



JAPAN P&I CLUB

第 49 号 2020 年 12 月

P&I ロスプリベンションガイド

編集：日本船主責任相互保険組合 ロスプリベンション推進部

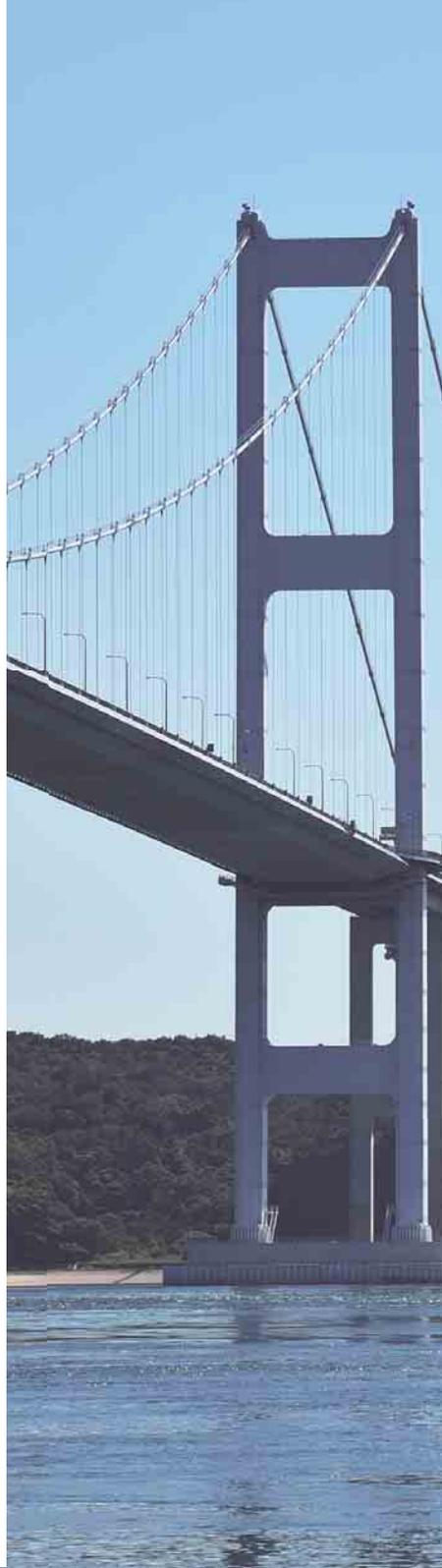


よりよい 機関管理のために



目次

第1章	はじめに	2
第2章	保守点検整備(メンテナンス)の心得	4
2-1	チームの信頼関係構築	5
2-2	なぜ保守点検整備が必要なのか	8
2-3	技術とヒトとの調和：4M管理	10
2-4	ヒトには限界がある	12
2-5	機関事故のエラー連鎖事例	16
2-6	保守点検整備で注意が必要なこと	18
2-7	本船では、いつ・何を判断・評価すべきか	20
2-8	第2章まとめ	22
第3章	緊急事態に備えて	24
3-1	推進力や電源の喪失の状態の共通認識	25
3-2	推進力と電源喪失の事例	26
3-2-1	米国での推進力喪失事故：船橋における主機の誤操作	26
3-2-2	ノルウェーでの電源喪失事故：電気推進船における発電機への不十分な潤滑油補給	27
3-2-3	国内運輸安全委員会報告書；電源喪失事例	30
3-3	緊急事態発生時に取るべき本船対応	31
3-3-1	機関システム	31
3-3-2	推進力喪失の解析	33
3-3-3	電源喪失時の対応	34
3-4	第3章まとめ	42
第4章	バンカートラブル(補油燃料油に起因する機関事故)に備えて	43
4-1	補油問題における証拠保全の重要性	43
4-2	第4章まとめ	49





第5章 2020年燃料油の留意点	50
5-1 新規制適合油で懸念されていること	51
5-1-1 製造方法による特徴	51
5-2 燃料油を安全使用するための留意点と対策	54
5-2-1 混合安定性	55
5-2-2 低動粘度化	58
5-2-3 低温流動性	64
5-2-4 Cat-fines(FCC 触媒粒子)...	68
5-2-5 着火・燃焼性	72
5-3 低硫黄化に伴うシリンダ油の適応策	76
5-4 本船で実施すること	78
5-4-1 混合安定性の診断	79
5-4-2 低温流動性の診断	80
5-4-3 着火性の推定	80
5-5 第5章まとめ	81
第6章 おわりに	82
参考資料	83
参考資料 01 船上業務遂行の実力診断 本文 P.6	83
参考資料 02 どのような状況でエラーは起きる のか? 本文 P.13	84
参考資料 03 問題解決手法 本文 P.18, 33	86
参考資料 04 ノルウェーでの電源喪失事故の詳細 本文 P.29	90
参考資料 05 国内運輸安全委員会報告書 電源 喪失事例 本文 P.30	92
参考資料 06 推進力喪失、電源喪失直後の緊急対応 チェックリスト 本文 P.35	96
参考資料 07 パニック対策のために必要なこと 本文 P.42	98
参考文献	100

