



交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響に関する研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2013-05-15 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 佐藤, 哲身 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/2067

交通騒音のうるささに及ぼす
振動の影響に関する研究

佐藤 哲身

正 誤 表

- p.9 下から9行目 … 2) 騒音に値する評定は… → 対する
- p.20 7行目 … and Interraction … → Interaction
- p.83 7行目 の和を全効果という。… → 総合効果
- 同 10行目 全効果の大きな… → 総合効果
- p.84 下から6行目 … 及び全効果である。… → 総合効果
- 同 下から2行目 …の全効果をもたらすと… → 総合効果
- p.92 下から3行目 及び全効果を求めたものが… → 総合効果
- 同 下から1行目 …全効果の大きな… → 総合効果
- p.103 8行目 … 及び全効果である。… → 総合効果
- 同 11行目 全効果をもたらすと… → 総合効果
- p.106 14行目 …の範囲はVL10で… → VL₁₀
- p.117 3行目 …1987. → 1989.

交通騒音のうるささに及ぼす 振動の影響に関する研究

平成5年10月

佐藤 哲身

内容梗概

本研究は、道路交通騒音・振動と鉄道騒音・振動に関する一連の社会調査に基づき、交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響を明らかにすることを目的とするもので、6章より成っている。本論文では、主たる調査対象である道路交通を中心として論を展開し、鉄道については、結果の比較あるいは検証を行うための手段として位置づけている。その概要は以下の通りである。

第1章 序論

本章では、研究の背景・位置づけ・目的について述べ、目的達成のための論文の構成について記述している。

交通騒音のうるささの評価を行う場合、騒音レベルに加えて種々の要因を考慮する必要がある、中でも同一発生源から生ずる振動との相互影響についての研究が十分に行われていないという問題点を指摘している。また、騒音評価研究の中で本研究がどのような位置を占めるものであるかを記述し、本研究の目的が交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響についての基礎的な知見を提供することであるとする立場から、下記の2点を明らかにすることを具体的な目的として掲げている。

- 1) 振動は交通騒音のうるささに影響を及ぼすか否か？
- 2) 影響を及ぼすとすれば、その因果関係と影響の量は如何なるものか？

第2章 騒音と振動の相互影響に関する既往の研究

本章でははじめに、騒音と振動の相互影響に関する既往の研究を概観し、成果のまとめを試みている。結論は必ずしも一致しているとは言えないが、いずれの研究においても騒音と振動の間に何らかの相互影響を見い出していることがわかった。本研究の課題である「騒音のうるささに及ぼす振動の影響」を積極的に認める研究成果も幾つか報告されており、さらにそのような知見が、主として社会調査や現場実験において得られたものであることがわかった。この

ことは、実験室では得られにくい“annoyance”あるいは「うるささ」反応の特質を表していると解釈でき、本研究が社会調査によって遂行されることの妥当性を裏付けるものと言える。一方、“annoyance”あるいは「うるささ」という用語がいろいろなケースで用いられている事実に基づき、本論文で用いる「うるささ」の定義を明確にすべく、多くの研究者の解釈の比較を試みている。その結果、“annoyance”については「総合的不快感」という解釈でほぼ一致した見解が得られており、不快である対象は「音」そのもののみならず、むしろ「音源」自体と考える方が自然であるとの解釈に到達した。また、日本語との対応については意見の一致をみていないが、筆者はこれに「うるささ」をあてることとした。それは、社会調査によって実生活の場での「うるささ」を尋ねた場合、その用語がその地域で一般に使用されている限り、音（あるいは音源）に伴う総合的な意味での不快感即ちannoyance反応が得られるであろうとする筆者自身の推考によるものである。

第3章 交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響の有無

本章では、道路交通と鉄道に関する2シリーズの社会調査を対象として分析を行い、交通騒音に対する住民のうるささ反応が振動の影響を受けるか否かを検討している。道路交通に関して選定された13の調査対象地区は、道路からの距離が出来るだけ等しくなるように2～3のブロックに区分され、ブロックの数は総計37となった。各ブロックは10軒程度の住戸を含んでおり、調査対象住戸は全て木造一戸建に限定した。アンケートの最終的な有効回答数は219件である。主質問の「道路交通騒音のうるささ」、「道路交通振動の気になる程度」については、5段階のカテゴリー評定とした。また、各ブロックの屋外に代表的且つ測定器設置可能な測定点を一箇所設置して、騒音レベル・振動レベルの測定を行った。鉄道に関しては、道路交通の場合と同様の方法で、札幌市内を走る3本の鉄道沿線において調査を実施した。調査対象地区は9地区24ブロックであり、有効回答数は154件である。道路交通及び鉄道のそれぞれについて、各ブロックごとの騒音レベルと振動レベルの関係を調べた結果、振動レベルの

大きさによって、調査対象地区を2つのグループに分類できることがわかった。これら2つのグループの住民反応の相違を確認するために、コルモゴロフ・スミルノフの検定を適用した結果有意差が認められ、下記の知見を得た。

- ①道路交通騒音及び鉄道騒音のうるささに関する住民反応は、同じ発生源からの振動の影響を受けて形成される可能性が強く、振動レベルが大きな場合にうるささ反応も大きい。
- ②道路交通騒音に関する調査地区の振動レベルの差は鉄道の場合よりも大きく、また、うるささ反応の相違も顕著なことから、一般に、振動レベルの差が大きいほど、うるささ反応の差も大きくなることが予想される。

第4章 騒音・振動レベルに基づく道路交通騒音のうるささの予測とその限界
本章では、騒音レベルのみによって道路交通騒音のうるささを予測する際の精度と問題点を、筆者の調査データと既往の研究に基づいて論じている。また、振動レベルを考慮した場合のうるささの予測にも触れ、騒音レベルと振動レベルという物理量のみによるうるささの予測の精度について検討を行っている。分析の対象とするデータは、第3章の道路交通に関する調査と、その後に行った2回の調査で得たものである。調査の手法はいずれも基本的に同じ内容であり、3回の調査で選定された地区は合計32地区で、ブロックの総数は94である。また、有効回答数は総計584件にのぼっている。回帰分析を中心として考察を加えた結果、以下の知見を得た。

- ①騒音レベルのみによるうるささの予測では、分散の12%程度しか説明できない。
- ②振動レベルを考慮しても説明率は7%程度の増加に留まり、全体で分散の19%程度しか説明できない。
- ③予測精度を増加させるためには、騒音レベル、振動レベル以外の要因を考慮する必要がある。
- ④騒音のうるささに及ぼす振動の影響のメカニズムを推考する必要がある。

第5章 交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響の因果分析

本章では、第4章と同じデータを用いて、交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響の定量的な予測法を検討している。ここでは、騒音レベルや振動レベル以外の要因を加えることにより、振動レベルから騒音のうるささに至る因果関係のメカニズムを推考し、パス解析に基づく道路交通騒音のうるささの評価モデルを提案している。このモデルを用いて、騒音レベルと振動レベルが道路交通騒音のうるささに及ぼす影響の度合いを定量的に比較し、具体的な両レベルのトレードオフ値を求めている。また、モデルを検証する目的で、鉄道騒音のうるささに関するパス解析を行い、道路交通騒音の場合との比較を行っている。さらに、他の研究者の成果との比較を行い、モデルの妥当性を検証している。得られた知見を項目別にまとめると、以下の通りである。

1) 道路交通騒音に関して

- ① 道路交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響を検討する場合、パス解析は有効な手法の一つであると言える。
- ② 道路交通騒音のうるささに影響を及ぼす要因のうち、「騒音レベル」、「睡眠妨害」、「覚醒」と並んで、「振動」の重要性が明らかとなった。
- ③ 「振動レベル」が大きくなるほど「気になる程度」は強くなり、その結果、「うるささ」も増大する。
- ④ 道路交通騒音のうるささに及ぼす振動レベル (VL_{10}) の10dBの効果は、騒音レベル ($L_{eq(24)}$) の約 3.5dBAの効果に等価である。

2) 鉄道騒音に関して

- ① 鉄道騒音のうるささに及ぼす振動の影響を検討する場合、道路交通騒音の場合と同様、パス解析は有効な手法の一つであると言える。
- ② 鉄道騒音のうるささに影響を及ぼす要因のうち、「騒音レベル」、「TV・電話妨害」と並んで、「振動」の重要性が明らかとなった。
- ③ 道路交通騒音の場合と同様、「振動レベル」が大きくなるほど「気になる程度」は強くなり、その結果、「うるささ」も増大する。
- ④ 鉄道騒音のうるささに及ぼす振動レベル ($VL_{en(day)}$) の10dBの効果は、騒

音レベル ($L_{en(day)}$) の約 3.2dBA の効果に等価であり、道路交通騒音の場合の 3.5dBA とほぼ一致する。

このように、騒音のうるささに影響を及ぼす内生変数すなわち具体的影響のうち、道路交通騒音に関しては「入眠妨害」と「覚醒」が大きな効果を持つものに対し、鉄道騒音の場合は「TV・電話妨害」が大きな効果を持つことがわかった。鉄道騒音がいわゆる間欠騒音であることを考えれば、暗騒音からの急激な騒音レベルの立ち上がりにより、聴取妨害が生ずるのは当然と言える。このように、パス解析を行うことで各種騒音の影響の特徴を知ることができ、且つ騒音レベルと振動レベルの効果の直接比較が可能なることから、解析方法として有効であることがわかった。なお、騒音のうるささに寄与する騒音レベルと振動レベルの関係を具体的に比較すると、振動レベル10dBに対して道路交通騒音では3.5dBA、鉄道騒音では3.2dBAと非常に近い値となり、パスモデルの妥当性を示す結果と言える。

3) 他の研究者の成果との比較

Kryterの提案した家屋振動に対する0~10dBAという補正值のレンジと、本研究で扱った範囲の振動レベルと等価な騒音レベルのレンジを比較したところほぼ一致することがわかり、モデルの妥当性の一面が確認された。

第6章 総括

本章では、5章にわたる考察の結果を簡潔にまとめて、次の3項目を本研究の結論として掲げた。

- ① 道路交通騒音のうるさを評価する場合、同一発生源からの振動の影響を考慮する必要がある。
- ② 道路交通騒音のうるささに及ぼす振動レベルの10dBの効果は、騒音レベルの約3.5dBAの効果に等価である。
- ③ 鉄道騒音についても、同様な扱いが可能である。

本論文で用いる騒音と振動の評価尺度について、簡単に説明を加える。

1. L_A (A-Weighted Sound Pressure Level, A特性音圧レベル, 騒音レベル)

騒音計の聴感補正回路Aを通して測定される騒音レベルで、単位はdBA。純音の等ラウドネス曲線における40phonの曲線の逆特性を単純化し、周波数の重み付けを行ったもので、騒音に対する感覚量を表すものとして広く使用されている。

2. L_C (C-Weighted Sound Pressure Level, C特性音圧レベル)

騒音計の聴感補正回路Cを通して測定される騒音レベルで、単位はdB。周波数的にほぼ平坦な特性を有することから、音圧レベルの近似値として使用されることもある。

3. L_x (x% Sound Level, 時間率騒音レベル: L_{10} , L_{50} など)

変動騒音の代表値の一つで、等時間間隔でサンプリングした騒音レベルをもとに累積度数曲線を描き、上位よりx% (累積度数では(100-x)%)に対応する騒音レベルを求め、これを L_x と呼ぶ。よって、 L_{10} とはそのレベルより大きなレベルが全体の10%であるようなレベルを意味し、 L_{50} は中央値である。単位はdBA。

4. L_{eq} , $L_{eq(24)}$ (Equivalent Sound Level, 等価騒音レベル)

変動騒音の代表値の一つで、ある一定時間における騒音レベルのエネルギー平均値である。通常は単に L_{eq} と表すことが多いが、特に対象とする時間を指定する場合には、 $L_{eq(24)}$ (24時間の等価騒音レベル)のように具体的な時間を添えて表現する。本研究のように等時間間隔でサンプリングした騒音レベルから L_{eq} を求める場合は、下記の式を用いれば良い。

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \cdot \sum_i^n 10^{L_i/10} \right) \quad [\text{dBA}]$$

n: サンプリング数, L_i : i番目のサンプリング音のレベル, [dBA]

5. L_{dn} (Day-Night Average Sound Level, 昼夜等価騒音レベル)

同じ騒音でも、一般に昼より夜の方がうるさいし、生活妨害も大きいという考えから、夜の騒音レベルに10dBAのレベルを加えて、24時間の等価騒音レベルを求めたもの。下式により、求めることができる。

$$L_{dn} = 10 \log_{10} [1/24 \cdot \{15 \cdot 10^{L_d/10} + 9 \cdot 10^{(L_n+10)/10}\}] \quad [\text{dBA}]$$

L_d : 昼間 (7:00-22:00) の L_{eq} , [dBA]

L_n : 夜間 (22:00-7:00) の L_{eq} , [dBA]

6. L_{en} (Total Energy Level, 総エネルギーレベル)

観測時間内の総エネルギーをレベル表示したもので、本研究では1列車あたりの鉄道騒音の評価尺度として用いている。計算法の詳細は第3章に記述しているが、本研究のように等時間間隔でサンプリングした騒音レベルから L_{en} を求める場合は、下式を用いれば良い。

$$L_{en} = 10 \log_{10} \left\{ \left(\frac{1}{n} \cdot \sum_i^n 10^{L_i/10} \right) \cdot d \right\}$$

n : サンプリング数, L_i : i 番目のサンプリング音のレベル, [dBA]

d : 観測時間, [sec.]

7. $L_{en(day)}$ (Total Noise Exposure Level over a Day, 1日あたりの総暴露エネルギーレベル)

筆者が定義した鉄道騒音の評価尺度であり、1日に暴露される全列車の L_{en} をエネルギー加算してレベル表示したもの。計算法の詳細は第3章に記述しているが、本研究のように等時間間隔でサンプリングした騒音レベルから $L_{en(day)}$ を求める場合は、下式のように、①1日に通過する全列車の L_{en} を1列車ごとに求め、②エネルギー加算してレベル表示すれば良い。

① 1列車あたりの総エネルギーレベル

$$L_{enj} = 10 \log_{10} \left\{ \left(\frac{1}{n} \cdot \sum_i^n 10^{L_i/10} \right) \cdot d_j \right\} \quad [\text{dBA}]$$

n : サンプリング数, L_i : i 番目のサンプリング音のレベル, [dBA]

d_j : 観測時間, [sec.]

② 1日あたりの総暴露エネルギーレベル

$$L_{en(day)} = 10 \log_{10} \sum_j^N 10^{L_{enj}/10} \quad [\text{dBA}]$$

N: 1日の通過列車本数

- 8. VL_{10} 11
振動レベルについて求めた L_{10} , [dB]
- 9. VL_{en} 11
振動レベルについて求めた L_{en} , [dB]
- 10. $VL_{en(day)}$ 11
振動レベルについて求めた $L_{en(day)}$, [dB]

目 次

内容梗概	i
用語の定義－本論文で用いる騒音・振動の評価尺度	vi
第1章 序論	1
1-1. 研究の背景	1
1-2. 研究の位置づけと目的	2
1-3. 本論文の構成	3
参考文献	4
第2章 騒音と振動の相互影響に関する既往の研究	7
2-1. 既往の研究	7
2-2. 「うるささ」の意味	12
参考文献	19
第3章 交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響の有無	22
3-1. 道路交通騒音・振動に関する調査	22
3-1-1. 調査の概要	22
3-1-2. 結果と考察	28
3-2. 鉄道騒音・振動に関する調査	38
3-2-1. 調査の概要	38
3-2-2. 結果と考察	43
3-3. まとめ	49
参考文献	50

第4章 騒音・振動レベルに基づく道路交通騒音のうるささの予測と	
その限界	51
4-1. 騒音レベルによる道路交通騒音のうるささの予測	51
4-1-1. 考察で用いる調査データ	52
4-1-2. うるささの尺度構成	55
4-1-3. 騒音の基礎評価尺度とうるささ	57
4-2. 振動レベルを考慮した道路交通騒音のうるささの予測	58
4-3. まとめ	63
参考文献	63
第5章 交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響の因果分析	65
5-1. 道路交通騒音のうるささに関するパス解析	66
5-1-1. 分析の対象とする調査データ	66
5-1-2. 分析の基本的方針	66
5-1-3. 変数の選定と尺度構成	70
5-1-4. 騒音・振動の基礎評価尺度の選定	72
5-1-5. パス解析による因果関係の分析	73
5-1-6. 修正パスモデルの提案と意義	84
5-1-7. まとめ	86
5-2. モデルの検証(1) - 鉄道騒音のうるささに関するパス解析	87
5-2-1. 分析の対象とする調査データ	87
5-2-2. 分析の方法	87
5-2-3. パス解析による因果関係の分析	92
5-2-4. 修正パスモデルによる考察	103
5-2-5. まとめ	105
5-3. モデルの検証(2) - 他の研究者の成果との比較	105
5-4. 第5章のまとめ	106
参考文献	108

第1章 序論

1-1. 研究の背景

音は好むと好まざるとにかかわらず、耳という高度に繊細な受容器を通して体内に侵入してくる。日常生活において、聞きたくない音から完全に逃れることは一般に困難であり、あらゆる音が騒音になり得る所以でもある。「騒音」という用語は、我国では「望ましくない音」(JIS)¹⁾、米国では“Noise is any undesired sound”(ANSI)²⁾、英国では“Disagreeable or undesired sound”(BS)³⁾と定義され、同じ解釈がなされていると言える。一方、騒音の印象を表現する時、「うるさい」とか「やかましい」といった用語を用いることが多い。この「うるさい」、「やかましい」という用語は、一般には音に対する表現語と考えられるが、本来の「音色が悪い」、「音が大きすぎる」といった意味のほかに、言動をとがめられた場合に、相手に対して「うるさい」と反発する場合など、必ずしも音そのものを表現する場合にだけ使うとは限らない。後者は明らかに相手の言葉がもたらす情報に対して使用しているのであって、場合によっては相手自身その者を不快に思っている場合もある。また、同じ音でも受け取る側によって、その印象が違うのが普通である。このように考えると、「騒音のうるささ」を論ずる時、音の物理的性質との関連のみで解釈を行うのは明らかに無理と言える。ここで、道路交通騒音を例にとって考えてみよう。道路交通騒音を評価する場合、等価騒音レベル(L_{eq})やこれに類似した評価量を基礎尺度として用いることが一般的であり、その有効性は広く認められるところである。しかるに、アンケート調査を実施して、ある音のうるささについて質問した場合、明らかに同程度の音にさらされていると思われる住民の回答に、大きなばらつきが認められることが多い。これを個人差として捉える立場もあるが、音源に伴う様々な情報や音以外の刺激によって、住民の回答が影響を受ける可能性のあることは想像に難くない。このように、個人の心理的要因はもとより、音以外の外的刺激が、騒音に対する住民反応に影響を及ぼしている可能性は十分に考えられる。中でも、振動は、同一発生源からの物

理的刺激という意味で注目すべき要因と言える。これまでに公表された交通騒音や振動の評価に関する研究は、騒音と振動を独立に扱ったものがほとんどであり、相互影響を扱った研究は少ない。道路や鉄道といった陸上交通についてみると、騒音と振動は共に心理的不快感をもたらす代表的な刺激であり、且つ同時に人体に入力されるという特筆すべき性質を共有している。このような状況を考える時、日常生活の場においてこれらの相互影響を検討することは、騒音評価研究を進展させる上で、意義深いものと考えられる。

1-2. 研究の位置づけと目的

道路交通騒音が、都市の音環境の様態を決定づける大きな要因であることに異議を唱える者は少ないと思われる。本研究で扱うデータは、札幌において実施した道路交通騒音・振動と鉄道騒音・振動に関する一連の社会調査によって得たものであるが、主たる調査対象は前者である。よって、本論文では道路交通を中心として論を展開し、鉄道については、結果の比較あるいは検証を行うための手段として位置づけることにする。

さて、交通騒音のうるささに影響を及ぼすと考えられる最も基本的な要因は騒音レベルであろう。騒音レベルを決定する要因には、自動車の速度、交通量、大型車混入率、道路の状況等がある。これらの要因が騒音レベルを決定すると考える研究者がいる一方で、例えば、交通量自体をうるささの説明要因として提案している研究者もいる。本論文では前者の考え方に立って、各要因を騒音レベル決定のための要因であると仮定し、それぞれの要因がうるささに及ぼす影響については検討していない。また、道路交通騒音の評価尺度としては等価騒音レベル (L_{eq}) を採用している。 L_{eq} の有効性は多くの研究者が認めるところである。例えば、平松ら⁴⁾は変動騒音のうるささの評価実験に基づいて考察を行い、 L_{eq} は近似的にうるささとの対応が良いとしている。難波ら⁵⁾も数多くの心理実験データを用いて変動音の評価尺度としての L_{eq} の妥当性を検討し、多種の音源に適用できる簡便な評価法として、 L_{eq} が他の評価法より適当であるとしている。泉⁶⁾は、多くの聴感実験や社会調査研究のレビューの中でこの問題

をまとめており、基礎評価尺度としての L_{eq} の有効性を示している。また、環境騒音の評価尺度として、多くの国が L_{eq} を採用しているという事実も報告されており⁷⁾、本研究では、 L_{eq} を基礎評価尺度とする一連の研究体系の中で、振動の影響の問題を扱うことにする。一方、どの位置の騒音レベル・振動レベルを問題とすべきかについても議論のあるところである。即ち、住宅周辺のレベルか、あるいは住宅内部のレベルかという問題である。騒音については外壁による減衰が考えられるし、振動については家屋増幅が考えられる。本研究では、室内測定を行うことの困難さを配慮するとともに、騒音に対する住民反応は、住宅内部よりも周辺の騒音レベルとの対応関係が良いとする研究成果⁸⁾があることを踏まえて、住宅周辺の騒音・振動と住民反応の関係を論ずることにした。ただし、建物の構造要因の影響を極力小さくする目的で、調査対象住戸は、全て木造一戸建に限定している。以上の点を考慮して、本研究の位置づけをまとめたものが図1-1である。

本研究の目的は、交通騒音のうるささの評価法の確立に向けて、同一発生源から生ずる振動の影響に関する基礎的な知見を提供することであり、具体的には下記の2点を明らかにすることである。

- 1) 振動は交通騒音のうるささに影響を及ぼすか否か？
- 2) 影響を及ぼすとすれば、その因果関係と影響の量は如何なるものか？

1-3. 本論文の構成

上に掲げた目的を達成するために、本論文では図1-2のような構成で論を展開している。以下にその概要を記す。

第1章では、研究を始めるに至った経緯と背景について触れ、研究目的を明示している。

第2章では、騒音と振動の相互影響に関する既往の研究を概観し、現在までに得られている知見を把握しつつ、本研究の位置づけを明確にする。また、各研究者による騒音の属性論を概観し、“annoyance”あるいは「うるささ」という用語の解釈を比較検討し、本論文で用いる「うるささ」の意味を明確に定義

している。

第3章では、道路交通騒音と鉄道騒音に関して、そのうるささに振動が影響を及ぼしているか否かを検討している。

第4章では、道路交通騒音のうるさを騒音レベルのみで評価しようとする場合の精度と限界について論じ、さらに振動レベルを説明要因に加えた場合との比較を行っている。

第5章では、道路交通騒音のうるさに影響を及ぼすと思われる各種要因とうるささの因果関係をパス解析によって考察し、その中で振動レベルがどのような影響を及ぼしているかを定量的に検討している。また、ここで提案したパスモデルを鉄道騒音に適用して結果を比較し、さらに、他の研究者による成果との比較を行うことで、モデルの検証を行っている。

第6章では、本研究で得られた知見を総括し、結論を明示している。

参考文献

- 1) JIS Z 8106 : 音響用語 (一般) , p.7, 1983.
- 2) ANSI S3.20 : Psychoacoustical Terminology, p.31, 1973.
- 3) BS 4727, Part 3, Group 08 : Acoustics and Electroacoustics Terminology, p.3, 1985.
- 4) 平松幸三, 若狭宏, 高木興一, 山本剛夫 : 変動騒音のうるささ (L_{eq} の妥当性について) , 日本音響学会誌, Vol.34, No.11, pp.641~649, 1978.
- 5) 難波精一郎, 桑野園子 : 種々の変動音の評価法としての L_{eq} の妥当性並びにその適用範囲の検討, 日本音響学会誌, Vol.38, No.12, pp.774~785, 1982.
- 6) 泉清人 : 騒音予測と $L_{A,eq}$, 音響技術, Vol.11, No.4, pp.55~60, 1982.
- 7) 日本建築学会 : 騒音の評価法, 彰国社, pp.104~105, 1981.
- 8) De Jong, R. G. : Some Developments in Community Response Research since the Second International Workshop on Railway and Tracked Transit System in 1978, J.Sound Vib., Vol.87, No.2, pp.297-309, 1983.

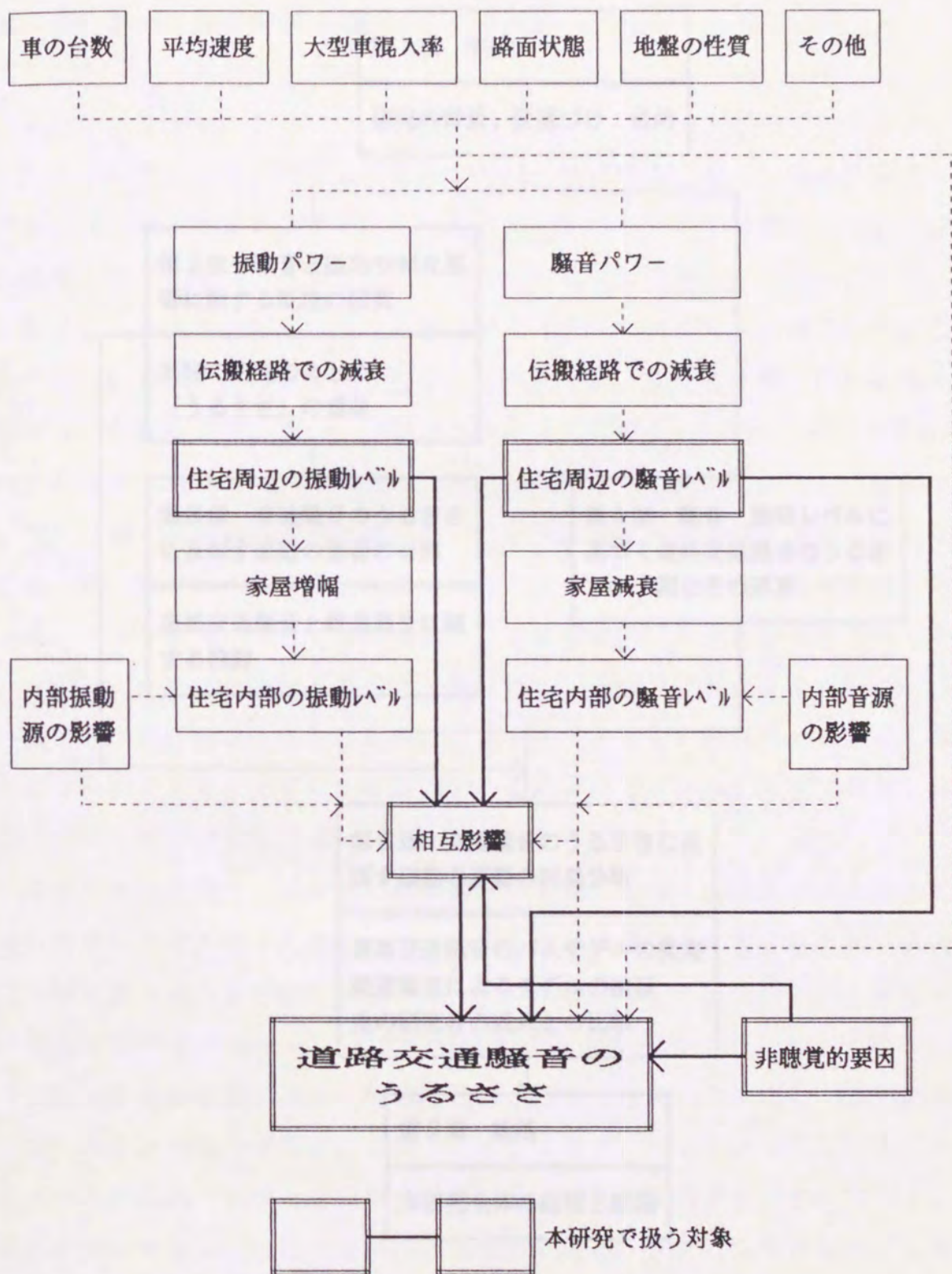


図1-1 本研究の位置づけ

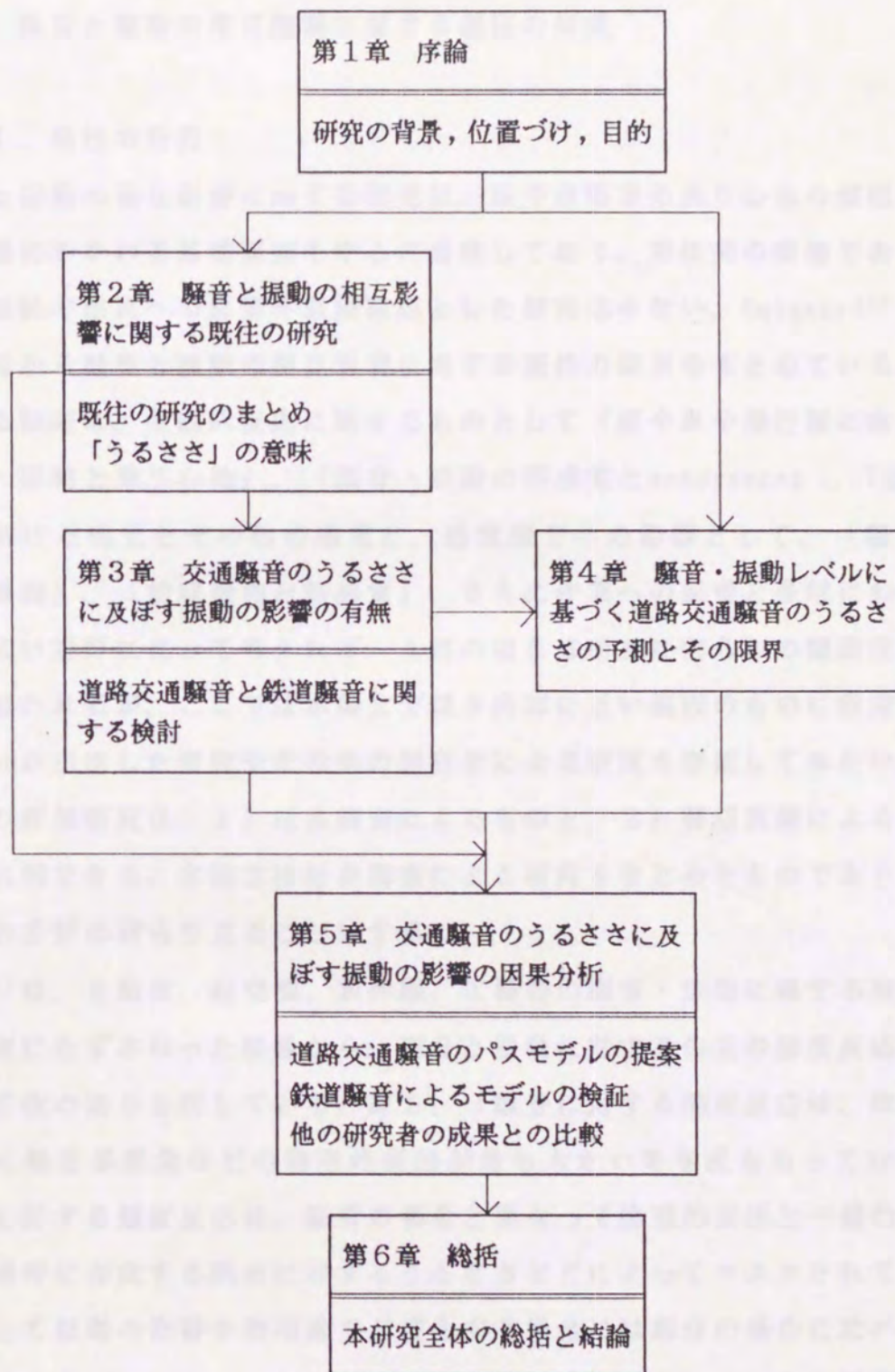


図1-2 本論文の全体構成

第2章 騒音と振動の相互影響に関する既往の研究

2-1. 既往の研究

騒音と振動の相互影響に関する研究は、船や自動車の乗り心地の問題や生理学的問題にかかわる基礎研究を中心に展開しており、本研究の課題である道路や鉄道沿線の住民への影響を直接問題とした研究は少ない。Guignard¹⁾は、種々の側面から騒音と振動の相互影響に関する既往の研究をまとめている。扱われている範囲は、主観的反応に関するものとして「船や車や飛行機における内部騒音・振動と乗り心地」、「騒音・振動の等感覚とannoyance」、「超低周波領域における聴覚とその他の感覚」、感覚器官への影響として、「聴覚」、「視力機能」、「前庭機能と筋感覚」、さらに作業への影響と多岐にわたっている。広い視野に立って考えれば、上述の項目は相互に何らかの関連性をもつものと思われるが、ここでは本論文で扱う内容に近い範囲のものに限定して、Guignardが引用した研究やその他の研究者による研究を概観してみたい。

騒音の評価研究は、1) 社会調査によるものと、2) 聴感実験によるものの二者に大別できる。本論文は社会調査による研究をまとめたものであり、はじめにこの分野の研究を見ることにする。

西宮²⁾は、自動車、航空機、新幹線、工場等の騒音・振動に関する数多くの社会調査にたずさわった経験から、騒音と振動に対する住民の態度反応の相違について次の通り分析している。即ち、「騒音に対する態度反応は、ほとんどの場合に騒音暴露量などの物理的要因が最も大きい寄与度をもっている」、「振動に対する態度反応は、騒音の場合と異なって物理的要因と一義的に対応せず、同時に存在する騒音に対するうるささなどによってマスクされている。したがって振動の影響を物理量で尺度化する場合には騒音の場合に比べて判別精度が劣化することは否めない。」と述べている。また、具体的な影響に関する項目中、“house vibrate”に対して、騒音レベルが大きく寄与していることを指摘している。これは騒音レベルと振動レベルの相関が高いことによるとも考えられるが、騒音と振動に対する態度反応が、何らかの形で相互に影響しあ

っていることを示唆するものである。

豊田³⁾は、在来鉄道騒音・振動に関する物理量の実測と沿線住民へのアンケートを広範な地域で実施し、数理化理論に基づいて態度反応の尺度化を試みている。騒音については騒音レベルの寄与率が大きいことから尺度化が可能であるが、振動については尺度化可能な水準に達することが出来なかったとしており、振動に対する住民反応の複雑さを強調している。

Fields⁴⁾は、鉄道騒音に関する大規模な調査の中で、騒音以外のいろいろな刺激（振動、ちり、臭いなど）に関してアンケートを行い、騒音以外では、振動がannoyanceに最も大きな影響を及ぼすことを指摘している。さらに騒音のannoyanceに影響を及ぼす要因と同様の要因が、振動のannoyanceに影響を及ぼしているとしている。

泉ら⁵⁾は、多変量解析を用いて作成した騒音のうるささの予測モデルにおいて、振動の影響に関する項目が大きな寄与率を持っていることを指摘している。

以上は、騒音や振動に関する社会調査に基づいて、態度構造の相違や相互影響について考察したものであるが、騒音に対する住民反応に振動が何らかの影響を及ぼしている可能性を指摘する研究もあり、注目に値する。

次に、実験手法によって、騒音と振動の相互影響を扱った研究について述べる。

Fleming et al.⁶⁾は、恒常法を用いて騒音と全身振動の主観的等価値を求める実験を行った。8種類の騒音と振動の組み合わせ64種類の各々について刺激対を同時に被験者に呈示し、どちらを低減したいかを問うものである。即ち、騒音と振動によって生ずる相対的な不快感（displeasure）を検討することが目的であり、個人差は大きいものの、測定可能なことを示している。言い換えれば、不快感という一つの尺度上で比較が可能であることを示すものと言える。

