



舶用機関事故における人的要因の多次元的分析

中村, 真澄

(Degree)

博士 (海事科学)

(Date of Degree)

2016-09-25

(Date of Publication)

2017-09-01

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲第6759号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1006759>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



論文内容の要旨

氏 名 中村 真澄

専 攻 海事科学専攻

論文題目 (外国語の場合は、その和訳を併記すること。)

舶用機関事故における人的要因の多次元的分析

(Analysis of Multi-Dimensional Approach for Human Factors concerning Marine Engine Accident)

指導教員 内田 誠

(注) 2, 000 字～4, 000 字でまとめること。

近年、舶用機器の信頼性は向上しているが、ヒューマンエラーの影響による機関損傷事故は増加傾向にある。舶用機関に関する海難事故の分析研究では、損傷・事故の発生要因の約70%がヒューマンエラーによるものであると判断されており、機関損傷による海難は、「機関士の犯すヒューマンエラー（以下、機関士エラー）」により発生している。最近では、ヒューマンエラーに主眼を置いた海難防止の取組みとして、エンジンリソースマネジメント (Engine-room Resource Management: 以下「ERM」) が積極的に導入されている。ERMは、国際海事機関 (International Maritime Organization: 以下「IMO」) でSTCW条約 (船員の訓練及び資格証明並びに当直の基準に関する国際条約) の付属書が包括的に見直され、2017年1月より完全実施となり、強制要件化される。この改正では、資源管理におけるリーダーシップ、チームワーク等といった非技術的スキルを含む資格要件が明記され、船舶機関の運転管理に関わる人的資源の能力確保が求められるようになる。さらに、このSTCW改正条約では、「承認されたシミュレータ訓練」が能力証明の一つとなる。今後は、シミュレータ訓練プログラムを構築して遂行し能力証明を行う具体的過程を検討する必要がある。

そこで、本研究では、機関損傷に関して潜在する危険要因を総合的・多次元的に考察して機関士の過誤の態様と機関士として過誤に陥らせる背景要因との相関、かつ、マクロな視点から危険の要因は何か、事故への発展を阻止する回復事由の客観的見極めに基づく適切な改善措置と訓練プログラム構築の一方策の検討及び、陸上支援側の支援が機関士の潜在因子にどのような影響を与えるか検討した。

第1章では、近年の船舶の管理体制の変化とそれに伴う不安全要素と機関士エラーの実例をまとめた。また、ヒューマンエラーに主眼を置いた事故防止への取組みについて、国際海事機関が見直したSTCW条約内容を示し、これらが求める訓練プログラム及び能力証明の具体的過程をまとめ、本研究の重要性を示した。さらに、本研究における機関損傷と機関士エラーの考え方、先行研究での機関士エラー及び、人的要因に関する取り組みを総括的に述べるとともに、本研究の目的を述べた。

第2章では、機関士エラーの総合的な機関事故防止の施策を構築するための端緒として、海難審判庁と舶用機関士協会編集舶用故障事例集から機関故障の現状を分析した。さらに、ヒューマンファクターを考慮した海難防止への国内外の取組みについて調査した。

その結果、機関士が関与した事故は、6割以上であり、陸上支援側の指示・判断によるトラブルは3割であった。海陸間のコミュニケーション及びチームマネジメントの必要性があった。

第3章では、機関士エラー及び人的要因について、本研究での考え方を整理するとともに、機関士エラーによる機関トラブルの発生過程を把握するため、機関士エラー発生過程細目を構築し、海難審判裁判事例集に記載された機関管理に関わる事件全1397件からプレジャーボートの事件を除く298件の分析を行った。その結果は、以下の通りである。

1. 海難事故に至る最も大きな要因は、規定されたルールを逸脱する「ルールの逸脱」であった。
2. 機関士は、7割以上が機関の異常のおそれを「検出」し、「確認」する段階でエラーを犯していた。
3. 規則・手順が不十分である「計画不足」が5割以上あり、次いで、機関士と陸上支援側との指示・連絡不足が3割以上も影響を与えていた。

第4章では、海難審判裁判録から機関事故におけるエラーの発生形態を分類するとともに、数量化Ⅲ類による分析及び、クラスター分析を行い、機関士エラーの全体像とその特徴を抽出することでエラー発生過程におけるそれぞれの要素間の繋がりを解明する一方策を検討した。発生形態の分析では、どこの過程で機関士エラーが発生するのかを定量的に把握する為に、機関士の情報処理システムに着目し、危険の程度の高い要因を抽出した。

