

相乗効果を考慮した複数プロジェクトの経済評価* Economic Valuation of Plural Public Works by Considering Synergy Effect*

大洞久佳**・大野栄治***
By Hisayoshi OHORA**・Eiji OHNO***

1. はじめに

近年、わが国では国家財政および地方財政の悪化に伴い、公共事業に対して経済効率性の観点からの評価が社会的に求められている。そこで、公共事業を所管する中央省庁では「事業毎に」費用便益分析を基礎とした事業評価マニュアルを作成し¹⁾、国の補助事業を申請する地方自治体に対して「事業毎に」経済評価を行うよう指導している。

一方、地方自治体の公共事業において、一般に複数のプロジェクトが存在することが多く、事業評価を行うときには個々のプロジェクトによる経済効果を計測することが求められる。そのとき、複数のプロジェクトによる効果の相互依存関係を明確に捉えて個々のプロジェクトを評価しなければならないが、実際には評価対象以外のプロジェクトの存在を固定して、評価対象プロジェクトの有無比較のみによって評価している。

このような複数プロジェクトの経済評価においては、応用一般均衡分析をはじめ、種々の分析手法の適用が考えられる。本研究では、①手法が簡便であるため実務の現場で容易に分析が可能であること、②分析の過程でアンケート調査を実施するため公共事業に対して住民参加の効果が見込まれること、などの理由からコンジョイント分析に着目する。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²⁾。近年では、住民の社会資本ニーズ³⁾、社会資本状況に対する不満度や不足度の関係性⁴⁾、冬季道路管理に対する除雪事業の評価⁵⁾、走行支援道路システムの評価⁶⁾など、社会資本整備評価にも用いられている。

また、先行研究⁷⁾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、各プロジェクトの効果の単純合計が総効果となる。したがって、総効果とその内訳を知るという面では大変便利であるが、複数のプロジェクトによる効果の相互依存関係が無視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を考えてみる。そのときの効果は図-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合計したものより大きくなると期待される。しかし、2つのプロジェクトが共通因子をもつ場合、両プロジェクトは部分的に競合し、図-2に示すような負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、明らかにされることが望まれる。さらに、各プロジェクトの事業主体が異なる場合には、事業評価を行う上で相乗効果を各プロジェクトに配分することも望まれる。

本研究では、複数の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

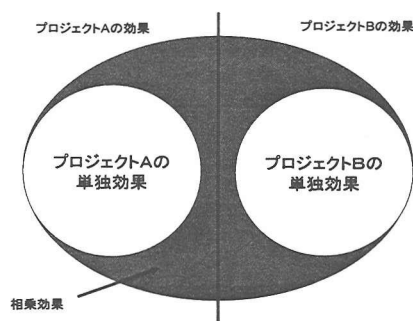


図-1 複数プロジェクトの効果の概念図(1)

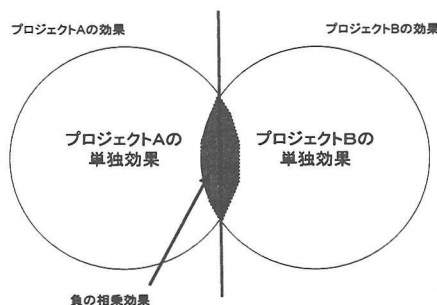


図-2 複数プロジェクトの効果の概念図(2)

*キーワード：コンジョイント分析、相乗効果、単独効果、公共事業評価

**学生員、修（都市情報）、名城大学大学院都市情報学研究科（岐阜県可児市渡ヶ丘4-3-3、E-mail:d7011001@urban.meijo-u.ac.jp）

***正会員、博（工）、名城大学都市情報学部（岐阜県可児市渡ヶ丘4-3-3、E-mail:ohno@urban.meijo-u.ac.jp）

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。

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】

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

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。この仮定の下では各プロジェクトの経済価値の単純合計が総効果になるので、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 i, j に関する相乗効果を捉えたモデルである。なお $i=j$ のときはプロジェクトの単独効果を示す。

