

## 技術と安全、安全の文化

開催日：平成25年12月10日（火）

開催場所：ANAクラウンプラザホテル博多

講師：海上保安大学校名誉教授 日當 博喜



ただ今紹介に預かりました日當でございます。

これからしばしの時間、「技術と安全、安全の文化」のタイトルでプレゼンテーションをさせていただきます。よろしくお願いいたします。

こういった「技術と安全」をテーマにした講演会で「安全の文化」というように、文化という言葉を出して講演を行うというのもなかなかないことだと思いますが、安全にとって文化というものが如何に深い関係にあるかということと一緒に考えてみたいということでございます。

### ○講演概要

講演概要ですが、先ず第一弾としてプロフィールを紹介いたします。「東日本大津波」がございました。大変な大惨事でした。実は私は津波とかかわりがございます。はじめにその辺りのお話を致します。それから先程の紹介にもありましたが広島大学大学院で操縦性に関する勉強をいたしまして、操縦運動モデ

### 講演概要

#### プロフィール紹介

津波との関わり／船の操縦運動モデルの研究／私と海難・安全との関わり／事故の起こり方を知る

#### 安全を考える

1. 安全とは
2. 事故防止の必要性
3. なぜ事故が起こるか？
4. ヒューマンエラーについて
5. 技術の延長上に安全はあるか(安全の文化)
6. 事故防止のために何ができるのか
7. 陸上交通の場合
8. 操船シミュレータを用いた訓練の効果の検証

ルを作ることに携わりました。これからお話しします安全の話と関わりますのでそれについて少しお話し致します。次いで海難との関わりですが、事故がどのようにして起こっているのかということが分かりませんと防ぎようがありませんのでその辺りを一緒に考えて参ります。

本題であります第二弾では安全を考えるとということで、安全とはどういうものか、そしてヒューマンエラーというものを考えて参りたいと思います。ただ講演を準備していてついプロフィールに力が入って深入りしたところもありますが、第二弾の安全を考えるとということに関連してきますので辛抱してお聞き頂ければと思います。

### ○プロフィール（我が町と津波）

それではプロフィールの紹介に入ります。今日お越しの皆様には初めてお目にかかる方が多ございますので、講演者がどこの誰なのか少し詳らかにしたいと思います。私の実家は NHK の朝ドラ「あまちゃん」で有名になりました岩手県久慈市の少し北にございます岩手県九戸郡洋野町（合併前は種市町）です。一応、JR も通っておりまして最寄り駅は陸中八木になります。



さて、ご存知のように 3.11 の大津波が発生しましてわが町にも津波がやっ

て来ました。津波の後どういう状況であったかは遠くから想像するしかなかったのですが、震災直後に国土地理院が被災地の沿岸を全部航空写真に撮りまして、それを今後の復旧復興に役立てればということでホームページに張り付けました。その情報を得まして早速自分の田舎の様子を見たいと思ひまして写真をダウンロードいたしました。

少し紹介いたしますと、兄が居る私の実家はここです。地図で見ますと海拔 10m くらいでございます。これだけしかなかったのかとびっくりです。それから姉の家は高台にあり海拔 30m あります。こちらは大丈夫だろうと思ひましたが、実家はやられたかなという感じがしておりました。この地域は昭和 8 年 3 月 3 日の三陸津波で、大きな被害にあった所でございます。その話は随分聞いて育ちました。というのは私の父と母のそれぞれの長兄が津波でやられましたので、幼い頃から津波の恐ろしさ、それから津波が来た時の対処方針、対処方針というのは要するに退路を確保することと逃げるということですが、地震が

来たら揺れが大きくなる前に先ず玄関の戸を開ける、次いでのんびりしないで逃げろ、そういうことを聞いて育ちました。昭和三陸地震は今回の地震とは丁度 12 時間ずれた時間帯、夜中の 2 時半頃に発生しましたから皆が熟睡しているそういう時間でした。悪いことに震度そのものはそれ程大きくなかったために、皆一度は起きたもののまた寝てしまったというのです。そこを襲われたのであります。それはそれは冷え込みの厳しい日だったそうでありまして、海水に浸かったら望みはないという状況でございます。ただその津波が一体どのようにして来たのか見た人は居ない訳で、私自身知りたいたころでしたが想像するしかありませんでした。今回は昼間に襲来しましたので大勢の人が見えています。大震災の後に何度か帰省しまして、津波を見たという人たちに津波の襲来状況を聴いてみました。皆、沖合の方を見ていたというのですが、震源地が三陸津波の場合よりも少し南の方であったこともあり、津波は沖からではなく線路伝いに南の方から来たというのです。線路から下の方は津波に総なめされましたが、南から来たことが幸いして実家は大丈夫であったのだと思います。津波が真東から来ていたら分からなかったと思います。航空写真を見ると港の中に普段はない色んなものが見えます。流された倉庫や転覆した船です。またあるはずの駅舎が流されて無くなり、貨車も流されています。ただ、実家そのものはあるべき場所にありましたので流されてはいないということが分かりました。

現地に行ってみますとこういう状況になっておりまして、線路の下はえぐられて枕木も無くなっている所もありました。それから、ここは鉄橋が通っているのですが鉄橋が落下しております。右下は旧国道ですが今にも外れそうになっています。ガードレールはこのあり様でして、津波のすさまじさを思い知らされます。港に立ってみますと、海に面している防波堤



が流されていきました。外洋型の防波堤ですので大きくて相当頑丈なものなのですが根こそぎシンカーの所から抜けて何十メートルも流されています。さらに驚いたのはテトラポットです。整然と並べられていたということですが、沖の方まであちこちにバラバラに散らばっています。本来あるべきはずの数がなく、どこへ行ったのかも分からない状況だということを知りました。こういう外洋型のテトラポットでさえこれだけ散り散りに流される、そういう津波です。また、ここに落ちている防波堤は津波が来た方向とは反対側の南側に流されてい

ます。ということは津波が押し寄せた時ではなくて、津波が引いていくときに倒壊したということが分かります。引き波の方が水流が強かったということになります。

我が町の場合、過去の津波の教訓が生きました。全員直ぐに逃げまして犠牲者ゼロでした。直ぐ南の久慈市でも、北の八戸でも犠牲者が出ておりますので、あの辺りで犠牲者ゼロというのは珍しいと思います。もちろん防潮堤等を設置しているところもあります

が万全ではありませんので、逃げたというのがやはり一番大きな要因と思います。聞いてみますと普段から避難訓練をしているとのことでした。およそ一週間前の3月3日は昭和三陸津波記念日でしたので、慰霊祭もやり、そうした意識を持っている時に今回の津波がやってきたということで、皆高台に逃げたということです。

それから、被災後の対応についてですが、お互いの助け合いの中では町内会、特に婦人会のネットワークが素晴らしかったと聞きました。婦人方は令無くしてきつと動いてすぐに鍋や釜、米などを持ち寄って炊き出しをし、沖に逃げている漁船の漁師に握り飯を届けるということもやったようです。普段から濃い付き合いをしていますので、どこの家に誰が居るとか、どういう病気を持っていて普段どういう薬を飲んでいるというのを他の人も知っていますから、安否の確認と対応が速やかにできたということで、これは素晴らしいことだと思いました。

## ○船の操縦運動モデルの研究

時間的に少し飛びますが、海上保安大学校を卒業して現場で勤務しているときに大学校の教官で戻らないかという話を頂きました。ただそのままでは使えませんので少し勉強して来いということで広島大学大学院で学ぶことになりました。そこでやったのは船の操縦運動モデルの研究でありました。ちょうど広島大学

