

追跡捕捉中における巡視船艇の座礁事故分析と事故防止策

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2023-05-29 キーワード (Ja): キーワード (En): BTM, BRM, Workload, Role sharing, Proposal, Ship-handling simulator 作成者: 西村, 知久 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.15053/0000000183

【論文】

追跡捕捉中における巡視船艇の座礁事故分析と事故防止策

西村 知久¹**An Analysis on Grounding Accidents of Patrol Vessels
in Chase and Their Prevention**Tomohisa Nishimura¹**Abstract**

This paper focuses on some patrol vessels that were stranded on a sunken rock while each patrol vessel is chasing a suspected ship in a virtual space generated in a ship-handling simulator. From the point of view of Bridge Team Management (BTM), speech of the captains and crews as they were engaged in the chase have been analyzed in order to take measures to prevent grounding accidents in chasing. The followings have been verified.

The amount of the captains' order and request per unit time in the chase is more than twice as those in usual navigation in a congested traffic water area. Compared with a usual navigation, it means that the captain and crew have to show more effective BTM while they are trying to capture a suspected ship.

Many of the captains' speech in the chase are orders or requests for control of their own patrol vessels. They have rarely requested information on the sunken rock or the depth of water from their crew despite near shallow water area. In other words, they are absorbed in the chase and they have not taken care about the sunken rock.

On the other hand, though some of the crew have warned the captain of the sunken rock or the depth of water in front of them, the captain has rarely listened to those warning and he or she has continued the chase. However when a proposal on control of their patrol vessel is given to the captain from the crew to avoid the sunken rock, the captain has briefly stop chasing and has accepted the proposal. Compared with some warnings, a proposal from a crew can call to the captain's attention to a dangerous which they face and that will be able to prevent a serious accident which may happen in chasing.

Keywords: BTM, BRM, Workload, Role sharing, Proposal, Ship-handling simulator

1 はじめに

海上保安庁監察官によると、平成18年の巡視船艇（以下、巡視船という。）による座礁事故は、6件発生している。これは、同年に発生した巡視船の全事故件数の22%を占めている。

また、海上保安大学校において、巡視船の船長および乗組員に対して実施している操船シミュレータを用いた逃走船に対する追跡捕捉訓練においても、座礁した結果がこれまでに複数件あった。このことから、現実の海域においても当該訓練と同様の状況下に置かれた場合、巡視船の座礁事故が懸念される。

海上保安庁の巡視船が起こした事故を含め、海難事故が発生した場合は、当事者に対する聴取り調査によって、原因を解明するのが一般的な手法である。ところが、聴取り調査の場合、当事者が意識していないことが表面化しないため、本質的な事故原因が明確にならないことがある。

本研究では、操船シミュレータ訓練において記録された船長の指示または要求並びに乗組員の報告の内容等を解析することによって、追跡捕捉時に座礁事故が発生する原因を明らかにし、ブリッジ・チーム・マネジメント（以下、BTMという）の観点から座礁事故防止策に

Received November 15, 2013

¹ 海上保安大学校 nishimura@jcga.ac.jp

ついて検討する。

2 BTMについて

BTMの目的は、ブリッジ・チームのリーダー（船長）およびメンバ（乗組員）がチームとしてのそれぞれの機能を最大限に発揮することにより、船舶の安全運航のみならず、業務目標を高いレベルで達成することにある。

一方、BRM（ブリッジ・リソース・マネージメント）は、リーダーに与えられたBTMの機能の一部であるとされている¹⁾²⁾。

本研究では、リーダーである船長のみならず、メンバである乗組員も研究の対象としているため、BTMとして扱うのが適切である。

2.1 BTMの意義

一般的に、航行環境が困難な海域ほど、操船者は単位時間あたりに多くの作業を高い精度で遂行することが求められる。しかしながら、操船者一人で多くの作業を遂行しつつ、同時に高い作業精度を追求することは困難な場合が多い。そこで、操船者がリーダーとなってブリッジ・チームを編成し、メンバである乗組員に作業を分担させることによって、高い精度を保ったまま、多くの作業を遂行しようとするのがBTMの意義である。

図1にBTMの意義の概念を示す。横軸は、航行環境が操船者に求める能力を示す。右に行くほど、航行環境が操船者に高い能力を発揮することを要求していることから、結果として困難な航行環境であることを意味する。縦軸は操船者が発揮する能力を示す。灰色で示す領域は、操船者が発揮する能力が、航行環境の要求を満たさない領域（ $H < E$ ）であり、危険な状況であることを示す。一般的に、海難はこのような状況下において発生すると言われている¹⁾²⁾。

