

船用機関トラブルにおける人的過誤の発生形態

中村 真澄*

Analysis of Human Errors in Marine Engine Accidents

Masumi Nakamura*

Abstract

Many marine engine accidents caused by human error of marine engineer have occurred in Japan. As the process of error caused accident is diverse, we have to research how to engineer makes an error, as the result of that, how its error cause engine accidents make an effective prevent measure against accidents. The author established the classification model of human error on marine engine accidents to clear the dangerous factor behind an error based on the analysis of human error occurred in marine engine accident being included the records of Japan Marine Accident Inquiry.

In this study, 217 marine accidents in engine operation by applying this classification model of human error were investigated and analyzed the incidental situation of the engineer's human error by the author.

Keywords: Accident analysis, Marine accident, Human error

1. 諸言

我が国沿岸だけでも機関トラブルによる重大海難は年間 100 件以上発生し、機関士による過誤、いわゆる人的要因による機関士エラーは増加傾向にある。船用機関システムの信頼性・安全性は、ハードウェアの信頼性が向上している今日、保守・運転・管理など人間側の信頼性が相対的に重要な要因となっている。

機関士過誤は、知覚・判断・操作の各段階にわたって起こりうるために非常に多岐にわたっており、普遍的な性質を見出すことが重要である。

そこで本研究では、海難審判裁決録から機関損傷事故における人的過誤の発生形態を分析し、人的過誤の背景における潜在的な危険要因を明らかにするための事故分類法を構築した。また、その中でも人間の情報処理過程でのエラー、すなわち人的エラーに至った内的要因に着目して事故分析を行い人的過誤の発生形態について検討した。

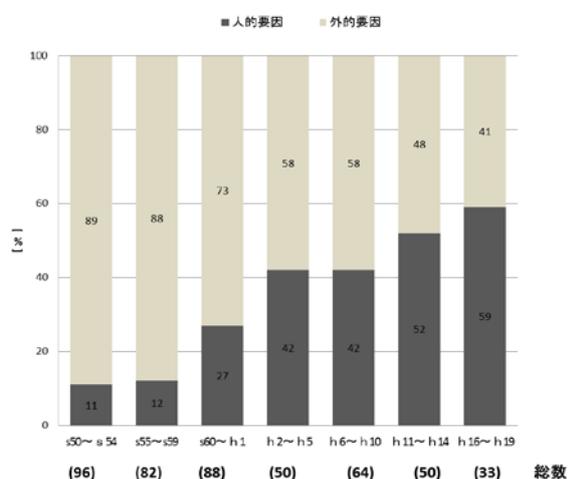


図 1. 年代別故障傾向

2. 人的過誤分析手法の調査

2.1 人的過誤の定義

人的過誤を傾向分析する場合は、報告書の記述から一定の条件に従って人的過誤を抽出する必要があるため、改めて人的過誤を定義しておく必要がある。しかし、人的過誤あるいは一般にヒューマンエラーと呼ばれている言葉には、多くの曖昧さが含まれ非常に定義しにくく、従来から多くの議論を呼んでいる。本研究の人的過誤の定義としては、人間工学の

分野で定義されている「システムによって定義された許容限界を超えた人間行動の集合」とした上で、具体的には「機関士の判断や行為によって、要求された基準から逸脱した結果が発生した場合、結果として誤った判断や行為」を指し、人的過誤の解釈に混乱が生じないようにした。

2. 2 人的過誤分析手法

バリエーションツリー解析^[1]（VTA: Variation Tree Analysis）は、推定的な要因を含めず確定事実のみを分析対象とする定性的な事後分析手法を使用した。この解析法は、通常通りに事態が進行すれば事故は発生しないとする観点から、通常から逸脱した行動、判断、状態などの変動要因が事故発生に関与したと考え、変動要因の連鎖を時間軸に沿って詳細に記述することによって事故防止を策定した。VTAは、シナリオが限定的（一本道）であり、事故の生起確率の算出などの定量的な評価はできないが、事故に至るまでの経過を知ることはできる。今回は、海難審判裁判決録、故障事例集に記載された事故経過を把握するのに有効であり、機関損傷事故防止対策に効果的であると考えた。

2. 3 人的過誤の分類法の検討

2. 3. 1 人的過誤の発生過程

J. Rasmussen らが提唱したエラーの発生過程を基に本研究では、機関士過誤と機関士過誤に影響を及ぼすヒューマンファクターの関係を図2示す。機関士過誤は、「機関士エラーをもたらした原因」すなわち「機関士エラーのきっかけ」がヒューマンファクターとして直接的に機関士の情報処理システムに作用し、加えて「機関士の行動に影響する因子」や「作業状況の因子」、「従事状況の内容」といった「外部環境」がヒューマンファクターとして間接的に作用することで、最終的に重大海難が発生したことを示す。

