Bridge Teamの機能分析に関する基礎的研究

小林 弘明*・外谷 進**

Basic Study on Analysis of the Functions in Bridge Team

Hiroaki KOBAYASHI and Susumu TOYA

Abstract

The construction of Bridge Team is changed corresponding with the degree of difficulty on maneuvering condition. Each member of Bridge Team makes a team by sharing and combining their functions and accomplishes the object of navigation. But there are very few studies that analyze the function of Bridge Team systematically.

The purpose of this study is to analyze the composition of the function and state of share and combination of the function in Bridge Team. Firstly, we analyzed the maneuvers into tasks and clarified the needed function to attain each task. Secondary, we analyzed the state of share and combination of each function in several kinds of maneuver at ship handling simulator.

The obtained results are summarized as follows:

- (1) The function of Bridge Team is substituted by three functions as the function of maneuvering technique, the function of communication between members, and the function of cooperation and management between members.
- (2) The state of share and combination of each function is clarified as share and attainment rate of each function in some cases.

1. はじめに

船橋の航海当直体制は操船の困難度に応じて変更され、困難度が高い場合は船長、複数の航海士および甲板部員によるBridge Teamが組織される。「Great Captain」という言葉が示すように、過去においては有能な船長による操船が即ち安全運航であると理解されてきたが、近年はBridge Teamの機能を利用して、より安全性を高めることが注目されている。船員法では、出入港や狭水道等の危険な海域において、Bridge Teamを組織して船長が自ら船舶を操船することを義務付けている。また最近の船舶安全管理の考え方にも、操船の困難度に応じたBridge Teamの組織化(Watch Level)が盛り込まれている。

Bridge Teamの構成員は、個々の機能を相互に分担・統合しながら1つのチームとして操船目的を達成している。しかしこれまで、Bridge Teamについて機能構成、内容、評価について調査分析した例は極めて少ない。

本論では、まず各操船場面におけるBridge Teamによる操船をタスク分解し、各タスクを達成するために必要な個々の構成員の機能を分類整理することにより、Bridge Teamの機能構成を分析し、機能構成概念を提案する。次にBridge Teamによる操船例を調査分析し、チームの機能構成についての概念の妥当性を検証する。さらにBridge Teamによる操船実験を実施し、個々の構成員によるチームの機能の分担、達成および統合状況を、提案する概念に基づき調査した。

* 正会員 東京商船大学 (〒135-8533 東京都江東区越中島2-1-6)

**正会員 運輸省航海訓練所 (〒231-0003 横浜市中区北仲通5-57)

以上の検討を進めた結果、Bridge Teamの機能と有効性を明らかにすることができたので報告する。

2. Bridge Teamの意義

船舶の大型化および専用船化により、燃料や化学品等、多くの物資について船舶1隻による大量輸送が可能となった。これに伴い、ひとたび事故を起こした場合の人的、物的および環境的被害は計り知れないものになっている。いま東京湾に入航するタンカーを例にとると、操船者は操縦性能の劣る巨大な船体を操縦して、パイロットやタグボート、VTS(海上交通センター)と相互に連絡しながら東京湾を航行する。海域には他の航行船舶や風潮流の影響が存在し、浅瀬や障害物も存在する。このような環境の中で、操船者は長時間にわたり常に高度かつ的確な操船を要求され続ける。

Bridge Teamは、その構成員が機能を分担し実行するとともに、各機能を統合することにより1つのチームとして操船の目的を達成する。このため、単独の操船者より高い能力を発揮するだけでなく、各構成員が相互に連携することにより、個々の構成員の能力和よりも高い能力を発揮することが期待されている。その中には、ある構成員の機能の不足を他の構成員が補足する効果も含まれている。

安全運航の観点から、以上の点が、困難な操船の場面や非常事態への対処の場面において、Bridge Teamの組織化が必要とされる理由である。

3. Bridge Teamによる操船の分析

3.1 Bridge Teamの構成員

一般的に船舶の運航は4時間交代の3当直制により維持されている。通常、各当直は航海士1名(および操舵手1名)により構成される。以下この状態をSingle Watchという。

