

Ⅲ-2 船内作業におけるヒューマンエラーと

注意力に関する研究

第二部 船内設備研究 (3年計画、第1年度)

目次

A はじめに	47
B 「船内設備研究」概要	
1. 目的	48
2. 事故分析	48
3. 操船作業の分析	48
C 事故分析	
1. 目的	48
2. 方法	48
3. 結果	49
4. 考察	53
D 操船作業分析	
1. 目的	55
2. 調査方法	55
3. 動作分析の結果	55
4. 情報分析結果	55
E 操船作業分析の総合考察	57

A はじめに

我が国は海運大国と呼ばれる様に、海上輸送が国内貨物輸送の40%、国際貨物輸送に至っては、全体の98%を担い重要な輸送体系となっている。近年の国内貨物輸送の輸送形態をみても、陸上輸送の主流であるトラック輸送が、道路の混雑、大気汚染や振動などの環境問題、労働力不足や省エネルギーなどの制約要因が顕在化しており、このためトラック輸送から低公害で効率のよい大量輸送機関である海運へと転換するモーダルシフトが推進されている。

一方、近年日本近海における海難事故の

発生件数は減少傾向を示しているにもかかわらず、昨年日本海で発生したナホトカ号の沈没事故、東京湾で発生したタンカーの原油の流出事故のように周辺環境にも大きな影響を及ぼす海難事故が発生している。また、大型船において輸送手段の高速化や大量輸送システムの構築などが進むのに伴い、ひとたび事故が発生した場合には多数の死傷者を伴う重大な事故となるおそれがある。しかし、このような海難事故の原因は、見張り不十分・居眠りなどの人的要因が主な原因とされている。特に最近ではBRM (Bridge Resource Management)を船舶に取り入れる動きなどがあり関心が高まっている。そのような流れの中で、GPS、オートパイロットなど様々な操船設備が開発されており、設備により、操船時の情報伝達に変化があると考えられる。操船時の人間の行動、言語のコミュニケーションを分析することは、操船機器の開発、マニュアル等を作成する上での基礎資料になり得ると考えられる。そこで、「船内作業の注意力とヒューマンエラーに関する研究」の中に「船内設備研究分科会」をつくり、前述の問題に対して研究を行った。

まず、本年度調査では、海難を人間工学的に検討するため、過去の事故例における船員の行動を中心に、人的事故調査マニュアルを用いて分析を行った。つぎに、操船には操船者の情報伝達が重要な要因を占めて

いるが、実際の操船者の行動と情報を分析したので報告する。

B 「船内設備研究分科会」研究概要

1. 目的

海難事故を低減するために、過去の海難事故を陸上の化学プラント事故、鉄道事故、建物火災事故などで用いられている人的事故調査マニュアルを用いて分析し、事故要因の抽出を試みる。さらに、訪船調査、現場を撮影したビデオ等により、動作分析、情報分析を行う。それらの結果を人間工学的に考察し、操船設備についての指針となり得るための資料を作成する。

2. 事故分析

従来、海難事故の原因は操船者のヒューマンエラーによるものが多いと言われており、ヒューマンエラーについての分析方法も論じられている。そこで、海難事故を分析するにあたり、航空機事故のように人間-機械系の観点から、事故要因を4M(MAN、MACHINE、MEDIA、MANAGEMENT)等に分析し、機械、情報、管理面での検討を試みた。方法としては、海難審判庁採決録等を資料にして、日本人間工学会安全人間工学部会の作成した「人的事故調査マニュアル」を用いて分析を行った。

3. 操船作業の分析

過去において操船作業の分析が、昭和38年度から4年間にわたり「船舶の安全性に関する調査事業研究」として実施された⁴⁾。それから30年たった現在、レーダー、GPS、衝突予防装置、遠隔監視板など船舶の安全、運行面での支援システムは急速に発達し、その一方で船舶定員の縮小が行われおり、将来的には一人運行体制が考え

られている。そこで、操船作業を下記の方法で分析を行い、操船作業の分析方法を検討した。

・操船者の動作時間、動作位置の分析
操船者の言語情報(内容)、情報の流れの分析

C 事故分析

1. 事故分析の目的

海難事故の責任を明らかにする海難審判庁の裁決をみると、操船者による見張り不十分、居眠り等の人的要因が主な事故原因とされている。しかし、レーダーや自動操舵などのシステムが発達しているため、事故の原因は、単純な人的ミスと言うよりもシステム全体の中でいくつかのエラーが重なり合ったものであるとも考えられる。そこで本研究では、過去の事故例における船員の行動を中心に、安全人間工学的視点から人的事故マニュアルを用いて単なる人的要因だけでなく、事故の分析を行った。

