

総 説

メンタル・スキルの研究法

——コミュニケーション法について——

森 清 善 行*

RESEARCH TECHNIQUE IN THE MENTAL SKILLS ——ON THE METHOD OF COMMUNICATION STUDY——

Yoshiyuki MORIKIYO*

As the technology changes, the demands on the mental processes of the workers are also changing. The role of mental skills as thinking and decision-making in tasks becomes increasingly important. But it is very difficult to analyze the mental skills of the workers by the traditional methods of work study.

We have tried to establish the methods of analyzing manoeuvring skills by describing the processes of such overt kinds of information exchange. These methods may be called here method of communication study.

To collect the data, all voice communications were recorded on magnetic tape and task performance was also recorded on a video-tape recorder. The methods of analyses used as follows. (1) link analysis: The figures of link were drawn from the frequency and direction of the flow of verbal messages (or informations) transmitted from man to man or machine. It was made clear that there were several types of skills for information processing. (2) serial patterns of information: The figures to find the individual differences in the information processing were drawn from the time series of the flow of verbal messages. (3) contents analysis: The analysis of contents during the manoeuvring was made by classifying the verbal messages into several categories such as engine information, course information, information pertaining to other ships and so on. (4) function analysis: This analysis was made by classifying the verbal messages into twelve categories according to the functions of communication such as report of the situation, order, question and so on. The sequential diagrams were drawn from the results of contents and function analyses. A generalized pattern of communications for making decision was extracted from these diagrams. (5) indices of information processing: We used indices related to the mental skills involved in manoeuvring work from a viewpoint of human information processing. We defined the information density as a quotient of the total amount of informations communicated on the navigation bridge divided by the total time required for the manoeuvring in minutes. We also defined the ratio of information retrieval as a quotient of the total amount of information reaching the captain divided by the total number of orders sent out by the captain as a manoeuvrer.

The method discussed will be applicable also to skill analysis of various kinds of mental work such as air traffic control, process control and so on.

1. はじめに

生産手段の変革にともなう作業の形態と内容も大き

く変化してきたことは事実である。エネルギー消費という観点から捉えられる「労働の強度」は概して小さくなり、動的な筋労作をともなう作業要素はすくなくなっ

* 神戸大学文学部

Faculty of Letters, Kobe University

きた。プロセス・オートメーション工場などにおけるモニター監視の作業、食品工場における検量作業、自動車や電車の運転作業、船舶の操船作業、航空機の操縦作業、航空管制作業などでは、動的筋作業の要素がすくなく、過度の緊張と注意の持続、迅速な判断や意思決定が要求される。いま、これらの作業の遂行に必要な一連の情報処理と意思決定にかかわりのある技能をメンタル・スキル (mental skills) と呼ぶことにする。現場作業にみられるメンタル・スキルの研究は最近になってぼつぼつ発表されてきたが、マニュアル・スキル (manual skills) の研究にくらべるとその数はまだまだ比較にならないほど少ない。メンタル・スキルの研究の立ち遅れている理由はいくつか考えられるが、研究法が確立されていないことがその最大の理由であろう。メンタル・スキルに関する現在までの研究のなかでとられた手法を整理してみると次のようになる。

(1) 実験的手法：この手法はメンタル・スキルの基本的特性とその限界を知るために用いられる実験心理学的手法である。反応時間、短期記憶などの他に手の運動などの領域にまで研究範囲は及び、この手法による研究はそれなりにもっとも成果をあげている。しかし、こうして分析されたスキルの諸特性が具体的な作業課題の遂行の中でどのように組み合わされているかについての答えは、この手法からは出そうにない。この手法による成果は Welford (1968) にまとめられている。

(2) 面接的手法：この手法は現場作業員から作業の内容や習熟過程をできるだけ詳しく聞き出し、その結果からメンタル・モデルを想定し、スキルの分析を試みる方法である。最近では H. Kragt ら (1974) がプロセス制御作業についてこの手法を適用し一定の成果をあげている。

(3) 観察的手法：この手法はその準備段階として(2)の手法をも用いるが、主として現場作業の観察結果から

年 月 日 時～

I 丸, II 港入港時 気象港内 WNW3m

Cap N

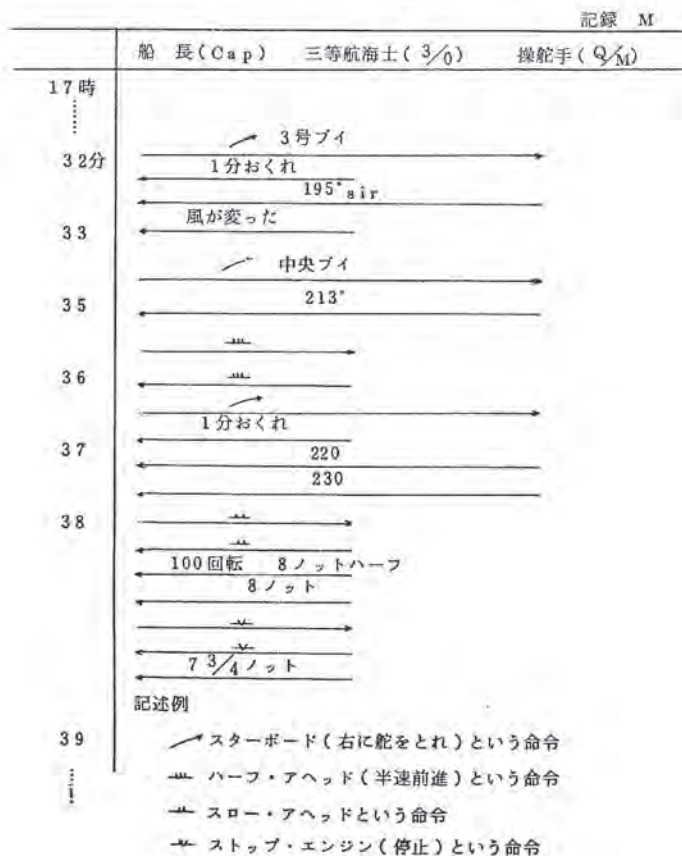


Fig. 1 原資料の 1 例

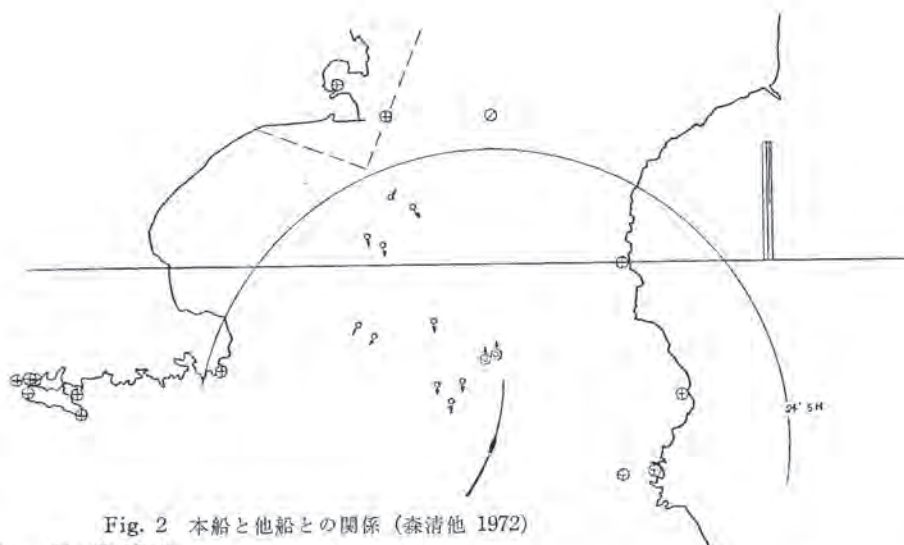


Fig. 2 本船と他船との関係 (森清他 1972)

