

IV-21

ゲーム論による合意形成型費用配分法の有用性の一考察

A Game-theoretic analysis on the Utility of the Formed Agreement Cost Allocation Model

工博 熊本大学大学院自然科学研究科博士課程 藤村秀樹
 工博 熊本大学教授 工学部環境システム工学科 溝上章志
 博(学術) 熊本大学助手 大学院自然科学研究科 柿本竜治

1. はじめに

地方行政の場において、市民生活の向上と経済活動の活性化に必要な社会基盤の整備を行うとき、如何に効率よく公共投資していくかが大きな問題となっている。この公共投資の効率性を確保する一つの手段として、費用配分の問題があり、最近では事業の効率化の観点から、複数の事業主体による社会基盤整備の共同化事業がかなり見かけられるようになってきている。しかし、現実には関係者を納得させるような費用配分方式は存在しない。よって、実務者の間では、便益に応じた費用負担の制度化や合意形成が図りやすい費用割り振り法の確立が強く望まれている。また、北九州市のように積極的な社会基盤整備を通じて活力ある地域社会の創造を目指している都市においては、国や他の関係機関の予算措置が整うまで、一時的に負担を肩代わりしてでもプロジェクトを推進したい気持ちもあり、このような観点からの費用配分法の開発が望まれているところである。本研究は、北九州市の連絡橋プロジェクトを例に取り上げ、提案した「合意形成型費用配分法」*1)の有用性を検証したものである。

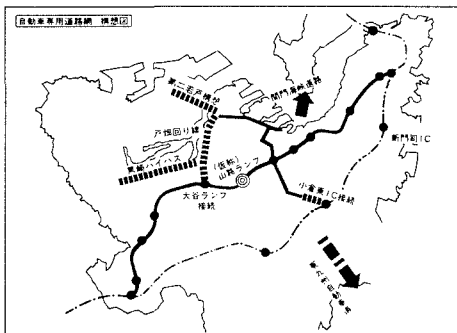


図-4 対象プロジェクトの位置図

2. 合意形成型費用配分法による配分解の特性

本費用配分法は、各事業主体の可能投資限度額を身替り建設費や妥当投資額から算出することは従来の身替り妥当支出法などの慣用法と同じであるが、この可能投資限度額と別途設置する評価委員会の評価値である重み費用との調和を図ることを最大の特徴としている。又、合意形成型費用配分法は、可能投資限度額 E_i から残余便益 $G_i = \max\{E_i - F_i, 0\}$ に D/G (残余便益比) を掛け合わせたものを差し引くことにより求められるので、最終的には可能投資限度額 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ることになる。よって、配分解は次式で表される。

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

ここに、 i は事業主体、 N は事業主体数、 E_i は可能投資限度額、 F_i は重み費用であり、 $G = \sum_{i \in N} \max\{E_i - F_i, 0\}$ 、 $D = \sum_{i \in N} E_i - F$ である。合意形成型費用配分法の特性を図-2に示す。

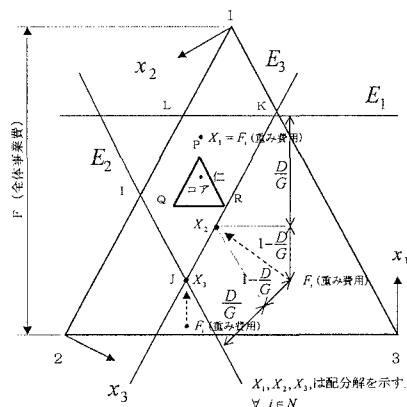


図-2 配分解 X_i の特性図

Keywords: Cost-Allocation, Formed Agreement, Nash's equilibrium
 〒860-8555, 熊本市黒髪2丁目39-1 Tel. 096-344-2111,
 Fax. 096-342-3507

3. 連絡橋プロジェクトにおける配分解の検討

北九州市の基本構想構想の主要課題であり、2005年を計画目標年次としてその整備が進められようとしている、ひびき灘開発地区へのアクセス道路である「第二若戸連絡道路」を本モデルの適用対象プロジェクトとし、評価委員会^(*)を設置し配分解を算定した。提案した合意形成型費用配分法およびShapley値、仁、S.C.R.B.法（分離費用身替り妥当支出法）による配分解を表－1に示す。