徳山⁷⁾は、実験室において、騒音と振動に対する感覚反応の相互影響について検討している。鉛直方向振動加振台の上に机と椅子を固定して被験者を座らせ、前方のスピーカから流れる音の大きさや不快感に、振動がどのように影響するかを検討した。その結果、「振動は騒音の大きさの判断に影響を与えない」、

「騒音と振動の複合により不快感が増強され得るが、その量は測定精度に比べ小さい」等の結論を得ている。このように振動は音の「大きさ」には影響を及ぼさないが、「不快感」には相互影響の可能性があるとしている。

吉川ら⁸⁾は、人間が純音を聞いている時、その純音と周波数の等しい正弦振動を人体に与えると、純音のラウドネスが増大するという知見をもとに、低域での聴覚感度の低下によるラウドネス減少を補正するためにはどの程度の振動を人体に与えたら良いかを検討した。実験は無響室内の加振椅子に座した被験者の肩甲骨の真上に動電型振動トランスデューサで振動を与え、同時に正面のスピーカから音を呈示し、調整法によって各種等価値を求めるものである。ラウドネス変化の要因として、1) 聴覚と振動感覚の相互作用によるもの、2) 人体に与えられた振動により骨導が生じ、感覚器官が刺激されることによるもの、3) 振動トランスデューサで発生する音があらかじめ存在していた音に加算されることによるもの、の3つをあげ、各々を検討した。その結果、ラウドネスを増大させる要因は振動感覚の寄与が大きく、その他の要因の影響は少ないという結論を得ている。即ち、聴覚と振動感覚の相互影響の存在が確認されている。この結果は前述の徳山の結果と矛盾するようであるが、吉川らの場合には音と振動が同じ周波数の正弦波であり、別個に扱うべきものとする。

Houwarth et al.⁹⁾は、鉄道騒音と振動の室内における実刺激を実験室内で再現し、ME法によるannoyanceの評定実験を行った。目的は、1) 振動に対する評定は騒音刺激の影響を受けるか、2) 騒音に値する評定は振動刺激の影響を受けるか、3) 騒音と振動の複合によるannoyanceはどのような形で加算されるのか、の3点である。結論として、1) 振動刺激は騒音の評定に影響を与えないが、振動に対する評定は、騒音によって、増加あるいは減少の影響を受けるようである。2) 大まかな近似として、騒音と振動による総合的なannoyanceは、個々の刺激による影響量の加算によって決まる、の2つの知見を得た。

Stephens et al.¹⁰⁾は、航空機の飛行が原因で起こる住宅の振動が、どのようなannoyance反応を引き起こすかを、現場の室内実験で調べた。その結果、振動を感ずるか否かで、航空機のflyover騒音に対する人間のannoyance反応に

有意な差が生じ、且つ、振動を感じた場合に annoyanceが増加することがわかった。

低周波空気振動が引き起こす家屋振動 (house vibrate) については Kryter も自らの実験結果や他の研究者の成果 (社会調査データを含む) をまとめており、その著書¹¹⁾の中で次のように述べている。ソニックブームや砲撃音、あるいは工場の機械音のような音の場合には、低周波成分による家屋振動が、より高い周波数成分によって引き起こされる annoyanceと同程度の annoyanceを引き起こすだろうが、一般の航空機や自動車の場合には、たとえ低周波成分が強くて家屋振動による annoyanceを引き起こしたとしても、より高い周波数成分によって引き起こされる annoyanceが十分勝ると言える。これらの家屋振動の影響を考慮する場合には、通常の音のレベルにペナルティをつける方法が考えられる。具体的には次の通りである。1) Impulse (ソニックブーム等) の場合は、5dB (SPL) を加える。2) Nonimpulsive noise (航空機、自動車等) の場合、dBC と dBA の差が 0~10dB の場合には、 L_c の値に応じて L_A に 0~10dBA の値を加える (図 2-1 参照)。筆者の研究の対象は交通振動が引き起こす家屋振動であり、低周波空気振動によるものと同じではないが、騒音の annoyance に対する振動の影響について具体的な補正值を示したものは、筆者の調べた範囲では他に例を見ない。

このように、実験手法を用いた研究では、騒音への主観的反応に対する振動 (低周波空気振動による家屋振動を含む) の影響を認める報告もあるが、否定的な研究結果も幾つか報告されている。ただし、より実際の状況に近い実験条件の設定 (Stephens et al.) や社会調査データを含む研究成果 (Kryter) において振動の影響が明らかになっており、実験室では得られにくい annoyance 反応の特質を裏付けるものと言える。

以上、社会調査と実験による幾つかの研究成果を見てきた。結論は必ずしも一致しているとは言えないが、いずれの研究も騒音と振動の間に何らかの相互影響を見い出しているものと言える。本研究の課題である「騒音のうるささに及ぼす振動の影響」に関して見れば、これを積極的に認める研究成果が幾つか

報告されており、さらにそのような知見が、主として社会調査や現場実験において得られていることは注目値する。ただし、本節で見てきた研究において、“annoyance”あるいは「うるささ」といった用語がいろいろなケースで用いられており、整理すべき重要な課題と言える。次節ではこの用語の意味を考えてみたい。

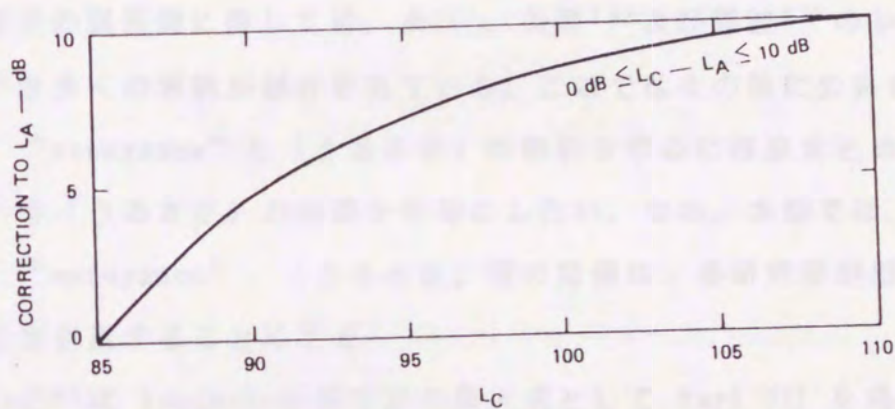


FIGURE 5.29. Correction to L_A to be applied to nonimpulsive broadband noises when L_A is up to 10 dB less than L_C , and $L_C \geq 85$ dB. The result is presumably predictive of annoyance due to both direct auditory effects and house vibration.

図 2-1 家屋振動に対する Kryter の補正值
(Kryter¹¹⁾より転載)

2-2. 「うるささ」の意味

社会調査で騒音の評価に関するアンケートを行おうとする時、どのような側面から騒音を捉えるのか、あるいはどのような表現で騒音を評価するかと言う基本的な問題に直面する。社会調査に限らず、聴感実験においても同様な問題があり、いわゆる騒音の属性論として議論が展開されてきた。我国においても“loudness”、“noisiness”、“annoyance”の定義をめぐって、音響学会によるパネルディスカッション¹²⁾が行われたが、「大きさ」、「やかましさ」、「うるささ」など、日本語との対応関係において意見の一致をみるに至っていない。騒音の属性論に関しては、泉¹³⁾、矢野¹⁴⁾及び難波¹⁵⁾のレビューがあり、その中で数多くの解釈が紹介されている。ここではその後に公表されたものも含めて、“annoyance”と「うるささ」の解釈を中心に再度まとめを試み、本論文で用いる「うるささ」の定義を明確にしたい。なお、本節では、「アノイアンス」、「annoyance」、「うるささ」等の用語は、各研究者が用いている表現をそのまま引用することにする。

Stevens¹⁶⁾は loudness 計算方法の集大成として Mark VII を発表した際に、annoyance を loudness, noisiness と事実上同義と捉え、これらに共通な評価量として Perceived Level を提案した。

Kryter¹⁷⁾は、Stevensとは異なった立場をとり、noisiness を“perceived noisiness”と命名して厳密に定義し、これを音そのものの不快感であるとしている。また、annoyance は perceived noisiness としばしば同義に用いられているが、perceived noisiness の概念にはない情緒的内容を含むものと捉えている。

Burns¹⁸⁾は騒音の影響 (disturbing effects) を直接的影響と間接的影響にわけ、分類を試みている。直接的影響とは騒音そのものの知覚や直後に起こる影響、即ち一次的現象 (primary phenomena) であり、loudness や noisiness はこの範疇に入る。間接的影響とはその結果 (consequences) 即ち二次的現象であり、annoyance はこの範疇に入る。また、音の物理的側面との関連においては前者が強く、後者はより明確でないとしている。

Scharf¹⁹⁾は音刺激から反応に至るプロセスを、図2-2のような4段階から成るモデルによって考察し、loudnessと noisinessの相違を説明している。このモデルにおいて、loudnessは第2段階の auditory system によって決まり第3段階の decision process で変化を生じないのに対し、noisiness あるいは aversivenessは、decision process で数多くの非聴覚的要因による影響を受けて変化する。Scharfの言う非聴覚的要因の中には音の物理的要因と非物理的要因が混在しているが、その文脈から、aversivenessがいわゆる annoyanceに対応するものと解釈することも可能で、noisiness が aversivenessの重要な部分を占めていると解釈すれば、annoyanceが総合的な不快感であるとする多くの研究者の見解と一致する。

May²⁰⁾は annoyanceについて、一般的な状況の中で聞こえてくる音の総合的な unwantednessであると定義している。即ち、annoyance は、音そのものの unwantedness (これを noisinessと定義している)に加え、音の発生時刻や時間特性、情緒的要因、不法性、音源が見えるか否か、社会的要因等の影響を受けて形成される概念であるとしている。

Molino²¹⁾は annoyance を individual annoyance と community annoyance に分けて説明している。前者に影響を及ぼす要因として音響的要因と非音響的要因をあげ、非音響的要因には生理的要因、順応や過去の経験、行動との関連、発生の予測性、音の必要性、個人差が含まれるとしている。また、community

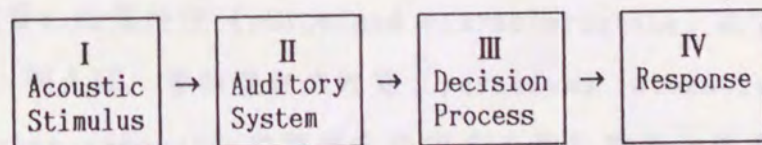


Fig. 3. From a sound to an observer's response.

図2-2 刺激から反応にいたる Scharfのモデル
(Scharf¹⁹⁾より転載)

annoyanceは individual annoyanceに加えて、社会的要因等の影響を受けるとしている。

Langdon (長田²⁴⁾が引用)は、annoyanceを「その人の健康や福祉に有害な働き (harmful effect) を持つと思われる音源 (noise source) に対して抱く総体的な不快感 (displeasure) もしくは被害感 (adversiveness)」(長田訳)としている。

Berglundらは、航空機騒音を対象とした聴感実験²²⁾における被験者への教示において、annoyanceを次のような状況をイメージした時に経験する騒音影響 (nuisance) の側面であるとしている。即ち、「一日の仕事を終えて、疲れた身体を心地よい椅子にもたせかけ、あなたは新聞を読もうとしている。」という状況下で航空機騒音に暴露された時に経験するような騒音影響であるとしている。

Berglundら²³⁾はその後、annoyanceの意味についてレビューを行っており、以下のような解釈の例を紹介している。

1) annoyanceとは個人あるいは集団に悪影響を及ぼすと思われる物や状況から連想される不快な感じである (Lindvall & Radford, 1973)。

2) 最近の約10年間の研究をまとめ、noise annoyanceの特徴を次のように説明している。① annoyanceは心的過程 (mental processing) を伴うので、心理学的現象の一つである。② noise annoyance は知覚 (perception) と共に始まる。ある意味で騒音の知覚は、認知や情緒過程によって個人の反応を引き出す効果的な刺激とみなすことができる (Lindvall & Radford, 1973)。③ noise annoyanceは騒音の知覚特性 (perceived characteristics) によって大きく決定づけられる。例えば、音の強さの知覚 (perceived intensity)、すなわち loudnessは noise annoyanceの程度を決定する最も重要な要因の一つである (Berglund, Berglund & Lindvall, 1976)。④ noise annoyanceは間接的に生ずるものであろう。例えば、作業妨害感を経てannoyanceに至る場合である。

⑤ noise annoyance は怒りやフラストレーションとも関連している (Averill, 1982)。例えば領土や管理下での束縛感のようなものである (Evans, 1982)。

⑥ noise annoyanceは個人的要因や背景的状况的要因により大きく変化する (Kastka et al., 1986)。

3) Kastka et al. は、騒音刺激 (noise load あるいは physical dose)、感覚要因 (sensory experience あるいは sensory cognitions)、非感覚要因 (nonsensory modifiers あるいは attributive cognitions) と annoyance の関係について、図2-3に示す6つのモデルで説明している。ここで、感覚要因とは loudnessや周波数特性にかかわる感覚等であり、非感覚要因とは音源に対する否定的感情 (negative emotions towards the source) やその他の社会心理学的要因を意味する。図に示すような DOSE、SENSORY、NONSENSORYの相互関係によって annoyanceの意味と対処の仕方が異なることを、具体的に説明している。さらに、非感覚要因の影響について Kastka et al.は、異なる町における道路騒音のannoyance比較を行った場合、目で見えて魅力的で美しい通り (周囲の建物等を含む) は annoyanceを減少させる傾向があり、魅力的でない通りは annoyanceを増加させる傾向にあることを例としてあげている。

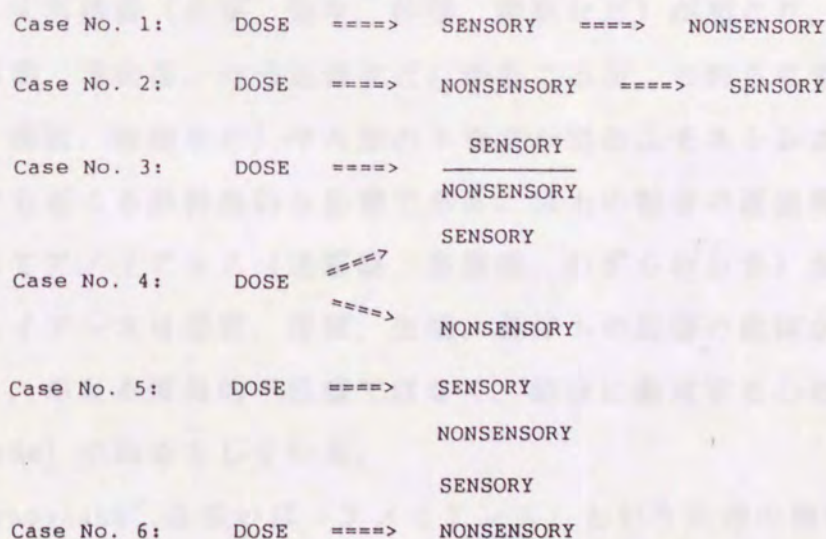


図2-3 Kastka et al. の annoyanceモデル (Berglund²³⁾より転載)

難波¹⁵⁾はノイジネスを音そのものに付随した不快感（喧騒感）、アノイアンスを仕事、やすらぎ、安眠をさまたげる邪魔な音としての邪魔感としている。

泉¹³⁾は、語彙の成立過程の分析や内外の研究者の知見を参考として、騒音の心理的屬性に関する独自の論を展開した。その結果、loudness、noisiness、annoyance の訳語として、「大きさ」、「やかましさ」、「うるささ」をあて、「うるささ」を図2-4及び表2-1の通り定義している。即ち、「うるささ」は、騒音にかかわる不快感の総称で、「やかましさ」で表現される聴覚的不快感に非聴覚的不快感を加えたものとしている。

長田²⁴⁾は騒音によって起こる心身への影響を、直接的特異的なものと間接的非特異的なものに分けて次のように説明している（図2-5参照）。前者は、内耳、聴神経を経て大脳皮質聴覚領に到る音特有の知覚経路（聴覚経路）で起こるもので、これには難聴（一時性及び永久性）、聴取妨害（マスキング）、音の感覚（大きさややかましさ）が含まれる。これらは音の直接的作用であり、音以外では起こらない特有（特異的）な影響である。この直接的影響に随伴して大脳の知覚領以外の領域に影響が及ぶと、情緒影響（不快、焦燥、怒り、憂うつなど）、生活妨害（仕事、勉学、休養、睡眠など）が起こり、さらに身体的影響（循環器、消化器、内分泌器など）が起こるが、これらは音以外の環境刺激（低温、高温、振動など）や人間のトラブル等およそストレスと呼ばれる様々な原因でも起こる非特異的な影響である。以上の騒音の直接的、間接的影響が総合されてアノイアンス（迷惑感、邪魔感、わずらわしさ）が生じる。すなわち、アノイアンスは感覚、情緒、生活、身体への影響の総体が引き起こす被害感であり、単なる情緒的不快感ではなく、騒音に敵対する心理的な姿勢、態度（attitude）であるとしている。

以上、“annoyance”あるいは「アノイアンス」という用語の解釈に関しては、Stevensを除けば、「総合的不快感」という点でほぼ一致しているものと言える。この「総合的」という用語の意味を考えた場合、不快である対象は「音」そのもののみならず、むしろ「音源」自体と考える方が自然であると思われる。このことは、Langdonの「その人の健康や福祉に有害な働き（harmful effect）を

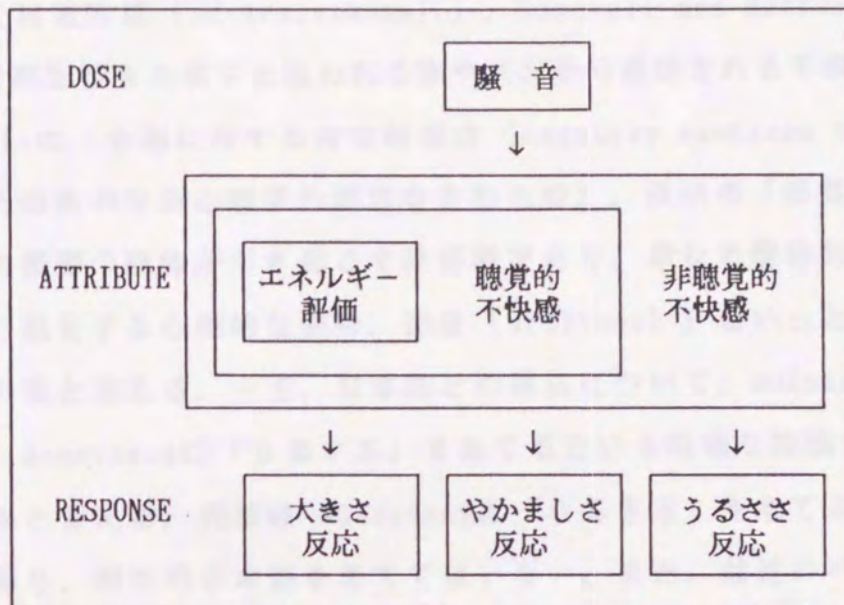


図2-4 騒音の心理的不快感にかかわる属性の構成
(泉¹³⁾より転載)

表2-1 騒音の心理的不快感の3属性とその要因
(泉¹³⁾より転載)

属性名	概念	要因名	主要因
第1属性 "大きさ"	エネルギーの 主観的評価	物理的 定常性	音響エネルギー 周波数特性
第2属性 "やかましさ"	聴覚的 不快感	物理的 非定常性	純音成分 継続時間 衝撃性 断続性
第3属性 "うるささ"	非聴覚的 不快感	非物理的 特性	情報特性 嗜好 慣れ 状況 音源との関係

(註) 下位の属性は上位の属性の要因を包含する。

持つと思われる音源 (noise source) に対して抱く総体的な不快感 (displeasure) もしくは被害感 (adversiveness)」、Lindvall and Radfordの「個人あるいは集団に悪影響を及ぼすと思われる物や状況から連想される不快な感じ」、Kastka et al.の「音源に対する否定的感情 (negative emotions towards the source) やその他の社会心理学的要因を含むもの」、長田の「感覚、情緒、生活、身体への影響の総体が引き起こす被害感であり、単なる情緒的不快感ではなく、騒音に敵対する心理的な姿勢、態度 (attitude)」といった解釈の中に表現されていると言える。一方、日本語との対応について、noisinessに「やかましさ」を、annoyanceに「うるささ」をあてるという明確な持論を主張しているのは泉のみと言える。長田は annoyanceに「うるささ」をあてるべきではないと述べており、特定の日本語をあててはいない。また、前述のパネルディスカッション¹²⁾において、山本は、noisinessに「うるささ」を、annoyanceに「不快感」をあてるべきだとしており、泉との意見の一致をみていない。筆者は、詳細に説明の加えられている長田²⁴⁾の説を基本的に支持するものであるが、

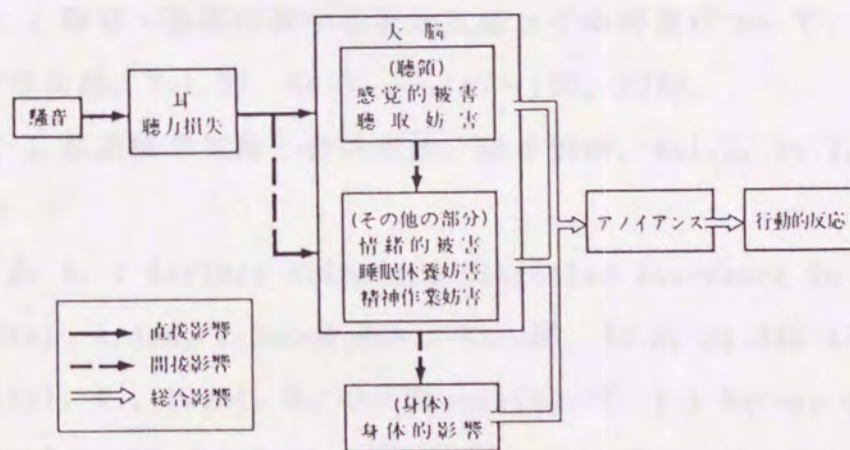


図 2 - 5 騒音の影響の進展 (長田²⁴⁾より転載)

長田の「騒音に敵対する心理的な姿勢、態度」を「騒音源に敵対する心理的な姿勢、態度」と解釈したい。また、筆者は、騒音の annoyance に対応する訳語として、泉の言う「うるささ」を採用したい。「うるささ」と“annoyance”の対応関係については議論のあるところであるが、それは、あくまでも学術的な用語の定義に関する議論である。パネルディスカッションでも平松、山田等が述べているように、日本国内においても地域によって「うるさい」と言ったり「やかましい」と言ったり、その両方を使ったりと様々である。筆者は、社会調査によって実生活の場での「うるささ」を尋ねた場合、その用語がその地域で一般に使用されている限り、音（あるいは音源）に伴う総合的な意味での不快感即ちアノイアンス反応が得られるのではないかと考えている。

参考文献

- 1) Guignard, J. C. : Combined Effects of Noise and Vibration on Man, University of Dayton Technical Report 73-51, pp.1-12, 1973.
- 2) 西宮 元 : 騒音・振動に関する社会反応とその特徴について, 日本音響学会誌, Vol.32, No.3, pp.147~155, 1976.
- 3) 豊田栄次 : 鉄道騒音振動と住民意識, 騒音制御, Vol.3, No.2, pp.24-27, 1979.
- 4) Fields, J. M. : Railway Noise and Vibration Annoyance in Residential Areas, J.Sound Vib., Vol.66, No.3, pp.445-458, 1979.
- 5) Dankittikul, W., Izumi, K. and Yamaguchi, T. : A Survey on Community Response to Road Traffic Noise in Muroran, Japan, Noise Committee Memorandum, Acoustical Society of Japan, N-92-36, pp.1-10, 1992.
- 6) Fleming, D. B. and Griffin, M. J. : A Study of the Subjective Equivalence of Noise and Whole-Body Vibration, J.Sound Vib., Vol.42,

- No.4, pp.453-461, 1975.
- 7)徳山久雄 : 騒音と振動の複合入力による感覚反応, 騒音制御, Vol.6, No.3, pp.43~47, 1982.
 - 8)吉川昭吉郎, 佐野和久, 佐藤達哉 : ラウドネスに対する振動の寄与, 日本音響学会聴覚研究会資料, H-86-42, pp.1~8, 1986.
 - 9)Houwarth, H. V. C and Griffin, M. J. : Subjective Response to Combined Noise and Vibration: Summation and Interaction Effects, J. Sound Vib., Vol.143, No.3, pp.443-454, 1990.
 - 10)Stephens, D. G. and Mayes, W. H. : Aircraft Noise-Induced Building Vibrations, Community Noise, ASTM STP 692, R. J. Peppin and C. W. Rodman, Eds., American Society for Testing and Materials, pp.183-194, 1979.
 - 11)Kryter, K. D. : The Effects of Noise on Man, Second Edition, Academic Press, pp.161-167, 1985.
 - 12)日本音響学会関西支部 : パネルディスカッション : Loudness, noisiness, annoyanceを廻って, 日本音響学会騒音研究会資料, 1980.
 - 13)泉清人 : 断続性騒音の不快感の評価に関する研究, 京都大学学位論文, pp.40-47, 1978.
 - 14)矢野隆 : 非定常騒音の不快感の評価に関する研究, 大阪大学学位論文, pp.7-12, 1987.
 - 15)難波精一郎 : ノイジネス・アノイヤンスについて, 日本音響学会誌, Vol.44, No.10, pp.775~780, 1988.
 - 16)Stevens, S. S. : Perceived Level of Noise by Mark VII and Decibels(E), J. Acoust. Soc. Am., Vol.51, No.7, pp.576-601, 1972.
 - 17)Kryter, K. D. : The Effects of Noise on Man, Academic Press, pp.270-271, 1985.
 - 18)Burns, W. : Noise and Man, Second Edition, John Murray, p.116, 1973.
 - 19)Scharf, B. : Loudness and Noisiness - Same or Different?,

- Proceedings of Inter-Noise 74, pp.559-564, 1974.
- 20) May, D. N. : Basic Subjective Responses to Noise, Handbook of Noise Assessment, Van Nostrand Reinhold, D. N. May, Ed., pp.5-6, 1978.
- 21) Molino, J. A. : Annoyance and Noise, Handbook of Noise Control, Second Edition, McGraw-Hill, C. M. Harris, Ed., pp.16-1~16-2, 1979.
- 22) Berglund, B., Berglund, U. and Lindvall, T. : Scaling Loudness, Noisiness, and Annoyance of Aircraft Noise, J.Acoust.Soc.Am., Vol.57, No.4, pp.930-934, 1975.
- 23) Berglund, B., Berglund, U. and Lindvall, T. : On the Meaning of Annoyance, Noise Committee Memorandum, Acoustical Society of Japan, N-86-10-5, pp.1-8, 1986.
- 24) 長田泰公 : 騒音のうるささ, 騒音制御, Vol.13, No.4, pp.3~6, 1989.

第3章 交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響の有無

第2章において、騒音と振動の相互影響に関する幾つかの研究成果を見てきた。結論に相違はあるにせよ、いずれの結果も騒音と振動の間に何らかの相互影響を見い出しているものといえる。本章では、札幌市内において実施した道路及び鉄道周辺の騒音・振動に関する2シリーズの社会調査に基づいて、振動レベルの大きな地域と小さな地域とで、騒音のうるささに関する住民反応に相違が認められるか否かを検討する。

3-1. 道路交通騒音・振動に関する調査

3-1-1. 調査の概要

本調査に先立ち、札幌市内の広範な地区を対象として、視察と簡単な実測による予備調査を実施した。その目的は、1) 騒音レベルと振動レベルの関係が出来るだけ異なる地区を見つけること、2) ある程度まとまった軒数の住宅が存在する地区を見つけることの2点である。その結果選定された13の調査対象地区は図3-1の通りであり、これらの地区は、道路からの距離が出来るだけ等しくなるように2~3のブロックに区分された。ブロックの数は総計37となり、各々10軒程度の住戸を含んでいる。一例を図3-2に示す。アンケート調査の実施時期は1984年9~10月、騒音レベルと振動レベルの実測はアンケート調査終了後の10~11月に行った。アンケート調査は、これに先駆けて、調査対象の住戸354戸に対して調査予定日時を記入した依頼状を配布し、本調査では訪問面接法を採用した。調査対象は原則として主婦としたが、止むを得ない場合は、普段家に居て一日の様子が伺える機会の多い人に回答を求めた。また、住戸構造は全て木造一戸建に限定した。最終的な有効回答数は、表3-1に示す通り219件である。調査票は「生活環境意識調査」と題してマスク用の質問を含めるなど、騒音、振動に関する調査だという先入観を与えないように配慮した。調査票の概要は表3-2の通りで、32の質問項目と9の調査員観察項目から成っている。なお、主質問の「道路交通騒音のうるささ」、「道路交通振動

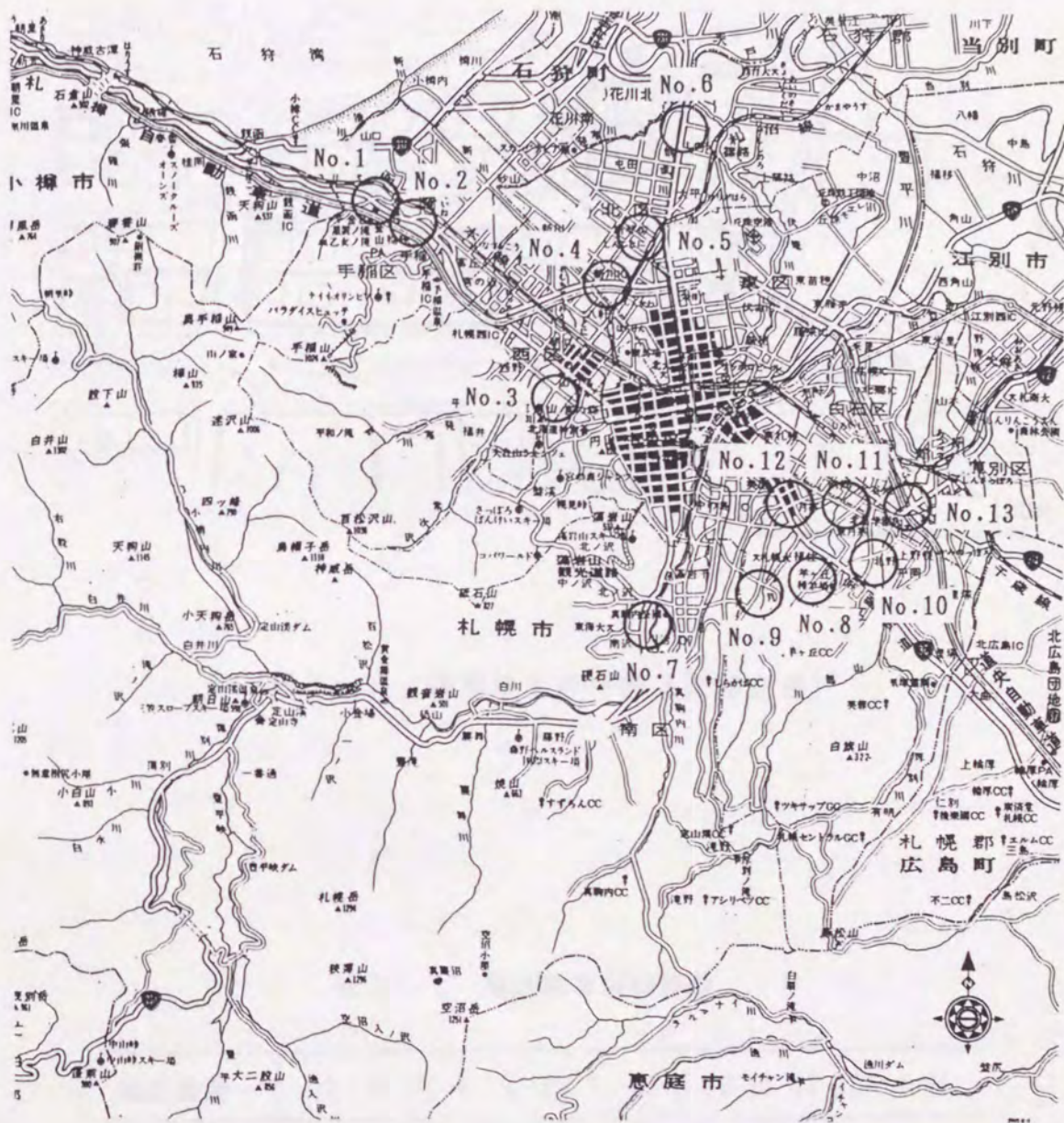


図3-1 道路交通騒音・振動に関する調査地区(1984年度)

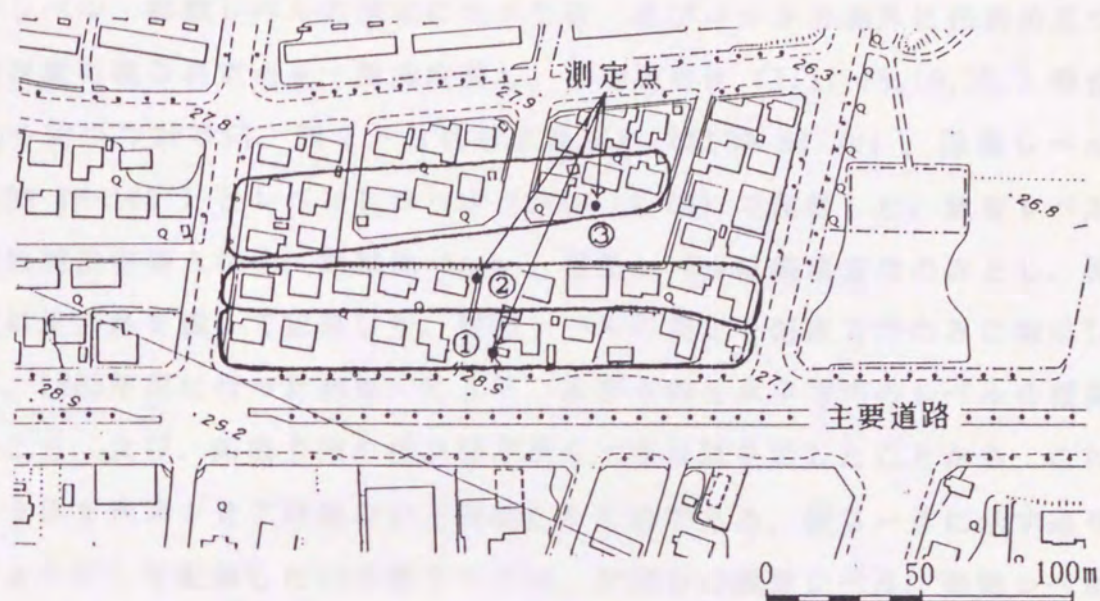


図3-2 調査地区の一例（道路交通）

表3-1 地区別有効回答数

地区番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	合計
有効回答数	20	16	21	18	12	21	16	21	13	16	16	12	17	219

の気になる程度」は表3-2の通り、5段階のカテゴリー評定とした。一方、騒音レベル・振動レベルの測定については、各ブロックの屋外に代表的且つ測定器設置可能な測定点を一箇所設置し、4時間おき(7,11,15,19,23,3時台)に10分間ずつ計6回、図3-3に示す騒音計(RION NA-20)、振動レベル計(RION VM-14B)とレベルレコーダ(RION LR-04)で記録した。騒音レベルは周波数補正回路A特性、動特性fast、振動レベルは鉛直方向のみとし、振動感覚補正回路を通して記録した。振動レベルの測定を鉛直方向のみに限定したのは、1983年度に行った調査¹⁾により、鉛直方向と水平方向のレベルの相関が高いこと、及び、鉛直方向の指示値が最も大きな値を示したことから、これのみで全体を代表させて問題ないと判断したためである。図3-4に示す通り、このようにして記録した10分間ずつ6回、計60分の騒音レベル、振動レベルの波形が1日のレベル変動を表わしていると仮定し、5秒毎、計720個のレベルを読み取って、騒音・振動の各種評価尺度(L_x , $L_{eq(24)}$, L_{dn} 等)の値を計算した。以下、混同を避けるために、振動レベルについては VL_x 等、記号の頭にVを付けて表すことにする。

