

学習過程を考慮したデルファイ型 CVM の 意義と課題に関する研究

菊地 渉¹・青山 吉隆²・中川 大³・松中 亮治⁴

¹正会員 工修 ブラクストン(株)戦略事業部(〒105-0003 東京都港区西新橋 1-2-9 日比谷セントラルビル)
E-mail: wkikuchi@braxton.com

²フェロー会員 工博 京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻 教授(〒606-8501 京都市左京区吉田本町)
E-mail: aoyama@utel.kuciv.kyoto-u.ac.jp

³正会員 工博 京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻 助教授(〒606-8501 京都市左京区吉田本町)
E-mail: nakagawa@utel.kuciv.kyoto-u.ac.jp

⁴正会員 博(工) 岡山大学環境理工学部環境デザイン工学科 助教授(〒700-8530 岡山市津島中 3-1-1)
E-mail: matsu@cc.okayama-u.ac.jp

本研究では、まず CVM(仮想評価法: Contingent Valuation Method)による非市場財の価値計測に対する近年の批判的主張の内容を整理するとともに、CVM の価値計測理論において財の数量変化や所得変化などに対する回答者の認識と評価値の関係など、仮想的な状況下における人びとの選好がどのように説明されているかについて理論的に考察する。そして、それらの考察結果を踏まえ、信頼性のある評価値を計測するためには財に対する「学習」が必要であることを示したうえで、それに対応する新たな価値計測手法として CVM を応用したデルファイ型 CVM を提案する。さらに、提案した手法を用いて、ケーススタディを実施し、その手法の有用性を検証する。

Key Words : CVM, CS, ES, contingent market, process of learning, delphi technique

1. 研究の背景と目的

近年わが国においても CVM は環境財等の非市場財の価値計測手法として有用性が認められ実際に適用されている。しかし、CVM による評価値の信頼性は低いとの批判も多数存在し、CVM によって非市場財の価値計測が可能か否かという問題に関して多くの議論が行われている。

CVM による評価値の信頼性が低いと批判されている背景には、その価値計測理論である新古典派経済学の理論が、仮想的な状況下における人々の選好をモデル化しきれていないことを示す実証例が報告されていることがある。

本研究では、これらの実証例が観察された原因を探り、CVM におけるアンケートの回答者には評価対象となる財を購入する経験、及び財に対する認識を増加させるための「学習」が必要であることを理論的に明らかにする。

また、回答者に「学習」させるプロセスを含んだ新たな CVM 手法を提案し、ケーススタディを実施する。そして、その評価結果から「学習」の必要性と提案した手法の有用性を検証する。

2. CVM に対する批判

CVM においては、質問形式に問題がある場合や意図的にしろ意図的でないにしろ「真」の評価値を表明しない行動をとる人々が存在する場合、回答結果を集計する手法に問題がある場合等に、バイアスが発生するとされており¹⁾³⁾、実際に応用した事例においてもその存在の重要性が指摘されている⁴⁾⁶⁾。そして、一般的にはこれらのバイアスを排除できるか否かが、CVM の課題であるとされているが、より本質的で重要なものは、以下の4つの実証例が示すように CVM の価値計測理論においては人々の選好がモデル化されていないのではないかと指摘である。

i) スコープテスト

CVM によって信頼性の高い評価値が計測できるのであれば、評価対象の財の数量が増加(減少)すれば、CVMによる評価値も当然、増加(減少)するはずである。しかし、CVMによってはこのような財の数量弾力性は計測できない場合があることが示された⁷⁾。

ii) WTP(支払意思額:Willingness To Pay)と WTA(受入補償額:Willingness To Acceptance)の乖離

CVM の評価測度である CS(補償余剰:Compensative Surplus)と ES(等価余剰:Equivalent Surplus)は、貨幣に対する限界代替率が非常に大きい財ではない一般的な財においては、大きく乖離しないことが証明されている⁸⁾。しかし、CVM において表明される WTP と WTA は大きく乖離する場合があることが示された⁹⁾。

iii) 評価対象の財に関する情報が評価値に与える影響

CVM において、評価対象の財に関する情報量が増加すると評価値が大きく変化することが示された¹⁰⁾。

iv) WTP, WTA と実際の売買価格との乖離

ある財に対する CVM において表明された WTP あるいは WTA と、実際の売買価格が大きく乖離する場合があることが示された¹¹⁾。

CVM によって信頼性の高い評価値を推計できるとする主張では、それらの実証例は、

- ・ 情報・時間に関するバイアス¹⁾
- ・ シナリオ伝達ミス¹⁾

という「バイアス」が存在したため観察されたのであり、CVM の価値計測理論が仮想的な状況下における人々の選好をモデル化していないことを示したのではないとされている。そして、それらの「バイアス」は質問形式等を改良することにより排除可能であるため CVM によって信頼性の高い評価値を推計することは可能と結論付けられている¹²⁾。

しかし、CVM によって信頼性の高い評価値を推計することが可能であることを主張するためには「仮想的な状況下の人々の選好は CVM の価値計測理論によってはモデル化できない」という批判に理論的に応えなければならない。そのため、先述の実証例が観察された原因を「バイアス」が存在したためと片付けるのではなく、実証例で観察された人々の選好が、その理論上においても説明可能であることを示し、「バ

イアス」の発生原因、及び解決策を探ることが必要である。

3. CVM の価値計測理論とバイアス

CVM の価値計測理論によって仮想的な状況下における人々の選好をモデル化することは可能であるというためには、まず、先述の4つの実証例で観察された人々の選好は、CVM の価値計測理論によって説明可能であることを示す必要がある。

実際に存在する市場では人々は財の数量変化、所得変化を十分に認識していると言え、人々の選好を実際に観察することで、それをモデル化することも可能であろう。しかし、CVM の特徴である「仮想的」な市場では、財の数量変化、所得変化は「仮想的」であるため、それらを回答者が認識しないことが考えられる。

そこで本章では、「仮想的」な財の数量変化、所得変化を回答者が認識しなかったことが先述の実証研究例が多数観察された原因であるという仮説を理論的に検証する。

(1) 仮想的な財の数量変化と表明される CS, ES Hohen and Randoll¹³⁾は、回答者が評価値を回答する時間を制約され、かつ評価対象がなじみのない財の場合、変化後の財の数量を回答者が十分に認識しないという不確実性が存在すると主張した。そのような不確実性が CVM において存在する場合、回答者が想定する財の数量変化後の効用水準は期待効用を用いて定式化できる。そのため、財の数量に対する限界効用が逓減すれば、財の数量増加に対する CS、つまり WTP は過小評価、ES、つまり WTA は過大評価になる。その結果、Hohen and Randoll はそのような不確実性の存在が WTP と WTA の乖離の原因であると主張している。

