

新幹線沿線住民の振動に対する評価を構成する要因

横島潤紀, 大塚定男, 田村明弘*
(大気環境部, *横浜国立大学)

Note

Factors constituting evaluation of inhabitants in areas along the Shinkansen railroad to ground vibration

Shigenori Yokoshima, Sadao Otsuka, Akihiro Tamura*
(Air Quality Division, *Yokohama National University)

キーワード：新幹線鉄道, 地盤振動, 社会調査, パス解析

1. はじめに

東海道新幹線鉄道は昭和 39 年に開通して以来鉄道輸送力を大幅に増大させてきた反面、沿線住民に対して騒音及び振動の環境問題を引き起こしてきた。新幹線鉄道振動に関する基準としては、昭和 51 年に示された「環境保全上緊急を要する新幹線鉄道振動対策について」(勧告)の中で、指針値として 70dB が示されている。この指針値が作成された当時と現在の状況を比べてみると、防音・防振技術の発達により発生する騒音及び振動は小さくなっているものの、運行本数の増加、列車のスピードアップ等によって、新幹線沿線の騒音及び振動環境が改善されているとはいえない。特に、平成 4 年から営業運転を開始した 300 系車両「のぞみ」は車体軽量化による振動の低減を行っているものの、最高速度 270km/h で走行するために、発生する騒音及び振動が最高速度 220km/h で走行する従来型車両(0系・100系車両)に比べて大きくなると報告されている¹⁾。一方、沿線住民はより静穏な住環境を望んでいること、新幹線振動に対する苦情の多くが指針値以下の所で発生していることを考えあわせると、新幹線沿線の快適な住環境を形成する上で、振動及び騒音に関する住民の意識を把握することは重要な課題であると考えられる。

沿線住民の新幹線騒音に関する意識を扱った調査研究は数多く報告^{2~4)}されているが、新幹線振動を対象とした調査研究は数少ない^{5, 6)}。本研究は、平成 7 年及び 8 年において神奈川県内の東海道新幹線鉄道沿線住民を対象としたアンケート調査の結果から、住民の振動に関する意識の把握、新幹線振動に対する評価の構成要因の解明^{7, 8)}、住環境における振動の位置付け^{9, 10)}の検討を目的とした。特に、住民に曝露されている振動量が新幹線振動に対する心理的な評価に及ぼす影響をパス解析で解明した。

2. 調査概要

2.1 調査地区

本研究における調査地区は、神奈川県内の東海道新幹線鉄道沿線の住宅密集地区(計 13 地区)で、なるべく新幹線以外の振動源が存在しない所を選定した。

2.2 アンケート調査

アンケート調査は留め置き法で行われた。すなわち、対象家屋に質問票を配布し、郵送で回収した。

平成 7 年のアンケート調査は、新幹線軌道から 100 m 以内(沿線地区)の戸建て住宅に住む主婦を対象とした。平成 7 年 10 月 11 ~ 13 日に調査票を配布し、11 月 30 日をアンケートの最終締め切りとした。調査票の配布数は 698、有効回収数は 469(回収率 67%)であった。

平成 8 年のアンケート調査は、軌道から 200 m 以内の戸建て住宅に住む主婦を対象とした。併せて、軌道から 200 m 以上離れて新幹線振動の影響を受けていないと考えられる地区(対照地区)の戸建て住宅に住む主婦も対象とした。平成 8 年 9 月 25 ~ 26 日に調査票を配布し、10 月 25 日をアンケートの最終締め切りとした。調査票の配布数は 555、有効回収数は 401(回収率 72%)であった。

平成 7 年の質問票の構成を表 1 に示す。Q6 の「上位 2 振動の変化」は、「のぞみ」の運行によって振動環境がどの程度変わったのかを探るために設けた項目である。なお、平成 8 年の質問票は平成 7 年と基本的には同じ構成であるが、回答方法を一部修正した。例えば、Q5 の「上位 2 振動による具体的影響」は 5 段階評価(『頻繁にある』~『全くない』)の回答方法から影響を受けている項目を回答する方法に、Q6 は 5 段階評価(『良くなった』~『悪くなった』)から 3 段階評価の回答方法に修正した。

