

幹線道路近傍の環境の経済評価 —コンジョイント分析の適用—

宮川 雅充

Economic Valuation of Environments along Trunk Roads
— Application of Conjoint Analysis —

Masamitsu MIYAKAWA

キーワード：幹線道路，騒音，コンジョイント分析，経済評価

1. 序 論

公共事業等による社会資本整備を評価するためには、費用便益分析を行う必要がある。近年では、その際に、環境への影響（騒音、大気汚染、温室効果ガス、等）のような事業外部への影響についても貨幣タームで評価する必要性が指摘されており、種々の経済評価研究が行われている^{1, 2)}。

経済評価の手法としては、大きく分けて、顕示選好法（Revealed Preferences：RP）と表明選好法（Stated Preferences：SP）の2種類がある^{1, 2)}。前者は、人々の消費行動を基に、経済評価値を推定する方法であり、例えば、ヘドニック法がある。後者は、人々に価値を尋ねることで経済評価値を推定する方法であり、CVMやコンジョイント分析が代表的な方法である。

騒音の経済評価については、数多くの研究が行われている³⁻¹³⁾。従来は、顕示選好法の一つであるヘドニック法を用いた研究が多かったが、近年では、表明選好法を用いた騒音の経済評価研究もみられる。林山¹³⁾は、従来の研究成果を概観し、3,813~28,123

(¥/dB/year/person) という値を報告している。一方で、大気汚染に関する経済評価についても、研究が行われている¹⁴⁻¹⁶⁾。また、鹿島ら¹⁷⁾は、道路交通の環境費用について概説するとともに、特に影響が重視されている大気汚染、騒音、気候変動に関する研究を、それぞれレビューしている。

以上のように、騒音や大気汚染に関する経済評価研究では、各々の経済的価値が独立に論じられていることが多い。しかし、騒音や大気汚染等の複合的な影響を受ける環境も存在する。例えば、幹線道路近傍に居住することは、騒音・振動や大気汚染等の複合的な影響を受けやすくなることを意味する。

そこで、本研究では、幹線道路近傍の環境（騒音・振動や大気汚染等の複合的な影響を受ける環境）を経済的に評価することを目的として、大学生70名を対象に、コンジョイント分析を利用した物件評価実験を行った。調査結果に基づき、幹線道路からの距離と支払意志額（WTP：Willingness to Pay）の関係を分析して、幹線道路近傍の環境の改善（後背地への移動）に対するWTPの計測を試みた。さらに、

本研究で得られたWTPが全て騒音被害を緩和するためのものであると仮定して、騒音の経済評価に関する先行研究と比較した。特に、限界支払意志額（MWTP：Marginal WTP：1 dBあたりのWTP）が、騒音レベルの初期状態および改善量に関係しているかについて考察した。

2. コンジョイント分析とは

コンジョイント分析は、計量心理学やマーケティング・リサーチの分野で開発された手法であり、消費者がどの要因を重要視しているか（消費者のニーズ）を調べるための手法である^{1, 2)}。図1に、コンジョイント分析の概念図を、本研究で対象とする学生向けのワンルームマンションを例に示す。以下に、鷺田ら¹⁾の記述を参考に説明する。

コンジョイント分析では、プロフィール（profile）と呼ばれるコンジョイント・カードが用いられる。プロフィールとは、いくつかの属性によって構成されている商品に相当する。例えば、「学生向けのワンルームマンション」という商品は、家賃、部屋の広さ、道路からの距離、築年数等の様々な属性で構成されている。図1の物件Aは、家賃4万円、部屋の広さ8畳、道路からの距離20m、築年数10年、…、という物件のプロファイルである。

調査では、複数のプロフィールを回答者に示して、各プロフィールの効用を回答させる。その際、回答者は、複数の属性からなる総体を評価することになる。回答結果にコンジョイント分析を適用すると、属性別の価値（部分効用）を求められる。分析の結果に基づいて、条件を修正シミュレートし、ニーズ実現に向けて調整することが可能である。

