

CVMによる多属性評価の可能性

- 東京湾油濁汚染の事例 -

栗山浩一¹（早稲田大学）・竹内憲司（明治大学短期大学）・鷲田豊明（神戸大学）

1. 報告内容

- ・ CVMによる多属性評価は可能か？
- ・ 繰り返し二項選択形式CVMの導入
- ・ モンテカルロ・シミュレーションによる検討
- ・ 実証研究 東京湾でタンカー事故防止の評価
- ・ 今後の課題

2. CVM とコンジョイント分析

近年、生態系などの非利用価値を評価できる手法として CVM やコンジョイント分析が注目を集めている。表1は CVM とコンジョイント分析を比較したものである。CVM は世界各国で多数の実証研究が行われており、今日では政策実施段階にまで到達しつつある。特に、負担を提示して Yes/No をたずねる二項選択形式は、回答者の負担が少なく、バイアスが比較的小さいことが知られている。ただし、CVM は複数の属性を持つ評価対象を属性単位で評価することは困難とされてきた。一方のコンジョイント分析は1990年代に入ってから環境経済学の分野で研究が開始された最新の手法であり、多属性の評価対象を属性別に評価できる。ただし、環境評価の分野での実証研究は少ないため、まだ信頼性などの点で課題が多く、まだ政策に用いられる段階には達していない。

表1 CVM とコンジョイント分析

手法	CVM (仮想評価法)	コンジョイント分析
評価方法	仮想的な環境政策を提示して支払意欲額(WTP)や受入補償額(WTA)をたずねて評価	多属性の評価対象を繰り返し提示して、それに対する選好をたずねることで評価
利点	多数の研究蓄積がある 二項選択形式は回答者の負担が少なくバイアスが小さい	多属性の評価対象を属性別に評価できる
欠点	多属性の評価対象の場合、属性別に評価することが困難	環境評価の分野では研究が開始されて間もないため、信頼性が不明 質問が複雑で回答者の負担が大きい

¹ 169-8050 新宿区西早稲田 1-6-9 早稲田大学政治経済学部

これまでの CVM が属性別に評価できなかった理由は、ただ一つの環境政策を提示して、その環境政策に対する WTP や WTA をたずねることにある。コンジョイント分析では、複数の評価対象に対する選好を繰り返したずねて、属性と選好との関係を統計的に推定することで属性単位で評価している。そこで、コンジョイント分析と同様に環境政策を繰り返し回答者に提示することで、CVM でも属性単位で評価することが可能となるのではなかろうか。本研究の目的は、CVM でも多属性評価が可能であることを、モンテカルロ・シミュレーションと実証研究の両方の観点から示すことである。

2. CVM による多属性評価の難点

CVM によって多属性評価を行うには、以下の二つの課題がある。第一の課題は、一般的に CVM で使われている二項選択形式では、回答者の選好データが Yes/No の二種類しかないため、属性単位で評価するにはデータが不足することである。そこで、コンジョイント分析と同様に、一人の回答者に環境政策を繰り返し提示し、回答してもらうことで多数のデータを確保する方法を採用した。この方法を以下では繰り返し二項選択形式 CVM (Iterative Dichotomous Choice) と呼ぶ。

第二に、CVM では現状と仮想的状態の二種類しか示さず、しかも現状は固定されているため、属性間の相関が生じやすい。そこで、コンジョイント分析の分野で開発された D 効率性基準を用いてプロファイル・デザインを行った。D 効率性とは、Fisher 情報行列の行列式を最小化するようにデザインを行う方法であり、推定パラメータの分散が最小化されるため、効率的に推定が行うことができる。

以上の方法で CVM でも多属性評価が可能かを検討するため、モンテカルロ・シミュレーションを行った。用いた属性は(1)負担額、(2)レクリエーション保護、(3)健康被害回避、(4)干潟保護、(5)漁港保護、の5種類である。これらの属性の組み合わせから D 効率性基準によって 128 種類のプロファイルを作成した。ランダム効用モデルを用いると、プロファイル j の効用は

$$U(\mathbf{x}_j) = \mathbf{b}\mathbf{x}_j + \mathbf{e}_j \quad (1)$$

となる。ただし、 \mathbf{x}_j はプロファイル j の属性ベクトル、 \mathbf{b} は事前調査によって得られるパラメータ、 \mathbf{e}_j は誤差項である。 \mathbf{b} には竹内・栗山・鷲田(1999)の値を用いた。一方、対策を実施しないときの効用は

$$U(\mathbf{x}_0) = \mathbf{b}\mathbf{x}_0 + \mathbf{e}_0 \quad (2)$$

となる。このとき、プロファイル j と対策なしの効用差は

$$dU(\mathbf{x}_j) = \mathbf{b}(\mathbf{x}_j - \mathbf{x}_0) + \mathbf{h} \quad (3)$$

