

TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

リスクの定量的評価による船員災害の特徴と災害防止に関する研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-06-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 小島, 智恵 メールアドレス: 所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/1792

博士学位論文

リスクの定量的評価による船員災害の特徴と
災害防止に関する研究

平成 30 年度

(2019 年 3 月)

東京海洋大学大学院

海洋科学技術研究科

応用環境システム学専攻

小島 智恵

目次

第1章 はじめに	1
1.1 船員災害の概要	1
1.1.1 船員労働安全衛生規則の概要	1
1.1.2 船員災害と労働災害の定義	2
1.1.3 船員災害の報告	2
1.1.4 船舶医療制度	3
1.1.5 船員災害防止に関する取り組み	4
1.2 研究目的及び概要	5
1.2.1 研究目的	5
1.2.2 研究概要	5
第2章 災害防止対策と安全管理の構築の考え方	7
2.1 緒論	7
2.2 安全管理構築の必要性	7
2.3 労働安全に関する用語	7
2.4 事故の連鎖「ハインリッヒのドミノ理論」	9
2.5 事故の防御壁「スイスチーズ・モデル」	10
2.6 ヒューマンエラーとヒューマンファクターの概念と分析方法	12
2.6.1 ヒューマンエラーの定義	12
2.6.2 ヒューマンエラーの分類	13
2.6.3 ヒューマンファクターとヒューマンエラーの概念	13
2.6.4 ヒューマンエラーの要因	14
2.7 結論	14
第3章 船員災害の傾向と特徴	16
3.1 船員災害の現状と事故解析手法	16
3.2 船員災害の傾向	16
3.3 船員災害の年千人率	16
3.4 船員災害の様態	19
3.5 過去10年の船員災害発生状況	19
3.5.1 一般船舶の災害傾向	20
3.5.2 漁船の災害傾向	20
3.5.3 その他の船舶の傾向	20
3.6 災害発生状況の変化	21

3.7 VT解析による船員災害の分析	22
3.7.1 VT解析の考え方	22
3.7.2 『転倒』についてのVT解析	23
3.7.3 『はさまれ』についてのVT解析	25
3.7.4 『動作の反動・無理な動作』についてのVT解析	27
3.8 結論	29

第4章 ヒューマンエラーの分類	31
4.1 災害の発生要因	31
4.2 災害発生状況と休業日数	31
4.3 休業日数と作業	32
4.4 ヒューマンエラーと背景要因の分析手法	33
4.5 ヒューマンファクターに基づく分析手法	33
4.6 ヒューマンエラーの特徴分類	34
4.7 ヒューマンエラーと背景要因	35
4.8 ヒューマンエラーの分類	36
4.9 結論	35

第5章 ヒューマンエラーに起因する船員の疲労調査	38
5.1 ヒューマンエラーの内的PSF	38
5.2 FRMS（疲労リスク管理システム）への取り組み	38
5.3 安全運航と船員の疲労について	40
5.3.1 船員の疲労調査の目的	41
5.3.2 研究方法	41
5.3.3 船員の職場環境の現状	41
5.3.4 被験者の疲労と睡眠についての現状調査	42
5.3.5 疲労の種類	43
5.3.6 自覚症しらべと心拍数による疲労調査	43
5.3.7 自覚症しらべによる疲労調査	44
5.3.8 自覚症しらべによる疲労調査結果	46
5.4 心拍数計測による疲労分析	52
5.4.1 心拍数計測にほる疲労調査	52
5.5 疲労回復度調査の検討及び実施	54
5.5.1 起床時の睡眠感調査票による分析手法	54
5.5.2 起床時睡眠感調査票による疲労回復調査	55
5.5.3 居住環境の違いによる睡眠への影響	56

5.6	睡眠計測による睡眠の質の分析手法	57
5.6.1	睡眠計測による睡眠の質の分析	57
5.7	気象・海象と疲労の関係調査	58
5.7.1	気象（風）による疲労への影響の調査方法	58
5.7.2	気象（風）と疲労の関係	59
5.7.3	海象（波高及び海面状態）による疲労への影響の調査方法	59
5.7.4	海象（波高）と疲労の関係	60
5.7.5	海象（海面状態）と疲労の関係	61
5.8	結論	62

第6章 船員災害のリスクの定量的評価 64

6.1	緒論	64
6.2	災害発生件数によるリスク評価	64
6.2.1	危害の発生割合分析	64
6.2.2	外航における危害の発生割合	64
6.2.3	内航（大手）における危害の発生割合	65
6.2.4	内航（その他）における危害の発生割合	66
6.2.5	その他の船舶における危害の発生割合	66
6.2.6	各船種の災害時における作業の割合	67
6.3	労働損失日数のかつようによるリスクの定量的評価	67
6.3.1	リスクの算出方法	67
6.3.2	リスクの定量的評価の分析結果（外航の重篤度の詳細内訳）	68
6.3.3	リスクの定量的評価の分析結果（内航（大手）の重篤度の詳細内訳）	69
6.3.4	リスクの定量的評価の分析結果（内航（その他）の重篤度の詳細内訳）	69
6.3.5	リスクの定量的評価の分析結果（その他の重篤度の詳細内訳）	70
6.4	災害の評価指標の比較	70
6.4.1	外航における災害評価指標の比較	70
6.4.2	内航（大手）における災害評価指標の比較	71
6.4.3	内航（その他）における災害評価指標の比較	72
6.4.4	その他における災害評価指標の比較	72
6.4.3	内航（その他）における災害評価指標の比較	72
6.5	結論	73

第7章 船員災害の防止体制の構築 75

7.1	緒論	75
7.2	事故の防御壁	75

7.3 船員災害の5M	76
7.3.1 人間的要因	77
7.3.2 機械・設備的要因	77
7.3.3 作業・環境的要因	77
7.3.4 管理的要因	78
7.3.5 任務的要因	78

第8章 結論	79
--------	----

参考文献

謝辞

第1章

はじめに

1.1 船員災害の概要

船員の職業は、林業鉱業に続く危険な職業という統計が発表⁽¹⁾されており、船員が乗船中に職務上であるかないかに関係なく、負傷、疾病、死亡が発生した場合を船員災害と定義されている。船員の災害には特殊な労働環境を根底とする陸上災害とは異なる特性があると考えられる。船員の特殊な労働環境としては、主に自然環境、居住環境、勤務体制、運航技術、職務分担、陸上管理体制等が挙げられ、このような特殊な環境を考慮した安全対策が重要であると考えられる。本章では、船員災害の概要・定義や国土交通省の取り組みと本論文の構成について述べる。

1.1.1 船員労働安全衛生規則の概要⁽²⁾

船員労働安全衛生規則（1964年運輸省令第53号）は、1962年の船員法の改定により法律上の根拠が整備され、1964年に制定され翌年から施行された。それまでは、船員の労働安全衛生に関しては、その労働と生活の特殊性を考慮して、船内で供給される食糧に関しての規則と船内で船員が災害・疾病にかかった場合の対応に重点をおいた規制があった程度で、船内作業の安全を確保するための規制はほとんどなかった。

陸上労働における安全衛生に関しては、労働基準法が1947年に制定されるとこれに基づいてすぐ労働安全衛生規則が整備されたが、船員労働に関して整備が遅れた理由としては、船内での安全・衛生管理は、船舶職員法（当時）で規定された資格を受有している船長以下の船舶職員が行っており、安全衛生管理機構としての役割を果たしているという考え方が強かったことが挙げられる。また、船舶安全法が設備の面から船内の安全・衛生に関して規制しており、この規則が船員にも適用されるようになっていたので、その必要性の認識が乏しかったことなども挙げられる。しかし、船員の労働安全衛生に関して、労働基準や労働環境の整備という側面から規制されるべき課題が多く残されており、船員の労働安全衛生関係の災害発生率の平均値が陸上労働に比べて、著しく高かったため、船員中央労働委員会に対して「船員の労働安全衛生に関する所要の規制をする根拠規定の整備について」の諮問がなされて、その答申に従い、1962年に船員法が改正された。この改正で、船員の労働安全衛生に関して、船内作業による危害の防止と船内衛生の保持をはかるために必要な事項を定めることができるようになり、公・労・使の3者を代表する委員で構成された船員中央労働委員会で慎重な審議・検討がなされ、1964年船員労働安全衛生規

則が誕生した。その後、1982年の船員法改正に伴う規則の改正等、幾度かの改正を経ていく。最近では、2006年2月にILO(国際労働機関)で採択された「2006年の海上の労働に関する条約(海上労働条約)」が2013年8月20日に発効し、国際基準に合わせた船員の労働条件の改善と規定に定められた労働条件に関する検査制度の導入のため、船員法及び関連規則の改正がなされている。

1.1.2 船員災害と労働災害の定義⁽³⁾

船員災害の定義については、1967年(昭和42年)「船員災害防止活動の促進に関する法律」に基づいて、「船員の就業に係る船舶、船内設備、積荷などにより、または作業行動もしくは船内生活によって、船員が負傷し、疾病にかかり、または死亡することをいう」と規定されている。船員災害は、職務上であるか職務外であるかは関係なく、また狭義の災害(死傷)と疾病に分けられる。一方、労働災害の定義については、「労働安全衛生法」に「労働者の就業に係る建設物、設備、原材料、ガス、蒸気、粉じんなどにより、または作業行動、その他業務に起因して、労働者が負傷し、疾病にかかり、または死亡することをいう」と規定され、労働災害であるためには、職務内容(労働内容)と密接な因果関係を必要としている点では、船員災害と大きくことなる部分といえる。

ここで、「労働者」とは「労働基準法」に規定されている労働者で、職業の種類を問わず、一定の事業や事務所で使用されている者を指し当然「船員」も含まれる。しかし、船員の海上労働の特殊性から、船員の労働災害防止のための危害防止措置や責任体制などは「船員法」の規定に従うことになるので、「労働安全衛生法」の規定は、船員には直接の適用はない。この定義から、船員に対する労働災害の範囲は、陸上よりも広く、船員の負傷、疾病、死亡等が乗船期間中に発生したものであれば、職務中・職務外のすべての期間を包含したものとなっている。

1.1.3 船員災害の報告⁽⁴⁾

船員法第111条では、船舶所有者は災害補償の実施状況や他所定の関連事項について、図1.1に示す災害疾病発生状況報告書を記入し、国土交通大臣に毎年1回報告することが義務づけられている。そして、この報告された資料に基づいて、国土交通省海事局船員政策課では、船員の災害・疾病発生状況を年度ごとに取りまとめ、毎年1回「船員災害疾病発生状況報告(船員法111条)集計書」を作成して公表している。

この報告書の災害及び疾病は、当該年度中に船内および船内作業に関連した場所で発生した休業3日以上(死亡および行方不明者を含む)の災害および疾病(死亡および行方不明者を含む)である。したがっ

て、3日未満の災害・疾病はこの報告書では把握できないことになる。しかし、船員保険では日数に関係なく疾病手当金等が支給されるので、船舶所有者は船員保険給付のための「船員保険現認書」等からも船内での災害・疾病の発生状況を把握することができる。

第二十号書式（第七十三条関係）（日本工業規格A列4番）

地方運輸局長 殿 運輸監理部長										
災害疾病発生状況報告書（ 年4月1日から 年3月31日まで）〔① 災害・疾病〕										
主たる船員の労務管理を行う事務所					船舶所有者（本社）					
所在地： (電話)					住所（所在地）： (電話)					
名称					氏名（名称）					
担当者氏名					常時使用する船員数					
発生年月日	年	月	日	船員の年齢	歳	性別	男・女	職名	国籍	日本人・外国人
②船舶の用途	総トン数		ト	③傷病名			④作業員数 人			
⑤	1) 災害発生場所									
	2) 災害発生時の作業									
	3) 災害発生の要因（Ⅰ気象、海象 Ⅱ船舶・船内設備、積荷等 Ⅲ作業行動、船内における作業環境）									
	4) 発生した災害の内容									
	5) 災害を防止するために講じた措置又は講じようとする措置									
⑥休業日数		日	⑦身体障害			⑧下船・退職等				

図 1.1 船員法第 111 条 船員災害疾病発生状況報告書

1.1.4 船舶医療制度⁽⁵⁾

船員として船舶に乗り込むためには、国土交通大臣の指定する医師が船内労働に適することを証明した健康証明書をもたなければならない。（船員法第 83 条⁽⁶⁾）健康証明書を持参し、乗船するが、乗船後に病気や負傷をする場合もある。船舶医療制度において、船舶に医師を乗り組ませなければならない船舶は、以下の通りである。

1. 遠洋区域又は近海区域を航行区域とする総トン数 3000 トン以上の船舶で最大とう乗人数 100 人以上の船舶
2. 前号に掲げる船舶以外の遠洋区域を航行区域とする国土交通省の定める船舶で国土交通省の指定する航路に就航するもの
3. 国土交通省の定める母船式漁業に従事する漁船

船舶には、衛生担当者が配置されているが、医療行為を行う医師ではないので、航海中乗組員に疾病や負傷が生じた場合は、衛生担当者等が陸上の指定された病院等に対して、無線で必要な情報を提示し、専門の医師から適切な救急措置の指示や医療助言を受けられる制

度として「無線医療制度」が整備されている。現在、この制度の運営は、(独) 地域医療機能推進機構が行い、具体的な医療助言は横浜保土ヶ谷中央病院及び東京高輪病院が 24 時間体制で実施している。

船舶医療制度や無線医療制度により、客船や練習船など最大とう乗人数の多い船舶では医師や看護師が乗船しているが、それ以外の船舶は医師・看護師が乗船していないのが現状である。海上において災害が発生し、速やかに医療機関に搬送する場合には、緊急入港やヘリコプターの救助などの対処が必要となる。さらに、被災の重篤度によっては、船舶の運航予定を変更することや乗組員の交代も免れず、船舶所有者にとっては災害コスト⁽⁷⁾といわれる費用が発生する。このことから船員災害が発生すると船舶の運航に大きな支障を及ぼすことが考えられる。

1.1.5 船員災害防止に関する取り組み⁽⁸⁾

「船員災害防止活動の促進に関する法律」に基づいて、国土交通省による船員災害防止計画が 5 年ごとに、交通政策審議会の意見を聞いて、船員災害の減少目標その他船員災害の防止に関し基本となるべき事項を定めた船員災害防止基本計画（以下「基本計画」という。）を作成しなければならないとされている。基本計画の内容として、船員災害の減少目的、船員災害の防止に関し重点をおくべき船員災害の種類、船員災害の防止のための主要な対策に関する事項、その他船員災害防止に関し重要な事項などがある。平成 30 年には「第 11 次船員災害防止基本計画」が発効され、経営トップによる安全衛生管理活動への積極的な取り組みを行うなど、船内における快適な作業環境及び居住環境の整備を含む船員災害防止対策が推進されている。また、昭和 42 年に船員災害防止協会が船舶所有者とその団体とともに、船員の安全の確保と船内衛生の向上ための対策を自主的に推進して、船員の災害を防止する目的として設立された。

1.2 研究目的及び概要

1.2.1 研究目的

本論文の目的では、近年における船員災害の発生率の減少傾向の停滞や、船員災害による船舶運航への影響から、船員災害の特徴と傾向を調査した。この特徴と傾向から、災害へと発展した人的要因の抽出、特殊な労働環境を職場とする船員の疲労調査、災害発生時の作業におけるリスクの定量的評価を実施した。それらの特徴や傾向に基づき、船員災害の発生率の減少や災害防止の効果的な対策を提案することを本論文の目的とする。

1.2.2 研究の概要

本論文では、まず船員災害の特徴を分析し、災害の様態や災害時の発生作業を把握することで、災害防止を検討するためには、船員災害に発展した要因となる行動や判断を抽出することの必要性を示した。ここで災害へ発展した要因をヒューマンエラーと定義し、災害へと発展した要因となる行動や判断からヒューマンエラーの特徴を把握するために災害時における意識と行動の有無によるヒューマンエラーの分類を行った。その結果、作業者の行動と意識は、災害へと繋がる要因に影響を及ぼすことがわかった。そのため、作業者の行動と意識がヒューマンエラーの分類に影響することから、認知パフォーマンス、運動能力、コミュニケーション、社会的なスキルに有害な影響をもたらす⁽⁹⁾と先行研究でしめされている疲労に着目し、労働環境の違いによる船員の疲労と疲労回復の調査を実施した。自覚症しらべと心拍数計測による疲労度の検討を行ったところ、船員は陸上で仕事をしている時より、海上で働いている方が疲労しやすく、疲労回復もしにくい結果となった。

次に、船員災害において、リスクの高い作業を対象に具体的な防止対策の提案を行うため、損失日数をリスクの定量的評価指標として、災害時の作業の全労働損失日数の定量評価を行った。この結果より、業種によって災害対策が異なる結果となった。このことから、災害防止の5M(人的、設備、環境・作業、管理、任務)などの対策を講じることで、船員災害の発生防止の提案を行った。

本論文の構成は以下の通りである。

第1章は、本研究の目標、船員災害の定義と概要、船舶医療制度や船員災害疾病発生状況報告書、船員災害防止への取り組みについて述べるとともに、本研究の意義及び目的を述べた。

第2章は、船員災害防止の観点から、安全管理の構築が必要であると考え、安全を確保するためのリスクマネジメントを行う場合には、潜在する危険（リスク）を摘出し、危険度を評価したうえで対策を決定していくことが求められていることから、災害や事故へと発展する背景要因を分析する手法を統括的に述べた。

第3章は、船員災害の現状と傾向を把握するために、船舶所有者から国土交通省海事局に報告（船員法第111条）された船員災害疾病発生状況報告のデータに基づいて、発生傾向の高い災害に関して、災害の様態と実施していた作業について解析を行った。また、災害発生時の様態を分析するため、時系列的な事故分析手法であるバリエーションツリー解析を船員災害の人的要因分析に適用し、災害に発展した通常とは異なった要因となる行動や判断の抽出を行い、その過程における船員災害の背景要因を整理した。

第4章は、災害防止対策を提案するために、災害へと発展した人的要因をヒューマンエラーと定義し、その発生メカニズムから、「行動の有無」と「意識の有無」の2点から、ヒューマンエラーを4つに分類し、災害発生時作業におけるヒューマンエラーの特徴を把握した。さらに、災害時の様態は、作業者の行動、作業者の認知・判断、作業環境が要因となり災害が発生する傾向があることを述べた。

第5章は、行動や認知に影響を及ぼす疲労に着目した。疲労は、認知的なパフォーマンス、運動スキル等に対して有害な影響を及ぼすことが先行研究で示されていたことから、労働環境の違いによる船員の疲労に着目し、疲労の傾向調査を実施した。心拍数計測や自覚症しらべによる調査から、海上勤務と陸上勤務を比較した場合、海上勤務の方が陸上勤務時より疲労しやすい結果を示した。

第6章は、船員災害の傾向からリスクの高い作業を対象に、具体的な防止対策の提案を行うため、全労働損失日数をリスクの定量的評価指標とし、災害時の作業ごとの全労働損失日数の定量的評価を行った。全労働損失日数から作業におけるリスクの定量的評価を実施することで、リスクの高い作業について、重点的に対策を施す必要性を述べた。

第7章は、本研究で得られた成果を基から、船員災害を防止するには、安全管理の構築に向けて、特殊な労働環境における職場の特徴を考慮し、船員災害を防止する重要性を述べた。

第8章は、本研究で得られた成果を統括するとともに、今後取り組むべき課題を述べる。

第2章

災害防止対策と安全管理の構築の考え方

2.1 緒論

航空機、鉄道、自動車、船舶、原子力発電所、医療現場、各分野において、事故や災害の調査・分析が継続して行われている。これら人間の判断や行動が伴う要因や自らとった行動が意図しない結果をもたらす「ヒューマンエラー」⁽¹⁰⁾が指摘されている。事故や災害が発生する要因として、不安全行動や不安全状態などが挙げられていることから、災害防止対策を施す際に、不安全行動や不安全状態を誘発する要因を分析していく必要がある。さらに、事故や災害へと発展してしまう要因を抽出することで、安全管理の構築へと繋がり、具体的な災害防止対策が施せると考える。そこで、本章では、事故や災害の法則や災害へ至る様々な要因、最終的に災害にまで発展することを系統的に表現したモデルについて述べる。

2.2 安全管理構築の必要性

安全とは、事故や災害が発生していない事象を示すものではなく、そのような事象を招く要因がないことである⁽¹¹⁾。安全の反対の概念が危険であり、危険の結果としての事象がケガ・災害であって、安全の反対が災害でない。

企業・事業場で構築されつつある労働安全衛生マネジメントシステムや機械の本質的な安全などを確保するためのリスクマネジメント

を行う場合には、潜在する危険（リスク）を摘出し、危険度を評価したうえで対策を決定していくことが求められている。

2.3 労働安全に関する用語

近年、労働安全衛生マネジメントシステム、リスクアセスメント、安全基準などの安全の国際化が進展する中で、「労働安全」に関する用語が用いられる。本論文で使用する用語の概略を表 2.1 に示す。

表 2.1 労働安全に関する用語⁽¹²⁾

英語（訳語）	意味するところ
Safety (セーフティ：安全)	安全、安全性のことをいう。 受容できないリスクから免れている（または開放されている）状態をいう。
Accident (アクシデント：事故)	死亡、疾病、傷害、その他の損失を伴う望まれない事象（出来事）のことをいう。すなわち、身体の傷害等の実害が生じた場合の用語として使用されている。
Hazard (ハザード：危険源)	傷害または疾病、財産の損害、職場環境の損害などをもたらす潜在的な源、状況のことをいう。Danger, Hazardous, Riskなどが使用されることもある。災害・事故原因、災害・事故要因などの表現が該当し、また、一般的に「危険」と表現している場合も多い。
Incident (インシデント：事故誘因)	事故につながるか、または事故をもたらす潜在性を持った事象のことをいう。 すなわち、身体の傷害は伴わないが、事故の可能性が高い要因のことをいう。OHSAS18001の用語解説では、Incidentの中にNear missが含まれると述べている。また、Accidentが重大事故で、Incidentが小事故と説明している例もある。
Near miss(ニアミス)	疾病、傷害、損害、他の損失に至らない事故誘因のことをいっており、ILOの大規模災害の防止に関する条約(174号)でも、accidentおよびnear missと使い分けている。航空機同士の異常接近の場合等に多く使用されるが、「ヒヤリ」「ハット」事例の多くがこれに該当すると考えられる。
Harm(危害)	危険事象の回避失敗の結果として生ずる事象のことをいう。
Potential(ポテンシャル)	身体に傷害を与える可能性を内在（潜在）する要因のことをいっており、HazardまたはRiskとほぼ同様に使用されている。
Risk(リスク)	危険源によって生ずる「負傷または疾病の重篤度」と「負傷または疾病が発生する可能性」の度合いを示す指標のことをいう。
Risk assessment (リスクアセスメント)	リスクの重大度を見積もり、そのリスクが許容できるか否かを決定する過程のことをいう。

2.4 事故の連鎖「ハインリッヒのドミノ理論」⁽¹³⁾

ハインリッヒの法則とは、安全技術者のハーバード・ウィリアム・ハインリッヒが5000件以上に及ぶ事故事例を根拠にして導きだした統計的な経験則である。図2.1にハインリッヒの法則を示す。その内容として、1つの重大事故の背景には29の軽微な事故があり、さらにその背景には300のインシデントが存在するというもので、日本では「ヒヤリハットの法則」とも呼ばれている。

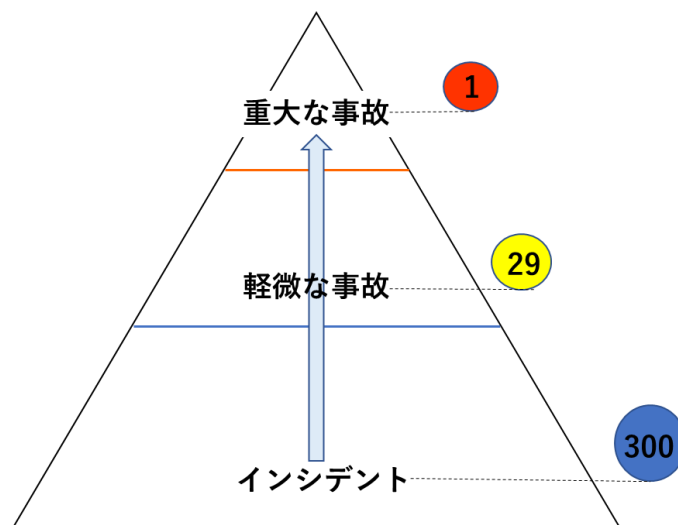


図 2.1 ハインリッヒの法則

1928年にこの法則を発表してから、労働事故が人間の生命に直結するような分野で活用されており、日々の安全活動に活用されている。ハインリッヒの法則が発表されて、約100年となるが今もこの法則が活用されているのは、時代の変化や技術の進歩があっても人間の行動特性は、大きく変化してないことが示唆されている。そのことを踏まえ、ハインリッヒのドミノ理論（モデル）「5つの駒」（図2.2参照）が、事故や災害に至るプロセスを原因と結果の連鎖として説明された理論である。ドミノ理論の内容は、ドミノに記された数字の順に先行事象として連鎖していき、最終的に事故へと発展した災害に至ることを示したものである。ここで、事故と災害が区別しているのは、事故を「災害をもたらす事象」と定義し、災害を「被害そのもの」として定義しているためである。事故の発生が必ずしも被害をもたらすとは限らず、被害に至る前に止められた事故としてインシデント（ヒヤリハット）も含まれる。

このドミノ理論は、1つのドミノが倒れることによって、自動的に次のドミノが連鎖的に倒れていき、最終的に災害にまで発展することを系統的に表現したモデルである。この連鎖するドミノのうち1つを除去したら、連鎖を食い止めることができるともいえる。

