環境システム研究論文集　Vol.35, 2007 年 10 月

旅行費用法および仮想市場法を用いた混合型環境評価モデルの構築

奥山　忠裕 [1]

[1] 正会員　博(経済学)　政策研究大学院大学助手　政策研究科（〒106-8677 港区六本木 7-22-1）
E-mail: okuyama@grips.ac.jp

環境質の総価値を評価する場合，顕示選好法から，利用価値を評価し，表明選好法から非利用価値を評価し，その総計を環境質の総価値とすることはよく用いられている方法である．他方，そのような別の手法によって，異なる概念の価値を計測し，その集計値を評価値とする場合，表明選好に含まれるバイアス等の理由によって，集計された値が総価値に等しいかどうかが不明となる点が課題である．

本研究は，顕示選好法および表明選好法を混合させたモデルを構築することによって，そのような集計問題の発生しないモデル構築を試みる．まず，既存研究のモデルを拡張し，多目的地旅行を想定した便益を定義，次に，それらの推計モデルから得られる知見について論じる．

***Key Words:** mixed model, travel cost method, contingent valuation method, use value, non use value*

1．はじめに

環境評価手法の大きな関心は，環境質の総価値(Total Value)を計測することにある．一般に，環境質の総価値は，利用価値（Use Value；以下，UV と称す）と非利用価値（Non Use Value；以下，NUV と称す）から構成されるとされ，旅行費用法（Travel Cost Method）などの顕示選好法は利用価値（Use Value；以下，UV と称す）を計測し，仮想市場法(Contingent Valuation Method)などの表明選好法（Stated Preference Method）は利用価値および非利用価値を計測する評価手法として用いられている．

表明選好法の評価可能な価値を考慮すれば，環境質の総価値を表明選好のみから評価可能である．しかしながら，表明選好法には，次の二つの問題がある．第一に，表明選好データ(Stated Preference data；以下，SPD と称す)に存在するフレーミング効果，所有効果といったバイアスの問題である．その原因は，評価値を直接質問するために発生する点にあり，表明選好法を用いる以上，完全に排除することは困難であろう．第二に，顕示選好法のように，実際の行動データを情報として用いないため，評価値の客観性が問題とされている．

そのため，環境質の総価値を計測する場合には，次の三つの方法が検討されている．第一に，利用価値を顕示選好法から評価し，非利用価値を表明選好法によって評価し，その集計値を環境質の総価値とする方法がある．この手法は，表明選好法による評価値にバイアスが発生し，非利用価値に利用価値が含まれている可能性があり，環境質の総価値＝利用価値＋非利用価値が保証されていない．第二に，表明選好法に顕示選好データ（Revealed Preference Data：以下，RPD と称す）を取り入れた評価手法がある．顕示選好データを取り入れることによって，評価値の信頼性，客観性を高める方法であるが，信頼性・客観性がどれほど向上したかが不明である．第三に，顕示選好データから利用価値および非利用価値を計測する研究がある．本手法は，顕示選好データによる客観性を維持し，かつ環境質の総価値＝利用価値＋非利用価値が定式化上，保証される手法であるが，非利用価値を発生する情報を顕示行動に求める妥当性を議論する必要がある．

そのため，第四の方法として，顕示選好「法」と表明選好「法」を混合させる方法が提案されている．これは，第三の方法と表明選好法を併用することにより，環境質の総価値が利用価値＋非利用価値となることを保証し，かつ，非利用価値の発生原因を表明選好に求めることで，価値の発生源（情報源）の妥当性を確保しようというものである．

本研究は，この混合モデルに関する定式化を検討，問題点を指摘し，その拡張型のモデルについて考察することを目的とする．

2．既存研究の整理

(1) 旅行費用法

旅行費用法は，顕示選好データを用いた環境評価手法の一つであり，基本的には，一つのレクリエーション・サイトの利用価値を計測するために用いられる．一つのレクリエーション・サイトに対する旅行（住居からの往復）を仮定した旅行費用法を単一目的地旅行（Single Site Trip，Smith and Kopp (1980)[1]）といい，複数のレクリエーション・サイトを周遊するレクリエーション活動を仮定した旅行費用法を多目的地旅行（Multiple Site Trip，Burt and Brewer (1971)[2]，Cicchetti *et al.* (1976)[3]）という．

一般的には，単一目的地旅行を仮定した評価が主流である．たとえば，Eom and Larson(2006)[4] では，水遊びの調査において，半日程度の活動が多いことが指摘されており，レクリエーション活動の種類によっては，単一目的地旅行の仮定は妥当なものと考えられる．また，複数のサイトを訪問する旅行活動を仮定した場合，各サイトに対する費用，交通ルート，時間の計算等を定義する妥当な基準がないという多目的地旅行特有の問題が発生するため (McConnel (1975)[5]，Mendelsohn *et al.* (1992)[6]，回答の精度という意味では，調査票の設計が難しいものとなる．

他方，長期間（宿泊を考慮した場合など）にわたるレクリエーション活動では，あるレクリエーション・サイトでの活動の後に，他のレクリエーション・サイトに移動することが考えられるため現実的に単一目的地旅行を仮定することは難しい（Smith and Kopp (1980)[1]，Haspel and Johnson(1982)[7]）．そのため，Mendelsohn *et. al.* (1992)[6]は，N 個のサイトについて単一目的地旅行および多目的地旅行が存在する効用関数を仮定し，レクリエーション需要の分析を行っている．

多目的地旅行の論点として，代替性の評価が挙げられる（Mendelsohn *et. al.* (1992)[6]）．近年，Phaneuf *et al.*(1999)[8] (2000)[9]，von Haefen and Phaneuf(2003)[10] は，Kuhn-Tucker Model を用い，これら選好関係の代替性を推計可能な評価モデルを提唱しているが，空間的に連続なサイトを考慮した場合，Parsons and Wilson (1997)[11]，Siderelis (2001)[12] のような，付随的消費(Incidental Consumption)もしくは周遊行動が観察される可能性があり，Kuhn-Tucker Model の仮定となっている各エリアに対する単一目的地旅行が成立しない可能性がある．

(2) 顕示選好データによる非利用価値評価

一般的に，環境質の非利用価値評価は，仮想市場法に代表される表明選好法によって評価される．他方，表明選好法は，多くのバイアスの問題が指摘されており，バイアスを回避するために，顕示選好データと表明選好データを結合したモデルの構築（Adamowicz (1994)[13]）が提案されているものの，その問題は解決されていない．

Neil(1988)[14]，Larson(1992)[15] (1993)[16]，林山ほか(2002)[17]，林山・奥山(2003)[18] の旅行費用法に関する考察において，複数のサイトに対するモデル構築は行っていないものの，Smith(1990)[19] および Tuner(1999)[20] の定義（環境質の利用を禁止した場合に存在する価値として定義されている）に基づき，旅行費用法から非利用価値を推計する手法が提案されている．また，Herriges *et. al.* (2004)[21] は，Kuhn-Tucker モデルのフレームワークにおいて非利用価値を考察しているものの，価値定義の解釈が不十分である．

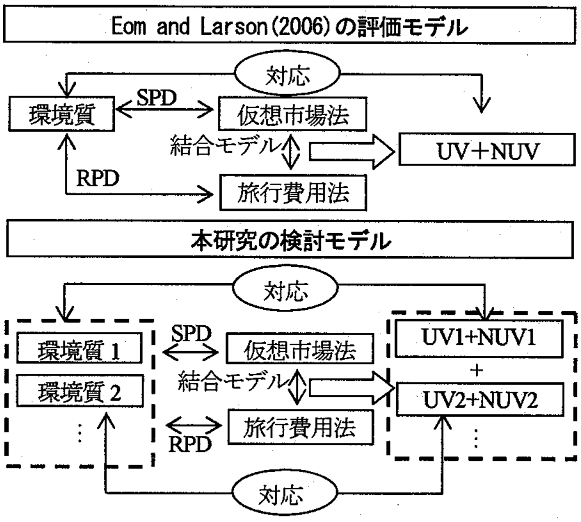
(3) 本研究の目的

利用価値および非利用価値といった個々の価値概念に関する評価手法は多くあるものの，その集計として，妥当な環境質の総価値が得られているか，についての研究は少ない．特に，表明選好法に存在するバイアスの問題から，利用価値および非利用価値を個別に評価しても，環境質の総価値＝利用価値＋非利用価値として計算してよいかどうかには疑問が残る．

Eom and Larson(2006)[4] は，Niklitschek and Leon (1996)[22] をもとに旅行費用法と仮想市場法を混合させた環境質の総価値を評価する手法を提案している．これは表明選好データに含まれる非利用価値の情報と顕示選好データに含まれる利用価値の情報を併用し，かつ顕示選好法による非利用価値評価の方法を取り入れることで，環境質の総価値＝利用価値＋非利用価値となる価値の加法性を保証するものである．

Eom and Larson(2006)[4] の課題として，補償変分（Compensating Valuation；以下，CV と称す）のみの定式化に留まっているため，表明選好の（支払意志額，最小補償額に関する）質問フォーマットに柔軟に対応できないこと，また，単一目的地旅行を仮定しているため，表明選好による評価値に複数の環境質が含まれている場合に対応していないこと，それ故に，複数の環境質を考慮した場合のバイアスの問題などが検証されていないことが挙げられる．

そのため，本研究では，３．において，混合モデルの解説とともに，等価変分 (Equivalent Valuation；以下，EV と称す) にも対応した定式化を行い，４．において，連続した広範囲の空間（複数の環境質）を包含した環境質の便益および価値概念の定式化を考察し（図－１.），５．において，複数の環境質を考慮した推計モデルの含意とその有用性について検討する．最後に，６．において，本研究の知見，課題についてまとめる．



