

II 船員のワークロードに関する調査研究

－国内海上輸送における海難・労働災害の

発生との関係について－

目 次

はじめに	12
第I編 内航船船橋当直者の未然事故 経験調査	12
A 調査方法及び回答状況と回答者の 属性	12
B 未然事故経験の状況	13
C 未然事故調査結果の検討	14
第II編 内航船員の船内作業と ワークロードの現場調査	16
A 内航船の現場調査方法	16
B 内航貨物船における就労と生活調査結果	17
D 内航船の就労とワークロードの特徴	20
E 内航船の現場調査結果の検討	24
第III編 操船者ワークロード実験	25
A 実験方法	25
B 操船作業の困難さと生理反応	26
C 操船者ワークロード実験結果の検討	28
ま と め	30
(船員のワークロード調査研究による提言)	

はじめに

船員の労働災害率低下の停滞、エラーによる海難が注目されている。IMOでは、船員の資質、船員の疲労と事故の関連、乗組員のコミュニケーション、安全のガイドラインや船舶設備などの安全対策について論議されてきた。船員の労働は、海上の自然環境の中で、生活と労働の場が船に限られ、絶えず移動し

ており、運航スケジュールにしたがって休まずに稼働しているため、疲労回復のしにくさ、交代勤務などの負担があり、疲労が海難の背景になることが懸念されている。そこで、このような仕事の状況を考慮した海難・労働災害防止対策を検討するために、船内就労と事故について調査研究することとした。

第I編 内航船船橋当直者の未然事故 経験調査

A 調査方法及び回答状況と回答者の 属性

内航便覧('95年版)に記載されている船舶からランダムに抽出した227社の745隻を調査対象船とし、各船の船橋当直者を調査対象者とした。調査票は、当直状況と過去2カ月に「ヒヤリ」とした経験のうち最近のもの「未然事故」に関する質問を基本的な構成としている。未然事故対象物が特定のものに集中する偏りをなくすために、漁船、漁船以外の船舶、岸壁および乗り揚げに分けてほぼ同一の質問を設け、未然事故を意識しやすいように未然事故の結果を損傷の有無に分けた。

配布した745隻のうち186隻の484人から回答を得た。回収率は、実質配布隻数の25%と低率であったため、本調査結果は母集団の状況を推定するものではなく、回答者の状況とみなす必要がある。

表 I-1 回答船舶の属性 (単位: %)

船種	総トン階級					全体	隻数
	199	200~	500~	700~	1,000~		
貨物船	26	39	11	0	24	100	82
タンカー	20	36	20	7	18	100	61
フェリー	4	15	4	4	73	100	26
その他	47	35	12	0	6	100	17
全体	23	34	13	3	27	100	186

表 I-2 年齢と経験年数 (単位: 人)

年齢	経験年数						全体
	~4	5~	10~	15~	25~	30~	
~29	16	12	2	0	1	0	31
30~	18	19	19	16	11	0	81
40~	37	24	19	14	69	10	181
50~	12	19	7	10	48	46	178
全体	83	73	47	40	128	21	471

経験・年齢無回答: 13

回答者の年齢分布は、貨物船とタンカーでは80%が40歳以上であった。経験年数をみると40%以上が20年以上である一方、各船種とも10年未満が30、40%いる。したがって経験は年齢に応じて長い人と、年齢によらず短い人に2分している。

B 未然事故経験の状況

(1) 全体的傾向

回答者484名のうち未然事故経験者は242人、漁船に対する未然事故経験数は179件、漁船以外船舶には138件、岸壁には86件、乗り揚げは5件で、合計延べ403件であった。船種別の1名あたり報告数は、貨物船が1.17(=238/203)、タンカーが0.53(=86/163)、フェリーが0.56(=41/73)、その他船舶が0.84(=38/45)であった。状況は圧倒的に「何とか避けられた」と回答している。乗り揚げの件数は少ないので、以下の集計から除外する。

(2) 漁船との未然事故経験

経験者は全体で37%、貨物船で多く48%であり、他は30%前後である。経験数は総トン数による差はない。他船の状況は半数以上が航海で、操業中は31%、漁網等は19%である。経験後経過日数は、40日以上で急減している。時刻は2時と5時がその他の2倍程度である。貨物船では2時に、タンカーとフェリーでは5時と10時前後に多い。環境条件(複数回答)は、他船が多いときが56%、漁場が42%、視界不良が30%、狭水道が23%であり、フェリーは漁場で他船が多いときに経験するという傾向がある。経験までの日数は、20日以上で通減していた。

(3) 漁船以外船舶との未然事故経験

経験者は全体で29%、貨物船で多く40%、その他船舶は31%、他は20%弱である。総トン数による経験数の違いはない。他船の状況は、右、左からの横切りがほぼ等しく34%と35%であり、行き会いが20%である。タン

カーは右からの横切り、その他船舶は左からの横切りがやや多い。タンカーは追い越され、フェリーは追い越しの比率が全体に比べて多い。時刻は全体として2時、3時に多く、貨物船は22時から2時までと8時、タンカーは3時と10時と16時、フェリーは2時、16時、21時に多い。環境条件(複数回答)は、他船が多いときが53%、視界不良が36%、狭水道が33%であり、タンカーでは狭水道、その他船舶では視界不良が全体の傾向よりやや多い。

(4) 岸壁との未然事故経験

経験者は全体で18%、貨物船とその他船舶で多く20%を越えている。ほとんど(91%)が入港である。状況について回答している人は約半数で、内訳は「何とか避けられた」が53%、「ほんの接触」が38%、「軽い損傷」が13%であった。経験までの日数は、広く分散している。発生時刻は午前が大部分で、6～11時に発生している。午後は15時に多い。状況(複数回答)は、「風・潮が強い」が71%、「難しい港」が43%であり、視界や他船についてはほとん

どない。

C 未然事故調査結果の検討

1 経験頻度について

未然事故経験後の経過日数別に経験者の累積頻度を求めると、中央値は18日であり、推定される経験間隔は36日である。同数の未経験者がいるので、回答者全体の経験間隔は72日と推定できる。1隻の当直者平均人数2.6人で除すると、1隻あたりの経験間隔は27.7日(13.2回/年)である。「損傷あり」が11件、「何とか避けられた」と「ほんの接触」が合わせて392件であり、全体ではそれぞれ年間0.36回と12.8回である。

100総トン以上の内航船4,925隻のうち、衝突海難で海難審判を受ける内航船の割合は、年間0.045と推計されることから、上記の結果と合わせて考えると、内航船衝突海難裁決隻数：軽い損傷：未然経験の比は、0.045：0.36：12.8＝1：8：284となる。重い障害：軽い障害：損害を伴わない災害＝1：29：300の比をなし、重い障害の事故の可能性は小さ

