

# AIS 情報による海上交通管理システム高度化

管制システム部 \*塩地 誠 水城 南海男  
沖電気工業 矢内 崇雅 中島 敏和 小林 健 大塚 賢

## 1. はじめに

船舶自動識別装置 (AIS : Automatic Identification System)は、放送型自動従属監視 (ADS-B)の一種で、船名、呼び出し符号等の船舶の識別に役立つ情報、船舶の位置、速度、針路等の動きを知らせる情報および仕向港(行く先)、積荷等の情報を、周囲の船舶などに自動的に送信する装置である。IMO(国際海事機関)により、対象船舶(国際航海では旅客船と 300 総トン以上、国際航海以外では 500 総トン以上)への順次搭載が義務化された。搭載期限は、2002 年 7 月以降の新造船は建造時、既存の船舶も 2004 年 12 月(国際航海)または 2008 年 7 月(国際航海以外)までのため、AIS の急速な普及が見込まれている。船舶同士の情報交換により、衝突防止に役立つだけでなく、海上交通の航行管制業務、航行援助業務に用いられる海上交通管理システム(VTS:Vessel Traffic Services system)に AIS 情報を活用することで、きめの細かいサービスを実現でき、航海の安全と効率に寄与すると期待されている。

国土交通省総合政策局は「IT を活用した次世代海上交通システムの技術開発」(プロジェクト)を行っており、その一環として、当研究所は、技術安全課からの受託研究「高度船舶交通管制システムに関する研究」を行っている。

本研究では、AIS 情報を取り入れて VTS システムを高度化するため、VTS レーダーデータと AIS データを照合・合成する技術(マッチングアルゴリズム)を開発した。今回は、その技術と、製品版の AIS 装置を搭載した巨大船による AIS 通信実験とについて報告する。

## 2. AIS の概要

AIS の通信方式は、主として SOTDMA(自律式時分割多元接続)方式を用いており、1 分間を 1 フレームと定義し、これを 2250 のタイムスロ

ットに時間分割している(1 タイムスロットは 26.7ms で 256 ビットのデータを扱う)。AIS は A,B2 つのチャンネルを使用するので、1 分間に合計 4500 のタイムスロットが提供される。各 AIS 船舶局は、送信のたびに、次の送信に利用したいスロットを宣言、予約し、同時に他の船舶の宣言・予約を把握して、互いに送信を妨げない仕組みである。

送信する内容は、静的情報(船名、呼び出し符号、船体長など)、動的情報(位置情報、対地針路、対地速度、船首方位、回頭率など)、および航行関連情報などである。動的情報の更新レート(送信間隔)は、2 秒から 3 分と船舶の状態によって異なり、高速の時ほど頻繁に送信する。

## 3 . AIS・VTS マッチングアルゴリズムの拡張

### 3.1 AIS による自動 ID 付与

従来、VTS レーダーシステムでは、レーダー画像を処理して船舶エコーを自動識別し、レーダー画面上にターゲット(白丸に進行方向を示す線分を付けた記号)で表示する。そのままでは、船の名称などは分からないため、レーダー運用者が、航路通報データ(船名、トン数、船種、通過予定時刻等と船舶に付与すべき ID が含まれる)を照合し、VHF 無線電話で交信して確認し、手動で ID を付与している。

この ID 付与作業を AIS 情報の活用により自動的にを行い、AIS と VTS レーダーの情報を統合し、両ターゲットの画像をひとつの画面に合成表示する手法として、「自動 ID 付与アルゴリズム」を構築した。

このアルゴリズムは、13 年度に構築した「AIS ターゲットと VTS レーダーターゲットの簡易マッチングアルゴリズム」をブラッシュアップしたもので、次の 2 つの主要な処理で実現する。

AIS 情報を手がかりとして、船舶 ID 取得

AIS 情報の船舶識別符号や船名などを手がかり

りとして航路通報データを検索し、対応する船舶にIDが割り当てられていれば、それを取得する。これにより、AISデータ受信開始時に、AISターゲットにIDを自動的に付与する。また、AISロスト(信号が途絶え、ターゲットの位置更新ができない状態、この時はロストを表す記号を用いてターゲットを表示)のものが再び受信したときも自動でIDを再付与する。

#### AISとレーダーとのターゲット合成処理

前回報告の簡易マッチング手法では、AISターゲットとレーダーターゲットを照合して、同じ船舶のターゲット同士を選び出し、識別することができた。この技術を応用して、IDが自動付与されたAISターゲットとマッチングの取れたレーダーターゲットに同じIDを自動的に付与することにした。

