

建設騒音振動の予測評価手法に関する研究

(第 3 報)

—— 建設騒音・振動の評価 ——

昭和58年 1 月

建設省土木研究所
機械施工部機械研究室

Copyright © 57年度 by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director of P. W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。
したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複写は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行なってはならない。

まえがき

建設工事によって発生する騒音・振動は“建設工事公害”として認識されるようになり、時には、建設工事に対する差し止め請求がなされるような事態が生じることもあった。今日、静穏な環境を確保する生活権が社会的にも徐々に認められつつあり、環境保全および建設工事を円滑に施工する立場からも、建設工事の低騒音・低振動化が望まれている。

建設工事を低騒音・低振動化するためには、いくつかの方法があり、騒音・振動の小さい建設機械を用いること、遮音壁や防振溝を設けることはその代表的な方法である。前者は音源や振動源での対策、後者は伝搬経路での対策として位置づけられる。この他、受音点や受振点での対策（例えば空港周辺家屋の防音工事）もあるが、建設工事では一般的に用いられる方法ではない。

このような対策方法のいずれが採用されるにしろ、発生し伝搬した騒音・振動の大きさと、その騒音・振動に曝される住民に対する騒音・振動の影響に関する知見がなければならない。前者は騒音・振動の予測、後者はその評価に関与するものであり、予測、評価を統合したものとして評価量（定義された評価尺度によって定量化した値）の予測という考え方が提示される。

本報告書は、昭和52年度から4ヶ年計画で実施してきた『建設騒音振動の予測評価手法に関する研究』の成果をまとめたものであり、

建設機械の騒音振動の実態と測定法に関するもの（第1報）

建設工事騒音振動の予測に関するもの（第2報）

建設工事騒音振動の評価に関するもの（第3報）

の3部によって構成される。三分冊にしたのは今後の研究の資料としての取扱いを考えたためであり、また独立した資料として用いることも可能としたためである。

建設工事の騒音振動に関して、この研究で全容がわかったわけではなく、むしろ大部分の項目が結論を与えるにはまだ研究の余地があるように思われる。したがってまだ結論を下すことに十分とはいえない事項は全て問題点として残すことにし、それらの中でも特に重要と思われる事項については、各分冊の終章にまとめて取上げた。

建設工事の騒音・振動に関する研究は、道路交通騒音や工場騒音に関する研究と較べてその歴史も短かく、また研究者も少ない。一方、建設騒音では、交通騒音とか工場騒音が確率論あるいは決定論的に単一のモデルで記述可能であるのに対し、建設工事は、それを工種ごとに区分した時はじめて単一モデル化することができるいわば複合事象と考えることができる。建設騒音を一つの概念として取扱う場合には、これと同じ抽象化レベルを持つカテゴリ区分に対応するものとして航空機騒音、鉄道騒音、道路交通騒音を抱括した“トラフィック騒音”という概念が提示されなければならないであろう。逆に言えば、“建設騒音”という概念はより抽象度の高い概念であって、実際的な研究視点では建設工事の各々の工種に着目しなければ、建設騒音への正しいアプローチは困難であるに違いない。

しかし、建設工事の各工種ごとに、騒音振動の予測方法、評価方法を確立したとしても、全事象としての建設騒音、振動に対する評価が必要であり、建設騒音の予測、評価方法を確立するた

めの前提として、全ての種類の音を統一的に評価するための共通尺度の存在が認められなければならない。更にその評価尺度は、音の重合に対しても線形であることが期待される。

近年、このような評価尺度の基本量として、“等価騒音レベル（ L_{eq} ）”が提案されているが、その適用については多くの研究が必要であり、建設騒音・振動に関する研究は、これら他の騒音に関する尺度の研究と並行してされるべきものとして位置づけられる。

昭和 58 年 1 月

建設省土木研究所

機械研究室	主任研究員	太	田	宏
	研 究 員	境	友	昭

第3報 まえがき

“騒音”は一般に「存在することが希望されない音」,「無くなることが希望されている音」として定義され,これは,音を物理的に定義したものではなく,音の受け手となる人の主観的判断を意味した内容である。この定義では,“騒音”となる音の種類であるとか,物理的性質であるとかを客観的に定めることが不可能であり,あらゆる音が“騒音”であり得るし,また“騒音”となり得ない場合もある。あくまでも人の主観的判断によるわけであるから,普通その判断には個人差もあり,同じ人でも心理状態あるいは他の音との関係によって,判断も一定とはならないこともある。

この視点から見ると,“騒音”という言葉はその中に,“音を評価する”という能動的な意味を含んでいると考えることができるし,そう言った意味では,騒音に関する研究は,音の評価の研究と同義と言って良いであろう。

しかし,“評価”あるいは“評価方法”が研究の対象となるためには,評価するための客観的尺度が構成される必要があり,これを騒音の場合にあてはめると,①客観的手続によって評価値が求められること,②その評価値が人の主観的な判断を十分に表現できること,が必要にして十分な条件である。

音は,そのエネルギー密度の時間変化によって,㉔定常音,㉕変動音,㉖間欠音,㉗衝撃音に分類でき,従来の音の測定法では,㉔と㉕および㉖,㉗は異なった方法でその代表値が決定されている。ところが観測者によって定常音と変動音の区分の仕方が異なる場合などもあり,㉔の条件が完全に満たされているとは言えない現状である。また,騒音の主観的評価尺度として,㉘音の大きさ (loudness),㉙音のうるささ (annoyance),㉚音のやかましさ (noisiness) が取上げられているが,まだ尺度としての妥当性,充足性,不偏性についての検討がなされている状態であり,㉔の条件も満たされていないと言って過言ではない。

建設工事の音は,音の時間変化に関しては,前述の㉔~㉗の全ての種類の音を含んでおり,しかもこれらの音が複合して発生するわけであるから,建設騒音の評価尺度は,あらゆる種類の音に共通に適用できる性質のものでなければならないであろう。

いずれにしろ,音の評価方法には,今後の研究に期待されることが多くあり,建設騒音の評価方法を確立するためには更に多くの研究を待たなければならない。

この報告書は,建設機械騒音のラウドネス測定のための精神物理学実験の結果,建設騒音に対する近隣住民の意識調査 (社会調査) の結果を中心に,建設騒音および振動の評価方法についてまとめたものであり,騒音振動の予測評価方法については,(社)日本音響学会に『建設騒音振動評価手法研究委員会』を設け,学術的側面からの検討をあおいだ。ここに,委員各位の名簿を載せ,感謝の意を表すものである。

《建設騒音評価手法研究委員会》

委員長 久我新一 東京理科大学工学部

評価専門委員会

委員長 子安勝 小林理学研究所
泉清人 室蘭工業大学工学部
江端正直 熊本大学工学部
佐々木実 九州芸術工科大学
曾根敏夫 東北大学工学部
時田保夫 小林理学研究所
難波精一郎 大阪大学教養学部
(牧)西宮元 N H K総合技術研究所

予測専門委員会

委員長 安岡正人 東京大学工学部
飯田茂隆 竹中工務店技術研究所(大阪)
石井聖光 東京大学生産研究所
久保田喜八郎 清水建設技術研究所
船津弘一郎 大成建設環境管理部
麦倉喬次 鹿島建設技術研究所

＜目 次＞

まえがき

第3報 まえがき

1. 騒音評価の変遷と現状	1
1.1 騒音の特性	1
1.2 騒音の評価方法の歴史的経緯	1
1.2.1 騒音レベル	1
1.2.2 騒音レベルの表示 (L_5 , L_{50} , L_{95})	4
1.2.3 等価騒音レベル (L_{eq})	4
1.2.4 周波数分析による評価量	4
1.3 騒音評価量の問題点	5
1.3.1 評価量の統一	5
1.3.2 評価量の重畳性	5
1.3.3 短時間測定と永年被害の予測	5
1.4 評価量として要求される条件	6
2. 建設機械騒音のラウドネス	8
2.1 ラウドネスの測定方法	8
2.2 建設機械騒音の等ラウドネス実験	9
2.2.1 試 験 音	9
2.2.2 参 照 音	9
2.2.3 被 検 者	9
2.2.4 実験の方法	12
2.2.5 実験計画	13
2.2.6 分析モデルと解析方法	14
2.3 実験結果	25
2.4 解析結果	25
2.4.1 分散分析	25
2.4.2 回帰分析	35
2.4.3 建設機械騒音のラウドネス	38
2.5 建設機械騒音のラウドネスのまとめ	39
3. 建設騒音と近隣住民の反応 (社会調査)	41
3.1 騒音評価のための社会調査方法	41
3.1.1 社会調査の要件	41
3.1.2 社会調査の方法	42
3.2 社会調査 I (予備調査)	44

3. 2. 1	調 査 票	45
3. 2. 2	調査対象地域	46
3. 2. 3	騒 音 調 査	46
3. 2. 4	意識調査の実施方法	47
3. 2. 5	意識調査の結果	47
3. 2. 5. 1	被調査者の属性	47
3. 2. 5. 2	生 活 意 識	49
3. 2. 5. 3	居住性の評価	51
3. 2. 6	環 境 評 価	52
3. 2. 6. 1	ゾーン区分による環境評価	53
3. 2. 6. 2	関連係数を用いた分析	55
3. 2. 7	意識調査から見た騒音評価	56
3. 2. 8	予備調査結果の考察	59
3. 3	社会調査Ⅱ	60
3. 3. 1	調査対象地域	60
3. 3. 2	現場における騒音の実態調査	60
3. 3. 3	意 識 調 査	61
3. 3. 3. 1	調 査 票	61
3. 3. 3. 2	意識調査の解析	61
3. 3. 4	騒音調査の結果	64
3. 3. 5	意識調査の結果	71
3. 3. 5. 1	クロス集計による質問項目の関連性	71
3. 3. 5. 2	騒音被害意識	72
3. 3. 5. 3	意識調査に見られた騒音評価	97
4.	建設振動の評価	
4. 1	振動評価量と問題点	98
4. 2	建設工事振動の特異性	101
4. 3	建設工事振動評価の現状と問題点	102
4. 4	振動評価における今後の課題	102
5.	今後の問題点	104
5. 1	建設騒音の評価	104
5. 1. 1	基 本 量	104
5. 1. 2	補 正 量	104
5. 1. 3	評価尺度の構成	104
5. 1. 4	建設騒音の評価	105
5. 2	建設振動の評価	106

あ と が き	107
参 考 文 献	108
参 考 資 料	
1. 昭和54年度のアソケート調査票	109
2. 昭和55年度のアソケート調査票	115
3. アソケートの単純集計の結果	121

1. 騒音評価の変遷と現状

1.1 騒音の特性

騒音は、人の生活に好ましくない影響を与える音の総称である。日常生活における騒音の影響は多岐にわたるが、大別して次のように分類できる。

- | | |
|------------|---|
| ① 睡眠の妨害 | { 就眠の妨害
睡眠の中断 |
| ② 話声伝達の妨害 | { 日常会話の伝達妨害
テレビ・ラジオ等の聴取妨害
電話の聴取妨害 |
| ③ 情緒安定の妨害 | { イライラ, 不快感
おどろき |
| ④ 生理機能への影響 | { 聴力損失
消化不良, 血圧上昇
吐き気, 頭痛など |

音に対する聴覚は、人の感覚受容系の一つであり、これは視覚と異って能動的にその働きを中断することができない。このことは、たとえ“聞きたくない音”であってもその音が存在する限り避けることができないことを意味している。このため、人は心理的、生理的な影響を音によって受けることになる。このような音の影響は、①～④に示したように、一般に「うるさい」あるいは「やかましい」という言葉で表現されるいわゆる心理的側面を持つ部分と、聴力損失のような生理的側面とを持つ。しかし、心理的な影響と生理的な影響は独立ではなく、心理的影響はある意味では生理的影響を惹起し、生理的な影響を与えるような音は何らかの意味で心理的影響を与えていると考えることができよう。一般に、これらの影響が生じる音の音圧レベルの値は異っており、特に聴力障害のような病理的影響を与える音圧レベルは心理的影響を与える音圧レベルよりはるかに高い値であることが知られている。このため、聴力保護のための音の許容基準¹⁾と“うるささ”あるいは会話障害など日常生活への影響の許容基準とは別個の扱いをされている。

1.2 騒音の評価方法の歴史的経緯

1.2.1 騒音レベル

表 1.1 は、現在騒音の評価量として提案され、また実用に供されているものについて示したものである。これらの騒音評価量の基礎となる概念が騒音レベルである。

図 1.1 は Fletcher, Munson による純音の大きさについての人の耳の等感覚曲線を示すもので、人の聴覚の周波数特性を表わす有力なデータの 1 つである。この曲線は、1,000 Hz の純音を基準とし、それと等しい大きさ（ラウドネス：loudness）に聞こえる他の周波数の純音の音圧レベルを測定したものである。図が示すとおり、人の耳は、音の周波数によって

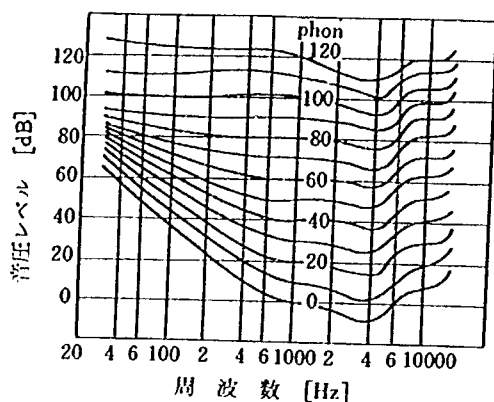


図 1.1 自由音場における純音の大きさの
等感曲線 (Fletcher-Munson)

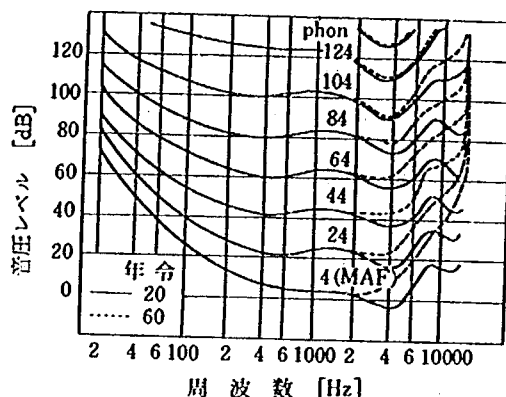


図 1.2 Robinson-Dudson の聴感曲線

聞える音の大きさが異り、しかも音圧レベルによっても特性が変化することがわかる。強い音に対しては平坦な周波数特性を持つが、弱い音に対しては低周波域では感度が悪くて 3,000 ~ 4,000 Hz 附近が最も感度が良く、また更に高周波数帯域になると感度が低下することが示されている。この曲線は、後に Robinson, Dudson による再計測によって多少修正がなされている。図 1.2 にこれを示す。

人の耳がこのような音の周波数に対する感度特性を持っていることから、人と音との関係で示される騒音の大きさを測定するためには、騒音の測定器にこのような周波数特性を持つ回路を組込む必要がある。これを周波数（聴感）補正回路と呼び騒音計に設けられている A, B, C の 3 種の回路がそれに当たる。聴感補正回路 A は図 1.1 における 40 phon, B は 70 phon, C は 85 phon 以上のそれぞれの曲線とほぼ一致した特性となっている。

この A, B および C の回路は、人の耳の感度が音の強さによっても周波数感度が違うことから作成されたものであり、騒音計が用いはじめられた頃は、まず B 特性で測定し、60 dB (B) 未満であれば A 特性、60 以上 85 dB (B) 未満であれば B 特性、それ以上であれば C 特性で測定した値を騒音レベルとしていた。しかし、この方法は、定常的な音に対しては適用できるが、変動する音であるとか、一過性の音であるとかに対しては測定が極めて困難であるという欠点があった。その後、騒音に関する研究が進むに従って、一般の騒音のような複合音の場合その強さに関係なく A 回路を用いて測定した騒音レベルが騒音の大きさと良く対応することが明らかになり、現在では騒音計の A 特性を通して測定した値を騒音レベルとし、騒音の評価の基礎とするようになっている。

1.2.2 騒音レベルの表示 (L₅, L₅₀, L₉₅)

聴感補正回路 A 特性を用いて測定した値を騒音レベルとすることが定められ、音の周波数構成に対する騒音の特性が明らかにされた。しかし、定常的な音に対しては、周波数特性にのみ着目すれば騒音の表示が可能であるが、一般の環境での音は時には不規則的に変動す

表 1.1 騒音評価尺度の基本量一覧

分類	番号	名称	記号	物理情報の内容	評価対象	適用実施例	文献又は提案者
騒音レベル (dB・A) を基礎とする評価量	1	中央値 (単位 dBA)	L_{50}	一定時間間隔 (たとえば 5 秒おき) で測定した騒音レベルの分布の中央値	環境騒音, 道路交通騒音のような変動音	騒音に係る環境基準(国)要請基準	日本工業規格, JIS Z 8731 - 1966 騒音レベル測定方法
	2	80% レンジ上端値 (単位 dBA)	L_{10}	一定時間間隔 (たとえば 5 秒おき) で測定した騒音レベルの累積度数分布の上から 10% 値	同上	道路交通騒音の推定計算(英)	Calculation of Road Traffic noise Dep. of the Environment Welsh Office (1975)
	3	90% レンジ上端値 (単位 dBA)	L_5	一定時間間隔 (たとえば 5 秒おき) で測定した騒音レベルの累積度数分布の上から 5% 値	同上	特定工場, 特定建設作業に対する騒音の規制基準(国)	日本工業規格, JIS Z 8731 - 1966 騒音レベル測定方法
	4	等価騒音レベル (Equivalent Sound Level) (単位 dBA)	L_{eq}	$L_{eq} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{100} \sum_i f_i \cdot 10^{\frac{L_i}{10}} \right) \quad (1)$ $L_{eq} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_i}{10}} \right) \quad (2)$ $L_{eq} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T} \int_0^T 10^{\frac{L(t)}{10}} dt \right) \quad (3)$ L_i = 設定した騒音レベルの段階 (5 dB ステップ以内) f_i = 騒音レベル段階 L_i 内の時間率 % N = サンプル数 L_i = サンプル値 T = 観測時間 $L(t)$ = 騒音レベルの変動を表す時間関数	環境騒音, 変動騒音一般	ISO/R 1996 「社会反応に対する評価方法」として使用することを提案 (1) 式により算出)	ISO R 1996 "Noise Assessment with Respect to Community Response"
	4'	A-Weighted equivalent continuous Sound pressure level		$L_{AeqT} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \right] \quad (4)$ t_1, t_2 = 観測開始および終了時刻 $p^2(t)$ = 2 乗音圧瞬時値 p_0^2 = 2 乗基準音圧 T = $t_1 \sim t_2$ 観測時間 (ISO 規格では minutes)	環境騒音, 変動騒音一般	環境騒音の記述方法と測定方法, とくに基本量として使用	ISO 1996 Acoustics-Description and measurement of environmental noise-Part 1: Basic quantities and procedures. 五十嵐: 「騒音測定・評価に関する ISO の動向と JIS の改訂」 騒音制御 vol. 4, No 4 (1980) p. 44-48, 参照
周波数特性と倍音成分を基礎とする評価量	5	ラウドネスレベル (Loudness Level) (単位 phon)	LL	各オクターブ又は 1/3 オクターブバンド毎に大きさゾーン値を求め, (5), (6) 式で大きさのレベル LL を算出する。 $S = S_{max} + a \left(\sum_i S_i - S_{max} \right) \quad (5)$ $LL = 40 + 10 \log_{10} S \quad (6)$ a = オクターブのとき 0.3 1/3 オクターブのとき 0.15 S_i = 各バンドのゾーン値 S_{max} = S_i の最大値	音の大きさに関する心理実験結果の検討, 工場騒音, 機械騒音の軽減対策の評価など応用範囲は広い		Stevens, S. S., JASA, vol. 28 (1956) p. 807 ~ 832
	6	うるささのレベル (Perceived Noise Level) (単位 PNdB)	PNL	各オクターブ又は 1/3 オクターブバンド毎にうるささ N の値を求め (7)(8) 式で算出 $N = N_{max} + a \left(\sum_i N_i - N_{max} \right) \quad (7)$ $PNL = 40 + 10 \log N \quad (8)$ a, N_i, N_{max} は上記 a, S_i, S_{max} と同等	主として航空機騒音	ISO/R 507-1965) 「空港周辺の騒音の評価手順」	Kryter, K. D., JASA, vol. 31, (1959) p. 1415 ~ 1429

ることが多く、この変動を何らかの方法である値にまとめる必要があった。変動騒音を取扱う場合の、90%レンジ上端値であるとか、中央値などの統計量の考え方は、変動音の評価の基礎的考え方として提案されたものである。騒音における中央値は、ある任意の時間(JISの解説では参考として、5秒間隔×100個、即ち500秒)における騒音レベルの累積出現頻度が50%となる騒音レベルを意味している。我が国の騒音測定方法では、中央値 L_{50} 、90%レンジの上端値 L_5 、同下端値 L_{95} で変動騒音を表示することになっており(JIS-Z-8731-1966)、特に L_{50} は環境騒音を示すものとして、環境基準の表示にも用いられている。 L_5 、 L_{95} は騒音の変動の範囲におおむね対応する値であるが、建設騒音の規制基準としては、 L_5 が用いられている。

1.2.3 等価騒音レベル(L_{eq})

最近では、道路交通騒音に限らず環境騒音一般に対する有力な評価量として、音のエネルギー平均値に対応する等価騒音レベル L_{eq} (equivalent continuous sound pressure level)が重要視されるようになってきた。これは、騒音のうるささをはじめ日常生活に対する影響全般について、人の感じ方が、曝露された騒音のエネルギー量に比例するとする研究成果によるもので、これを実証するデータも次第に蓄積されつつある。 L_{eq} はまた、音の発生状況、音の性質による補正值を伴って「社会反応に対する騒音評価方法」(ISO TC/43 Recommendation R 1996, 1971:Assosment of Noise With Respect to Community Response.)

評価騒音レベル L_r (Rating Sound Level)と名づけてISOによって提案されている。

1.2.4 周波数分析による評価量

周波数分析を行ったうえで算出される評価量として、S. S. Stevensによってラウドネスレベル(音の大きさのレベル)の算出方法が考案された。これはオクターブ、または1/3オクターブ帯域で、騒音の周波数構成を分析し各周波数成分をSone値(大きさ)に変換してから音の大きさのレベルを求める方法で1966年MARK VI(Procedure for Calculating Loudness, MARK VI: J. A. S. A)として最終的に提示され、現在も使用されている。また同様に、ラウドネスレベルの計算方法として各周波数帯域成分によるマスキング特性を考慮した方法が1960年E. Zwickerによって考案発表された。

K. D. Kryterは1959年、音の大きさに対して、音のうるささの感じを表わす量として、オクターブまたは1/3オクターブの各帯域のスペクトルレベルをうるささの単位noyに変換し、これらから音のうるささのレベルPNLdBを算出する方法を確立し、1965年ISOにおいて、空港周辺の航空機騒音に対する評価量として提昌されている。

環境騒音一般について、会話了解度、室内騒音の評価および住民の苦情反応の程度を予測するものとしてNRN(Noise Rating Number)がある。最初、Bolt, Beranek, Newmannが提案し、Parrack, Lubckeが修正提案したもので1966年、ISOから提案されている。これは騒音をオクターブバンドで分析し、そのスペクトルの形を聴覚の周波数特性を考慮したチャートにあてはめて、N数を求め、この値に対して、音の性質、発生時間帯、地域性、季節などの補正を行って算出する値である。

しかし、この方法は、PNL、L₅₀、Leqなどの評価方法が着目されるようになってから用いられることは少なくなっている。

1.3 騒音評価量の問題点

1.3.1 評価量の統一

表1.1に様々な騒音評価量を示したが、この中には特定の音源を対象とした尺度がある。また、環境騒音という場合、特定の音源からの音を除外して考えるのが普通であり、この視点から見ると、例えば建設騒音に対する騒音評価量が準備されていないように、騒音の全てを評価するものはないことがわかる。しかし、本来、騒音の評価尺度としては、同じ程度の影響を与える騒音については音源が何であるかにかかわらずある一定の評価量が対応することが望ましい。特に、時間的な騒音レベルの変動様態について、統一的に対応できる尺度であることが必要である。

この点については、本報告書の第一報(土研資料第1739号、10ページ)でも述べたところであるが、従来、騒音レベルの時間的変動様態として別々に論じられてきた定常音、間欠音、衝撃音などは実際的には連続した形態にあるものであって、区分可能な厳密なカテゴリーではない。このことは、騒音の評価量に対してもこれらに対して統一的に対応できる尺度が必要なことを要請しているものと考えることができよう。

1.3.2 評価量の重畳性

騒音レベルの時間変動の様態の異なる騒音が混在する場合、現在の騒音評価尺度では、これらを実評価量の重畳という形で総合することは困難である。これは、これまでの騒音評価尺度が、騒音の受音点での時間変動の様態によって評価量を求める形式であることに一つの原因がある。

例えば、定常音を発生する音源と、衝撃音を発生する音源とが相互の音を聞き取り得る距離以内に存在する場合、その領域のある地域では定常音、別の地域では衝撃音、更に別の地域ではどちらとも判断できないような騒音が存在することになり、定常音の評価量と衝撃音の評価量が統一的でかつ重畳性を持たない限り、その領域の騒音評価値を空間上で連続的に示すことができない。

この点、騒音のエネルギー平均値Leqは評価量としての重畳性を持っているが、衝撃音に対して補正值が必要なことから、現在の方法ではまだ評価尺度として十分な重畳性を有するとは言えない。

1.3.3 短時間測定と永年被害の予測

騒音は、発生の状態が必ずしも永続的であるとは限らない。例えば、一般に道路交通騒音は変動音として理解されているが、交通量が多い時には定常騒音として理解することも可能であり、また逆に交通量が極めて少なくなれば間欠音として理解することもできる。また、騒音を評価する視点においても、人が永年に亘って受ける音の影響を予測しようとするものであるか、あるいは、現在発生している騒音に対する反応を予測しようとするものかによっ

でも異った視点となる。

しかし、これについては騒音による難聴のおこり方を実験室における短時間暴露による一時的聴力閾値上昇（TTS）の回復時間から予測しようとする研究があり、かなりの成果をあげている。この視点からすると、現在発生している音に対する人の反応と、永年その騒音に暴された場合の影響とは何らかの意味で関係があるとも考えられ（現在研究中^{2),3)}）ではあるがまだ明らかにされていない。）今後の研究に期待されるところである。

これらのメカニズム（短時間暴露での人の反応と長時間暴露での人への影響の関連性）が明らかにされると、騒音を短時間測定することによって永年被害の予測ができることになり、騒音の測定方法、および評価方法について説得性のある方法の開発が可能となろう。いずれにしろ、現在では、短時間の騒音測定から永年被害の予測や、人の反応の予測をすることが必要となっているわけであり、今後の研究が望まれる。

1.4 評価量として要求される条件

表 1.1 に示したように騒音の評価量には様々なものがあり、それぞれ、用い方、算出方法の異なるものがある。これは、現代では、それだけ人に影響を与えると思われる騒音源の種類も多岐にわたっていることと、人の感覚が複雑でありかつ多面的であることを示しているものと思われる。しかし、実用的な見地からはこのように多くの評価量があることは詳細な騒音評価ができる反面かえって不便をきたすことも事実である。1.3 では、これら現在の騒音評価尺度の問題を、評価量の整理、統一という視点から論じたが、ここでは、その立場から有効な騒音評価量としての必要な条件について示す。

- 1) 騒音に対する感覚（例えばさわがしさ、睡眠の妨害、情緒の不安定）を適切に表現しうるものであること。
- 2) 騒音の生理機能に及ぼす影響（例えば聴力損失の永年被害）を適切に表現し得るものであること。
- 3) 長時間その騒音に暴された場合の人の平均的な被害意識と対応するものであること。
- 4) 各種の時間的変動の様態およびスペクトルを持つ騒音の影響を同一に評価しうること。
- 5) 各種の騒音が混在する場合、うるささ、さわがしさ、あるいはやかましさととの対応が確立された形での加算または重畳が可能であること。

また、これらの条件を満たすのに必要な騒音の物理量情報としては次のものが考えられる。

- a) 騒音のエネルギー平均値
- b) 長時間を対象とした騒音暴露量
- c) 騒音レベルの変動のピークに近い値（L₅、L₁₀ など）
- d) 騒音レベルの時間変動の様態やスペクトルによる補正
- e) 発生する時間帯によるウェイトづけ

a)は音のさわがしさに関するエネルギー原理にしたがうものであり、評価尺度の基本となる。

b)は騒音に対する日常の平均的印象を評価するのに適している。c)は音の変動のうち、特に強い

ピークが人のさわがしさに対する印象を左右する可能性を示すもので、特に耳につく音をとらえることのできる情報である。d)は断続的に音が発生する場合や、衝撃性の音に対する評価ではすでに用いられている。e)は、a)～d)とは別に設ける必要のある項で、a)～d)が騒音の属性を示していたのに対し、これは、受音者の平均的な立場を反映させた項目である。e)は、特に夜間に発生する騒音についてペナルティを課そうとするもので、d)と同様、NRN, Lr, WECPNLでは設けられており、またその基本的な考え方は、騒音規制法および環境基準の中に見ることができる。

2. 建設機械騒音のラウドネス

騒音の評価尺度には、ラウドネス (loudness)、アノイアンス (annoyance)、ノイジネス (noisiness) の3つの尺度があるが、アノイアンスおよびノイジネスに相当する日本語は厳密に定められていない。現在のところ、アノイアンスに対して“音の煩しさ”、ノイジネスに対して“音の喧ましさ”という言葉をあてるのが主流ではあるが、これらの言葉は日本語の中でもいわゆる大和言葉にあたり、国内でも地方によっては逆の使い方がなされていることもあり、厳密な意味では音の尺度としての客観性に問題があるようにも思われる。

一方、ラウドネスは“音の大きさ”と表現されるが、これは、「大きい↔小さい」という対概念において定義される言葉であり、各地方の方言間でも意味の違いの少ない言葉である。また、ラウドネス、アノイアンス、ノイジネスは相互に独立な尺度ではなく、ラウドネス尺度で高位な音はアノイアンスおよびノイジネス尺度でも高位な音と評価されることが明らかにされている。⁴⁾

このことは、対象音のラウドネスがわかれば、アノイアンスやノイジネスは推定できることを示しており、後者がその表現上厳密さを欠くことを考え合わせると、当面ラウドネスを知ることが重要かと思われる。

2.1 ラウドネスの測定方法

音のラウドネスは物理尺度ではなく心理尺度であり、したがってラウドネスの測定は心理実験によって行われる。すなわち、音のラウドネスの測定方法は、音を対象とした精神物理学的測定法として位置づけることができよう。

精神物理学的測定法として代表的なものに、調整法、極限法、恒常法の3種類がある。いずれにしても、標準となる音 (標準音) と比較しようとする音 (比較音) を聞き比べ、その大小関係あるいは近似度を明らかにするという基本的な方法は同じである。

調整法には、標準音を一定のレベルにして、比較音を標準音と較べて明らかに小さい点から徐々に上げていって等しい大きさの点 (P. S. E ; point of subjective equality) を求める方法と、逆に明らかに大きく聞えるところから徐々に小さくしていく方法があるが、等しいと思われる点をこえてしまった時は逆に調整してもかまわないことを特徴とする。

極限法は、調整法と同様、比較音のレベルを上昇させるかあるいは下降させるかして標準音と等しい点を求める方法であるが、上昇および下降は一定の手順で進み、調整法と異って逆戻りすることはしない。したがって、被検者は、標準音と比べて比較音が“大きい”か“等しい”かあるいは“小さい”かを回答するのみであり、実験の管理が厳密にできることを特徴とする。

恒常法は、比較音の水準を4～8個選りランダムな順序で被検者に呈示し標準音との大小関係を判定させる方法で、各水準ごとに50～200回程度繰返し、50%が大と回答し、50%が小と回答したレベルをP. S. E.とするやり方である。この方法は精神物理学的測定方法では最も正確で適用範囲も広いとされている方法であるが、実験の試行回数が多くなる欠点がある。

2.2 建設機械騒音の等ラウドネス実験

実際の建設機械の騒音が心理的にはどれだけの大きさの音として人に受けとめられるかを明らかにするため、音の大きさに着目した聴覚心理実験を行った。騒音レベル（周波数特性Aで重みづけされた音圧レベル）は、人の等ラウドネス周波数特性に着目して規定されたものであり、基本的には騒音レベルが音のラウドネスを示すものと考えられることもできよう。

この実験は、騒音の様々な測定尺度と人が感じるラウドネスとの関係を確認するために行った。

2.2.1 試験音

試験音として次の7種の音を用いた。

- (a) ブルドーザのエンジン音（エンジンの外周から1 mの位置で測定）
- (b) 空気式コンクリートブレーカ音（機械から7 mの位置で測定）
- (c) ディーゼルパイルハンマ音（杭中心から15 mの位置で測定）
- (d) コンクリートカッタ音（アスファルトコンクリート切断作業時、機械から7 mの位置で測定）
- (e) 振動パイルドライバ音（機械から7 mの位置で測定）
- (f) (a)と(c)の複合音（エネルギー比1対1）
- (g) (a)と(e)の複合音（ // ）

図2.1(a)～(g)に、試験に用いた建設機械騒音の周波数分析結果を示す。周波数分析は、試験音をスピーカで再生して騒音計のC特性で測定したデータに対して行ったものである。(a), (d), (e), (g)は定常音、(b)は連続衝撃音、(c)は繰返し衝撃音に分類される音で、また(d)はほぼ純音に近い音である。

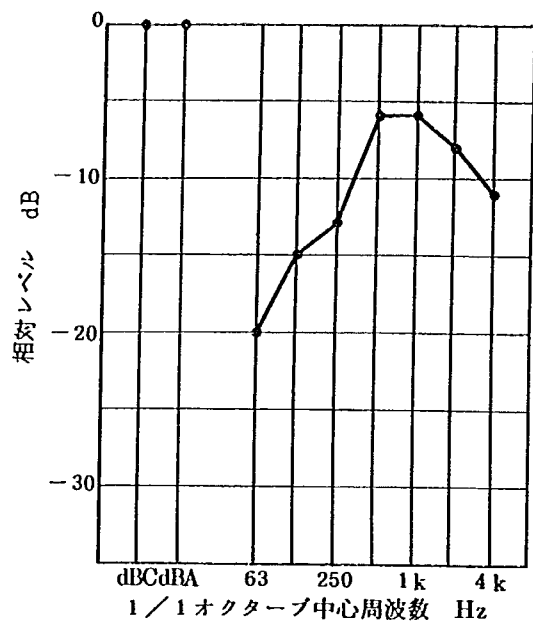
2.2.2 参照音

参照音（標準音）として1,000 Hz オクターブバンドランダムノイズを用いた。これは、ホワイトノイズを、1,000 Hz の $\frac{1}{1}$ オクターブフィルターを通して作成したものである。一般に聴覚実験では参照音として、この音が用いられることが多く、他の実験にならって参照音としたものである。ホワイトノイズは、“ザー”あるいは“ズザー”という感じの音で特に特徴のはっきりしない音であるが、1,000 Hz のオクターブバンドランダムノイズは“キュルキュル”という感じの音で、実際音に較べると意味のない、いわば無性格な音と感じられる。

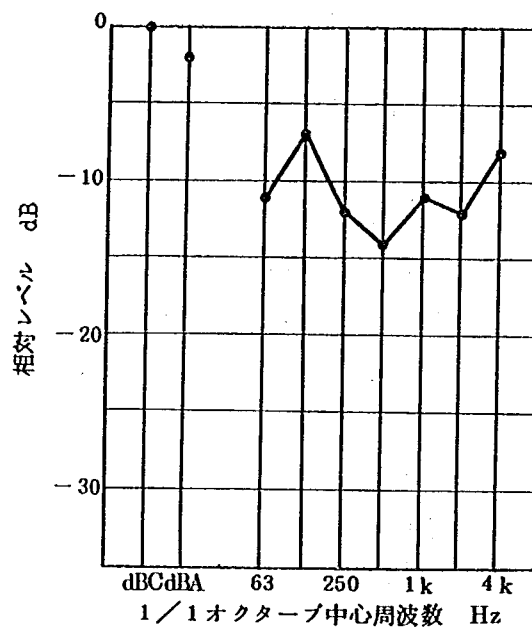
2.2.3 被検者

健康な青年男女6人を用いた。これらの被検者は昭和54年度に行った予備実験における被検者30人の中から選択して用いている。

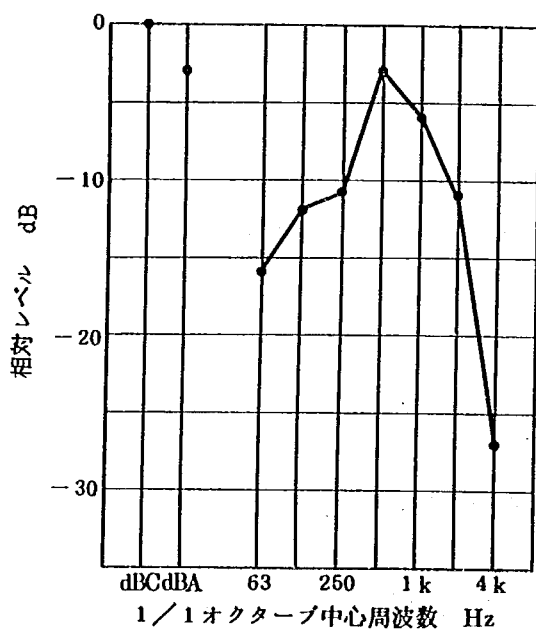
予備実験の被検者の中には、例えば低周波成分を含んだ音に対して“いやな音”であるとか“きれいな音”であるとかのように、特別な反応を示す者があり、本実験では、“音の大きさ”に着目して客観的に音の評価を行った、いわゆる“優秀な被検者”を予備実験の被検者の中から選抜した。実際、このような心理実験では、人をいわゆる“測定器”として用いるわけであるから、被検者が実験の主旨を理解し、ある程度客観的な態度で実験に臨むかど



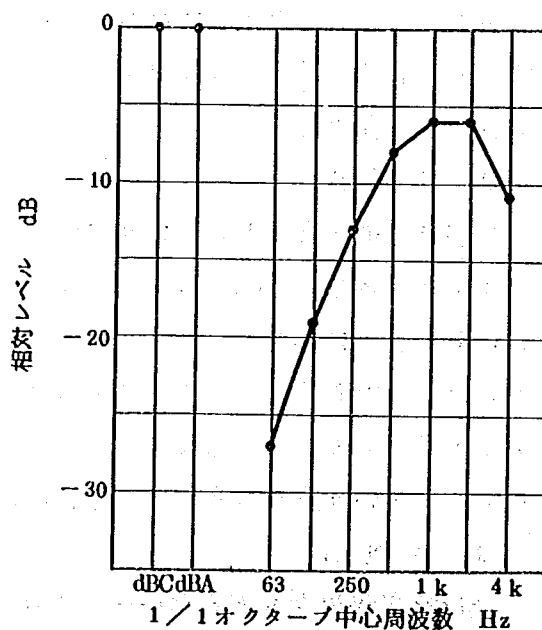
(a) ブルドーザエンジン



(b) コンクリートブレーカ

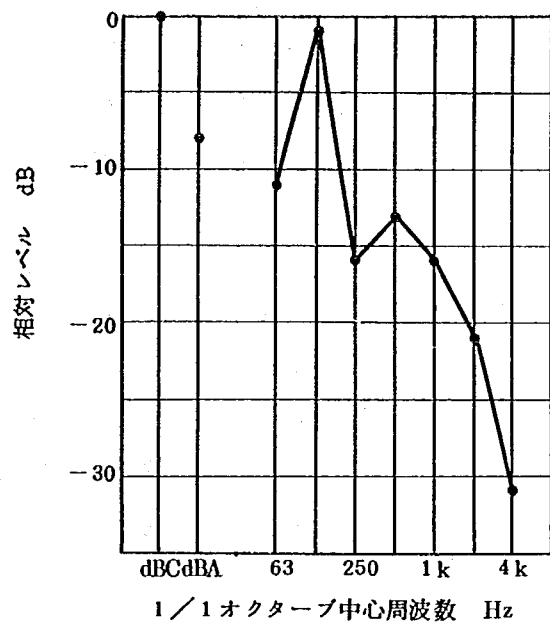


(c) ディーゼルパイルハンマ

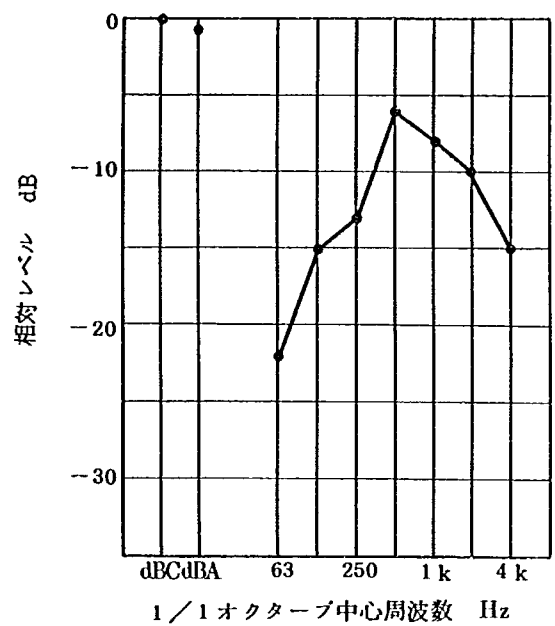


(d) コンクリートカッタ

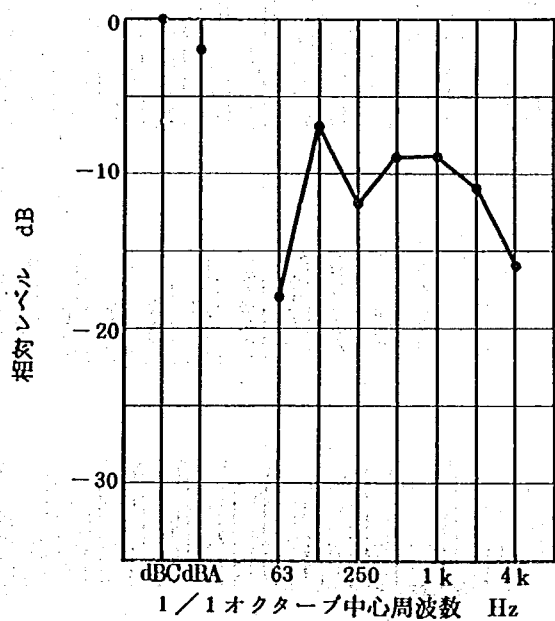
図 2.1 試験音の周波数特性 (スピーカ再生音) — (1)



(e) 振動パイルドライバ



(f) (a)と(c)の複合音



(g) (a)と(e)の複合音

試験音の周波数特性 (スピーカ再生音) — (2)

うかは実験の成否にかかわると考えられる。

2.2.4 実験の方法

予備実験で調整法と極限法を用いた。この調整法は被検者の“大きい”あるいは“小さい”という回答に応じて実験者が試験音のレベルを変えながら、被検者が“等しい”と判断するまで続ける実験者調整法である。しかし、実験者調整法では、1度に1人の被検者しか実験できず、しかもP.S.E.の安定性も悪いことがわかったので、本実験では極限法を用いた。

極限法では、音の呈示パターンが一定であり、あらかじめ試験用の磁気テープを編集しておけばすべての被検者に同じ条件で試験することができ、しかも1度に数人に実施することができる。

1) 音の呈示方法

参照音のレベルを一定とする方法をとった。音の呈示方法として、①参照音を先に呈示する方法、②試験音を先に呈示する方法があり、また参照音のレベルを変化させる方法として、③上昇して下降、④下降して上昇の方法がある。実験では、①-③、②-④の組合せを用いた。P.S.E.は参照音が上昇していく過程と、下降していく過程の両方で得られることから、各試行ごとに4個のP.S.E.が得られる。図2.2に音の呈示例を示す。

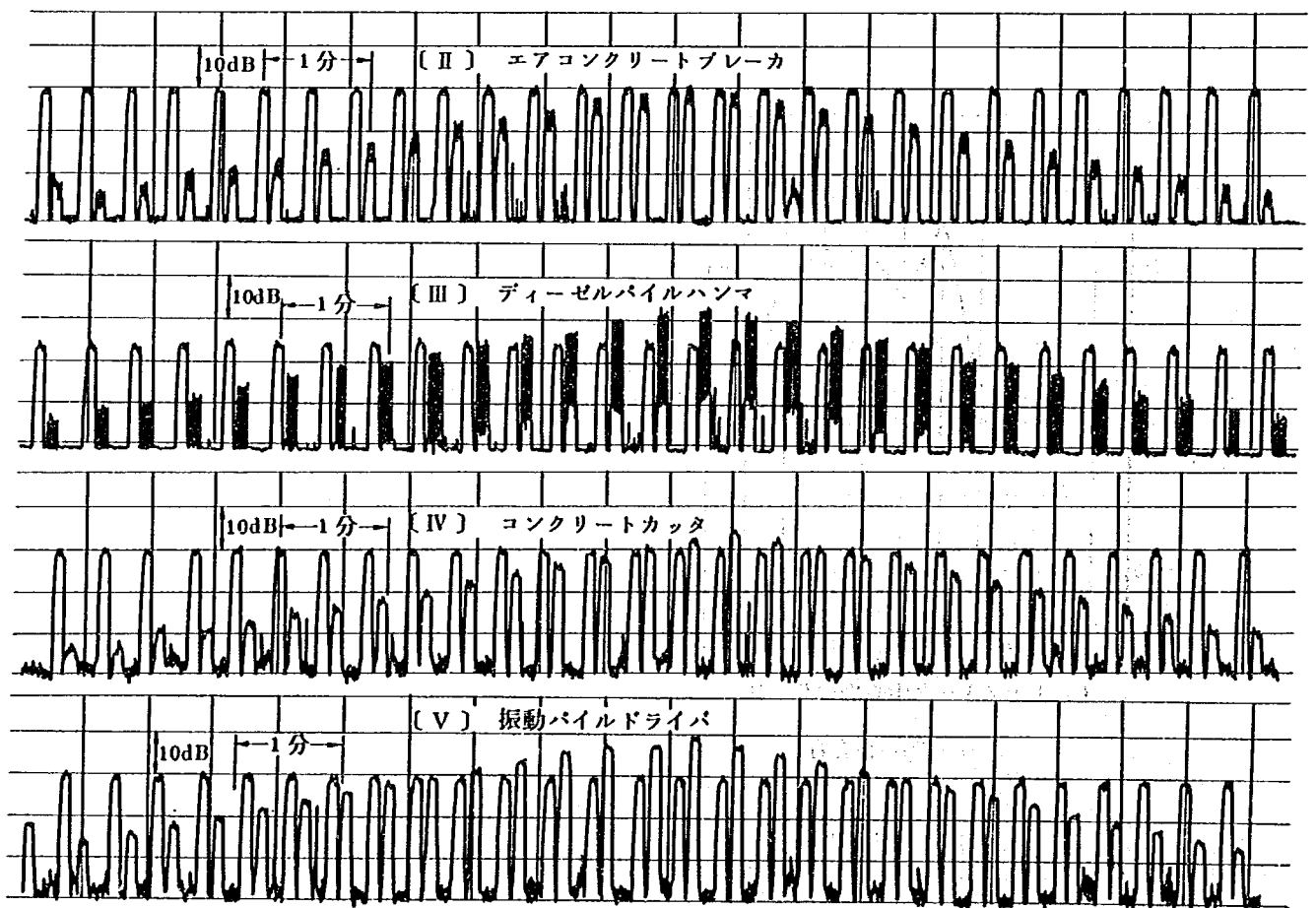
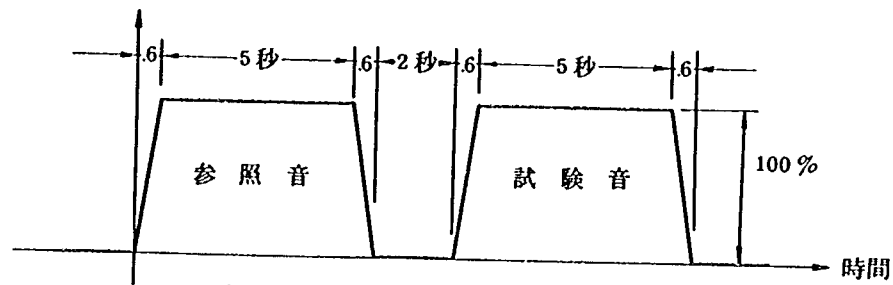


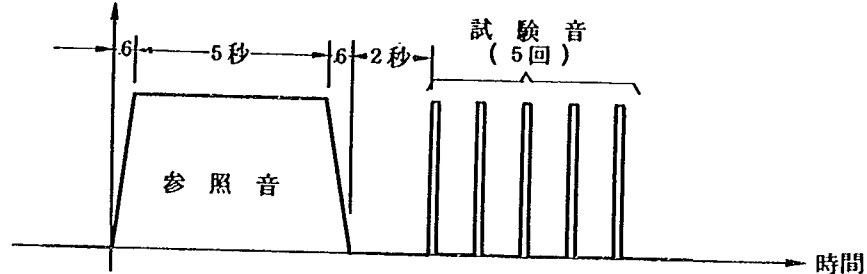
図 2.2 音の呈示例

音圧レベル (リニアスケール)



(a) 試験音が連続音の場合 (パイルハンマ以外のもの)

音圧レベル (リニアスケール)



(b) 試験音が衝撃性の場合 (パイルハンマ)

図 2.3 音の呈示パターン

2) 音の呈示パターン

図 2.3 に音の呈示パターンを示す。図は参照音を先に呈示する場合について示したものであるが、参照音を後から呈示する場合でも、そのパターンは同じである。(a)は連続音を対象としたもので、音の立上がり、立下がりに対してスロープをつけたのは、音が突然呈示されることによって衝撃音としての効果が生じないようにするためである。(b)はディーゼルパイルハンマの場合を示すものであるが、これは衝撃音であるので、立上がり立下がりにスロープをつけていない。

3) 実験室および計測器

図 2.4 に実験室および計測器の配置を示す。無響室は、床面を吸音処理していない半無響室である。被検者の着座位置はスピーカから 2.5 m の位置に 3 つ設け、1 度に 3 人ずつ試験した。

2.2.5 実験計画

実験の要因は、次のとおりである。

A : 試験音 7 種類 (2.2.1)

B : 被検者 6 人 (2.2.3)

C : 参照音レベル 6 水準 (55, 60, 65, 70, 75, 80 d B (c))

D : 音の呈示方法 4 種類 (2.2.4.1)), ㉑-㉒上昇, ㉑-㉒下降, ㉓-㉔下降, ㉓-㉔上昇)

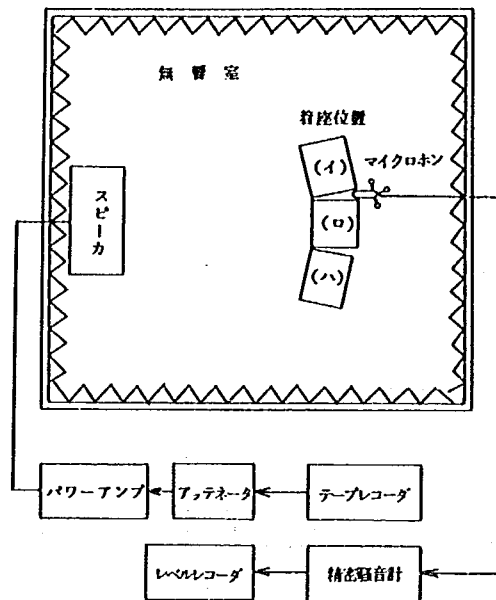


図 2.4 実験室および計測器

被検者の着座位置は実験の要因とならないよう表 2.1 によって交絡させた。

実験計画は A～D の 4 要因に対する 4 元配列モデルで構成し、個々の要因の効果および参照音レベルと P.S.E. の相関関係の分析を行った。

2.2.6 分析モデルと解析方法

4 元配列モデルによって測定された P.S.E. の値に対して、

$$y_{ijkl} = a_i + b_j + c_k + d_l + \epsilon_{ijkl} + \mu_0 \dots\dots\dots (2.1)$$

