

## 新幹線の騒音と振動に対する統合被害感について

横島潤紀，田村明弘\*  
(大気環境部，横浜国立大学大学院工学研究院\*)

### Combined annoyance due to the SHINKANSEN railway noise and vibration

Shigenori YOKOSHIMA， Akihiro TAMURA\*  
(Environmental Technology Division, \*Yokohama National University)

キーワード：新幹線，騒音，振動，住民反応，統合被害

#### 1 はじめに

1964年に開通した新幹線(東海道新幹線)は日本最初の高速鉄道として利便性を向上させてきた反面，通過車両から発生する騒音，振動及び低周波音が現在でも問題となっている。騒音に関しては，1975年に「新幹線鉄道騒音に係る環境基準について」が告示され，測定方法や評価指標( $L_{Amax}$ ：騒音レベルの最大値)が定められた。振動については，1976年に「環境保全上緊急を要する新幹線鉄道振動対策について」が勧告され，その中で評価指標( $L_{Vmax}$ ：振動レベルの最大値)が示された。

環境基準や勧告が告示された当時と現在で，新幹線を取り巻く状況を比べてみると，運行本数の増加，車両の高速化，新型車両への更新，新たな防音壁の設置等により，騒音や振動の発生状況は大きく変化している。加えて，環境問題に対する関心の高まり，快適な生活空間の希求，価値観の多様化などにより，快適な居住環境を形成するためには，新幹線においても良好な音・振動環境の確保が以前にもまして重要な要件となってきている。

近年，騒音・振動に対する法令や基準を運用する上で，“emission”(排出)と“imission”(暴露)という概念が用いられている<sup>1)</sup>。前者は発生源からの騒音・振動の排出量そのものに注目しているのに対して，後者は住民が受けている騒音・振動による影響の程度・状況に着目している。すなわち，騒音規制法はemissionの視点からの規制であるのに対して，「新幹線鉄道騒音に係る環境基準について」や「環境保全上緊急を要する新幹線鉄道振動対策について」はimissionとして運用されるよう定められているといえよう。また，現在，新幹線騒音・振動による住民への影響については，それぞれの暴露量(測定値)だけで評価されている。

しかしながら，同一の発生源から騒音と振動が同時に住民へ暴露されている状況を鑑みると，imissionの視点から住民への影響をよりの確に把握するためには，騒音と振動を統合した評価が必要となる。

筆者等は，新幹線の騒音・振動により住民の受けている影響を把握するために，2001年から2003年の期間に神奈川県内の東海道新幹線沿線の住宅地において社会調査を行ってきた<sup>2,3)</sup>。また，新幹線の騒音・振動を実測し，住民が暴露されている騒音・振動の大きさについてもあわせて推定を行った。本報では，最初に，社会調査の結果とあわせて騒音・振動の暴露量の推定結果について報告する。続いて，新幹線の騒音と振動に対する住民反応について，それぞれの暴露-反応関係を住宅タイプ別に比較するとともに，騒音と振動の複合影響についても考察を行う。最後に，共分散構造分析<sup>4,5)</sup>を用いて，新幹線の騒音と振動に対する被害感の統合評価モデルの作成を試みる。

#### 2 調査概要

##### 2.1 社会調査

本報では，神奈川県内の東海道新幹線に着目し，沿線の戸建住宅あるいは集合住宅に居住する18歳以上の住民(1軒で1人)を対象としてアンケート調査を実施した。表1はアンケート調査の概要及び回収状況を示したものである。

表1 アンケート調査の実施概要

調査年	2001年	2002年	2003年	2003年
配布月	10月	9-10月	10月	10月
住宅タイプ	戸建住宅	戸建住宅	戸建住宅	集合住宅
地区数	56	24	18	15
質問表配布数	989	493	302	510
回収数	549	266	182	242
回収率	56%	54%	60%	47%

戸建住宅における調査は、2001年～2003年の3年間に渡って実施したが、集合住宅における調査は2003年に実施した。調査方法は、戸建住宅・集合住宅ともに訪問配布・郵送回収とし、期限内に回収されない場合には催促状を送付した。

## 2.2 対象家屋の選定方法

最初に、戸建住宅の対象家屋の抽出方法について説明する。神奈川県内の東海道新幹線全区間を対象とし、上下線それぞれの軌道中央から100m以内の範囲を、線路方向に100m間隔で区切った100m×100mを調査対象地区の単位とした。調査対象地区のうち、新幹線のトンネル区間、幹線道路や在来線の走行区間、戸建住宅の戸数が8軒未満のいずれかの条件に該当する地区を除外し、残りの地区を列車の走行速度、構造物、防音壁を3条件として層別分類を行った。そして、戸建住宅の戸数の比例割当により調査地区を抽出し、原則として地区内のすべての家屋を対象とした。

次に、集合住宅の対象家屋の抽出方法について説明する。上下線それぞれの軌道中央から100m以内に立地する3階建以上の集合住宅の世帯数を地図上で調査したところ、神奈川県内では川崎市と横浜市に集中していた。そのため、構造物条件での層別世帯数と住居の窓開放面と新幹線の位置関係を考慮して集合住宅を任意に抽出し、原則として集合住宅内のすべての家屋を対象とした。

## 2.3 質問票

本調査で用いた質問票の構成自体は3年間ほぼ同じものとしたが、2003年調査の質問票は、2001-2002年調査のものに若干の修正を加えた。

表2は、2001-2002年の調査における質問票の構成を示したものである。Q1では、「周辺の静けさ」や「家の中での振動」を含む28の住環境項目の満足度(1.満足, 2.やや満足, 3.どちらともいえない, 4.やや不満, 5.不満)について質問した。続いて、Q1と同じ項目について、Q2では安全で快適に暮らすために重要な項目(回答数の制限なし)、Q3では特に重要な項目(回答数は5項目まで)を質問した。Q6では、日常生活における具体的な出来事(21項目)について質問した。Q6には、騒音や振動による日常生活への影響を把握するために、「戸、窓、食器棚などの建具がガタガタと音をたてる」(がたつき)、「電話の声、テレビの音、ステレオの音が聞き取りにくい」(聴取妨害)、「就寝中になかなか寝付けない。または、早朝に目を覚まされる」(睡眠妨害)、「仕事、勉強、読書を妨害される。または、休息を妨害される」(思考妨害)及び「窓を開けっ放しにしていることがで

