

CVMにおける支払方法の違いによる WTP 評価値の違いに関する考察

大野栄治¹・山田淳大²・大洞久佳³

¹正会員 博(工) 名城大学教授 都市情報学部 (〒509-0261 岐阜県可児市虹ヶ丘 4-3-3)

E-mail: ohno@urban.meijo-u.ac.jp

²学生会員 名城大学大学院都市情報学研究科修士課程 (〒509-0261 岐阜県可児市虹ヶ丘 4-3-3)

³正会員 博(都市情報) トヨタ自動車株式会社 環境部 (〒471-8571 愛知県豊田市トヨタ町1 番地)

本研究では、CVMにおける支払方法の違いによる WTP 評価値の違いに着目し、その違いを消費者行動理論に基づいて説明することを試みた。その結果、海面上昇対策便益の計測を通じて、毎年の WTP と毎月の WTP との関係より、月間 3.665% の割引率が存在することがわかった。また、毎年の WTP から一生涯の WTP を求める数値シミュレーションを通じて、毎年の WTP と一生涯の WTP との関係をおおよそ説明するモデルを構築することができた。

Key Words: consumer behavior theory, contingent valuation method, payment measures, willingness to pay

1. はじめに

仮想市場評価法 CVM (Contingent Valuation Method) は、あらゆる環境質の経済評価に適用可能であり、これまでに多くの適用実績がある。しかし、CVM に必要な表明選好データを得るためのアンケート調査の設計如何によって評価結果が歪められることもあり、現実には CVM による評価値に対して大きな信頼を置くことができないという問題がある¹⁾。

米国商務省海洋大気管理局 NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) では、CVM による評価値の信頼性を高めるために、一般項目・調査項目・目標項目ごとに包括的なガイドラインが策定されている²⁾。また、これまでの CVM 研究において、評価値の信頼性を高めるための提案が数多く蓄積されている³⁾。しかし、これまでに「評価の歪」を完全になくす方法はまだ出現していない。

本研究では、CVM における支払方法の違いによって支払意思額 WTP (Willingness to Pay) の評価値が異なることに焦点を当てる。そして、ここでは WTP 評価値の違いを「評価の歪」として扱うのではなく、それらを真値

と仮定し、そのときの理論的背景を追究する。

2. 支払方法の違いによる WTP 評価値の違い

CVM における WTP に関する質問において、支払方法は重要な要素である。支払方法は支払手段と支払単位によって形成される。さらに、支払手段としては税金・寄付金・利用料など、支払単位としては毎月・毎年・一回限りなどが採用される。

先行研究⁴⁾では、支払手段の違いによる WTP 評価値の変動を分析し、支払方法に対する公平感が WTP の結果に影響を与えることを明らかにした。支払単位の違いについては、多くの評価事例が「支払単位が短いほど、WTP 評価値(単位を揃えた数値)が大きくなる」ことを示しているが、「どの支払単位で WTP を評価するのが望ましいのか」については言及を避けている。また、この問題を解明した理論研究は見当たらない。

本研究では、支払単位の違いによる WTP 評価値の違いに着目し、その違いを消費者行動理論に基づいて説明することを試みる。

3. 支払方法の違いによる WTP の計測

(1) アンケート調査の概要

WTP の計測に用いたデータは「地球温暖化による海面上昇問題に関するアンケート」を実施して得た。調査項目は以下のとおりである。

- (1) 海面上昇に対する意識について
- (2) 海岸上昇の影響について
 - ・海面上昇による被害を受ける対象
 - ・海面上昇の被害の影響度
- (3) 海面上昇の対策について
 - ・海面上昇対策に対する支払意思額
 - ・一律の金額（一生涯、毎年、毎月）
 - ・任意の寄付金（一生涯、毎年、毎月）
- (4) 個人属性（年齢、性別、職業、年収、住所）

(2) アンケート票の設計

海面上昇対策に対する WTP を計測するために、被験者に表-1 のシナリオを提示し、各地方の海面上昇の対策に必要な費用をその地方の住民で負担するという政策についての賛否をたずねた。