(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ると、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⁸⁾。

$$P_A = \frac{\exp(wV_A)}{\exp(wV_A) + \exp(wV_B)} \quad (3)$$

$$P_B = \frac{\exp(wV_B)}{\exp(wV_A) + \exp(wV_B)} = 1 - P_A \quad (4)$$

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(3)および式(4)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) 経済効果の評価方法

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。なお、式(5)および式(6)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。

【モデル1】

$$M_k = \frac{dp}{dx_k} = -\frac{\alpha_k z_k}{\beta} \quad (5)$$

【モデル2】

$$M_{ij} = \frac{dp}{dx_{ij}} = -\frac{\alpha_{ij} z_{ij}}{\beta} \quad (6)$$

ただし、 M_k ：プロジェクト k の経済効果

M_{ij} : プロジェクト i と j の経済効果 (相乗効果)

ここで、2つのプロジェクトのケースを考える。相乗効果を想定しないモデル 1 による評価値はプロジェクト A の効果 M_A とプロジェクト B の効果 M_B に分類される。一方、相乗効果を想定するモデル 2 による評価値はプロジェクト A の単独効果 M_{AA} 、プロジェクト B の単独効果 M_{BB} 、プロジェクト A と B の相乗効果 M_{AB} に分類される。また、各モデルによるプロジェクト A と B の総効果の評価値は、各モデルの想定において同じ効果を指しているため一致する。なお、後述のように、それらは概ね一致することが実証されている。したがって、次の関係式が与えられる。

$$M_A + M_B = M_{AA} + M_{BB} + M_{AB} \quad (7)$$

さて、実務においてはプロジェクト A と B の事業主体が異なる場合があり、事業評価において相乗効果 M_{AB} をプロジェクト A と B に配分するという作業がしばしば発生する。このような配分作業について、理論的解釈は難しいが、実務上の興味があるので、本研究では以下のように考える。

$$M_A = M_{AA} + \varepsilon_{AB} \cdot M_{AB} \quad (8)$$

$$M_B = M_{BB} + (1 - \varepsilon_{AB}) M_{AB} \quad (9)$$

ただし、 ε_{AB} : プロジェクト A と B への配分比率 ($0 \leq \varepsilon_{AB} \leq 1$)。なお、この ε_{AB} の配分方法については後の章で説明する。

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以下のとおりである。

- ① 農山村への訪問状況
- ② 農山村への移住希望
- ③ 農山村への公共投資に対する意識
- ④ 各公共事業に対する恩恵の認識
- ⑤ 複数の公共事業を組み合わせた仮想社会の選択
- ⑥ 個人属性（年齢、性別、職業、年収等）

(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、「各公共事業

表-1 プロファイルの選択

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、あなたが望ましいと思う社会に○を付けてください。

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を十分考慮してください。

社会 A と B の比較

[] 社会 A (=プロファイル A)

[] 社会 B (=プロファイル B)

[] どちらともいえない

表-2 プロファイルの内容

プロファイル	公共事業								負担金 [円/世帯/年]
	1	2	3	4	5	6	7	8	
A	○	○						○	18,000
B				○	○	○			14,000
C	○			○			○		16,000
D		○	○		○				18,000
E	○					○	○		16,000
F		○	○					○	16,000
G	○	○		○					20,000
H			○			○	○		14,000
I		○	○			○			18,000
J				○	○			○	12,000
K	○				○	○			20,000
L			○				○	○	12,000
M		○			○		○		9,000
N				○		○		○	12,000
O	○						○	○	14,000
P			○	○	○				18,000
Q	○		○	○					25,000
R		○			○	○			13,000
S	○				○			○	18,000
T		○		○			○		9,000
U	○		○			○			25,000
V					○		○	○	8,000
W		○				○	○		9,000
X			○	○				○	16,000

表-3 プロファイルの組み合わせ

アンケート票	プロファイルの対比較		
	1 回目	2 回目	3 回目
第 1 種	A と B	C と D	E と F
第 2 種	G と H	I と J	K と L
第 3 種	M と N	O と P	Q と R
第 4 種	S と T	U と V	W と X

