

京都大学工学部 学生会員 ○福井 浩  
 京都大学大学院 正会員 小林 潔司

## 1 はじめに

平成17年「公共工事の品質確保の促進に関する法律」が制定され、建設プロジェクトの入札方式として、企業の技術提案を評価し価格と質的水準の双方を考慮した上で落札企業を決定する総合評価落札方式の導入が進められている。本研究では総合評価落札方式における企業の入札行動を多次元オークションモデルを用いて定式化し、政府が価格と品質の評価方法として消費者余剰を反映した準線形スコアルールを採用するとき、社会的余剰を最大化する品質水準の確保が達成されることを示す。さらに、総合評価落札方式において予定価格を設定することは競争入札の効率性を阻害する要因の一部となり得ることを指摘する。一方で、総合評価スコアの下限值(以下、予定スコアと呼ぶ)を設定することで、社会的余剰を最大化する品質水準を確保しつつ、政府の獲得するValue for Money(以下、VFMと呼ぶ)を改善できることを理論的に明らかにする。

## 2 基本モデル

### 2.1 モデルの前提条件

政府がある公共工事を建設業者に発注するために、総合評価型競争入札を行う状況を考える。総合評価方式として、技術提案を伴うような標準型総合評価方式、あるいは高度技術提案型総合評価方式を想定する。潜在的に $n$  ( $n \geq 2$ )社のリスク中立的企業が競争入札に参加する意思を持っていると考える。工事の品質は、 $\eta$ と $q$  ( $\geq 0$ )という2つ変数で表現されると仮定する。ただし、 $\eta$ は当該工事の最低品質水準を表し、 $q$ は企業の持つ専門性、技術力を生かして $\eta$ に上乘せされる品質を表す。 $\eta$ は外生パラメータであり、契約する企業に関わらず、必ず確保されなければならない。一方、品質水準 $q$ は、企業が提案する品質水準であり、内生的に決定される変数である。総合評価型競争入札では技術提案による品質水準 $q$ による評価と入札価格 $p$  ( $\geq 0$ )による評価を

組み合わせた総合点(スコア)により落札企業を決定する。政府が事前に提示する評点指標(スコアルール)により各企業のスコアが決定され、最も高いスコアを得た企業が落札する。

落札企業の入札を $(p, q)$ とした場合、政府が獲得する効用を

$$U(p, q, \eta) = V(q) + W(\eta) - p \quad (1)$$

と定義する。ここで、 $V(q)$ は政府の追加的品質水準 $q$ に対する金銭的評価額を、 $W(\eta)$ は最低品質水準 $\eta$ のプロジェクト価値を表す。これらの金銭的評価額は、すべて家計の消費者余剰を用いて評価されていると考える。式(1)において、政府は価格 $p$ を支払い金銭的プロジェクト価値 $V(q) + W(\eta)$ を獲得する。この意味で、効用 $U(p, q, \eta)$ は、政府のVFMを表現している。一方、落札企業 $i \in \{1, \dots, n\}$ の利潤は

$$\pi(p^i, q^i, \eta, \theta_1^i, \theta_2^i) = p^i - \theta_1^i q^i - \theta_2^i \eta \quad (2)$$

と表わされる。ただし、 $\theta_1^i, \theta_2^i$ はそれぞれ、企業 $i$ の $q, \eta$ に対する限界費用である。企業 $i$ が落札したときにもたらす社会的余剰は

$$\begin{aligned} SW(q^i, \theta_1^i, \theta_2^i) &= U(p^i, q^i, \eta) + \pi(p^i, q^i, \eta, \theta_1^i, \theta_2^i) \\ &= V(q^i) + W(\eta) - \theta_1^i q^i - \theta_2^i \eta \end{aligned} \quad (3)$$

と定義できる。入札ゲームでは、各企業の限界費用パラメータを除き、すべてのパラメータが共有知識となっている。

### 2.2 スコアルールと疑似タイプ

本論文では政府がスコアルールとして品質水準を金銭評価する分離型準線形スコアルール

$$S(p, q) = \phi(q) - p \quad (4)$$

を採用する場合を分析する。このとき各企業の多次元の異質性を一次元に集約した企業タイプ(以下、疑

似タイプと呼ぶ)

$$\begin{aligned} v &= k(\theta_1, \theta_2) = \max_q \{ \phi(q) - \theta_1 q - \theta_2 \eta \} \\ &= \phi(q^*) - \theta_1 q^* - \theta_2 \eta \end{aligned} \quad (5)$$

を用いて均衡分析が可能となる。疑似タイプの分布関数を  $L(v)$  で定義する。

### 2.3 均衡解

対称ナッシュ均衡における企業の入札戦略は

$$\begin{cases} p^*(v) = \theta_1 q^* + \theta_2 \eta + \frac{\int_v^v L(s)^{n-1} ds}{L(v)^{n-1}} \\ q^*(v) = \arg \max \{ \phi(q) - \theta_1 q \} \end{cases}$$