2. 方法

過去に起きた海難事故について、海難審判庁裁決例集を主な資料として、人的要因を中心に事故の分析を行った。分析の手法としては、日本人間工学会・旧安全人間工学部会が示した「人的事故原因の調査・分析マニュアル」を用いて事故の問題点や人的要因の抽出に努めた。事故経過の標記については、主要な要件についてイベント流れ図として示す。

図中に四角く枠組みされたものは事件・行動を示し、カプセル型の囲みは認知・判断の用件を示し、カッコ内はその時の状況を示す。この示し方により、文章で示すよりも、より具体的に原因や改善されるべき問題点が見えてくると考えられる。それら

の問題点をまとめる手段として、事故分析の視点となる4M (Man、Machine、Media、Management) を用いる。

事故例1, 2, 3の事故の概要、事故の経過及び裁決要旨の記述については、海難審判庁裁決例集からの抜粋要約であり、用語等は裁決例集の記述をそのまま用いた。

3. 結果

a. 漁船第拾壹正進丸漁船第三十五久榮丸 衝突事件の分析 (事故例1)

(1) 事故の概況

発生日時：昭和60年9月5日

午前4時20分

発生場所：青森県尻屋埼北方沖合

被害状況：正進丸は、右舷船首船側外板に破口を、球状船首に凹傷をそれぞれ生じたが、のち修理された。久榮丸は、左舷側後部外板に破口を生じ、機関室に浸水して航行不能となり、乗組員は接舷した正進丸に移乗した。久榮丸の船体は、船主の指示により、八戸港に向け正進丸が引航したが、午前7時20分

ごろ尻屋埼灯台から61度5.5海里ばかりの地点において沈没し全損となった。

事故の経過：図1に示す。

本事故は宝漁丸船長の上衣の袖口がレバー型操舵切り換えスイッチに触れ自動から遠隔に切り換わったことによるもので、宝漁丸船長はそれに気付かず前部甲板上の部下と操業の打ち合わせを始め、これに気を取られて発生した。

(2) 裁決要旨

本事故は、夜間、多くの漁船が停留待機する尻屋埼北方漁場において、第拾壹正進丸が、船橋当直者の過労に対する配慮がな

されておらず、居眠り運航の防止措置として、2人当直制をとらなかった。そのため、船橋当直者である正進丸船長が過労により居眠り運航し、停留して待機中の第三十五久榮丸との衝突を避けるための措置をとらなかったことに因って発生した。しかし、久榮丸の船橋当直者である漁労長が、正進丸だけが停留又は避航の気配を見せずに接近するのを認めたにもかかわらず、汽笛を連続吹鳴して正進丸に対する警告をただけで、船体を移動させるなどの衝突を避けるための措置をとらなかったことも、事故の一因をなすものと考えられる。

受審人 第拾壹正進丸 船長を戒告とする

(3) 分析結果

海難事故を分析するにあたり、機械、情報、管理面での検討を試みた。方法としては、海難審判庁採決録等を資料にして、日本人間工学会安全人間工学部会の作成した「人的事故調査マニュアル」を用いて分析を行った結果を図2に示す。その結果より、航空機事故のように人間-機械系の観点から、事故要因を4M (MAN、MACHINE、MEDIA、MANAGEMENT) 等に分析した結果を下記に示す。