以下 Hohen and Randoll の主張を基に、財の数量変化を回答者が十分に認識していない場合について、表明される CS, ES を理論的に検証する。

CVM で用いられる評価測度である CS は、支出関数 e 、間接効用関数 V を用いると以下のように定義できる。ただし、 U は効用関数、 m は所得、 p 、 x はそれぞれ私的財の価格、消費量を表すベクトル、 q は評価対象となる財の数量である。また、 q_0 は評価対象となる財の現状の数量、 u_0 は現状の効用水準であり、 q_1 、 u_1 はそれぞれ評価対象とな

る財の変化後の数量, 効用水準である。

$$\begin{aligned} V(p, q, m) &= \max_x \{U(x, q); px \leq m\} \\ V(p, q_1, m - CS) &= u_0 \\ e(p, q, u_0) &= \min_x \{px; U(x, q) \geq u_0\} \\ CS &= m - e(p, q_1, u_0) \end{aligned} \quad (1)$$

回答者が財の変化後の数量について十分に認識できなかった状況でCSを表明する場合, 支出関数は期待効用を用い, テーラー近似の二次の項以下を無視すると以下のように定式化できる。ただし q_1' は回答者が想定した主観的な財の変化後の数量を表す確率変数であり, q_1' の期待値である $E[q_1']$ は q_1 と等しいと仮定する。また, 効用関数 U は基数的扱いが可能であるとしている。

$$\begin{aligned} e(p, q_1', u_0) &= \min_x \{px; E[U(x, q_1')] \geq u_0\} \\ E[U(x, q_1')] &= E \left[U(x, q_1) + \frac{\partial U}{\partial q_1} (q_1' - q_1) + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 U}{\partial q_1^2} (q_1' - q_1)^2 + \dots \right] \\ &\equiv U(x, q_1) + \frac{\partial U}{\partial q_1} E[q_1' - q_1] + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 U}{\partial q_1^2} E[(q_1' - q_1)^2] + \dots \\ &\because U(x, q_1), \frac{\partial U}{\partial q_1}, \frac{\partial^2 U}{\partial q_1^2}, \dots = const \\ E[(q_1' - q_1)] &= 0 \text{ より } \frac{1}{2} \frac{\partial^2 U}{\partial q_1^2} E[(q_1' - q_1)^2] = \alpha \text{ とすると} \\ E[U(x, q_1')] &= U(x, q_1) + \alpha \\ e(p, q_1', u_0) &= \min_x \{px; U(x, q_1) \geq u_0 - \alpha\} \\ &= e(p, q_1, u_0 - \alpha) \end{aligned} \quad (2)$$

よって観察されたCSを CS' とすると以下のように表すことができる。

$$\begin{aligned} CS' &= e(p, q_0, u_0) - e(p, q_1', u_0) \\ &= m - e(p, q_1, u_0 - \alpha) \\ V(p, q_1, m - CS') &= u_0 - \alpha \end{aligned} \quad (3)$$

一方, ES は以下のように定義できる。

$$\begin{aligned} V(p, q, m) &= \max_x \{U(x, q); px \leq m\} \\ V(p, q_0, m + ES) &= u_1 \\ e(p, q, u_1) &= \min_x \{px; U(x, q) \geq u_1\} \\ ES &= e(p, q_0, u_1) - m \end{aligned} \quad (4)$$

同様に財の変化後の数量に不確実性が存在する場合の ES' は以下のように定式化できる。

$$V(p, q_0, m + ES') = u_1 + \alpha \quad (5)$$

このように, 不確実性が存在する場合における CS と ES は以上のように表すことができた。しかし, 回答者が想定した変化後の数量の期待値 $E[q_1']$ と, 実際の変化後の数量 q_1 が等しいとは限らない。そこで, それらの差を Δq とすると, 式(3)(5)は以下のように表すことができる。

$$\begin{aligned} V(p, q_1 + \Delta q, m - CS') &= V(p, q_1, m - CS') + \sum_{n=1} \frac{V^n(q_1)}{n!} (\Delta q)^n \\ &= u_0 - \alpha \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V(p, q_0, m + ES') &= V(p, q_1 + \Delta q, m) \\ &= V(p, q_1, m) + \sum_{n=1} \frac{V^n(q_1)}{n!} (\Delta q)^n \\ &= u_1 + \alpha + \sum_{n=1} \frac{V^n(q_1)}{n!} (\Delta q)^n \\ f(\Delta q) &= \sum_{n=1} \frac{V^n(q_1)}{n!} (\Delta q)^n \text{ とすると} \\ V(p, q_1, m - CS') &= u_0 - \alpha - f(\Delta q) \quad (6) \\ V(p, q_0, m + ES') &= u_1 + \alpha + f(\Delta q) \quad (7) \end{aligned}$$

式(6)(7)は, 財の変化後の数量を回答者が十分に認識していなかった場合において表明される CS あるいは ES を示している。

(2) 仮想的な所得変化と表明される CS, ES

CVM の評価尺度である CS, ES を示している式(1)(4)に着目すると, 間接効用関数は, 予算制約下において最大の効用が得られるように財の消費量を決定したときの効用を表している。つまり, CS あるいは ES は, 仮想的な状況においても回答者は WTP あるいは WTA を表明することによって所得が変化することを十分認識できるという仮定に基づいている。しかし, CVM において, WTP あるいは WTA を表明したとしても, 実際の所得は変化しないため, CVM において回答者が想定した所得変化は過小, あるいは過大である可能性がある。

以下, 仮想的な所得変化を回答者が十分に認識していない場合, 表明される CS, ES を理論的に示す。

a) CS の場合

m を現状の所得, Δm を CVM において WTP あるいは WTA を表明した際, 回答者が認識しなかった所得変化の金額とし, 表明された CS を CS' とすると以下のように表すことができる。

$$\begin{aligned}
& V(p, q_1, m + \Delta m - CS') \\
&= V(p, q_1, m - CS') + \frac{\partial V}{\partial(m - CS')} \Delta m + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 V}{\partial^2(m - CS')} \Delta m^2 + \dots \\
&= V(p, q_1, m - CS') + \beta_{CS} \\
&= u_0
\end{aligned} \tag{8}$$