の線形モデルを仮定した。ここで、 $a \sim d$ は、各々要因 A～D の水準値を意味し、 ϵ は誤差を示すものである。また、分散分析モデルの考え方に従い、

$$\sum_i a_i = \sum_j b_j = \sum_k c_k = \sum_l d_l = 0 \dots\dots\dots (2.2)$$

の関係が成立する。参照音レベル C と、P.S.E. の値の間には共分散が存在することを仮定したが（すなわち、参照音レベルと P.S.E. とは相関関係にある）、他の要因とは独立であるとした。

P.S.E. 値の平方和 S_0^2 は、

$$\begin{aligned} S_0^2 = & \sum_i^P \sum_j^Q \sum_k^R \sum_l^T \{ a_i^2 + b_j^2 + c_k^2 + d_l^2 + (\mu_0 + \epsilon_{ijkl})^2 \\ & + 2a_i b_j + 2a_i c_k + 2a_i d_l + 2a_i (\mu_0 + \epsilon_{ijkl}) \\ & + 2b_j c_k + 2b_j d_l + 2b_j (\mu_0 + \epsilon_{ijkl}) + 2c_k d_l \} \end{aligned}$$

$$+ 2c_k(\mu_0 + \epsilon_{ijkl}) + 2d_l(\mu_0 + \epsilon_{ijkl}) \} \dots\dots\dots (2.3)$$

となる。ここで、要因間の共分散は0で、誤差 ϵ は全ての要因と独立としたから、 S の中の第6項以下は全て0となる。よって(2.3)式は、

$$S_0^2 = \sum_i^P \sum_j^Q \sum_k^R \sum_l^T \{ a_i^2 + b_j^2 + c_k^2 + d_l^2 + (\mu_0 + \epsilon_{ijkl})^2 \} \dots\dots\dots (2.4)$$

となる。また、

$$\left. \begin{aligned} a_i &= \frac{1}{Q \cdot R \cdot T} \sum_j^Q \sum_k^R \sum_l^T y_{ijkl} - \mu_0 \\ b_j &= \frac{1}{P \cdot R \cdot T} \sum_i^P \sum_k^R \sum_l^T y_{ijkl} - \mu_0 \\ c_k &= \frac{1}{P \cdot Q \cdot T} \sum_i^P \sum_j^Q \sum_l^T y_{ijkl} - \mu_0 \\ d_l &= \frac{1}{P \cdot Q \cdot R} \sum_i^P \sum_j^Q \sum_k^R y_{ijkl} - \mu_0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2.5)$$

である。 $a_i \sim d_l$ および ϵ_{ijkl} は、(2.2)式の考えに従って一次従属であるから、各々の自由度は、

$$\left. \begin{aligned} S_0^2 &\rightarrow P \cdot Q \cdot R \cdot T - 1 \\ a &\rightarrow P - 1 \\ b &\rightarrow Q - 1 \\ c &\rightarrow R - 1 \\ d &\rightarrow T - 1 \\ \epsilon &\rightarrow P \cdot Q \cdot R \cdot T - P - Q - R - T + 3 \end{aligned} \right\} \dots\dots (2.6)$$

である。よって、各々の分散の推定値は、

$$\left. \begin{aligned} \text{全体の分散} \quad \sigma_0^2 &= \frac{1}{P \cdot Q \cdot R \cdot T - 1} \sum_i^P \sum_j^Q \sum_k^R \sum_l^T (y_{ijkl} - \hat{y})^2 \\ \text{要因Aの分散} \quad \sigma_a^2 &= \frac{Q \cdot R \cdot T}{P - 1} \sum_i^P a_i^2 \\ \text{要因Bの分散} \quad \sigma_b^2 &= \frac{P \cdot R \cdot T}{Q - 1} \sum_j^Q b_j^2 \\ \text{要因Cの分散} \quad \sigma_c^2 &= \frac{P \cdot Q \cdot T}{R - 1} \sum_k^R c_k^2 \\ \text{要因Dの分散} \quad \sigma_d^2 &= \frac{R \cdot Q \cdot R}{T - 1} \sum_l^T d_l^2 \\ \text{誤差 } \epsilon \text{ の分散} \quad \sigma_\epsilon^2 &= \frac{(P \cdot Q \cdot R \cdot T - 1)\sigma_0^2 - (P - 1)\sigma_a^2 - (Q - 1)\sigma_b^2 - (R - 1)\sigma_c^2 - (T - 1)\sigma_d^2}{P \cdot Q \cdot R \cdot T - (P + Q + R + T) + 3} \end{aligned} \right\} \dots\dots (2.7)$$

として与えられる。また、要因CとP.S.E.値の間に線形関係があるから、参照音レベルの設定値 c_k' と、要因Cに依存するP.S.E.値 c_k との間には、

$$c_k = \lambda_1 c_k' + \lambda_2 \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

の関係がある。ここで、 λ_1 、 λ_2 は各々回帰係数であり、(2.5)式に示す c_k と参照音レベルの設定値から、最小自乗法によって求めることができる。すなわち、

$$\Phi = P \cdot \Sigma c_k'^2 - (\Sigma c_k')^2 \quad \dots\dots\dots (2.9)$$

とおき、

$$\left. \begin{aligned} \lambda_1 &= \frac{1}{\Phi} (P \Sigma c_k c_k' - \Sigma c_k \cdot \Sigma c_k') \\ \lambda_2 &= \frac{1}{\Phi} (\Sigma c_k' \cdot \Sigma c_k c_k' - \Sigma c_k'^2 \cdot \Sigma c_k) \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots (2.9)'$$

として、 λ_1 、 λ_2 が求められる。また相関係数 r は、

$$r = \left\{ \frac{\lambda_1}{P \Sigma c_k^2 - (\Sigma c_k)^2} \right\}^{\frac{1}{2}} \quad \dots\dots\dots (2.10)$$

である。

1) 分散分析による要因の有意性の検定

各要因が、P.S.E.の変動に対して有意な影響を持つか否かに関しては分散分析による検定方法がある。(2.2)式の仮定に示すように、ここでは各要因の効果の平均値はいずれも0で、したがって各々の分散の比はF分布に従う。各要因がP.S.E.に対して影響を持つかどうかは、実験上生じた誤差の分散よりも要因の分散の方が十分に大きいとみなせるかどうかを判別することに等しい。すなわち、

$$F_a = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_\epsilon^2}, \quad F_b = \frac{\sigma_b^2}{\sigma_\epsilon^2}, \quad F_c = \frac{\sigma_c^2}{\sigma_\epsilon^2}, \quad F_d = \frac{\sigma_d^2}{\sigma_\epsilon^2}$$

がF分布によって与えられる値よりも有意に大きければ影響を持つと判断することができる。また、要因CによるP.S.E.の分散 σ_c^2 は、要因Cと一次回帰関係にあるとの仮定が成立するためには、当然有意でなければならない。

2) 回帰分析によるP.S.E.の構造分析

参照音レベルとP.S.E.の間に(2.8)式の関係が成立する時、物理的な音の尺度と心理的な音の尺度とは相互に線形関係にあるとすることができる。この時、dBA, dBOの周波数特性、あるいはSlow, Fast, Leqという時定数の違いによる音と尺度間には、 $y = x + \alpha$ の線形関係があり、どのような音の尺度をとっても、(2.8)式の λ_1 、および(2.10)式で与えられる相関係数 r は同じである。

(f) 相関係数

相関係数 r は母相関係数 ρ の推定値であり、ある分布を持つ。母相関係数 ρ が 0 を含む場合、両者の間に直線関係を仮定することは統計的に困難である。相関係数 r の分布は、R. A. Fisher の Z 変換を用いて、

$$Z = \frac{1}{2} \log_e \frac{1+r}{1-r}$$

とした時、 Z が漸進的に、平均

$$\xi = \frac{1}{2} \log_e \frac{1+\rho}{1-\rho} \dots\dots\dots (2.11)$$

分散 $1/(n+3)$ の正規分布に従うことを利用して、

$$Z - \frac{U \frac{\alpha}{2}}{\sqrt{n+3}} < \xi < Z + \frac{U \frac{\alpha}{2}}{\sqrt{n+3}} \dots\dots\dots (2.12)$$

から、その信頼区間を求めることができる。 n は測定値の数、 $U \frac{\alpha}{2}$ は正規分布のパーセントイル確率を示すもので $\alpha = 5\%$ では $U \frac{\alpha}{2} = 1.96$ である。母相関係数の信頼区間は、(2.12) 式で得られた区間を (2.11) 式に代入し、逆変換することによって求めることができる。母相関係数が信頼区間の中に 0 を含まなければ、両者には直線関係があるものとするのが可能である。

(a) 回帰係数 λ_1

回帰係数 λ_1 の条件付分布は、平均値が λ_1 、分散が、 $\sigma_c^2(1-\rho^2)/\sigma_c^2$ の正規分布となる。ここで母相関係数 ρ は未知であるから、推定値 r を用いる。

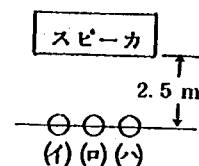
現象的な視点から見て、物理尺度と心理尺度とは 1 対 1 で対応することが望ましい。すなわち、 λ_1 の区間推定において、その区間内に 1 が含まれていれば、 $\lambda_1 = 1$ とすることができ、この場合、心理尺度と物理尺度が 1 対 1 の対応関係になっているとすることができる。

(b) 切片 λ_2

λ_1 が 1 である時、切片 λ_2 は、物理的尺度と心理的尺度の補正值としての意味を持つ。 λ_2 が 0 であれば、物理尺度と心理尺度は等しいことになり、この物理尺度（例えば dBA, Fast であるとか）で騒音を測定すれば、心理尺度として音のラウドネスを求めることができる。

切片 λ_2 は、平均値 λ_2 、分散 $\sigma_c^2(1-\rho^2)$ の正規分布に従うから、 λ_2 の信頼区間を求めることができる。この信頼区間に 0 を含む音の物理的尺度があれば、これを心理的ラウドネスを与えるものとして採用し、 $\lambda_2 = 0$ とする。 λ_2 の信頼区間に 0 が含まれていなければ、実現値を採用し、これを補正值とする考え方が妥当であろう。また、建設機械騒音ごとに λ_2 の値が異なれば、音の種類によって心理的ラウドネスが違うとする考え方を受け入れることにする。 λ_2 の違いについては、信頼区間が相互に重なるか重ならないかの判定、いわゆる t 検定によって知ることができる。

表 2.1 実験計画 (被検者の着座位置)



対 象 音	参照音レベル (dB)	着 席 位 置											
		上昇下降-(1)			下降上昇-(1)			上昇下降-(2)			下降上昇-(2)		
		(イ)	(ロ)	(ハ)	(イ)	(ロ)	(ハ)	(イ)	(ロ)	(ハ)	(イ)	(ロ)	(ハ)
(I) ブルドーザ エンジン	55	A	B	C	D	E	F	E	F	D	B	C	A
	60	F	A	B	C	D	E	D	E	C	A	B	F
	65	E	F	A	B	C	D	C	D	B	F	A	E
	70	D	E	F	A	B	C	B	C	D	E	F	D
	75	C	D	E	F	A	B	A	B	F	D	E	C
	80	B	C	D	E	F	A	F	A	E	C	D	B
(II) エ ア コンクリート ブ レ ー カ	55	B	C	D	E	F	A	A	F	E	C	D	B
	60	C	D	E	F	A	B	A	B	F	D	E	C
	65	D	E	F	A	B	C	B	C	A	E	F	D
	70	E	F	A	B	C	D	C	D	B	F	A	E
	75	F	A	B	C	D	E	D	E	C	A	B	F
	80	A	B	C	D	E	F	E	F	D	B	C	A
(III) ディーゼル バイルハンマ	55	C	B	A	F	E	D	D	E	F	A	B	C
	60	B	A	F	E	D	C	E	C	D	B	C	A
	65	A	F	E	D	C	B	C	B	D	F	A	E
	70	F	E	D	C	B	A	A	B	C	D	E	F
	75	E	D	C	B	A	F	B	F	A	E	C	D
	80	D	C	B	A	F	E	F	A	E	C	D	B
(IV) コンクリート カ ッ タ	55	A	B	C	D	E	F	E	F	D	B	C	A
	60	B	C	D	E	F	A	F	A	E	C	D	B
	65	C	D	E	F	A	B	A	B	F	D	E	C
	70	D	E	F	A	B	C	B	C	A	E	F	D
	75	E	F	A	B	C	D	C	D	B	F	A	E
	80	F	A	B	C	D	E	D	E	C	A	B	F
(V) 振動パイル ド ラ イ バ	55	B	A	C	D	F	E	F	E	D	C	B	A
	60	A	C	D	F	E	B	E	B	F	D	A	C
	65	C	D	F	E	B	A	A	E	B	D	F	C
	70	D	F	E	B	A	C	C	B	A	F	E	D
	75	F	E	B	A	C	D	D	A	C	F	B	E
	80	E	B	A	C	D	F	D	F	C	A	B	E
(M) (I) と (III) 複 合 音	55	C	B	A	D	E	F	D	E	F	C	B	A
	60	B	A	D	E	F	C	E	F	C	B	A	D
	65	A	D	E	F	C	B	F	C	B	A	D	E
	70	D	E	F	C	B	A	C	B	A	D	E	F
	75	E	F	C	B	A	D	B	A	D	F	F	C
	80	F	C	B	A	D	E	A	D	E	F	C	B
(N) (I) と (V) 複 合 音	55	B	A	C	D	F	E	F	E	D	A	C	B
	60	A	C	D	E	B	F	E	B	F	A	C	D
	65	C	D	E	F	A	B	F	A	B	C	D	E
	70	D	E	F	B	C	A	A	B	C	F	D	E
	75	E	F	B	A	E	C	A	C	D	E	B	D
	80	F	B	A	C	E	D	C	E	D	A	B	F

表 2.2 実 験 結 果

被 験 者 A

(I) ブルドーザエンジン

(単位: dBC (FAST))

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	47	47	47	45
60	50	52	52	52
65	53	55	61	57
70	60	64	64	64
75	65	67	71	66
80	67	72	74	74

 x : 参照音レベル (dB) y : 等価レベル (dB) r : 相関係数, S : 標準偏差 (dB)

(i) $y = x + k$

(ii) $y = ax + b$

$r = 0.971$

$k = -8.08 \quad (Sy = 2.23)$

$a = 1.03$

$b = -10.01 \quad (Sy = 2.21)$

(II) エアコンクリートブレーカ

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	38	43	47	43
60	46	46	53	50
65	47	47	53	50
70	52	54	60	55
75	51	63	68	62
80	66	66	74	66

$r = 0.929$

$k = -12.92 \quad (Sy = 3.50)$

$a = 1.01$

$b = -13.50 \quad (Sy = 3.58)$

(III) ディーゼルバイルハンマ

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	47	49	48	49
60	52	54	57	57
65	57	60	58	64
70	62	64	65	64
75	69	72	70	72
80	74	77	75	77

$r = 0.981$

$k = -5.23 \quad (Sy = 1.97)$

$a = 1.08$

$b = -10.60 \quad (Sy = 1.89)$

(IV) コンクリートカッタ

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	41	49	43	43
60	48	52	50	48
65	53	59	55	53
70	62	62	60	60
75	62	67	65	65
80	68	76	72	68

$r = -0.967$

$k = -10.0 \quad (Sy = 2.51)$

$a = 1.07$

$b = -14.49 \quad (Sy = 2.50)$

(V) 振動バイルドライバ

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	51	53	52	52
60	54	56	57	55
65	61	63	64	62
70	64	66	69	65
75	71	73	72	70
80	76	80	79	77

$r = 0.985$

$k = -3.25 \quad (Sy = 1.60)$

$a = 1.04$

$b = -5.76 \quad (Sy = 1.60)$

(VI) (I) と (II) の複合音

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	49	48	48	43
60	51	51	55	51
65	56	56	58	55
70	61	65	63	60
75	66	68	70	66
80	71	73	73	70

$r = 0.980$

$k = -8.04 \quad (Sy = 1.81)$

$a = 1.01$

$b = -8.52 \quad (Sy = 1.85)$

(VII) (I) と (V) の複合音

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	44	46	48	48
60	51	49	51	53
65	54	54	54	58
70	59	63	61	61
75	64	66	66	68
80	69	73	73	73

$r = 0.982$

$k = -8.92 \quad (Sy = 1.72)$

$a = 1.02$

$b = -10.27 \quad (Sy = 1.75)$

被験者 B

(I) ブルドーザエンジン

(単位: dBC(FAST))

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	49	49	51	49
60	52	56	52	54
65	55	58	57	59
70	60	66	68	66
75	65	73	67	66
80	70	80	74	74

x : 参照音レベル (dB)

y : 等価レベル (dB)

r : 相関係数, S : 標準偏差 (dB)

(f) $y = x + k$

(g) $y = ax + b$

$r = 0.954$

$k = -6.25$ ($S_y = 2.74$)

$a = 1.00$

$b = -6.44$ ($S_y = 2.80$)

(II) エアコンクリートブレーカ

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	37	39	43	45
60	44	44	48	45
65	43	49	51	48
70	48	54	60	51
75	53	61	67	60
80	64	66	76	67

$r = 0.909$

$k = -14.88$ ($S_y = 4.31$)

$a = 1.07$

$b = -19.41$ ($S_y = 4.36$)

(III) ディーゼルバイルハンマ

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	50	51	56	56
60	54	54	59	59
65	63	60	60	61
70	64	67	63	62
75	67	74	70	74
80	74	77	81	79

$r = 0.949$

$k = -3.54$ ($S_y = 2.81$)

$a = 0.97$

$b = -1.52$ ($S_y = 2.86$)

(IV) コンクリートカッタ

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	47	45	47	47
60	46	52	56	52
65	49	53	59	55
70	54	56	64	56
75	57	63	65	61
80	64	72	74	66

$r = 0.895$

$k = -10.83$ ($S_y = 3.91$)

$a = 0.84$

$b = +0.35$ ($S_y = 3.72$)

(V) 振動バイルドライバ

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	53	55	56	54
60	54	54	61	59
65	57	61	64	62
70	62	66	72	65
75	67	71	77	72
80	72	76	82	81

$r = 0.925$

$k = -2.79$ ($S_y = 3.43$)

$a = 0.95$

$b = +0.78$ ($S_y = 3.47$)

(VI) (I)と(II)の複合音

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	44	46	48	45
60	47	49	49	48
65	52	52	56	55
70	61	59	61	60
75	62	64	66	63
80	67	69	75	66

$r = 0.971$

$k = -10.67$ ($S_y = 2.12$)

$a = 0.97$

$b = -8.93$ ($S_y = 2.16$)

(VII) (I)と(V)の複合音

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	40	46	46	46
60	47	49	55	51
65	52	52	60	56
70	55	63	63	61
75	60	64	68	66
80	67	73	73	69

$r = 0.945$

$k = -9.92$ ($S_y = 3.06$)

$a = 1.01$

$b = -10.88$ ($S_y = 3.13$)

被験者 O

(I) ブルドーザエンジン

(単位: dBC (FAST))

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	45	47	45	47
60	48	52	52	49
65	55	57	56	55
70	58	64	64	61
75	63	69	69	66
80	68	74	74	72

x : 参照音レベル (dB)
 y : 等価レベル (dB)
 r : 相関係数, S : 標準偏差 (dB)

(i) $y = x + k$

(v) $y = ax + b$

$r = 0.976$

$k = -8.75$ ($S_y = 2.11$)

$a = 1.06$

$b = -12.80$ ($S_y = 2.09$)

(II) エアコンクリートブレーカ

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	37	43	45	40
60	42	46	44	44
65	43	49	53	50
70	48	54	60	55
75	59	63	67	63
80	64	68	72	70

$r = 0.941$

$k = -14.21$ ($S_y = 3.77$)

$a = 1.14$

$b = -23.37$ ($S_y = 3.65$)

(III) ディーゼルバイルハンマ

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	53	49	52	54
60	58	55	61	61
65	63	62	64	64
70	68	69	73	69
75	73	77	72	74
80	76	79	81	81

$r = 0.977$

$k = -1.33$ ($S_y = 2.14$)

$a = 1.08$

$b = -6.54$ ($S_y = 2.08$)

(IV) コンクリートカッタ

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	45	43	45	45
60	48	50	45	46
65	47	55	53	49
70	54	64	66	58
75	57	65	69	61
80	62	74	74	68

$r = 0.912$

$k = -11.54$ ($S_y = 4.09$)

$a = 1.04$

$b = -14.15$ ($S_y = 4.16$)

(V) 振動バイルドライバ

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	55	57	54	52
60	54	56	59	53
65	59	59	66	60
70	64	64	69	63
75	65	69	77	72
80	76	78	82	80

$r = 0.931$

$k = -3.21$ ($S_y = 3.38$)

$a = 0.98$

$b = -2.15$ ($S_y = 3.54$)

(VI) (I)と(II)の複合音

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	42	48	46	43
60	47	49	49	48
65	52	54	54	51
70	59	61	63	58
75	64	66	68	61
80	67	73	73	70

$r = 0.972$

$k = -10.58$ ($S_y = 2.34$)

$a = 1.07$

$b = -15.21$ ($S_y = 2.32$)

(VII) (I)と(V)の複合音

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	42	46	44	46
60	49	49	49	49
65	54	56	52	56
70	57	61	55	61
75	60	64	64	66
80	63	69	71	69

$r = 0.968$

$k = -11.17$ ($S_y = 2.20$)

$a = 0.94$

$b = -7.31$ ($S_y = 2.46$)

被験者 D

(I) ブルドーザエンジン

(単位: dBC(FAST))

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	45	47	47	47
60	50	52	54	52
65	53	57	59	59
70	60	66	68	64
75	63	69	75	69
80	66	74	80	76

x : 参照音レベル (dB)

y : 等価レベル (dB)

r : 相関係数, S : 標準偏差 (dB)

(f) $y = x + k$

(g) $y = ax + b$

$r = 0.947$

$k = -7.00$ ($S_y = 3.49$)

$a = 1.12$

$b = -15.1$ ($S_y = 3.40$)

(II) エアコンクリートブレーカ

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	35	39	45	42
60	42	46	48	45
65	45	47	50	49
70	50	50	56	53
75	57	61	63	63
80	64	66	70	68

$r = 0.914$

$k = -15.68$ ($S_y = 3.83$)

$a = 0.99$

$b = -14.90$ ($S_y = 3.26$)

(III) ディーゼルバイルハンマ

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	51	52	52	50
60	54	57	57	56
65	63	64	60	61
70	68	69	67	69
75	73	74	72	71
80	74	77	79	76

$r = 8.987$

$k = -3.08$ ($S_y = 1.53$)

$a = 1.04$

$b = -5.78$ ($S_y = 1.52$)

(IV) コンクリートカッタ

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	45	45	45	45
60	46	50	50	50
65	51	55	55	53
70	54	58	58	60
75	61	65	65	65
80	64	72	76	72

$r = 0.959$

$k = -10.83$ ($S_y = 2.63$)

$a = 1.02$

$b = -12.38$ ($S_y = 2.68$)

(V) 振動バイルドライバ

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	53	49	50	54
60	54	52	55	57
65	59	59	69	65
70	62	64	69	65
75	71	71	74	74
80	74	74	81	79

$r = 0.950$

$k = -3.58$ ($S_y = 3.05$)

$a = 1.05$

$b = -6.86$ ($S_y = 3.03$)

(VI) (I)と(II)の複合音

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	46	44	48	45
60	49	49	53	50
65	54	54	58	55
70	61	59	63	60
75	64	66	68	63
80	71	73	73	71

$r = 0.983$

$k = -9.29$ ($S_y = 1.71$)

$a = 1.04$

$b = -11.90$ ($S_y = 1.71$)

(VII) (I)と(IV)の複合音

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	46	46	44	48
60	51	51	49	53
65	54	56	54	58
70	57	63	61	65
75	62	66	66	70
80	69	71	73	75

$r = 0.952$

$k = -9.35$ ($S_y = 3.08$)

$a = 1.08$

$b = -14.46$ ($S_y = 2.38$)

被験者 E

(I) ブルドーザエンジン

(単位: dBC (FAST))

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	45	45	45	49
60	48	48	50	54
65	53	57	57	61
70	58	64	66	62
75	61	67	69	69
80	68	76	74	78

x : 参照音レベル (dB)

y : 等価レベル (dB)

r : 相関係数, S : 標準偏差 (dB)

(i) $y = x + k$

(ii) $y = ax + b$

$r = 0.954$

$k = -8.17$ ($S_y = 3.23$)

$a = 1.11$

$b = -15.88$ ($S_y = 3.14$)

(II) エアコンクリートブレーカ

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	36	39	44	44
60	42	42	46	50
65	47	47	51	52
70	50	50	55	54
75	57	65	65	65
80	66	64	72	66

$r = 0.935$

$k = -14.63$ ($S_y = 3.61$)

$a = 1.08$

$b = -19.74$ ($S_y = 3.63$)

(III) ディーゼルパイルハンマ

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	53	49	50	51
60	56	55	53	61
65	61	59	58	61
70	68	67	67	66
75	71	74	70	74
80	76	77	79	76

$r = 0.978$

$k = -3.46$ ($S_y = 2.09$)

$a = 1.08$

$b = -8.81$ ($S_y = 1.95$)

(IV) コンクリートカッター

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	47	45	43	43
60	48	48	46	48
65	51	59	53	55
70	56	58	55	60
75	57	63	61	65
80	63	68	72	72

$r = 0.947$

$k = -11.83$ ($S_y = 2.84$)

$a = 0.95$

$b = -8.36$ ($S_y = 2.87$)

(V) 振動パイルドライバ

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	55	55	52	54
60	58	52	57	59
65	61	57	64	60
70	66	61	67	67
75	69	67	74	74
80	72	76	79	77

$r = 0.946$

$k = -3.63$ ($S_y = 2.84$)

$a = 0.90$

$b = +2.84$ ($S_y = 2.78$)

(VI) (I)と(II)の複合音

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	46	44	48	50
60	51	49	53	51
65	58	60	54	55
70	61	59	63	60
75	66	66	66	65
80	73	69	73	70

$r = 0.977$

$k = -8.75$ ($S_y = 1.85$)

$a = 0.97$

$b = -6.63$ ($S_y = 1.87$)

(VII) (I)と(V)の複合音

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	48	46	48	48
60	53	51	49	55
65	54	56	54	58
70	57	63	57	67
75	62	66	64	68
80	69	67	76	75

$r = 0.944$

$k = -8.75$ ($S_y = 2.91$)

$a = 0.94$

$b = -4.70$ ($S_y = 2.93$)

被験者 F

(I) ブルドーザエンジン

(単位: dBC(FAST))

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	47	49	49	47
60	52	56	52	56
65	55	57	59	59
70	64	68	66	64
75	63	71	75	69
80	72	80	80	74

x : 参照音レベル (dB)

y : 等価レベル (dB)

r : 相関係数, S : 標準偏差 (dB)

(i) $y = x + k$

(ii) $y = ax + b$

$r = 0.961$

$k = -5.67$ ($S_y = 3.05$)

$a = 1.13$

$b = -14.15$ ($S_y = 2.96$)

(II) エアコンクリートブレーカ

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	39	41	45	40
60	46	48	48	47
65	43	49	53	48
70	50	54	58	53
75	55	61	67	65
80	64	70	74	70

$r = 0.928$

$k = -13.84$ ($S_y = 3.91$)

$a = 1.09$

$b = -20.01$ ($S_y = 3.91$)

(III) ディーゼルバイルハンマ

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	53	52	52	54
60	58	55	59	61
65	63	64	66	64
70	66	72	67	71
75	73	72	73	76
80	76	77	81	81

$r = 0.978$

$k = -1.42$ ($S_y = 1.95$)

$a = 1.03$

$b = -3.54$ ($S_y = 1.98$)

(IV) コンクリートカッタ

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	45	47	49	45
60	48	52	49	52
65	51	55	55	55
70	56	62	58	60
75	57	61	71	67
80	70	76	72	72

$r = 0.918$

$k = -9.38$ ($S_y = 3.66$)

$a = 0.96$

$b = -6.96$ ($S_y = 3.73$)

(V) 振動バイロドライバ

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	55	53	54	56
60	54	53	57	59
65	59	59	64	62
70	62	66	71	67
75	67	73	76	73
80	74	78	82	79

$r = 0.946$

$k = -2.79$ ($S_y = 2.98$)

$a = 0.99$

$b = -2.30$ ($S_y = 3.04$)

(VI) (I)と(II)の複合音

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	46	44	44	48
60	49	49	51	50
65	52	56	58	56
70	57	63	63	58
75	66	66	68	66
80	71	73	71	71

$r = 0.982$

$k = -9.33$ ($S_y = 1.86$)

$a = 1.06$

$b = -13.19$ ($S_y = 1.83$)

(VII) (I)と(IV)の複合音

参照音レベル	(上昇下降)上昇時	(上昇下降)下降時	(下降上昇)下降時	(下降上昇)上昇時
55	40	46	50	48
60	47	51	53	55
65	52	54	56	58
70	57	63	61	59
75	64	66	66	64
80	69	69	71	71

$r = 0.957$

$k = -9.58$ ($S_y = 2.64$)

$a = 0.946$

$b = -5.92$ ($S_y = 2.65$)

2.3 実験結果

表 2.2 に各被検者毎の実験結果を示す。また、図 2.5 (a)~(g) はこれを騒音の種類ごとに、参照音レベルと P.S.E. 値の関係を示すものである。図中の直線は、 $C' = C$ となる直線、すなわち、P.S.E. 値と参照音レベルが等しくなる線を示している。図より明らかなように P.S.E. 値はこの直線より下に位置しているので、建設機械の騒音のラウドネスは物理的な尺度で測定された値よりも大きいことを意味している。この傾向は全ての試験音に共通した傾向で、しかも試験音の測定尺度は dBC Fast であるから、測定尺度が dBA とか、動特性が Slow となればこの差は更に大きくなる。

また、参照音レベルと P.S.E. 値の関係は、そのほとんどが、 $Y = X + K$ の関係で近似できるので、(2.8) 式に示す回帰係数 a_1 は、ほぼ 1 になるものと想定される。

2.4 解析結果

2.4.1 分散分析

表 2.3 に分散分析の結果を示す。表に示すとおり、全ての要因の効果は誤差の分散より大きく 1% の水準で有意である。すなわち、主観的等価値 (P.S.E.) は、この分析要因として考えた被検者、試験音の種類、音の呈示方法および参照音の大きさによって異った値をとることがわかる。これらの要因のうち分散が最も小さいものは被検者間であり、残差の自由度が大きいと有意性が検出されているが、これは実験誤差と考えることもできよう。このように被検者間の分散が小さくなったのは、予備実験 (30 人を対象とした同種の実験) より平均的な反応をした被検者を選抜したためでもある。図 2.6 は各被検者ごとの P.S.E. 値の平均値の信頼区間をも分布によって推定したものを示しているが、被検者ごとに平均値に違いがあるとは判断できないことがわかる。

図 2.7 は、試験音ごとの P.S.E. 値の平均値の信頼区間を示すものであるが、試験音によって信頼区間が重なっているとはみなせず、したがって、P.S.E. 値は試験音によって違うと判断できる。すなわち、分散分析からも、t 検定からも試験音の種類によって P.S.E. 値が変わることが示されたわけである。参照音の音圧レベルの平均値は 67.5 dB であり、この値と P.

表 2.3 分散分析表

要 因	平 方 和	自 由 度	分 散	分 散 比	判 定
被 検 者	162.75	5	32.55	6.36	**
試 験 音	14,178.38	6	2,363.06	390.08	**
音の呈示方法	2,168.58	3	722.68	120.02	**
参照音の大きさ	77,060.81	5	12,843.47	2,115.71	**
残 差	5,997.16	988	6.07		
合 計	99,567.68	1,007	** 1%で有意		

凡例 $\circ$ ①-② 上昇 $\nearrow$ ②-③ 上昇
 $\circ$ ①-② 下降 $\searrow$ ②-③ 下降

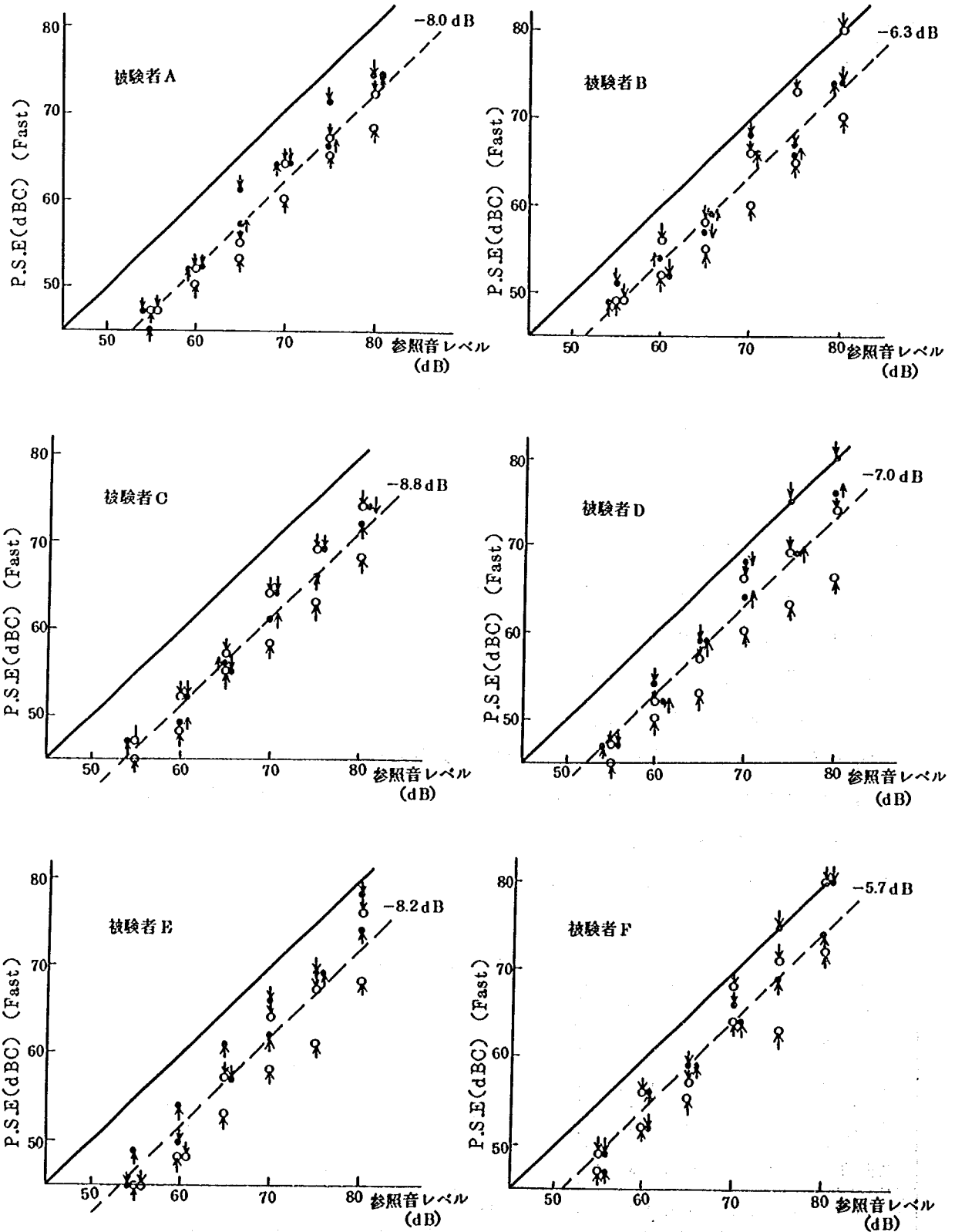


図2.5 (a)・参照音レベルと P. S. E の関係 (ブルドーザエンジン)

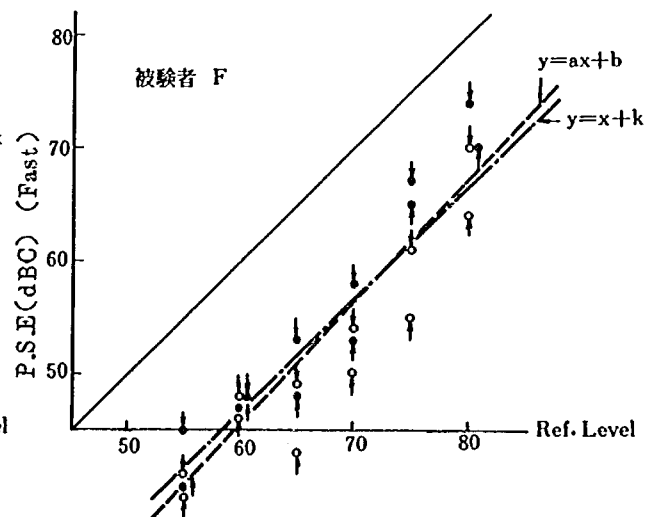
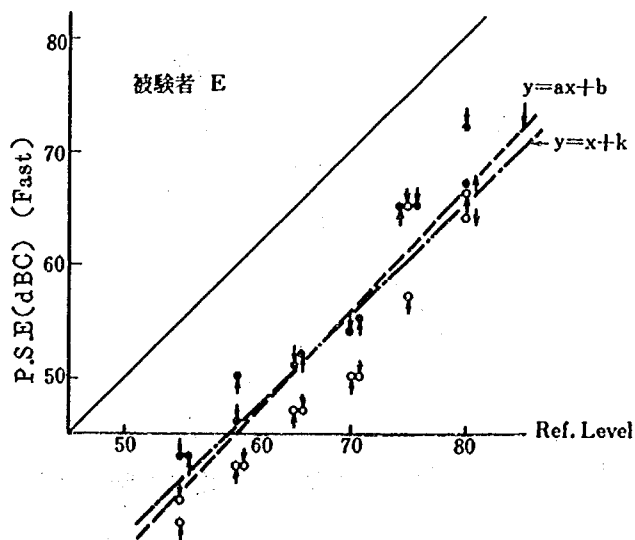
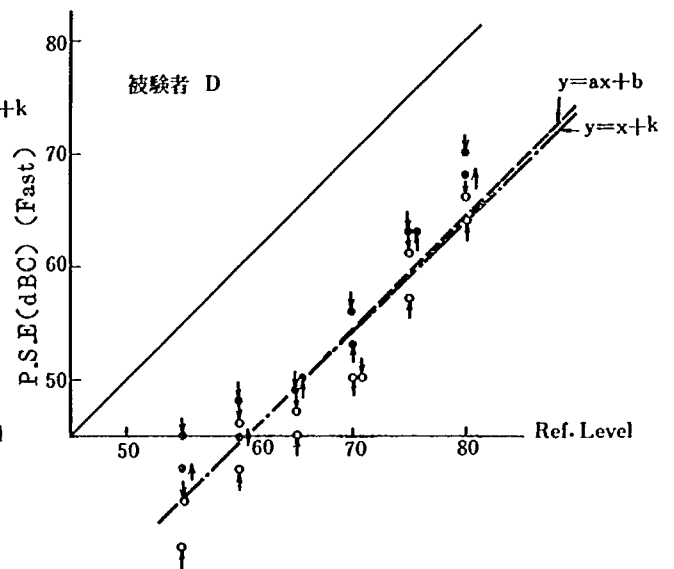
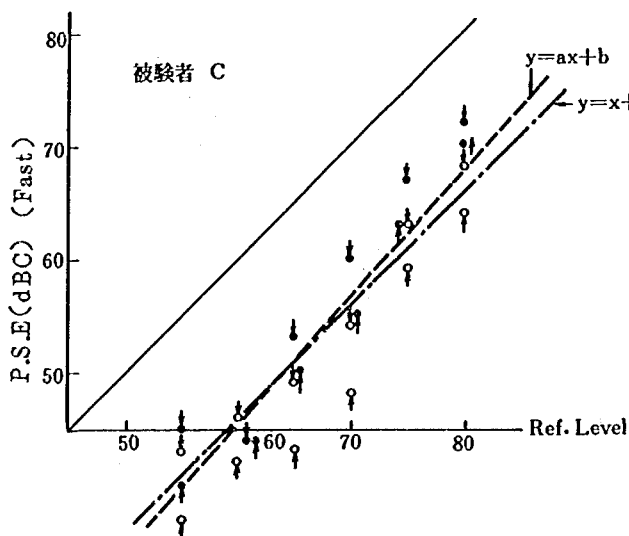
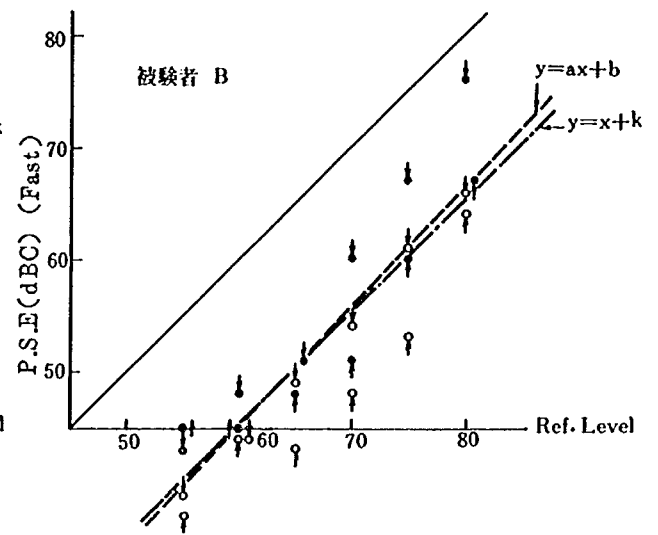
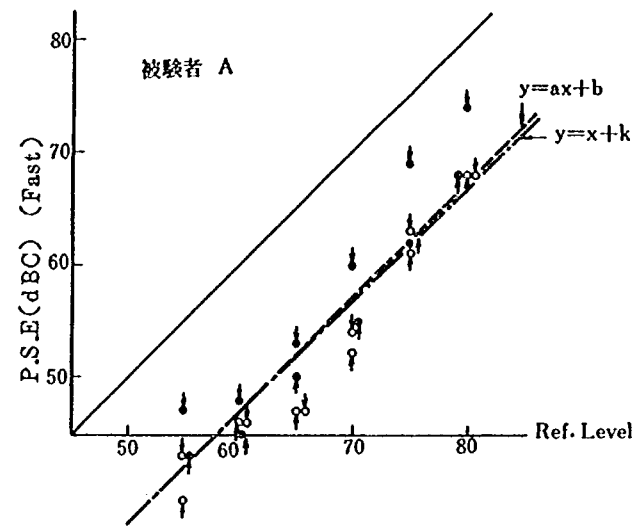


図 2.5 (b) コンクリートブレーカ

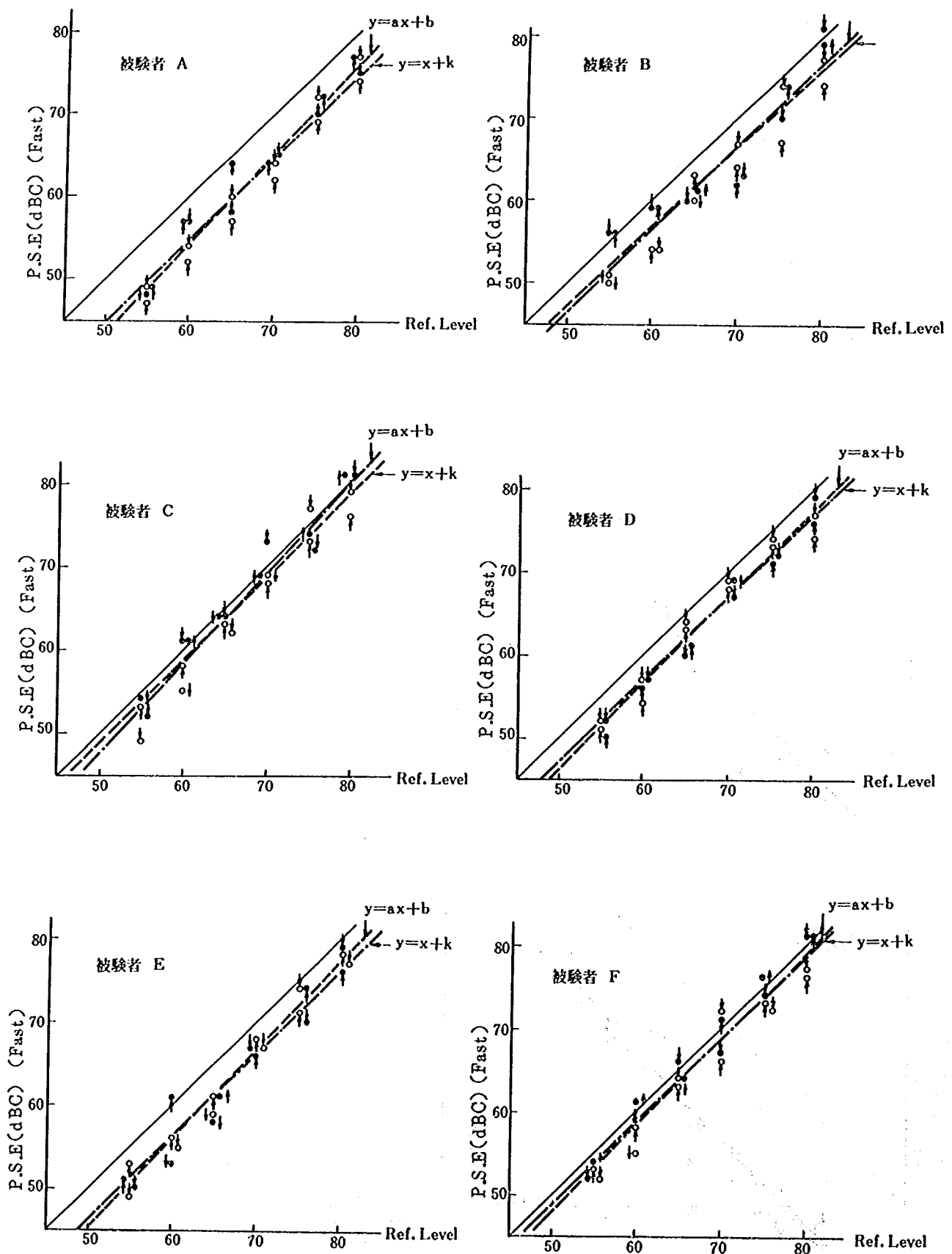


図 2.5 (c) ディーゼルパイルハンマ

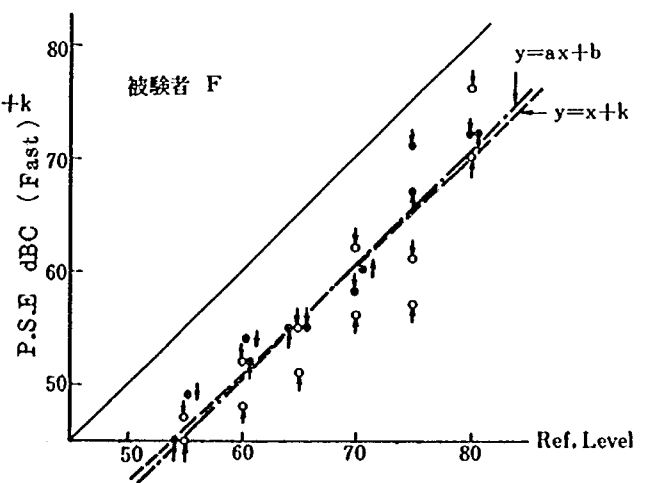
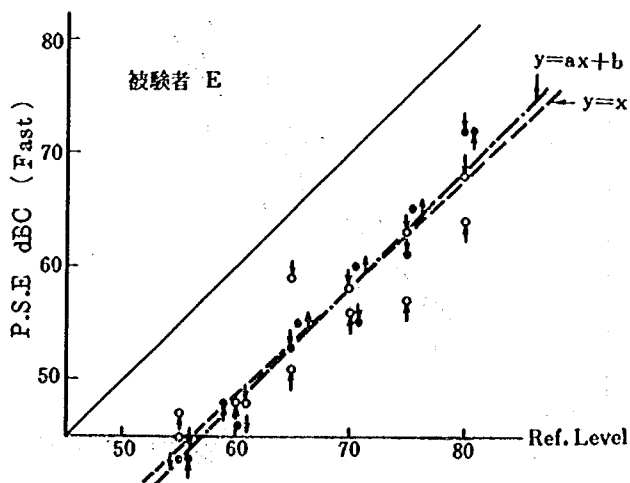
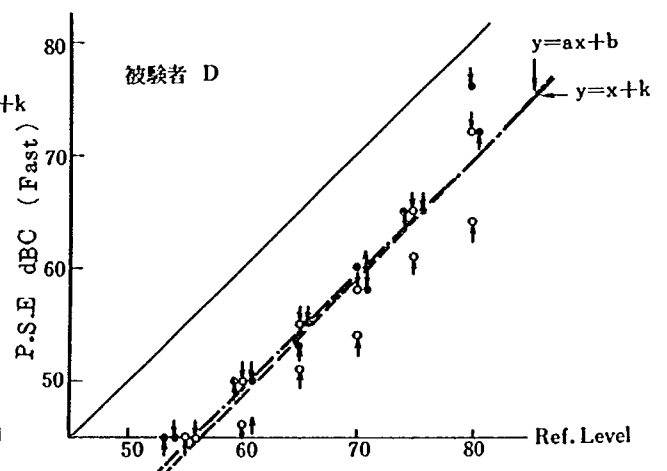
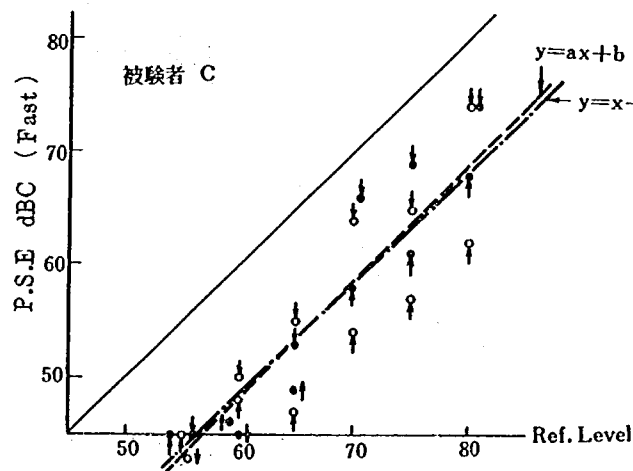
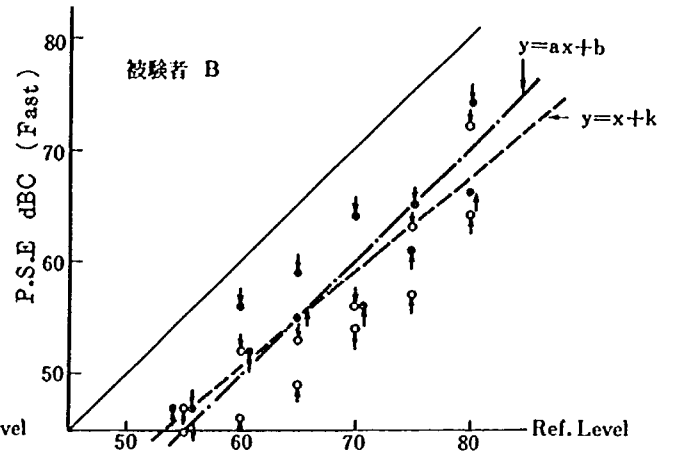
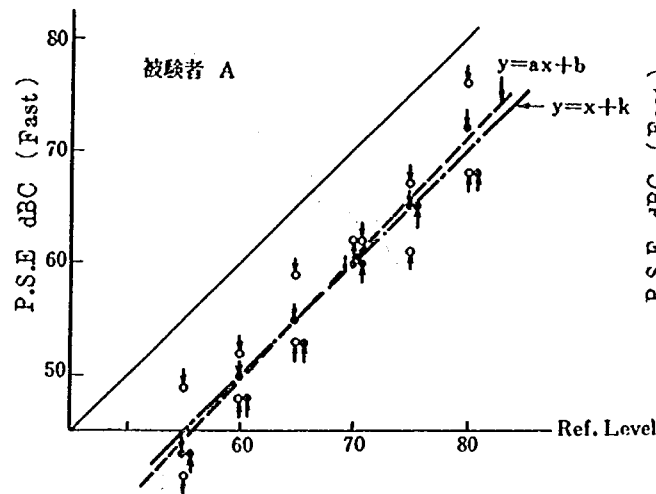