さて、社会調査を行なう際には、回答者にバイアスのかからないように十分注意する必要がある。この調査は騒音のうるささに及ぼす振動の影響を検討することが主目的であるため、筆者は図3-5に示す手順で調査を進めることにより、バイアスの除去を試みている。即ち、1つは、通常行うように、アンケート調査終了後に物理的測定を行うこと、さらに「騒音」に関する質問項目の後に「振動」に関する項目を置くことである。これにより、少なくとも振動に関する質問が騒音に関する回答に影響を与えることはないと言える。

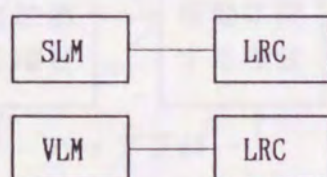
なお、この調査は、道路交通を主音源とする地区を選定して実施したものであるが、測定した騒音レベルや振動レベルの中には他の音源や振動源によるものも含まれている可能性があり、厳密に言えば、道路交通を主音源とする地区の環境騒音・振動を測定したものであることを付記しておく。

表3-2 調査票の概要 (道路交通騒音・振動の場合)

分類	主な内容
住民の属性(Face)	年齢、性別、家族数、居住年数、職業の有無
地域環境	交通の便、買い物の便、公共施設、公害意識
騒音全般	気になる音の種類、車の種類、近隣騒音
道路交通騒音	具体的影響、うるささ(*)、季節、時間
振動全般	気になる振動の種類、車の種類、近隣振動(**)
道路交通振動	具体的影響、気になる程度(*)、季節、時間
騒音・振動全般	気にしている家族、対処の仕方、総合被害意識
(再び) 地域環境	移転の意思と原因、日常生活上の不満
調査員観察	周辺状況、回答者の性格、建物の種類

* 主質問：道路交通騒音のうるささ、道路交通振動の気になる程度については5段階のカテゴリー評定(全く-あまり-やや-かなり-非常に)

** 「近隣振動」という用語は、音の場合の「近隣騒音」に対応するものとして用いており、例えば住宅用設備機器に伴う振動などを想定している。



SLM : Sound Level Meter, RION NA-20

VLM : Vibration Level Meter, RION VM-14B

LRC : Level Recorder, RION LR-04

図3-3 道路交通騒音・振動の測定分析機器

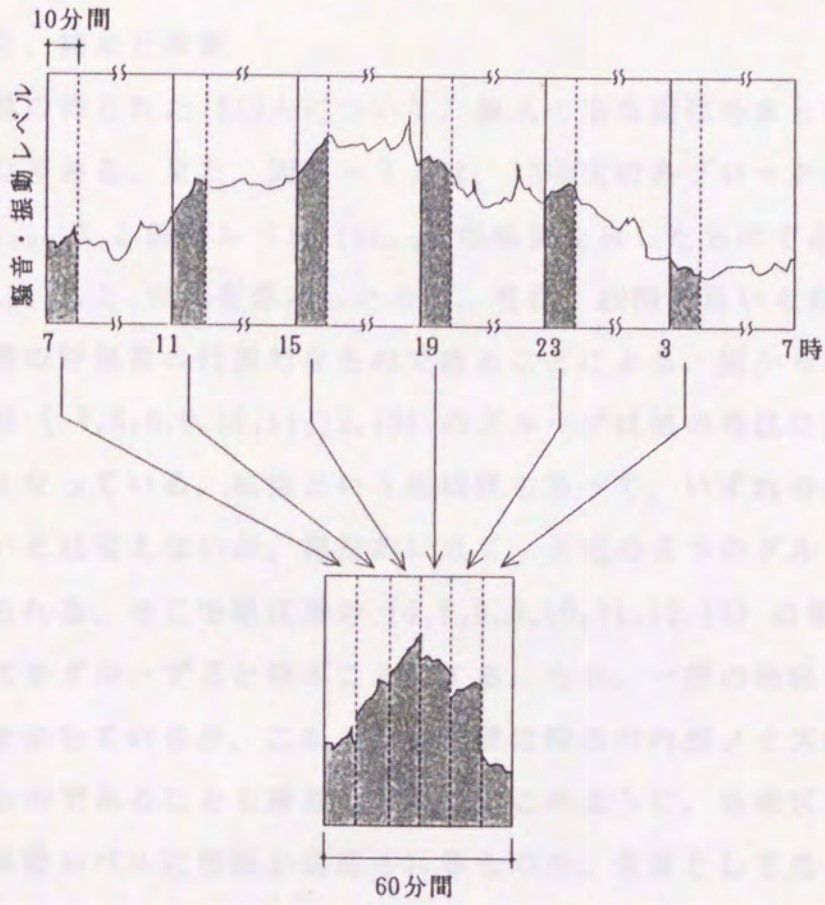


図 3-4 道路交通騒音レベル・振動レベルの測定時間の設定

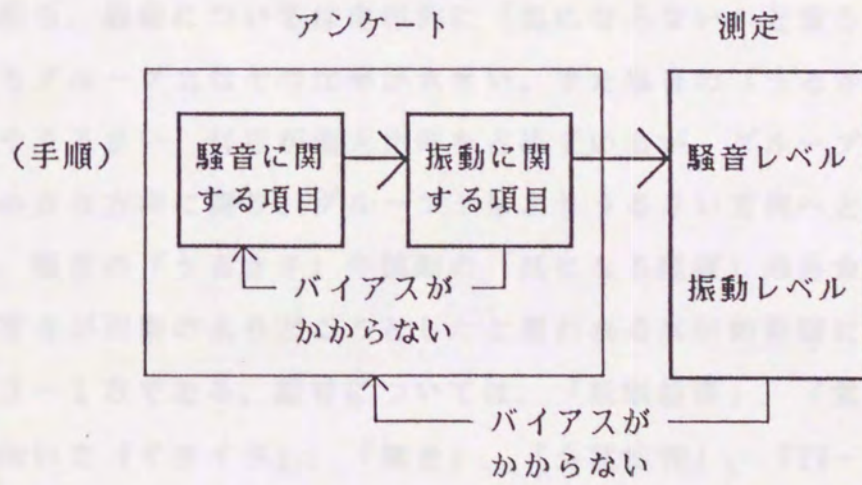


図 3-5 調査の手順

3-1-2. 結果と考察

有効な回答の得られた 219人について、個人の主な属性をまとめたものが図 3-6~10である。また、図 3-11 は、13地区の各ブロックにおける騒音レベル ($L_{eq(24)}$) と振動レベル (VL_{10}) の関係を表したものである。双方の評価尺度に $L_{eq(24)}$ と VL_{10} を採用したのは、現在、我国で用いられている変動騒音と変動振動の評価量の代表的なものであることによる。図から明らかなように、地区番号 (4,5,6,9,10,11,12,13) のグループは他の地区に比べて振動レベルが大きくなっている。札幌という地域性もあって、いずれの地区も振動レベルは大きいとは言えないが、相対的に見て、上述の2つのグループに分類出来ると考えられる。そこで地区番号 (4,5,6,9,10,11,12,13) の地区をグループ 1、他の地区をグループ 2 と呼ぶことにする。なお、一部の地区の VL_{10} がかなり小さな値を示しているが、これらの測定値は機器の内部ノイズの影響を受けない範囲のものであることを確認している。このように、各地区においては騒音レベルと振動レベルに相関が認められるものの、全体として見ると、騒音レベルがほぼ同じ地区でも振動レベルに大きな相違のある様子が伺える。図 3-12 は、それぞれ騒音と振動に対する不快感反応の分布を2つのグループについて比較したものである。振動はもちろん、騒音についても両者に相違が認められる。即ち、振動については全体的に「気にならない」という回答者が多いが、中でもグループ 2 はその比率が大きい。また騒音の「うるささ」は、いずれも「ややうるさい」付近が最大比率を占めているが、グループ 2 はうるささの程度が小さな方向に偏り、グループ 1 はよりうるさい方向へと偏りが見られる。一方、騒音の「うるささ」や振動の「気になる程度」の各カテゴリーに反応した回答者が判断のよりどころとしたと思われる具体的影響について整理したのが図 3-13 である。騒音については、「就眠妨害」、「覚醒」に集中しており、次いで「イライラ」、「驚き」、「会話妨害」、「TV・電話妨害」が大きく、「耳なり」や「頭痛」と言った生理的影響が起きるケースは非常に少ない。振動については、建具や物がゆれることによる間接的な影響が大きな比率を占め、全地区の振動レベルの大きさからみても、全身振動感覚で振動をと

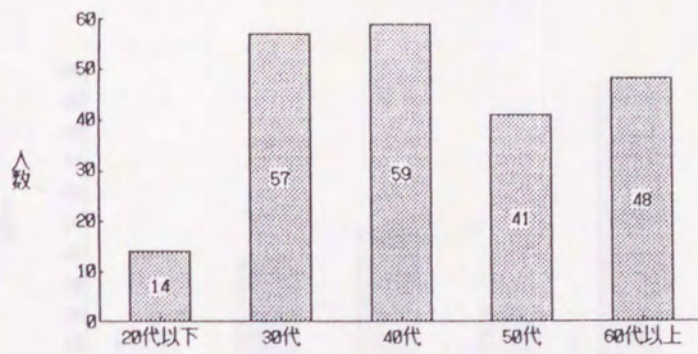


図 3 - 6 回答者の年齢層

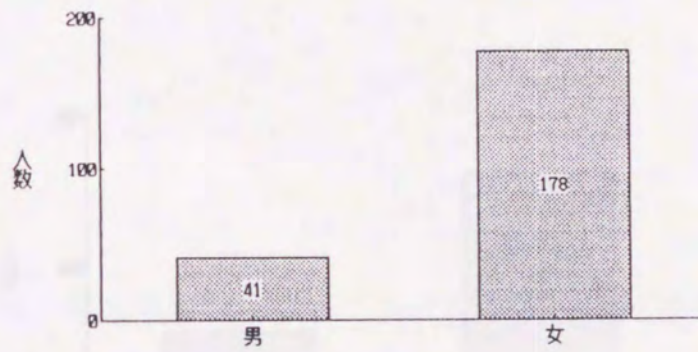


図 3 - 7 回答者の性別

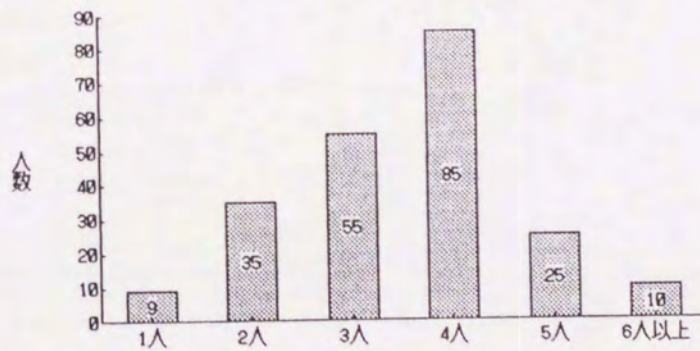


図 3 - 8 回答者の家族数

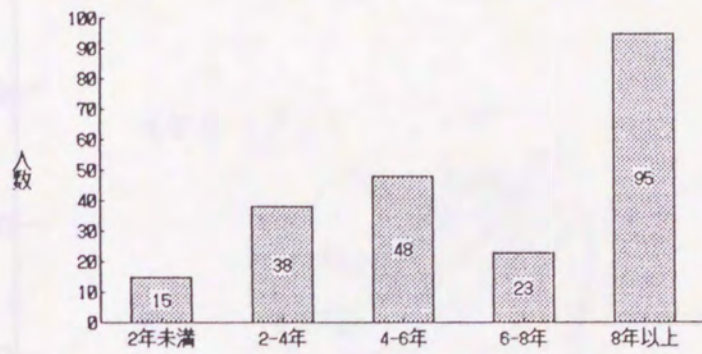


図3-9 回答者の居住年数

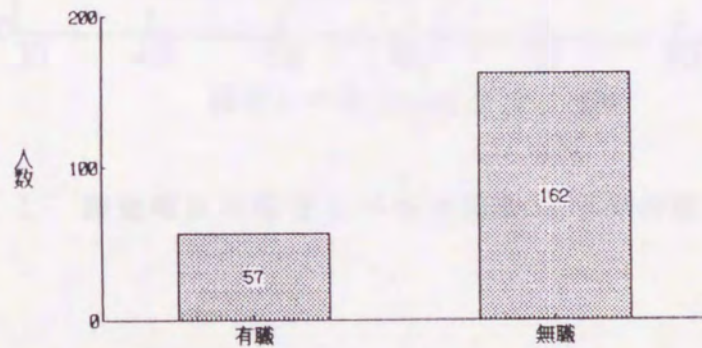


図3-10 回答者の職業の有無

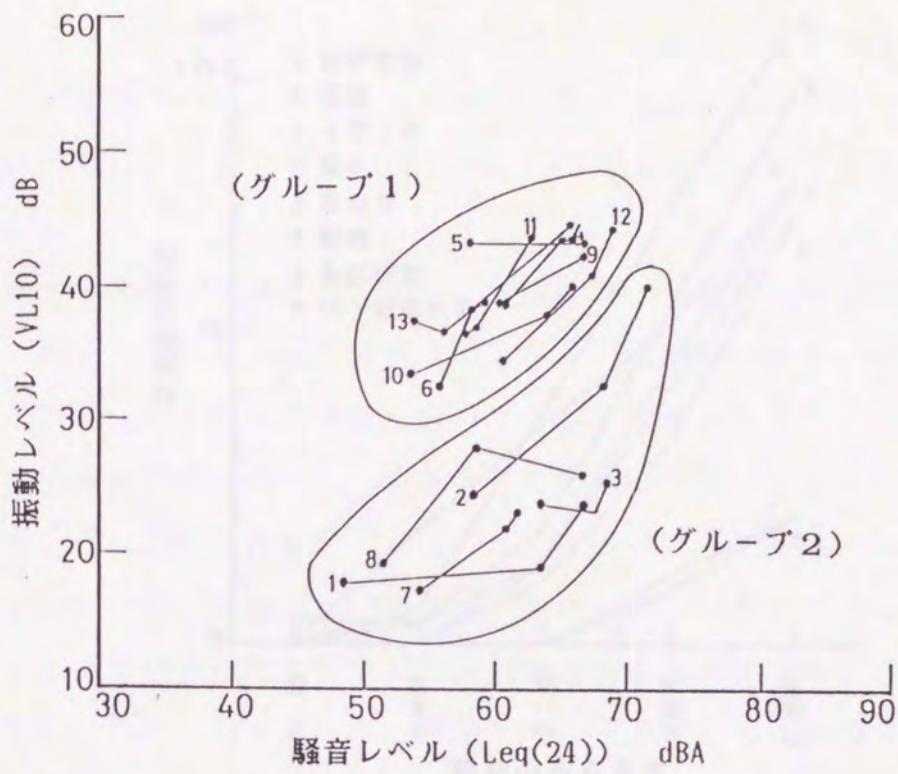


図3-11 調査地区の騒音レベルと振動レベルの関係 (道路交通)

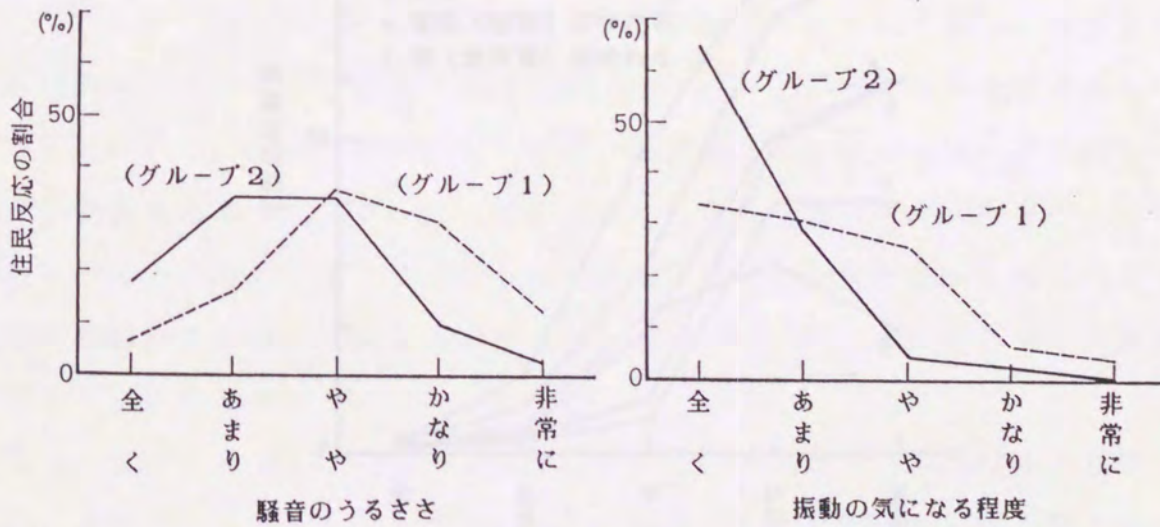


図3-12 道路交通騒音と振動に対する住民反応の分布

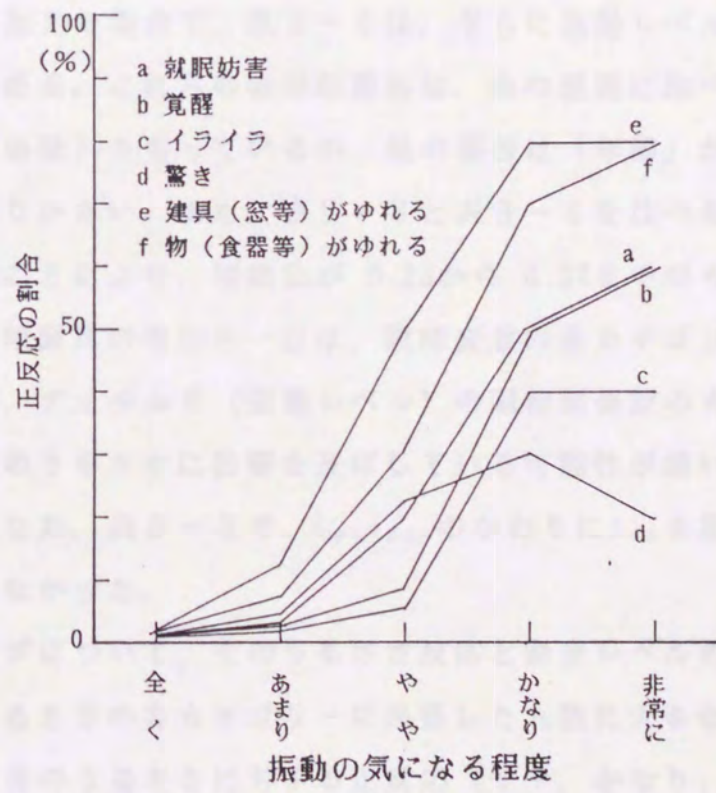
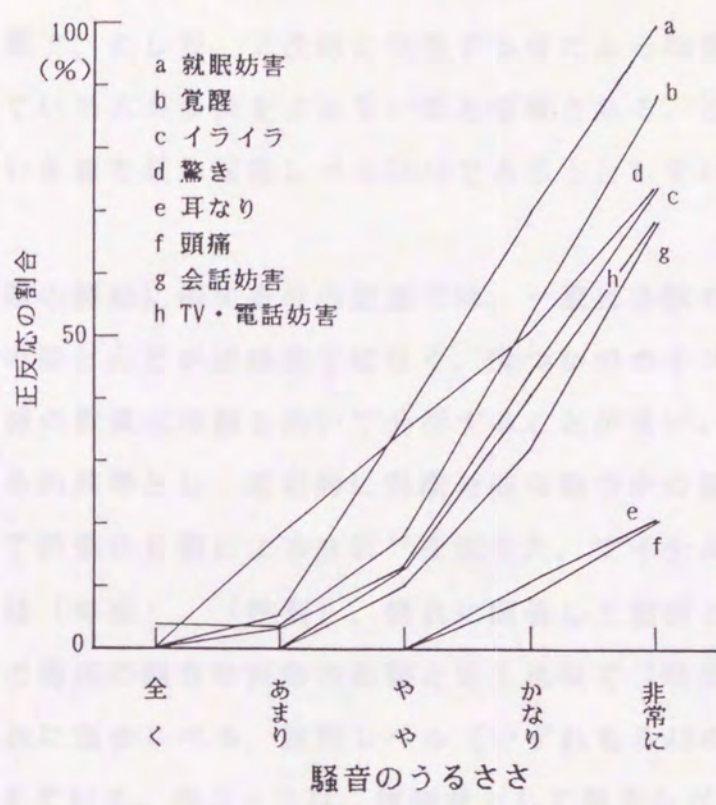


図3-13 道路交通騒音・振動の不快感と具体的影響の関係

らえている人は小数で、むしろ、2次的に発生する音による知覚に基づいた不快感として回答している人が多数を占めていると想像される。このことは、中野²⁾が振動感覚のいき値を概ね振動レベル55dBであろうとしていることから想像できる。

さて、騒音や振動の評価に関する社会調査では、一般に多数の要因を扱うことが多く、またそのほとんどが連続量ではなく、幾つかのカテゴリー量で構成されることから、林の数量化理論を用いて分析することが多い。ここでは騒音のうるささ反応を外的基準とし、客観的に判断可能な幾つかの要因を説明変量(アイテム)として数量化Ⅱ類による分析³⁾を試みた。アイテムとして、人間そのものに関しては「年齢」、「性別」、慣れに関係した要因としては「居住年数」、また、他の場所の騒音や振動の影響と言う意味で「職業の有無」の4要因を固定し、これに騒音レベル、振動レベル(いずれも5dBのカテゴリー化をしている)を加えている。表3-3は、物理量として騒音レベル($L_{eq(24)}$)のみを要因として加えた場合で、表3-4は、さらに振動レベル(VL_{10})を加えた場合の結果である。これらの物理的要因は、他の要因に比べていずれも高い寄与率(偏相関係数)をもっているが、他の要因は「年齢」がやや高いものの、その他はかなり小さい。また、表3-3と表3-4を比べると、振動レベルを要因に加えたことにより、相関比が0.23から0.37まで明らかに上昇しているのがわかる。相関比の増加の一因は、説明変数の全カテゴリー数の増加にあるとも言えるが、アイテム6(振動レベル)の偏相関係数の大きさから見て、振動レベルが騒音のうるささに影響を及ぼしている可能性が強いと解釈しても良いと思われる。なお、表3-3で、 $L_{eq(24)}$ のかわりに L_{dn} を用いても、結果はほとんど変わらなかった。

次に、両グループについて、そのうるささ反応と騒音レベルの関係を直接比較してみたい。うるささの各カテゴリーに回答した人数に大きな偏りがあるため、ここでは、騒音のうるささに対する正反応(やや、かなり、非常に)を一括して扱い、その数の騒音レベルに関する累積度数曲線を描いて分布状態を比較することにした。図3-14は、騒音レベルを2dBAごとにグルーピングした

表 3-3 数量化Ⅱ類による道路交通騒音のうるささの予測(1)
(騒音レベルと個人要因による予測)

Item No.	1	(年齢)			
	Freq.	Cat. score	Range	Partial cor.	
20代以下	1 : (14)	-1.37048	1.72972	0.21071	
30代	2 : (57)	0.09720			
40代	3 : (59)	0.22036			
50代	4 : (41)	0.35924			
60代以上	5 : (48)	-0.29342			
Item No.	2	(性別)			
	Freq.	Cat. score	Range	Partial cor.	
男	1 : (41)	-0.11632	0.14312	0.02815	
女	2 : (178)	0.02679			
Item No.	3	(居住年数)			
	Freq.	Cat. score	Range	Partial cor.	
2年未満	1 : (15)	0.95425	1.18412	0.15611	
2-4年	2 : (38)	0.17298			
4-6年	3 : (48)	-0.22987			
6-8年	4 : (23)	0.21622			
8年以上	5 : (95)	-0.15607			
Item No.	4	(職業の有無)			
	Freq.	Cat. score	Range	Partial cor.	
有	1 : (57)	0.00430	0.00581	0.00132	
無	2 : (162)	-0.00151			
Item No.	5	(騒音レベル, Leq(24))			
	Freq.	Cat. score	Range	Partial cor.	
55dBA以下	1 : (29)	-2.04564	2.91953	0.44776	
55-60dBA	2 : (58)	-0.22812			
60-65dBA	3 : (57)	0.12303			
65dBA以上	4 : (75)	0.87389			
Outside variable (騒音のうるささ)					
	Freq.	Cat. score			
全 く	1 : (25)	-1.07057			
あまり	2 : (52)	-0.33147			
やや	3 : (76)	0.27376			
かなり	4 : (47)	0.21826			
非常に	5 : (19)	0.68090			
Eta-square (Correlation ratio)					
0.23338					

表3-4 数量化Ⅱ類による道路交通騒音のうるささの予測(2)
(説明変数に振動レベルを加えた場合)

Item No.	1	(年齢)			
	Freq.	Cat. score	Range	Partial cor.	
20代以下	1 : (14)	-0.93687	1.13919	0.17766	
30代	2 : (57)	0.08659			
40代	3 : (59)	0.02431			
50代	4 : (41)	0.20232			
60代以上	5 : (48)	-0.03226			
Item No.	2	(性別)			
	Freq.	Cat. score	Range	Partial cor.	
男	1 : (41)	0.00747	0.00920	0.00255	
女	2 : (178)	-0.00172			
Item No.	3	(居住年数)			
	Freq.	Cat. score	Range	Partial cor.	
2年未満	1 : (15)	0.48368	0.56696	0.10670	
2-4年	2 : (38)	0.13713			
4-6年	3 : (48)	-0.07024			
6-8年	4 : (23)	-0.05144			
8年以上	5 : (95)	-0.08328			
Item No.	4	(職業の有無)			
	Freq.	Cat. score	Range	Partial cor.	
有	1 : (57)	0.04711	0.06368	0.02025	
無	2 : (162)	-0.01657			
Item No.	5	(騒音レベル, Leq(24))			
	Freq.	Cat. score	Range	Partial cor.	
55dBA以下	1 : (29)	-0.26167	0.95193	0.28058	
55-60dBA	2 : (58)	-0.52737			
60-65dBA	3 : (57)	0.11112			
65dBA以上	4 : (75)	0.42456			
Item No.	6	(振動レベル, VL10)			
	Freq.	Cat. score	Range	Partial cor.	
20dB以下	1 : (27)	-1.87164	2.69064	0.53588	
20-25dB	2 : (43)	-0.50302			
25-30dB	3 : (13)	0.03411			
30-35dB	4 : (23)	-0.03707			
35-40dB	5 : (64)	0.50691			
40dB以上	6 : (49)	0.81900			
Outside variable (騒音のうるささ)					
	Freq.	Cat. score			
全く	1 : (25)	-1.12741			
あまり	2 : (52)	-0.59569			
やや	3 : (76)	0.22461			
かなり	4 : (47)	0.55854			
非常に	5 : (19)	0.83363			

Eta-square (Correlation ratio)

0.37410

場合の比較である。騒音レベルのレンジは両グループともほぼ同じであるが、例えば正反応に該当する回答者のうち半数が存在するレベルはグループ1で約62dBA、グループ2で約68dBAと6dBA程度の相違として表われている。これら2つの曲線が有意な差をもっているかどうかを検定する目的で、コルモゴロフ・スミルノフの検定⁴⁾を行った。この検定法は、いわゆるノンパラメトリック検定法の一つで、変量が順序尺度の時に用いられる。この方法を用いたのは、1) 2つのグループの母集団の分布が正規分布であるという仮定がたてにくく分布の型が明確でないこと、2) 騒音レベルの単位であるデシベル尺度が本来順序尺度であることの2つの理由による。検定の計算及び結果を表3-5に示す。両側検定の結果1%水準で有意差が認められ、両者は異なる母集団からのサンプルであると言える。さらに、片側検定の結果からも同様に1%水準で有意差が認められ、グループ1の累積度数の増加傾向が、グループ2を上回ると結論出来る。

以上により、振動が騒音のうるささに影響を及ぼす可能性が強いという結論を得た。

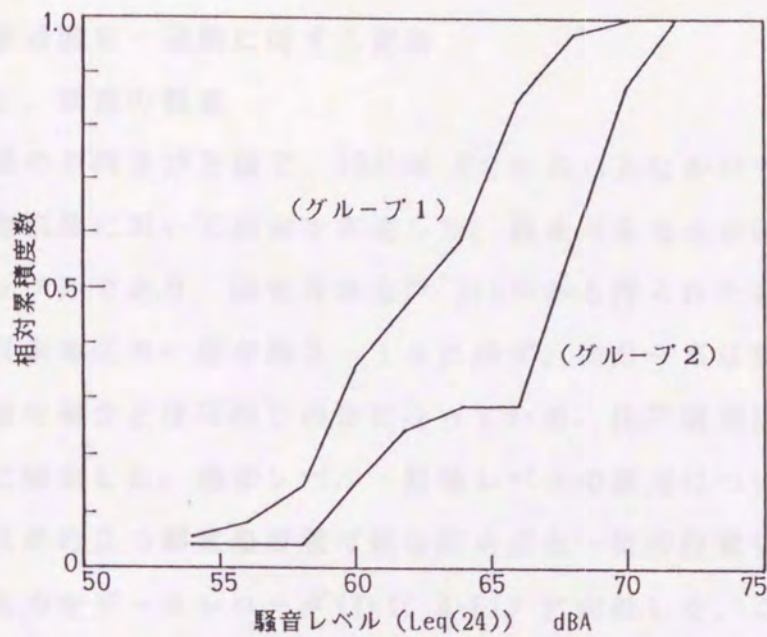


図3-14 グループ別「道路交通騒音のうるささ」正反応の分布

表3-5 コルモゴロフ・スミルノフ検定の結果

(S(X)とS2(X)はグループ別うるささ正反応の相対累積度数を表す)

Leq(24)	52-54	54-56	56-58	58-60	60-62	62-64	64-66	66-68	68-70	70-72
S1(X)	0.052	0.082	0.144	0.361	0.474	0.588	0.845	0.969	1.000	1.000
S2(X)	0.044	0.044	0.044	0.156	0.244	0.289	0.289	0.578	0.867	1.000
S1(X)-S2(X)	0.008	0.038	0.100	0.205	0.230	0.299	0.556	0.391	0.133	0.000

- two tailed test: $D_{.01} = 1.63 \sqrt{(97+45)/(97 \times 45)} = 0.294$
 $D = \max. |S1(X) - S2(X)| = 0.556$, $D > D_{.01}$, significance of 1% level
- one tailed test: $\chi^2 = 4 \times (0.556)^2 \times (97 \times 45) / (97 + 45) = 38.0$, $\chi^2_{.01}(2) = 9.21$
 $\chi^2 > \chi^2_{.01}(2)$, significance of 1% level

3-2. 鉄道騒音・振動に関する調査

3-2-1. 調査の概要

前節と同様の目的及び方法で、1987年9月から11月にかけて、札幌市内を走る3本の鉄道沿線において調査を実施した。調査対象地区は図3-15の9地区(24ブロック)であり、調査対象住戸319戸から得られた有効回答数は154件である。対象地区の一例を図3-16に示す。表3-6は調査票の概要であり、道路交通の場合とほぼ同じ内容になっている。住戸構造についても、全て木造一戸建に限定した。騒音レベル・振動レベルの測定については、各ブロックの屋外に代表的且つ測定器設置可能な測定点を一箇所設置し、騒音計と振動レベル計の出力をデータレコーダ(TEAC R-61)に記録した。これらのデータを持ち帰り、騒音レベルについては周波数補正回路A特性及び動特性fastの設定で、また振動レベル(鉛直方向のみ)については、振動感覚補正回路を通して、レベルレコーダ(RION LR-04)に波形を記録した。測定・分析機器をまとめたのが図3-17である。対象地区を通過する列車は全て旅客専用であり、貨物列車は含まれていない。また、通過列車の本数は表3-7に示す通りで、地区番号1が113本、地区番号2が199本、地区番号9が66本、その他の地区が325本である。これらの列車を特急、急行、快速、普通等の種類と車両編成をもとに数グループに分類し、各グループの代表的なものについて、上り列車、下り列車の通過時の波形を記録した。この波形から0.25秒毎のレベルをサンプリングし、図3-18に示す方法で1列車あたりのTotal Energy Level (L_{en})を計算した。さらに、これを全列車についてエネルギー加算して、1日あたりの総暴露エネルギーレベルを求めた。以下、混同を避けるために、これらのレベルを、騒音については $L_{en(day)}$ 、振動については $VL_{en(day)}$ と表記することにする。なお、 $L_{en(day)}$ という評価量は一般的に使用されていないが、これをエネルギー量に変換して1日あたりの時間(秒)で除し、再びレベル量に変換すれば、鉄道騒音のみによる $L_{eq}(24)$ が求まることになる。

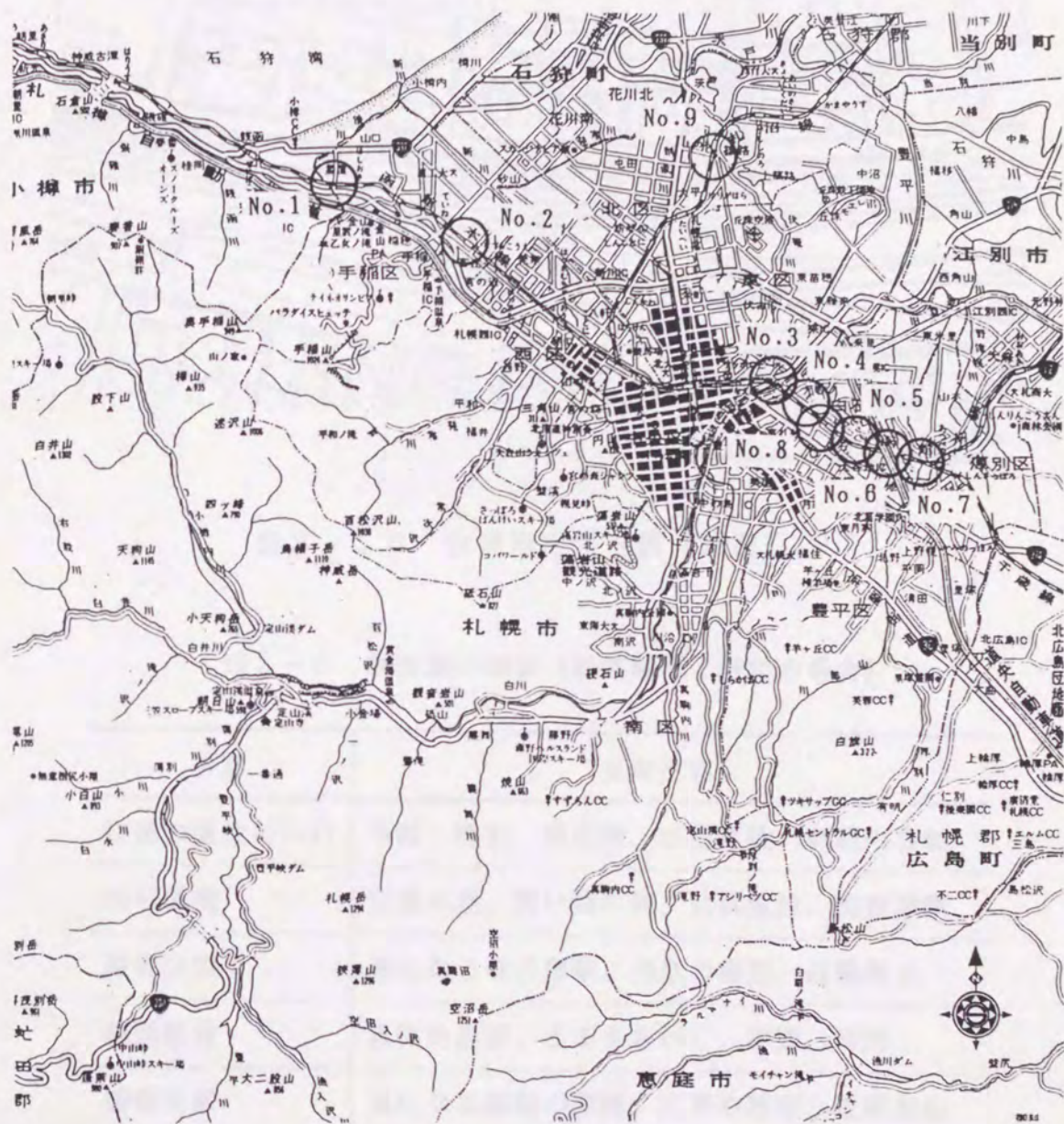


図3-15 鉄道騒音・振動に関する調査地区 (1987年度)