に対する恩恵の認識」と「複数の公共事業を組み合わせた政策の選択」である。前者については、各公共事業に対して「(都市部に) 恩恵がある」「(農山村に) 恩恵がある」「(都市部と農山村の両方に) 恩恵がある」「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つのプロフィールから望ましいと思う方を選んでもらう(表-1)。なお、プロフィールを24枚作成し(表-2)、表-1の一对比較質問を12組作成した(表-3)。1つのアンケート票には3つの一对比較質問を示したので、全部で4種類のアンケート票を用意した。なお、本研究において「(都市部に) 恩恵がある」「(農山村に) 恩恵がある」「(都市部と農山村の両方に) 恩恵がある」と回答した人はすべて各公共事業に対して「恩恵がある」とした。

(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。ここで、大垣市は揖斐川(一級河川)の中流域、名古屋市は木曽川(一級河川)の下流域に位置しているので、表-1の「〇〇川」の箇所には揖斐川(大垣市のアンケート票)あるいは木曽川(名古屋市のアンケート票)が明記されている。また、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を表-4および表-5に示す。表-4では、すべてのパラメータ推定値について有

表-4 パラメータの推計結果(モデル1)

パラメータ	推定値 (t値)
α_1	1.50×10^0 (7.972)**
α_2	6.58×10^{-1} (6.298)**
α_3	9.15×10^{-1} (6.073)**
α_4	6.61×10^{-1} (6.376)**
α_5	6.96×10^{-1} (6.730)**
α_6	8.68×10^{-1} (8.262)**
α_7	3.09×10^{-1} (2.218)**
α_8	4.57×10^{-1} (4.115)**
γ	-1.12×10^{-4} (-4.921)**
的中率	0.585
尤度比	0.038
標本数	3,415

(注)**は5%有意を示す。

意水準5%で帰無仮説が棄却され(t値 ≥ 1.96)、統計的に有意なパラメータであることが示されている。一方、表-5では、有意水準10%程度で帰無仮説が棄却されるパラメータのみが採用され、その推定結果が示されている。標本数はどちらも3,415件、的中率はモデル1では0.585、モデル2では0.592である。

次に、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-6および表-7に示す。両者の経済価値の合計値を比較すると、モデル1では50,515円/世帯/年、モデル2では45,789円/世帯/年となり、両者には10%程度の違いが見られる。

また、プロジェクトの相乗効果を表-7に示す。これによると正の相乗効果のみならず負の相乗効果も存在する

表-5 パラメータの推計結果(モデル2)

パラメータ	推定値 (t値)	パラメータ	推定値 (t値)
α_{11}	1.88×10^0 (7.141)**	α_{36}	5.89×10^{-1} (1.698)*
α_{12}	-	α_{37}	-
α_{13}	-5.32×10^{-1} (-1.749)*	α_{38}	-
α_{14}	-	α_{44}	7.79×10^{-1} (4.822)**
α_{15}	-	α_{45}	5.73×10^{-1} (1.681)*
α_{16}	-	α_{46}	-5.90×10^{-1} (-1.695)*
α_{17}	-	α_{47}	-
α_{18}	-3.55×10^{-1} (-1.104)	α_{48}	-
α_{22}	4.06×10^{-1} (2.762)**	α_{55}	7.16×10^{-1} (3.147)**
α_{23}	7.48×10^{-1} (2.654)**	α_{56}	-5.32×10^{-1} (-1.648)*
α_{24}	-	α_{57}	-
α_{25}	-	α_{58}	-
α_{26}	-	α_{66}	1.21×10^0 (4.164)**
α_{27}	-	α_{67}	-7.05×10^{-1} (-2.241)**
α_{28}	-	α_{68}	-
α_{33}	5.94×10^{-1} (2.740)**	α_{77}	5.68×10^{-1} (3.359)**
α_{34}	-	α_{78}	-
α_{35}	-	α_{88}	5.95×10^{-1} (3.352)**
γ	-1.22×10^{-4} (-5.031)**		
的中率	0.592		
尤度比	0.042		
標本数	3,415		

