

## 海上安全イニシアティブの活動概要

谷澤 克治\*

### On the Activities of Maritime Safety Initiative

by

Katsuji TANIZAWA

#### Abstract

This article briefly introduces the objects and the achievements of the Maritime Safety Initiative. It was a two-years project completed in 2011. At the beginning of the project, we invited experts of maritime safety from the government and held a free discussion. As an introduction of the project, the contents of the discussion are summarized, risk factors of maritime accidents and their control options are explained and the recommended challenges for NMRI are presented. Based on the recommendations, we have developed two key technologies.

One is maritime accidents database. Key information in the accident reports of Marine Accident Inquiry Agency are extracted by text processing technique and stored in the database. Using this database, we can distill stochastic facts from the vast amount of maritime accident reports. This database is also useful to extract individual process of failure navigation at the accident to study human factors.

The other is marine traffic simulator. This simulator was originally developed by Prof. Hasegawa in Osaka University and has a capability to simulate legal collision escape process of two ships in various encounter conditions. Based on the simulator, we have expanded its functions to estimate the quantitative effectiveness of various counter measures to avoid collisions and groundings.

---

\* 流体性能評価系  
原稿受付 平成24年7月17日  
審査日 平成24年9月4日

## 目 次

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 1. まえがき                               | 2 |
| 2. 海難事故のリスク要因と RCO                    | 2 |
| 2.1 インフラに起因するリスク要因                    | 2 |
| 2.2 船舶のスケールの違いに起因するリスク<br>要因          | 3 |
| 2.3 ヒューマンファクタに起因するリスク<br>要因           | 3 |
| 2.4 航海機器関連のリスク要因                      | 3 |
| 2.5 安全マネジメントに関連するリスク要因                | 4 |
| 2.6 社会的リスク要因                          | 4 |
| 2.7 海技研に対する提言                         | 4 |
| 3. 活動概要                               | 4 |
| 3.1 海難事故データベースによる事故分析                 | 4 |
| 3.2 ヒューマンファクタのより深い分析                  | 5 |
| 3.3 海上交通流シミュレーションを用いた<br>安全対策の評価技術の研究 | 5 |
| 4. まとめ                                | 5 |

## 1. まえがき

我が国の周辺海域においては、依然として重大海難事故が多数発生しており、海難事故を未然に防止し、安全安心な国民生活を確保することは引き続き優先度の高い社会的要請となっている。そこで、独立行政法人海上技術安全研究所（以下、海技研）では、重大海難事故が発生した際に、事故の再発防止対策の立案に役立つ質の高い海難事故解析を行うため、「海難事故解析センタ」を平成20年4月に設置し、組織的に事故対応を行う体制を整えた。また、操船リスクシミュレータや実海域再現水槽等の施設を整備・活用し、ソフト・ハード両面からの海難事故の再現と原因分析技術の開発に努めてきた。しかし、より積極的に海難事故防止に対する社会的要請に応えるためには、事故再現・分析の枠を超え、安全対策にまで踏み込んだ提言を行う必要がある。そこで、海技研では、平成21年4月に「海上安全イニシアティブプロジェクトチーム」（以下、プロジェクト）を設置し、2年計画で海難事故を防止するための対策シナリオの研究に着手した。海難事故は衝突、乗揚、転覆など様々であり、全てを網羅することは無理であるので、本プロジェクトでは最も件数の多い衝突事故を主な研究対象として取り上げ、海難審判庁裁決録のデータベース化とそれを用いた過去の実海難事故の分析、AISデータに基づく海上交通流シミュレーションによる安全対策の効果の定量的

評価技術の開発などを実施した。本特集は本プロジェクトの2年間の成果をとりまとめたものである。

## 2. 海難事故のリスク要因と RCO

海技研では本プロジェクトを立ち上げるにあたり、海上安全行政の専門家にお集まり頂いて海難事故を引き起こす様々なリスク要因、それらに対するリスクコントロールオプション（RCO）、制約条件とそれを克服するためのインセンティブ等についてフリーディスカッションを行い、本プロジェクトに対して希望することを提言して頂いた。そこで出された意見には、非常に参考になるものが多いので、本稿では最初にそれらをリスク毎に整理して簡潔に紹介する。