ここで、支払手段として、(1) 一律の金額、(2) 任意の寄付金の 2 パターンを設定した（表-1 のシナリオの（注 1）に該当する）。なお、「一律の金額」と「任意の寄付金」はそれぞれ税金と寄付金を意図しているが、特に税金に対する拒否感の影響をなくすことと、支払いの任意性の違いを強調するために、このような表現を採用した。また、支払単位としては、(1) 一生涯、(2) 毎年、(3) 毎月の 3 パターンを設定した（表-1 のシナリオの（注 2）に該当する）。したがって、各被験者に対して合計 6 パターンのシナリオを提示し、回答してもらった。

(3) アンケート調査の実施

アンケート調査は、2003 年 2 月下旬に東海 3 県（愛知県・岐阜県・三重県）の居住者を対象にして、インターネット利用のアンケート調査を実施した。その結果、553 件の回答が得られた。なお、今回のインターネット利用のアンケート調査では、各票が無効票にならないようにコンピュータ・プログラムで制御した。すなわち、回答に不備や矛盾があると、画面上に警告文が表示され、回答者が次の画面に進めないようにした。したがって、回答数 553 件のすべてが有効回答であった。

また、アンケートの回収に際しては、被験者の居住地分布が東海 3 県の人口比に近似した分布になるように配信し、受信した。その結果、被験者の居住地分布は計画のとおりとなった。その他の属性分布（性別・年齢・職業・年収）は以下のとおりである。

表-1 WTP を計測するためのシナリオ

問. あなたが海面上昇によって受ける被害額を計測するために、**仮想的な質問**をします。ただし、いずれの質問においても、海面が**今後 100 年間に 1m 上昇**（毎年 1cm の速さで上昇）すると想定してください。

日本の沿岸域を海面上昇から守るため、仮に全国民より **（注 1）** を徴収して各地方で集まった金額をその地方の海面上昇の対策に充てるといふ政策が提案されたと想定してください。また、この政策が実施されると、その地方の沿岸域は海面上昇による影響はほとんどなくなるが、逆にこの政策が実施されないと、海面上昇に対して無防備になると想定してください。あなたはその対策費として **（注 2）** いくらまでならば支払ってもよいと思われますか？ 当てはまるものに 1 つ〇をつけてください。

なお、この金額を支払うことにより、あなたの購入できる別の商品やサービスが減ることを十分念頭においてお答えください。また、この金額は海面上昇による被害を経済的に評価するために想定したものであり、実際に徴収しようとするものではありません。

【毎月の場合】

- | | |
|----------------|--------------|
| 1. 100 円 ～ | 15. 70,000 円 |
| 16. 70,001 円以上 | 17. 99 円以下 |
| 18. 支払いたくない | |

【毎年の場合】

- | | |
|-----------------|---------------|
| 1. 1,000 円 ～ | 15. 700,000 円 |
| 16. 700,001 円以上 | 17. 999 円以下 |
| 18. 支払いたくない | |

【一生涯の場合】

- | | |
|-------------------|-----------------|
| 1. 10,000 円 ～ | 15. 7,000,000 円 |
| 16. 7,000,001 円以上 | 17. 9,999 円以下 |
| 18. 支払いたくない | |

（注 1） 「一律の金額」、「任意の寄付金」のうちからいずれかが入る。

（注 2） 「一生涯に」、「毎年」、「毎月」のうちからいずれかが入る。

【被験者の性別分布】

男：52.1% 女：47.9%

【被験者の年齢分布】

20 歳未満： 2.4%	20～29 歳： 21.9%
30～39 歳： 41.4%	40～49 歳： 25.3%
50～59 歳： 6.1%	60 歳以上： 2.9%

【被験者の職業分布】

第1次産業 : 0.3%	第2次産業 : 2.4%
第3次産業 : 32.8%	公務員 : 10.3%
主婦 : 38.4%	学生 : 8.7%
無職 : 5.3%	その他 : 1.9%

【被験者の年収分布】

200万円未満 : 8.4%	200～399万円 : 15.6%
400～599万円 : 32.0%	600～799万円 : 22.0%
800～999万円 : 11.0%	1,000万円以上 : 11.0%

