

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 4 月 10 日現在

機関番号：17401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26420585

研究課題名(和文) ハノイ・ノイバイ空港の拡張工事に伴う騒音暴露量の増加に関する社会調査

研究課題名(英文) Social surveys on community response to a step-change in noise exposure around Hanoi Noi Bai International Airport

研究代表者

矢野 隆 (Yano, Takashi)

熊本大学・大学院先端科学研究部(工)・教授

研究者番号：30109673

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：ハノイ・ノイバイ空港の新ターミナルビルが2014年12月に竣工したが、その前後に3回(2014年9月、2015年3月、2015年9月)航空機騒音に関する社会調査と騒音測定を行った。騒音暴露量は竣工前後で大きな変化はなかったが、竣工前と比べて竣工後にはアノイアンスは有意に増加し、過剰反応が見られた。また、昼間の室内での生活活動妨害にも同様の傾向が見られた。しかし、睡眠問題には過剰反応は見られず、3回の調査すべてで夜間の騒音レベルが45dBを超えると有意に睡眠問題が生じることが判明した。この研究は今後のベトナムさらには発展途上国の騒音政策を考えるうえで有用な科学的知見を提供している。

研究成果の概要(英文)：A new terminal building was opened in Hanoi Noi Bai International Airport in December 2014. Socio-acoustic surveys on a step-change in aircraft noise exposure were carried out around the airport in September 2014, March 2015, and September 2015. Though noise exposures changed a little, annoyance and indoor activity interferences were significantly increased after the opening than before and thus excess response was found. However, excess response was not found in sleep problems. When night time noise exposure was more than 45 dB, sleep problems occurred. This study provides useful academic findings for future noise policies in Vietnam and developing countries.

研究分野：建築環境工学

キーワード：航空機騒音 ステップ変化 社会調査 アノイアンス 睡眠問題 過剰反応

1. 研究開始当初の背景

これまで日本以外のアジア諸国では騒音に関する社会調査そのものがほとんど行われてこなかったために、騒音政策は欧米諸国で実施された社会調査のデータに基づいて議論されてきた。申請者らは2005年から2013年までベトナムの5都市で航空機騒音、道路交通騒音、鉄道騒音に関する社会調査を実施し、定常的な状態(騒音暴露量が短期的に変化しない状態)での社会反応を蓄積し、これらの交通騒音に関するベトナムの代表的な暴露反応関係を提案できるところまで来た[1]。図1は、MiedemaとVos [2]によって欧米の社会調査データに基づいて提案された航空機と道路交通に関する暴露反応曲線と申請者らがベトナムで行ってきた社会調査を基に求めた曲線を比較したものである。Miedemaらの研究は騒音研究において極めて重要な知見を提供しており、EUの騒音政策[3]に反映されている。昼夕夜平均レベル(L<sub>den</sub>)が増加すると、非常にうるさいと訴える割合(%highly annoyed)は増加するが、ベトナムの人々は欧米の人々よりも航空機騒音をわずかにうるさく感じ、道路交通騒音をうるさくないと感じているようである。

これらの知見は騒音の暴露状態がほぼ定常的な状態での結果であり、空港の拡張等によって騒音暴露量が段階的に変化する場合の研究は少なく、そのすべてがヨーロッパや北米での研究であり、発展途上国のものは皆無である[4]。

2. 研究の目的

2014年12月にハノイ・ノイバイ空港の新ターミナルビルが竣工し、発着機数が約1.3倍となって、空港周辺の航空機騒音暴露量は段階的に増加すると予想される。本研究の目的は新ターミナルビルの竣工前後で航空機騒音に関する社会調査と騒音測定・予測を実施し、以下の項目を検討する。

(1) 騒音暴露量の短期間の段階的な増加によって社会反応に過大な増加が見られるか。

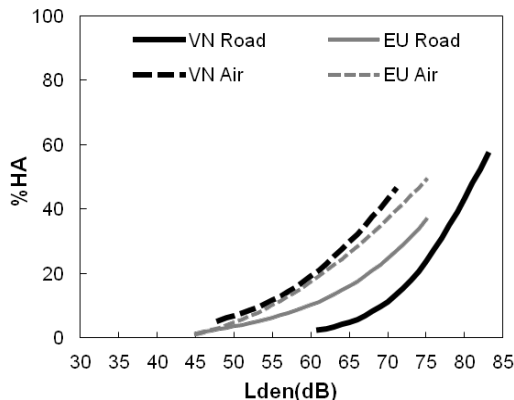


図1 Miedemaらとベトナムでの暴露反応関係の比較

(2) 騒音暴露量の段階的な増加による社会反応に異文化間の違いが見られるか。

3. 研究の方法

(1) 社会調査

ハノイ・ノイバイ空港新ターミナルビルの竣工前の2014年9月と竣工後の2015年3月と9月の計3回社会調査を実施した。調査地区は着陸コース直下の6地区、離陸コース直下の5地区、航空機騒音の影響が小さい対照地区2地区の合計13地区を選定した。

