

見積り精度情報を活用した受注戦略に関する考察

A strategy for accepting orders using information on cost estimation

石井信明[†] 村木正昭[‡]
Nobuaki Ishii[†] Masaaki Muraki[‡]

[†]文教大学 情報学部
[‡]東京工業大学 社会理工学研究科

[†]Faculty of Information and Communications, Bunkyo University

[‡]Graduate School of Decision Science and Technology, Tokyo Institute of Technology

要旨

プラントエンジニアリング、情報システム開発などでは、受注企業に顧客要求への提案自由度があり、提案と設計を含む見積りにより入札価格が決定する。しかし、入札段階の見積り精度向上には限界があり、受注企業はたびたび予期しない損失を被る。また、過度なプロジェクトの受注は新規受注の見積り業務を圧迫し低い見積り精度による入札価格決定となり、長期にわたり不採算プロジェクトの増加をもたらす。さらに、競争入札では入札価格の抑制が働き、見積り精度を予備費として入札価格に反映することに限界がある。すなわち市場環境、供給能力、見積り精度を多期間にわたり考慮した受注管理が、これら企業の経営安定化に必要である。本発表では、見積り精度情報を考慮した受注と利益のシミュレーションにより、見積り精度情報の受注戦略への活用について考察を行う。

1. はじめに

プラントエンジニアリング、情報システム開発など、社会・産業インフラを提供する企業（以下、当該企業）は、高い技術力を持ちながら業績が不安定であり、案件が豊富な状況下においても経営基盤に関わる損失を出すなど、持続的な利益の確保が課題となっている。一般に企業業績の変動は、ビジネス競争力の変化、需給などの市場環境の変化に起因するといえる。しかし、顧客要求に対して受注企業の提案自由度が存在し、かつ、競争入札による受注企業決定が一般的な当該企業においては、ビジネス競争力、あるいは、市場環境に変化がなくとも、受注時点の提案と設計に基づく見積り精度により意図しない不採算案件を受注する可能性がある。また、当該企業の多くは受注量の確保とマーケットシェア拡大を優先する傾向があり、過度なプロジェクトの受注が新規受注に必要な業務を圧迫し低い見積り精度に基づく入札価格決定となり、長期にわたり不採算プロジェクトの増加をもたらす可能性がある。

本発表では、社会・産業インフラを提供する企業における見積り精度情報と競争入札による受注プロジェクトからの期待利益の関係を検討した上で、競争入札・受注・売上・利益の多期間にわたる関係をモデル化し、数値計算によりこれら企業が自ら引き起こす業績変動の可能性と、見積り精度情報を活用した受注戦略について基礎的考察を行う。

2. 受注プロセスと見積り情報

社会・産業インフラを提供する企業では、一般に図1に示すプロセスにより受注が決定し、対象となる設備・サービスを提供する。その特性として、「見積りでは顧客要求と受注企業の提案に基づく設計を行うが、入札要請書、提案内容は見積りに十分な情報を含んでいるとは限らず、想定による設計・見積りとなる」、「見積り精度は見積りへの投入資源量（MH：Man-Hour）に依存する」、「基本的に、入札価格が競合企業の中で最も低い企業が受注するため、見積り精度を吸収する入札価格への予備費の組み込みに抑制が働く」、などの点をあげることができる。

すなわち当該企業が競争入札を経てプロジェクトを受注するには入札価格を低く抑える必要があるが、入札価格は想定に基づく設計と見積りにより決まるため、受注可能性と不採算プロジェクト回避の両面から、見積り精度を考慮した入札価格決定が必要となる。

