

# INS (統合航海システム) の開発

## Development of INS (Integrated Navigation System)

浅見 重幸      倉田 康生      亀井 義之  
Shigeyuki Asami      Yasuo Kurata      Yoshiyuki Kamei

横山 直紀      中村 智宏  
Naoki Yokoyama      Tomohiro Nakamura

### 要 旨

航海機器の機能や情報を統合することによって船橋での機器操作に係る負担軽減を図り、航行の安全を促進するため、IMOにより国際ルールとしてINSの性能基準が制定された。当社が開発したレーダー (JMR-9200シリーズ) とECDIS (JAN-9201シリーズ) は、INSで要求されるMFD (マルチファンクションディスプレイ) に機能を拡張することができる。本システムは、「簡単なタスク切替操作」「システム内の連動機能」「冗長化設計によるシステムの信頼性向上」「システム状態表示画面」「統合的なアラームマネジメント機能」などの特長を有し、また、高いシステム拡張性も備えている。

### Abstract

International Maritime Organization (IMO) has released new performance standard for Integrated Navigation System (INS), the purpose of the standard is to enhance the safety of navigation by relieving work load concerning operating equipment in bridge by providing integrated functions and information. JRC has developed new RADAR Model JMR-9200 series and new ECDIS Model JAN-9201 series, and these equipment are available for upgrading to Multi Function Display (MFD) which complies with the requirement of INS performance standard. JRC INS provides following features: easy operation of task switching, automatic synchronization of system settings, increasing reliability by redundant system design, displaying of system status, and capability for system upgrading.

## 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、航海機器個別の性能向上だけでなく、システムとしての統合による操作性や信頼性の一層の向上への要求が高まっている。当社では、IMO (International Maritime Organization: 国際海事機関) により制定されたINS (Integrated Navigation System: 統合航海システム) の最新性能基準である決議MSC.252 (83) に適合し、DNV GL船級やロイド船級などで規定されている各種ルールにも対応可能なシステムを開発した。

本稿では、INSのルール概要および当社のINS構成例と同システムの特長について紹介する。

## 2. INSのルール概要

### 2.1 システム概要

INSは航海機器の機能や情報を統合することによって、航海に関する船橋での作業負担の軽減を図ると共に、航行の安全を促進するものであり、国際ルールとしてIMOにより性能基準 決議MSC.252 (83) が制定されている。INSでは新たにタスクと呼ばれる概念が導入され、作業内容毎に機能や表示すべき情報が定義されている。また、入力データの完全性を監視することによりデータの信頼性を確保し、冗長化設計によりシステムの信頼性向上を図っている。

### 2.2 タスクの概念

INSでは作業内容別に6つタスクが定義されており、各指示機上で任意にタスクを切り替えられることが要求されている。各指示機はタスクステーションと呼ばれる。

- ・航路計画タスク: ECDISの航路計画に関する性能要件が要求される。
- ・航路監視タスク: ECDISの航路監視に関する性能要件が要求される。
- ・衝突予防タスク: レーダーの衝突予防に関する性能要件が要求される。
- ・航行制御データタスク: 航海機器や制御機器の情報を表示する。
- ・航海状態と情報表示タスク: NAVTEXやAIS, その他システムの設定などの情報を表示する。
- ・アラート管理タスク: アラートを一元管理する。

### 2.3 CCRSの機能

INSの性能要件の一つにCCRS (Consistent Common Reference System) がある。CCRSの主な機能として、センサデータに対する有効性、合理性、完全性を評価し、基準を満足したデータのみを、共通で使用する仕組みがある。このCCRSにより、システム内のデータの信頼性と一貫性が維持される。有効性、合理性、完全性の概要は次の通りである。

- ・有効性: センサから送られてくる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。

### 2.4 アラートマネージメントの機能

INSの性能基準にはアラートマネージメントの要件が含まれており、INSで発生するアラートが1つの画面で統合的に表示され、発生したアラートに対する操作の統一化が図られている。

#### (1) アラートのカテゴリ (Category)

INSのアラートのカテゴリとして、カテゴリAとカテゴリBの2つが定義されている。

- ・カテゴリAアラート：船員行動の意志決定のために、レーダーやECDISのようにグラフィカルな情報が必要なアラート。
- ・カテゴリBアラート：船員行動の意思決定のためにグラフィカルな情報を必要としないアラート (INSのアラートのうち、カテゴリAに属さないすべてのアラートが該当する)。