**我が町の場合→過去の津波被害の教訓が生きた！**

**先ず高台に避難した！**

その結果→町の犠牲者はゼロ

防潮堤の設置の他、普段から避難訓練を実施している。→意識が高い！

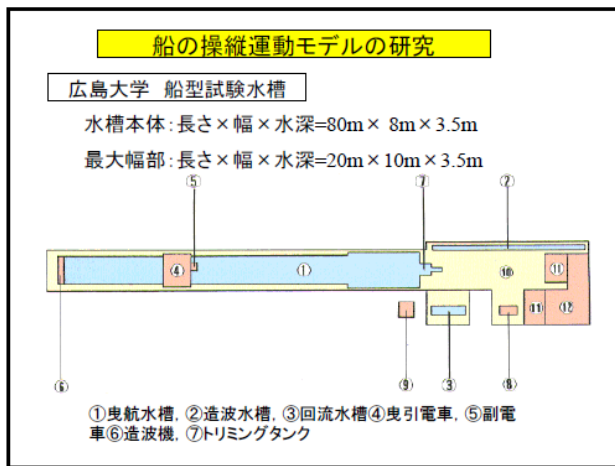
**被災後は町内会(婦人会)の絆がチーム力を発揮**



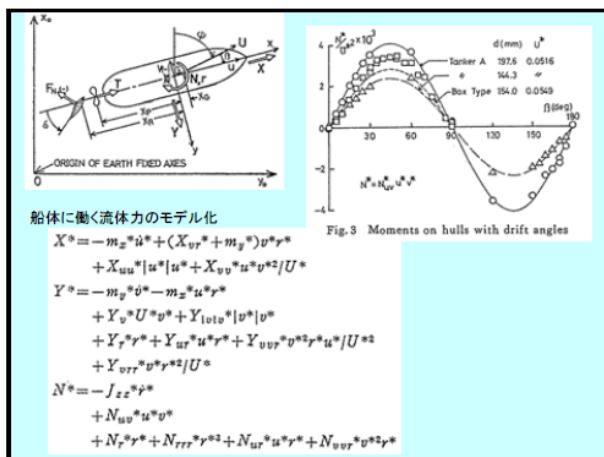
が広島市千田町から東広島市に移転する時機に当たりまして、船型試験水槽も新しく建て替えられました。タイプとしては長水槽で、長さ 80 メートルに助走部分 20 メートルを加えて長さはトータル 100 メートルあります。幅は 8 メートル部分と 10 メートル部分がある大型の水槽です。水槽の上に曳航電車が見え、電車の下に模型を取り付けて強制的に引っ張る拘束模型試験というを行います。

私が広島大学に参りました頃には、これまでの水槽実験により通常の航行状態における操縦運動モデルというのは MMG モデルとしてすでに出来上がっておりました。

ただ MMG モデルの適用範囲は、ある程度の速力をもって航行している状態において舵を取って変針するとか、回頭するといった一般航行中の運動に限られます。港内操船のように船を真横に押すとか、その場旋回させるといった運動には対応できません。広島大学に参りまして 2 年くらい経った頃、坂出番の洲のバースに出入港する大型タンカーを VLCC クラスに大型化したいという案件の相談があり小瀬研究室で取り組むことになりました。操船条件としては浅水影響の問題が大きく、水深喫水比  $H/d$  が 1.2 といった非常に厳しい状態であり、安全に船を操船できるかどうかを調べることになりました。そのための実験に早速この水槽を使おうということになり、水槽の中に鉄製のアングルを組み、その上にパネルを載せて浅水状態を作りました。模型船の喫水は模型サイズと積載状態によって異なりますが大体 15 センチから 20 センチ前後です。その中で  $d/H=1.1$  とかになりますと船底間隙は 15 ミリから 20 ミリくらいになります。パネルは重さでしわ（撓）ります。もしパネルに 1.5 ミリの歪みがあると水深喫水比  $H/d$  に 1 割の誤差があるということになりますので 1 ミリレベルの精度が必要になります。それで計測部分にはしわりの少ないコンクリートパネルを敷き、蒸発を考慮しながら慎重に水位調整をして実験を行いました。こういう実験を行って何をしているのかを 2、3 申し上げます。



船を上から見た座標図において、前後方向に x 軸をとり前後方向の力を X とします。横方向に y 軸をとり横方向の力を Y とします。モーメントは N、加速度は r です。β は船首方向と実際に進む方向の差角です。これについては呼び方が幾つもありまして、横流れ角、漂流角、斜航角、圧流角、リーウェイなどと言っています。研究者の間では一般性のある斜航角あるいは横流れ角ということが多いです。この β を 0 度（船首方向）から 180 度（船尾方向）まで船の全方向にわたって種々変えながら模型実験を行います。従来の MMG モデルは 0 度から 30 度位までをモデル化していることとなります。見てお分かりのように揚力が支配的なこの範囲ではモーメントは迎角に対応して直線的に増加しています。一般にこの範囲を越えて迎角が大きくなると失速現象が現れますが、このことは船の場合にも大体当てはまっていることが分かります。



船体に働く流体力のモデル化

$$\begin{aligned}
 X^* &= -m_x^* \dot{u}^* + (X_{uv}^* + m_y^*) v^* r^* \\
 &\quad + X_{uu}^* |u^*| u^* + X_{vv}^* u^* v^* / U^* \\
 Y^* &= -m_y^* \dot{v}^* - m_x^* u^* r^* \\
 &\quad + Y_v^* U^* v^* + Y_{totv}^* |v^*| v^* \\
 &\quad + Y_r^* r^* + Y_{ur}^* u^* r^* + Y_{vr}^* v^* r^* + Y_{uvr}^* u^* v^* r^* / U^{*2} \\
 &\quad + Y_{vrr}^* v^* r^* / U^* \\
 N^* &= -J_{zz}^* \dot{r}^* \\
 &\quad + N_{uu}^* u^* v^* \\
 &\quad + N_r^* r^* + N_{rrr}^* r^* / U^{*2} + N_{ur}^* u^* r^* + N_{vur}^* v^* r^*
 \end{aligned}$$

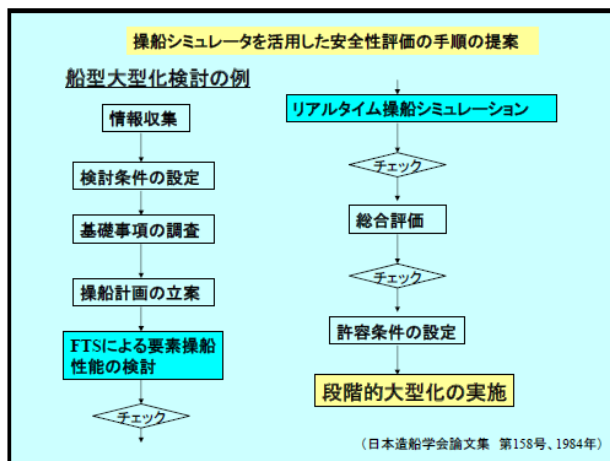
Fig.3 Moments on hulls with drift angles

ここで 30 度から 150 度までの範囲についてはまだ数学モデルがありませんでした。その理由としては 30 度までの船体周りの流れ場に比べて流体现象が複雑になりますし、浅くなると浅水影響が現れてくるためモデル化が難しいということがあります。とにかく必要に迫られて、低速でかつ浅水域に対応した全方向の運動に対応した操縦運動モデルを構築することになりました。MMG モデルをベースとしましたが、水深が十分ある場合には顕著に現れてこなくても浅水域になると現れてくる項があります。また、前進運動、横方向運動、回頭運動に対する項の他、それらの運動が連成したときの項もありますので、膨大な実験を行い、これらの実験データを解析してモデル化するというプロジェクトに参画したのであります。

### ○操船シミュレーションを活用した安全性評価の手順の提案

次に、このようにして構築した運動モデルを操船シミュレーターに組み込みまして、大型タンカーの出入港の安全性について検討することになりました。何分初めてのことでありますので調査研究の中でシミュレーターをどのように位置付けるべきかかということ、走りながら整理する必要がありました。要は安全性評価手順の中でシミュレーターをどう絡めるかということ、です。

フローにそって最初から順に申し上げますと、始めに情報の収集、次に基礎的事項の調査ということになります。それから操船計画を立案して、これをもとの FTS ファストタイムシミュレーションを行います。こうしたシミュレーションこそはシミュレータの得意とするところです。FTS ではそれぞれの操船場面に応じた性能をチェックします。チェックして具合が悪いことが分かればフィードバックして操船計画を修正することになります。それができた後に総合操船シミュレーションということで、実際に水先人



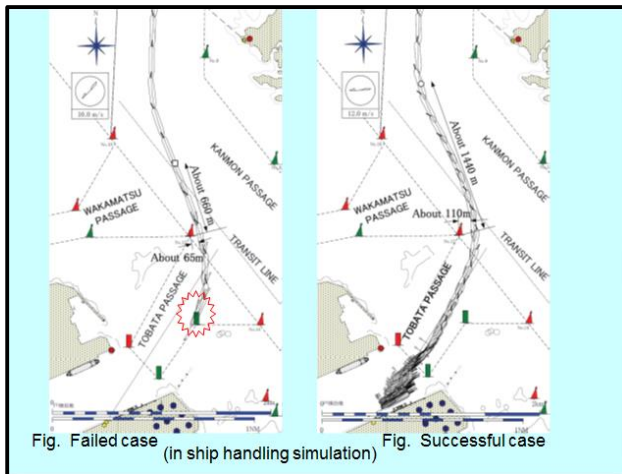
に来て頂いてリアルタイム操船シミュレーションを行いました。それをチェックして総合評価という手順になります。シミュレーションだけで全てを決定するのではなくて、専門家（水先人等）の知見を採り入れるということで総合評価という手順をおきました。それが済んだ後に許容条件を設定し、最後に、やはりシミュレーションはあくまでシミュレーターでの話ですので、実際とはどうしてもズレがあるだろうということで、実績を踏みながら段階的な大型化という手順を提案致しました。それをもう 30 年前になりますが、日本造船学会で紹介させて頂きました。以来いろいろ航行安全の検討に関わって来ましたが、検討の流れとしてはこの枠組みの中で行われてきていると思います。

