

海難データベースを用いた事故分析

伊藤 博子*

Marine Casualty Analysis with Maritime Accident Database

by

Hiroko ITOH

Abstract

In recent years, shipping industry is equipped with information technology. Related to maritime accident analysis, for example, accident report became published digitally, and tracks of the related ships may be captured by AIS. Our project team developed systems to utilize the digitalized accident reports and AIS data in order to understand accident characteristics in specific areas.

We applied a text processing technique to extract accident features from the reports, which were difficult to be done before the report digitalization. Collision points and passed points on their way to there are extracted and stored in maritime accident database with other features written in the documents.

In this project team, collisions that involved merchant ships at the entrance of Tokyo bay and around Nojima-zaki are focused. The analysis of the collisions at the entrance of Tokyo bay showed several patterns of tracks, and calculation of collision risks with AIS data showed that ships frequently encounter each other in the same patterns in the same spots.

The analysis of Nojima-zaki area showed merchant ships collide with local fishing boats and pleasure fishing boats in good visibility, and with other merchant ships that encounter in head-on form in restricted visibility.

Failures in navigation process are also analyzed, and according to the result, required system supports for major patterns of collisions are discussed.

* 海洋リスク評価系
原稿受付 平成24年 7月 17日
審査日 平成24年 9月 25日

目 次

1. まえがき	8
2. 海難DB化の経緯と作業	8
2.1 海難DB化の経緯	8
2.2 海難DB化の作業	9
3. 海難分析に使用したツール	9
3.1 CAT (Casualty Analysis Tool)	9
3.2 AIS Analyzer	13
4. 東京湾口の衝突海難の分析	14
4.1 東京湾口の衝突海難の概要	14
4.2 AISデータによる東京湾口の観察	14
5. 野島埼沖の衝突海難の分析	19
5.1 AIS航跡にみる野島埼沖の海上交通	19
5.2 野島埼エリアの海難の発生条件と態様	19
5.2.1 視界と発生場所、態様	19
5.2.2 視界、船種と衝突に至る経緯	19
5.2.3 船速、針路の交差角と衝突までの 時間	21
5.3 野島埼エリアの分析	23
5.4 野島埼エリアの地形を考慮した考察	24
5.5 野島埼沖の衝突海難に対する対策案	24
5.6 他のエリアに見る類似性	25
6. まとめ	25
参考文献	26

1. まえがき

衝突海難の原因は、見張り不十分といった操船者の過誤に帰着されることが多い。過誤は航路などの周辺環境、船橋の使いやすさ、労働・衛生環境、組織の状態といった作業環境と密接に関わり、これらと切り離して論ずることができない。しかし、海難の発生において、これらの背後要因は直接的な引き金とまではいえないことが多く、そのため、資料も十分に収集されてはこなかった。例えば、航行環境についていえば、輻輳海域を除けば海難は広い海域の各所で発生し、エリア毎に論じられるほどのサンプルや関連データを収集することも容易ではなかった。

近年、(旧)海難審判庁における裁決録の電子化、一部船舶のAIS搭載義務化といった船舶分野での情報化の流れを受けて、本プロジェクトチーム(以下PT)では電子化された裁決録から必要な情報を自動抽出し、AISデータによる航跡情報等の他の情報源とリンクさせることで海難の背後要因を系統的に分析することを試みた。特に、操船に影響を及ぼすと考えられる海域の特徴と海難の発生に至るシーケンスとの関係に着目し、特定

のシーケンスを経た海難と背後要因の関係を明らかにすることで、対策のあり方を議論してきた。これを実現するため、裁決録に各種の自動処理をかけて位置情報等を抽出し、他の関連情報と合わせて海難DBを作成した。これにより、対象となる海域で発生した海難をまとめて扱うことができるようになり、また、同じ海域についてAISデータから分かる海上交通等の特徴を加味することで、衝突海難との関係について考えることができるようになった。さらに、頻度の高い海難の型に関して、有効と考えられる対策についても議論してきた。本論では、その内容を紹介する。

2. 海難DB化の経緯と作業

2.1 海難DB化の経緯

(旧)海難審判庁による海難審判は年間およそ800件実施されてきた。審判の対象となっているのは、船舶の損傷や人的被害等を伴う船舶運航上の事象で、衝突、乗揚、火災、爆発、転覆、沈没、機関故障などに分類される。裁決録では、行政処分の対象となる直接的要因を「原因」と結論付けた上で、気象・海象などの周辺環境による間接的な要因に関してもひととおり特定し、海難に至るまでの事情を記述するという方法で記録を残している。この記録は海難審判協会を通して裁決録と呼ばれる冊子の形で公表されてきたが、近年では並行して電子データの形式での公表もなされていた。平成20年に組織改編により海難審判庁による審判が終了するまでの最後の10年分余の裁決録は、2012年現在インターネット等を通して電子的に閲覧できる状態である。

当所では、以前より、この裁決録を活用するために海難のDB化を行ってきた。本PTでは、平成2年から平成21年までに収録された20年分の海難を対象とし、発生場所と海難に至るまでの船舶の位置情報等を高精度で抽出できるよう、収録した記述文から航跡等の位置情報の自動抽出プログラムを大幅に増強した。記述から自動的に読み取りにくいケースについては個別に処理して補完することで、収録海難の中から所与のエリアにおける事件を抽出できるようにした。当所で扱った裁決録電子データの収録件数は15,000余件、衝突海難に限っても7,000余件に及ぶ。なお、本PTにおける分析では、全7,000余件のうち、重複を避けるため高等海難審判庁による第二審の裁決分を除外した。また、船舶同士の衝突海難を扱うため、船舶(または引船列等)が単独で岸壁や橋梁等に衝突する単衝突事例は除外した。これにより、

本研究で扱う20年分の対象事例は5,995件となった。なお、最後の2年分のデータは本PTの実施期間中に追加されたため、一部の分析は18年分のデータを用いて実施した。これらについて、位置情報や他の抽出情報を裁決録の記述と関連させて活用できるよう、抽出したデータを裁決録とリンクさせる海難DBを構成した。

2.2 海難DB化の作業

裁決録の内容は、事件発生日や船種など一部は項目化されており、また図等によって説明されている情報もあるが、重要な情報の大半は文章により説明されている(図1)。この文章の中には、事故に関係した船舶や乗船者の事情や、事故に至る経緯等、海難に関する多くの情報が含まれている。各海難につき数ページずつの分量があるため、電子化以前の事例調査では裁決録読解作業の負担が大きく多くの件数を取扱うことが困難であった。

内容が電子化されたことに伴い、題名や登場する船舶の主要目のような項目ごとに記述されている箇所は簡単な方法でデータを絞り込むことができるようになった。自然言語で記述されている文章についても、キーワード検索等の処理が可能である。従って、事故に至る経緯の中に使用されている用語が分かれば、検索機能を組み合わせることで調査すべき件数を絞り込むことができる。

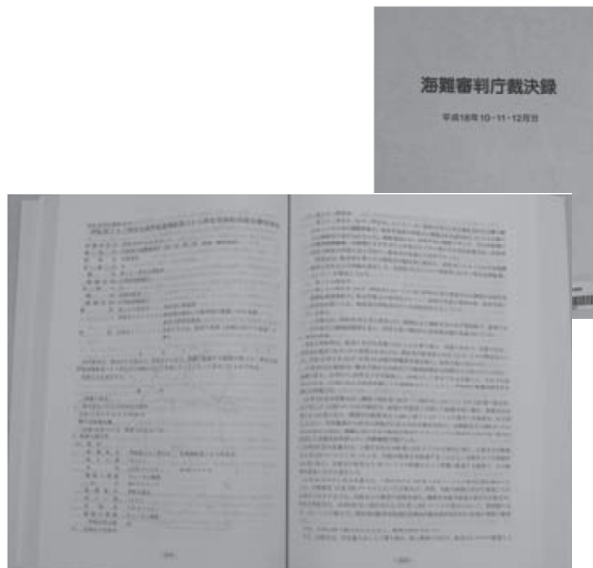


図1 海難審判庁裁決録の一例

当所ではさらに、用語の組み合わせや語形変化等の表記揺らぎを多少考慮すれば、例えば、時刻と行動の組み合わせ、天候や視界の記述等のように、一文の意味を種類分けしたり、内容を抽出し

たりすることも可能であると考えた。裁決録の場合、記述の順序や用語の使用方法に一定の規則があるため、このような処理は施しやすい。同様に、文と文の前後関係にも規則性がある。これを用いて、文章全体の中から、意味を考慮してデータの構造化を進めた。

特に、各時刻の船位などは、重要情報であるが、一般に航行中に参照される灯台や灯浮標からの方位と距離を組み合わせる方法で記述されるのみであった。そこで、これらの目標物について、別途、灯台表⁷⁾等の資料を用いて取得し、その上で、方位と距離を適用して計算することで、各時刻の船舶の位置を推定することとした。得られた位置情報と船名や時刻の記述との組み合わせにより、衝突に至る航跡や最終的な衝突地点を得ることも可能である。このように裁決録の書式の規則性に着目し、図2に示すような処理を組み合わせることで情報抽出処理のプロセスをプログラム化した²⁾。

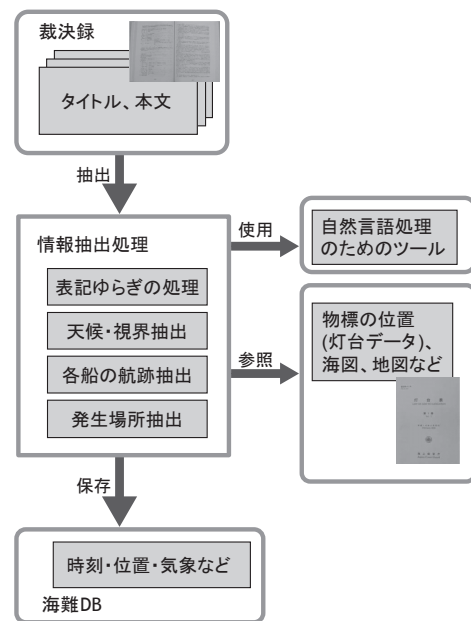


図2 情報抽出処理のプロセス

このプログラムにより、抽出、構造化したデータを海難DBに投入した。海難DBは抽出したデータを項目別に保持し、船の種類や事故発生場所のエリアといった情報で絞り込み検索を行うことができるものとなった。

3. 海難分析に使用したツール

3.1 CAT (Casualty Analysis Tool)

海難に関係のある要因として本研究で扱うのは

発生場所の位置情報である。登録した海難データには発生場所の緯度経度情報が含まれているが、船舶の運航には、周囲の地理的状況が大きく影響するため、発生場所の緯度経度情報単独では分析できない。

当所では、以前より航路周辺の地理的状況や航行に関係する交通流情報と海難の情報を総合的に分析できるよう、海図上に海難の発生場所や航跡を表示するソフトウェア CAT (Casualty Analysis Tool) を開発してきた。本研究ではこのソフトウェアに航跡の表示機能やデータの絞り込み、集計機能等の拡張を行った(図3)。これにより、船種等の各種条件を指定して、海難DBにあるデータの絞り込みを行うことができるようになった。図4は海難DBにある船舶同士の衝突海難の発生場所を示している。ここでは、以降の分析のため、貨物船、油送船、旅客船、及びこれらに準じる輸送船類を商船と定義し、これ以外を非商船と呼んで区分した。非商船には主として漁船、遊漁船等が含まれる。図4において、当該船舶の両者がともに商船の場合は赤色、ともに非商船の場合は緑

