

AISの実海域実験結果について

高度運航システム研究グループ * 福戸 淳司、有村 信夫、
総合安全評価研究グループ 伊藤 博子、
東京商船大学 今津 隼馬
日本無線株式会社 小林 英一

1. はじめに

海上技術安全研究所では、少人数での安全な運航を実現するため、情報通信技術を利用した衝突座礁回避システムの開発を進めている。本システムでは、衝突・座礁の回避には、(1) 他船及び自船の位置の検出、(2) 衝突座礁の危険判断と回避支援、(3) 衝突座礁が起こる直前での自動回避(フェイルセーフ)の3段階で対応する。少人数での操船時にこれらの機能を有効に発揮させるためには、操船者との役割を明確にし、操船者の作業を余裕を持ってできる環境を作るため、必要な機能については自動化を進めなければならない。現在、他船及び自船の位置検出の自動化を実現するため、他船の自動検出機能の開発を進めている。この機能では従来のRADAR/ARPAに加えて、船舶自動識別装置(AIS)¹⁾及び赤外線暗視ビデオカメラ等複数のビデオ画像の画像処理による他船検出機能を併用して他船検出の自動化を目指している。

AISはSOLAS条約により、2002年7月から国際航路に従事する300トン以上の船及び国内においては500トン以上の船に新造船から順次搭載が義務化される。しかし、上記規定より小さい船にはAISの搭載義務は無いため、AISのみで全ての船の検出は不可能である。このため、AISを搭載しない船については複数のビデオ画像の画像処理によりその自動検出を行う。

AISはで、各船の識別符号(船名)、位置、針路及び船速など今まで得られなかった情報を自動的にVHFで送受信する。この他に航行安全に関する通信文等の情報もリアルタイムで自動的に周りの船舶と交信できる。すなわち、AISの他船情報は、精度の高い電子情報として、操船支援システムに自動的に入力できるので、現在、開発が進められている衝突回避支援システムには必要不可欠である。

本報告では、このAISの基本性能を把握し、現在

他船情報の収集に使用されているRADAR/ARPAとの特性比較をするために実施したAISの実海域実験の結果について報告する。

2. AIS情報の実海域実験

2.1 概要

従来、他船情報の収集にはRADAR/ARPAを利用してきたが、今後の操船支援ではARPAとAISを併用しながらも、その情報の有用性からAISからの情報の比重が高まると期待される。このため、それぞれの情報特性を把握して、利用することが重要である。

AISは、VHFの2チャンネルを使用したTDMA(Time Division Multiple Access: 時分割多元接続方式)送受信機で構成されていて、1チャンネルあたり毎分約2000強の報告を処理する能力がある。各船は、この2チャンネルの報告枠を使って、自船の速度や旋回状況に応じて2秒から3分の間隔で情報の送信を行う。この通信を受信することにより、相互に相手船のIDの認識とその動向の把握が可能になる。

実験を行った2001年6月時点ではIMO基準に完全に適合したAISは日本では入手できなかったが、その試作機がスウェーデンSAAB社と日本無線株式会社に開発されて入手可能となったのでAISの実海域実験を行った。

実海域実験は東京商船大学、海上技術安全研究所及び日本無線(株)が共同で実施した。実験時には、2社3機のAISを用いて、計3局の実験局(東京商船大学構内に陸上局として1局、船舶局として東京商船大学の練習船「汐路丸」及び「おおたか」にそれぞれ1局)を開設した。

現在、電子情報として他船情報を得る手段としては、RADAR/ARPA及びAISがある。こうした情報は操船支援システムに送られて処理され、衝

突等の危険判断や危険回避操船の支援に用いられる。このため、両情報の情報特性の調査を行った。

他船の動作状態に対する情報の AIS と RADAR/ARPA との比較は、「汐路丸」を使用し同船に搭載されている RADAR/ARPA と AIS を使用して、AIS を搭載する「おおたか」を捕捉追尾して実施した。

以下、AIS 情報の通信到達距離、他船の位置情報、速度情報及び針路情報の特性及び捕捉状況の特性について報告する。

2.2 通信到達距離特性

AIS 信号の到達距離について検討するため、停船している「汐路丸」から発せられる AIS 信号を、東京湾を航行する「おおたか」で受信する形でその信号受信レベルと到達距離の関係の計測を行った。

AIS の技術基準を定める規格 IEC61993-2¹では、AIS の受信感度は、アンテナ入力レベル $-107\text{dBm}(= 6\text{dB}\mu)$ において、パケットエラーレートが 20%以下 (チャンネル間隔 25kHz 時) と規定されている。図-1 に、おおたかで計測した汐路丸からの発信電波のアンテナ入力レベルと局間距離の関係を示す。今回使用した AIS トランスポンダの空中線電力は 10W で、IEC の規格からすると、図中の $6\text{dB}\mu$ に対応する約 12NM が実用上の通信距離の目安であることが確認できた。

