

# 船舶交通環境の新たな危険度評価に関する基礎的研究- I .

正会員○月坂明広 (中電技術コンサルタント株式会社) 正会員 水井真治 (広島商船高等専門学校)  
 正会員 庄司るり (東京海洋大学) 正会員 山田多津人 (海上保安大学校)

## 要旨

近年の船舶交通環境は、船舶自動識別装置 (以下、「AIS」という。) の普及と共に、当該情報のレーダ等への表示環境が向上している。このことは船舶交通の安全性の向上に繋がっているが、従来型航海計器による運航船舶が相当数あるため、AIS 搭載船と非搭載船の混在する状況 (情報量等に差がある船舶交通環境) による潜在的な危険の存在が危惧される。

本研究はこのような船舶交通環境を前提に、特に小型船舶の多い瀬戸内海において、順中逆西という特殊な航法を採用する来島海峡航路の西口に着目し、転流時における複雑な交通流や危険な見合い関係を抽出・解析することにより、情報量が異なる AIS 搭載船と非搭載船の危険度評価手法の開発に向けて、まずは航過距離の特性に関する簡易的なモデル化を試みたので報告する。

キーワード：交通、海上交通、船舶用レーダによる解析、危険度評価

## 1. はじめに

AIS によるデータ取得・処理が容易であるが故に、AIS データのみを使用した船舶交通環境の評価・解析が行われることもあるが、この場合、500 トン未満の AIS 非搭載船 (今回調査から来島海峡航路西口では約7割が500 トン未満) は評価対象にならない。また、AIS 搭載船と非搭載船では操船者が把握可能な情報量に差異があることや AIS はレーダ及び目視よりも比較的遠方から他船の探知が可能のため、操船者の (避航) 行動特性が異なることも推測される。以上から、現在の実海域における船舶交通環境を適切に評価するためには、レーダによる観測データを使った評価・解析と共に、AIS 搭載船と非搭載船の情報環境の差を考慮することも必要であると考え。

本研究では、以上のような情報環境の異なる船舶が混在する船舶交通環境の危険度評価手法の開発に向けて、レーダ観測データを基に航過距離特性について報告する。

## 2. 観測システムの概要等

### 2.1 観測システム

本研究を実施するために Xバンドレーダによる船舶交通の観測システムを新たに開発した。使用した Xバンドレーダの主要スペック及びシステム概要をそれぞれ表 1 及び図 1 に示す。本システムは、レーダ映像を JPG 画像として出力・記録するモードと共に、信号強度に対応するビデオ信号を出力・記録できる 2つの異なるモードを持つことに特徴がある。

表 1 使用したレーダの概要

空中線部	輻射器	195cm (回転数 24rpm)
	水平ビーム幅	1.2°
	垂直ビーム幅	22°
	パルス幅	0.3 μs (STC・FTC 断)
	送信出力	12kW
指示機	表示器	15"カラーLCD
	表示解像度	1024×768 ドット
	距離精度	8m またはレンジの 1%
	レンジ	3NM

※STC：海面反射雑音除去、FTC：雨雪反射雑音除去

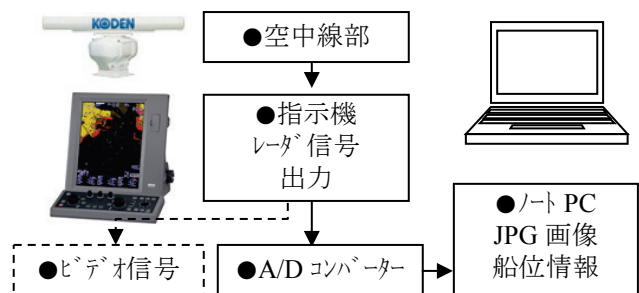


図 1 観測システムの構成概要

### 2.2 解析対象海域

対象とした海域は、次の理由から図 2 に示す来島海峡航路西口周辺とした。

- (1) 来島海峡航路西口は、南流時は東航する船舶が中水道へ向かうため進路交差が生じ易い。
- (2) 宮ノ窪瀬戸等の入出航船もあり、複雑な交通流が形成されている。

### 2.3 解析対象船舶

前節の海域において実施した今回調査 (平成 26 年 5 月 28 日 18:00～同年同月 29 日 18:00 までの 24

時間連続観測) 結果のうち、主として AIS の搭載義務のない 500 トン未満の船舶を解析対象とした。

対象となる船舶群の内、小さい角度で進路交差する 2 船は、反航か横切りかで航法が異なり、相対速度も大きく操船余裕時間が少なくなることから、操船者にとっては困難な状況であると推測できる。