(4) WTPの計測結果

海面上昇対策に対する WTP の計測結果を図-1 に示す。なお、この計測結果 (図-1) は、支払手段の違い (「一律の金額」vs「任意の寄付金」) による WTP の比較を論じた先行研究⁴⁾の成果の一部である。したがって、計測手順の詳細に関する記述は、本稿では省略する。

図-1 において支払単位毎の WTP を単純に比較すると、「一律の金額」「任意の寄付金」のいずれの支払手段においても「生涯の WTP」>「毎年の WTP」>「毎月の WTP」という関係が成り立っている。これは支払単位が異なるため当然の帰結である。次章では、このような支払単位の違いによる WTP 評価値の違いについて、消費者行動理論から考察する。

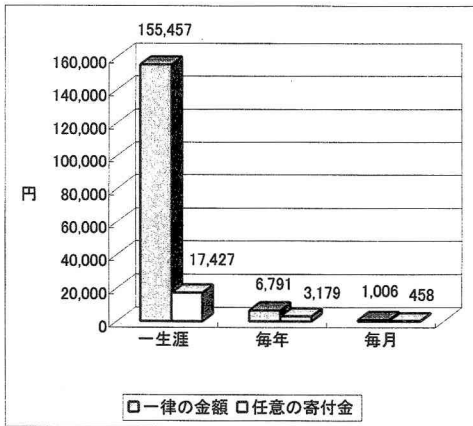


図-1 WTP の計測結果

4. 理論モデル

(1) 消費者行動の定式化

環境変化に対する人々の WTP は、消費者行動の結果として評価されるものとする。そこで、次のような予算制約下での効用最大化行動を定式化する。

$$\max_{x_1, x_2, x_3} u[x_1, x_2, x_3; z] \quad (1)$$

$$s.t. \quad p_1 x_1 + p_2 x_2 = I_m \quad (2)$$

$$12p_1 x_1 + 12p_2 x_2 + p_3 x_3 = I_y \quad (3)$$

ただし、 $u[\cdot]$: 効用水準

$x_{1,2}$: 日常消費財の消費量 (毎月)

x_3 : 非日常消費財の消費量 (毎年)

z : 環境水準

$p_{1,2}$: 日常消費財の価格

p_3 : 非日常消費財の価格

I_m : 月収

I_y : 年収

ここで、式(2)は毎月の予算制約式、また式(3)は毎年の予算制約式である。そして、式(1)には次のような指数型効用関数を特定する。

$$u = kx_1^{a_1} x_2^{a_2} x_3^{a_3} e^{bz} \quad (4)$$

ただし、 k, a_1, a_2, a_3, b : 未知のパラメータ

この最大化問題を解くと、以下の需要関数が得られる。

$$x_1^* = \frac{a_1 I_m}{(a_1 + a_2) p_1} \quad (5)$$

$$x_2^* = \frac{a_2 I_m}{(a_1 + a_2) p_2} \quad (6)$$

$$x_3^* = \frac{I_y - 12I_m}{p_3} \equiv \frac{I_y'}{p_3} \quad (7)$$

また、式(5)(6)(7)を式(4)に代入すると、次の間接効用関数式が得られる。

$$u^* = k \left(\frac{a_1 I_m}{(a_1 + a_2) p_1} \right)^{a_1} \left(\frac{a_2 I_m}{(a_1 + a_2) p_2} \right)^{a_2} \left(\frac{I_y'}{p_3} \right)^{a_3} e^{bz} \quad (8)$$

(2) 環境改善便益の定義

本研究では、CVMによる便益評価を想定しているため、環境水準の変化が市場に影響を与えないような場合を考える。そして、環境水準が $z^0 \rightarrow z^1$ と変化する場合の便益を等価余剰ES (Equivalent Surplus) によって次のように定義する。

$$u^*(z^0, I_m + ES_m, I_y') = u^*(z^1, I_m, I_y') \quad (9)$$

$$u^*(z^0, I_m, I_y' + ES_y) = u^*(z^1, I_m, I_y') \quad (10)$$

ここで、式(9)の ES_m は月収を基礎とした便益、また式(10)の ES_y は年収を基礎とした便益である。

式(9)(10)を式(8)に適用し、 ES_m および ES_y につい

て解くと、次式が得られる。

$$ES_m = \left(\exp \left(\frac{b(z^1 - z^0)}{a_1 + a_2} \right) - 1 \right) I_m \quad (11)$$

$$ES_y = \left(\exp \left(\frac{b(z^1 - z^0)}{a_3} \right) - 1 \right) I_y' \quad (12)$$