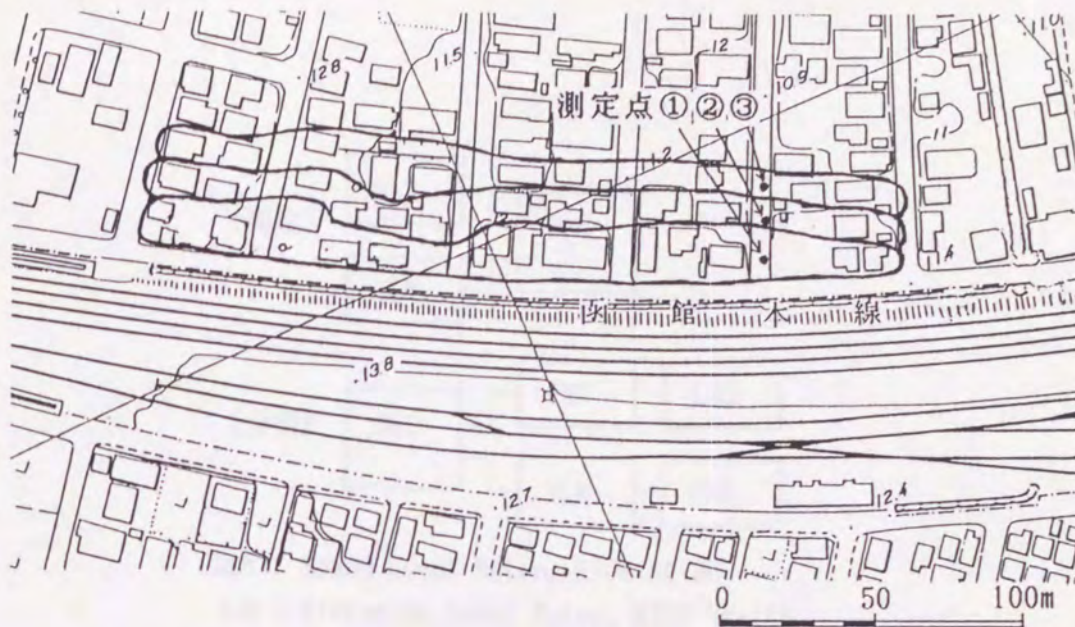
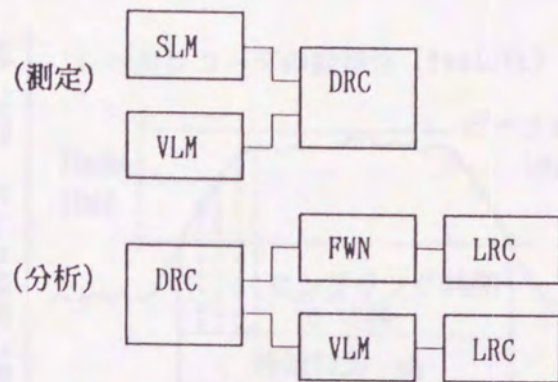


図3-16 調査地区の一例（鉄道）

表3-6 調査票の概要（鉄道騒音・振動の場合）

分類	主な内容
住民の属性(Face)	年齢、性別、家族数、居住年数、職業の有無
地域環境	交通の便、買い物の便、公共施設、公害意識
騒音全般	気になる音の種類、列車の種類、近隣騒音
鉄道騒音	具体的影響、うるささ(*)、季節、時間
振動全般	気になる振動の種類、列車の種類、近隣振動
鉄道振動	具体的影響、気になる程度(*)、季節、時間
騒音・振動全般	気にしている家族、対処の仕方、総合被害意識
(再び) 地域環境	移転の意思と原因、日常生活上の不満
調査員観察	周辺状況、回答者の性格、建物の種類

* 主質問：鉄道騒音のうるささ、鉄道振動の気になる程度については5段階のカテゴリ-評定（全く-あまり-やや-かなり-非常に）

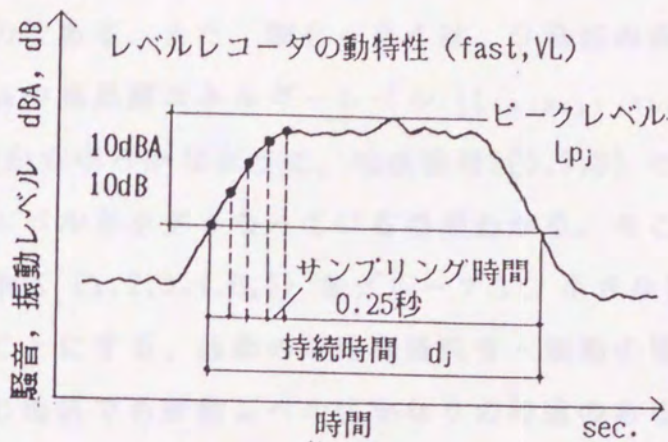


SLM : Sound Level Meter, RION NA-20
 VLM : Vibration Level Meter, RION VM-14B
 DRC : Data Recorder, TEAC R-61
 FWN : Frequency Weighting Network, RION NF-13
 LRC : Level Recorder, RION LR-04

図3-17 鉄道騒音・振動の測定分析機器

表3-7 地区別有効回答数と通過列車本数

地区番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	合計
有効回答数	23	8	15	10	22	16	10	22	28	154
列車本数	113	199	325	325	325	325	325	325	66	-



* 1列車あたりの Total Energy Level

$$Len_j = 10 \log_{10} \left\{ \left(\frac{1}{n} \cdot \sum 10^{L_i/10} \right) \cdot d_j \right\}$$
 n : サンプリング数

* 1日あたりの総暴露エネルギーレベル

$$Len(\text{day}) = 10 \log_{10} \sum 10^{Len_j/10}$$
 N : 1日の通過列車本数
 (振動については VLen と表記する)

図3-18 鉄道騒音・振動の時間特性に関する用語の定義と評価尺度

3-2-2. 結果と考察

図3-19~23は、有効な回答の得られた154人について、個人の主な属性をまとめたものである。また、図3-24は、9地区の各ブロックにおける騒音と振動の1日の総暴露エネルギーレベル ($L_{en(day)}$, $V_{L_{en(day)}}$) の関係を表している。図から明らかなように、地区番号(5,7,9)のグループは他の地区に比べて振動レベルが小さくなっているのがわかる。そこで、相対的に振動レベルの大きな地区(1,2,3,4,6,8)をグループ1、小さな地区(5,7,9)をグループ2と呼ぶことにする。前節の道路交通騒音・振動の場合と同様に、騒音レベルがほぼ同じ地区でも振動レベルにかなりの相違のある様子が伺える。図3-25は、騒音と振動に対する不快感反応の分布を2つのグループについて比較したものである。図に示す通り、前節の道路交通騒音・振動の場合に比べて両グループに明確な傾向の相違は認められない。ただし、正反応(やや、かなり、非常に)の割合を比べると、グループ1では騒音と振動に対する正反応がそれぞれ62.5%と38.3%、グループ2では58.3%と36.7%であり、若干ではあるがグループ1がグループ2を上回っている。一方、騒音の「うるささ」や振動の「気になる程度」の各カテゴリーに反応した回答者が判断のよりどころとしたと思われる具体的影響について整理したのが図3-26である。騒音については、「会話妨害」、「TV・電話妨害」に集中しており、間欠騒音の特徴がよく表れていると言える。次いで「就眠妨害」が大きく、その他の項目の占める割合は小さい。振動については、「全身で感じる」「床が振動する」「建具がゆれる」の割合が大きく、次いで「物がゆれる」が大きい。振動レベルの大きさからみても、全身振動を感じている人はかなりの割合を占め、さらに建具や物のゆれにより2次的に発生する音に基づいて不快感を感じている人が多数を占めていると思われる。

次に、前節と同様に、騒音のうるささに関する正反応の累積度数分布を描き、その分布状態により比較することにする。図3-27はその結果である。騒音レベルのレンジは両グループともほぼ同じであるが、正反応に該当する回答者のうち半数が存在するレベル ($L_{en(day)}$) はグループ1で約104dBA、グループ

2で約109dBAと5dBA程度の相違として表われている。これら2つの曲線に、コルモゴロフ・スミルノフの検定を適用した結果が表3-8であり、5%水準で有意差が認められた。即ち、グループ1の累積度数の増加傾向が、グループ2を上回ると結論出来る。

以上により、道路交通騒音と同様、鉄道騒音に関しても、振動が騒音のうるささに影響を及ぼす可能性が強いという結論を得た。

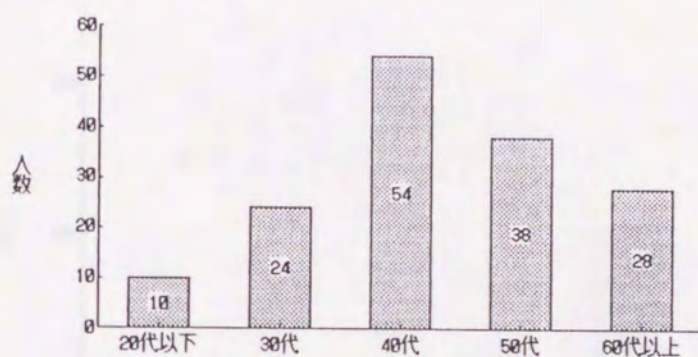


図3-19 回答者の年齢層

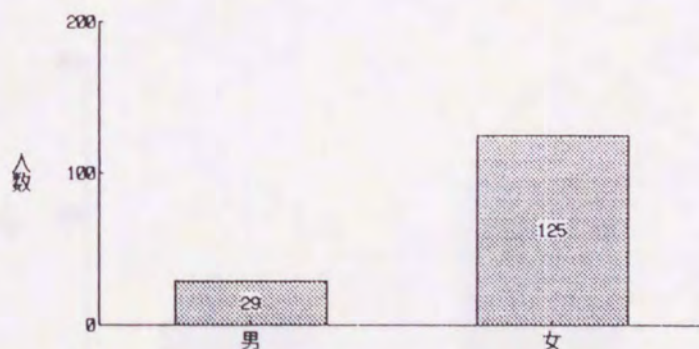


図3-20 回答者の性別

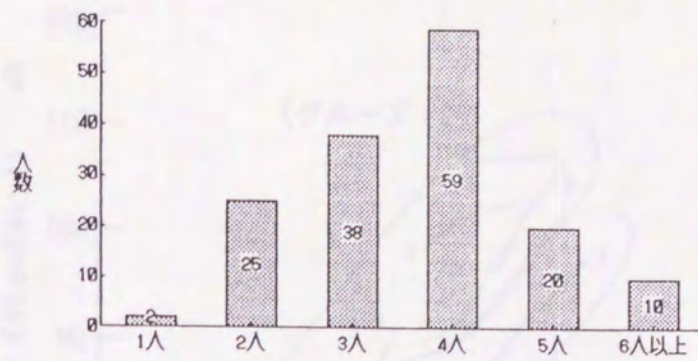


図3-21 回答者の家族数

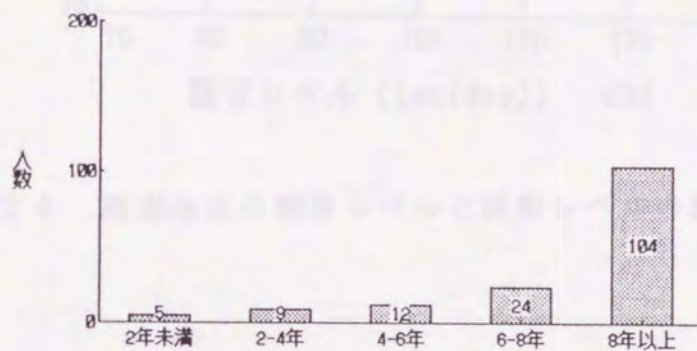


図3-22 回答者の居住年数

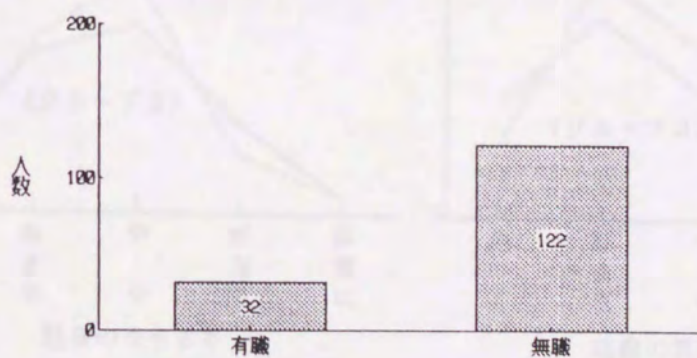


図3-23 回答者の職業の有無

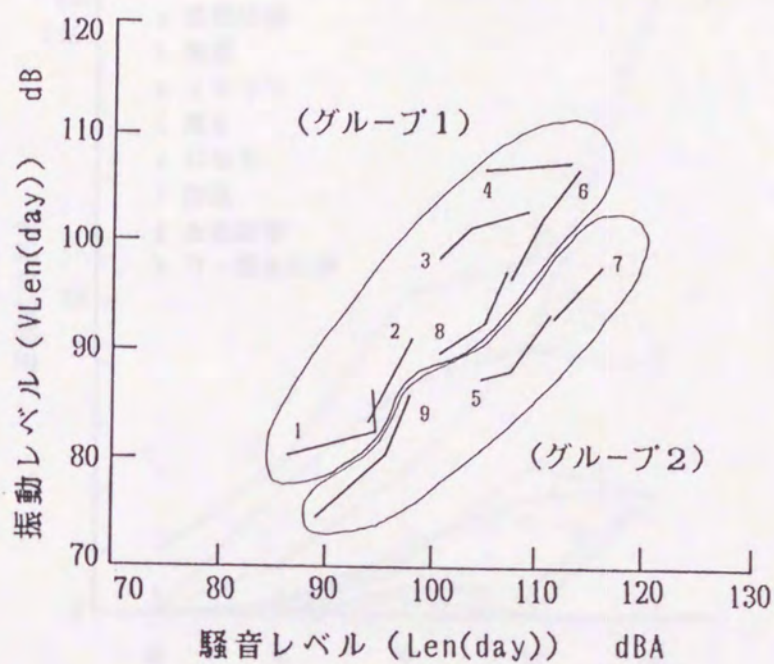


図 3 - 2 4 調査地区の騒音レベルと振動レベルの関係 (鉄道)

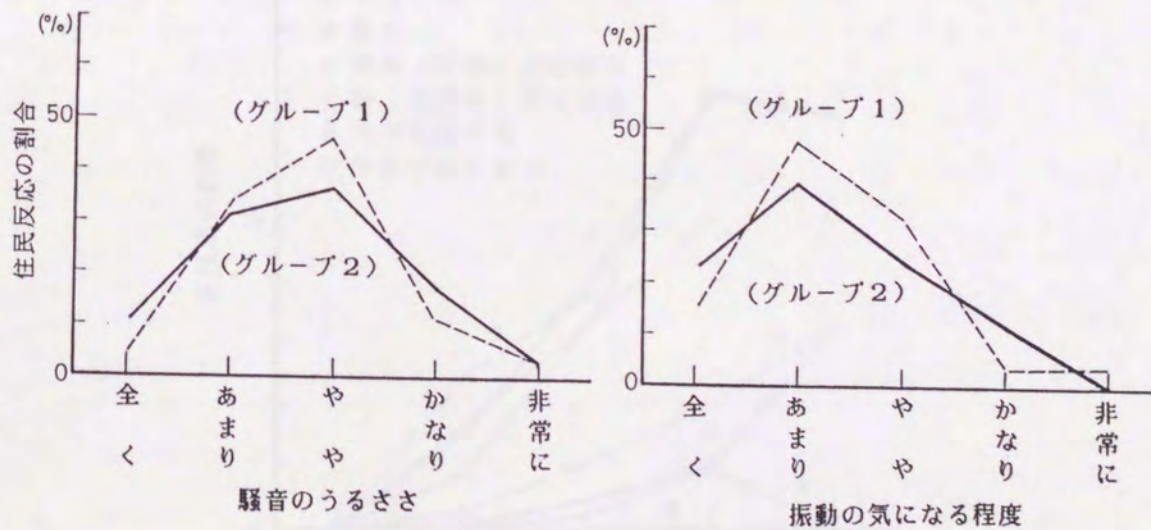


図 3 - 2 5 鉄道騒音と振動に対する住民反応の分布

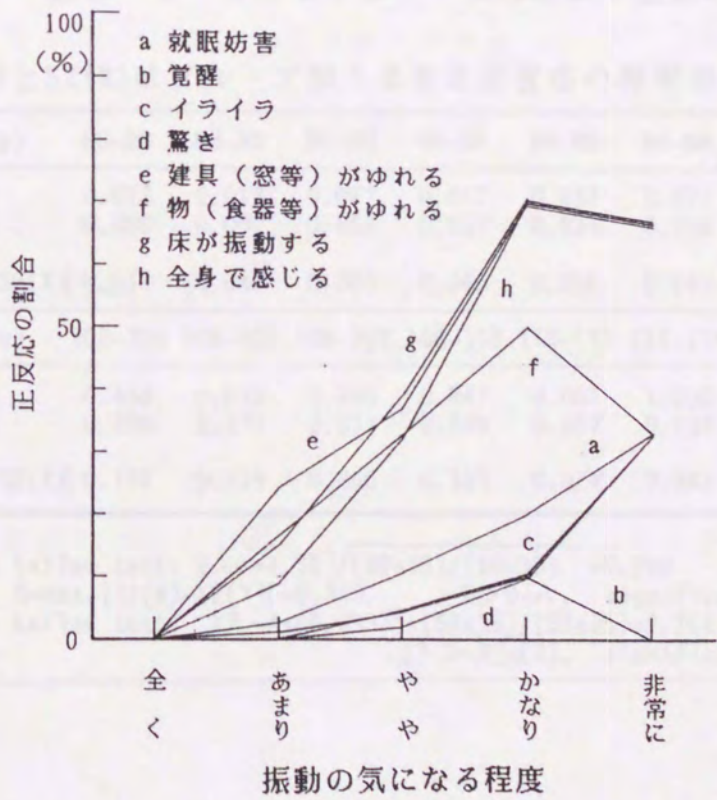
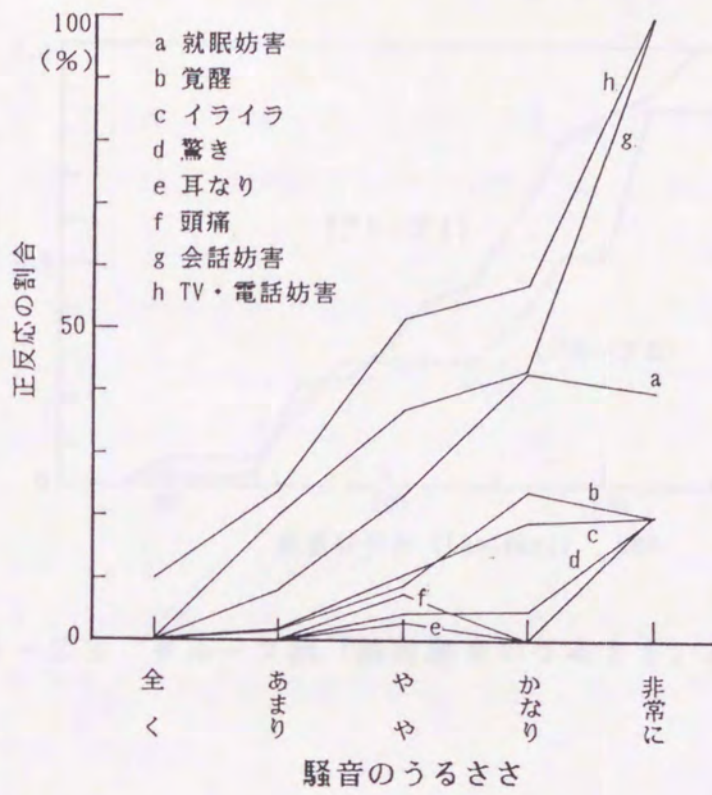


図 3 - 2 6 鉄道騒音・振動の不快感と具体的影響の関係

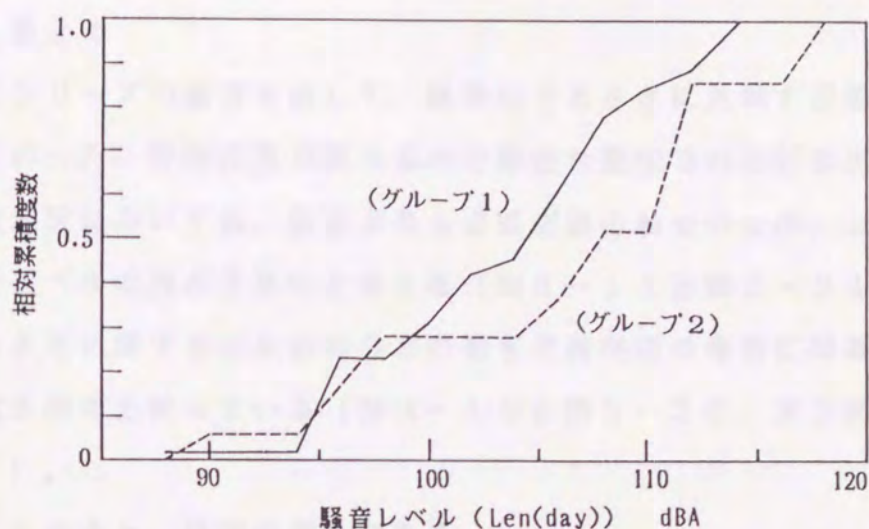


図 3-27 グループ別「鉄道騒音のうるささ」正反応の分布

表 3-8 コルモゴロフ・スミルノフ検定の結果

(S(X)とS2(X)はグループ別うるささ正反応の相対累積度数を表す)

Len(day)	86-88	88-90	90-92	92-94	94-96	96-98	98-100	100-102
S1(X)	0.017	0.017	0.017	0.017	0.237	0.237	0.305	0.424
S2(X)	0.000	0.057	0.057	0.057	0.171	0.286	0.286	0.286
S1(X)-S2(X)	0.017	0.040	0.040	0.040	0.066	0.049	0.019	0.138
Len(day)	102-104	104-106	106-108	108-110	110-112	112-114	114-116	116-118
S1(X)	0.458	0.610	0.780	0.847	0.881	1.000	1.000	1.000
S2(X)	0.286	0.371	0.514	0.514	0.857	0.857	0.857	1.000
S1(X)-S2(X)	0.172	0.239	0.266	0.333	0.024	0.143	0.143	0.000

1. two tailed test: $D_{.05} = 1.36 \sqrt{(59+35)/(59 \times 35)} = 0.290$
 $D = \max. |S1(X) - S2(X)| = 0.333, D > D_{.05},$ significance of 5% level
2. one tailed test: $\chi^2 = 4 \times (0.333)^2 \times (59 \times 35) / (59 + 35) = 9.744, \chi^2_{.05}(2) = 5.991$
 $\chi^2 > \chi^2_{.05}(2),$ significance of 5% level

3-3. まとめ

以上、2シリーズの調査を通して、騒音のうるささに及ぼす振動の影響について検討を行った。評価尺度が異なるので厳密な意味での比較は出来ないが、今回の調査地区においては、鉄道よりも道路交通の場合の方が、2つのグループ間の振動レベルの差が大きいと言える(図3-11と図3-24)。また、騒音のうるささに関する正反応の分布の差も道路交通の場合に顕著であり、統計的な有意水準も上回っている(図3-12と図3-25、及び図3-14と図3-27)。

以上をまとめると、以下の通りである。

- ① 道路交通騒音及び鉄道騒音のうるささに関する住民反応は、同じ発生源からの振動の影響を受けて形成される可能性が強く、振動レベルが大きな場合にうるささ反応も大きい。
- ② 道路交通騒音に関する調査地区の振動レベルの差は鉄道の場合よりも大きく、また、うるささ反応の相違も顕著なことから、一般に、振動レベルの差が大きいほど、うるささ反応の差も大きくなることが予想される。

はじめにも述べたように、騒音のうるささに影響を及ぼす要因は多岐に渡り、住民反応を十分に説明するためには、騒音レベルと振動レベル以外にも、多くの要因が必要と思われる。しかし、振動と言う要因に積極的に着目した場合、音源の異なる2つの調査において同じ結論が得られたことは、結論の普遍性を裏付けるものとも考えることもできる。もちろん、ここで得られた知見は今回実施した調査の範囲に限られるものであり、振動レベルが非常に大きい場合については明らかでない。

参考文献

- 1) 佐藤哲身 : 道路交通騒音・振動の不快感の評価に関する社会調査(1),
日本建築学会北海道支部研究報告集(計画系), No.57, pp.105~108, 1984.
- 2) 中野有朋 : 入門公害振動工学, 技術書院, p.105, 1981.
- 3) 田中 豊・垂水共之・脇本和昌 : パソコン統計解析ハンドブックⅡ・多変
量解析編, 共立出版, pp.270~295, 1984.
- 4) 肥田野直・瀬谷正敏・大川信明 : 心理教育統計学, 培風館, pp.89~94,
1961.

第4章 騒音・振動レベルに基づく道路交通騒音のうるささの予測とその限界

第3章において、同一発生源からの物理的刺激としての交通振動に着目して考察を行い、騒音のうるささに及ぼす振動の影響の存在を確認した。本章では、その後に継続して行った調査データを加えて分析し、騒音レベルと振動レベルによる道路交通騒音のうるささの予測の精度と問題点について検討を行う。

4-1. 騒音レベルによる道路交通騒音のうるささの予測

騒音の評価に関する社会調査研究でアンケートを行う場合、主質問として、騒音のうるささに関するカテゴリ尺度上に回答を求める方法を採用することが一般的である。このようにして得られたデータに対する最も基本的な分析方法は、住民反応と騒音レベルの対応関係を直接検討することである。そのような分析方法の一つに、住民の何パーセントが、あるうるささ以上のカテゴリに反応しているかを見る方法がある。図4-1は Schultz¹⁾によってまとめられた昼夜等価騒音レベル (L_{dn}) と Percent highly annoyed の関係である。この方法によれば、例えば「非常にうるさい」というカテゴリを騒音の規制の拠り所にしようとする場合、住民の何パーセントがそのように答えるかと言う判断基準を決めれば、それに対応する騒音レベルを直接求めることが可能である。つまり、これを50パーセントにしたり、90パーセントにすることで、実用上有効なものを選択すれば良いことになる。Schultzによる図4-1のグラフは各国の調査データを再編成したものであり、数多くの社会調査データを単純なグラフ上に整理した点で、高く評価されている。しかし、調査によって異なる annoyance スケールを、highly annoyed というカテゴリのもとに一括して整理する方法に疑問を抱いたり、騒音の種類によっては対応が良くないとする研究者もいて、幾つかの批判も出ている^{2), 3)}。仮に、これらの問題を認めたとにしても、図4-1に見られる90パーセント信頼区間の範囲も決して小さいとは言えない。もう一つの方法は、調査で用いられたうるささのカテゴリそのものと騒音レベルの関係を、直接求めようとするものである。うるささの尺度は何

らかの方法で間隔尺度に変換されたり、近似的に間隔尺度とみなしてそのままの形で計算に用いたりするが、この方法は、騒音レベルとうるささの程度の一見してわかるという利点を持っている。一例として、田村⁴⁾による等価騒音レベル (L_{eq}) とうるささの関係を図4-2に示す。田村の場合、あるカテゴリに反応した人々の住居近傍の騒音レベルを平均して、そのカテゴリに対応する L_{eq} の値を求めているが、このほかに、同じレベルの騒音にさらされていると思われる住民の反応を平均して、同様なグラフを求めることもある。このようなグラフは、実用面からの要求に答える意味で貴重な資料を提供するものであるが、平均値の算出の代償として、個人にかかわる多くの情報を失っていることも否定できない。もし、平均値の算出を行わずに個々のデータを用いて同様なグラフを描けば、そのデータのばらつきは非常に大きいはずである。Borsky⁵⁾ は、多くの社会調査データを総括した結果に基づいて、annoyanceの予測に寄与する騒音レベルの説明率は、10~25%程度であるとしている。

本節では、騒音のうるささのカテゴリと騒音レベルの関係について検討し、騒音レベルのみによる道路交通騒音のうるささ予測の精度と問題点について考察を加えたい。

4-1-1. 考察で用いる調査データ

本章で分析の対象とするデータは、第3章で用いた道路交通騒音・振動に関する1984年の調査データと、その後に行った1989年と1990年の2回の調査データで、札幌（一部近郊の町を含む）の広範な地区を対象として行った調査から得られたものである。1989年と1990年に行った調査の手法は、第3章で述べた1984年の場合と基本的に同じ内容であり、調査票を若干簡略化するなどの変更を加えたのみである。これら3回の調査で選定された地区は図4-3に示す合計32地区で、地区内の住戸は、道路からの距離ができるだけ等しくなるように、約10軒ずつ2~3ブロックに分類した。このようにして得られたブロックの総数は94である。また、住戸構造は全て木造一戸建に限定した。アンケートの回収率と有効回答数は表4-1の通りであり、有効回答数は総計584件にのぼっ

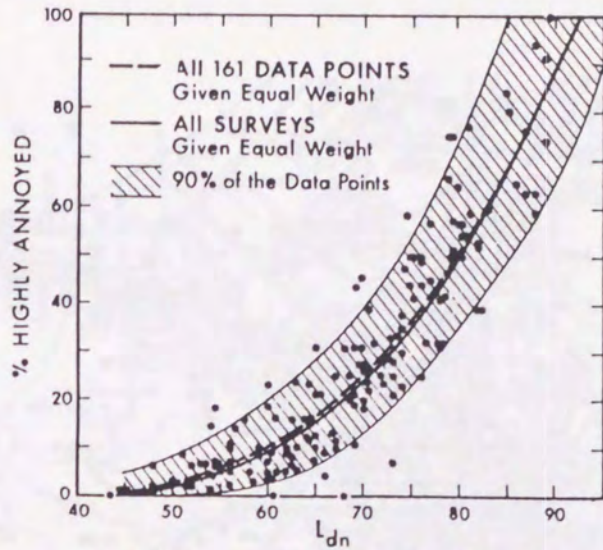


FIG. 4.3. Summary of all survey data points.