図 2. 5 (d) コンクリートカッタ

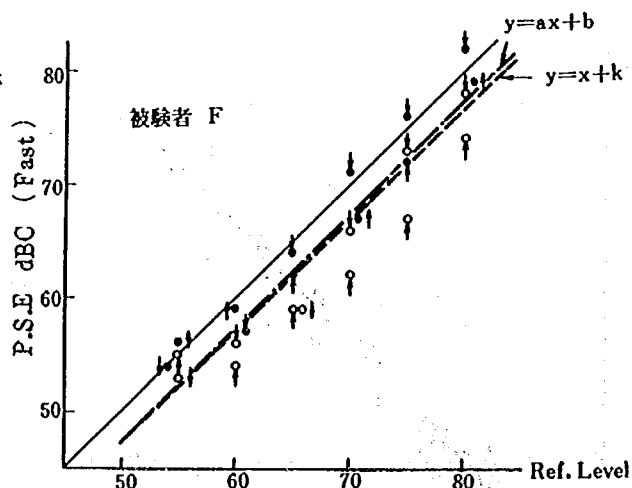
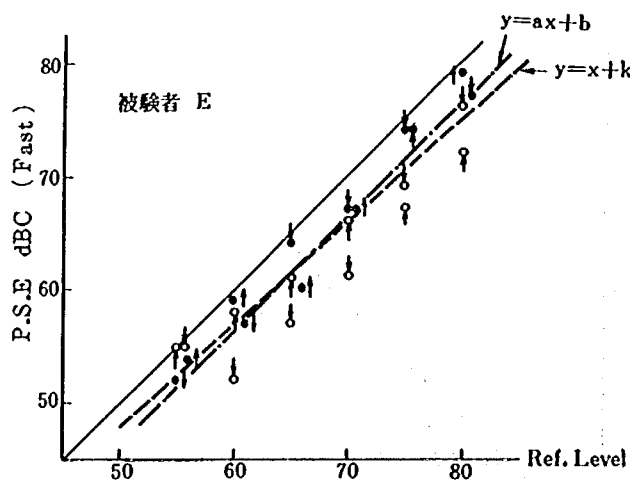
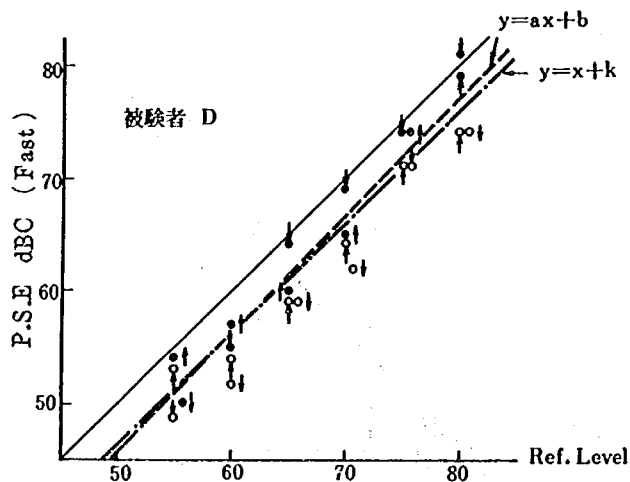
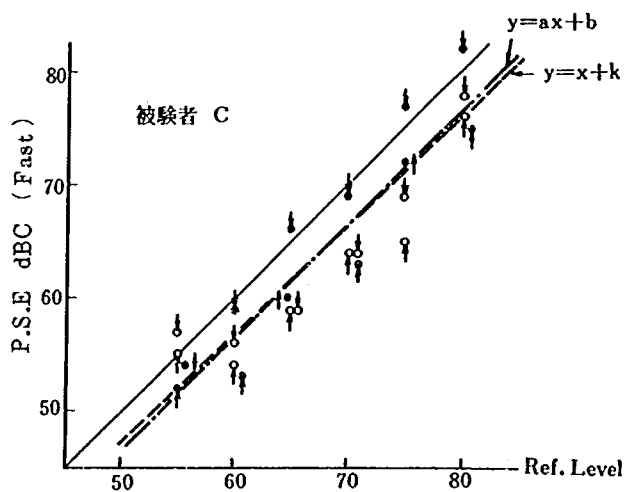
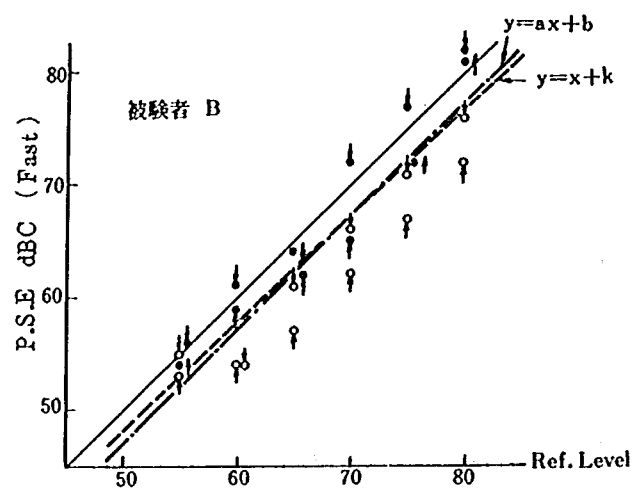
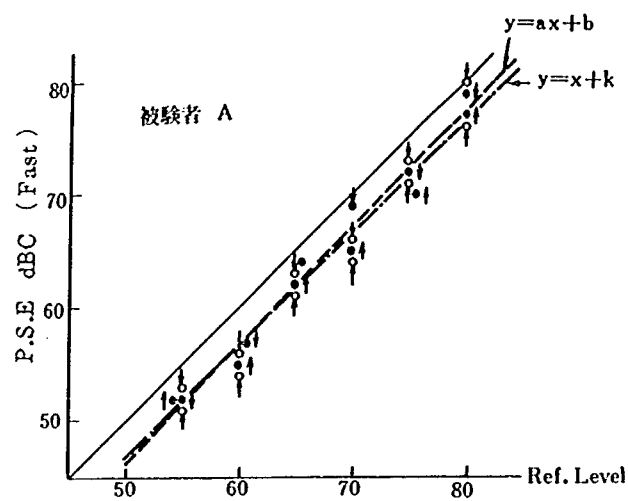


図 2.5 (a) 振動パイルドライバ

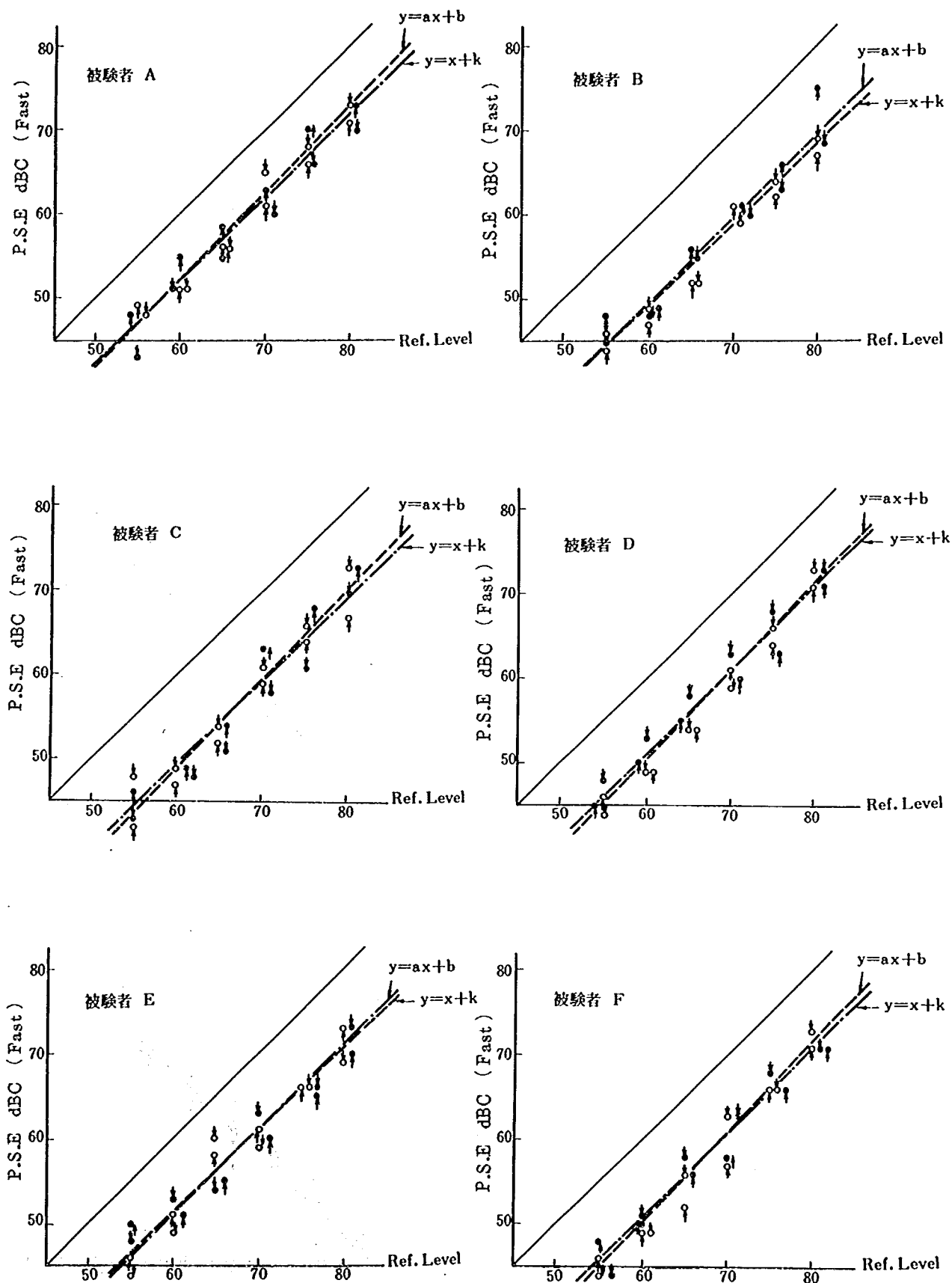


図 2. 5 (f) (a)と(c)の複合音

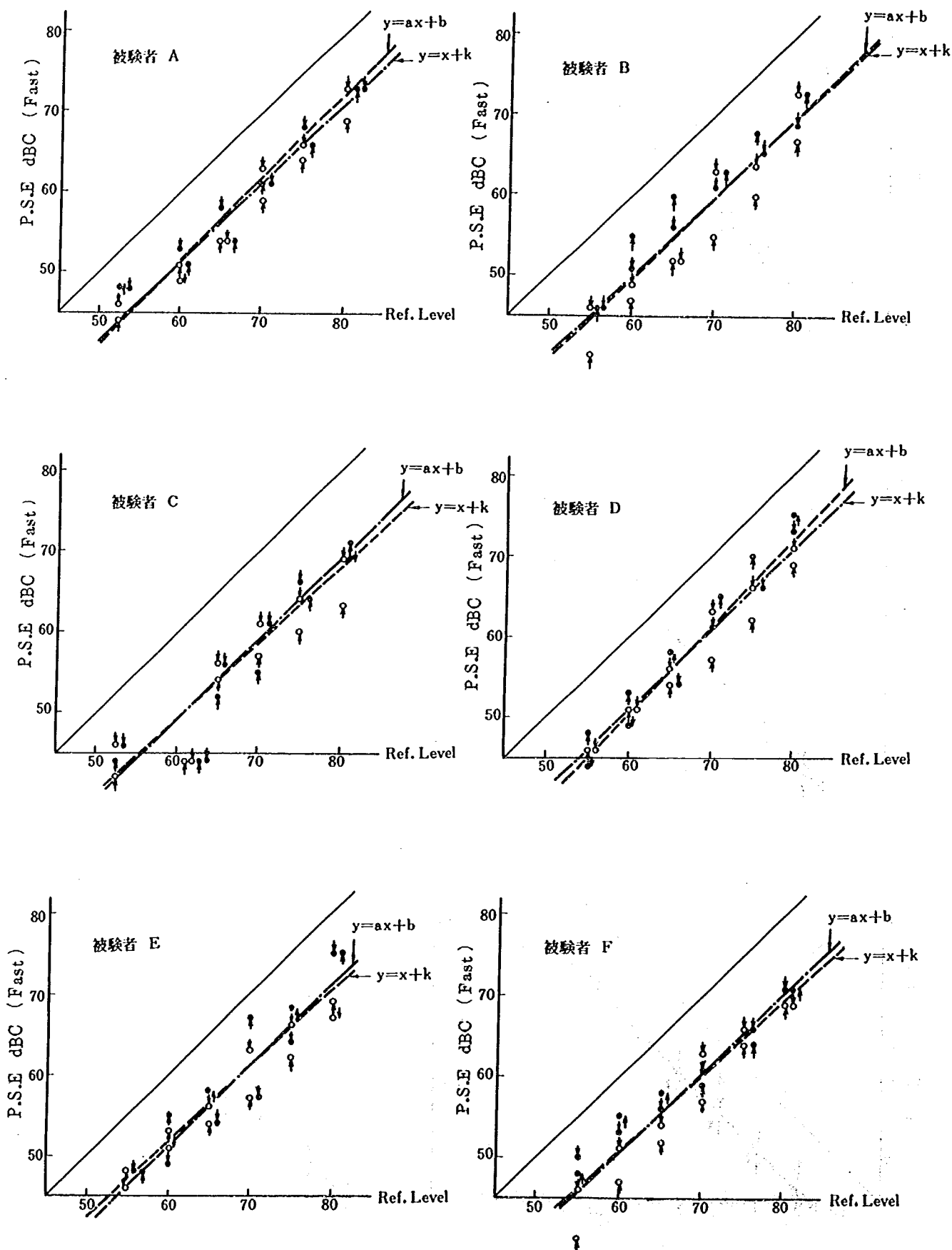


図 2.5 (g) (a)と(o)の複合音

S.E 値の差が大きい程，ラウドネスの大きい騒音と考えることができる。図より明らかな通り，全ての試験音の P.S.E 値は 67.5 dB より小さく，すくなくともこの実験に用いた建設機械騒音の心理的な大きさは物理的な値よりも大きいと言えよう。ただし，ここでの物理尺度は dB・C スケール，動特性 Fast であり，騒音レベル，いわゆる dB・A スケールでは更にこの差が広がるものと思われる。

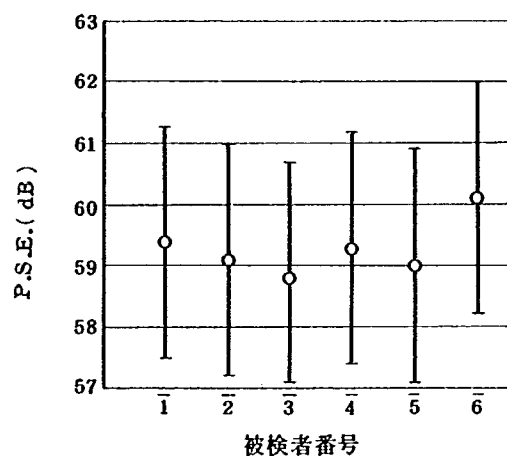


図 2.6 被検者による P.S.E の違い (平均値と 95 % 信頼区間)

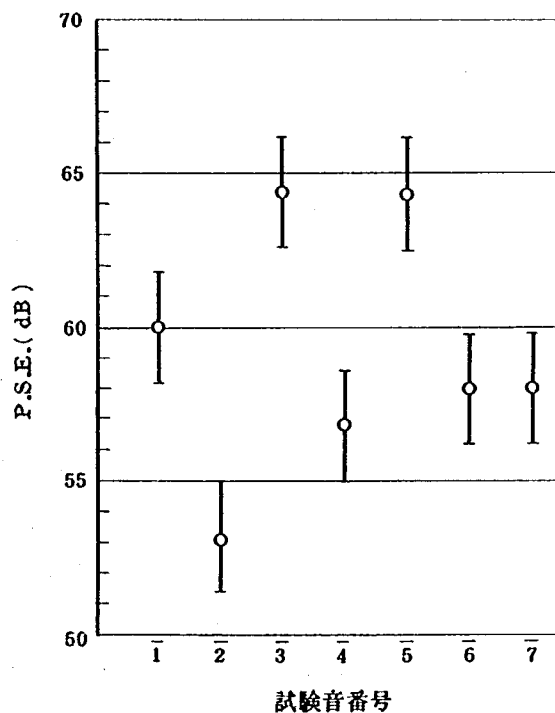


図 2.7 試験音による P.S.E の違い (平均値と 95 % 信頼区間)

図 2.8 は音の呈示方法ごとの P.S.E 値の信頼区間を示したものである。図に示される通り、t 検定では音の呈示方法の違いによる P.S.E 値の違いは検出されていない。表 2.4 は、音の呈示方法の属性にしたがって図 2.8 のデータをまとめたものである。この実験では、参照音の音圧レベルを固定し、試験音の音圧レベルを単純上昇あるいは下降させながら P.S.E 値を判定させる方法と、試験音が先に呈示される場合と後から呈示される場合との水準として直交配列にしており、各々の実験方法の主効果について分析することができる。この表から判断すると、①上昇系列の方が P.S.E 値が小さい。すなわち試験音のラウドネスが大きくなる②試験音を後にした方が P.S.E 値は小さくなることがわかる。これは図 2.8 から読み取れる傾向である。

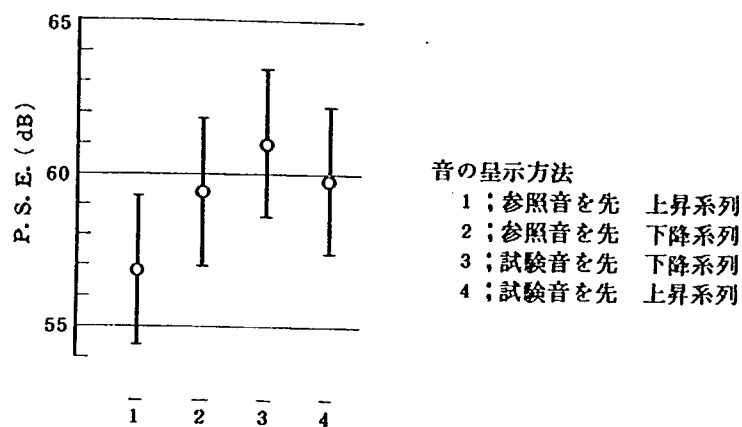


図 2.8 音の呈示方法による P.S.E の違い (平均値と 95 % 信頼区間)

表 2.4 音の呈示方法の効果

単位 dB

音の呈示順 \ 音圧系列	上昇系列	下降系列	平均
試験音が先	59.8	61.0	60.4
後	56.9	59.4	58.2
平均	58.4	60.2	59.3

この実験では、試験音の音圧レベルは 2 dB ピッチで上昇あるいは下降していくことを被検者は数回の音の呈示で理解しており、試験音の音圧レベルの変化率が P.S.E 値に影響を与えているものと考えることができよう。このメカニズムとしては、①試験音の音圧レベルが上昇していく時、“次の音は大きくなる”という意識がバイアスとなって P.S.E 値を下げる、②トレンドをもって変化する刺激が実際より過大評価されるなど考えられるが、このデータからだけではそのメカニズムを明らかにすることができない。

試験音の呈示を参照音より後にした方が P.S.E 値が低くなることは、二音の大きさを比較する場合、後から呈示された音の方が大きく聞えることを意味していると考えられる。

音の呈示方法によってP.S.E値が変わるのは、音の評価に対して示唆を与えるものではあるが、実験を行う立場からすると、誤差の原因となるわけであるから、その影響が把握できるように実験計画を立てることが重要である。この実験では計画段階から音の呈示方法をP.S.E値の変動要因としていたわけであるが、この影響を更に分析できるような実験が必要であらう。

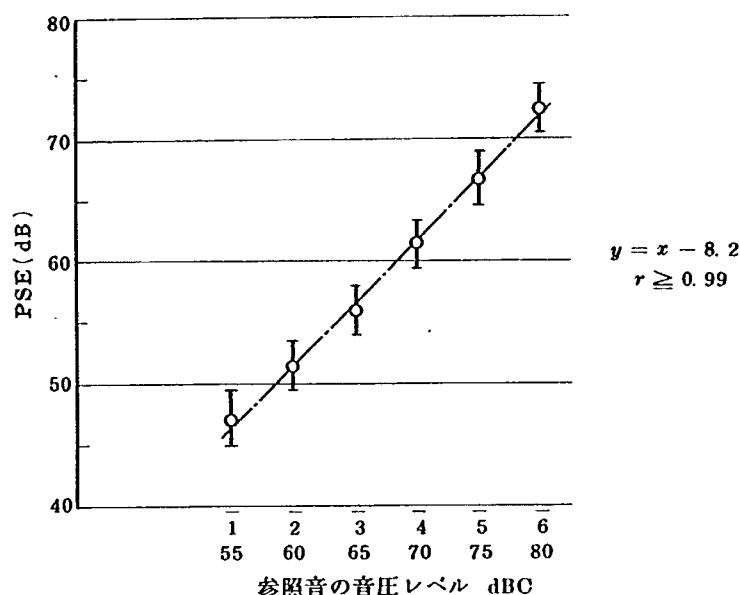
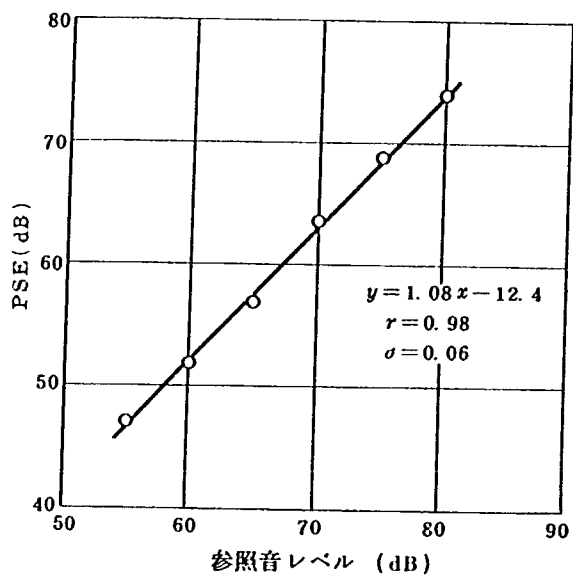


図 2.9 参照音レベルによる P. S. E の違い (平均値と 95% 信頼区間)

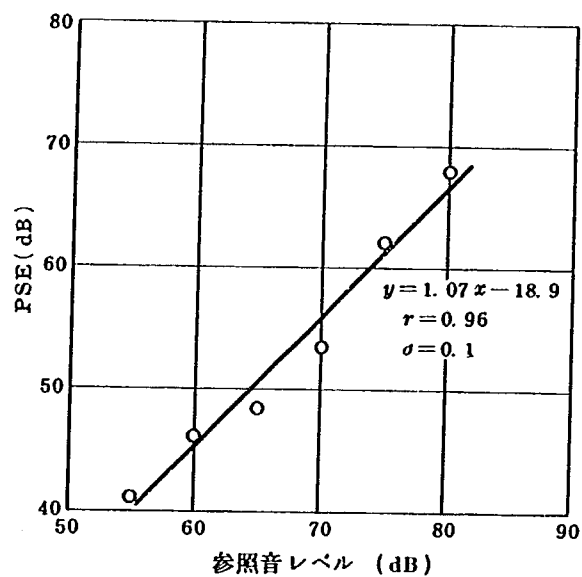
図 2.9 は参照音レベルごとの P. S. E 値の信頼区間を示すものであり、参照音レベルが上昇することによって P. S. E 値の平均値も上昇することがわかる。参照音レベルが 55 ～ 65 dB の間では相隣接する水準間で信頼区間の重なりがみられるが全体として見ると各水準ごとの P. S. E 値の平均値は独立と考えることができよう。すなわち、人は 5 dB の音の違いを平均的に弁別し、しかも 5 dB の違いとして感じとっているものと考えられる。また、図に示すように、参照音レベルと P. S. E 値との間には相関係数が 0.99 と極めて強い一次回帰関係がある。

2.4.2 回帰分析

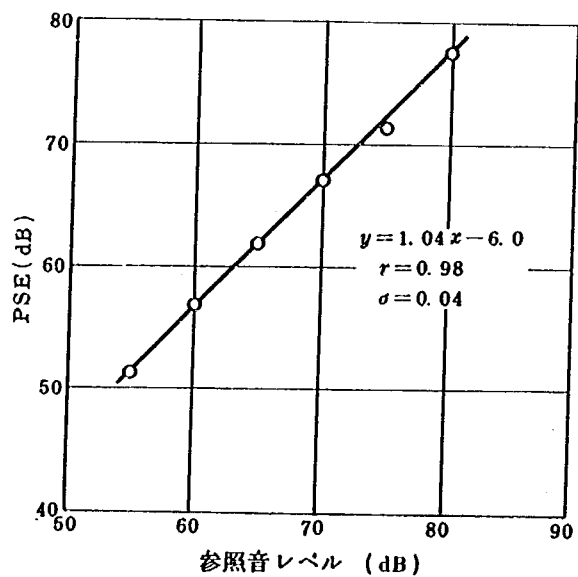
図 2.9 に示されるように、平均的には、参照音の音圧レベルと P. S. E 値は一次回帰の関係にあることがわかったが、この図は個々の試験音についての情報を与えるものではない。図 2.10 (a)～(g) は各試験音ごとの回帰分析の結果を示すものである。図に示すとおり、全ての試験音において、参照音の音圧レベルと P. S. E 値とは相関があり、しかも統計的に有意な関係である。更に、回帰係数 λ_1 は全ての試験音において 1.0 前後の値をとっており、信頼区間に 1.0 を含んでいる。これは、少なくともここで用いた試験音については、物理的に計測された音圧レベルとラウドネスとが一对一の対応関係にあることを示しており、また少なくとも



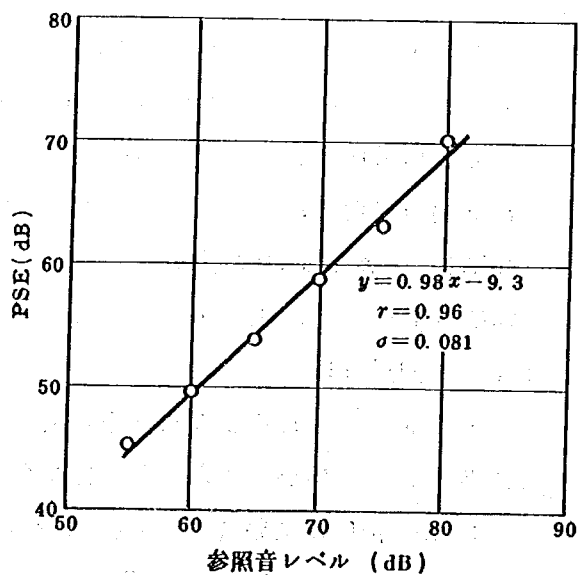
(a) 試験音 1 (ブルドーザエンジン)



(b) 試験音 2 (空気式コンクリートブレーカ)

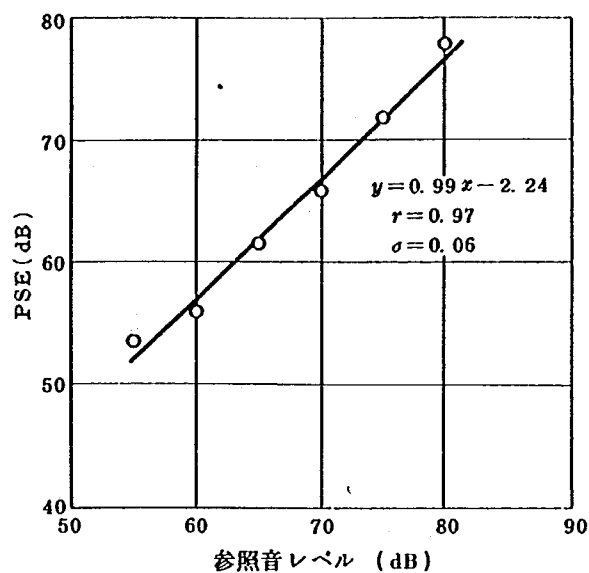


(c) 試験音 3 (ディーゼルバイルハンマ)

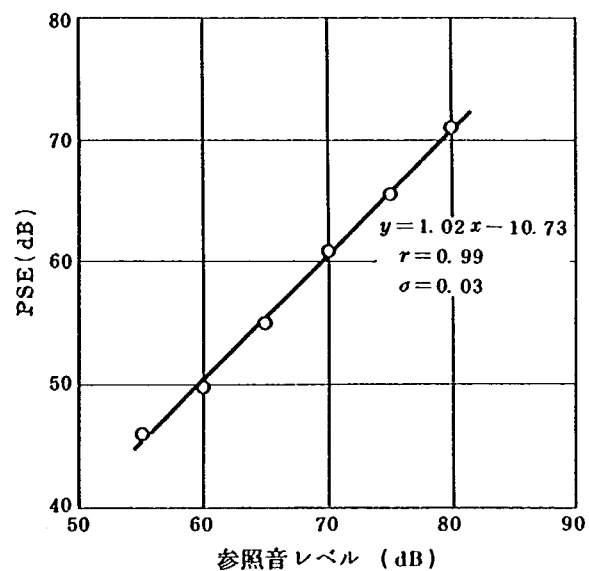


(d) 試験音 4 (コンクリートカッター)

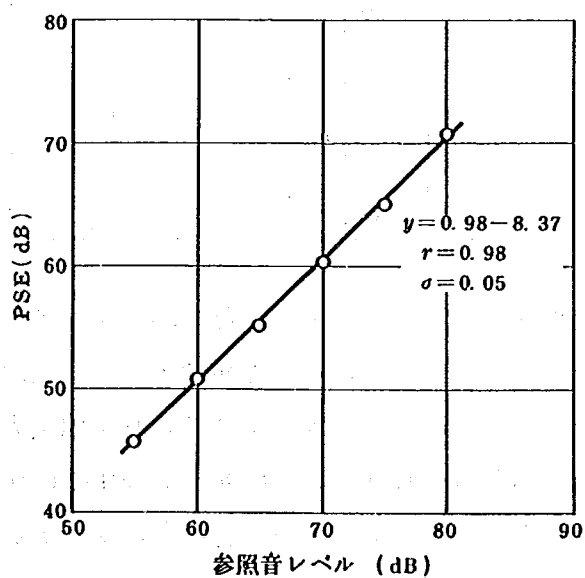
図 2.10 P.S.E 値と参照音レベルの関係 (その 1)



(e) 試験音 5 (振動パイルドライバ)



(f) 試験音 6 (エンジン音+ディーゼルパイルハンマ)



(g) 試験音 7 (エンジン音+振動パイルドライバ)

図 2.10 P.S.E 値と参照音レベルの関係 (その 2)

55～80 dBの間では音圧レベルが5 dB違うと心理的なラウドネスも5 dB違うことを意味している。

音圧レベル値とラウドネス値との違いは、切片 λ_2 にあり、図 2.10より明らかなように、 λ_2 はその信頼区間に0を含まない。

これらのことは、物理量から心理量（ラウドネス）を推定する場合、補正値を単純に加減算すれば良いことを示している。

2.4.3 建設機械騒音のラウドネス

表 2.5 は、建設機械騒音のラウドネスの相対値を示すものである。試験でのデータは全て、dB・Cスケール、動特性Fastを基準として実施しているので、これらの値を他の物理尺度での値とするためには換算が必要であり、表の左側半分は、これらの補正値を示したものである。例えば、この試験で用いたディーゼルパイルハンマ音の場合、Leq Aの値はdB・C・Fastの値より12dB低い値として観測される。表の右半分は、音の物理尺度と、心理的なラウドネスとの相対値を示すものであり、例えばディーゼルパイルハンマ音の場合のラウドネスはLeq・Aの測定値より15dB大きいことを示している

表 2.5 建設機械騒音のラウドネスの相対値

属 性 試験音	測 定 尺 度 間 の 相 対 値						ラ ウ ド ネ ス と の 相 対 値					
	d B ・ C			d B ・ A			d B ・ C			d B ・ A		
	Fast	Slow	Leq	Fast	Slow	Leq	Fast	Slow	Leq	Fast	Slow	Leq
(a)ブルドーザエンジン音	0	0	0	0	0	0	-7	-7	-7	-7	-7	-7
(b)コンクリートブレーカ音	0	-1	-1	-2	-4	-4	-14	-15	-15	-16	-18	-18
(c)ディーゼルパイルハンマ音	0	-6	-8	-3	-11	-12	-3	-9	-11	-6	-14	-15
(d)コンクリートカッタ音	0	0	0	0	0	0	-11	-11	-11	-11	-11	-11
(e)パイプロハンマ音	0	0	0	-8	-8	-8	-3	-3	-3	-11	-11	-11
(f) (a) と (c) の 合 成 音	0	0	0	0	-1	-1	-9	-9	-9	-9	-10	-10
(g) (a) と (e) の 合 成 音	0	0	0	0	0	0	-10	-10	-10	-10	-10	-10

表に示されるとおり、この試験に用いた建設機械騒音のラウドネスは、物理的な尺度での測定値より大きく、Leq・Aに対しては、ほぼ10dB以上大きいとみることができよう。試験音(b)、(c)は衝撃音であり、他の定常的な音と比較するとLeq Aでのラウドネスの相対値が大きい。現在、国際的（例えばISO/R 1996）にも、衝撃音のLeq評価では5～10 dB位の補正をしないとラウドネスが過小評価されとの考え方が定着しているが、衝撃音のラウドネスとの相対値がLeq Aの場合5dB以上大きくなることが表 2.5にも示されている。

図 2.11 は、各物理尺度での測定値とラウドネスとの相対値の変動係数と分散を示したものである。表 2.5に示される値を補正値として用いれば、どのような物理尺度での測定値からでもラウドネスを知ることができる。しかし、評価尺度としての妥当性の観点からすれば、

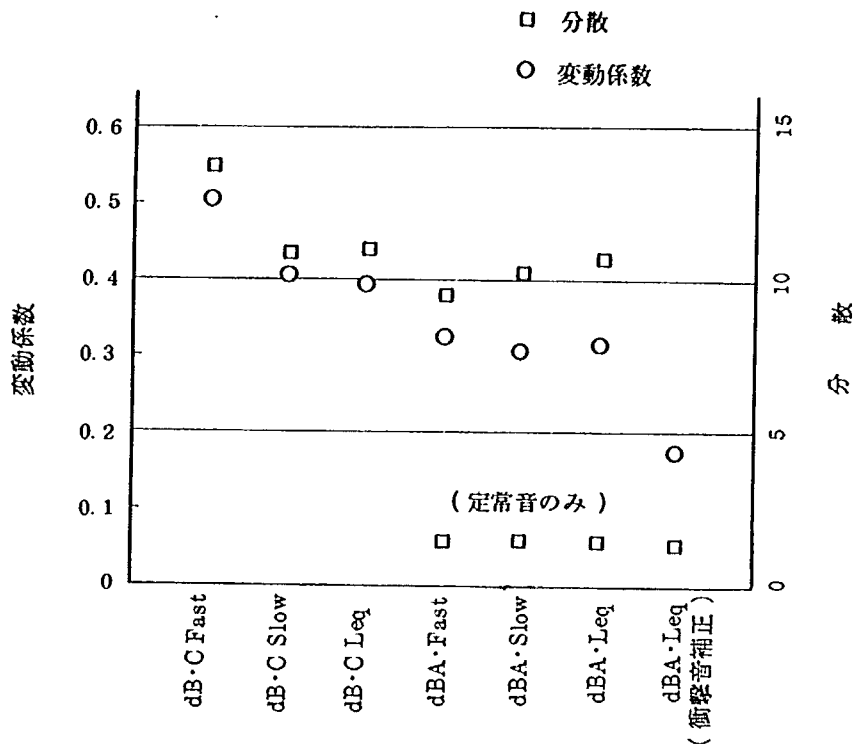


図 2.11 評価尺度の変動係数と分散

できるだけ単純でしかも予測誤差の小さい（予測値の変動が小さい）方が良いことになる。つまり、色々な騒音を対象に評価を行った時の分散と変動幅が小さい方が優れた音の評価尺度であるとする事ができるため、この観点から、図 2.11 を見ると次のことが言えよう。

- ① 騒音の評価尺度として最も優れているものは、Leq A に衝撃音補正（+5dB）を行ったものである。
- ② 聴感補正は、A の方が C よりも心理値に近い。
- ③ 定常音の評価に関しては、dB·A Fast, dB·A Slow, Leq A はどれを用いても差はない。
- ④ 衝撃音補正を行わない場合、dB·A Fast が評価尺度として安定している。

2.5 建設機械騒音のラウドネスのまとめ

試験の結果、建設機械の騒音のラウドネス（心理的な音の大きさ）は物理量よりも約 10 dB 以上大きいことがわかった。しかし、この値が、全ての建設機械の騒音についての値であるのかは、現在のところ不明である。

また、音の評価尺度としては、周波数補正回路 A 特性で等価騒音レベルを求め、更に衝撃音については 5dB のペナルティを課す、ISO/R 1996 の考え方や日本音響学会の考え方が妥当であることを追認する結果となった。しかし、これは、評価尺度として安定していることを意味しているが、評価値が一致しているということではない。

定常音と衝撃音をdB・C Fastの音圧レベルを基準とした等音圧レベルで合成した音の評価値は、定常音の評価値に回帰していることがわかった。これは、合成した音が定常音となることから当然であろう。

3. 建設騒音と近隣住民の反応（社会調査）

この章では、実際の建設工事現場から発生する騒音とこれに対する近隣住民の反応の調査結果および両者の関連性の分析結果について示す。

騒音はその定義からも明らかなように人の主観によって評価されるものであり、特定の騒音の影響を評価し、基準値などを設定するにあたっては社会調査（アンケートによる意識調査）が実施されることが多い。この研究は特に基準値の設定を目的とはしていないが、物理的な尺度で評価する騒音の関係を建設騒音について定量化しようとするものであり、このため物理量としての騒音調査と心理量としての社会調査を実施したものである。

3.1 騒音評価のための社会調査方法

3.1.1 社会調査の要件

社会調査はいろいろな分野で実施されるが、これを騒音評価に適用するための要件として次のものがある。

- (a) 騒音の影響について物理的な計測が可能でしかも計測結果に再現性があること。
- (b) 住民の騒音に対する反応が安定していること。
- (c) 騒音の影響と住民反応の時間変化がかなり長期間にわたって予測できること。

これらの要件は、比較的永続的でしかも定常的な騒音の場合にはよく満たされるということができよう。(a)の要件は、対象となる騒音の性質が統計的に定常であることを意味しており、道路交通騒音のように、騒音の発生の仕方は変動的であっても1日単位とか週単位と長い時間でみれば、その統計的な構造が変わらない場合に成立する。(b)の要件は、人の騒音に対する意識の安定性を意味するものである。すなわち、騒音あるいは騒音発生源に対する人の接し方が日常性のレベルにあることを条件としていることが多く、例えば、騒音の発生源に対して人が特別な緊張関係にある場合などでは、反応の安定性は保ち難いであろう。(c)の要件は、(a)、(b)の両方の要件が将来にわたっても満たされることを要求するものであり、また、対象とした騒音の性質が一定で、これに対する人の反応も安定していることを要求するものである。実際、特定の地点で得られた騒音と人の反応の関係が別の地点では成立しないと言うのであれば、当然のことながら“予測”には役に立たないし、両者の関係が安定していると言うことはできない。

騒音に関する社会調査が単なるケーススタディに終わらないためには、騒音対反応の関係が安定したものであるかどうか検証する必要がある、要件(c)はこれを要求しているものと理解することができよう。

一般に騒音に関する社会調査では、①騒音源の物理的特性に関する計測調査、②住民に対するアンケート調査、および③騒音対反応の分析、の手順がとられる。社会調査が完全な形で実施されるためには、これらの手順での手続が全て整っている必要がある。

騒音をその発生源にしたがって分類すると、工場騒音、交通騒音（航空機騒音、鉄道騒音、

道路交通騒音、…）、建設騒音および一般環境騒音（近隣騒音、都市騒音、…）などに分けることができるが、工場騒音や交通騒音では前述した(a)～(c)の要件を満たす場合が多い。ところが、建設騒音では、次のような特徴があり、必ずしも(a)～(c)の要件を満たしているとは言えない。

- (f) 騒音源の種類が多く、音のカテゴリーでも定常音、変動音、間欠音、衝撃音などを含み、周波数特性も純音から広帯域音まで広範囲にわたっていること。
- (g) これらの騒音源の稼動状況が千差万別で、しかも工事の進捗によって音の性質が変化していくなど騒音の影響を統一的かつ恒常的に表現し得る評価尺度がまだ設定されていないこと。
- (h) 他の騒音が半ば永続的であるのに対して、建設騒音は期間の長短の差はあれ一過性であり、このため人の反応の安定性に疑問があること。

これらの特徴は、建設騒音の評価が極めて困難であることを示している。(f)、(g)の問題点は共通の問題と考えることができる。すなわち、音の評価尺度の問題に還元することができ、全ての音に共通した評価尺度が得られればこの問題は解決可能と言えよう。(h)は建設騒音の属性の中で他の騒音とは基本的に異なるものである。(h)に対する考え方には、①永続的でないから人に与える影響も小さい、②常に侵入騒音として特別に意識されるから影響も大きい、とする相反する意見があり、どちらの意見も妥当なように思われる。交通騒音のように、統計的性質の安定した音がほぼ永続する場合、人はそれを自らの環境の一部とみなし安定した反応を示すが、期間の短い建設工事の場合、音に対する反応が安定する前に終了するようなこともあり、人の反応を統計的に取扱うことにも難点がある。また、侵入騒音として意識される間は、人と音（あるいは音を発生する主体）の間に緊張関係があるわけであるから、音に対する人の反応が安定していると考えすることはむずかしい。

3. 1. 2 社会調査の方法

社会調査は基本的には、調査者があらかじめ準備した質問事項に対して被調査者の意見を準備された回答枠にしたがって反映させるという手続によって実施される。通俗的には“アンケート”と呼ばれる方法であり、このためには、①調査の目的に応じて被調査者を選定すること、②調査によって知りたいと思う事項が反映された質問事項を準備すること、が必要である。

このような不特定（あるいは特定）多数の人の意見を調査し、これらの意見の中から目的とする事項の意味を解説するためには統計的な手続が必要であり、この点からもあまり細かいことまでは把握できないのが現実である。

1) 調査対象の選定

一般に被調査者を選定する場合、対象者全員を被調査者とすることができないことが多い。その中から一部をえらび出して被調査者とすることが多い。統計の用語を用いれば、対象者全員が母集団に相当し、選定された被調査者が標本（サンプル）に相当する。母集団は、調査の目的によって異なり、例えば「日本人の生活意識」の分析では、全ての日本人

が調査対象者になるし、「東京都民の政治意識」調査では基本的には東京都在住の成年ということになる。また、「建設騒音に対する住民反応」の調査では、基本的には建設騒音に暴されたことが明らかな人々が母集団となる。

しかし、母集団の数が多かったり、あるいはその範囲が不明確である場合には、一般に全数調査は不可能であり、その中から、母集団の性質をそこねないようにサンプリングすることが必要になる。「生活意識」や「政治意識」などの調査では、その調査結果を分析することによって当初の目的を達することができるが、「建設騒音に対する住民反応」の調査では、調査結果と、暴露された建設騒音の大きさ（あるいは、やかましさ、うるささなどの騒音の心理尺度）との関連性の分析が必要となる。これは、前者が、調査票に反映された事象のみで全体を知ろうとするのに対して、後者では外的基準として騒音の物理尺度が準備される必要があることを示しており、この意味からも調査対象が限定される。（前者が、母集団の性質をそこなわない条件でサンプルを求めることができたのに対し、後者では、更に、外的基準が計量できること、という条件が付与される。）

このため、前者では、ランダムサンプリング、あるいは層別ランダムサンプリング^{注)}などの方法で被調査者が選出されるが、後者では、外的基準となる騒音の物理量が計測できるという条件によって、被調査者の選定が行われることが多い。

これは、建設騒音を対象としたこの種の調査がケーススタディとしての意味しか持ち得ないことを示す反面、特定の狭い地域を対象とするところから、その地域に住む住民全員を被調査者として行うことができる利点もある。しかし、狭い地域での全数調査が、建設騒音に暴されたすべての人間という母集団を代表し得るかどうかについては依然として疑問があり、対象地域の数と種類を十分にとる必要がある。

2) 質問の構成

社会調査で最も重要な事項が、質問事項の決定と構成である。調査票に記入できる質問の数は多くとも100程度であり、被調査者の意識は、この質問群が構成する意識空間の中に圧縮されることになる。これは、被調査者の考えのすべてが質問群に反映されるのではなく、被調査者の意識全体を、調査者が意図した部分のみ反映させるものとして質問群が準備されることを意味している。しかし、人の意識は常に確立された完全系を成しているものではなく、質問群から調査の意図を理解し、これに反発したり、あるいは、調査票によって新たに意識が生じたりすることもある。また、質問の内容と構成によっては、被調査者の意識を誘導したり、あるいはバイアス（偏位）を与えたりすることもできる。

このようなことから、調査票を構成する場合には、質問が特定の意見を押しつけるものでないか、あるいは、質問の全体が特定の事象を想起させることはないか、など慎重な検討が必要である。また、これは質問に対する回答についても同様であり、質問事項に対する肯定反応と否定反応の回答枝は同じ重みを持つことが必要であり、時には、中庸回答や、態度保留も認められなくてはならない。

注) これらについては例えば西平重喜「統計調査法」培風館などに詳しい。

社会調査は、調査の意図を明確にして実施される場合と、実際の調査目的を隠して実施される場合がある。「建設騒音と住民反応の関係」の調査では、基本的には後者の方法をとる方が成功率が高いものと思われる。これは建設工事そのものが地域の環境を改変することを目的として実施されるものであり、建設工事から発生する音に対する評価が、建設工事の目的によって異なる場合があるからである。例えば住民が強く望んでいる施設などの工事の音は好意的に受け止められることがあり、逆に建設工事に対して否定的な場合に音の評価も否定的になる。

いずれにしろこの場合、質問群から調査者の意図が明らかになれば、回答が偏るおそれがあり、質問の構成には十分な注意が必要である。

3) 調査の実施方法

アンケート調査の実施方法には、①面接調査法、②留め置き調査法、③郵便調査法、④集合調査法、などがある。①は被調査者を調査員が訪問して調査する方法で、一般的に調査票は見せずに口頭で質問し、回答枝を提示して、その中から回答を選択させる方法が多い。この方法によると、被調査者は、直面する質問に意識が集中し前後の質問の関係から調査の全容を知ることがむずかしく、調査の目的を教えることによって回答に偏りが生じるおそれのある場合などは有効な方法である。また質問の内容を明確に伝えることができるなど優れているが、費用がかかるなどの欠点がある。②は、調査員が被調査者を訪問し、調査票を渡し記入してもらう方法である。一般には、調査票を渡してから2、3日後に再度訪問し調査票を回収する。この方法では、調査員は調査票を配布する時と回収する時だけ訪問すれば良く効率的であり、また被調査者が多忙で面接調査の時間が十分にとれない場合には有効である。しかし、被調査者は調査票の全容を知ることができ、十分考えた上で回答することも可能で、回答に被調査者の意識的な偏りが生じることもある。また、調査票に記入したのが本人であるかどうかを確認することができない欠点がある。③は、②の方法を更に簡略化し調査票の配布、回収を郵便で行おうとするものである。調査の費用が安く、広範囲の調査ができるなどの特色があるが、反面、多くの質問ができないこと、調査票の回収率が低いことなどの欠点がある。④は、被調査者を一定の会場に集めてアンケートに回答させるもので、社会調査のうち、特に人の意識の分析を目的とする方法には向かない。

これらの調査の実施方法のうち、最も優れた方法は面接調査法である。特に「建設騒音の影響」について調査するような場合、基本的には調査の真の主旨が気づかれずしかも被調査者に対して十分に謝意を表することが必要であり、この意味から、面接調査法を用いることが良いものと思われる。

3.2 社会調査Ⅰ（予備調査）

社会調査（住民意識調査）を行う目的の1つは、建設騒音が、工事現場の近隣に居住する人々に対してどのように理解されているかを明らかにすることである。また、建設騒音の物理的

に計測可能な量とこれらの騒音に暴される近隣住民の心理的評価量との対応関係を明らかにすることは最も重要な事項である。しかし、一般に、意識調査の結果から間接的に得られる騒音の心理評価量の精度は物理的な計測量の精度と較べてはるかに低いものと考えられ、ここでは、建設騒音の評価量のうちのどの尺度（例えば L_{α} 、とか L_{eq} とか）が心理評価量との対応が良いか、についての分析は目的としていない。

予備調査は、この社会調査のために作成した調査票（参考資料－１）が、建設工事現場の近隣に在住する人の騒音に対する意識を十分に反映できるかどうか明らかにするために実施した。このような社会調査において調査票はいわば人の意識を測定する“計測器”に相当し、調査票の出来、不出来が調査の精度に大きく影響する。

3.2.1 調 査 票

参考資料－１に調査票の全文を示す。この調査票は文面に表現される調査の目的を生活環境におき、『生活環境に関する意識調査』としている。表 3.1 に調査票の構成の概要を示す。質問項目は、①生活環境一般、②騒音環境、③建設工事に関する意識、の各項目によって構成されるが、調査の提示目的

表 3.1 アンケート調査票の構成

質問の項目	質 問 の 目 的
生活環境に関する質問	(1) 社会施設の充実 (2) 居住環境に関する評価 (3) 公害の有無
騒音環境に関する質問	(1) 音源の確定（発生源と時間帯） (2) 騒音被害の実例 (3) 騒音環境の変化 (4) 音の種類
建設工事に関する意識	(1) 建設工事の施工主に関する評価 (2) 完成施設等に関する評価
被調査者の社会的環境	(1) 政治に対する関心 (2) 生活環境、生活の満足度 (3) 性別、職業等

が『生活環境調査』であることから、①を最初の質問項目においている。ただし、生活環境は、生活の利便性、自然環境、社会環境などによって総合的に形成されるものであるから、生活環境に対する肯定や否定の感性は、住みごこちの良し悪しに対する判断で表現されるものと期待される。②はこの調査の本来の目的に相当する質問項目であるが、質問の中では、工場騒音、交通騒音、近隣騒音、および建設騒音を並列して挙げており、特に建設騒音に限定した質問とはしていない。①と②との質問の移行部には、大気汚染、振動公害に対する質問を挿入し、生活環境から騒音問題への意識の連続的な移行を図っている。③はこの調査票の中では特異な質問になるが、社会環境としての諸施設に対する住民の要望と、この建設に伴う騒音に対する受認性を知ることが目的としている。建設騒音に対する評価と、その建設工事によって完成する施設に対する評価とは不可分の関係にあるものと想定されるが、この質問はその分析を可能にする。

社会調査では、回答者の個人的属性を明らかにするため、性別、年齢、職業などに関する質問を行うのが通例である。特に面接調査では、回答者と対面して質問するわけであるから、

個人の属性に関する精度の高い調査が可能である。また、この調査は騒音の影響の解析を目的としているから、調査員が記入する事項として、家屋の状況であるとか、調査中の騒音であるとかについての事項をあげている。

3.2.2 調査対象地域

調査の対象とした地域は一般国道と交叉して高速自動車国道が建設されている地域で、永年道路交通騒音の影響を受けており、さらに新たに道路建設騒音の影響を受けた地域である。

当該地域の一般国道は上下2車線で日交通量は約12,000台である。

調査時点での工事現場では土工工事が行われており、ブルドーザ4台、パワーショベル1台、ロードローラ2～3台が稼動し、更にコンクリートミキサ車、土運搬用のダンプトラックが常時10台前後出入りしていた。

3.2.3 騒音調査

社会調査の結果と騒音の物理量との対応関係を明らかにするため、工事現場周辺の騒音調査を実施した。調査対象地域の主な騒音源は、一般国道の道路交通騒音、高速自動車国道の建設騒音、および領域内に点在する工場騒音である。騒音に対する人の反応は、平均的には暴露された騒音のエネルギー平均量に比例するとの仮説があり、騒音調査では、この地域の24時間 L_{eq} （等価騒音レベル）の分布を測定した。図3.1は、対象地域の地図および騒音の測定点を示すものであり、測定は図中白丸および黒丸印の延べ71点について実施し、また黒丸印の12点については等価騒音レベル計を用いて24時間 L_{eq} の定点観測を行った。測定は工事開始（午前8時）から工事終了（午後6時）まで、1日10時間、2日間にわたり実施した。