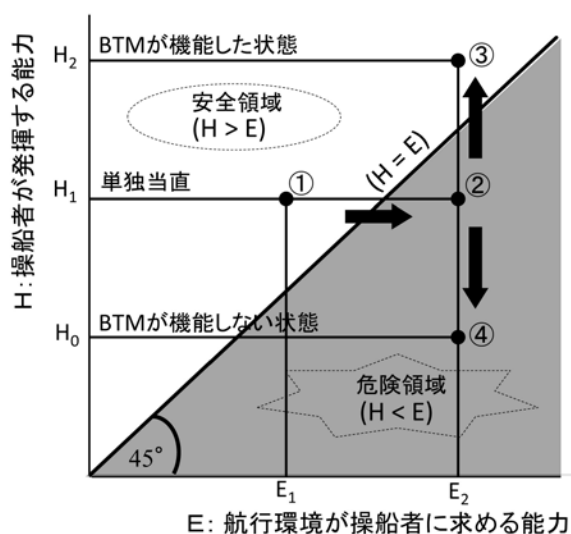


図1 BTMの意義¹⁾

ここで、単独当直で操船者が発揮する能力を H_1 、その時の航行環境が操船者に求める能力を E_1 とする。この状況下では交点①に示すように、航行環境の要求を満足する能力を操船者が発揮しているため（ $H_1 > E_1$ ）、船舶の安全運航が達成される。

次に、航行環境が悪化した場合を想定する。操船者が発揮する能力が変化せず（ H_1 ）、航行環境が操船者に求める能力が E_2 となった場合、交点②が示すように操船者は航行環境の要求に応えることができない（ $H_1 < E_2$ ）。

このような状況に遭遇した場合には、操船者の発揮する能力を航行環境が要求する能力以上に高めることが考えられる。しかしながら、大脳生理学では、脳の活動を活性化させることにより、通常以上の能力を発揮させることが可能であるとしつつも、それが持続可能な時間は長くても数分程度であり、その状態を長期にわたり継続させようとする、自律神経のブレーキ系が作用することによって、脳の活性度が通常よりも低下し、エラー発生確率が高くなることが知られている³⁾。したがって、航行環境が悪化する状況が長時間に及ぶような場合には、操船者一人の能力を高めて対応することは適切ではない。

そこで、メンバを複数人昇橋させ、ブリッジ・チームを編成することによって対応することを試みる。ブリッジ・チームでは、メンバに作業を分担させることができるため、一人あたりが負担する作業量を軽減させることが可能である。また、作業量が軽減された分、余力が生ずることから、作業精度を維持することができる。その結果、単独当直のときよりも高い能力を発揮することが可能となり（ H_2 ）、交点③が示すように、ふたたび船舶の安全運航の達成が可能となる（ $H_2 > E_2$ ）。

ところが、BTMの機能が発揮されていない場合には、単独当直のときよりも発揮される能力が低くなる場合がある（ H_0 ）。交点④が示すように、非常に危険な状況である（ $H_0 < E_2$ ）。このような状況は、例えば、メンバが分担された作業の結果をリーダーに報告しなかった場合、あるいは、リーダーが意図していない作業をメンバが実施した場合に生ずる。

ブリッジ・チームを編成することによって、単独当直では遂行することが困難な多くの作業をメンバに分担させることが可能となる。その結果、一人あたりが負担する作業量が軽減するため、作業精度を維持したまま、単位時間あたりの作業量を増加させることができることにBTMの意義がある。

2.2 BTMにおけるメンバの機能

図1の③に示す能力を発揮するためには、リーダーがメンバに対し、必要な作業を分担させるだけでなく、分担された作業をメンバが完全に遂行し、その結果をリーダー

に報告する必要がある。

BTMにおけるメンバの機能を(1)～(4)に示す^{1) 4) 5)}。

(1) 分担された作業の遂行

分担された作業量が適切である場合、メンバはその作業を完全に遂行しなければならない。

(2) 分担された作業の報告

分担された作業は、リーダーに統合されなければ意味をなさない。各メンバが分担された作業を完遂したとしても、作業結果がリーダーに報告されなければ、作業を遂行していないことと同じことになる。

(3) 提案型の報告

提案型の報告とは、分担された作業の結果を報告するだけではなく、作業の結果に解釈を加えたり、リーダーがその報告に基づき、どのような動作を取るべきかを提案したりすることである。

リーダーの誤った判断や動作、並びにリーダーの関心から外れた対象について、メンバが注意喚起することも広い意味で、提案型の報告に含まれる。

提案型の報告は、分担された作業の結果の報告に比べ、リーダーが行うべき意思決定のための情報処理をメンバが代行しているため、リーダーに課された作業負荷の軽減につながる。リーダーは、作業負荷の軽減によって生じた余力を他の作業に注ぐことが可能となる。

