

AIS/ARPA 情報の統合表示に関する検討

輸送高度化研究領域 高度運航システム研究グループ *有村 信夫、福戸 淳司

1. まえがき

輻輳海域を航行する内航船舶では、衝突事故を予防して、航行の安全性向上を図る重要な課題がある。また、従来、操船者は、他船情報の収集にレーダ/ARPA を利用してきたが、ARPA データは他船の動作に対する追従特性と情報精度が低く、情報の取得までに時間と手間が掛かる等の問題があった。

一方、AIS (船舶自動識別システム) は、船舶識別符号、船舶の種類、位置、針路、速力、航行状態の情報を自動的に VHF で送受信するもので、他船動作の変化に対する情報の追従時間特性と精度が優れていることが、検証されている⁽¹⁾。

この AIS は、SOLAS 条約で 2002 年 7 月 1 日以降建造される旅客船、国際航海に従事する 300 総トン以上の船舶、及び国際航海に従事しない 500 総トン以上の船舶について装備が義務付けられている他、既存船についても船種や総トン数により猶予される期間は違うものの 2008 年 7 月 1 日までに搭載が義務付けられている。

しかし、AIS 搭載義務船が全船装備したとしても、500 トン以下の内航船、プレジャーボート、漁船等では AIS を装備しない可能性が高い。

したがって、今後は ARPA と AIS を併用しながら運航する船が増えて来ると予想されるため、レーダ/ARPA 画面への AIS 情報の重畳表示の実現に向けた、性能基準の策定や国際規格化が進められている。

本研究では、IMO・IEC で検討中の AIS とレーダ/ARPA 情報等の統合表示の在り方 (IEC 規格) を踏まえて航海情報表示装置を作成して、操船シミュレータ上で東京湾航行時の操船作業を模擬して、レーダ/ARPA と AIS の他船情報の統合表示の在り方についての実証実験を実施した。

同実験では、航海情報表示装置に、レーダ情報、ARPA 情報、AIS 情報を表示して、それぞれの情報の使われ方、表示・操作上の問題点の抽出と、その対

策について検討を行った。また、この実験結果は、統合表示に係わる IMO 性能基準案の提案資料の一部として反映された。

2. 統合表示情報の実証実験

実験は、模擬レーダ画面上に ARPA と AIS 情報を表示すると共に各情報の表示操作を模擬する航海情報表示装置を作成し、これを用いた操船を操船シミュレータ上で実施して、検討を行った。

図 - 1 にシミュレータの構成概要を示す。

本シミュレータの主要な構成要素としては、シミュレーションシステム、景観画像生成装置、操船装置、航海情報表示装置からなり、シミュレーションシステムで生成した自船・他船情報を LAN 経由で送信し、航海情報表示装置で、それを受けて各情報を表示した。

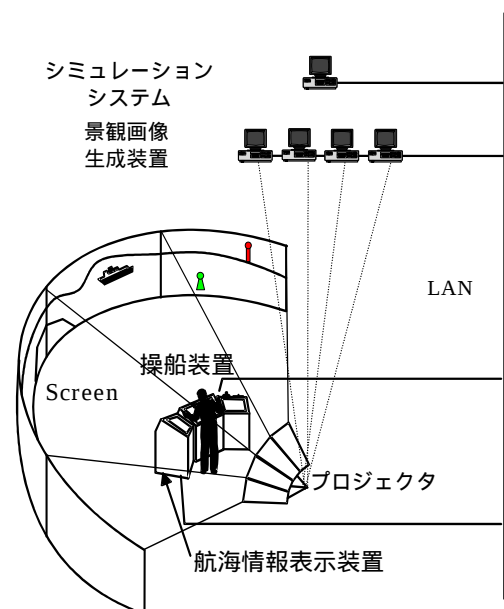


図 - 1 シミュレータの構成図

2.1 航海情報表示装置の概要

航海情報表示装置は、(1)シミュレータから発信する自船・他船情報を基にしたレーダ/ARPAとAISのデータ作成、(2)レーダ/ARPAの操作を基に推定したAISで想定される基本操作、(3)IMO, IECで暫定的に決められた各情報の表示方法に基づく情報表示機能で構成した。