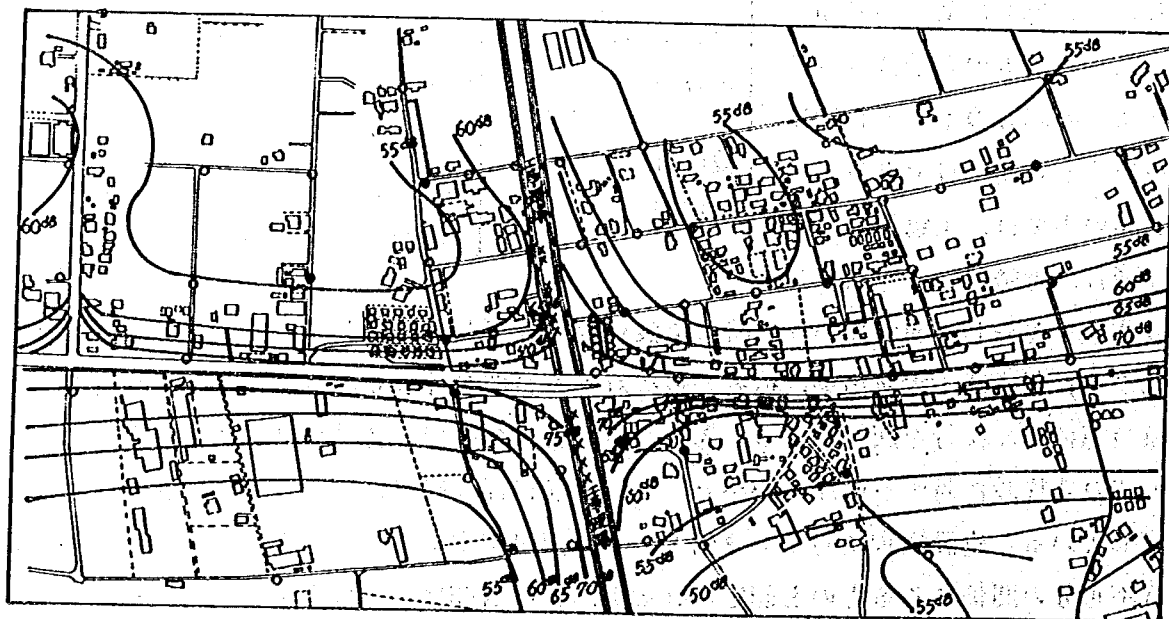


図 3.1 建設工事騒音影響調査（測定点および測定結果）

図 3.1 の昼間（午前 8 時から午後 6 時）までの L_{eq} のコンターから、建設騒音と道路交通騒音が相拮抗して存在していることがわかり、かつ道路交通騒音と建設騒音の発生領域は空間的に直交する位置にあることから、この地域は、建設騒音の影響を受ける地域、道路交通騒音の影響を受ける地域、およびその両方の影響を受ける地域、ならびにどちらの影響も受けていない地域に区分できる。地域内で工場が存在するところでは等価騒音レベルが高くなっており工場騒音の影響も無視できないことが示される。

3.2.4 意識調査の実施方法

意識調査の対象は、図 3.1 に示す地域内に住居を有する全ての世帯とした。この地域の世帯数は約 670 世帯で、サンプル数が少数でありかつ地域が比較的狭いことから全数調査（悉皆調査）とした。また調査は建設工事が施工されている昼間の時間帯に実施した。これは、建設騒音の影響を受ける人々は主に昼間に在宅する人々と考えられるからである。

3.2.5 意識調査の結果

意識調査は当該地域内の 400 世帯について実施した。このうち有効回答数は 282 で、回収不能だった 118 の内訳は、表 3.2 のとおりである。1 回目の訪問で面接できなかった場合は、もう一度再訪問するという方法をとったが、表 3.2 のうち一時不在というのは、それでも面接できなかった世帯数を意味する。長期不在は該当者が長期の出張や旅行に出かけていることを示す。

最終的な回収率は 70 % に達しており、また調査拒否が 4 件 1 % と比較的少なかったことから、意識調査に対して住民は好意的、（少なくとも敵意は持っていない）と判断することができよう。

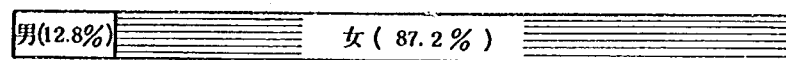
表 3.2 事 故 内 訳

事 項	該当数	全体に対する率 (%)	事故数に対する率 (%)
長 期 不 在	5	1.3	4.2
一 時 不 在	105	26.3	89.0
拒 否	4	1.0	3.4
その他(病気など)	4	1.0	3.4
合 計	118	29.5	100.0

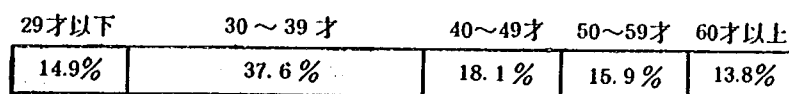
3.2.5.1 被調査者の属性

(1) 性別、年齢、職業

意識調査に直接回答した被調査者の性別および年齢構成を図 3.2 (a), (b) に示す。被調査者は圧倒的に女性が多く、また年齢別では、30～40 歳台が過半数を占めている。これは



(a) 性 別



(b) 年 齢

図 3.2 被調査者の性別、年齢構成

調査を日中しかも家庭訪問によって実施した結果、対象が主に家庭の主婦となったためである。表 3.3 は、更にこれを職業別に見たものであるが、回答者のうち95 %は家庭内に職業を持つ者、もしくは無職である。

表 3.3 被調査者の職業

自営・家族従業			被 備 者					無 職		
農 林 漁 業	商 工 サ ー ビ ス 業	自 由 業	管 理 職	専 門 技 術 職	事 務 職	労 務 職	そ の 他	主 婦	学 生	無 職
2.8 %	10.6	0.4	1.1	—	1.1	2.8	—	69.5	1.8	9.9

表 3.4 被調査世帯の職業

自 営 業			被 備 者					無 職
農 林 漁 業	商 工 サ ー ビ ス 業	自 由 業	管 理 職	専 門 技 術 職	事 務 職	労 務 職	そ の 他	
5.3 %	22.3	1.1	5.7	1.8	17.4	41.1	—	5.3

表 3.4 に世帯職業の構成を示す。ここでいう世帯職業とは、その世帯の主な収入となる職業を意味し、家夫長の職業を意味するものではない。地域が国道に面しているところから、農林漁業などの従事者が少なく、商工サービス業（あくまでも家族営業などの極めて小規模なものであって、従業員を備して営業するような、いわゆる企業は調査対象から除外した）が多い。また、被備者は全体の66 %であり、世帯職業の構成としては特異な点はない。

(2) 居住年数・住居の属性

図 3.3 に、被調査世帯の居住年数の分布を示す。この地域は古い街道を残しており、し

0～3年	4～6年	7～10年	11～20年	21年以上
25.5 %	16.0 %	21.3 %	21.3 %	16.0 %

図 3.3 被調査世帯の居住年数

たがって図に示すとおり 10 年以上の居住世帯が全体の 36 % 以上を占め、いわば地域に根差した住民が多いことがわかる。

図 3. 4 (a)～(d)に住宅構造の調査結果を示す。これらの図から示されるとおり、この地域の家屋は、木造もしくは木造モルタル造りで、平屋あるいは 2 階建の家屋が最も多く、しかもそのほとんどが 1 戸建である。(d)は窓枠構造を示すものであるが、これは騒音を問題にする視点では、アルミサッシの窓枠の方が従来の住宅で主に用いられた木枠構造より遮音性に優れていることから、調査したものである。木枠のみの家屋は全体の 30 % に過ぎず、全体としてアルミサッシが良く普及している。

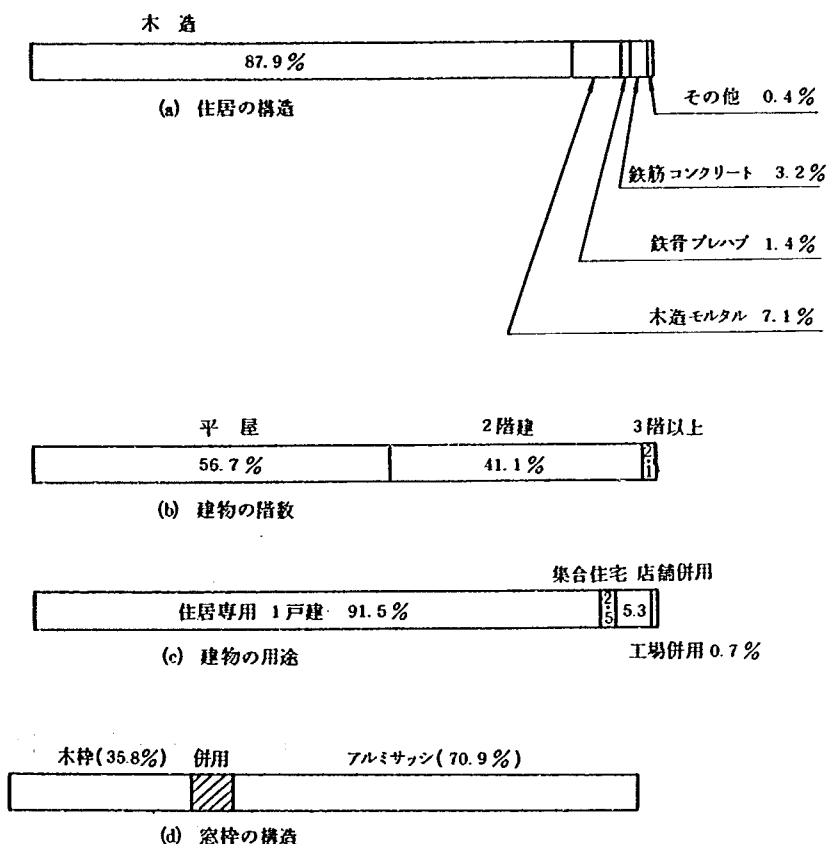


図 3. 4 住 居 の 構 造

3. 2. 5. 2 生活意識

(1) 政治への関心

図 3. 5 に、国政や地方自治への関心に関する単純集計の結果を示す。回答の過半数は政治に関心があると回答しているが、この調査では『政治』についての定義は示しておらず、被調査者が政治をどのように考え、何に関心を持つかについては不明である。

(参考)

この調査は、中立点(「どちらでもない」)をとり、「かなり関心がある」から「ほとんど関心がない」までの 5 枝選択法で回答を得たものである。このように、いくつかの選択枝から 1 つを選ぶ場合、回答が全くランダムであれば、各選択枝が選択される確

率は等しく $P = \frac{1}{n}$ (n : 選択枝の数) と考えることができる。この場合、実際にある特定の選択枝が選択される確率の実現値は、生起確率を P とする二項分布に従うとされる。試行回数 N が大きい場合、二項分布はポアソン分布あるいは正規分布で近似することができ、正規分布で近似する場合、平均値 NP 、分散 $NP(1-P)$ となる。

したがって、サンプル数 N のうち、特定の選択枝が x 回選択された時、それが有意であるのか、あるいは有意ではないのかは、

$$Q(x; N, P) = 1 - \Phi(u) \\ u = \left(x - \frac{1}{2} - NP \right) / \sqrt{NP(1-P)} \quad \cdots (3.1)$$

として求めることができる。ここで、 $1 - \Phi(u)$ は正規分布での起過確率を示すものであり、例えば正規分布表から片側 2.5 % に相当する u は 1.96 として簡単に与えられるので、これを (3.1) 式に代入して x を求めることができる。

今、 $N = 282$ 、 $P = \frac{1}{5}$ 、有意水準 5 % として両側検定により、選択枝の選び方がランダムであると判定できる範囲を求めると、正規分布は、

平均値 $\mu = NP$; 56.4 (20 %)

分散 $\sigma = \sqrt{NP(1-P)}$; 6.72 (2.4 %)

であり、したがって、判定範囲 R は、

$$R : | 1.96\sigma + \mu \geq x \geq \mu - 1.96\sigma |$$

すなわち、

$$R : | 65.48 , 47.52 | , (\text{回答率})$$

$$R : | 24.72 , 15.28 | , (\text{回答率} \%)$$

である。

(参考) に示した統計的考え方から図 3.5 を見ると、この地域の回答者は、両極端の回答を避け、" やや関心がある " とする中庸に近くしかも肯定的価値を含む回答 (すなわち無難な回答) を選択したことがわかる。

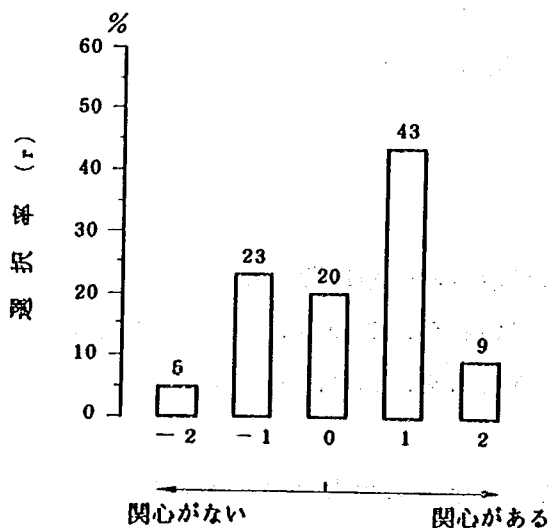


図 3.5 政治への関心度

(2) 生活満足度

図 3.6 は, “現在の生活にどの程度満足していますか”という質問に対する回答の分布を示したものである。この質問に対する回答も, (1)の場合と良く似ており, 満足していると回答した人が過半数を超え, しかも, 両極端の選択枝をとった人が少ない。このように, 両極端に対する回答が少ないのは, 質問事項が日常あまり意識されていないことを示しており, この意味からも, この調査に対する回答者は少なくとも現在の生活に特に不満を持たず概ね満足していることがわかる。

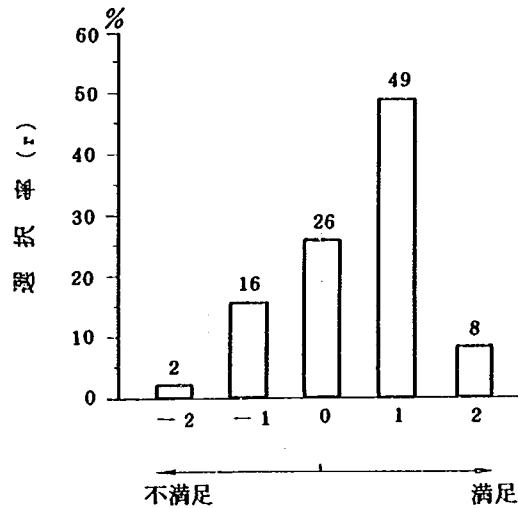


図 3.6 生活満足度

N = 282

	(イ) 十分満足	(ロ) かなり満足	(ハ) 普通	(ニ) 多少不満	(ホ) 非常に不満
(a) 買い物の便について	26 %	27 %	29 %	0 %	15 %
(d) 自然環境について	22	29	29	0	14
(f) 医療施設について	10	28	42	1	15
(b) 交通の便について	14	22	36	1	22
(e) 公園, 学校などの公共施設について	5	11	22	6	33
(c) 娯楽施設について	3	16	5	42	33

1

図 3.7 居住環境の評価

3.2.5.3 居住性の評価

図 3.7 は, 居住地域の居住環境に関する回答結果を示したものである。図は質問の順ではなく, “満足”とする回答の多い質問項目の順に示してある。この質問に対しては, “十分に満足”あるいは“非常に不満”とする強い反応があり, 逆に言えば回答者にとって関心のある事項であるものと思われる。“買い物の便”については“十分に満足”とする人が 26%と多く統計的にも有意であり, “娯楽施設”については逆に“非常に不満”あるいは

“多少不満”とする人が多く、統計的にも有意である。また、“自然環境”についても“満足”と回答する人が多く、調査地域が国道沿いの地域であることを考え合わせると特徴のある回答と考えることができよう。公共施設や娯楽施設については不満があるものの、日常生活の範囲では居住環境に十分満足していると考えることができる。

図 3. 8 は“地域に対する好感度”に関する回答結果を示すが、“好きだ”と回答する者の率が有意に高く、調査対象となった地域の住民は地域に十分に適応し、ほとんどの人が現状に満足していることがわかる。

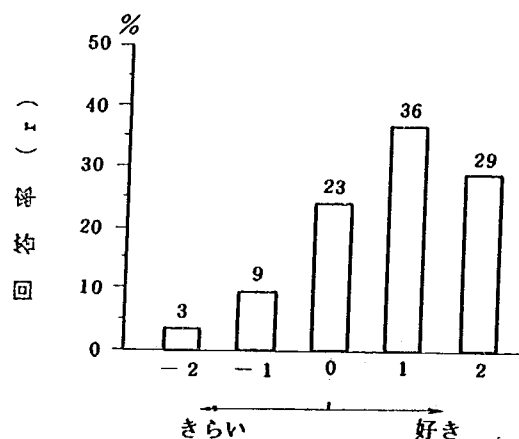


図 3. 8 地域への好感度

3. 2. 6 環境評価

図 3. 9 は、公害として認識される環境指標に関する回答の結果をまとめたものである。大気汚染についてはやや好意的な反応が示されているが、振動、騒音についての回答はほぼ同じで、普通であるとする回答が多いものの、特に好意的とも否定的とも言えない。また、その他の公害については、“わからない”とする回答が72%もあり、具体的に提示した3種の公害以外に特別に意識される公害（悪臭とか、地盤沈下など）が他にないものと思われる。

図 3. 10 は、これらの公害に対する評価のスコア（“ふつう”を0とし、良いとする方向をプラス、悪いとする方向をマイナスにして平均得点を計算したもの）を、窓枠の構造、政治

N = 282

	(ア) 大変悪い	(イ) やや悪い	(ウ) 普通	(エ) やや良い	(オ) 大変良い
(a) 空気の汚れについて	20 %	26 %	32 %	16 %	7 %
(c) 振動について	20	20	26	22	12
(b) 騒音について	19	20	28	20	14
(d) その他について	5	わからない 72			14

図 3. 9 公害に対する意識

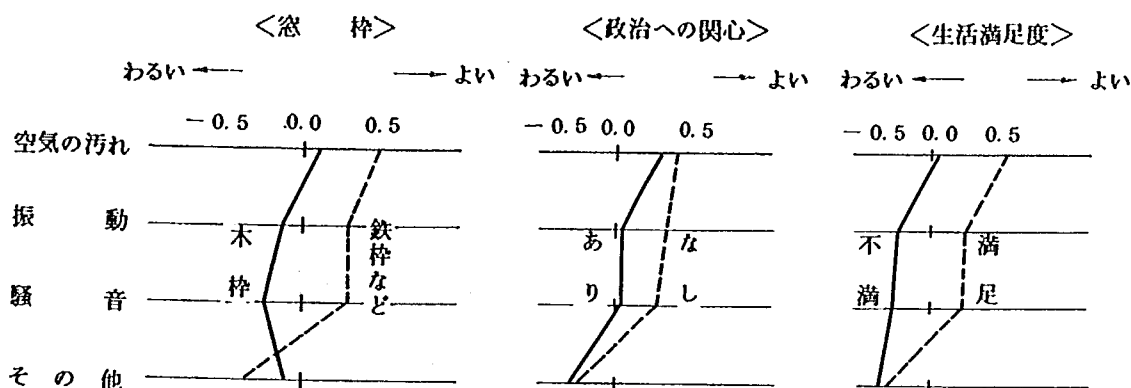


図 3.10 環境評価と説明項目の関係

への関心度、生活満足度、との関係で示したものである。図に示すとおり、窓枠が木造である場合と鉄やアルミなどの場合とでは、後者の方が平均的には公害に対してプラスの評価をしていることがわかる。これが騒音についてのみプラス評価となるのであれば、窓の遮音能率の差が騒音に対する評価の差となっているものと想像することも可能であるが、実際は大気汚染、振動についても同じ傾向にあり、両者の関係を明示することはむずかしい。

政治への関心との関係では、“政治に関心あり”と回答した人の方が、そうでない人より公害環境に対してマイナス評価をしている傾向があるが、政治への関心によらず、環境評価はプラスであり、この地域では、公害評価と政治への関心度の間にはあまり関連性はないものと思われる。

ところが、生活の満足度に関しては、不満とする人は公害に対してマイナス評価、満足とする人はプラスの評価を与えていることが示される。

3.2.6.1 ゾーン区分による環境評価

大気汚染、振動および騒音などの公害に対する評価と暴露された騒音の関係をみるために、当該地域を図 3.11 に示すように、A～Dの4区分に分割した。各区分は次のとおりである。

A ゾーン； 道路交通騒音と建設騒音に暴される地域（日中の L_{eq} がおおむね 65 dB を超える地域）

B ゾーン； 道路交通騒音のみに暴される地域（日中の L_{eq} がおおむね 60 dB を超える地域）

C ゾーン； 建設騒音のみに暴される地域（日中の L_{eq} がおおむね 50 dB を超える地域）

D ゾーン； 上記以外の地域（日中の L_{eq} が 50 dB 以下）

図 3.12 は、ここで区分した A～D ゾーンごとに環境評価のスコアを示したものである。図は、スコアがプラスである程、線が内側を通るように作成したもので、原点は、プラス 2 のスコアである。図より各ゾーンによってスコアの分布が異なり、A ゾーン、B ゾーンで

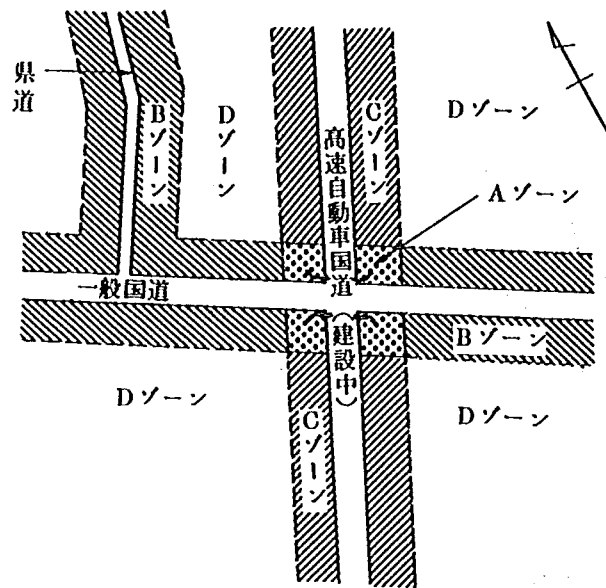


図 3.11 調査地域のゾーン区分

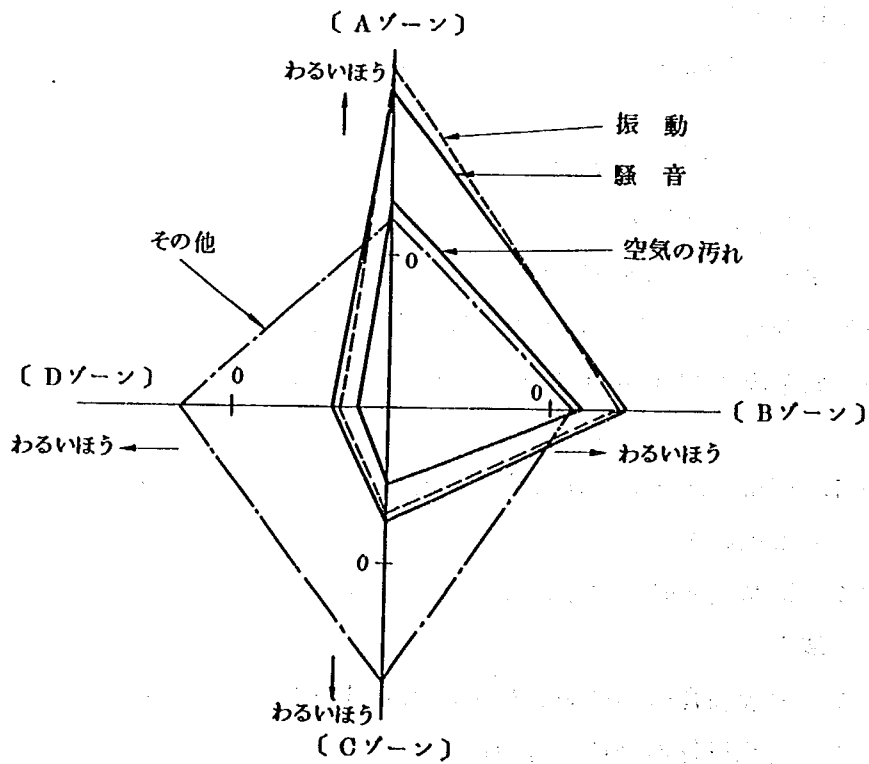


図 3.12 各ゾーン別の公害意識のプロフィール

は環境に対するマイナス評価が著しい。Dゾーン、Cゾーンでは逆にプラス評価となっており、この図から判断して、騒音の大きさが、1つの環境評価指標になっているものと思われる。Bゾーンでの環境評価が、Cゾーンでの評価より悪いのは、騒音レベルに違いがあることを原因としているものと思われる。

また、騒音、振動、大気汚染に対する評価の傾向は極めて良く似ており、当該地域の人意識では、これらの公害が同じものとして考えられているものと思われる。

3.2.6.2 関連係数を用いた分析

関連係数（クラメールの関連係数）は、例えば2変量間の相関係数に相当するもので、2つの質問項目に対する回答から、質問項目同志の関連性を見ようとするものである。

2つの質問項目に対する回答は、一般に表3.5のようなクロス集計表（分割表）にまとめることができる。ここで、

表 3.5 クロス集計表

質問 B \ 質問 A	1	2	...	j	計
選択枝 1	f_{11}	f_{12}	...	f_{1j}	$f_{1.}$
" 2	f_{21}	f_{22}	...	f_{2j}	$f_{2.}$
" :	:	:	...	:	:
" i	f_{i1}	f_{i2}	...	f_{ij}	$f_{i.}$
計	$f_{.1}$	$f_{.2}$	...	$f_{.j}$	f

$$P_{i.} = f_{i.}/f \quad \dots\dots (3.2)$$

は、質問Bの選択枝*i*が選択される頻度の実現値を示し、同時に質問Aの選択枝*j*については、

$$P_{.j} = \frac{f_{.j}}{f} \quad \dots\dots (3.3)$$

である。両者の質問に対する回答が全く独立な場合に質問Bの選択枝*i*と質問Aの選択枝*j*が同じに選択されると考えられる同時頻度 (P_{ij}),

$$P_{ij} = \frac{f_{i.} \cdot f_{.j}}{f} \quad \dots\dots (3.4)$$

と実際に観測された同時頻度 f_{ij} との関係から、質問間の関連性を見ることができる。 P_{ij} と f_{ij} の偏差が小さければ両者は関連が小さく、偏差が大きければ、両者の独立性が小さく、すなわち関連性が強いとすることができる。偏位の平方和の平均値（分散に相当）は

$$S^2 = \frac{\sum_i \sum_j \frac{(f_{ij} - P_{ij})^2}{P_{ij}}}{r_1 r_2} = f \left(\sum_i \sum_j \frac{f_{ij}^2}{f_{i.} \cdot f_{.j}} - 1 \right) \quad \dots (3.5)$$

として示される。ところが、 S^2 の変域は $0 \leq S^2 \leq f \cdot (R-1)$, ($R = \min(r_1, r_2)$; 2つの質問項目の選択枝のうち少ない方) となる。関連係数を相関係数と同様に取扱うためには、変域が0~1であることが望ましく、 S^2 を $f \cdot (R-1)$ で割り、この平方根を用いる方が便利である。

$$\theta = \left(\frac{S^2}{f(R-1)} \right)^{\frac{1}{2}} \quad \dots (3.6)$$

通常平方根をとらない方の値をクラメールの関連係数と呼ぶが、ここでは、 θ を用いている。

表3.6は、大気汚染、騒音、振動に対する印象と、各説明項目間の関連係数を示すもの

である。国道からの距離の項目は、住居の位置を国道から10 m間隔で50 mまで、および50 m以上のカテゴリに区分したもの、工事現場からの距離の項目は、同様なカテゴリ区分を、工事現場から20 m間隔で100 mまで、および100 m以上としたものである。騒音の距離減衰を考えると、これらの指標は道路交通騒音および建設騒音の大きさの指標となっているものと考えることができる。

表 3. 6 クロス集計表

説明項目 \ 項 目	(f) 空 気 の 汚 れ	(g) 騒 音	(h) 振 動
(a) 国 道 からの 距 離	0. 164	0. 32	0. 46
(b) 工事現場からの距離	0. 197	0. 124	0. 215
(c) ゾ ー ン 別	0. 276	0. 323	0. 436
(d) 騒 音 環 境 評 価	0. 431	0. 536	0. 510
(e) 生 活 満 足 度	0. 290	0. 131	0. 127
(f) 空 気 の 汚 れ	1. 0	0. 656	0. 631
(g) 騒 音	0. 656	1. 0	0. 837
(h) 振 動	0. 631	0. 837	1. 0

この考え方から、説明項目の(a), (b), (c)は、騒音の質と大きさの指標とみなし得る。これらの説明項目と、大気汚染、騒音、振動に対する公害評価の関係をみると、①国道からの距離と振動公害、②ゾーン区分と振動公害、の関連性が強く、この地域では道路交通に伴う振動が公害として潜在的に意識されているものと思われる。騒音公害に対する意識と、説明項目(a), (c)の関連は振動公害の場合よりも小さい。また、説明項目(b)の工事現場からの距離と、これらの公害に対する意識の関連は比較的小さく、この地域では、建設工事に伴う騒音、振動に対する意識は、道路交通騒音・振動に関する公害意識よりも大きくないものと判断される。

(d)の騒音環境評価は“この地域は静かな方ですか、うるさい方ですか”という質問を指し、いわば騒音環境一般に関する印象を問うたものである。この説明項目と(f)(g)(h)との関連性は高く、特に(g)の騒音公害との関連性は極めて高い。(g)と(d)は実際同じ類の質問に相当し、被調査者が正直な回答をしている限り関連性が高いのは当然と言える。一方、騒音環境評価は騒音以外の公害との関連性も高いが、これは、騒音公害に対する評価と振動公害に対する評価との関連係数が0. 837と極めて高く、また大気汚染についても同様であること、いわば公害評価相互の内部相関が高いことに起因しているものと判断される。いいかえれば、この地域では、これらの公害が相互に関連したものとして意識されているとすることができる。

3. 2. 7 意識調査からみた騒音評価

(1) 騒音暴露量

図 3. 13 は騒音の暴露量と、住民の騒音環境評価との関係を示すものである。Leq が 65 dBA を超える区域の住民の 50 % 以上は“うるさい”と反応し、55 dBA 以下の区域では 80 % 近くの住民が“静かな方”と反応しており、住民の主観的な騒音環境評価と、実際の騒音暴露量との間に相関があるものと思われる。

Richard. J. Peppin⁵⁾らは L_{dn} (day time and night time equivalent noise level ; 昼夜間 L_{eq}) が室外で55 dBA 以下の場合、騒音によって影響を受ける人はほとんどなく、 L_{dn} が75 dBA を越えると全ての人が何らかの影響を受け、また L_{dn} が55～75 dBAの間では、影響を受ける人のパーセンテージと L_{dn} の値とは比例関係にあると報告している。この関係が成立する場合、 L_{eq} が65 dBA を越える地域では50 %以上、55～65 dBAの地域では約25 %の人が影響を受けていると計算されるが、これらの数値は、ほぼ調査結果に近い値となっている。

図3.14は騒音の暴露量と具体的な被害感との関係を示したものである。設問の(a)、(b)は具体的な事実に対する被害感であり、暴露量と被害感の発生率との間には、一定の関係があるように思われる。一方、設問(c)、(d)はいわば心理的な被害感との関係を示したものであり、具体的被害感に見られるような傾向は認められない。

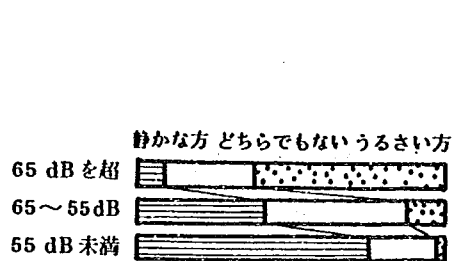


図 3.13 騒音暴露量と住民の感覚

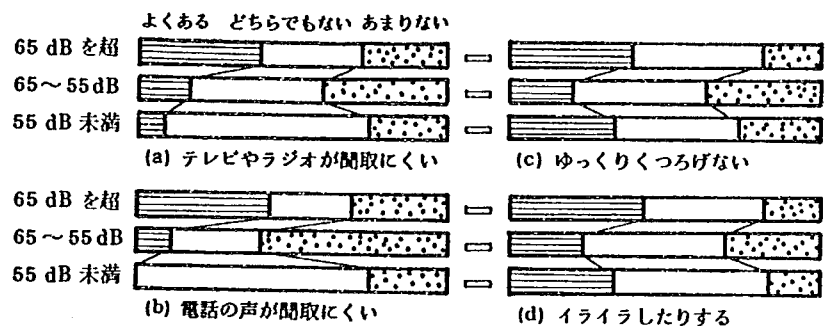


図 3.14 騒音暴露量と住民の被害感との関係

(2) 騒音環境と音源からの距離

図3.15は、騒音に関する住民の環境意識と、当該地域の主音源とみられる道路、および建設工事現場からの距離との関係を示したものである。音源からの距離が遠くなるにつれて、“良い”と評価する住民の率が上昇している。

図3.16は同様にして、“気になる音の種類”，図3.17は、“影響のある音の種類”に対する住民の意識と音源からの距離の関係について示したものである。図3.16, 3.17の設問では複数回答を許しているところから回答率の総和は100 %を越える場合がある。

図3.16(a)は、道路からの距離をパラメータとして、“建設工事の騒音が気になる”，“自動車の騒音が気になる”および“気になる音はない”と回答した住民の割合を示すものであり、(b)は建設工事現場からの距離をパラメータとしたものである。図3.17は、これを“影響のある音”について示したものである。これらの図の場合、自動車騒音が騒音環境に影響を与えているのであれば、道路からの距離と、自動車騒音が“気になる”および“影響ある”と回答した住民の率とは相関があり、建設騒音が“気になる”あるいは“影響ある”と回答した住民の率とは無相関になり、しかも回答率は低いものと考えられる。また、建設工事現場からの距離をパラメータとすれば、建設騒音に対する騒音環境評価は相関を持

ち、道路交通騒音に対する騒音環境評価は相関を持たないものと考えられる。注)

図 3. 16, 3. 17 とともに上述の仮説と良く一致した傾向を示している。すなわち、この地域では道路交通騒音および建設騒音の影響を受けていることがわかる。また、道路から10 m 以内の L_{eq} は 70 ~ 75 dBA であるのに対し、建設工事現場から 10 m 以内では L_{eq} 60 ~ 70 dBA であり、道路交通騒音の影響の方が大きいようである。

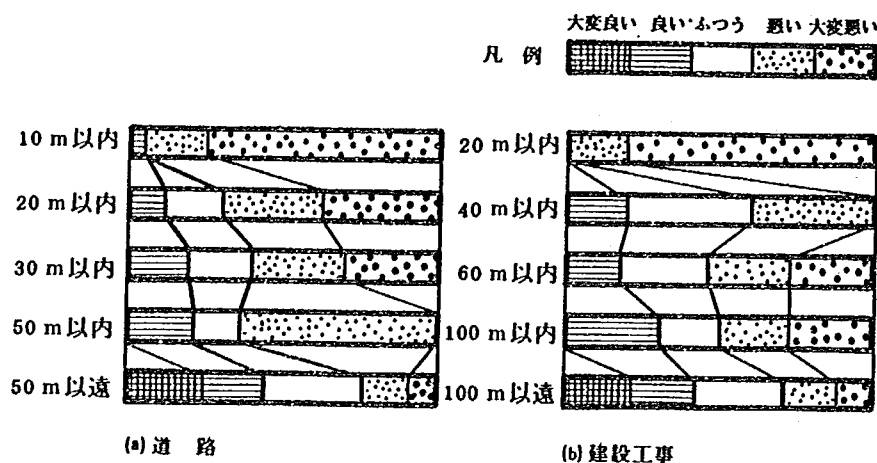


図 3. 15 騒音発生源からの距離と住民の騒音に対する意識

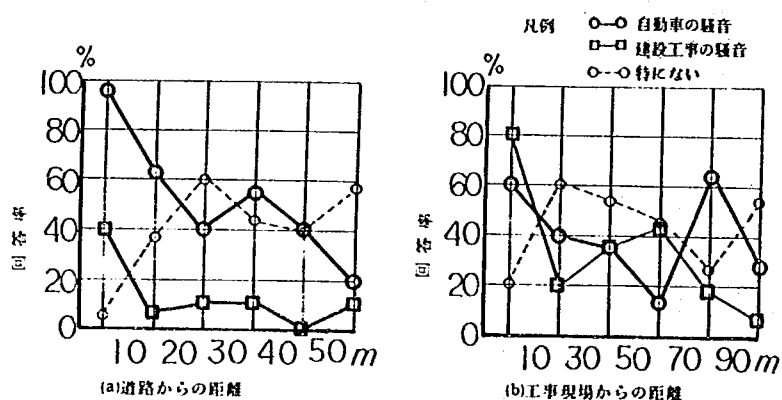


図 3. 16 気になる音の種類と発生源からの距離

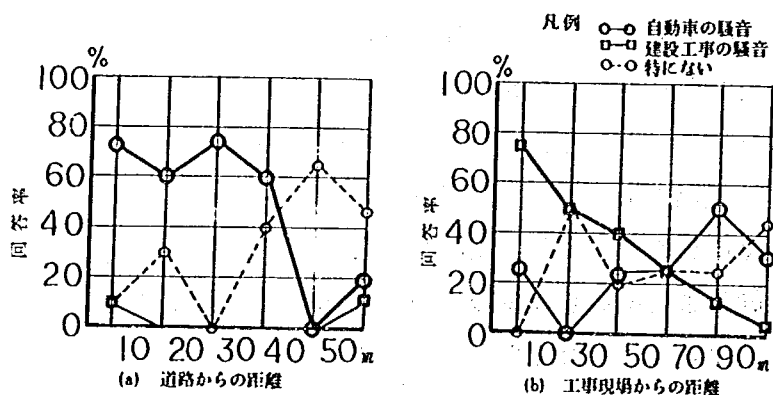


図 3. 17 騒音発生源からの距離と最も影響ある音の種類

注) これは、建設工事現場と一般国道とが空間的に直交しているために言えることであって、一般的に成立するわけではないので注意が必要である。

(3) 騒音被害

表 3.7 は、騒音に関する被害感と各説明項目との関連係数を示すものである。騒音の説明項目と関連が高い被害項目は“電話障害”，“なかなか寝つかれない”であるが，“工事現場からの距離”とは相関があまり高くない。“なかなか寝つかれない”とする被害が、人が就寝する時間帯（夜 10 時～12 時位）に発生する音を原因とするものであり，この時

表 3.7 騒音の影響と各説明項目の関連性

説明項目 \ 項 目	読書・勉強のじゃま	電話障害	テレビ・ラジオの聞取	家族団楽の障害	びっくりする	ゆっくりくつろげない	はイライラがしたたり	なかなか寝つかれない	目が醒める	体の具合が悪くなる
国道からの距離	0.28	0.334	0.299	0.318	0.311	0.265	0.293	0.304	0.299	0.322
工事現場からの距離	0.291	0.249	0.285	0.198	0.299	0.242	0.24	0.258	0.268	0.274
ゾ ー ン 別	0.323	0.388	0.325	0.376	0.258	0.272	0.293	0.352	0.273	0.335
騒音環境評価	0.3	0.357	0.238	0.356	0.365	0.337	0.312	0.353	0.346	0.279
Leq コンター別	0.318	0.41	0.351	0.29	0.299	0.241	0.295	0.463	0.323	0.343

間帯では、工場騒音，建設騒音が存在しないことから，この被害が道路交通騒音を原因とするものであることが想定できよう。この考え方からすると，“なかなか寝つかれない”とする被害が建設騒音の指標と関連が高くなく，“Leq コンター”および“国道からの距離”と高い関連を持つことが理解できよう。

3.2.8 予備調査結果の考察

本調査の実施地域では，道路交通騒音が存在し，後から建設騒音が発生し，騒音環境としては前者の方が支配的であった。本調査では，①意識調査によって騒音の影響の把握が可能であるか，②意識調査票は調査目的に適合しているか，の 2 点を検討し，可能であれば③騒音暴露量と騒音被害意識に関連性があるか，④あるとすればどのような関係であるか，を分析することを目的としていた。

これまでの分析で示したように，①については十分に可能であることがわかった。特に，騒音の平均的暴露量としては道路交通騒音より小さかった建設騒音の影響についても分析可能であることがわかった。

②については，例えば(a)大気汚染，騒音，振動の各公害について聞いた後，“その他の公害”について質問しているが，この質問に関する回答のほとんどが，“どちらでもない”に集中し，実質的に意味のないことがわかった。被調査者は，“その他の公害”についての質問を受けた時，特に調査員の誘導がなければ，自ら『その他の公害とは何であるか』について考えなければならず，これは調査の主旨からして好ましくない。また，“騒音の影響の有

無”について質問し，“影響がある”と回答した者に対してのみ，その具体的内容を聞く質問形式としたが，この具体的騒音被害内容は，騒音の発生原因，騒音の質などと密接な関係にあり，調査結果を解析する場合，全員から回答を受けた方が合理的であることがわかった。

これらのことから，②については，質問票の一部を変更することが妥当であるとの判断に達した。

③，④については，この調査によって，騒音暴露量と騒音被害の間に関連性のあることがわかり，また L_{eq} がおおむね 55 dBA 未満であれば，騒音被害感は小さいことがわかった。しかし，このような関連性が，道路交通騒音，建設騒音の両方に共通であるのか否かについては不明である。

3.3 社会調査Ⅱ

この項では，昭和54年度に実施した予備調査（3.2項）の結果を基に，調査票，調査方法を修正して，昭和55年度に実施した建設騒音影響調査の結果を示す。

調査の基本的な方法は，予備調査の場合と同様に，①騒音環境の実態調査，②面接調査による住民の意識調査，および③両者の関連性の分析，という方法をとった。③の分析では，調査票に表現された住民の騒音に対する意識空間から，“被害意識スコア”を導入算出し，暴露騒音量との関係を調べた。この分析では，数量化Ⅲ類と呼ばれる方法を用いた。また，この結果，“被害意識スコア”と騒音暴露量との間には比例関係があり，建設騒音では，約55 dBAを越えることによって“被害意識スコア”が正の値（すなわち被害感が顕在化する）となること，道路交通騒音でもこの値は約55 dBAであることがわかった。

3.3.1 調査対象地域

意識調査のサンプル数が700件を越えること，および建設工事の種類が異なることを前提に，表3.8に示す3つの工事現場を対象にした。（現場周辺の地図は，騒音の測定結果とともに，図3.20，3.22，3.26に示す）

表 3.8 対象工事現場

工 事 現 場 名	工 種	所 在 地	対 象 世 帯 数
A 現 場	防音型ディーゼルパイルハンマによる基礎工	千葉県我孫子市	377
B 現 場	国道舗装版打替え（夜間工事）	茨城県土浦市	139
C 現 場	ディーゼルパイルハンマによる基礎工，および土工	埼玉県三郷市	707

＊）この報告書では，実際の工事名は伏せる。

3.3.2 現場における騒音の実態調査

基本的な騒音調査の方法は3.2社会調査Ⅰと同様の方法によった。各現場とも建設工事が施工されている時間帯を重点とし，また24時間連続調査を併用した。

1) 調査現場のブロック化と測定点

調査対象地域を支配的騒音の種類に応じて4つのブロックに区分し、各ブロックごとに5点の騒音測定点を設けた。ブロック化の例を図3.18に示す。この区分は下記によった。

Aブロック；工事現場に近接し、建設騒音が支配的と判断される地区

Bブロック；建設騒音および他の騒音も聴取可能な地区

Cブロック；建設騒音も聴取れるが他の騒音が支配的な地区

Dブロック；建設騒音の識別が不可能に近い地区

2) 騒音の測定方法

(a) 各測定点での騒音レベルの測定

各ブロック内の騒音測定点を1時間で巡回し、騒音レベルの観測を行った。各測定点での測定時間は、1時間につき5分間とし、騒音レベルはレベルレコーダに記録する方法をとった。この間調査員は音の種類をレベルレコーダの記録紙に記入し、データ取まとめ時の便宜を図った。

騒音レベルの瞬時値は、レベルレコーダの記録紙上から、5秒間隔に50個サンプリングし、 L_{α} ($L_5, L_{10}, L_{50}, L_{95}$) 及び等価騒音レベル L_{eq} に取まとめた。

この時騒音レベルを、

- ① 常時存在するとは思われない騒音
- ② 建設騒音以外で常時存在する騒音
- ③ 建設工事現場で発生した騒音

に区分し、建設騒音の L_{eq} 、および建設騒音を含む環境騒音の L_{eq} についてまとめた。

なお、①は当該地区内に進入してきた宣伝車の騒音や人の日常生活で発生する、話し声などの騒音、②は地域内の道路や工場などから定在的に発生している騒音である。

(b) 等価騒音レベルの測定

各現場内のそれぞれのブロック内の1点を代表的と定め、この点でのA特性等価騒音レベルを1時間ごとに測定した。また、この点は定点観測点とし、24時間 L_{eq} を求めた。

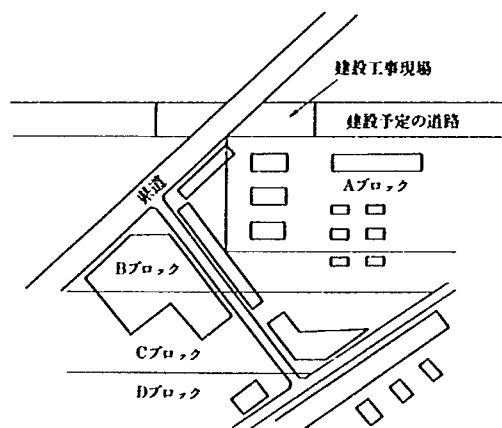


図3.18 調査箇所のブロック化の例（道路建設工事）

3.3.3 意識調査

3.3.3.1 調査票

参考資料-2に、調査票を示す。調査票は、参考資料-1に示す調査票を3.2.8で述べた理由によって一部改訂したものである。

3.3.3.2 意識調査の解析

今、意識調査票に表現された被調査者の意識を記述する有限ベクトル空間 Φ を考える。このベクトル空間の次元を適当に選ぶと、個々の被調査者の意識は、この空間上の1点とし

て表現でき、しかも被調査者の意識は全てこの空間 Φ の中に含まれると考えることができる。この空間は、 n 個の質問に対する回答から得られるものであるが、個々の質問が意味的に独立であることを前提とせず、この有限ベクトル空間に適当な変換を施こして直交空間での各ベクトル成分を求める。

この空間の第 i 軸に対する質問項目 j の方向余弦を a_{ij} とすると、第 i 軸の成分 Y_i は、

$$Y_i = a_{i1} X_1 + a_{i2} X_2 + \cdots + a_{ij} X_j + \cdots \quad \cdots \cdots (3.6)$$

となる。ここで、 X_j は質問項目 j の測定値、 Y_i は変換された直交軸 i での合成変数である。 a_{ij} は方向余弦としたから、ピタゴラスの定理から、

$$\sum_j a_{ij}^2 = 1 \quad \cdots \cdots (3.7)$$

また Y_i は直交軸での成分であるから、

$$\rho(Y_k, Y_\ell) = 0, \quad k \neq \ell \quad \cdots \cdots (3.8)$$

である。 ρ は共分散を示す。このような変換は、(3.6)式、(3.7)式、の条件の下で Y_i の分散を最大とするような a_{ij} を求めることに帰着するから、

$$\rho_{ij} = \rho(X_i, X_j) = E(X_i, X_j) \quad \cdots \cdots (3.9)$$

として、質問項目間の共分散を定義すると、 Y_ℓ の分散は、

$$\begin{aligned} F_\ell(a_{\ell 1}, a_{\ell 2}, a_{\ell 3}, \cdots, a_{\ell n}, \lambda) \\ = \sum_i a_{\ell i}^2 + 2 \sum_{i \neq j} a_{\ell i} a_{\ell j} - \lambda \left(\sum_i a_{\ell i}^2 - 1 \right) \end{aligned} \quad \cdots \cdots (3.10)$$

となる。ここで λ はラグランジュの未定係数である。これより、求める $a_{\ell 1}, a_{\ell 2}, a_{\ell 3}, \cdots, a_{\ell n}$ は、

$$\frac{\partial F_\ell}{\partial a_{\ell i}} = 0, \quad \frac{\partial F}{\partial \lambda} = 0 \quad \cdots \cdots (3.11)$$

によって得られる連立方程式の解として与えられる。ただし、 $\partial F / \partial \lambda = 0$ の解は(3.7)式である。

(3.11)式から、次の n 元連立方程式が成立する。

$$\begin{aligned} (1 - \lambda) a_{\ell 1} + \rho_{12} a_{\ell 2} + \rho_{13} a_{\ell 3} + \cdots + \rho_{1n} a_{\ell n} &= 0 \\ \rho_{21} a_{\ell 1} + (1 - \lambda) a_{\ell 2} + \rho_{23} a_{\ell 3} + \cdots + \rho_{2n} a_{\ell n} &= 0 \quad \cdots \cdots (3.12) \\ \rho_{31} a_{\ell 1} + \rho_{22} a_{\ell 2} + (1 - \lambda) a_{\ell 3} + \cdots + \rho_{3n} a_{\ell n} &= 0 \\ &\vdots \\ \rho_{n1} a_{\ell 1} + \rho_{n2} a_{\ell 2} + \rho_{n3} a_{\ell 3} + \cdots + (1 - \lambda) a_{\ell n} &= 0 \end{aligned}$$

(3.12)式が、 $a_{\ell i} = 0$ という自明の解を持たないためには、連立方程式の係数行列において、

$$\begin{pmatrix} 1 - \lambda & \rho_{12} & \rho_{13} & \cdots & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & 1 - \lambda & \rho_{23} & \cdots & \rho_{2n} \\ \rho_{31} & \rho_{32} & 1 - \lambda & \cdots & \rho_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{n1} & \rho_{n2} & \rho_{n3} & \cdots & 1 - \lambda \end{pmatrix} = 0 \quad \cdots \cdots (3.13)$$

が成立しなければならない。即ち行列の固有値問題に還元される。(3.13)式は、 $\rho_{ij} = \rho_{ji} \geq 0$ の非負対称行列であるから、一般に n 個の固有値が求まり、

$$\sum \lambda_{\ell}^2 = 1, \quad \lambda_{\ell} \geq 0 \quad \dots\dots\dots (3.14)$$

である。 λ_{ℓ}^2 を第 ℓ 主成分の寄与率と呼び、係数 $a_{\ell i}$ は、(3.12)式のうち $(n-1)$ 個の式と(3.7)式を連立させて求めることができ、各々の λ_{ℓ} の値に応じて、 $(a_{\ell 1}, a_{\ell 2}, a_{\ell 3}, \dots, a_{\ell n})$ のベクトルが得られる。これを、行列の固有値 λ_{ℓ} に対応する固有ベクトルと呼び、質問項目 i と直交軸 ℓ の方向余弦に他ならない。

以上の説明は、質問項目によって得られる測定値が間隔尺度（例えば測長値）の場合には、そのまま適用できるが、意識調査のように、質問によって得られる測定値が、質問に対する肯定、否定のような質的尺度（名義尺度）で支えられる場合には、工夫が必要である。

ある質問項目 j に対して被調査者 i が肯定的反応をした場合に 1、否定的もしくは反応なしの場合に 0、あるいはこの逆のように、各質問項目にダミー変数を付与する。この時、被調査者は、1 と 0 とから成る数列で示すことができ、これをパターンと呼ぶ。もし、被調査者の任意の 2 人が似たような反応をする場合パターンは似ているであろうし、また、似たような内容の質問項目に対して被調査者は似たような反応を示すことが期待される。

