なデータ（天気図描画データ）だけを提供してもらう方法を期待したい。

③ETA 計算時の考慮事項

実運用時には、各船ごとに実績データから波高・減速量の対応関係を継続的に見直しし

てゆく機能が必要である。

ETA 試算と併せて、燃料消費量の推定ができる機能の追加が必要である。

④モニタリング機能について

海潮流データの入手

日本周辺の高潮流データは数値データでの配信を期待したい。

⑤パッセージプラン検証の自動化

陸上において複数船の耐航性評価を自動的に行う機能が必要である。

⑥実績分析確認時の監視ロジックの検証

管理船に搭載している各監視機能と同じ機能を用いて、状況を確認する。

プログラムの改造を伴わずに監視機能の切替えが可能となるよう、監視機能と表示・操作機能を切り分ける設計が必要である。

⑦実績確認の分散処理

陸上での実績確認分析の手法が確立すれば、これに準じて各船にて前処理を行うことで通信費を抑えることができる。

### 3.2 航海関係システム

#### (1) 海上で利用可能な情報に関する調査

航海関係システムは、航行環境の監視について数値的な安全基準を与えるものとした。そこで、海上で利用可能な情報を調査し、これらから、安全基準の指標となるデータの種類を検討するものとした。航海関係システムでは、各種監視作業の内状況変化が他律的で、かつワッチレベルの切替えに大きく関連する交通環境監視に着目した。交通環境監視の有用な情報源として期待できる AIS の現況について調査した。

表 3.3 に AIS 調査結果の概要を示す。

表 3.3 (1) AIS からの他船情報

情報項目	種類	内容
静的情報	コールサイン	VHF 通信コールサイン 6bit ASCII6 文字
	船舶識別番号	MMIS (海上移動業務識別) 番号、IMO 番号
	船名	英字 6bit ASCII20 文字
	船舶長	船舶長
	船種、積載物	所定のコードにより指定
	GPS アンテナ位置	船首、船尾、右舷、左舷それぞれからの距離
動的情報	航行状態	投錨、航行中、制限運航状態等
	船位	経度・緯度
	対地速度	ノット
	対地針路	度
	船首方位	度
	位置精度	誤差 10m 以上 or 以下
航海関係情報	回頭率	度/分
	喫水	
	危険貨物 (種類)	
	目的地と到着予定時刻	英字 6bit ASCII20 文字
	航海計画 (通過地点)	

表 3.3 (2) 情報交信間隔 (自動モード)

情報種類	船の状態と更新間隔	
静的情報	6分間隔または要請の都度	
動的情報	停泊もしくは錨泊中で、3ノット以上で動かない	3分
	停泊もしくは錨泊中で、3ノット以上で動く	10秒
	0から14ノットまでで航行する船舶	10秒
	0から14ノットまでで航行する変針中の船舶	3・1/3秒
	14から23ノットまでで航行する船舶	6秒
	14から23ノットまでで航行する変針中の船舶	2秒
	23ノット以上で航行する船舶	2秒
航海関係情報	6分間隔または要請の都度	

(2) 航海関係における PDCA サイクルの検討

表 3.4 に航海関係における PDCA の着眼点を示す。

表 3.4 航海関係における管理対象

フリートとしての 管理の目的	具体的な目標値	「是」・「非」の判定
適正な作業量の維持	適正作業量と人の設定 (指標・基準は検討課題)	各自作業時間合計 (トータル量)
		不履行作業の有無 (ピーク)
安全航行の保障	航行安全帯の設定 (可航水域の狭隘さに応じて)	航行安全帯突出回数 の減少傾向の維持
	安全航過距離の設定 (ワッチレベル1で2マイル、 ワッチレベル2で1マイル)	他船とのニアミス回数 の減少傾向の維持

表 3.4 に示した管理対象を運用する PDCA サイクル案を検討した。

(a) PLAN

(i) ワッチレベルと作業分担

各ワッチレベルでのワッチ体制規定 (担当者と使用機器の組み合わせ)

担当者各自の役割規定

使用機器の役割規定

担当者間のチームワーク規定 (特にワッチ切替え時のチームワーク)

(イ) ワッチレベル切替え計画 (適正作業量に基づく)

(ロ) 航海計画に基づく各 WP におけるワッチレベル計画: 統計資料による

・ 自動機器導入による作業軽減策

○航行環境把握作業 ・地形環境把握 ECDIS と GPS

・ 自然環境把握 気象海象情報 「船体関係」

・ 交通環境把握 ARPA や AIS

○自船状態把握作業 「機関関係」、 「船装関係」

- 航海計画の実行      トラックパイロット
- 危険判断作業      安全航過距離確保困難な範囲表示

(ハ) 輻輳状況によるワッチレベル切替え計画：輻輳状況把握による

- 輻輳判定装置      AIS の導入

(ニ) (地形環境状況によるワッチレベル切替え計画)

(ホ) (自然環境状況によるワッチレベル切替え計画)

- (ii) 船内における分担再確認とチームワーク訓練
- (iii) ワッチ作業の記録内容と記録方法

(b) DO

Plan に基づいたワッチの実施

(c) CHECK

計画通りにワッチレベルが切替えられたか判定  
 遭遇環境の変動に応じて適切にワッチレベルが切り上げられたか判定  
 オーバーワーク発生の有無を不履行作業の有無により有無  
 安全航行が実行できたかをニアミス事例の有無により判定  
 遭遇環境の変動に応じて適切にワッチレベルが切り下げられたか判定  
 原因チェックは作業分担・機器・切替え基準について行う。

(d) ACT

作業分担の見直し      片寄りの改善  
 機器の改善              機能の向上、機能ロジックの換装  
 切替え基準の改善      切替え時期の手直し

PLAN 自体の見直し

(3) 航海関係のシステム試作

表 3.5 に航海関係における船上システムの機能分担を示す。

表 3.5 航海関係における船上システムの機能分担

分類 (利用者)	役割	システム名	機能の概要
管理レベル	パッセージプランの管理	航海計画管理システム	パッセージプランの受領、各監視システムへの配信
	航海実績の管理	航海実績管理システム	監視結果やワッチレベル切替え状況、船長コメント等航海実績の記録・集計、実績の陸上への連絡
監視レベル	位置・針路・速力の監視	航行保全システム-1	座礁危険域の表示、航行安全帯突出の監視、
	交通環境の監視	航行保全システム-2	衝突危険領域の計算・表示、幅転状況の判断
	自然環境の監視		風速、波高の監視
	ワッチレベル切替え判断		各監視事項の現状表示、基準値超過により切替え判断

