

# 相乗効果を考慮した複数プロジェクトの経済評価\*

## Economic Valuation in Plural Public Works by Considering the Synergy Effect \*

大洞久佳\*\*・大野栄治\*\*\*

By Hisayoshi OHORA\*\*・Eiji OHNO\*\*\*

### 1. はじめに

ある地域の公共事業について見ると、一般に複数のプロジェクトが存在し、かつ同時並行で実施されることが多い。そのため、公共事業評価を行うときには、複数プロジェクトを同時に扱える手法が有用となる。このような複数プロジェクトの便益評価においては、多属性の同時評価を可能とするコンジョイント分析が適している。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分析手法であるが、近年では環境経済評価にも用いられている<sup>1),2),3),4)</sup>。

このような問題意識より、先行研究<sup>5)</sup>においてコンジョイント分析による複数プロジェクトの経済評価を行った。そこでは、各プロジェクトの効果が独立して顕在化するという仮定の下で経済評価が行われているので、各プロジェクトの経済価値の単純合計が総価値となる。したがって、総便益とその内訳を知るという面では大変便利であるが、複数プロジェクトにおける単独効果と相乗効果の区別が曖昧にされているという問題点がある。

例えば、2つのプロジェクトが実施された場合の効果は、図1に示されるように、各プロジェクトによる単独効果と両プロジェクトによる相乗効果から構成される。すなわち、2つのプロジェクトが同時に実施された場合の効果は、それぞれが個別に実施された場合の効果を合計したものより大きくなると期待される。ただし、プロジェクトによっては共通因子をもつこともあり、そのときにはマイナスの相

乗効果が発生する。このような相乗効果の存在は、複数プロジェクトの組み合わせの検討に影響を与えるため、明らかされることが望まれる。

本研究では、複数プロジェクトをもつ公共事業の経済評価において単独効果と相乗効果を明確に区別して扱う評価モデルを提案する。そして、中山間地域の公共事業評価への適用を通して、本モデルの有効性を検討する。

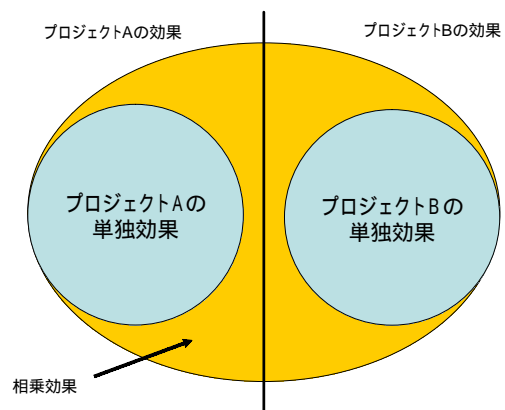


図1 複数プロジェクトの効果の概念図

### 2. 評価モデル

#### (1) 効用関数の定義

コンジョイント分析では、家計の効用関数を政策属性、政策費用、所得などの関数で定義し、家計の選択行動の結果より、家計の効用関数を推定する。そこで、家計の効用関数を次式で定義する。

#### 【モデル1】

$$V = \sum_{k=1}^8 \alpha_k z_k x_k + \beta \cdot p \quad (1)$$

#### 【モデル2】

\* キーワーズ：公共事業評価法、コンジョイント分析

\*\* 学生員,修(都市情報),名城大学大学院都市情報学研究科

\*\*\*正員,博(工),名城大学都市情報学部

(509-0261岐阜県可児市虹ヶ丘4-3-3, Tel&Fax0574-69-0132)

$$V = \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^8 \alpha_{ij} z_{ij} x_{ij} + \beta \cdot p \quad (2)$$

ただし、 $V$ ：公共事業に対する家計の部分効用

- $x_k$ ：プロジェクト $k$ の実施  
(実施あり=1、実施なし=0)
- $z_k$ ：プロジェクト $k$ に対する認識  
(恩恵あり=1、恩恵なし=0)
- $x_{ij}$ ：プロジェクト $i, j$ の同時実施  
(実施あり=1、実施なし=0)
- $z_{ij}$ ：プロジェクト $i, j$ に対する同時認識  
(恩恵あり=1、恩恵なし=0)
- $p$ ：家計の負担金 [円/世帯/年]
- $\alpha_k, \alpha_{ij}, \beta$ ：未知のパラメータ
- $k=1$ ：治水・利水（洪水対策）
- $k=2$ ：砂防（土砂災害対策）
- $k=3$ ：交流手段整備（広域連携）
- $k=4$ ：道路整備（生活基盤整備）
- $k=5$ ：排水処理（生活環境向上）
- $k=6$ ：森林環境整備（環境保全）
- $k=7$ ：交流施設整備等（過疎化対策）
- $k=8$ ：農地整備・生産性向上（農業振興）

