



Title	公共工事の入札価格における上限拘束と下限制約に関する研究
Author(s)	八巻, 悟
Citation	大阪大学, 2022, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/88070">https://doi.org/10.18910/88070</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

博士学位論文

公共工事の入札価格における  
上限拘束と下限制約に関する研究

八巻 悟

2022 年 1 月

大阪大学大学院工学研究科



# 目 次

第1章 序論	1
1.1 背景	1
1.2 公共工事の入札契約に関する課題	3
1.3 本研究の目的と仮説の設定	4
1.3.1 研究の目的	4
1.3.2 仮説の設定	4
1.4 論文の構成	7
第2章 既往の研究	9
2.1 国内の制度等の歴史的変遷	9
2.2 国内のデータ解析	11
2.3 海外の入札契約に関するシミュレーションモデル	13
第3章 各モデルに共通したデータ分析	15
3.1 入札価格と技術評価点の関係	15
3.2 入札案件規模のグルーピング	16
3.3 入札者数の設定	19
3.4 技術評価点の算出	20
3.5 シミュレーションモデルの構造	25
第4章 予定価格上限拘束性の廃止に関する検討	27
4.1 利益率の上昇シミュレーションによる入札結果の検討	27
4.1.1 モデルの概要	27
4.1.2 パラメータの設定	29
4.1.3 シミュレーションケースの設定	32
4.1.4 上限廃止シミュレーション結果	32
4.2 入札率推計の定式化による入札結果の検討	38
4.2.1 正規分布モデルの概要	40
4.2.2 累積分布モデルの概要	41
4.2.3 パラメータの設定	43
4.2.4 シミュレーションケースの設定	49
4.2.5 シミュレーション結果	50
4.3 まとめ	54
第5章 入札価格の調査基準価格直上への集中傾向に関する検討	55
5.1 モデルの概要	56

5.1.1 入札価格の算出 .....	57
5.1.2 技術評価点の算出 .....	57
5.1.3 落札者の決定 .....	57
5.2 パラメータの設定 .....	58
5.2.1 案件規模 .....	58
5.2.2 入札者数 .....	59
5.2.3 対調査基準比の標準偏差基準年度 .....	59
5.2.4 加算点標準偏差 .....	60
5.2.5 ダミー変数の設定 .....	60
5.3 集中緩和シミュレーションケースの設定 .....	61
5.4 集中緩和シミュレーション結果 .....	62
5.4.1 結果の概要 .....	62
5.4.2 仮説の検証 .....	63
5.5 まとめ .....	69
第6章 考察 .....	71
6.1 入札価格と加算点の分布 .....	71
6.2 一位技術評価点者の高落札確率 .....	72
6.3 入札率累積分布モデルにおける入札者数を与える影響 .....	72
6.4 入札価格決定のアルゴリズム .....	72
第7章 結論 .....	75
7.1 本論文のまとめ .....	75
7.1.1 予定価格の上限拘束性の廃止 .....	76
7.1.2 調査基準価格の直上集中傾向の緩和 .....	76
7.2 今後の課題 .....	77
参考文献 .....	79
謝 辞 .....	81

# 第1章 序論

## 1.1 背景

我が国の公共工事の入札契約制度の枠組みは、1889(明治 22)年に制定された会計法における入札契約に関する規定を基本としている。会計法 29 条の 6 第 1 項は「契約担当官は、競争に付する場合においては、政令の定めるところにより、契約の目的に応じ、予定価格の制限の範囲内で最高又は最低の価格をもつて申込みをした者を契約の相手方とするものとする。」と定めており、この「予定価格の制限の内」という制約に対する例外規定がないが故に、あらゆる競争入札において予定価格が不可避の制限となっている<sup>1)</sup>。また、会計法の施行に必要な手順を定めた会計規則が 1890(明治 23)年 4 月に施行された。この会計規則は 10 章 132 カ条からなり、会計規則第 75 条は「各省大臣若しくは其委任を受けたる官吏は其競争入札に付したる工事又は物件の価格を予定し其予定価格を封書とし開札のとき之を開札場所に置くべし」として発注者が予定価格を必ず作成することを規定している。また、第 77 条は「開札の上にて各人の入札中一も第七十五條に拠り予定したる価格の制限に達せざるときは直に入札人をして再度の入札を為さしむることを得」として予定価格を「買」の場合は契約額の上限(「売」の場合は契約額の下限)としている<sup>2)</sup>。以上、我が国の公共調達では予定価格の設定が義務付けられており、さらに予定価格による上限拘束性という例外を認めない制約がある。

内務省は 1920(大正 9)年に内務省令第 36 号をもって『道路工事執行令』を定めていた。この省令の最も特徴とするところは、落札金額について制限(最低制限価格)を設けていることである。木下は「わが国では、室町時代以降の記録からも、安すぎるものは品質に対する懸念があり必ずしも最低価格を提示した者と契約するのではなく、工事の履行能力などを重視して契約相手を決めるという考え方があった」としている<sup>2)</sup>。また、国土交通省では「当該契約の内容の適合した履行がされないこととなるおそれがあると認められる場合」の基準として低入札価格調査基準(予算決算及び会計令第 85 条に規定、以下、調査基準価格)を定めており、「公共工事の入札及び契約の適正化の促進に関する法律(2000(平成 12)年法律第 127 号)」においては、公共工事の入札及び契約の適正化の基本となるべき事項としてダンピング受注の防止が明記されている。そして、「公共工事の入札及び契約の適正化を図るための措置に関する指針」(2014(平成 26)年 9 月 30 日閣議決定)では、ダンピング受注の防止を図る観点から低入札価格調査の基準価格を適宜見直すこととされている<sup>3)</sup>。

一方、2005(平成 17)年の第 162 回通常国会に「公共工事の品質確保の促進に関する法律(以下、品確法)」が議員立法として提出され同年 4 月 1 日より施行された。その後、更に品確法を改正した「公共工事の品質確保の促進に関する法律の一部を改正する法律(以下、改正品確法)」が

2014(平成 26)年 6 月に公布・施行された。上記の品確法の中では、「公共工事の品質は、建設工事が、目的物が使用されて初めてその品質を確認できること、その品質が工事等(工事及び調査等をいう。)の受注者の技術的能力に負うところが大きいこと、個別の工事により条件が異なること等の特性を有することに鑑み、経済性に配慮しつつ価格以外の多様な要素をも考慮し、価格及び品質が総合的に優れた内容の契約がなされることにより、確保されなければならない。」とし、公共工事の品質確保のための主要な取り組みとして、総合評価落札方式の適用が掲げられており、「国土交通省直轄工事における総合評価落札方式の運用ガイドライン」<sup>4)</sup>(以下、運用ガイドライン)に運用方法が記載されている。また、改正品確法では、その目的を「インフラの品質確保とその担い手の中長期的な育成・確保」としてインフラの品質を確保するために、受注者側の育成と確保を重要視している。

総合評価落札方式による落札者は、会計法が定める枠内、すなわち「入札価格が予定価格の制限の範囲内にあるもののうち評価値の最も高い者」としており、評価値の算出方法は、国土交通省では工事において式(1.1)の除算方式を採用している<sup>4)</sup>。

$$\text{除算方式の評価値} = \frac{\text{技術評価点}}{\text{入札価格}} = \frac{\text{標準点} + \text{加算点} + \text{施工体制評価点}}{\text{入札価格}} \quad (1.1)$$

除算方式の技術評価点は、標準点、加算点、施工体制評価点の合計としており、それぞれ、以下のとおりである。

標準点は、競争参加者の技術提案が発注者の示す最低限の要求要件を満たした場合に 100 点を付与するもので、加算点は、企業の能力等、技術者の能力等、技術提案(施工計画)の評価項目による配点とする。そして、施行体制評価点は、入札説明書等に記載された要求要件を実現できるかどうかを審査・評価し、その確実性に応じて付与される点数としている。

加算方式における評価点は式(1.2)のとおりである<sup>4)</sup>。

$$\text{加算方式の評価値} = \text{価格評価点} + \text{技術評価点} \quad (1.2)$$

加算方式の価格評価点の算出方法の例を、式(1.3)に示す。

$$\text{価格評価点} = (\text{係数}) \times \left( 1 - \frac{\text{入札価格}}{\text{予定価格}} \right) \quad (1.3)$$

また、技術評価点は、価格評価点に対する技術評価点の割合を工事特性に応じて適切に設定することとなっている。したがって、加算方式では工事の難易度、規模等に応じて価格と技術の配点を適切に設定することにより、品質向上と施工コスト縮減のバランスがとれた応札が期待できる。

除算方式は技術評価点を入札価格で除するため、入札価格が低いほど評価値が累加的に大きくなる傾向があるのに対し、加算方式は技術評価点と価格評価点をそれぞれ独立して評価するため、技術力競争を促進することができると考えられ、極端な低価格による入札が頻発している現状においては加算方式の適用を図ることも考えられる<sup>4)</sup>。除算方式と加算方式の相違は以上のとおりとなるが、本研究は国土交通省の直轄工事における課題の検討を行うことが目的であるため、公表されているデータに即して除算方式を前提とする。

また、2006(平成 18)年より施行された「施工体制確認型総合評価方式」により、従来では技術

評価点が標準点(100点)に技術提案型加算点(10～50点)を加えて決定されたものが、標準点(100点)に加算される点数が「施工体制評価点(30点満点)＋技術提案加算点(10～70点)」となった。この施工体制評価点は調査基準価格を上回った場合は施工体制が十分に確保されていないと認められる事情が特に無ければ満点(30点)が与えられるが、下回った場合には施工体制が十分に確保できるとした場合のみ加点されることとなる。「施工体制確認型総合評価方式」は総合評価落札方式の中で調査基準価格を下回る入札に対し施工体制評価点をほとんどの場合に与えないことで排除されるものであり、ダンピング防止対策として大きな効果を発揮したとしている<sup>2)</sup>。

一方、現状では入札価格が調査基準価格の直上に集中している傾向が強く、この傾向について嵩ら<sup>5)</sup>は、「価格当てゲームに陥っている」「結局は価格勝負になってしまう」等の指摘をしている。また、よりよい物をより廉価に調達するという公共調達の目的から考えると、入札時に入札参加者に求められるべきものは、よりよい物をより廉価に完成させる施工能力とその施行内容に対応した価格を正確に算出する積算能力であり、発注者の積算価格を精度よく予測することではないはずである、それにも拘らず発注者の積算価格を当てる、という作業に多くの人間のエネルギーを費やしている状況は、入札参加者側にいる技術者のやりがい著しく損ねるというだけでなく、社会コストという視点からも好ましくない状況、としている。かかる状況は、会計法の要請による上限拘束とは逆の入札価格に下限値を設定していることを意味する。

以上、国土交通省直轄工事の入札契約制度は、入札価格について予定価格による上限拘束性と低入札価格調査の基準価格による下限制約の枠組みを基本としている。

## 1.2 公共工事の入札契約に関する課題

本研究で検討する課題は、上限拘束と下限制約がもたらす「予定価格の上限拘束性」と「入札価格が調査基準価格の直上に集中しているという現象」による弊害である。

総合評価落札方式による落札者は会計法が定める入札価格が予定価格の制限の範囲内にあるもののうち、評価値の最も高い者、としている。予定価格の上限拘束性については、歴史的に見た諸外国との比較、行政上の課題等による弊害が指摘されているが、会計法による要請があるため不可避の状況である。加えて現在の国土交通省直轄工事において入札価格が調査基準価格の直上に集中している傾向に起因する弊害が指摘されている。入札価格の上限拘束と下限制約による「予定価格の上限拘束性」と「入札価格が調査基準価格の直上に集中しているという現象」の弊害を排除し入札者の技術力や努力、戦略等をもととした本来の競争を実現することは、建設工事の担い手の育成と確保、適正な施工体制確保の徹底のために極めて重要なことである。



## 1.3 本研究の目的と仮説の設定

### 1.3.1 研究の目的

我が国の公共工事における入札価格の「予定価格による上限拘束性」と「近年の調査基準価格の直上に集中している傾向」に起因する弊害については多くの視点による先行研究がある。定性的な歴史的変遷に関する分析は、楠<sup>1)</sup>、木下<sup>2)</sup>等による整理がある。データ解析やシミュレーションモデルによる分析は、島崎<sup>6)</sup>の入札者数、低入札基準が入札結果におよぼす影響、金子<sup>7)</sup>らによる競争参加者間の技術評価点と応札価格のばらつき具合と経年変化の分析がある。ただし、入札価格の上限拘束と下限制約の廃止が入札市場におよぼす影響についての定量的な分析は見当たらない。

本研究は、国土交通省直轄工事における、総合評価落札方式において落札価格が決定されるプロセスを考察し、その結果から「予定価格の上限拘束性」と「近年の調査基準価格の直上に集中している傾向」がもたらす弊害を排除するための改善案を定量的に検討する。この検討結果により、現状の弊害が排除された場合に考えられる新たな課題を設定し、その課題を解決するための対策を提案することを本研究の目的とする。具体的な検討方法を以下に示す。

「予定価格の上限拘束性」と「近年の調査基準価格の直上に集中している傾向」が排除された場合は入札価格の上昇を招く。従って、課題が解決された結果を評価する視点として、次項に示す「予算管理」と「品質確保」の2つの仮説を設定し、予算維持と品質確保の状態を確認する。これらの仮説を検証することにより課題解決がもたらす公共工事の入札市場の姿を定量的に検討する。そのために、シミュレーションモデルにより複数のケースについての状況を算出した。

### 1.3.2 仮説の設定

入札結果の上限拘束と下限制約が廃止された場合の入札結果と落札結果の状況を確認するために、新たに発生する課題を評価するための指標を整理する視点として下記の2点の仮説を設定した。

#### (1) 予算管理

予定価格の上限拘束性が廃止され、かつ入札価格が調査基準価格の直上に集中しているという傾向が緩和された場合には、予算として管理対象である複数契約案件の落札価格の合計値が予定価格の合計値を超過する。総合評価落札方式下の入札競争では、式(1.1)により過度な入札価格の高騰は評価値を下げるため、落札価格はある範囲内に限定される。従って、その場合の超過しうる入札価格の範囲を事前に把握することが予算管理上必要である。

予定価格の上限拘束性の問題は、最終的には、会計法にもとづく予算中心主義という財政全体に関わる問題である<sup>8)</sup>。会計法では、第二節支払負担行為 第十二条にて、「各省各庁の長は、財政法第三十一条第一項の規定により配賦された歳出、継続費又は国庫債務負担行為のうち、同

法第三十四条の二第一項に規定する経費に係るものに基いて支出負担行為をなすには、同項の規定により承認された支出負担行為の実施計画に定める金額を超えてはならない。」さらに、第三節第十四条にて、「各省各庁の長は、その所掌に属する歳出予算に基いて、支出しようとする時は、財政法第三十四条の規定により承認された支払計画に定める金額を超えてはならない」としている。

上記の予算管理を公共工事に限定した本研究に適用すると、予め計画した事業費を超える支出は認められない、すなわち事業年度、予算費目等で管理されている複数の公共工事の契約による歳出合計値は、当該の契約に係る予め計画した費用である予定価格の合計値内に納まっていなければならない、ということである。従って、予定価格の上限拘束の制約が廃止されたことにより落札価格が上昇し、管理対象となる複数契約案件の落札価格の合計値が予定価格の合計値を超える場合は予算策定時に対策が必要となる。さらに、価格面の評価として「競争的な価格こそが適正価格であるという会計法本来の要請を前提にするならば、予定価格の存在根拠は、予算制約以外の何物でもなくなる。」<sup>1)</sup>に示されているとおり予定価格の目的が予算制約に基づくとした場合、その上限拘束が廃止された場合には一定期間、一定地域等内の入札案件の落札価格の合計が予定価格の合計を超過するという事態を招くこととなり、会計法が目標とする「希少な公的資源の有効利用」に反することとなる。従って、仮説の設定にあたっては、本研究にて設定する、入札価格の「上限拘束性の廃止」と「調査基準価格の直上から外れる落札価格」を想定した場合、入札案件の予定価格の合計と落札価格の合計の比較により、予算制約が維持できるか、という点は検討すべき課題である。

## (2) 品質確保

予定価格の上限拘束性が機能し、かつ入札価格が調査基準価格の直上に集中している傾向が維持されている状態では落札する入札者が、上限拘束性が廃止され、入札価格が調査基準価格の直上に集中している傾向が緩和されたことにより入札価格を上げることにより評価値が下がり、他の入札者が落札する状況が発生し得る。その結果、落札者の技術評価点が下がり、品確法による「公共工事の品質は、経済性に配慮しつつ価格以外の多様な要素も考慮し、価格及び品質が総合的に優れた内容の契約がなされることにより、確保されなければならない。」の基本理念に反する事態を招くことが懸念される。このような結果を事前に回避するために、技術評価点の範囲を拡大することにより対応することが考えられ、事前にその範囲を把握しておくことが必要である。

品質面についての課題は、入札価格が「上限拘束性の廃止」と「調査基準価格の直上から外れる落札価格」を想定した場合に落札者の技術評価点の水準が維持できるか、という点である。

上記課題について検討した内容を以下に示す。

### ① 予定価格の上限拘束性が廃止された場合

総合評価落札方式のもとで予定価格の上限拘束性が廃止されると、新たに予定価格を上回る価格の入札者が落札することにより落札者の入れ替わりが想定される。この状況を2者入札の競争に限定すると以下のとおりとなる。

図-1.1 に示す横軸の入札価格、縦軸の技術評価点は、それぞれ式(1.1)の分母と分子である。また、評価値は点(入札価格、技術評価点)と原点を結んだ直線と横軸のなす角度、点  $A_2$  の場合

は $\angle\theta_{A_2}$ の正接すなわち $\tan\theta_{A_2}$ に相当し、 $\angle\theta_{A_2}$  ( $0 < \angle\theta_{A_2} < \pi/2$ ) が大きい入札者ほど高評価値となる。図-1.1 は A, B の 2 者入札で  $A_1$  は予定価格の上限拘束性が機能し、上限拘束性が廃止された場合に  $A_2$  にシフトした場合を示している。ここでは 2 者入札を例として考えているため当初は  $\tan\theta_{A_1} > \tan\theta_{A_2}$  であり  $A_1$  が落札し、 $B_1$  が非落札であったが A の  $A_2$  へのシフトにより ( $\tan\theta_{A_2} < \tan\theta_{B_1}$ ) A, B の落札と非落札が逆転する。

## ② 入札価格が調査基準価格直上に集中している傾向が緩和された場合

図-1.2 は図-1.1 と同様、2 者入札の例であり、C は  $C_1, C_2, C_3$  の 3 点、D は  $D_1, D_2$  の 2 点の推移を示す。点  $C_1, D_1$  は C, D 2 者の入札価格が調査基準価格直上に集中している状態を示している。  $C_2, D_2$  は  $C_1, D_1$  から技術評価点は変わらないが入札価格が調査基準価格の直上から離れ、高価格化した状態である。入札価格が調査基準価格の直上に集中している状態では C, D の入札価格に大差がないため、技術評価点の高い  $C_1$  の方が  $D_1$  より評価値が高くなり ( $\tan\theta_{C_1} > \tan\theta_{D_1}$ ) C が落札するが、 $C_2, D_2$  に推移した状態では  $D_2$  の方が  $C_2$  より評価値が高くなり ( $\tan\theta_{D_2} > \tan\theta_{C_2}$ ) 落札者が逆転し、技術評価点が高い D が落札することとなる。

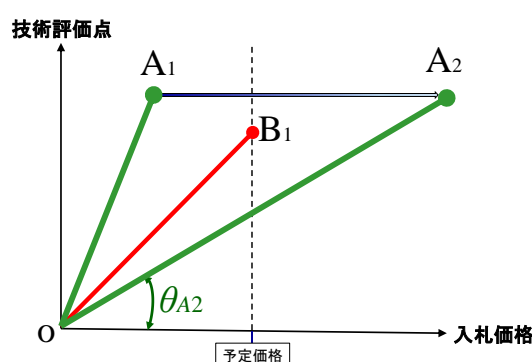


図-1.1 予定価格の上限拘束性が廃止された場合

図-1.1, 図-1.2 に示すそれぞれの  $B_1, D_2$  は上記の 2 つの場合は共に落札者の技術評価点が低くなる。この結果は、前章に示す品確法による「公共工事の品質は、経済性に配慮しつつ価格以外の多様な要素も考慮し、価格及び品質が総合的に優れた内容の契約がなされることにより、確保されなければならない。」の基本理念に反する。

この基本理念を満足させるためには、入札価格のみならず技術評価点も幅広い分布を持ち高得点を得ることが出来る状態を考慮する必要がある。すなわち、図-1.2 で技術評価点の分布範囲を広くし、C を  $C_3$  に移動させることにより技術評価点の差を拡大することにより落札者の技術評価点の順位が逆転することを防ぐこととなる。

本研究は、予定価格の上限拘束性が廃止された場合、および入札価格が調査基準価格の直上に集中する傾向が緩和された場合に発生する課題に関する定量的な知見を得ることを目的とする。そのために「技術評価点の分布」と「入札価格分布」を変動させ、変動する変数によるケース間比較により発注者側が実施すべき変数の洗い出しとその目標値を整理する。

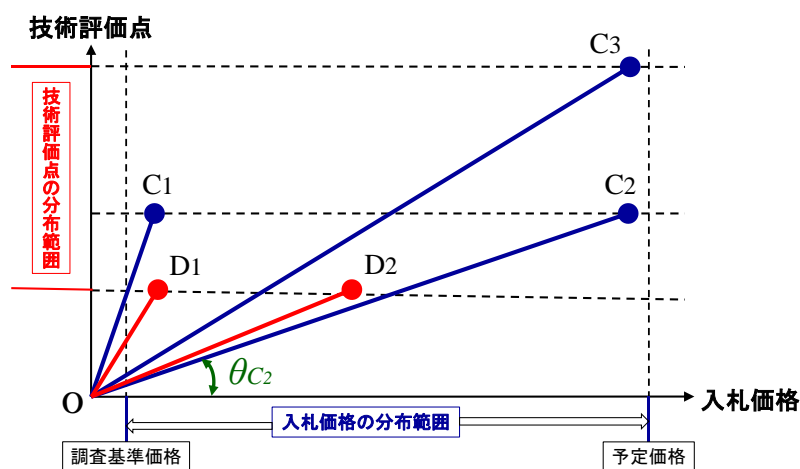


図-1.2 入札価格が調査基準価格直上に集中している傾向が緩和された場合

## 1.4 論文の構成

本論文は、全7章で構成した。

**第1章**で、我が国の公共工事の入札契約が抱える課題を資料、既往の研究よりとりまとめ、課題に対して本研究にて実施する目的と必要と思われる仮説を設定する。本研究の着眼点は、入札価格の予定価格による上限拘束性と、近年の入札価格が調査基準価格の直上付近に集中している傾向であり、公共工事の上限拘束と下限制約に関する弊害と解決のための対策である。

**第2章**では、既往の研究を整理する。公共工事については、我が国独特の制度が多いため、国内、国外別に、及び歴史的な変遷から得られる知見と、データ解析等に関する研究事例を分けてとりまとめる。

**第3章**では、**第4、5章**にて詳細に述べるシミュレーションモデルに関わるデータ解析の中で、両章に共通するデータ解析を取りまとめる。

**第4章**と**第5章**では、モデルを構築しシミュレーション結果を分析した内容を示す。**第4章**は、入札価格の予定価格の上限拘束性が廃止される場合の入札・落札結果を示し、**第5章**で入札結果が下限値の意味をなす調査基準価格の制約による近年の傾向が緩和された場合の入札・落札状況を示す。

**第6章**では、**第4、5章**にて構築したシミュレーションモデルとその結果の検討を踏まえた考察を行う。

**第7章**は、上記全てから得られた結論と今後の課題を取りまとめて述べる。

論文の構成を図-1.3 に示す。

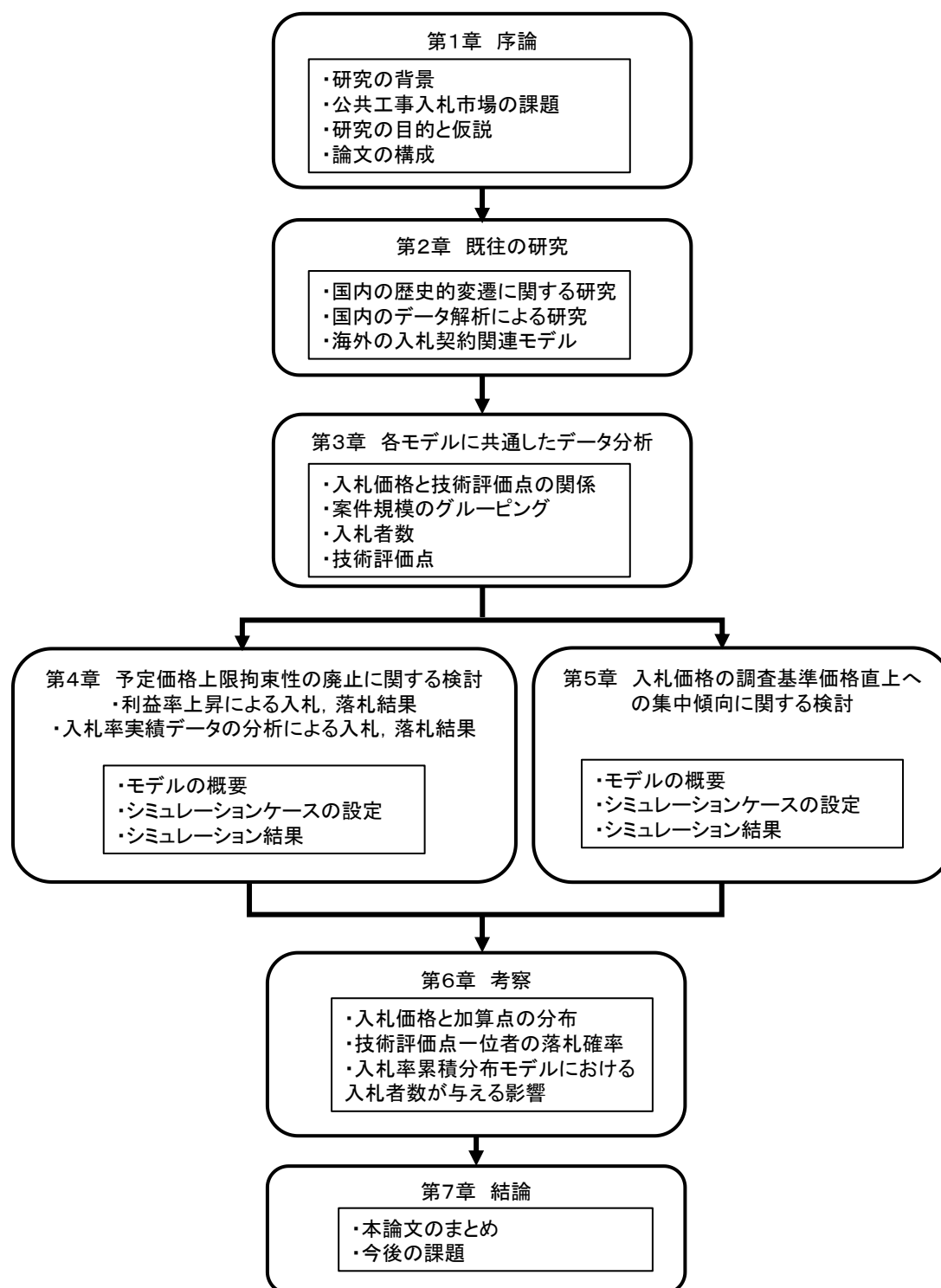


図-1.3 本論文の構成

## 第2章 既往の研究

公共工事の上限拘束と下限制約に関する研究について、国内の本研究の対象となる制度等の歴史の変遷を視点としたもの、実績データの統計解析等による分析にもとづき 2 つの視点に分けて整理する。次に、本研究の参考となる海外の落札価格の決定方式についての研究事例をとりまとめる。