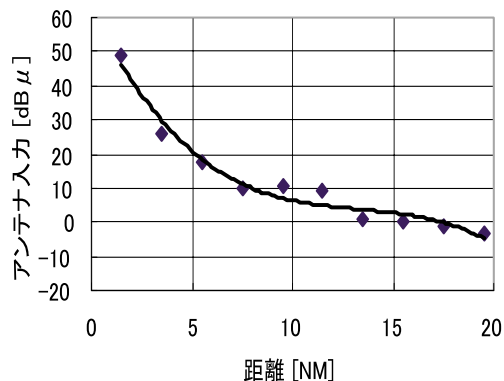


図- 1: 受信感度と到達距離

2.3 他船の位置情報特性

他船の位置情報特性を調査するため、航行中の「おおたか」を「汐路丸」の RADAR/ARPA と AIS

で同時に観測した。

図-2 に自船の位置を原点として RADAR/ARPA と AIS が同時に計測できた「おおたか」の相対航跡図を示す。図からわかるとおり ARPA が的確に捕捉を行っている場合の値と AIS からの値がよく一致していることが分かった。

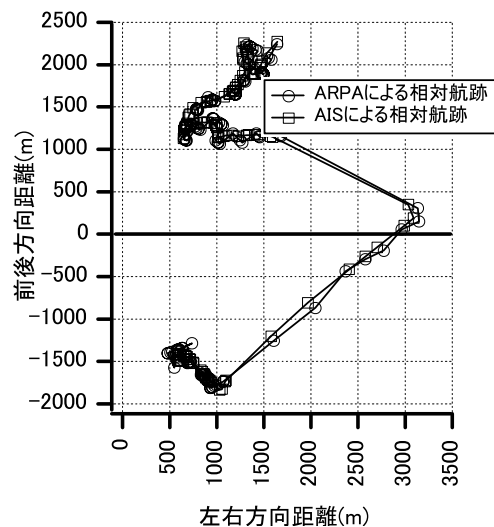


図- 2: 他船の相対航跡

また、ARPA と AIS の位置の差は、平均 74m、最大 208m であった。ARPA 情報は、フィルタリングされているために、スムーズな情報が得られているはずであるが、実験時の ARPA 情報出力の距離分解能は約 180m 単位で記録されていたため、差が大きくなっていると思われる、実際にはその差はもっと小さくなると考えられる。

さらに、AIS の情報は DGPS を用いて計測されており、その精度は DGPS 基準局近くでは 1mRMS 以下と考えられる。

2.4 他船の速度情報追従特性

「おおたか」が針路をほぼ一定に保って、変速した場合の AIS と ARPA 上の速度の追従特性の比較実験例を図-3 に示す。

図-3 の a 図は船速の時系列、b 図は方位の時系列である。なお、図-3 の ○ 印が ARPA からの信号、□ 印が「汐路丸」で受信した AIS 情報を示している。また、図-3 の a 図の ARPA 情報は対水速度、AIS 情報は対地速度をプロットしている。さらに、b 図では、ARPA 及び AIS から得られた針路及び

¹2001 年 9 月時点では草案

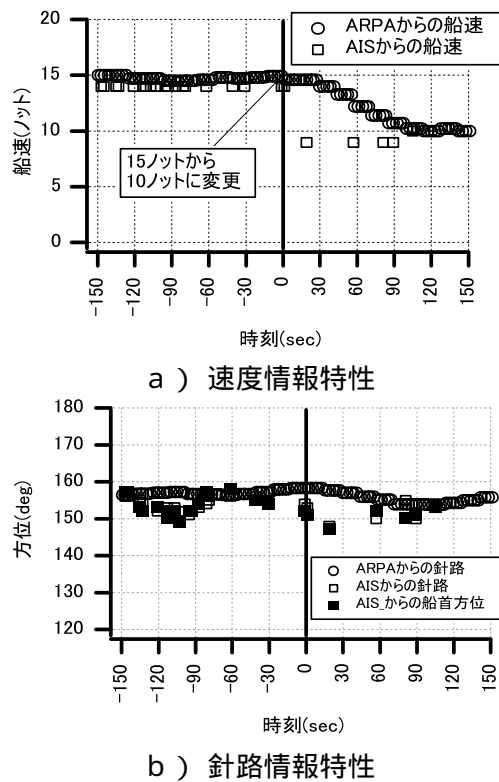


図- 3: 他船の速度情報追従特性

船首方位をプロットしている。ここで船首方位と針路は、それぞれ「おおたか」の電子ジャイロとDGPSで計測し、AIS情報として送られてきた値である。

図-3のa図からは、AIS情報では速度の変化を20秒後に正確に伝えているが、ARPA情報では約100秒遅れて出力している。

これより、AIS情報は、他船の速度変化に対する追従特性についてもARPA情報より良いことが確認できた。

2.5 他船の針路情報追従特性

「おおたか」が速度を一定に保って、針路を230度から240度に変針した時のAISとARPAの針路情報追従特性の比較実験例を図-4に示す。

AISの針路情報は、 ± 10 度程度のばらつきはあるが、変針後約10秒遅れで240度への変針したことを伝えている。一方、ARPAの情報は、240度へ変針してから、120秒遅れて出力している。したがって、AIS情報は、他船の針路変化に対して、追従特性が良いことが確認できた。

