

高度海上交通システムの動向

矢内 崇雅 小林 健
藤野 浩喜 村田 浩章

2000年12月、国際海事機関（IMO：International Maritime Organization）の海上安全委員会（MSC：Maritime Safety Committee）は、「海上における人命の安全のための国際条約」（SOLAS条約 Safety Of Life At Sea Convention）を改訂し、各船舶に搭載が義務付けられている航行設備機器に加えて、データ通信機能を具備した船舶自動識別装置（AIS：Automatic Identification System）の搭載を義務化した。

本改訂を受けて、海上交通におけるITS（高度海上交通システム）推進の機運が急速に高まってきた。本稿では「高度海上交通システム」のコンセプトとその中心技術項目であるAISの基本要件と世界的な動向等を紹介する。

ターゲットとしたSOLAS条約第V章のAIS搭載義務化に向けた改訂が進む中、運輸政策審議会は答申「21世紀初頭における総合的な交通政策の基本方向について」の中で、海上交通のインテリジェント化を目指す高度海上交通システム（海のITS）の構築により、海上交通の安全性向上、海上物流の効率化を図る必要があるとの提言を行った¹⁾。

一方、海のITSを実現するための技術的課題としては、船舶の知能化、陸上からの船舶航行支援の高度化、海運情報ネットワークの形成、および陸上と船舶を結ぶ海上通信のデジタル化等により、安全性と効率性の高いシステムを実現する事などが挙げられている。