時刻: 21時24分

船橋配置: 三航士, 船長, 操舵手, 見張り

状況: 本船 (▲) 針路 15° から 10° に変針中。対水速度24ノット, No. 1 ブイ (⊙) まで5.5マイル。本船船首方向左 30° , 1.7マイル位に States Marine (同航速度は本船とほぼ同じ), そのすぐ右に同じく同航船 (速度はおそい)。本船前方5マイル以内の船舶は同航 (⊗) 3隻, 反航 (⊗) 9隻計12隻

メンタル・スキルの分析を試みる方法である。

どの方法にも一長一短はあるが観察的手法が作業研究の基本であることは周知のとおりである。具体的には動作・時間研究法 (method of motion-time study) によって作業を分析することがおこなわれるが, これらの観察的手法では, 外部からみて, はっきりした動作を伴った作業でなければ実施がきわめて困難である。それだけに, マニアル・スキルの研究などにはこの手法は十分に活用できる。たとえば要素動作が作業経験と共に時間的にどのように変化していくかを観察的手法で調べることによって, マニアル・スキルの習得に関する研究がおこなわれた例もある (Crossman, 1958)。メンタル・スキルは前述したとおり, 情報処理と意思決定といった人間の内的過程にかかわりをもち, しかも主としてシンボルの操作に関する技能であるともいえるので, 本来, 観察がきわめて困難であるか, または不可能なものである。しかし, シンボル操作の結果の大部分が言語的コミュニケーションとして外部に表現される場合があるならば, コミュニケーションは観察可能であるから, それを手掛りに分析を進めていくと, メンタル・スキルへのアプローチも可能ではないかと考えられる。出入港および狭水道を通過するさいの操船作業とか, 航空機と管制塔, あるいは管制センターとの間でおこなわれる管制通信作業などでは, これらの作業のさいに交わされる言語

的メッセージを手掛りにして, メンタル・プロセスの分析が試みはじめられている (森清ら1967, 1970, 1972, 1976, Bisseret 1971, Soedeら1971, Reicheら1971, Siegelら1973, Bainbridge 1974)。

本稿では操船作業の技能を分析するために発展させてきた観察的手法について報告する。なお, 以下に述べるいくつかの技法を総称して, 作業研究における「コミュニケーション法」と呼ぶことにする。

2. 資料の収集方法

資料の収集方法について記述する前に, ここに例示する操船作業について簡単に述べておこう。操船とは船を安全に所定の位置に移動させることを指す。操船は船橋つまり, 自動車や電車の運転席にあたるような場所において主としておこなわれる。出入港時または狭水道通過時には船橋では, パイロットまたは船長が主操船者となることが多く, 士官はその側にいて操船の補助をし, 操舵は操舵手が受けもつ。その他に見張員が配置されることもある。いずれにしても集団作業であり, 集団の大きさは, 船の大きさ, 気象条件等によって異なる。操船作業中は, 操舵手以外は身体の動きが少ない。作業の大部分は相互に言語メッセージを交換することによって遂行され, 時に情報収集のために歩行したり, レーダー像をのぞいたりすることもある。

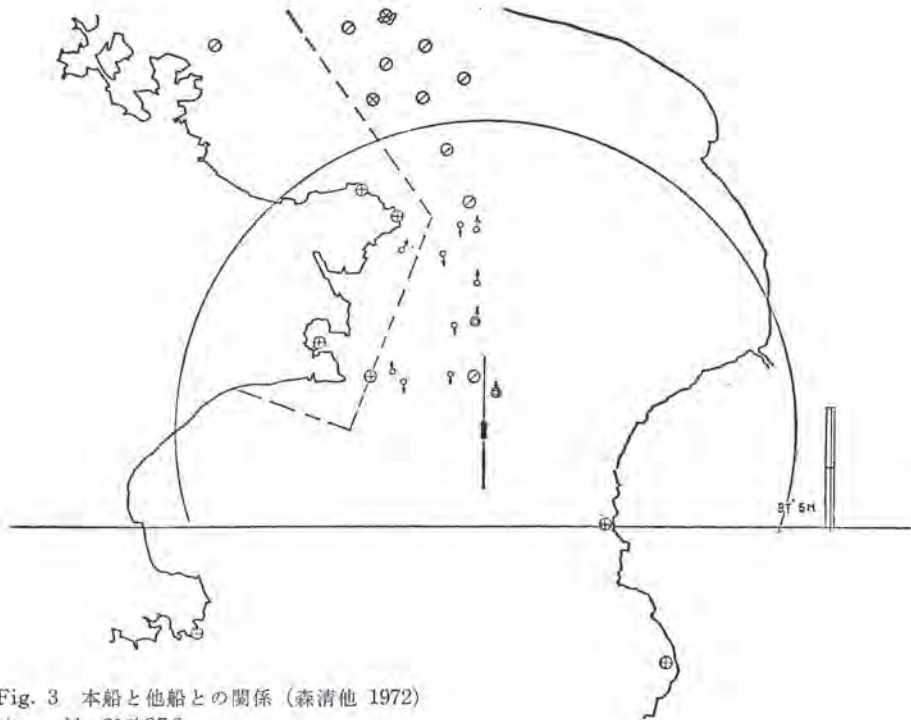


Fig. 3 本船と他船との関係 (森清他 1972)

時刻: 21時37分

船橋配置: 三航士, 船長, 操舵手, 見張り

状況: 本船針路 0° , 対水速度24ノット, No. 1 ブイまで0.9マイル。船首方向右 20° , 0.6マイルの同航船 (速度は本船よりおそい) と, 同じく左 4° , 1.8マイルの同航 States Marine (◎) に注目している。反航船にはほとんど留意していない。本船前方5マイル以内には同航船 (△) 6隻, 反航船 (♀) 5隻計11隻

このような作業では, どのような内容の言語情報が, 何時, 誰れから誰れに流れたかを記録することが中心になる。

記録方法はその場で記録紙に筆記してもよいが, コミュニケーションの密度が高まってくると, 記録もれの恐れもあるので, テープレコーダーに記録するのが安全である。同時に時刻のマークを入れておくとき整理のときに大変便利である。集団が多人数で構成されているときには, 整理の段階で, 誰の声かわからなくなる場合もあるので, その点についての対策も必要である。ビデオカメラ等を用いると, 言語情報の他にその時の状況もわかり, さらに時刻をうつしこんでおけば, 整理の段階では大変役に立つ。

