

合意形成型費用配分モデルに関する研究

A Study of Formed Agreement Cost-Allocation Model*

藤村秀樹**・溝上章志***・柿本竜治****

By Hideki Fujimura**, Shoshi Mizokami*** and Ryuji Kakimoto****

1. はじめに

費用割り振り (cost allocation) モデルの研究としては、米国のT. V. A. (Tennessee Valley Authority) の多目的ダムを対象としたものが広く知られている。我が国の建設行政において、費用割り振りモデルが最も古くから活用されているのも河川総合開発計画の部門である。その歴史は治水と発電の費用負担の問題に始まり、当初は可能投資限度額 (身替り建設費と妥当投資額のうち小さい方の事業費) のみの比率で全体の事業費を割り振る「身替り妥当支出法」(電源開発促進法: 1952年) が採用されてきた。その後、上水道や工業用水道がダム計画に参加するようになり、治水 (洪水調節) 事業が多目的ダム事業の中核となるに伴い、1967年の特定多目的ダム法の改正以降、「分離費用身替り支出法」が費用割り振り法として用いられるようになった¹⁾。

現実の問題としては、道路や橋梁、港湾整備などの現場においては、事業の共同化によるメリットが認識されながらも単独で施行することを好む傾向がある。この理由として、

- 1) 分離費用という概念が定着しにくい、
- 2) 多くのプロジェクトにおいて分離費用がゼロとなり、上記の割り振り法が適用できない、
- 3) 確立された費用配分法が存在しない、

などが挙げられる。一方で、地方自治体は港湾整備事業などの場合には、他の事業主体の負担分を肩代わりしてでも早期実現を図りたい強い希望がある。このような状況の中で、便益に応じた費用負担の制度化や合意形成が図り易い費用割り振り法の確立が強く望まれている。

本研究では、2章で公共プロジェクトによる便益享受と費用負担の主体、および便益の計測方法について概説する。3章では、各々の受益者の受益額から妥当投資額および可能投資限度額を算出し、これに委員会 (プロジェクトチーム) の合意が得られた負担ウェイトを考慮して事業主体間で適切な費用負担を実現するアロケーションモデルを提案する。4章では、北九州市の中枢国際港湾地区への高速道路からのアクセス道路整備を具体例として取り上げ、便益の推計を行った。さらに5章では、提案したアロケーションモデルにより費用の割り振りの試算を行い、その妥当性について考察する。

2. 費用負担の主体と便益の計測方法

一般に、道路や橋梁などの交通施設の整備によってもたらされる効果の波及は複雑でかつ広範囲の人々に及ぶため、その便益額を計測するだけでなく受益者を特定することも困難である場合が多い。このことが、その効果に対して誰がいくら払うべきかといった費用負担の問題を複雑化させている。

一方、住民が支払っている税や料金は公共サービスに対する対価であるから、効率的な税制度が施されていればその支払額はサービスの消費量を正確に反映していることになる。したがって、個人や個々の企業の公共サービスに対する応益負担は、この効率的な税制度のもとで実現しているはずである。このように、税制度が効率的に機能しており、かつ住民や企業が事業者 (国や地方公共団体、公共事業団体など) に対して十分な税や料金を支払っている状況のもとでは、費用負担の問題は事業主体と行政府の間だけの問題となる。

本研究では、費用負担の問題の複雑化を避けるため、税制度や料金制度は効率的に機能しているものと仮定する。したがって、行政府とプロジェクト推進に伴って便益を得る事業主体のみを考えればよい。また、

* キーワーズ: 費用負担, 財源制度論, 費用割り振りモデル

** 正員 技術士 熊本大学大学院自然科学研究科博士課程
(〒860 熊本市黒髪2丁目39-1, TEL096-344-2111, FAX096-342-3507)

*** 正員 工博 熊本大学工学部助教授

**** 正員 博(学術) 熊本大学大学院自然科学研究科助手

本研究で対象としているプロジェクトは、後述するように都市高速道路から港湾地区へのアクセス道路整備であるので、費用負担の対象となる事業主体は、通常の社会基盤の事業主体である国及び地方公共団体以外に、資産価値上昇などの便益増が見込まれる地権者である第三セクター、および利用者増による料金収入の増加が予測される都市高速道路公社の三者となる。

