

AIS 情報と電子海図情報を重畳表示する装置の開発について

小森 達雄：海洋研究室

福戸 淳司：独立行政法人 海上技術安全研究所

Development of a Display System for Verification of AIS Information Presentation at the ECDIS-like Display

Tatsuo KOMORI : Ocean Research Laboratory

Junji FUKUTO : National Maritime Research Institute

1 はじめに

1974年の海上における人命の安全のための国際条約 (SOLAS 条約) が改正されたことにより、一定の条件に適合する船舶は AIS (Universal Automatic Identification System : 船舶自動識別装置) を搭載することが義務化された。AIS は船舶の位置、船速、針路などの情報を、電波を介して通信する船用機器である。航海者や陸上の航行管制者又は運航管理者は、AIS を用いることで他船の詳しい動静を知ることができ、船舶の安全で効率的な航行に役立てることができる。

この AIS を効率的に運用するために、AIS 情報を ECDIS (Electric Chart Display and Information Systems : 電子海図表示装置) 上に重畳表示させることが検討されている。我々は AIS 情報を ECDIS 上に重畳したときの親和性を検討することを目的として、AIS-電子海図重畳表示検証装置 (以下“検証装置”という。) を作成したので、本稿ではこの検証装置の紹介を行う。

2 AIS の概要

2.1 AIS で送受信される情報

AIS は、VHF 無線により自船の位置や船速などの情報を送信すると同時に、他船や陸上局から送られてくる情報を受信することができる。受信されたデータはインターフェースを介して、レーダーや ECDIS などの外部機器へ通信することができる。AIS で送受信される主な情報は第 1 表のとおりで

第 1 表 AIS で送受信される主な情報

Table 1 Relevant AIS information.

種類	内容
静的情報	呼出符号、IMO 番号、船名、船体長・幅、船の種類、測位アンテナの位置
動的情報	緯度、経度、位置精度、時刻、対地進路、対地速度、船首方位、航海ステータス、回頭率
航海関連	喫水、積載物、目的地、到着予定時刻
安全関連	任意様式による安全関連通信文

第 2 表 更新レート

Table 2 Update rates.

種類	更新レート	
静的情報	6 分毎又は要求に応じて	
動的情報	投錨・係留で 3 ノット以下	3 分
	投錨・係留で 3 ノット以上	10 秒
	0~14 ノット	10 秒
	0~14 ノット・針路変更中	3・1/3 秒
	14~23 ノット	6 秒
	14~23 ノット・針路変更中	2 秒
	23 ノット以上	2 秒
	23 ノット以上・針路変更中	2 秒
航海関連	6 分毎、データ改正又は要求に応じて	
安全関連	要求に応じて	






ある。

これら送受信される情報の更新頻度は、情報の種類及び船舶の航行状態によって第 2 表のとおり定められている。

2.2 AIS 情報の表示に関する規準

AIS は SOLAS 条約によって搭載が義務化された船用機器である。その表示に関する機能要件は、選択された船舶の方位、距離、名称がテキスト表示されるだけで満足する。しかしながらテキスト表示

第3表 AIS 目標の種類と推奨記号
Table 3 Recommended AIS targets and symbols.