### 2.1 国内の制度等の歴史の変遷

木下<sup>2)</sup>は、旧建設省での公共事業の調達制度にかかわった経験と得られた知見等を取り纏め、歴史的な事実、諸外国の状況を整理すると共に、我が国の建設コンサルタント業務、工事についての入札契約の状況をとりまとめている。その中で、先進諸外国との調達制度の比較を、明治会計法制定当時、1970年前後、現在の3つの時点にて行っており、このうち、予定価格について抽出すると表-2.1のようになる。

木下は、表-2.1について、現在ではわが国のように予定価格の上限拘束性を厳格に適用している国は見当たらない、多くの国においては個々の発注において最低価格または最高価格の入札の額が異常に高いかまたは低い場合に、それを審査することにより不適切な入札を排除したり、あるいは交渉方式により適正な価格による契約を行ったりする仕組みがなされている、としている。

表-2.1 予定価格についての比較  
(文献<sup>2)</sup>より著者が抽出)

	日本	フランス	イタリア	ベルギー等
明治会計法制定当時	予定価格を必ず定め上限とする	必要があれば最高価格を定め、定める場合は上限とする。	予定価格を定め上限とする(必ずか否かは定かではない)	なし (ベルギー)
1970年前後	予定価格を必ず定め上限とする	競争入札の場合は予定価格を定め上限とする。	予定価格を用いる場合は上限とする。(競争方法の一つとして規定)	なし (EU)
現在	予定価格を必ず定め上限とする	2001年9月に廃止	なし	なし (EU)

さらに、木下は予定価格の上限拘束と予算管理の関係にも言及し、財務省などが、予定価格制度は予算を管理するために必要としている点について、我が国のみがなぜ予定価格の上限拘束の仕組みを持たなければならないかは説明されていないことを指摘している。また、実際には公共

工事発注部局で個々の発注単位で厳格に予算管理をしているのではなく、費目ごととか、一連の事業を単位として予算管理をしており、各契約の変更の増減や予算の流用などにより執行額を調整し、繰越制度の活用などにより予算管理を行っているのが実情である、としている。以上の考えより、予算管理の手法について改善の必要があれば、予定価格の上限拘束の仕組みとは別に検討できる、と主張している。

楠<sup>1)</sup>は、公共調達が発注者たる行政機関等による契約行為を通じてなされるものであって、契約者選定は会計法、予算決算及び会計令、地方自治法、同施行令といった会計法令によって規律されている、との立場に立ち、公共調達に係る検討を法的な視点から行っている。楠は、予定価格が競争価格よりも安すぎる場合には競争の結果を受け入れないという制度は、場合によっては契約機会を失うというリスクを発注者に負わせる。そして、制度上は受注者側に契約強制することが出来ない以上、予定価格という制約条件が付いた競争入札は、調達自体が出来ないという最も避けがたい事態を招く危険を発注者に及ぼすことになる、としている。その上で、東京都入札契約制度改革研究会報告書<sup>8)</sup>を引用して、入札不調に伴って行政コストが増大するなど、様々な問題が生じているが、現法令上、予定価格の上限拘束性を回避することはできない、としている。

吉野<sup>9)</sup>は、公共工事の入札契約制度について、旧建設省出身であり在職歴を有する経験から建設業者の視点にも立った公平公正な発注を行うことを目的の一つとして、競争の限界と今後の課題を整理し、今後の課題として、予定価格の上限拘束性の撤廃をあげている。予定価格は、標準的な施工能力を有する建設業者が、それぞれの現場の条件に照らして、最も妥当性があると考えられる標準的な工法で施工する場合に必要な経費を基準として積算されるものであり、現行法上、これを上回る価格での契約は許されていない。こうした予定価格の上限拘束性は、公共工事市場に参入する建設業者にとって大きな障壁であり、公共工事請負契約の片務性の象徴といえる、としている。

総合評価落札方式に関する研究については、これまでも多く行われてきている。その中で、二宮と渡邊<sup>10)</sup>は、地方公共工事における入札者の多くが最低制限価格狙いで応札するために発生する「くじ引き入札」と「総合評価落札方式」が建設業経営に与える影響とメカニズムについて、シミュレーションモデルによる分析を行い、総合評価落札方式がくじ引き入札の代替手法として可能か否かの考察を行っている。このモデルでの価格点と技術点は、任意のパラメータを仮定した正規乱数により算出し、四半期毎にキャッシュインを落札工事の請負工事代金、キャッシュアウトを人件費、工事に伴う資材機材等調達資金とし、キャッシュフローによる運転資金がマイナスとなった時点で倒産とした。分析の結果は、「くじ引き入札は、公平性は担保できるが、受注が全てくじ運に左右され、技術研鑽に励む誠実な業者が報われない」「総合評価落札方式は、誠実な業者を市場で評価できる可能性を有している」の2点をあげ、くじ引き入札の課題とその代替システムとして総合評価落札方式の可能性を示した。

制度等の歴史的変遷を視点とした分析として、嵩ら<sup>5)</sup>は平成 19～22 年度の国土交通省発注工事における WTO 標準型総合評価方式を対象とした入札調書のデータにより、入札参加者側にいる技術者のやりがい著しく損ね、かつ社会コストという視点からも好ましくない、としている。なお、

入札価格が調査基準価格の直上に集中している、という現象は、3. (1)に示すとおり WTO 標準型総合評価方式に限らない傾向である。

木下ら<sup>11)</sup>は、入札制度の推移を江戸時代から俯瞰し、明治 23 年の会計法による一般競争入札制度の原則、明治 33 年の勅令 280 号による優良業者の指名を目的とした指名競争入札制度の新設、平成 17 年度の総合評価方式の適用による一般競争入札への転換等、歴史的な経緯を示している。さらに、平成 18 年の著しい低入札に対し特別重点調査を実施し総合評価方式の中で施工体制を確認する、というダンピング対策の功奏を分析している。また、実態では最低価格を入札した者、総合評価方式では最高評点の者が自動的に落札することとなっており、低入札調査制度のみで低入札を欠落とするのは説明が困難であるとしている。この問題を解決するためには、建設業者の施工能力等を契約前に審査し、最低価格であっても必ずしも落札せず、次順位者が落札することを可能とする仕組みの整備の必要性を示している。

佐藤ら<sup>12)</sup>は昭和 20 年の終戦期からの建設業界の経緯をダンピング受注についての実態とその対策について整理した。その中で、現行の施工体制確認型総合評価方式においては、調査基準価格を下回った場合には施工体制評価点は施工体制が十分に確保できると認められた場合のみに加点を得ることが可能となるため、無理な低入札に対する抑止策として機能する。また、調査基準価格直上の価格付近に応札価格が集中することは企業の行動としては理解できないわけではない、優良な企業が技術提案や施工体制確保に力を注ぎ、コスト削減の工夫をしつつも適正な利益が得られるような価格で受注できるような仕組みを構築するためには総合評価方式のさらなる改良が必要である、としている。

## 2.2 国内のデータ解析

また、実績データの統計解析等による分析について、松村ら<sup>13)</sup>は、一般競争方式の拡大、総合評価落札方式の拡充、施工体制確認型の導入、低入札価格調査基準価格の引き上げ等が行われた平成 17 年度以降の入札契約制度の推移を検討し、データ解析は平成 18 年度以降の落札率の変動要因を抽出している。その結果から、落札率を被説明変数とした重回帰分析を行い、一般土木工事について、落札率の変動に一定の影響を及ぼしている要因は、調査基準価格の設定と応札者数であることを明確にした。調査基準価格の引き上げ効果は、推定された重回帰係数が正值であり落札率を上昇する方向に働いており、応札者がより高い価格付けをするように行動を変化させたことを示している。応札者数について推定された回帰係数は負値であり応札者数の増加は競争性を高め落札率を低下させる働きを確認している。この要因として松村らは、応札者が増加すると競争的な価格付けが行われ落札率が低下する、と推察している。また、応札者数は入札後に判明するため、応札者数が多いほど競争的な価格付け、すなわち低価格での応札者数が増加する可能性がある、と解釈するのが適当である、としている。



島崎<sup>6)</sup>は公共工事の入札における落札率に影響を与える変数として、入札者数と低入札基準価格を取り上げ、推計モデルを構築し実データによる定量的な分析を行った。モデルは、入札価格の最小値が落札価格になると仮定し、この価格を推定するために落札価格の確率密度関数を順位統計量にて定義している。入札価格は正規分布を仮定し、分析結果として入札者が多くなると低入札価格付近での入札確率が急速に大きくなり、低入札価格を下げれば下げるほど低入札価格を設定する影響は少なくなり、上げれば上げるほどその価格に入札価格が張り付いてしまう、ということがあげられている。また、入札価格のばらつきが大きくなると低価格付近での入札が増加する、という結果が得られている。

金子ら<sup>7)</sup>は、平成 17～22 年のデータを用いて総合評価落札方式で実施された入札における競争参加者間の技術評価点と応札価格のばらつき具合と経年変化を分析している。その結果、技術評価点については、時間の経過とともに入札者間のばらつきが縮小している、すなわち技術評価点での差が生じにくくなっていることが確認されている。一方、応札価格については、技術評価点ほどの大きな経年変化は見られないが、ばらつきが縮小傾向にあり、価格面でも差が生じにくい状況にあることが分かった。以上より、近年の総合評価落札方式における技術評価が入札者間の選別という視点から有効に機能していないため、今後価格競争が一層高まる可能性を示した。

森本ら<sup>14)</sup>は国土交通省四国地方整備局発注の一般土木工事等級 A, B の入札データにより低入札対策の実態及びその要因と影響について整理している。分析は、入札価格を被説明変数とした重回帰分析であり、平成 17 年の大手ゼネコンによる脱談合宣言、総合評価方式の実施有無、及び平成 20, 21, 23 年 3 時点での調査基準価格改定についてそれぞれダミー変数により影響を分析している。結果として予定価格が入札価格に対応する有意な要因として強く影響し、参加者数が入札価格引き下げに強く有意に影響することが確認された。また、総合評価方式の有無や等級に関しては有意性が認められなかった、としている。また、脱談合宣言の前後を示すダミー変数は負値であり平成 18 年以降の競争激化による入札価格の低下を示したものでありこの価格低下が低入札調査基準価格を引き上げた可能性を示唆している。低入札調査基準価格の改定が入札価格に影響を与えたかという分析については、平成 18 年度の改定はほとんど影響が認められないが、平成 21, 23 年度の改定は影響を与えていることを示した。

松井<sup>15)</sup>は、強化学習でのベルマン方程式におけるエージェントの行動規則を最大化する際の目的とする指標である報酬を複利式のリターンとし、従来の期待割引収益ではない考えを示した。これは、ファイナンスの分野では一般的な考えである投資信託を選択する際にリターンの算術平均ではなく、幾何平均が高い商品を選ぶべき、という主張に根差している。その考えに基づき、松井は複利リターンを最大化するための複利型強化学習の枠組みと学習アルゴリズムを示して実験による提案手法の有効性を示した。実験は、強化学習にて本論文にて強化学習の教科書<sup>16)</sup>によるバンディッド問題であり、複利型 Q 学習と従来の Q 学習の比較を行った。従来の強化学習は払戻金から出資金を引いた値が報酬となるが、複利型強化学習では払戻金を出資金で割った値から 1 を引いた値がリターンとなる。入札者の競争参加資格の有無の評価等に考慮すべき考え方と言える。

## 2.3 海外の入札契約に関するシミュレーションモデル

海外の公共調達において、落札価格の決定方式、公共調達方式及び、入札結果から落札内容を決定するために構築したシミュレーションモデルについての研究事例を以下に示す。

Ioannou ら<sup>17)</sup>は、落札者決定方式について、最低価格自動落札方式と平均価格落札方式を比較し、後者の優位性を主張している。最低価格自動落札方式は、純粋な価格競争に基づくものであり、そのメリットは、入札者に継続的な技術面、管理面の経費削減努力を実施させ、競争入札のプロセスが機能することにより結果として発注者が恩恵をこうむることとなる、としている。また、デメリットとして、誤った結果であれ故意であれ、あり得ない安値で入札した企業を落札者としてしまった場合、多くは係争が生じ、工程の遅延、品質面での妥協、コスト増が発生し損害は受発注者双方に及ぶ、としている。これらの前提のもと、平均入札価格を考慮した落札者決定方式を提案している。さらに、Ioannou らは、「入札価格／必要コスト」の発生確率分布を正規分布とし、この変数は入札者間で独立に設定される、との仮定のもとで、モンテカルロシミュレーションを行い、その結果を最低価格自動落札方式と平均価格落札方式について整理している。平均価格落札方式は、落札価格を平均値より若干低くする等によりいくつかのバリエーション効果が考えられるが、欠点としてダミーの入札企業を立ち上げて高額入札を行い平均価格を吊り上げる等の不正入札が起こり得る点を挙げている。以上、平均価格落札方式の長所と短所を挙げ、最終的な結論として、平均価格落札方式は、建設企業生き残りのための安値受注の排除、及び受発注者の関係改善のためにも必要である、としている。調査基準価格による下限拘束性を廃止した場合の落札価格決定の基準として、入札価格の平均値を中心としたバリエーションを考慮することに関する示唆を含んだ先行研究事例である。

Tadelis<sup>18)</sup>は、公共部門の調達方式のあるべき姿を民間取引との対比で論じている。まず、公共調達は、制度上の制約があるため公開入札によるが、民間取引は公共部門に比べて制度上の拘束が少なく交渉による価格設定方式が多い、という現状を整理し、特に公開入札は、民間取引の調達部門が陥り易い、賄賂に対する報酬等の不正行為に対して防止機能が働く、としている。さらに、調達する物品やサービスを、単純な案件で、要求事項が事前にほとんど仕様として確定できるものと、複雑な案件で最終的な状況を考慮した長期的な視点が必要なものに区別し、前者は完全な調達仕様の確定が可能のため落札価格を確定した競争入札であり、後者は不完全な設計をもととした調達仕様のため落札価格は変更されることを前提として信頼できる企業との交渉方式が望ましい、としている。その理由として、変更契約が生じた時に落札業者には変更対応のためのコスト増を抑えたいという意識と、コストがかかる無駄な再交渉を避けたいという 2 つの意識が働くため、落札価格を確定した入札方式では仕様変更した場合のコスト増を抑えるという強いインセンティブが働き、これが避けられない場合には係争となるが、交渉方式は価格の変更を前提としているため上記の係争は起こらない、という点を挙げている。また、Tadelis は調達方式と不正入札の発生の関係について、以下のとおりに指摘している。すなわち、公的機関の調達方式は、FAR(Federal

Acquisition Regulation; 連邦政府調達規則)等が強く要請しているように、公開競争入札とする法令がある。すなわち、Tadelis の指摘は、公開入札方式は透明性と公平性が確保されるが、交渉方式は、賄賂等の見かえりを目的とした不正行為が発生しやすいため、公共調達の分野では不正行為の防止機能を持つ公開入札方式であるべきとしており、調達担当者は契約時に仕様が確定していない複雑な案件については、別途明確なガイドラインを示した上で交渉による価格決定方式を採用すべきである、としている。

Trigo<sup>19)</sup>は、電力市場において、将来的に需要者と供給者の役割、立場が変貌する、という前提に立ち、価格設定のためのマルチエージェントモデルを開発した。このモデルは、将来の電力市場における電力供給者は、現在のような少数の力のある会社によって構成されるのではなく、複数者による競争市場となる、との前提のもとに、生産者と消費者の双方の役割を持つ“プロシューマ”をエージェントとしている。エージェントは、単に生産者と消費者の機能だけではなく、利益の最大化を目的とする人間であり、操作者は対話型形式にてコンピュータディスプレイにデータを入力する。エージェントがモデルに入力する内容は、入札時の提供電力量と価格であり、このシステムは複数のエージェントが入力した入札情報を、入札価格が小さい順に入札結果を並び替え、発注者側の要求を満たすまで電力量を集計し、その結果を落札結果とする。この方法は、複数のエージェントが協調して一つの発注案件に対応する市場での解を導く例であり、戦略的な意思決定を実装することを可能としている。また、この市場には日本の公共調達の予定価格制度と同様に、入札価格には上限値が設定され、これを超えた入札は排除されることとなっている。シミュレーション結果として、低価格で要件にあった電力量の設定が可能となる電力市場の入札結果が示されており、1つの市場の入札について、入札者の挙動とその結果に至るまでのプロセスを実装し、将来像をマルチエージェントシミュレーションモデルで表現した例であり、入札者の戦略設定を人による判断とした点は参考になる事例である。

## 第3章 各モデルに共通したデータ分析

本章は前章までに整理した傾向および現象等を、本研究にて対象とする実データで確認することにより、シミュレーションによる分析に関する具体的な基本情報を整理する。用いるデータは、制度に関しては国土交通省の直轄工事の積算基準(以下、積算基準)<sup>20)</sup>であり、個別の入札に関する金額、入札者等は国土交通省関東地方整備局が公表しているデータ<sup>21)</sup>である。なお、本研究の分析範囲は、国土交通省関東地方整備局管内、平成 20～30 年度の一般土木工事とした。分析に当たっての有効桁数等は、積算基準<sup>20)</sup>の一般管理費等率に準拠した率等は 6 桁、入札価格、落札価格等の金額は公表されている数値により百万円単位とした。ただし、これら以外の分析結果等は適宜検討の目的に応じて設定した。

### 3.1 入札価格と技術評価点の関係

評価値を定義する式(1.1)の技術評価点と入札価格の相関関係を確認した。関係が認められる場合は結果をモデルに反映すべきであり、関連が認められない場合は各々独立して算出することとなる。

国土交通省関東地方整備局が公表している一般土木工事のデータ<sup>21)</sup>での技術評価点は、基礎点(100 点)と加算点の合計点としている。本研究では、技術評価点の相違による入札、落札結果への影響をより明示的に判別可能とするため対象データを加算点とした。平成 30 年度の入札データの総件数は 1,940 件であり、入札価格が予定価格を超過したために加算点が付けられていない案件を除いた件数は 1,776 件である。この件数が入札する案件の中で 3 者以上の入札案件は 212 件であった。入札価格と技術評価点の相関関係の強弱を工事案件ごとに把握するために、上記 212 件の平成 30 年度の案件ごとのスピアマンの順位相関係数をもとめた件数の分布を図-3.1 に示す。相関関係が強い場合は相関係数が、正の場合は+1に偏り、負の場合は-1に偏る。図-3.1 は工事案件が-1.00～+1.00 に分布しており、正の相関関係を持つ案件、負の相関関係を持つ案件、相関関係のない案件が混在している。ただし、1,776 件をサンプルとした順位相関係数は、平成 30 年で 0.33、P 値(両側検定)は、 $3.41974 \times 10^{-48}$ であり 5%有意水準における無相関とする帰無仮説は棄却される。従って、シミュレーションの際には入札価格と技術評価点を関連させた。

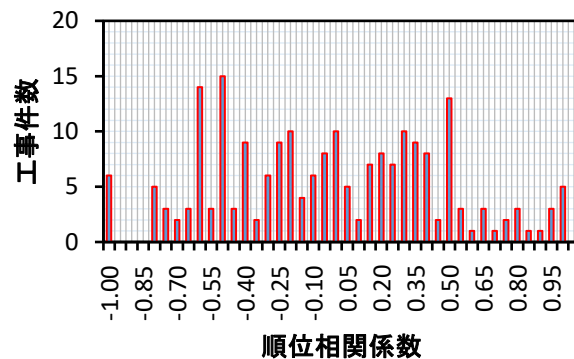


図-3.1 入札価格と技術評価点の順位相関係数の分布

## 3.2 入札案件規模のグルーピング

入札行動は、入札工事案件の規模により異なると想定し案件規模のグルーピングを行った。工事案件の規模を示す指標は予定価格とした。グルーピングを行った理由を以下に示す。

本研究で構築したモデルは、入札者にとって入札対象とする工事規模を決定するために予定価格を外生変数としている。シミュレーションにおいて、前提として扱う入札価格が実数である場合は、ほぼ連続的な数値の中からシミュレーションケースの設定の特定化が必要となり、シミュレーション結果の分析と確認が困難となるため、案件規模をラベルとして設定した。規模を小規模、中規模、大規模の3規模とした理由は、他の変数を含めた全体的なケース数を考慮したためである。

平成20年度と30年度の国土交通省関東地方整備局が公表<sup>21)</sup>した一般土木工事の予定価格では、頻度の少ない大規模な工事が散在している。本研究で分析対象とする案件規模はこれら少数の大規模案件を除き、表-3.1に示す2年度とも累積構成比が95%程度の頻度で発生しているものとした。

表-3.1 案件規模別構成比

平成20年度			平成30年度		
予定価格 (百万円)	構成比 (%)	累積構成比 (%)	予定価格 (百万円)	構成比 (%)	累積構成比 (%)
0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
100	23.49	23.49	100	15.45	15.45
200	36.32	59.81	160	21.57	37.02
300	30.60	90.41	340	53.07	90.09
400	1.39	91.80	480	2.33	92.42
500	1.55	93.35	600	2.33	94.75
<b>600</b>	<b>0.77</b>	<b>94.12</b>	<b>720</b>	<b>0.58</b>	<b>95.33</b>

案件規模によるグルーピングは、予定価格に対応する一般管理費等率による関係をもとに行った。一般管理費等は積算基準<sup>20)</sup>では、工事施工にあたる企業の継続運営に必要な費用であり利益率に相当し、入札者が入札価格を決定する際に反映される要素と考えられるからである。平成30年度の積算基準<sup>20)</sup>では、工事原価が500万円を超え30億円以下の一般管理費等率は式(3.1)のとおりである。

$$G_p = (-5.48972 \log_{10} x + 59.4977) / 100 \quad (3.1)$$

ここに、 $G_p$  は一般管理費等率、 $x$  は工事原価(円単位)である。また、現行積算基準<sup>20)</sup>では消費税抜きの予定価格を $r$  (円単位)とすると、式(3.2)となる。入札案件のグルーピングにあたっては、表-3.2にて後述するように予定価格と一般管理費等率の弾性値によるものとし、分析は平成30年度単年であるため、消費税が含まれなくてもグルーピングの結果は消費税を含むものと同一である。従って、計算に端数処理を含む1ステップを省き、本研究では式(3.2)の $r$ を税込みの予定価格とする。式(3.1)の工事原価( $x$ )を所与とすると式(3.2)より一般管理費等率( $G_p$ )が求められ、式(3.1)と式(3.2)より(予定価格, 一般管理費等率)の対が求められる。

$$r = x(1 + G_p) \quad (3.2)$$

図-3.2に平成30年度の(予定価格, 一般管理費等率)の関係を示す。式(3.1)のとおり、一般管理費等率は工事原価について、負数を係数とした常用対数であり単調減少関数である、かつ図-3.2より一般管理費等率は、予定価格が小規模の場合は単位当たりの予定価格の変化に対しての減少分が大きく、規模が大きくなるに従いこの率の減少分が小さくなる。すなわち、予定価格の大小により入札者にとっての変化率の変化の度合いが異なる。この考察は、予定価格の規模による入札行動の相違を示すためのグルーピングの必要性を示している。グルーピングの方法は、図-3.3に示す予定価格が1%変化した際の一般管理費等率の変化率である弾性値の変化率をもとにした。

以上の検討にもとづく表-3.1 の範囲での式(3.1)、式(3.2)による計算結果とグルーピングの根拠と結果を表-3.2、表-3.3 に示す。平成 30 年度を分析対象とする予定価格は、最右列に示す実績値より小規模、中規模、大規模それぞれ約 28～138(百万円)、約 139～217(百万円)、約 217(百万円)以上で弾性値の差は、0.0002 以上、0.0024～0.0018、0.0017 以下の範囲でグルーピングが可能と考え表-3.3 に示す設定を行った。なお、各グループでの分布は非対称であるため代表とする値は、中央値とした。