アンケート調査は新幹線振動に対する構えを防ぐために、「地域の環境に関するアンケート調査」として行った。また、騒音に関する質問項目の回答が振動に対する評価のバイアスとならないようにするため、振動、騒音の順で質問項目を配置した。さらに、振動、騒音に関する質問項目を続けて配置すると、騒音に対する反応が過剰なものになる恐れがあるので、両項目の間にゴミ問題をダミー質問として設定した。なお、調査実施機関は「横浜国立大学工学部建築環境工学研究室」である。

表1 調査票の質問項目

Q1	生活環境に対する評価・18項目 (満足－不満、4段階評価)
Q2	居住環境に対する総合的評価 (満足－不満、4段階評価)
Q3	居住環境の変化に対する評価 (良くなった－悪くなった、5段階評価)
Q4	感じる振動・気になる振動(8選択肢) 最も気になる振動・次に気になる振動→上位2振動の指摘
Q5	上位2振動による具体的影響・8項目 (頻繁にある－全くない、5段階評価)
Q6	上位2振動の変化に対する評価 (良くなった－悪くなった、5段階評価)
Q7	上位2振動の気になる時間(8選択肢)
Q8	上位2振動に対する評価 (我慢できる－我慢できない、4段階評価)
Q9	振動に対する総合的な評価 (迷惑ではない－迷惑、4段階評価)
Q10-Q14	ゴミ問題について
Q15-Q20	騒音について(内容はQ4-Q9に同じ)
Q21	家屋構造について (住宅構造・築年数・家の所有等)
Q22	フェイスシート (年齢・居住年数・仕事・在宅時間等)
Q23	自由意見

2.3 振動・騒音測定

アンケート調査終了後に実施した振動及び騒音測定の概要を表2に示す。2～4の測定地点を1測線として、通過列車ごとに振動及び騒音測定を行った。振動測定は鉛直方向の振動レベルのピーク値、騒音測定はA特性・SLOWの騒音レベルのピーク値をそれぞれ読み取った。測線は、伝搬経路上での障害物の有無、新幹線軌道の変化等を考慮し、調査地区ごとに2～6本の測線を設定した。

表2 振動・騒音測定の概要

測定日程	平成7年11～12月・平成8年11～12月
測定地点	軌道中央から直角方向に配置した2～4地点を合わせて1測線。なお、各測線で線路に最も近い測定地点を基準地点とする。 例) 10m,25m,50m,80mの4地点で1測線。 距離の始点は測定地点に近い線路の中央。
測定項目 (振動) (騒音)	列車毎の振動レベル・騒音レベルを観測 鉛直方向、VL特性、振動レベルのピーク値 A特性、SLOW、騒音レベルのピーク値
測定本数	原則として測線毎に上下各5列車以上で、上下各1本ずつ「のぞみ」を含む。
測定機器 (振動) (騒音)	基準地点：振動レベル計+データレコーダ 基準以外：振動レベル計+レベルレコーダ 基準地点：騒音計+データレコーダ 基準以外：騒音計+レベルレコーダ
備考	測定時に、進行方向、列車通過速度、車両形式等を観測。

3. 分析結果

本報では沿線地区の住民(以下、「住民」という。サンプル数は592)を分析の対象とした。

3.1 曝露量の推定

アンケート調査結果を分析する際に、住民が曝露されている振動の大きさを推定する必要がある。そこで観測した個々の列車の振動レベルを用いて、測線ごとに表3に示す6種の評価値につきそれぞれ距離対数減衰直線を作成し、各住戸における評価値をそれぞれ推定した。これら6種の評価値の中で、新幹線振動に対する住民の我慢の度合い(以下、「新幹線振動評価」という)と最も対応が良いものを、住民が曝露されている振動の大きさとした。ここで新幹線振動評価は、アンケート調査の「最も気になる振動・次に気になる振動」と「上位2振動に対する評価」をまとめたものである。すなわち、「最も気になる振動・次に気になる振動」として新幹線振動を指摘していなかった場合には『気にならない』とし、指摘していた場合には対応する「上位2振動に対する評価」(『我慢できる』、『どちらかといえば我慢できる』、『どちらかといえば我慢できない』、『我慢できない』)を当てはめ、5段階評価(1.『気にならない』～5.『我慢できない』)とした。表3に振動レベルの評価値と新幹線振動評価との相関係数を示す。