第1章 はじめに

過去に実施したセミナーや発行した P&I ロスプリベンションガイドの中で、海難事故原因、同種の海難事故が続く理由および再発防止対策として求められるものは以下であると説明してきました。

海難事故の根本原因

ヒューマンエラーの連鎖。

同種の事故がなぜ発生するのか

ヒューマンエラーの発生を完全に防ぐことは不可能であるから。

従来の安全管理では、事故原因が主に技術面における顕在化したエラーの連鎖であるとして技術系の再発防止対策が取られており、最終的に当事者を処罰して幕引きを図ることがほとんどです。しかし、この手法では「なぜ経験豊かな乗組員（海技者）でも事故に繋がるようなヒューマンエラーを発生させたのか」という根本原因まで踏み込んで分析していないので、同種の事故が再発します。

再発防止対策

根本原因となるヒューマンエラーを発生させた人の行動特性、心理的要因、および人間の限界まで踏み込んだ分析を行い、それを排除するような環境を構築していくことです。

船舶機関事故の根本原因を突き詰めていくと、油（燃料油および潤滑油）管理の問題と保守点検整備が適切に実行されていなかったことが多くあるようです。しかし、機関長以下機関部の乗組員は、機関装置自体が正常に作動しているか否かといった

設計・製造上の機械 / 電気工学的な健全性に異常があるかということに原因追及する傾向があり、上述した再発防止対策が疎かになる傾向があるようです。

今回は 2019 年に国内で実施した公開セミナーの中から、「よりよい機関管理のために」をまとめました。

船主や船舶管理会社はヒトの行動特性を脅威であると認識し、本船と協力をしながら、「ヒトに寄り添う」こと、および「パニックへ備える」ことがチームを成功へ導くための再発防止の要点と考えます。

根本原因となる人の行動特性については併せて以下のロスプリガイドをご参照ください。



第 35 号

安全について考える

(2015 年 7 月発行)

第2章 保守点検整備(メンテナンス)の心得

保守点検整備（メンテナンス）の基本は経験的に次の事項が機関部の生命線といわれています。

- 油管理（燃料油と潤滑油）
- 機器の状態把握 / 適切な整備（特に燃料供給系統）

STCW 条約（船員の訓練及び資格証明並びに当直の基準に関する国際条約）の2010年改正によって、ERM（エンジンルーム・リソース・マネジメント）が要件として規定されました。その要求事項は、船員法の航海当直基準であり、機関管理の基本となる技術知識や保守点検整備方法について、伝統的に重要 / 必要とされてきたことを確実に実施することとしています。本船がそれを確実に実行するには機関部の総資源（リソース）を生かすために、コミュニケーションを機能させ、要員の連携プレーの下で、計画整備や状態監視、教育に取り組んでいくことです。したがって、ERMと保守点検整備は無縁ではありません。

そして、本船だけではなく、船主および船舶管理会社は、よりよい機関管理を実践させるために、機械 / 電気工学の技術論に加えて、ヒトの「前向きさ」が大事であり、本船ではヒトの「弱点」に注意するという「ヒト」への寄り添い方の観点を考えることが必要です。

2 - 1 チームの信頼関係構築

図 2-1 は、安全推進の目的として、2019 年初頭に当組合が発行したポスターの 1 枚です。

これは、「上司」の慢心や思い込みおよび「若手」の情報不足を示しています。

船内では不自由で窮屈な縦社会のケースが時として見受けられます。ベテランが慢心や思い込みなどのある姿勢で若手乗組員を昔風に指導すると、彼らの心が折れてしまい、回復に時間を要する恐れがあります。よって、持続可能な職場を作るには、ベテランが彼らと接する時に彼らのストレス環境への抵抗力を考えることを求められます。こうして考えるとベテランは次のような柔軟なアプローチを心掛けることも必要です。



図 2-1 四番エンジニア迷走と奮闘

できることをほめる

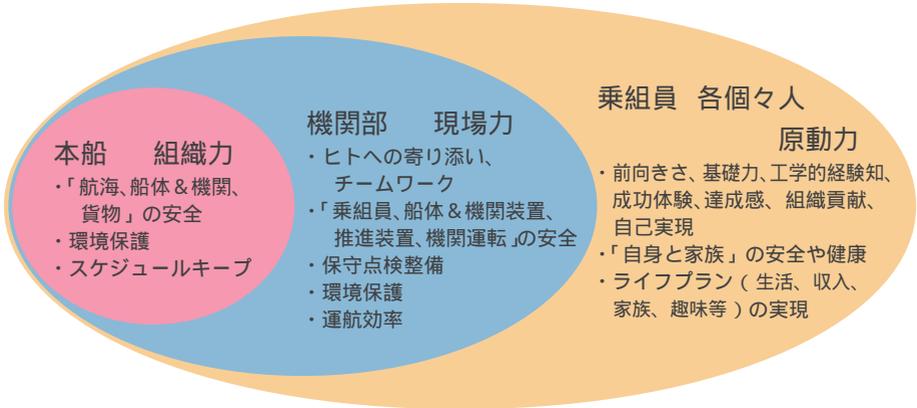
あいまいな指示を与えない

集中できる安全な空間と環境を作り出す

できないことを共通認識し、非難（ハラスメント）せず、互いを支援する

ベテランは適切に若手に寄り添うために、早期に幅広く機関部全体の實力を診断してください。(「参考資料 01 船上業務遂行の實力診断」(P. 83) 参照)

