

騒音被害費用におけるCV、EVとの相違を考慮した計測手法に関する研究

— 騒音の短期的インパクトとその評価を中心に —

岐阜大学 正員 森杉秀芽

岐阜大学 ○学生員 阿佐 真一

岐阜大学 学生員 岩瀬 広

1. はじめに

開発行為あるいは計画に際して、対象地域におよぼす環境への影響を評価して費用便益分析を行なうには、環境悪化(改善)による被害(便益)を貨幣シームに換算する必要がある。この貨幣換算をする場合に、環境被害費用の定義は、補償的偏差CV(Compensating Variation)または等価的偏差EV(Equivalent Variation)のどちらかの概念にもとづいている。環境悪化の場合を例にとると、CVとは、被害を受けた個人が被害がないとその効用を維持するために必要な補償額であり、EVとは、被害をさけるために個人が支払ってもよいと思う支払意思額(Willingness to Pay)であり、一般に両者の値は異なる。

従来、CVとEVの概念規定とその定性的性質をそのものに関する理論的研究については、明確になってきたが¹⁾これらの数値を測定する手法に関する従来の研究は極めて不十分な状態にある。すなわち、環境悪化の被害費用を測定する手法は、大別して、資産価値法、直接質問法および価値意識法がある。資産価値法は、環境変化にともなう当該不動産の市場変化分を被害費用として計測に利用するものであるが、この手法は一般に、被害地域が非常に小さく移住が簡単に行なえるという場合以外にはCVにもEVにも一致しない。また、直接質問法については2つの問題がある。まず、回答者が環境変化を金銭的に評価できるほど正確に感じとれるかどうかという問題がある。次に、質問への回答の動機づけの異で、回答に金銭的な支払い義務をともなうEVをたずねる場合には過小評価、支払い義務をともなわない補償額をたずねる場合には過大評価になりやすい。これため、CV、EVの値の信頼性は極めて低いものとなる。²⁾

その手法である価値意識法は、前二者の欠点を克服するために著者らによって提案され³⁾近時、河上、青島、広田らによって発展されつつあるものであり、その特徴は、住宅選択に関する1対比較のアンケートを行ない、これにもとづいて多属性効用関数を推定し、この効用関数にCVおよびEVの定義を適用して、環境被害費用の測定を行なう手法である。CVとEVの厳密な定義が適用できるという長が、この方法の前二者になり長所では下がるが、いせんとして解決せねばならない欠点が残っている。その一つは、想定した効用関数が、住宅価格または一般財の線形式になっているために、理論的には異なる値をもつと思われる場合においてもCVとEVの値が一致してしまうことである。もう一つは、所得制約の考慮がないために、理論的には所得によって変動するEVとCVの値が、所得と独立な一意的な値になってしまうことである。さらに、その欠点として、騒音などの環境悪化は、それ自体にとどまらず、住みかえ、新たな住宅の供給などを誘発し、住宅価格、家賃、住宅特性を変化させる。こうして家計や住宅供給者の収入を変化させ、あらゆる階層の効用を変化させるとインパクトの帰属は実する分析が欠落しているために、結果的には、騒音が発生してもその地域に居留しつづける持家世帯の被害のみを従来の研究では測定していたにすぎないという欠点がある。⁴⁾

本研究は、基本的には、この価値意識法に属するが、以上の3つの欠点を克服するための理論的構築、および理論と厳密に適合性をもった社会的費用の実用的な測定方法を提案することを目的とする。このため、次節2)においては、2.1)において騒音と住宅市場との関連を記述する理論モデルを築定し、騒音発生のインパクトの最終的な帰属先と、その効果の測定単位である効用の変化との関係を概説する。つぎに、効果の形態が短期的である場合と長期的である場合とは異なる点に着目し、本研究では、短期的の効果とは、住宅居住が騒音のない場合と同じである住宅の供給量が固定されている場合であり、長期とは、住宅居住そのものも供給量も調整される場合であると定義する。そして、本研究では、短期的の効果に限定してその帰属を明示する。この短期的インパクト分

析は、上記価値意識法のオウの欠点を解決するという目的をもつ。3においては、2で得られた所得階層別世帯と住宅供給者の利得と損失を貨幣タームに換算した尺度である費用と便益を、CVおよびEVの定義にもとづいて計測する方法を述べる。このCVとEVは世帯の効用の変化を貨幣タームによって表現したものであるが、上記、2におけるインパクト分析の結果より、オ1に、借家世帯の場合には、居留するものと他地域に移動するものの達成可能な効用レベルが（従って、その変化分も）等しくなるので、両者のCVとEVは一致し、その測定にはより測定の簡単な世帯に着目すればよい。オ2に、持家世帯の場合には、持家のある地域に騒音発生があるたかなか、たかによって、2つの所得層に分解される臭を除いては、借家と同じ方法が適用できるという2つの特徴に着目して測定理論を述べる。この評価分析は、上記価値意識法のオ1とオ2の欠点を克服することに効果的とする。さらに、4においては、2および3で展開した理論の実際の適用法を提案する。このため、対数型（コブ・ダグラス）型の効用関数を想定し、所得制約を考慮した形で一対比較のアンケート結果よりパラメータを推定し、この推定とれた効用関数にインパクトを入力して、CVおよびEVの計算を行なう。騒音のインパクトは本来、住宅市場シミュレーションによって予測されるべきであるが、ここでは、既存な地データを最大限利用し、入力として必要となるデータを最小限にとどめる事後分析の方法を提案する。最後に、5において、4で提案した方法を大阪空港周辺に適用してその実用性を検討する。この結果、騒音が比較的高いときには、CVとEVの値はかなり異なり、したがって、CVとEVのどちらを使うかは、理論的のみならず、実用的にも、フレキシブルな価値を大巾に変えることがありえるほど重要となることを示す。

