HOKUGA 北海学園学術情報リポジトリ
学校法人北海学園
北海学園大学
北海商科大学

タイトル	ベトナムの環境騒音に関する一連の社会調査
著者	佐藤，哲身; Sato，Tetsumi
引用	工学研究 ： 北海学園大学大学院工学研究科紀要(18): 3-10
発行日	2018-09-30

Hokkai-Gakuen Organization of Knowledge Ubiquitous through Gaining Archives.

研究解説

ベトナムの環境騒音に関する一連の社会調査

佐　藤　哲　身*

A series of social surveys on environmental noise in Vietnam

Tetsumi Sato*

1．はじめに

各国の騒音政策は社会調査を中心とした研究成果に基づいて策定されており，欧米の先進諸国では道路交通騒音や鉄道騒音，航空機騒音に関する社会調査が数多く行なわれてきた．これらの成果は Miedema ら[1] よって取りまとめられ，欧州の騒音政策に反映されている．一方，国際騒音制御工学会等で国際的な騒音政策が活発に議論されるなか，日本以外のアジア諸国の成果が議論されることはほとんどなかった．騒音に対する社会反応が文化的な要因に大きく影響されることは明らかであり[2]，不足しているアジアのデータ，とりわけ発展途上国のデータを収集することはアジアのみならず，先進国にとっても重要である．今や世界中の人々が旅客機や列車を利用して観光地を訪れ，企業の海外進出も盛んである．ベトナムの溢れんばかりのオートバイのほとんどは日本製であり，我が国における外国製の自動車の利用も急増している．また，各国で製造された機械や電化製品は世界中に輸出され，騒音をまき散らしている．つまり，航空機騒音や鉄道騒音，道路交通騒音をはじめとする環境騒音問題はグローバルな問題として捉えるべきものなのである．なかでも，発展途上国の騒音問題は深刻さを増しており，これらをどのように捉え，どのように対処していくかという点において，今後，先進諸国が学ぶべき点も多いと思われる．

ここで取り上げるベトナムでの一連の社会調査は，大阪大学とベトナム国立大学ハノイ校による日本学術振興会の拠点大学交流事業（1999～2009年）への参加がきっかけであり，筆者は，協力大学であった熊本大学の矢野隆教授（現名誉教授）からの勧誘を受けて参加したものである．また，ベトナム出身で日本語とベトナム語のバイリンガルである崇城大学・西村強教授の参加を得て，3名でのスタートとなった．拠点大学交流事業終了後も科学研究費補助金等の外部資金や本学の支援を受けながら，2005年度のハノイにおける道路交通騒音調査を皮切りに，10年余り，ベトナムにおける社会調査に参加してきた．本稿では，これら一連の調査を通して得られた主要な知見を紹介する．

2．調査の概要

表1は，調査対象都市と騒音源の一覧である．ベトナムは南北に細長く，地域によって気候風土が異なる．調査地域は図1に示す通り，ベトナム北部のハノイ（首都），タイグエン（工業都市），中部のフエ（古都），ダナン（中部経済の中心地），南部のホーチミン市（最大都市）であり，ベトナムの各地域を代表している．人口はそれぞれ400万，12万，35万，80万，800万人規模である．以下に，これらの都市で実施した道路交通騒音と航空機騒音，鉄道騒音に関する調査と成果の概要を述べる．

調査はアンケートと騒音測定から成っている．アンケートの主質問は騒音の不快感と生活妨害に関するもので，5段階の言語尺度と11段階の数値尺度上に回答を求めた（表2）．これらの尺度は，ICBEN（International Commission on

* 北海学園大学大学院工学研究科建設工学専攻（建築系）
Graduate School of Engineering (Architecture and Building Eng.), Hokkai-Gakuen University

