

# 高付加価値船向け統合航海システムの開発 Development of Integrated Navigation System for High Value-added Commercial Vessels

横山直紀 Naoki Yokoyama	安藤 肇 Hajime Andou	中村智宏 Tomohiro Nakamura
平山圭一 Keiichi Hirayama	鈴木寿一 Juichi Suzuki	小山俊彦 Toshihiko Koyama

## 要 旨

近年、液化天然ガス（LNG）運搬船をはじめとした高付加価値船に分類される大型商船においては、航海機器個別の性能向上だけでなく、システムとしての機能・性能に対する要求が高まっている。これらの要求に対応するために当社は、LNG船においては、機関・荷役制御システムと航海機器システムとの統合を、また、前後に航行出来るデュアルアクトタンカーにおいては、特殊な航行を支援するシステムの構築を実現した。これらのことから統合航海システムが船舶の安全航行や効率的な運航に多いに寄与することが期待される。

## Abstract

On high value-added large commercial vessels including liquefied natural gas (LNG) tankers, demand has been grown for not only higher performance of navigation equipment but also for highly integrated system. In response to this demand, JRC has developed a system that integrates machinery and cargo control system with navigation equipment system for LNG tankers. JRC has also developed an integrated system assisting special operation for double-acting tanker with forward and backward propulsion. JRC's integrated navigation system can be expected to contribute greatly to safe and efficient navigation.

## 1. まえがき

近年、液化天然ガス（LNG）運搬船をはじめとした高付加価値船に分類される大型商船においては、航海機器に対して個別の機器の性能向上だけでなく、システムとしての機能・性能に関心が高まってきている。当社ではこのような市場要求に対応するべく新しい統合航海システムを開発した。本稿では、LNG運搬船向けを主体とした航海システム、デュアルアクトタンカー向け総合航海システムと国際海事機構（IMO）の新ルールや船級に対応したシステムについて紹介する。

## 2. LNG運搬船向けシステム

### 2.1 システム概要

LNG運搬船においては、機関・積荷を管理制御する Integrated Automation System（IAS）が装備されている。従来IASと航海機器システムはそれぞれ独立したシステムであったが、近年のLNG運搬船においては、IASが管理する警報情報を船橋で監視する要求が高まってきている。本システムでは船内にあるセンサ類の情報を集中表示するコニングディスプレイにIASから得られる情報を表示する機能を備え

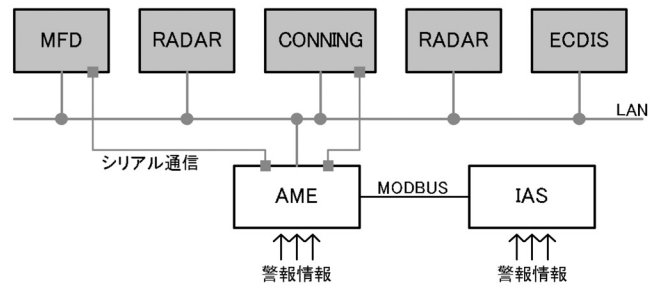


図2-1 システム基本構成図  
Fig.2-1 System Diagram

ている。また、より高い信頼性が求められていることから本システムでは、冗長化（二重化）設計を行っている。

### 2.2 システム構成

本システムは、コニングディスプレイ、2台のレーダ、電子海図表示装置（ECDIS）、マルチファンクションディスプレイ（MFD）を基本構成とする。システムの基本構成図を図2-1に示す。

### 2.3 表示内容

国際規則 IMO決議A.686（17）では、警報情報を以下の優

先度に分けて定義している。

- ・非常警報 (Emergency alarms) : 即時人命や本船, 機関設備が危険な状態におかれ, 即時の対応を要することを示す警報。非常警報, 火災警報, 消火剤放出警報など。
- ・一次警報 (Primary alarms) : 非常状態を防ぐために, 迅速な対応を要することを示す警報。機関警報, 荷役警報, 火災検出警報, ガス検出警報, 浸水警報など。
- ・二次警報 (Secondary alarms) : その他の警報

当社のシステムではコニングディスプレイにてALARMボタンをクリックすると, 図2-2の画面表示例に示す警報表示画面に切り替わり, 上記に準拠した分類表示を行う。個々の表示内容は, 船の仕様によって異なるが, 警報情報を管理するデータベースの変更により容易にカスタマイズが可能である。また, ロイド船級のNAV1-IBSで要求される一人当直 (One Man Watch) の仕様にも対応できるように設計されている。コニングディスプレイ, レーダ, ECDIS, MFDは互いにネットワークを経由し, 各装置で発生しうるすべての警報情報をコニングディスプレイとMFDで表示管理することができる。

