

騒音と振動に対する乗組員の反応に関する研究

藤井 忍*・小黒 英男*

Study on Seamen's Response to Noise and Vibration on Boad Ships

By

Sinobu FUJII and Hideo OGURO

Abstract

This report presents a study about the response of seamen to noise and vibration, and the relation between their actual and sensational amount.

The results are summarised as follows ;

1. The measured amount of noise is A weight level and that of vibration is vertical vibration level.
2. The noise levels evaluated by "barely" in cabins and working areas are about 58dB (A) and 65dB (A) respectively.
3. The evaluation of the vibration level by "barely" in cabins agrees more or less with the ISO "reduced comfort boundary" (over a 8 hours period).
4. The vibration level estimated by "considerably" agrees more less with the ISO "exposure limits" (over a 8 hours period) in cabins and working areas.

1. 緒 言

船内環境の改善という面から、船内騒音に対しての規制値や目標値が北欧諸国を初めとして各国で提唱されて以来¹⁾、船舶の騒音問題は重要課題となり、種々の面から研究が行われている。また、人体に作用する船内の振動についても ISO 2631 の "Guide for the Evaluation of Human Exposure to Whole-body Vibration" が国際規準となったこともあって、騒音と同様に大きな関心もたれるようになってきた。

船舶の乗組員にとって船内は勤務場所であるとともに休養の場であり、また長期間連続して生活する場でもある。乗組員がそれぞれの場において騒音や振動をどのように感じ受けとめているかという調査研究は、工学的手法では容易に解明出来ない問題であり、現在までに小規模のものが数例²⁾ あるにすぎない。しかし感じ方という一見漠とした表現であっても、不確定現

象を対象とした統計学の手法又は Fuzzy Logics の手法を用いれば解析することも可能と思われる。本研究はその試みとして、非常にバラつく人間の反応から定量的な結論を得るために、騒音や振動の値を実測すると共になるべく多くの調査対象人員のアンケート結果を統計的に解析したものである。そのため航海訓練所の協力を得て、内航船4隻、外航船1隻の練習船乗組員および実習生延べ1,136名を対象としてアンケート調査を行い、またその船内各部において騒音と振動の測定を実施し、それらの結果の解析により騒音並びに振動の物理量と評価値との関係、また、評価値相互の関係を求め、居室ならびに作業区における騒音と振動の許容値を考えるための参考資料を得ることとした。

調査実施要項を Table-1 に示す。

2. 調査の方法

2.1 アンケート項目

アンケート調査の成否は、設問項目の選定によって

* 艦装部 原稿受付 昭和53年2月25日

Table 1 調査実施要項

船名	総トン数 (ton)	航路	航海期間	乗船者数			回答者数	回答率
				乗組員	実習生	合計		
大成丸	2,400	東京 → 串本	昭和49年 10月5日～7日	55	125	180	166	.922
北斗丸	1,600	敦賀 → 長崎	昭和49年 10月26日～28日	52	63	115	106	.947
進徳丸	3,500	東京 → 名古屋	昭和49年 12月18日～20日	59	108	167	155	.928
銀河丸	5,000	東京 → 二見 → 佐世保	昭和50年 1月13日～20日	59	123	182	164	.901
進徳丸	3,500	東京 → ギャム → ホノルル → 東京	昭和50年 7月18日～8月29日	63	100	163	*134	*.822
合計				288	519	807	728	.904

* 3回の調査の平均値である

Table 2.1 設問項目(騒音)

設問番号											
居	本質	1	大きい騒音である								
		2	かん高い騒音である								
		3	衝撃的な騒音である								
		4	不規則的な騒音である								
	心理	5	うるさい								
		6	不快である								
		7	なれでいてる								
		8	がまんできないうる								
		9	騒音が気になれる								
		10	空調機の吹き出し音が気になる								
		11	調度品等のガタガタ音が気になる								
		12	耳がが悪くなる								
		13	耳が圧迫される								
作業性	14	話しがしにく									
	15	話し声が大きくなる									
対策要望	16	防音対策の必要がある									
	17	騒音手当の必要がある									
室	作業性	18	船内放送が聞きにくい	情報音が聞きにくい						作業性	
		19	自室の電話が聞きにくい	電話の音が聞きにくい							
	要望	20	うるさいので静かな室に移りたい	相手の声が良く聞きとれない							
		21	“ 下船したい	細かい作業ができない							
本質	22	低い騒音である									
	23	しずかである									
	24	快適である									
作業性	25	船内放送が聞きやすい	情報音が聞きやすい								
	26	自室の電話が聞きやすい	電話の音が聞きやすい								

Table 2.2 設問項目(振動)

設問番号										
居 質	1	大	き	い	振	動	で	あ	る	
	2	ゆ	っ	く	り	し	た	振	動	あ
	3	は	や	い	振	動	で	あ	る	
	4	衝	撃	的	な	振	動	で	あ	る
	5	不	規	則	的	な	振	動	で	あ
	6	足	だ	け	に	振	動	を	感	じ
	7	不	半	身	に	振	動	を	感	じ
	8	全	身	に	振	動	を	感	じ	る
心 理	9	な		れ	て			い	る	
	10	不		快	で			あ	る	
	11	が	ま	ん	で	き	な	い	振	動
	12	振	動		が		気		に	あ
室 性	13	話	し	声	が	ふ	る	え	る	
	14	机	の	上	で	字	が	書	き	に
	15	合	の	上	の	物	が	動	く	
	16	細	か	い	作	業	が	で	き	な
対策 要望	17	防	振	対	策	の	必	要	が	あ
	18	振	動	手	当	の	必	要	が	あ
↓ ↓										
要 望	19	振動が大きいので室を移りたい					対象物がふるえて見える			作 業 性
	20	" 下船したい					振動のため計器が読みにくい			
↓ ↓										
心 理	21	快		適		で		あ	る	

大きく左右される。そのため、アンケート調査の経験者、心理学関係の学識経験者の意見を十分採り入れて設問項目を選定した。

設問項目は Table-2.1~3 に示したように、騒音、振動および共通的事象の3つに大別し、さらに居室用と作業区用で多少変えて作成した。項目にはそれぞれ1)本質的、2)心理的、3)作業性、4)対策、または要望の各要素を盛込んで構成し、例えば、騒音関係の居室を対象とした設問番号、(1)~(4)、(22)~(24)は音の本質的要素に関するものであり、(5)~(13)は心理的要素、(14)、(15)、(18)、(19)、(25)、(26)は作業性、(16)、(17)、(20)、(21)は対策または要望に関する項目である。但し、これらの各要素はそれ程正確に分離出来るものではなく、いわばその要素がかなり多いという意味に解釈される。さらに調査表を作成する場合には各要素の項目をばらばらに配列し、回答者に

設問の意図することをなるべくさとられないように配慮した。

各設問項目に対する評価尺度⁹⁾は、嗜好表現用語の平均尺度表から系列的に選択し、1;否定、2;答えられない、3;わずかに、4;いくらか、5;かなり、6;極めての6段階とした。これらの1~6の数値を設問に対する評価値とした。なお、備考欄に騒音と振動に対する意見を自由に書くことができるようにした。

2.2 アンケート実施方法

アンケート調査は、各船に乗船した調査員が、事前に簡単な説明を行った後に乗船者全員に調査票を配布し、なるべく平穩な航海時期を指定して記入する方法で行った。

各調査船でのアンケート調査の回数は、内航船の場合は1回、外航船の場合は日本を出発した直後と帰国直前、ならびに中間の適当な時期の合計3回である。

Table 2.3 設問項目(共通的事象)

設問番号														
居	1	疲		れ		る								
	2	体	が		だ		る		い					
	3	頭	が		重		い							
	4	眠	気		が		出		る					
	5	考	え	事	を	す	る	の	に	邪	魔	に	な	る
	6	物	事	に	集	中	気	で	ま	き	な	い		
	7	本	を	読	む	気	が	し	な	い				
		↓ ↓												
室	8	胃	の	調	子	が	悪	く	な	る				
	9	食	欲	が	な	く	な	る						
	10	眠	り	が	浅	い								
	11	寝	付	き	が	悪	い							
	12	音	楽	を	聞	く	の	が	好	き				
	13	楽	器	を	演	奏	す	る						
			↓ ↓											
	14	本	を	読	む	気	が	す	る					

作業区

Table 2.1 には乗船者数, 回答者数等をあわせて示したが, 平均回答率は90.4%であり, 長期航海になると回答率が低下する傾向が窺える。

2.3 物理量の測定

騒音ならびに振動の物理量については, アンケート調査票の記入時期に合わせて各被調査者のいる場所(居室および作業区)でそれぞれ測定を行った。測定に際しては各調査対象の室の舷窓は必ず閉め, 扉は開と閉の2状態とし, 空調機の吹き出し量の調整は平常通りとした。