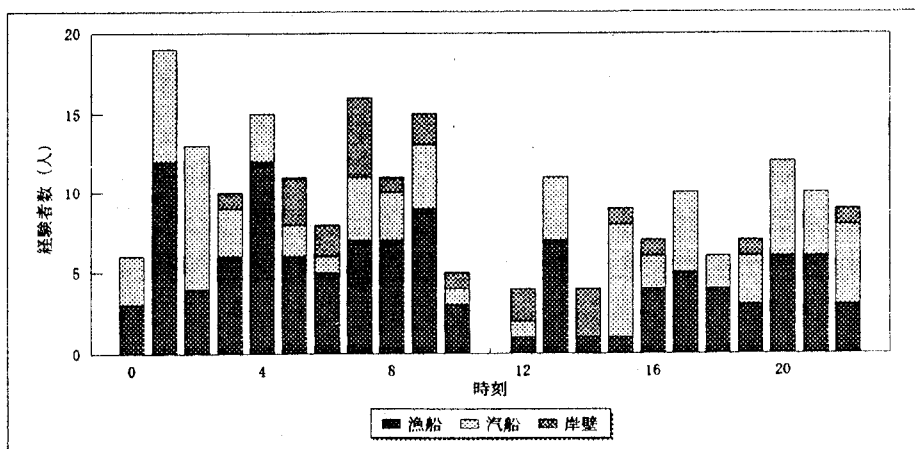


図 I - 1 時刻別未然事故経験数

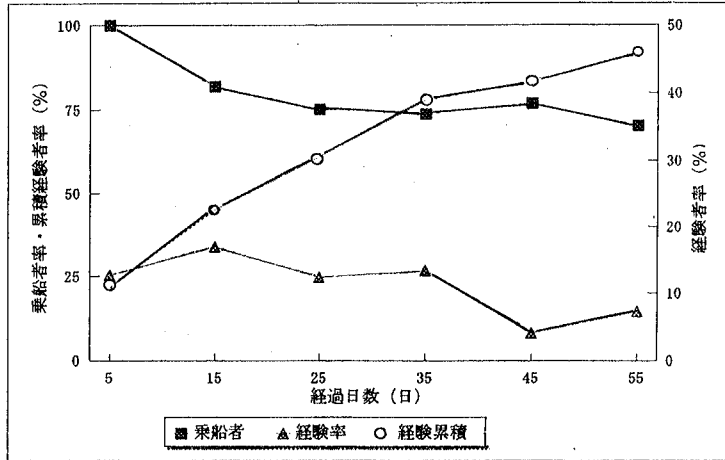


図 I - 2 経験者数の推移

な事故、あるいは損傷をもたらさなかった事故にその要因を見ることができるとしたハイソリットの法則に近い結果である。したがって、このような調査方法は、ある程度強い関連がある要因を探ることができる調査法であるといえる。

内航船は運航頻度と航海時間のバラツキが大きい、当直者の経験年数は年齢に応じて長いグループと高齢でも短いグループがある、半分ほどが当直体制が固定していないなど状況が多様である。この属性と未然事故経験状況との対応を知ることは事故防止に示唆を与えるであろう。明らかに問題なのは、海難審判結果でも同様であるが、深夜がその他の時間帯の2倍ほどになることであり、その原因を知り、対策を講じることが事故防止に大きく寄与する。

2 未然事故調査法について

未然事故調査によって海難の可能性に関する資料が得られることが分かった。しかし、これまで行ってきたアンケート調査の1/2

強の回収率しか得られなかったという問題点もある。全体の傾向を知るには、この種の調査が船員の責任追及のためではなく、広く事故の要因さぐり、全体としての事故防止に役立てるものであること、そして、これに基づいて対策を立てることが、結局は個人責任追及の頻度を減じることが理解される必要がある。

回答した人でもその回答状況が大きく異なるという問題もある。主な原因は、未然事故の認知、すなわち事故になりそうだったかどうかという危険に対する感じ方の個人差があげられる。したがってニアミス程度を明らかにして、認知の個人差の関与を減らす工夫が必要である。

今回の調査は、できるだけ文章を少なくして記号化したために、回答者の誤記入が少なかった反面、最初であったために欠落や意義の低い内容もあった。これを参考に、分析を想定して調査票を再設計することによって、事故要因を明らかにする有力な調査票になることが期待される。

第Ⅱ編 内航船員の船内作業と ワークロードの現場調査

A 内航船の現場調査方法

1 調査方法

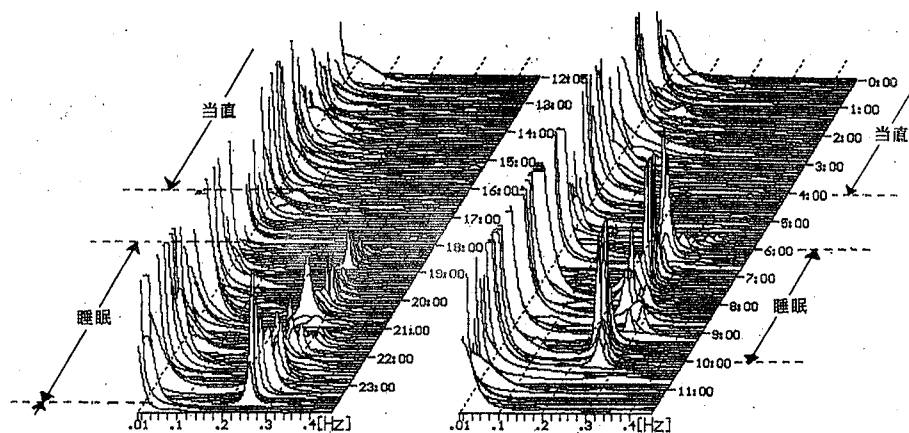
調査員が内航船に1往復、4～5日間乗船して、作業観察、一部ビデオ撮影、生活行動自記式調査票調査、蓄積疲労徴候調査票調査、疲労しらべと眠気(KSS調査票)の隔時調査、心電図・血圧記録をおこなった。

各調査法は昨年度と同様である。ただし、心電図・血圧測定は間欠的に24時間連続記録

できる機器(A/D社、TM2025)を用いた。この方法は心拍間隔変動の周期性について図Ⅱ-1のようなパワースペクトルを求めることができる。これは活動期には交感神経活動の活発さを示す低周波成分(LF)が大きくなり、安静期には高周波成分(HF)が大きくなることから、両者の比(LF/HF)あるいは全周期成分との比($SNS=LF/Total$)によって精神緊張を表すことができる。

2 調査対象

内航海運の貨物船を調査対象とした。499



図Ⅱ-1 二等航海士(No34-3)の心拍変動パワースペクトルの推移

表Ⅱ-1 内航貨物船の現場調査対象一覧

対象船No	31	32	33	34
総トン数	498	697	6,145	3,619
船種	在来型貨物船	在来型貨物船	R○-R○船	在来型貨物船
主要航路	京浜～名神	京浜～瀬戸内	北日本太平洋沿岸	京浜～瀬戸内、九州
乗組員数*	6 (1, 3, 2, 1)	7 (1, 3, 3, 1)	13 (1, 9, 3, 1)	11 (1, 7, 3, 1)
船橋当直**	4×2固定	4×2固定	4×2固定	4×2固定
備考	船齢12年	長距離不定航路	定期航路	特定航路不定期

* : () 内は、船長、甲板部、機関部、司厨部の人数を示す

** : 当直時間×当直回数(1人1日あたり)

総トン型貨物船(No.31)は12年前建造の在来船型貨物船であった。699総トン型貨物船(No.32)は、京浜地区、阪神地区及び広島県福山市を主な寄港地とする総トン数697トンの鋼材船であった。Ro-Ro船(No.32)は、京浜一東北一北海道太平洋沿岸を定期航海する6,145総トンの紙専用Ro-Ro船であった。3,000総トン型貨物船(No.34)は、京浜地区、阪神地区、高知県及び広島県福山市を主な寄港地とする総トン数3,619トンの鋼材船であった。

B 内航貨物船における就労と生活調査結果

1 運航状況と作業内容

(1) 499総トン級貨物船(No.31)

本船は、一般貨物船であるが貨物のほとんどが鋼材製品であるために、積み荷役地は特定されており、揚げ荷役地は全国に渡る不定期運航である。全天候型バースでない場合には、降雨による荷役の中止、それによる船混みで停泊が多いために、睡眠は、通常の生活時間帯でとられることが多いが、急に航海、入出港、荷役の予定変更があり得るので、常に待機のような状態になる。

近年、貨物が小口で種類が多くなる傾向があり、積み地と揚げ地が複数に渡る傾向が著しくなっており、ダンネージ材も多い。この片づけと清掃を全乗組員が行い、乗組員1名が積み付けを常時監視し時々位置を指示し、時に乗組員2～4名が濡れ防止のためにシートカバー掛け作業を10～20分間行っていた。