このようにして収集した資料を整理した例の一部が Fig. 1 である。このような表が分析を進めていくさいの原資料となるのである。

次に, 言語情報の録音作業と並行して, 調査船のパフォーマンスを知る必要がある。つまり, 言語コミュニケーションと外的環境との対応関係を明確にするための

資料を収集しなければならない。「前方4マイルに反航船がいる」というメッセージが見張員から発せられた時, そのメッセージの内容に誤りがないかどうか, またその時点での他船との位置関係や, 外界の状況が資料を整理する段階で確認できなければならない。狭水道などを航行する船舶では, ある一定時間内に, 数隻の他船舶とかかわりをもちながら航行するのが普通である。そのような時, メッセージの内容にはA船に関するもの, B船に関するもの等が混在することになる。資料を整理する段階で, あるメッセージがどの船の動静に関するものであるかを確認する手段が必要となる。そのために, 調査船のレーダー像をビデオコーダーに連続的に記録した。このレーダー像とメッセージの内容を照合すれば, 上記の確認はとれるのである。ある時刻でのレーダー像を再現した例 (森清他1972) が Fig. 2 と 3 である。これらの時刻前後でのコミュニケーションの内容と照合してみると, 調査船と他船との関係がきわめて明確になる。このように, あらゆるコミュニケーションの記録はもとより, その時の環境や集団又はシステムのパフォーマンス

をできるだけ忠実に記録、再現する手段を講ずることがこの手法の成否の鍵となる。

3. 分析方法

1) リンク解析的手法

1人の人間または1つの機器を1ユニットとみなす。ユニット間に生ずるコミュニケーションをたどっていくとユニット間にリンクが成立する。ユニット間にできるリンクには頻度と方向性と重要度の3つの要素が考えられる。ただし、リンクの重要度を評定するためには、ユニットによって構成されるシステム自体の大きかりな解析を必要とするので、この評定は簡単におこなえるものではない。したがって、通常は頻度と方向性の2面からリンクを表現することになる。いま実例をいくつか挙げてみよう(森清1967)。Fig. 4は当時新鋭船といわれた

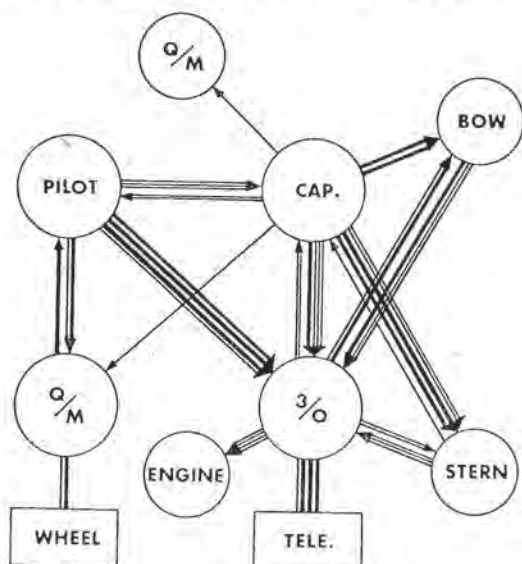
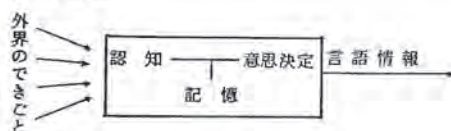


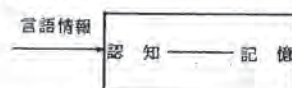
Fig. 4 入港時の情報の流れ (ニューヨーク港: K丸) (森清 1967)

K丸のニューヨーク港に入港する時の調査によるものである。この図から、このシステムには大ざっぱにみて4つのちがったタイプのユニットがあることがわかる。それをまとめると Fig. 5 のようになる。発信型は外界に存在する無数の刺激のなかから、その事態に必要な刺激を選択し、それまでに持合わせていたデータとつぎ合わせることによって行動を決定するパターンである。パイロット、船長がその典型である。艦にいる1等航海士、艦にいる2等航海士の場合も本質的にはこの型に属している。受信型、とくに操作型は、いわゆる人間-機械系の中におけるオペレータとしての機能をもつもので、こ

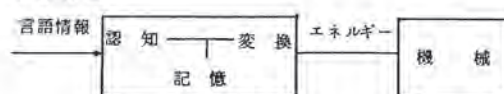
1) 発信型



2) 受信型



2) 操作型



3) 中継型

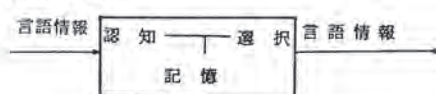


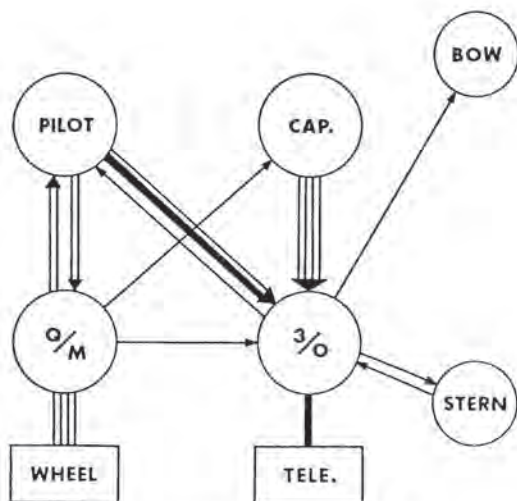
Fig. 5 作業中の情報処理のタイプ

の型の特徴は受信した情報を機器操作に必要なコードに変換するところにある。3等航海士と操舵手がこの型に属する。中継型は情報の中継をおこなうもので、受け入れた情報を再び送信する場合に選択をおこなう。3等航海士にその典型をみることができる。

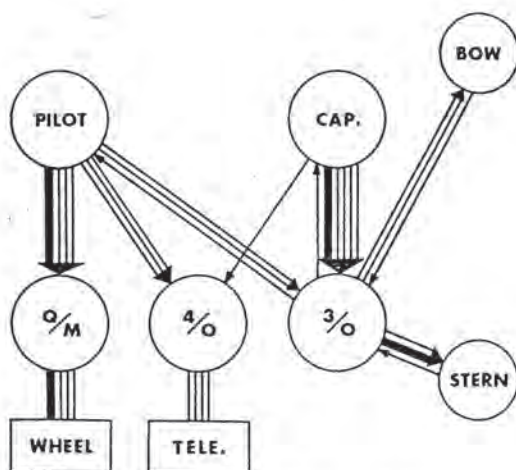
Fig. 6 (1) はさきの新鋭船がある港を出港するときのものである。(2) は装備の古い在来船が出港するときのものである。この在来船では船橋で操船に従事する人員が新鋭船の場合よりも1人だけ多い。この人員配置のちがいが操船時の情報の流れをどう変えているかを比較することができる。人員削減が実施された新鋭船では、3等航海士はエンジン・テレグラフと主機遠隔操縦装置の操作と、情報を各ユニットに中継するという2つの役割をかね具えているが、在来船では、この2つの役割を次席3等航海士(4/0)と3等航海士が分担して受け持っていることがわかる。

Fig. 7 は連絡船がある港に入港する時の結果を比較するために図示したものである(森清1970)。この例では、入港時の方がはるかに多くのコミュニケーションが交わされていたことがわかる。Fig. 8 は連絡船が明視状況で運航した場合と、暗視状況で運航した場合を比較したものである。暗視状況下で運航された場合の方がはるかに多くの情報を必要としたことがわかる。Fig. 7 と8は操船技能を評価するときの一つの手掛となる資料である。

