

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 29 日現在

機関番号：53301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24760478

研究課題名(和文) 道路交通と鉄道による騒音と振動の複合影響に関する因果推論モデルの構築

研究課題名(英文) Construction of a causal model for living environment evaluation caused by transportation noise and vibration

研究代表者

森原 崇 (MORIHARA, Takashi)

石川工業高等専門学校・その他部局等・准教授

研究者番号：10413767

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は道路交通や鉄道からの騒音および振動による影響を検討するための、居住環境評価に関する因果モデルを構築することであった。

2013年には長野新幹線鉄道沿線の居住地域を対象に騒音と振動による居住環境への影響調査として社会調査および騒音と振動の物理測定・推計を行った。これにより、新幹線鉄道からの騒音レベルと振動レベルを複合的に組み込んだ因果モデルを構築することが可能となった。現状ではモデルの適合度指標であるCFIは0.951、RMSEAでは0.074という比較的良好なモデルを示すことができた。今後はモデル内のパスの有意性を含めた因果モデルの改良が課題である。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to construct a causal model for living environment evaluation caused by transportation noise and vibration. A social survey for living environment along Nagano Shinkansen railway were conducted by mail method in 2013. Target detached houses were selected in the range of up to 100m vertically from the rail of near side. The sample size was 294, and the response rate was 45%. The response of male was 60%, and about 80% were 50 years old or more. Noise exposure level for each house was estimated the prediction formula by Nagakura and results of field measurements in October. It was shown that respondents of about 16% responded "very" or "extremely" annoyed at 70dB (LASmax) using logistic analysis. A causal model was constructed by using this survey data. Fit indexes of this model were 0.951 at CFI and 0.074 at RMSEA. This result is fairly good, but it is possible that this model can be improved by further considering the significance of the path in the model.

研究分野：建築環境工学

キーワード：新幹線鉄道 騒音 振動 社会調査

1. 研究開始当初の背景

欧米諸国の研究では交通騒音によって睡眠妨害が有意に生じ、それに起因する虚血性心疾患のリスクが増加するという知見から巨額の研究資金が助成され、数多くの社会調査研究が実施されている。一方日本では騒音に関する社会調査研究は少なくなって来ているが、昨今の省エネルギーに対する人々の意識の高まりから、夏場でも窓を開けて過ごす家庭が多くなってきているように、住宅の屋外にある交通騒音が室内の居住環境へ関与する影響は今後深刻化するものと予想できる。最近の日本の研究では騒音の不快感には音だけでなく音源からの振動が相乗的に働くことや個人の敏感さや生活習慣など非音響的要因も関与する事も知られている。このような複数の要因が相互に影響する可能性やその因果関係を検討する手法として、分散構造分析(構造方程式モデル)が用いられてきている。

また、これまでの新幹線騒音に関する社会調査研究は居住環境に定着した後で行われて来たが、居住環境に対して何が改善されて、何が未解決なのか具体的に検討できる調査研究も必要である。そこで、2014 年末以降の金沢駅周辺の居住環境と現在同条件にある長野駅周辺の居住環境に着目した。北陸新幹線が開通する前に長野駅周辺で調査データが得られれば、申請者が保有している金沢周辺の居住環境データと比較ができ、新幹線の開通が居住環境に関与する影響について、上述の視点から研究を進めることが可能となる。

以上が騒音の不快感を低減し快適な居住環境を創造するために必要な方策を検討するために、申請者の先の研究に加えて、振動曝露量と長野での社会調査データを得ることで、申請者が提案した不快感評価モデルからさらに発展した、音源が混在する生活環境下での騒音と振動を扱った騒音の評価モデル構築への着手に至った学術的背景である。

2. 研究の目的

本研究は、交通機関による複合的な要因(騒音や振動)による居住環境への影響を評価できる因果推論モデルを構築することを目的とし、道路交通と鉄道の混在する生活環境に対し、なぜ不快感/不満感が生じるのかという具体的な原因をパスの有意性と係数の大小により定量的に明らかにする。これまで道路交通・鉄道×騒音・振動という要因が複雑に混在する生活環境下では、パラメータが非常に多くなり検証に必要なデータ数も増えるためこのようなモデルは構築されていなかった。申請者は先の研究によりこのような研究が可能な大半のデータ(社会調査データと騒音レベル)を得ており、本研究で新たに2つの調査を実施することで騒音と振動による居住環境への影響評価を表す因果推論モデルを構築し、今後の生活環境の質の

