

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成30年6月26日現在

機関番号：53301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2015～2017

課題番号：15K06341

研究課題名（和文）北陸新幹線鉄道の開通に伴う居住環境の影響調査

研究課題名（英文）Investigation of the influence of living environment accompanying opening of Hokuriku Shinkansen railway

研究代表者

森原 崇（Moriyama, 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） 3,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は北陸新幹線鉄道沿線の居住環境について、開通直後の生活環境の現状を把握するための社会調査を実施し、1,022件（回収率51.6%）の回答を得た。騒音レベルと社会反応の関係性を検討し、騒音アノイアンスについては、回答者群を車速と在来線の有無で分類した比較により既設在来鉄道の有無が反応に影響していることが示された。オッズ比でみた場合もその影響は有意であり、音への敏感さも有意に影響することが示された。生活活動妨害では在来鉄道が並走している地域の回答はどの妨害感においても騒音レベルによる反応は小さい結果であり、在来鉄道のない地域では騒音レベルと妨害感の高低に関連がいくつかみられた。

研究成果の概要（英文）：This survey was conducted in November 2016, one year after the opening of the Hokuriku Shinkansen Line. Questionnaires were distributed to the inhabitants of 20s and the older living in detached houses along the railway in Ishikawa and Toyama prefectures by mailing method. We selected 1,980 households for survey cooperation and got 1,0022 responses. The main question items were as follows: housing and living environments, transportation facilities (including noise and vibration), lifestyle habits and individual factors. We examined the relationship between noise and community responses. Annoyance caused by respondents in area without conventional railway was significant higher than that in other area. Evaluation of falling asleep disturbance and dissatisfaction of opening window were also influenced by existence of conventional railway in residential area.

We are planning to investigate the combined effects of noise and vibration in the future.

研究分野：建築環境工学

キーワード：社会調査 騒音 振動 新幹線 曝露-反応関係

1. 研究開始当初の背景

1964年に世界で最初の高速鉄道である東海道新幹線が運行を開始して以来、新幹線鉄道網は日本を縦断するように拡充・整備されてきている。新幹線鉄道の拡充は生活の利便性を向上させたが、高速であるが故に発生する騒音や振動、高架橋による日照障害など生活環境に及ぼす負の側面も伴う。また、台湾で新幹線鉄道が2007年に開通したり、インドやアメリカ(日本経済新聞2014年9月28日朝刊)など世界への進出の可能性を踏まえると、将来的には新幹線鉄道による騒音・振動問題などの生活影響は国内の問題だけでなく国際的な問題としても捉える必要性が生じる。

これまでの新幹線鉄道騒音による居住環境への影響を検討する国内の研究動向は社会調査によるものが主であった。例えば、曾根ら¹⁾は東海道と山陽新幹線沿線地域を対象とした最初の社会調査研究の成果を示し、田村²⁾は新幹線騒音と在来線騒音の社会反応を比較し、同じ騒音レベルでも新幹線騒音の方が在来線騒音よりも不満訴え率が高いことを示した。横島ら³⁾は新幹線による振動の不快感のパスモデルを構築し、振動の不快感に影響する要因を示した。これらは、いずれも開通後の調査であり、開通前後の変化を捉えた研究はほとんどみられない。

開通前後の居住環境の住民評価を得ることができれば、将来的に新幹線鉄道を新設する際の配慮すべき事項を事前に挙げる事が可能になるため、計画時から新幹線鉄道とその沿線の居住者との最適な関係を検討できると考えたのが本研究の着想に至った経緯である。申請者らは北陸新幹線が2015年3月に開通することに着目し、石川県における北陸新幹線鉄道沿線居住地区において開通前の社会調査を実施した。これにより、本研究を実施すれば北陸新幹線鉄道の沿線居住環境を開通前後で比較可能となった。事前調査では950件もの生活環境に対する回答を得ており、生活環境に関する全体の評価(変化)を捉えることが可能である。また、長野新幹線沿線での居住環境調査からは振動レベルが高い方が騒音のアノイアンスも高いことを確認した。さらに、申請者らは新幹線騒音の不快感が他の交通騒音に比べて振動の影響が強いことを報告しており、騒音の不快感に対する騒音と振動の相乗効果に関する定量的な検討がなされれば、新幹線鉄道と住宅の適切な関係(住宅の位置関係や住宅性能など)を具体的に示す一助となる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、北陸新幹線鉄道が2015年3月に開通することに伴う居住環境の変化を捉えることにより、今後開通する他の新幹線鉄道沿線の居住環境で生じる影響の予測、