2) 情報の時系列パターン

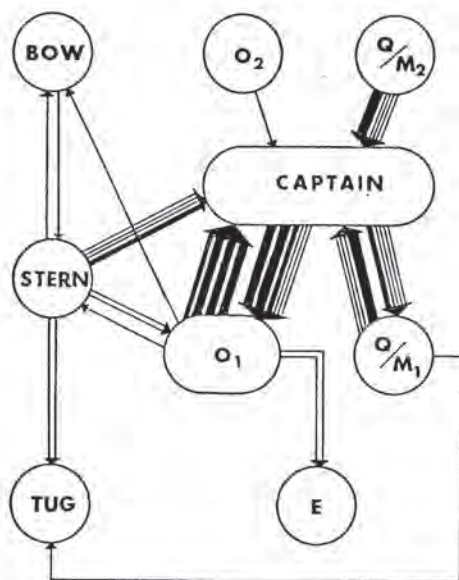


(1) 出港時 (バルチモア: K丸)



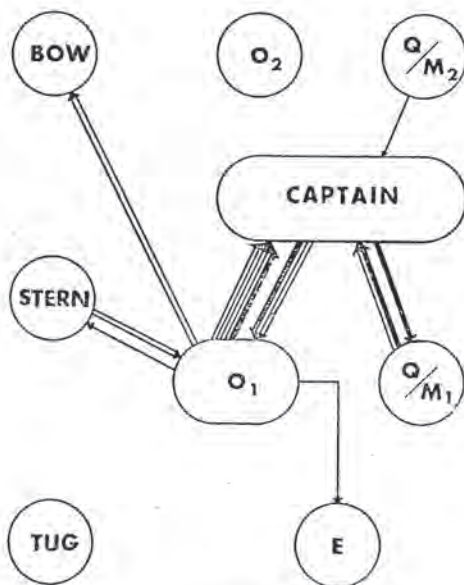
(2) 出港時 (ロッテルダム: S丸)

Fig. 6 情報の流れ (森清 1967)



青森入港時
time: 17⁵⁸~18¹⁵

(⇒ 10 messages → 5 messages → 1 message)



青森出港時
time: 19¹⁰~19¹⁶

Fig. 7 情報の流れ (森清 1970)

ある作業を遂行するには、最小一定数の情報の処理が必要である。これを従来は標準作業工程というような言葉で表わしていた。船を港に入れる作業を考えてみると、この作業の目的は、船を所定の岸壁に安全につけることである。その目的地に到達するには船をどちらに旋回させ、速度をどの程度に調節して接近していくかとい

うことには、大よその目安がある。それがこの場合の標準作業工程にあたる。目標と工程はだいたい決まっていますが、その作業をどの程度の時間内に遂行するかについては厳しい規制もない。したがって、作業のとっかかりの速いおそいによっては情報の処理の仕方もちがってくる。この点を分析するために次のような方法がとれる。

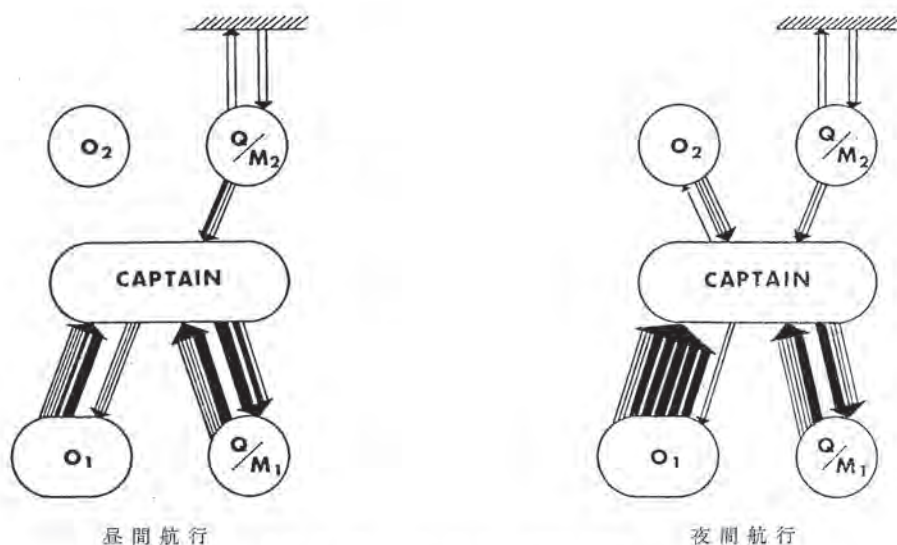


Fig. 8 情報の流れ (森清 1970)

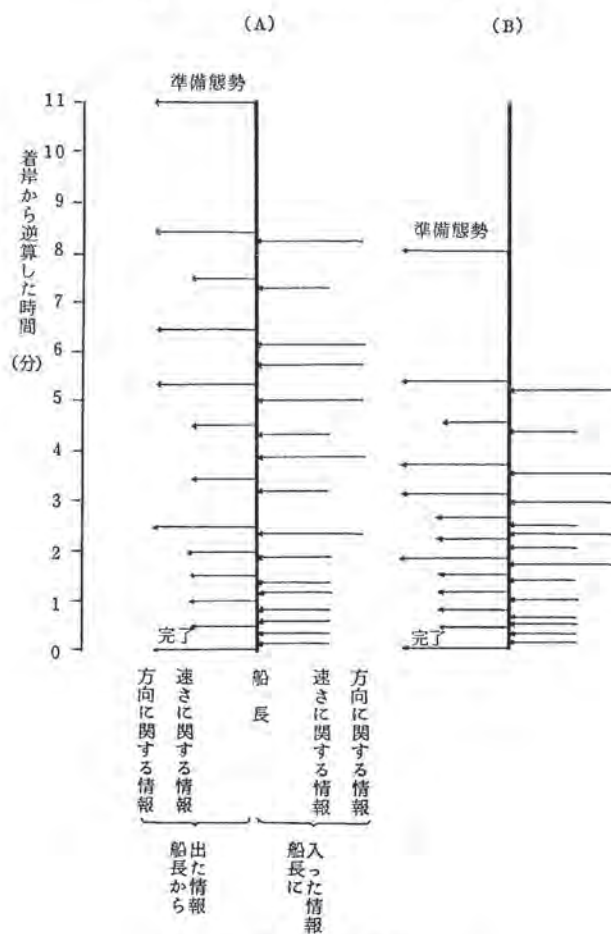


Fig. 9 情報の時系列パターン

この分析法は次のような原則にもとづいて行われる。

- (a) 特定の1人の作業を中心に、その入出情報を整理する。
- (b) 作業にもっとも関係の深い情報2、3種類を選び出して整理する。
- (c) 入出情報を時系列的に列べる。
- (d) 情報を分類された内容別に表示すると、比較検討するのに便利である。

整理の方法を模型的に示すと Fig. 9 のようになる。たとえば、船長の作業について分析してみよう。まず船長に入った情報と船長から出た情報のうち、船の方向に関する情報と速さに関する情報をとり出し、情報時刻順に並べる。この図でもわかるように、(A)と(B)では作業準備にかかる時刻がまずちがう。同じ作業でも準備に