ただし
$$\beta_{CS} = \frac{\partial V}{\partial(m - CS')} \Delta m + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 V}{\partial^2(m - CS')} \Delta m^2 \dots$$

式(8)は、回答者が CS' を表明した後の所得を Δm 過小に、もしくは過大に見積もったとし、間接効用関数 V を $m - CS'$ の周りで、テーラー展開している。

i) $q_0 < q_1$, すなわち評価対象の財の数量が増加する場合

この場合 CS' は WTP で表される。CS' の表明による所得の減少が仮想的であるため CS' を表明した際、回答者は減少する所得を Δm 過小評価する。また、回答者が CS' を表明した際、表明した金額だけ所得が減少することを全く認識していなければ、 $\Delta m = CS'$ 、であり所得は変化しない。以上から、 Δm がとり得る値の範囲は、 $CS' \geq \Delta m \geq 0$ であると言える。また

$$V(p, q_1, m + \Delta m - CS') \geq V(p, q_1, m - CS')$$

であるため式(8)より

$$\beta_{CS} = \frac{\partial V}{\partial(m - CS')} \Delta m + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 V}{\partial^2(m - CS')} \Delta m^2 \dots \geq 0 \tag{9}$$

となる。

式(8)(9)、 $V(p, q_1, m - CS) = u_0$ より、所得変化を回答者が認識していない場合、 $CS < CS'$ となる。

ii) $q_0 > q_1$, すなわち評価対象の財の数量が減少する場合

この場合 $-CS'$ は WTA で表される。 $-CS'$ の表明による所得の増加が仮想的であるため $-CS'$ を表明した際、回答者は増加する所得を Δm 過小評価する。また、回答者が $-CS'$ を表明した際、表明した金額だけ所得が増加することを全く認識していなければ、 $\Delta m = CS'$ である。以上から、 Δm がとり得る値の範囲は、 $CS' \geq \Delta m \geq 0$ であると言える。また、

$$V(p, q_1, m + \Delta m - CS') \leq V(p, q_1, m - CS')$$

であるため式(8)より

$$\beta_{CS} = \frac{\partial V}{\partial(m - CS')} \Delta m + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 V}{\partial^2(m - CS')} \Delta m^2 \dots \leq 0 \tag{10}$$

となる。

式(8)(10)、 $V(p, q_1, m - CS) = u_0$ より、所得変化を回答者が認識していない場合 $-CS < -CS'$ となる。

b) ES の場合

同様に ES についても、評価対象の財の数量が増加する場合は、 $ES < ES'$ であり、また評価対象の財の数量が減少する場合は、 $-ES < -ES'$ であることが式(11)(12)(13)から導かれる。

$$\begin{aligned}
& V(p, q_0, m + \Delta m + ES') \\
&= V(p, q_0, m + ES') + \frac{\partial V}{\partial(m + ES')} \Delta m + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 V}{\partial^2(m + ES')} \Delta m^2 \dots \\
&= V(p, q_0, m + ES') + \beta_{ES} \\
&= u_1
\end{aligned} \tag{11}$$

i) $q_0 < q_1$, すなわち評価対象の財の数量が増加する場合

$$-ES' \leq \Delta m \leq 0$$

$$\therefore V(p, q_0, m + \Delta m + ES') \leq V(p, q_0, m + ES')$$

$$\beta_{ES} = \frac{\partial V}{\partial(m - ES')} \Delta m + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 V}{\partial^2(m - ES')} \Delta m^2 \dots \leq 0 \tag{12}$$

ii) $q_0 > q_1$, すなわち評価対象の財の数量が減少する場合

$$ES' \geq \Delta m \geq 0$$

$$\therefore V(p, q_0, m + \Delta m + ES') \geq V(p, q_0, m + ES')$$

$$\beta_{ES} = \frac{\partial V}{\partial(m - ES')} \Delta m + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 V}{\partial^2(m - ES')} \Delta m^2 \dots \geq 0 \tag{13}$$

(3) CVM の価値計測理論と「バイアス」

式(6)(7)(8)(9)より、CVM において、仮想的な所得変化、及び財の数量変化を十分に認識していない場合において表明される WTP、及び WTA をそれぞれ CS' 、 ES' とすると以下のように表すことができる。

$$V(p, q_1, m - CS') = u_0 - \alpha - f(\Delta q) - \beta_{CS} \tag{14}$$

$$V(p, q_0, m - ES') = u_1 + \alpha + f(\Delta q) - \beta_{ES} \tag{15}$$

ただし $\beta_{CS} \geq 0$, $\beta_{ES} \leq 0$, $\alpha \leq 0$

以下、CVM の価値計測理論によっては説明できないとされている先述の実証例の原因が、回答者が仮想的な財の数量変化、または所得変化を認識していなかったことであるかどうか式(14)(15)を用いて考察する。

a) 仮想的な財の数量変化

式(14)(15)において、仮想的な財の数量変化が表明される CS あるいは ES に与える影響を表した項は α

と $f(\Delta q)$ である。

α は式(2)より、限界効用が逓減すると仮定すると

$\frac{1}{2} \frac{\partial^2 U}{\partial q^2} < 0$ であるため常に負の値をとる。また、 $E[(q_i' - q_i)^2]$ は、回答者が想定した財の変化後に得られるであろう数量の主観的な確率分布の分散である。

回答者が想定した財の変化後の数量に確信がもてない場合、つまり、CVM実施者が回答者に対して評価対象である財の変化後の数量を十分に認識させておらず、また回答のために思考する時間が十分に与えられていなければ、その主観的な確率分布の分散は大きいと考えられる。一方、回答者が財の変化後の数量を十分に認識していれば、その分散は 0 である。

以上から α の値が 0 のとき、完全に財の変化後の数量を確信していることを表し、0 でなければ、その符号は負であるため、式(14)(15)より、CS' は過小評価、ES' は過大評価となる。つまり WTP と WTA は乖離する。これは先述の Hoehn and Randal の主張と同様の結果を示している。

また α が 0 でなければ、回答者の表明する評価値が評価対象に関する情報量により変化しても不思議ではない。なぜならば、情報を与えることによって評価値が変化するということは、回答者が想定した財の変化後の量について確信していなかったことを表していると考えられるためである。つまり、情報を与えることによって評価値が変化した場合、情報を与える前に推計された WTP あるいは WTA は、回答者が想定した財の仮想的な変化後の数量に確信がもてない状況下で推計された値とも言える。

