

船舶事故の原因分析手法

結果の発生とその原因には常に因果関係が存在します。つまり、事故には必ず根本的な原因があるということです。したがって、理論的には事故の根本原因を解明できれば事故の予防は可能であり、その意味で事故の原因分析は将来的な事故防止のために非常に有意義であると考えられます。

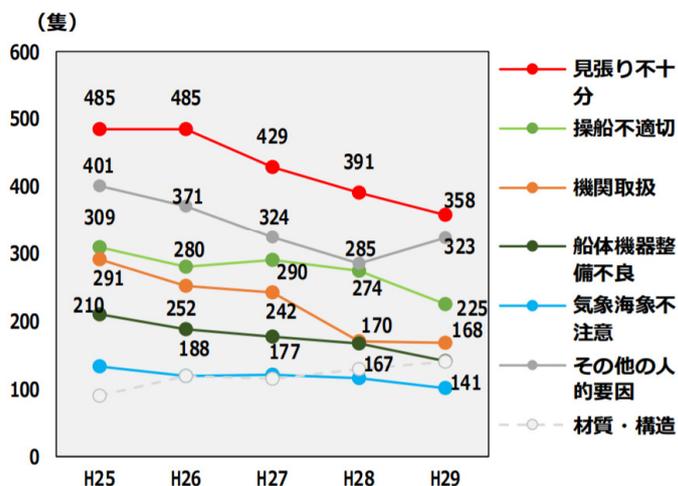
一方で、現実には事故が発生した際、その直接の原因となった事実(船員の居眠りなど)の当事者の処分や、関係者へのお詫びを行うことによって事故原因調査を終了させるケースもあります。しかし、当然のことながら、事故発生時の原因調査は、本来上記のような責任追及のためのものではなく、その再発防止を目的として行われるものであり、それには事故に至る表面的な要因だけでなく、そうした要因の発生を許したマネジメント・環境・文化等を含む根本原因まで追及することが求められます。

こうした観点から、今回のTokio Marine Topicsでは、事故の根本原因を究明するための代表的な手法をいくつかご紹介します。皆様が所有または管理される船舶に万が一の事故が発生した場合に、再発防止策策定の一助となれば幸いです。

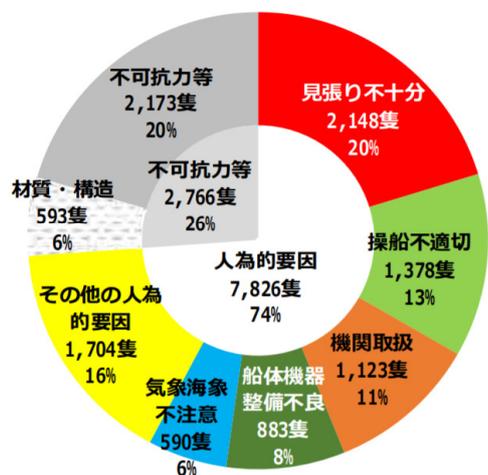
1 「責任追及」から「対策志向」への意識転換

海上保安庁作成の「平成29年海難の現況と対策～大切な命を守るために～」¹⁾によれば、2017年に海上保安庁が認知した船舶事故(隻数ベース)は1977隻で、2001年に現在の統計手法を開始してから初めて2,000隻を下回りました。一方、事故原因別の隻数では、見張り不十分358隻(18%)、不適切な操船225隻(11%)、機関の不適切な取扱い168隻(8%)の順に多く、人為的要因、いわゆるヒューマンエラーによるものが1,316隻(67%)となっています。確かに見張り不十分などのヒューマンエラー起因の事故は近年減少傾向にあるものの、依然として事故の中の過半数を占めるという傾向は続いており、2013年から2017年までの5年間の平均では74%にもなっています。

【事故原因別の推移(過去5年間)】



【事故原因別の割合(過去5年間の累計)】



出典:海上保安庁「平成29年海難の現況と対策～大切な命を守るために～」

一方、このような調査に基づき、不十分な見張りや不適切な操船に対する注意を行っただけで、本当にこうした事故の再発を防ぐことができるのでしょうか。理論的には、事故の原因を解明できれば事故の防止は可能であり、その意味で事故の調査や分析は、将来的な事故防止に繋がるはずですが、ただし、ここで大切なことは、ヒューマンエラーによって事故が発生したからといって、単にミスやエラーを引き起こした人の責任のみ追及して調査や分析を終えるのではなく、なぜミスやエラーが発生したのかという状況を確認していくことです。さらには、そのミスやエラーの発生とマネジメントを関連付けることも必要です。その意味では、船舶管理者の意識を「責任追及型」から「対策志向型」へ転換していくことが重要と言えます²⁾。