(4) 協調動作

協調動作とは、メンバの自発的な申し出により、一部のメンバに集中した作業負荷を分散させる機能である。

2.1節で述べたように、BTMの意義は、リーダーに課せられた多くの作業を正確に遂行するために、リーダーはメンバに対し、その作業を分担させる必要がある。ここで、分担された作業がメンバの一人に集中しないよう、リーダーは配慮しなければならない。

図2に不適切な作業分担の一例を示す。縦軸は、メンバ各自の作業負荷の限界を1としたときの、各メンバに分担された作業負荷の割合を示す。

同図に示すような作業分担がなされた場合、メンバCに課せられた斜線部分の作業は、メンバC自身の作業負荷の限界を超えているため遂行することができない。よって、リーダーはメンバCに分担させた作業の一部を他のメンバに再分担させる必要がある。

船舶運航の現場は、刻一刻と状況が変化するため、当初の作業分担が妥当であったとしても、それが将来にわたって妥当であるとは限らない。一時的に作業負荷がメンバの一人に集中するような場合は、原則としてリーダーが適宜作業の再分担を指示すべきである。

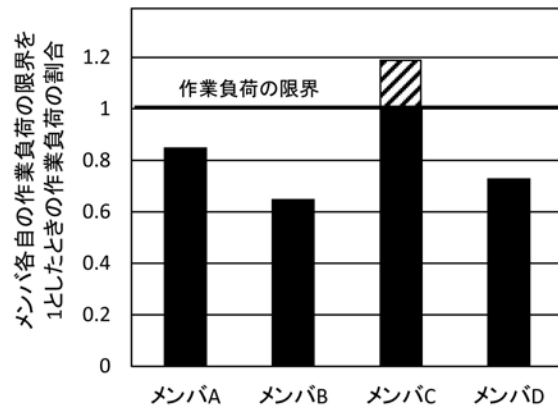


図2 不適切な作業分担⁵⁾

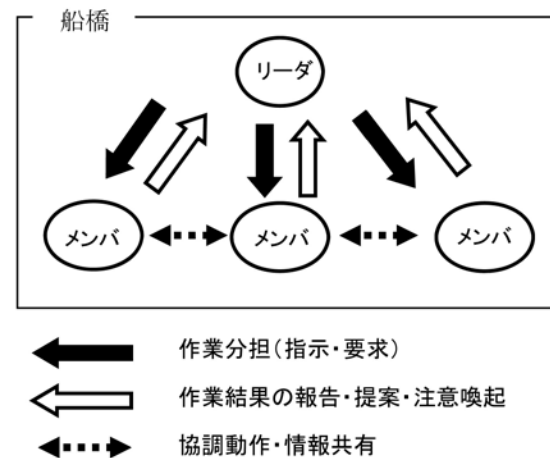


図3 BTMにおけるリーダーとメンバの機能⁵⁾

ところが、リーダー自身の作業負荷が著しく高く、リーダーがメンバの作業遂行状況を十分に監督することができない状況においては、リーダーがメンバに対し、作業の再分担を指示することができない場合がある。この問題は、作業負荷の低いメンバがリーダーに断ったうえで、作業負荷が集中しているメンバの作業の一部を自発的に担当することにより解決される。

協調動作を行うには、メンバ同士が互いの状況を把握する必要があるため、メンバ間で情報共有がなされていなければならない。

図3に、これまでに議論したBTMの機能の概念を示す。

2.3 リーダーの指示または要求とリーダーの作業負荷並びにBTMにおけるリーダーの機能との関連性

2.1節において議論したように、ある時間内において、リーダーが一人で遂行可能な作業量であり、かつ、要求される作業精度がリーダー一人で実現可能であるならば、あえてメンバに作業を分担させる必要はない。したがって、リーダーがメンバに対して分担させた作業は、リーダー一人で実現するには困難な作業であると解釈することが

きる。

ここで、リーダーがメンバに分担させる作業は、メンバに対する指示または要求（以後、リーダーの指示または要求という。）によって表面化する。したがって、単位時間あたりになされたリーダーの指示または要求の数は、リーダーの作業負荷としてとらえることができる。

また、リーダーの指示または要求の内容からリーダーがメンバに分担させた作業内容が明らかになる。また、リーダーの指示または要求を内容別に分類し、それぞれの数が全体に占める割合（以後、指示または要求内容の割合という）をみれば、リーダーがどのような対象に、どの程度の関心を向けていたのかを推定することができる。これらのことから、作業分担の適否が明らかになる。

以上のことから、リーダーの指示または要求の数並びにその内容を解析することによって、BTMにおけるリーダーの機能が有効に働いていたか否かを評価することができる。

2.4 メンバの報告とBTMにおけるメンバの機能の関連性

メンバが遂行した作業結果は、リーダーに対する報告によって表面化する。また、提案型の報告および協調動作についても、リーダーに対する報告によって表面化する（以後、これらの報告をメンバの報告という。）。