施すべき具体的な対策の知見を得ることである。

3. 研究の方法

平成27年度は次年度の北陸新幹線沿線の居住環境に関する社会調査の実施に向けた予備調査と騒音・振動の相乗効果に関する予備実験を実施する。

平成28年度には開通1年後の沿線居住環境において石川県の住宅を対象に社会調査と騒音と振動の実測調査を行う。また、前年度の予備実験の成果を踏まえて本実験に取りかかり、社会調査で得られた結果との照合のために、騒音と振動それぞれに対する反応への相乗効果を定量的に検証する。最終年度は、事前調査と事後調査のデータ比較を通して、新幹線鉄道の開通に伴う生活環境への影響要因を抽出すると共に、社会調査結果と実験結果との関連性についても整理し、学会発表と社会への発信を行う。

4. 研究成果

4.1 社会調査

a) アンケート結果

社会調査は2016年11月に石川県と富山県の北陸新幹線鉄道沿線の戸建て住宅の居住者を対象に行った。石川県の対象住宅は2007年調査と同じ住宅だけでなく、それ以降に住み始めた住宅も含まれている。富山県の調査対象地区は石川県側から射水市までとした。また、先の調査に準じて線路から150mまでの住宅を対象としているが、住宅から線路までの直線距離間に他の住宅など障害物がない場合は最大210mまで調査対象内とした。配布数は1,980件であり、回収数は1,022件(回収率51.6%)であった。調査手法は配布と回収ともに郵送法により行った。また、調査は「生活環境に関するアンケート調査」として行っている。主な質問項目は住宅や地域環境、交通機関、生活習慣、個人要因からなり、10項目43質問で構成されている。

回答者の住宅構造は約90%が木造であり、鉄骨造が6%、鉄筋コンクリート造と混構造が1%程度であった(図1)。これは開通前の2007年の事前調査時(以下、事前調査とする)とほぼ同様の結果である。居間の窓(図2)を築年数ごとにみると、二重ガラスの占める割合は10年以下の住宅では87%であり、10年から20年の間では64%であったことから、二重ガラス以上の複層ガラス化がこの20年で急激に進んでいることが窺える。住宅の満足度は満足側の回答者の方が約40%であり、不満側の10数%に比べて多い。また、データを総合的にみると事前調査と比べても大きな違いは見られなかった(図3)。石川県と富山県の両居住者とも地域の好感度は好ましい側の回答割合が高く、70%程度を占めた(図4)。男性の回答者の方が56%で女性よりもやや多い結果は事前調査と同じ結果であるが、50代