表3から新幹線振動評価と評価値との相関係数は全体的に低いが、最も相関が強い評価値は「300系車両の最大値」であることが分かる。よって本報では、各住民が曝露されている振動の大きさは300系

車両の振動レベル最大値（以下、「振動曝露量」という）とした。同様な結果は騒音についても得られたので、曝露されている騒音の大きさは、300系車両の騒音レベル最大値（以下、「騒音曝露量」という）とした。

表3 振動レベル各評価値と新幹線振動評価との相関

振動レベルの評価値	相関係数
全データの最大値	0.23
全データのパワー平均値	0.19
上位半数のパワー平均値	0.18
上位半数の算術平均値	0.20
300系車両の最大値	0.25
0/100系車両の最大値	0.18

3.2 振動曝露量及び騒音曝露量の分布

振動曝露量及び騒音曝露量の度数分布をそれぞれ図1、図2に示す。家屋による振動増幅(+5dB)¹¹⁾を考慮すると、新幹線振動は大部分の家屋で閾値(55dB)¹¹⁾を超えるので、大部分の住民は新幹線振動を体感していると考えられる。なお曝露されている振動曝露量及び騒音曝露量の平均値は、それぞれ60dB、66dBであった。

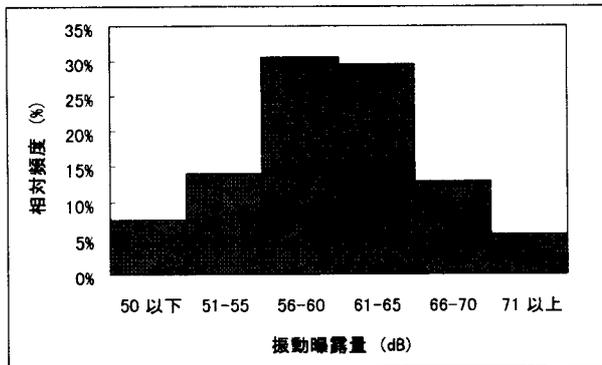


図1 振動曝露量の分布

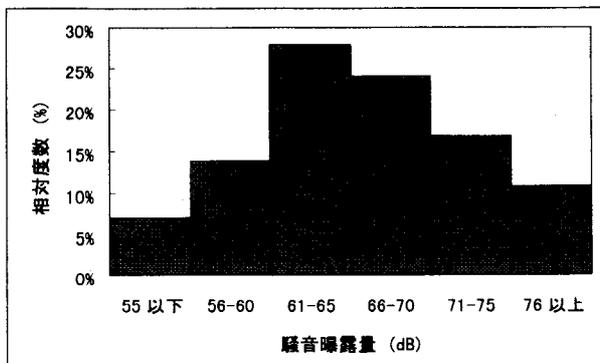


図2 騒音曝露量の分布

3.3 感じる振動と気になる振動

アンケート調査から得られた「感じる振動」と「気

になる振動」の回答結果を図3に示す。「感じる振動」、「気になる振動」ともに新幹線振動に対する反応率が最も高く、ほとんどの住民は新幹線振動を感じているとともに、約9割の住民が気になると回答している。新幹線に次いで反応率の高い項目は、自動車、航空機である。なお音に関する回答結果も同様な傾向であった。

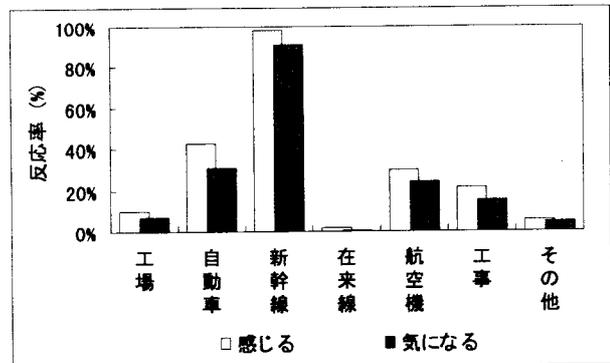


図3 「感じる振動」と「気になる振動」

3.4 新幹線振動環境の変化

「のぞみ」の運行による新幹線振動環境の変化(以下、「振動環境の変化」という)の回答結果を図4に示す。平成7年と8年の調査では回答方法が異なっているので、平成7年の回答の『良くなった』及び『少し良くなった』を「良くなった」、『変わらない』を「変わらない」、『少し悪くなった』及び『悪くなった』を「悪くなった」としてまとめた。図4から振動曝露量が大きくなるほど、新幹線による振動環境は悪くなったと回答している住民が増えていることが分かる。このことは、300系車両から発生する振動は従来型の0系・100系車両の振動よりも大きくなる場合があるため、「のぞみ」の運行により振動環境の悪化を感じている住民が増えることを意味している。