次に、第三セクターと都市高速道路公社に生じる便益の計測方法について説明する。前者については、ヘドニック理論を用いてプロジェクトによる帰着便益を計測する。そのために公示地価データによる地価関数を推定し、整備前後の地価上昇額を便益とする。後者については、土地利用変化による従業人口の変化に対応して変動する発生交通量モデルと、所要時間短縮効果を反映できる転換率モデルにより、高速道路の利用需要を予測し、料金収入を便益とする。いずれも、整備効果はプロジェクトの有無比較で捉えていくことにする。

3. 身替り妥当支出法（合意形成型）の提案

（1）費用割振りモデルについて

T. V. A. における多目的ダムの費用割振り法を参考として、我が国でも特定多目的ダムの費用割振り法として「分離費用身替り妥当支出法」が用いられるようになった^{2) 3)}。この方法は、各事業主体に最低限割り振るべき費用として分離費用を算出し、各自に分離費用を割り振った後に残る総事業費の剰余額を残余便益として各事業者に割り振り、両者を合わせて当該事業主体の配分費用とするものである。

一方、橋梁の架け替え等に見られる道路と河川の費用負担や、鉄道の連続立体交差化事業等に見られる道路と鉄道の費用負担の場合には、身替り費用の比で配分する方法、必要な面積比で配分する方法、重量の比で配分する方法など、通常、各々の事業者間の協定に基づいて決められているのが実状であり、特定多目的ダムを対象としたような統一された費用割振りシステムは存在しない。さらに、流域下水道の場合では、各地の関係市町村間における費用割振りの例（例えば、処理流量比、管渠延長比、管渠延長×処理流量の比率）に見られるようにさらに複雑である。これらの理由として、道路事業などにおいては、分離費用（その

部門が参加したために生ずる増加費用）の算出と根拠づけが難しい場合が多いために、分離費用身替り妥当支出法がうまく適用できない実情があるためと考えられる。

今後は負担の社会的公平性の確保という観点からも、受益に応じた費用負担を求めることが不可欠になると考えられる。その際、各事業者間で事業の緊急性、重要性、経済性等に著しい差が認められる事態も予想され、これらの要因について関係者の意見が合理的に反映されるような新たなアロケーションモデルの開発が求められている。以下では、受益に応じた負担原則に沿い、かつ関係者やプロジェクトチームとして臨時に編成される委員会の意見を考慮できるような合意形成型の調整機能を持つ身替り妥当支出法（合意形成型）を提案した。なお、ここではアロケーションモデルに参加する各事業者は、受益の範囲において事業に積極的に参加するものと仮定している。

（2）身替り妥当支出法（合意形成型）

適用対象プロジェクトは港湾地域への高速道路からのアクセス道路整備であり、関係事業主体が前述した国と地方自治体、第三セクター、および高速道路公社の場合を想定して、提案した身替り妥当支出法（合意形成型）の基本的な考え方を説明する。

step-1: 各事業主体別に、身替り建設費（各事業主体が単独で同等の効用を有する施設を建設する時の建設費） A_i を算出する。ここで i は事業主体を表す。

step-2: 妥当投資額 B_i を、各事業主体の便益の見積額か、プロジェクトの推進による地価の上昇額か、または便益額を資本還元した額により算出する。ここでは、妥当投資額は現在価値に変換している。

step-3: $E_i = \min\{A_i, B_i\}$ より身替り建設費 A_i と妥当投資額 B_i のうち小さいものを可能投資限度額 E_i として採用する。

step-4: 緊急性や重要性、経済性などの評価項目ごとのウェイトを総合化して事業主体別の負担比率である重みベクトル f_i を算出する。ここではAHP (Analytic Hierarchy Process)法を適用している。

step-5: 全体事業費 F を主体別のウェイト f_i で各主体別に割振ることで重み費用 F_i を求める。

step-6: 可能投資額 E_i から重み費用 F_i を差引いた額のうち、この値が正の場合のみ $E_i - F_i$ 、負の場合は0を与える。つまり、 $G_i = \max\{E_i - F_i, 0\}$ より残余便益

step-7: 残余便益比 H_i を $H_i = G_i / \sum G_i$ より求める.