属性の一つとして価格を含めることにより、各属性の経済評価が可能である。すなわち、WTPを求めることができる。コンジョイント分析の環境経済評価へ

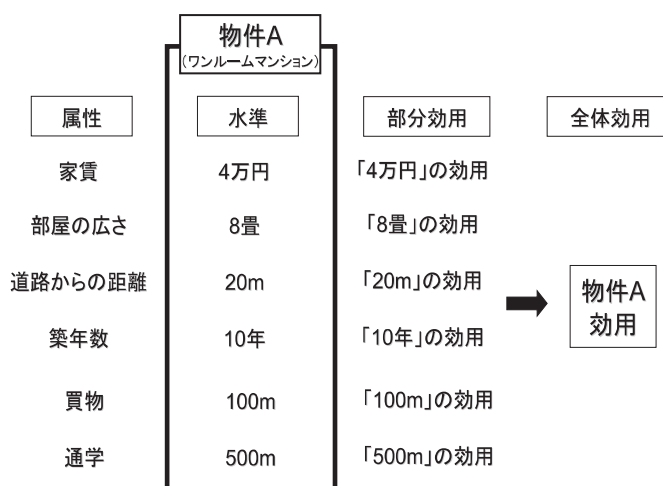


図1：コンジョイント分析の概念図
鷺田ら¹⁾のp29を参考に作成した。

の応用は、1990年代から行われており、同じ表明選好法の一つであるCVMよりも新しい手法である^{1, 2)}。

3. 方法

3.1 実験概要

2005年12月に、吉備国際大学（岡山県高梁市）の学生70名を被験者として、セントラルロケーション方式で実験を行った。実験は、以下の2つから構成される。

- ・質問紙調査
- ・物件評価実験（評定型コンジョイント）

なお、質問紙調査では、幹線道路近傍の環境に対する選好の個人差要因として、性別、年齢等の基本属性や、騒音感受性質問群（Weinstein's noise sensitivity scale）¹⁸⁻²⁰⁾に回答させた。質問紙調査の結果を利用した解析については、本報では割愛する。

3.2 物件評価実験

評価対象については、松井ら¹¹⁾に倣い、学生向けのワンルームマンションとした。

表1に、本研究で用いた属性および水準を示す。属性については、松井ら¹¹⁾の実験方法と学生からの聞き取り調査の結果を踏まえて決定した（6属性）。

各属性の水準は、高梁市の住宅情報や学生からの聞き取り調査の結果を参考に、高梁市の現状として、妥当と判断されたものを設定した。

「家賃」については、1ヶ月の家賃（共益費込み、光熱費は別）として、3水準（¥40,000, ¥45,000, ¥50,000）を設定した。

「部屋の広さ」については、3水準（6畳, 8畳, 10畳）を設定した。

「道路からの距離」については、高梁市を通る4車線の幹線道路（国道180号線）からの距離を利用し、3水準（直面, 20m, 50m）を設定した。なお、実験では、「直面」については、「歩道（約5m）を挟んで道路に直面している」という意味であることを説明した。対象道路は、吉備国際大学から約1kmの地点にあり、道路周辺には、実際に、大学生向けのワンルームマンションが多数存在する。平日の昼間に、普通騒音計（ONO SOKKI, LA-1250）を用いて、各地点で騒音測定を行った結果、 $L_{Aeq,5min}$ は、直面（5m）の場合、約70dB、20mの場合、約61dB、50mの場合、約54dBであった。

「築年数」については、2水準（新築, 10年）を設定した。

「買物」については、最も頻繁に利用する買物場所（コンビニエンスストアやスーパーマーケット等）を想定させ、その場所までの距離として、2水準（100m, 1km）を設定した。

「通学」については、大学までの距離として、2水準（500m, 2km）を設定した。

表1に示した属性および水準から、直交計画法によって、実際に実験に用いる18種類のプロファイルを作成した。物件の提示順については、18種類のプロファイルをランダムに並べた5パターンを用意した。

実験では、18種類のプロファイルについて、各物件に住みたいかどうかを、「1. この物件には住みたくない」、「2. できればこの物件は避けたい」、「3.