以上が 80%を占め、事前調査よりも今回の調査の方が高齢者よりの回答が多い結果であった(図5)。

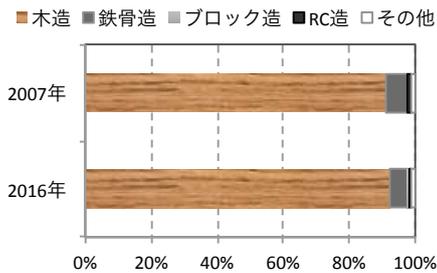


図1 住宅構造

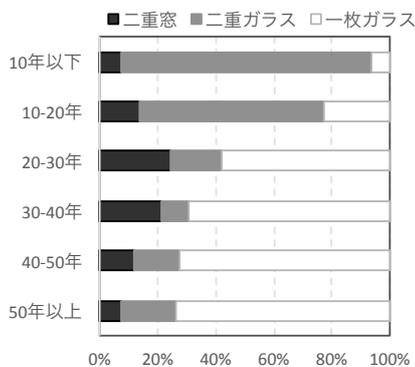


図2 築年数と居間の窓ガラス特性

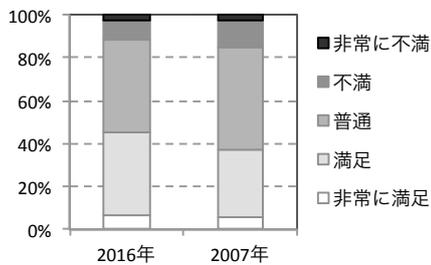


図3 住宅の満足度

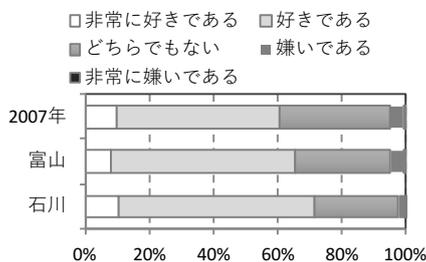


図4 地域好感度

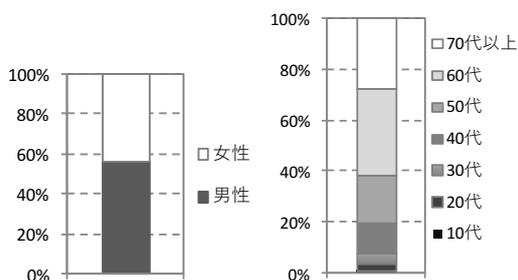


図5 個人要因の集計結果

アンケート回答者の住宅での騒音曝露量は長倉の予測評価手法と実測値を用いて推計した。予測式には高架高さなどの北陸新幹線鉄道の諸条件を当てはめ、基準点 25m における予測値と実測値の差を補正值として適用し、各住宅の騒音曝露量とした。実測調査は石川県と富山県における北陸新幹線鉄道沿線地域を 11 区分し、12.5m から 100m の範囲で測定点を設け、それぞれの測定点にサウンドレベルメータ (RION NL-31, 32, 42, 62) と振動レベル計 (RION VM-53, 55) を設置し、上りと下りの列車 5 本程度ずつの記録をデータレコーダ (RION DA-20) にて 2017 年 5 月に行った。

騒音のアノイアンスに関する質問文は国際標準尺度 (5 段階尺度) と質問文により構成した。最大騒音レベル ($L_{A, Smax}$) を横軸にとり、縦軸の反応にはそれら曝露レベル区分における回答割合として % highly annoyed を用いた (図 6)。ここで、% highly annoyed とは 5 段階の評定尺度のうち上位 1 カテゴリと、上位 1 と 2 カテゴリのいずれかを選択した割合の平均値とした。“Ctrl” は新幹線鉄道騒音の影響がほぼない地域 (金沢駅以南) における居住者の回答である。在来鉄道が並走している地域は新幹線鉄道の車速 (175km/h) でも分類した。 $L_{A, Smax}$ では 65-70dB の範囲、 L_{den} では 47-52dB の範囲において明らかに在来鉄道が並行して運行していない地域の反応は高く、車速分類による反応の違いはみられなかった。会話妨害はどの条件も騒音レベルの大きさに関わらず反応が小さい結果であった。在来鉄道のない地域の就眠妨害感は反応が高く、47-49dB の範囲で 12.7%、50-52dB の範囲で 16.7%であった。