表 1　調査の対象都市と騒音源

実施年度	ハノイ	タイグエン	フエ	ダナン	ホーチミン市
2005	道路	−	−	−	−
2006	（心理実験）	−	−	−	−
2007	−	−	−	−	道路
2008	−	−	−	−	航空機，道路
2009	航空機，道路	−	−	−	−
2010	鉄道，道路	−	−	−	−
2011	−	−	−	航空機，道路	−
2012	−	−	鉄道，道路	−	−
2013	−	道路	−	−	−
2014	航空機	−	−	−	−
2015	航空機	−	−	−	−

図 1　調査都市

Biological Effects of Noise）の Team 6（Community Response to Noise Team）の国際共同研究において構築されたもので，精度良い国際比較を行うために，各言語圏で共通の方法を用いて求めたものである[3]．その結果，日本語を含む多数の言語の共通尺度が構築され，アジア諸国（中国，韓国，ベトナム）においても，同様の尺度が構築された[4]．アンケートの対象を選定する場合，通常は選挙人名簿等から無作為に回答者を抽出するのが一般的であるが，ベトナムではそのよ

表２　調査に用いたベトナム語の言語尺度

カテゴリ	ベトナム語	日本語
5	Cuc on	非常に
4	On nhieu	だいぶ
3	Khong qua on	多少
2	On mot phan nao	それほど
1	Hoan toan khong on	まったく

数値尺度はカテゴリ１を０とし，カテゴリ５を10とした11段階の尺度

うな資料を利用することができず，各世帯から回答者を夫，妻，夫婦以外の成人の順に選出した．調査員は直接各家庭を訪問し，あらかじめ決められた順序で回答者を指名して調査票を配布し，面接調査を実施した．

道路交通騒音調査は幹線道路沿いの住商混合地区を対象として実施した．膨大な数のオートバイが絶え間なく発するホーン音（クラクション）により特徴付けられるベトナムの道路交通騒音は，先進国のそれとは大きく異なっている．図２はベトナムにおける道路交通の状況を示しており，図３は１時間ごとの車両通過台数の一例である．オートバイは，昼間，おおよそ毎時１万台通過していることがわかる．このような膨大な交通量を直接カウントすることは困難なため，騒音測定と並行してビデオカメラで映像を記録し，後日再生画像を用いてカウントした（図４）．一方，航空機騒音の調査地区は離着陸コースを考慮して選定し，各地区の１住戸の屋上に騒音計を設置して７日間連続測定を行った．鉄道騒音調査は鉄道沿線の住宅を対象として実施した．鉄道の通過本数は１日当たり19～45本程度であり，通過間隔が長い場合は生活空間としても利用しているようだ（図５）．また，夜間の通過本数が相対的に多いことから，沿線住民が日常頻繁に利用する列車というよりは，長距離列車や貨物列車が大勢を占めていると推察される．