図－1．本研究の検討モデル

*なお，UV：利用価値，NUV：非利用価値，SPD：表明選好データ，RPD：顕示選好データである．

3．単一目的地旅行費用モデル

本章では，既存研究の議論をまとめ，単一目的地旅行を対象とした EV・CV を考慮した混合型モデルについて紹介する．その後，４．において，本章の議論をもとに，多目的地旅行に関するモデル構築を行う．

(1) 顕示選好法による価値評価

本節では，林山ほか(1998)[17] における環境質の便益定義と価値分離から，環境質の利用価値および非利用価値を導出するための消費者行動について解説する．

家計の所得をy，合成財の価格をp_c，環境質qの利用に要する価格（一般化費用）をp_zとし，効用関数を$U = u(\cdot)$とし，効用最大化問題を式(1)として定義する．効用最大化問題を解くことによって第i財に対するマーシャルの需要関数$x_i^m = x_i^m(\cdot)$が式(2)として得られ，式(2)を目的関数に代入することによって，式(3)として表現される間接効用関数$V = v(\cdot)$が得られる．さらに，間接効用関数を所得について解くことによって，支出関数$y = e(\cdot)$が式(4)として得られる．

$$\underset{x_c,x_z}{Max}\, u(x_c, x_z, q)\ s.t.\ y = p_c x_c + p_z x_z \tag{1}$$

$$x_i^m = x_i^m(p_c, p_z, q, y),\ i = c, z \tag{2}$$

$$V = u(x_c^m(\cdot), x_z^m(\cdot), q) = v(p_c, p_z, q, y) \tag{3}$$

$$y = e(p_c, p_z, q, U) \tag{4}$$

次に，効用最大化問題の双対問題として費用最小化問題を式(5)として定義し，費用最小化問題を解くことによって得られる第i財に対するヒックスの補償需要関数$x_i^h = x_i^h(\cdot)$を式(6)として表現する．次に，ヒックスの補償需要関数を目的関数に代入することによって，式(4)として表現された支出関数が得られる．さらに，支出関数とヒックスの補償需要関数にはシェファードの補題（式(8)）が成立しているものとし，マーシャルの需要関数，ヒックスの補償需要関数，支出関数との間に式(9)が成立することから，式(10)が得られる．さらに，式(9)から環境質のスツルキー方程式が式(11)として，式(7)とまとめると式(12)が得られる．

$$\underset{x_c,x_z}{Min}\, p_c x_c + p_z x_z\ s.t.\ \bar{U} = u(x_c, x_z, q) \tag{5}$$

$$x_i^h = x_i^h(p_c, p_z, q, U),\ i = c, z \tag{6}$$

$$y = \sum_{i=c,z} p_i x_i^h(p_c, p_z, q, U) \tag{7}$$

$$= e(p_c, p_z, q, U) \qquad \text{(4)[再掲]}$$

$$x_i^h(\cdot) = \partial y / \partial p_i \tag{8}$$

$$x_i^h = x_i^m(p_c, p_z, q, e(\cdot)) \tag{9}$$

$$\partial e(\cdot) / \partial p_i = x_i^h = x_i^m(p_c, p_z, q, e(\cdot)) \tag{10}$$

$$\frac{\partial x_i^h}{\partial q} = \frac{\partial x_i^m(\cdot)}{\partial q} + \frac{\partial x_i^m(\cdot)}{\partial q}\frac{\partial e(\cdot)}{\partial q} \tag{11}$$

$$0 = \sum_{i=c,z} p_i \left[\frac{\partial x_i^m(\cdot)}{\partial q} + \frac{\partial x_i^m(\cdot)}{\partial q}\frac{\partial e(\cdot)}{\partial q}\right] \tag{12}$$

(2) EV および CV による便益定義

本節では，等価的変分(Equivalent Variation:以下，EVと略す)および補償的変分(Compensating Variation:以下，CVと略す)の概念を用いて便益を定義する．プロジェクト有りの場合を$s = w$，無しの場合を$s = wo$のスーパースクリプトとして表現する．

CVとはプロジェクト有りの効用水準からCV分の所得を控除することによって，プロジェクト無しの効用水準を達成することが可能な所得の変分であり，支出関数を用いることによって，式(13)として定義され，EVはプロジェクト無しの効用水準にEV分の所得を追加することによって，プロジェクト有りの効用水準を達成することが可能な所得の変分であり，式(14)として定義される．さらに，CVおよびEVは，環境質の変化から得られる便益+価格変化から得られる便益+所得変化から得られる便益に加法分離される（林山ほか(2002)[17]，林山・奥山(2003)[18] における）．ここで，環境質から得られる便益について，CVによる定義（CV_Q）は式(15)およびEVによる定義（EV_Q）は式(16)となる．

$$CV = \left[e(p_c^w, p_z^w, q^w, U^w) - e(p_c^w, p_z^w, q^w, U^{wo})\right] \tag{13}$$

$$EV = \left[e(p_c^{wo}, p_z^{wo}, q^{wo}, U^w) - e(p_c^{wo}, p_z^{wo}, q^{wo}, U^{wo})\right] \tag{14}$$

$$CV_Q = \left[e(p_c^{wo}, p_z^{wo}, q^{wo}, U^{wo}) - e(p_c^{wo}, p_z^{wo}, q^w, U^{wo})\right] \tag{15}$$

$$EV_Q = \left[e(p_c^w, p_z^w, q^{wo}, U^w) - e(p_c^w, p_z^w, q^w, U^w)\right] \tag{16}$$

式(15)および式(16)は価格，効用水準を一定とし，プロジェクト有無における環境質の変化に対応した支出量の変分を定式化している．

本研究では，環境質の変化から得られる便益のみに注目しているため，式(15)および式(16)を環境質の総価値(Total Value of Single Site；以下，TVS と略す)として式(17)のように統一的に表現する．$s=wo$ の場合が CV による定義であり，$s=w$ の場合が EV による定義である．

$$TVS \equiv \left[e(p_c^s,p_z^s,q^{wo},U^s)-e(p_c^s,p_z^s,q^w,U^s)\right] \quad (17)$$

(3) 環境質の価値分離

本節では，Larson(1992)[16]，林山・奥山(2003)[18]から環境質の価値分離を解説する．式(18)として定義されたChoke Priceの概念（式(18)）を用い，式(17)として定義された環境質の総価値を式(19)として表現される環境質の直接利用価値(Direct Use Value of Single Site；以下，$DUVS$ と略す)および式(20)として表現される環境質の非利用価値(Non Use Value of Single Site；以下，$NUVS$ と略す)として加法分離することができる．

$$p_i^* = \min\{p_i | x_i^h(\cdot)=0\} \quad (18)$$

$$TVS \equiv \left[e(p_c^s,p_z^s,q^{wo},U^s)-e(p_c^s,p_z^s,q^w,U^s)\right] \quad (17)[再掲]$$

$$= \begin{bmatrix} \left[e(p_c^s,p_z^*,q^w,U^s)-e(p_c^s,p_z^s,q^w,U^s)\right] \\ -\left[e(p_c^s,p_z^*,q^{wo},U^s)-e(p_c^s,p_z^s,q^{wo},U^s)\right] \end{bmatrix} \quad (19)$$

$$+\left[e(p_c^s,p_z^*,q^{wo},U^s)-e(p_c^s,p_z^*,q^w,U^s)\right] \quad (20)$$

式(19)はプロジェクト有無における環境質利用量から得られる便益の変分に注目していることから，環境質の直接利用価値，式(20)はプロジェクト有無において，環境質利用を禁止した価格水準（Choke Price）のもとで存在する価値であるから，Smith(1990)[19]の定義による環境質の非利用価値（正確には存在価値）と解釈できる．

(4) 関数形の特定化

推計パラメータを α，β，γ，δ とし，需要関数を式(21)とすると，式(10)より，擬似的支出関数 $\tilde{e}(\cdot)$ (LaFrance(1998)[23])が式(22)として導出され($\theta(q,U)$ は積分定数である)，ψ を推計パラメータとし，積分定数を式(23)とすることで，支出関数は式(24)となる．さらに，式(24)を効用水準について解くことによって，擬似的間接効用関数（Quasi Indirect Utility Function）が式(25)として得られる（式(3)では，V となっているが，式の展開上，U のままとした．解放の詳細については，付録1．を参照されたい）．擬似的支出関数とは，不完全需要体系(Incomplete Demand Systems)として定式化された（ヒックスの）需要関数と支出関数の価格についての偏微分が等しい（式(10)）という関係を用い，導出された支出関数である．一財の価格経路から導出されているため，擬似的と呼称されていること，また，積分定数の値は任意であることに注意されたい．

$$x_z(p_z,q,y) = \exp(\alpha+\beta p_z+\gamma q+\delta y) \quad (21)$$

$$\tilde{e}(p_z,q,\theta(q,U)) = -\frac{1}{\delta}\ln\begin{pmatrix} -(\delta/\beta)\exp(\alpha+\beta p_z+\gamma q) \\ -\delta\theta(q,U) \end{pmatrix} \quad (22)$$

$$\theta(q,U) = U\exp(\delta\psi q) \quad (23)$$

$$\tilde{e}(p_z,q,U) = -\frac{1}{\delta}\ln\begin{pmatrix} -\dfrac{\delta}{\beta}\exp(\alpha+\beta p_z+\gamma q) \\ -\delta U\exp(\delta\psi q) \end{pmatrix} \quad (24)$$

$$U = \left(-\frac{1}{\delta}\exp(-\delta y)-\frac{1}{\beta}\exp(\alpha+\beta p_z+\gamma q)\right) \quad (25)$$