状態名	状態の定義	記号例	記号の説明
基本状態 Sleeping target	AIS を搭載した船舶の位置と船首方位が表示される目標。追尾状態になるまでこれ以上の情報を表示しないことで、情報の混雑を避ける。		その中心が目標の参照位置を示す鋭角二等辺三角形を使用する。三角形の最鋭角の方向が目標の船首方位（船首方位がない場合は COG）を向くようにする。基本状態のシンボルは追尾状態のシンボルより小さくすることができる。
追尾状態 Activated target	自動的に又は手動で選択されることにより、基本状態の情報に加えて、追加情報が図形にて付加される目標。追加情報には、ベクター（対地速度、対地進路）、船首方位、可能ならば回頭率又は回頭方向指示記号により針路変更の状況を示す。		その中心が目標の参照位置を示す鋭角二等辺三角形を使用する。三角形の最鋭角の方向が目標の船首方位（船首方位がない場合は COG）を向くようにする。COG/SOG ベクターは三角形の中心から延びる破線で表示する。船首方位は三角形の頂点から延びる固定長の実線で表示する。船首方位上のフラグは、回頭中であることとその向きを表示することで、目標の操船運動を遅れなく検出できるようにする。予想針路を表示することもできる。
選択状態 Selected target	詳細情報を分離されたデータ表示領域に表示するために、手動で選択された AIS 目標。表示領域には、受信されたデータの他に計算により求められた DCPA 及び TCPA の値が表示される。		選択状態のシンボルの周りには、四角形の 4 隅部分からなるシンボル（選択記号）が描かれる。
危険状態 Dangerous target	DCPA 及び（又は）TCPA の値が、事前に設定した限界値より小さくなる目標。		危険状態のシンボルの描画には、標準的な線から明らかに区別される太線が用いられる。このシンボルのサイズは大きくしてもよい。このシンボルには、ベクター、船首方位及び回頭指示の記号が付加される。このシンボルは確認されるまで点滅させる。この三角形はカラーディスプレイ上では赤で表示される。
ロスト状態 Lost target	最後に有効な位置が受信されてから、その後ある設定された期間データが受信されていない目標。		目標から受信された最後の船首方位に垂直で、顕著な実線がシンボルを横切る。このシンボルは承認されるまで点滅させる。この目標はベクター、船首方位及び回頭指示の記号を付加することなく表示する。

TCPA： 最接近するまでの時間、DCPA：最接近したときの距離、COG：対地針路、SOG：対地速度

注) 上表の各項に掲げた日本語の状態名は、本稿で使用するために仮に付けた名称にすぎない。

だけでは航海者が AIS 情報を効果的に活用することが困難である。そこで AIS 情報は、レーダーや ECDIS などの表示に重畳してグラフィック表示されることが望まれており、そのための表示の統一規準が検討されている。

2001年7月に IMO の航行安全小委員会第47回セッションにおいて、AIS ターゲット情報の表現及び表示に関する暫定ガイドライン (IMO Circ.217) が承認された。一方、国際電気標準化会議のワーキンググループ (IEC TC80 WG13) では、航海者へ航海支援情報を効果的に誤り無く伝え、航海者の負担を軽減するため、レーダーや ECDIS 等全ての航

海機器における情報の表示法の統一を目指した規格化が行われており、近い将来新しい規格として制定される予定であり、AIS の表示法についてもこの IMO Circ.217に基づいて検討が進められている。

IMO Circ.217では、AIS が受信した他船 (以下 “AIS 目標” という。) の情報から、その AIS 目標を第3表に掲げる5種類の状態に分類し、それぞれの種類に応じて同表に定める表示記号を定義している。

3 AIS—電子海図重畳表示検証装置の概念

今回作成した検証装置は、ECDIS 表示上に AIS

情報を重畳する方法及びその問題点を検討することを目的としている。しかし AIS 情報の表示方法については、IMO Circ.217による暫定ガイドラインが既に存在するので、全くゼロから検討することはせず、このガイドラインに準拠する表示方法を採用することとした。作成した検証装置の基本的な仕様は次のとおりである。

(1) ECDIS の性能規準に準拠した電子海図の表示

電子海図の表示は、色彩の部分を一部除いて国際水路機関による ECDIS の海図内容と表示に関する仕様書 (IHO S-52) 等の性能規準に準拠したものである。IHO S-52の規定による色指定は、実際の表示画面上で実現されるべき色として CIE 表色系で定義されている。CIE 表色系で表された色を、モニタに送る信号としての RGB 値に正しく変換するためには、事前に色較正をする必要がある。しかし液晶モニタは表示能力に限界があり、ECDIS の表示を完全に満足するまでには至っていない。そこで今回は色較正を行わず、初期値をそのまま使用した。それでも昼用の明るい表示については、実用上問題ない表示色が得られている。