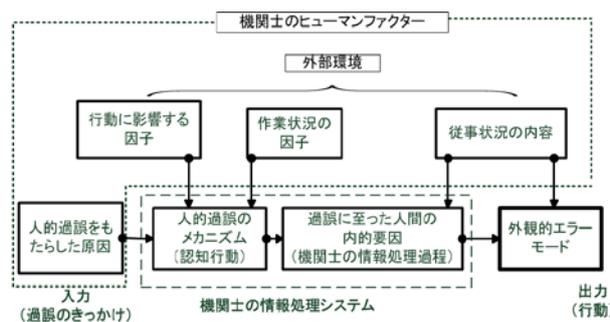


図2. 機関士エラーの発生過程^[2]

この分類法は、機関トラブルによる重大海難における機関士過誤の特徴を把握することができ、各要素の結びつき及び機関士の情報処理システムに直接的、間接的に影響を与えるヒューマンファクターと情報処理システムとの関係を把握することができる考えた。

2. 3. 2 機関士のエラーメカニズム

機関士のエラーメカニズムとは、機関士の認知行動に基づくもので、J.Rasmussen^[3]のSRKモデルに基づいて機関士行動を知覚のパターンに応じたスキルベース行動、ルールベース行動、知識ベース行動に区別し、それぞれに発生するエラーを定めたものである。

- ① スキルベース行動
自動化された感覚運動行動パターンにより、意識的な注意や制御が伴わず実行される熟達した行為
- ② ルールベース行動
経験や記憶、指示、マニュアルなどルールや手続きに従って意識的に制御される慣れた行為
- ③ 知識ベース行動
過去の経験やノウハウ、ルールが存在せず、概念的に機能特性を理解しながら行う試行錯誤的な不慣れた行為

表1. 機関士のエラーメカニズム細目

分類細目名	細目例
1	スキルベース
不注意	慣れに基づいて判断し、注意すべき現状を認識しない
慣れによる短縮	現状をよく確認することなく、慣れている兆候と結びつけて認識する
やり損い	現状をよく確認することなく、間違った判断をする
見落とし（点検不足）	確認すべき箇所を見落とし、間違った判断をする
2	ルールベース
選択ミス	現状を把握することがないまま、規定された手順を判断する
固執性（ルールの強さ）	異常状態とは関係なく、過去の経験や規定された手順を判断する
ルールの逸脱	規定された手順を逸脱する
3	知識ベース
判断ミス	注意が誤った方向に向けられ判断を誤る
自信過剰	持っている知識を過大評価するあまり、判断を誤る

2. 3. 3 機関士エラーに至った内的要因

機関士エラーに至った内的要因とは、機関士の情報処理過程に発生するエラーを定めたのである。機関士の認知行動におけるエラーである「機関士のエラーメカニズム」及び認知行動に引き続く機関士の情報処理過程で発生するエラー「機関士エラーに至った内的要因」である。認知行動に引続き人間の情報処理過程は一般に「検出」→「確認」→「決定」→「行動」の順に行われる。^[4] 機関士の情報処理システムの第 2 段階で、機器の異常を検出、確認し、対処方法の決定及び計画した対処動作を実行する各段階に発生するエラーについて着目し、細目及び具体例を表 2 に示す。

表 2. 機関士エラーに至った内的要因細目

分類細目名	細目例
1	検出
確認しない	トラブルのおそれはないと思い注意を払わない
見落とす	トラブルをアラーム前に気が付かない
勘違い	識別したトラブルを勘違いしてトラブルの発生がないと思う
2	確認
先入観	トラブルの恐れを確認したがトラブルの発生はないと先入観で判断する
過小評価	トラブルの恐れを確認しなければならない状況でも大丈夫だと思う
確認ミス	トラブルの状況を確認したがその状況を誤解する
3	決定
やり過ごし	トラブルの恐れを確認したが漫然と大丈夫と判断してやり過ごすまたは、忘れる
4	行動
整備ミス	適切に判断した整備方法を間違えるまたは、中途半端な作業を実施

2. 3. 4 個人要因の区分

J. Reason の分類法^[5]は、認知過程である「認知領域」と個人要因である「人間の基本的なエラー傾向」で構成されている。「人間の基本的なエラー傾向」は、個人要因のうち、いつでも誰でも持っている人間の一般的な特性、すなわち人間が生きるために身につけた人間の高度な情報処理能力を助ける特性であって、これが反対に作用した場合はエラーに繋がりがややすい特性と考えることができる。これが一般特性である。個人特性とは、特定の個人、あるいは特定の状況下の特性が要因となる場合とした。個人要因を