船齢は12年で、操船設備は従来のおりである。入港地は鋼材製品専用バース、公共バースが多く、小型船が多く往来する場所であり、

着岸予定の岸壁の前後には別の船がおり、着岸したときの前後距離が数メートルである場合も多い。したがって、錨を投下する位置については、操船の都合の他、他船の錨鎖との関係に配慮していた。そして、前後の船との距離がないために、錨鎖と前後の係船索の張り合わせを呼吸を合わせながら行っていた。

(2) 699総トン級貨物船(No.32)

本船は、京浜地区、阪神地区及び広島県福山市を主な寄港地とする総トン数697トンの鋼材船である。天候不良のため先船の荷役が遅れ、2日間の沖待ちがあり、7時間弱の荷役中に予定変更があった。積み荷役前日にダンネージ材の整理と船倉の清掃を行い、荷役開始前にハッチカバーを開放した。荷役開始後は甲板部3名が交代で荷役当直し、夜間は一等航海士が行っていた。

本船は、船長が主エンジンの前後進と舵を直に操作し、入出港操船を行っていた。着岸間近ではウイングの遠隔操縦機でこれら进行操作した。川崎及び大阪においては出船左舷づけでの着岸であったが、従来同様に、ほぼ直角に岸壁に接近して機関停止してから、投錨して回頭しながら岸壁に接近し、索を繰り出して次第に岸壁と平行に近づけた。

(3) Ro-Ro船(No.33)

本船は定期航海で、ロール紙を積載したシャーシを苫小牧で積み荷役し、東京一仙台で揚げ荷役する。仙台港は、本船と僚船が同じ埠頭を利用し、本船の入港遅れは後船の僚船にも影響する状態であった。また荷役時間が短いために、ほぼ全員で、誘導とラッシングを行っていた。

本船では、岸壁に近づいてからは、船長が

自らウイングの遠隔操縦機によって、船首・船尾スラストと舵を操作していた。幅の狭い港内で、入港中の僚船の通過を待って出港することや、投錨して反転しながら僚船の出港を待って入港するなど、港内において僚船と入れ違いの操船を余儀なくされているために、各操縦機器をフルに使うが、これらを統御するジョイスティックコントローラは、制御の反応が悪いことと出力不足という理由で使用していなかった。

(4) 3,000総トン型貨物船(No.34)

本船は、鉱石を主に運搬する貨物船である。揚げ荷役を18時間行った後、空船で積み地にい向かい34時間航海し、強風のため湾内で停泊し翌日まで待機した。長い航海と荷役が多いために比較的安定した生活ができる。積み荷役前には先航の残さ貨物を清掃する必要がある、船長以外の甲板部全員が入港前に倉内と甲板上を箒とスコップで掃除した。入港後、2つのハッチカバーの一つを解放し、その後は甲板部3名が1名ずつ4時間交代で荷役当直にあたった。一等航海士は荷役打ち合わせ後、荷役の進捗、積み付けの指示などのため、絶えず当直者と共に間欠的ではあるが常時監視していた。

本船は、船首・船尾スラストとシリング舵

を備え、それを統御するジョイスティックコントローラを装備していた。しかし、オーダーによる従来どおりの方法で行っていた。入港地は外海に面した港でもあることから、錨を十分に利用した着岸操船であった。ただし、岸壁近くではスラストを利用するので、遠くから索を繰り出さなくとも、間近まで前後移動が少なく、平行に接近させることが可能であった。したがって、甲板上の作業にゆとりが感じられた。

2 内航貨物船での生活時間

(1) 平均生活行動時間

勤務は8時間31分、睡眠は8時間7分、自由時間は7時間22分である。標準偏差は勤務で2時間35分、2時間5分、2時間49分であり、1日当りの時間はばらつきが大きい。ほぼ7割は平均時間の前後2から3時間の範囲であるが、それ以外が3割以上あることを示している。

職部別にみると、勤務は司厨部が最も多く9時間31分であり、次いで甲板部が8時間46分、機関部が7時間44分である。司厨部は、所定の供食作業の他、不規則な時間での供食、買い出しがあり、一部の船では入出港や荷役の補助を行っていることが勤務時間を多くし

表Ⅱ-2 職別生活行動平均時間

職部	勤務 (時)		睡眠 (時)		記入日数 (日)
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
甲板部	8.76	2.70	8.10	2.18	173
機関部	7.73	2.45	8.24	2.14	88
司厨部	9.35	1.56	7.84	1.20	31
全体	8.52	2.58	8.11	2.08	292

ている。ただし、記入は所定の供食作業時間帯を勤務としているが、実質はその時間帯の一部で済む場合も多い。睡眠は大差なく8時間前後である。やや司厨部は少ないが、睡眠時間帯が一定しており一度にまとめた睡眠が可能であるために、国民全体に近い睡眠時間となっている。

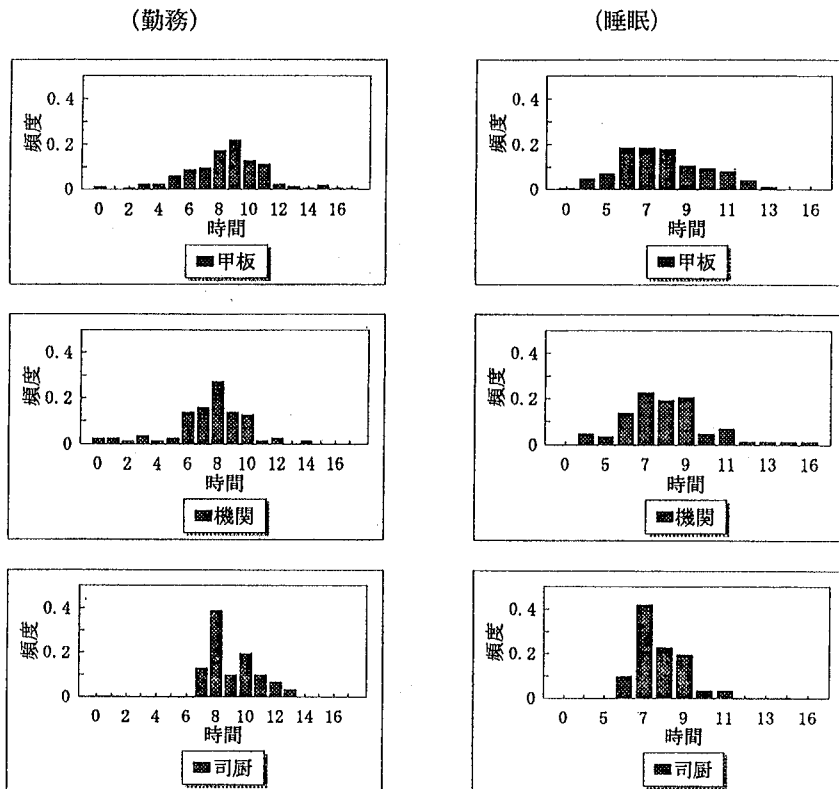
(2) 生活行動時間のばらつき

1日あたりの勤務時間と睡眠時間別の頻度分布をみると、勤務時間は8時間、睡眠は7時間を中心に大きなばらつきがみられる。特に甲板部のばらつきが大きく、睡眠が8時間を超える日が多い。

