

プロフィールへの支出を伴うコンジョイント分析で 使用される効用関数についての考察

松田年弘・何彦旻・車競飛・岩田健吾

要約：本論文では、プロフィールへの支出を伴うコンジョイント分析で使用された効用モデルには、「属性と支出の線形モデル」、「可処分所得と属性の線形関数モデル」、「可処分所得の対数と属性の線形モデル」の三種類があり、それぞれのモデルには暗黙に仮定されている効用関数があることを示す。いずれのモデルも心理学の主効果と可処分所得に関する部分効用の和という形を持つため、ミクロ経済学の効用理論だけでは収まらない性質を持っている。そこで、プロフィールへの支出を伴うコンジョイント分析を対象として、効用理論の範疇におさまる効用モデルを我々は構築した。同モデルは、選択型コンジョイントによるパラメータ推定は不可能であるが、ペアワイズ評定型ではパラメータ推定が可能になるという特徴を持つ。

キーワード：コンジョイント分析、支出を伴うプロフィール、効用関数、ペアワイズ評定型

Key Word : Conjoint Analysis, Profile with Monetary Expenditure, Utility Function, Pair-wise Rating

1. はじめに

コンジョイント分析 (Conjoint Analysis) とは、仮想的に与えられたプロジェクトや財などのプロフィール (Profile) に対する個人の選好分析にあたって、プロフィールを構成する様々な質的および量的な属性 (Attribute) の寄与を個別に評価できる方法である。Green & Srinivasan (1978) の総説論文によると、コンジョイント分析の原型であるコンジョイント計量法

(Conjoint measurement) は統計学者であるLuce & Tukey (1964) によって開始され、当初は計量心理学の分野で利用されていた。その後、被験者への質問形式やモデルパラメータの推定方法が増えて、現在ではマーケティングや経済学の分野でも活発に利用されている。Green & Srinivasan (1978) は、被験者の回答データから個人選好のモデルパラメータを推定する方法を広くコンジョイント分析と呼ぶことを同論文で提唱し、今ではこの呼び方が定着している。

さて、コンジョイント分析が心理学などの分野で利用される場合は金銭的な支出を伴わないプロフィールが対象となり、効用モデルとして「主効果モデル」と呼ばれる属性の線形関数が仮定される。一方、マーケティングや経済学の分野でコンジョイント分析が利用される場合、財の価格やプロジェクトにおける負担額などの金銭的な支出がプロフィールに含まれることが殆どである。金銭的な支出は可処分所得を減らす効果があるので、本来はミクロ経済学的な基礎づけを持つ効用モデルを設定することが望ましい。

プロフィールへの金銭的な支出を伴うコンジョイント分析を適応した既存研究を調べると、第2章で記述する三種類の効用モデルが使用されている。これらの効用モデルの選択理由をモデルの背景に仮定する効用関数 (Utility Function) から説明することが期待されるが、第3章で説明するように既存研究において、この期待は殆ど満たされない。そこで、我々は、三種類の効用モデルが暗黙に仮定する効用関数を同章で求めることにする。

三種類の効用モデルに共通する点は、心理学の主効果モデルと可処分所得に関する部分効用の和という形を持つため、ミクロ経済学の効用理論だけには収まらない性質を持つことである。第4章では、プロフィールへの支出を伴うコンジョイント分析を対象として、我々はミクロ経済学の効用理論の範疇で効用モデルを構築する。また、構築されたモデルのパラメータ推定における特徴を説明する。

なお、三種類の効用モデルは誤差項を持つランダム効用であり、誤差項の分布関数の種類によってパラメータの推定方法は異なってくる¹。誤差項に

1 誤差項には正規分布やガンベル分布が仮定される。

関する統計学上の多くの重要な命題は既存研究で明らかにされているので、本論文のテーマの対象外とする。

2. 金銭的な支出を伴うプロフィールを対象とする 既存研究における効用モデル

本節では、プロフィールへの金銭的な支出を伴うコンジョイント分析を利用した既存研究で採用されたことがある3つの効用モデル、すなわち「主効果モデル（属性と支出の線形モデル）」、「可処分所得と属性の線形関数モデル」、「可処分所得の対数と属性の線形モデル」を記述する。金銭的な支出とは、プロフィールが財の場合はその財の価格、プロフィールがプロジェクトの場合はプロジェクト実施に必要な費用の分担金や寄付金などのことである。なお、主効果（main effect）とは心理学でよく使われる概念であり、コンジョイント計量法を導入したLuce & Tukey（1964）の論文でも、効用や選好ではなく、効果（effect）という用語が使われた。