(2) AIS 信号の入力

AIS には、ECDIS やレーダー等の外部機器にデータを出力するための出力端子がついている。このインターフェースの規格は ITU-R M.1371に規定されている。しかし検証装置の作成段階には、まだ AIS の実機は普及していなかった。そこで検証装置に入力する AIS 情報として、海上技術安全研究所の航行支援装置に付随するシミュレータが生成する模擬 AIS データを使用することにした。このシミュレータが生成する模擬データの書式は、ITU-R M.1371とは異なる独自形式であるため、検証装置はこの独自形式に対応した書式を認識するようにした。(検証装置は ITU-R M.1371規格には対応していない。)

(3) AIS 情報の表示並びにその記号の形状及び色の編集

前述のとおり AIS 情報の表示方法は IMO Circ. 217に準拠するものとした。しかし、表示される AIS 情報の色及び形状については、いろいろと変更させて検証することが可能となるように、AIS 記号の編

集機能を付加することにした。

4 検証装置の基本構成

4.1 ハードウェア

PC は DELL 社製のノートパソコン Inspiron2500で、搭載 CPU は intel 社 pentium III 1GHz、メモリ容量は512Mbyte、ハードディスク容量は30 Gbyte、そしてモニタは14.1インチ XGA 液晶ディスプレイである。海上技術安全研究所と海洋情報部との間で輸送が容易にできるようにするためノートパソコンを選択した。

4.2 ソフトウェア

OS は Microsoft 社製の Windows 2000 professional SP2を使用した。電子海図の表示については、ECDIS の表示性能基準である IHO S-52に準拠した表示を満たすものとして、日本総合システム社製の ChartRescue を使用した。AIS 情報の表示については、ChartRescue 上に AIS 情報の表示ができ、かつ表示記号の編集ができるオプション機能を追加した。

4.3 データ入力

海上技術安全研究所の航行シミュレータから RS-232C インターフェースを介して AIS データが入力でき、入力したデータはハードディスク上に保存することで、何度でも再現ができるようにした。

5 検証装置の主な機能

5.1 AIS 情報の分類

IMO Circ.217では AIS 目標を第3表のとおり5種類の状態に分類し、そのそれぞれについて AIS 目標の記号を定義している。このうち本検証装置では“選択状態”を状態としては分類しないこととした。なぜなら“選択状態”は、詳細な文字情報を別ウィンドウなどに表示させたとき、それがどの AIS 目標のものか容易に識別できるようにするため、当該 AIS 記号に強調のための“選択記号”(第3表第3項参照)を付加したものである。したがって、選択された時の状態の AIS 記号に、“選択記号”を上書きするだけで処理可能であり、そのほうが検証装置を作成する上で容易であったからである。

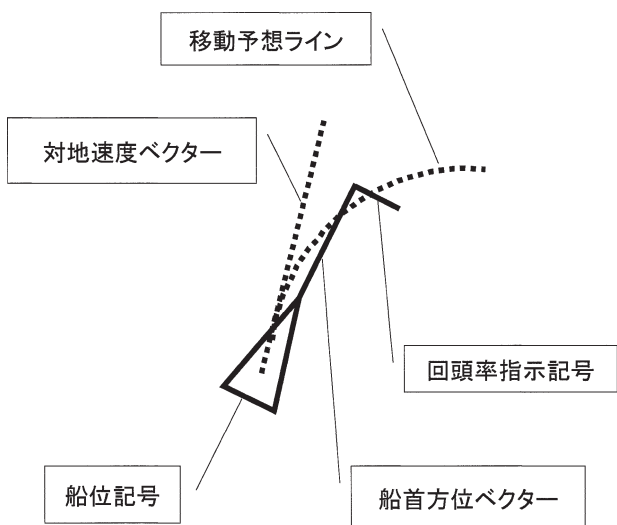
一方、大縮尺表示時に目標船舶の実際の大きさに対応したサイズの記号を表示する“実長表示状態”と、目標の船首方位が不明な場合における“船首方位不明状態”の2種類の状態は、検証を行う価値があると考えたので、本検証装置上の状態として追加することにした。この2つはIMO Circ.217承認以前のドイツ提案に、状態として記述されていたものである。