表－1 連絡橋プロジェクトにおける配分解

設計条件	$E_1 = 597.2$	$E_2 = 223.5$	$E_3 = 102.8$
	$F_1 = 422.8$	$F_2 = 126.7$	$F_3 = 150.5$
	$v(1,2) = 700$	$v(1,3) = 700$	$v(2,3) = 326.3$
プレーヤー	公共	三セク	高速公社
合意形成型費用配分法（3回目）	453.5 (0.604)	143.7 (0.181)	102.8 (0.215)
Shapley値	502.6	128.9	68.5
仁	511.2	137.5	51.3
S.C.R.B.法	495.8	139.9	64.3

ここに、 $E_i = \min\{A_i, B_i\}$ は可能投資限度額、 F_i は重み費用であり、 v は提携の場合の投資限度額を表す。なお、合意形成型費用配分法は、委員会の3回目の評価値を採用し、()書は重みベクトルを示す。

表－2は、上記の表－1の配分解に基づいて算定された利得表である。 p_i は公共が参加する確率を、 q_j は公社が参加する確率を示している。

表－2 連絡橋プロジェクトの利得表
(動学的モデル)

公共（国+地方）		公社（三セク+道路公社）	
		参加する q_1	参加しない q_2
参加する p_1		143.7, 79.8	-82.0, 0
		94.6, 138.9	-82.0, 0
参加しない p_2		0, -173.7	0, 0
		0, -173.7	0, 0

注 { 上段は合意形成型費用配分法
下段はShapley値による利得を示す }

プレイヤー1（公共）およびプレイヤー2（公社）の期待値は、それぞれ次式のように表される。

$$E_1(p, q) = \sum_{i \in I_2} \sum_{j \in J_2} p_i q_j B_i(p_i, q_j) \quad (1)$$

$$E_2(p, q) = \sum_{i \in I_2} \sum_{j \in J_2} p_i q_j B_2(p_i, q_j) \quad (2)$$

非協力ゲームの代表的な均衡解であるナッシ

ュ均衡点は、次式で定義される。

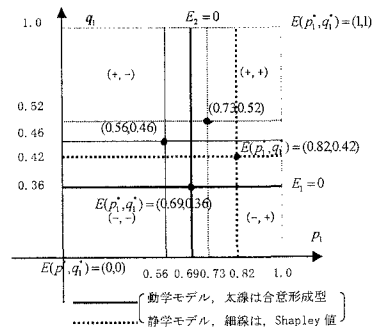
$$E_1(p^*, q^*) = \max_p E_1(p, q^*) \quad (3)$$

$$E_2(p^*, q^*) = \max_q E_2(p^*, q) \quad (4)$$

また、混合戦略による均衡点は各プレーヤーのmax min値として定義されているので、上記①、②式をそれぞれ p, q で偏微分した次式を解くことにより得られる。

$$\frac{\partial E_1(p, q)}{\partial p} = 0 \quad (5) \quad \frac{\partial E_2(p, q)}{\partial q} = 0 \quad (6)$$

図－3は、合意形成型費用配分法とShapley値によるそれぞれの場合における、静学的モデルと動学的モデルの均衡経路の推移を表したものであり、表－3は、配分解の安定性をナッシュ均衡解に着目して分析した結果である。



図－3 静学モデルと動学モデルの均衡経路

表－3 均衡解の検討結果

	(1, 1)	(0, 0)
Case1 $F_i \leq E_i, \forall i = N$	○	×
Case2 $F_i \geq E_i, (i = 3)$	○	×
Case3 $F_i \geq E_i, (i = 2, 3)$	○	○
Shapley値	×	×
仁	○	○

○は、安定解（ナッシュ均衡解）を示す。

×は、安定解が保証されない場合を示す。

4. まとめ

本研究では、以下のような成果が得られた。

- (1) 合意形成型費用配分法は、緊急性や必要性・利便性・資金力などの要因を評価できるといえる点ですぐれた特色を持つ。
- (2) 合意形成型費用配分法における配分解は、ナッシュ均衡解であり安定性を有する。
- (3) よって、合意形成型費用配分法は有用であると考えられる。