

## 1. はじめに

S O L A S 条約 (International Convention for the Safety of Life at Sea 1974(SOLAS),1974:海上における人命の安全のための国際条約) の 2000 年の改正において, 外航船・内航船ともに一定規模以上の船舶への A I S (Automatic Identification System: 船舶自動識別装置) の搭載が義務化された。この A I S は, 本来はレーダでの探知が困難な船舶の動静情報を得る手段としてスウェーデンで考案された装置である。一方で, 陸上に受信局を設置することにより周辺海域の船舶動静を把握するための有効な手法とすることが検討されてきた<sup>1)</sup>。さらに, この手法による船舶動静の把握は, 従来手法と比較して非常に効率的に実施できることから, 今後の港湾整備の検討手段として有効活用することが期待されている<sup>1)</sup>。

このため, 港湾計画研究室では東京湾のみならず主要な海域の A I S 受信局からのデータにより船舶動静をリアルタイムで把握可能とするとともに, 得られたデータを今までにない観点からの解析を可能とした国総研船舶動静解析システム (NILIM-AIS) を開発した。

また, A I S データのフォーマットは国際的な統一規格であることから, この NILIM-AIS により国内外で取得された全世界の海域のデータについても解析することが可能である。

高橋らは, 文献 1) において東京湾のみならず国内外の主要な港湾・海域で取得された A I S データを対象として, NILIM-AIS による解析を実施し, いままでに無い結果が得られることを示している。さらに, 文献 2) では台風来襲 (2007 年 9 月) 時における東京湾の避泊実態, 浦賀水道航路の航行可能容量等について, NILIM-AIS による解析を実施している。

本研究では, 文献 1) と同様の解析をさらに対象の港湾・湾域・海峡を追加して実施するとともに, 文献 1) での結果と併せて比較を行う。また, 新たに特定の断面を対象とした通過の実態を分析して比較を行う。

この結果から, 湾口部, 海峡等における船舶航行の輻輳度評価を試みる。しかしながら, 通過実態の分析結果をもとに単純に航路・海峡等の輻輳度比較をする場合には, 航行領域幅員の相違, 通過した船舶規模の相違という課題に対応することが必要である。本研究では, これらの課題に対処した輻輳度の評価手法を検討する。この手法により, 輻輳度が適切に評価されれば, 国内航路の効果的な整備に寄与することが期待される。

なお本研究では釜山港のような「港湾」, 東京湾のような「湾域」, ドーバー海峡のような「海峡」を対象として

いるが, これらを一括して表現する場合には「海域」と表記する。具体的には, 「国内外主要海域」と表記する場合は, ここで示す「港湾」, 「湾域」, 「海峡」を全て対象としている。

## 2. A I S および A I S 陸上局の概要<sup>1)</sup>

### 2.1 A I S の概要<sup>3)4)</sup>

#### (1) A I S 導入の経緯

A I S (Automatic Identification System) は, レーダでの探知が困難な船舶の動静情報を得る手段としてスウェーデンで考案された。北欧のスウェーデンの近海には約 3000 もの島々が存在しているとともに, 海岸線がフィヨルド構造となっていることから, レーダでは島影や半島により探知が困難な状況が生じており, その結果に生じる船舶同士の衝突を回避することが開発の目的であった。

1980 年代後半において, I A L A (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities: 国際航路標識協会) の委員会において初期の A I S の検討が開始された。その後 I M O (International Maritime Organization: 国際海事機関) の M S C (Maritime Safety Committee: 海上安全委員会) において検討がなされて, A I S の性能は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 秒まで下げられること) 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