きない」(窓開放困難)の5項目が含まれている。Q7では、「新幹線の音」を含む9項目の音源を提示し、それぞれの音について、音が聞こえるか、聞こえる音により悩まされている程度(1.まったく悩まされていない, 2.それほど悩まされていない, 3.多少悩まされている, 4.だいぶ悩まされている, 5.非常に悩まされている)を質問した<sup>6)</sup>。Q8では、「新幹線の振動」を含む6項目の振動源を提示し、振動を感じるか、感じる振動により悩まされている程度(尺度はQ7と同じ)の質問を行った。

表3は2003年調査における質問票の構成を示したものである。2003年調査の質問票は、戸建住宅、集合住宅ともに、フェイスシートの一部の項目以外は同じ質問票を用いた。2001-2002年の調査と大きく異なっている項目はQ5である。Q5では、最初に、「周辺の音」を含む6項目について、入居した当時の満足度と「入居当時に感じた印象が、入居前に想像していたものと比べて良かったか、それとも悪かったか」を質問した。また、Q7では音が聞こえるかどうかの質問を省略して、各音源に対する悩まされている程度(尺度は2001-2002年調査と同じ)を質問し、Q8においても振動により悩まされている程度だけを質問した。

質問票のタイトルは、新幹線の騒音・振動に対する心理的な構えを防ぐために新幹線という言葉を使わず、「地域や住まいの環境に関するアンケート調査」とした。なお、調査の実施機関は、横浜国立大学工学研究院である。

表2 質問票の概要(2001年-2002年調査)

Q1	住環境項目の満足度	28項目	多項選択回答
Q2	住環境項目の重要度	28項目	無制限複数回答
Q3	住環境要因の最重要度	28項目	制限複数回答
Q4	総合的な住環境評価	4項目	多項選択回答
Q5	過去の居住体験	6項目	多項選択回答他
Q6	日常生活における経験	21項目	無制限複数回答
Q7	各音源に対する評価	9項目	多項選択回答
Q8	各振動源に対する評価	6項目	多項選択回答
Q9	フェイスシート	10項目	
Q10	自由意見		

表3 質問票の概要(2003年調査)

Q1	住環境要因の満足度	28項目	多項選択回答
Q2	住環境要因の重要度	28項目	無制限複数回答
Q3	住環境要因の最重要度	28項目	制限複数回答
Q4	総合的な住環境評価	4項目	多項選択回答
Q5	入居時の住環境評価	6項目	多項選択回答他
Q6	日常生活における経験	21項目	無制限複数回答
Q7	各種騒音に対する評価	9項目	多項選択回答
Q8	各種振動に対する評価	6項目	多項選択回答
Q9	フェイスシート	10項目	
Q10	自由意見		

## 2.4 騒音・振動の暴露量の推定

原則として、質問票の回収後に、戸建住宅の調査地区及び集合住宅ごとに騒音と振動の測定を行い、回答者が暴露されている騒音・振動のレベルを推定した。

最初に、騒音・振動の測定方法を説明する。測定地点に近い軌道の中央を起点として、10m～25m離れた基準地点と、25m～75m離れて基準点とは異なる背後地点(1～5地点)において、動特性SLOWの騒音レベルのピーク値( $L_{Amax}$ )、単発騒音暴露レベル( $L_{AE}$ )、及び鉛直方向の振動レベルのピーク値( $L_{Vmax}$ )を通過列車ごとに計測した。測定列車の本数は上下合わせて連続する6～20列車とした。加えて、集合住宅調査においては、高さ方向の騒音レベルの特性を把握するために、7棟の集合住宅において測定を行った。なお、暗騒音等の影響により $L_{AE}$ を計測できなかった場合には、推定式( $L_{AE} = L_{Amax} + 10 \log t$   $t$ : 列車通過時間)から $L_{AE}$ を推定した。

騒音については、計測または推定した $L_{AE}$ と日最大運行本数(287本)から、各測定地点における24時間の等価騒音レベル( $L_{Aeq}$ )を推定した。振動については、「環境保全上緊急を要する新幹線鉄道振動対策について」に規定された方法に準じて、各測定地点において $L_{Vmax}$ の上位半数平均値(VL)を算出した。本報では、新幹線騒音の $L_{Aeq}$ とVLをそれぞれ騒音と振動の暴露量とした。

戸建住宅調査においては、 $L_{Aeq}$ とVLの距離減衰式をそれぞれ作成し、近接軌道中央から各家屋までの距離を読み取ることにより、騒音については1階、振動については地盤上でのレベルをそれぞれ求めた。集合住宅調査においては、各測定地点における $L_{Aeq}$ と鉄道総合技術研究所から提案されている「新幹線鉄道騒音の予測評価手法」<sup>7)</sup>をベースとして、回答者の居住階における騒音の暴露量を求めた。なお、集合住宅調査における振動の暴露量は、戸建住宅調査と同様に地盤上でのレベルを求めた。

## 3 調査結果

### 3.1 社会調査の結果

2001-2002年の調査は、厚木飛行場近辺の調査地区(10地区)が含まれていたため、本報告ではこれらの地区の回答者(114サンプル)を除外し、戸建住宅のサンプル数を883で分析を行った。

#### 1) 個人属性

表4は、本調査における回答者の個人属性を集計した結果である。

性別については、戸建住宅に比べ集合住宅では女性の割合が高かった。年齢については、戸建住宅

では50歳以上が全体の約2/3を占めていたのに対し、集合住宅では50歳未満が全体の約2/3を占めていた。職業については、給与所得者は戸建住宅で33%、集合住宅で52%であった反面、無職は戸建住宅で21%、集合住宅で7%であった。家族人数については、集合住宅に比べて戸建住宅で多い傾向を示していた。居住年数については、戸建住宅においては全体の約6割が20年以上であったのに対して、集合住宅においては全体の約8割が10年未満であった。回答者の家屋の住宅構造については、戸建住宅においては木造住宅が全体の約9割を占めていた反面、集合住宅においてはすべての家屋が鉄筋コンクリート造であった。