図２　ベトナムの道路交通の状況

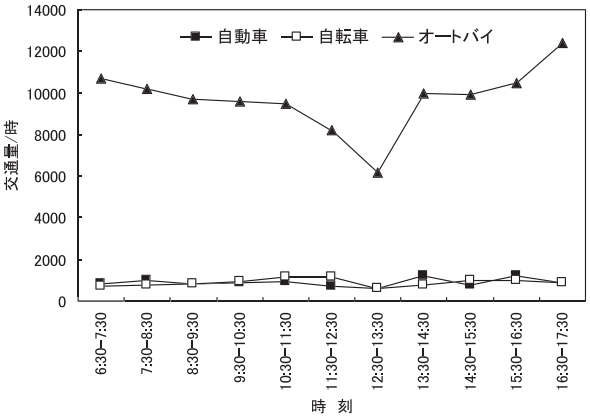

図３　ハノイの交通量の一例

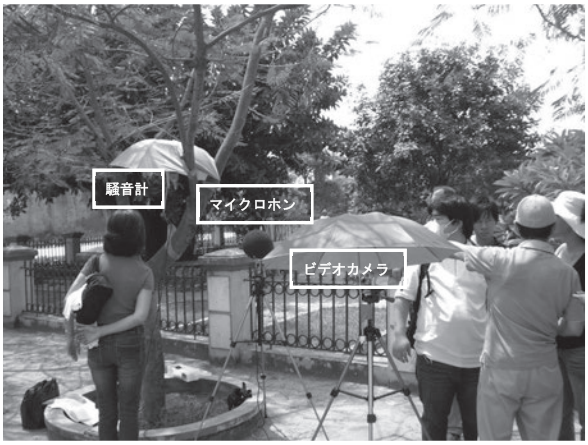

図４　道路交通騒音の測定

図 5　鉄道沿線の状況

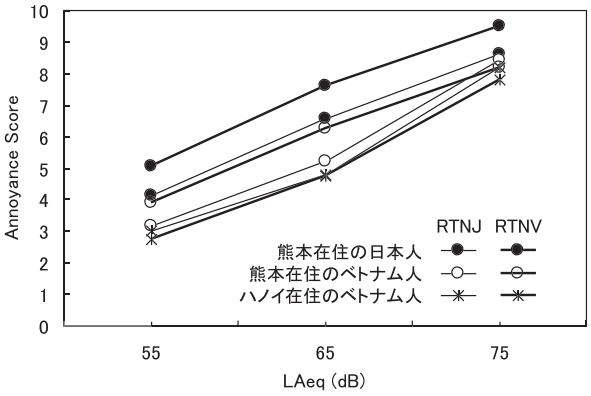

図 6　日本人とベトナム人の道路交通騒音に対する反応の比較
（RTNJ：日本の道路交通騒音，RTNV：ベトナムの道路交通騒音）

3．調査結果と考察

3.1　ベトナム人と日本人の反応の比較

ここで，社会調査と並行して実施したベトナム人と日本人の道路交通騒音に対する反応の比較実験を紹介したい．図 6 は熊本在住の日本人とベトナム人，およびハノイ在住のベトナム人が両国の道路交通騒音をどの程度不快に感ずるかを，表 2 の尺度を用いて音響心理実験により求めた結果である．図の横軸は L_{Aeq}（変動騒音のエネルギー平均レベル）であり，縦軸は Annoyance Score（うるささの 11 段階の評定値）である．RTNJ は日本の道路交通騒音を表し，RTNV はホーン音を大量に含むベトナムの道路交通騒音を表している．図から明らかなように，日本人はこれらの騒音，特にベトナムの道路交通騒音を非常に不快に感じており，逆にハノイ在住のベトナム人は最も不快の程度が小さいことが分る．また，熊本在住のベ

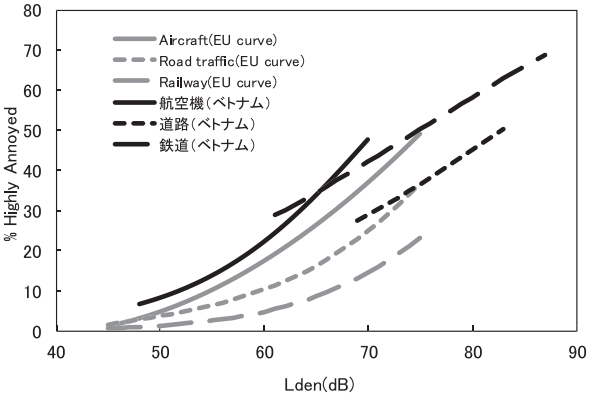

図７　ベトナムと EU の環境騒音に対する社会反応の比較

トナム人が両者の中間に位置しており，居住環境の変化が反応に影響を及ぼすことを示唆している．詳細は文献 13 を参照されたい．

3.2　鉄道ボーナスをめぐる議論

航空機騒音と道路交通騒音，鉄道騒音に関する騒音暴露量と社会反応の関係を検討するために，社会調査で得られたデータにロジスティック回帰分析を適用した．ここでは上位 28％の反応点を Highly Annoyed とする EU の方法に準じ，11 段階の数値尺度の上位 3 カテゴリ（上位 27％）を Highly Annoyed とした．ここで Highly Annoyed とは，これより上位のカテゴリをうるささの程度が大きいと判断する目安であり，特定の騒音レベルに暴露されている人々のうち Highly Annoyed と回答した人の割合を％ Highly Annoyed（あるいは％ HA）と表記している．