海上交通から海のITSへ

海上交通の基本コンセプトは海難事故の防止、海洋汚染対策および海上交通の効率化である。1998年度からス

海のITSの基本的なコンセプト

先に述べたとおり、海のITSは通信技術のデジタル化をはじめとした高度通信技術をベースに、海上交通の安全性の向上、海上物流の効率化等を図ることを目的として

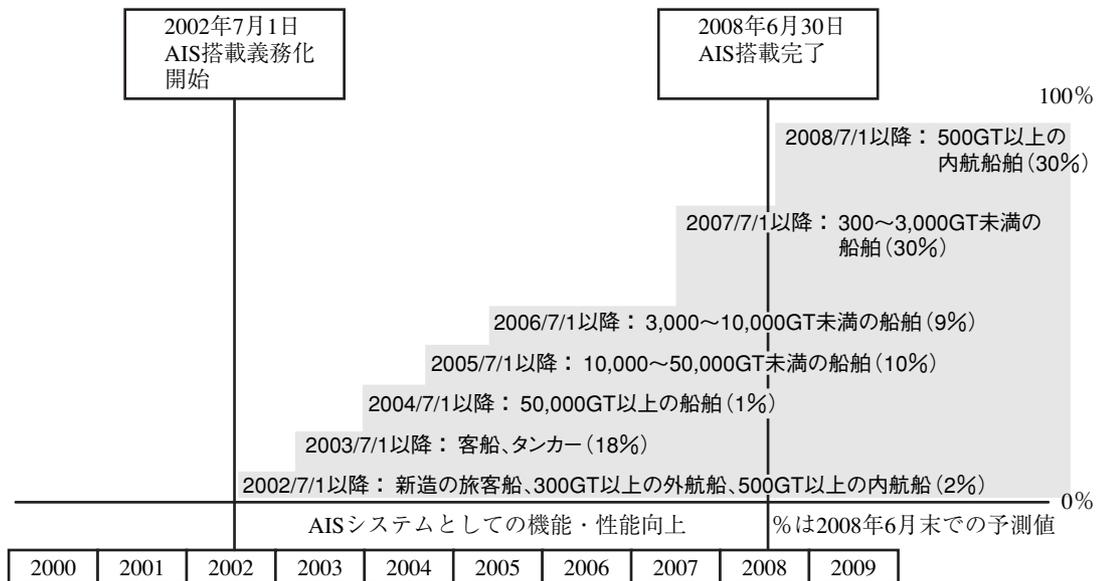


図1 AISの搭載義務スケジュール

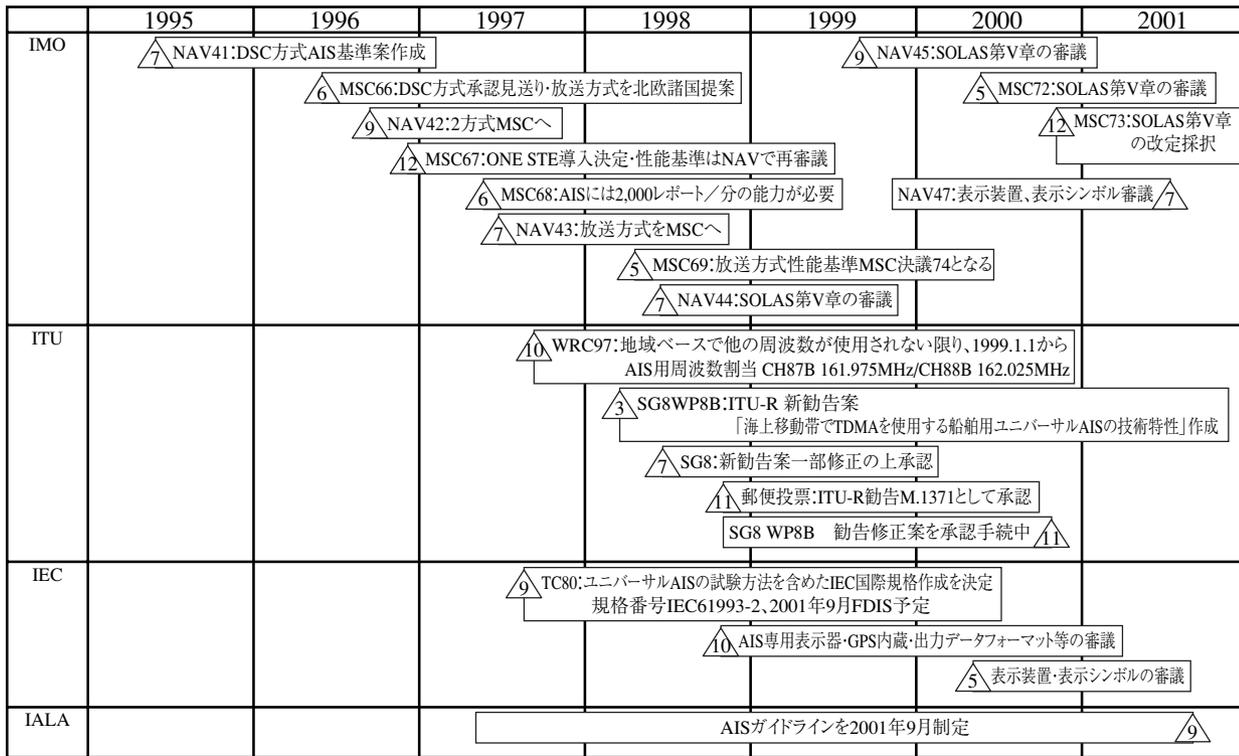


図2 国際機関の審議内容とそのスケジュール

いる。

現行、海のITSとして実現に向けた主な施策は、以下8つのシステムの実現である²⁾。

- ①高度船舶交通管制システム
- ②衝突・座礁回避システム
- ③離着岸支援システム
- ④高度船舶安全管理システム
- ⑤沿岸域情報提供システム
- ⑥海陸一貫物流情報システム
- ⑦港湾管理システム
- ⑧海運分野の情報化促進

これらのシステムを実現するための基本となるシステムが船舶自動識別装置（AIS）であり、SOLAS条約において規定されているすべての旅客船、300GT（Gross Tonnage：総トン数）以上の国際航海に従事する船舶、および国際航海に従事しない500GT以上の貨物船へのAIS搭載が義務づけられた。

今後はAISを中心に海上交通の高度化が推進されるものと考えられる。

AISとは

IMOが要求するAISの性能はMSC69の委員会において、以下の仕様とすることが確認された。

- ①船舶相互間および船舶・陸上局間の両モードで動作すること
- ②自立的、自動的かつ連続的であること
- ③高更新率（1秒まで下げられる）であること
- ④高通信容量であること
- ⑤放送モードで動作すること
- ⑥航海の妨げにならないこと

