

交通機関における運転作業時の人間の生理データの把握と これに基づくヒューマンエラーの防止技術の研究

沼野 正義*、宮崎 恵子*、丹羽 康之**、
福戸 淳司***、田中 邦彦***、岡崎 忠胤***

Study on Grasp of Physiological Data of Human Operators while Driving Vehicles and Reduction of Human Errors Based on the Grasp

by

Masayoshi NUMANO, Keiko MIYAZAKI, Yasuyuki NIWA, Junji FUKUTO,
Kunihiko TANAKA and Tadatsugi OKAZAKI

Abstract

In the Program for Promoting Fundamental Transport Technology Research, the project, “Basic research for elimination of human errors in transportation system”, had been performed from January 1, 1998 to March 31, 2000.

The purpose of the project is: Various automations and labor saving systems have been adopted in transportation systems. Human operators are suffered from overload and severe responsibility there because of non-establishment of appropriate relationship and information exchange between human and machine. To eliminate human errors in operation, optimization of role assignment between human and machine and clarifying error occurrence mechanisms are essential and effective countermeasures against human errors should be needed.

Based on analyses of near-miss data, error occurrence mechanisms are modeled for ship navigation and countermeasures against errors are proposed. Under time restricted conditions in aircraft control, human operators’ behavior and role assignment between human and machine are clarified and appropriate design concepts are proposed. Errors originated in human nature under less-stressed conditions in ship navigation in an open sea are also analyzed. Countermeasures are proposed against these errors.

* 海上安全研究領域
** 国土交通省海事局安全基準課
*** 輸送高度化研究領域

原稿受付 平成 14年10月 31日
審査済 平成 15年 1月15日

目 次

1. 概要

1. 概要

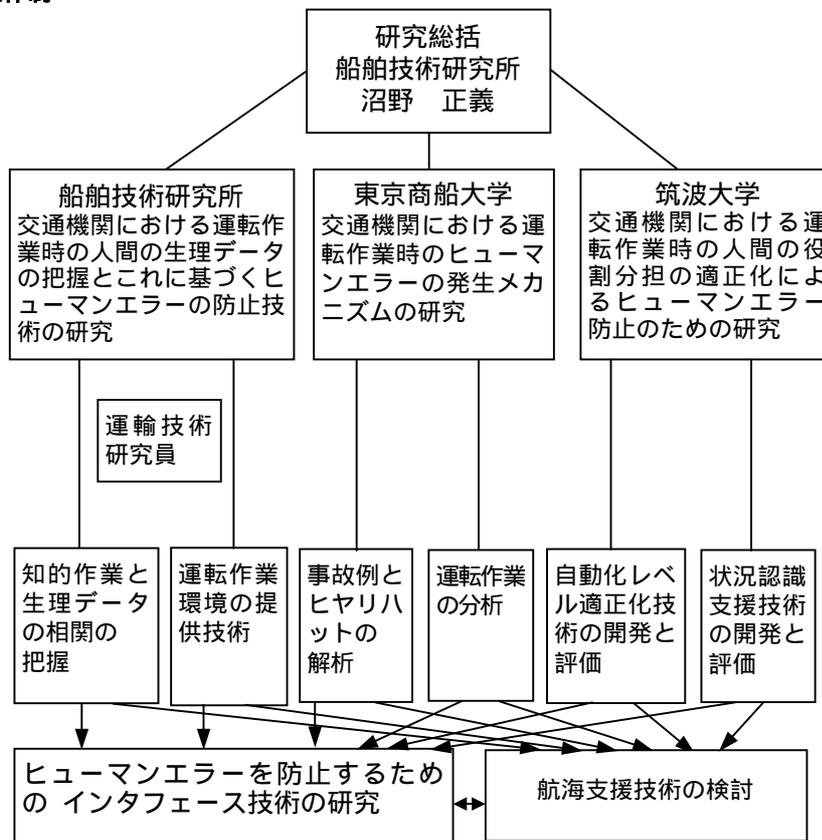
- 1.1 全体としての研究開発
- 1.2 共同研究実施体制
- 1.3 全体としての研究成果の概要
 - 1.3.1 序論
 - 1.3.2 ヒヤリハットデータの解析に基づくヒューマンエラーの発生メカニズム
 - 1.3.3 運転作業時の人間と自動化システムとの役割分担の適正化
 - 1.3.4 人間の本来機能に注目したエラー発生とその防止技術
- 2. 交通機関における運転作業時の人間の生理データの把握とこれに基づくヒューマンエラーの防止技術の研究
 - 2.1 はじめに
 - 2.2 運転作業シミュレータおよびマンマシンインタフェースの開発
 - 2.3 シミュレータ実験における人間の生理データ把握
 - 2.4 ヒヤリハット事例解析とヒューマンエラー防止への応用
 - 2.5 まとめ
- 参考文献

運輸施設整備事業団の公募による「運輸分野における基礎的研究」として1997年度に採用された「交通機関におけるヒューマンエラーの防止技術確立のための基礎研究」の一環として、本研究を実施した。以下に研究全体の目的と研究体制を述べ、その中での本研究の位置づけを明らかにした後、本研究について述べる。

1.1 全体としての研究開発

交通機関において、機器の自動化、省力化等が進展している。一方、運転者と自動化機器との相互関係や情報の伝達について明確な考え方が確立していないため、人間側に過重な負担や責任を強いている場合が多い。このため、交通機関における、人間と機械との役割分担を検討・評価し、又、作業におけるヒューマンエラーの発生メカニズムを明らかにし、それに応じたマンマシンインタフェース技術について研究し、交通機関におけるヒューマンエラーによる事故の減少を図る必要がある。

1.2 共同研究実施体制



1.3 全体としての研究成果の概要

1.3.1 序論

交通機関において、機器の自動化、省力化等が進展している。一方、運転者と自動化機器との相互関係や情報の伝達について明確な考え方が確立していないため、人間側に過重な負担や責任を強いている場合が多い。このため、交通機関における、人間と機械との役割分担を検討・評価し、又、作業におけるヒューマンエラーの発生メカニズムを明らかにし、それに応じたマンマシンインタフェース技術について研究し、交通機関におけるヒューマンエラーによる事故の減少を図る必要がある。

このために、ヒヤリハットデータの解析を基に、船舶運航におけるヒューマンエラーの発生メカニズムをモデル化しその防止策を検討し(東京商船大学) 航空機の操縦にみられる時間的に制約された状況での人間の行動ならびに自動化システムや警報の適正なあり方を検討する(筑波大学)とともに、非輻輳海域の運航にみられるような負荷の少ない状況においても発生するヒューマンエラーの防止も考慮して(船舶技術研究所) ヒューマンエラー防止技術の確立を目指した。

1.3.2 ヒヤリハットデータの解析に基づくヒューマンエラーの発生メカニズム

船舶運航における事故原因の多くはヒューマンファクターにあると言われている。しかし船舶事故に対する対策を考えるには、漠然とした改善対象ではなく、より具体的に対象を特定し、その対象に対する改善がシステムの安全性向上にどの程度貢献するか考えることが必要である。しかしこうしたデータを船舶事故から抽出することは決して容易ではない。例えば事故を起こし責任を問われる本人から、事故に至る本当の経過を聞き出すことは困難である。そこで我々は事故に至る直前の事例、ニアミスと呼ばれる事例を取り上げ、船舶運航の中でも船橋で行われている運航作業において、どのようなニアミスをどのような状況下で経験し、その原因がどこにあるとニアミス経験者は捕らえているのかについて調査することとした。調査として先ず、船舶航行システムの中のどこに多くのニアミス原因があるのかアンケート調査を行い、次に船舶運航作業に絞ってニアミス原因を特定するために聞き取り調査を行った。最後にこの調査結果を基にニアミスが発生する船舶運航作業モデルを作成した。

1.3.3 運転作業時の人間と自動化システムとの役割分担の適正化

航空機の事件事例を収集し、それらの事故におけるヒューマンエラーの発生形態と寄与を「状況認識の喪失」(モードエラー、警戒心欠如、過信と不信、自動化システムに

よる誘発)、「不適切な危険回避操作」、「危険回避操作の遅れ」の3観点から調査・検討した。さらに、これらの調査・解析成果を反映し、不完全情報のもとでの推論と決定支援を行う証拠理論的手法を開発した。また、航空機の離陸中断・継続決定問題を取り上げ、ヒューマンエラー防止シミュレータとして、状況に応じて人間と自動化システムが決定・操作の権限を柔軟に委譲する機構を構築し、認知工学的実験を行い、この機構の有効性を確認した。