5.2 AIS 記号の形状と色の編集機能

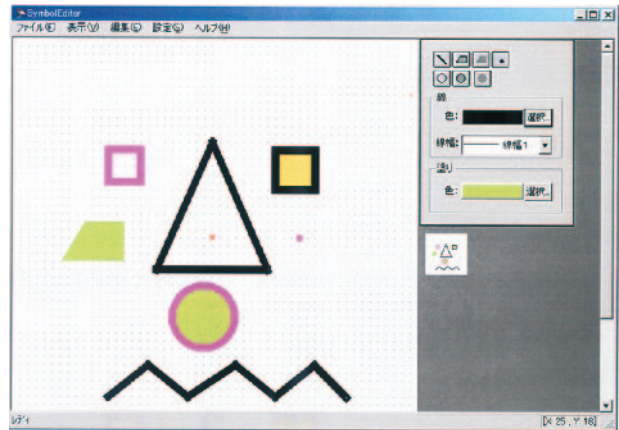
AIS 目標の6つの状態に対してそれぞれ別のAIS 記号が定義され、その形状と色はそれぞれ独立に編集することができる。状態の種類にかかわらず1つのAIS 記号は第1図に示した5つの記号要素から構成される。これら記号要素はそれぞれ表示・非表示が選択でき、あらかじめ選択された要素のみにより1つのAIS 記号が構成される。

(1) 船位記号 (実長表示状態を除く.) 及び選択記号の編集

船位記号 (実長表示状態を除く.) 及び選択記号は専用の編集ソフトウェアを使用して編集する (第2図)。第2図の赤点の位置が、AIS から送られてくる船位 (経緯度値) に対応し、編集画面の上方が船首方位の方向に対応する。編集メニューは、点描画、線描画、円描画からなる。点描画は点 (円形) の大きさと色が選択できる。線描画と円描画は線の太さと色が選択でき、多角形又は円の内部を選択した色



第1図 AIS 記号の記号要素
Fig.1 Elements of an AIS symbol.



第2図 船位記号の編集画面
Fig.2 Edit display of the part of AIS symbol which indicates ship's position.

で塗りつぶすことができる。

(2) 実長表示状態における船位記号の編集

実長表示状態における船位記号は、線の種類と太さと色が選択でき、その内部の塗りの色 (透明も含む.) が選択できる。

(3) 船首方位ベクターの編集

船首方位ベクターは船位記号の先端から船首方位方向に伸びる線分として描画される。編集可能な事項は、線種、線幅、線の長さ、線の色である。

(4) 回頭指示記号の編集

回頭指示記号は、回頭率が指定した値を超えた場合に、船首方位ベクターの先端から直角に回頭方向に伸びる線分として描画される。編集可能な事項は、線種、線幅、線の長さ、線の色である。

(5) 対地速度ベクターの編集

対地速度ベクターは、船位の位置から対地速度の方向に速度に比例した線分として描画される。この長さの比例係数は時間に対応している。つまり対地速度ベクターの先端は、AIS 目標が等速直線運動を続けると仮定したときの、あらかじめ設定した時間後における AIS 目標の予想位置である。編集可能な事項は、線種、線幅、線の色、長さの比例係数である。