これを受けて、ITU（国際電気通信連合：International Telecommunication Union）では性能要件、IEC（国際電気標準会議：International Electrotechnical Commission）では機能・性能に対するテスト要件を国際規格化する作業を実施してきた。また、IALA（国際航路標識協会：International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities）では運用要件のガイドラインを策定中である。ワールドワイドに往来する船舶にとって、国際規格は絶対不可欠なものであり、船舶航行安全システムを担う当社もIEC・IALAでの規格化に参画してきた。参考までに、図1にAIS

の船舶搭載義務化スケジュール，図2に関連する国際機関における審議内容を示す。

AISで用いられている技術の概要

AISの通信方式はTDMA（時分割多元接続：Time Division Multiple Access）方式とDSC（選択自動呼出：Digital Selective Calling）方式の2方式を内蔵したものであり，前者は1フレームを毎分2250スロットに分割し，そのスロットごとに利用者が使用を宣言して通信電文を送信する（図3）のもので，一般的にはユニバーサルAISと称される。これに対して後者は必要に応じてパースト的に通信電文を送信する。

2250に分割されたスロットは，各々図4のようなデータで構成されている。1スロット256ビットのうち船舶の動的・静的・船舶関連（図5）の情報に割り当てられるのは170ビットである。これらの情報は図6の通信性能によってなされる。図6

の通信方式の詳細を図7に示す。これらはすべてユニバーサルAISの規格として国際的に統一されて用いられ，従って，世界各国で製造されるであろうユニバーサルAIS装置の構成はほぼ同様となることが考えられる。

