

水質浄化事業による環境改善便益の計測

Measurement of Environment Improvement Benefits by Water Purification Project

高木 朗義* 大野 栄治**
Akiyoshi TAKAGI* and Eiji OHNO**

ABSTRACT: The environment value is divided into several values; use value (UV), option value (OV), vicarious value (VV), bequest value (BV), existence value (EV) and ecosystem value (EcoV). This study tried to measure the environmental improvement benefits by the water purification project at the ISE-Bay Area, which is a prominent bay in Japan. By using the contingent valuation method (CVM) and the zone travel cost method (ZTCM), all environment values improved by the project were measured, and difference between results of two methods were examined. The CVM results indicated that the benefits is 59.9 [billion yen a year], where UV / OV / VV / BV / EV / EcoV are 9.5 / 9.4 / 8.7 / 10.2 / 10.4 / 11.7 [billion yen a year] respectively. The ZTCM results indicate that the benefits is 41.6 [billion yen a year], which includes UV only and is about four times of UV evaluated by the CVM.

KEYWORD: environment improvement benefit, contingent valuation method(CVM), zone travel cost method(ZTCM), water purification project

1. はじめに

大気、水質、雰囲気などの自然資源は、利用者に多くの便益をもたらすにもかかわらず、無料で提供される非市場財（市場価格をもたない財）であるため、環境改善事業による便益が認識されないことが多い。しかし、自然資源は限られている。一方、人々は効用を最大化するように資源を配分しようとする。環境という財やサービスが無料で提供されるという状況で、自然資源の配分を自由市場に任せれば、そのような財やサービスは過剰消費され、やがて深刻な環境問題を招くことになる。持続可能な発展を考える場合、適正な資源配分を行うことが重要であり、そのために環境を経済的に評価することが求められる。

さらに、持続可能な発展を今後の政策課題とするならば、事業によって市場に反映される利便性向上の便益のみならず、市場には反映されない環境の変化を貨幣価値で表現した環境改善便益（あるいは環境悪化被害）を計測し、広義の便益と費用を比較し、事業の社会的効率性を見ることも重要である。そして、環境の変化や自然資源の減耗を経済指標に何らかの形で反映させることによって、経済至上主義的な発展態度に疑問を投げかけ、経済活動を修正させることは、持続可能な発展を具体化するために必要なことである。

本研究では、日本有数の大きさを誇る伊勢湾岸地域において、現在計画中の下水道高度処理整備などによる水質浄化事業に対し、当該事業による環境改善便益の計測を試みた。ここでは、後述する各種の環境価値を計測することとし、そのためのアンケート調査を設計・実施した。また、評価手法による評価値の違いを比較検討す

るため、便益評価には仮想市場評価法CVM(Contingent Valuation Method)および地域旅行費用法ZTCM(Zone Travel Cost Method)の2手法を採用した。

2. 環境価値の分類

本研究の評価対象となる環境価値は、利用価値と非利用価値に大別される。前者はその環境が提供されている場所を利用することによって発生する満足感であり、また後者はその場所を利用しなくても発生する満足感を意味する。

さらに、前者は直接的利用価値（今、自分がその場所を訪ねることによって得られる満足感）、間接的利用価値（今、自分がその場所の写真や映像などを通じて楽しむことによって得られる満足感）、オプション価値（今は利用しないが、将来的に自分がその場所を利用できる可能性が開かれていることによって得られる満足感）、代位価値（自分は利用しないが、他の誰かがその場所を利用することによって得られる満足感）、遺贈価値（自分は利用しないが、将来的に自分の子供や孫がその場所を利用することによって得られる満足感）に分類される。また、後者は存在価値（利用することとは関係なく、良好な場所が存在するという事実から得られる満足感）、生態系の価値（利用することとは関係なく、良好な場所に棲む生きものが守られたり、数少なくなった生きものが戻ってきたりすることによって得られる満足感）に分類される。

本研究では、以上の環境価値のすべてに着目し、伊勢湾の水質浄化事業による環境改善便益を評価する。なお、価値の分類方法には諸説があり、例えば、生態系の価値

* 中日本建設コンサルタント(株) 計画本部 Planning Department, Nakanihon Engineering Consultants Co., Ltd.