かかる時刻がちがうので、作業遂行に要する時間がちがってくる。

さきにも述べたように、それでも遂行しなければならない作業はほぼ同じ数だけあるので、要素作業間の時間間隔を短縮するか、1回の制御量を変えなければ同じ作業として完了しないことになる。Fig. 10 はその実例である。(a) (b) はともに同じ型の船が日中に同じ港にはいるときの結果である。この調査例では(船長)主操船者の経験年数もほぼ同程度である。しかし、情報の発生を時系列的にみてもかなりの差異がみとめられる。「入港準備 (S/B)」命令が発せられた時刻ですでに4分以上の差がみられる。最初の「エンジン停止」命令が発せられた時刻においても約3分の差がある。このように、(a)ではかなりの時間的余裕をもって操船が行わ

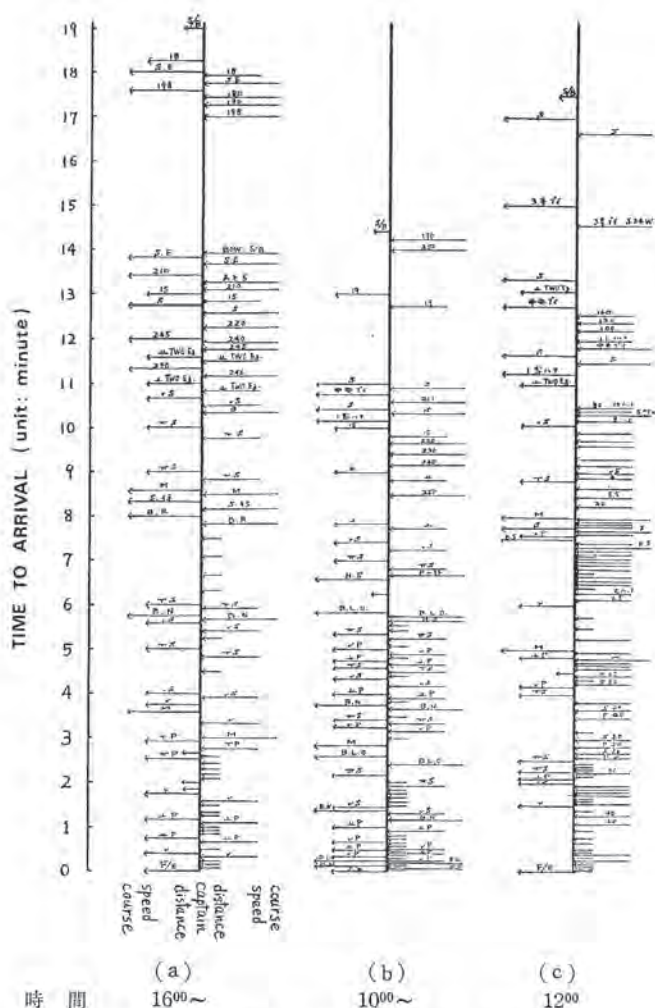


Fig. 10 入港時における操船情報の流れ (森清 1970)

れているように見受けられるが、(b)の場合には短時間のうちに操船を完了するような操船方式がとられたとも受けとれる。したがって(b)の場合には時間の経過と共に情報の発生は密になってきている。このように情報の発生の時系列パターンは操船者によってかなりの差異があることがわかる。このことは、操船技能の面には次のようなかたちであられる。(a)(b)の操船命令をこまかく比較していけば明らかになることであるが、(b)の方が船速の1回の制御量が大きい結果となっている。船の制御回数は(a)(b)ともにほとんど変わらない。これはある地点からある地点まで船を動かすにはほぼ一定数の操作が必要であることを示し、いわば標準作業的なものがすでに設定されているとみることができる。一定標準作業をちがった時間内で完了しようとするれば、制御量を変えるのが1つの方策である。(b)の方が制御量の大きいのはこのような理由によるものと思われる。これらの分析から、作業を遂行していく上での個体差が、操船技能面との関連で明らかになってくるのである。

3) 内容分析 contents analysis

操船作業においては、言語コミュニケーションの役割がきわめて重要な位置を占めている。どのような内容のコミュニケーションが実際におこなわれているかを知ることが操船作業の技能的側面を知る手掛になるのである。ここではメッセージを次の8種類に分類した。

- (1) 調査船のエンジン情報とか、スピードに関する情報を含むメッセージで、「全速前進(Full ahead)」とか「エンジン〇〇回転」といったメッセージ
- (2) 調査船の操舵に関する情報、針路に関する情報を含むメッセージで、「右旋回(Starboard)」とか「360度」といったメッセージ
- (3) 他船に関するあらゆる情報を含むメッセージ
このメッセージは操船に必要な情報の収集・伝達・処理という観点からみて、重要でしかも多様な形式をとるメッセージであるので、さらに次の6カテゴリーに分類した。
 - (A) 他船の存在のみに関する情報を含むメッセージ(距離や位置関係の情報を含まない)。
 - (B) 他船との距離関係を、物理的尺度によって表現したメッセージ
 - (C) 他船との距離関係を表現してはいるが、物理的尺度を含まないメッセージ
 - (D) 他船との位置関係を方位またはそれに類する形で表現した情報を含むメッセージ
 - (E) 位置関係を(D)以外の形で表現した情報を

含むメッセージ

- (F) 他船の針路に関する情報を含むメッセージ
(たとえば、「左3マイルに反航船」というメッセージには、(D)(B)(F)の情報が含まれていることになる)。
- (4) ブイとか灯台等の物標に関する情報を含むメッセージ
- (5) 操船に必要な人員配置に関するメッセージ
- (6) 気象・海象に関する情報を含むメッセージ
- (7) 係船法に関するメッセージ
- (8) 以上の項目に属さないメッセージ(私語を除く)

たとえば、昼間と夜間という環境上の差異が、作業時のコミュニケーションのなかにどうあらわれてくるかを、他船に関するメッセージの内容分析から明らかにすることができる。Table 1はその分析結果の1部である。

Table 1 他船に関する情報の内容別発生比率
(森清 1976)

	① 存在	距離		方 角		⑥ 針路	合計
		② 物理的 距離	③ 物理的 距離で 表現さ れない	④ 方位	⑤ 方位以 外の表 現		
昼間	2.6	19.7	9.2	17.1	17.1	34.3	100.0
夜間	12.1	14.4	17.0	9.8	19.7	27.0	100.0

る。他船の存在に関する情報では、昼間と夜間で大きな差を示している。昼間は明視環境であるから、他船の存在に関する情報をそれぞれの作業構成員が各自で検索することができるので、その発生の少ないのは当然である。距離に関する情報については、昼間では明確な情報の伝達が多く、夜間では、物理的尺度を用いた情報とそうでない情報の発生率はほぼ半々である。物理的尺度を用いた情報の発生率に関しては、昼間と夜間とで殆んど差が認められない。昼間は他船との距離を物理的尺度で評定することは容易であるが、夜間は主観的にも困難に思える。したがって、夜間では、肉眼で距離を評価するかわりに、レーダーを用いて距離の測定をおこなうのである。他船の方角に関する情報では、夜間に物理的尺度を用いない情報の発生比率が高い。この調査に関する限りでは、昼間は“物理的尺度情報”，夜間は“手掛りの情報”の発生する傾向がみられるのである。しかし、情報内容の差異が環境にのみ依存すると断定することはできない。なぜなら、他船に関する状況報告は、できるだけ物理的尺度に記号化するように訓練されているかどうか、“手掛りの情報”を用いることのできる状況かどうか、