単位時間あたりになされたメンバの報告の数は、メンバが遂行した作業頻度としてとらえることができる。また、メンバの報告内容に着目すれば、メンバが実施した作業内容が明らかになる。このことから、分担された作業の遂行状況、提案型の報告の有無、協調動作の実行の有無が明らかになる。また、メンバの報告を内容ごとに分類し、それぞれの数が全体に占める割合（以後、報告内容の割合という）をみれば、メンバがどのような対象に、どの程度の関心を向けていたのかを推定することができる。

以上のことから、メンバの報告の数並びにその内容を解析することによって、BTMにおけるメンバの機能を評価することができる。

3 操船シミュレータ訓練による検証

前章において議論したように、船舶の安全運航の達成にあたっては、航行環境が操船者に求める能力が高いほど、換言すれば、リーダーに課せられる作業負荷が高い航行環境下ほど、BTMの機能を発揮する必要がある。

巡視船が逃走する船舶を追跡捕捉する場合においては、通常の航行に必要な作業に加え、証拠の採取、追跡状況の記録、陸上部署との連絡等の作業を実施しなければならない。したがって、一般的にBTMの機能を発揮する必要があるとされる船舶交通が輻輳する海域における航行と比較しても、追跡捕捉時は、より一層BTMの機

能を発揮する必要があるものとする。

この考えに基づけば、追跡捕捉時に発生した座礁事故は、BTMにおけるリーダーおよびメンバの両方、あるいは、いずれかの機能に何らかの問題があったことが原因であるとは考えられないだろう。

これら2つの考えの妥当性を検証するため、海上保安大学校に設置された操船シミュレータを用いて、次節に記載するシナリオによる訓練をブリッジ・チームにて実施した。

3.1 訓練シナリオの概要

シナリオの概要は次のとおりである。

(1) 通常航行シナリオ

夜間において、船舶交通が輻輳する海域として知られている浦賀水道航路南端から京浜港横浜区入口付近までの海域を航行する。現実の船舶交通流を参考に、横切り、追越し等の見合い関係を設定した。

(2) 追跡捕捉シナリオ

夜間において、海上保安庁の陸上部署から違法操業船に関する情報を受け、巡視船が当該船舶を捜索する。巡視船に発見された違法操業船（以後、逃走船という）は、逃走を開始する。図4に巡視船の初期位置と逃走船の逃走経路を示す。逃走船は、T湾の沿岸に沿って、同図中に示す暗礁①および暗礁②を掠めて逃走する。

3.2 被験者

被験者は、3.1節に記載の水域を担当水域としない巡視船の船長および乗組員である。それぞれのシナリオにお

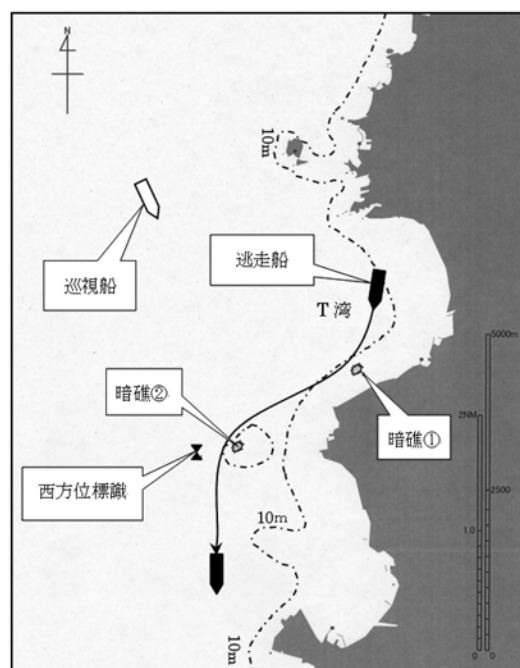


図4 追跡捕捉シナリオの概要

いて、ブリッジ・チームのリーダーは船長であり、メンバーは乗組員である。

事前に操船シミュレータに対する慣熟のための訓練を行うとともに、2日間にわたる昼夜間輻輳海域における操船訓練を実施しているため、当該シナリオによる訓練実施時において、被験者は、自船の操縦性能並びに各機器の取り扱い方法について、十分に慣熟した状態にある。

3.3 訓練状況の記録方法

訓練中の船橋内の様子、被験者の会話、レーダ等の機器使用状況について、音声付動画により記録した。

4 結果と議論

12隻の巡視船のブリッジ・チームが両シナリオによる訓練を実施した。

通常航行シナリオによる訓練（以後、通常航行時という）では、座礁等の事故を起こした巡視船は存在しなかった。一方、追跡捕捉シナリオによる訓練（以後、追跡捕捉時という）では、5隻の巡視船が暗礁に座礁する結果となった。