1. 機関トラブルの要因で多かった項目は、「注意不足」であった。
2. 数量化Ⅲ類の結果より、機関士エラーに至った内的要因の「注意不足」における機関士エラーの概念は、「訓練・経験に基づく行動の有無」、「意識的行動レベル」、「通常作業・応急処置の有無」の3つの関係に定置することができた。
3. クラスター分析によって、「習慣に基づく漫然とした行動」、「経験やルールの固執性による行動」、「条件反射的行動」「外的事柄時の対応ミス」、「特定の状況時の対応ミス」という5つの主要なクラスターに分類できた。
4. 「注意不足」による機関士エラーの発生要因は、通常と異なる状態に陥った時、突発的に普段の行動が現われ、現状把握をしないまま誤った行動に移ることであった。

第5章では、これまでに起きた機関損傷事故を海難審判裁判録と船用機関故障事例集からそれぞれ事故の発生(顕在事象)と不具合の発見(潜在事象)として評価し、両者の性質・特徴をまとめた。さらに、数量化Ⅲ類による分析とクラスター分析を用いて機関士エラーにつながる人的要因に関する特性分析を行い、過誤に繋がる要因を検討した。顕在事象と潜在事象の要因カテゴリーを分析した結果、情報源の性質に違いはあるが、両者の類似性と相違性が明らかとなった。このような機関士エラーの総合的な特徴把握は、潜在事象の原因を究明し、顕在事象の背景を探るきっかけが生まれ、海難事故防止のための検討材料を示した。

第6章では、人的要因を考慮した安全対策やERMの具体的な評価手法を検討する一方策として、因子分析によって根本原因をとる潜在因子を抽出し、因子分析の結果を用いて因果モデルを作成し、その妥当性を共分散構造分析によって検証した。その結果は、以下のとおりである。

1. 人間エラーの発生過程路を用いて機関士の行動パターンに関する特性分析を行った結果、海難審判裁判事例より共通する潜在要因として、「現状把握力」と「解決策の理解度」を抽出することができた。
2. 「現状把握力」と「解決策の理解度」は、正の相関があり、相関モデルを示すことができた。

第7章では、船舶管理会社へのヒアリングから現状を調査し、海陸間のコミュニケーションの在り方を模索していること把握した。そこで、海難審判裁判事例を基に機関士エラーの因果関係の把握を試みる為、潜在因子間の影響を重回帰分析で検討した。その後、SDを用いて陸上側の支援バランスがこれらの因子間に与える影響を把握する為に、因果ループを構築してシミュレーションの基本モデルを構築した。その結果、以下の通りである。

1. 「解決策の理解度」は、重回帰分析により「現状把握力」に正の影響を与えていることが分かった。これは、現場の現状を把握することで異常への対策の解決策を導き出すことに影響があるが示された。
2. 基本モデルは、支援強化係数・対策強化係数が等しく影響しなければ支援バランスが崩れるもしくは、機関士の慣れ等により「現状把握力」及び「解決策の理解度」が望ましくない状態に影響を与えるモデルを作成した。

最後に、本研究では、海難審判裁判録と船用故障事例集の分析を基に人間の過誤に陥らせた背景要因との相関関係を総合的に明らかにし、危険の高い要因から優先的に改善策を講じることが未然防止策に繋がると考え数量化Ⅲ類より要因間の関係を把握した。さらに、船舶管理会社へのヒアリングから船用機関プラントの安全で効率的に運転・維持・管理するためには、機関士だけでなくSI(Superintendent:船舶管理監督)を中心に機器メーカー、造船所などを含む陸上の運航支援組織・要員を含めた海陸間のコミュニケーションならびにチームマネジメントの重要性が明らかになった。そこで、機関士に対する陸上支援部門の支援や対策における需給バランスについて基本モデルを検討した。

今後は、陸上側からの支援が機関士に与える影響を視覚的に表現する為、海陸間に影響する因子を抽出し、その後、SDを活用して支援バランスの挙動から支援効果を把握したい。

氏名	中村 真澄		
論文 題目	船用機関事故における人的要因の多次元的分析 (Analysis of Multi-Dimensional Approach for Human Factors concerning Marine Engine Accident)		
審査 委員	区 分	職 名	氏 名
	主 査	教 授	内田 誠
	副 査	教 授	段 智久
	副 査	教 授	平山 勝敏
	副 査		
	副 査		