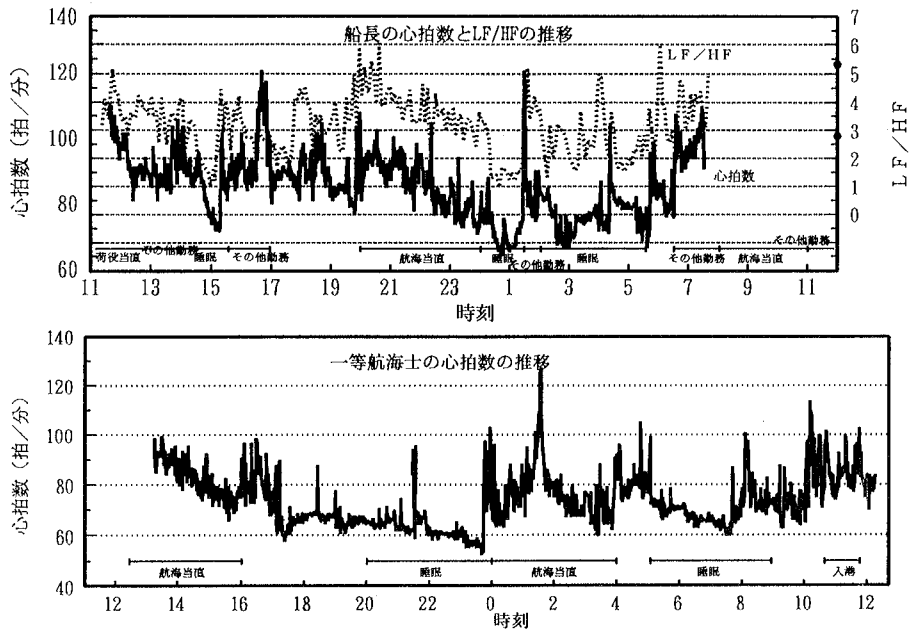
3 小型貨物船の船橋当直中の生理心理反応

積み荷役とシフトを繰り返して、翌日の昼に荷役を終了し、出港して、夜に伊良湖水道を通じた。視界も良く、比較的穏やかな夜航海であったが、御子元島周辺海域では、夕方京浜地区を出港した内航船の群と行き会うこととなり、当直者は船長の昇橋を仰いだ。

出港後の船長の心拍数変化は、11時半からの操船作業では出港初期に短時間上昇し、その後、自由時間と同水準に近いレベルで推移して、終期にやや上昇した。仮眠で急速に低下したが、深夜の睡眠時のレベルには達しない。15時半に伊良湖水道の狭水道操船にあっても心拍数上昇は大きくないが、終期に20拍



図Ⅱ-2 貨物船(平成8年度調査)の1日あたり行動時間階級別頻度分布



図Ⅱ-3 No31船の当直者の行動と生理反応

／分の上昇がみられた。20時からの当直初期は自由時間より高まるが、時間経過と共に一様に低下し、後半は自由時間より低い。当直後睡眠ではわずかに低下した。1時半に睡眠を中断して、石廊崎沖で操船を行った時、急激に上昇した。また6時半からの浦賀水道操船で初期とその後次第に上昇した。LF/HFの変化は、心拍数変化のパターンに一致している。

一等航海士の心拍数は、12時に当直に従事してから次第に低下し、伊良湖水道でその傾向は止まり、上昇した。夕方の自由時間から

深夜当直前の睡眠の間一様に低下し、当直で急激に上昇した。中でも1時半には石廊崎の混雑で急激に上昇し、以後低下し続けた。当直後寝るまで、一次的に上昇した後、睡眠で低下し続けて、起床近くで上昇して目覚めた。その後、自由、入港作業と、段階的に上昇した。

D 内航船の就労とワークロードの特徴

1 個別作業のワークロード

これまで行った調査の対象船は表Ⅱ-3の

表Ⅱ-4 過去3年間の調査対象船一覧

平成7年度	平成8年度	平成9年度
近距離中型フェリー 1隻	小型タンカー 3隻	小型貨物船 2隻
近距離小型フェリー 1隻	大型貨物船 1隻	中型貨物船 1隻
長距離フェリー 2隻		大型貨物船 1隻

注) 近距離：港間半日以内航海、小型：700総トン未満、中型：1万総トン未満

とおりである。フェリーでの生活時間調査は短距離航海の2隻である。

(1) 荷役作業

フェリーの荷役は、短距離で主に旅客、長距離で主にシャーンの種類に分けられる。そのタイプによって荷役作業内容が異なる。前者は短時間の確認作業で終わるが、後者は2時間程の限られた時間に車の誘導とラッシング作業を行う。

タンカーの荷役作業では、準備、バルブ切り替え、片づけには4名以上が必要であり、短い間隔で行われるので、お茶などのわずかな休憩をとるだけで、ほとんど全員が従事するため勤務時間に大きく影響する。最もこの影響を受けやすいのは早朝勤務者である。身体活動は少ないが、気が休まらない長時間を過ごすことになる。そして、低温環境、強風、雨雪など環境条件では身体的にも負担が増す。

貨物船の荷役では、作業自体は陸上の業者が行い、その準備と片付け、荷役中の積み付け監視が主な作業である。したがって、タンカーほど荷役作業の勤務時間は多くない。ただし、陸上の作業者が未熟な場合には、一等航海士などの指示が必要で、特定の乗組員に負担となる。

(2) 入出港操船

入出港作業は、港内で行き交う船舶、強風など環境条件によって、負担反応が異なる。入出港操船の負担は、一般に大型船では大きい、小型船ではそれほどでもないことがわかった。しかしそれは、巧みな錨と機関の利用、あるいはヒービングラインや係船索の取り扱いなど、熟練した経験があってこそ

である。調査対象船2隻はジョイティックコントローラーを装備していたが使用していなかった。一方、調査対象会社の他船では用いられている。したがって、使用するかどうかはその性能と乗組員の慣熟が関係している。

(3) 航海当直

航海当直の見合い関係の解消では付近の船舶の動静の予測、船位の確認では周辺の地形の把握など多くの経験に基づく技能が駆使されているが、一部のGPSや電子海図搭載船舶では、重用されており、これら航海支援機器の導入は経験を補強する有力な手段である。当直中の心拍数は、全体的には、当直中に次第に低下して安定になる。しかし、航行は朝の入港と夕の出港が多く、特定の時間に特定の海域で交通量が著しく多くなることがあり、負担が大きい。

2 作業と生理状態

入出港作業は、生理心理反応が大きい場合と小さい場合がある。通常は熟練した操船者がゆとりを持っておこなうことから、反応が見られないが、一端環境条件が悪化すると操船困難さが増して、著しい反応の増大があると予想される。そして、操縦が難しい大型船では、入港では次第に心拍数が上昇し、出港では変動が大きく次第に低下するというように、環境条件の他に船舶の操縦性によって負担反応が異なる。特に岸壁使用の時間帯がタイトな場合には、先船や後船の入出港とのかねあいがあり、負担が大きい。

当直中の心拍数は、全体的には、当直中に次第に低下して安定になる。このような心身活動が少なく覚醒水準が低下した中において

も、時折上昇して、急に生じる作業に対処している。このような反応は、過小ストレスによる眠気に戦って覚醒度を維持していることを示す。それを支えるものは、使命感や、いったん事故になったときの重大さなどの心的圧力である。

荷役では、荷役作業自体は陸上の業者が行い、その準備と片付け、荷役中の積み付け監視が主な作業である。したがって、タンカーほど荷役作業の勤務時間は多くない。ただし、陸上の作業者が未熟な場合には、一等航海士などの常時監視と指示が必要であり、特定の乗組員に負担となる。睡眠前半に心拍数が高い場合、早朝勤務、深夜勤務者などで逡減しつつある心拍数が当直で急激に上昇する場合があることなど生理的リズムに反した負担が予想される。

3 生活行動

(1) 平均生活行動時間

違いが大きいのはタンカーで勤務時間が多く自由時間が少ないこと、フェリーの睡眠時間が少ないことである。タンカーの勤務時間が多かったのは荷役が全員当直であったためであり、自由時間も減少した。フェリーで睡眠時間が少ない理由は、航海時間が短いことがあげられるが、1週間の短期乗船で細切れに休日が含まれ、そのときに睡眠が多くとられていることが予想される。