「慢心、思い込み、情報不足」という、揺らいだ状態の中で、チームの信頼関係構築は困難です。それを防ぐために、図 2-2 に示すとおり、ベテランと若手が統一感を確立していく必要があります。



統一感の確立	個人行動の根底「信頼や安心（心の部分）」
	態度、感情（嫉妬）の制御や管理
	感情制御知識「信頼力、原則力、評価力、伝達力、成果力、自動力」
	「ウソをつかない、言い訳をしない、仲間を裏切らない」=「保身に走らない」

図 2-2 チームビルディングの約束事

したがって、組織の統制と規律が求められる船上業務においても、ベテランが多様な思考を持った若手と信頼関係を構築するために、「信頼力、原則力、評価力、伝達力、成果力、自動力」といった6つの力を活用することが有効です。

6つの力



信頼力



原則力



評価力



伝達力



成果力



自動力



信頼力 : 自己保身は最弱のリーダーを作る。

否定せず、部下を手助けし、有言実行する。



原則力 : ビジョンが生んだルールは強い。

明確なビジョンを持ち、チームのあり方を決める。

ルール破りは連帯責任、ミスやズレを防ぐルールを作る。

言行不一致をなくす。



評価力 : 役割への絶対評価がやる気を生む。

不当な優しさは不要。

一喜一憂ほど恐ろしいものはないという結果に至るロジックを知る。

役割を認識させる。

部下の教育こそ最高の投資である。



伝達力 : 「伝えたか」でなく「伝わったか」

常に挑戦し、インプットをはかる。

伝えたいなら反復する。

浮かれたコミュニケーションはしない。

最高の姿を共有する。



成果力：チームが最高の戦力を発揮する仕組み。

リーダーは誰よりも働くこと。

何が起きてもやりきり、「機会指導」で戦力化する。

1人の人間として部下と向き合い、生きたマニュアルをつくる。



自動力：部下が自ら動き続ける雰囲気をつくる。

部下の居場所をつくる。

若手にはとにかくマネをさせる。

本物のリーダーは上司も部下も勝たせることができる。

継続こそが力なり。

相手を軽んじて言うことを聞かせようとすれば、反発されたり関係の構築が困難となるので、「相手に敬意」を払わなければ動いてはくれません。これは、シンプルに「ウソをつかない、言い訳をしない、仲間を裏切らない」ということを意識することです。言い換えれば、「保身に走らない」ということです。

これを基本とした両者の価値観の相互理解によって協調や共感が芽生えれば、機関部は最強のチームワークを構築することが可能となり、高い質の業務成果を獲得できます。

船主および船舶管理会社は、事故防止対策として、SMS や安全管理規定を強化する傾向にありますが、乗組員のチームワークを妨げるものであってはならないと考えます。

2 - 2 なぜ保守点検整備が必要なのか

航空整備士のヒューマンファクターのセミナーに参加した際、船舶機関部にも通じるヒントが多く有ることに気づきました。

船舶機関部に通じるヒント

航空分野では、航空機設計に人間の特性や能力を十分考慮することで操縦操作の向

上に効果を上げました。ヒューマンファクターへの認識が始まったといわれています。また、航空機技術が高度に進化した近年でも、かなりの部分を人間に依存しているので、安全性の向上には人間の特性を理解し、機械と整合したシステムとして行動することが極めて重要であるとの認識が深まっているという背景に筆者は注目しています。

輸送媒体である飛行機や船にとって、「最大の脅威」を図 2-3 に示します。航空機では、「ヒト」の保守点検整備不良によって機体損傷やエンジン停止を起こしたり操縦ミスをしたりすると「重力」によって墜落に至ります。

船舶も、「ヒト」の保守点検整備不良によって船体損傷や主機停止を起こしたり、操船ミスをしたりすれば、「水（海）」上で不安定・不便・隔離が発生して海難事故に至ります。両者の脅威の共通するのは、「ヒト」になります。



図 2-3 何が最大の脅威か？

航空機や船舶は、運航開始前に、規則に基づいて設計され正しく動くように製造されたことを検査し、合格すれば証書が発行されます。航空機では耐空性を具備した証しで、船舶では堪航性の証しです。