次に $f(\Delta q)$ について考察する。評価対象となる財を、限界効用が正である一般的な正常財とすると $\frac{\partial U}{\partial q} > 0$

である。よって式(6)(7)より Δq が正(負)ならば、 $f(\Delta q)$ も正(負)である。 Δq は CVM 実施者が回答者に対して評価対象となる財の変化後の数量について十分に認識させることができなければ、その絶対値は大きい値をとる。

評価対象となる財についての情報が十分に与えられ、また熟慮する時間が与えられるにつれ、回答者の想定した変化後の数量と CVM 実施者が想定させようとした財の仮想的な変化後の数量が一致すれば、その絶対値は 0 になる。そのため α 同様、 $f(\Delta q)$ が 0 でなければ回答者が表明する評価値が与えられる情報

量により変化する。

b) 仮想的な所得変化

式(14)(15)において、仮想的な所得変化が表明される CS あるいは ES に与える影響を表した項は β_{CS}, β_{ES} である。

CVM において回答者が WTP あるいは WTA を表明することによって所得が変化することを認識しているならば β_{CS}, β_{ES} は 0 になる。しかし、WTP あるいは WTA を表明することによる所得変化を認識していなければ式(9)(12)より $\beta_{CS} > 0, \beta_{ES} < 0$ であるため、式(14)(15)から表明される CS', ES' つまり WTP, WTA は共に過大評価であると言える。

また評価対象の財の数量が減少する場合においても、回答者が WTP あるいは WTA を表明することによる所得変化を認識していなければ式(10)(13)より $\beta_{CS} < 0, \beta_{ES} > 0$ であるため、式(14)(15)から表明される -CS', -ES' つまり WTA, WTP は共に過大評価であると言える。

これは、Bishop and Heberline¹¹⁾ 等が雁の狩猟権利の売買を実際に実施することによって実証した、表明した WTP よりも実際の売買では過小にしか貨幣を支払わないという批判に応えることができる。

このように CVM において仮想的な財の数量変化、所得変化を回答者が十分に認識していないことが先述の実証研究例が多数報告された原因であると考えられる。本節においてスコープ無反応性については触れなかったが、 $f(\Delta q), \alpha, \beta_{CS}, \beta_{ES}$ が 0 でなければ、CVM によって財の数量弾力性が計測できなかった事例も説明可能である。

(4) 結語

式(14)(15)は、仮想的な状況下において対象となる財の数量変化、または WTP・WTA を表明することによる所得変化を回答者が認識しなかった場合に表明される WTP・WTA を表した式である。それらの式を用いると、CVM の価値計測理論によっては説明できないとされている先述の実証例における人々の選好を説明することが可能であることが分かる。そのため、それらの実証例は CVM の価値計測理論自体を否定するものではないと考えられる。そして、CVM において財の数量変化と WTP・WTA を表明することによる所得変化を回答者に認識させることができれば信頼性の高い評価値を得ることができると考えられる。

一方、CVM によって信頼性の高い評価値を推計

できるとする主張では、財の数量変化や、WTP・WTAを表明することによる所得変化を回答者が認識できなかった場合、情報・時間に関する「バイアス」、もしくはシナリオ伝達ミスという「バイアス」が原因と見なしている。しかし、それらの「バイアス」は仮想的な市場を想定させる CVM においては必然的に発生する可能性が高い。そのため、CVM によって信頼性の高い評価値を推計できると主張するためには、それらの「バイアス」を排除することが可能な新たな方法を提案する必要があると考える。

4. デルファイ型 CVM の提案

(1) CVM における学習

一般的に、市場財に対して人々が考える価値はその財の価値付けをする経験、つまり、財を購入する経験が増加するにつれて減少し、財に対する認識が増加することによって増加するとされている¹⁴⁾。

このような価値形成の過程は、CVM において提示されたある非市場財の変化後の数量に対して、回答者が想定する式(14)(15)で示したような効用についても当てはまると考えられる。

図-1 は、横軸に対象となる財に対する情報と価値付けの経験の量と、縦軸に、ある非市場財の変化後の数量から得られる人々効用をとったものである。なお図-1の横軸で示しているように、財の情報と価値付けの経験を得ることを本研究では、「学習」と以下呼ぶこととする。

ここで、 u_1 はある非市場財の変化後のある数量から得られる「真」の効用水準である。また、 $u_1 + \alpha$ は、人々が想定した財の変化後の数量に確信が持てないという財に対する認識の不足が存在する場合、回答者が想定する変化後の財の数量から得られる効用を示している。そして、 $u_1 - \beta$ は、価値を表明する経験が不足している場合、回答者が想定する変化後の財の数量から得られる効用を示している。さらに、CVM においては評価対象が非市場財であるため、財の変化後の数量についても認識を大きく誤る可能性がある、そのような誤差を $u_1 + f(\Delta q)$ で示している。

図-1 では「学習」量が増加することにより、財そのものに対する認識が増加し、財の変化後の数量に確信が持てることよって $u_1 + \alpha$ は u_1 に近づくことを示している。また、財に対する価値を表明する経験が増加することにより、財の価値をより正確に認識できることによ

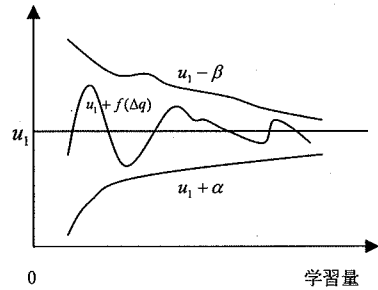


図-1 「財に対する情報と価値付けの経験(学習量)」と「想定する変化後の財の数量から得られる効用」との関係

て $u_1 - \beta$ は u_1 に近づくことを示している。同様に、「学習」量の増加と共に $u_1 + f(\Delta q)$ で表れる財の認識の誤差も減少することを示している。

図-1 のように CVM において回答者に「学習」をさせることができれば、非市場財の信頼性の高い評価値を得ることが可能であると考えられる。

厳密には市場財についてもこのような学習が必要であるが、財の価格、または財を実際に購入するという経験等から人々は情報を得ることができるため、市場財に関する人々の選好は十分学習した状況下における選好と捉えることができる。一方、CVM における仮想的な市場では、評価対象が非市場財ということもあり、財の価格も存在せず、また実際に購入した経験も皆無である。よって CVM において非市場財に対する人々の「真」の評価値を計測するためには、回答者に「学習」をさせることが必要であると考える。