なお、新幹線による振動環境の悪化を訴えている住民の割合(全住民に対する「悪くなった」と回答した住民の割合)は約4割であった。

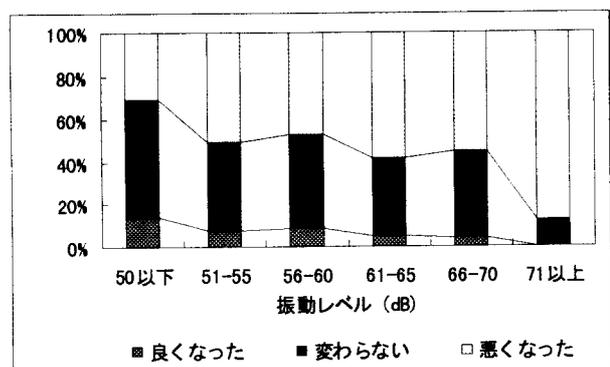


図4 振動環境の変化

3.5 新幹線振動による具体的影響

新幹線振動による具体的影響の反応率（新幹線振動による影響を受けていると回答した住民の割合）を図5に示す。平成7年と8年の調査では回答方法が異なっているため、平成7年の調査の『頻繁にある』、『かなりある』及び『時々ある』と回答した住民を、影響を受けているとしてまとめた。振動による具体的影響に関する質問項目は以下の8項目である

- ①『びっくりする』(びっくり)
- ②『気分がイライラしたり、腹が立つ』(イライラ)
- ③『身体の調子が悪くなる』(体調不調)
- ④『なかなか寝つけない』(睡眠妨害)
- ⑤『寝ている時に目を覚まされる』(覚醒)
- ⑥『考え事や読書の邪魔になる』(思考妨害)
- ⑦『戸や障子がガタガタする』(ガタつき)
- ⑧『ものがゆれて気になる』(ものゆれ)

図5から各項目とも、振動曝露量が増加するほど反応率が高くなっている。反応率が高い項目は「ガタつき」や「ものゆれ」で、反応率が低い項目は「睡眠妨害」や「体調不調」である。このことから、「睡眠妨害」や「覚醒」のような睡眠影響よりも、「ガタつき」や「ものゆれ」のような視覚的・聴覚的な影響を受けている住民が多いことを示している。特に「ガタつき」に対する反応率が振動曝露量 50dB 以下においても 60%を超えていることから、「ガタつき」によって新幹線振動を感知している住民が多いと考えられる。また、「体調不調」のような生理的な影響、すなわち新幹線振動によって非常に深刻な影響を受けている住民はほとんどいないと考えられる。

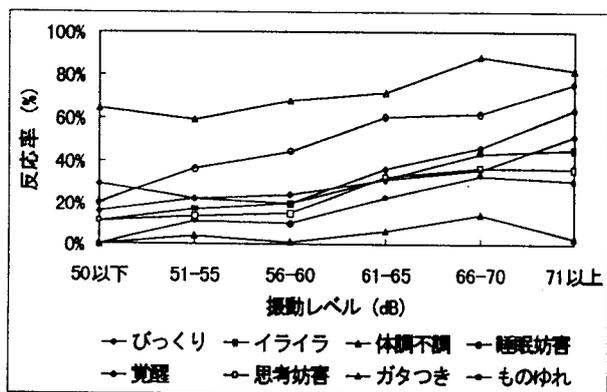


図5 新幹線振動による具体的影響

3.6 新幹線振動に対する評価

新幹線振動評価の回答結果を図6に示す。図6から振動曝露量が増加するほど、新幹線振動を我慢できない（『我慢できない』・『どちらかといえば我慢できない』）と回答した住民の割合は高くなる傾向

が見られる。特に 71dB 以上の振動曝露量では約半数が我慢できないと回答している。なお、社会調査において判断基準として多く使用される反応率（本報告では新幹線振動を我慢できないと回答している住民の割合）が 30 %を超える振動曝露量を見ても、66dB 以上であることが分かる。