Man：正進丸船長の船橋当直前日の過労による居眠り。

Machine：居眠り警報装置、衝突予防装置の不備。

Media：居眠り運航防止措置である2人当直制を取らなかった正進丸のバックアップ体制の不備。

Management：船橋当直者自身が前日に過労しなければならぬ人員体制。

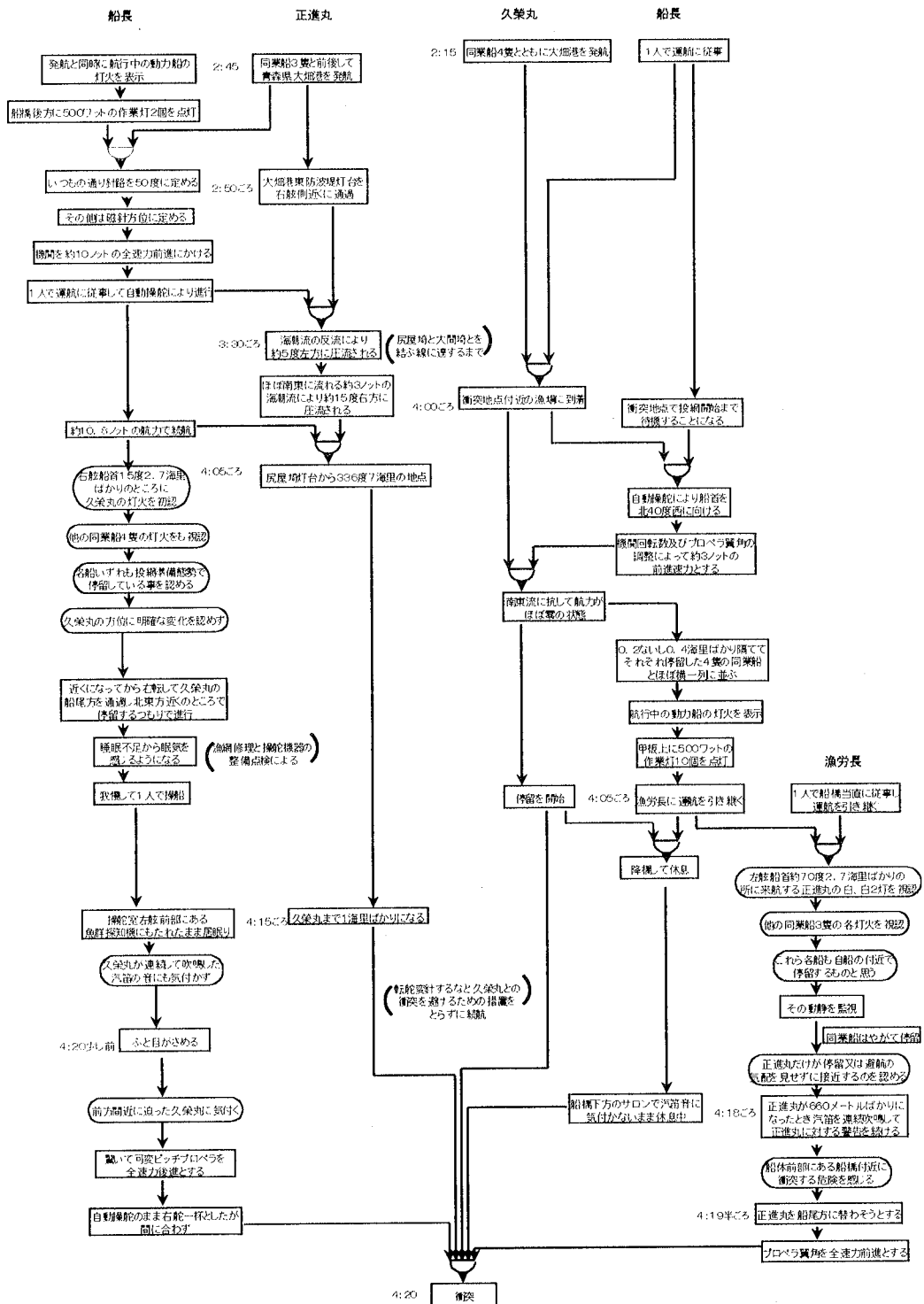


図1: 事故例1のイベント流れ図

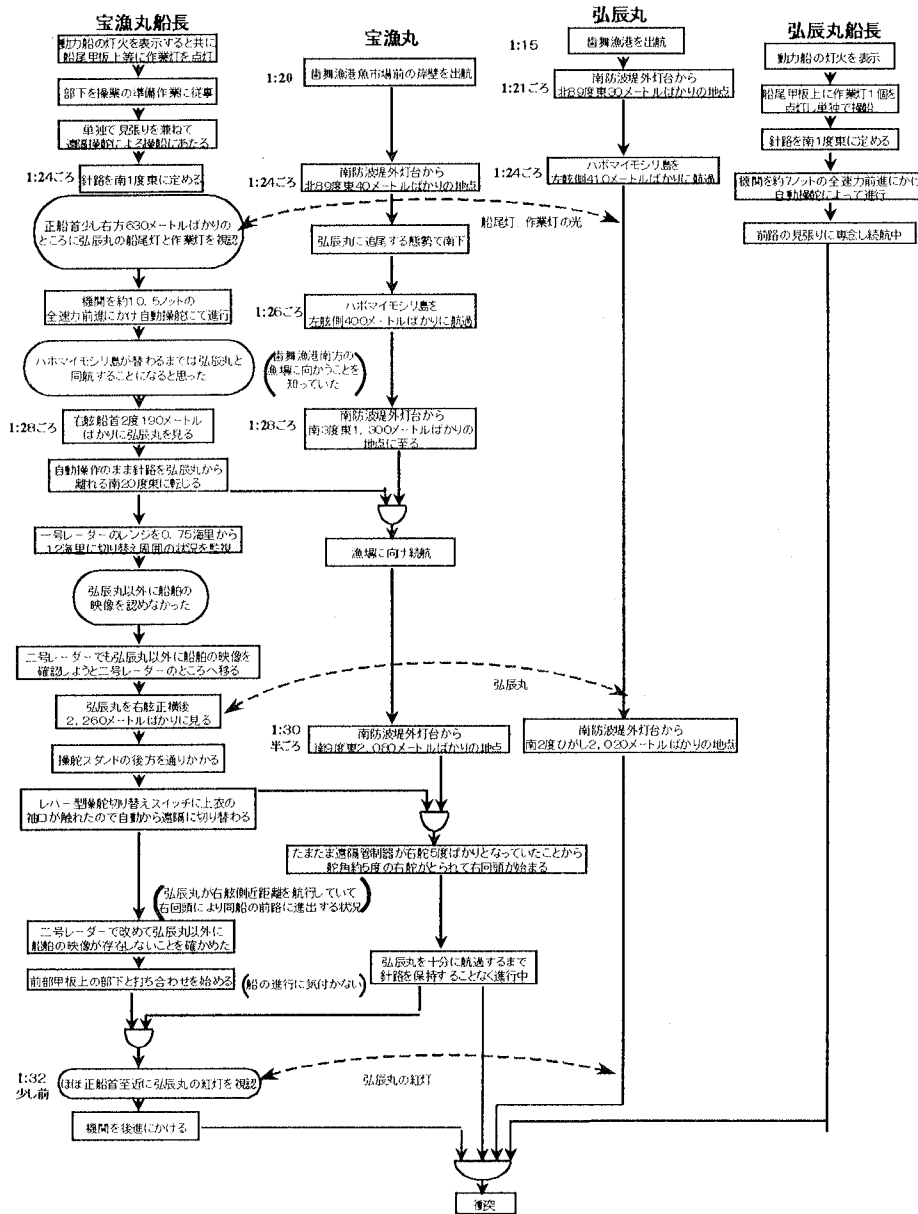


図2. 事故例2のイベント流れ図

b. 漁船第31宝漁丸漁船第18弘辰丸
衝突事件 (事故例2)

(1) 事故の概況

発生日時：昭和62年9月23日

午前1時32分

発生場所：北海道根室市歯舞漁港南防波堤外灯台から南2度東2、340メートルばかりの地点

被害状況：宝漁丸は、船首部左舷外板に圧損を生じ、弘辰丸は、船尾部左舷外板に破口を生じて浸水したが、航行に支障なく、いずれものち修理された。

事故の経過：図2に示す。

(2) 裁決要旨

本件衝突は、夜間、両船が相前後して歯舞漁港を出航して南下し、第31宝漁丸が第18弘辰丸の船尾方近くで同船と遠ざかる進路に転じた際、第31宝漁丸が針路の確認保持と見張りを行わなかったため、操舵が自動から遠隔手動に予期せずに切り換わったときの対応策がとられず、右舷回頭して第18弘辰丸の前路に進出したことによって発生したものである。