この A I S の性能が確認されたことを受けて I T U (International Telecommunication Union: 国際電気通信連合) において性能要件, I E C (International Electrotechnical Commission: 国際電気標準会議) 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た。さらに I A L A では運用要件のガイドラインを策定した。これら 4 つの国際機関での検討が同時並行的に実施された後に, 2000 年 12 月に I M O の M S C は, S O L A S 条約 (海上における人命の安全のための国際条約) を改正し, 船舶への A I S の搭載を義務化するとともに搭載開始を 2002 年 7 月とすることを承認した。ここで, 搭載義務船としては国際航海に従事する総トン数 300 トン以上のすべての船舶及び国際航海に従事しない総トン数 500 トン以上の貨物船及び旅客船 (その大きさは問わない) とされた。

なお、その後の米国からの強い要請により搭載期限の変更があり、最終的には国際航海船および非国際航海船とも、2008年7月までに対象船舶の全船舶に搭載されることとなった。

また、このSOLAS対象船舶搭載用は【クラスA AIS】と分類されるが、それ以外にSOLAS非対象船舶搭載用の【クラスB AIS】他に分類されている。本研究では、【クラスA AIS】を対象としており、特に明記しない限りこれをAISとして表記している。

## (2) システム構成

AIS構成の一般的な構成は、VHFアンテナとGPSアンテナを外部に取り付け、これらのアンテナからのケーブルをAISトランスポンダに接続するとともにGPS、ジャイロ等からの信号を取り込み、AISの通信プロトコルに従ってデータ処理を行って自船データを放送するとともに他船データを受信して、表示器へ出力する構成となっている。

## (3) AISの通信情報内容

AISから発信されるメッセージ内容は主に以下のとおりである。ただし、現実的には情報の欠損あるいは誤入力されている場合が多いことに注意することが必要である。

### ①固有情報（\*注）

- ・MMSI (Maritime Mobile Service Identities) 番号  
海上移動業務識のためにそれぞれのAIS機器に付けられた識別番号のこと
- ・IMO番号  
IMO (International Maritime Organization: 国際海事機関) が付けた船舶識別番号のこと
- ・呼出番号 (コールサイン)  
無線局を一意に識別するための文字列
- ・船名
- ・船舶の種類
- ・船体の諸元 (長さ、幅)

\*注：一般的には【静的情報】と表現されるが、本研究では理解を容易にするために【固有情報】と表記する。

### ②動的情報

- ・自船位置 (緯度・経度)
- ・世界標準時
- ・対地針路
- ・対地速度
- ・船首方位
- ・回頭率
- ・精度およびセンサーの状態

- ・航海ステータス (航行中、停泊中、運転不自由、動作制限他)

### ③航海関連情報

- ・喫水
- ・積載物
- ・目的地
- ・到着予定時刻

### ④安全関連通信文

- ・放送通信文
- ・宛先付通信文

## (4) ローカル・ルール

AISの搭載については、先に示したように国際航海船では全客船と300GT以上の船舶、非国際航海船では全客船と500GT以上の船舶とされているが、次のように搭載義務に関してローカル・ルールが設置されている場合がある。

### ①米国近海航行船

- ・65フィート以上の自走船
- ・タグ (26フィート、600馬力以上)
- ・規定客数以上の客船
- ・別途要請される船舶

### ②パナマ運河

- ・パナマ運河を航行する全船舶
- ・1個のパイロットプラグと電源を船橋表中央部に設置

### ③セント・ローレンス水路

- ・Seaway 航行許可を有する300GT以上、船長20m以上の船舶
- ・50名以上を乗せる客船
- ・8m以上のプレジャーボート、タグ等
- ・1個のパイロット専用のAIS端子と電源を船橋操船場所に設置

## 2.2 AIS陸上局の概念

AISは図-2.1に示すように船舶同士が情報を送・受信することが基本である。港湾あるいは東京湾に代表されるような湾域では、図-2.2に示すように陸上にAIS基地局を設置することで地先を航行する船舶から発信する情報を受信することが可能となる。