か(航行海域のマップが十分に記憶されているかどうか等)によって、情報内容の選択は変わってくることもある。

4) 機能分析 function analysis

この分析は、先に分析したような内容をもったメッセージがどのような形式で伝えられ、コミュニケーションの成立過程において、どのような働きをしているかを明らかにするために行われたものである。機能分析はある意味では非常に困難なもので、メッセージの分類の過程で、多少の恣意性が入ってくる危険性がある。この分析の基本的な考え方は別の稿にまとめてあるので、参照していただきたい(森清 1976)。要するに、われわれがここでコミュニケーションの機能的分類に用いた一応のよりどころは、受け手と送り手の反応の連鎖と、その時の状況とのつき合わせ、ならびに、メッセージの構成形式の三要素からなり、できるかぎり総合的に判断し、分類がなされた。コミュニケーションの機能的分類は次の項目にしたがっておこなわれた。

- (1) 状況報告 操船にかかわりをもつ人間が、知覚した外界の状況のうち、操船に必要と判断した状況情報の、メッセージによる提供をさす。
- (2) 命令によってではなく、自発的に行動をこれから起こすという報告、自発的行動を起こすさいに、周囲に了解を求める意味あいのメッセージ
- (3) 命令 主操船者から特定の人間に向かって出される操船号令で、あとに述べる意思決定の表現とみることができる。メッセージの構成からみても疑う余地のないものである。受け手はメッセージに対して、直ちに言語的・動作的反応を示すので分類のもっとも確実な項目である。
- (4) 質問 メッセージの構成と受け手の反応からみて、明確に分類ができる。
- (5) 曖昧な報告・命令に対する再確認の意味をこめた質問 メッセージの構成からいうと、(4)項と同じであるが、それ以前のコミュニケーションに続いて発せられる質問をいう。直前のメッセージの意味が不明確であった場合と、受け手の解読力の不足による場合が考えられるが、この調査ではその点の区別はつけることができなかった。
- (6) 周囲の人に確認を求めるようなメッセージ 送り手がメッセージをある特定の人に対して送るのではなく、周囲にいる複数の人間の誰れかから、反応を期待することを意図したコミュニケーションに含まれる。分類の困難な項目である。
- (7) 説明 (4)(5)(6)に対する反応として送られ

る受け手からのメッセージを指す。

- (8) 推量 コミュニケーションのためのメッセージという形をとるよりも、独言に類することが多い。分類にあたっては、前後の脈絡が重要な手掛りになる。
- (9) 注意喚起 (1)の状況報告に類似するが、受け手の反応によって区別される。
- (10) 指示 (3)に類似するが、助言としての意味あいを含むので、受け手の反応が異なる。
- (11) 意思決定 そのあとに(3)のメッセージが続く。行動様式等を決定する重大なる表現である。主操船者のみによっておこなわれる。ただし、意思決定のメッセージは、意思決定がなされる度毎に発せられるとは限らず、小さな意思決定は頭の中で遂行されることの方がむしろ多いと推定される。

Table 2 コミュニケーションの内容・機能分析(昼間航行) (森清他 1972)

内 容	機 能	状 況	命 令	質 問	再 確 認	説 明	推 量	意 思 決 定
		報 告						
他 船	速 力		9	59				3
	針 路		4			2		3
	存 在		30					
	距 離		14		1			
	物 理 的 距 離							
	へ だ た り							
船	方 位		26					1
	角 方 向		26		1	1		1
	針 路		52		1			2

Table 2, 3は内容と機能分析の結果の1例である。Table 2は備讃瀬戸を昼間に東航中のフェリーの船橋で収集されたものの一部である。Table 3は夜間に西航中の船橋で収集されたものである。いずれも情報内容は重要なものだけをこの表に掲げた。機能面についても、航行中に発生したものだけを表にした。この2つの表から、環境状況でのコミュニケーションの内容と機能の差異がうかがえるのである。夜間航行中には他船情報に関する質問、再確認、確認、推量のメッセージが著しく多いことがわかる。なかでも他船の存在に関する確認、質問、推量の多さが目立つ。つまり情報収集の困難さがこのようなコミュニケーションを多くしているものと考えられる。

Table 3 コミュニケーションの内容・機能分析(夜間航行) (森清他 1972)

機 能		状 況	命 令	質 問	再 確 認	説 明	推 量	意 思 決 定
内 容		報 告			認 認			
他 船	速 力	4 12			1 1			
	針 路	2 42						
	存 在	32		9 2	20 1	9		
	距 離	48		1				
	物理的距離へあたり	45		4 2	2		2	
	方 位	26			1			
船	方 角	52		5 5	6 2	9		
	針 路	61					4	

コミュニケーションの機能分析資料をもとに、コミュニケーションの流れをシーケンス・ダイアグラムにまとめると次のようになる。Fig. 11は昼間の視界良好な状況で、他船との見交い関係を考慮しながら備讃瀬戸を東航しているフェリーから収集したもののごく一部である。操船作業の特徴は、まず自船の安全な航行に対して、障害になりそうな船を見つけ出し、その船がどの程度の速さで、どちらに向いて航行しているかを見きわめ、他船と自船との関係をどのように保っていくかを決定することにある。Fig. 11からその間の事情が読みとれる。問題になりそうな船に関する状況報告があると、その報告内容を検討し、他船と自船との将来的関係を推量し、確認の上、意思決定をおこなうか、ごく単純な状況であれば、報告をうけて、直ちに意思決定がおこなわれている。この過程を図式的に示したのが Fig. 12である。状況によっては、「確認」が省略されたり、「推量

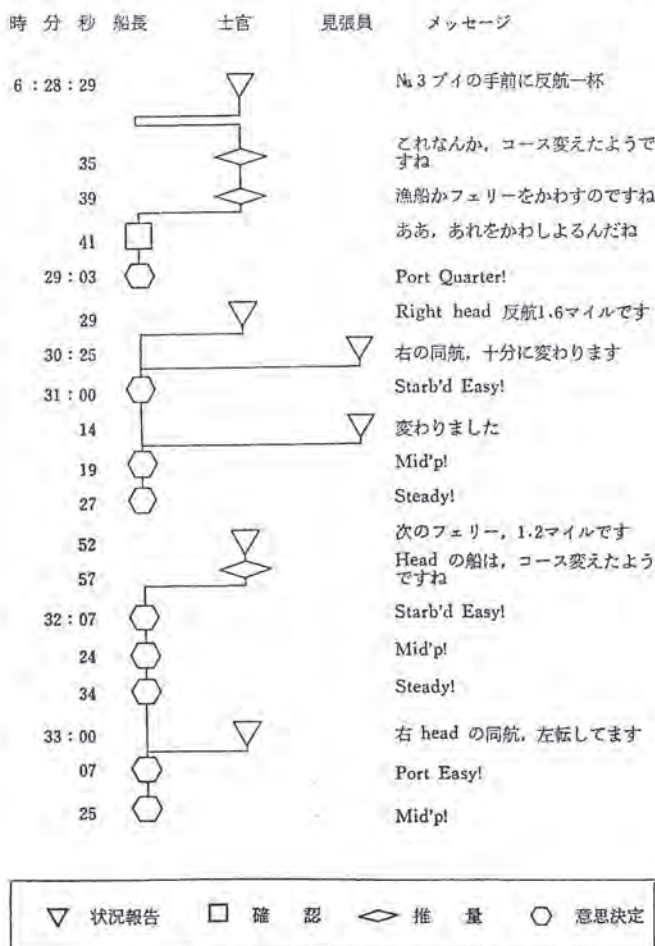


Fig. 11 針路決定にいたるコミュニケーション (不確かさの少ない場合) (森清 1976)