表4 アンケート調査の実施概要

項目	属性	戸建住宅	集合住宅
性別	女性	52%	62%
	男性	48%	38%
年齢	30歳未満	16%	32%
	40歳代	17%	33%
	50歳代	30%	23%
	60歳以上	37%	12%
職業	給与所得者	33%	52%
	専業主婦	29%	27%
	無職	21%	7%
	その他	17%	14%
家族人数	2人以下	32%	41%
	3人	22%	23%
	4人	26%	30%
	5人以上	20%	6%
居住年数	5年未満	11%	44%
	10年未満	13%	34%
	20年未満	18%	13%
	20年以上	58%	9%
住宅構造	木造	87%	0%
	RC造	10%	0%
	鉄骨造	3%	100%

### 2) 住環境項目の満足度・重要度

質問票のQ1で、28項目の住環境項目について『4. やや不満』または『5. 不満』と回答した人の割合を不満率とし、住宅タイプ別の結果を表5に示す。戸建住宅における不満率を比較すると、「8. 家の中での振動」が69%で最も高く、次に「28. 地区の道路の安全」が49%で高く、「6. 公共施設の充実」が続いた。また、「10. 周辺での静けさ」と「9. 家の中での静けさ」はそれぞれ5番目、8番目に不満率が高かった。一方、集合住宅における不満率については、「10. 周辺での静けさ」が55%で最も高く、次に「28. 地区の道路の安全」が54%で高く、「6. 公共施設の充実」、「9. 家の中での静けさ」、「8. 家の中での振動」と「1. 水や水辺とのふれあい」が続いた。これらの結果から、新

表5 住環境要因の不満率

住環境要因	戸建住宅	集合住宅
1.水や水辺とのふれあい	33% ( 9 )	46% ( 5 )
2.緑とのふれあい	22% (21)	34% (12)
3.電車・バス等の交通の便	30% (12)	25% (21)
4.買い物の便	26% (15)	25% (21)
5.公園や広場の充実	40% ( 4 )	43% ( 7 )
6.公共施設の充実	42% ( 3 )	49% ( 3 )
7.医療施設の充実	37% ( 5 )	40% ( 9 )
8.家の中での振動	69% ( 1 )	46% ( 5 )
9.家の中での静けさ	36% ( 8 )	48% ( 4 )
10.周辺での静けさ	37% ( 5 )	55% ( 1 )
11.ごみの収集	16% (26)	10% (28)
12.周辺の清潔さ	23% (19)	29% (19)
13.水道の水	22% (21)	33% (14)
14.あなたの家の日当たり	28% (14)	24% (23)
15.あなたの家の風通し	19% (25)	20% (24)
16.あなたの家の広さ	24% (17)	34% (12)
17.あなたの家の間取り	30% (12)	33% (14)
18.散歩のできる場所	20% (24)	33% (14)
19.街並みのゆとり	33% ( 9 )	41% ( 8 )
20.周辺の景色	31% (11)	39% (10)
21.空気のきれいさ	24% (17)	39% (10)
22.空気の臭い	25% (16)	30% (17)
23.近所づきあい	11% (28)	16% (26)
24.地域の自治活動	15% (27)	14% (27)
25.家の地震対策	37% ( 5 )	29% (19)
26.地区の防災対策	23% (19)	17% (25)
27.地区の風紀	22% (21)	30% (17)
28.地区の道路の安全	49% ( 2 )	54% ( 2 )

注：( )の数値は不満率の高さの順位。

表6 住環境要因の重要視率

住環境要因	戸建住宅	集合住宅
1.水や水辺とのふれあい	9% (19)	9% (18)
2.緑とのふれあい	19% ( 9 )	21% ( 8 )
3.電車・バス等の交通の便	34% ( 2 )	41% ( 2 )
4.買い物の便	22% ( 6 )	29% ( 4 )
5.公園や広場の充実	12% (16)	10% (17)
6.公共施設の充実	16% (11)	16% (12)
7.医療施設の充実	48% ( 1 )	48% ( 1 )
8.家の中での振動	15% (12)	11% (15)
9.家の中での静けさ	5% (22)	9% (18)
10.周辺での静けさ	15% (12)	17% (11)
11.ごみの収集	15% (12)	9% (18)
12.周辺の清潔さ	12% (16)	13% (14)
13.水道の水	22% ( 6 )	19% ( 9 )
14.あなたの家の日当たり	23% ( 5 )	36% ( 3 )
15.あなたの家の風通し	4% (25)	8% (21)
16.あなたの家の広さ	3% (27)	11% (15)
17.あなたの家の間取り	2% (28)	5% (23)
18.散歩のできる場所	6% (21)	4% (26)
19.街並みのゆとり	5% (22)	5% (23)
20.周辺の景色	4% (25)	3% (27)
21.空気のきれいさ	27% ( 4 )	25% ( 7 )
22.空気の臭い	7% (20)	5% (23)
23.近所づきあい	10% (18)	7% (22)
24.地域の自治活動	5% (22)	1% (28)
25.家の地震対策	14% (15)	14% (13)
26.地区の防災対策	22% ( 6 )	18% (10)
27.地区の風紀	18% (10)	29% ( 4 )
28.地区の道路の安全	31% ( 3 )	28% ( 6 )