図７は，２大都市であるホーチミン市とハノイの 2010 年までの調査データを用いて，L_{den}と％ Highly Annoyed の関係を表したものである．ここで L_{den}とは騒音暴露量を表す指標の一つで，一日を昼間，夕方，夜間の３つの時間帯に分け，それぞれの時間帯の影響の程度を勘案して重みづけした騒音レベルである．道路交通騒音に関しては，ベトナムの暴露反応曲線は EU の曲線を 75 dB 以上のレベルを補完する形でほぼ一致していると見ることができる．また，航空機騒音に関してはベトナムの暴露反応曲線が EU の曲線をわずかに上回り，ベトナム人が欧州の人々より航空機騒音により厳しい反応を示していると解釈できる．ベトナムの航空産業は比較的新しく成長過程にあるため，航空機はベトナム人にとって頻繁に利用される移動手段ではない．これにより，ベトナム人がより厳しい反応を示したものと解釈することが可能である．一方，きわめて特徴的なのは，ベトナムにおける鉄道騒音への反応率が EU 曲線を大きく上回っていることである．これは，沿線住民が日常頻繁に利用する列車とは言えないこと，また，沿線住宅が鉄道に極めて近接して配置されていることから通過時の振動もきわめて大きく，厳しい反応が表れたものと解釈することができる．図７からも分かるように，欧州諸国では数多くの調査データを集約した結果，鉄道騒音に対する社会反応は道路交通騒音に比べて小さいことが分かり，鉄道騒音に対しては 5 dB 程度緩和できるよう環境基準が定められている．これを鉄道ボーナス（railway bonus）と称している．一方，矢野[5] が行った名古屋，横浜，北海道，九州での社会調査データの再分析では，鉄道騒音に対する反応が道路交通騒音に対する反応を下回るものはなく，同等か，もしくは鉄道騒音に対する反応が上回るという結果が示されている．ベトナムでも同様の結果が得られており，韓国においても，鉄道騒音に対する反応が道路交通騒音に対するそれを上回るという調査結果が報告されている[6]．これらの結果を見る限り，鉄道ボーナスの有無は欧州と日本間の相違ではなく，欧州とアジア間の相違を意味するように思われる．この問題に関連して，スウェーデンにおける二つの興味深い調査結果が公表されている．一つは，鉄道騒音と同時に強い振動が発生している場合，騒音に対する不快感の反応率が大幅に増加するというものであり[7]，もう一つは，列車通過台数が非常に多い場合に，鉄道騒音に対する反応率が大幅に増加し，鉄道ボーナスが消滅するというものである[8]．振動の影響については筆者もかねてから主張しており[9-10]，鉄道と住宅との距離，列車通過台数，振動の影響，列車の利用頻度などを詳細に比較することにより，鉄道ボーナスの意味が明らかになるかもしれない．

3.3　騒音暴露量の突然の増加に伴う社会反応の変化

騒音暴露量が短期間に突然増加した場合，通常の騒音暴露量と社会反応の関係とは異なる反応が生ずる可能性が指摘されている．2014 年 12 月の

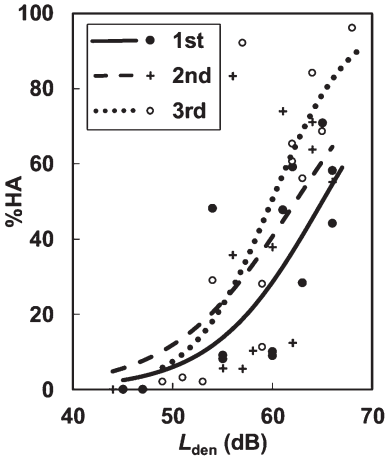

図 8　ハノイ・ノイバイ空港新ターミナルビルオープン前後の社会反応の比較
1st：オープン前　2nd：オープン後数ヶ月
3rd：オープン後約 8ヶ月
（文献 23 より転載）