EMERGENCY	PRIMARY	PRIMARY	SECONDARY
<input type="checkbox"/> GENERAL EM'CY ALARM	<input type="checkbox"/> M/T AUTO SHUTDOWN(TRIP)	<input type="checkbox"/> GAS DETECTION SYSTEM FAULT	<input type="checkbox"/> NO.1 X-RADAR >
<input type="checkbox"/> WATER FOG RELEASE ALARM >	<input type="checkbox"/> M/T AUTO SLOWDOWN >	<input type="checkbox"/> FIRE DETECTION ALARM >	<input type="checkbox"/> S-RADAR >
<input type="checkbox"/> HYD. EXP. FOAM DISCHARGE ALARM	<input type="checkbox"/> M/T REMOTE CONTROL >		<input type="checkbox"/> ECDIS >
<input type="checkbox"/> CO2 RELEASE	<input type="checkbox"/> STEERING GEAR ALARM >		<input type="checkbox"/> CONNING >
<input type="checkbox"/> FIRE ALARM	<input type="checkbox"/> STEERING CONTROL SYS. ALARM >		<input type="checkbox"/> MFD >
	<input type="checkbox"/> IAS MACH. ALARM >		<input type="checkbox"/> AME >
	<input type="checkbox"/> IAS CARGO ALARM >		<input type="checkbox"/> AUTOPILOT >
	<input type="checkbox"/> ENGINE CNT. CONSOLE DC POWER		<input type="checkbox"/> GYRO COMPASS >
	<input type="checkbox"/> S/G SYSTEM >		<input type="checkbox"/> NO.1 GPS FAIL
	<input type="checkbox"/> ENGINE ROOM PERSONNEL ALARM		<input type="checkbox"/> NO.2 GPS FAIL
	<input type="checkbox"/> BILGE ALARM >		<input type="checkbox"/> MISCELLANEOUS >
	<input type="checkbox"/> INERT GAS SYSTEM ABNORMAL		

図2-2 警報表示画面例

Fig.2-2 Example of Alarm Display

## 2.4 インタフェース仕様

本システムでは警報情報を収集するインタフェースとして, アラーム管理装置 (AME) により航海機器のみならず IAS等の船内装置とのインタフェースが可能である。AMEのインタフェース仕様を以下に示す。

- ・接点入力: 64ポート
- ・接点出力: 16ポート
- ・シリアル入力 (IEC61162-1準拠): 16ポート
- ・MODBUS (RS-422/485) 通信: 2ポート

従来の接点入力による警報情報の他, IEC61162で定義されている警報情報, 各社IASメーカーで採用されているMODBUSによる通信インタフェースに対応している。MODBUSは通信の二重化にも対応している。また, 接点出力を使って船内装置の警報音を一括で停止可能である。

## 2.5 システムの信頼性設計

一つの装置が故障してもシステムとしての機能を維持で

きるように構成装置を冗長化 (二重化) している。レーダについては, 通常Xバンド用とSバンド用が1台ずつ装備されるが, それぞれのスキュナと表示機はインタースイッチ機能により, 相互に切り替えることができる。MFDはコニングディスプレイの機能とECDISの機能を切り替えることができ, コニングディスプレイとECDISのバックアップ装置として機能する。通常コニングディスプレイが主の警報表示装置として機能し, MFDは副表示装置として動作するが, コニングディスプレイが非動作時は, MFDが主の警報表示装置として動作する。コニングディスプレイとMFDでは, 警報情報を同期させ, 表示の違いを防いでいる。

## 3. デュアルアクトタンカー向けシステム

### 3.1 システム概要

デュアルアクトタンカーは砕氷機能のあるタンカーで, 周囲環境の状況により, 船首・船尾のどちらの方向にも航行することが可能である。そのため, 船橋内の航海システムも前後に二重に配置されている。船橋レイアウトの概略図を図3-1に示す。

