

CVM 評価値の検証に関する一考察
 A Test of Environmental Evaluation Using CVM*

安東 隆昌**・柿本 竜治***

By Takamasa ANDO** and Ryuji KAKIMOTO***

1. はじめに

CVM による価値評価は、他の手法では評価できない干潟や森林といった非市場財の非利用価値も評価できるという利点を持っている。しかし、アンケートの質問の仕方や質問形式を変えると、異なった評価結果が得られることがあるため、評価結果の信頼性を検証する必要がある。評価結果の信頼性を検証する1つの方法として、バイアスの有無の検証がある。本研究では、環境保全に関する負担を新課税と税再配分で行う場合の質問を同一の回答者に行い、予想される評価結果の関係を理論的に明確にし、実証分析による結果と比較することでバイアスの有無の検証に利用する。

2. 従来のバイアスの検証法

CVM におけるバイアスは多数存在する。質問形式に関わるバイアスとしては、回答者が偽りの回答を行うことが原因となって生じる「戦略バイアス」や「追従バイアス」などがある。これらのバイアスの有無を検証する方法は、回答者を2つのグループに分割し、それぞれに別の説明を行ったり、別の回答方式にしたりすることで得られた両グループの評価結果を比較するものである。両グループ間で評価結果に差が生じた場合はバイアスが存在し、差が生じない場合はバイアスが存在しないと考える。¹⁾

しかし、このような方法では、両グループの特性が同じでなければならない。また、郵送方式や訪問

留め置き方式による調査を行う場合、説明の異なるアンケートを2種類用意する必要があり、アンケートにかかるコストが高くなる。そこで、同一グループに支払形態が異なる2つの質問をすることで、理論的に得られる結果と実証分析による結果とを比較し、バイアスの有無を検証する方法を提案する。

3. 公共財の整備水準が環境財の整備に対する影響

(1) 厚生測度の定義

世帯の間接効用関数を $V(p, y, I(z), q)$ とする。ここで、 p は n 種の私的財の価格ベクトル、 y は可処分所得、 $I(z)$ は公共財の負担額が z のときの公共財の整備水準、 q は干潟の環境水準である。公共財の負担額が z_0 、干潟の環境水準が q_0 、所得から z_0 を控除した可処分所得が y_0 のときの効用水準 u_0 は、式(1)で与えられる。

$$u_0 = V(p, y_0, I(z_0), q_0) \quad (1)$$

支出関数を $e(p, I(z), q, u)$ とすると式(2)が成り立つ。

$$y_0 + z_0 = e(p, I(z_0), q_0, u_0) \quad (2)$$

効用水準以外の他の変数が固定された下で、効用水準が u_0 から u_1 へ低下したときの最小支出額の差は式(3)で表される。

$$EV = e(p, I(z_0), q_0, u_0) - e(p, I(z_0), q_0, u_1) \quad (3)$$

これは、等価的変差 (Equivalent Variation: EV) と呼ばれる効用水準の差を金銭尺度に換算した厚生測度の1つである。この考え方を環境水準の変化に応用することで、環境水準の価値を金額で表すことができる。私的財の価格ベクトル p と所得および公共財の負担額 z_0 が変化しない下で、効用水準が u_0 から u_1 へ低下するような環境水準の低下 (q_0 から q_1) が起こるとする。このときの効用水準 u_1 は式(4)で表される。

* キーワーズ：非市場財の価値，支払意志額，新課税，税再配分

** 学生員，熊本大学大学院自然科学研究科
 (〒860-8555 熊本市黒髪 2-39-1 Tel: 096-342-3537)

*** 正員，博士(学術)，熊本大学工学部

$$u_1 \equiv V(p, y_0, I(z_0), q_1) \quad (4)$$

この状況での最小支出額は(5)式である。

$$e_0 = e(p, I(z_0), q_1, u_1) = y_0 + z_0 \quad (5)$$

効用水準 u_1 の下で、環境水準が q_1 から q_0 へ改善されるとき、最小支出の節約額をこの環境変化による厚生測度（便益）とする。干潟環境保全金をもたらす便益を、a) 新課税、b) 税再配分の2つの異なる支払い形態によって計測する。

