

京都大学工学部 学生会員 ○岡本 陽介
京都大学大学院 フェロー 小林 潔司

京都大学大学院 学生会員 大西 正光
和島商業都市研究所 正会員 坂東 弘

1. はじめに

近年PFIによる社会資本整備への試みが進んできたが、その事業方式の選択についての理論的な研究は未だ存在しない。本研究では事業方式として、運営期間において政府が施設を所有するBTOと事業者が所有するBOTを比較する。施設所有権は、契約に記述されない事象が起こったときの施設に関する意思決定権(残余決定権)の役割を果たす。事業者は施設を所有させ事業の裁量を任せて費用削減のインセンティブを与える一方、政府が要求する施設品質を契約で明確に示し、公共施設としての便益を確保する必要がある。本研究では所有権が事業者の投資インセンティブに与える影響と、それが事業方式の決定に与える影響を分析する。

2. 本研究の基本的考え方

不完備契約とは、将来起こりうる全ての状況とその対処法について記述できない契約をいう。不完備契約では契約に記述されない状況が発生したとき、契約当事者のとる行動や余剰の配分に関して再交渉が行われる。所有権は再交渉での余剰の配分に影響を及ぼすため、契約当事者が取引特殊な投資を行うときには、投資のインセンティブにも影響を及ぼす。PFIでは政府は事業者は施設の建設を発注する際、施設の仕様について契約に詳細に規定する(仕様発注)のではなく、政府が求める施設水準を明らかにし施設が満たすべき品質を規定する(性能発注)。しかしPFI事業は長期に渡るため、政府が要求する施設品質を全て契約に記述することは不可能であり、施設品質についての不完備性は大きい。事業者が施設所有権を持てば、運営期間においても、事業者は施設仕様を変更することにより運営費用を削減する事ができる。費用削減のインセンティブを引き出すという点からは、所有権は事業者に与えられるべきと言えよう。しかし、事業者の費用削減が、契約に記述されない施設品質に対して重大な悪影響を及ぼす可能性があるときは、このような状況を事前に予測し、施設品質について詳細に要求する必要がある。それができない場合には政府が施設を所有し、事業者はこのようなインセンティブを与えないようにする必要がある。本研究では、運営期間において、便益の低下を伴わない費用削減の技術(技術X)と大きな便益低下を伴う費用削減の技術(技術Y)に投資するとして、モデルを構築する。

3. 基本モデル

事業者は政府に公共施設の建設・運営サービスを提供し、サービス料を受け取る。両者は共に自己の利得を最大化するように行動する。本モデルの順序関係は以下のように設定する。時点1では契約が締結され、施設が建設される。契約には事業方式(BTO, BOT)、政府の要求する施設品質、及びサービス料 P が記される。時点2では事業者は施設仕様を変更することにより費用を削減できる2種類の投資を行う。技術Xは費用を C 削減できるというもので、投資 i により確率 $\pi_X(i)$ で起こる。技術Yは費用を c 削減できるが、同時に便益が b 低下するというものであり、投資 j により確率 $\pi_Y(j)$ で起こる。 $b > c$ であり、技術Yは余剰を減少させるため、投資 j は社会的には無駄な投資と言える。2つの技術の導入は施設仕様の変更を伴うため、所有者の承諾が必要である。また、 π_X, π_Y は $\pi_X(0) = 0, \pi'_X > 0, \pi'_X(0) = \infty, \pi''_X < 0, \pi_Y(0) = 0, \pi'_Y > 0, \pi'_Y(0) = \infty, \pi''_Y < 0$ を満たす。時点3では技術の導入についての再交渉が行われる。時点4で事業が終了し、便益と費用が発生し、サービス料が支払われる。なお、時点1で施設が建設されたまま事業が終了すると(すなわち2つの技術が共に導入されなければ)、発生する便益と費用は B_0, C_0 である。なお、両者は共にリスク中立的であり、資産効果は存在しない。また、情報の非対称性は存在しないと

する。
まずファーストベストの投資を余剰を最大にする投資として求めよう。余剰は $S = B_0 - C_0 + C\pi_X(i) - (b - c)\pi_Y(j) - i - j$ であり、ファーストベストの解 i^*, j^* は $C\pi'_X(i^*) = 1, j^* = 0$ で求まる。

次にBTOの場合に事業者が選択する投資を求めよう。政府に所有権があるため、技術Yは導入されない。技術Xの導入には再交渉が行われる。交渉の解はナッシュ交渉解によって与えられるとする。時点2における政府と事業者の期待利得を U, V とすると、

$$U = B_0 - P + \frac{1}{2}C\pi_X(i) \quad (1)$$

$$V = P - C_0 + \frac{1}{2}C\pi_X(i) - i - j \quad (2)$$

である。時点2で事業者は V を最大化するように投資を決定するため、選択される投資 i, j を i_G, j_G とすると、 $\frac{1}{2}C\pi'_X(i_G) = 1, j_G = j^* = 0$ である。技術Yへの投資は最適であるが、技術Xへの投資は過小となる。なお時点1でサービス料 P が完全競争下での競争入札で