この中で、幾つか課題が無いわけでもありません。例えば、操船計画ですが、誰がどのようにして立てるのかということがありますし、リアルタイム操船シミュレーションのところでも幾つか問題があります。最後に段階的な大型化と言いますが、この辺も現実になると容易でない面もあります。ですが、一応はこの流れで検討されていると思います。

そして 2008 年から 2011 年にかけて実施された西海防の航行安全対策調査専門委員会のことですが、北九州 LNG 基地に受け入れる LNG 船を 125,000 から 145,000 立方メートル級に大型化したいという案件がありました。

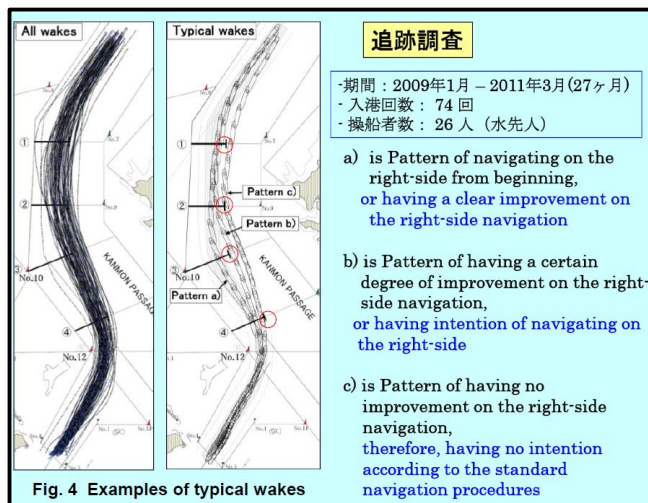
ご存じの様に大変難しい海域です。交通は大変輻輳していますし、それから潮流が強い、風も吹いてきます。そういう状況の中で経路としては、北の方から入って来てジグザグのコースをとりながら北九州 LNG パースに着けるというものです。これは、先程示しました評価手順からみて典型的な例だと思いましたので事務局の了解を得てアジアシミュレーター会議と言う国際学会で発表させて頂きました。簡単にご紹介しましょう。

ここがバースですが右側を走りなさいという海保の指導がありますので、極力右側を走るのでありますが、ジグザグのコースでするので変針のタイミングを逃すと分岐部分のブイに当たってしまう、左側のケースは変針のタイミングが遅れて失敗した例ですが、右側のケースは成功例です。シミュレーションをしたところかなりの高い確率で事故ることが分かりました。それで委員会としても対策を講じざるを得ませんでした。操船者が自分の感覚で操船していたのでは上手くいかないということが分かったのです。それで、標準操船方法、すなわち標準操船パターンを決めようということになり、標準操船パターンを見出すのに事務局の方が随分骨折りをされたのですが、12番ブイでの離隔距離が一つのポイントで、そこから矢印で1,440メートルと書いてありますが、この変針ポイントが非常に大事になるということが分かってきました。変針のタイミングと12番ブイとの離隔距離の二つに注目しておいて下さい。



こういった色々のシミュレーションを行ない、ここで何ノット、ここで舵を切る、エンジンモーションはこう、というような形で何回もシミュレーションして、これなら上手くいくというのを確認しながら標準操船を固めていきました。難しい操船局面について評価手順にそってしっかり検討して標準操船法を固めた、というだけでも十分研究的価値はありますが、この調査研究の素晴らしかった点は、さらに追跡調査を通じて標準操船の定着を図り、検証したという点にあると思っています。今ではAIS というツールがありまして、通行した航跡が全部分かります。27ヶ月間、入港回数74回、操船者26名（一人が複数回操船）の全航跡を重ね描きするとこうなりまして、パターンとしては右側航行という観点から大きくパターンA、B、Cの三つに分けられます。赤の丸を付けた所で右側・左側航行の判定をしています。パターンAは右側航行を心掛けて実際に右側を走っているパタ

パターンAは右側航行を心掛けて実際に右側を走っているパタ





ーン、真ん中のパターン B のケースは右側を通ろうとしているみたいですがどっちつかず、パターン C は、最初から右側を通る意志がないように見えます。パターン C は屈曲の角度が小さくなるため操船としては楽だということになります。ただ、右側航行のルールには反していることになります。

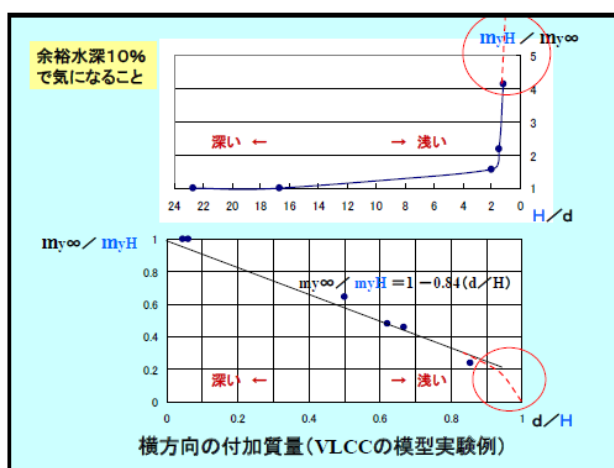
右側航行の定着率ですが、パターン A の場合、回数を重ねるごとに右側航行の定着率が向上して、この期間の中でみれば最終的には 100% 達成していることが分かります。一方そうではないグループ、特にその気がなさそうなパターン C の場合さっぱり改善が見られず右側航行になっていません。入港後実際の航跡を水先人にフィードバックしましたので、それをきちんと受け止めた場合にはパターン A のような結果になるということが分かります。

もう一つ 12 番ブイまでの距離、この変針点からの距離ですが、12 番ブイから遡ってどこで変針するかという意味になりますが、これも回数を重ねるうちに段々と収れんしてきまして、大体 700 メートル位の所で推移している。そうすると大体上手く変針出来ているということも分かって来ました。こういうことを追跡調査により明確にしたという意味で典型的な調査研究事例であったと思っています。

### ○余裕水深の課題

次に、最近いろいろな委員会に出ていて気になることに余裕水深の問題があります。船は大型化するが港の整備にはお金がかかるし追いつかないということで、操船する立場からすると非常に厳しい状況がたくさん出てきています。余裕水深 10% という状況があちこちであるものですから、以前実験した時の事を思い出して資料を探してみました。今日初めてお見せする未公開資料です。

これは VLCC 模型の横方向の付加質量を示したのですが、上側の図の縦軸はある有限水深の時の付加質量を十分に深い時の付加質量で割っています。深い時を基準にしますから、深い時が 1 になります。横軸は水深喫水比  $H/d$  で右に行くほど浅くなります。 $H/d$  が小さく（浅く）なると、付加質量はこのように増加し

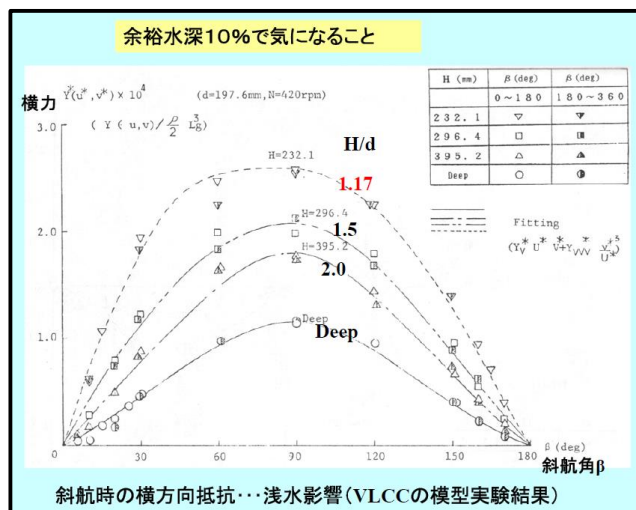


ていきます。これに船自体の質量が加わりますので数値的にはプラス 1 だけ大きくなります。この図は見たことがある方もおられると思います、イメージ的に分かり易い表現であると思います。ところがモデル化しようとするこの曲