次に，式(8)から，式(22)を価格について偏微分することによって，補償需要関数が式(26)，式(18)および式(26)から，Choke Priceが式(27)として得られる．さらに，式(22)および式(27)から式(28)が得られる．

$$x_z^h(p_z,q,\theta(q,U)) = \frac{\exp(\alpha+\beta p_z+\gamma q)}{-\dfrac{\delta}{\beta}\exp(\alpha+\beta p_z+\gamma\theta)-\delta U\exp(\delta\psi q)} \quad (26)$$

$$p^* = \infty \quad (27)$$

$$\tilde{e}(\cdot) = -(1/\delta)\ln(-\delta U\exp(\delta\psi q)) \quad (28)$$

式(17)，式(22)および式(28)から，単一目的地旅行を仮定した場合の環境質の総価値が式(29)として導出され，式(21)および式(25)を考慮すると式(29)は式(30)として書き換えられる．さらに，式(20)および式(28)から，環境質の非利用価値が式(31)さらに，式(30)および式(31)の差分をとり，$\exp(\delta\gamma(q^w-q^{wo}))$ で控除することによって，環境質の直接利用価値が式(32)として得られる．なお，$x_z(q^\tau)=x_z(p_z^s,q^\tau,y^s)$，$\tau=w,wo$ である．

$$TVS \equiv \left[e(p_c^s,p_z^s,q^{wo},U^s)-e(p_c^s,p_z^s,q^w,U^s)\right] \quad (17)[再掲]$$

$$= \frac{1}{\delta}\ln\left(-\frac{\delta}{\beta}\rho+\left(1+\frac{\delta}{\beta}\rho\right)\exp(\delta\psi(q^w-q^{wo}))\right) \quad (29)$$

$$\rho = \exp(\alpha+\beta p_z^s+\gamma q^w+\delta U^s)$$

$$= \frac{1}{\delta}\ln\begin{bmatrix} -\dfrac{\delta}{\beta}x(q^w) \\ +\left(1+\dfrac{\delta}{\beta}x(q^{wo})\right)\exp(\delta\psi(q^w-q^{wo})) \end{bmatrix} \quad (30)$$

$$NUVS = \left[e(p_c^s,p_z^*,q^{wo},U^s)-e(p_c^s,p_z^*,q^w,U^s)\right] \quad (20)[再掲]$$

$$= \psi[q^w-q^{wo}] \quad (31)$$

$$DUVS = TVS - NUVS$$
$$= \frac{1}{\delta}\ln\left(-\frac{\delta}{\beta}x(q^{w})\exp(-\delta\gamma(q^{w}-q^{wo}))+\left(1+\frac{\delta}{\beta}x(q^{wo})\right)\right) \tag{32}$$

ここで，擬似的支出関数が弱補完性を満たすとは，Choke Priceのもとで，$\partial e(\cdot)/\partial q = 0$となることを意味する（Mäler (1974)[24]）．いま，$\partial e(\cdot)/\partial q$は式(33)であり，式(33)が0となる（つまり$\psi = 0$の）場合，直接利用価値は式(34)，および非利用価値は式(35)となる．つまり，非利用価値の存在を検定するとは，仮説検定$\psi = 0$を検定することを意味する．

$$\partial\tilde{e}(\cdot)/\partial q|_{p=p^{*}} = \psi \tag{33}$$
$$DUVS = \frac{1}{\delta}\ln\left(1-\frac{\delta}{\beta}(x(q^{w})-x(q^{wo}))\right) \tag{34}$$
$$NUVS = 0 \tag{35}$$

(5) 混合モデルの推計

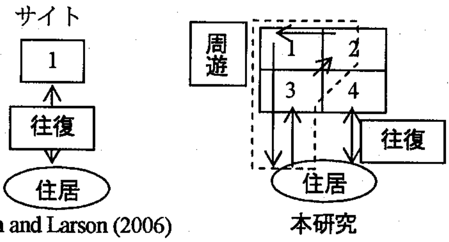
需要関数を式(36)，支払意志額と環境質の総価値（式(30)）の推計式を式(37)とする．

$$\ln x_{z} = \alpha + \beta p_{z} + \gamma q + \delta y + \eta \tag{36}$$
$$WTP = TVS + \varepsilon \tag{37}$$

ここで，ηおよびεは，誤差項であり，旅行の時期および支払意志額を提示した時期の差を考慮すると，その分布は一致しているとは考えがたい．そのため，誤差項は，平均0，分散$\sigma_{\eta}^{2},\sigma_{\varepsilon}^{2}$および相関$\rho$に従う，二項正規分布$N(0,0,\sigma_{\eta}^{2},\sigma_{\varepsilon}^{2},\rho)$に従うものとする．なお，式(37)のTVSには，$\eta$が含まれることに注意されたい．

次に，シングル・バウンドによる支払意志額の推計モデルでは，個人$k \in (1,\ldots,l)$の支払意志額をWTPとした場合，提示額tに対し，"yes"と回答する確率を$\Pr(yes)$，"no"と回答する確率を$\Pr(no)$とすると，それぞれ式(38)および式(39)となる．訪問回数がx_{z}（費用p_{z}，所得y）のもとで"yes"，"no"と回答した場合の同時確率は式(40)，条件付確率が式(41)となり，訪問回数の確率密度関数（正規分布）を$\phi(x_{z})$とすると，尤度関数が式(42)および式(43)として表現される．

$$\Pr(yes) = \Pr(WTP > t) \tag{38}$$
$$\Pr(no) = \Pr(WTP < t) \tag{39}$$
$$\Pr(x_{z},yes),\ \Pr(x_{z},no) \tag{40}$$
$$\Pr(WTP > t|x_{z}),\ \Pr(WTP < t|x_{z}) \tag{41}$$
$$L = \prod_{k\in no}\Pr(x_{z},no)\prod_{k\in yes}\Pr(x_{z},yes) \tag{42}$$
$$L = \left[\begin{array}{l}\prod_{k\in no}\phi(x_{z})\Pr(WTP > t|x_{z}) \\ \cdot\prod_{k\in yes}\phi(x_{z})\Pr(WTP < t|x_{z})\end{array}\right] \tag{43}$$



図－2．旅行行動の想定の違い

次に，式(37)，累積分布関数を$\Phi(\cdot)$，回答者kが"Yes"と答えた場合をI_{k}，"No"と回答した場合を$1-I_{k}$となる関数を考えると，条件付確率（式(41)）は式(44)となり，対数尤度関数が式(46)として表現される．

$$\begin{aligned}\Pr(no) &= \Pr(WTP < t|x_{z}) \\ &= \Pr(TVS+\varepsilon < t|x_{z}) = \Pr\left(\frac{TVS+\varepsilon}{\sigma_{\varepsilon}} < \frac{t}{\sigma_{\varepsilon}}\middle| x_{z}\right) \\ &= \Phi\left(\frac{((t-TVS)/\sigma_{\varepsilon})-\rho(\eta/\sigma_{\eta})}{(1-\rho^{2})^{1/2}}\right)\end{aligned} \tag{44}$$

$$\begin{aligned}\Pr(yes) &= 1-\Pr(no) \\ &= 1-\Phi\left(\frac{((t-TVS)/\sigma_{\varepsilon})-\rho(\eta/\sigma_{\eta})}{(1-\rho^{2})^{1/2}}\right)\end{aligned} \tag{45}$$

$$\log L = \left[\begin{array}{l}-\frac{l}{2}\log(2\pi\sigma_{\eta}^{2}) \\ -\frac{1}{2}\sum_{k=1}^{l}\left(\frac{\ln x_{z}-(\alpha+\beta p_{z}+\gamma q+\delta y)}{\sigma_{\eta}}\right) \\ +\sum_{k=1}^{l}(1-I_{k})\log\left(\Phi\left(\frac{((t-TVS)/\sigma_{\varepsilon})-\rho(\eta/\sigma_{\eta})}{(1-\rho^{2})^{1/2}}\right)\right) \\ +\sum_{k=1}^{l}I_{k}\log\left(1-\Phi\left(\frac{((t-TVS)/\sigma_{\varepsilon})-\rho(\eta/\sigma_{\eta})}{(1-\rho^{2})^{1/2}}\right)\right)\end{array}\right] \tag{46}$$

4．多目的地旅行費用モデルの考察

前章におけるモデルは，単一のレクリエーション・サイトに対する価値評価手法となっている．しかしながら，2．において示したように，一回のレクリエーション活動が複数の環境質を周遊する形式で行われることが多い．そのため，以下では，空間的に連続かつ各サイトが（異なる水準の）環境質を有する状況を想定し，それら複数の連続したサイトに対するWTPを表明させた場合の評価手法について検討する（図－2．を参照されたい）．

(1) 単一目的地旅行費用モデルの課題

a) 多目的地を考慮した環境質の総価値

Mendelsohn *et. al.* (1992)[6] から，多目的地旅行費用法に関する考察を行う．レクリエーション・サイトをn個

とし，その組み合わせの集合をΩとする．ある一定の旅行可能期間を考え，その旅行期間内に訪問することができないサイトの組み合わせを$\bar{\Omega}$とすると，訪問可能なサイトの集合は，$\Omega\backslash\bar{\Omega}$である．集合の要素を$i\in\Omega\backslash\bar{\Omega}$とし，各要素に対する財需要量を$x=(x_1,...,x_n,x_{n+1},...,x_N)$とする．ここで，$(x_1,...,x_n)$は，一つのサイトに対する訪問量であり，$(x_{n+1},...,x_N)$は，個々のサイトの組み合わせに対する訪問量である（たとえば，第$n+1$サイトに対する旅行とは，一回の旅行において，第1，第2サイトを訪問するといった周遊経路自体を一つのサイトと捉えることを意味する）．ここで，入れ込み客数を用い，需要関数を推計する場合（たとえば，サイト1とサイト1およびサイト2を個別のサイト$n+1$として捉える場合），サイト1における単なる訪問者数（入れ込み客数）のカウントは，サイト1の訪問者数＝サイト$n+1$の訪問者数となり，分析の意味を持たなくなる．そのため，旅行期間内に訪問したサイト全てについて，訪問者に直接質問し，どのサイトに対する訪問と捉えるかを整理する必要がある．この点については，調査上の課題としたい．