となる。ただし、 η は誤差項の差である。ここで η が標準ロジスティック分布に従うとすると、回答者がプロファイル j に対して「Yes」を選択する確率は、

$$\Pr[\text{Yes}] = \Pr[dU(\mathbf{x}_j) > 0] = \frac{1}{1 + \exp(-\mathbf{b}(\mathbf{x}_j - \mathbf{x}_0))} \quad (4)$$

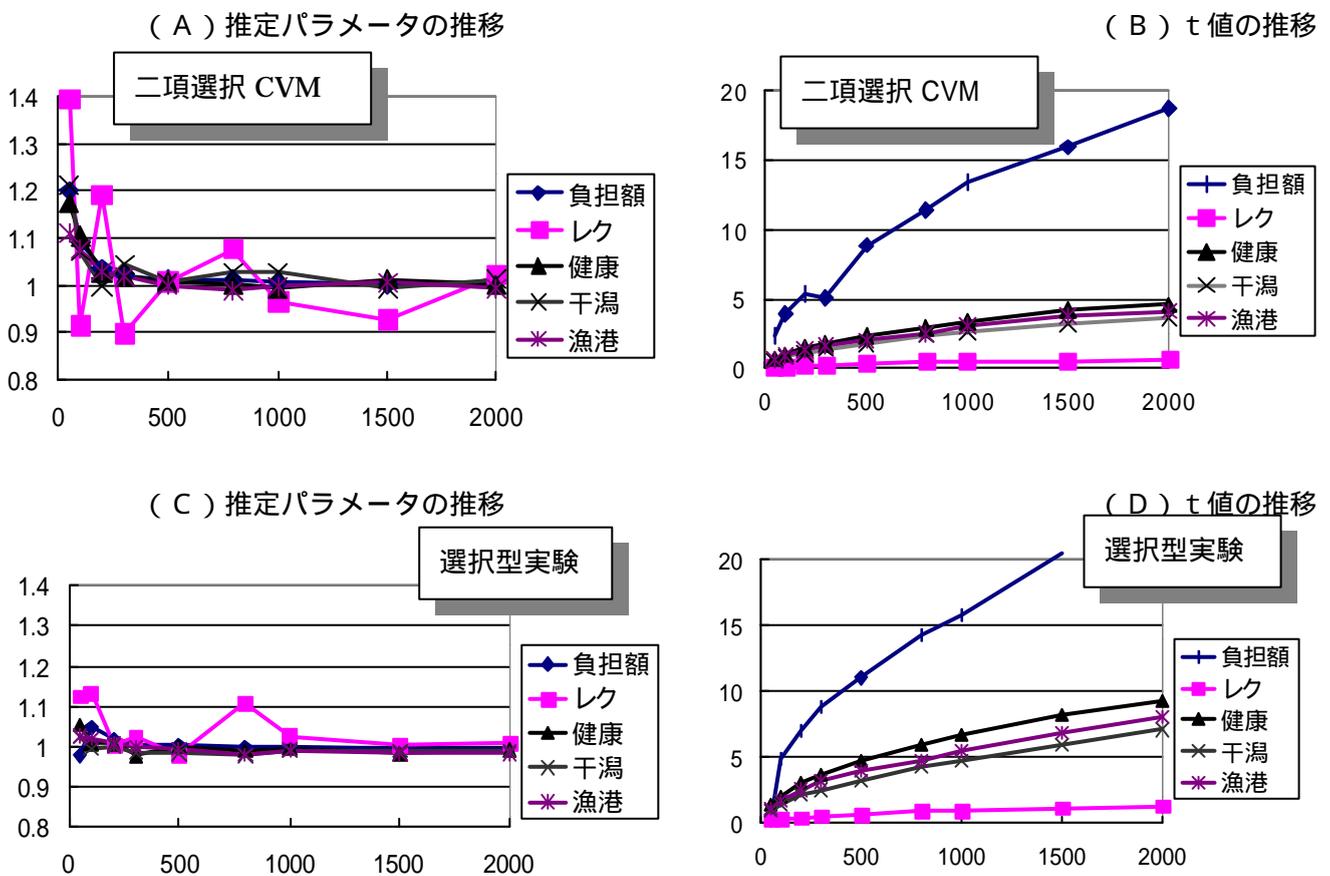
となる。モンテカルロ・シミュレーションでは、事前調査で得られたパラメータ \mathbf{b} 、プロファイル \mathbf{x}_j および誤差項 η から(3)式より効用差を計算する。誤差項には標準ロジスティック分布に従う乱数を用いた。効用差が正の時は「Yes」、負のときは「No」となるようにシミュレーションのデータを作成し、このシミュレーション・データを用いて(4)式からパラメータ \mathbf{b} の推定を行う。この手順を 1000 回繰返して推定値の分布を調べる。さらにサンプル数を 100 ~ 2000 まで変化させたときの推定結果を分析した。