## 2.1 インフラに起因するリスク要因

道も無く、信号等の交通整理インフラが少ない海上では見合い関係が発生し易い。これが海上交通と陸上交通の最大の違いで、リスク要因の一つに上げられた。外海では見渡す限りの大海原で、他船との衝突などあり得ないように思えるが、実は選択される航路は似通っており、衝突の危険性は想像以上に高い。そこで、RCOとして、レーダや電子海図上へのバーチャルな海の道を描画し、中央線による交通流の分離やAIS情報等のグラフィカルプロットによる自然な整流効果により衝突リスクを下げるアイデアが出された。これには電子海図上への情報追記の制限があるため、ルール改正が必要となる。また、漁船や小型船へのAISの普及も必要であり、AISと電子海図の組み合わせによる、カーナビ程度の安価な海上ナビゲーションシステムの開発が求められる。浮標等へのAIS発信器の取り付けが進められており、レーダや電子海図上にだけ現れるバーチャル浮標の導入も検討されている。

東京湾口等の航路の出入口では海上交通流が集中するため衝突リスクが高い。そこで、浮標の位置変更や分離航行帯の設定等による交通整理が有望なRCOとなるが、定量的な効果の評価や、副作用の有無の検討等がなかなか難しい。これには、海上交通流シミュレータ等のRCOの効果を実証的に評価できるツール開発が必要である。また、評価ツールへの現実味のある入力データを作成するため、AISデータの蓄積・分析等も求められる。

その他のリスク要因として、陸上光と灯火の識別が困難、朝夕の交通混雑、プレジャーボートの夜間の不慣れた航海等が上げられ、RCOとして陸

上光と灯火が分離できる港湾設計、港湾荷役の24時間化等による混雑緩和、防波堤の照明、白色塗装による衝突防止等が提案された。

## 2.2 船舶のスケールの違いに起因するリスク要因

海上交通と陸上交通のもう一つの大きな違いはスケール差である。海上では船長300mに達する巨大船から10m以下のプレジャーボートまで、その大きさの差は30倍以上もあり、排水量では数万倍もの差がある。このため操縦性能が著しく異なる船舶が、同じ航路を同じ法規に従って航行しており、衝突事故のリスク要因となっている。また、小型船はレーダにも映りにくいため、特に夜間や停泊中は大型型船から捕捉しにくいことや、小型船と衝突しても気付かない等のリスク要因もある。

これらに対するRCOの一つとして、AIS搭載船の拡大が上げられ、500GT未満の大宗船への搭載義務化や、漁船、小型船への搭載促進等が議論された。この際に制約条件となるのがAIS機器の価格である。現在、簡易型でも50万円、受信機能だけでも10万円程度のコストがかかり、より安価な機器の開発が求められる。一方、AIS搭載船が増加すると、レーダや電子海図上がAIS情報のプロットで一杯になるため、船舶に大きさに応じたマーカサイズや、船種に応じたマーカの使用等表示装置上の工夫も必要となろう。小型船には発信機能だけのAISを搭載して相手船から捕捉を容易にする方法もあるが、無線免許の制約や、大型船に小型船を避けさせることは海上衝突予防法に精神に反するとの意見があり、逆に受信機能だけのAISを搭載し、被衝突の危険性が高まれば警報を発する方法も提案された。AIS機器の共通の問題として、AIS単体でのプロット機能の貧弱さが上げられる。新型のレーダや電子海図にはグラフィック情報として分かりやすく表示されるが、旧型の航行機器を用いている船舶ではAISを単体で使用していることが多く、分かりやすい表示機能の提供が必要であろう。

他のRCOとして海上交通情報の提供が上げられた。高速道路では渋滞情報を流して渋滞緩和と追突事故防止に効果を上げており、海上でも適切な情報提供は事故防止に有効ではとのアイデアである。東京湾等で非常に輻輳している箇所の情報を収集・整理して、船舶へ携帯等で送信するシステムや、交通流の制御や混雑緩和に資する情報コンテンツの開発などが必要であるが、情報を収集・提供する組織の設立や、効果を科学的に分析するための社会実験の実施など、課題は多い。

