

PS-6 東京湾における AIS 非搭載船舶の動静を考慮した衝突原因確率の推定

横浜国立大学大学院 * 須山 雄介、川村 恭己
海洋リスク評価系 河島 園子、伊藤 博子

1. はじめに

船舶間の衝突事故を防止するために、衝突が発生する可能性が高い海域を推定することは有用である。AIS (Automatic Identification System: 船舶自動識別装置) が普及したことにより、近年では湾内や沿海を航行する船舶の動静を比較的容易に把握できる AIS データを用いた研究が多く実施されている^{e.g.1,2)}。一方、AIS は総トン数等の基準により一定の船舶に搭載義務が設けられているものの、全ての船舶が AIS を搭載しているわけではない。そのため、多くの衝突事故に関与している小型船舶等を対象に含めていない点が従来研究の課題であった²⁾。

この課題を克服するために、東京湾周辺の陸上に設置したレーダーにより観測されたデータ (以下、レーダーデータという) を用いて、AIS を搭載しない船舶 (以下、AIS 非搭載船舶という) の動静解析を行い、AIS 非搭載船舶を含む海域を航行する全ての船舶 (以下、全船舶という) を対象として、衝突の回避しにくさを表す指標である衝突原因確率を推定した³⁾。本稿では、その結果を報告する。

2. 衝突原因確率の推定方法

衝突原因確率は、衝突位置にある二船が衝突の回避に失敗する確率である。その推定には、藤井ら⁴⁾による式(2.1)の衝突頻度モデルが用いられている。

$$F = N_G \times P_C \quad (2.1)$$

ここで、 F は衝突頻度、 N_G は幾何学的な衝突位置にある二船が避航動作を取らなかった場合に衝突する回数を表す幾何学的衝突回数、 P_C は衝突原因確率である。

本研究では、式(2.1)に基づき、衝突頻度モデルに必要な N_G と F を算出することで、それに対応する P_C を推定する²⁾。なお、 N_G はレーダー及び AIS で取得した動静情報を用いて、メッシュベース推定手法^{1,2)}で算出し、 F は運輸安全委員会が公表した船舶事故調査報告書を用いて、実際の衝突事故発生数から算出した³⁾。

3. AIS 非搭載船舶の動静解析

本研究では、AIS 非搭載船舶の動静をレーダーデータを用いて解析した。なお、AIS ClassA を搭載する船舶及び簡易型 AIS (AIS ClassB) を搭載する船舶 (以下、AIS 搭載船舶という) の動静は AIS データを用いて解析した。

3.1 データの分析手法

図-1 に本研究におけるデータの分析手法を示す。

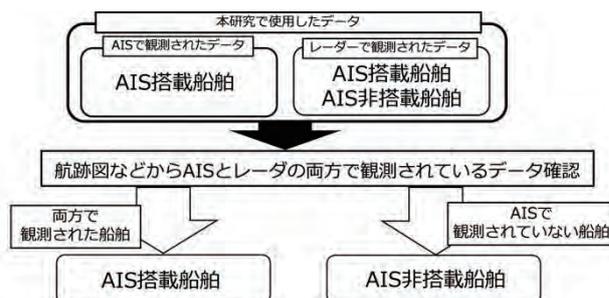
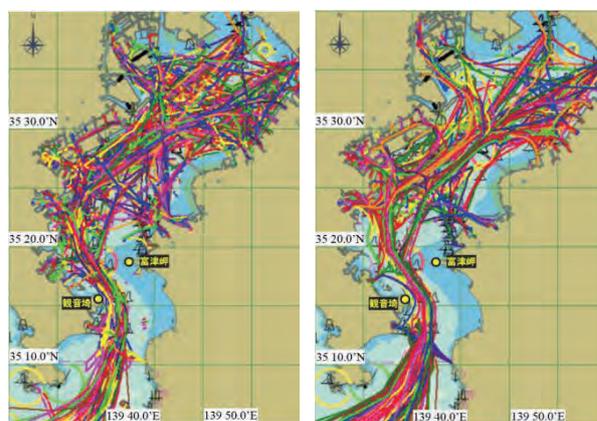


図-1 データの分析手法

当該システムで取得されたデータには、レーダーデータの他に AIS データが含まれており、AIS 搭載船舶は双方で観測されていた。そこで、航跡図や航行位置情報等から、両方で観測されたデータは AIS 搭載船舶、AIS で観測されていない船舶は AIS 非搭載船舶とみなすことで、データに含まれる全船舶のデータを重複することなく抽出した。

3.2 AIS 非搭載船舶の動静解析結果

図-2 にレーダー及び AIS データを解析して描いた東京湾の1日分の航跡を示す。対象期間は2015年3月中の15日間、対象時間は各日午前11時～午後6時(7時間)の計105時間である。図-2より、観音崎と富津岬を結ぶ線の北側の海域である平水区域では船舶が幅広く分布していることが分かった。また、AIS 非搭載船舶と AIS 搭載船舶の平均通航比率は0.93:1であり、AIS 搭載船舶の方が多かった。



(a) AIS 非搭載船舶

(b) AIS 搭載船舶

図-2 東京湾を航行する船舶の航跡(2015/3/4)

4. 船舶間の衝突原因確率の推定

4.1 本研究の推定結果

本研究で推定した衝突原因確率を表1に示す。なお、正面関係は対象海域の対象時間内に衝突事故が発生していなかったため、衝突原因確率を推定していない。対象海域は北緯 35.30°~35.45° (約 17km), 東経 139.65°~139.85° (約 18km) であり, 見合い関係は先行研究^{1,2)}に倣い定義した。