保守点検整備は、「備わっている耐空性や堪航性の維持」を目的とし、「ヒト」が設備に関する欠陥や問題の有無を発見するために「必要とされる積極的行動」です。

そして、それを行うのは「ヒト」です。「ヒト」が脅威である観点から、その指導にあたっては若手の気持ちに寄り添うために、ベテランも「保守点検整備とは何か？」を再確認することが求められます。

2 - 3 技術とヒトとの調和：4 M 管理

航空機の世界では「耐空性」を維持し、守り続けるために必要な保守点検整備を適切に管理する原則として、図 2-4 に示す、4M 管理が欠かせないといわれています。保守点検整備は、必要な知識を含む方法 (Method) を、身に着けたヒト・人材 (Man) が、資材 (Material) と設備 (Machine & Facility) を利用して実施していきます。それぞれの頭文字が 4 つの M です。4 M 管理は ERM と同じで、品質管理の実行が肝要です。



図 2-4 4 M 管理

例えば、設備についてみれば、「壊れた計器」で計測した結果で部品交換の良否を判断したり、「校正されていないスプリングが劣化したトルクレンチ」でボルトを締めたり、あるいは、部品に関して「海賊部品」を使用しても4Mが成立しません。表2-5に、航空機と、船舶の4M比較をしました。4Mは船舶分野にも共通するので本船でも再点検してみてください。

産業		航空機	船舶
重要点		重力 ヒト	水（海） ヒト
4M	Method (方法)	知識、保守点検整備、取扱説明書、手順書、トレーニング、教育	知識、保守点検整備、取扱説明書、手順書、トレーニング、教育
	Man (人財)	航空整備士 (管理職、上司、部下、先輩、後輩)	機関部乗組員 (管理職、上司、部下、士官、部員、先輩、後輩)
	Material (資材、部品、消耗品等)	保守整備部品、付属品、潤滑油、艀装品	保守整備部品、消耗品（船用品、化学薬品、潤滑油）
	Machine & Facility (装置、設備、施設、機材等)	施設、機器、計測器、工具、整備用機体格納庫	設備、機器、計測器、工具、修繕造船所

表 2-5 4M の比較

2 - 4 ヒトには限界がある

ヒューマンエラーを発生させる要因に、以下の認識過程があります。

■ 入力過程におけるエラー

例：見回り時に機器が発している情報（圧力や温度変化など）の見落としなど

■ 記憶過程におけるエラー（短期記憶の限界、長期記憶によるエラー）：ラプス

例：計画したことを忘れた、作業未完了なのに完了と思い込んだなど

■ 判断過程におけるエラー：ミステイク

例：その行為が正しいものと思い込んだ、適用されない手順書に従って作業したなど

■ 逸脱（違反、バイオレーション）の誘因

例：やむを得ず、指定されていない工具を使った、安全と思い、所定の保護眼鏡を着用しなかったなど

■ 出力過程におけるエラー：スリップ

例：遠隔監視システム操作用のキーボードで隣の異なるキーを打った、チェックシートの項目を飛ばして先に進んだ、主機増速プログラムバイパスボタンの横にあった主機非常停止ボタンを押してしまい、主機が非常停止した（「3-2-1 米国での推進力喪失事故：船橋における主機の誤操作」を参照）など

上記要因のうち、入力過程におけるエラーを機関部作業にあてはめてみます。

入力過程におけるエラー

例として表 2-6 に「入力過程におけるエラー」を示します。視覚をイメージしてください。機関室見回り中、「1つのことに集中している」「漫然とチェック」している、「違うことを考えている」「早とちり」などをすると、目から入ってきているはずの身

の回りの「色」「数値」「計器の状態」「目分量」「スイッチや弁の開閉状態」等の情報が平常の景色や風景のようにイメージとして認知され、選択・判断・決定の過程へ正確に伝達されず、最終的には出力に影響を及ぼします。その背景に、類似の表記、わかりにくい表示、忙しい、疲労、寝不足、加齢、体躯等などの要因も影響しており、それらが重なれば、エラーのリスクが高くなります。寝不足は飲酒時と同等の脳機能低下を招くため要注意です。各過程のエラーに関し、「参考資料 02 どのような状況でエラーは起きるのか？」(P.84)も参照してください。

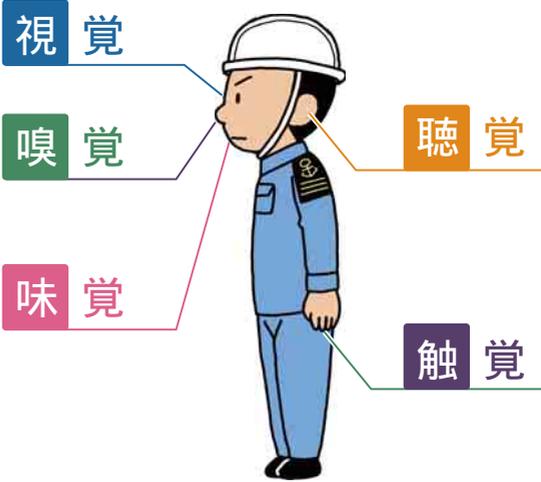
入力過程におけるエラー	
入力信号をキャッチできなかった。	1つのことに集中 <ul style="list-style-type: none"> ・視力/聴力に制限がある。 ・視野に制限がある。 ・可視域に制限がある。
入力信号をキャッチしたが、処理しなかった。	漫然とチェック <ul style="list-style-type: none"> ・入力信号に関心がない。 違うことを考えている
入力信号はあったが、錯覚した。	早とちり <ul style="list-style-type: none"> ・関心はあるが、解釈を間違えた。(早合点、勘違い、思い込み)