各地区で100戸の住宅を選定し、各住宅から父、母、父母以外の成人の順に1名を指定して面接法によって調査した。調査項目は住宅、地域環境、環境要因によるアノイアンス、航空機騒音による生活活動妨害、交通機関に対する態度、人口統計学的変数などである。アノイアンスの評価尺度としてISO TS15666 [5]で推奨されている5段階の言語尺度(not at all, slightly, moderately, very, extremely)と11段階の数値尺度(下端と上端に not at all と extremely を付記)を用いた。もちろん、調査票と評価尺度はベトナム語である。

(2) 騒音測定

各調査地区の1住戸の屋上に騒音計を設置して、7日間連続して動特性SlowのA特性音圧レベルを測定した。このレベル記録およびノイバイ空港から提供された飛行記録を基に各航空機騒音事象を特定し、単発騒音暴露レベル(L<sub>AE</sub>)を求め、L<sub>den</sub>等の長期間の騒音暴露量を算出した。

4. 研究成果

(1) 調査結果

表1は3回の調査での回答数、回収率、人口統計学的変数の分布をまとめている。第1回、2回、3回の回答数はそれぞれ890, 1109, 1286であり、回収率は68.5, 85.3, 98.8%であり、かなり高かった。人口統計学的変数の分布は3回の調査にわたってほぼ同じであった。

表1 回答数、回収率、人口統計学的変数

		2014 Sep	2015 Mar	2015 Sep
Sample size		890	1109	1286
Response rate (%)		68.5	85.3	98.8
Gender	Male	54.1	52.4	49.4
	Female	45.9	47.6	50.6
Age	20s-50s	82.2	84.3	84.7
	Over than 60	17.8	15.7	15.3
Length of residence	0-10 years	27.1	19.4	22.3
	Over 10 years	72.9	80.6	77.7
Occupation	Employed	53.5	60.3	60.4
	Students, housewife, retired and unemployed	46.5	39.7	39.6

(2) 暴露反応関係

アノイアンスに関して11段階の数値尺度の上位3カテゴリーのどれかに回答した割合を%Highly Annoyed (%HA)と定義する。3回の調査のLdenと%HAの関係をロジスティック回帰曲線で表し、EUポジションペーパーで示されている航空機騒音の暴露反応関係と比較したものを図2に示す。

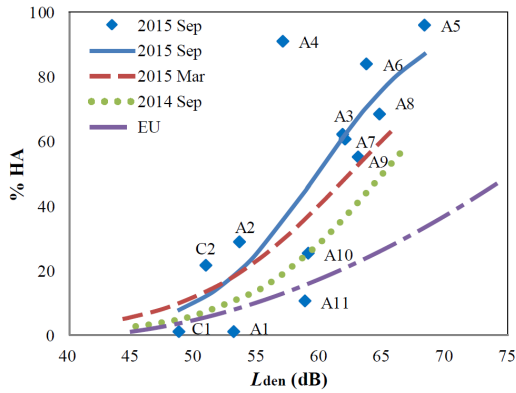


図2 3回の調査とEUポジションペーパーでのLden-%HA関係の比較

第1回調査調査よりも第2回調査、第2回調査よりも第3回調査で特に高レベル範囲で反応が厳しくなっている。3回のすべての調査でEUポジションペーパーの結果よりも反応が厳しく、ハノイ空港周辺の人々はヨーロッパの人々よりも航空機騒音に対して厳しく評価していることが分かる。

Highly Annoyedかどうかを従属変数とし、 $L_{den}$ 、性別、年齢、第1回調査を基準として第2回調査あるいは第3回調査をダミー変数として、多重ロジスティック回帰分析を適用すると、第1回調査と比べて第2回調査と第3回調査の間に有意な差が見られた。また、第2回調査を基準として第3回調査をダミー変数として、同様の分析を行っても、第3回調査に有意差が見られた。これらのことから新ターミナルビル竣工前後で過剰な反応が見られ、竣工9か月後も過剰反応が維持されていることが分かる。