図 3.5 に航行保全システム-1 の画面例を示す。図 3.6 に航行保全システム-2 の画面例を示す。



図 3.5 航行保全システム-1 (位置・針路・速力保全監視) の画面例

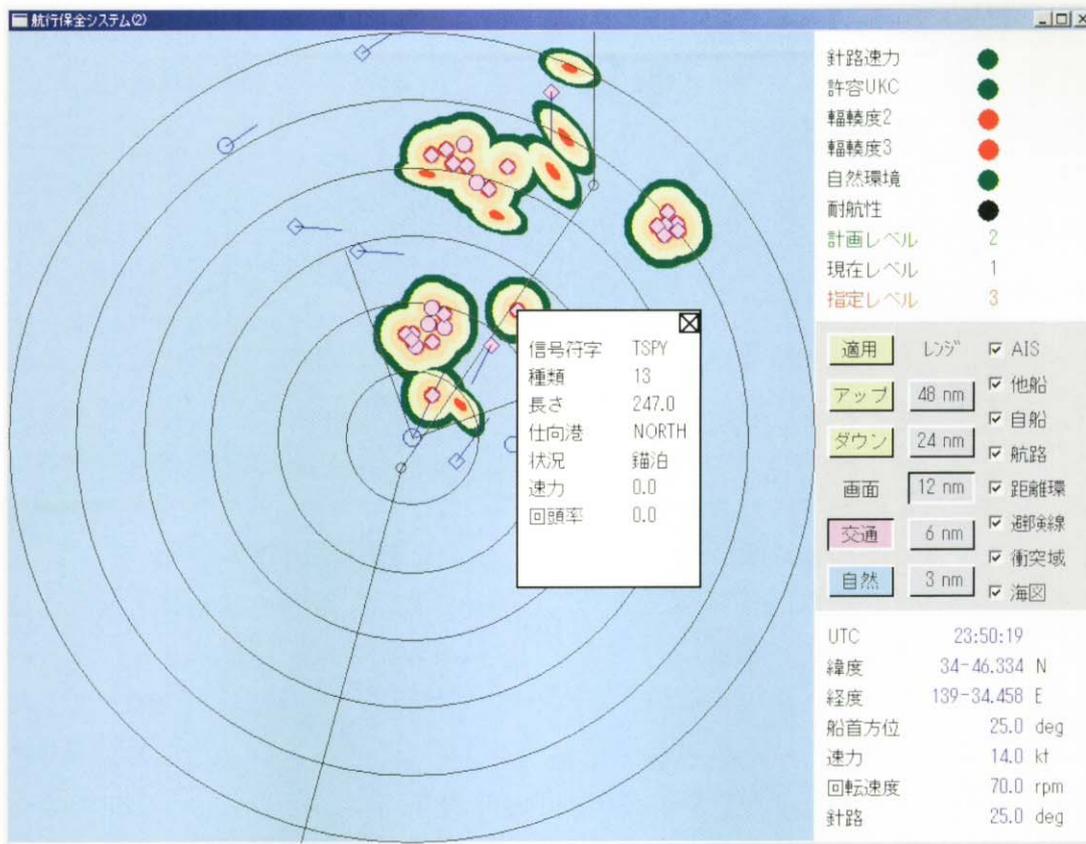


図 3.6 航行保全システム-2 (交通環境監視) の画面例

#### (4) 評価試験の実施

試験実施の概要については、全体システムにて述べた。

その他、試験にて指摘された事項を以下に示す。

##### ① その他補助情報の設定機能の追加

NoGoArea、Wheel Over Point、Parallel Index、避険線、ヘッドマークの航行補助情報の作成機能を追加する。

##### ② その他必要情報の管理機能と連携

各管理船の主要目や運動性能を管理するサーバ

営業部門と関連し積み付け状態を管理するサーバ

機関関係システムと連携し燃料油等の搭載状態を管理するサーバ

Tidal Window のように通航時の潮位を確認するためのサーバ

が必要で、これら各種のデータサーバから所要のデータを検索・入手する機能が求められる。

##### ③ 航行保全システムの役割分担

航行保全システム-1 と航行保全システム-2 とでワッチレベルの違いに応じて、機能の分担が異なるべきである。

機器に監視機能、表示機能、操作機能を固定するのではなく、監視機能と表示・操作機能とを別階層としてそれぞれ独立させ、ワッチレベルに応じて画面・操作、対、監視機能の組合せが選択できるようにする。

#### ④船長コメントの入力促進機能

航海実績管理システムの方から船長に対してコメントの入力を促進する。  
音声入力について考慮する。

### 3.3 船体関係システム

#### (1) 船体管理に関する PDCA サイクルの検討

現在のところ、船体状態が「航海に適した状態」ならびに「荒天に耐えうる状態」であるかの判断は個々の船長の知識・経験に委ねられている。しかし、ライフサイクルを通じて管理の責任をもつべき、船舶の所有者である船社、あるいは運航を委託されている管理会社によるものと考えるのが妥当であろう。

本研究では、耐航性に関わる判断について以下を原則としておくものとした。

船舶運航管理会社は、各々管理船がその航海において遭遇する気象・海象とそこでの船体動揺を予測し、船体動揺によって生じる種々の現象が船体構造ならびに貨物の保全状態に与える影響の程度を客観的な指標でもって測り、さらには、「安全」であるか「危険」であるかを判別するための基準値を当てはめ、これにより、各管理船の航海前、ならびに航海途上における当該航海計画の検証を行う。

せんたい動揺によって引き起こされ、船体構造あるいは主機関などの装置にダメージを与える可能性のある現象を、耐航性を阻害する要因（耐航性阻害要因）と呼ぶことにする。

現在のところ船長は、耐航性阻害要因の発生を主に五感に頼って検知しており、船長個人の知識と経験に基づいて推測するより他はない。

耐航性阻害要因が船体構造等に与える影響を客観的な指標でもって測り、「安全」であるか「危険」であるかを判別するための基準値を持つことによって、耐航性阻害要因の発生を未然に防ぎ、かつ回避するための判断に指標を与えようとするものである。判断に用いる客観的な数値基準を耐航性基準と呼ぶこととし、各耐航性阻害要因とその発生を検知するための対象（監視対象）、ならびに耐航性基準との関連を表 3.6 に整理した。

表 3.6 耐航性阻害要因の監視対象と耐航性基準となる計測項目

安全で 確実な 貨物輸送 の阻害	耐航性の観点からみた 阻害要因	監視対象	直接的な 計測項目	計測手段の 現状 (提案)	代替 手段の 検討	耐航性基準 となる計測 項目
到着の遅延	・波浪/風浪による自然減速 ・(事故の発生/船内災害の発生) : 以下参照	減速度	対水速力、対 地速力の比較	遭遇時のみ 計測	相関→	風向・風速、 波向・波高
貨物の破損/ 流出	・荒天による船体動揺	船首上下加速度 Roll 横加速度	各加速度	加速度計	代替不要	船首上下加速 度 左右加速 度
	・スラミング	スラミングの発生	音 振動	(マイク)	相関→	船首上下加速 度
	・デッキウェットネス	デッキウェットネスの発生	海水の打込み	目視(カメラ) 船首波高計	代替不要	船首相対波高
	・ラッシング不良	ラッシング状態	概観 ラッシング材張力	目視(カメラ) 手作業 (ストレッチャー)	相関→	船首上下加速 度 Roll 左右加速 度
事故の発生	・荒天時の過大な船体動揺による 船体の破損(船体折損)	縦曲げ応力 横曲げ応力 ねじり応力 喫水・トリムの変化	応力量、歪量 喫水	(応力計) (喫水計)	相関→	Pitch Roll 船首上下加速 度 左右加速 度
	・荒天時の過大な船体動揺による 積付状態の変化	荷崩れ 喫水・トリムの変化	概観 喫水	目視(カメラ) (喫水計)	相関→	Roll 左右加速 度
	・荒天時の過大な船体動揺による 機器(主機)の故障/停止	機器(主機)への 負荷:プロペラシフト	主機回転数	主機回転数 の計測	代替不要	主機回転数
船体余寿命 低下	・荒天による過大応力とその蓄積	縦曲げ応力 横曲げ応力 ねじり応力	応力量、歪量	(応力計)	相関→	Pitch Roll 船首上下加速 度 左右加速 度
機器余寿命 低下	・荒天による過大負荷とその蓄積	機器(主機)への 負荷:プロペラシフト	主機回転数	主機回転数 の計測	代替不要	主機回転数