本研究では、追跡捕捉時に座礁した5隻の巡視船を対象に、これまでの議論に基づき、リーダーの指示または要求並びにメンバーの報告について解析した。

4.1 追跡捕捉時のBTMの必要性

2章で議論したように、リーダーに課せられる作業負荷が高い航行環境下ほど、BTMの機能を発揮することが求められる。

次節において、通常航行時におけるリーダーの作業負荷と追跡捕捉時におけるリーダーの作業負荷を比較し、一般的にBTMの機能を発揮する必要があるとされる船舶交通が輻輳する海域における航行と比較しても、追跡捕捉時は、より一層BTMの機能を発揮する必要があることについて検証する。

4.2 通常航行時と追跡捕捉時のリーダーの作業負荷の比較

リーダーの作業負荷については、2.3節において既述したように、単位時間あたりのリーダーの指示または要求の数によって比較することが可能である。

ここで、リーダーの指示または要求の数のカウントについて説明する。リーダーの一連の発言の中には、複数の指示または要求が含まれている場合がある。例えば、「右前方の船舶の距離と速力を知らせ。」という発言があったとする。この場合、リーダーは当該船舶の「距離」と「速力」を要求しているため、リーダーの指示または要求の数を2件とカウントする。

追跡捕捉時に座礁した5隻について、通常航行時と追

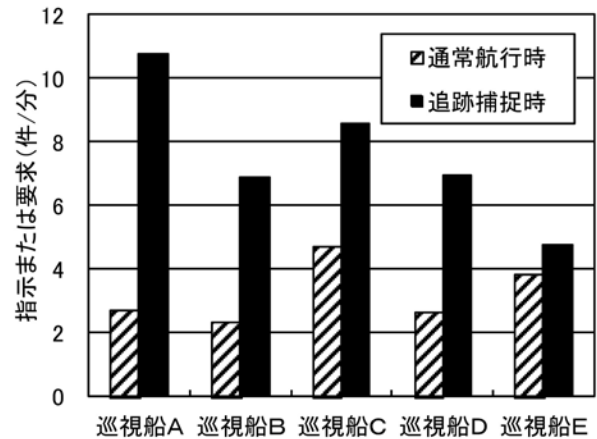


図5 リーダーの指示または要求の数の比較

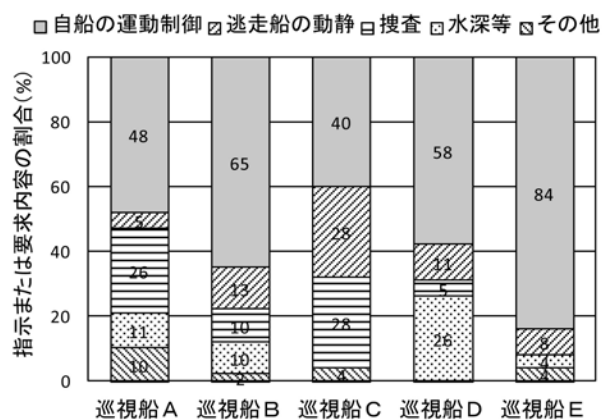


図6 リーダーの指示または要求内容の割合

跡捕捉時における1分あたりのリーダーの指示または要求の数を比較した結果を図5に示す。

追跡捕捉時においては、通常航行時に比べ、単位時間あたり平均で2.3倍リーダーの指示または要求が多くなっている。つまり、通常航行時に比べ、追跡捕捉時におけるリーダーの作業負荷が高くなることを示している。

以上のことから、船舶交通が輻輳する海域における航行と比較しても、追跡捕捉時は、より一層BTMの機能を発揮する必要があるといえる。

4.3 追跡捕捉時の座礁事故とBTM機能の関連性

次節から4.8節において、追跡捕捉時に座礁した巡視船について、BTMにおけるリーダーおよびメンバーの機能が発揮されていたか否かを検証する。

4.4 リーダーからメンバーに対する作業分担

2.3節で議論したように、リーダーの指示または要求内容の割合をみることによって、リーダーの関心の対象を調査するとともに、追跡捕捉時において、リーダーがメンバーに対し、必要な作業分担させる機能が発揮されていたか否かを検討する。

図6に、追跡捕捉時におけるリーダの指示または要求内容の割合を示す。ここで、凡例に示す「捜査」とは、例えば、逃走船に関して得られた情報および追跡捕捉状況等に関する陸上部署への連絡の指示、逃走船の乗組員の船内外への出入り等の状況に関する監視の指示または監視結果の報告の要求等のことである。また、凡例に示す「水深等」とは、水深の計測の指示のほか、自船と暗礁の位置関係、避險線、距岸等に関する監視の指示または監視結果の報告の要求のことである。