2.1.1 レーダ/ARPAとAISデータの生成

レーダ/ARPAとAISのデータは、シミュレータから毎秒送信される自船及び他船の位置、速力及び針路等状態量の真値情報を受信して、以下のレーダエコー、ARPA、AISの各情報を作成した。

レーダエコーは、操船シミュレータから送信されてくる船位情報に白色誤差ノイズを加算することにより、レーダ表示用の船位情報を生成し、これを物標エコーとして表示した。ARPA物標のベクトル情報は、過去のデータから推定するため、ここでは、船位についてはレーダエコーの情報をそのまま使い、船速と針路の情報については、追従遅れ時間を考慮して90秒以前のデータを用いて表示した。AIS情報は、AIS搭載船と、非搭載船に分けて、AIS搭載船のみに対して操船シミュレータからの真の船位情報を基にAIS情報を決められた報告間隔で更新して、AISベクトル情報を表示した。

2.1.2 データ表示

データ表示については、IMO NAV49/41 Annex3の仕様を適用した。

自船情報は、自船シンボル()と船首ベクトル、針路ベクトル、航跡情報を表示した(図-2)。



図 - 2 自船表示情報

ARPAの他船情報は、捕捉物標シンボル(○)と針路ベクトル、航跡情報を表示した(図-3)。また、ARPA情報は、捕捉しなければ表示されないが、捕捉状態であれば、設定した衝突危険判断により、衝突の危険性が高い時

にはシンボルとベクトルを赤色に表示した。

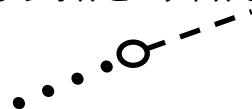


図 - 3 ARPA他船表示情報

AIS情報は、スリープ状態ではAISシンボル()を、活性化状態ではさらに船首ベクトル、針路ベクトル情報を表示した(図-4)。また、AIS情報は、最初はスリープ状態として、活性化操作により、ベクトル情報と詳細情報を表示した。さらに、活性化状態であれば、設定した衝突危険判断により、衝突の危険性が高い時にはシンボルとベクトルを赤色に表示した。



図 - 4 AIS他船表示情報

2.1.3 統合表示情報の操作機能

表示情報の操作では、従来のレーダ/ARPAを考慮して、以下の機能を組み込んだ。(写真-1)

ARPA情報の表示/非表示の切り替え機能

AIS情報の表示/非表示の切り替え機能

ARPA情報の捕捉/捕捉解除機能

AIS情報の活性化/活性化解除機能

AIS情報の全船活性化/全船活性化解除機能

ARPA情報の航跡表示/非表示切り替え機能

AIS情報の航跡表示/非表示切り替え機能

ARPA番号表示/非表示切り替え機能

AIS番号表示/非表示切り替え機能

エコー・トレース表示/非表示切り替え機能

相対針路表示/絶対針路表示切り替え機能

自船航跡の表示/非表示機能

ノースアップ/コースアップ切り替え機能

表示レンジの変更機能

VRM機能(Variable Range Marker)

EBL機能(Electronic Bearing Line)

マウスの左クリックによる捕捉あるいは活性化とその解除機能

マウスの右クリックによる選択とその解除機能

2.1.4 統合表示情報

航海情報表示装置の統合情報表示例を、写真 - 1 に示す。写真 - 1 のレーダ画面上には、レーダエコーの他、自船シンボル（） ARPA 捕捉物標シンボル（） AIS 物標シンボル（） が示されている。

ARPA 情報の表示が選択された場合は、物標を捕捉すると ARPA 捕捉物標のシンボルとベクトルが表示される。また、AIS 表示が選択された場合は、AIS 搭載船には全てスリ - プターゲットのシンボル（）が表示される。さらに、AIS 情報を活性化すると、その物標のベクトル情報が追加表示される。

この他、写真 - 1 の右側に示すように、物標データ表示欄には上段から全体情報、ARPA 個別情報、AIS 個別情報、表示レンジ情報、VRM、EBL 操作用スクロールバー及び ARPA/AIS 表示情報操作機能が配置されている。上段の全体情報は、捕捉あるいは活性化された全ての物標の詳細情報として、識別番号、船の長さ、針路、相対距離、船速、TCPA、DCPA が表示される。中段の ARPA 個別情報、AIS 個別情報は、ARPA 及び AIS のそれぞれで選択された物標の詳細情報が表示される。