どちらともいえない」、「4. この物件でもかまわない」、「5. ぜひこの物件に住みたい」という5段階の評定尺度で評価させた。

なお、表1の6属性以外にも、ワンルームマンションの選好に影響を及ぼす属性はある（例えば、南向きかどうか、オートロックの有無、何階建ての何階か、等）。そのため、実験に先立ち、表1の6属性以外については、全物件について同じ条件と考えて回答するよう教示を与えた。

表1：本研究で用いた属性および水準

属性	水準1	水準2	水準3
家賃	¥40,000	¥45,000	¥50,000
部屋の広さ	6畳	8畳	10畳
道路からの距離	直面(5m)	20m	50m
築年数	新築	10年	
買物	100m	1km	
通学	500m	2km	

松井ら¹¹⁾の方法を参考に作成した。

3.3 解析手法

回答結果にコンジョイント分析を適用し、部分効用値および各属性の重要度を求めた。部分効用値の推定には、最小二乗法を用いた。家賃については間隔尺度、その他の属性については名義尺度とみなして分析を行った。

コンジョイント・モデルの適合性については、回答者の評価値とモデルによる推定値との相関分析（Pearsonの相関係数およびKendallの順位相関係数）により評価した。

家賃の効用との関係に基づき、各属性のWTPを求めた。

さらに、本研究で得られたWTPが全て騒音被害を緩和するためのものであると仮定して、騒音の経済評価に関する先行研究と比較検討した。

全ての統計解析は、SPSS14.0Jを用いて行った^{21, 22)}。

4. 結果および考察

回答者の評価値とコンジョイント・モデルによる推定値との相関分析の結果、Pearsonの相関係数は0.992、Kendallの順位相関係数は0.879であり、いずれの場合も高い相関が認められた。よって、本分析の統計的な信頼性は確保されていると考えられる。

図2にコンジョイント分析の結果を示す。図中には、部分効用値とその標準誤差(SE)および各属性の重要度を示している。部分効用値が正の値を示している場合、その水準は回答者によって高く評価されていることを意味する。反対に、部分効用値が負の値を示している場合、その水準は回答者によって低く評価されていることを意味する。

図2で得られた結果は、全ての属性について、一般的な社会通念と一致するものであった。例えば、部屋の広さについては、8畳および10畳の効用値が6畳と比較して極めて高く、広い部屋の方が好まれていることが確認できる。

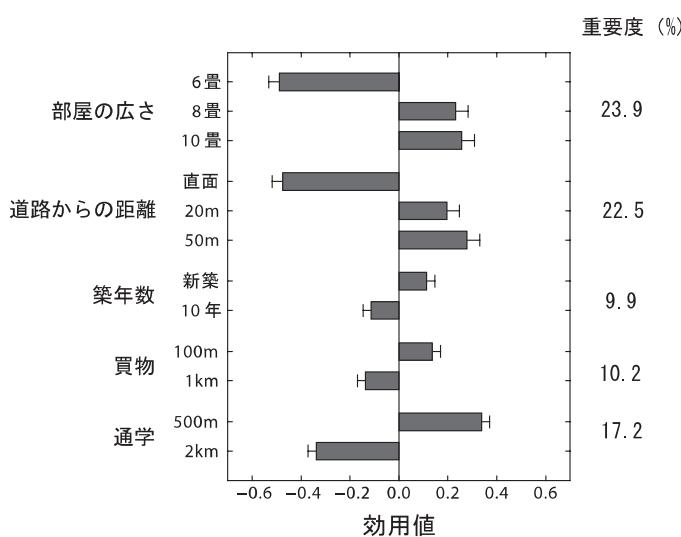
本研究で注目した6属性は全て、統計学的に有意であり、どの要因もワンルームマンションの選好に影響を及ぼしていると考えられた。最も重要視されている要因は、部屋の広さ(重要度：23.9%)であり、

次いで、道路からの距離(重要度：22.5%)、通学(重要度：17.2%)、家賃(重要度：16.3%)、買物(重要度：10.2%)、築年数(重要度：9.9%)の順であった。