なお、新幹線振動を我慢できないと回答した住民は 155 人 (27%)、我慢できる（『我慢できる』・『どちらかといえば我慢できる』）と回答した住民は 369 人 (63%)、気にならない（『気にならない』）と回答した住民は 60 人 (10%) であった。また振動曝露量の平均値は、我慢できないと回答した住民で 62dB、我慢できると回答した住民で 60dB、気にならないと回答した住民で 57dB であった。

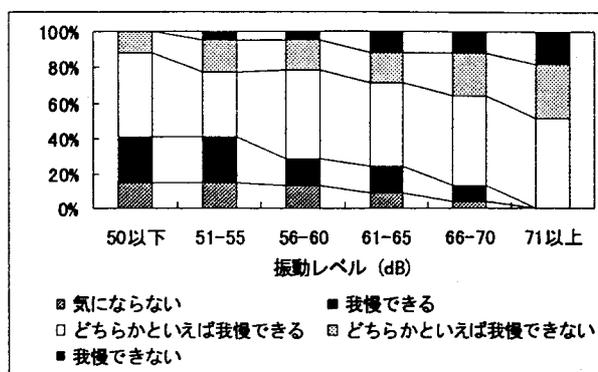


図6 新幹線振動評価

4. パス解析による分析

4.1 パス解析

住民の新幹線振動による被害感、曝露されている振動の大きさ、振動による具体的影響、振動環境の変化、個人属性等の様々な要因によって構成されている。ここで曝露されている振動が住民の被害感に及ぼす影響を考えてみると、住民は振動を体感することによる直接的な影響だけでなく、その振動によって発生する戸や窓等のガタつき、建具のゆれ等による間接的な影響を受け、被害感を形成していると想定することができる。因果分析の一手法であるパス解析^{12~13)}は、このような重層的な関係の中で、説明変数から目的変数への直接的な影響(直接効果)と間接的な影響(間接効果)を推定し、その合計を総合効果として量的に評価することができる。同時に、各要因の影響過程を明らかにすることができる手法である。

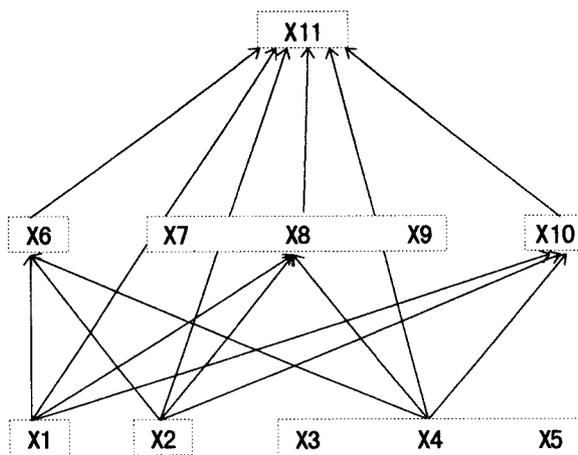
4.2 パスモデルの設定

既往の研究から得られている知見、我々の経験及び今回のアンケート結果等を参考にして、住民の新幹線振動に対する評価のモデル(新幹線振動評価の

パスモデル)を作成した。新幹線振動評価のパスモデルを図7に示す。目的変数は「新幹線振動評価」(X11)、説明変数は10個の変数(X1～X10)とした。なお、外生変数(X1～X5)については多重共線形性による影響をできるだけ避けるために、なるべく相関の低い変数を選んだ。

今回のモデルでは、下位変数である「騒音曝露量」(X1)、「振動曝露量」(X2)、個人属性(X3:「築年数」、X4:「年齢」、X5:「在宅時間」)が、直接「新幹線振動評価」に影響を及ぼすように、また新幹線騒音による具体的影響(X6:「聴取妨害」)、新幹線振動による具体的影響(X7:「イライラ」、X8:「覚醒」、X9:「ガタつき」)及び新幹線振動環境の変化(X10:「振動環境変化」)を介して「新幹線振動評価」に影響を及ぼすようにモデルを設定した。