受審人 第31宝漁丸船長を戒告とする。

(3) 分析結果

海難事故を分析するにあたり、機械、情報、管理面での検討を試みた。方法としては、海難審判庁採決録等を資料にして、日本人間工学会安全人間工学部会の作成した「人的事故調査マニュアル」を用いて分析を行った結果を図4に示す。その結果より、航空機事故のように人間-機械系の観点から、事故要因を4M(MAN、MACHINE、MEDIA、MANAGEMENT)等に分析した結果を下記に示す。

Man：スイッチに触れて気付かなかった宝漁丸船長の注意力不足。

Machine：簡単に切り替わってしまうスイッチ。

Media：打ち合わせ後の見張り不十分

Management：打ち合わせを始めた後の管理体制。

として表すことができる。

a. 押船第二十一大新丸被押土運船

大新2201号貨物船明神丸衝突事件

(事故例3)

(1) 事故の概況

発生日時：昭和62年10月1日

午前3時10分

発生場所：播磨灘北部院下島灯台から4度1、300メートルばかりの地点

発生状況：2201号は、右舷後部外板に破口を生じて浸水し、大新丸との係止索が切断されて転覆状態で漂流し、大新丸は、船首部に破口を生じて浸水し、西島北西岸室崎の砂浜に任意座礁したが、両船はのちいずれも修理され、明神丸は、船首部を大破して沈没し、のち引き揚げられたが廃船となった。