表2に、家賃の効用との関係に基づき、各属性のWTPを求めた結果を示す。表中の「基準」は、WTPの基準となる水準を意味する。例えば、部屋の広さを6畳から8畳へ改善する場合のWTPは11,667(¥/month)、6畳から10畳へ改善する場合のWTPは12,071(¥/month)であることを意味する。

幹線道路近傍の環境を後背地へと改善するためのWTPは、直面(5m)から20mへの改善は10,858(¥/month)、直面(5m)から50mへの改善は12,200(¥/month)、20mから50mへの改善は1,342(¥/month)となった。以上のことは、幹線道路からの距離に対するWTP関数は必ずしも線形ではないことを示唆している。

幹線道路からの距離に対するWTP関数が非線形であることを示唆する結果は、従来の研究においてもみられる。例えば、肥田野⁵⁾は、ヘドニック法に基づいて、騒音および振動が地価に及ぼす影響を検討した結果、騒音については、地価水準と騒音被害の関係について非線形を考慮したモデルを採用している。このモデルでは、例えば、地価が750,000(¥/m²)の土地において、騒音が60dBから1dB増加した場合の外部効果は、約5,300(¥/m²)と計算されるが、騒音レベルが高くなるにつれて、この値は高くなっていく。なお、CVMによる心理実験に基づき、屋内騒音がL_{Aeq}=35~70dBの範囲内では、騒音レベルの初期状態および改善量にかかわらずMWTPは、ほぼ一定であることを示唆した報告もみられる¹²⁾。しかし、この実験では、騒音情報の提示を短時間(15秒あるいは10秒)の騒音曝露により行っている点に注意する必要がある。



家賃 (Linear) : -0.309 (/+ ¥5,000) 重要度 : 16.3%

図2：コンジョイント分析の結果

表2：各属性のWTP

属性	水準	WTP (¥/month)
		支払意志額
部屋の広さ	6畳	基準
	8畳	11,667
	10畳	12,071
道路からの距離	直面 (5m)	基準
	20m	10,858
	50m	12,200
築年数	新築	3,657
	10年	基準
買物	100m	4,437
	1km	基準
通学	500m	10,939
	2km	基準

幹線道路近傍の環境では、道路後背地と比較して、騒音・振動や大気汚染等の複合的な影響を受けやすくなる。本研究で得られたWTPは、これらの複合的な影響を軽減するための支払い意志を反映していると考えられる。よって、本研究の結果を、従来の騒音や大気汚染に関する経済評価研究の結果と単純に比較することはできないが、以下では、数多い騒音の経済評価に関する先行研究との比較を、本研究で得られたWTPが全て騒音被害を緩和するためのものであると仮定して行う。

騒音の経済評価研究では、一人あたりの年間MWTP (¥/dB/year/person) の評価値が報告されていることが多い。そこで、本研究の結果を、一人あたりの年間MWTPに換算した。その結果、直面 (5m : 70dB) から20m (61dB) へと9 dB改善するためのMWTP_{Noise, 5m→20m}は、14,477 (¥/dB/year/person)、20m (61dB) から50m (54dB) へと7 dB改善するためのMWTP_{Noise, 20m→50m}は2,301 (¥/dB/year/person) となった。MWTP_{Noise, 5m→20m}は、林山¹³⁾のレビュー値である3,813~28,123 (¥/dB/year/person) の範囲内にあり、また、本研究とほぼ同様の実験を行った松井ら¹¹⁾の報告している16,344~23,101

(¥/dB/year/person) とほぼ同程度の値となった。しかし、MWTP_{Noise, 20m→50m}は、これらの研究結果よりも小さい値を示した。

MWTP_{Noise, 5m→20m}はMWTP_{Noise, 20m→50m}の約6.3倍の値を示した。MWTP_{Noise, 5m→20m}には、騒音以外の要因の改善に対する支払意志額も含まれていることに注意する必要があるが、本研究の結果は、騒音改善に対するMWTPが騒音改善区間によらず一定であるとは限らないことを示唆していると考えられる。すなわち、騒音のWTP関数は線形とは限らず、例えば、70dBから69dBへの改善に対するWTPと60dBから59dBへの改善に対するWTPでは、前者の方が高い可能性が考えられる。