なお今回のモデルでは、識別性の問題¹²⁾を避けるために、下位レベルにある変数はそれより上位レベルにある全ての変数に影響を及ぼしているとしてパスを設定した。例えば、「振動曝露量」(X2)は、それより上位レベルにある全ての変数(X6～X11)に対してパスを設定した。



X 1 : 騒音曝露量	X 2 : 振動曝露量
X 3 : 築年数	X 4 : 年齢
X 5 : 在宅時間	
X 6 : (新幹線騒音による) 聴取妨害	
X 7 : (新幹線振動による) イライラ	
X 8 : (新幹線振動による) 覚醒	
X 9 : (新幹線振動による) ガタつき	
X 10 : 振動環境の変化	
X 11 : 新幹線振動評価	

図7 新幹線振動評価のパスモデル

4.3 変数の尺度構成

原則としてパス解析における変数は、間隔尺度あるいは比例尺度でなければならない。説明変数の中で、「騒音曝露量」及び「振動曝露量」は間隔尺度であると考えられるので、そのままデータとして用

いた。「築年数」、「年齢」及び「在宅時間」については、アンケート調査で得られた結果は順序尺度であるが、カテゴリーの中間値等を代表値とし近似的に間隔尺度とみなすことにした。すなわち、「築年数」に関しては2,7,12,17,25年(平成7年のデータでは1,3,8,15,25年)、「年齢」については18,25,35,45,55,65,75歳、「在宅時間」については8,12,16,20,24時間を代表値とした。また「聴取妨害」、「イライラ」、「覚醒」及び「ガタつき」については、それぞれの影響を受けていると回答している場合を1、それ以外の場合を0とした。同様に「振動環境変化」については、振動環境が悪くなっていると回答している場合を1、それ以外の場合を0とした。目的変数である「新幹線振動評価」は順位尺度であるので、そのまま分析に用いるのは議論のあるところであるが、この問題についてH.B.Asher¹²⁾はいくつかの例を挙げながら肯定的な意見を示しており、本報でも近似的に間隔尺度として扱った。

4.4 解析結果

各要因の効果を表す影響指標(パス係数)は、パスモデルから決定される構造方程式(重回帰方程式)を解くことによって得られる標準偏回帰係数である。本パスモデルの構造方程式を図8に示す。ここで、残差項は本パスモデルから除外された影響力の小さな多数の変数からの影響力を総合したものである。なお、各要因の影響量については、直接効果はパス係数そのもの、間接効果はパスで結ばれる変数間のパス係数の積、総合効果は直接効果と間接効果の和で推定される。

各要因のパス係数を表4に示す。本分析における寄与率は0.48であった。

$$\begin{aligned}
 X6 &= p6,1X1 + p6,2X2 + p6,3X3 + p6,4X4 + p6,5X5 + p6,eE6 \\
 X7 &= p7,1X1 + p7,2X2 + p7,3X3 + p7,4X4 + p7,5X5 + p7,eE7 \\
 X8 &= p8,1X1 + p8,2X2 + p8,3X3 + p8,4X4 + p8,5X5 + p8,eE8 \\
 X9 &= p9,1X1 + p9,2X2 + p9,3X3 + p9,4X4 + p9,5X5 + p9,eE9 \\
 X10 &= p10,1X1 + p10,2X2 + p10,3X3 + p10,4X4 + p10,5X5 + p10,eE10 \\
 X11 &= p11,1X1 + p11,2X2 + p11,3X3 + p11,4X4 + p11,5X5 + p11,6X6 \\
 &\quad + p11,7X7 + p11,8X8 + p11,9X9 + p11,10X10 + p11,eE11
 \end{aligned}$$

$p_{i,j}$: 変数 X_j から変数 X_i へのパス係数
 E_i : 残差項

図8 構造方程式

表4に示したパス係数を基に、各要因から「新幹線振動評価」への直接効果、間接効果及び総合効果の大きさを推定した結果を表5に示す。直接効果が大きい変数は「イライラ」(0.32)、「ガタつき」(0.27)、

「振動環境の変化」(0.27)であり、間接効果が大きい変数は「振動曝露量」(0.23)、「在宅時間」(0.08)である。総合効果が大きい変数は「イライラ」(0.32)、「ガタつき」(0.27)、「振動環境変化」(0.27)で、「振動曝露量」(0.23)は4番目である。また、「騒音曝露量」及び個人属性(「築年数」、「年齢」、「在宅時間」)の効果は小さい。