(2) 「学習」に関する既存研究

CVM において回答者は「学習」が必要であることを示している研究として、Coursey, Schulze and Hovis¹⁵⁾が挙げられる。

Coursey 等は、人々が苦い薬、(SOA: Sucrose Octa-Acetate) と呼ばれる安全であるが不快を伴う薬を味わうことを避けるために貨幣を払う、または、貨幣を受け取るにより薬を味わうことに耐える、という行動が過去のその薬を味わったことがある経験とどのように関係しているかオークション形式を用いて実験した。その結果、味わう経験が増し、繰り返し価値付けする経験が増すにつれ WTP, WTA ともに収束したという結論が導かれており、CVM において回答者に「学習」をさせる必要があることが分かる。

しかし、CVM 回答者に「学習」をさせることが可能である有用な手法は未だ確立されていない。オーク

ジョンや SOA を味わさせるといった先述の研究における手法は有用であるが、評価対象が非市場財であり、回答者が多数である一般的な CVM において実行するのは容易ではない。そこで本研究では、「学習」を回答者にさせるために、デルファイ型 CVM という手法を提案する。

(3) デルファイ型 CVM の提案

デルファイ型 CVM は、その名が示す通り、デルファイ法の特徴を生かしている。デルファイ法とは、通常、有識者・専門家を対象として、将来の事象を予測する場合に用いられる。回答者の意見を集計した結果を提示しながら、回答者に意見を再考させるという質問調査を反復し、意見を交換させることによって、各回答者の意見を修正させる手法である。デルファイ法は、集団の主観確率の同定、及び意思決定問題においてコンセンサス形成の有用な手段であることが知られている¹⁶⁾。

デルファイ型 CVM では、繰り返し同一回答者に他の回答者の評価値を提示しながら CVM を実施する。その結果、回答者は財に対する価値付けの経験を積み、かつ他の回答者の評価値を参照することにより、自己の意見を修正し自己の意見に対し確信を持つようになると考えられる。財の変化を実際に経験するものではないので、市場財における「学習」とは異なるが、真の経験が不可能な財に対するひとつの手法としてデルファイ型 CVM が考えられる。

しかし、デルファイ型 CVM を実施するにあたり留意すべき点も存在する。以下に留意点を挙げる。

i) 「バイアスが含まれる情報」のフィードバック

他人の評価値をフィードバックさせる際、その評価値に財に対する認識が低い回答者の評価値が多数含まれている場合や、ランダムサンプリングがなされていない回答者集団の評価値や全く異なる他の財に対する評価値が含まれる場合、そのような情報はまさに「バイアスが含まれる情報」である。そのためデルファイ型 CVM を実施する際、参照させる回答者を選択する際には、通常の CVM において行われている方法と同様に、評価理由等を用いてアンケートの意図を取り違えていると考えられるサンプルを除外する必要がある。ただし、通常の CVM と異なり、財の変化量、及び所得変化を十分に認識していない回答者はバイアスではない。なぜならば、そのような回答者が存在するのは仮想的な市場では当然の結果であるということをデルファイ型 CVM では前提としているためである。

ii) 多数派意見に対する同調

デルファイ型 CVM では、多数派意見に同調する回答者が多数存在することが想定される。社会心理学の実証研究によると、同調、つまり多数派意見に賛成する現象が発生する原因は以下の2つに大別できる¹⁷⁾。

- ・ 自分の意見と多数派意見を比較した結果、多数派意見の方が望ましいと考察したため
- ・ 多数派意見に反対することにより受けるペナルティを回避するため

原因が前者のみであるならば問題はない。しかし、後者の原因は、デルファイ型 CVM の場合には「多数派意見と異なる意見を表明することによりペナルティは受けませんが、多数派意見に賛成しておいたほうが無難であると感じるため」と言い換えられる。このように回答者が安易に同調することによって回答が誘導されることを防ぐためには、現実的なシナリオ設定し、評価対象に対する価値を表明する際に、財の変化に対する価値を十分考察させる必要がある。

その方法は、財の特性に応じて異なると考えられるが、通常の市場財は価格を通じて財の情報が伝達され、消費者の財に対する価値が形成されることを踏まえれば、回答者が意識している市場性の程度によって、対応することが適切であると考えられる。

財には、将来においては市場財となることが認識されているもの、回答者は経験していないが市場が形成されている事例があるもの、将来においても市場が形成される可能性が低いものなどがあるが、市場形成の可能性の程度によって、財の変化による価値に対する認識度は異なると考えられる。

デルファイ型 CVM においては、財の市場を意識できることについて通常の CVM よりもさらに注意する必要があることを踏まえて、対象とする財に市場形成の可能性が全くないものについては、安易な同調が起こる可能性があることによる限界があることは認識しておく必要がある。

次章では、このような点に留意したうえで、実際にデルファイ型 CVM を用いてケーススタディを実施し、この手法の有用性を検証するとともに、CVM における「学習」の必要性を明らかにする。

5. ケーススタディ

(1) 評価対象

本研究では、デルファイ型 CVM の効果を検証する

VICS の機能を使うために、ある組織に入会しなければなりません。あなたは「入会金」としていくら支払ってもよいとお考えですか？「入会金」を支払うと永久にこのサービスは利用できます。入会金はカーナビゲーションのような車載機の費用とお考え下さい。

また、各選択肢の後に第1回目の回答結果から選択肢毎の回答比率を掲載していますので、回答する際のご参考としてご覧下さい。

1. 入会しない	前回の回答比率 (22.4%)
2. 1~20,000 円なら支払っても良い	(58.6%)
3. 20,000 円なら支払っても良い	(10.3%)
4. 40,000 円なら支払っても良い	(5.2%)
5. 60,000 円なら支払っても良い	(1.8%)
6. 80,000 円なら支払っても良い	(0.3%)
7. 100,000 円なら支払っても良い	(1.1%)
8. 120,000 円なら支払っても良い	(0.0%)
9. それ以上でも支払っても良い	(0.3%)

図-2 アンケート票サンプル

ため、ITS(Intelligence Transport Systems) サービスの一分野である VICS (Vehicle Information Communication System:高度情報ナビゲーションシステム)を評価対象とした。VICSは、将来において市場財となることが十分認識されていると考えられる財であり、回答者は財の変化に対する価値を認識して安易に他人の意見に同調しない性質の財であると考えられる。