¹⁾ http://www6.kaiho.mlit.go.jp/info/keihatsu/20180314_state_measure29.pdf (2018.11.12 最終閲覧)

²⁾ 石橋明「ヒューマンファクターとエラー対策」、『保健医療科学 51(4)』(2002) p.242

2 「ヒューマンファクター」を切り口とした事故分析手法

船舶事故ではヒューマンエラーによるものが過半数を占めるということから、まず「ヒューマンファクター」を切り口とした事故分析手法についてご紹介します。

(1) 4M分類法

米国の国家運輸安全委員会 (NTSB－National Transportation Safety Board) では、事故の原因分析や再発防止策検討の際に、事故の原因となった要因を 4M と呼ばれる 4 つのカテゴリーに整理する手法を使用しています。この手法の具体的な手順は次のとおりですが、この手法を使用することにより、事故原因の本質をとらえやすいと言われています。

<STEP 1>

事故発生に重大なかかわりのあったすべての事項(背景要因)を時系列に洗い出し、それらの連鎖を明らかにする。

<STEP 2>

それらの事項を次の 4M の各カテゴリーに分類する。

Man (人的要因)	事故当事者の心理的要因や生理的要因のほか、職場(事故当事者とそれ以外の人々の関係)に関する要因がある。
Machine (機械要因)	機械や設備の欠陥や故障など。
Media (環境要因)	Man と Machine をつなぐ媒体。作業内容や手順に関する情報、職場環境など。
Management (管理要因)	管理組織、規程やマニュアル、教育訓練など。

<STEP 3>

事故を構成した背景要因のうち、最も主要な要因を直接原因として明確にし、再発防止策を策定する。

なお、国際民間航空機構 (ICAO－International Civil Aviation Organization) の「航空事故調査マニュアル」では、上記の 4M のほかに、事故の背景要因として、Mission(企業の経営理念や目標)と Money(財務内容や投資の健全性)を調査や分析の対象に加えています。

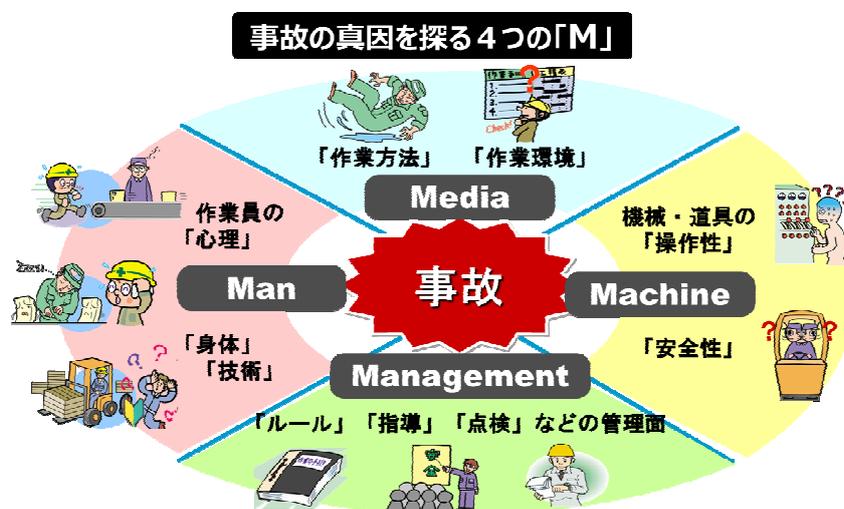


図: 4M 概念図

(2) SHEL モデル

このモデルは、1984年にF. H. Hawkinsによって発表されたもので、ヒューマンエラーは、人間(L: Liveware)と、それを取り巻くハードウェア(H: Hardware)、ソフトウェア(S: Software)、作業環境(E: Environment)および当事者以外の人々(L: Liveware)、との接点(インターフェイス)に不具合が存在する場合に発生しやすいという考えに基づいています。当事者と各要因とのインターフェイスの具体例は次のとおりで、これらのインターフェイスごとに、背景要因の発生原因を分析し、誰が悪いのかではなく、何が問題であるかを探り、その結果から何をなすべきかを検討します。