線部分の近似がちょっと煩雑になります。それで、当時は簡単に表現したいということから、縦軸、横軸について全部逆数をとったのが下側の図です。すなわち縦軸の付加質量は有限水深の値で無限水深の値を割り、それから横軸は  $H/d$  をひっくり返して  $d/H$ 、このようにしますと付加質量については最大で1になります。ここで  $d/H$  が1のところは、船底の余裕水深が0ですから丁度海底に接触するという状態になります。つまり上側の図と下側の図は同じものを表していることになります。

この近似が具合いいのは非常に単純な式で表現出来るということです。この場合、 $(1 - 0.84 (d/H))$  という直線で近似できます。当時の検討対象船の検討条件は、図に示しました  $H/d$  が 1.17 という状況まででした。それより浅い状態までは考えていませんでした。それでこれくらいまで表現できれば良いだろうということ、このような式で近似しました。そうすると、どのようなことになるかと言うと、船底が海底に接する状態 ( $d/H$  が 1.0) では実際には付加質量は無限大になると考えられますので、近似に用いた下側の図の縦軸はゼロになり、おそらく赤色の破線のような特性になるものと思われませんが、シミュレーター上は直線近似していますので、 $H/d$  が 1.1 とかそれよりも浅い状態になるほど実際とシミュレーターとで差が大きくなることになります。シミュレータの方が浅水影響を小さく見積もっていることになります。この差は下側の図では小さく見えますが、上側の図に戻して見ると考え易いですが数値的には何倍も変わって来ます。これが私の心配している部分であります。

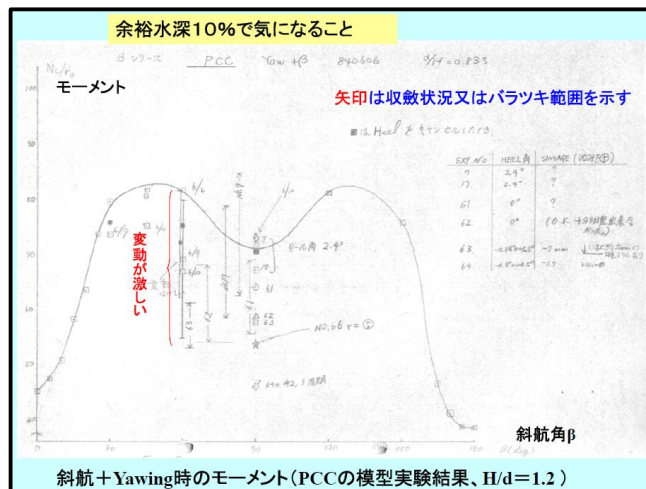
おそらくは赤の破線で示したようなカーブになると思われますが当時は必要なかったので実験していなかったのであります。何処の操船シミュレーターもこうした運動モデルを使っている可能性があることから、今国内2ヶ所、ご存じのように日本海洋科学と MOL になりますが、ちょうど同じような事例で検討していますので、この辺のデータをチェックしているところです。浅水影響がシミュレータにどう組み込まれているか、それによりシミュレーション結果の安全率を考えないといけないと思っています。 $H/d=1.17$  で実験した時のことですが、船体が沈下・トリムして船尾が水槽床にぶつかり舵を壊したことがあります。時にはプロペラを曲げてしまうこともあります。こうなると実験で



きなくなります。これはどこの水槽で実験しても同じことですので、中々実験し難い実験状態ではあります。

もう一つ紹介しましょう。斜航角  $\beta$  を変えて強制的に引っ張ったときの横方向の抵抗です。斜航角  $\beta$  は船首方向と実際に動いている方向とのなす角度です。 $0^\circ$  は真っ直ぐ前進、 $180^\circ$  は真っ直ぐ後進している状態のものです。水深が十分深い Deep(ディープ)と  $H/d=1.17$  の時の横方向の抵抗を比較すると、例えば真横に引っ張った  $90^\circ$  についてみると、横力は2.5倍違います。これは VLCC ですが、船型によってはもっと大きな違いになって現れることがあります。

次のグラフは少し見難いですが、30年前に水槽の曳航電車の上で手書きしたグラフです。 $H/d=1.2$  の状態で斜航させながら Yawing (船首を左右に振らせた) させたときのモーメントのある成分を表したのですが、縦軸がモーメント成分で、横軸が斜航角  $\beta$  です。問題は値が一定しないことです。斜航角が10度、20度の辺りは何回やっても



同じ値になりますので実験システムには問題はないと思われましたが、斜航角が大きくなった時にはこれだけ上下に変動します。どうしても気になったので、6月の6日、9日、10日の3日をかけて実験を重ねていますが、何度やっても同じような現象が現れますので現実がこうなんだと判断しました。困ったことは値が特定されないとモデル化できないということです。それで平均をとったり、或いは時間が経過して値が静定したところの値を用いてモデル化したところもあります。現実の操船を考えると動き出す初期の抵抗が大事になると思いますので、この辺も余裕水深10%といった状況では結構問題があると思います。

これは SR108 という実験用の標準コンテナ船型を Pure Yawing と言いましてスピード零



でその場で周期的に頭を左右に振らせた時の写真です。見て頂きたいのはこの水の動きです。かなり先まで水が動いているのが分かります。写真では見えませんが実はもっと遠くの広い範囲の水まで動いています。浅水状態というのはこういう状態になっているということです。船底を潜ってきた流れが渦を巻きます。渦は一定ではなく、大きくなったり小さくなったりします。そのたびに船に働く力は変動することになります。

もう一つ、これは 30 cm/s で斜航させたときの前後方向の抵抗を示したもので（紙面の都合上省略）、縦軸は前後方向（x 軸方向）のいわゆる抵抗です。斜航角をつけていきますと実は抵抗が減りまして 25 度付近からプラスの推力側の力になっています。これは多分ピンと来ないと思います。プロペラを回さなくても船は前に進むのかということになりますがそうではありません。明らかに推力が出ていますがこれは揚力のなせる業です。前後方向の力 X と横方向の力 Y をトータルすると真横よりも少し後ろに力が働きますので無動力で船が前に進むと言うことではありません。ただ、ご存知のように抵抗よりも上に引っ張り上げる揚力が効率良く出てくるとというのが翼ですので、そのメカニズムが船の場合も表れているということであり全然不思議ではありません。それは問題ではないのですが X 力の変動が大きく、時間とともに徐々に収れんすることもありますし、周期的運動を続けることもあります。浅水状態ではこのような事が起こっているということでもあります。

実験現場で見ているとずっと気になっていたのですが、今年韓国で開催されたアジアシミュレーター会議で韓国の先生から次の事例紹介がありました。1 軸右回りの VLCC で、喫水は 18.2 メートル位から 19 メートル、そこで  $H/d$  が 1.1 という状況で入るのだそうです。港はホハン港、慶州のすぐ北にあります。当初は 1 番、2 番、3 番、4 番というポイントを通り過ぎて着ける計画だったということですが、減速のために Half Astern を使うと、突然左回頭が起こり危険な状況になったというものです。前方に岸壁があるため後進を止めることができずタグで押して何とか止めたと言うようなことで、冷やりとする事例です。1 軸右回り船ですけれども、このような浅水状態では普通とは逆に左回頭が起こる、しかも急激に起こると言うようなことでもありました。模型実験で見ても相当乱れた流

**余裕水深10%における異常な現象の報告  
Eng. Half Ast'n使用時の急激な左回頭事例**

2.2 Docking at No. 10 berth & left-turn

Figure 1 shows that when an ore carrier is approaching No. 10 berth, the ship is turning to the left rapidly by using the astern engine.

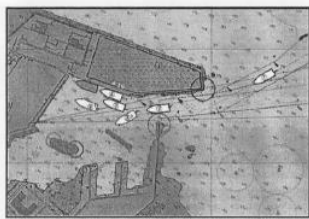


Figure 1 An Ore carrier docking No. 10 berth in the Port of Pohang and left-turn

At No.1 position the ship is approaching at a speed of 5 or 6 knots, where the incident can have

(1) The allowance of depth

The smaller the under-keel clearance is, the more frequently the left-turn occurs. When  $depth/draft=1.1$ , the situation happens more often. Since 2012, at the time of completing dredge, the left-turn phenomenon seldom happens.

(2) The speed of ship

When the ship's speed is more than 4 knots at No. 2 position of Figure 1, the left-turn phenomenon occurs. While the ship's speed is less than 3 knots, the phenomenon seldom occurs.