図4-1 Schultzによる社会調査データのまとめ (Schultz¹⁾より転載)

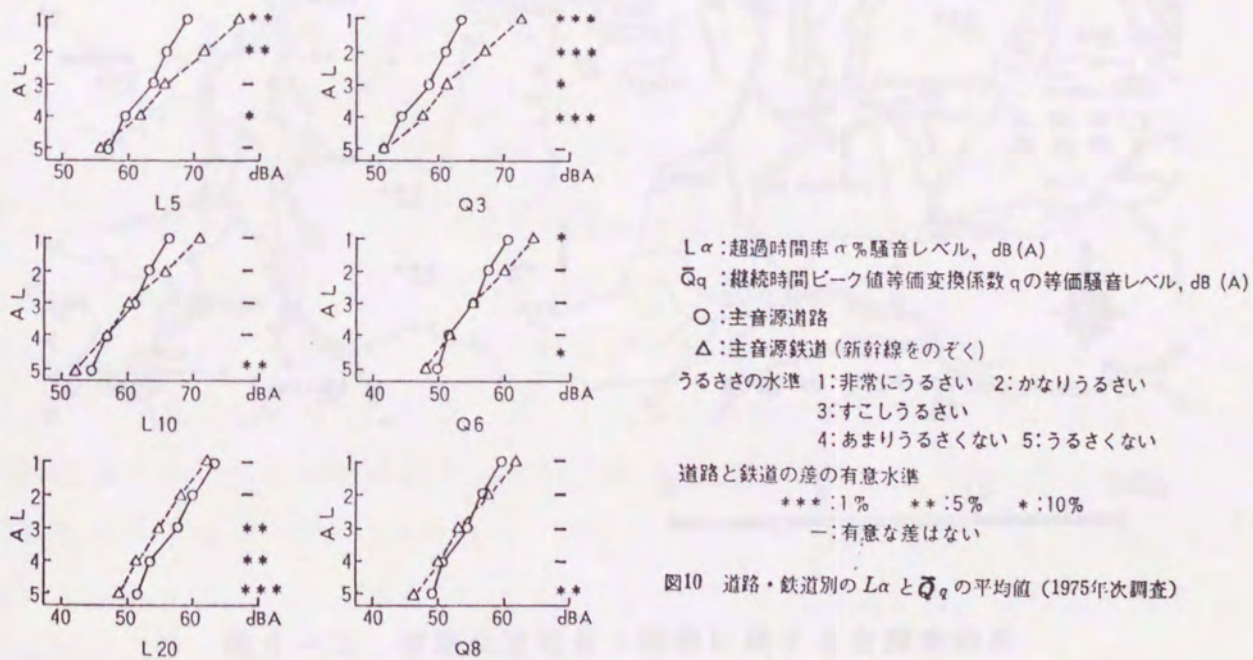


図10 道路・鉄道別の $L\alpha$ と Q_q の平均値 (1975年次調査)

図4-2 田村の調査結果 (田村⁴⁾より転載)



図4-3 道路交通騒音・振動に関する全調査地区

ている。一方、騒音レベルと振動レベルの測定・分析についても、第3章と同様に行った。

4-1-2. うるささの尺度構成

本研究のアンケート調査で用いた騒音のうるささに関する回答用のカテゴリ-尺度は、5段階の順序尺度 (ordinal scale) である。この尺度を間隔尺度 (interval scale) に変換すれば、住民の回答の平均値を算出したり、多くの統計的方法を適用することができるなど、有効にデータ分析を行うことが可能である。通常は順序尺度を近似的に間隔尺度と仮定して種々の計算を行う場合が多いが、ここでは心理学的尺度構成法を調査データに適用することにより、間隔尺度の構成を試みたい。順序尺度を間隔尺度に変換する方法の代表的なものの一つに Torgerson のカテゴリ-判断の法則⁶⁾がある。カテゴリ-判断の法則には幾つかの心理学的な基本的想定条件があり、通常は心理実験によって得られたデータを用いることになる。これを社会調査データに適用することの是非については議論のあるところと思われるが、各ブロック内の住民は全て同じ騒音に曝されているものと仮定し、さらに種々の想定条件を満たしているとの仮定のもとに、この手法の適用を試みた。即ち94ブロックのそれぞれについて住民反応の分布を調べ、カテゴリ-判断の法則 (条件D) を適用してカテゴリ-境界値を求めた。図4-4は、評定に用いた順序尺度とカテゴリ-判断の法則によって求めた間隔尺度の関係である。横軸は評定に用いた順序尺度であり、カテゴリ-境界値として、1.5、2.5、3.5、4.5の数値を割り当てた。縦軸は間隔尺度値であり、両者の相関係数の計算結果を図中に記した。図の直線傾向と相関係数の数値 (0.999) から見て、両尺度には1対1の対応があると判断して良いと思われる。言い換えれば、この調査で用いた5段階のカテゴリ-尺度を間隔尺度として扱って良いと判断できる。

表4-1 調査対象地区数及びアンケート回答数

実施年	対象地区数 (ブロック数*)	有効回答数 (回収率)
1984	札幌市 13 (37)	219 (70.3%)
1989	札幌市 6 (18)	99 (70.5%)
1990	札幌市・石狩町 13 (39)	266 (61.6%)
合計	32 (94)	584 (66.1%)

* 各地区は2～3ブロックに区分されている。

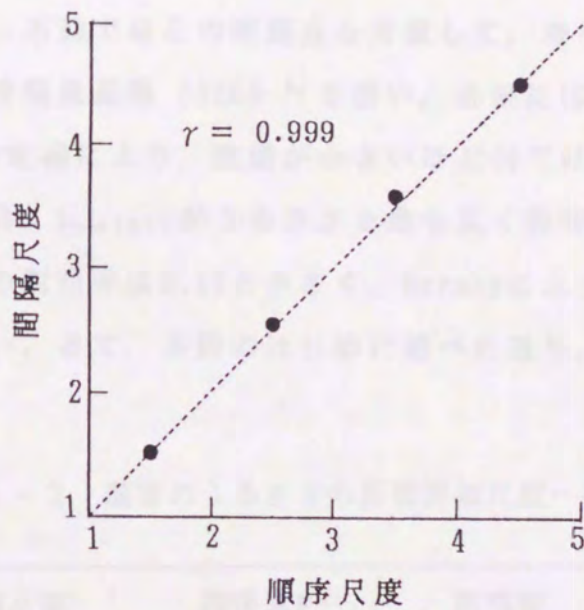


図4-4 カテゴリー判断の法則によって構成した
間隔尺度と順序尺度の関係

4-1-3. 道路交通騒音の基礎評価尺度とうるささ

さて、第1章で述べた通り、社会調査研究で主に用いられる道路交通騒音の基礎評価尺度は $L_{eq(24)}$ である。しかし、我国では環境騒音の評価尺度として長い間 L_{50} が使われてきたし、米国などでは L_{dn} の有効性が認められている。そこで、 $L_{eq(24)}$ 、 L_{50} 、 L_{dn} の3つの尺度について、うるささとの対応関係を比較してみたい。表4-2は回帰分析を適用した結果である。回帰式の当てはまりの良さを計る尺度としてよく用いられるものの1つに説明率⁷⁾がある。説明率は、目的変数の平方和のうち回帰によって説明される部分の割合を表すもので、数値そのものが直感的に理解しやすいという長所を有しているが、あるモデルが他のモデルの説明変数を包含する場合には、変数の多いモデルほどその値が大きくなる性質をもっている。つまり、一般に変数の多いモデルを高く評価する恐れがあり、説明変数の数の異なるモデルの精度の比較には、ある意味で公正を欠くことになる。本論ではこの問題点を考慮して、モデルの精度の比較には原則として赤池の情報量基準(AIC)⁸⁾を用い、必要に応じて説明率を併用することにする。AICの定義により、数値が小さいほど当てはまりが良いといえるので、表4-2の場合、 $L_{eq(24)}$ がうるささを最も良く説明していると解釈できる。ただし、この場合の説明率は0.12と小さく、Borskyによって総括された範囲を超えるものではない。さて、本節のはじめに述べた通り、騒音レベルとうるさ

表4-2 騒音のうるささの基礎評価尺度への回帰

基礎評価尺度	回帰式*	説明率	AIC
$L_{eq(24)}$	$y = 0.0565x - 0.442$	0.124	1682.09
L_{50}	$y = 0.0494x + 0.342$	0.092	1703.09
L_{dn}	$y = 0.0532x - 0.391$	0.120	1684.82

*回帰式のyは「うるささ」を、xは基礎評価尺度を表している。

さの対応関係を検討しようとする場合、直接目でみて判断しやすいグラフを描くために変数の平均値をとることが多い。平均値のとり方には2つの方法があり、その1つは同じうるささのカテゴリーに反応した人々の住居近傍の騒音レベルを平均して $L_{eq(24)}$ の算術平均値を求める方法、もう1つは同じレベルの騒音に曝されていると思われる住民の反応を平均して同様なグラフを求める方法である。この2つの方法に筆者の調査データを適用すると図4-5、図4-6の通りとなる。図4-5には田村⁴⁾のデータも掲載したが、異なる地域の社会調査データとしては驚くほど一致していることがわかる。田村のデータは研究論文等で広く引用される信頼性の高いデータであり、筆者のデータが特異な偏りをもつものではないことを示すものと言える。一方、図4-6は全く同じデータを用いて描いたグラフであるが、図4-5に見られる $L_{eq(24)}$ とうるささの変換関係とは大きく異なる傾向を示している。例えば、図4-5において、うるささが1ランク変化する場合、 $L_{eq(24)}$ では3~5dBA程度の変化に対応するが、図4-6においては18dBA程度の変化に対応することになる。平均と言う手続きによって、もとのデータの持つ情報がいかに多く失われているかをこの例に伺うことができる。表4-2の説明率が物語っているように、騒音レベルでは説明のできない88%の変動の説明を、他の要因に求める必要があると言える。

4-2. 振動レベルを考慮した道路交通騒音のうるささの予測

騒音レベルでは説明のつかない反応のばらつきを、振動レベルでどの程度説明できるかを検討するのが本節の目的である。図4-7は、32地区、計94ブロックにおける騒音レベル($L_{eq(24)}$)と振動レベル(VL_{10})の関係である。このように調査地区全体を見ると、騒音レベルがほぼ同じ場合でも振動レベルに大きな相違のある様子が伺える。ここでは第1の方法として、図に示すように、振動レベルの大きさによって全ブロックを3つのグループに分類し、振動レベルの大小によるうるささ反応の相違について検討する。図4-8は、各ブロック内における住民反応の平均値と $L_{eq(24)}$ の関係を、3つのグループについて比較したものである。データのばらつきはかなり大きく、相関も低い、回帰

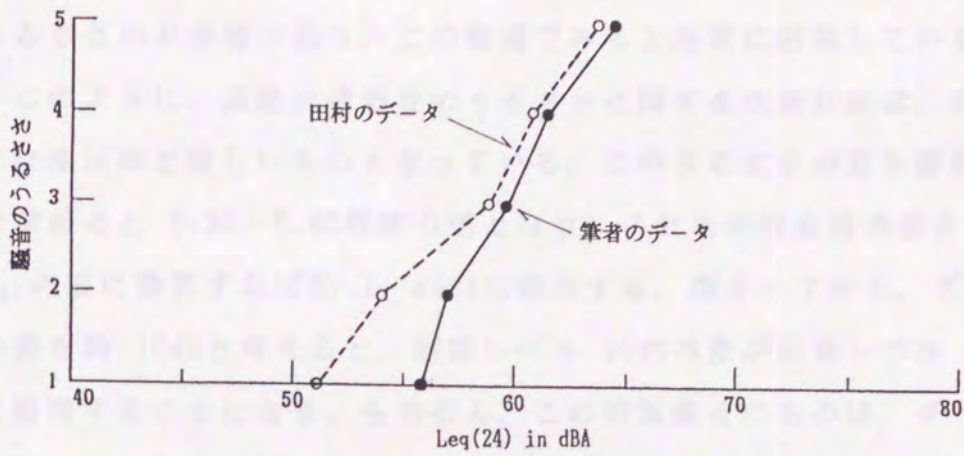


図4-5 騒音レベルとうるささの関係(1)
(騒音レベルを平均した場合)

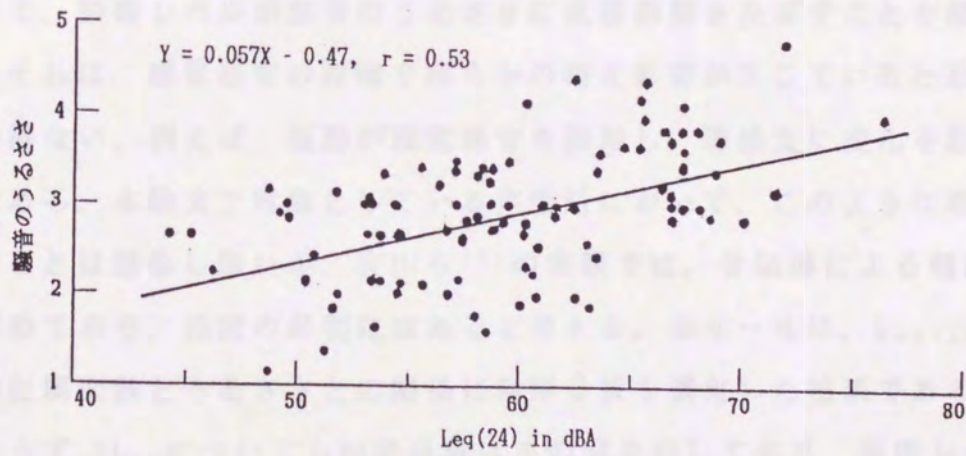


図4-6 騒音レベルとうるささの関係(2)
(うるささの尺度値を平均した場合)

式の相等性の検定⁹⁾を行った結果、1%水準で有意な差が認められた。また、3本の直線の傾きは非常に近似しており、グループ1と2、及びグループ2と3のうるささの尺度値の差も、この範囲でみると非常に近似していることがわかる。このように、道路交通騒音のうるささに関する住民反応は、振動レベルの大きな地区ほど厳しいものとなっている。このうるささの差を横軸の60dBA付近で求めると0.30~0.45程度の値となり、これを回帰直線の傾きに基づいて $L_{eq(24)}$ の値に換算すれば約7~8dBAに相当する。図4-7から、グループ間の VL_{10} の差を約10dBと考えると、振動レベル10dBの差が騒音レベル7~8dBAの効果に相当することになる。もちろん、この換算量そのものは、データのばらつきからみて信頼性の高いものとは言えない。なお、グループの分類をダミー変数¹⁰⁾によって整理し、回帰分析を行った結果が表4-3である。AICの数値から見て、このモデルは表4-2の騒音レベルのみによる回帰モデルよりも当てはまりの良いモデルであると言える。ただし、説明率は0.18程度であり、騒音レベルのみの場合に比べて若干増加してはいるものの、その値は決して大きなものとは言えない。

さて、振動レベルが騒音のうるささに直接影響を及ぼすことを認めるとすれば、それは、感覚器官の段階で何らかの相互影響が生じているためと解釈せざるを得ない。例えば、振動が聴覚器官を刺激し、聴覚に変化を起こさせる場合である。本論文で対象としている実生活において、このような現象が起こり得ることは想像し難いが、吉川ら¹¹⁾の実験では、骨伝導による聴覚への影響を認めており、検討の必要性はあると考える。表4-4は、 $L_{eq(24)}$ と VL_{10} の2つの従属変数とうるささとの関係に回帰分析を適用した結果である。 $L_{eq(24)}$ のみならず VL_{10} についても回帰係数は正の値を示しており、振動レベルが大きいほど騒音のうるささも増大することを意味している。また、AICの数値から見て、このモデルは、騒音レベルのみによる回帰モデル(表4-2)や振動レベルの大きさにより地区分類を行って求めた回帰モデル(表4-3)よりも当てはまりの良いモデルであると言える。騒音レベルのみによる予測式と比較してみると、振動レベルを考慮することにより、7%程度の説明率の増加が認められたこ

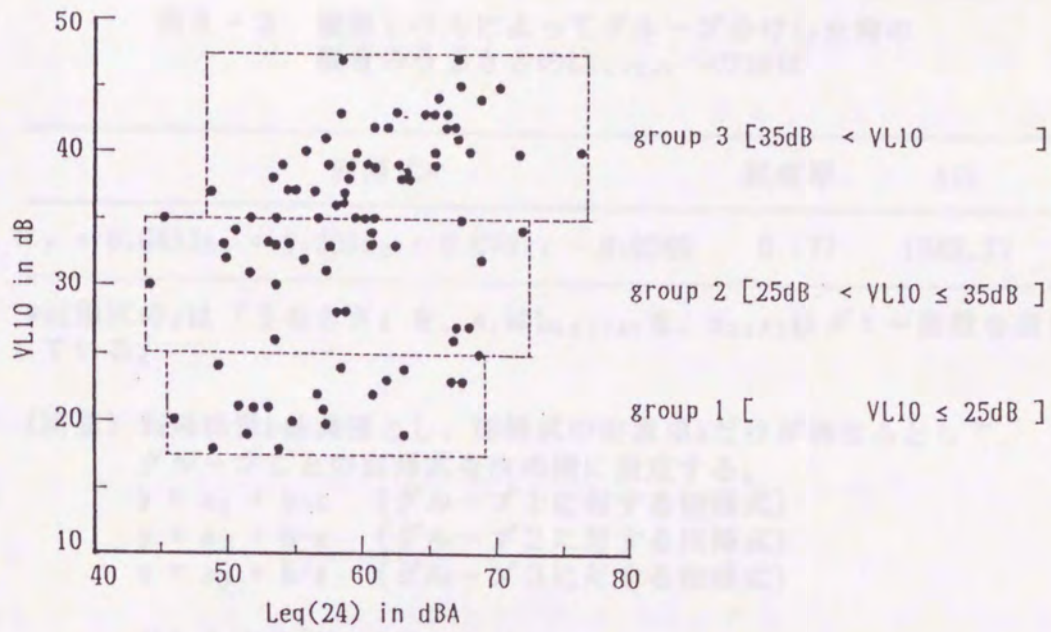
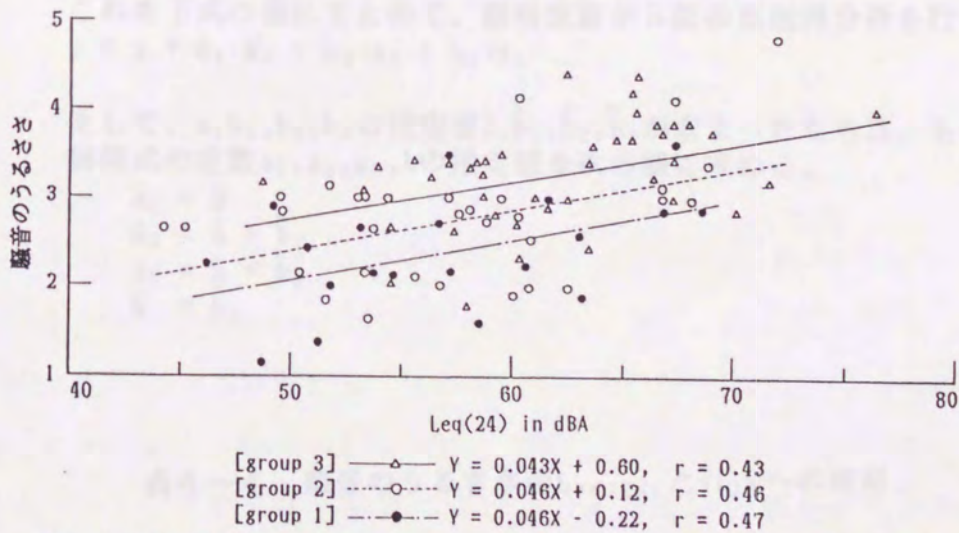


図4-7 調査地区（全ブロック）の騒音レベルと振動レベルの関係及びグループ分け



$F_0 = 4.1266, F(4,88; 0.01) = 3.5412, F_0 > F(4,88; 0.01)$ significance of 1% level

図4-8 グループ別騒音レベルとうるささの関係

表4-3 振動レベルによってグループ分けした時の
騒音のうるささの $L_{eq}(24)$ への回帰

回帰式*	説明率	AIC
$y = 0.0432x_1 + 0.333x_2 + 0.679x_3 - 0.0566$	0.177	1649.27

*回帰式の y は「うるささ」を、 x_1 は $L_{eq}(24)$ を、 x_2, x_3 はダミー変数を表している。

(解説) 回帰係数 b は共通とし、回帰式の定数項 a だけが異なるとして、グループごとの回帰式を次の様に設定する。

$$y = a_1 + b \cdot x \quad (\text{グループ1に対する回帰式})$$

$$y = a_2 + b \cdot x \quad (\text{グループ2に対する回帰式})$$

$$y = a_3 + b \cdot x \quad (\text{グループ3に対する回帰式})$$

これを次の様に変形して考える。

$$y = a_1 + b \cdot x_1$$

$$y = a_1 + b \cdot x_1 + (a_2 - a_1) \cdot x_2$$

$$y = a_1 + b \cdot x_1 + (a_3 - a_1) \cdot x_3$$

ここで、 x_1 は $L_{eq}(24)$

x_2 はグループ2の時1, グループ2以外の時0となるダミー変数

x_3 はグループ3の時1, グループ3以外の時0となるダミー変数

これを下式の様にとめて、説明変数が3個の重回帰分析を行う。

$$y = a + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3$$

そして、 a, b_1, b_2, b_3 の推定値 $\hat{a}, \hat{b}_1, \hat{b}_2, \hat{b}_3$ が求まったならば、もとの回帰式の定数 a_1, a_2, a_3, b の推定値を次の様に求める。

$$\hat{a}_1 = \hat{a}$$

$$\hat{a}_2 = \hat{a} + \hat{b}_2$$

$$\hat{a}_3 = \hat{a} + \hat{b}_3$$

$$\hat{b} = \hat{b}_1$$

表4-4 騒音のうるささの $L_{eq}(24)$ と VL_{10} への回帰

回帰式*	説明率	AIC
$y = 0.0381x_1 + 0.0395x_2 - 0.659$	0.193	1636.13

*回帰式の y は「うるささ」を、 x_1, x_2 は $L_{eq}(24), VL_{10}$ を表している。

とになるが、説明率は0.19程度であり、まだ80%もの説明不可能な部分が残されたままである。以上のことから、これら以外の要因を考慮する必要性が示されたとともに、騒音のうるささに及ぼす振動の影響のメカニズムを、別の観点から考えなければならぬことがわかった。

4-3. まとめ

以上により、次のことがわかった。

- ①騒音レベルのみによるうるささの予測では、分散の12%程度しか説明できない。
- ②振動レベルを考慮しても説明率は7%程度の増加に留まり、全体で分散の19%程度しか説明できない。
- ③予測精度を増加させるためには、騒音レベル、振動レベル以外の要因を考慮する必要がある。
- ④騒音のうるささに及ぼす振動の影響のメカニズムを推考する必要がある。

参考文献

- 1)Schultz, T, J. : Community Noise Rating, Second Edition, Applied Science Publishers, pp.245-247, 1982.
- 2)Kryter, K. D. : Community Annoyance from Aircraft and Ground Vehicle Noise, J.Acoust.Soc.Am., Vol.72, No.4, pp.1222-1242, 1982.
- 3)五十嵐寿一 : 反応尺度と騒音の評価, 日本音響学会騒音研究会資料, N-91-37, pp.1~6, 1991.
- 4)田村明弘 : 道路あるいは鉄道が主音源となっている地域における戸外騒音に対する住民の反応, 音響技術, Vol.21, No.1, pp.47-52, 1978.
- 5)Borsky, P. N. : Review of Community Response to Noise, ASHA Reports, No.10, pp.453-474, 1980.

- 6) 田中良久, 心理学研究法 第16巻 尺度構成, 東京大学出版会,
pp.144-156, 1983.
- 7) 田中豊, 垂水共之, 脇本和昌 : パソコン統計解析ハンドブック
(Ⅱ 多変量解析編), 共立出版, pp.18, 1984.
- 8) 赤池弘次 : 情報量基準AICとは何か, 数理科学, No.153, pp.5~11,
1976.
- 9) B. W. Bolch and C. J. Huang (中村慶一訳), 応用多変量解析, 森北出版,
pp.122-127, 1982.
- 10) 小林龍一 : 相関・回帰分析法入門 (新訂版), 日科技連, pp.171-183,
1985.
- 11) 吉川昭吉郎, 佐野和久, 佐藤達哉 : ラウドネスに対する振動の寄与,
日本音響学会聴覚研究会資料, H-86-42, pp.1~8, 1986.

第5章 交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響の因果分析

第3章において、同一発生源からの物理的刺激としての交通振動に着目して考察を行い、騒音のうるささに及ぼす振動の影響の存在を確認した。また、第4章では、騒音レベルと振動レベルによる交通騒音のうるささ予測の精度について考察し、より多くの要因を考慮した予測法の必要性を示した。本章では、第4章と同じ調査データを用いて考察を進め、騒音のうるささに及ぼす振動の影響のメカニズムを推考するとともに、この問題の定量的な評価方法の検討を行う。

前章で述べた通り、これまでに公表されてきた社会調査による騒音評価研究では、騒音レベルと住民反応の関係を直接関連づける目的で Percent Highly Annoyed¹⁾ を算出したり、うるささのカテゴリーと騒音レベルの対応関係を直接調べるなどの方法がとられてきた。しかし、これらの方法による予測精度の限界は多くの研究者が指摘してきたところであり、前章の筆者の分析によっても、同様な結論が得られている。このような状況のなかで、騒音のうるささを単に物理量のみで予測するのではなく、個人的要因や社会的要因を加えた総合的な枠組みの中で評価する必要があるという考え方が一般的になってきている。必然的に、多変量解析という統計的手法が注目を集め、数量化理論²⁾をはじめとする多くの手法を用いた研究成果が公表されるに至った。例えば数量化Ⅱ類では、住民反応と各種要因の関連性の強さを比較することで、騒音レベルを含む各種要因（主として客観的要因）の相対的な影響の強さを検討することが可能である。一方、第2章で述べた通り、「うるささ」を騒音の総合的不快感として捉えた場合、騒音レベルや性別・年齢等の客観的要因のみならず、騒音による睡眠妨害、会話妨害といった具体的影響が「うるささ」反応に影響を及ぼしている可能性は大いに考えられる。さらに、第3章で得た知見に基づいて振動の影響を考慮しようとする場合、「振動レベル」という刺激から「うるさい」という反応を直接引き出すのは、一般に無理があると思われる。すなわち両者の間に介在する何らかの要因を見いだすことなしに、「振動レベル」と「うる

ささ」を結びつけることは論理的に無理があると言える。このように、騒音レベル、振動レベル等の客観的要因に端を発するうるささ反応がどのようなプロセスによって形成されるのかという基本的な問題を検討する必要がある。即ち、刺激から反応に至る因果関係のメカニズムを定量的に解明する必要があり、このような分析方法の一つにパス解析³⁾がある。パス解析は因果分析法の一つとして社会科学の分野で広く用いられてきた手法であり、これを騒音の評価に適用した例がいくつか報告されている。Taylor⁴⁾は航空機騒音のアノイアンスをパス解析によって検討し、興味ある議論を展開している。我国においても降旗ら⁵⁾、泉ら⁶⁾、神成ら⁷⁾はパス解析を用いた研究を行っており、中でも、泉は地域比較研究⁸⁾や複合騒音⁹⁾など、広範なテーマに適用を試みている。

本章では、これらの研究を参考にして、騒音に対する住民のうるささ反応に影響を及ぼす各種要因の因果関係をパス解析によって検討し、その中で、振動がどのような役割を担い、どの程度の影響を及ぼしているかについて考察を行う。

5-1. 道路交通騒音のうるささに関するパス解析

5-1-1. 分析の対象とする調査データ

本節で分析の対象とするデータは、第4章で用いたものと同じで、1984年、1989年、1990年の3回の調査で得られたものである。これら3回の調査で選定された地区は合計32地区、94ブロックであり、アンケートの有効回答数は総計584件にのぼっている。調査票の項目中、本章の考察で用いる主な質問の内容を表5-1に示す。また、有効な回答の得られた584人の主要な属性をまとめたものが図5-1~5である。

5-1-2. 分析の基本的方針

はじめに述べたように、騒音のうるささに関する住民反応はどのような因果関係に基づいて形成されるのか、またその反応の量はどの程度なのかを分析するために、パス解析は有効な手法であると思われる。パス解析では、直接的、

間接的に騒音のうるささに影響を及ぼすと考えられる変数を対象として、ある変数から他の変数へ影響の及ぶ方向にパスを設定し、既往の研究から得られた知見や経験に基づいて一つのモデルをつくりあげる。このパスに従って作られる回帰方程式を順次解いていくことにより、パス係数を求め、同時にパスの有意性を検討する。最終的には、有意なパスから成る修正パスモデルを作成し、うるささに影響を及ぼす各種要因の直接的・間接的影響の度合いを比較検討する。なお、パス解析における各々の方程式の解は、変数を標準化した場合の回帰分析の解に等しいので、本論では、田中ら¹⁰⁾の作成した重回帰分析の計算プログラムを使用して、パス係数（標準回帰係数）を求めることとした。

表5-1 アンケートの主要な質問項目

分類	項目	回答用選択肢
個人の属性	年齢	10代, 20代, 30代, 40代, 50代, 60代以上
	性別	男, 女
	家族数	1人, 2人, 3人, 4人, 5人, 6人以上
	居住年数	1年未満, 1-2年, 2-4年, 4-6年, 6-8年, 8年以上
	職業の有無	はい, いいえ
騒音による 具体的影響	入眠妨害 覚醒 イライラ 驚き 耳なり 頭痛 会話妨害 TV・電話妨害	質問：騒音によって次のような影響を受けたことがありますか？ 1. 全くない 2. ほとんどない 3. 時々ある 4. かなりある 5. 頻繁にある
騒音に関する 主質問	うるささ	質問：道路からの騒音の程度はどのくらいですか？ 1. 全くうるさくない 2. あまりうるさくない 3. ややうるさい 4. かなりうるさい 5. 非常にうるさい
振動に関する 主質問	気になる程度	質問：道路からの振動の程度はどのくらいですか？ 1. 全く気にならない 2. あまり気にならない 3. やや気になる 4. かなり気になる 5. 非常に気になる

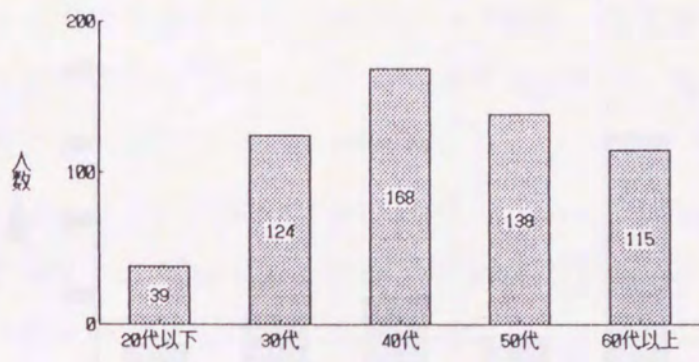


図5-1 回答者の年齢層

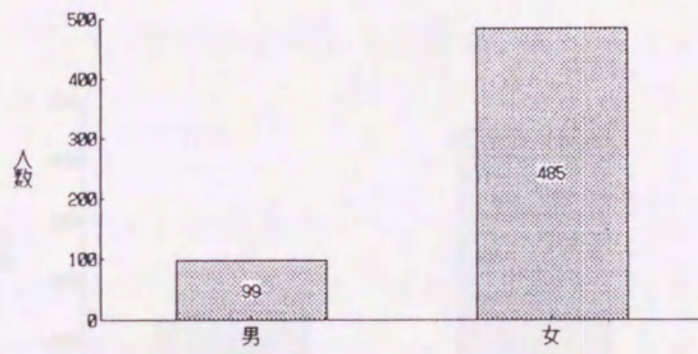


図5-2 回答者の性別

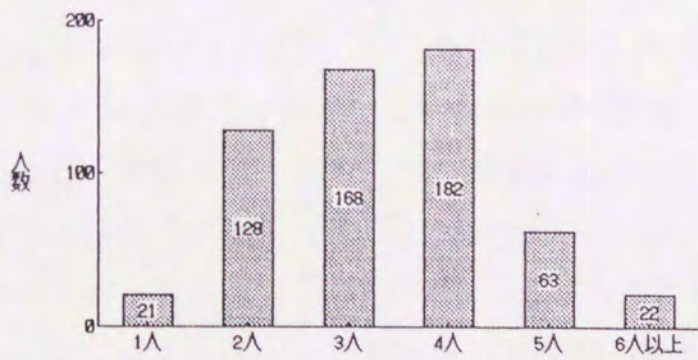


図5-3 回答者の家族数

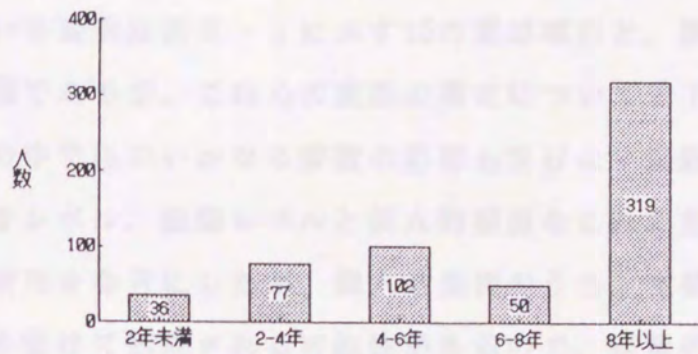


図5-4 回答者の居住年数

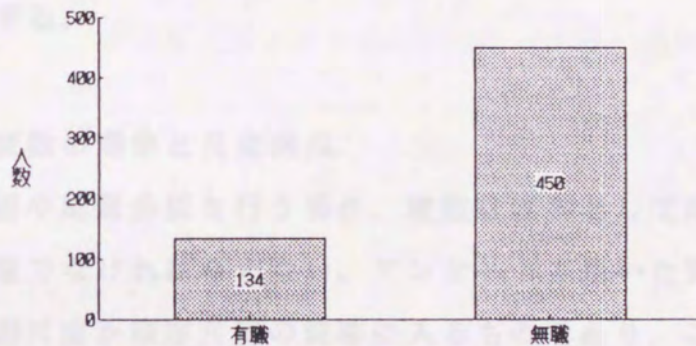


図5-5 回答者の職業の有無

パス解析における変数の選定は、モデルの基本構想の後に続く重要な問題である。本章で用いる変数は表5-1に示す15の質問項目と、騒音レベル、振動レベルの計17種類であるが、これらの変数の選定について若干の説明を加えたい。パスモデルの中で他のいかなる変数の影響も受けない変数を外生変数と呼ぶ。本章では騒音レベル、振動レベルと個人的要因をこれにあてた。選定に当たっては既往の研究を参考にしたが、個人的要因のうち、主観的な要因は周囲の音環境の影響を受けて形成される可能性があるため、客観的な要因のみに限定した。一方、他の変数の影響を受ける変数を内生変数と呼ぶ。本章では騒音の影響として8項目の「具体的影響」を、振動の影響として「気になる程度」をこれにあてた。これらの変数を選定した経緯と「うるささ」との関係については後で詳述する。

5-1-3. 変数の選定と尺度構成

さて、パス解析や回帰分析を行う場合、変数は原則として距離尺度あるいは比率尺度の連続量でなければならない。アンケートで用いた質問に対する回答のほとんどは名義尺度か順序尺度の範疇に入るものであり、これらをどのように扱うかを検討する必要がある。本論文で用いる変数のうち、「年齢」、「家族数」、「居住年数」、「騒音のうるささ」、「騒音の具体的影響」、「振動の気になる程度」は順序尺度、「性別」、「職業の有無」は名義尺度である。騒音レベル ($L_{eq}(24)$) と振動レベル (VL_{10}) を積極的に間隔尺度であるとする理由は見あたらないが、連続量として扱って不都合はないと思われる。年齢についてはカテゴリーの中間の値をとって15、25、35、45、55、65歳を代表値とし、居住年数についても同様に1、3、5、7、9年（ただし、1年未満と1-2年の2つカテゴリーをまとめて1とした）を代表値として、近似的に間隔尺度とみなすことにした。また、家族数についても「6人以上」を「6」とすることにより、近似的に間隔尺度とみなすことにした。性別、職業の有無はダミー変数として扱い、それぞれ男に1、女に0を、有職に1、無職に0を割り当てた。残りの10の変数はいずれも5段階の評定尺度であるが、これらを間隔尺度とし

て扱って良いか否かは議論のあるところである。第4章で述べた通り、社会調査データを用いてこの問題を検討することは困難であるが、多くの仮定のもとにTorgersonのカテゴリー判断の法則を本章のデータに適用した結果、「うるささ」の5段階尺度を間隔尺度として扱って良いという結果が得られている。さらに、アッシャー³⁾はこの問題について言及し、いくつかの例を示しながら肯定的な考えを述べており、筆者も1、2、3、4、5のカテゴリー値を近似的に間隔尺度として扱うことにした。なお、各項目のカテゴリー別評定数及び評定値の平均と標準偏差を表5-2に示す。

表5-2 各項目のカテゴリー別評定数と平均・標準偏差

項目	カテゴリー別評定数					平均	標準偏差
	1	2	3	4	5*		
騒音のうるささ	53	160	202	119	50	2.91	1.09
振動の気になる程度	233	176	121	39	15	2.02	1.05
入眠妨害	207	163	156	44	14	2.14	1.06
覚醒	245	186	117	23	13	1.93	0.99
イライラ	306	166	77	27	8	1.74	0.95
驚き	307	141	100	27	9	1.78	0.99
耳なり	443	119	15	4	3	1.30	0.60
頭痛	444	120	14	4	2	1.29	0.58
会話妨害	365	128	53	31	7	1.61	0.94
TV・電話妨害	367	113	55	38	11	1.65	1.02
(物理量)							
$L_{eq}(24)$, dBA			—			59.32	6.76
VL_{10} , dB			—			33.18	7.90

*「騒音のうるささ」及び「振動の気になる程度」は「1.全く、2.あまり、3.やや、4.かなり、5.非常に」、その他の項目は「1.全く、2.ほとんど、3.時々、4.かなり、5.頻繁に」を意味している。

5-1-4. 騒音・振動の基礎評価尺度の選定

図5-6は、32地区の各ブロックにおける騒音レベル ($L_{eq(24)}$) と振動レベル (VL_{10}) の関係である。このように調査地区全体を見ると、騒音レベルがほぼ同じ場合でも振動レベルに大きな相違のある様子が伺える。

さて、我国で主に用いられる道路交通騒音と振動の基礎評価尺度は $L_{eq(24)}$ と VL_{10} である。騒音に関しては、良く用いられるものに $L_{eq(24)}$ 、 L_{50} 、 L_{dn} の3つの尺度があるが、第4章での検討結果により、本章で対象とするデータに関して、 $L_{eq(24)}$ がうるさを最も良く説明することがわかった。よって、本章では、騒音と振動の基礎評価尺度として、それぞれ $L_{eq(24)}$ と VL_{10} を採用することにする。

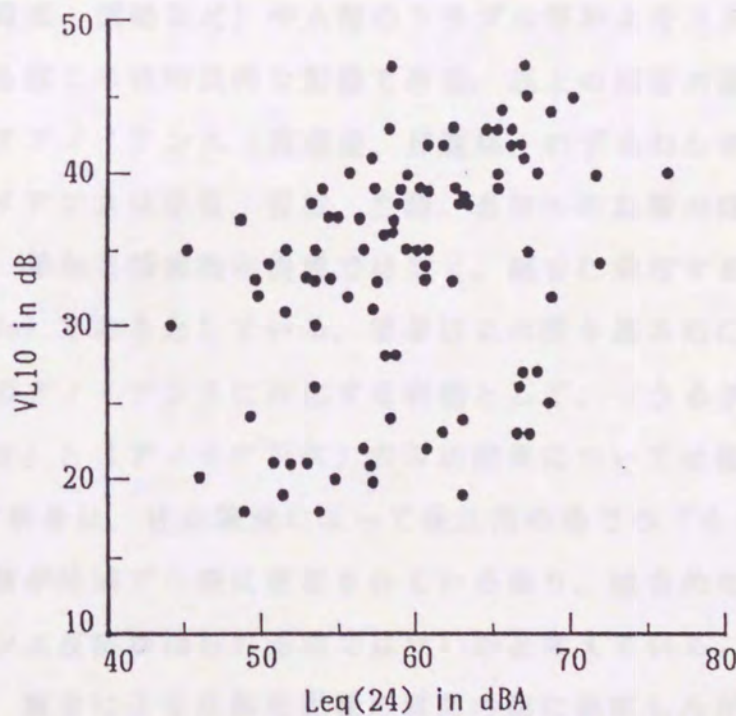
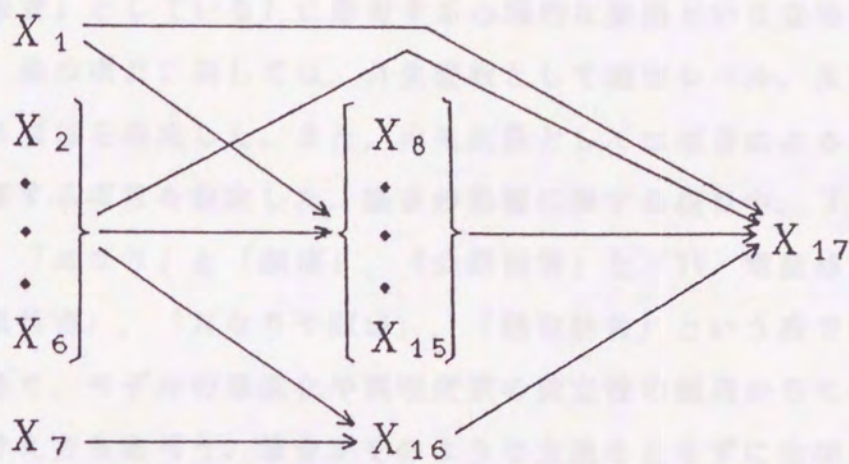


