

# 海難審判裁決録に基づく 衝突海難のヒューマンファクター分析

吉村 健志\*

A Human Factors Analysis of Marine Accidents based on Marine Accident Inquiry Reports

by

Kenji YOSHIMURA

## Abstract

Why do vessels collide with each other even though the Officer of the Watch (OOW) keeps one's lookout? 2,400 vessels were involved in maritime accident in Japan in 2010. Human factors account for about 80% of causes of the maritime accidents. To prevent recurrence of accident, the cause of human errors must be identified. It is generally accepted that many factors contribute to human error as typified by 4M-4E model (Man, Machine, Media, Management, Education, Engineering, Enforcement, Example), or SHELL model (Software, Hardware, Environment, Live ware). Therefore, it is difficult to evaluate them properly. Meanwhile, Japan Marine Accident Inquiry recognizes act of human, hull structure, equipment and capability of vessel, safety management, working conditions, oceanographic phenomenon, and natural phenomenon as the reasons of marine accident. And these reasons are intricately linked to marine accident. Thus, these fields have need for a technique which we can evaluate background factor of accident objectively. This study aims to discover what causes human error of the OOW. For this purpose, we had analyzed in detail of 163 cases of the accidents. This paper will report the findings of the analysis. We found out correlation between number of accident and time to collision. Then, we discussed accident prevention plan for cognitive error, decision error, and operation error. This study concludes that a method for quantifying the risks of human error from accident reports is necessary for implementing highly-reliable Human Machine System.

---

\* 運航・物流系

原稿受付 平成 24年 7 月 12 日

審査済 平成 24年 9 月 12 日

目 次

1. まえがき ..... 28  
 2. 目 的 ..... 28  
 3. 方 法 ..... 29  
   3.1 海難審判裁決録の構成 ..... 29  
   3.2 データの抽出方法 ..... 29  
 4. 結果と考察 ..... 30  
   4.1 衝突直前の相手船の視認状況 ..... 30  
   4.2 視認状況の時間的推移 ..... 32  
 5. 結 論 ..... 32

1. まえがき

なぜ、船舶は、航行速度が遅く、海上を自由に航行でき、かつ操船者が見張りをしているにも関わらず、衝突海難を引き起こすのだろうか。その理由の多くは、操船者の人的過誤に帰着するとされている。

平成 22 年の船舶海難隻数は、2,400 隻であった。そのうち 79% (1,893 隻) を、見張り不十分や操船不適切などの人為的要因 (ヒューマンファクター) が占めている<sup>1)</sup>。これらの海難を未然に防ぐためには、人的過誤が起きた原因を解明し、効果的な対策を講ずる必要がある。しかし、事故の要因を、Man, Machine, Media, Management, Education, Engineering, Enforcement, Example に分類した 4M-4E モデルや、Software, Hardware, Environment, Live ware に分類した

SHEL モデル<sup>2)</sup>に代表されるように、ヒューマンエラーの背後要因は多岐にわたる。また、海難審判所でも、海難の発生要因を、人の行為、船舶の構造・設備・性能、運航・管理形態、労働環境、海上環境、自然現象の諸要素に分類し、これらの要因が複合的に作用して海難が発生しているとしている<sup>3)</sup>。このようなことから、各要因の相互関係を精査して、海難の発生原因を特定するのは容易ではない。

海上安全イニシアティブプロジェクトチームでは、海難を半減させることを目標に据えて、海難の主な要因である人的過誤の実態を明らかにすることで、効果的な防止策を講じることとした。

本研究は、操船者が適切に周囲の状況を認知し、将来の状況を予測する Situation Awareness<sup>4)</sup> (状況認識) が、その後の判断に繋がる重要な過程であることに着目して、衝突海難を引き起こした操船者が相手船をどのように認知していたのかを明らかにするとともに、見張りにおけるヒューマンエラーの効果的な防止策を議論する。

2. 目 的

本研究は、海難審判庁が旧海難審判法に基づき言い渡した裁決に記載されている受審人の行動から、衝突海難の受審人が相手船の存在を認知していたのか、そしてもし認知していた場合、衝突ま

