

# AIS 及び ARPA を用いた海上交通流の取得手法

正会員 工 藤 潤 一\*      正会員 伊 藤 博 子\*  
森 有 司\*      正会員 西 崎 ちひろ\*

Methodology for Acquisition of Ship Traffic by AIS and ARPA

by Junichi Kudou, *Member*      Hiroko Itoh, *Member*  
Yuji Mori      Chihiro Nishizaki, *Member*

**Key Words:** Collision, Navigation safety, ship traffic

## 1. 緒言

近年、沿岸の海洋開発が盛んになっており、航行安全のために衝突リスクの定量的な評価が必要となっている。本研究では、衝突リスク評価の前提となる海上交通流を把握する手法について述べる。

一般に海上交通流の把握には、目視、AIS やレーダーが用いられる。AIS は船名、位置、針路、船速、行き先等の船舶固有のデータを自動的に VHF 無線で送受信するシステムである。現在では陸上の AIS 受信局が整備されてきたことにより、日本全国沿岸より数十 NM の地点までの船の動向が把握できる。しかし、AIS を搭載する義務のある船舶は船舶設備規程 146 条の 29 により以下の船舶と定められている。

- 国際航海に従事する旅客船
- 国際航海に従事する 300 総トン以上の船舶
- 国際航海に従事しない 500 総トン以上の船舶

このため、500 総トン未満の内航船は AIS を搭載する義務はなく、AIS ではそれらの動向が得られるとは限らない。

その一方で、レーダーは、自船から発した電波を反射する物体を一律に把握できるため、AIS を搭載していない船舶（以下、AIS 非搭載船舶という）の把握が可能である。しかし、相手の船舶のサイズや気象・海象により、把握できる距離が異なり、AIS と比較すると自船の周囲の狭い範囲しか把握できず、雲などの船舶以外の像を表示することがある。このような特徴をもつ AIS とレーダー両者のデータを総合することにより、現実の海上交通流により近い推定が可能である。

本研究では、以下の章にて AIS とレーダー情報を用いて、船舶の航行密度等の定量評価を行う。

2 章では、交通流の概略を把握するために、AIS データを基に、仮想的に設置したゲートを通過する船舶の交通流を算出し、船舶の航行密度等を定量的に評価する。

3 章では、AIS 非搭載船舶の交通流の把握のための装置の概要説明を行う。4 章では、実際に収録されたレーダーの ARPA データを基に AIS 非搭載船舶に関する考察を行う。

## 2. AIS データの解析

AIS データを用いれば広範囲な海上交通流の把握が可能になる。解析された海上交通流は Fig. 1 に示すような航跡図として表わされるのが一般的である。この航跡図をみれば、主な航路筋がどこにあるのか、航路が交差する海域がどこなのかを知ることができるが、交通量を時間的、空間的に定量的に評価することは困難である。そこで、筆者らは対象とする海域に仮想的にゲートを設置して、そこを通過する船舶の隻数を時間的に把握することにより交通流を具体的に把握することにした。

ゲートを設置した領域は、北緯 37 度から北緯 38 度 30 分、東経 141 度から 142 度である。この領域内に東西方向は経度 1 分刻みで 60 個のゲートを設定し、南北方向は緯度 1 分間隔で 91 行設定し、合計 5460 個のゲートを設定した。この領域内を通航した個々の船舶について、その航跡をたどり、どのゲートを通航したか判定し、集計した。

この領域において、2012 年 4 月 1 日から 6 月 30 日までの 3 か月の AIS データに基づいたゲートの通過隻数の分布を Fig. 2 に示す。ちなみに、Fig. 1 の航跡図は同一海域の 4 月 29 日 1 日のものを示したものである。

ゲート通過隻数の分析から、この領域の南北方向の交通流は主に、Y 字型の航路が形成されている<sup>1)</sup>ことがわかるだけでなく、Fig. 1 の航跡図では把握できなかった場所毎・時間毎の交通流の密度も具体的に把握することもできる。

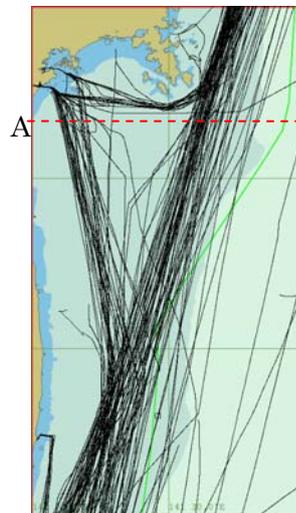


Fig. 1 AIS trail (29 April 2012)