向上・改善のための騒音と振動に関する政策等の指針となる知見を示す。

3. 研究の方法

平成 24 年度は先の研究では得られていない対象住宅の振動曝露量を把握するために、実測値により伝搬予測式を求め各住宅の振動レベルを推定した。平成 25 年度には長野駅周辺で社会調査を実施。この調査はモデル構築に必要な仮説を組み立てるために新幹線における定常状態の評価を得るものであり、沿線住民に現在の生活環境に関する調査として依頼した。最終年度は本研究で得られた調査データを加えて因果推論モデルを完成させるという流れとした。得られた因果推論モデルから導かれた道路と鉄道による騒音と振動の複合影響について、その成果を学会・論文等で発表する。また、本研究で得られた調査データは将来的にも有効活用できるようデータベース化して長期保管する体制を整える。

4. 研究成果

(1) 長野新幹線鉄道沿線の居住環境調査

調査概要

調査対象地域は長野 - 高崎間の長野新幹線沿線で、県が定期的に騒音・振動測定をしている場所を中心に選定した。それらは長野市で3地区、千曲市で1地区の計4地区であり、対象住宅は線路から垂直方向に100mまでの戸建住宅を対象とした。本研究では作成した調査用アンケートを対象住宅に郵送法により配布および回収し、生活環境に関する反応と騒音・振動との関係性を検討する。配布数は648件であり、その内、294件の回収(回収率は45.4%)であった。

本研究では調査対象住宅の騒音曝露レベルを長倉らが提案した新幹線騒音の予測評価手法で得た推定値に、実測で得た結果を補正して算出した。また、振動レベルは前述の4地区を代表するポイントで測定し、距離伝搬予測式により推定した。

測定はアンケート調査終了後、2013年10月に実施し、測定場所は線路から垂直方向に12.5m、25m、50m及び75m離れた位置に測定点を設けた。サウンドレベルメータ(ACO type 6236(50m地点ではRION NL31))と振動計(RION VM-53A)を使用し、記録計(RION DA-20)に同時に収録した。マイクロホンの高さは1.2mとし、マイクロホンの真下に振動ピックアップを設置した。各測定地点において上下5本程度の騒音と振動を収録し、同時に車速を得るための通過時間も測定した。また住宅の密集配置による超過減衰の測定をA地区及びC地区の2地区で、上下合わせて5本測定した。なお、振動レベルは環境省の新幹線振動に関する勧告における評価値の算出方法に準じて算術平均を用いた。振動測定で得られたZ軸の距離伝搬予測式を表1に示す。Yは振動レベルを表し、Xは線路か

ら住宅までの距離の対数である。決定係数は0.890~0.994であり、概ね良好な推定を得た。

騒音レベル (L_{ASmax}) と振動レベル (Z 軸) の推定結果を図1, 2に示す。 L_{ASmax} は45dB~75dBの範囲であり、65-70dB台が最も多く、また70dBを超えた住宅は51件であった。Z軸の振動レベルは30~75dBの範囲であり、50-55dB台が最も多いことが示された。

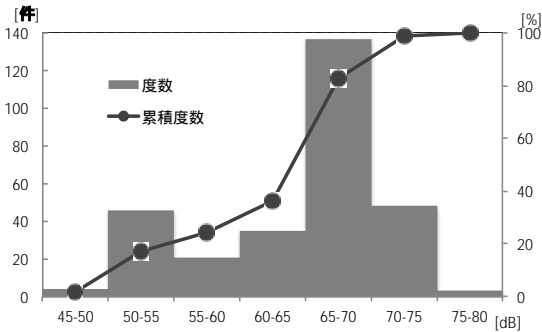


図1 騒音レベル (L_{ASmax}) の累積度数分布

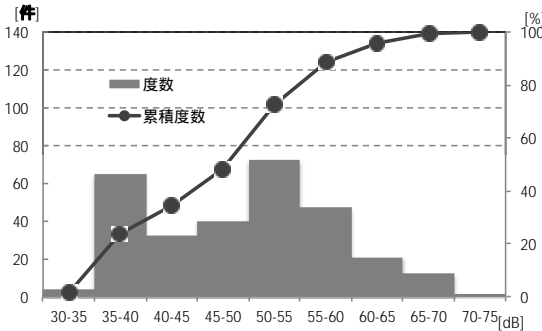


図2 振動レベル (L_{Vz}) の累積度数分布

アンケートの結果

回答者は60代・70代以上の年齢が6割を占めており、また男性が6割を占める結果となった(図3, 4)。職業は仕事をしている人よりも主婦や無職の方の回答が多い結果となった。そのため在宅時間が短い人の割合が少ないという結果が得られた。また家族構成は2~3人の少人数の家庭が多いという結果であった。騒音・音の敏感さに関しては、約19%の回答者が「だいぶ」あるいは「非常に」敏感であると回答しており、振動に対しても同様の結果を得た(図5)。新幹線の使用