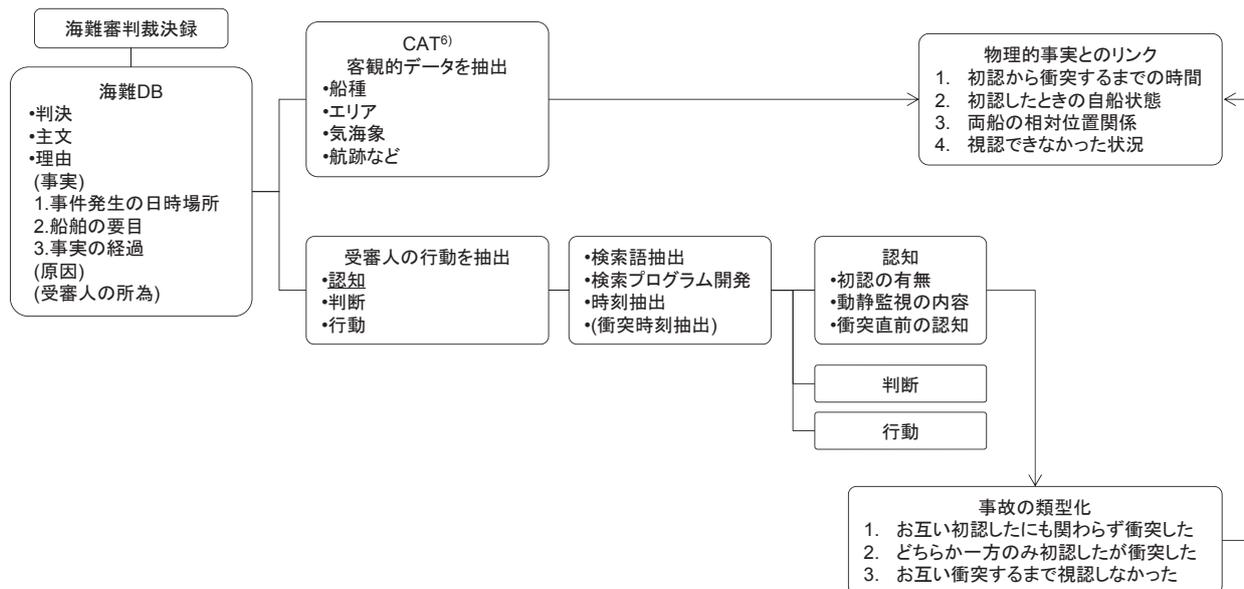


Fig.1 海難審判裁決録の構成と本研究の解析手順

での時間的余裕はどれほどあったのか等を分析することで、相手船の認知状況に応じた効率的な衝突海難の未然防止策を議論することを目的とする。

### 3. 方法

#### 3.1 海難審判裁決録の構成

本研究では、海難の実態を把握するために高等海難審判庁（現海難審判所）が言い渡す海難審判裁決録（以降、裁決録）を参照した。この裁決録は、裁決、主文、及び理由で構成されている。また、理由の内訳として、海難の事実、原因の考察、原因及び受審人の行為が記載されている。この中でも、海難の事実関係を記した「事実の経過」は、時間の経過とともに、受審人を主語とした行動が記載されていることから、相手船の認知状況、及びその時刻を客観的に特定できる資料となり得る。裁決録の構成と本研究の解析手順をFig.1に示す。

本研究では、海難データベース<sup>5)</sup>から、平成12年度から平成19年度までに全国で発生した貨物船対貨物船の衝突海難の裁決録を抽出して解析した。また、1審のみを解析対象としたことから、本研究で解析対象となった海難は計163件であった。

#### 3.2 データの抽出方法

旧海難審判庁による海難審判は年間800件ほどが実施されている。これらの裁決録を読み、受審人の行動を抽出して分析するには、少なくとも裁決録から必要な情報を抽出する過程の自動化が欠かせない。そこで、本研究では、自動的に受審人の行動を抽出するプログラムを作成した。本プログラムは、当所が開発した、電子海図表示ソフトに海難の発生場所情報を表示するツール Casualty Analysis Tool (CAT) を基に作成されたものであり、本研究ではその一部機能を活用した<sup>6)</sup>。具体的には、受審人の行動を、主語と副詞及び動詞を関連づけて抽出できる機能を追加した。

Fig.1に示す通り、CATは「事実の経過」から海難の発生時刻、エリア、天候や船種、航跡等の客観的データを抽出できる機能を有している。これらのデータを抽出する際には、適当な検索キーワードを指定して、その前後に記載されている時刻や船位等の情報を併せて抽出している。同様に、受審人の行

動を抽出するために検索キーワードを指定しなければならない。ところが、海難データベースに収録されている「事実の経過」は、自然言語で記述されているため、受審人の行動を検索して自動的に抽出することが難しい。そこで、163件の衝突海難のうち16件の「事実の経過」をサンプルとして読み、文

