

確率論的安全性評価手法による タイタニック号事故の解析

三友 信夫*、松倉 洋史*、松岡 猛*

Probabilistic Safety Assessment (PSA) of Titanic

by

Nobuo MITOMO, Hiroshi MATSUKURA and Takeshi MATSUOKA

ABSTRACT

For large and complex systems, full and enough investigation is required not to damage the public or operators, before design, construction and operation. Especially chemical plant, nuclear power plant and ships etc. must not cause any large accidents because of the safety of the public or lots of people working there. So, the new assessment, PSA (Probabilistic Safety Assessment), becomes popular in addition to deterministic safety assessment for these complex systems. In this paper, as an example of an application of PSA for the marine field, the event tree analysis method was applied to the Titanic accident. Factors which related to the Titanic accident were all selected under the those day's surrounding condition. The occurrence probabilities of the factors have been estimated from various data. The probability that the Titanic encounters the sever accidents, and number of fatality have been calculated.

This report has shown the detailed procedure of event tree analysis for a marine accident. It has also shown the effectiveness of event tree analysis for the analysis of accident causes and for the improvement of the safety for various large complex systems.

*システム技術部

原稿受付 平成11年11月9日

審査済 平成12年5月31日

目 次

1.序論

2.タイタニック号事故におけるイベント・ツリー

2.1 タイタニック号事故の概要

2.2 イベント・ツリー解析

2.2.1 身近な対象のイベントツリーによる解析

2.2.2 タイタニック号事故のイベントツリー作成

2.3 イベント・ツリーの定量的解析

2.4 遭難者数算定

2.5 不確実さ解析

3.考察

4.結論

参考文献

附録 表計算ソフト（エクセル）によるイベント・ツリー解析の実施

1.序論

大規模複雑なシステムを設計・建設・運転する際には、そのシステムが公衆や運転員に被害を与える恐れが無い様、事前の十分な検討が要求される。被害の程度がそれほど大きくないと想定されるシステムの場合は、使用経験の蓄積により安全性が判断され、安全確保のための様々な工夫がなされていく。しかし、原子力プラント、化学プラント、高速鉄道システムあるいはタイタニック号に代表される大型客船等、大規模システム及び多数の人員の関与するシステムにおいては、事故時の影響の大きさから万が一にも大事故を発生させるわけにはいかない状況にあり、またタイタニック号の時代においてもそうであった。

安全評価法としては、決定論的方法と確率論的方法がある。決定論的方法においては安全確保のための工夫がどの様に機能するかを解析し、安全が確保されていることを確認する方法がとられている。しかし、完璧な工学システムというものは存在しないという立場からは何重にも整備された安全防護系でも次々に機能しなくなる多重故障を評価しなくてはならない。そこで、システムを構成する機器の故障・破損、システムを取りまく状況の発生を確率的な事象と捉え、システムにとり不都合な事態（事故）が発生する確率を定量的に評価する確率論的安全評価（PSA: Probabilistic Safety Assessment）という考え方が導入されてきている。

確率論的安全評価では、被害発生の可能性の程度を

明らかにする。そのために、イベント・ツリー手法という解析手法を用い、起こり得る事故シーケンス（被害に到る事象の組み合わせ）を全て調べ上げ、その発生頻度を定量的に評価する。これにより実際に事故を発生させることなく事前にシステムにとり問題となる箇所を摘出し、対策を施すことが可能となる。言い換えれば、未来において発生するかもしれない事象の予測手段と言える。

本論においては、逆に、このイベント・ツリー手法を過去において発生してしまった事故（タイタニック号の事故）に適用して評価を行った。これにより、「タイタニック号の事故がどのような不運な事象の積み重ねにより発生したか。つまり、細い針の穴の様な道筋を通して結果的に惨事に至ってしまったのか。」、それとも、「あの様な状況では必然的に事故に至ったのであり、逆により大きな惨事にならずに済んだのは幸運であった。」のであるか興味ある判断が可能となる。

この様な、過去の事例に対してイベント・ツリー解析を実施するのは初めての試みであるが、タイタニック号に限らず各種の事故解析、事故原因究明の有力な手法となり得る事が、本論により示されたといえる。本方法を広く各種システムの事故解析に適用する事により、同種の事故の再発を防ぎ安全性向上に寄与できると考えている。

2.タイタニック号事故におけるイベント・ツリー

2.1 タイタニック号事故の概要

タイタニック号は当時の最新鋭の技術を駆使した豪華大型客船であったが、世界中が注目する中での処女航海において海難事故としてはかつてない人命が失われた大事故が発生してしまった。そのため、事故発生直後から事故に関しての種々のミステリーが仕立て上げられ、今日に至るまで数多くの小説、映画の題材となってきた。

事故発生から 90 年近く経つ現在でもタイタニック号という名は、この事故に関する映画が何度か製作され また中にはアカデミー賞を受賞するほどの大ヒットしたものもあることから、何らかの知識を持っている人も多く、中には専門家を自認し事故の原因・経緯についてそれなりの意見を持っている人も多数いると思われる。

ここでは、事故後英米政府によってなされた事故調査の公式報告書⁽¹⁾を主な参考資料として、タイタニック号事故発生に至るまでにおいて事故発生に影響があったと思われる事項を中心として、経緯の概要を記述する。

タイタニック号の建造計画は 1907 年末に起った。そして完成までに約 5 年の歳月をかけ、1912 年 4 月 10 日 予定より約 1 ヶ月遅れて処女航海に向けて多数の著名人を乗せて出航した。この 1 ヶ月の遅れは事故発生に大きな意味を持っていた。なぜならば 1 ヶ月前の 3

月中旬は氷山が流れ出す季節ではなく氷山との衝突事故は発生しなかったと考えられているからである。

次に、出航日においても予定より出航時刻が1時間遅れた。もし出来事の発生が全て1時間早まっていたならば、衝突後救難無線を発した時刻が夜中の12時前になり、すみやかに周辺に存在していた船舶が救助に駆けつけ、これだけの人命が失われることは無かったと言われている。

現代では常識とされている無線技術については、1800年代の終わりごろから開発されたものでありまだ実用化されて間もない技術であった。タイタニック号にも発明者であるマルコーニが乗船する予定であったが直前に取りやめとなった。マルコーニが乗船していれば、救難無線発信においてより効果的であったのではないかとされているが、果たしてそのようになったかどうかはあくまでも推測の域を出ない。当時はまだ無線技術は珍しく、乗客である著名人と英国、米国の地上との間の私信に主として活用されていた。それ故、この航海中では運航支援としての各種情報伝達には重きを置かれていなかった様である。

出航後、流水原が行く手の海域に存在するという警告を他船から無線で受信していたが、船長はそれほど深刻には受け止めていなかった。航海中も流水原があるという警告を更に受けるが、速力を落とすことなく高速(20.5ノット≒時速40km:船舶としては現在でも相当の高速である)で航行を続けた。これは大西洋横断の最短記録を目指していたという事情とも関係している。

やがて午後11:40に氷山に衝突してしまうのであるが、氷山発見が衝突の約37秒前、距離にして約450mであった。事故調査報告書に「午後6時から衝突時迄、天候は晴天、視界良好であった。月明かりなく星は輝き、空には一片の雲もなかった」とされているように、この夜は暗闇であったことと、珍しいほどの無風で鏡の様な水面で白波が全く立っていなかったことが発見が遅れた主な要因である。更に、見張り員が双眼鏡無しで見張り台に立っていた。ただし、この夜では双眼鏡があったとしても、より早期の氷山の発見は無理であったとの意見もある。

氷山の発見後、回避行動をとるが船腹をなでる様に氷山をかすめて通り、そのため却って多数区画の損傷、浸水をもたらして沈没に至ってしまった。この回避行動の判断も適切ではなかったのではないかと。巨大船であり、一見したところ小さな氷山は恐れるに足らずという意識が操船者にあったと思われる。また、破損区画数を最小に押さえる衝突形態をとることを考えず、漫然と回避したのではないと思われる。

氷山との衝突の後、速やかに救難無線を出さず午前0時14分になって初めて救難無線を発している。この無線は多くの船舶に受信されている。しかしながら、それらの船舶のほとんどが事故地点からかなり離れていたため、救助に駆けつけることは不可能であった。しかしながら、唯一救助できる可能性をもった船舶が存在した。わずか19海里的距離にいたCalifornia号である。しかしながら、この船舶の通信係は24時間勤務体制ではなく午前零時をもって勤務を終了し休憩に入るのが習慣であったため、午前零時を過ぎたその

時は無線は切られていた。幸いにも、やや遠方ではあるが58海里的距離にいたCalpatia号は救難無線を受信し救助に駆けつけた。これらの事実が救助活動、犠牲者数に大きな影響をもたらしてしまった。

更に、午前零時44分信号灯を打ち上げ、California号の乗組員がこの信号灯を視認したと言われているが、信号灯の意味するところを理解せず救助には向かわなかった。

午前2時20分についてタイタニック号は沈没してしまった。

事故現場から58海里離れた位置にいたCalpatia号が最高航行速度を超えた速度により225分かけて午前4時10分頃到着した。しかし、その時既にタイタニック号は海の底に横たわっていた。もし沈没前に、他の船舶が到着し救助活動を行っていたら多数の人命が救われた事は明らかであろう。

以上の事故の経緯を図と表にまとめたものが、表1と図1(a), (b)である。

2.2 イベント・ツリー解析

本事件のような大事故においては、事故に至る過程および事故後の対応においては様々な出来事に遭遇し、その都度の対応、選択により結果が異なることは十分に考えられる。つまり、それらの出来事のうちの一つでも異なった対応をすれば結果的に事故に至らなかった、もしくはより多くの人命が助けられた等のことが考えられる。この様な考え方により、この事故に至った出来事などを網羅して評価するためにイベント・ツリー手法を用いて解析してみる。

まず、イベント・ツリーについて説明をする。イベント・ツリーとは原子力プラントの安全性評価などに用いられているもので、一般的に図2に示す形をしている。このケースでは、起因事象が左端に、これに続き事故過程を緩和する機能/系の動作が見出しとして上欄に示されている。起因事象から出発し、各機能の成功/失敗に従って分岐させていくことにより、それぞれの機能の成功/失敗の組み合わせに対応した事故シーケンスが得られる。右端に各事故シーケンスの最終的な結果、プラントの損傷状況などが記述される。

イベント・ツリーの作成においては、下記の2点に十分留意する必要がある。

- ・ 論理的に矛盾なく見落としのないものであること
- ・ 可能な限り整理されて見易い形のものであること

これらの条件に適し、どれだけ質の高いイベント・ツリーを作成できるかが、安全性解析の成否に大きく影響してくる。

表1 タイタニック号の事故までの経緯

1912年4月10日	出航予定日 (タイタニック号の完成が遅れたため、予定より約1か月遅れる)
	12:00 タイタニック号は出航しようと波止場から離れるが、直後にニューヨーク号とニアミスを起こしたためこの間1時間遅れとなる。
	13時頃 サウサンプトンを離れ、シェルブールに向かう。
	18:30 シェルブール到着。
	20:10 シェルブールを出港し、クイーンズタウンに向かう。
11日	11:30 クイーンズタウン到着。
	13:30 クイーンズタウンを出港し、ニューヨークに向かう。
12日	順調に航海
13日	順調に航海
14日	事故当日 (以下全てタイタニック号船内時間)
	9:00 カロニア号より冰山発見の告知を受ける (1回目)。
	13:42 バルチック号より冰山発見の告知を受ける (2回目)。
	13:45頃 アメリカ号から冰山発見との信号を傍受 (3回目)。
	17:50 南に変針。
	19:30 カリフォルニア号からの冰山発見との信号を傍受 (4回目)。この頃気温は摂氏0度程度まで下がる。
	21:30 船長が自室へ引き上げる。
	21:40 メサバ号より冰山発見の告知を受ける (5回目)。
	22:00 ライトラー氏、マードック氏に船橋の当直を引き継ぐ。
	23時頃 カリフォルニア号、タイタニック号に冰山点在との警告を送るがタイタニックは「やめろ」と応答する。
	依然として減速はせず、速力20.5ノットを維持する。
	23:30 カリフォルニア号、無線スイッチを切る。
	23:40 冰山に衝突。複数区画に浸水し始める。
15日	0:00頃 船の沈没が確実視されるようになる。
	0:05 救命ボートによる避難の準備が始まる。
	0:15 最初の救助要請信号 CQD が発せられる。
	0:20 救命ボートを繰り出すようにとの命令が出る。
	0:25 CQD 呼び出しがカルパチア号にキャッチされる。
	0:30頃 婦人と子供を救命ボートに移すよう命令がでる。
	0:35 カルパチア号から、救助に向かいつつあるとの通信を受信。
	0:45 最初の遭難信号灯 (ロケット) が打ち上げられ始める。カリフォルニア号、この信号灯を望見する。
	最初の救命ボートが水面におろされる。
	世界ではじめて SOS が発信される。
	1:40頃 カリフォルニア号はタイタニックの遭難信号灯をこの頃まで望見するが、最後まで救難要請とは気づかず。
	1:45頃 最後の遭難信号灯が打ち上げられる。
	2:05頃 最後の救命ボートがおろされる。
	2:17 最後の無線メッセージが発せられる。
	2:20 沈没。
	2:40頃 カルパチア号、救命ボートから打ち上げられた緑色の信号灯をはじめで確認する。
	4:10 カルパチア号、最初の救命ボートから乗客を救助する。
	9時頃 カルパチア号、救助を終えニューヨークへ向かう。
16日	
17日	
18日	夜 カルパチア号、ニューヨークに到着。

(「タイタニック号遭難事件 (公式報告書)」及び「不沈タイタニック」その他より)

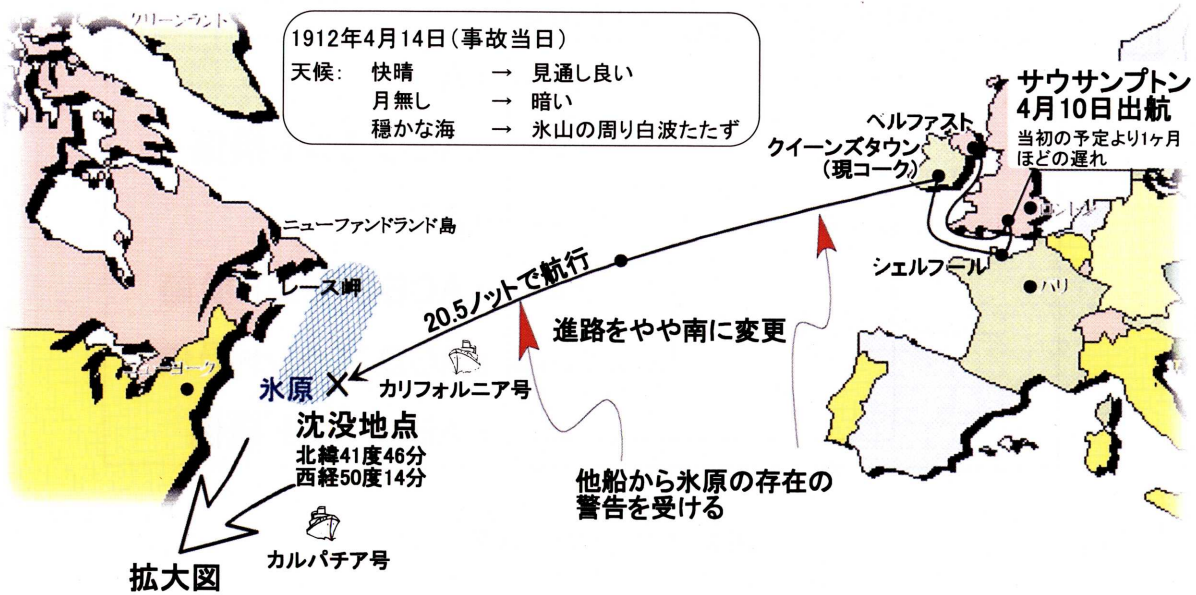
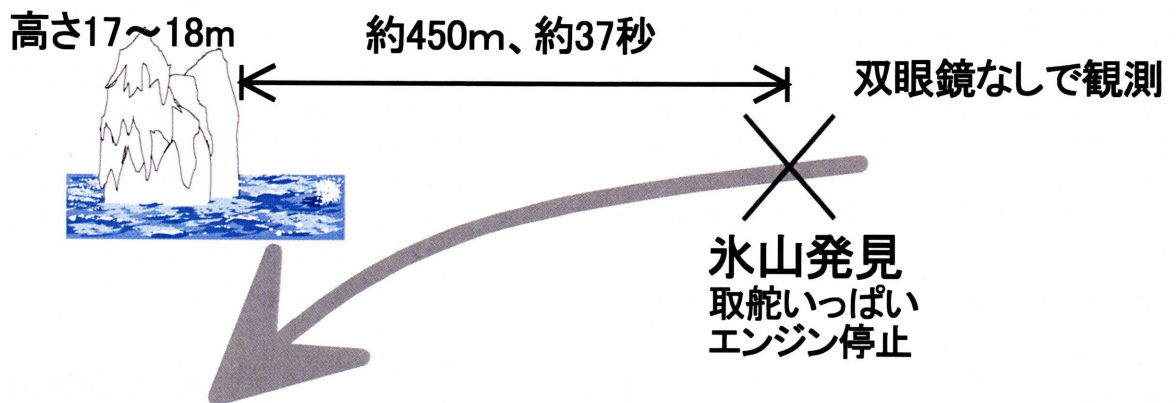


図 1(a) タイタニック号事故までの主要要素



船腹をなぞるようにかすめて通り過ぎる

無線発信	4月15日午前0時14分
信号灯	午前0時44分
沈没	午前2時20分
カルパチア号到着	午前4時10分

図 1(b) タイタニック号事故までの主要要素

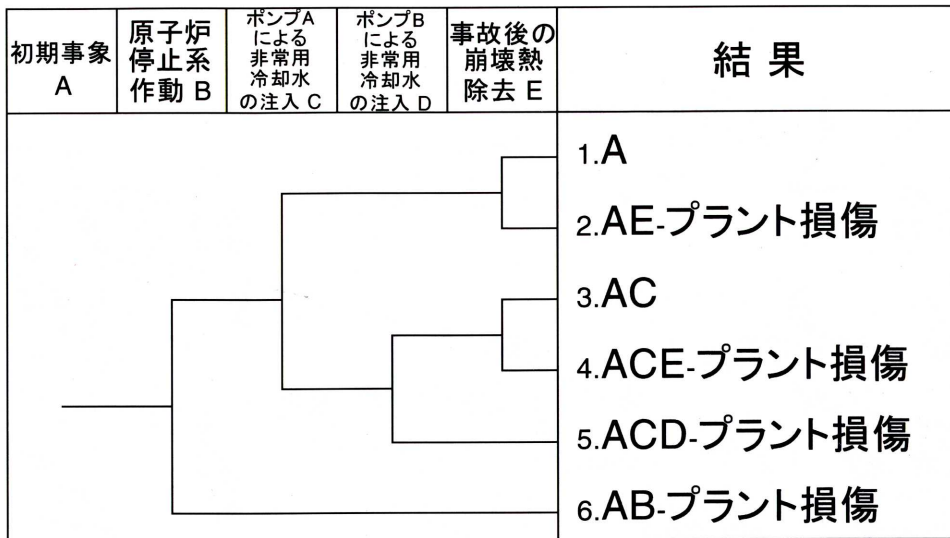


図2 イベントツリーの例

2.2.1 身近な対象のイベントツリーによる解析

そこで、実際に 今回のタイタニック号事故のケースのような場合にイベントツリーを作成する例について考える。自宅まで徒歩で帰宅する場合を仮定する。通常なら、自宅まで曲がることもなく一本道であるが、雨天でない場合 道路工事が行われる可能性のある場所がある。また この経路においては、自宅までの間に信号機が設置されている交差点が2 個所ある。このようなケースを取り上げ、起り得る様々な場合を考え、自宅までの所用時間についてイベントツリーを用いて考察してみる。