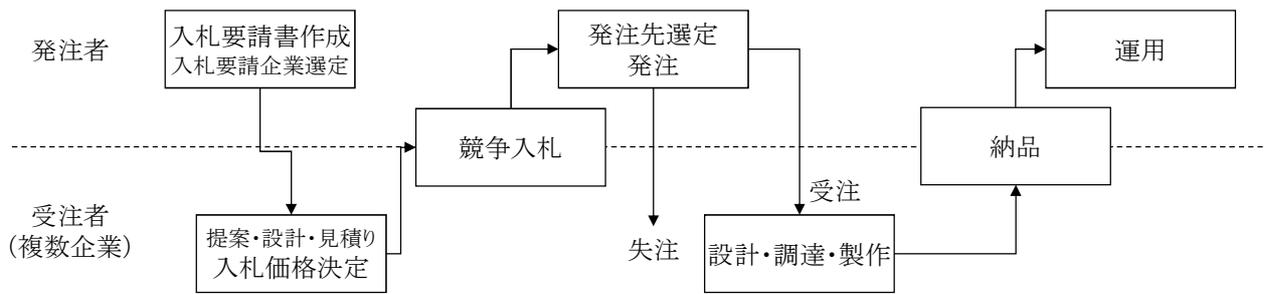


図1 見積り・受注・プロジェクト遂行の業務プロセスの概要

見積り精度は、見積り情報の質と量により決まると言える。たとえば、Towler & Sinnott [1]は、プラントエンジニアリング分野における見積り手法を分類し、それぞれの分類ごとに見積りに必要なデータ、見積り精度の関係を設計の進捗度の観点から整理し、採用する見積り手法により見積り精度が-30%～+50%から、±5%～±10%の範囲となることを示している。採用する見積り手法としては、類似プラントの実際コストと想定規模情報を基にした概算見積手法、設計情報に基づく詳細見積手法などがあるが、見積りに精度を求めるほど詳細な情報が必要であり、それらを収集・整理するためのMHが必要となる。たとえば、配管設備の見積りを行う場合、主要配管の長さや材質の設計情報のみで見積りと、全サイズの長さや材質、さらに、バルブ、継手類の設計情報に基づく見積りでは、見積り精度に4倍程度の差が生じる。さらに、それら設計情報の精緻化にかけるMHの量により、見積り精度が2~4倍程度変化する。

このように、見積り精度の向上には見積り情報の精緻化が必要であり、求める見積り精度に応じたMHをかける必要がある。その際、精度の高い見積りを得るには人数に限りのある経験豊富な人材を活用する必要がある[2]、投入できるMHに制約がある。さらに、受注したプロジェクトの遂行にもそれらの人材が必要である。当該企業では、提案と設計を含む見積りと受注済みプロジェクトを同時に行うため、限りのある経験豊富な人材のMHを見積りとプロジェクト遂行で分け合うことになる。すなわち、大規模なプロジェクトを受注すると、その後の見積り作業にMHが不足し精度の低い見積りとなり、次期以降の利益の減少が考えられる。一方、見積りへの多大なMHの投入は、受注プロジェクト遂行へのMH不足をまねき、予想外の損失を被る可能性が高まる。

当該企業は、一般に受注額最大化を求める傾向にある。しかし上記に考察したように、多期間にわたる見積り・受注・売上・利益の均衡を考慮した受注管理が、当該企業の継続的な利益の確保に必要と言える。

3. 見積り・受注・期待利益の多期間シミュレーションモデル

本発表では、図2に示す見積り・受注・期待利益の多期間シミュレーションモデル[3]を使用し、見積り精度情報の受注戦略への活用について考察を行う。

ここで、 i は評価を行う期をあわらし、 me は、評価期間を示す。また各期における受注案件計算では、各期の受注目標額を見積り1件あたりの期待受注額で割った値として、受注件数を求める。見積り1件あたりの期待受注額は、自社 ($k=1$)と競合他社 ($k>1$)の見積り精度 (σ_k) を考慮した入札価格との関係から、(1)式により求める。すなわち、競合他社 (2~ n 社) の入札価格 (x_k)がいずれも自社の入札価格 (x_1)より高い場合に自社が受注すると考える。また P は、入札価格の確率密度分布である。(実際の受注企業決定プロセスにおいては、提案内容、品質、技術力、財務の健全性なども評価対象となるが、本発表では、それらは全ての競合企業と同一レベルと想定する。)

$$\int_0^{+\infty} x_1 \cdot p_1(x_1, \mu_1, \sigma_1) \cdot \prod_{k=2}^n \int_{x_1}^{+\infty} p_k(x_k, \mu_k, \sigma_k) dx_k \cdot dx_1 / \int_0^{+\infty} \prod_{k=2}^n \int_{x_1}^{+\infty} p_k(x_k, \mu_k, \sigma_k) dx_k \cdot dx_1 \quad (1)$$