図5-6 全調査地区の騒音レベルと振動レベルの関係 (道路交通)

5-1-5. パス解析による因果関係の分析

第2章で述べた「うるささ (annoyance)」の意味について、長田¹¹⁾の説をここで再び引用しよう。長田は騒音によって起こる心身への影響を、直接的特異的なものと間接的非特異的なものに分けて次のように説明している。前者は、内耳、聴神経を経て大脳皮質聴覚領に到る音特有の知覚経路（聴覚経路）で起こるもので、これには難聴（一時性及び永久性）、聴取妨害（マスキング）、音の感覚（大きさややかましさ）が含まれる。これらは音の直接的作用であり、音以外では起こらない特有（特異的）な影響である。この直接的影響に随伴して大脳の知覚領以外の領域に影響が及ぶと、情緒影響（不快、焦燥、怒り、憂うつなど）、生活妨害（仕事、勉学、休養、睡眠など）が起こり、さらに身体的影響（循環器、消化器、内分泌器など）が起こるが、これらは音以外の環境刺激（低温、高温、振動など）や人間のトラブル等およそストレスと呼ばれる様々な原因でも起こる非特異的な影響である。以上の騒音の直接的、間接的影響が総合されてアノイアンス（迷惑感、邪魔感、わずらわしさ）が生じる。すなわち、アノイアンスは感覚、情緒、生活、身体への影響の総体が引き起こす被害感であり、単なる情緒的不快感ではなく、騒音に敵対する心理的な姿勢、態度 (attitude) であるとしている。筆者はこの説を基本的に支持するものであるが、騒音のアノイアンスに対応する訳語として、「うるささ」をあてている。「うるささ」と「アノイアンス」の対応関係については議論のあるところであるが¹²⁾、筆者は、社会調査によって実生活の場での「うるささ」を尋ねた場合、その用語が地域で一般に使用されている限り、総合的な意味での不快感即ちアノイアンス反応が得られるのではないかと考えている。「うるささ」に関する質問は、騒音による具体的影響の質問の後に設定したが、質問文は表5-1に示すとおり簡潔なもので、特別な説明は一切行っていない。

長田の説を参考として因果関係を考慮し、筆者の行った調査項目中、表5-1に掲げた主要な項目をアローダイアグラムで示したパスモデルが図5-7である。振動レベルは外生変数として扱い、「振動の気になる程度」という内生変数を介して「うるささ」と結びつけることにより、論理的に無理のない仮説



- X₁ : 騒音レベル, L_{eq}(24)
 - X₂ : 年齢
 - X₃ : 性別
 - X₄ : 家族数
 - X₅ : 居住年数
 - X₆ : 職業の有無
 - X₇ : 振動レベル, VL₁₀
 - X₈ : 入眠妨害
 - X₉ : 覚醒
 - X₁₀ : イライラ
 - X₁₁ : 驚き
 - X₁₂ : 耳なり
 - X₁₃ : 頭痛
 - X₁₄ : 会話妨害
 - X₁₅ : TV・電話妨害
 - X₁₆ : 振動の気になる程度
 - X₁₇ : 騒音のうるささ
- 個人の属性
 ———— 騒音による具体的影響

図5-7 道路交通騒音のうるささに関するパスモデル

をたてるとともに、振動という音以外の刺激による間接的影響を「騒音源」（長田は「騒音」としている）に敵対する心理的な姿勢という立場でモデルに組み入れた。他の項目に関しては、外生変数として騒音レベル、及び回答者個人にかかわる項目を設定した。また、内生変数としては騒音による直接的、間接的影響に関する項目を設定した。騒音の影響に関する項目中、「入眠妨害」と「覚醒」、「耳なり」と「頭痛」、「会話妨害」と「TV・電話妨害」は、それぞれ「睡眠妨害」、「耳なりや頭痛」、「聴取妨害」という形でまとめることが可能であり、モデルの単純化や説明変数の独立性の観点からその方が望ましいとする考え方もあろう。筆者がそのような方法をとらずに全項目を採用したのは、騒音の程度や個人の性質、あるいはその場の状況によって、類似した項目であっても、必ずしも反応が一致しないケースが容易に想像できるからである。表5-3は、図5-7のアローダイアグラムから得られたパスモデルの構造方程式であり、表5-4は各変数間の相関係数一覧表である。表5-3の一群の方程式を解いて、変数を標準化した時の回帰係数、すなわちパス係数を求めた結果を表5-5～14に示す。10種類の目的変数に関する分析結果で回帰の有意性が認められたのは、「入眠妨害」、「覚醒」、「驚き」、「会話妨害」、「TV・電話妨害」、「振動の気になる程度」、「騒音のうるささ」の7つである。有意性が認められなかった3つの目的変数のうち、「耳なり」と「頭痛」はいわゆる生理的影響であり、騒音の暴露レベルが生理的影響を惹起するほど大きな地区が少なかったことによると考えられる。表5-5と表5-6の「入眠妨害」と「覚醒」に着目すると、後者において「騒音レベル」の影響がより大きく、一般的な予想に矛盾しない。表5-11と表5-12の「会話妨害」と「TV・電話妨害」についても「騒音レベル」の影響が大きく、理解しやすい結果となっている。説明変数のうち、個人の属性に関するものについて特徴的な点をあげると次の通りである。第1の点は「家族数」がいずれの分析結果においても有意な変数とならなかったこと、第2の点は「居住年数」が表5-13の「振動の気になる程度」のみにおいて有意であったことである。後者については、道路交通振動には慣れにくいという解釈が可能であり、興味

表5-3 パスモデルの構造方程式 (道路交通騒音)

$$X_8 = p_{8,1}X_1 + p_{8,2}X_2 + p_{8,3}X_3 + p_{8,4}X_4 + p_{8,5}X_5 + p_{8,6}X_6 + p_{8,e}E_8$$

$$X_9 = p_{9,1}X_1 + p_{9,2}X_2 + p_{9,3}X_3 + p_{9,4}X_4 + p_{9,5}X_5 + p_{9,6}X_6 + p_{9,e}E_9$$

$$X_{10} = p_{10,1}X_1 + p_{10,2}X_2 + p_{10,3}X_3 + p_{10,4}X_4 + p_{10,5}X_5 + p_{10,6}X_6 + p_{10,e}E_{10}$$

$$X_{11} = p_{11,1}X_1 + p_{11,2}X_2 + p_{11,3}X_3 + p_{11,4}X_4 + p_{11,5}X_5 + p_{11,6}X_6 + p_{11,e}E_{11}$$

$$X_{12} = p_{12,1}X_1 + p_{12,2}X_2 + p_{12,3}X_3 + p_{12,4}X_4 + p_{12,5}X_5 + p_{12,6}X_6 + p_{12,e}E_{12}$$

$$X_{13} = p_{13,1}X_1 + p_{13,2}X_2 + p_{13,3}X_3 + p_{13,4}X_4 + p_{13,5}X_5 + p_{13,6}X_6 + p_{13,e}E_{13}$$

$$X_{14} = p_{14,1}X_1 + p_{14,2}X_2 + p_{14,3}X_3 + p_{14,4}X_4 + p_{14,5}X_5 + p_{14,6}X_6 + p_{14,e}E_{14}$$

$$X_{15} = p_{15,1}X_1 + p_{15,2}X_2 + p_{15,3}X_3 + p_{15,4}X_4 + p_{15,5}X_5 + p_{15,6}X_6 + p_{15,e}E_{15}$$

$$X_{16} = p_{16,2}X_2 + p_{16,3}X_3 + p_{16,4}X_4 + p_{16,5}X_5 + p_{16,6}X_6 + p_{16,7}X_7 + p_{16,e}E_{16}$$

$$X_{17} = p_{17,1}X_1 + p_{17,2}X_2 + p_{17,3}X_3 + p_{17,4}X_4 + p_{17,5}X_5 + p_{17,6}X_6 + p_{17,8}X_8 \\ + p_{17,9}X_9 + p_{17,10}X_{10} + p_{17,11}X_{11} + p_{17,12}X_{12} + p_{17,13}X_{13} + p_{17,14}X_{14} \\ + p_{17,15}X_{15} + p_{17,16}X_{16} + p_{17,e}E_{17}$$

X_1 : 騒音レベル ($L_{eq}(24)$)

X_2 : 年齢

X_3 : 性別

X_4 : 家族数

X_5 : 居住年数

X_6 : 職業の有無

X_7 : 振動レベル (VL_{10})

X_8 : 入眠妨害

X_9 : 覚醒

X_{10} : イライラ

X_{11} : 驚き

X_{12} : 耳なり

X_{13} : 頭痛

X_{14} : 会話妨害

X_{15} : TV・電話妨害

X_{16} : 振動の気になる程度

X_{17} : 騒音のうるささ

p : パス係数

E : 残差

ここで、変数はいずれも標準化されたものとする

表5-4 変数間の相関係数一覧表（道路交通）

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇
X ₁	-	-0.03	-0.01	0.04	-0.02	0.04	0.40	0.11	0.14	0.08	0.14	0.10	0.10	0.27	0.32	0.22	0.35
X ₂		-	0.12	-0.32	0.40	-0.09	0.00	0.04	0.12	0.07	0.04	0.07	0.04	0.05	0.04	0.06	0.05
X ₃			-	-0.05	0.07	0.31	-0.03	-0.09	-0.07	0.01	-0.06	-0.01	-0.01	-0.08	-0.07	-0.05	-0.04
X ₄				-	-0.17	0.05	0.03	-0.02	-0.04	-0.03	0.01	-0.02	0.01	0.02	0.05	-0.02	-0.01
X ₅					-	-0.06	0.02	-0.00	0.02	-0.02	-0.04	0.01	-0.01	0.07	0.05	0.16	0.05
X ₆						-	-0.04	0.08	0.04	0.03	-0.00	0.03	0.02	0.04	0.04	0.04	0.06
X ₇							-	0.28	0.25	0.22	0.25	0.13	0.13	0.31	0.29	0.41	0.38
X ₈								-	0.74	0.62	0.56	0.42	0.41	0.51	0.49	0.43	0.58
X ₉									-	0.66	0.62	0.40	0.41	0.49	0.44	0.41	0.55
X ₁₀										-	0.71	0.49	0.49	0.51	0.52	0.35	0.48
X ₁₁											-	0.50	0.50	0.57	0.50	0.32	0.44
X ₁₂												-	0.91	0.57	0.55	0.18	0.25
X ₁₃													-	0.59	0.53	0.17	0.25
X ₁₄														-	0.83	0.41	0.52
X ₁₅															-	0.38	0.51
X ₁₆																-	0.54
X ₁₇																	-

X₁:騒音レベル (L_{eq}(24)) , X₂:年齢, X₃:性別, X₄:家族数, X₅:居住年数, X₆:職業の有無, X₇:振動レベル (VL₁₀) , X₈:入眠妨害, X₉:覚醒,
 X₁₀:イライラ, X₁₁:驚き, X₁₂:耳なり, X₁₃:頭痛, X₁₄:会話妨害, X₁₅:TV・電話妨害, X₁₆:振動の気になる程度, X₁₇:騒音のうるささ

表5-5 「入眠妨害」に関する分析結果

目的変数	説明変数	パス係数
入眠妨害 (X ₈)	騒音レベル, L _{eq} (24) (X ₁)	0.106**
	年齢 (X ₂)	0.079 ^{NS}
	性別 (X ₃)	-0.139**
	家族数 (X ₄)	-0.012 ^{NS}
	居住年数 (X ₅)	-0.017 ^{NS}
	職業の有無 (X ₆)	0.126**
R ² (説明率) = 0.038**		
AIC = 1716.84		

有意水準 **p<0.01 *p<0.05 ^{NS}p>0.05

表5-6 「覚醒」に関する分析結果

目的変数	説明変数	パス係数
覚醒 (X ₉)	騒音レベル, L _{eq} (24) (X ₁)	0.143**
	年齢 (X ₂)	0.149**
	性別 (X ₃)	-0.116**
	家族数 (X ₄)	-0.020 ^{NS}
	居住年数 (X ₅)	-0.019 ^{NS}
	職業の有無 (X ₆)	0.086*
R ² (説明率) = 0.051**		
AIC = 1625.18		

有意水準 **p<0.01 *p<0.05 ^{NS}p>0.05

表5-7 「イライラ」に関する分析結果

目的変数	説明変数	パス係数
イライラ (X_{10})	騒音レベル, $L_{eq}(24)$ (X_1)	0.082*
	年齢 (X_2)	0.093*
	性別 (X_3)	-0.012 ^{NS}
	家族数 (X_4)	-0.016 ^{NS}
	居住年数 (X_5)	-0.064 ^{NS}
	職業の有無 (X_6)	0.012 ^{NS}
R^2 (説明率) = 0.017 ^{NS} AIC = 1607.25		

有意水準 ** $p < 0.01$ * $p < 0.05$ ^{NS} $p > 0.05$

表5-8 「驚き」に関する分析結果

目的変数	説明変数	パス係数
驚き (X_{11})	騒音レベル, $L_{eq}(24)$ (X_1)	0.133**
	年齢 (X_2)	0.086 ^{NS}
	性別 (X_3)	-0.063 ^{NS}
	家族数 (X_4)	0.011 ^{NS}
	居住年数 (X_5)	-0.064 ^{NS}
	職業の有無 (X_6)	0.012 ^{NS}
R^2 (説明率) = 0.028* AIC = 1638.86		

有意水準 ** $p < 0.01$ * $p < 0.05$ ^{NS} $p > 0.05$

表5-9 「耳なり」に関する分析結果

目的変数	説明変数	パス係数
耳なり (X ₁₂)	騒音レベル, L _{eq} (24) (X ₁)	0.102*
	年齢 (X ₂)	0.082 ^{NS}
	性別 (X ₃)	-0.031 ^{NS}
	家族数 (X ₄)	-0.003 ^{NS}
	居住年数 (X ₅)	-0.019 ^{NS}
	職業の有無 (X ₆)	0.041 ^{NS}
R ² (説明率) = 0.017 ^{NS}		
AIC = 1070.74		

有意水準 **p<0.01 *p<0.05 ^{NS}p>0.05

表5-10 「頭痛」に関する分析結果

目的変数	説明変数	パス係数
頭痛 (X ₁₃)	騒音レベル, L _{eq} (24) (X ₁)	0.099*
	年齢 (X ₂)	0.073 ^{NS}
	性別 (X ₃)	-0.027 ^{NS}
	家族数 (X ₄)	0.020 ^{NS}
	居住年数 (X ₅)	-0.033 ^{NS}
	職業の有無 (X ₆)	0.032 ^{NS}
R ² (説明率) = 0.015 ^{NS}		
AIC = 1026.02		

有意水準 **p<0.01 *p<0.05 ^{NS}p>0.05

表5-11 「会話妨害」に関する分析結果

目的変数	説明変数	パス係数
会話妨害 (X ₁₄)	騒音レベル, L _{eq} (24) (X ₁)	0.270**
	年齢 (X ₂)	0.063 ^{NS}
	性別 (X ₃)	-0.110**
	家族数 (X ₄)	0.032 ^{NS}
	居住年数 (X ₅)	0.069 ^{NS}
	職業の有無 (X ₆)	0.074 ^{NS}
R ² (説明率) = 0.094**		
AIC = 1542.61		

有意水準 **p<0.01 *p<0.05 ^{NS}p>0.05

表5-12 「TV・電話妨害」に関する分析結果

目的変数	説明変数	パス係数
TV・電話妨害 (X ₁₅)	騒音レベル, L _{eq} (24) (X ₁)	0.314**
	年齢 (X ₂)	0.063 ^{NS}
	性別 (X ₃)	-0.100*
	家族数 (X ₄)	0.062 ^{NS}
	居住年数 (X ₅)	0.056 ^{NS}
	職業の有無 (X ₆)	0.063 ^{NS}
R ² (説明率) = 0.118**		
AIC = 1618.14		

有意水準 **p<0.01 *p<0.05 ^{NS}p>0.05

表5-13 「振動の気になる程度」に関する分析結果

目的変数	説明変数	パス係数
振動の気になる程度 (X ₁₆)	年齢 (X ₂)	0.011 ^{NS}
	性別 (X ₃)	-0.080*
	家族数 (X ₄)	-0.028 ^{NS}
	居住年数 (X ₅)	0.155**
	職業の有無 (X ₆)	0.087*
	振動レベル, VL ₁₀ (X ₇)	0.410**
	R ² (説明率) = 0.202**	
AIC = 1605.35		

有意水準 **p<0.01 *p<0.05 ^{NS}p>0.05

表5-14 「騒音のうるささ」に関する分析結果

目的変数	説明変数	パス係数
騒音のうるささ (X ₁₇)	騒音レベル, Leq(24) (X ₁)	0.191**
	年齢 (X ₂)	0.009 ^{NS}
	性別 (X ₃)	0.017 ^{NS}
	家族数 (X ₄)	-0.004 ^{NS}
	居住年数 (X ₅)	-0.005 ^{NS}
	職業の有無 (X ₆)	0.005 ^{NS}
	入眠妨害 (X ₈)	0.257**
	覚醒 (X ₉)	0.131**
	イライラ (X ₁₀)	0.087 ^{NS}
	驚き (X ₁₁)	-0.006 ^{NS}
	耳なり (X ₁₂)	-0.074 ^{NS}
	頭痛 (X ₁₃)	-0.077 ^{NS}
	会話妨害 (X ₁₄)	0.136*
	TV・電話妨害 (X ₁₅)	0.108*
	振動の気になる程度 (X ₁₆)	0.265**
	R ² (説明率) = 0.543**	
AIC = 1330.46		

有意水準 **p<0.01 *p<0.05 ^{NS}p>0.05

深い結果と言える。さて、表5-14は「騒音のうるささ」に関する分析結果である。ここで「騒音のうるささ」に直接効果をもたらす変数は、図5-7において直接パスでつながっている変数であり、内生変数を介してつながっている変数は間接効果をもたらす変数である。直接効果の大きさはパス係数そのものであり、間接効果の大きさは、外生変数から内生変数に至るパス係数と内生変数からうるささに至るパス係数の積で表される。また、直接効果と間接効果の和を全効果という。表5-15はこれらの値を示したものである。この表より、直接効果の大きな変数は「入眠妨害」、「振動の気になる程度」、「騒音レベル」、間接効果の大きな変数は「騒音レベル」、「振動レベル」、「性別」、全効果の大きな変数は「騒音レベル」、「入眠妨害」、「振動の気になる程度」であることがわかる。騒音レベルのみならず振動レベルも正の効果を示しており、「振動レベル」が大きいほど「気になる程度」は強く、「うるささ」も増大すると解釈できる。なお、このモデルのAIC値(1330.46)と説明率(0.543)

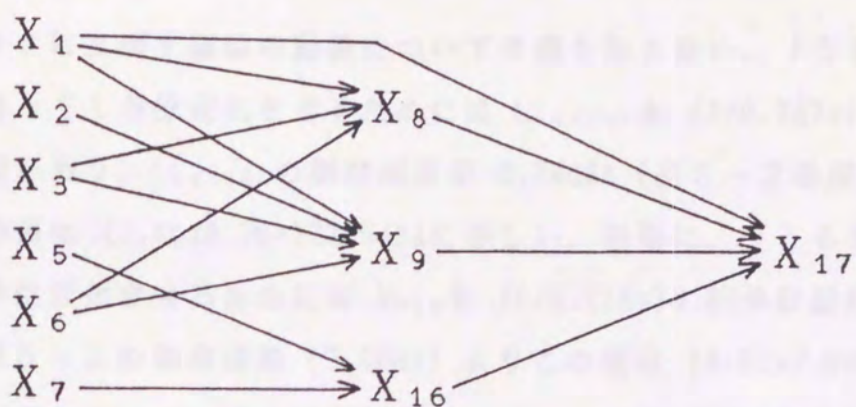
表5-15 道路交通騒音のうるささに及ぼす各種要因の効果

説明変数	直接効果	間接効果	総合効果
騒音レベル, $L_{eq(24)}$ (X_1)	.191	.108	.299
年齢 (X_2)	.009	.054	.063
性別 (X_3)	.017	-.092	-.075
家族数 (X_4)	-.004	-.004	-.008
居住年数 (X_5)	-.005	.044	.039
職業の有無 (X_6)	.005	.079	.084
振動レベル, VL_{10} (X_7)	-	.096	.096
入眠妨害 (X_8)	.257	-	.257
覚醒 (X_9)	.131	-	.131
イライラ (X_{10})	.087	-	.087
驚き (X_{11})	-.006	-	-.006
耳なり (X_{12})	-.074	-	-.074
頭痛 (X_{13})	-.077	-	-.077
会話妨害 (X_{14})	.136	-	.136
TV・電話妨害 (X_{15})	.108	-	.108
振動の気になる程度 (X_{16})	.235	-	.235

を見ると、騒音レベルのみ、あるいは騒音レベルと振動レベルによるうるささの予測モデル（第4章参照）に比べて、かなり精度の良いモデルであることがわかる。

5-1-6. 修正パスモデルの提案と意義

前節のパスモデルによって、対象とした全変数の効果の大要を知ることができるが、この中にはパス係数が有意でない変数も含まれている。そこで、これらの変数を除いた新たなモデルを考えることにより、簡潔で明快なモデルを構築できる可能性がある。表5-5~14で有意水準5%以上の有意な変数を取りあげて同様な分析を行った結果、新たにパス係数が有意でない変数の存在が認められたので、再度、有意な変数のみによる分析を行った。最終的に得られたモデル（修正パスモデル）は図5-8の通りである。この修正モデルでは、初期モデルで有意であった「会話妨害」と「TV・電話妨害」という聴取妨害に関する2つの変数が欠落している。これは、上述の通り、最終的な修正モデルに至る計算過程でパス係数が5%水準で有意とならなかったことによるものである。ただし、筆者はこの結果から、うるささと聴取妨害を別個の騒音影響と捉えるのではなく、修正モデルにおける他の要因よりもうるささに対する寄与が小さいものと解釈している。なお、これらの変数は10~20%水準で見ると有意であるが、この分野の研究では5%水準を判断のよりどころとするのが一般的であるので、本論文においても同じ基準を設定することとした。なお、AIC値（1348.40）及び説明率（0.510）は、修正前のモデルに比べて、ほとんど遜色のないものとなっている。また、表5-16は修正パスモデルの直接効果、間接効果及び全効果である。さて、具体的な効果を数量的に考えてみよう。表5-16の数値を用いることにより、一定量の「うるささ」の増加に寄与する各変数の値を比較することが可能である。例えば、 $L_{0.9(24)}$ の標準偏差1単位の変化は、「うるささ」に標準偏差0.230単位の直接効果と0.057単位の間接効果、及び0.287単位の全効果をもたらすと解釈できる。他の変数も同様に扱うことができるので相互比較が可能である。ここで、本研究の目的である



- X_1 : 騒音レベル, $L_{eq}(24)$
- X_2 : 年齢
- X_3 : 性別
- X_5 : 居住年数
- X_6 : 職業の有無
- X_7 : 振動レベル, VL_{10}
- X_8 : 入眠妨害
- X_9 : 覚醒
- X_{16} : 振動の気になる程度
- X_{17} : 騒音のうるささ

図5-8 道路交通騒音のうるささに関する修正パスモデル

表5-16 修正パスモデルにおける各種要因の効果

説明変数	直接効果	間接効果	総合効果
騒音レベル, $L_{eq}(24)$ (X_1)	.230	.057	.287
年齢 (X_2)	-	.025	.025
性別 (X_3)	-	-.059	-.059
居住年数 (X_5)	-	.044	.044
職業の有無 (X_6)	-	.051	.051
振動レベル, VL_{10} (X_7)	-	.116	.116
入眠妨害 (X_8)	.310	-	.310
覚醒 (X_9)	.172	-	.172
振動の気になる程度 (X_{16})	.285	-	.285

騒音のうるささに及ぼす振動の影響について考察を加えたい。「うるささ」を標準偏差で計って1単位変化させるためには $L_{eq(24)}$ を $(1/0.287=)3.48$ 単位変化させる必要があり、 $L_{eq(24)}$ の標準偏差が 6.76dBA (表5-2参照) であることから、この値は $(3.48 \times 6.76=)23.5$ dBA に等しい。同様に、「うるささ」を標準偏差で1単位変化させるためには VL_{10} を $(1/0.116=)8.62$ 単位変化させる必要があり、表5-2の標準偏差 (7.90dB) よりこの値は $(8.62 \times 7.90=)68.1$ dB に等しい。よって、 VL_{10} の 68.1dB の変化は $L_{eq(24)}$ の 23.5dBA の変化に等価な「うるささ」の変化をもたらすと解釈できる。これを単純な比で表すと、 VL_{10} の 10dB が $L_{eq(24)}$ の約 3.5dBA に匹敵することになる。また、「振動の気になる程度」の標準偏差1単位の変化は「うるささ」の 0.285 単位の変化をもたらすこともわかる。「入眠妨害」、「覚醒」も「うるささ」に重要な効果をもたらす要因ではあるが、同時に、振動の影響も重要な意味を持っていることがわかり、道路交通騒音のうるささの評価に際しては、何らかの形で振動の影響を考慮する必要があることを意味するものと言える。

5-1-7. まとめ

以上、道路交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響について検討を行い、パスモデルを提案した。

以上をまとめると、以下の通りである。

- ① 道路交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響を検討する場合、パス解析は有効な手法の一つであると言える。
- ② 道路交通騒音のうるささに影響を及ぼす要因のうち、「騒音レベル」、「入眠妨害」、「覚醒」と並んで、「振動」の重要性が明らかとなった。
- ③ 「振動レベル」が大きくなるほど「気になる程度」は強くなり、その結果、「うるささ」も増大する。
- ④ 道路交通騒音のうるささに及ぼす VL_{10} の 10dB の効果は、 $L_{eq(24)}$ の約 3.5dBA の効果に等価である。

5-2. モデルの検証(1) - 鉄道騒音のうるささに関するパス解析

前節では道路交通騒音のうるささに関してパス解析を行い、騒音・振動刺激からうるささ反応に至る因果関係について考察するとともに、騒音のうるささに及ぼす振動の影響を定量的に検討した。本節では鉄道騒音に関して同様な分析を行い、パスモデルの妥当性について、検証を行いたい。

5-2-1. 分析の対象とする調査データ

本節で分析の対象とするデータは、第3章(3-2節)で用いた鉄道騒音・振動に関する1987年の調査データと、その後に行った1992年の計2回の調査データで、札幌の広範な地区を対象として行った調査から得られたものである。1992年に行った調査の手法は、第3章で述べた1987年の場合と基本的に同じ内容であり、調査票を若干簡略化するなどの変更を加えたのみである。これら2回の調査で選定された地区は図5-9に示す合計13地区で、地区内の住戸は、道路からの距離ができるだけ等しくなるように、約10軒ずつ2~4ブロックに分類した。このようにして得られたブロックの総数は37である。また、調査対象住戸は全て木造一戸建に限定した。アンケートの回収率と有効回答数は表5-17の通りであり、有効回答数は総計250件である。調査票の項目中、本章の考察で用いる主な質問の内容を表5-18に示す。また、有効な回答の得られた250人の主要な属性をまとめたものが図5-10~14である。なお、騒音レベルと振動レベルの測定・分析についても、第3章と同様に行った。

5-2-2. 分析の方法

分析の具体的な方法は、道路交通の場合と同様である。変更点をあげると、表5-18のアンケート項目中、「道路交通騒音のうるささ」、「道路交通振動の気になる程度」を、「鉄道騒音のうるささ」「鉄道振動の気になる程度」に変更したこと、及び騒音レベル、振動レベルに関して、 $L_{eq(24)}$ を $L_{en(day)}$ へ、 VL_{10} を $VL_{en(day)}$ に変更したことの2点である($L_{en(day)}$ 、 $VL_{en(day)}$)につ



図5-9 鉄道騒音・振動に関する全調査地区

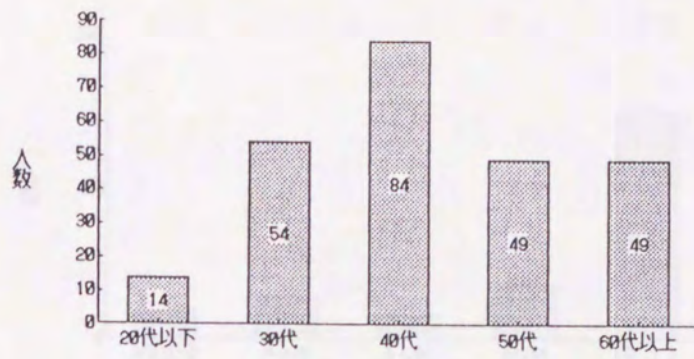


図5-10 回答者の年齢層

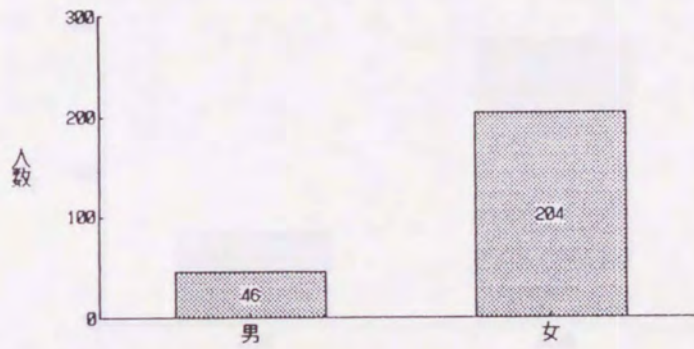


図5-11 回答者の性別

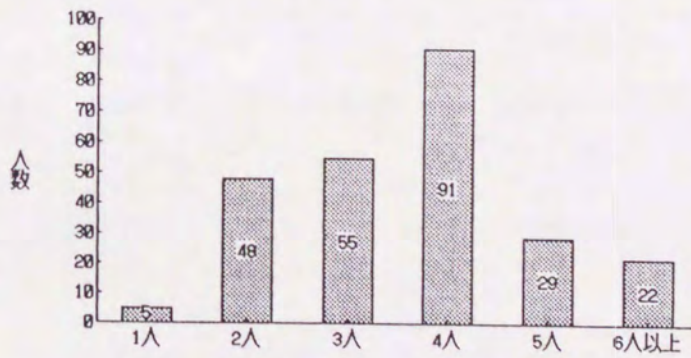


図5-12 回答者の家族数

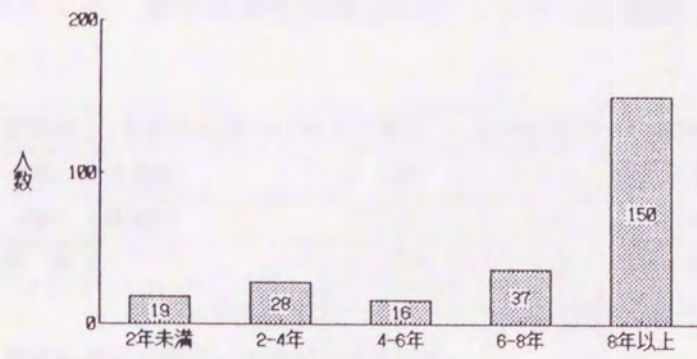


図5-13 回答者の居住年数

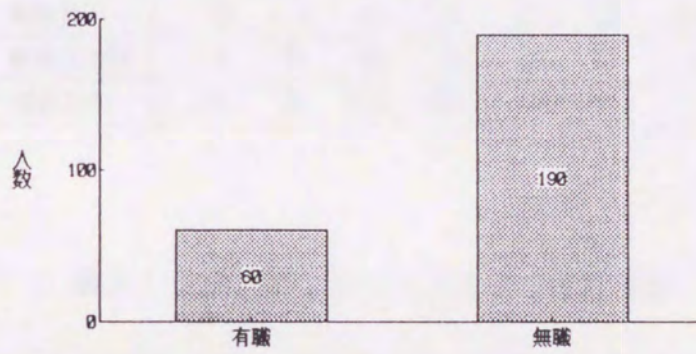


図5-14 回答者の職業の有無

表5-17 調査対象地区数及びアンケート回答数（鉄道）

実施年	対象地区数（ブロック数*）	有効回答数（回収率）
1987	札幌市 9 (24)	154 (48.3%)
1991	札幌市 4 (13)	96 (64.4%)
合計	13 (37)	250 (53.4%)

* 各地区は2～4ブロックに区分されている。

地区別有効回答数と通過列車列車本数

地区番号	1	2	3	4	5	6	7
有効回答数	23	8	15	10	22	16	10
列車本数	113	199	325	325	325	325	325
地区番号	8	9	10	11	12	13	合計
有効回答数	22	28	20	11	19	46	250
列車本数	325	66	245	245	77	77	-

表5-18 アンケートの主要な質問項目

分類	項目	回答用選択肢
個人の属性	年齢	10代, 20代, 30代, 40代, 50代, 60代以上
	性別	男, 女
	家族数	1人, 2人, 3人, 4人, 5人, 6人以上
	居住年数	1年未満, 1-2年, 2-4年, 4-6年, 6-8年, 8年以上
	職業の有無	はい, いいえ
騒音による 具体的影響	入眠妨害 覚醒 イライラ 驚き 耳なり 頭痛 会話妨害 TV・電話妨害	質問：騒音によって次のような影響を受けたことがありますか？ 1.全くない 2.ほとんどない 3.時々ある 4.かなりある 5.頻繁にある
騒音に関する 主質問	うるささ	質問：鉄道からの騒音の程度はどのくらいですか？ 1.全くうるさくない 2.あまりうるさくない 3.ややうるさい 4.かなりうるさい 5.非常にうるさい
振動に関する 主質問	気になる程度	質問：鉄道からの振動の程度はどのくらいですか？ 1.全く気にならない 2.あまり気にならない 3.やや気になる 4.かなり気になる 5.非常に気になる

いては第3章参照)。図5-15は、13地区の各ブロックにおける騒音レベル ($L_{en(day)}$) と振動レベル ($V_{L_{en(day)}}$) の関係である。道路交通の場合ほどではないが、調査地区全体を見ると、騒音レベルがほぼ同じ場合でも振動レベルに大きな相違のある様子が伺える。なお、各項目のカテゴリ別評定数及び評定値の平均と標準偏差を表5-19に示す。

5-2-3. パス解析による因果関係の分析

道路交通の場合と同様に、長田¹¹⁾の説を参考として因果関係を考慮し、筆者の行った調査項目中、表5-18に掲げた主要な項目をアローダイアグラムで示したパスモデルが図5-16である。表5-20は、図5-16のアローダイアグラムから得られたパスモデルの構造方程式であり、表5-21は各変数間の相関係数一覧表である。表5-20の一群の方程式を解いて、変数を標準化した時の回帰係数、すなわちパス係数を求めた結果を表5-22~31に示す。10種類の目的変数に関する分析結果で回帰の有意性が認められたのは、「入眠妨害」、「イライラ」、「驚き」、「耳なり」、「頭痛」、「会話妨害」、「TV・電話妨害」、「振動の気になる程度」、「騒音のうるささ」の9つであり、有意性が認められなかったのは「覚醒」のみである。有意性が認められた目的変数のうち、「入眠妨害」、「驚き」、「耳なり」、「頭痛」、「会話妨害」、「TV・電話妨害」では、「騒音レベル」の影響が最も大きくなっている。また、「イライラ」については、「年齢」、「職業の有無」が、「騒音レベル」を上回っている。個人の属性に関して特徴的な点は、「性別」、「家族数」がいずれの分析結果においても有意な変数とならなかったことである。また、「振動の気になる程度」については、「振動レベル」のみが有意な変数となった。表5-31は「騒音のうるささ」に関する分析結果である。これらの分析結果に基づいて、各変数の「騒音のうるささ」に及ぼす直接効果、間接効果、及び全効果を求めたものが表5-32である。この表より、直接効果の大きな変数は「振動の気になる程度」、「騒音レベル」、「TV・電話妨害」であり、間接効果の大きな変数は「振動レベル」と「騒音レベル」、全効果の大きな変