各船とも自船の運動制御に関する内容が最も多く、次いで巡視船Dを除き、逃走船の動静または捜査に関する内容が多くなっている。

逃走船は、短い周期でジグザグに変針変速を繰り返しながら逃走するため、一般の船舶に比べ、一度把握した動静が継続される時間が極めて短い。したがって、一般の船舶に対する動静監視に比べ、短い周期で逃走船の動静を監視する必要がある。さらに、刻一刻と変化する逃走船の動静に合わせ、自船の運動を制御せねばならない。

以上のことから、逃走船を追跡捕捉する際には、自船の運動制御と逃走船の動静にリーダの関心が高まり、その結果として、水深等に対する関心が低くなったため、水深等の監視に関するメンバへの作業分担の指示が不十分になったものと考えられる。

4.5 分担された作業の遂行

2.4節で議論したように、単位時間あたりのメンバの報告の数を比較することにより、追跡捕捉時において、メンバが分担された作業の遂行頻度を明らかにする。

ここで、本訓練における追跡捕捉時の事故は、暗礁への座礁であるため、メンバの内、水深等の監視が可能なレーダ担当者並びにECDIS担当者の単位時間あたりの報告の数に着目することとする。

なお、レーダは、物標の方位および距離から暗礁の位置の把握が可能であり、また、避險線から自船にとって危険な水域であるか否かを判断することが可能である。ECDISは表示された電子海図により、水深と暗礁の位置

を把握することが可能である。また、それぞれの機器は、トラッキング機能を用いることにより、逃走船の動静を把握することが可能である。

図7に追跡捕捉時におけるレーダ担当者およびECDIS担当者の1分あたりの報告の数を示す。横軸は各機器の担当者を示す。例えば、巡視船AではレーダとECDISの両方の機器を一人のメンバで担当していたことを意味する。縦軸に示す報告の数は、リーダの指示または要求の数に準じてカウントしている。

これらの機器担当者の1分あたりの報告の数の平均は2.7件である。巡視船EのECDIS担当者の1分あたりの報告の数は、この値よりも著しく小さくなっている。このことから、巡視船EのECDIS担当者は、分担された作業を遂行できたとは言い難い状況である。

4.6 リーダに対する注意喚起

2.2節において既述したように、ブリッジ・チームによる操船では、リーダの関心の低い対象に対し、メンバがリーダに代わって関心を示し、リーダに対し適宜注意喚起すれば足りる。

そこで、リーダの関心の低かった水深等について、レーダ担当者およびECDIS担当者が、どの程度関心を寄せていたのか、2.4節の議論に基づき検証する。

図8にレーダおよびECDIS担当者の報告内容の割合を示す。同図中の凡例は、図6の凡例に準じている。

なお、巡視船EのECDIS担当者については、前節において示したように、分担された作業を遂行したとは言い難く、報告内容の割合から当該担当者の関心の対象を推定することは妥当ではないため、解析の対象から外すこととする。

巡視船A、巡視船Cおよび巡視船Eでは、報告の殆どが逃走船の動静に関するものであり、水深等に関する報告については多くても1割程度しか見受けられない。このことから当該巡視船のレーダ担当者およびECDIS担当者については、リーダと同様に水深等に対する関心が低かったことが伺える。そのため、リーダの関心の低かつ