決定されるとすると、事業者はゼロ利潤で入札することになる。BTOでの政府の利得を U_G とすれば、以下のようになる。

$$U_G = B_0 - C_0 + C\pi_X(i_G) - i_G \quad (3)$$

次に、BOTの場合に事業者が選択する投資を求めよう。事業者に所有権があるため、技術Xは交渉なしに導入される。また、技術Yについても事業者は交渉なしに導入することができるが、技術Yの導入は余剰の減少をもたらすため、交渉により技術Yは導入されない。時点2での両者の期待利得は

$$U = B_0 - P - \frac{1}{2}(b+c)\pi_Y(j) \quad (4)$$

$V = P - C_0 + C\pi_X(i) - \frac{1}{2}(b+c)\pi_Y(j) - i - j$ (5) である。事業者の選択する i, j を i_M, j_M とすると、 $C\pi'_X(i_M) = 1, \frac{1}{2}(b+c)\pi'_Y(j_M) = 1$ で決定される。技術Xへの投資はファーストベストの解が得られるが、社会的に無駄な技術Yへの投資を引き出してしまう。完全競争下での競争入札により、BOTでの政府の利得を U_M とすれば、以下のようになる。

$$U_M = B_0 - C_0 + C\pi_X(i_M) - i_M - j_M \quad (6)$$

政府は時点1において、自己の期待利得を最大化するように事業方式を決定する。BTOとBOTの政府の期待利得の差 $\Delta U = U_M - U_G$ をとると、

$$\Delta U = C[\pi_X(i_M) - \pi(i_G)] - [i_M - i_G] - j_M \quad (7)$$

となり、政府の選択する事業方式は ΔU の正負によって決まる。事業方式の選択は各パラメータや関数型に依るが、1) C が十分に小さいときBTOが選択され、2) $b+c$ が十分に小さいときBOTが選択されるといえる。

4. 記述費用を考慮したモデル

前章では契約の不完備性は外生的に与えられていた。そのため、技術Yの起こる確率は事業者の投資 j のみに依存していた。しかし、施設品質に関わる要求を契約に詳細に記述することにより、政府は技術Yの起こる確率をコントロールできる。しかし将来の不確実性を考慮して契約を詳細に設計することはそれ自体が費用のかかる作業であり、政府はどこまで契約を詳細に記述すべきかという問題が発生する。本章では政府が契約の不完備性を内生的に決定するモデルを考える。

契約の不完備性を表わすパラメータを $\alpha \in [0, 1]$ としよう。 α が大きいほど将来の不確実性を考慮した契約になっていることを表わし、技術Yの起こる確率は $(1-\alpha)\pi_Y(j)$ と書けるとする。また政府に発生する契約の記述費用を $a\phi(\alpha)$ とする。 a は不確実性の記述の困難さを表わす値であり、 a が小さいほど記述費用が小さいことを示す。本章では a が事業方式の決定に及ぼす影響を考察する。 $\phi(\alpha)$ は $\phi(0) = 0, \phi(1) = \infty, \phi' > 0, \phi'(0) =$

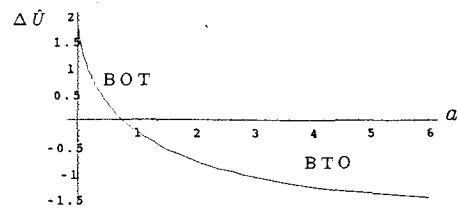


図-1 $\Delta \hat{U} - \alpha$ 関係

0, $\phi'' > 0$ を満たすとする。またモデルの順序関係は、時点1において政府は α を決定し記述費用 $a\phi(\alpha)$ が発生すること以外は基本モデルと同じとする。

BTOの場合は政府が所有権を持つことで契約の不完備性を完全に補完することができる。そのため基本モデルと全く同じ結果が得られる。

次にBOT場合の投資を求めよう。時点2での両者の期待利得は

$$U = B_0 - P - \frac{1}{2}(b+c)(1-\alpha)\pi_Y(j) - a\phi(\alpha) \quad (8)$$

$V = P - C_0 + C\pi_X(i) + \frac{1}{2}(b+c)(1-\alpha)\pi_Y(j) - i - j$ (9) であり、事業者は V 最大化するように投資を決定するため、 $C\pi'_X(i_M) = 1, \frac{1}{2}(b+c)(1-\alpha)\pi'_Y(j_M(\alpha)) = 1$ を得る。時点1での政府の期待利得は

$$U = B_0 - C_0 + C\pi_X(i_M) - i_M - j_M(\alpha) - a\phi(\alpha) \quad (10)$$

となる。政府は自己の利得を最大化するように α を決定するため、政府の決定する $\hat{\alpha}$ は

$$\hat{\alpha} = \arg \min_{0 \leq \alpha < 1} j_M(\alpha) + a\phi(\alpha) \quad (11)$$

となる。政府の利得を $\hat{U}_M$ とすれば、以下のようになる。

$$\hat{U}_M = B_0 - C_0 + C\pi_X(i_M) - i_M - j_M(\hat{\alpha}) - a\phi(\hat{\alpha}) \quad (12)$$

政府の期待利得の差 $\Delta \hat{U} = \hat{U}_M - U_G$ をとると

$$\Delta \hat{U} = C[\pi_X(i_M) - \pi(i_G)] - [i_M - i_G] - j_M(\hat{\alpha}) - a\phi(\hat{\alpha}) \quad (13)$$

となり、政府の選択する事業方式は $\Delta \hat{U}$ の正負によって決まる。ここで a の変化が事業方式の決定に与える影響を見るために数値計算を行おう。 $\pi_X(i) = 1 - \exp(-\frac{1}{5}i^{\frac{1}{3}})$, $\pi_Y(j) = 1 - \exp(-\frac{1}{5}j^{\frac{1}{3}})$, $\phi = \frac{\alpha^{1.5}}{(1-\alpha)}$, $C = 100, b+c = 100$ とする。図-1より契約の記述が容易になるに従って、BOTがより選択される傾向にあることが確認できる。この結果から、今後PFI事業の経験が積み重ねられ、不確実性の記述が比較的容易になれば、BOTで行われる事業が多くなっていくと考えられる。

5. おわりに

本研究では不完備契約理論によりPFI事業をモデル化した。費用削減の効果が大きいときにはBOTが、便益低下の効果が大きいときにはBTOが望ましく、また契約を記述する費用が小さいときにはBOTが望ましいことを示した。