VICS は、旅行時間を主体とする交通情報を車載装置によってリアルタイムにドライバーに提供するシステムである。ドライバーの経路選択行動を助けて交通流を分散し、全体としても交通を望ましい方向に誘導して、交通の安全と円滑をもたらすことを目的としている。

VICS は、普及後においては市場財であるが、アンケート実施時では、通常の市場が形成されるまでに至っておらず、その評価にあたっては普及後の状況を想定させる必要のある財である。

(2) アンケートの設計とデルファイ型 CVM の留意点

アンケートの対象地域は日本全国であるため、アンケート方式は日本各地に対して容易にアンケートを実施できるインターネットアンケートを用いた。

今回のケーススタディでは VICS が全国に整備された状況を想定させた上で、VICS のサービスを利用するために必要な車積装置購入費用として WTP を問うことにした。その際、図-2 に示すように、アンケートにおいては、「カーナビゲーションのような車載機の費用とお考え下さい」と付記することによって回答者が

市場を認識できるように工夫している。さらに、インターネットアンケートの特徴を生かし、VICS が全国に整備されることによって実現されるサービス内容については、建設省道路局(現国土交通省)、財団法人道路新産業開発機構の Web サイトを閲覧することによって、回答者に理解させた。

また、各回の回答結果を次の回に示すことを考慮して、質問形式としては支払いカード方式を採用することとし、2 回目以降のアンケートでは、前回の回答者の選択結果として、回答者が他人の目を気にして安易に同調することを防ぐため、全回答者の回答結果を集計し、各選択肢の選択率のみを示した。

また、支払いカード方式には範囲バイアスが存在することが指摘されているため、プリサーベイを実施してカードの提示額を検討した。

(3) アンケート実施概要

アンケート対象者はインターネットアンケート会員である 10,211 人であり、アンケートは1ヶ月に1回ずつ、3 回繰り返して実施した。アンケート2 回目以降は、前回のアンケートに回答した回答者のみを対象として実施した。通常の CVM と同様に、自由回答欄等からアンケートの意図を取り違えた回答者を除外した結果、アンケート3 回全て回答した有効回答数は 1,530 であった。

6. 学習効果の検証

本章では、前章のアンケート結果を用いて「学習」効果を検証する。

(1) 学習効果の検証方法

学習効果の検証のために WTP を推計する際、ランダム効用理論を用いて式(16)のように財の質変化前後の間接効用 V_0, V_1 の確定項を対数線形に特定化して定義した。

式(16)から、回答者が想定する財の変化後の数量(質)がどのように変化するか、また、どの程度、所得変化を認識しているかを表すパラメータを各アンケートにおいて推定することにより、デルファイ型 CVM による学習効果を検証する。

また、3 回のアンケートにおいて WTP を変更しなかった回答者を別の回答者集団とし、同じモデル式を用いて別途パラメータを推定する。これは、財に対する認知度が高く、WTP を変更しなかった回答者は、

財の変化後の数量(質)を十分に認識し、且つその対価であるWTPも確信をもって回答したと仮定したためであり、モデルのパラメータ推定結果によりこの仮定を検証する。

なお認知度が高い回答者の選定のためにアンケートにおけるVICSのサービス内容を問うクイズ形式の設問の回答結果を用いた。回答結果から数量化Ⅲ類を用いて、各回答者を認知度大,中,小に分類し、認知度大の回答者を認知度の高い回答者とした。

$$\begin{aligned}
 V_i &= a \ln(q_1 + \Delta q_i) + b \ln(m + \Delta m_i) - WTP_i + cZ \\
 &\approx a \left\{ \ln(q_1) + \frac{\Delta q_i}{q_1} \right\} + b \left\{ \ln(m - WTP_i) + \frac{\Delta m_i}{m - WTP_i} \right\} + cZ \\
 &\quad \because \frac{\Delta q_i}{q_1}, \frac{\Delta m_i}{m - WTP_i} \ll 1 \\
 &= a \left\{ \ln(q_1) + \frac{\Delta q_i}{q_1} \right\} + b \left\{ \ln(m - WTP_i) \right\} + \frac{b \Delta m_i}{m - WTP_i} + cZ
 \end{aligned} \tag{16}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta V &= V_i - V_0 \\
 &= a \left\{ \ln(q_1) + \frac{\Delta q_i}{q_1} \right\} - a \ln(q_0) \\
 &\quad + b \left\{ \ln(m - WTP_i) + \frac{b \Delta m_i}{m - WTP_i} \right\} - b \ln(m) + cZ \\
 &= a \left\{ \ln\left(\frac{q_1}{q_0}\right) + \frac{\Delta q_i}{q_1} \right\} + b \left\{ \ln\left(1 - \frac{WTP_i}{m}\right) \right\} + \frac{b \Delta m_i}{m - WTP_i} + cZ
 \end{aligned} \tag{17}$$

q_0 : 財の現状の質

q_1 : 財の変化後の質

WTP_i : アンケート i 回目において回答者が表明したWTP

Δm_i : アンケート i 回目において回答者が認識しなかった所得変化額

Δq_i : アンケート i 回目における回答者が不確実性下において想定した変化後の財の数量と実際の変化後の数量(質)との誤差(ただし、 $\Delta q_0 = 0$ と仮定)

Z : 個人属性(運転頻度ダミー)

a, b, c : パラメータ

*ただし、アンケート回数 $i=0$ は、WTPを変更せず、かつ財に対する認知度が高い回答者集団の値を表す

(2) パラメータ推定結果

式(17)からロジットモデルを構成し最尤推定法によりパラメータを推定した。パラメータ推定結果を表-1示す。

表-1に示すように、パラメータのt値、的中率、Wald

表-1 パラメータ推定結果

パラメータ	推定値	標準誤差	T値	P値
$a\{\ln(q_1/q_0)\}$	0.229	0.036	6.361	0.000
$a\Delta q_1/q_1$	-0.157	0.045	-3.453	0.001
$a\Delta q_2/q_1$	0.239	0.093	2.560	0.011
$a\Delta q_3/q_1$	0.170	0.064	2.640	0.008
b	347.688	6.509	53.418	0.000
$b\Delta m_1$	6,105.660	173.641	35.163	0.000
$b\Delta m_2$	1,712.590	228.168	7.506	0.000
$b\Delta m_3$	1,804.468	220.826	8.171	0.000
$b\Delta m_0$	2,414.869	255.038	9.469	0.000
c	-0.517	0.078	-6.638	0.000
最終尤度	-5235.75			
的中率	78.25%			
Wald統計量	3087.20			

