

コンジョイント分析を用いた社会資本整備の経済的評価に関する研究\*

An Economic Evaluation of Infrastructure Provision using Conjoint Analysis

田中伸治\*\*、舟橋弥生\*\*\*、齋藤博之\*\*\*\*、安田佳哉\*\*

By Shinji TANAKA, Yayoi FUNAHASHI, Hiroyuki SAITO, Yoshiya YASUDA

1. はじめに

近年、地域住民が積極的に公共事業等の社会資本整備に関与する事例が増えている。このような状況の中、住民の要望を満足する社会資本の整備を実施するためには、地域の住民がその社会資本に対してどのようなイメージを抱いているか、どの程度の価値を見出しているかを的確に把握することが必要である。

環境などの非市場財を評価する手法の代表的なものとして CVM（仮想市場評価法）があり、実務上の適用例も多く見られる。しかし、CVM には各種のバイアスが入りやすい等の問題点が指摘されており、このような問題が少なく複数の属性を個別に評価できる手法として最近注目されているのが、コンジョイント分析である。

筆者らは、過去にコンジョイント分析を用いたアンケート調査により、公園の機能に対して住民が抱く相対的な重要度を把握した。本研究ではこれを発展させ、公園機能の経済的価値について、コンジョイント分析を利用して把握することを試みた。また、複数の調査対象地域および質問形式を設定し、調査方法による結果の相違について分析を行った。

2. 調査の概要

(1) コンジョイント分析

コンジョイント分析は、もともと計量心理学や市場調査の分野で発展してきた手法であり、複数の属性により構成される選択肢（プロファイルと呼ぶ）の効用をアンケートにより調査し、各属性と回答結

果との関係から、属性別の価値を統計的に推定するものである。CVM と異なり、属性ごとに個別に質問しなくても属性単位の価値を評価できることが特徴である。

コンジョイント分析には、完全プロファイル型、選択型、ペアワイズ型などいくつかの形式があり、それぞれに利点、欠点があるが、本調査では選択型とペアワイズ型の質問形式によるアンケートを実施した。選択型は複数のプロファイルの中から最も好ましいプロファイルを選択してもらい評価を行う手法であり、一方、ペアワイズ型は2つの対立するプロファイルを提示してどちらがどのくらい望ましいか尋ねることで評価を行うものである。(1)選択型は多項ロジット、(2)ペアワイズ型は順序プロビットモデルを用いて、以下の対数尤度関数を最大化する最尤法により各属性の部分価値パラメータを求める。

$$\log L = \sum_i \sum_j d_{ij} \ln \frac{\exp(V_j)}{\sum_k \exp(V_k)} \quad (1)$$

$$\log L = \sum_i \sum_s d_{is} \ln [\Phi(\alpha_s - dV_{jk}) - \Phi(\alpha_{s-1} - dV_{jk})] \quad (2)$$
$$V_j = \beta x_j, \quad dV_{jk} = \beta'(x_j - x_k)$$

$V_j$ : 効用、 $d_{ij}$ : ダミー変数、 $\Phi$ : 標準正規分布関数、 $\alpha$ : 閾値パラメータ、 $\beta$ : 属性パラメータベクトル、 $x$ : 属性変数

(2) 支払意思額の推定

本研究では、住民が公園の機能に関して、各属性別に抱く限界支払意思額を推定するため、以下のような効用関数  $V$  を想定する。

$$V(x, p) = \sum_k \beta_k x_k + \beta_p p$$

$x$ : 属性変数、 $p$ : 価格、 $\beta$ : パラメータ

ここで上式を微分し、効用を初期水準に固定 ( $dV=0$ ) すると、属性  $x_k$  が1単位増加したときの限界支払意

\*キーワード: コンジョイント分析、経済評価、アンケート調査

\*\*正員、国土交通省 国土技術政策総合研究所

環境研究部 河川環境研究室

(〒305-0804 つくば市旭1、tel:0298-64-2587、fax:64-7221)

\*\*\*正員、国土交通省 土地・水資源局

\*\*\*\*正員、国土交通省 北陸地方整備局

思額は

$$MWTP_{x_k} = \frac{dp}{dx_k} = -\frac{\partial V}{\partial x_k} / \frac{\partial V}{\partial p} = -\frac{\beta_k}{\beta_p}$$

となる。

### (3) シナリオの設定

アンケート調査に際して設定したシナリオは、以下の通りである。

| シナリオ                                                                                                                      |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 自宅から約 1km（徒歩約 15 分）以内の現在利用されていない未整備地に、野球場またはサッカー場、陸上競技場 1 面程度の広さの新しい公園を整備する。公園整備を早期に実現するために、地域住民が整備協力金を 1 度だけ支払うことが必要である。 |  |