(3) The engine used

When the engine used is more than 'Half Astern', the phenomenon happens frequently. Under the engine of low speed, or less than 'Slow Astern', it seldom occurs.

by Prof. JEONG, 13<sup>th</sup> ACMSSR

れになっていますので、このようなことは十分起こり得ると思っています。この現象はかなり高い確率で起こっていて、しばしば起こると言っておりました。ただ、**Slow Astern** では滅多に起こらないということですので **H/d** との微妙な関係がありそうです。余裕水深 10% の状況とはそういう不連続な現象が現れる境目であり注意が必要と思っています。

よく 10% で操船していると聞きますが実際は 10% ではないと思っています。余堀りと言うのがありまして実際には表示水深よりも深いことになりまして、時間帯によりある程度のプラス潮位が生じます。この潮位についてですが最近はこの潮位に対して 10% というような議論も出てきていますので、ますます危ない状況になってきて

いると思っています。それから底質が問題でありまして、軟泥質の底質であれば少々接触しても大事にはならないということがあります。現実ヨーロッパのアントワープの川港では、余裕水深がマイナスの状況で動かしているという話しも聞いたことがあります。泥の中に突っ込んで走っていることになりましてので感心した話ではありませんが、そういう状況だということをお話しさせて頂きました。

**余裕水深10%で操船可能な訳**

- ・余堀り
- ・水深の基準面からのプラス潮位
- ・底質(軟泥質等)

実質は10%以上の環境で操船している。  
では厳密に10%の条件で操船できるか？

### ○海難・安全との関わり

イントロが長くなってしまいましたが本題に戻りましょう。以上のようなことで操縦性能、操船シミュレーター、安全性評価等に関わってきました。他に復原性についても大学院時代に少し勉強したことがあります。海難の中でも大きな被害につながる衝突・転覆事故について、殆どは現場職員で処理される訳ですけれども、原因がよく分からないといった場合に相談があります。昭和 60 年に海保大に着任したその年からそのような話がありまして、定年退職を迎えるまでとうとう切れることがありませんでした。

主なものを挙げてみます。

**私と海難、安全との関わり**

**これまでに関わった主な海難**

- ・潜水艦なだしお衝突(横須賀沖)(S63年7月)
- ・まき網漁船「五郎竹丸」転覆(H6年12月)
- ・工作船(九州南西海域)(H13年12月)
- ・練習帆船「海王丸」走鐘乗揚げ(富山湾)(H16年10月)
- ・イスラエルコンテナ船と漁船衝突(根室東方)(H17年9月)
- ・高速旅客船トッピー4衝突(鹿児島沖)(H18年4月)
- ・イージス艦と漁船の衝突事故(野島崎沖)(H20年2月)
- ・フェリーありあけ横転漂流乗揚げ(H21年11月)
- ・某国漁船の巡視船衝突事件(H22年9月)



「海難お」の船林を鑑定する、海上保安大学の船員(21年11月27日、海上台船除船部基地で) (発売)

昭和 63 年に潜水艦「なだしお」事件と言うのがございました。この時には潜水艦の運動性能を推定して欲しいという話しでありました。さすがに潜水艦は経験ありませんでしたが資料を見て思わずびっくりしたのですがプロペラと舵の位置が普通の船と逆なのです。船尾の後ろに舵があってそれよりも後ろにプロペラがある、こういう構造になっていますので緊急停止で後進をかけた時にどうなるかというのは全く未知の分野であり、少ない実船データを読み解いて解析しました。

それからまき網漁船第二十五五郎竹丸事故、一遍に 20 名位が亡くなっておられますので海難の中でも悲惨な部類に入ると思います。

次に工作船です。これは引き揚げた船体を調査するというものでしたが、これは大変な代物でありますのでチームを組んでやりました。過去に覚せい剤を密輸したのではないかと思われる船とこれが同じ船ではないのかという話しもありました。この作業は隠密裏に進められましたが、その後こともあろうに講演会で発表しろということになりまして、ご丁寧にパンフレットには顔写真が載り、2005 年 3 月に横浜で講演しました。さすがにこのときは参りました。

その後海王丸事故です。あの無残な姿の映像は海事関係者であれば誰も見たくない映像でしょう。これの鑑定を頼まれまして、事故直後に船内に入りましたが、中は映像以上に悲惨で足の踏み場もない泥だらけの状態でした。

あとは外交問題まで発展したイスラエル船と漁船との衝突、鹿児島沖で発生した高速旅客船トッピーの事故、イージス艦の衝突事故、等があります。

この中で既に公表されていて、分析結果として考えさせられる事故がありますのでご紹介いたします。

「トッピー 4」というジェットホイルであります。長さ 30m 程で 43 ノットの高速で走ります。事故の際は 40 ノットで走っておりました。何に当たったか分からないけれども衝撃があって急速に船体が落下して乗員乗客は腰や頭を打って怪我をしました。不思議なことです。乗員乗客全員が怪我をしました。前翼は無傷で後翼の一部が傷んでいます。翼（フィン）は材料を曲げて作ったものではなくてステンレスからの削り出しですので相当強いです。前端を触ってみても殆ど凸凹がありません。ただ、よく見ると一部箇所の表面と裏面が辛うじて凹んでいます。ということはどのように当たったのか分かりませんが何か当たったのは確かです。

事故の起こり方を知る・・・その1	
総トン数	281.04トン（6名乗組）
全長	30.4m（麗を上げた状態）
幅	8.53m
喫水	2.59m
喫水（満載）	1.52m（航路中）
排水量（満載）	116.85t
推進方式	ウォータージェット推進
機関種類	ガスタービン
馬力	3,900馬力×2基
航海速度	43ノット
船名	総合金
乗客定員	263人
建造者	ボーイング社

**高速旅客船(ジェットフォイル)事故**

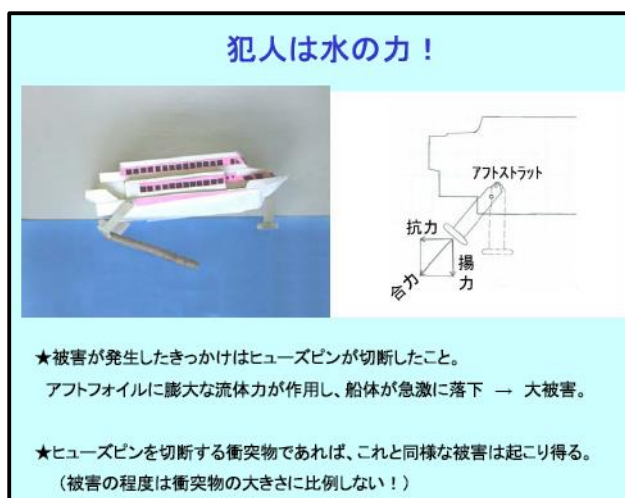


平成18年4月某日午後6時過ぎ、鹿児島県佐多岬灯台から北北西方、約1.5海里の海上を指宿港向け約40ノットの速力で翼走中、何らかの物体と衝突して急激な船体の減速・落下運動が生じ乗員乗客112人全員が負傷。

す。もう一つは船尾に何か大きなハンマーか何かがドンと打ったような窪みがあります。傷はこれだけです。二つの傷の距離は優に3メートル以上ありますのでメディアではクジラが当たったかと騒ぎ立てました。確かにクジラ位大きくないとこれらの傷は出来ないと思うのはもっともなことです。クジラであれば生体反応があると思うのですが生体反応はありませんでした。

結局損傷状況、窪みに付着した植物繊維から丸太と特定しました。ではどのようにして損傷が生じたかと言うと、前翼も後翼も同じ深さ・水深にありますが後翼に比べ前翼は短いために丸太は前翼の横をすり抜けて後翼の右端に突き刺さり、突き刺さった瞬間に後翼

の回転を留めているヒューズピン（ロックするためのピン）がせん断され、翼はブラブラ状態になります。ブラブラ状態になると恐ろしい事が起こります。40ノットで走っているときにブラブラ状態になった翼にはすさまじい抵抗が働き、船体は下に引っ張られます。しかもこの船は自動姿勢制御機能を備えていて、トリムせず



に水平姿勢で走れという指令でコンピューター制御により走っているときに後ろが急速落下すると前も下がります。優秀な姿勢制御ゆえに水平を保ったまま落ちる訳です。自由落下以上に下に引っ張られますので強烈な衝撃でもって海面に激突したと思われれます。直接のきっかけはヒューズピンの切断ですが、それによってブラブラ状態になった翼に膨大な流体力が作用して船体が急激落下したというものです。

では大きな丸太に限ってこうした被害が起こるかと言うと、そんなに大きくなくても起きます。ピンが切れる程度の物であれば同じような被害が発生します。ヒューズピンが切れてしまえば被害は同じ結果になります。そういう恐ろしさがあります。体が上に飛び上がれば頭にも注意しなければなりません。体はシートベルトで押さえられますので、この船に乗る時にはシートベルトをした方が良いでしょう。シートベルトをただけでは十分ではありません。落下した時の衝撃が大きいので、下にクッションが要るかも知れません。ショックアブソーバー付きが理想ですがそうしたシートにすると重くなって走れない、浮かないという話もあります。非常に微妙なバランスの中で、ボーイング社のエンジンだけあって、まさに飛んでいる船であると言えます。