一般特性と個人要因に区分する考え方を整理し図示すると図 3 のようになる。

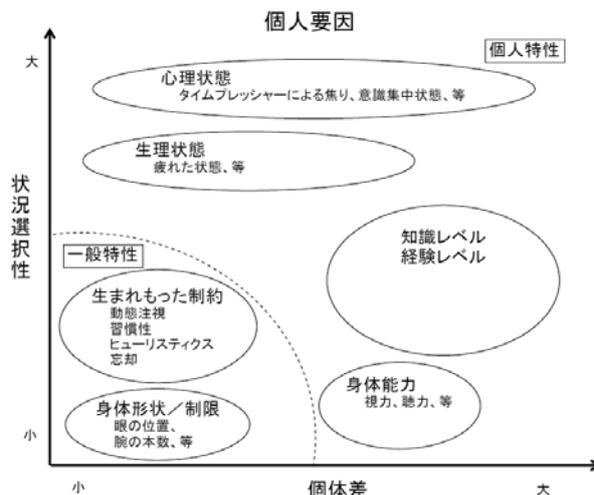


図 3. 個人要因の一般特性と個人特性の関係

表 3. 個人要因分類表

一般特性	説明
慣れ・習慣	慣れや習慣による自動処理が結果的に意識的に注意を向けることに失敗した場合
経験的勘	経験的な勘を頼りにこの程度でよいだろうと判断したことが結果的に機械的で確実な思考に失敗した場合
個人特性	
知識・経験不足	知識・経験不足による失敗
心理的要因	心理的要因による注意不足、焦り他

2. 3. 5 背後要因の分類法

人的過誤は個人要因だけではなく当事者の周囲の背後要因の影響も受けるので、F. H. Hawkins の SHEL モデルを参考に背後要因を計画不良(S)、設備・工具不良(H)、環境不備(E)、指示・連絡不備(L)に 4 つに分けた。それぞれの具体的な要因内容を定め、人的過誤に影響した要因を簡便に選定できるようにした。特に、要因内容の表現は心理学的専門用語を避け、日常で使用されている用語を用いた。

表 4. 背後要因分類表

S: 計画不良	①規則・手順書類記載なし、曖昧 ②規則・手順書類の記載間違い等
H: 設備不備	①設備/工具類不備 ②機器の表示が曖昧 他
E: 環境不良	作業環境の不備
L: 指示・連絡不良	①作業内容の指示の誤り ②作業内容の伝達・連絡が不十分

3. 人的過誤の分析

3.1 分析対象

平成7年から平成17年までの海難審判裁決録より、機関管理に関わる事故全 1086 隻のうちプレジャーボートの事件を除いた 217 隻を分析対象とした。

3.2 個人要因

「個人要因」の項目で分類した件数を集計した結果を図4に示す。

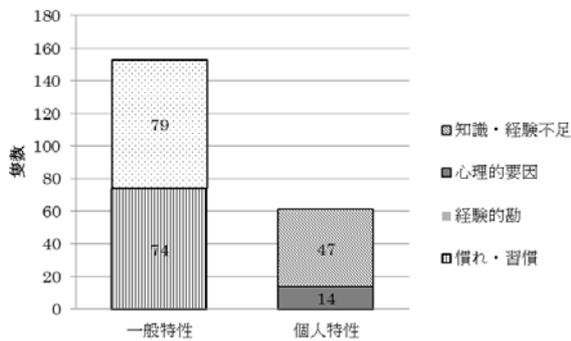


図4. 個人要因の件数比較

個人要因を一般特性と個人特性に分けて集計した結果では、一般特性が多い。特に多いのが、経験的な勘に頼って判断したことが結果的に失敗する「経験的勘」である。次に「慣れ・習慣」が多く見られることから、懐疑的態度の醸成などが必要であると考えられる。しかし、個人の努力に頼るのも自ずと限界があり、継続性を維持するためには組織的な支援や共通する状況の改善を考える必要がある。この2つの要因が全体の7割以上を占めた。

3.3 個人要因と人的過誤のタイプの組み合わせ

図4の分類表の「個人要因」と「機関士過誤の内的要因」の組み合わせのパターンとその件数を図5に示す。

グラフの見方は、Aの個人要因により、Bのタイプの人的過誤をしたということを「A+B」と記述している。「慣れ・習慣+確認」は、『慣れ・習慣』という個人要因で、『確認』というタイプの人的過誤をしたというように見る。この組み合わせは、「いつもどおりだと思って確認しなかった」場合を示す。