ここで、式(11)は毎月の便益、また式(12)は毎年の便益である。これらをCVMで評価する場合、 ES_m は毎月のWTP、また ES_y は毎年のWTPに相当する。

(3) ES_m と ES_y との関係

消費者が将来の不確実性を考慮しなければ、理論的には $ES_y = 12 \times ES_m$ となる。しかし、多くの評価事例は $ES_y < 12 \times ES_m$ となることを示しており、1年という短い期間であっても将来価値を割り引いていることがわかる。すなわち、 ES_m と ES_y との関係は、月間割引率 r_m を用いて、次のように表されるであろう。

$$ES_y = \sum_{i=0}^{11} \frac{ES_m}{(1+r_m)^i} \quad (13)$$

(4) ES_y と ES_L との関係

式(13)と同じ考え方によると、 ES_L （一生涯のWTP）は次のように表されるであろう。

$$ES_L = \sum_{j=1}^L \frac{ES_y}{(1+r_y)^{j-1}} \quad (14)$$

ただし、 L ：寿命（平均寿命）

t ：現在の年齢

r_y ：年間割引率

ここで、式(13)が1年という短期の関係式であるのに対して、式(14)は数年から数十年に及ぶ長期の関係を表す式でなければならない。そのためには、長期的に変化してWTPに影響を及ぼす要素を式(14)に組み込む必要がある。本研究では、その要素として「年収の変化」「社会資本に対する恩恵意識の変化」「環境変化の不確実性」の3つを取り上げる。

まず、「年収の変化」について、日本社会における一般的な労働者の年収は勤続年数に伴って増加傾向にある。また、定年（60歳）によって労働収入が無くなり、年金収入へと移行する。そこで、式(14)の ES_y に組み込まれている年収 I_y を年齢の関数で与える。

次に、「社会資本に対する恩恵意識の変化」について、利他的な効用を考慮しなければ、寿命を意識するような年齢になると、社会資本に対する恩恵の意識や期待度が徐々に薄れていくと考えられる。そこで、式(14)の ES_y に組み込まれている環境水準 z のパラメータ b を年齢

の関数で与える。

最後に、「環境変化の不確実性」について、地球温暖化が切迫した国際問題として認識されているので、WTPの対象となる将来の環境変化は不確定である。そこで、式(14)の ES_y に組み込まれているパラメータ b に環境水準 z の変動幅を掛けることとする。

以上より、 ES_L を次のように変形する。

$$ES_L = \sum_{j=1}^L \frac{(A^{\omega \pi [j]} - 1) I_y' [j]}{(1+r_y)^{j-1}} \quad (15)$$

$$A = \exp \left(\frac{b(z^1 - z^0)}{a_3} \right) \quad (16)$$

ただし、 ω ：環境水準の年間変動係数

$\pi[\cdot]$ ：社会資本に対する恩恵意識係数

5. 数値シミュレーション

(1) 年間割引率の設定

ES_m と ES_y との関係を論じた先行研究⁵⁾において、次の関係式が推定されている。なお、支払手段については「一律の金額」を採用している。

$$ES_m = 0.00189 \times I_m \quad (17)$$

$$ES_y = 0.00375 \times I_y' \quad (18)$$

ここで、年収が約500万円（ $I_m = 30$ 万円、 $I_y' = 150$ 万円）である平均的な消費者についてWTPを計算すると、 ES_m は567円/月、また ES_y は5,625円/年となる。これらのWTPはほぼ年収に比例するが、年収が月収の17倍（12ヶ月分の給与と5ヶ月分の賞与）である消費者については、毎年のWTPと毎月のWTPとの比率はこの例と同じ比率（約10倍）になる。