ハインリッヒは、5つのドミノの中で除去すべき1つを「③不安全行動・不安全状態」と主張し、日常的な行動の管理こそが、事故や災害を防止するための最高の手段であると主張した。

安全の反対を危険やリスクではなく「不安全」におくことは、安全に関わる手綱を自らが握っていることを意味する。つまり、日々の不安全行動と状態を自らが主体的に管理することが、ハインリッヒの法則ではないかと考える。事故や災害は偶発的なものではなく、その背景には多くのインシデントが存在し、さらにその背景には多くの不安全が存在する。それらの要因が時には連鎖的に、時には複合的に重なり合い必然的に1つの重大事故へと繋がっていく。災害防止で、不安全状態と不安全行動に対策を施すのは、災害現場で3つ目のドミノを取り除くことが可能で、災害防止に効果的である。

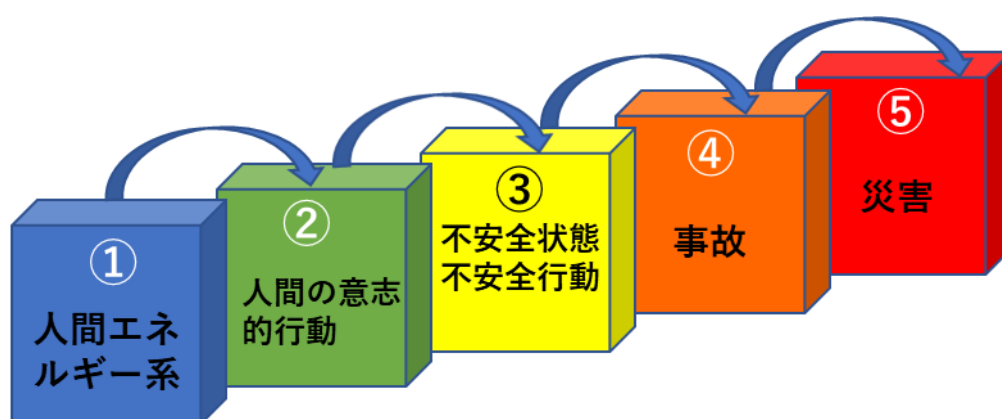


図 2.2 ドミノ理論

2.5 事故の防御壁「スイスチーズ・モデル」⁽¹⁴⁾

ジェームス・リーズン教授は、1990年に「事故の原因を個人に限定することは適当ではなく、その原因は組織にある」との考えのもとに、図 2.3 に示すスイスチーズ・モデルによる組織事故論を提唱した。これが世界に広がり、日本においても原子力発電所事故、医療・介護事故、航空機事故、列車事故等の解析と対策、そして近年では、情報セキュリティなどの面で広く活用されている。この理論は、巨大システム（組織）が活動している中では何らかのリスク（潜在危険）が伴うので、多重の防護（抑制、防止、軽減）措置（スイスチーズの壁）がとられているが、それぞれの防護措置は完全無欠とはいえず当事者（労働者など）エラーと組織エラーが原因でいとも簡単に穴が開き、各穴が一直線上に並んだ時にリスクから発せられた光が貫通し、大きな事故（災害など）が発生するというものである。

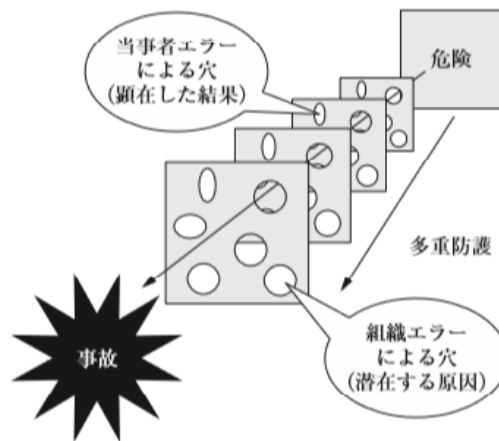


図 2.3 スイスチーズ・モデル⁽¹⁴⁾

(『新しい時代の安全管理のすべて』大関親著, 中央労働災害防止協会を元に作成)

東京電力のヒューマンファクターグループの河野氏は、図 2.4 に示す m-SHEL モデル⁽¹⁵⁾を考案した。m-SHEL の概念は、事故・災害の背景には多くの危険があるが、事故・災害は不安全状態と不安全行動の組合せ及び管理上の欠陥の中で発生するものであると示している。日本で、ヒューマンファクターについて研究していた黒田勲博士は、国連の下部機関である国際民間航空機関(ICA0: International Civil Aviation Organization)が発表した「SHELL」モデルに国内の民間研究成果も加えて、事故・災害は、これらの要素が相互に関連しながら、時間の経過とともに連鎖して発生すると説明⁽¹⁶⁾した。ヒューマンエラーを説明する際に使用されてきたもので、L (Liveware) を中心に 4つの要素で構成されている。

- ① m (Management) : 組織の管理方式、組織の安全哲学など
- ② S (Software) : 作業手順、作業指示の内容、手順書や作業指示書、作業の指示の出し方や教育訓練方法等のソフトに関わる要素
- ③ H (Hardware) : 作業に使用される道具、機器や設備等のハードに関わる要素
- ④ E (Environment) : 照明や騒音、温度や湿度、作業空間の広さ等の作業環境に関わる要素
- ⑤ L (Liveware) : 作業指示や命令をする上司、作業を一緒に行う同僚等の人的要素

SHEL の全体を把握し、それら関係のバランスを保つために、マネジメントが必要とされ SHEL モデル m を付加した m-SHEL (図 2.4) モデルが提案されている。

さらに、ヒューマンエラーの要因追求からヒューマンエラーを防止するための対策として、4M モデルの構成が提案されている。

- ① Man 作業者本人、作業指示や命令をする上司、作業を一緒に行う同僚等の人的要素

- ② Machine 作業に使用される道具、機器や設備等のハードに関わる要素
- ③ Media 照明や騒音、温度や湿度等の物理的な環境要素、手順等の情報環境や同僚等の人間関係、その他様々な環境要素
- ④ Management 制度や管理体制等の管理的な要素

4つの要素に加え、作業目的や目標に関する要素(Mission)を付加して5Mとされている。

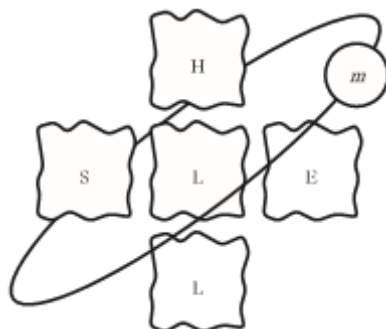


図 2.4 ヒューマンファクターの概念

(『新しい時代の安全管理のすべて』大関親著, 中央労働災害防止協会を元に作成)

2.6 ヒューマンエラーとヒューマンファクターの概念と分析方法

2.6.1 ヒューマンエラーの定義

ヒューマンエラーの定義として、1971年 Meister はヒューマンエラーを「システムから要求されたパフォーマンスからの逸脱」と定義し、1980年 Swain は「システムによって定義された許容限界を超えないことと実際の行動の差」をヒューマンエラーとして定義した。また、吉賀は、「ヒューマン・マシン・システムのパフォーマンスを阻害し、事故やトラブルを引き起こす人間の決定、行動であり、通常システムの中で働く人が、意図せずにおかしてしまう失敗を指す」と定義した。さらに、違反や不安全行動は、意図的に行われる行動でも、本人が意図しない事故の原因となることもあるため、ヒューマンエラーに含まれる可能性がある」と説明⁽¹⁷⁾している。

2.6.2 ヒューマンエラーの分類

ヒューマンエラーによって起きる事故の原因、背景要因を明らかにするためにヒューマンエラーの分類が提案されている。

Reason は、人間の不安全行動を意図した場合と意図していない場合に分けた分類⁽¹⁸⁾を提案した。図 2.5 に Reason の不安全行為の分類を示す。Slip, Lapse, Mistake の 3 つの基本的エラーが考えられて、Slip は、思い込み等の錯誤を示し、Lapse はタスクを失念してしまうこと、Mistake は意図した行為自体が間違っていると分類される。また、規則違反は Violation の分類である。

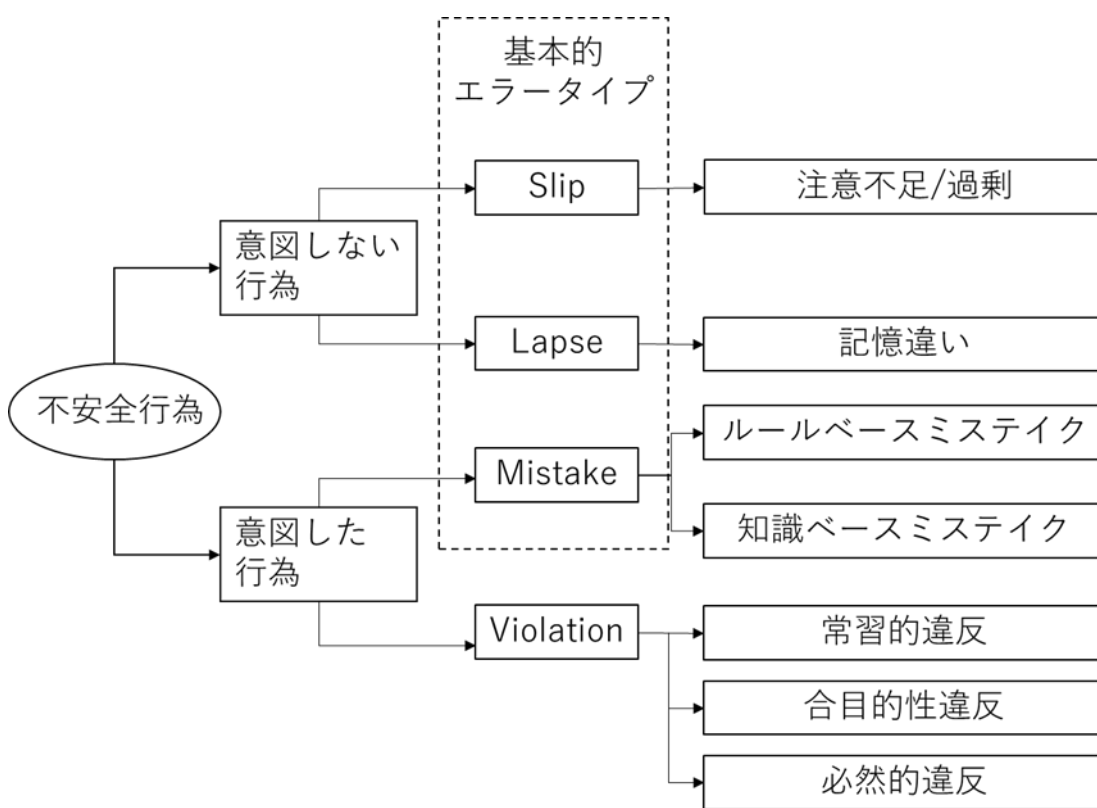


図 2.5 Reason の不安全行為の分類⁽¹⁸⁾

2.6.3 ヒューマンファクターの概念

ヒューマンファクターの示す範囲は、変化する場合がある。1985 年 Edwards はヒューマンファクターとは「人間科学を体系的に利用することで、システム・エンジニアリングの枠内で統合して、人間とその活動の関係を最適なものにする」と⁽¹⁹⁾定義し、Hawkins は、「人間と機械、装置との関係、その処理との関係、その環境との関係に係るもの」⁽²⁰⁾している。黒田勲は、ヒューマンファクターとは「機械やシステム等からなるシステムを

安全に、しかも有効に機能させるために必要とされる、人間の能力や限界、特性などに関する知識の集合体」⁽²¹⁾と定義している。ヒューマンファクターとは、人間をシステムに含まれる一つの要素と捉え、システムが安全で効率的によく動く際に必要とされる人間の要素である。

2.6.4 ヒューマンエラーの要因

ヒューマンエラーの対策を立案するために、人間の行動に影響を与える要因を究明する必要がある。考慮すべきヒューマンエラーの主要要素を「行動形成因子 (PSF : Performance Shaping Factor)」⁽²²⁾という。人間に外部から影響するものを外的 PSF、自分自身で影響するものを内的 PSF として、標準的な行動からのずれによるエラーを補正するための状況因子として考慮すべきである。

外的 PSF としては、状況特性から構造上の特徴、環境特性、作業時間などが挙げられ、仕事や機器特性として、知覚・運動の必要性が挙げられる。内的 PSF としては、訓練・経験、実務能力・技能、性格・知性、意欲・態度、情緒、緊張、関連知識、サーカディアンリズム (24 時間の周期生活リズム)、眠気、高齢化、疲労、意識レベルなどが考慮されるべき因子である。

2.7 結論

船員災害防止の観点から、安全管理の構築の必要性から、事故や災害へと発展する背景要因を分析する手法を調査した。その結果は、以下の通りである。

- (1) 事故や災害が発生する要因として、不安全行動や不安全状態が挙げられていることから、災害防止対策を施す際に、不安全行動や不安全状態を誘発する要因を分析していく必要がある。
- (2) ハインリッヒの法則が発表されて、約 100 年となるが今もこの法則が活用されているのは、時代の変化や技術の進歩があっても、人間の特性は変化していない。
- (3) 災害防止で、5 つのドミノの中で除去すべき 1 つを「③不安全行動・不安全状態」とするのは、日常的な行動・状態の管理こそが、事故や災害を防止するために、もっとも効果的である。
- (4) m-SHEL の概念は、事故・災害の背景には多くの危険があるが、事故・災害は不安全状態と不安全行動の組合せ及び管理上の欠陥の中で発生するものであると示している。

- (5) ヒューマンエラーの要因追求からヒューマンエラーを防止するための対策として、5M (Man, Machine, Media, Management, Mission) モデルの構成が提案されている。
- (6) 人間の行動に影響を与える因子 (PSF) を究明することは、ヒューマンエラーを防止するために有効である。
- (7) 事故や災害におけるヒューマンエラーの原因究明や対策立案では、人間もシステムに含まれる一つの要素と捉えることが必要であるとする。

第3章

船員災害の傾向と特徴

3.1 船員災害の現状と事故解析手法

船員災害は1967年の「船員災害防止活動の促進に関する法律」に基づく調査を開始してから減少傾向にある。一方で、現在でも船員災害は、陸上の全産業の災害発生率と比較すると約4~5倍と高率である。そこで本章では、2002年度から2015年度の14年間の災害発生傾向を調査した。また、2003年度から2012年度の10年間の船員災害発生傾向の高い災害に関して、災害の様態と実施していた作業についての特徴を把握した。さらに、時系列的な事故分析手法であるバリエーションツリー解析（Variation Tree Analysis 以下VT解析という）を船員災害の人的要因分析に適用し、災害に発展した通常とは異なった要因となる行動や判断の抽出が可能か検討した。

3.2 船員災害の傾向

船員の職業は、林業、鉱業に続く危険な業種にあげられている。船員災害は、「船員の就業に係る船舶、船内設備、積荷などにより、又は作業行動もしくは船内生活によって、船員が負傷し、疾病にかかり、又は死亡することをいう」（船員災害防止活動の促進に関する法律第2条1項）と定義されている。ここで、船員災害は他の産業での災害とは異なり、職務上であるか職務外であるかは区別されないという特徴がある。船員災害は、様々な要因が重なり発生するが、その他の船員ならではの特性についても検討した。船員の特殊な労働環境としては、自然環境、居住環境、勤務体制、航海技術、職務分担、陸上管理体制等が挙げられる。しかし、船員災害を防止するには、特殊な労働環境の対処だけではなく、労働者の行動や判断を考慮した安全対策が重要であると考え。そこで船員災害の傾向と特徴を調査し、発生傾向の高い災害に関して、災害の様態と実施していた作業についての特徴を把握した。

さらに、Leplat⁽²³⁾らによって開発された時系列的な事故分析手法であるVTAを船員災害の人的要因分析に適用し、災害に発展した通常とは異なった要因の抽出が可能か検討した。

3.3 船員災害の年千人率

船員法第111条に基づいて、船舶所有者から国土交通省海事局に報告された船員災害疾病発生状況報告のデータを国土交通省海事局船員政策課より提供していただき、船員災害の発生傾向と特徴を調査した。

災害は、船員災害のみに限らず、一般的に災害発生率で評価される。本研究では次式に示す年千人率式(1)を用いた。

年千人率とは労働者（在籍船員）1000人あたり、1年間で何人に災害が発生したかを示す。

$$\text{年千人率} = \frac{\text{年間の被災者総数}}{\text{年平均労働者数}} \times 1,000 \quad (1)$$

船員災害の発生率は、1967年に調査を開始してから、著しく減少していると報告⁽²²⁾されている。しかし、船員災害疾病発生状況報告で、報告された船員災害の発生率を見てみると、図3.1に示す通り、減少傾向の停滞がみられる。図3.1は、2002年4月1日から2015年3月31日までの14年間の船員災害の千人率と陸上全産業の千人率を比較したものである。船舶の種類によっても船員災害の発生率に特徴があると考え、船舶の種類を次の3種類に分類した。

- (1) 一般船舶：外航、内航
- (2) 漁船：漁船
- (3) その他：官公庁船、曳船、はしけ及び起重機船等に分類した。

2002年4月から2015年3月31日までの災害発生件数は、14年間の平均で一般船舶では、243件（従事者数27,052人）、漁船では480件（従事者数32,159人）、その他では、106件（従事者数15,362人）であった。表1に年度毎の年千率を示す。

全船舶と陸上全産業の近年14年間の千人率の平均を比較すると、一般船舶の千人率は9.0、漁船は14.9、その他は6.9、全船舶で11.0であるが、陸上全産業の千人率⁽²³⁾は、2.3となっている。陸上全産業と比較すると全船舶の千人率は、約5倍、一般船舶でも約4倍となっている。

表 3.1 年千人率の比較

	一般船舶	漁船	その他	全船舶	陸上全産業
2002年	7.8	15.1	6.3	10.4	2.3
2003年	10.1	16.2	8.0	12.2	2.6
2004年	10.3	15.9	6.1	12	2.5
2005年	10.9	14.3	5.8	11.5	2.4
2006年	9.4	16.1	6.9	11.8	2.4
2007年	9.5	14.9	6.5	11.5	2.3
2008年	9.0	15.8	7.8	11.7	2.3
2009年	8.5	15.2	7.5	11.1	2
2010年	8.3	15.3	6.7	10.9	2.1
2011年	9.6	13.6	6.4	10.5	2.1
2012年	8.8	15.3	6.9	11	2.2
2013年	7.9	14.3	7.2	10.3	2.3
2014年	7.7	14.2	7.8	10.3	2.3
2015年	7.8	12.4	6.7	9.3	2.2
年千人率 平均	9.0	14.9	6.9	11.0	2.3

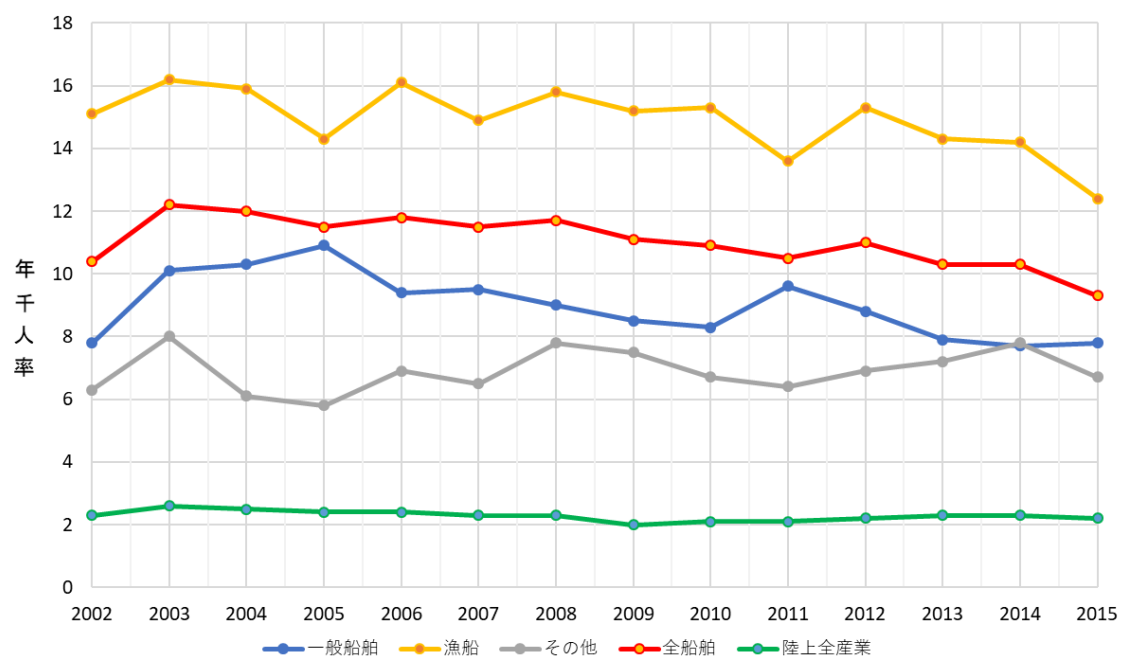


図 3.1 船員・陸上災害年千人率の推移

3.4 船員災害の様態

船員災害疾病発生状況報告では、船員災害の様態については、以下のように分類されている。

[転倒]

人がほぼ同一平面上で転ぶ場合をいい、つまずき又はすべりにより倒れた場合をいう。転倒して、激突したときも、転倒に分類する。

[はさまれ]

物にはさまれ、つぶされ、ねじられる等をいう。物と物との間にはさまれ動きがとれなくなる場合をいう。

[動作の反動・無理な動作]

転落、墜落、転倒、激突、飛来、落下、破壊、倒壊、激突され、はさまれ、まき込まれ、切れこすれ、踏みぬき、海中転落、爆発、火災、海難、酸欠、中毒、高温・低温の物との接触以外の場合であって、重いものを持ち上げて腰をぎっくりさせたというように身体の姿勢、動作等が起因して筋を違える、挫る、捻る等これに類似した状態になる場合をいう。

[転落・墜落]

転落して、はさまれた場合等及び、すべり、つまずきによる転倒・墜落は、転倒・墜落に分類する。

[飛来・落下]

飛んでくる物、落ちてくる物等が主体となって人に当たった場合をいう。工具等を使用し、機械の修理中、切削粉等飛来その他自分が持っていた物を足の上に落した場合を含む。

3.5 2003年度から2012年度の船員災害発生状況

表 3.2 に 2003 年度～2012 年度の船員災害発生状況を示す。一般船舶で最も多い災害の様態は、「転倒 21.2%」で、続いて「はさまれ 16.4%」、「動作の反動・無理な動作 15.4%」となっている。漁船災害も同様に「転倒 19.7%」が最も多く、続いて「はさまれ 14.7%」、「動作の反動・無理な動作 11.6%」となっている。また、その他の船舶では、「はさまれ 17.8%」が最も多く、続いて「転倒 15.6%」、「動作の反動・無理な動作 14.5%」となっている。船員災害全体としては「転倒」、「はさまれ」及び「動作の反動・無理な動作」によって船員災害のほぼ半数が発生しているという特徴がある。

次に、災害の様態と実施していた作業について特徴を調査した。

3.5.1 一般船舶の災害傾向

2003 年度～2012 年度船員災害疾病発生報告の事例から一般船舶では、「転倒」、「はさまれ」及び「動作の反動・無理な動作」の順に災害が発生しており、「転倒」発生時の作業は約 5 割が出入港時の作業であった。「はさまれ」発生作業時は、約 4 割が出入港作業、約 3 割が荷役となり、「動作の反動・無理な動作」の発生作業は、出入港作業と整備・管理作業の各作業がそれぞれ 3 割を占める結果となった。一般船舶における特徴としては、災害発生状況の様態から、出入港時の作業が最も危険な作業と言える。

3.5.2 漁船の災害傾向

漁船の災害の様態として、「転倒」、「はさまれ」及び「動作の反動・無理な動作」が半数を占めており、一般船舶と同様な傾向があったが、災害発生時の作業について、「転倒」では、漁ろうが約 5 割、整備・管理作業に関するものが約 2 割となり、「はさまれ」についても約 7 割が漁ろう、約 2 割が整備・管理作業という結果であった。また、「動作の反動・無理な動作」に関しては、約 3 割が漁ろう、約 2 割が整備・管理作業という特徴があった。漁船の災害発生は、一般船舶の様態と同様の結果であったが、発生時の作業が異なり、漁ろう作業中が最も危険な作業という特徴がある。

3.5.3 その他の船舶の傾向

その他の船舶の災害の様態としては、「はさまれ」、「転倒」及び「動作の反動・無理な動作」の順となっている。それぞれの災害発生時の作業は、「はさまれ」については、約 5 割が整備・管理作業であり、約 2 割が荷役という結果であった。「転倒」については、約 3 割が出入港時の作業、約 2 割が整備・管理作業であった。「動作の反動・無理な動作」の作業として、約 5 割が整備・管理作業、約 4 割が出入港時の作業という傾向があった。その他の船舶は、一般船舶や漁船と比較すると官公庁船、曳船、はしけと船の種類幅が広いということも考慮しなければいけないが、災害の様態から、整備・管理作業時の災害に注意しなければならない。