設定した予定価格の妥当性を検証するために、第4章に示すレベル別シミュレーションモデルを用いて一般管理費を推計した結果を表-3.4 に示す。表-3.2に示す規模別の一般管理費の範囲内にシミュレーション結果が収まっており、実績データによる設定中央値がシミュレーションの際に問題なく利用できることが確認できた。

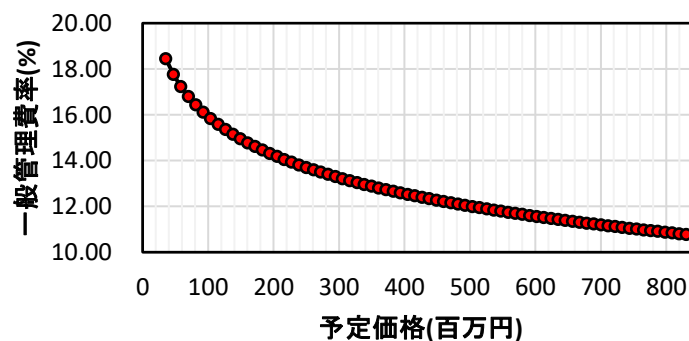


図-3.2 予定価格と一般管理費等率（平成 30 年度）

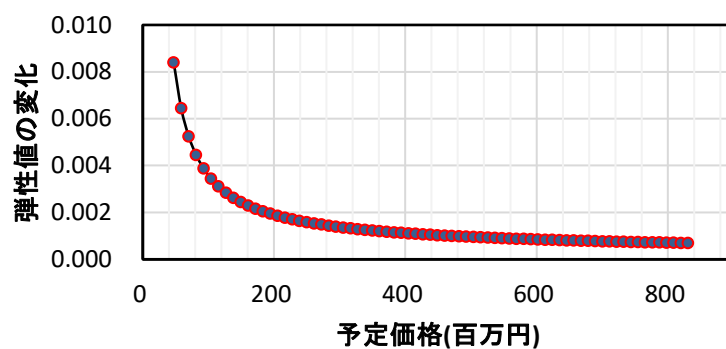


図-3.3 予定価格と一般管理費等率の弾性値変化(平成30年度)

表-3.2 案件規模グルーピングの根拠

(金額単位:百万円)

年度	設定規模	工事原価(x)	予定価格(r)	一般管理費等率(%)(Gp)	弾性値	弾性値の差	実績予定価格
H30	小規模	20.00	23.88	19.417	0.114	—	28.24
		.....	.....	.....	.....	.....	.....
	中規模	120.00	138.17	15.145	0.155	0.0002	137.64
		130.00	149.44	14.954	0.157	0.0024	139.28
		.....	.....	.....	.....	.....	.....
		190.00	216.69	14.050	0.169	0.0018	216.60
	大規模	200.00	227.85	13.927	0.171	0.0017	217.15
		.....	.....	.....	.....	.....	.....
		650.00	722.26	11.117	0.218	0.0007	721.61

青字:小規模, 赤字:中規模, 緑字:大規模

表-3.3 案件規模のグルーピング結果(百万円)

規模別予定価格(中央値)		
小規模	中規模	大規模
97.22	174.45	258.28

表-3.4 案件規模の代表予定価格による一般管理費等推計結果

案件規模	一般管理費等率
小規模	16.0010
中規模	14.5777
大規模	13.6222

### 3.3 入札者数の設定

入札者数は入札時点では入札者には不明であり入札行為に影響するとは考えられない。ただし、入札者数は先行研究の分析結果<sup>13), 14)</sup>より入札価格に影響しているため政策変数として把握しておく必要性を考慮し、入札者数の相違が落札者の決定に与える影響を把握した。

平成 30 年度の全件について入札者数別案件数の分布を表-3.5, 図-3.4 に示す。シミュレーション結果の評価・分析にあたり、入札者数 28 者について入札者数ごとに評価するのは分析の比較対象数が多数となり煩雑となるため、カテゴライズが必要と考えた。1 者入札は競争にならないので 2 者以上入札による分析とし、その中で 2 者入札の案件は 16%を占める。その他は 8 者以上の入札案件の数が少なくなる。従って、2 者入札を小グループ、3～7 者入札を中グループ、8 者入札以上を大グループと考え、2, 5, 10 者入札を代表とした。

設定した入札者数を入札率の分布にて確認するため、平成 30 年度実績による入札者数別の入札率を表-3.6 に示す。グループの代表入札者数の入札率がグループ平均値の 2%以内であることを確認した。

表-3.5 入札者数の分布（平成 30 年度）

入札者数	件数	構成比
1	65	18.68
2	57	16.38
3	38	10.92
4	33	9.48
5	33	9.48
6	21	6.03
7	21	6.03
8	15	4.31
9	6	1.72
10	7	2.01
11	9	2.59
12～28	43	12.36
計	348	100.00

朱塗青字: 2 者入札, 青塗赤字: 3～7 者入札, 黄塗緑字: 8～28 者入札

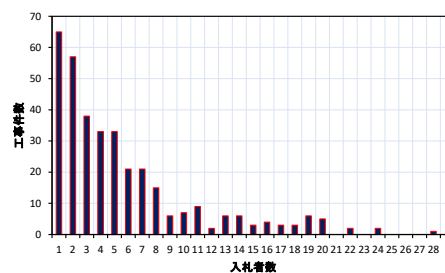


図-3.4 入札者数の分布（平成 30 年度）

表-3.6 入札者数別入札率（平成 30 年度）

入札者数	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
入札者数別入札率	95.28	94.15	94.21	94.99	92.97	93.25	92.83	91.77	95.23	93.13
平均入札率	95.28	94.05					93.19			
代表入札率／平均入札率	1.00	1.01					1.02			

平均入札率: 各グループの入札率平均値

代表入札率／平均入札率: 各グループの代表入札者数の入札者数を同グループの平均値で除した値



### 3.4 技術評価点の算出

総合評価落札方式では式(1.1)の評価値によって落札者を決定するが、分母の入札価格は入札者が決定するものであり、分子の技術評価点は発注者が決定するものである。従って、入札価格は入札市場の状況、シミュレーションの目的等によって異なる算出方法やパラメータによる影響を受けるが、技術評価点は本研究にて検討する「予定価格の上限拘束性の廃止」、及び「入札価格が調査基準価格の直上に集中している傾向の緩和」という想定する入札市場においては入札者の意思決定により求められるものではなく発注者側の政策変数として決定されるものであると考え、以下のとおり算出した。

技術評価点は 1.1 節に示すとおり、式(3.3)である。

$$(\text{技術評価点}) = (\text{標準点}) + (\text{加算点}) + (\text{施工体制評価点}) \quad (3.3)$$

ただし、(標準点)は、競争参加者の技術提案が、発注者の示す最低限の要求要件を満たした場合に100点を付与するものであり、本研究では100点固定とした。(加算点)は、施工能力評価型、技術提案評価型のタイプ別に、「企業の能力等」「技術者の能力等」の配点割合が設定されており、付与される点数は、過去の同種工事の実績評価による。そして、(施工体制評価点)は、入札説明書等に記載された要求要件を実現できるかどうかを審査の上評価し、その確実性に応じて付与される点数であるが、運用にあたっては調査基準価格との関係で考慮すべき、となっている。例えば、申し込みに係る価格が調査基準価格に満たない者は、改札後に所定の資料の提出を求められ、施工体制が確保されると認められる場合は、その程度に応じて(施工体制評価点)を加算される等、審査および評価の設定に関する規定がある。

運用ガイドラインでは、(加算点)と(施工体制評価点)の標準的な得点配分がそれぞれの評価項目により設定されている。ただし、本研究は、総合評価落札方式における技術評価点を把握することが目的であり、(加算点)と(施工体制評価点)を分離する必要はない。また、国土交通省関東地方整備局が公表している実績データ<sup>21)</sup>は技術評価点の定義を「(基礎点)+(加算点)」としている。以上より、本研究では「加算点」は(加算点)と(施工体制評価点)の合計値とした。従って、式(3.3)は実績データ<sup>21)</sup>では式(3.4)となる。

$$(\text{技術評価点}) = (\text{標準点}) + (\text{加算点}) \quad (3.4)$$

図-3.5に技術評価点の算出方法を示す。式(3.4)に示すとおり技術評価点は100点固定の標準点と加算点の合計であるため、分析対象は加算点である。

技術評価点は、3.1 に示すとおり入札価格との相関分析の結果、無相関であるという帰無仮説が棄却されたため、被説明品数を加算点、説明変数を入札価格とする単回帰モデルを作成した。平成30年度における単回帰分析の結果は、表-3.7 に示すとおりであり、このモデルと別途各モデルにより推計される入札価格より標準加算点【平均値】を求めた。

標準加算点【平均値】を算出する式(3.5)を下記に示す。

$$\text{標準加算点【平均値】} = 0.009693242 \times (\text{入札価格: 百万円}) + 48.15117729 \quad (3.5)$$

次にこの標準加算点を平均値とし、外生的に設定した加算点標準偏差を標準偏差とした正規分布による加算点を求めた。

平成20～30年の11年間における入札価格と加算点との相関関係、及び基本統計量の推移を表-3.8に示す。式(3.3)及び表-3.8に示すとおり、過去11年間における近年の動向を反映して定数は48.15であり50点の周辺に分布している。

また、加算点の標準偏差は平成20年では約20点であったが平成25年以降は概ね10点弱となっている。この実績データによって求めた入札者数別の加算点の分布を図-3.6～図-3.9、シミュレーションにて設定した加算点の標準偏差を表-3.9に示す。加算点の最小値と最大値は全件ではそれぞれ11点、90点であり、2者、5者、10者入札ではそれぞれ、33点、76点、30点、90点、36点、65点であり、入札者数別ではサンプルが減少し標準偏差も減少する。

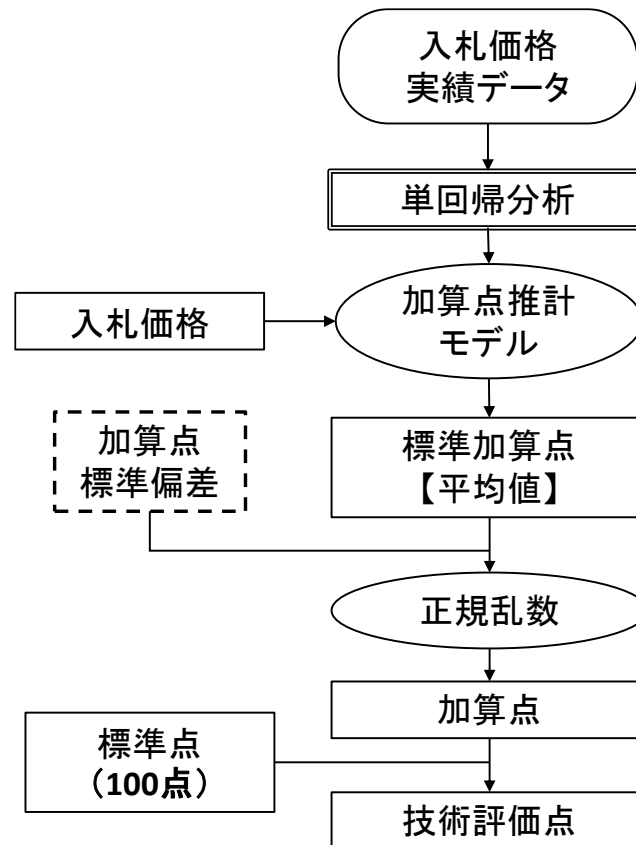


図-3.5 技術評価点算出フロー

表-3.7 加算点推計モデル

(a) (単位：加算点は点，入札価格は百万円)  
(回帰分析結果統計量)

回帰統計	
重相関 R	0.476612872
重決定 R <sup>2</sup>	0.227159829
補正 R <sup>2</sup>	0.226726137
標準誤差	8.240786317
観測数	1784

(b) (単位：加算点は点，入札価格は百万円)  
(分散分析表)

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	1	35570.24464	35570.24464	523.7807655	7.6797E-102
残差	1782	121016.6163	67.91055912		
合計	1783	156586.861			

(c) (単位：加算点は点，入札価格は百万円)  
(回帰係数)

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%
切片	48.15117729	0.234483478	205.3499791	0	47.69128576	48.61106883
入札価格	0.009693424	0.000423548	22.88625713	7.6797E-102	0.008862721	0.010524126

表-3.8 入札価格と加算点の相関関係および基本統計量の推移

年度		H20	H21	H22	H23	H24	
加算点平均値の推移		50.4058	48.5736	54.3684	56.1549	55.4033	
加算点標準偏差の推移		19.1970	16.9387	15.1245	13.1065	11.6355	
順位相関係数		0.2987	0.3574	0.3145	0.3162	0.2271	
相関係数		0.0841	0.1552	0.2017	0.2852	0.1547	
単回帰分析結果	相関係数	0.0841	0.1552	0.2017	0.2852	0.1547	
	決定係数	0.0071	0.0241	0.0407	0.0813	0.0239	
	入札価格計数	0.0021	0.0031	0.0043	0.0050	0.0020	
	入札価格p値	5.7380E-06	4.2167E-16	2.7227E-30	8.3324E-66	3.6539E-17	
年度		H25	H26	H27	H28	H29	H30
加算点平均値の推移		48.1813	49.1719	49.0209	49.5993	51.1278	51.1278
加算点標準偏差の推移		9.7096	9.6897	8.1721	8.4998	9.3713	9.3713
順位相関係数		0.1933	0.2663	0.1826	0.2612	0.3398	0.3398
相関係数		0.3414	0.4415	0.5475	0.4167	0.4766	0.4766
単回帰分析結果	相関係数	0.3414	0.4415	0.5475	0.4167	0.4766	0.4766
	決定係数	0.1165	0.1949	0.2998	0.1736	0.2272	0.2272
	入札価格計数	0.0022	0.0035	0.0108	0.0120	0.0097	0.0097
	入札価格p値	2.1835E-78	2.4084E-139	1.9522E-176	7.9789E-77	7.6797E-102	7.6797E-102

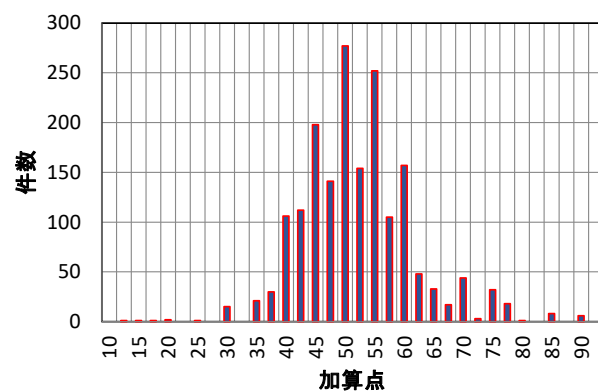


図-3.6 加算点の分布 (H30：全入札者案件平均)

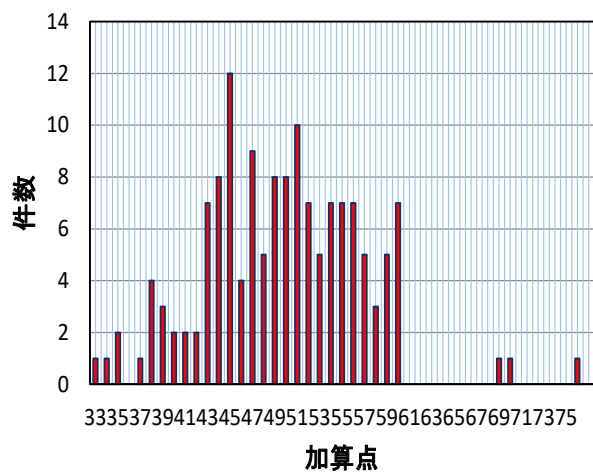


図-3.7 加算点標準偏差(H30: 2者入札)

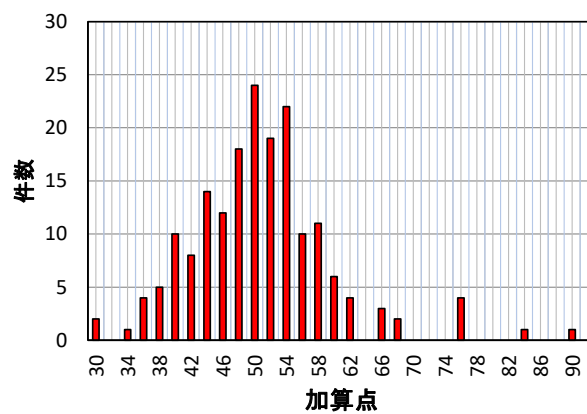


図-3.8 加算点標準偏差(H30: 5者入札)

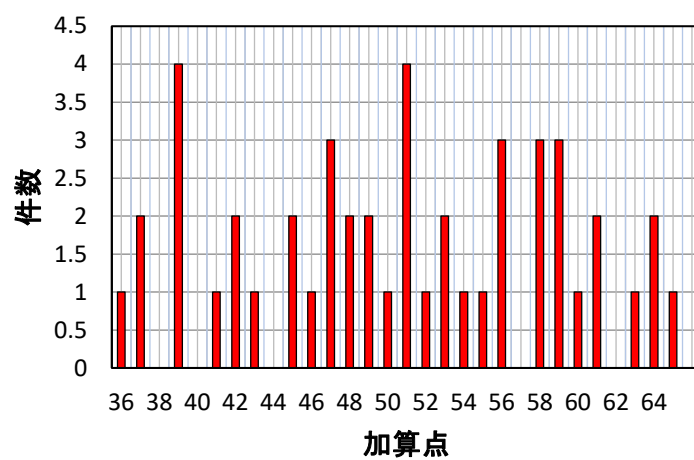


図-3.9 加算点標準偏差(H30:10者入札)

表-3.9 入札者数別加算点標準偏差  
(平成30年度)

入札者数	2者	5者	10者
加算点標準偏差	5.3857	5.0703	5.4306

### 3.5 シミュレーションモデルの構造

本章では、入札価格の「予定価格による上限拘束性」が廃止された状況と「近年の調査基準価格の直上に集中している傾向」が緩和された状況における入札価格を生成し、その結果がもたらす落札結果をシミュレートする。そのために構築したモデルのフレームを図-3.10 に示す。

シミュレーションモデルは各入札案件、各入札者それぞれ 1 件について入札価格、技術評価点、評価値を算出し、その中で最も評価値の高い者を落札者とする、という図-3.10 に示す 3 つのフェーズにより構成した。前提として入札者は発注者の工事公告情報より予定価格を推定できることとしている。各入札者に対して、案件規模の大小による入札状態、落札結果の相違を把握するために、a)入札価格、b)技術評価点をそれぞれ算出し、式(1.1)による最高の c)評価値の者を落札者とする。

試行回数について、本研究では、類似の先行研究を参考<sup>10), 22)</sup> (1 回の入札契約を 1 試行として 8)は 101 回/年度, 20)は, 50 回/ケース)に、本研究での建設省関東地方整備局公表の一般土木工事<sup>21)</sup>では平成 30 年度の入札回数は最大で 2 者入札で 44 回であったため、入札回数を試行回数とし試行回数を 44 回の約 2 倍の 100 回とした。100 回の各試行では各試行ごとに入札率、標準偏差等の変数をランダムに求め、その結果をシミュレーションの演算に用いるために正規乱数を用いる。

モデルの開発と運用は、artisoc textbook2.6<sup>23)</sup>を用いた。

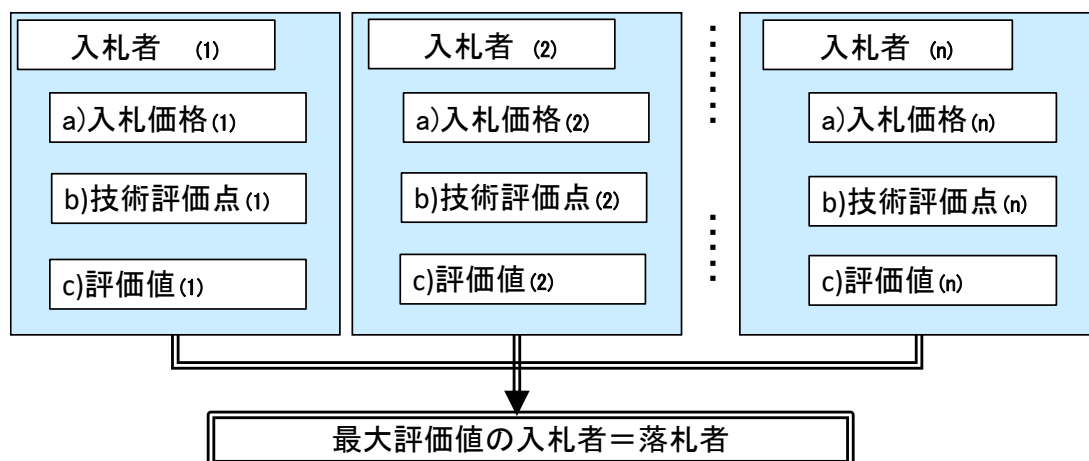


図-3.10 シミュレーションモデルのフレーム

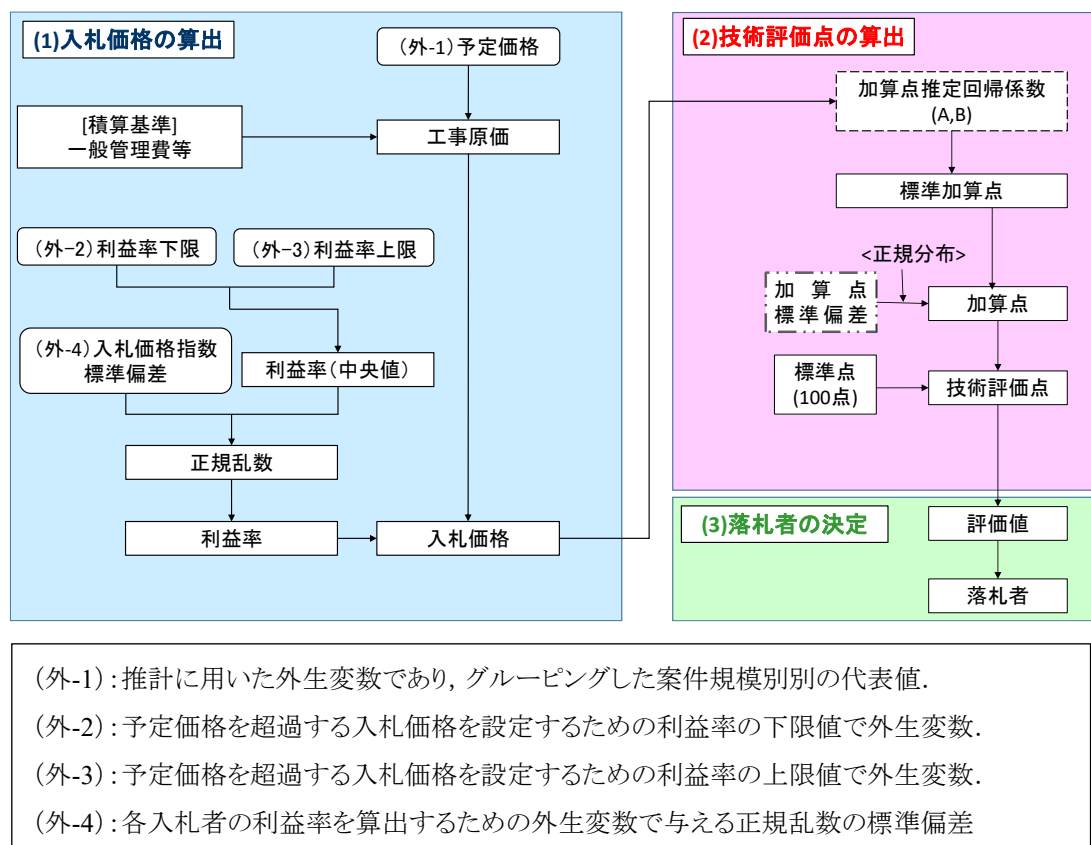


## 第4章 予定価格上限拘束性の廃止に関する検討

### 4.1 利益率の上昇シミュレーションによる入札結果の検討

#### 4.1.1 モデルの概要

本節では、予定価格の上限拘束性を廃止した場合の入札と落札の状況を分析するための上限廃止シミュレーションモデルを構築し結果の検討を行う。予定価格を超過する入札価格を生成するために、積算基準<sup>20)</sup>にもとづく一般管理費等率を利益率としてこれを上回る利益率を設定した。構築した上限廃止シミュレーションモデルの全体フローを図-4.1に示す。



青塗: 入札価格算出, 赤塗: 技術評価点算出, 緑塗: 落札者の決定

図-4.1 上限廃止シミュレーションモデルの全体フロー



## (1) 入札価格の算出

入札価格は、図-4.2に示す積算基準<sup>20)</sup>における工事価格であり、式(4.1)に示す工事原価と利益率を設定することにより算出した。

各種変数を積算基準によるものとしたのは、3.3.1に示す本モデルにて分析した一般土木工事の入札結果に関する国土交通省の実績データ<sup>21)</sup>が、予定価格にもとづくものであり国土交通省直轄工事の積算基準によっていることによる。

$$\text{工事価格} = \text{工事原価} + \text{工事原価} \times \text{利益率} \quad (4.1)$$

式(4.1)の工事原価は請負工事費に消費税を除いた価格である。本研究における落札結果は式(1.1)の評価値によるものであるため、定数の消費税率を式に含めても除算により評価値の比較結果は消費税を含めた値と同一である。従って、本研究では式(4.1)の工事価格を入札価格とする。