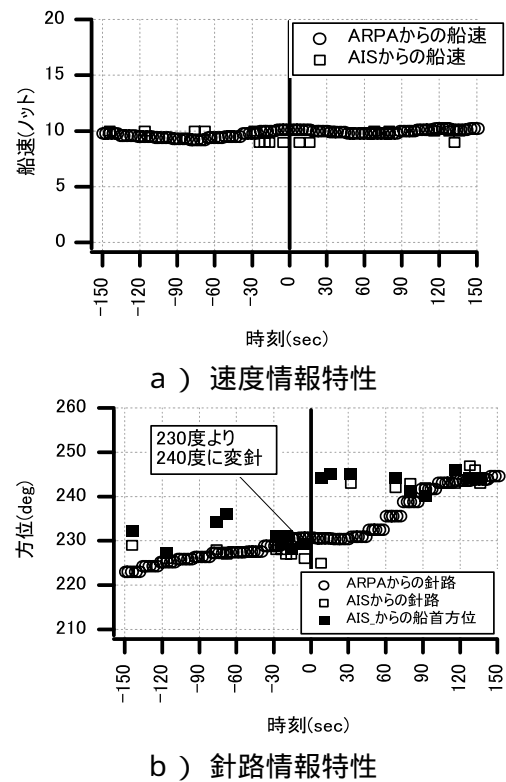


図- 4: 他船の針路情報追従特性

2.6 他船の捕捉追尾特性

ARPA情報とAIS情報の捕捉追尾時の相対航跡図を図-5に示す。この実験例は、「汐路丸」から左舷2ケーブル離れた所を、「おおたか」が、追い越した時の相対航跡図である。

ARPAでは相手船が自船の近傍に接近し、自船前方約100mの位置でロスト（捕捉追尾中断）して捕捉追尾が途切れた。次に、再度捕捉する事により自船より約250mの位置で追尾が回復した。一方、AISからはその間も常に正しい情報を受信することができ、AISはARPAのような自船近傍や、海面反射等のノイズによるロストの心配がないことが確認できた。

なお、図-5でARPA情報が同心円上になっているのは、先に述べたレーダの距離分解能に起因するものである。

3. まとめ

AIS情報は、ARPA情報に比較して、次の点で有効であることが分かった。

表- 1: ARPA 情報と AIS 情報の比較

情報項目	航海機器	情報提供内容	備 考
船位	ARPA	相対方位、距離	分解能：60m～180m ²⁾
	AIS	緯度、経度	情報発信船の DGPS、伝送分解能：1/10000 分 DGPS の精度：1mRMS 以下
針路	ARPA	相対針路/推定絶対針路	捕捉初期と変針時に誤差大
	AIS	絶対針路	情報発信船の DGPS、伝送分解能：0.1 度
船首方位	ARPA	なし	-
	AIS	絶対方位	情報発信船の船首方位計測機、伝送分解能：1 度
速力	ARPA	対水相対/絶対速力	捕捉初期と変針時に誤差大
	AIS	対地絶対速力	情報発信船の DGPS、伝送分解能：0.1 ノット DGPS の精度：0.1 ノット
回頭角速度	ARPA	ベクトルの動きから推定	捕捉初期と変針時に誤差大
	AIS	角速度	情報発信船の Rate 計測機、伝送分解能：1 度/分

a) AIS 情報は、ARPA 情報に比べて、他船運動の変化に対する追従特性が速い。

b) AIS 情報は自動的に安定して得られるが、ARPA 情報を得るには他船の捕捉作業が必要な他、波や他船との干渉によりロストが発生して、情報が欠落する。

さらに、実験データを解析した結果、表-1 で示すように、従来の RADAR/ARPA データの問題点は、AIS データで置き換えることによって、克服できる事がわかった。また、今まで得ることができなかった他船の船舶長や目的航路及び避航意思等の情報も得ることができるので、他船動向を高精度で推定できる可能性が示された。

謝 辞

実験にあたり、ご協力頂いた東京商船大学、覚前船長、蔵隅技官をはじめとする船舶実験実習センターの皆さんに感謝いたします。

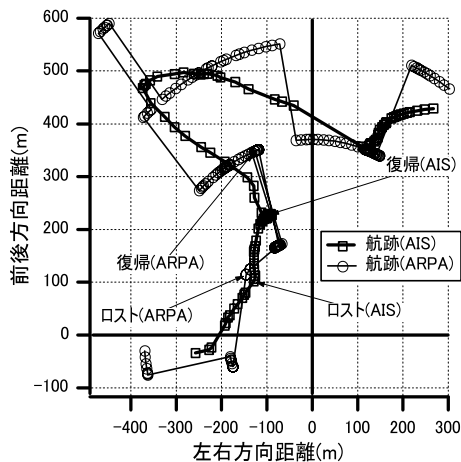


図- 5: 他船の捕捉追尾特性

参考文献

- 1) 三宅幸彦. 自動船舶識別システム (AIS) について. NAVIGATION, No. 137, September 1998.
- 2) 今津隼馬. 避航と衝突予防装置. 成山堂書店, 1984.