表 3.2 船員災害の発生状況（2003～2012）

	一般船舶	漁船	その他	全船舶
転倒	21.2	19.7	15.6	18.8
はさまれ	16.4	14.7	17.8	16.3
動作の反動・無理な動作	15.4	11.6	14.5	13.8
転落・墜落	12.4	7.0	11.9	8.1
飛来・落下	5.5	10.0	4.6	3.4
激突	5.4	6.9	6.3	6.2
激突され	4.4	6.4	6.9	5.9
踏みぬき	3.3	1.4	3.5	2.7
海中転落	3.0	2.7	5.0	1.9
切れこすれ	2.8	3.9	3.0	2.2
まき込まれ	2.5	8.5	2.8	4.6
高温・低温の物との接触	2.2	0.8	1.6	1.5
その他	1.5	1.7	2.2	1.8
海難	1.4	3.2	2.8	2.5
中毒	0.6	0.2	0.1	0.3
不明	0.5	0.3	0.4	0.4
崩壊・倒壊	0.5	0.5	0.3	0.4
酸欠	0.4	0.0	0.0	0.1
爆発	0.3	0.2	0.4	0.3
感電	0.1	0.1	0.3	0.2
火災	0.1	0.2	0.0	0.1
合計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

3.6 災害発生状況の変化

災害の様態に関して、船舶の種類に分類して災害発生の全体の割合を調査した結果、災害発生割合が増加している様態があることがわかった。図 3.2 に災害発生状況の変化を示す。一般船舶に関しては、10 年間の平均で、4 番目に発生割合の高かった「転落・墜落」、そして漁船で 4 番目に高かった「飛来・落下」の様態が、全体の災害発生状況において増加傾向を示している。一般船舶における、「転落・墜落」、漁船における「飛来・落下」の災害様態が、近年における船員災害の減少傾向停滞の要因とも言える。一般船舶における「転落・墜落」の災害が起きた際の発生時作業と作業場所を 2009 年 4 月 1 日から 2012 年 3 月 31 日まで分析した結果、約 6 割が整備・管理作業であった。また、整備・管理作業中の約 5 割が甲板上（通路、階段を除く露出甲板をいい、船橋甲板（コンパス甲板、航海甲板）、ボート甲板、船尾甲板）で発生したという傾向があった。さらに「転落・墜落」による船員災害の休業日数は、約 7 割が 30 日以上 of 休業日数を要する傾向があった。この特徴から「転落・墜落」による船員災害は、重傷となる可能性が高いといえる。

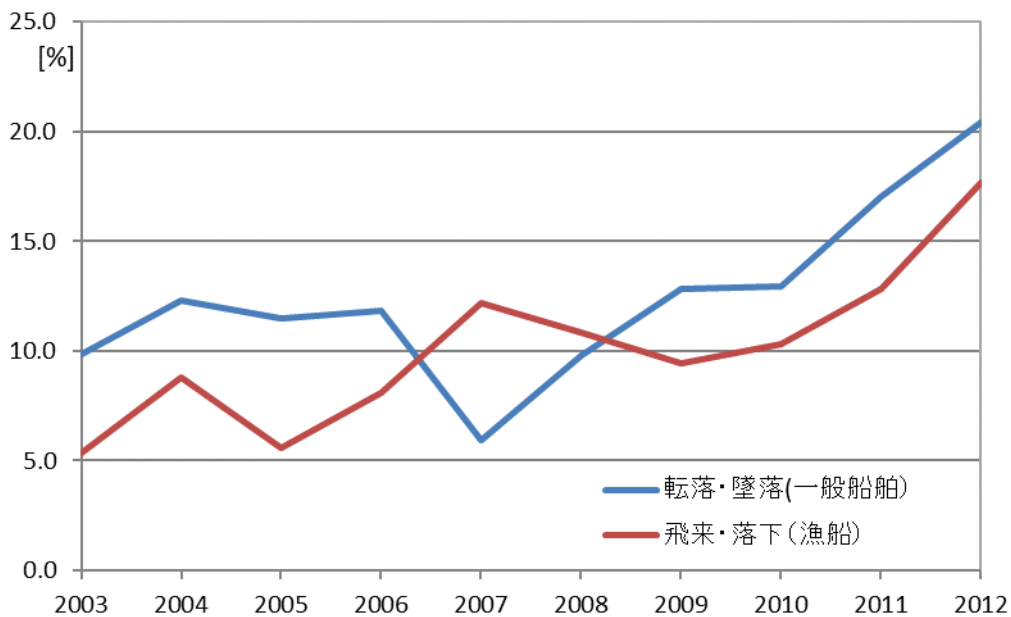


図 3.2 災害発生状況の変化

3.7 VT 解析による船員災害の分析

3.7.1 VT 解析の考え方

船員災害の様態と実施していた作業についての特徴から、時系列的な事故分析手法である VT 解析を使用して、船員災害の人的要因分析に適用し、災害に発展した要因となる行動や判断を抽出し、安全対策を取ることで、船員災害発生件数を減少できるのではないかと考えた。

VT 解析は、人間の情報認知、状況判断、意思決定など、情報処理過程を主体に人間行動を時系列に目に見えるようにしようとする方法である。事象の連鎖を追及する手法で、連鎖の中での「変化」を特に強調して表現する。事故災害は、通常の作業状態、もしくは習慣的な作業状態の中で発生したいくつかの逸脱や変動の結果として発生すると考えられる。通常の事故分析では、発生状況を振り返ることになるが、VT 解析では通常とは異なるものに着目して分析する。作業主体ごとの時系列行動の流れを相互関係的に追跡し、事故防止のために、排除すべき変動要因（ノード）を抽出する。

VT は、通常から外れた状態、作業、判断、行動等の変動要因を中心に時間軸に従って描いていく。VT 解析は製造業分野、医療分野などをはじめ産業界全般にわたって、安全研修会や安全講演会などを通じて広く紹介され、現場で手軽に応用できる事故事象分析手法である。VT 解析は、再発防止のための人間行動の問題点を抽出し、有効な対策を講じなければならない焦点を絞る手段として使用されている。そこで、船員災害に VT 解析を使用し、

ノードの抽出が可能か検討した。

3.7.2 『転倒』についてのVT解析

船員災害の発生状況から、一般船舶で割合の多かった「転倒」について、VT解析が適用可能であるか検討した。使用した災害事故例は、平成15年度から24年度の船員災害疾病報告書から、ノード抽出を行った。船員災害疾病報告書のてん末、背景の概略に、「機関長はいつも通りに船首甲板にて、ウインドラス巻き取り作業を行うために船首甲板にいて、船長は出入港操船をしていた。機関長は、船首甲板で通常通り、ウインドラスにてロープ巻き作業を開始、だんだん船が岸壁に接近していた、それと同時に他の貨物船が横を通過したが、揺れるとは思わなかったが、横波がきて、転倒し、後頭部を打撲した。」と記載されている事例から、作成したVTを図3.3に示す。VT解析の結果、機関長に関して、ノードが1つ発生していた。ノードは「揺れるとは思わなかった」ことである。今回の結果は、時間軸に沿って船長と機関長の変動要因を解析したが、船員災害の状況は、船員災害発生報告書に詳細が記述されていないとVT解析を行うことができない。しかし、使用した事例のように報告書に詳細に記述されているとVT解析を使用し、ノードを探すことができる。

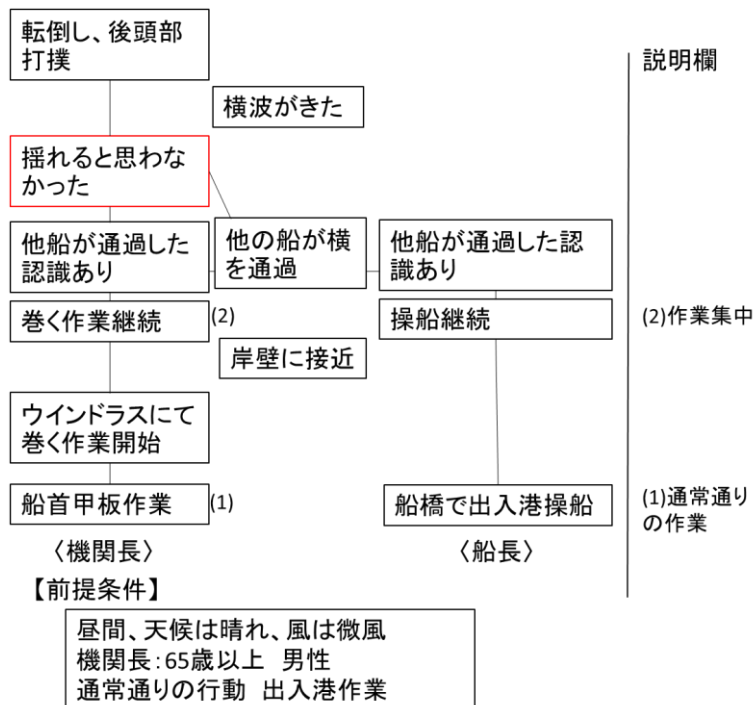


図 3.3 VT を用いた災害例分析結果(1)

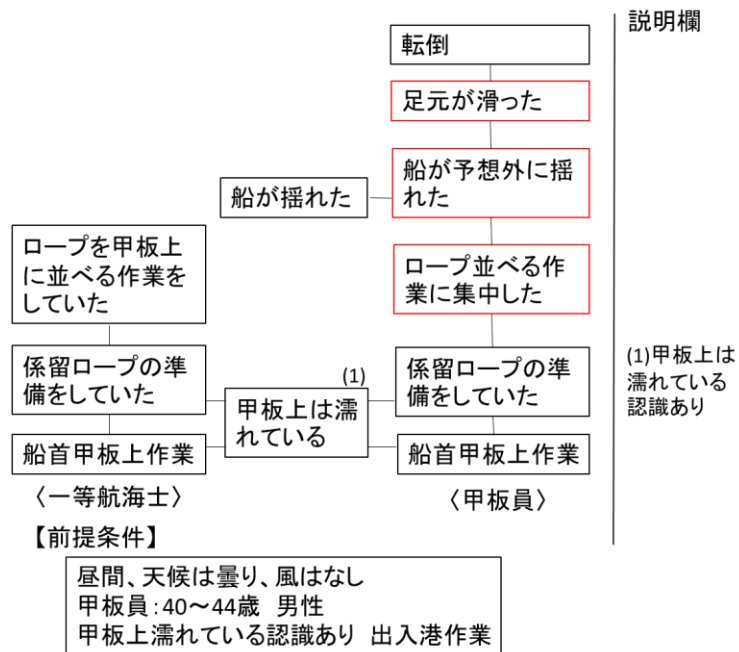


図 3.4 VT を用いた災害例分析結果 (2)

一般船舶での出入港転倒事例の VT を図 3.4 に示す。VT 解析の結果、甲板員に、ノードが 3 つ発生していた。ノードは「ロープを並べる作業に集中していた」と「船が予想外に揺れた」、「足が滑った」ことである。VT 解析を用いた転倒事例のノードに注目し、全作業過程のどの段階でノードを抽出することができるのか、作業者の行動によるノード、作業者の認知・判断によるノード、作業環境によるノードと 3 つに分類した。図 3.3 で抽出されたノードである「ロープを甲板上に並べる作業に集中していた」は、作業者の認知・判断に分類し、「船が予想外に揺れ」「足元が滑った」と抽出されたノードを作業環境に分類した。表 3.3 は、「転倒」における過程分類を行った結果である。災害事例 20 件から、それぞれノードが、作業者の行動、作業者の認知・判断、作業環境のどの過程に当てはまるか示したものである。「転倒」における災害事例 20 件の傾向を調査した結果、作業者の行動、作業者の認知判断、作業環境の 3 つの中で、2 つの過程が重なるもしくは、連続すると船員災害に発展する傾向がある。「転倒」における災害を防止する為には、この過程が重ならないような対策を立てなければならない。2003 年度から 2012 年度までの船員災害疾病発生報告の事例から「転倒」は、出入港時に 5 割発生していることから、出入港作業時には、作業者の行動以外にも作業者の認知・判断や、作業環境に着目し、総合的な対策をとることで、災害を減少させることができると考える。

表 3.3 「転倒」における過程分類

	作業者の行動	作業者の認知・判断	作業環境
事例 1	—	○	○
事例 2	○	—	○
事例 3	○	○	—
事例 4	○	—	○
事例 5	○	—	○
事例 6	—	○	○
事例 7	—	○	○
事例 8	—	○	○
事例 9	○	—	○
事例 10	○	○	—
事例 11	○	—	○
事例 12	○	○	—
事例 13	○	—	○
事例 14	○	—	○
事例 15	○	○	—
事例 16	○	○	—
事例 17	—	○	○
事例 18	○	—	○
事例 19	○	—	○
事例 20	○	—	○
合計（割合）	15件（75%）	10件（50%）	15件（75%）

3.7.3 『はさまれ』についての VT 解析

図 3.5 は、「はさまれ」による VT 解析の結果、排除ノードは「船体が大きく揺れた」と「ハッチを開閉する時に使用していた角材がはずれた」ことである。転倒と同様に VT 解析後、それぞれのノードが作業者の行動・作業者の認知・判断、作業環境の中でどの過程に当てはまるかを調査した。図 3.5 の VT 解析のノードでは、「船体が大きく横揺れ」「ハッチを開閉する時に使用していた角材がはずれ」を作業環境と分類した。

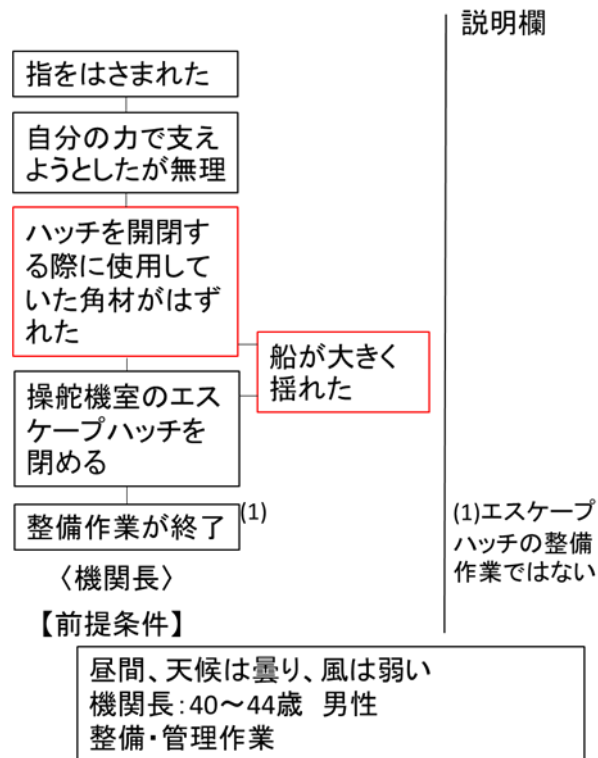


図 3.5 VT を用いた災害例分析結果(3)

表 3.4 は、「はさまれ」による災害事例 20 件の VT 解析を行った結果である。作業者の行動、作業者の認知・判断、作業環境の過程分類を行った結果、作業環境がノードとして抽出される解析事例が 16 件となった。2003 年度から平成 2012 年度までの船員災害疾病発生報告の事例から、一般船舶の「はさまれ」による船員災害は、4 割が出入港時、3 割が荷役作業時に発生している。「はさまれ」においては、「揺れて」や「はずれて」「動いて」などの作業環境の変化によるノードの抽出が 8 割となった。そのため作業環境を変えることによる災害防止対策を行うことで、災害を減少させることができるといえる。

表 3.4 「はさまれ」における過程分類

	作業者の行動	作業者の認知・判断	作業環境
事例 1	—	—	○
事例 2	○	—	—
事例 3	—	—	○
事例 4	—	○	—
事例 5	—	—	○
事例 6	—	—	○
事例 7	—	—	○
事例 8	—	—	○
事例 9	—	—	○
事例 10	—	—	○
事例 11	—	—	○
事例 12	—	—	○
事例 13	—	—	○
事例 14	—	—	○
事例 15	—	—	○
事例 16	—	○	—
事例 17	○	—	—
事例 18	—	—	○
事例 19	—	—	○
事例 20	—	—	○
合計 (割合)	2件 (10%)	2件 (10%)	16件 (80%)

3.7.4 『動作の反動・無理な動作』についての VT 解析

図 3.6 は、「動作の反動・無理な動作」による災害の VT 解析を行った結果を示す。ノードは「いつもより岸壁までの距離が遠い」「届かないと思った」「力を入れてヒービングラインを投げた」の 3 つが抽出された。VT 解析後、それぞれのノードが作業者の行動・作業者の認知・判断、作業環境の中でどの過程に当てはまるか調査した。図 3.6 の VT 解析のノードでは、「いつもより岸壁までの距離が遠い」を作業者の認知・判断と分類し、「届かないと思い通常より力を入れてヒービングラインを投げた」を作業者の行動と分類した。表 3.5 は、一般船舶における「動作の反動・無理な動作」の災害事例 20 件を VT 解析し、過程分類を行った結果、「大丈夫だと思って」「届くだろう」などの作業者の認知・判断が必ず

ノードとして存在し、発生している特徴がある。また、1件を除き作業者の行動がノードとして抽出された。「動作の反動・無理な動作」による災害は、作業者の行動、作業者の認知・判断がノードとして抽出され、災害へと発展する傾向がある。この結果より、各作業者によって、行動が違ったり認知・判断が変わることがないように手順書やマニュアルなどによる災害防止対策を施すことで、災害を減少させることができるといえる。

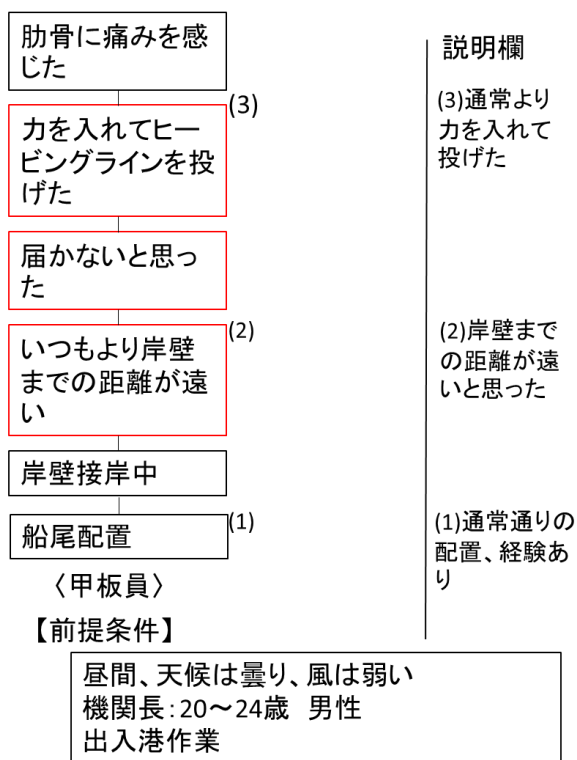


図 3.6 VT を用いた災害例分析結果(4)

表 3.5 「動作の反動・無理な動作」における過程分類

	作業者の行動	作業者の認知・判断	作業環境
事例 1	○	○	○
事例 2	○	○	○
事例 3	○	○	○
事例 4	○	○	○
事例 5	○	○	—
事例 6	○	○	—
事例 7	○	○	—
事例 8	○	○	○
事例 9	○	○	○
事例 10	○	○	—
事例 11	—	○	—
事例 12	○	○	○
事例 13	○	○	○
事例 14	○	○	—
事例 15	○	○	—
事例 16	○	○	○
事例 17	○	○	○
事例 18	○	○	—
事例 19	○	○	○
事例 20	○	○	—
合計 (割合)	19件 (95%)	20件 (100%)	11件 (55%)

3.8 結論

船員災害の災害防止に関する対策は、数多く行われているが、近年の船員災害件数には、減少傾向の停滞がみられる。そこで、船員災害の報告例を使用し、VT 解析を適用した結果、災害時に発生した通常とは異なった要因を抽出することができた。

船員災害に VT 解析を実施することで、船員災害におけるヒューマンファクターの影響を把握し、作業環境や作業の種類、作業経験に応じて船員災害の減少を目的とした安全対策の提案ができるのではないかと考える。本章の主な結論は以下のとおりである。

- (1) 船員災害の発生様態について、最も多い様態は「転倒」続いて、「はさまれ」「動作の反動・無理な動作」である。
- (2) 2003 年 4 月 1 日から 2012 年 3 月 31 日までに報告された、船員災害疾病発生報告の事

例より、一般船舶における「転倒」発生時の約5割が出入港作業、「はさまれ」発生時の約4割が出入港作業、「動作の反動・無理な動作」発生時の約3割が出入港作業及び荷役であった。

- (3) 2009年4月1日から2012年3月31日の船員災害疾病発生報告の事例から一般船舶に関しては、「転落・墜落」様態の発生割合が増加している傾向があった。「転落・墜落」の災害が起きた作業については、約6割が整備・管理作業であり、船員災害休業日数の7割が30日以上の上の休業日数を要する傾向があった。「転落・墜落」による船員災害は、重傷となる可能性が高いといえる。
- (4) 船員災害についてVT解析を行った結果、変動要因を抽出することは可能であった。
- (5) 「転倒」におけるノードの特徴として、解析事例より作業者の行動や、作業者の認知・判断、作業環境のなかで2つのノードが重なると災害が発生する傾向がある。
- (6) 「はさまれ」によるノードの特徴として、作業環境におけるノードが8割となった。この為、作業環境に着目することで、発生率を減少させることができる。
- (7) 「動作の反動・無理な動作」によるノードの特徴は、必ず作業者の認知・判断がノードとして抽出された。また、作業者の行動が19件ノードとして存在した。「動作の反動・無理な動作」については、作業者の認知・判断や作業者の行動が原因となり災害発生となる傾向がある。

第4章

ヒューマンエラーの分類

4.1 災害の背景要因

ヒューマンエラーの定義として、古賀氏は「ヒューマン・マシン・システムのパフォーマンスを阻害し、事故やトラブルを引き起こす人間の決定、行動であり、通常システムの中で働く人が、意図せずにおかしてしまう失敗を指す」と定義した。さらに、違反や不安全行動は、意図的に行われる行動でも、本人が意図しない事故の原因となることもあるため、ヒューマンエラーに含まれる可能性があるとして説明⁽¹⁵⁾している。本章では、ヒューマンエラーによって起きる事故の原因や背景要因を明らかにするためにヒューマンエラーの分類が提案されているところに着目した。そこで、船員災害報告事例を使用し、ヒューマンエラーに起因する災害を発生させる事象と発生に影響する要因の把握が可能か検討した。船員災害は他の産業での災害とは異なり、職務上であるか職務外であるかは区別されないという特徴から船員災害は、災害を発生させる様々な事象と発生に影響する要因が関係しており、陸上災害とも同様とも言えるが、労働環境、生活環境の違いから、船員ならではの特性があるのではないかと考える。そこで、2012年度の外航船と内航船における発生状況を調査し、その特徴を把握すると共に、災害を引き起こす作業者の行動と、作業者のヒューマンエラー及びその背景要因について検討した。

4.2 災害発生状況と休業日数

表4.1は、2002年4月1日から2013年3月31日までに発生した外航、内航（大手）、内航（その他）における休業日数の状況を示す。外航における休業日数で、最も多いのは、30～89日で31.6%、次いで、4～7日で26.3%という発生状況であった。内航（大手）に関しては、最も多いのは、30日～89日が35.1%、次いで、90日以上が24.3%という結果であった。内航（その他）については、30日～89日が47.1%で、8～29日が24.2%、90日以上が22.8%という発生状況であった。どの種類の船舶も休業日数が占める割合をみると、30～89日が多く、休業日数を考えると、乗組員の交代は免れない。そのため船員災害は、重傷となる可能性が高いといえる。

表 4.1 災害発生状況と休業日数（船種別）

	外航	内航 (大手)	内航 (その他)
死亡	5.3	0.0	0.0
行方不明	0.0	0.0	0.7
3日	21	0.0	1.3
4～7日	26.3	8.1	2.6
8～29日	0.0	27	24.2
30～89日	31.6	35.1	47.1
90日以上	15.8	24.3	22.8
不明	0.0	5.5	1.3
合計	100%	100%	100%

4.3 休業日数と作業

表 4.2 に休業日数が最も多かった、30～89 日の災害時の作業の割合を示す。外航においては、5 割が整備・管理作業時に発生した災害であり、内航（大手）に関しては、約 4 割が出入港作業時に発生した災害で、内航（その他）に関しては、約 4 割が整備・管理作業時に発生した災害である。この結果より、一般船舶でも、外航、内航（大手）、内航（その他）によって、災害に発展する作業が違ふといえる。外航においては、内航（大手、その他）と比較すると出入港作業が少ないため、出入港作業に関する災害も少ないと考えられる。また、船員災害は一旦発生すると重傷となる割合が高く、その際に行っていた作業は船種によって異なることもわかった。このような船員災害を防止するためには、まず、災害へと発展した作業者の行動とその作業者の背景要因の把握が必要であると考えられる。

表 4.2 休業日数 30～89 日における災害発生時作業の割合

発生時作業	外航	内航（大手）	内航（その他）
荷役	16.66%	30.77%	29.17%
運航・運転	16.66%	0.00%	4.167%
整備・管理	50.00%	30.77%	37.50%
その他drill含む	16.66%	0.00%	0.00%
出入港	0.00%	38.46%	25.00%

4.4 ヒューマンエラーと背景要因の分析手法

船員災害における背景要因を分析するには、作業者のヒューマンファクターに起因するヒューマンエラーを把握する必要がある。そのために図 2⁽²⁴⁾ に示すヒューマンファクターに基づく分析手法を使用した。