平成30年度の積算基準<sup>20)</sup>では、工事原価が500万円を超え30億円以下の一般管理費等率は式(3.1)のとおりである。

また、予定価格は $r$  (円単位)とすると、式(3.2)である。

式(3.2)から得られる式(4.2)の $G_p$ を式(3.1)に代入することにより式(4.3)が導かれ、これは連立方程式(4.6)と同値である。

以上より、外生変数にて与えられる予定価格( $r$ )を式(4.4)に代入し、工事原価をニュートン法による収れん計算にて求めた。

$$G_p = r / x - 1 \quad (4.2)$$

$$(-5.48972 \log_{10} x + 59.4977) / 100 - r / x + 1 = 0 \quad (4.3)$$

$$f(x) = (-5.48972 \log_{10} x + 59.4977) / 100 - r / x + 1, f'(x) = 0 \quad (4.4)$$

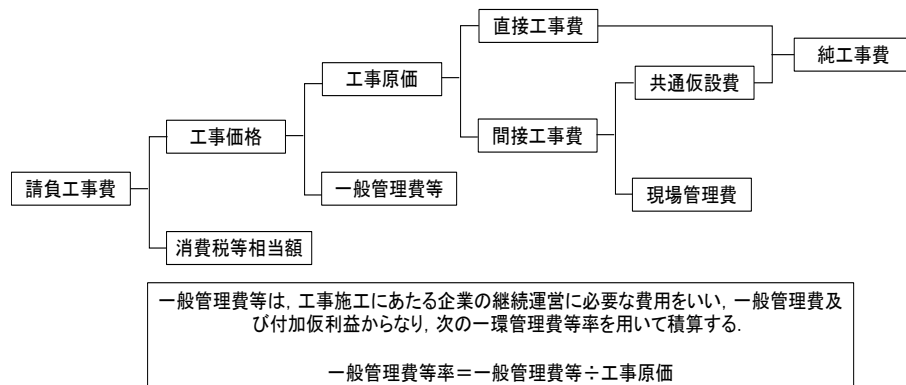


図-4.2 積算基準による工事原価と一般管理費等

次に利益率の算出方法を示す。

利益率は、4.1.2にて後述する外生的に設定する入札価格が予定価格を超過するレベルにより上限値と下限値を設定し、その範囲内で入札価格の分布により求めた。すなわち、図4.1に示す(外-2)利益率下限と(外-3)利益率上限の中央値を平均値、(外-4)入札価格指数標準偏差を標準偏差とする正規乱数により入札者毎に算出した。

## (2) 技術評価点の算出

技術評価点は、3.4 に示すとおり、加算点を算出し、この加算点に 100 点に固定した標準点を加えた。加算点は、表-3.5 に示す入札価格を説明変数とする単回帰モデルにより求めた標準加算点を平均値とし、別途実績値より設定した加算点標準偏差を標準偏差とする正規乱数により算出した。

## (3) 落札者の決定

図-4.1に示すとおり、入札価格と技術評価点により式(1.1)の総合評価落札方式下での評価値を求め、評価値が最高の入札者を落札者とした。

## 4.1.2 パラメータの設定

### (1) 利益率

利益率は積算基準<sup>20)</sup>における「一般管理費等は、工事施工にあたる企業の継続運営に必要な費用をいい、一般管理費及び付加利益からなる」の定義より一般管理費等率とした。

上限廃止シミュレーションモデルでは、予定価格を超過する入札価格を発生させることが必要となる。本項では、そのために行った利益率を仮想的に上昇させることに関する検討内容を示す。利益率は 3.2 節に示すとおり、一般管理費等が予定価格の規模により異なるためグループごとに設定する必要がある。

さらに、一般管理費等率は式(3.1)より工事原価に対して単調減少であることから、上限値、下限値はそれぞれ案件規模のグループごとの工事原価が最小値、最大値となる。表-4.1 にて青書き、朱書きをした各案件規模のそれぞれ最大、最小工事原価に対応する一般管理費等率を示す。表-4.1 の作成手順を図-4.3 に示す。

- 1) 工事原価を3.2にて分類したグループごとに設定する。
- 2) 式(3.1)と工事原価より一般管理費等率を算出する。
- 3) 式(3.2)より①で設定した工事原価に相当する予定価格を算出する。
- 4) 入札者の利益取得積極性を示すレベル（以下、レベル）を入札価格が予定価格を超過する率の最高値を1%, 2%, 3%, 4%, 5%の5レベルとした。
- 5) 入札価格を④のレベルごとに算出する。
- 6) グループ内の最低工事原価による利益率を上限利益率として設定する。
- 7) グループ内の最高工事原価による一般管理費等率をグループ内最低利益率とする。

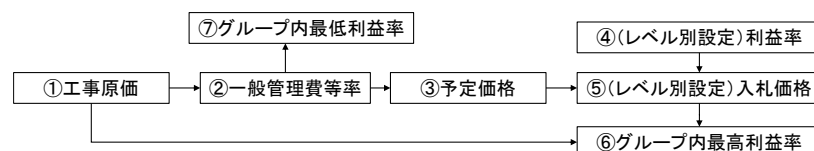


図-4.3 利益率設定範囲の設定フロー

表-4.1 利益率の上下限值設定値

案件規模	工事原価(a) (百万円)	一般管理費等率(%)	工事原価・一般管理費等率より求めた予定価格(百万円)	予定価格超過レベル別入札価格(b) (百万円)				
				レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5
				1%	2%	3%	4%	5%
小規模	20	19.42	23.883	24.122	24.361	24.600	24.839	25.078
	30	18.45	35.535	35.890	36.246	36.601	36.957	37.312
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	110	15.35	126.888	128.157	129.426	130.695	131.963	133.232
	120	15.15	138.174	139.556	140.938	142.320	143.701	145.083
中規模	130	14.95	149.441	150.935	152.430	153.924	155.418	156.913
	140	14.78	160.689	162.296	163.903	165.509	167.116	168.723
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	180	14.18	205.521	207.577	209.632	211.687	213.742	215.797
	190	14.05	216.694	218.861	221.028	223.195	225.362	227.529
大規模	200	13.93	227.855	230.133	232.412	234.690	236.969	239.247
	210	13.81	239.003	241.393	243.783	246.173	248.563	250.953
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	640	11.15	711.387	718.501	725.615	732.729	739.843	746.956
	650	11.12	722.262	729.485	736.708	743.930	751.153	758.375

(下に続く)

案件規模	工事原価 (a) (百万円)	工事原価(a)に対する予定価格超過レベル別 入札価格(b)の利益率(%)					案件規模別設定利益率 (%)					
		レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5	下限値	上限値				
								レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5
小規模	20	20.611	21.805	23.000	24.194	25.388	15.145	19.635	20.819	22.004	23.188	24.373
	30	19.635	20.819	22.004	23.188	24.373						
	.....	.....	.....	.....	.....	.....						
	110	16.506	17.660	18.813	19.967	21.120						
	120	16.297	17.448	18.600	19.751	20.903						
中規模	130	16.104	17.254	18.403	19.553	20.702	14.050	16.104	17.254	18.403	19.553	20.702
	140	15.926	17.073	18.221	19.369	20.517						
	.....	.....	.....	.....	.....	.....						
	180	15.320	16.462	17.604	18.746	19.887						
	190	15.190	16.331	17.471	18.612	19.752						
大規模	200	15.067	16.206	17.345	18.484	19.624	11.117	15.067	16.206	17.345	18.484	19.624
	210	14.949	16.087	17.225	18.363	19.502						
	.....	.....	.....	.....	.....	.....						
	640	12.266	13.377	14.489	15.600	16.712						
	650	12.228	13.340	14.451	15.562	16.673						

(一般管理費等は積算基準で、工事施工にあたる企業の継続運営に必要な費用であり利益率に相当する。)

赤字：同一案件規模内で一般管理費等の下限値を示す。青字：同一案件規模内で最小工事原価でレベル内上限値の一般管理費等を示す。

上記1)～7)によって案件規模別に設定した利益率の範囲内で入札価格を算出するための方法を以下に示す。

入札価格は、工事原価と利益の和で算出され、利益は工事原価と利益率の積で求められる。また、工事原価は4.1.1項に示すとおり、予定価格により一意に決定される。従って、同一案件での入札価格の相違は利益率の相違のみにより、結果として利益率の分布は入札価格の分布と一致する。

従って、各レベル内での利益率の分布は、実績値より求められる入札価格の分布とした。案件規模別の入札価格分布を設定するにあたっては、平成30年度関東地整実績のデータ<sup>21)</sup>を用い、案件間の正規化を行うために全ての入札価格を各案件の入札者による入札価格の平均値で除し、この値を入札価格指数とした。以上より、利益率を以下のとおり設定した。

利益率は正規分布に従う乱数とした。すなわち、利益率を、表-4.1に示す案件規模、レベルごとに設定した上限値と下限値を反映し、平均値と標準偏差をそれぞれ表-4.2の入札価格指数の平均値と標準偏差とする正規乱数に従うために以下の変換を行った。

一般に、確率変数  $X$  が平均値  $\mu$ 、標準偏差  $\sigma$  に従う正規分布  $N(\mu, \sigma^2)$  の線形変換  $Y = aX + b$  は、 $N(a\mu + b, a^2\sigma^2)$  に従う。 $\mu$ 、 $\sigma$  をそれぞれ入札価格指数の平均値、標準偏差とし、 $X$  を

入札価格指数、 $Y$ を利益率とすると、 $Y = aX + b$ は入札価格指数  $X$ を利益率  $Y$ に線形変換することとなる。ここで、 $a$ を案件規模ごとの利益率の代表値、 $b=0$ とすると、 $a\mu$ と  $a\sigma$ はそれぞれ、 $a$ を反映した  $Y$ の平均値、標準偏差となる。以上より、利益率  $Y$ は  $\mu$ 、 $\sigma$ それぞれを表-4.2の平均値、標準偏差、 $a$ を利益率の代表値とした  $N(a\mu, a^2\sigma^2)$ に従う乱数とした。

結果として得られた入札価格指数の分布について、小規模、中規模、大規模それぞれを図-4.4、図-4.5、図-4.6、基本統計量を表-4.2に示す。

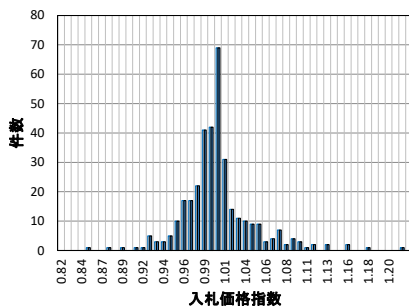


図-4.4 入札価格指数（小規模）

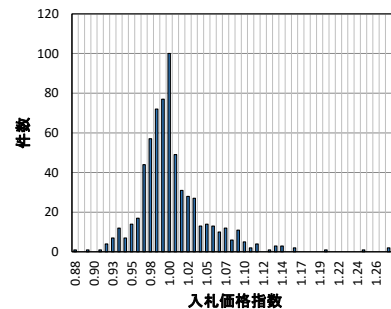


図-4.5 入札価格指数（中規模）

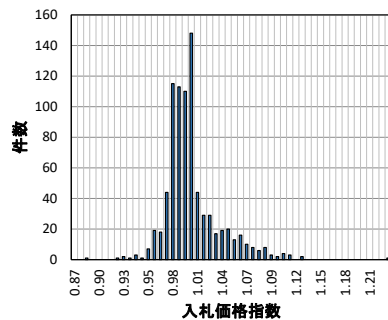


図-4.6 入札価格指数（大規模）

表-4.2 入札価格指数の案件規模別  
基本統計量

	案件規模		
	小	中	大
平均値	1.0000	1.0000	1.0000
標準偏差	0.0418	0.0439	0.0310
歪度	1.0232	1.7904	1.5247
尖度	4.2388	7.0007	5.1735

## (2) 案件規模

上限廃止シミュレーションでは、対象案件工事の規模による入札結果の相違を比較し分析するために 3.2 節で設定した案件規模グループごとの入札案件の予定価格を外生変数として設定した。代表値として用いた値は、3.2 節に示す小規模、中規模、大規模の 3 グループごとに設定した値とした。各グループにて設定した予定価格を表-4.3 に示す。

表-4.3 案件規模のグルーピング結果（百万円）（表-3.3 再掲）

規模別予定価格(中央値)		
小規模	中規模	大規模
97.22	174.45	258.28

### (3) 入札者数

入札者数は入札時点では入札者には不明であり入札行為に影響するとは考えられない。ただし、入札者数は重回帰分析、及び先行研究<sup>13)、14)</sup>より、入札価格に影響しているため把握しておく必要性を考慮した。入札者数は3.3節に示すとおり、2者入札、3～7者入札、8者以上入札の3グループとし、各グループの代表入札者数をそれぞれ2者、5者、10者とした。

### 4.1.3 シミュレーションケースの設定

上限廃止シミュレーションモデルは、4.1.2項に示す、すべての組み合わせにて行った。案件規模は、小規模、中規模、大規模の3ケース、入札者数は、2者、5者、10者の3ケース、レベルは入札者の利益確保の積極性を示す値で標準利益率とし、入札価格が予定価格を超過する率の最高値とする1%、2%、3%、4%、5%の5レベルであり、設定した組み合わせは表-4.4のとおりで45ケースである。

表-4.4 シミュレーションケース

案件規模	入札者数	利益率積極レベル	
		レベル	標準利益率
小規模	2者入札	1	1%
		2	2%
中規模	5者入札	3	3%
		4	4%
大規模	10者入札	5	5%
3ケース	3ケース	5ケース	計 45ケース

### 4.1.4 上限廃止シミュレーション結果

本項では、入札者側の挙動を示す入札率と発注者側の技術評価点の採点結果を示す加算点を整理する。次に、入札結果をもとに1.3節で設定した2つの仮説である予算管理と品質確保について検証を行う。

#### (1) 結果の概要

##### ① 入札率

案件規模別、入札者数別、レベル別の各ケースについての平均入札率を表-4.5に示す。平均入札率は、同一案件についての100回の試行結果における入札価格の平均値を当該案件の予定

価格で除した値である。1.0000以上の場合には予定価格を超過した入札価格となる。結果は大規模のレベル1のみが入札率が1.0000に満たず上限拘束性を維持していることとなったが、他のケースは1.0000以上となっており、上限廃止シミュレーションの目的である上限拘束性を廃止した状況を反映した結果となった。

案件規模が大きくなるほど平均入札率は低下するが、これは3.2節に示すとおり利益率を積算基準の一般管理費等としており、規模が増大するにしたがって、利益率が減少し結果として入札価格が減少するためである。入札者数による一定の変化の傾向はみられない。

また、レベルごとに比較するとレベル1→2→3→4→5にレベルが上昇するごとに、順次0.5%程度ずつ平均入札率が増加する傾向にあり、利益を積極的に確保しようとするほど入札者の入札価格は上昇するという結果となっている。レベルは、1%から5%に設定したがその入札率への影響は表-4.5のとおりである。この計算例を以下に示し、レベルの設定値とシミュレーション結果の利益率の関係を確認する。計算例は、5者入札の案件規模は小規模とすると、この場合は、3.2節の結果より予定価格が97.22万円であるため、式(4.4)の解より工事原価は、83.09万円となる。表-4.1より利益率の下限値は15.145%であり、レベル1と5の利益率の上限はそれぞれ19.635%、24.373%である。従って、入札価格は以下のとおりとなる。

- ・下限値＝83.09(万円)×1.15145≒95.67(万円)
- ・レベル1上限値＝83.09(万円)×1.19635≒99.40(万円)
- ・レベル5上限値＝83.09(万円)×1.24373≒103.34(万円)

となる。よって、利益率は以下のとおりとなる。

- ・下限値＝95.67(万円)÷97.22(万円)≒98.40%
- ・レベル1上限値＝99.40(万円)÷97.22(万円)≒102.24%
- ・レベル5上限値＝103.34(万円)÷97.22(万円)≒106.30%

となり、レベル1であっても2%の利益率となり、レベル5では6%の利益率となる。

以上より表-4.5にて、小規模の利益率上限が、レベル1, 5それぞれで1%, 5%の平均値が1.22～1.30, 3.26～3.35となっている。

## ② 加算点

案件規模別、入札者数別、レベル別に各ケースの加算点の分布を表-4.6 に示す。推計結果は平均値が50点の近辺に分布し、標準偏差は5.01～5.54となっており、表-3.7, 3.8 に示す平均値と入札者数別の標準偏差を反映している。また、加算点は4.1.1 項に示すとおり、入札価格により平均値を求めるが、案件規模の増大により入札率が減少するため、工事案件が大規模になるにつれて加算点が低下するという結果となる。

案件規模別、入札者数別、レベル別に加算点の最高と最低点を表-4.7 に示す。加算点の評価指標は平均値ではなく最大、最小値とした。加算点は、発注者側において操作可能な政策変数であるため、その範囲を確認する必要があるからである。加算点は図-4.1 のモデルの概要に示すとおり、3.4 節 表-3.7 の回帰モデルにより求めた平均値と外生的に設定した標準偏差による正規乱

表-4.5 案件規模別，入札者数別，レベル別平均入札率(入札価格/予定価格)

案件規模	入札者数	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5
小規模	2	1.0130	1.0181	1.0233	1.0284	1.0335
	5	1.0122	1.0173	1.0224	1.0275	1.0326
	10	1.0124	1.0175	1.0226	1.0278	1.0329
中規模	2	1.0053	1.0103	1.0154	1.0204	1.0255
	5	1.0045	1.0096	1.0146	1.0196	1.0246
	10	1.0048	1.0098	1.0148	1.0198	1.0249
大規模	2	0.9959	1.0009	1.0060	1.0110	1.0161
	5	0.9954	1.0005	1.0055	1.0105	1.0155
	10	0.9956	1.0006	1.0056	1.0107	1.0157

青塗赤字:入札価格が1.0000未満のケース

表-4.6 案件規模別，入札者数別，レベル別加算点の分布

案件規模	入札者数	レベル1		レベル2		レベル3		レベル4		レベル5		平均	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
小規模	2	49.28	5.19	49.29	5.19	49.29	5.19	49.30	5.19	49.30	5.19	49.29	5.19
	5	48.94	5.51	48.96	5.01	48.96	5.01	48.97	5.01	48.97	5.01	48.96	5.11
	10	49.29	5.54	49.30	5.54	49.30	5.54	49.31	5.54	49.33	5.54	49.30	5.54
中規模	2	50.03	5.19	50.04	5.19	50.05	5.19	50.06	5.19	50.06	5.19	50.05	5.19
	5	49.70	5.01	49.71	5.01	49.71	5.01	49.72	5.01	49.73	5.01	49.71	5.01
	10	50.04	5.54	50.05	5.54	50.05	5.54	50.06	5.54	50.07	5.54	50.05	5.54
大規模	2	50.82	5.19	50.84	5.19	50.85	5.19	50.86	5.19	50.87	5.19	50.85	5.19
	5	50.49	5.01	50.50	5.01	50.52	5.01	50.53	5.01	50.54	5.01	50.52	5.01
	10	50.83	5.54	50.84	5.54	50.86	5.54	50.87	5.54	50.88	5.54	50.86	5.54

数によって算出した。回帰モデルの説明変数は予定価格のみであるため、平均値は同一案件規模グループ内では同一値である。従って、ケースによる結果の相違は標準偏差による。この標準偏差は表-4.8 に示すとおり 2, 5, 10 者入札それぞれ 5.3857, 5.0703, 5.4306 であり、5 者入札は 2, 10 者入札と比して標準偏差値が小さくなる。その結果として、5 者入札の結果は 2, 10 者入札を含めた入札者数との比較において最大値と最小値が発生しなくなる事となる。

全体的な傾向は、最低点が 28.48 点で最高点が 66.02 点となっている。

以上より、上限廃止シミュレーション結果では加算点は 28 点～67 点の範囲で条件が満たされる、といえるため、上限廃止シミュレーションの結論としては 70 点満点とする。

表-4.7 案件規模別，入札者数別，レベル別加算点の最高と最低点

案件規模	入札者数	レベル1		レベル2		レベル3		レベル4		レベル5		平均	
		最低点	最高点	最低点	最高点	最低点	最高点	最低点	最高点	最低点	最高点	最低点	最高点
小規模	2	34.65	64.43	34.66	64.44	34.66	64.44	34.67	64.45	34.67	64.45	34.66	64.44
	5	32.31	63.09	33.84	61.82	33.84	61.83	33.85	61.83	33.85	61.84	33.54	62.08
	10	28.48	64.34	28.49	64.35	28.49	64.35	28.50	64.35	28.50	64.36	28.49	64.35
中規模	2	35.40	65.18	35.41	65.19	35.42	65.20	35.43	65.20	35.44	65.21	35.42	65.20
	5	34.57	62.56	34.58	62.57	34.59	62.58	34.60	62.58	34.61	62.59	34.59	62.58
	10	29.23	65.09	29.24	65.09	29.25	65.10	29.25	65.11	29.26	65.12	29.25	65.10
大規模	2	36.19	65.97	36.21	65.98	36.22	66.00	36.23	66.01	36.24	66.02	36.22	66.00
	5	35.37	63.35	35.38	63.37	35.39	63.38	35.40	63.39	35.42	63.40	35.39	63.38
	10	30.02	65.88	30.03	65.89	30.05	65.90	30.06	65.92	30.07	65.93	30.05	65.90

青塗赤字:高・低加算点

表-4.8 入札者数別加算点標準偏差（表-3.8 再掲）  
（平成 30 年度）

入札者数	2者	5者	10者
加算点標準偏差	5.3857	5.0703	5.4306

## (2) 仮説の検証

実施した上限廃止シミュレーションの結果を用いて、1.3に示す「予算管理」と「品質確保」についての仮説を検証する。

### ① 予算管理

ケースごとに得られた平均落札率を表-4.9に示す。平均落札率は平均入札率と同様に、同一案件について100回の試行結果における落札価格を当該案件の予定価格で除した値である。1.0000以上の場合は平均落札価格が予定価格を上回るため当該入札案件は予算超過となる。上限廃止シミュレーションは予定価格の上限拘束性が廃止され、予定価格を超過する落札価格を許容する場合の状態を確認することが目的であるため、表-4.9に示すとおり平均落札率が1.0000以上となるケースが多い。

上限廃止シミュレーションモデルの結果は、案件規模が大きくなるほど落札率は小さくなる。これは3.2節に予定価格と利益率の関係で示すとおり、予定価格が大きくなるに従い積算基準の一般管理費等は小さくなるために、案件規模の大規模化に伴い利益が縮小化され結果として入札価格が小さくなるためである。予定価格の上限拘束性が廃止された場合に、入札価格が上昇し結果として落札価格の上昇を招くことを考慮して、事前に確保すべき予定価格を超過する金額を把握するため、表-4.9にケースごとの平均落札率を示す。予算が最も超過するケースは、小規模2者入札のレベル5における1.0322%であり、次いで小規模5者入札のレベル5の1.0314%であった。予算を策定する段階では入札者数および入札者数の落札結果は不明であるため、最大超過率を考慮して予定価格に4%程度の追加を検討しておく必要があるといえる。また、表-4.9では、大規模案件における全ての入札者数でレベル1の入札案件と10者入札のレベル2では予定価格の上限拘束性が廃止されても落札価格の合計は予算内に収まっている。

表-4.9 案件規模別、入札者数別、レベル別平均落札率（落札価格/予定価格）

案件規模	入札者数	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5
小規模	2	1.0118	1.0169	1.0220	1.0271	1.0322
	5	1.0114	1.0164	1.0215	1.0264	1.0314
	10	1.0105	1.0155	1.0203	1.0253	1.0301
中規模	2	1.0043	1.0093	1.0142	1.0192	1.0243
	5	1.0038	1.0088	1.0138	1.0188	1.0237
	10	1.0032	1.0081	1.0129	1.0179	1.0228
大規模	2	0.9954	1.0004	1.0054	1.0104	1.0154
	5	0.9955	1.0005	1.0054	1.0104	1.0153
	10	0.9950	0.9999	1.0049	1.0099	1.0149

青塗赤字：高落札率，赤塗青字：低落札率



よる落札結果の影響を確認する。入札者数の増加による落札率を表-4.10に示す。表-4.10は、案件規模別に入札者数増による落札率の差を示している。入札者数が「2>5」では「[5者の落札率]-[2者の落札率]」である。落札率は入札者数の変化による影響は0.001に満たず、入札者数の影響は受けないことを示している。

表-4.10 入札者の増加による落札率（落札価格/予定価格）の変化

[2&gt;5 は 5 者の落札率- 2 者の落札率]

案件規模	入札者数	入札者数の増と平均落札率の減の確認				
		レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5
小規模	2>5	-0.00040	-0.00048	-0.00054	-0.00076	-0.00079
	5>10	-0.00012	-0.00006	-0.00001	0.00019	0.00020
中規模	2>5	-0.00054	-0.00050	-0.00046	-0.00047	-0.00054
	5>10	0.00001	-0.00005	-0.00006	-0.00006	-0.00001
大規模	2>5	0.00009	0.00010	-0.00004	-0.00004	-0.00008
	5>10	-0.00046	-0.00053	-0.00041	-0.00043	-0.00040

赤字:2&gt;5 では、5 者入札の方が 2 者入札より落札率が大のケース

## ② 品質確保

上限拘束性が廃止されることにより落札者の技術評価点が変更される状況を把握するため、表-4.11にケース別の技術評価点順位ごとの試行回数を示す。試行はそれぞれ100回行っているため、全てのレベルにおける順位の合計値は100となり各数値は実現確率を意味する。表-4.11で赤字、青塗は、技術評価点が1位の入札者の落札確率が90%未満のケースである。45ケースの内33ケースで技術評価点が1位の入札者が90%以上で落札しており、他の12ケースの85～89%が1位の者が落札した。入札者数の増加に伴い技術評価点が高い順位の入札者が落札する機会を得る傾向となるが、5者、10者入札で3位以下の者が落札する確率は表-4.11の青字で赤塗りつぶしの1～2%である。このような1、2位以外の入札者の落札は10者入札にて発生した。

