

需要予測の精度が異なるときの JV 型 PFI 事業の導入可能性に関する研究*

A Study on the Introduction Possibility of PFI Projects (Joint Ventures) in Case the Accuracy of Demand Estimation Differs

川合 祐之**・青山 吉隆***・中川 大****・松中 亮治*****

By Yushi Kawai**・Yoshitaka AOYAMA***・Dai NAKAGAWA**** and Ryoji MATSUNAKA*****

1. はじめに

近年わが国では社会資本整備の新たな方策として PFI(Private Finance Initiative)が注目されつつある。PFI とは、社会資本整備において、民間の資金・経営ノウハウなどを活用し、事業リスクを適切に分担することによって、良質な公共サービスを提供していこうという考え方である¹⁾。また、PFIは資金の回収方法の違い、官民の役割分担の違いから次の3つの契約形態に分けることができる。

① 独立採算型(Financially Free Standing Projects)

民間が施設を建設、運営し、原則としてその建設コストを施設利用者からの料金支払いで回収する方法で、公共は事業の計画策定や認可などに関わるだけである。

② サービス提供型(Services Sold To The Public Sector)

民間が施設を建設、一定期間運営し、その公共サービスの対価として公共から支払いをうける方式で、もっとも多くの事業例が存在する。

③ ジョイントベンチャー型(Joint Ventures)

公共から出資金、補助金などの支援を受けながら事業を行っていく方式で、実際の運営は民間が行う。

PFI による社会資本整備においては、様々な事業リスクが存在することが指摘されており、そのなかでも上記の3形態のうち、独立採算型とジョイントベンチャー型においては、施設利用者からの料金収入が主な収入源となっているので、需要リスクが直接 PFI 事業者の採算性

に影響を及ぼし、事業の実行可能性を大きく左右すると考えられる。そこで本研究はジョイントベンチャー型事業において公共の需要予測の精度が、どのように PFI 事業者の採算性に影響を及ぼすかを分析し、PFI の導入可能性を考察することを目的とする。その際、公共と PFI 事業者という2つの主体を想定し、図-1で示す3通りの契約方式ごとに、公共が需要予測を正確に行った場合、需要を過小に予測した場合、需要を過大に予測した場合についてそれぞれ分析することとする。

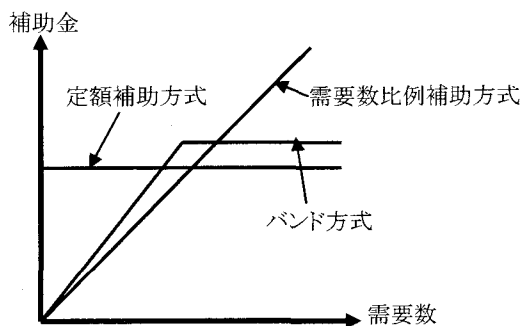


図-1 契約方式

2. 研究の概要

以下に、本研究における分析の仮定を記す。

- 公共が PFI 事業者へ補助金を交付するジョイントベンチャー型を想定
- 料金は公共が限界費用価格に基づいて定める
- 需要は正規分布に従うとし、標準偏差は σ とする
- 費用関数および需要関数は以下の式で定義する

$$\begin{cases} TC(x) = FC + c \cdot x^2 \\ p = a - b \cdot x \end{cases}$$

但し、 $TC(x)$: 総費用関数、 FC : 固定費用

x : 需要数、 p : 料金、 a, b, c : 定数

そして以上の仮定のもとで、前述した契約方式ごと、公共の需要予測の精度が異なるごとに、

① 契約成立の可能性

*Key words: 財源・制度論、PFI

** 学生員 京都大学大学院工学研究科

*** フェロー 工博 京都大学大学院工学研究科

**** 正会員 工博 京都大学大学院工学研究科

***** 正会員 工修 京都大学大学院工学研究科

(〒606-8501 京都市左京区吉田本町 075-753-5759)

② 契約成立後のPFI事業者の行動

という2つの観点からPFIの導入可能性を考察した。①契約成立の可能性に関しては、PFI事業者の予測する期待利潤および公共の需要予測のずれがPFI事業者の採算性に及ぼす影響に着目して分析した。②契約成立後のPFI事業者の行動に関しては、PFI事業者の利潤関数に着目して分析した。