図 3.19 の(a)は、被調査者を無作為に並べそのパターンを列記したところを示す。反応の

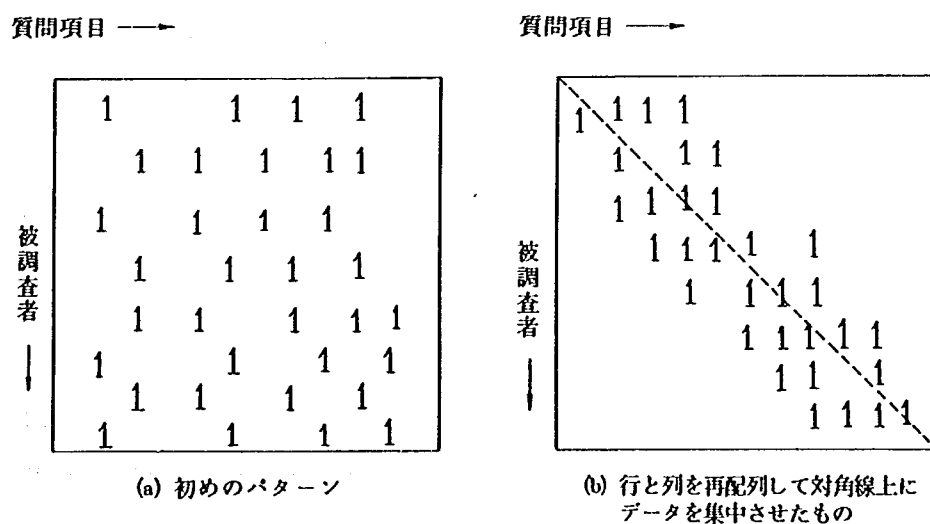


図 3.19 数量化Ⅲ類の分析方法

あったところに 1 を入れ、0 は省略している。ここで、列と行を適当に並べかえ、反応 1 が極力行列の対角線上に集中するように操作して、結果的に(b)のような行列をつくる。このような準備をした後、(3.6)式の線形モデルを考え、同様の手続きによって(3.6)

式の係数 a_{ij} を求めることができる。ここで、質問項目間の分散、共分散行列は、

$$\rho = X^T \cdot X \quad \dots\dots (3.14)$$

として求めることができる。ただし、 ρ は、

$$\rho = \begin{pmatrix} \rho_{11} & \rho_{12} & \rho_{13} & \cdots & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & \rho_{22} & \rho_{23} & \cdots & \rho_{2n} \\ \rho_{31} & \rho_{32} & \rho_{33} & \cdots & \rho_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ \rho_{n1} & \rho_{n2} & \rho_{n3} & \cdots & \rho_{nn} \end{pmatrix} \quad \dots\dots (3.15)$$

$$\rho_{ij} ; i \text{ と } j \text{ の共分散, } \left(= \sum_i \sum_j X_i X_j \right)$$

の $n \times n$ 正方行列で、しかも非負対称行列である。これより、係数ベクトル a_ℓ は、間隔尺度の場合と同様、

$$\rho a_\ell = \lambda_\ell a_\ell \quad \dots\dots\dots (3.16)$$

の解として求められる。また、 λ_ℓ は行列 ρ の固有値である。

このように、行列 X の対角線上にダミー変数1を集中すると、第1番目の固有値が高くなり、分析の精度が良くなる。一般に、最大固有値(計算上 $\lambda_1 = 1$ となるが、これは意味のない解であるので、ここでは考慮しない) λ_2 によって、(3.16)式から得られた固有ベクトル a は、当初に仮定した意識空間の第1主成分に相当し、データの内容(content)を示している。したがって、意識調査の質問項目から、騒音に対する“被害意識”に相当する成分を析出させる場合、第1主成分の固有値ができるだけ大きくなるように操作することが必要である。このような分析方法は数量化Ⅲ類と呼ばれる。

3.3.4 騒音調査の結果

1) A現場

図3.20に、A現場での昼間 L_{eq} のうち、建設騒音の寄与によるもの、および道路交通騒音によるもののコンターを示す。

この地域は一般国道沿いの古い街区と建設工事現場に隣接した新興住宅地域に区分され、前者と後者のうち道路に近い地域は道路交通騒音の影響を受けている。建設騒音は、工事現場を中心とする半径約200 mの域内で聞取可能である。対象地域には鉄道があるが、電車の本数は1時間に1本程度で、建設騒音の影響を受ける地域から200 m程度離れており、実質的な影響は小さい。

図に示す通り、建設騒音の等 L_{eq} コンターは建設工事現場を中心として広がっている。新興住宅地域での L_{eq} が小さく観測されているのは、建設工事現場からこの地域への騒音の防止のため遮音壁が設けられているためである。道路交通騒音の L_{eq} コンターは、一般国道に平行して広がり、道路に面した地域では65 dBAを超すが、騒音の減衰は大きく、道路から50 m以上離れると、 L_{eq} は50 dBA以下となる。

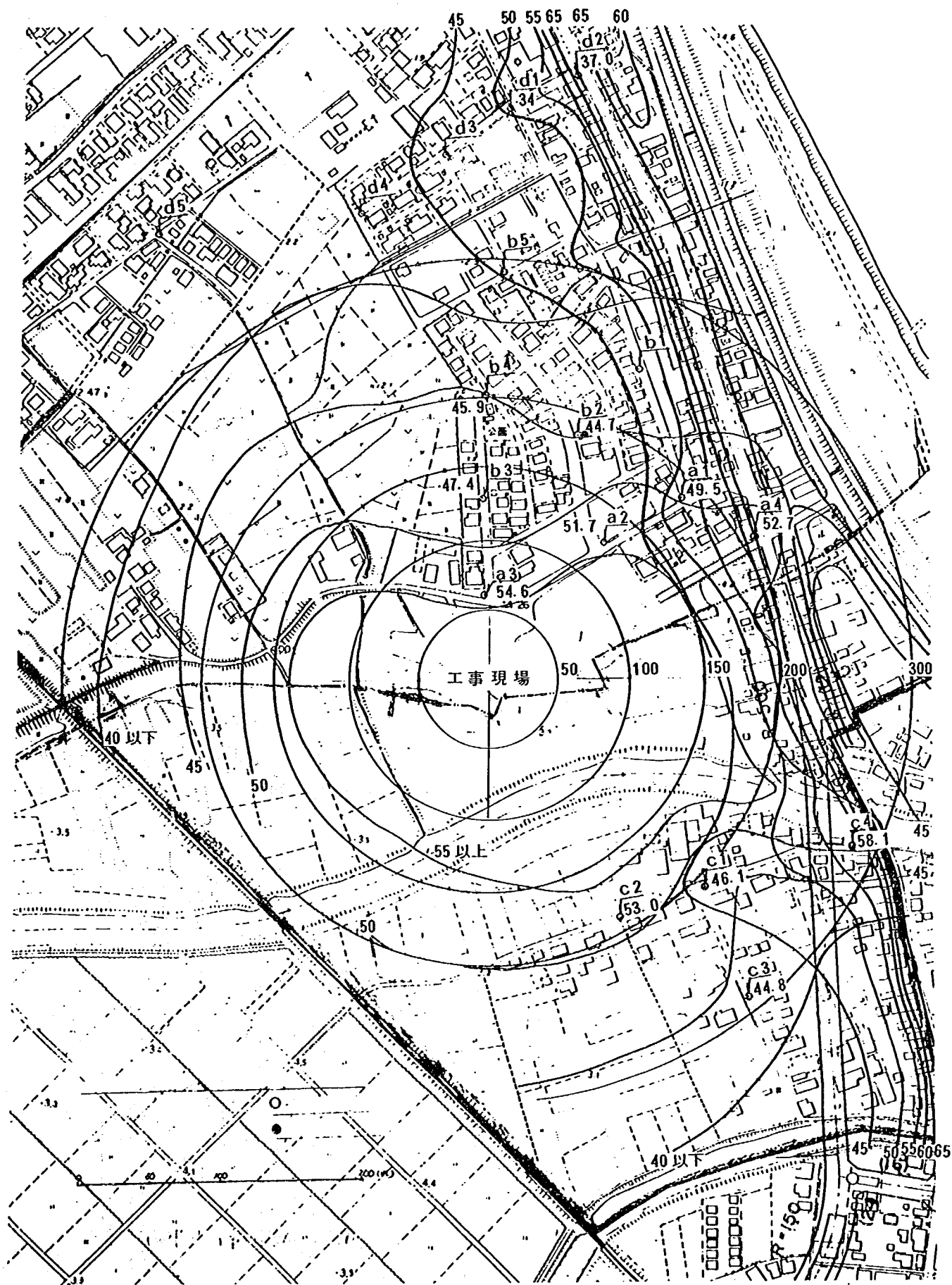


図 3. 20 A 現場の騒音

図 3.21 は、域内の固定観測点（図 3.20 中の b7 点）での 1 時間ごとの等価騒音レベルの時間変化を示したものである。この点での騒音は午前 8 時から 17 時の時間帯では、建設騒音に支配されており、 L_{eq} 値も大きい。これは、12 時～13 時（建設工事の昼休み）の時間帯での L_{eq} が、その前後の時間帯の L_{eq} より約 10 dBA 低いことから示される。夜間、

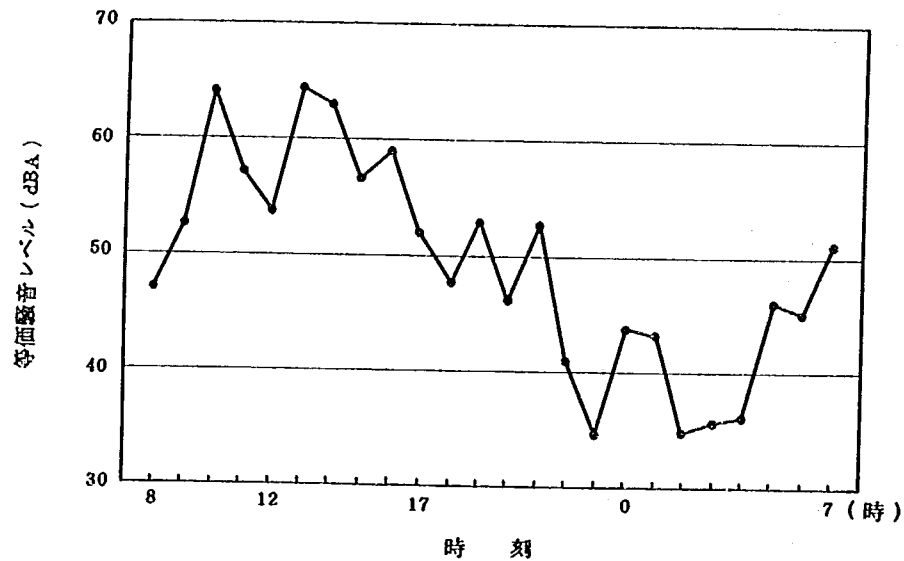


図 3.21 等価騒音レベル（ L_{eq} 1 hr）の変化

交通量が減った時間帯では L_{eq} は 35 dBA 前後であるが、域内に進入する自動車があると、 L_{eq} は約 10 dBA 上昇している。

2) B 現場

図 3.22 に、B 現場での建設騒音の L_{eq} のコンターを示す。この工事は、国道の舗装版を夜間工事によって打替えるもので、工事の施工時間は 20 時～翌朝 6 時までである。この工

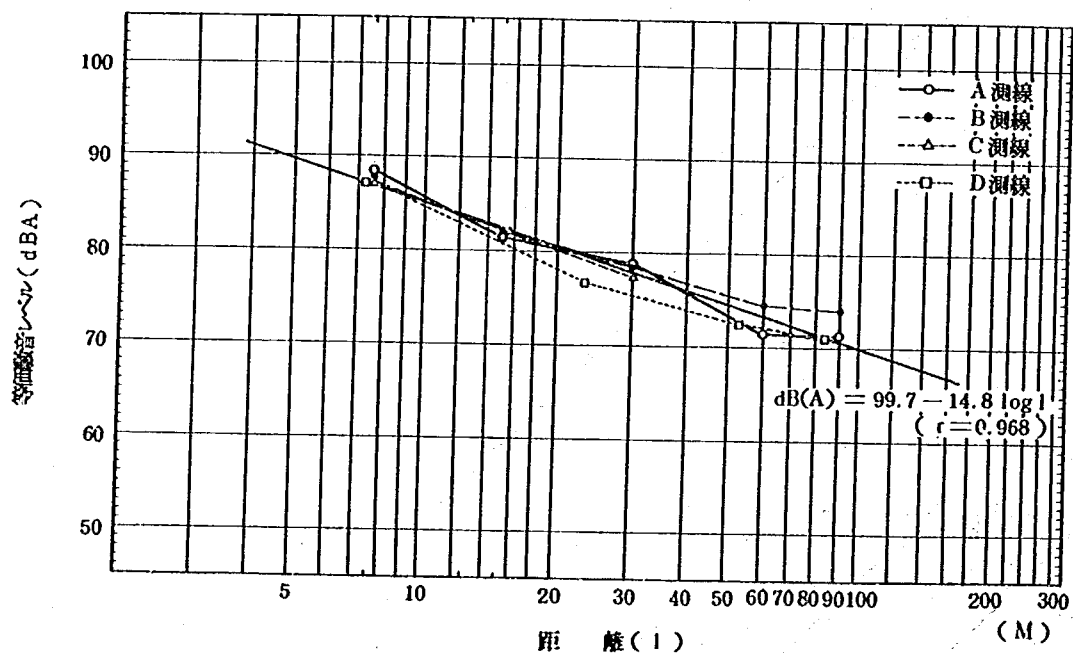


図 3.23 建設騒音の距離減衰

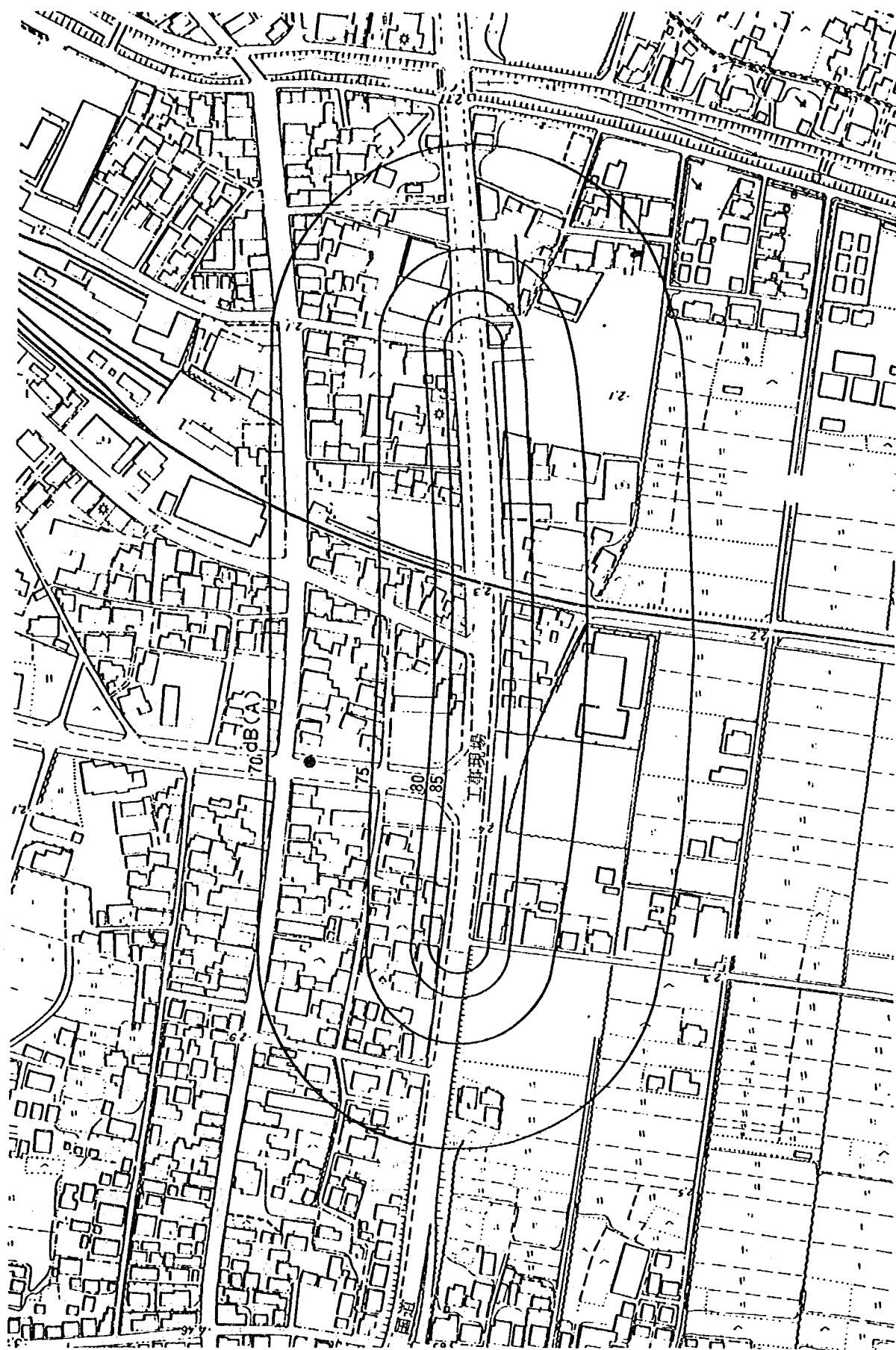


図 3. 22 B 現場の騒音

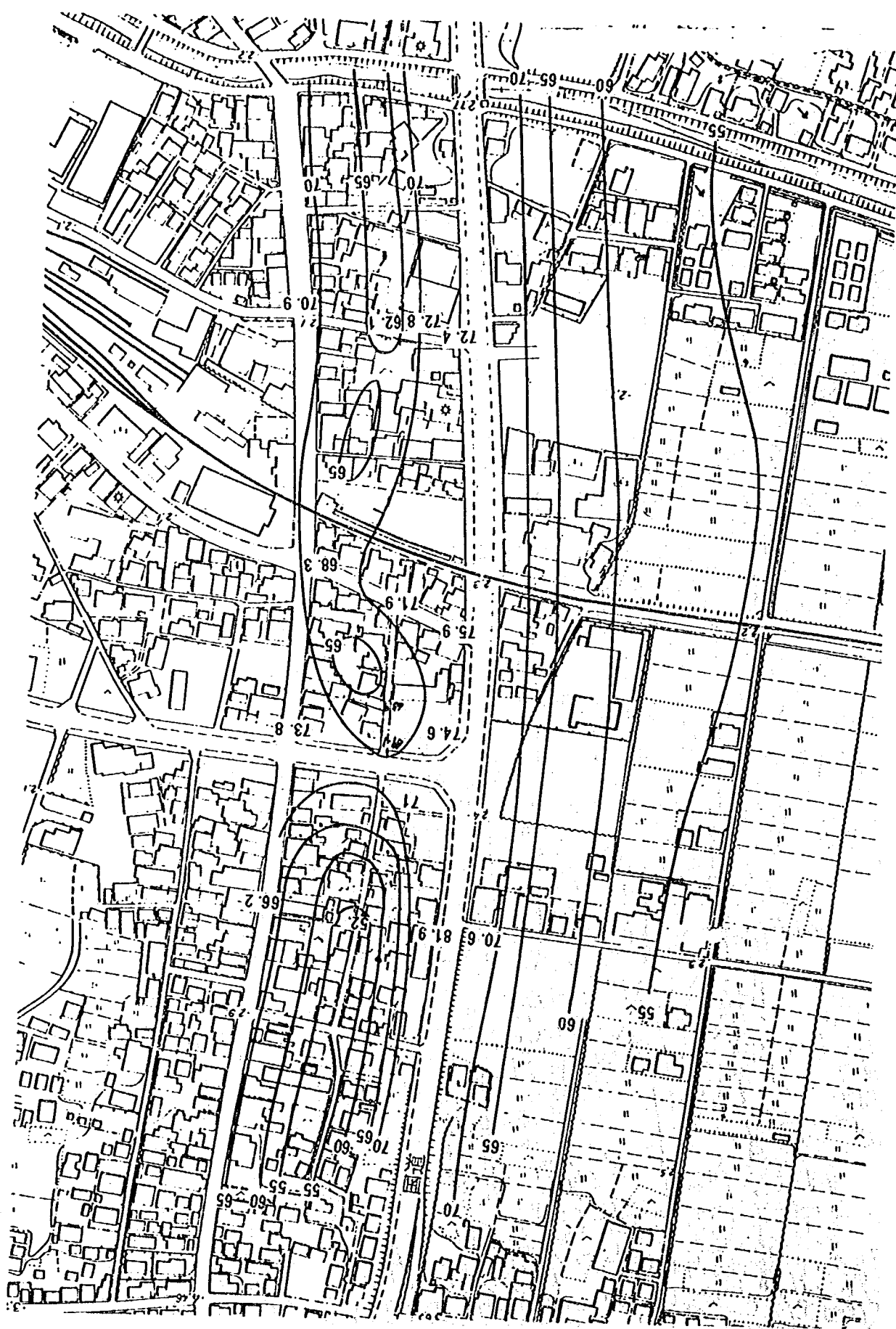


図 3. 24 B 現場の道路交通騒音

事では、舗装版破碎用のブレーカ、破碎した舗装材を積込むための油圧ショベル、トラクタショベル、および再舗装用のアスファルトフィニッシャ、ロードローラなどが用いられていた。工事の実際的な期間は約1カ月に及ぶが、工事区間は、1日の夜間工事によって破碎、再舗装が可能な延長に区分されている。図3.22に示す区域は騒音調査を実施した当日のものである。図3.23は、建設騒音の L_{eq} の距離減衰を示す。距離減衰は、倍距離当り4.5 dBで、点音源の6 dB、線音源の3 dBのほぼ中間に相当する。これは工事現場が線的な広がりを持つこと、家屋が密集し音の伝搬が複雑であることなどが原因となっているためと思われる。図3.22は、この距離減衰を基に作成したものであり、したがって工事現場となる道路と平行なコンターが描かれている。

図3.24は、B現場での道路交通騒音の L_{eq} コンターを示すものである。 L_{eq} コンターは、国道とほぼ平行に描かれているが、この国道に対する取付道路および域内道路の交通騒音の影響により、多少の変化がある。この国道は主要幹線道路で、交通量も多く、したがって道路交通騒音の L_{eq} も大きい。

図3.25は、固定観測点（図3.22中の●印点）での24時間の等価騒音レベルを1時間 L_{eq} として示したものである。前述したとおり、この地域での道路交通騒音は大きく、ほぼ終

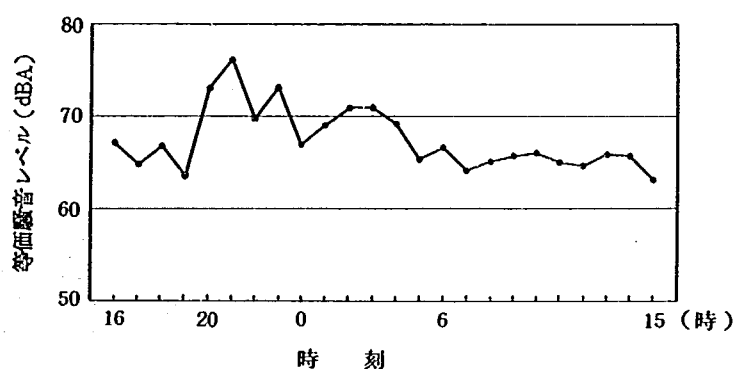


図3.25 B現場の等価騒音レベル (L_{eq} 1 hr)

日 65 dBA 以上である。建設工事が実施された夜間の L_{eq} は、この値より更に5～10dBA大きく、約5時間以上にわたって L_{eq} が70 dBAを超えていることが示される。したがって、この地域の住民は、道路交通騒音に終日さらされながら、建設工事によってさらに大きな騒音にさらされることがわかる。

3) O現場

この現場では、浄水場の基礎工事および浄水場に伴う導水渠建設工事が実施されており、極めて広範囲にわたって施工されていた。図3.26に建設騒音の昼間での L_{eq} のコンターを示す。建設機械が稼働している所の近傍では、 L_{eq} 値は60 dBAを超えるが、この領域内には民家が少なく、ほとんどの民家は L_{eq} が45～55 dBAの領域に存在している。しかし、この地域は比較的新らしく開発された住宅地で、A現場やB現場と異って他の騒音源がなく、建設騒音が支配的な地域である。

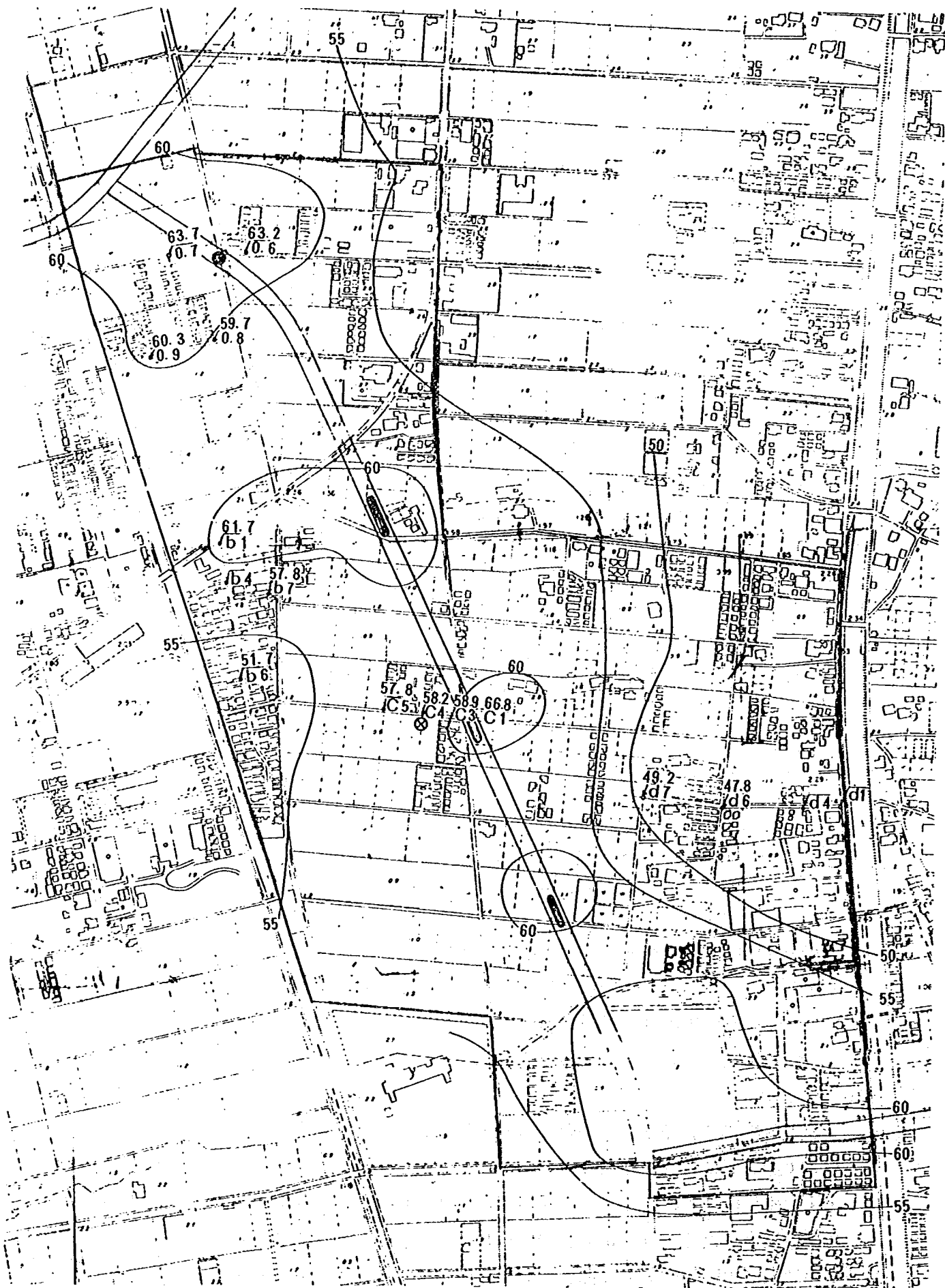


図 3.26 O 現場の建設騒音レベル

図 3.27 は、図 3.26 中⊗印の固定観測点で測定した 1 時間等価騒音レベルの時間変動を示すものである。建設工事施工時間帯での L_{eq} は 55 dBA を超えているが、建設工事の終了

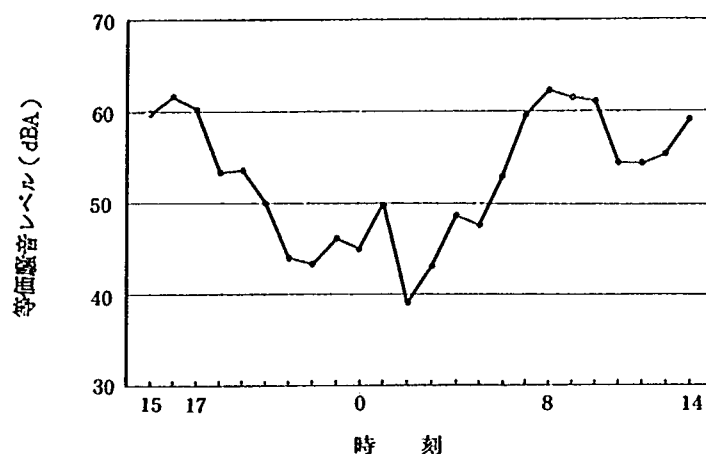


図 3.27 C 現場等価騒音レベル (L_{eq} 1 hr) の時間変動

とともに L_{eq} 値は低下し、夜間の L_{eq} は約 45 dBA である。これは、域内に数本の地方道およびこれと連絡する域内道路があり、夜間においても多少の交通量があったためである。また、この地域は東京都区の近隣に位置し夜間における生活活動が他地域よりある程度存在していることも、その原因と考えられる。

3.3.5 意識調査の結果

単純集計の結果は参考資料-3 に、予備調査の結果とともにまとめて示す。

3.3.5.1 クロス集計による質問項目の関連性

表 3.9 は、参考資料-2 に示す意識調査票の全ての質問項目についてクラメールの関連係数を求めたものである。この関連係数は、測度量間の相関係数に相当するものであるが、ピアソンの相関係数のように統計的な仮説検定が可能な量ではない。しかし、関連係数が大きいことは両者の質問項目間の関連性が強いことを意味しており、この中から、騒音環境評価と関連性の高い質問項目を知ることができる。

表中の□で囲んだ数値は、クラメールの関連係数が 0.11 を越す値である。質問項目 5 の (4) は、騒音に関する環境評価を直接的に問うたものであり、意識調査票に示された質問項目のうち騒音環境評価と関連する事項があれば、この質問 5 の (4) との関連が強いものと思われる。この観点から表 3.9 を見ると、質問 5 とは、質問 7, 8 の (2), (3), 9 の 1, (2), (8), 10 の関連係数が高い。質問 7 は“静かさの評価”, 質問 8 はこれを時間帯ごとに詳細に問うたもの、また質問 9 は、この意識調査票の主となる騒音影響の具体的内容に関するものであり、いずれも騒音の影響を反映する質問項目として準備したものである。質問 10 は、音の質に関するもので、特に騒音被害意識とは関連しないが、影響のある音がどのような形容詞で表現されるか興味のある質問項目である。

また、相互に関連性の高い項目は同一質問番号内に多くあり、特に質問 8, 9 ではこの

傾向が強い。質問 8 は、各時間帯ごとの静けさの評価を問うたものであり、午前、午後、夕方に関する評価の関連は強いが、夜間、深夜ではこの傾向がやや弱い。これは、夜間での騒音評価が“ 静かな方 ”に集中する傾向にあり、昼間での騒音評価とは異なるためと思われる。質問 9 は騒音の具体的影響を問うたものであり、相互に関連性が高いことは、騒音被害の訴えが複数に及び各事項の内容が相互に重なった意味を持っているためと思われる。

騒音の評価とは直接関与していないが、質問 12 の事項間の関連性が高い。これは、建設工事の内容と騒音の許容性の関連性を問うたものであり、(1)から(4)番に向うに従って工事によって完成する施設と住民の利益との関係が薄くなるように質問が組立てられている。したがって、相隣接した質問項目間での関連性は高いが、質問順序が低くなるに従って関連性が小さくなる傾向がある。

フェイスシート質問項目の中にも関連性の強い質問項目がある。F 2 と F 7 の関連が高いのは、F 2 が被調査者の年齢、F 7 が居住年数であることから、被調査者が地域に定住し、居住年数と年齢とが相関関係にあることを意味しているものと思われる。F 8、F 9、F 11 はいずれも建物の構造に関するものであり、関連係数が高くなったのは家屋のほとんどが、木造一戸建、2 階もしくは平屋のためであり、特に関連性が強いわけではない。

3. 3. 5. 2 騒音被害意識

1) 質問項目の布置

クラメールの関連係数の算出結果をもとに、騒音被害意識に関与すると思われる質問項目を抽出した。表 3.10 はこれを示すものである。質問項目は、質問の 8、9、10 番を中心に、質問 6 を加えて構成した。各質問項目は、例えば質問 7 のように“ 静かな方 ”および“ うるさい方 ”を独立のカテゴリーとして取扱い“ yes ”の回答に“ 1 ”、“No ”の回答に“ 0 ”のダミー変数を付与して数量分析を行うことにした。(質問に対する選択枝をカテゴリー、質問項目をアイテムと呼ぶ。)

数量化Ⅲ類 (名義尺度変数を用いた主成分分析) によって得られた固有値は、

第 1 根	0. 306
第 2 根	0. 147
第 3 根	0. 120
第 4 根	0. 087
第 5 根	0. 053

⋮

であり、第 5 根までで、全事象の 70 % 以上がとらえられている。また、第 1 根の固有値が他に比較して極立って大きく、3. 3. 3. 2 に示した仮説によれば、この第 1 根に騒音被害意識が表現されているものと考えることができよう。第 2 根以下は、騒音被害意識に関しては誤差成分と考えることができるが、十分な大きさの固有値を持つ、第 2 根、第 3 根には、被調査者の何らかの意識が反映されているものと考えられる。

表 3.9 質問項目間の関連度(1)

		Q1						Q2		Q3	Q4	Q5	
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)	(2)			(1)	(2)
Q1	(1)												
	(2)	0.2984											
	(3)	0.0975	0.1104										
	(4)	0.0988	0.1411	0.0798									
	(5)	0.0850	0.0965	0.0615	0.1541								
	(6)	0.1305	0.1044	0.1187	0.0809	0.1137							
Q2	(1)	0.1167	0.1135	0.0742	0.0759	0.0678	0.0892						
	(2)	0.0245	0.0120	0.0229	0.0144	0.0191	0.0310	0.0884					
Q3		0.0515	0.0470	0.0353	0.0305	0.0324	0.0343	0.0870	0.0820				
Q4		0.0214	0.0174	0.0065	0.0230	0.0128	0.0105	0.0234	0.0195	0.0397			
Q5	(1)	0.0246	0.0166	0.0234	0.0150	0.0140	0.0276	0.0328	0.0696	0.0532	0.0326		
	(2)	0.0200	0.0188	0.0100	0.0177	0.0113	0.0160	0.0307	0.0749	0.0371	0.0296	0.1322	
	(3)	0.0159	0.0165	0.0116	0.0145	0.0126	0.0141	0.0350	0.0588	0.0572	0.0272	0.1174	0.1220
	(4)	0.0100	0.0122	0.0082	0.0126	0.0139	0.0126	0.0109	0.0483	0.0222	0.0368	0.0439	0.0812
	(5)	0.0148	0.0148	0.0065	0.0076	0.0156	0.0136	0.0148	0.0286	0.0199	0.0296	0.0287	0.0582
	(6)	0.0162	0.0211	0.0091	0.0092	0.0106	0.0078	0.0124	0.0065	0.0143	0.0081	0.0147	0.0119
Q6	(1)	0.0212	0.0240	0.0066	0.0070	0.0128	0.0088	0.0108	0.0056	0.0157	0.0113	0.0096	0.0127
	(2)	0.0218	0.0333	0.0091	0.0083	0.0175	0.0184	0.0194	0.0144	0.0178	0.0168	0.0168	0.0177
	(3)	0.0136	0.0157	0.0087	0.0071	0.0087	0.0163	0.0138	0.0488	0.0251	0.0289	0.0345	0.0588
Q7	(1)	0.0156	0.0200	0.0086	0.0083	0.0074	0.0137	0.0063	0.0255	0.0094	0.0152	0.0124	0.0376
	(2)	0.0103	0.0136	0.0134	0.0118	0.0138	0.0108	0.0155	0.0286	0.0200	0.0229	0.0261	0.0424
	(3)	0.0146	0.0169	0.0145	0.0094	0.0133	0.0160	0.0107	0.0289	0.0251	0.0210	0.0233	0.0346
Q8	(4)	0.0146	0.0160	0.0068	0.0085	0.0096	0.0077	0.0149	0.0231	0.0131	0.0160	0.0178	0.0265
	(5)	0.0232	0.0283	0.0203	0.0128	0.0176	0.0184	0.0199	0.0277	0.0125	0.0179	0.0135	0.0307
	(6)	0.0080	0.0121	0.0053	0.0070	0.0087	0.0094	0.0138	0.0284	0.0157	0.0192	0.0091	0.0349
	(1)	0.0270	0.0333	0.0287	0.0232	0.0252	0.0348	0.0323	0.0375	0.0230	0.0301	0.0262	0.0487
	(2)	0.0265	0.0319	0.0296	0.0246	0.0217	0.0352	0.0301	0.0352	0.0220	0.0300	0.0242	0.0420
	(3)	0.0163	0.0143	0.0262	0.0240	0.0144	0.0197	0.0241	0.0290	0.0096	0.0179	0.0202	0.0359
	(4)	0.0241	0.0226	0.0351	0.0222	0.0237	0.0340	0.0233	0.0404	0.0161	0.0269	0.0218	0.0354
	(5)	0.0218	0.0250	0.0321	0.0211	0.0252	0.0298	0.0251	0.0369	0.0213	0.0149	0.0262	0.0312
	(6)	0.0279	0.0214	0.0345	0.0221	0.0287	0.0389	0.0314	0.0257	0.0173	0.0147	0.0259	0.0282
	(7)	0.0270	0.0247	0.0338	0.0228	0.0271	0.0340	0.0301	0.0340	0.0238	0.0193	0.0229	0.0343
Q9	(8)	0.0280	0.0176	0.0251	0.0188	0.0214	0.0276	0.0349	0.0401	0.0365	0.0186	0.0326	0.0397
	(9)	0.0233	0.0251	0.0295	0.0268	0.0265	0.0349	0.0236	0.0521	0.0195	0.0163	0.0287	0.0510
	(10)	0.0214	0.0249	0.0310	0.0259	0.0250	0.0354	0.0272	0.0355	0.0154	0.0218	0.0204	0.0427
	(11)	0.0333	0.0269	0.0326	0.0239	0.0275	0.0391	0.0347	0.0285	0.0238	0.0178	0.0234	0.0403
	Q10	0.0157	0.0190	0.0118	0.0120	0.0112	0.0123	0.0111	0.0280	0.0127	0.0207	0.0223	0.0388
	Q10-SQ	0.0133	0.0125	0.0104	0.0111	0.0178	0.0146	0.0118	0.0120	0.0130	0.0103	0.0094	0.0143
	Q12	(1)	0.0198	0.0157	0.0201	0.0121	0.0087	0.0128	0.0174	0.0114	0.0199	0.0178	0.0136
		(2)	0.0217	0.0128	0.0166	0.0118	0.0086	0.0176	0.0194	0.0106	0.0167	0.0177	0.0218

質問項目間の関連度(2)

		Q1					Q2		Q3	Q4	Q5	
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)	(2)		(1)	(2)
Q12	(3)	0.0232	0.0138	0.0194	0.0127	0.0094	0.0192	0.0170	0.0109	0.0220	0.0165	0.0170
	(4)	0.0174	0.0136	0.0213	0.0146	0.0093	0.0182	0.0199	0.0104	0.0225	0.0178	0.0172
	(5)	0.0241	0.0148	0.0199	0.0202	0.0109	0.0163	0.0187	0.0101	0.0222	0.0140	0.0179
	(6)	0.0206	0.0208	0.0169	0.0149	0.0067	0.0172	0.0230	0.0096	0.0219	0.0194	0.0181
	(7)	0.0241	0.0133	0.0208	0.0171	0.0102	0.0206	0.0255	0.0113	0.0210	0.0171	0.0217
	(8)	0.0130	0.0148	0.0109	0.0102	0.0116	0.0164	0.0139	0.0095	0.0072	0.0078	0.0135
	(9)	0.0122	0.0150	0.0157	0.0124	0.0182	0.0198	0.0209	0.0101	0.0105	0.0111	0.0070
	(10)	0.0084	0.0109	0.0145	0.0119	0.0134	0.0166	0.0167	0.0115	0.0097	0.0105	0.0109
	(11)	0.0092	0.0106	0.0168	0.0187	0.0140	0.0152	0.0209	0.0129	0.0119	0.0127	0.0113
	(12)	0.0114	0.0111	0.0178	0.0136	0.0096	0.0172	0.0123	0.0128	0.0132	0.0133	0.0093
Q13		0.0075	0.0124	0.0093	0.0118	0.0112	0.0125	0.0109	0.0112	0.0110	0.0113	0.0120
Q14		0.0223	0.0245	0.0194	0.0253	0.0137	0.0246	0.0541	0.0283	0.0530	0.0127	0.0213
F1		0.0073	0.0052	0.0160	0.0121	0.0148	0.0144	0.0021	0.0079	0.0033	0.0097	0.0035
F2		0.0220	0.0254	0.0190	0.0165	0.0240	0.0240	0.0171	0.0070	0.0233	0.0107	0.0124
F3		0.0197	0.0266	0.0178	0.0189	0.0179	0.0157	0.0234	0.0189	0.0219	0.0228	0.0132
F4		0.0037	0.0044	0.0060	0.0111	0.0128	0.0057	0.0091	0.0217	0.0044	0.0094	0.0091
F4-SQ		0.0192	0.0317	0.0207	0.0229	0.0163	0.0124	0.0254	0.0150	0.0162	0.0207	0.0192
F5		0.0012	0.0015	0.0027	0.0021	0.0029	0.0029	0.0013	0.0035	0.0018	0.0024	0.0038
F6		0.0144	0.0211	0.0094	0.0120	0.0194	0.0181	0.0152	0.0114	0.0157	0.0056	0.0103
F6-SQ		0.0149	0.0148	0.0091	0.0111	0.0222	0.0133	0.0109	0.0063	0.0154	0.0072	0.0069
F7		0.0323	0.0359	0.0159	0.0223	0.0209	0.0161	0.0290	0.0060	0.0290	0.0762	0.0082
F8		0.0111	0.0149	0.0107	0.0130	0.0107	0.0120	0.0166	0.0074	0.0062	0.0145	0.0056
F9		0.0101	0.0130	0.0068	0.0084	0.0079	0.0078	0.0053	0.0075	0.0051	0.0062	0.0077
F10		0.0076	0.0051	0.0077	0.0046	0.0096	0.0053	0.0039	0.0119	0.0061	0.0108	0.0063
F11		0.0229	0.0252	0.0192	0.0112	0.0133	0.0181	0.0208	0.0140	0.0127	0.0135	0.0070

質問項目間の関連度(3)

		Q5			Q6			Q7			Q8					
		(3)	(4)	(5)	(1)	(2)	(3)				(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
Q1	(1)															
	(2)															
	(3)															
	(4)															
	(5)															
Q2	(1)															
	(2)															
Q3																
Q4																
Q5	(1)															
	(2)															
	(3)															
	(4)	0.0443														
	(5)	0.0316	0.5544													
Q6	(1)	0.0123	0.0140	0.0152												
	(2)	0.0105	0.0210	0.0220	0.1558											
	(3)	0.0173	0.0983	0.0808	0.1907	0.2929										
Q7	(1)	0.0348	0.1897	0.1258	0.0156	0.0213	0.0545									
	(2)	0.0141	0.0572	0.0412	0.0212	0.0263	0.0461	0.0715								
Q8	(3)	0.0273	0.1915	0.1456	0.0251	0.0311	0.0835	0.1876	0.1490							
	(4)	0.0206	0.1827	0.1444	0.0193	0.0277	0.0768	0.1838	0.1536	0.6707						
	(5)	0.0196	0.1398	0.1008	0.0181	0.0214	0.0622	0.1558	0.1467	0.4430	0.5556					
	(6)	0.0129	0.0846	0.0564	0.0208	0.0276	0.0615	0.0840	0.2508	0.1974	0.2185	0.2302				
	(7)	0.0207	0.0430	0.0312	0.0139	0.0159	0.0385	0.0657	0.2375	0.0849	0.0970	0.1005	0.2531			
	(8)	0.0283	0.1135	0.0978	0.0112	0.0152	0.0736	0.0916	0.0457	0.0939	0.1018	0.0725	0.0632			
	(9)	0.0221	0.1127	0.0964	0.0101	0.0133	0.0724	0.0948	0.0549	0.0972	0.1071	0.0729	0.0707			
	(10)	0.0241	0.0905	0.0848	0.0090	0.0108	0.0597	0.0899	0.0520	0.0790	0.0721	0.0579	0.0488			
	(11)	0.0251	0.0976	0.0954	0.0083	0.0072	0.0637	0.0848	0.0440	0.0955	0.0961	0.0615	0.0666			
	(12)	0.0238	0.1050	0.0814	0.0064	0.0075	0.0655	0.0924	0.0575	0.0978	0.1010	0.0685	0.0730			
	(13)	0.0219	0.1044	0.0972	0.0134	0.0121	0.0690	0.0856	0.0509	0.0959	0.1204	0.0623	0.0841			
Q9	(14)	0.0248	0.1120	0.0891	0.0069	0.0088	0.0665	0.0869	0.0457	0.1013	0.1157	0.0696	0.0713			
	(15)	0.0273	0.1093	0.0874	0.0148	0.0164	0.0739	0.0788	0.0357	0.0913	0.0998	0.0672	0.0549			
	(16)	0.0252	0.0757	0.0617	0.0044	0.0063	0.0477	0.0710	0.0803	0.0643	0.0714	0.0621	0.1213			
	(17)	0.0248	0.0743	0.0637	0.0058	0.0077	0.0514	0.0617	0.0772	0.0674	0.0725	0.0604	0.1118			
	(18)	0.0215	0.0521	0.0485	0.0086	0.0117	0.0355	0.0476	0.0488	0.0544	0.0655	0.0361	0.0568			
	(19)	0.0213	0.1100	0.1050	0.0334	0.0386	0.1382	0.0876	0.0462	0.1003	0.0954	0.0872	0.0668			
	(20)	0.0138	0.0276	0.0186	0.0117	0.0111	0.0178	0.0225	0.0108	0.0238	0.0239	0.0265	0.0186			
	(21)	0.0165	0.0116	0.0110	0.0138	0.0162	0.0126	0.0142	0.0108	0.0116	0.0159	0.0124	0.0154			
	(22)	0.0196	0.0091	0.0091	0.0121	0.0118	0.0141	0.0137	0.0106	0.0096	0.0119	0.0123	0.0096			
	(23)															
	(24)															
Q10																
Q10-Sq																
Q12																

質問項目間の関連度(4)

		q5			q6			q7		q8				
		(3)	(4)	(5)	(1)	(2)	(3)		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
q12	(3)	0.0237	0.0145	0.0110	0.0080	0.0101	0.0112	0.0144	0.0108	0.0103	0.0122	0.0101	0.0085	
	(4)	0.0204	0.0149	0.0123	0.0129	0.0125	0.0172	0.0160	0.0113	0.0085	0.0108	0.0093	0.0115	
	(5)	0.0230	0.0102	0.0101	0.0095	0.0085	0.0141	0.0147	0.0141	0.0119	0.0142	0.0111	0.0128	
	(6)	0.0249	0.0155	0.0108	0.0100	0.0102	0.0133	0.0165	0.0142	0.0075	0.0116	0.0087	0.0115	
	(7)	0.0187	0.0161	0.0114	0.0119	0.0127	0.0136	0.0143	0.0100	0.0105	0.0112	0.0074	0.0115	
	(8)	0.0160	0.0195	0.0145	0.0065	0.0078	0.0116	0.0130	0.0096	0.0121	0.0112	0.0100	0.0091	
	(9)	0.0102	0.0124	0.0107	0.0062	0.0092	0.0113	0.0097	0.0110	0.0075	0.0073	0.0067	0.0088	
	(10)	0.0072	0.0136	0.0142	0.0109	0.0121	0.0100	0.0092	0.0111	0.0085	0.0103	0.0096	0.0097	
	(11)	0.0103	0.0170	0.0200	0.0113	0.0160	0.0130	0.0069	0.0091	0.0086	0.0099	0.0091	0.0112	
	(12)	0.0075	0.0158	0.0197	0.0126	0.0163	0.0124	0.0085	0.0104	0.0085	0.0094	0.0085	0.0112	
q13		0.0094	0.0126	0.0104	0.0055	0.0032	0.0110	0.0103	0.0121	0.0105	0.0101	0.0117	0.0123	
q14		0.0444	0.0180	0.0135	0.0134	0.0121	0.0190	0.0120	0.0089	0.0106	0.0101	0.0092	0.0080	
F1		0.0081	0.0047	0.0029	0.0058	0.0057	0.0137	0.0047	0.0131	0.0113	0.0102	0.0075	0.0137	
F2		0.0139	0.0147	0.0112	0.0118	0.0110	0.0186	0.0085	0.0115	0.0095	0.0081	0.0104	0.0157	
F3		0.0143	0.0186	0.0115	0.0105	0.0139	0.0149	0.0184	0.0199	0.0213	0.0213	0.0220	0.0181	
F4		0.0107	0.0128	0.0077	0.0056	0.0056	0.0152	0.0110	0.0265	0.0431	0.0223	0.0145	0.0214	
F4-SQ		0.0229	0.0178	0.0123	0.0140	0.0207	0.0179	0.0199	0.0152	0.0116	0.0143	0.0147	0.0169	
F5		0.0010	0.0037	0.0024	0.0027	0.0033	0.0044	0.0017	0.0021	0.0022	0.0025	0.0025	0.0036	
F6		0.0133	0.0123	0.0071	0.0096	0.0111	0.0104	0.0117	0.0199	0.0214	0.0131	0.0141	0.0206	
F6-SQ		0.0087	0.0086	0.0071	0.0101	0.0076	0.0107	0.0110	0.0083	0.0088	0.0074	0.0103	0.0125	
F7		0.0106	0.0196	0.0155	0.0153	0.0164	0.0314	0.0111	0.0195	0.0121	0.0118	0.0203	0.0221	
F8		0.0048	0.0076	0.0041	0.0076	0.0068	0.0120	0.0063	0.0083	0.0073	0.0071	0.0083	0.0063	
F9		0.0025	0.0029	0.0070	0.0064	0.0094	0.0049	0.0054	0.0104	0.0077	0.0076	0.0085	0.0040	
F10		0.0083	0.0048	0.0075	0.0023	0.0053	0.0063	0.0099	0.0161	0.0180	0.0213	0.0241	0.0187	
F11		0.0118	0.0195	0.0167	0.0194	0.0269	0.0186	0.0235	0.0184	0.0186	0.0191	0.0271	0.0203	

質問項目間の関連度(5)