1つの航海においては、その多くの時間が大洋航行および沿岸航行であり、これらの操船場面においてはSingle Watchの当直体制により操船目的の多くが達成される。一方、操船の困難度が高い航路航行や狭視界航行等の操船場面では、Single Watchの体制に加え船長、パイロット、航海士、甲板部員が場面に応じて増員される。この場合、船長を操船指揮者として複数の構成員が個々の機能を分担・統合しながら操船を達成している。このように操船を目的とした複数構成員による当直体制をBridge Teamという。Bridge Teamの当直体制のうち、非常事態の場面については部署表により船橋の配置が定められている。その他の操船場面では、状況に応じて安全管理手引書⁽¹⁾(船上マニュアル)あるいは船長の指示によりBridge Teamの組織が決定される。主要な操船場面における当直体制および構成員の一例を表1に示す。

3.2 Bridge Teamによる操船のタスク分解

遭遇する操船場面において、Bridge Teamは変針、他船避航、減速等のタスクを達成することにより操船目的を達成している。そこで、各操船場面における、Bridge Teamによる操船をタスク分解した。主要な操船場面と分解されたタスクを表2に示す。

表1 主要操船場面における当直体制および構成員の一例

操船場面	当直体制	考えられる構成員の一例
沿岸航行	Single Watch (1~2名)	当直航海士(昼間) 当直航海士、操舵手(夜間)
大洋航行		
狭水道航行	Bridge Team(3名)	船長、三等航海士、操舵手
輻輳海域航行		
荒天航行		
非常事態	Bridge Team(部署配置)	船長、三等航海士、操舵手
出入港	Bridge Team(4名)	パイロット、船長、 三等航海士、操舵手
揚投錨		
航路航行	Bridge Team(5名)	船長、当直航海士、増員航海士 操舵手、見張り員
狭視界航行		

表2 主要操船場面における操船のタスク分解

操船場面	タスク
狭水道航行	一般航行、船位制御、変針、他船避航
輻輳海域航行	一般航行、他船避航、変針
荒天航行	一般航行、風浪対策、変針、他船避航
非常事態	一般航行、非常対応
出入港	一般航行、離着岸、港内航行、変針、増減速、他船避航
仮泊・抜錨	一般航行、揚錨、投錨、変針、増減速、他船避航
航路航行	一般航行、航行秩序、変針、増減速、他船避航
狭視界航行	一般航行、計器航行、変針、他船避航

例えば、狭水道航行の場面における操船は、一般航行、船位制御、変針、他船避航のタスクに分解され、幅狭海域航行の場面における操船は、一般航行、他船避航、変針のタスクに分解される。ここで一般航行のタスクは一般海域における船位把握や計画航路上の航行であり、船位制御は、障害物等の接近した水域に対する船位の制御である。各タスクはさらに要素技術に分解されることとなるが、この点については文献⁽²⁾に詳述されている。

各タスクを要素技術に分解することにより、個々の構成員の機能も分解されることになり、統合化されたBridge Team全体の機能構成を明らかにできる。

4. Bridge Teamの機能

4.1 タスクの達成に必要な機能

一例として他船避航のタスクを達成する場合のBridge Teamの機能分担例を図1に示す。

Bridge Teamが他船避航のタスクを達成する場合、各構成員の目視情報のほか、二等航海士のレーダ情報と三等航海士のVHF通信による情報から船長は避航方法を分析・決定し操縦する。この場合に各構成員に必要な機能は、相手船の情報を収集し、避航方法を分析・決定し、操縦する操船技術に関わる機能である。

Bridge Teamでは各構成員がこれらの各種の操船技術による機能を分担している。分

担された機能を統合し、1つのチームとしてタスクを達成するためには、他船情報や操船意図の情報、操舵情報等の情報を共有化する機能が必要である。また、相手船の情報を得る際の目視とレーダの相互連携、避航方法を分析・決定する際の補助確認、操縦する際の周囲確認および操舵状況の監督等の、共通目的達成のための協調や管理の機能も必要である。

別の例として減速・仮泊のタスクを達成する場合を考える。この場合に必要機能は、まず船位情報、他船情報、外乱影響情報等の情報を収集し、減速および投錨方法を分析、決定し、自船を制御する操船技術による機能である。チームとして必要機能は、船位、他船情報および減速・投錨方法の情報、操舵情報等を共有化する機能と、減速の時期に応じた船位情報や他船情報の提供や錨地付近の見張り等の、共通目的達成のための協調や管理の機能である。

種々の操船場面に対し、分解された各タスクについて、個々の構成員に必要な機能を分析した。分析の結果、Bridge Teamがタスクを達成するために必要な各構成員の機能を、操船技術による機能、操船技術により得られた情報を共有化する機能、共通目的達成のための連携や補助の機能の3種類に分類することが妥当であると判断された。次節では、3種類の機能の内容を詳しく述べる。5節では、提案する分類の根拠となる事例を紹介する。