** 名城大学都市情報学部 Department of Urban Science, Meijo University

を独立的に扱う立場（すなわち、生態系の利用価値、オプション価値、代位価値、遺贈価値、存在価値という分類）もある。

3. 環境評価に関する既存手法の概要

環境変化の経済的評価法は様々な教科書等に紹介されている。ここでは、それを体系的に整理している森杉²⁾、大野・林山³⁾をベースに最近の情報⁴⁾を踏まえて既存手法の概要、長短所について述べる。

環境変化の経済的評価法は、個別計測法と総合計測法に大別される。前者は、間接効果が相互に打ち消し合うという理論に基づき、各項目への直接効果を個別に貨幣価値に変換して、これを合計する方法である。この方法の長所は具体性があるという点であるが、短所としては二重計測や計測漏れの恐れがあるという点があげられる。後者は、各項目への直接効果のみならず間接効果をも総合的に計測する方法であり、二重計測や計測漏れの恐れがないという長所、ならびに影響項目を具体的に表示することが困難であるという短所を持つ。

環境変化の経済的評価法には、消費者余剰法 C S M (Consumer's Surplus Method)、仮想市場評価法 C V M (Contingent Valuation Method)、コンジョイント分析法 C A M (Conjoint Analysis Method)、ヘドニック価格法 H P M (Hedonic Price Method)、直接支出法 D E M (Direct Expenditure Method)、応用一般均衡分析 C G E (Computable General Equilibrium)などの方法がある。

① 消費者余剰法 C S M

消費者余剰法とは、環境と密接に関係する私的財の市場を見つかることができれば、その市場における需要者の消費者余剰の変化分がその環境変化の評価値を示しているとの理論に基づく計測法である。ここで、ある財の消費者余剰は、「消費者がその財をなしで済ませるくらいなら支払ってもよいと考える最大支払許容額の合計から、実際にその財の購入のために支払った金額の合計を差し引いたもの」で定義される。

消費者余剰法は、レクリエーション価値（前述の利用価値）の評価を対象にして開発された個別計測法の一つであり、旅行費用法 T C M (Travel Cost Method)と呼ばれている。しかし、理論的には、適用範囲をレクリエーション価値に限定する必要があるほど一般性を持っている。騒音、大気汚染、温暖化による海面上昇などは地域的に限定されるので、土地市場に着目して消費者余剰分析を正確に行えば、少なくともその利用価値を正確に捉えることができる⁵⁾。このように使った場合の消費者余剰法は総合計測法とみなすこともできる。

② 仮想市場評価法 C V M

仮想市場評価法とは、アンケートにより直接人々にその環境改善を受け入れるための支払意思額あるいはその

環境改善をあきらめるための受取補償額を尋ねる方法であり、前述の環境価値のすべてを計測することができる。しかし、補償的偏差や等価的偏差の定義に忠実ではあるが、その結果に対して信頼をどの程度置くことができるかが問題となる。すなわち、アンケートに対して表明した金額に様々なバイアスが含まれていると指摘されている。例えば、歪んだ回答を行う誘因によるバイアス（戦略バイアス、追従バイアスなど）、評価の手掛かりを与える情報によるバイアス（開始点バイアス、範囲バイアスなど）、シナリオの伝達ミスによるバイアス（評価対象の伝達ミス、状況の伝達ミスなど）などがある⁶⁾。しかし、例えば、稀少生物の価値の推定を行う場合には、この方法以外の適当な方法は見当たらない。このため、やむをえずこの方法が採用されることが多い。

③ コンジョイント分析法 C A M

コンジョイント分析法はマーケティングの分野で発展してきた方法であり、C V Mと同様にアンケートによる評価法である。この方法の特徴は、C V Mが単一属性の評価に限定されていることにに対し、多属性の政策代替案の選択結果から属性毎の限界支払意思額を明らかにできるという点である。また、アンケートにおいて金額を直接聞かないことから、C V Mで指摘されるバイアスが緩和されると予想される。しかし、環境評価の分野でこの方法が注目されるようになったのは最近であり、適用例もそれほど多くない⁷⁾。この方法の有効性については今後の研究蓄積に委ねられる。

④ ヘドニック価格法 H P M

ヘドニック価格法とは、多くの場合、環境変化の資産価値または賃金率への影響分をその経済評価値とする手法である。騒音・大気汚染の資産価値への影響や健康の賃金率への影響の評価に適用されている。後者の場合は健康という個別の影響を計測しているのに対して、前者の場合は個別計測ではなく総合計測を行っているといえる。

ヘドニック価格法を総合計測法として適用する場合、理論的にはこの方法は正確ではない。この方法が正確であるためには、個人や企業の移転が自由で、その移転が他の地域に何の影響ももたらさないという small-open の仮定を必要とする。現実問題として、この仮定は大変厳しい。