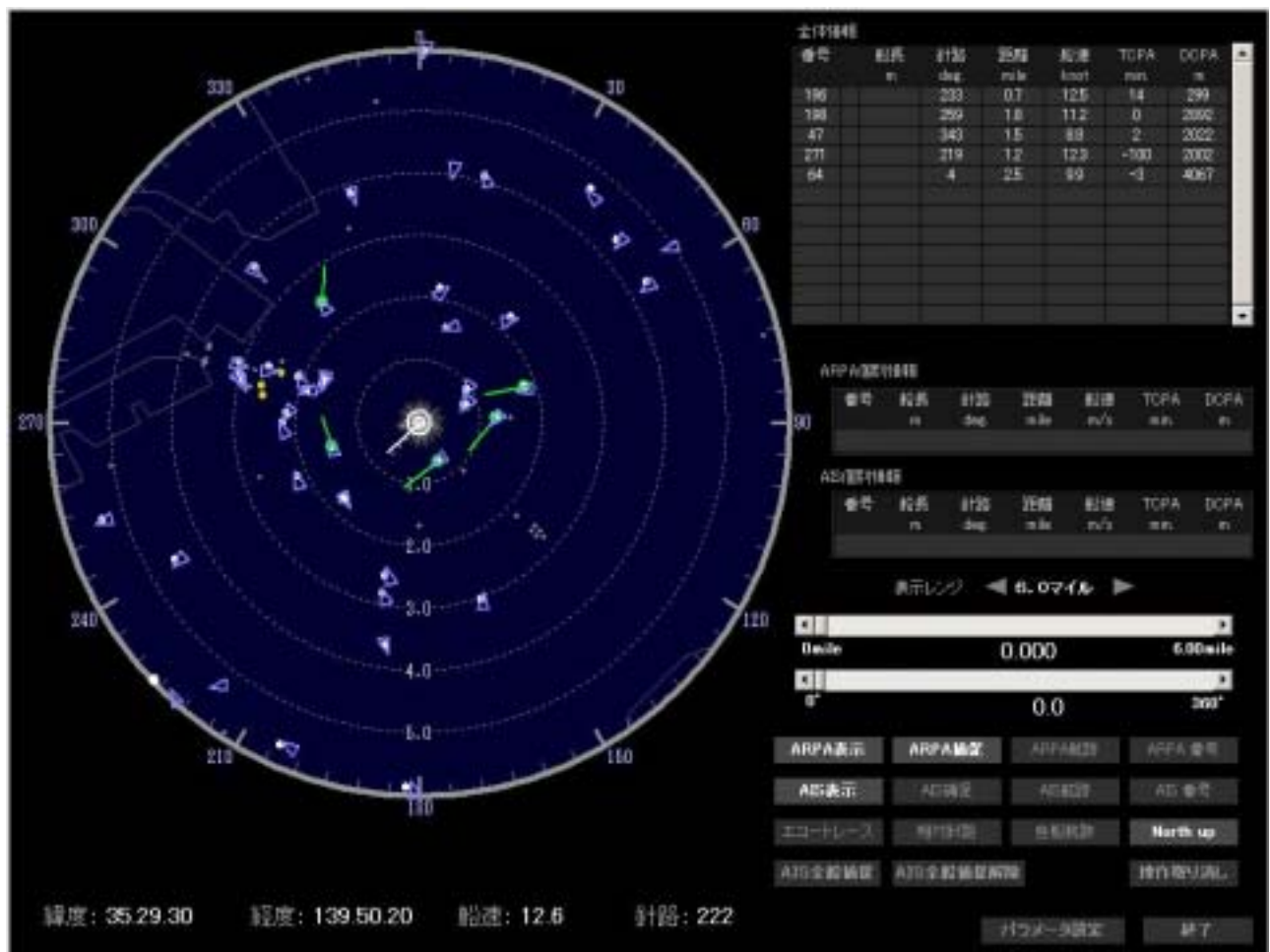


写真 - 1 ARPA/AIS の統合表示情報

2.2 シミュレータ実験概要

シミュレータ実験は、操船シミュレータ上で輻輳した東京湾航行時の操船作業を模擬して、操船経験がある操船者と見張り要員が 2 人一組になって、2 組の航行実験を実施した。