2. 騒音のインパクト

2-1 インパクトの分類とその帰属

騒音が発生すると、住環境が悪化するので住宅市場に影響をおよぼす。この波及効果とその帰属を示したものが、図-1である。図からわかるように、オ1の効果は直接効果とよび、これは、住環境が悪化したこと自体による世帯の効用の低下分をいう。

オ2の効果は、直接効果によって、住宅価格（あるいは家賃）と住宅立地パターンが変化し、この結果、世帯の効用が変化する効果である。一般に住環境が悪化すると、その住宅の効用が低下し、このため、その住宅に対する人々の支払意思額が低下する。したがって、多くの人々の支払意思額の平均で最高値に一致している住宅価格および家賃が低下する。この価格の低下は、同時に、人々の住み替えや住宅立地パターン変動をも生ずる。この効果は、騒音発生後、騒音発生のみであり、しかし、住宅価格が騒音発生以前の高い価格である場合の効用レベル（すなわち、直接効果のみによる効用の値）よりも、市場調整メカニズムによって達成された効果の方が高くなるということを示しており、これを、オ1の直接効果という。

オウの効果は、住宅価格の低下のために発生する所得の減少をいう。所得の減少を蒙る主体は2つである。住宅供給者（家主）は家賃収入の減少を被り、持家世帯は彼の所有する住宅価格の下落という被害をうける。この結果、両者の効用が低下する、これを、オ2の間接効果という。

以上の効果をまとめると、被害者である世帯の効用と、住宅供給者の所得におよぼす要因は、次の3つからなる。すなわち、①騒音レベル、②住宅特性、③住宅価格または家賃、④住宅伐捨量、⑤所得。この5つの要因のうちで、本研究が対象とする短期的効果とは、①、③、⑤の変動のみを指す効果であり、長期的効果とは、5つの全ての要因の変動をいう。以下に短期的効果の場合の主体別利得損失を分析する。

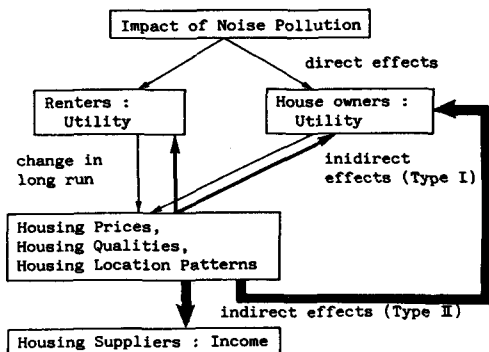


Fig. 1. The Analysis of Impacts derived from the Noise Pollution

2-2. 短期的効果の分析

(1) 仮定

単純ではあるが問題の構造を端的に示し、分析を容易にする住宅土地の基本モデルを以下のように考へる。次に、以下の7つの仮定を置く。すなわち、(1)都市は特徴のない平原にあり、都市内に2つの地域があり、地域1の静けさのレベルを Q 、地域2の静けさのレベルは完全に静かであり、これを Q_A に固定する。(2)住民は、借家世帯と持家世帯に分かれ、それぞれ、同一の効用関数と同一の所得収入があるものとする。(3)住宅は、一定の比率で土地と建物から合成された同質的な財であり、その価格は市場で決定される。(4)借家世帯は、住宅供給者(家主)から住宅を賃借している。(5)持家世帯は、借家と住宅供給者の両者の役割を1つり主体もっているものと想定する。(6)住宅市場は均衡状態にある。(7)地域1における騒音レベル Q_B は外生的に定められ、住民にとっては、地域1から脱出する以外的手段によって回避できない(地方)公共財であり、騒音のある地域の世帯の効用関数の中のみ入り込んでいる。

以上の仮定のもとでの世帯の住宅選択行動は(1)式のように表わされる。

$$U = \max_{Z, X} U(Z, X, Q) \quad \text{s.t.} \quad Z + R(X, Q) = I + R(\bar{X}, \bar{Q}) \quad (1)$$

ただし、 Z :一般財の消費量(=ユーティリティとして用い、その価格を1とする)、 X :住宅サービスの消費ベクトル、 Q :静けさのレベル、 $R(X, Q)$:住宅属性が (X, Q) である住宅の価格(または家賃)、 I :住宅賃貸収入以外の所得、 $\bar{X}$:所有している住宅属性ベクトル、 $\bar{Q}$:所有している住宅の静けさのレベル。

借家と持家の区分は、(1)式を以下のように特定化することによって分ける。

- ① 借家: 住宅を所有していないので $\bar{X} = 0$ として $R(\bar{X}, \bar{Q}) = R(0, \bar{Q}) = 0$ となり、予算制約式は $Z + R(X, Q) = I$ となる。
- ② 持家: 所有している住宅自身に住んでいるので、 $\bar{X} = X$ 、 $\bar{Q} = Q$ となり、予算制約は、 $R(X, Q)$ が両辺から消去されて、 $Z = I$ となる。ただし、 R は、毎世帯家賃であるから、住宅価格 P との関係は、利子率を r とすると、 $Pr = R$ なる関係が成立している。
- ③ その他: 所有している住宅を賃貸し(売り)、別の住宅を借りる(購入する)場合には、(1)式そのままである。