AIS、レーダーのターゲットとも安定していて照合が問題なく行える場合と、片方がロスト状態で不安定な場合が考えられるので、ターゲットの照合も状態別に分類して対処した。

例えば、マッチングの取れたばかりの状態では、ターゲットの表示を重畳表示(AISターゲット、レーダーターゲットをそれぞれの位置でそのまま表示)で行う。MMSIは表示する。

また、安定してマッチングが取れている状態での表示は、重畳表示、レーダー優先表示、AIS優先表示(指定されたターゲットのみを表示)のどれかを選択して表示できる。どの表示でもIDとMMSIの両方が表示される。

#### 3.2 マッチングの処理について

AISデータは船舶局ごと送信間隔とタイミングが異なる。一方、VTSレーダーは数局のレーダーサイトの画像を合成処理し、6秒に1回、レーダー画像(ターゲット位置)を更新する。よって、AISとレーダーの照合のタイミングは、周期的なレーダーの更新時期に合わせて行う方が効率的であり、従来のレーダーシステムとの接続も容易であると考えられる。具体的には、時々刻々と受信される同一船舶のAISデータの中から、レーダー周期6秒後とのタイミングで区切り、その最も直前に受信された「最新データ」を選び、レーダーと照合することにした。

AISとレーダー情報の照合は、以下の項目について、両者の違いが一定限度内にあるかどうか

かを基に判断する。

- ・位置                      ・針路                      ・速力
- ・大きさ(船体長)                      ・データ時刻

特に位置差が重要な要素で、大きさとデータ時刻は位置の関係を調べる補足情報である。位置差にはAISのアンテナ位置から船舶の中心位置までの距離も考慮する。間違っただけを防ぐため、両データの時間差が一定時間を越えるものは除外する。

### 4. 巨大船によるAIS通信実験

#### 4.1 実験の概要

平成14年9月に、海上保安庁と共同で巨大船によるAIS通信実験を行い、データを収集した。海上保安庁の東京湾海上交通センター(神奈川県観音崎)AIS陸上実験局を設置し、東京湾から浦賀沖を通過する巨大船のAIS信号を記録すると同時に、AISとVTSレーダーの画像合成実験も行った。図1に周辺地図、図2に、陸上側AIS実験システム(前回とほぼ同様)を示す。船舶側からのAISデータは、センター屋上のVHFアンテナを経て、AIS陸上局(SAAB製R30)で受信され、実験用AIS通信サーバを経由し、データ変換されて、データ収集装置と(実験用)表示装置に送られる。

実験対象のAIS搭載船舶の緒元は表1のとおりで、海上交通管理の特別な対象になる「巨大船」に分類される船舶である。

表1 実験に参加した巨大船

船名	NYK LEO
船舶識別番号(MMSI)	431099812
総トン数	約8万トン
船体長	約300m

AIS船舶実験局は、製品版のAIS装置であり、当該船舶自身の航法装置であるDGPS(ディファレンシャルGPS)受信機、その他の航法機器、に接続され位置情報等を自動送信する。使用した周波数は161.65MHz(Ch21)、161.75MHz(Ch23)であった。

図3は、実験対象船舶の位置情報(航跡)をプロットしたものである。原点(0,0)は陸上局(海上交通センター)、X座標が東方向、Y座標が南方向、数値1が2mに相当する。AISは、画面下方(三浦半島沖)で、一旦消えた後、再び受信し始め、

レーダーより遠いところまでデータが取得できた。AIS の周波数が VHF 帯であるためレーダー波より回折しやすく、見通し距離より遠くまで受信できると言われている。図 4 は、両者の航跡(本牧沖)を重ねて拡大した図である。AIS の航跡は円滑であるが、レーダー航跡は、 $\pm 50$  m 程度のばらつきがある。これは、レーダーエコーの形や信号強度の分布から、船舶(船体長 300m)の中心位置を計算機処理で算出する際のばらつきと考えられる。

#### 4.2 AIS とレーダの位置データ等の比較

AIS と VTS の統合には、AIS 位置データとレーダー位置データとの差の把握が重要である。AIS とレーダーの位置情報が得られる時刻は異なるので、一番近い時刻のデータを比較しても位置情報に差が出てくる。今回の実験では、AIS のデータとともに VTS レーダーのデータも収集したので、両者の情報取得時刻の近い一組ターゲットの位置の差(距離)、針路差、速力差を算出した。