⑤ 直接支出法 D E M

直接支出法とは、環境被害を受けた個人または企業が被害を軽減するために要する支出額の増加分で計測する方法である。なお、支出が事前の防止費用である場合には防止費用法 A E M (Averted Expenditure Method)、事後の再生費用である場合には再生費用法 R C M (Replacement Cost Method)、環境悪化に伴う追加的医

療費である場合には適用効果法D R M (Dose Response Method)と呼ばれる。これらの方法はしばしば採用されるが、これらの方法が有効であるのは、評価しようとする非市場財と支出しようとする市場財が機能的に代替関係にある場合に限られる。

⑥ 応用一般均衡分析C G E

環境変化が起こると、直接的には住宅や企業の立地魅力が変化する。また、立地魅力の変化は資産価値の変動をもたらし、その結果、土地利用、生産性、物流などにも影響が及ぶ。さらに、その効果は一般均衡の市場メカニズムを経由して波及して行き、最終的には地域社会あるいは国民社会を構成する家計の効用水準の変化という形で帰着する。この効用水準の変化分を貨幣価値に換算したものが環境変化の便益となる。

応用一般均衡分析とは、このような環境変化の波及と帰着の過程をそのまま定式化しようとする方法である。この方法は、便益の二重計測や計測漏れを避けることができるという長所があるが、膨大な数の生産関数や効用関数の定式化という技術的な問題がある。

以上の経済的評価法のうち、本研究ではアンケート調査をベースとする評価手法（C V MとT C M）を採用した。これはアンケート調査が公共事業に対する住民参加の手段としても有効であるとの判断によるものである。なお、T C Mには、個人のレクリエーション行動に焦点を当てた非集計モデルのI T C M(Individual TCM)とゾーン単位で人々のレクリエーション行動を捉えた集計モデルのZ T C M(Zone TCM)があるが、本研究ではモデルの安定性に優れたZ T C Mを採用した。

4. 水質浄化事業の概要

本研究で分析対象とする水質浄化事業は、「伊勢湾特

定水域高度処理基本計画」である。この計画では、伊勢湾の将来水質を水環境目標像「青く豊かな海」として定め、これを達成するために、下水処理場の高度処理化及び下水道以外の汚濁負荷削減量について定めている。その結果、伊勢湾の水質は図－1のように改善されると推測している。

5. データの収集

5.1 アンケート調査

本研究に必要なデータを収集するために、アンケート調査を実施した。調査項目は以下のとおりである。

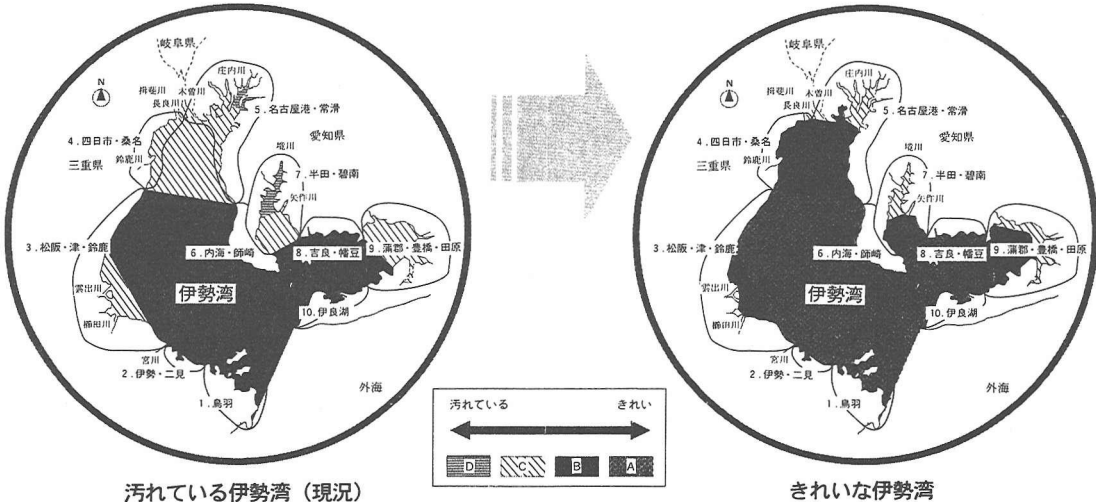
- ① 下水道と伊勢湾の水質に対するイメージ
- ② 伊勢湾の水質浄化事業に対する賛否
- ③ 伊勢湾のレクリエーション利用状況
- ④ 伊勢湾の水質に対する満足感
- ⑤ 伊勢湾の水質浄化事業に対する支払意思額
- ⑥ 世帯属性（居住地，職業，年収等）