さらにこの研究過程で明らかになった現象、すなわち「支援情報の時間的脆弱性」に基づく判断の遅れ・迷いを防止するためのヒューマンインタフェースを設計し、その有効性を実験的に検証した。さらに、船舶技術研究所ならびに東京商船大学との共同研究により、船舶運航中に遭遇する状況に応じて認知負荷が動的に変化する様子を表現・解析するための「認知タスクネットワークモデル」を構築し、ヒューマンエラー発生状況の再現とエラー防止の諸技術の有効性検証に利用できることを確認した。

1.3.4 人間の本来機能に注目したエラー発生とその防止技術

人間を含むシステムにおいてはそのエラーを完全に排除することは不可能であるため、人間がエラーを起こすことを前提にシステムを設計する必要がある。すなわち、エラーを起こしても事故に至らないようなシステムを目指すことになる。

ヒューマンエラーは、様々な観点から分類され、これに応じた対策が検討されている。例えば、してはならないことをやってしまう「コミッションエラー」とやるべきことをやらなかった「オMISSIONエラー」、認知過程におけるエラーと実行過程におけるエラー、忙しくて処理が間に合わないために起きるエラーと余裕があるにも関わらず起こしてしまうエラー等がある。最後の分類の例をとりあげると、前者においては、人間に余裕をあたえるために処理を機械やコンピュータが分担する必要があるが、これを有効にするためには、適正な役割分担とマンマシンインタフェースが必要である。また、後者の場合は、人間の本質に関わる問題であり、「思いこみ」や「うっかり」等、日常的に人間が経験する事象に起因するものであり、これを防止するためには人間が日常において誤りに自ら気づいてこれを訂正する機能を利用することが有効である。

ここでは、交通機関の運転作業におけるヒューマンエラーを防止する技術の確立のために、ヒヤリハットデータの解析に基づくヒューマンエラー発生メカニズムの解明、人間と機械との適正な役割分担の検討、運転作業における人間の生理データの把握を行い、エラーの防止に有効なシステム設計やマンマシンインタフェース等を提案した。

2. 交通機関における運転作業時の人間の生理データの把握とこれに基づくヒューマンエラーの防止技術の研究

2.1 はじめに

人間は、誤りを起こす動物である。従って、人間を含むシステムにおいてはそのエラーを完全に排除することは不可能であるため、エラーを起こしても事故に至らないようなシステムを設計することが求められる。

本研究では、交通機関の運転作業におけるヒューマンエラーを防止する技術の確立のために、ヒヤリハットデータの解析に基づくヒューマンエラー発生メカニズムの解明、人間と機械との適正な役割分担の検討、運転作業における人間の生理データの把握を行い、エラーの防止に有効なシステム設計やマンマシンインタフェース等について研究し、ヒューマンエラーによる事故の減少を図ることを目的とした。

2.2 運転作業シミュレータおよびマンマシンインタフェースの開発

運転作業におけるヒューマンエラーを解析し、防止対策の有効性を検討するために、船舶技術研究所の航行シミュ

レーションシステムを改良し、インタフェースシミュレータとした。地形等の3次元情報を運転者である操船者に提供できるよう、これを画像化する画像生成装置を開発した。これは、対象海域の船舶交通等の航行環境を模擬するシミュレーション本体と同期して、船橋からの景観画像を生成する4台のPCからなり、支援情報として有効性を確認した。現在は、これをプロジェクタで円筒形のスクリーンに投影して、シミュレータの景観画像として用いている。

また、内航船において船橋での単独当直を支援するものとして開発された音声入出力による航海支援システムを同シミュレータと接続し、音声指示ならびに音声による情報提供を行う操船環境を構築した。さらに、音声による操船指示だけではなく、手動操船入力にも、海上の自船を直接動かす感覚で操船指示が可能な装置を開発した。これは、水平に設置したディスプレイを海面に見立てて、この上の船を前後、左右の動かしたい方向にずらしたり、変針したい方向にまげることにより、操船指示を入力するものである。図1に航行シミュレーションシステムの構成を示す。シミュレータ実験では、これらのインタフェースを適宜用いて、ヒューマンエラーの防止への有効性を検討した。

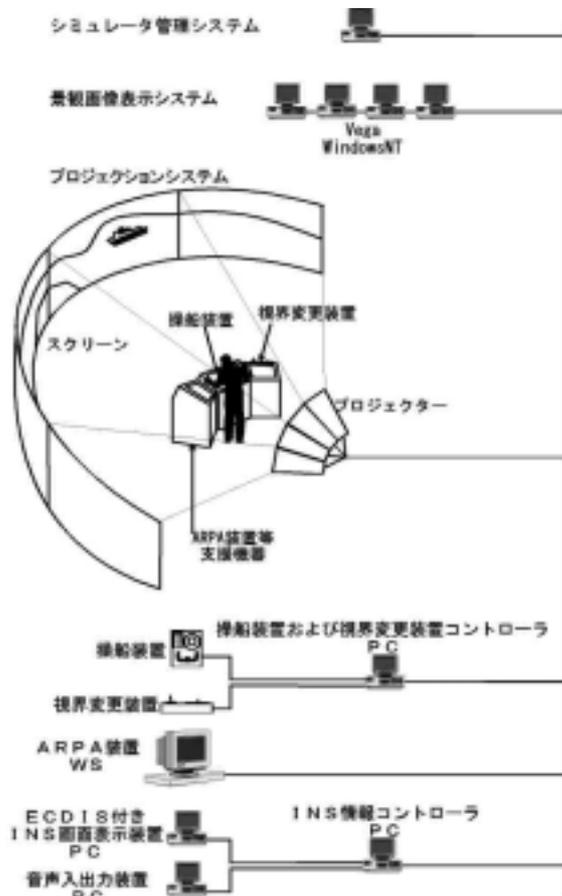


図1 航行シミュレーションシステムの構成

2.3 シミュレータ実験における人間の生理データ把握

比較的余裕のある場合のヒューマンエラーの主要原因として、人間の推定と現実との不一致が考えられる。このような人間の推定と現実との不一致について、ヒヤリハット経験事例の解析から得られた状況をもとにシナリオを作成し、シミュレータ実験を行った。舵操作や船速調整等の

操船行動を記録するとともに、実際の行動にいたる前段階での推定や予測と現実との不一致に気づく過程を明らかにするために、被験者の脳波と心電図を測定記録した。図2および図3は脳波の測定例である。下方から3秒間ずつFFT解析したパワースペクトラムをプロットしている。