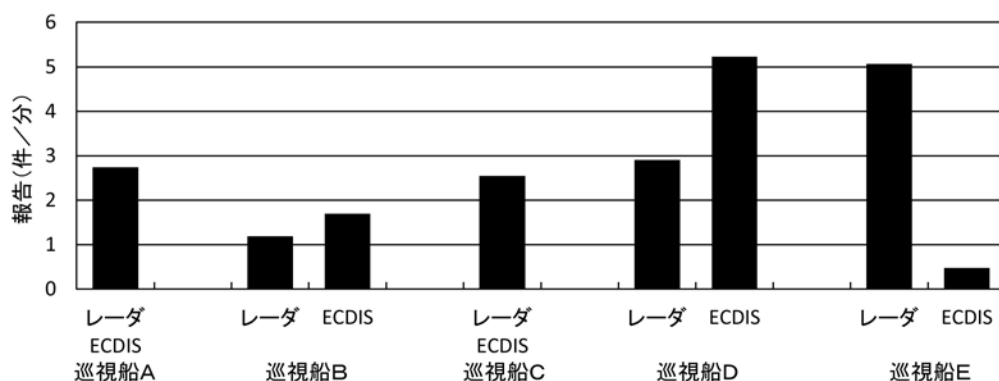


図7 レーダ担当者およびECDIS 担当者の1分あたりの報告の数

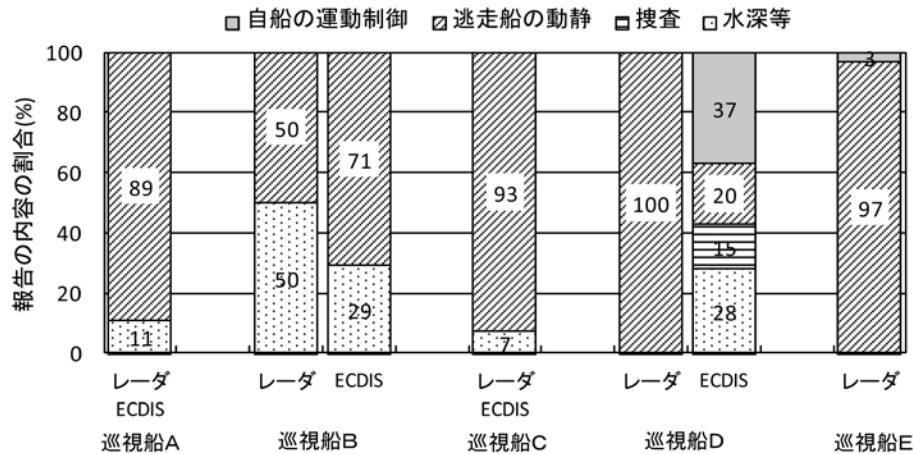


図8 レーダ担当者およびECDIS担当者の報告内容の割合

表1 巡視船Bの水深等に関する報告例

至暗礁①	現在避険線入りますよ。 <u>面舵取った方がいいです。</u> 浅瀬があるため、針路妨害で規制できないですね。 <u>針路180度まで、浅瀬は大丈夫です。</u>
至暗礁②	前方3ケーブルに浅瀬。 船長ここ（水深）9mです。 前方に浅瀬が近づいています。

表2 巡視船Dの水深等に関する報告例

至暗礁①	水深減ってきています。今9m。 既にこの辺り浅瀬で危険です。 浅瀬までは2.7ケーブル。船首方向です。 水深3.2。また少しずつ浅くなっています。3.1m。 水深1.6m。
------	--

た水深等についての注意喚起が不十分になったものと推察する。

一方、巡視船Bについては、レーダ担当者、ECDIS担当者ともに水深等に関する報告を行っている。また、巡視船Dについては、ECDIS担当者が水深等に関する報告を行っている。これらの巡視船では、リーダーの関心の低かった水深等について、リーダーに対する注意喚起の問題はなかったように見受けられる。しかしながら、結果的にいずれの巡視船も暗礁に座礁している。このことについては、次節で議論する。

4.7 提案型の報告

巡視船Bおよび巡視船Dのレーダ担当者およびECDIS担当者が行った、水深等に関するリーダーへの報告内容を解析した。表1および表2に、それぞれ巡視船Bおよび巡視船Dの水深等に関する報告例を記載する。

まず、表2に示す巡視船Dについては、「水深減ってき

ています。」あるいは「既にこの辺り浅瀬で危険です。」など、メンバからリーダーに対し、水深等に関する注意喚起がなされているものの、その報告を受けたリーダーが取るべき動作の提案がみられなかった。リーダーは、逃走船の追跡捕捉を継続し、暗礁①に座礁する結果となった。

一方、巡視船Bについては、暗礁①を回避したものの、暗礁②で座礁した。暗礁①に至るまでは、表1に示すように、メンバからリーダーに対し、水深等に関する注意喚起とともに、下線部に示すように、リーダーが取るべき動作の提案または確認が行われている。リーダーは、この提案に沿って一時的に逃走船に対する追跡を中断し、暗礁①に対する回避動作を取った。しかしながら、その後暗礁②に至るまでの間は、巡視船Dと同様に、メンバからリーダーに対し、水深等に関する注意喚起がなされてはいないものの、リーダーが取るべき動作の提案が見られなかった。リーダーは逃走船の追跡を継続し、暗礁②に座礁する結果となった。

4.8 協調動作

2.2節で議論したように、メンバの一人に作業負荷が集中するような場合は、原則としてリーダーが適宜作業の再分担を指示すべきであるが、メンバの自発的な申し出により、一部の作業を引き受けることによって、作業負荷を分散させることも可能である。

4.2節に示したように、追跡捕捉時は、通常航行時に比べ、リーダーに課せられる作業負荷が高くなることから、リーダーが適宜作業の再分担を指示することは、困難であることが考えられる。

本追跡捕捉シナリオによる訓練結果では、一部のメンバに対する作業負荷の集中の確認ができなかったため、協調動作の必要性の有無は定かではないが、協調動作に関するメンバの報告は、いずれの巡視船においてもみられなかった。