今回は、16パターンあるが、最も影響が大きかった6パターンを図5に示し、表5には、各パターンの説明を示す。

一般特性である「経験的思考」や「慣れ・習慣」といった懐疑的態度の不足が大きく影響し、注意を

払わない為に見落とす「検出」や状況を把握出来なかった「確認」の組み合わせがトラブルの大きな原因であることが分かった。すなわち、機関士が不具合に至るような状況や結果を心配しなかった場合が過誤に繋がりと考えられる。

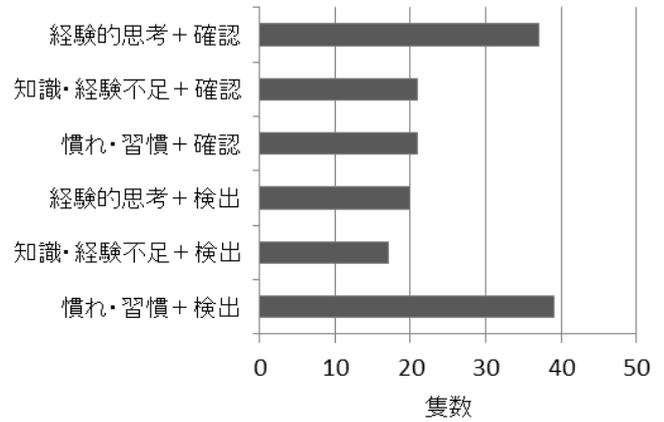


図5. 個人要因と人的過誤のタイプの組み合わせ

表5. 個人要因と内的要因タイプの組み合わせパターン

パターン	件数	説明
「経験的思考」+「確認」	37	この程度で大丈夫だと思い、確認をしなかった
「知識・経験不足」+「確認」	21	リスクなどをよく知らない為に確認をしなかった
「慣れ・習慣」+「確認」	21	いつも通りと思って確認をしなかった
「経験的思考」+「検出」	20	この程度では大丈夫だと思い注意を払わなかった
「知識・経験不足」+「検出」	17	リスクなどを知らない為注意を払わなかった
「慣れ・習慣」+「検出」	39	いつも通りと思って注意を払わなかった

3.4 個人要因と背後要因間の組み合わせ

次に「機関士過誤」がどの程度、「背後要因」に影響を受けているかを調査した。「背後要因」は「機関士過誤」に影響を受けたすべての要因を重複して選択するようにしている。その「機関士過誤」に影響した背後要因の件数を図6のグラフに示す。「機関士過誤単独」は背後要因の影響を受けない機関士単独の過誤の場合を示し、「機関士過誤+背後要因1件」は「計画不良」などの背後要因が1件影響した場合、「機関士過誤+背後要因2件」は「指示・連絡不良」と「環境不良」などの2要因の組み合わせで影響した場合のそれぞれの件数で示す。

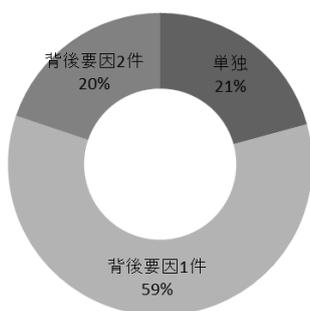


図 6. 機関士過誤の要因組み合わせ件数

以上の結果より、6割以上が「機関士過誤+背後要因1件」が影響していることが分かった。人的過誤の防止や人的過誤の影響緩和のためには、背後要因の問題点や背後要因と個人の接点の改善が必要であることが分かった。また、2割以上が「機関士過誤」単独であることが分かる。機関士自身への何らかの対策強化の必要性、あるいは報告書作成時点での根本原因の分析が必要であるのではないかと考える。

3. 5 背後要因の影響と特徴

「機関士過誤」を個人要因とそれに影響した背後要因の関係を件数で比較することでその特徴を整理した。図7は、「機関士過誤」全数の個人要因を、いつも誰でも持つ特性である一般特性と、状況や個人固有の特性である個人特性に分けて表示し、それぞれ、他の背後要因の影響を受けない機関士単独の過誤、計画不良、設備・工具不良等の背後要因の影響を受けた過誤に区別して件数を表示したものである。