統計量は全て有意な結果が得られた。

(3) 学習効果の検証

次に、パラメータ推定結果からデルファイ型CVMの学習効果を検証する。そのため、財の変化後の数量、及び認識しなかった所得変化額が各アンケート、または回答者集団によってどの程度異なるか、各パラメータの確率密度を導出し考察する。各パラメータの確率密度の導出方法は、各パラメータの母分散共分散行列及びモンテカルロシミュレーションを用いた。確率密度導出結果を、図-3、4に示す。

図-3の横軸は、回答者が想定した財の変化後の数量(質)を直接推定することはできないため、 $a\{\ln(q_0/q_1) + \Delta q_1/q_1\}$ を表している。モデルは回答者の属性も表しているため、各回答者が財の変化後の数量(質)を認識しているならば、 Δq_1 は0に近い値となり、図-3の横軸、すなわち $a\{\ln(q_0/q_1) + \Delta q_1/q_1\}$ は、ある程度同一の値をとるはずであり、確率密度関数の分散は小さくなる。そのため、確率密度関数の分散が大きければ、想定した変化後の財の数量(質)が回答者によって大きく異なっていることが考えられる。

また、図-4の横軸は、WTPを表明することにより所得が変化することを認識していないことを示す Δm_i の大きさを表している。回答者全員が所得変化を完全に認識していれば Δm_i は0になるため、 Δm_i が大きいほど所得変化を認識していないことが考えられる。

a) アンケート1回目

図-3より $a\{\ln(q_0/q_1) + \Delta q_1/q_1\}$ の値が負の値をとる可能性があること、つまり下方信頼限界が負の値をとることが分かる。この結果、回答者はほとんど財の変化

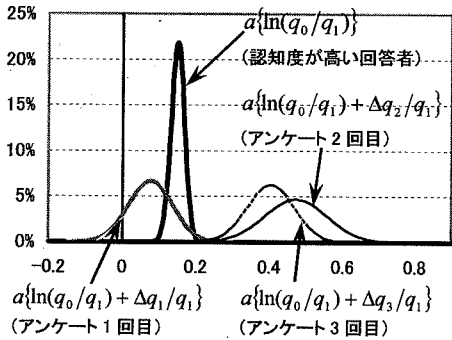


図-3 回答者が想定した財の変化後の質を含む値の確率分布

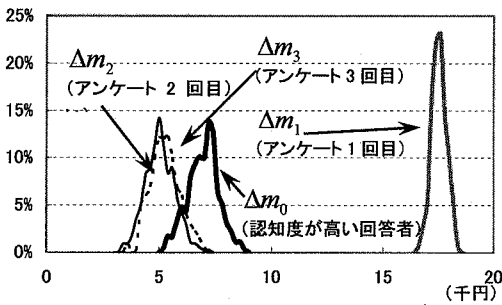


図-4 回答者が認識しなかった所得変化額の確率分布

後の数量(質)を認識しておらず、回答者によっては変化後の財の数量(質)が現状より悪化する、すなわち VICS が普及することによって車を運転する際、不便になると想定したと考えられる。VICS が普及することは財の質が向上することであり、上記の回答者の想定は矛盾しているため、財の変化を十分に認識できなかった回答者がいると考えられる。

また図-4 から Δm_1 の信頼区間を導出した結果、有意水準 5% で 16,860 円から 18,200 円の値であった。アンケート一回目の回答者の WTP の中央値が約 16,000 円であり、 Δm_1 の信頼区間よりも小さいことを考慮すると、多くの回答者は WTP を表明することによって自己の所得が減少することを考慮していない可能性があると考えられる。回答者が自己の所得が減少することを考慮すると WTP は減少することが想定され、本アンケートでは回答者は過大に WTP を表明していたことが考えられる。

b) アンケート 2 回目

図-3 より $a\{\ln(q_0/q_1) + \Delta q_2/q_1\}$ の値は正の値をとることが分かり、回答者が財の変化後の数量(質)を認識したと言える。しかし、その分散は大きくいため、回答者によって想定した主観的な財の変化後の数量(質)

が大きく異なっていることが推察される。

また図-4 から、 Δm_2 の信頼区間を導出した結果、有意水準 5% で 3,670 円から 6,327 円の値であった。アンケート1回目と比較して、2 回目では急激に、 Δm_2 の値が減少していることが分かり、回答者が所得変化を認識しつつあることが推察される。

c) アンケート 3 回目

図-3 より、アンケート 2 回目と比較して、 $a\{\ln(q_0/q_1) + \Delta q_3/q_1\}$ の期待値は減少し、さらに分散も減少している。この結果、多くの回答者が一定の値である財の変化後の数量(質)を認識しつつあると推察される。

また図-4 から、 Δm_3 の信頼区間を導出した結果、有意水準 5% で 4,080 円から 6,582 円の値であり、アンケート 2 回目と比べ大きな変化はなかったことが分かる。

d) WTP を変更しない、かつ認知度が高い回答者

図-3 より $a\{\ln(q_0/q_1)\}$ の分散が小さいことが分かる。つまり回答者全員が財の変化後の数量(質)をほぼある一定の値として認識しており、これらの回答者が想定した変化後の数量(質)が真の変化後の値に近いのではないかと考えられる。

また図-4 から、 Δm_0 の信頼区間を導出した結果、有意水準 5% で 5,548 円から 8,329 円の値であったことが分かる。

これらから WTP を変更せず認知度が高い回答者は、財の変化後の数量(質)を十分に認識しており、所得変化も十分ではないが通常の見解と比較すると認識していると推察される。

以上のように、アンケート回数を追う度に、財の変化後の質を回答者が認識しつつあることが推察されることから、デルファイ型 CVM によって回答者に財の数量変化を認識させることができる可能性があると考えられる。

また、本研究の評価対象である VICS は、既に認識があった回答者が存在し、それらの回答者を別の集団としてパラメータを推定したが、その結果から、評価対象を十分に認識していれば、変化後の質を想定することが可能であるという考察を得ることができた。