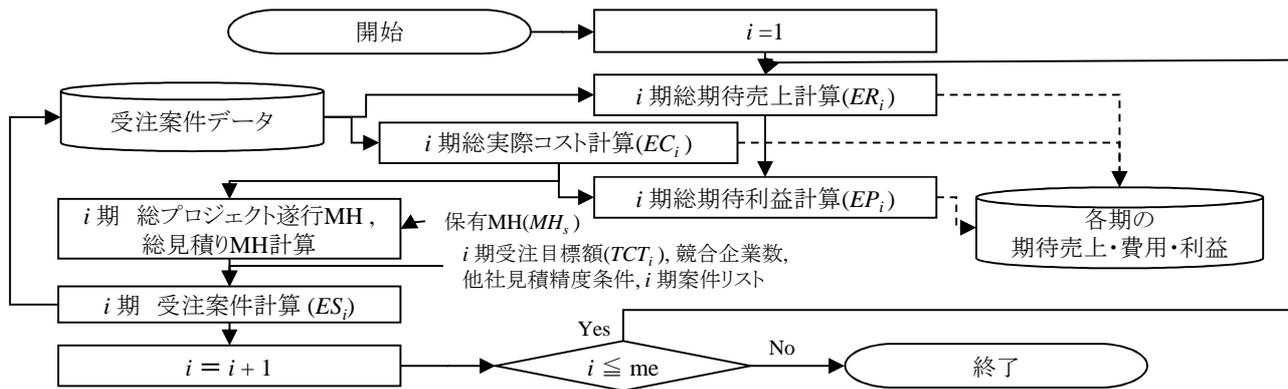


図2 見積り・受注・期待利益の多期間シミュレーションモデルの概要

見積り精度は、第2章で述べたように、見積りにMHをかけるほど精度が良くなる (σ が小さくなる) と想定し、見積りMHの関数として、(2)式に示す見積り精度の最小値(σ_{min})と最大値(σ_{max})を仮定したロジスティック関数により求める。なお見積りMHは、提案と見積り業務を行える人材(社内シニアエンジニア)のMHとし、一般のMHと区別すると共に、外注化ができないものとする。

$$\sigma(MH) = \sigma_{min} \cdot \sigma_{max} / \{ \sigma_{max} + (\sigma_{min} - \sigma_{max}) \cdot e^{-CMH} \} \quad (2)$$

4. 多期間シミュレーションの結果と考察

4.1. 設定条件とシミュレーションシナリオ

本発表では、表1に示すシミュレーション条件を設定し、表2のシナリオに基づきシミュレーションを行う。表2の各ケースは、A1, B1を「固定目標受注額確保」、A2, B3を「受注額最大化」、A3, B4を多期間にわたり目標受注額を調整する「目標受注額調整」、B2を「市場追随」の受注戦略として、それぞれ設定する。またCase Aは、期待利益率(10%)が変化しない安定した受注環境、Case Bは、市場収縮下の受注環境とし、徐々に期待利益が減少(15%, 10%, 5%)するものと設定する。

表1 シミュレーション条件

j期受注の売上比率	j+1期より、3期で均衡に売上
入札参加企業数(自社を含む)	4社
見積り精度分布	対数正規分布
プロジェクトコスト; 社内MH単価; 外注MH単価; 固定費	100 [億円/件]; 10,000 [円/MH]; 10,000 [円/MH]; 220 億円
MHコスト比率, ML費比率	10%, 80%
社内保有MH; 社内シニアエンジニアMH	110万 [MH/期]; 44万 [MH/期]
受注案件遂行シニアエンジニアMH比率	30%
見積り精度式パラメータ: σ_{min} ; σ_{max} ; C	0.5 億円; 20 億円; 0.25
$\mu_k (k \geq 1)$; 他社見積り精度 ($\sigma_k, k \geq 2$)	プロジェクトコストに期待利益を加えて設定; 5 億円

表2 シミュレーションシナリオ

Case A1-3 (安定市場)	各期の期待利益率を10%に固定。A1:受注目標を1250億円に固定。A2:第3期にA1受注目標の1.5倍を受注。A2:第3期,4期にA1受注目標の1.5倍,0.5倍をそれぞれ受注。
Case B1-4 (市場収縮)	各期の期待利益率が15, 10, 5%に段階的に減少。B1:受注目標を1300億円に固定。B2:受注目標を期待利益率により1300, 1250, 1150億円に変更。B3:第4,5期に受注目標の1.25倍を受注。他の期はB2と同様。B4:第4,5期に受注目標の1.25倍,第6,7期に0.75倍を受注。他の期はB2と同様。