図 1 はサンプル数と推定値との関係を示している。縦軸は竹内・栗山・鷲田(1999)の値を 1 としたときの推定値、横軸はサンプル数である。サンプル数が増加するにつれて、属性は正しい値に収束する傾向が見られる。図 2

はサンプル数とt値の絶対値との関係を示している。サンプル数の増加とともにt値も上昇し、サンプル数が800以上になるとレクリエーション保護以外はおおむね有意となることが判明した。なお、レクリエーション保護は竹内・栗山・鷺田(1999)で有意となっていない。また、コンジョイント分析の質問形式の一つである選択型実験(複数の代替案から選択)の場合と比較すると、選択型実験の方が二項選択CVMよりもパラメータが安定しており、少ないサンプルで高いt値が得られた。つまり、二項選択形式CVMはコンジョイント分析に比べて統計的な効率性が低いといえる。

以上のモンテカルロ・シミュレーション分析より、二項選択形式CVMでも属性単位で評価が可能だが、コンジョイント分析に比べて統計的効率性が低く、属性評価を行うためには有効サンプル数が少なくとも800以上必要であることがわかった。このため、1人に1回だけたずねる従来のCVM形式では多属性評価は困難であり、1人に複数回たずねる繰り返し二項選択形式が必要である。

図1 モンテカルロ・シミュレーションによる分析結果



3. 実証研究：東京湾油濁事故防止の評価

次に実際のアンケート・データを用いてCVMによる多属性評価を試みた。1999年1月に東京湾周辺住民に訪問面接形式の調査を行った。回収されたサンプルは500であった(回収率58.8%)。これらのサンプルを4つに分割され、貨幣支払(WTP)、貨幣補償(WTA)、実物支払、実物補償の4種類の質問形式が用いられた。貨幣支払と貨幣補償は各128種類、実物支払と実物補償は各64種類のプロファイルを作成した。繰り返し二項選択形式を採用し、一人の回答者に8回の質問を行った。図2は繰り返し二項選択形式CVMで用いた質問の例である。以下、WTPバージョンについて説明する。WTPバージョンは128人から回答が得られ、1024(=128*8)のデータが得られた。このうち、「わからない」を選んだのは113であったが、以下の分析では「わからない」は「いいえ」として扱った。

表2は WTP 形式のデータをランダム効用モデルを用いて推定した結果であり、表3は推定結果をもとに算出した限界支払意志額である。推定結果は、レク保護以外は有意となり、繰り返し二項選択形式を用いれば CVM でも属性単位で有意な結果が得られることが示された。限界支払意志額を見ると、ランキングで推定した結果と繰り返し二項選択形式との評価結果は若干異なっており、尤度比検定では両者の推定関数には有意差が見られた。ただし、各属性の選好順序はどちらも同じであった（漁港 > 健康 > 干潟 > レク）。

図2 繰り返し二項選択形式 CVM の質問例

現状と比較したとき、あなたはこの対策を実施すべきと思いますか

	対策	現状
負担額 (税金の上昇)	30,000円	0円
海水浴場 釣り場など レクリエーション地	レク地の93%を保護	レク地の7%を保護
におい・めまいを感じる 人の数	0人に 抑える	10,000人に 抑える
干潟	干潟の24%を保護	干潟の24%を保護
漁港	漁港の100%を保護	漁港の66%を保護

1. はい 2. いいえ 3. わからない

表2 推定結果

	係数	値	p値
負担額	-0.24375	-11.93	0.000
レク保護	0.21379	1.44	0.150
健康	0.43082	3.48	0.001
干潟	0.38370	1.87	0.061
漁港	1.64819	5.18	0.000
N	1024		
LogL	-616.296		

表3 限界支払意志額

	CVM	ランキング
レク保護	88	28
健康	177	350
干潟	157	341
漁港	676	496

4. 結論

(1) CVM による多属性評価の可能性

繰り返し二項選択形式を用いれば、CVM でも多属性評価は可能。ただし、CVM による多属性評価は、コンジョイント分析よりも統計的効率性が低く、有意な結果を得るためには少なくとも有効サンプルが 800 以上必要。

(2) CVM とコンジョイント分析の評価額

CVM とランキングで比較したところ、限界支払意志額には有意な差が見られた。例えば、漁港・レク保護は CVM の方が高いが、健康・干潟はランキングの方が高く、CVM とランキングでどちらかが高くなるというような一般的傾向は見られない。また、各属性の選好順序はどちらも同じであった（漁港 > 健康 > 干潟 > レク）。