

事業リスクを考慮した 確率的道路事業 VFM 評価システムの構築

(株) 長大 ○佐藤有希也*1
武蔵工業大学 宮本 和明*2
関西大学 北詰 恵一*3

By Yukiya SATO, Kazuaki MIYAMOTO and Keiichi KITAZUME

PFIによる公共サービスの調達が進められる中、インフラ事業においてもPFIによる実施が期待されている。しかしながら、これまでインフラ分野でPFIにより実施された事例はなく、その要因としては適切なリスク分担の検討が不十分であることが挙げられる。本稿では道路事業を例に取り上げ、これまで検討を続けてきた「一般道路事業における経済財政効果を含めたの主体別VFM評価システム」に、「リスク計量分析システム」を統合した新しい「事業リスクを考慮した確率的道路事業VFM評価システム」を構築することを目的としている。「経済財政効果を含めた主体別VFM評価システム」は、一般道路事業を対象に、関連する主な主体を整理し、それらの間の経済的な影響と財政的な効果を関連づけた総合的な体系を作り、全体の効果を計算・評価するシステムである。「一般道路事業における経済財政効果を含めたの主体別VFM評価システム」について、その考え方と仮想的な計算結果からの妥当性を整理した上で、「確率的道路事業VFM評価システム」への改良を行った。改良したシステムを用いて、リスク実データを用いた確率的VFMの計算を行い、仮想的な事業に対してケーススタディによって、その妥当性を確認した。

【キーワード】 PFI、リスクマネジメント、VFM

1. はじめに

新たな公共サービスの調達手法として我が国に導入された PFI は、その実施件数も着実に増加傾向であり、事業の適用分野も様々なサービスの提供に適用されてきている。しかしながら、これらのプロジェクトは全て建築工事に関連したものであり、重要な社会基盤であるインフラ分野においては適用が進んでおらず、今後、多様な分野での事業への展開が期待される。

PFI がインフラ分野に適用されていない要因については公物管理法を中心とした各種法制度上の課題をはじめとして様々な議論がなされているが、本稿では PFI の最大のメリットである適切なリスク分担

による VFM の向上の観点から、適切なリスク分担の達成に関する課題に焦点を当てる。

リスク分担の検討においては、事業の設計・建設・維持管理運営の各段階に付随するリスクを定量的に把握することが必要であるため、本稿では道路事業を例にとり、アンケートにより得られたデータから事業に付随するリスクを定量的に把握できる「リスク計量分析システム」を構築する。

また、PFI 事業における適切なリスク分担は公共の財政支出の期待値の削減及び分散の縮小につながり（図-1 参照）、結果として VFM の向上をもたらすことから、リスク計量分析システムを VFM 評価システムと結合することでリスク分担の評価を行う。

*1 マネジメント事業部 03-3639-3321

*2 環境情報学部環境情報学科 045-910-2592

*3 工学部都市環境工学科 06-6380-0892

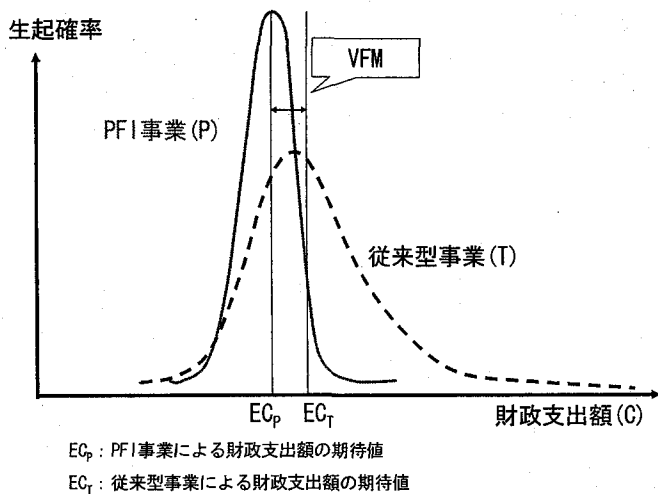


図-1 財政支出額の確率分布

2. VFM評価システム¹⁾

はじめに、リスク分担の効果を最終的に評価するVFM評価システムの整理を行う。

通常、VFMによる従来型の評価は、プロジェクトを実施する行政主体の総支出だけを考えている。しかしながら、国（もしくは省庁）、および都道府県・市町村などの地方自治体は、一般的に、プロジェクトが及ぼす広範囲な影響に関心を持っている。

従って、VFMは、プロジェクトを実施する行政主体のみの観点からだけではなく、広範囲な影響全体としても評価する必要がある。このような場合、補助金と自治体相互間での費用分担を明瞭な形で検討すべきである。