		Q8	Q9										
		(6)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Q1	(1)												
	(2)												
	(3)												
	(4)												
	(5)												
	(6)												
Q2	(1)												
	(2)												
Q3													
Q4													
Q5	(1)												
	(2)												
	(3)												
	(4)												
	(5)												
Q6	(1)												
	(2)												
	(3)												
Q7													
Q8	(1)												
	(2)												
	(3)												
	(4)												
	(5)												
	(6)												
Q9	(1)	0.0352											
	(2)	0.0428	0.6840										
	(3)	0.0419	0.2949	0.3173									
	(4)	0.0342	0.3677	0.3545	0.4476								
	(5)	0.0495	0.3373	0.3557	0.3546	0.3915							
	(6)	0.0327	0.2962	0.2977	0.2656	0.3380	0.3235						
	(7)	0.0392	0.3442	0.3721	0.2879	0.3558	0.3920	0.3702					
	(8)	0.0381	0.2849	0.3105	0.2196	0.2848	0.2921	0.3189	0.3022				
	(9)	0.0642	0.2357	0.2395	0.1960	0.2447	0.2510	0.2430	0.2859	0.2633			
	(10)	0.0617	0.2610	0.2463	0.1800	0.2317	0.2478	0.2617	0.2624	0.2500	0.5281		
	(11)	0.0412	0.2987	0.3071	0.2049	0.2566	0.2641	0.2709	0.3140	0.2923	0.3340	0.3403	
Q10		0.0514	0.1274	0.1299	0.1081	0.1150	0.1020	0.1218	0.1105	0.1230	0.0904	0.0896	0.0516
Q10-SQ		0.0160	0.0132	0.0156	0.0193	0.0183	0.0178	0.0173	0.0126	0.0125	0.0140	0.0112	0.0103
Q12	(1)	0.0119	0.0181	0.0171	0.0100	0.0134	0.0208	0.0254	0.0177	0.0149	0.0261	0.0180	0.0218
	(2)	0.0125	0.0158	0.0134	0.0091	0.0148	0.0158	0.0156	0.0148	0.0112	0.0201	0.0158	0.0180

質問項目間の関連度(6)

		Q8 (6)	Q9 (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Q12	(3)	0.0119	0.0185	0.0147	0.0099	0.0116	0.0160	0.0192	0.0150	0.0121	0.0200	0.0163	0.0197
	(4)	0.0088	0.0236	0.0199	0.0142	0.0146	0.0197	0.0217	0.0170	0.0187	0.0243	0.0199	0.0218
	(5)	0.0138	0.0213	0.0185	0.0136	0.0148	0.0173	0.0229	0.0195	0.0164	0.0289	0.0243	0.0249
	(6)	0.0130	0.0166	0.0158	0.0142	0.0156	0.0162	0.0147	0.0121	0.0143	0.0216	0.0162	0.0193
	(7)	0.0116	0.0339	0.0312	0.0141	0.0196	0.0238	0.0180	0.0168	0.0175	0.0306	0.0229	0.0252
	(8)	0.0107	0.0215	0.0182	0.0144	0.0139	0.0230	0.0229	0.0130	0.0141	0.0243	0.0204	0.0149
	(9)	0.0160	0.0136	0.0095	0.0093	0.0096	0.0126	0.0139	0.0108	0.0128	0.0126	0.0100	0.0136
	(10)	0.0136	0.0110	0.0085	0.0071	0.0104	0.0106	0.0145	0.0095	0.0097	0.0113	0.0115	0.0097
	(11)	0.0105	0.0092	0.0077	0.0079	0.0092	0.0099	0.0119	0.0086	0.0075	0.0104	0.0097	0.0084
	(12)	0.0148	0.0083	0.0064	0.0087	0.0110	0.0104	0.0135	0.0081	0.0094	0.0113	0.0118	0.0073
Q13		0.0086	0.0137	0.0141	0.0134	0.0089	0.0097	0.0093	0.0110	0.0093	0.0130	0.0144	0.0102
Q14		0.0158	0.0194	0.0181	0.0137	0.0135	0.0147	0.0142	0.0149	0.0186	0.0196	0.0207	0.0200
F1		0.0092	0.0373	0.0352	0.0099	0.0386	0.0354	0.0357	0.0416	0.0382	0.0335	0.0339	0.0327
F2		0.0183	0.0131	0.0130	0.0100	0.0134	0.0141	0.0197	0.0113	0.0115	0.0126	0.0113	0.0223
F3		0.0211	0.0174	0.0175	0.0130	0.0153	0.0126	0.0189	0.0174	0.0167	0.0191	0.0197	0.0184
F4		0.0306	0.0236	0.0189	0.0130	0.0156	0.0227	0.0324	0.0352	0.0091	0.0188	0.0134	0.0125
F4-SQ		0.0170	0.0195	0.0220	0.0182	0.0189	0.0141	0.0150	0.0146	0.0118	0.0143	0.0171	0.0154
F5		0.0015	0.0029	0.0027	0.0032	0.0032	0.0027	0.0027	0.0030	0.0018	0.0021	0.0019	0.0028
F6		0.0183	0.0118	0.0109	0.0148	0.0150	0.0088	0.0132	0.0150	0.0098	0.0212	0.0136	0.0068
F6-SQ		0.0118	0.0090	0.0086	0.0068	0.0077	0.0067	0.0053	0.0073	0.0096	0.0125	0.0073	0.0095
F7		0.0204	0.0152	0.0171	0.0154	0.0153	0.0112	0.0149	0.0129	0.0181	0.0124	0.0086	0.0142
F8		0.0059	0.0065	0.0054	0.0092	0.0109	0.0035	0.0093	0.0089	0.0058	0.0084	0.0078	0.0096
F9		0.0029	0.0039	0.0073	0.0059	0.0119	0.0029	0.0047	0.0075	0.0061	0.0094	0.0060	0.0118
F10		0.0206	0.0064	0.0062	0.0059	0.0105	0.0049	0.0050	0.0045	0.0072	0.0077	0.0074	0.0033
F11		0.0198	0.0198	0.0179	0.0193	0.0210	0.0142	0.0130	0.0149	0.0121	0.0204	0.0197	0.0127

質問項目間の関連度(7)

		Q10	Q10-SQ	Q12	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Q1	(1)													
	(2)													
	(3)													
	(4)													
	(5)													
Q2	(6)													
	(1)													
Q3	(2)													
	(1)													
Q4	(2)													
	(1)													
	(2)													
	(3)													
	(4)													
Q5	(5)													
	(6)													
	(7)													
	(8)													
	(9)													
Q6	(10)													
	(1)													
	(2)													
Q7	(3)													
	(1)													
	(2)													
	(3)													
	(4)													
Q8	(5)													
	(6)													
	(7)													
	(8)													
	(9)													
Q9	(10)													
	(11)													
	(1)													
	(2)													
	(3)													
	(4)													
	(5)													
	(6)													
	(7)													
	(8)													
	(9)													
	(10)													
	(11)													
Q10														
Q10-SQ		0.0279												
Q12	(1)	0.0234	0.0166											
	(2)	0.0149	0.0148	0.5283										

質問項目間の関連度(8)

		Q10	Q10-SQ	Q12										
				(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
Q12	(3)	0.0186	0.0189	0.4906	0.4870									
	(4)	0.0234	0.0163	0.5171	0.4901	0.6282								
	(5)	0.0267	0.0144	0.4523	0.5116	0.5019	0.5165							
	(6)	0.0215	0.0156	0.3399	0.3221	0.3852	0.3982	0.448A						
	(7)	0.0261	0.0157	0.3531	0.3399	0.3948	0.4652	0.4151	0.6288					
	(8)	0.0182	0.0118	0.1926	0.1892	0.2169	0.2318	0.2371	0.2111	0.2128				
	(9)	0.0171	0.0131	0.1137	0.1188	0.1300	0.1475	0.1487	0.1414	0.1439	0.2264			
	(10)	0.0191	0.0141	0.0901	0.1010	0.1063	0.1227	0.1121	0.1029	0.1145	0.1909	0.5657		
	(11)	0.0177	0.0176	0.0904	0.0999	0.1037	0.1119	0.1061	0.0954	0.0991	0.1717	0.4269	0.6756	
	(12)	0.0182	0.0130	0.0892	0.0928	0.0986	0.1048	0.1004	0.0990	0.0973	0.1675	0.3886	0.5833	
Q13		0.0087	0.0176	0.0107	0.0088	0.0111	0.0113	0.0092	0.0113	0.0099	0.0193	0.0094	0.0120	
Q14		0.0177	0.0082	0.0105	0.0114	0.0135	0.0129	0.0197	0.0150	0.0167	0.0103	0.0146	0.0092	
F1		0.0102	0.0044	0.0144	0.0105	0.0108	0.0137	0.0089	0.0069	0.0094	0.0047	0.0130	0.0046	
F2		0.0100	0.0149	0.0108	0.0153	0.0111	0.0098	0.0079	0.0094	0.0075	0.0145	0.0072	0.0059	
F3		0.0250	0.0148	0.0130	0.0156	0.0087	0.0138	0.0121	0.0146	0.0147	0.0132	0.0128	0.0128	
F4		0.0087	0.0059	0.0084	0.0239	0.0094	0.0076	0.0057	0.0125	0.0122	0.0159	0.0107	0.0066	
F4-SQ		0.0231	0.0213	0.0108	0.0145	0.0131	0.0107	0.0101	0.0107	0.0110	0.0115	0.0122	0.0108	
F5		0.0028	0.0025	0.0018	0.0023	0.0019	0.0032	0.0024	0.0033	0.0025	0.0017	0.0026	0.0029	
F6		0.0173	0.0135	0.0118	0.0185	0.0132	0.0136	0.0142	0.0166	0.0133	0.0179	0.0108	0.0097	
F6-SQ		0.0086	0.0153	0.0092	0.0086	0.0080	0.0077	0.0094	0.0063	0.0069	0.0065	0.0088	0.0088	
F7		0.0236	0.0129	0.0076	0.0148	0.0067	0.0071	0.0080	0.0077	0.0088	0.0095	0.0127	0.0114	
F8		0.0086	0.0113	0.0086	0.0127	0.0101	0.0086	0.0073	0.0101	0.0072	0.0101	0.0072	0.0046	
F9		0.0079	0.0075	0.0100	0.0135	0.0108	0.0071	0.0085	0.0083	0.0039	0.0086	0.0064	0.0049	
F10		0.0064	0.0118	0.0116	0.0277	0.0057	0.0037	0.0206	0.0070	0.0065	0.0037	0.0140	0.0228	
F11		0.0194	0.0165	0.0138	0.0124	0.0087	0.0115	0.0089	0.0116	0.0125	0.0109	0.0150	0.0138	

質問項目間の関連度(9)

	Q12	Q13	Q14	F1	F2	F3	F4	F4-SQ	F5	F6	F6-SQ
	(11)	(12)									
Q12	(3)										
	(4)										
	(5)										
	(6)										
	(7)										
	(8)										
	(9)										
	(10)										
	(11)										
	(12)	0.7222									
Q13	0.0136	0.0115									
Q14	0.0145	0.0113	0.0526								
F1	0.0047	0.0050	0.0329	0.0067							
F2	0.0051	0.0073	0.0150	0.0112	0.0061						
F3	0.0170	0.0189	0.0211	0.0140	0.2550	0.0785					
F4	0.0062	0.0050	0.0243	0.0098	0.3039	0.0432	0.2870				
F4-SQ	0.0119	0.0101	0.0137	0.0106	0.0059	0.0324	0.1034	*****			
F5	0.0019	0.0011	0.0044	0.0030	0.0294	0.0041	0.0184	0.0488	0.0058		
F6	0.0114	0.0107	0.0109	0.0156	0.0202	0.0622	0.0278	0.2220	0.0564	0.0029	
F6-SQ	0.0066	0.0070	0.0069	0.0084	0.0128	0.0950	0.0231	0.0156	0.0213	0.0043	0.0996
F7	0.0090	0.0096	0.0089	0.0109	0.0070	0.1268	0.0381	0.0496	0.0372	0.0028	0.0769
F8	0.0069	0.0059	0.0071	0.0071	0.0087	0.0113	0.0203	0.0108	0.0123	0.0028	0.0115
F9	0.0044	0.0043	0.0070	0.0100	0.0022	0.0052	0.0192	0.0049	0.0171	0.0020	0.0184
F10	0.0275	0.0360	0.0054	0.0089	0.0037	0.0102	0.0200	0.0046	0.0105	0.0012	0.0173
F11	0.0282	0.0100	0.0319	0.0311	0.0357	0.0119	0.0481	0.0407	0.0310	0.0030	0.0184

質問項目間の関連度(10)

	F7	F8	F9	F10	F11
Q12	(3)				
	(4)				
	(5)				
	(6)				
	(7)				
	(8)				
	(9)				
	(10)				
	(11)				
	(12)				
Q13					
Q14					
F1					
F2					
F3					
F4					
F4-SQ					
F5					
F6					
F6-SQ					
F7					
F8	0.0235				
F9	0.0084	0.4679			
F10	0.0259	0.0195	0.0415		
F11	0.0253	0.1720	0.2765	0.0095	

表 3. 10 騒音被害に関連する質問項目

項目 番号	項目名 (カテゴリー名)	項目 番号	項目名 (カテゴリー名)
1	静かな方	21	深夜 (0～6時) うるさい方
2	Q7	22	勉強や考えごとの じゃまになる よくある
3		23	
4		24	
5	Q8	25	Q9
6		26	
7		27	
8		28	
9		29	
10		30	
11		31	
12		32	
13		33	
14		34	
15		35	
16		36	
17		37	
18		38	
19		39	
20		40	

項目番号	項目名（カテゴリー名）		項目番号	項目名（カテゴリー名）				
41	Q10	目がさめる	あまりない	54	Q6	自動車の走る音	YES	
42		身体の具合が悪くなる	よくある	55		気になる音や	自動車の走る音	NO
43		身体の具合が悪くなる	あまりない	56		耳ざわりな音	近所の建設工事の音	YES
44		影響ある音	絶え間ない音	57			近所の建設工事の音	NO
45		影響ある音	断続的な音	58		やかましい音	自動車の走る音	YES
46		影響ある音	衝撃的な音	59			自動車の走る音	NO
47		影響ある音	わからない	60		やうるさい音	近所の建設工事の音	YES
48	Q10	響きのある音	YES	61	Q6	近所の建設工事の音	NO	
49		響きのある音	NO	62		自動車の走る音	YES	
50		金属性の音	YES	63		影響のある音	自動車の走る音	NO
51		金属性の音	NO	64		近所の建設工事の音	YES	
52		重みのある音	YES	65		近所の建設工事の音	NO	
53	SQ1	重みのある音	NO					

表 3.11 は、第 1 根から第 4 根までの固有値に対応する固有ベクトルを求めたもので、各カテゴリーに対応する固有ベクトルを示す。

図 3.28, 29 は、第 1 主成分と第 2 主成分および第 3 主成分の固有ベクトルで二次元の平面を構成し、各質問項目の布置を示したものである。相互に関係のある質問項目は空間上でほぼ同じような位置に存在している。図 3.28 において、騒音に関する被害を意味する、カテゴリー 42 番（身体の具合が悪くなることがよくある）の質問項目は、第 1 根軸の正側（図では原点より右側）に配置され、また“被害なし”とする質問項目は第 1 根、第 2 根の負側の原点付近に配置されている。“静か”とする質問項目は第 1 根軸の負側、“うるさい”とする質問項目は第 1 根軸の正側に配置されている。この質問項目の布置を解釈すると、第 1 根軸が騒音被害意識スコアを意味しているものと考えることができよう。

第 2 根軸上では、“建設工事の音が気になる、やかましい、あるいは影響ある”とする質問項目が正側、逆に“自動車の走る音が気になる、やかましい、あるいは影響ある”とする質問項目が負側に配置されている。また、騒音被害項目を見ると、“なかなか寝つかれない”や“目がさめることが良くある”とする一般的には夜間に発生する被害意識項目は第 2 根軸の負側、“ゆっくりくつろげない”や“読書や仕事のじゃまになる”とする昼間の被害意識項目は正側に配置され、第 2 根軸は騒音の時間的な要素を示しているものと思われる。これは時間帯別の静けさ、あるいはうるささに関する質問項目においても、夜間のカテゴリーウェイトは昼間のカテゴリーウェイトよりも低くなっていることから推定できる。

この視点からすると、建設騒音は昼間の時間帯、道路交通騒音は夜間の時間帯に影響を与えるものと考えられる。

図 3.29 は、第 1 根軸と第 3 根軸で構成した平面上に質問項目を配置したもので、第 3 根軸は、第 2 根軸とほぼ似たような傾向を持ち、建設騒音と道路交通騒音に関する評価が分離されている。また、影響のある音の種類のうち、“断続的な音”、“衝撃的な音”、“金属的な音”および“重みのある音”がほぼ同じ布置をとって建設騒音に近く、“絶え間ない音”が上記の音の種類から離れて道路交通騒音に近い布置をとることは興味あることである。

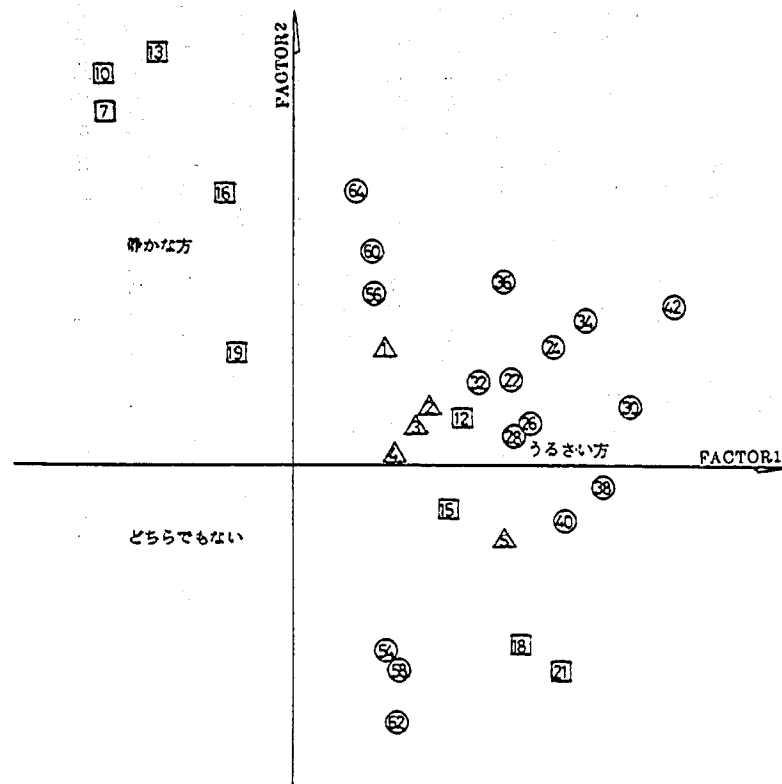
2) 被害意識

図 3.30 (a)~(j) に各現場ごとの騒音レベルと住民の反応との関係を示す。騒音レベルは建設騒音と、それ以外の騒音（環境騒音）に区分し、 L_{eq} 値で 5 dB 間隔にクラス分けした。図の横軸は、例えば、42.5 dB の位置にある点は工事施工時間帯での等価騒音レベルが 40 ~ 45 dBA であったことを示しており、間隔尺度ではなく、カテゴリー尺度である。反応率は、該当する被調査者のうち Yes と回答した者の比率を示しており、各カテゴリーごとに母数は異なる。

図 3.30 (a), (b) の“勉強のじゃま”、“仕事のじゃま”は昼間在宅している被調査者自

表 3. 11 数量化Ⅲ類分析結果

項 目	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4
1	-1.58125210	2.03853035	3.87461948	0.0708660483
2	-0.614976048	-0.413052022	-0.916711092	0.367250800
3	2.04612446	0.0290675908	0.346384287	-0.843052030
4	-0.642559052	1.58697796	0.717041910	-0.105759323
5	-0.149326622	-0.901143432	-1.48181534	0.512979627
6	2.22865582	-1.83020496	2.28225517	-1.18860054
7	-1.78687859	3.22674656	6.19794083	-0.630596101
8	-0.974904537	-0.953866899	-0.969337165	1.29451752
9	1.58223248	0.423001111	-0.230225205	-1.42184067
10	-1.81898403	3.59981155	6.66813755	-0.742198884
11	-0.959691167	-0.932254136	-0.981453478	1.38781071
12	1.50072575	0.380759835	-0.1767955840	-1.49341583
13	-1.30508518	3.80812168	5.33186626	-0.541843951
14	-0.846097767	-0.478902400	-1.21766758	1.49570274
15	1.46274757	-0.415196776	0.133859158	-1.80696011
16	-0.679696858	2.49795628	1.26058578	-0.403883696
17	-0.411738276	-0.786561608	-1.33469009	0.685769320
18	2.14743042	-1.70727348	1.66042042	-1.22635651
19	-0.560240030	1.00153732	0.0721306801	-0.338421464
20	0.215627611	-1.20363426	-0.988847911	0.842064917
21	2.49413586	-1.94683743	2.62978649	-0.679121971
22	2.02936745	0.806260645	-0.0363058038	2.14258194
23	-0.608808815	-0.241875708	0.0108936876	-0.642758727
24	2.43488216	1.10313988	0.106015027	2.42765808
25	-0.544921577	-0.246877849	-0.0237204395	-0.543277204
26	2.23240089	0.381935954	0.462094367	2.36291409
27	-0.524088264	-0.0896626711	-0.108479321	-0.554704547
28	2.09117031	0.290825903	0.259841442	2.07333946
29	-0.612047911	-0.0851186514	-0.0760481358	-0.606817186
30	3.17722702	0.527843952	1.38371754	3.72081184
31	-0.365007460	-0.0606334880	-0.158963621	-0.427414954
32	1.70931339	0.764354706	-0.380831361	0.243166625
33	-0.729031146	-0.326004982	0.162421763	-0.103735447
34	2.75008011	1.37257004	0.659486890	3.39088440
35	-0.371497393	-0.185411990	-0.0890858769	-0.458027482
36	1.99147606	1.68876266	-0.435872197	1.82769585
37	-0.558944404	-0.473979771	0.122337341	-0.512959540
38	2.90981197	-0.221158564	1.36324787	3.21627522
39	-0.376831949	0.0286490098	-0.176545978	-0.416485071
40	2.53620911	-0.546282589	1.12336349	2.02401733
41	-0.450874031	0.0971204638	-0.199704289	-0.359790146
42	3.58502579	1.43604660	1.12093544	6.10811329
43	-0.174597323	-0.0699306726	-0.0545933507	-0.297443390
44	1.98377419	-0.731458306	1.18385983	-0.876380205
45	0.969019234	0.115455747	-0.503224134	-0.740987122
46	0.845245600	1.03684139	-1.03320026	-0.638604283
47	-1.34869766	-0.221906066	0.295704901	0.850930929
48	1.16473103	0.347810388	-0.482837975	-1.39331532
49	-0.736940324	-0.220066607	0.305487990	0.881613476
50	1.50038242	1.05387783	-0.638014734	0.437842071
51	-0.228313446	-0.160367548	-0.0970897079	-0.0666023493
52	1.26121616	0.519981861	-0.785135865	-1.41339970
53	-0.615637839	-0.253819108	0.383237064	0.689874589
54	0.874464691	-1.74610138	0.465422750	-1.13005161
55	-0.666486442	1.33078003	-0.354726553	0.861226499
56	0.760473371	1.58628559	-1.65628242	-0.955623329
57	-0.533284187	-1.11236286	1.16143513	0.670074701
58	0.933118880	-1.90367508	0.562917888	-1.17320538
59	-0.619838357	1.26450825	-0.373932779	0.779278100
60	0.759692073	1.93868637	-1.78308964	-1.18213558
61	-0.427231908	-1.09023666	1.00273895	0.664761782
62	0.974295497	-2.40725803	1.15297604	-0.810368359
63	-0.472478449	1.16730118	-0.559093595	0.392914951
64	0.615450561	2.42520428	-2.20053768	-1.24587917
65	-0.258882403	-1.02009487	0.925562382	0.523982704



- | | | | |
|----------|-----------|-----------------|---------------|
| △ 衝撃的な音 | 7 午前静か | 22 勉強や考えごとのじゃま | 40 目がさめることがある |
| △ 重みのある音 | 10 午後静か | 24 読書や仕事のじゃま | 42 身体の具合が悪くなる |
| △ 響きのある音 | 13 夕方静か | 26 電話の音が聞取にくい | 54 自動車騒音が耳ざわり |
| △ 断続的な音 | 15 夕方うるさい | 28 テレビラジオが聞取にくい | 58 " やかましい |
| △ 絶えまない音 | 16 夜間静か | 30 家族団らんのじゃま | 62 " 影響ある |
| | 18 夜間うるさい | 32 びっくりする | 56 建設騒音が耳ざわり |
| | 19 深夜静か | 34 ゆっくりくつろげない | 60 " やかましい |
| | 21 深夜うるさい | 36 イライラしたりする | 64 " 影響ある |
| | 12 午後うるさい | 38 なかなか寝つかない | |

図 3.28 数量化Ⅲ類による質問項目の布置

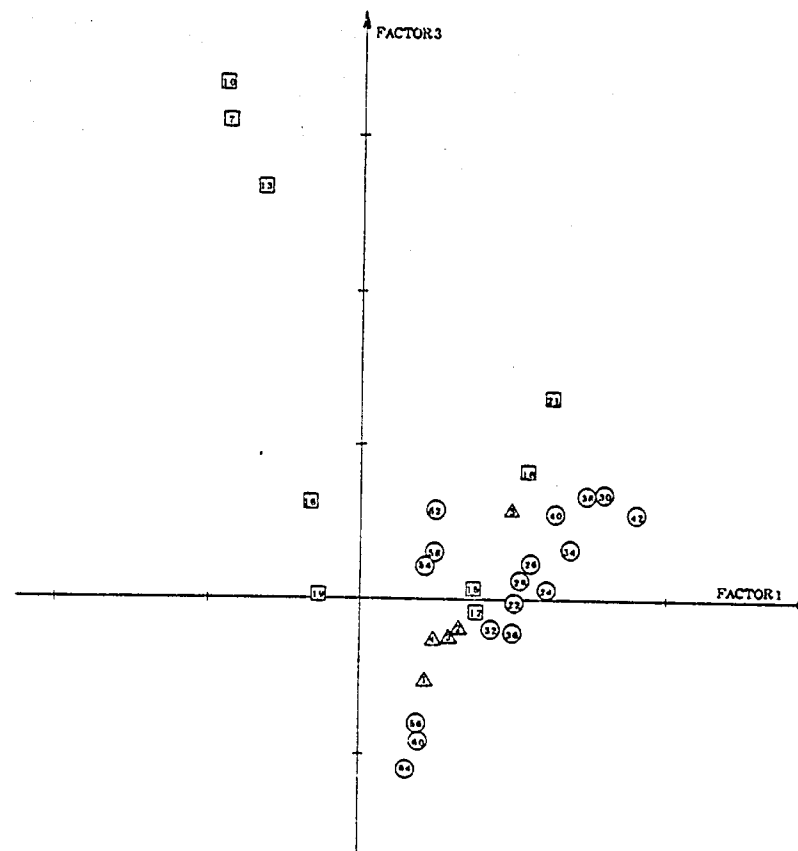


図 3.29 質問項目の布置

身の回答であることから判断して、昼間の時間における騒音の影響と考えることができる。Yes（即ち被害あり）と答える率は騒音レベルが大きくなるに従って高くなる傾向が認められる。

ところが、環境騒音については、現場の違いによらず騒音レベルと反応率の関係には似たような傾向があるが、建設騒音の場合、B現場での反応が他と異り、約10～15 dBA騒音が大きくならないとA、C現場と同じ反応率にはならない。

このような、建設騒音に対する被害感の違いは、勉強、仕事や読書の障害に限らずすべての被害項目についても言える。B現場は夜間工事であり、昼間の時間帯で発生するような被害項目について、異った傾向が生じるのは、十分に理由のあることであるが、“なかなか寝つかれない”あるいは“目がさめることがある”とする夜間での被害についてもB現場のデータは異っているように思われる。この原因の可能性として、建設騒音の大きさの違いが考えられる。また、建設騒音の大きい地区での環境騒音は大きく、環境騒音の大きさの違いも原因の一つであるかもしれない。平均的な環境騒音の差は、A現場とB現場で30～40 dBAであり、B現場の方が大きい。また、AとCとではC現場の方が5～10 dBA大きい。この点を考慮して、建設騒音レベルと被害反応率の関係をみると、反応率の違いは、環境騒音レベルの差に対応しているように思われる。実際、環境騒音と被害反応の関係に地域差がないことから考えて、建設騒音の平均的な大きさの違いによって被害反応が異ると考えるのはあまり妥当ではなく、このような現象が生じる原因として、環境騒音の大きさの違いを挙げるべきであろう。これは、建設騒音に対する評価は、そのバックグラウンドとなる騒音の大きさによって違うことを示すもので、騒音評価における地域補正の考え方を裏付けるものと思われる。

環境騒音の大きさと被害反応との関係が最も顕著なのは、“電話の聞取り障害”および“テレビ、ラジオの聞取り障害”であり、特に前者ではこの傾向が著しい。また、これらの質問項目に対する反応は現場によって違い、A現場とB現場では同じ被害反応率が生じるのに後者の方が約10 dB高くなることが示される。これらの被害はいずれも音のマスクングに關与するものと考えられ、環境騒音の大きさと関連性が強いのは当然であろう。一方、テレビやラジオの音量は聴取者によって制御可能であり、ある程度環境騒音が大きくなっても音量を調節してマスクングを避けることができる。被害反応が発生する騒音レベルが異なるのはこのためと解釈することもできよう。

一般に、テレビやラジオを静かに聴取する時のこれらの騒音レベルは50～60 dBA位であり、環境騒音の大きさがこの値より10 dB以上小さければマスクングの影響は小さいものと思われる。環境騒音レベルが60 dBA位になると、マスクングの影響を受けずにテレビやラジオを聴取するためには、これらの音量を60～70 dBAにしなければならぬが、この場合はテレビやラジオの音をうるさく感じるようになり、聞取り障害が意識される。

図3.30は、上述の説明に示すように、騒音に対する慣れや特定騒音の評価に対するバ

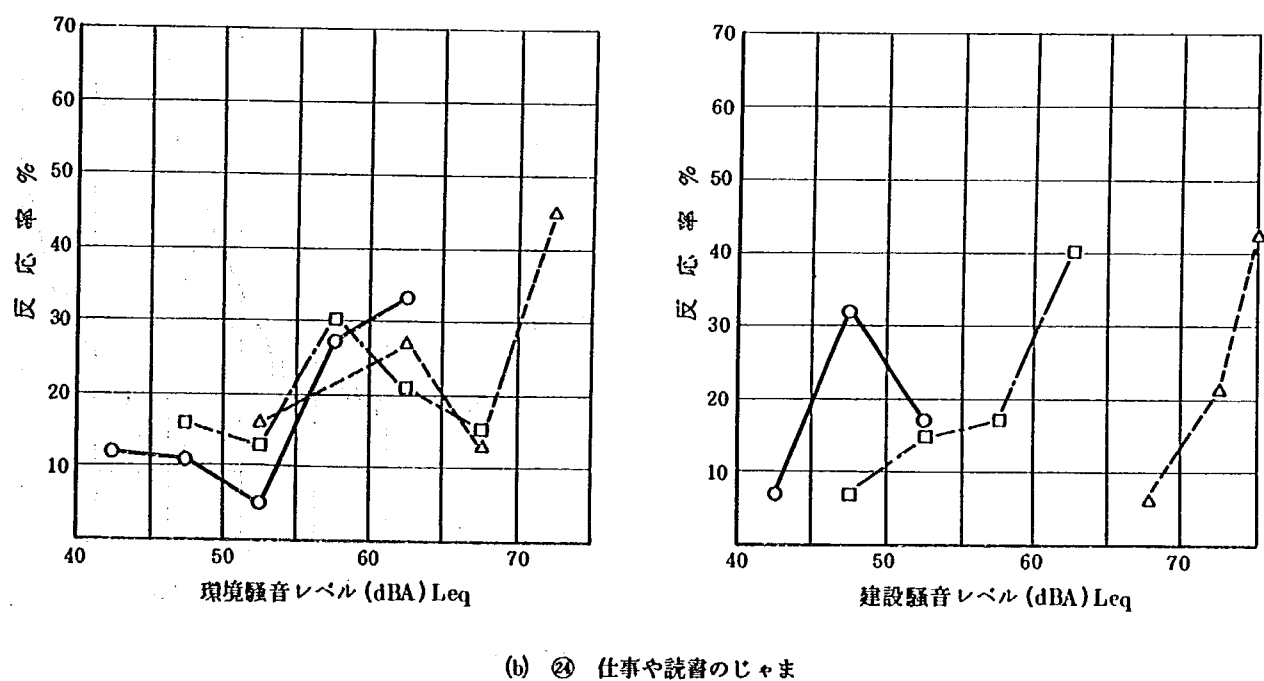
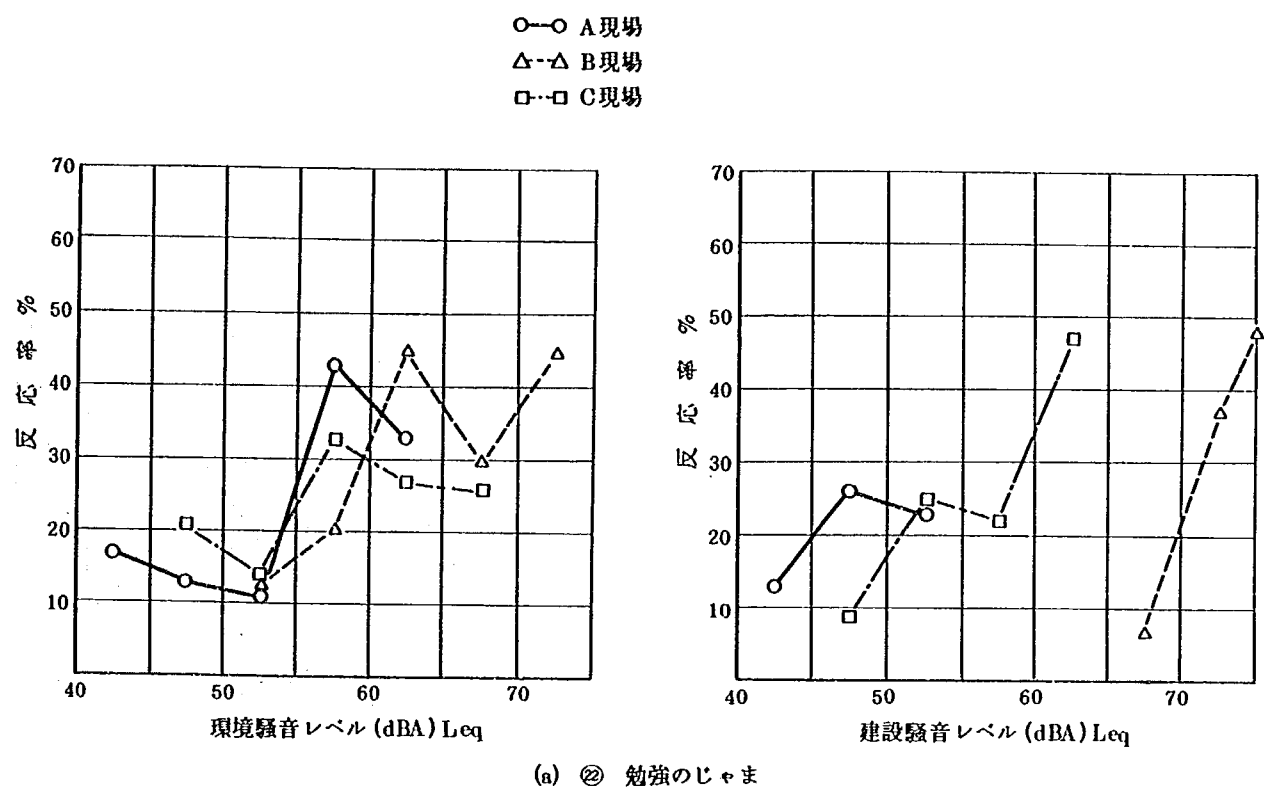
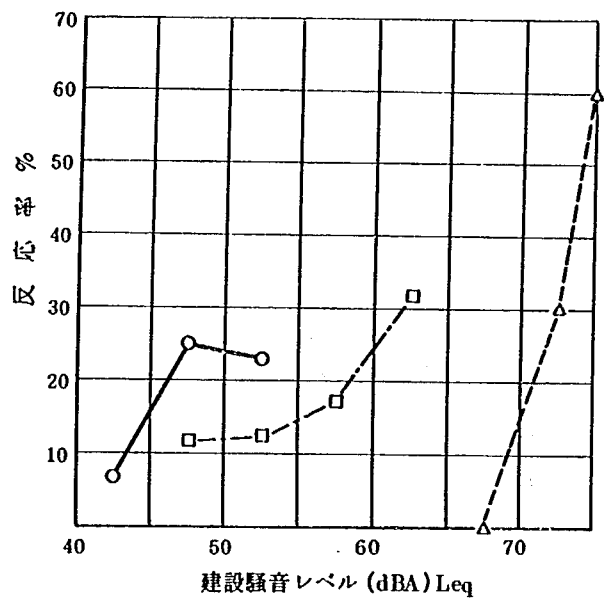
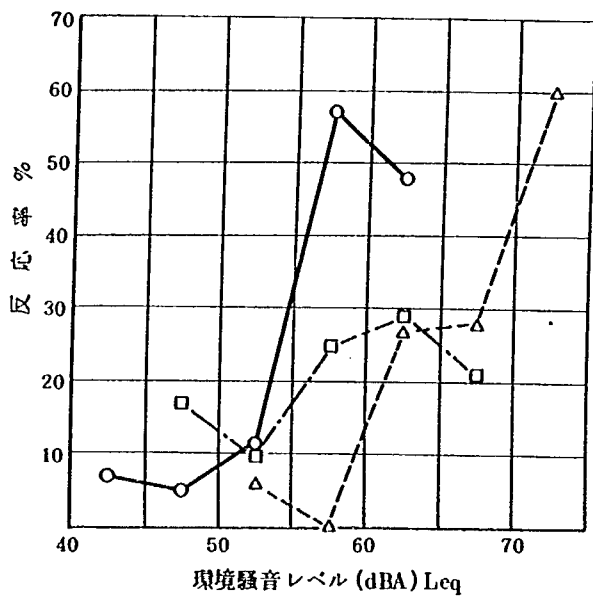
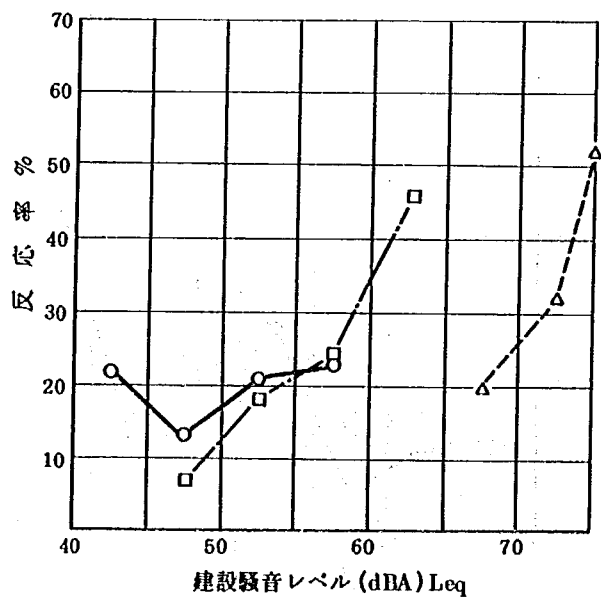
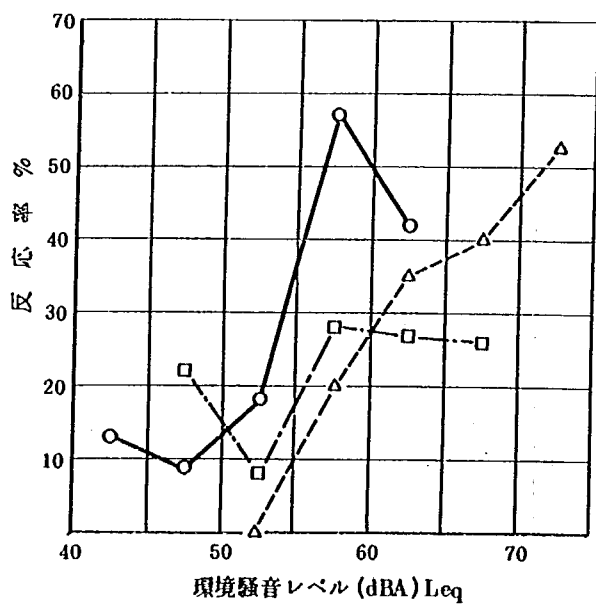


図 3. 30 騒音と住民の被害意識 (現場別) (1)

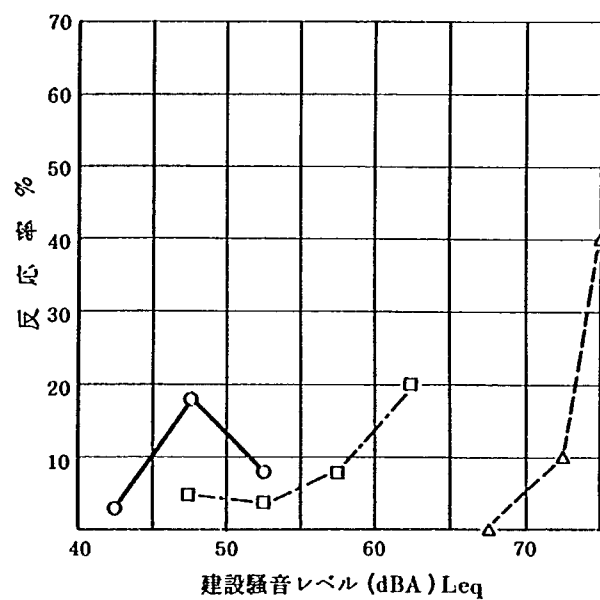
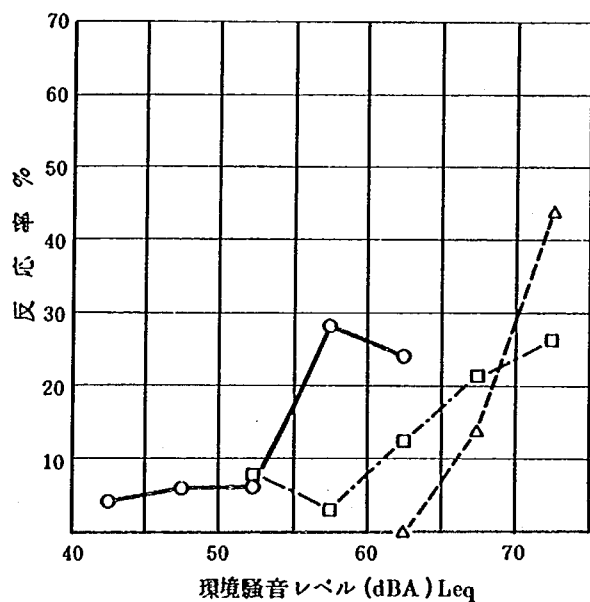


(c) 電話の聞き取り障害

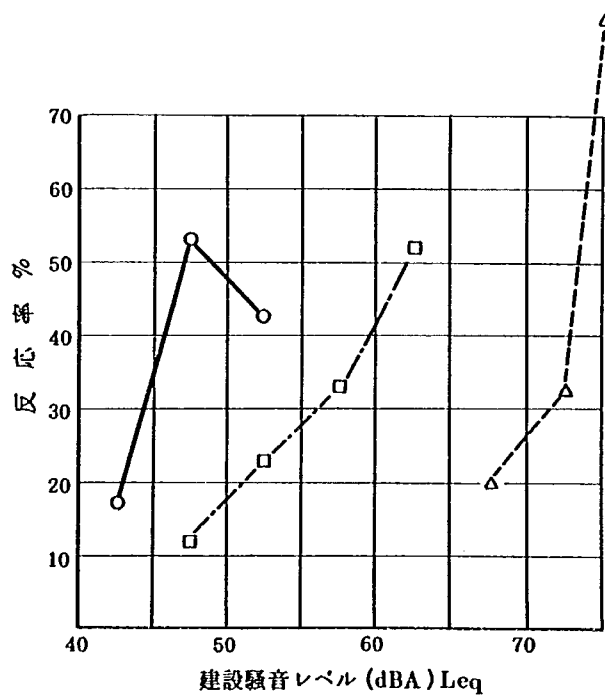
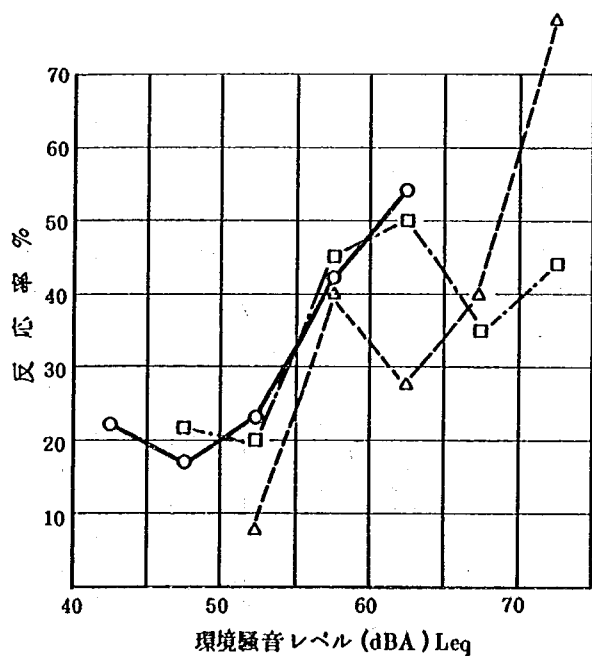


(d) テレビ・ラジオの聞き取り障害

騒音と住民の被害意識（現場別）(2)

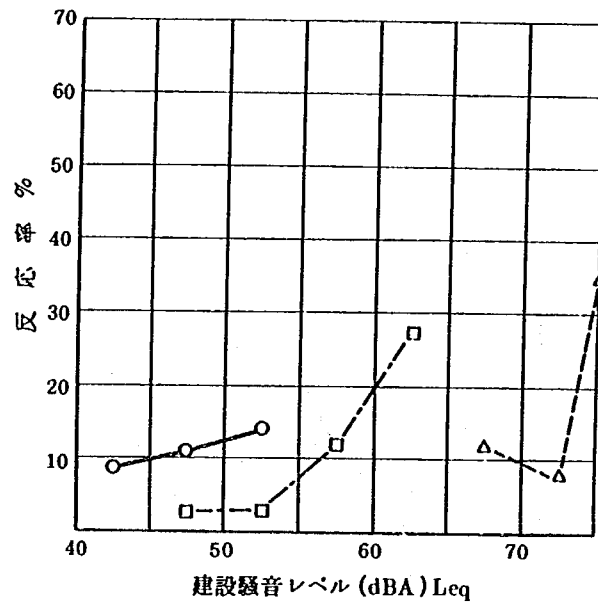
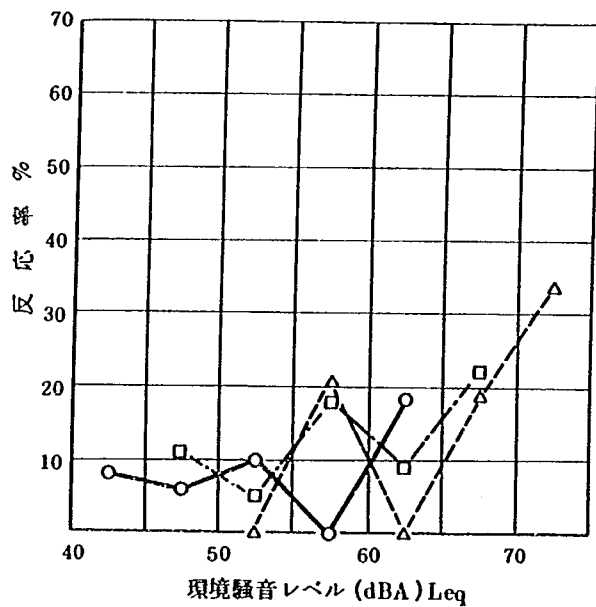


(e) ㊤ 家族だんらのじゃま

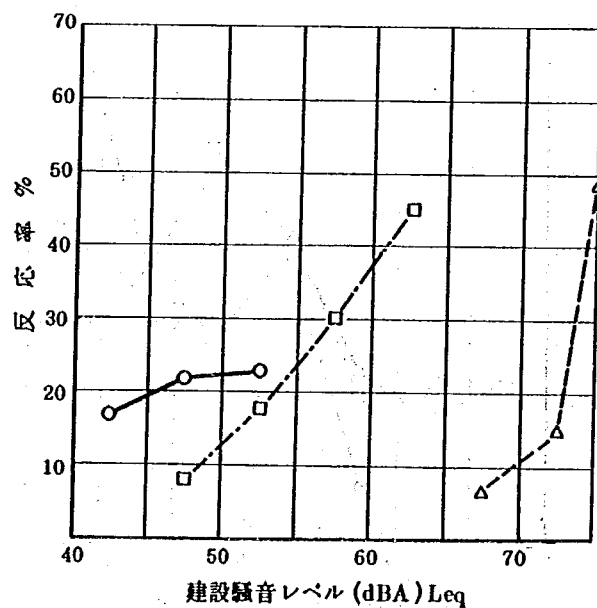
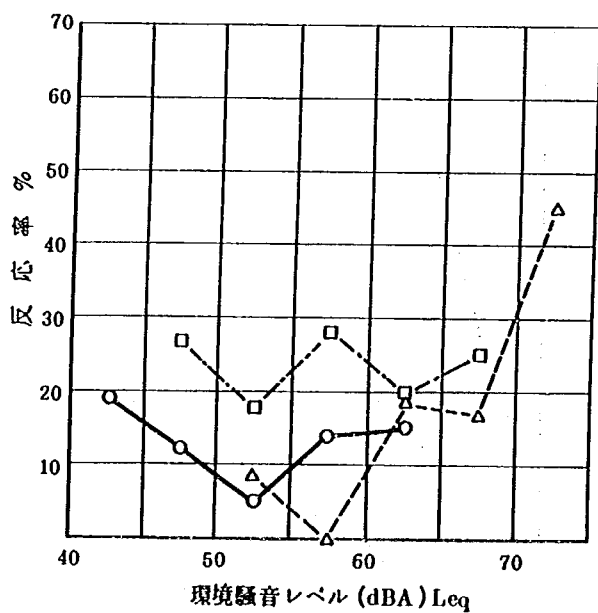


(f) ㊤ びっくりすることがある

騒音と住民の被害意識 (現場別) (3)

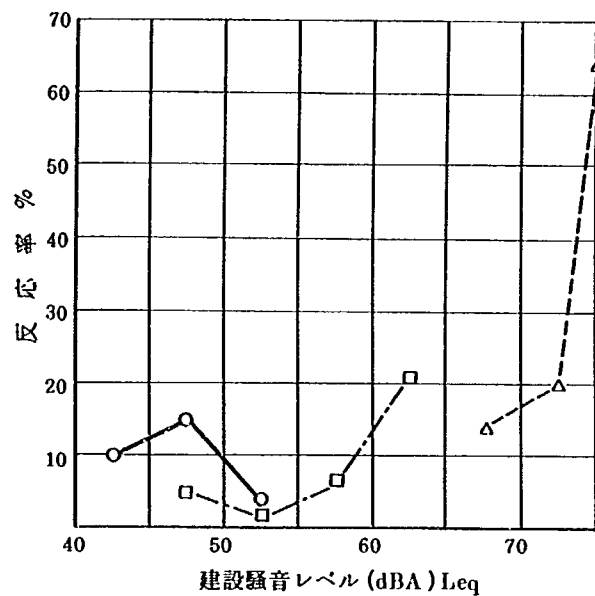
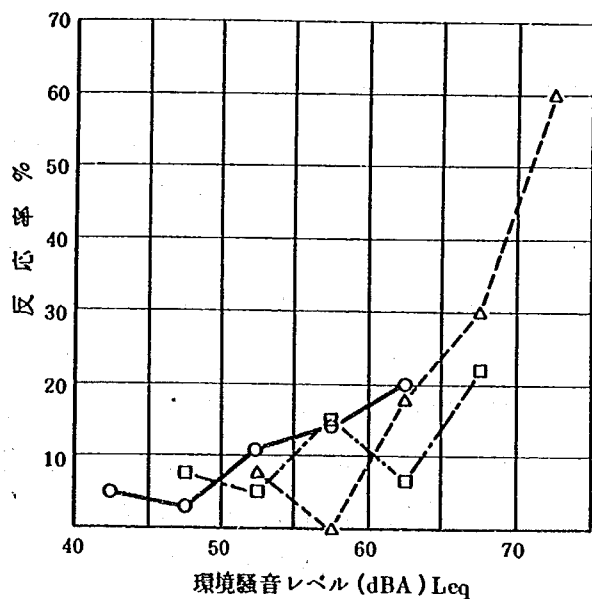