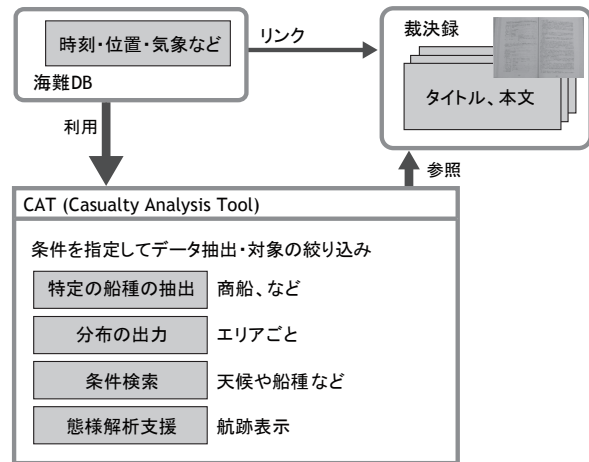


図3 海難DB活用例

色、商船と非商船の場合は赤と緑の組み合わせで表した。

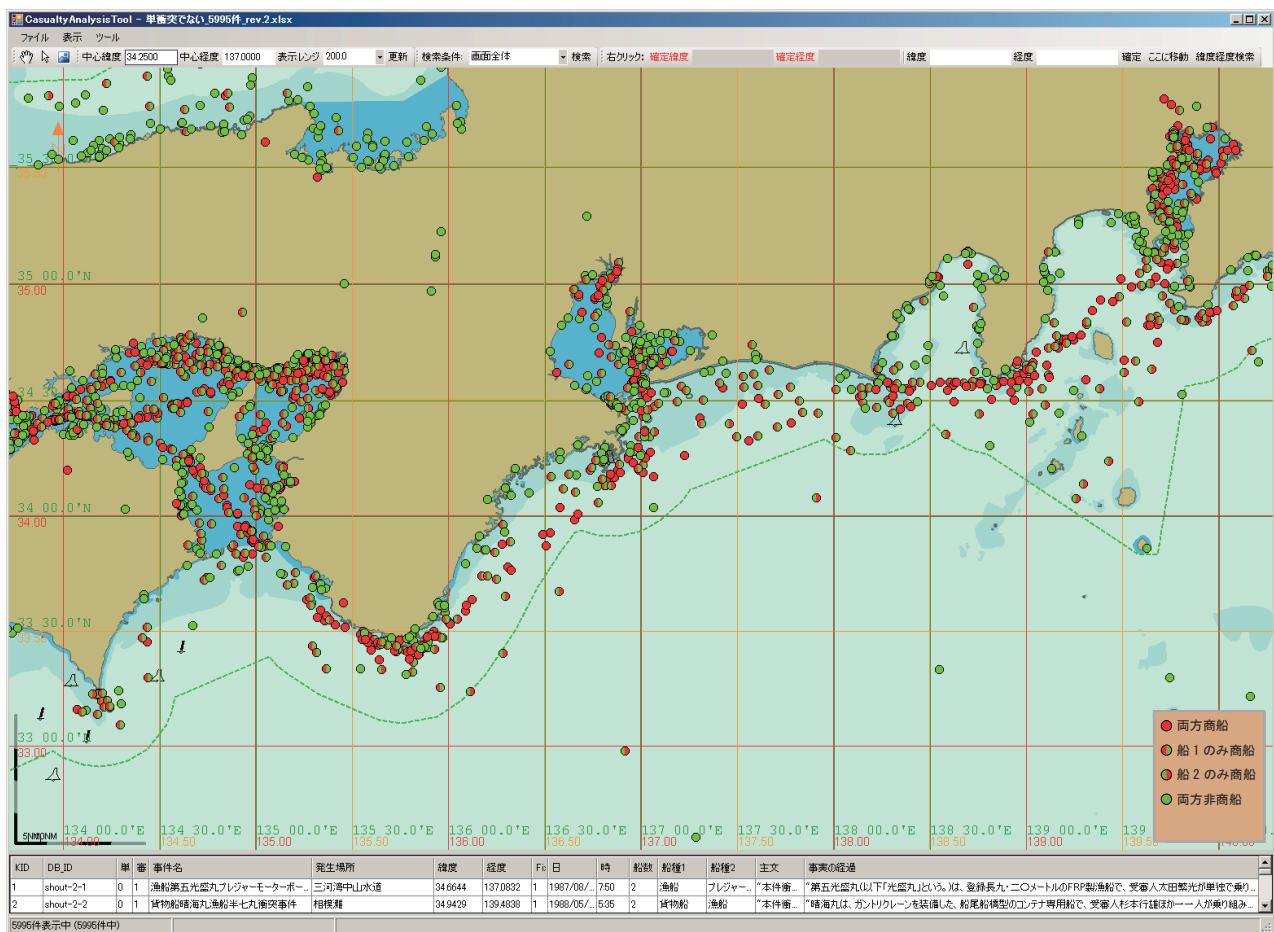


図4 位置情報に着目した海難解析ツール CAT (Casualty Analysis Tool)

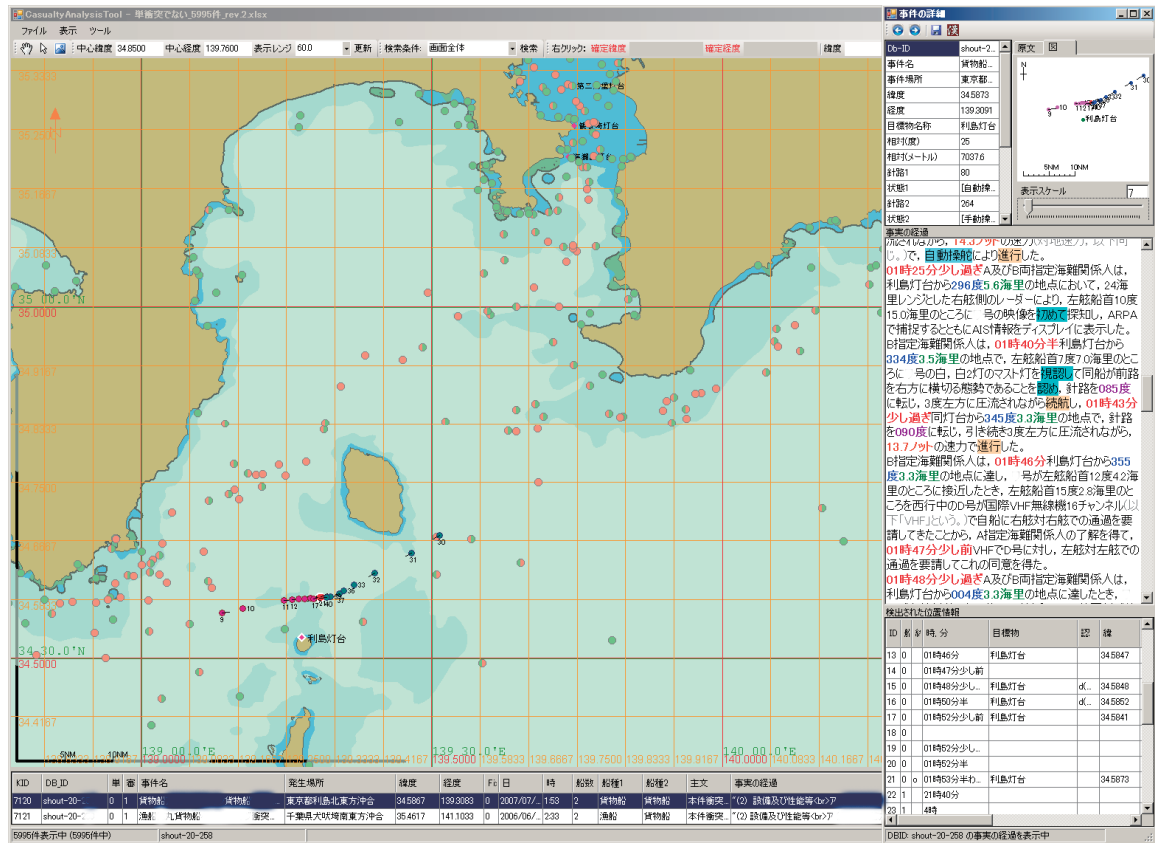


図5 CATにおける個別事例の情報表示画面

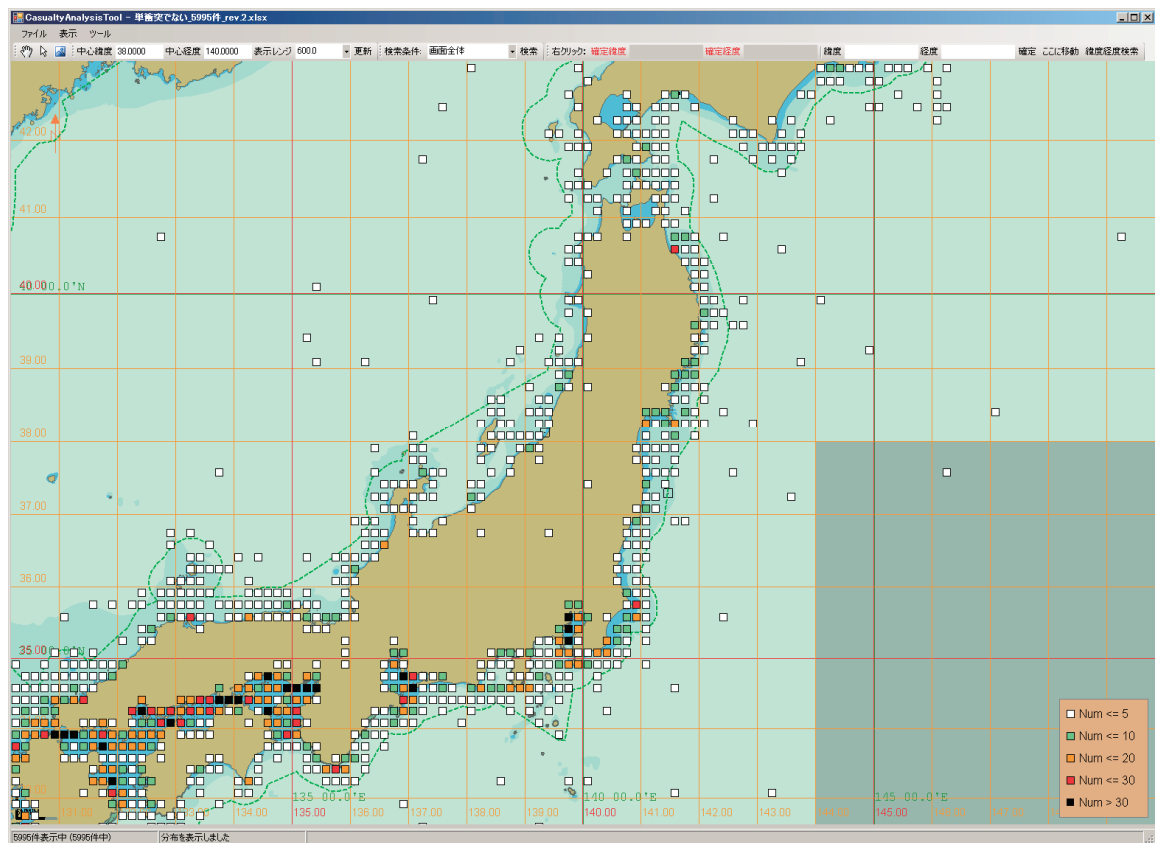


図6 衝突海難の発生件数(全船種)