4.2 Bridge Teamの機能

タスクを達成するために必要な各構成員の機能を、チームの機能の観点から3つの機能に分類することとする。3種類の機能は操船機能、相互間情報交換機能、協調管理機能であり、その内容を以下に定義する。

(1) 操船機能

操船機能は船舶操縦に必要な機能であり、その内容は9種類の要素技術に分類されると理解される⁽²⁾。要素技術の主な内容を以下に示す。

見張り	物標を識別・認識し、将来の行動を予想する技術
船位測定	認識・選定した物標を利用して、船位を測定する技術
操縦	舵または機関操作等により針路・速力・船位等を制御する技術

図1 他船避航のタスクに対するBridge Teamの機能分担例

機器取扱	見張り・船位測定・操縦等に利用する機器を適切に使用する技術
情報交換	船内外との情報交換を行い運行に必要な情報を取得する技術
法規遵守	海上交通法規等の法令に従って行動する技術
計画	航行に必要な情報を収集し、航海計画・操船計画を立案する技術
非常事態	舵故障等における自船の異常、海難救助等に適切に対処する技術
管理	乗組員の持っている力を最大限に引き出し、全体の能力を高める乗組員管理協調技術

Single Watchの場合は当直航海士の操船機能のみにより操船の目的が達成される。一方Bridge Teamの場合、各構成員が操船機能を分担しているため、分担された機能を個々の構成員が達成するだけでは、チームとして操船の目的を達成することはできない。このため分担された操船機能を統合し、チームとしての能力を発揮させる機能が必要となる。以下の2つの機能は、複数の構成員により分担された操船機能を統合し、チームとしての能力を発揮させる機能である。

(2) 相互間情報交換機能

相互間情報交換機能は、個々の構成員が操船技術により得た情報を相互に伝達し、情報を共有化する機能である。これに対して他船やVTS、機関室等のBridge Teamの外部に対する情報交換は操船機能内の情報交換に含めることとする。

(3) 協調管理機能

協調管理機能は各構成員の機能を統合することにより、より高度な技術を達成する機能である。協調管理機能の内容は ①共通な操船の目的に対応するための相互連携機能 ②機能の分担および分担された機能の遂行状況監視機能 ③緊急時、業務集中時等における他の構成員の機能達成不足に対する相互補足機能に細分化できる。

一般的には、相互間情報交換機能は要素技術の情報交換に含まれ、協調管理機能は要素技術の管理に含まれる。しかしBridge Teamの機能という観点で考える場合、特に相互間情報交換機能および協調管理機能に注目して議論する必要があると考えられる。そこで本論では、両機能を操船機能と分類して、Bridge Teamの機能を分析、評価する。

5. 機能構成の妥当性

これまでに述べたBridge Teamの機能に対する概念の妥当性を検証するため、操船シミュレータにおけるBridge Teamによる操船例を分析した。3つの機能のうち、操船機能についてはここまでに述べたよう

図2 変針操船の経過

図3 操船意図確認までの経過

に一般操船に共通している機能であるといえる。そこで本論ではBridge Teamの機能分析の観点から、相互間情報交換機能と協調管理機能に重点を置き、各機能が影響した操船例を示す。

5.1 相互情報交換機能の操船への影響例

図2は変針のタスクに対して相互間情報交換機能の達成度が結果に影響した操船例である。ケース（A）では、三等航海士は変針点の1.2マイル前に船位を測定し、変針点1マイル前の報告を行った。これにより船長は変針点600m前の適切な時期に「Port10度」の操舵号令を出し、変針した。変針後の船位は設定針路の右190mとなった。

一方ケース（B）では、三等航海士は変針点の1.9マイル前に船位を測定したが、これを報告しなかった。次に三等航海士は変針点の1.0マイル前で船位を測定したが、これを報告したのは変針点の300m前であった。このため船長は変針を開始すべき時期より遅れて、変針点の300m前で「Port10度」続いて「Port15度」の操舵号令を出して変針した。変針後の船位は設定針路の右560mと大きく偏位する結果となった。