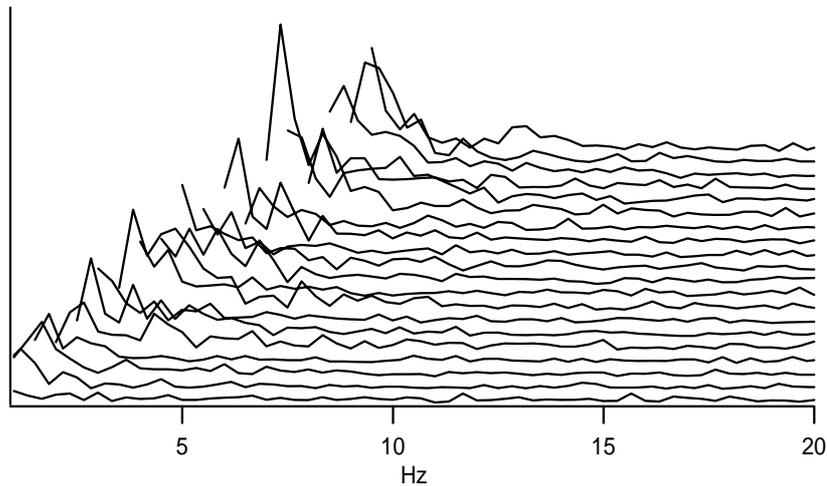


図2 シミュレータ実験被験者の脳波解析例

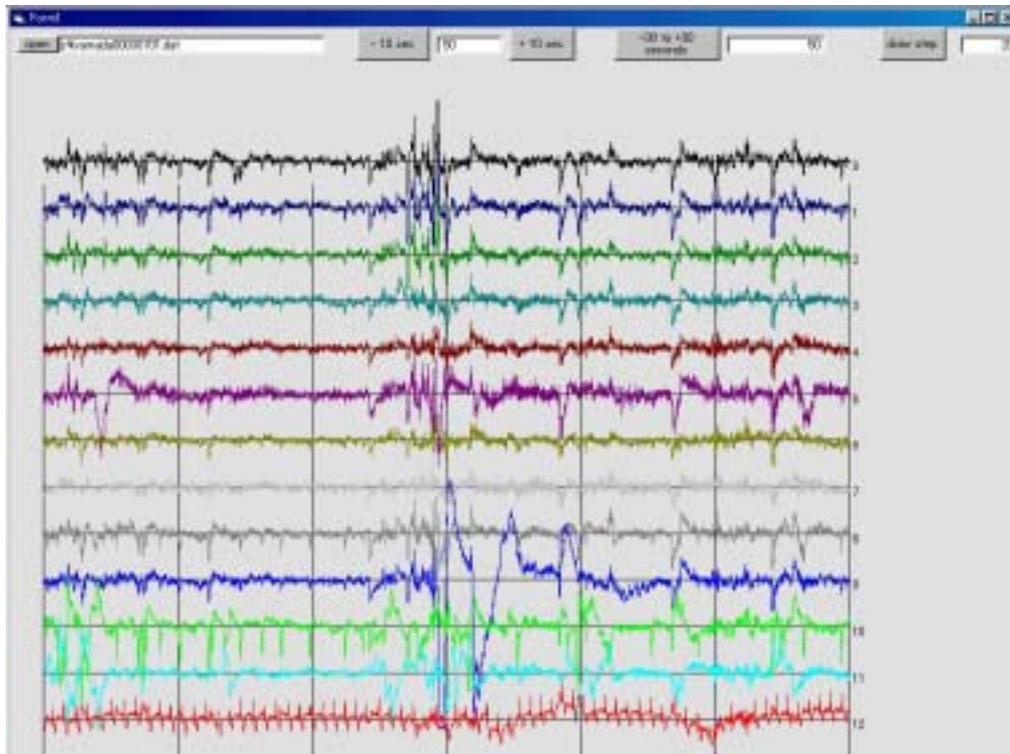


図3 脳波および心電図(最下部)波形例



図4 シミュレータ実験被験者のビデオ画像例

右方からの横切り船の動向を確認している。
(脳波、心電図等を取り付けて操船)

具体的な操船行動を起こす前に、予測や推定と現実との不一致に気づいた時点は、従来は、被験者への発話依頼やインタビューによっていたが、発話することにより現象が異なってしまうことやインタビューにおいては被験者の認識と実際が異なる場合があるため、生理データ等の客観的データを同時に得ることにより人間の推定と現実との不一致に基づくヒヤリハット現象を把握することを目指した。

現象をできるだけ単純化するために、シナリオとして、浦賀水道航路から中ノ瀬航路に右転する東京湾入港を選び、人間の推定と現実との不一致の引き金となるイベントとして、航路外からの横切り船ならびに舵の固着を盛り込んだ。

図4に示すように、その時の操船者の脳波や心電図を記録した。その解析方法として、FFT解析を用いて、脳波を、等の成分毎に変化を観察する。また、心電図から、RR感覚を抽出し、その揺らぎからストレスを推定する事を行った。

統計的な処理を施すことにより、人間の期待に対応した脳波電位の変化が観測されることがわかっているが、本シミュレータ実験においては、測定事例数が限られていることや、人間の期待のきっかけとなるイベントがタイミング的に明確でないため脳波電位の変化は確認できなかったが、脳波の波形、眼球の動き等の情報により、イベントに対する反応を特定することができた。

シミュレータ実験による結果をまとめると

イベントと生理データとの定量的な相関は得られなかったが、

脳波波形に重畳される眼球の動き等の筋電波形がイベントに対処する行動として観測ができた。

今後もシミュレータ実験は、非常に有用なツールであると考えられる。しかし、測定事例数が限られたものになるため、加算等による解析を行うためには、明確なタイミングを決定できるシナリオの検討が非常に重要であることが明確になった。

2.4 ヒヤリハット事例解析とヒューマンエラー防止への応用

(社)日本造船研究協会が平成9年に実施した「ヒヤリハットアンケート調査」データを独自に解析し、発生原因を分類するとともに、ヒヤリハットの典型事例集を選び出した。さらに、独自のアンケートを加えて、船舶運航の局面に応じた分類を行っている。これを表1及び表2に示す。これらの事例を基に、シミュレータ実験のシナリオを検討し、実験の性質上単純化が必要なため前述のシナリオを採用した。また、典型事例の分類に基づき、時々刻々の運航状況に応じて陥りやすいヒヤリハット事例を選択、参照して操船者に提示することはヒューマンエラーを防止する上で有効な支援と考えられる。

表1 ヒヤリハット典型事例((社)日本造船研究協会アンケートから抽出:100選)

No	分類区分	要点	概略内容
1	1 他船の 航法違反	狭水道で船舶交通が輻 輳するなか、他船の無 理な追越し	3万トン未満の客船、日中10Kt弱の速力で狭水道を航行中に他船が無 理な追越しをかけてきた。まさかそのような行為をしてくるとは予測 していなかったうえに前路も塞がり気味で、冷や汗ものだった。
2	"	他船、エスコート船の 要請を無視して追越し 行為	3万トン以上の鉱石船、狭水道を水先案内中、相手船が追越しをかけ てきたのでエスコート船を通して中止を要請したが、その行為を止め なかった。当方、やむなく10Kt以下に減速して相手船を前に通した が、かなりの時間にわたって低速力による潮流等の影響を受けること になり、危険に満ちた操船を強いられた。
3	"	狭水道で、相手船は第 三船を追い越したう え、自船前路に進出	3万トン未満のコンテナ船、狭水道を航行中、来航する他船との遭遇 時期を図って10Kt弱にするなど速力調整をしていたのに、相手船は 第三船を追い越しかつ本船前路に進出してきたため、来航船を含めて 前路が急速に狭められて異常状態を生じた。
4	"	相手船が自船を追い越 して目前で停止、減速 中の自船は圧流される	3万トン以上のタンカー、シンガポール沖で本船を追い越したバルカ ーが前路至近距離で停止、同船の意図を知りたいとVHF呼出し・機 関操作等するうち、低速力下圧流されて第三船、浅瀬、ブイ等に異常 接近してしまった。
5	"	スコールの狭水道で、 突然、左舷側に航行中 の他船が出現	巨大船タンカーの一航士、日中狭水道を航行中に豪雨となって視程が 限られてきたので5Kt程度に減速していたが、左舷側至近距離に減速 しているとは思えない他船が突然現れて驚いた。咄嗟にクラッシュア スターンをかけることができたので事故はまぬがれた。
6	"	前路に停留中の小型船 が至近距離で急発進し たあと、見えなくなる	3万トン以上のコンテナ船、夜明け時の狭視界時、前路に認めていた 小型船はまさか動き出すことはないと思いつつ、一定距離を置きなが ら航過しようとして針路を定めて進行中、同小型船が至近距離になっ た途端に急発進したうえ見えなくなり、「やったか」とウイングに飛びだ してみたら直下にあった。
7	"	漁船が自船の避航方向 に針路変更	湾内航行中の小型観光船、前路の行動がはっきりしない漁船に対し て、針路を変えて避航し始めた途端、漁船もその方向に針路を変えて きたので、一時どうなることかとヒヤリした。
8	"	可航域が狭められた航 路内で、他船の曳航す る牡蠣筏が急接近	3万トン以上のタンカー、港内の航路を航行していたとき、曳航され ていた牡蠣筏が前路に急接近してきた。機関を種々に使用してしのい だが、可航域が限られたなかまさかのことで一時は気が動転した。
9	"	他船が、来島海峡を右 側航行と勘違いし、自 船水路に向首進行	自船は数千トンのフェリーであるが、20数Ktの高速力で来島海峡の 西水道を西航中、てっきり中水道に入るものと思っていた相手船が西 水道に向首してきて、ビックリした。
10	"	警告信号を吹鳴し続け るも、相手船構わずに 避航動作をとらず	小型フェリー、夜間の港内で他船の航法に疑問を感じたので警告信号 を吹鳴し続けたが、同船は気づいている筈なのに最後まで避航動作を とらぬまま、幾度も危険な態勢になった。
11	"	当直者2人とも見張り 不良も、他船も自船に 気づかずに避航動作を とらず	3万トン以上のLNG船の三航士、夜間のこと、見張り員には操舵手 を当て自らは他仕事に従事しながら沿岸を航行しているとき、他船は 本船に気づかないまま避航措置をとらずに接近していたようである が、見張り員も他船を見落として報告が受けられず、気づいたときは 事故寸前であった。監督不行き届きと指示不足を反省。
12	"	霧中の狭水道で対水速 力のない動力船の信号 を吹鳴中、他船が全速 力接近	3000トン未満のフェリー、明け方に霧中の狭水道を航行するに当た り、対水速力がない信号を吹鳴しているにもかかわらず、相手船は全 速力で当方に接近し来たり、無難な関係になるまでヒヤヒヤしどうし だった。
13	"	狭水道で流し網に遭 遇、全速力後進で後続 船が接近	3万トン未満のフェリー、狭水道で前路近くに流し網を認め、機関を 全速力後進にかけてこれは避け得たものの、後続の船々との間隔が異 常に狭まり危険な状態となった。