実験では、操船シミュレータによる景観と航海情

報表示装置の画面を見張り情報とし、2 名で操船を行った場合の、レーダ/ARPA 情報及び AIS 情報の利用状況、情報を得るための操作状況について調査を行い、航海情報表示装置に係わる問題点の抽出と対策について検討を行った。

なお、実験時に設定した他船の AIS の搭載状況は、

1 回目の実験では全船が AIS を搭載している状況で、また、2 回目の実験では半数の船舶が AIS を搭載した状況で行った。また、今回の実験は、100m の貨物船のモデルで行った。

3 . 実験の結果

複数他船情報の重畳表示と操作性に関する問題点は、航行時における航海情報表示装置の使用状況と操船状況を被験者が観察して抽出すると共に、操船経験者と海事関係者の主観的評価意見をアンケートとインタビューで集約した。

3.1 アンケート内容

主観的評価意見に関するアンケートの調査項目は、選択方式（ ～ ）と記述方式（ ～ ）である。

表示情報を判読する時の困難性。

表示情報の重畳時の支障性。

見張り情報収集時の負担。

AIS 情報の有効性。

表示機能の操作性。

ARPA/AIS 表示情報の問題点。

ARPA/AIS 表示情報の配色。

3.2 操船時の他船情報の利用状況

1 回目の実験では、全船が AIS を搭載している状態であったので、操船者は、ARPA 情報及び AIS 情報を両方とも利用できる状態であった。

この実験の被験者は、基本的に ARPA 情報を利用して操船を行っており、AIS は補助的な情報として利用していた。

実験時点では、AIS 情報が広く使用されている状況ではなく、そのデータにどの程度の信頼性があるか確かめられていないので、AIS の利用頻度は少ないが、今後実際に使用して状況が分かれば利用方法も変わってくるかもしれないと指摘された。

2 回目の実験では、およそ半分の船が AIS を搭載している状況での実験であった。また、この回の被験者には AIS を積極的に使用してもらうよう要請して実験を行った。

実験では、必要な船について AIS 物標を活性化状態にして情報収集を行っていた。また、AIS を搭載していない船の情報は ARPA から得る必要があるた

め、AIS 情報の表示/非表示を繰り返して AIS 非搭載船を確認して、必要に応じて ARPA 捕捉を行い、情報を得ていた。さらに、AIS 物標の全船活性化/活性化解除は、全体の状況を一目で把握するために、有効であると評価されていたが、全船活性化解除では事前に船毎個別に活性化していた物標情報も消えてしまうので、この点の問題指摘があった。

3.3 主観的評価の結果

操船実務者と海事関係者の主観的評価の結果は、アンケートとインタビューで集約した。

なお、アンケートの回答者は、操船実務者：7 名、海事関係者 5 名（海事関係者：2 名、メーカ関係者：3 名）の計 12 名であった。また、インタビューは実験終了後、実験に参加した被験者及び見学者が集合して、意見交換を行い実施された。さらに、インタビュー対象者は述べ 29 名であった。

3.3.1 アンケート（選択方式）結果

選択方式のアンケート結果を図 - 5 から図 - 9 に示す。アンケートの評価結果は、次の通りである。

ARPA/AIS 情報の重畳表示の見易さ及び重畳表示の操船への影響については、全般的に判読が多少し難いが、重畳表示することによって操船に支障は無いとの意見が得られた。

情報収集のための負担については、操船実務者では負担が大きいと答えた方も複数いたが、体勢は従来と同等と評価された。一方、海事関係者の多くは負担軽減と評価しており、レーダ画面からの情報収集負担に対する感じ方の違いが伺えた。表示については、画面の大きさや文字の大きさ、配置等も、操船実務者の悪い評価に影響を与えているものと考えられる。