注：( )の数値は重要視率の高さの順位。

幹線沿線の住民は騒音や振動に対して不満を感じており、特に、戸建住宅では振動、集合住宅では騒音に対して、その傾向が強いことがわかる。

質問票のQ3で、28項目の住環境要因について『特に重要である』と選択した人の割合を重要視率とし、住宅タイプ別の結果を表6に示す。

戸建住宅においては、「7.医療施設の充実」が48%で最も高く、次に「3.電車・バス等の交通の便」が34%で高く、「28.地区の道路の安全」が続いた。「8.家の中での振動」と「10.周辺での静けさ」はともに12番目に重要視率が高かった。一方、集合住宅においても、「7.医療施設の充実」が48%で最も高く、次に「3.電車・バス等の交通の便」が41%で高く、「14.あなたの家の日当たり」が続いた。「10.周辺での静けさ」と「8.家の中での振動」のは重要視率はそれぞれ11番目、15番目であった。

以上の結果から、新幹線沿線の住民は騒音や振動に対して強い不満を感じていることがわかる。特に、戸建住宅では振動、集合住宅では騒音に対する不満感が顕著であった。一方、不満感と比べると、戸建住宅、集合住宅の住民ともに、騒音や振動を安全で快適に暮らすための重要な項目であると感じている人が多くないことが分かった。

### 3) 騒音・振動に対する住民反応

騒音や振動による日常生活への影響(5項目)について、アンケート調査のQ6の結果を住宅タイプ別に図1に示す。反応率はそれぞれの項目を選択した回答者の割合とした。「がたつき」は、鉄道振動による日常生活への影響項目の中でも顕著な反応を示すものの一つである<sup>8)</sup>。その反応率は戸建住宅での42%に対し、集合住宅では16%と低かった。逆に、騒音による日常生活への影響項目の一つである「聴取妨害」については、戸建住宅での19%に対して、集合住宅での反応率は30%と高かった。同様に、「窓開放困難」についても、集合住宅での反応率が戸建住宅に比べて高かった。一方、「睡眠妨害」および「思考妨害」は、戸建住宅と集合住宅での反応率の差は顕著ではなかった。

アンケート調査のQ7から、9種類の音に対する「悩まされ度」について、住宅タイプ別に集計した結果を図2に示す。同様に、アンケート調査のQ8から、6種類の振動に対する悩まされ度を集計した結果を図3に示す。本報では、それぞれの音あるいは振動に対して、「多少」、「だいぶ」、または「非常に」と回答した人の割合を「悩まされ度」とした。なお、戸建住宅と集合住宅では、Q7で提示した音を一部変更しており、「生活の

音」と「自然の音」は戸建住宅調査，「上階の床からの音」と「隣からの音」は集合住宅調査での質問であった。また，2001-2002年調査で，提示した音源に対する『聞こえない』の回答は，『全く悩まされていない』としてデータ処理を行った。

騒音については，戸建・集合住宅ともに「新幹線の音」に対する悩まされ度が最も高く，それぞれ66%，73%であった。戸建住宅と集合住宅に共通の音源で比較すると，集合住宅における悩まされ度が高い傾向を示していた。また，共通でない項目を比較すると，集合住宅における「上階床からの音」に対する悩まされ度が最も高かった。一方，振動についても，戸建・集合住宅ともに，「新幹線の振動」に対する悩まされ度が最も高かった。悩まされ度は戸建住宅で67%，集合住宅で53%となっていた。新幹線以外の振動については，戸建住宅・集合住宅ともに「自動車の振動」に対する悩まされ度が最も高かったが，値は20%以下であった。

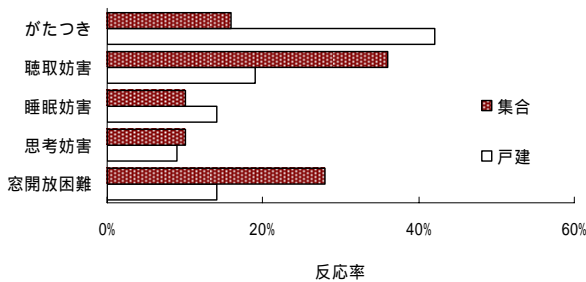


図1 騒音や振動による日常生活への影響

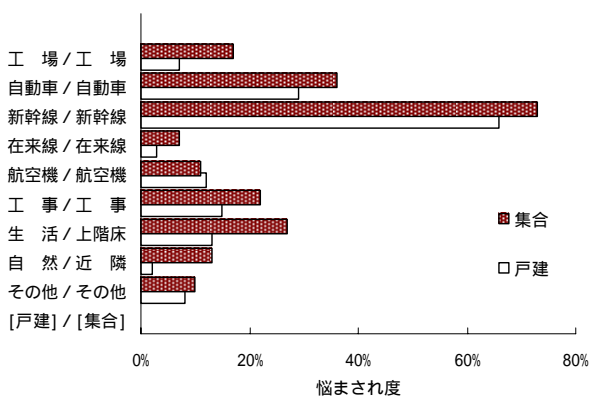


図2 騒音による悩まされ度

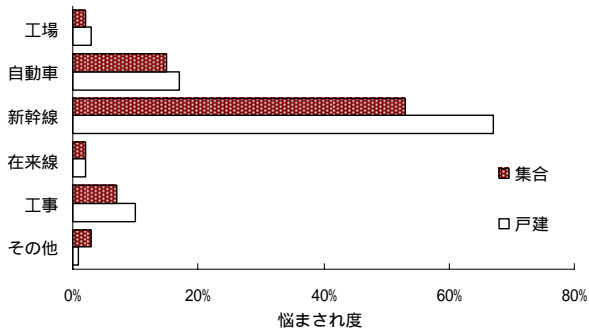


図3 振動による悩まされ度

(Q7)の結果から，戸建・集合住宅ともに新幹線騒音が主音源であるが，集合住宅では新幹線以外の音により悩まされている住民も多いことがわかった。すなわち，集合住宅では，騒音に対する住民の心理評価に対して，新幹線騒音以外の音源による寄与が大きいことを示唆している。一方，振動については，不満率(Q1)，がたつきの反応率(Q6)および悩まされ度(Q8)の結果から，振動源としては戸建・集合住宅ともに新幹線が支配的であるが，新幹線振動による影響を受けている，あるいは悩まされている住民は戸建住宅で多かった。