と表され、疑似タイプ  $v$  が大きい企業ほど高いスコアを入札する結果となる。政府がスコアルールを  $S(q, p) = V(q) - p$  に設定するとき、各企業はそれぞれの技術力のもとで社会的余剰を最大化するように  $q^*$  を決定する。また疑似タイプ  $v$  の企業が落札したときに生み出す社会的余剰は

$$SW(v) = v + W(\eta) \quad (6)$$

と、疑似タイプ  $v$  の増加関数として表され、入札参加企業の中で社会的余剰を最大化する企業が落札する結果となる。以下ではスコアルールを  $S(p, q) = V(q) - p$  として分析を進める。

### 3 予定価格モデル

いま、予定価格  $r$  が事前に公表され、共有知識となっていると仮定する。分析の見通しをよくするために、入札参加企業のタイプ空間を  $\hat{\Theta} \equiv \{\theta_1\} \times [\theta_2, \bar{\theta}_2]$  に限定する。最低品質水準の公共工事の限界費用には異質性が存在し、限界費用  $\theta_2$  が分布関数  $G(\theta_2)$ 、確率密度関数  $g(\theta_2)$ 、( $\theta_2 \in [\theta_2, \bar{\theta}_2]$ ) に従って分布している。このとき均衡解は以下で表わされる。

$$\begin{aligned} &(\theta_1, \theta_2) \in \{\theta_1\} \times [\theta_2, \theta_2^r] \text{ のとき} \\ &\begin{cases} p^{**}(\theta_2) = \theta_1 \bar{q} + \theta_2 \eta + \eta \frac{\int_{\theta_2}^{\theta_2^r} H(s) ds}{H(\theta_2)} \\ q^{**}(\theta_2) = \arg \max \{ V(q) - \theta_1 q \} = \bar{q} \end{cases} \\ &(\theta_1, \theta_2) \in \{\theta_1\} \times (\theta_2^r, \theta_2^e] \text{ のとき} \\ &\begin{cases} p^{**}(\theta_2) = r \\ q^{**}(\theta_2) = \frac{1}{\theta_1} \left\{ r - \theta_2 \eta - \eta \frac{\int_{\theta_2}^{\theta_2^e} H(s) ds}{H(\theta_2)} \right\} \\ < \bar{q} \end{cases} \\ &(\theta_1, \theta_2) \in \{\theta_1\} \times [\theta_2^e, \bar{\theta}_2] \text{ のとき} \\ &\text{入札に参加しない} \end{aligned}$$

ここで  $H(\cdot) = \{1 - G(\cdot)\}^{n-1}$  であり、 $(\theta_1, \theta_2^r)$ 、 $(\theta_1, \theta_2^e)$  は戦略分岐点となる臨界的企業のタイプを表す。予定価格モデルでは落札企業が提案する品質水準は社会的効率性を満たすとは限らない。

### 4 予定スコアモデル

以下では、政府が予定スコア  $\xi$  を設定するような総合評価型競争入札モデルを考える。均衡解における企業の入札戦略は

$$\begin{aligned} &v \in [\xi, \bar{v}] \text{ のとき} \\ &\begin{cases} p^\circ = \theta_1 q^\circ + \theta_2 \eta + \frac{\int_\xi^v L(s)^{n-1} ds}{L(v)^{n-1}} \\ q^\circ = \arg \max \{ V(q) - \theta_1 q \} \end{cases} \\ &v \in [v, \xi) \text{ のとき} \\ &\text{入札に参加しない} \end{aligned}$$

と表される。疑似タイプ  $v$  が予定スコア  $\xi$  より低い企業は、総合評価型競争入札に参加できない。また、 $p^\circ < p^*$  が成立する。すなわち、予定スコアを導入することにより、入札参加企業は、疑似タイプが予定スコアより大きい企業の間で競争入札を行っていることを知るため、自分の技術力の優位性に対する信念が弱気となり、競争力プレミアムが低下する。その結果、競争入札に参加する企業の最適入札価格  $p^\circ$  は、予定スコア  $\xi$  が存在しない場合よりも低下する。また全ての入札参加企業が社会的余剰最大化する品質水準を提案している点で予定価格モデルと異なる。

政府の期待 VFM を最大化するような最適予定スコア  $\xi^\circ$  を求める問題を考えれば、設定すべき最適な予定スコアが求められ、基本モデルに比べ期待 VFM の改善が可能となる。

### 5 おわりに

本研究では総合評価落札方式において消費者余剰を反映した準線形スコアルールを採用し、適切な予定スコアを設定することで、社会的余剰を最大化する品質水準を確保しつつ政府が獲得する VFM を改善することができることを示した。しかし、本結論は企業の技術提案に関する金銭評価が正確になされることを前提としており、正確な金銭評価指標が成立していない場合、線形スコアルールはシステムのバイアスを発生させる危険性がある。その場合、個々の評価項目の金銭評価をするのではなく、評価項目間の相対評価に重点を置く除算方式の利点が大きくなる可能性も指摘しておく。