印

印

要 旨

本申請論文は、IMO（国際海事機関）により採択され日本が批准しているSTCW（船員の訓練及び資格証明並びに当直の基準に関する国際条約）の2010年マニラ改正で、ERM（機関室資源管理）が強制要件化され、ERM教育訓練等を実施する環境として、同改正で「承認されたシミュレータ訓練」の導入が認められた背景及び環境において、効果的な機関シミュレータの訓練プログラムを構築して遂行し、客観性を高めた能力証明の具体的過程を検討するために不可欠と考えられる、船用機関事故における機関士エラーの特徴分析を試み、機関士エラーの根本原因となる潜在因子を把握しようとしたものである。

本論文は8章で構成されており、第1章では研究背景と研究目的が述べられ、第8章では総括として本研究の成果と今後の展望がまとめられている。研究内容の骨格となる第2章から第7章の概要は以下の通りである。

第2章では、機関士エラーの総合的な機関事故防止の施策を構築するための端緒として、海難審判裁決録と船用機関士協会船用故障事例集（船用機関士協会編集）から機関故障の現状が分析されている。また、海難防止に向けて、人的要因を考慮した国内外の取組みに関する調査結果が示されている。結果要点として、機関士が関与した事故は6割以上であること、陸上支援側の指示・判断によるトラブルは3割であること、および海陸間のコミュニケーション及びチームマネジメントの必要性が述べられている。

第3章では、機関士エラー及び人的要因について、本研究での考え方が整理して述べられると共に、機関士エラーによる機関トラブルの発生過程を把握するため、機関士エラー発生過程細目が構築され、海難審判裁決録に記載された機関管理に関わる全1397件からプレジャーボートの事件を除く298件の分析が行われている。結果要点として、事故に直結した機関士エラーの内容が示されている。

第4章では、海難審判裁決録から機関事故におけるエラーの発生形態を読み取って分類が試みられ、数量化Ⅲ類による分析及びクラスター分析が行われ、機関士エラーの全体像とその特徴を抽出することでエラー発生過程におけるそれぞれの要素間の繋がりを解明する一方策が検討されている。

第5章では、機関損傷事故について事故の発生（顕在事象）と不具合の発見（潜在事象）を定義してそれぞれ評価し、両者の性質・特徴がまとめられている。加えて、数量化Ⅲ類による分析及びクラスター分析の結果から機関士エラーにつながる人的要因に関する特性分析が試みられ、過剰に繋がる要因が検討されている。顕在事象と潜在事象の要因カテゴリーの分析により、両者の類似性と相違性が明らかにされている。

氏名	中村 真澄		
論文 題目	船用機関事故における人的要因の多次元的分析 (Analysis of Multi-Dimensional Approach for Human Factors concerning Marine Engine Accident)		
審査 委員	区 分	職 名	氏 名
	主 査	教 授	内田 誠
	副 査	教 授	段 智久
	副 査	教 授	平山 勝敏
	副 査		
	副 査		

第6章では、人的要因を考慮した安全対策やERMの具体的な評価手法を検討する一方策として、因子分析によって根本原因となる潜在因子が抽出され、因子分析の結果を用いて因果モデルが作成され、それらの妥当性が共分散構造分析によって検証されている。潜在要因として、「現状把握力」と「解決策の理解度」が抽出され、両者の相関モデルが示されている。

第7章では、船舶管理会社へのヒアリング調査結果を反映させた海陸間のコミュニケーションに焦点を絞った、船舶機関運転支援に関するシミュレーションモデルが提案され、「現状把握力」、「解決策の理解度」と「支援バランス」相関が試算されている。機関士の人的要因として「一点集中」および「慣れによる行動」の影響を組み入れた基本モデルが構築されている。

本研究では、船舶の安全運航管理の向上を目指し、船用機関事故における機関士の人的要因について詳細な分析が行われ、機関士エラーの概念を「訓練・経験に基づく行動の有無」、「意識的行動レベル」、「通常作業・応急処置の有無」の3つの関係に定置したこと、および、クラスター分析に基づき「習慣に基づく漫然とした行動」、「経験やルールの固執性による行動」、「条件反射的行動」、「外的事柄時の対応ミス」、「特定の状況時の対応ミス」の5つの主要なクラスターに分類できることを示し、潜在事象と顕在事象の類似性と相違性を明らかにし、顕在事象である海難レベルの事故を未然防止する方策検討のための重要な知見が得られている。加えて、機関士エラーの因果モデルを構築して陸上支援側のマネジメントを加味したシミュレーションによる試算結果を示し、実職機関士・機関長の教育訓練および支援システムを検討するための基本モデルを構築するなど、船舶機関管理実務に展開可能な重要な知見が得られている。

本申請論文では、研究内容の独自性及び明確な研究成果が示されており、海事科学研究科学位論文評価基準を満たしており、学位申請者の 中村 真澄 は、博士（海事科学）の学位を得る資格があると認める。

以上