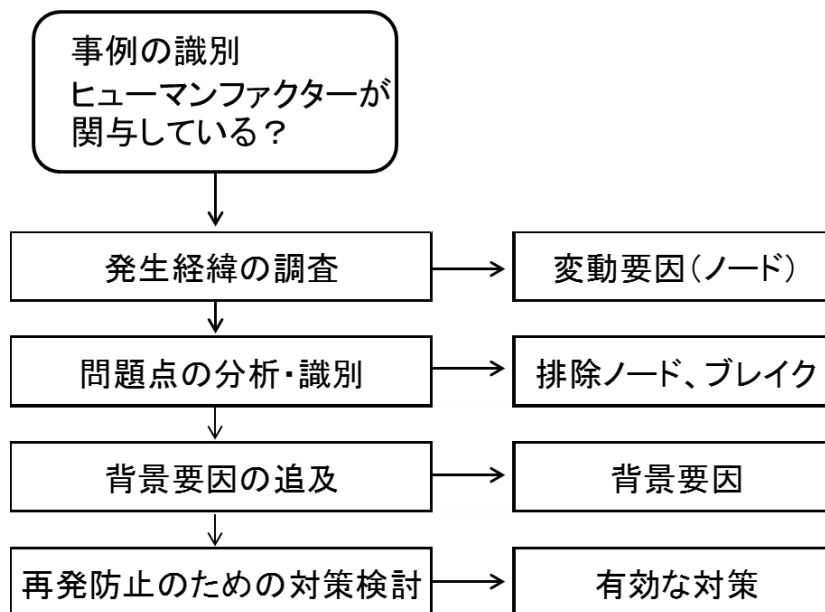


図 4.2 ヒューマンファクターに基づく分析手法

4.5 ヒューマンファクターに基づく分析手法

事例を調査して、ヒューマンファクターが関与している事例の場合、第一段階で、バリエーションツリー（以下 VT という）を作成し、発生経緯の調査を行う。第二段階で VT の検証を行い、通常とは異なる行動や判断を排除ノードとして抽出する。そして、第三段階では、抽出したヒューマンエラーになぜなぜ解析を使用し、背景要因を抽出する。なぜなぜ解析とは「原因と結果の因果関係が正しいか」「無理な条件はないか？」を確認しながら、より根本的な原因へ到達する手法である。最後の第 4 段階は、各船種によって背景要因の追求から、再発防止のための対策検討を行い、有効な対策を提案する。本分析手法を用いて、船員災害におけるヒューマンエラーとその背景要因を検討した。

4.6 ヒューマンエラーの特徴分類

ヒューマンエラーの分類について、前章 2.6.2 章で述べた人間の不安全行動図 2.5 に

Reason の不安全行為の分類から、Slip, Lapse, Mistake の3つの基本的エラーが考えられて、Slip は、思い込み等の錯誤を示し、Lapse はタスクを失念してしまうこと、Mistake は意図した行為自体が間違っていると分類する方法など、様々な考え方があるが、本章では、その発生メカニズムから、図 4.3⁽²⁵⁾ に示す鉄道業界で行われている手法を使用した。「行動の有無」と「意識の有無」の2点から、ヒューマンエラーを4つに分類する。意識の有無は、生理学的な計測が必要であり、トラブル後の把握は困難である。そこで、分析では、船員災害報告から意識的に行為を選択判断せずに、行動が自動的に生じられた状態は、およそ無意識的な状態であると想定する。当事者が意識的に選択判断せず、行動を自動的に起こした状態は、無意識な状態と判断し、ぼんやりとした、焦って行動した場面も、意識制御不十分な場面とする。一方で、行動に対して「大丈夫だと思って」とか「届かないと思って」などの理由が出てくる場合には、意識的に行動を選択・判断している状態とする。また、「この方が良いと思って」などの場合は、違反（不安全行動）と分類する。

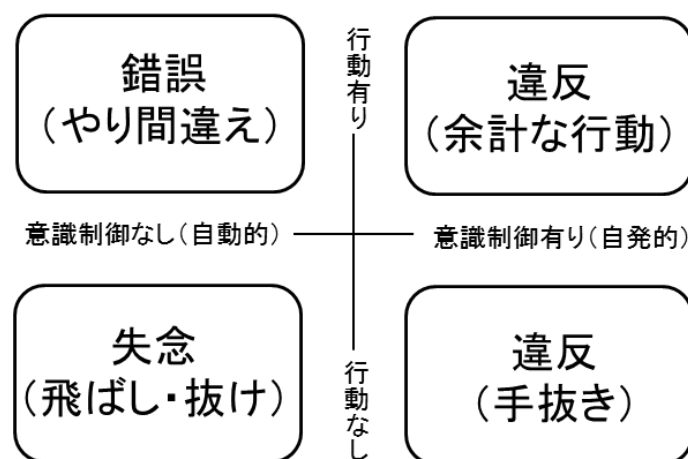
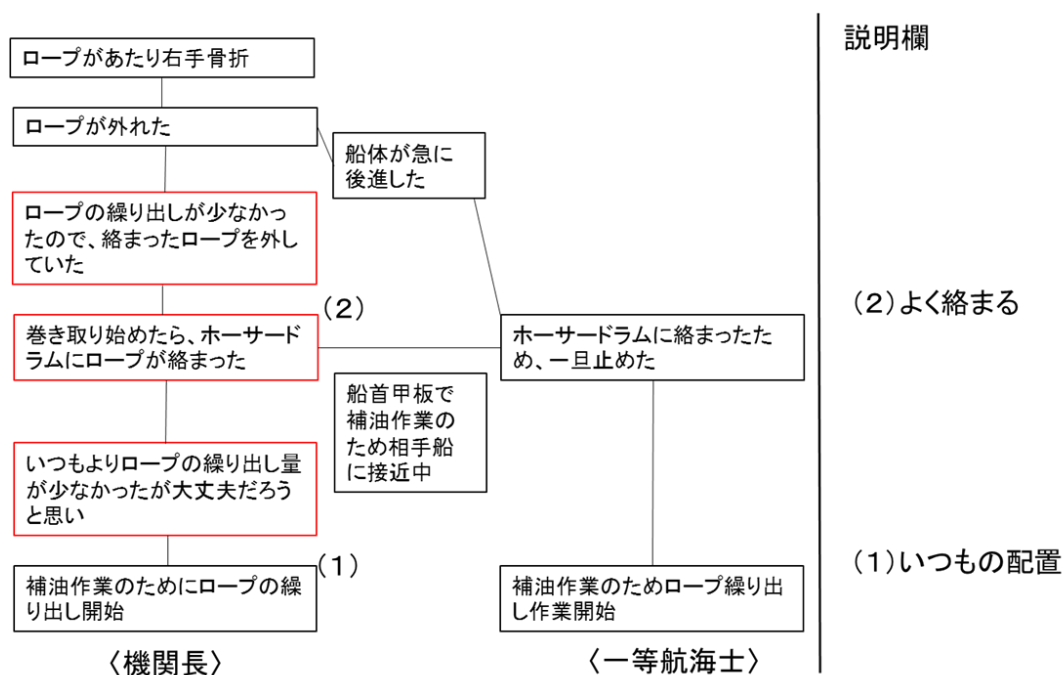


図 4.3 ヒューマンエラーの分類

4.7 ヒューマンエラーと背景要因

船員災害報告事例を基に、ヒューマンエラーの分類が可能か検討するため、整備・管理作業の事例を使用し、分析を行った。第一段階として、災害発生経緯の調査を行うために

図 4.4 に示す VT による変動要因の抽出を行った。その結果、変動要因としては、「いつもよりロープの繰り出しが少なかったが、大丈夫だろうと思い」、「ロープの繰り出しが少なかったので、絡まったロープを外していた」、「船体が急に後進した」の3つが抽出された。これらの変動要因を図 4.3 に示すヒューマンエラー区分で分類すると、「ロープの繰り出しが少ないと思ったが」とのところで、意識制御あり（自発的）に分類し、行動の有無については、「絡まったロープを外していた」ところから行動有りと判断すると、作業者のヒューマンエラーは違反（余計な行動）と分類できる。



災害事例：年齢 40 代、機関長、右手骨折、60 日休業、499 トン

図 4.4 VT による変動要因の抽出

4.8 ヒューマンエラーの分類

内航（大手）において、休業日数 30～89 日の 4 割が災害発生作業となった、出入港作業の災害事例 13 件からヒューマンエラーの分類を行ったところ、表 4.2 に示すように、違反（余計な行動）が 6 件、錯誤（やり間違い）が 5 件、違反（手抜き）と失念（飛ばし・抜け）

が0件、その他災害報告からは分類できない報告が2件であった。

さらに内航（その他）において、休業日数30～89日の4割が災害発生作業となった整備・管理作業の災害事例80件のヒューマンエラーの分類を行ったところ、表4.3に示すように、違反（余計な行動）が70件、錯誤（やり間違え）が11件、違反（手抜き）が2件、失念（飛ばし・抜け）が0件、その他災害報告からは分類できない報告が10件となった。

表4.2 ヒューマンエラーの分類（内航（大手））

ヒューマンエラー分類	件数
違反(余計な行動)	6
違反(手抜き)	0
錯誤(やり間違え)	5
失念(飛ばし・抜け)	0
その他	2
合計	13

表4.3 ヒューマンエラーの分類（内航（その他））

ヒューマンエラー分類	件数
違反(余計な行動)	70
違反(手抜き)	2
錯誤(やり間違え)	11
失念(飛ばし・抜け)	0
その他	10
合計	93

4.9 結論

船員災害におけるヒューマンエラーとその背景要因については、VTによる変動要因の抽出を行い、その発生メカニズムから、「行動の有無」と「意識の有無」の2点から、ヒューマンエラーを4つに分類することができる。また、船舶の種類や災害時の発生作業において、背景要因を抽出、ヒューマンエラーの分類を実施することで、船員災害におけるヒューマンファクターの影響を把握し、作業環境や作業の種類に応じて、船員災害の減少を目的とした安全指標が提案できると考える。さらに対策を実施する際に船員災害報告が詳細に記載されていないと災害背景要因などの究明ができず、適切な対策を施すことが困難である。船員災害報告書の改善も必要と考える。本章の主な結論は以下の通りである。

- (1) 外航、内航（大手）、内航（その他）全ての船舶において、休業日数が占める割合を

みると、30～89日が多く、休業日数を考えると、乗組員の交代は免れない。そのため船員災害は、重傷となる可能性が高いといえる。

- (2) 外航において、休業日数30～89日の災害発生時の作業は、5割が整備・管理作業時に発生した災害である。
- (3) 内航（大手）において、休業日数30～89日の災害発生時の作業は、約4割が出入港作業時に発生した災害である。
- (4) 内航（その他）において、休業日数30～89日の災害発生時の作業は、約4割が整備・管理作業時に発生した災害である。
- (5) 一般船舶でも、外航、内航（大手）、内航（その他）によって、災害に発展する作業が違ふといえる。外航においては、内航（大手、その他）と比較すると出入港作業が少ないため、出入港作業に関する災害も少ないと考えられる。
- (6) 内航（大手）において、出入港作業の災害事例13件からヒューマンエラーの分類を行ったところ、違反（余計な行動）が6件、錯誤（やり間違い）が5件、違反（手抜き）と失念（飛ばし・抜け）が0件、その他災害報告からは分類できない報告が2件であった。
- (7) 内航（その他）において、整備・管理作業の災害事例80件のヒューマンエラーの分類を行ったところ、違反（余計な行動）が70件、錯誤（やり間違い）が11件、違反（手抜き）が2件、失念（飛ばし・抜け）が0件、その他災害報告からは分類できない報告が10件となった。

第5章

ヒューマンエラーに起因する船員の疲労調査

5.1 ヒューマンエラーの内的PSF

ヒューマンエラーの対策を立案するために、人間の行動に影響を与える要因を究明する必要がある。前章の2.6.4 ヒューマンエラーの要因で述べた内的PSFでは、訓練・経験、実務能力・技能、性格・知性、意欲・態度、情緒、緊張、関連知識、サーカディアンリズム（24時間の周期生活リズム）、眠気、高齢化、疲労、意識レベルなどが考慮されるべき因子である。さらに疲労は、認知的なパフォーマンス、運動スキル等に対して有害な影響を及ぼすことが先行研究で示されていたことから、行動や認知に影響を及ぼす疲労を調査・分析することで、船員災害へ発展する要因を検討する。

5.2 FRMS（疲労リスク管理システム）への取り組み

疲労リスク管理システムのご概念は2000年代に入り欧米で先進し、現在はICAO（International Civil Aviation Organization:国際民間航空機関）加盟国間でも導入が進んでいる。従来の時間制限を主体とする規則だけではなく、安全上の防御が不十分として、様々な施策をもって疲労に起因するインシデントやアクシデントを防止しようとするものである。

- ①FRMS Steering Committee(運営委員会の設置)
- ②疲労管理教育の実施
- ③FRMS ポリシーに基づいた疲労報告制度とそのフィードバックシステム
- ④科学的根拠に基づきデータを用いた疲労管理（勤務割システム）
- ⑤疲労に起因するエラーインシデント分析システム

他様々な施策により、疲労のリスクを管理するシステムである。

会社におけるSMS(Safety Management System:安全管理システム)の枠組みを図5.1に示す。疲労のリスクも安全管理、監査評価されるものとなっている。国の監視責任、会社のFRMSの施策責任、乗務員のFRMSの実行責任や疲労時の報告など、3者の役割と責任事項も定められている。疲労は「ゼロ」にすることはできないが、FRMSの実践により「疲労を軽減する、マネジメントする、疲労のリスクを回避する」ことを目的とする概念である。



図 5.1 ICAO の提唱する FRMS (疲労リスクマネジメント) の構成⁽²⁸⁾

表 5.1 は、ICAO の提唱する危険要素の評価とコントロール方法を示したものである。Level. 4 や Level. 5 のコントロールについて、FRMS の目的は、疲労レベルを可能な限り適切な値に減ずる事であり、疲労を完全に排除することは不可能である。職場環境における一定のレベルの疲労は許容範囲とすべきであり (ある一定の疲労度での) リスクは管理されるべき事を会社、従業員ともに認識するべきである。Level. 4 のコントロール方法として、エラー検出解析システム (エラー) 報告制度、高い疲労リスクの発生する時間帯のスケジュール改善、疲労と覚醒度向上策などの教育訓練が挙げられる。Level. 5 の特定について、インシデント、アクシデントが疲労に起因するかどうかの特定するにあたり、疲労状態で発生するのか、疲労に起因するエラー (居眠り、注意力散漫、反応時間の遅れ、判断ミスなど) と連動したものか。特定するにあたり、表 5.1 の Level. 1~3 の順序で決定していく。

Level. 1 では、十分な睡眠 (休養) の機会を提供した勤務スケジュールであったかを評価し、Level. 2 では、当該従業員は実際に十分な睡眠を取れたのか、Level. 3 で、当該インシデントに至る前に、疲労に起因する症状はなかったかと評価を実施する。この評価の結果より、「疲労」が当該インシデント事例の要因かどうかが決まり、組織の中における疲労リスクのコントロール手段 (対策) の不十分な点が特定される。

表 5.1 (Hazard-Control Model for Fatigue Risk Management) ⁽²⁸⁾

	危険要素の評価	エラーの階段	コントロール方法
潜在的エラー	・睡眠（休養）時間の確保は十分か	1	・規範的休養（勤務）規定 ・労働管理モデル （理想的なシフト勤務の設定、月間夜間勤務、早朝勤務の制限、勤務時間の制限）等
	・実際に必要な睡眠が確保できたか	2	・Prior Sleep/Wake data での自己評価 （24時間、48時間以内の睡眠じかんと目覚めてからの経過時間のスコア要素の合計で勤務可能かを自己評価
	・実際に疲労の悪症状があらわれているか （睡眠時間が確保できたのにも関わらず疲労の症状が現れた場合または自己申告の不履行の場合）	3	・症状に関するチェックリスト （短時間で以下の3つ以上の症状、あくび、マイクロスリープ、うたた寝、会話や注意力の極端な減少等）・自己申告、報告制度
実際のエラー	・疲労が関係するエラーの発生	4	・疲労要因特定分析策 ・SMS(Safety Management System)エラー分析システム
	・疲労が関係するインシデントの発生	5	・SMS(Safety Management System)インシデント分析システム

5.3 安全運航と船員の疲労について

船員の労働環境は、陸上の職業と異なり、船内で職務及び生活を行っている。船員は、気象・海象の影響を考慮しつつ、船舶を目的地まで安全に運航するため、継続的な当直体制で運航している。また、船体が気象・海象による動揺中においても職務を行わなければならないため、陸上の他の職業に比べ特殊であるといえる。加えて、船員の労働環境は「自律完結が求められる環境」であり、船内で起きたトラブルについては船内で解決・完結することで安全運航が成就されている。このような現状を支援するために、陸上から運航支援がなされているが、安全運航を維持するためには、「安全運航を目的とした船員の生活及び労働環境の改善」が必要であると考えられる。

近年では、ILO により新たに国際労働条約が発効され、我が国でも 2013 年に、SOLAS 条約、MARPOL 条約、STCW 条約に続く「海事関連国際条約の第 4 の柱」として、「2006 年の海上労働条約」(MLC: Maritime Labour Convention) ⁽²⁶⁾ が発効された。これにより、船長等への労働時間規制等の適用や休息時間規制に関する労使協定による例外など、船員法の労働条件等に関する法律の改正や、船員室等の天井の高さや寝台の長さ及び幅の拡大といった船舶設備規程の法律の改正が行われた。

また、2017年1月に報告された Project MARTHA The Final Report⁽²⁷⁾では、「船員の疲労とストレスは、航海の期間に比例して増加し、モチベーションは減少する。」ことが明らかになり、船員の仕事による疲労やストレスが社会的に問題意識されつつあり、船員の疲労が注目されている。

5.3.1 船員の疲労調査の目的

本章では、船員の労働環境の改善と安全運航の向上、船員災害の減少を目的として、海上勤務時と陸上勤務時での労働環境の違いによる、船員の疲労の傾向調査を実施した。さらに、航海時における気象・海象が及ぼす労働環境下での船員の疲労傾向についても考察し、労働環境の改善及び安全運航の向上のために必要な事項について検討を行った。

5.3.2 研究方法

はじめに、被験者の職場環境における疲労と睡眠の現状を把握するために、練習船鳥羽丸（全長40m、総トン数244トン）の乗組員全員（船長1名、機関長1名、航海士1名、機関士1名、甲板部員3名、機関部員2名、計9名）を対象に、海上勤務と陸上勤務での疲労及び睡眠についてのアンケート調査を実施した。

次に、被験者5名（船長1名、航海士1名、甲板部員3名）に対し、日本産業衛生学会産業疲労協会が作成した疲労チェックリスト（自覚症しらべ）によるアンケート調査と腕時計型活動量計による心拍数計測を用いた疲労傾向調査、起床時睡眠感調査票によるアンケート調査を用いた疲労回復度調査、睡眠計による睡眠計測を用いた睡眠の質の調査及び1日の行動内容を把握するための行動調査を実施し、海上勤務と陸上勤務での比較を行った。また、これらの調査に加えて、航海中においては、鳥羽丸に搭載されている総合気象観測装置による観測（1分ごとの風向及び風速）を用いた気象（風）の調査と当直者の目視による観測（1時間ごとの波高及び海面状態）を用いた海象（波高、海面状態）の調査も併せて実施した。

5.3.3 船員の職場環境の現状

船員の労働環境及び生活環境は、船舶という閉鎖された環境で、刻々と変化する厳しい気象・海象の中、継続的に就労し船内で食住をとともにする、職住一体な環境である。ゆえに、孤立性、自己完結性、危険性、職住一致といった特殊性がある。このような特殊な環境のた

め、労働基準法に加え、船員法により、船員労働の保護を図っている。このことから、船員の労働環境は、陸上の他の職業と大きく異なると考え、労働環境の違いによる疲労の調査を実施した。

5.3.4 被験者の疲労と睡眠についての現状

被験者の職場環境の現状を把握するために、練習船鳥羽丸の乗組員全員を対象に、海上勤務と陸上勤務での疲労及び睡眠についてのアンケート調査を実施した。海上勤務とは主な業務内容が当直・出入港等の作業・学生指導、陸上勤務とは主な業務内容が書類作成および授業とした。

表 5.2 及び表 5.3 に疲労に関するアンケートの調査結果を示す。ほとんどの被験者が、海上勤務の方が陸上勤務より疲れとストレスを感じていることがわかった。理由としては、「集中する場面が多いから(1人)」、「学生の指導をするから(3人)」、「限られた人数で航海スケジュールをこなす必要があるから(2人)」といった運航に伴う意見が多かった。

表 5.2 疲労に関するアンケート調査結果①

質問	海上勤務	陸上勤務
海上勤務と陸上勤務では、どちらが疲れるか	8	1
海上勤務と陸上勤務では、どちらがストレスを感じるか	8	1
海上勤務と陸上勤務では、どちらが肉体的疲労を感じるか	5	4

表 5.3 疲労に関するアンケート調査結果②

質問	思う	思わない
海上勤務時に、ストレスを感じるか	8	1
陸上勤務時に、ストレスを感じるか	5	4
疲れが原因で、災害を引き起こしやすくなると思うか	8	1
疲れが原因で、災害を引き起こしたことはあるか	1	8
鳥羽丸の労働環境はいいと思うか	6	3

表 5.4 及び表 5.5 に睡眠に関するアンケートの調査結果を示す。被験者の半数以上が、海上勤務時ではよく眠れないと思っていることがわかった。理由としては、「当直時間が気になる(2人)」、「エンジン音や振動が気になる(3人)」といった意見が挙げられた。また、ほとんどの被験者が、船内の居住環境に満足していないことがわかった。具体的には、「ボ

ンクが狭い(3人)」、「個室ではないから気を遣う(3人)」、「シャワールームが狭い(1人)」といった意見が挙げられた。

表 5.4 睡眠に関するアンケート調査結果①

質問	思う	思わない
海上勤務では、よく眠れる	3	6
陸上勤務では、よく眠れる	7	2
陸上勤務時の居住環境と比較した場合、海上勤務時の居住環境に満足していますか	1	8
鳥羽丸実習の前日は、よく眠れる	8	1

表 5.5 睡眠に関するアンケート調査結果②

質問	航海中	停泊中 錨泊中
航海中と停泊中・錨泊中では、どちらがよく眠れますか	2	7

5.3.5 疲労の種類

本研究では、疲労とは、「肉体的・精神的活動の結果、とくに過度の活動の結果生じる機能低下状態を表す」と定義する。疲労には、肉体的疲労と精神的疲労がある。『肉体的疲労』は立ち仕事やパソコンの長時間作業などにより、同じ姿勢を長時間続けているために、身体のある部分の疲労が蓄積し、倦怠感が残ることで発生する。『精神的疲労』は仕事や人間関係などのストレスに加え、睡眠不足や過労が重なることにより、脳の疲労から発生する。

5.3.6 自覚症しらべと心拍数による疲労調査

本研究では、被験者が感じている疲労を調査するために、疲労度チェック(自覚症しらべ)を実施した。また、肉体的疲労を数値化するために、腕時計型活動量計を使用して、心拍数計測を行った。被験者は、練習船鳥羽丸の乗組員の甲板部5名とし、調査は、表5.6に示す通り、2016年12月～2017年5月の間、鳥羽丸の運航予定に合わせて3回実施した。また、労働環境の違いによる疲労の調査のため、3回の調査を海上勤務時と陸上勤務時の両方において実施した。さらに、1日の行動を把握するために、行動調査を併せて実施した。

表 5.6 勤務状態と調査方法

勤務状態	海上勤務			陸上勤務		
	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目
回数	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目
日数	2日 (停泊)	2日 (停泊)	4日 (鳥羽-神戸)	2日	2日	4日
疲労調査 (自覚症しらべ・心拍数計測)	○	○	○	○	○	○
疲労回復調査 (起床時睡眠感調査票)	○	○	○	○	○	○
睡眠の質 (睡眠計測)	-	-	○	-	-	○

5.3.7 自覚症しらべによる疲労調査

被験者自身が感じている疲労を数値化するために、(自覚症しらべ)を実施した。自覚症しらべを経時的に実施することで、作業や行動に伴う疲労を調査することができる。自覚症しらべの記入は、表 5.7 及び表 5.8 に示す通り、作業開始前・終了時、昼休憩の前後、就寝前、起床時に行い、1回目と2回目の調査では計10回、3回目の調査では計22回実施した。図 5.3 は、自覚症しらべの一部を抜粋したものである。自覚症しらべは、25項目の質問があり、これらの質問に「1：まったくあてはまらない」から「5：非常によくあてはまる」の5段階で評価回答をする方式である。この25項目の質問は、ねむけ感・不安定感・不快感・だるさ感・ぼやけ感の5要因に分類することができ、疲労をより詳細に分析することができる。表に自覚症しらべによる5要因とそれぞれにあてはまる項目を示す。

	まったくあてはまらない	わずかにあてはまる	すこしあてはまる	かなりあてはまる	非常によくあてはまる
1 頭がおもい	1	2	3	4	5
2 いらいらする	1	2	3	4	5
3 目がかわく	1	2	3	4	5
4 気分がわるい	1	2	3	4	5
5 おちつかない気分だ	1	2	3	4	5
6 頭がぼやける	1	2	3	4	5

図 5.3 自覚症しらべ (抜粋)

表 5.7 自覚症しらべの記入時期（調査 1 回目と 2 回目）

回数	記入時期	番号	回数	記入時期	番号
1 日目	作業開始前	No.1	2 日目	起床時	No.6
	昼休憩前	No.2		作業開始前	No.7
	昼休憩後	No.3		昼休憩前	No.8
	作業終了時	No.4		昼休憩後	No.9
	就寝前	No.5		作業終了時	No.10