3. 契約成立の可能性

(1) PFI事業者の予測する期待利潤

本研究では、公共が PFI 事業者に交付する補助金を、公共が予測する需要予測に基づいて、PFI 事業者の期待利潤がゼロになるように設定している。次式は、定額補助方式における補助金の算出式である。

$$Sub^* = - \int_{-\infty}^{\infty} Pr_1(x) \cdot (p^* \cdot x - TC(x)) dx \quad (1)$$

$$Pr_1(x) \sim N(x^*, \sigma^2)$$

但し、 Sub^* : 補助金、 p^* : 料金、

σ : 需要の標準偏差

そして PFI 事業者が上記の補助金を交付されたときの定額補助方式における PFI 事業者の期待利潤は以下の式で表される。

$$E(\pi) = \int_{-\infty}^{\infty} Pr_2(x) \cdot (p^* \cdot x - TC(x)) dx + Sub^* \quad (2)$$

$$Pr_2(x) \sim N(x^* + \delta, \sigma^2)$$

但し、 δ : PFI 事業者が予測する需要数のずれ

(2) 式と同様にして、3つの契約方式において PFI 事業者の期待利潤を求めた。バンド方式の場合の期待利潤を図-2に示す。

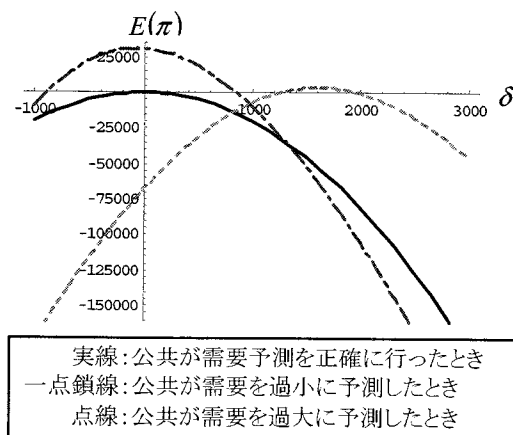


図-2 バンド方式における PFI 事業者の期待利潤関数

期待利潤関数から得られる PFI 事業者の期待利潤が正となる範囲を表-1に示す。

表-1 (1) PFI 事業者の期待利潤が正となる範囲 (定額補助方式)

公共の需要予測	期待利潤が正となる範囲
正確	$\delta = 0$
過小	$\delta = -882$
過大	$\delta = 1250$

表-1 (2) PFI 事業者の期待利潤が正となる範囲 (需要数比例補助方式)

公共の需要予測	期待利潤が正となる範囲
正確	$0 < \delta < 4688$
過小	$-882 < \delta < 6266$
過大	$1250 < \delta < 3160$

表-1 (3) PFI 事業者の期待利潤が正となる範囲 (バンド方式)

公共の需要予測	期待利潤が正となる範囲
正確	$\delta = 0$
過小	$-882 < \delta < 999$
過大	$1250 < \delta < 2000$

表-1から、需要数比例補助方式およびバンド方式では、公共が需要を過小に予測したときにも PFI 事業者の期待利潤が正またはゼロになる範囲が広いこと、定額補助方式よりも契約成立の可能性が高いことが明らかになった。また社会的余剰は公共の需要予測の精度によって異なってくるが、同じ予測精度であれば契約方式によって異なる。

(2) 公共の需要予測のずれがPFI事業者の採算性に及ぼす影響

公共の需要予測の相対的な不正確さを表す指標として、乖離度を導入した。なおここで乖離度とは「公共の需要予測のずれ/実際の需要の標準偏差」と定義している。乖離度ごとに PFI 事業者が黒字になる確率を導出し、乖離度が PFI 事業者の採算性に与える影響を明らかにした。結果を図-3に示す。なお乖離度が正の範囲は公共が過大な需要予測を行ったときであり、乖離度が負の範囲は公共が過小な需要予測を行ったときである。