14	2 他船の 航法不適切	早朝の港内で、他船が不可解・突飛な行動をとる	早暁の港内で、3万トン以上のコンテナ船を水先案内中、他船が全く不可解な航法で接近してきた。このような相手船と即時対話が容易に可能になればと思う。
15	"	逆潮 7ノット時、順流に乗っている他船が圧流されて急接近	夜間の関門航路において7Ktの潮流にさからい、2万トン級在来船を水先案内中、他船が急に圧流されて異常接近してきた。
16	"	灯火多い港口で他船が不可解な接近、船橋執務中の3人共他船を見落とす	3万トン未満の在来船、港口付近を前路に多数の灯火を認めながら10Kt弱で航行中、他船は思いもかけない航法で接近していたが、船橋で見張りに当たっていた航海士、操舵手を含み3人共に同船に気づかず、事故寸前の状態に陥った。
17	"	相互の航法を同意済みに拘わらず、相手船が異なる航法をとって異常接近	2万トン級フェリー、港内航行中相手船と互いに左舷対左舷で航過する旨連絡し合っていたにもかかわらず、相手船が守らず機関停止でかろうじて難を避けた。相手の勝手な行動とはいえ、伝達の確認不十分を反省する。
18	"	狭水道で、相手船本船に気づかず接近、右転避航の余域がなくて	3万トン以上のタンカーにおいて一航士で船長を補佐中、狭水道を12Ktほどで航行していたとき、相手船が本船に気づかない状態で接近してきたため、同船を避航しようとしたが右転の余域も限られており、どうなることかと思った。
19	3 他船の無・不法灯火	晴天の暗夜、前路に黒っぽい小型船の船影を認め	小型フェリーの運航士であるが、晴天の暗夜に沿岸を約10Ktで航行中、正船首至近距離に黒っぽい小型船の船体を裸眼で認め、咄嗟に舵を切ったので事故にまではならず済んだ。
20	"	交通量過密な明石海峡で、前路近くに無灯火船を発見	5000トン未満のフェリー、交通量過密な明石海峡航路を約13Ktで航行中、意外にも無灯火船を前路至近距離に発見、避航はできたが冷や汗をかいた。
21	"	狭水道において、レーダに映っていない無灯火小型船を前路近くに視認	3万トン以上のバルク船一航士、船長補佐として狭水道を夜間航行中の当直交替時、レーダでも発見できなかった無灯火の小型船が突然前路に認められ、これと至近距離でかわることができた。
22	5 操船不適切 (以下の不適切を除く)	荒天下の係岸作業時、外力の影響を過小評価して制御困難に陥り	2万トン級ギヤバルクのバルブ積船、スコール気味の荒天下に係留作業の際、安全確保上の判断ミスがあって、船体風圧力がタグ・舵・パウスラスターの総合力をもってしても及ばず、他船にも異常接近して事故寸前だった。
23	"	避航義務の自船が、相手船首を無理に横切る動作を強行して	3万トン以上のコンテナ船一航士、昼間の港域において本船が避航義務を負う立場にあったが、船長は無理に他船前路を横切ろうとし、同船に異常接近することになった。
24	"	追越し動作の途時、変針点付近で被追越し船の進路変更を期待するも不能	3万トン以上のタンカー、狭水道を航行中、他船を変針点付近で追い越す状況となって追尾中、同船の変針を期待していたがいつまでも変針しないので、両船間が著しく危険な状態になった。
25	"	相手船進路を考慮し、早めに針路を変更した避航措置が裏目に	8000トン級フェリーの一航士、沿岸域で相手船の進路を考えて早めの避航措置をとったまではよいが、暗礁・浅瀬に異常接近してしまった。
26	"	避航義務の自船、措置(減速)が遅れて、ちぐはぐの操船となる	3万トン以上のコンテナ船、夕刻の狭水道を水先人が操船中、避航義務の立場にある自船の措置(この場合は減速)が遅れて、自船は制御困難になると共に他船に異常接近した。
27	"	相手船の動向に対する船長の判断ミスと航海士の補佐不足	3万トン以上のバルク船一航士、昼間当直交替のため昇橋直後のこと、先行している小型内航フェリーの動向について船長の判断ミスがあり、一方当直の運航士も補佐が適切でなく、同船と危険な関係を生じることとなった。
28	"	船長、着予定時間にこだわって、進路選定ミス	バルク船の当直二航士、沿岸域を航行中、進路について適切な助言をしたのに、着時間にこだわった船長は助言を無視して短絡進路としたことから、浅瀬や暗礁の間を縫わざるをえなくなってヒヤヒヤの思いをし、結局は余分な時間もかかって座礁しなだけでよかった。

29	"	水先人が、船の性能等勉強不足のまま案内し、不適切な操船方法に走って	3万トン以上のコンテナ船、昼間湾内を水先人に依頼して航行中、性能・機能等を十分に心得ていない同人は、他船避航に当たって不合理な操船法を強いられ、最後は3Kt程度の速力のときようやく難を逃れることができた。
30	"	船長の時間に追われる無理な追越し操船	1万トン未満のフェリー船長、夜間に狭水道を航行中、当直航海士・操舵手共に適切な助言をしてくれたが、時間に追われているという心情に負けて無理な追越しを図った結果、障害物にニアミスする羽目となった。
31	6 速力過大	投錨時、後進行き足が強すぎ	3万トン以上の鉱石船、瀬戸内海で投錨するに当たり、後進行き足が強すぎてケーブルが走り、9節でどうにか走りは止まったものの、この間ヒヤヒヤのしどおしだった。
32	"	強風中の投錨時、後進行き足が強過ぎ機関前進に切り替えたが操作ミス	3万トン未満のPCC船を沿岸域で投錨係止するに当たり、折からの強風下後進行きあしが強大となって機関前進をかけたものの、こんな時に限って機関操作の誤りまで加わり、前進に切り替わらないまま他船やブイに異常接近した。
33	7 レーダ・機器 関係	霧中、船長によるレーダ情報の取扱い(解析・利用)不十分	2万トン級フェリーの当直二等航海士、霧中の沿岸を航行時のこと、前もっての自分の進言不行き届きもあったが、昇橋中の船長においてレーダ情報の解析が足りず、利用が十分にできないまま他船に異常接近する結果を生んだ。
34	"	レーダ映像にない小型ヨットの両舷灯を至近距離に初認することになり	3万トン以上のコンテナ船、夜間、風速15m以上の狭水道を20Kt弱で航行中、レーダに映像を認めなかった小型ヨットの両舷灯を前路至近距離に認め、咄嗟の判断で何とかかわすことはできたが、まさかのことで肝を冷やされた。
35	8 見張り・気づ き遅れ	入航中の大型クレーン船に気づき遅れ、航路内狭い屈曲部で出会う羽目に	3万トン未満の自動車専用船、夜間に出航中のこと、入航してくる大型のクレーン船を発見したときは航路の屈曲部で、速力を落とそうにも舵効が悪くなってそれはできず、当方10Kt弱の速力をもって遭遇することになったが、同船とクリヤーできるまで眼を覆いたい思いだった。
36	"	視界が狭められるなか、トロール漁船の緑灯を右舷灯と即断、気づき遅れ	約2万トンのフェリーで、狭視界の沿岸を15Kt弱で航行中、右舷に緑灯を見ただけで左舵をとったところ、その灯火はトロールにより漁労に従事する漁船を示すもので、同船は左に横切り中であつたことから全く危ない関係にしてしまった。
37	"	薄明時、見張り集中力を欠いて白色船体の小型漁船に気づき遅れ	3万トンを超えるコンテナ船の運航士、薄明の洋上を航行して当直中、他仕事に気を取られていたことにもよるが、白色の船体をしている小型漁船の存在に気づくのが遅れ、ようやくかわしえたときは3~4Ktの速力に落ちていた。
38	"	チャートワークをしていて、前路来航船に気づき遅れ	3万トン未満在来船の当直二航士、大洋航行時に見張りをおろそかにしてチャートワーク中、前路に目をおいた途端に真正面から接近中の反航船に気づき、慌てて舵と機関を併用しながら難を逃れたが、このとき船速は5Kt以下に落ちていた。
39	"	共同者の見張り員に他仕事をさせる間に、自らの見張り能力まで衰える	数千トンのフェリー航士、夜間の沿岸を航行中、通常は見張り員に徹している操舵手に対して見張りとは無関係な仕事を頼んだところ、自らの見張りまでおろそかになって他船を見落とし、異常接近の状況を造ってしまった。
40	"	共同者共に気が緩み、針路を急変して接近する相手船に気づき遅れ	3万トン未満の在来船、20Kt近くで港域を航行中、相手船が針路を急変して接近するようになったことに共同者の航海士、操舵手共に気づくのが遅れ、至近距離に迫った相手船を認めて慌てて避航措置をとったが、折からの強風に圧流される条件まで重なってヒヤヒヤの連続だった。
41	9 見張り・気を取られ等	共同者とおしゃべりで見張りがおろそかに	夜間の沿岸を三航士として当直中、共同者とおしゃべりしていて、他船が予想外の動きに変わっていたことに気づかず、危険きわまりない避航方法をとらざるを得なくなった。