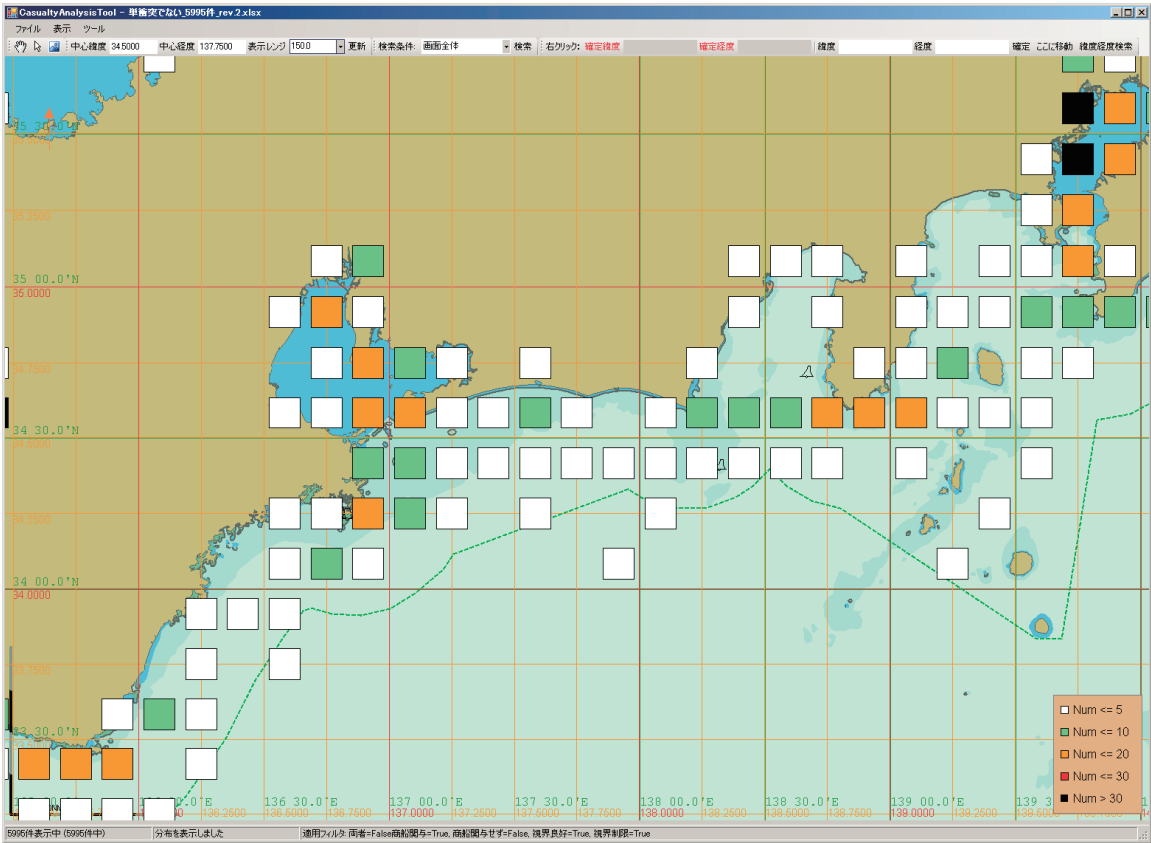


図 7 商船関与の衝突海難の発生場所の分布

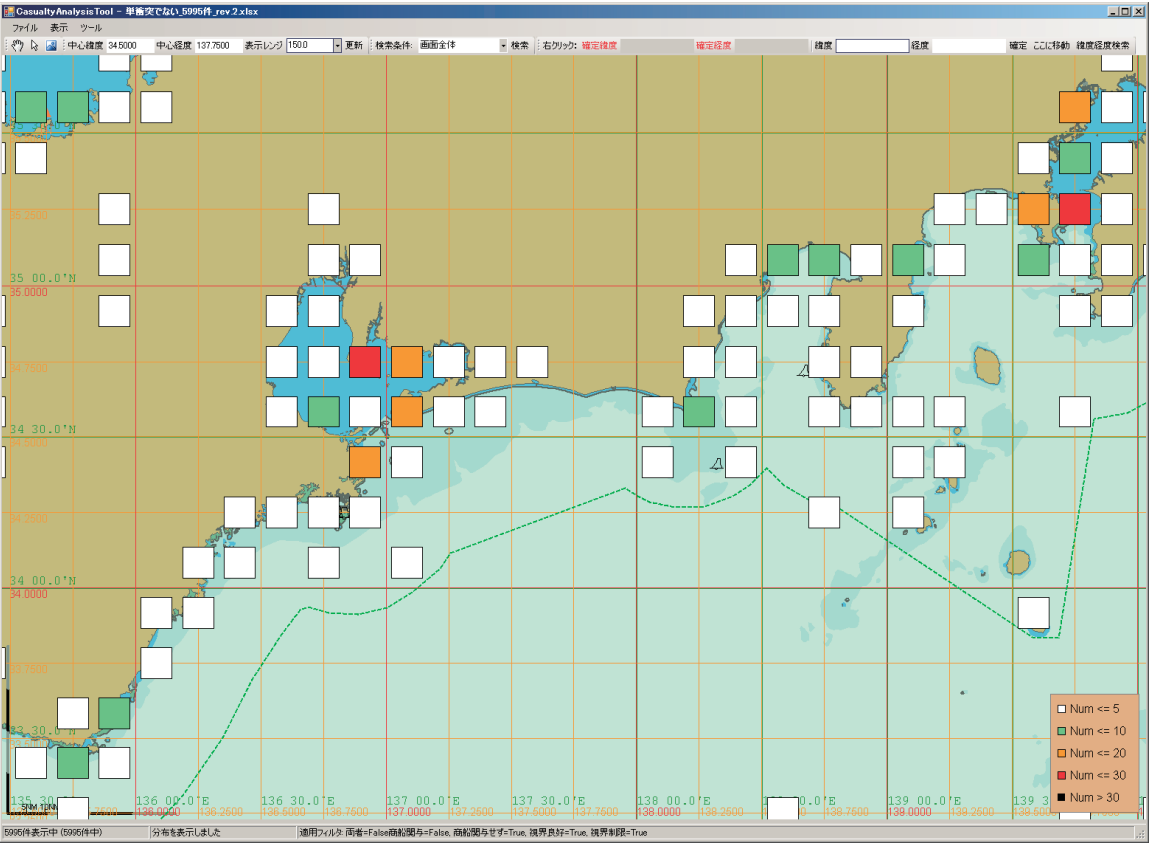


図 8 商船関与なしの衝突海難の発生場所の分布

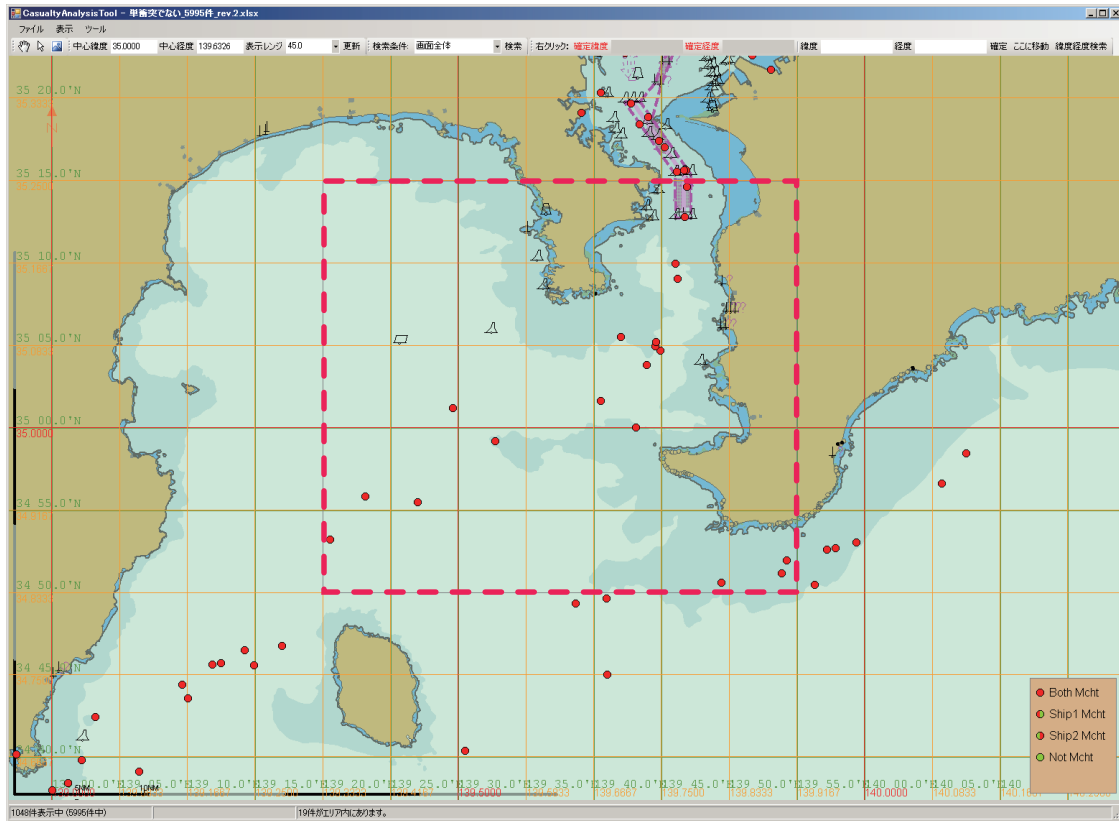


図9 東京湾口における衝突海難の発生場所(商船と商船の衝突のみ)

なお、CATでは、条件指定により絞り込んだ海難について、衝突場所や両船の経路場所を海図上にプロットしたり、個別事例の判決文を表示して内容を確認することができる(図5)。また、位置情報や船種情報を用いた集計機能を備えている。

海難の中でも衝突は、交通の混雑度や衝突に至る恐れのある見合い関係の発生しやすさによる影響を受けやすい。そこで、まず、場所によって、衝突海難の発生状況がどのように異なるかを調査することとした。

全国を緯度、経度それぞれ10分間隔で区切った区画を作成し、区画あたりの衝突海難の発生数を集計した。この調査には第2.1節で述べた20年の判決録の衝突海難データを使用した。

図6に東日本から瀬戸内海にかけての区画あたりの衝突海難の発生場所の分布を示す。これは判決録にある全衝突海難のうち、第二審による重複分を除外し、船舶が単独で橋梁や岸壁に衝突する単衝突以外の衝突を対象とした。(以下、衝突海難というときはこの群を指す。)

件数の多い区画は東京湾内、伊勢湾内、大阪湾内、瀬戸内海の各所、豊後水道、関門海峡等に集中しており、20年あたりの衝突海難が30件を超えることが分かる。これらの海域の出入り口にも20年間で10件以上発生している区画が多く見ら

れる。

次に、東京湾沖から伊勢湾沖にかけての海域で発生し、商船の関与している海難を図7に、関与していない海難を図8に表す。商船関与の海難は、上の幅狭海域以外に、東京湾や伊勢湾の出入り口、野島埼、石廊埼、御前埼、潮岬といった陸岸の突出した地形を持つ区画において、他の海域の区画よりも件数が多くなっているが、商船の関与しない海難ではこの現象は顕著でなく、幅狭海域周辺でも件数の少ない区画がある一方、商船関与の海難はほとんど見られない相模湾内、駿河湾内や陸に極めて近い場所で多く発生していることが分かる。