\* 独立行政法人 海上技術安全研究所

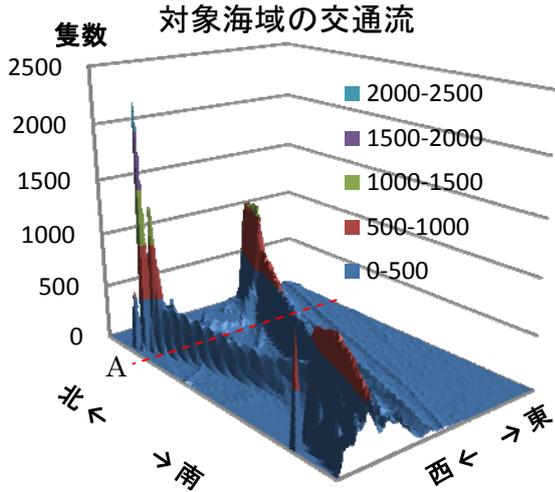


Fig. 2 AIS ship traffic

更に、Fig. 2 を用いて、更に詳細な解析も可能になる。例えば、対象海域を南北方向に見た場合が Fig. 3 である。北緯 37 度 15 分から北緯 38 度 10 分程度まで、ほぼ同様の隻数である。Fig. 2 より、この領域の外側で隻数が多いのは、南側は港へ出入りする船舶、北側は港へ出入りする船舶と、半島を回り込む船舶によるものと考えられる。

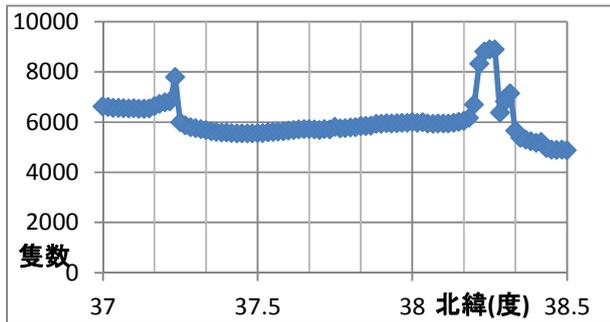


Fig. 3 Distribution of passing ship classified by latitude

更に、特定の緯度において東西方向の変化を見ることもできる。北緯 38 度 10 分 (Fig. 1 及び Fig. 2 の破線 A) での通航隻数の分布を Fig. 4 に示す。

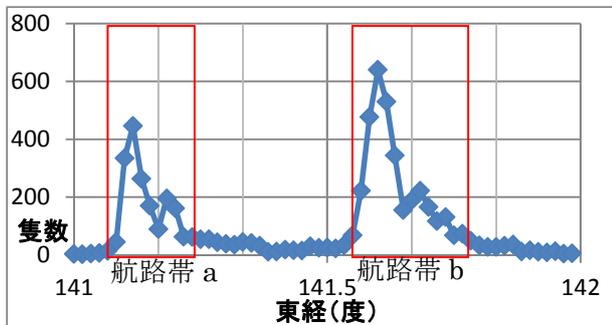


Fig. 4 Distribution of ship passing over 38°10'

まず、航路帯について検討する。ゲート通航隻数がピークに対して、1/10 になる幅を、航路帯とすると、Fig. 4 の赤枠で示すように、航路帯 a は、東経 141 度 6 分から 16 分の約 8.6NM となり、航路帯 b は、東経 141 度 33 分

から 46 分の約 11NM であった。通航隻数が総通航隻数に占める割合を Table 1 に示す。航路帯の通航隻数は、その他の箇所の通航隻数に比べ明らかに多く、船舶の通航が集中する航路帯であるといえる。

Table 1 The rate of ships going on the sea lane

	航路帯 a	航路帯 b	その他
通航隻数の割合 (隻/隻)	0.31	0.56	0.13
ゲート幅の割合 (NM/NM)	0.18	0.23	0.58

次に、航路帯内の分布について、確認する。破線 A 上では、いずれの航路帯においても西側 (陸側) に大きな山があり東側に小さな山がある。Fig. 1 より航路帯 a の西側の山と東側の山は、それぞれ近隣の別の港へ最短経路上であることが分かった。

### 3. APRA によるデータ収録

レーダー情報の収集装置について述べる。レーダーは AIS に比較すると探知距離は狭いが、AIS 非搭載船も把握が可能であり、レーダーに付属する ARPA 機能を用いてレーダー画面の輝点をターゲット指定すれば、ターゲットを自動で追尾し、方位・距離等を自動計測することができるため、的確に航跡の把握が可能となる<sup>2)</sup>。

本研究では、AIS 非搭載船舶の航行状況を把握するために、Fig. 5 に示すようなレーダーの信号処理部で処理されたレーダー画像、ARPA のテキストデータと GPS のテキストデータを記録する機能を持つ装置を作成し、実海域においてデータの収録及び解析を行った。

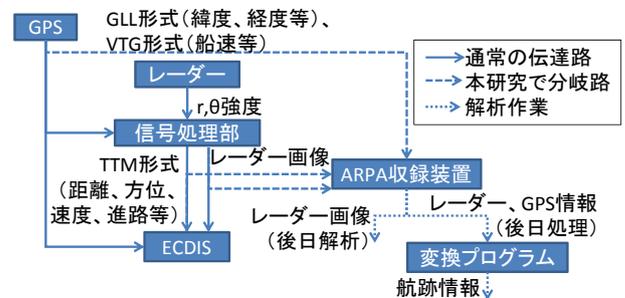


Fig. 5 Data flow

ARPA 収録装置を用いて得られるテキストデータは、以下の通りである。

- レーダーの信号処理部より
  - ARPA ターゲットのターゲット番号、
  - 自船からの距離・方位、
  - ターゲット船の船速・進路等
- GPS より
  - 自船の緯度・経度
  - 船速等