さて、上記の ES_m と ES_y を式(13)に代入すると、次の関係式が得られる。

$$\sum_{i=0}^{11} \frac{1}{(1+r_m)^i} = 9.921 \quad (19)$$

式(19)より、月間割引率 r_m は次のようになる。

$$r_m = 0.03665 \quad (20)$$

式(20)に基づいて12ヵ月後の割引率（すなわち年間割引率 r_y ）を求めると、0.5402となる。この値は、現在の日本の公共事業評価で用いられている年間割引率0.04と比べると13.5倍の大きさである。しかし、この13.5倍という乖離の原因が不明であるため、以下の数値シミュレーションにおいて年間割引率0.5402を用いることは避けた。そこで、この乖離に関する原因の究明は今

後の課題とし、以下では $r_y = 0.04$ とする。

(2) 年収の設定

まず、年収が月収の17倍(12ヶ月分の給与と5ヶ月分の賞与)である消費者を想定する。そして、年収 $I_y[\cdot]$ を図-2のような年齢の関数で設定し、 $I_y[\cdot]$ を $I_y[\cdot] \times 5/17$ で与える。

(3) 社会資本に対する恩恵意識係数の設定

社会資本に対する恩恵意識係数 $\pi[\cdot]$ を図-3のような年齢の関数で設定する。すなわち、定年(60歳)までは $\pi = 1.0$ で推移し、その後減少して、平均寿命(80歳)で $\pi = 0.0$ となるように与える。

(4) 環境水準の変動係数の設定

環境水準の年間変動係数のについては、金融工学の分野で発展したリアルオプション・アプローチにおけるボラティリティとしてしばしば用いられる数値を目安にして、変動の上限を年間+2%、下限を年間-2%と設定する。その結果、環境水準の変動係数は図-4のようになる。

(5) ES_L の数値シミュレーション

以上の設定に基づいて、年齢別 ES_L の数値シミュレーションを行った。そのうち、20・30・40・50歳の ES_L をそれぞれ図-5・6・7・8に示す。ここで、図中の「変動なし」のケースは環境水準の変動がない場合のシミュレーション結果を示しているが、このケースの ES_L はそれぞれ137,468円(20歳)・150,666円(30歳)・142,655円(40歳)・103,261円(50歳)となる。これらの数値は、図-1に示した「生涯のWTP(一律の金額)」におおよそ一致しており、本シミュレーション・モデルが的の外れていないことがわかる。