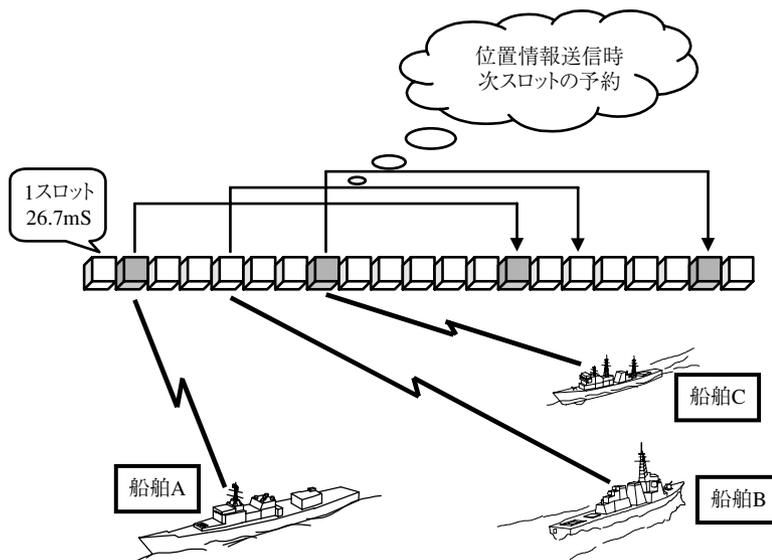


図3 時分割通信方式の概要

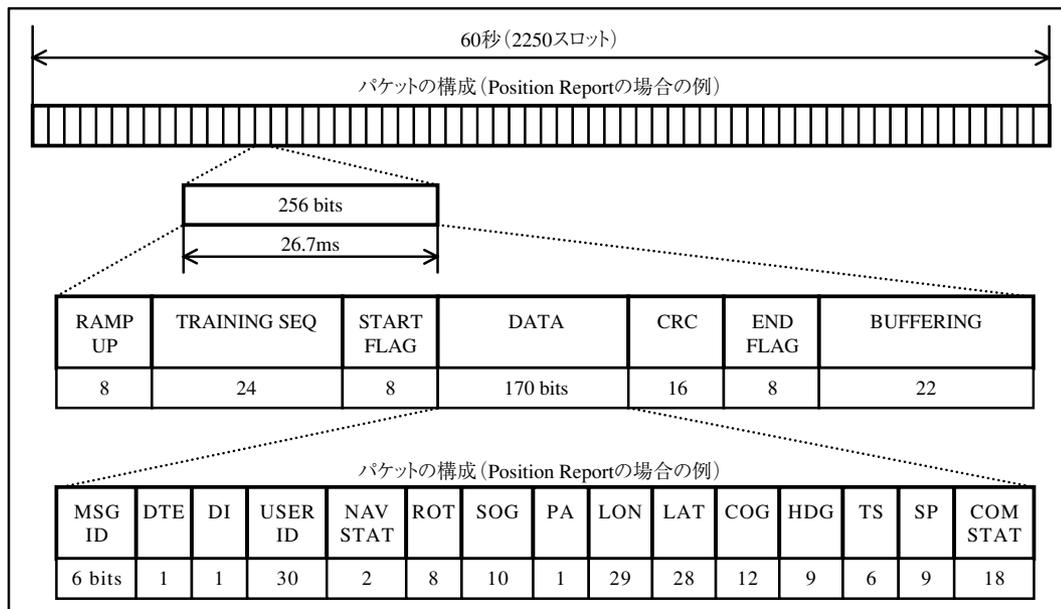


図4 フレームの構成

通 信 情 報 内 容	静的情報	IMO番号・呼出符号・船名 船体長・幅 船の種類 (PILOT/RESCUE/TUG/客船/貨物船等14分類) 積載物 (危険物海洋汚染物質カテゴリーA~D他4分類) GNSS ANT位置
	動的情報	緯度・経度・世界標準時 位置情報 (高精度・低精度 ≥10m) 対地針路・対地速度・船首方位・回頭率 航海ステータス (航行中・停泊中・運転不自由・動作制限)
	航行関連情報	喫水 目的地・ETA その他 通信文 (ASCII 63文字相当) 運用チャンネル番号指定受信 運用送信出力指定受信 VTSからの追尾情報、海域情報等

図5 通信情報内容

・ AIS国際波	: CH87B (161.975MHz) & CH88B (162.025MHz)
・ 地域周波数	: 156.025~162.025MHz
・ 周波数制御	: CH70 (156.525MHz) によるDSC制御、Message制御、マニュアル切替
・ チャンネル間隔	: 12.5kHz/25kHz (国際波は25kHzスペーシング)
・ 送信電力	: 2W/12.5W (アタック/リリース時間: 1ms以下) * デフォルト値12.5W、
・ 変調方式	: GMSK/FM
・ ビットレート	: 9600bps±50ppm (データコーディング: NRZI)
・ 通信方式	: SOTDMA (自己管理形時分割多元接続) ITDMA (増分時分割多元接続) RATDMA (ランダム接続時分割多元接続) FATDMA (固定接続時分割多元接続)
・ 同期	: UTC同期
・ タイムスロット	: 2250スロット/分・CH 1スロット=26.7ms (256ビット)
・ 航法関連情報	: 世界標準時、位置情報、対地進路、対地速度、船首方位、回頭率
・ 情報更新レート	: 静的情報 - 6分毎及び要求に応じて 動的情報 - 投錨及び係留で3ノット以下の場合 3分毎 - 投錨及び係留で3ノット以上の場合 10秒毎 - 0~14ノット 10秒毎 - 0~14ノット・進路変更中 3 $\frac{1}{3}$ 秒毎 - 14~23ノット 6秒毎 - 14~23ノット・進路変更中 2秒毎 - 23ノット以上 2秒毎 - 23ノット以上・進路変更中 2秒毎 航海関連情報 - 6分毎、データ改正時及び要求に応じて 安全に関するメッセージ - 要求に応じて
・ 表示器	: 3桁上のキャラクタ表示機