公園機能（属性）は、自然、休息、運動、子供の遊具、整備協力金の 5 種類で、表 1 のように各属性のレベルを設定した。

表 1 公園の機能（属性）

| 属性                                                        | レベル       | 内容                                             |
|-----------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------|
| 自然                                                        | 生き物多い     | 動植物が保護され、自然があるがままだに存在。動植物への配慮を優先して人間の活動は制限される。 |
|                                                           | 生き物とのふれあい | 動植物とふれあえる空間が存在する。「生き物多い」ほど動植物への配慮はない。          |
| 休息                                                        | 生き物少ない    | 生き物の生息空間がほとんどない。単調な空間である。                      |
|                                                           | 休息施設あり    | あすまや、ベンチ、芝生公園など休息できる施設がある。                     |
| 運動                                                        | 休息施設なし    | 上記のような施設がない。                                   |
|                                                           | 運動空間あり    | ボール遊びやたこ揚げ、ジョギングなど軽い運動ができる空間がある。               |
| 子供の遊具                                                     | 運動空間なし    | 上記のような空間がない。                                   |
|                                                           | 遊具あり      | ブランコ、砂場、アスレチックなど子供の遊べる場がある。                    |
| 整備協力金                                                     | 遊具なし      | 上記のような場がない。                                    |
|                                                           |           |                                                |
| 整備協力金 1,000円、3,000円、5,000円、8,000円、10,000円、15,000円、30,000円 |           |                                                |

### (4) アンケート調査

調査対象地域は、東京都世田谷区内の 2 地域である。A 地区は自然的な公園にも恵まれ、日頃から自然に接する環境にあるのに対し、B 地区は商業・住宅地であり、都市公園と住宅の庭の緑が主な自然的要素である。人口密度で比較すると 1km<sup>2</sup>あたり A 地区は 6,770 人に対し B 地区は 140,768 人と約 20 倍となっている（平成 9 年）。この 2 地区において、訪問面接方式によるアンケート調査を実施した。

質問形式は選択型コンジョイントとし、属性のレベルをパソコンでランダムに組み合わせた 3 選択肢と「どの案も望まない」を加えた 4 つの選択肢から、最も望ましい 1 つを選択する形式とした。調査員はノートパソコンを携帯し、被験者は図 1 のように画

質問 2.1 あなたはどのタイプの公園整備を望みますか。  
以下の 4 選択肢のうち 1 つを選んでください。

|             |              |             |          |
|-------------|--------------|-------------|----------|
| 生き物多い       | 生き物とのふれあい    | 生き物少ない      | どの案も望まない |
| 休息施設あり      | 休息施設なし       | 休息施設あり      |          |
| 運動空間なし      | 運動空間なし       | 運動空間あり      |          |
| 遊具あり        | 遊具あり         | 遊具なし        |          |
| 3,000 円の協力金 | 15,000 円の協力金 | 8,000 円の協力金 |          |

図 1 選択型コンジョイントの質問形式

面上に表示される質問に 1 人あたり 8 パターン回答する。

なお、得られた回答の中には調査の趣旨や回答方法を理解していなかったり誤解していたりするものが混在する可能性があり、これを含んだまま解析を行うと結果が歪んだものとなる。そこで、コンジョイント分析のアンケートとは別に理解度に関する質問を行い、異常データを排除した。

## 3. 結果

### (1) 回収結果

各地区無作為に抽出された 300 サンプルずつを訪問した結果、A 地区 107 サンプル、B 地区 113 サンプルの回答を得た。また、在宅の可能性が高い週末や祭日を中心に調査したものの、男女比は男性 64 人女性 156 人と 3 : 7 の比率となり、女性の在宅率の方が高いことが伺われた。

### (2) 属性重要度

コンジョイント分析による属性重要度を表 2 に示す。協力金が最も大きく、続いて自然、休息または運動の順で、子供の遊具が最も小さい。A 地区と B 地区を比較すると、A 地区は自然を重視しているのに対し、B 地区では休息の重要度が若干大きく、子

表 2 属性重要度

| 属性    | 全体   | A地区  | B地区  |
|-------|------|------|------|
| 自然    | 20.7 | 23.5 | 18.5 |
| 休息    | 14.8 | 13.6 | 15.6 |
| 運動    | 14.9 | 14.9 | 14.9 |
| 子供の遊具 | 3.5  | 2.1  | 4.7  |
| 整備協力金 | 46.2 | 45.8 | 46.2 |