## 2.3 ヒューマンファクタに起因するリスク要因

衝突事故の最大のリスク要因は人間であろう。「人はミスをするもの」との前提でRCOを検討する必要がある。人的過誤を防止するには、船内環境、船内作業の実態、航行支援機器使用状況、を調査し、外航船、内航船、漁船、プレジャーボートなどの船種毎の正確な実態把握が不可欠である。これらの調査活動を通じて、人的リスク要因のより深い分析と人的過誤の背後にある要因分析を実施することが求められる。具体的なリスク要因としては、乗組員の過労、夜間一人の船橋当直、眠気を催す船橋環境等が上げられた。

これらに対するRCOとしてAISや電子海図等を活用した衝突や座礁予測に基づく事故自動回避装置や、コーストラッキング機能付き自動操舵装置など、フェイルセーフ機器の開発・導入があげられた。コーストラッキング機能付き自動操舵装置を搭載している船舶もあるが、針路や変針点がテキスト入力で面倒な上、それを電子海図上でグラフィカルに確認出来ないなど、使い勝手が悪く活用されていない実態がある。針路と変針ポイントを電子海図上に入力するGUIを備えた操作が簡単な装置の開発が求められる。現在でも自動操舵装置は小型船や漁船にまで普及しており、GPS等と組み合わせたコーストラッキング機能を追加しても価格はさほど上がらないし、単なる針路維持とは異なり格段に便利になるため、座礁事故防止には特に効果的であろう。昨日行った漁場へのコースが自動的にメモリーされるなど漁船等のニーズに沿った機能があれば、普及も促進されると思われる。ただし、事故自動回避装置使用中の海難事故に対する乗組員と機器メーカーとの責任問題や、これらの機器に頼った見張不十分な運航の増加等、想定とは異なる使われ方をする恐れがあることが、新たなリスク要因とならないよう機器の設計に当たって注意が必要である。

## 2.4 航海機器関連のリスク要因

レーダ、電子海図、AIS等の航海支援機器は、多機能であるが、使用法が複雑で分かりにくい。また、ユーザインターフェイスがメーカー毎、機種毎に異なるため、高齢な船員には敬遠されがちであり、折角の機能が活用されていない場合が多い。そこで、RCOとして簡単に使える統合された航海機器の開発・導入やユーザインターフェイスの統一等が考えられるが、現実的には困難である。メーカーによる既存の航海機器の正しい使い方の研修、新しい航海機器のインストラクタの養成、分かりやすいマニュアルの整備が最低限必要であろう。

一人での使用を前提にしていない航海機器の船

内配置もリスク要因との意見も出された。最近では1名当直が常態となっており、1名当直を前提に、航海機器の最適配置を検討し直す必要がある。

一方、外航船、内航船、漁船、プレジャーボート間でのコミュニケーション手段の欠落もリスク要因となっている。これには言葉の壁もあるが、それ以前に国際 VHF、マリン VHF、漁業無線の非互換性による通信手段の欠落という現実がある。そこで RCO としては、通信手段の確保が是非とも必要である。具体的には国際 VHF 携帯型通信機の普及が上げられた。米国では数百ドル程度で販売されているが、国内ではまだ高価であり、制約条件となっている。漁船への国際 VHF の搭載では免許制度の問題があったが、電波法の技術基準の改正が進んでいる。携帯電話等の既存の通信手段の有効活用等もプレジャーボート等では有効であるが、陸地から3マイル程度離れると圏外となるため、限界があろう。AIS プロッタ画面にタッチするだけで電話がつながる VHF と AIS の統合機器の普及なども面白いアイデアである。