船種別に毎日の勤務時間別頻度分布は、貨物船とタンカーは広くばらついており、フェリーは9時間台の前後1時間と12時間台に集中している。前者は、運航状況に左右されて変化が大きいことと、後者は職種などの個人

差によって勤務時間が偏っていることを示している。

(2) 生活時間構造

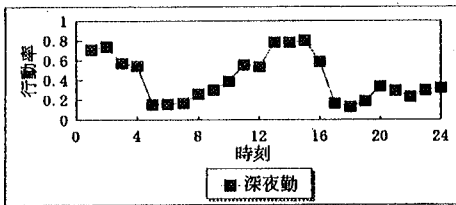
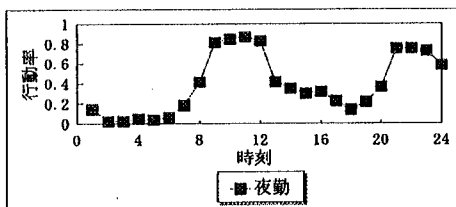
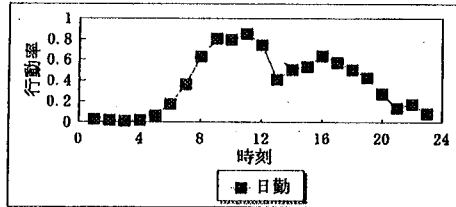
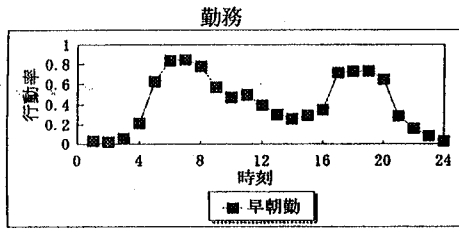
短距離フェリー乗組員の生活パターンは、深夜運航する場合と昼夜に係わらず入出港を繰り返す場合で異なる。前者は間欠的勤務が日出から夜まで発生するが規則的である。後者は不規則な勤務が続き、生活時間が不規則に細分される。しかし両者とも荷役作業がほとんどなく、勤務時間が多くはない。一方、長距離航海のフェリーは、毎日か1日おきに荷役が発生する他は安定した当直時間帯の勤務である。

タンカーでは、生活時間は当直体制に大きく依存する。2直制(6時間当直)の場合には、長時間勤務と自由時間を少なくして睡眠時間を多くとっている。タンカーではほぼ全員が荷役当直しており、荷役日の勤務が長くなる。航路が大きく変わらない船では安定な生活時間となっており、危険物や栈橋の受け入れが少ないときには夜間に停泊が挟まり、それまで不足気味の休息時間を補っている。

内航貨物船の生活パターンは、当直制と運航に依存し、入出港作業が当直時間帯に挿入される。しかし、その頻度は多くなく、停泊する日が多い。特に雨天荷役できない貨物の場合には停泊が長く、荷役も当直体制で行われるので、拘束時間を含めると勤務時間はタンカーと大差ないが、その密度はタンカーほど濃くはない。

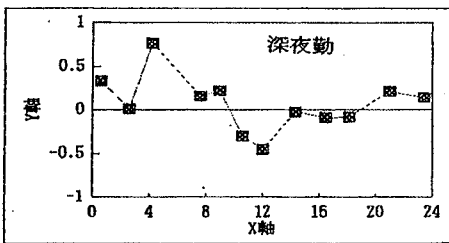
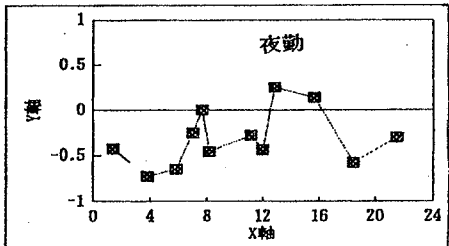
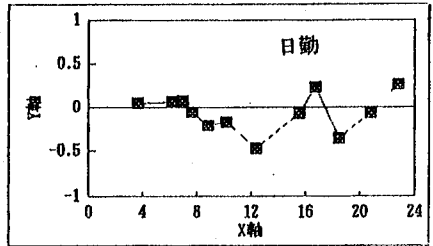
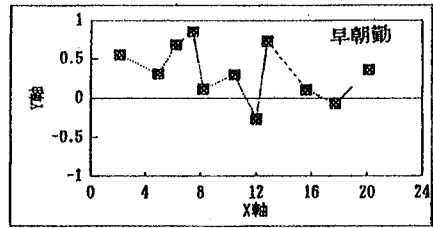
(3) 時刻別平均行動時間

これまでの調査対象者を、生活行動パターンから、勤務開始時間が4時のとき早朝勤務、7、8時のとき日中勤務、20時のとき夜間勤



図Ⅱ-5 時刻別行動発生率

務、深夜0時のとき深夜勤務として、各人の毎時刻の1時間に占める平均勤務時間(分)と平均睡眠時間(分)の各群別平均を求めた。早朝勤務群は、その勤務時間帯と夕方平均40分以上勤務しており、日中にも20分間勤務が発生している。日中勤務群は夕方遅くまで勤務が発生しているが、これは司厨部の勤務が19時までであることを反映している。夜間勤務群は比較的一定に勤務が発生している。深夜勤務群は昼前や夜の勤務にも20分間ほど勤務がある。

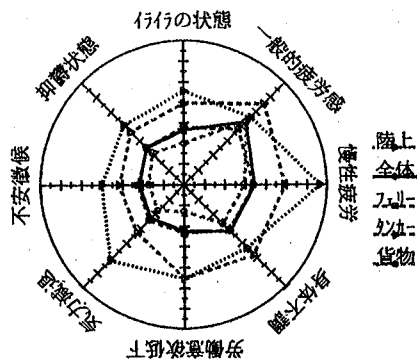


図Ⅱ-6 勤務別疲労・眠気・覚醒度の推移

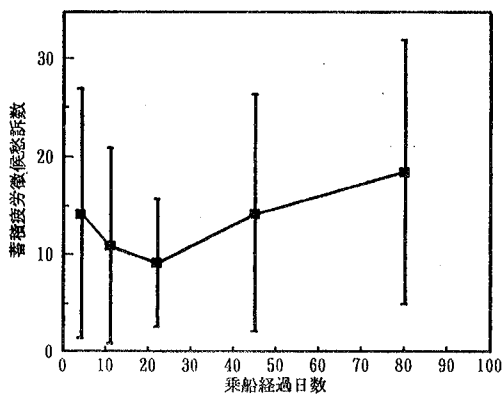
睡眠時間は、早朝勤務群では夜がほとんどで、昼には20分間ほどである。日中勤務群はやや起床が早い。夜間勤務群は遅寝であるが起床が早く、時間あたり平均15分間ほど昼寝をしている。深夜勤務群は、午前6時台と深夜にピークがあって、午前はその前後と深夜の前に大きくばらついている。

4 ワークロードの主観評価

疲労しらべ調査票、眠気調査票及び覚醒度評価の記入を1~2日間、複数回おこなった



図II-7 各群別平均蓄積疲労徴候愁訴数（陸上産業：越河、1985）



図II-8 蓄積疲労徴候愁訴と数乗船経過日数の関係

結果を記入時刻に近い人の群として、早朝勤務、日中勤務、夜間勤務、深夜勤務の4群に分け、時刻別平均時間Kによる行動発生率変動をみると、早朝勤務群では朝、昼の後、夜に上昇し、全体に疲労が強く、特に早朝の勤務後に疲労と眠気が強いことが注目される。日中勤務群は午前到低く夕方と夜に上昇する。夜勤務群は早朝低く午後に上昇する。深夜勤務群は早朝に上昇し、特に深夜勤務前と深夜当直中に疲労と眠気が強いことが注目される。