まず、モデルの表記にあたって使用する記号を説明する。各プロフィールを $j=1, 2, 3, \dots, n_j$ 、属性 s のプロフィール j における水準を x_{js} ($s=1, 2, 3, \dots, n_s$)、プロフィール j の金銭的な支出を p_j と表記する。また、回答者を $i=1, 2, 3, \dots, n_i$ 、回答者の所得を I_i 、属性の効果を示す係数パラメータを a_s 、金銭的な支出または可処分所得に関するパラメータを b 、回答者 i がプロフィール j を選択した時の効用を U_{ji} と表記する。いずれの効用もランダム効用を仮定するので、回答者 i がプロフィール j を選択した時の誤差項を ϵ_{ji} と表記する。

主効果モデル（属性と支出の線形モデル）は(1)式で記述される。なお、プロフィール j に含まれない属性の水準についてはゼロとする。

$$(1) \quad U_{ji} = \sum_{s=1}^{n_s} a_s x_{js} - b p_j + \epsilon_{ji}$$

属性アプローチを提起したLancaster（1971）では、属性の効果についての関数形は指定されていない。心理学では各因子の水準が変わることで生じ

プロフィールへの支出を伴うコンジョイント分析で使用する効用関数についての考察

る効果を主効果と呼び、通常は線形関数が用いられるので、(1)式は心理学の主効果に準拠したモデルであると考えられる。

可処分所得と属性の線形関数モデルは(2)式で記述される。(1)式と同様に、プロフィール j に含まれない属性の水準についてはゼロとする。

$$(2) \quad U_{ji} = \sum_{s=1}^{n_s} a_s x_{js} + b(I_i - p_j) + \epsilon_{ji}$$

(2)式の $(I_i - p_j)$ は、プロフィール j を選択した時の回答者 i の可処分所得である。選択型コンジョイントでは(2)式をパラメータ推定に用いるが、ペアワイズ評定型のコンジョイント分析では、プロフィール j とプロフィール k をそれぞれ選択した時の効用差をパラメータ推定に用いるので、

$$(3) \quad \Delta U_{jki} = U_{ji} - U_{ki} = \sum_{s=1}^{n_s} a_s (x_{js} - x_{ks}) + b(p_j - p_k) + (\epsilon_{ji} - \epsilon_{ki})$$

となり、ペアワイズ評定型を用いた場合の(1)式の主効果モデルの効用差と一致し、可処分所得がパラメータ推定に反映されない。

可処分所得の対数と属性の線形モデルは(4)式で記述される。(1)式と同様に、プロフィール j に含まれない属性の水準についてはゼロとする。対数の底は任意の正の実数で良い。

$$(4) \quad U_{ji} = \sum_{s=1}^{n_s} a_s x_{js} + b \log(I_i - p_j) + \epsilon_{ji}$$

ペアワイズ評定型コンジョイントにおいてパラメータ推定に用いられるプロフィール j とプロフィール k を選択した時の効用差は(4)式で与えられる。(4)式から、効用差をとっても、可処分所得がパラメータ推定に反映されることがわかる。

$$(5) \quad \Delta U_{jki} = U_{ji} - U_{ki} = \sum_{s=1}^{n_s} a_s (x_{js} - x_{ks}) + b[\log(I_i - p_j) - \log(I_i - p_k)] + (\epsilon_{ji} - \epsilon_{ki})$$

3. 各モデルで暗黙に仮定されている効用関数

本節では、前節で記述した3つの効用モデルにおいて暗黙に仮定されている間接効用関数について考察する。はじめに、コンジョイント分析を利用した古典的な研究²において、仮定した間接効用関数に言及されているかどうかを調べる。現在の選択型コンジョイントを開発したLouviere & Woodworth（1983）は(1)式の主効果モデルを用いているが、「linear cost coefficients（線形の費用係数）」がモデルに組み込まれると記述するだけであり、間接効用関数への言及はない。同じく選択型コンジョイントを用いたGan & Luzar（1993）でも(1)式の主効果モデルが用いられているが、「attributes are entered in linear form（属性は線形で効用に組み込まれる）」と記述するのみである。Mackenzie（1993）も可処分所得への影響は認識しつつ、効用モデルには(1)式の主効果モデルを用いている。