3.2 AIS Analyzer

近年、500GT以上の船舶を中心に導入の進んだAISにより、これまで観察の難しかった幅狭海域の外の海域についても海上交通の様子を観察しやすくなった。そこで、AISを搭載した船舶の海上交通を観察するため、各船舶から発信されたAIS信号の内容を読み取り、船舶毎の航跡や、船舶二隻間の衝突危険性等を計算するソフトウェアとしてAIS Analyzerを開発した。

本研究では、上述の2種類のソフトウェアを用いて以降の分析を行った。AISを搭載している商

船関与が顕著であった湾入り口と陸岸の突出した地形を持つエリアの代表例として次節以降で東京湾口と野島埼沖の衝突海難について考える。

4. 東京湾口の衝突海難

まず、東京湾の南方の海域（以下東京湾口と呼ぶ）における商船による海難を抽出し概要を調べた。次に、背後要因として AIS データからの交通流の分析を行った。なお、前節で述べたように東京湾口における衝突海難では、商船の関与するものが多いこと、AIS で観察できる海上交通は主として商船であることから、ここでは東京湾口の衝突海難のうち、商船の関わるものに着目した。

図 9 に東京湾口周辺における衝突海難の発生場所（点）を示す。このうち、矩形の枠で表したエリア内（北緯 34.83 度～35.25 度、東経 139.33 度～139.92 度）で発生した商船による海難について、経緯を調べた。エリア内での衝突海難は、商船、非商船によるものを合わせて 87 件であった。これらの発生個所は、前掲（図 4）の通りである。このうち、商船の関わったものは 51 件であったが、本研究では、さらに両者が商船であった 19 件を抽出して分析した。

4.1 東京湾口の衝突海難の概要

エリア内の 19 件の概略を表 1 にまとめた。リストでは、場所ごとに、北から南の順に並べてある。

表 1 東京湾口付近の衝突海難の概略

場所	500GT 以上	向き 1	向き 2	態勢
浦賀	片方	出	入	横切り
浦賀	片方	入	入	追付き
浦賀	片方	入	入	並走
浦賀	片方	入	入	追付き
釧埼南	両方	入	出	反航
釧埼南	片方	入	入	追付き
釧埼南	片方	出	入	横切り
釧埼南	片方	出	入	横切り
釧埼南	片方	出	入	横切り
野島埼	片方	西	東	反航
野島埼	片方	東	西	反航
野島埼	両方	西	西	横切り
湾口	両方	東	東	追付き
湾口	なし	西	西	追付き
湾口	片方	南	東	横切り
湾口	片方	東	西	反航
湾口	片方	西	東	反航
湾口	片方	西	東	反航

対象となった 19 件の 38 隻のうち、21 隻（55%）が 500GT 以上の船舶であった。これらのうち、野島埼周辺を除く 3 か所についてそれぞれ代表的な航跡を持つものを 2 件ずつ選び発生場所と航跡を図 10 に示す。東京湾に入出港する浦賀水道付近では、入港する 2 船が並走または平行に行き交いながら横方向や前後方向に接近するケースが多い。湾入り口からやや離れた場所では、反航船による正面方向の接近や同航船による前後方向の接近が多い。

4.2 AIS データによる東京湾口の観察

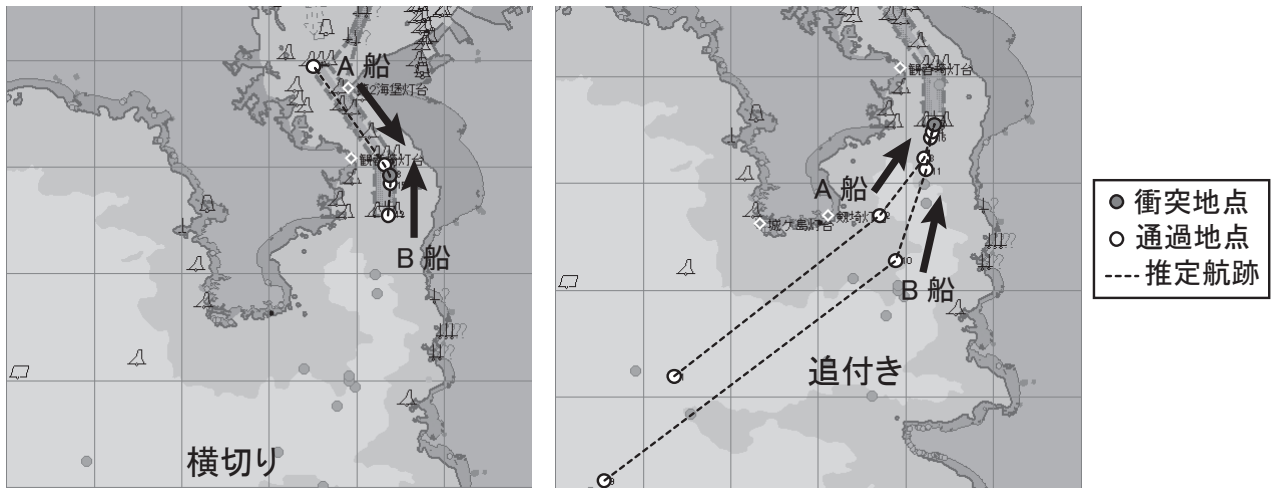
東京湾口で取得した船舶の AIS データのうち、ある一日分のデータにもとづく航跡を図 11 に示す。多くの船舶が東西から東京湾口南方に向かって集まり、浦賀水道を北上し、或いは東京湾から出て東西へ向かう様子がうかがえる。東京湾方面へは北上せずに南方を航過する船舶もあるが、前述のエリア内にはあまり見られない。

次に、前項の衝突海難に関係する海上交通の危険度をみるため、前述のエリアおよびその周辺に対して、危険状態に近い見合い関係が発生しているかを AIS データより計算した。

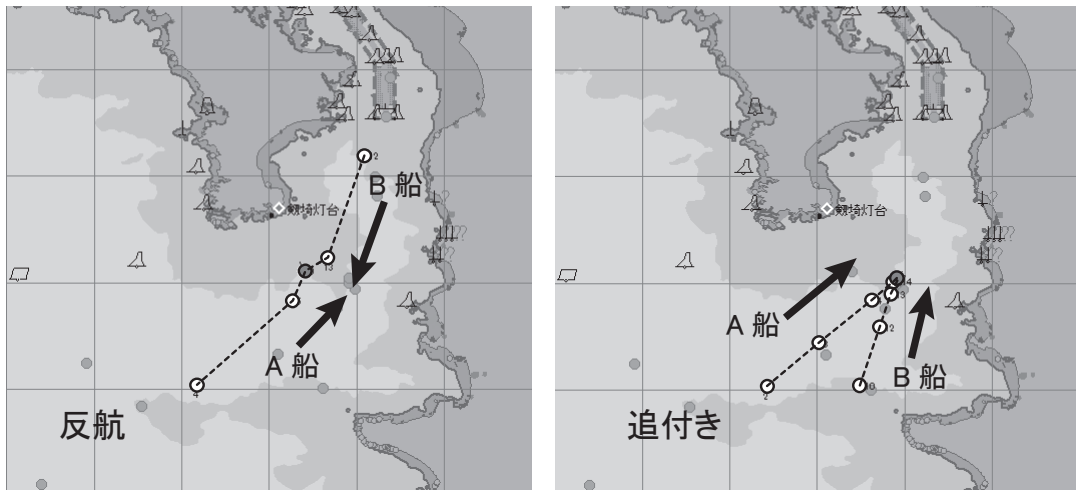
危険状態の評価には各種指標が提案されている。ここでは、これらのうち計算が比較的簡略である長谷川らによる指標 CR 値（Collision Risk 値）を用いた。詳細の説明は本号瀧本の稿に譲るが、簡単にいえば CR 値は、近くを航行する 2 隻の船舶の衝突に関する危険状態を表す指標で、その算出には 2 隻の船舶の与えられた瞬間の最接近距離（DCPA）、最接近時間（TCPA）、船長等を用い、結果は-1 から 1 の間の値をとる。算出された値が 1 に近いほど互いの船舶の距離が近いなど、より危険な状態であることを表すとされる。

この計算方法を用いるため、対象とする時刻にエリア内に存在する全船舶の位置や状態を知る必要がある。AIS 情報は一定の間隔を置いて発信されるため、求める時刻の状態については、前後の発信情報から内挿補間により推定することとした。

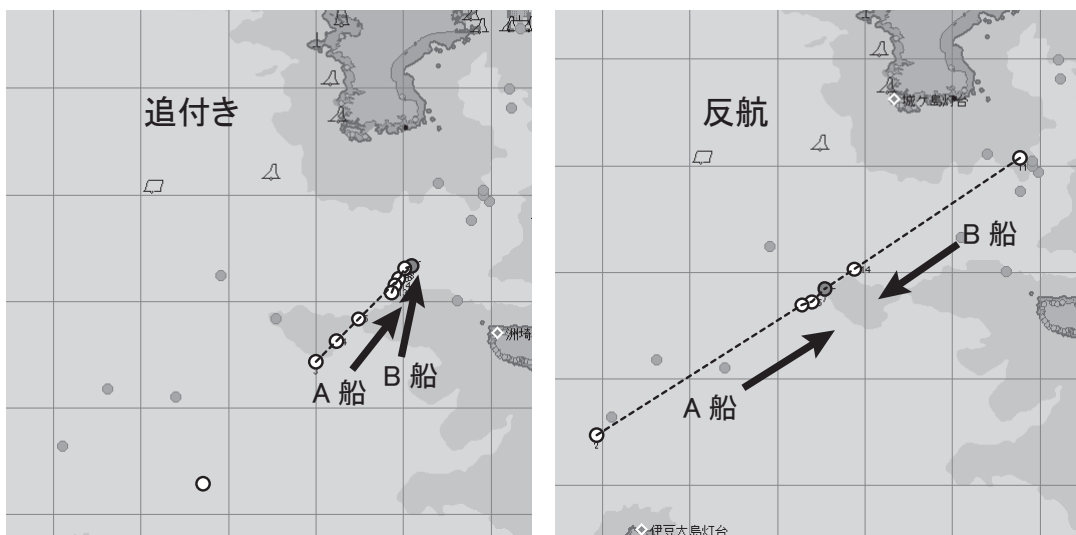
これを用いて、一定時間ごとに特定のエリアに存在すると考えられる AIS 搭載船全船の組み合わせに対して CR 値を算出する。その中から CR 値が一定以上となる組み合わせを抽出する方法で、衝突危険に近いと考えられる状態にあった船舶、およびそのようになった時刻を絞り込んだ。なお、ここでは、瀧本の稿の検討内容と比較できるよう、閾値を 0.7 とし、計算の頻度を 60 秒毎とした。