図6 AIS主要性能/規格

プロトコル	特徴	利用目的
ITDMA 増分時分割多元接続	<ul style="list-style-type: none"> ● 通信時にオフセット情報があり、次のスロットを割当てられる。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 新たなスロットの確保 ● 短期的な位置情報の送信
SOTDMA 自己管理形時分割多元接続	<ul style="list-style-type: none"> ● 通話通信情報に副通信分を持ち、受信局数、世界標準時等の情報を持つ。 ● 通報率に基づいて割当てられたスロットで送信を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 連続運用段階での位置通報
RATDMA ランダム接続時分割多元接続	<ul style="list-style-type: none"> ● 前もって確保していなかった空きスロットを見つけて送信する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 単発的な電文送信（静的情報、航海関連情報等）
FATDMA 固定接続時分割多元接続	<ul style="list-style-type: none"> ● スロットの割当てが前もって決っており、運用中又はスロットの再整理まで変更されない。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 基地局、制御局で使用

図7 AISで使用されるエアープロトコル

各国におけるAIS導入の動向

2002年7月1日の船舶へのAIS搭載義務化開始に合わせ、各国は評価センタならびに複数の船舶にAISを設置し、AISの基本動作の検証、レーダによる追尾とAISによる追尾を統合する際に発生する様々な技術的課題への対応等を図りつつ、システム評価ならびに運用評価を実施している。

英国

テムズ川河口および内陸部の防潮堤付近の2ヶ所にVTS (Vessel Traffic Services) センタがあり、そのVTSセンタにAIS陸上局装置を設置、防潮堤付近のVTSセンタに評価システムを構築して、レーダ情報とAIS情報を統合し、ディスプレイ上に表示した際に発生する様々な運用上の課題への対応、AISで使用するVHF周波数が受ける都市雑音の影響調査等が行われている。

オランダ

ロッテルダム マース川のVTSセンタを中心に、内陸水路を対象としてAISを用いたサービスRIS/INRIS (River Information Services/Inland Navigation Demonstration for River Information Services) と称するプロジェクトを推進しており、ヨーロッパ特有の内陸水路におけるシステムの有効性/信頼性の評価を行っている。

米国

ルイジアナ州ニューオリンズ ミシシッピー川河口にて、

2002年3月末迄DSC方式、ユニバーサル方式のAIS評価を実施している。

ドイツ

システム評価と共に、各国のAISメーカーに声をかけ「Trials on AIS Conformity: AISとしての適合性実証試験」を予定(2001年6月~2002年3月)している。

スウェーデン

沿岸域および内陸水路を含むスウェーデン領海全域をカバーするため、32ヶ所に陸上局を設置している。現在はバルト海沿岸各国とのネットワークを結んだ「AISネットワーク」の構築に力を注いでいる。

オーストラリア

グレートバリアリーフに、陸上局2局と中継局1局を設置し、AIS追尾とレーダ追尾との一致性を中心としたシステム評価を行っている。

日本

6ヶ所のVTSセンタ(東京湾海域、名古屋港海域、大阪湾海域、備讃瀬戸海域、来島海峡海域、および関門海峡海域)と今後新設が予定されている伊良湖海域の計7ヶ所のVTSセンタにAIS対応の機器整備が検討されている。現在、2002年7月から船舶へのAIS搭載に合わせて、関係機関において評価と検討が進められている。