Fig. 12 意思決定にいたる過程
(不確かさの少ない場合) (森清1976)

——「確認」が省略されたりすることは、Fig. 11から理解できる。外界情報の収集に好都合な条件であったり、慣習的状况のもとでは、とくに単純な図式となる。しか

し、実際にはもっと複雑な精神過程を経ているとも考えられる。システムの他の構成員から伝達される「状況報告」は、決してそのままの形で鵜呑みにされるのではなく、意思決定者は自己の感覚によって、その情報内容を検討し、これこれの状況ではこう対処するというような、あらかじめ自分なりにもっている行動パターンのプログラムと照合して、意思決定をおこなっているにちがいない。この問題は記憶と重要なかわりをもつ事柄であって、この分析法では残念ながら検証の仕様がなない。いずれにしても、この事例は意思決定過程としては、もっとも単純な図式で示すことのできるものである。「状況報告」を「自己による外界情報の収集」ということと置き換えると、ごく単純なマン・マシン・システムにおける意思決定過程と見做すことができ、自転車や自動車の運転者の意思決定過程にもあてはまるのである。

次に、意思決定事態のもうすこし複雑な場合について、機能分析を進め、シーケンス・ダイアグラムを通

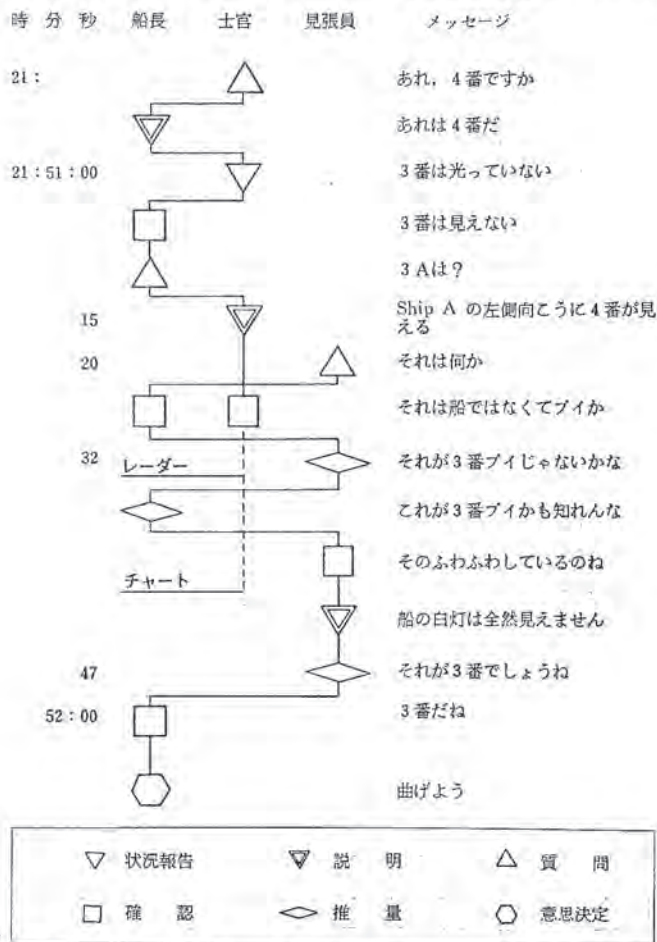


Fig. 13 針路決定にいたるコミュニケーション (不確かさの多い場合) (森清 1976)

して、意思決定にいたる過程の分析を行ってみよう。この事例は外航コンテナ船が浦賀水道を通して横浜に向かうときのものである。夜の10時前、ブイに沿って操船をしていたが、たまたま3番ブイのモールス光が不鮮明であったため、そのブイの発見に手間どった。3番ブイは船を変針させる手掛りになるもので、意思決定のよりどころとして重要な意味をもつブイである。このトラブルのあったブイを発見し、意思決定にいたる間のコミュニケーションをここに例示する。いわば予期しない事態での、システムの意思決定過程を示すものといえよう。Fig. 13がこの事態でのシーケンス・ダイアグラムである。3番ブイを確認するために、適切な情報を収集しようとするが、「質問」または「確認」に対して、送り返された「説明」として機能するコミュニケーションに含まれる情報が確からしいものとしてあらわれている。『4番のブイが向こうに見えるのだから、3番ブイは手前にはあるはずだ』『そこにふわふわしているが、船だとすれば、白灯が見えるはずだが、ふわふわしたものには白灯がない』という、2つの「確からしい」状況を根拠に3番ブイを推量している。適切な情報がきわめて少ないので、図からもわかるように、当直士官はレーダーから情報を収集しようとしたり、海図からその位置を確かめようとするが、結局は人間相互のコミュニケーションによって確からしさを増し、意思決定にいたったのである。Fig. 14はシーケンス・ダイアグラムをもとに、

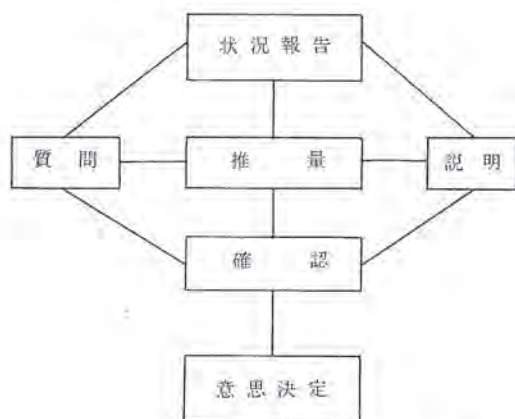


Fig. 14 意思決定にいたる過程
(不確かさの多い場合) (森清 1976)

不確定要素の存在する事態での意思決定過程を図式化したものである。図中央の縦の列だけをみると Fig. 12の単純な事態の図式と同一になる。しかし、不確定要素が多くなると、いろいろなメッセージに含まれている情報の検索を、システムとしておこなおうとするため、「疑

問」「説明」といった思考過程の部分的表現が加わり、しかも特定の一貫した流れにならないで、コミュニケーションの脈絡にしたがって、相互に選択作用を示す。

5) 情報処理の指標

いままでは、操船作業に必要な情報をコミュニケーションのなかから取り出し、定性的に分析してきたが、情報は定量的に取扱うことのできる利点もそなえている。以下は考案された情報処理に関係のある指標について記す。