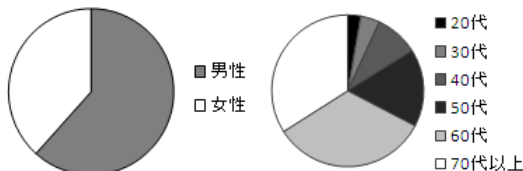


図3 性別

図4 年代

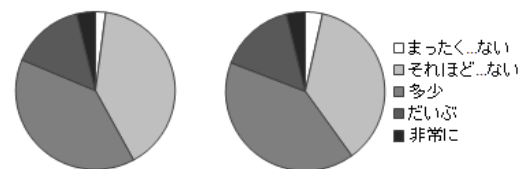


図5 騒音・音(左)と振動(右)に対する敏感さ

頻度については、205名(無回答4件)がそれほど、あるいはまったく使わない状況であり、新幹線を使わない方がよいとする回答者は9名(無回答9件)、危険だと感じている回答者は5名(無回答6件)であった。

回答者の住宅の所有形態は97%が持ち家であり、延べ床面積は100㎡~200㎡が約7割を占める。住宅構造は木造が85%、鉄骨造が10%を占める結果となった。窓構造を築年数との関係で見れば、20年辺りを境に1枚ガラスから2重ガラスの割合が増加し、窓枠もアルミから樹脂への移行が見て取れた(図6, 7)。住宅の満足度(図8)は約48%の回答者が住宅に満足しており、不満を感じている回答者は7%弱と少ない結果であった。住宅要因9項

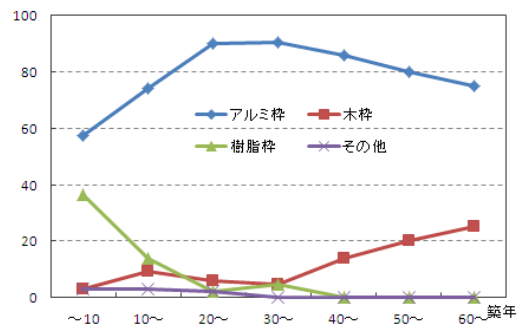


図6 築年数と窓枠タイプの関係

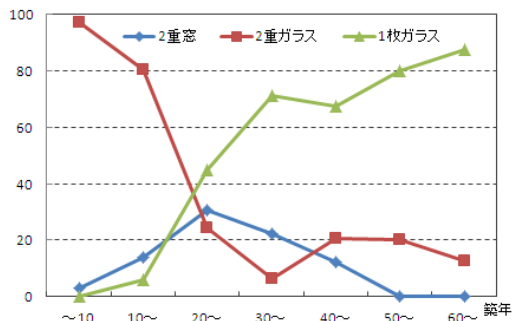


図7 築年数と窓ガラスの関係

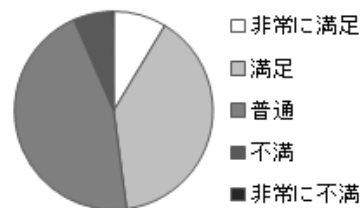


図8 住宅の満足度

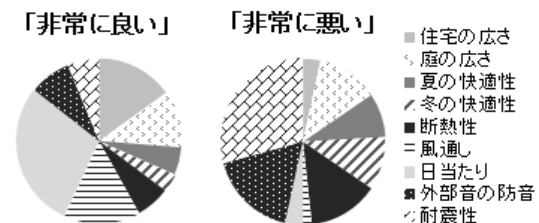


図9 住宅要因の評価

目の良し悪しを相対的に比較すると、非常に良いという回答割合が高かった項目は日当たりであり、次に住宅の広さ、風通しという順番であり、逆に非常に悪いとする回答は最大でも耐震性の6%であるが、相対的には次に防音、三番目は断熱性という結果であった。