Table 1 「事実の経過」の構成

基本情報	内容	ID	データ
事故発生状況		1	年
		2	月日
		3	時刻(T=0)
		4	北緯
		5	東経
		6	衝突角度
		7	天候
		8	風
		9	潮流
		10	視界
	①A船の要目		11
		12	船名
		13	総トン数
②B船の要目		14	船種
		15	船名
		16	総トン数
経過	内容	ID	データ
①A航行の状況		17	時刻
		18	進路
		19	速度
		20	操舵
②B航行の状況		21	時刻
		22	進路
		23	速度
		24	操舵
タイムスタンプ (初認) A船1		25	時刻
		26	位置①
		27	位置②
		28	方位
タイムスタンプ (初認) B船1		29	距離
		30	相手船の動向
		31	時刻
		32	位置①
直前の避航操作A船		33	位置②
		34	方位
		35	距離
直前の避航操作B船		36	相手船の動向
		37	機関
	38	操舵	
	39	機関	
	40	操舵	

章の分析を試みた。その結果として、衝突海難の裁決録の「事実の経過」に記載されている項目を、Table 1 に整理した。そして、これらの項目を静的情報が記載されている「基本情報」と、船の航跡や受審人の行動等の動的情報が記載されている「経過」に分類した。この受審人の行動には、相手船の視認、判断の内容、操船行動などが含まれている。

ここで、受審人の行動に関するデータの抽出にあたっては、記載されている文字列の集合を一つの文字列で表現する方法である正規表現を利用した。正規表現を用いれば、テキスト文字列の中から指定したパターンと一致する部分を効率的に抽出できる。例えば、テキスト文字列の中から主語となる受審人を抽出する正規表現のパターンは、

“[A-Z]受審人\*[がは]、| 同人[がは]、”

と表される。このパターンを指定するには、まず裁決録の構造を理解し、検索キーワードを指定する必要がある。裁決録は、大まかな構成と項目の統一が図られているとはいえ、詳細に読むと文章の表現は多岐にわたる。例えば、相手船の認知に関する表現としては、「認めた」「初認」「初めて認める」や、「気づかず」「気づかなかった」等がある。そのため、検索キーワードを適切に指定するのが困難である。

そこで、前述の 16 件の裁決録を航海作業経験のある作業者が読んで、受審人の行動に関する検索キーワードの抽出を試みた。受審人の行動は、主語と副詞及び動詞に分類したうえで、受審人の行動を、認知、判断、操作に分類して、すべての検索キーワードを抽出した。その結果の一例として、相手船の認知に関する検索キーワード及び検索サブキーワードを、Table 2 に示す。この表を見ると、受審人が初めて相手船の存在を目視で確認したことを、多くのケースで「認め」や「初認」と記載していることが分かる。このことから、正規表現を用いた検索では、これらの検索キーワードを指定して認知の有無を抽出した。なお、認知時刻を特定するために、CAT の機能を利用して検索されたキーワードの前後にある時刻情報を抽出した。

また、「事実の経過」には、認知以外の判断と行動についても記載されている。特に、受審人がとった行動の前後には、行動の前提条件や行動の内容について詳細に記載され

Table 2 認知に関する検索キーワード

検索キーワード	検索サブキーワード	件数
認め	認め	6
	認めたが	2
初めて	初めて視認	2
	初めて認め	3
初認	初認し	5
	初認したが	1
視認し		3
気づき		1
合計		23

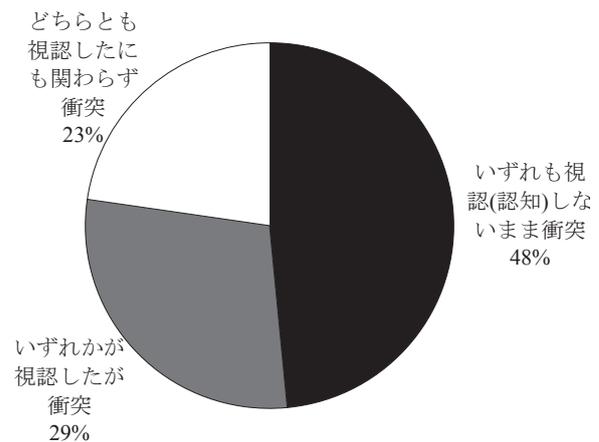


Fig.2 衝突海難の視認状況 (n=163)

ているため、これらの内容を自動的に抽出することができれば、海難の原因究明の一助となる。そこで、受審人の認知以外の判断と行動についても抽出を試みた。その結果をTable 3 に示す。Table 3 を見ると、その多くが操船行動の記載となっており (30.2%)、行動の前後には操船の条件 (自動/手動操船、船速、針路) が併記されていることが分かる。また、同じく操船行動に付随してとられていた行動や判断の記述が 18.8%あり、次いで操船に付随して行われなかった行動や判断の記述が 10.4%。一方、未分類となった行動が 29.2%に上ることから、プログラムの精度向上が今後の課題である。