本研究では、ライフサイクルレベルでの船体健全性を考慮した、耐航性管理に関する運用スタイルを検討した。図 3.7 に耐航性基準の考え方を示す。

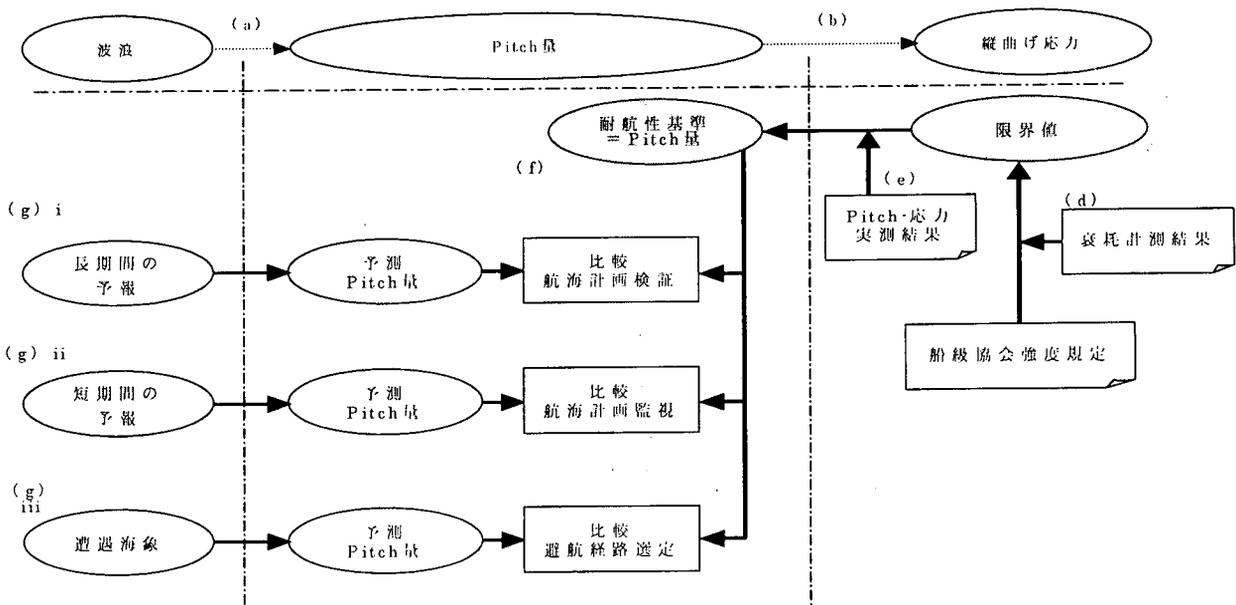


図 3.7 耐航性判断の流れ

(a) 船体は遭遇する波浪により動揺する。この動揺量は各船の応答関数として与えられる。

- (b) 動揺量の内、Pitch 量は縦曲げ応力と相関関係がある。
- (c) 縦曲げ応力には船級協会が定める強度基準が存在する。
- (d) 船級協会の強度基準に相当する応力が発生する Pitch 量を特定することができるが、この強度基準は正に船体が折損する限界値を示すものであるため、実運用上では船体の健全性を加味して強度基準を修正する。ここでいう船体の健全性は、板厚計測によって得られた衰耗の程度を参考にして与える。
- (e) また、Pitch 量計測結果と歪センサーによる応力計測結果との比較を行い、Pitch-応力の相関関係を確認した結果を参照して強度基準を修正する。
- (f) 修正された強度基準に相当する Pitch 量を耐航性基準と考える。
- (g) 耐航性基準は以下の局面において利用される。

i. 航海計画策定時における利用

航海計画策定時においては、長期的、広範囲にわたる波浪の予報値を取得し、航海計画に従った針路・速力で航行した際の波浪との遭遇状況を予測する。波浪との遭遇状況から船体動揺（Pitch 量）を推定し、耐航性基準との比較を行い、当該航海計画の検証を行う。

ii. 航海中の荒天遭遇の事前回避における利用

航海中においては、航海計画策定時と同様に長期的・広範囲の波浪予報による先々の航海計画の検証・見直しを継続的に実施するとともに、短期的で、現航海計画ルート周辺海域の波浪予報による、船体動揺の予測と耐航性基準との比較を行い、荒天遭遇の事前回避に努める。

iii. 荒天回避における利用

荒天に遭遇している状況では波浪に対する避航操船の手段として、種々の針路・速力の組合せを想定することができる。組合せによって波浪に対する相対関係が異なり、船体動揺量が増加する。取りえる針路・速力の組合せ個々に発生する Pitch 量を計算し、耐航性基準と比較することにより、避けるべき組合せを知ることができる。

以上のような耐航性判断を各管理船について、陸上にて実施することを目的とした PDCA サイクルを検討した。

(a) Plan

<陸上：ライフサイクル>

- ①船舶運航管理会社は、造船所から新造時の船体運動応答関数を入手する。処女航海完了後に、計測された船体運動結果から応答関数をチェックする。
- ②船舶運航管理会社は、船体縦曲げ応力と上記の特性の相関を求め、船級協会の強度規定を参考にして応力の限界（閾値）を設定する。この閾値を超える状況を「危険：赤」、超えない状況を「安全：青」とし、船体折損の危険のある海象を回避するための判断材料とする。
- ③船舶運航管理会社は、各船5年ごとに衰耗状態（断面係数）を保全システムから取得し、閾値を確認・修正する。

<陸上：一航海毎>

- ①船舶運航管理会社は、入手可能な気象海象予報を入手し、耐航性管理システムを用いて各船の次航海計画について耐航性の評価を行い、全て「青」となる航路選定を行う。
- ②航海終了後、実績データを解析し、気象海象予報の精度、船体動揺推定の精度、応力推定の精度の確認を行い、「危険：赤」「安全：青」判定の妥当性を確認する。

<陸上：モニタリング>

- ①船舶運航管理会社は、各船が遭遇している気象・海象ならびに船体運動データを取得する。
- ②入手可能な気象海象予報を継続的に入手し、変化傾向を把握する。
- ③①にて入手した各船の現況をもとに②の予報値を検証する。
- ④検証した気象海象予報を用いて、各船の以後の航海計画について耐航性の評価を行い、「危険：赤」となる判断された場合は、回避する経路を選定して、これを該当する船舶に指示する。

<本船>

- ①各船での出航前の関連事項は、基本的には従前通りとする。
- ②各船での航海中、荒天遭遇時のワッチも従前通りとする。
- ③各船では上甲板の歪計測は2点程度実施する。
- ④各船では波向き（出会い角）を観測する。
- ⑤監視データは基本的には全て陸上に送る。
- ⑥本船上に残すデータは運航に必要なもののみとする。
- ⑦原則として、データ送信は定時的に行うものとするが、荒天遭遇時には送信ピッチを短くする。
- ⑧各船（船長）は、陸上からの荒天避航経路、もしくは耐航性監視システムの「赤・青」の表示に従って荒天を回避する。
- ⑨各船（船長）は、陸上からの指示、ならびに耐航性監視システムによる表示について、現場の状況との齟齬等のコメントを記録する。

(b) Do

陸上、本船とも、PLANに従った管理・運航を実施する。

(c) Check（陸上）

- ①気象海象の予報と実際との違いを比較し、誤差の有無を確認する。
- ②船体動揺の予測と実際との違いを比較し、誤差の有無を確認する。
- ③応力の予測と実際との違いを比較し、誤差の有無を確認する。
- ④応力の実績データから設定した閾値を超える状況の有無を確認する。
- ⑤閾値を超える状況があった場合は、気象海象の予測精度、船体動揺推定の精度、応力推定の精度のいずれに問題があったのか、あるいはその他の要因があったのか、問題点を特定する。
- ⑥船長のコメントも考慮し、荒天回避指示の適否について定期的に調査する。

(d) Act (陸上)

- ① 気象海象の予報の誤差に傾向があれば、以後の予報値についての補正量を特定し、これを用いる。
- ② 応答関数が実際と合わない場合には、造船所、研究機関に相談し、推定結果に対する補正量を特定し、これを用いる。
- ③ 得られた実績（実動揺と実応力）をサンプルとして追加し、応力推定式を再計算する。
- ④ 気象海象予報の補正量、あるいは応答関数の補正量の特定が困難である場合、ならびに閾値を超える状況の要因として問題点の特定が困難である場合には、閾値の安全率を修正する。
- ⑤ 現閾値と異なる基準の採用についても視野に入れて、データ取得方法、モニタリング方法など、耐航性管理に関わる運用スタイル全般について見直しを行う。