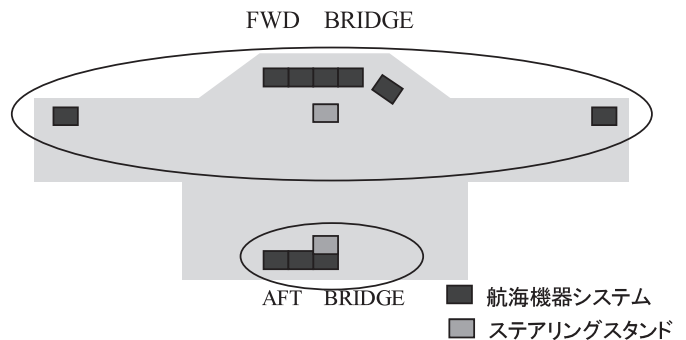


図3-1 船橋レイアウトの概略図  
Fig.3-1 Outline of Bridge Layout

### 3.2 表示内容

船尾方向に航行する場合, 船尾が方位の基準となるため, コニングディスプレイで表示される航海関連の情報表示を図3-2及び図3-3に示す画面表示例に切り替える。

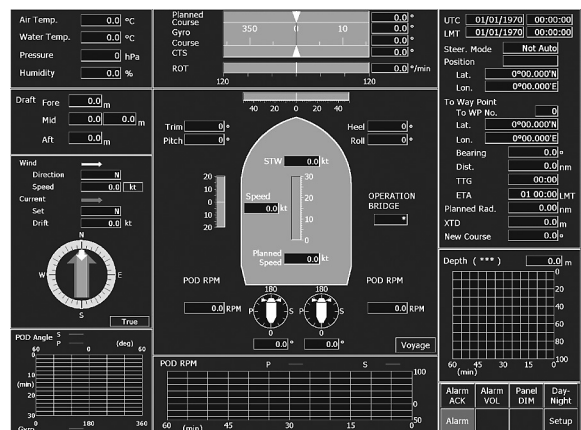


図3-2 FWD BRIDGE用コニングディスプレイ例  
Fig.3-2 Example of Conning Display for FWD BRIDGE

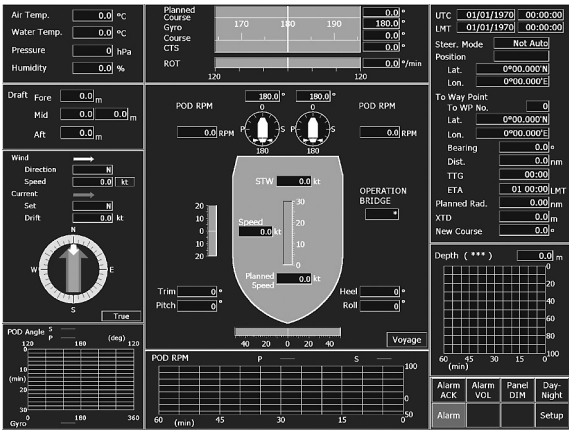


図3-3 AFT BRIDGE用コニングディスプレイ例  
Fig.3-3 Example of Conning Display for AFT BRIDGE

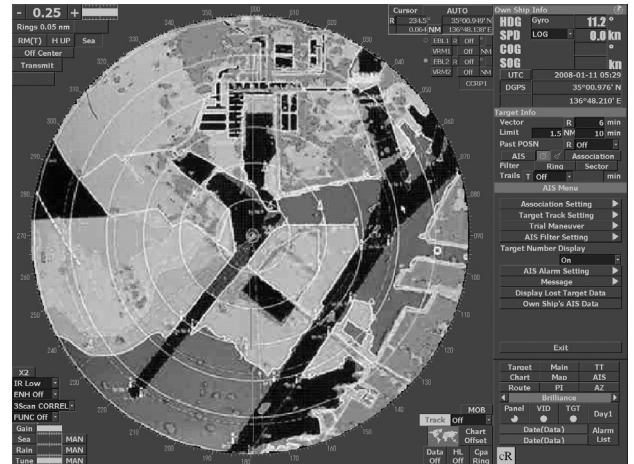


図4-2 RADARの画面例  
Fig.4-2 Example of RADAR Display

## 4. 新IMOルール対応システム

### 4.1 システム要求

現在、IMOにおいて、将来の統合航海システムについて検討されているが、統合化の観点から、表示・操作の一貫性とConsistent Common Reference System (CCRS: 一貫した共通情報参照システム) が要求されている。

### 4.2 表示・操作の一貫性

IEC62288の要求事項に準じ、ECDIS, RADAR, コニングディスプレイ等の表示装置において、一貫した表示ポリシー、操作ポリシーにより、理解しやすい表示、操作しやすいシステムを実現している。表示については、文字フォントやサイズ、表示項目を統一し、操作の共通化を図っている。それぞれの表示画面例を図4-1、図4-2、図4-3に示す。操作については、類似の操作の統一化、複数指示機における昼/夜画面色の一括変更など、操作の連動化を図っている。