(イ) 情報密度

操船者としての船長を中心にした船橋における情報の流れを考えてみると、情報には、船長に向かって入ってくる情報（入力情報）と、船長から発せられる情報（出力情報）の2種類がある。この2種類の情報の総計を操船所要時間で割ったものを情報密度としよう。ここでは1分間に交わされた情報数として表わした。Table 4 は宇

Table 4 情報密度 (森清 1970)

船 長	経 験 年 数	高 松 出 港	高 松 ↓ 宇 野	宇 野 入 港	宇 野 出 港	宇 野 ↓ 高 松	高 松 入 港	備 考
A	16	(2.4 2.8)	1.0 0.8	1.6 4.1	2.8 3.1	0.9 0.8	3.2 3.4	
B	1	2.5	2.1	5.3	2.7	2.4	6.8	夜間
C	1	2.6	1.4	3.8	2.5	0.7	5.0	
D	18	(2.8 2.0)	2.5	5.2 5.4	2.5		3.6	
E	12	3.8	2.2	4.6	2.5	2.1	4.5	夜間
F	13	2.0	0.8	2.4	1.8	0.5	2.9	
G	8	3.3	1.0	5.4	2.2	0.5	3.4	

高航路の結果の1例である。これらの表からもわかるように、入出港時の港による差異はない。情報密度の高い順に示すと次のようになる。

入港時>出港時>航行中

(ロ) 補助情報検索比

操船者が操船に必要なすべての情報をただ1人で収集することは、船の規模がある程度以上に大きくなった場合には不可能である。そこで、先に述べた入力情報が必要になってくる。実際には、3等航海士、操舵手が船橋にいて船長の操船を補佐し、また艀では1等航海士が、艀では2等航海士がそれぞれ必要な情報を船橋に送る。いま、船長に向けられて発せられる情報の1つ1つを補助情報（入力情報も同じ意味で用いられる）と名づけることができる。船長が操船命令（出力情報）を出すさいに、自分の感覚器官を通して入ってくる情報と、補助情

報を参考にした上で、その状況に応じた情報を出すのである。その場合、船長に入ってくる補助情報のすべてが、現在の状況に対応するために必要なものばかりとは限らない。数分後に必要となるであろう情報も含まれているであろうし、また、2, 3の補助情報の蓄積が1つの意思決定に必要な場合もある。船長はたえず入ってくる補助情報と現在の船の状況に対応づけながら操船命令を出していくのである。そうした意味では、たえず補助情報の検索を行なっているわけである。ここでいう補助情報検索比というのは、船長が1つの出力情報を出す場合に、補助情報がどれだけ入ってくるかということを示すものである。この指標は情報源の範囲が広い時、あるいは“不確か”な状況下ではその数値が大きくなり、その意味では操船に必要な情報検索の多様性を示す指標と考えることができる。Table 5は宇高航路での調査結果

Table 5 補助情報検索比 (森清 1970)

船 長	経 験 年 数	高 松 出 港	高 松 ↓ 宇 野	宇 野 入 港	宇 野 出 港	宇 野 ↓ 高 松	高 松 入 港	備 考
A	16	1.5	2.1	1.3	1.9	3.2	1.0	
B	1	1.9	4.6	1.1	1.5	2.5	0.8	夜間
C	1	1.3	2.0	1.3	1.3	1.9	0.9	
D	18	2.0	4.4	1.6	2.0		1.4	
E	12	2.3	3.1	1.6	3.5	4.6	1.1	夜間
G	8	1.2	1.7	1.0	1.1	1.7	1.1	

の1例である。補助情報検索比の大きい順に示すと

航行中>出港中>入港中

となる。これは先にも触れたように、航海中は順調であれば出力情報がきわめて少なく、入力情報の蓄積が多くなるためである。また夜間の航行中に多くなるのは、“不確かさの多い”状況によるものであろう。

これらの情報処理に関する指標と生体負担に関する指標との関係をなんらかのかたちで明らかにしておくことが今後に残された課題であろう。このことは、情報処理に関する指標を意味づける上でも必要なことであり、将来、「労働」を情報処理的な観点から捉えようとするときには、きわめて重要な知見となるだろう。

4. おわりに

ここに述べたコミュニケーション法は、動作・時間研究法でとらえられない作業を分析するために考案された方法である。したがって作業研究のための一つの方法として、動作・時間研究法とならべてつけ加えられるべき

ものであろう。しかし、この方法にはまだまだ多くの制限がある。確かめなければならない前提もある。現段階では、作業員相互の間にコミュニケーションが成立しないような作業には適用できない。しかも、コミュニケーションそのものが作業の主要な部分を占めていなければならない。したがってこの方法の適用できる作業は今のところはごく限られている。この方法はマン・マン・システムの解析と評価に有効性を発揮すると考えられるが、動作・時間研究法と併用することによってマン・マシン・システムにまで適用限界を拡げていく可能性はあるものとする。

コミュニケーション法の有効な利用の一つがメンタル・スキルとくに意思決定過程の分析であることは本文のなかですでに述べたとおりである。作業の流れの中で意思決定過程が環境との関連においてとり出せる点は、最大の効用であるといえる。

参考文献

- Bainbridge, L.: Analysis of verbal protocols from a process control task. In E. Edwards, & F. P. Lees (Eds.) *The human operator in process control*. Taylor & Francis, London, 1974, Pp. 146-158.
- Bisseret, A.: Analysis of mental processes involved in air traffic control. *Ergonomics*, 1971, 14, 565-570.
- Crossman, E. R. F. W.: A theory of the acquisition of speed-skill. *Ergonomics*, 1958, 2, 153-166.
- Kragt, H. & J. A. Landeweerd. Mental skills in process control. In E. Edwards, & F. P. Lees (Eds.) *The human operator in process control*. Taylor & Francis, London, 1974, Pp. 135-145.
- 森清善行：外航船乗組員における労働負担 (3), 労働科学, 1967, 43, 252-254.
- 森清善行：操船技能の解析的アプローチ, 労働科学, 1970, 46, 525-534.
- Morikiyo, Y., Ohashi, N. & Iida, H.: Verbal communication in human information processing for ship manoeuvring. *J. Human Ergol.*, 1972, 1, 129-142.
- 森清善行, 大橋信夫, 飯田裕康：操船作業におけるコミュニケーションの役割, 労働科学, 1972, 48, 175-183.
- 森清善行：システムとしての意思決定過程, 紀要 (神戸大学文学部), 1976, 5, 41-67.
- Ohashi, N., & Morikiyo, Y.: Differences in human information processing for ship manoeuvring in the daytime and at night. *J. Human Ergol.*, 1974, 3, 29-43.
- Reiche, D., Kirchner, J. H. & Laurig, W.

- Evaluation of stress factors by analysis of radio-telecommunication in ATC. *Ergonomics*, 1971, 14, 603-609.
- Siegel, A. I. & Federman, P. J. Communications content training as an ingredient in effective team performance. *Ergonomics*, 1973, 16, 403-416.
- Soede, M., Coeterier, J. F. & Stassen, H. G. Time analyses of the tasks of approach controllers in ATC. *Ergonomics*, 1971, 14, 591-601.
- Welford, A. T. *Fundamentals of skill*. Methuen & Co. Ltd. 1968.
-