まず、図3 のような状況を考え、その際に次のような仮定をたてる。

- ・雨天でなく、信号で停止せず 工事にも遭遇しな

い場合には全行程 10 分、雨天の場合には 15 分とする

- ・雨天の場合、工事を行われない（雨天であるつまり工事を行われない確率:0.2）
- ・雨天でない場合でも、道路工事の計画上必ずしも工事は行われない（工事が行われる確率:0.9）
- ・信号で停止した場合、A:一度につき 2 分待たされる、B:破線方向 2 分、実線方向 1 分待たされるとする（信号で停止する確率 A:0.5, B 破線方向:0.7 実線方向:0.3 各交差点の大きさと優先方向に依存する）
- ・工事が行われている場合、道路が全面的に閉鎖され、その場合には図中の破線矢印のように迂回しなければならず、5 分の遠回りとなる

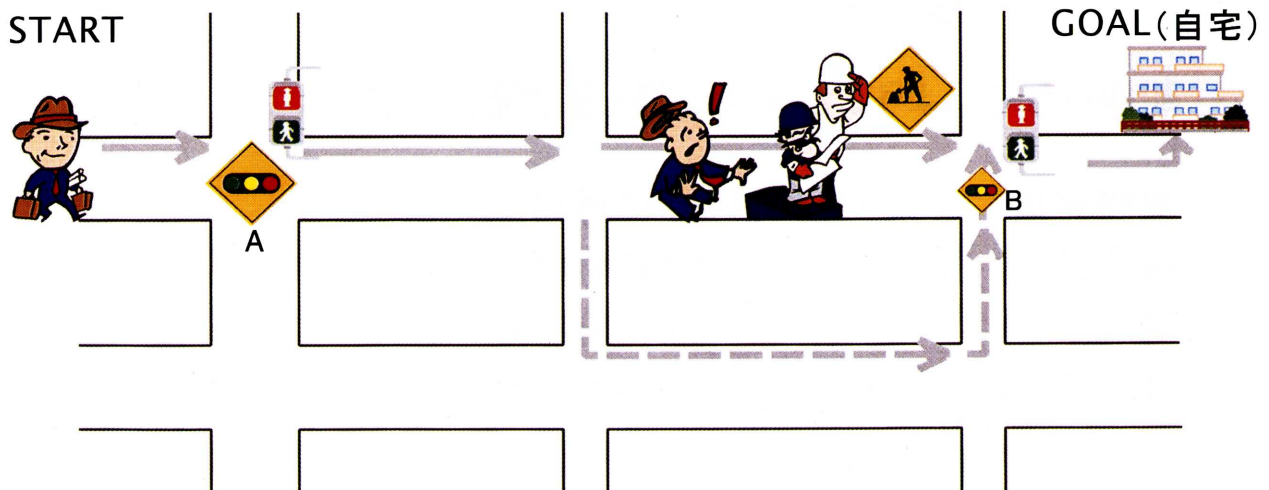


図3(a) イベントツリー例題図

以上のことからイベントツリーを作成すると下図のようになる。

図 3(b)から、今回の例における各所要時間とその発生確率が分かる。この結果について、更に所要時間とその確率について理解しやすく図 3(c)の様にとめることができる。この図においては、横軸は所要時間を、縦軸はその所要時間の発生する確率を累積した累積発生確率を示している。この図からは、たとえば所要時間が 15 分以上であるケースの発生確率を累積した場合それは 0.8 程度となっている。このことは所要時間

が 15 分以上かかる状況は確率が 0.8 程度で発生してしまうことを意味している。つまり、最短で 10 分程度の距離でも今回の仮定のような状況では、その 1.5 倍以上の時間を要することが 80% 程度も可能性があるということである。ここに示した例からわかる様に、イベントツリーを用いる場合には、種々の条件が関与する事象においてもそれらを整理、この例においては時系列に整理などし、さらに解析に必要なものとそうでないものを区分けすること等により、抜け落ちなく分析することが可能となる。

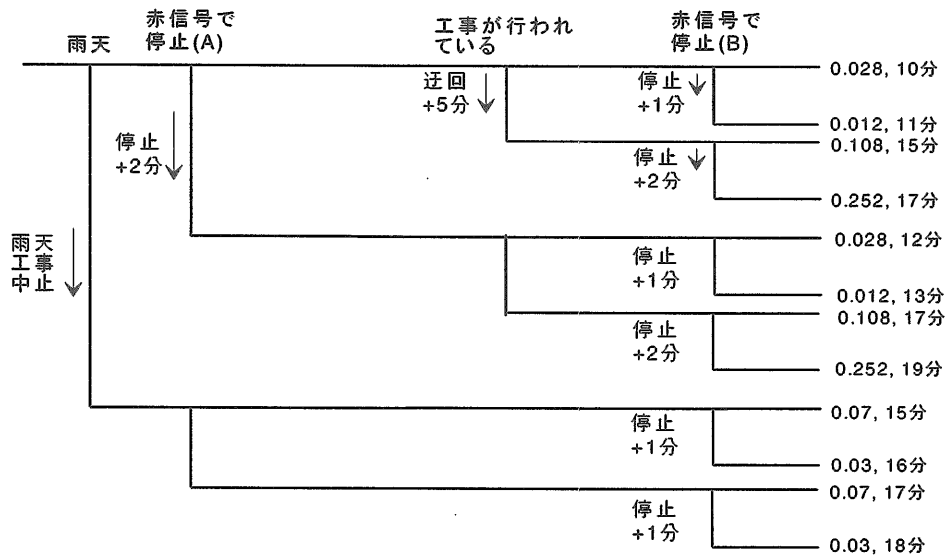


図 3(b) イベントツリー例題結果

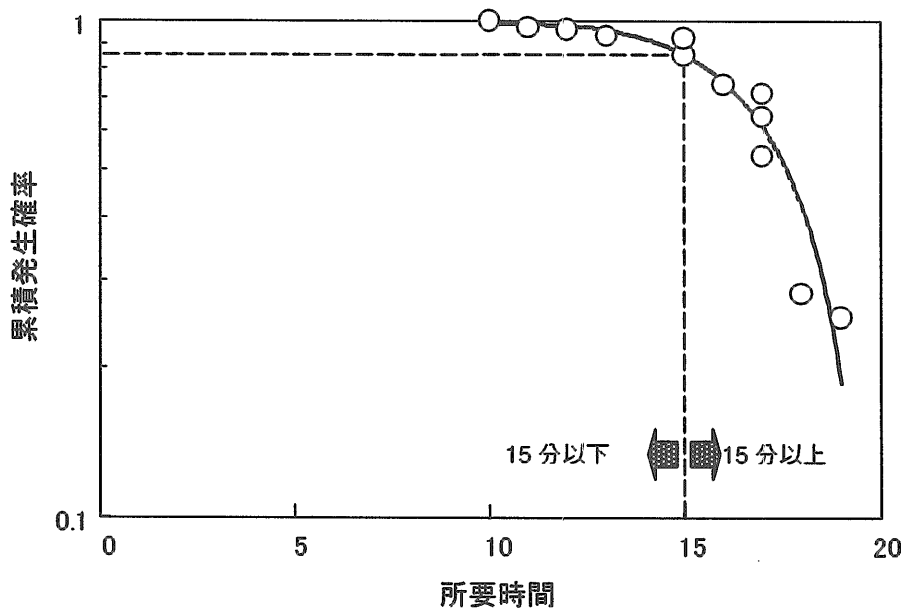


図 3(c) 累積発生確率と所要時間の関

2.2.2 タイタニック号事故のイベントツリー作成

以上のような特徴を持ったイベントツリーを用いて、タイタニック号が1912年4月10日に港を出発してから同15日に沈没するまでの過程を解析をしてみることにする。そこでまず沈没するまでの航路において実際に起こった事実、また遭遇したと報告されている出来事等のうち、事故および事故後の救助活動に関係すると思われるものについて示したものが表2である。

表2に示された出来事の他にも当然様々な事が起きているが、それらのなかには、「7.双眼鏡の有無」のような一見些細な出来事と思われることと比べ、より重大な出来事に思われるものも存在しているが、この表には本事故に関係すると考えるもののみを取り上げている。

1. 完成の遅れ

タイタニック号は、当初3月の処女航海を予定し建造が行われていた。しかしながら、途中同じ船会社所属の姉妹船Olympic号が衝突事故を起こしたため、その修理のためにドックおよび作業員を奪われてしまい、完成予定が大幅に遅れることになった。

2. 氷山の存在

完成が遅れたことにより、タイタニックの出港は4月となる。

3. 出港の後れ

当初の予定から遅れながらも出港の日を迎えたタイタニックであるが、この出港当日にも他船と接触事故を起こしそうになっている。この事故により、出港は約1時間遅れることとなったが、この1時間が後の事故の際に他船への救難信号の送受信に大きな影響を及

ぼす。

4. 月明かり

氷山への対応の不的確さがこの大惨事の原因の一つであることは容易に想像されることであるが、この「氷山の発見」に必要な条件として、当日の「月明かり」の存在は重要である。しかしながら、前述したような視界条件であったため海上は暗く有効な視界は短く、裸眼による目視では氷山の発見は困難であったと思われる。

5. 天候

前述した月の光の他にも、「氷山の発見」に必要な条件として当日の波、風と言った天候なども大きな要因となる。つまり事故当夜は新月に近い状態であっただけでなく、波も風もなく穏やかな鏡のような海面であった。このような状態では氷山などの漂流物は発見しづらい。しかしながら、風や波については適度な強さであれば氷山に衝突した波が白く立ち、氷山は発見されやすい。逆に強すぎる風や波は航行に危険である。

6. 他船からの警告を受けたことによる警戒

事故が起こった夜は、事故地点の近海には何隻もの船舶が航行していたことが報告されている。当然これらの船舶の内何隻かは、氷山に遭遇、またはその存在に気づき他船へ警告を発している。この警告をタイタニック号も受けているが、無視してしまっている。

7. 双眼鏡の存在

安全な航海を行うためには、双眼鏡を利用した監視は有効な場合が多い。しかしながらタイタニック号では氷山の衝突前後、双眼鏡を用いた監視が行われていなかった。このことについても諸説様々なものがあるが、この事故のケースでは双眼鏡を用いていたとして

表2 事故に関連すると思われる事実および出港後の出来事

分類		場所・時間	
1.	完成の遅れ	出港前	
2.	氷山の存在	航海中	
3.	1時間の出港の遅れ	出港時	
4.	月明かり	航海中	
5.	天候	航海中	
6.	他船からの警告を受けたことによる警戒	氷山発見の前後	
7.	双眼鏡の存在	航海中	
8.	氷山の発見による減速	氷山発見時	
9.	衝突状況	事故時	
10.	他船の位置	California号	事故時
		Calpatia号	事故時
11.	通信機のスイッチ	California号	事故時
		Calpatia号	事故時
12.	救助信号灯に対する反応	California号	事故時

もそれが有効であったかどうかは疑問である。

8.氷山の発見による減速

タイタニック号は、事故の直前まで現代においても高速と考えられる約 20 ノットで航行していた。このような高速でも、遠方で氷山を発見した場合には回避できるものとした。

9.衝突状況

氷山を発見した時にタイタニック号がとった対応は、減速かつ方向転換を試みている。しかしながらこの場合においても他の方策はあったはずであり、大型船舶の操船経験者に尋ねてみたところでも、通常の判断では減速はしないとのことであった。衝突の際に、氷山が船体のどの部分と衝突したのかにより事故の程度は大きく変わったはずである。結果的には、複数区画の浸水をもたらすような衝突形態となったが、衝突の仕方次第ではこの様な結果に至らなかったはずである。つまり、この衝突形態ゆえに 2 時間で沈没という事態になり救助までの余裕時間が小となった。しかしながら、損傷がもっと軽度のものであれば沈没までの時間が延びたもしくは沈没すらしなかった等のことが考えられる。ここでは、衝突の形態を大きく 4 種類に分類して考える。

10.他船の位置

事故時には周囲を何隻かの船が航行し、また それらのほとんどの船舶が CQD 信号を受信したものの救助に駆けつけることは困難な状況であったことは概要でも述べたとおりである。しかしながら、それらの船舶の中で California 号がわずか 19 海里離れた海域を航行していたことは重要な意味を持つと考える。つまり、現実には救助に駆けつけることはなかったがもしも救助に参加していれば、助けることの出来た乗客の数はかなり増えていたはずである。また、実際に駆けつけた Calpatia 号については、58 海里も離れた場所から性能以上の速度を出して駆けつけている。周囲の船舶

がタイタニック号に対し、流水群の背後に存在していたか否かでも救助に来られるかどうかがわかる。

11.通信機のスイッチ

概要でも述べたとおり、救難信号を傍受した船舶は幾つかあった。しかしながら「肝心の」と言っても良いであろう、最短距離にいた California 号では、当時の通信係の勤務体系として午前零時以降の業務は行われていなかった。したがって、基本的には通信機のスイッチは切られていた。その結果タイタニック号の CQD 信号を受信されず救助できた乗船者の数に大きな影響を及ぼしたものと考えられる。

12.救助信号灯にたいする反応

事故発生後タイタニック号からは、救助信号灯が発せられている。この救助信号灯がどの程度の数の船舶から見る事ができたか、また見えた場合でもそれが救助を求める意味であると判断できたかも重要なことである。

13.救助までの時間の考察

前述したように事故発生後のタイタニック号の救助に駆けつけることのできた船舶として、実際に救助にあたったカルパチア号とカリフォルニア号を取り上げて考えることができる。これらの船舶の到着時間を、その事故時の位置から算出すると表 3 のようになっていた。これらの事象をもとに作成したイベント・ツリーが図 4(a), (b)で、それぞれの事象の関連がわかりやすく示されている。図中「ST1, a1」等はシーケンスの番号を示し、上位からナンバリングされる。また矢印は図 4(a)から(b)に続くシーケンスを示す。図 4(a)では出航から衝突直前までの事象の展開を示してあり、これに続く展開がある場合の 1 例として図 4(b)に(a)中の *印の後に続くシーケンスを示してある。また、図 4(b)の右端は事象の結果を示すが、それらを含め詳細等については 2.3 イベント・ツリーの定量的解析等において後述する。

表 3 救助に駆けつけることのできた船舶とその位置

救助の可能性のあった船舶	Titanic 号からの距離(船舶の最高速度)	無線信号を受信した場合の到着時間	信号弾を認識した場合の到着時刻
カルパチア号	58 海里 (14 ノット)	249 分後、実際には午前 4 時 10 分頃到着	見えなかった
カリフォルニア号	19 海里 (13 ノット)	87 分後 (午前 1 時 43 分)	午前 2 時 10 分

2.3 イベント・ツリーの定量的解析

図 4 に示したイベント・ツリーの各分岐確率を求めることにより各事故シーケンスの発生頻度が算出でき定量的解析が完了する。今回の解析では、起因事象は「タイタニック号の出航」となるが、この発生頻度を 1 として解析を進める。

1. 完成の遅れ:完成の遅れた理由は、ドックおよび作

業員を他船の修理のために奪われてしまったのがその理由であった。そこで、当時 一般的にこの様な大型船が種々の理由により 1 ヶ月以上予定より遅れる確率を求めることとする。そのためには、当時の船舶の建造の実態データ等を入手したいところであるが、現実には困難であるため、有識者から得た情報をもとに検討することとした。その