社会反応と物理量の関係
騒音のアノイアンスと L_{ASmax} の関係を図 10

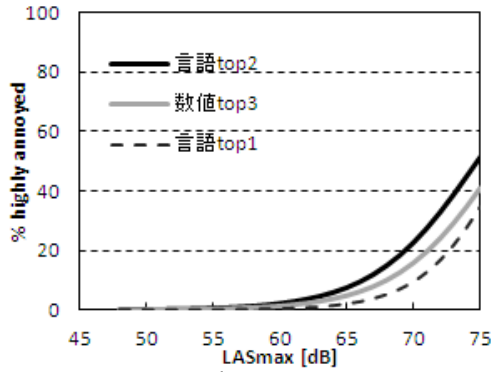


図 10 騒音のアノイアンス

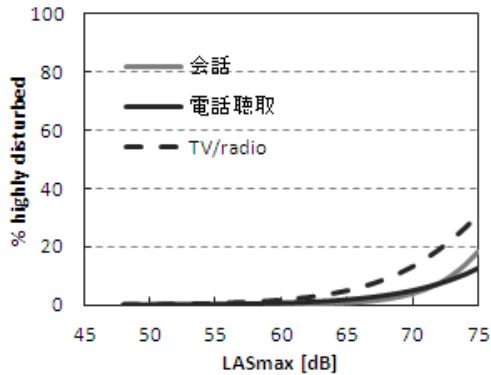


図 11 聴取妨害

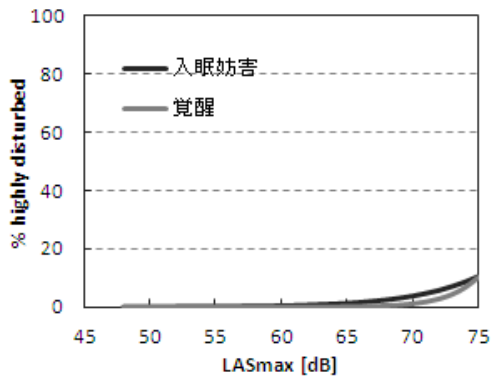


図 12 睡眠妨害

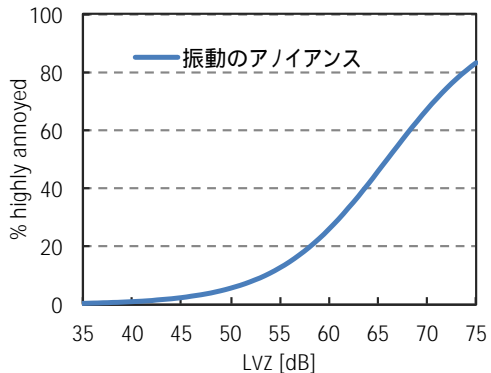


図 13 振動のアノイアンス

に示す。% highly annoyed は 5 段階の言語尺度のうち、「非常に」あるいは「だいたい」を選択した人の割合、11 段階の数値尺度のうち、上位 3 カテゴリを選択した人の割合として、ロジスティック回帰分析により検討した。70dB において、言語 top2 では約 26%、数値 top3 では約 16%、言語 top1 では約 9%という結果を得た。図 11, 12 は生活活動の妨害感評価のうち 5 段階の言語尺度の上位 2 カテゴリを選択した人の割合を % highly disturbed として、騒音レベルとの関係を検討したものである。聴取妨害系の中では TV/radio 聴取妨害の反応が高く、入眠妨害と覚醒とではほぼ同様の結果であり、75dB で約 10%の回答率であることが示された。振動のアノイアンスとして Z 軸の振動レベルとの関係を検討した (図 13)。約 54dB から 10%を超え、75dB では 83%という非常に高い反応を示すことが確認された。

(2) 因果モデルの構築

図 14 は複合被害感を捉える為に構築した因果モデルである。四角で囲われた変数は社会調査で得られた観測変数であり、楕円で囲われた変数は直接観測できない変数として潜在変数を意味する。e1 から e15、および d1 から d4 はそれぞれ観測変数と潜在変数の誤差変数を意味する。単方向の矢印が原因と結果の関係を表し、双方向の矢印で要因間相互の関係を表している。構築したモデルの評価指標には CFI (Comparative Fit Index) と RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation) で評価した。CFI はその値が 1 に近ければ良い当てはまりであると判断でき、0.9 以上必要であろうといわれている。逆に RMSEA は 0 に近ければ良いと判断でき、0.05 以下であれば当てはまりが良く、0.1 以上であれば当てはまりが悪いと判断される。