step-9: 負担額 J_i を, $J_i = E_i - I_i$ により可能投資限度額 E_i から共同費配分額 I_i を差引くことで求める.

step-10 : 純便益 K_i を, $K_i = E_i - J_i$ により可能投資限度額 E_i から負担額 J_i を差引くことによって求める.

a) 各受益者の負担の基礎として、可能投資限度額(妥当投資額と身替り建設費のうち小さい方)が採用されている。

b) 費用割り振りに関する関係者の意見を総合評価法
 によって取りまとめ、重みベクトルとして数値化
 し、残余便益を各事業者間で分配するシステムと
 している。

c) 各事業者ごとに、純便益 $E_i - F_i \geq 0$ の仮定の下でパレート性が確保されている。

(1) 事業の概要

表-1 身替り妥当支出法（合意形成型）

	国	地方自治体	第三セクター	高速道路公社	備考
A_i 身替り建設費	A_1	A_2	A_3	A_4	$\forall i \in N \quad i: \text{事業主体}$
B_i 妥当投資額	B_1	B_2	B_3	B_4	$N: \text{事業主体数}$
E_i 可能投資限度額	E_1	E_2	E_3	E_4	$E_i = \sum \min\{A_i, B_i\}$
f_i 重みベクトル%	f_1	f_2	f_3	f_4	AHP 分析より割合決定
F_i 重み費用 (全体 $\times f_i$)	F_1	F_2	F_3	F_4	$F_i = \sum f_i \cdot F \quad F: \text{全体事業費}$
G_i 残余便益 ($E_i - F_i$)	$E_1 - F_1 (\geq 0)$	$E_2 - F_2 (\geq 0)$	$E_3 - F_3 (< 0)$	$E_4 - F_4 (< 0)$	$G_i = E_i - F_i$
IF, $E_i - F_i \leq 0$	$E_1 - F_1$	$E_2 - F_2$	0	0	$G_i = (E_i - F_i) \geq 0$, パレート性の確保
H_i 同上%	$(E_1 - F_1)/G_1$	$(E_2 - F_2)/G_1$	0	0	$G_i = (E_i + E_2) - (F_i + F_2)$
I_i 共同費配分	$(E_1 - F_1) \cdot D/G_1$	$(E_2 - F_2) \cdot D/G_1$	0	0	$\sum (E_i - F_i) \cdot D/G_i \quad \text{但し } D = \sum E_i - F$
E_i 可能投資限度額 (再掲)	E_1	E_2	E_3	E_4	
J_i 負担額 ($E_i - I_i$)	$E_1 - (E_1 - F_1) \cdot D/G_1$	$E_2 - (E_2 - F_2) \cdot D/G_1$	E_3	E_4	
K_i 純便益 ($E_i - J_i$)	$(E_1 - F_1) \cdot D/G_1$	$(E_2 - F_2) \cdot D/G_1$	0	0	

そして、現況のデータを用いて、a) 交通量の予測モデル、およびb) 地価関数の推定を行う。次に、c) 第二若戸連絡道路の整備による交通量の予測と各事業者ごとの便益を算出する。この結果に基づいて、d) 費用負担の割振りの設定を行い、e) 従来の費用割り振り法による結果などとの比較分析等を通して、本提案モデルの妥当性・適用可能性について検討を行う。

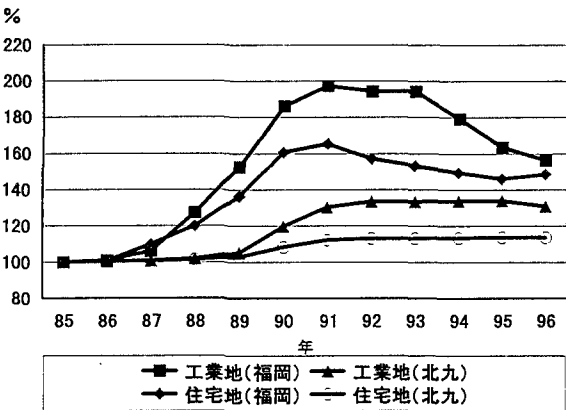
(2) 交通量の予測モデルと地価関数の推定

1993年の北部九州圏パーソントリップ調査(北九州市内を104ゾーンに分割)⁵⁾データを用いて、産業別人口指標を説明変数とした線形重回帰モデルにより発生交通量と集中交通量の和を推定した。その結果を表－2に示す。