5.2 アンケート票の設計

まず、回答者が、水質浄化事業を実施した場合(with)と実施しなかった場合(without)における水質の状況を容易に理解できるように、カラーのイメージ図（図－1参照）を作成・添付した。また、上記の調査項目のうち、レクリエーション利用状況、水質に対する満足感、水質浄化事業に対する支払意思額について、以下のように設計した。

(1) レクリエーション利用状況

伊勢湾岸地域は日本有数の大きさを誇るので、観光地としての伊勢湾を 10 区域に分割した。そして、この分割図（図－1参照）を示しながら、with / without における各観光地への年間訪問回数、平均同行人数、利用交通手段を質問することとした。



図－1 伊勢湾の水質改善イメージ

(2) 水質に対する満足感

水質面で捉えた伊勢湾の環境価値について、その満足度を質問することとした。ここで、環境価値には6種類の価値（利用価値、オプション価値、代位価値、遺贈価値、存在価値、生態系の価値）が存在することを以下の文章で示しながら、各価値に対して「非常に感じる」から「全く感じない」までの5段階で評価させることとした。

利用価値：今、自分が伊勢湾に遊びに行くことによって得られる満足感。
オプション価値：今は行かないが、何年後に自分が伊勢湾に遊びに行けることによって得られる満足感。
代位価値：自分は遊びに行かないが、他の誰かが伊勢湾に遊びに行くことによって得られる満足感。
遺贈価値：自分は遊びに行かないが、何年後に自分の子供や孫が伊勢湾に遊びに行くことによって得られる満足感。
存在価値：自分は今も将来も遊びに行くことはないが、きれいな伊勢湾が存在するという事実から得られる満足感。
生態系の価値：遊びに行くことは関係なく、伊勢湾に棲む生きものが守られたり、数少なくなった生きものが戻って来たりすることによって得られる満足感。

この質問の目的は、各価値の相対的な重みを知ることにある。そして、後述の質問から推定される支払意思額（＝総価値）を各価値の重みで比例配分して、各価値の大きさを求めることとした。

(3) 水質浄化事業に対する支払意思額

水質浄化事業に対する支払意思額を知るために、以下のシナリオを提示した。なお、回答方法として、二項選択のダブルバウンド方式⁹⁾を採用した。

今、参考図に示すように伊勢湾の水質を良くする計画を実施するために、あなたの家計にかかる負担が年間 円だけ増えるとします。あなたはこの計画に賛成ですか。それとも反対ですか。1つに○印をつけてください。
 伊勢湾の水質が良くなることにより、前の質問でお答えいただいたような満足感が得られることを十分念頭においてお答えください。また、この負担によって、あなたが普段購入している商品などに使えるお金が減ることも十分念頭においてお答えください。

ここでの支払形式としては、各種財の価格上昇や支出増加などが考えられるが、対象プロジェクトは公共事業だ

表-1 アンケート票における提示金額

最初の提示額 [円]	賛成と答えたときの提示額[円]	反対と答えたときの提示額[円]
3,000	5,000	2,000
5,000	7,000	3,000
7,000	10,000	5,000
10,000	20,000	7,000
20,000	30,000	10,000
30,000	50,000	20,000

けでなく企業の排水規制や家庭内での自己努力も含まれるため、費用負担という形式を採用した。また、提示金額は表-1のとおりとした。

5.3 アンケート調査の実施

電話帳から無作為に抽出した 8,000 世帯の伊勢湾岸地域住民を対象に、郵送配布・郵送回収によるアンケート調査を実施した。回収数は 2,885 件（回収率：36.1%）であった。

6. アンケート調査の基礎統計

6.1 伊勢湾の水質に対する意識

図-2、3に示すように、「伊勢湾の水がきれいだと思う」、「伊勢湾の水質悪化の話聞いたことがある」が全体の約6～7割を占め、伊勢湾岸地域に住むかなり多くの世帯が伊勢湾の水質が悪いと思っている。