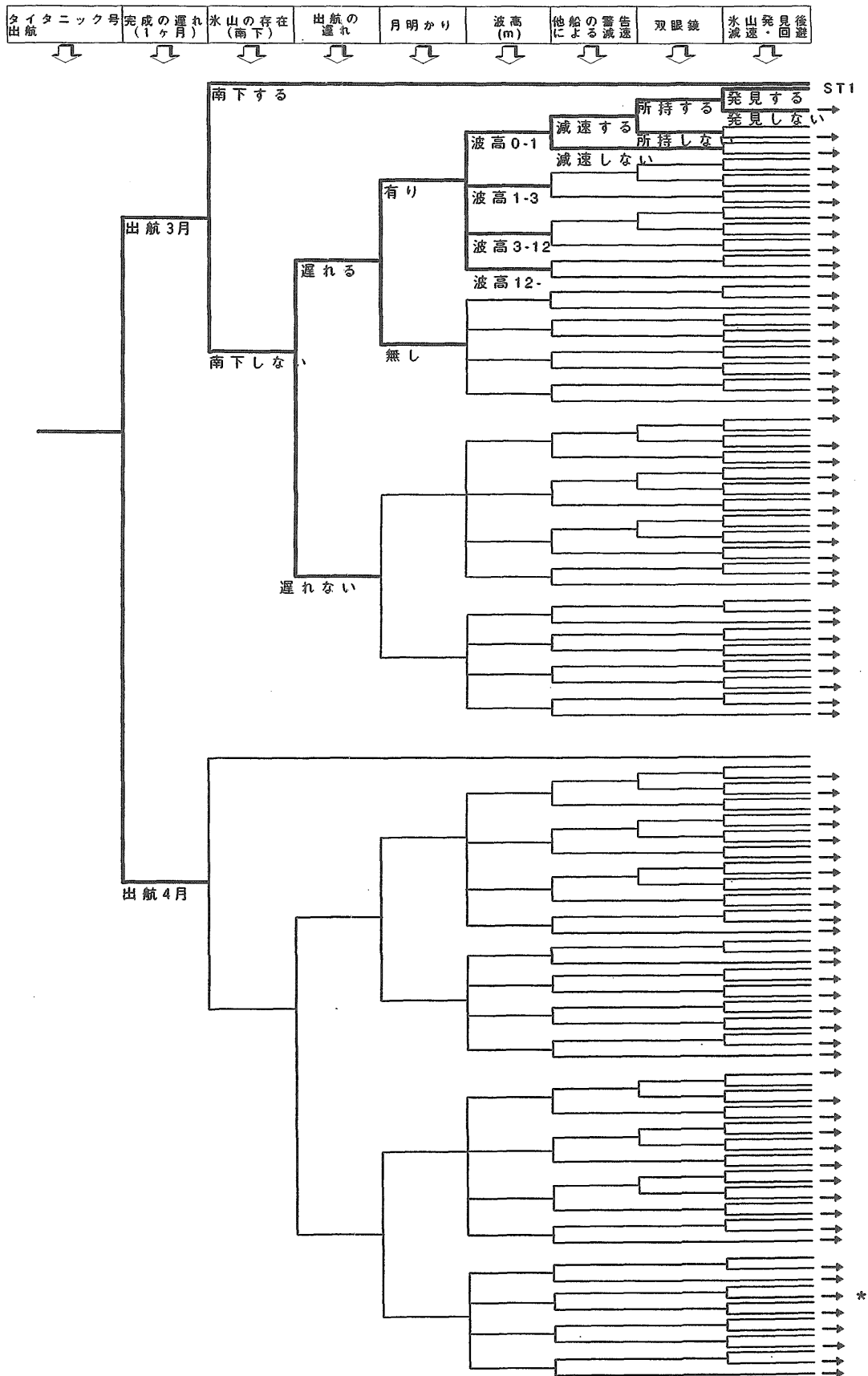


図 4(a) タイタニック号事故におけるイベントツリー

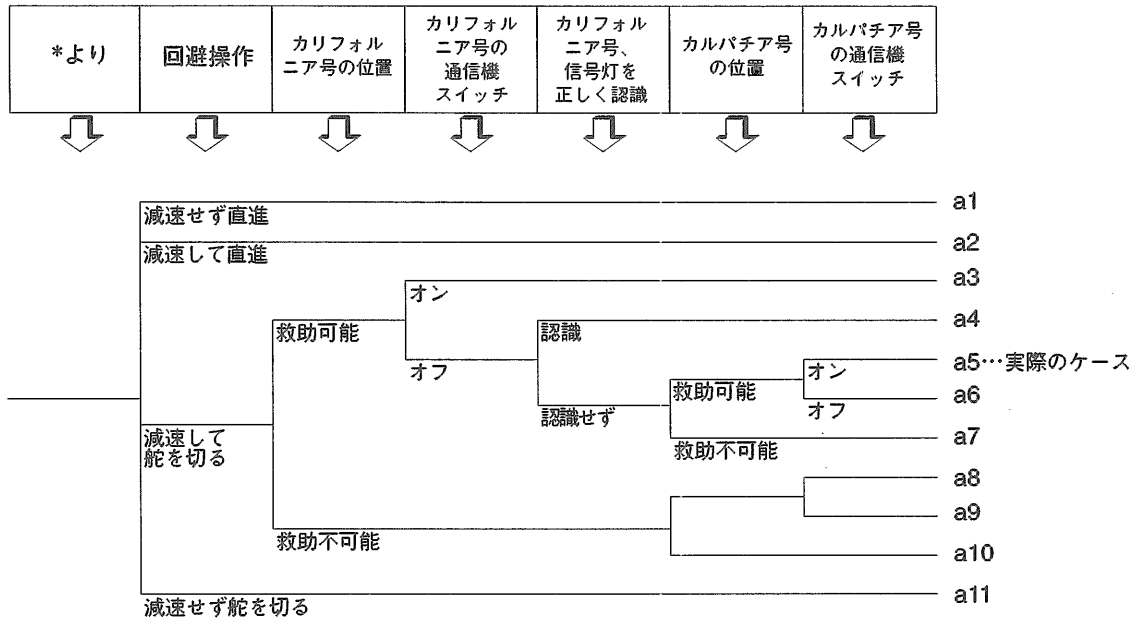


図 4(b) タイタニック号事故におけるイベントツリー

表 4 解析に用いた数値

分類		数値	
1.	完成の遅れ	0.8	
2.	氷山の存在	0.211 (3月) 0.344 (4月)	
3.	出港の遅れ	0.000624	
4.	月光	0.3689	
5.	天候	0~1m	0.157
		1~3m	0.253
		3~12m	0.550
		12m~	0.041
6.	他船からの警告を受けたことによる警戒	0.2	
7.	双眼鏡の存在	0.5	
8.	氷山を発見し減速、回避	0.8等	
9.	衝突状況	そのまま直進	0.06
		減速直進	0.12
		減速し舵を切る	0.12
		減速せず舵を切る	0.7
10.	他船の位置 (間に氷山を挟まない位置)	California 号	0.5
		Calpatia 号	0.5
11.	通信機のスイッチ ON	California 号、Calpatia 号共通 0.9 (零時以前) or 0.1 (零時以降)	
12.	救助信号灯を正しく認識	California 号 0.5	

結果、当時の建造の様子としては工期が間に合うことは稀であったという史実を得た。このことから、1ヶ月遅れる確率については80%程度と考える。

2. 氷山の存在: UNITED STATES COAST GUARD (USCG) の INTERNATIONAL ICE PATROL の Web サイト⁽²⁾には 1960 年から現在に至るまで、北

大西洋で発生した氷山のデータが提供されており、このデータでは氷山の発見時と最終確認時、またそれぞれの位置等について記されている。このデータを入手し、今回の解析に関係のあるものについて整理し用いた。さらに、同サイトには北大西洋の潮流データも提供されている。まず検討するデータとして、当初の予定通りタイタニック号の航海が行われたと仮定した3月と、現実に航海した4月のデータを選定した。しかしながら、1960~80年までは発見時のみの記録であるが、1981年以降は発見時と最終確認時が共に記録されている。したがって、1981年以降のデータについては発見時と最終確認時から、氷山のこの海域での存在期間を確定できる。提供されているデータには、1981~1983、1987年は観測された氷山が無かったため、また1992年のデータには最終確認時のデータが与えられていないため示されていない、逆に氷山が大量に発生した年にはその

すべてを示したわけではなく、全ての期間に存在したことが分かる程度のデータの表示にとどめている。この結果からも、多い年にはこの海域に常に氷山が存在し、そうでない年は存在しない期間があったことが認められる。また、年によりかなり氷山の数にばらつきがあることも認められた。さらに、これらの情報から氷山の動きについても検討を加える。前述した Web サイトには潮流データも提供されている、そこでこの潮流データと、整理して得られた氷山の位置データから潮流と氷山の移動の関係について示したものが図5である。潮流の方向は1977~96年の平均値であり、氷山の動きとして表示したものは全データの中から主として南方へ流れ出たものである。この結果から、氷山が潮流にのり南下する様子がわかる。

以上の結果をもとに、氷山の存在期間について検討を行った。その結果が図6である。しかしながら、

Vector Plot of IIP Mean Currents (1977-1996)

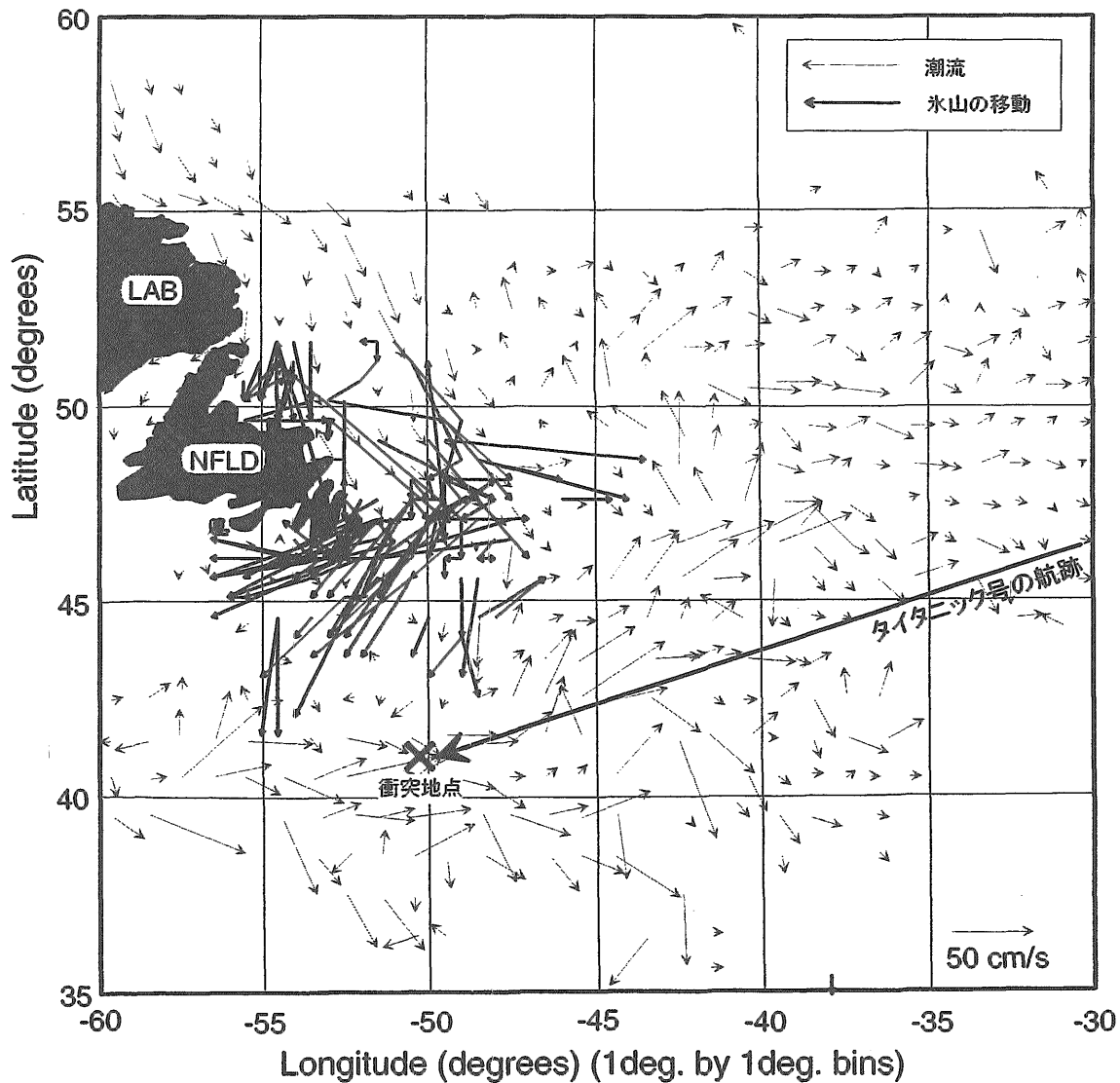


図5 潮流と氷山の移動の関係

1960~80年までは発見時のみしかデータが残っていないことから、氷山が存在している期間が求められない、そこで以下のようにしてその期間を推測した。

氷山の位置については北緯 40~52 度、西経 39~57 度内という広範囲で発見された氷山のデータがあるが、経度の範囲については全範囲、緯度については北緯 43 度以南に存在するもののみについて着目し整理を行った。氷山の動きを検討した結果、その動きは緯度の高い方から低い方へと単純に移動するものではなく、この逆の動きもあることが確認された。そこで、主に以下に示す 3 種類のデータとして分類した。

- 1) 発見時から最終確認時まで北緯 43 度以南。
- 2) 発見時は北緯 43 度以北、最終確認時に北緯 43 度以南。
- 3) 発見時は北緯 43 度以南、最終確認時に北緯 43 度以北。

1)の場合には、その氷山の個数をそのままカウントする。2)及び 3)については、その氷山の移動距離と時間(日にち)から移動速度を算出し、これからその氷山が北緯 43 度以南に存在する日にちを算出した。これらの値をもとに、氷山の個数と各月における北緯 43 度以南に存在する確率(氷山の存在日数/30 or 31)の関係性を求めた。この結果を図 7 に示す、図中の直線は線形近似を行ったものである。この得られた近似直線と氷山の個数から、その存在する期間の割合(存在確率)を推測することが可能である。さらに、この結果から各年毎の氷山の存在率を求めまとめたものが表 5 である。

以上の結果、氷山の存在確率は、3 月 0.2111、4 月 0.3435 となった。4 月の方が多少存在確率が大きい、当初予想されていたより差は少ないことが判明した。

3. 出航の遅れ:出航が遅れた原因は、港湾域で他船舶と接触事故を起こしそうになったためである。そこで、出航が遅れる確率として、港湾域において他船と軽微損傷事故を起こす確率を求める。これについても当時の情報が入手し難いため、ロイドの 78~95 年の資料^③および 95~97 年の NK 登録船の事故データ^④をもとに発生確率を求める。

まず、ロイドのデータから、「港湾域において船舶(全ての船種)が各年度当たりに他船との衝突を原因とする、「全損を含む重大事故」に遭う確率」を求める。この確率を、全損を含む重大事故に対する軽微損傷事故の割合が 95~97 年に於ける NK 登録船の当該事故割合と等しいという仮定のもとで、軽微損傷事故の発生確率に変換する。この様な加工が必要な理由は、保有しているロイドの事故データには保険の適用されないような軽微損傷事故のデータが無いためである。また、比較の際に、全損および重大事故をひとまとめにして比較の基準とするのは、ロイドのデータと NK 登録船のデータでは全損と重大事故の区分が異なっているが、軽微損傷事故と全損および重大事故との区分は両者で比較的よく一致していると考えられるためである。

ロイドの事故データを処理した結果、各年毎の「港湾域において船舶(全ての船種)が各年度当たりに他船との衝突を原因とする、「全損を含む重大事故」に遭う確率」は表 6 の様になった。それをグラフにしたのが図 7 である。1978~95 年の事故データから線形近似を用いて 1912 年における値を 0.00478 と求めた。

次にその値に対して (1) 年 12 回の航海、(2) 1 航海当たり 1 回の寄港(つまり 4 回の入出港を行う)を仮定し、入出港毎の上記事故確率を $0.00478/12/4$ より 9.96×10^{-5} と推定した。

最後に、その値を軽微損傷事故の発生確率に変換する。95~97 年の NK 船の軽微損傷・重大事故・全損事故の数は表 7 の様になるが、そこから得られた(軽微損傷事故)/(全損事故+重大事故)の比率を掛けて、1 回の入出港において軽微損傷事故に遭遇する確率を計算し、 $9.96 \times 10^{-5} \times 257/(3+38)=6.24 \times 10^{-4}$ と推定した。

4. 月の光: 事故が起こった時間には、月明かりもない暗闇であったことが報告されている。そこで、一般に事故の発生した午後 11 時~午前 1 時の間において月が出ていない確率を求める。方法としては、1912 年 1 年間の月の出入り時間を求め、それらについて午後 11 時~午前 1 時の間月が出ていない日にちを求める。

月齢を計算するためのソフトウェアを種々入手したが、その中で月齢が 1 ヶ月単位でテキストファイルとして出力され使い勝手がいいことから、Moon Rise というソフトを利用することにした。なお、確認のために他のソフトやホームページ(<http://member.nifty.ne.jp/moonmoon/>等)上のデータと結果を照らし合わせ問題のないことを確認した。実際にタイタニック号の事故の起こった位置における 1 年間の月の出入りの時間を調べ、整理した。午後 11 時~午前 1 時の間に月が出ていなかった日を表 8 に示す。この結果から、1912 年に午後 11 時~午前 1 時までの間に月が出ていなかったのは 135 日あり、確率としては $135/366=0.3689$ であることがわかった。

5. 天候:適度な波は氷山の発見に役立つことは前述した通りである。そこで当研究所のデータベース^⑤から当該海域の波浪状況を調査し、さらに波の高さを以下に示す 4 段階に分けた

1. 波高が低すぎるため氷山の発見に役立たない(0~1m、事故当日の状況)
2. 氷山を発見するのに適当な波高(1~3m)
3. 波高が高く救命ボートへの移乗に困難を伴う場合(3m~12m)
4. 航行自体に注意が必要な場合($\geq 12m$)

である。高い波高は不良な天候によりもたらされる場合が多いので、この場合にも視界不良とし氷山発見には一層の困難が予想される。しかし逆に、天候不良な場合には速度を落とし、通常よりも警戒を強化するといった面も考えられる。悪天候、他船からの警告等で速度を落として航行した場合は衝突時刻は午前 0 時を過ぎていたとする。これらの天候に遭遇する確率はそれぞれ 0.157、0.253、0.550、0.041 である。



図 6-1 氷山の存在期間

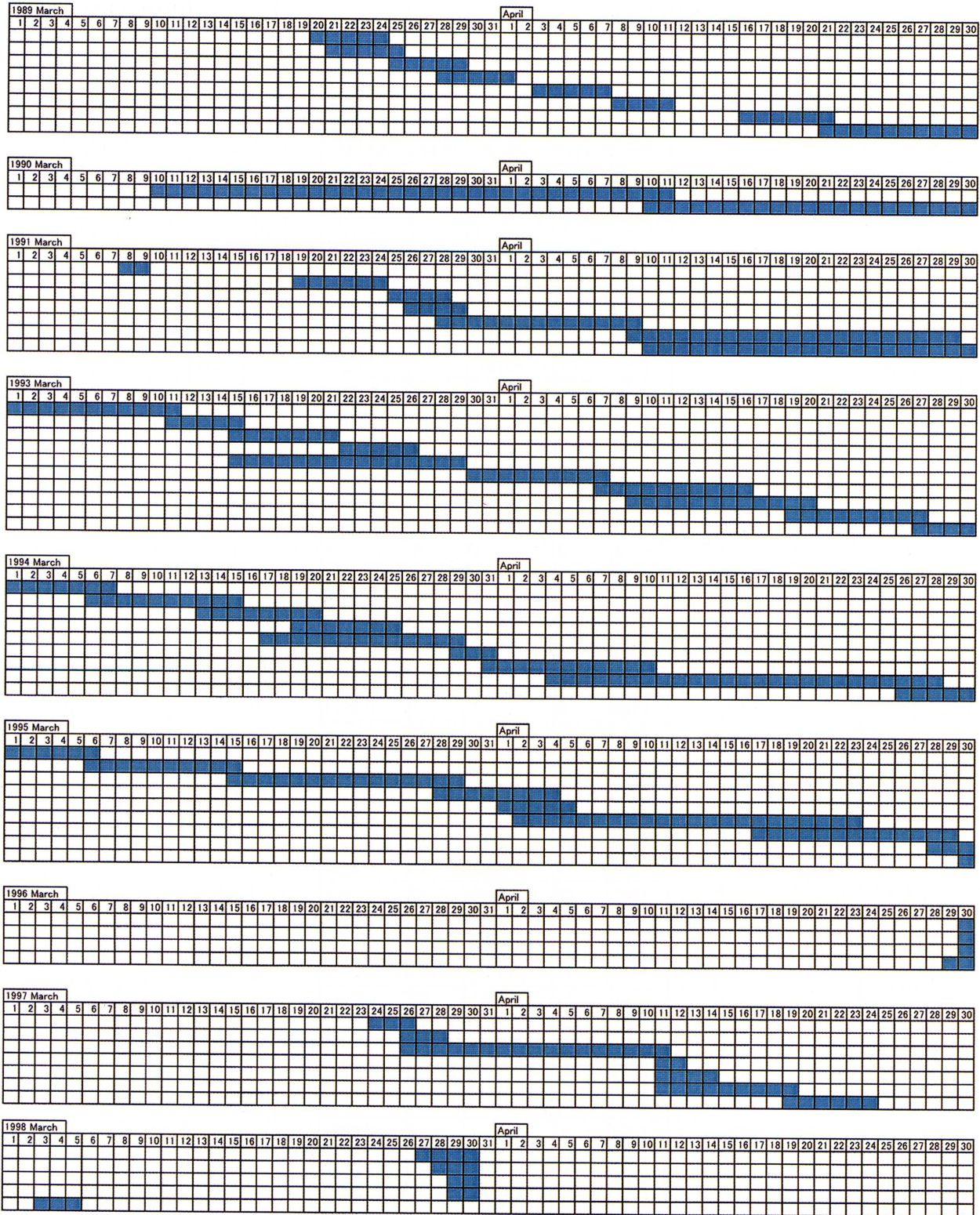


図 6-2 氷山の存在期間

	3月		4月	
	個数	存在率	個数	存在率
1960	0	0	0	0
1961	0	0	0	0
1962	0	0	1	0.0317
1963	0	0	0	0
1964	0	0	3	0.0951
1965	0	0	1	0.0317
1966	2	0.0614	0	0
1967	1	0.0307	2	0.0634
1968	0	0	1	0.0317
1969	0	0	1	0.0317
1970	0	0	0	0
1971	0	0	0	0
1972	0	0	5	0.1585
1973	9	0.2763	94	1
1974	0	0	0	0
1975	0	0	0	0
1976	0	0	0	0
1977	0	0	0	0
1978	0	0	0	0
1979	0	0	0	0
1980	0	0	1	0.0317
1981	0	0	0	0
1982	0	0	0	0
1983	0	0	0	0
1984	0	0	33	0.8333
1985	20	1	36	1
1986	10	0.3548	20	0.5667
1987	28	0.8387	17	1
1988	0	0	5	0.5667
1989	28	0.8387	16	1
1990	10	0.7097	133	1
1991	28	0.4839	32	1
1992	5	0.1535	28	0.8876
1993	136	1	69	1
1994	58	1	59	1
1995	94	1	104	1
1996	0	0	4	0.0667
1997	11	0.2581	35	1
1998	5	0.2258	0	0
平均		0.2111		0.3435