#### 4) 暴露量の推定結果

戸建住宅の回答者を，近接軌道中央からの距離で20mステップに分類し，構造物別に距離と $L_{Aeq}$ の平均値を図4に，VLの平均値を図5に示す。 $L_{Aeq}$ については，全体的に盛土構造でのレベルが最も高く，高架，切土構造の順となっていた。高架構造における $L_{Aeq}$ が盛土構造に比べて低かった要因としては，神奈川県内における高架区間の多くが平均200km/h未満の低速走行区間であるためと考えられる。また，切土構造では騒音発生源がほとんど地面の下に位置するため，レベルが小さくなる。一方，VLについては，全体的に高架構造でのレベルが高い傾向を示していた。

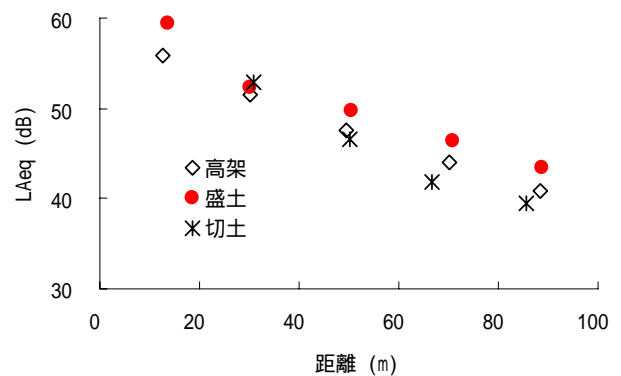


図4 構造物別の LAeq

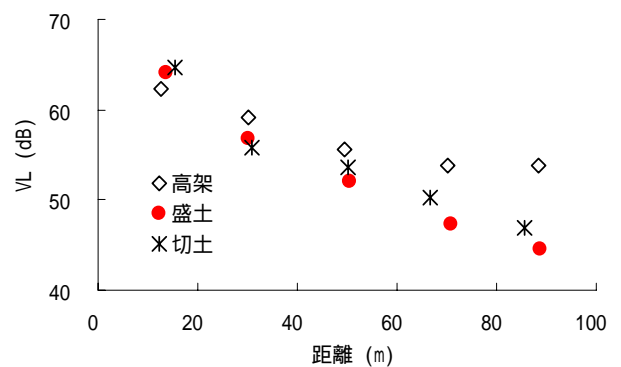


図5 構造物別の VL

一方、高架構造・遮音板設置区間に近接する集合住宅において、1階～6階での $L_{Aeq}$ の推定結果を示したものが図6である。近接軌道中心から測定地点までの距離は、11m(S1)、35m(S2)及び52m(S3)であった。なお、図6はS1の1階での $L_{Aeq}$ を基準(0dB)とした相対値(dB)を示している。軌道が3階相当の高さに位置しているため、直近のS1では、防音壁の遮音効果が4階より上階では小さく、1階と比べ $L_{Aeq}$ は10dB前後高かった。軌道から離れたS2及びS3では、距離減衰によりS1に比べ各階とも $L_{Aeq}$ は低くなった。また、S2・S3ともに、6階での $L_{Aeq}$ が最高値を示したが、防音壁による回折効果が小さいために、S1に比べ高さ方向の変化は小さくなっていた。

本報での平均値は、 $L_{Aeq}$ は57dB(集合)と48dB(戸建)、VLは60dB(集合)と55dB(戸建)となった。

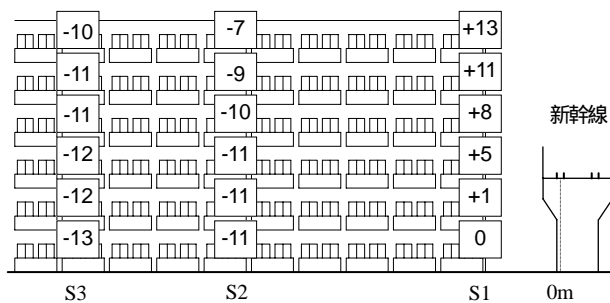
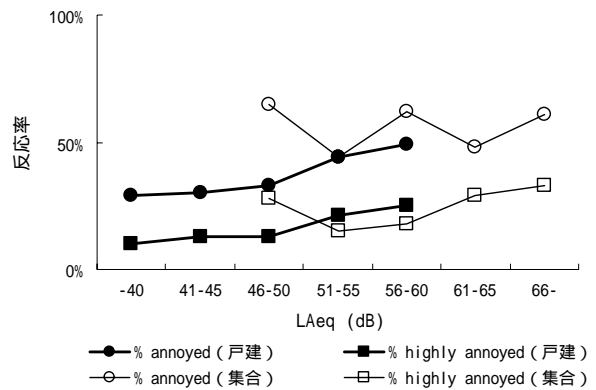


図6 集合住宅における $L_{Aeq}$ の測定

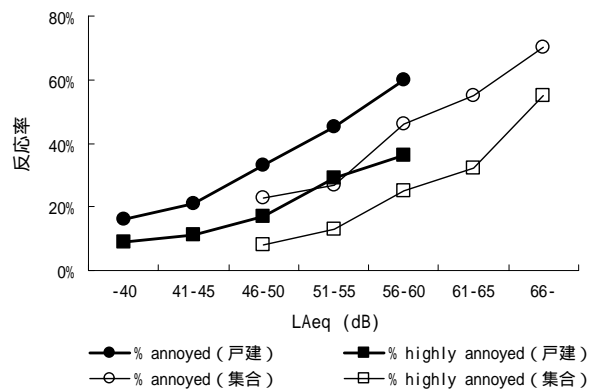
#### 4 暴露 - 反応関係

図7は、騒音の被害感について、暴露 - 反応関係を住宅タイプ別に比較した結果である。本報では、暴露量を $L_{Aeq}$ とし、反応を% annoyed(「周辺の静けさ」と「新幹線の音」とともに『4.-』または『5.-』の回答割合)と% highly annoyed(両項目ともに『5.-』の回答割合)とした。なお、本報では、暴露 - 反応関係では、サンプル数20未満(戸建住宅)及び10未満(集合住宅)のデータは除外した。「新幹線の音」については、レベルの増加とともに反応も単調に厳しくなる傾向を示しているが、「周辺の静けさ」の集合住宅における暴露 - 反応関係は単調増加の傾向を読み取ることができない。これは新幹線以外の音による影響を受けているためであろう。一方、「新幹線の音」については、 $L_{Aeq}$ が46-50dB～56-60dBの範囲においては、被害感の反応は戸建住宅において厳しくなっていた。