(2) 具体的な耐航性基準の設定

図 3.8 に示すように縦揺れ量と縦曲げ応力には相関が認められる。

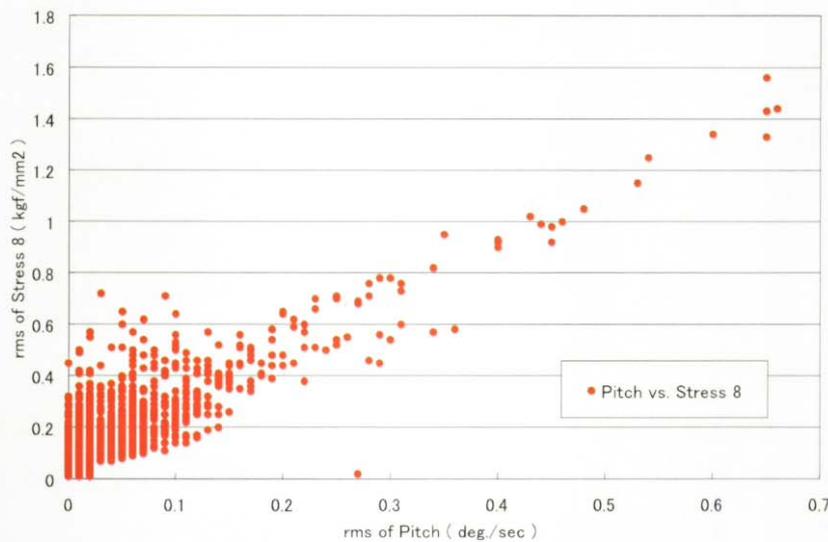


図 3.8 コンテナ船の船体中央甲板の波浪縦曲げ応力とピッチの短期不規則波中（20分間）の標準偏差の関係

船級協会として日本海事協会規則を採用し、あるコンテナ船を例として、波浪縦曲げモーメントが超過確率  $Q = 10^{-8}$  に対応する値  $M_{vQ} = 10^{-8}$  とピッチ運動  $\theta_Q = 10^{-8}$  の値を求め限界のピッチ角を求めた。この値が当該コンテナ船の耐航性基準値となる。

表 3.7 日本船級協会規則でのピッチ角最大値

ピッチ角 (deg)	曲げモーメント (ton × m)
5.4	hog 423,200 sag 508,500

(3) 船体関係のシステム試作

表 3.8 に船体関係システムの機能分担を示す。

表 3.8 船体関係システムの機能分担

	耐航性監視システム	耐航性管理システム
利用対象レベル	Operational Level -船橋当直者	Management Level -船長 -フリートマネージャ
役割 (目的)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現在遭遇中の気海象下にて発生している耐航性阻害要因の監視</li> <li>・ 計画航路上において発生が予想される耐航性阻害要因の監視</li> <li>・ PDCA 上必要とされるデータの収集</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現在発生している耐航性阻害要因を回避するの為の操船支援 (シミュレーション)</li> <li>・ 耐航性阻害要因の事前予測に基づく航海計画の作成支援 (シミュレーション)</li> </ul>