5 追跡捕捉時の座礁事故原因と事故防止策

前章で示した結果と議論に基づき、追跡捕捉時において座礁事故に至った原因をまとめるとともに、BTMにおけるリーダーの機能とメンバの機能の観点から座礁事故防止策を提案する。

5.1 事故原因とリーダーの機能からみた事故防止策

追跡捕捉時のリーダーの関心の対象の多くは、自船の運動制御と逃走船の動静把握に占められている。頻繁に変針変速を繰り返す逃走船の動きに合わせて自船を制御しなければ追跡捕捉することができないからである。その結果、暗礁が存在する海域を航行しているにもかかわらず、水深等に対するリーダーの関心が低くなり、暗礁に気づかず座礁に至っている。以上のことが、追跡捕捉時における座礁事故の原因である。

追跡捕捉時において、逐次水深等の監視に関する指示または要求が困難であるならば、リーダーまたはECDIS担当者に対し、事前に水深等の監視に関する作業を分担させておくことが対策となる。特にリーダーとECDISの両方の機器が利用できるのであれば、リーダー担当者を逃走船の動静把握に従事させ、ECDIS担当者を水深等の監視に従事させるなど、リーダーはメンバの役割分担を明確にする必要がある。

別の対策としては、リーダー自身の自船の運動制御に対する関心を低くすることが挙げられる。メンバの人員配置が許されるのであれば、リーダーが直接操船するのではなく、メンバに操船を分担させることにより、リーダー自身の関心の対象を適切に振り分けることが可能になる。

5.2 メンバの機能からみた事故防止策

リーダーだけでなく水深等の監視が可能な機器を担当するメンバにおいても水深等に対する関心の低い巡視

船が見受けられた。誰も水深等を監視していない状況では、座礁する蓋然性が高くなる。メンバは、リーダーの関心から外れた対象について、注意喚起をする役割を担っていることに留意しなければならない。

一方で、メンバからリーダーに対し、水深等に関する注意喚起がなされていたにもかかわらず、座礁した巡視船が見受けられた。危険な対象に関する注意喚起を行う際は、それを受けたリーダーが次を取るべき動作の提案を合わせて行う提案型の報告が有効である。

また、提案型の報告は、メンバの報告を受けたリーダーが行うべき意思決定のための情報処理をメンバが代行しているため、リーダーに課された作業負荷の軽減につながる。追跡捕捉時は、通常航行時に比べ、リーダーに課される作業負荷が高くなることからしても、提案型の報告は、座礁事故防止に有効である。

6 おわりに

本研究では、BTMの観点から追跡捕捉時における巡視船の座礁事故防止策を講ずるため、操船シミュレータを用いて、逃走船に対する追跡捕捉訓練を行った。

追跡捕捉時は、船舶交通が輻輳する海域を航行するときに比べ、リーダーに課せられる作業負荷が高くなることが明らかになった。このことから、船舶交通が輻輳する海域における航行と比較しても、追跡捕捉時は、より一層BTMの機能を発揮する必要があることが検証された。

また、同訓練において、追跡捕捉時のリーダーの指示または要求内容とメンバの報告内容を解析した。

リーダーは、逃走船の動静に合わせて、自船の運動を制御することに多くの関心を寄せており、一方で暗礁が存在する海域であっても、水深等の監視に対する関心が低くなることが明らかになった。

水深等の監視が可能な機器を担当するメンバであっても、水深等の監視に対する関心の低い者が見受けられた。

また、巡視船が暗礁等の水深の浅い海域に向かって航行している際に、水深等に関する注意喚起をメンバがリーダーに対して行う際は、その後リーダーが取るべき動作を合わせて提案することが、座礁回避において有効であることが確認された。

今後は、座礁しなかった巡視船についても同様の解析を行い、今回の結果と比較することによって、さらなる検討をして参りたい。

謝辞

海上保安シミュレーションセンター元教官であり、現基礎教育講座の川島雄一准教授には、データ解析に関するご助言並びに巡視船艇運航現場に関する知識をご教授頂きました。また、東京海洋大学小林弘明名誉教授に

は、BTM理論に関するご助言を頂きました。両氏に対し、厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) KOBAYASHI H. et al., *Asia Navigation Conference 2003 Proceedings*, Japan Institute of Navigation, Kobe, 2003, 211.
- 2) 石橋篤, NAVIGATION, No.176, 日本航海学会, (2011), 4.
- 3) 野間聖明, システムと制御, 第32巻第3号, 日本自動制御協会, (1988), 160.
- 4) 内野明子, NAVIGATION, No.176, 日本航海学会, (2011), 19.
- 5) 西村知久, NAVIGATION, No.176, 日本航海学会, (2011), 13.