なお，多目的地旅行を考慮した場合，旅行費用に宿泊費を考慮する場合もあることから（Yeh *et. al.*(2006)[25]など），宿泊日数によって，便益が異なることが想定され，一定の期間内にどのサイトを訪問したかなど，旅行期間に制限を加える必要がある．そのため，サイトの集合に調査者により主観的に決定された期間の集合として訪問可能なサイトの集合$\Omega\backslash\bar{\Omega}$を再定義した．以下，簡略化のため，$\Omega\backslash\bar{\Omega}=\Omega$とするが，実証上，旅行期間について考察することは，重要であると考えられる．この点については，今後の課題としたい．

次に，各サイトの環境質を$q_i, i=1,...,n,n+1,...,N$とし，$i\geq n+1$については，$(1,...,j,...,n)$の環境質の組み合わせから構成される変数$q_i=g(q_1,...,q_j)$（$j=i-n+1$，$i=N$の時$j=n$）と仮定し（たとえば，第Nサイトの環境質は第1から第nまでのサイトの環境質の平均（式(47)）として定義される，など），環境質のベクトルを$\mathbf{q}=(q_1,...,q_N)$とする．

ここで，第iサイトへの費用をp_iとすると，価格ベクトルは$\mathbf{p}^s=(p_c,p_1^s,...,p_N^s)$となり（以降，断りの無い限り，$p_c=1$とし，表記しない），財需要のベクトルを$\mathbf{x}=(x_c,x_1,...,x_N)$とすると，個人の予算制約は$y=\mathbf{px}'$となる．以上の条件のもとで，費用最小化問題は式(48)となり，式(4)として定義された支出関数は式(50)として再定義される．さらに，支出関数を用い，式(17)として定義された環境質の総価値を，サイト$1,...,n$に対するプロジェクトが行われた場合の環境質の総価値（Total Value of Multiple Site；以下，TVMと称す）として，再定義すると式(51)となる．

$$q_N=\sum\nolimits_{i=1}^{n} q_i\Big/n \tag{47}$$

$$\underset{\mathbf{x}}{Min}\ y=\mathbf{px}'\ s.t.\ \bar{u}=u(\mathbf{x},\mathbf{q}) \tag{48}$$

$$x_i^h=x_i^h(\mathbf{p},\mathbf{q},U),\ i=1,...,N \tag{49}$$

$$y=\sum\nolimits_{i=1}^{N} p_i x_i^h(\cdot)=e(\mathbf{p},\mathbf{q},U) \tag{50}$$

$$TVM=[e(\mathbf{p}^s,\mathbf{q}^{wo},U^s)-e(\mathbf{p}^s,\mathbf{q}^w,U^s)] \tag{51}$$

b) 単一目的地を仮定した場合の問題点

多目的地旅行を考慮する必要性として簡単な例を示す．式(51)を用い，環境質q_1の変化から得られる便益を考慮すると，式(52)が得られる（なお，$q_{n+1},...,q_N$の中で，q_1を含む環境質が変化するが，単純化のため，q_{n+1}のみが変化する状況を想定する）．さらに，式(52)は式(53)として表現される．式(53)の第一括弧が環境質q_1のみの変化に着目した便益であり，第二括弧がq_{n+1}のみの変化に着目した便益であることに注意されたい．単純に，式(53)の第一括弧が単一目的地旅行を仮定した場合の便益に等しいとすると，多目的地旅行が存在する場合，式(17)と式(53)の間に式(53)の第二項分の便益の差が生じることになる．つまり，第1サイトの環境質の便益を評価する場合は，単一目的地旅行（式(19)）のみではなく，多目的地旅行（式(53)）を考慮する必要がある．ここで，$\tilde{\mathbf{p}}$はp_1,p_{n+1}を除く価格ベクトル，$\tilde{\mathbf{q}}$はq_1,q_{n+1}を除く環境質のベクトルである．

$$TVM_1=\begin{bmatrix} e(p_1,p_{n+1},\tilde{\mathbf{p}},q_1^{wo},q_{n+1}^{wo},\tilde{\mathbf{q}},U) \\ -e(p_1,p_{n+1},\tilde{\mathbf{p}},q_1^{w},q_{n+1}^{w},\tilde{\mathbf{q}},U) \end{bmatrix} \tag{52}$$

$$TVM_1=\begin{bmatrix} \begin{bmatrix} e(p_1,p_{n+1},\tilde{\mathbf{p}},q_1^{wo},q_{n+1}^{wo},\tilde{\mathbf{q}},U) \\ -e(p_1,p_{n+1},\tilde{\mathbf{p}},q_1^{w},q_{n+1}^{wo},\tilde{\mathbf{q}},U) \end{bmatrix} \\ +\begin{bmatrix} e(p_1,p_{n+1},\tilde{\mathbf{p}},q_1^{w},q_{n+1}^{wo},\tilde{\mathbf{q}},U) \\ -e(p_1,p_{n+1},\tilde{\mathbf{p}},q_1^{w},q_{n+1}^{w},\tilde{\mathbf{q}},U) \end{bmatrix} \end{bmatrix} \tag{53}$$

同様に，確率分布について考えると，式(17)は式(53)となることから，式(44)は式(54)となり，確率に第二括弧分の誤差が生じることが分かる（ただし，x_{n+1}は，式(44)では考慮されていない変数であり，実際は，第$n+1$サイトの需要量を考慮した確率分布を再定義しなければならないが，ここでは，単純に代入するのみに留める）．

$$\begin{aligned}&\Pr(no,x_z)\\ &=\Phi\left(\frac{((t-TVM_1)/\sigma_\varepsilon)-\rho(\eta/\sigma_\eta)}{(1-\rho^2)^{1/2}}\right)\end{aligned} \tag{54}$$

(2) 環境質の価値定義の再考

a) 複数サイトの価値定義

本節では，前節で定式化した式(51)を用い，多目的地旅行を考慮した環境質の直接利用価値および非利用価値の定義を行う．

まず，$n=3$の場合について考える．環境質をq_1，q_2

およびq_3とし，対応する需要量をx_1，x_2およびx_3，価格ベクトルを$\mathbf{p}=(p_1,p_2,p_3)$とする．その他，効用，所得，合成財等に関する表記は，３．に従うものとすると，q_1，q_2およびq_3が変化した場合の環境質の総価値は式(56)となり，式(53)と同様に，環境質の総価値は，q_1の変化から得られる便益（式(57)），q_2の変化から得られる便益（式(58)），q_3の変化から得られる便益（式(59)）として加法分離される．

$$y=e(\mathbf{p},q_1,q_2,q_3,U) \tag{55}$$

$$\begin{aligned}&TVM\\&=\left[e(\mathbf{p}^s,q_1^{wo},q_2^{wo},q_3^{wo},U^s)-e(\mathbf{p}^s,q_1^{w},q_2^{w},q_3^{w},U^s)\right] &(56)\\&=\left[e(\mathbf{p}^s,q_1^{wo},q_2^{wo},q_3^{wo},U^s)-e(\mathbf{p}^s,q_1^{w},q_2^{wo},q_3^{wo},U^s)\right] &(57)\\&+\left[e(\mathbf{p}^s,q_1^{w},q_2^{wo},q_3^{wo},U^s)-e(\mathbf{p}^s,q_1^{w},q_2^{w},q_3^{wo},U^s)\right] &(58)\\&+\left[e(\mathbf{p}^s,q_1^{w},q_2^{w},q_3^{wo},U^s)-e(\mathbf{p}^s,q_1^{w},q_2^{w},q_3^{w},U^s)\right] &(59)\end{aligned}$$

このことは，環境質がn個の場合（$q_1,\dots,q_i,\dots,q_n$）についても成立する．$i\geq n+1$については，（$q_1,\dots,q_i,\dots,q_n$）の組み合わせから構成されることを仮定しているため，n個の環境質が変化したならば，Nまでのすべての環境質変化を意味することに注意されたい．しかしながら，式(53)の第一項に示したように，第１サイトの環境質変化の便益定義の場合，$q_{n+1}^{wo}=g(q_1^{wo},q_{n+1}^{wo})$であり，第1環境質が変化しないことを意味するに等しいことから，Nまでの環境質の価値分離は，第1~第Nの各環境質が独立に変化するように捉え，価値分離を行うことができる．