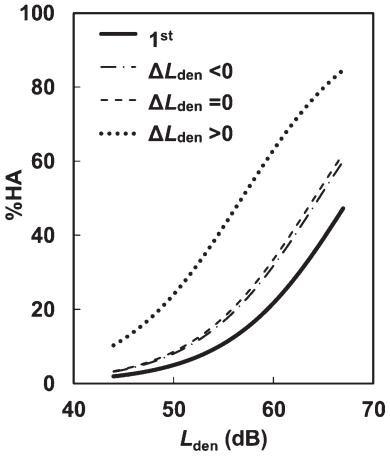

図 9　新ターミナルビルオープン前後の騒音曝露量の変化と社会反応
1st：オープン前
Δ*L*den：オープン後の *L*den からオープン前の *L*den を引いた値
（文献 23 より転載）

ハノイ・ノイバイ空港新ターミナルビル竣工に伴い空港周辺の騒音暴露量が増加することが予想されたため，新ターミナルビルオープンの前後に社会調査を実施し，この問題を検討することになった．調査はオープン前の 2014 年 8 ～ 9 月（1 回目）とオープン後の 2015 年 2 ～ 3 月（2 回目），2015 年 8 ～ 9 月（3 回目）の 3 回実施した．1 日の離発着数の平均値はそれぞれ 252，325，307 回と 1 回目に比べて 2 回目，3 回目はそれぞれ 28%，22%程度増えているが，各調査地点の騒音暴露量は最大で 7 dB の増加であり，逆に 4 dB 減少した地点もあった．図 8 は 3 回の調査データを用いて，L_{den}と % Highly Annoyed の関係を表したものである．この図から，2 回目の反応率は 1 回目に比べて明らかに大きく，3 回目の反応率は 1 回目に比べて騒音暴露量の大きな場合に大きく，騒音暴露量の小さな場合は差はないという結果となった．この結果を騒音暴露量の変化との関係で整理したのが図 9 である．図は 13 の調査地区の騒音暴露量の増減をパラメータとして，騒音暴露量が増加した地区，減少した地区，変化のない地区に分類して反応率を比較したものであるが，騒音暴露量が増加した場合，1 回目に比べて反応率が明らかに大きくなっていることが分かる．騒音暴露量が減少あるいは変わらない場合においても反応率の増加が認められるのは，航空機の通過頻度そのものの影響と解釈できる．詳細は文献 23 を参照されたい．

4．おわりに

以上，ベトナムで実施した一連の社会調査を通して得られた主要な知見を紹介した．本稿では騒音の「うるささ（annoyance）」の観点からの分析結果を紹介したが，睡眠妨害等の生活妨害や 2 種類の騒音に同時に暴露された場合の住民反応，すなわち複合騒音の問題，さらには鉄道振動の影響等も検討している．これら 10 年余りにわたる研究成果は，熊本大学や崇城大学のベトナム人留学生の学位論文として取りまとめられており，主要な知見は文献 13～23 に公表している．ベトナムでの社会調査は，島根大学 Thu Lan Nguyen 博士を中心として現在も進行中である．今後の成果に期待したい．