42	"	目視している船とは違った船をレーダターゲットとに運航措置	約2万トンの在来船、夜間の港域でのこと、目視している相手船の距離をレーダで測ってまだ余裕があると思っていたら、第三船と取り違えており、相手船と異常接近してしまった。
43	"	他船の動静を臆断、眼を放している間に、他船は変針して急接近していた	約2万トンのフェリー、夜間にもや気味の沿岸を航行中、10海里先からプロット中の相手船はそのまま進行するものばかり思いこんでいたところ、いつの間にか変針しており、著しく接近する状況となった。
44	"	操舵室外来者の雰囲気、他事に没頭して見張りを忘れる	3万トン未満のフェリーの当直三航士、沿岸航行時にこちらが避航義務を負う相手小型漁船を前路にしているとき、船橋に来訪者があって他事に頭が働くこととなり、見張り不十分となって至近距離で遭遇した。
45	"	共同作業下の連携不良で、相手船抜きの第三船動向のみを認識	3万トン以上のタンカー船長、港の境界付近を航行中、自らは第三船の動静に気を取られるなか、頼みとしていた航海士からは相手船についての情報が得られず、同船に気づいたときは指呼の間に迫っており、何とか避航対応はできたものの次は浅瀬に異常接近してしまった。
46	"	構造物の陰で死角となっている他船を見落とす	夜間に沿岸を航行中、見張りをおろそかにして、甲板構造物の死角になっていた他船を見落とし、同船と著しく接近した。
47	"	言語問題もあって操舵号令とは反対の舵が取られて	3万トン未満の在来船、夜間狭水道を水先案内中、航海士は英語圏・操舵手はスペイン語圏出身というせいもあるのかもしれないが、意思伝達の不正確とその確認とが不足で、号令とは反対の舵がとられ、その後船の動きの立て直しに大変な思いをさせられた。
48	"	巨大船、狭水道で大かじをとったときに思わぬ大きな回頭情力に見舞われ	3万トン以上の鉱石船を水先案内するに当たり、10数Ktで狭水道を航行中、漁船避航のために急転舵したところ、回頭情力が予測を超えて大きく働き、反航船に異常接近した。
49	"	港域は低速力航行を強いられるのに、風潮に乗ったばかりに舵効不良	20万トンタンカー、夜間の港域で早期に減速しながら進行中、風潮に乗っていたことから舵効が良くないやら他船の不測の航行に出会うやらで悩まされ、ドキドキ・ヒヤリの時間が続いた。
50	"	操舵手が舵故障に気づかないまま、操舵を続けていて	3万トン以上の鉱石船、夜間の狭水道を約15Ktで水先案内中に舵故障を生じて針路保持ができないばかりか、未熟の操舵手は故障とは気づかないでおり、何とかその場はしのいだが危ないところであった。
51	"	舵故障の際の緊急対応まで不能で	1万トン級のフェリー、早朝、入港しつつあったときに突然舵が故障したが、故障はともかく在橋中の航海士、操舵手共に応急措置がとれないことが分かってビックリした。
52	"	操舵装置の切替機構が反復使用で若干の狂いを生じて	大型バルク船の二航士、洋上を航行中に非当直ながら昇橋していたとき、担当の自動操舵装置が不調となった。一瞬は修理不能や長引くことに思いが及ぶのでヒヤリとしたが、間もなく2日前の応急操舵操練実施時、切替機構に若干の狂いを生じさせていることが分かった。
53	"	沿岸航行中ではあるが、追従系統不良で、右舵がとられたまま戻らなくて	3万トン未満のLNG船を水先案内し、15Kt未満の速力で沿岸航行中、操舵装置追従系統の故障と思われるが、右舵がとられたまま戻らない状態となった。
54	"	当直者2人の知らない間に、自動操舵から手動に切り替わる	約1万トンの在来船、夜間の沿岸を航行中に3航士の自分が操舵手の体に触れたのが、いつの間にか自動操舵から手動に切り替わっていた。
55	"	狭水道で、手動から自動への切替え操作を誤り、ミスにも気づき遅れる	2万トン級在来船、日中狭水道を航行中に操舵手がオートパイロットを手動から自動に切り換えるに当たって操作を誤り、一時操舵不能に陥った。そのミスに気づくのも遅れたが事故にならないでよかった。

56	16 事前調査 不十分	寒冷前線通過時を意に介せずに着岸操船を行っている	3000トン級フェリー、寒冷前線通過時刻をしっかりと頭に置かないで着岸操船を実施したため、強風に見舞われて操船困難になった。
57	17 船位不確認	頭の中の船位のみで、船位を確認しないまま航行している	3万トン級のコンテナ船、早曉の狭水道を約10Ktで航行中、全く自身の船位判断ミスで暗礁・浅瀬に乗り揚げるところだった。
58	"	船位を憶測して進行中、導標を取り間違ふ	3万トン未満の在来船、入港に当たっての船位確認を怠ったことから、入港針路上の道標を取り違えて暗礁・浅瀬に異常接近した。
59	"	前直者の船位によって進行中、レーダ観測を誤った不良船位と気づく	巨大船タンカーの二航士、夜間の狭水域で当直を引き継いだが、前直者がレーダ調整不十分なまま船位を決定していたことが分かり急減速して座礁を免れた。
60	18 共同職務遂行上の問題	強風下、水先人が下船のために不適切な水面で減速して、圧流される	3万トン級のコンテナ船、強い追風に乗って出港中、水先人は下りやすい内水域で下船、ためにその間は舵効ままならない低速力下、他船に異常接近するわ防波堤に近づくわで、数キロ痩せる思いをした。
61	"	ARPA 独占の船長が、不確実な情報のみのなか、避航操船の号令	1万トン級フェリー一航士、夜間の狭視界時に沿岸航行中、他船の動作が不可解な時、ARPA を独占する船長が「操船指揮をする」旨の意思伝達もなく避航のための操船を行った。
62	"	水先人は勝手気ままに操船し、船長は監督不十分	2万トン級自動車専用船、昼間濃霧の狭水道を7~8Ktで航行中、水先人は船首見張り員の報告を軽視するし、船長は同人に任せっきりの監督不十分のありさま、危なく暗礁・浅瀬に頓挫するところであった。
63	"	レーダ多人数使用で、重要映像が見逃される	2万トン級コンテナ船を水先案内中、スコール気味の天候下にレーダをかわるがわるみるうち、他船映像を見失って結局ニアミス状態で航過することになった。
64	19 操船技量未熟	船長と気安く交替し、技量未熟で周囲の状況に対応した運航に戸惑う	2万トン級コンテナ船の運航士、狭水道航行中の船橋にたまたま昇橋したところ、船長からちょっとの間操船を依頼されて引き受けたのが悪かった。どんどん航行船は増えるし、技量未熟で生きた心地がしなかった。
65	20 圧流、走錨	港内を低速進行中、強風に圧流される	約2000トンの在来船、港内速力5Kt以下で航行中、強風に圧流されて操船の自由を失い、パニックの思いをした。
66	"	深喫水船、他船等を避けるなか低速力になり、強潮流に圧流さる	3万トン以上の深喫水鉍石船、港内の錨地付近で横切り船・操業漁船等の避航に手間取るうち、速力2Kt以下のなか潮流に圧流されて浅所に乗り揚げの危険にさらされた。
67	"	接岸作業時、機関激使用でエアが切れ、使用不能で強潮に圧流	5000トン未満のコンテナ船、船尾からの強潮流をおして接岸作業をするに当たり、必然的に機関の使用が頻繁となってエアが切れ、あと制御難に陥った。
68	"	狭視界の沿岸を航行中、風圧流や ARPA 情報不良で、衝突の危険	3万トン以上のタンカー、沿岸を航行中スコールとなり、狭視界のなか風圧流で落とされるやら ARPA 映像は失われるやら、速力15Kt程度で他船と著しく接近することになった。
69	"	共同者共に船位確認を怠って、強潮による圧流に気づかず	3万トン未満の在来船、昼間の沿岸を航行中、共同者共に測定船位に誤りがあることに気づかなかつたが、強潮流にかなり圧流されていて、浅瀬・險礁に乗り揚げるところであった。
70	"	マイク故障で、風圧流の状況につき前後部部署配置者から報告が得られず	2万トン級のフェリー出港時に3航士として在橋中のこと、強風に圧流されていたが、マイク故障で前後部からの報告が得にくい状況下、岸壁に急接近することとなった。
71	21 主機故障・不調	錨地進入中、機関後進にかからず	3万トン以上のコンテナ船、錨地に進入中に機関がかからなくなった。速力5Kt程度下とはいえ前路余席に限られたなか、風潮等外力の影響が少なかったことが幸いであった。