蓄積疲労徴候の平均応答率を、本調査対象全体、船種別、乗組員数別、年齢別、乗船経過日数別に求め、陸上産業製造業勤労者とと比較すると、全体では陸上産業者より少ない。

陸上産業では「慢性疲労」と「気力減退」が多い偏りがあるのに対し、船員は「一般的疲労感」が多い偏りをもっている。船種別ではタンカーが最も多く貨物船が少ない。乗組員数別では5～7名の船で最も多い。年齢別では40歳台が最も多い。乗船経過日数では長い場合に多くなる。総訴数と乗船経過日数との関係と日数階級別の比較をすると、フェリーに多い短期乗船群と、逆にタンカーに多い長期乗船群で訴えが多い傾向がある。

E 内航船の現場調査結果の検討

内航貨物船乗組員の行動の平均時間は、運航スケジュールと待機の発生状況によって異

なるが、各船とも大きな差がなく勤務と睡眠が8時間強である。しかし、日間の差異が大きく、その前後約2時間を越えることが約3割ある。その原因は、鋼材船では雨天に荷役ができずに停泊し勤務時間が少なくなることが多い反面、航海から入出港と荷役が連続する場合には勤務時間が多くなるためである。生活時間の構成は基本的には当直体制にしたがっているが、運航スケジュールによって大きく左右されて変化する不安定な生活時間構成であることが指摘される。

睡眠中の心拍数及び自律神経機能からみた心身機能活動レベルは、午後の睡眠では高く、深夜の当直前には次第に低下している状態から目覚めによって急激に上昇していた。したがって、午後の睡眠は浅く、深夜の当直では目覚めにくい状態である。また当直では、初期には高いが、次第に低下しており、その間に時折上昇していた。したがって、単調な監視作業の中で、操船の行動を要するときに、眠気と戦って覚醒度を高めているようすがうかがえる。使命感や事故の重大さの心的圧力がこれを可能にしていると考えられる。

入出港作業は、生理心理反応が大きい場合と小さい場合がある。通常は熟練した操船者がゆとりを持っておこなうが、一端環境条件が悪化すると操船困難さが増して負担が大きくなる。荷役では、荷役作業自体は陸上の業者が行い、その準備と片付け、荷役中の積み付け監視が主な作業である。したがって、タンカーほど荷役作業の勤務時間は多くない。ただし、陸上の業者が未熟な場合には、一等航海士などの常時監視と指示が必要であり、特定の乗組員の負担が大きくなる。

疲労しらべの愁訴数及び眠気の日内リズムは明らかで、比較的安定した心身機能状態である。ただし、早朝勤務群は一日全体にわたって疲労が強く、深夜勤務群とともに深夜から早朝の当直時間帯に眠気と疲労が強い。蓄積疲労徴候しらべでは、精神的あるいは慢性的疲労感より一般的疲労感が強い。そして、乗船経過日数によって異なり、貨物船はフェリーとタンカーより弱い。近距離フェリーは乗船日数が短く、タンカーは長い人が多かった。したがって、短期間で日々の疲労感が大きい場合と、乗船日数が長くなるにつれて蓄積疲労の訴えが多くなっている様子がうかがえる。

第Ⅲ編 操船者ワークロード実験

A 実験方法

(1) 作業課題

入港操船作業課題は、富山港における入港操船であり、操船シミュレータと実際の小型船(長さ54m)で行った。被験者は1名で50歳の熟練船長である。直進して反転するときの目標位置までの距離、接近する栈橋の位置までの距離への接近程度を作業負荷指標とした。

狭水道操船課題は、シンガポール海峡の海峡、シンガポール海峡でのパイロットステーションへのアプローチ、中山水道・伊良湖水道を航行する操船作業であり、(株)郵船海洋科学の操船シミュレータで行った。被験者は4名で年齢は43歳～52歳の船長である。自船と他船の船位、針路及び速力のデータから次の条件にある接近船舶の隻数を作業負荷の指標とした。接近船舶は、最接近時間が10分以下で、1マイル以内で船速が2ノット以上の横

切り船、最接近距離が0.3マイル以内の反航船、接近速度が1ノット以上で船間距離が0.5マイル以内の同航船、船速2ノット未満で最接近距離が0.3マイル以内にあるほぼ静止船である。

(2) 生理指標の測定と分析方法

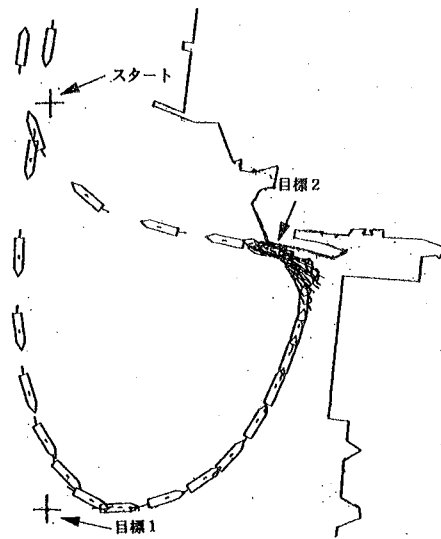
生理指標の測定は、作業の妨げとならないよう無線法の携帯心電計(多用途テレメータ511、日本電気三栄)を装着し、心拍間隔(R-R)間隔を測定した。このデータについて心拍間隔変動のパワースペクトル分析を行い、

緊張の指標として低周波成分の全体に対する比($SNS=LF/TOTAL$)を求めた。

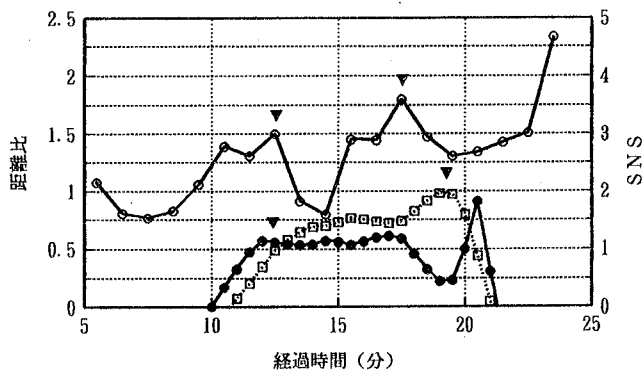
B 操船作業の困難さと生理反応

1 入港・着棧操船中の自律神経活動指標及び心拍数の変化

入港・着棧操船時の操船目標への接近程度の変化(距離比)は、目標を意識するだろう地点(スタート地点)から12分後に旋回圏の先端でピークになる。そして、17~20分後に着棧地点に接近するにしたがって上昇する。この



図Ⅲ-1 入港・着棧操船の航跡(SNS)



図Ⅲ-2 入港・着棧操船と生理反応

ときのSNS変化は、その上昇がピークになる時間帯に上昇している。

実船では、やや風が強く降雪で視界不良が間欠的におこったときに著しく上昇したが、その他は安静時より約20拍/分の上昇であった。困難感バラツキは大きいがおおよそ実船の方がシミュレータより高いことが分かった。そして、従来型とジョイスティック・コントローラは、実船では、同じ環境でおこなったもの同士では従来型の方が低い、シミュレータでは反対のようであった。