図8は、振動の被害感について、暴露 - 反応関係を住宅タイプ別に比較したものである。暴露量をVLとし、「家の中での振動」と「新幹線の振動」について騒音と同様な指標を用いた。「家の中での振動」のVLが46-50dBのレンジを除くと、騒

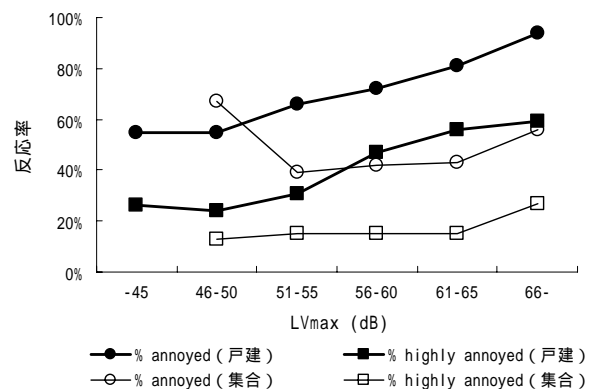


(a) 周辺の静けさ

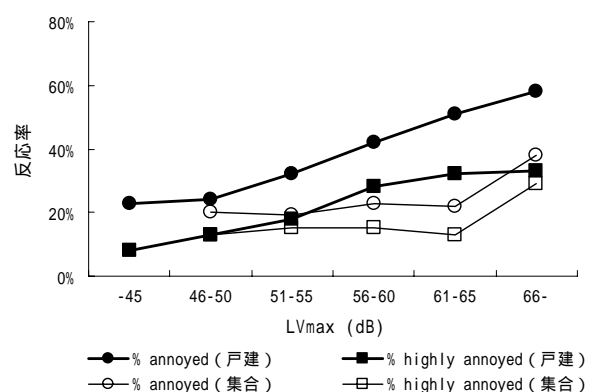


(b) 新幹線の音

図7 新幹線騒音の暴露 - 反応関係



(a) 家の中での振動



(b) 新幹線の振動

図8 新幹線振動の暴露 反応関係

音と同様に戸建住宅における反応が厳しい傾向を示していた。また、集合住宅については、地盤上での VL を暴露量としたことから、暴露 反応関係の単調増加の傾向は顕著ではなかった。

住宅タイプによる被害感の差異を検討するために、騒音や振動の被害感をそれぞれ構成する要因と考えられる「聴取妨害」と「がたつき」<sup>9)</sup>の暴露 反応関係をそれぞれ図 9 と図 10 に示す。

$L_{Aeq}$  が 46-50dB ~ 56-60dB の範囲においては、「聴取妨害」の反応率に差が見られないことから、騒音の被害感の差異には非音響的要因も影響していると考えられる。一方、「がたつき」については、すべてのレベルで戸建住宅における反応が集合住宅を上回っており、地盤上のレベルが同じ場合には、振動を感じている住民は集合住宅に比べて戸建住宅で多いことを示している。

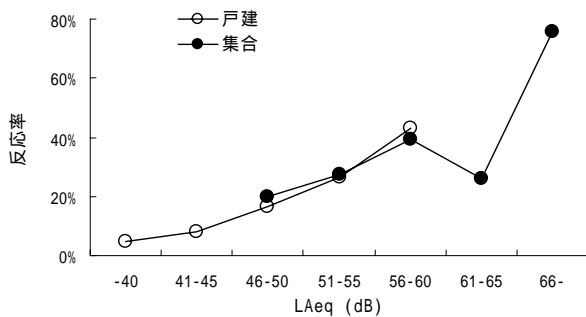


図 9 聴取妨害の暴露 - 反応関係

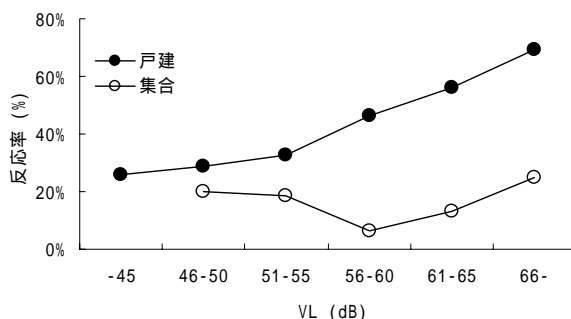


図 10 がたつきの暴露 - 反応関係

以上の結果を踏まえて、騒音と振動に対する被害感の反応の差異について考察を試みる。

最初に、振動に対する被害感の反応を考察する。筆者らが 1996 年と 2004 年に実施した集合住宅の居室内(計 7 世帯)における振動測定の結果では、階数や居室内における振動ピックアップの設置位置は異なるものの、個々の世帯における振動レベルの平均値は地盤上に比べて 4 ~ 10dB 減衰していた。一方、戸建住宅の居室内における振動は、集合住宅とは異なり増幅する傾向を示している<sup>10)</sup>。新幹線から発生する振動の被害感について、振動 建具のがたつき 被害感形成というプロセスを想定すると<sup>8)</sup>、戸建住宅に比べて集合住宅で