## ○海上保安庁における安全運航研修

次に、海保大に勤務して暫くした平成16年に本校にも念願であった操船シミュレーターが設置され、巡視船の乗組員の安全運航研修や学生教育に活用しています。この施設は海上保安シミュレーションセンターと呼んでおりまして、このように美しい建物の、円筒型の所にシミュレーターの丸いスクリーンがあります。少しご紹介いたします。これは平成18年の卒業式に小泉総理がお越しになりこの施設を見学された時のものです。説明役を務めましたが見学だけでは退屈されるので操船して頂くように、ということでしたので、頃合いを見てお誘いしてみました。舵を握ってご覧になられますかと促しましたら、「オー」と言って舵を握られました。

面舵、取舵を取りましてこれは相当早い角速度で回頭している場面です。ご本人は相当真剣な様子でした。場所は東京西航路で丁度向こうに船の科学館が見えています。映像による揺れの表現がとても気に入られたようでした。



小泉純一郎内閣総理大臣 海上保安シミュレーションセンター視察  
平成18年3月26日 海保大卒業式



## ○安全とは

ここまではプロフィールで、これから本題になります。

安全とは何かということをお借りしながら考えてみたいと思います。ご存じかも知れませんがこの方はビートたけしのお兄さんで立派な研究者でおられます。「安全」とは辞書によると「安らかで危険のないこと、平穏無事

### 安全とは？

- ◆**広辞苑**
  - ・安らかで危険のないこと。**平穏無事。**
  - ・物事が損傷したり、危害を受けたりするおそれのないこと。
- ◆**ISO / IECガイド51**・国際標準化機構 / 国際電気標準会議
  - 受け入れ不可能なリスクがないこと。**
- ◆**JIS Z 8115**
  - 人への危害または資材の損傷の可能性が、許容可能な水準に抑えられている状態。**

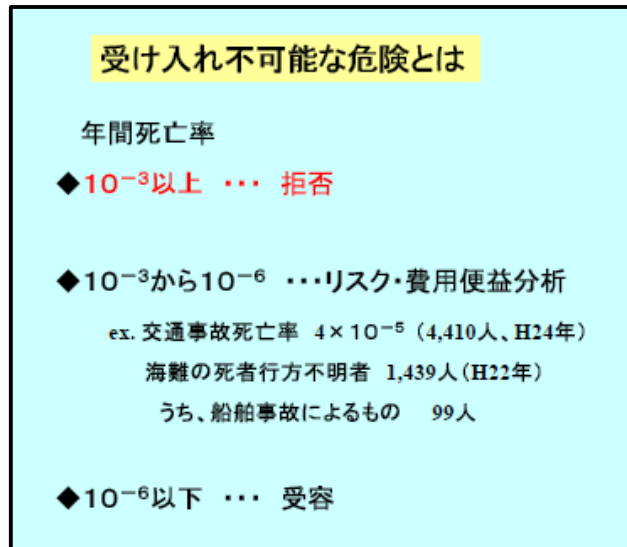
by 北野 大氏



あること、それから物事が損傷したり危害を受けたりするおそれのないこと」ということです。

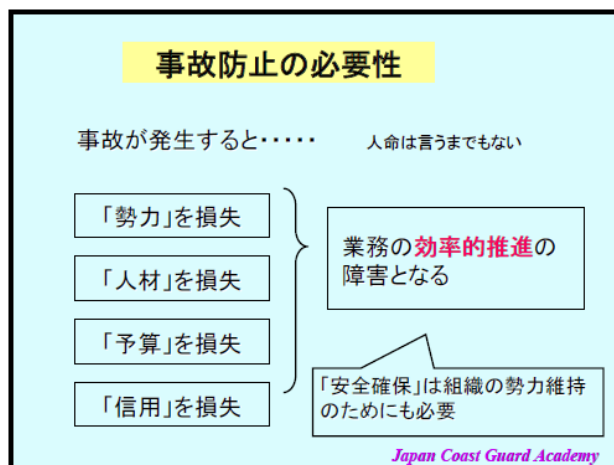
それから ISO・IEC ガイドでは「受け入れ不可能なリスクがないこと」と書かれています。段々言い方が変わって来ています。JIS では「人への危害または資材の損傷の可能性が許容可能な水準に抑えられている状態」。ということは平穩無事という状態からは段々離れて怪しくなって来ています。何処にいても全く何の危険もないということはありませんので、今頃は受容できるかどうかという考え方になってきています。

例えば年間死亡率が  $10^{-3}$  乗以上になるということは、その原因で年間 1000 人に 1 人以上が死ぬということですがこれは社会に許容されません。 $10^{-6}$  乗以下だったら今の社会で現実に受容されています。交通事故等はリスクと便益のバランス関係で許容の範囲に入ります。海難による死者については実は大部分は海浜事故で船舶事故によるものは全体の 7% くらいです。母数をちゃんと固めて死亡率を求める必要はありますが恐らく  $10^{-3}$  乗から  $10^{-6}$  乗の間にあると思います。



### ○事故防止の必要性

海上保安大学校ではシミュレーターを用いた安全運航研修をやっています。一般船にも共通する啓蒙的な話しですのでご紹介いたします。何故事故防止が必要かということですが、事故が起こると人命は勿論ですが勢力、人材、予算、信用を失ない結局は業務遂行の障害になります。研修開始当初心配したのは事故防止ということを強調し過ぎると、委縮してしまっ業務に支障が出るのではないかとこの心配もございました。しかしやってみるとそうした心配には及びません



でした。安全運航の研修と合わせて実際さながらの業務に関する訓練も行なっていますが、安全運航において手順をちゃんと踏めるチームというのは業務遂行訓練においてもちゃんと出来ます。その反対に安全運航がちゃんと出来なかったチームというのは業務遂行の訓練においてもチグハグで上手く行かないというケースをたくさん見ました。例えばいちいちコースを引かなくたってこの海域はよく分かっているから大丈夫だと言ってアドバイスを受け入れずにやって、チーム内が混乱したあげくに乗揚げてしまうということがあります。そう言う意味では、安全確保と円滑な業務遂行は相反しないということを、自信をもって申し上げることができると思います。

**事故防止の必要性**

Q. 事故防止ばかり強調しすぎると、萎縮が生じてしまい、円滑な業務遂行に支障をきたすのでは…？

Q. 安全確保と業務遂行は相反し／両立できないものなのか？

A. 安全確保のための知識／組織運営の考え方は、業務遂行時にも活用できる

「安全運航」と「業務遂行」の根底には共通するものがある

*Japan Coast Guard Academy*

### ○なぜ事故が起こるか

事故の起こり方を考えて見ましょう。一生懸命やっけていても事故は起こる、それから環境が良くても、例えば視界も良い、海も静か、経験技量もたくさんある、それでも事故は起こります。これについてはいわゆるヒューマンエラーが介在していると言われます。これはどうしても起こります。ヒューマンエラーに起因する軽微な原因が幾つものシールドを通過して事故が起こってしまう。大部分はどこかのシールドで止まりますが、偶然が重なるようにして起こってしまう場合があるということです。それで軽微な原因は常日頃から発生しておりますが、この連鎖を止めることで事故防止が出来るであろうという考え

**なぜ事故が起こるか？**

一所懸命やっけていても、真剣にやっけていても、十分注意していても、事故になる場合がある	周辺環境が良好な状態であっても、事故になる場合がある	技量／経験が十分であっても、事故になる場合がある
---	----------------------------	--------------------------

事故の原因の深層部分に「ヒューマンエラー」が存在していると考えられるものが多い

「ヒューマンエラー」とは、「達成しようとした目標から、意図せず逸脱することとなった、期待に反した人間の行動」

*Japan Coast Guard Academy*

**なぜ事故が起こるか？**

■ ヒューマンエラーに起因する事故発生のイメージ

環境    組織    その他 知識    直接的 原因

*Japan Coast Guard Academy*

方が生まれました。いわゆるブリッジ・リソース・マネジメント (BRM) の考え方はこれに基づいています。

## ○ヒューマンエラーについて

ヒューマンエラーと一言で言いますが、これは人間の本能的な認識特性に関係すると言われていす。それは多分に主観的で自分中心的な見方になりますが自己生存本能に根ざしていますので致し方ないことと思います。人間に備わっている一人一人が生命活動を営む上で必要な感覚が裏目に出ることです。例えば、幾つか見てみます。安定と安心と眠りの関係ですが、安定すると安心します、そうすると気持ちも身体も休めの状態になり本能的に眠くなります。危険な状況になると目が覚めます。