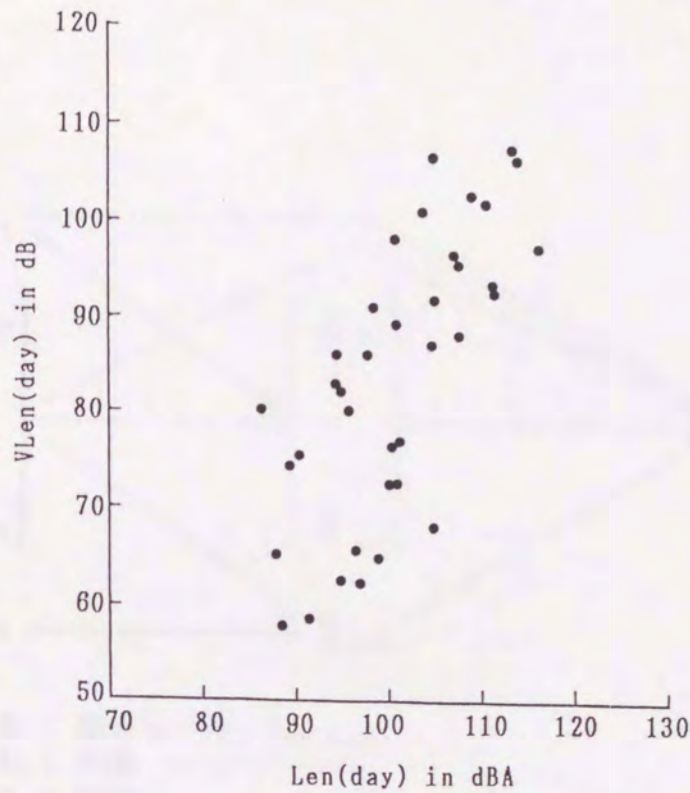
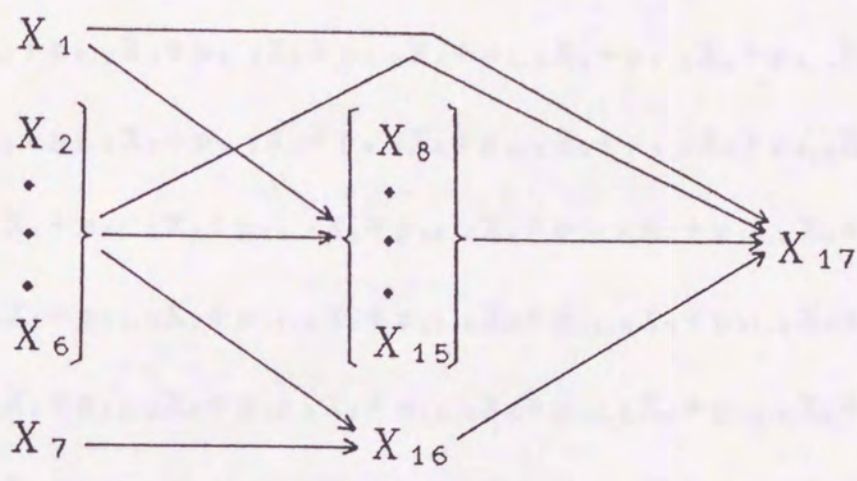


図5-15 全調査地区の騒音レベルと振動レベルの関係（鉄道）

表5-19 各項目のカテゴリ別評定数と平均・標準偏差

項目	カテゴリ別評定数					平均 標準偏差	
	1	2	3	4	5*		
騒音のうるささ	34	104	83	23	6	2.45	0.92
振動の気になる程度	93	97	47	10	3	1.93	0.91
入眠妨害	82	121	45	1	1	1.87	0.74
覚醒	105	121	23	0	1	1.68	0.67
イライラ	111	117	21	0	1	1.65	0.67
驚き	121	118	10	1	0	1.56	0.59
耳なり	124	122	4	0	0	1.52	0.53
頭痛	123	121	6	0	0	1.53	0.55
会話妨害	92	89	61	7	1	1.94	0.87
TV・電話妨害	82	69	86	12	1	2.12	0.94
(物理量)							
Len(day), dBA	—					100.10	7.87
VLen(day), dB	—					82.87	13.86

*「騒音のうるささ」及び「振動の気になる程度」は「1.全く、2.あまり、3.やや、4.かなり、5.非常に」、その他の項目は「1.全く、2.ほとんど、3.時々、4.かなり、5.頻繁に」を意味している。



- X₁ : 騒音レベル, L_{en}(day)
 - X₂ : 年齢
 - X₃ : 性別
 - X₄ : 家族数
 - X₅ : 居住年数
 - X₆ : 職業の有無
 - X₇ : 振動レベル, V_L_{en}(day)
 - X₈ : 入眠妨害
 - X₉ : 覚醒
 - X₁₀ : イライラ
 - X₁₁ : 驚き
 - X₁₂ : 耳なり
 - X₁₃ : 頭痛
 - X₁₄ : 会話妨害
 - X₁₅ : TV・電話妨害
 - X₁₆ : 振動の気になる程度
 - X₁₇ : 騒音のうるささ
- 個人の属性
 — 騒音による具体的影響

図 5 - 1 6 鉄道騒音のうるささに関するパスモデル

表5-20 パスモデルの構造方程式 (鉄道騒音)

$$X_8 = p_{8,1}X_1 + p_{8,2}X_2 + p_{8,3}X_3 + p_{8,4}X_4 + p_{8,5}X_5 + p_{8,6}X_6 + p_{8,e}E_8$$

$$X_9 = p_{9,1}X_1 + p_{9,2}X_2 + p_{9,3}X_3 + p_{9,4}X_4 + p_{9,5}X_5 + p_{9,6}X_6 + p_{9,e}E_9$$

$$X_{10} = p_{10,1}X_1 + p_{10,2}X_2 + p_{10,3}X_3 + p_{10,4}X_4 + p_{10,5}X_5 + p_{10,6}X_6 + p_{10,e}E_{10}$$

$$X_{11} = p_{11,1}X_1 + p_{11,2}X_2 + p_{11,3}X_3 + p_{11,4}X_4 + p_{11,5}X_5 + p_{11,6}X_6 + p_{11,e}E_{11}$$

$$X_{12} = p_{12,1}X_1 + p_{12,2}X_2 + p_{12,3}X_3 + p_{12,4}X_4 + p_{12,5}X_5 + p_{12,6}X_6 + p_{12,e}E_{12}$$

$$X_{13} = p_{13,1}X_1 + p_{13,2}X_2 + p_{13,3}X_3 + p_{13,4}X_4 + p_{13,5}X_5 + p_{13,6}X_6 + p_{13,e}E_{13}$$

$$X_{14} = p_{14,1}X_1 + p_{14,2}X_2 + p_{14,3}X_3 + p_{14,4}X_4 + p_{14,5}X_5 + p_{14,6}X_6 + p_{14,e}E_{14}$$

$$X_{15} = p_{15,1}X_1 + p_{15,2}X_2 + p_{15,3}X_3 + p_{15,4}X_4 + p_{15,5}X_5 + p_{15,6}X_6 + p_{15,e}E_{15}$$

$$X_{16} = p_{16,2}X_2 + p_{16,3}X_3 + p_{16,4}X_4 + p_{16,5}X_5 + p_{16,6}X_6 + p_{16,7}X_7 + p_{16,e}E_{16}$$

$$X_{17} = p_{17,1}X_1 + p_{17,2}X_2 + p_{17,3}X_3 + p_{17,4}X_4 + p_{17,5}X_5 + p_{17,6}X_6 + p_{17,8}X_8 \\ + p_{17,9}X_9 + p_{17,10}X_{10} + p_{17,11}X_{11} + p_{17,12}X_{12} + p_{17,13}X_{13} + p_{17,14}X_{14} \\ + p_{17,15}X_{15} + p_{17,16}X_{16} + p_{17,e}E_{17}$$

X_1 : 騒音レベル ($L_{en(day)}$)	X_8 : 入眠妨害	X_{16} : 振動の気になる程度
X_2 : 年齢	X_9 : 覚醒	X_{17} : 騒音のうるささ
X_3 : 性別	X_{10} : イライラ	
X_4 : 家族数	X_{11} : 驚き	
X_5 : 居住年数	X_{12} : 耳なり	
X_6 : 職業の有無	X_{13} : 頭痛	p : パス係数
X_7 : 振動レベル ($V_{Len(day)}$)	X_{14} : 会話妨害	E : 残差
	X_{15} : TV・電話妨害	

ここで、変数はいずれも標準化されたものとする

表 5 - 2 1 変数間の相関係数一覧表 (鉄道)

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇
X ₁	-	0.07	0.05	-0.13	0.08	0.06	0.75	0.22	0.13	0.12	0.22	0.22	0.23	0.40	0.32	0.47	0.46
X ₂		-	0.26	-0.40	0.29	-0.08	0.17	-0.06	-0.04	-0.15	-0.09	-0.04	0.01	-0.10	-0.15	0.04	-0.13
X ₃			-	-0.18	0.06	0.14	0.10	-0.02	-0.07	-0.02	0.00	-0.06	-0.08	-0.03	-0.02	0.01	0.05
X ₄				-	-0.16	0.06	-0.06	-0.04	0.02	-0.04	0.01	-0.00	-0.02	-0.00	-0.05	-0.06	-0.04
X ₅					-	0.04	0.33	-0.01	-0.11	-0.12	-0.07	-0.03	-0.01	-0.02	-0.03	0.12	-0.08
X ₆						-	0.01	-0.07	-0.10	-0.14	0.00	-0.07	0.00	0.05	0.01	-0.07	-0.00
X ₇							-	0.18	0.09	0.11	0.20	0.21	0.22	0.31	0.25	0.53	0.43
X ₈								-	0.70	0.58	0.57	0.50	0.48	0.46	0.47	0.21	0.45
X ₉									-	0.57	0.58	0.59	0.58	0.41	0.35	0.18	0.36
X ₁₀										-	0.68	0.65	0.57	0.39	0.41	0.25	0.45
X ₁₁											-	0.76	0.74	0.49	0.41	0.30	0.41
X ₁₂												-	0.90	0.51	0.46	0.31	0.42
X ₁₃													-	0.48	0.44	0.30	0.39
X ₁₄														-	0.76	0.46	0.52
X ₁₅															-	0.41	0.55
X ₁₆																-	0.57
X ₁₇																	-

X₁: 騒音レベル (L_{0n(day)}), X₂: 年齢, X₃: 性別, X₄: 家族数, X₅: 居住年数, X₆: 職業の有無, X₇: 振動レベル (VL_{0n(day)}), X₈: 入眠妨害, X₉: 覚醒, X₁₀: イライラ, X₁₁: 驚き, X₁₂: 耳なり, X₁₃: 頭痛, X₁₄: 会話妨害, X₁₅: TV・電話妨害, X₁₆: 振動の気になる程度, X₁₇: 騒音のうるささ

表5-22 「入眠妨害」に関する分析結果

目的変数	説明変数	パス係数
入眠妨害 (X ₈)	騒音レベル, L _{en(day)} (X ₁)	0.226**
	年齢 (X ₂)	-0.106 ^{NS}
	性別 (X ₃)	0.005 ^{NS}
	家族数 (X ₄)	-0.047 ^{NS}
	居住年数 (X ₅)	-0.005 ^{NS}
	職業の有無 (X ₆)	-0.086 ^{NS}
R ² (説明率) = 0.064*		
AIC = 556.53		

有意水準 **p<0.01 *p<0.05 ^{NS}p>0.05

表5-23 「覚醒」に関する分析結果

目的変数	説明変数	パス係数
覚醒 (X ₉)	騒音レベル, L _{en(day)} (X ₁)	0.152*
	年齢 (X ₂)	-0.008 ^{NS}
	性別 (X ₃)	-0.052 ^{NS}
	家族数 (X ₄)	0.013 ^{NS}
	居住年数 (X ₅)	-0.109 ^{NS}
	職業の有無 (X ₆)	-0.096 ^{NS}
R ² (説明率) = 0.046 ^{NS}		
AIC = 513.09		

有意水準 **p<0.01 *p<0.05 ^{NS}p>0.05

表5-24 「イライラ」に関する分析結果

目的変数	説明変数	パス係数
イライラ (X_{10})	騒音レベル, $L_{en(day)}$ (X_1)	0.138*
	年齢 (X_2)	-0.200**
	性別 (X_3)	0.040 ^{NS}
	家族数 (X_4)	-0.099 ^{NS}
	居住年数 (X_5)	-0.080 ^{NS}
	職業の有無 (X_6)	-0.162*

R^2 (説明率) = 0.083**
 AIC = 500.29

有意水準 ** $p < 0.01$ * $p < 0.05$ ^{NS} $p > 0.05$

表5-25 「驚き」に関する分析結果

目的変数	説明変数	パス係数
驚き (X_{11})	騒音レベル, $L_{en(day)}$ (X_1)	0.231**
	年齢 (X_2)	-0.094 ^{NS}
	性別 (X_3)	0.020 ^{NS}
	家族数 (X_4)	0.001 ^{NS}
	居住年数 (X_5)	-0.061 ^{NS}
	職業の有無 (X_6)	-0.018 ^{NS}

R^2 (説明率) = 0.063*
 AIC = 446.62

有意水準 ** $p < 0.01$ * $p < 0.05$ ^{NS} $p > 0.05$

表5-26 「耳なり」に関する分析結果

目的変数	説明変数	パス係数
耳なり (X ₁₂)	騒音レベル, L _{en(day)} (X ₁)	0.232**
	年齢 (X ₂)	-0.041 ^{NS}
	性別 (X ₃)	-0.044 ^{NS}
	家族数 (X ₄)	0.002 ^{NS}
	居住年数 (X ₅)	-0.028 ^{NS}
	職業の有無 (X ₆)	-0.083 ^{NS}
R ² (説明率) = 0.062*		
AIC = 392.63		

有意水準 **p<0.01 *p<0.05 ^{NS}p>0.05

表5-27 「頭痛」に関する分析結果

目的変数	説明変数	パス係数
頭痛 (X ₁₃)	騒音レベル, L _{en(day)} (X ₁)	0.234**
	年齢 (X ₂)	0.026 ^{NS}
	性別 (X ₃)	-0.103 ^{NS}
	家族数 (X ₄)	0.002 ^{NS}
	居住年数 (X ₅)	-0.026 ^{NS}
	職業の有無 (X ₆)	0.006 ^{NS}
R ² (説明率) = 0.063*		
AIC = 405.78		

有意水準 **p<0.01 *p<0.05 ^{NS}p>0.05

表5-28 「会話妨害」に関する分析結果

目的変数	説明変数	パス係数
会話妨害 (X ₁₄)	騒音レベル, L _{en(day)} (X ₁)	0.412**
	年齢 (X ₂)	-0.120 ^{NS}
	性別 (X ₃)	-0.022 ^{NS}
	家族数 (X ₄)	-0.008 ^{NS}
	居住年数 (X ₅)	-0.022 ^{NS}
	職業の有無 (X ₆)	0.019 ^{NS}

R² (説明率) = 0.181**
AIC = 606.06

有意水準 **p<0.01 *p<0.05 ^{NS}p>0.05

表5-29 「TV・電話妨害」に関する分析結果

目的変数	説明変数	パス係数
TV・電話妨害 (X ₁₅)	騒音レベル, L _{en(day)} (X ₁)	0.330**
	年齢 (X ₂)	-0.203**
	性別 (X ₃)	0.006 ^{NS}
	家族数 (X ₄)	-0.085 ^{NS}
	居住年数 (X ₅)	-0.014 ^{NS}
	職業の有無 (X ₆)	-0.024 ^{NS}

R² (説明率) = 0.141**
AIC = 656.78

有意水準 **p<0.01 *p<0.05 ^{NS}p>0.05

表5-30 「振動の気になる程度」に関する分析結果

目的変数	説明変数	パス係数
振動の気になる程度 (X ₁₆)	年齢 (X ₂)	-0.062 ^{NS}
	性別 (X ₃)	-0.025 ^{NS}
	家族数 (X ₄)	-0.061 ^{NS}
	居住年数 (X ₅)	-0.043 ^{NS}
	職業の有無 (X ₆)	-0.071 ^{NS}
	振動レベル, VL _{en(day)} (X ₇)	0.549 ^{**}
	R ² (説明率) = 0.289 ^{**} AIC = 591.65	

有意水準 **p<0.01 *p<0.05 ^{NS}p>0.05

表5-31 「騒音のうるささ」に関する分析結果

目的変数	説明変数	パス係数
騒音のうるささ (X ₁₇)	騒音レベル, L _{en(day)} (X ₁)	0.184 ^{**}
	年齢 (X ₂)	-0.087 ^{NS}
	性別 (X ₃)	0.064 ^{NS}
	家族数 (X ₄)	-0.014 ^{NS}
	居住年数 (X ₅)	-0.095 [*]
	職業の有無 (X ₆)	0.040 ^{NS}
	入眠妨害 (X ₈)	0.161 [*]
	覚醒 (X ₉)	0.004 ^{NS}
	イライラ (X ₁₀)	0.174 [*]
	驚き (X ₁₁)	-0.069 ^{NS}
	耳なり (X ₁₂)	0.041 ^{NS}
	頭痛 (X ₁₃)	0.002 ^{NS}
	会話妨害 (X ₁₄)	0.006 ^{NS}
	TV・電話妨害 (X ₁₅)	0.181 [*]
	振動の気になる程度 (X ₁₆)	0.352 ^{**}
	R ² (説明率) = 0.549 ^{**} AIC = 502.94	

有意水準 **p<0.01 *p<0.05 ^{NS}p>0.05

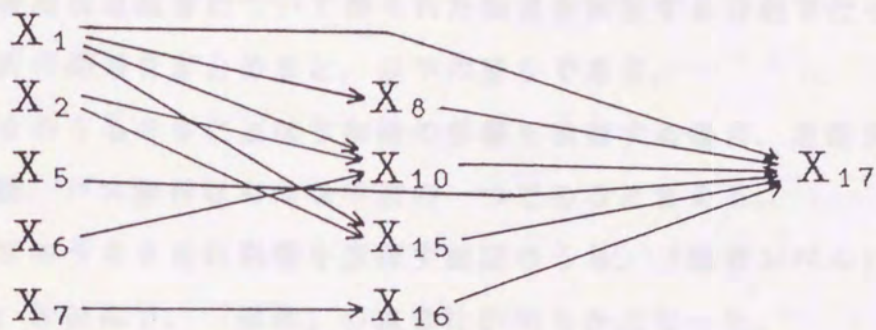
数は「振動の気になる程度」、「騒音レベル」、「振動レベル」、「TV・電話妨害」であることがわかる。騒音レベルのみならず振動レベルも正の効果を示しており、「振動レベル」が大きいほど「気になる程度」は強く、「うるささ」も増大すると解釈できる。なお、このモデルのAIC値(502.94)については、サンプル数が異なるため、道路交通との直接比較はできないが、説明率(0.549)は道路交通の場合とほぼ同じであり、かなり精度の良いモデルであることがわかる。

表5-32 鉄道騒音のうるささに及ぼす各種要因の効果

説明変数	直接効果	間接効果	総合効果
騒音レベル, $L_{en(day)}$ (X_1)	.184	.117	.301
年齢 (X_2)	-.087	-.084	-.171
性別 (X_3)	.064	.005	.069
家族数 (X_4)	-.014	-.040	-.054
居住年数 (X_5)	-.095	-.015	-.110
職業の有無 (X_6)	.040	-.049	-.009
振動レベル, $VL_{en(day)}$ (X_7)	-	.193	.193
入眠妨害 (X_8)	.161	-	.161
覚醒 (X_9)	.004	-	.004
イライラ (X_{10})	.174	-	.174
驚き (X_{11})	-.069	-	-.069
耳なり (X_{12})	.041	-	.041
頭痛 (X_{13})	.002	-	.002
会話妨害 (X_{14})	.006	-	.006
TV・電話妨害 (X_{15})	.181	-	.181
振動の気になる程度 (X_{16})	.352	-	.352

5-2-4. 修正パスモデルによる考察

表5-22~31で有意水準5%以上の有意な変数を取りあげてパス解析を行い、新たに得られたモデルが図5-17の修正パスモデルである。このモデルの説明率(0.538)は、修正前のモデルの説明率(0.549)に比べて、ほとんど遜色のないものとなっている。さらに、AIC値(490.95)を比較すると、修正前のモデル(502.94)よりも値は小さく、説明変数の数を考慮した場合、よりあてはまりの良いモデルと言える。また、表5-33は修正パスモデルの直接効果、間接効果及び全効果である。さて、具体的な効果を数量的に考えてみよう。表5-33の数値より、 $L_{en(day)}$ の標準偏差1単位の変化は、「うるささ」に標準偏差0.186単位の直接効果と0.125単位の間接効果、及び0.311単位の全効果をもたらすという解釈が可能である。逆に、「うるささ」を標準偏差で計って1単位変化させるためには $L_{en(day)}$ を $(1/0.311=)3.22$ 単位変化させる必要があり、 $L_{en(day)}$ の標準偏差が7.87dBA(表5-19参照)であることから、この値は $(3.22 \times 7.87=)25.3$ dBAに等しい。同様に、「うるささ」を標準偏差で1単位変化させるためには $VL_{en(day)}$ を $(1/0.177=)5.65$ 単位変化させる必要があり、表5-19の標準偏差(13.86dB)よりこの値は $(5.65 \times 13.86=)78.3$ dBに等しい。よって、 $VL_{en(day)}$ の78.3dBの変化は $L_{en(day)}$ の25.3dBAの変化に等価な「うるささ」の変化をもたらすと解釈できる。これを単純な比で表すと、 $VL_{en(day)}$ の10dBが $L_{en(day)}$ の約3.2dBAに匹敵することになり、道路交通の場合の3.5dBAとほぼ等しい値になっている。また、「振動の気になる程度」の標準偏差1単位の変化は「うるささ」の0.338単位の変化をもたらすこともわかる。「TV・電話妨害」も「うるささ」に重要な効果をもたらす要因ではあるが、同時に、振動の影響も重要な意味を持っていることがわかる。以上により、道路交通騒音の場合と同様、鉄道騒音についても振動の影響が重要であり、また、騒音のうるささに寄与する騒音レベルと振動レベルの関係も道路交通の場合とほぼ同じであると言う結論を得た。このことは、前節で提案した道路交通騒音のうるささに関するパスモデルの妥当性を立証するものであると言える。



- X₁ : 騒音レベル, L_{en(day)}
- X₂ : 年齢
- X₅ : 居住年数
- X₆ : 職業の有無
- X₇ : 振動レベル, VL_{en(day)}
- X₈ : 入眠妨害
- X₁₀ : イライラ
- X₁₅ : TV・電話妨害
- X₁₆ : 振動の気になる程度
- X₁₇ : 騒音のうるささ

図5-17 鉄道騒音のうるささに関する修正パスモデル

表5-33 修正パスモデルにおける各種要因の効果

説明変数	直接効果	間接効果	総合効果
騒音レベル, L _{en(day)} (X ₁)	.186	.125	.311
年齢 (X ₂)	-	-.064	-.064
居住年数 (X ₅)	-.108	-	-.108
職業の有無 (X ₆)	-	-.027	-.027
振動レベル, VL _{en(day)} (X ₇)	-	.177	.177
入眠妨害 (X ₈)	.146	-	.146
イライラ (X ₁₀)	.166	-	.166
TV・電話妨害 (X ₁₅)	.206	-	.206
振動の気になる程度 (X ₁₆)	.338	-	.338

5-2-5. まとめ

以上、道路交通騒音について得られた知見を検証する目的で行った鉄道騒音のパス解析の結果をまとめると、以下の通りである。

- ① 鉄道騒音のうるささに及ぼす振動の影響を検討する場合、道路交通騒音の場合と同様、パス解析は有効な手法の一つであると言える。
- ② 鉄道騒音のうるささに影響を及ぼす要因のうち、「騒音レベル」、「TV・電話妨害」と並んで、「振動」の重要性が明らかとなった。
- ③ 道路交通騒音の場合と同様、「振動レベル」が大きくなるほど「気になる程度」は強くなり、その結果、「うるささ」も増大する。
- ④ 鉄道騒音のうるささに及ぼす $V_{L_{en(day)}}$ の 10dB の効果は、 $L_{en(day)}$ の約 3.2 dBA の効果に等価であり、道路交通騒音の場合の 3.5dBA とほぼ一致する。

5-3. モデルの検証(2) - 他の研究者の成果との比較

第2章で取り上げた他の研究者の成果を見ると、結論は必ずしも一致しているとは言えないが、いずれの研究も騒音と振動の間に何らかの相互影響を見出しているものと言える。本論文の課題である「騒音のうるささに及ぼす振動の影響」に関して見れば、これを積極的に認める研究成果が報告されている一方、否定的な成果もある。例えば、Houwarth et al.¹³⁾ の鉄道騒音と振動に関する実験によると、「振動刺激は騒音の annoyance 評定に影響を与えない」という結果が得られている。筆者は、このような結果が得られたのは、明らかに実験室において実施された研究であることに起因すると考えている。このことは、徳山¹⁴⁾ が実験室で行った研究において、同様な結果が得られていることから推測できる。一方、社会調査や現場実験条件においては騒音のうるささに及ぼす振動の影響を積極的に認める研究成果が多く報告されている。例えば泉ら¹⁵⁾ のデータはこのことを明確に示しているし、低周波空気振動に基づく家屋振動については、Stephens et al.¹⁶⁾ や Kryter¹⁷⁾ も、家屋振動による騒音の annoyance の増加を認めている。これらの研究成果は、実験室では得られにくいアノイアンス反応の特質を裏付けるものと解釈することが可能である。なお、

騒音と振動による総合的なアノイアンスの増加に関しては、実験でも社会調査でもこれを認める成果が幾つか示されているが、本研究の課題である「騒音のうるささに対する振動の影響」とは視点を異にするものであり、直接比較はできない。さて、筆者と同様な結論を得ている研究者のうち、具体的な補正値を与えているのは Kryterのみである。Kryterによれば、Nonimpulsive noise（航空機、自動車等）の場合、dBCとdBAの差が0～10dBの場合には、 L_c の値に応じて L_A に0～10dBAの値を加えるとしている（図2-1参照）。筆者の研究の対象は交通振動が引き起こす家屋振動であり、低周波空気振動によるものと同一ではない。また、データの扱い方から見て直接的な比較は困難であるが、具体的な補正値を示した例は他にないので、Kryterの0～10dBAという補正値のレンジについて比較を試みたい。筆者の道路交通に関する成果では、騒音のうるささの変化に同じ影響を及ぼすための騒音レベルと振動レベルの量は、それぞれ3.5dBAと10dBである。本研究で対象とした調査地区の全ブロックにおける振動レベルの範囲はVL10で18.0～47.0dBであり、レンジは $(47.0-18.0)=29.0$ dBである（図5-6参照）。仮にこの振動レベルの最小値と最大値が、騒音のうるささに最小と最大の影響を及ぼすものとすれば、これに対応する騒音レベルのレンジは $(29.0/10 \times 3.5)=10.2$ dBAとなり、Kryterの補正値のレンジとほぼ一致する。よって、本研究で得られた補正値は、特異な値を示すものでないことが確認されたと言える。

5-4. 第5章のまとめ

道路交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響について検討を行い、パスモデルを提案した。得られた知見をまとめると、以下の通りである。

- ① 道路交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響を検討する場合、パス解析は有効な手法の一つであると言える。
- ② 道路交通騒音のうるささに影響を及ぼす要因のうち、「騒音レベル」、「入眠妨害」、「覚醒」と並んで、「振動」の重要性が明らかとなった。
- ③ 「振動レベル」が大きくなるほど「気になる程度」は強くなり、その結果、

「うるささ」も増大する。

- ④ 道路交通騒音のうるささに及ぼす VL_{10} の 10dB の効果は、 $L_{eq(24)}$ の約 3.5dBA の効果に等価である。

また、上記の知見を検証する目的で行った鉄道騒音に関するパス解析の結果をまとめると、以下の通りである。

- ① 鉄道騒音のうるささに及ぼす振動の影響を検討する場合、道路交通騒音の場合と同様、パス解析は有効な手法の一つであると言える。
- ② 鉄道騒音のうるささに影響を及ぼす要因のうち、「騒音レベル」、「TV・電話妨害」と並んで、「振動」の重要性が明らかとなった。
- ③ 道路交通騒音の場合と同様、「振動レベル」が大きくなるほど「気になる程度」は強くなり、その結果、「うるささ」も増大する。
- ④ 鉄道騒音のうるささに及ぼす $VL_{en(day)}$ の 10dB の効果は、 $L_{en(day)}$ の約 3.2 dBA の効果に等価であり、道路交通騒音の場合の 3.5dBA とほぼ一致する。

このように、騒音のうるささに影響を及ぼす内生変数すなわち具体的影響のうち、道路交通騒音に関しては「入眠妨害」と「覚醒」が大きな効果を持つものに対し、鉄道騒音の場合は「TV・電話妨害」が大きな効果を持つことがわかった。鉄道騒音がいわゆる間欠騒音であることを考えれば、暗騒音からの急激な騒音レベルの立ち上がりにより、聴取妨害が生ずるのは当然と言える。よって、パス解析を行うことで各種騒音の影響の特徴を知ることができ、且つ、騒音レベルと振動レベルの効果の直接比較が可能なことから、解析方法として有効であることがわかった。なお、騒音のうるささに寄与する騒音レベルと振動レベルの関係を具体的に比較すると、振動レベル 10dB に対して、道路交通騒音では 3.5dBA、鉄道騒音では 3.2dBA と非常に近い値となり、道路交通騒音のうるささに関するパスモデルの妥当性を示す結果と言える。

さらに、Kryter の提案した家屋振動に対する 0~10dBA という補正值との関係についても、10dBA というレベルのレンジで比較すればほぼ一致し、モデルの妥

当性の一面が確認されたと言える。

参考文献

- 1) Schultz, T, J. : Community Noise Rating, Second Edition, Applied Science Publishers, pp.245-247, 1982.
- 2) 西宮 元 : 騒音・振動に関する社会反応とその特徴について, 日本音響学会誌, Vol.32, No.3, pp.147~155, 1976.
- 3) H. B. アッシャー (広瀬弘忠訳), 因果分析法, 朝倉書店, 1980.
- 4) Taylor, S. M. : A Path Model of Aircraft Noise Annoyance, J.Sound Vib., Vol.96, No.2, pp.243- 260, 1984.
- 5) 降旗建治, 柳沢武三郎 : 騒音のうるささに関するパスモデルによる評価ー鉄道騒音と自動車騒音との比較検討, 電子情報通信学会技術研究報告 (EA87-50), Vol.87, No.221, pp.41~48, 1987.
- 6) 泉清人 : 自動車騒音の住民反応に関する社会調査 (登別市), 日本音響学会騒音研究会資料, N-90-28, 1990.
- 7) 神成陽容, 金安公造 : 都市生活空間における騒音暴露と住民の主観評価に関する研究 (その2 空間別騒音レベルと住民反応の因果関係), 日本音響学会騒音研究会資料, N-91-34, 1991.
- 8) 泉清人, 矢野隆, 山下俊雄 : 道路交通騒音に関する住民反応の地域比較研究 (1), 1991年度日本建築学会大会学術講演梗概集 (東北), 環境工学, pp.443~444, 1991.
- 9) 高橋弥生, 泉清人 : 鉄道と自動車の複合騒音の社会反応に関する研究, 1991年度日本建築学会大会学術講演梗概集 (東北), 環境工学, pp.445~446, 1991.
- 10) 田中豊, 垂水共之, 脇本和昌 : パソコン統計解析ハンドブック (II 多変量解析編), 共立出版, pp.11~15, 1984.

- 11)長田泰公 : 騒音のうるささ, 騒音制御, Vol.13, No.4, pp.3~6, 1989.
- 12)日本音響学会関西支部 : パネルディスカッション : Loudness, noisiness, annoyanceを廻って, 日本音響学会騒音研究会資料, 1980.
- 13)Houwarth, H. V. C and Griffin, M. J. : Subjective Response to Combined Noise and Vibration: Summation and Interraction Effects, J. Sound Vib., Vol.143, No.3, pp.443-454, 1990.
- 14)徳山久雄 : 騒音と振動の複合入力による感覚反応, 騒音制御, Vol.6, No.3, pp.43~47, 1982.
- 15)Dankittikul, W., Izumi, K. and Yamaguchi, T. : A Survey on Community Response to Road Traffic Noise in Muroran, Japan, Noise Committee Memorandum, Acoustical Society of Japan, N-92-36, pp.1-10, 1992.
- 16)Stephens, D. G. and Mayes, W. H. : Aircraft Noise-Induced Building Vibrations, Community Noise, ASTM STP 692, R. J. Peppin and C. W. Rodman, Eds., American Society for Testing and Materials, pp.183-194, 1979.
- 17)Kryter, K. D. : The Effects of Noise on Man, Second Edition, Academic Press, pp.161-167, 1985.