表 5.8 自覚症しらべの記入時期（調査 3 回目）

回数	記入時期	番号	回数	記入時期	番号
1 日目	作業開始前	No.1	3 日目	起床時	No.12
	昼休憩前	No.2		作業開始前	No.13
	昼休憩後	No.3		昼休憩前	No.14
	作業終了時	No.4		昼休憩後	No.15
	就寝前	No.5		作業終了時	No.16
2 日目	起床時	No.6	4 日目	就寝前	No.17
	作業開始前	No.7		起床時	No.18
	昼休憩前	No.8		作業開始前	No.19
	昼休憩後	No.9		昼休憩前	No.20
	作業終了時	No.10		昼休憩後	No.21
	就寝前	No.11		作業終了時	No.22

表 5.9 自覚症しらべ要因項目

群	5 要因	項目
I	ねむけ感	ねむい、横になりたい、あくびがでる やる気がとぼしい、全身がだるい
II	不安定感	不安な感じがする、ゆううつな気分だ、おちつかない気分だ いらいらする、考えがまとまりにくい
III	不快感	頭がいたい、気分がわるい、頭がおもい 頭がぼんやりする、めまいがする
IV	だるさ感	腰が痛い、肩がこる、足がだるい 腕がだるい、手や指がいたい
V	ぼやけ感	ものがぼやける、目がかわく、目がしょぼつく 目が見つかる、目がいたい

計25項目

5.3.8 自覚症しらべによる疲労調査結果

I 群からV群の 5 要因に分類して、海上勤務と陸上勤務での被験者 5 名の平均値を、それぞれ分析し比較した結果、全ての群において海上勤務時の方が陸上勤務時より高く、I 群（ねむけ感）で 0.18、II 群（不安定感）で 0.05、III 群（不快感）で 0.07、IV 群（だるさ感）で 0.22、V 群（ぼやけ感）で 0.06 高い結果となった。

表 5.10 自覚症しらべによる分析結果（被験者 5 名の平均値）

	海上勤務	陸上勤務	海上勤務と 陸上勤務の差	t検定（対応あり）
I 群 （ねむけ感）	1.50	1.32	0.18	* *
II 群 （不安定感）	1.15	1.10	0.05	n.s.
III 群 （不快感）	1.22	1.14	0.08	* *
IV 群 （だるさ感）	1.62	1.40	0.22	* *
V 群 （ぼやけ感）	1.32	1.26	0.06	n.s.

n.s.:非有意 *: $p < 0.05$ **: $p < 0.01$

特に、ねむけ感とだるさ感の分析結果は、他の分析結果に比べ差異が大きかった。また、各群の海上勤務と陸上勤務の平均値の差が統計的に有意か確かめるために、有意水準 5%で両側検定の t 検定(対応あり)を行ったところ、表 5.10 の各要因の分析結果に示す通り、I・III・IV群においては、 $p < 0.01$ であり、海上勤務と陸上勤務の平均値の差は有意であることがわかった。また、図 5.4 から図 5.13 に調査 1.2 回目の平均及び調査 3 回目における各要因の被験者 5 名の平均値の推移を示す。

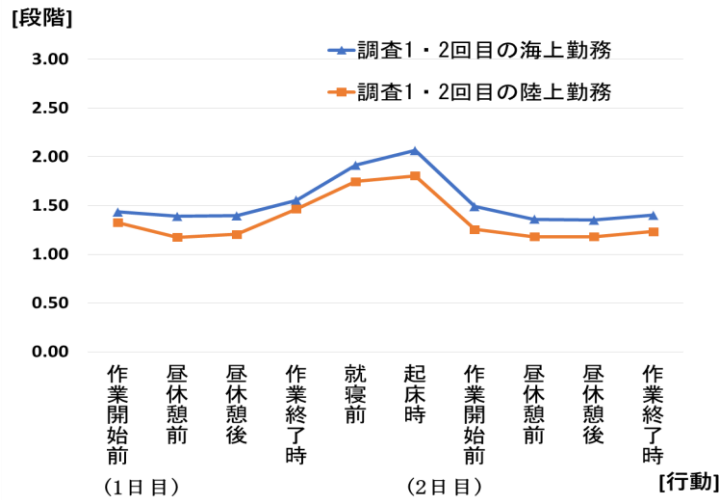


図 5.4 調査 1・2 回目におけるねむけ感の推移の比較 (被験者 5 名の平均値)

図 5.4 及び図 5.5 に、ねむけ感の推移を示す。海上勤務と陸上勤務を比較すると海上勤務の方が、0.18 高い結果となり、t 検定における検証を行ったところ有意であることがわかった。

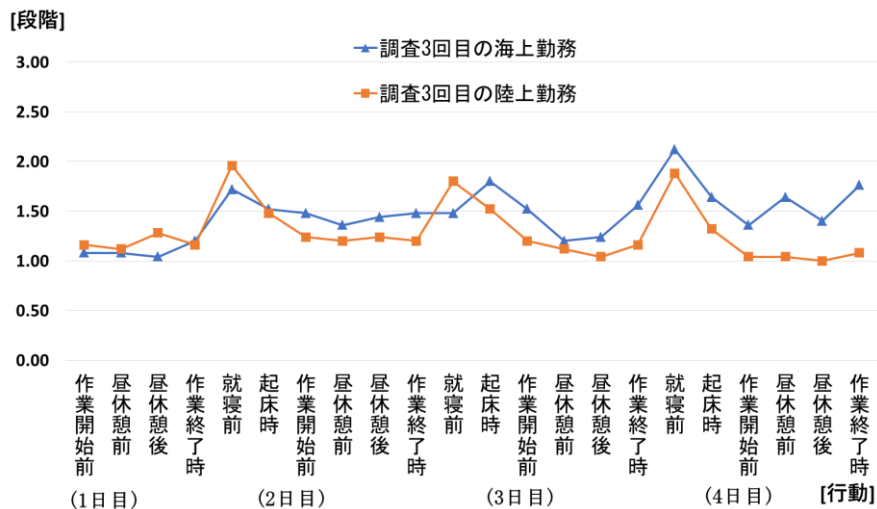


図 5.5 調査 3 回目におけるねむけ感の推移の比較 (被験者 5 名の平均値)

調査 1 回目から 3 回目において、ねむけ感の推移を比較したところ、陸上勤務より海上勤務の方がねむけ感が高い結果となった。

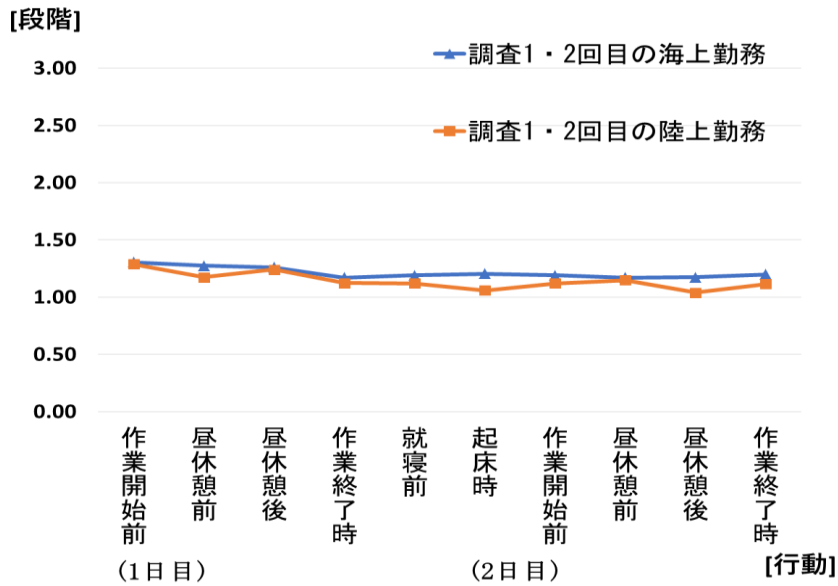


図 5.6 調査 1・2 回目における不安定感の推移の比較 (被験者 5 名の平均値)

図 5.6 及び図 5.7 に不安定感の推移を示す。海上勤務と陸上勤務を比較すると海上勤務の方が、0.05 高い結果となった。t 検定における検証を行ったところ非有意であることがわかった。

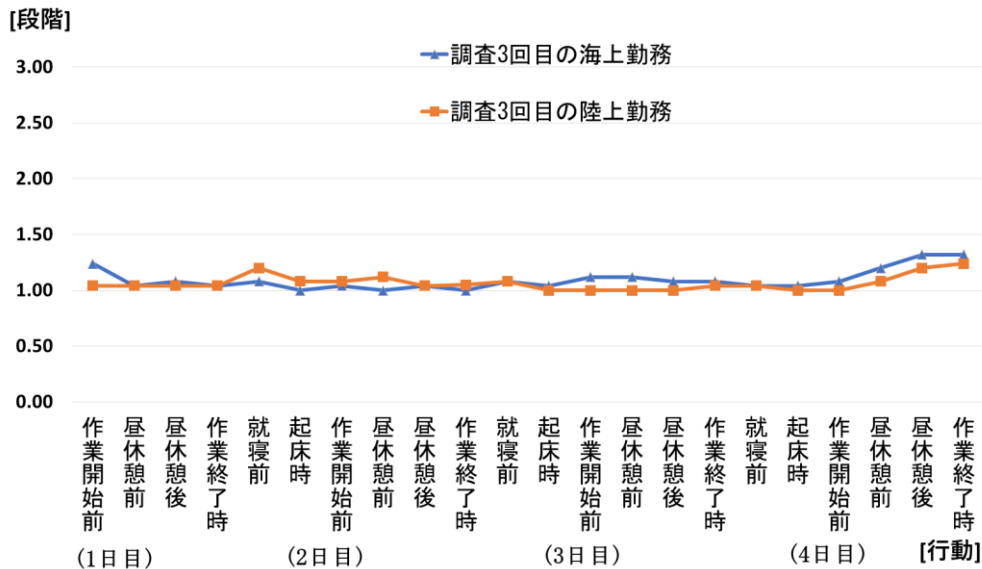


図 5.7 調査 3 回目における不安定感の推移の比較 (被験者 5 名の平均値)

調査 1 回目から 3 回目において、不安定感の推移を比較したところ、海上勤務の方が高い結果であるが、不安定感については、海上勤務と陸上勤務ともに差異はない結果となった。

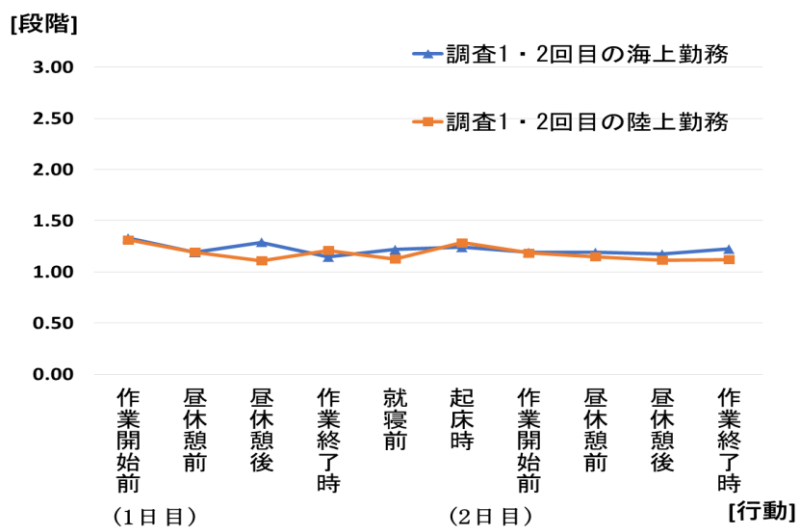


図 5.8 調査1・2回目における不快感の推移の比較 (被験者5名の平均値)

図 5.8 及び図 5.9 に不快感の推移の推移を示す。海上勤務と陸上勤務を比較すると海上勤務の方が、0.08 高い結果となった。さらに t 検定における検証結果にて、有意であることがわかった。

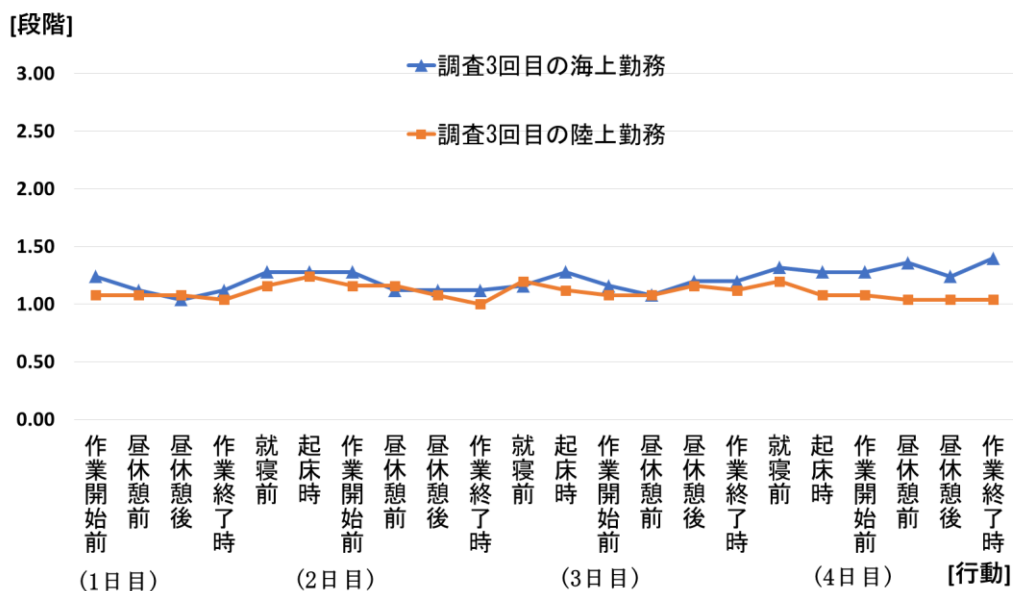


図 5.9 調査3回目における不快感の推移の比較 (被験者5名の平均値)

調査1回目から3回目において、不快感の推移を比較したところ、陸上勤務より海上勤務の方が、不快感が高い結果となった。

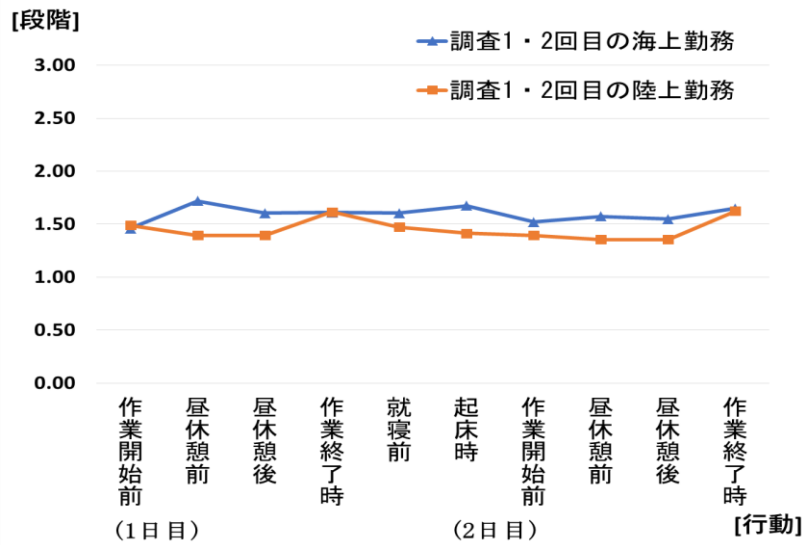


図 5.10 調査1・2回目におけるだるさ感の推移の比較 (被験者5名の平均値)

図 5.10 及び図 5.11 に、だるさ感の推移を示す。海上勤務と陸上勤務を比較すると海上勤務の方が、0.22 高い結果となった。さらに t 検定における検証結果にて、有意であることがわかった。

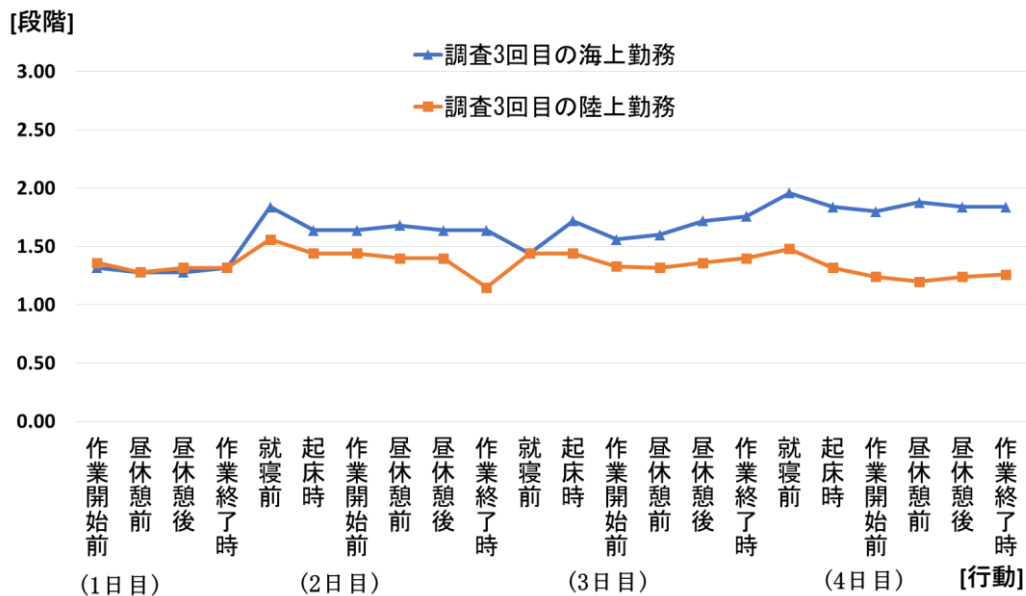


図 5.11 調査3回目におけるだるさ感の推移の比較 (被験者5名の平均値)

調査1回目から3回目において、だるさ感の推移を比較したところ、陸上勤務より海上勤務の方が、だるさ感が高い結果となった。

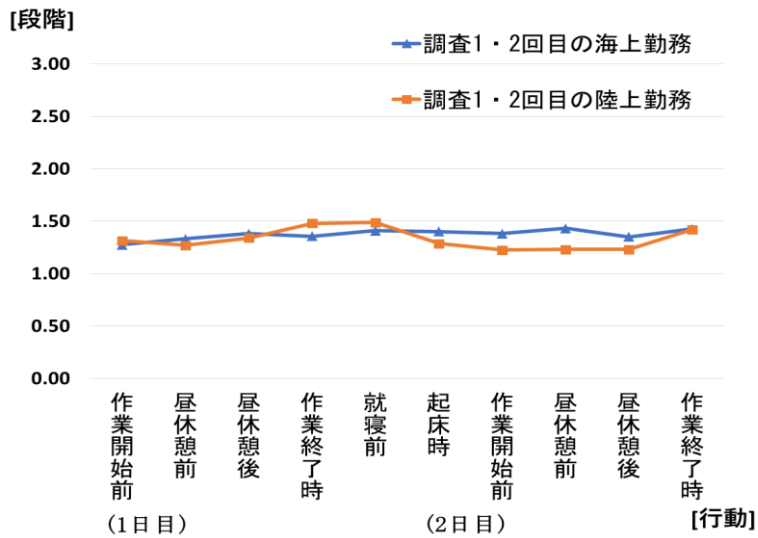


図 5.12 調査1・2回目におけるぼやけ感の推移の比較 (被験者5名の平均値)

図 5.12 及び図 5.13 に、ぼやけ感の推移を示す。海上勤務と陸上勤務を比較すると海上勤務の方が、0.06 高い結果となった。t 検定における検証結果にて、非有意であることがわかった。

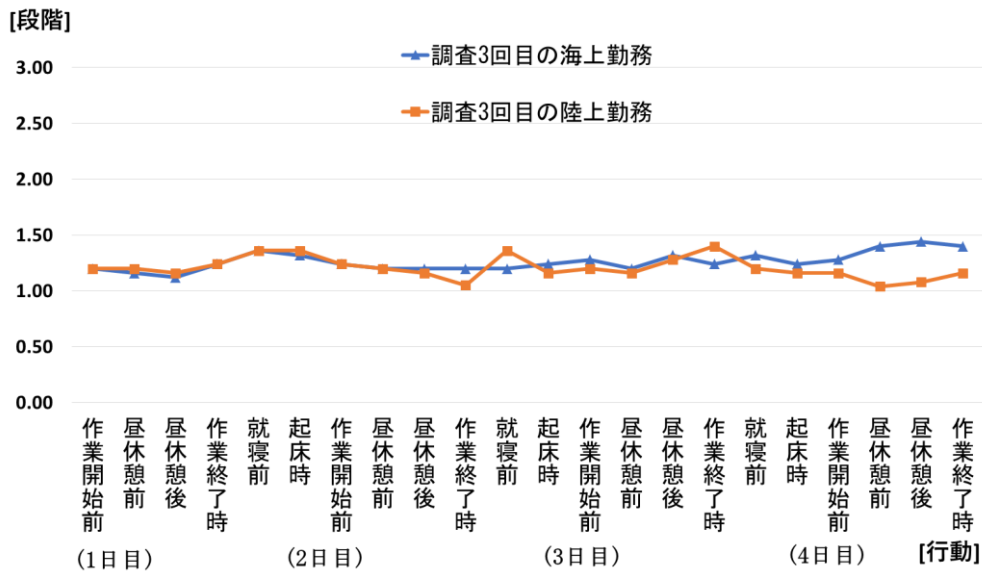


図 5.13 調査3回目におけるぼやけ感の推移の比較 (被験者5名の平均値)

図 5.4 から図 5.13 のグラフにおいて、II 群不安定感・III 群不快感・V 群ぼやけ感、調査1・2回目と調査3回目のどちらの調査とも、海上勤務と陸上勤務の差異が小さいのに対して、I 群ねむけ感とIV 群だるさ感、調査1・2回目で差異がみられ、調査3回目では疲労調査期間が進みにつれて差異が大きくなっていった。このことから、船員の労働環境では、自覚症のうち、ねむけ感とだるさ感の2つが助長されやすいのではないかと考えた。よって、

自覚症しらべの 5 要因のうち、特に差異の大きかったねむけ感とだるさ感についてより詳細に分析を行った。

調査 3 回目での経時的变化を分析した結果、両方とも海上勤務では、日数を重ねるごとに増加傾向にあることがわかった。一方、陸上勤務では、日数を重ねても増加することはなく、ほぼ同じ値のままであった。

海上勤務においてだるさ感については、時間の経過とともに若干の増加傾向にあるため、一般商船のような長期航海を行う船舶では、より深刻な影響があると推測される。

5.4 心拍数計測による疲労分析

精神的疲労は自律神経の乱れによって引き起こされる。自律神経のうちの「交感神経」が刺激されると、精神は緊張状態となり、ストレスを感じ、疲労に繋がるとされている。一方で、「副交感神経」が刺激されると、精神はリラックス状態となり、疲労が回復するとされている。一般に、安静時の心拍数を基準とし、これより上昇した状態では、交感神経が刺激され「疲労」と判断し、安静時の心拍数に近い状態では、副交感神経が刺激され「疲労回復」と判断される。図 5.14 に、自律神経と疲労及び疲労回復の関係を示す。

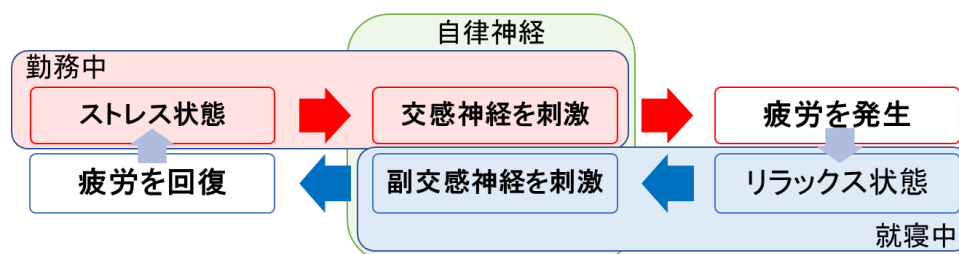


図 5.14 自律神経と疲労及び疲労回復の関係

5.4.1 心拍数に計測による疲労調査

心拍数の値は bpm (beats per minute) で示す。これは 1 分間に心臓が拍動する回数である。安静時の心拍数とは、椅子に座っている時のような、安静にしているときの心拍数を示し、一般的に男性で 60~70bpm 程度、女性で 65~75bpm 程度とされている。本研究では、腕時計型活動量計を使用して、海上勤務時と陸上勤務時の心拍数を計測し、それぞれの平均心拍数と安静時の心拍数との差を比較することで、心拍数計測による疲労の調査を実施した。使用した腕時計型活動量計は、心拍数の他に、消費カロリー・歩数・歩行距離などを、最長 5 日間連続して計測することができる。図 5.15 に、安静時の心拍数を基準とした場合の、

海上勤務時と陸上勤務時の1日の平均心拍数の結果を示す。海上勤務時の方が、陸上勤務時に比べ、被験者Aでは4.8bpm、被験者Bでは2.2bpm、被験者Cでは3.0bpm、被験者Dでは-0.1bpm、被験者Eでは0.5bpm、全体平均で2.1bpm高い結果となった。

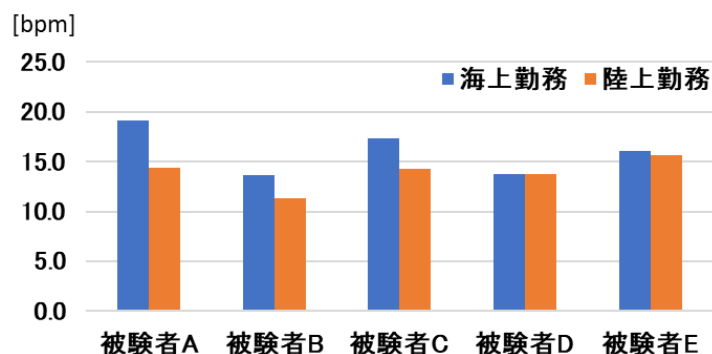


図 5.15 安静時心拍数を基準とした場合における平均心拍数の比較

次に、図 5.16 に、海上勤務時と陸上勤務時における被験者 E の心拍数変動を示す。海上勤務と陸上勤務の心拍数変動を比較すると、一部の時間帯を除き、海上勤務の方がわずかに高くなる傾向があり、この傾向はほぼ全員にみられた。また、当直時よりも入港作業時の方が、心拍数が上昇している傾向もみられた。