船に乗られた経験をお持ちの方もおられるようですので、船の見合い関係を例に考えましょう。相手船の方位に変化がないというのは実は危なくて、方位がどんどん変わっていく船というのは心配ない。これは皆さん知識として知っていますね。しかし動きに対する感覚としては、これは人間の本能に逆行しています。動かない物には安心し、早く動く物は危ないと感じる様に人の感覚は出来ていますので、そこは船の運航について学習して感覚とは反対だということを自分に叩き込まないといけません。変化がないことが危ないのだと常に思えるように訓練しなければなりません。エラー連鎖の切断には学習と訓練が必要だということになります。それでも何かの拍子に元の本能性が表れてくる、それがヒューマンエラーの本質です。なかなか厄介です。

それから人による制御の限界、これも良く知らないといけません。

## ○技術の延長上に安全はあるか

ここで話しを航空機に移します。出典に黒田勲氏と書きましたが、日本ヒューマンエラー研究所の所長を長くされた方です。パイロットでもあり、医者でもあり、研究者でもあるという変わった経歴の方ではありますが、この方が言っている事のなかで非常に心に留まったことがありました。「技術の延長線上に安全はあるか」というタイトルを見まして、はじめは何を言っているのかピンと来ませんでした。自分自身、技能、技術を磨いていけば安全は高められると思っ

**ヒューマンエラーについて**

**人間の認識特性とエラー**

(1)ヒューマンエラーの原因  
人間の本能的な認識特性(多分に主観的!)に起因

(2)人の認識(主観)特性  
・安定と安心と眠り(本能)  
・危険の認識(動きに対する感覚)  
・人による制御の限界

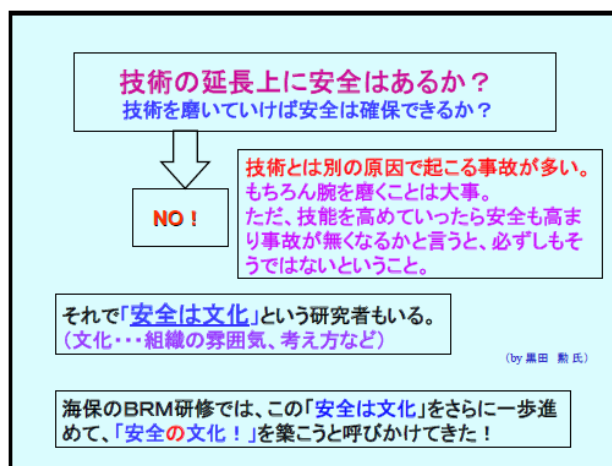
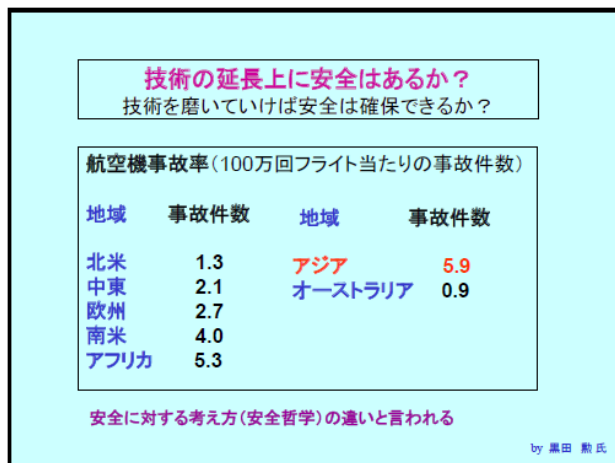
(3)エラー連鎖切断による事故防止  
経験だけでは不十分 → **学習が必要!**

*Japan Coast Guard Academy*

ていましたし、それは当たり前だろうと思っていました。これはジャンボジェット機の100万回フライト当りの事故件数を地域別に示したものです。同じ機種が世界中を飛び回っておりますので機体による差は無視できます。100万回飛んで北米では1.3件の事故、中東2.1件、欧州2.7件、アフリカで5.3件。アフリカはやっぱりそうかなあという感じがします。ところが

ここでアジアに目を向けて見ると日本を含むアジアは5.9件で最悪です。一方オーストラリアは0.9件と一番少ない。アジアとオーストラリアで6～7倍の違いがあります。これは一体どういうことかと思われませんか。アジアのパイロットの技量が劣るためでしょうか。そういうことは無いでしょう。お話を聴いておりますとオーストラリアは安全に対する考え方は非常に硬いと言いますか、頑固と言いますか、そういうようなところがあるのではないかと感じておりました。日本を含めアジアはどちらかと言うと融通がききます。これは私の解釈ですが、その融通性が裏目に出るかも知れません。オーストラリアのパイロットは少し悪条件になったらもしかしたら飛ばないかも知れません。これはもう飛ばせませんと言って多分断るのではないかと思います。アジアの場合は多少難しくても何とかしてしまう、という処があるのではないかと思います。それが数字に表れていると思います。

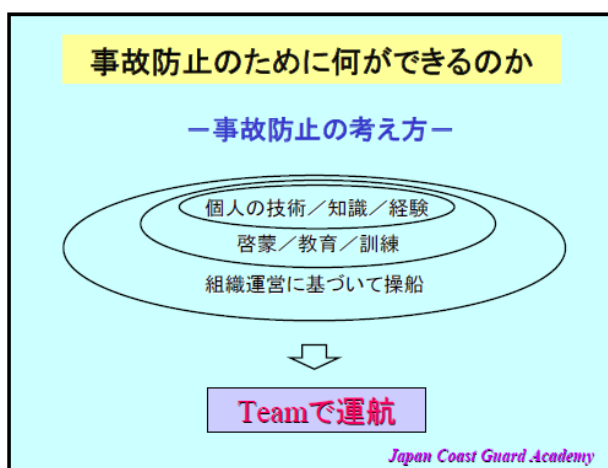
それで、この方が言うておられるのが、「技術の延長上に安全はあるか」と言う「ノー！」だということです。これはちょっと衝撃でした。シミュレーター研修室長になったことから少し勉強をしているうちにこれに出会いまして、これは目からウロコでした。事故は技術とは別の次元で起こるのだと言っています。先ほどのジャンボ機のパイロットは、もう大変な勉強をされて訓練もやって定期的に健康診断も受けて、やる事は十分やった上での話しです。技術を磨きに磨いても起こっているということです。未熟であったり、いい加減にやって起こっているのでは



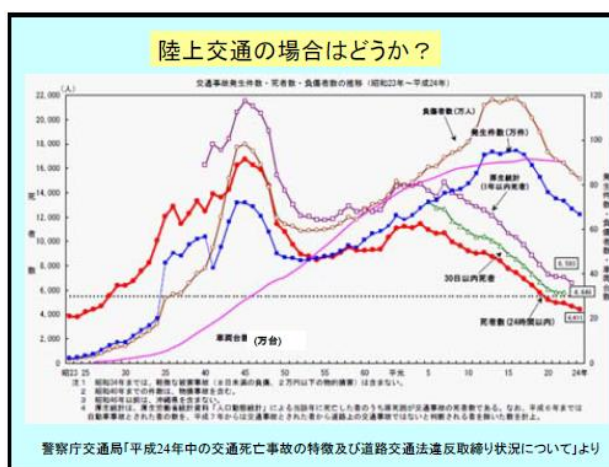
ないのです。技術を磨いていっても事故は「0」にはならないということです。それで黒田さんが言っているのは、安全は文化だということです。要するにチーム或いはその組織の雰囲気、考え方、哲学、風土、広い意味でそれは「文化」だと言っておられるのです。それは最近でも食品産地偽装やJ R北海道の体質など、ここ最近でもたくさんの事例が取沙汰されていますので、組織の問題もあるということに異論はないと思います。それで、海保のBRM研修では「安全は文化」とあるのを一歩進めようということで事ある毎に、「安全の文化」を作ろうと、海保からそう言う文化を作って行かなくてはいけないと言ってきました。研修で私がやったことは何だったかと思い起こすと、技術的なことよりもそちらの方を強調することだったような気がします。

### ○事故防止のために何ができるのか

では、事故防止のために何ができるのでしょうか、ヒューマンエラーは「0」にはなりません。これは事実であります。しかし、事故は「0」にしなくてはなりません。努力すれば防げる事故があるということで対策として取っているのがエラーの連鎖を断ち切る強いチームにしようという考え方です。これがBRMです。



陸上交通の統計データを調べてみました。左の縦軸が死者数でその他の項目は全部右側の縦軸で見ます。車両台数は、年毎に増加してきて現在は90万台少しです。大体頭打ちになっています。事故件数は大体車両台数に比例するように推移してきています。昭和45年頃をピークに発生件数が減っています。これはシートベルトの設置義務が始まった時期に当たります。着用義務は昭和60年以降になりますが、3点式シートベルトの普及は効果があったと言われます。法律改正、車両の改良、エアバックの普及、道路の改善、警察による指導等、ハード・ソフト両面で事故を減らす努力