(g) ㊸ ゆっくりくつろげない

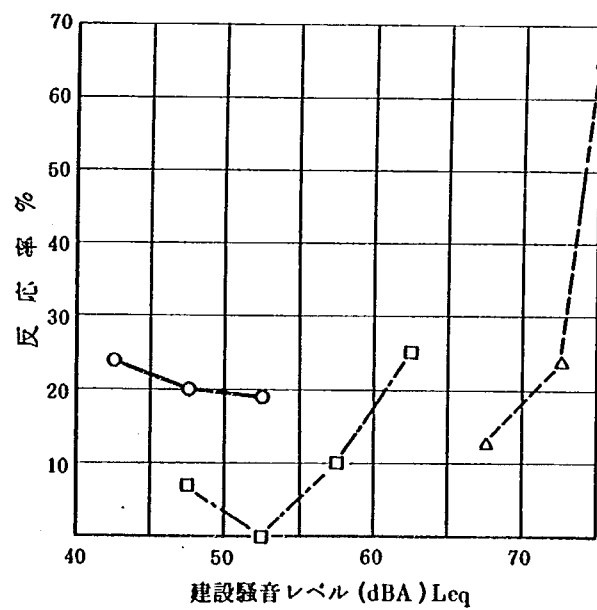
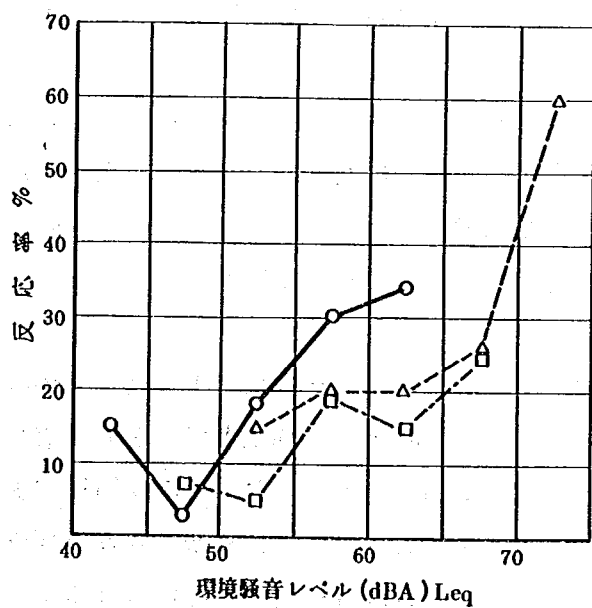


(h) ㊸ イライラしたりする

騒音と住民の被害意識 (現場別) (4)



(i) ㊸ なかなか寝つかれない



(j) ㊹ 目がさめることがある

騒音と住民の被害意識 (現場別) (5)

ックグラウンド騒音の影響を良く示しているものと思われる。

3) 被害意識スコア

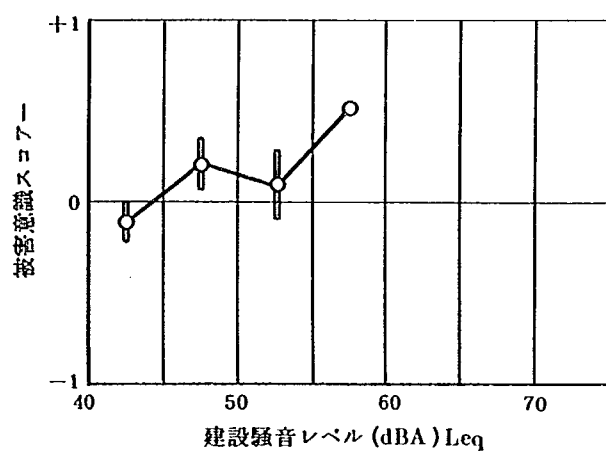
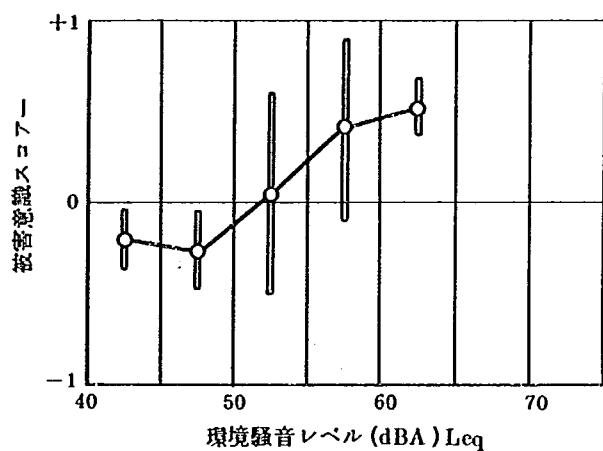
図 3.31 は、質問カテゴリー②～④の第 1 根軸におけるカテゴリーウェイトを標準化したもの（被害意識スコア）と騒音レベルとの関係を示すものである。この被害意識スコアは、質問項目のすべてに“被害あり”と反応した被調査者が+1 点、すべてに“被害なし”と答えた被調査者が-1 点となるように線形変換したものである。各質問項目には数量化Ⅲ類での分析結果得られた第 1 根軸成分（第 1 主成分カテゴリーウェイト）での重みがつけられており、例えば④番に“被害あり”と答えた場合は、②番に“被害あり”と答えた場合より、2 倍以上の点数が与えられる。したがって、被害意識スコア 0 点は“被害あり”とする意識と“被害なし”とする意識が釣り合っていることを意味している。図 3.31 は、このようにして得られた個々の被調査者の被害意識を、各騒音レベルの区分ごとに統計量として平均値およびその 95% の信頼区間を示すものである。したがって、例えば A 現場の環境騒音が 50 ～ 55 dBA (Leq) の区域に住んでいる人の騒音被害意識の平均値は、+ 0.04 で、その範囲は - 0.63 ～ + 0.67 と読む。また、平均被害意識スコアが + 1 点の場合、被調査者の全員がかなり強い騒音被害意識を持っており、0 点では顕在的な騒音被害意識はないが、0 点を越え、点が高くなるに従って騒音被害意識がより顕在化してくるものと考えることができよう。このことから、騒音被害意識スコアが 0 点とクロスする時の騒音レベルを、騒音被害意識顕在化のスレシホールドレベルとすることができる。

図に示すとおり、騒音被害意識スコアと騒音レベルとは関係があり、騒音レベルが大きくなるに従って、被害意識スコアも大きくなっている。騒音被害意識顕在化のスレシホールドレベルは、各地域によって異なり、特に建設騒音では地域による違いが大きい。

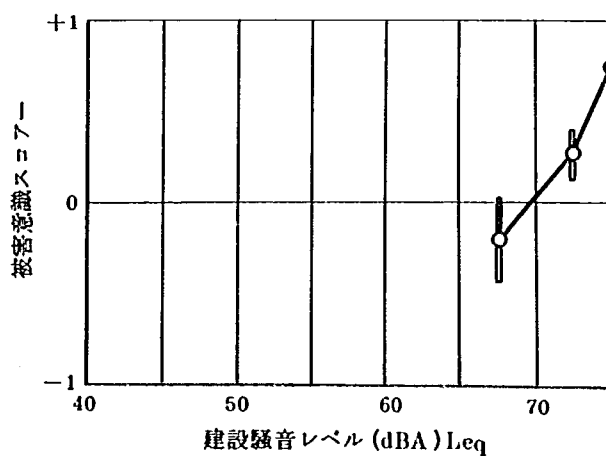
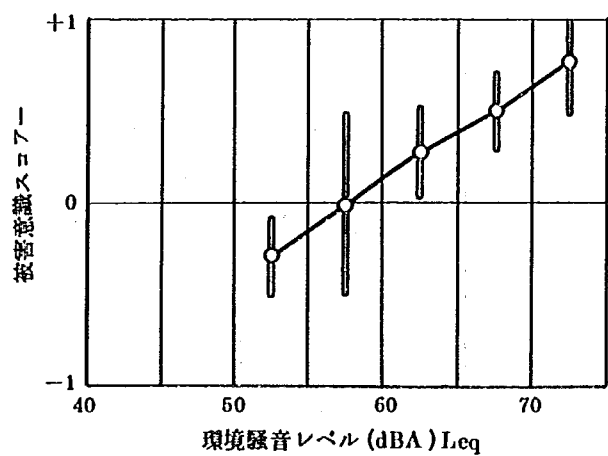
環境騒音の場合、B 現場でのスレシホールドレベルが約 60 dBA であるのに対し、A、C 現場では約 55 dBA である。これは、B 現場が幹線国道に面し騒音レベルの大きい地域であるのに対し、A、C 現場は比較的静かな地域であるためと思われる。即ち、騒音暴露量の大きさに応じて騒音に対する評価が変化することを示しているものと考えられよう。

建設騒音の場合、騒音被害意識顕在化のスレシホールドレベルは、A 現場 45 dBA、B 現場 70 dBA、C 現場 55 dBA と差が大きい。B 現場の場合、夜間工事でしかも工事期間が短かく、また建設騒音レベルのコンターと道路交通騒音のコンターがほぼ同様であることなどから、建設騒音に対する評価が明確に表現されているとは判断できない要素もあるが、反面、環境騒音レベルの大きいところでは建設騒音に対する評価もゆるやかになることを示しているものと考えられる。

騒音被害意識スコアを全調査数についてまとめてみると、環境騒音、建設騒音とも 55 dBA がスレシホールドレベルとなっていることがわかる。65 ～ 70 dBA の区分で、

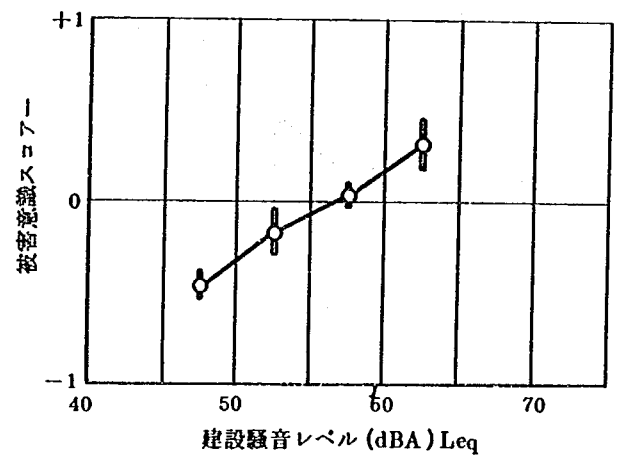
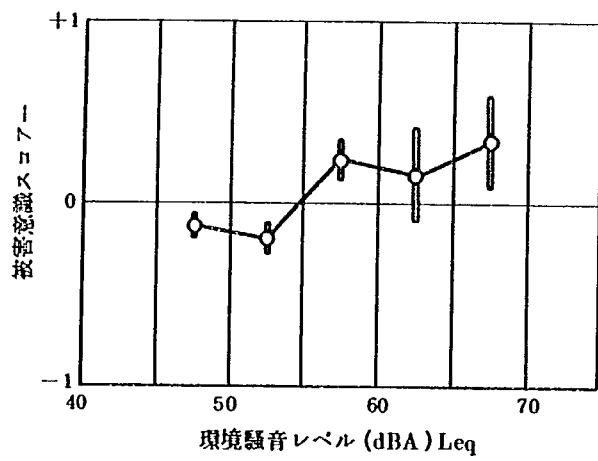


(a) A 現 場

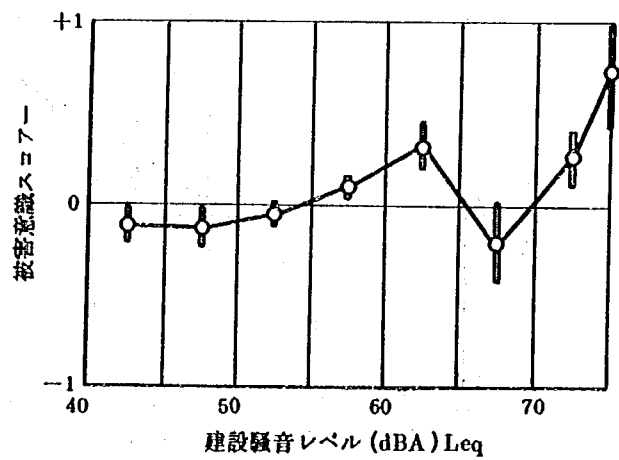
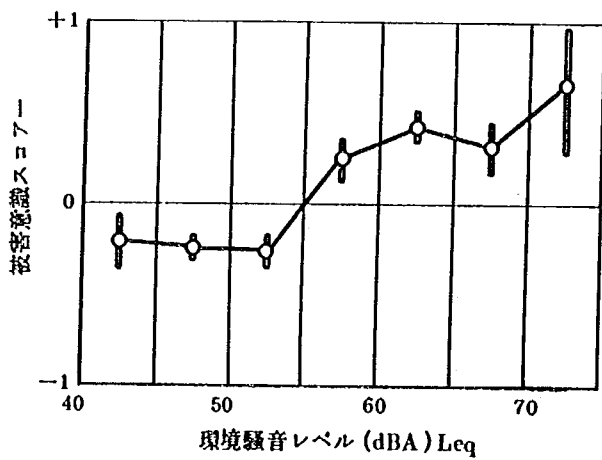


(b) B 現 場

図 3. 31 騒音の大きさと被害意識スコアー(1)



(c) C 現場



(d) 全 体

騒音の大きさと被害意識スコア(2)

建設騒音の被害意識が一旦負になるのは、65 dBA を超える区地がB現場にしかなく、B現場での被害意識スコアが反映されているためである。B現場は、道路交通騒音が大きく、また工事期間の短い夜間工事であり、他の工事現場の状況とは条件が異なることを考慮すると、建設騒音に対する騒音被害意識顕在化のスレシホールドレベルは先に0点とクロスしている55 dBAと考えるのが妥当であろう。

3.3.5.3 意識調査に見られた騒音評価

騒音評価方法では、従前から、地域補正、時間補正などの考え方が採用されてきた。この考え方は、日本の環境基準でも採用されており、地域補正は地域固有のバックグラウンド騒音、時間補正はそのバックグラウンド騒音の夜間での低下および睡眠のさまたげなどの被害の増加が考慮されたものである。

今回の騒音の影響に関する意識調査についても、このような傾向は分析されており、特に騒音評価に関して次のことが推論される。

- ① 騒音暴露の値が約55 dBAを超えると騒音被害が顕在化する。
- ② この傾向は、道路交通騒音の場合も建設騒音の場合もほぼ同じようである。
- ③ 地域に定在する騒音が大きいと、建設騒音に対する評価はゆるやかになるようである。
- ④ 音のマスキングに起因する被害と騒音評価の間にははっきりとした関係がある。

①、②は、騒音被害の反応率および被害意識スコアの両方から得られた結果である。また、逆に騒音暴露量が55 dBAを越える区域では、騒音被害反応率は約30%以上となっている。これは、被害反応率が平均的に30%程度では被害意識スコアが0であり、被害ありとは判定できないことを意味している。

③は、騒音評価における地域補正に相当するものである。具体的には、バックグラウンド騒音が最も小さいA現場での建設騒音評価のスレシホールドレベルが45 dBAに対して、B現場では70 dBA、C現場では55 dBAと異り、その差は、平均的なバックグラウンド騒音の差に等しいことが示される。このことは、建設騒音の評価においても一般環境騒音や道路交通騒音の評価に導入されている地域補正が導入されて良いことを示しているものと解釈することができよう。

④は、心理的な騒音被害感や生理的な騒音被害感に比較して、音のマスキングに関与する被害感が騒音暴露量とより関係が強いことを意味している。心理的、生理的な被害感も騒音暴露量と関係はあるが、騒音レベルが40 dBA位でも反応があるなど、音のマスキングに関与する被害と比較して個人による反応の違いが大きいように思われる。

4. 建設振動の評価

4.1 振動評価量と問題点

地盤や構造物の振動は、土木や建築の分野で長い研究の歴史があり、振動変位、振動速度などがその尺度として用いられてきた。地震動を取扱う分野では主に振動加速度が用いられている。しかし、振動公害の視点から問題にされる地盤の振動の尺度として現在振動レベルが用いられているが、これは前述の振動が少なくとも振動の波形であるとかピーク値であるとかの直接観測可能な物理量の一部を取扱っているのに対し、周波数によってウェイト付けした振動加速度の実効値を用いており、振動量に対する見方が基本的に異っている。これは、前者が振動による構造物の破壊であるとか、あるいは応答性とかの工学的側面に着目して発展してきたのに対し、公害振動の視点は、音を騒音として評価したように、振動を人の感覚において評価しようとするという違いに基づく。しかし、振動レベルが、公害振動を記述する振動量であるか否かについては未だ完全に結論が得られているわけではなく、解決すべき多くの問題点が残されている。

一般に公害振動は、人が他者によって発せられた振動を住居内で知覚することによって意識される。この意識のうち、拒否—受容の領域で判断されたものが公害振動の評価に相当する。また、振動に対する拒否—受容領域での判断における着目点は単一ではなく、①外乱振動によって生ずる建物構造や建具などへの物的な被害、②振動によって二次的に発生するガタツキ音などによる静穏な住環境の阻害、③振動の存在を知覚することによる不満感、など複数に及ぶ。

これらのうち、現在の振動レベルは、人の振動感覚によってウェイト付けされた尺度であり③に対応するものではあるが、①、②に対して直接結びつく尺度ではない。

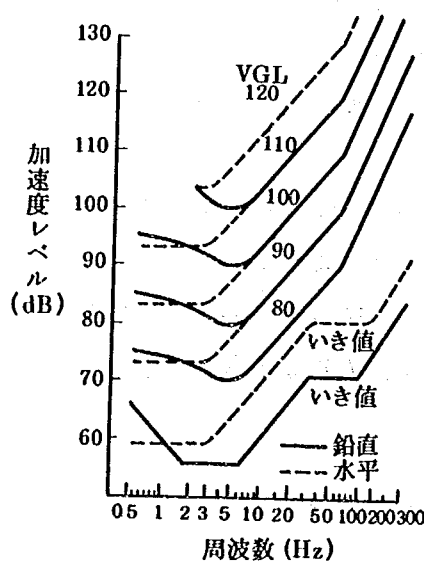


図 4.1 人間の振動感覚

また、人が公害振動を知覚するのは、人が家屋内に居住している時であるが、現在の基本的な測定方法や、振動の規制基準などでは屋外での振動を取扱っており、家屋構造の振動伝達については取扱う技術がほとんど確立されていない。当然、振動が居住者に与える影響を評価しようとするれば、建物内での振動で評価するのが、基本的に必要なことであり、今後家屋の振動についての視点も要求される。

振動の場合は大きさとともにその方向によっても感覚が異なる。図 4.1 は人の振動感覚に関する三輪らの研究結果⁶⁾を示すものであるが、数 Hz 以上の周波数帯域では水平方向より垂直方向に対する感覚の方が閾値が低い（即ち感じ易い。）。このことから、基本的には（少なくとも地表面での振動を問題にする視点では）垂直方向の振動成分を重視して考えることもできるが、一般に木造家屋は水平方向に揺れ易く、水平振動を無視することはできない。

ISO では、ISO 2631 (Guide for the evaluation of human exposure to whole-body vibration) で、作業環境における全身振動暴露の評価基準曲線と暴露時間についての規格を出しており、その曲線の形は、我が国の振動レベル計の日本工業規格 JIS-C 1510 (振動レベル計) に取入れられている。更に、ISO では ISO 2631 の Draft Addendum (ISO 2631/AD1; Guide to the evaluation of human exposure to vibration and shock in buildings (1980, 1)) で、建物内の振動評価法として、垂直方向 (Z 方向)、水平方向 (X, Y 方向) の評価曲線の基準を図 4.2 のように定めている。この評価値は、最も厳しい条件の建物 (表 4.1 参照; 病院の手術室や極限的作業を行う場所) でのものであるが、我が国の現在のあらゆる法的な基準値より相当にきびしいものと思われる。

図 4.3 は、垂直方向と水平方向の振動が合成された振動についての基準曲線を示す。

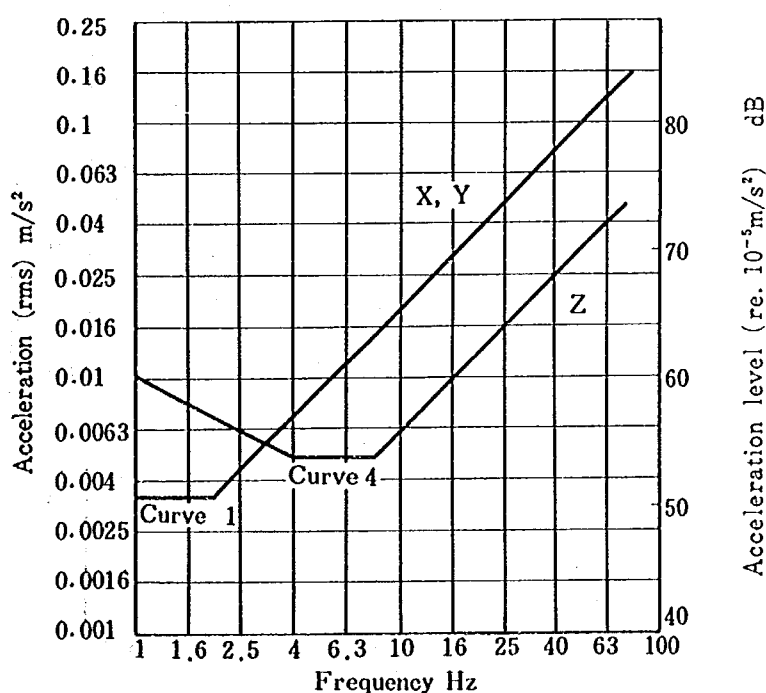


図 4.2 ISO 2631/AD1 Z および X Y 方向の基準曲線

表 4.1 建物振動の荷重量

Place	Time	Continuous or intermittent vibration and repeated impulsive shock		Impulsive shock excitation with approximately three occurrences per day	
Hospital operating theatre and critical working areas	Day Night	1 1	See note 2	1 1	See note 1
Residential (minimum complaint level)	Day Night	2 1,4		16 1,4	See note 2
Office	Day Night	4 4		128 128	
Workshop	Day Night	8 8		128 128	See note 3

NOTE — Weighting factors above basic level of curve 1.

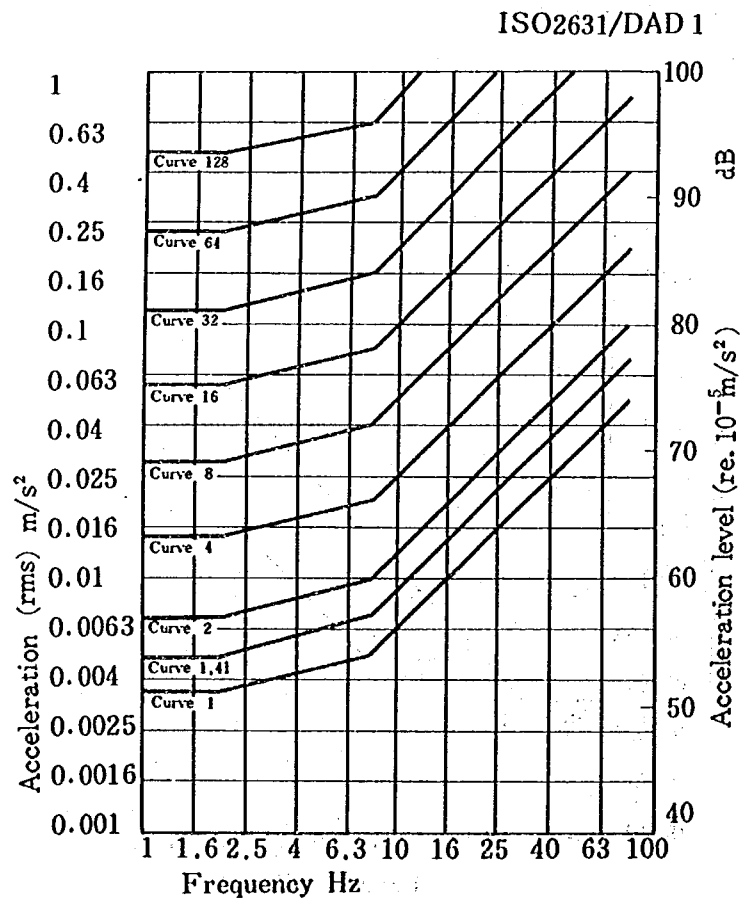


図 4.3 合成振動の基準曲線

表 4.1 に示す値は、図 4.2 の曲線の値を 1 とした時の倍率を示すものであり、いわゆる“良好な環境としての基準値”を意味している。表 4.1 に示す基準値に対し、実際の振動量が 2 倍になるとわずかに苦情が生じ、4 倍になれば、事前警告がない限り大きな苦情が発生するとされている。

4.2 建設工事振動の特異性

建設工事振動は主に①基礎、土工、土留工のように地盤を直接工作する作業、②ブレーカ、重錘による建物の破壊解体工のように構造物に力を加える作業、③ダンプトラックなど運搬作業、によって発生し、表 4.2 に示すように、基礎工事、破碎工事は振動規制法の規制対象にもなっている。

表 4.2 建設工事に関する振動規制法

(昭和51年 6 月10日振動規制法)

基準 建設作 業の種類	振動の大きさ	作業ができない 時間		1 日当りの作 業時間		同一場所にお ける作業期間	日曜休日に おける作業
		第 1 号 区 域	第 2 号 区 域	第 1 号 区域域	第 2 号 区 域	第 1・第 2 号 区 域	
くい打機等 を使用する 作業、鋼球 重錘を使用 する作業等	75 dB を越える大 きさのものでない こと	午後 7 時 午後 7 時	午後10時 午前 6 時	10時間	14時間	連続 6 日	禁 止

(備考) 第 1 号区域および第 2 号区域とはそれぞれ次の各号を掲げる区域をいう。

(1) 第 1 号区域とは次のいずれかに該当する区域

- (イ) 良好な住居の環境を保全するため、特に静穏の保持を必要とする区域
- (ロ) 住居の用に供されているため、静穏の保持を必要とする区域
- (ハ) 住居の用にあわせて商業、工業等の用に供されている区域であって相当数の住居が集合しているため、振動の発生を防止する必要がある区域
- (ニ) 病院、学校等の敷地の周辺

(2) 第 2 号区域とは住民の生活環境を保全する必要がある地域のうち上記に掲げる区域以外の区域

これらの作業を振動の発生形態から分類すると、定常振動、衝撃振動および大幅変動振動などがあり、本質的に工場振動や交通振動と形態的に変わることはない。

しかし、工場振動では、振動発生源となる機械を防振支持するなどの振動対策が採用できるの

に対して、建設工事振動の場合、地盤を直接加工するという点からも振動対策が極めてむずかしい。これは、公害振動の発生が建設工事においてはある程度制御不可能であることを示しており、騒音対策の場合とは本質的に異っている。

建設工事は、長期にわたることはなく、この点、長期間振動暴露の原因となる交通振動や工場振動とは異った特色である。しかし、短期間であるという理由が振動評価に影響を与える場合、振動評価の尺度は騒音の場合の L_{eq} のように暴露量を基本にするという考えがなければならない。ところが、振動に対する評価は、人の知覚の問題とともに、家屋などへの被害という視点があり、後者では、暴露時間より振動の最大値とか、その持続時間などが問題となろうし、この場合、建設工事が永続的でないことは振動評価上考慮されることはない。

4.3 建設工事振動評価の現状と問題点

4.1 で示したように、居住者が公害振動に対して抱く最大の関心事の一つは、振動による物的被害である。公害振動と云われる振動のほとんどは、地震動に関する気象庁の震度階では震度Ⅰ～Ⅱの軽震以下であり、震度Ⅲ（弱震）程度のはあまりないので家屋被害には直接結びつかないように見える。しかし、地震動の場合は極めて一過性の振動であり、これと較べると一過性と言われる建設工事振動でも繰返しの長期暴露とみなすことができ、単純に震度階を公害振動の評価に用いることは妥当でないように思われる。現在、この振動量と暴露時間および振動被害を関連づけるような明確なデータが得られていない。

また、建設工事と家屋被害の関係では、地下水位の変化、地盤強度の変化などを原因として家屋基礎の不等沈下を起こし、壁の亀裂や建付の狂いを生じることがあり、時として、これらが公害振動を原因とするものと考えられることがある。

現在、建設工事の許容最大値は厳密な意味では定められていない。一応建設振動の規制基準として表 4.2 に示すように工事現場の敷地境界で 75 dB であるが、これを越える振動が発生する場合には、作業時間を短縮して、静穏な時間帯を増すという事で、居住者に精神的苦痛があれば、これを解除するという考え方をしている。しかしこれは物的被害を考慮しているものではない。

振動レベルは、振動加速度実効値を周波数でウェイト付けしたものであるが、実効値検波時の整流時定数が長く、振動が衝撃的である程波形のピーク値と振動レベルの最大値の対応は悪くなる。従来から用いられてきた振動の尺度が家屋や構造物の被害という視点で振動波形の最大値を問題にしている観点からすると、振動レベルが家屋の被害の尺度としては満足できるものではないものと思われる。この不満は、発破作業の振動や従来からの振動波形処理を取扱っている技術者、研究者に多く、この問題は国際的にも明らかになっていない。

4.4 振動評価における今後の課題

国内における振動の規制基準が振動レベルで行われ、振動レベル計（JIS-C-1510）および振動レベル測定方法（JIS-Z-8735）の統一的運用が図られるようになり、振動評価に関し、振動レベルを基本量とすることが定められた。

しかし、現在の振動レベルは、特に衝撃的な振動を評価するに妥当な尺度であるかどうか疑問がある。建設工事で特に問題とされる振動は、例えば発破であるとか、打撃式杭打機の振動のように衝撃振動が多く、振動評価方法を確立する過程で十分な論議が必要であろう。また、振動レベルの代表値として、現在大幅かつ不規則に変動する振動に対して L_{10} を用いているが、その妥当性についてはまだ研究すべき点が多い。

5. 今後の問題点

5.1 建設騒音の評価

5.1.1 基本量

騒音評価の基本尺度として L_{eq} (equivalent continuous sound pressure level) が導入され、国内外においてもこの方向で確立されつつある。 L_{eq} は、それまでの、例えば JIS-Z-8731-1966 に示される騒音レベルとは異り線形加算が可能であるという点においてその実用性が極めて高い。特に、騒音評価量の予測 (アセスメント) の視点では極めて利便性に優れている。

しかし、 L_{eq} は本質的に音の長時間暴露エネルギー量の平均値であり、この中では音の音色であるとか衝撃性であるとかのように騒音評価に関係ありそうな情報が損なわれるおそれがある。これは、 L_{eq} が騒音評価の基本量として当面は妥当であると考えられるものの、評価尺度の構成では色々な補正が必要である。

5.1.2 補正量

現在、 L_{eq} を基本量とする騒音評価尺度の構成では、音の発生時間と衝撃音についての補正が考えられている。前者は、 L_r (Rating sound level) においても、夜間発生する騒音については 10 dBA のペナルティを課すことを定めており、またその基本的な考え方は日本国内の環境基準にも表われている。米国環境庁 (E. P. A) の Noise Control Act 1972 では、 L_{eq} の基準的測定時間を 1 日、すなわち 24 時間とし、夜間については +10 dBA のペナルティを加えた L_{dn} ^{注)} (day-night averaged sound level) で用いている。

衝撃性騒音の場合、これを L_{eq} で測定すると騒音の発生間隔やクレストファクター (波高率；波の平均振幅とピーク値の比) によって測定値が人の感覚値よりも小さくなることがあり、現在、衝撃性騒音の場合は 5 dBA のペナルティを課すことによって評価値を補正する方法がとられている。

ディーゼルパイルハンマの騒音の場合、測定尺度が dBA Fast の場合と L_{eq} とでは約 9 dBA の違いがあり (表 2.5 参照) コンクリートブレーカではこの差が 2 dBA と、同じ衝撃音でもその形態に違いのあることがわかる。衝撃音の極限は定常音に等しくなり、この意味からすると全ての衝撃音の L_{eq} に対して 5 dBA の補正を行うことは、必ずしも妥当ではない。つまり、5 dBA の L_{eq} 補正は分離衝撃音については該当しても、定常音に極めて近い連続衝撃音では、定常音の L_{eq} に近づくような補正が必要となろう。

5.1.3 評価尺度の構成

注)
$$L_{dn} = 10 \log \frac{1}{24} \left(15 \times 10^{\frac{L_d}{10}} + 9 \times 10^{\frac{L_n + 10}{10}} \right)$$

L_d ; 昼間 (7:00 ~ 22:00) の L_{eq}

L_n ; 夜間 (22:00 ~ 7:00) の L_{eq}

騒音評価尺度を構成する場合、精神物理実験あるいは社会調査の方法が用いられる。しかし、後者では人の意識のばらつきが大きく、しかも暴露されている騒音の物理量の測定精度も 5 dBA 程度が限界であり、騒音の特性を説明変数として用いる程の精度の高い解析は実際的に不可能である。このため、人の聴感的感覚を代表する複数の被検者を用いた精神物理実験が用いられる。本報告書の第 2 章では、土木研究所が (財) 小林理学研究所に委託して実施したこの種の実験の結果を示したが、実験上得られる結果の精度が高く、騒音評価尺度を構成するための実験として十分に実用的であるものと思われる。この実験で用いた 2 種の衝撃音では、5 dBA の補正を行うことによって十分他の騒音に対する L_{eq} 評価と同等の評価が可能であることがわかった。(ラウドネス評価値の分散が最も小さくなったことから、衝撃性騒音と定常騒音が“同等に評価されている”と考えたが、1 kHz オクターブバンドパスランダムノイズと等ラウドネスとなることを意味しない)

5.1.4 建設騒音の評価

道路交通騒音に対する住民の評価と、建設騒音に対する評価とは異なることが、Large, J.B. らによって報告されている⁷⁾。この報告では、同じアノイアンス評価となる騒音レベル (L_{eq}) は建設騒音の方が 5 ~ 10 dBA 道路交通騒音より低いことが示されている。(図 5.1)

著者らの行った社会調査の結果では、騒音被害意識が生じはじめる L_{eq} が道路交通騒音の場合約 55 dBA、建設騒音でも 55 dBA と、建設騒音に対する評価と道路交通騒音に対する評価は等しいことが示された。(図 3.21 参照) 勿論これらの調査は現在ケーススタディの幾つかにすぎないが、今後、このような調査研究の積重ねが必要である。

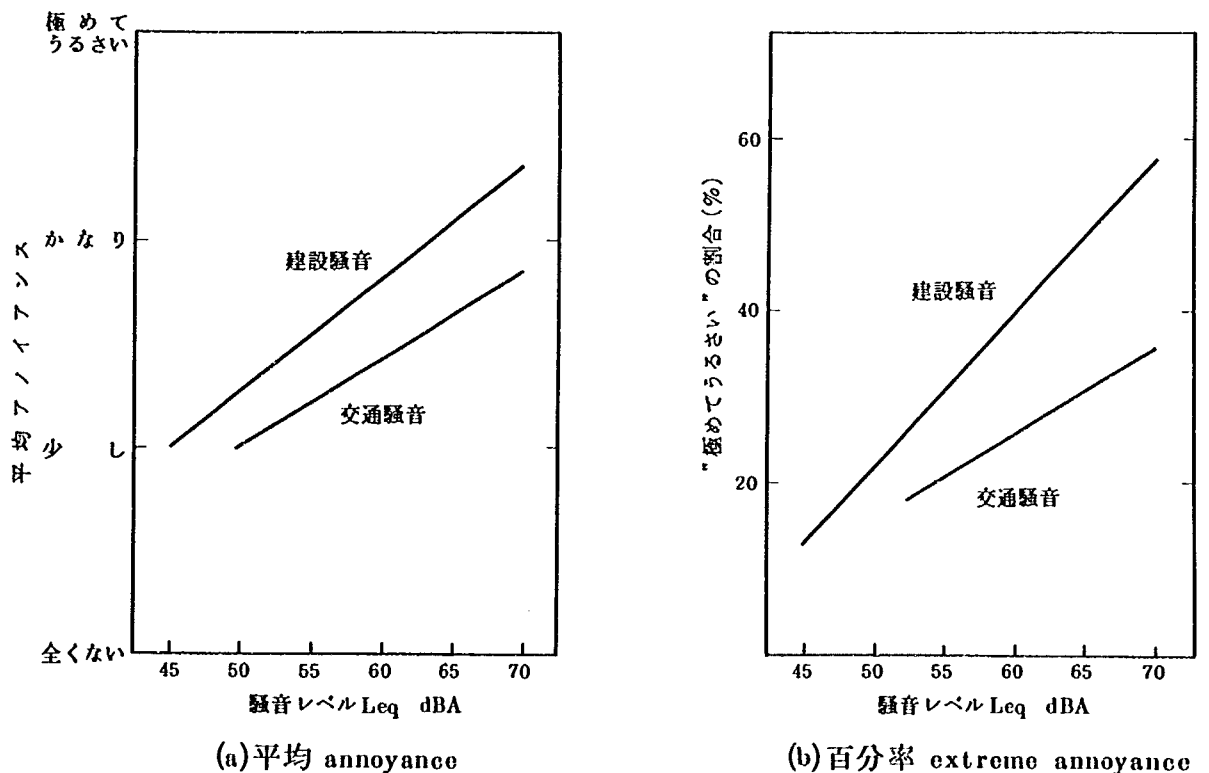


図 5.1 Annoyance と騒音暴露の関係

5.2 建設振動の評価

公害振動の評価に関し、評価尺度の構成法についてすら、まだ十分な研究事例がないのが現状である。人体に加えられる振動の等感覚曲線（騒音の場合のFletcher-Munsonの聴感曲線に相当する）については様々な規格にも取上げられ定式化されているが、しかしこれだけでは振動評価とはならない。公害振動の評価は、その振動レベルが低いうちは当然家屋に対する物理的被害は考えられないから、この領域では人の心理評価が主体となるものと思われる。この場合の評価尺度は、振動の存在に対する人の反応（dose/response）を表現するいわゆる被害意識を基に構成される必要がある。このためには騒音の場合と同じように、社会調査による研究が必要であろう。

全体に、振動に対する苦情では、家屋に対する物的被害の申し立てが多いが、地震動に関する研究の成果を参照にすると物的被害に結びつくと思われない場合が多い。これに対しては、①精神的被害感であっても物的被害として意識される。②地震のような単発暴露と公害振動のような長期暴露では物的被害の発生条件が異なる、などの仮定を設けることができ、①が成立する条件、あるいは②が成立する条件を今後の研究によって明らかにする必要がある。

いずれにしろ、建設振動に限らず公害振動ではまだ、測定方法、予測方法に関する研究もいまだ十分ではなく、振動評価の状況はまだ未熟であると言わざるをえない。しかし、基本的な研究方法は騒音の場合と何ら変わりはなく、今後着実に進歩していくものと期待される。

あ と が き

この報告書は、昭和52年度から4ヶ年計画で実施した『建設騒音振動の予測評価手法に関する研究』のうち、建設工事の騒音・振動の評価方法に関する研究成果についてまとめたものである。

本研究を実施していく中で、一般環境騒音の評価尺度として等価騒音レベル（ L_{eq} ）を用いることが、騒音を取扱う研究者、技術者の間で大方合意に達するなど（一部には L_{eq} で騒音を評価することに疑問を投げかける研究者もあり、また行政側からは、ほとんどの法的基準が騒音レベルを基本量としており、 L_{eq} 化に対し懐疑的な面もある。）、騒音評価方法の確立に多大な進歩がもたらされた。これに伴い、この研究においても L_{eq} を基本的な尺度として騒音評価の研究を行い、精神物理実験および社会調査を併用することによって、建設騒音評価の研究が可能なことを明らかにした。

従来、建設騒音の評価については、“一過性であるから、人の評価はゆるやかである”，あるいは“侵入騒音として意識されるから厳しい評価となる”とする相反する仮説が立てられていたが、研究結果では後者の方に妥当性があるように思われる。特に、建設機械騒音のラウドネス測定においては、建設機械騒音のラウドネスは、1kHz オクターブバンドパスランダムノイズのラウドネスよりも10dB 大きいことが実験によって示されるなど、騒音評価の視点から見ると、建設騒音を取まく状況は必ずしも容易ではないように思われる。しかし、この両者の実験結果が総合され、建設騒音に対する人の評価を明確にするためには、自然環境騒音や交通騒音など他の騒音と、建設騒音が人の意識の上において違うのかどうか明らかにすることが必要であり、それまではこの研究成果もまだケーススタディの域を出ない。

建設騒音の評価方法については、この研究に引き続き新たな研究課題を設けて研究を進めており、この研究で残された問題点の解明に努める予定である。

一方、振動に関する研究は騒音に較べて極めて立遅れており、これまでの研究の概要を記すにとどめた。建設振動に限らず、振動評価に関する研究はまだ未熟であり、解決すべき数多くの問題を内包していると言って過言ではない。振動評価を確立するためには、①暴露時間の取扱い、②衝撃振動の取扱い、についての研究が急務であり、基本的には騒音の研究と同様のプロセスが必要であろう。

騒音および振動の評価は、人との関係が強く、工学的側面と心理学的側面からの研究が必要である。本研究を通じても問題点として残された点が多いが、本報告が今後の研究の一助になれば幸いである。

参 考 文 献

- 1) 日本産業衛生協会許容濃度専門委員会；“聴力保護のための騒音の基準値”
- 2) T. Sone, T. Nimura “Daily Noise Exposure of People in Japan” 9th I. C. A., Madrid Proc. Vol 1, A-12
- 3) 三品, 久野, 林, 池谷 “行動別にながめた騒音暴露量” 電気音響・騒音合同研究会資料 1979
- 4) 例えば, 泉 “Leq による騒音評価 — その 2 — ” 日本音響学会・建築音響研究会資料
AE80
- 5) R. J. Peppin “An Alternative Method for the Calculation of Population Impact due to Noise Emanating from Construction Sites.” I. E. S Proc. P60
- 6) 三輪俊輔, 米川善晴 “正弦振動の評価法” 日本音響学会誌 Vol 27. No 11, 1971
- 7) J. B. Large, J. E. Ludlow “Community Reaction to Construction Noise” Inter-Noise 75 Proc. P13.

参 考 資 料

1. 昭和54年度のアンケート調査票
2. 昭和55年度のアンケート調査票
3. アンケートの単純集計の結果

生活環境に関する意識調査

(調 査 票)

支 局 名		地 点 名			対 象 名		調 査 員 名	点 検 者 名

Q 1. (回答票 1) さっそくですが、現在住んでおられる地域の環境についてお聞きます。

あなたはここに住んでおられて、買い物の便や交通の便にどの程度満足していらっしゃいますか。(a)まず「買い物の便」についてはこの中ではどうですか。1つだけあげてください。

(a)から(f)まで1つ1つ読みあげて回答を得る)

	(a) 十分満足	(b) かなり満足	(c) 普 通	(d) 多少不満	(e) 非常に不満	(f) わからない	
(a) 買い物の便について.....	01	02	03	04	05	06	1A
(b) 交通の便について.....	11	12	13	14	15	16	
(c) 娯楽施設について.....	21	22	23	24	25	26	
(d) 自然環境について.....	31	32	33	34	35	36	
(e) 公園、学校などの公共施設について.....	41	42	43	44	45	46	
(f) 医療施設について.....	51	52	53	54	55	56	

Q 2. (回答票 2) (a)この地域は、働きざかりの人が住む所としてはどうですか。この中から1つだけあげてください。

(b) では、子どもを育てる所としてはどうですか。この中から1つだけあげてください。

	(a) 大 変 住みよい	(b) 住みよい	(c) 普 通	(d) 住みにくい	(e) 大 変 住みにくい	(f) わからない	
(a) 働きざかりが住む所として.....	61	62	63	64	65	66	1A
(b) 子どもを育てる所として.....	71	72	73	74	75	76	

Q 3. (回答票 3) 全体として、あなたはこの地域を住む場所としてどの程度好きですか。この中から1つだけあげてください。

81	82	83	84	85	86	1A
(a) 好 き	(b) どちらかと言え ば好き	(c) どちらとも 言えない	(d) どちらかと言え ばきらい	(e) きらい	(f) わからない	

Q 4. (回答票 4) この地域は、2年前と比べて、あなたの感じでは住み心地はどうですか。この中から1つだけあげてください。

91	92	93	94	95	1A
(a) よくなって きた	(b) どちらかと言え ばよくなった	(c) 変わり はない	(d) どちらかと言え ばわるよくなった	(e) わるく なってきた	(f) わからない

Q 5. (回答票 5) お住まいのまわりの環境についてはどうですか。

(a) まず「空気の汚れ」についてはどうですか。この中から1つだけあげてください。

((a)から(d)まで1つ1つ読みあげて回答を得る)

	(ア) 大 変 よ	(イ) 変 い	(ロ) よ い	(ハ) 普 通	(ニ) わ る い	(ホ) 大 変 わ る い	わ か ら な い
(a) 空気の汚れについて.....	01	02	03	04	05	06	
(b) 騒音について.....	11	12	13	14	15	16	
1B (c) 振動について.....	21	22	23	24	25	26	
(d) その他について.....	31	32	33	34	35	36	
()							

Q 6. (I) (回答票 6) 話はわかりますが、現在お住まいになっている場所で、気になる音がありますか。もしあれば、この中から3つまであげてください。(M. A.)

(何かあげた人に聞く)

(II) そのうちもっとも影響があるのはどれですか。1つだけあげてください。

	(ア) 近 所 の 工 場 の 音	(イ) 自 動 車 の 走 る 音	(ロ) 近 所 の 建 設 工 事	(ハ) 商 店 の 宣 伝 放 送	(ニ) 近 所 の 民 家 の 音	(ホ) そ の 他)	と く に な い
1B (I) 気になる音.....	41	42	43	44	45	46	47
							└─(Q 8 へ)
(II) 影響のある音.....	51	52	53	54	55	56	57
							└─(Q 8 へ)

(Q 6(II)で51から56のいずれか○印のついている人に聞く)

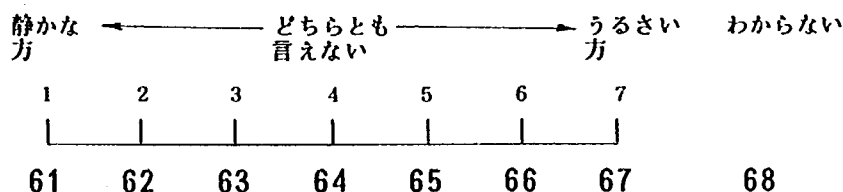
Q 7. (回答票 7) ここに「よくある」から「まったくない」までを7つに区切った目もりがありますが、○○○の音(もっとも影響があると答えた音)について、あなたの感じではどのあたりになりますか。(a)まず「読書、勉強、考えごとのじゃまになる」というのはどうですか。

((a)から(j)まで1つ1つ読みあげて回答を得る)

	よく ある	1	2	3	4	5	6	7	ま た く な い	わ か ら な い
		1	1	1	1	1	1	1		
1B (a) 読書、勉強、考えごとのじゃまになる.....	61	62	63	64	65	66	67	68		
(b) 電話の際、話し声が聞きとりにくい.....	71	72	73	74	75	76	77	78		
(c) テレビやラジオが聞きとりにくい.....	81	82	83	84	85	86	87	88		
(d) 家族のだんらん、会話のじゃまになる.....	91	92	93	94	95	96	97	98		
(e) びっくりする.....	01	02	03	04	05	06	07	08		
1C (f) ゆっくりくつろげない.....	11	12	13	14	15	16	17	18		
(g) イライラしたり、腹が立つ.....	21	22	23	24	25	26	27	28		
(h) なかなか寝つかれない.....	31	32	33	34	35	36	37	38		
(i) 目がさめる.....	41	42	43	44	45	46	47	48		
(j) 身体の具合が悪くなる.....	51	52	53	54	55	56	57	58		

(全員に聞く)

Q 8. (回答票 8) この場所は、あなたの感じでは静かな方ですか、それともうるさい方ですか。ここに7つに区切った日
もりがありますが、どのあたりになりますか。



Q 9. (回答票 9) この1週間ぐらいの音は、以前と比べてどうですか。この中から1つだけあげてください。

71	72	73	74	75	76	1C
(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)		
かなり 静かになった	多 少 静かになった	以前と 変わらない	多 少 うるさくなった	かなり うるさくなった	わからない	
→(Q 10へ)			↓	→(Q 10へ)		

SQ. うるさいと感じるのは1日のうち何時ごろですか。(M. A.)

81	82	83	84	85	86	87	1C
早 朝	午前中	午 後	夕 方	夜 間	深 夜	わからない	
(6時～8時)	(8時～12時)	(12時～16時)	(16時～18時)	(18時～24時)	(0時～6時)		

Q 10. (回答票 10) この中にあげた音のうち、あなたが気になるのはどんな感じの音ですか。

- (a) まず(I)の中ではどうですか。(M. A.)
 (b) (II)の中ではどうですか。(M. A.)
 (c) (III)の中ではどうですか。(M. A.)

	91	92	93	1C
(I)	(ア) するどい音	(イ) にぶい音	わからない	

(II)	01	02	03	04	1D
	(ア) にごった音	(イ) ザワザワした音	(ウ) キンキンした音	わからない	

(III)	05	06	07	08	1D
	(ア) 絶えまない音	(イ) 断続的な音	(ウ) 衝撃的な音	わからない	

Q 11. 暮らしをよくしたり、便利にするためには、図書館、学校、病院、道路、あるいは住宅などを建設をしなければなりません。建設工事には騒音などが発生することがあります。

そこで次を読みあげるような建設工事がお宅の近くで行なわれるとしたら、あなたのお気持ちとしては、どの程度がまんでできると思いますか。

(a) (回答票 11) まず「図書館、文化施設」の工事についてはどうですか。この中から 1 つだけあげてください。

(a) から (l) まで 1 つ 1 つ読みあげて回答を得る)

(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)	
社で	自立で	短ん	昼間	なま	わ
会の	分つき	期で	間ん	んん	か
のど	のの	間き	だで	うと	ら
ため	生で	なら	けき	でき	な
にま	活が	らと	なと	てな	い
うな	思に	が思	が思	い	い
なん	まう	まう	まう	と	
	役ん				

(2A)

2A・B	(a) 「図書館・文化施設」について.....	01	02	03	04	05	06
	(b) 「学校」について.....	11	12	13	14	15	16
	(c) 「グラウンド、公園」について.....	21	22	23	24	25	26
	(d) 「公民館、集会場」について.....	31	32	33	34	35	36
	(e) 「病院」について.....	41	42	43	44	45	46
	(f) 「道路」について.....	51	52	53	54	55	56
	(g) 「下水道」について.....	61	62	63	64	65	66
	(h) 「スーパー・マーケット」について.....	71	72	73	74	75	76
	(i) 「公営住宅」について.....	81	82	83	84	85	86
	(j) 「マンション」について.....	91	92	93	94	95	96

(2B)

(k) 「事務所・ビル」について.....	01	02	03	04	05	06
(l) 「工場」について.....	11	12	13	14	15	16

Q 12. (回答票 12) あなたは、国や県、あるいは市町村の政治に関心がありますか。この中から 1 つだけあげてください。

	21	22	23	24	25	26
2 B	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)	
	かなり	ある程度	どちらとも	あまり	ほとんど	わからない
	関心がある	関心がある	言えない	関心がない	関心がない	

Q 13. (回答票 13) あなたは、現在の生活にどの程度満足していますか。この中から 1 つだけあげてください。

	31	32	33	34	35	36
2 B	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)	
	かなり	ある程度	どちらとも	多少	かなり	わからない
	満足している	満足している	言えない	不満がある	不満がある	

たいへん長い間、ご協力ありがとうございました。おもな質問はこれで終了ですが、お答えいただいたことを統計的に分析するために、あなた自身やご家族のことをもう少しお聞かせください。

<フェイス・シート>

F 1.	40	41
2 B	男	女

F 2. あなたのお年は、満でいくつですか

	42	43	44	45	46
2 B	～ 29 歳	30 ～ 39 歳	40 ～ 49 歳	50 ～ 59 歳	60 歳以上

F 3. あなたの仕事は何ですか。具体的にお聞かせください。
具体的に記入する

自営・家族従業			被 備 者					無 職			
47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	2 B
農	商	自	管	専	事	労	そへ	主	学	無	
林	工		理	門	務	務	の				
漁	サ	由	職	技	職	職	他	婦	生	職	
業	ー	業		術			〃				
	ビ										
	ス										
	業										

F 4. お宅の生活を支えているのはあなたですか。

58	59	2 B
はい (実質上の世帯主)	いいえ	
↓ (F 5 へ)	↓	

SQ. お宅の生活を支えている方のお仕事は何ですか。具体的にお聞かせください……。
具体的に記入する

自 営 業			被 備 者						
60	61	62	63	64	65	66	67	68	2 B
農	商	自	管	専	事	労	そへ	無	
林	工		理	門	務	務	の		
漁	サ	由	職	技	職	職	他	職	
業	ー	業		術			〃		
	ビ								
	ス								
	業								

F 5. ふだんの日、仕事や買い物などのため、あなたが家を留守にするのはだいたい何時ごろから何時ごろまでですか。(M. A.)