(a) 浦賀水道周辺



(b) 釧路周辺



(c) 湾口全域

図10 東京湾口における衝突海難の航跡例

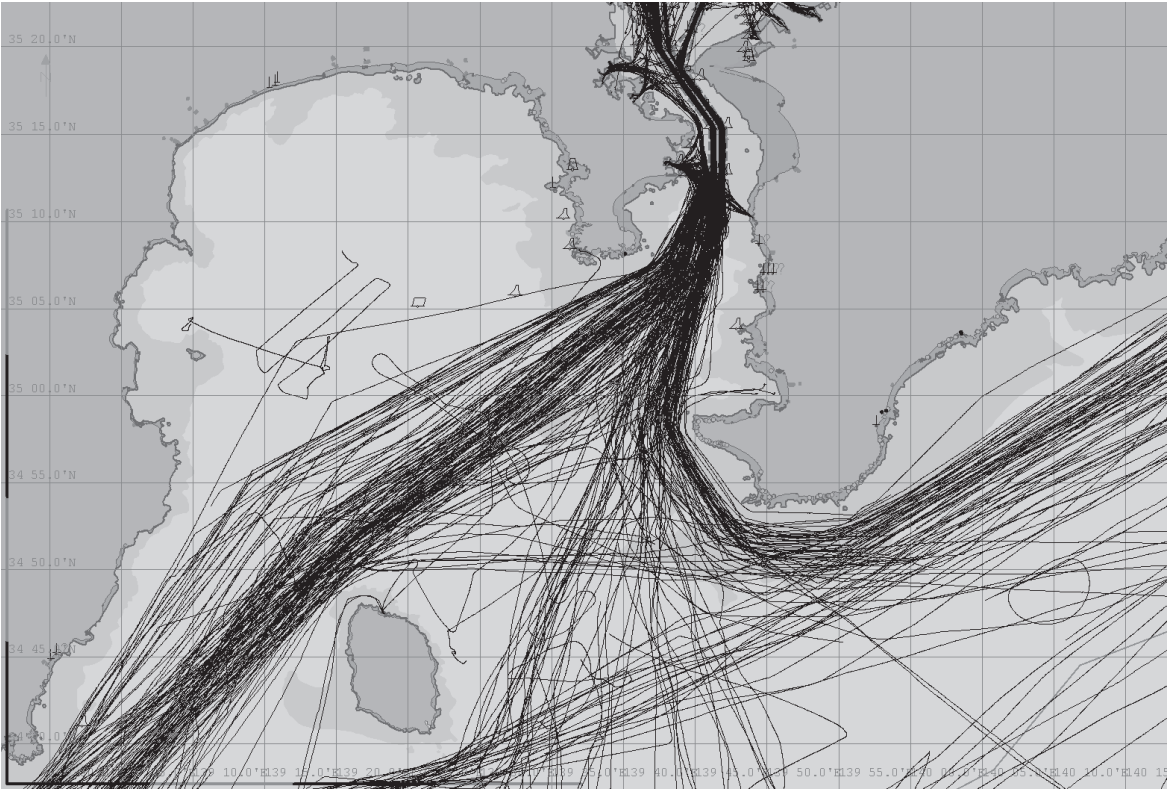


図 11 AIS 搭載船の航跡 (東京湾口、1 日分)

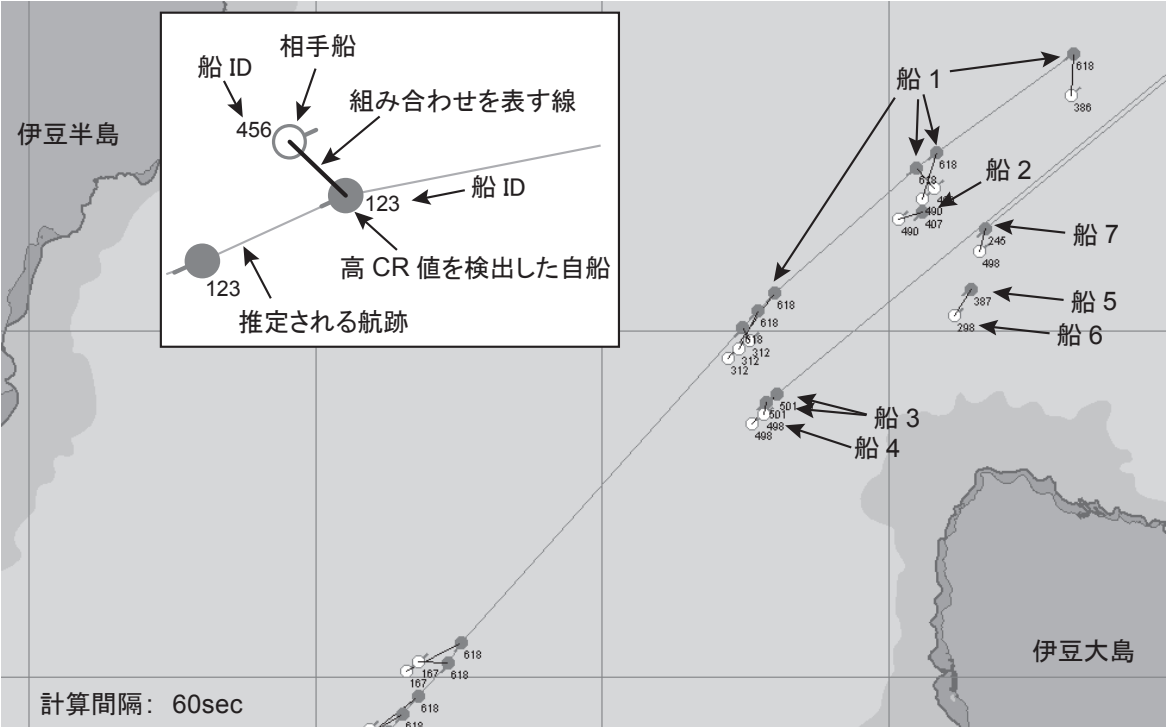


図 12 東京湾口における CR 値 ≥ 0.7 の検出例

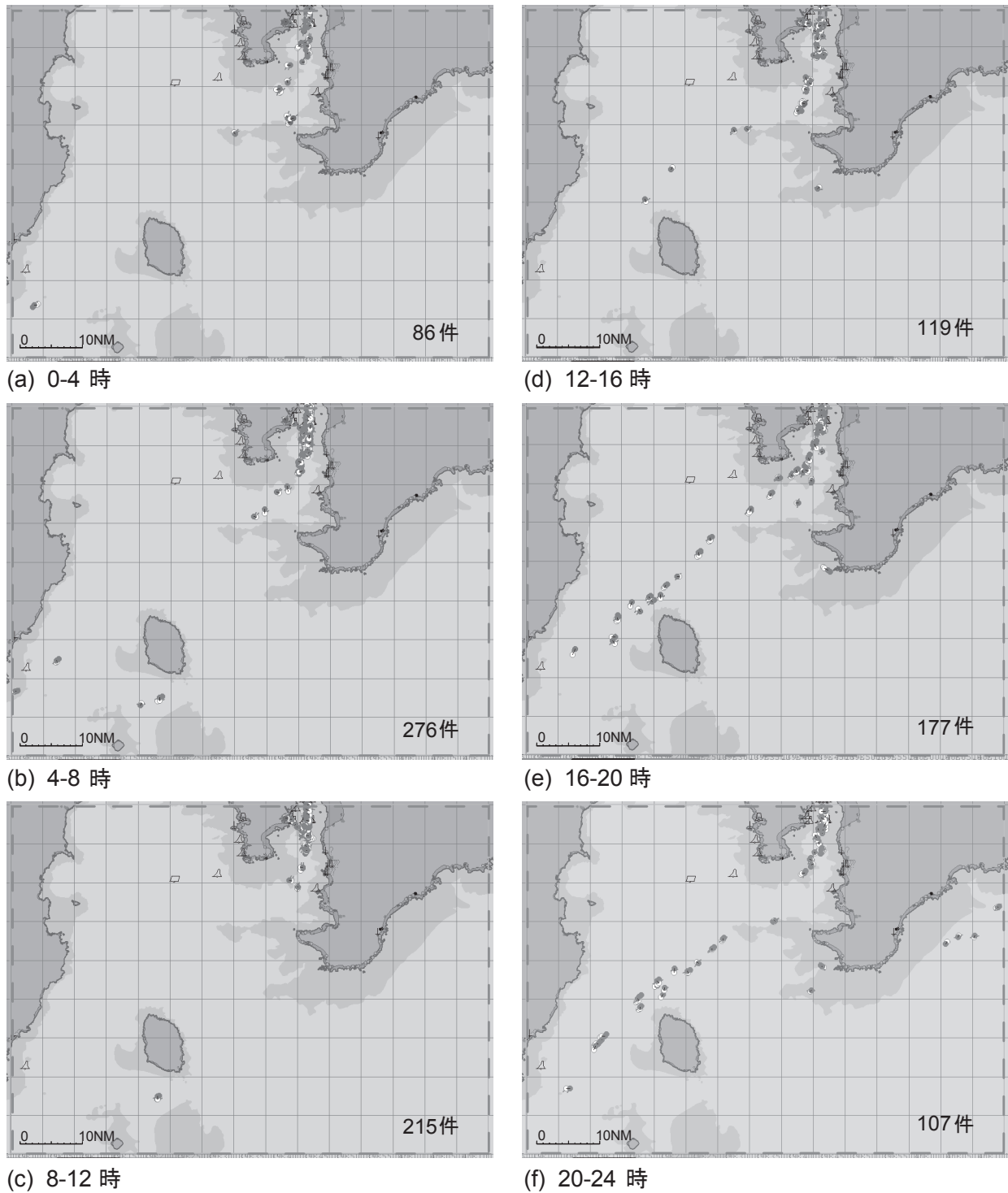


図 13 4 時間毎の $CR \geq 0.7$ の発生の様子

東京湾口において閾値以上の CR 値が検出された一例を図 12 に示す。計算は、毎回すべての船舶（自船）について、周囲の全他船との CR 値を算出する手順で行い、結果の表示は、閾値を超えた場合は自船の位置を赤丸で、同時刻の相手船の位置を白丸で、これらを太線で接続するものとした。

また、同じ自船にて、異なる時刻に、複数回、閾値以上の CR 値が検出された場合、識別しやすいよう細線で接続した。図 12 の例では、ある 4 時間を対象として 60 秒毎の頻度で検出した結果を表している。表示の海域にて 7 隻の船舶を自船として閾値以上の CR 値が観察された。図に示す範囲内では、船 1 が 4 隻の反航船と順次近距離で航過している様子が分かり、船 2～7 については相手船はそれぞれ 1 隻のみと接近が見られた。なお、船 4 と船 6 については描画の都合上、相手船として表示されているように表示しているが、計算時は自船としても閾値以上の CR 値が検出された。

次に、同様の処理を東京湾口において、一日分の交通流に対して実施した。検出結果を 4 時間ごとに表したものを図 13 に示す。計算は、図中枠

線で囲んだ北緯 34.5 度～35.25 度、東経 139.0 度～140.25 度の部分に対して実施した。赤丸、白丸及び接続線の意味は図 12 と同様である。低速で航行する船舶（3kn 未満）を識別するため、これらについては赤色の代わりに緑色を用いた。

図 13 から分かるように、深夜から午前中にかけては、浦賀水道の南 10～20NM 程度に高 CR 値の検出が集中している。久里浜港内などでみられるものは停船中の船舶との接近などであった。一方、正午から夜にかけては伊豆大島北方における高 CR 値の検出が多くなった。個別に確認したところ、反航船による近距離での行き交いが多いことが分かった。

以上から、図 11 のように AIS 搭載船の航跡は東京湾口全域に分布するものの、高 CR 値を検出するような 2 船の接近する箇所は限定的であることが分かる。さらに、図 13 のうち、(f) 20 時から 24 時の高 CR 値発生状況の図に、前掲（図 9）の東京湾口における衝突海難の発生場所（商船同士 19 件）を重ねたものを図 14 に示す。海難は青色で示した。これにより、海難と高 CR 値の発生場所が完全に一致するとまではいえないものの、両者とも東京湾口全域から見れば限定的であり、ま