わが国の主要海域においても、海上保安庁の陸上に設置されたVTS (Vessel Traffic Services) センターではレーダ情報にAIS情報を統合して活用することが進められている。また、スウェーデンでは沿岸域および内陸水路を含む領海全域をカバーするように陸上局の設置が進められているなど、各国において陸上局の設置が進められている。

本研究で用いる情報は、このようなA I S陸上局で取得されたA I S情報が対象となる。

### 2.3 国総研東京湾A I Sネットワークの構築

従来および現状においても船舶の動静を広域的に観測するためには、一般的にはレーダが用いられている。このレーダによる手法では、広域的な監視や小型船を含めた監視が可能であるものの船舶を特定（例えば、船名）することは容易ではなく、目視あるいは個別に無線で問い合わせして確認することが必要であった。

例えば、これまでの船舶動静実態分析は、数日間に限定されたレーダ観測と目視観測により実施されてきた。ただし、この観測は多くの手間と多額の費用が必要となることから1年間を通してのデータ取得は困難であり、また数年間隔でしか実施されていなかった。

このため、港湾計画研究室では東京湾を対象にA I Sを活用して船舶の動静を広域的にリアルタイムで観測するとともに取得したデータを解析するシステムを構築した。ここで、東京湾はA I S陸上局1ヶ所では全域をカバーすることはできないために、当初は受信局の設置が現実的に可能であった千葉港（関東地方整備局 千葉港湾事務所）、京浜港（関東地方整備局 京浜港湾事務所）、久里浜（国総研 横須賀）の3ヶ所に受信局を設置した。

その後、受信局を設置した京浜港湾事務所の移設が生じたことから、京浜港のアンテナを久里浜に移設した。その新たなアンテナは、従来の東京湾内が対象となる地域周波数と異なる東京湾外の沖合いでの受信も可能な国際周波数

も対応できるように対象周波数を変更した。

これらの受信局の情報をインターネットで久里浜基地局に集約するとともに、さらに、船舶の動静状況をインターネットによりほぼリアルタイムで提供することを実現した。なお、異なるメーカーの機器による把握隻数の比較を行い、国総研東京湾A I Sネットワークに用いる精度評価を実施している。