## 4. 結果と考察

### 4.1 衝突直前の相手船の視認状況

前述の 163 件の裁決録から、受審人が衝突の瞬間までに相手船を認知できたか否か、また、受審人が相手船を初めて認知してから衝突するまでの時間を前述のプログラムを用いて抽出した。

Table3 受審人の判断と行動に関する裁決録の表現

裁決録の表現	正規表現用 検索キーワード	裁決録の表現	正規表現用 検索キーワード	件数	割合(%)	小計(%)	
速力で	速力で	進行した	進行した 続行した	9	9.4	30.2	
針路及び速力で		続行した		3	3.1		
速力で	進行した	3		3.1			
自動操舵により	操舵により、 操舵によって	進行した		7	7.3		
手動操舵により		進行した		3	3.1		
自動操舵によって		進行した		1	1.0		
手動操舵によって		進行した		1	1.0		
北寄りに	に	進行した		2	2.1		
眺めながら	ながら	進行した		1	1.0		18.8
続けながら		進行した		1	1.0		
態勢で	態勢で	進行した		1	1.0		
見る態勢で		続行した		1	1.0		
のまま	のまま	進行した		1	1.0		
戻して	して	進行した		1	1.0		
期待して		進行した	1	1.0			
合して	て	続行した	1	1.0			
思っ		進行した	1	1.0			
就いて		続行した	1	1.0			
転じて		続行した	1	1.0			
認めて	を	続行した	1	1.0			
揚網作業を		続けた	1	1.0	続けた		
惰力前進を		続けた	1	1.0			
操業を		続けた	1	1.0			
投網を		続けた	1	1.0			
見張りを		続けた	1	1.0			
南下を	続けた	1	1.0				
措置をとらずに	ずに ず	進行した	2	2.1	10.4		
気に留めず		進行した	1	1.0			
気付かず	進行した	1	1.0				
避けず	進行した	1	1.0				
避けることなく	ことなく こともなく	続行した	1	1.0			
気付くことなく		続行した	1	1.0			
こともなく		進行した	1	1.0			
こともなく		続行した	1	1.0			
気付かないまま	ないまま	続行した	1	1.0			
操業を	を	開始した・始めた	3	3.1		9.4	
惰力前進		開始した・始めた	1	1.0			
揚錨		開始した・始めた	1	1.0			
揚網作業を	を	開始した・始めた	1	1.0			
仕掛け作りを	を	開始した・始めた	1	1.0			
きょう導を	を	開始した・始めた	1	1.0			
呼びかけ		開始した・始めた	1	1.0			
態勢であることを		知った	1	1.0	2.1		
北上していると		知った	1	1.0			
		気付かなかった	6	6.3	29.2		
		就寝した	2	2.1			
		陥った	2	2.1			
		合した	2	2.1			
		転じた	1	1.0			
		記載していた	1	1.0			
		南東進した	1	1.0			
		向けることにした	1	1.0			
		制限するものでなかった	1	1.0			
		休息した	1	1.0			
		措置をとらなかつた	1	1.0			
		状態であった	1	1.0			
		行わなかつた	1	1.0			
		停止していた	1	1.0			
		就いた	1	1.0			
		状態ではなかつた	1	1.0			
		南下した	1	1.0			
		降橋した	1	1.0			
		受け持っていた	1	1.0			
		横断することとした	1	1.0			
		合計	96	100.0	100.0		

まず、相手船の認知状況について、相手船を最初に視認した（初認）した時刻と、衝突の直前までに受審人が相手船を視認した状況を解析した。その結果を Fig.2 に示す。相手船の視認状況を見ると、いずれも視認しないまま衝突したのは、79 件（48%）であった。また、いずれかが視認したが衝突したのは、47 件（29%）であった。そして、どちらとも視認したにも関わらず衝突したのは、37 件（23%）であった。これらの結果から、衝突海難の半数は、衝突の瞬間まで相手船を視認していないことが分かる。このような状況認識の失敗を未然に防止するには、認知できなかったものを認知しやすいようにする、もしくは認知できるようにする対策が求められる。具体的には、衝突の危険がある船舶が接近した場合に警報を発し操船者の気づきを支援する装置などの実装が効果的である。