(6) 移動予想ラインの編集

移動予想ラインは、対地速度と回頭率から予想される円弧であり、その長さは対地速度に比例する。移動予想ラインの先端は、AIS 目標が同じ曲率で等

速運動を続けると仮定したときの、あらかじめ設定した時間後における AIS 目標の予想位置である。編集可能な事項は、線種、線幅、線の色、長さの比例係数、目盛間隔である。

5.3 AIS 情報の表示及び再生

AIS データは海上技術安全研究所の航行シミュレータの模擬 AIS データを使用する。RS-232C ケーブルを用いて直接シミュレータに接続して AIS データを入力しつつ、その AIS 情報を電子海図画面上にリアルタイムで表示することができる。また入力した AIS データはハードディスクに保存し、後から再生することができる。

5.4 詳細情報のテキスト表示

受信される AIS 情報には、第 1 表に列挙したとおりたくさんの種類があるが、AIS 記号として表現されるのは、位置、船首方位、対地速度、対地針路、回頭率のみである。それ以外の詳細な情報を得るために、画面上の対象目標を選択することで、その目標の AIS 情報がテキストウィンドウに表示される。これは前述の IMO Circ.217における“選択状態”に対応した機能である。

5.5 マーク機能

航海者は電子海図画面を常に見続けているわけではなく、見張りその他の作業の合間に画面を見ているにすぎない。ある AIS 目標の今後の動静をフォローしたいと思っても、目を離れた際に他の目標に紛れてしまい、当該目標を見失う可能性がある。そこであらかじめ指定した AIS 目標を後から容易に識別できるように、AIS 目標を画面上で選択するとその記号に円形の記号と通し番号を付加する“マーク機能”を備えた。このとき別ウィンドウには、マークした AIS 目標の通し番号と船名との対応表が表示される。

5.6 検索機能

受信中の AIS 目標の中から、ある船舶を船名から特定したいとか、危険物運搬船のみを識別したいという場合に使える機能として、検索機能を備えた。検索にヒットした AIS 目標は、前述のマーク機能によって円記号が付加される。

6 表示例

6.1 標準的な表示

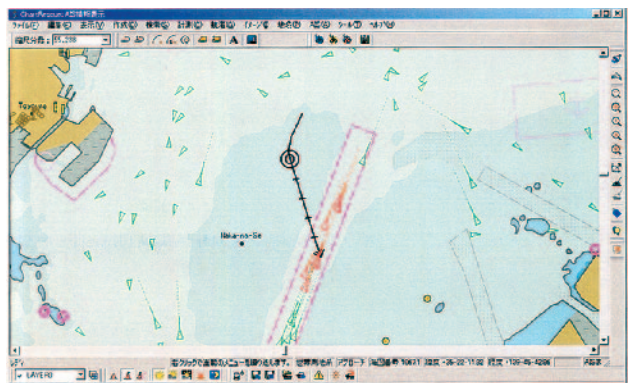
第 3 図は、縮尺 5 万 5 千分の 1 で表示した東京湾中ノ瀬航路付近の電子海図上に、IMO Circ.217で規定された標準的な AIS 記号を表示したものである。電子海図の情報は ECDIS の表示仕様で認められた最小の情報量（ベースディスプレイ）である。

この表示では、船舶が幅轉している航路内において AIS 記号が重なってしまい、個々の AIS 記号の識別が困難になっている。

第 3 図の AIS 記号に採用された緑色は、現行の IHO S-52において AIS 記号のために割り当てられた色である。レーダー情報に基づく自動衝突予防援助装置 (ARPA) の情報と AIS 情報は、運用上同一画面に重ねて表示する必要があり、お互いの識別は容易でなければならないが、IHO S-52では同じ色が割り当てられている。現在のところ ARPA 記号と AIS 記号の識別は、その形状の違いによることとし、色は危険の度合いを示すために使われると考えられている。