#### (2) アラートの優先度 (Priority)

INSのアラートの優先度として、重要な順に、アラーム、ワーニング、コーションの3つが定義されている。

- ・アラーム (Alarm)：船橋当直員に対し即時の注意と行動を要求する状況を示す。
- ・ワーニング (Warning)：状況が変化したことを示し、直ぐには危険ではないが、もし何もアクションがとられなければ、いずれ本船が危険な状態になるかもしれない状態を示す。
- ・コーション (Caution)：アラームやワーニングではないが、注意や、状況または与えられる情報に対し、引き続き監視が必要であることを示す。

表1 システム主要構成機器

Table 1 Principal Devices

品名	型名
Radar	JMR-9200シリーズ (MFD機能付) 2式
ECDIS	JAN-9201 (MFD機能付) 2式
Conning Display	JAN-9202 (MFD機能付) 1式
GPS	JLR-7800 2式
SDME	JLN-205MK2他 計2式
Gyrocompass	他社製
AIS	JHS-183 1式
Echo Sounder	JFE-680 1式

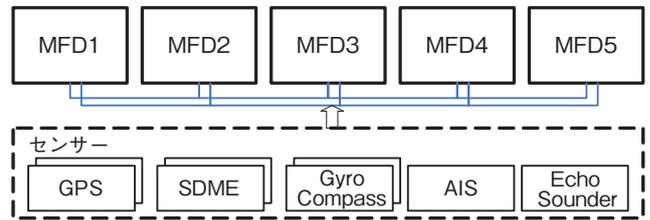


図1 システム概略図

Fig.1 General System Configuration

各MFDには任意にタスクを割り当てることができるが、当社では関連するタスクをひとつにまとめたものをタスクセットと呼び、ECDISやレーダーといった装置がイメージできるように考慮している。また、TCS (Track Control System) は自動航行制御タスクとして割り当てることができる。各タスクセットに含まれるタスクの一覧を表2に示す。

表2 タスクセットの一覧

Table 2 Detail of Task Set

タスクセット名	含まれるタスク
RADARタスク	衝突予防タスク
ECDISタスク	航路計画タスク 航路監視タスク 自動航行制御タスク
CONNINGタスク	航行制御データタスク 航海状態と情報表示タスク
AMS タスク	アラート管理タスク

システム例における各MFDへのタスクの割り当ての例を表3に示す。

## 3. システム構成例

### 3.1 システム構成

INSは、タスクが任意に切り替えらえるマルチファンクションディスプレイ (Multi Function Display) によって構成される。このたび開発したレーダー (JMR-9200シリーズ) とECDIS (JAN-9201シリーズ) はINSで要求されるMFDに機能を拡張することができる<sup>(1)</sup>。大型商船の標準的な構成である5台のMFDと主要なセンサーによるシステム構成例を表1に、概略図を図1に示す。

表3 タスクの割り当て例

Table 3 Example of Task Assignment

MFD1	RADARタスク, ECDISタスク, CONNINGタスク, AMSタスク
MFD2	RADARタスク, ECDISタスク, CONNINGタスク
MFD3	CONNINGタスク, AMSタスク
MFD4	RADARタスク, ECDISタスク, CONNINGタスク
MFD5	RADARタスク, ECDISタスク, CONNINGタスク, AMSタスク

#### 4. システムの特長

##### 4.1 タスク間の切り替え

MFDでは、図2に示すタスク切り替えボタンをクリックするだけで、表示や操作したいタスクの画面に即座に切り替えることができる。このボタンは各画面上に常時表示されている。