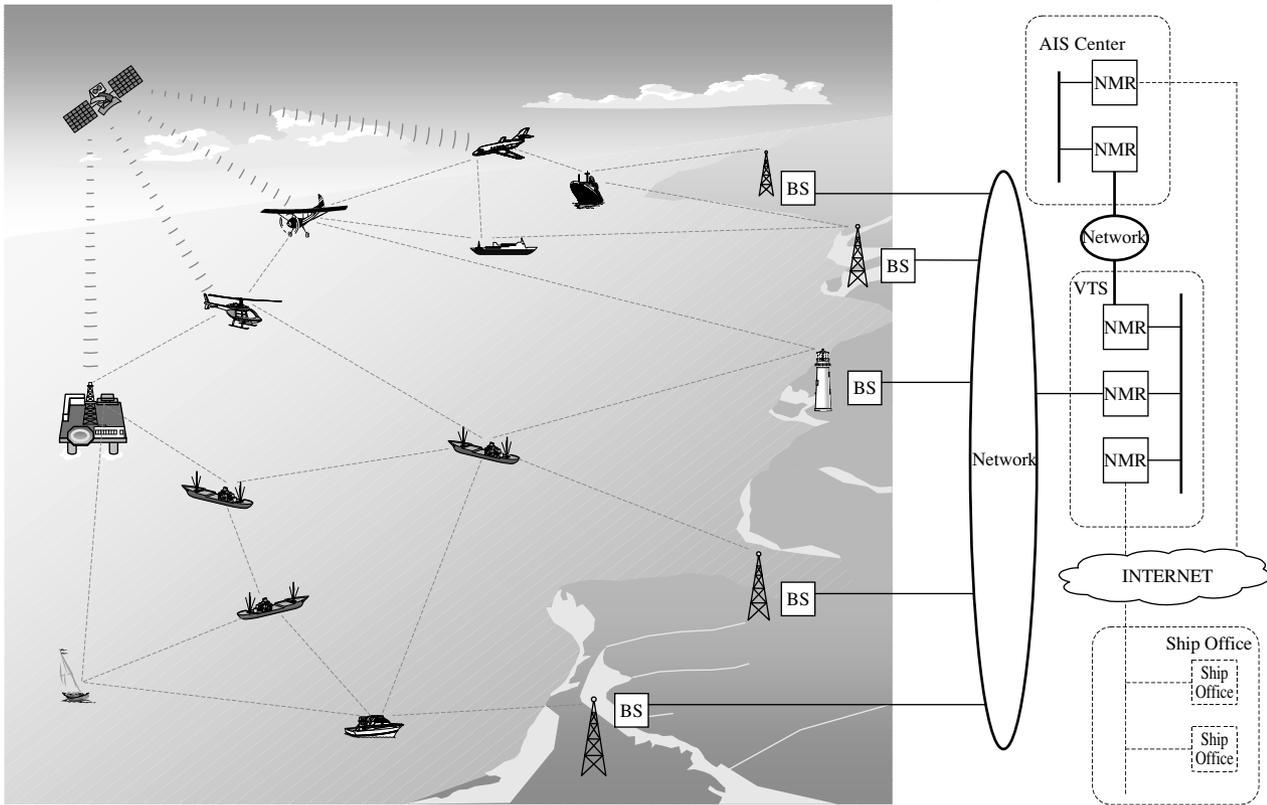
Network Solutions using AISBS = Base Station
NMR = Network Message Router

図8 高度海上システムにおけるネットワークソリューションイメージ

今後の取り組み

海上交通は、AISの導入を契機に新たな情報化時代を迎える。加えて、海上通信用メディアである中波・短波のデジタル化の検討も始まっており、高度情報化の進展も期待される。今後、海難事故や海洋汚染の防止、海上交通の効率化を目的とした (1)レーダシステムとAIS連携による高度航行管制システム、(2)AISネットワークによる航行安全支援システム、(3)インターモーダル（海上、陸上）な物流ネットワークシステム等の実用化や、(4)インターモーダルな情報提供サービスなどのサービスビジネスの展開により、高度海上交通システムを実現していくことが求められるであろう。

当社は長年にわたり蓄積したレーダやネットワークに関するノウハウとAISを融合し、海のITSの分野で新たなソリューションを提供していきたいと考えている（図8）。

**参考文献**

- 1) 海上通信の高度化に関する研究会報告書、郵政省、2000年10月
- 2) 21世紀初頭における総合的な交通政策の基本的方向について、運輸政策審議会、2000年10月

筆者紹介

矢内崇雅：Takamasa Yauchi.システムソリューションカンパニー 交通システム事業部

小林健：Takeshi Kobayashi.システムソリューションカンパニー 交通システム事業部 ソリューション企画SE部

藤野浩喜：Hiroki Fujino.システムソリューションカンパニー 交通システム事業部 ソリューション企画SE部

村田浩章：Hiroaki Murata.システムソリューションカンパニー 交通システム事業部 ソリューション企画SE部