さて，長期にわたり激しく変化し続けるハノイやホーチミン市を目の当たりにして，大変気になることがある．ベトナムの住商混合地区の道路沿いには，いわゆる shop house という独特の住居群が立ち並んでいる．これらは 1 階が店舗で，2 階から上が住居となっており，隣家と戸境壁を共有して長屋状に連なっている．喧噪に満ちた道路沿いの店舗は，食品からオートバイ，設備機器等，実に様々な商品を扱っている．そこで見かける人々の動きを観察すると，お互いの shop を利用しながら極めて良好な近隣関係を築いていることに気づく．一方，道路から少し入った住宅地では，

生まれて間もない赤ちゃんを乳母車に乗せて現れた若いお母さんを近所のおばさんたちが声をかけて取り囲んでいる．筆者が子供の頃によく見かけた光景である．ところが郊外に目を向けると，いわゆる高層マンションが次から次へと凄まじい勢いで建設されている．これらの人々が現在の住まいを捨ててマンションに移り住むことを考えると，暗澹たる気持ちにならざるを得ない．早まった行動に走らないことを祈るばかりである．快適な生活を求めた結果，大切なものを失った先進国の例に学んでほしい．もし，ベトナム人が彼らの歴史や生活，文化を踏まえた独自の騒音対策を見出すことになれば，それは先進国にとっても重要な意味を持つことになるだろう．

謝辞

ベトナムにおける一連の調査は熊本大学・矢野研究室を中心に，崇城大学・西村研究室と連携してスタートを切ったが，その後，石川高専・森原崇准教授，こま設計堂代表・橋本頼幸博士，防衛施設協会・森長誠博士，空港環境整備協会・山田一郎博士ら，多くの研究者の協力を得て進めてきたものである．また，本研究は，大阪大学とベトナム国立大学ハノイ校による日本学術振興会拠点大学交流事業（1999～2009 年）や科学研究費補助金（No.17560533，No.23560695，No.26420585）の補助を受けて実施したものであり，筆者の渡航費の一部は学校法人北海学園の補助を受けている．

ベトナムでの調査は，現地の諸大学のスタッフや学生諸君の協力なしには実現できなかった．ここに記して感謝申し上げる．

なお，本稿は騒音制御に寄稿した技術資料[11] や日本騒音制御工学会での研究発表[12] の内容の一部を，その後に実施した調査を加えて再構成したものである．

参考文献

1）H. M. E. Miedema and H. Vos, Exposure-response relationships for transportation noise, J. Acoust. Soc. Am., 104, p.3432–3445, 1998.

2）T. Sato, S. Murase, T. Yano, M. Björkman, R. Rylander and W. Dankittikul, Comparison of community response to road traffic noise in Sweden, Japan and Thailand, Proceedings of the Seventh Western Pacific Regional Acoustics Conference (Kumamoto), Vol. 2, pp.907–912, 2000.

3）J.M. Fields, R.G. De Jong, T. Gjestland, I.H. Flindell, R. F.S. Job, S. Kurra, P. Lercher, M. Vallet, T. Yano, R. Guski, U. Felscher-suhr, R. Schumer: Standardized general-purpose noise reaction questions for community noise surveys: research and a recommendation, J. Sound Vib., vol. 242, pp.641–679, 2001.

4）T. Yano and H. Ma, Standardized noise annoyance scales in Chinese, Korean and Vietnamese, Journal of Sound and Vibration, Vol. 277(3), pp.583–588, 2004.

5）矢野隆：日本の騒音に関する社会調査データの再分析，日本音響学会騒音・振動研究会，N-2002-10，2002.

6）C. Lim, J. Kim, J. Hong, S. Lee: The relationship between railway noise and community annoyance in Korea, J. Acoust. Soc. Am., vol. 120, pp.2037–2042, 2006.

7）E. Ohrstrom, A. G-Gunnarsson, M. Orgen, T.Jerson: Effects of railway noise and vibration in combination: field and laboratory studies, Proceedings of EURONOISE 2009, Edinburgh, Scotland, CD-ROM, 2009.