ここで、短期的効果を分析するので、地域1における静けさ Q が変化しても、各地域における住宅サービスの消費ベクトル X は変わらないものとする。また、静けさの異なる地域1, 2の借家および持家毎の住宅供給量 H_1^R , H_2^R および H_1^H , H_2^H も変わらないものとする。以下に、地域1の騒音レベルが Q_A から Q_B に悪化したとき(地域2の静けさは Q_A に固定)の、借家、家主、持家世帯それぞれの行動とその被害を示す。

(2) 借家世帯

2地域の騒音レベルが完全に静かであるとき($Q = Q_A$)の均衡家賃を $R_A = R(X_A, Q_A)$ とすると、世帯の効用最大化行動の結果として、図-2の均衡点Aが求まる。図の曲線 U_A は、完全に静かなときの借家の達成された効用水準 U_A の無差別曲線(等効用曲線)を示し、この値 U_A は(2)式となる。

$$U_A = U_{A1} = U_{A2} = U(Z_A, X_A, Q_A) = U(I - R_A, X_A, Q_A) \quad (2)$$

ただし、 U_{Ai} ($i=1, 2$) は i 地域の住宅を借りた世帯の達成可能な効用レベルを示す。

(2)式は、つぎのことで示す。すなわち、住宅土地と家賃と

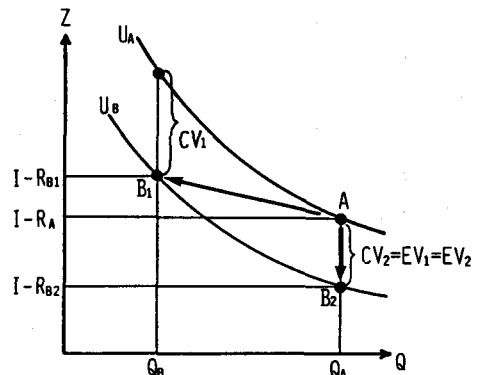


Fig. 2. Noise Impact on Renters

か均衡状態にあるとは、いかなる世帯も立地費や住宅サービス特性を変化させても、彼の効用を増大することかできない状態をいう。これから、均衡状態では、同一の所得と同一の効用関数をもつ借家世帯の達成可能な効用レベルは、どの地域に立地するか、また、いかなる住宅サービスを購入するかのいかにかわらず、等しくなる。すなわち、市場メカニズムによつて、均衡家賃 R_A と均衡住宅サービス X_A は、空間全体のいかなる地塊に立地した世帯の効用に対して、そのレベルが等しくなるように決定される。

さて、今、地域1において静けさか Q_A から Q_B へと騒音が悪化したとする。このとき、もし家賃が R_A に固定されているとすると、地域1に住んでいる世帯の効用は $U(I-R_A, X_A, Q_B)$ となり、地域2に住んでいる世帯の効用 U_A よりも低くなるから、地域2に住みかえようとする。この結果、均衡状態に攪乱が生じ、価格調整が行なわれる。この調整は、ふたたび全空間にわたって同一効用レベルとなるまで行なわれる。その結果、地域1の家賃は下落して R_{B1} になり、地域2の家賃は上昇して R_{B2} になり、それぞれの地域において達成可能な効用レベル U_{B1} および U_{B2} は等しくなり、この値を U_B とする。短期の仮定により、借家用供給量 H^D および H^S は固定されているので、地域1から2への移住と2から1への移住とは一致せねばならない。しかし、各地域ともに、残留しても移住しても達成可能な効用レベル U_B は同じであるから、全ての世帯がそのまま残留しているときよい。このそれぞれの地域1および2に残留した状態を図に示したものは、 B_1 および B_2 であり、 U_B は次式で示される。

$$U_B = U_{B1} = U_{B2}$$

$$U_{B1} = U(Z_{B1}, X_A, Q_B) = U(I - R_{B1}, X_A, Q_B) \quad (3)$$

$$U_{B2} = U(Z_{B2}, X_A, Q_A) = U(I - R_{B2}, X_A, Q_A)$$

ただし、

$$R_1(X_A, Q_B) = R_{B1} \leq R_A \leq R_{B2} = R_2(X_A, Q_A) \quad (4)$$

図2における曲線 U_B は、 Q_B のときの効用レベル U_B の無差別曲線を示したものであり、上記の均衡状態の条件より、変化後のそれぞれの地域の状態を示す B_1 および B_2 を通っている。

以上の考察により、借家世帯の騒音被害を効用の変動分で測定し、被害の場合をマイナス、利得の場合をプラスに示すように示すと、いずれの世帯も $(U_B - U_A)$ なる被害を被り、全借家世帯の被害は $(U_B - U_A)(H^D + H^S) = (U_B - U_A)H^R$ となる。

(3) 住宅供給者(家主)

家主の1軒あたりの収入は、家賃に等しい。簡単化のため、騒音発生前に住宅が建設されており、その維持費用はゼロであると仮定すると、家賃はそのまま家主の所得となる。地域1の家主の所得の低下をマイナスで示すと $(R_{B1} - R_A)H^R$ であり、地域2の所得増加はプラスで示して $(R_{B2} - R_A)H^S$ となり、都市全体の家主の所得の変動分は、両者の和となる。

当然のことではあるが、騒音発生は全ての主体にプラスの効果のみを与えるとは限らない。一般に、ある地域の騒音発生は、その地域と競合関係にある静かな地域の家賃、住宅価格をおし下げ、その結果、家主、住宅供給者の一部の所得を増加させる。このような考察は、従来の研究で見られるが、本研究で示すような効果の帰属分析によつてはじめて明示することかできるものである。