平成30年度の実績を表-4.12に示す。この結果からは、入札者の増加と一位者の落札確率の傾向は明確には判断できないが、傾向として入札者数の増加に伴い一位者落札の確率は減少している。

表-4.11 技術評価点 1 位者の評価値順位別入札者数の推計結果 (%)

案件規模	入札者数	レベル1			レベル2			レベル3			レベル4			レベル5			
		1位	2位	3位	1位	2位	3位	1位	2位	3位	1位	2位	3位	1位	2位	3位	4位
小規模	2	95	5	0	95	5	0	95	5	0	95	5	0	94	6	0	0
	5	91	9	0	90	10	0	89	11	0	88	12	0	88	12	0	0
	10	89	9	2	89	9	2	86	12	2	86	12	2	85	13	1	1
中規模	2	96	4	0	95	5	0	94	6	0	94	6	0	94	6	0	0
	5	90	10	0	90	10	0	90	10	0	90	10	0	89	11	0	0
	10	91	7	2	90	8	2	89	9	2	89	9	2	88	10	2	0
大規模	2	97	3	0	97	3	0	97	3	0	97	3	0	97	3	0	0
	5	97	3	0	97	3	0	96	4	0	96	4	0	95	5	0	0
	10	95	4	1	94	5	1	94	5	1	94	5	1	94	4	2	0

青塗赤字:技術評価点 1 位者の落札確率 90%未満

赤塗青字:技術評価点 3 位者の落札確率

表-4.12 技術評価点1位者の評価値順位別入札者数 H30 実績値(%)

入札者数	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	計
件数	57	38	33	33	21	21	15	6	7	9	240
一位非落札	6	3	1	7	4	6	2	1	3	9	42
一位落札	51	35	32	26	17	15	13	5	4	3	201
一位落札率	89.47	92.11	96.97	78.79	80.95	71.43	86.67	83.33	57.14	33.33	83.75
者数平均	57	146					37				240
	6	125					25				42
	89.47	85.62					67.57				83.75

案件規模、入札者数、レベルの相違を確認するために、表-4.13にケース別に技術評価点の順位ごとの構成比を示す。

案件規模別にみると、1位落札確率が大規模ほど高く95.80%、中規模、小規模の順に91.27%、90.33%である。ただし、2位者では大規模で3.80%、小規模で9.00%、小規模で8.07%となり、1位と2位で99%を占める。表4-12に示す平成30年度実績は、2者入札、5者入札、10者入札それぞれ89.47%、78.79%、57.14%であり、推計値の1位者の落札率が実績値を上回っているため、平成30年度実績と推計結果との比較からは個別入札者の順位の逆転の把握ではないが、技術評価点1位者数の低下は見込めない。同様の分析を入札者数別におこなう。技術評価点が1位の落札確率は、2者入札、5者入札、10者入札の順に低下し、それぞれ95.47%、91.73%、90.20%であり、2者入札と10者入札では5%程度の相違となっている。さらに、2位の落札確率が2者入札では4.53%、5者入札、10者入札ではそれぞれ8.27%、8.07%であり案件規模と同様に、1位と2位で99%を占める。これも平成30年度実績と比較すると、推計値の1位者の落札率が実績値を上回っている。従って、入札者数別にみても、案件規模別の結果同様、平成30年度実績と推計結果との比較からは、技術評価点1位者数の低下は見込めない。

予定価格超過率レベルの相違により、入札者の利益確保の積極性がもたらす結果の比較を行う。傾向としてレベルが高くなるほど技術評価点が1位の入札者の落札比率が下がっている。すなわち、入札者が積極的に利益率を確保しようとするほど、技術評価点が高い者の落札確率が低下する傾向があることを示している。ただし、技術評価点が2位者の落札確率は、レベルが1から5に上がるに従い6.00から7.88%に上昇する。すなわち、レベルの上昇に伴い入札率の上昇により、落札確率は1位者で1.88%減少し2位者は1.78%増加するが、案件規模、入札者数と同様に、平成30年度実績と推計結果との比較からは、技術評価点1位者数の低下は見込めない。

以上より、予定価格の上限拘束性が廃止された場合には、案件規模、入札者数、および入札者の利益確保に対する積極性レベルの相違に顕著な影響は見られず90～96%は、技術評価点1位企業が落札し、平成30年度実績と推計結果との比較からは、技術評価点1位者数の低下は見込めない。

表-4.13 比較ケース別技術評価点順位構成比(%)

比較ケース		技術評価点順位				計
		1位	2位	3位	4位	
案件規模	小規模	90.33	9.00	0.60	0.07	100.00
	中規模	91.27	8.07	0.67	0.00	100.00
	大規模	95.80	3.80	0.40	0.00	100.00
入札者数	2	95.47	4.53	0.00	0.00	100.00
	5	91.73	8.27	0.00	0.00	100.00
	10	90.20	8.07	1.67	0.07	100.00
予算超過 レベル	レベル1	93.44	6.00	0.56	0.00	100.00
	レベル2	93.00	6.44	0.56	0.00	100.00
	レベル3	92.22	7.22	0.56	0.00	100.00
	レベル4	92.11	7.33	0.56	0.00	100.00
	レベル5	91.56	7.78	0.56	0.11	100.00

## 4.2 入札率推計の定式化による入札結果の検討

前節では予定価格の上限拘束性が廃止された場合の予算管理の可能性と総合評価落札方式における落札者の技術力を評価するために、現状では起こりえない落札価格が予定価格を超過するシミュレーションを行い、入札者が予定価格を上回る入札価格を見込む利益率を設定した。本節は、過去の実績データをもとに入札率の分布を求めその分布から抽出した入札率の相違による入札結果の分析のための定式化を行う。

構築するモデルにおける入札価格の算出方法を次の2つの考え方をを用いた。1つ目は、一般的に入札価格は予定価格付近を中心として正規分布に近い形状で分布する、と言われている<sup>24)</sup>ことを考慮し、予定価格を中心とした正規分布を考慮した入札率を算出するモデルであり、2つ目は動的計画法にて検討され、強化学習で基本的な考えとしているアルゴリズムであるベルマン方程式を基本としたモデルである。このモデルでは過去の実データとして 4.2.4 項に示す、入札率の累積構成比を用いた。本研究では、1つ目の正規分布を考慮したモデルを正規分布モデル、2つ目の入札率の実績累積分布によるモデルを累積分布モデルとする。いずれのモデルも、今から推計しようとする入札率は現段階での今回の入札結果の影響を求めるが、その考えを以下に示す。

強化学習は最適な意思決定ルールを求めることを目的とし、一般に「教師あり学習」や「教師無し学習」と並ぶ機械学習の一分野に分類され、強化学習<sup>16)</sup>に紹介されている。

強化学習は、図-4.7 に示すように学習と意思決定を行うものであり、本研究では入札者に相当するエージェントが環境との相互作用から学習して目標を達成するという問題の枠組みにより説明され、数値化された報酬信号を最大化するために行うべき動作選択を学習する。現在行われている機械学習、統計的パターン認識、人工ニューラルネットワークで学習されるような「教師あり学習」とは異なる。「教師あり学習」は知識を持った外部の教師が提供する例からの学習であるが、研究の対象となる発注者和其他の入札者からなる入札市場に対する入札行動を表現するために、入札者と入札市場との相互作用を定式化する。

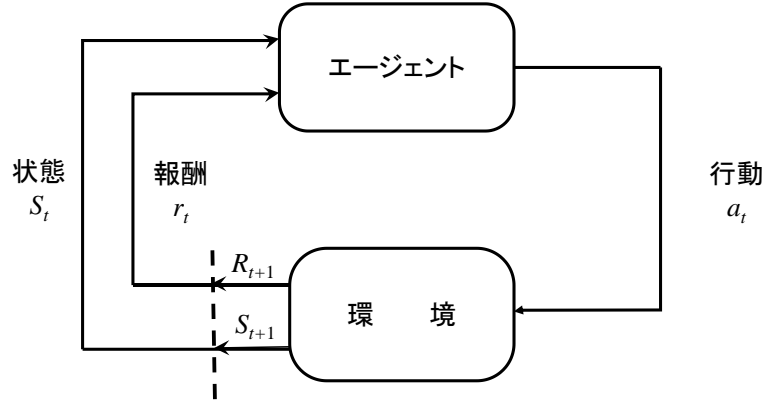


図-4.7 エージェントと環境の関係

各変数と用語を以下に示す.

環境: エージェント外部の全てから構成されエージェントが相互作用を行う対象であり, 本研究では, 入札市場に相当する.

$t$ : 1 回の入札を 1 時間ステップとする.

$s$  (状態): エージェントと環境は相互作用を行い, 環境は行動に応答した状態をエージェントに提示する. 本モデルでは, 入札結果に基づいた落札または非落札.

$r$  (報酬): 環境とエージェントの相互作用の中で報酬は時間の経過の中で最大化しようとする数値. 本研究では入札率となる.

$a$  (行動): エージェントが選択する行動. 本モデルでは入札を意味し 1 固定.

推計式の定式化は, 式(4.5)に示す価値関数に基づく評価を行うベルマン方程式を基本とした.

$$v_{\pi}(s) \doteq E_{\pi} \left[ G_t \mid s_t = s \right] = \sum_a \pi(a \mid s) \sum_{s', r} p(s', r \mid s, a) [r + \gamma v_{\pi}(s')] \quad (4.5)$$

ここで,

$p : (s_t = s, a_t = a)$  の時から次の時間ステップ  $(s_{t+1} = s', r_{t+1} = r)$  に推移する確率. 本モデルでは, 現時点での状態に基づく次の入札案件の入札への推移確率.

$\gamma$ : 割引率であり, 本モデルでは年度単位を検討するため 1 固定.

$\pi$ : 方策を示す.  $S$  の時に  $a$  を選択する確率. 本モデルでは常に入札参加のため 1 固定.

入札結果は, 落札か非落札かのみであり入札者が持つ状態を示す値は, 2 値である. 従って, 式(4.5)は状態を今回と次回の入札結果(落札, 非落札)の組み合わせとすると, 対象となる入札率は図-4.8 に示す下の 4 組となる.

- 1)[今回落札→次回落札]
- 2)[今回落札→次回非落札]
- 3)[今回非落札→次回落札]
- 4)[今回非落札→次回非落札]

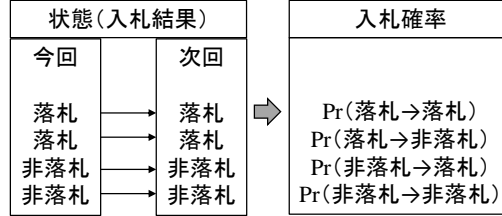


図-4.8 今回と次回の状態組み合わせ

従って、式(4.5)は式(4.6)となる。

$$v_{\pi} \doteq \sum_{s',r} p(s',r | s,a) [r + \gamma v_{\pi}(s')] = p(s',r | s_{suc}, bid) [r + v(s')] \quad \text{or} \quad p(s',r | s_{fail}, bid) [r + v(s')] \quad (4.6)$$

ここで、

$s_{suc}$ : 今回落札の状態

$s_{fail}$ : 今回非落札の状態

$bid$ : 今回の状態において入札するという行動を示す。

$p(s',r | s_{suc}, bid) [r + v(s')]$ ,  $p(s',r | s_{fail}, bid) [r + v(s')]$  それぞれが落札後と非落札後の入札率であり、結果として  $v_{\pi}$  が入札率となる。

定式化のもととした強化学習におけるベルマン方程式は、式(4.5)を収れん計算により  $v_{\pi}(s)$  を求めるが、本研究では以上の検討により式(4.6)の  $v_{\pi}$  を実績値で得た。

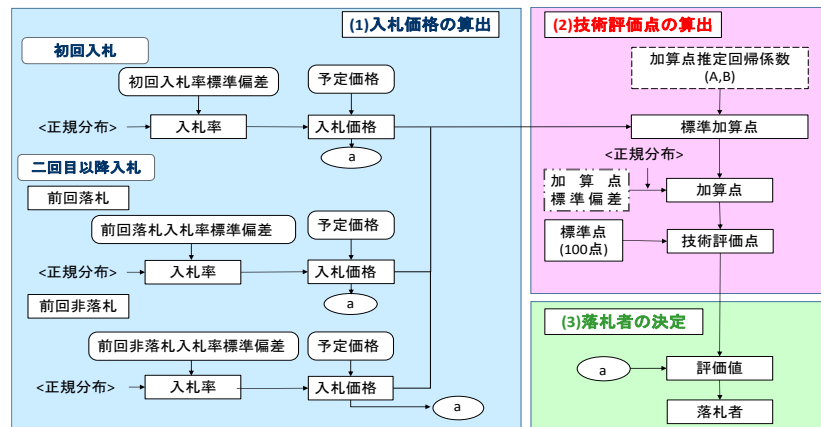
従って、入札率の推計にあたっては推計対象の次回の入札は、現状(今回)の落札結果にもとづくため、今回入札を考慮しない初回入札と二回目以降の入札では異なる推計計算となる。

### 4.2.1 正規分布モデルの概要

本節では、予定価格の上限拘束性を廃止した場合の予定価格を超過する入札価格を生成するために、入札価格は予定価格を中心とする正規分布に従う、としたモデルを構築し入札状況と落札結果の分析を行った。構築したシミュレーションモデルの全体フローを図-4.9 に示す。

#### (1) 入札価格の算出

入札率は初回入札、二回目以降入札のいずれも平均値を予定価格とする正規乱数により算出した。入札率の平均値は初回入札、二回目以降入札いずれも1固定とした。標準偏差は初回入札の場合、二回目以降入札の場合はいずれも平成30年度実績値とした。二回目以降の標準偏差は、前回落札、非落札ごとの実績値である。これらの平均値と標準偏差により正規分布に従う分布にて入札率を求め、これに予定価格を乗じ入札価格とした。



青塗: 入札価格算出、赤塗: 技術評価点算出、緑塗: 落札者の決定

図-4.9 正規分布モデルの全体フロー

## (2) 技術評価点の算出

技術評価点は、3.4節に示すとおり、加算点を算出し、この加算点に100点を固定した標準点を加え算出した。加算点は、入札価格を説明変数とする単回帰モデルと上記に示す入札価格により求めた加算点を平均値とし、別途実績値より設定した標準偏差による正規乱数により算出した。

## (3) 落札者の決定

図-4.9に示すように、入札価格と技術評価点、及び式(1.1)より総合評価落札方式下での評価値を求め、評価値が最高の企業を落札者とした。

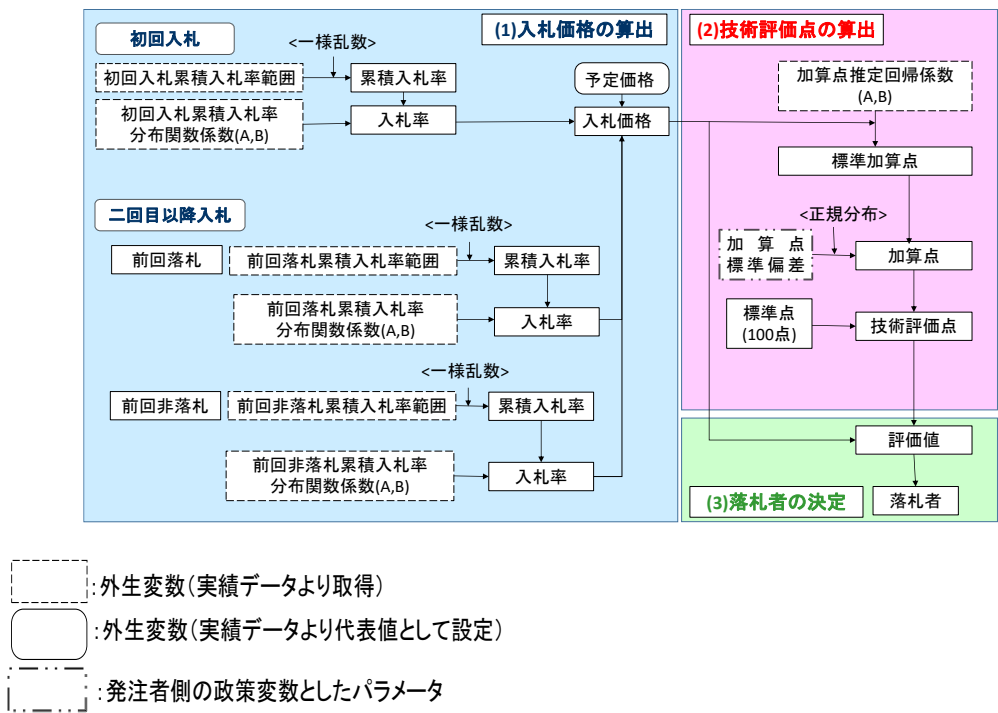
## 4.2.2 累積分布モデルの概要

本節では、予定価格を超過する入札価格を生成するために、入札率の累積分布を求め、その分布に従った入札率を算出し、入札状況と落札結果の分析を行った。構築したシミュレーションモデルの全体フローを図-4.10に示す。

### (1) 入札価格の算出

具体的な値等は次項のパラメータの設定についての説明にて示すが、初回入札、二回目以降入札ともに入札率の範囲を事前に与え、その範囲内での累積入札率を一様乱数にて設定する。この累積入札率によって決定される累積入札率を分布により得られた回帰式に導入して入札率を算出する。入札価格は外生的に与えた予定価格に入札率を乗じて求める。

平成20、25、30年各年度における入札率の分布を図-4.11～4.13、及び表-4.14～4.16に示す。入札率は図に示すとおり平成20年度から平成30年度にかけて歪度が1.37から2.74に変化し右の裾を長くし、尖度が4.93から11.90と尖りの程度を増加させている。また、平成30年度の入札率は0.9以下の近傍に集中している。このように、近年の入札率は左側に山を持ち右側に暫定的に減少するという指数関数的な分布傾向となっている。本モデルではこの傾向を可能な限り反映するシミュレーションモデルとするために入札率の確率分布を累積構成比によるものとし、逆変換法を用いた。



青塗: 入札価格算出, 赤塗: 技術評価点算出, 緑塗: 落札者の決定

図-4.10 累積分布モデルの全体フロー

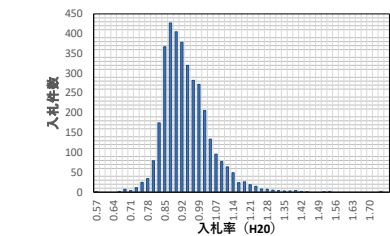


図-4.11 入札率の分布 (H20)

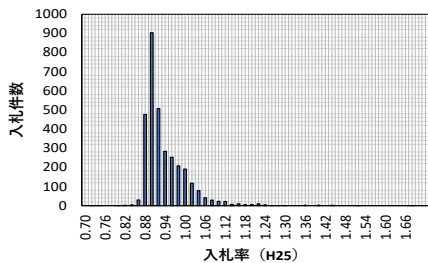


図-4.12 入札率の分布 (H25)

表-14 入札率の基本統計量 (H20)

平均値	0.9319
標準偏差	0.100135
歪度	1.367712
尖度	4.933963
最頻値	0.9312

表-15 入札率の基本統計量 (H25)

平均値	0.9284
標準偏差	0.0656269
歪度	2.6324061
尖度	13.994896
最頻値	0.8622

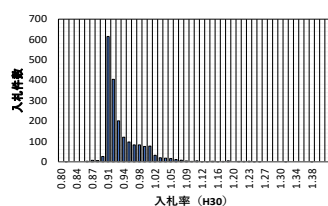


図-4.13 入札率の分布 (H30)

表-16 入札率の基本統計量 (H30)

平均値	0.9357
標準偏差	0.049357
歪度	2.741381
尖度	11.90708
最頻値	0.8968

## (2) 技術評価点の算出

技術評価点は、前項と同様に、3.4節に示すとおり、加算点を算出し、この加算点に100点を固定した標準点を加え算出した。加算点は、入札価格を説明変数とする単回帰モデルと上記に示す入札価格により求めた加算点を平均値とし、別途実績値より設定した標準偏差による正規乱数により算出した。

## (3) 落札者の決定

入札価格と技術評価点、及び式(1.1)より総合評価落札方式下での評価値を求め、評価値が最高の企業を落札者とした。

## 4.2.3 パラメータの設定

図-4.9, 4.10 に示すとおり、本研究では初回入札における入札率は実績データによる正規乱数により設定し、2回目以降の入札では現時点での入札結果の落札、非落札による累積入札率の分布をもとに設定した。

本研究にて設定したパラメータを以下に示す。

### (1) 入札率関連

#### ① 正規分布モデル

正規分布モデルにおいて入札率を設定する際のパラメータは、図-4.9 に示す平均値と標準偏差である。入札率は予定価格を中心とした正規分布に従う、ということを前提としているため、平均値は1である。標準偏差は、入札時点の状態である落札の有無によるため、初回入札の場合の標準偏差と2回目以降は平成30年度実績値とした。設定した値を表-4.17に示す。

表-4.17 正規分布モデルにおける設定パラメータ

パラメータ名		設定値
平均値		1.000000
標準偏差	初回入札	0.011693
	2回以降入札・前回落札	0.006904
	2回以降入札・前回非落札	0.009121

#### ② 累積分布モデル

累積分布モデルを構築するにあたって、まず抽出範囲の設定を行った。

累積構成比関数は0以上1以下を範囲とし、入札率が1以上であることも考慮し、以下の式とした。



$$y = 1 - \frac{1}{bx^a} \quad (4.9)$$

ただし、 $y$  : 累積構成比、 $x$  : 入札率であり、 $a, b$  は回帰式より求めた。

回帰式を以下に示す。

式(4.9)より、 $\ln[1/(1-y)] = a \ln x + \ln b$  であるため、実績値( $y, x$ )より単回帰分析により求めた。

累積構成比による入札率を求めるにあたっては、初回入札、2回目以降入札で前回は落札か非落札かにより図-4.14～図-4.19 に示すとおり分布が異なる。低頻度のサンプルを破棄し安定したデータとするため、表-4.18、表-4.20、表-4.22 に示す範囲を抽出した。推計した回帰分析の結果は、表-19、表-21、表-23 である。

以下に初回入札、2回目以降入札で前回は落札、非落札の場合の分布と抽出結果を示す。

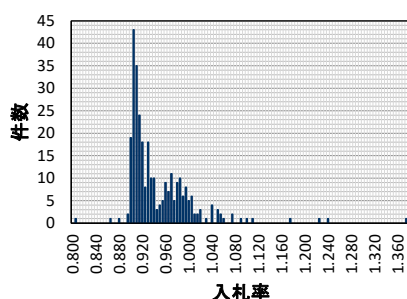


図-4.14 初回入札構成比の分布

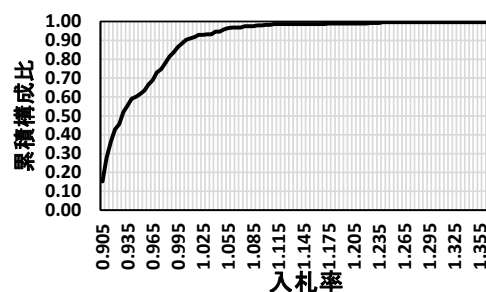


図-4.15 初回入札累積構成比の分布  
(抽出後)

表-4.18 データ抽出結果(初回入札)

入札率	件数	構成比	累積構成比
0.884	1	0.003	0.010
0.896	7	0.023	0.033
0.908	79	0.259	0.292
0.920	55	0.180	0.472
0.932	30	0.098	0.570
0.944	19	0.062	0.633
0.956	11	0.036	0.669

青塗赤字: 抽出入札率

表-4.19 初回入札累積構成比（抽出後）の回帰分析結果

## (a)回帰分析結果統計量

回帰統計	
重相関 R	0.974018474
重決定 R <sup>2</sup>	0.948711987
補正 R <sup>2</sup>	0.948154509
標準誤差	0.388673748
観測数	94

## (b)分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	1	257.08501	257.0850116	1701.791463	3.9E-61
残差	92	13.89819	0.151067282		
合計	93	270.9832			

## (c)回帰係数

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%
切片	2.125298598	0.0569639	37.30953855	2.40279E-57	2.012163	2.238434
ln(x)	13.72624353	0.332735	41.25277522	3.89744E-61	13.0654	14.38708

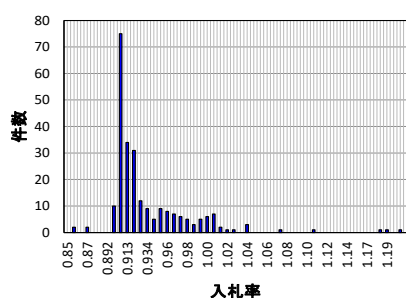
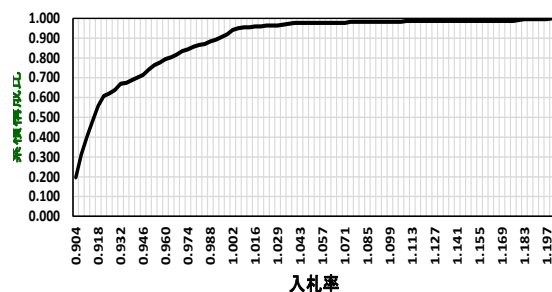
図-4.16 2回目以降  
前回落札入札構成比の分布図-4.17 2回目以降  
前回落札入札構成比の分布（抽出後）

表-4.20 データ抽出結果(2回目以降前回落札)

入札率	件数	構成比	累積構成比
0.899	10	0.040	0.056
0.906	75	0.302	0.359
0.913	34	0.137	0.496
0.920	31	0.125	0.621
0.927	12	0.048	0.669
0.934	9	0.036	0.706
0.941	5	0.020	0.726