図 3.9 および図 3.10 に耐航性監視システムの画面例を示す。

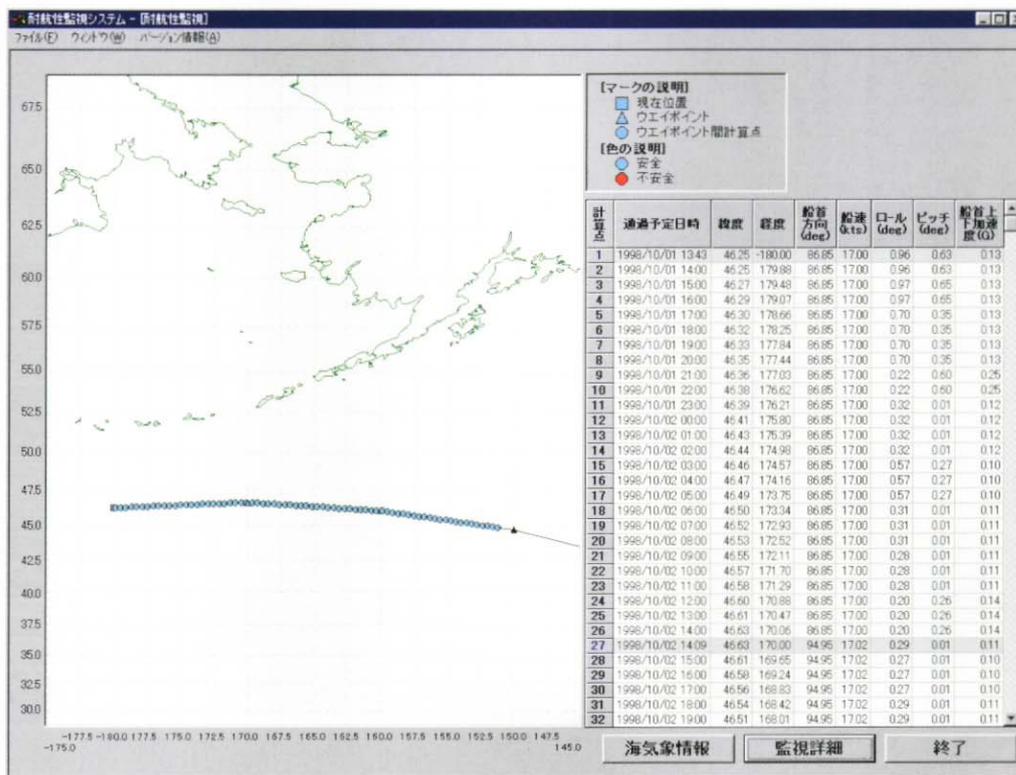


図 3.9 耐航性監視システムによる航路途中での耐航性評価

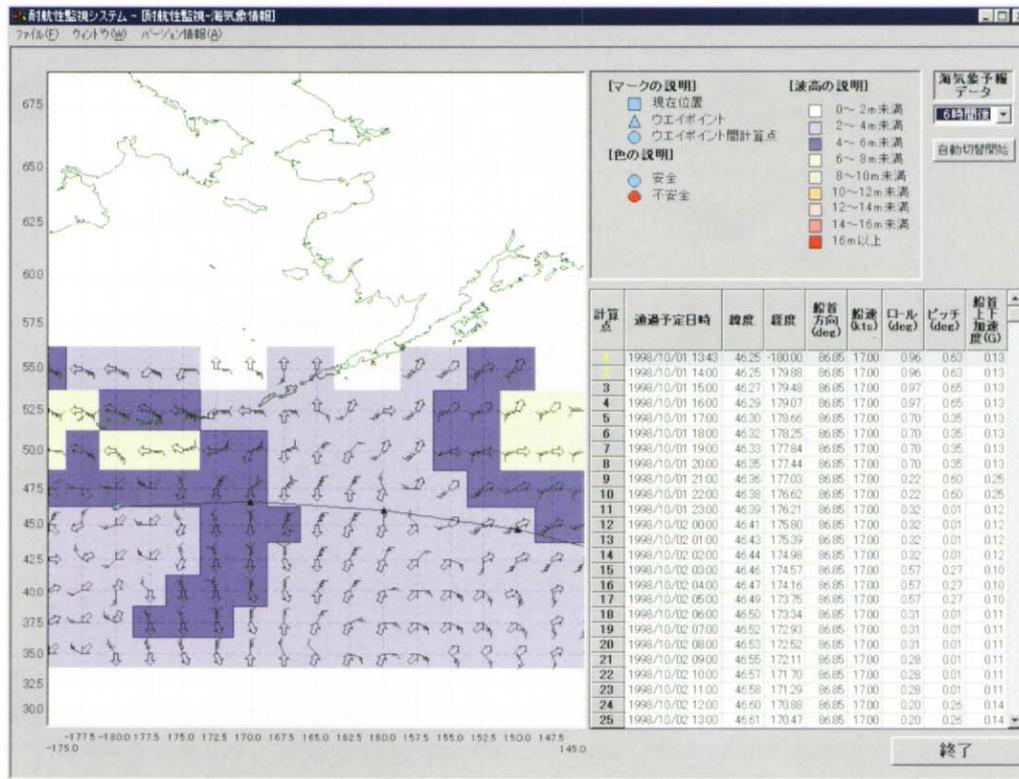


図 3.10 耐航性監視システムによる気象海象予報の確認

#### (4) 評価試験の実施

試験実施の概要については、全体システムにて述べた。

その他、試験にて指摘された事項を以下に示す。

##### ① 天気図の重畳

航海途上での避航経路を検討には、風速・風速、波高・波向の推移だけではなく、天気図の推移も重要な判断材料になる。今回の表示に天気図を重畳できるようにしてほしい。

##### ② ETA の計算機能

減速量を考慮した ETA の計算は有用である。

避航経路の検討時には、燃料消費の違いも考慮されるべきである。

##### ③ 中期的・長期的な耐航性判断との連携

耐航性監視システムにて当座の荒天を避航するための操船領域の表示するだけでなく、その時点で中期的・長期的な将来についても併せて耐航性評価を行う。

戦略的な荒天避航操船の決定は、大局的な判断が行える陸上側で実施する。

### 3.4 機関関係システム

#### (1) 機関管理に関する PDCA サイクルの検討

本研究では船用機関の問題点を以下のように認識した。

① 故障原因の究明が不十分である。

② 運転・保全に関する明確な判断基準が無い。

③有効な機関管理データが特定されていない

これらの問題点を解決するとともに、フリートサポートシステムとしての機関管理を検討し図 3.11、ならびに図 3.12 に示すような PDCA サイクルを検討した。

