

平成 21 年 6 月 10 日現在

研究種目：若手研究（スタートアップ）

研究期間：2007～2008

課題番号：19810024

研究課題名（和文） 環境評価における新たな計測モデルの開発

研究課題名（英文） Development of a New Model for Environmental Valuation

研究代表者

渡邊 正英（WATANABE MASAHIDE）

大阪経済大学・経済学部・准教授

研究者番号：50434783

研究成果の概要：

本研究では、環境評価手法として最も頻繁に利用されている二肢選択CV（contingent valuation）において、特別なモデルの特定化を必要とせずに平均WTP(willingness to pay)を一致推定する新たな計測モデルを開発した。開発したモデルの最大の特徴は、従来の計測モデルに対して指摘されてきたモデル特定化の過誤による評価バイアスがなく、しかも従来のモデルに比べて極めて簡便に平均WTPを一致推定可能である点である。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,050,000	0	1,050,000
2008年度	1,040,000	312,000	1,352,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,090,000	312,000	2,402,000

研究分野：環境経済学・農業経済学

科研費の分科・細目：環境影響評価・環境政策

キーワード：環境評価・二肢選択CVM（contingent valuation method）・環境経済学

1. 研究開始当初の背景

環境評価とは、市場では通常評価されない環境の価値を貨幣単位で計測することであり、環境経済学において、環境政策分野と並び一つの主要分野となっている。環境評価は学術的重要性のみならず、現実の公共事業評価や政策評価に環境価値を取り入れる必要性から、今では実務面においても欠かせない存在となっている。しかし現実の場で用いられ始めてはいるものの、現状では、計測におけるモデル設定の違いによって便益額が大きく変化してしまう危険性が指摘されている。そのため、計測モデルの組み立て方次第

で評価額を大きく変えることも可能ということになる。このようなモデルの特定化による評価バイアスは、事業や政策の効率的実施のために行われる環境評価の存在意義を根底から覆しかねない危険性をもつ。そこで本研究では、評価者のモデルビルディングにおける恣意性を極力排除し、かつ、統計的に望ましい便益評価を行うことが可能な計測モデルの開発を行った。

2. 研究の目的

環境評価はここ30年ほどの間に膨大な

数の研究が行われてきた。これまでの研究は大きく、環境評価の理論的側面、計測モデルの開発、調査方法論、事例研究である。このなかで本研究の目的は計測モデルの開発にある。環境評価の中で最も適用事例の多いCVM (Contingent Valuation Method) の計測モデルに関して言えば、CameronやHanemannのパラメトリックモデルから始まり、Kristromのノンパラメトリックモデル、そして近年ではセミパラメトリックモデルの開発が進められてきた。近年の計測モデルに関する研究では、そのモデルがより複雑化する傾向にある。本研究では、評価モデルを簡潔にすることで、評価プロセスの透明性を高め、評価者の恣意性を極力排除するモデルの開発を目指した。評価プロセスの透明化は事業評価において不可欠な要素である。評価モデルを簡潔にしつつも、パラメトリックモデルに比べてより緩い条件のもとで統計的に望ましい性質（推定量の一致性や効率性）を維持する計測モデルの開発を目的とした。

3. 研究の方法

(1) 本研究のベースとなる線形射影モデル (Watanabe, M. and K. Asano "Consistent Estimation of Mean WTP in Dichotomous Choice Contingent Valuation," Third World Congress of Environmental and Resource Economists, 2006.) の理論モデルを発展させ、より少ない条件のもとで簡便に平均WTPを推定するモデルを構築する。

(2) モンテカルロシミュレーションによって、(1) で得られた理論モデルの現実への適用可能性を検討する。

(3) (1)、(2) で開発したモデルを改良し、多段階二肢選択CVへ適用可能なモデルへ拡張させる。

4. 研究成果

(1) 本研究で得られた第一の成果は二肢選択CVにおける平均WTPの一致推定を極めて簡便に行うことのできるモデルを開発した点にある。これまでのモデルでは、モデルの特定化を行って最尤推定するパラメトリックモデルや、平均WTPの下限のみを一致推定するノンパラメトリックモデルが主流であった。本研究で開発したモデルでは、平均WTPを単純な標本平均をとるのみで一致推定することが可能となった。

まず提示額 t に対して「支払う」とした場合 $y=1$ 、「支払わない場合」 $y=0$ となるような indicator variable を定義する。また提示額の support が WTP の support と同じになる