騒音については, 室中央床上約1.2mの高さに携帯用騒音計をおいて計測し, A, B, Cの3特性レベルを読みとって記録した。

振動(周波数範囲1~80Hz)については, 室中央床上に設置した3方向の振動加速度ピックアップ(X; 船首尾方向, Y; 左右舷方向, Z; 上下方向)を用いて, 振動加速度レベルと振動レベルとをそれぞれ3方向について計測し記録した。測定時のメータ時定数は1.0秒とした。振動レベルとは騒音のA特性と同様, 人間の振動加速度に対する感覚量を求めたもので, ISOの等感度曲線にしたがった感覚補正を行ったレベルである。振動加速度レベルおよび振動レベルは980cm/sec²(1G)を120dBとした。

使用した計測器は下記の通りである。

指示騒音計(SPL-21 日本電子測器)
公害用振動計(VM-12A リオン)

3. 解析方法

各人から回収した調査票に調査員が測定した物理量を加え, 計算機で解析を行うためのデータカードを作成した。データカード1枚には, 1枚の調査票に記載された船名, 職種, 調査場所等の分類番号, 騒音または振動の物理量, 各設問項目に対する評価値等がすべて穿孔された。このデータカード(6,783枚)を中央電子計算機(TOSBAC-5600)に入力し, 各設問に対する評価値相互の相関およびその評価値と物理量との相関を求めた。

4. 騒音に関する結果と考察

4.1 騒音について

全調査船の騒音レベルは居室で41~82dB(A), 62~93dB(C), 作業区で41~101dB(A), 72~106dB(C)と広い範囲にある。低い騒音レベルの居室があったのは調査船にタービン船が2隻含まれているためであり, また, 作業区のレベル範囲が広いのは機関室から事務室等の比較的静かな区画までが含まれているためである。

Table 3 には各騒音特性レベルと各設問に対する評

相関係数0.30以下は省略。上段は居室、下段は作業区。

設問番号	銀河丸			進徳丸			北斗丸			大成丸			外航1回目			外航2回目			外航3回目			全船		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.34	.31	—	.34	.39	—	.34	—	—	.35	.35	.35	
2	—	—	—	—	.31	—	—	—	—	—	—	.37	.35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3	.67	.65	.60	.60	.58	.52	.65	.65	.62	.52	.51	.50	.55	.53	.48	.65	.53	.53	.61	.56	.52	.62	.58	.52
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.48	.46	.33	—	.37	—	.34	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.66	.65	.62	.63	.52	.50	.74	.70	.66	.38	.36	.33
6	—	—	—	—	.33	—	—	—	—	—	—	—	.36	.35	—	—	.32	—	—	—	—	.45	.44	.41
7	.73	.70	.65	.79	.76	.68	.72	.72	.70	.69	.66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.45	.44	.41	
8	.63	.61	.58	.70	.70	.65	.49	.49	.47	.48	.47	.47	.72	.70	.64	.74	.64	.63	.77	.72	.67	.64	.62	.58
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.69	.67	.63	.79	.67	.64	.78	.74	.70	.45	.42	.38
10	—	—	—	—	—	—	—	—	.31	—	—	—	.34	.36	.31	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	.74	.73	.69	.83	.81	.74	.71	.71	.69	.78	.77	.75	.69	.67	.63	.74	.65	.63	.75	.71	.66	.73	.69	.62
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.41	.40	.30	.43	.52	.45	.37	.33	.32	—	—	—
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.51	.51	.48	.41	.39	.31	.53	.49	.44	—	—	—
14	.64	.64	.60	.63	.64	.61	.34	.34	.34	—	—	—	.55	.53	.49	.70	.61	.55	.64	.59	.55	.57	.55	.53
15	.31	.32	—	—	—	—	.34	.35	.42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	.57	.57	.54	.67	.66	.61	.61	.61	.57	.64	.64	.62	.54	.51	.44	.63	.46	.44	.66	.60	.54	.63	.59	.55
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.38	.32	—	.37	.42	.32	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.60	.59	.56	.67	.61	.55	.64	.61	.56	—	—	—
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.31	.38	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	.33	.30	—	—	—	—	—	—	—	.71	.69	.64	.76	.63	.60	.79	.75	.69	.38	.34	.39
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	.52	.52	.51	.67	.63	.53	.66	.66	.64	.57	.56	.55	.59	.57	.52	.71	.60	.58	.71	.67	.61	.63	.58	.52
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	.78	.76	.73	.84	.84	.78	.69	.69	.67	.67	.66	.65	.56	.55	.51	.62	.55	.51	.70	.66	.60	.69	.65	.58
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.42	.38	—	.36	.40	.36	.32	—	—	—	—	—
26	.58	.55	.52	.53	.50	.41	.66	.66	.63	.48	.47	.46	.71	.69	.64	.78	.61	.61	.74	.71	.67	.64	.59	.52
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	.66	.64	.60	.78	.77	.72	.61	.61	.59	.53	.52	.51	.63	.61	.57	.79	.65	.57	.67	.63	.59	.68	.64	.57
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.30	.33	—	.32	—	—	—	—	—
30	.71	.69	.64	.77	.75	.68	.68	.68	.66	.74	.73	.72	.35	.36	.36	.31	—	—	.32	—	—	.52	.50	.45

Table 3

Table 4

設問	番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
大きい振動である	1	1																		
ゆっくりした振動である	2	.387	1																	
はやい振動である	3	.310	.332	1																
衝撃的な振動である	4	.335	.389	.419	1															
不規則的な振動である	5	.411	.381	—	.475	1														
足だけに振動を感じる(立位)	6	.345	.314	.450	.625	.381	1													
下半身に振動を感じる(立位)	7	—	—	—	—	—	—	1												
全身に振動を感じる(立位)	8	—	.307	.363	—	.390	—	—	1											
なれている	9	.397	.387	.508	.446	.489	.421	—	.422	1										
不快である	10	.472	.471	.408	.605	.603	.501	—	.327	.471	1									
がまんできない振動である	11	.415	.443	—	.486	.622	.360	—	.467	.416	.628	1								
振動が気になる	12	.338	.373	.531	.548	.408	.449	—	.321	.530	.476	.453	1							
話し声がふるえる	13	—	—	.540	.543	.356	.489	.308	—	.533	.433	—	.566	1						
台の上の物が動く	14	—	.482	.332	.489	.503	.354	—	.391	.432	.520	.613	.489	.317	1					
机の上で字が書きにくい	15	.409	.350	.466	.562	.441	.527	—	—	.500	.515	.412	.564	.583	.396	1				
細かい作業ができない	16	.503	.364	.463	.373	.521	.376	—	.474	.548	.488	.520	.483	.401	.417	.493	1			
防振対策の必要がある	17	—	—	.402	—	.477	.442	.316	.495	.465	.374	.370	.403	.432	—	.386	.523	1		
振動手当の必要がある	18	.303	.352	.447	.468	.366	—	—	—	.421	.540	.377	.441	.434	.420	.438	.395	—	1	

価値との相関係数を示したが、何れの場合も騒音レベルの3特性のうちA特性の値が、B、C特性のそれよりも相関が高い。この結果からA特性が感覚的な大きさを表わすレベルとして最も適当と思われる。

4.2 騒音の設問評価値について

騒音の各設問項目に対する評価値相互の相関係数をTable 4に示す。但し設問番号(19)以降は殆んど相関がないため省略してある。表の中で最も相関が高いものは「かん高い(2)」と「がまんできない(8)」で相関係数0.701であり、次いで「話しがしにくい(14)」と「話し声が大きくなる(15)」が0.684、「かん高い(2)」と「調度品等のガタガタ音(11)」が0.651、「がまんできない(8)」と「騒音手当(17)」が0.650、「話しがしにくい(14)」と「防振対策の必要(16)」が0.646、「がまんできない(8)」と「調度品等のガタガタ音(11)」が0.641、さらに「衝撃的(3)」、「うるさい(5)」、「不快(6)」等の設問に対する他の評価の相関が高いと思われる。これから、がまんできない、うるさく、不快な騒音であるという概念は、かん高く衝撃的な騒音または調度品等の振動によるガタガタ音であって、

話しがしにくいという作業面に影響しており、また防音対策の要望も話しがしにくいという作業面から生じていること等が窺える。

Table 5には同じく設問項目に対する評価値相互の相関係数を、居室と作業区に分けて示した。居室については相関係数が一般に低く、評価値が大変ばらつくことを示しているが、「かん高い(2)」と「うるさい(5)」が相関係数0.705、次に「騒音が気になる(9)」と「話し声が大きくなる(15)」が0.654と相関が高く、居室における騒音意識の一端を示していると思われる。一方、作業区においては設問間の相関が高いものが多く、騒音に対する評価が大変よく揃っている。Table 4との大きな相違としては、「空調機の吹出音(10)」が「かん高い(2)」、「うるさい(6)」と相関を持つことであり、最大はやはり「かん高い(2)」と「ガタガタ音(11)」の0.770である。これから居室では、がまんできなくうるさい騒音という概念は、かん高い騒音であり、また騒音が気になって話し声が大きくなるという心理面に作用していると思われる。一方作業区においてはかん高い衝撃的な音が、不快で我慢でき