<L⇔H (当事者と設備・機器)>

設備・機器の表示器の配置や表示などの問題。

<L⇔S (当事者とマニュアル・手順書)>

マニュアル・手順書の内容や使いやすさなどの問題。

<L⇔E (当事者と作業環境)>

物理的環境(空調、照明、騒音など)のほかに、社会環境(社会的な賞賛や非難)などの問題もある。

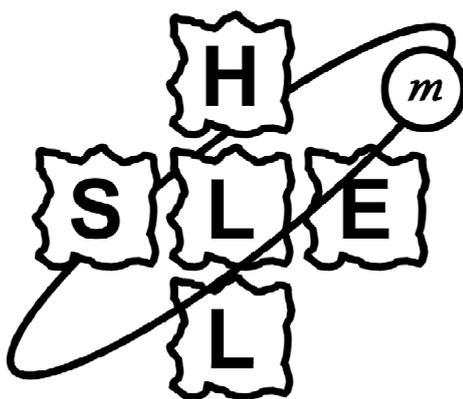
<L⇔L (当事者と当事者以外の人々)>

対人関係、コミュニケーション、マネジメントなどの問題。

(3) M-SHEL モデル(拡大 SHEL モデル)

このモデルは、SHEL モデルにマネジメント(M: Management)の概念を加えたものです。このモデルでは、L、S、H、Eの各要因は、すべて何らかのマネジメントのうえに成り立っており、マネジメントに影響されるとしています。

このモデルでも、SHEL モデルと同様の手法で事故の原因を分析し、再発防止策を検討します。再発防止策として、L自体のことはスキルの向上、L⇔Sの関係では手順の確立、L⇔Hの関係では機器の改善、L⇔Eの関係では環境改善、L⇔Lの関係ではヒューマンエラー対策、L⇔Mの関係ではマネジメントの改善などに関するものが考えられます。



S: Software マニュアルなど
H: Hardware 機材・道具
E: Environment 作業環境
L: Liveware 人間・作業者
M: Management 管理・教育

図: M-SHEL モデル概念図

3 その他の事故分析手法

上記でご紹介した4M分類法や SHEL モデルなどは、事故の原因と対策を検討するための枠組みを提供する分析手法です。しかし、どの手法においても、事故の直接原因となった事象だけでなく、背景要因まで含めて十分な分析をする必要があり、そのためには、以下のような分析手法を併用することが効果的と言われています³(例えば、**時系列分析・VTA分析**で直接原因を洗い出し、**4M分類法**や**M-SHELモデル**を活用した**なぜなぜ分析**で根本原因を特定、再発防止策を策定する等)。

(1) 時系列分析

収集された各種情報から、事故に関連する事象を時系列で整理する分析手法です。まず、収集された情報をもとに、事故にいたる直接的な行動(作業や事象)を時系列で整理します。さらに情報が収集された後、事故に関連するすべての行動を整理します。その結果、直接原因(事故の発生を招いた最後の事象または状況)と背景要因(不適切な手順、不十分な訓練、労働負荷など)が明確になると思われます。

(2) なぜなぜ分析

事故の直接原因も背景要因も、単一の事象によることはまれで、異なった数種類の事象の組合せによることが多いものです。そこで、事故の原因の分析では、真の原因である根本原因の特定が必要です。根本原因を特定できなければ、適切な再発防止策を策定することもできません。この分析手法では、背景要因について、「なぜ」発生したのかを繰り返すことによって、根本原因を特定していきます。この分析を進める際には、「なぜ」という問いがなくなるまで継続することが重要です。

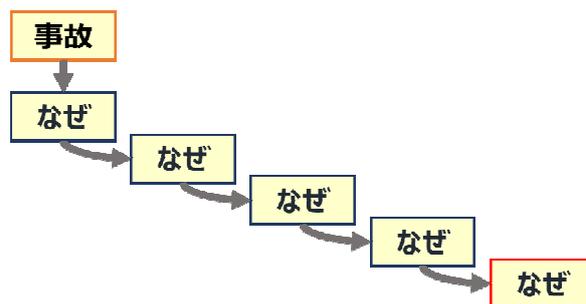


図:なぜなぜ分析の手法

(3) フォルトツリー分析(FTA—Fault Tree Analysis)

事故の原因を探るトップダウンの分析手法で、事故を頂点として、事故を発生させる可能性のある事象を下位に向かって列挙し結んでいくことで、フォルトツリー(Fault Tree)を作成します。そして、その図の中のそれぞれの事象の発生確率を算出し、それを合計して事故の発生確率を算出するとともに、図を参照して再発防止策を策定します。この手法では、事故の原因を構成する基本事象間の構造を把握しやすく、事故の最大要因を容易に抽出することができるメリットがあります。

(4) イベントツリー分析(ETA—Event Tree Analysis)