GPS から情報を得ているのは、ARPA ターゲットの座標を緯度経度へ変換するためである。

今回は東北区水産工学研究所の協力の下、漁業調査船若鷹丸が航行する際に、データ収録を実施した。収録に用いたレーダーは JMA-5322-9、収録期間は断続的に 2012 年 8 月 6 日から 10 日である。

#### 4. ARPA データの解析

収録した ARPA データの加工、表示結果について述べる。

まず、データの成形について述べる。収録したデータには、以下のようなデータも含まれていた。

- AIS 搭載船舶の航跡
- 雲などの船舶以外の軌跡
- 乗り移りで追尾対象が変わった航跡

AIS 搭載船舶については、AIS データより把握が可能であり、AIS 非搭載船舶のみの動向を把握するために、AIS 搭載船舶の ARPA データを削除した。山や雲などの船舶以外のデータについては、不要な航跡であり削除した。追尾対象が変わったデータは、データの分割、結合、削除を行った。以上のように、手作業でデータが整合するように分割、結合、削除の整合処理を解析の際に行った。

Fig. 6 に 2012 年 8 月 8 日の AIS 非搭載船舶の整合処理後の航跡を示す。青い航跡は ARPA 収録装置を設置した若鷹丸の航跡である。船舶のサイズや気象・海象にもよるが、今回の収録では、ARPA は最短 8NM 程度、最長 22NM 程度まで捕捉していた。

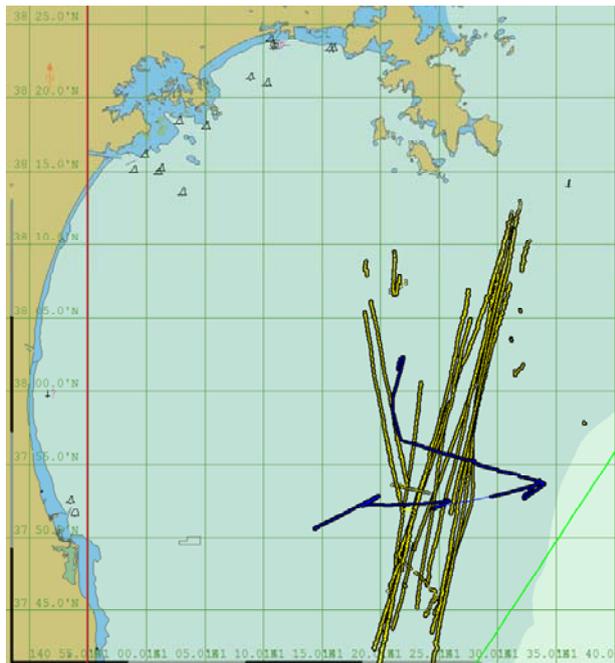


Fig. 6 Non-AIS ship trails (8 Aug 2012)

次にレーダー画像を用いた解析結果について述べる。

AIS 搭載船舶と、AIS 非搭載船舶の比率を見積もるため 8 月 6 日から 8 月 8 日までのレーダー画像から、レーダーレンジ内に入った船舶について、AIS の有無を集計した。今回は、合計 201 隻の船舶の内、68 隻が AIS 非搭載船舶であり、AIS 搭載船舶に対する AIS 非搭載船舶の比率は約 1/2 であった。レーダーレンジは、主に 8 から 12NM レンジであった。

#### 5. 結言

AIS データに基づき、ゲートライン通航隻数の分析により、主な航路帯の存在を定量的に評価するとともに、緯度及び経度方向の船舶航行の傾向を定量的に把握し、衝突リスクの評価を実施するための基礎的なデータを取

得するための手法を確立した。

AIS では得られない船舶航行に係るデータを取得するため、レーダーに付属する ARPA からデータを収録する ARPA データ収録装置を開発し、運航中の船舶のレーダー装置に設置し、データの収録を実施した。これにより、AIS では得られなかった漁船や内航船などの AIS 非搭載船舶の情報が得ることができた。今回の収録では、得られたデータからでは、AIS 搭載船舶の約 1/2 倍の AIS 非搭載船舶が存在することが確認できた。今後、AIS 搭載船舶と AIS 非搭載船舶の割合を精度良く推定するには、更なる ARPA データを蓄積することが必要である。

#### 謝辞

本研究は、東京大学からの委託業務「浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業に係る航行安全性の評価」の成果の一部です。

データの収録に関してご協力いただきました東北区水産研究所、若鷹丸ならびに関係者の皆様に感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 柳裕一朗, 伊藤博子, 森有司: 警戒区域による船舶への影響, 日本航海学会, 第 126 回, 2012. II-10
- 2) 瀬田広明, 鈴木治, 鈴木秀司, 天野宏: AIS と ARPA 情報を併用した海上交通観測手法の開発, 日本航海学会論文集, 119 号, 2008, pp.27-33.