AIS 情報の有効性については、全ての評価者が役立つと考えており、操船判断に有効と思われる。

操作性については、操船実務者が少し複雑と評価しているのに対し、海事関係者の多くは使い易いと評価しており、ここでも操船実務者と海事関係者のギャップが見て取れた。

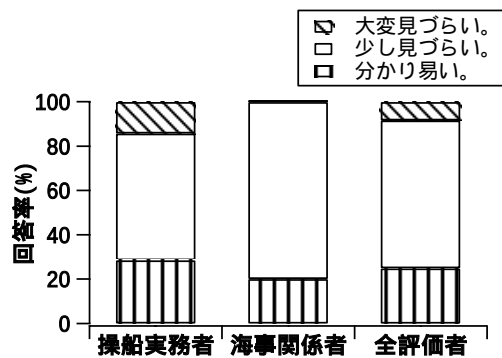


図 5 情報重畳表示の判読性の評価結果

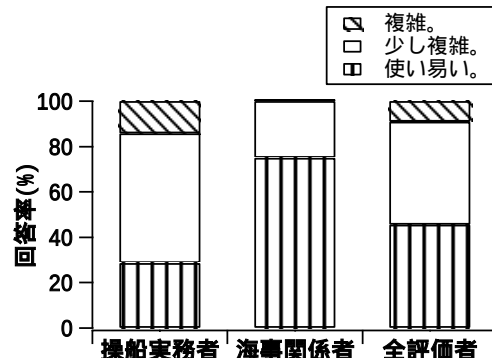


図 9 操作性の評価結果

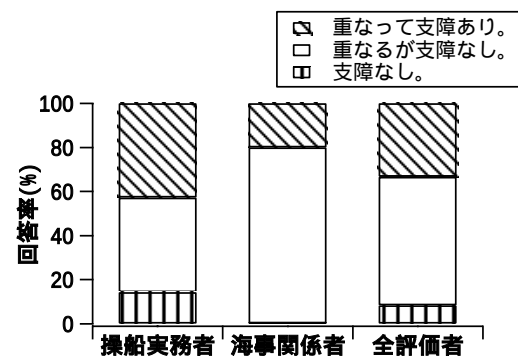


図 6 情報重畳表示の影響の評価結果

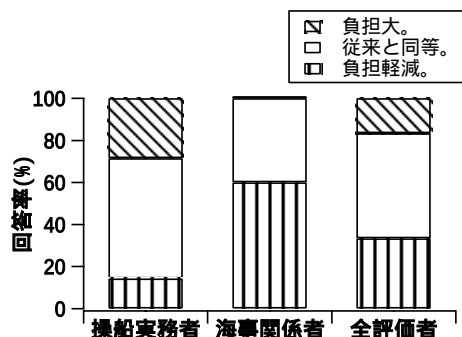


図 7 情報収集負担の評価結果

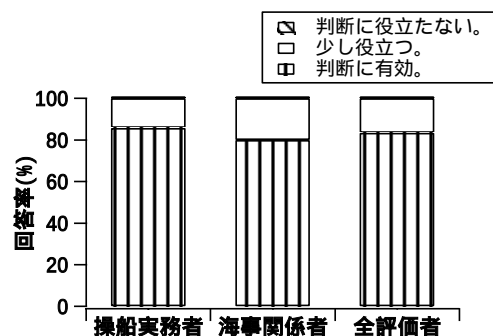


図 8 AIS 情報の有効性の評価結果

3.3.2 アンケート(記述方式)とインタビュー結果

記述式アンケートとインタビューを集約した結果、操船経験者と海事関係者では、負担の捕らえ方が少し異なるが、統合情報表示と操作性に関して、次の事項が重要であることが分かった。ここでは、統合表示情報の(1)問題点、(2)改善対策案、(3)性能基準変更の要望について示した。

(1) 問題点

ARPA 情報と AIS 情報の重畳表示は、情報過多になるため、表示情報が少し見難くなる。

AIS 情報を全船活性化した後、全船活性化解除した場合、船毎個別に活性化した AIS 情報が消失するので、再活性化の作業が負担になっている。

AIS 搭載船が多い海域では、スリーピングターゲット表示情報が多くなり、情報過多となっている。このため、AIS 物標情報を全船表示するのではなく、見張りに必要な物標だけに限定して、自動的に表示することが期待されている。