a) 支払い形態が新課税の場合

環境水準が q_0 の下で、効用水準 u_1 を達成するための最小支出額 e_1 は式(6)で与えられる。

$$e_1 = e(p, I(z_0), q_0, u_1) \quad (6)$$

効用水準 u_1 を保持するとき、 q_1 から q_0 への環境水準の変化は式(7)で与えられる節約額 C_1 をもたらす。

$$C_1 = e(p, I(z_0), q_1, u_1) - e(p, I(z_0), q_0, u_1) \quad (7)$$

この節約額 C_1 が公共財の負担に加えて、干潟環境保全のために新しく課税された場合に世帯が支払うことが可能な額（最大支払意志額）となる。

b) 支払い形態が税再配分の場合

次に、環境水準 q_0 の下で効用水準 u_1 を保持するために最小限必要な公共財の整備水準を $I(z_1)$ とすると、このときの最小支出額 e_2 は式(8)で与えられる。

$$e_2 = e(p, I(z_1), q_0, u_1) = y_0 + z_1 \quad (8)$$

効用水準 u_1 を保持するとき、 q_1 から q_0 への環境水準の変化は式(9)で与えられる公共財の負担額の軽減額 C_2 をもたらす。

$$C_2 = e(p, I(z_0), q_1, u_1) - e(p, I(z_1), q_0, u_1) = z_0 - z_1 \quad (9)$$

税再配分を行う場合、これまでの公共財の負担額から最大 C_2 だけ環境保全に廻すことができる。また、式(9)は式(7)を用いて式(10)のように書き改めることができる。

$$\begin{aligned} C_2 &= e(p, I(z_0), q_1, u_1) - e(p, I(z_0), q_0, u_1) \\ &\quad + e(p, I(z_0), q_0, u_1) - e(p, I(z_1), q_0, u_1) \\ &= C_1 + e(p, I(z_0), q_0, u_1) - e(p, I(z_1), q_0, u_1) \\ &= C_1 + \int_{z_1}^{z_0} \left(\frac{\partial e^*}{\partial z} + 1 \right) dz \end{aligned} \quad (10)$$

ここで、 e^* は z を控除した最小支出額である。

(2) 公共財の供給水準と支払意志額

式(8)の $\frac{\partial e^*}{\partial z}$ は厚生測度が評価された点における無差別曲線の傾きを示しており、公共財 z の仮想価格として解釈できることが知られている。²⁾このことから、公共財の過剰・過少供給の効果は環境質の厚生測度に次のような影響を与えている。

- a) 公共財が過少供給されていると認識している場合、 $\frac{\partial e^*}{\partial z} < -1$ となり、 $C_1 > C_2$ となる。
- b) 公共財が過剰供給されていると認識している場合、 $\frac{\partial e^*}{\partial z} > -1$ となり、 $C_1 < C_2$ となる。
- c) 公共財が適度に供給されていると認識している場合、 $\frac{\partial e^*}{\partial z} = -1$ となり、 $C_1 = C_2$ となる。

(3) CVM 評価値におけるバイアスの検証への利用

上述の(2)の結果から、公共財が過少（過剰）供給されていると認識している場合、 $C_1 > C_2$ （ $C_1 < C_2$ ）であればバイアスは生じていないといえるが、 $C_1 < C_2$ （ $C_1 > C_2$ ）であれば、回答者が過小（過大）表明しているという「戦略バイアス」が生じていると考えられる。また、公共財が適度に供給されていると認識している場合には、 $C_1 = C_2$ であればバイアスは生じていないといえるが、 $C_1 \neq C_2$ であれば、回答者のどちらかの支払い形態への抵抗バイアスが生じていると考えられる。

4. 実証分析

(1) アンケート調査概要

本研究では、ケーススタディーとして白川・緑川河口域一帯の干潟環境質の価値評価を行うため、1999年11月14日に開催された土曜日のイベントへの来訪者を対象に、白川河川敷にてアンケート調査を行った。アンケート調査は調査員による来訪者グループへの面接およびアンケート用紙への直接記入方式により行い、88のグループから回答を得た。そのうち、個人属性まで回答が得られたのは76サンプルであった。調査内容を表-1に示す。また、図-1、2に新課税と税再配分それぞれにおけるCVM

の質問例を示す。

(2) CVMによる価値評価モデル

回答者の効用関数 u が式(9)のように観測可能な部分 $V(p, y, I(z), q)$ と観測できないランダムな ε とに分けることができるとする。

$$u = V(p, y, I(z), q) + \varepsilon \quad (11)$$

回答者が干潟環境保全政策に賛成する確率は式(12)のようになる。

$$\text{Pr ob}(Yes) = \text{Pr ob}(\Delta V(C) > \Delta \varepsilon) \quad (12)$$