このような傾向は、図3と図4に示すように聴取妨害や室内での休息妨害などの生活活動妨害や睡眠妨害にも見られた。ここで、%VD (%Very Disturbed)と%VSD (%Very Sleep Disturbed)とは5段階の言語尺度で上位2カテゴリーのどちらかに反応した割合である。

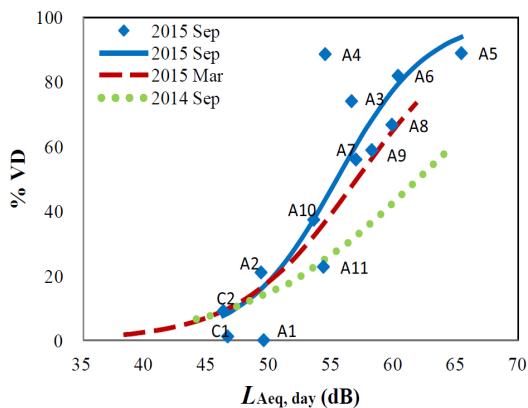


図3 3回の調査のLAeq,day-%VD関係の比較(TV/ラジオ聴取妨害)

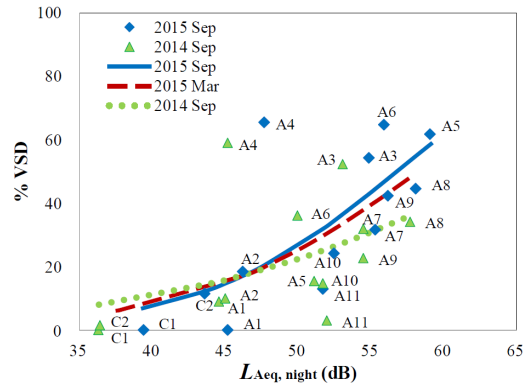


図4 3回の調査のLAeq,night-%VSD関係の比較(覚醒)

第2回調査を基準とした第3回の調査ではほとんどの場合に有意ではなかった。このことは新ターミナルビル竣工後には生活活動妨害は安定していることを示唆している。

### (3)睡眠問題

ハノイ・ノイバイ空港では夜間の航空機の運航規制が行われていないために、睡眠影響が大きいと考えられた。そのため、アンケート調査では睡眠妨害の程度を聞くとともに、国際睡眠学会で規定されている睡眠影響の5つの質問事項を取り入れた。それらは以下のように定義する。

**入眠困難**：睡眠で困っていることが「ある」、かつ週3回以上「夜、床についてもなかなか寝付けない」、かつ週3回以上「昼間眠くて仕事ができない」

**中途覚醒**：睡眠で困っていることが「ある」、かつ週3回以上「夜中に目が覚めて、その後寝付けない」、かつ週3回以上「昼間眠くて仕事ができない」

**早朝覚醒**：睡眠で困っていることが「ある」、かつ週3回以上「朝、早く目が覚める」、かつ週3回以上「昼間眠くて仕事ができない」

**熟眠困難**：睡眠で困っていることが「ある」、かつ週3回以上「起きたときよく眠れなかった感じがする」、かつ週3回以上「昼間眠くて仕事ができない」

**不眠**：上記4つの問題のうち一つ以上あてはまる

調査ごとに、上記の睡眠問題を従属変数、夜間の $L_{Aeq}$  ( $L_{Aeq,n}$ )を5dBステップでカテゴリー化し、性別、年齢、離陸側か着陸側かのダミー変数を独立変数として、多重ロジスティック回帰分析を行った。3回の調査は

表2 第1回調査での睡眠問題のオッズ比

項	入眠妨害	中途覚醒	早朝覚醒	熟眠困難	不眠
$L_{Aeq,n} \leq 45$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$L_{Aeq,n} \leq 50$	3.243 (1.010-12.569)	3.258 (0.894-15.461)	4.600 (1.239-22.785)	3.073 (0.978-11.177)	3.082 (0.972-11.771)
$L_{Aeq,n} \leq 55$	2.945 (0.988-10.928)	4.712 (1.452-21.248)	2.714 (0.792-12.603)	1.548 (0.530-5.196)	3.561 (1.218-13.059)
$55 < L_{Aeq,n}$	39.568 (11.689-169.011)	59.395 (15.571-309.607)	24.425 (6.370-128.373)	17.213 (5.437-65.664)	44.298 (12.968-189.707)
Arrival	2.224 (0.804-5.915)	2.928 (1.086-7.791)	1.490 (0.434-4.546)	1.376 (0.442-3.930)	2.816 (1.093-7.180)