式(1)は、各プロジェクトの効果が独立して顕在化するという仮定の下で、家計の効用が各プロジェクトによって実現する「恩恵の認識」と「負担金」の関数で表されることを意味する。この仮定の下ではプロジェクト毎の経済価値の単純合計が総価値になるので、この仮定は総価値とその内訳を知る際に便利である。ここで、式(1)の右辺第1項（ $x_k$ と $z_k$ の積の部分）は、プロジェクト実施ありの場合でも恩恵を認識していなければ、実施なしの場合と同値であることを表現しようとするものである。

一方、式(2)は、任意の2つのプロジェクトが同時に実施されるときの家計の効用を示す。ここで、以下の関係式を仮定する。

$$z_{ij} = \sqrt{z_i \cdot z_j} \quad (3)$$

$$x_{ij} = \sqrt{x_i \cdot x_j} \quad (4)$$

このとき、式(2)は次のように分解される。

$$V = \sum_{i=1}^8 \alpha_{ii} z_i x_i + \sum_{i=1}^8 \sum_{j \neq i}^8 \alpha_{ij} z_{ij} x_{ij} + \beta \cdot p \quad (5)$$

## (2) 効用関数の推定方法

異なった属性をもつ2つの社会AとBに対する家計の選択行動の結果より、家計の効用関数のパラメータを推定する。この二項選択行動をランダム効用理論の枠組みで捉えたと、社会AとBの理論的選択確率が与えられる。このときに与えられる種々の確率モデルのうち、最も操作性の高いロジットモデルを以下に示す<sup>6)</sup>。

$$P_A = \frac{\exp(wV_A)}{\exp(wV_A) + \exp(wV_B)} \quad (6)$$

$$P_B = \frac{\exp(wV_B)}{\exp(wV_A) + \exp(wV_B)} = 1 - P_A \quad (7)$$

ただし、 $P_A, P_B$ ：社会A, Bの理論的選択確率

$V_A, V_B$ ：社会A, Bを選ぶことによって得られる効用水準

$w$ ：ランダム効用の分散パラメータ（一般的に $w=1$ と仮定する）

式(6)および式(7)の理論的選択確率を用いて選択結果集合の同時確率関数（尤度関数）を構築する。そして、アンケート調査結果のデータを適用し、最尤法により式(1)および式(2)の効用関数のパラメータを推定する。

## (3) 経済価値の評価方法

本研究では、各プロジェクトの経済価値をそれらに対する家計の限界支払意思額で評価する。まず、式(1)および式(2)の効用関数を全微分する。次に、効用水準を初期水準に固定し、任意のプロジェクト $x_k$ （あるいは $x_{ij}$ ）および家計の負担金 $p$ を除く属性も初期水準に固定すると、公共事業 $x_k$ （あるいは $x_{ij}$ ）の単位変化に対する負担金 $p$ の単位変化の割合が次式で与えられる。

【モデル1】

$$\frac{dp}{dx_k} = -\frac{\alpha_k z_k}{\beta} \quad (8)$$

【モデル2】

$$\frac{dp}{dx_{ij}} = -\frac{\alpha_{ij} z_{ij}}{\beta} \quad (9)$$

式(8)および式(9)は、プロジェクト  $x_k$  および  $x_{ij}$  に対する家計の限界支払意思額にほかならない。ここで、式(8)は式(9)より次のように展開される。

$$\frac{dp}{dx_k} = \sum_{j=1}^8 \frac{dp}{dx_{kj}} = -\frac{\alpha_{kk} z_k}{\beta} - \sum_{j \neq k} \frac{\alpha_{kj} z_{kj}}{\beta} \quad (10)$$

式(10)の右辺第1項はプロジェクト  $k$  の単独効果を表し、また右辺第2項はプロジェクト  $k, j$  の相乗効果を表す。

### 3. データ収集

#### (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。この調査は旧建設省（現国土交通省）越美山系砂防工事事務所・多治見工事事務所の「中山間地域における公共投資に関する検討業務」において企画されたものである。アンケート調査の項目は、農山村への訪問状況、農山村への移住希望、農山村への公共投資に対する意識、各プロジェクトに対する恩恵の認識、複数のプロジェクトを組み合わせた仮想社会の選択、個人属性（年齢、性別、職業、年収等）の6項目である。

#### (2) アンケート票の設計

コンジョイント分析に関連する質問は、「各プロジェクトに対する恩恵の認識」と「複数のプロジェクトを組み合わせた政策の選択」である。前者については、各プロジェクトに対して「恩恵がある」と「恩恵はない」のうちから回答者の認識に最も近いものを選んでもらう。後者については、2つのプロファイルから望ましいと思う方を選んでもらう（表

1）。なお、24種類のプロファイルを作成し、12組の対比較質問を用意した。

表1 プロファイルの選択

<p>問. 川上流域における公共事業1~8のうち、事業を3つ選びAとBの組み合わせで仮想的な社会を考えてみました。2つの社会を比較したとき、<u>あなたが望ましいと思う社会に</u> を付けてください。</p> <p>注)ここに記載されている1世帯当たりの負担金とは、これらの社会を実現するために実施される事業にあなたの世帯が1年間に納めた税金から使われる金額を意味します。このとき、この金額分だけ他の公共サービスへの配分額が少なくなること十分に考慮してください。</p> <p>社会AとBの比較</p> <p>[ ] 社会A (=プロファイルA)</p> <p>[ ] 社会B (=プロファイルB)</p> <p>[ ] どちらともいえない</p>
---