(4) 持家世帯

(1)に述べた仮定にたがひ、持家世帯は騒音レベルが Q_A のとき、 X_A なる住宅を所有しており、この住宅に住んでいるものとする。このときの彼の収入は、所有している住宅からの家賃 $R(X_A, Q_A)$ とそれ以外の収入 I の合計であり、支出は(帰属)家賃 R_A と一般財区からなることを考え、予算式は $Z = I$ となる。そして、市場均衡解の性質より、同一所得と同一効用関数をもついずれの世帯も、同一の一般財、住宅特性、静けさを求めるので、同一の効用レベル U_A を維持する。図3の均衡点 A なる行動をする。すなわち、

$$U_A = U_{A1} = U_{A2} = U(Z_A, X_A, Q_A) = U(I, X_A, Q_A) \quad (5)$$

さて、地域1の騒音レベルが Q_A から Q_B に悪化したとする。短期の仮定により、 X は X_A に、その供給量 H_1 および H_2 も固定しているため、単に注目すべき事は、地域2に居続ける持家世帯は、その住宅価格がいくなり値になろうとも、効用 U_{B2} を以前の効用レベル U_A に維持することかでき、被害を全くなくすることができ、という事である。これは、住宅価格の変動と所得の変動が相殺されるためである。一方、変化前に地域1に住んでいた世帯は、残留するか、または、地域2へ移住するかを決定せねばならない。しかし、市場均衡の状態では、地域1の残留世帯の効用と地域2への移住世帯の効用が同じになる。このためには、地域1の住宅価格が R_{B1} と下落し、地域2のそれは R_{B2} と上昇しなければならない。このとき、残留者および移住者の行動は、それぞれ、矢 A から B_1 および B_2 への移動として表現され、得られる効用レベルは、(6)式となる(図-3参照)。

$$U_B = U_{B1} = U_{B2}$$

$$U_{B1} = U(I, X_A, Q_B) \quad (6)$$

$$U_{B2} = U(I + R_{B1} - R_{B2}, X_A, Q_A)$$

ただし、 U_{B2} は、地域1から2へ移住した場合の効用を示す。また、 $R_{B1} < R_A < R_{B2}$ を仮定している。

しかし、新しい市場均衡のもとでは、地域1の世帯の地域2への移住はありえず、全ての世帯がそれぞれに地域に残留することになる。これは以下の理由による。すなわち、

地域1の住民が2への移住を希望すると、地域2の固定された住宅供給量 H_2 に対して、移住希望世帯と地域2に居住しつづける世帯とのつりあひ競争が発生する。このとき、前者のつけ値は、地域1に居住しつづける場合の効用 U_B を維持するという限界があるのに対して(なぜならば、もしこれ以上のつけ値をせねばならぬならば移住する=をみえらめて地域1に居留することと希望する)、地域2の世帯は、つけ値をいくら高くしても効用 U_A を保つことができる。したがって、地域1から2への移住は、地域2の住民が1への住みかえを希望しないかぎり不可能である。この地域2の世帯が地域1への住みかえを行なうとしたとき、その行動は、図-3の A 点から B_2 への移動として表わされる。このとき、達成される効用レベルを U_{B1} とすれば、 U_{B1} は U_A よりも低くなり、地域2から地域1への移住は、以下の仮定が成立するもとではありえない。

仮定1. 無差別曲線は下に凸である。

仮定2. ある静けさ(たとえば Q_B)のもとで無差別曲線の傾きは、所得が高ければ高いほど、大きくなる。したがって、 Q_B の微小な増加に対して支払ってもよい限界支払意思額(=無差別曲線の傾き=限界代替率)は、所得が高ければ(したがって、効用レベルが高いほど)、大きくなる。

以上の仮定が成立すると、長さ B_1C は、長さ AB_2 よりも大きくなり、 B_1B_2 は AB_2 に等しいので、 C は B_1 より上になる。したがって、

$$U_{B1} = U(I + R_{B2} - R_{B1}, X_A, Q_B) < U(I, X_A, Q_A) = U_A \quad (7)$$

となり、地域2から地域1への移住は、効用を低くするのでありえない。

こうして、全ての持家世帯は残留する。この結果、地域1および2に居留する世帯の達成できる効用レベルはそれぞれ、 U_B および U_A となる。このように、持家の場合の被害発生後の効用が地域によって異なるのは、発生前には同一の所得であった世帯を、2つの所得に分解してしまうからである。すなわち、両地域ともに $I + R_A$ であった世帯は、住宅価格の変化が両地域で異なるために、地域1では $I + R_{B1}$ に減少し、地域2では、

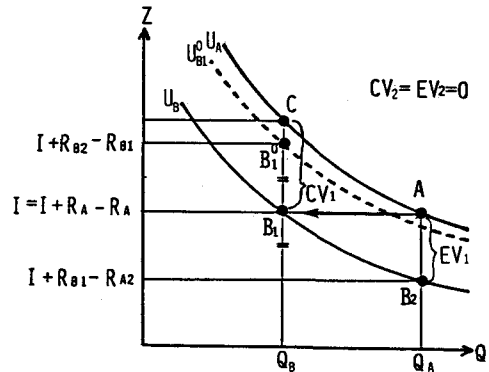


Fig. 3. Noise Impact on Homeowners

$I + RB_2$ と増加するからである。

以上の考察をまとめ、つぎの結論を得る。すなわち、持家世帯については、地域2の世帯の被害はゼロであり、地域1の世帯の被害は、騒音のみが変化した場合とそれの効用の低下分($U_B - U_A$)に等しい。ただし、 U_A および U_B はそれぞれ(5)および(6)式で与えられる値である。また、この効用の低下分は、上記2-1で定義した直接効果に一致する。