図2 タスク切り替えボタン  
Fig.2 Task Select Buttons

図3から図6に、それぞれのタスクの画面表示例を示す。

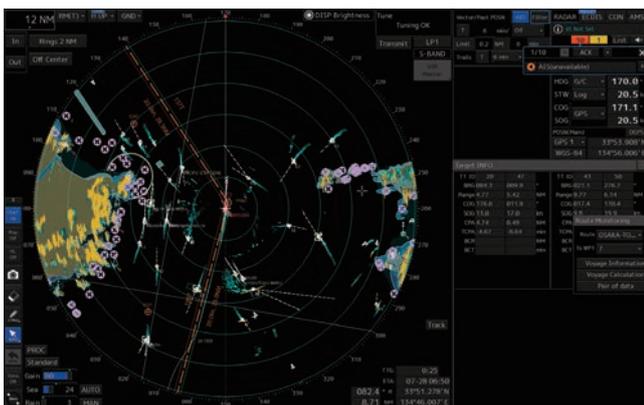


図3 RADARタスク画面例  
Fig.3 Example of RADAR Task

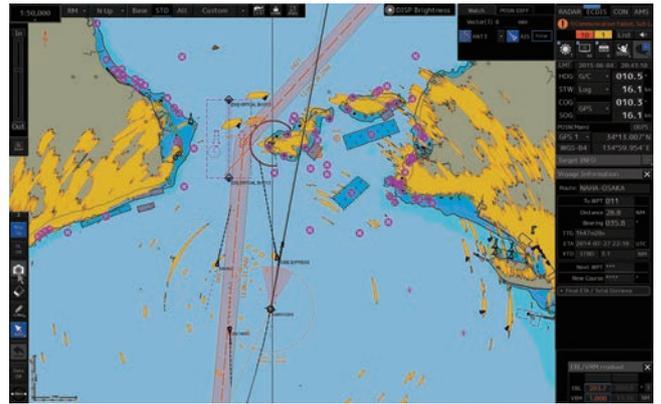


図4 ECDISタスク画面例  
Fig.4 Example of ECDIS Task



図5 CONNINGタスク画面例  
Fig.5 Example of CONNING Task

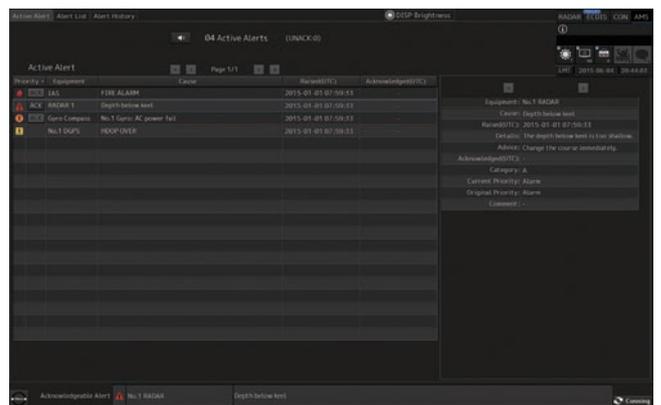


図6 AMSタスク画面例  
Fig.6 Example of AMS Task

##### 4.2 システム内の連動機能

###### (1) ターゲット番号の同期

複数のレーダー画面上に表示されているターゲットが、同一のターゲットと判断されると、共通のターゲット番号(ユニークな番号)が付与される。同一と判断されたターゲット番号には、図7のように「U」が付与されて表示され、どのディスプレイ上にも同一の番号で表示され

るため、ターゲットの識別が容易である。

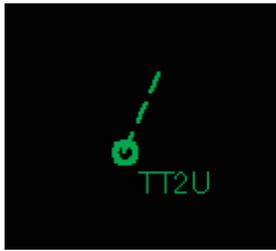


図7 ターゲットの表示例  
Fig.7 Example of Target Indication

(2) 電子海図データの同期

いずれかのタスクステーションで電子海図のアップデートを行うと、システム内の他のタスクステーションにもデータが配信され、電子海図のアップデートが同期される。これにより、タスクステーション毎のアップデート作業が不要となり、作業負担が軽減される。

(3) 画面表示の設定の連動

いずれかのタスクステーションで画面表示の輝度や Day/Nightモード (表示色) を切り替えた際、他のタスクステーションも連動させることができる。また複数のタスクステーションをグループに分けて、グループ毎に連動させる機能も用意されている。これによって、コニングポジションや通常操船する場所に配置されているタスクステーションで操作しても、チャートテーブルのように離れた場所に装備されているタスクステーションは連動させないなどの運用が可能である。

(4) 設定値の連動

いずれかのタスクステーションで危険船の判定基準 (CPA/TCPA) や航路監視の判定基準などの設定を変更すると、システム内のタスクステーションが同期して同一設定となる。これにより、タスクステーション毎の設定が不要となるほか、各種監視のためのアラートの発生条件が統一され、システムとしての動作の一貫性が維持される。

4.3 メニュー表示の一貫性

操作メニューの表記と構造は、各タスクの表示画面で一貫性を持たせ、操作の目的に沿ってわかり易く、イメージし易いものとしている。また、右クリックによりショートカットで操作できるメニューを用意するなど、操作性の向上を図っている。