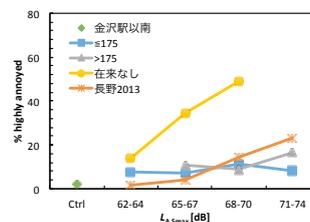


図6 $L_{A, Smax}$ と騒音アノイアンスの関係

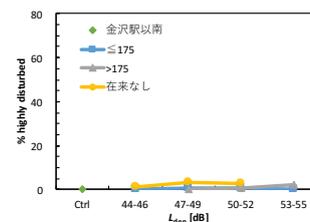


図7 L_{den} と会話妨害の関係

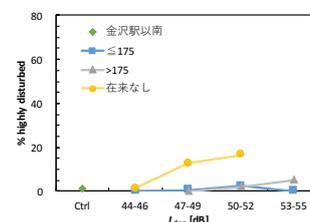


図8 L_{den} と就眠妨害の関係

4.2 実験

a) 実験概要

実験は本校の複合環境調整設備にて行った。この設備は内寸が W2.8×D2.8×H2.5[m] の簡易無響室である。中には鉛直方向と水平方向の2方向の振動を同時発振できる振動台（サンエス ST2DV-9K-12L2-2T）が設置されている。また、騒音を発生させるためのスピーカ（ECLIPSE TD508MK3）2台が実験参加者の前方に設置されている。実験参加者は健康な聴力を有した男性10名、女性10名の計20名（18歳～22歳）である。生活活動への影響を検討するために、本実験では読書と思考（計算）の2つの作業を実験参加者に実施してもらった。1つの刺激時間が短いため、読書は簡単に読める雑誌を幾つか用意し、好きなものを読んでもらった。計算は2桁×2桁のかけ算を繰り返すこととした。

b) 刺激

実験に使用する刺激は北陸新幹線鉄道の沿線で実測した騒音と振動を調整して提示した。

1編成の通過に伴う騒音レベルの立ち上がりから終わりまでの時間が20秒程度であったため、1つの刺激提示時間は30秒とした。騒音刺激は実験参加者の耳の位置において、ピークレベルが50、60、70dBとなるように設定し、振動刺激は鉛直方向のみとして、振動なしとピーク振動レベル65、75dBの3段階とした。これら計9種類の刺激を組み合わせる5パターン作成し、実験参加者によってある程度異なる順番で提示した。

c) 実験手順

実験室に入室後、実験の概要を説明し、振動台に座って個人属性に関するアンケートに回答してもらった。説明では作業中に新幹線鉄道通過による音と振動が刺激として提示されることを教示した。次に、実験参加者間共通で読書、計算という順番で作業に取り掛かり、それぞれ最初に練習そして9刺激という10回を計20回体験してもらった。それぞれの刺激の後には騒音のやかましさを、振動の知覚、作業の妨害感に関する評価を5段階評価してもらった。

d) 読書作業の結果

図9は読書中に受けた刺激に対する新幹線鉄道の騒音のやかましさを、振動の知覚度、読書作業の妨害感の平均値と標準偏差である。有意差はTukeyの多重比較により検討した。やかましさを評価に関しては、振動刺激の大小による評価の違いは見られず、提示した騒音レベルが大きい方が評価も高い結果が得られた。振動の知覚に関しては同じ振動刺激であれば評価は同程度であり、振動レベル間の知覚評価には有意差が見られた。読書の妨害感に関しては、騒音レベル50dBと60dB内で振動刺激が大きい方が妨害感が高い傾向が示され、騒音刺激50dBにおいては振動なしと75dB、振動65dBと75dBの間に、騒音刺激60dBにおいては振動なしと75dBの間に有