一方、WTP を表明することによる所得変化についても、アンケート1回目 Δm_1 と比較して、アンケート 2, 3 回目は小さく、所得変化についてもデルファイ型 CVM によって認識させることができる可能性があると考えられる。しかし、アンケート 3 回目においても認識できない所得変化額が約 5,000 円という大きな値

であり、また、繰り返し回数がさらに多くなると回答疲れ等によるばらつきが発生する可能性もあることも踏まえると、デルファイ型 CVM によっても所得変化を完全に認識させることが可能であると判断できない。

また財に対する認知度が高い回答者であっても Δm_0 の期待値と分散は、共に大きな値であったため、所得変化を CVM で認識することと評価対象に対する認知度や WTP を変更しないということとは、直接関係しているとは言えない。しかし、少なくとも言えることは、通常の CVM において回答者は、所得変化を十分に認識しておらず過大評価になる傾向にあり、デルファイ型 CVM を用いることにより、完全ではないが所得変化について認識を促すことができる可能性があるということである。

7. 結論

本研究の成果を以下にまとめる。

- i) CVM の価値計測理論が人々の選好をモデル化しきれていないことを示すとされてきた実証例は多数報告されている。しかし、これらは必然的に発生する可能性があり、CVM の価値計測理論においても説明可能であることを理論的に示した。
- ii) 通常の CVM では、回答者は財の数量変化、所得変化を認識することは困難であるという仮説を立て、それらの認識を促す「学習」の必要性について考察した。
- iii) 「学習」をさせる手法の一つとしてのデルファイ型 CVM を提案し、ケーススタディを実施した。そして、回答者が財の変化に対する価値を十分考察することができる財を対象とした場合について、デルファイ型 CVM の適用によって、財の認識に対する「学習」効果を検証し、その有用性を明らかにした。

本研究の成果から CVM の価値計測理論は人々の選好を十分にモデル化していないという CVM 批判に対して反論することは可能であるが、CVM によって非市場財の価値は計測できるか、という CVM そのものの適用可能性を否定するような批判には反論することはできない。なぜならば、以下の課題が依然残されているためである。

- i) デルファイ型 CVM を適用することによって、仮想的な状況下における所得変化をより正確に回答者に認識させることができる可能性はあるが、完

全に認識させることができるとは言い切れない。

- ii) 本研究では回答者が財の変化後の数量を認識することが比較的容易であると考えられる VICS が評価対象であったが、通常 CVM において評価対象となる環境財等の非市場財は、より「学習」が困難である可能性がある。

このように、CVM によって計測された評価値の信頼性については依然議論すべき課題が残されていると言える。そのため、現状では、CVM による評価値は人々の意識を集計したものと捉え、政策決定者を支援するための情報として用いることは有用であろうが、それらの評価値を断定的に用いるべきではないと言える。

しかし、非市場財の価値計測手法として適用できる可能性は大きく、そのためにも、デルファイ型 CVM の適用可能性のさらなる検証を進める必要があると考える。

参考文献

- 1) 栗山浩一：環境の価値と評価手法，北海道大学図書刊行会，1998。
- 2) 肥田野登編著：環境と行政の経済評価，勁草書房，1999。
- 3) 大野栄治編著：環境経済評価の実務，勁草書房，2000。
- 4) 林山泰久：非市場財の存在価値，土木計画学研究・論文集 No.16，pp.35-48，1999。
- 5) 関野高広，桜井慎一，横内憲久，岡田智秀：CVM による環境創造の価値評価に関する研究-東京湾での人工なぎさの造成事業を対象として-，土木計画学研究・論文集 No.16，pp.49-54，1999。
- 6) 藤原章正，杉恵頼寧：仮想市場法を用いた低床式路面電車の評価，日本都市計画学会学術研究論文集，No.35，pp.577-582，2000。
- 7) 例えば，Schkade, D. A. and Payne, J. W. : How people respond to Contingent Valuation Questions, Journal of Environmental Economics and Management, Vol.26, pp.88-109, 1994。
- 8) Randall, A. and Stoll, J. R. : Consumer's Surplus in Commodity Space, The American Economic Review, Vol.70, pp.449-455, 1980。
- 9) 例えば，Knetsch, J. L. and Sinden, J. A. : Willingness To Pay and Compensation Demanded: Experimental Evidence of an Unexpected Disparity in Measures of Value, Quarterly Journal of Economics, Vol.99, pp.507-521, 1984。
- 10) 例えば，Bergstrom, J., Stoll, J. and Randall, A. :

- Information Effects in Contingent Markets, The American Journal of Agricultural Economics, Vol.00, pp.685-691, 1989.
- 11) 例えば, Bishop, R. C. and Heberlein T. : Measuring Values of Extramarket Goods, The American Journal of Agricultural Economics, Vol.61, pp.926-930, 1979.
 - 12) 例えば, Carson, R.T. : Contingent Valuation Surveys and Tests of Insensitivity to Scope, R. J. Kopp, W. W. Pommerehne and N. Schwarz eds., Determining the Value of Non-Marketed Goods, pp.127-164, 1997.
 - 13) Hoehn, J. P. and Randall, A. : A Satisfactory Benefit Cost Indicator from Contingent Valuation, Journal of Environmental Economics and Management, Vol.14, pp.226-247, 1987.
 - 14) Hanley, N., Shogren J. F., and White, B. : Environmental Economics, Macmillan Press, 1997
 - 15) Coursey, D. L., Schulze W. D. and Hovis, J. : A Comparison of Alternative Valuation Mechanisms For Non-Market Commodities, unpublished manuscript, Department of Economics, University of Wyoming, 1983.
 - 16) 宮川公男:政策科学の基礎, 東洋経済新報社, 1996.
 - 17) 明田芳久, 岡本浩一, 奥田秀宇, 外山みどり, 山口勸:社会心理学, 有斐閣, 1994.

(2003. 1. 27 受付)

A STUDY OF DELPHI TECHNIQUE-CVM,
TAKING ACCOUNT OF THE PROCESS OF 'LEARNING'
Wataru KIKUCHI, Yoshitaka AOYAMA, Dai NAKAGAWA and Ryoji MATSUNAKA

Recently, CVM (Contingent Valuation Method) is widely applied to evaluate non-market goods. But there are still many researchers who have taken a critical stance of the measurement and methodology. So we consider their criticism and examine the reliability of the measurement of non-market goods by CVM, theoretically. And we propose Delphi Technique-CVM, applying the result to CVM. In addition, we implement the CVM questionnaire practically, and examine how reliable Delphi Technique-CVM and CVM are.