表 2-6 入力過程におけるエラー

ヒトは、判断し行動していくために五感を働かせて情報を収集しています。一般にいわれている五感による情報収集の割合を図 2-7 に示します。

ヒトの五感



ヒトの五感の割合

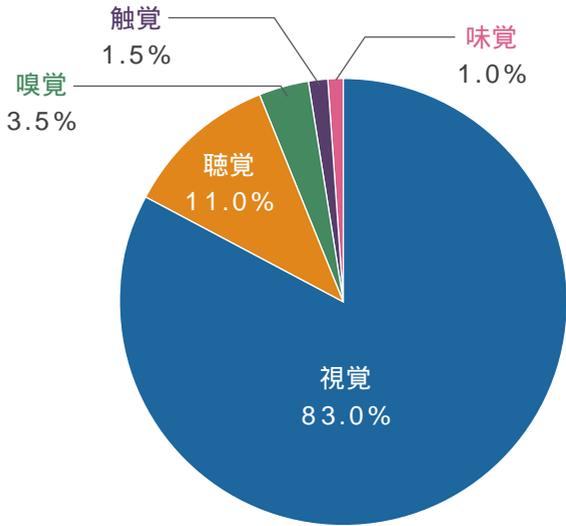


図 2-7 五感の割合

意外にも、83%を視覚、11%を聴覚が占めています。しかし、脳は知覚した情報を全て処理できないため、脳であらかじめ「ある程度イメージした情報」に沿って見聞きしており、そこにヒトの主観が入れば見たいものしか見えず、聞きたい音しか聞えなくなるのです。これらは、機関運転や保守点検整備の判断に大きく影響します。

ヒトは「見る、聞く、判断する、行動する」という素晴らしい能力を持っていますが、限界があるのでヒューマンエラーを生じさせます。したがって、達成しなければならない目標とそれに利用する装置を調和させなければなりません。それができないと機関装置の誤操作や整備不良などに至ります。

航空機の世界では、表 2-8 に示す「人間の能力とその限界」が必須事項として、資格要件、整備プログラム、整備訓練等とともに基礎教育に紐込まれ、国家試験にも出題されています。船舶分野もぜひ見習わなければならない重要ポイントと考えます。