表5 氷山の個数と存在確率

表6 ロイドの事故データ

	事故数	登録船腹数	事故数/登録船腹数
1978	34	68020	0.000493
1979	65	71129	0.000914
1980	112	73832	0.001517
1981	54	73864	0.000731
1982	61	75151	0.000812
1983	58	76106	0.000762
1984	75	76068	0.000986
1985	68	76395	0.000890
1986	58	75266	0.000771
1987	44	75240	0.000585
1988	47	75680	0.000621
1989	22	76100	0.000289
1990	18	78336	0.000230
1991	26	80030	0.000325
1992	13	79726	0.000163
1993	18	80655	0.000223
1994	9	80676	0.000112
1995	7	82980	0.000084

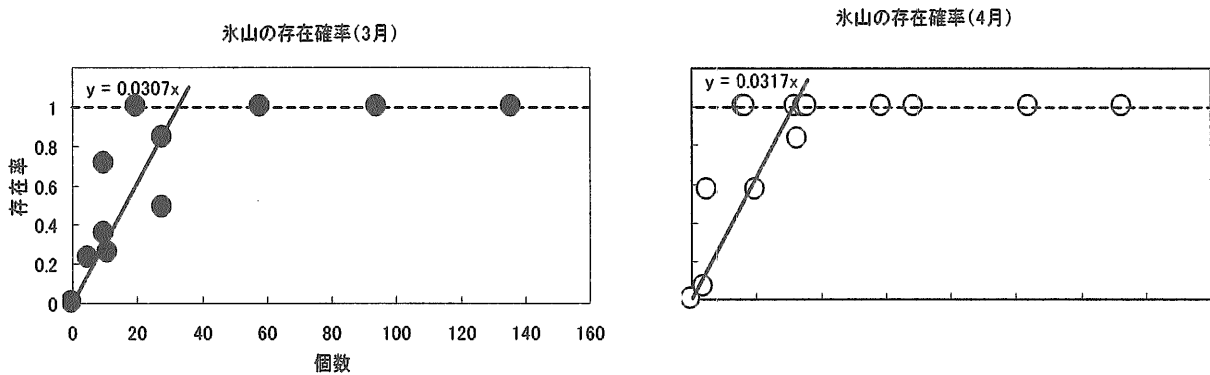


図7 氷山の存在確率

表7 NK登録船の事故数

	1995年	1996年	1997年	合計
全損	1	1	1	3
重大事故	11	12	15	38
軽微損傷	80	106	71	257
総数	92	119	87	298

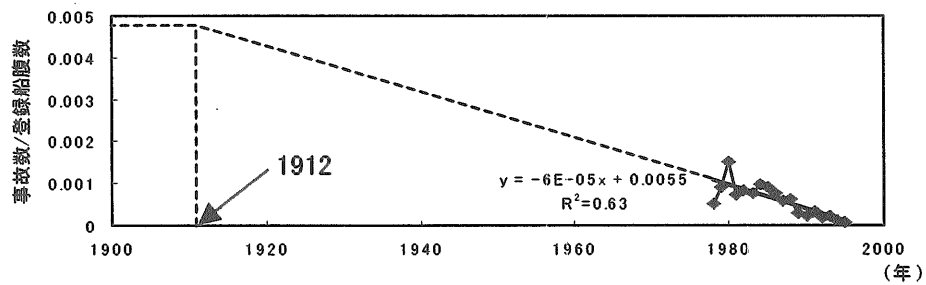


図8 全損を含む重大事故率

	月の出	月の入						
1912/1/14	1:50	11:07	1912/4/18	5:03	19:41	1912/9/14	8:58	19:10
1912/1/15	2:54	11:42	1912/4/19	5:33	20:57	1912/9/15	10:12	19:40
1912/1/16	3:55	12:24	1912/4/20	6:12	22:13	1912/9/16	11:23	20:16
1912/1/17	4:50	13:13	1912/5/10	1:14	11:37	1912/9/17	12:30	20:58
1912/1/18	5:37	14:10	1912/5/11	1:35	12:41	1912/9/18	13:29	21:48
1912/1/19	6:17	15:11	1912/5/12	1:56	13:47	1912/9/19	14:18	22:45
1912/1/20	6:49	16:14	1912/5/13	2:16	14:54	1912/10/8	1:46	14:55
1912/1/21	7:16	17:19	1912/5/14	2:37	16:05	1912/10/9	3:02	15:18
1912/1/22	7:40	18:23	1912/5/15	3:01	17:19	1912/10/10	4:17	15:42
1912/1/23	8:00	19:27	1912/5/16	3:30	18:37	1912/10/11	5:33	16:07
1912/1/24	8:20	20:32	1912/5/17	4:06	19:55	1912/10/12	6:48	16:35
1912/1/25	8:40	21:39	1912/5/18	4:51	21:09	1912/10/13	8:02	17:09
1912/1/26	9:01	22:49	1912/5/19	5:49	22:13	1912/10/14	9:13	17:49
1912/2/12	1:48	10:21	1912/6/12	1:25	16:10	1912/10/15	10:17	18:38
1912/2/13	2:45	11:08	1912/6/13	1:57	17:28	1912/10/16	11:11	19:33
1912/2/14	3:34	12:02	1912/6/14	2:38	18:46	1912/10/17	11:55	20:34
1912/2/15	4:16	13:02	1912/6/15	3:31	19:57	1912/10/18	12:31	21:37
1912/2/16	4:51	14:05	1912/6/16	4:38	20:55	1912/10/19	13:00	22:40
1912/2/17	5:20	15:10	1912/6/17	5:54	21:42	1912/11/6	1:58	13:43
1912/2/18	5:44	16:15	1912/6/18	7:14	22:17	1912/11/7	3:12	14:06
1912/2/19	6:06	17:20	1912/6/19	8:34	22:46	1912/11/8	4:26	14:32
1912/2/20	6:26	18:25	1912/7/12	1:13	17:33	1912/11/9	5:40	15:03
1912/2/21	6:46	19:31	1912/7/13	2:13	18:38	1912/11/10	6:53	15:41
1912/2/22	7:07	20:40	1912/7/14	3:26	19:31	1912/11/11	8:01	16:26
1912/2/23	7:30	21:51	1912/7/15	4:47	20:12	1912/11/12	9:00	17:20
1912/3/12	1:29	9:53	1912/7/16	6:09	20:45	1912/11/13	9:49	18:20
1912/3/13	2:14	10:51	1912/7/17	7:30	21:12	1912/11/14	10:29	19:23
1912/3/14	2:51	11:53	1912/7/18	8:47	21:35	1912/11/15	11:00	20:26
1912/3/15	3:21	12:58	1912/7/19	10:00	21:57	1912/11/16	11:26	21:30
1912/3/16	3:47	14:03	1912/7/20	11:12	22:20	1912/11/17	11:48	22:32
1912/3/17	4:10	15:09	1912/7/21	12:23	22:43	1912/12/5	2:11	12:34
1912/3/18	4:31	16:14	1912/8/11	2:15	18:03	1912/12/6	3:24	13:02
1912/3/19	4:51	17:21	1912/8/12	3:38	18:39	1912/12/7	4:36	13:36
1912/3/20	5:12	18:30	1912/8/13	5:01	19:09	1912/12/8	5:46	14:18
1912/3/21	5:35	19:41	1912/8/14	6:21	19:35	1912/12/9	6:49	15:08
1912/3/22	6:01	20:55	1912/8/15	7:38	19:58	1912/12/10	7:42	16:06
1912/3/23	6:33	22:10	1912/8/16	8:53	20:21	1912/12/11	8:25	17:09
1912/4/9	1:09	9:39	1912/8/17	10:07	20:45	1912/12/12	9:00	18:13
1912/4/10	1:49	10:40	1912/8/18	11:19	21:12	1912/12/13	9:27	19:17
1912/4/11	2:21	11:44	1912/8/19	12:30	21:43	1912/12/14	9:51	20:19
1912/4/12	2:49	12:48	1912/8/20	13:38	22:20	1912/12/15	10:11	21:21
1912/4/13	3:12	13:53	1912/9/8	1:09	16:33	1912/12/16	10:29	22:22
1912/4/14	3:34	14:59	1912/9/9	2:31	17:05			
1912/4/15	3:54	16:06	1912/9/10	3:52	17:32			
1912/4/16	4:15	17:15	1912/9/11	5:10	17:56			
1912/4/17	4:37	18:26	1912/9/12	6:27	18:20			
			1912/9/13	7:43	18:44			

表8 事故の起こった月の月の出、入の時間

6. 他船からの警告を受けたことによる警戒:通常であれば警告をもとに対応するものと思われるが、タイタニック号の航海の目的などを考慮し警告を受け入れ減速する確率を 0.2 とした。これは、主とし

て船長がどのように判断するかに依存している特徴的な人的因子である。

7. 双眼鏡の有無:実際の事故の際に役立ったかどうかは不明であるが、イベント・ツリーを考える場

合、月明かりがあり、波や風が適度にあり低速度で航行していた場合に双眼鏡による監視が有効であったと考える。

8. 氷山の発見による減速・回避:遠方に氷山を発見し

月明かりあり	—	波高 0-1m	—	減速状態	—	双眼鏡所持	→	氷山発見・回避確率	0.8
月明かりあり	—	波高 0-1m	—	減速状態	—	双眼鏡なし	→	氷山発見・回避確率	0.7
月明かりあり	—	波高 0-1m	—	高速航行状態	—	—————	→	氷山発見・回避確率	0.6
月明かりあり	—	波高 1-12m	—	減速状態	—	双眼鏡所持	→	氷山発見・回避確率	0.95
月明かりあり	—	波高 1-12m	—	減速状態	—	双眼鏡なし	→	氷山発見・回避確率	0.9
月明かりあり	—	波高 1-12m	—	高速航行状態	—	—————	→	氷山発見・回避確率	0.8
月明かりあり	—	波高 12m 以上	—	減速状態	—	—————	→	氷山発見・回避確率	0.5
月明かりあり	—	波高 12m 以上	—	高速航行状態	—	—————	→	氷山発見・回避確率	0.0
月明かり無し	—	波高 0-1m	—	減速状態	—	—————	→	氷山発見・回避確率	0.3
月明かり無し	—	波高 0-1m	—	高速航行状態	—	—————	→	氷山発見・回避確率	0.0
月明かり無し	—	波高 1-12m	—	減速状態	—	—————	→	氷山発見・回避確率	0.5
月明かり無し	—	波高 1-12m	—	高速航行状態	—	—————	→	氷山発見・回避確率	0.3
月明かり無し	—	波高 12m 以上	—	減速状態	—	—————	→	氷山発見・回避確率	0.3
月明かり無し	—	波高 12m 以上	—	高速航行状態	—	—————	→	氷山発見・回避確率	0.0

た場合回避行動をとり氷山との衝突は避けられるとした。氷山を発見できる確率は、天候状態、月明かりの有無、航行速度、双眼鏡の有無に依存するとして以下の様に設定した。

9. 衝突状況:衝突事故の形態として、以下に示す4つのパターンを考える。

①	そのまま直進	→	舳先破損	→	急速に沈没、全員死亡	確率	0.06
②	減速し直進	→	舳先損傷	→	沈没せず?		0.12
③	減速し舵を切る	→	船側多数区画破損	→	沈没(実際のケース)		0.12
④	減速せず舵を切る	→	衝突回避	→	無事航行		0.70

さらに①や②の場合においては、タイタニック号が沈没することになる。そのため救命浮環や救命艇といった器具の存在、個数が問題となるが、それらについて示したものが表9である。

表9 救命器具の個数と救助可能な人数

種類	数	救命可能な人数
救命浮環	48	48
救命艇	20 (4種類)	1,178

この結果から明らかなように、タイタニック号に用意されていた救命器具の個数は、乗船していた乗客と乗務員合わせて2,200人余りの人数には十分でないものであった。

以上の結果から、救命艇に乗船できない人つまり海中に放り出されるなど救助を船外で待たなければならなかった人がかなりの数存在したことは明確である。まずこの点について考察をする。この場合には、海水温度と生存時間の関係が問題となる。この時の海水温度は、-1度だったと言われており、たとえ救命胴衣を装着して漂流していたとしても、海水の冷たさのために生存時間は長くなかったはずである。一般に言われている海水温度

と生存時間の関係においては、水温が15~20度では、救命胴衣を付けていたとしても生存が可能な範囲は12時間まで、また水温が10~15度の場合は、6時間が限度であると言われている。さらに、水温が5~10度の場合では、1時間以内に救助しても助かる確率はおよそ50%、2~5度では1時間生存しているのは困難だとされている。特に、水温が2度以下の場合には、海中に転落したときの痛さに近い冷たさを感じショック死したり、意識を失い死亡、あるいはパニックを起こして溺死ということが多いいということである。もちろん例外的な事例もある。実際、このタイタニック号の事件においても、沈没から2時間後に漂流しているところをカルパチア号により救助された男性もいる。この生存時間に大きな影響を与える因子として考えられるものは、海水温度による体温の低下であり、これに耐えるために必要なものとして睡眠や飢えをしのぐ体力そして生き抜く気力を持ち続けられるかがあげられる。しかしながら、今回の解析においては体力、気力といった個体差の大きい条件は考えない。したがって、一般的に知られている表10に示されている値^⑥を用いることとする。

表 10 通常の衣服を着用時の推定生存可能時間

海水温度	生存可能時間
2℃以下	3/4 時間以下
2℃～4℃	11/2 時間以下
4℃～10℃	3 時間以下
10℃～15℃	6 時間以下
15℃～20℃	12 時間以下

10. 他船の位置:カリフォルニア号とカルパチア号両船とも現実にはタイタニック号との間に流水群の存在しない位置関係にあり救助が可能であったが、運が悪い場合には流水群に遮られ救助に向かえない場合もあったはずである。タイタニック号からの距離は現実の値とし方位が均一に分布しているとすると、両船とも約 0.5 の確率で救助に向かえない位置にいた可能性があった。

11. 通信機のスイッチ:当時の通信係の勤務体系としては、午前零時以降の業務が行われていないことが通常であった。それ故、午前零時以前においては 0.9 の確率でスイッチが入っており、午前零時以降では 0.1 の確率で入っているとした。
12. 救助信号灯による対する反応:事故発生後タイタニック号からは、救助信号灯が発せられている。この救助信号灯はカリフォルニア号に視認されたが、救助信号とは認識されなかった。救助信号として認識される確率を 0.5 とした。

2.4 遭難者数算定

図 9 は衝突直前に冰山を発見した後のシーケンスである。これは図 4(a)のイベントツリー中、→のついているシーケンスに連なる部分である。以下、図 9 における a1～11 と波の高さの組み合わせについて遭難者数(死亡者数)の算定を行った。まず、これらの状況の概要は表 11 に示すものである。

表 11 状況の概要

<p>a1, 2, 11 : (冰山を発見)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ a1 は冰山を発見後に減速を行うことなく、かつ舵を切らずに冰山と衝突した場合である。この時は救命ボートに乗り移る間もなく急速に沈没すると考えられ、全員が死亡するとした。 ・ a2 は、冰山を発見後、最大限の減速を行うが舵を切らずに直進して冰山に衝突した場合である。この場合は、タイタニック号の船体設計を考えると沈没に至るほどの区画が浸水することは無いとした。 ・ a11 は、冰山発見後、減速せずに舵を切った場合である。この時は避航能力は高く衝突は免れるとした。
<p>a3～10 : (衝突直前に冰山を発見) 状況 3～10 は、最大限の減速を行いつつ舵を切った場合である。これは実際に発生した事故時の条件と同じで冰山をかすめる形で衝突することとなる。この場合、救助条件が異なるため救助可能な人数も異なってくる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ a3 は事故時に 19 海里の距離にいたカリフォルニア号がタイタニック号の無線を受信して直ちに救助に来た場合であり、カリフォルニア号は沈没の約 40 分前に到着することが可能である。 ・ a4 はカリフォルニア号がタイタニック号の打ち上げた救助信号灯を遭難信号と認識して救助に駆けつけた場合である。しかし、信号灯をあげはじめた時刻が遅かったことから考え、この場合は速くても沈没の約 10 分前にしか到着できない。 ・ a5 および 8 はカルパチア号がタイタニック号の無線を受信して救助に来た場合であり、カルパチア号はタイタニック号沈没の約 1 時間 50 分後に到着するとした。なお、a5 で波高 0～1m のシーケンスでは、救助に関する諸条件は実際に発生した事故と同一となっている。そのため、この欄の各数値は実際のもとの同一の数字とした。生存者数は実際の事故と同じ 711 人である。 ・ a6, 7, 9, 10 はカリフォルニア号もカルパチア号も救助に来ることが無く、事故の翌日に他船舶によって救助されるとした場合である。

次に、タイタニック号の乗員および乗客の助かるパターンとして、以下の 2 通りを考える。

1 つは沈没前に救命ボートに乗り移るか、もしくは沈没後に海から救命ボートに乗り込み、救助に来た船舶に助けられるというものである。この場合、タイタニック号に装備されていた救命ボートの定員が 1178 名であることから、これを基準として各状況に於ける救命ボートに乗り移ることの出来た人数を算定して表中の「乗艇」欄に記した。ただし、事故当時は気温・

海水温はともに摂氏 0 度前後であったことから、波をかぶったり風により体温を奪われたり、また激しい揺れに曝されなどして、救助されるまでに低体温症や体力の低下などにより死亡する者もいると考えられる。その割合を表 12 の「乗艇後死亡」欄に記した。

乗客の助かるもう 1 つのパターンは、沈没時にタイタニック号から海に投げ出され、直接海から救助船舶に助けられるというものである。

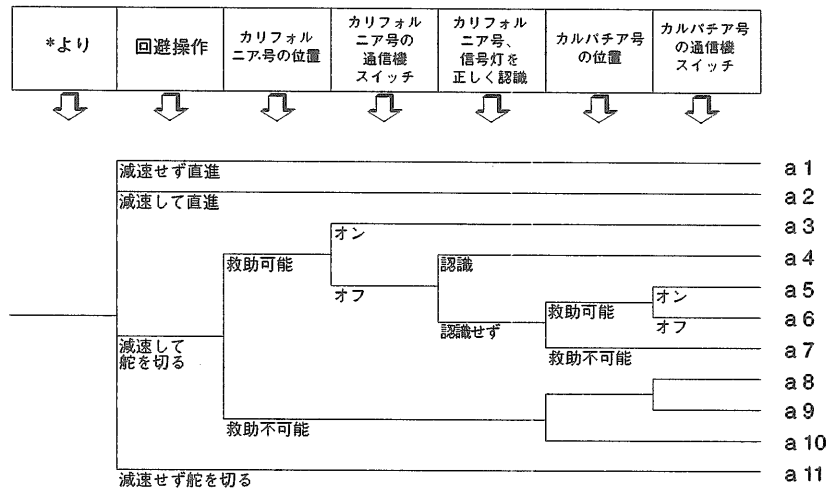


図9 タイタニック号事故におけるイベントツリー

事故当時の海水温から考えると、時間と共に生存している者の割合は急速に減少していくと考えられる。救助船舶によって救助される人数を表中の「海から救

助」欄に記した。

遭難者数は、以上の各分類において算定した人数を用いて、次の式に従って計算した。

$$\text{死者数} = \text{乗船総数} - (\text{乗艇者数} - \text{乗艇後死亡数} + \text{海から救助された数})$$

以上の結果をまとめると、表12になる。

さらに、以上の結果を前述のイベントツリーの結果から、各シーケンスごとに犠牲者数と発生確率の関係などについて、その一部を示したものが表13である。全シーケンス数が900以上もあるため、それらを全てここに示すことは不可能であるが、ST16,a1といったシーケンスの番号が、前述の図4(a),(b)中のどのシーケンスによる犠牲者数であるかを示すものである。