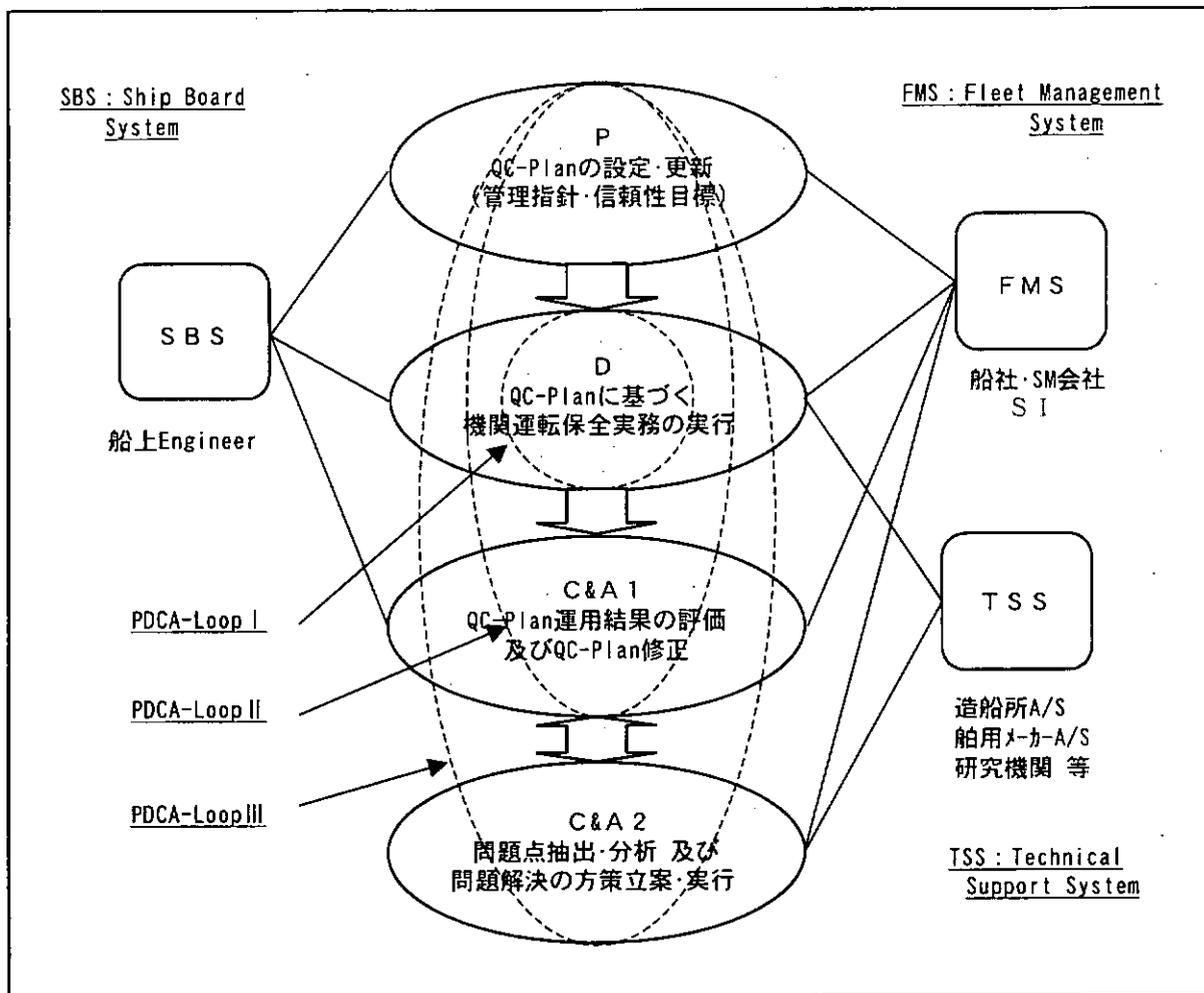


図 3.11 機関管理の PDCA 運用スキーム

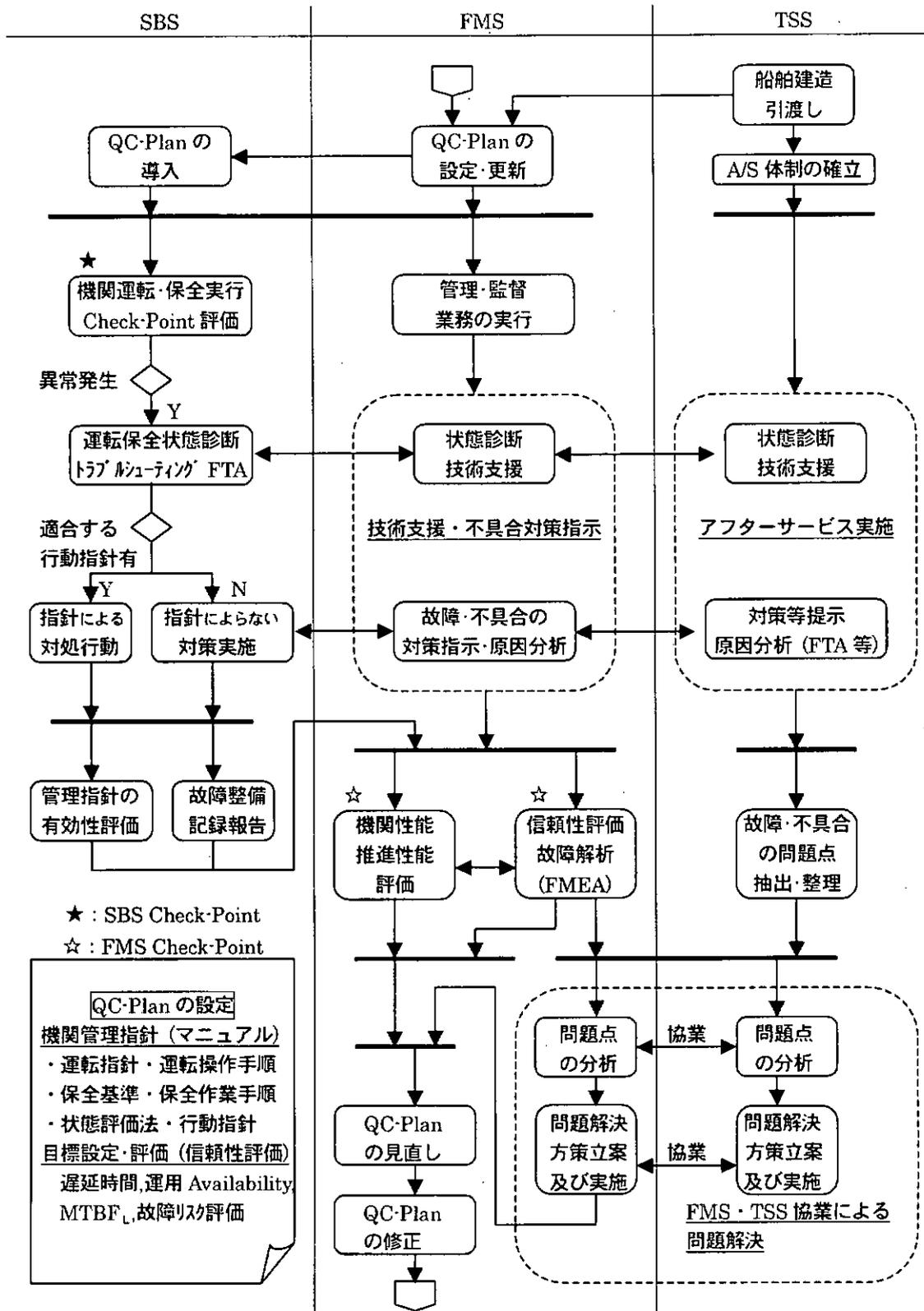


図 3.12 機関管理の PDCA ワークフロー

図 3.13 に検討した PDCA サイクルにて運用されるデータの構成を示す。

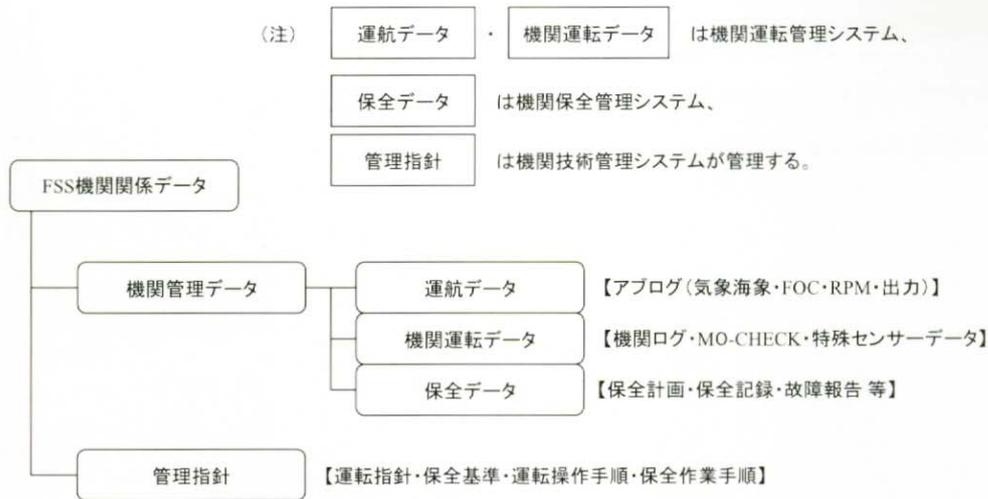


図 3.13 機関関係データの構成

## (2) 機関信頼性管理の検討

検討した PDCA サイクルは機関の信頼性向上を目的としている。そのため、機関の信頼性を表す評価指標を策定する必要がある。

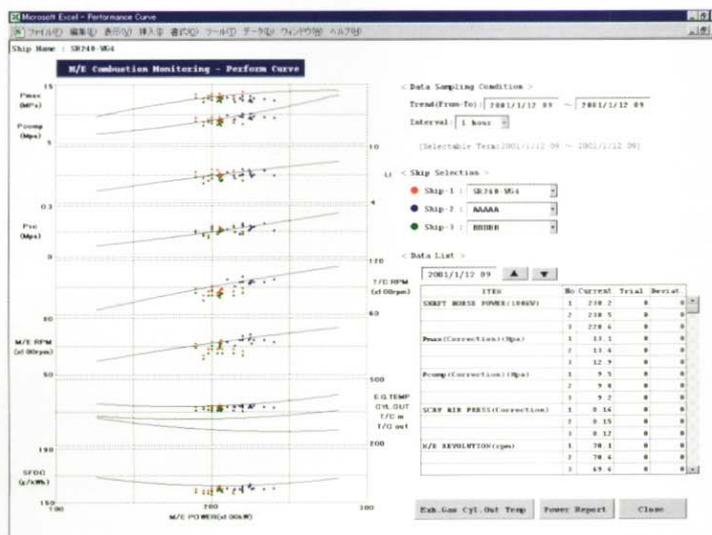
評価指標として、

- ①故障件数・遅延時間
- ②運用アベイラビリティ
- ③MTBF
- ④故障リスク
- ⑤FMEA

を検討した。

## (3) 機関関係のシステム試作

図 3.14、図 3.15 に開発した機関管理システムの画面例を示す。



### ＜目的＞

データロガーから取り込んだオンライン計測データを基に、Performance Curve 上に表示された主機性能に関するデータを参照することにより、主機の運転状態を監視する。また、主機シリンダ出口排ガス温度グラフの参照及び Power Report の作成を行う。

### ＜使用方法＞

表示したいデータの期間及びインターバルを選択することにより、該当データが表示される。

図 3.14 主機関性能表示

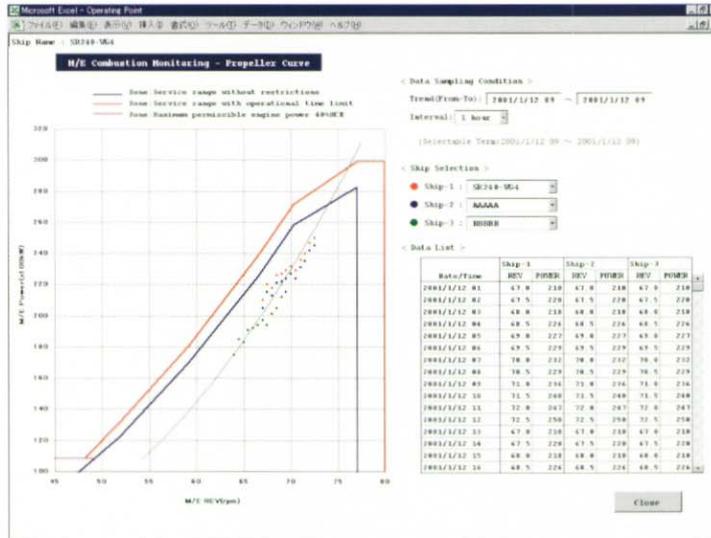


図 3.15 運転点表示

〈目的〉

データロガーから取り込んだオンライン計測データを基に、Propeller Curve 上に表示された主機運転点に関するデータを参照することにより、主機の運転状態及びトルクリッチ状態を監視する。