意差が見られた。一方、騒音刺激70dB内では振動刺激の大小による妨害感の差は有意ではなかった。

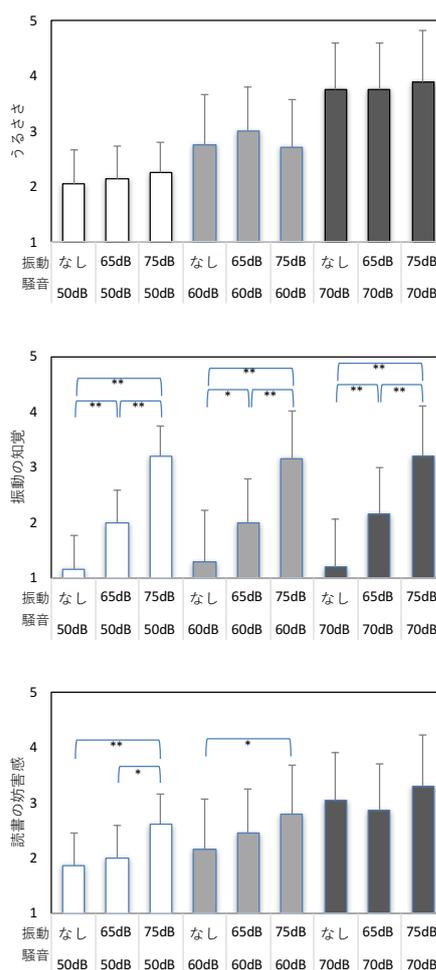


図9 読書作業の評価結果(上:やかましさを、中:振動知覚、下:妨害感) *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

e) 思考（計算）作業

図10は思考作業として計算中の騒音と振動の評価結果を示している。やかましさを評価は読書の場合と同様に、振動刺激の大小による評価の違いは見られなかった。振動の知覚評価ではどの騒音刺激時でも振動なしと75dBの間には有意差が見られたが、騒音刺激60dBと70dBにおいて振動なしと65dBの間には有意差は見られなかった。思考妨害に関しては、騒音刺激50dBにおいて、振動なしあるいは65dBと75dBの間に有意差が見られ、同じ騒音レベルでも振動刺激が大きい方が妨害感が高いという結果が示された。騒音刺激70dBにおいてもその傾向は見られたが、有意差は示されなかった。読書作業と比べて、思考作業の方が各種評価は小さい傾向が見られたが、これは作業へ集中できた深度によるものと考えられる。

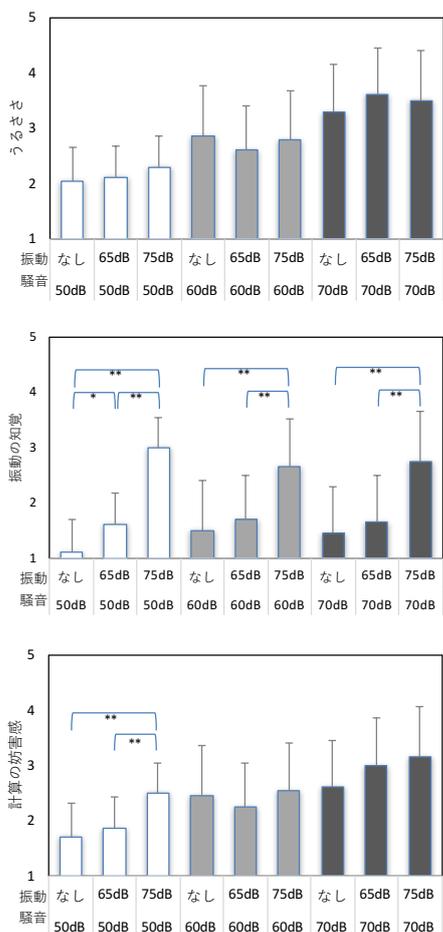


図 10 思考(計算)作業の評価結果(上:やかましさ, 中:振動知覚, 下:妨害感) *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

4.3 結論

騒音のアノイアンスについては、2016年調査及び2013年の長野調査を全体的にみると特定のレベル区間で2016年調査の方が反応は高い傾向がみられたが、在来鉄道の有無と車速で分類した回答者群の比較により既設在来鉄道の有無が反応に大きく影響していることが示された。オッズ比でみた場合もその影響は有意であり、敏感さの影響も有意であることが示された。生活活動妨害では在来鉄道が並走している地域の回答はどの妨害感においても騒音レベルによる反応は小さい結果であり、在来鉄道のない地域では騒音レベルと妨害感の高低に関連がいくつみられた。特に就眠妨害や窓を開けられない不満との対応が強い傾向が示され、新幹線鉄道の運行時間帯の影響や在来鉄道の有無による生活習慣の違いが影響している可能性が示された。

新幹線鉄道からの騒音と振動が生活活動に相乗的に影響する可能性について実験的に検証した。やかましさや振動の知覚に関しては、相互に影響を及ぼす傾向は見られず個別の評価として得られていることを確認できた。妨害感に関しては、読書と計算ともに騒音刺激70dBという高い騒音レベル環境下では振動による相乗効果は見られなかった