ここで、 $\Delta V(C)$ は新課税の場合は式(13)、税再配分の場合は式(14)で表される。

$$\Delta V(C) = V(p, y_0 - C, I(z_0), q_0) - V(p, y_0, I(z_0), q_1) \quad (13)$$

$$\Delta V(C) = V(p, y_0, I(z_0 - C), q_0) - V(p, y_0, I(z_0), q_1) \quad (14)$$

また、式(11)のランダム項がガンベル分布に従うと仮定すると、この政策への賛成確率はロジットモデルで表すことができる。

$$\text{Pr ob}(Yes) = [1 + e^{-\Delta V(C)}]^{-1} \quad (15)$$

本研究では、支払意志額の質問方法として、評価額の信頼区間が狭まり、統計的に信頼性が高まる二段階二項選択方式(ダブルバウンド方式)を採用している。具体的には、環境保全金として C 円の税金が課せられるとし、これに賛成するか反対するかを回答させ、賛成した人には初期提示額 C 円よりも高い提示額 CU 円を、反対した人には低い提示額 CL 円を示し、再度この金額に賛成するか反対するかを回答させている。初期提示額および、2回目の提示額に対する賛成や反対の意思表示の組合せは4通りあり、それぞれの確率を式(15)のロジットモデルを用いて表すと式(16)~(19)のようになる。また、対数尤度関数は式(20)のようになる。

$$P_{yy} = \text{Pr}(C|Yes, CU|Yes) = [1 + e^{-\Delta V(CU)}]^{-1} \quad (16)$$

$$P_{yn} = \text{Pr}(C|Yes, CU|No) = [1 + e^{-\Delta V(C)}]^{-1} - [1 + e^{-\Delta V(CU)}]^{-1} \quad (17)$$

$$P_{ny} = \text{Pr}(C|No, CU|Yes) = [1 + e^{-\Delta V(CU)}]^{-1} - [1 + e^{-\Delta V(C)}]^{-1} \quad (18)$$

表 - 1 アンケート調査内容

| | |
|----------|--|
| 調査日 | 1999年11月14日(日) |
| 評価対象 | 白川・緑川河口域一帯の干潟環境質 |
| アンケート方法 | 調査員による個人面接および直接記入方式 |
| 質問形式 | 二段階二項選択方式(ダブルバウンド方式) |
| 支払い形態 | 環境保全金としての ①新課税、②税再配分による課税 |
| その他の調査内容 | 台所用、洗濯用それぞれの合成洗剤 or せっけんの使用についての回答、干潟環境質に対するイメージ、性別、年齢、住所、職業、世帯年収、家族構成数、有所得者数などの個人属性 |

$$P_{nn} = \text{Pr}(C|No, CU|No) = [1 + e^{-\Delta V(C)}]^{-1} \quad (19)$$

$$\ln L = \sum (\delta_{yy} \ln P_{yy} + \delta_{yn} \ln P_{yn} + \delta_{ny} \ln P_{ny} + \delta_{nn} \ln P_{nn}) \quad (20)$$

ここで、 $\delta_{yy}, \delta_{yn}, \delta_{ny}, \delta_{nn}$ は、初期提示額および2回目の提示額への回答者の意思表示を表したダミー変数である。また、観測できる効用差 $\Delta V(C)$ には式(21)の対数関数モデルを用い、最尤推定法によりパラメータ推定を行う。

$$\Delta V(C) = \alpha - \beta \ln C \quad (21)$$

Hanemann³⁾によると、支払意志額には分布の平均値とするもの、期待値とするもの、中央値とするものの3つのアプローチがある。しかし、期待値を用いると一般的な効用の考え方と矛盾を起し、また、平均値は1つのデータに極端なエラーが生じた場合に影響を受け易いため、中央値とするものが最も望ましいとしている。このことから本研究では、賛成確率の分布の中央値、すなわち、式(15)=0.5となる時($\Delta V=0$ となる時)の C^* 円を支払意志額とする。したがって、支払意志額 C^* (新課税の場合は C_1 、税再配分の場合は C_2)は式(22)で求められる。

$$C^* = \exp(\alpha / \beta) \quad (22)$$

(3) CVMによる評価結果

両支払形態による推定結果を表-2に示す。熊本市を中心とするこの地域では、近年、国体の開催のため、公共財の供給量が増加したこともあり、現在は、公共財は過剰供給されていると認識しているこ