表－2 交通量の予測モデルの推定結果

説明変数	パラメーター (t 値)
定数項	2079.0
居住人口	0.911 (7.07)
2次産業従業人口	2.894 (4.87)
3次産業従業人口	2.978 (13.25)
サンプル数	104
寄与率	0.73
F 値	94.8 > F(0.05)=2.70

次に、地価関数の推定方法を示す。図－2は、1985年を基準として1996年までの12年間の福岡市と北九州市の住宅地と工業地の公示価格の上昇率の推移を表したものである。北九州市では、この間の住宅地地価の上昇率は13.8%に過ぎず、福岡市の65.3%と比較してバブル経済による地価の高騰現象は顕著ではない。



図－2 福岡市と北九州市の地価の変化

一方、工業地については、1988年から1992年にかけて30.7%程度の地価上昇が見られる。これは1990年と1991年に都市高速道路が延伸され、ひびき灘開発地と都市高速道路の入口までの距離が4.0km短縮したことによる交通利便性の改善によるものと考えられる。

そこで、1996年の公示地価データ(北九州市内262箇所)を用いてヘドニック地価関数を推定した。推定結果を表－3に示す。住居地域と最寄りの駅までの距離についてはt値がやや低いものの、寄与率は0.71となっているので信頼性が確保されていると考える。よって、表－3に示す地価関数を用いての便益計測は可能であると判断した。

表－3 地価関数の推定結果

説明変数	パラメータ (t 値)
定数項	49.023 (3.27)
用途地域 住居地域	-1.144 (-0.104)
商業地域	79.730 (6.12)
工業地域	-41.565 (-2.78)
法定容積率 (1/100)	21.757 (5.20)
最寄りの駅までの距離 (km)	-2.048 (-1.25)
都市高速道路の入り口までの距離 (km)	-3.652 (-2.95)
前面道路までの幅員 (m)	2.510 (4.79)
サンプル数	262
寄与率	0.71
F 値	91.1 > F(0.05)=1.94

(3) 都市高速道路公社と第三セクターの便益計測

本モデルを適用するに当たって以下の3ケースを設定し、結果の比較検討を行った。

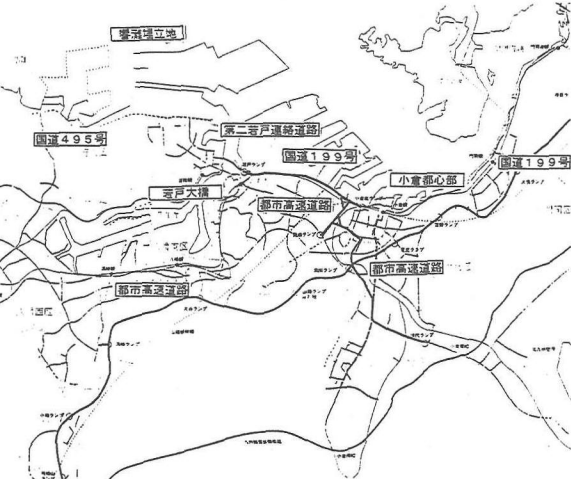
ケース1: 第二若戸連絡道路は無く、平成2年の実績交通量(41,000台/日)のままの場合

ケース2: 将来交通量は平成2年の実績交通量のままで、第二若戸連絡道路を整備した場合

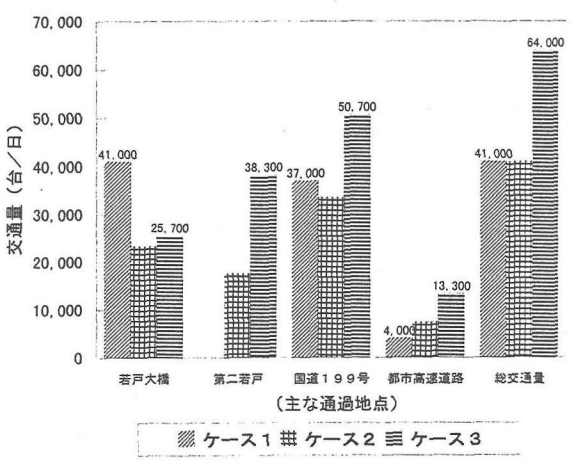
ケース3: 響灘開発地区に中枢国際港湾が機能し始める2005年の土地利用計画のもとに、第二若戸連絡道路が整備される場合