第6章 総括

交通騒音に関する一連の社会調査に基づき、騒音のうるささに及ぼす振動の影響を明らかにする目的で、5章にわたる分析、考察を展開した。本章では、各章で得られた知見を総括して、本研究の結論を明示したい。

第1章では、交通騒音のうるささの評価を行う場合、騒音レベルに加えて種々の要因を考慮する必要がある、中でも同一発生源から生ずる振動との相互影響についての研究が十分に行われていないという問題点を指摘した。また、本研究の目的が交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響についての基礎的な知見を提供することであるとする立場から、下記の2点を明らかにすることを具体的な目的として掲げた。

- 1) 振動は交通騒音のうるささに影響を及ぼすか否か？
- 2) 影響を及ぼすとすれば、その因果関係と影響の量は如何なるものか？

第2章では、騒音と振動の相互影響に関する既往の研究を概観し、成果のまとめを試みた。結論は必ずしも一致しているとは言えないものの、いずれの研究においても騒音と振動の間に何らかの相互影響を見い出していることがわかった。本研究の課題である「騒音のうるささに及ぼす振動の影響」を積極的に認める研究成果も幾つか報告されており、さらにそのような知見が社会調査や現場実験において得られたものであることがわかった。このことは、実験室では得られにくい“annoyance”あるいは「うるささ」反応の特質を裏付けるものと解釈でき、本研究が社会調査によって遂行されることの妥当性を確認することができた。一方、“annoyance”あるいは「うるささ」という用語がいろいろなケースで用いられている事実に基づき、本論文で用いる「うるささ」の定義を明確にすべく、多くの研究者の解釈の比較を試みた。その結果“annoyance”については「総合的不快感」という解釈でほぼ一致した見解が得られており、不快である対象は「音」そのもののみならず、むしろ「音源」自体と考える方

が自然であるとの解釈に到達した。また、日本語との対応については意見の一致をみていないが、筆者はこれに「うるささ」をあてることとした。それは、社会調査によって実生活の場での「うるささ」を尋ねた場合、その用語がその地域で一般に使用されている限り、音（あるいは音源）に伴う総合的な意味での不快感即ちannoyance反応が得られるであろうとする筆者自身の推考によるものである。

第3章では、道路交通騒音と鉄道騒音に関する2シリーズの社会調査を対象として分析を行い、交通騒音に対する住民のうるささ反応が振動の影響を受けるか否かを検討した。考察の結果、下記の知見を得た。

- ① 道路交通騒音及び鉄道騒音のうるささに関する住民反応は、同じ発生源からの振動の影響を受けて形成される可能性が強く、振動レベルが大きな場合にうるささ反応も大きい。
- ② 道路交通騒音に関する調査地区の振動レベルの差は鉄道の場合よりも大きく、また、うるささ反応の相違も顕著なことから、一般に、振動レベルの差が大きいほど、うるささ反応の差も大きくなることが予想される。

第4章では、新たな調査データを加えてサンプル数を増やし、騒音レベルのみによって道路交通騒音のうるささを予測する際の精度と問題点を、筆者の調査データと既往の研究に基づいて論じた。また、振動レベルを考慮した場合のうるささの予測にも触れ、騒音レベルと振動レベルという物理量のみによるうるささの予測の精度について検討を行った。その結果をまとめると、以下の通りである。

- ① 騒音レベルのみによるうるささの予測では、分散の12%程度しか説明できない。
- ② 振動レベルを考慮しても説明率は7%程度の増加に留まり、全体で分散の19%程度しか説明できない。
- ③ 予測精度を増加させるためには、騒音レベル、振動レベル以外の要因を考慮

する必要がある。

④騒音のうるささに及ぼす振動の影響のメカニズムを推考する必要がある。

第5章では、第4章と同じデータを用いて、交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響の定量的な予測法を検討した。ここでは、騒音レベルや振動レベル以外の要因を加えることにより、振動レベルから騒音のうるささに至る因果関係のメカニズムを推考し、パス解析に基づく道路交通騒音のうるささの評価モデルを提案した。このモデルを用いて、騒音レベルと振動レベルが道路交通騒音のうるささに及ぼす影響の度合いを定量的に比較し、具体的な両レベルのトレードオフ値を求めた。また、モデルを検証する目的で、鉄道騒音のうるささに関するパス解析を行い、道路交通騒音の場合との比較を行った。さらに、他の研究者の成果との比較を行い、モデルの妥当性を検証した。得られた知見を項目別にまとめると、以下の通りである。

1) 道路交通騒音に関して

- ①道路交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響を検討する場合、パス解析は有効な手法の一つであると言える。
- ②道路交通騒音のうるささに影響を及ぼす要因のうち、「騒音レベル」、「入眠妨害」、「覚醒」と並んで、「振動」の重要性が明らかとなった。
- ③「振動レベル」が大きくなるほど「気になる程度」は強くなり、その結果、「うるささ」も増大する。
- ④道路交通騒音のうるささに及ぼす振動レベル (VL_{10}) の10dBの効果は、騒音レベル ($L_{eq(24)}$) の約 3.5dBAの効果に等価である。

2) 鉄道騒音に関して

- ①鉄道騒音のうるささに及ぼす振動の影響を検討する場合、道路交通騒音の場合と同様、パス解析は有効な手法の一つであると言える。
- ②鉄道騒音のうるささに影響を及ぼす要因のうち、「騒音レベル」、「TV・電話妨害」と並んで、「振動」の重要性が明らかとなった。
- ③道路交通騒音の場合と同様、「振動レベル」が大きくなるほど「気になる程

度」は強くなり、その結果、「うるささ」も増大する。

- ④ 鉄道騒音のうるささに及ぼす振動レベル ($VL_{en(day)}$) の 10dB の効果は、騒音レベル ($L_{en(day)}$) の約 3.2dBA の効果に等価であり、道路交通騒音の場合の 3.5dBA とほぼ一致する。

このように、騒音のうるささに影響を及ぼす内生変数すなわち具体的影響のうち、道路交通騒音に関しては「入眠妨害」と「覚醒」が大きな効果を持つものに対し、鉄道騒音の場合は「TV・電話妨害」が大きな効果を持つことがわかった。鉄道騒音がいわゆる間欠騒音であることを考えれば、暗騒音からの急激な騒音レベルの立ち上がりにより、聴取妨害が生ずるのは当然と言える。よって、パス解析を行うことで各種騒音の影響の特徴を知ることができ、且つ、騒音レベルと振動レベルの効果の直接比較が可能なることから、解析方法として有効であることがわかった。なお、騒音のうるささに寄与する騒音レベルと振動レベルの関係を具体的に比較すると、振動レベル 10dB に対して道路交通騒音では 3.5dBA、鉄道騒音では 3.2dBA と非常に近い値となり、パスモデルの妥当性を示す結果が得られた。

3) 他の研究者の成果との比較

Kryter の提案した家屋振動に対する 0~10dBA という補正值のレンジと、本研究で扱った範囲の振動レベルと等価な騒音レベルのレンジを比較したところほぼ一致することがわかり、モデルの妥当性の一面が確認された。

以上、5章にわたる考察の結果を簡潔にまとめて、次の3項目を本研究の結論としたい。

- ① 道路交通騒音のうるささを評価する場合、同一発生源からの振動の影響を考慮する必要がある。
- ② 道路交通騒音のうるささに及ぼす振動レベルの 10dB の効果は、騒音レベルの約 3.5dBA の効果に等価である。
- ③ 鉄道騒音についても、同様な扱いが可能である。

謝 辞

本論文は、北海学園大学において行った約十年間の研究のうち、交通騒音・振動に関する社会調査研究を、標題に掲げた課題に沿ってまとめたものである。筆者が、はじめて騒音評価研究に接する機会を得たのは、室蘭工業大学建築工学科において卒業研究に着手した昭和48年のことである。それ以来、大学院修士課程の学生及び助手として同大学で研究を進めるにあたり、直接ご指導頂いたのは泉清人教授である。この間、泉教授からは研究に対する基本的な姿勢や方法を教わり、また、本研究をまとめるにあたって、終始暖かい激励や貴重なご助言を頂いた。ここに記して、深甚なる謝意を表すものである。また、卒業研究の学生として筆者の研究室に所属し、共に調査にあたってくれた数十名に及ぶ北海学園大学学生諸君の協力なしに、本研究の遂行は有り得なかった。深く感謝の意を表すると共に、今後の研究活動を通じて、その労に報いたい。

平成5年10月 佐藤 哲身

付録(1) - 騒音の評価に関する自著論文リスト

I. 研究論文

- 1) 佐藤哲身 : 規則的断続音のやかましさに関する研究, 室蘭工業大学修士論文, 1976.
- 2) 佐藤哲身, 泉清人 : 繰り返し衝撃音のノイジネス評価に関する実験, 日本音響学会誌, Vol.38, No.10, pp.609-618, 1982.
- 3) 泉清人, 佐藤哲身 : 音の心理的屬性に関する因子分析, 日本建築学会論文報告集, No.332, pp.75-82, 1983.
- 4) 佐藤哲身, 泉清人 : 繰り返し衝撃音のやかましさと衝撃効果, 日本建築学会計画系論文報告集, No.352, pp.1-9, 1985.
- 5) Sato, T. : The Effect of Vibration on Annoyance of Noise: A Survey on Traffic Noise and Vibration in Sapporo, Proceedings of the 5th International Congress on Noise as a Public Health Problem (Stockholm, Sweden), Vol.3, pp.259-264, 1988.
- 6) Sato, T. : Two Surveys on the Effect of Vibration on Traffic Noise Annoyance, Proceedings of the 1990 International Conference on Noise Control Engineering (Gothenburg, Sweden), Vol.2, pp.1339-1342, 1990.
- 7) Sato, T., Hasebe, M., Kaneyasu, K., Saitoh, S. and Shimazaki, H. : The Neighborhood Noise Problem in Sapporo City: Study on the Inhabitant Noise Control of Apartment Houses, Proceedings of the 2nd Japanese/Swedish Noise Symposium on Medical Effects (Arild, Sweden), pp.38-39, 1990.
- 8) Sato, T. : The Effect of Vibration on Noise Annoyance: A Survey on Traffic Noise and Vibration in Sapporo, Environment International, Vol.16, Nos.4/5/6, pp.561-566, 1990.

- 9) 佐藤哲身 : 交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響の有無, 日本建築学会計画系論文報告集, No.427, pp.1-7, 1991.
- 10) Sato, T., Hasebe, M., Kaneyasu, K., Saitoh, S. and Shimazaki, H. : Study on the Neighborhood Noise Control of Apartment Houses in Sapporo, J. Sound Vib., Vol.151, No.3, pp.529-534, 1991.
- 11) 佐藤哲身 : 道路交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響のパス解析, 日本建築学会計画系論文報告集, No.439, pp.13-18, 1992.
- 12) Sato, T. : A Path Analysis of the Effect of Vibration on Road Traffic Noise Annoyance, Proceedings of the 6th International Congress on Noise as a Public Health Problem (Nice, France), Vol.2, pp.411-414, 1993.

II. 研究報告・研究資料

- 1) 泉清人, 佐藤哲身 : 騒音の因子分析に関する一考察, 日本音響学会騒音研究会資料, N-8001(2), pp.1-6, 1980.
- 2) 佐藤哲身 : 衝撃性騒音のやかましさに関するパイロットスタディ, 室蘭工業大学研究報告(理工編), Vol.10, No.1, pp.71-100, 1980.
- 3) 佐藤哲身, 泉清人 : 繰り返し衝撃音のノイジネス評価に関する一連の実験, 日本音響学会騒音研究会資料, 80N-11-6, pp.31-38, 1980.
- 4) 泉清人, 佐藤哲身 : 騒音の心理的屬性に関する因子分析, 日本音響学会建築音響研究委員会資料, AA-82-04, pp.1-8, 1982.
- 5) 佐藤哲身 : 騒音のうるささに及ぼす振動の影響—札幌市における交通騒音・振動に関する社会調査—, 日本音響学会騒音研究会資料, N87-01-2, pp.1-8, 1987.
- 6) 佐藤哲身 : 騒音暴露性状と不快感反応の関係に関するパイロットスタディ, 北海学園大学工学部研究報告, No.15, pp.127-144, 1988.

- 7) 佐藤哲身 : 騒音のうるささに及ぼす振動の影響 (2) - 札幌市における鉄道騒音・振動に関する社会調査 -, 日本音響学会騒音研究会資料, N89-1-05, pp.1-6, 1987.
- 8) 佐藤哲身 : 交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響, 騒音制御, Vol.13, No.5, pp.26-29, 1989.
- 9) 斉藤進, 島崎洋, 佐藤哲身, 長谷部正基, 金安公造 : 札幌市における生活騒音対策について, 日本音響学会騒音研究会資料, N-90-30, pp.1-7, 1990.
- 10) Sato, T. : Study on the Effect of Vibration on Noise Annoyance: Two Surveys on Traffic Noise and Vibration in Sapporo, Bulletin of the Faculty of Engineering, Hokkai Gakuen University, No.18, pp.135-145, 1991.
- 11) 佐藤哲身 : 騒音のうるささに及ぼす振動の影響 (3) - 道路交通騒音のうるささに関するパス解析 -, 日本音響学会騒音研究会資料, N-92-35, pp.1-8, 1992.
- 12) 佐藤哲身 : 騒音のうるささに及ぼす振動の影響 (4) - 鉄道騒音のうるささに関するパス解析 -, 日本音響学会騒音・振動研究会資料, N-93-44, pp.1-6, 1993.

III. 口頭発表

- 1) 泉清人, 佐藤哲身 : 規則的断続音のやかましきモデル試案 - 騒音のやかましきに関する研究 (II) -, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北陸), pp.73-74, 1974.
- 2) 佐藤哲身, 泉清人 : 新聞記事から見た近年の騒音問題に関する一考察 - 騒音のやかましきに関する研究 (10) -, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.42, pp.167-170, 1975.
- 3) 泉清人, 佐藤哲身 : 規則的断続音の“大きさ”と“やかましき”に関する実験 - 騒音のやかましきに関する研究 (11) -, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.45, pp.225-228, 1976.

- 4) 泉清人, 佐藤哲身 : 規則的断続音のやかましさと驚がく効果 - 騒音のやかましさに関する研究 (12) -, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.45, pp.229-232, 1976.
- 5) 泉清人, 佐藤哲身 : 規則的断続音のやかましさと驚がく効果 - 騒音のやかましさに関する研究 (IV) -, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (東海), pp.67-68, 1976.
- 6) 泉清人, 佐藤哲身, 竹内信行 : 断続音のやかましさを評価法に関する検証実験 - 騒音のやかましさに関する研究 (14) -, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.47, pp.217-220, 1977.
- 7) 泉清人, 佐藤哲身, 青山峰敏 : 断続音のやかましさを馴化に関する実験 (3) - 騒音のやかましさに関する研究 (15) -, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.48, pp.95-98, 1977.
- 8) 泉清人, 佐藤哲身 : 断続音のやかましさを評価法に関する検証実験 - 騒音のやかましさに関する研究 (V) -, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (中国), pp.63-64, 1977.
- 9) 泉清人, 佐藤哲身 : 断続音のやかましさを馴化に関する実験 (2) - 騒音のやかましさに関する研究 (VI) -, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (中国), pp.65-66, 1977.
- 10) 佐藤哲身, 泉清人 : 繰り返し衝撃音のやかましさに関する実験 - 騒音のやかましさに関する研究 (16) -, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.49, pp.219-222, 1978.
- 11) 佐藤哲身, 泉清人 : 繰り返し衝撃音のやかましさに関する実験 (1) - 騒音のやかましさに関する研究 (VII) -, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北海道), pp.93-94, 1978.
- 12) 泉清人, 佐藤哲身 : 騒音の心理的屬性に関する因子分析 (1) - 騒音のやかましさに関する研究 (17) -, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.50, pp.223-226, 1979.

- 13) 佐藤哲身, 泉清人 : 繰り返し衝撃音のやかましさに関する実験 (2) - 騒音のやかましさに関する研究 (18) -, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.50, pp.227-230, 1979.
- 14) 佐藤哲身, 泉清人 : 繰り返し衝撃音のやかましさに関する実験 (3) - 騒音のやかましさに関する研究 (19) -, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.50, pp.231-234, 1979.
- 15) 泉清人, 佐藤哲身 : 騒音の心理的屬性に関する因子分析 (1), 日本建築学会大会学術講演梗概集 (関東), pp.139-140, 1979.
- 16) 佐藤哲身, 泉清人 : 繰り返し衝撃音のやかましさに関する実験 (2), 日本建築学会大会学術講演梗概集 (関東), pp.141-142, 1979.
- 17) 泉清人, 佐藤哲身, 滝沢基, 鎌田忠男 : 騒音の心理的屬性に関する因子分析 (2) - 騒音の不快感の評価に関する研究 (20) -, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.52, pp.231-234, 1980.
- 18) 佐藤哲身, 泉清人, 浅賀忠義, 川埜義明 : 衝撃性騒音のやかましきの閾値に関する実験 - 騒音の不快感の評価に関する研究 (21) -, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.52, pp.235-238, 1980.
- 19) 泉清人, 佐藤哲身 : 騒音の心理的屬性に関する因子分析 (2), 日本建築学会大会学術講演梗概集 (近畿), pp.41-42, 1980.
- 20) 佐藤哲身, 泉清人 : 衝撃性騒音のやかましきの閾値に関する実験 (1), 日本建築学会大会学術講演梗概集 (近畿), pp.43-44, 1980.
- 21) 佐藤哲身, 泉清人 : 繰り返し衝撃音のやかましさに関する実験 (4) - 騒音の不快感の評価に関する研究 (22) -, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.54, pp.5-8, 1981.
- 22) 佐藤哲身, 泉清人, 竹内博幸 : 繰り返し衝撃音のやかましさに関する実験 (5) - 騒音の不快感の評価に関する研究 (23) -, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.54, pp.9-12, 1981.

- 23) 佐藤哲身, 泉清人, 竹内博幸 : 繰り返し衝撃音のやかましさに関する実験
(6) - 騒音の不快感の評価に関する研究 (24) -, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.54, pp.13-16, 1981.
- 24) 佐藤哲身, 泉清人 : 聴感実験室と騒音現場における不快感評定の比較 - 騒音の不快感の評価に関する研究 (25) -, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.54, pp.17-20, 1981.
- 25) 泉清人, 佐藤哲身, 滝沢基, 芳村知孝 : 騒音の心理的屬性に関する因子分析 (3) - 騒音の不快感の評価に関する研究 (26) -, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.54, pp.21-24, 1981.
- 26) 泉清人, 佐藤哲身, 川埜義明, 米沢健 : 集合住宅の騒音実態に関する社会調査 (1) - 騒音の不快感の評価に関する研究 (27) -, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.54, pp.25-28, 1981.
- 27) 佐藤哲身, 泉清人, 竹内博幸 : 衝撃性騒音のやかましきの閾値に関する実験 (2) , 日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州) , pp.75-76, 1981.
- 28) 佐藤哲身, 泉清人, 竹内博幸 : 聴感実験室と騒音現場における不快感評定の比較 (1) , 日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州) , pp.77-78, 1981.
- 29) 泉清人, 佐藤哲身, 竹内博幸 : 騒音の心理的屬性に関する因子分析 (3) , 日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州) , pp.79-80, 1981.
- 30) 佐藤哲身, 泉清人, 竹内博幸 : 繰り返し衝撃音のやかましさに関する実験 (7) - 騒音の不快感の評価に関する研究 (28) -, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.55, pp.1-4, 1982.
- 31) 泉清人, 佐藤哲身, 竹内博幸 : 聴感実験室と騒音現場における不快感評定の比較 (2) - 騒音の不快感の評価に関する研究 (29) -, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.55, pp.5-8, 1982.
- 32) 武田克彦, 泉清人, 佐藤哲身 : 都市騒音の変動特性に関する考察 (1) - 騒音の不快感の評価に関する研究 (30) -, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.55, pp.9-12, 1982.

- 33) 竹内博幸, 泉清人, 佐藤哲身 : 聴感実験室と騒音現場における不快感評定の比較 (2) , 日本建築学会大会学術講演梗概集 (東北) , pp.205-206, 1982.
- 34) 佐藤哲身, 泉清人, 竹内博幸 : 繰り返し衝撃音のやかましさに関する実験 (3) , 日本建築学会大会学術講演梗概集 (東北) , pp.207-208, 1982.
- 35) 佐藤哲身, 泉清人, 竹内博幸 : 繰り返し衝撃音のやかましさに関する実験 (8) - 騒音の不快感の評価に関する研究 (31) -, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.56, pp.57-60, 1983.
- 36) 佐藤哲身, 泉清人 : 繰り返し衝撃音のやかましさに関する実験 (4) , 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北陸) , pp.11-12, 1983.
- 37) 佐藤哲身 : 道路交通騒音・振動の不快感の評価に関する社会調査 (1) , 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.57, pp.105-108, 1984.
- 38) 佐藤哲身 : 騒音と振動に対する住民反応の比較 (1) - 札幌市における道路交通騒音・振動調査 (1) -, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (関東) , pp.143-144, 1984.
- 39) 佐藤哲身 : スパイクタイヤ装着時の自動車走行音の分析, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.58, pp.41-44, 1985.
- 40) 泉清人, 佐藤哲身, 佐藤蔵人 : 現場と実験室における騒音評定の相違についての考察 - 騒音の不快感の評価に関する研究 (34) -, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.59, pp.33-36, 1986.
- 41) 泉清人, 佐藤哲身, 佐藤蔵人 : 現場と実験室における騒音評定の相違についての考察, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北海道) , pp.145-146, 1986.
- 42) 佐藤哲身 : 騒音暴露性状と不快感反応の関係に関する調査 - 同一世帯構成員の反応の比較例 -, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.60, pp.61-64, 1987.

- 43) 佐藤哲身 : 騒音暴露性状と不快感反応の関係に関する調査 - 同一世帯構成員の反応の比較例 -, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (近畿), pp.163-164, 1987.
- 44) 佐藤哲身 : 騒音のうるささに及ぼす振動の影響 - 札幌市における鉄道騒音・振動に関する社会調査 -, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (関東), pp.261-262, 1988.
- 45) 佐藤哲身 : 道路交通騒音のうるささに及ぼす振動レベルの寄与, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.64, pp.257-260, 1991.
- 46) 佐藤哲身 : 道路交通騒音のうるささに及ぼす振動レベルの寄与, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (東北), pp.453-454, 1991.
- 47) 矢野隆, 山下俊雄, 中野亘, 佐藤哲身, 泉清人, 小林朝人 : 北海道と九州の戸建て住宅の遮音性能と道路交通騒音に対する社会反応への影響, 日本建築学会九州支部研究報告, No.33, pp.189-192, 1992.
- 48) 佐藤哲身 : 道路交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響のパス解析, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.65, pp.213-216, 1992.
- 49) 佐藤哲身 : 道路交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響のパス解析, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北陸), pp.165-166, 1992.
- 50) 佐藤哲身 : 鉄道騒音のうるささに及ぼす振動の影響のパス解析, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.66, pp.177-180, 1993.
- 51) 佐藤哲身 : 鉄道騒音のうるささに及ぼす振動の影響のパス解析, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (関東), pp.233-234, 1993.

生活環境意識調査票

住 所	氏 名	調 査 員 名	整 理 番 号

ごあいさつ

先日、依頼状でお願い致しましたように、生活環境のアンケートに参りました。この調査で個人的にご迷惑をおかけすることは決してございませんので、お忙しいところ大変恐縮ですが、ご協力下さい。なお、この調査はおよそ15分ほどで終わります。

F1 あなたの年齢は？

- a. 10代 b. 20代 c. 30代 d. 40代 e. 50代 f. 60代以上

F2 あなたの性別は？

- a. 男 b. 女

F3 お宅の生活を支えている方のご職業は？

- a. 事務的職業（会社、官庁等でデスクワークをする職業）
b. 技術的職業（工員、運転手、建設業、大工など）
c. 販売業（店員、セールスマンなど）
d. 保安業（守衛、警備員など）
e. 自由業（医師、弁護士などで雇用されていない方）
f. 自営業（商店、町工場などの経営者）
g. 会社・団体等役員 h. 無職 i. その他（ ）

F4 お宅で一緒に暮らしているご家族は、あなたを含めて何人ですか？

- a. 1人 b. 2人 c. 3人 d. 4人 e. 5人 f. 6人以上

SQ1 お宅には、小学生以下のお子様は何人おられますか？


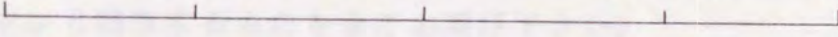
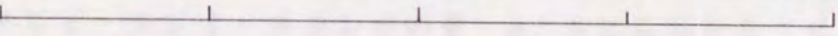
- a. 0人 b. 1人 c. 2人 d. 3人 e. 4人以上

SQ2 お宅には、ご老人（65歳以上）の方はおられますか？

- a. はい（ 人） b. いいえ

SQ3 お宅には、要介護者はおられますか？（病人、身障者など）

- a. はい（ 人） b. いいえ

- F5 あなたは、この家にお住まいになって何年になりますか？
 a. 1年未満 b. 1-2年 c. 2-4年 d. 4-6年
 e. 6-8年 f. 8年以上
- F6 あなたの家の構造は何ですか？
 a. 木造 b. 組積造（ブロック，レンガ） c. 鉄骨造
 d. 鉄筋コンクリート造 e. プレハブ造 f. その他（ ）
- F7 あなたのお宅は持家（自宅）ですか、借家ですか？
 a. 持家（自宅） b. 借家
- F8 お宅ではお車をお持ちですか？
 a. はい b. いいえ
- F9 あなたが家を留守にする時間帯は、何時から何時頃までですか？
 8 10 12 14 16 18 20
 a. 
 b. 不定 c. なし
- F10 あなたは現在お勤めをしていらっしゃいますか？
 a. はい b. いいえ
- F11 あなたが以前住んでおられた場所はどこですか？
 a. 市 区，町 b. 変わっていない
- F12 その場所は、現在の場所と比べて車の音などはどうですか？
 うるさい ややうるさい 変わらない やや静か 静か

- F13 あなたが以前、住んでおられた建物についてお聞きします。
 SQ1 建物の種類は何でしたか？
 a. 一戸建 b. 集合住宅 c. 寮・下宿 d. その他（ ）
- SQ2 その家は持家（自宅）でしたか、借家でしたか？
 a. 持家（自宅） b. 借家
- SQ3 その家の構造は何でしたか？
 a. 木造 b. 組積造（ブロック，レンガ） c. 鉄骨造
 d. 鉄筋コンクリート造 e. プレハブ造 f. その他（ ）
- F14 現在の住宅は入居当時に比べて、住みごちはいかがですか？
 大変良い 良い 変わらない 悪い 大変悪い


Q1 現在あなたが住んでいる地域の環境、あるいは住宅の住み心地についてお聞きします。

大変満足 満足 普通 不満 大変不満

- a. 交通の便は？ _____
- b. 買い物の便は？ _____
- c. 周辺の緑の量は？ _____
- d. 周辺の公園、広場
などの施設は？ _____
- e. 日当たりは？ _____
- f. 風通しは？ _____
- g. 家の広さは？ _____

Q2 現在の環境は総合的にみて、住み良い環境ですか？

大変住み良い 住み良い 普通 住みづらい 大変住みづらい

Q3 お宅の周辺で、次のような公害によって被害を受けていると思いますか？

次の中から該当するものを全てお選び下さい。

- a. 大気汚染（排気ガスなど） b. 悪臭 c. 騒音 d. 振動
e. 水質汚濁 f. 地盤沈下 g. 土壌汚染 h. ちり・ほこり
i. 電波障害 j. その他（ ） k. 特になし

Q4 あなたは日常生活上どのような音が気になっていますか？

次の中から該当するものを全てお選び下さい。

- a. 車 b. 鉄道 c. 土木工事 d. 建築工事
e. 近隣騒音（楽器の音など） f. 工場 g. その他（ ）
h. 気にならない

SQ1 Q4において“車”と答えた方にお尋ねします。

それはどんな種類の車ですか？ 次の中からお選び下さい。

- a. 大型車両（ダンプ、トラックなど） b. 一般車両 c. バイク
d. その他（ ）

SQ2 Q4において“近隣騒音”と答えた方にお尋ねします。

それはどんな種類の音ですか？ 次の中からお選び下さい。

- a. 子供の騒ぐ音（声） b. 動物の鳴き声 c. 楽器を演奏する音
d. テレビ・ラジオ・ステレオの音 e. ふとんをたたく音
f. 赤ん坊の泣き声 g. その他（ ）

* これから先のQ5からQ8までの4問は“道路”からの騒音についてお聞きします。

Q5 騒音によって次のような影響を受けたことがありますか？

頻繁にある かなりある 時々ある 殆どない 全くない

- a. 入眠妨害 _____
- b. 覚醒 _____
- c. イライラ _____
- d. 驚き _____
- e. 耳なり _____
- f. 頭痛 _____
- g. 会話妨害 _____
- h. TV、電話妨害 _____

Q6 道路からの騒音の程度はどのくらいですか？

- 非常に かなり やや あまり 全く
うるさい うるさい うるさい うるさくない うるさくない
- _____

Q7 あなたは何をしている時、特にうるさいと感じますか？

次の中から該当するものを全てお選び下さい。

- a. 家事 b. 勉強 c. 育児 d. 食事 e. 病気・気分の悪い時
- f. 寝つき g. 娯楽 h. その他 () i. 不定 j. なし

Q8 あなたが特にうるさいと感じるのはいつですか？

次のそれぞれについてお答え下さい。

- (1) 季節 a. 春 b. 夏 c. 秋 d. 冬 e. 不定
 - (2) 曜日 a. 平日 b. 日曜・祭日 c. 不定
 - (3) 1日のうちで 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 2 4 6時
- _____

早朝 朝 午前中 午後 夕方 夜間 深夜
(6-8時) (8-10時) (10-12時) (12-16時) (16-18時) (18-24時) (0-6時)
・不定 ・なし

* これで"道路"からの騒音についての質問を終わります。

次に全般的な振動についてお聞きします。

Q9 あなたは日常生活上どのような振動を感じていますか？

次の中から該当するものを全てお選び下さい。

- a. 車 b. 鉄道 c. 土木工事 d. 建築工事
- e. 近隣振動 (飛び跳ね, ドアの開閉, 設備機器など) f. 工場
- g. その他 () h. 気にならない

SQ1 Q9において"車"と答えた方にお尋ねします。

それはどんな種類の車ですか？ 次の中からお選び下さい。

- a. 大型車両 (ダンプ,トラックなど) b. 一般車両 c. バイク
d. その他 ()

SQ2 Q9において"近隣振動"と答えた方にお尋ねします。

それはどんな種類の振動ですか？ 次の中からお選び下さい。

- a. 子供の飛び跳ね b. 足音 c. ドアの開閉 d. 設備機器
e. その他 ()

* これから先のQ10からQ13までの4問は"道路"からの振動についてお聞き
します。

Q10 振動によって次のような影響を受けたことがありますか？

頻繁にある かなりある 時々ある 殆どない 全くない

- a. 入眠妨害 |-----|
b. 覚醒 |-----|
c. イライラ |-----|
d. 驚き |-----|
e. 建具 (窓等)
 がゆれる |-----|
f. 物 (食器等)
 がゆれる |-----|

Q11 道路からの振動の程度はどのくらいですか？

- 非常に かなり やや あまり 全く
気になる 気になる 気になる 気にならない 気にならない
|-----|

Q12 あなたは何をしている時、特に振動を感じますか？

次の中から該当するものを全てお選び下さい。

- a. 家事 b. 勉強 c. 育児 d. 食事 e. 病気・気分の悪い時
f. 寝つき g. 娯楽 h. その他 () i. 不定 j. なし

Q13 あなたが特に振動を感じるのはいつですか？

次のそれぞれについてお答下さい。

(1) 季節 a. 春 b. 夏 c. 秋 d. 冬 e. 不定

(2) 曜日 a. 平日 b. 日曜・祭日 c. 不定

(3) 1日のうちで 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 2 4 6時

- 早朝 朝 午前中 午後 夕方 夜間 深夜
(6-8時) (8-10時) (10-12時) (12-16時) (16-18時) (18-24時) (0-6時)
・不定 ・なし

* これで"道路"からの振動についての質問を終わります。

これからは、騒音・振動全般についてお聞きします。

Q14 お宅のご家族の中で、特に騒音・振動を気にしている方はおられますか？
それは誰ですか？

a. はい () b. いいえ

Q15 あなたは騒音・振動によって不快感を覚えた時、どう対処していますか？
次の中から該当するものを全てお選び下さい。

	騒音	振動
a. 窓・ドアを閉める。	()	()
b. ラジオ・テレビをつける。またはボリュームをあげる。	()	()
c. 音楽を流す。またはボリュームをあげる。	()	()
d. 市・区役所に訴える。	()	()
e. 警察に訴える。	()	()
f. 会合で話題にする	()	()
g. 新聞に投書する。	()	()
h. 別に何もしていない。	()	()

Q16 総合的にみて"道路"からの車による被害を受けていると思いますか？

大いに	かなり	やや	あまり	全く
受けている	受けている	受けている	受けていない	受けていない

Q17 あなたは今後もここにお住みになる意思がありますか？

a. ずっとここに住みたい。
b. 当分ここに住みたい。
c. 機会があれば移転したい。
d. すぐにもここから移転したい。
e. 考えていない。
f. わからない。

SQ1 "c"または"d"と答えた方にお尋ねします。

その原因には、騒音や振動が関係していますか？

非常に	多少	全く
関係している	関係している	関係していない

SQ2 関係している場合、それは、騒音と振動のどちらですか？

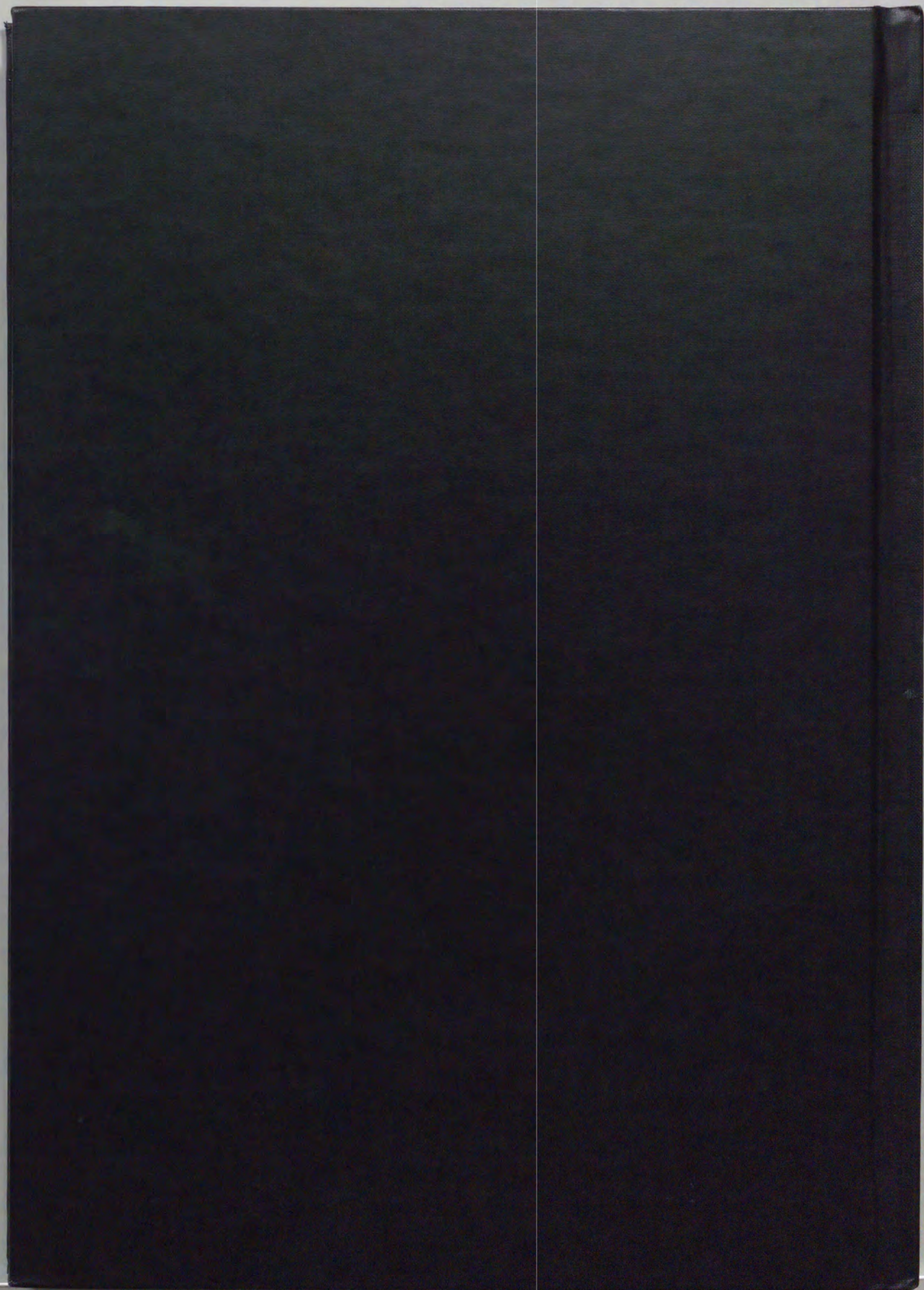
a. 騒音 b. 振動 c. 両方

Q18 最後に、現在住んでいる環境や住宅などで、日常生活上の不満または希望があれば自由に述べて下さい。

質問は以上です。ご協力ありがとうございました。

調査員観察

1. 調査日時 年 月 日 () 午前・午後 時 分～
2. 天候 a. 快晴 b. 晴れ c. 曇り d. 雨 e. 大雨
3. 回答者の協力性
非常に協力的 協力的 普通 非協力的 非常に非協力的
└──────────────────────────────────┘
4. 回答者の性格 陽気――陰気 多弁――無口
積極的―消極的 神経質―おう揚
冷静――感情的
5. 建物の種類
a. 一戸建 b. 集合住宅 c. 寮・下宿 d. その他 ()
6. 室内の静けさ
a. 非常にうるさい (主な音源:)
b. うるさい (主な音源:)
c. 静か
7. 路面状態
a. 舗装道路 ・ なめらか ・ 普通 ・ ガタガタ
b. 砂利道
8. 周辺の状況
a. 建築工事中 b. 土木工事中 c. 工場近接 d. その他 ()
9. 特記すべき事項



inches 1 2 3 4 5 6 7 8
cm 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

Kodak Color Control Patches

© Kodak, 2007 TM: Kodak

Blue	Cyan	Green	Yellow	Red	Magenta	White	3/Color	Black
[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]
[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]

Kodak Gray Scale

C **Y** **M**

© Kodak, 2007 TM: Kodak

A 1 2 3 4 5 6 **M** 8 9 10 11 12 13 14 15 **B** 17 18 19