選択型コンジョイントを用いたOpaluch et al.（1994）は(2)式の「可処分所得と属性の線形関数モデル」を採択し、間接効用関数への言及はないものの、可処分所得への影響をふまえてモデル選択を行っている。同じく、選択型コンジョイントを用いたAdamowicz et al.（1994）も(2)式のモデルを用いているが、「we assume it has a linear form（線形効用を仮定する）」と記述するのみであり、Adamowicz et al.（1998）も(2)式のモデルを用いている。

ペアワイズ評定型のアダプティヴ・コンジョイント分析（Adaptive Conjoint Analysis）を開発したJohnsonは、Johnson & Desvousges（1997）において(3)式の「可処分所得の対数と属性の線形モデル」を仮定しているが、その理由を「often is specified as a simple linear function of attributes（属性のシンプルな線形関数がしばしば仮定される）」と記述するのみであ

2 「環境経済評価の実務」（大野他, 2000）の第6章「コンジョイント分析」（栗山）、およびアダプティヴ・コンジョイント分析を開発したJohnson & Desvousges（1997）でリストアップされている欧米文献のうち、金銭的支出を伴うプロフィールに対してコンジョイント分析を用いた論文を調べた。

プロフィールへの支出を伴うコンジョイント分析で使用する効用関数についての考察

る。ただし、Johnson & Desvousges (1997) は、Roe et al. (1996) によるコンジョイント分析の背景にある効用関数の検討に言及し、それを参考にしたことを述べている。Roe et al. (1996) は(2)式と(3)式の両モデルを用いており、(2)式の「可処分所得と属性の線形関数モデル」では暗黙に「所得の限界効用が一定の効用関数」が仮定されていると指摘している。ただし、(3)式の背景にある効用関数についてRoe et al. (1996) は言及していない。

さて、「所得の限界効用が一定の効用関数」とは准線形効用関数 (Quasi-linear utility function) であることがSamuelson (1942) やKatzner (1947) によって証明されている。准線形効用関数とは、財 $r=1, 2, 3, \dots, m$ の消費量を q_r と表記すると、直接効用関数 $U(q_1, q_2, \dots, q_m)$ が[§]

$$(6) \quad U(q_1, q_2, \dots, q_m) = q_1 + u(q_2, \dots, q_m)$$

で定義される関数族である。(6)式の $u(q_2, \dots, q_m)$ は $q_2, \dots, q_m$ の任意関数である。また、財1を価値基準財として、財の価格ベクトルを $\mathbf{P}_r$ 、所得を I と表記すると、間接効用関数は

$$(7) \quad V(\mathbf{P}_r, I) = v_1(\mathbf{P}_r) + I$$

で与えられる。(6)式と(7)式の定数倍も准線形効用関数とみなせるので、この定数を b とおくと、(7)式から所得の限界効用が一定の b であることがわかる。回答者 i がプロフィール j を選択した時の可処分所得は $(I_i - p_j)$ なので、プロフィール j による金銭的な支出の効果は(7)式の部分効用である(8)項となり、

$$(8) \quad b(I_i - p_j)$$

(2)式は属性の主効果と(8)項の和であることがわかる。(8)項において回答者の所得の大小の効果を略すると(1)式が得られる。ただし、金銭的な支出額 p_j が大きい場合は、回答者の所得の大小によって効用への影響が異なるの

で、(1)式ではなく(2)式のモデルを用いるのが望ましい。

次に(3)式が暗黙に仮定している効用関数を検討する。コンジョイント分析こそ使用していないが、ランダム効用関数を用いたBerry（1995）は、(3)式がコブダグラス型効用関数（Cobb-Douglas utility function）を仮定していると指摘した。我々は、(3)式がコブダグラス型やCES型効用関数（Constant elasticity of substitution function）を包含するホモセティック効用関数（Homothetic utility function）を暗黙に仮定していると示すことができる。ホモセティック効用関数とは、直接効用関数 $U(q_1, q_2, \dots, q_m)$ が財の消費量ベクトル $\mathbf{Q}$ の一次同次関数、もしくはその単調増加写像によって得られる関数族のことである。この時、間接効用関数は、

$$(9) \quad V(\mathbf{P}_r, I) = I/v_2(\mathbf{P}_r)$$

となり、 $v_2(\mathbf{P}_r)$ は価格ベクトル $\mathbf{P}_r$ の一次同次関数である。両辺の対数をとる単調増加写像にかけると、

$$(10) \quad \log(V(\mathbf{P}_r, I)) = \log I - \log(v_2(\mathbf{P}_r))$$

が得られ、(10)式もホモセティック効用関数となる。更に(10)式の定数倍もホモセティック効用関数なので、その定数を b とおくと、回答者 i がプロフィール j を選択した時の金銭的な支出効果は、(10)式の部分効用である(11)項となり、

$$(11) \quad b \log(I_i - p_j)$$

(4)式は属性の主効果と(11)項の和であることがわかる。

これまでの検討から、以下の三つの考察が可能である。第一に、「可処分所得と属性の線形関数モデル」で暗黙に仮定されていた准線形効用関数、「可処分所得の対数と属性の線形モデル」で暗黙に仮定されていたホモセティック効用関数、これらの効用関数はいずれもGorman Formと呼ばれる