は、暴露される振動が低レベルであるため、建具のがたつきを介した間接的影響も小さくなり、振動に対する被害感が抑制されていると考えられる。

続いて、騒音に対する被害感の反応を考える。被害感の差異をもたらす要因として、窓や壁の遮音性能の違い、騒音に対する住民の認知度や慣れ、回答者の属性の違い等が考えられる。例えば、集合住宅における遮音性能は戸建住宅に比べ一般的には良い。本報では戸外における  $L_{Aeq}$  で暴露-反応関係を比較したが、戸外における騒音と同レベルの場合には、室内での暴露レベルは戸建住宅に比べて集合住宅では低くなっていることが想定できる。このことにより、集合住宅の住民の騒音に対する被害感が抑制されていることも十分に考えられる。本報では、上記の要因の外に非音響的要因として、既往研究で騒音のうるささに影響を及ぼすと報告されている振動の大きさに着目した<sup>11)</sup>。図 11 は、住宅タイプ別に、 $L_{Aeq}$  と「新幹線の音」の % annoyed との関係性を VL のレベル別に比較したものである。集合住宅では、 $L_{Aeq}$  が 51-55dB のレベル以外では VL のレベルによる % annoyed の差は顕著でなかった。しかし、戸建住宅では、 $L_{Aeq}$  が 46-50dB ~ 51-55dB のレベルにおいて、VL のレベルが高くなると % annoyed も増加する傾向が読み取れる。これらの結果から、戸建住宅と集合住宅の住民の騒音被害感の評価過程を以下のように考えることができる。戸建住宅の住民は、騒音のみならず、騒音同様に強い被害感を抱いている振動も複合して暴露されるために、被害感を増幅して評価する傾向にある。一方、集合住宅の住民の多くは、戸建住宅に比べて高レベルの騒音・低レベルの振動に暴露されているために騒音に対する被害感が強く、その結果として複合評価というよりも、騒音そのものの被害感の評価しているのであろう。以上の結果から、戸建住宅では騒音と振動を別個に評価するのではなく、統合被害感の指標により評価することが妥当であると考えられる。

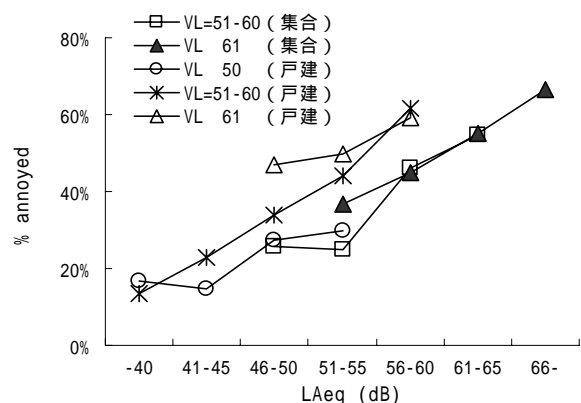
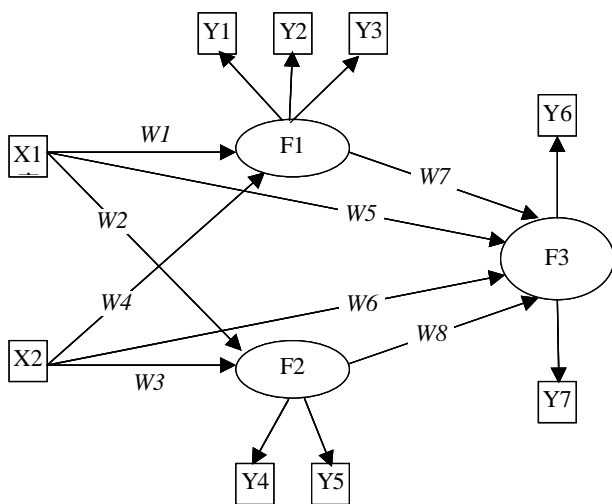


図 11 振動レベル別の新幹線騒音の暴露 - 反応関係

## 5 統合被害感の評価構造モデル

既往の研究の多くは、社会調査から得られた指標を直接、騒音や振動に対する住民反応として取り扱ってきた。しかし、複雑に込み入った現象である住民反応は、本来、直接的には観測できないものである。このような現象を比較的単純に理解することを目的として、社会 - 人文 - 行動科学の分野では、直接的に観測できない現象を構成概念として存在を仮定することがある。構成概念自体は直接観測することはできないが、因果関係があり、直接的に観測できる変数により間接的にはあるが測定できることが可能となる。本研究では、前節までの結果から戸建住宅を対象として、騒音や振動による生活影響と統合被害感を構成概念として捉えたモデルに共分散構造分析を適用することにより、変数間の因果関係の同定を試みた。

図12は、既往の研究等で得られた知見に基づいて作成した騒音と振動の統合被害感の評価構造モデルである。本モデルでは、暴露量( $L_{Aeq}$ と $VL$ )が、直接的に、かつ生活影響(構成概念)を介して間接的に統合被害感(構成概念)へ影響を及ぼすとした。



F1: 新幹線騒音による生活影響度(構成概念)  
 F2: 新幹線振動による生活影響度(構成概念)  
 F3: 新幹線の騒音と振動による統合被害感(構成概念)  
 X1:  $L_{Aeq}$  X2:  $VL$   
 Y1: 聴取妨害 Y2: 睡眠妨害 Y3: 窓開放困難  
 Y4: がたつき Y5: 思考妨害 Y6: 新幹線の音  
 Y7: 家の中の振動 W1-W8: パス係数

図12 騒音と振動の統合被害感の評価構造モデル

本研究では、SPSS の Amos5 を用いて共分散構造分析を行った。分析の結果、モデルの適合度を示す GFI=0.95、AGFI=0.89 と高い数値が得られた。