このため、解析対象船舶のうち、比較的小さい角度で、かつ、近距離で進路交差した 2 船を抽出し、航過距離の特性について検討した。

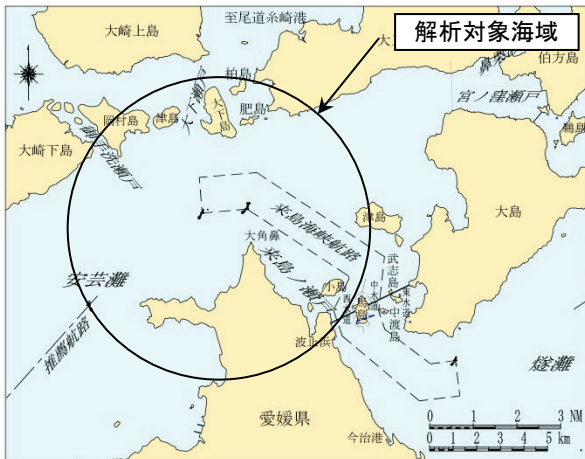


図2 解析対象海域

### 3. 解析手法の概要

#### 3.1 進路交差角と航過距離の計算

「港湾投資の評価に関する解説書」<sup>(1)</sup>によると、5分以内での進路交差を「出会い」とする考え方もあることから、今回、解析対象船舶の内、2 船の相対速度との関係から 4,000m 以内（ほぼ、5分以内で進路交差する）で、比較的小さい角度（30° 未満）で進路交差するケースを抽出した。次に、この 2 船の位置座標から、それぞれ平均進路(deg)及び速度(m/s)を計算し、この平均した進路の差を「進路交差角」とした。次に、基準船の平均進路を y 軸、右正横を x 軸とする相対座標に他船の座標位置を変換し、相手船の相対航跡が x 軸を横切る箇所 (y=0) での x 座標を求め、「航過距離」とした。

#### 3.2 既往研究結果との比較

前節で述べた航過距離について、既往研究にある限界航過左右距離<sup>(2)</sup>と十分航過左右距離<sup>(2)</sup>モデル、また、衝突危険度算定モデルにおける楕円の短半径を各ケースの状況に合わせて計算し、今回求めた航過距離と比較評価を行ったが、明確な相関関係は見出せなかった。ちなみに、前者のモデルは港内操船環境を想定し、経験豊富な水先人や船長を対象としたアンケートにより操船者意識をモデル化したものであり、後者は前者よりも広い海域を対象とした

種々の調査結果の成果を踏まえたモデルである。

### 4. 考察の概要

航過距離を規格化し（次式による「規格化した船の長さ ( $L_g$ )」で割った値の絶対値)、交差角 ((180° - 進路交差角) の絶対値) をとり「交差角」としたと比較した。この結果を図 3 に示す。

$$L_g = \left\{ \frac{(L_o^2 + L_t^2)}{2} \right\}^{1/2} \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 $L_o$ : 自船の長さ、 $L_t$ : 他船の長さ

この結果から、図 3 中の近似式に示すとおり、簡易的なモデル化が可能と考えられる。

なお、「港湾投資の評価に関する解説書」<sup>(1)</sup>には、行会い船は左右 15° の進路交差角で判断されていることから、交差角 15° 以上のデータの取り扱い方等、条件を整理したデータ解析を更に進める必要があると考えている。

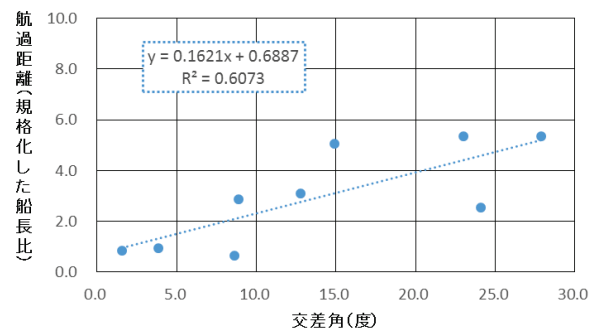


図3 交差角と航過距離の関係

### 5. おわりに

本研究は、情報環境 (AIS 利用環境) の異なる船舶が混在する船舶交通環境の危険度評価 (または、安全性評価) 手法の開発に向けて、まずは、レーダ観測を実施し、AIS では把握できない小型船舶を含む交通データを収集すると共に、当該データから危険度の高い見合い関係にあると推定される 2 船群のデータを抽出し解析対象とした。今後、分析データを増やし、評価モデルの検証を行うと共に、評価指標の開発・深化を図る必要があると考えている。

### 参考文献

- (1) 港湾事業評価手法に関する研究委員会編：港湾投資の評価に関する解説書 2011, p2-16-29, みなと総合研究財団, 2011.7.
- (2) 井上欣三ほか：制限水域における航過距離と隔離距離に関する操船者意識のモデル化, 日本航海学会論文集, 第 90 号, pp.297-306, 1994.3.