リスク解析システムの構想

輸送高度化研究領域　　＊田中　邦彦、疋田　賢次郎、岡崎　忠胤、福戸　淳司

１．はじめに

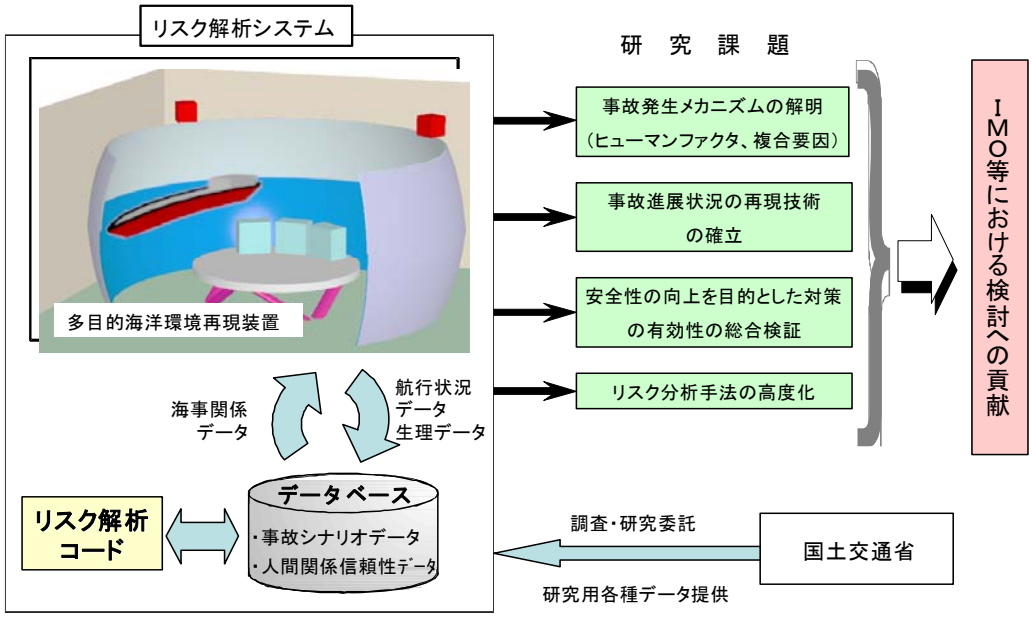
船舶の衝突、座礁等の海難事故が一度発生すると、多数の人的損害のみならず、甚大な海洋汚染損害を引き起こす恐れがある。このため、海難事故の未然防止及びその被害の最小化が求められており、海難事故を削減するための対策策定及びその評価法の検討が緊急の課題になっている。そこで、IMO（国際海事機関）においては、確率論的安全性評価の考えに基づく総合的な安全性評価法（FSA：Formal Safety Assessment）として検討がなされており、IMO において中心的な役割を果たしている我が国からは、すでに数々の成果を示している。

しかし、海難事故の約８割を占めると言われているヒューマンエラーに対する対策は未だ十分に行われていない。そこで、ヒューマンファクターを考慮した海難事故危険発生メカニズムを解明し、有効な対策案を検討する事を目指し、平成 17 年度リスク解析システムの構築を計画している。

本報告では、このリスク解析システムについての全体構想、及び研究手法について報告する。

２．研究概要

このリスク解析システムは、船橋周囲の視界映像や離着桟操船時の岸壁映像を投影するプロジェクションシステム、各種航海計器が装備される模擬船橋室、船体運動に連動して船橋を動揺させる電動油圧式動揺装置及び生理データ収集システム（注視点計測システム、心拍数計測システム）とから構成される多目的海洋環境再現装置とデータベース機能からなる。データベース機能には、多



図－１　リスク解析システムによる研究概要

目的海洋環境再現装置から得られた各種操船データの他、確率論的安全評価手法を実施するためのリスク解析コードを備えている。

多目的海洋環境再現装置は、輻輳海域における航行状況や離着桟操船時の航行状況を、実船に対応した詳細な船体運動として再現することが可能である。また、模擬船橋室は、内航船の船橋配置を考慮して作成し、今後予想される少人数での操船における安全性評価にも対応できるように設定した。また、ヒューマンインタフェースの評価においては、実際の操船環境を再現できなければならないことから、船橋内の装置については、実機あるいは実機相当の航海計器を配置した。さらに、現状の操船状況との比較および運航体制の検討も進めることができるよう、複数の操船者による運航も再現できるよう模擬船橋を設定している。

データベース機能には、実験時の操船・航行環境・生理データが解析・蓄積される他、海難審判録の海難事故データなど事故シナリオデータおよび GoFlow や FTA、FMEA 等の解析を行うリスク解析コードを整備し事故解析へ活用させる。

図－１にこのリスク解析システムを用いた研究概要を示した。

３．研究手法

現在、このリスク評価システムを用いて、ヒューマンファクターを考慮したリスク解析を主題とし、ヒューマンエラーが要因と思われる海難事故の再現、航行状況及び被験者の外的応答と内的応答を計測し、ヒューマンファクターの観点から総合的に事故要因の究明および対策案の策定とその評価を行うための手法の確立を目標に研究を進めている。

本システムにおいて、計測・解析を予定している項目は、以下に示す通りである。

【航行状況】

- 自船及び他船の状態量と操舵等の操船行動の時系列データとして計測
- 見合い関係やその対策行動の抽出・分析

【被験者の外的応答】

- 作業状況の画像記録
- 発話記録による被験者同士のコミュニケーション解析
- 注視点計測による、被験者の注意の解析

【被験者の内的応答】

- 心拍の RR 間隔計測による、被験者の緊張状態の解析
- 被験者の鼻部皮膚温度を計測し、被験者の緊張状態を解析

なお、本システムでは、複数の人間におけるインタラクションによって生じる過誤もヒューマンエラーの要因として重要と考え、２～３名の被験者の各種データを同時に計測することが可能なシステム構成とした。また、局所的に事故再現シナリオを実施するのみではなく、事故に至った航海全体を長時間にわたり再現し、被験者の疲労や覚醒度の低下の影響も検討可能とするため、シナリオ設定やシミュレーションシステムの機能拡張を行っている。

４．期待される効果

このリスク解析システムを活用する事により、航行環境や操船状況を再現し、操船作業の分析、事故事例の解析および安全対策を策定・評価する以下の研究が期待される。

（１）ヒューマンファクターを考慮した海難事故解析技術の確立
（２）操船者のエラー低減技術の開発
（３）操船作業の認知モデルに基づく人間信頼性評価技術の確立
（４）運航体勢の設計・評価技術の確立
（５）IBS や離着桟支援システム等の操船支援システムの開発・評価

５．おわりに

平成 17 年度完成を目指して、人間行動の分析や支援機器の開発・評価を通じて、ヒューマンエラーによる海難事故の低減を目指したリスク解析システムを整備している。

今後、リスク解析システムを活用した研究を通して、船舶の安全運航の実現のみならず、安全施策への貢献、IMO、ISO 等国際機関への貢献等が期待される。

なお、本リスク解析システムは、国土交通省施設整備費を用いて計画された。