72	"	狭水道を 20Kt で航行中、非常停止装置が働いてエンジン停止	8000 トン級フェリー、狭水道を 20 数 kt で航行中、減速に向けての操作中に回転が急上昇し、非常停止装置が働いて機関停止。
73	"	港内進行中、エンジンガバナーの不整備で主機が使用不能に	1 万トン未満の PCC 船を港内で水先案内中、エンジンガバナーの不整備で主機が使用不能になり、突然のことで他船・ブイに異常接近した。
74	"	夜間に港外錨地に向け進行中、機関がからずに約 1.5 海里逸走	バルク巨大船、夜間の港外にやっとたどり着き投錨しようとしたときに機関がからず、航行可能水域があったからよかったものの、1.5 海里航走の後機関が修復した。
75	"	港域で停泊船等の間を縫航中、転舵・変針の好機に主機故障	3 万トン未満のタンカー、昼間港域の錨泊船を縫って進行中、変針・転舵しようとしたときに主機が故障した。
76	22 機関取扱い 不適切	主機シリンダーカバーからの燃料漏れ事実が判明して	5000 トン未満のコンテナ船、昼間 10Kt 程度で狭水道を航行時、機関長の点検不十分で、主機シリンダーから燃料が漏油していることが分かり、停止せざるを得なかった。
77	"	来島航路内で、エンジンプロウワーの取扱いミスにより主機停止	3 万トン以上のタンカー、昼間来島海峡航路を 15Kt 以下で航行中、エンジンプロウワーの取扱いミスで機関が停止し、使用不能になった。
78	23 リモコン 不調	港内に進行中、主機リモコンが故障、5Kt の行き足を止められず	1000 トン未満のフェリー、天気も上々の日中に入港しつつあったとき、突然主機リモコンが故障して 5Kt 程度の速力を止めることもできないのには慌てた。
79	"	リモコン機器のピン脱落、後進のまま	1000 トン未満の旅客船、沿岸航行から港も近くなって、減速すべくリモコン操作で機関を後進にかけたあと、ストップしようとしたところツマミが動かず、後進のままとなった。
80	24 主機・リモ コンその他	強風浪下、J・フォイル船の自動姿勢制御装置故障、操縦困難に	ジェットフォイル船、強風浪下に 30Kt 以上で沿岸を航行中、自動制御装置が故障して操縦の自由が失われた。船長の監督不十分もあるが、部下整備員の職務懈怠による。
81	25 停電	夜間の狭水道で、フィリピン船員の発電機取扱いミスで停電	3 万トン以上のタンカー、夜間の狭水道を約 10Kt で航行中、フィリピン機関員の取扱いミスで約 2 分間の停電、たまたま舵中央の時だったので助かった。
82	26 発電機等	狭水道、停電で機器機能回復遅延	3 万トン以上の LPG 船、スコールで視界が狭められた狭水道で停電、短時間で修復したものの機器機能の回復には手間取り、5KT 程度に減速して急場をしのいだ。
83	27 船体・艤装の 不全	視界不良のマラッカ海峡航行中、落雷でレーダ(2基とも)故障	3 万トン以上のタンカーでマラッカ海峡航行中のこと、スコールのため視界不良のなか落雷まであり、レーダが 2 基共使用不能になって速力を 10Kt 以下としたものの、他船が多い時ヒヤヒヤの航海を強いられた。
84	28 Gyro コンパス	霧中、レーダ不装備の小型船、コンパス取扱いをミス	船長、機関長ほか一名乗り組み、しかもレーダ不装備の小型船、港内航行中霧がかかって部下はコンパス取扱いを間違え始め、お先真っ暗になった。
85	29 レーダ	沿岸で急降雪、視界不良の 10 分間レーダ捕捉不能	3 万トン級コンテナ船の一航士、沿岸を約 20Kt で航行中に視程 100m ほどの豪雪が急襲来し、その 10 分間レーダ映像での他船捕捉ができなかった。
86	30 ARPA	視界不良の狭水道航行時、共同者水先人の ARPA 設定ミスで逸路	5 万トン級タンカー、狭視界の狭水道を航行中、水先人が ARPA の設定を誤り、事もあろうに目的港でない航路に向けて逸路し、他船等に異常接近してしまった。
87	"	視界が狭少の狭水道で、技量未熟の当直者が ARPA 上の横切り船を見失う	3 万トン以上のタンカー、スコールで視界が狭められるなか狭水道を航行するに当たり、当直者が未熟で ARPA の設定を誤って横切り相手船を見落としてしまい、他船の方で避航して事なきを得た。

88	31 自船・その他	船舶輻輳の狭水道で、特殊状況に気が動転して船位が大きく逸脱	3万トン以上のバルク船、狭水道を航行中にスクールとなり、船舶が輻輳するなか ARPA 情報は得られず、部下の報告が交錯する状況下、気が動転してしまって船位が大きく逸脱していることに気づかなかった。
89	33 自・他船同程度の航法不適切	自船の避航動作が遅れるなか、他船も警告信号を鳴らすことなく左転	平水区域航行の小型客船、当方で遅ればせながら急拠避航動作をとろうとすると、相手船が警告信号を吹鳴しないまま左転して、危険な状態を招来した。
90	"	狭視界の狭水道で、左前路の他船が漁船避航のために急右転	3万トン以上のタンカー、視界が狭められた狭水道を航行中、予想外にも左舷船首を同航する他船が漁船を避けて急に右転し、前路を塞ぐ態勢になった。
91	"	夜間の沿岸、他船を避航の直後、気づかなかった第三船が横切り態勢	8000トン級フェリーの当直二等航海士、夜間沿岸を航行中、他船を避航し終わってホッとしたのもつかの間、第三船との横切り関係に変わり、双方の見張り不十分で、危険状態となった。
92	"	濃霧の狭水道、自・他船共相互に相手の動向予測を誤る	小型フェリー、暗夜濃霧の狭水道において、自他船共に相手船の動向予測を誤り、異常接近することになった。
93	"	他船を追越し直後に、横切り第三船と著しく接近	霧中の伊予灘航路で、3万トン未満のバルク船を水先案内し、他船を追い越し終わった途端に横切り第三船と遭遇、双方がクラッシュアスターンで難を逃れた。
94	"	霧中の狭水道、相手船が避航動作中の自船を避航しようとする	3000トン級フェリー、霧中の狭水道を10Kt以下で航行するとき、先に避航動作を取り始めた本船に対して、保持義務の相手船まで避航動作をとったため著しく危険な態勢を生じた。
95	"	大洋上で、スクール気味の狭視界中、自他共に見張り不十分で異常接近	3万トン以上のタンカー、大洋を航行中にスクールとなり10Ktそこそこ減速していたが、自船は部下の他船発見・報告遅れが重なり他船は本船に気づいた様子もなく進行し、異常接近した。
96	"	相互の航法について連絡し得ないまま、右対右で航過	水先人が乗り組む大型船同士、接近時はどこでも互いの行動計画を連絡しあうが、このときの狭水道では相手水先人が早々に下船したため、2船間のその後の航法が曖昧になり、結局は危険感一杯のまま右対右で航過した。
97	34 水域の特殊事情	夜間の狭水道、急に視界不良となり、同航各船がパニック状態	1万トン弱フェリー、夜間の狭水道を航行中に突然視界不良に陥ったため、居合わせた各船ともパニック状態を来し、他船当面の行動が予測できずに当惑の一時であった。
98	"	背景光中に、停泊船灯が埋没して視認困難	小型フェリー、日没後港内を航行中、進行方向前路に目視できていた停泊他船の灯火が背景光中に埋もれて見えなくなってしまった。
99	"	小型タンカー、停泊中津波に遭遇、港内で3回転	1000トン未満のタンカー、港内停泊中に津波に遭い、他船も多く存在する中10Kt以上と思われる速力で3回転させられた。
100	35 その他・不明	共同作業不注意で、ロープに足を払われた甲板員が海中転落	小型の高速客船、離岸直後にその場回頭中のとき、居合わせた作業員の不注意により甲板員がロープに足を払われて海中転落した。