本地区における従業員の構成主体を第二次産業とし、表－2のモデルより発生交通量と集中交通量の和を予測し、転換率モデルより第二若戸連絡道路及び都市高速道路への配分交通量を予測した。なお、第2若戸連絡道路を利用可能な小倉方面への交通量は現在の若戸大橋の利用比率(35.9%)がそのまま継続するものとし、転換率モデルには道路公団の転換率モデルを用いることにする。図－3に対象地域の道路網構成

を、図－４に経路交通量の予測結果を示す。これによると、2005年の発生交通量と集中交通量の和の予測値64,000台/日は、現若戸大橋へ40%，第二若戸連絡道路へ60％が配分される。さらに、都市高速道路の利用客は、現況の4,000台/日から13,300台/日へと9,300台/日の増加となる。この都市高速道路利用者の増加により、都市高速道路公社としては14.93億円/年の収入増が見込まれる。さらに、建設費を年率6%の起債（返済期間30年）によって手当すると、借入限度額は205.59億円が得られ、かつ増加収入額の50%を投資可能額として第二若戸連絡道路の建設費に当てられると仮定すると、妥当投資額は102.79億円と算定される。



図－３ 対象地域の道路網構成



図－４ 各経路の予測交通量

次に、土地所有者である第三セクターの得る便益を算定する。交通利便性の向上と土地利用規制の変更（工業地域から住居地域への用途変更）による対象地域の地価上昇額を地価関数より算出した。その結果を表－４に示す。本プロジェクトで、都市高速道路のランプがひびき灘開発地区に2.0km近づくことより7,304円/㎡の地価上昇が、工業地域から住居地域への土地利用規制の変更により32,863円/㎡の地価上昇が見込まれる。前者による工業地域の増便益額は832.66億円となり、そのうちの15%（割引率）を投資可能額として算定すると、妥当投資額は124.90億円となる。後者による総便益額は197.18億円と推定されるが、この用途の変更による増便益のうち50%（割引率）を投資額として算定すると、妥当投資額として98.59億円が得られる。両者を合わせると第三セクターの妥当投資額として223.49億円が算定される。

表－４ 第三セクターの得る便益の算定結果

	用途地域	面積 (ha)	地価(円/㎡)	上昇額	増便益(億円)
整備前	工業地域	1,200	76,092	—	—
整備後	工業地域	1,140	83,396	7,304	832.66
	住居地域	60	108,955	32,863	197.18

5. 費用配分額の試算

(1) 負担ウェイトの導入

本プロジェクトの関係者13名から成るプロジェクトチームの意見を集約し、事業主体間の相対的費用負担ウェイトを定量化する方法として、本研究ではAHP法を採用した。図－５に想定した階層構造を示す。費用負担の優先順位を決定する要因として、緊急性、必要性、経済性、資金力、利便性の5つを取り上げている。算出された各要因の比較値と各事業者の重みベクトルを表－５に示す。周知のようにこの重みベクトルは、アンケートによって得られる各要因の比較値に各事業主体の評価値を掛け合わせた重み付き線形和で求められる。

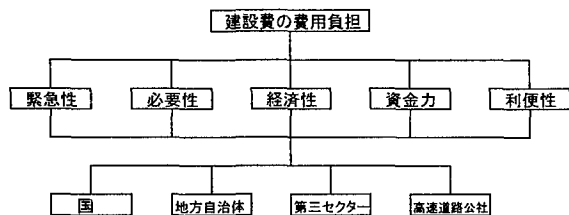


図-5 費用負担における階層構造

表-5 要因の比較値と重みベクトル

要因	緊急性	必要性	経済性	資金力	利便性
比較値	0.12	0.19	0.21	0.20	0.28

事業主体	国	地方自治体	第三セクター	高速道路公社
重みベクトル	0.33	0.30	0.22	0.15

(2) 身替り妥当支出法（合意形成型）による費用割り振り結果とその考察

提案した身替り妥当支出法（合意形成型）を用いて各事業者の負担割合を求めた。表-6は具体的な計算手順と値を示したものである。また、図-6は負担割合を示したものであり、従来から用いられている身替り妥当支出法による負担割合も併記した。通常、プロジェクトの推進に伴う各事業者の負担は複数年に分轄して支出されるが、ここでは各々の事業者は事業期間は同一で、割り振り額を各事業年度毎に均一に資金調達し、利子補給等は考慮しないものと仮定している。