事故の経過：省略

図3に示す。

事故の経過については、海難審判庁裁決例集を基に主要な事件について図3に流れ図として示した。図中に四角く枠組みされたものは事件・行動を示し、カプセル型の囲みは認知・判断の用件を示し、カッコ内はそのときの状況を示すものである。

(2) 裁決要旨

本件衝突は、夜間、家島諸島北西宝海域において、第21大新丸被押土運船大新2201号が小角度で前路を左方に横切り、衝突のおそれがある明神丸の進路を避けるにあたり、機関を停止するなどしてこれを

行うことなく、その前路に転針進行したことに因って発生したが、明神丸が、見張り不十分で、衝突を避けるための協力動作をとらなかったこともその一因をなすものである。

受審人 明神丸船長を戒告とする。

受審人 第21大新丸被押土運船大新2201号船長を戒告とする。

(3) 分析結果

海難事故を分析するにあたり、機械、情報、管理面での検討を試みた。方法としては、海難審判庁採決録等を資料にして、日本人間工学会安全人間工学部会の作成した「人的事故調査マニュアル」を用いて分析を行った結果を図6に示す。その結果より、航空機事故のように人間—機械系の観点から、事故要因を4M(MAN、MACHINE、MEDIA、MANAGEMENT)等に分析した結果を下記に示す。

Man：両舷灯を見落とした明神丸甲板員の判断の甘さ

Machine：衝突予防装置の不備、船の灯標の視認性

Media：作業情報、作業環境の不備

Management：バックアップシステムのない明神丸の管理体制

4. 考察

過去の3件の事故例について分析した結果を比較すると、事故例1、事故例2、事故例3の3件の事故とも船橋当直者のミスが原因で事故が発生している。事故原因を4Mで分類し、事故毎に比べてみると、Man、Media、Managementの原因が類似して

いる。居眠り、見張り不十分と理由は異なるが、3件の事故とも人的要因によるミスがみられ、ヒューマンエラーの事故を未然に防止するかが問題となる。今回の3件の事故においても居眠り、見張り不十分など、一人の船橋当直者のミスにより事故が発生している。二人で船橋当直を行うか、一人で操船する場合には、作業者を常にバックアップできるようなシステムが必要であると考えられる。さらに、十分な睡眠時間の確保など勤務体制を充実させることも重要である。また、船を管理している側からもうこういった問題を改善するために取り組んでいく必要がある。また、Machineについては、事故例2においては、オートパイロットから手動モードに切り替わってしまうスイッチが使用されており事故発生の一要因と考えられる。重要な装置については、袖口などが引っかからないように、または、引っかかった場合でも簡単に誤作動しないように、ロックを解除してから動かす等のヒューマンエラーを起こしにくいスイッチが必要になると考えられる。事故例3においては被押土船の灯火を誤認したことが大きな事故原因と考えられるが、灯火の視認性（距離、判読性等）についても検討する必要があると考えられる。

いずれの事故においても、いくつかの要因の1つでも対策が立てられていたら、事故の発生が防げたとも考えられ、4Mのそれぞれの項目について多角的に対策を考えていくことは、事故防止に必要であると考えられる。