図-3から、公共が需要を過大に予測したときは、どの契約方式でも PFI 事業者が黒字になる確率は低くなることが分かる。また、公共が需要を過小に予測したとき

は、需要数比例補助方式においては、PFI 事業者が黒字になる確率は高くなり、バンド方式においては乖離度の影響をあまり受けないことが分かる。

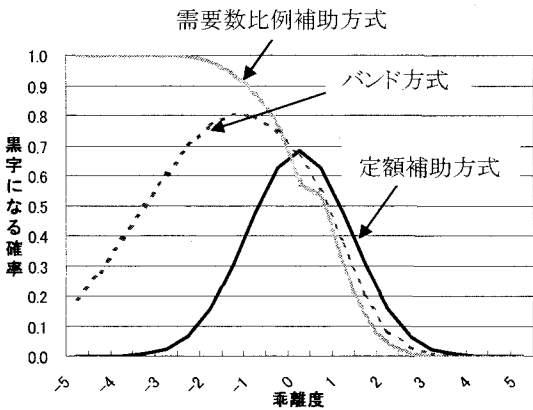


図-3 公共が需要予測を誤ったときのPFI事業者が黒字になる確率

以上の事から、公共、PFI 事業者ともに正確な需要予測を行ったときは、どの契約方式でも契約成立の可能性が高くなる一方、公共が需要を過大に予測したときは、どの契約方式でも契約成立の可能性が低くなることが明らかとなった。また、公共が需要を過小に予測したときは、需要数比例補助方式およびバンド方式において契約成立の可能性が高くなり、そのなかでもバンド方式は、公共の需要予測の精度の影響をあまり受けないことが明らかになった。

4. 契約成立後のPFI事業者の行動

PFI 事業者が公共から補助金を交付されたときの PFI 事業者の利潤関数は「(料金収入+補助金)－総支出」で表されるので定額補助方式におけるPFI事業者の利潤関数は以下の式になる。

$$\begin{aligned} \pi(x) &= p \cdot x - TC(x) + Sub^* \\ &= -c(x - x^*)^2 + c\sigma^2 \end{aligned} \tag{3}$$

(3)式と同様にして、3つの契約方式において PFI 事業者の利潤関数を求めた。PFI事業者の利潤関数からPFI事業者がとる行動を考察する。前提としてPFI事業者は利潤関数を既知とする。そしてPFI事業者の行動と社会的余剰との関係を明らかにする。

① 定額補助方式

定額補助方式の場合の利潤関数を図-4に示す。

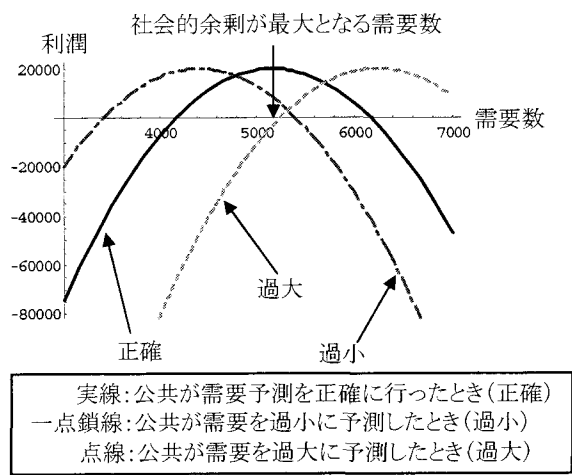


図-4 定額補助方式における PFI 事業者の利潤関数

また、公共の需要予測が異なったときの需要の期待値を表-2に示す。

表-2 需要の期待値

	需要の期待値(人／日)
正確な需要予測	5,172
過小な需要予測	5,294
過大な需要予測	5,000

図-4ならびに表-2から、公共が需要を過小に予測したときPFI事業者の利潤は、需要の期待値よりも小さい需要数で最大値を実現するのでPFI事業者は需要数を減らす行動をとる。公共が需要を過大に予測したときPFI事業者の利潤は、需要の期待値よりも大きい需要数で最大値を実現するのでPFI事業者は需要数を増やす行動をとる。

また、社会的余剰は、上に凸の2次関数で、社会的余剰が最大になる需要数は、公共が正確な需要予測を行ったときの需要の期待値と一致する。従って、公共が需要を過小に予測したときも過大に予測したときも、PFI 事業者が利潤を最大化しようとするところある範囲までは社会的余剰も増加するといことがいえる。