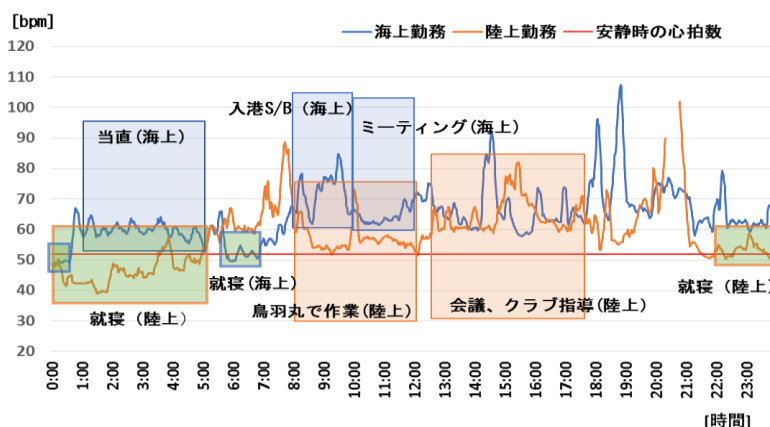


図 5.16 被験者 E の心拍数変動の比較 (抜粋)

就寝時の心拍数は、勤務中の心拍数と比較すると、海上勤務と陸上勤務の両方において、大幅に減少していた。また、就寝時では、個人差はあるものの、心拍数が安静時の心拍数より低値となりやすい傾向にあることがわかった。この傾向は、被験者全員においてみられた。このことから、就寝時においては、副交感神経が働き、疲労回復効果があると考えられ、睡眠時間・中途覚醒時間・レム睡眠時間・ノンレム睡眠時間等の詳細な分析を行うことで、疲労回復度の数値化が見込めるのではないかと推測した。

5.5 疲労回復度調査の検討及び実施

心拍数計測による疲労の調査において、就寝時の心拍数は、労働環境に関係なく、安静時の心拍数より低くなりやすい傾向にあることがわかった。このことから、就寝時には副交感神経が働いて、精神的疲労の回復を行っているといえる。そこで、睡眠について、より詳細に分析するための手法として、起床時睡眠感調査票を用いて、海上勤務時と陸上勤務時での、被験者自身が感じている睡眠感を調査し、分析を行った。

5.5.1 起床時の睡眠間調査票による分析手法

被験者の精神的疲労の回復度を数値化するために、一般社団法人日本睡眠改善協議会が作成した OSA 睡眠調査票 MA 版起床時睡眠感調査票を使用した。この調査票は、起床時の睡眠内省を評価する心理尺度であり、日々変動する睡眠感を統計的に尺度化することができる。質問項目は 16 項目あり、起床時眠気・入眠と睡眠維持・夢み・疲労回復・睡眠時間の 5 因子に分類することができる。表 5.10 に、起床時睡眠感調査票による 5 因子の分類とそれぞれにあてはまる項目を示す。また、この調査票は、26～75 歳（男女 670 名）の母集団の標準化得点の平均を 50 点としており、0～100 点で睡眠感を評価することができる。今回の調査では、睡眠感を評価し、睡眠と疲労及び疲労回復の関係を明らかにするために、それぞれの因子を得点化した。この調査は、自覚症しらべ及び心拍数計測による疲労調査と同じ日に、3 回実施した。調査票の記入は、調査開始日の朝から調査最終日の翌日の朝の間における起床時に行い、表 5 の 1 回目及び 2 回目の調査では計 3 回、3 回目の調査では計 5 回それぞれ実施した。

表 5.10 起床時睡眠感調査票の分類と項目

因子	分類	項目
I	起床時眠気	集中力がある、解放感がある 頭がはっきりしている、テキパキ答えられる
II	入眠と睡眠維持	ぐっすり眠れた、眠りが浅かった、ウトウトが多かった 寝つきが良かった、しょっちゅう目が覚めた
III	夢み	悪夢が多かった、しょっちゅう夢をみた
IV	疲労回復	疲れが残っている、身体がだるい、不快な気分である
V	睡眠時間	食欲がある、睡眠時間が長かった

計16項目

5.5.2 起床時睡眠感調査票による疲労回復調査

図 5.17 に、海上勤務時と陸上勤務時の因子ごとの起床時睡眠感調査票の平均得点を示す。海上勤務時と陸上勤務時の平均得点を比較した結果、すべての因子で海上勤務の方が陸上勤務より睡眠感の評価が低いことがわかった。海上勤務と陸上勤務の差は、因子 I（起床時眠気）で-3.2 点、因子 II（入眠と睡眠維持）で-4.8 点、因子 III（夢み）で-1.7 点、因子 IV（疲労回復）で-5.5 点、因子 V（睡眠時間）で-4.2 点、海上勤務の方が低い結果となった。また、各因子の海上勤務の平均点と陸上勤務の平均点の差が統計的に有意か確かめるために、有意水準 5%で両側検定の t 検定（対応あり）を行ったところ、表 5.11 に示す通り、因子 I・II・IV・Vにおいては、 $p < 0.05$ もしくは $p < 0.01$ であり、海上勤務と陸上勤務の平均点の差は有意であることがわかった。この傾向は、自覚症しらべ及び心拍数計測による疲労の傾向と類似していることから、睡眠と疲労及び疲労回復には、密接な関係があると、確認することができた。

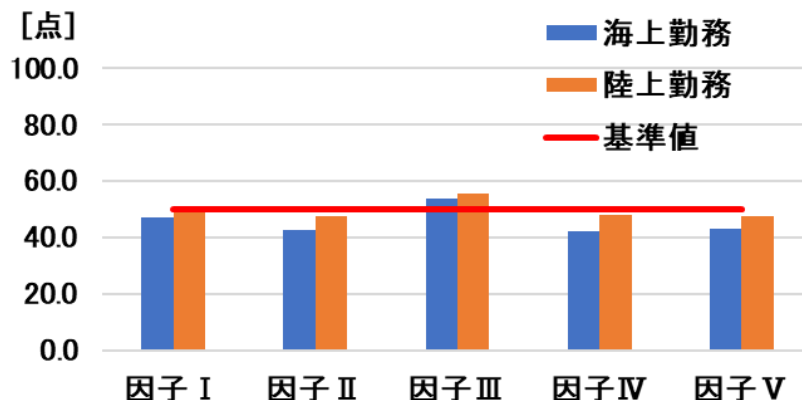


図 5.17 因子ごとの睡眠感の比較

表 5.11 因子ごとの睡眠感の比較

	因子Ⅰ (起床時眠気)	因子Ⅱ (入眠と睡眠維持)	因子Ⅲ (夢み)	因子Ⅳ (疲労回復)	因子Ⅴ (睡眠時間)
海上勤務	47.3	42.6	53.7	42.4	43.1
陸上勤務	50.5	47.4	55.4	47.9	47.3
海上勤務と 陸上勤務の差	-3.2	-4.8	-1.7	-5.5	-4.3
t検定(対応あり)	*	**	n.s.	**	*

n.s.:非有意 *: p<0.05 **:p<0.01

5.5.3 居住環境の違いによる睡眠への影響

5.3.4 で示した乗組員の睡眠に関する現状調査のアンケートでは、9名中6名が「海上勤務ではよく眠れない」と回答しており、船内の居住環境については、8名が満足していないことが明らかとなった。また、起床時睡眠感調査票による調査結果を考慮すると、海上勤務時より陸上勤務時の方が、「よく眠れており」、被験者自身が感じている睡眠の評価も高いことが明らかとなった。そこで、就寝時の環境が船内であるか自宅であるかによって、違いがあるのかを調査することとした。海上勤務時における睡眠感の調査では、開始日と最終日の睡眠場所は自宅であり、2日目または2~3日目の睡眠場所は船内であった。よって、海上勤務時の起床時睡眠感調査票の結果を詳細に分析することで、就寝環境（居住環境）の違いによる睡眠感の調査を実施した。分析結果より、船上での睡眠の方が自宅での睡眠より評価が低いことがわかった。表 5.12 に、就寝環境の違いによる睡眠感の比較を示す。船内で就寝した場合と自宅で就寝した場合の各因子の平均点の差は、因子Ⅰで-6.6点、因子Ⅱで-5.6点、因子Ⅲで-0.9、因子Ⅳで-5.0、因子Ⅴで-7.7であった。また、各因子の船内での睡眠感の平均点と自宅での睡眠感の平均点の差が統計的に有意か確かめるために、有意水準5%で両側検定のt検定（対応あり）を行ったところ、表 10 に示す通り、因子Ⅰ・Ⅳ・Ⅴにおいては、 $p<0.05$ であり、海上勤務と陸上勤務の平均点の差は有意であることがわかった。さらに、アンケート結果では、9名中8名が船内の居住環境に満足していないと回答しており、上記の分析結果とアンケート結果より、就寝時の環境（居住環境）は、睡眠に影響を与える一因になるとわかった。また、海上勤務で疲労が蓄積された状態であっても、自宅での睡眠をとることで、疲労回復効果を望むことができ、疲労が緩和するものと推測できる。

表 5.12 就寝環境の違いによる睡眠間の比較

	因子Ⅰ (起床時眠気)	因子Ⅱ (入眠と睡眠維持)	因子Ⅲ (夢み)	因子Ⅳ (疲労回復)	因子Ⅴ (睡眠時間)
船内	43.8	39.8	52.9	40.4	39.7
自宅	50.4	45.4	53.8	45.4	47.4
船内と自宅の差	-6.6	-5.6	-0.9	-5.0	-7.7
t検定(対応あり)	*	n.s.	n.s.	*	*

n.s.:非有意 *: $p < 0.05$ **: $p < 0.01$

5.6 睡眠計測による睡眠の質の分析手法

起床時睡眠感調査票の結果より、海上勤務の睡眠は、陸上勤務と比較して、睡眠感の評価が低いことがわかった。しかしこれは、単に海上勤務の方が疲労しやすい環境にあるため、疲労が蓄積され睡眠感に影響が現れたのではなく、5.3.2での分析結果から分かる通り、居住環境の変化によっても、睡眠の質に影響が出ることがわかった。したがって、疲労回復効果を上げるためには、睡眠の質を向上する必要があると推測した。そこで、居住環境以外の要因を考慮するために、睡眠計により睡眠の質を測定し、分析した。まず、睡眠計を用いて睡眠を評価し、海上勤務時と陸上勤務時での睡眠の質の違いについて調査した。また、船の運航状態の違いによる睡眠の質の変化についても調査を行った。調査期間は、表 5.4 の調査期間の内、3 回目の 4 日間にわたる調査時に実施した。

5.6.1 睡眠計測による睡眠の質の分析

使用した睡眠計は、センサーにより睡眠を計測することで、睡眠の質を睡眠時間・体動回数・レム睡眠時間・ノンレム睡眠時間などに分析することができる。これらの計測結果を基に、睡眠計専用のアプリケーションを用いることで、被験者の睡眠の質を自動的に評価し得点化することができる。得点は、0～100 点で表される。図 5.18 に、海上勤務と陸上勤務の睡眠の質の評価の平均点数の推移を示す。海上勤務時における被験者全員での平均得点は 23.2 点で、陸上勤務時における平均得点は 50.6 点であった。海上勤務時の方が、陸上勤務時より 27.4 点低い結果となった。また、表 5.13 に示す通り、海上勤務と陸上勤務の平均点の差が統計的に有意か確かめるために、有意水準 5%で両側検定の t 検定(対応あり)を行ったところ、 $t(15)=-5.636$, $p < 0.01$ であり、海上勤務の睡眠の質と陸上勤務の睡眠の質の平均点の差は有意であることがわかった。さらに、陸上勤務の睡眠の質が、3 日間を通して変化があまりないのに対して、海上勤務は 3 日間で大きく変動していた。これは、陸上勤務の就寝時の環境は変化しにくいのに対して、海上勤務の就寝時の環境は、船舶が航海中にあるか停泊・錨泊中等にあるかによって、変化するからであると考

えられる。したがって、今回の計測では、1日目と3日目が航海中、2日目は停泊中であつたことから、睡眠の質に差異がでたと推測できる。しかし、睡眠計による睡眠の質の評価は、計測回数が少ないため、今後も計測を続け、傾向を明らかにする必要がある。

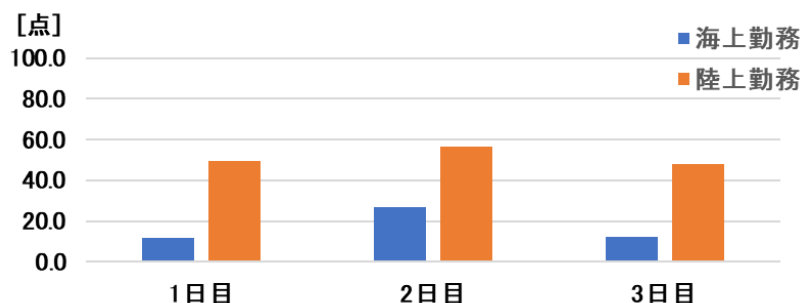


図 5.18 睡眠の質の評価の平均得点の推移

表 5.13 睡眠の質の評価

	海上勤務	陸上勤務	海上勤務と陸上勤務の差	t検定 (対応あり)
平均点	23.20	50.60	-27.4	**
標準偏差	15.17	14.23		

n.s.:非有意 *: $p < 0.05$ **: $p < 0.01$

5.7 気象・海象と疲労の関係の調査

これまでの調査結果より、海上勤務の方が陸上勤務よりも疲労しやすく、かつ、疲労回復しにくい傾向があることがわかった。また、睡眠計による睡眠の質の調査結果より、航海中の方が停泊中よりも睡眠の質が悪い傾向となることがわかった。このことから、航海中のような船体が動揺している状態では、停止状態に比べ、疲労しやすくなると推測した。また、船体の動揺の強弱によって疲労の度合いが変化すると推測し、気象及び海象が疲労に与える影響について調査を実施した。

5.7.1 気象（風）による疲労への影響の調査方法

船体動揺に影響する気象現象として風に着目し、航海時において、練習船鳥羽丸に搭載されている総合気象観測装置を用いて風を観測し、1分間ごとの風向及び風速のデータと各被験者の心拍数のデータを比較して、風の大きさによる疲労への影響について考察した。

5.7.2 気象（風）と疲労の関係

図 5.19 及び図 5.20 に、各被験者の心拍数変動と風速の変化の比較を示す。往路と復路

の両方において、各被験者の心拍数変動と風速の変化を比較した結果、風速の変化による各被験者の心拍数に影響を及ぼしていないと推測できる。

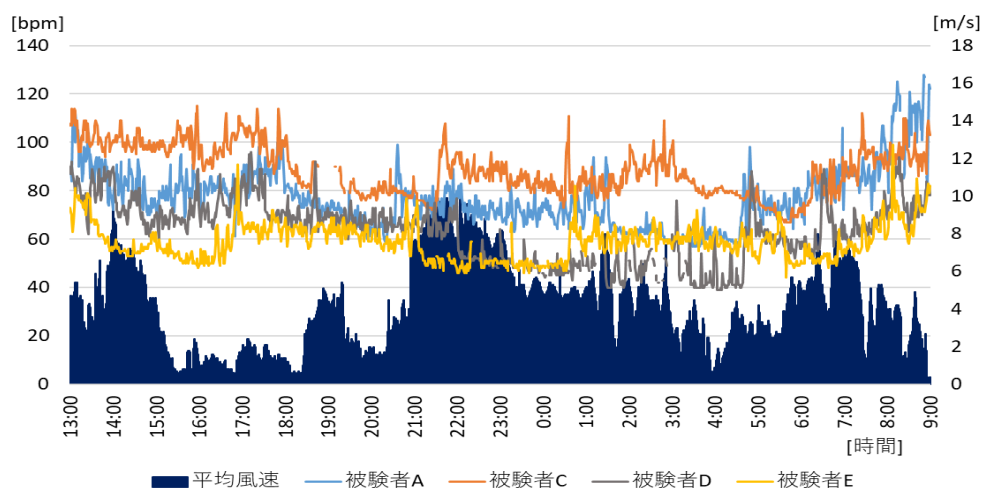


図 5.19 各被験者の心拍数変動と風速の比較（往路）

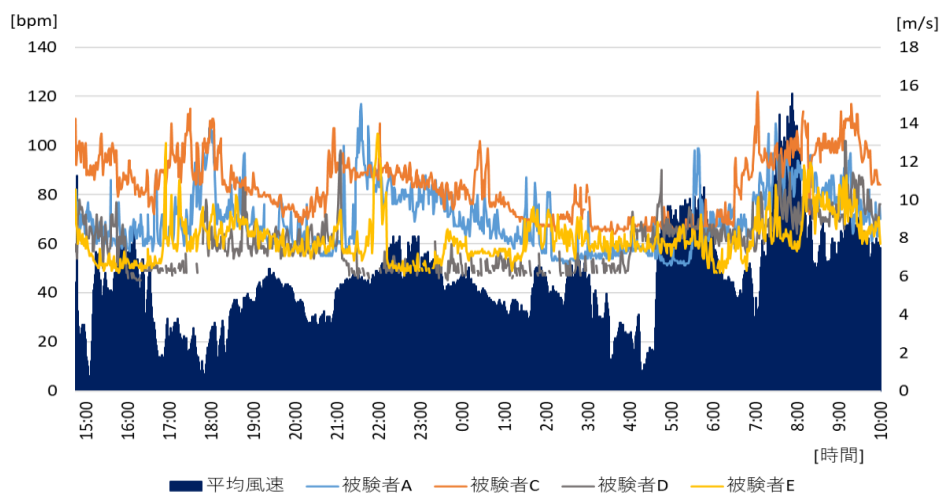


図 5.20 各被験者の心拍数変動と風速の比較（復路）

5.7.3 海象（波高及び海面状態）による疲労への影響の調査方法

船体動揺に影響する海象現象として、波高及び海面状態に着目した。航海時において、目視により波高と海面状態を 1 時間ごとに観測し、各被験者の心拍数のデータと観測データを比較して、波高の大きさと海面状態の変化による疲労への影響について考察した。表 5.14 に、使用した海面状態の観測基準を示す。

表 5.14 海面状態の観測基準

波高 (m)	記述	海面状態	段階
no wave	Calm (Glassy)	鏡のよう	1
0 - 0.10	Calm (Rippled)	さざなみ	2
0.10 - 0.50	Smooth	小波	3
0.50 - 1.25	Slight	やや波がある	4
1.25 - 2.50	Moderate	かなり波がある	5
2.50 - 4.00	Rough	波がやや高い	6
4.00 - 6.00	Very Rough	波がかなり高い	7
6.00 - 9.00	High	相当荒れている	8
9.00 - 14.00	Very High	非常に荒れている	9
14.00+	Phenomenal	異常な状態	10

5.7.4 海象（波高）と疲労の関係

図 5.21 及び図 5.22 に、各被験者の心拍数変動と波高の大きさの推移の比較を示す。各被験者の心拍数変動と波高の大きさの推移を比較した結果、往路と復路の両方において、波高の大きさによる各被験者の心拍数に及ぼす影響はないことがわかった。

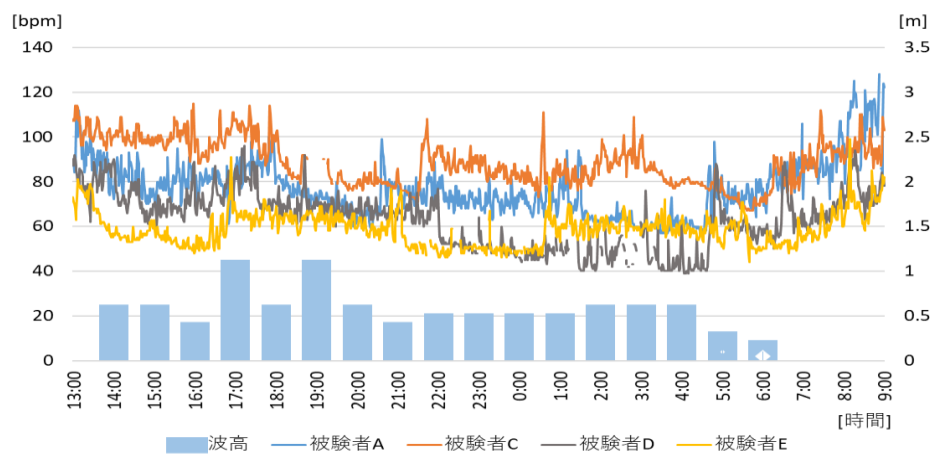


図 5.21 各被験者の心拍数変動と波高の比較（往路）

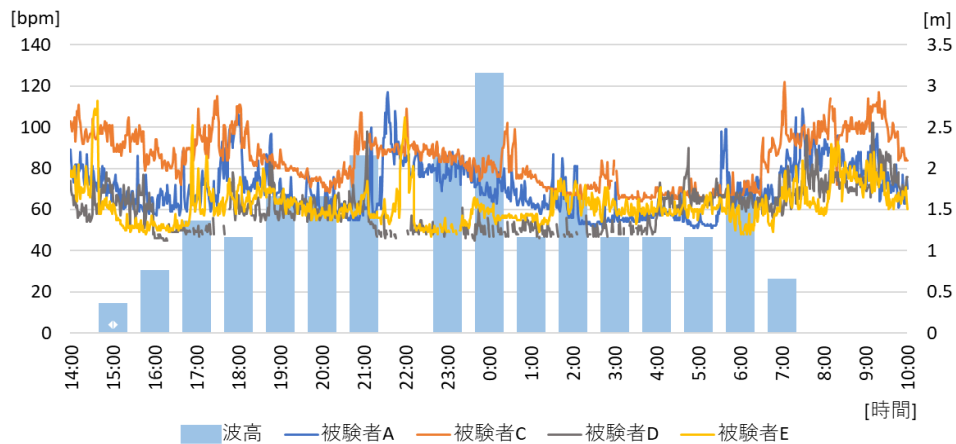


図 5.22 各被験者の心拍数変動と波高の比較（復路）

5.7.5 海象（海面状態）と疲労の関係

表 5.12 の海面状態の観測基準を参考に観測を行い、1～10 段階で海面状態を評価した。図 5.23 及び図 5.24 に、各被験者の心拍数変動と海面状態の変化の推移の比較を示す。各被験者の心拍数変動と海面状態の変化の推移を比較した結果、往路と復路の両方において、海面状態の変化による各被験者の心拍数に及ぼす影響はないことがわかった。

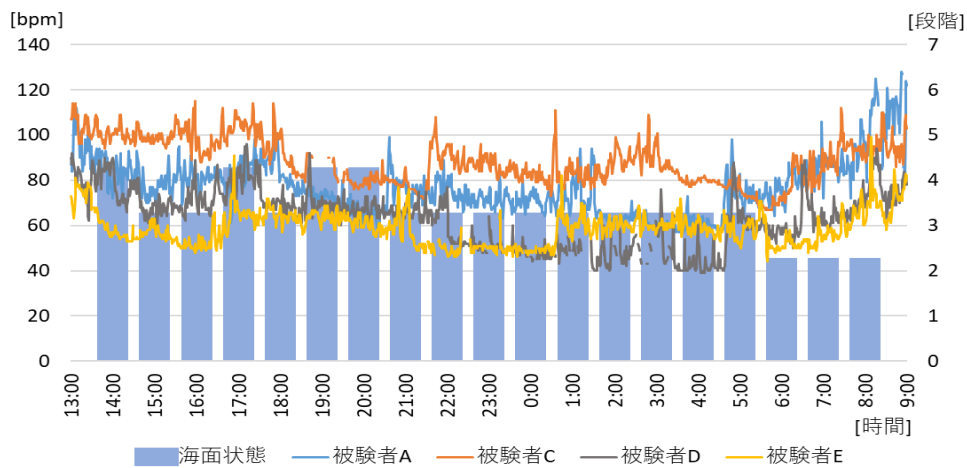


図 5.23 各被験者の心拍数変動と海面状態の比較（往路）

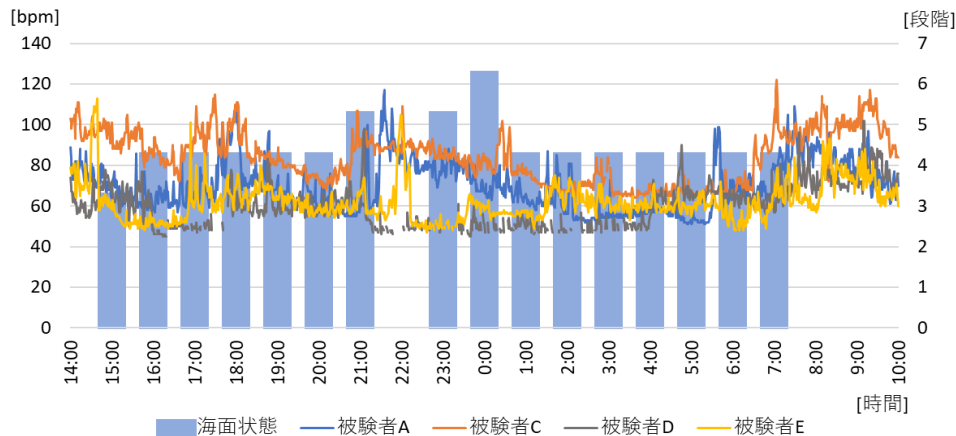


図 5.24 各被験者の心拍数変動と海面状態の比較（復路）

5.8 結論

船員の労働環境の違いにおける疲労の傾向を把握するため、その調査方法を検討した。その結果、疲労に関しては、自覚症しらべを用いたアンケート調査と心拍数計測によって、また、疲労回復に関しては、起床時睡眠感調査票によるアンケート調査によって調査可能であり、さらに、睡眠計を用いて睡眠の質を分析することで、より詳細に疲労回復を調査できることがわかった。