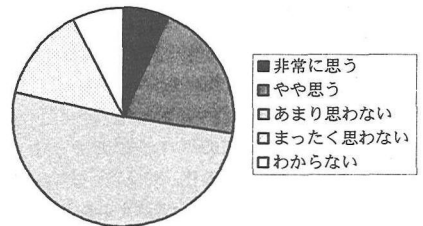


図-2 伊勢湾の水がきれいか

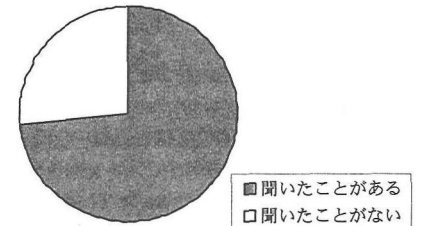


図-3 伊勢湾の水質悪化の話聞いたことがあるか

6.2 伊勢湾の水質浄化事業に対する意識

図-4、5に示すように、「伊勢湾の水質浄化が必要」、「伊勢湾の水質浄化事業に賛成」が大多数を占め、伊勢湾岸地域に住むほとんどの世帯が伊勢湾の水質浄化事業の必要性を感じて賛成している。

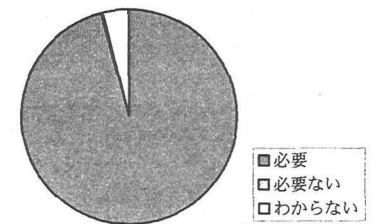
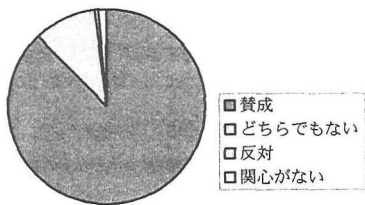


図-4 伊勢湾の水質浄化は必要か



図－5 伊勢湾の水質浄化事業に対する賛否

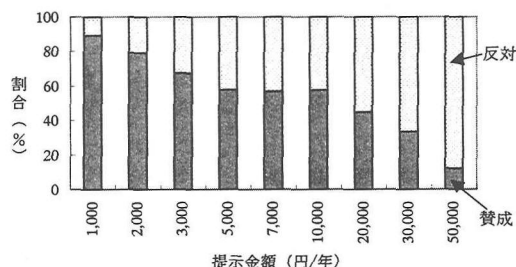
6.3 伊勢湾のレクリエーション利用状況

伊勢湾の各観光地に対して、「年に1回」「2人で」「自動車で」行く世帯が最も多い。

また、各観光地の利用世帯数（年1回以上行く世帯数）の割合は、without の場合で約 24%（10 区域の平均）、with の場合で約 42%（同）となり、水質浄化事業により利用世帯数が約 1.75 倍になることが予想される。

6.4 提示金額に対する賛否の割合

回収票のうち、ダブルバウンドの各段階の回答が整合しているもののみを採用・集計した。提示金額に対する賛否の割合を図－6 に示す。



図－6 提示金額に対する賛否の割合

7. CVMによる環境改善便益の計測

7.1 支払意思額の累積分布関数の推定

伊勢湾の水質浄化事業に対する支払意思額の累積分布関数を次式で定義する。

$$F[t] = \frac{1}{1 + \exp[a + bt]} \quad (1)$$

ただし、 $F[t]$ ：支払意思額の累積分布関数

t ：支払意思額[円]

a, b ：未知のパラメータ

式(1)に図－6 のデータを適用し、回帰分析によってパラメータを推定した。その結果を表－2 に示す。表－2 より、いずれの推定パラメータについても、帰無仮説が有意水準 0.005 で棄却され(t 値 >2.576)、符号が合理的である。重相関係数は 0.919 と十分な大きさである。したがって、信頼性の高い回帰式が得られたと考えられる。

表－2 式(1)のパラメータの推定結果

パラメータ	推定値[t 値]
a	-1.176 [-5.250]
b	0.0000654 [6.148]
重相関係数	0.919
標本数	9

7.2 支払意思額の算定

伊勢湾の水質浄化事業に対する支払意思額の平均値は、以下のようにして求められる。

$$\begin{aligned} E[t] &= -\int_0^T t \cdot dF[t] \\ &= -\int_0^T t \cdot F'[t] \cdot dt \\ &= -[t \cdot F[t]]_0^T + \int_0^T F[t] \cdot dt \end{aligned} \quad (2)$$

ただし、 T ：支払意思額の上限值

式(2)の T は理論的には無限大であるが、推定された累積分布関数によっては上限値を設定しないと平均値が無限大になることもある。そこで、 $T=100,000$ [円/世帯/年]と設定すると、平均値 $E[t]=21,551$ [円/世帯/年]となる。これを対象地域の 2,778,625 世帯で合計すると、総支払意思額は約 599[億円/年]となる。