青塗赤字: 抽出入札率

表-4.21 2回目以降前回落札入札累積構成比(抽出後)の回帰分析結果

(a) 回帰分析結果統計量

回帰統計	
重相関 R	0.965043929
重決定 R <sup>2</sup>	0.931309785
補正 R <sup>2</sup>	0.930482192
標準誤差	0.366361114
観測数	85

(b) 分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	1	151.0414426	151.0414426	1125.323486	4.87E-50
残差	83	11.14029867	0.134220466		
合計	84	162.1817412			

(c) 回帰係数

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	2.445129259	0.045561611	53.66643496	3.25E-66	2.354509	2.535749	2.354509	2.535749
ln(x)	16.32211332	0.48656145	33.54584156	4.87E-50	15.35436	17.28986	15.35436	17.28986

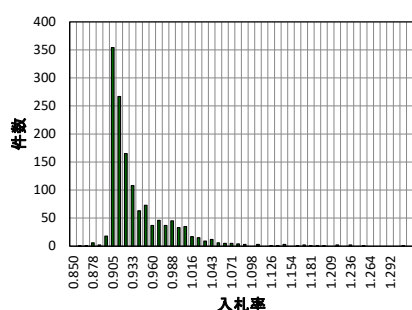
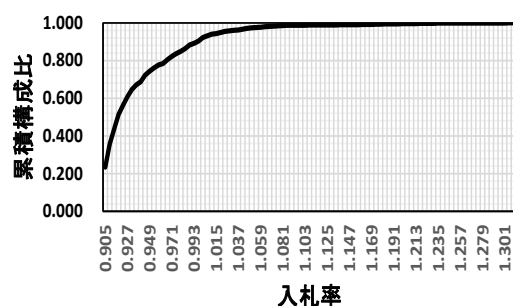
図-4.18 2回目以降  
前回非落札入札構成比の分布図-4.19 2回目以降  
前回非落札入札構成比の分布(抽出後)

表-4.22 データ抽出結果(2回目以降前回非落札)

入札率	件数	構成比	累積構成比
0.887	2	0.001	0.007
0.896	18	0.013	0.020
0.905	354	0.255	0.275
0.914	267	0.193	0.468
0.924	165	0.119	0.587
0.933	108	0.078	0.665
0.942	63	0.045	0.710

青塗赤字: 抽出入札率

表-4.23 2回目以降前回非落札入札累積構成比(抽出後)の回帰分析結果

(a) 回帰分析結果統計量

回帰統計	
重相関 R	0.991448021
重決定 R <sup>2</sup>	0.982969178
補正 R <sup>2</sup>	0.982777821
標準誤差	0.255659054
観測数	91

(b) 分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	1	335.75049	335.75049	5136.819434	1.66E-80
残差	89	5.817178118	0.065361552		
合計	90	341.5676681			

(c) 回帰係数

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%
切片	2.398174	0.035659254	67.25250395	4.31883E-78	2.32732	2.469028
ln(x)	18.19233	0.253829028	71.67160829	1.65828E-80	17.68798	18.69669

結果として得られたパラメータを表-4.24 に示す。a は回帰分析結果の  $\ln(x)$  の係数であり、b は e の[切片の係数]乗となる。

表-4.24 入札率累積構成比の曲線パラメータ

(式(4.7)のパラメータ)

式(aa)のパラメータ	初回入札	2回目以降入札	
		前回落札	前回非落札
a	13.726	16.322	18.192
b	8.375	11.532	11.003

次に、図-4.10 に示す入札率の標準偏差の実績値を示す。図-4.8 に示すとおり、入札率の標準偏差は初回入札と2回目以降入札では求め方が異なり、2回目以降入札では前回の結果が落札

であったか、非落札であったかにより異なる。累積分布モデルにおける現行データにより設定した結果を表-4.25 に示す。

表-4.25 累積分布モデルにおける入札率の標準偏差の範囲

状態			標準偏差
初回入札		最大値	0.6327869
		最小値	0.2918033
2回目以降入札	落札後	最大値	0.6693548
		最小値	0.3588710
	非落札後	最大値	0.6647441
		最小値	0.2754146

加算点を算出するための考え方と検討内容は 3.4 に示すとおりである。表-4.26、図-4.20 に過去の 11 年間の加算点の標準偏差の推移を示す。これらの検討と過去の実績値より、加算点の標準偏差は 10, 12, 15, 20 とした。また、入札者数別の加算点標準偏差の平成 30 年度実績を表-4.27 に示す。

表-4.26 加算点標準偏差の推移

年度	H20	H21	H22	H23	H24	H25
標本標準偏差	19.09	16.72	15.09	13.00	11.62	13.64
年度	H26	H27	H28	H29	H30	
標本標準偏差	9.72	9.67	8.15	8.53	9.36	

青塗赤字：加算点標準偏差の特徴的年度

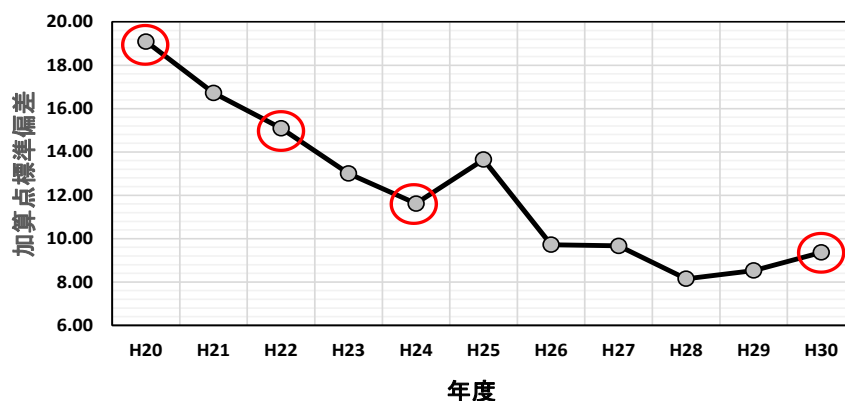


図-4.20 加算点標準偏差の推移

表-4.27 入札者数別加算点標準偏差（表-3.8 再掲）  
（平成 30 年度）

入札者数	2者	5者	10者
加算点標準偏差	5.3857	5.0703	5.4306

#### 4.2.4 シミュレーションケースの設定

前節と次の章で求める値は入札価格であるが、本節におけるモデルが算出する値は入札率であるため、代表的な予定価格を複数設定する案件規模によるシミュレーションケースは不要となる。ただし、評価値を算出するために代表的な予定価格を設定した。予定価格の平成30年度の分布と統計値は図-4.21、表-4.28のとおりである。

以上より、シミュレーションに用いる予定価格は200(百万円)とした。

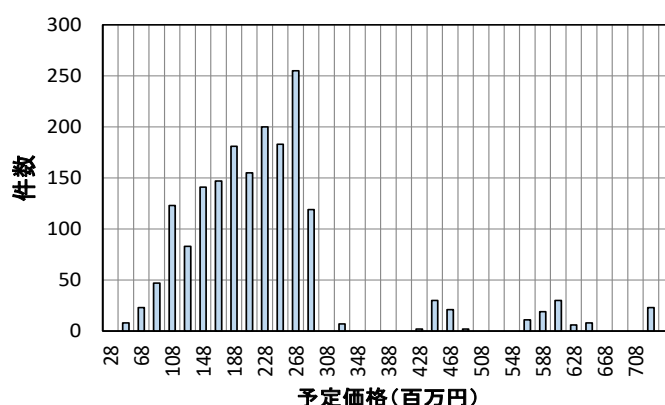


図-4.21 予定価格の分布(平成 30 年度)

表-4.28 予定価格の基本統計量と代表値

統計名	値
最頻値	201.38
中央値	209.53
平均値	222.10
代表値	200.00

赤字: 代表値として採用

シミュレーションケースは、表-4.29に示すとおりすべてで39ケースとした。この中で、基本ケースと検討ケースは、以下のとおりである。

基本ケースのケースNo.1～No.3の中でケースNo.1は正規分布モデル、ケースNo.2, 3は累積分布モデルである。基本ケースは、加算点標準偏差は現行の表-4.27である。入札率について、ケースNo.1は平均値1、標準偏差を表-4.17の実績値とする正規分布、ケースNo.3は、累積構成比を0.80-1.00とした。

入札者数は、3.3に示す2者、5者、10者の3ケースとし、加算点標準偏差前項のとおり10、12、15、20とした。また、検討するケースとして入札率の累積構成比に低レベル、と高レベルの2ケースを設定し、それぞれの累積構成比の範囲を0.85～1.00、0.90～1.00とし、範囲内では一様乱数に従うとした。以上で、設定した組み合わせは表-4.29に示す39ケースである。

表-4.29 シミュレーションケース

比較ケース	検討入札率範囲	入札者数	ケースNo.	加算点標準偏差
基本ケース		2者入札  5者入札  10者入札	1	※1, 現行分布(表-4.27)
			2	現行分布(表-4.27)
			3	※2, 現行分布(表-4.27)
			4	現行分布(表-4.27)
検討ケース	低レベル (累積構成比 0.85-1.00)		5	10点
			6	12点
			7	15点
			8	20点
			9	現行分布(表-4.27)
	高レベル (累積構成比 0.90-1.00)		10	10点
			11	12点
			12	15点
			13	20点
		3ケース	13ケース	計 39ケース

※1: ケースNo.1の入札率は平均値1, 標準偏差は表-4.17に示す実績値にて推計

※2: ケースNo.3の累積構成比は, 0.80-1.00を設定

## 4.2.5 シミュレーション結果

本項では, 入札者側の挙動を示す入札率と発注者側の技術評価点の採点結果を示す加算点を整理する。次に, 入札結果をもとに1.3で設定した2つの仮説である予算管理と品質確保について検証を行う。

### (1) 結果の概要

#### ① 入札率

前項にて整理したケース別の平均入札率を表-4.30に示す。

平均入札率は, 同一案件についての 100 回の試行結果における入札価格の平均値を当該案件の予定価格で除した値である。1.0000 以上の場合は予定価格を超過した入札価格となる。基本ケースは, 全体的に上限拘束性が機能しているが, 検討ケースでは上限拘束性の廃止を反映させた結果となった。

表-4.29の入札率の平均値を1.00, 標準偏差を実績値としたケースNo.1では入札率はほぼ1.00であったが, ケース No.1 以外の基本ケース全ての入札率は, 0.9039~1.0118 の範囲であった。検討ケースの累積分布モデルでは入札率の抽出範囲が 0.80-1.00 の低レベルと 0.90-1.00 の高レベルの比較により抽出範囲が高いほど高入札率となり, 予定価格の超過率は 1.03~1.05 であった。上限拘束性が廃止された場合は, 予定価格の 5%程度を超過する入札価格がありうることを示している。この結果からは, いずれのケースも入札者数の増加に応じて入札率が上昇している。

#### ② 加算点

シミュレーション結果を表-4.31に示す。加算点の分布の標準偏差が 20 になると最高点は 100 点以上となり, 最低点は 0 以下になってしまう。そのためこのケースは分析対象外とする。加算点の平均値の最低値はケース No.2 の 10 者入札にて 49.91 点, 最高値はケース No.12 の 2 者入札で

56.34 点となった。また、いずれのケースも入札者数の増加により平均値は下がっている。高レベルと低レベルの相違は平均値、標準偏差いずれも見られない。

以上より、シミュレーションでは加算点はいずれのケースも平均値 50 点の近傍、標準偏差は分布の標準偏差の近傍であった。また、加算点の最高点は表 4-31 に示すとおり、それぞれ 7.41 点、96.87 点であった。以上より、シミュレーション結果では加算点は 7～97 点の範囲で条件が満たされる、といえる。従って、累積分布シミュレーションの結論としては 100 点満点とする。

表-4.30 ケース別平均入札率

		入札者数	入札率・加算点分布				
			正規分布	現行分布	比較分布		
基本 ケース	ケースNo.	－	1	2	3		
		2	0.9990	0.9039	0.9923		
		5	0.9997	0.9067	0.9996		
		10	1.0000	0.9079	1.0118		
		入札者数	加算点分布・標準偏差				
			比較分布	10	12	15	20
検討 ケース	ケースNo.	－	4	5	6	7	8
	低レベル	2	1.0088	1.0127	1.0135	1.0171	1.0194
		5	1.0159	1.0185	1.0198	1.0220	1.0237
		10	1.0282	1.0282	1.0282	1.0281	1.0282
		ケースNo.	－	9	10	11	12
	高レベル	2	1.0318	1.0365	1.0377	1.0410	1.0433
		5	1.0393	1.0420	1.0434	1.0455	1.0473
		10	1.0517	1.0517	1.0517	1.0517	1.0517

ケースNo. : 表4.29に示すケースNo.

現行分布 : 入札率、加算点共に標準偏差が実績値

比較分布 : 加算点の標準偏差が実績値

低レベル : 累積構成比が0.85-1.00

高レベル : 累積構成比が0.90-1.00

青塗赤字: 1.0000 未満入札率のケース

表-4.31 加算点の推計結果

		入札者数	加算点分布											
			正規分布				現行分布				比較分布			
			最低点	最高点	平均値	標準偏差	最低点	最高点	平均値	標準偏差	最低点	最高点	平均値	標準偏差
基本ケース	ケースNo.	-	1				2				3			
	2	41.25	64.76	52.44	4.83	41.06	64.76	52.44	4.83	34.72	64.76	52.44	4.83	
	5	40.33	64.02	51.27	4.46	40.15	63.85	51.04	4.52	35.59	64.10	50.73	5.00	
	10	34.18	67.44	50.08	5.66	34.02	67.27	49.91	5.66	34.14	67.49	50.11	5.66	
		入札者数	加算点分布・標準偏差											
			現行分布				10				12			
			最低点	最高点	平均値	標準偏差	最低点	最高点	平均値	標準偏差	最低点	最高点	平均値	標準偏差
検討ケース	ケースNo.	-	4				5				6			
	低レベル	2	34.72	64.74	51.68	5.53	33.12	77.32	53.77	9.39	29.73	82.78	54.63	11.21
		5	35.61	64.13	50.73	5.00	27.06	77.66	51.87	9.33	22.45	83.14	52.41	11.02
		10	34.17	67.53	50.14	5.66	21.59	81.28	50.13	10.14	15.90	87.50	50.13	12.17
	ケースNo.	-	7				8				9			
	高レベル	2	34.76	64.78	51.63	5.63	33.17	77.36	53.81	9.38	29.78	82.82	54.72	11.17
		5	35.66	64.18	50.80	5.01	27.10	77.70	51.92	9.33	22.50	83.19	52.47	11.02
		10	34.22	67.57	50.18	5.66	21.63	81.33	50.18	10.14	15.94	87.54	50.18	12.17
		入札者数	加算点分布・標準偏差											
			15				20							
			最低点	最高点	平均値	標準偏差	最低点	最高点	平均値	標準偏差	最低点	最高点	平均値	標準偏差
検討ケース	ケースNo.	-	10				11							
	低レベル	2	24.65	90.96	56.30	13.74	17.29	104.59	58.74	18.05				
		5	15.55	91.37	53.30	13.53	9.88	100.00	54.58	17.71				
		10	7.37	96.83	50.13	15.22	-6.85	112.37	50.12	20.29				
	ケースNo.	-	12				13							
	高レベル	2	24.69	91.00	56.34	13.74	17.34	104.63	54.63	11.21				
		5	15.59	91.42	53.34	13.53	9.92	100.00	54.63	17.71				
		10	7.41	96.87	50.17	15.22	-6.81	112.42	50.17	20.29				

ケースNo. : 表4.29に示すケースNo.

現行分布 : 入札率、加算点共に標準偏差が実績値

比較分布 : 加算点の標準偏差が実績値

低レベル : 累積構成比が0.85-1.00

高レベル : 累積構成比が0.90-1.00

青塗赤字: 加算減の最高・最低ケース

赤塗青字: ケース別加算点の平均値



## (2) 仮説の検証

実施したシミュレーションの結果を用いて、1.3節で記述した「予算管理」と「品質確保」についての仮説を検証する。

## ① 予算管理

ケースごとの平均落札率を表-4.32に示す。平均落札率は、同一案件について100回の試行結果における平均値を当該案件の予定価格で除した値である。1.0000以上の場合には平均落札価格が予定価格を上回るため当該入札案件は予算超過となる。シミュレーションは予定価格の上限拘束性が廃止され、予定価格を超過する落札価格を許容する場合の状態を確認することが目的であるため、表-4.32に示すとおり平均落札率が1.0000以上となるケースが多い。また、基本ケースの落札価格は全て予定価格以下であり、上限拘束性が機能している。

検討ケースにおける加算点の標準偏差ごとでは、加算点の分布の標準偏差が20になると最高点は100点以上となり、最低点は0以下になってしまい、標準偏差が20のケースは検討から外すため、落札価格が予定価格を超過するのは、加算点標準偏差が15では全ケースである。

また、検討ケースでは低レベルの現行分布は全ケースとも予定価格内で落札価格が決定される。ただし、5者入札では加算点標準偏差が10、10者入札では加算点標準偏差が10,12の2ケースにて予定価格内で落札される。高レベルの入札者数が5者と10者の場合は、予定価格を超過する落札価格となる。高レベルでは、2者入札の場合に現行分布以外の加算点分布では全て落札価格が予定価格を超過し、加算点の標準偏差が15の時に最高落札率の1.0318となる。

以上より、予定価格の上限拘束性が廃止された場合は予定価格に4%程度の追加を検討しておく必要があるといえる。

表-4.32 ケース別平均落札率

		入札者数	入札率・加算点分布				
			正規分布	現行分布	比較分布		
基本 ケース	ケースNo.	－	1	2	3		
		2	0.9987	0.9029	0.9818		
		5	0.9973	0.9021	0.9973		
		10	0.9963	0.9025	0.9739		
		入札者数	加算点分布・標準偏差				
			比較分布	10	12	15	20
検討 ケース	ケースNo.	－	4	5	6	7	8
	低レベル	2	0.9995	1.0034	1.0066	1.0079	1.0136
		5	0.9898	0.9994	1.0033	1.0062	1.0099
		10	0.9897	0.9944	0.9979	1.0017	1.0063
	ケースNo.	－	9	10	11	12	13
	高レベル	2	0.9995	1.0266	1.0307	1.0318	1.0373
		5	1.0124	1.0224	1.0268	1.0304	1.0330
		10	1.0124	1.0174	1.0207	1.0245	1.0294

ケースNo. : 表4.29に示すケースNo.

現行分布 : 入札率、加算点共に標準偏差が実績値

比較分布 : 加算点の標準偏差が実績値

低レベル : 累積構成比が0.85-1.00

高レベル : 累積構成比が0.90-1.00

青塗赤字: 落札率1.0000以上のケース

青塗青字: 最高落札率のケース

## ② 品質確保

シミュレーションの目的は、入札価格が予定価格を超過した場合の、落札者の技術評価点が逆転してしまうか否かであり、逆転を防ぐための方策を抽出することである。ケース別の技術評価点順位ごとの試行回数を表-4.33 に示す。試行はそれぞれ 100 回行っているため、全てのレベルにおける順位の合計値は 100 となり各数値は実現確率を意味する。表-4.33 で赤字、青塗は、技術評価点が 1 位の入札者の落札確率が 90%未満のケースである。

平成 30 年度の入札者数別に技術評価点が一位の落札者の全入札者における比率を表-4.34 に示す。入札者が 2 者の場合は全落札者の内、技術評価点が一位の者が約 89.47%であり、同様に 5, 10 者入札それぞれ、約 78.79%, 57.14%である。シミュレーション結果が表-4.34 の平成 30 年度実績と比較して技術評価点が一位の者の落札確率が減少している場合は落札者の技術評価点が低下していることを示す。

表-4.33 の青字で赤字が現状より改善しているケースであり、朱書き青塗が低下したケースである。基本ケースでは現状分布の入札者 5 者、検討ケースの比較分布では現行分布の高レベルで 10 者入札以外、加算点標準偏差 10 の高、低レベル双方の 2 者、5 者入札、加算点標準偏差 12 の低レベル 2 者、5 者入札、高レベル 5 者入札以外で低下している。すなわち、上記のケース以外は、平成 30 年度の技術評価点が 1 位の落札者数の減少はない。この結果より、すべてのケースで平成 30 年度実績を上回る加算点の標準偏差は 15 ということが確認できた。

表-4.33 ケース別技術評価点一位の落札確率

基本ケース		入札者数	加算点分布																			
			正規分布										現行分布									
			1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位	1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位
			2	98	2	-	-	-	-	-	-	-	-	98	2	-	-	-	-	-	-	-
5	87	12	1	0	0	-	-	-	-	-	77	20	3	0	0	-	-	-	-	-		
10	79	14	7	0	0	0	0	0	0	0	74	14	7	5	0	0	0	0	0	0		
検討ケース		入札者数	加算点分布																			
			比較分布										10									
			1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位	1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位
			2	76	24	-	-	-	-	-	-	-	-	84	16	-	-	-	-	-	-	-
低レベル [y_0.85-]	5	53	23	10	6	8	-	-	-	-	69	20	5	4	2	-	-	-	-	-		
	10	45	18	8	9	5	3	3	7	0	2	58	19	6	4	1	1	0	1	1		
	高レベル [y_0.90-]	2	78	22	-	-	-	-	-	-	-	85	15	-	-	-	-	-	-	-		
5		52	24	10	6	8	-	-	-	-	69	20	5	4	2	-	-	-	-			
10		58	19	9	6	4	1	1	0	1	58	20	8	6	4	1	1	0	1	1		
検討ケース		入札者数	加算点分布																			
			12										15									
			1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位	1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位
			2	88	12	-	-	-	-	-	-	-	-	90	10	-	-	-	-	-	-	-
低レベル [y_0.85-]	5	75	18	4	1	2	-	-	-	-	83	12	3	2	0	-	-	-	-			
	10	65	17	7	7	1	1	0	0	1	72	16	5	4	0	1	1	0	0	1		
	高レベル [y_0.90-]	2	90	10	-	-	-	-	-	-	-	92	8	-	-	-	-	-	-	-		
5		77	16	4	1	2	-	-	-	-	84	11	3	2	0	-	-	-	-			
10		64	17	8	7	1	1	0	0	1	70	18	5	4	0	1	1	0	0	1		
検討ケース		入札者数	加算点分布																			
			20																			
			1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位										
			2	95	5	-	-	-	-	-	-	-	-									
低レベル [y_0.85-]	5	87	11	1	1	0	-	-	-	-												
	10	80	10	4	3	2	0	0	0	0	1											
	高レベル [y_0.90-]	2	95	5	-	-	-	-	-	-	-											
5		87	11	1	1	0	-	-	-	-												
10		80	10	4	3	2	0	0	0	0	1											

青塗赤字: 現状より低下ケース

赤塗青字: 現状より改善ケース

表-4.34 入札者数別技術評価点一位の落札確率(H30)

入札者数	入札件数	一位非落札件数	一位落札件数	一位落札率	入札者数平均		
2	57	6	51	89.47	57	6	89.47
3	38	3	35	92.11	146	125	85.62
4	33	1	32	96.97			
5	33	7	26	78.79			
6	21	4	17	80.95			
7	21	6	15	71.43			
8	15	2	13	86.67	37	25	67.57
9	6	1	5	83.33			
10	7	3	4	57.14			
11	9	9	3	33.33			
計	240	42	201	83.75	240	42	83.75

### 4.3 まとめ

本章では、総合評価落札方式のもとで予定価格の上限拘束性が廃止された状況における「予算管理上の問題」と「品質確保の問題」についてシミュレーションによる確認を行った。「予算管理上の問題」は、予定価格の上限拘束性を廃止することにより入札価格の高価格化をまねき、落札価格が予定価格を超過する現象を検討した。「品質確保の問題」は、落札価格の高価格化により、総合評価落札価格における国土交通省直轄工事の評価値(評価値=技術評価点/入札価格)が低減し落札者の技術評価点が低下する状況を検討した。

シミュレーションは、予定価格を超過する入札価格を算出するため次の二つの異なる方法で行った。第一の方法は、入札者が利益を増額させようとすることに起因し、結果として予定価格を超過する価格を入札する方法であり、利益追求の積極性により入札者のケースを5ケース設定した。第二の方法は、過去の実績データにより利益率を算出する方式であり、入札価格は予定価格を中心とした正規分布に従う、としたモデルと、前回入札結果が落札、非落札により異なる入札率を推計するモデル、の2系統とした。

その結果、「予算管理上の問題」は、第一、第二のいずれの方法も、予定価格の上限拘束性が廃止された場合は発注工事の予定価格に4%程度の追加を予定しておく必要があるという結果となった。「品質確保の問題」については、予定価格の上限拘束性が廃止された場合には、90～96%は、技術評価点1位企業が落札し、平成30年度実績との比較において個別入札者の落札、非落札の動向は把握できないが、落札者の中での技術評価点が1位者の数の減少はなかった。

また、本章では以上の分析に加えて入札における発注者が設定可能な政策変数としての技術評価点を構成する加算点の範囲の検討を上記の第一、第二の両方法で検討を行った。平成30年度実績での加算点は11～90点であるが、推計結果は第一の方法では70点満点、第二の方法では100点満点とする結果となった。

## 第5章 入札価格の調査基準価格直上への集中傾向に関する検討

現在の国土交通省直轄工事は入札価格が調査基準価格の直上に集中している傾向が強く、この傾向がもたらす弊害として第1章に示すように「現在の入札競争は価格当てゲームに陥っている」等の指摘がなされている。これらの弊害を排除し、よりよい物をより廉価に完成させる施工能力とその施行内容に対応した価格を正確に算出する積算能力、及び技術力や努力や戦略等による本来の競争を実現することは、社会コストという視点からも、さらに建設工事の担い手の育成と確保、適正な施工体制確保の徹底のために極めて重要なことである。