図3は他船避航のタスクに対して相互間情報交換機能の達成度が結果に影響した操船例である。ケース（A）では、三等航海士は左舷からの横切り船を8マイルでレーダにより発見し報告した。続いて横切り船が7マイルに接近するまでの間に方位、距離の変化、CPA（最接近距離）等の十分な情報を提供し、船長と動向を確認した。このため横切り船が7マイルの時点で船長は三等航海士にVHFによる連絡を指示し、5マイルまでに相互に操船の意図を確認できた。

ケース（B）では、三等航海士は左舷からの横切り船を7マイルでレーダにより発見し報告したが、その後5マイルおよび3マイルで相手船の距離のみの報告をした。このため横切り船が3マイル間で接近した時点で船長は三等航海士にVHFによる連絡を指示し、相互に操船の意図を確認した時点で2マイルまで接近していた。

以上の4件の操船例において、三等航海士は分担された船位測定、見張りおよび機器取扱の各操船機能を達成している。操船結果に差が生じた原因は、得られた情報に関する報告の有無もしくは報告内容の差であり、このために変針後の偏位量や、横切り船との最接近距離に影響した操船例であるといえる。従って、Bridge Teamとしては、相互間情報交換機能を重要な機能として位置付ける必要があると考える。

5.2 協調管理機能の操船への影響例

図4は減速のタスクに対して協調管理機能の達成度が結果に影響した操船例である。

ケース（A）では、船長の減速操船に際し、二等航海士は特に後方の同航船に注意し、その接近状況を6ケーブルおよび5ケーブルで適切に報告した。これに対して船長はVHFによる連絡を指示し、5ケーブルの適当な時期に相互に操船の意図を確認できた。

一方ケース（B）では、船長の減速操船に際し、3ケーブルで同航船からVHF連絡を受けるまで誰も後方

を確認しなかったため、後方の同航船と2ケーブルまで接近する結果となった。

図5は非常事態対処(舵故障)のタスクに対して協調管理機能の達成度が結果に影響した操船例である。ケース(A)では、舵故障の警報発生に対して、15秒後に二等航海士は迅速に操舵スタンド横へ行き、船長に報告しながら操舵システムのチェックを実施した。このため警報発生から35秒後にNFU(操舵スタンド)のレバー操舵による応急操舵が可能となった。この間船長は周囲の状況を確認できた。

ケース(B)では、舵故障の警報発生に対して15秒後に、船長が操舵手と操舵システムのチェックを実施した。この間他の構成員は適切な助言を行わず、船長の指示を待つだけだったため対処が遅れ、NFU操舵が可能になるまでに180秒の時間を要した。

以上の4件の操船例では減速や舵故障への対処というチームの共通目的に対して、後方船舶に対する警戒や非常事態への積極的な対処といった相互連携行動を取ったか、あるいは分担された機能のみを画一的に遂行したかが結果に影響した操船例であるといえる。従って協調管理機能もBridge Teamとして重要な機能として位置付ける必要があると考える。

この他の各タスクについても同様に、相互間情報交換機能および協調管理機能の達成度が結果に影響した操船例を分析した。分析結果の一部を表3に示す。これらの分析結果からBridge Teamの機能が操船機能、相互間情報交換機能、協調管理機能の3つの機能から構成されているという概念が妥当であるという

図4 減速時における後続船との接近状況

図5 舵故障からNFU操舵へ到達するまでの経過

表3 操船例分析の一例

相互間情報交換機能	
良好	不良
<p><変針>A-1(13:15~13:23) 船長が変針の意図を事前に示したため、二等航海士によるレーダ情報及び三等航海士による目視情報の提供があった。 ・同航船#1(CPA:0.4マイル) ・漁船(右舷正横を航過)</p>	<p><変針>A-3(14:32~15:20) 船長は変針の意図を事前に伝えぬまま、突然操舵号令を出し、同航船の存在に気づき慌てて復針した。 ・同航船#13(CPA:0.2マイル)</p>
<p><主機故障>A-3(15:05~18:10) 主機故障警報に対して、三等航海士は機関室状況を電話で確認し、その場で報告した。このため船橋内の全員が、状況を的確に把握した。</p>	<p><主機故障>A-3(18:31~21:45) 主機故障警報に対して、三等航海士は機関室状況を電話で確認したが、船長のみに報告したため、二等航海士が状況を正しく状況を理解できず、VTSに誤った状況報告をした。</p>
協調管理機能	
良好	不良
<p><漁船>A-3(07:45~08:05) 二等航海士は停留中の漁船を相対ベクトル表示で反航船と勘違いしたが、船長は目視によりこれを確認し、訂正したことにより、漁船の動向を正しく確認しながら航過した。</p>	<p><横切り船>A-2(07:20~11:00) 二等航海士は方位変化のない横切り船を誤って変化していると報告したのに対し、目視や双眼鏡による確認が行われなかったため、横切り船と接近した。 ・横切り船#12(CPA:0.2マイル)</p>
<p><航路航行>A-3(04:30~05:05) 二等航海士が船位測定のためチャートテーブルに向かっている間、三等航海士がレーダを利用し、同航船との距離等をチェックして報告した。</p>	<p><航路航行>A-3(03:06~05:40) 二等航海士が船位測定のためチャートテーブルに向かっている間、誰もレーダを利用しなかった。このため4分間にわたって同航船との距離はチェックされなかった。</p>