表2 二次アンケート及び鹿島港の事例

No	分類区分	要点	概略内容
1	9 自船の思い込み航法	他船平素の態様から今次も同態様と思い込んで接近したところ錨泊中で、これに圧流されてニアミス。	先日、大型LNG船を着岸させるべく水先人として嚮導していた際、普段はバース警戒船で遊弋しているタグボートが乗組員睡眠中なのか錨をいれての無人状態、本船は潮流によりそのタグボートに近付き危険になった。 これは、主水先人の私とそのタグボートが航行中で近寄れば動いてくれると思いこんでいたことが主原因で、副水先人及び本船の乗組員も全て同じように判断しており、汽笛での注意もしていたものの、間近になって初めて船首のかげに錨鎖が見えて驚いた次第。幸い、ニアミスで航過できたが衝突していれば大変だった。漁船でもときに似たようなケースがある。
2	35 不可抗力的天候異常変化及び若干の不用心	思いもかけぬ春の卓越風に遭い、曳船も使用不能のなか圧流される。偶然とも言える備えのスラスターを用いて難を逃れる。	10万トンLNG船(L=290m、d=11.5m)に乗船時風力10~11m/s、風向バース真横、押しつけの方向。風力の制限事項は12m/s、3,100~3,600馬力の曳船4隻で操船、バースに平行200mとし接岸中、春の風が変化、風力強大となり最大18m/sに達した(後からの三航士の報告)。船体が圧流され、接近スピード20~30cm/sとなり、制御するTUG BOATは波浪の為、そのPOWERをFULLに発揮できなくなった。特に船首方向は特殊地形の為、風速が影響し、圧流が早かった。 幸い本船が同種船より高馬力の2,000HPスラスターを装備していたので、スラスターの補助を得てやっと圧流を押さえる事が出来た。強烈な突風は約20分位であったが...。15年間で初めて(LNG船として)のヒヤリ経験であった。
3	5 自船の航法不適切 18 共同職務遂行上の問題	東京湾南下中、横切り相手船に対する当直航海士の減速対応措置の遅れで至近距離で遭遇。	浦賀水道No.6ブイに向けて南下中、当直航海士が汽笛を吹鳴したので、甲板上に出てみると、木更津から出港してきた2万トンクラスの貨物船が横切り状態で至近に接近していた。航海船橋にかけあがると、当直航海士は、当該船とVHFで連絡を取り合っていたが、速力を減ずる努力をしていない。 自らの手でエンジンテレグラフをDouble Full Asternに引くとともに制御室へ電話を入れた。本船の行脚が停止した時、当該船との距離は200mほどであった。当直航海士がテレグラフを操作することに、かなりの抵抗があることを改めて認識した。
4	9,8 気を取られ、気づき遅れの見張り不十分 18 共同職務遂行上の問題	船体構造・設備上見張り視野が狭められるなか、移動してこれを補うところ、船長の話しかけに見張りがお留守となって小型漁船の発見が遅れる。	視程6浬以上、晴、風力4、日出直後、14,000GT、15ノット、デリック・マスト、クレーン、アウトリガー等交錯した視界不良の貨物船を嚮導中、多数の漁船群を注意深く避航するため船橋内で左右に常に移動していた。概ね漁船群をクリアした頃船長も安心したのか小生のそばに来て話し掛けてきたため、船橋内での移動が止まって間もなく、正船首直前に白波と日出直後の光線で極めて見分けにくい一隻の漁船を見つけ危機一髪、難を避けた一例が深く記憶に残っている。 海上の状態、本船の状況等を考え極度の注意力と緊張感をもって就業中、どうやら前方視界がクリアになり、船長の話し掛けという別の刺激を受け、それまでの緊張は弛緩し、新しい刺激の方へ緊張が移行した一例といえるのではないだろうか。
5	9 思い込み誤認の見張不十分	マラッカ海峡で本船前路向首の横切船赤灯を同航船と誤認。	三航時13,000GT空船タンカー、マラッカ海峡でペナンから本船航路に出る横切船の赤灯を同航船と誤認し、気付いた時は左舷後方に他船、右舷にはバージ曳航のタグあり、相手船の船尾に向首しながら難を避けた。主機はタービンで速度調整は間に合わなかった。
6	8 気づき遅れの見張り不十分	油断してチャートワークの間に、前路に小型漁船が接近、キックで逃れる。	二航時25,000GT空船タンカーでインド西岸の漁船群を航過したあと前方を確かめ、海図の補正にかかった。しばらくしてQ/Mが船橋上甲板から駆け下り無言のまま左舵一杯をとった。 船首部では塗装中の甲板員が右舷船首部をのぞいていた。少し回頭したのをみて、すぐを右舵一杯を令した。 ブリッジ横20mぐらいのところを一隻の漁船が通過した。キックで辛うじて難を避けることができた。
7	5 自船の航法不適切	濃霧のジュアンデフカ海峡で、楽観的に構えて	一航士時、14,000GTの石炭専用空船で濃霧中のカナダ・ジュアンデフカ海峡に入った。レーダには弱い斑点が多数あり、昇橋した船長に「漁船のようです」と報告した。船長はノイズだよとそのまま走った。しばらくして前方から強力な

	18 共同職務 遂行上の 問題	直接指揮を執らない船長を側にしてヒヤヒヤし通しの避航劇。	探照灯で照らされたとき減速して避航した。何回か変針・避航するうち、前方直近に左を向いた貨物船が浮かんだ。 報告の暇もなく右舵一杯を令し、full asternとして短音三回を鳴らした。相手船は急に回転を上げ(Eng音聴取)急前進して本船の左舷に出たため難を逃れた。船長はレーダ着視に当たっていた。
8	20 外力の影響	船渠長、強風下の圧流に対し、水先人の操船に頼らず無事入渠	強風(14~15 m/s)下20,000 G.T.の入渠船をパイロットが誘導しドック前まで接近した。当方が昇橋するまでに圧流されたうえ接岸船に4~5mまで急接近、パイロットと交代もせず自己の曳船に令して接触を避けた(それまでパイロット対処せず)。
9	20 外力の影響と5 操船不適	常法では通用せず、深水域と潮流の影響で、投下錨鎖が急走出	8,000トン強の船、水深約40mの錨地に1.5節walk backして投錨したが思わぬ逆流があって錨鎖が走出、windlassのbrakeが効かず、船尾方向の停泊船にみるみる接近、ah'd eng.として錨鎖を急速に巻き上げて事なきを得た。
10	16 事前調査 不十分等	瀬戸内海で、変針予定地点のブイを思い違い	約3,000トンの船、瀬戸内海を航路に沿って航行中、中央ブイの番号を一個誤って記憶していて、変針予定ブイの直前でそのことに気がつき直ちに変針して事なきを得た。
11	5 操船不適切 及び 32 その他	濃霧ではないが、自己の変針都合を優先させ、霧中航法の原則に反して左転して、相手船臨機の措置に助けられる	約6,000トンの船、豊後水道を北上中、3.5マイルほど前方のfog bankから反航船が出てくるのを視認、相手船は船首よりやや右側であり、距離もある上、本船はこの先で左に変針をする必要があることから右舷対右舷でかわすべく左転したところ、相手船は右転して行き脚を止めた。本船はそのまま左転を続けて事なきを得た。 本船は前記の事情があったとはいえ、霧中航法の原則に反して左転したこと、相手船に迷惑を掛けたこと、そしてその船がS/B eng.としていたことからその船のgood seamanshipに感銘したことを現役引退後の今も鮮やかに記憶している。
12	20 外力の影響 5 操船不適切	やや狭隘な係岸水域に曳船2隻を用い進入中、横からの思わぬ強潮流に圧流される	8,000トン強の船、奥に詰まったポンドに入り、その場回頭で、出船右舷付けで係留すべく、船尾と左船首にtugをとって、超低速で防波堤口に進入中、左からの思わぬ潮流を受けて右側の防波堤に圧流、左に転舵するとともに左舷のtugを9時の方向に曳かせたが曳索が切断、操舵と多少の増速、そして曳索の取り直して事なきを得た。 しかしこの思わぬ躓きで計画の着岸操船は目茶苦茶になり、前記通り係留するのにどんな苦勞を強いられたかご想像にお任せする。
13	34 水域の特殊事情 5 操船不適切	ホンコン出航時、水先人下船と同時に濃霧襲来。次寄港地着時限に追われていたこともあり、やや霧が薄くなったところを見計らって増速した途端、他船と異常接近。天佑や乗組員全員の協力で切り抜ける。	約5,000GTの東アフリカ定期航路の貨物船船長として、4月最初の寄港地ホンコン出帆時、ライオンゲイト通過パイロット下船と同時に濃霧が来襲し視程20~30mとなった。狭い海域で錨泊も出来ず、立錨として、船首要員配置のまま暫く濃霧の流れ去るのを待つ。 次港シンガポールの入港時限もあり、数マイル行けば海外に出るので、少しでも視程が良くなればスロー・ストップ・スローで走る旨オーダーし待つこと20分、濃霧が息をし出して淡くなった時「今だ」と判断、前進開始。霧笛、船首見張りと報告、機関発停の更なる迅速化などなど120%の注意力集中で濃霧海域脱出を試みたところ、船首一航士より「左45°前方50m動力ハシケらしきもの接近危い!!」との連絡、直ちに「クラッシュ、アスターン!」 船橋から視認出来た時、正横約10mを後進で離れつつある黒い物体約500トンのハシケがあった。乗組員全員の協力体制、注意力の集中、外地における気象予測の困難性など経験し、又その上での天佑があって事故回避が出来たものと確信している。
14	1,3 他船の航法違反と違法灯火	夜間、南シナ海で時々消灯の漁船の追い越しにかかったとき、前路に急進出。備えもあって臨機の措置で危険を回避。	二航士時、午前3時頃、南支那海を日本に向け航行中。本船の左舷25度位に小型漁船が同方向に航行中であつた。視界はそんなに悪くなかつたが、当漁船の船尾灯は非常に見えにくく、付いたり、消えたり状況。当漁船の動向はかなり前から把握しており、充分かわして追い越せると考えていた。 操舵手に自動から手動に切り換えさせ、追い越しにかかろうとした時、当漁船が急に右方向に転舵し本船に近づいた。本船はすぐさま右舵一杯を切って、その場で一周して事なきを得た。