図 14 高 CR 値発生場所と衝突海難発生場所

た、その傾向が類似していることが分かる。

5. 野島崎沖の衝突海難の分析

本節では、商船による海上交通が単純な場所に目を移し、海上交通と衝突海難の関係について考察した。具体的には、野島崎周辺の海域を選択し、この海域でどのような衝突海難が発生しているか、海上交通の特徴との関係を議論した。

5.1 AIS 航跡にみる野島崎沖の海上交通

対象としたエリアは、北緯 34.7 度～35.0 度、東経 139.8 度～140.2 度のうち、房総半島の西側と陸岸に至近の部分を除く場所とする。以下これを野島崎エリアと呼ぶ。図 15 に野島崎エリアの範囲(赤点線枠)と同エリアにおける衝突海難発生場所(赤および緑色にて示した点)を示す。同エリアでは、18 年間に 18 件(36 隻)の衝突が記録されている。図 15 から分かるように、野島崎灯台の南方では、衝突海難の発生場所は、陸岸からおおよそ 5 海里以内に集中している。

このエリアの AIS データによる一日分の航跡を図 16 に示す。図より、航跡は野島崎灯台付近で陸岸線に接近し、房総半島東方では陸から離れていくような半島南側を短距離で航行する形状となっているため、野島崎灯台付近では陸側への接近が顕著である。実際に通航量の集中している位置を確認するため、東西方向の交通流の通航量を確認した。図 16 に示した矩形領域について、東西を航行する船舶の通航量を調査するために南北方向の仮想的なゲートを 100 箇所設定し、一日のゲート通過隻数を計数して図 17 にまとめた。

図中、黒線で仮想的なゲートを表す。各ゲートに付した数字はゲート番号である。ゲートを通航した船舶の数と通航時の針路を、東航船は赤線、西航船は青線にて表した。なお、通航量は、10 度単位で集計した針路ごとにまとめた。この日、ゲート 108 番では、27 隻の通航があったが、うち、東航船は針路 90 度方向と 100 度方向を合わせて 12 隻通航し、西航船は、250 度から 290 度方向を合わせて 15 隻であった。また、1 つ南(1NM 南)に設置したゲート 109 番では 34 隻の通航が計数された。さらに南のゲート 110 番では 11 隻であった。

この図から、野島崎灯台近くでは、東航船、西航船のいずれも、通航量の多いゲートは陸岸からほぼ 2～3 海里付近に集中していることが読み取れる。

5.2 野島崎沖の海難の発生条件と態様

以下の各項で、視界、船の種類、衝突の態様について分析し、野島崎エリアにおける衝突海難の傾向を求めた結果を紹介する。

5.2.1 視界と発生場所、態様

まず、視界ごとに、衝突の発生に至る経緯を確認した。ここでは、視界の影響を調べるために、好視界時と狭視界時の比較を行った。海難審判庁裁決録にて、3NM 未満の視程が記録されている場合、または、視界が悪かった等の文言によって視界による運航上の制約があったことが表現されている場合を「狭視界」と分類し、これらに該当しない事例については、「好視界」と分類した。

図 18 は好視界時の、図 19 は狭視界時の衝突海難発生地点(丸印)を表す。図中、色で船種を、破線で衝突に至った両船の航跡を表した。船種は、貨物船、油送船、旅客船類を「商船」とし、それ以外を「非商船」と分類した。衝突地点の色分けで商船は赤色、非商船は緑色とした。

好視界時では、13 件の衝突海難が発生しており、うち 2 件が現場海域を通過する航路上の商船同士によるものであるが、他の 11 件は通過する商船と非商船によるものであった。非商船は地元の漁船や、遊漁船であった(以下、これらをローカル船と呼ぶ)。ローカル船は、衝突地点で漂泊、低速による漁ろう中か、陸岸と沖合(漁場)との間を往来中かのいずれかであった。

一方、狭視界時では、5 件すべてが野島崎エリアを通過する商船同士の衝突であった。前節の AIS による航跡と同様に、野島崎灯台を回り込む航路を運航している間に発生していた。

5.2.2 視界、船種と衝突に至る経緯

発生場所、航跡に加え、裁決録の本文を調査したところ、衝突に至る経緯は、視界ごとに概ね次のようなものであった。

好視界時

好視界時 13 件のうち、商船同士の衝突は 2 件であった。これらの商船では、チャート作業や無線通信への気を取られにより一時的な見張りの中断、相手船の第三船との見間違えによる相手船への見張り中断が見られた。

好視界時の残り 11 件は、一方が商船、他方がローカル船であり、ローカル船では漁撈中、遊漁中が 3 件、沖合との往来中が 8 件であった。当該船舶 22 隻のうち、見張りがないか中断していたものが 8 隻であり、うち 7 隻がローカル船であった。

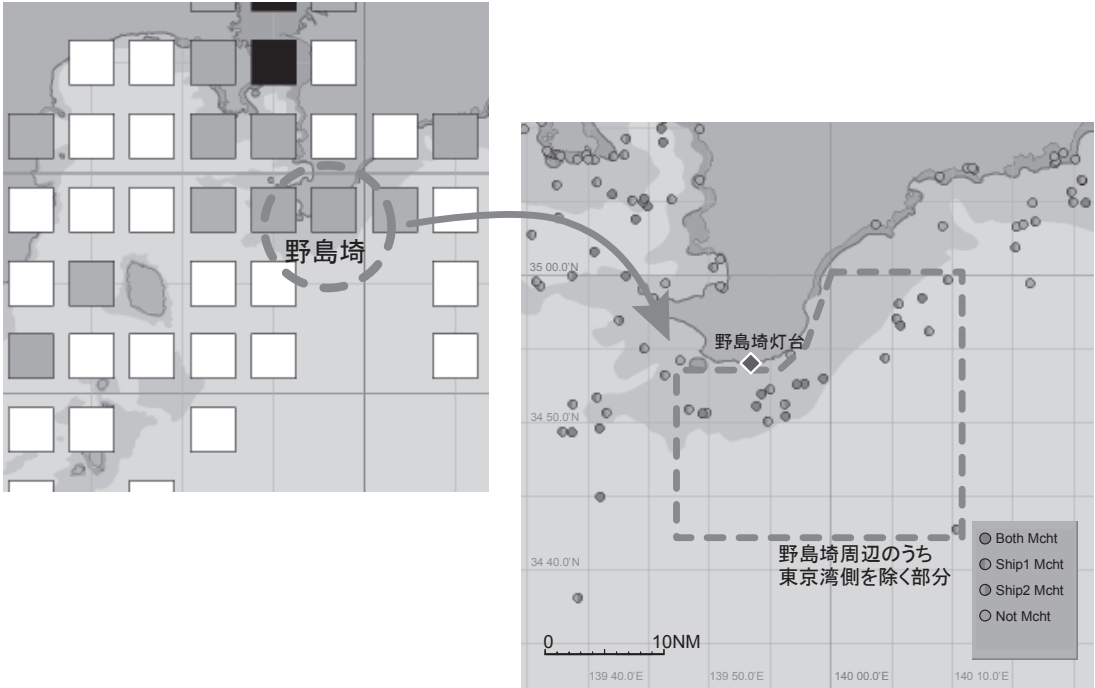


図 15 野島埼沖の衝突海難発生場所

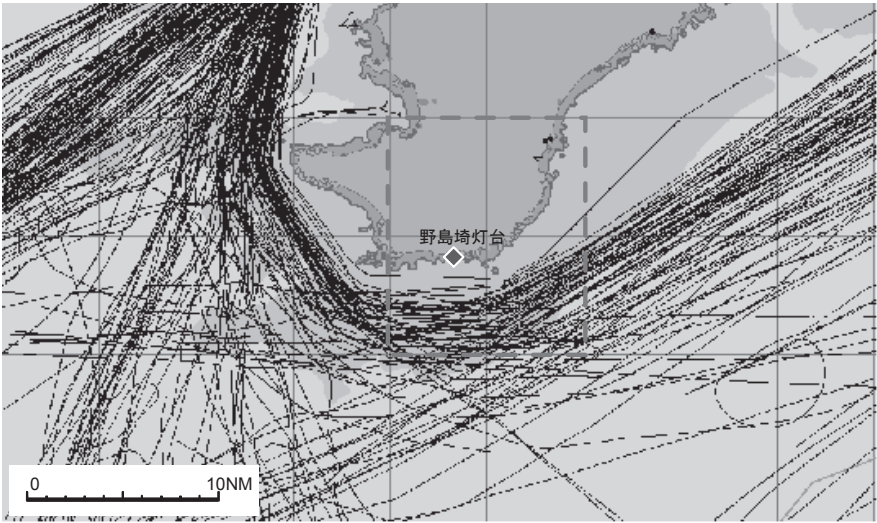


図 16 AIS により観測された航跡 (野島埼)

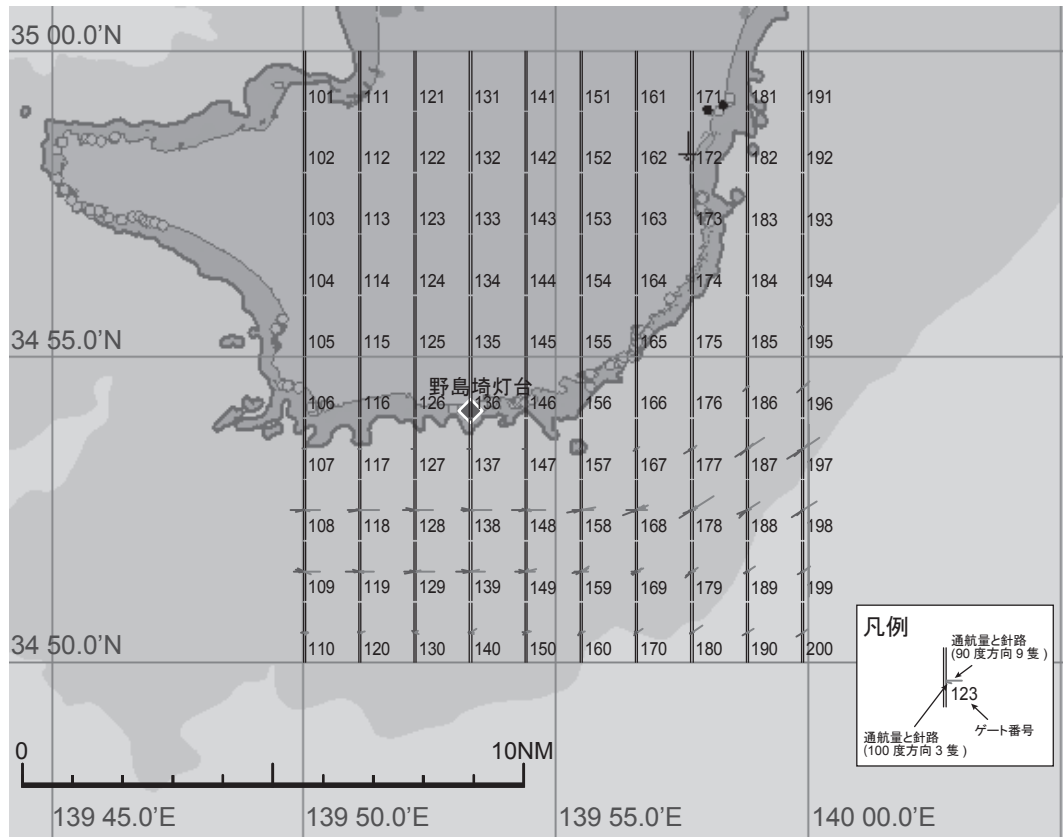


図 17 AIS により観測された交通量

一時的な見張り中断の理由は、居眠り、電話等であった。

好視界時の衝突において見張りのあった船舶では、相手船における行動変化（主として変針）は行動開始時からおよそ 30 秒程度で理解されていた。

狭視界時

狭視界時 5 件の当事者は 10 隻であったが、これらは全て野島埼エリアを航過する途中の商船であった。これらは全て東航船と西航船の組み合わせであった。

同エリア東部の航跡が直線になる部分で発生した 2 件は、両船の航跡のなす角が 180 度に近く、ほぼ正面衝突であった。これらの 2 件では、相手船の発見と最初の対応が早期に行われていたが、その後、いずれの船舶も相手船との避航意図の食い違いに気づかずに時間が経過し、衝突に至ったことが分かった。