この表には、各シーケンスにおける事故の発生確率とその被害者数の一部が示されている。そこでこの結果を元に、さらに遭難者数と事故の発生確率についてわかりやすくまとめたものが図10である。この図においては、図3に示した例題にもあったように縦軸は累積発生確率を、また横軸は遭難者数を示している。この図から、遭難者数が1000人以上の事故が起こる確率は 1.73×10^{-2} /航海もあることが求められた。これは、 $1.73 \times 10^{-2} \div 1/60$ であることから、60航海に1回の割合で1000人以上の遭難者が発生する事故が起こることになる。

さらにこの結果について、現代の航海における事故の発生状況と比較するために、前述のロイドの事故データから得られた情報を本研究の結果と比較するために図10中に示してある。この結果から、当時の航海における事故の発生状況と現代のそれとの差が歴然とし、

現代の航海における安全性が理解できる。

2.5 不確かさ解析

イベントツリーの分岐確率値を点で与えて解析を行うと、その結果には不確かさが伴う。不確かさの原因は、イベントツリーを作成する際に様々な仮定を設定する必要があること、分岐確率の定量化にあたり使用するデータに統計的なばらつきが存在することなどである。分岐確率の値を専門家判断によって与えた箇所は不確かさが大きい場合もある。そこで、こうした要因の影響をも考慮に入れた分析を行うために不確かさ解析を行う。

イベント・ツリー中の分岐において不確かさが存在すると見られる項目について事象の発生確率値を上限値、下限値間での一様分布から乱数により各々1つ選定しイベント・ツリー解析を実施する。これを3000回繰り返すいわゆるモンテカルロ法を実施し最終結果の不確かさ幅を求めた。不確かさの分布を考慮した項目は以下の通りである。但しカッコの中の数値は(中央値±分布幅)を意味している。

出航4月 (0.8 ± 0.2)、氷山の存在確率・3月 (0.21 ± 0.2)、氷山の存在確率・4月 (0.34 ± 0.2)、出航の遅れ (0.000624 ± 0.000624)、他船の警告による減速 (0.2 ± 0.2)、双眼鏡を所持する (0.5 ± 0.3)、事前に氷山を

表 12 遭難者数算定 (少数点以下切り捨て、単位：人)

波の高さ(m)	0~1	1~3	3~12	12~
状況				
2：直進&減速 →衝突&沈没せず 11：舵切る&減速せず →衝突せず	沈没せず 死者計： 0	沈没せず 死者計： 0	沈没せず 死者計： 0	沈没せず 死者計： 0
3：カリフォルニア号、沈没40分前に到着→救命ボート&海から救助(横付けは考えない)	乗艇： 711 (100%) 乗艇後死亡： 0 (0%) 拾い上げ： 1117 (75%) 死者計： 372	乗艇： 355 (50%) 乗艇後死亡： 17 (5%) 拾い上げ： 922 (50%) 死者計： 940	乗艇： 177 (25%) 乗艇後死亡： 35 (20%) 拾い上げ： 505 (25%) 死者計： 1552	乗艇： 0 乗艇後死亡： 0 拾い上げ： 0 死者計： 2201
4：カリフォルニア号、沈没10分前に到着→救命ボート&海から救助(低温のため多数死亡)	乗艇： 711 (100%) 乗艇後死亡： 0 (0%) 拾い上げ： 745 (50%) 死者計： 745	乗艇： 355 (50%) 乗艇後死亡： 35 (10%) 拾い上げ： 461 (25%) 死者計： 1419	乗艇： 177 (25%) 乗艇後死亡： 53 (30%) 拾い上げ： 252 (12.5%) 死者計： 1823	乗艇： 0 乗艇後死亡： 0 拾い上げ： 0 死者計： 2201
5,8：カルパチア号、沈没1時間50分後に到着(波高0~1mなら実際と同じ)	乗艇： 711 (100%) 乗艇後死亡： 0 (0%) 拾い上げ： 0 死者計： 1490	乗艇： 355 (50%) 乗艇後死亡： 71 (20%) 拾い上げ： 0 死者計： 1916	乗艇： 177 (25%) 乗艇後死亡： 106 (60%) 拾い上げ： 0 死者計： 2129	乗艇： 0 乗艇後死亡： 0 拾い上げ： 0 死者計： 2201
6,7,9,10：カリフォルニア & カルパチア号、救助に来ず(翌日救助されると仮定)	乗艇： 711 (100%) 乗艇後死亡： 71 (10%) 拾い上げ： 0 死者計： 1561	乗艇： 355 (50%) 乗艇後死亡： 213 (60%) 拾い上げ： 0 死者計： 2058	乗艇： 177 (25%) 乗艇後死亡： 159 (90%) 拾い上げ： 0 死者計： 2183	乗艇： 0 乗艇後死亡： 0 拾い上げ： 0 死者計： 2201
1：直進&減速せず →急速に沈没し生存者無し	乗艇： 0 乗艇後死亡： 0 拾い上げ： 0 死者計： 2201	乗艇： 0 乗艇後死亡： 0 拾い上げ： 0 死者計： 2201	乗艇： 0 乗艇後死亡： 0 拾い上げ： 0 死者計： 2201	乗艇： 0 乗艇後死亡： 0 拾い上げ： 0 死者計： 2201

基礎データ：乗船総数 2201名(内、実生存者 711名、実死亡者 1490名) 救命ボート定員 1178名

発見し衝突回避失敗 (0.05±0.05、0.1±0.1、0.2±0.2等)、回避操作・減速せず直進 (0.06±0.06)、回避操作・減速して直進 (0.12±0.1)、回避操作・減速して舵を切る (0.12±0.1)、カリフォルニア号が救助可

能な位置にいる (0.5±0.3)、無線機スイッチ・オン (0.1±0.1等)、カリフォルニア号信号灯を正しく認識 (0.5±0.3)、カルパチア号が救助可能な位置にいる (0.5±0.3)。

表 13 各事故の発生確率と犠牲者数

犠牲者数	発生月	シーケンス	発生確率	累積発生確率
2083	3月	ST16 a1	2.96E-07	
2083	3月	ST17 a1	2.37E-06	
2083	3月	ST26 a1	1.57E-07	
2083	3月	ST27 a1	8.97E-07	
2083	3月	ST41 a1	1.86E-09	
2083	3月	ST42 a1	1.49E-08	
2083	3月	ST51 a1	9.86E-10	
2083	3月	ST52 a1	5.63E-09	
2083	4月	ST16 a1	1.49E-06	
2083	4月	ST17 a1	1.19E-05	
2083	4月	ST41 a1	9.34E-09	
2083	4月	ST42 a1	7.47E-08	
2083	4月	ST51 a1	4.96E-09	
2083	4月	ST52 a1	2.84E-08	1.72E-05
1966	3月	ST4 a1	1.31E-05	
1966	3月	ST6 a1	2.62E-05	
1966	3月	ST8 a1	4.20E-04	
1966	3月	ST10 a1	6.62E-06	
1966	3月	ST12 a1	9.93E-06	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

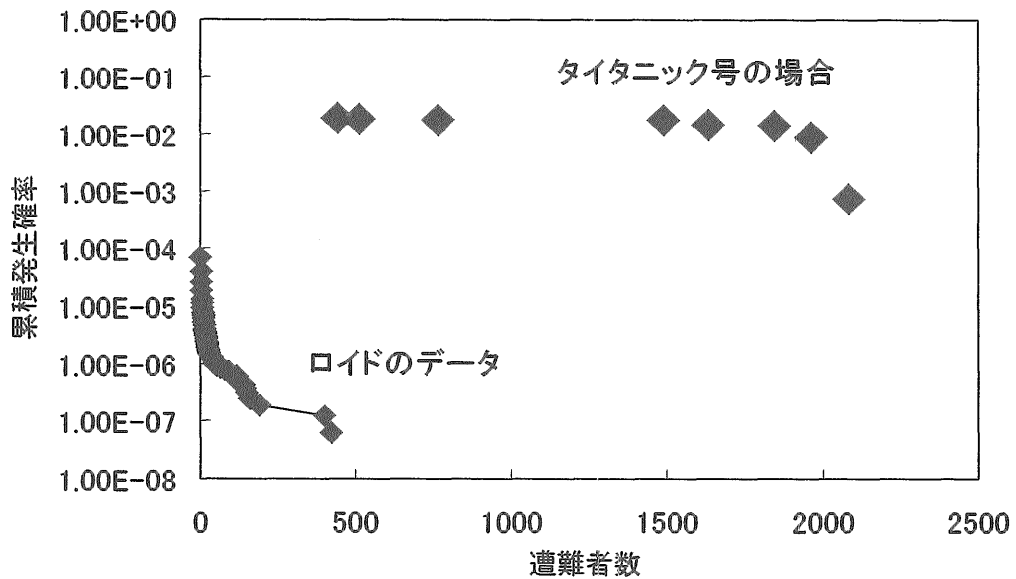


図 10 遭難者数と累積発生確率の関係 (Lloyd, Casualty Data 1978~1995)

解析の結果を図 11 中に各々の犠牲者数毎に 95% 上限値、5% 下限値を点線で示してある。また、最大値、最小値の存在限界をグレーの範囲で示した。
遭難者数と累積発生確率の関係からタイタニック号

事故と同程度以上の事故が発生する確率は、点推定値は 2.05×10^{-2} 回/航海であるが、95% 上限値は 3.47×10^{-2} 回/航海、5% 下限値は 9.82×10^{-3} 回/航海となった。

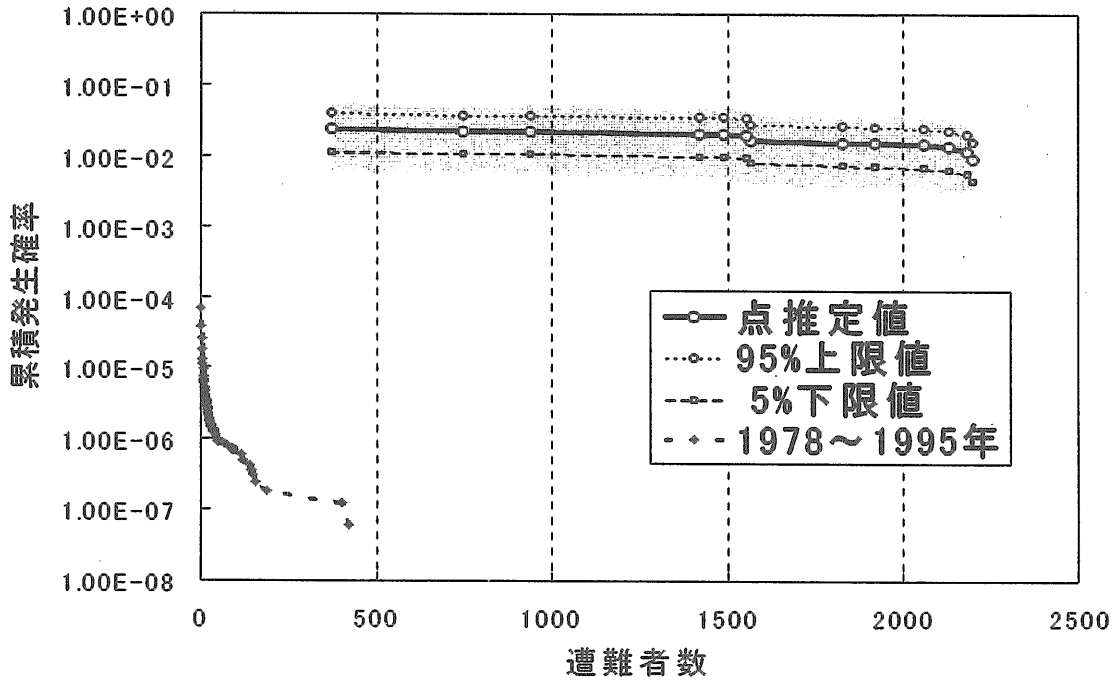


図 11 不確実さ解析を用いた遭難者数と累積発生確率の関係

3. 考察

以上の結果から、今世紀初頭の船旅は、現代のそれと比べはるかにリスクを伴ったものであり、現代の冒険者のおかれる状況の安全性が想像される。その理由としては、下記のようなものが考えられる。

- a. 救難体制の不備
- b. レーダー技術のない時代
- c. 天気予報、冰山情報無し
- d. 無線を有効に活用していない
- e. 未熟な Safety Culture

a,bについては、この事故以後 SOLAS 条約が発足し救命設備やレーダーのみならず下記に示されるような設備、構造等が規定されることとなり、大きな影響を与えた。

- ・ 損傷時の復元性 区画障壁の増設
- ・ 単底→二重底
- ・ 排水溝の集中化、水面下の放出
- etc.

a,b 以外のものについても、いずれもこの事故により受

けた影響は大きく、後に新たな体制やルールの作成に影響を及ぼしている。

また当時の船舶の設備などを考えると、それは乗員者数に対してまた装備として不充分なものであり、このことは遭難者が出る事故はすなわち大事故につながってしまうことも容易に想像できる。

4. 結論

過去において発生してしまった事故（タイタニック号の事故）に対して、従来適用されることの無かったイベントツリー手法を適用して評価を行った。これにより、タイタニック号の事故がどのような事象の積み重ねにより発生したかを検討し、その結果として、当時の状況における遭難者数と事故の発生確率などについて知見を得た。

本論により、イベントツリー手法の有効性が示され、タイタニック号に限らず各種の事故解析、事故原因究明の有力な手法となり得ると思われる。本方法を広く各種システムの事故解析に適用する事により、同種の事故の再発を防ぎ安全性向上に寄与できると考えている。

参考文献

1. タイタニック号遭難事件事故報告書 (海難審判庁訳)
2. <http://www.uscg.mil/lantarea/iip/home.html>
3. LLOYD'S MARITIME INFORMATION SERVICES、1978~1995 Casualty Data
4. 社団法人日本造船研究協会第46基準研究部会、放射
性物質の海上輸送の安全に関する調査研究 (海上火
災) 平成10年度報告書、(1999年3月)
5. <http://www.srimot.go.jp/wavedb/wavedb.html>
6. 運輸省海上技術安全局：訓練手引書、船員災害
防止協会、平成7年2月

附録 表計算ソフト（エクセル）によるイベント・ツリー解析の実施

本解析では、市販の表計算ソフト（Microsoft EXCEL97）を用いて、ワークシート上にイベント・ツリー（以下、ETと略記）を作成し、マクロプログラムを用いて解析を行った。

今回表計算ソフトにより作成したETを附図1に示す。Aには各ヘディングが示されている。Bはシーケンスの通し番号、Cは遭難者数が記入されている。Dは計算を実行することにより得られた、各シーケンスの発生確率である。

一般的なETは本文図2の様に分岐点が上下に分岐した線に対してほぼ中央の位置にあるが、ワークシート上にETを作成する際は附図1の様に分岐点を上に詰めて作成した。これにより1つの行には1つのシーケンスしかなくなるため、分岐の挿入・削除を行挿入・行削除で行うことが可能となる。ETの作成では分岐した後に同じ形の分岐関係が続くことが多いため、複数行をワンセットで複写することによりETの作成が非常に簡単になる。

分岐のうち、上の枝の分岐確率には、1から下の分岐確率値をセル参照を用いて引いた値となるよう設定した。また、同じ列にあり、同じ分岐確率値が入るセルはETの上欄に参照用のセルをEの様に設け、そこを参照することで値を設定した。これにより、参照用のセルの値を変更すれば、必要な変更が全て完了するため、様々な仮定をおいた計算が容易となる。

なお、ETの線の色塗り、分岐確率値が参照しているセルの記入等は、適宜マクロプログラムを用いることにより効率的に行うことができる。

本解析体系では、各シーケンスの発生確率値の計算から結果のソート・集計・グラフの作成まで一度に行えるようプログラムした。計算結果は、附表1・附図2の様な形で与えられる。

以上は分岐確率に点推定値を用いた場合の解析であるが、不確実な解析を行う際には、分岐確率値をすべて独立な乱数で与える必要がある。そのため点推定値の解析のようにE欄へのセル参照では行うことが出来ない。その場合でも、置換用のマクロを作成するなどして、比較的簡単に変数を設定し直すことが可能である。1回分の計算を終えた後、乱数を更新して次の回の計算を行うこととなる。

表計算ソフトを用いてET解析を行う利点は以下の様にまとめられる。

- ・ETの作成・検証が簡単である

表計算ソフトの持つ豊富な編集（カット&ペースト、検索・置換など）・表示（ウインドウ枠の固定・複数行の表示/非表示など）・印刷機能を利用することで、ワークシート上で容易にETを作成・検証できる。複雑な条件付きの置換や色塗り、分岐確率値の合計値確認などに適宜小さなマクロプログラムを利用すれば、ETの作成・検証はより容易となる。

- ・マクロ作成が簡単である

マクロ言語は、システム開発等に用いられる低レベル言語に比べてプログラムが易しいため、ワークシートと連動したマクロプログラムを簡単に作成できる。また、統計処理などに各種の内部関数を利用することで、それらを独自に作成するよりも簡便かつ高速なプログラムを短時間で作成可能である。

- ・自由度の高い解析が可能である

ETとマクロプログラムを解析者自ら作成することができるため、様々なカスタマイズを行うことが可能である。例えば、今回の解析では表計算ソフトのワークシート上に、タイタニック号の乗船総数とボート総定員から遭難者数を計算する表を作成したが、その計算結果をETの遭難者数のセルから参照することにより、ボート総定員を変化させた結果を直ちにETに反映させて解析を行うことが可能である。また、ETの分岐相互間に従属性があり、その関係が分かっている場合は、その関係をETの参照関係でif~thenなどを用いてET中に作り込むこともできる。

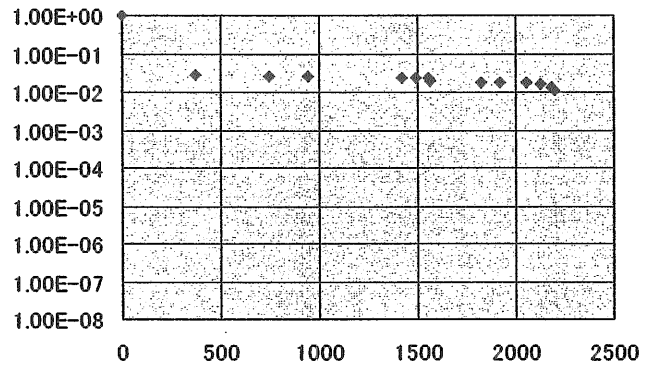
エクセルでET解析を行う欠点は、計算速度が遅いことである。点推定値の計算ではあまり問題とはならないが、不確実な解析では数千回の計算を行う必要があるため問題となる。例えば、今回の解析ではPentium III 400MHzのCPUを持つPCを用いたところ、1回あたりの計算時間は約2分であった。3,000回の計算を行うには約100時間を要する。

しかし、ETによる解析では、通常ETの作成とその検証に多大な労力を要し、解析時の障害となっている。エクセルを用いることで簡便にETを作成・検証できるという利点は、計算速度が遅いという欠点を十分補うものである。

また、現在エクセルは広く普及しており多くのPCで利用可能である。そのため、身近にある複数台のPCを用いて分散計算を行うことが出来る。今回は、4台のPCに分散させて計算を行うことにより、およそ1日で計算を終えることが出来た。PCの性能も年々向上しており、この欠点のもつ重要性は徐々に小さくなる傾向にある。