② 需要数比例補助方式

需要数比例補助方式におけるPFI事業者の利潤関数を図-5に示す。需要の期待値および社会的余剰は定額補助方式と同じである。

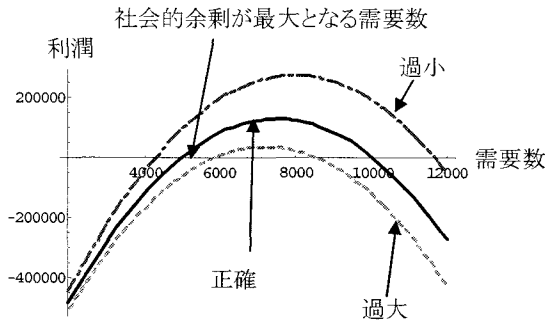


図-5 需要数比例補助方式におけるPFI事業者の利潤関数

表-2ならびに図-5よりいずれの場合も公共の予測する需要より多い需要でPFI事業者の利潤は最大値をとるため、公共がどのような需要予測を行っても、PFI事業者は需要を増やす行動をとる。

また、PFI事業者は公共がどのような需要予測を行っても自己の利潤を最大化するために、需要を増やそうとするが、公共が需要を過小に予測した場合は、需要の期待値より社会的余剰の最大値をとる需要数が少ないため、PFI事業者が需要を増やそうとすると社会的余剰が減少することになる。

③ バンド方式

バンド方式におけるPFI事業者の利潤関数を図6に示す。需要の期待値および社会的余剰は定額補助方式と同じである。

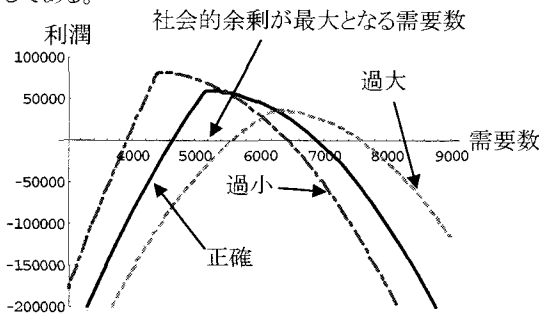


図-6 バンド方式におけるPFI事業者の利潤関数

図-6より、公共が需要を過小に予測した場合、利潤の最大値は需要の期待値より少ない需要で実現するため、PFI事業者は需要を減らそうとし、社会的余剰が最大となる需要数までは社会的余剰の増加につながるが、その需要数より需要を減らすと社会的余剰が減少することがいえる。公共が需要を過大に予測した場合、利潤の最大値は需要の期待値より多い需要で実現するため、

PFI事業者は需要を増やそうとし、社会的余剰が最大となる需要数までは社会的余剰の増加につながるが、その需要数を超えると社会的余剰が減少することがいえる。以上により、PFI事業者の行動と社会的余剰の変化を表-3にまとめる。

表-3 PFI事業者の行動と社会的余剰の変化

		過小予測	過大予測
定額補助方式	需要数	減少させる	増加させる
	社会的余剰	増加方向	増加方向
需要数比例補助方式	需要数	増加させる	増加させる
	社会的余剰	減少方向	増加方向
バンド方式	需要数	減少させる	増加させる
	社会的余剰	増加方向	増加方向

5. 結論

本研究では、ジョイントベンチャー型事業におけるPFIの導入可能性を契約成立の可能性および契約成立後のPFI事業者の行動から考察した。契約成立の可能性に関しては、PFI事業者の予測する期待利潤ならびに公共の需要予測のずれがPFI事業者の採算性に及ぼす影響という2点から分析した。その結果、需要数比例補助方式ならびにバンド方式において契約成立の可能性が高いことが明らかになった。また契約成立後のPFI事業者の行動に関しては、PFI事業者の利潤関数に着目することにより分析した。その結果、定額補助方式ならびにバンド方式において公共の需要予測が不正確であってもPFI事業者が利潤最大化行動をとると、社会的余剰を増加させる可能性があることが明らかになった。従って、以上のことから、ジョイントベンチャー型のPFI事業においてはバンド方式がもっともPFI導入の可能性が高いことが明らかになった。

参考文献

- 1) 福島直樹: 英国におけるPFIの現状～資金調達・建設管理の総合マネジメント, 日刊建設工業新聞社, 相模書房, 1999