POINT

- (1) 人間の能力とその限界を知る。
- (2) それを踏まえて、人間とシステムおよび環境との調和を目指す。

表 2-8 人間の能力とその限界

2 - 5 機関事故のエラー連鎖事例

機関事故も小さなエラーが連鎖した結果、発生しているものがほとんどです。

機関事故のエラーの連鎖の例

図 2-9 は機関事故のエラーの連鎖の例を示します。次のようなヒューマンエラー（赤字）が連鎖しています。

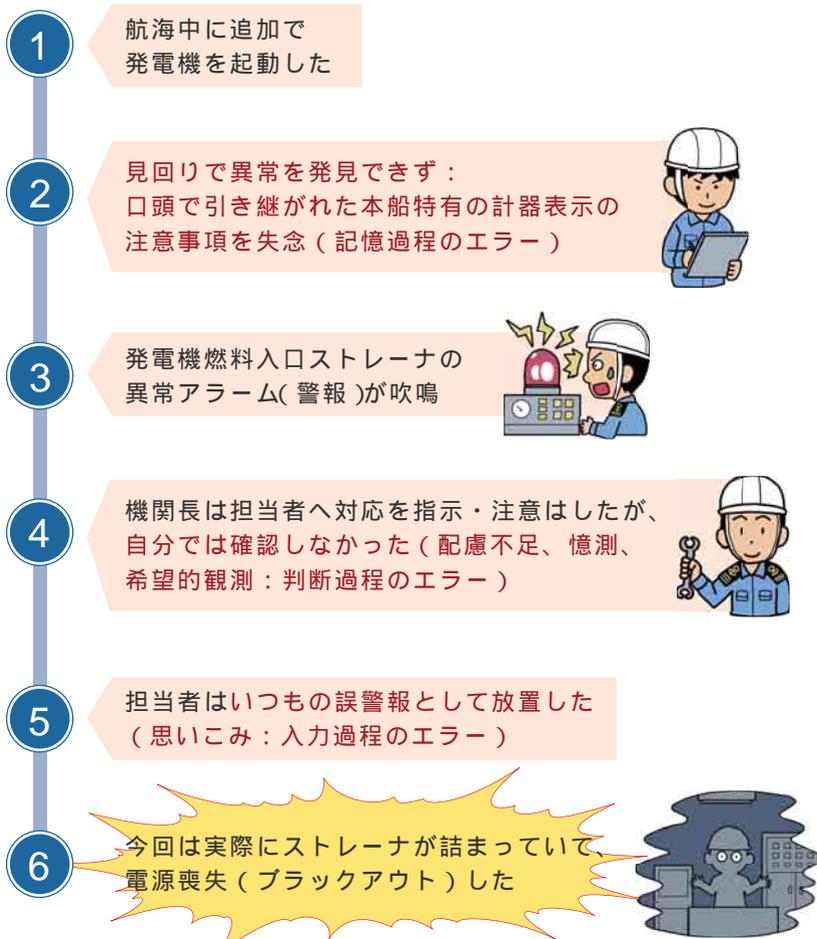


図 2-9 エラーの連鎖：機関事故例

対策としては、ERM や BRM の原則どおり、1 人のミスをチームワークによって、誰かが早期に気づき、「注意し、サポートする」ことに尽きると思います。

この例の背後には次のような状況がありました。

- 三等機関士は初実職で 3 日前に乗船し、M0 チェックに不慣れなため、それを完了するのに一生懸命だった。
- 機関長は陸上勤務から海上勤務となり、久しぶりの乗船直後だった。
- 発電機の担当は二等機関士。5 年ほど海上勤務が続いており、また、本船では乗船期間が最も長く、自分自身が機関室の現場を最もよく理解していると思い込んでいた。

ストレーナ差圧警報の発生時に、図 2-10 に示すロジックツリーに沿って物理的異常（ストレーナ閉塞）であるか、電気的異常（信号、配線等）であるかに分けていれば、最終的に 8 項目の点検事項を導いて全体像が把握できたと思われます。その結果、担当者はトラブル事象の 8 項目の点検事項に関し、機関長と相互理解を図り、共通認識を形成し、関係する機関運転管理、保守点検整備作業、および、トラブル対応等において、エラーの連鎖を断ち切って事故防止へ発展させることができたかもしれません。

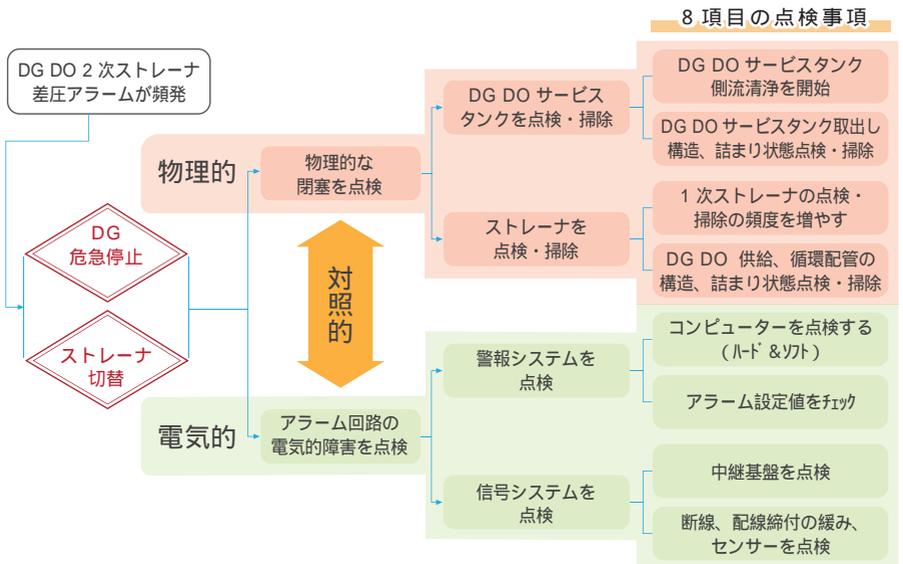


図 2-10 ロジックツリー：ストレーナ差圧警報の場合

この例以外のさまざまな作業において、各機器の担当者に対してこのような技術的な基本対応チャートを用意し、機関部内の協力体制の下で本船特有の弱点や経験者の助言も追記した独自のトラブルシューティング方法を検討します。そのとき、機関部が一丸となって連携プレーができる体制の構築を心がけることが機関長に求められます。

問題解決の分析方法には、ロジックツリー分析以外にも、フィッシュボーン分析という手法もあります。（「参考資料 03 問題解決手法」（P. 86）参照）

2 - 6 保守点検整備で注意が必要なこと

会社や本船が机上で完璧な手順書を作成できたとしても、前述したようにヒトが作業を行っているのでヒューマンエラーを完全に排除できません。スイスチーズモデルを提唱したことで有名な英国の心理学者ジェームズ・リーズンは英国空軍や米国海軍の航空医学研究所で勤務経験があります。彼の共著書『保守事故』によれば、航空機の保守整備エラーは表 2-11 に示す環境で発生しています。