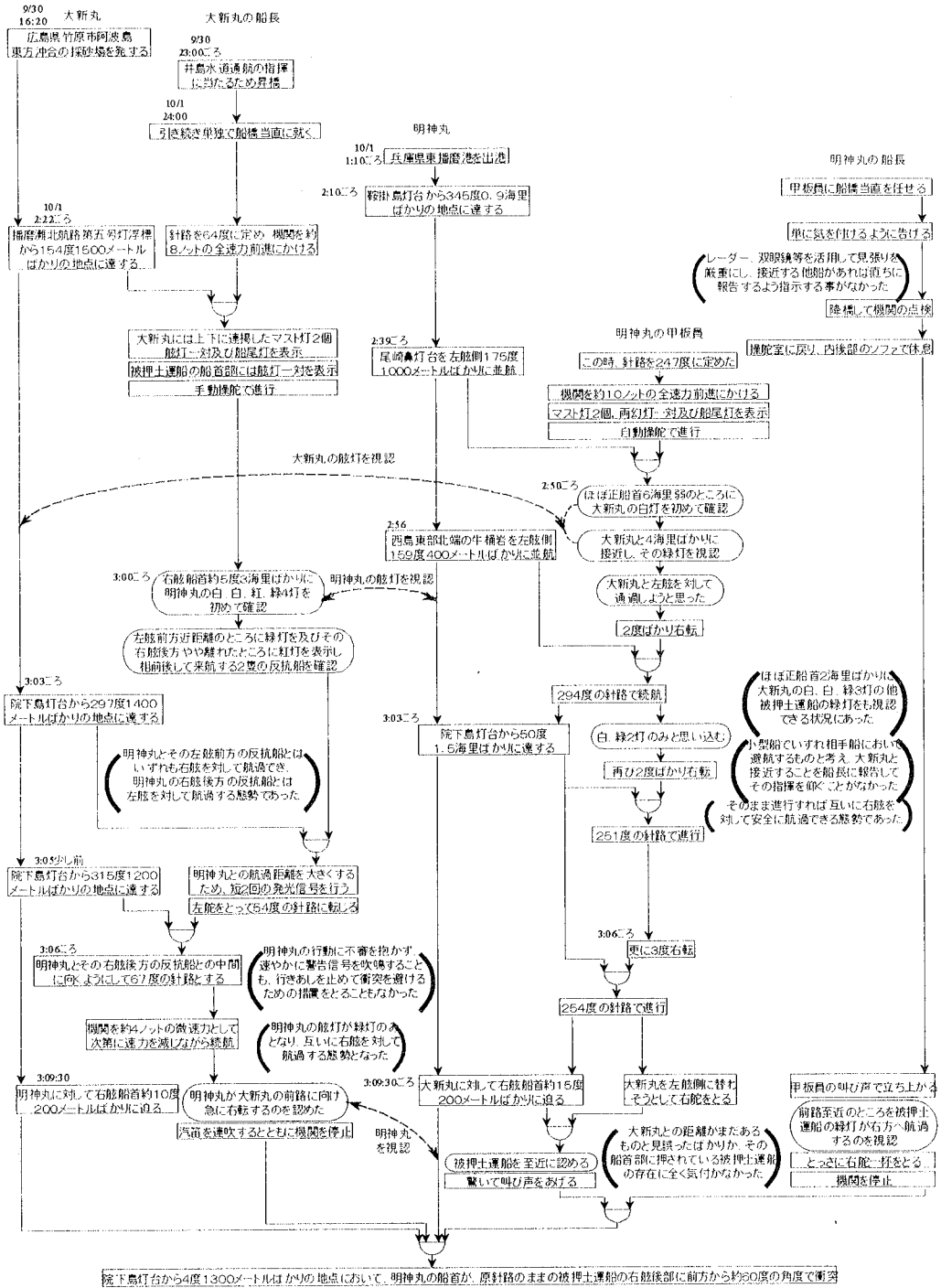


図3. 事故例3のイベント流れ図

D 操船作業分析

1. 目的

本研究において、過去の事故例分析を進めていくうちに、情報伝達に関するシステムの不備が事故原因の重要な要素となっている事が分かった。

一般に操船作業は、操船責任者が情報を収集、選択し、総合判断して、意志決定をする。その意志が他の操船者に伝達され、各乗組員は機器の操作を行う。そして船の方向、スピード等が定まる。必要に応じて一連の作業を繰り返す。したがって、操船者を中心としたこれらの作業（情報の受け取り、選択、判断、意志伝達、機器操作）が的確に行われることは操船上極めて重要な意味を有することから、運航所要時間、安全性に大きく影響する。このことより船舶の安全で効率的な操船を目的とし、自動操舵装置、ジョイスティックコントロールシステム、衝突予防装置などの機器が開発されている。

これらの機器の充実により、人員の合理化が進むと考えられ、又、人間の連係により行われている操船作業にも大きな変化を及ぼすと考えられる。

本研究は、これらの研究をするにあたり、操船作業を分析し、新型機器導入に対する評価手法開発のための基礎データを得る事を目的とし、操船者それぞれの動作、情報の分析、時系列での流れを解析した。

2. 調査方法

平成9年9月に日本海で本州と北海道を運航するフェリーに乗船して調査を行った。

(1) 調査内容

① 出入港時の操船調査

② 操船者の言語情報（内容）、情報の流れの分析

(2) 概要

大型カーフェリー（1997年9月に新潟～小樽を往復航行。この内、往航船はジョイスティックコントロールシステムを有し、復航船は有していない）の入出港時に船橋（ブリッジ）にて操船作業に当たっている乗組員（船長、1，2，3等航海士、操舵手、1，2等機関士）の行動、会話を対象にビデオカメラを用いて記録し、以下の項目を1分毎に記録、言語情報の種類及びその出入力先を調べた。

