

IV-186

合意形成型費用配分法に関するゲーム論的考察

熊本大学大学院 学生員 藤村秀樹

熊本大学工学部 正会員 溝上章志

熊本大学大学院 正会員 柿本竜治

1. はじめに

筆者らは、複数の事業主体により実施される公共基盤整備の費用配分法として、新たに合意形成型費用配分法¹⁾を提案している。この配分法は、従来の分離費用身替り妥当支出法では考慮できなかった関係者の意見を集約する機能を備えている。本研究は、この配分法による解の特性をゲーム論の立場から考察したものである。

2. 合意形成型費用配分法による配分解の特性

(1) 合意形成型費用配分法の概要

本配分法の概要を図-1に示す。合意形成型費用配分法は、可能投資限度額 E_i と委員会の総合評価値 F_i を D/G で内分したものと定義されており、配分解は次式で表される。

$$X_i = \begin{cases} \left(1 - \frac{D}{G}\right) * E_i + \frac{D}{G} * F_i & (\text{if } E_i \geq F_i) \\ E_i & (\text{if } E_i \leq F_i) \end{cases}$$

ここに、 i は事業主体、 N は事業主体数、 E_i は可能投資額、 F_i は重み費用で、 $G = \sum_{i \in N} \max\{E_i - F_i, 0\}$ 、 $D = \sum_{i \in N} E_i - F$ である。

(2) 合意形成型費用配分法による配分解の考察

合意形成型費用配分法において、重みベクトルの値が個人合理性基準を上回るプレイヤーが一人か二人かの違いによって、配分解がどのような特性の違いを示すかを把握するため、以下の3ケースを設定し配分解を求める。

Case1 : 全てのプレイヤーにおいて $F_i \leq E_i$ の場合。

Case2 : 一人のプレイヤーが $F_i \geq E_i$ の場合。 ($i=1$)

Case3 : 二人のプレイヤーが $F_i \geq E_i$ の場合。 ($i=2,3$)

一方、重みベクトルの値が個人合理性を越える場合 ($F_i > E_i$) は、全体合理性が確保されている限りにおいて、事業参加者が妥当投資額以上の支出を行うことはないから、配分解は個人合理性の線上、または2者の交点にシフトする。表-1は各ケースにおける配分解

の計算式である。

表-1 配分解 x_i の計算式

	X(1)	X(2)	X(3)
Case 1	F1	F2	F3
Case 2	E1	$(1-D/G)*E2 + (D/G)*F2$	$(1-D/G)*E3 + (D/G)*F3$
Case 3	$F - (E2 + E3)$	E2	E3

3. コアと配分解のゲーム論的考察

委員会の評価値である重みベクトルが協力ゲームを形成しない、つまりコアの中に入らない場合の配分解の求め方として、下記のような3通りの配分方法を提案し、各配分法による解の比較を行う。

(1) M. C. R. S. 法 (最少費用残余便益法)

$\min\{E_i, F_i\}$ を最小費用 $x_{i,\min}$ とする。全体事業費 $v(N)$ と最小費用の総和 ($\sum_{i \in N} x_{i,\min}$) との差を残余便益 (RC) とし、これを次式に示すように、各事業主体ごとに投資限度額 $x_{i,\max} = \max\{E_i, F_i\}$ と最小費用 $x_{i,\min}$ の差によって配分し、配分解とする方法。

$$X_i = x_{i,\min} + \beta_i * (RC)$$

ここに、 $\beta_i = (x_{i,\max} - x_{i,\min}) / \sum_{i \in N} [x_{i,\max} - x_{i,\min}]$

$RC = v(N) - \sum_{i \in N} x_{i,\min}$ 、 $x_{i,\max} = \max\{F_i, E_i\}$ 、 $x_{i,\min} = \min\{F_i, E_i\}$ 、

である。

(2) 仁 (Nucleus) の考え方による配分解

個人合理性基準を $v(i) = \max\{F_i, E_i\}$ と定義し直し、それに伴い変化する提携合理性基準 $v(s)$ との差の $\min$ max 値

$$X_i = \min_{x_i \in A^i} \max_{s \in A^s} \left\{ \sum_{i \in s} x_i - v(s) \right\}$$

を配分解とする方法。数値解は、以下のLPを解くことによって求められる。

$$\min \mu, \quad \text{subject to } x_i \leq v(i) + \mu, \quad \sum_{i \in s} x_i \leq v(s) + \mu, \quad \sum_{i \in N} x_i = v(N)$$

各条件式は、個人合理性、提携合理性、全体合理性を表す。

キーワード：社会基盤整備、費用配分、合意形成、ゲーム理論

連絡先 〒860-0862 熊本市黒髪2丁目39-1, TEL096-342-3541, FAX096-342-3507)