事故の原因となった事象を左端に配置し、その事象の進展を阻止するための機能を右側に列挙し、その機能が「あった場合」と「なかった場合」の2通りの分岐を結んでいくことでイベントツリー(Event Tree)を作成します。そして、図の中のそれぞれの機能が「あった場合」と「なかった場合」の事故発生確率から、事故の発生確率を算出します。この手法では、ある事象への進展状況を順に追って把握できるため、事象の進展を防止するための対応策を策定しやすいメリットがあります。

(5) バリエーションツリー分析(VTA—Variation Tree Analysis)

通常の分析手法では、事故の発生状況を振り返ることとなりますが、この手法では、「通常通りに作業が行われた場合には事故は発生せず、事故が発生した場合には、通常でない作業や状態(たとえば、作業指示の

³ 芳賀繁、「ヒューマンエラー事故の要因分析手法について(まとめ)」、『安全と健康 Vol.9 No.12』(2008) p.51

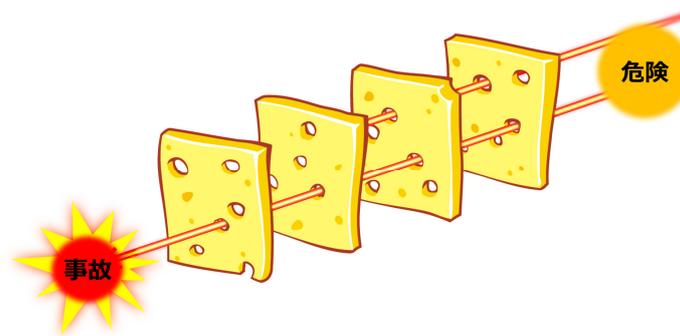
方法がいつもとは異なる、連絡が伝わっていないことなどがあります。)が存在していたはずである」との考えに立ち、通常と異なるものに着目します。具体的には、通常からはずれた状態、作業、判断、行動などの要因(これらを「変動要因(ノード)」といいます。)を中心として、時系列で整理していきます。そして、ノードを鎖のようにつなげて、どのようにして事故に至ったのかを図式化し、どのノードを取り除けば、事故を防止することができたかを検討します。

(6) 失敗モード影響分析(FMEA－Failure Mode and Effect Analysis)

事故の未然防止に特化した分析手法で、発生した事故に焦点を当てるのではなく、平時の作業に焦点を当てて、発生しうる事故とその被害を評価することを主な目的とします。具体的には、作業プロセスの流れに沿ってサブプロセスに分解し、サブプロセスごとに起こりうるすべてのエラーを列挙したうえで、列挙されたそれぞれのエラーについて、その発生頻度や影響度などを推定してリスクを評価するものです。

(7) スイスチーズモデル

スイスチーズの内部には多数に穴があいていますが、穴のあき方の異なる薄切りにしたチーズを何枚も重ねると、貫通するリスクは低くなります。同様にリスク管理においても、視点の異なる防護壁を何重にも組み合わせることで、事故が発生する危険性を軽減させる手法です。



図：スイスチーズモデル概念図

4 おわりに

ISMコードの導入から20年が経過し、船舶管理において「安全管理システム(SMS)」が広く浸透した現在でも尚、海難事故は無くなってはいません。そうした海難事故が発生しているケースにおいては、SMSが有効に機能していない可能性があります。SMSは作成して終わりのマニュアルではなく、活きたマネジメントシステムであり、そのSMSの有効性を高めていくには、ニアミスや事故が発生する度にその根本原因を分析し、その都度発見された根本原因に基づいてSMSを見直していくこと、つまりPDCAサイクルを回していくことが重要と考えられます⁴。その際、抜け漏れない原因の深掘りで真因にたどり着くためには、今回ご紹介したような分析手法を用いることが非常に効果的であり、是非とも実際の事例へのご活用をご検討ください。また、弊社といたしましても、これまでに蓄積してきた知見・経験を活かし、お客様を精一杯サポートさせていただきますので、まずはご遠慮なく弊社担当者までご相談ください。

以上

(内容は、いずれも情報配信時点のものです)

船舶・貨物・運送の保険の情報サイト「マリンサイト」

http://www.tokiomarine-nichido.co.jp/hojin/marine_site/index2.html

TOKIO MARINE Topics (船舶)

http://www.tokiomarine-nichido.co.jp/hojin/marine_site/news/tokiomarine_topics/hull.html

⁴ 日本品質保証機構「運輸業界に見るマネジメントシステム審査の最新動向」、『ISO Network Vol.15』(2008) p.6-8