式(57)～式(59)から，第i環境質の総価値を式(60)とすると（たとえば，式(58)を参照されたい），式(51)から，式(61)が得られる．なお，$\mathbf{q}_{i-1}^s=(q_1^s,\dots,q_{i-1}^s)$，$\mathbf{q}_N^s=(q_{i+1}^s,\dots,q_N^s)$である．さらに，Choke Priceのベクトルを$\mathbf{p}_{i-1}^*=(p_1^*,\dots,p_{i-1}^*)$および$\mathbf{p}_N^*=(p_{i+1}^*,\dots,p_N^*)$とし，環境質$q_i$の総価値（式(60)）を直接利用価値（式(62)）および非利用価値（式(63)）に加法分離することによって，式(61)から式(64)が得られる．

$$TVM_i=\begin{bmatrix}e(\mathbf{p}^s,\mathbf{q}_{i-1}^w,q_i^{wo},\mathbf{q}_N^{wo},U^s)\\-e(\mathbf{p}^s,\mathbf{q}_{i-1}^w,q_i^w,\mathbf{q}_N^{wo},U^s)\end{bmatrix} \tag{60}$$

$$TVM=\sum\nolimits_{i=1}^N TVM_i \tag{61}$$

$$\begin{aligned}&TVM_i\\&=\begin{bmatrix}\begin{bmatrix}e(\mathbf{p}_{i-1}^*,p_i^*,\mathbf{p}_N^s,\mathbf{q}_{i-1}^w,q_i^w,\mathbf{q}_N^{wo},U^s)\\-e(\mathbf{p}_{i-1}^*,p_i^s,\mathbf{p}_N^s,\mathbf{q}_{i-1}^w,q_i^w,\mathbf{q}_N^{wo},U^s)\end{bmatrix}\\-\begin{bmatrix}e(\mathbf{p}_{i-1}^*,p_i^*,\mathbf{p}_N^s,\mathbf{q}_{i-1}^w,q_i^{wo},\mathbf{q}_N^{wo},U^s)\\-e(\mathbf{p}_{i-1}^*,p_i^s,\mathbf{p}_N^s,\mathbf{q}_{i-1}^w,q_i^{wo},\mathbf{q}_N^{wo},U^s)\end{bmatrix}\end{bmatrix} &(62)\\&+\begin{bmatrix}e(\mathbf{p}_{i-1}^*,p_i^s,\mathbf{p}_N^s,\mathbf{q}_{i-1}^w,q_i^{wo},\mathbf{q}_N^{wo},U^s)\\-e(\mathbf{p}_{i-1}^*,p_i^s,\mathbf{p}_N^s,\mathbf{q}_{i-1}^w,q_i^w,\mathbf{q}_N^{wo},U^s)\end{bmatrix} &(63)\end{aligned}$$

$$TVM=\sum_{i=1}^N TVM_i=\sum_{i=1}^N(DUVM_i+NUVM_i) \tag{64}$$

b) 単一目的地の複数の価値定義

ある環境質の有する価値として，利用価値が直接利用価値および間接利用価値に分類され，非利用価値が存在価値，遺産価値などに分類されることはよく知られていることである．林山ほか(2002)[17]，林山・奥山(2003)[18]では，これら複数の価値概念を定式化，総価値からの加法分離が可能であることを示している．その論点は，環境質の価値を発生させる需要行動を仮定し，プロジェクト有無における財の価格変化から，便益を定式化することにある．たとえば，単一の環境質qに対し，間接利用価値を発生させる環境関連財の需要量，遺産価値を発生させる環境保全行動などを考慮し，プロジェクト有無におけるそれらの価格変化から環境質の価値を定義するのである．つまり，式(60)において，環境質をqとし，環境利用量に対する価格をp_1，環境関連財の需要量に対する価格水準をp_2，保全行動に要する費用をp_3などとすること意味する．

環境質qのN個の価値について，財需要を仮定することで表現可能な場合，式(60)は式(65)—式(69)として表現され，式(66)—式(68)をまとめると式(70)となる．なお，式(69)は式(20)と同様に，すべての財需要を禁止した場合の存在価値と解釈される．なお，$\mathbf{p}_{-i}^s=(p_1^s,\dots,p_{i-1}^s,p_{i+1}^s,\dots,p_N^s)$であり，$\mathbf{p}_{i-1}^*$，$\mathbf{p}_N^*$は前項同様Choke Priceのみの価格ベクトルである．

$$\begin{aligned}&TVM_i=\left[e(\mathbf{p}^s,q^{wo},U^s)-e(\mathbf{p}^s,q^w,U^s)\right] &(65)\\&=\begin{bmatrix}\left[e(p_1^*,\mathbf{p}_{-1}^s,q^w,U^s)-e(p_1^s,\mathbf{p}_{-1}^s,q^w,U^s)\right]\\-\left[e(p_1^*,\mathbf{p}_{-1}^s,q^{wo},U^s)-e(p_1^s,\mathbf{p}_{-1}^s,q^{wo},U^s)\right]\end{bmatrix} &(66)\\&+\cdots+\\&\begin{bmatrix}\left[e(\mathbf{p}_{i-1}^*,p_i^*,\mathbf{p}_N^s,q^w,U^s)-e(\mathbf{p}_{i-1}^*,p_i^s,\mathbf{p}_N^s,q^w,U^s)\right]\\-\left[e(\mathbf{p}_{i-1}^*,p_i^*,\mathbf{p}_N^s,q^{wo},U^s)-e(\mathbf{p}_{i-1}^*,p_i^s,\mathbf{p}_N^s,q^{wo},U^s)\right]\end{bmatrix} &(67)\\&+\cdots+\\&\begin{bmatrix}\left[e(\mathbf{p}_{-N}^*,p_N^*,q^w,U^s)-e(\mathbf{p}_{-N}^*,p_N^s,q^w,U^s)\right]\\-\left[e(\mathbf{p}_{-N}^*,p_N^*,q^{wo},U^s)-e(\mathbf{p}_{-N}^*,p_N^s,q^{wo},U^s)\right]\end{bmatrix} &(68)\\&+\left[e(\mathbf{p}^*,q^{wo},U^s)-e(\mathbf{p}^*,q^w,U^s)\right] &(69)\\&=\sum_{i=1}^N\begin{bmatrix}\left[e(\mathbf{p}_{i-1}^*,p_i^*,\mathbf{p}_N^s,q^w,U^s)-e(\mathbf{p}_{i-1}^*,p_i^s,\mathbf{p}_N^s,q^w,U^s)\right]\\-\left[e(\mathbf{p}_{i-1}^*,p_i^*,\mathbf{p}_N^s,q^{wo},U^s)-e(\mathbf{p}_{i-1}^*,p_i^s,\mathbf{p}_N^s,q^{wo},U^s)\right]\end{bmatrix}\\& &(70)\\&+\left[e(\mathbf{p}^*,q^{wo},U^s)-e(\mathbf{p}^*,q^w,U^s)\right] &(69)[再掲]\end{aligned}$$

(3) 多目的地旅行を考慮した推計モデルの考察

a) 合成財を用いた推計モデルの考察

まず，レクリエーション需要関数を式(71)とし，予算制約から式(72)が成立することに注意する．ωをスカラーとし，擬似的支出関数と支出関数の間に，$e(\cdot)=\omega\tilde{e}(\cdot)$なる関係が成立していることを仮定すると，式(8)は式(73)となり，シェファードの補題から，合

成財の補償需要関数との間に式(74)が成立する．ω を式(75)，および $p_c=1$ とすると，支出関数が式(76)となる（**付録2.**）．ここで，$i=1,2$ とし，支出関数を第 i 財の価格について微分することによって，補償需要関数が式(77)として得られる．

$$x_i=\alpha_i+\beta_i p_i+\delta_i y+\gamma_i q \tag{71}$$

$$x_c=\left(y-\sum_{i=1}^{n} p_i x_i\right)/p_c \tag{72}$$

$$\partial e(\cdot)/\partial p_c=\omega(\partial\tilde{e}(\cdot)/\partial p)=x_c^h(\cdot) \tag{73}$$

$$\omega(\partial\tilde{e}(\cdot)/\partial p_c)=x_c^h=p_c^{-1}\left[\tilde{e}(\cdot)-\sum_{i=1}^{N} p_i x_i^m(\cdot,\tilde{e}(\cdot))\right] \tag{74}$$

$$\omega=-\left[1-\sum_{i=1}^{N}\gamma_i p_i\right] \tag{75}$$

$$\tilde{e}(\cdot)=\frac{\sum_{i=1}^{N} p_i(\alpha_i+\beta_i p_i+\delta_i q_i)+\theta(\mathbf{q},U)}{\left[1-\sum_{i=1}^{N}\gamma_i p_i\right]} \tag{76}$$

$$x_i^h=\frac{\left[\beta_i\gamma_i p_i^2+2\beta_i\left(1+\gamma_j p_j\right)p_i+C\right]}{\left[1-\gamma_i p_i-\gamma_j p_j\right]^2},\ i=1,2,\ i\neq j \tag{77}$$

$$C=\begin{bmatrix}-\beta_j\gamma_i p_j^2-(\alpha_i\gamma_j+\alpha_i\gamma_i+\gamma_i\delta_j q_j-\delta_i\gamma_j q_i)p_j\\ +\alpha_i+\delta_i q_i-\gamma_i\theta(q_i,q_j,U)\end{bmatrix}$$

次に，補償需要関数の分母がゼロとならないことを考慮すると，Choke Priceは，補償需要関数の分子=0とし，価格 p_i を変数とした場合の二次方程式の解として得られる．一方，合成関数を用いた支出関数の導出は，式が複雑となり，また，式(36)のようなsemi-log型の需要関数から解を得ることが難しいという欠点もある（**付録2.** を参照されたい）．そのため，次節では，実証上，より簡便な関数形の導出について検討する．

b) 部分効用を用いた推計モデルの考察

前節と同様に，第1サイトおよび第 $n+1$ サイトについて考える．第1サイトの環境質を q_1 とし，第 $n+1$ サイトの環境質を q_{n+1} とする．この場合，第 $n+1$ サイトの環境質は，たとえば，第1サイトと第2サイトの平均 $q_{n+1}=(q_1+q_2)/2$ と考えることになる．