表-5.1 に入札価格を調査基準価格で除した値(以下、対調査基準比)を示す。対調査基準比は、式(5.1)のとおり調査基準価格と入札価格の乖離度を示す。

$$\text{対調査基準比} = \text{入札価格} / \text{調査基準価格} \quad (5.1)$$

平成20年度は平均値が1.09であり入札価格が調査基準価格のほぼ10%上回っていたのに対して、平成30年度では平均値が1.04となり上回った率が半数となっている。表-5.2に示すとおり、平成20年度は対調査基準比が1.05～1.20に約70%を占めていたが、平成30年度は同じ70%が1.05～1.10に集中している。

表-5.1 対調査基準比の基本統計量

	平成20年度	平成25年度	平成30年度
平均値	1.09	1.04	1.04
標準偏差	0.076	0.041	0.055
最大値	1.38	1.18	1.54
最小値	0.69	0.81	0.89
最大最小の差	0.69	0.37	0.65

表-5.2 対調査基準比分布の平成20、30年度比較

対調査基準比	H20		H30	
	件数	構成比(%)	件数	構成比(%)
0.90以上0.95未満	20	0.70	1	0.05
0.95以上1.00未満	32	1.12	0	0.00
1.00以上1.05未満	196	6.87	3	0.15
1.05以上1.10未満	670	23.48	1358	70.00
1.10以上1.15未満	678	23.76	328	16.91
1.15以上1.20未満	571	20.01	166	8.56
1.20以上1.25未満	482	16.89	48	2.47
1.25以上	205	7.18	36	1.86
計	2,854	100.00	1,940	100.00

青塗赤字：対調査基準比の高頻度分布

また、図-5.1 のグラフの形状から明らかなように、平成 20 年度では緩やかな山であったが平成 30 年度では対調査基準比が 1.00~1.05 に集中している。これより、入札価格が調査基準価格の直上に集中する傾向が顕著となったのは、近年になってからであり、過去にはこの傾向は見られていなかったと言える。すなわち、課題を持つ緩和すべき傾向が顕著である状況は平成 30 年度、そして目標とすべき望ましい状況は過去の平成 20 年度であると考えられる。

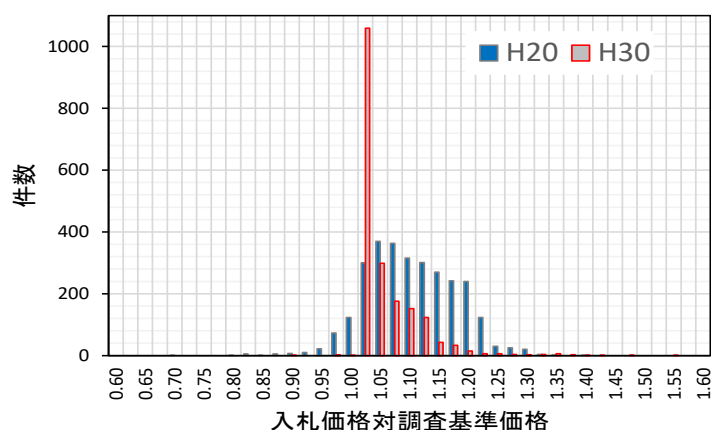
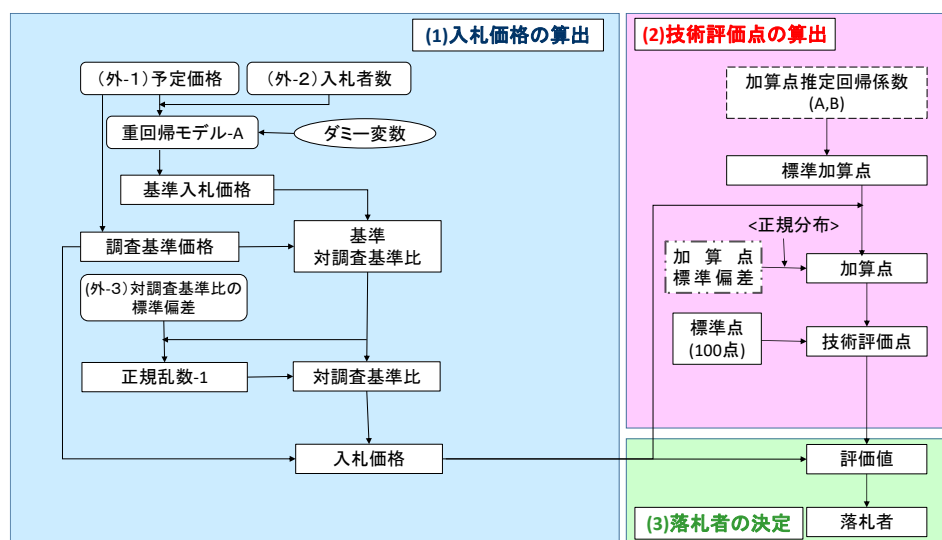


図-5.1 対調査基準比の H20, 30 比較

## 5.1 モデルの概要

本節では、近年の入札価格が調査基準価格の直上に集中しているという傾向が緩和された場合の入札状況と落札結果を分析するために、シミュレーションモデルを構築し結果の検討を行う。構築した集中緩和シミュレーションモデルの全体フローを図-5.2 に示す。



青塗: 入札価格算出, 赤塗: 技術評価点算出, 緑塗: 落札者の決定

図-5.2 集中緩和シミュレーションモデルの概略フロー

### 5.1.1 入札価格の算出

入札価格はモデル内で設定した基準入札価格を基にして算出する。基準入札価格は、表-5.3に示す重回帰モデルにより算出される入札価格であり、2つの外生変数である予定価格と入札者数、及びダミー変数を入力して求める。入札者数は入札時点では入札者には不明であり入札行為に影響するとは考えられないが、先行研究<sup>13), 14)</sup>の結果より入札価格に影響しているため説明変数として加えた。表-5.3に示すとおり、予定価格の係数は正值であり予定価格の高価格化により、結果として入札価格が高くなることを示している。また、入札者数の係数は負値であり先行研究<sup>13), 14)</sup>と同様の結果となった。入札価格の調査基準価格の引き上げを示す全てのダミー変数の係数は正值であり、その目的であるダンピング受注の防止を反映して入札価格の上昇を示している。

得られた基準入札価格を調査基準価格で除して、基準対調査基準比を求める。集中緩和シミュレーションにおいては、対調査基準比は入札者ごとに異なる値を生成するために、基準対調査基準比を平均値、(外-3)とした外生的に与えた対調査基準比の標準偏差を標準偏差とした正規乱数とする。

表-5.4に示すとおり対調査基準比の平成20、25、30年度の推移を見ると、歪度が平成20年度から平成30年度にかけて0.92から3.44に変化し右の裾を長くし、尖度が1.91から22.26と尖りの程度を増加させており、図-5.1の入札価格が調査基準価格の直上に集中していることを示している。また、対調査基準比は図-5.1及び表-5.4のとおり平成30年度では正規分布は認められないが、前述のとおり、望ましい姿と考える平成20年度に遡るにつれて歪度が0に近づき尖度が3に近づく傾向にあるため、正規分布に従う分布と仮定した。

なお、調査基準価格は、次節に示す予定価格に対する調査基準価格の比率(調査基準価格／予定価格)に予定価格を乗じて求める。

### 5.1.2 技術評価点の算出

技術評価点は、第4章と同様に、3.4節に示す加算点を算出し、この加算点に100点に固定した標準点を加え算出した。加算点は、入札価格を説明変数とする単回帰モデルと上記に示す入札価格により求めた加算点を平均値とし、別途実績値より設定した標準偏差による正規乱数により算出した。

### 5.1.3 落札者の決定

図-5.2に示すように、入札価格と技術評価点、及び式(1.1)より総合評価落札方式下での評価値を求め、評価値が最高の企業を落札者とした。

表-5.3 入札価格の重回帰分析結果

(a) 回帰分析結果統計量

回帰統計	
重相関 R	0.998372198
重決定 R <sup>2</sup>	0.996747046
補正 R <sup>2</sup>	0.996746319
標準誤差	52.20268082
観測数	26855

(b) 分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	6	22418399422	3736399904	1371095.607	0
残差	26848	73164018.67	2725.119885		
合計	26854	22491563441			

(c) 回帰係数

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	-3.675895804	0.806285294	-4.559051036	5.16119E-06	-5.256257187	-2.095534421	-5.256257187	-2.095534421
予定価格	0.901975608	0.000315739	2856.712398	0	0.901356743	0.902594473	0.901356743	0.902594473
入札者数	-0.419298673	0.049224766	-8.518042905	1.70639E-17	-0.515781792	-0.322815553	-0.515781792	-0.322815553
DM1(H23_24)	6.607875141	0.945756009	6.9868709	2.87643E-12	4.754143854	8.461606428	4.754143854	8.461606428
DM2(H25_27)	11.65944374	0.883783894	13.19264112	1.28517E-39	9.927181046	13.39170644	9.927181046	13.39170644
DM3(H28_28)	11.6144484	1.293082895	8.981982861	2.82933E-19	9.079938235	14.14895856	9.079938235	14.14895856
DM4(H29_30)	16.42100809	1.093790214	15.01294113	9.70964E-51	14.27712202	18.56489417	14.27712202	18.56489417

表-5.4 対調査基準比の基本統計量

年度	統計量	対調査基準比
H20	平均値	1.16
	標準偏差	0.1025
	尖度	1.91
	歪度	0.92
H25	平均値	1.08
	標準偏差	0.0714
	尖度	48.68
	歪度	4.64
H30	平均値	1.05
	標準偏差	0.0530
	尖度	22.26
	歪度	3.44

## 5.2 パラメータの設定

### 5.2.1 案件規模

集中緩和シミュレーションモデルでは、対象案件工事の規模による入札結果を比較、分析するために入札案件の予定価格を外生変数として設定した。代表値として用いた値は、表-3.3 に示す小規模、中規模、大規模の3グループごとに設定した値とした。

## 5.2.2 入札者数

入札時点では入札者には不明であり入札行為に影響するとは考えられない。ただし、第4章と同様に、入札者数は重回帰分析、及び先行研究<sup>11), 14)</sup>より、入札価格に影響しているため把握しておく必要性を考慮した。そのため、集中緩和シミュレーションでは入札者数を外生的に設定し、集中緩和シミュレーションのケースとして落札者の技術評価点を受ける影響を把握することとした。

入札者数は3.3節に示すとおり、2者入札、3～7者入札、8者以上入札の3グループとし、各グループの代表入札者数をそれぞれ2者、5者、10者とした。

## 5.2.3 対調査基準比の標準偏差基準年度

対調査基準比の標準偏差は、図-5.2に示す集中緩和シミュレーションモデルの概略フローにおける(外-3)として外生的に与えるものであり、予定価格と入札者数による重回帰分析の結果得られた基準入札価格を調査基準価格にて除した基準対調査基準比を平均値とした対調査基準比を正規乱数にて算出する際に用いる標準偏差である。

本研究では上記に示すとおり入札価格の対調査基準価格への直上現象は、平成30年度が緩和すべき傾向が顕著な状況であり、目標とする望ましい姿を平成20年度とする。入札価格が調査基準価格の直上に集中している傾向が緩和される、という現状とは異なる平成20年度の望ましい状態を仮想的に生成するため対調査基準比の標準偏差を過去の実績値より求めた。表-5.5、図-5.3に平成20～30年度の対調査基準比の標準偏差の推移を示す。これより、平成20年度を望ましい目標年度、平成30年度を現状値として中間の過渡期である平成25年度の3年度を対調査基準比の基準年度として設定した。設定した結果を表-5.6に示す。

また、分析対象の案件規模内の調査基準比(調査基準価格／予定価格)の平成30年平均値は、0.8964(標準偏差:0.006633)であるため、集中緩和シミュレーションモデルに用いた調査基準価格は、予定価格に0.8964を乗じた値とした。正規分布を仮定する対調査基準比の平均値は、図-5.2に示すとおり、計算の過程で求めた基準入札価格を調査基準価格で除した基準対調査基準比とした。

表-5.5 対調査基準比の推移

年度	H20	H21	H22	H23	H24	H25
対調査基準比平均値	1.163	1.145	1.123	1.089	1.099	1.080
対調査基準比標準偏差	0.103	0.099	0.101	0.073	0.087	0.071
年度	H26	H27	H28	H29	H30	
対調査基準比平均値	1.076	1.069	1.069	1.061	1.054	
対調査基準比標準偏差	0.059	0.057	0.056	0.053	0.053	

青塗赤字: 対調査基準比の特徴的年度



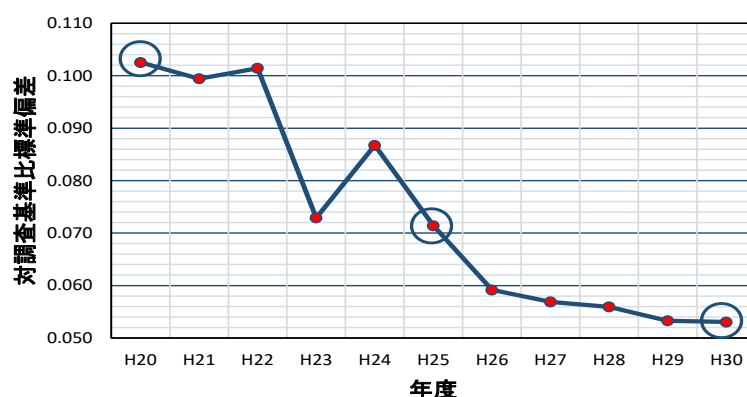


図-5.3 対調査基準比標準偏差の推移

表-5.6 基準年度と対調査基準比の標準偏差

基準年度	対調査基準比の標準偏差
平成20年度	0.1025
平成25年度	0.0714
平成30年度	0.0530

## 5.2.4 加算点標準偏差

加算点を算出するための考え方と検討内容は3.4節に示すとおりである。表-4.26、図-4.20に過去の11年間の加算点の標準偏差の推移を示す。これらの検討と過去の実績値より、加算点の標準偏差は10, 12, 15, 20とした。

## 5.2.5 ダミー変数の設定

調査基準価格の引き上げの影響を反映させるために、図-5.2の基準入札価格を算出する表-5.3の重回帰式にダミー変数を用いた。説明変数に調査基準価格が変更されていない平成23～24, 25～27, 28, 29～30年度のそれぞれ対応する期間に1.0その他の期間に0.0を設定した。推定されたダミー変数の係数を表-5.7に示す。

表-5.8と図-5.4は、過去11年間の入札1件当りの入札価格の推移を示している。集中緩和シミュレーションでは過去10間の平均的な状態を基本とすることし、入札価格が平均的である平成23, 24年を示すDM1(H23\_24)を採用した。

表-5.7 ダミー変数

ダミー変数名	推計係数
DM1(H23_24)	6.6079
DM2(H25_27)	11.6594
DM3(H28_28)	11.6144
DM4(H29_30)	16.4210

青塗赤字：採用ダミー変数

表-5.8 1件当たり入札価格の推移

年度	H20	H21	H22	H23	H24	H25
入札件数当たり入札価格	302.40	304.52	261.60	309.56	323.12	393.86
年度	H26	H27	H28	H29	H30	平均値
入札件数当たり入札価格	355.63	370.01	250.76	241.74	311.55	311.34

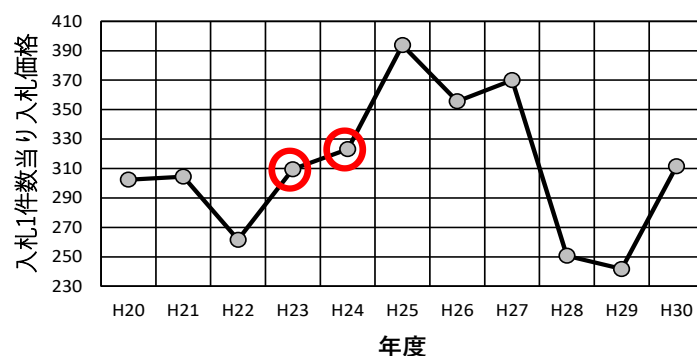


図-5.4 入札1件当たり入札価格の推移

### 5.3 集中緩和シミュレーションケースの設定

集中緩和シミュレーションは、5.2 節にて設定したパラメータのすべての組み合わせにて行った。案件規模は、3.2 節にて示す小規模、中規模、大規模の3グループであり、入札者数は、3.3 節に示す2者、5者、10者である。対調査基準比は表-5.6に示す基準年度(以下、年度)として平成20、25、30年度をそれぞれ入札価格が調査基準価格の直上集中が緩和されている期間、集中への中間期間、集中が顕在化している期間とした。加算点標準偏差は、発注者の政策変数として集中緩和シミュレーションによる検討を可能とするため3.4 節、5.2.4 項に示す実績データをもとに複数のケースを設定した。以上、設定した組み合わせは下表のとおりで135ケースである。

表-5.9 集中緩和シミュレーションケース

案件規模	入札者数	年度	加算点標準偏差
小規模	2者入札	平成20年度	実績値
			10点
中規模	5者入札	平成25年度	12点
			15点
大規模	10者入札	平成30年度	20点
3ケース	3ケース	3ケース	5ケース
計 135ケース			

## 5.4 集中緩和シミュレーション結果

本項では、集中緩和シミュレーション結果の概要として入札者側の挙動を示す入札率と発注者側の技術評価点の採点結果を示す加算点を整理する。次に、入札結果をもとに1.3で設定した2つの仮説である予算管理と品質確保について検証を行う。

### 5.4.1 結果の概要

#### (1) 入札率

現状では制度上、実現不可能な予定価格を超過した落札価格が許容されることを前提とした第4章と異なり、本章では予定価格の上限拘束性が機能する状況下での入札価格の調査基準価格からの乖離状態を考慮するため、結果の確認としてはまず、実績値との比較を行った。

集中緩和シミュレーションによる入札率の推計結果と平成20、30年度の実績値を入札者数別に表-5.10に示す。表-5.10に示すとおり、平均入札率の実績値を2者、5者、10者について入札者数別にみると、それぞれ0.9360、0.9166、0.8893であり、入札者数が増加するに従い減少する。そして、平成30年度はいずれの入札者数も0.95前後であり入札者数による変化は認められない。また、推計結果が入札者数の増加に伴い入札率は減少している。これは、表-5.3(c)に示すとおり、基準入札価格を推計する回帰式の入札者数の係数が負であることによる。平均値の推計結果と実績値の比較は平成30年度では、2者で1.7%、5者で3.3%、10者で6.3%推計結果が低めに推計されている。同様に平成20年度との比較では、2者で4.1%、5者で2.0%、10者で3.0%推計結果が低めに推計されている。入札価格が低めに推計されたのは、表-5.7に示す重回帰係数におけるダミー変数を平成23-24年度に1を設定しているため若干低めに推計されることによる。

表-5.10 入札率の推計値と実績値比較

		2者			5者			10者		
		最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均
推計結果		0.9511	0.9235	0.9360	0.9234	0.9112	0.9166	0.8967	0.8796	0.8893
実績	H2O	0.9765			0.9365			0.9186		
	H3O	0.9528			0.9499			0.9523		

ケース別の入札率の推計結果を表-5.11に示す。加算点標準偏差は、図-5.2に示すとおり、技術評価点には影響するが、モデルの構造上入札価格の算出には用いないためこの変数の相違による入札価格の相違は発生しない。ただし、入札率は案件規模別に設定する予定価格、及び年度別に設定する対調査基準比の標準偏差の影響を受けるため、案件規模と基準年度別に異なる。入札率は、すべて1.000以下であり2者5者、10者入札の最大がそれぞれ0.9511、0.9234、0.8967であるため、上限拘束性は維持されているといえる。

表-5.11 ケース別入札率の推計結果

案件規模		小規模			中規模			大規模		
年度	加算点 標準偏差	2者	5者	10者	2者	5者	10者	2者	5者	10者
H20	実績	0.9509	0.9221	0.8796	0.9314	0.9144	0.8910	0.9235	0.9112	0.8957
	10	0.9509	0.9221	0.8796	0.9314	0.9144	0.8910	0.9235	0.9112	0.8957
	12	0.9509	0.9221	0.8796	0.9314	0.9144	0.8910	0.9235	0.9112	0.8957
	15	0.9509	0.9221	0.8796	0.9314	0.9144	0.8910	0.9235	0.9112	0.8957
	20	0.9509	0.9221	0.8796	0.9314	0.9144	0.8910	0.9235	0.9112	0.8957
H25	実績	0.9511	0.9229	0.8802	0.9315	0.9152	0.8916	0.9236	0.9121	0.8963
	10	0.9511	0.9229	0.8802	0.9315	0.9152	0.8916	0.9236	0.9121	0.8963
	12	0.9511	0.9229	0.8802	0.9315	0.9152	0.8916	0.9236	0.9121	0.8963
	15	0.9511	0.9229	0.8802	0.9315	0.9152	0.8916	0.9236	0.9121	0.8963
	20	0.9511	0.9229	0.8802	0.9315	0.9152	0.8916	0.9236	0.9121	0.8963
H30	実績	0.9511	0.9234	0.8806	0.9316	0.9157	0.8920	0.9237	0.9126	0.8967
	10	0.9511	0.9234	0.8806	0.9316	0.9157	0.8920	0.9237	0.9126	0.8967
	12	0.9511	0.9234	0.8806	0.9316	0.9157	0.8920	0.9237	0.9126	0.8967
	15	0.9511	0.9234	0.8806	0.9316	0.9157	0.8920	0.9237	0.9126	0.8967
	20	0.9511	0.9234	0.8806	0.9316	0.9157	0.8920	0.9237	0.9126	0.8967

## (2) 加算点

加算点は、技術評価点を算出する際の変数であり、発注者側が設定可能な政策変数である。そのため、点数の範囲を判断するために集中緩和シミュレーションの結果の分析にあたっては最低点と最高点によるものとした。

ケース別の加算点の推計結果を表-5.12 に示す。

加算点の分布の標準偏差が 20 になると最高点は 100 点以上となり、最低点は 0 以下になってしまう。そのため、このケースは分析対象外とする。

表-5.12 の結果について加算点標準偏差の影響を確認するために、案件規模、年度についての平均値を表-5.13 に示す。加算点の最大値と最小値は加算点の標準偏差により大きく影響を受け、その拡大につれて入札者数の増加による広がりが大きくなる。加算点の標準偏差が実績値では、入札者数が 2 者、5 者、10 者と増加するに従い、最小値と最大値はそれぞれ 36.85 点と 63.89 点、32.77 点と 63.44 点、31.24 点と 64.61 点である。分析検討ケースから外した加算点標準偏差 20 を除く加算点の最小値と最大値が最も幅広くなる標準偏差が 15 点のケースでは、札者数が 2 者、5 者、10 者と増加するに従い、最小値と最大値はそれぞれ 13.44 点と 89.29 点、0.18 点と 90.28 点、0.16 点と 90.24 点となる。以上より、集中緩和シミュレーション結果では加算点は 0 点～91 点の範囲で条件が満たされる、といえる。従って、集中緩和シミュレーションの結論としては 100 点満点とする。

## 5.4.2 仮説の検証

実施した集中緩和シミュレーションの結果を用いて、1.3 節に示す「予算管理」と「品質確保」についての仮説を検証する。

## (1) 予算管理

ケース別の平均落札率の推計結果を表-5.14 に示す。

表-5.12 ケース別加算点の推計結果

案件規模	年度	加算点 標準偏差値	2者		5者		10者	
			最大加算点	最小加算点	最大加算点	最小加算点	最大加算点	最小加算点
小規模	H20	実績	63.21	36.10	62.74	32.11	64.06	30.40
		10	75.40	24.86	76.06	15.79	76.02	15.75
		12	80.69	19.99	81.47	9.16	81.42	9.13
		15	88.61	12.69	89.57	0.00	89.53	0.00
		20	101.82	0.52	103.09	0.00	103.05	0.00
	H25	実績	63.23	36.05	62.73	32.15	64.06	30.43
		10	75.42	24.81	76.06	15.82	76.02	15.78
		12	80.71	19.94	81.46	9.20	81.42	9.16
		15	88.63	12.64	89.57	0.00	89.53	0.00
		20	101.84	0.47	103.09	0.00	103.04	0.00
	H30	実績	63.24	36.02	62.73	32.17	64.06	30.45
		10	75.43	24.79	76.06	15.84	76.01	15.80
		12	80.72	19.92	81.46	9.22	81.42	9.18
		15	88.65	12.61	89.57	0.00	89.53	0.00
		20	101.86	0.44	103.08	0.00	103.04	0.00
中規模	H20	実績	63.84	36.90	63.42	32.70	64.75	30.98
		10	76.03	25.67	76.75	16.37	76.71	16.33
		12	81.31	20.80	82.15	9.75	82.11	9.71
		15	89.24	13.50	90.26	0.00	90.22	0.00
		20	102.45	1.32	103.78	0.00	103.73	0.00
	H25	実績	63.87	36.82	63.42	32.76	64.75	31.05
		10	76.07	25.58	76.74	16.44	76.70	16.40
		12	81.35	20.71	82.15	9.81	82.11	9.77
		15	89.28	13.41	90.26	0.00	90.22	0.00
		20	102.49	1.23	103.77	0.00	103.73	0.00
	H30	実績	63.90	36.76	63.41	32.80	63.37	32.76
		10	76.09	25.53	76.74	16.47	76.70	16.44
		12	81.37	20.66	82.14	9.85	82.10	9.81
		15	89.30	13.36	90.25	0.00	90.21	0.00
		20	102.51	1.18	103.77	0.00	103.73	0.00
大規模	H20	実績	64.52	37.78	64.17	33.33	65.50	31.62
		10	76.71	26.54	77.49	17.01	77.45	16.97
		12	82.00	21.68	82.90	10.38	82.86	10.35
		15	89.92	14.37	91.01	0.45	90.97	0.41
		20	103.13	2.20	104.52	0.00	104.48	0.00
	H25	実績	64.57	37.65	64.16	33.43	65.49	31.71
		10	101.82	0.52	77.48	17.10	77.44	17.06
		12	82.05	21.55	82.89	10.48	82.85	10.44
		15	89.98	14.24	91.00	0.54	90.96	0.51
		20	103.19	2.07	104.51	0.00	104.47	0.00
	H30	実績	64.60	37.57	64.16	33.49	65.48	31.77
		10	76.80	26.34	77.48	17.16	82.85	10.50
		12	82.08	21.47	82.89	10.54	82.85	10.50
		15	90.01	14.16	90.99	0.60	90.95	0.56
		20	103.22	1.99	104.51	0.00	104.47	0.00