*尚、行動分析については夜間出入港した小樽出入港のデータは解析できなかった。

また、言語情報についても小樽港出港のデータは機械の不良から記録できなかった。

3. 動作分析結果

省略

4. 情報分析結果

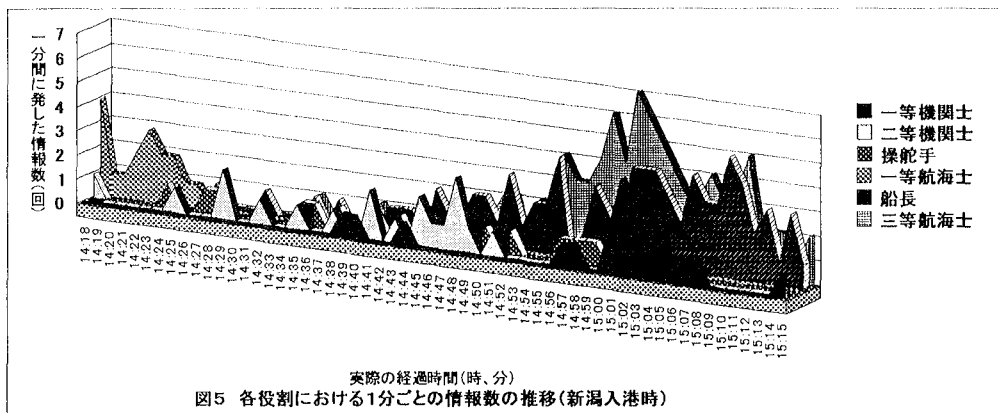
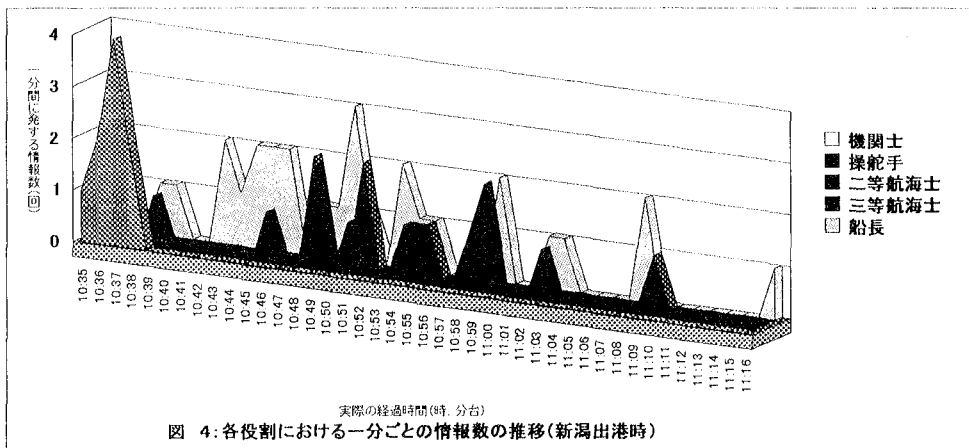
図4及び図5は、新潟港出港と入港時のそれぞれの操船者が発する一分ごとの情報数を時系列で示したものである。新潟港出港時では、離岸の行われる最初に情報数が集中している。逆に入港時では、接岸に向けて時間が経過するに従い全体の情報数が増加している。出港時及び入港時とも、特に船長、三等航海士に情報数が集中している。小樽入港時における情報の頻度と、復航船の新潟入港時の情報の頻度について比較したグラフである。入港時にかかった時

間、港の湾の形状に違いがあるため、一概に比較は出来ないが、新潟入港時におけるバウスラスターに関する情報が小樽入港時に比べて多い。これは新潟入港船内の右翼側にはバウスラスターを操作するための装置（ジョイスティックコントロールシステム）が搭載されておらず、右翼側にて着岸作業を監視している船長が、ブリッジ内の機関士にバウスラスターの操作を指示していたためである。船長は常に前方の状況を認知、判断し、航海士や操舵手に方向、速度などに関する情報を発している。そのため出港時、入港時ともに船長が発している情報数は他のそれと比較しても非常に多く、情報の種類は多岐にわたっている。船長は情報出力だけでなく、出港時の離岸直後に機関士から頻繁に入ってくるバウスラスターに関する情報によるものと、船長から操舵に関する情報を受けた操舵手が船長に対して操舵動作完了の報告を行うフィードバック情報により、情報入力においても頻度が高い。そのため、入出力の頻度は船長が最も高い値を示している。新潟入港時に、船長及び三等航海士が発している情報の数は他と比較しても非常に多い事がわかる。これは主に新潟入港時は他船が多く、安全な航路を維持するため、速度制御作業を頻繁に行う事が多くなり、速度に関する情報、他船に関する情報が著しく増えた事による。小樽入港時と新潟入港時の船長の出力情報を時系列でみると、入港直前に情報を多く発しており、多いときには数秒に1回の割合で情報を発しており、高度かつ迅速な判断が要求されている。バウスラスターの装