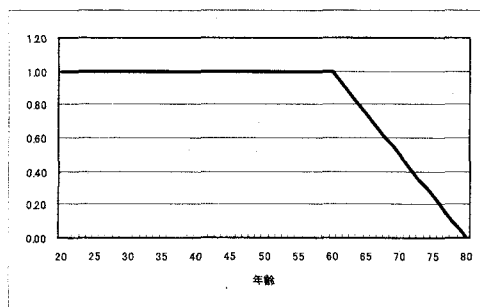


図-3 社会資本に対する恩恵意識係数の設定

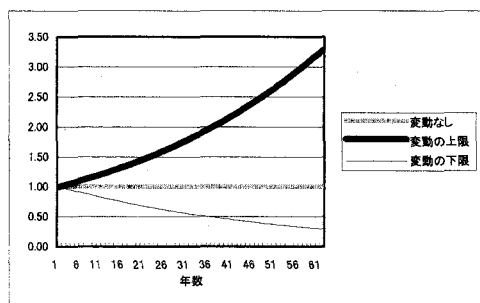


図-4 環境水準の変動係数の設定

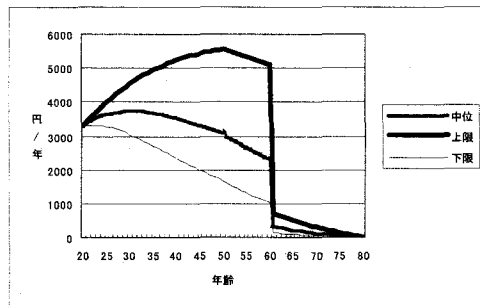


図-5 現在20歳の個人の ES_L

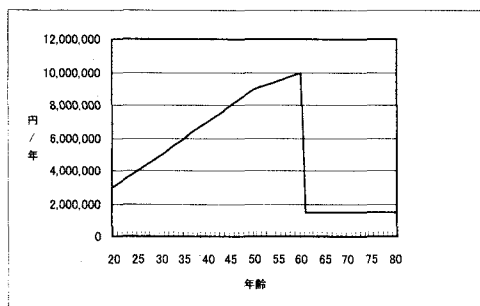


図-2 年収の設定

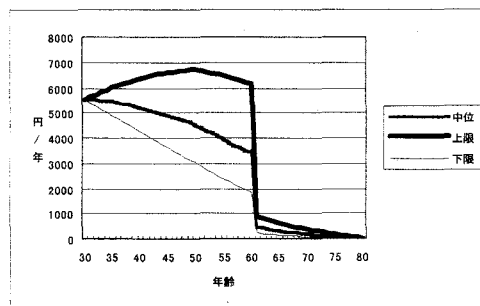


図-6 現在30歳の個人の ES_L

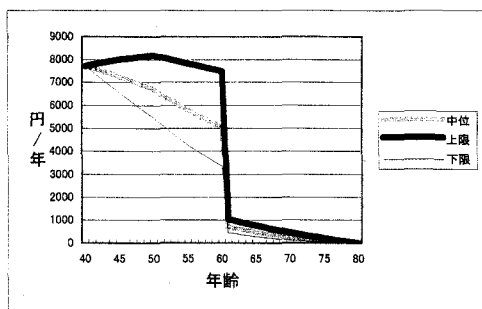


図-7 現在40歳の個人の ES_L

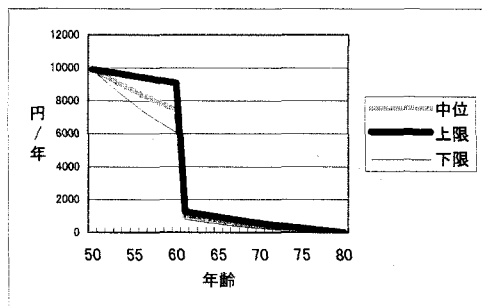


図-8 現在50歳の個人の ES_L

6. まとめ

本研究では、支払単位の違いによるWTP評価値の違いに着目し、その違いを消費者行動理論に基づいて説明することを試みた。その結果、海面上昇対策便益の計測を通じて、毎年のWTPと毎月のWTPとの関係より、月間

3.665%の割引率が存在することがわかった。また、毎年のWTPから一生涯のWTPを求める数値シミュレーションを通じて、毎年のWTPと一生涯のWTPとの関係をおおよそ説明するモデルを構築することができた。

しかし、本シミュレーション・モデルのパラメータは現実を見据えて設定しているが、あくまでも仮想数値である。また、年間割引率については、本研究における推定値と実務で用いられている数値との乖離が非常に大きい。これらの問題への対応については、今後の課題としたい。

参考文献

- 1) 大野栄治：CVM（仮想市場評価法）、大野栄治編：環境経済評価の実務、第5章、勁草書房、pp.83-104、2000。
- 2) Arrow, K., Solow, R., Portney, P., Leamer, E., Radner, R. and Schuman, H.: Report of NOAA Panel on Contingent Valuation, Federal Register, Vol.58, No.10, pp.4601-4614, January 15, 1993.
- 3) 栗山浩一：環境評価手法の具体的展開、吉田文和・北畠能房編、環境の評価とマネジメント、第3章、岩波書店、pp.67-96、2003。
- 4) 大野栄治・大洞久佳：CVMによる海面上昇対策便益の計測—支払手段の違いによるWTPの比較—、沿岸域学会誌、Vol.16, No.1、印刷中、2004。
- 5) 山田淳大・大野栄治：CVMにおける支払単位の異なるWTPの単位換算法の提案、土木計画学研究・講演集、Vol.30(CD-ROM)、2004。

Study on Difference of WTPs Evaluated by Different Payment in CVM

Eiji OHNO, Akihiro YAMADA and Hisayoshi OHORA

This study focuses on the difference of WTPs evaluated by different payment in CVM, and tries to explain the difference based on the consumer behavior theory. Through a case study on measurement of benefit by countermeasures against sea level rise, the result has indicated that there is 3.665% of monthly discount ratio. And a simulation model, which can explain the relation between WTP every year and WTP once in one's life, has been constructed through the numerical simulation.