(5) 被害のまとめ

最後に地域1, 2の総被害量を主体毎にとめると、表-1に示すとおりとなる。各主体の被害量は、主体毎に異なる効用の変化分として測定されているので、これらの被害量を加え合わせて社会的被害量を計算するには、効用の変化分を貨幣タームで計測する必要がある。この方法こそが費用便益分析であり、その定義と測定理論について以下に述べることとする。

Table 1. Summary of Damage

Agent \ Region	1	2
Renters	$(U_B^R - U_A^R)H_1^R$	$(U_B^R - U_A^R)H_2^R$
Suppliers	$(R_{B1}^R - R_A^R)H_1^R$	$(R_{B2}^R - R_A^R)H_2^R$
Homeowners	$(U_B^H - U_A^H)H_1^H$	0

Note) Superscripts R and H indicate renters and homeowners respectively

3. 騒音被害費用の定義とその測定理論

3-1. 騒音被害費用の一般的定義

騒音被害のインパクトは、2-1にみたように、一般に騒音レベル Q 、所得 Y 、住宅価格関数 $R(x, Q)$ 、最適住宅特性 x を変化させ、世帯の効用 U を変化させる。このようなさまざまなインパクトによって変化した効用を貨幣タームに換算する方法には次の2つがある。

第1の方法は、補償的偏差(compensating variation) CV であり、状態 A から B に変化したときに、悪化後の B の状態にとどまり、かつ変化前の効用 U_A を維持するために必要な補償額として定義され、(8)式を満足する CV である。

$$U(Y_B - R_B + (-CV), x_B, Q_B) = U(Y_A - R_A, x_A, Q_A) = U_A \quad (8)$$

第2の方法は、等価的偏差(equivalent variation) EV であり、状態 A から B に変化したときに、 B から A に逆もどりするプロジェクトを想定して、悪化前の A を獲得し、かつ悪化後の効用を維持するという制約下で支払うに値すると世帯が考える支払意思額として定義され、(9)式を満足する EV である。

$$U(Y_A - R_A - (-EV), x_A, Q_A) = U(Y_B - R_B, x_B, Q_B) = U_B \quad (9)$$

CV および EV の第1の特徴として、 CV および EV の値のどちらもが、効用を増加させるインパクトに対してはプラス、低下させるインパクトに対してはマイナスになる。この意味で、いずれの定義にしたがってもプラスのときには世帯の便益、マイナスのときには費用と定義することができる。次に、第2の特徴として、静けさ Q および住宅特性 x を変化させたときの CV と EV の値は異なるが、所得だけ、また住宅価格だけ、および両者の組合せだけの影響を受けた場合の CV と EV とは一致し、かつその値はその変化分に等しい。したがって、住宅供給者の所得の変動分を自身か CV または EV そのものとなる。最後に、被害を受けたすべての主体について CV または EV を合計したときの ΣCV または ΣEV が求める騒音被害の社会的費用として定義される。

以下に、短期の場合の世帯別の CV および EV の値を示す。なお、上記第2の特徴として、住宅供給者の所得の変動はそのまま CV および EV であるので以下では分析の対象からはずす。

3-2. 短期的効果の測定理論

(1) 借家世帯

借家世帯は、変化後いずれもそれぞれの地域1および2に居続ける。

① 地域1の借家世帯

変化前の効用レベル U_A は(2)式で、変化後は(3)式の U_{B1} で示されるので、求める CV_1 および EV_1 は次式を

満足する CV_1 および EV_1 である。(図-1 参照)

$$U(I - R_{B1} - CV_1, X_A, Q_B) = U_A = U(I - R_A, X_A, Q_A) \quad (10)$$

$$U(I - R_A + EV_1, X_A, Q_A) = U_B = U(I - R_{B1}, X_A, Q_B)$$

図-1 より、ただちにわかるように、

$$EV_1 = R_A - R_{B2} \quad (11)$$

となり、短期の場合には、地域1に居留する借家世帯の EV_1 は地域2の家賃の変化分に等しい。

② 地域2の借家世帯

変化後の効用レベルは(3)式の U_{B2} で示されるので、求める CV_2 および EV_2 は次式を満足する CV_2 および EV_2 である。(図-1 参照)

$$U(I - R_{B2} - CV_2, X_A, Q_A) = U_A = U(I - R_A, X_A, Q_A) \quad (12)$$

$$U(I - R_A + EV_2, X_A, Q_A) = U_B = U(I - R_{B2}, X_A, Q_A)$$

図-1 より、ただちにこの場合には

$$CV_2 = EV_2 = R_A - R_{B2} \quad (13)$$

となり、短期の場合には、地域2に居留する借家世帯の CV_2 も EV_2 も地域2の家賃の変化分に等しい。

(2) 持家世帯

① 地域1の持家世帯

持家世帯も借家世帯の場合と同じようにそれぞれの地域に居続ける。変化前の効用 U_A が(5)式で示され、変化後の効用が(6)式の U_B で示されるので、求める CV_1 および EV_1 は次式となる。(図-2 参照)

$$U(I - CV_1, X_A, Q_B) = U_A = U(I, X_A, Q_A) \quad (14)$$

$$U(I + EV_1, X_A, Q_A) = U_B = U(I, X_A, Q_B)$$

したがって、図-2 よりわかるように次式が成立する。

$$EV_1 = R_{B1} - R_{B2} \quad (15)$$

② 地域2の持家世帯

この地域2の持家世帯は、変化後もA点に居続けるので被害はゼロである。(図-2 参照)

$$CV_2 = EV_2 = 0 \quad (16)$$

(3) 騒音の社会的費用とその測定理論

CV および EV のそれぞれについて合計したものを表-2に示す。表-2より、短期的効果の社会的費用について次の3つのことがわかる。

第1に、騒音発生がなかった地域については、 ΣCV および ΣEV のいずれの場合も借家世帯の損失と供給者の利得が相殺され、かつ持家世帯は無差別であるからゼロになってしまうことである。したがって、短期的効果の社会的費用 ΣCV または ΣEV を計算するには騒音発生地域のみに着目すればよい。