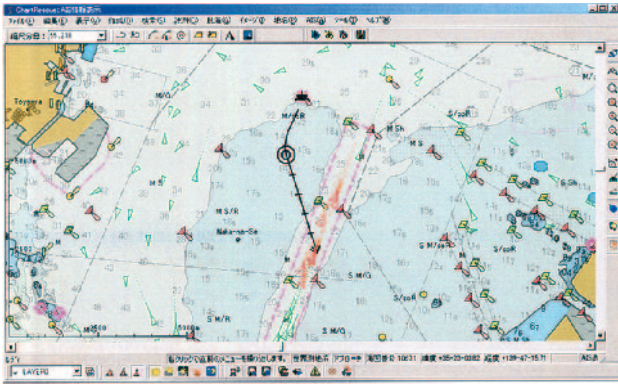
6.2 海図シンボルとの干渉

第 4 図は、水深値などの電子海図の情報を全て表示させた場合の表示例である。その他の諸元は第 3 図と同じである。この縮尺だと船舶が幅轉する航路内において AIS 記号が密集しているため、水深値の読み取りが困難になっている。このままでは、AIS



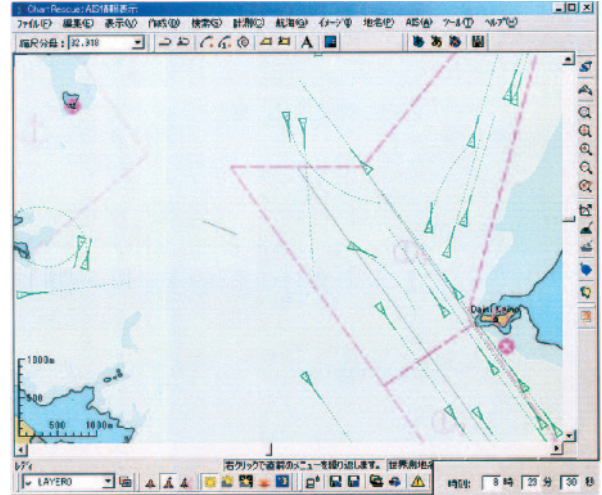
第 3 図 最小の電子海図情報の表示に重畳した AIS 記号

Fig. 3 AIS symbols on the ECDIS display with minimum information density.



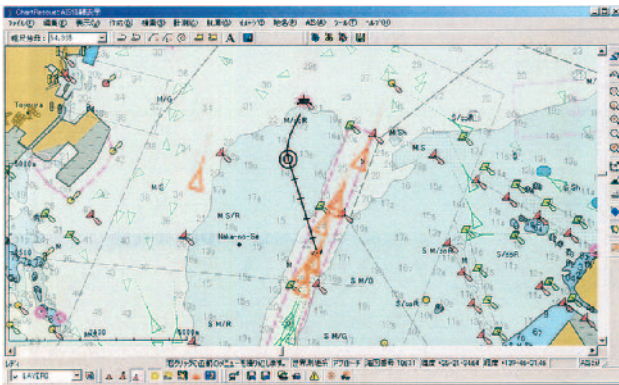
第4図 最大の電子海図情報の表示に重畳した AIS 記号

Fig. 4 AIS symbols on the ECDIS display with maximum information density.



第6図 移動予想ラインによる AIS 目標の表示

Fig. 6 Display of AIS targets with path predictors.



第5図 別の形状の AIS 記号

Fig. 5 Another example of AIS symbols.