供の遊具の値も大きくなっている。

### (3) 限界支払意思額

「自然」を「生き物多い」と「生き物とのふれあ

い」に分類して属性（レベル）別のパラメータを推定し、各項目に対する限界支払意思額を求めた結果を表 3 に示す。前述の属性重要度が高い項目ほど限界支払意思額は大きくなっている。子供の遊具の有無については、全体及び B 地区において有意水準 5%を満たさない結果となった。限界支払意思額もマイナスとなっており、今回のシナリオの下では子供の遊具の整備は望まれていないといえる。A 地区と B 地区を比較すると、B 地区で特に「生き物とのふれあい」に対する限界支払意思額が大きくなっており、周辺の自然環境の違いにより支払意思額が異なる可能性が示唆された。

表 3 限界支払意思額

| 属性・レベル    | 全体(円)    | A地区(円)   | B地区(円)   |
|-----------|----------|----------|----------|
| 生き物多い     | 6,042 ** | 5,784 *  | 6,402 ** |
| 生き物とのふれあい | 5,118 ** | 3,328 *  | 6,752 ** |
| 休息施設あり    | 4,202 ** | 2,436 *  | 5,782 ** |
| 運動空間あり    | 4,650 ** | 3,823 ** | 5,493 ** |
| 子供の遊具あり   | -1,020   | -2,192 * | 24       |

\*は5%有意水準,\*\*は1%有意水準を示す

4. 調査方法、質問形式による比較

(1) 調査方法

前述の結果は、調査員が被験者宅を訪問する直接面接方式のアンケートによるものである。この方法は、被験者の理解度を確認しながらアンケートを行えるため信頼性を向上させることができるが、調査コストが膨大になるという欠点がある。そこで、郵送配布・郵送回収によるアンケートを実施し、同様の結果が得られるかを分析した。

(2) 質問形式

これまでの結果は、選択型コンジョイントによるアンケートを分析したものである。選択型コンジョイントは、複数のプロファイルの中から最も好ましいものを選ぶという点で、実際の消費行動に近く現実性が高い形式といえる。しかし、属性の数が多くなると選択が困難になるという欠点がある。ペアワイズ型では、一部の属性のみを含む部分プロファイルを用いて質問できるので、属性の数の制約が小さいという利点がある。そこで、同じ公園整備のシナリオについてペアワイズ型コンジョイントによるアンケートを実施し、同様の結果が得られるかを分析した。図 2 に質問の一例を示す。このように、2つのプロファイルのどちらがどの程度望ましいかを、

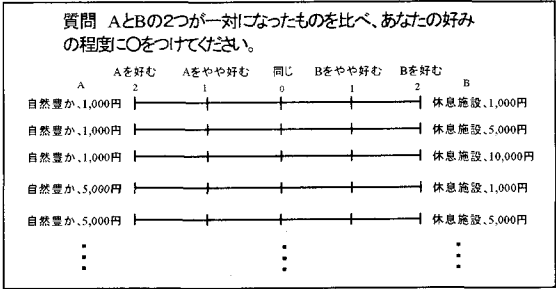


図 2 ペアワイズ型コンジョイントの質問形式

属性の組み合わせを変化させて質問した。なお、ペアワイズ型のアンケートでは自然に関して、「生き物多い」と「生き物とのふれあい」を統合して「自然豊か」と表現して質問している。

(3) 回収結果

表 4 に 2 種類のアンケートの結果を示す。郵送方式による回収率は概ね 3 分の 1 程度となった。有効回答率は選択型コンジョイントでは概ね 90%であり、これは直接面接方式の場合とそれほど変わらない。一方、ペアワイズ型は B 地区では 80%を下回っており、同じような一対比較を繰り返すペアワイズ型は被験者にとって理解しづらいものであることが伺われる。

表 4 追加アンケート調査の概要

|              | 選択型郵送方式           |            | ペアワイズ型            |            |
|--------------|-------------------|------------|-------------------|------------|
|              | A地区               | B地区        | A地区               | B地区        |
| 質問形式         | 選択型               |            | ペアワイズ型            |            |
| アンケート調査手法    | 郵送方式(郵送配布・回収)     |            |                   |            |
| 有効数(回収数/郵送数) | 466名(512名/1,484名) |            | 373名(474名/1,480名) |            |
| 有効数別有効率(率%)  | 249名(90.5)        | 217名(91.6) | 191名(81.3)        | 182名(76.2) |

(4) 属性重要度

選択型コンジョイントの郵送方式、ペアワイズ型の結果を表 5 に示す。選択型郵送方式では、協力金が 50 前後の値で最も大きく、次が自然、最も小さいのが子供の遊具という関係は選択型の面接方式と同様である。休息と運動について、地区ごとに順序や値がやや異なるが、概ね類似した傾向の結果が得られた。