Table 5

		設 問 項 目 番 号																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
設 問 項 目 番 号	1	—	.324	.436	—	.519	—	.403	.415	.442	.522	.334	—	—	—	—	.646	.503	—
	2	.434	—	—	.430	—	—	.449	—	.360	.380	—	—	.383	—	.357	.418	—	—
	3	—	.434	—	.432	—	.564	.476	—	.456	.442	—	.399	.611	—	.510	.423	.429	.336
	4	.378	.510	.499	—	.473	.453	—	.395	—	—	.579	.592	—	.479	—	—	—	—
	5	.300	.394	.457	.570	—	.336	.529	.494	.531	.497	—	—	—	—	.525	.507	—	—
	6	.377	.433	.449	.680	.479	—	.378	—	.345	—	—	.410	.590	—	.522	—	—	.303
	7	—	—	—	—	—	—	—	.432	.413	—	.460	.478	—	.503	.394	.391	—	—
	8	—	—	.518	.309	.327	—	—	.307	.409	.599	—	—	.350	—	.443	.458	—	—
	9	.380	.461	.556	.523	.590	.498	—	.518	.446	—	.360	.487	—	.309	.469	.473	—	—
	10	.417	.549	.491	.735	.590	.602	—	—	.542	.314	—	—	—	—	.522	.502	.306	—
	11	.433	.505	.576	.703	.629	.585	—	.399	.641	.756	—	—	.428	—	.371	.305	—	—
	12	.380	.456	.629	.550	.569	.474	—	.468	.664	.596	.725	—	.540	—	.410	—	.310	—
	13	.313	.443	.519	.527	.554	.442	—	.443	.582	.590	.618	.591	—	.593	—	.336	—	—
	14	.363	.555	.583	.677	.623	.527	—	.410	.649	.683	.713	.664	.560	—	—	—	—	—
	15	.504	.532	.534	.573	.566	.515	—	.437	.685	.640	.687	.670	.588	.636	—	—	—	—
	16	.405	.369	.529	.437	.529	.436	—	.488	.625	.460	.600	.629	.535	.537	.659	.492	—	—
	17	—	—	.441	—	.439	—	—	.514	.483	—	.375	.460	.502	.313	.431	.530	—	—
	18	.351	.558	.531	.624	.544	.514	—	.323	.577	.690	.673	.591	.581	.697	.522	.464	—	—

居
室

← 作 業 区

ず、空調機の吹出音や調度品等のガタガタ音が話し声等の作業性や対策要望にすべて反映していると思われる。特にがまんできないという心理面と騒音手当が必要であるという要望の相関は高く、0.786を示している。以上の結果をまとめてみると、意外に居室の騒音は作業区より気にされず、作業区では会話伝達の作業性のために騒音が意識されており、また高周波成分の騒音が不快でうるさいと思われることになる。これは騒音に対する常識的な見解とよく一致するが、固体音が主成分である低周波域の騒音に対する認識が予想外に低く、作業区の高周波音レベルに対する意識の陰にかくされてしまったと思われる。

4.3 騒音値と設問評価値について

騒音レベルと各々の設問に対する評価値との相関を考えるために、被調査者がおこなわれている場所の騒音レベルとそれに対する評価値の平均値を求めプロットしたものが Fig. 1.1~1.5 である。なお同図にはそれらの点から求めた相関係数および一次回帰線を描いてある。Table 6 は主な設問項目に対する評価値 (3~6) に対応する騒音レベルを Fig. 1 の回帰式より求めて示したものである。また Table 7 は Fig. 1 に示した相関係数と回帰係数を示したものである。これらの図表より以下のようにいうことができる。

(1) 物理量と評価値との相関係数は平均して居室で 0.779、作業区で 0.860 となり居室よりも作業区が高い値を示している。

Table 6 評価値に対する騒音レベル

設 問 項 目	評 価 値			
	わずかに (3)	い くら か (4)	か な り (5)	極 め て (6)
大 き い 騒 音 で あ る	60.8 64.1	80.0 78.6	99.2 93.0	118.5 107.5
う る さ い	52.8 62.3	69.5 78.0	86.2 93.6	102.8 109.2
が ま ん で き な い 騒 音 で あ る	52.5 65.5	68.4 77.7	84.3 89.9	100.2 102.1
騒 音 が 気 に な る	69.7 60.8	83.8 80.0	97.9 99.2	112.0 118.5
調 度 品 等 の ガ タ ガ タ 音 が 気 に な る	56.0 67.9	67.9 82.1	79.8 96.4	91.7 110.7
耳 が 圧 迫 さ れ る	59.6 69.1	80.4 80.3	101.3 91.6	122.1 102.8
防 音 対 策 の 必 要 が あ る	52.7 64.6	65.7 77.1	78.7 89.6	91.7 102.1
平 均 値	57.7 64.9	73.7 79.1	89.6 93.3	105.6 107.6

上段は居室，下段は作業区

Table 7 騒音の相関係数と回帰係数

設 問 項 目	番 号	相 関 係 数		回 帰 係 数 (1/dB(A))	
		居 室	作 業 区	居 室	作 業 区
大 き い 騒 音 で あ る	1	0.8836	0.8887	0.052	0.069
か ん 高 い 騒 音 で あ る	2	0.7780	0.8956	0.051	0.058
衝 撃 的 な 騒 音 で あ る	3	0.7886	0.9001	0.036	0.057
不 規 則 的 な 騒 音 で あ る	4	0.6207	0.7254	0.027	0.038
う る さ い	5	0.8213	0.8682	0.060	0.064
不 快 で あ る	6	0.7690	0.9362	0.034	0.067
な れ て い る	7	0.6881	0.6619	0.039	0.032
が ま ん で き な い 騒 音 で あ る	8	0.9011	0.9375	0.063	0.082
騒 音 が 気 に な る	9	0.8369	0.7109	0.071	0.052
空 調 機 の 吹 き 出 し 音 が 気 に な る	10	0.7918	0.8807	-0.050	0.064
調 度 品 等 の ガ タ ガ タ 音 が 気 に な る	11	0.9027	0.9704	0.084	0.070
耳 が 悪 く な る	12	0.8624	0.4723	0.057	0.016
耳 が 圧 迫 さ れ る	13	0.8788	0.9629	0.048	0.089
話 し が し に く い	14	0.6643	0.9523	0.036	0.064

話し声が大きくなる	15	0.6186	0.9210	0.027	0.078
防音対策の必要がある	16	0.7691	0.9607	0.077	0.080
騒音手当の必要がある	17	0.6715	0.9657	0.033	0.079
情報音が聞きにくい	18	—	0.9795	—	0.085
電話の声が聞きにくい	19	—	0.7235	—	0.028
相手の声が良く聞きとれない	20	—	0.8927	—	0.064
平均		0.7792	0.8603	0.050	0.062

Table 8

設問	番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
大きい騒音である	1	—																	
かん高い騒音である	2	—	—																
衝撃的な騒音である	3	—	.578	—															
不規則的な騒音である	4	.397	—	—	—														
うるさい	5	—	.570	.436	—	—													
不快である	6	—	.570	.561	.394	.346	—												
なれている	7	—	.538	.416	—	.313	.401	—											
がまんできない騒音である	8	—	.701	.593	.332	.559	.582	.450	—										
騒音が気になる	9	.456	—	—	.318	—	—	—	—	—	—								
空調機の吹き出し音が気になる	10	—	.342	.342	.394	—	.471	—	.371	—	—	—							
調度品等のガタガタ音が気になる	11	—	.651	.505	.306	.448	.585	.416	.641	—	.400	—	—						
耳が悪くなる	12	.514	.311	—	.363	—	.339	—	—	.443	—	.390	—	—	—				
耳が圧迫される	13	.560	.404	.381	.407	—	.464	.462	.375	—	.452	.395	—	—	—				
話しがしにくい	14	—	.488	.451	.409	—	.545	—	.527	—	.485	.489	—	—	—				
話し声が大きくなる	15	—	.497	.457	.311	.325	.578	—	.585	.317	.445	.480	—	—	.684	—			
防音対策の必要がある	16	—	.476	.449	.430	.334	.540	—	.526	—	.428	.496	—	.345	.646	.576	—		
騒音手当の必要がある	17	—	.627	.543	.317	.462	.560	.409	.650	—	.405	.561	—	.408	.523	.596	.520	—	
船内放送が聞きにくい	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(2) Fig. 1 に示されている各々の設問の一次回帰線の居室と作業区との差はあまり認められないが、騒音レベルに対する評価値の回帰係数は一般に作業区の方が大きい。これは居室に比べて作業区の騒音レベルが大きく、またレベル範囲も 1.5 倍と広いこと、作業区における職務遂行という面から騒音が意識されているためと思われる。

(3) しかし「なれている(7)」、「気になる(9)」および「耳が悪くなる(12)」等の設問に対しては居室の方が高く厳しく評価されており、また、「うるさい(5)」、「がまん出来ない(8)」、「ガタガタ音(11)」および「防音対策の必要(16)」の設問に対しては厳しく評価されている。これはやはり居室が休養の場として意識されているためであろう。

(4) 騒音をわずかに(評価値3)感じるレベルは居室で平均57.7, 作業区で 64.9dB(A)である。騒音に対するISOの推奨値⁹⁾に船舶としての補正を行うと、寝室では55~60dB(A), 知的な作業を行う場所では60~70dB(A)と見做される。この値は上記の値と合致する。