## 2.5 安全マネジメントに関連するリスク要因

近年、安全マネジメントについて意識が高まって来ているが、商売優先でずさんな安全管理体制が原因の事故がまだまだ多い。RCO として、運航労務マネジメントの強化が上げられ、具体的には安全管理規定の策定と届出、安全統括管理責任者の任命と届出、安全に係る情報の公開、安全管理状況の抜打監査、事故発生に対し再発防止までの PDCA と報告書の提出等が示された。また、ISO9000 に習い、ハード面、ソフト面の複数の視点から安全マネジメントを評価し、点数を与えて一定水準以上の運送業者を格付する制度も提案された。これらの RCO の実施にはかなりコストがかかるため、経営者の格付けに対する意識を高める施策や、保険との関連付けインセンティブを与えるスキームを合わせて検討する必要がある。

## 2.6 社会的リスク要因

社会的なリスク要因として一番の問題は内航船員の高齢化と若い船員の不足である。高齢化による健康リスク、将来の更なる高齢化、若者の船員離れなど、厳しい現実がある。特効薬的な RCO は無く、外国人船員の内航船への就労が上げられるくらいである。これには言葉と文化の壁を克服する必要がある。日本人の若手船員を増やすには、船内就労環境の改善や少人数による運航の実現により、若い人に魅力的な職場環境を実現することが必要と言われているが、経済的に厳しいであろ

う。

## 2.7 海技研に対する提言

以上の議論の中で、海技研に対して以下の提言があった。

- (1)過去の海難事故の高度な分析
  - (2)ヒューマンファクタのより深い分析
  - (3)安全対策の効果の定量的評価技術の開発
  - (4)船舶のスケールの違いを踏まえた RCO の検討
- 海上安全イニシアティブで取り上げた研究開発課題は、これらの提言を受けて実施したものである。本稿では以下にこれらの提言を受けて実施した研究を簡潔に紹介する。

## 3. 活動概要

### 3.1 海難事故データベースを用いた事故分析

海難審判庁裁決録や要救助海難データ等を調べて、どの場所で、どういう船種が、どんな事故を起こしているのかを統計的に把握する事は容易ではない。海難事故防止に係わっている者は、それぞれが漠然とイメージしている事を、統計データとしてはっきり知りたいと願っている。2.7 節の(1)は、このようなニーズに対する海技研への提言である。

旧海難審判庁は年間 800 件程の海難事故を扱い、その記録が海難審判庁裁決録として公開されている。裁決録には海難事故の発生日時、場所、事故に至る経緯等が記述されており、海難事故分析を行うための貴重な資料となっている。また、電子データとしてもインターネット等で公開されるようになり、現在では 20 年分程の裁決録が閲覧できるようになっている。しかし、自然言語で記述されているため、裁決録から海域、季節、時刻、気象状況、衝突に至る経緯等の統計情報を抽出するためには、依然として膨大な労力が必要となる。そこで、本プロジェクトでは自然言語処理ツールを用いて裁決録から日時、船種、発生場所、天候・視界、航跡等の情報抽出処理を行い、海難事故データベースを作成した。自然言語処理ツールの能力がまだ人には遠く及ばないため、抽出された情報は人が裁決録と読み比べて確認し、本データベースの信頼性を確保している。本データベースを用いることで、特定の船種に係わる海難事故の抽出、天候等の条件検索、海域毎の事故分布の描画、事故に至る航跡表示等が可能になり、海難事故分析を効率的に実施できるようになった。

本プロジェクトではその活用例として、野島崎エリアでの海難を分析し、発生状況、視界、船種、



船速、針路、衝突時の交差角、時間等を分析し、野島崎エリアでの衝突事故の特徴を把握した。またこの分析から、野島崎エリアの地形の影響を考察し、衝突海難に対する対策案を検討した。

本研究の詳細は本特集号の記事「海難事故データベースを用いた事故分析」で紹介している。

### 3.2 ヒューマンファクタのより深い分析

海難事故原因の大半は人的要因であるが、これらをより深く分析する必要が指摘された。例えば見張不十分とされた事故でも、実態は様々であり、その背景までを分析した対策が求められている。2.7節の(2)は、このようなニーズに対する海技研への提言である。