プロフィールへの支出を伴うコンジョイント分析で使用する効用関数についての考察

効用関数の群に属しており³、その間接効用関数は(12)式で与えられる。

$$(12) \quad V(\mathbf{P}_r, I) = (I - f(\mathbf{P}_r)) / g(\mathbf{P}_r)$$

(12)式の $f(\mathbf{P}_r)$ と $g(\mathbf{P}_r)$ は価格ベクトル $\mathbf{P}_r$ の一次同次関数である。Gorman Form型の効用関数、もしくはその単調増加変換された効用関数のうち、「所得の効果が将来に消費する財の価格ベクトル $\mathbf{P}_r$ と無関係なように分離できるもの」がコンジョイント分析で暗黙に仮定されてきた効用関数であることがわかる。

第二に、(2)式の「可処分所得と属性の線形関数モデル」と(3)式の「可処分所得の対数と属性の線形モデル」は、心理学で多用される主効果モデルと間接効用関数のうち所得に関する項（部分効用）の和という形式をとる。なお、第2節で説明したように属性アプローチを提起したLancaster（1971）は属性の効果についての関数形は指定しておらず、例えば片平（1984）は属性の量的水準が正である場合に対数関数を用いることを提唱しており、この考えに基づくと(13)式で与えられるモデルも可能である。

$$(13) \quad U_{ji} = \sum_{s=1}^{n_s} a_s \log(x_{js}) + b \log(I_i - p_j) + \epsilon_{ji}$$

第三に、先に考察したように(1)式から(3)式のコンジョイント分析は主効果モデルと間接効用関数のうち所得に関する項の和という形式をとるため、ミクロ経済学の効用理論に収まらない性質を持つが、できるだけミクロ経済学の効用理論の範疇におさまるコンジョイント分析の効用モデルを我々が考えることはできないだろうか。次節では、効用理論の範疇におさまる効用モデルを構築する問題を検討する。

3 例えば、Varian（1992）のMicroeconomics Analysisを参照。

4. ミクロ経済学の効用理論に基づいたコンジョイント分析の 効用モデルの検討

本節では、金銭的な支出を伴うプロファイルを持つコンジョイント分析を対象として、効用理論の範疇におさまる効用モデルを構築することを検討する。このようなモデルを構築できれば、プロファイルへの金銭的な支出によって可処分所得への影響が大きいケースでも経済学の観点から一貫して分析できることが期待できる。

本節で構築する効用モデルの応用範囲について、あらかじめ補足しておく。各プロファイル（ $j=1,2,3,\dots,n_j$ ）を選択することによって得られる属性には環境に係わる公共財の性質を持つものが含まれていても良い。例えば、ある私的財を購入して使用することにより、大気や河川という公共財の質の劣化または改善をもたらすというプロファイルでも良い。大気の質の具体例としては温室効果ガスの濃度増減、河川の質の具体例としては有機物の濃度増減などがある。私的財の1単位購入による汚染物質濃度の変化が微量な場合は、代替的な指標として汚染物質の排出増減量を属性とすれば良い。また、プロファイル j を選択することによって金銭的な支出のみならず収入も生じる場合は、支出から収入を引いた金額を p_j とする。属性の水準は第二節と同じく x_{js} （ $s=1,2,3,\dots,n_s$ ）と表記するが、当面は量的な水準であると仮定する。

さて、プロファイル j を選択したことによる属性の効用関数を $U_{ji_A}(\mathbf{x}_j)$ と表記する。 $U_{ji_A}(\mathbf{x}_j)$ をCES型と仮定して、 c は $0 < c < 1$ を満たす定数とすると、

$$(14) \quad U_{ji_A}(\mathbf{x}_j) = \sum_{s=1}^{n_s} a_s x_{js}^c$$

となる。ただし、 a_s が正となるように x_{js}^c の符号を調整するものとする。

次に、所得 I_i の回答者 i がプロファイル j を選択した後の可処分所得は $(I_i - p_j)$ となるので、この予算制約のもとで効用が最大になるように様々な財（ $r_i=1,2,3,\dots,m_i$ ）の消費量 q_{ri} を決定するものとする。消費する財の価格ベクトルは $\mathbf{P}_{ri}$ と表記する。いま、回答者 i の効用関数を $b \left(\log(U_{ji_B} \right.$