とが予想される。また、このような状態では、新課税による支払意志額よりも、税の再配分による支払意志額のほうが高くなるのが、3. の理論的な検証から予想される。このCVMによる実証分析より、新課税による支払意志額 C_1 は約4,800円/世帯・年程度、税再配分による支払意志額 C_2 は約8,500円/世帯・年程度となり、税再配分による支払意志額の方が新課税による支払意志額よりも高いという結果が得られた。したがって、予想と一致した結果が得られたため、今回の推定結果はそれほど大きなバイアスは生じていないと言える。

また、支払意志額に影響を及ぼしている要因について分析した結果を表-3に示す。支払意志額に性別による差はみられず、家族構成数、有所得者数はあまり影響を及ぼさない。提示額が高くなるほど回答者の効用は低くなり、干潟環境質に良いイメージを持っている人ほど、支払意志額が高くなる傾向にある。白川・緑川流域に居住している人の方が、流域外に居住している人よりも、支払意志額が高くなるという結果が得られた。また、合成洗剤ではなく、せっけんを使用している人の方が環境保全への意識が高いと考えられる。台所用、洗濯用のどちらか一方だけせっけんを使用している人では、想定通り支払意志額が高くなるという結果が得られたが、両方ともせっけんを使用している人は、パラメータの符号が負となり、t値も低く支払意志額にあまり影響を及ぼさないという結果になった。これは、両方にせっけんを使用している人は、合成洗剤より割高なせっけんを使用することで、日常生活から環境保全のためにいくらか支払っていることになるため、さらに保全金を支払うことに反対する意見が多かったこと。また、両方にせっけんを使用している人のデータ数が少なかったことなどが考えられる。このようなことから、本アンケート調査で得られた結果は想定される結果と概ね一致するため、統計的にそれほどバイアスを背負い込んでいるとは考えられない。

5. おわりに

CVMによる価値評価では、支払形態の違いにより評価結果が異なる可能性がある。本研究では、このことを理論的に明確にし、実証分析による結果と

表-2 推定結果

| 新課税 | | |
|----------------|----------|------|
| パラメータ | 推定値 | t 値 |
| α | 12.08 | 7.61 |
| β | -1.42 | 7.51 |
| 対数尤度 | -106.697 | |
| 支払意志額 (中央値) | 4843.34 | |
| 税再配分 | | |
| パラメータ | 推定値 | t 値 |
| α | 11.24 | 7.45 |
| β | -1.24 | 7.21 |
| 対数尤度 | -101.915 | |
| 支払意志額 (中央値) | 8543.78 | |

表-3 支払意志額に影響を及ぼしている要因の

| パラメータ | 推定結果 | | | |
|--------|----------|-------|----------|-------|
| | 新課税 | | 税再配分 | |
| | 推定値 | t 値 | 推定値 | t 値 |
| 性別 | 0.74 | 1.46 | -0.13 | -0.23 |
| 家族構成数 | -0.062 | -0.30 | -0.20 | -1.10 |
| 有所得者数 | 0.11 | 0.27 | 0.37 | 1.14 |
| 提示額 | -0.90 | 6.28 | -0.76 | 5.99 |
| 世帯年収 | 0.0018 | 2.03 | 0.0023 | 2.26 |
| イメージ | 6.28 | 4.36 | 5.81 | 4.04 |
| 両方せっけん | -0.95 | -1.50 | -0.29 | -0.38 |
| 片方せっけん | 1.18 | 1.35 | 2.61 | 2.20 |
| 居住地 | 1.14 | 2.46 | 1.31 | 2.60 |
| 対数尤度 | -118.929 | | -113.818 | |

比較することで、バイアスの有無の検証を行った。

今後の課題としては、公共財の整備水準をストックとして考えて理論的に証明すること。また、税再配分という支払形態には、回答者の公共財に対する価値の認識不足により過大評価される可能性がある。そこで、そこに存在している可能性があるバイアスの有無を検証すること。などがあげられる。

参考文献

- 1) 栗山浩一:環境の価値と評価手法—CVMによる経済評価—, 北海道大学図書刊行会
- 2) 矢部光保, 新田耕作, 合田素行, 西澤栄一郎:阿蘇草地景観のCVMによる経済評価, 1999年日本地域学会ディスカッションペーパー
- 3) W. Michael Hanemann : Welfare Evaluations Contingent valuation Experiments with Discrete Responses , American journal of agricultural economics No.66, pp332-341, 1984.8