7.3 各環境価値の算定

まず、アンケート調査による各環境価値に対する5段階評価点より、各価値に関する相対的な重みを「各価値の総点/全価値の総点」で求めた。その結果を表－3 に示す。次に、表－3 の値を用いて総支払意思額を按分し、各価値に対する支払意思額を求めた。その結果を表－4 に示す。

表－3 各環境価値の相対的な重み

環境価値	相対的な重み
利用価値	0.158
オプション価値	0.157
代位価値	0.145
遺産価値	0.171
存在価値	0.173
生態系の価値	0.195
合 計	1.000

表－4 水質浄化事業による環境改善便益

環境価値	支払意思額 [百万円/年]
利用価値	9,487
オプション価値	9,429
代位価値	8,702
遺産価値	10,223
存在価値	10,357
生態系の価値	11,685
合 計	59,883

8. ZTCMによる環境改善便益の計測

8.1 旅行費用の算定

まず、居住地としての対象地域を市・郡単位で 109 区域に分割し、また観光地としての伊勢湾を 10 区域に分割する。次に、旅行費用を一般化交通費用（＝所要費用＋時間価値×所要時間）で定義し、観光地と居住地との往復費用を算定する。ここで、旅行費用の算定における仮定条件を以下に示す。

①交通手段＝自動車

これは、前述のアンケート調査より、利用交通手段の 82.2%が自動車利用であることによる。

②旅行費用＝ガソリン代＋時間価値×所要時間

③ガソリン代＝往復距離[km]×ガソリン消費単価[円/km]

まず、往復距離については、各居住地の市役所（郡の場合：郡の中心に近い町村役場）から各観光地の主要観光ポイントまでの往復道路距離とする。次に、ガソリン消費単価については、ガソリン単価を 90[円/l]、ガソリン消費率を 10[l/km]とする。

④時間価値＝20[円/分]

これは、レクリエーション活動の時間価値が賃金率の 1/2～1/4 であると言われている¹⁰⁾ことによる。なお、対象地域の賃金率を「月間現金給与総額／月間総実労働時間数」で計算すると、2,641[円/時]である。

⑤所要時間＝往復距離[km]／速度[km/分]

速度については、対象地域の走行条件が比較的良好であるので、50[km/時]とする。

8.2 訪問頻度関数の推定

まず、観光地への訪問需要関数を次のような重力モデルで定義する。

$$D_{ij} = N_i Y_{ij} = \frac{1}{k} \frac{f_1[Q] f_2[A_j] f_3[N_i]}{f_4[P_{ij}]} \quad (3.1)$$

$$k = \frac{1}{M} \sum_i \sum_j \left(\frac{f_1[Q] f_2[A_j] f_3[N_i]}{f_4[P_{ij}]} \right) \quad (3.2)$$

$$\therefore \sum_i \sum_j D_{ij} = M \quad (3.3)$$

ただし、 D_{ij} ：居住地 i から観光地 j への年間訪問者数
 N_i ：居住地 i の世帯数
 Y_{ij} ：世帯当たりの年間訪問頻度
 Q ：水質浄化事業ダミー [有＝1，無＝0]
 A_j ：観光地 j の魅力度
 P_{ij} ：居住地 i から観光地 j への旅行費用
 M ：伊勢湾の全区域への年間訪問者数
 k ：定数（後述の修正係数）
 $f_1, \dots, f_4$ ：任意の関数

ここで、式(3.1)～(3.3)は、訪問需要量が総量制約を満足することを意味する。この目的は、本研究では個別世帯へのアンケート調査より訪問需要関数を推定するが、これによる入れ込み客数の予測値と実測値とのバイアスを修正することである。この修正については観光地毎に実施することも考えられるが、入れ込み客数が観光周遊行動の主目的地のみでカウントされている可能性があるため、観光地全体で実施することが適当であると考えられる。なお、伊勢湾は2県にまたがり、各県独自に入れ込み客数がカウントされているので、上記の修正は伊勢湾の各県部分で実施する。

さて、式(3.1)において、

$$f_1 = \exp[\alpha_2 Q], \quad f_2 = \exp[A_j] = \exp[\alpha_0 + \alpha_{j+2} R_j],$$

$$f_3 = N_i, \quad f_4 = \exp[\alpha_1 P_{ij}], \quad k=1, \quad Y_{ij} \rightarrow Y_{ij} + 1$$

と設定して対数変換すると、次式を得る。

$$\ln[Y_{ij} + 1] = \alpha_0 + \alpha_1 P_{ij} + \alpha_2 Q + \sum_{j=1}^9 \alpha_{j+2} R_j \quad (4)$$