表-6 身替り妥当支出法（合意形成型）による費用割り振り

	国	地方自治体	第三セクター	高速道路公社	備考
A_i 身替り建設費	350	350	700	700	
B_i 妥当投資額	350	350	223.49	102.79	
E_i 可能投資限度額	350	350	223.49	102.79	$E_i = \sum \min\{A_i, B_i\} = 1,026.28$
f_i 重みベクトル%	33%	30%	22%	15%	AHP分析より算出
F_i 重み費用（全体 $\times f_i$ ）	231	210	154	105	F ：全体事業費=700
G_i 残余便益（ $E_i - F_i$ ）	119.00	140.00	69.49	(-2.21)	$G_i = \sum (E_i - F_i) = 328.49$
IF $E_i - F_i \leq 0$	—	—	—	0	
H_i 同上%	36%	43%	21%	0%	
I_i 共同費配分	118.20	139.06	69.02	0.00	$\sum (E_i - F_i) \cdot D / G_i$ 但し $D = \sum E_i - F$
E_i 可能投資限度額（再掲）	350.00	350.00	138.69	102.79	
J_i 負担額（ $E_i - I_i$ ）	231.80	210.94	154.47	102.79	$\sum J = 700$
K_i 純便益（ $E_i - J_i$ ）	118.20	139.06	69.02	0.00	$\sum (E_i - J_i) = 326.28$
L_i 負担割合	33.1%	30.1%	22.1%	14.7%	

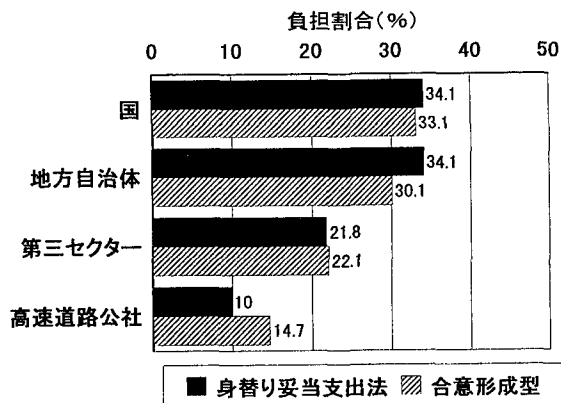
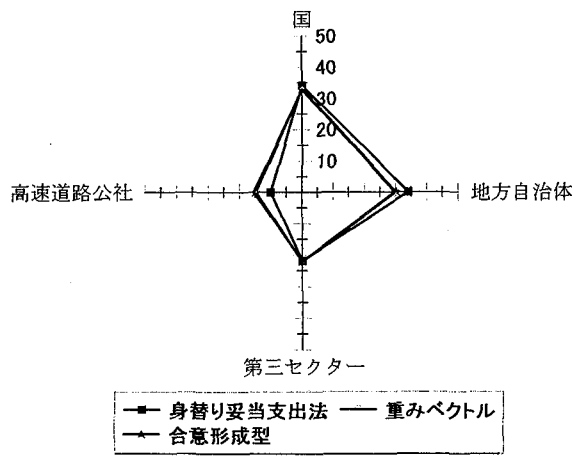


図-6 割り振り法の違いによる負担割合の比較

図-6より、公共側（国・地方公共団体）の負担は従来の身替り妥当支出法による68.2%から合意形成型による63.2%〜5.0%減少する。一方、第三セクターと高速道路公社の負担割合の合計は、31.8%から36.8%へ増加する。この傾向は、重み費用と可能投資限度額の差が大きくなるほど顕著に現れる。図-7は、AHP法によって求めた重みベクトルと上記の二つの費用割り振り方法による負担割合を比較したものである。各事業者間における偏りの補正值（負担割合の差の絶対値/身替り妥当支出法の値）を求めると、国が2.9%、地方公共団体が11.4%、第三セクターが1.3%、高速道路公社が46.6%となる。つまり、旧来の身替り妥当支出法では、費用割り振りは費用のみで規定されていた為に重心に偏りが生じやすかったが、合意形成型はこれを補正する機能を備えているといえる。