長野新幹線鉄道沿線での社会調査データを使ってモデルに適用した結果、適合指標 CFI が 0.951, RMSEA が 0.074 という比較的良好であることが確認できた。複合被害感へのパスは聴取妨害と庭での活動妨害感が有意であり、3 つの変数のうち聴取妨害の影響が最も大きいという結果は在来鉄道による結果と同様であった。一方、睡眠妨害は有意ではなく、24 時以降は通過しない新幹線鉄道の運行体制によるものだと考えられる。また、騒音曝露量 (L_{ASmax}) はどのパスへも有意では

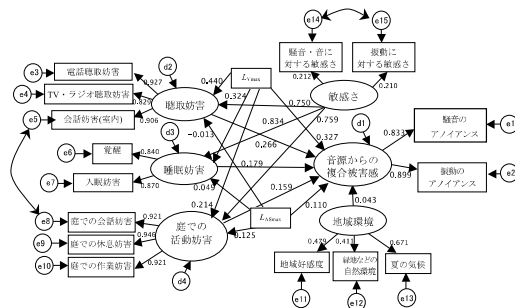


図 14 騒音と振動の複合被害感の因果モデル

なく、一方で振動曝露量はすべてのパスが有意(5%水準)であることが示された。特に聴取妨害への係数が大きいことから、振動による建具等のがたつき音によって聞き取りが妨害された可能性がある。複合被害感から騒音のアノイアンスよりも振動のアノイアンスへのパス係数の方が大きいという結果は在来鉄道による結果と類似した結果であった。

今後は本報のモデルにはない要因を組み合わせることで適合度評価のより高いモデルへ改良することが課題である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計10件)

森原 崇, 横島 潤紀, 矢野 隆, 長野新幹線鉄道騒音と振動に対する複合被害感 - 既往のモデルをベースにした検討, 日本建築学会北陸支部大会, 2015.7.12 発表予定, 新潟

森原 崇, 横島 潤紀, 下山 晃司: 長野新幹線の騒音と振動による居住環境への影響, 日本騒音制御工学会秋季研究発表会, 2014.09.18 (招待講演), 東京

下山 晃司, 横島 潤紀, 太田 篤史, 森原 崇, 鉄谷浩之, 矢野隆: 東海道・山陽・長野・九州新幹線の騒音・振動分析, 日本騒音制御工学会秋季研究発表会, 2014.9.18 (招待講演), 東京

森原 崇, 横島 潤紀, 矢野 隆: 新幹線鉄道から発生する振動に対する社会反応の地域間比較, 日本音響学会 2014 年秋季研究発表会, 2014.9.5, 北海道

横島 潤紀, 森原 崇, 川井 敬二, 矢野 隆, 太田 篤史, 田村 明弘: 新幹線鉄道騒音の暴露反応関係の調査間比較 - 社会音響調査データを用いた再検討 -, 日本音響学会 2014 年秋季研究発表会, 2014.9.5, 北海道

横島 潤紀, 森原 崇, 森長 誠, 川井 敬二, 太田 篤史, 田村 明弘: 新幹線鉄道騒音・振動に対する複合被害感 - 平均構造モデルを用いた推計 -, 騒音・振動研究会資料, N-2014-40, 2014.8.29, 長崎

森原 崇, 横島 潤紀: 長野新幹線沿線の居住環境に関する調査, 日本建築学会北陸支部大会, 2014.07.13, 富山

T. Morihara, S. Yokoshima and K. Shimoyama, Community response to noise and vibration caused by Nagano Shinkansen railway, Japan, The 11th

International Congress on Noise as a Public Health, 2014.6.3, 奈良

S. Yokoshima, T. Morihara, T. Yano, A. Ota, A. Tamura, Estimation of combined annoyance due to Shinkansen railway noise and vibration using mean structure model, The 11th International Congress on Noise as a Public Health, 2014.6.3, 奈良

T. Morihara, K. Shimoyama, T.L. Nguyen, H.Q. Nguyen, T. Yano and K. Kawai, A study on community response to road traffic and railway noises and vibrations in Hue, Vietnam, the 42nd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, 2013.9.17, Innsbruck (Austria)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森原 崇 (MORIHARA, Takashi)

石川工業高等専門学校・その他部局等・准教授

研究者番号: 10413767

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

横島 潤紀 (YOKOSHIMA, Shigenori)