附表1 集計結果

遭難者数	発生確率	累積発生確率
2201	0.010945874	0.010945874
2183	0.002838594	0.013784468
2130	0.001770621	0.015555089
2059	0.001308679	0.016863768
1918	0.000816311	0.017680079
1824	0.000418846	0.018098925
1564	0.001410864	0.019509789
1553	0.003352676	0.022862465
1490	0.000847844	0.02371031
1421	0.000193101	0.023903411
941	0.001545687	0.025449097
747	0.00021828	0.025667377
373	0.001603869	0.027271246
0	0.972728754	1



附図2 遭難者数と累積発生確率の関係

完成が一月遅れる	氷山の存在	出航の遅れ	月明かり	波高	他船の警告による減速	双眼鏡	氷山発見し減速・回避	回避操作	カリフォルニア号の位置	カリフォルニア号の通信機スイッチ	カリフォルニア号を探知し正しく認識	カリフォルニア号の位置	カリフォルニア号の通信機スイッチ
出航3月 0.2	南下しない(3月) 0.6581	遅れない 0.999376	有り 0.725	波高 0-1 0.156525	減速する 0.2	所持する 0.5	発見する それぞれ記入	減速せずに直進 0.06	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	正しく認識 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1
出航4月 0.8	南下する(3月) 0.3419	遅れる 0.000624	なし 0.275	波高 1-3 0.253175	減速しない 0.8	所持しない 0.5	発見しない それぞれ記入	減速して直進 0.12	救助不可能な位置 0.5	スイッチオフ(after midnight) 0.9	正しく認識せず 0.5	救助不可能な位置 0.5	スイッチオフ(after midnight) 0.9
	南下しない(4月) 0.5699			波高 3-12 0.54915				減速して舵を切る 0.12		スイッチオン 0.9			スイッチオン 0.9
	南下する(4月) 0.4301			波高 12- 0.04115				減速せず舵を切る 0.7		スイッチオフ(before midnight) 0.1			スイッチオフ(before midnight) 0.1

タイム シミュ シタ 出航	完成が 一ヶ月遅 れる	氷山の存在	出航の 遅れ	月明かり	波高	他船の警告による減速	双眼鏡	氷山発見し減速・回避	回避操作	カリフォルニア号の位置	カリフォルニア号の通信機スイッチ	カリフォルニア号を探知し正しく認識	カリフォルニア号の位置	カリフォルニア号の通信機スイッチ	遭難者数	
1 top	出航3月	南下しない													0	
1	0.2	0.6581													0.13162	
2		南下する 0.3419	遅れない 0.999376	有り 0.725	波高0-1 0.156525	減速する 0.2	所持する 0.5	発見する 0.8							0	0.000620397
3								発見しない 0.2	減速せずに直進 0.06						2201	9.30596E-06
4									減速して直進 0.12						0	1.86119E-05
5									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				373	9.30596E-07
6											スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			747	4.18768E-06
7												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1490	2.09384E-07
8														スイッチオフ 0.9	1564	1.88446E-06
9													救助不可能な位置 0.5		1564	2.09384E-06
10										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1490	4.65298E-07
11														スイッチオフ 0.9	1564	4.18768E-06
12													救助不可能な位置 0.5		1564	4.65298E-06
13									減速せず舵を切る 0.7						0	0.000108569
14							所持しない 0.5	発見する 0.7							0	0.000542847
15								発見しない 0.3	減速せずに直進 0.06						2201	1.39589E-05
16									減速して直進 0.12						0	2.79179E-05
17									減速して舵を切る	救助可能な位置	スイッチオン					

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

	アイ ダ ニ ク 号 出 航	完成が 一ヶ月遅 れる	氷山の存在	出航の 遅れ	月明かり	波高	他船の警 告によ る減速	双眼鏡	冰山発見し 減速・回避	回避操作	カリフォルニア号 の位置	カリフォルニア 号の通信 機スイッチ	カリフォルニア 号番号等を正 しく認識	カルパチア号の位置	カルパチア号 の通信機ス イッチ	遭難 者数
										0.12	0.5	0.1				373
18												スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			747
19													正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1490
20														スイッチオフ 0.9		1564
21														救助不可能な位置 0.5		1564
22											救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1490
23														スイッチオフ 0.9		1564
24														救助不可能な位置 0.5		1564
25										減速せず舵を切る 0.7						0
26							減速しない 0.8	発見する 0.6								0
27								発見しない 0.4	減速せずに直進 0.06							2201
28									減速して直進 0.12							0
29									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9					373
30											スイッチオフ 0.1	正しく認識 0.5				747
31												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9	1490	0.0000033561
32														スイッチオフ 0.1		1564
33														救助不可能な位置 0.5		1564
34											救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9	1490
35														スイッチオフ 0.1		1564
36														救助不可能な位置 0.5		1564
37										減速せず舵を切る 0.7						0
38						波高1-3 0.253175	減速する 0.2	所持する 0.5	発見する 0.95							0
39									発見しない 0.05	減速せずに直進 0.06						2201
40									減速して直進 0.12							0
41									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1					941

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	
	完成が 一ヶ月遅 れる	水山の浮遊	出航の 遅れ	月明かり	波高	他船の警 告によ る減速	取巻機	水山発見し 減速・直進	回響機作	カリフォルニア号 の位置	カリフォルニア 号の通信 機スイッチ	カリフォルニア 号信号機を正 しく認識	カリフォルニア号の位 置	ガリパテア号の位 置	ガリパテア号 の通信機ス イッチ	遭難 者数											
42											スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5					1421	0.0000016934									
43												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1			1918	0.0000000847									
44														スイッチオフ 0.9			2059	0.0000007620									
45														救助不可能な位置 0.5			2059	0.0000008467									
46										救助不可能な位置 0.5				救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1		1918	0.0000001882									
47														スイッチオフ 0.9			2059	0.0000016934									
48														救助不可能な位置 0.5			2059	0.0000018815									
49									減速せず舵を切る 0.7								0	0.0000439021									
50								所持しない 0.5	発見する 0.9								0	0.0011289101									
51								発見しない 0.1	減速せずに直進 0.06								2201	0.0000075261									
52									減速して直進 0.12								0	0.0000150521									
53									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1						941	0.0000007526									
54											スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5					1421	0.0000033867									
55												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1			1918	0.0000001693									
56														スイッチオフ 0.9			2059	0.0000015240									
57														救助不可能な位置 0.5			2059	0.0000016934									
58										救助不可能な位置 0.5				救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1		1918	0.0000003763									
59														スイッチオフ 0.9			2059	0.0000033867									
60														救助不可能な位置 0.5			2059	0.0000037630									
61									減速せず舵を切る 0.7								0	0.0000878041									
62								減速しない 0.8	発見する 0.8								0	0.0080278049									
63								発見しない 0.2	減速せずに直進 0.06								2201	0.0001204171									
64									減速して直進 0.12								0	0.0002408341									
65									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9						941	0.0001083754									
66											スイッチオフ	正しく認識															

C
D

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

タイム タ ニック ク 出航	完成が 一ヶ月遅 れる	氷山の存在	出航の 遅れ	月明かり	波高	他船の警 告によ る減速	双眼鏡	氷山発見し 減速・回避	回避操作	カリフォルニア号 の位置	カリフォルニ ア号の通信 機スイッチ	カリフォルニア 号番号等を正 しく認識	カルパチア号の位 置	カルパチア号 の通信機ス イッチ	遭難 者数	
											0.1	0.5		1421	0.0000060209	
67												正しく認識せず	救助可能な位置	スイッチオン	1918	0.0000027094
											0.5	0.5		2059	0.0000003010	
68													スイッチオフ	2059	0.0000030104	
													救助不可能な位置	2059	0.0000030104	
69													0.5	2059	0.0000030104	
70										救助不可能な位置			救助可能な位置	スイッチオン	1918	0.0000541877
										0.5			0.5	0.9	2059	0.0000541877
71													スイッチオフ	2059	0.0000060209	
													0.1	2059	0.0000060209	
72													救助不可能な位置	2059	0.0000602085	
													0.5	2059	0.0000602085	
73									減速せず舵を切る					0	0.0014048659	
									0.7					0	0.0014048659	
74					波高3-12	減速する	所持する	発見する						0	0.0025847028	
					0.54915	0.2	0.5	0.95						0	0.0025847028	
75								発見しない	減速せずに直進					2201	0.0000081622	
								0.05	0.06					2201	0.0000081622	
76									減速して直進					0	0.0000163244	
									0.12					0	0.0000163244	
77									減速して舵を切る	救助可能な位置	スイッチオン			1553	0.0000008162	
									0.12	0.5	0.1			1553	0.0000008162	
78											スイッチオフ	正しく認識		1824	0.0000036730	
											0.9	0.5		1824	0.0000036730	
79												正しく認識せず	救助可能な位置	スイッチオン	2130	0.0000001836
												0.5	0.5	0.1	2130	0.0000001836
80														スイッチオフ	2183	0.0000016528
														0.9	2183	0.0000016528
81													救助不可能な位置	2183	0.0000018365	
													0.5	2183	0.0000018365	
82										救助不可能な位置			救助可能な位置	スイッチオン	2130	0.0000004081
										0.5			0.5	0.1	2130	0.0000004081
83														スイッチオフ	2183	0.0000036730
														0.9	2183	0.0000036730
84													救助不可能な位置	2183	0.0000040811	
													0.5	2183	0.0000040811	
85									減速せず舵を切る					0	0.0000952259	
									0.7					0	0.0000952259	
86								所持しない	発見する					0	0.0024486658	
								0.5	0.9					0	0.0024486658	
87								発見しない	減速せずに直進					2201	0.0000163244	
								0.1	0.06					2201	0.0000163244	
88									減速して直進					0	0.0000326489	
									0.12					0	0.0000326489	
89									減速して舵を切る	救助可能な位置	スイッチオン			1553	0.0000016324	
									0.12	0.5	0.1			1553	0.0000016324	
90											スイッチオフ	正しく認識		1824	0.0000073460	
											0.9	0.5		1824	0.0000073460	

	カリフォルニア号 出航	完成が 一月遅れる	氷山の存在	出航の 遅れ	月明かり	波高	他船の警 告によ る減速	双瞳鏡	氷山発見し 減速・回避	回避操作	カリフォルニア号 の位置	カリフォルニア号の通信 機スイッチ	カリフォルニア 号番号を正 しく認識	カリフォルニア号の位置	カリフォルニア号 の通信機ス イッチ	遭難 者数
91													正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2130
92															スイッチオフ 0.9	2183
93														救助不可能な位置 0.5		2183
94										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2130	
95														スイッチオフ 0.9	2183	
96														救助不可能な位置 0.5	2183	
97									減速せず舵を切る 0.7						0	
98							減速しない 0.8	発見する 0.8								0
99								発見しない 0.2	減速せずに直進 0.06							2201
100									減速して直進 0.12							0
101									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9					1563
102											スイッチオフ 0.1	正しく認識 0.5				1824
103												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9	2130	
104														スイッチオフ 0.1	2183	
105														救助不可能な位置 0.5	2183	
106										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9	2130	
107														スイッチオフ 0.1	2183	
108														救助不可能な位置 0.5	2183	
109									減速せず舵を切る 0.7						0	
110						波高12- 0.04115	減速する 0.2	発見する 0.5								0
111								発見しない 0.5	減速せずに直進 0.06							2201
112									減速して直進 0.12							0
113									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1					2201
114											スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5				2201
115												正しく認識せず	救助可能な位置	スイッチオン		

C
D

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

機	完	氷	出	月	波	他	双	氷	回	カ	カ	カ	カ	カ	遭		
ノ	成	山	航	明	高	船	眼	山	遊	リ	リ	リ	リ	難			
ン	が	の	の	り		の	鏡	発	作	オ	オ	オ	オ	者			
グ	一	存	違	り		運		見		ル	ル	ル	ル	数			
出	ヶ	在	れ	り		送		し		ニ	ニ	ニ	ニ				
航	月					る		回		号	号	号	号				
	遅					れ		遊		の	の	の	の				
	れる							回		位	位	位	位				
								遊		置	置	置	置				
												0.5	0.5	0.1	2201	0.0000002752	
116														スイッチオフ	2201	0.0000024771	
														0.9			
117														救助不可能な位置	2201	0.0000027523	
														0.5			
118										救助不可能な位置				救助可能な位置	2201	0.0000006116	
										0.5				0.5	スイッチオン		
														0.1			
119														スイッチオフ	2201	0.0000055046	
														0.9			
120														救助不可能な位置	2201	0.0000061163	
														0.5			
121									減速せず舵を切る							0	0.0001427131
									0.7								
122								減速しない	減速せずに直進							2201	0.0000978604
								0.8	0.06								
123									減速して直進							0	0.0001957208
									0.12								
124									減速して舵を切る	救助可能な位置	スイッチオン					2201	0.0000880744
									0.12	0.5	0.9						
125											スイッチオフ	正しく認識				2201	0.0000048930
											0.1	0.5					
126												正しく認識せず	救助可能な位置	スイッチオン		2201	0.0000022019
												0.5	0.5	0.9			
127														スイッチオフ		2201	0.0000002447
														0.1			
128														救助不可能な位置	2201	0.0000024465	
														0.5			
129										救助不可能な位置				救助可能な位置	2201	0.0000440372	
										0.5				0.5	スイッチオン		
														0.9			
130														スイッチオフ		2201	0.0000048930
														0.1			
131														救助不可能な位置	2201	0.0000489302	
														0.5			
132									減速せず舵を切る							0	0.0011417050
									0.7								
133				なし	波高0-1	減速する		発見する								0	0.0001764923
				0.275	0.156525	0.2		0.3									
134								発見しない	減速せずに直進							2201	0.0000247089
								0.7	0.06								
135									減速して直進							0	0.0000494178
									0.12								
136									減速して舵を切る	救助可能な位置	スイッチオン					373	0.0000024709
									0.12	0.5	0.1						
137											スイッチオフ	正しく認識				747	0.0000111190
											0.9	0.5					
138												正しく認識せず	救助可能な位置	スイッチオン		1490	0.0000055560
												0.5	0.5	0.1			
139														スイッチオフ		1584	0.0000050036
														0.9			

←C
D
↓

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

タイディング号 出航	完成が 一ヶ月遅れる	氷山の存在	出航の遅れ	月明かり	波高	他船の警告による減速	双眼鏡	氷山発見し減速・回避	回避操作	カリフォルニア号の位置	カリフォルニア号の通信機スイッチ	カリフォルニア号信号等を正しく認識	カルパチア号の位置	カルパチア号の通信機スイッチ	遭難者数	
140													救助不可能な位置 0.5		1564	
141										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1490	
142														スイッチオフ 0.9	1564	
143													救助不可能な位置 0.5		1564	
144									減速せず舵を切る 0.7						0	
145						減速しない 0.8			減速せずに直進 0.06						2201	
146									減速して直進 0.12						0	
147									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9				373	
148											スイッチオフ 0.1	正しく認識 0.5			747	
149												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9	1490	
150														スイッチオフ 0.1	1564	
151													救助不可能な位置 0.5		1564	
152										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9	1490	
153														スイッチオフ 0.1	1564	
154													救助不可能な位置 0.5		1564	
155									減速せず舵を切る 0.7						0	
156					波高1-3 0.253175	減速する 0.2		発見する 0.5								0
157								発見しない 0.5	減速せずに直進 0.06						2201	
158									減速して直進 0.12						0	
159									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				941	
160											スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			1421	
161												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1918	
162														スイッチオフ 0.9	2059	
163													救助不可能な位置 0.5		2059	
164										救助不可能な位置			救助可能な位置	スイッチオン		

←C
D
↓

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

	タイ タ ニ ク 号 出 航	完成が 一ヶ月遅 れる	氷山の存在	出航の 遅れ	月明かり	波高	他船の警 告によ る減速	双眼鏡	氷山発見し 減速・回避	回避操作	カリフォルニア号 の位置	カリフォルニ ア号の通信 機スイッチ	カリフォルニア 号信号等を正 しく認識	カルパチア号の位 置	カルパチア号 の通信機ス イッチ	遭難者数		
											0.5			0.5	0.1	1918	0.0000014274	
165															スイッチオフ 0.9	2059	0.0000128462	
166														救助不可能な位置 0.5		2059	0.0000142736	
167									減速せず舵を切る 0.7							0	0.0003330501	
168							減速しない 0.8	発見する 0.3									0	0.0011418860
169								発見しない 0.7	減速せずに直進 0.06							2201	0.0001598640	
170									減速して直進 0.12							0	0.0003197281	
171									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5		スイッチオン 0.9				941	0.0001438776	
172												スイッチオフ 0.1	正しく認識 0.5			1421	0.0000079932	
173												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9	1918	0.0000035969		
174														スイッチオフ 0.1	2059	0.0000003997		
175													救助不可能な位置 0.5		2059	0.0000039966		
176										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9	1918	0.0000719388		
177														スイッチオフ 0.1	2059	0.0000079932		
178													救助不可能な位置 0.5		2059	0.0000799320		
179									減速せず舵を切る 0.7							0	0.0018650805	
180						波高3-12 0.54915	減速する 0.2	発見する 0.5									0	0.0010320047
181								発見しない 0.5	減速せずに直進 0.06							2201	0.0000619203	
182									減速して直進 0.12							0	0.0001238406	
183									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5		スイッチオン 0.1				1553	0.0000061920	
184												スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			1824	0.0000278641	
185												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2130	0.0000013932		
186														スイッチオフ 0.9	2183	0.0000125389		
187													救助不可能な位置 0.5		2183	0.0000139321		
188										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2130	0.0000030960		

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

B A
↓ ↓

タイ マン の 出航	完成が 一ヶ月遅 れる	氷山の存在	出航の 遅れ	月明かり	波高	他船の警 告によ る減速	双眼鏡	氷山発見し 減速・回避	回避操作	カリフォルニア号 の位置	カリフォルニ ア号の通信 機スイッチ	カリフォルニア 号値等を正 しく認識	カルパチア号の位 置	カルパチア号 の通信機ス イッチ	遭難 者数
189														スイッチオフ 0.9	2183
190													救助不可能な位置 0.5		2183
191									減速せず舵を切る 0.7						0
192						減速しない 0.8		発見する 0.3							0
193								発見しない 0.7	減速せずに直進 0.06						2201
194									減速して直進 0.12						0
195									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9				1553
196											スイッチオフ 0.1	正しく認識 0.5			1824
197												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9	2130
198														スイッチオフ 0.1	2183
199													救助不可能な位置 0.5		2183
200										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9	2130
201														スイッチオフ 0.1	2183
202													救助不可能な位置 0.5		2183
203									減速せず舵を切る 0.7						0
204					波高12- 0.04115	減速する 0.2		発見する 0.3							0
205								発見しない 0.7	減速せずに直進 0.06						2201
206									減速して直進 0.12						0
207									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				2201
208											スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			2201
209												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2201
210														スイッチオフ 0.9	2201
211													救助不可能な位置 0.5		2201
212										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2201
213														スイッチオフ	