(注)**は5%有意、*は10%有意をそれぞれ示す。

ことが明らかとなった。特に、負の相乗効果の場合には、当該プロジェクトにおいて共通因子もしくは部分的な競合関係が存在し、この分だけ事業の経済効率性が悪くなることを意味している。ここで各プロジェクトを分類すると、相乗効果を発生する 8 組のプロジェクトのうち、土砂災害対策－広域連携、広域連携－環境保全、生活基盤整備－生活環境向上の 3 組が正の相乗効果、洪水対策－広域連携、洪水対策－農業振興、生活基盤整備－環境保全、生活環境向上－環境保全、環境保全－過疎対策の 5 組が負の相乗効果となっている。さらに、負の相乗効果を発生するプロジェクトのうち 1 組（環境保全－過疎対策）は一方の単独効果を打ち消すほどの大きな負の相乗効果となっている。今回の事例においては、過疎対策には環境保全に悪影響を及ぼす要素があるために起きた現象であると理解される。しかし、このような現象の一般性については、今後の研究蓄積に委ねたい。

次に、式(8)および式(9)に基づいて、相乗効果を各プロジェクトに配分する。配分比率 ε_{AB} については①均等配分、②各プロジェクトの単独効果の大きさに比例配分（以下、比例配分）が考えられる。そこで、①の結果を表-8 に、②の結果を表-9 に、それぞれ示す。これらの結果は式(8)および式(9)の関係を満足していない。すなわち、モデル 1 で計測された結果と比較すると、経済効果の順序が異なり、矛盾が生じてしまう。そこで、図-3 に示すような収束計算による方法を提案する（以下、収束計算）。

この収束計算の概念を図解するために 3 つのプロジェクトを想定し、モデル 1 で計測される効果を図-4 に、またモデル 2 で計測される効果を図-5 に示す。ここで、図中の E_i はプロジェクト i の効果、 E_{ii} はプロジェクト i の単独効果、 E_{ij} はプロジェクト i と j の相乗効果のうちプロジェクト i に配分された効果、 l_{ij} はプロジェクト i と j の効果を分ける線を意味する。まず、図-4 における E_i と図-5 における E_{ij} との間に、次の関係式が成り立つ

と仮定する。

$$E_1 = E_{11} + E_{12} + E_{13} \quad (10)$$

$$E_2 = E_{21} + E_{22} + E_{23} \quad (11)$$

$$E_3 = E_{31} + E_{32} + E_{33} \quad (12)$$

ここで、 E_i は式(5)より M_i で与えられる。一方、相乗効果は式(6)より $M_{ij} (= E_{ij} + E_{ji})$ という状態で計測され、 E_{ij} と E_{ji} が独立に求められるわけではない。したがって、この収束計算の目的は、 M_{ij} を E_{ij} と E_{ji} に分けること、すなわち図-5 の相乗効果の部分において l_{ij} の位置を決めることである。このとき、プロジェクト i の単独効果 E_{ii} は、 l_{ij} の設定に際して全く影響を受けないので、式(6)より $E_{ii} = M_{ii}$ で決定する。そこで、各プロジェクトの効果から単独効果を除いた部分について、次の関係式が成り立つように、プロジェクト i と j に分けられる相乗効果 E_{ij} の調整計算を行う。

$$E_{12} + E_{13} = M_1 - M_{11} \quad (13)$$

$$E_{21} + E_{23} = M_2 - M_{22} \quad (14)$$

$$E_{31} + E_{32} = M_3 - M_{33} \quad (15)$$

$$E_{12} + E_{21} = M_{12} \quad (16)$$

$$E_{13} + E_{31} = M_{13} \quad (17)$$

$$E_{23} + E_{32} = M_{23} \quad (18)$$

なお、この収束計算において、 E_{ij} の初期値は相乗効果 M_{ij} の 1/2 とし、式(13)～(18)のそれぞれについて左辺が右辺に等しくなるようにそれらの誤差を比例配分する。また、この計算過程では、交通 OD 表の作成に用いられるフレータ法と同様、必ず表の列合計と一致するように表の内部の数値が調整されるので、計算結果の整合性に問題は生じない。ただ、この収束計算の基本的概念については、上述の通り「誤差の比例配分」であり、これ以上の解釈は不明である。