(5) 機関室等の騒音の大きな場所に対してもISO

によって「聴力保護のための職業性騒音曝露の評価方法⁹⁾」という推奨値が出されており、1日8時間曝露された場合で90dB(A)が限界値であるとされている。この値はTable 6の作業区において「耳が圧迫される(13)」、「がまんできない(8)」の設問に対して「かなり」と評価を下す騒音レベル(89.9, 91.6 dB(A))と合致する。

Table 9

		設 問 項 目 番 号																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
設 問 項 目 番 号	1	—	.390	.305	.379	.314	.485	—	.497	.447	—	.435	.611	.577	.344	.575	.338	—
	2	—	—	.485	—	.705	—	.559	.631	—	.301	.426	.366	.505	—	—	—	—
	3	—	.607	—	—	.461	—	.407	.499	—	—	—	.370	.388	—	—	—	.319
	4	.406	.449	.407	—	—	—	—	.382	—	—	—	.310	—	.495	.425	.426	—
	5	—	.478	.415	—	—	—	.527	.557	—	.330	.459	.392	.531	—	—	—	.356
	6	—	.696	.676	.530	.412	—	—	.410	—	.337	—	.354	.337	—	.354	—	—
	7	.449	.504	.444	.556	—	.585	—	.397	—	—	—	—	—	.301	.323	—	—
	8	—	.728	.618	.426	.555	.643	.462	—	—	—	.508	.454	.521	—	—	—	.355
	9	.532	—	—	.303	.303	—	.307	—	—	—	—	.360	—	.524	.654	.426	—
	10	—	.674	.572	.529	.325	.692	.603	.618	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	11	—	.770	.633	.473	.431	.726	.568	.707	—	.709	—	.433	.448	—	—	—	—
	12	.489	—	—	.401	—	—	.438	—	—	.384	.306	—	.499	.343	.399	—	—
	13	.559	.373	.386	.509	—	.533	.570	.327	—	.454	.468	.358	—	—	—	—	.433
	14	—	.770	.602	.436	.468	.673	.452	.752	—	.631	.714	—	.365	—	.431	.479	—
	15	—	.738	.586	.395	.536	.623	.444	.816	—	.624	.677	—	.319	.729	—	.342	—
	16	—	.699	.608	.465	.475	.696	.515	.696	—	.609	.693	—	.425	.711	.676	—	—
	17	—	.753	.617	.479	.519	.685	.536	.786	—	.682	.732	—	.430	.700	.755	.719	—

5. 振動に関する結果と考察

5.1 振動について

全調査船の上下方向の振動レベルおよび振動加速度レベルはそれぞれ、57~94, 56~109dBの範囲に分布している。また、振動レベルの居室および作業区における平均値はそれぞれ、73, 77dBであり、振動加速度レベルではそれぞれ、86, 92dBである。水平方向のレベルは、振動レベルも振動加速度レベルも上下方向のレベルに比較して6~10dB以上も小さい値となっている。

S/D法^{*1}による振動感覚量と振動レベルとの相関は極めて高いといわれており⁹⁾、本調査も同様の結果が得られたので、以下の解析は振動レベル(上下方向)を用いて行った。

5.2 振動の設問評価値について

各々の設問に対する評価値相互の相関係数はTable 8に示してあるが、騒音と同様に(19)以降の設問に対しては殆んど相関が認められないため省略してある。最も高い相関を示したものは「不快な(10)」と「がま

*1 G. E. OSGOOD の考案したもので Semantic Differential Method という。

んでできない(11)」で相関係数0.628であり、次いで「衝撃的な(4)」と「足だけに感じる(5)」が0.625である。さらに「不快な(10)」に対して「衝撃的な(4)」 「不規則的な(5)」が、「がまんでできない(11)」に対して「不規則的な(5)」, 「字が書きにくい(14)」等が0.6以上となる。また「台の上の物が動く(15)」, 「細かい作業ができない(16)」という設問の評価もこれらとの相関が高いものが多い。しかし騒音に比較して一般に相関係数の値は低いといえよう。これから、不快だがまんでできない振動であるという概念は、衝撃的で不規則的な振動であり、机の上で字が書きにくい、台の上の物が動く、あるいは足に感じる程度になると振動が気になってくるといえよう。

Table 9に居室と作業区に分類した各設問に対する評価値相互の相関係数を示す。騒音の場合と同様、居室に関しては相関係数が高いものは少く0.5以上のもは21件で、最大値は「大きい(1)」と「細かい作業が出来ない(16)」との0.646である。すなわち居室については振動に対する評価意識はかなりばつづくのに反し、作業区では評価はよくそろっている。Table 8との大きな相違は特に見当らず、一般に相関係数が大きくなっている。これから、居室においてはがまんで

Table 10 評価値に対する振動レベル(上下方向)

(dB)

設問項目	わずかに (3)	いくらか (4)	かなり (5)	極めて (6)
大きい振動である	71.6 69.7	82.0 83.2	92.3 96.8	102.6 110.3
不快である	73.3 69.0	87.0 79.2	100.7 89.4	114.4 99.6
がまんでできない振動である	70.0 71.4	93.3 80.5	116.5 89.6	139.8 98.6
振動が気になる	66.0 72.2	78.8 81.0	91.6 89.7	104.4 98.5
話し声がふるえる	47.8 69.8	61.7 81.5	75.6 93.3	89.4 105.1
細かい作業ができない	72.9 74.4	84.8 87.2	96.8 100.0	108.8 112.8
防振対策の必要がある	72.3 72.3	84.9 88.5	97.6 104.6	110.3 120.7
平均値	67.6 71.3	81.8 84.4	95.9 94.8	110.0 106.5

上段は居室, 下段は作業区

きない振動であるという心理的な面は弱くなり、声がふるえたり字を書くとか細かい作業がやり難いということが、大きい早い不快な振動と感じられるようである。一方、作業区では殆んどすべての本質的振動要素が心理面、作業性および要望対策面に反映していると考えられる。以上の結果をまとめてみると、居室の振動は居室での作業性に対してのみかなり反映しているといえるが、作業区の振動に対してはあらゆる面で乗組員が悩まされていると考えられる。このように振動に対する評価意識はかなり厳しいものと思われる。す

なわち休養の場である筈の居室に対しても作業面の評価が厳しく表わされており、さらに作業区に対しては、「衝撃的な」「不規則な」「不快な」「がまん出来ない」「気になる」振動により、声がふるえ字が書き難く細かい作業が出来ないと評価されている。さらに面白いことは、「なれている(9)」という設問に対する評価値と他の設問に対する評価値との相関が騒音では殆んど認められなかったのに対し、振動では高い値を示し、特に作業区では振動に対して慣れようとする積極的意識が生じていることである。

Table 11 振動の相関係数と回帰係数

設 問 項 目	番 号	相 関 係 数		回 帰 係 数 (1/dB)	
		居 室	作 業 区	居 室	作 業 区
大きい振動である	1	0.9307	0.9027	0.097	0.074
ゆっくりした振動である	2	0.6723	0.8125	0.027	0.055
はやい振動である	3	0.8468	0.7673	0.069	0.049
衝撃的な振動である	4	0.7941	0.8795	0.058	0.120
下規則的な振動である	5	0.8952	0.8160	0.082	0.090
足だけに振動を感じる	6	0.8147	0.9156	0.050	0.087
下半身に振動を感じる	7	0.9118	0.7542	0.072	0.065
全身に振動を感じる	8	0.6081	0.8707	0.029	0.098
なれ て い る	9	0.9261	0.9293	0.089	0.103
不 快 で あ る	10	0.9406	0.8839	0.073	0.098
がまんできない振動である	11	0.6393	0.9326	0.043	0.110
振動が気になる	12	0.9159	0.9349	0.078	0.114
話し声がふるえる	13	0.8178	0.8947	0.072	0.085
机の上で字が書きにくい	14	0.4418	0.9383	0.023	0.107
台の上の物が動く	15	0.8332	0.9252	0.060	0.105
細かい作業ができない	16	0.9378	0.9067	0.083	0.078
防振対策の必要がある	17	0.9314	0.9125	0.079	0.062
振動手当の必要がある	18	0.8491	0.9330	0.060	0.097
振動が大きいので室を移りたい (居室)	19	0.9239	0.9215	0.082	0.096
対象物がふるえて見える(作業区)					
振動が大きいので下船したい(居室)	20	0.8976	0.8821	0.086	0.093
振動のため計器が読みにくい (作業区)					
平 均		0.8264	0.8857	0.066	0.089

一方振動の周波数に対する意識は明確ではなく、騒音とは違った難かしさが感じられる。

5.3 振動レベルと設問評価値について

Fig. 2.1~5 は騒音と同様に、各振動レベル毎の平均評価値を各々の設問について求めプロットしたものである。また、主な設問項目毎の評価値(3~6)に対する振動レベルを回帰式から算出したものを Table 10 に示し、相関係数および回帰係数を Table 11 に一覧に示す。これらの図表から以下のように言うことができる。