知見が得られた。

相互間情報交換機能と協調機能はBridge Teamの場合にのみ発生する必要機能である。そしてこの2つの機能によりBridge Teamはチームとしてその能力を発揮し、より高度な技術を達成できることとなる。

6. Bridge Teamの機能の評価

前章までに、Bridge Team機能が、操船機能、相互情報交換機能、協調管理機能の3つの機能により構成されるとする基本概念の妥当性を検討した。本章ではシミュレータによる操船実験により現実化した、これら3つの機能の評価した事例を紹介する。機能の内容を定量的に評価することにより、各機能の分担、達成および統合の状況を調査分析することが可能となる。以下にBridge Teamの機能の評価法および評価結果を示す。

6.1 Bridge Teamの機能の評価法

(1) Bridge Team操船指針の作成

Bridge Teamによる操船の基準となる操船指針を作成するため、複数の船社から入手した船舶安全管理手引書から、操船に関する各項目を操船機能、相互情報管理、協調機能の3種類の機能に分類整理した。操船指針作成の重要性は文献⁽³⁾に詳説してある。これを既に作成使用中の要素技術に対する操船指針と統合することにより、Bridge Teamのための操船指針を作成した。一例として舵故障時の対処に対するBridge Team操船指針の一部を表4に示す。指針を船長、航海士、操舵手欄に分け、それぞれについて操船機能、相互間情報交換機能、協調管理機能に関する指針を記している。またこれに対応する要素技術を付し、具体的な数値等は要素技術対応の操船指針を参照できるようにしている。

表4 Bridge Team操船指針の一例

舵故障	機能	指 針	要素技術
船長	操 船	海域および船舶輻輳度に応じた操船	見張り、船位測定、操縦、器機取扱、法規遵守、計画
		舵故障への対処	非常事態、法規遵守
		機関部への必要事項連絡	情報交換、管理
	情報交換	必要事項の周知・確認	情報交換 (Bridge Team機能)
	協調管理	舵故障に対応した人員の配置	管理 (Bridge Team機能)
		舵故障への処置のための指示および監督	管理 (Bridge Team機能)
		状況に応じた信号等の指示および監督	管理 (Bridge Team機能)
航海士	操 船	操舵システムへの適切な処置	器機取扱、非常事態
		必要各所との連絡	情報交換
		必要事項の記録	非常事態
		有効かつ適切な補佐	船位測定、見張り、法規遵守
	情報交換	船長への必要事項の報告	情報交換 (Bridge Team機能)
操舵手	操 船	操舵システムの操作	見張り、器機取扱
		主機テレグラフの操作	器機取扱、情報交換
		灯火形象物の表示	器機取扱、法規遵守
	情報交換	船長または航海士への報告	情報交換 (Bridge Team機能)
	協調管理	有効かつ適切な補佐	管理 (Bridge Team機能)

(2) シナリオの作成

各機能の分担、達成および統合の状況を調査するために、チームとしての機能を十分に発揮する必要性のある操船場面を設定した。航路航行や狭視界航行等の困難な操船場面を想定し、他船避航や変針等のタスクおよび非常事態等のタスクを盛り込んで操船シナリオを作成した。シナリオの現実感を高めるために、海域および供試船は実際に船社が運航する海域および船種とし、航路や他船の航行状況についても現実 に即した設定とした。