表-6 モデル1で計測された経済効果

プロジェクト	粗価値	認識度	経済効果
洪水対策	13,352	0.921	12,303
土砂災害対策	5,876	0.945	5,554
広域連携	8,167	0.929	7,589
生活基盤整備	5,901	0.949	5,601
生活環境向上	6,214	0.950	5,906
環境保全	7,751	0.942	7,302
過疎化対策	2,758	0.910	2,511
農業振興	4,080	0.919	3,749
合 計	54,103		50,515

注) 単位：円/世帯/年

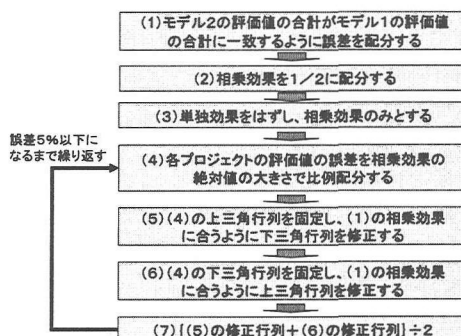


図-3 収束計算の過程

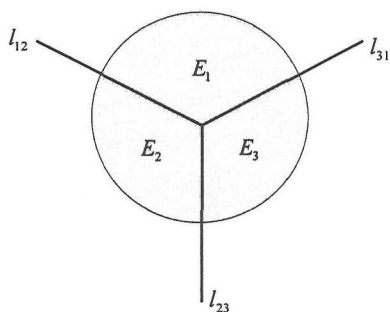


図-4 モデル1で計測される効果の概念図

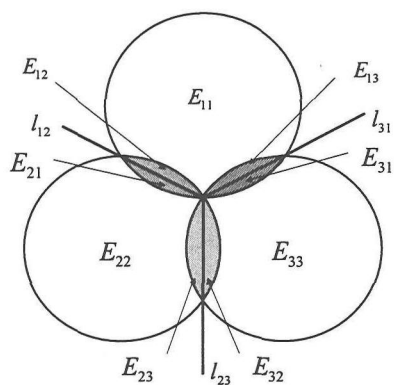


図-5 モデル2で計測される効果の概念図

表-7 モデル2で計測された経済効果

プロジェクト	相乗効果（対角要素は単独効果）								経済効果
	洪水	土砂	広域	生活基	生活環	環境	過疎	農業	
洪水	14,202		-3,837					-2,529	
土砂		3,141	5,512						
広域			4,514			4,313			
生活基				6,050	4,343	-4,394			
生活環					5,569	-4,004			
環境						9,326	-5,112		
過疎							4,227		
農業								4,468	
合計									45,789

注) 単位：円/世帯/年

表-8 各プロジェクトの経済効果（均等配分）

プロジェクト	相乗効果（対角要素は単独効果）								経済効果
	洪水	土砂	広域	生活基	生活環	環境	過疎	農業	
洪水	14,202		-1,918					-1,265	11,019
土砂		3,141	2,756						5,897
広域	-1,918	2,756	4,514			2,157			7,508
生活基				6,050	2,172	-2,197			6,025
生活環				2,172	5,569	-2,002			5,738
環境			2,157	-2,197	-2,002	9,326	-2,556		4,727
過疎						-2,556	4,227		1,671
農業	-1,265							4,468	3,204
合計									45,789

注) 単位：円/世帯/年

表-9 各プロジェクトの経済効果（比例配分）

プロジェクト	相乗効果（対角要素は単独効果）								経済効果
	洪水	土砂	広域	生活基	生活環	環境	過疎	農業	
洪水	14,202		-2,912					-1,924	9,367
土砂		3,141	2,262						5,403
広域	-925	3,250	4,514			1,407			8,245
生活基				6,050	2,262	-1,729			6,583
生活環				2,082	5,569	-1,497			6,153
環境			2,907	-2,665	-2,507	9,326	-3,518		3,543
過疎						-1,595	4,227		2,633
農業	-605							4,468	3,863
合計									45,789