(1) 振動をわずかに(評価値3)感じる振動レベルは居室で平均67.7, 作業区で71.5dBであるのに、かなり評価を下す振動レベルは居室で平均, 99.0, 作業区で96.1dBと大小が逆になっている。つまり同じ評価幅に対して居室での振動レベルの範囲は広く、作業区の振動レベル範囲は狭い。

(2) 振動レベルと評価値と最も相関が高い(0.941)設問は居室における「不快である(10)」であるが、一般的には騒音と同様に居室よりも作業区の方が高い相関を示している。

(3) 作業区において計器または遠方の対象物を見る時に、わずかに見にくくなると評価する振動レベルは70~74dBである。

(4) 振動に対する乗組員の反応は、騒音と同様に(2)で述べたように居室に比較して作業区で相関が高く、同時に回帰係数が大きい(傾斜が強い)。従って、作業区における振動は騒音と同様に大きな影響を乗組員に与えているといえる。

乗組員が振動を受ける時の限界振動レベルは、先に述べたISOの規準によると、快適さの保持の意味での快感減退限界値*1(RC)と、作業能率の保持の意味での疲労一能率減退限界値*2(FDP)と、健康、安全の保持を意味する曝露限界値*3(EL)との3つに分けられる。疲労一能率減退限界値に比較して快感減退限界値は-10dB、曝露限界値は+6dBとなっている。また、これらの限界値は人間が振動を受ける方向(上下, 水平方向)および曝露時間によって異なる。振動に8時間曝露された時のそれぞれの限界値は、曝露限界値(EL 8H)96dB, 疲労一能率減退限界値(FDP 8H)90dB, 快感減退限界値(RC 8H)80dBである。一般に乗組員の居住区または普通客室の

許容限界値はRC 8H, 機関室, 機械制御室, 船橋, 作業区などの作業区の許容限界値はFDP 8H, 耐久限界で曝露限界値に相当するものがEL 8Hと一応考えられている。これらの値と本調査結果とを比較すると、居室のRC 8H 80dBは、振動に対する反応が「わずかに」と「いくらか」との間に入り、作業区のFDP 8H 90dBは、「いくらか」と「かなり」の間に入っており、EL 8H 96dBは居室, 作業区とも「かなり」と感じる平均振動レベルの値と一致する。

6. 共通的事象について

Table 2.3 に示す設問に対して騒音および振動の物理量がどのような関係をもち、かつどちらが強い関係にあるかについて調査を行ったもので、物理量として与えられるのは騒音レベル(dB(A))と振動レベル(上下方向)である。設問に対する評価値相互の相関係数は、騒音, 振動の場合と同様に、居室よりも作業区の方が高い。

Fig. 3 は設問項目毎の騒音レベルに対する評価値の平均値を、Fig. 4 は振動レベルに対する評価値の平均値をそれぞれプロットしたものである。また設問項目毎の評価値(3~6)に対する騒音レベルおよび振動レベルを Table 12 に示し、さらに Fig. 3 および Fig. 4 より求めた物理量と評価値の相関係数と回帰係数とを Table 13 に示した。これらの結果からは、すべての設問について同一の傾向を窺うことが出来ない。すなわち相関係数では常に居室よりも作業区の方が高いとか、あるいは騒音よりも振動の方が高いという傾向が見られない。設問の殆んどが心理的要素に関するものであり、評価値は振動や騒音以外の要素(乗船経験の多少, 動揺の程度, 同室者の多少等々)にも影響されると想像されるから、これはいわば当然ともいえる。ただ、「眠気がでる(4)」と「考えごとと邪魔になる(5)」の設問については、振動レベルよりも騒音レベルとの相関係数が高く、また居室よりも作業区における相関が高い。騒音レベルに対する評価値の回帰係数は、居室の方がやや高いがその差は小さく、振動レベルに対する値は反対に作業区の方が一般に高い。

以上のことから、このような心理的, 生理的な問題については騒音, 振動のいずれがより強い影響を与えているかあまり明確でないが、作業区では一般に騒音よりも振動の方が強く影響し、騒音は眠気と思考力減退に多少作用するように窺える。

*1 Reduced Comfort Boundary

*2 Fatigue Decreased Proficiency Boundary

*3 Exposure Limits

Table 12.1 評価値に対する物理量（騒音レベル）

dB(A)

設問項目	評価値		(3)		(4)		(5)		(6)	
	わずかに	いくらか	かなり	極めて	わずかに	いくらか	かなり	極めて	わずかに	いくらか
疲れる	49.8	52.4	66.4	73.9	86.0	95.4	105.6	113.0		
体がだるい	54.2	52.5	69.5	72.7	84.9	91.7	99.3	111.2		
頭が重い	41.1	57.8	71.9	85.5	102.7	113.3	133.4	141.1		
眠気がでる	54.1	54.5	73.6	77.2	93.1	99.9	112.6	122.6		
考え事をするのに邪魔になる	58.6	58.0	78.3	76.1	98.1	94.2	117.8	112.3		
物事に集中できない	58.5	58.2	74.2	84.1	89.9	110.1	105.6	136.1		
本を読む気がしない	47.6	51.9	68.7	73.3	88.0	94.7	108.1	116.1		

Table 12.2 評価値に対する物理量（振動レベル）

VL-Z (dB)

設問項目	評価値		(3)		(4)		(5)		(6)	
	わずかに	いくらか	かなり	極めて	わずかに	いくらか	かなり	極めて	わずかに	いくらか
疲れる	44.1	52.1	79.5	72.6	114.9	93.2	150.2	113.8		
体がだるい	57.5	60.8	80.3	74.9	103.0	89.1	125.8	103.2		
頭が重い	58.9	59.1	81.3	80.1	103.7	101.1	126.2	122.1		
眠気がでる	58.5	63.8	85.1	76.6	111.7	89.4	138.3	102.1		
考え事をするのに邪魔になる	64.2	60.7	95.4	81.1	126.6	101.5	157.8	121.8		
物事に集中できない	66.9	66.2	86.5	81.5	106.1	96.8	125.7	112.0		
本を読む気がしない	62.4	60.9	80.1	75.5	97.8	90.1	115.5	104.7		

上段は居室，下段は作業区

7. 意見調査

アンケート用紙の備考欄に騒音と振動についての意見を自由に書けるようにし、約70人の乗組員および実習生より種々の意見が得られた。その多くは実習生からのものである。これらの意見では、騒音および振動

によって肉体的不調（特に耳に関する生理的なもの）をきたし、防音防振対策を強く要望するものが最も多かった。また空調機の吹き出し音、家具等の振動によって発生する音（ドアの開閉を含む）について述べられているものも多かった。

Table 13 共通的事象の相関係数および回帰係数

設 問 項 目	番 号	騒 音 レ ベ ル		振 動 レ ベ ル	
		相 関 係 数	回 帰 係 数 (1/dB(A))	相 関 係 数	回 帰 係 数 (1/dB)
疲 れ る	1	.8092 .8082	.055 .050	.6598 .8355	.028 .049
体 が だ る い	2	.8825 .7900	.065 .047	.7987 .9829	.044 .071
頭 が 重 い	3	.7730 .7986	.033 .036	.8607 .6986	.045 .048
眠 気 が で る	4	.8457 .9545	.051 .044	.8361 .8840	.038 .078
考え事をするのに邪魔になる	5	.8588 .9386	.051 .055	.8099 .7641	.032 .049
物事に集中できない	6	.8817 .8655	.064 .039	.8172 .8796	.051 .066
本を読む気がしない	7	.8797 .9632	.050 .047	.9010 .8574	.057 .068
平 均		.8472 .8741	.053 .045	.8119 .8432	.042 .061

上段は居室，下段は作業区

8. 結 び

乗船者を対象としての騒音と振動に関するアンケート調査から、それらに対する評価値相互と、評価値と物理量との関係を統計的に解析した。

その結果を要約すると以下ようになる。

(1) 騒音および振動に対する乗組員の感じ方とそれらの物理量との関係から、騒音についてはA特性レベル、振動については振動レベル（上下方向）が感覚量を表わすものとして最も適している。

(2) 騒音や振動に対する意識は、居室よりも作業区の方が高い。

(3) 防音対策の要望は、騒音が作業性をそこなうために強く生じている。

(4) 低い周波数の騒音よりも、高周波で衝撃的な騒音、また、衝撃的で不規則的な振動程強く意識されている。

(5) 居室の振動は居室での作業性に対して意識されるが、作業区の振動は心理、作業性などあらゆる面で意識されている。

(6) 調査結果は、騒音に対するISO推奨値および振動についてのISO国際規準とはほぼ同様の値が得ら

れた。

(7) 意見調査によれば、心理面より肉体的な面から防音、防振対策の要望が出ている。

本調査研究は、調査対象者数を短期間で可能な限り多くするためと、データの離散をある程度防ぐ意味で練習船の乗船者のみを対象に行ったが、年令および経験年数等に多くの変化を持たず調査結果がこれに加え合せられれば、さらに有効な資料となるであろう。

終りに本研究に対して終始御熱心な討論ならびに御指導をいただいた海上労働科学研究所神田寛氏、慶応大学心理学教室村瀬晃専任講師および当所翁長一彦兼装部長に厚く感謝するとともに、調査に御協力をいただいた航海訓練所ならびに各練習船の乗組員の方々に厚く御礼申し上げる。