ように提示額を設定する。CVM においては提示額は調査者が設定できるのでこの仮定は現実的といえる。また提示額の密度関数を f とあらわすことにする。

さてこのとき、 $E(y|t) = Pr(WTP > t)$ であり、平均 WTP は WTP の生存関数 $Pr(WTP > t)$ を WTP の support の範囲で積分したものであるため、平均 WTP は $E(y|t)$ を提示額の support の範囲で積分したものと表すことができる。

$$E(WTP) = \int E(y|t) dt$$

ここで $E(y|t)$ を推定したいわけであるが、 $E(y|t)$ に制約を課して特定化した場合、従来のパラメトリックモデルと同じく特定化の過誤が生じてしまう。そのため本研究では単なる数学的関係である y/f の $(1, t)$ の張る空間への線形射影 LP を利用して、 $E(y|t)$ を積分し、平均 WTP を導出することにした。

$$LP(y/f | 1, t) = a + bt$$

これは $y/f = a + bt + v$, $E(v) = 0$, $E(vt) = 0$ と同値である。この線形射影パラメータ a と b 、そして射影誤差 v で $E(WTP)$ を表現すると以下になる。

$$\int E(y|t) dt = \int (a + bt)f(t) dt + \int E(v|t)f(t) dt$$

ここで第二項は射影誤差の定義から 0 であるため平均 WTP は

$$E(WTP) = \int (a + bt)f(t) dt$$

となるが、これは $E(a + bt)$ であるので線形射影の定義から、結局平均 WTP は以下である。

$$E(WTP) = E(y/f)$$

つまり平均 WTP は y/f の期待値で表わすことができることがわかる。

適切な CV 調査では y/f は独立同一分布に従うことから標本平均として $E(WTP)$ の一致推定量が得られることになる。

この線形射影モデルによる平均 WTP 推定量を、従来までの最尤法によるパラメトリックモデルと、カーネル推定を利用したノンパラメトリックモデルによる平均 WTP 推定量とモンテカルロシミュレーションによって比較した。この結果は表 1、3、5 である。

表 1 の結果から、提示額分布が連続のときには、その分布が一様分布であろうと対数正規分布であろうと従来のモデルとほぼ同様に正確に平均 WTP を推定できることが明らかとなった。

次に提示額の support が WTP のそれと異

なる場合を検討した。理論的には提示額の **support** は **WTP** の **support** と同じでなければならない。ただし現実の **CV** 調査では **WTP** の **support** を正確に知ることはできない。そこで最大提示額の設計の仕方によって平均 **WTP** 推定値がどのように影響を受けるのかをモンテカルロシミュレーションによって検討した。その提示額設計とシミュレーション結果が表 2、表 3 である。結果、極端に最大提示額を小さくした場合には、平均 **WTP** が過小評価されてしまう危険性があるが、これは従来のパラメトリックモデルやノンパラメトリックモデルでも同様である。ただし最大提示額の設定が極端ではない限り、最大提示額の大きさに対しては頑健であることがわかる。これはプレテストを実施し、通常の **CV** 調査の手続きに従うことで、十分に平均 **WTP** を推定できることを表している。

次に、提示額が離散分布する場合を検討した。理論的には線形射影モデルでは提示額は連続分布でなければならない。しかし現実の **CV** 調査では離散分布することが一般的である。そこでモンテカルロシミュレーションによって提示額が離散分布する場合の影響について検討してみた。その提示額設定が表 4、シミュレーション結果が表 5 である。結果、提示額の分割を多くすればするほど正確に平均 **WTP** を正確に推定するが、その分割は通常の **CV** 調査で設定する提示額と同じ程度でよいことが明らかになった。以上から、一般的な **CV** 調査の提示額設計においても、線形射影モデルによって、十分に平均 **WTP** を推定できることが明らかとなった。

表 1 線形射影モデルと従来のモデルとの比較 (提示額分布が連続の場合)

	10 percentile	50 percentile	90 percentile
Linear projection model			
Bid design 1	26.7	32.5	39.2
Bid design 2	25.9	30.9	40.4
Logit model			
Bid design 1	27.7	32.4	37.2
Bid design 2	28.8	33.6	39.4
Kernel regression model			
Bid design 1	25.9	30.9	36.0
Bid design 2	30.4	35.5	44.9

注 1) **Bid Design1** : 提示額分布が連続一様分布、**Bid Design2** : 提示額分布が対数正規分布

注 2) **Watanabe and Asano (2009) Tabel.2**

表 2 提示額設定

Bid design 1	Continuous uniform distribution over [1, 50]
Bid design 2	Continuous uniform distribution over [1, 100]
Bid design 3	Continuous uniform distribution over [1, 150]
Bid design 4	Continuous uniform distribution over [1, 200]
Bid design 5	Continuous uniform distribution over [1, 250]

注 1) **Watanabe and Asano (2009) Tabel.3**

表 3 最大提示額の設定が平均 **WTP** の推定に及ぼす影響

	10 percentile	50 percentile	90 percentile
Linear projection model			
Bid design 1	22.7	24.5	26.3
Bid design 2	26.3	29.3	33.0
Bid design 3	27.0	31.5	36.0
Bid design 4	26.7	32.0	37.3
Bid design 5	26.6	32.5	39.2
Logit model			
Bid design 1	22.9	24.4	26.0
Bid design 2	26.9	29.6	32.3
Bid design 3	27.7	31.2	34.9
Bid design 4	27.9	32.1	36.3
Bid design 5	27.7	32.4	37.3
Kernel regression model			
Bid design 1	22.8	24.4	26.0
Bid design 2	26.3	29.1	32.1
Bid design 3	26.8	30.5	34.4
Bid design 4	26.9	31.2	35.5
Bid design 5	25.9	30.9	36.0

注 1) **Watanabe and Asano (2009) Tabel.4**

表 4 提示額設定

Bid design 1	Discrete uniform distribution with 5 equal divisions over [1, 250].
Bid design 2	Discrete uniform distribution with 10 equal divisions over [1, 250].
Bid design 3	Discrete uniform distribution with 15 equal divisions over [1, 250].
Bid design 4	Discrete uniform distribution with 20 equal divisions over [1, 250].
Bid design 5	Discrete uniform distribution with 25 equal divisions over [1, 250].