(3) 評価リストの作成

操船実験の評価リストから一例として漁船避航のタスクに対する部分を表5に示す。

表5 評価リストの一例

(タスク) 要素技術 (漁船)	評価項目	内容	Capt.			2/O			3/O		
			+1	O		+1	O		+1	O	
見張り 情報交換(チーム) 管理(チーム)	漁船の発見・状況確認 漁船についての情報交換 チーム全体を考慮した行動	早期(3マイル)発見、継続監視 動向、漁具等の確認 協調・管理・補足動作	P	実施	不足	P	実施	不足	P	実施	不足
			C	実施	不足	C	実施	不足	C	実施	不足
			M	実施	不足	M	実施	不足	M	実施	不足
機器取扱 情報交換(チーム) 管理(チーム)	レーダの有効活用 レーダ情報の交換 チーム全体を考慮した行動	レーダによる漁船の監視 漁船に関するレーダ情報 協調・管理・補足動作				P	実施	不足			
						C	実施	不足			
			M	実施	不足	M	実施	不足			
機器取扱 情報交換(チーム) 管理(チーム)	双眼鏡の有効活用 双眼鏡情報の交換 チーム全体を考慮した行動	双眼鏡による漁船の監視 漁船に関する双眼鏡情報 協調・管理・補足動作							P	実施	不足
									C	実施	不足
			M	実施	不足				M	実施	不足
情報交換(外部) 情報交換(チーム) 管理(チーム)	警戒艇との情報交換 警戒艇から得た情報の交換 チーム全体を考慮した行動	周囲状況確認、自船意図伝達 漁船情報の共通化 協調・管理・補足動作	P	実施	不足						
			C	実施	不足						
法規遵守 情報交換(チーム) 管理(チーム)	避航のための適切な判断 判断についての情報交換 チーム全体を考慮した行動	海上法規の遵守 判断内容の周知 協調・管理・補足動作	P	実施	不足						
			C	実施	不足						
						M	実施	不足	M	実施	不足
操縦 情報交換(チーム) 管理(チーム)	避航のための適切な操縦 操縦についての情報交換 チーム全体を考慮した行動	CPA(3ケーブル)、ガイドライン遵守 操縦直前の周知 協調・管理・補足動作	P	実施	不足						
			C	実施	不足						
						M	実施	不足	M	実施	不足

タスクの達成に必要な作業をBridge Team操船指針から抽出し、これを評価項目として対応する要素技術を示している。また相互間情報交換機能および協調管理機能については、Bridge Teamの機能の観点から、要素技術の情報交換および管理と区別して評価する必要があるため、それぞれ情報交換(チーム)および管理(チーム)と表記している。以上の評価項目を事前ブリーフィングにおける船長の指示に従い、個々の構成員に設定している。

例えば漁船の発見・状況確認という作業には、見張り、情報交換(チーム)および管理(チーム)という要素技術が対応する。これらの評価項目を事前ブリーフィングにおける船長の指示に従って構成員全員に設定している。

このような評価リストに基づいて各要素技術を評価し、3つの機能の観点から集計した。

7. 操船シミュレータによる操船実験

7.1 実験

実験に先立ち、まず供試船の操縦性能の把握と、船橋に設置されている機器類の取扱の習熟を目的とした予備操船を実施した。次にBridge Teamを対象としたプリブリーフィングを実施し、航海の目的、航海計画および個々の役割分担を理解させた後、操船実験を行った。

7.2 機能の分担、達成および統合の状況

シミュレータによる操船実験結果から、機能の分担率および達成率を得た。分担率および達成率の算出式を以下に示す。両式の分母となるのは、個々のシナリオにおいて各構成員に対して設定された評価項目の全員の合計数である。これに対し分担率の分子は当該構成員に対して設定された評価項目数であり、達成率の分子は当該構成員が達成した評価項目数である。

$$\text{分担率(\%)} = \frac{(\text{当該構成員に対して設定された評価項目数})}{(\text{各構成員に対して設定された評価項目の合計数})}$$

$$\text{達成率(\%)} = \frac{(\text{当該構成員により達成された評価項目数})}{(\text{各構成員に対して設定された評価項目の合計数})}$$

実験結果の中から、代表的な3つの操船例を図6に示す。これらの操船例では、Bridge Teamを船長(CAPT)、二等航海士(2/O)、三等航海士(3/O)および操舵手の4名により構成している。ここでは検討の対象を操舵手を除く3名として、それぞれの分担率および達成率を示す。