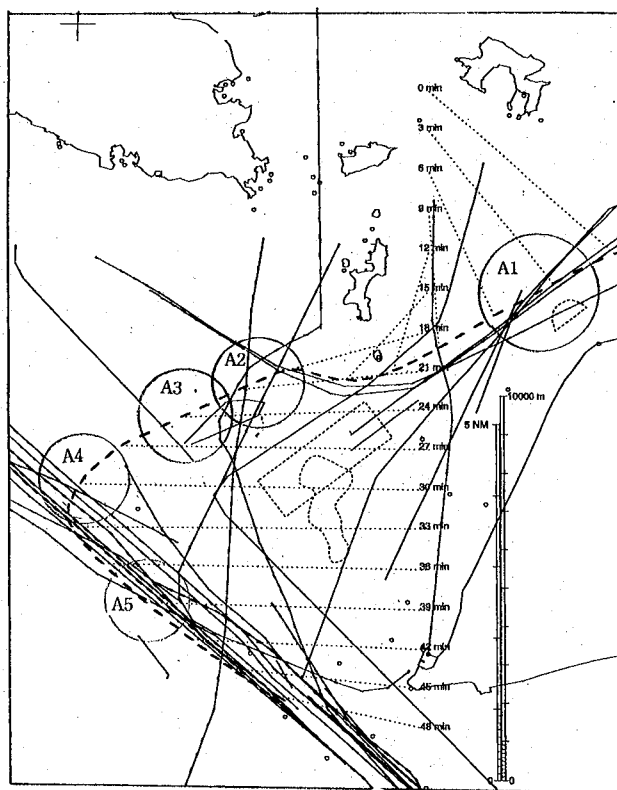
2 狭水道操船中の自律神経活動及び心拍数の変化

被験者Aの中山水道から伊良湖水道を通峡する操船の中で、輻輳状態と余裕がある状態

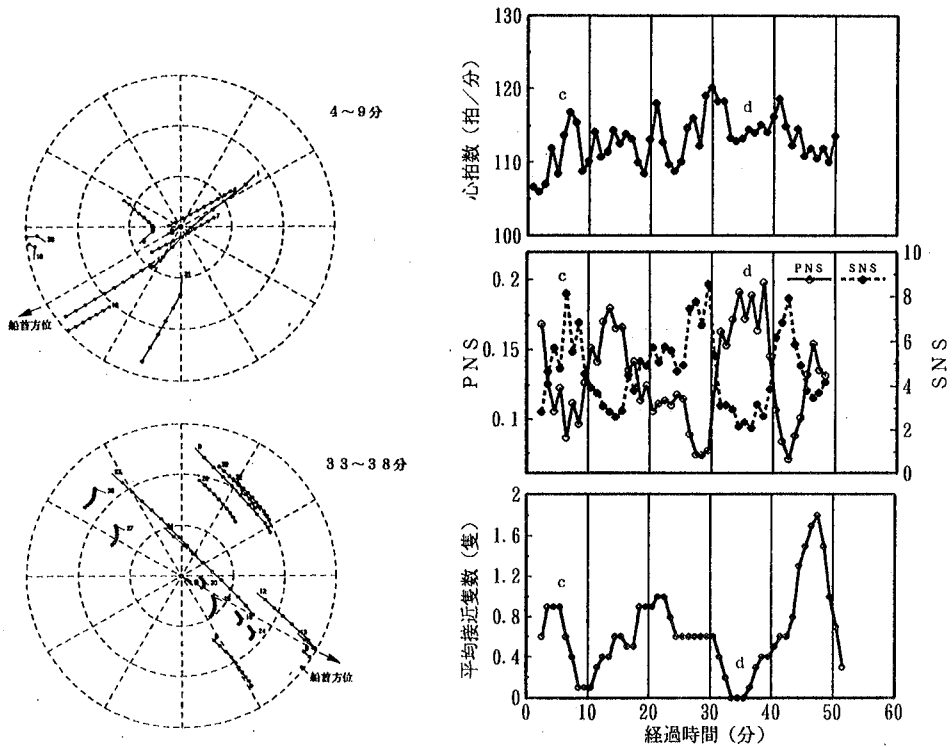
のレーダー画像は図Ⅲ-3のとおりである。

このときの心拍数、SNS及び接近船平均隻数の推移は図Ⅲ-4のとおりであった。平均心拍数の変化は、接近船があった4～9分の時間帯(c)で上昇しているが、同航船が1隻あった33～38の時間帯(d)では、その時間帯の前後と比較すると低い値となっている。心拍数のレベルが操船開始時より徐々に上がっているために、両者の心拍数レベルに差が認められない。さらに、自船が他船の針路を横切って航路内に入ろうとすると、予定針路上を航行する大型PCC船が0.5マイルまで接近した27分～32分には、(c)と同様に大きくSNSが上昇している。

各実験とも作業課題は接近船舶が多い状態と少ない状態が断続的に現れ、平均接近船舶



図Ⅲ-3 被験者Aの中山・伊良湖水道操船



図Ⅲ-4 被験者Aの操船中のレーダ像と生理反応の推移

数が変動しており、5分間平均の最多は2隻弱であり、その付近でSNSの上昇がみられる。

C 操船者ワークロード実験結果の検討

1 作業負荷と生理反応の関係

(1) 作業負荷と生理反応の出現

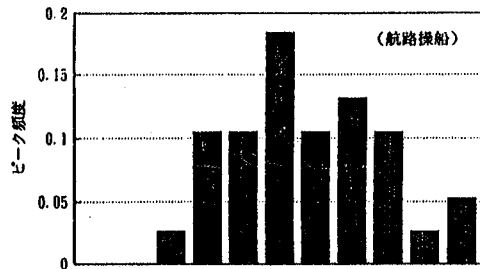
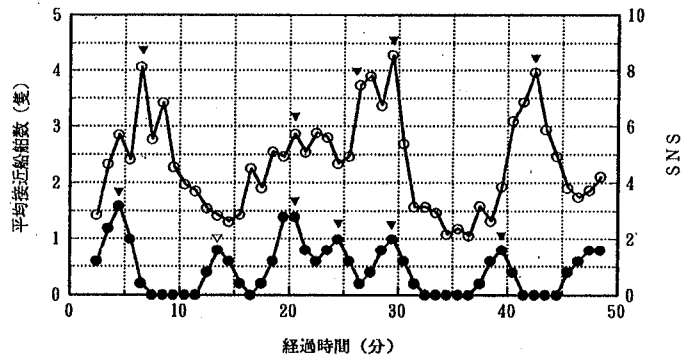
狭水道操船実験で接近船舶数が多くなる時機と生理反応の出現との関係を調べるため、接近船舶数のピーク時の近くでSNSの変動のピークを探し、近くにあればそれを両者が対応したピーク(図中の黒点)として、その時間差を求め、時間差別に出現頻度を求めると、全ピークの86.7%が5分間以内に対応が認められ、前後3分以内に62%、時間差がない場合が約18%であった。したがって、ここで考えた作業負荷指標のピークとSNSのピーク

は対応する場合が多いといえる。

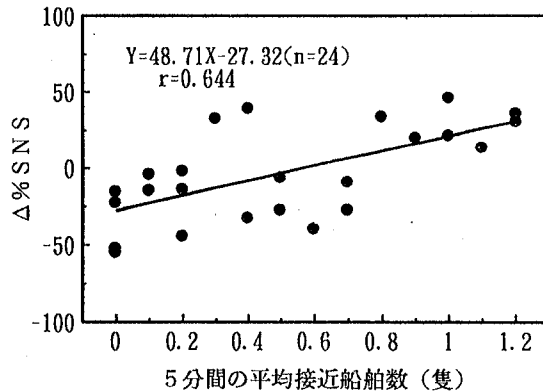
(2) 作業負荷と生理指標の相関

作業負荷レベルと生理反応の大きさのレベルとの関係を調べるため、接近船舶数がピークまたは谷の隻数とその時点でのSNSのレベルとの散布図と直線回帰による相関値を求めた。ただし、SNS値のレベルは個人差が大きいため、作業全期間の平均レベルに対する変動率(%)とした。平均接近船舶数が多いほどSNSが上昇している。両者の直線回帰は、統計的に有意である。

以上のことから、接近船舶数からみた操船の困難さとSNSとは相関があるので、接近船舶が多いためのストレス評価には、心拍変動のスペクトル解析による自律神経機能の変化によって評価することができる。