加えて、プロジェクトは新たな税金の流れを発生させ、その中の一部は国へ流れ、残りが地方自治体へ流れる。税金をVFM評価の過程で明確に検討すると、実質的なインパクトも予想される。税金の問題を別にしても、PFIにおける直接的な財務フローは、乗数効果のみならず経済波及効果の面でも従来の公共工事計画の財務フローとは異なっている。その違いは、経済的便益と費用において重大な変化をもたらすことがある。そして、経済的便益と費用における変化は、さらに、財務フローに影響を及ぼすことになる。

従って、VFM評価においては経済フローと財務フローを検討することが必要である。換言すると、VFMは、総合的な経済フローと財務フローを考えてイコールフットINGに評価すべきである。

本稿では、上記の検討事項を配慮しながら包括的

なVFM評価システムを構築する。その評価システムは、以下の機能を取り込むように設計する。

- (1) 従来型公共工事とPFIによる工事との間での財務フローの違いにより生じるイコールフットINGに関する問題に対処する機能
- (2) プロジェクトにより発生する税金の効果を説明する機能
- (3) プロジェクトの各段階においてリスクを定量分析する機能一般道路事業における経済財政効果を含めての主体別VFM評価システム

システムの詳細は参考文献を参照されたい。

3. 確率的VFM計量システム²⁾

前節において一般的な道路事業における総合的な効果波及過程を考慮したVFM評価システムを構築した。

ここではこのVFM評価システムにリスク定量的を取り入れることで、リスクを考慮した確率的VFM計量システムを構築する。

リスクの影響を定量化するために各イベントを工程計画に沿って設定し、モンテカルロシミュレーションによりリスクの影響を分析する。

プロジェクトリスク分析はコスト・リスク分析とスケジュール・リスク分析から構成される。前者はリスクがプロジェクトの費用に及ぼす影響を分析するもので、後者はリスクがプロジェクトの期間、つまり予定完了時刻に及ぼす影響を分析するものである。本稿でも事業期間への影響と事業費への影響を分けて分析する。

システムにおいては道路事業のフローチャートをもとにアローダイアグラム作成し、それぞれの段階でのリスクが、例えば各工程の工期遅延に影響し、フローの状況に応じて、その遅延を吸収できる場合と直接全体工期に影響する場合があります、それらを踏まえた総合的なマネジメントを行うことを想定している。このように事業を工程に分割することで、各工程に応じた個別のリスクを設定することが可能となる。

総事業費の算定では、各リスクによる影響の総和が加えられる。また、総事業期間の算定では、シミュレーションの試行毎に各工程の作業期間がリスクの発生により変動し、クリティカルパスが試行毎に

異なることも表現することができる。

本稿ではリスクを「要因」、「イベント」、「影響」の3要素から構成されるものとして考える。まず、目標達成を阻害する潜在的原因となる事象であり、これを「要因」と呼ぶ。経済的変化、自然災害、交通量変化などが例としてあげられる。そして、この要因に起因して、一定の確率で目標達成を阻害する直接的原因である「イベント」が発生する。具体的には、用地交渉の難航や復旧工事や維持管理業務の増大などである。そして、それによる結果としての「影響」が発生する。具体的には、事業期間の延長や事業費の増加などである。

このような複雑な関連があるリスクに対し「要因」、「イベント」、「影響」と要素に分解することによりそれぞれの関係を明確に把握することが可能となり、適切にリスクを捉えることが可能になる。

要因によってある確率でイベントが発生した場合でもその影響は損害額が小さい場合から大きい場合まで様々想定され、その分布は個々のリスクによって個別の分布形を持っている。

シミュレーションにおいては、イベント毎にその発生確率と影響の分布を設定することで、個別のリスクを表現することができる。

前節で構築した VFM 評価システムにおける各年度に、上記の工程を当てはめ、各年度に行う工程に必要なとなる事業費がリスクにより変動する。

当該リスクを公共が負担していれば、この事業費の増分は財政支出の増分となるが、民間事業者が負担していれば、リスクによる費用増は民間事業者の負担となり（或いは保険により第三者に転嫁する）、公共の視点ではリスクが発生したとしても財政支出は変動しない。

上記の通り、リスクを考慮した VFM 評価システムを構築することで、財政支出の削減の平均値による確定的な VFM に加えリスクによる分散の減少という確率的な VFM を把握することが可能となる。