4.4 冗長化設計によるシステムの信頼性向上

いずれかのタスクステーションやシステムの一部が、何らかの原因で故障した場合でも、システムの機能が維持できるように冗長化している。たとえば、一つのタスクステーションが故障した場合でも、他のタスクステーションで、全タスクの操作が可能である。

ネットワークについても二重化されており、一方のネットワークが異常となっても、もう一方のネットワークによりバックアップされる。万一、両方のネットワークが異常となった場合にも、フォールバック動作として、単体で IMOの搭載義務装置として動作を維持するため、航行に支障をきたすことがない。

4.5 システム状態表示画面

本システムでは、システムの動作状態をディスプレイ上に表示する機能を備えている (図8)。システム全体の動作状態をグラフィカルに表示することができ、センサの異常や通信異常によりアラートが発生した場合、どの部分がアラートの発生原因になっているかが、見やすく表示されるため、原因の特定が容易である。

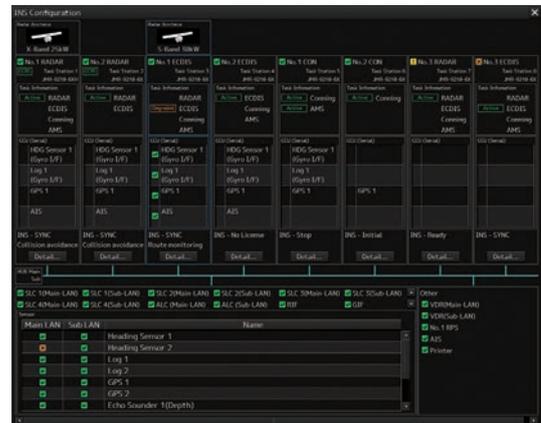


図8 システム状態表示画面例  
Fig.8 Example of System Configuration Display

4.6 統合的なアラートマネージメント

船橋で発生するアラートの表示や操作について、IMOの性能基準決議MSC.302 (87) Bridge Alert Management (BAM) が制定されている。BAMの性能基準では、INSで定義されているアラートの他に、優先度として非常警報 (Emergency alarm)、カテゴリとして船橋以外のアラートを示すカテゴリCが定義されている。本システムではこれらのアラートにも対応しており、他社機関係のアラームモニタリングシステムやLNG運搬船に搭載されるIAS (Integrated Automation System) とインタフェースを取ることで、これらのアラートも統合的に扱うことが可能である。

4.7 システムの拡張性

本システムは、船橋のレイアウトに合わせ、タスクステーションの数を増やすことにより、フレキシブルにシステムを構築することが可能である。また、DNV GL船級のNAUT-AWやロイド船級のNAV1-IBSといった船級独自の規格にも対応可能である。さらに、システム内で使用されている航海関連のデータやアラートの情報は、外部に出力することができ、最適航路計算システムや他の船内の各種システムとのインタフェースを取ることが可能である。

## 5. あとがき

本稿では、JMR-9200シリーズレーダーとJAN-9201シリーズECDISをベースとしたMFDで構成されるINSについて紹介した。第1章のまえがきでも述べたように、LNG運搬船などの高付加価値船をはじめとした大型商船では、船橋に搭載される機器の多様化と高機能化が進み、今後もさらなるシステム化による操作性、信頼性の向上の要求は高まっていくものと考えられる。今回開発したINSはこのような市場の要望に応え、航行の安全や効率化に寄与するものと期待する。

### 参考文献

- (1) 松山 秀考, 溝口 武, 三野 秀樹, 亀井 義之, 梶 徳男  
“新型マルチファンクションディスプレイの開発”, 日本無線技報 No. 67, pp.37-41, 2016.

### 用語一覧

AIS: Automatic Identification System (自動船舶識別装置)  
AMS: Alert Management System (アラート管理システム)  
BAM: Bridge Alert Management (船橋アラート管理)  
CCRS: Consistent Common Reference System  
(一貫した共通情報参照システム)  
CPA/TCPA: Closest Point Approach/Time to Closest Point Approach  
(最接近距離および最接近距離までの所要時間)  
DNV GL: Det Norske Veritas Germanischer Lloyd (DNV GL船級)  
ECDIS: Electrical Chart Display and Information System  
(電子海図情報表示装置)  
GPS: Global Positioning System (全地球測位システム)  
IAS: Integrated Automation System (統合自動化システム)  
IMO: International Maritime Organization (国際海事機関)  
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 (多機能表示器)  
SDME: Speed and Distance Measuring Equipment (船速距離計)  
TCS: Track Control System (自動航行制御システム)