<注 不在時間に○をする。 眠時間は在宅とする>

71	72	73	74	75	76	77	78	2 B
8時	10時	12時	14時	16時	18時	20時	(ほとんど外出しない)	不明

F 6. お宅で、いまいっしょに暮らしているご家族は、あなたも含めて何人ですか。

81	82	83	84	85	86
1人	2人	3人	4人	5人	6人以上
↓ (F 7 へ)					

SQ. (回答票 14) お宅のご家のご家族には、このような方がいますか。(M. A.)

91	92	93	94	95	96	97	98	2 B
(ア)	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)	(ヘ)		
乳 児	幼 児	小・中	高校生・大学	65歳以上	病 人	妊産婦	いずれも	
(0~2歳)	(3~5歳)	学生	生・予備校生	の人			いない	

F 7. あなたは、この家に住んで通算何年くらいになりますか。

	00	01	02	03	04
2C	0～3年	4～6年	7～10年	11～20年	21年以上

F 8.	05	06	07
2C	1階建 └─(F9へ)	2階建	3階建以上

SQ. 居間や寝室があるのは何階ですか。(M. A.)

08	09	10
1階	2階	3階以上

F 9. 窓は木枠ですか、鉄枠ですか、アルミサッシですか。(M. A.)

	11	12	13	14
2C	木 枠	鉄 枠	アルミサッシ	その他 ()

F 10. (以下調査員観察)住宅構造

	15	16	17	18	19
2C	木 造	木造モルタル	鉄骨プレハブ	鉄筋コンクリート	その他 ()

F 11. 建 物 用 途

住 宅 専 用 (農家も含む)

	20	21	22	23	24	25	26
2C	1戸建	長屋・アパート・ マンション	寄宿舍 ・寮	(その他)	店舗併用	工場併用	(その他)

F 12. 国道×××号線、工事現場からの距離

(i) 国道×××号 線から	31	32	33	34	35	36
2C	0～9m	10～19m	20～29m	30～39m	40～49m	50m以上

(ii) 工事現場 から	41	42	43	44	45	46
	0～19m	20～39m	40～59m	60～79m	80～99m	100m以上

F 13. 面接中の音量

51	52	53	54
まったく 聞こえなかった	注意すれば 聞こえる	面接中、はっきり 聞こえる	面接の じゃまになる
└─(F14へ)		↓	

SQ. おもな発生源 (M. A.)

2C	55	56	57	58	59
	国道×××号線を	建設工事	工事関係の 車など	(その他)	わからない

F 14. 天 候

	60	61	62	63	64
2C	晴	く も り	雨	雪	(その他)

F 15. 面 接 時 刻

	65	66	67	68	69
2C	(午前) 8時～	10時～	(昼) 12時～	2時～	4時

生活環境についてのおたずね

コード	1						②-⑥
対象者名						印	
住所							

調査員名							
回収員名							
点検員名							
訪問回数	面接時間						
回	分						

1	2	3	4	5	6	7	8
有	拒	不	長	移	不	対	そ
効	否	在	期	転	明	象	の
			不			外	他

〈リスト1提示〉

Q1. まず、現在お住まいになっている地域の環境についておたずねします。あなたは、こちらにお住まいになって、次にあげることがらについてどの程度満足していच्छいますか。

	1 非常に満足	2 やや満足	3 ふつう	4 やや不満	5 非常に不満	
(1) 買い物の便は……………	1	2	3	4	5	⑦
(2) 交通の便は……………	1	2	3	4	5	⑧
(3) 娯楽施設は……………	1	2	3	4	5	⑨
(4) 医療施設は……………	1	2	3	4	5	⑩
(5) 公園・学校などの公共施設は……………	1	2	3	4	5	⑪
(6) 道路・橋などの施設は……………	1	2	3	4	5	⑫

〈リスト2提示〉

Q2. (1) この地域は、働きざかりの人が住む所としてはどうですか。この中から1つだけあげてください。

(2) では、子どもを育てる所としてはどうですか。この中から1つだけあげてください。

	1 大変住みよい	2 住みよい	3 ふつう	4 住みにくい	5 大変住みにくい	
(1) 働きざかりが住む所として……………	1	2	3	4	5	⑬
(2) 子どもを育てる所として……………	1	2	3	4	5	⑭

〈リスト3提示〉

Q3. 全体として、あなたはこの地域を住む場所としてどの程度好きですか。この中から1つだけあげてください。

1. 好き	2. どちらかと 言えば好き	3. どちらとも 言えない	4. どちらかと 言えばきらい	5. きらい	⑮
-------	-------------------	------------------	--------------------	--------	---

〈リスト4提示〉

Q4. この地域は、5年前と比べて、あなたの感じでは住み心地はどうですか。この中から1つだけあげてください。

1. よくなってきた	2. どちらかと言え ばよくなってきた	3. 変わりはない	4. どちらかと言え ばわるくなってきた	5. わるくなってきた	⑯
------------	------------------------	-----------	-------------------------	-------------	---

〈リスト5提示〉

Q5. お住まいのまわりの環境についてはどうですか。

	1 大変よい	2 よい	3 普通	4 わるい	5 大変わるい	
(1) 緑などの自然環境や景観について……	1	2	3	4	5	⑩
(2) 空気の汚れについて……………	1	2	3	4	5	⑪
(3) 家と家のこみぐあいについて……………	1	2	3	4	5	⑫
(4) 騒音について……………	1	2	3	4	5	⑬
(5) 振動について……………	1	2	3	4	5	⑭

〈リスト6提示〉

Q6.(1) 話ではありますが、現在お住まいになっている場所で、耳ざわりの音や気になる音がありますか。もしあれば、この中から3つまであげてください。(M.A)

(2) それでは、やかましい音やうるさい音がありますか。この中から3つまで上げてください。(M.A)

(3) 耳ざわりの音や気になる音、やかましい音やうるさい音のうち、もっとも影響があるのはどれですか。1つだけあげてください。あ

	1 近所の工場・ 事務所からの音	2 自動車の走る音	3 近所の 建設工事の音	4 商店の 宣伝放送の音	5 近所の民家の音	6 そ の 他	
(1) 気になる音や耳ざわりの音……	1	2	3	4	5	6	⑮～⑰
(2) やかましい音やうるさい音……	1	2	3	4	5	6	⑮～⑰
(3) 影響のある音……………	1	2	3	4	5	6	⑱

〈リスト7提示〉

Q7. この場所は、あなたの感じでは世間一般と比べて静かな方ですか。それともうるさい方ですか。

1. 静かな方	2. どちらかと言えば 静かな方	3. どちらとも いえない	4. どちらかと言えば うるさい方	5. うるさい方	⑲
---------	---------------------	------------------	----------------------	----------	---

〈リスト7提示〉

Q8. それでは、次にあげる時間帯では、どうですか。

	1 静かな方	2 どちらかと言 えば 静かな方	3 どちらとも 言えない	4 どちらかと言 えば うるさい方	5 うるさい方	
(1) あけがた(6～8時)……………	1	2	3	4	5	⑳
(2) 午 前(8～12時)……………	1	2	3	4	5	㉑
(3) 午 後(12～16時)……………	1	2	3	4	5	㉒
(4) 夕 方(16～18時)……………	1	2	3	4	5	㉓
(5) 夜 間(18～24時)……………	1	2	3	4	5	㉔
(6) 深 夜(0～6時)……………	1	2	3	4	5	㉕

<リスト8提示>

Q9. つぎにあげるようなことがらが、騒音による影響としてありますか。

	1 よくある	2 ときどきある	3 どちらとも いえない	4 あまりない	5 まったくない	
(1) 勉強や考えごとのじゃまになる……	1	2	3	4	5	⑧
(2) 読書や仕事のじゃまになる……	1	2	3	4	5	⑩
(3) 電話の際、話し声が聞きとりにくい…	1	2	3	4	5	⑩
(4) テレビやラジオが聞きとりにくい…	1	2	3	4	5	⑩
(5) 家族のだんらん、会話のじゃまになる	1	2	3	4	5	⑩
(6) びっくりする……	1	2	3	4	5	⑪
(7) ゆっくりくつろげない……	1	2	3	4	5	⑫
(8) イライラしたり、腹が立つ……	1	2	3	4	5	⑬
(9) なかなか寝つかれない……	1	2	3	4	5	⑭
(10) 目がさめる……	1	2	3	4	5	⑮
(11) 身体の具合が悪くなる……	1	2	3	4	5	⑮

<リスト9提示>

Q10. 上にあげたような影響のある騒音は、どんな感じの音ですか。

1. 絶え間ない音 2. 断続的な音 3. 衝撃的な音 4. わからない ⑯

<リスト10提示>

SQ1. それは次にあげる音の種類のとれに当たりますか。お感じになっているものすべておっしゃってください。(MA)

01. するとい音 02. にこった音 03. 響きのある音 04. 布をきりさくような音 05. 金属性の音
06. 重みのある音 07. さらさらした音 08. 軽い音 09. 澄んだ音 10. どろどろした音
11. によい音 12. きんきんした音 13. ざわざわした音

⑬⑭
⑮⑯

＜リスト11提示＞

Q12. 建設工事では騒音などが発生することがありますが、次に読みあげるような建設工事がお宅の近くで行なわれるとしたら、あなたのお気持ちとしては、どの程度がまんでできると思いますか。

	1 できると思う なるのがまん 社会のために	2 役立つのでがまん 自分の生活に	3 がまんできると 思う 短期間なら	4 がまんできる と思う 昼間だけなら	5 がまんできない と思う なんとしても	6 わからない	
(1) 図書館・文化施設について……	1	2	3	4	5	6	㉔
(2) 学校について……	1	2	3	4	5	6	㉕
(3) グランド、公園について……	1	2	3	4	5	6	㉖
(4) 公民館、集会場について……	1	2	3	4	5	6	㉗
(5) 病院について……	1	2	3	4	5	6	㉘
(6) 道路について……	1	2	3	4	5	6	㉙
(7) 下水道について……	1	2	3	4	5	6	㉚
(8) スーパーについて……	1	2	3	4	5	6	㉛
(9) 公営住宅について……	1	2	3	4	5	6	㉜
(10) マンションについて……	1	2	3	4	5	6	㉝
(11) 事務所、ビルについて……	1	2	3	4	5	6	㉞
(12) 工場について……	1	2	3	4	5	6	㉟

＜リスト12提示＞

Q13. あなたは、国や県、あるいは市町村の政治に関心がありますか。この中から1つだけあげてください。

1. かなり
関心がある 2. ある程度
関心がある 3. どちらとも
言えない 4. あまり
関心がない 5. ほとんど
関心がない 6. わからない ㊦

＜リスト13提示＞

Q14. あなたは、現在の生活にどの程度満足していますか。この中から1つだけあげてください。

1. かなり
満足している 2. ある程度
満足している 3. どちらとも
言えない 4. 多少
不満がある 5. かなり
不満がある 6. わからない ㊧

つぎに、あなたご自身やご家庭についておたずねします。

F1 <性別> 1. 男 2. 女 ㊨

F2 あなたのお年は、満でいくつですか。

1. ～29才 2. 30～39才 3. 40～49才 4. 50～59才 5. 60才以上 ㊩

F 7. あなたは、この家に住んで何年くらいになりますか。

1. 0～3年 2. 4～6年 3. 7～10年 4. 11～20年 5. 21年以上 ②

〈調査員観察〉

F 8. 住宅構造

1. 木 造 2. 木造モルタル 3. 鉄骨プレハブ 4. 鉄筋コンクリート 5. その他 ③

F 9. この建物は、何階建ですか。

1. 1階建 2. 2階建 3. 3階建以上 ④

F 10. 窓は木枠ですか。鉄枠ですか。アルミサッシですか。(MA)

1. 木 枠 2. 鉄 枠 3. アルミサッシ 4. その他() ⑤～⑦

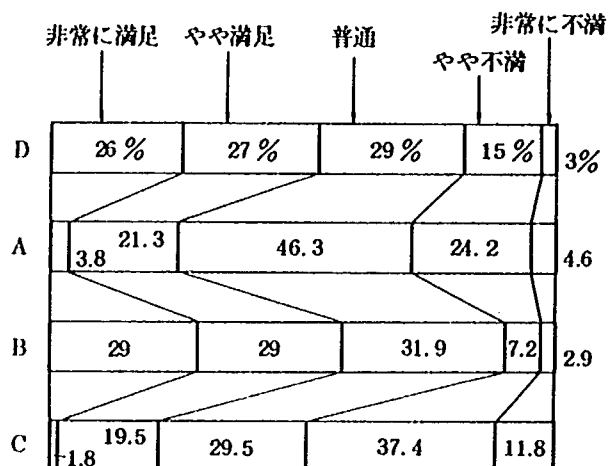
F 11. 建物用途

- 住宅専用(農家も含む)
1. 1戸建 2. 長屋・アパート・マンション 3. 寄宿舍・寮 4. その他 5. 店舗併用 6. 工場併用 7. その他 () ⑧

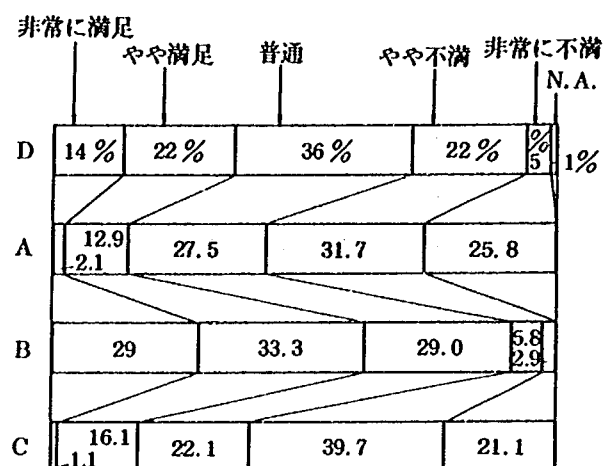
参考資料－3

アンケート単純集計の結果

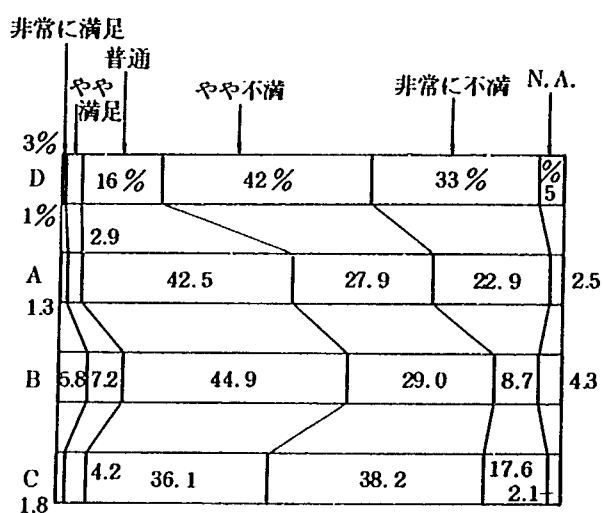
- A ; 昭和55年度に調査したA現場
- B ; " B現場
- C ; " C現場
- D ; 昭和54年度に調査した現場



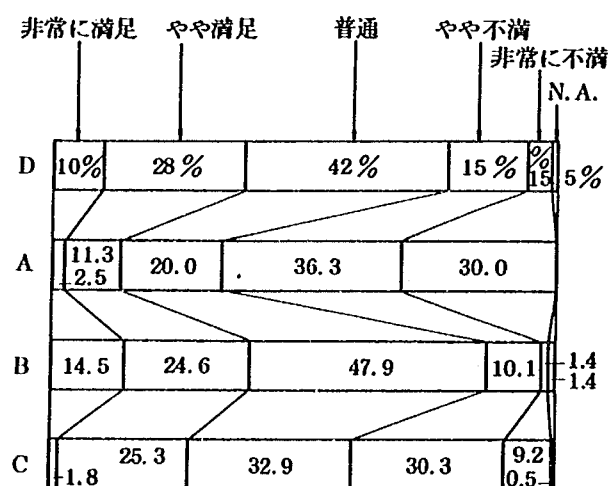
(a) 買い物の別について



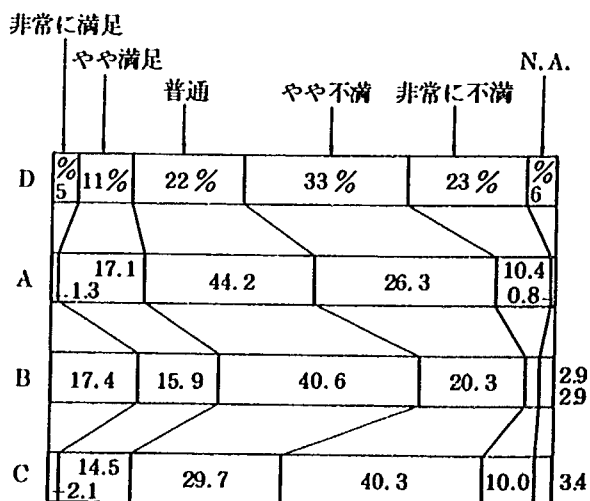
(b) 交通の便について



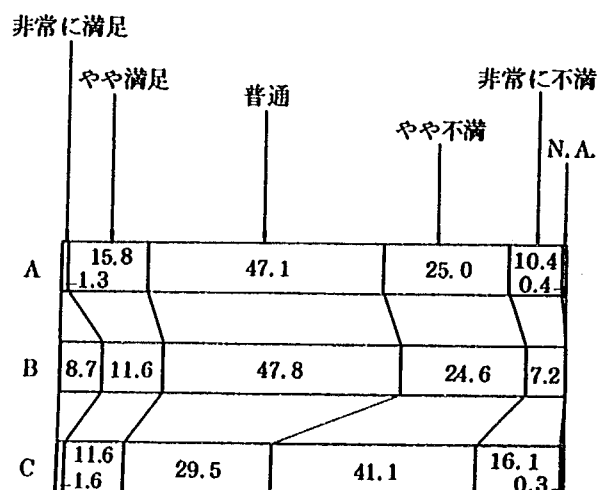
(c) 娯楽施設



(d) 医療施設

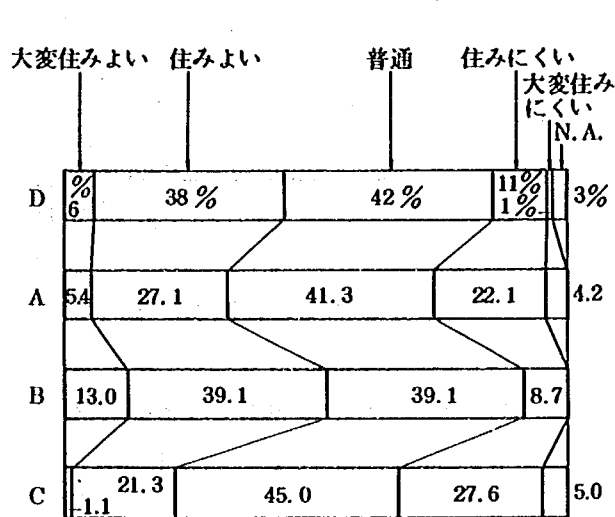


(e) 公園や学校などの公共施設

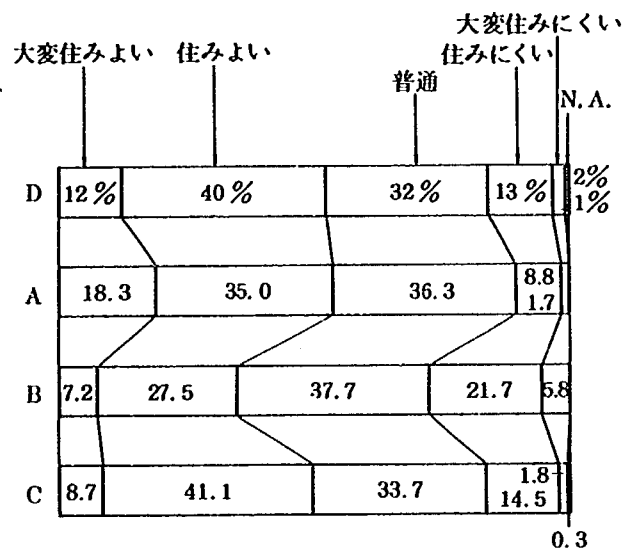


(f) 道路や橋など

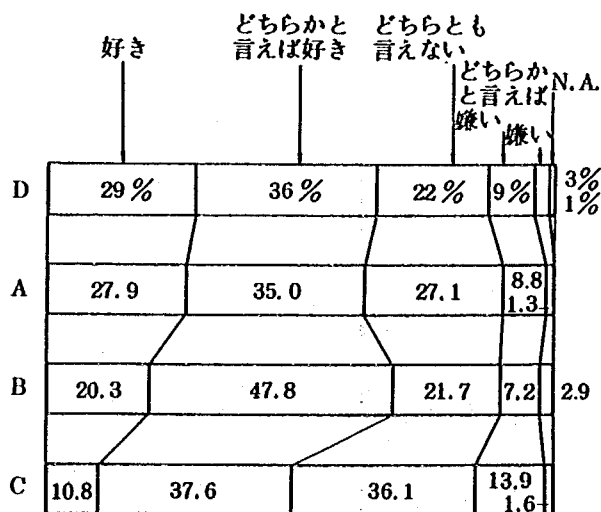
附図1 生活環境



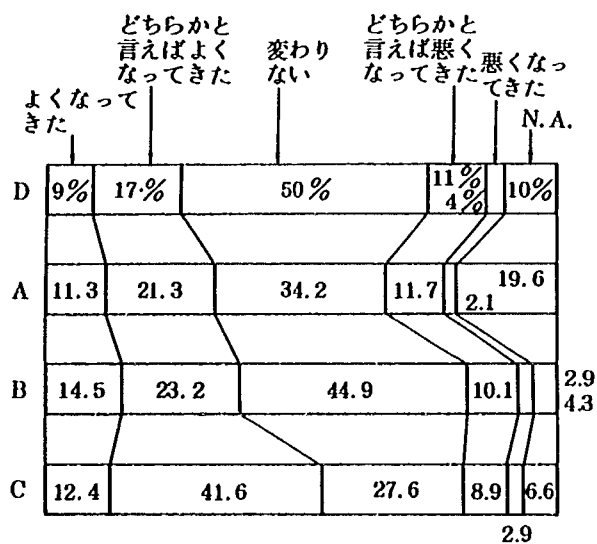
(a) 働きざかりの人が住む場所としてどの程度良いか



(b) 子供を育てる場所としてどの程度良いか

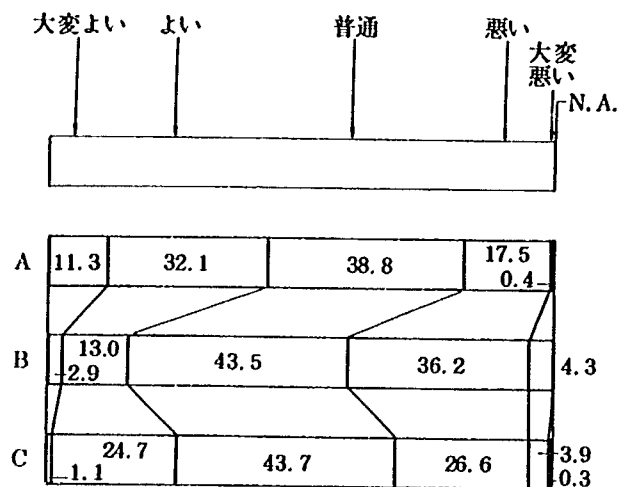


(c) 地域への好感度

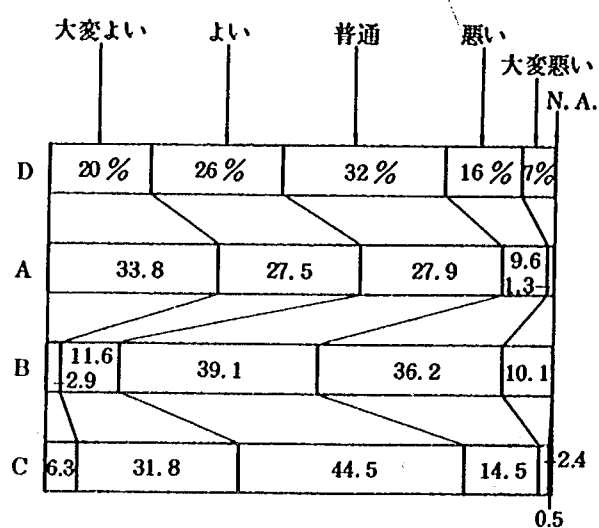


(d) 住みごこちの変化

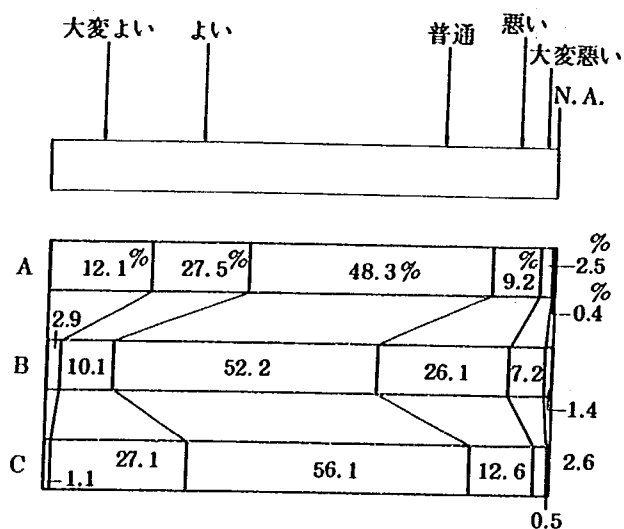
附図2 地域への密着度



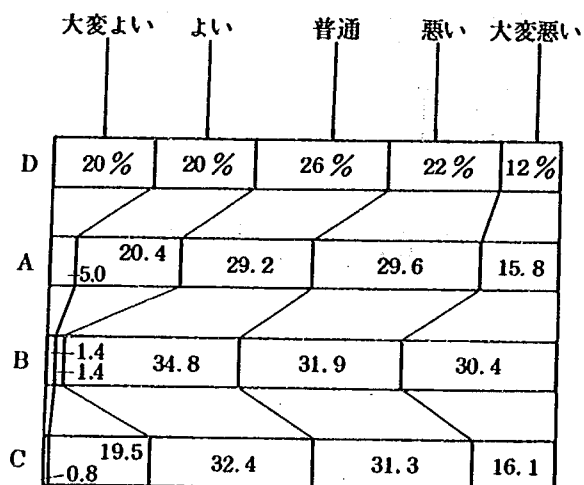
(a) 自然環境について



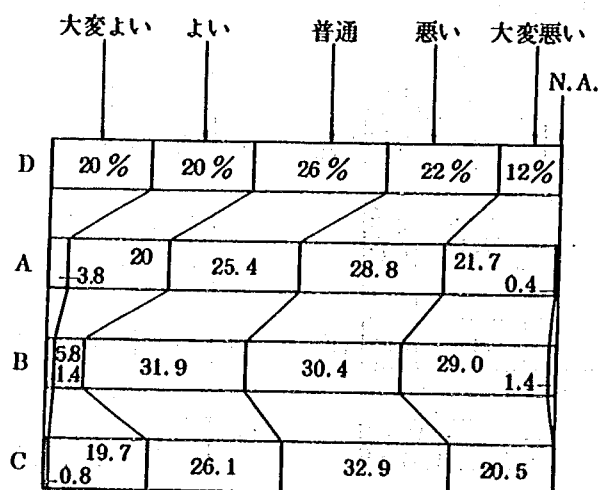
(b) 空気のよごれについて



(c) 家のこみぐあい



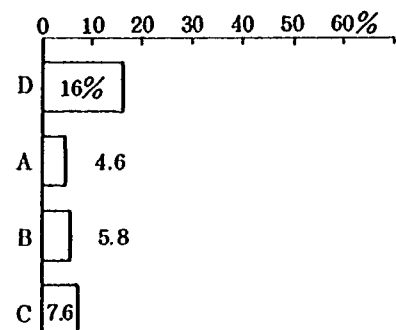
(d) 騒音について



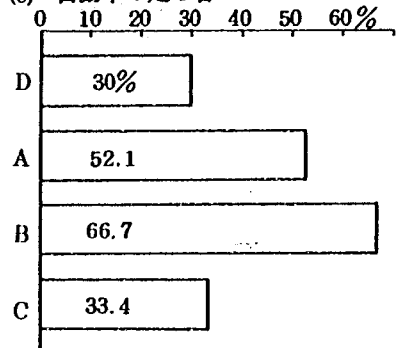
(e) 振動について

附図3 公害、自然環境意識

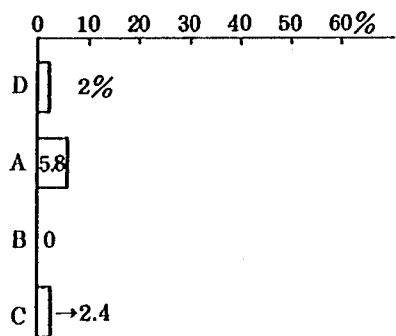
(a) 近所の工場、事務所からの音



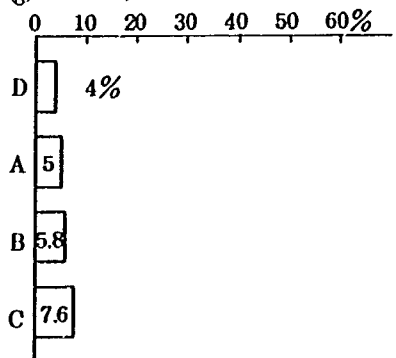
(c) 自動車の走る音



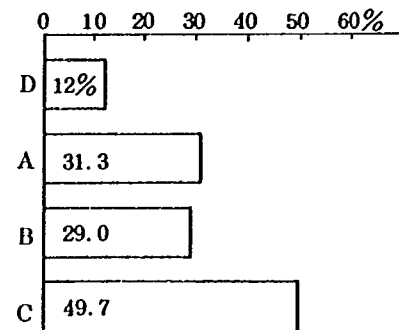
(e) 近所の民家の音



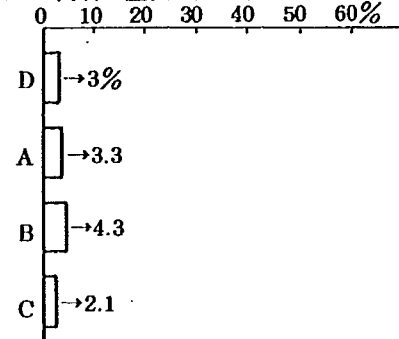
(g) その他



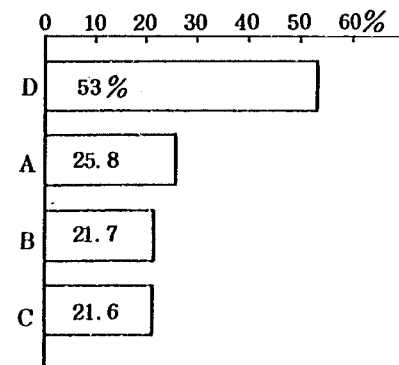
(b) 近所の建設工事の音



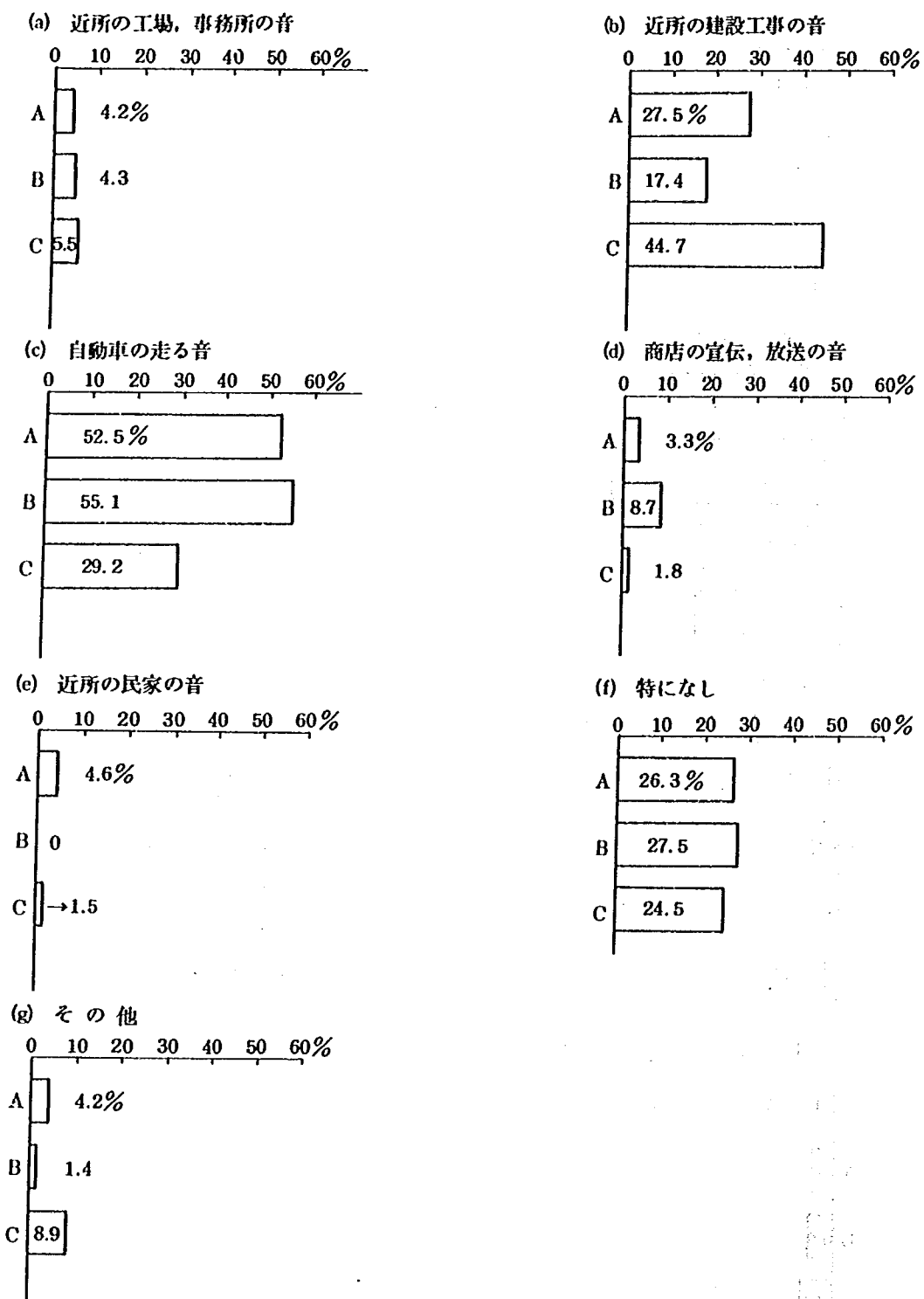
(d) 商店の宣伝放送の音



(f) 特になし

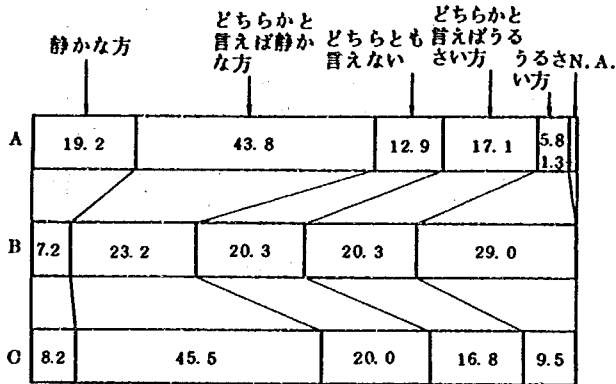
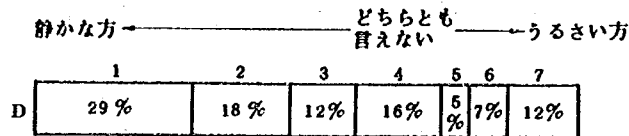


附図4 耳ざわりに感じる音の種類

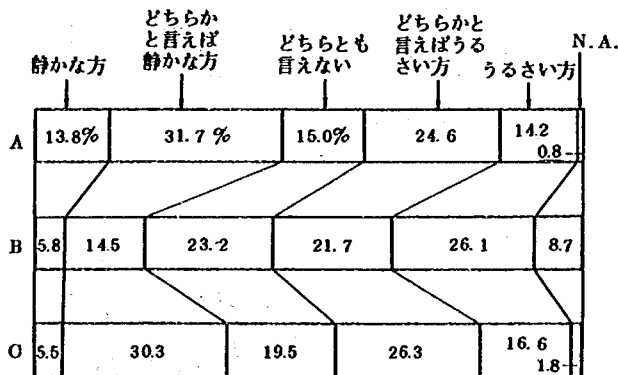


附図6 やかましく感じる音の種類

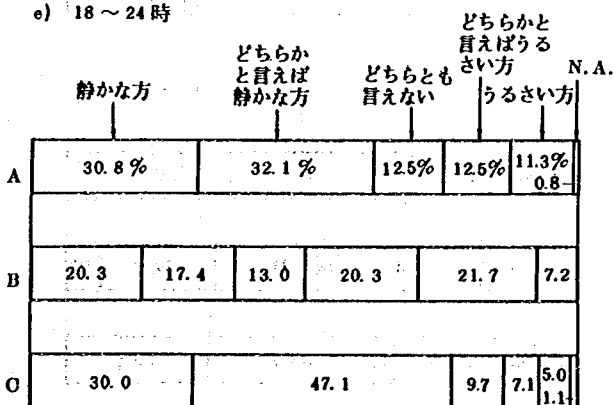
1) 全体的な印象



c) 午後 12 ~ 16 時

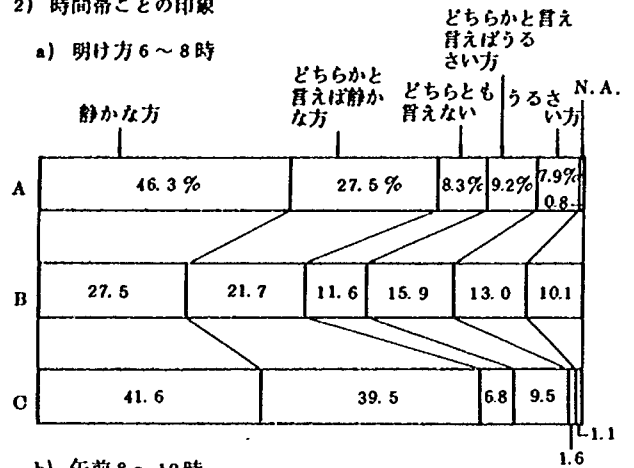


e) 18 ~ 24 時

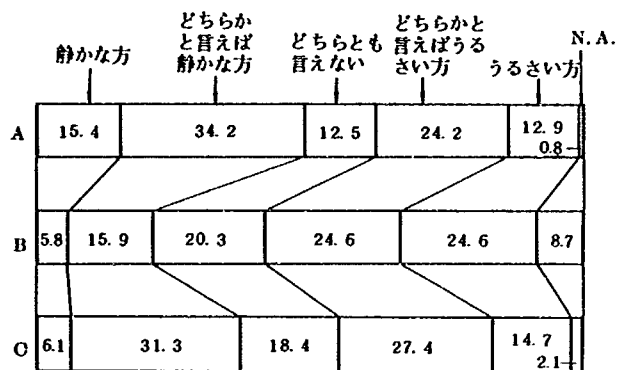


2) 時間帯ごとの印象

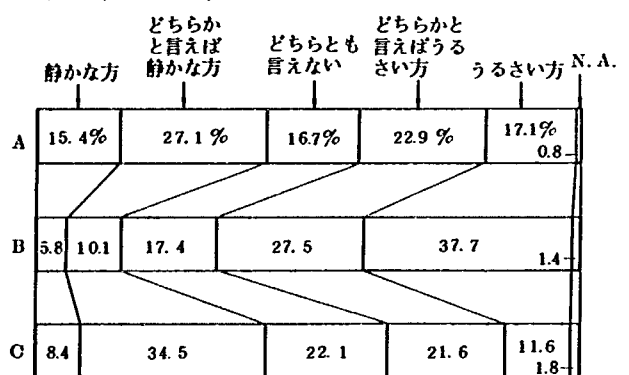
a) 明け方 6 ~ 8 時



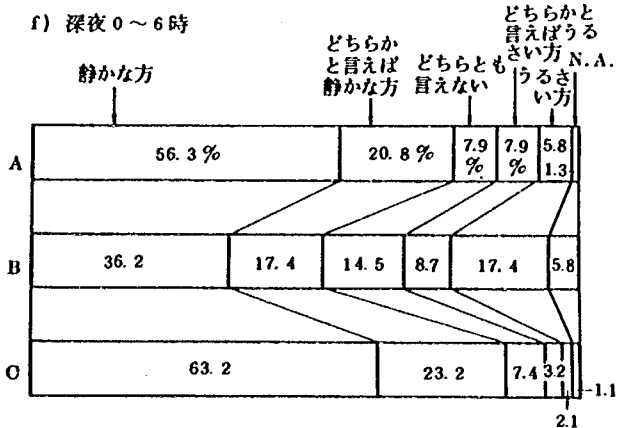
b) 午前 8 ~ 12 時



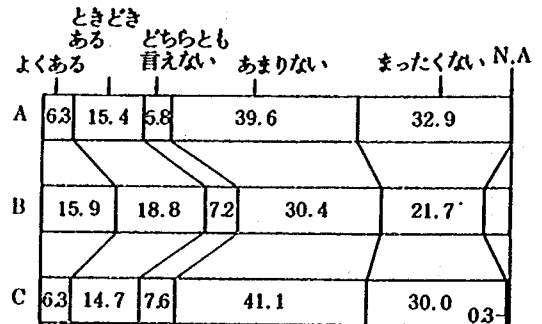
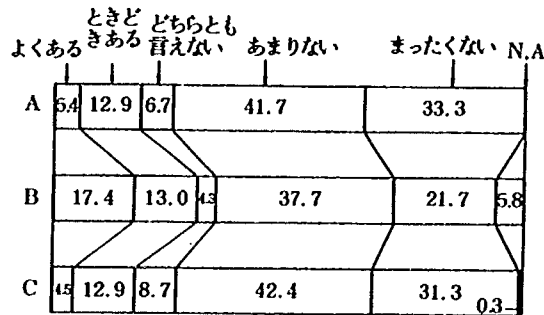
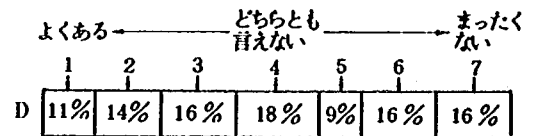
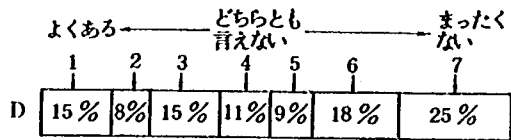
d) 夕方 16 ~ 18 時



f) 深夜 0 ~ 6 時

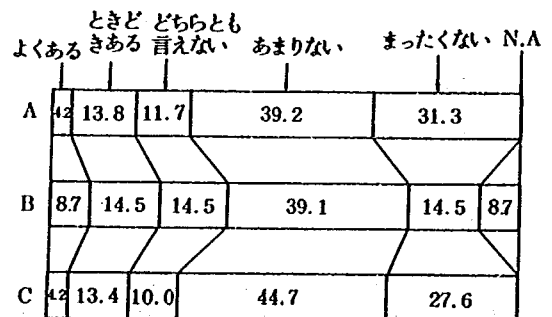
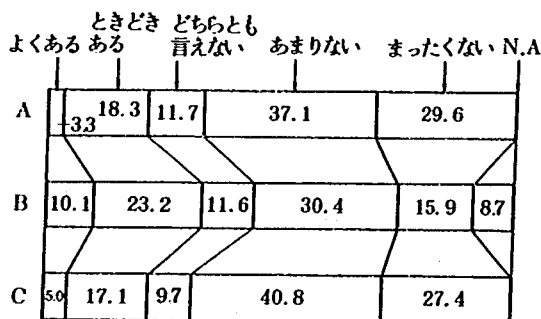
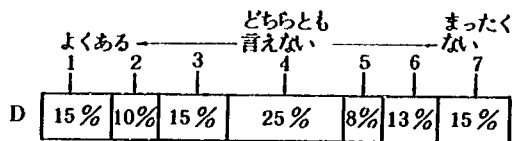


附図 6 地域の静けさに関する感想



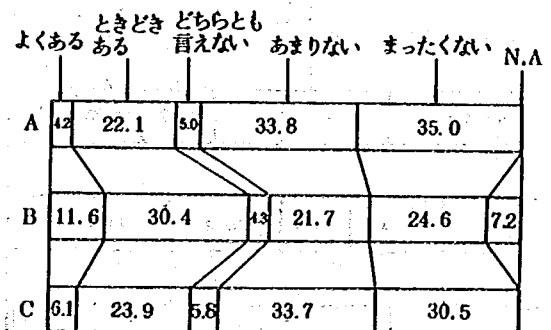
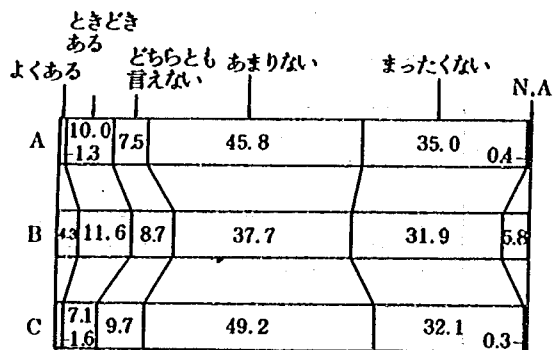
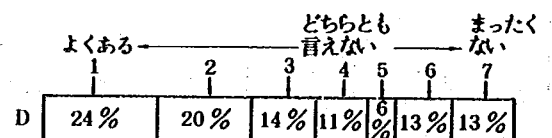
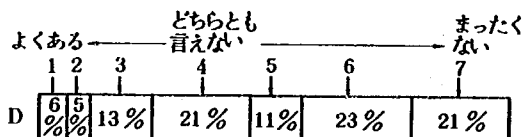
(a) 電話が聞きとりにくい

(b) テレビ・ラジオが聞きとりにくい



(c) 読書・勉強・考え事のじゃまになる

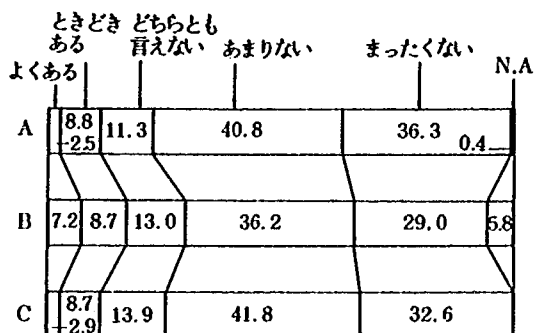
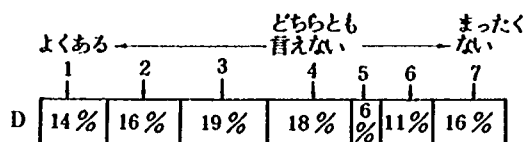
(d) 仕事のじゃまになる



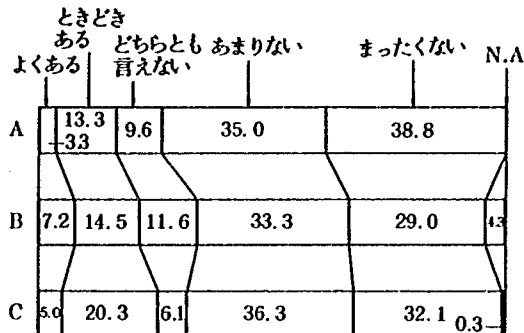
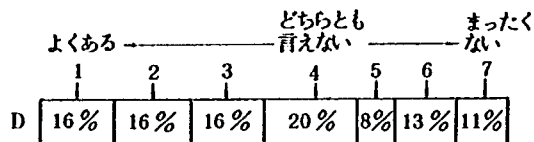
(e) 家族団らん・会話のじゃまになる

(f) びっくりする

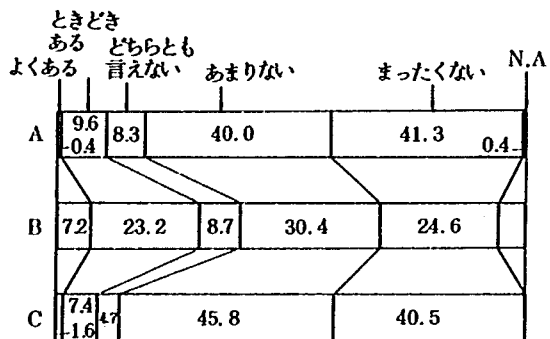
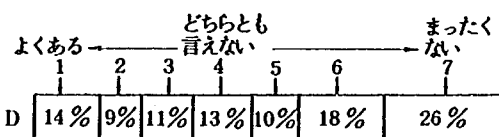
附図 7 騒音被害意識 (その 1)



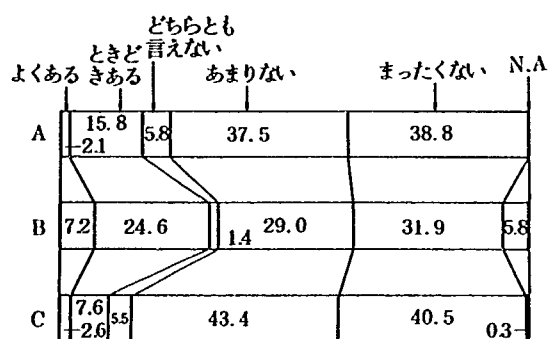
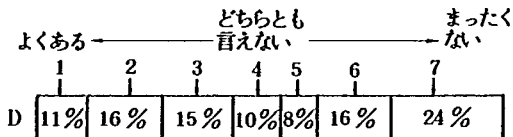
(g) ゆっくりくつろげない



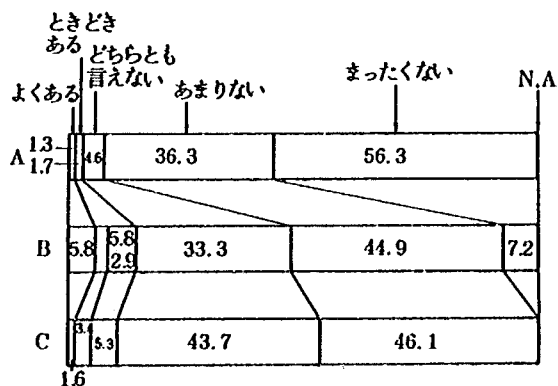
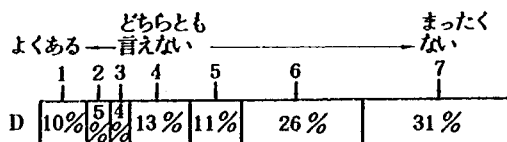
(h) いらいら腹がたつ



(i) 寝つかれない



(j) 目がさめる



(k) 身体の具合が悪くなる

騒音被害意識 (その2)

建設騒音振動の予測評価手法に
関する研究（第3報）

土研資料 第1894号
昭和58年1月

——建設騒音・振動の評価——

太田宏，境友昭

キーワード 建設機械，建設騒音，建設振動，騒音評価

要旨 本報告書は，建設騒音振動の予測評価手法に関する研究のうち，特に建設騒音，振動の評価についてまとめたものであり，建設騒音の評価方法の研究として実施した①精神物理測定方法による代表的な建設機械音のラウドネス測定結果，②社会調査法による建設騒音に対する住民反応，に関する研究結果を示す。

郵便はがき

305-□□

四十円切手
をはって下
さい

茨城県筑波郡

豊里町大字旭一番地

建設省土木研究所

機械研究室 御中

182

No. 182

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第1894号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印