単純化のため，第 i サイトの需要量は，合成財の α_i %と代替関係にあり，第1サイトと第 $n+1$ サイトの需要量は，選好関係上，関連性を持たないものとする．個人の所得 y と（便宜的に部分所得と呼称する）y_i の関係を式(78)とし，各 i について式(79)が成立しているものとする．個人の効用 U が各サイトに対する需要量および合成財から得られる部分効用 $u_i=u_i(\cdot)$ から構成されるものとすると（式(80)），効用 U を最大化する問題は，各部分効用の最大化問題の合計として表現され（同様に最小化問題は，部分効用の最小化問題の総計として表現される），式(81)となる．部分効用に対する最大化問題から，前節と同様の手順により，部分効用に関する支出関数（便宜的に部分的支出関数と称す）が式(83)として得られる．なお，式(78)および式(81)より，部分的支出関数の総計は，概念的に式(4)として定義された支出関数となる（式(80)から，部分効用の変化の総計が総効用の変化に等しいことに注意されたい）．

$$y=\sum_{i=1}^{N} y_i \tag{78}$$

$$y_i=p_c(\alpha_i c)+p_i x_i \tag{79}$$

$$U=\sum_{i=1}^{N} u_i(\alpha_i c,x_i,q_i) \tag{80}$$

$$U^*\equiv\sum_{i=1}^{N} u_i^*(\cdot) \tag{81}$$

$$u_i^*(\cdot)\equiv\max_{c,\,x_i}\{u_i(\cdot)|y_i=\alpha_i c+p_i x_i\} \tag{82}$$

$$y_i=e_i(p_c,p_i,u_i,q_i) \tag{83}$$

$$y=e(p_c,\mathbf{p},\mathbf{q},U)=\sum_{i=1}^{N} e_i(p_c,p_i,q_i,u_i) \tag{84}$$

式(84)として支出関数を定義した場合，環境質の変化から得られる総便益（式(51)）は，式(83)と同様に，個々の支出関数の総計として定義され（式(85)），これは式(61)が成立していることを意味する．同様に，直接利用価値および非利用価値の分離についても，第 i 支出関数によって定義されるため，式(64)が成立する．

$$TVM=[e(\mathbf{p}^s,\mathbf{q}^{wo},U^s)-e(\mathbf{p}^s,\mathbf{q}^w,U^s)] \quad (51)【再掲】$$

$$=\sum_{i=1}^{N} e_i(p^s,q_i^{wo},u_i^s)-\sum_{i=1}^{N} e_i(p^s,q_i^w,u_i^s)$$

$$=\sum_{i=1}^{N}[e_i(p^s,q_i^{wo},u_i^s)-e_i(p^s,q_i^w,u_i^s)]=\sum_{i=1}^{N} TVM_i \tag{85}$$

さらに，各サイトに対する需要関数を式(86)として定義することによって，前節と同様の議論のもとに，擬似的支出関数が式(87)として導出される．ここで，式(87)は，不完全需要体系から導出された擬似的なものであり，実際の支出関数との間に差がある可能性がある．そのため，支出関数と近似される関数 $\hat{e}_i(\cdot)$ を仮定し，ω_i をスカラーとし，支出関数 $e_i(\cdot)$（式(83)）と擬似的支出関数 $\tilde{e}_i(\cdot)$ と間に式(88)なる関係が成立していることを仮定すると，式(87)は，式(89)として再定義される．

$$x_i=\exp(\alpha_i+\beta_i p_i+\delta_i y_i+\gamma_i q_i) \tag{86}$$

$$\tilde{e}_i(p_i,\theta(q_i,u_i))=-\frac{1}{\delta_i}\ln\left(-\frac{\delta_i}{\beta_i}\exp(\alpha_i+\beta_i p_i+\gamma_i q_i)-\delta_i u_i\exp(\delta_i\psi_i q_i)\right) \tag{87}$$

$$e_i(\cdot)\approx\hat{e}_i(\cdot)=\omega_i\tilde{e}_i(\cdot) \tag{88}$$

$$\hat{e}_i(p_i,\theta(q_i,u_i))=-\frac{\omega_i}{\delta_i}\ln\left(-\frac{\delta_i}{\beta_i}\exp(\alpha_i+\beta_i p_i+\gamma_i q_i)-\delta_i u_i\exp(\delta_i\psi_i q_i)\right) \tag{89}$$

式(89)として定義された支出関数を用いることによって，環境質の総価値が式(90)，直接利用価値が式(91)，および非利用価値が式(92)として定義される．ここで，推計の結果，$\omega_i = 0$ なる結果が得られたならば，第 i サイトの環境質の変化から得られる便益はゼロになることを意味する．

$$TV_i = -\frac{\omega_i}{\delta_i}\ln\left(\begin{array}{l} -\frac{\delta_i}{\beta_i}x_i\left(q_i^w\right) \\ +\left(1+\frac{\delta_i}{\beta_i}x_i\left(q_i^{wo}\right)\right)\exp\left(\delta_i\psi_i\left(q_i^w - q_i^{wo}\right)\right) \end{array}\right) \quad (90)$$

$$UV_i = \frac{\omega_i}{\delta_i}\ln\left(-\frac{\delta_i}{\beta_i}x_i\left(q_i^w\right)+\left(1+\frac{\delta_i}{\beta_i}x_i\left(q_i^{wo}\right)\right)\right) \quad (91)$$

$$NUV_i = \omega_i\psi_i\left[q_i^w - q_i^{wo}\right] \quad (92)$$

c) 補完関係を仮定した推計モデルの考察

Parsons and Wilson (1997)[11]，Siderelis (2001)[12]は，レクリエーション行動量 x に付随して発生するレクリエーション行動量 x_1 を仮定し，$x = x_1$ なる補完関係を持つレクリエーション行動に対する便益評価を試みている．この補完関係の性質を利用した定式化を考える．

いま，ある財 x が M 個（$M \le N$）のレクリエーション活動 $x_1,\ldots,x_M$ と補完関係にあるものとする（なお，式(12)から，どれか一つの財，たとえば，合成財は，代替関係にあるものとする）．各財の所得の係数 δ は等しいものとし，財 x の価格を p とし，$x_1,\ldots,x_M$ を式(93)として表現する．次に，財 x と $x_1,\ldots,x_M$ の関係式を式(94)と仮定すると，式(95)が得られる．さらに，式(8)から，式(96)が得られる．なお，各財と財 x が補完関係にあることから，$\tilde{\beta}_i < 0$ であり，以降，表記の簡略化のため，$\sum_{i=1}^{M} \to \sum_i$ と表記する．

$$x_i = \exp\left(\alpha_i + \beta_i p_i + \tilde{\beta}_i p + \delta y + \gamma_i q_i\right) \quad (93)$$

$$x = \sum_{i=1}^{M}\pi_i x_i \quad (94)$$

$$x = \sum_{i=1}^{M}\pi_i \exp\left(\alpha_i' + \beta_i p_i + \tilde{\beta}_i p + \delta y + \gamma_i q_i\right) \quad (95)$$

$$\begin{array}{l}\partial e(\cdot)/\partial p = x^h \\ = \sum_{i=1}^{M}\pi_i \exp\left(\alpha_i + \beta_i p_i + \tilde{\beta}_i p + \delta e(\cdot) + \gamma_i q_i\right)\end{array} \quad (96)$$

式(96)から支出関数は式(97)となる（付録３.）．いま，p は任意であるので，$p = 1$，$\alpha' + \beta = \alpha$ および $\theta(\delta,\psi,\mathbf{q},U)$ を式(98)とすると，支出関数は式(99)となる．さらに，式(97)を効用について解くと，間接効用関数が式(100)として得られ，価格 p_i について微分することによって，第 i 財の補償需要関数が式(101)として得られる．Choke Price は補償需要量をゼロにする価格水準であるから，第 i 価格の Choke Price は式(102)となる．

$$\begin{array}{l} e(p,q,U) \\ = -\frac{1}{\delta}\ln\left[\begin{array}{l}-\delta\left(\sum_i\left(\pi_i/\tilde{\beta}_i\right)\exp\left(\alpha_i' + \beta_i p_i + \tilde{\beta}_i p + \gamma_i q_i\right)\right) \\ -\delta\theta(\delta,\psi,\mathbf{q},U)\end{array}\right]\end{array} \quad (97)$$

$$\theta(\delta,\psi,\mathbf{q},U) = \delta U\exp\left(\sum_i \delta\psi_i q_i\right) \quad (98)$$

$$\begin{array}{l} e(p,q,U) \\ = -\frac{1}{\delta}\ln\left[\begin{array}{l}-\delta\left(\sum_i\left(\pi_i/\tilde{\beta}_i\right)\exp\left(\alpha_i' + \beta_i p_i + \tilde{\beta}_i p + \gamma_i q_i\right)\right) \\ -\delta U\exp\left(\sum_i \delta\psi_i q_i\right)\end{array}\right]\end{array} \quad (99)$$

$$U = \frac{-\delta\left(\sum_i\left(\pi_i/\tilde{\beta}_i\right)\exp\left(\alpha_i + \beta_i p_i + \gamma_i q_i\right)\right) - \exp(-\delta y)}{\delta\exp\left(\delta\sum_i\psi_i q_i\right)} \quad (100)$$

$$x_i^h = \frac{\left[\beta_i\pi_i/\tilde{\beta}_i\right]\rho_i}{-\sum_i\left(\delta\pi_i/\tilde{\beta}_i\right)\rho_i - U\exp\left(\delta\sum_i\psi_i q_i\right)} \quad (101)$$

$$\begin{array}{c}\rho_i = \exp\left(\alpha_i + \beta_i p_i + \gamma_i q_i\right) \\ p_i = \infty\end{array} \quad (102)$$