AIS-レーダーの位置差(距離)のグラフを図 5 に示す。ここでは横軸に南北の位置を示す座標を取っている。位置差を点のプロットで表す(横軸 Y 座標に対し、右側縦軸に m で表示)。また、左の縦軸に東西方向の(X)位置座標を目盛り、船舶の航跡を曲線で重ねて表示している。両ターゲットの位置の差(距離)は(AIS 航跡が途切れたところを除けば)大きいところで 150m、大部分が 130m 以内である。(昨年 75m 級の船舶では 70~120m 程度であった。)巨大船のレーダー位置データが、ばらつくためと思われる。

図 6 に、AIS と VTS レーダーの位置情報取得時刻の時間差(レーダーの時刻 - AIS の時刻)と位置の差(距離)の関係を示す。AIS データは受信されないときがあり、時刻差も大きくなり、位置差も大きくなる。ほとんどデータが 150m 以内で時間も  $\pm 10$  秒以内にあるが、時間差が 10 秒を超えると位置の差が大きくなる傾向がある。

また、針路の差は、最大で  $\pm 20$  度、安定したところでは  $\pm 5$  度であった。昨年 75m 級の船舶では  $\pm 30 \sim 40$  度であった。大きな船舶のほうが、レーダーで算出される針路が安定しているようである。速力差は安定したところでは、 $\pm 3$  knot であ

った。出航直後と見通し距離程度まで離れると、ばらつきが大きくなる。(昨年のデータも、 $\pm 2 \sim 3$  knot であった)

#### 4.3 画像合成実験

(自動 ID 付与アルゴリズム基本機能の評価)

AIS 通信実験の際に、開発中のアルゴリズムによる画像合成実験を行った。そのときの表示画像の例を図 7 に示す。レーダーターゲットは白丸で表示され、その進行方向が白の線分で示される。AIS ターゲットは赤三角で表示され、その船首方向を赤破線で、対地針路を赤実線で示している。(注:優先表示方式ではどちらも青色を使用。)航跡を残しながら画面の下方へ航行している船舶が、画面の左方向へ舵を切っているところである。AIS ターゲットでは船首の方向が変わり、対地針路は慣性のため、少し遅れて追隨しているようすがわかる。レーダーターゲットは、追尾処理により進行方向を算出するため、AIS に比べて変化が遅れているのがわかる。

#### 8 . おわりに

国土交通省のプロジェクトの一環として、当所は、「高度船舶交通管制システムに関する研究」を行っている。AIS 情報の導入による海上交通管理システム(VTS)の高機能化をめざし、VTS レーダーへ AIS による自動 ID 付与を行うアルゴリズムを構築し、海上保安庁等と共同で巨大船による確認実験を行った。AIS 情報の導入による海上交通管理システムの高度化の実現に資するものと期待する。

本研究にご支援協力を頂いた国土交通省総合政策局技術安全課ならびに海上保安庁交通部整備課(旧称、灯台部電波標識課)の皆様、さまざまな情報の提供、御助言を頂いた皆様に感謝いたします。

#### 参考文献

- (1)水城 他. "VTS における AIS とのマッチングと表示に関する研究報告", 電波航法創立 50 周年記念号(JACRAN. No.43, 2002), 2002 年 3 月 .
- (2)塩地,水城 他. "AIS 通信実験と VTS レーダとの画像合成"平成 14 年度(第 2 回)電子航法研究所研究発表会講演概要,p1,2002 年 6 月