この研究は実は非常に大変で、船内作業のつづきな観察や、操船リスクシミュレータによるバーチャルな実験等を活用した研究が必要であり、海技研ではこれらは本プロジェクトとは別に重点研究等で連綿と実施しているところである。そこで、本プロジェクトでは、先に述べた海難事故データベースを用い、相手船の認知から衝突に至るまでの時間的経緯に着目したヒューマンファクタの分析を行った。

本研究の詳細は本特集号の記事「裁決録に基づく衝突海難のヒューマンファクタ分析」で紹介している。

### 3.3 海上交通流シミュレーションを用いた安全対策の評価技術の開発

各種 RCO を実施するに当たっては、いきなり社会実験を行うことは無理であり、その有効性を事前に定量的に評価する必要がある。そこで、その評価技術の研究と定量的評価ツールの開発が求められた。2.7節の(3)は、このようなニーズに対する海技研への提言である。

これには海上交通流を計算機上でシミュレートする技術が不可欠である。海上交通流シミュレーションは海技研においても実施して来たが、衝突や乗揚防止対策の評価ツールとして用いるためには、船舶が互いの見合い関係を認識して適法な避航操船を行ったり、乗揚の危険性を認識して避航操船を行うところまでシミュレート出来なければならない。このような所謂インテリジェントシミュレータは、大阪大学の長谷川教授が長年研究されており、本プロジェクトでは大阪大学と共同研究契約を締結してインテリジェントシミュレータを導入し、これをベースに共同で安全対策評価ツールとしての海上交通流シミュレータを開発した。

一方、現実には即したシミュレーションを実施するには、信頼性の高い海上交通流の実測データが

不可欠であるため、本プロジェクトでは東京湾口を望む3カ所(伊豆大島、城ヶ島、館山)にAIS受信機を設置し、東京湾口ならびに湾内のAISデータを24時間体制で受信・蓄積するシステムを構築した。また、蓄積したAISデータを統計解析して、出発点と到着点、船舶の航路、変針点、船舶の生成頻度等の海上交通流シミュレータへの入力データを作成するシステムを開発した。

これらのツールを活用し、東京湾内での港湾の24時間操業や東京湾口への分離帯の導入等の安全対策を例に、海上交通流のシミュレーションによる安全対策の定量的な効果の評価も実施した。これらの研究については本特集号の記事「海上交通流シミュレーションを用いた安全対策の評価例」で紹介している。

## 4. まとめ

以上に本プロジェクトと本特集号の個々の記事の概要を簡単に紹介した。

海上安全イニシアティブは2年間の期限付きプロジェクトで、短期間で今後の安全対策の立案に必要な技術基盤を築くと共に、効果の評価をきちんと行った安全対策を提案することがその使命であった。本プロジェクトで開発した海難事故データベース、AISデータ解析技術、海上交通流シミュレーション技術などの技術基盤は、所期の成果である。一方、本特集で提案している安全対策は、行政機関が直ちに実施できるようなレベルではなく、まだまだ不十分であると考えている。ここから先は、行政機関と連携して研究を進めて行く必要がある。幸い本プロジェクト終了後も、開発した技術基盤は海技研の重点研究「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」に引き継がれ、運輸安全委員会との共同研究でも活用されており、海上安全行政に必ず役立つものと確信している。今後は実際の安全対策立案に活用しながら完成度を高め、社会に役立つ技術基盤として海技研のコア技術の柱としたい。

本特集号の最後の記事「航行安全対策と今後の展望」は衝突海難防止のための各種技術開発の現状解説である。海上交通流の整流等による衝突リスクの低減、衝突の危険性がある相手船の認知を促進するための気づき支援、衝突判断のための情報提供や避航操船時の意思疎通支援と操船支援等について解説しており、今後の航行安全対策を展望する上で参考になるであろう。

## 謝 辞

本プロジェクトの遂行に当りましては、国土交通省海事局ならびに海上保安庁交通部を度々訪問させて頂き、海難事故の実態について多くのご教示を頂くと共に、海技研が実施すべき研究について貴重な提言を賜りました。ここに紙面を借りて篤く御礼申し上げます