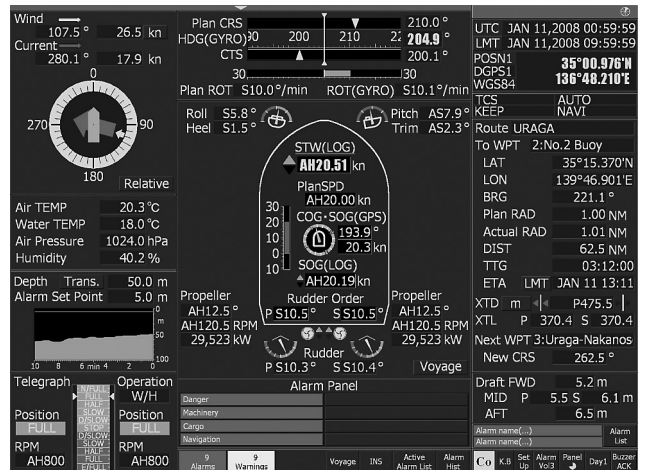


図4-3 コニングディスプレイの画面例  
Fig.4-3 Example of Conning Display

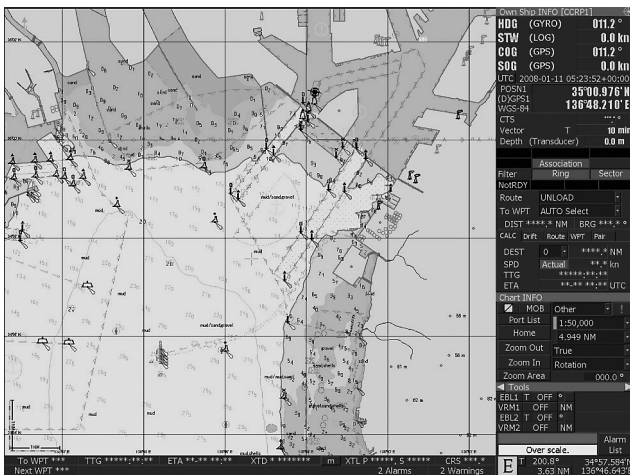


図4-1 ECDISの画面例  
Fig.4-1 Example of ECDIS Display

### 4.3 CCRSの実現

IMOのIntegrated Navigation System (INS) についての性能基準においては、CCRSの要件が定義されており、有効性、合理性、完全性、潜在性、整合性・一貫性の確保を求められている。本システムでは以下のように実現している。

- ・有効性: センサデータを受信時、伝送電文のパリティやチェックサムに異常がないことを確認する。
- ・合理性: センサデータの取り得る範囲を超えていないことを確認する。
- ・完全性: 複数の独立した同種類のセンサが接続されている場合にそれぞれの値を比較し、差分が基準を超えていないことを確認する。
- ・潜在性: 測定時刻が付加されたセンサデータについて、観測時刻と受信時刻の差分(遅れ)が基準を超えていないことを確認する。
- ・整合性・一貫性: 全ての装置に同一のセンサデータを配信し、同種のセンサが複数ある場合は使用するセンサの選択を連動させ統一する。

## 5. あとがき

本稿では、近年の高付加価値船市場に対応した航海機器システムについて紹介した。今後の市場ではさらに統合化されたシステムや国際ルールの改正等様々な市場要求にフレキシブルに対応可能なシステムが望まれる。また、航行の安全や低燃費航行の支援、さらには修理・保守のコスト削減のための遠隔保守等が求められる。本稿で紹介したシステムはこのような将来性を考慮した設計思想に基づいており、柔軟性の高いシステムの提供も期待できる。

最後に、開発にあたりご協力、ご指導いただいた関係各位に深く感謝いたします。

### 用語一覧

AFT BIRDGE: After Bridge (後方の船橋)  
AME: Alarm Management Equipment (アラーム管理装置)  
CCRS: Consistent Common Reference System (一貫した共通情報参照システム)  
ECDIS: Electronic Chart Display and Information System (電子海図情報表示装置)  
FWD BIRDGE: Forward Bridge (前方の船橋)  
IAS: Integrated Automation System (機関・荷役統合制御システム)  
IBS: Integrated Bridge System (統合ブリッジシステム)  
IEC: International Electrotechnical Commission (国際電気標準会議)  
IMO: International Maritime Organization (国際海事機構)  
INS: Integrated Navigation System (統合航海システム)  
LNG: Liquefied Natural Gas (液化天然ガス)  
MFD: Multi-Function Display (マルチファンクションディスプレイ)