参 考 文 献

- 1) 日本造船研究協会 S R 156 調査資料第 1 号
- 2) 日本造船研究協会；機関およびプロペラの起振力と船体振動の応答に関する研究，研究資料 No. 129-2
- 3) 日科技連；官能ハンドブック
- 4) 小黒英男他；高速巡視船の船内騒音と振動，船舶技術研究所報告第10巻4号（1973）

5) ISO Recommendation R 1999 「Assessment of occupational noise exposure for hearing conservation purpose」 1971—5

6) 神田 寛 ; 振動感覚からみた船体振動評価法について, (II), 日本航海学会 論文集第 51 号 (1974)

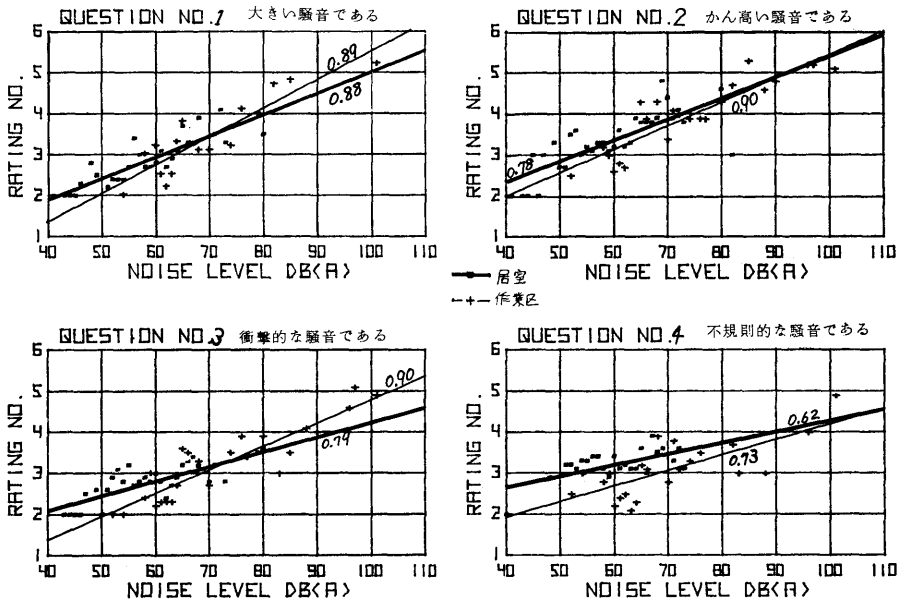