ば同様の傾向を示したために、第1回調査の分析結果だけを表2に示す。

$L_{Aeq,n}$  が45dB以下を基準とすると、45dBを超えると、すべてではないが、オッズ比の95%信頼区間が1を超え、有意であることが分かる。WHO[6]は連続騒音であるが、室内で30dB以下を推奨している。ハノイの住宅の遮音性能は高くはないが、ヨーロッパの住宅の少し窓を開けた状態(15dB)に相当すると考えられる。したがって、屋外の騒音レベルは45dBに相当する。スウェーデンでの研究でも夜間の騒音レベルがほぼ45dBを超えると、睡眠問題が顕著になることが示されており、睡眠問題に関してはベトナムとヨーロッパで差がないようである[7]。

#### (4)騒音政策への適用

航空機騒音のアノイアンスに関して、ベトナム全土の平均的な傾向やEUポジションペーパーの暴露反応関係(図1)と比べて、ノイバイ空港周辺の住民反応はかなり厳しことが判明した(図2)。しかし、睡眠問題に関してはWHOの指針やEUポジションペーパーとほぼ一致する傾向が見られ、政策の実現可能性を考慮すると、EUの指針は参考となるであろう。

#### 参考文献

- [1] T.L. Nguyen, T. Yano, T. Nishimura and T. Sato, Exposure-response relationships for road traffic and aircraft noise in Vietnam, *Noise Control Engr. J.*, 64 (2), pp.243-258 2016
- [2] H.M.E. Miedema and H. Voss, Exposure-response relationships for transportation noise, *J Acoust. Soc. Am.*, 104, pp.3432-3445 (1998)
- [3] Working Group 2 Dose/Effect, EU position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance, European Communities (2002)
- [4] A.L. Brown and I. van Kamp, Response to a change in transportation noise exposure: A review of evidence of a change study, *J Acoust. Soc. Am.*, 125(5), pp.3018-3029 (2009)
- [5] ISO TS 15666, Acoustics - Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys, 2003
- [6] B. Berglund, T. Lindvall and D.H. Schwela edited, Guidelines for community noise, WHO, 1999
- [7] Working Group on Health and Socio-Economic Aspects, Position paper on dose-effects relationships for night time noise, 2004

#### 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 0件)

〔学会発表〕(計 11件)

T.L. Nguyen, T. Yano, T. Sato, I. Yamada 他3名, The opening of a new terminal building and its influences on community response around Hanoi Noi Bai International Airport: Comparison between Arrival and Departure sides, Proc. of ICBEN 2017 (Zurich), 2017  
T.L. Nguyen, T. Yano, T. Sato, I. Yamada 他3名, Social surveys on community response to a change in aircraft noise exposure before and after the operation of the new terminal building in Hanoi Noi Bai International Airport, Proc. of internoise 2016 (Hamburg), 2016  
T.L. Nguyen, T. Yano, T. Sato, I. Yamada 他3名, Social surveys around Noi Bai Airport before and after the opening of the new terminal building, Proc. of internoise2015 (San Francisco), 2015  
T. Yano, T.L. Nguyen, T. Sato, I. Yamada 他3名, Community response to a step change in aircraft noise exposure: the first socio-acoustic survey around Noi Bai Airport in Hanoi, Proc. of ICSV2015 (Firenze), 2015

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計 0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

矢野 隆 (YANO, Takashi)  
熊本大学・大学院先端科学研究部・教授  
研究者番号：30109673

(2) 研究分担者

佐藤哲身 (SATO, Tetsumi)  
北海学園大学・工学部・教授  
研究者番号：00106767

(3) 研究分担者

西村 強 (NISHIMURA, Tsuyoshi)  
崇城大学・情報学部・教授  
研究者番号：90156109

(4) 連携研究者

山田一郎 (YAMADA, Ichiro)  
航空環境研究センター・所長  
研究者番号：30013717

(5) 研究協力者

森長 誠 (MORINAGA, Makoto)  
防衛施設整備協会・研究員