図1 実験地周辺

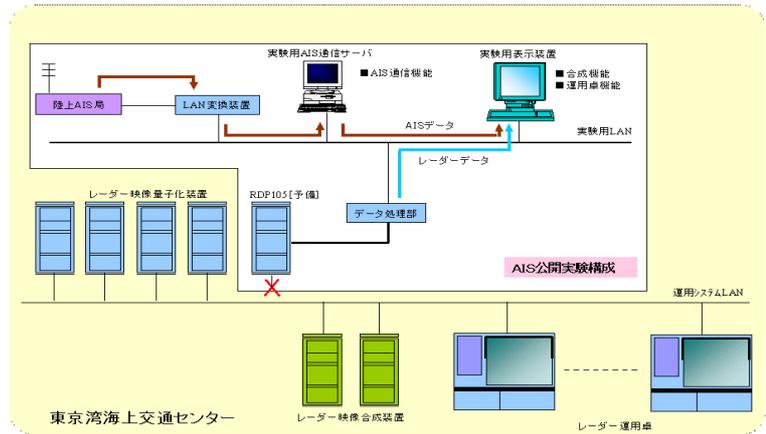


図2 陸上側AIS実験システム

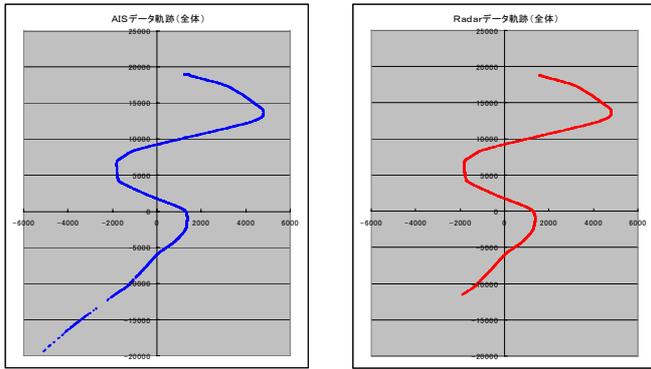


図3 船舶の航跡(左がAIS、右がVTSレーダー)

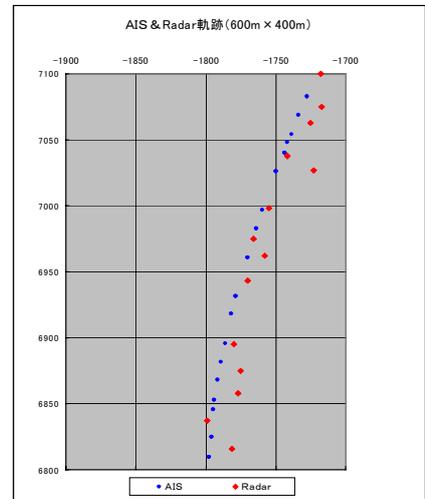


図4 航跡の比較(拡大図)

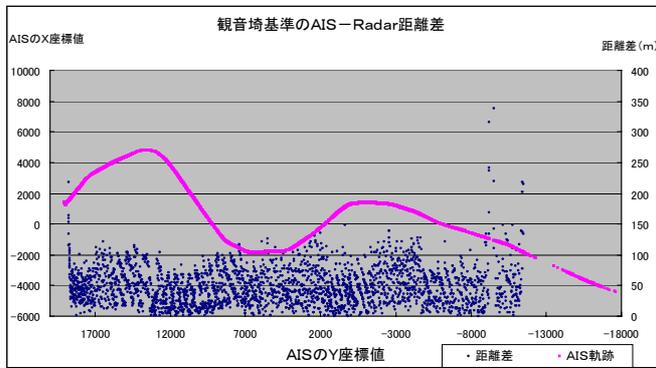


図5 AIS-レーダーの位置差(距離)

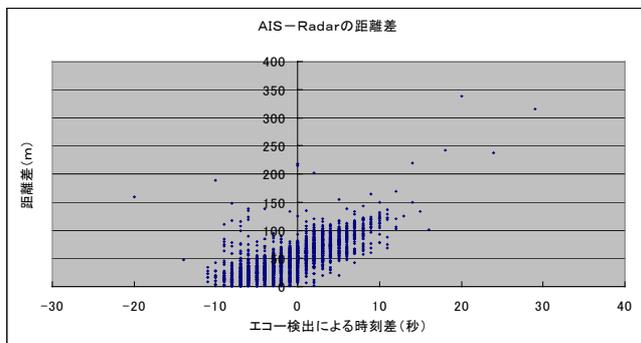


図6 情報取得の時間差と位置の差(距離)の関係

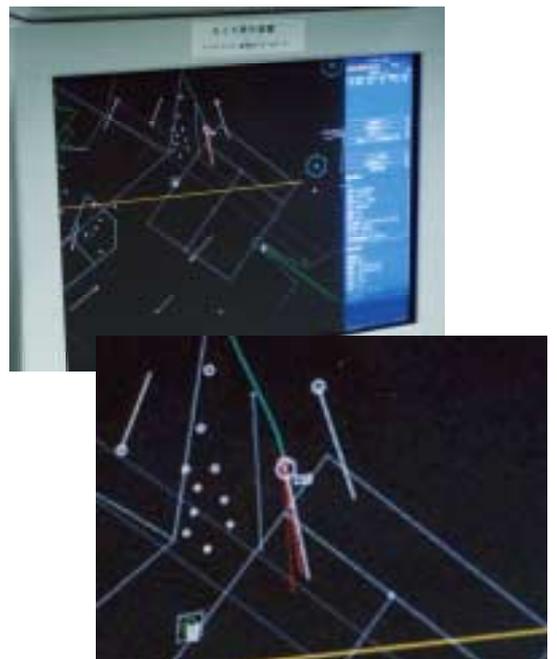


図7 画像合成実験 表示例