第2に、騒音発生地域に着目すると、 ΣCV の場合は、供給者の損失以外は市場情報から直接に入手することができず、多

Table 2. Social Damage Cost of Noise

Measure Agent \ Region	ΣCV		ΣEV	
	Region 1	Region 2	Region 1	Region 2
Renters	$CV_{11}^{R,H}$	$(R_A^R - R_{B2}^R)H_2^R$	$(R_A^R - R_{B2}^R)H_1^R$	$(R_A^R - R_{B2}^R)H_2^R$
Suppliers	$(R_{B1}^R - R_A^R)H_1^R$	$(R_{B2}^R - R_A^R)H_2^R$	$(R_{B1}^R - R_A^R)H_1^R$	$(R_{B2}^R - R_A^R)H_2^R$
Subtotal		0	$(R_{B1}^R - R_{B2}^R)H_1^R$	0
Homeowner	$CV_{11}^{H,H}$	0	$(R_{B1}^H - R_{B2}^H)H_1^H$	0
Regional Total		0		0
Total	$CV_{11}^{R,H} + (R_{B1}^R - R_A^R)H_1^R + CV_{11}^{H,H}$		$(R_{B1}^R - R_{B2}^R)H_1^R + (R_{B1}^H - R_{B2}^H)H_1^H$	

Note) Superscripts R and H indicate renters and homeowners respectively

属性効用関数の推定を必要とする。これに対して、 ΣEV の場合には住宅価格の変動分のみを測定すればよい。

第3に、 ΣEV の値は、騒音のある地域の資産価値と騒音がない地域の資産価値の差として計測できることになる。この資産価値の差を測定するときに入手できる情報は、事後評価の場合と事前評価の場合とで異なる。すなわち事後評価のときには、 R_B がそれぞれの地域について既知であるから、データそのものから ΣEV を求めればよい。これに対して、事前評価の場合は入手できる情報は、効用関数形が特定化できるとして、

$$U(I - R_A, X_A, Q_A) = U_A \quad (17)$$

なる R_A, X_A, Q_A のみである。このとき、既存のデータよりさまざまな $I - R_A, X_A, Q_A$ を与えて、そのときの所得階層別 U_A を求めることができる。次に、変化後の R_{B1} および R_{B2} を求めるには、

$$U(I - R_{B1}, X_A, Q_B) = U(I - R_{B2}, X_A, Q_A) \quad (18)$$

なる関係より、 R_{B1} または R_{B2} のいずれかを知ればよい。1つの近似的な考え方は、騒音発生があった地域が静かな地域に比べて非常に小さい場合である。このとき、 $R_{B2} \approx R_A$ と近似することができ、この近似式が成立すれば、(18)式の右辺は U_A に一致するので、 R_{B1} はただちに計算でき、したがって、 ΣEV を求めることができる。なお、この小地域であるという仮定のもとでは、表-2からわかるようにもはや借家世帯の被害はゼロとなり、地域1の家主と持家世帯の被害は資産価値の変化としてとらえられることを意味する。

4. 騒音被害費用の測定方法

4-1. 測定手順

上述の騒音被害費用の定義に基づいて、 CV および EV を測定するためには、効用関数の特定化と推定を行なう必要があり、その測定手順を示すと次のとおりである。(1)適当な効用関数を特定化する。(2)アンケート調査を実施する。(3)効用関数を推定する。(4)インパクトを予測する。(5) CV と EV を測定する。

4-2. 効用関数の特定化

一般に、仕意の環境レベルにおいて所得が高くなれば効用が高くなり、そのときの効用関数の傾きは大きくなる。しかし、効用関数を線形と仮定した場合、効用関数の傾きは所得の変化に対して常に等しくなり、現実的ではない。この点を考慮して、属性 X_i が効用を表わすものは $\ln X_i$ 、不効用を表わすものは $\ln(b_i - X_i)$ とし、世帯の多属性効用関数を次式のコブ=ダグラス型効用関数と仮定する。

$$U = \alpha \ln(\Sigma) + \sum_{i=1}^m \beta_i \ln X_i + \sum_{i=m+1}^n \beta_i \ln(b_i - X_i) + \gamma \ln(a - Q) \quad (19)$$

Σ : 合成財、 $X_i: \{i=1, \dots, m\}$ のとき効用を表わす住宅属性

Q : 騒音レベル、 $i=m+1, \dots, n$ のとき不効用を表わす住宅属性

$\alpha, \beta_i (i=1, \dots, n), \gamma$: パラメータ、 $a, b_i: a > Q, b_i > X_i$ となるパラメータ

4-3. アンケート調査

(19)式で仮定した効用関数を推定するためには、世帯の住環境に関する価値意識を調査することが必要である。このため、価値意識法の1つである一対比較法での価値意識調査を行ない、得られる選好データによって効用関数を推定する。一対比較は、住宅価格と住宅属性が互いに異なる2つの仮想的な住宅代替案間での選好を質問するという形式をとる。また、このような比較は住宅価格や住宅属性の比較対に関して可能性のあるレベルや適当な組合せを前もって考えておく。