(3) ナッシュ解の考え方による配分解

次式のように、 $v_{(i)} = \max\{F_i, E_i\}$ と配分解 x_i との差の積が最大となるような値（ナッシュ解）を配分解とする方法。

$$X_i = \max_{x_i \in A} \left\{ \prod_{i \in N} (v_{(i)} - x_i) : s.t. x_i \leq v_{(i)} \right\}$$

試算は、 $E_1=80$ $E_2=60$ $E_3=30$, $F_1=11.0$ $F_2=11.0$ $F_3=88.0$
 $\sum_{i \in N} F_i = 110.0$, $v(1,2)=84.0$ $v(1,3)=100.3$ $v(2,3)=88.8$ $v(N)=110.0$
 のような設定で行っている。各方法による配分解の計算結果を表-2に示す。なお、表中にはコアに左右されない配分解である Shapley 値を別途計算し掲載した。図-1に、これらの配分解を基本三角形に表す。

表-2 重み費用 F_i を考慮した配分解

配分解	X(1)	X(2)	X(3)
Shapley値	39.8	23.9	46.3
合意形成型配分法	44.9	35.1	30.0
I. M. C. R. S法	33.8	27.1	49.1
II. 仁(Nucleus)	35.3	34.6	40.1
III. ナッシュ解	40.7	20.7	48.6

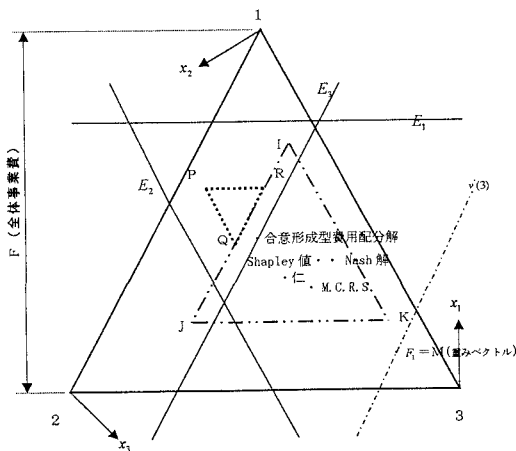


図-1 重み費用 F_i を考慮した配分解

図-1から、個人合理性基準 $v_{(i)}$ で囲まれる領域が比較的コンパクトであり、かつ重みベクトルとの差が大きな状況下においては、合意形成型費用配分解、仁、Shapley 値、ナッシュ解、M. C. R. S. の考え方による配分解の順に、重みベクトルの値に近づくことが確認

出来たが、一般的な特性までは確認されていない。今回の数値解析の例では、合意形成型費用配分解は、個人合理性を確保しながらコアとナッシュ解の中間に位置するような配分解となると考えられる。

4. 実際のモデルにおける配分解の変化

委員会の評価値である重みベクトルの時系列的変化に対応した費用配分の試算を行う。アンケート調査は、1996年6月から1年半の間に3回行っており、主体間の重みベクトルはAHP法を用いて算出した。表-3に計算の条件と結果を合わせて示す。この表から合意形成型費用配分法における配分解は、時間の経過と共に仁および Shapley 値に近づくことが分かる。また、いずれの調査時点においても、委員会が都市高速道路公社に対し、計算された可能投資限度額以上の負担を求めていることが明らかとなった。

表-3 実際のモデルにおける配分解の変化

設定条件	E1=597.2	E2=223.5	E3=102.8	
	F1=422.8	F=126.7	F3=150.5	
	$v(1,2)=700$	$v(1,3)=700$	$v(2,3)=326.3$	
配分解	主体	公共	三セク	道路公社
I. Shapley値		502.6	128.9	68.5
II. 仁		511.2	137.5	51.3
Ⅲ. 合意形成（1）		425.7(0.562)	171.5(0.231)	102.8(0.208)
Ⅲ. 合意形成（2）		409.6(0.538)	187.61(0.259)	102.8(0.204)
Ⅲ. 合意形成（3）		453.5(0.604)	143.7(0.181)	102.8(0.215)

() 書は重みベクトルを表す。

5. まとめ

本論文では、以下のような成果が得られた。

- (1) 合意形成型費用配分法における配分解は、ゲーム理論における個人合理性基準を満足する解であり、かつ、コアの有無に係わりなく配分解を得ることができる。
- (2) 最終的な費用配分の算定に際して、便益の評価値と委員会の評価値である重みベクトルを相互に参照し、費用配分を決定することは有意義である。
- (3) 合意形成型費用配分法における配分解は、時間の経過と共に、仁および Shapley 値に近づく。

参考文献：

- 1) 藤村秀樹，薄上章志，柿本竜治，：合意形成型費用配分モデルに関する研究，土木計画学研究・論文集，No. 14，pp 35-42，1997.9