注 1) **Watanabe and Asano (2009) Tabel.5**

表3 線形射影モデルと従来のモデルとの比較（提示額分布が離散の場合（表4））

	10 percentile	50 percentile	90 percentile
Linear projection model			
Bid design 1	46.7	54.2	61.7
Bid design 2	32.5	39.2	45.8
Bid design 3	28.3	35.0	41.7
Bid design 4	26.7	33.3	39.2
Bid design 5	25.8	31.7	38.3
Logit model			
Bid design 1	26.3	31.9	37.9
Bid design 2	27.5	32.7	38.2
Bid design 3	27.6	32.4	37.5
Bid design 4	27.7	32.5	37.2
Bid design 5	27.8	32.4	37.5
Kernel regression model			
Bid design 1	38.5	42.7	47.1
Bid design 2	29.4	34.5	39.8
Bid design 3	27.3	32.3	37.7
Bid design 4	26.5	31.5	36.5
Bid design 5	25.9	30.9	36.0
Kriström model			
Bid design 1	38.8	42.8	47.2
Bid design 2	29.9	34.5	39.7
Bid design 3	28.4	33.2	38.2
Bid design 4	28.0	32.8	37.8
Bid design 5	27.9	32.6	37.9

注1) Watanabe and Asano (2009) Tabel.6

(2) 二段階二肢選択 CV へ適用可能なモデルへと拡張し、より汎用的な計測モデルの開発に成功した。

二段階二肢選択モデルでは二段階目の提示額の密度は、一段階目の回答に依存するために先見的にはわからない。そのため、線形射影モデルを二段階に拡張する直観的方法は提示額密度をデータから推定することである。たとえばカーネル密度推定によって二段階目の密度を推定し、その推定された密度を用いることで(1)で示した線形射影モデルは二段階へと拡張することが可能である。カーネル密度推定によって密度を一致推定する条件はそれほど厳しいものではない。カーネル密度推定を利用した線形射影モデルによる平均 WTP 推定量をモンテカルロシミュレーションによって検討した結果、真の平均 WTP を十分正確に推定することが可能であることがわかった。しかしながらカーネル推定を利用した場合、線形射影モデルの特徴である簡便さが損なわれる。そのため、本研究ではカーネル密度推定をせずに二段階へ拡張する方法を開発した。

基本的な考え方は次のようである。二段階二肢では、一段階目に「支払う」と回答し場合には一段階目よりも高い提示額が、「支払わない」と回答した場合には低い提示額が提示される。したがって現実には二段階目の提

示額は一段階目の回答に依存する。ただし、一段階目に支払うと回答した場合には、仮に低い提示額が提示された場合には当然それに対する回答は「支払う」である。同様に「支払わない」と回答した場合にそれより高い提示額が提示されれば、回答は「支払わない」である。このように一段階目の回答に関わらず、仮想的に、二段階目に一段階目よりも高い提示額と低い提示額が提示されていると想定することによって、二段階目の支払意志のデータを得ることができ、かつその場合には提示額の密度は完全にコントロールすることができる。したがって、線形射影モデルを二段階へと拡張することが可能となる。

(3) 以上の結果、煩雑なモデルの特定化を必要とした従来のモデルと比較し、CVMにおける平均 WTP の推定をより簡便に行うことが可能となった。これはモデル特定化の過誤による評価バイアスを緩和することに大きく寄与するのみならず、評価プロセスの透明化にも寄与し評価の信頼性を向上させることにつながるものと期待される。ただし、従来のモデルでも言えることであるが、提示額の設計が平均 WTP 推定値に与える影響は大きい。本モデルに対するより詳細な提示額設計の検討は今後の課題として残った。

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 3 件)

① Watanabe, M. and K. Asano, "Distribution Free Consistent Estimation of Mean WTP in Dichotomous Choice Contingent Valuation", *Environmental and Resource Economics*, forthcoming, 2009, 査読有.

② Watanabe, M., "Linear Projection Model in Double-Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation", *Osaka University of Economics Working Paper Series*, 2008-4, 2008, 査読無. (国際学会誌において査読中)

③ 渡邊正英「二肢選択 CV における線形射影モデルの漸近有効推定」, 大阪経大論集, Vol.58, pp.145-149, 2008, 査読無.

[学会発表] (計 1 件)

渡邊正英「二肢選択 CV 線形射影モデルの二段階への拡張」, 日本農業経済学会大会, 2008年3月28日, 宇都宮大学.

[図書] (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

渡邊 正英 (WATANABE MASAHIDE)

大阪経済大学・経済学部・准教授

研究者番号：50434783

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者