C D
← ↓

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

	タイ ニング ク 出航	完成が 一ヶ月遅 れる	氷山の存在	出航の 遅れ	月明かり	波高	他船の警 告によ る減速	双眼鏡	氷山発見し 減速・回避	回避操作	カリフォルニア号 の位置	カリフォルニ ア号の通信 機スイッチ	カリフォルニア 号番号等を正 しく認識	カルパテア号の位 置	カルパテア号 の通信機ス イッチ	遭難 者数	
214														0.9	2201	0.0000029232	
														救助不可能な位置 0.5		2201	0.0000032480
215									減速せず舵を切る 0.7						0	0.0000757856	
216							減速しない 0.8		減速せずに直進 0.06						2201	0.0000371195	
217									減速して直進 0.12						0	0.0000742389	
218									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9				2201	0.0000334075	
219											スイッチオフ 0.1	正しく認識 0.5			2201	0.0000018560	
220												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9	2201	0.0000008352	
221														スイッチオフ 0.1	2201	0.0000000928	
222														救助不可能な位置 0.5	2201	0.0000009280	
223										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9	2201	0.0000167038	
224														スイッチオフ 0.1	2201	0.0000018560	
225														救助不可能な位置 0.5	2201	0.0000185597	
226									減速せず舵を切る 0.7						0	0.0004330605	
227		遅れる 0.000624	有り 0.725	波高0-1 0.156525	減速する 0.2	所持する 0.5	発見する 0.8								0	0.0000003874	
228							発見しない 0.2		減速せずに直進 0.06						2201	0.0000000058	
229									減速して直進 0.12						0	0.0000000116	
230									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				373	0.0000000006	
231											スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			747	0.0000000026	
232												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1490	0.0000000001	
233														スイッチオフ 0.9	1564	0.0000000012	
234														救助不可能な位置 0.5	1564	0.0000000013	
235										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1490	0.0000000003	
236														スイッチオフ 0.9	1564	0.0000000026	
237														救助不可能な位置 0.5	1564	0.0000000029	

	A	B	タイ タ ニツ ク号 出航	完成が 一ヶ月遅 れる	氷山の存在	出航の 遅れ	月明かり	浪高	他船の警 告による減速	双眼鏡	氷山発見し 減速・回避	回避操作	カリフォルニア号 の位置	カリフォルニア 号の通信 機スイッチ	カリフォルニア 号信号等を正 しく認識	カルパチア号の位 置	カルパチア号 の通信機ス イッチ	遭難 者数
238												減速せず舵を切る 0.7						0
239										所持しない 0.5	発見する 0.7							0
240											発見しない 0.3	減速せずに直進 0.06						2201
241												減速して直進 0.12						0
242												減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				373
243													スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5				747
244														正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1490	0.000000002
245																スイッチオフ 0.9	1584	0.000000018
246															救助不可能な位置 0.5		1564	0.000000020
247												救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1490	0.000000004
248																スイッチオフ 0.9	1564	0.000000039
249																救助不可能な位置 0.5	1564	0.000000044
250												減速せず舵を切る 0.7						0
251									減速しない 0.8		発見する 0.6							0
252											発見しない 0.4	減速せずに直進 0.06						2201
253												減速して直進 0.12						0
254												減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				373
255													スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5				747
256														正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1490	0.000000021
257																スイッチオフ 0.9	1564	0.000000188
258																救助不可能な位置 0.5	1564	0.000000209
259												救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1490	0.000000046
260																スイッチオフ 0.9	1564	0.000000418
261																救助不可能な位置 0.5	1564	0.000000465
262												減速せず舵を切る						

←C
D
↓

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

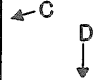
タイタニック号出航	完成が一月遅れる	氷山の存在	出航の遅れ	月明かり	波高	他船の警告による減速	双眼鏡	氷山発見し減速・回避	回避操作	カリフォルニア号の位置	カリフォルニア号の通信機スイッチ	カリフォルニア号信号等を正しく認識	カルパチア号の位置	カルパチア号の通信機スイッチ	遭難者数
263					波高1-3 0.253175	減速する 0.2	所持する 0.5	発見する 0.95	0.7						0
264								発見しない 0.05	減速せずに直進 0.06						2201
265									減速して直進 0.12						0
266									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				941
267											スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			1421
268												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1918
269														スイッチオフ 0.9	2059
270													救助不可能な位置 0.5		2059
271										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1918
272														スイッチオフ 0.9	2059
273													救助不可能な位置 0.5		2059
274									減速せず舵を切る 0.7						0
275							所持しない 0.5	発見する 0.9							0
276								発見しない 0.1	減速せずに直進 0.06						2201
277									減速して直進 0.12						0
278									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				941
279											スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			1421
280												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1918
281														スイッチオフ 0.9	2059
282													救助不可能な位置 0.5		2059
283										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1918
284														スイッチオフ 0.9	2059
285													救助不可能な位置 0.5		2059
286									減速せず舵を切る 0.7						0

附图1 ワークシート上に作成したイベントツリー

タイ チ ン ク 号 出航	完成が 一ヶ月遅 れる	氷山の存在	出航の 遅れ	月明かり	波高	他船の警 告によ る減速	双瞳鏡	氷山発見し 減速・回避	回避操作	カリフォルニア号 の位置	カリフォルニ ア号の通信 機スキャン	カリフォルニ ア号等を正 しく認識	カリフォルニア号の位 置	カリフォルニア号 の通信機ス キャン	遭難 者数	
312							0.5	0.9							0	0.0000015289
313								発見しない 0.1	減速せずに直進 0.06						2201	0.0000000102
314									減速して直進 0.12						0	0.0000000204
315									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				1553	0.0000000010
316											スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			1824	0.0000000046
317												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2130	0.0000000002
318														スイッチオフ 0.9	2183	0.0000000021
319													救助不可能な位置 0.5		2183	0.0000000023
320										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2130	0.0000000005
321														スイッチオフ 0.9	2183	0.0000000046
322													救助不可能な位置 0.5		2183	0.0000000051
323									減速せずに舵を切る 0.7						0	0.0000001189
324								減速しない 0.8	発見する 0.9						0	0.0000122314
325									発見しない 0.1	減速せずに直進 0.06					2201	0.0000000815
326									減速して直進 0.12						0	0.0000001631
327									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				1553	0.0000000082
328											スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			1824	0.0000000367
329												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2130	0.0000000018
330														スイッチオフ 0.9	2183	0.0000000165
331													救助不可能な位置 0.5		2183	0.0000000183
332										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2130	0.0000000041
333														スイッチオフ 0.9	2183	0.0000000367
334													救助不可能な位置 0.5		2183	0.0000000408
335									減速せずに舵を切る 0.7						0	0.0000009513
								波高12- 0.04115	減速する 0.2	発見する 0.5					0	0.0000001273

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

タイタニック号出航	完成が1ヶ月遅れる	氷山の存在	出航の遅れ	月明かり	波高	他船の警告による減速	双眼鏡	冰山発見し減速・回避	回避操作	カリフォルニア号の位置	カリフォルニア号の通信機スイッチ	カリフォルニア号信号等を正しく認識	カルパテア号の位置	カルパテア号の通信機スイッチ	遭難者数
336								発見しない 0.5	減速せずに直進 0.06						2201
337									減速して直進 0.12						0
338									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				2201
339											スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			2201
340												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2201
341														スイッチオフ 0.9	2201
342													救助不可能な位置 0.5		2201
343										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2201
344														スイッチオフ 0.9	2201
345													救助不可能な位置 0.5		2201
346									減速せず舵を切る 0.7						0
347						減速しない 0.8			減速せずに直進 0.06						2201
348									減速して直進 0.12						0
349									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				2201
350											スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			2201
351												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2201
352														スイッチオフ 0.9	2201
353													救助不可能な位置 0.5		2201
354										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2201
355														スイッチオフ 0.9	2201
356													救助不可能な位置 0.5		2201
357									減速せず舵を切る 0.7						0
358				なし 0.275	波高0-1 0.156525	減速する 0.2		発見する 0.3							0
359								発見しない 0.7	減速せずに直進 0.06						2201
360									減速して直進						



附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

	タイ ミング 出航	完成が 一ヶ月遅 れる	氷山の存在	出航の 遅れ	月明かり	波高	他船の警 告によ る減速	双楫航	氷山発見し 減速・回避	回避操作	カリフォルニア 号の位置	カリフォルニア 号の通信 機スイッチ	カリフォルニア 号機等を正 しく認識	カルパチア号の位 置	カルパチア号 の通信機ス イッチ	遭難 者数
										0.12						0
361										減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				373
362												スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			747
363													正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1490
364														スイッチオフ 0.9		1564
365														救助不可能な位置 0.5		1564
366											救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1490
367														スイッチオフ 0.9		1564
368														救助不可能な位置 0.5		1564
369										減速せず舵を切る 0.7						0
370							減速しない 0.8			減速せずに直進 0.06						2201
371										減速して直進 0.12						0
372										減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				373
373												スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			747
374													正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1490
375														スイッチオフ 0.9		1564
376														救助不可能な位置 0.5		1564
377											救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1490
378														スイッチオフ 0.9		1564
379														救助不可能な位置 0.5		1564
380										減速せず舵を切る 0.7						0
381						波高1-3 0.253175	減速する 0.2		発見する 0.5							0
382									発見しない 0.5	減速せずに直進 0.06						2201
383										減速して直進 0.12						0
384										減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				941

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

B A
↓ ↓

シ ン ク ル 出 航	完成が 一ヶ月遅 れる	木山の存在	出航の 遅れ	月間かり	波高	船舶の響 きによる 減速	双眼鏡	冰山発見し 減速・回避	回避操作	カリフォルニア号 の位置	カリフォルニア 号の通信 もスイッチ	カリフォルニア 号番号等を正 しく認識	カリフォルニア号の位 置	カリフォルニア号の通信機フ ィッチ	遭難者数
385											スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			1421
386												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1918
387														スイッチオフ 0.9	2059
388													救助不可能な位置 0.5		2059
389										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1918
390														スイッチオフ 0.9	2059
391													救助不可能な位置 0.5		2059
392									減速せず舵を切る 0.7						0
393						減速しない 0.8		発見する 0.3							0
394								発見しない 0.7	減速せずに直進 0.08						2201
395									減速して直進 0.12						0
396									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				941
397										スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5				1421
398											正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1		1918
399														スイッチオフ 0.9	2058
400													救助不可能な位置 0.5		2059
401										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1918
402														スイッチオフ 0.9	2059
403													救助不可能な位置 0.5		2059
404									減速せず舵を切る 0.7						0
405					波高3-12 0.54915	減速する 0.2		発見する 0.5							0
406								発見しない 0.5	減速せずに直進 0.06						2201
407									減速して直進 0.12						0
408									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				1553
409										スイッチオフ	正しく認識				

C D
← ↓

0.0000000080
0.0000000004
0.0000000036
0.0000000040
0.0000000009
0.0000000080
0.0000000089
0.0000002080
0.0000007130
0.0000000998
0.0000001996
0.0000000100
0.0000000449
0.0000000022
0.0000000202
0.0000000225
0.0000000050
0.0000000449
0.0000000499
0.0000011645
0.0000006444
0.0000000387
0.0000000773
0.0000000039

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

シナリオ 開始	完成が 一月遅れる	氷山の存在	出帆の 遅れ	片側のみ	成高	他船の運 送による 減速	片側のみ	氷山の存在 減速・回避	回避操作	カリフォルニア 島の位置	カリフォルニア 島の位置 を正しく認識 せず	カリフォルニア 島の位置 を正しく認識 せず	カリフォルニア島の位置	カリフォルニア島の位置	運送 者数
												0.9	0.5	1824	0.0000000174
410											正しく認識せず	救助可能な位置	スイッチオン	2130	0.0000000009
											0.5	0.5	0.1	2183	
411													スイッチオフ	2183	0.0000000078
													0.9		
412												救助不可能な位置		2183	0.0000000087
												0.5			
413										救助不可能な位置		救助可能な位置	スイッチオン	2130	0.0000000019
										0.5		0.5	0.1		
414													スイッチオフ	2183	0.0000000174
													0.9		
415												救助不可能な位置		2183	0.0000000193
												0.5			
416									減速せず能を切る					0	0.0000004511
									0.7						
417						減速しない	発見する							0	0.0000015465
						0.8	0.3								
418							発見しない	減速せずに直進						2201	0.0000002165
							0.7	0.06							
419								減速して直進						0	0.0000004330
								0.12							
420								減速して能を切る	救助可能な位置	スイッチオン				1553	0.0000000217
								0.12	0.5	0.1					
421										スイッチオフ	正しく認識			1824	0.0000000974
										0.9	0.5				
422											正しく認識せず	救助可能な位置	スイッチオン	2130	0.0000000049
											0.5	0.5	0.1		
423													スイッチオフ	2183	0.0000000438
													0.9		
424												救助不可能な位置		2183	0.0000000487
												0.5			
425										救助不可能な位置		救助可能な位置	スイッチオン	2130	0.0000000108
										0.5		0.5	0.1		
426													スイッチオフ	2183	0.0000000974
													0.9		
427												救助不可能な位置		2183	0.0000001083
												0.5			
428								減速せず能を切る						0	0.0000025259
								0.7							
429					波高12-	減速する	発見する							0	0.0000000290
					0.04115	0.2	0.3								
430							発見しない	減速せずに直進						2201	0.0000000041
							0.7	0.06							
431								減速して直進						0	0.0000000081
								0.12							
432								減速して能を切る	救助可能な位置	スイッチオン				2201	0.0000000004
								0.12	0.5	0.1					
433										スイッチオフ	正しく認識			2201	0.0000000018
										0.9	0.5				

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

C
D

イベント 番号	完成が 1ヶ月遅 れる	水山の存在	出航の 遅れ	月明かり	波高	他船の警 告によ る減速	双機銃	水山発見し 減速回避	出航遅れ	カリフォルニア号 の位置	カリフォルニア号の通信 機スイッチ	カリフォルニア 号番号等を正 しく認識	カリフォルニア号の位置	カリフォルニア号 の通信機ス イッチ	遭難 者数	
434												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2201	0.0000000001
435														スイッチオフ 0.9	2201	0.0000000008
436													救助不可能な位置 0.5		2201	0.0000000009
437										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2201	0.0000000002
438														スイッチオフ 0.9	2201	0.0000000018
439													救助不可能な位置 0.5		2201	0.0000000020
440										減速せず舵を切る 0.7					0	0.0000000473
441						減速しない 0.8				減速せずに直進 0.06					2201	0.0000000232
442										減速して直進 0.12					0	0.0000000464
443										減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1			2201	0.0000000023
444											スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			2201	0.0000000104
445												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2201	0.0000000005
446														スイッチオフ 0.9	2201	0.0000000047
447													救助不可能な位置 0.5		2201	0.0000000052
448										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2201	0.0000000012
449														スイッチオフ 0.9	2201	0.0000000104
450													救助不可能な位置 0.5		2201	0.0000000116
451										減速せず舵を切る 0.7					0	0.0000002704
452	出航4月 0.8	雨下しない 0.5699													0	0.4559200000
453		雨下する 0.4301	遅れない 0.999376	有り 0.725	波高0-1 0.156525	減速する 0.2	所持する 0.5	発見する 0.8							0	0.0031217639
454										発見しない 0.2	減速せずに直進 0.06				2201	0.0000468265
455										減速して直進 0.12					0	0.0000936529
456										減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1			373	0.0000046826
457											スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			747	0.0000210719
458												正しく認識せず	救助可能な位置	スイッチオン		

(122)

B
A

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

B
A

C
D

シ ー ン ノ 順 号	完成が 一月遅 れる	水山の存在	出帆の 遅れ	月明かり	波高	他船の警 告によ る減速	夜間航行	水山発見し 減速の回避	出帆遅れ	カリフォルニア号 の位置	カリフォルニア 号の通信 機スイッチ	カリフォルニア 号番号等正 しく認識	カリフォルニア号の位 置	カリフォルニア号 の通信機ス イッチ	遭難者数			
														0.9	2059			
508													救助不可能な位置	0.5	2059			
509										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置	0.1	1918			
510													スイッチオフ	0.9	2059			
511													救助不可能な位置	0.5	2059			
512										減速せず舵を切る 0.7				0				
513						減速しない 0.8		発見する 0.8							0			
514								発見しない 0.2	減速せずに直進 0.06						2201			
515									減速して直進 0.12					0				
516									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9			941				
517										スイッチオフ 0.1		正しく認識 0.5		1421				
518												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9	1918			
519													スイッチオフ 0.1	2059				
520													救助不可能な位置 0.5	2059				
521										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	0.9	1818			
522													スイッチオフ 0.1	2059				
523													救助不可能な位置 0.5	2058				
524										減速せず舵を切る 0.7				0				
525					波高3-12 0.54915	減速する 0.2	所持する 0.5	発見する 0.95							0			
526								発見しない 0.05	減速せずに直進 0.06						2201			
527									減速して直進 0.12					0				
528									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1			1593				
529										スイッチオフ 0.9		正しく認識 0.5		1824				
530												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2130			
531													スイッチオフ 0.9	2183				

0.0000076687
0.0000085208
0.0000018935
0.0000170416
0.0000189351
0.0004418198
0.0403949565
0.0006059243
0.0012118487
0.0005453319
0.0000302962
0.0000136333
0.0000015148
0.0000151481
0.0002726660
0.0000302962
0.0003029622
0.0070691174
0.0130059160
0.0000410713
0.0000821426
0.0000041071
0.0000184821
0.0000009241
0.0000083169

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

	A	B	タイミンク量 出航	発見が 一月遅 れる	米山の存在	出航の 遅れ	月明かり	波高	他船の警 告によ る減速	減速 線	水口発見し 減速・回航	回航操作	ガリフォルニア号 の位置	ガリフォルニ ア号の通信 機スイッチ	ガリフォルニア 号機等を正 しく認識	ガリフォルニア号の位置	ガリフォルニア 号の通信機ス イッチ	遭難者数	
532																		救助不可能な位置 0.5	2183
533													救助不可能な位置 0.5					救助可能な位置 0.5	2130
534																		スイッチオン 0.9	2183
535																		救助不可能な位置 0.5	2183
536												減速せず舵を切る 0.7							0
537										所持しない 0.5	発見する 0.9								0
538											発見しない 0.1	減速せずに直進 0.06							2201
539												減速して直進 0.12							0
540												減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1					1553
541														スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5				1824
542															正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2130	
543																	スイッチオフ 0.9	2183	
544																	救助不可能な位置 0.5	2183	
545													救助不可能な位置 0.5				救助可能な位置 0.5	2130	
546																	スイッチオフ 0.9	2183	
547																	救助不可能な位置 0.5	2183	
548												減速せず舵を切る 0.7							0
549										減速しない 0.8	発見する 0.8								0
550											発見しない 0.2	減速せずに直進 0.06							2201
551												減速して直進 0.12							0
552												減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9					1553
553														スイッチオフ 0.1	正しく認識 0.5				1824
554															正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9	2130	
555																	スイッチオフ 0.1	2183	
556																		救助不可能な位置	

← C
D ↓

0.0000092410
0.0000020536
0.0000184821
0.0000205357
0.0004791653
0.0123213941
0.0000821426
0.0001642853
0.0000082143
0.0000369642
0.000018482
0.0000166339
0.0000184821
0.0000041071
0.0000369642
0.0000410713
0.0009583307
0.0876188026
0.0013142820
0.0026285641
0.0011828538
0.0000657141
0.0000295713
0.0000032857

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

タイ ム 出航	完成が 一ヶ月遅 れる	水山の存在	出航の 遅れ	月明かり	減高	他船の警 告によ る減速	双眼鏡	水山発見し 減速・回避	回避操作	カリフォルニア号 の位置	カリフォルニア 号の通信 機スイッチ	カリフォルニア 号番号等を正 しく認識	カリフォルニア号の位 置	カリフォルニア号 の通信機ス イッチ	遭難 者数	
													0.5		2183	
557										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9	2130	
558														スイッチオフ 0.1	2183	
559													救助不可能な位置 0.5		2183	
560									減速せず舵を切る 0.7						0	
561					減高12- 0.04115	減速する 0.2		発見する 0.5								0
562								発見しない 0.5	減速せずに直進 0.06						2201	
563									減速して直進 0.12						0	
564									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				2201	
565											スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			2201	
566												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2201	
567														スイッチオフ 0.9	2201	
568													救助不可能な位置 0.5		2201	
569										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2201	
570														スイッチオフ 0.9	2201	
571													救助不可能な位置 0.5		2201	
572									減速せず舵を切る 0.7						0	
573						減速しない 0.8			減速せずに直進 0.06						2201	
574									減速して直進 0.12						0	
575									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9				2201	
576											スイッチオフ 0.1	正しく認識 0.5			2201	
577												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9	2201	
578														スイッチオフ 0.1	2201	
579													救助不可能な位置 0.5		2201	
580										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9	2201	