注）単位：円/世帯/年

表-10 各プロジェクトの経済効果（収束計算）

プロジェクト	相乗効果（対角要素は単独効果）								経済効果
	洪水	土砂	広域	生活基	生活環	環境	過疎	農業	
洪水	15,668		-1,719					-1,623	12,326
土砂		3,465	2,099						5,564
広域	-2,514	3,982	4,979			1,157			7,604
生活基				6,675	2,202	-3,287			5,589
生活環				2,590	6,144	-2,838			5,895
環境			3,601	-1,561	-1,579	10,289	-3,476		7,274
過疎						-2,164	4,664		2,499
農業	-1,167							4,929	3,763
合計									50,515

注）単位：円/世帯/年

本研究で提案する収束計算の手順を以下に説明する。

Step 0：初期状態

$$M^0 = \begin{pmatrix} M_{11} & \cdots & M_{18} \\ & \ddots & \vdots \\ 0 & & M_{88} \end{pmatrix} \quad (19)$$

$$M^1 = \begin{pmatrix} M'_{11} & \cdots & M'_{18} \\ & \ddots & \vdots \\ 0 & & M'_{88} \end{pmatrix} \quad (20)$$

Step 2：プロジェクト*i*の単独効果はそのまま、プロジェクト*i*と*j*の相乗効果をそれぞれ比例配分する。そこ

Step 1： $\sum_{i=1}^8 \sum_{j=i}^8 M_{ij} = MA$ ， $\sum_{k=1}^8 M_k = MB$ とし、誤差 で、 $M'_{ii} = m_i$ ， $\frac{M'_{ij}}{2} = m_{ij} = m_{ji}$ とおく。

(MB - MA)を M_{ij} の大きさで比例配分する。そこで、

$$\frac{M_{ij}}{MA} \times (MB - MA) + M_{ij} = M'_{ij} \text{ とおく。}$$

$$M^2 = \begin{pmatrix} m_1 & & m_{ij} \\ & \ddots & \\ m_{ji} & & m_8 \end{pmatrix} \quad (21)$$

Step 3: m_i をプロジェクト i の単独効果として確定し、以後の修正計算からはずす。

$$M^3 = \frac{T_1}{T_2} \begin{pmatrix} 0 & & m_{ij} \\ & \ddots & \\ m_{ji} & & 0 \end{pmatrix} \quad (22)$$

Step 4: $\sum_{j=1(j \neq i)}^8 m_{ij} = ma_i$, $M_i - m_i = mb_i$ とし、誤差

$(mb_i - ma_i)$ を m_{ij} に対して (その絶対値の大きさで)

比例配分する。そこで、

$$m_{ij} + \frac{|m_{ij}|}{\sum_{j=1(j \neq i)}^8 |m_{ij}|} \times (mb_i - ma_i) = m'_{ij} \text{ とおく。}$$

$$M^4 = A \begin{pmatrix} 0 & & m'_{ij} \\ & \ddots & \\ m'_{ji} & & 0 \end{pmatrix} \quad (23)$$

Step 5: m'_{ij} を固定し、 m'_{ij} と m'_{ji} の合計が M'_{ij} と一致するように、 m'_{ji} を修正する。そこで、 $M'_{ij} - m'_{ij} = m''_{ji}$ とおく。

$$M^5 = \begin{pmatrix} 0 & & m'_{ij} \\ & \ddots & \\ m''_{ji} & & 0 \end{pmatrix} \quad (24)$$

Step 6: m'_{ji} を固定し、 m'_{ij} と m'_{ji} の合計が M'_{ij} と一致するように、 m'_{ij} を修正する。そこで、 $M'_{ij} - m'_{ij} = m''_{ji}$ とおく。

$$M^6 = \begin{pmatrix} 0 & & m''_{ij} \\ & \ddots & \\ m''_{ji} & & 0 \end{pmatrix} \quad (25)$$

Step 7: Step 5 と Step 6 の修正値の平均をとる。そこで、

$$\frac{m'_{ij} + m''_{ij}}{2} = m'''_{ij}, \quad \frac{m''_{ji} + m'_{ji}}{2} = m'''_{ji} \text{ とおく。}$$

$$M^7 = \begin{pmatrix} 0 & & m'''_{ij} \\ & \ddots & \\ m'''_{ji} & & 0 \end{pmatrix} \quad (26)$$