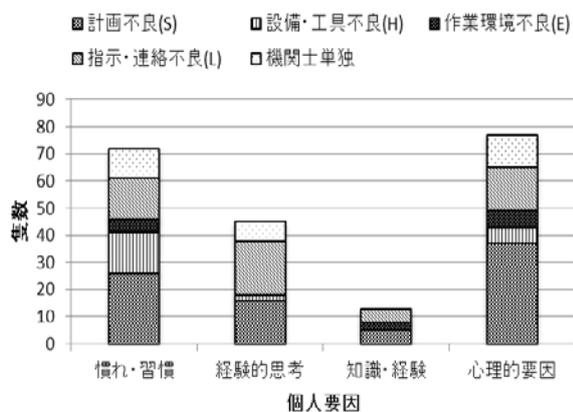


図 7. 個人要因と影響した背後要因との関係の比較

このグラフからは、「心理的要因」が最も多く、「慣れ・習慣」がそれに引き続き、これらは「計画不良」の過誤が4割を占めていることが分かる。

特に、「計画不良」の影響による焦りや注意不足といった「心理的要因」が人的過誤に多い。「心理的要因」が多いことから、今後、潜在的な事象について検討する必要があると考えられる。

また、いつも通り上手くいこうと思いついて計画を立てない、「慣れ・習慣」による「計画不良」も大きく影響している。

この程度で大丈夫と思いついて連絡をしない「経験的思考」による「指示・連絡不足」が3番目に多い。

4. 結言

船舶機関システムにおける人的過誤の防止策を検討する上で、機関士過誤の内容を詳細に分析する事故分類法を構築した。さらに、人的過誤に至った当事者の個人要因を一般特性と個人特性に2区分して要因内容を定め、人的過誤の発生要因を選定できるようにした。また、人的過誤は個人要因だけでなく背後要因の影響も受けるので、ホーキンスのSHELモデルを参考に背後要因を計画不良、設備・工具不良、環境不備、指示・連絡不備の4つに区分して具体的内容を定め、人的過誤に影響した要因を選定できるようにした。

次に、この分析法を適用して10年間の海難審判裁で裁決された事例を分類項目で分析し、人的過誤の特徴を抽出した。

- ① 「心理的要因」は、「計画不良」、「指示・連絡不良」等が、普段から実施していないと不安になる要因が機関トラブルに至る場合であった。
- ② 「慣れ・習慣」は、いつも通りと思いついて計画を十分に立てない懐疑の態度の醸成と維持、また機関士が状況の違いに気が付きにくい環境が機関トラブルに至る場合であった。
- ③ 機械的な処理を確実にせず、この程度で大丈夫と考える「経験的勘」が、機関トラブルの要因であった。
- ④ 「知識・経験不足」は、「計画不良」と「指示・連絡不良」が含まれるが、これは知識や経験不足の機関士に対し手順書や指示が不適切である場合に機関トラブルに至った場合である。

今後の課題は、これらの分析結果から人的過誤防止策を検討することである。よって防止対策を検討するには、事故の発生形態を把握して、機関士の情報処理過程（パフォーマンス管理過程）におけるミス連鎖を止める方法を考えなければなら

らない。また、適用した分類項目は、分析者だけでなく現場の機関士が常に意識しやすい項目であることも今後確認し、さらに改善すべき点を検討する。

参考文献

- [1] 福地信義: ヒューマンエラーに基づく海洋事故, (2007), 海文堂
- [2] J.Rasmussen : Classification System For Reporting Event nvolving Human Malfunction, Riso-M-2240, 1981(訳: 異常診断技術に関する情報小委員会 (人間関係グループ): 人間・機械系の定常的信頼性解析・高圧ガス保安に関する情報紹介, No.83, pp37-53. 高圧ガス保安協会, 1982)
- [3] J.リーソン著, 林喜男監訳: ヒューマンエラー認知科学的アプローチ, (1994), 海文堂
- [4] 林善男: 人間信頼性工学, pp53-71, 昭和 63 年 7 月, 海文堂
- [5] J. Reason: " A Framework for Classifying Errors." In: J. Rasmussen, K. Duncan, J. Leplat (Ed.), New Technology And Human Error: John Wiley & Sons, (1987)
- [6] F.H.ホーキンス著, 黒田勲監修, ヒューマン・ファクター, (1992), 成山堂
- [7] 船用機関管理におけるヒューマンファクター, 内田誠, 日本マリ学会第 71 回学術講演会論文集, pp39-40, 2004
- [8] 人的要因による顕在事象と潜在事象の比較に基づく船用機関防止に関する研究, 中村真澄, 日本マリ学会第 81 回学術講演会論文集, pp39-40, 2011
- [9] 高川健一: 原子力発電所における人的過誤の新しい分析方法とこれを適用した国内発電所の保守不良の分析結果, INSS JOURNAL14 ,pp239-309,2007