保守点検整備エラー

- (1) 作業者が手を下す。
- (2) 磨耗や劣化のレベルに固体差があり、定型的な手順化が困難なため、組織・管理・意識の影響を直接受ける。
- (3) 組立過程は、分解過程より、記憶力 / 注意力へストレスが及ぶ。
- (4) 多くの事故原因：部品間違い、部品据付不良、間違った部品取付け、電気配線不良、保守後の異物（工具、布切れ等）の置忘れ。
- (5) 組立ての手順が数通りある。
- (6) 簡便で手早く済む作業手順があり、手順書に違反。（例、非承認の自分マニュアル）
- (7) 過労 等々

表 2-11 保守点検整備エラー

本船乗組員および陸上管理者・監督は、船内でも同じことが発生していることに気づ

いています。保守点検整備エラーが多く発生するのは、表 2-12 に示す「(1) 決められた時期に作業を実施しない。(2) 決められていない作業を実施する」時です。例としてはメーカー推奨の潤滑油量を発電機へ補給しない(「3-2-2 ノルウェーでの電源喪失事故：電気推進船における発電機への不十分な潤滑油補給」を参照)。

保守点検整備エラーが発生する時

- (1) ヒトが推奨タイミングで、状況に応じて必要な保守点検整備作業や、取扱説明書に推奨された内容の保守点検整備作業を実施しない。
- (2) ヒトが不要であったり、禁止された保守点検整備作業を実施する。

表 2-12 保守点検整備エラーが発生する時

これを防ぐために、船主や船舶管理会社は、「2-4 ヒトには限界がある」で述べたように表 2-11 と表 2-12 に示した保守点検整備エラーに関し注意喚起を繰返すことが必要です。

他方、重要な保守点検整備を確実に実施できない場合もあります。それには、次のような背後要因が考えられます。

- コストセーブのために、本船へ十分な品質と数量の予備部品が供給されない。
- タイムスケジュールのため、保守点検整備の時間が確保不十分となる。
- その結果、本船の乗組員が保守点検整備を実行する意欲を喪失し、最悪のケースでは、保守点検整備をする能力が劣化する。

すなわち、4 つの M および ERM の「崩壊」です。保守点検整備の進捗が思わしくない場合に、乗組員任せにせず、船舶管理会社はその理由と会社側の管理体制の関係も分析することが必要です。一段上の安全レベルを目指すには、会社から本船へ寄り添う体制の確立が欠かせません。

2 - 7 本船では、いつ・何を判断・評価すべきか

機関当直の基本は機器の状態監視（現状認識）です。機関部の状態監視を行う場合、「現場で、いつ・どこで、何に要注意であるか」を常に考えなければなりません。表 2-13 と表 2-14 に、それぞれ機関運転時と保守点検整備時の基本チェックポイントを示します。

■ 機関運転時の基本チェック事項 ■

分類	「設備、機器、装置」の状態	「判断すべきこと、評価すべきこと」は、何か？ 問題意識をもって、機械の悲鳴を聴く！
機関 運 転 管 理	運転準備	<ul style="list-style-type: none"> ・圧力計、温度計、回転系の計器類の指示は正確か？ ・計器類やサイトグラス等のガラスの割れ・汚れはないか？ ・目盛は判読しやすいか？ ・機関装置の周囲の照明は十分か？ ・潤滑油、冷却水、燃料油等の系統は確立できているか？ ・制御スイッチや制御弁は正しい位置にあるか？
	起動時	<ul style="list-style-type: none"> ・継続運転可能か否か？ 正常状態か？ ・危急手動停止しなければならないか否か？ 異常状態か？
	運転中 (状態不良、異常、漏れ、警報、振動、騒音、異臭等)	<ul style="list-style-type: none"> ・継続運転可能か否か？ 正常状態か？ ・危急手動停止しなければならないか否か？ 異常状態か？
	危急手動停止	<ul style="list-style-type: none"> ・修理可能か？ 放置せざるを得ないか？ ・関連するシステムや機器を含め追加の点検・確認することはあるか？

表 2-13 機関運転時の基本チェック事項

| 保守点検整備時の基本チェック事項 |

分類	「設備、機器、装置」の状態	「判断すべきこと、評価すべきこと」は、何か？ 問題意識をもって、考えながら観る！
保守点検整備管理	整備準備	<ul style="list-style-type: none"> ・ 4 M（保守点検整備方法、作業要員、資材・部品、工具）等の準備やリスクアセスメントは整っているか？
	整備中	<ul style="list-style-type: none"> ・ 開放整備した部品を、交換・新替しなければならないか否か？ 異常状態か？ ・ 開放整備した部品を、継続使用可能か否か？
	定期整備	<ul style="list-style-type: none"> ・ 整備タイミングを期限（予定）とおり行うか否か？ 早めるか？ ・ 整備タイミングを延長（延期）するか否か？ ・ メーカー推奨は、本船の運航・運転状況に対して、適切な間隔であるか否か？ 早い？ 遅い？
	修理	<ul style="list-style-type: none"> ・ 船上での本船乗組員によって自力で修理整備可能か否か？ ・ 緊急事態のため、陸上から製造者手配の作業員の手配が必要か否か？ ・ 修理整備作業が緊急で入渠しなければならないダメージ状況か否か？ ・ 現時点では、本船乗組員で応急修理整備作業を行い、本格修理を次回の定期入渠時に延期可能か否か？