ここで、 $m'''_{ij} \rightarrow m_{ij}$, $m'''_{ji} \rightarrow m_{ji}$ と置換し、Step 4 へ返し、誤差 $(mb_i - ma_i)$ が mb_i の $\pm 5\%$ 以内であれば計算を終了する。そうでなければ、修正計算を続ける。

以上の収束計算による相乗効果の配分結果を表-10 に示す。まず、各プロジェクトの経済効果はモデル 1 で計測された経済効果とほぼ一致していることが確認できる。次に、任意の 2 つのプロジェクトに関する相乗効果の配分結果に着目すると、配分比率は単独効果の大きさの比率とは無関係であることがわかる。

5. まとめ

本研究では、コンジョイント分析の枠組みで、複数の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することができる評価モデルを提案した。また、事業主体が異なる場合には相乗効果を各プロジェクトに配分する要望があることから、その配分方法も新たに提案した。

そして、中山間地域における公共事業評価の事例研究より、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。また、任意の 2 つのプロジェクトに関する相乗効果の配分結果に着目すると、配分比率は単独効果の大きさの比率とは無関係であることがわかった。

一方、本研究で提案した 2 つの評価モデルの間には、理論的整合性が証明されておらず、両モデルによる各プロジェクトの経済効果の計測結果を一致させるという理論的根拠が乏しい。この点については、今後の検討課題としたい。

謝辞：本研究は、文部科学省私立大学学術研究高度化推進事業オープンリサーチセンター整備事業の研究助成を受けたこと、ならびに旧建設省（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) 林山泰久：環境経済評価手法の展望，大野栄治編：環境経済評価の実務，第 8 章，勁草書房，pp.157-166，2000。
- 2) 栗山浩一：コンジョイント分析，大野栄治編：環境経済評価の実務，第 6 章，勁草書房，pp.105-132，2000。
- 3) 青木俊明・栗原真行・山下武宣：社会資本整備に対する住民のニーズ，日本都市計画学会学術研究論文集，35，pp.997-1002，2000。
- 4) 大野栄治・浦田一行：住民要望から見た社会資本整備の評価，都市情報学研究，名城大学都市情報学部，7，pp.63-72，2002。
- 5) 林山泰久・田邊慎太郎：コンジョイント分析による冬期道路サービス水準の経済的効果一直交主効果デザインによるプロファイルデザインの有効性の検討一，土

木計画学研究・論文集, 19, pp.47-54, 2002.

- 6) 橋田将季・武藤慎一・秋山孝正・高木朗義：非線形効用関数を用いた AHS 整備のコンジョイント分析, 土木計画学研究・講演集, 26, CD-ROM, 2002.
- 7) 大野栄治：都市住民ニーズからみた中山地域における

公共事業の経済評価, 日本都市計画学会学術研究論文集, 36, pp.367-372, 2001.

- 8) 土木学会編：非集計行動モデルの理論と実際, 丸善, 240P, 1995.

相乗効果を考慮した複数プロジェクトの経済評価*

大洞久佳**・大野栄治***

本研究では、コンジョイント分析の枠組みで、複数の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することができる評価モデルを提案した。また、事業主体が異なる場合には相乗効果を各プロジェクトに配分する要望があることから、その配分方法も新たに提案した。そして、中山間地域における公共事業評価の事例研究より、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。さらに、任意の2つのプロジェクトに関する相乗効果の配分結果に着目すると、配分比率は単独効果の大きさの比率とは無関係であることがわかった。

Economic Valuation of Plural Public Works by Considering Synergy Effect*

By Hisayoshi OHORA**・Eiji OHNO***

This study has proposed an economic valuation model to distinguish between the independent effect and the synergy effect of plural public works in the framework of conjoint analysis, and proposed a new method to allot the synergy effect to each project. From a case study on economic valuation of public works in the remoter mainly rural districts, the result indicates that there exist not only the positive value but also negative value of the synergy effect. When we pay attention to allotment of the synergy effect of each two project, it seems that the allotment ratio does not depend on the ratio of the independent effect of each project.