ただし、 R_j ：観光地 j のダミー

$\alpha_0, \dots, \alpha_{11}$ ：未知のパラメータ

次に、前述のアンケート調査より集計したデータを用いて、式(4)の回帰式のパラメータを推定する。その結果を表－5に示す。

表－5 式(4)のパラメータの推定結果

パラメータ (変数)	推定値 [t 値]
α_0 (定数)	2.132 [32.570]
α_1 (旅行費用)	-0.000161 [-32.593]
α_2 (水質浄化事業ダミー)	0.196 [7.077]
α_3 (観光地 1 のダミー)	0.399 [6.430]
α_4 (観光地 2 のダミー)	0.188 [3.035]
α_5 (観光地 3 のダミー)	-0.410 [-6.411]
α_6 (観光地 4 のダミー)	-0.572 [-8.638]
α_7 (観光地 5 のダミー)	-0.570 [-8.295]
α_8 (観光地 6 のダミー)	-0.212 [-3.296]
α_9 (観光地 7 のダミー)	-0.944 [-14.084]
α_{10} (観光地 8 のダミー)	-0.754 [-11.642]
α_{11} (観光地 9 のダミー)	-0.390 [-6.093]
重相関係数	0.610
標本数	2,180

注) 標本数＝109[居住地]×10[観光地]×2[事業有無]

表－5より、いずれの推定パラメータについても、帰無仮説が有意水準 0.005 で棄却され (t 値>2.576)，また符号が合理的である。重相関係数は低めの 0.610 であるが、標本数 2,180 が多いことを考慮すると、経験的には十分な値であると思われる。したがって、信頼性の高い回帰式が得られたと考えられる。そして、訪問頻度関数は次式で与えられる。

$$Y_{ij} = \frac{1}{k} (\exp[\alpha_1 P_{ij} + \alpha_2 Q + A_j] - 1) \quad (5)$$

ここで、式(5)の観光地 j の魅力度 A_j は表-6 で与えられ、また修正係数 k は表-7 で与えられる。なお、表-7 において、実測値には対象地域外からの入れ込み客も含まれているが、これを区別することは技術的に不可能であった。しかし、このことが便益評価の批判対象にならないこと（控えめな便益評価）から、実測値のすべてを対象地域内からの入れ込み客とした。

表-6 観光地の魅力度 A_j

伊勢湾の観光地	魅力度 A
観光地 1	2.531
観光地 2	2.320
観光地 3	1.722
観光地 4	1.560
観光地 5	1.562
観光地 6	1.920
観光地 7	1.188
観光地 8	1.378
観光地 9	1.742
観光地 10	2.132

表-7 修正係数 k

伊勢湾の観光地	予測値① [人/年]	実測値② [人/年]	修正係数 $k = ①/②$
観光地 1	5,517,480		↓
観光地 2	3,944,755		↓
観光地 3	1,079,282		↓
観光地 4	657,227		↓
観光地 1～4 の小計 (三重県分)	11,198,744	13,788,000	0.812
観光地 5	659,947		↓
観光地 6	1,810,378		↓
観光地 7	259,130		↓
観光地 8	396,179		↓
観光地 9	1,146,541		↓
観光地 10	2,822,683		↓
観光地 5～10 の小計 (愛知県分)	7,094,858	13,932,586	0.509
合 計	18,293,602	27,720,586	(0.660)

注) 実測値：愛知県・三重県観光統計書^{11),12)}より

↓：「下の数値に同じ」という意味

8.3 水質浄化事業による環境改善便益の計測

Z TCM のフレームで伊勢湾の水質浄化事業による環境改善便益（利用価値のみ）を計測する。このとき、式(5)の訪問頻度関数を用いて、伊勢湾の各観光地への訪問需要における消費者余剰の増加分を計測する。その結果を表-8 に示す。

表-8 より、伊勢湾の水質浄化事業による環境改善便

益は約 416[億円/年]であることがわかる。一方、前節の CVM で計測された環境改善便益の利用価値分は約 95[億円/年]であった。両者を比較すると、前者は後者の 4 倍強である。しかし、CVM の問題点として指摘されているスコープ無反応性^{13),14)}（包含効果とも呼ばれ、評価対象となっている財の量が大きく変わったにもかかわらず評価値が統計的に有意なほど変わらないという状況）を考慮すると、環境改善便益の利用価値分は 95～599[億円/年]の範囲にあるとも考えられる。この観点において両者の評価値は合理的であると言えるが、信頼区間が広すぎるという観が否めない。したがって、TCM と CVM の比較による評価値の妥当性については、CVM のスコープ無反応性に関する追加実験を待たなければならない。