従来のように公共が主体となってきた社会基盤整備におけるアロケーションモデルでは、地価上昇による便益を受ける地権者や利用者の増大により利益を得る高速道路公社など見込まないのが通例であった。しかし、提案した合意形成型アロケーションモデルでは、各事業者の費用負担割合を重みベクトルという形で数値化することにより、地権者である第三セクターや高速道路公社にも相応の負担を求めることが適切であるというプロジェクトチームの合意を導入することが可能になった。これらの点が従来の可能投資限度額のみ比率により費用を配分する「身替り妥当支出法」や「分離費用身替り妥当支出法」、および「事業者間の協定に基づく場合」との相違点である。



図ー7 負担割合と重みベクトルの比較

6. おわりに

本論文では、身替り妥当支出法を基礎にした合意形成型のアロケーションモデルの開発と、その妥当性についての検討を行った。その結果、以下のような成果が得られた。

- a) 本モデルの採用により、従来、公共に偏っていた社会資本の整備に直に便益を得る事業主体の参加が可能となる。
- b) 本モデルは事業者間でパレート性を確保できるという点で優れた特色がある。
- c) 身替り妥当支出法と比較して、本モデルは各事業者間の費用割り振りの偏りが是正される。
- d) プロジェクトに関連する委員会の意見等を定量化して重みベクトルとしてモデルに組み込むことで、

プロジェクトライフや緊急性の違いなど関係者の理解が得られやすい費用負担を達成できると考えられる。

なお、本モデルのゲーム論的裏付け、および実際のプロジェクトへの適用可能性の検討を今後の課題としたい。

謝辞：本研究を進めるに際し、お世話になった熊本大学工学部環境システム工学科秋吉卓教授を始め、元運輸省第四港湾建設局長（現：ひびき灘開発株式会社顧問）山下博通氏、並びに北九州市プロジェクト・ファイナンス研究会の諸氏に深く感謝致します。

参考文献：

- 1) 土木学会編：土木工学ハンドブック、第35編河川、pp. 2161-2163, 1974.
- 2) 田中啓一：都市空間整備論：有斐閣
- 3) 岡田憲夫 谷本圭志 多目的ダム事業における慣用的費用割り振り法の改善のためのゲーム論的考察：土木学会論文集, No. 524/IV-29, pp. 105-119, 1995. 10.
- 4) 響灘開発推進会議：響灘開発基本計画書
- 5) 都市交通計画協議会：第3回北部九州圏パーソントリップ調査：北部九州圏

合意形成型費用負担モデルに関する研究

藤村秀樹・溝上章志・柿本竜治

米国の代表的なダム開発事業であるT.V.A.で開発された費用配分法である分離費用身替り支出法のみでは、現実の全ての費用配分問題をカバーすることは難しい。特に、積極的な公共基盤の整備を推進しようとする地方自治体の中には、新たな費用配分制度の確立を望む声強い。

本研究においては、委員会の合意から得られた負担ウェイトを考慮して、事業主体間で適切な費用負担を実現出来る合意形成型費用配分法を開発し、提案した。そして、北九州市における具体的な事例を通して、その妥当性について考察したものである。

A Study of Formed Agreement Cost-Allocation Model

By Hideki Fujimura, Shoshi Mizokami and Ryuuji Kakimoto

The S. C. R. B. (Separable Cost Remaining Benefit) Method was designed targeted the multi-purpose reservoir development at T. V. A. (Tennessee Valley Authority) in U. S. A. It is hard for us to solve the all of cost-allocation problem by only this Method. So the many Rocal government ,especially the city involve the vitality for the construction the infrastructure want to make the new allocation system. In this study ,we propose the new allocation method, and named it The Formed Cost-Allocation Method. And this Method include the share-weight defined by the project committee. And this paper(pick up the case study at Kitakyusyu City) ,we study the property of this Method.