が、読書では騒音刺激50dBと60dB、計算では50dBの環境下において振動なしよりも振動75dBを提示した方が妨害感が高く、相乗効果が生じることを確認した。

今回は鉛直方向のみの振動刺激としたが、水平方向が加わった場合の振動知覚や妨害感への影響を検討したり、他の活動に伴う影響についても検討することが今後の課題である。

<引用文献>

- 1) 曾根敏夫, 他: 沿線住民に及ぼす新幹線鉄道騒音の影響, 日本音響学会誌, 29(4), 214-224, 1973.
- 2) 田村明弘: 在来線および新幹線沿線住民の騒音に対する社会反応, 騒音・振動研究会資料, N-89-37, 1989.
- 3) 横島潤紀, 他: 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, 日本建築学会計画系論文集, 526, 1-7, 1999.

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)

[雑誌論文] (計 1件)

- ① S. Yokoshima, T. Morihara, T. Sato and T. Yano, Combined effects of high-speed railway noise and ground vibrations on Annoyance, Journal of Environmental Response Public Health 2017, 14(8), 845, 2017. 07.

[学会発表] (計 10件)

- ① 森原崇, 横島潤紀, 松本泰尚, 北陸新幹線から発生する騒音に対するアノイアンス, 日本騒音制御工学会秋季研究発表会講演論文集, pp. 155-156, 2017. 11.
- ② 森原崇, 横島潤紀, 松本泰尚, 石川県と富山県における北陸新幹線鉄道沿線の居住環境調査～開通1年後の社会調査～, 日本建築学会北陸支部研究報告集, 第60号, pp. 176-179, 2017. 07.
- ③ T. Morihara, S. Yokoshima and Y. Matsumoto, Living environment survey along Hokuriku Shinkansen railway: Social survey conducted one year after opening, Proc. of the 11th International Congress on Noise as a Public Health, ID. 3739, 2017. 6.
- ④ S. Yokoshima, T. Morihara, S. Sano, Y. Matsumoto, Secondary analysis of social survey on community response to transportation vibration in Japan, Activity disturbances caused by

Shinkansen railway noises through the meta-analysis in Japan, Proc. of the 11th International Congress on Noise as a Public Health, ID. 3792, 2017. 6.

- ⑤ 森原崇, 横島潤紀, 松本泰尚, 北陸新幹線鉄道沿線の居住者を対象とした 開通1年後の社会調査, 騒音・振動研究会資料, N-2017-06, 2017. 02.
- ⑥ T. Morihara, S. Yokoshima and Y. Matsumoto, Activity disturbances caused by Shinkansen railway noises through the meta-analysis in Japan, 5th Joint Meeting Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan (Honolulu), p. 3093, 2016. 11
- ⑦ T. Morihara, S. Yokoshima, Y. Matsumoto, An experimental study on combined effects of high-speed railway noise and vibrations on activity disturbances, Proc. of the 45th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (internoise 2016) (Hamburg), pp. 2850-2856, 2016. 8
- ⑧ 森原崇, 横島潤紀, 松本泰尚, 読書と計算作業に及ぼす新幹線鉄道からの騒音と振動の相乗効果に関する研究, 日本建築学会北陸支部研究報告集, 第59号, pp. 217-218, 2016. 07.
- ⑨ 森原崇, 横島潤紀, 矢野隆, 川井敬二, 新幹線騒音と振動に対する複合被害感モデルの構築に向けて, 騒音・振動研究会, N-2015-54, 2015. 11.
- ⑩ 森原崇, 横島潤紀, 矢野隆, 川井敬二, 新幹線鉄道騒音と振動に対する複合被害感モデルの検討, 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集, pp. 1391-1394, 2015. 08.

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

松本 泰尚 (MATSUMOTO, Yasunao)
埼玉大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号：90322023

(3) 連携研究者

なし ()

研究者番号：

(4) 研究協力者

横島 潤紀 (YOKOSHIMA, Shigenori)