Fig. 1-1

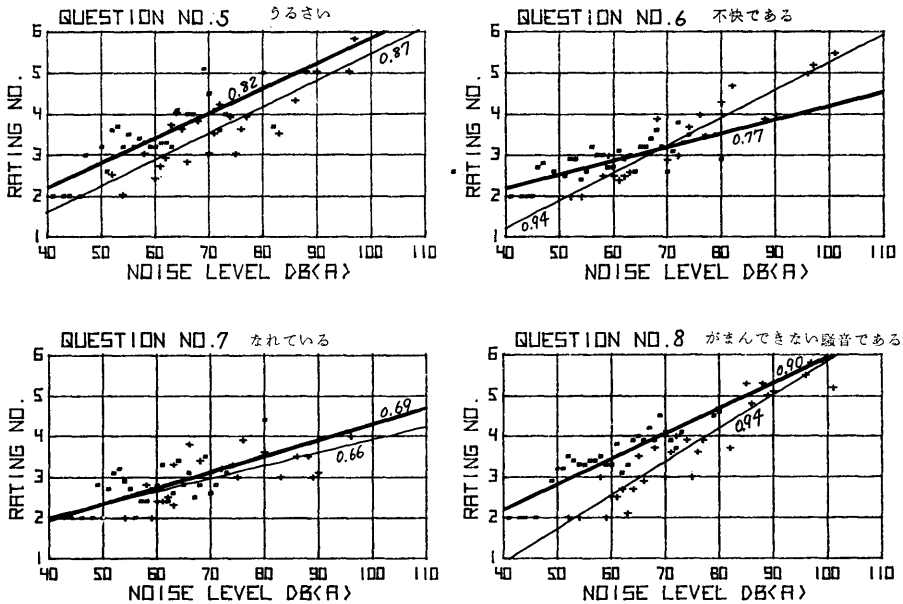


Fig. 1-2

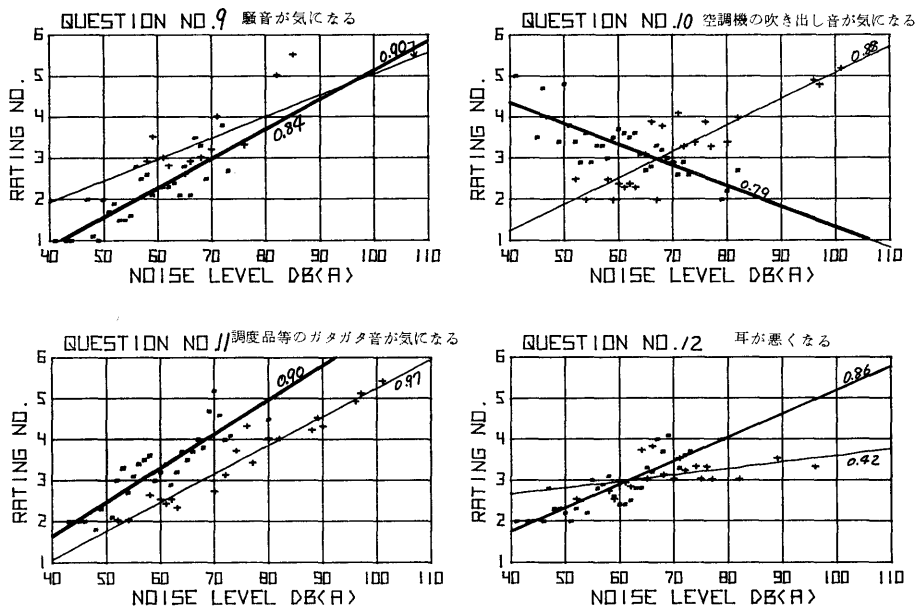


Fig. 1-3

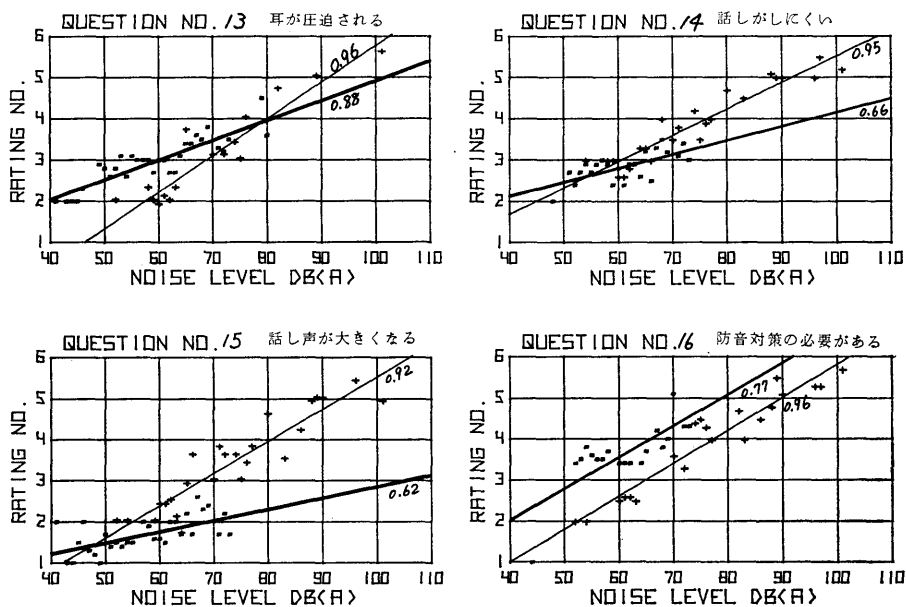


Fig. 1-4

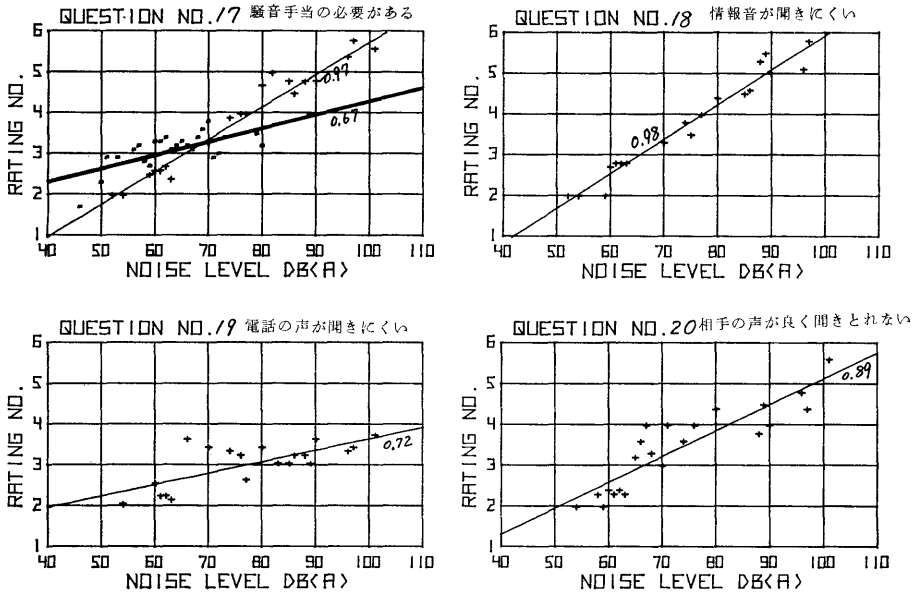


Fig. 1-5

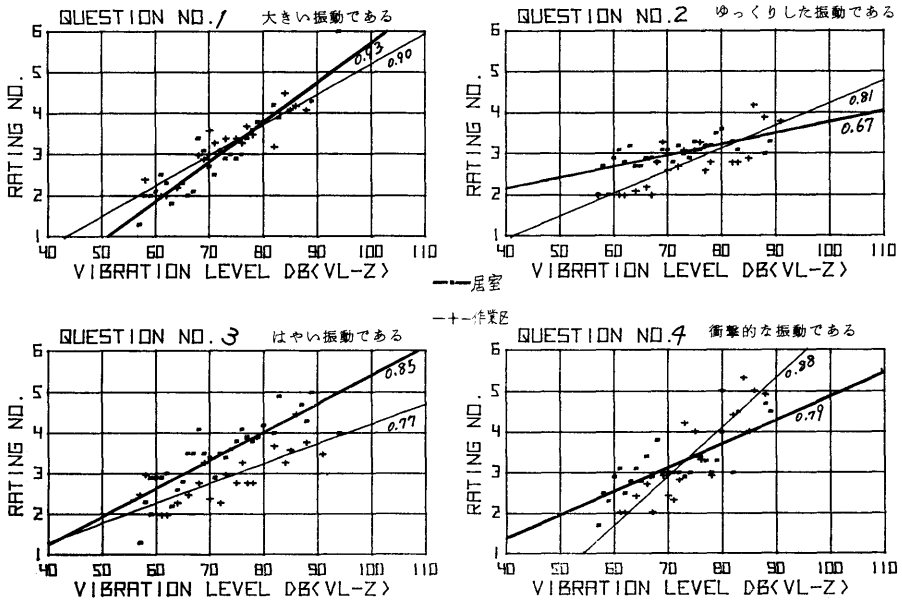


Fig. 2-1

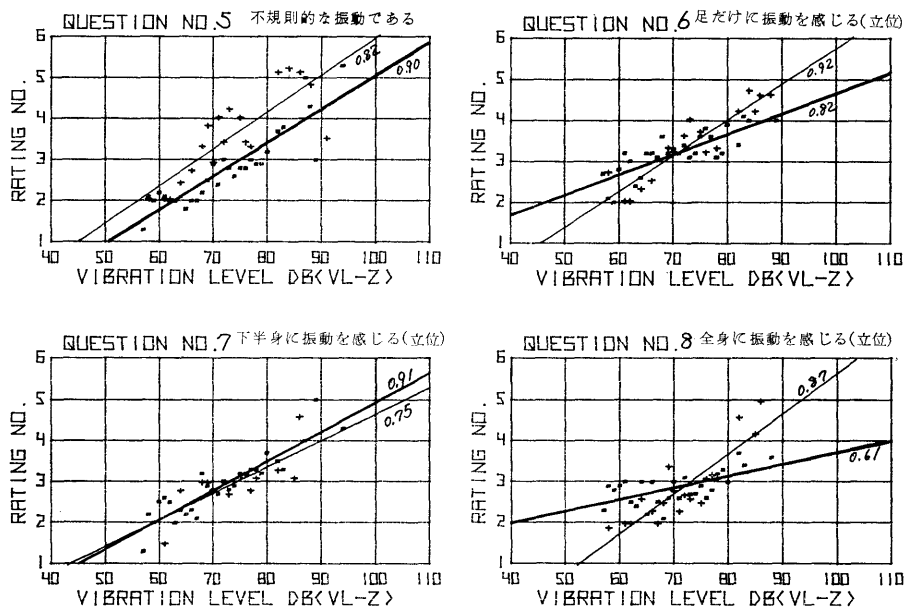


Fig. 2-2

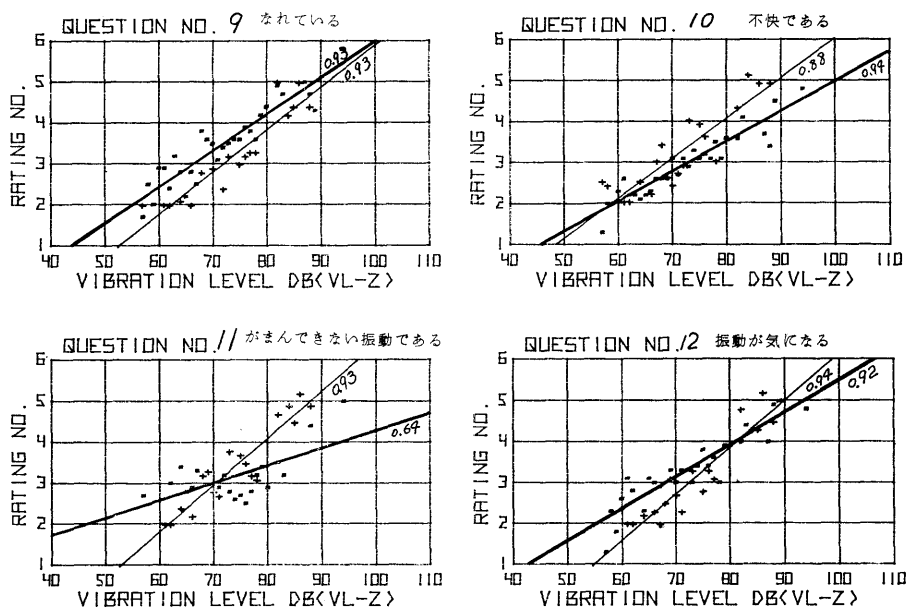