表4 パス係数

	X6	X7	X8	X9	X10	X11
X 1	0.36*	0.04	0.10	-0.07	-0.07	0.03
X 2	0.15*	0.22*	0.20*	0.20*	0.29*	0.00
X 3	0.03	0.00	-0.01	-0.03	0.03	-0.09*
X 4	-0.11*	-0.06	0.01	-0.10*	0.01	0.07*
X 5	0.16*	0.06	0.07	0.05	0.13*	-0.06*
X 6	—	—	—	—	—	0.08*
X 7	—	—	—	—	—	0.32*
X 8	—	—	—	—	—	0.06
X 9	—	—	—	—	—	0.27*
X10	—	—	—	—	—	0.27*

*印は有意水準5%(t検定)で有意であった係数。なお、X1～X11は図7と同じ。

表5 新幹線振動評価に及ぼす各要因の効果

説明変数	直接効果	間接効果	総合効果
騒音レベル	0.03	0.01	0.04
振動レベル	0.00	0.23	0.23
築年数	-0.09	0.00	-0.09
年齢	0.07	-0.05	0.02
在宅時間	-0.06	0.08	0.02
聴取妨害	0.08		0.08
イライラ	0.32		0.32
覚醒	0.06		0.06
ガタつき	0.27		0.27
振動環境の変化	0.27		0.27

ここで、パス係数が有意なもの(t検定で5%水準)で再構成したパスモデル(修正パスモデル)を図9に示し、各要因から「新幹線振動評価」(X11)への影響過程について検討する。

最初に「振動曝露量」(X2)からの影響について見てみると、「振動曝露量」から「新幹線振動評価」への直接効果は有意ではない(有意水準5%)。一方、「振動曝露量」から「新幹線振動評価」への間接効果は、情緒的な要因である「イライラ」(X7)、聴覚的・視覚的な要因である「ガタつき」(X9)、変化の要因である「振動環境変化」(X10)を介して有意となっている。すなわち、「振動曝露量」は「新幹線振動評価」の間接的な構成要因であり、新

幹線振動によって誘発される様々な要因(情緒的な要因、視覚・聴覚的な要因、変化の要因)による影響を受けることによって、住民は新幹線振動に対する我慢の度合いを評価していると考えられる。

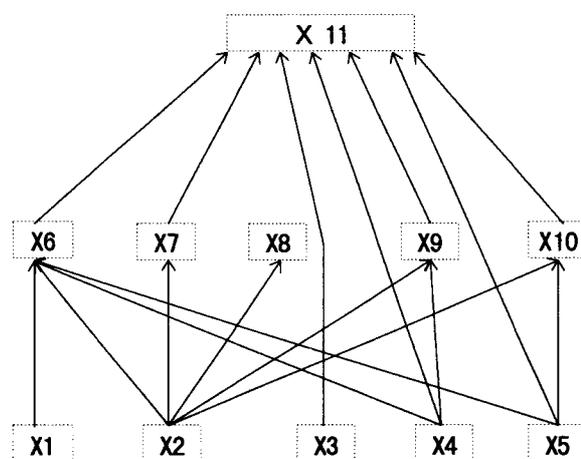


図9 修正パスモデル

「騒音曝露量」(X1)の影響については、「騒音曝露量」から「新幹線振動評価」への直接効果は有意でないが、間接効果は「聴取妨害」(X6)を介して有意である。このことは聴取妨害の影響を受けている住民が新幹線振動を厳しく評価していることを示しており、騒音が住民の新幹線振動に対する評価の一要因である¹⁹⁾と考えられる。

「築年数」(X3)の影響については、「新幹線振動評価」への直接効果が有意で、その係数が負である。古い家に住んでいる住民は居住年数も長い傾向が見られたので、振動に対する慣れやあきらめ等によって高いレベルの振動を許容できるようになり、新幹線振動を寛容に評価していると考えられる。

「年齢」(X4)の影響については、「聴取妨害」及び「ガタつき」への直接効果は有意で、その係数は負である。また「新幹線振動評価」への直接効果も有意で、その係数は正である。これらのことから、高齢の住民は新幹線騒音及び振動による影響を感じなくなる反面、新幹線振動を厳しく評価すると思われる。