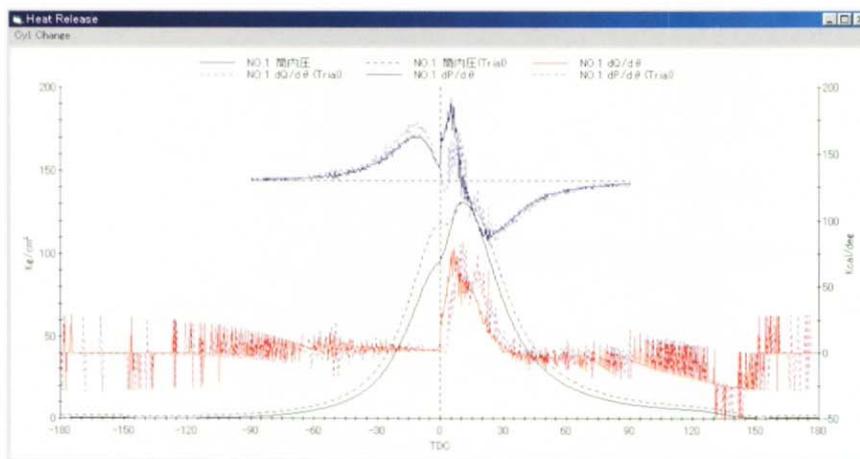
〈使用方法〉

表示したいデータの期間及びインターバルを選択することにより、該当データが表示される。

(4) 実船データの計測

現在の機関管理の問題点として、有効な実績データの蓄積が無いことを指摘した。これを受け、特に燃焼状態を把握するために有効であると思われる、①ライナー温度、②筒内燃焼圧を計測するセンサー、ロガーを実船に搭載し、データの蓄積を図った。図 3.16 に筒内燃焼圧の計測結果を機関管理システムにて表示した例を示す。このようなデータの計測、蓄積により客観的に燃焼室回りの状態を把握することが可能となる。

図 3.16 主機燃焼状態診断 (筒内圧)



〈目的〉

燃焼監視装置から取り込んだ燃焼圧データから得られた筒内圧、熱発生率データ等を用いて燃焼状態グラフとして参照することにより、燃焼状態の異常を診断する。

〈使用方法〉

表示したいデータ項目及びシリンダ NO を任意に選択することにより、該当データが燃焼状態グラフ上に表示される。

(5) 燃料油管理機能の検討

燃料の性状（品質）は機関運転、機関保全に影響する。燃料油に関する情報を管理し、機関管理システムにて利用できる必要がある。

ここでは、体系的な燃料油管理方法について検討した。

### 3.5 船装関係システム

#### (1) 機関室防災監視システムの機能検討

船装関係システムはその対象が多岐にわたるため、代表例として防災監視に焦点を絞った開発を行った。

消火活動を有効に実施し、火災の被害をできるだけ抑えるためには、延焼前の早期発災検知及び適切な初期消火活動が不可欠である。この為、火災検知装置のより高い検知精度の確保、防消火設備の適切な計画的メンテナンス及び日頃の乗組員による防火/消火/避難の訓練遂行等が必須となる。

火災の早期発見を行う機関室防災監視システムの主要機能として、サーモグラフィーを用いた熱監視機能を実船にて確認した。

図 3.17 に実船でのサーモグラフィー機能試験の様子を示す。

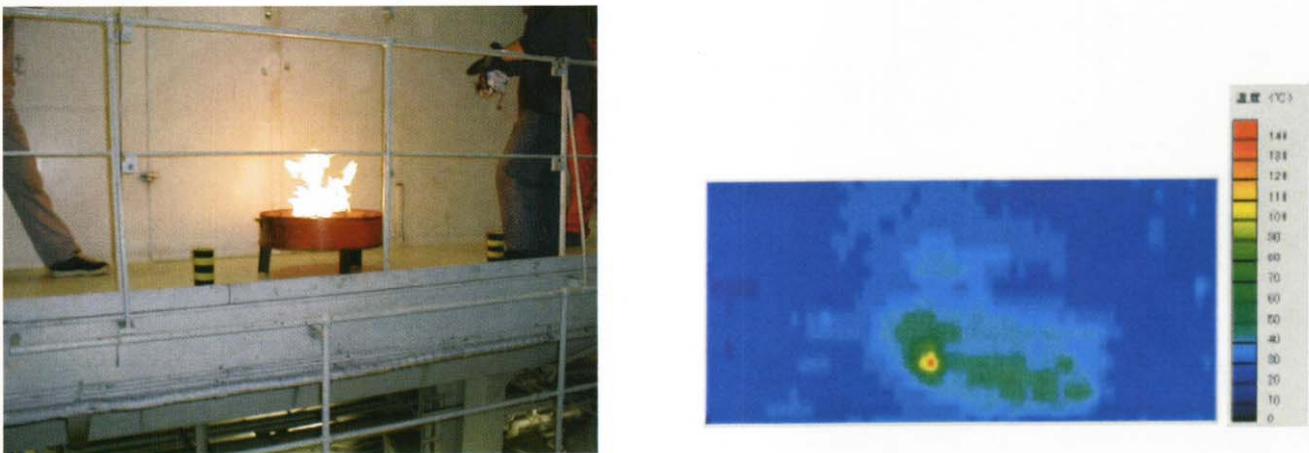


図 3.17 実船におけるサーモグラフィー試験

併せて、機関室防災監視システムを導入した際の、このシステムを基軸にした消火訓練の実施、消火活動の運用案を示し、このシステムの支援有効性を検討した。

(2) 船陸緊急対応システムの試作

図 3.18 に試作した船陸緊急対応システムの構成を示す。

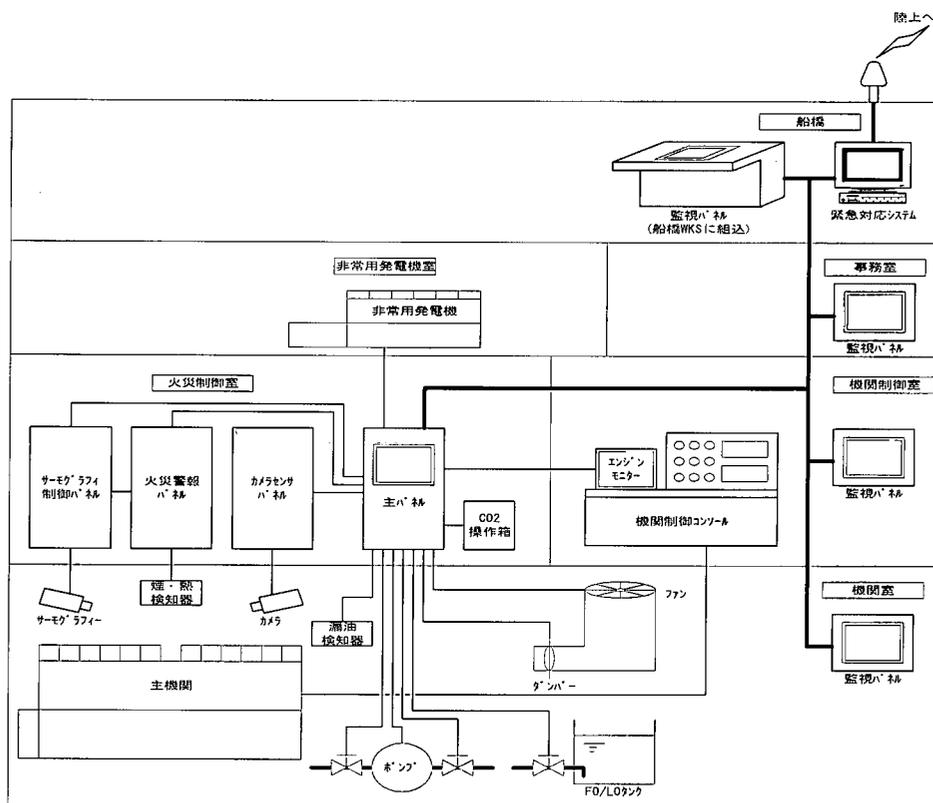


図 3.18 船陸緊急対応システムの構成

## 4. 成果のまとめ

### (1) 全体システム

全体運用の例として、陸上での航海計画（パッセージプラン）の策定と実施、モニタリング、実績分析確認のスタイルを策定した。

船上システムとして WG2 と WG3 での開発システムの統合を図った。

全体運用として必要な陸上システムを設計・開発した。

WG2 および WG3 の開発システムと陸上システムとで、パッセージプラン運用の流れを示し PDCA サイクルの例とした。

その他、要素技術として、分散処理技術である CORBA を調査し、船上システムにおいてパッセージプランの運用に適用した。

また、情報記述・伝達様式として XML を調査し、パッセージプランの記述、海図オブジェクトの記述に適用した。

共通機能として、センサデータサーバを開発し、また、水路情報 DB、気象海象 DB を整備し、サーバとしての機能の実現を図った。

今回のパッセージプラン運用例の確認に際しては、実際のデータの蓄積に基づいた ACT には至っていない。しかしながら、提案する運用スタイルに準拠した機能の実現について確認できたと考える。