表1 衝突原因確率(P_c)の推定結果 [$\times 10^{-4}$]

	正面	追越し	横切り
AIS 搭載船舶	---	0.666	0.403
全船舶	---	0.322	0.465

4.2 既存研究との考察

4.2.1 AIS 搭載船舶の推定値との比較

河島らは東京湾において AIS ClassA を搭載する船舶に対して, 衝突原因確率を推定した²⁾。図-3 に本研究及び河島らの衝突原因確率を示す。

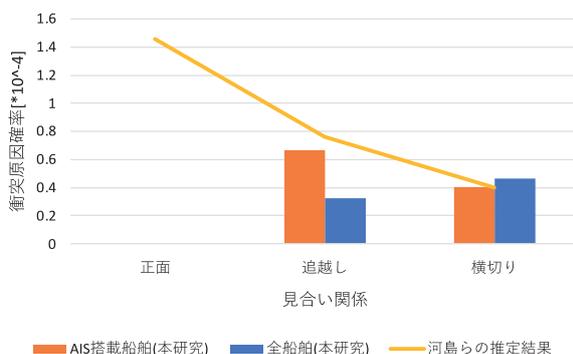


図-3 AIS 搭載船舶及び全船舶の衝突原因確率

追越しと横切りの両関係において, 本研究及び河島らの AIS 搭載船舶を対象とした場合と本研究の全船舶を対象とした場合の推定値が比較的近く, オーダーは一致した。一方, 見合い関係別の傾向に着目すると, AIS 搭載船舶を対象とした場合は, 追越し, 横切りの順に値が高くなっていることに対し, 全船舶を対象とした場合には, 横切り, 追越しと逆の順になっている。この結果より, AIS 搭載船舶を対象とした場合と全船舶を対象とした場合では, 推定値は大きく変わらないものの, AIS 非搭載船舶を対象に含むと衝突を回避しにくい見合い関係の傾向が異なる可能性があると考えられる。

4.2.2 目視等で観測された従来値との比較

藤井らは 1970 年代から 1990 年代にかけて, 目視やレーダー等を用いて, 航行する全ての船舶を対象に衝突原因確率を推定した⁵⁾。ここで, 本研究及び藤井らの衝突原因確率を図-4 に示す。

本研究の推定値は, 藤井らと比較して, 追越し関係, 横切り関係において約 1/3 程度である。船舶の制御性能の向上や安全意識の高まり等の要因から, 衝突原因確率が低下

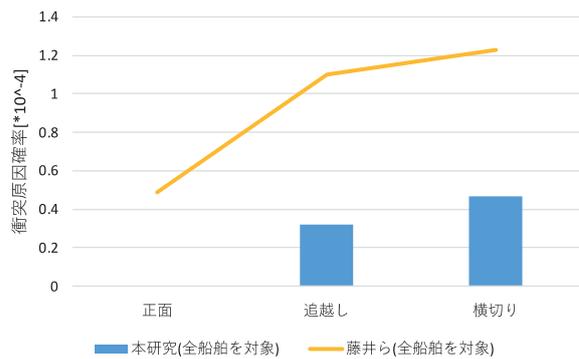


図-4 本研究及び藤井らの衝突原因確率

していると考えられる。また, 見合い関係別では本研究及び藤井らの推定値ともに横切り, 追越し関係の順で高くなっている。この結果より, 全船舶を対象とした, 追越し及び横切り関係の衝突原因確率の傾向は, 藤井らが推定した頃と比較して大きく変化していないと考えられる。

5. 結論

本研究では, 東京湾での AIS 非搭載船舶の動静解析及び AIS 搭載船舶及び AIS 非搭載船舶を対象とした衝突原因確率を推定した。推定した衝突原因確率について, AIS 搭載船舶のみを対象とした場合と全船舶を対象とした場合の推定値を比較したところ, 両者のオーダーが一致した。一方, 見合い関係別の傾向は推定対象とする船舶によって異なる可能性があると考えられる。また, 目視やレーダー等で推定された従来値と比較したところ, 見合い関係別の傾向は類似しているため, 衝突原因確率の傾向は従来と大きく変わっていないと考えられる。

謝辞

本研究の一部は, 防衛装備庁が実施する安全保障技術研究推進制度 JPJ004596 の支援を受けたものである。また, 本研究で使用したレーダーデータは, 東京海洋大学の庄司るり教授に提供いただいた。

参考文献

- 1) Kawashima, S. & Itoh, H.: Assessment of ship encounter and collision in congested sea areas, Proc. of the 8th ICCGS (2019), pp.267-274.
- 2) 河島園子, 伊藤博子, 川村恭己: 衝突頻度モデルに基づく衝突原因確率の推定, 日本航海学会論文集, 第 144 巻 (2021), pp.32-41.
- 3) 須山雄介, 河島園子, 伊藤博子, 川村恭己: 東京湾における AIS 非搭載船舶の動静解析と衝突原因確率の推定, 日本航海学会講演予稿集, Vol.10, No.1 (2022), pp.1-4.
- 4) 藤井弥平: 海上交通工学, 海文堂出版, 1981.
- 5) Fujii, Y. & Mizuki, N.: Design of VTS systems for water with bridges, Proc. of Intl. Symposium on Advance in Ship Collision Analysis (1998), pp.177-190.