

落札可能な入札価格の決定についての一考察

01007324 近畿大学 大村雄史 OHMURA Takeshi

1. はじめに

今回の特別テーマは「身のまわりのORとOR教育」であるが、身のまわりの問題でOR的な発想をすれば、うまく解決できる問題が多い。筆者の経験によれば、特に（大きく技術系、事務系と区分した場合の）事務系の仕事場においては、非常に多くの問題は、ごく普通の既に開発された方法で十分役に立つ解が得られ、ごく一部の問題のみが、解法に関して特別の研究を要する問題である。前者の問題を解くためのキーポイントは、モース・キンボールの神風特攻隊に対する研究を持ち出すまでもなく、誰も気がつかなかった視点から光を当て、誰も気がつかなかった方法で分析し、誰も気がつかなかったアイデアで解決するという点である。後で第3者が聞いてみれば、解法自体は特に目新しいものでもなく、数学的には面白味に欠けるものであっても、問題解決という視点で見れば、今までうまく解決できなかったものが出来たのであるからその点において十分な意味があるのである。さて、筆者はORは応用数学ではなく、科学的に問題を解決するための学問であるという立場であるが、事務系の仕事の一つである営業において、入札という「身のまわりの問題」を取り上げ、落札可能な入札価格を決定するという問題に対する一つの考え方を述べる。

2. 問題の概要

A社では、ある重電設備の輸出を行っている。この設備は近年B国で多くの建設が行われており、その都度、国際入札で納入業者が決められている。A社ではこれまで、落札すべく努力をしてきたが、コストを積み上げそれに口銭を上乗せするような方法では、なかなか落札できなかった。その原因を調べてみると、技術的な問題ではなく、価格面だけで競争相手に負けていることが判明した。競争相手の過去の落札価格の情報を基に、次回からの入札ではコストを積み上げるのではなく、幾らなら落札可能かという価格を出し、技術的な基準をクリアーした上でその価格を達成するためには、どのような設計をし、どのような機器を使えばよいかという逆の発想で進むこととなった。さて、またB国で新規案件の入札のアナウンスがあった。価格をいくらと提示すれば落札可能となるだろうか。なお、この重電設備は、入札毎に大きく仕様が変わることはなく、入札が始まってからここ数年は、幸いにも経済情勢は安定しており、その意味での価格変動はない。また、入札は公正に行われているとする。

3. 入札データと考え方

B国における最近のこの重電設備の落札データについては、2つの案件（地域）のデータが入手できた。この仕事に関わっているベテラン担当者が集まり、重電設備の価格に大きく影響を与える要因を検討したところ、6個の要因がリストアップされた。これらの要因は、具体的には、例えば重要な設備の台数であったり、ある建物の面積であったりといったものである。次の表がそれぞれの落札価格とその要因のデータ及び新規案件のデータである。

表1 過去の案件の落札価格と6つの要因の値

要因	各要因の値		新規案件
	案件1	案件2	
要因1	3	4	?
要因2	24	16	?
要因3	432	240	?
要因4	27	54	?
要因5	1,932	2,268	?
要因6	3,306	2,507	?
落札価格	219,200	190,100	?

データは、この2組しかないのだが、次の入札で落札するには入札価格をいくらにする必要があるかを考える。

(1) 要因選定に当たっての注意事項

要因選定に当たって注意すべき点がいくつかある。

(2) どのようにモデルを考えるか

①重回帰分析は使えるか？

上記(1)の事項を考慮して要因選択を行った結果、上記の表

1が求められた。もし、案件のデータがもっとたくさんあれば、まず思いつくのが重回帰分析を用いることであろう。但し、同じ状況下でのデータであることが必要で、例えば、時間が経ったり、経済情勢が変化したり、この重電設備の設計思想が途中で変わるといったことがあれば、いくらたくさんデータがあったところで使えるものではない。この例ではデータ数が足りないため使えない。

②連立方程式は使えるか？

見積価格（万円）＝要因1の数量×要因1の単価＋要因2の数量×要因2の単価
 ＋要因3の数量×要因3の単価＋要因4の数量×要因4の単価
 ＋要因5の数量×要因5の単価＋要因6の数量×要因6の単価・・・(1)