15	27 船体・艤装の不全	五大湖航路を航行中、レーダスキャナーの前面に雪氷が凍結して著しい感度不良となって航行に難儀する。 他航行船同様に適切な設備さえあったらと悔やまれた。	約 8,000GT ニューヨーク五大湖定期航路、10月日本発本年の最終定期船、セントローレンスシーウェイ、モントリオールからシカゴ間の15のロックを順次通過して湖に入る。冬期凍結とレーダー不足のため冬将軍の来襲時期をにらみながらの航行となる。気象状態と船舶動静でパイロットも乗船しない(括弧でいして) 乗組員には過酷な労働条件下、高度の精神的肉体的技能が要求され、かつ注意力、集中力は勿論、協調性、目的に向かったの完遂精神が重要である。レーダは1基それもスキャナーは、レーダマストの頂にあつて回転すれども(電波は発進している)スクリーンに映らない。雪がスキャナー前面に厚く凍結し感度不良となっていることが原因であろうと、部員に命じてレーダマストに登らせ、パケツ湯をもって前面の雪を除去させたところ O.K となり、そのレーダを駆使してシカゴまでたどり着いた。 寒冷地航行船舶のレーダスキャナー位置を見ると皆、そこにはかかる作業が容易な設備が設置されているのに気がついた。
16	その他	(短文の各事例)	ベイブリッジの直下で右転した舵が戻らなくなった。 長雨の影響が川崎沖のタンカーシーバースで VLCC 操船中、潮 時とバース側の計測潮流予報にもなかった予想外の落潮流に驚かされることとなった。 袖ヶ浦(千葉)LNG 船着岸業務中、予報を はるかに上回る流れと強風によつたものか、急激に棧橋に寄せられることとなり、直前で着棧を取り止めて港外に投錨した。 他船の不当航法や遅すぎる避航措置に悩まされることは多い。 傍見事例としては、右転しつつ左転の針路信号を発したり、右舵号令に対して左転舵したのものもある。 投錨不可能の海域でのブラッアウト、投錨予定地点で両舷錨とも投下不能、主機・操舵機の故障等も経験した。
下記は、鹿島水先区水先人会の好意提供による事例の一部である			
17	2 他船の航法不適切	超大型船を反対舷付けにシフト操船中、最悪の態勢のときに中型外船が船尾に向首接近し来たり、なかなか針路変更せず。	岸壁に吹き寄せる NNE 6m/s の風のなか、入り船左舷付けの、全長 約 260m、約 53,000 GT を出船右舷付けに変えるための離岸操船中、船首尾に各1隻配した曳船も使用して漸く岸壁と約 60m の距離をにおいて垂直に向首する態勢となり若干の後進きあしをもつとき、4,000 トン級のバース信号を掲げていない外船が予定着岸壁を間違えているのか本船船尾に向首進行してきた。 短音3回に続いて警告信号を吹鳴したが、同船は接近するばかりで、やむなく機関を前進にかけて船の動きを止めたころ、外船は船尾約 35m のところを航過することとなった。外船の不当航法であるが、VHF による早めの対警告必要性も反省材料である。
18	18 伝達情報の不正確	先行入港船が、直前照会した同船バースよりもはるか手前のバースに着岸する態勢を採った。	2,700 GT の本船、最狭可航幅 200m 余の水路奥にある予定着岸壁 G 岸に向かい進行中も先行する約 700 トンの外船があり、念のために代理店経由で同船のバースを尋ねたところ、本船隣の H と分かって船間距離約 800m、速力 6.5Kt で後続した。ところが外船は、予定岸壁の手前約 500m のところを急減速しながら急右転をし始めて、最狭幅部の A 岸に出船係岸する態勢をとることとなった。 さらに前方水路には小型出航船 3 隻が相次いで近づいており、ために本船は既に前・後部に係止していた Tug の力と機関後進力とで急停止を試みた結果、外船まで 400m の地点で同船の着岸を待った。
19	21 18 21 主機不調 共同職務遂行上の問題	機関の調子に不安はあったが、離岸後に現実化。しかし次善策も最高には機能しなかった。	リベリア船籍の 32,000 トン、出航前の機関トライ時からおかしかったが、船・機長 OK で離岸したあと曳船 2 隻及び機関後進で引き出し操船中、行き足を止めるために機関を前進に令したところかからず、この場合は曳船で停止させたものの、このまま引き出し出航は不能で善処策指示を代理店、保安部に求めるも返得られず。船・機長だんまりのなかやむなく曳船を追加したうえ、遂に航路筋に錨投下、離岸の約 4 時間後に漸く再着岸壁が決定して落ち着いた。
20	21 主機故障	比較的速力強いときに危険物運搬船の機関が損傷。	51,000GT のナフサ、LPG 積載のデンマーク船、曳船 2 隻を付けて入港操船中、速力 5~5.5 Kt のときに機関故障。あと曳船で行き足減殺ができたが、積荷が積荷だけに肝を冷やした。 不必要な進行速力、曳船の質・数に反省した 1 件だった。

2.5 まとめ

ヒヤリハット事例を解析することにより、ヒューマンエラー発生のメカニズムをモデル化し、シミュレータ実験にシナリオとして反映させた。ヒヤリハット事例データそのものも、時々刻々の運航状況に応じて注意喚起情報として、運転に従事する操船者に提供することにより、人間が自ら誤りを訂正する機能を有効に利用することが可能である。

ヒューマンエラーによる事故の予備軍であるヒヤリハット経験の重要な因子である人間の予測や推定と現実との不一致と、これを経験する人間の生理データとの関係は、原理的には、人間の期待と期待通りのイベントが発生しなかった場合の人間の対応遅れや不適切な対応に起因すると考えられる。今回、人間の期待と期待通りや予想はずれと生理データとの明確な相関は確認できなかったが、この仮説を裏付ける主観的な評価を得ることができた。さらに、系統的な実験データを蓄積することにより詳細なメカニズムを解明できると考えられる。

エラーは不可避と考えて、エラーから重大な事故にいたらない対策が重要である。

人間の能力の不足を共同作業や機械が役割を分担するが、相互の意思の疎通と最終的な意思決定のあり方に留意した設計および人間性を阻害しない作業設計が必要となる。そのためには、人間が自身のエラーを自ら気づいて訂正することが、人間性を損なわずにヒューマンエラーを防止する効果的な手段であることから、運転対象の実感を運転者にフィードバックする船舶運航インタフェースを設計することが重要である。そのため、シミュレータ実験を重ねるとともに、現実の世界での運用に供し、改良を重ねることにより有効なマンマシンインタフェースとなるものとする。

交通機関の運転は、1人の人間で完結できるものではなく、運転作業チームのなかでの意思の疎通や、運転を支援する各種の自動化システムと人間との共同作業は避けられない。従って、人間の能力を機械が補完することは必然的であり、人間と自動化システムが共同作業を行うことになる。この際には、状況に応じて人間と自動化システムが決定・操作の権限を柔軟に委譲する機構が必要であることが、これまでの工学的実験から明らかになっているので、自動化システムと人間との共同作業を適正なものとする設計が不可欠である。

さらに、共同作業におけるヒューマンエラーの防止に向けて、チームワークのレベル向上、適切なワッチレベル切替え基準の作成、チーム統括者を補佐する機能の改善を行うことも必要である。

謝辞

本研究は、運輸施設整備事業団の公募による「運輸分野における基礎的研究」として実施されました。本研究の実施に当たって多大のご協力をいただいた関係各位、ならびに被験者としてご協力いただいた(社)日本船長協会の方々に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) Numano, et al.: Reduction of Human Errors in Plant Operation Utilizing Human Error Correction Function as an Individual and Crew, Proceedings of the 6th International Conference on Human Computer Interaction, Munich, 1999.
- 2) 室原、他: 船舶運航上のヒヤリハット事例とその研究、船舶技術研究所報告第37巻、第5号、2000年12月