図13は、分析により得られたパス係数を示したものである。共分散構造分析では、外生変数であ

る  $L_{Aeq}$  (X1) と  $VL$  (X2) については、パス係数そのもので推定される直接効果、パスで結ばれる変数間のパス係数の積で推定される間接効果、直接効果と間接効果の和で推定される総合効果を求めることができる。 $L_{Aeq}$  (X1) から騒音による生活影響度 (F1),  $VL$  (X2) から振動による生活影響度 (F2) へのパス係数はそれぞれ 0.14, 0.28 で、騒音と振動のレベルが高くなると、それぞれの生活影響に対する反応も増えることを意味している。同様に、騒音または振動による生活影響度 (F1 と F2) から統合被害感 (F3) へのパス係数もプラスとなっており、生活影響を感じるにより統合被害感が増幅されることを示している。一方、 $L_{Aeq}$  (X1) から振動による生活影響度 (F2) へのパス係数はマイナスとなっている。このことは暴露されている騒音のレベルが高くなることにより、日常生活における影響としては騒音が支配的になり、その結果として振動による生活影響がマスキングされるためであると解釈できる。また、 $VL$  (X2) から統合被害感 (F3) へのパス係数もマイナスになっている。 $VL$  (X2) から騒音または振動による生活影響度 (F1 と F2) を介した統合被害感への間接影響はプラスであることから、この直接効果は間接効果を抑制するためにマイナスになっていると解釈できるものの、今後の検討課題である。

最後に、 $L_{Aeq}$  と  $VL$  から統合被害感への増加に寄与する値を試算する。 $L_{Aeq}$  と  $VL$  から統合被害感への影響度(総合効果)を推定した結果、それぞれ 0.163, 0.197 となった。この数値は、統合被害感を標準偏差で計測して 1 単位変化させるためにはそれぞれ  $L_{Aeq}$  を (1/0.163=) 6.13 単位、 $VL$  を (1/0.197=) 5.08 単位変化させる必要があることを示している。すなわち、 $L_{Aeq}$  と  $VL$  の標準偏差がそれぞれ 6.84, 7.22 であったことから、 $L_{Aeq}$  を  $6.13 \times 6.84 = 41.9\text{dB}$ 、 $VL$  を  $5.08 \times 7.22 = 36.7\text{dB}$  変化させることに等しい。このことは、 $L_{Aeq}$  の 7 dB の変化と  $VL$  の 6 dB の変化が統合被害感にほぼ等価な影響を及ぼすことを意味している。

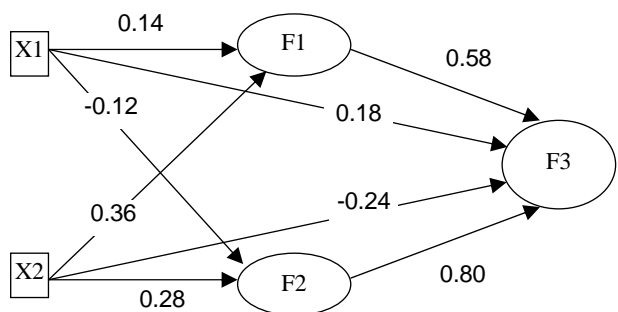


図13 パス係数



## 6 まとめ

本研究により得られた結果を以下にまとめる。

1) アンケート調査の結果から、騒音と振動に対する住民反応を他の住環境項目と比較すると、新幹線沿線の住民は騒音や振動に対して強い不満を感じている。特に、戸建住宅では振動、集合住宅では騒音に対する不満感が顕著である。一方、不満感と比べると、戸建住宅、集合住宅の住民ともに、騒音や振動を安全で快適に暮らすための重要項目であると感じている人は少ない傾向が見られる。

2) 振動被害感の暴露 - 反応関係について、戸建住宅と集合住宅で比較した結果、戸建住宅に比べて集合住宅の住民は振動に対して寛容な評価を示していた。このことは、基礎構造等の違いにより戸建住宅に比べて暴露される振動が小さくなるために、建具のがたつきを介した振動の間接的影響が小さくなるために、振動に対する被害感が抑制されていると考えることができる。

3) 騒音被害感の暴露 - 反応関係について、戸建住宅と集合住宅で比較した結果、振動の場合と同様に、集合住宅の住民は騒音に対して寛容な反応を示していた。このことは、集合住宅では防音壁による騒音の遮蔽効果が小さくなることにより、戸建住宅に比べて暴露される騒音は全体的に大きくなる反面、戸建住宅に比べて振動が小さくなるために、騒音と振動の複合による被害感の増幅が起りにくくなることも一因であると考えられる。

4) 共分散構造分析により推定した騒音と振動を統合した住民の被害感に対して、神奈川県内の東海道新幹線沿線の戸建住宅の居住者を対象とした場合には、新幹線の等価騒音レベル7 dBの変化と振動レベル最大値6 dBの変化が等価な影響を及ぼしている。

## 参考文献

- 1) 橘 秀樹：環境行政に期待する、騒音制御，Vol.27，No.1(2003)
- 2) 横島潤紀，田村明弘：新幹線騒音に対する住民反応について，音響学会春季発表会梗概集(2003)
- 3) 横島潤紀，田村明弘：神奈川県における新幹線鉄道騒音に対する住民反応について，環境科学センター研究報告第26号(2003)
- 4) 山本嘉一郎，小野寺孝義：Amosによる共分散構造分析と解析事例，ナカニシヤ出版(1999)
- 5) 田部井明美：共分散構造分析(Amos)によるアンケート処理，東京図書(2001)
- 6) 矢野 隆，五十嵐寿一，加来治郎，神田一伸，金子哲也，桑野園子，新居洋子，佐藤哲身，荘 美知子，山田一郎，吉野泰子：騒音の社会反応の測定方法に関する国際共同研究 - 日本語のうるささの尺度の構成 - ，音響学会誌，Vol.58，No.2(2002)
- 7) 長倉他：新幹線騒音の予測評価手法について，音響学会騒音振動研究会資料，N-2000-01(2000)
- 8) 横島潤紀，田村明弘：新幹線沿線住民の振動被害感を構成する要因に関する研究，建築学会計画系論文集，No.526(1999)
- 9) 横島潤紀，林真行，田村明弘：新幹線沿線住民の振動に対する評価を構成する要因について，建築学会大会梗概集 D-1(1996)
- 10) 季 士明，横島潤紀，田村明弘：新幹線鉄道に起因する木造家屋内の振動予測に関する研究，騒音制御，Vol.25，No.6(2001)
- 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，建築学会計画系論文報告集(1993)

経常研究 [平成13～15年度]

課題名：被害感を評価するための新幹線鉄道騒音と振動の総合指標の開発