置は船長自ら操作しているため、バウスラスターに関する情報は比較的少ない。新潟入港時は新潟出港時とは異なり、バウスラスターの操作は船長自ら行うのではなく、ブリッジ右翼側から船長がブリッジ内に情報（指示）を出し、ブリッジ内にいる機関士が操作する。新潟出港時における船長出力の時系列情報をみても、新潟出港直後、バウスラスターに関する情報が短時間のうちに発せられたため、情報数は最初の短い時間帯に集中している。新潟出港時全体の情報数の推移は時間の経過とともに減少している。又、離岸作業時に最も複雑な操船を行っている為、バウスラスター、速度、操舵に関する情報の多くが最初の時間帯に集中している。これらの結果から、情報伝達作業において重要な事は、第1に船長からブリッジ内の操船者にいかに正確な情報を伝えられるかと言う事であり、第2に操船者が船長の情報をいかに正確に聞き取れるかと言う事である。今回の調査対象となった大型フェリーにおいては、操船者が情報伝達を正確に行っていた。しかし、船の規模、船種等によって、ブリッジ内の機器の配置も変わってくれば、操船者の位置も変わってくるため、船によっては必ずしも情報連絡を行うのに適した操船者の配置になっているとは限らない。今回の新潟出港船、新潟入港船の特徴的な違いはバウスラスターを操作する為のジョイスティックの有無であった。それによる離・着岸作業時の情報経路の違いがあった。ジョイスティックが搭載されていない場合はブリッジ右翼にいる船長が、ブリッジ内の機関士

に三等航海士を通じて、無線でバウスタスターに関する情報を伝えていた。この時、肉声より無線音声の方が聞き難く、聞き違いの可能性もあり、情報を受け取った側が復唱することが重要とされる。一方、ジョイスティックコントロールシステムを搭載した船は、ブリッジ右翼で船長自らがバウスタスターを操作する事により、機関士と無線にて情報連絡を行う必要がなくなり、聞き違いによる情報伝達のミスは起こしにく

くなった。しかし、ブリッジ内との情報伝達がなく、情報入力者のフィードバック情報もなくなった事で、船長自身が認知・判断ミスを犯し、バウスタスターを誤操作をしてしまう可能性もあると考えられる。そこで船長の操船作業をバックアップ出来るような操船状況を操船者とともに、他者でもモニターできる等のシステムが必要であると考えられる。



E 操船作業分析の総合考察

今回、大型カーフェリーの船橋（ブリッ

ジ)にて、操船者の行動特性、情報伝達の操船時の行動、情報分析を行ったところ、各操船者ごとの特徴が現れた。

特に船長が命令を出し、三等航海士は船長の命令を受けて速度制御作業をコンソール前にて行い、操舵手もまた、船長の命令を受けて操舵作業を操舵輪にて行い、共に船長に対して作業終了時に作業完了の報告（フィードバック情報）を行う。ジョイスティックシステムがない場合、またブリッジ右翼側で船長は、ブリッジ内の機関士に対して情報を送り、機関士の脇の三等航海士がブリッジ内から操作完了の報告を返す等の、情報伝達システムが見られた。複数の操船者によって操船が行われる場合、陸上の主な交通機関とは異なり、前方の状況を認知、判断し操作を行うまでに、操船者間で言語による情報交換が必ず行われる。そのため、認知、判断ミスによる事故の他に、情報のミスによる事故、即ち正しい認知、判断が行なわれても、正しい情報が伝わらなければ誤った操船により事故が発生してしまう事が考えられる。ジョイスティックシステム等の操船システムを使う場合は他者にオーダーを言う作業が軽減できるが、しかし、ジョイスティックのミスをした場合、他者に気づかれにくくなることもあるので、フェールセーフを考えて役割分担を明確にするなどの対策が必要である。また、時系列での情報の変化がみられ、特に入港時、他船の避航時には3等航海士が他船の動向、周囲の状況を呈示するなどバックアップを行っており、重要な役割を示していた。操船作業におけるフェールセーフのための、操船者に対するバックアップシステムを構築することは重要である。今回の1年度目の調査では、長距離フェリー2船について

各1往復乗船しただけなので、特徴的な結果について提示しただけであったが、今後（2年度目以降）は例数を増やし、行動、情報について詳細な解析を行い、操船設備や船種の違いによる、操船者の負担について研究を行っていく。

参考文献

省略

（本稿は「船内作業におけるヒューマンエラーと注意力に関する研究（第1年度）：第二部 操船設備研究」執筆担当：久宗周二、加藤の要約である。）