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

タイ ニック ク号 出航	完成が 一ヶ月遅 れる	氷山の存在	出航の 遅れ	月明かり	波高	他船の警 告によ る減速	双環航	氷山発見し 減速・回避	回避操作	カリフォルニア号 の位置	カリフォルニ ア号の通信 機スイッチ	カリフォルニア 号機等を正 しく認識	カリフォルニア号の位 置	カリフォルニア号 の通信機ス イッチ	遭難 者数
													0.5		1564
606									減速せず舵を切る 0.7						0
607					波高1-3 0.253175	減速する 0.2		発見する 0.5							0
608								発見しない 0.5	減速せずに直進 0.06						2201
609									減速して直進 0.12						0
610									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				941
611											スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			1421
612												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1918
613														スイッチオフ 0.9	2059
614													救助不可能な位置 0.5		2059
615										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1918
616														スイッチオフ 0.9	2059
617													救助不可能な位置 0.5		2059
618									減速せず舵を切る 0.7						0
619						減速しない 0.8		発見する 0.3							0
620								発見しない 0.7	減速せずに直進 0.06						2201
621									減速して直進 0.12						0
622									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9				941
623											スイッチオフ 0.1	正しく認識 0.5			1421
624												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9	1918
625														スイッチオフ 0.1	2059
626													救助不可能な位置 0.5		2059
627										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9	1918
628														スイッチオフ 0.1	2059
629													救助不可能な位置 0.5		2059

←C
D
0.0003552352
0.0082888213
0.0023940976
0.0001436459
0.0002872917
0.0000143646
0.0000646406
0.0000032320
0.0000290883
0.0000323203
0.0000071823
0.0000646406
0.0000718229
0.0016758683
0.0057456343
0.0008044168
0.0016088336
0.0007239751
0.0000402208
0.0000180994
0.0000020110
0.0000201104
0.0003819876
0.0000402208
0.0004022084

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

シグナリング要因	完成が一ヶ月遅れる	水山の存在	出航の遅れ	月明かり	波高	他船の警告による減速	双燈航行	水山発見し減速・回避	回避操作	カリフォルニア等の位置	カリフォルニア等の通信機スイッチ	カリフォルニア号後号等を正しく認識	カリフォルニア等の位置	カリフォルニア等の通信機スイッチ	遭難者数
630									減速せず舵を切る 0.7						0
631					波高3-12 0.54915	減速する 0.2		発見する 0.5							0
632								発見しない 0.5	減速せずに直進 0.06						2201
633									減速して直進 0.12						0
634									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				1553
635										スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5				1824
636											正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1		2130
637													スイッチオフ 0.9		2183
638													救助不可能な位置 0.5		2183
639									救助不可能な位置 0.5				救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2130
640													スイッチオフ 0.9		2183
641													救助不可能な位置 0.5		2183
642									減速せず舵を切る 0.7						0
643						減速しない 0.8		発見する 0.3							0
644								発見しない 0.7	減速せずに直進 0.06						2201
645									減速して直進 0.12						0
646									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9				1553
647										スイッチオフ 0.1	正しく認識 0.5				1824
648											正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9		2130
649													スイッチオフ 0.1		2183
650													救助不可能な位置 0.5		2183
651										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9	2130
652													スイッチオフ 0.1		2183
653													救助不可能な位置 0.5		2183
654									減速せず舵を切る						

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

タイ タ ク 出航	完成が 一ヶ月遅 れる	氷山の存在	出航の 遅れ	月明かり	波高	他船の警 告によ る減速	夜間航行	氷山発見し 減速・回避	回避操作	カリフォルニア号 の位置	カリフォルニ ア号の通信 機スイッチ	カリフォルニア 号信号機を正 しく認識	カリフォルニア号の位 置	カリフォルニア号 の通信機ス イッチ	遭難 者数
									0.7						0
655					波高12- 0.04115	減速する 0.2		発見する 0.3							0
656								発見しない 0.7	減速せずに直進 0.06						2201
657									減速して直進 0.12					0	
658									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1			2201	
659											スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5		2201	
660												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2201
661														スイッチオフ 0.9	2201
662													救助不可能な位置 0.5		2201
663										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2201
664														スイッチオフ 0.9	2201
665													救助不可能な位置 0.5		2201
666									減速せず舵を切る 0.7						0
667						減速しない 0.8			減速せずに直進 0.06						2201
668									減速して直進 0.12					0	
669									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9			2201	
670											スイッチオフ 0.1	正しく認識 0.5		2201	
671												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9	2201
672														スイッチオフ 0.1	2201
673													救助不可能な位置 0.5		2201
674										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.9	2201
675														スイッチオフ 0.1	2201
676													救助不可能な位置 0.5		2201
677									減速せず舵を切る 0.7						0
678			遅れる 0.000624	有り 0.725	波高0-1 0.156525	減速する 0.2	所持する 0.5	発見する 0.8							0

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

	A	B	タイタニック号出航	完成が一月遅れる	水山の存在	出航の遅れ	月明かり	波高	他船の警告による減速	双眼鏡	水山発見し減速・回避	回避操作	カリフォルニア号の位置	カリフォルニア号の通信機スイッチ	カリフォルニア号信号を正しく認識	カリフォルニア号の位置	カリフォルニア号の通信機スイッチ	遭難者数
679											発見しない 0.2	減速せずに直進 0.06						2201
680												減速して直進 0.12						0
681												減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				373
682														スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			747
683															正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1490
684																	スイッチオフ 0.9	1584
685																救助不可能な位置 0.5		1584
686													救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1490
687																	スイッチオフ 0.9	1584
688																救助不可能な位置 0.5		1584
689																減速せず舵を切る 0.7		0
690										所持しない 0.5	発見する 0.7							0
691											発見しない 0.3	減速せずに直進 0.06						2201
692												減速して直進 0.12						0
693												減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				373
694														スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			747
695															正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1490
696																	スイッチオフ 0.9	1584
697																救助不可能な位置 0.5		1584
698													救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	1490
699																	スイッチオフ 0.9	1584
700																救助不可能な位置 0.5		1584
701																減速せず舵を切る 0.7		0
702										減速しない 0.8	発見する 0.6							0
703											発見しない	減速せずに直進						0

C
D

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

ボイ タ ニ ク 号 出航	完成が 一ヶ月遅 れる	氷山の存在	出航の 遅れ	月明かり	波高	他船の警 告によ る減速	双陸船	氷山発見し 減速・回避	回避操作	カリフォルニア号 の位置	カリフォルニ ア号の通信 機スイッチ	カリフォルニア 号信号機を正 しく認識	カリフォルニア号の位 置	カリフォルニア号 の通信機ス イッチ	遭難 者数
704								0.4	0.06						2201
									減速して直進						0
									0.12						0
705									減速して舵を切る	救助可能な位置	スイッチオン				373
									0.12	0.5					373
706											スイッチオフ	正しく認識			747
											0.9	0.5			747
707												正しく認識せず	救助可能な位置	スイッチオン	1490
												0.5	0.5		1490
708														スイッチオフ	1564
														0.9	1564
709													救助不可能な位置		
													0.5		1564
710										救助不可能な位置			救助可能な位置	スイッチオン	
										0.5			0.5	0.1	1490
711														スイッチオフ	
														0.9	1564
712													救助不可能な位置		
													0.5		1564
713									減速せず舵を切る						0
									0.7						0
714					波高1-3 0.253175	減速する 0.2	所持する 0.5	発見する 0.95							0
715								発見しない 0.05	減速せずに直進						0
								0.06							2201
716									減速して直進						0
									0.12						0
717									減速して舵を切る	救助可能な位置	スイッチオン				941
									0.12	0.5					941
718											スイッチオフ	正しく認識			1421
											0.9	0.5			1421
719												正しく認識せず	救助可能な位置	スイッチオン	1918
												0.5	0.5	0.1	1918
720														スイッチオフ	2059
														0.9	2059
721													救助不可能な位置		
													0.5		2059
722										救助不可能な位置			救助可能な位置	スイッチオン	
										0.5			0.5	0.1	1918
723														スイッチオフ	2059
														0.9	2059
724													救助不可能な位置		
													0.5		2059
725									減速せず舵を切る						0
									0.7						0
726							所持しない 0.5	発見する 0.9							0
								発見しない 0.1	減速せずに直進						0
727									0.06						2201

付図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

シ ン ク ル ノ ミ ネ ー ル	完成が 一ヶ月遅 れる	水山の存在	出帆の 遅れ	月明かり	風高	船舶の電 気による 減速	双閃灯	水山発見し 減速/回避	回避操作	カリフォルニア 島の位置	カリフォルニア 島の遠隔 スイッチ	カリフォルニア 島の遠隔を正 しく認識	カリフォルニア島の位 置	カリフォルニア島の遠隔ス イッチ	遠隔者数
									0.12						0
753									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				1553
754											スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			1824
755												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2130
756													スイッチオフ 0.9		2183
757													救助不可能な位置 0.5		2183
758										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2130
759													スイッチオフ 0.9		2183
760													救助不可能な位置 0.5		2183
761									減速せず舵を切る 0.7						0
762								所持しない 0.5	発見する 0.9						0
763									発見しない 0.1	減速せずに直進 0.06					2201
764										減速して直進 0.12					0
765									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				1553
766											スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			1824
767												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2130
768													スイッチオフ 0.9		2183
769													救助不可能な位置 0.5		2183
770										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2130
771													スイッチオフ 0.9		2183
772													救助不可能な位置 0.5		2183
773									減速せず舵を切る 0.7						0
774								減速しない 0.8	発見する 0.9						0
775									発見しない 0.1	減速せずに直進 0.06					2201
776										減速して直進 0.12					0

←C
D
↓

0.0000000513
0.0000000026
0.0000000115
0.0000000006
0.0000000052
0.0000000058
0.0000000013
0.0000000115
0.0000000128
0.0000002992
0.0000076934
0.0000000513
0.000001026
0.0000000051
0.0000000231
0.0000000012
0.0000000104
0.0000000115
0.0000000026
0.0000005984
0.0000615468
0.0000004103
0.0000008206

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

B
↓
A

ダイヤ ナンバ ク 出航	完成が 一ヶ月遅 れる	水山の存在	出航の 遅れ	身割かり	波高	他船の警 告によ る減速	双環線	水山航路 減速/直進	直進待機	カリフォルニア号 の位置	カリフォルニ ア号の通信 機スイッチ	カリフォルニア 号番号等正 しく認識	カリフォルニア 号の位置	カリフォルニア 号通信機ス イッチ	遭難 者数
777									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				1553
778											スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			1824
779												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2130
780														スイッチオフ 0.9	2183
781													救助不可能な位置 0.5		2183
782										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2130
783														スイッチオフ 0.9	2183
784													救助不可能な位置 0.5		2183
785									減速せず舵を切る 0.7						0
786					波高12- 0.04115	減速する 0.2		発見する 0.5							0
787								発見しない 0.5	減速せずに直進 0.06						2201
788									減速して直進 0.12						0
789									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				2201
790											スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5			2201
791												正しく認識せず 0.5	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2201
792														スイッチオフ 0.9	2201
793													救助不可能な位置 0.5		2201
794										救助不可能な位置 0.5			救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2201
795														スイッチオフ 0.9	2201
796													救助不可能な位置 0.5		2201
797									減速せず舵を切る 0.7						0
798						減速しない 0.8			減速せずに直進 0.06						2201
799									減速して直進 0.12						0
800									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1				2201
801											スイッチオフ	正しく認識			0

C
←
D
↓

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

イベント発生時刻	完成が1ヶ月遅れる	氷山の存在	出帆の遅れ	月明かり	波高	船舶の暴風による減速	交差点	氷山発見・減速・回避	回避操作	カリフォルニア等の通信機位置	カリフォルニア等の通信機スイッチ	カリフォルニア等通信機を正しく認識	カリフォルニア等の通信機位置	カリフォルニア等の通信機スイッチ	遭難者数
										0.9	0.5				2201
802												正しく認識せず	救助可能な位置	スイッチオン	2201
											0.5	0.5			0.000000069
803														スイッチオフ	2201
														0.9	0.0000000623
804													救助不可能な位置		2201
												0.5			0.0000000692
805										救助不可能な位置			救助可能な位置	スイッチオン	2201
										0.5			0.5	0.1	0.0000000154
806														スイッチオフ	2201
														0.9	0.0000001384
807													救助不可能な位置		2201
													0.5		0.0000001537
808									減速せず舵を切る						0
									0.7						0.0000035871
809				なし	波高0-1	減速する		発見する							0
				0.275	0.156525	0.2		0.3							0.0000005545
810								発見しない	減速せずに直進						2201
								0.7	0.06						0.0000000776
811									減速して直進						0
									0.12						0.0000001553
812									減速して舵を切る	救助可能な位置	スイッチオン				373
									0.12	0.5	0.1				0.0000000078
813										スイッチオフ	正しく認識				747
										0.9	0.5				0.0000000349
814											正しく認識せず	救助可能な位置	スイッチオン		1490
											0.5	0.5	0.1		0.0000000017
815														スイッチオフ	1564
														0.9	0.0000000157
816													救助不可能な位置		1564
													0.5		0.0000000175
817										救助不可能な位置			救助可能な位置	スイッチオン	1490
										0.5			0.5	0.1	0.0000000039
818														スイッチオフ	1564
														0.9	0.0000000349
819													救助不可能な位置		1564
													0.5		0.0000000388
820									減速せず舵を切る						0
									0.7						0.0000009057
821						減速しない			減速せずに直進						2201
						0.8			0.06						0.0000004436
822									減速して直進						0
									0.12						0.0000008872
823									減速して舵を切る	救助可能な位置	スイッチオン				373
									0.12	0.5	0.1				0.0000000444
824										スイッチオフ	正しく認識				747
										0.9	0.5				0.0000001996
825											正しく認識せず	救助可能な位置	スイッチオン		1490
											0.5	0.5	0.1		0.0000000100

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

タイ ム 出航	完成が 一ヶ月遅 れる	氷山の存在	出航の 遅れ	月明かり	波高	他船の寄 着による 減速	双橋跡	氷山発見し 減速し回避	回避操作	カリフォルニア舟 の位置	カリフォルニ ア舟の通信 機スイッチ	カリフォルニア 舟操縦室を正 しく認識	カリフォルニア舟の位 置	カリフォルニア舟 の通信機ス イッチ	遭難 者数
														0.9	2059
851													救助不可能な位置	0.5	2059
852										救助不可能な位置	0.5		救助可能な位置	スイッチオン	1918
853														スイッチオフ	2059
854														0.9	2059
855													救助不可能な位置	0.5	2059
856														減速せず舵を切る	0
857														0.7	0
858														波高3-12 減速する	0
859														発見する	0.0000032424
860														0.54915 0.2 0.5	0
861														発見しない	0.000001945
862														減速せずに直進	2201
863														0.5 0.06	0
864														減速して直進	0.000003891
865														0.12	0
866														減速して舵を切る	0.000000195
867														救助可能な位置	1563
868														0.12 0.5	1624
869														スイッチオン	0.000000875
870														スイッチオフ	0.000000875
871														0.9 0.5	1624
872														正しく認識	0.000000875
873														正しく認識せず	0.00000044
874														救助可能な位置	2130
														0.5 0.5 0.1	2130
														スイッチオン	0.000000044
														スイッチオフ	0.000000394
														0.9 2183	0.000000394
														救助不可能な位置	0.000000438
														0.5 2183	0.000000438
														救助可能な位置	0.000000097
														スイッチオン	0.000000097
														0.5 0.1 2130	0.000000097
														スイッチオフ	0.000000875
														0.9 2183	0.000000875
														救助不可能な位置	0.000000973
														0.5 2183	0.000000973
														減速せず舵を切る	0.0000022697
														0.7	0
														減速しない	0.0000077818
														0.8 0.3	0
														発見する	0.0000077818
														0.7 0.06	0
														発見しない	0.000010894
														減速せずに直進	2201
														0.7 0.06	0.000010894
														減速して直進	0.0000021789
														0.12	0
														減速して舵を切る	0.000001089
														救助可能な位置	1563
														0.12 0.5 0.1	0.000001089
														スイッチオン	0.000001089
														0.12 0.5 0.1	1563
														スイッチオフ	0.000004903
														0.9 0.5	1824
														正しく認識	0.000004903
														0.5 0.5	1824
														正しく認識せず	0.000000245
														救助可能な位置	2130
														0.5 0.5 0.1	0.000000245
														スイッチオン	0.000000245
														0.5 0.1 2130	0.000000245
														スイッチオフ	0.000002206
														0.9 2183	0.000002206

←C
D
↓

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

	完成が 一ヶ月遅 れる	水山の存在	出帆の 遅れ	月明かり	波高	他船の寄 着によ る減速	可視線	水山出現し 減速・直進	減速操作	カリフォルニア 号の位置	カリフォルニア 号の通信 機スイッチ	カリフォルニア 号機等を正 しく認識	カリフォルニア 号の位置	カリフォルニア 号の通信機ス イッチ	遭難 者数	
875														救助不可能な位置 0.5	2183	
876										救助不可能な位置 0.5				救助可能な位置 0.5	2130	
877														スイッチオン 0.1	2183	
878														スイッチオフ 0.9	2183	
879									減速せず舵を切る 0.7					救助不可能な位置 0.5	0	
880					波高12- 0.04115	減速する 0.2		発見する 0.3								0
881								発見しない 0.7	減速せずに直進 0.06							2201
882									減速して直進 0.12							0
883									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1					2201
884										スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5					2201
885											正しく認識せず 0.5		救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1		2201
886														スイッチオフ 0.9		2201
887														救助不可能な位置 0.5		2201
888										救助不可能な位置 0.5				救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1	2201
889														スイッチオフ 0.9		2201
890														救助不可能な位置 0.5		2201
891									減速せず舵を切る 0.7							0
892						減速しない 0.8		発見しない 0.7	減速せずに直進 0.06							2201
893									減速して直進 0.12							0
894									減速して舵を切る 0.12	救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1					2201
895										スイッチオフ 0.9	正しく認識 0.5					2201
896											正しく認識せず 0.5		救助可能な位置 0.5	スイッチオン 0.1		2201
897														スイッチオフ 0.9		2201
898														救助不可能な位置 0.5		2201
899										救助不可能な位置				救助可能な位置	スイッチオン	

C
D

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー

	イベント発生	完成が一月遅れる	氷山の存在	出航の遅れ	河川が干	波高	他船の警告による減速	双燈機	氷山発見し減速・回避	印鑑操作	カリフォルニア号の位置	カリフォルニア号の通信機スイッチ	カリフォルニア号通信機を正しく認識	カリフォルニア号の位置	カリフォルニア号の通信機スイッチ	遭難者数	
											0.5			0.5	0.1	2201	0.0000000058
900															スイッチオフ	2201	0.0000000525
901														救助不可能な位置		2201	0.0000000583
902									減速せず舵を切る		0.7			0.5		0	0.0000013606

附図1 ワークシート上に作成したイベントツリー