Fig. 2-3

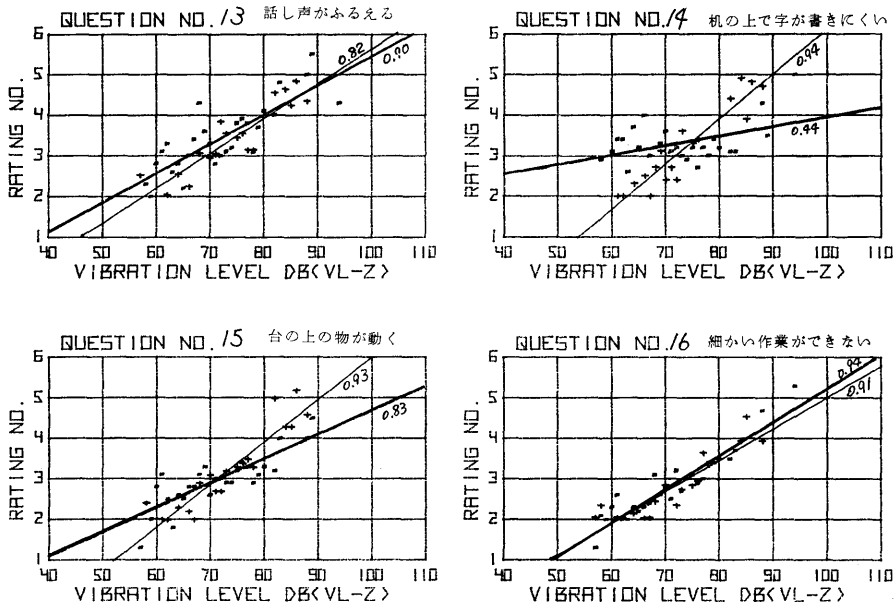


Fig. 2-4

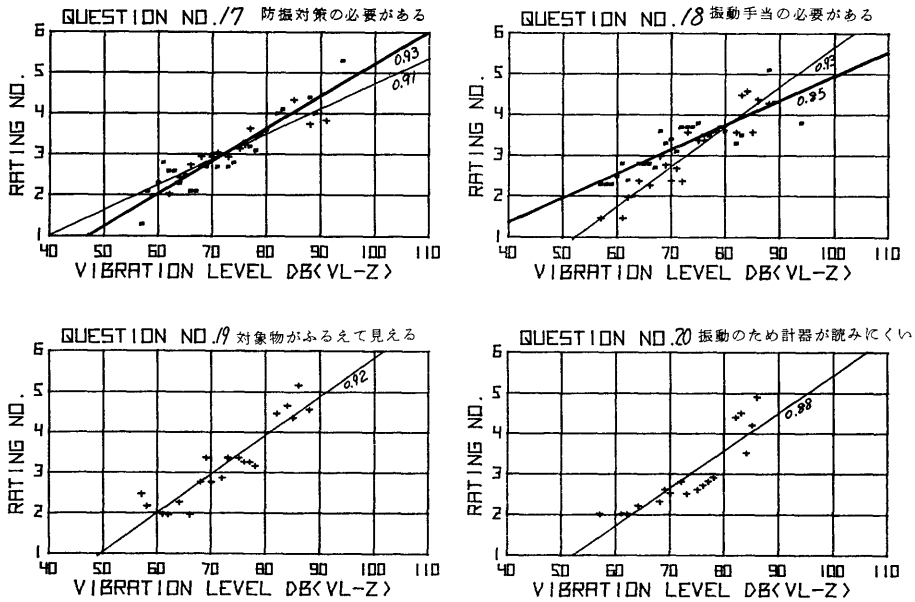


Fig. 2-5

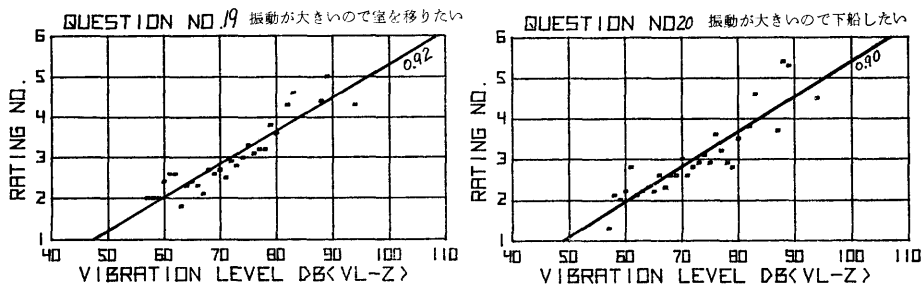


Fig. 2-5

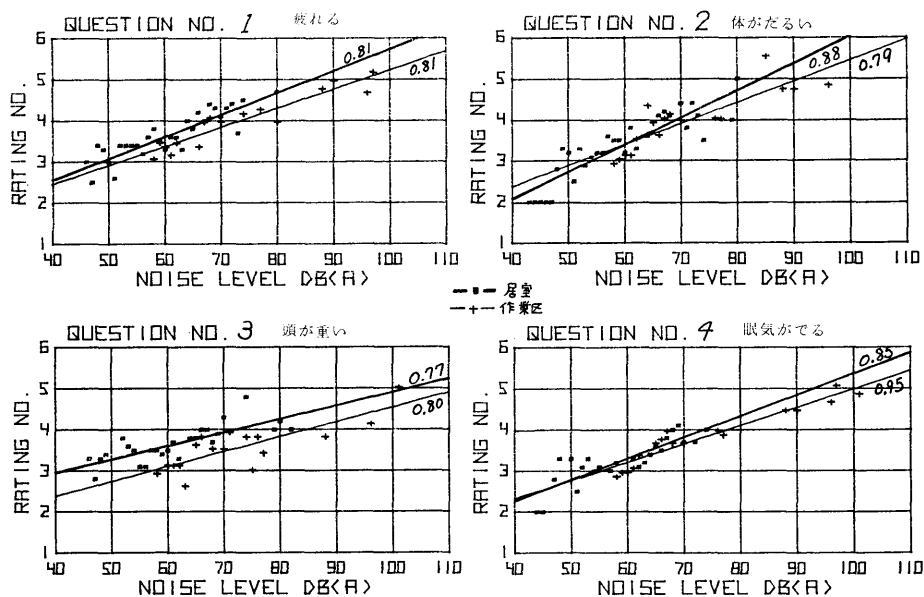


Fig. 3-1

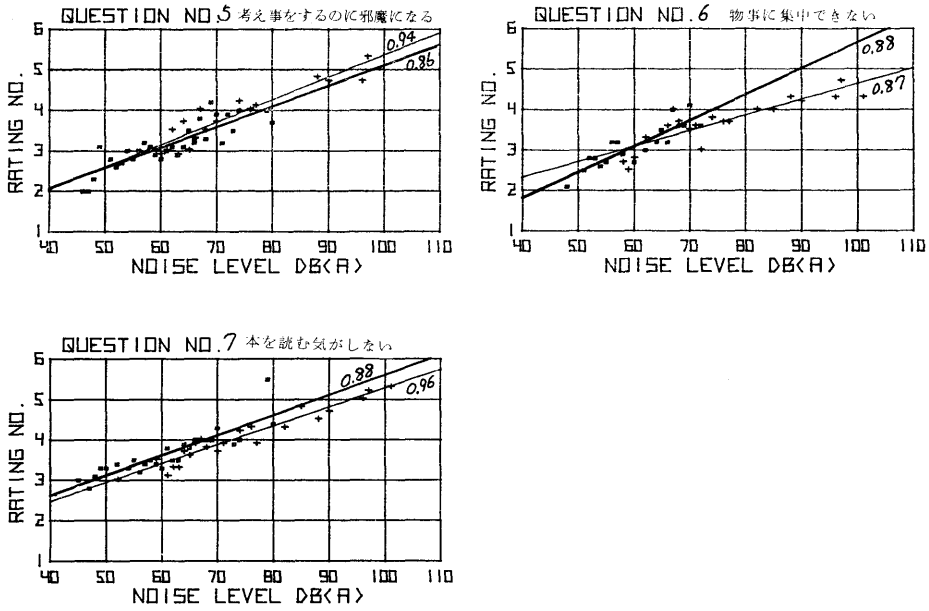


Fig. 3-2

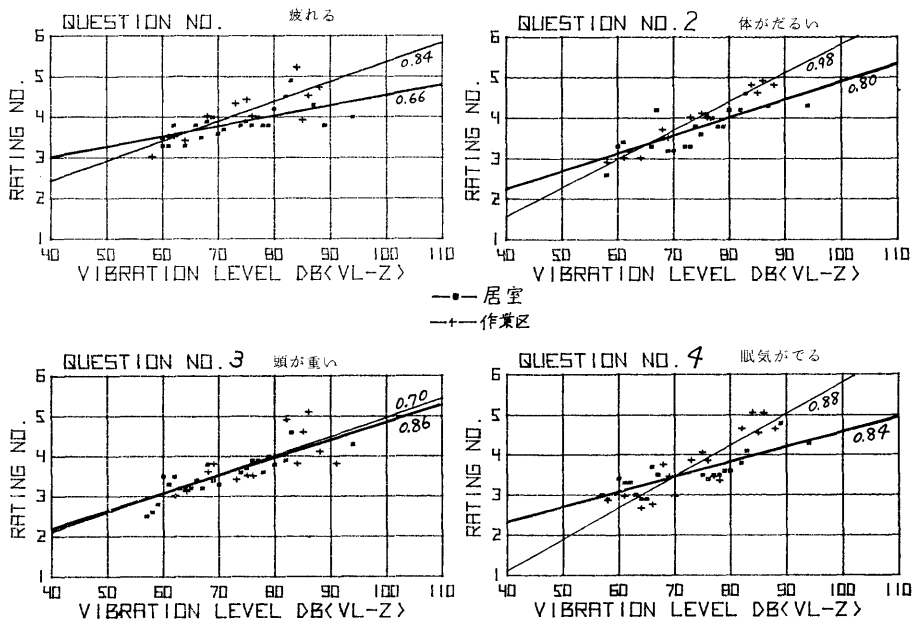


Fig. 4-1

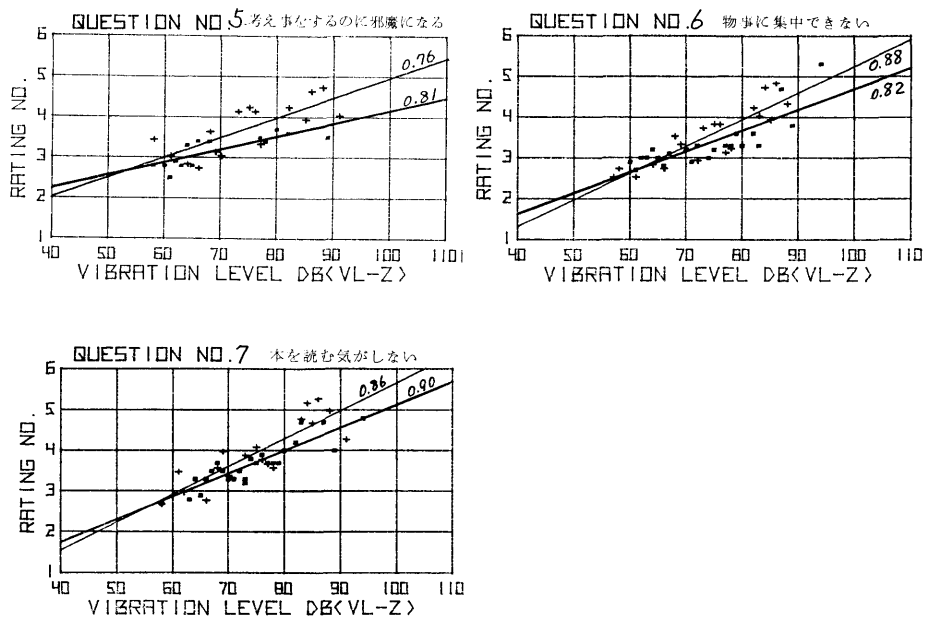


Fig. 4-2