この式の意味は、各要因の単価が分かれば、それを合計することによって全体の価格が決まるというごく単純なものである。未知数である要因1～6の単価を、 X_1, X_2, \dots, X_6 と表し、これを何らかの方法で求めることを考える。案件1、案件2についてそれぞれ式を書くことが出来るが、式が2つしかないので、それらを連立して解いても解を一意には求められない。また、仮に独立な式が6つあったとしても、左辺は落札値であるという性質から、解は求められないであろう。厳密に求めようとするれば、そのような解はないということになる可能性が大きい。従って、連立方程式を使うのは難しい。

③線形計画法(LP)は使えるか？

以上のことから、(1)式を厳密に成立させるのではなく、右辺の見積もり値が出来るだけ左辺の落札値に近くなるように、要因1～6の単価(X_1, X_2, \dots, X_6)を決定するという方針で分析を進めることとした。ここで、要因1～6の単価である X_1, X_2, \dots, X_6 は、どのような数値であっても良いというものではなく、どんなに安くてもいくら以上、どんなに高くてもいくら以下という数値があるはずである。そこで、各々の要因の単価の範囲をベテランの担当者に聞いてみると、それぞれ次の数値が得られた。

表2 要因の単価の最小値と最大値

要因	要因の単価	
	最小値	最大値
要因1	7000	9800
要因2	1680	2800
要因3	21	35
要因4	56	98
要因5	18	30
要因6	15	25
落札価格		

つまり、 X_1, X_2, \dots の値は、表2で示した最大値と最小値の間に入るとい条件を入れればよい。この考えを線形計画法のモデルの形にすれば、以下ようになる。

$$\text{目的関数： } (P_1 - E_1) + (P_2 - E_2) \rightarrow \min \quad \dots (2)$$

(落札値と見積もり値の差を最小にする)

$$\text{制約条件： } \begin{cases} a_i \leq X_i \leq b_i & (\text{要因の単価の制約}) \quad \dots (3) \\ (1-\alpha) \cdot P_1 \leq E_1 \leq P_1 & (\text{見積もり値が落札値よりも小さい}) \quad \dots (4) \\ (1-\alpha) \cdot P_2 \leq E_2 \leq P_2 & (\text{見積もり値が落札値よりも小さい}) \quad \dots (5) \end{cases}$$

但し、
 P_1, P_2 : 案件1, 2の落札価格,
 E_1, E_2 : 案件1, 2の見積もり価格

$$E_1 = \sum_{i=1}^6 c_i \cdot X_i \quad (c_i \text{ は要因 } i \text{ の数量})$$

$$E_2 = \sum_{i=1}^6 d_i \cdot X_i \quad (d_i \text{ は要因 } i \text{ の数量})$$

a_i : 要因*i*の単価の最小値 b_i : 要因*i*の単価の最大値
 α : 許容する割合(例えば0.01) X_i : 要因*i*の単価

4. 解

このモデルを解くためには、パソコン用の線形計画法(LP)のソフトウェアがあれば問題ないが、もしそれが無い場合でも、この程度の問題なら統合型表計算ソフトウェア(EXCEL等)の「ソルバー」の機能を使うことでも十分である。次の表はソルバーを使って求めた解である。

表3 線形計画法(LP)によるモデルとその解

目的関数 $\rightarrow \min$

意味	変数名	解	MIN	MAX
要因1の単価	X1	7000	7000	9800
要因2の単価	X2	2309.868	1680	2800
要因3の単価	X3	35	21	35
要因4の単価	X4	56	56	98
要因5の単価	X5	22.50678	18	30
要因6の単価	X6	25	15	25
	α	0.01		
見積価格の条件	式1	219200	217008	219200
見積価格の条件	式2	190100	188199	190100

5. 新しい入札案件への適用

さて、ここで求められた各要素の単価を使って、新しい案件の見積価格を求め、応札した。後日落札結果が発表されたが、この方式は良い結果をもたらした。

6. おわりに

ここで用いた方法は、下記の条件を満たしている場合に有効と思われる。①客先が同一である。②同じ用途の設備。③設備自体の仕様に大きな変化がない。④技術的な変化があまりない設備。⑤時間的に近いデータである。⑥経済情勢に大きな変化がない状態での入札。⑦公正な入札が行われている。もし、これらの条件のどれかが満たされない場合には、別の方法が必要であろうが、一般論では議論できず、その場合場合で考える他はない。