#### (3) アンケート調査の実施

2000年1月、岐阜県大垣市と愛知県名古屋市において、電話帳から無作為に抽出した各4,000人を対象にして郵送配布・郵送回収方式によるアンケート調査を実施した。回収数は大垣市で1,028件（回収率25.7%）、名古屋市で940件（回収率23.5%）であった。

### 4. 評価結果

評価モデルのパラメータ推定結果は紙面の都合で割愛する。ただし、式(2)のパラメータ  $\alpha_{ij}$  と  $\alpha_{ji}$  について、それらを区別することはできないので、ここではそれらを1つのパラメータ  $\alpha_{ij}$  として推定した。なお、式(10)の右辺第2項を求めるときには、2つのプロジェクトの相乗効果をそれぞれの単独効果の大きさに比例して配分した。

モデル1およびモデル2によって計測されて各プロジェクトの経済価値を表2および表3に示す。まず、両者の比較より、総価値およびその内訳ともにほぼ同じ結果であり、両者は整合的に評価されたとと言える。

次に、プロジェクトの相乗効果について見ると、正の相乗効果のみならず負の相乗効果も存在することが明らかとなった。特に、負の相乗効果の場合には、当該プロジェクト間に共通因子が存在することを意味しているため、事業計画においてその重複を

避けることが望まれる。

表2 モデル1で計測された経済価値

プロジェクト	経済価値
洪水対策	8,398
土砂災害対策	2,937
広域連携	1,846
生活基盤整備	1,484
生活環境向上	1,510
環境保全	2,989
過疎化対策	1,089
農業振興	960
合計	21,215

注) 単位: 円/世帯/年

## 5.まとめ

本研究では、コンジョイント分析の枠組みで、複数プロジェクトをもつ公共事業の経済評価において単独効果と相乗効果を明確に区別して扱う評価モデルを提案した。そして、中山間地域の公共事業評価への適用を通して、本モデルの有効性を検討した。

その結果、本モデルによって計測された各プロジェクトの経済価値は、先行研究で用いた評価モデルによる計測結果とほぼ同値となり、両モデルが整合的であることが実証された。また、任意の2つのプロジェクトによる相乗効果について見ると、正の相乗効果のみならず負の相乗効果も存在することが明

らかとなり、本モデルは複数プロジェクトの組み合わせの検討に有用であることがわかった。

## 謝辞

本研究の遂行過程において旧建設省(現国土交通省)越美山系砂防工事事務所・多治見工事事務所より各種資料の提供を受けたことを付記するとともに、関係各位に謝意を表したい。

## 参考文献

- 1) 大野栄治編：環境経済評価の実務，勁草書房，182P，2000.
- 2) 田口誠・坂上雅治：コンジョイント分析による潜在的グリーンコンシューマーに関する研究 - 環境にやさしい紙の購入行動を例として - ，環境科学会誌，13(2)，pp.181-192，2000.
- 3) 栗山浩一・石井寛：リサイクル商品の環境価値と市場競争力 - コンジョイント分析による評価 - ，環境科学会誌，12(1)，pp.17-26，1999.
- 4) 竹内憲司・栗山浩一・鷲田豊明：油流出事故の沿岸生態系への影響 - コンジョイント分析による評価 - ，鷲田・栗山・竹内編：環境評価ワークショップ，築地書館，pp.91-104，1999.
- 5) 大野栄治：都市住民ニーズからみた中山間地域における公共事業の経済評価，日本都市計画論文集，36，pp.367-372，2000.
- 6) 土木学会編：非集計行動モデルの理論と実際，丸善，240P，1995.

表3 モデル2で計測された経済価値

プロジェクト	相乗効果(対角要素は単独効果)								経済価値
	洪水	土砂	広域	生活基	生活環	環境	過疎	農業	
洪水	8,488.9	1.3	-11.8	23.2	42.3	-39.1	91.9	-64.0	8,523.7
土砂	3.9	2,734.1	68.5	-27.8	-27.5	-276.6	-5.0	-77.5	2,392.2
広域	-285.5	532.8	351.3	33.2	0.0	714.6	0.0	0.0	1,346.3
生活基	133.5	-51.5	7.9	1,477.3	0.0	0.0	119.2	0.0	1,686.4
生活環	312.8	-65.5	0.0	0.0	1,146.9	-257.7	78.4	25.5	1,240.4
環境	-79.1	-180.2	59.8	0.0	-70.4	4,197.1	-223.8	0.0	3,703.5
過疎	781.4	-13.7	0.0	176.3	90.1	-940.9	998.4	-122.2	969.4
農業	-371.7	-145.0	0.0	0.0	20.0	0.0	-83.5	1,461.2	881.0
合計									20,751.9

注) 単位: 円/世帯/年