8）A. G-Gunnarsson, E. Ohrstrom, M. Orgen, T.Jerson: Comparative studies on railway and road traffic noise annoyance and the importance of number of trains, Proceedings of the 10th International Congress on Noise as a Public Problem, London, UK, CD-ROM, 2011.

9）佐藤哲身：交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響の有無，日本建築学会計画系論文報告集，no.427，pp.1–7，1991.

10）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，日本建築学会計画系論文報告集，no. 439，pp.13–18，1992.

11）佐藤哲身：環境騒音に対する社会反応の異国間比較―スウェーデン・タイ・ベトナム・日本における社会調査―，騒音制御，Vol.36，No.2，pp.152–157，2012.

12）佐藤哲身，矢野隆，川井敬二：アジアのデータアーカイブ構築を目指して―ベトナムでの社会調査事例，日本騒音制御工学会春季研究発表会講演論文集，pp.45–48，2011.

（以下はベトナムでの調査結果をまとめた主要な研究論文である．）

13）H.A.T. Phan, T. Yano, H.Y.T. Phan, T. Nishimura, T. Sato and Y. Hashimoto, Annoyance caused by road traffic noise with and without horn sounds, Acoust. Sci. & Tech., 30(5), pp.327–337, 2009.

14）T.L. Nguyen, T. Yano, T. Nishimura and T. Sato, Social survey on community response to aircraft noise in Ho Chi Minh City, J. Temporal Des. Arch. Environ. 9(1), pp.154–157, 2009.

15）H.Y.T. Phan, T. Yano, H.A.T. Phan, T. Nishimura, T.

Sato and Y. Hashimoto, Community response to road traffic noise in Hanoi and Ho Chi Minh City, Applied Acoustics, Vol. 71(2), pp.107–114, 2010.

16）H. Y. T. Phan, T. Yano, T. Sato and T. Nishimura, Characteristics of Road Traffic Noise in Hanoi and Ho Chi Minh City, Vietnam, Applied Acoustics, Vol. 71(5), pp.479–485, 2010.

17）T.L. Nguyen, H.Q. Nguyen, T. Yano, T. Nishimura, T. Sato and T. Morihara, Community response to transportation noises in Vietnam, International Journal of Earth Sciences and Engineering, Vol. II, 2011.

18）T.L. Nguyen, T. Yano, H.Q. Nguyen, T. Nishimura, H. Fukushima, T. Sato, T. Morihara and Y. Hashimoto, Community response to aircraft noise in Ho Chi Minh City and Hanoi, Applied Acoustics, Vol. 72(11), pp.814–822, 2011.

19）T.L. Nguyen, T. Yano, H.Q. Nguyen, T. Nishimura, T. Sato, T. Morihara and Y. Hashimoto, Reaction to Road Traffic and Aircraft Noises in Hanoi and Ho Chi Minh City, J. Temporal Des. Arch. Environ. 11(1), pp.61–64, 2011.

20）T. Morihara, T. Yano, T.L. Nguyen, H.Q. Nguyen, T. Nishimura, T. Sato and Y. Hashimoto, Impacts of Residential and Environmental Factors on Community Responses to Transportation Noise in Vietnam J. Temporal Des. Arch. Environ. 11(1), pp.57–60, 2011.

21）T.L. Nguyen, H.Q. Nguyen, T. Yano, T. Nishimura, T. Sato, T. Morihara and Y. Hashimoto, Comparison of models to predict annoyance from combined noise in Ho Chi Minh City and Hanoi, Applied Acoustics, Vol. 73(9), pp.952–959, 2012.

22）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.

23）Thao Linh Nguyen, Thu Lan Nguyen, M. Morinaga, S. Yokoshima, T. Yano, T. Sato and I. Yamada, Community response to a step change in the aircraft noise exposure around Hanoi Noi Bai International Airport, J. Acoust. Soc. Am., 143(5), pp.2901–2912, 2018.