次に、少なくとも一方が視認できていたにも関わらず衝突してしまった 84 件について考察する。これらのケースでは、少なくとも一方が相手船を視認していることから、認知過程においては適切に情報処理されていると考えられる。従って、操船者の判断エラーが発生していると推定される。例えば、監視の継続を忘れてしまったケース、切羽詰まって監視ができなかったなどのエラーは、時間的な余裕と衝突海難との高い相関を示す例と言えよう。そこで、具体的に衝突までの時間の推移と、視認状況の変化について解析を進める。

#### 4.2 視認状況の時間的推移

衝突までの時間的推移を相手船の視認状況別に分析した結果を、Fig.3 に示す。Fig.3 の横軸は、相手船を認知した時刻から衝突時刻までの時間を示し、縦軸は累積割合を示している。視認状況別に見ると、早ければ衝突の 20 分前には相手船の存在を認知していることが分かる。また、衝突 10 分前までは、両方視認していた群と比較して、片方のみしか視認していない群が高い割合で推移している。しかし、衝突まで 5 分以下になるとこの傾向は逆転して、両方視認できた割合が急激に増加する。これは、衝突の 5 分前でも相手船を視認できない受審人は衝突まで相手船の存在に気づかないことと、両方の受審人が相手船を視認できたとしても、衝突までの時間余裕が 5 分以下では衝突を回避できないことを示している。

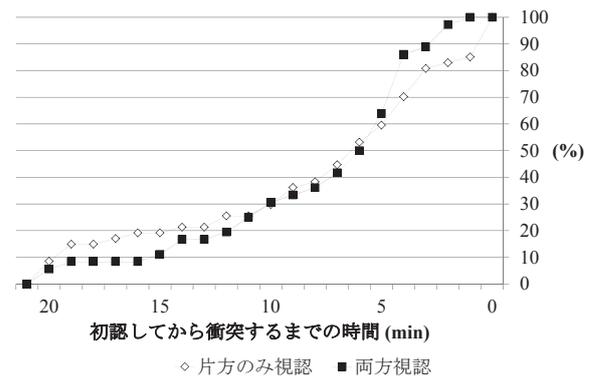


Fig.3 相手船の視認状況別に見た衝突海難の累積と衝突するまでの時間

また、時間的余裕に着目すると、片方もしくはいずれも相手船を視認できた衝突海難の 6 割以上は、衝突の 5 分前には相手船を視認していることが明らかとなった。この結果から、操船者は、5 分以上の時間的な余裕があるため、なんらかの判断過程を経ているものと考察される。すなわち、相手船を認めていたものの、相手船が安全に航過すると思ったケースや、相手船が避航すると思いついたケースがこれに該当する。このような判断エラーを未然に防ぐには、判断支援が求められるが、現時点では、作業者の判断を検出・支援するシステムの開発が困難なため、共同作業による気づきの支援がよりいっそう重要となる。一方、相手船を認知したのが 5 分未満だった残りの 4 割のケースでは、船同士の物理的な距離が接近している上に、VHF 等でコミュニケーションをとりながら相手船と回避方法について相談する時間的余裕がないことから、操船者を介せず自動的に避航操船を実行できる装置の支援が求められる。

## 5. 結論

本研究では、操船者がどの時点で相手船を発見し、衝突までの時間的余裕がどれほどあったのかを基に、衝突海難の未然防止策を議論するため、操船者の情報処理過程の中でも重要な認知過程に着目して海難審判裁決録を分析した。その結果から、受審人が相手船の存在を認知してから衝突するまで 5 分以上の時間余裕があったケースが解析対象の 6 割を占めていることを明らかにした。このことは、貨物船同士の衝突海難の多くが、操船者

の判断エラーに因ることを示していると考えられる。また、認知から衝突まで時間的余裕が少ない場合は、操作支援の重要性が高まることも併せて示した。

海難の原因となってしまった人的要因を、広範に捉えて、管理や個人特性まで対策を広げるだけでなく、より効果的に対策を講じるためにも、人的要因別の分析が今後必要となる。

#### 参考文献

- 1) 海上保安庁 編集、海上保安レポート2011、日経印刷(2011)
- 2) Hawkins, F. H. :Human factors in flight, Gower Publishing Company (1987)
- 3) 海難審判所、平成23年版レポート海難審判、(2011)
- 4) Mica R. Endsley :Situation Awareness Analysis and Measurement: Analysis and Measurement, Lawrence Erlbaum Association Inc. (2000)
- 5) 伊藤博子、吉村健志、瀧本忠教：「環境条件による衝突海難の類型化に関する研究」、日本船舶海洋工学会講演会論文集、第11号 (2010)、pp.197-200
- 6) 伊藤博子：「海難事故データベースを用いた事故分析」、海上技術安全研究所報告、第12巻 第2号 (2012)