3. ケーススタディ

(1) アンケートデータ

前節のモデルの実用性の検討を行うために、道路事業リスクに関するアンケート調査に基づく実データを用いケーススタディを行う。

アンケートは、平成 15、16 年度に全国の国土交通省河川国道事務所を対象として実施した。

(2) リスクの設定

得られたアンケートデータから前節で示したモデルの各作業に付随するリスクイベントとその発生確率、影響の分布形を表-1のように設定する。

表-1 各作業における設定リスク

作業	リスク		
	イベント	発生確率	影響分布形
地下埋設物調査①	-		
調整協議①	埋蔵文化財に関する協議	20.5%	極値分布
埋設物移設①	地下埋設物への対応	7.1%	極値分布
調査・測量	-		
地質調査	-		
概略設計	ルート変更による作業のやり直し	10.4%	ガンマ分布
	構造変更による作業のやり直し	32.5%	ガンマ分布
設計協議	環境対策に関する協議	22.9%	ガンマ分布
	ルート・構造に関する地元協議	55.4%	ガンマ分布
	関係機関との調整	45.8%	極値分布
地下埋設物調査②	-		
調整協議②	埋蔵文化財に関する協議	20.5%	極値分布
埋設物移設②	地下埋設物への対応	7.1%	極値分布
実施設計	-		
用地交渉①	用地交渉の難航	59.3%	極値分布
用地交渉②	用地交渉の難航	59.3%	極値分布
工事①	周辺地域への対応	12.6%	ガンマ分布
	予期せぬ地質条件変化への対応	10.0%	ガンマ分布
	関係機関への対応	10.2%	極値分布
工事②	関係機関への対応	59.3%	ガンマ分布

と考えられるリスクについてはリスク移転を行い、VFMの向上度を検証する。

民間事業者がリスクを負担するためには、それに応じた費用が発生し、これは事業費に上乗せされる。本来であれば負担するリスクについてそれぞれ実現可能な対策方法を検討し費用を算定する必要があるが、現時点で費用の正確な見積りは困難であることから、リスク対策費用を従来型の事業費に加えてサービス対価に上乗せすることとする。結果として公共は従来型では分散を持って発生していたリスク対策費が、確定的に支出することとなる。なおこの設定に関しては今後より実数的な数値を検討し、シミュレーションにより影響を検討する必要がある。

全リスクを公共が負担する場合と、一部のリスクを民間に移転した場合のVFM算定結果を表-2に示す。民間にリスクを移転することによりVFMの平均値が減少し、また標準偏差も大きく減少している。

一部のリスクを民間に移転した場合のPSCとPFILCCの分布形を図-2に示す。図-2は図-1に示す模式図と同様のものである。図-1では概念的にリスクの分布形を正規分布として捉えていたのに対して、ここでは右側に広い裾野を持つ分布形となっているが、リスクの設定において0を最頻値とするガンマ分布を適合させたことによると考えられる。

現状業務実施段階において、必ずしもリスクの認識が十分でなく、リスクのイベントは認識されていても、それによる影響は個々のイベントに対応した形で認識されていないことによると考えられる。

表-2 確率的VFM

	PSC (百万円)	全リスクを 公共が保有		一部のリスクを 民間に移転	
		PFILCC (百万円)	VFM (百万円)	PFILCC (百万円)	VFM (百万円)
平均値	15,758	14,025	1,733	12,944	2,811
中央値	15,460	13,726	1,727	12,873	2,507
標準偏差	1,121	1,109	27	211	1,106

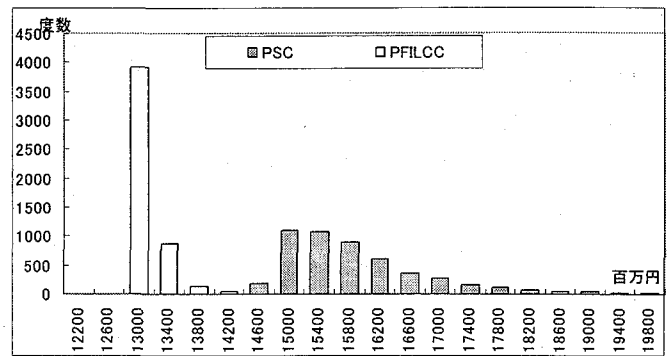


図-2 PSCとPFILCCの分布形

4. おわりに

本稿では、道路事業におけるVFM計算に際して、国・地方政府間の補助金のやりとりや経済波及効果による税収を加味した総合的な計算システムに、実データを用いて定量化したリスクの影響を加えたシステムを開発し、その妥当性の検証を行った。

より精緻な分析のためには、実データの継続的な蓄積や民間事業者のリスクマネジメント能力の把握等が必要となる。

なお、本稿は、国土交通省道路局から受託し、土木学会建設マネジメント委員会PFI研究小委員会において実施した「道路関係事業におけるPFI導入に向けたリスクマネジメント検討調査」の成果の一部である。ここに、厚く謝意を表したい。

【参考文献】

- 1) Miyamoto, K., Sato, Y. and Kitazume, K. Economic and Financial Impacts of Private Sector Participation in Infrastructure Projects and the Value for Money. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1932, pp. 16-22., 2005
- 2) 佐藤有希也、北詰恵一、宮本和明：インフラPFIにおけるリスクマネジメントの重点要因とその影響、第23回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集、2005。

Development of Stochastic VFM Evaluation System in Road Project, Considering with Project Risks.

By Yukiya SATO, Kazuaki MIYAMOTO and Keiichi KITAZUME