表-8 水質浄化事業による環境改善便益
：利用価値（V K E N 価値）のみ

伊勢湾の観光地	便益[百万円/年]
観光地 1	9,618
観光地 2	7,003
観光地 3	2,163
観光地 4	1,375
観光地 5	2,203
観光地 6	5,420
観光地 7	787
観光地 8	1,253
観光地 9	3,629
観光地 10	8,155
合 計	41,608

9. おわりに

本研究では、日本有数の大きさを誇る伊勢湾岸地域において、現在計画中の下水道高度処理整備などによる水質浄化事業に対し、当該事業による環境改善便益の計測を試みた。その結果、CVM より環境改善便益 599[億円/年]（その内訳として、利用価値 95[同]、オプション価値 94[同]、代位価値 87[同]、遺贈価値 102[同]、存在価値 104[同]、生態系の価値 117[同]）が得られた。一方、Z TCM より環境改善便益（利用価値のみ）416[同]が得られた。

以上の結果より、評価手法による評価値の違いを見ると、環境改善便益の利用価値について TCM による評価値は CVM による評価値の 4 倍強となっているが、CVM のスコープ無反応性を考慮すると合理的な結果であるといえる。しかし、事業評価において、どちらの評価値を採用するかということについては、CVM のスコープ無反応性に関する追加実験が必要である。

また、Z TCM において、訪問頻度関数の推計バイアスに対する修正を考慮した。本件については、非集計行動モデルにおいて研究蓄積があり、それを参考にしながら I TCM によるアプローチを今後の課題としたい。

謝辞

本研究を実施するにあたり、伊勢湾浄化下水道計画連絡協議会（愛知県、岐阜県、三重県、名古屋市、建設省の担当者で構成）から多くの貴重な助言を頂いた。また、アンケート調査は、愛知県、岐阜県、三重県、名古屋市からの委託業務で実施したものであり、その掲載についても快諾して頂いた。ここに記して関係各位に感謝する次第である。ただし、本稿に関する責は筆者のみが負っている。

参考文献

- 1) 栗山浩一：公共事業と環境の価値－CVMガイドブック，築地書館，1997.
- 2) 森杉壽芳：環境影響・エネルギー効率の評価，中村英夫編・道路投資評価研究会著，道路投資の社会経済評価，東洋経済新報社，第10章，pp.185-209, 1997.
- 3) 大野栄治・林山泰久：プロジェクト評価理論の発展経緯，森杉壽芳編著，社会資本整備の便益評価－一般均衡理論によるアプローチ，第1章，勁草書房，pp.3-12, 1997.
- 4) 鷲田豊明・栗山浩一・竹内憲司編：環境評価ワークショップ－評価手法の現状－，築地書館，1999.
- 5) 鷲田豊明：環境評価入門，勁草書房，1999.
- 6) 森杉壽芳・大野栄治・宮城俊彦：住環境整備による住み替え便益の定義と計測モデル，土木学会論文集，第425号/IV-14，pp.117-125, 1991.
- 7) 森杉壽芳・大野栄治・小池淳司・高木朗義・高橋靖英：海面上昇の被害とその対策の便益の評価手法，土木計画学研究・論文集，No.12，pp.141-150, 1995.
- 8) 栗山浩一・石井寛：リサイクル商品の環境価値と市場競争カーコンジョイント分析による評価－，環境科学会誌，Vol.12，No.1，pp.17-26, 1999.
- 9) 伊勢湾浄化下水道計画連絡協議会：私たちの海と川を救う（パンフレット）.
- 10) 松田洋：レクリエーション便益研究における時間価値，高速道路と自動車，Vol.28，No.6, 1985.
- 11) 愛知県：愛知県観光レクリエーション利用者統計（平成9年度），1998.
- 12) 三重県：三重県観光レクリエーション入込客推計書（平成9年度），1998.
- 13) Kahneman, D. and Knetsch, J.L.: Valuing public goods: the purchase of moral satisfaction, Journal of Environmental Economics and Management, Vol.22, pp.57-70, 1992.
- 14) Diamond, P.A., Hausman, J.A., Leonard, G.K. and Denning, M.A.: Does contingent valuation measure preferences? Experimental evidence, in Hausman, J.A., ed., Contingent Valuation: A Critical Assessment, North Holland.