「在宅時間」(X5)の影響については、「聴取妨害」及び「振動環境の変化」への直接効果は有意で、その係数は正である。また「新幹線振動評価」への直接効果も有意で、その係数は負である。これらのことから、在宅時間の長い住民は「のぞみ」によって振動環境が悪くなったと感じたが、在宅時間の短い住民に比べて振動環境に早く適応したので、結局、新幹線振動を寛容に評価していると考えられる。

以上のことから、住民は曝露されている振動を感じることも、振動によって引き起こされる情緒

的な影響、視覚・聴覚的な影響、振動環境の変化による影響及び騒音による影響を感じることによって新幹線振動を評価しており、発生した振動は上記の要因群を介した間接的な要因であると考えられる。

5. まとめ

本報では平成7年及び8年に行った東海道新幹線沿線の戸建住宅に住む主婦（軌道から100m以内の住民）を対象としたアンケート調査から、住民の振動に対する評価を構成する要因の分析を行った。その結果をまとめると以下のとおりである。

1) 住民の振動に対する反応については、ほとんどの住民が新幹線振動を感じている、約9割の住民が新幹線振動を気にしている、3割弱の住民が新幹線振動を我慢できない、と回答している。

2) 約4割の住民が、300系車両「のぞみ」の運行による新幹線振動の環境悪化を訴えている。

3) 新幹線振動による影響については、「戸や障子がガタガタする」の反応が最も多く、住民はこの影響を受けることによって新幹線振動を感知している。

4) アンケート調査から得られた態度反応のデータに対してパス解析を適用した結果、沿線住民の新幹線振動に対する評価（我慢の度合い）を構成する主な要因は、振動による情緒的要因（イライラ感）、振動による聴覚的又は視覚的要因（ガタつき感）、振動環境の変化の要因である。

5) 曝露されている振動は、振動による具体的影響（イライラ感及びガタつき感）や振動環境の変化といった要因を介して、住民の新幹線振動に対する評価に寄与する間接的な構成要因である。

6) 騒音による影響（聴取妨害）も住民の新幹線振動に対する評価を構成する一要因である。

参考文献

- 1) 横島潤紀、大塚定男、藤掛敏夫、堀江裕一、石井貢、人見孝：新幹線鉄道から発生する地盤振動について、騒音制御講演集、(1993)
- 2) 田村明弘：在来線及び新幹線沿線住民の騒音に対する社会反応、音響学会騒音振動研究会資料、N-89-37(1989)
- 3) 運輸経済研究センター：新幹線鉄道騒音に関する意識調査等環境対策調査研究報告書（1990）
- 4) 川端徹朗：新幹線騒音に対する学童のうるささの訴えの程度に関する要因、日本公衛誌、Vol.41, No.12(1994)
- 5) 村松常司他：新幹線騒音、振動等の健康に及ぼす影響に関する研究、日本公衛誌、Vol.23, No.8(1976)
- 6) 住友聡一、辻本三郎丸：新幹線鉄道沿線の騒音・振動について、兵庫県公害研究所報告第20号(1988)

- 7) 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(その1・2)、建築学会大会梗概集(1996)
- 8) 横島潤紀、大塚定男、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(その3)、建築学会大会梗概集(1997)
- 9) 横島潤紀、大塚定男、田村明弘：新幹線鉄道振動が居住環境評価に及ぼす影響について、騒音制御講演集(1996)
- 10) 横島潤紀、大塚定男、田村明弘：新幹線鉄道振動が居住環境評価に及ぼす影響について(その2)、騒音制御講演集(1997)
- 11) 公害防止の技術と法規、(社)産業環境管理協会、丸善(1996)
- 12) H.B.Asher(広瀬弘忠訳)：因果分析法、朝倉書店(1980)
- 13) 安田三郎、海野道郎：社会統計学、丸善(1977)
- 14) 佐藤哲身：道路交通騒音のうるささに及ぼす振動影響のパス解析、建築学会計画系論文集、No.439(1992)
- 15) 山下敏夫、矢野隆、泉清人、黒澤和隆：北海道と九州における道路交通騒音に対する社会反応の多変量解析(Ⅱ)、建築学会計画系論文集、No.451(1993)
- 16) 西宮元：騒音・振動に関する社会反応とその特徴について、音響学会誌、Vol.32, No.3(1976)