### (2) 航海関係システム

開発した監視系のシステムは、それぞれ担当する監視対象と基準値と比較することによって、ワッチレベルの切替えを判断する。

船上の各システムが参照するパッセージプランは整合している必要があるため、航海計画管理システムを中核にした CORBA ネットワークを構築し、実運用に近い形での連携を実現した。

このような機能およびネットワークを実現できたことで、目的とした航海当直での情報処理負荷の低減、航海当直機能の均質化を図り、もって安全航行という品質の維持向上に寄与できる目途を得ることができた。

### (3) 船体関係システム

耐航性の捉え方として、1 遭遇する風波、2 船体動揺の発生、3 船体影響の発生、との流れを整理した。

船体強度の建造時からの経年変化に対応する PDCA サイクル例を策定した。参考として船体保全に関わる PDCA サイクルも併せて検討した。

船体折損 縦揺れの相関を確認し、縦揺れ量を耐航性基準の運用例検討の題材とした。

耐航性管理システムによる中長期的なパッセージプランの検証、実績データによる耐航性基準の検証の例を示すことができ、耐航性の判断に客観的な指標を与え、かつ、継続的に見直しを実施できることを確認した。

#### (4) 機関関係システム

機関管理モデルは、SMS 業務での「保安全管理」「技術管理」に関連させ、船上ならびに陸上の機関運転・保全に関する役割分担を与え、運用フロー（PDCA サイクル）を策定した。

運用フローに準じて船上での機関管理システムを開発した。

筒内圧、ライナ壁温、データロガーにて実船データを計測した。

機関故障を回避する燃料油管理指針を策定した。

#### (5) 船装関係システム

熱監視カメラによる機関室防災システムを開発し、これを中心とする消火訓練、消火活動の運用スタイルを検討し、支援機能として有用であると確認した。

船陸通信系を利用して、陸上での監視を実現した。

緊急対応支援システムの設計を行い、緊急時の対処判断に関して管理方法を示した。

## 5. 今後の展開

### (1) SMS との連携と具体的な ACT

今回は主にパッセージプラン、機関運転・保全プランの運用案を提示した。

本研究では実際の運航経過に伴うデータの蓄積がないことから、現実的な ACT の検討にいたることができなかったが、実績データの記録をシステム側で自動的に実施し、陸上 FMS にて分析する例を示すことができた。FSS が実用的に稼働すると、これまでとは異なった、より定量的な分析を行うことができ、問題個所の特定が容易になると示唆された。

今回の成果を踏まえると、陸上では複数船に対応するため、業務の半自動化、スケジューリング、パッセージプランの確認を要する船舶の特定などの機能が求められる。また、船上にあっては船舶単位での実績ではなく、個々の乗組員の業務履行状況と作業量とを計測する機能が求められる。このような機能は、船上、陸上各担当者に一つずつ割り当てられ、各員の業務を管理し、実行を促し、実施結果を記録する。

このような機能によって集積された個人レベルの実施記録を分析することにより、業務の不履行、作業集中の有無などを確認することができ、業務計画（PLAN）の見直しをより具体的に実施できる。

これら個人レベルの実績データの蓄積は、業務の見直しだけでなく、個人スキルの評価にも利用することができ、ひいては船員管理業務に対して有用な情報源となる。

### (2) モニタリング機能と TSS への展開

#### (i) 現場現況データの集約

陸上にて各管理船からの現場現況データとして海潮流データ、気象海象データを集約するものとした。本研究では、この作業は FMS、すなわち船舶運航管理会社が行うもの

としたが、これらのデータはサンプル数が多いほど信頼性が向上し有用となる。

現場現況データの集約と状況の特定に関しては複数の FMS からアウトソースした TSS の出現が望まれる。FMS は傘下の管理船から現況データを集約し、これらを TSS に転送する。TSS はこれらの現況データを吟味して海潮流の分布、気象海象の現状と今後を推定し、FMS にフィードバックする。

現在のところこのような TSS としての機能を期待できる団体として、(財)日本水路協会、(財)日本気象協会、(株)ウェザーニューズなどがあげられる。

#### (ii) モニタリングとパッセージプランの検証

海潮流分布と気象海象状況を提供する TSS の他にさらに、各船舶運航管理会社からの委託を受けて、モニタリングとパッセージプランの検証までを実施する TSS を考えることができる。

この TSS は、船舶運航管理会社から、各船のパッセージプランを受け取り、船舶運航管理会社の変わりに上記 (i) の TSS からの情報提供を受けながらモニタリング、パッセージプランの検証を行う。この TSS は委託元の船舶運航管理会社に対して定期的なレポートの他、緊急時の連絡などを行う。

### (3) FSS Glossary の整備

FSS が SMS 業務の実施を支援する際、船陸の連携、陸上各業務部門間の連携が生じる。また、前述した TSS などが現れた場合には、これら TSS との連携も生じる。

これらの連携を円滑に実現するためには、いわゆるプロトコルと用語を規定する必要があるが、現在のところ XML による定義が有用であると思われる。つまり、情報伝達の一経路につき一つの XML 定義 (DTD: Data Type Definisition) を与えることにより、そこで流されるデータの構造 (プロトコル) とデータの意味 (用語) を規定する。

FSS は海運業界内だけではなく、造船会社、船用機器メーカー、情報提供サービス、船級協会、など海事社会に広く関係している。これら相互の連携において「共通言語」を持ちえることができれば、円滑な FSS 運用と機能改善、新規参加を促すことになる。

船陸、陸上部門間、対 TSS、TSS 間の情報伝達に対して XML の定義を進め、FSS Glossary として整備、大系化してゆく必要がある

航海関係システム、船体関係システムにて指摘された監視ロジックの分離・単体化にあたっては、システム内の他機能との連携は FSS Glossary の中で規定される。

### (4) 機関関係システムの実用化

今回試行したライナ温度、筒内燃焼圧のデータ計測を標準機能として整備する。

その他機関管理システムの未整備部分の開発を進める。

システムとしての完成をみた後は、システムのハードを搭載する船舶 (VLCC など高付加価値船とその他船種のサンプル船)、ソフトウェアのみを搭載する船舶に分けて運用する PDCA スタイルを策定する。

(5) 機関運転状態の診断技術に関する開発

主機関の燃焼状態をよりの確に診断するためには、

- ① 実船データの蓄積と診断技術の開発
- ② 燃料噴射圧計測と燃焼状態診断への適用
- ③ 主機関掃排気系の汚損診断と燃焼状態診断への適用、保全計画への反映

などについて検討を進める必要がある。今後の研究開発課題として適当である。

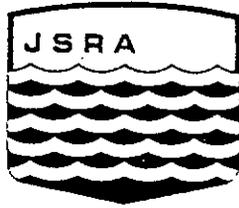
最後に、本研究の実施にあたりましては、日本財団より多大なご支援いただいたことに対し深く御礼を申し上げますとともに、終始積極的に研究に取り組んでいただいた委員各位に感謝する次第である。

---

発 行	平成14年3月
発 行 所	社団法人 日本造船研究協会
〒105-0001	東京都港区虎ノ門一丁目15番16号 海洋船舶ビル6階
電 話	総務部 03-3502-2132 研究部 03-3502-2133
F A X	03-3504-2350

---

「本書は、競艇の交付金による日本財団の助成金を受けて作成したものを増刷し頒布するものです。」



The Shipbuilding Research Association of Japan