一方、残る 3 件は野島埼灯台付近で発生していた。同灯台付近は多くの船舶が針路 90 度から 60 度（または 240 度から 270 度）へ変針する変針点

を設ける箇所である。当該箇所の衝突船舶も早期に相手船の発見と最初の対応を行っていたが、変針点の存在により複雑になった状況が、避航意図の食い違いへの気づきを遅らせたと考えられる。これは 3 件のうち 2 件で交差角が約 150 度であったことから理解できる。なお、残る 1 件は 180 度であった。

5.2.3 船速、針路の交差角と衝突までの時間

衝突に至るまでの経緯において、操船者の認知行動プロセスにおける所要時間の観点から考える。初認時の状況と初認時における衝突までの残り時間について考察する。

好視界時

好視界時では、漁ろう中のローカル船は概ね低速（漂泊または微速等）であった。一方の沖合への往来中のローカル船や通航商船は全速航行となっていた。往来するローカル船と通航商船のなす角は、直角に近い角であった。

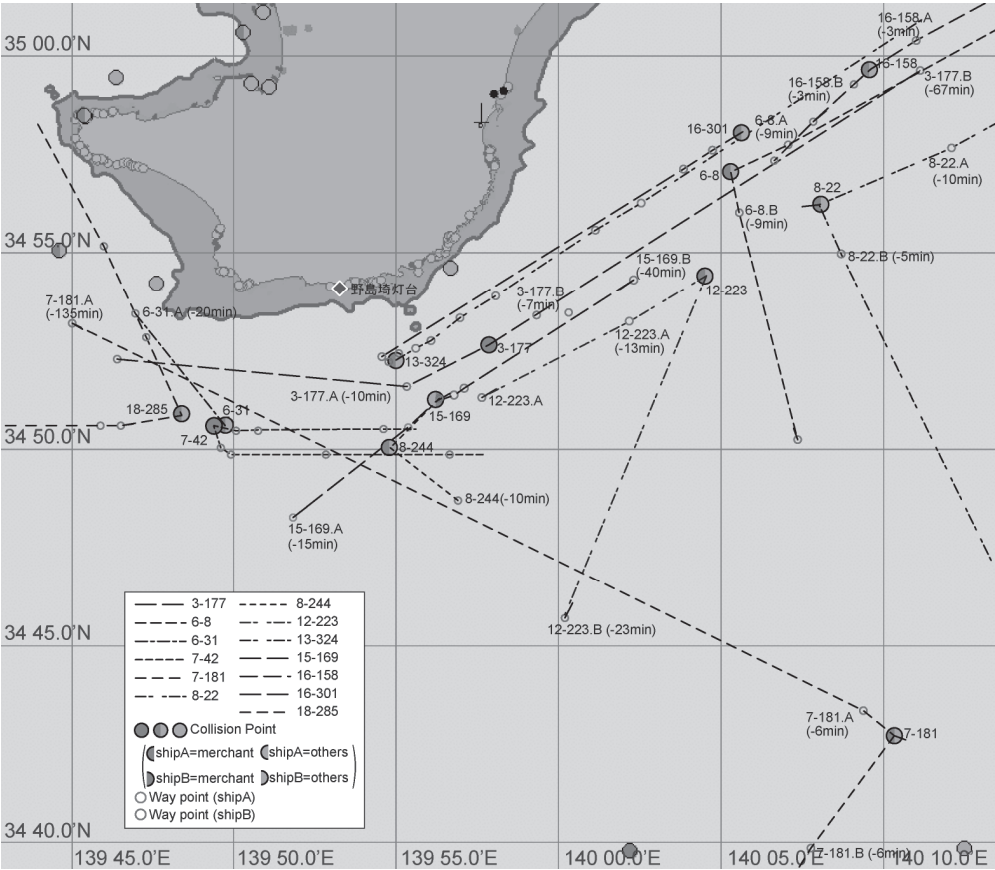


図 18 野島埼エリアの衝突海難発生場所と航跡 (好視界時)

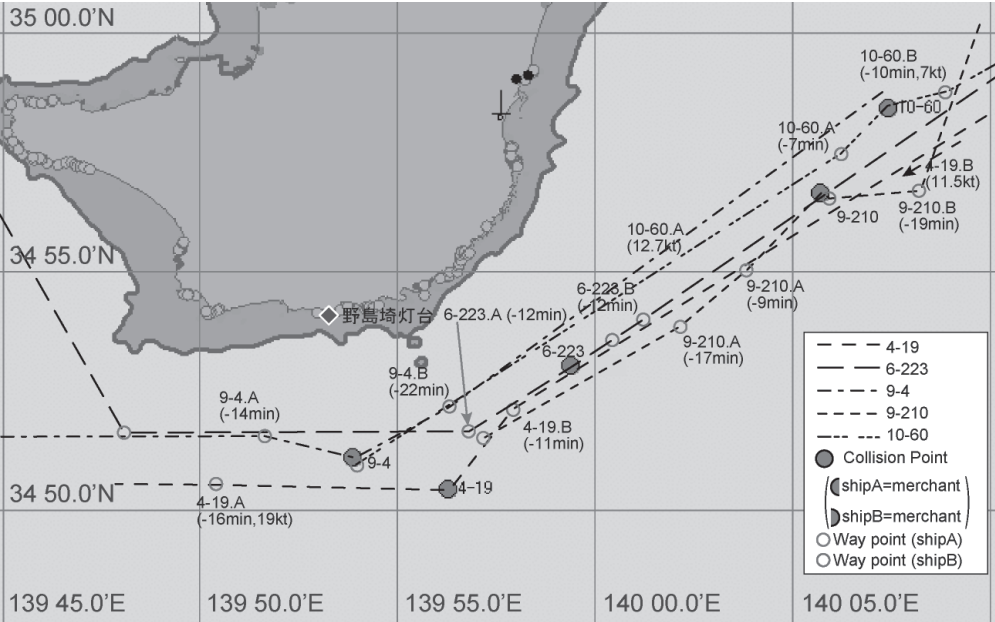


図 19 野島埼エリアの衝突海難発生場所と航跡 (狭視界時)

このような中、好視界時の商船では、相手のローカル船に直前まで気づかないか、船の存在に気付いても衝突危険を認知しないケースが多い。ローカル船が小型であり、動きがないことや、商船の航路とは異なる方向から接近することが初認を遅らせる原因と考えられる。

初認から衝突までの平均時間は約 8.9 分、初認時の平均船間距離は約 2.1NM であった。

狭視界時

狭視界時では、視界の悪化に際して船速を低下させたケースが少なく、衝突した船舶はいずれも全速または全速に近い速度で航行していた。また、前項で述べたように、航跡の交差角が 180 度に近いか変針点前後のなす角になっており、右転と左転の結果などによる正面衝突型であった。

狭視界時の初認はレーダ監視により行われていた。使用していたレーダのレンジは、主として 6NM に設定されていた。狭視界時に衝突した全船舶の 90% が 3NM 以上 6NM 以下の距離で相手船との衝突の危険に気づいていた。初認から衝突までの平均時間は約 12 分、初認時の平均船間距離は約 4.0NM であった。