次に，CV の概念を用い，環境改善事業について考える．価格および所得について，プロジェクト有無における変化が無いものとすると，式(99)および式(100)から，環境質の総価値が式(103)，もしくは式(93)における需要関数を代入し，式(104)が得られる．次に，各財の Choke Price を式(103)に代入すると，非利用価値が式(105)，総価値から非利用価値を引くことによって，$x_1 \sim x_M$ の利用価値が式(106)として得られる．

$$\begin{array}{l} TV = \\ \frac{1}{\delta}\ln\left[\begin{array}{l}-\delta\left(\sum_i\left(\pi_i/\tilde{\beta}_i\right)\exp\left(\alpha_i + \beta_i p_i + \gamma_i q_i^w + \delta y\right)\right) \\ +\left[\delta\left(\sum_i\left(\pi_i/\tilde{\beta}_i\right)\exp\left(\alpha_i + \beta_i p_i + \gamma_i q_i^{wo} + \delta y\right)\right)+1\right] \\ \cdot\left(\exp\left(\sum_i\delta\psi_i q_i^w - \sum_i\delta\psi_i q_i^{wo}\right)\right)\end{array}\right]\end{array} \quad (103)$$

$$= \frac{1}{\delta}\ln\left[\begin{array}{l}-\delta\left(\sum_i\left(\pi_i/\tilde{\beta}_i\right)x_i\left(q_i^w\right)\right) \\ +\left[\delta\left(\sum_i\left(\pi_i/\tilde{\beta}_i\right)x_i\left(q_i^{wo}\right)\right)+1\right] \\ \cdot\left(\exp\left(\delta\left[\sum_i\psi_i q_i^w - \sum_i\psi_i q_i^{wo}\right]\right)\right)\end{array}\right] \quad (104)$$

$$NUV = \sum_i\psi_i\left(q_i^w - q_i^{wo}\right) \quad (105)$$

$$UV = \frac{1}{\delta}\ln\left[\begin{array}{l}-\delta\sum_i\left(\pi_i/\tilde{\beta}_i\right)x_i\left[\exp\left(-\delta\sum_i\psi_i\left(q_i^w - q_i^{wo}\right)\right)\right] \\ +\left[\delta\sum_i\left(\pi_i/\tilde{\beta}_i\right)x_i + 1\right]\end{array}\right] \quad (106)$$

5．尤度関数と推計に関する考察

(1) 尤度関数に関する考察

まず，個人 k の $x_1,\ldots,x_N$ の需要関数を式(107)とし（部分効用の場合 $y \to y_i$ である），WTP および環境質の総価値の関係を式(108)として定義する．ここで，η_i が互いに独立であることを仮定し，(η_i,ε) は，平均 0，分散

σ_iおよびσ_ε，相関ρ，の二次元正規分布に従うものとする．同時確率密度関数について考えると，WTP の回答は，"yes", "no"，各サイトの利用回数は，$(x_1,...,x_N)$であることから，"no"と回答した場合の同時確率密度は式(109)，"yes"となる場合は式(110)となり，"yes"，"no"が互いに排反であるため，式(111)が成立する．したがって，尤度関数は式(112)となる．さらに，"no"と回答する場合について考えると，$x_1,...,x_N$ が独立であることから式(113)が成立し，前章と同様の過程によって，式(114)が得られる．

$$\ln x_i = \alpha_i + \beta_i p_i + \gamma_i q_i + \delta_i y + \eta_i,\ i = 1,...,N \tag{107}$$

$$WTP = \sum_{i=1}^{N} TV_i + \varepsilon \tag{108}$$

$$\Pr(x_1,...,x_N,no) \tag{109}$$

$$\Pr(x_1,...,x_N,yes) \tag{110}$$

$$\Pr(x_1,...,x_N,yes) = 1 - \Pr(x_1,...,x_N,no) \tag{111}$$

$$L = \prod_{k\in no} \Pr(x_1,...,x_N,no) \prod_{k\in yes} \Pr(x_1,...,x_N,yes) \tag{112}$$

$$\begin{aligned}\Pr(x_1,...,x_N,no) &= \prod_{i=1}^{N} \Pr(x_i,no)\\ &= \prod_{i\in\{1,...,N\}} \Pr(x_i) \prod_{i\in\{1,...,N\}} \Pr(no|x_i) \qquad (113)\\ &= \prod_{i\in\{1,...,N\}} \phi(x_i) \prod_{i\in\{1,...,N\}} \Phi\left(\frac{((t-TV_i)/\sigma_\varepsilon) - \rho(\eta_i/\sigma_i)}{(1-\rho_i^2)^{1/2}}\right)\end{aligned} \tag{114}$$

(2) 多目的地旅行を考慮した価値評価に関する考察

表明選好の評価対象が複数の環境質となる場合，式(114)に基づき，個人の選択した需要量の組み合わせを推計することによって，各環境質の評価値を計測することができる．たとえば，環境質q_1およびq_2を含む範囲に対する WTP を質問したならば，多目的地旅行を考慮した環境質の総価値の定義（式(64)）に基づき，定式化を行い，部分効用であれば$\omega_i = 0$，補完関係を仮定した定式化であれば$\pi_i = 0$を検定すれば，個人の支払意志額にどの需要関数の情報が反映されているかがわかり，正確な環境質の総価値を計測することができる．

これは，多目的地旅行を考慮した推計から，調査票に提示された WTP が実際に複数の環境質を考慮した提示額となっているか否かの検定を行うことを意味する．部分効用に基づく推計を例にとれば，環境質q_1およびq_2に対するWTPおよび需要行動x_1, x_2が観察されたにもかかわらず（$x_1 \cap x_2 = \phi$とする），$\omega_1 = 0$なる結果が得られた場合，表明選好の提示額には，環境質q_1に対する便益が考慮されていない可能性がある．この場合，調査票の設問を再考する必要があるだろう．

(3) 複数の価値評価に関する考察

複数の価値概念が需要行動から表現可能な場合，多目的地旅行の定義から，計測を行うことができる．たとえば，林山ほか(2002)[17]から，需要関数$x_1(\cdot)$を環境質利用量，需要関数$x_2(\cdot)$を環境関連財の購入量とすると，式(91)（式(92)）もしくは式(106)（式(105)）の環境質をqのみとし，式(70)に基づいた価値分離を行うことによって，直接利用価値および間接利用価値が計測され，各価値の存在に関する検定については，上記に等しい．

この方法は，環境質の総価値を一括して質問し，総価値＝利用価値＋非利用価値に分割する方法である．他方，複数の環境質の価値を個別に質問した場合には，Eom and Larson(2006)[4]の手法を個々の価値に適用する，といった手法が考えられるが，尤度関数を再考する必要もあり，この点については，今後の課題としたい．

(4) 想定されるバイアスの修正に関する考察

個人が複数のサイトを周遊した場合，複数の環境質を経験することから，複数の環境質を相対的に評価し，評価値を決定している可能性がある．相対評価に起因するバイアスとしてフレーミング効果(Tversky and Kahneman (1979)[26])の検証可能性について考察する．

いま，個人が環境質$(q_1,...,q_n)$に対しレクリエーション活動を行い，また，その中の環境質q_iに対するWTPを質問された状況を考える．環境質q_iの参照点となる環境質をq_{ref}（たとえば，式(115)として定義される）とする．相対評価とは，この差分が個人の評価値に影響を与える状況を意味する．つまり，$q_i - q_{ref} > 0$とは，個人が環境質q_iを相対的によい環境質と考えていることを意味し，$q_i - q_{ref} = 0$は同等，$q_i - q_{ref} < 0$は相対的に悪い環境質を利用したことを意味する．したがって，（プロジェクト無しの相対評価，プロジェクト有りの相対評価）の組み合わせは9通りとなる．ここで，ゼロは利得に含まれるものとすると，プロジェクト有無における相対評価に関する個人の価値関数v_A^sが式(116)として定義され，プロジェクト有無における相対評価の変化$v_A^w - v_A^{wo}$は式(117)となる．

相対評価を含んだ支払意志額をWTP'とすると，相対評価が含まれない支払意志額（WTP）との関係が式(118)として表現され，式(37)から，式(119)が得られる．式(119)は支払意志額に包含される可能性のある相対評価を排除し，絶対評価のみのWTPから，総価値を計測するように修正された関数である．推計は，式(119)をもとに前述した議論に従い，価値計測を行えばよく，表明選好によるWTPに相対評価が包含されていなければ，$\gamma_G = \gamma_L = 0$が成立することとなる．

$$q_{ref} = \max\{q|q_1,...,q_n\} \tag{115}$$

$$v_A^s = \gamma_G I^s\left(q^s - q_{ref}^s\right) + \gamma_L\left(1 - I^s\right)\left(q_{ref}^s - q^s\right) \quad (116)$$

$$\Delta v_A = \begin{bmatrix} \left[\gamma_G^w I^w\left(q^w - q_{ref}^w\right) + \gamma_L^w\left(1 - I^w\right)\left(q_{ref}^w - q^w\right)\right] \\ -\left[\gamma_G^{wo} I^{wo}\left(q^{wo} - q_{ref}^{wo}\right) + \gamma_L^{wo}\left(1 - I^{wo}\right)\left(q_{ref}^{wo} - q^{wo}\right)\right] \end{bmatrix} \quad (117)$$

$$WTP' = WTP + \Delta v_A \quad (118)$$

$$WTP = WTP' - \Delta v_A = TVM_i + \varepsilon \quad (119)$$

6．おわりに

本研究の目的は顕示選好法と表明選好法の混合モデルを多目的地旅行モデルへと拡張することにある．そのため，3．において，（EV に関する定式化を追加しつつ，）顕示選好法と表明選好法を混合した評価モデルを紹介し，4．において，複数の環境質に対するレクリエーション活動を評価可能な多目的地旅行型の関数形を定式化し，5．において，尤度関数，および多目的地旅行を考慮する有用性について議論した．

本研究の課題として，まず，対象となる環境質が海水浴場など，市場行動が観察可能な環境質に対する評価手法として定式化がなされており，市場行動が観察されない環境質には対応していないこと，次に，表明選好に起因するバイアスの存在のため，WTP に含まれる情報が通常の絶対評価のみの選好とは異なり，支払意志額と顕示選好に基づく支払意志額が必ずしも一致せず，推定値が歪められる可能性がある．そのため，5．におけるフレーミング効果の議論のように，バイアスの修正を行った推計手法の構築が必要となること，最後に，本研究では，第 1 サイトと第 1 サイトを含む $i \geq n+1$ について個別のサイトであるかのように定式化を行っているため，入れ子型の構造を考慮した推計モデルの構築が必要となる点が指摘される．