プロフィールへの支出を伴うコンジョイント分析で使用する効用関数についての考察

$(\mathbf{q}_{ri})$))と表記して、 $U_{jiB}(\mathbf{q}_{ri})$ も同じくCES型効用関数であると仮定すると、単調増加写像で得られた $b(\log(U_{jiB}(\mathbf{q}_{ri})))$ もCES型効用関数となる。この時、間接効用関数は(15)式で与えられる。

$$(15) \quad b(\log(U_{jiB}(\mathbf{q}_{ri}))) = b(\log(I_i - p_j)) - b(\log v_2(\mathbf{P}_{ri}))$$

プロフィール j の選択による効用とプロフィール j を選択した後の可処分所得による消費で生じた効用の時間差による割引率を ρ と表記する。すると、両者を合わせた効用 U_{ji} は(16)式で与えられる。

$$(16) \quad U_{ji} = U_{jiA}(\mathbf{x}_j) + b(\log(U_{jiB}(\mathbf{q}_{ri}))) / (1 + \rho)$$

(14)式と(15)式を(16)式に代入すると、

$$(17) \quad U_{ji} = \sum_{s=1}^{n_s} a_s x_{js}^c + \left[b(\log(I_i - p_j)) - b(\log v_2(\mathbf{P}_{ri})) \right] / (1 + \rho)$$

が得られ、(17)式がミクロ経済学の効用理論の範疇におさまるコンジョイント分析の効用モデルとなる。

ここでパラメータ推定上の問題となるのは、(17)式の $\mathbf{P}_{ri}$ に関する情報を我々が持っていないことである。従って、選択型コンジョイント分析では(17)式におけるパラメータ推定は不可能である。一方、ペアワイズ評定型のコンジョイント分析では、プロフィール j とプロフィール k をそれぞれ選択した場合の効用差 ΔU_{jki} である(18)式がパラメータ推定に用いられる。

$$(18) \quad \Delta U_{jki} = U_{ji} - U_{ki} = \sum_{s=1}^{n_s} a_s (x_{js}^c - x_{ks}^c) + b(\log(I_i - p_j) - \log(I_i - p_k)) / (1 + \rho)$$

(18)式は $\mathbf{P}_{ri}$ を含まないので、ペアワイズ評定型ではパラメータの推定が可能であることがわかる。また、 $c \rightarrow 1$ と極限をとり、更に $\rho = 0$ の場合には、従来のペアワイズ評定型のアダプティヴ・コンジョイント分析のパラメータ推定に使用される(5)式と(18)式は一致する。(18)式で $c \rightarrow 1$ と極限をとる

場合には、属性の水準 x_{js} は量的のみならずダミー変数などのカテゴリカルデータでも良い。

5. まとめ

金銭的な支出を伴うプロファイルを選択すると可処分所得が減少するので、その影響を反映できる効用モデルをコンジョイント分析で使用することが必要である。本論文では、このテーマについて三つの検討を行った。第一に、金銭的な支出を伴うプロファイルを持つコンジョイント分析を利用した古典的な研究論文における効用モデルには、「主効果モデル（属性と支出の線形モデル）」、「可処分所得と属性の線形関数モデル」、「可処分所得の対数と属性の線形モデル」の三種類がある事実を整理した。ただし、その効用モデルを採択した理由を経済学の効用理論から説明した論文は殆ど無く、例外はRoe et al. (1996) であり、「可処分所得と属性の線形関数モデル」では暗黙に「所得の限界効用が一定の効用関数」が仮定されていると指摘した。

第二に、「主効果モデル（属性と支出の線形モデル）」、「可処分所得と属性の線形関数モデル」、「可処分所得の対数と属性の線形モデル」が暗黙に仮定している効用関数を検討した。その結果、「主効果モデル（属性と支出の線形モデル）」と「可処分所得と属性の線形関数モデル」では準線形効用関数が暗黙に仮定され、「可処分所得の対数と属性の線形モデル」ではホモセティック効用関数が暗黙に仮定されていた。ただし、いずれのモデルも心理学の主効果と経済学の間接効用関数のうち所得に関する項の和をとる形式を持つため、ミクロ経済学の効用理論だけでは収まらない性質を持つ。このために、古典的な研究論文は暗黙に仮定した効用関数に言及することを避けたのかも知れない。