ここまで、物理量であるdBベースに基づいた騒音の経済評価研究について述べてきたが、近年では、アノイアンス (不快感) などの被害ベースに基づいた経済評価研究も行われている¹²⁾。騒音の影響は、同じ騒音レベルであっても個人差が大きいことが知られているため、今後は、被害の大きさに注目した経済評価についても、さらなる研究の蓄積が求められる。なお、1999年にWHOがまとめたガイドライン²³⁾では、 $L_{Aeq,24h}$ が65dB以上の地域で、健康影響 (高血圧・虚血性心疾患、等) が生じるリスクがあることが述べられている。わが国では、 $L_{Aeq,24h}$ が65dB以上の地域に居住する人は多い。道路交通騒音による健康リスクを計算した岸川ら²⁴⁾の結果では、虚血性心疾患による死亡リスクが日本全体で年間約2,000人と推計されており、その他の環境要因よりも高い値を示している。一般市民の間では、騒音によるアノイアンスや生活妨害といった被害については十分に認知されていると考えられるが、騒音による死亡リスクについては、最新の知見であるため、必ずしも認知度は高くないと推測される。今後は、騒音レベルが高い場所に居住することに対する健康リスクを説明したうえで、騒音改善に対するWTPを計測する必要もあると考えられる。

5. 結論

本研究では、幹線道路近傍の環境（騒音・振動や大気汚染等の複合的な影響を受ける環境）を経済的に評価することを目的として、大学生70名を対象に、コンジョイント分析を利用した物件評価実験を行った。その結果、以下の成果が得られた。

幹線道路からの距離とWTPの関係を分析して、幹線道路近傍の環境の改善（後背地への移動）に対するWTPの計測を試みた。その結果、直面（5m）から20mへの改善は10,858（¥/month）、直面（5m）から50mへの改善は12,200（¥/month）、20mから50mへの改善は1,342（¥/month）となった。以上のことから、幹線道路からの距離に対するWTP関数は必ずしも線形ではないことが示唆された。

本研究で得られたWTPが、全て騒音被害を緩和するためのものであると仮定した結果、騒音改善に対するMWTPが騒音レベルの初期状態および改善量によらず一定である、とは限らないと考えられた。

最後に、本研究の限界について付記しておく。第一に、本研究の結果は、表明選好法であるコンジョイント分析に基づいていることに注意する必要がある。表明選好法では、アンケートを用いるため、回答結果が種々のバイアスの影響を受ける可能性がある。また、被験者は、支払いの意志を表明したに過ぎない点にも注意する必要がある。第二に、本研究では、被験者が大学生に限られている点にも注意する必要がある。よって、本研究で得られたWTPの一般性については、検討が不十分であるといわざるを得ない。道路からの距離に対するWTPは、種々の要因の影響を受けると考えられるため、今後は、無作為抽出に基づいた大規模調査を行い、WTPとその個人差要因を検証する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 鷺田豊明, 栗山浩一, 竹内憲司編：環境評価ワークショップ－評価手法の現状（築地書館, 東京都, 1999)

- 2) 大野栄治編著：環境経済評価の実務（勁草書房, 東京都, 2000)
- 3) 山崎福寿：自動車騒音による外部効果の計測－環状7号線を対象として－, 環境科学会誌4 (4), 251-264 (1991)
- 4) 矢澤則彦：ヘドニック・アプローチにおける変数選択, 環境科学会誌5 (1), 45-56 (1992)
- 5) 肥田野登, 林山泰久, 井上真志：都市内交通のもたらし騒音および振動の外部効果の貨幣計測, 環境科学会誌9 (3), 401-409 (1996)
- 6) 山崎福寿：自動車騒音の社会的費用, 騒音制御23 (2), 67-72 (1999)
- 7) 森杉寿芳, 宮武信春, 吉田哲生：騒音の社会的費用の計測方法に関する研究, 土木学会論文報告集302, 113-123 (1980)
- 8) 肥田野登：社会調査を用いた騒音の評価とその展開, 騒音制御9 (6), 290-295 (1985)
- 9) 小路泰広, 安田佳哉：訪問調査によるCVMを用いた道路交通騒音の経済評価, VII-100 (2001)
- 10) 小林洋介, 今長久, 谷下雅義, 鹿島茂：CVMによる道路交通騒音の経済評価, 土木学会第57回年次学術講演会, IV-254 (2002)
- 11) 松井孝典, 青野正二, 桑野園子：音刺激を用いた表明選好法による騒音の経済評価に関する研究, 環境科学会誌17 (5), 371-378 (2004)
- 12) 松井孝典, 青野正二, 桑野園子：騒音の経済評価－心理実験的手法による騒音に対するWTP構造の検証－環境科学会誌18 (5), 481-491 (2005)
- 13) 林山泰久：自動車をもたらし騒音の社会的費用とその評価方法, 騒音制御26 (2), 92-99 (2002)
- 14) 八木俊一, 自動車排ガスによる外部費用の計測：兵庫県尼崎市を事例として, 環境科学会誌15 (5), 349-359 (2002)
- 15) 今長久, 谷下雅義, 鹿島茂：道路交通による大気汚染死亡リスクの貨幣評価法に関する研究, 土木計画