物標データ表示欄には、ARPA/AIS の全体情報と個別情報が重複しており、情報過多になっている。

通常利用する機能については、クリックを繰り返す階層のメニューにせず、ARPA と同じ要領の単操作で選択できるシステムが望ましい。

(2) 改善対策

ARPA 情報と AIS 情報の重畳表示において、何れか一方の情報選択を単操作で選択表示で

きるようにすること。

全 AIS 情報を単操作で活性化できること。また、以前に船毎個別に活性化した AIS 物標の情報は残して、単操作で AIS 情報の活性化を解除できること。

AIS 情報をメモリーに格納した後に、物標の航行状態を評価して、見張りに必要な物標の情報だけを自動的に活性化表示すること。

スリーピングターゲット情報の表示範囲を調整できること。また、スリープ状態と活性化状態のシンボルの大きさを変化できること。

物標データ表示欄は、情報過多になっているので、3 隻程度の分量の個別情報のみを表示すること。

ARPA/AIS 表示情報の配色を選択できること。例えば、ARPA/AIS 情報を色分けした場合は（ARPA：緑色、AIS：青色）同一色にした場合は緑色。

通常利用する機能については、クリックを繰り返すような階層のメニューにせず、直接選択できるようにすること。

AIS 個別情報には、船名、コールサインが表示できること。

(3) 性能基準変更の要望

従来、文字情報は、レーダ表示範囲（円形の部分）内の表示は許されておらず外部に表示すると、文字がどうしても小さくなった。このため、AIS 情報等ターゲットに関連した情報を表示するには、ポップアップウィンドウを開いて大きな文字で表示することが可能になるようレーダ画面上への表示禁止事項の緩和を希望する。尚、ポップアップウィンドウは一定時間後（30 秒位）に自動的に閉じること。

3.4 航海関連情報性能基準案に対するコメント

RR-S6 委員会（（社）日本造船研究協会）では、これらの主観的評価結果及び要望に基づいて、NAV50 に提案する予定の航海情報表示に関する検討案（IMO ワーキンググループ作成）に対して以下の提言が行われ、意見の一部が反映された。

AIS スリーピング物標情報の表示/非表示の切り替えが単操作で実施出来ること。

追尾中の AIS 物標情報の表現を明確に示すこと。

手動による全 AIS 物標の活性化/活性化解除の機能の要求、また、全 AIS 物標活性化解除の際には、事前に船毎個別に活性化した AIS 物標はそのまま残すようにすること、及び活性化した AIS 物標とスリーピング物標を明確に識別できるようにすること。

物標の詳細文字情報は最低 3 隻の情報をリスト表示できること、活性化された情報の自動リストの表示数は、使用者の望む数以下に設定できること。

4. まとめ

AIS は、SOLAS 条約では 2002 年 7 月 1 日から順次、一定条件の船舶に対して搭載が義務付けられている。今後は ARPA と AIS を併用しながら運航する船が増えて来ると予想されるため、レーダ画面上等への AIS 情報の重畳表示の実現に向けて、性能基準の策定や国際規格化が進められている。

このため、本研究においては IMO・IEC で検討中の航海情報表示の在り方を踏まえて航海情報表示装置を作成して、統合情報表示に係わる問題点の抽出と対策を講じるために、操船シミュレータ上で操船作業の模擬実験を行い、アンケートとインタビューで主観的評価意見を集約した。また、その結果の一部は、NAV50 に提出予定の第 2 草案への日本からのコメントとして、反映された。

参考文献：

- (1) 福戸淳司他：AIS の実海域実験報告、航海学会誌、第 151 号、平成 14 年 3 月

謝辞：

本研究は、日本財団の助成事業の 1 つである（社）日本造船研究協会の RR - S6 航行安全に関する調査研究」の一環として、RR - S6 との共同研究の一部として行われた。

また、実験にあたり、多大な御協力を頂いた関係者各位に心より謝意を表する。