がなされた結果です。その後、車両台数の増加につれ事故件数も増えていきますが、平成16年をピークに最近はまだ減少傾向にあります。これについては飲酒運転に対する罰則強化、後部でのシートベルト義務化、それからエアバッグの改良が等が効いていると言われます。こういった法的・技術的改善と啓蒙により、一時期年間16,000人の死亡者があったものが、今や4,000人台ということです。これは大変な効果だと思います。

最近では衝突防止装置付の自動車も現れています。これが普及するとさらに大きな効果があると思います。衝突防止装置は初め船の分野が先行していましたが普及に時間がかかりました。

GPSのときもそうですが、ロランCとかオメガなどがあったものですからそれを使っているうちに遅れてしまいました。GPSと電子海図は本当はカーナビに先行していました。船の自動運航にしても20年も前に提唱され実証試験もなされておりますが、なかなか普及には至っておりません。自動車で定着すれば船の方もそれに追従していくようになるだろうと思います。以上、陸上交通を見ると技術面での改善というのが事故件数および人的被害に対して確かに効いているんだというのが分かります。

#### 陸上交通の場合はいかが？

一時16,000人を超えていた交通事故死者数が平成24年度は4,416人に減少

→ ハード面(車両、道路等)の改善、ソフト面(法改正、啓蒙、教習等)の改善によるものと思われる。

即ち、技術面の改善も効いていると思われる。

#### ○操船シミュレーションを用いた訓練の効果の検証

最後に西部海難防止協会と海上保安大学校が連携して行いました操船シミュレーターを使った訓練の効果を確認するという調査研究をご紹介します。要は国内各所でシミュレーターを用いた研修が行われていますけれども、それがどれ程効果があるのかを具体的に確認しておきたいというものです。研修を受けたら事故を起こさないとというのが一番

良い訳ですが、そう簡単なものではありません。しかも研修効果はなかなか測りにくいのも確かです。ただ言えることは、海上保安大学校にシミュレーター

#### 操船シミュレーターを用いた訓練の効果の検証

操船シミュレーターによる操船訓練とBRM訓練の評価手法及び効果に関する調査研究（西海防、H21年度）

受講者を対象に追跡調査を行うとともに、操船シミュレーターを用いた検証実験を行い操船訓練とBRM訓練の効果を評価した。

成果 → “BRM訓練の効果に関する実験的研究”  
(日本航海学会論文集 No.124, H23.3)

を設置する前には、庁内で特定事故と言っている重大事故がたくさん発生していましたが、海上保安大学校にシミュレーターを設置して安全運航研修を開始してからは船舶運航にかかるそういった重大な事故はゼロに近いほど激減していますし、修了者に限って見れば起きていないと私は見えています。もちろん海保ではシミュレータ以外にも対策を打ちましたのでそれらが相乗効果として表われていると思いますけれども、我々としてはシミュレータ研修は明らかに効果があったと自認しています。

シミュレーターを用いた訓練効果の検証のスライドで、2005年から急激に受講回数が増えていますが、これは民間等他機関も含めたものですが、この時から海上保安庁のシミュレータ研修が始まったことによるものです。こういう調査を継続することによりシミュレーター訓練に対して種々の提言を行えるものと思っています。修了者の追跡調査も行いましたし、操船シミュレーターを使ってどれだけ効果があるかを直接調べるということもやりました。何れの場合も効果があるということが確認出来ました。

操船シミュレーターを用いた訓練の効果の検証
訓練修了者の追跡調査から、ほとんどの受講者が訓練の有効性を認識していて、定期的に訓練を受ける必要性を感じている。
操船訓練より、訓練を重ねることによる操船技量の向上と習熟が認められた。
BRM訓練より、BRMの講義やディブリーフィングを受けた後においてチームワークが向上することが確認された。
以上より、操船シミュレーターを用いた訓練は効果があることが確認できた。

## 〇まとめ

まとめに入ります。事故の抑止には技能の向上だけでは限界があります。ただ、実務者はどちらかというと技能に走り易い。私自身も技能的、技能的な面で船の安全を高めようという意識を持ちながらシミュレーター研修室長になりました。ところが、勉強しているうちにBRMの考え方は根本から違うことが分かりました。技術は要らないと言っているのではなく、技術はあって、技術は十分に備わっているということが大前提です。知識、技術はある上でチームプレーのところで強くなれないといけないと言う意味でのBRMですので、はき違えないようにしなければなりません。従ってハードの改善、どちらかと言うと技術の革新

ここまでのまとめ
事故の抑止には、技能の向上だけでは限界がある。 しかし実務者はとかく技能に走りやすい。 →そこでBRMの導入(意識の変革)。ただBRMは万能か？
一方、ハード(技術)の改善により、減らせる事故がある。
つまり、意識(文化)と技術の両面からのアプローチが必要。

ですが、例えば、最近では GPS を組み込んだカーナビが普及していますし、海では電子海図があります。そういったことによって自分の位置がたちどころに分かる時代になっています。技術の革新によって新しい方法が出てくるでしょう。操船シミュレーターもそうです。30 年前までは難しかったことが今は当たり前になります。そういう意味で技術・技能は活用しながら、意識、広く言えば文化ですけれども、この両面からアプローチする必要があるということを感じます。

たぶん皆さんもそうだと思いますが、私の頭の中では BRM の意味合いが完全には整理出来ていないと感じています。理屈は分かるけれどもどうしても技術に偏ってしまうところがあります。ヒューマンエラーの 8 割は本能的なことに起因して起こります。見張り不十分、操船不適切ということになります。これはヒューマンファ

クターの問題ですのでそこにメスを入れる BRM は確かに目に見えて効果があります。それで安全は文化からと言っても、技術は不要ということにはなりません。では技術を向上させる意味は何であろうかと自問自答してみる訳ですが、技術が向上すると効率は上がる、適切な支援が可能になる、何よりも操船者にとって余裕が生まれる、そしていろんなシステムを統合することによってヒューマンエラーの発生機会を減らすことができる。そうすれば安全率を高め、安全の基準を押し上げることができる。例えばタグボートの馬力について、今 4000 馬力とか 5000 馬力ですが仮に 1 万馬力のタグボートが現れてきたとすると状況が変わる可能性があります。技術が変わってくれば安全の基準も変えることができるかも知れません。

意識（文化）と技術の両方必要だということについて、サッカーの話をしてみたいと思います。コンフェデ杯に出発する前に、本田選手が記者会見で、「チームワークは当たり前で、むしろ個の力だ」、と言いましね。それをテレビで見ていると非常に危険を感じました。危ないな、あまりにも個の力を強調するとチームがバラバラになるおそれがあると。結果は全敗で予選最下位でした。個の力はここで言う技術だと思いますが、一方でチームワークがあります。日本人の体格をみたら個の力だけで圧倒的優位に立つのは難しい訳で、個の力をベースとしながら最後はやはりチームワークでしょう。なでしこジャパンはまさにそうだったと思います。

#### 安全における技術の役割は？

ヒューマンエラーに起因する事故の抑止は技術・技能の向上では限界がある。これには安全の文化が必要。

では技術を向上させる意味は何か？

・技術の向上により  
→効率を上げることができる、  
適切な支援が可能となる、  
余裕が生まれる、  
ヒューマンエラーの発生機会を減らすことができる。

→その結果、安全基準を押し上げることができる。

意識(文化)と技術の両面からのアプローチが必要。



船の運航安全を考えるとときも同様だと思います。知識、技術・技能をしっかりと身につけた上でチームワークによりエラーの連鎖を食い止める。それを実現するには結局チームの雰囲気、いわゆる文化が大事になってくると言うことです。

最後にもう一度北野大さんの言葉をお借りして締めくくりたいと思います。専門家が陥りやすい問題点、大きく2つあります。

1つは、「素人には理解できないという先入観」。我々にはありますね、素人の参加を阻むとか、素人のニーズに合った情報を用意しないとか、素人が理解できない表現を使う、もしかしたら今日私もそれをしているかもしれません。

2つ目はプライドの裏返しですけれども「自我の強さ」。自分を変えない、自分は常に正しいという強すぎる信念、他の専門家の意見を採用入れない態度、素人の意見に耳を貸さない態度。こうしたことを専門家が陥りやすい問題点としてお互いに認識して、これからの海上安全に取り組んで参りましょう。

ちょうど時間が参りましたのでこの辺りで話しを終わりにしたいと思います。ご清聴ありがとうございました。

(以上、講演要旨を抜粋)