- 学研究・論文集20 (2), 289-294 (2003)
- 16) A. Scott Voorhees and I. Uchiyama: Cost Analysis of Particulate Matter Control Programs - A Case Study of Tokyo, *Journal of Risk Research* 10 (6) , 759-772 (2007)
- 17) 鹿島茂, 今長久: 道路交通の環境費用の計測動向, *交通工学*40 (4), 14-21 (2005)
- 18) N.D. Weinstein: Individual differences in reactions to noise: a longitudinal study in a college dormitory, *J. appl. Psychol.* 63, 458-466 (1978)
- 19) N.D. Weinstein: Individual differences in critical tendencies and noise annoyance, *J. Sound Vib.* 68, 241-248 (1980)
- 20) H. Kishikawa, T. Matsui, I. Uchiyama, M. Miyakawa, K. Hiramatsu, S.A. Stansfeld: The development of Weinstein's noise sensitivity scale, *Noise & Health*, 8 (33) , 154-160 (2006)
- 21) 岡本眞一: コンジョイント分析 SPSSによるマーケティング・リサーチ (ナカニシヤ出版, 京都府, 1999)
- 22) 真城知己: SPSSによるコンジョイント分析-教育・心理・福祉分野での活用法 (東京図書, 東京都, 2001)
- 23) WHO: Guideline for community noise (1999)
- 24) 岸川洋紀, 村山留美子, 松井利仁, 内山巖雄: 騒音による健康影響のリスク評価, *日本リスク研究会講演論文集*, 1~6 (2006)

Abstract

The objective of this paper is to examine the economic valuation of environments along trunk roads—where residents tend to be affected by noise, vibration, air pollution, and so on—using conjoint analysis. Seventy undergraduate students of Kibi International University (Takahashi city, Okayama, Japan) participated in an experiment performed as part of this study. The experiment was conducted in a lecture room of the university based on the assumption that the participants would prefer to rent a one-room apartment located around National Highway 180 (Takahashi city); all the participants were familiar with this location. The noise exposure level of the residence facing the road (i.e., 5 m from the road) was approximately 70 dB in $L_{Aeq,5min}$. In the experiment, eighteen types of conjoint cards of one-room apartments, which consisted of six attributes (i.e., rent, space, distance from the road, novelty, convenience of shopping, and convenience of commuting), were presented to the participants. The attribute of “distance from the road” comprised three levels (i.e., 5 m, 20 m, and 50 m from the road). The participants were asked to evaluate their preferences for each one-room apartment. The rating values obtained were applied to the rating-based conjoint analysis, and the WTP (willingness to pay) of each attribute was estimated. The results revealed that the WTP (5 m to 20 m from the road) and the WTP (20 m to 50 m from the road) were 10,858 (¥/month) and 1,342 (¥/month), respectively. These results suggested that the MWTP (marginal WTP) for noise might depend upon the initial noise exposure level and that the MWTP for noise might not be regarded as constant for each 1 dB reduction.

Keywords : Trunk road, Noise, Conjoint analysis, Economic valuation.