及び電子海図のいずれの情報も満足に認識できない恐れがある。衝突防止等を主目的とする AIS 情報と、座礁防止や航路確認等を主目的とする電子海図情報は、状況に応じて少ない操作で切り替えられる必要があると思われる。

6.3 別の形状の AIS 記号による表示

第5図は、IMO Circ.217の記述の範囲内で AIS 記号の形状を変えたものである。第3図に比べて、基本状態の記号については、サイズを小さく線の太さも1ptと細くし、危険状態の記号については、IMO Circ.217の記述に従って、強調させるためにサイズを大きくしている。

基本状態の AIS 記号の線は、緑色を使用した場合1ptだと細すぎて認識しづらいことがわかる。また強調する目的でサイズを大きくした危険状態の AIS 記号は、危険が強調されるというより、単に対

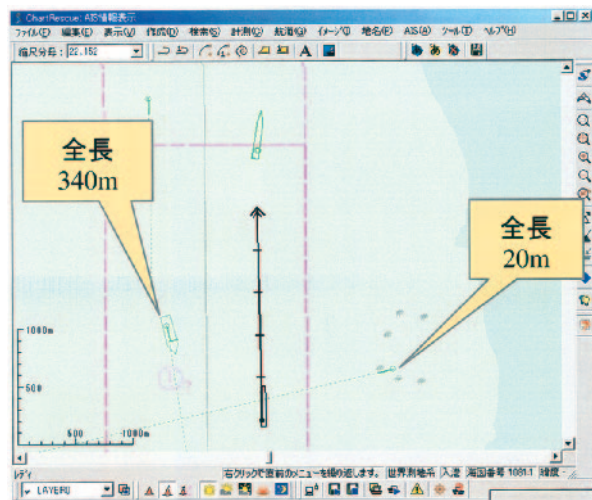
象船舶の実際のサイズが大きいと認識されるだけのようと思われる。またサイズを大きくすることで AIS 記号が密集したため、AIS 情報及び海図情報のいずれの情報も認識するのがより困難になっている。

6.4 予想進路の表示

第6図は、AIS 目標の動静を表すのに、対地速度ベクターと回頭指示記号を利用する代わりに、円弧で表された移動予想ラインを利用した表示である。仮に2隻の船舶が一直線上に向かい合っている場合、両船とも回頭中で、両船の移動予想ラインの間隔が十分離れていれば衝突が回避できると判断できる。このように移動予想ラインの表示は有益な情報であると思われる。

ただし移動予想ラインの信頼度については検討の必要がある。計算された移動予想ラインは現時点の情報を基にして、航跡の曲率と船速が一定であることを仮定した未来予想にすぎない。また現時点における航跡の曲率自体も、便宜的に船速と回頭率から計算した代用値であるため、船舶の運動性能や風・潮流の影響により実際の航跡の曲率と大きく異なる可能性がある。

一方2隻の移動予想ラインが交差していても、交点に到達する時刻が十分に離れていれば、衝突は十分回避できる。第6図の表示の場合、このような時間差を表現できないため、より効果的な情報を提供



第7図 AIS 目標の実長表示

Fig.7 Scaled ship symbols of AIS targets.

今回の考察は筆者らによる主観的なものであり、客観的な評価による AIS 記号及び表示方法の検討はこれからの課題である。

するためには更なる工夫が必要である。

6.5 実長表示

第7図は、AIS 記号の大きさを、実際の対象船舶の大きさと実長表示にしたものである。第7図は、約3万3千分の1の縮尺で表示をしているが、このような大縮尺の場合は船舶の大きさの違いを表現することができ、実長表示が意味のある表示となる。第7図では船舶の大きさを効果的に表現していることがわかる。ただし、小さいサイズの船舶の場合、実長表示にすると小さすぎることもわかった(第7図)。このような小さい AIS 目標に対しては、固定サイズの AIS 記号を使用するなどの工夫が必要である。

7 まとめ

電子海図表示上に AIS 記号を重畳表示する評価装置の機能について説明を行い、その表示例に若干の考察を加えた。この一連の考察により、電子海図上で容易に認識できる AIS 記号を表示するためには、大きさ、色、形状などさらに検討しなければならないことが示唆された。また AIS と電子海図の情報を重畳した場合、船舶の輻輳海域では表示上情報多過になり、いずれの情報も認識困難になる恐れがあることがわかった。少ない操作で、状況に応じた適切な情報が切り替えることができるような機能が必要と思われる。