このような疲労及び疲労回復調査を実施することで、船員一人一人が、個々の疲労状態と向き合う機会を与えることができ、また、管理者にとっては船員の体調を把握することができた。これらの調査結果を労働環境の改善に活かすことで、船員災害の減少に繋がり、船舶の安全運航の向上にも繋がると考えている。本章での主な結論は、以下の通りである。

- (1) 疲労は、自覚症しらべによるアンケート調査と心拍数計測によって、計測可能である。
- (2) 自覚症しらべによるアンケート調査の結果より、海上勤務と陸上勤務を比較した場合には、すべての要因において、海上勤務時の方が、陸上勤務時より疲労しやすい傾向がある。
- (3) ねむけ感とだるさ感に関しては、他の要因よりも、海上勤務の方が顕著に疲労傾向がみられた。
- (4) 心拍数計測による疲労調査の結果、海上勤務時の方が、陸上勤務時より平均心拍数が 2.1bpm 高いことから、海上勤務時の方が交感神経を刺激されやすく、疲労しやすい。
- (5) 就寝時においては、勤務地に関係なく、海上勤務時、陸上勤務時ともに、安静時の心拍数より低くなりやすいことから、睡眠は疲労回復効果がある。
- (6) 疲労の回復度は、起床時睡眠感調査票によるアンケート調査によって、調査可能である。

- (7) 海上勤務と陸上勤務を比較した場合、海上勤務の方が陸上勤務より、睡眠による疲労回復効果が低い。
- (8) 自宅での睡眠か船内での睡眠かに注目して分析した結果、船内（海上勤務）での睡眠より、自宅（陸上勤務）での睡眠の方が、睡眠の質が良いことがわかった。よって、睡眠の質は、居住環境の変化に影響される。
- (9) 気象と疲労に関しては、平均風速が約 8~10m/s の風が 2,3 時間吹く程度では、疲労に影響しないことがわかった。
- (10) 海象と疲労に関しては、波高が約 1.5~3.0m である場合でも 2,3 時間続く程度では、疲労に影響しないことがわかった。
- (11) 海面状態が「Moderate」～「Very Rough」の間にある状態が 2,3 時間続く程度では、疲労に影響しないことがわかった。
- (12) 今回実施した疲労度調査において、海象が関係しない結果となったが、疲労と海象における動揺には関係がある⁽⁵³⁾と考えられる。さらなる調査が必要である。

第6章

船員災害のリスクの定量的評価

6.1 緒論

船員災害の死亡災害は、2002年から2015年の平均で外航約0.3件、内航（大手）で約0.1件、内航（その他）では5.9件、その他では4.1件となっている。休業3日以上は年間、外航では約13.3件、内航（大手）で27.9件、内航（その他）で176.2件、その他で91.5件発生している。災害における休業日数と災害時の作業について、実態は、ほとんど解明されていない。船員災害疾病報告書で海事局に報告されるものの、個人が特定されるような災害の公表や対策となる可能性があり、詳細な分析が行われていないのが現状である。しかし、安全管理を担当する際に、重要なのはどのような船種で、どのような作業でリスクが高いかを解明することで、リスク低減策の優先順位の明確化をして、これらに対する適切な災害防止対策を実施する必要があると考える。そこで、本章では、船種の特徴や災害時の作業についてリスクを定量的に評価する手法を検討した。

6.2 災害発生件数によるリスク評価

6.2.1 危害の発生割合分析

2002年から2015年の14年間に発生した災害について、船種毎の災害時の作業と休業災害、死亡災害の発生割合を分析した。

6.2.2 外航における危害の発生割合

表6.1は外航における災害時の発生作業についての発生件数と割合を示す。外航においては、休業3日以上は災害で最も多い災害が、整備・管理作業で年間約6.6件となり約5割を占める。次いで、調理が、年間約1.6件、職務外が年間約1.4件となった。さらに、死亡災害においては、整備・管理作業、操練を含むその他、職務外が年間約0.1件の結果となった。

表 6.1 外航における災害発生件数と発生割合の分析結果

災害発生時作業	休業3日以上	死亡
出入港	1.0(7.5%)	0.0(0.0%)
荷役	1.0(7.5%)	0.0(0.0%)
運航	0.5(3.7%)	0.0(0.0%)
整備・管理	6.6(49.2%)	0.1(33.3%)
調理	1.6(11.8%)	0.0(0.0%)
その他drill含む	1.1(8.6%)	0.1(33.3%)
職務上 不明	0.1(1.1%)	0.0(0.0%)
職務外	1.4(10.6%)	0.1(33.3%)
不明	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)
合計	13.3(100.0%)	0.3(100.0%)

6.2.3 内航（大手）における災害時発生作業の割合の分析結果

表 6.2 は内航（大手）における災害時の発生作業についての分析結果を示す。休業 3 日以上の災害で最も多いのが、整備・管理作業で年間約 13.3 件と約 5 割となり、次いで出入港が、年間約 5.6 件で 2 割、次に荷役による災害が 4.6 件となった。さらに、死亡災害については、内航（大手）については、荷役作業で、年間約 0.1 件発生したことがわかった。

表 6.2 内航（大手）における発生確率の分析結果

災害発生時作業	休業3日以上	死亡
出入港	5.6(20.0%)	0.0(0.0%)
荷役	4.6(16.4%)	0.1(100.0%)
運航	0.5(1.8%)	0.0(0.0%)
整備・管理	13.3(47.9%)	0.0(0.0%)
調理	0.9(3.1%)	0.0(0.0%)
その他drill含む	0.9(3.1%)	0.0(0.0%)
職務上 不明	0.5(1.8%)	0.0(0.0%)
職務外	1.5(5.6%)	0.0(0.0%)
不明	0.1(0.3%)	0.0(0.0%)
合計	27.9(100%)	0.1(100.0%)

6.2.4 内航（その他）における災害時発生作業の割合の分析結果

表 6.3 は内航（その他）における災害時の発生作業についての分析結果を示す。休業 3 日以上 の災害で最も多いのが、年間で 70 件の整備・管理作業が約 4 割となり、次いで出入港が、年間で 42.8 件の約 2 割、次いで荷役が年間で 39.6 件約 2 割の発生件数と確率となった。死亡災害については、内航（その他）については、整備・管理作業で年間 1.8 件、次いで運航で年間に 1.1 件、出入港で年間 1 件発生している結果となった。

表 6.3 内航(その他)における災害件数と発生割合の分析結果

災害発生時作業	休業3日以上	死亡
出入港	42.8(24.3%)	1.0(18.1%)
荷役	39.6(22.5%)	0.6(9.6%)
運航	6.6(3.8%)	1.1(19.3%)
整備・管理	70.0(39.7%)	1.8(30.1%)
調理	3.9(2.2%)	0.0(0.0%)
その他drill含む	9.9(5.6%)	0.2(3.6%)
職務上 不明	0.9(0.5%)	0.6(9.6%)
職務外	2.1(1.2%)	0.3(4.8%)
不明	0.4(0.2%)	0.3(4.8%)
合計	176.2(100.0%)	5.9(100.0%)

6.2.5 その他の船舶における災害時発生作業の割合の分析結果

表 6.4 は、その他における災害時の発生作業についての分析結果を示す。休業 3 日以上 の災害で最も多いのが、年間で 34.4 件の整備・管理作業が約 4 割となり、次いで出入港 が、年間で 28.9 件の約 3 割、次いで荷役、運航、操練を含むその他がそれぞれ年間で約 8 件発生している結果となった。死亡災害については、その他では職務外の死亡が年間で約 1.4 件発生しており、次いで整備・管理作業に 1.1 件、運航における死亡災害が年間に 0.7 件発生している結果となった。

表 6.4 その他における発生割合の分析結果

災害発生時作業	休業3日以上	死亡
出入港	28.9(31.5%)	0.5(12.3%)
荷役	7.6(8.4%)	0.2(5.3%)
運航	7.7(8.4%)	0.7(17.5%)
整備・管理	34.4(37.6%)	1.1(26.3%)
調理	0.4(0.4%)	0.0(0.0%)
その他drill含む	7.9(8.7%)	0.2(5.3%)
職務上 不明	0.4(0.4%)	0.0(0.0%)
職務外	4.0(4.4%)	1.4(33.3%)
不明	0.2(0.2%)	0.0(0.0%)
合計	91.5(100.0%)	4.1(100.0%)

6.2.6 各船種の災害時における作業の割合

表 6.1～表 6.4 に各種船舶の災害時の発生作業についての分析結果を示した。外航においては、休業3日以上の災害は、整備・管理作業、調理、出入港、荷役に起因する災害防止を重視する必要がある。内航（大手）に関しては、整備・管理、出入港、荷役に関する災害防止を重視する必要がある。また、内航（その他）に関しては、整備・管理、出入港、荷役となっているが、死亡災害に関して外航、内航（大手）より約6名多く、死亡災害についても重視する必要がある。その他の船舶においては、整備・管理作業、出入港時の発生が高率であるため、整備・管理作業、出入港作業に起因する災害防止を重視することが、安全担当者として行うべき対策である。

6.3 労働損失日数の活用によるリスクの定量的評価

6.3.1 リスクの算出方法

災害時に実施していた作業から再発防止策を施す場合、どのような作業でリスクが高いかを明確にするために、従来行われてきた、災害発生件数の大小をリスクの評価指標ではなく、重篤度を考慮した手法によりリスクの定量的評価を行った。ISO12100 に定められたリスクの定義に従って、危害の発生確率と危害のひどさを組み合わせと定義し、危害の発生確率を年間あたりの災害発生件数（件/年）、危害のひどさを1件あたりの労働損失日数（日/件）、これらの組み合わせを両者の積とすると、リスクは両者の積である年間あたりの全労働損失日数（日/年）として表すことができる。また、リスクの定量的評価式は次の

よくなる。

$$\begin{aligned} & \text{リスク (年間あたりの労働損失日数) (日/年) = 死亡災害の発生件数 (件/年)} \\ & \times (\text{死亡時の労働損失日数である 7500 日}) (\text{日/件}) \\ & + \text{障害を伴う災害の発生件数 (日/件)} \times \text{障害を伴う災害の平均労働損失日数 (日/件)} \\ & + \text{休業災害の発生件数 (件/年)} \times \text{休業災害の暦日の平均休業日数 (日/件)} \\ & \times (300/365) \end{aligned} \tag{2}$$

分析対象としたのは、2002年から2015年に発生した災害時の作業について、リスクの定量的評価を行った。表6に障害等級ごとの労働損失日数(日)を示す。

表 6.1 障害等級ごとの労働損失日数(日)

障害等級	労働損失日数	障害等級	労働損失日数
1	7,500	8	1,500
2	7,500	9	1,000
3	7,500	10	600
4	5,500	11	400
5	4,000	12	200
6	3,000	13	100
7	2,200	14	50

6.3.2 リスクの定量的評価の分析結果 (外航の重篤度の詳細内訳)

表 6.6 に外航におけるリスクの定量的評価の結果を示す。外航におけるリスク順位と労働損失日数から、最も高いのが整備・管理作業で、次いで、その他の操練などを含む作業、次いで、職務外でリスク順位が高い結果となった。

表 6.6 外航におけるリスクの定量的評価結果

災害発生時作業	重傷		中等傷		軽傷	平均休業日数	不明	労働損失日数	労働損失日数	リスク順位
	91日以上	61～90日	31～60日	15～30日	14日以下					
出入港	3件	1件	1件	2件	7件	46.82142857		38.48336595	0.04×10^3	
荷役	3件	4件	2件		5件	72.35714286		59.47162427	0.06×10^3	
運航		2件	4件		1件	42.57142857		17.49510763	0.02×10^3	
整備・管理	8件	6件	12件	7件	57件	32.50000000		926.3013699	0.93×10^3	第1位
調理	1件	1件	2件		18件	12.90909091		16.97633873	0.02×10^3	
その他drill含む	1件	1件	2件	4件	6件	28.92857143		776.1545988	0.78×10^3	第2位
職務上 不明					1件	5.00000000		0.410958904	0.00×10^3	
職務外			2件	2件	5件	17.77777778		770.456621	0.77×10^3	第3位
不明										

6.3.3 リスクの定量的評価の分析結果（内航（大手）の重篤度の詳細内訳）

表 6.7 に内航におけるリスクの定量的評価の結果を示す。内航（大手）におけるリスク順位と労働損失日数の関係から、荷役作業が最も高く、次いで整備・管理作業、次いで、出入港作業におけるリスクが高い結果となった。

表 6.7 内航(大手)におけるリスクの定量的評価結果

災害発生時作業	重傷		中等傷		軽傷	平均休業日数	不明	労働損失日数	労働損失日数	リスク順位
	91日以上	61～90日	31～60日	15～30日	14日以下					
出入港	17件	15件	23件	18件	6件	61.53846154		283.2455216	0.28×10^3	第3位
荷役	20件 (死亡2件) 計22件	5件	14件	14件	10件	73.87301587	1	1029.300718	1.03×10^3	第1位
運航	1件	1件	1件	4件		42.14285714		17.31898239	0.02×10^3	
整備・管理	30件	29件	46件	51件	27件	53.90163934	4	589.2261397	0.59×10^3	第2位
調理	3件		3件	1件	4件	44.54545455		32.95143213	0.03×10^3	
その他drill含む	1件		4件	4件	3件	34.66666667		25.64383562	0.03×10^3	
職務上 不明	3件	1件	1件		2件	68.14285714		28.00391389	0.03×10^3	
職務外		3件	4件	5件	2件	37.21428571	1	45.88062622	0.05×10^3	
不明			1件			60.00000000		4.931506849	0.05×10^4	

6.3.4 リスクの定量的評価の分析結果（内航（その他）の重篤度の詳細内訳）

表 6.8 に内航（その他）におけるリスクの定量的評価の結果を示す。内航（その他）におけるリスク順位と労働損失日数から、最も高いのが、整備・管理作業となり、次いで出入港作業、次いで、運航作業における災害のリスクが高い結果となった。

表 6.8 内航（その他）におけるリスクの定量的評価結果

災害発生時作業	重傷		中等傷		軽傷	平均休業日数	不明	労働損失日数	労働損失日数	リスク順位
	91日以上	61～90日	31～60日	15～30日	14日以下					
出入港	117件	114件	168件	95件	86件	64.30292599	6	9762.053616	9.76×10^3	第2位
荷役	113件	95件	145件	117件	77件	60.74771481	6	6477.213293	6.48×10^3	
運航	15件	14件	29件	15件	17件	56.23333333	1	8555.046575	8.56×10^3	第3位
整備・管理	181件	150件	272件	149件	159件	59.25209205		16909.02447	16.91×10^3	第1位
調理	7件	9件	13件	13件	12件	45.57407407		146.086758	0.15×10^3	
その他drill含む	30件	18件	43件	24件	19件	61.35820896		1999.270906	2.00×10^3	
職務上 不明		1件	2件	2件	2件	36.42857143	2	4526.947162	4.53×10^3	
職務外	6件	9件	16件	9件	10件	49.42000000	3	2335.300274	2.33×10^3	
不明	2件	1件	1件			556.7500000	2	2433.041096	2.43×10^3	

6.3.5 リスクの定量的評価の分析結果（その他の重篤度の詳細内訳）

表 6.9 にその他の船舶におけるリスクの定量的評価の結果を示す。その他におけるリスク順位と労働損失日数から、職務外が最も高く、次いで整備・管理作業、次いで、運航作業においてリスクが高い結果となった。

表 6.9 その他におけるリスクの定量的評価結果

災害発生時作業	重傷		中等傷		軽傷	平均休業日数	不明	労働損失日数	労働損失日数	リスク順位
	91日以上	61～90日	31～60日	15～30日	14日以下					
出入港	69件	59件	95件	85件	92件	56.19250000	2	5084.764315	5.08×10^3	
荷役	25件	16件	26件	13件	25件	73.80952381	1	1961.056751	1.96×10^3	
運航	19件	8件	26件	23件	24件	57.98000000	1	5616.941918	5.62×10^3	第3位
整備・管理	91件	56件	104件	108件	108件	54.69486081	6	9796.440996	9.80×10^3	第2位
調理	1件	1件	7件	10件	12件	28.16129032		9.258506407	0.09×10^4	
その他drill含む	13件	9件	36件	24件	30件	44.88181818		1791.424408	1.79×10^3	
職務上 不明	1件		2件			57.33333333		18.84931507	0.02×10^3	
職務外	4件	5件	5件	7件	4件	59.16000000	1	10694.49863	10.7×10^3	第1位
不明	1件			1件		152.5000000		25.06849315	0.03×10^3	

6.4 災害の評価指標の比較

6.4.1 外航における災害の評価指標の比較

表 6.10 に外航における災害の評価指標の比較を示す。外航では、休業災害や死亡災害、労働損失日数によるリスク評価の結果、最も高いのが、整備・管理作業である。ついで、休業日数では、調理による災害となるが、死亡災害と労働損失日数においては、その他の操練を含む作業がリスク評価として挙げられる。その他操練を含むと分類される災害作業であるが、リスクが高いことから、さらに詳細な災害時の作業として、安全管理者は

把握する必要がある。

表 6.10 外航における災害の評価指標の比較

労働災害の 評価指標	順位	災害時作業	
休業災害の 発生件数	1位	整備・管理	6.6(49.2%)
	2位	調理	1.6(11.8%)
	3位	その他drill含む	1.1(8.6%)
死亡災害の 発生件数	1位	整備・管理	0.1(33.3%)
	1位	その他drill含む	0.1(33.3%)
	1位	職務外	0.1(33.3%)
労働損失日数	1位	整備・管理	0.93×10^3
	2位	その他drill含む	0.78×10^3
	3位	職務外	0.77×10^3

6.4.2 内航（大手）における災害の評価指標の比較

表 6.11 に内航（大手）における災害の評価指標の比較を示す。内航（大手）では、休業災害においては、最も高いのが整備・管理作業が約 5 割を占め、次いで出入港、荷役となっている。死亡災害、労働損失日数によるリスク評価の結果、最も高いのは、荷役によるリスクが高く、次いで、整備・管理作業、出入港の結果となった。

表 6.11 内航（大手）における災害の評価指標の比較

労働災害の 評価指標	順位	災害時作業	
休業災害の 発生件数	1位	整備・管理	13.3(47.9%)
	2位	出入港	5.6(20.0%)
	3位	荷役	4.6(16.4%)
死亡災害の 発生件数	1位	荷役	0.1(100.0%)
	—	—	—
	—	—	—
労働損失日数	1位	荷役	1.03×10^3
	2位	整備・管理	0.59×10^3
	3位	出入港	0.28×10^3

6.4.3 内航（その他）における災害の評価指標の比較

表 6.12 に内航（その他）における災害の評価指標の比較を示す。内航（その他）では、休業災害、死亡災害、労働損失日数によるリスク評価においても、整備・管理作業が最も高い結果となった。次いで、休業災害と労働損失日数によるリスク評価では、出入港の作業が高い結果である。

表 6.12 内航(その他)における災害の評価指標の比較

労働災害の 評価指標	順位	災害時作業	
休業災害の 発生件数	1位	整備・管理	70.0(39.7%)
	2位	出入港	42.8(24.3%)
	3位	荷役	39.6(22.5%)
死亡災害の 発生件数	1位	整備・管理	1.8(30.1%)
	2位	運航	1.1(19.3%)
	3位	出入港	1.0(18.1%)
労働損失日数	1位	整備・管理	16.91×10^3
	2位	出入港	9.76×10^3
	3位	運航	8.56×10^3

6.4.4 その他における災害の評価指標の比較

表 6.13 に、その他における災害の評価指標の比較を示す。その他では、休業災害について、最も高いのが整備・管理作業、次いで死亡災害、労働損失日数によるリスク評価においても、整備・管理作業が約 4 割と最も高く、次いで、出入港が約 3 割となっている。死亡災害と労働損失日数によるリスク評価では、最も高いのが職務外、次いで、整備・管理作業、次いで、運航作業となった。

表 6.13 その他における災害の評価指標の比較

労働災害の 評価指標	順位	災害時作業	
休業災害の 発生件数	1位	整備・管理	34.4(37.6%)
	2位	出入港	28.9(31.5%)
	3位	その他drill含む	7.9(8.7%)
死亡災害の 発生件数	1位	職務外	1.4(33.3%)
	2位	整備・管理	1.1(26.3%)
	3位	運航	0.7(17.5%)
労働損失日数	1位	職務外	10.7×10^3
	2位	整備・管理	9.80×10^3
	3位	運航	5.62×10^3

6.5 結論

本章では、どの船種で、どのような作業時にリスクが高いのか評価指標の比較を行った。リスクを解明をすることで作業時におけるリスクの低減策の優先順位の明確化が可能になる。これに対する災害防止対策を実施することで、船員災害の減少が見込めるのではないかと考える。本章での主な結論は、以下の通りである。

- (1) 外航では、休業災害で最も高いのが整備・管理作業による災害が約5割であり、死亡災害では、整備・管理作業、その他操練を含む作業、職務外の結果となった。
- (2) 内航（大手）では、休業災害で最も多いのが整備・管理作業が約5割となって、出入港が2割、次いで荷役の作業時に発生した結果となった。死亡災害においては、荷役による災害のみの結果である。
- (3) 内航（その他）では、休業災害で最も多いのが整備・管理作業が約4割となり、次いで出入港、荷役となった。死亡災害では、最も多いのが整備・管理作業、次いで運航、次いで、出入港作業となった。
- (4) その他では、休業日数で最も多いのが、整備・管理作業で約4割となり、次いで出入港、次いで運航の結果となった。死亡災害では、職務外が全体の約3割を占め、次いで、整備・管理作業、次いで出入港作業となった。
- (5) 全船舶において、休業日数で最も高いのは、整備・管理作業であることから、作業時に災害へと発展しないような災害対策の実施が望まれる。
- (6) 外航における損失労働日数によるリスク評価では、整備・管理作業が最も高い結果と

なった。

- (7) 内航（大手）の損失労働日数によるリスク評価の結果は、荷役によるリスク評価が最も高く、次いで、整備・管理作業の結果となった。
- (3) 内航（その他）の損失労働日数によるリスク評価の結果は、整備・管理作業が約4割となり、次いで出入港、荷役となった。
- (4) その他の損失労働日数によるリスク評価の結果は、整備・管理作業が最も高く、次いで出入港の結果となった。
- (5) 各船種で、災害発生時の作業に着目し、損失労働日数によるリスク評価を実施した。休業災害やリスク評価から、船は入渠中を除いて、自分たちの手で保守整備を行いながら安全運航をしていることから、整備・管理作業による船員災害のリスクが高率といえる。

第7章

船員災害の防止体制の構築

7.1 緒論

労働災害防止策には、未然防止策と再発防止策の2種類がある。未然防止策とは、労働災害の背後に潜在する根底原因を究明し、これに対して確実な予防策を講じる方策である。具体的には、新規計画に製造する機械を対象に、ISO12100(機械類の安全性—設計の一般原則—リスクアセスメント及びリスクの減)危険源分析を実施し、その結果から本質的安全設計方針などの抜本的な設備対策を実施する。これに対して、再発防止策では、災害の直接原因である不安全状態や不安全行動、また、その基本原因である5Mなどに対して対策を講じることで、既に発生した災害の再発を防止する。

ここまで述べた通り、船員災害は、最終的には「作業者の行動」や「認知・判断」「違反(余計な行動)」という、作業者のエラーにより発生している。これは、作業者の不安全行動により発生した災害であると考えられる。「人間はミスをする」ので、安全担当者が、災害発生防止策を施したとしても、人間のミスをゼロにすることはできない。しかし、このミスの発生を抑えること、ミスが船員災害へと発展しない対策を構築することが必要である。作業者のエラーによる災害を防止する方法として、人間の操作手順の誤りをカバーする安全装置に関するフールプルーフ(Fool Proof)や、機械設計の中の安全設計であるフェールセーフ(Fail Safe)の防止策があるが、船舶によって運航体系が違うこと、船員の交代が行われることなどから、取り込むことは困難であると考えられる。

本研究のまとめとして、これまでに得られたリスク評価と船員災害の特徴と傾向から、船員災害防止体制を構築するマネジメントについて述べる。

7.2 事故の防御壁

第2章5参照で示したとおり、「事故の原因を個人に限定することは適当ではなく、その原因は組織にある」との考えのもと、システム(組織)が活動している中では何らかのリスク(潜在危険)が伴うので、多重の防護(抑制、防止、軽減)措置(スイスチーズの壁)がとられているが、それぞれの防護措置は完全無欠とはいえず当事者(労働者など)エラーと組織エラーが原因でいとも簡単に穴が開き、各穴が一直線上に並んだ時にリスクから発せられた光が貫通し、大きな事故や災害が発生するというものである。船員災害を防止する完全なる防御壁はないが、各防御壁の穴の位置が重ならないようにするマネジメントが重要である。ここまでの成果から船員災害防止体制を構築し、船員災害を防止する安全管理の中に、リスク評価や作業者の行動を考慮した船員災害防止対策を組み込む必要