図Ⅲ-5 作業負荷ピークSNSピークとの時間差別頻度分布



図Ⅲ-6 作業負荷レベルと生理指標の相関関係

ただし、接近船舶数が多くとも航行の妨げにならないのであれば、緊張度を示すSNSは上昇しないし、逆に1隻でも左からの横切り、近距离に横切り船がある時は、接近船舶数が少ない場合でもSNSは上昇する。したがって、SNSにみる精神緊張には、作業負荷レベルを平均接近船舶数とした条件以外の負荷要因が関与すると考えられる。

3 操船作業のワークロード評価法

航路操船及び港内操船において、やや強風で視界が間欠的に不良になったときに一時的変動が観察されたが、心拍数と皮膚電位反応は平均レベルではわずかな上昇であった。これらのことから、実験で与えられる困難さに対する反応は、一時的な変動はあるとしても、一定期間を通じた平均値でみると、他の要因

による変動に吸収されて、明瞭な変化とみなされない可能性がある。ただし一方で環境条件の悪化に対しては大きな反応がみられることから、不測の事態による負担反応の明らかな指標ではある。

狭水道の避航操船で、避航対象船とは無関係に心拍数が緩やかな変化をするが、心拍間隔変動のスペクトル成分の変化は避航対象船の状況に対応して変化している。したがって、心拍数と心拍間隔変動の指標の特性を配慮し、簡単な主観的評価尺度を加えて総合的に評価することが当面利用できる操船作業のワークロード指標と考えられる。

ま と め

(船員のワークロードの調査研究による提言)

1 船員のワークロードに関する既存調査

ワークロード研究は多くの側面を持っているために、その取り組み方法は様々である。作業研究では、作業速度、作業法、作業姿勢、動作空間など人間工学的研究や温度や騒音など環境工学的研究がなされ、人間関係などでは社会心理学的研究がなされている。疲労研究では、心身状態の生理学的測定や疲労自覚など心理学的測定がなされている。他に、信頼性や職業生活の質に関する研究などもおこなわれている。

船員のワークロードに関する研究は少ないが、古くは負担要因の列挙(大橋、1971)、当直制の心身影響(Colquhoun, W.P., 1988)、海難と生活時間(Brown, I.D., 1989)、生活時間と睡眠(村山、1990)、睡眠パターンと疲労(Sanquist, T.F., 1996)などに関する研究が

ある。これらの多くは船内での生活時間に左右される生理状態に関するものであり、いずれも睡眠の分割の身体影響を懸念しており、生活時間の設計の重要性を指摘している。その結果以下のようないくつかの提案がなされている。

ブラウンは、①24時間に10時間の連続休息时间、②連続勤務は最大6時間、③乗船初仕事前に10時間休息と仕事間に最低1時間の休息、④最大勤務時間は1日平均10時間、週あたり60時間、月間200時間、⑤他が満たされていれば最大1日あたり14時間、⑥翌日の勤務開始と終了時刻の違いは最大2時間、その他4項目の提案をした。サンキストは、①仕事と休息に関する指針についての国際的合意、②勤務スケジュールの編成能力の教育訓練、③新たな勤務体制の構築と評価について提案し、NASAの休息システムを参考に国際的に検討し合うことを強調している。

以上の提案があるにも関わらず、作業パフォーマンスへの影響が明らかでないために、実際の生活時間設計に役立てられてはいない。

2 事故とワークロード

これまで事故については、明らかにヒューマンエラーによる事故が多いという指摘がある。その内容は海難審判庁裁決録に見られるが、事故事象の分析が中心で、エラーをもたらす陰の要因について多くを知ることはできない。深夜に列車運転事故が多いことが指摘されていた(橋本、1980)ように、我々も海難が深夜に多いことに注目し、意識水準の低下とそれをもたらす生体リズム、睡眠、疲労に注目してきた(村山、1995)。船員では、当直

制による昼夜運航と、特に内航船では入出港が頻繁であり、当直制が崩れることが多く、十分な休息をとれないことが起きやすいので、この問題は深刻である。

今回の調査では、生活時間調査からこのことは明らかであり、眠気と疲労感がそれに左右されていることも明らかである。特に深夜勤務者の当直終了近くと早朝勤務者の入直あたりではその傾向にある。また、乗船期間が長くなるにつれて蓄積疲労が増すケースが認められることから、日々の疲労が長期の蓄積疲労によって強化される可能性がある。また、疲労がなくても、当直自体が単調作業であり、当直中に一様に心身機能が不活発になることが生理的測定によって明らかになった。生体リズムが低下する自然な傾向に、さらにこの単調感があると、居眠りに陥る危険性がある。

3 ワークロード対策と課題

(1) 操船のエラー防止

操船実験において、操船作業の心身反応からみたワークロードは、制御目標への接近や避航対象船の増加と関連が大きい。そのような場合には、緊張によって情報処理レベルが低下することや、処理すべき情報量の増加によって余裕能力がなくなり、認知すべき情報の見落としや判断に誤りが生じることが知られている。これを防ぐには、情報収集を前広に行い、収集すべき情報を吟味し、その経過ならびに情報の再収集を心掛け、変化に対するあせりをなくすことである。それには、ARPA、GPS、電子海図など航海支援装置が有効であることはいうまでもない。そして将来には、他船の当直者の意思を知る方法など

運航システム全体の革新も必要であろう。しかし、これらの便利な装置への盲目的な依存、操作の不慣れ、装置の全体の不調和や煩雑性はかえってエラーを誘発しやすいので注意を要する。

(2) 当直中の覚醒水準の維持

覚醒水準は、一般に当直中に遞減している。これは単調な監視作業の特徴である。特に、体の概日リズムによって心身活動レベルが低下する深夜から早朝にかけて、あるいは食後の消化吸収が盛んな時間帯には顕著になる。当面これを防ぐには、毎時に何らかの作業を計画して意識的に覚醒水準を高める工夫が考えられる。例えば機器のチェックを定期的にするとか、お茶や軽い運動を適当な時機に挟むことも有効であろう。最近ではチューインガムや香りの発生なども研究されている。また居眠り防止装置が使われることもあるが、単に警戒を発するだけでは、人の疎外感は増し、目的とは違った様々の影響が懸念される。したがって、これら対処的な方法に偏ることは問題であり、仕事の意欲と生活の張り合いを持ちつつ自然に覚醒度を高めることによって、事故を防止する方法を考える必要がある。それにはまず要求される仕事内容、事故予防に必要な人の役割、事故防止対策の効果を定量的に明らかにすることが望まれる。

(3) 疲労の防止

心身活動に伴って疲労は蓄積し、1日の間の休息で回復し、毎日の生活がリズムカルに営まれる。疲労は心身活動の強度によって、疲労回復は休息、特に睡眠によって左右される。一般にこれらは概日リズムで周期的に行われるが、船員の当直制はこれに部分的に反

することが多く、リズムに乱れが生じて、回復の効果が弱く、逆に心身活動のレベルも低くなってしまふ。内航船員では、当直制の他に細切れな航海スケジュールによって、さらに乱されることが多い。そして長時間拘束され、精神的緊張が持続することが多く、休息も不安定なために、休息効果が弱くなりがちである。これらの影響を少なくするには、作業の区切りを良くするために、作業の分担とその従事時間を明確にすることであるが、それには運航者、荷主、代理店のスケジュール計画と連絡を密に、早めにする必要があり、その変更を極力避けることである。そして、船長らは、休息の計画を合理的に行う力をつける必要がある。例えば、深夜または早朝に勤務した人には、たとえ他の仕事があったとしても、次の作業にできるだけ疲労を持ち越さないために、午前に睡眠を与える工夫ができる知恵が望まれる。

本報告は「平成9年度船員のワークロードに関する調査研究—国内海上輸送における海難・労働災害の発生との関係について—（第3年度 最終報告）」、執筆担当：村山義夫（全編）、加藤和彦（第Ⅲ編）の要約である）