次に、ペアワイズ型の質問票では、協力金を独立で尋ねず他の属性と同時に質問しているので、ここ

表 5 属性重要度

| 属性    | 選択型郵送方式 |      |      | ペアワイズ型 |      |      |
|-------|---------|------|------|--------|------|------|
|       | 全体      | A地区  | B地区  | 全体     | A地区  | B地区  |
| 自然    | 17.2    | 14.5 | 20.7 | 21.7   | 20.7 | 22.6 |
| 休息    | 13.4    | 14.2 | 12.6 | 11.5   | 11.6 | 11.4 |
| 運動    | 10.3    | 9.7  | 12.3 | 19.2   | 20.7 | 10.3 |
| 子供の遊具 | 7.2     | 8.9  | 4.4  | 6.8    | 7.8  | 5.8  |
| 整備協力金 | 51.9    | 52.7 | 50.0 | -      | -    | -    |

では仮に協力金の重要度を 50 として残りの属性の重要度を求めている。自然が 20 強、休息と運動が 10 強、子供の遊具が 6～8 と、値は若干異なるが選択型面接方式とほぼ同様の順序関係となった。

### (5) 限界支払意思額

選択型面接方式と同様に限界支払意思額を求めた結果を表 6 に示す。選択型郵送方式では、生き物とのふれあいと休息施設あり以外の項目でマイナスの値となり、選択型面接方式と大きく異なる結果となった。また、すべての項目で 5%有意水準を満たしておらず、信頼性選択型面接方式と比較すると信頼性が高いとはいえない結果となった。

ペアワイズ型では、限界支払意思額はプラスとなっているが、属性重要度の結果とは異なり運動空間ありの値が子供の遊具ありよりも小さくなっている。また、有意水準も自然豊か以外については満たしておらず、こちらもあまり信頼性が高い結果とはいえない。

表 6 限界支払意思額

| 選択型郵送方式   | 限界支払意思額(円) | ペアワイズ型  | 限界支払意思額(円) |
|-----------|------------|---------|------------|
| 生き物多い     | -1,265     | 自然豊か    | 12,905 **  |
| 生き物とのふれあい | 145        |         |            |
| 休息施設あり    | 585        | 休息施設あり  | 1,243      |
| 運動空間あり    | -430       | 運動空間あり  | 75         |
| 子供の遊具あり   | -460       | 子供の遊具あり | 1,792      |

\*\*は1%有意水準を示す

## 5. 考察

以上のように、コンジョイント分析を用いて限界支払意思額を推定し、また、同じシナリオについて複数の調査方法を実施した結果について、以下に考察を述べる。

まず、支払意思額の推定については、選択型面接方式において、各属性の重要度に応じた限界支払意思額が算出され、概ね妥当な結果が得られた。このことは、環境分野においても、コンジョイント分析を利用した非市場財の価値の計測が十分な実用性を持つということを示しており、今後環境整備事業、環境対策等の実務に適用されることが期待できる。コンジョイント分析は、CVM と異なりプロファイルの属性ごとに重要度や限界支払意思額が算出できるので、社会資本整備を進める上でより住民の意思を反映した効果的な方策を組み立てることが可能になると考えられる。

一方、複数の調査方法を試みた結果は、選択型面接方式と比べて妥当性が低いものとなった。

まず調査手法を郵送方式とした場合では、属性重要度は概ね似た結果が得られたものの限界支払意思額が大きく異なる結果となった。この原因として、面接方式では調査員が携帯したパソコンに質問がランダムな属性の組み合わせで表示されるのに対し、今回の郵送方式では質問をあらかじめ印刷する都合上属性の組み合わせが限定されたということがあげられる。このため、サンプル数としては面接方式よりも多いにもかかわらず、解析で十分な属性の組み合わせが足りず信頼性の低い結果となったと考えられる。サンプル数は今回程度で十分であるので、調査票の属性組み合わせのバリエーションを確保することが重要であるといえる。

また、質問形式をペアワイズ型とした場合でも、限界支払意思額が妥当性の低いものとなった。ペアワイズ型は似たような多数の対比較を行うため、被験者が理解するのが難しいという問題がある。実際、各被験者の属性重要度には大きなばらつきが見られ、郵送方式によらない例えば集団面接方式のようなアンケート手法を考える必要がある。

## 6. まとめ

本研究では、社会資本整備に対する住民の意識を把握する手法としてコンジョイント分析を利用し、環境のような非市場財の価値を住民の限界支払意思額という形で推定することを試みた。分析の結果、コンジョイント分析は属性ごとの限界支払意思額を算出することができ十分な有用性を持つことが確認できた。しかし、的確な分析結果を得るためには属性の組み合わせ等満たすべき条件があり、アンケート調査の設計などの面で十分に検討を行う必要がある。今後は、より効率的な調査を実施するため、対象に応じた質問形式、アンケートの設計等、調査方法をさらに洗練させることが必要である。

## 参考文献

1) 舟橋、並河、安田：生態系に配慮した社会資本整備イメージの把握（その 2）、土木計画学研究・講演集、No.22、pp143-146、1999