表 2-14 保守点検整備時の基本チェック事項

「2 - 4 ヒトには限界がある」で紹介したとおり、「漫然とチェックする」や「他のことを考えながらチェックする」とエラーの発生原因となります。それぞれの装置の点検で、情報不足に陥らないように、ベテラン / 同僚の経験談や他船でのトラブル情報も思い出し、点検対象の異変を予想して意識的に状態監視を行うことも重要です。

すなわち、機関運転のチェックならば、注意深く、心を傾け、機械の悲鳴を聴いて運転操作を行うこと、保守点検整備ならば、衰耗・劣化状態を各メーカー情報や他船の同種事故事例などと比較しながら注意深く、機械の劣化・老化を観察・評価して処置を行うことが必要です。よって、乗組員は作業時に、問題意識をもって、考えながら観て、心を傾けて聴くことがポイントです。

2 - 8 第2章まとめ

技術者は、原理原則の科学（物理や化学）を理解し、それを応用した工学・技術を操ること（テクニカルスキル：技術力）が求められています。限られた人員で船舶を操らなければならない海技者は、ヒトの心の科学である心理学（行動特性の法則：ヒトの弱点）にも着目・配慮し、リスクの軽減のために人間工学を操ることも考えなくてはなりません。そして、装置を操る方法や手順などを策定する場合には、作業方法を機械中心ではなくヒトを中心とし、チーム構成員の知恵を持ち寄り、ヒトの行動特性による能力の限界（弱点 & 脅威）にも配慮して、実行面のレベルアップを導くことが究極的に必要です。

機関長や一等機関士といったベテラン自身が理想とする機関部のチーム作りはハードルが高いことも事実です。しかし、機関トラブルを発生させず安全運航を達成するには、若手乗組員から実行可能な最高のパフォーマンスを引き出す工夫することにベテランが取り組むことも必要です。そして、若手の意識が変わることも必要です。

しかし、他人の意識を変えることは困難を伴うので、持続可能な職場作りをするためにベテラン自身が持つイメージを変えることや、チーム全体の雰囲気改善を目指すことも大切です。そして、ベテランは安全空間となるように職場環境を整え、次世代を担う若手乗組員に、業務を遂行する基礎力の教え・導きをし、寄り添いながらその成長を手伝うこと（ノンテクニカルスキル）も求められます。そうすれば、若手は成長の方程式を自己開発し、身につけていきます。ベテランと若手が統一感を確立していくことです。

ベテランがシンプルに「ウソをつかない、言い訳をしない、仲間を裏切らない」といった基本を示し、両者の相互理解によって最強のチームワークを構築していくことが求められます。

「2-5 機関事故のエラー連鎖事例」で説明したように、次のようなエラー連鎖によって機関トラブルが発生しています。

機関部乗組員がテクニカルスキルに関し、知識・経験不足ばかりでなく、入力、記憶、判断、逸脱、出力等のエラーを生じた場合には、機関運転作業や保守点検整備に対する小さな状態異常の見落としが始まります。

乗組員が「慢心、思い込み、情報不足」によって、機関運轉作業や保守点検整備に関し、本来の理由や目的を逸脱した運用を継続すれば、SMS や安全管理規定が目指す計画整備システムの成果を達成できません。

機関部乗組員は、どうしても機械 / 電気工学的な技術知識の完全性に注目し、機関装置を優先した対応にとらわれがちです。しかし、ヒトには限界があるので、これからはヒトが主役であることを意識し、手順書を策定する際にも、その作業方法をもヒトに合うように改善する検討が必要です。また、船主および船舶管理会社は技術的安全とヒトの弱点の双方を、図 2-15 に示すように、バランスよく調和させる意識を保守点検整備の心得の中に盛り込むことが重要です。

技術的安全とヒトの弱点との調和

技術は基本

特効薬は無い、地道な取組みの積重ね！ = **基本動作に戻る。**

技術的安全

エンジンルーム・リソース・マネジメント

保守点検整備

状態監視

教育

ヒトが主役

ヒトの弱点(能力の限界)に寄り添って組織(会社)は基本動作を支援する。

信頼 = 組織はヒトの弱点を支援

機関作業の中に潜在する
ヒューマンエラーを予見・予測し、
心理学的・人間工学的視点から排除。

乗組員の安全空間(心理的安全)を
確保。
「作業方法をヒトに合うように改善」

図 2-15 技術的安全とヒトの弱点との協調