付録1．Eom and Larson(2006)の導出過程

式(10)および式(21)を考慮すると式(120)が得られ，まとめると式(121)となる．式(122)が成立することから，式(121)の不定積分をとることで，式(123)が得られ，$e(\cdot)$ について解くことによって，式(22)が得られる．

$$\begin{aligned} &\partial e(\cdot)/\partial p = x_z^h \\ &= x_z^m\left(p_z, q, e(\cdot)\right) = \exp\left(\alpha + \beta p_z + \gamma q + \delta e(\cdot)\right) \end{aligned} \quad (120)$$

$$\left[\partial e(\cdot)/\partial p_z\right]\exp\left(-\delta e(\cdot)\right) = \exp\left(\alpha + \beta p_z + \gamma q\right) \quad (121)$$

$$\frac{\partial}{\partial p_z}(-1/\delta)\exp\left(-\delta e(\cdot)\right) = \left[\partial e(\cdot)/\partial p_z\right]\exp\left(-\delta e(\cdot)\right) \quad (122)$$

$$(1/\delta)\exp\left(-\delta e(\cdot)\right) = (1/\beta)\exp\left(\alpha + \beta p_z + \gamma q\right) + \theta(q, U) \quad (123)$$

付録2．合成財を用いた導出過程

式(74)をまとめることにより，式(124)が得られる．式(124)から式(125)が得られ，式(126)が成立していることを考慮すると，式(127)が得られ，$e(\cdot)$ について解くと，式(76)が得られる．

$$\begin{aligned} &\left(1 - \sum_{i=1}^N \gamma_i p_i\right)\tilde{e}(\cdot) - \omega p_c\left(\partial \tilde{e}(\cdot)/\partial p_c\right) \\ &= \sum_{i=1}^N p_i\left(\alpha_i + \beta_i + \delta q\right) \end{aligned} \quad (124)$$

$$\begin{aligned} &\left(1 - \sum_{i=1}^N \gamma_i p_i\right)\left[\tilde{e}(\cdot) - p_c\left(\partial \tilde{e}(\cdot)/\partial p_c\right)\right] \\ &= \sum_{i=1}^N p_i\left(\alpha_i + \beta_i + \delta q\right) \end{aligned} \quad (125)$$

$$\partial\left(p_c \tilde{e}(\cdot)\right)/\partial p_c = \tilde{e}(\cdot) - p_c\left(\partial \tilde{e}(\cdot)/\partial p_c\right) \quad (126)$$

$$\left(1 - \sum_{i=1}^N \gamma_i p_i\right) p_c \tilde{e}(\cdot) = \sum_{i=1}^N p_i\left(\alpha_i + \beta_i + \delta q\right) p_c \quad (127)$$

なお，semi-log 型の関数を仮定した場合，式(74)→式(124)のように，$e(\cdot)$ についてまとめることができないため，この解き方では支出関数の導出ができない．

付録3．補完関係を用いた導出過程

付録1．と同様に，式(8)から式(128)が得られ，式(128)を所得についてまとめると，式(129)が得られる．以降，**付録1．**と同様の過程から，式(97)が得られる．

$$\left(\partial e(\cdot)/\partial p\right) = \left(\sum_{i=1}^M \pi_i \exp\left(\alpha_i + \beta_i p_i + \tilde{\beta}_i p + \gamma_i q_i + \delta e(\cdot)\right)\right) \quad (128)$$

$$\left(\partial e(\cdot)/\partial p\right) = \left[\sum_{i=1}^M \pi_i \exp\begin{pmatrix} \alpha_i + \beta_i p_i \\ + \tilde{\beta}_i p + \gamma_i q_i \end{pmatrix}\right] \exp\left(\delta e(\cdot)\right) \quad (129)$$

参考文献

1) Smith, V.K. and Kopp, R.J.: The Spatial Limits of the Travel Cost Recreation Demand Model, *Land Economics*, 56(1), pp.64-72, 1980.

2) Burt, O. and Brewer, D.: Estimation of Net Social Benefits form Outdoor Recreation, *Economietrica*, 39, pp.813-828, 1971.

3) Cicchetti, C.J., Fisher, A.C. and Smith, V.K.: An Econometric Evaluation of a Generalized Consumer Surplus Measure: the Mineral King Controversy, *Econometrica*, 44, pp.1256-1279, 1976.

4) Eom, Y-S. and Larson, D.M.: Improving Environmental Valuation Estimates through Consistent Use of Revealed and Stated Preference Information, *Journal of Environmental Economics and Management*, 52, pp.501-516, 2006.

5) McConnell, K.E.: Some Problems in Estimating the Demand for Outdoor Recreation, *American Journal of Agricultural Economics*, 57, pp.330-334, 1975.

6) Mendelsohn, R., Hof, J., Peterson, G., and Johnson, R.: Measuring Recreation Values with Multiple Destination

Trips, *American Journal of Agricultural Economics*, 74, pp. 926-933, 1992.
7) Haspel, A., and Johnson, R.: Multiple Destination Trip Bias in Recreation Benefit Estimation, *Land Economics*, 58, pp.364-372, 1982.
8) Phaneuf, D.J. and Herriges, J.A.: Choice Set Definition Issues in a Kuhn-Tucker Model of Recreation Demand, *Marine Resource Economics*, 14(4), pp. 343-355, 1999.
9) Phaneuf, D.J., Kling, C.L. and Herriges, J.A.: Estimation and Welfare Calculations in a Generalized Corner Solution Model with an Application to Recreation Demand, *Review of Economics and Statistics*, 82(1), pp.83-92, 2000.
10) von Haefen,R.H. and Phaneuf,D.J.: Estimating Preferences for Outdoor Recreation: A Comparison of Continuous and Count Data Demand System Frameworks, *Journal of Environmental Economics and Management*, 45(3), pp. 612-630, 2003.
11) Parsons, G.R. and Wilson, A.J.: Incidental Consumption in Recreation Demand, *Agricultural. and Resource Economics Review*, 26(1), pp.1-6, 1997.
12) Siderelis C.: Incidental Trips and Aquarium Benefits, *Leisure Sciences*, 23(3), pp. 193-199,2001.
13) Adamowicz, W., Louviere, J. and Williams, M.: Combining Revealed and Stated Preference Methods for Valuing Environmental Amenities, *Journal of Environmental Economics and Management*, 26, pp.271-292, 1994.
14) Neil, J.R.: Another Theorem on Using Market Demands to Determine Willingness to Pay for Non-traded Goods, *Journal of Environmental Economics and Management*, 15(2), pp.224-232, 1988.
15) Larson, D.M.: Further Results on Willingness to Pay for Nonmarket Goods, *Journal of Environmental Economics and Management*, 23(2), pp.101-122, 1992.
16) Larson, D.M.: On Measuring Existence Value, *Land Economics*, 69(4), pp.377-388, 1993.
17) 林山泰久，森杉壽芳，小抜和弘: 顕示選好データによる環境質の便益計測: 環境質の直接利用価値と間接利用価値, 土木学会論文集, No.713/VII-24, pp.21-36, 2002.
18) 林山泰久，奥山忠裕: 利他的効用理論による環境質の遺産価値:遺産価値の分離可能性と数値実験, 環境システム研究論文集, 31, pp. 55-66, 2003.
19) Smith, K.V.: Can We Measure the Economic Value of Environmental Amenities?, *Southern Economic Journal*, 56(4), pp.865-878, 1990.
20) Tuner, R.K.: The Place of Economic Values in Environmental Valuation, in *Valuing Environmental Preferences*, Bateman, I.J. and Willis, K.G. (eds.), Oxford University Press, pp.17-41, 1999.
21) Herriges, J.A., Kling, C.L. and Phaneuf, D.J.: What 's the Use? Welfare Estimates from Revealed Preference Models When Weak Complementarity Doesn't Hold, *Journal of Environmental Economics and Management*, 47(1), pp.55-70, 2004.
22) Niklitschek, M. and Leon, J.: Combining Intended Demand and Yes/No Responses in the Estimation of Contingent Valuation Models, *Journal of Environmental Economics and Management*, 31, pp.387-402, 1996.
23) LaFrance, J.T.: Linear Demand Functions in Theory and Practice, *Journal of Economic Theory*, 37, pp.147-166, 1985.
24) Mäler, K.G.: *Environmental Econommics: A Theoritical Inquiry*, John Hopkins Press, 1974.
25) Yeh, C-Y., Haab, T.C., and Sohngen, B.L.: Modeling Multiple-Objective Recreation Trips with Choices Duration and Alternative Sites, *Environmental and Resource Economics*, 34, pp.189-209, 2006.
26) Tversky, A. and Kahneman, D.: Loss Aversion in Riskless Choice: A Reference Dependent Model, *The Quarterly Journal of Economics*, pp. 1039-1061, 1991.

A MIXED MODEL OF ENVIRONMENTAL VALUETION USING THE TRAVEL COST METHOD AND THE CONTINGENT VALUATION METHOD

Tadahiro OKUYAMA

It is a popular definition that the sum of non use values which are evaluated by a stated preference method, and use values which are evaluated by a revealed preference method define as the total value of an environmental quality. However, there are some problems when we use this definition. A main problem is that it is ambiguous the sum of values is exactly equal to the total value because there are possibility that a non use value, which is evaluated by a stated preference method, includes a use value because of biases in a stated preference method. Thus, sometimes the sum is over the exact value

The purpose of this study is to construct a method of combining revealed and stated preference method under the multiple destination trips. The first argument is to define the mathematical formulation of benefits under the multiple destination trips. The second argument is to consider the estimation method.