がある。

7.3 船員災害防止の 5M

災害に発展する基本的な原因として、事故の究明として、5M が利用されている。事故防止体制として構築することもできることから、5M の考え方から、船員災害防止体制の構築を提案する。

- ① Man(人間的要因)
作業者本人の誤った判断や操作、作業指示や命令をする上司、作業を一緒に行う同僚等の人間関係、指揮命令、連絡等の人間行動などの人的要素
- ② Machine (設備的要因)
作業に使用される道具、設計上の欠陥、点検整備の不良、機器や設備等のハードに関わる要素
- ③ Media (環境・作業的要因)
照明や騒音、温度や湿度等の物理的な環境要素、手順等の情報環境、人間と機械のインターフェイスの不備、その他様々な環境要素
- ④ Management (管理的要因)
管理者の安全意識の欠如・指導力不足、安全組織の不備、マニュアル不備、教育訓練手順の不足等、管理体制等の管理的な要素
- ⑤ Mission (任務的要因)
過酷なスケジュール、無理な任務遂

事故原因の 5M と災害発生の流れを図 7.1⁽⁵²⁾ に示す。

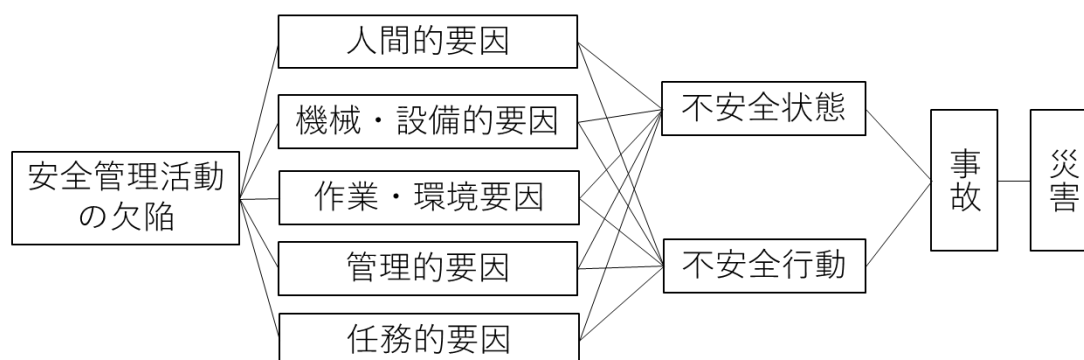


図 7.1 事故原因の 5M と労働災害発生の流れ

7.3.1 人間的要因

人間的要因として、主に3つに分類する。心理的要因として、無意識行動や危険感覚のずれ、考え事、憶測、ヒューマンエラー等が挙げられる。これは第3章で述べた、災害様態の高率な「転倒」「はさまれ」「無理な動作・動作の反動」について分析した、作業者の行動、認知・判断等、人的要因に対処することが有用な策である。また、生理的要因として、疲労や睡眠不足等が挙げられる。第5章で述べた疲労調査から、船員は、海上勤務時の方が、陸上勤務時より疲労しやすい傾向があった。このことより、船員災害も疲労の要因として重要である。さらに、職場的要因として、人間関係、リーダーシップ、チームワーク、コミュニケーションが挙げられる。人間関係では、部下が上司に質問しやすいことや指揮者と作業者の良好なコミュニケーション、良好なチームワークが重要となる。

7.3.2 機械・設備的要因

船内に装備するすべての機器類の設計、種類、点検等に関わる問題が設備的要因である。機械・設備的要因に対処するには次の事項を考慮する。

- ・船内に装備する機器は、IMO基準に準拠した機器の設計である
- ・主要機器の2台設置
- ・リスク評価の高い作業となった整備・管理作業の観点から保守点検の記録
- ・故障（初期、偶発、摩耗）の記録
- ・リスク評価の高い作業となった荷役設備、出入港に関わる機器類の基準の順守

7.3.3 作業・環境的要因

船内の作業環境や作業方法、人間と機械インターフェイスに関わる問題が作業・環境的要因である。作業・環境的要因に対処するには次の事項を考慮する。

- ・指揮者と作業者の導線を考慮した機器類の配置
- ・船員災害の転倒では、出入港時に「揺れて滑る」様態が高率の結果から甲板上の安全確保

7.3.4 管理的要因

管理者の安全意識、指導力、安全管理組織、各種作業マニュアル、教育訓練に関わる問題が管理的要因である。船員災害防止体制を構築する際に、重要な要因である。管理的要因に対処するには次の事項を考慮する。

- ・ 陸上と船内の組織化、責任の明確化
- ・ 船員災害における「作業者の行動」「作業者の認知・判断」を防止するための教育（船員災害の現状と特徴、ヒューマンエラー、ヒューマンファクター）及び訓練（危険予知活動、ヒヤリハット活動、リスクアセスメント）の実施
- ・ 発生した不具合の報告、周知と対策
- ・ 作業マニュアルの整備と更新
- ・ 乗組員の疲労を把握
- ・ 乗組員の仕事量の把握

7.3.5 任務的要因

過密なスケジュール、マニュアル、規定などの対応により発生する新たな危険に関わる問題が任務的要因である。任務的要因に対処するには次の事項を考慮する。

- ・ 乗組員の仕事量の把握
- ・ 船舶運航に関する目標の設定・周知
- ・ 目標と現状の把握と周知
- ・ 目標に関する共通理解や認識
- ・ メンタルヘルスケアの実施

第8章

結論

本研究では、まず船員災害の特徴を分析し、災害の様態や災害時の発生作業を把握することで、災害防止を検討するためには、船員災害に発展した要因となる行動や判断を抽出することの必要性を示した。ここで災害へ発展した要因をヒューマンエラーと定義し、災害へと発展した要因となる行動や判断からヒューマンエラーの特徴を把握するために災害時における意識と行動の有無によるヒューマンエラーの分類を行った。それらの結果から、作業者の行動と意識は、災害へと繋がる要因に影響を及ぼすことがわかった。そのため、作業者の行動と意識がヒューマンエラーの分類に影響することから、認知パフォーマンス、運動能力、コミュニケーション、社会的なスキルに有害な影響をもたらす船員の疲労と疲労回復の調査を実施した。自覚症しらべと心拍数計測による疲労度の検討を行ったところ、船員は陸上で仕事をしている時より、海上で働いている方が疲労しやすく、疲労回復もしにくい結果となった。さらに、船員災害において、リスクの高い作業を対象に具体的な防止対策の提案を行うため、損失日数をリスクの定量的評価指標として、災害時の作業の全労働損失日数の定量評価を行った。船種によってリスクの高い作業が異なる結果となった。これらの結果から、災害防止の5M(人的、設備、環境・作業、管理、任務)などの対策を講じることで、船員災害の発生防止の提案を行った。

以下に本研究で得られた主要な結論と今後取り組むべき課題について述べる。

第1章は、本研究の目標、船員災害の定義と概要、船舶医療制度や船員災害疾病発生状況報告書、船員災害防止への取り組みについて述べるとともに、本研究の意義及び目的を述べた。

第2章は、船員災害防止の観点から、安全管理の構築が必要であると考え、安全を確保するためのリスクマネジメントを行う場合には、潜在する危険(リスク)を摘出し、危険度を評価したうえで対策を決定していくことが求められていることから、災害や事故へと発展する背景要因を分析する手法を統括的に述べた。

第3章は、船員災害の現状と傾向を把握するために、船員災害疾病発生状況報告のデータに基づいて、発生傾向の高い災害に関して、災害の様態と実施していた作業について解析を行った。さらに、災害発生時の様態を分析するため、時系列な事故分析手法であるバリエーションツリー解析を船員災害の人的要因分析に適用し、災害に発展した通常とは異なった要因となる行動や判断の抽出を行い、次の結論を得た。

- (1) 船員災害の発生様態について、最も多い様態は「転倒」続いて、「はさまれ」「動作の反動・無理な動作」である。
- (2) 2003年4月1日から2012年3月31日までに報告された、船員災害疾病発生報告の事例より、一般船舶における「転倒」発生時の約5割が出入港作業、「はさまれ」発生時の約4割が出入港作業、「動作の反動・無理な動作」発生時の約3割が出入港作業及び荷役であった。
- (3) 2009年4月1日から2012年3月31日の船員災害疾病発生報告の事例から一般船舶に関しては、「転落・墜落」様態の発生割合が増加している傾向があった。「転落・墜落」の災害が起きた作業については、約6割が整備・管理作業であり、船員災害休業日数の7割が30日以上の上の休業日数を要する傾向があった。「転落・墜落」による船員災害は、重傷となる可能性が高いといえる。
- (4) 船員災害についてVT解析を行った結果、変動要因を抽出することは可能であった。
- (5) 「転倒」におけるノードの特徴として、解析事例より作業者の行動や、作業者の認知・判断、作業環境のなかで2つのノードが重なると災害が発生する傾向がある。
- (6) 「はさまれ」によるノードの特徴として、作業環境におけるノードが8割となった。この為、作業環境に着目することで、発生率を減少させることができる。
- (7) 「動作の反動・無理な動作」によるノードの特徴は、必ず作業者の認知・判断がノードとして抽出された。また、作業者の行動が19件ノードとして存在した。「動作の反動・無理な動作」については、作業者の認知・判断や作業者の行動が原因となり災害発生となる傾向がある。

第4章は、災害防止対策を提案するために、災害へと発展した人的要因をヒューマンエラーと定義し、その発生メカニズムから、「行動の有無」と「意識の有無」の2点から、ヒューマンエラーを4つに分類し、災害発生時作業におけるヒューマンエラーの特徴を調査し、次の結論を得た。

- (1) 外航、内航（大手）、内航（その他）全ての船舶において、休業日数が占める割合をみると、30～89日が多く、休業日数を考えると、乗組員の交代は免れない。そのため船員災害は、重傷となる可能性が高いといえる。
- (2) 外航において、休業日数30～89日の災害発生時の作業は、5割が整備・管理作業時に発生した災害である。
- (3) 内航（大手）において、休業日数30～89日の災害発生時の作業は、約4割が出入港作業時に発生した災害である。
- (4) 内航（その他）において、休業日数30～89日の災害発生時の作業は、約4割が整備・管理作業時に発生した災害である。
- (5) 一般船舶でも、外航、内航（大手）、内航（その他）によって、災害に発展する作業が違ふといえる。外航においては、内航（大手、その他）と比較すると出入港作業が

少ないため、出入港作業に関する災害も少ないと考えられる。

- (6) 内航（大手）において、出入港作業の災害事例 13 件からヒューマンエラーの分類を行ったところ、違反（余計な行動）が 6 件、錯誤（やり間違い）が 5 件、違反（手抜き）と失念（飛ばし・抜け）が 0 件、その他災害報告からは分類できない報告が 2 件であった。
- (7) 内航（その他）において、整備・管理作業の災害事例 80 件のヒューマンエラーの分類を行ったところ、違反（余計な行動）が 70 件、錯誤（やり間違い）が 11 件、違反（手抜き）が 2 件、失念（飛ばし・抜け）が 0 件、その他災害報告からは分類できない報告が 10 件となった。

第 5 章は、行動や認知に影響を及ぼす疲労に着目した。疲労は、認知的なパフォーマンス、運動スキル等に対して有害な影響を及ぼすことから、労働環境の違いによる船員の疲労に着目し、疲労の傾向調査を実施した。心拍数計測や自覚症しらべによる調査から、次の結果を得た。

- (1) 疲労は、自覚症しらべによるアンケート調査と心拍数計測によって、計測可能である。
- (2) 自覚症しらべによるアンケート調査の結果より、海上勤務と陸上勤務を比較した場合では、すべての要因において、海上勤務時の方が、陸上勤務時より疲労しやすい傾向がある。
- (3) ねむけ感とだるさ感に関しては、他の要因よりも、海上勤務の方が顕著に疲労傾向がみられた。
- (4) 心拍数計測による疲労調査の結果、海上勤務時の方が、陸上勤務時より平均心拍数が 2.1bpm 高いことから、海上勤務時の方が交感神経を刺激されやすく、疲労しやすい。
- (5) 就寝時においては、勤務地に関係なく、海上勤務時、陸上勤務時ともに、安静時の心拍数より低くなりやすいことから、睡眠は疲労回復効果がある。
- (6) 疲労の回復度は、起床時睡眠感調査票によるアンケート調査によって、調査可能である。
- (7) 海上勤務と陸上勤務を比較した場合、海上勤務の方が陸上勤務より、睡眠による疲労回復効果が低い。
- (8) 自宅での睡眠か船内での睡眠かに注目して分析した結果、船内（海上勤務）での睡眠より、自宅（陸上勤務）での睡眠の方が、睡眠の質が良いことがわかった。よって、睡眠の質は、居住環境の変化に影響される。
- (9) 気象と疲労に関しては、平均風速が約 8~10m/s の風が 2,3 時間吹く程度では、疲労に影響しないことがわかった。
- (10) 海象と疲労に関しては、波高が約 1.5~3.0m である場合でも 2,3 時間続く程度では、疲労に影響しないことがわかった。
- (11) 海面状態が「Moderate」~「Very Rough」の間にある状態が 2,3 時間続く程度では、

疲労に影響しないことがわかった。

第6章は、船員災害の傾向からリスクの高い作業を対象に、具体的な防止対策の提案を行うため、全労働損失日数をリスクの定量的評価指標とし、災害時の作業ごとの全労働損失日数の定量的評価を行った。全労働損失日数から作業におけるリスクの定量的評価を実施することで、リスクの高い作業について、重点的に対策を施す必要性を述べた。

- (1) 外航では、休業災害で最も高いのが整備・管理作業による災害が約5割であり、死亡災害では、整備・管理作業、その他操練を含む作業、職務外の結果となった。
- (2) 内航（大手）では、休業災害で最も多いのが整備・管理作業が約5割となって、出入港が2割、次いで荷役の作業時に発生した結果となった。死亡災害においては、荷役による災害のみの結果である。
- (3) 内航（その他）では、休業災害で最も多いのが整備・管理作業が約4割となり、次いで出入港、荷役となった。死亡災害では、最も多いのが整備・管理作業、次いで運航、次いで、出入港作業となった。
- (4) その他では、休業日数で最も多いのが、整備・管理作業で約4割となり、次いで出入港、次いで運航の結果となった。死亡災害では、職務外が全体の約3割を占め、次いで、整備・管理作業、次いで出入港作業となった。
- (5) 全船舶において、休業日数で最も高いのは、整備・管理作業であることから、作業時に災害へと発展しないような災害対策の実施が望まれる。
- (6) 外航における損失労働日数によるリスク評価では、整備・管理作業が最も高い結果となった。
- (7) 内航（大手）の損失労働日数によるリスク評価の結果は、荷役によるリスク評価が最も高く、次いで、整備・管理作業の結果となった。
- (3) 内航（その他）の損失労働日数によるリスク評価の結果は、整備・管理作業が約4割となり、次いで出入港、荷役となった。
- (4) その他の損失労働日数によるリスク評価の結果は、整備・管理作業が最も高く、次いで出入港の結果となった。
- (5) 各船種で、災害発生時の作業に着目し、損失労働日数によるリスク評価を実施した。休業災害やリスク評価から、船は入渠中を除いて、自分たちの手で保守整備を行いながら安全運航をしていることから、整備・管理作業による船員災害のリスクが高率といえる。

第7章は、本研究で得られた成果を基から、船員災害を防止するには、安全管理の構築に向けて、特殊な労働環境における職場の特徴を考慮し、船員災害を防止する重要性を述べた。

- (1) 船員災害を作業者の不安全行動により発生した災害として、事故原因の5Mに適応した船員災害防止の5Mを提案した。
- (2) 船員災害防止体制をISMコードやSMSに取り入れ、船員災害の減少を目的としたPDCA

サイクルの検討や船員災害防止の指針を作成し、充実させる必要がある。

第8章は、本研究で得られた成果を統括するとともに、今後取り組むべき課題を述べる。

参考文献

- (1) 安全の指標 (H25 年度中央労働災害防止協会編) : 厚生労働省・中央労働災害防止協会
- (2) 船舶安全学研究会著 : 船舶安全学概論 (新訂) , p. 218, 成山堂書店, 2018.
- (3) 船舶安全学研究会著 : 船舶安全学概論 (新訂) , p. 245, 成山堂書店, 2018.
- (4) 国土交通省海事局 : 海事六法 2018, 船員法第 111 条, 報告事項
- (5) 船舶安全学研究会著 : 船舶安全学概論 (新訂) , p. 252, 成山堂書店, 2018.
- (6) 国土交通省海事局 : 海事六法 2018, 船員法第 83 条, 健康証明書
- (7) 大関 親 : 新しい時代の安全管理のすべて, p. 75, 中央労働災害防止協会, 2014.
- (8) 国土交通省海事局 : 船員災害防止基本計画及び実施計画について説明資料, <http://www.mlit.go.jp/common/001219033.pdf>
- (9) ローナ・フィリン/ポール・オコンナー/マーガレット・クリチトゥン著 : 現場安全の技術ノンテクニカルスキル・ガイドブック, p. 206, 海文堂, 2017.
- (10) 中田 亨 : 超入門ヒューマンエラー対策事故例から見たミス防止の実際, 日科技連, 2012.
- (11) 大関 親 : 新しい時代の安全管理のすべて, P. 29, 中央労働災害防止協会, 2014.
- (12) 大関 親 : 新しい時代の安全管理のすべて, P. 31, 中央労働災害防止協会, 2014.
- (13) MEDICAL SAFETY SYSTEM: ハイน์リッヒのドミノ理論説明, <https://resilient-medical.com/incident/heinrichs-law>
- (14) 船舶安全学研究会著 : 船舶安全学概論 (新訂) , p. 18, 成山堂書店, 2018.
- (15) 河野龍太郎 : 原子力発電所におけるヒューマンファクター, 高圧ガス, p. 36-43.
- (16) 大関 親 : 新しい時代の安全管理のすべて, P. 371, 中央労働災害防止協会, 2014.
- (17) 芳賀 繁 : ヒューマンエラーの基礎知識 ヒューマンエラーとは何か, 労働安全衛生広報, 2012.
- (18) J. Reason, 林 喜男 : ヒューマンエラー 認知学的アプローチ, 海文堂, 1994.
- (19) 小松原明哲 : ヒューマンエラー Human Error 第 2 版, 丸善株式会社, 平成 22 年
- (20) Frank H. Hawkins, 石川好美 : ヒューマン・ファクター 航空の分野を中心として, 成山堂書店, 1992.
- (21) 黒田 勲 : ヒューマン・ファクターを探る 災害ゼロへの道を求めて, 安全衛生新書, 中央労働災害防止協会, 第 2 版, 1998.
- (22) A. D. Swain and H. E. Guttman: Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications, NUREGCR-1278, 1983.
- (23) 石橋 明 : 事故は、なぜ繰り返されるのか-ヒューマンファクターの分析-, 中央労働災害防止協会, 2008.

- (24) 笹谷敬二・古莊雅生・矢野吉治・竹本孝弘：船員災害防止計画の現状と課題，日本航海学会論文集，No. 124，pp. 211-218，2011.
- (25) 厚生労働省・中央災害防止協会：安全の指標，平成 29 年度.
- (26) 石橋 明：事故は、なぜ繰り返されるのか-ヒューマンファクターの分析-，中央労働災害防止協会，79-102，2008.
- (27) 宮地 由芽子：職場安全管理の改善に向けたヒューマンファクター分析手法，鉄道総研報告，Vol121，11-16，2007
- (28) 国土交通省海事局運航労務課：ILO 海上労働条約の批准に伴う国内制度改正（船員法関係）について 説明資料，
<https://www.tb.mlit.go.jp/hokkaido/bunyabetsu/senpaku/setsumeikaisiryo/ilo.pdf>，2017. 3. 12.
- (29) Inter Manager：Project MARTHA - The Final Report，
<http://ftp.elabor8.co.uk/martha/flipbook/martha/thefinalreport/index.html>，2017. 7. 3.
- (30) 日乗連ニュース：SMS:安全管理システムへの取り入れ「Human Fatigue:疲労のリスクと疲労管理」を考えるシリーズ 12，No. 24-33，2009.
- (31) 大村裕・渡辺恭良：脳と疲労 -慢性疲労とそのメカニズム，p. 4，共立出版株式会社，2009.
- (32) 産業疲労研究会：調査票ダウンロード，
<http://square.umin.ac.jp/of/service.html>，2017. 3. 12.
- (33) 南谷晴之・林佐千男・永田隆信：ストレス・疲労にともなう心拍変動-ニュートラルによる自律神経活動の評価-，電子情報通信学会技術研究報告.MBE，ME とバイオサイバネティクス，Vol. 98，No. 672，pp. 155-122，1999.
- (34) 山本由華吏・田中秀樹・高瀬美紀・山崎勝男・阿住一雄・白川修一郎：中高年・高齢者を対象とした OSA 睡眠感調査票（MA 版）の開発と標準化，脳と精神の医学，Vol. 10，No. 4，pp. 401-409，1999.
- (35) 船員災害防止協会：<http://www.sensaibo.or.jp/>
- (36) 船舶安全学研究会著：船舶安全学概論(改訂増補版)、成山堂, p. 212-219,
- (37) 笹谷敬二・古莊雅生・矢野吉治・竹本孝弘：船員災害防止計画の現状と課題，日本航海学会論文集，No. 124，pp. 211-218，2011.
- (38) 国土交通省：船員災害疾病発生状況報告書（船員法第 111 条）
<http://www.mlit.go.jp/onestop/077/images/077-036.pdf>
- (39) 久宗周二・福司光成・木村暢夫：船員の労働災害対策に関する研究，日本航海学会講演予稿集，No. 127，p. 111-116，2012.
- (40) 桐谷伸夫：海中転落の要因分析，日本航海学会論文集，No. 71，pp. 77-82，1984.
- (41) 吉田洋二郎・藤森康澄・木村暢夫・久宗周二：災害疾病発生状況報告書に基づく漁

業労働災害の発生状況の分析, 数理水産科学, No. 6, p. 134/145, 2008.

- (42) 国土交通省海事局船員政策課：船員災害疾病発生報告書(船員法第 111 条), 2014.
- (43) 林 喜男：人間信頼性工学-人間エラーの防止技術-, 海文堂, 1984.
- (44) 大村 平：多変量解析のはなし, 日科技連, 1999.
- (45) 福地 信義：ヒューマンエラーに基づく海洋事故-信頼性解析とリスク評価-, 海文堂, 2007.
- (46) 橋本 邦衛：安全人間工学, 中央災害防止協会, 1988.
- (47) 桐谷伸夫：海中転落の要因分析, 日本航海学会論文集, No. 71, pp. 77-82, 1984.
- (48) 吉田洋二郎・藤森康澄・木村暢夫・久宗周二：災害疾病発生状況報告書に基づく漁業労働災害の発生状況の分析, 数理水産科学, No. 6, p. 134/145, 2008.
- (49) 国土交通省海事局船員政策課：船員災害疾病発生報告書(船員法第 111 条), 2015.
- (50) 林 喜男：人間信頼性工学-人間エラーの防止技術-, 海文堂, 1984.
- (51) 中田 亨：超入門ヒューマンエラー対策事故例からみたミス防止の実際, 日科技連, pp. 133-137, 2012
- (52) 大関 親：新しい時代の安全管理のすべて, P. 53, 中央労働災害防止協会, 2014.
- (53) 土井根礼音：船舶動揺に対する乗船者の立位姿勢動揺解析, ライフサポート, Vol127, No2, 2015

謝 辞

本研究の端緒となった船員災害の特徴と災害防止に関する論文は、当時勤務していた航海訓練所の運航部海務部安全推進室員として、インシデントやヒヤリハット調査の仕事をして以降、本論文をまとめるまでの長期間、多くの方からご指導と励ましを頂いたことに感謝申し上げます。

東京海洋大学 竹本孝弘教授には、細部に亘りご指導と激励を賜りました。ここに心より感謝の意を表します。

また、本論文を作成するにあたり貴重な時間を割いてご校閲の労を頂き、有益なご助言を賜りました東京海洋大学 逸見真教授、田丸人意准教授に心よりお礼申し上げます。

東京海洋大学 国枝佳明教授、井上一規教授、庄司るり教授、神戸大学大学院海事科学研究科 古莊雅生教授には、研究のご指導と激励を頂きました。厚く御礼申し上げます。

本研究で使用した船員災害のデータは、当時の船員災害防止協会 専務理事の藤井照久氏、国土交通省海事局船員政策課 安全衛生室長の松澤芳春氏、労働環境対策室長の鈴木英実氏、労政係の谷裕司氏、安全衛生係長 速水 有須香氏よりご協力を頂いたものです。心より御礼申し上げます。

本論文の作成にあたり、全面的に協力して下さった鳥羽商船高等専門学校 齋心俊憲船長、山野武彦一等機関士、吉田南穂子准教授、小田真輝助教、練習船鳥羽丸の乗組員の皆様には、心より御礼申し上げます。

さらに、鳥羽商船高等専門学校 石田邦光教授には博士後期課程への入学に際しご配慮をいただきました。また、商船学科の航海コース主任の片岡高志教授、嶋岡芳弘寮務主事、鈴木治教授、小川伸夫教授、一般教科の佐波学教授、鏡ますみ教授、鈴木聡教授、勝福代先生、Woods David 先生、諸先生方や事務職員の方々には、本研究を進めるにあたり多大なるご支援を頂きました。感謝申し上げます。

研究に関して有用なアイデアやご意見を頂いた海技教育機構の谷水聖奈氏、東京女子医科大学の前田文氏、株式会社船舶研究所の境善之氏に感謝申し上げます。

最後になりましたが、大学院の進学や研究活動の遂行を常に支えてくれた夫、陰ながら応援し続けてくれた両親と姉、義両親に感謝いたします。ありがとうございました。