どのケースにおいても各構成員に対する分担率は概略同等で、船長が40～45%、二等航海士が30%、三等航海士が25～30%程度である。

これに対する達成率について、ケース1では各構成員がともに高達成率であったため、合計89.2%の達成率となった。このケースを充足例と呼ぶ。ケース2では、二等航海士をはじめとして各航海士ともに達成率は低く、全体で51.7%の達成率にとどまった。このケースを欠如例と呼ぶ。ケース3では二等航海士の達成率は低いが、他の2名が高い達成率を示したために、合計では82.7%の達成率となった。このケースを補足例と呼ぶ。

次に各構成員の機能について、操船機能、相互間情報交換機能、協調管理機能の3つの機能による内訳を図7(a)(b)(c)に示す。

充足例では、各構成員が各機能とも良好に達成しているため合計の達成率も高く、各構成員が分担された機能を達成し、統合している理想的な操船例といえる。

欠如例では二等航海士の操船機能の達成率が低く、船長および三等航海士の操船機能の達成率が高いが、相互間情報交換機能および協調管理機能の達成率が各構成員ともに低いため、全体として低い達成率となった。このケースはチームとしての能力が発揮されていない操船例である。

補足例では、二等航海士の操船機能の達成率は低いが、その他の機能については各構成員とも良好に達成されている。特に船長および三等航海士の協調管理機能は充足例より高い達成率であり、二等航海士の操船機能の達成不足を補っていることが考えられる。

次にBridge Teamの機能の重要項目である協調管理機能の達成状況評価の一例を示す。各ケースにおいて、協調管理機能を構成する ①共通な操船の目的に対応するための相互連携機能 ②機能の分担および分担された機能の遂行状況監視機能 ③緊急時、業務集中時における他の構成員の機能達成不足に対する相互補足機能のうち、他の構成員の機能達成不足を補う相互補足の機能の割合を図8に示す。補足例では他のケースに比べて船長および三等航海士により相互補足の機能がよく発生していることがわかる。また船長および三等航海士により発生した13回の補足機

図6 各ケースにおける分担率および達成率

図7(a) 各構成員の機能の内訳(充足例)

図7(b) 各構成員の機能の内訳(欠如例)

図7(c) 各構成員の機能の内訳(補足例)

能のうち、11回が二等航海士に対しての行動であったことより、補足例は二等航海士の機能達成の不足を、他の構成員が部分的に補った操船例といえる。

以上のように、操船に必要な技術を、3つの機能の観点から分析する手法により、これらの操船例についてのBridge Team機能の分担・達成および統合の状況が各機能の分担率、達成率により明らかとなった。

8. まとめ

本研究をまとめると、以下のとおりである。

- (1) Bridge Teamの機能が操船機能、相互間情報交換機能、協調管理機能の3種類により構成されるという概念を提示するとともに、各機能が影響した操船例を分析することにより提示した概念が妥当であるとの知見を得た。
- (2) シミュレータ操船実験により、現実化した3つの機能を定量的に評価した。実験結果から、各機能の分担、達成および統合の状況が評価され、Bridge Teamの有効性が明らかになった。今後はBridge Teamを対象として、訓練効果を定量的に明らかにして行く計画である。

参 考 文 献

- (1) 運輸省海上技術安全局検査測度課監修：ISMコードの解説と検査の実態，成山堂書店，1999年4月。
- (2) 小林弘明他：操船技術の要素技術展開について，日本航海学会論文集第96号，p119～125，1997年3月。
- (3) Hiroaki KOBAYASHI: Training and Assessment Utilizing Ship Handling Simulators, Proceedings 10 INSLC, 5.1～5.16, 1998年8月。

質 疑 応 答

長澤 明(海上保安大学校)：分担率、達成率の分母となる全評価項目数について、

- (1) 時間や局面の関数となり、変動しないのでしょうか。
- (2) 評価項目間の重みについてはどのようにお考えでしょうか。

外谷 進：

- (1) 分担率および達成率の分母となる全評価項目数は各構成員の評価項目の合計数です。従って時間や局面によって各構成員に対する評価項目数が変化すると、当然全評価項目数も変化します。しかしここでは評価項目の数ではなく、全評価項目数に対して分担された項目と達成された項目の割合について議論しているため、時間や局面に影響されることなく評価ができると考えています。
- (2) 評価項目はタスクの達成に必要な作業を操船指針から抽出して設定したものです。即ち安全運航の観点から、どの項目もタスクの達成に必要なだといえます。このためあえて重み付けをせず、各評価項目を等価で評価しました。

図8 相互補足の機能の割合