この東京湾A I Sネットワークシステム構成図を図-2.3に、また受信局のアンテナの状況を図-2.4に示す。

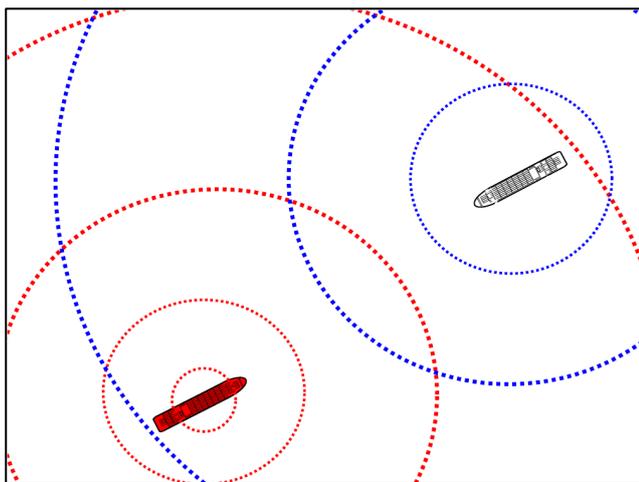


図-2.1 船舶同士での情報の送・受信

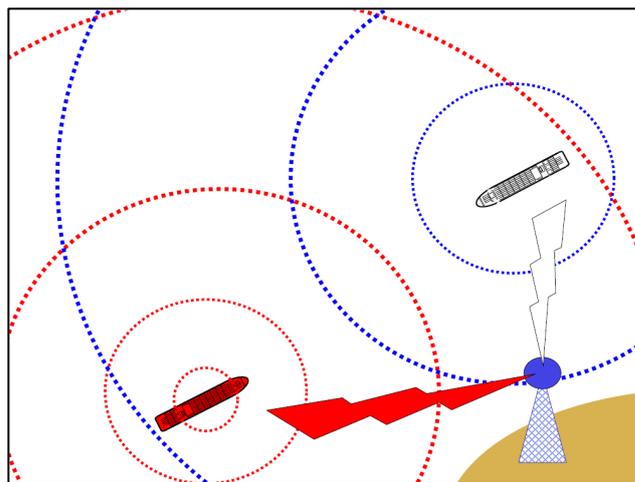


図-2.2 A I S陸上局での情報の受信

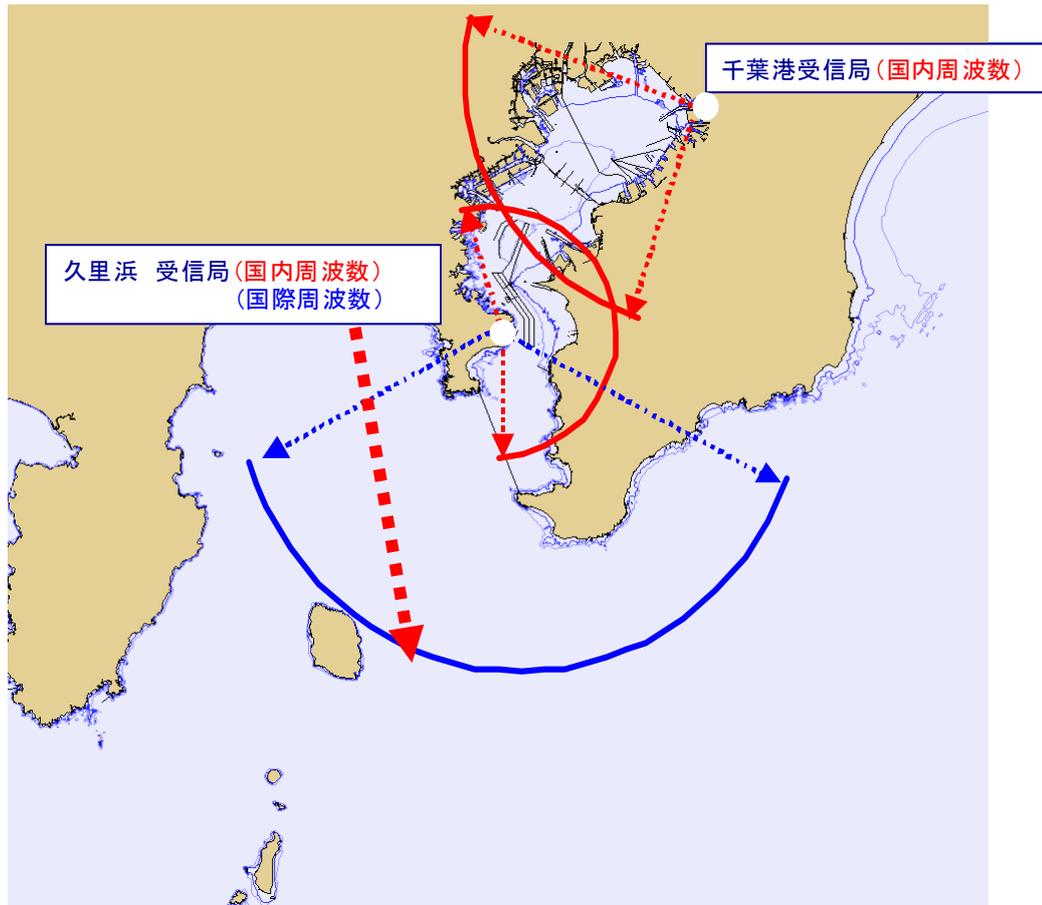


図-2.3 東京湾AISネットワークシステム構成



千葉港基地局の受信アンテナ



国総研横須賀-久里浜基地局の受信アンテナ

図-2.4 AIS受信局のアンテナ