4.2. シミュレーション結果と考察

各ケースにおける期待利益の変化を図3および図4に示す。Case A では、安定市場環境下において毎期同額の受注額を確保する受注戦略 A1 の12期合計期待利益が497億円と最も高く、第3期にA1の1.5倍額を受注するA2の合計期待利益が322億円と最も低い。また、A2に対し、第4期に受注額を調整するA3のケースでは合計期待利益が475億円となり、A2における受注過多の緩和効果が認められる。A2の現象は、ある期での過度な受注がその後の期で利用できる見積りMHの減少を招き見積り精度が低下するため、受注プロジェクトの期待利益が低下することで生じる。A2の場合、第3期の受注増によるその後の期待利益減少が回復するのに7期を必要としており、安定した受注環境においても、受注管理の失敗により長期間の利益減少を自ら起こす可能性のあることがわかる。さらにA3では、第8～10期において固定目標受注額確保のA1より高い期待利益となるが、これは、第4期での受注額調整により見積りMHに余裕ができA1よりも利益の高いプロジェクトの受注が期待できるためであり、多期間にわたる見積り精度情報と受注額を考慮した受注管理が有効であるといえる。

市場収縮下の受注環境であるCase Bでは、毎期同額を確保する受注戦略であるB1の15期合計期待利益は426億円であり、市場の変化に従い目標受注額を変更するB2の期待利益561億円と大きな差がある。また、第4,5期にB2に比べ受注額を1.25倍とするB3では合計期待利益が407億円とB1, B2より減少しており、Case A同様に過度な受注による期待利益の減少が見られる。これに対し、第6,7期で受注額の調整を行うB4では合計期待利益が484億円となり、A2-A3と同様に受注額調整による期待利益の改善が見られる。しかしCase BではCase Aに比べその効果が半減しており、市場収縮環境下においては、過度な受注によるその後の利益減少が、安定市場環境下に比べて大きいといえる。

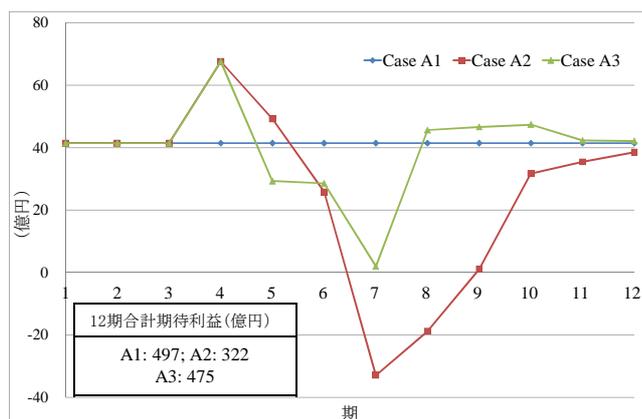


図3 Case A の期待利益の推移

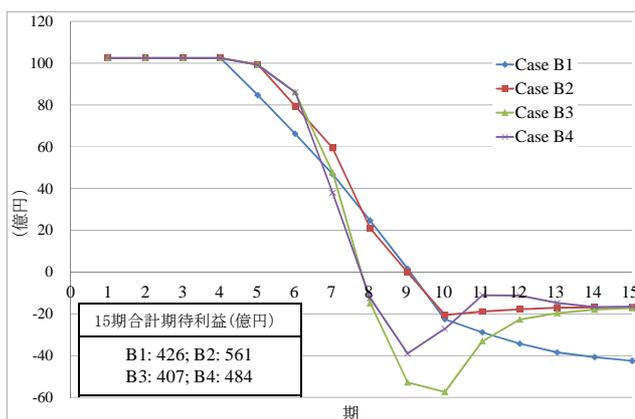


図4 Case B の期待利益の推移

5. まとめ

本発表では、競争入札において提案と設計に基づく見積りを伴う企業を対象に、競争見積りの仕組みと見積り精度情報活用の視点からシミュレーション実験を行い、見積り精度情報を活用した受注戦略と多期間にわたる受注管理の有効性を示した。

参考文献

- [1] Towler, G and Sinnott, R., *Chemical Engineering Design Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design*, Elsevier, MA, 2008.
- [2] McDonald, J., "The Impact of Project Planning Team Experience on Software Project Cost Estimates", *Empirical Software Engineering*, Vol. 10, 2005, pp. 219-234.
- [3] Ishii, N. and Muraki, M., "A strategy for accepting orders in ETO manufacturing with competitive bidding", *Proceedings of 1st international conference on simulation and modeling methodologies, technologies and applications*, The Netherlands, 2011, pp. 380-385.