5.3 野島埼沖の分析

以上の特徴を考慮して、操船における主要な作

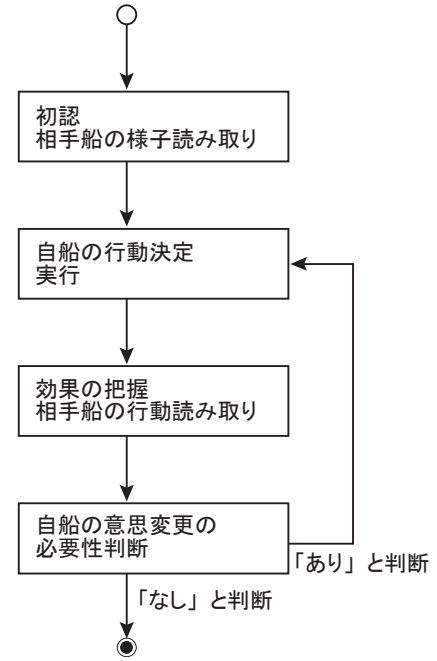


図 20 操船行動の主要シーケンス

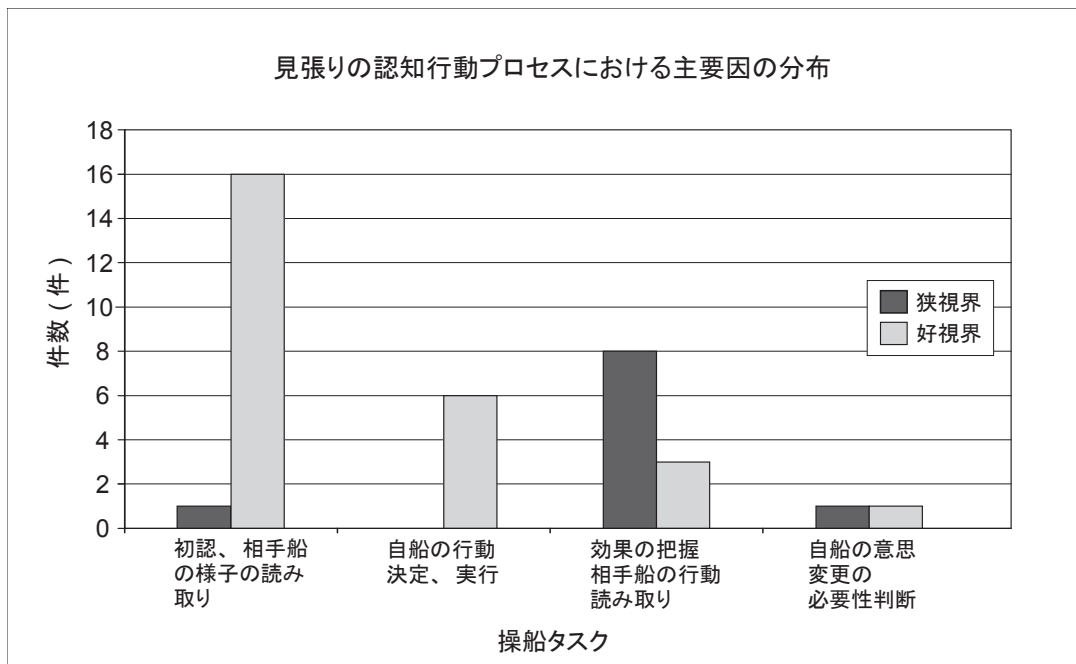


図 21 野島埼エリアの衝突要因の認知行動プロセスによる内訳

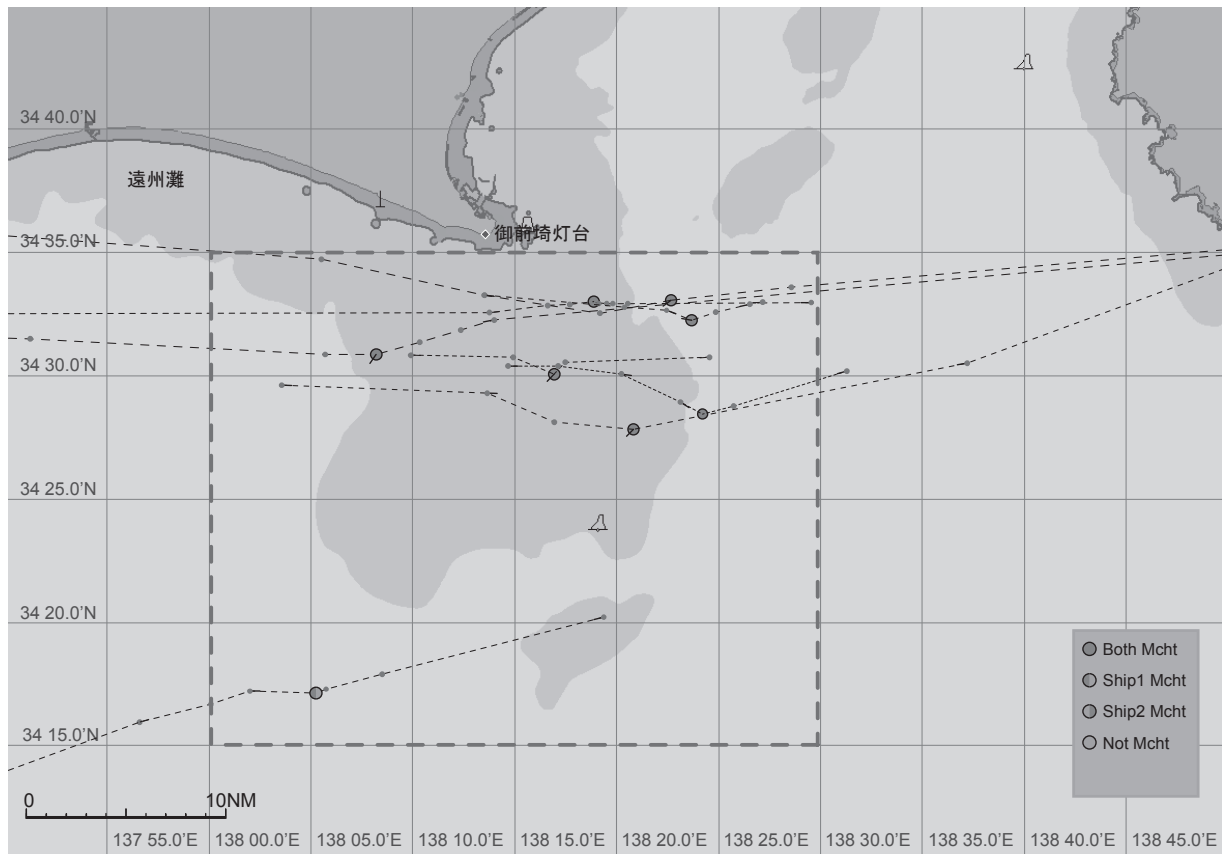


図 22 御前埼周辺の衝突海難の発生場所 (狭視界時)

業のシーケンスを図 20 のように考える。すなわち、4 種類のタスク「初認と相手船の様子の読み取り」、「自船の行動の決定と実行」、「効果の把握と相手船の行動の読み取り」、「自船の意思変更の必要性判断」が達成されながら見張りが行われているものと仮定する。

このとき、野島埼沖の衝突海難に遭遇した 36 隻において、狭視界と好視界のそれぞれについて、いずれのタスクにおける失敗が要因となっていたかを調べ、図 21 にまとめた。

図から分かるように、狭視界時には、初認から自船の避航操船の実行における要因がほとんどなのに対し、自船の避航操船による効果の把握や相手船の行動の読み取りに要因の 80%が集中している。これらの事例では、両者における早期の発見と最初の対応（変針）、レーダによる見張り、があるものの相手船の操船意図理解が遅い点が共通している。

一方、好視界時には効果の推定と相手船の行動の読み取りタスクにおける要因は 12%であるのに対して、初認と相手船の様子読み取りに 62% が集中した。ローカル船においては、見張りなしや相手船の避航に期待するなど、衝突の危険に対す

る関心の低さが顕著であった。

一方、商船側では自船が保持船であることなどを理由に相手船の避航に期待していたとされる。

以上より、このエリアでの衝突海難の防止策を考える場合、好視界時における気づき、相手船の低関心状態への対策、狭視界時の相手船の意図の把握に関する支援が肝要である。

5.4 野島埼エリアの地形を考慮した考察

前述のように、野島埼エリアでは、陸岸線を回り込む航路であるため、多くの交通が狭い幅に集中する箇所ができています。そのため、正面衝突型に近い見合い関係が発生しやすい。さらに、狭視界下では、ほぼ正面に近い見合い関係であっても、レーダ画面上で微妙に互いの見え方が異なり、また操船の結果をレーダ画面上で解釈するのに時間がかかるという特徴がある。陸岸線を回り込むために同エリア付近で多くの船舶が変針するため、避航のための転針と相まって反抗する 2 船で相互の行動が分かりにくくなるという面もみられた。

5.5 野島埼沖の衝突海難に対する対策案

以上の分析により、野島埼エリアにおける好視

界時、狭視界時の衝突海難の特徴が分かった。そこで、それぞれの環境でもっともよく見られたパターンの一部について、操船者の認知行動プロセスの観点から操船支援について考えた。

好視界時

好視界下では、通航商船とローカル船の衝突が多く、ローカル船側で、衝突危険への関心が低い一方で、商船側では相手船の適切な操船を期待し、相手船の不適切な操船状況に気づかない状態であることを指摘した。同時に、初認が早い段階で行われているケースでは相手船の行動が不適切であることに気付く時期は早かったことも述べた。

このような好視界時における商船とローカル船の衝突に対しては、商船における初認が早期に行われるよう支援することが重要であると分かる。従って、目視で見えづらい小型船、低速船や商船の航路と交差する方向から接近する小型船等の発見と衝突危険性の認知を促すことに主眼をおいた警報装置等が有効な対策として考えられた。

狭視界時

狭視界下では、通航商船同士が、レーダを用いた見張りを行っており、自船が避航(転針)した結果、その後の相手船の監視が難しくなっていることを指摘した。相手船監視は、自船との相対運動であるため、自船の転針がない場合と比較すれば転針中の方が難しくなると考えられるが、今回分析した例では、好視界時の目視による見張りと比較して、レーダによる見張りではこの特徴が顕著に表れていた。

このような問題に対応するため、自船、相手船ともに転針している状況下でも、相手船の意図を適切に読み取ることができるような支援システムが求められる。

また、狭視界時の衝突では、正面衝突の見合い関係が多いため、相対速度が大きく、初認から衝突までに残される時間が平均12分程度となっている。適切な避航行動を実施するために必要な時間を考慮すると、衝突前4分以前までに避航行為を確定し、行動に移せる状態にあることが必要である。

従って、このエリアの事例からは、狭視界下では、初認、衝突危険性の把握、合意にもとづく意思決定が、平均8分以内に確実に実行されるよう、相互の意図の不一致への気づき、相手船の特定、通信成立、意図の伝達、合意形成等にかかる時間を短縮することが必要であると考えられる。

なお、ここで挙げた時間は平均の時間であり、最小の時間を議論してはいない点に注意する必要

がある。

5.6 他のエリアの衝突海難に見る類似性

全国の海上交通は沿海区域と呼ばれる陸岸から約20NMの範囲に集中し、交通流は陸岸線とほぼ平行になっていることが多い。また半島の突端やその他の地形により、変針時の目標とされている箇所も多く、そのような箇所を中心に各所で今回野島埼エリアにて観察した特徴と類似する様子が見受けられる。

多くの船舶の通航が集中する他のエリアとして、御前埼灯台の南側、北緯34.25度～34.58度、東経138.0度～138.5度の海域を選択し、概略のみであるが説明する。

過去20年に発生した衝突海難を調査したところ、同エリアにおいて狭視界時に発生した衝突海難は8件であった。発生場所、船種、航跡を図22に示す。

今回抽出したものは、いずれも東航船と西航船による正面衝突型の衝突海難であった。8件のうち、7件が両者とも商船により、残る1件についても商船と移送中の漁船によるものであった。

同エリアでも好視界時にはこのような衝突はほとんど見受けられず、狭視界時に交通の集中している箇所が発生している点が野島埼エリアと共通していることが分かる。

6. まとめ

ここでは、本プロジェクトチームで行った活動のうち、海難審判庁裁決録を用いて作成した海難DBおよび近年船舶への搭載の進むAISのデータを用いて海域における海難の特徴に関する分析について述べた。

裁決録から文章の自動処理によって各種情報を抽出し、特に位置情報を得たことによって、同じ海域で長期間に発生している海難を網羅的に扱ったり、海難に至った航跡を扱うことが可能となった。さらにAISデータから分かるAIS搭載船の交通流を分析することで海難と周囲の航行環境との関係を理解することができた。

東京湾口の例では、商船と商船の衝突海難の事例で確認した衝突に至る航跡と同種の危険な2船の接近が同エリアで日常的に観察されていることが分かった。

野島埼沖の例では、商船が地元の漁船や遊漁船と衝突する好視界下の衝突海難、商船同士が衝突する狭視界下の海難といった頻度の高い海難の種類を特定した。これらの傾向は、既刊の海難分析

集等において指摘されてきた特徴であるが、本 PT では同海域の事例を多数集積することにより、共通点を詳細に分析することが可能となった。その結果として、操船の認知行動プロセスにおける問題個所を指摘し、防御策について議論することができた。

以上の研究は、本 PT の活動として実施されたものである。その成果と課題は、当所の重点研究「海難事故等発生時の状況を高精度で再現し、解析する技術の高度化及び適切な対策の立案のための研究」等に多くの部分が引き継がれている。

また、その中で運輸安全委員会との共同研究も実施しており、分析によって海難防止に効果的な対策の立案等ができるよう活動が続けられている。

参考文献

- 1) 海難審判庁裁決録 平成 2 年から平成 20 年
- 2) 伊藤博子、吉村健志、瀧本忠教：環境条件による衝突海難の類型化に関する研究、日本船舶海洋工学会秋季講演会論文集、第 11 号 (2010)、pp.197-200
- 3) 柳裕一郎、伊藤博子、石村恵以子、森有司：レーダー記録と AIS データを用いた重大衝突事故解析、日本船舶海洋工学会講演会論文集、第 13 号 (2011)、pp.189-192
- 4) 瀧本忠教、谷澤克治、福戸淳司、伊藤博子、吉村健志、長谷川和彦：海上交通流シミュレーションによる海難事故対策の定量的評価について、平成 23 年度 (第 11 回) 海上技術安全研究所研究発表会講演集、pp. 283-290
- 5) 瀧本忠教、福戸淳司、山崎全紘、長谷川和彦、三宅里奈：AIS データを活用した海上交通流シミュレーションについて、日本船舶海洋工学会講演論文集第 14 号、pp. 31-34
- 6) 長谷川和彦、上月明彦：Fuzzy 制御による自動避航システムに関する研究、関西造船協会誌、No. 205、pp.1-10
- 7) 海上保安庁：灯台表
- 8) 海難審判庁：内航貨物船解析の分析 vol.1 衝突編、海難分析集 No. 5 (2004)
- 9) 海難審判庁：霧中海難、海難分析集 No. 7 (2007)