第三に、金銭的な支出を伴うプロファイルを対象として、ミクロ経済学の効用理論の範疇におさまるコンジョイント分析の効用モデルを検討した。まず、プロファイルの選択によって生じる属性の効用についてCES型効用関数を仮定する。次に、金銭的な支出で減少した可処分所得の予算制約のもと、同じくCES型効用関数を仮定して、その間接効用関数を得る。プロファイル

の選択による効用とプロフィールを選択した後の可処分所得による消費で生じた効用を加算した効用モデルは、経済学の効用理論の範疇におさまるものの、回答者が消費する財の価格情報を含んでいる。従って、選択型コンジョイント分析では同モデルのパラメータ推定は不可能であるが、効用の差分をとるペアワイズ評定型コンジョイント分析ではパラメータの推定が可能となる。なお、新しく得られた効用モデルの差分は、CES型の引数の極限をとると、従来の「可処分所得の対数と属性の線形モデル」の差分と一致する。

謝辞 本研究はJSPS科研費 24K15406の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 大野栄治, 林山泰久, 栗山浩一, 萩原清子, 高木朗義. (2000). 環境経済評価の実務. 勁草書房.
- [2] 片平秀貫. (1984). 多属性消費者選択モデル：コンジョイント分析によるアプローチ. 経済学論集, 50 (2), 2-18.
- [3] Adamowicz, W., Boxall, P., Williams, M., & Louviere, J. (1998). Stated preference approaches for measuring passive use values: choice experiments and contingent valuation. *American Journal of Agricultural Economics*, 80 (1), 64-75.
- [4] Adamowicz, W., Louviere, J., & Williams, M. (1994). Combining revealed and stated preference methods for valuing environmental amenities. *Journal of Environmental Economics and Management*. *Journal of Environmental Economics and Management*, 26 (3), 271-292.
- [5] Berry, S., Levinsohn, J., & Pakes, A. (1995). Automobile prices in market equilibrium. *Econometrica*, 63 (4), 840-890.
- [6] Gan, C., & E. J. Luzar. (1993). A conjoint analysis of waterfowl hunting in Luisiana. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 25 (2), 36-45.
- [7] Green, P. E., & Srinivasan, V. (1978). Conjoint analysis in consumer research: issues and outlook. *Journal of Consumer Research*, 5 (2), 103-123.
- [8] Johnson, F.R., & W.H. Desvousges. (1997). Estimating stated preferences with rated-pair data: environmental, health, and employment effects of energy programs. *Journal of Environmental Economics and Management*, 34, 79-99.
- [9] Katzner, D.W. (1967). A note on the constancy of the marginal utility of income. *International Economic Review*, 8 (1), 128-130.
- [10] Lancaster, K. (1971). *Consumer Demand: A New Approach to Consumer*

- Theory*. Columbia University Press, New York.
- [11] Louviere, J.J., & Woodworth, G. (1983). Design and analysis of simulated consumer choice or allocation experiments: an approach based on aggregate data. *Journal of Marketing Research*, 20 (4), 350-367.
- [12] Luce, R. D., & Tukey, J. W. (1964). Simultaneous conjoint measurement: a new scale type of fundamental measurement. *Journal of Mathematical Psychology*, 1 (1), 1-27.
- [13] Mackenzie, J. (1993). A comparison of contingent preference models. *American Journal of Agricultural Economics*, 75 (3), 593-603.
- [14] Opaluch, J.J., S.K. Swallow, T. Weaver, C.W. Wessels, & D. Wichlens. (1993). Evaluation impacts from noxious facilities: including public preferences in current siting mechanisms. *Journal of Environmental Economics and Management*, 24 (1), 41-59.
- [15] Roe, B., Boyle, K.J., & Teisl, M.F. (1996). Using conjoint analysis to derive estimates of compensating variation. *Journal of Environmental Economics and Management*, 31 (2), 145-159.
- [16] Samuelson, P. A. (1942). Constancy of the marginal utility of income. In Oskar Lange, Francis McIntyre & Theodore O. Yntema (eds.), *Studies in Mathematical Economics and Econometrics* (pp. 75-91). University of Chicago Press.
- [17] Varian, H.R. (1992). *Microeconomic Analysis*. W. W. Norton & Company, New York.