4-4. 効用関数の推定

一対比較による回答者の代替案の選択は、世帯の持つ所得制約下でより高い効用の代替案を選択することと同じである。すなわち、代替案 i に対する借家世帯の持つ効用 U_i^R は、 $\Sigma + R_i^R = I$ なる所得制約を(19)式に代入して(20)式となる。

$$U_i^R = \alpha \ln(I - R_i^R) + \sum \beta_i \ln X_i + \sum \beta_i \ln(b_i - X_i) + \gamma \ln(a - Q) \quad (20)$$

また、持家世帯の場合には、その所有している住宅価格を R_A^H とすると、(20)式において $I = I + R_A^H$ とおきかえれば、求める代替案に対する持家世帯の効用 U_A^H を得る。

4-5. 騒音被害のインパクト予測

事前分析を行なう場合、与えられるデータは騒音被害がない状況のデータである。このデータから騒音被害のインパクトによって変化する住宅価格を予測するには、住宅市場のシミュレーションを行なう必要がある。また、事後分析を行なう場合には、与えられるデータが騒音被害後の状況でのデータである。このデータから、騒音被害が発生する前の住宅価格を得るためには、原則的に事前分析の場合と同じく住宅市場のシミュレーションを行なって予測する必要がある。しかし、騒音被害を受けた地域が非常に小さい場合には、騒音被害を受けなかった地域の住宅価格にほとんど影響を及ぼさないので、被害を受けなかった地域の住宅価格と被害が発生する前の住宅価格とは近似することができる。したがって、騒音のインパクト後の被害を受けた地域の住宅価格と被害を受けなかった地域の住宅価格が、住み替えを行なっても効用レベルが変化しないよう住宅市場で住宅価格の調整が行なわれていると考え、被害を受けた地域の効用関数を推定すれば被害発生前の住宅価格を予測できる。

4-6. CVおよびEVの測定

被害費用の定義より、騒音被害を受けた地域1での借家世帯の CV_1^R および EV_1^R は次式で表わされる。

$$CV_1^R = (I - R_{B1}^R) - (I - R_A^R) \left(\frac{A - Q_A}{A - Q_B} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \quad (21)$$

$$EV_1^R = R_A^R - R_{B2}^R$$

R_A^R : 地域1および地域2の騒音が Q_A であったときの家賃

R_{B1}^R : 地域1の騒音が Q_B と変化したときの家賃

R_{B2}^R : 地域2の騒音が Q_A のまま変化しないときの家賃

騒音被害は受けなかったが、家賃の上昇の被害を受ける地域2の借家世帯の CV_2^R および EV_2^R は EV_1^R と同一である。また、地域2の供給者の利得は EV_1^R に等しく、地域1の供給者のそれは、 $(R_{B1}^R - R_A^R)$ となる。

地域1の持家世帯の CV_1^H および EV_1^H は次式で表わされる。

$$CV_1^H = I \left[1 - \left(\frac{A - Q_A}{A - Q_B} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \right] \quad EV_1^H = R_{B1}^H - R_{B2}^H \quad (22)$$

5. ケーススタディ

5-1. 調査の概要

ここでは、前述の測定方法を、大阪国際空港周辺地域の航空機騒音被害の測定に適用したケーススタディを示す。調査対象者は、伊丹市全域と川西市の一部に住む自宅居住世帯259世帯と借家居住世帯259世帯の合計518世帯である。本研究では、このサンプルから持家および借家世帯のそれぞれに対して30世帯をランダム抽出し、ロジット分析を行なった。

5-2. パラメータの推定結果

ロジット分析による効用関数のパラメータを推定した結果が表3である。表3からわかるように、持家世帯および借家世帯の相関係数はそれぞれ0.950、0.887であり、それぞれの推定パラメータのt値も高い値を得ていることから、コブ=ダグラス型効用関数モデルの説明力は高いことがわかった。したがって、この推定された効用関数によってCVおよびEVを評価するには十分信頼できることがわかった。

5-3. CVおよびEVの推定結果

本研究では、事後分析を行なったので騒音被害後の住宅価格については現況のデータを使用し、騒音被害が発生する前の住宅価格については、現在騒音被害を受けていない地域の住宅価格の変化率が被害地域の騒音レベル

Table 3. Estimated parameters

	A ₁	B ₂	B ₄	α	β ₁	β ₂	β ₃	β ₄	γ	COR	σ	HIT RATIO
OWNERS	250	320	5	90.791 (9.833)	31.173 (9.472)	47.173 (9.635)	5.099 (8.924)	14.512 (9.392)	56.239 (9.545)	0.950	0.014	0.875
RENTERS	110	200	4	68.709 (6.682)	12.262 (8.824)	19.914 (8.321)	4.086 (8.783)	7.446 (8.722)	8.509 (9.530)	0.887	0.019	0.865

() ; t value

Specified the Utility Function of the Cobb-Douglas type

$$U = \ln(I - R) + \beta_1 \ln(X_1) + \beta_2 \ln(B_2 - X_2) + \beta_3 \ln(X_3) + \beta_4 \ln(B_4 - X_4) + \gamma \ln(A - N)$$

where I = Income (million yen); R = Rent ($X 10^4$ yen /year): Owner's Rent is $R = r \times P$ (r is the rate of Interest, P is housing price); X_1 = lot size (m^2); X_2 = commuting time (minutes); X_3 = degree of solar exposure (hours); X_4 = Bathroom with running water (1 if present, 0 if not); N = Noise level (dB(A)); $\alpha, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \gamma, B_2, B_4$ and A = parameters to be estimated.

によってどう変わるかを回帰分析によって推定した。推定された被害が発生する前の住宅価格を使用して、CVおよびEVを推定した結果が図-4-a.~図-4-cである。

推定されたCVおよびEVの結果をみると、持家世帯のCVおよびEVは騒音レベルの増加に伴ってどちらも増加はするが、両者の相対的な違いもまた増加している。経験的な問題として、騒音レベルが80dB(ややうるさい)まではCVとEVの相対的な違いは比較的小さいので、このような低い騒音レベルで両者を区別することは不必要である。しかし、高い騒音レベルでは、CVとEVを区別することは理論的にも経験的にも重要となってくる。なぜならば両者の大きさの違いは公共プロジェクトの評価結果を左右する可能性が十分あるという重要な問題となるためである。

また、借家世帯の推定されたCVおよびEVについても、両者の相異が持家世帯と同じように表われている。被害地域に住宅を供給している供給者の収入、すなわち家賃は騒音レベルの増加に伴って低下しており、現実

★: EV (Low Income Class)
●: CV (Low Income Class)
☆: EV (High Income Class)
⊙: CV (High Income Class)

⊙: High Income House
●: Low Income House

★: EV (Low Income Class)
●: CV (Low Income Class)
☆: EV (High Income Class)
⊙: CV (High Income Class)

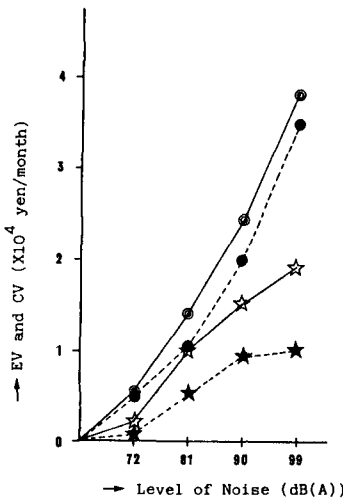


Fig. 4-a. Renters' CV and EV

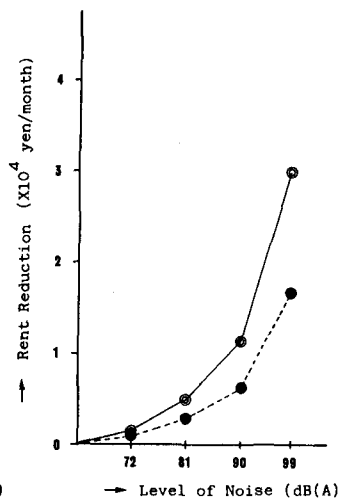


Fig. 4-b. Suppliers' Losses

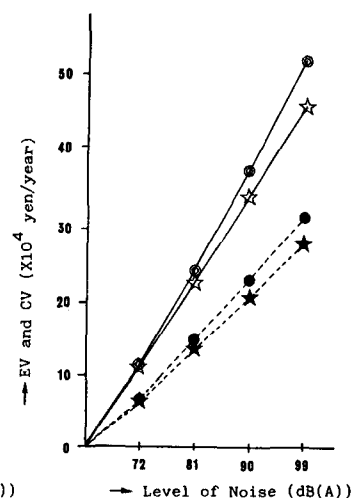


Fig. 4-c. Owners' CV and EV

Note) High income = 3.75 mil. yen/year
Low income = 2.25 mil. yen/year

的な結果といえる。

次に、借家世帯と持家世帯のどちらも、高所得層のCVおよびEVの値は低所得層のCVおよびEVの値よりも大きくなっている。このことは、騒音の微小な増加に対して支払ってもよい限界支払い意思額が、所得が高いほど大きくなるという現実をよく表わしている。

なお、総被害量を求めるにはそれぞれのCVおよびEVの総和ΣCVおよびΣEVとして測れば得ることができると。

6. おわりに

従来の価値意識法によるCVおよびEVは、効用関数に所得の制約が入っておらず、また線形であるため、CVとEVが一致してしまう欠点をもつ。本研究では、この2つの欠点を改良した測定方法を提案した。また、騒音の社会的費用を測定するには、住宅価格や住宅立地パターンへの騒音の影響を分析する必要があり、その影響を短期的な場合に限定して理論モデルを構築し、効果の帰属を明示的に示した。なお、長期的効果の分析理論とインパクト予測の方法については今後に残された課題である。また、長短期いずれの場合も、本研究で示した理論モデルと適合性をもつ住宅シミュレーションモデルの開発も残された課題である。さらに、EVとCVのどちらを使用すべきかという点も、今後の研究課題としたい。

参考文献

- (1) Mäler, K.G., Environmental Economics : A Theoretical Inquiry, Baltimore, Johns Hopkins University Press, pp. 125-148.
- (2) 三菱総合研究所, 「環境悪化の社会的費用に関する研究」, 1977年9月
- (3) 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」, 土木学会論文報告書, No. 302, pp. 113 ~ 123, 1980
- (4) 河上省吾, 広島康裕, 山内正照, 風岡嘉光, 「交通施設による環境影響費用の計測に関する研究」, 日本都市計画学会学術研究発表会論文集, 第17号, pp. 379 ~ 384, 1982
- (5) Morisugi, H., Measurement of Noise Damage Cost by means of a multiattribute Utility Function -A Comparison of Compensating and Equivalent Variation-, Working Papers, No.69, Department of Regional Science, University of Pennsylvania, August, 1982.