※加算点標準偏差：実績は現行値。

青字朱塗り：加算点の最大値が100以上となるケース。

朱書き青塗り：加算点の最小値が0以下となるケース。

表-5.13 設定加算点標準偏差による推計結果の相違

加算点 標準偏差値	2者		5者		10者	
	最大加算点	最小加算点	最大加算点	最小加算点	最大加算点	最小加算点
実績	63.89	36.85	63.44	32.77	64.61	31.24
10	78.86	22.74	76.76	16.45	77.32	15.67
12	81.36	20.75	82.17	9.82	82.13	9.78
15	89.29	13.44	90.28	0.18	90.24	0.16
20	102.50	1.27	103.79	0.00	103.75	0.00

入札率は案件規模別に設定する代表予定価格、及び年度別に設定する対調査基準価格の標準偏差により影響を受けるため、案件規模と年度別に異なる。入札者数の増加に伴い入札価格が高価格、低価格ともに発生するため加算点標準偏差が同値であるならば、より評価値の高い入札者が落札するため、結果的に落札率は下がる。

## (2) 品質確保

65

表-5.14 ケース別落札率の推計結果

案件規模		小規模			中規模			大規模		
年度	加算点 標準偏差	2者	5者	10者	2者	5者	10者	2者	5者	10者
H20	実績	0.9046	0.8226	0.7524	0.8849	0.8153	0.7629	0.8771	0.8124	0.7673
	10	0.9105	0.8387	0.7667	0.8914	0.8313	0.7774	0.8837	0.8283	0.7818
	12	0.9159	0.8470	0.7734	0.8967	0.8396	0.7841	0.8890	0.8366	0.7886
	15	0.9174	0.8523	0.7812	0.8982	0.8449	0.7929	0.8905	0.8419	0.7973
	20	0.9198	0.8645	0.7934	0.9006	0.8570	0.8043	0.8928	0.8540	0.8088
H25	実績	0.9213	0.8608	0.7999	0.9021	0.8534	0.8108	0.8943	0.8503	0.8153
	10	0.9277	0.8743	0.8123	0.9084	0.8668	0.8236	0.9006	0.8638	0.8281
	12	0.9277	0.8800	0.8177	0.9084	0.8725	0.8302	0.9006	0.8694	0.8351
	15	0.9297	0.8873	0.8224	0.9104	0.8797	0.8335	0.9025	0.8766	0.8380
	20	0.9310	0.8940	0.8324	0.9117	0.8864	0.8442	0.9037	0.8834	0.8488
H30	実績	0.9302	0.8813	0.8237	0.9109	0.8735	0.8335	0.9031	0.8704	0.8393
	10	0.9347	0.8937	0.8360	0.9154	0.8861	0.8471	0.9075	0.8830	0.8571
	12	0.9353	0.8976	0.8413	0.9159	0.8900	0.8525	0.9080	0.8869	0.8571
	15	0.9368	0.9029	0.8465	0.9174	0.8953	0.8577	0.9095	0.8922	0.8623
	20	0.9424	0.9062	0.8519	0.9230	0.8985	0.8632	0.9151	0.8954	0.8678

青塗赤字:規模別最大落札率のケース

いずれの入札者数も集中緩和シミュレーションは 45 ケース×100 試行の 45,000 件であるが、その中で平成 30 年度基準は平成 20 年度基準の 1.30 倍、平成 25 年度基準の 1.11 倍である。すなわち、入札価格が調査基準価格の直上に集中している最近の状態においては一位技術評価点者が多く落札される、という結果となった。

表-5.15 基準年度別技術評価点一位平均落札件数の推計結果

基準年度	落札件数	対H30比
H20	757.33	1.30
H25	881.33	1.11
H30	982.00	—

入札者数別の技術評価一位者の平均落札件数を表-5.16 に示す。2 者入札が 5 者と 10 者入札に対してそれぞれ 1.25, 1.71 倍となっており、入札者数が増加するに従い一位落札者の落札確率は低下する。(1)予算管理で示すとおり、入札者が増加するに伴い分母の落札価格が低価格化することにより、より低い技術評価点でも落札可能な評価値となることによる。

案件規模を特定すると表-5.9 に示すとおり、入札者数 3 ケース、年度 3 ケース、加算点標準偏差 5 ケースの全てで 45 ケースである。この 45 ケース中の落札者が技術評価点一位のケース数は案件規模ごとに求められる。この規模間のケース数の相違を示すものが表-5.17 である。小規模と中規模、中規模と大規模の差で一位落札者の確率が同一のケースが 71.1～77.8%となり、規模間の明示的な相違は認められなかった。

表-5.16 入札者数別技術評価点一位平均落札件数の推計結果

入札者数	落札件数	対2者比
2者	365.89	-
5者	293.78	1.25
10者	213.89	1.71

表-5.18 に示すとおり、加算点の標準偏差と一位落札確率の関係は、加算点の幅が広がるほど一位落札確率が増加する。表-5.17 より案件規模の相違は認められないため、案件規模グループの平均値についての技術評価点順位者の分布を加算点標準偏差別に表-5.19 に示す。加算点の標準偏差が大きくなるにつれて、点数の幅が広がり一位への集中が大きくなる。これらの結果から、加算点の範囲が広がったほど落札者の技術評価点は良好となり、総合評価落札方式の理念に近づくことが認められる。この結果は、図-5.5 における技術評価点の範囲の拡大による C<sub>2</sub> から C<sub>3</sub> への推移を示している。

ただし、推計結果と実データを表-5.20 と表-5.19 によって比較すると、5 者入札では加算点標準偏差が 15 で技術評価点一位、二位者がそれぞれ 55.3%、22.7%であり、表-5.20 による平成 30 年度実績は 78.79%である。また、10 者入札では加算点標準偏差が 15 で技術評価点一位、二位者がそれぞれ 39.0%、23.3%であり、表-5.20 による平成 30 年度実績は 57.14%である。以上より、入札価格の調査基準価格の直上への集中傾向が緩和されることにより、入札価格がより予定価格に近づき範囲が拡大した集中緩和シミュレーション結果と平成 30 年度実績を比較すると、落札者の技術評価点が相対的に下がり、落札者は技術評価点が 2 位者まで含めて決定することが必要であることを示している。

表-5.17 案件規模の相違による技術評価点一位者の落札確率の相違

一位落札 確率の差	小規模-中規模		中規模-大規模		小規模-大規模	
	件数	構成比(%)	件数	構成比(%)	件数	構成比(%)
-4	0	0	1	2.2	1	2.2
-3	0	0.0	0	0.0	0	0.0
-2	0	0.0	1	2.2	0	0.0
-1	1	2.2	0	0.0	1	2.2
0	35	77.8	32	71.1	24	53.3
1	7	15.6	10	22.2	17	37.8
2	0	0.0	1	2.2	1	2.2
3	2	4.4	0	0.0	0	0.0
4	0	0.0	0	0.0	1	2.2
計	45	100.0	45	100.0	45	100.0

黄塗緑字：一位落札確率が同値の場合の件数と構成比

青塗赤字：一位落札確率の相違が 1 の場合の件数と構成比



表-5.18 加算点標準偏差の相違による入札者数別技術評価点一位者の落札確率の相違

加算点 標準偏差	2者					
	H20		H25		H30	
	件数	構成比(%)	件数	構成比(%)	件数	構成比(%)
実績	55.67	16.17	63.33	17.24	67.00	17.36
10	66.67	19.36	74.00	20.15	75.00	19.43
12	72.00	20.91	74.00	20.15	77.00	19.95
15	74.00	21.49	77.00	20.96	80.00	20.73
20	76.00	22.07	79.00	21.51	87.00	22.54
計	344.33	100.00	367.33	100.00	386.00	100.00
加算点 標準偏差	5者					
	H20		H25		H30	
	件数	構成比(%)	件数	構成比(%)	件数	構成比(%)
実績	29.00	11.90	39.00	13.03	46.00	13.60
10	45.33	18.60	55.33	18.49	63.67	18.82
12	50.33	20.66	61.33	20.49	68.67	20.30
15	55.33	22.71	67.67	22.61	78.00	23.05
20	63.67	26.13	76.00	25.39	82.00	24.24
計	243.67	100.00	299.33	100.00	338.33	100.00
加算点 標準偏差	10者					
	H20		H25		H30	
	件数	構成比(%)	件数	構成比(%)	件数	構成比(%)
実績	21.00	12.40	20.67	9.63	30.67	11.90
10	28.33	16.73	40.00	18.63	49.33	19.15
12	33.33	19.69	46.00	21.43	52.67	20.44
15	39.00	23.03	49.50	23.06	60.00	23.29
20	47.67	28.15	58.50	27.25	65.00	25.23
計	169.33	100.00	214.67	100.00	257.67	100.00

表-5.19 技術評価点順位者の分布

入札者数	加算点標準偏差	1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位
2者	実績	55.7	44.3	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	66.7	33.3	-	-	-	-	-	-	-	-
	12	72.0	28.0	-	-	-	-	-	-	-	-
	15	74.0	26.0	-	-	-	-	-	-	-	-
	20	76.0	24.0	-	-	-	-	-	-	-	-
5者	実績	29.0	28.3	20.3	16.0	6.3	-	-	-	-	-
	10	45.3	31.0	13.7	8.0	2.0	-	-	-	-	-
	12	50.3	31.0	9.7	7.0	2.0	-	-	-	-	-
	15	55.3	27.7	12.0	3.0	2.0	-	-	-	-	-
	20	63.7	25.3	8.0	2.0	1.0	-	-	-	-	-
10者	実績	21.0	12.0	15.3	15.0	7.7	6.0	10.7	4.3	4.0	4.0
	10	28.3	23.0	16.0	8.7	7.0	7.0	6.0	1.0	1.0	2.0
	12	33.3	23.0	16.0	8.7	6.0	5.0	4.0	3.0	0.0	1.0
	15	39.0	23.3	14.7	6.0	5.0	5.0	4.0	2.7	0.3	0.0
	20	47.7	21.0	11.3	7.0	4.3	6.7	1.0	1.0	0.0	0.0

表-5.20 技術評価点1位者の評価値順位別入札者数 H30 実績値(%)

(表-4.12 再掲)

入札者数	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	計
件数	57	38	33	33	21	21	15	6	7	9	240
一位非落札	6	3	1	7	4	6	2	1	3	9	42
一位落札	51	35	32	26	17	15	13	5	4	3	201
一位落札率	89.47	92.11	96.97	78.79	80.95	71.43	86.67	83.33	57.14	33.33	83.75
者数平均	57	146					37				240
	6	125					25				42
	89.47	85.62					67.57				83.75

## 5.5 まとめ

本章では、現在の国土交通省直轄工事の入札価格が調査基準価格の直上に集中している傾向を確認し、その傾向が緩和した場合の総合評価落札方式下での「予算管理上の問題」と「品質確保の問題」について仮説を設定し、集中緩和シミュレーションによる検証を行った。

その結果、「予算管理上の問題」は、落札率の最大値は、小規模、中規模、大規模の順に、0.9424, 0.9230, 0.9151 であり、結果として落札率が 1.00 以上はないため、本研究の結果としては予算範囲内で収まることが確認された。

「品質確保の問題」の検証にあたっては、式(5.2)に示す入札価格を調査基準価格で除した対調査基準比を入札価格と調査基準価格の乖離度を示す指標とした。

$$\text{対調査基準比} = \frac{\text{入札価格}}{\text{調査基準価格}} \quad (5.2)$$

入札価格が調査基準価格の直上から離れることにより高入札価格化することを算出するため、現状では技術評価点が1位にて落札した者であっても入札価格の高価格化により、評価値が下がり2位以下の者と逆転することが考えられる。この現象の回避策として、発注者側が設定できる政策変数としての加算点の範囲拡大を検討した。すなわち、加算点の範囲が拡大すると、総合評価落札方式における評価値の定義式(1.1)の技術評価点が高得点の入札者が発生するため、より高入札価格の入札者の落札が可能となる。

その結果、加算点は、0 点から 91 点への設定課題の拡大が必要であり、従って、集中緩和シミュレーションの結論としては 100 点満点とした。かつ技術評価点が 2 位者への落札を許容する必要がある、という結果となった。



## 第6章 考察

### 6.1 入札価格と加算点の分布

国土交通省直轄工事での評価値は技術評価点を入札価格で除した値である(評価値=技術評価点/入札価格). 分母の入札価格は競争市場に参加する入札者が決定するため, 落札者を決定する際の発注者の決定可能な政策変数は技術評価点である. 本研究では, 技術評価点の値を検討するに際して, 技術評価点は 100 点を固定とした標準点に加算点を加えるため, 分析対象を加算点とした. 標準点の 100 点を除くことにより変数が及ぼす影響をより敏感にするためである. 加算点の範囲を拡大することで技術評価点が 1 位の入札者が落札する確率が増加したが, 第5章にて入札価格の対調査基準価格との乖離を変動させることにより分布の広がり拡大させた場合には技術評価点の 1 位者の落札確率が実績を満足するレベルは得られなかった.

この理由は, 図-6.1 に示す実績では分子の入札価格が調査基準価格に集中したため, 評価値が技術評価点(加算点)によって強い影響を受け技術評価点が高い者の評価値が高くなり落札する. シミュレーションでは入札価格を調査基準価格の直上からより予定価格に近い価格にまで範囲を拡大したため, 相対的に低く設定した入札価格が発生し, 低技術評価点の者が落札する, という現象が発生することによる.

入札価格の範囲を拡大し, より入札者の価格決定の幅が広がった場合でも, 落札者の技術評価レベルを確保する為には, 現状の除算方式の限界を検討する必要があると考えられる. 除算方式である場合は 1 入札価格当たりの技術評価点についての分析, 検討が必要である.

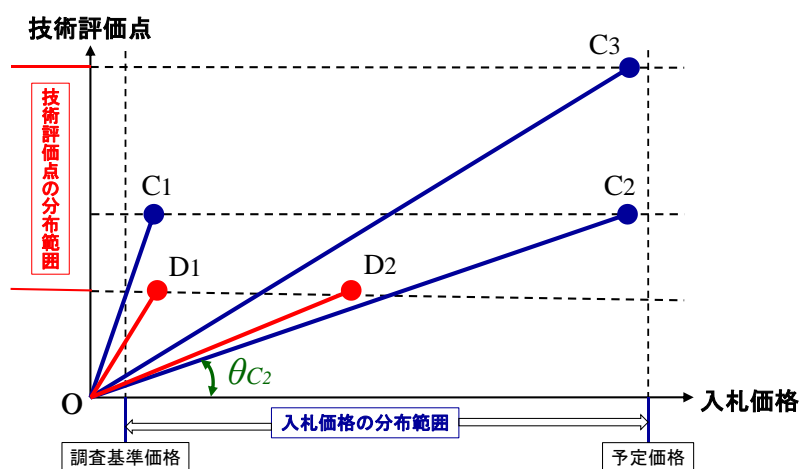


図-6.1 入札価格が調査基準価格直上に集中している傾向が緩和された場合  
(図-1.2 再掲)

## 6.2 一位技術評価点者の高落札確率

仮に総合評価落札方式でなく、最低入札価格者が自動的に落札する方式であれば落札者はランダムに決定されることとなり、落札率は2者入札の場合は50%、5者入札の場合は20%、10者入札の場合は10%となる。ただし、シミュレーション結果は技術評価点の高い入札者に偏在した落札結果となっており、式(1.1)をモデルに実装したことによる落札者の決定はシミュレーションモデルの構造が総合評価落札方式としての技術評価を反映していることを示している。

## 6.3 入札率累積分布モデルにおける入札者数を与える影響

入札時点の入札者には入札者数は未知である。本研究における 4.2 節でのシミュレーション結果は入札者数の増加に応じて入札率が上昇している。この現象は、累積構成比による推計結果の特徴であり、入札率を累積構成比の分布による逆変換法により求めたことにより高位レベルの入札率がより高く算出されることによる。図-6.2 に示すように同じ累積構成比(縦軸)の範囲内での変動であっても、対応する入札率(横軸)は低い値は少なく高い値は高値となる。従って、入札者数の増加(図の赤の線)に伴い最高値は大きくなる。

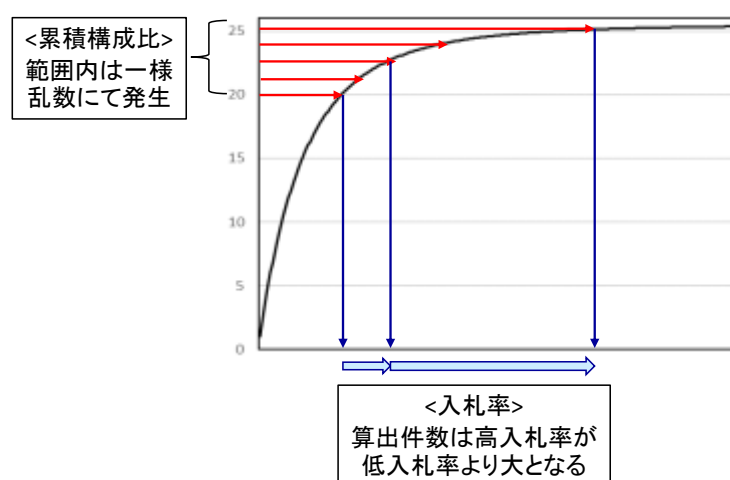


図-6.2 累積構成比分布による逆変換法の入札率高位と低位への影響

## 6.4 入札価格決定のアルゴリズム

本研究の入札価格算出のアルゴリズムは、強化学習にて用いられているベルマン方程式をもとに作成したが、入札契約を検討する際には、オークション理論は重要なアルゴリズムを提供される。以下に、オークション理論の概要と今回不採用とした検討内容を示す。

オークション理論による入札市場についての基本的な仮説は以下の4点ある<sup>55)</sup>。

(仮説 1) 入札者と発注者は全員リスク中立的である.

リスク中立的: 安全な投資とリスクな投資が無差別.

(仮説 2) 独立私的価値の条件を満たす. 評価額は入札参加者が独立に予想する.

(仮説 3) 入札者は対照的である. 各入札者の評価額は同一の分布関数に従っており, 各参加者は他の参加者をすべて同質であるとみなす.

(仮説 4) 発注者から落札者への支払いは入札価格のみに依存する.

本研究におけるモデルにオークション理論を適用するためには(仮説 3)を満足する入札者の評価額(この場合は工事原価)の分布関数が同一であることを確認し, かつその分布関数を特定することが条件となる. これらの検証と確認は現在入手可能なデータからは不可能であり, 工事における入札総合評価落札方式での除数方式での入札者の入札価格(率)の分布が同一分布とする検証が実データでは不可能である.

以上の検討により, 本研究ではオークション理論の適用は困難であると判断した.



## 第7章 結論

### 7.1 本論文のまとめ

我が国の予定価格の上限拘束性は欧米諸外国では例を見ない特異な制度であり、入札価格が例えば1円でも予定価格を超過した場合には当該入札業者は失格となり、適正な落札者の決定を阻害する危険性をもつと共に、全ての入札者の入札価格が予定価格を超過した場合には、再度入札手続きが必要となることにより行政コストを増大させている、という弊害を有している。

また、日本では近年、低入札価格調査制度、施工体制確認型総合評価落札方式等の制度によりダンピング防止機能が功を奏し、国土交通省直轄工事における著しい低入札は減少している<sup>2)</sup>。ただし、入札価格が調査基準価格の直上に集中する傾向が生じ、「価格当てゲーム」に陥っている。この傾向は、入札参加者側のやりがいや損ね、かつ社会コストの視点からも好ましい状況ではない、との指摘がなされている<sup>5)</sup>。

本研究では、総合評価落札方式における公共工事の入札価格について、予定価格の上限拘束性を廃止した場合と、近年の特徴である調査基準価格の直上への集中傾向が緩和された場合に「予算管理」と「品質確保」の視点で仮説を設定し、シミュレーションモデルを構築し、入札結果と落札結果の分析を行った。「予算管理」上は、総合評価落札方式下の入札競争では、過度な入札価格の高騰は評価値を下げるため、落札価格はある範囲内に限定される。従って、その場合の超過する入札価格の範囲を事前に把握することが予算管理上必要である。「品質確保」上は、上限拘束性が廃止され、入札価格が調査基準価格の直上に集中している傾向が緩和されたことにより入札価格を上げることにより評価値が下がり、他の入札者が落札する状況が発生し得る。その結果、落札者の技術評価点が下がり、品確法による「公共工事の品質は、経済性に配慮しつつ価格以外の多様な要素も考慮し、価格及び品質が総合的に優れた内容の契約がなされることにより、確保されなければならない。」の基本理念に反する事態を招くことが懸念される。このような結果を事前に回避するために、技術評価点の範囲を拡大することにより対応することが考えられ、事前にその範囲を把握しておく必要がある。

分析に用いたデータは平成20～30年度の関東地方整備局公表<sup>21)</sup>値とし、構築したモデルは、①予定価格の上限拘束性廃止と②調査基準価格の直上集中傾向の緩和、の2つの状況が発生させるそれぞれ独立したモデルである。①は予定価格を超過する入札価格を生成するために、積算基準<sup>20)</sup>にもとづく一般管理費等率を利益率とし、それより高価格の利益を設定する方法と、過去の入札率を分析しその結果からより高額な入札価格を設定する方法、の2つを行った。②は過去の実績から、現状の調査基準価格の直上に分布する価格に比較してより広範囲な入札価格の分布を設定しその範囲での入札価格、落札価格を求めた。



シミュレーションケースの設定では、入札者の環境として案件規模、入札者数を外生的に設定したが、総合評価落札方式では落札者の決定が評価値（技術評価点/入札価格）によるため、加算点と入札価格の分布に大きく左右される。これらの結果を以下に示す。

### 7.1.1 予定価格の上限拘束性の廃止

予定価格の上限拘束性が廃止された場合、積算基準にもとづく一般管理費等率を利益率とし、それより高価格の利益を設定する方法では、以下の点が認められた。

- (1)「予算管理」上は、予定価格の4%程度超過することも認められたため、予算は4%程度の追加が必要と考えられる。
- (2)「品質確保」上は、90～96%は、技術評価点1位企業が落札し、平成30年度実績と推計結果との比較からは、技術評価点1位者数の低下は見込めなかった。ただし、上記の品質を確保するためには、発注者の政策として、技術評価点の内、加算点は70点満点まで拡大する必要がある。また、予定価格の上限拘束性が廃止された場合における、過去の入札率を分析しその結果からより高額な入札価格を設定する方法での認められた点を以下に示す
- (3)「予算管理」上は、上記(1)同様の結果が得られた。すなわち、上記同様に予算は4%程度の予算追加が必要となる。
- (4)「品質確保」上は、落札者の技術評価点は加算点の範囲を拡大することにより確保され、加算点は100点満点が望ましい。

### 7.1.2 調査基準価格の直上集中傾向の緩和

次に、調査基準価格の直上集中傾向の緩和を想定した場合については、以下の結果を得た。

- (1)「予算管理」上は、調査基準価格の直上集中傾向が緩和されたとしても、予定価格の上限拘束性を廃止するというシミュレーションではないため、予算範囲内で収まることが確認された。
- (2)「品質確保」上は、入札価格が調査基準価格の直上から離れることにより高入札価格化することを算出するため、現状では技術評価点が1位にて落札した者であっても入札価格の高価格化により、評価値が下がり2位以下の者と逆転することが考えられる。この現象の回避策として、加算点は、100点満点への設定課題の拡大が必要であり、かつ技術評価点が2位者への落札を許容する必要がある、という結果となった。

## 7.2 今後の課題

本研究は、シミュレーション結果を評価、分析する際に対象とする要素が広範囲となることによる本来の目的以外の検討を排除するために、対象地域を国土交通省関東地方整備局管内、対象期間を平成 20～30 年度の一般土木工事に限定した。今後は、これらの範囲を拡大し、年度や地域の変化や工種の相違による市場の変化等、他の要素間との比較を行うことにより一般的な検討を加え、さらなる研究の深耕を行いたい。

本研究では構築したシミュレーションモデルでは推計する主たる変数を工事の第一回入札とし、入札結果に変更契約は対象外とした。今後は、建設コンサルタント業務も含め、変更契約を踏まえた落札価格をシミュレーションに含め、デザインビルドを考慮したトータルシステムによる入札市場の評価を行い、より発注者と入札者の意思決定過程を正確に表現することが期待される。

本研究は、分析データを国土交通省公表値に限ったが、公表された数値データ以外の入札者の意識に基づく入札価格の決定過程をモデルに組み込むことにより実態に近づく結果が得られる。そのために、入札競争への参入から入札価格の決定に至る各プロセスの意思決定に影響する項目を洗い出しモデルに実装するために、アンケート調査による入札者の経営戦略等の意識を整理することを検討する予定である。

現在の国土交通省直轄工事での総合評価落札方式では除算方式を用いている。実績データを用いるために本研究での分析は除算方式とした。ただし、第1章に記述したとおり、加算方式は技術評価点と価格評価点をそれぞれ独立して評価するため、技術力競争を促進することができると考えられ、極端な低価格による入札が頻発している現状においては加算方式の適用を図ることも考えられる<sup>4)</sup>ため、今後の研究対象として運用に際しての課題等を含めた具体的な検討を行っていききたい。



## 参考文献

- 1) 楠茂樹:公共調達と競争政策の法的構造, 上智大学出版, 2012.10.
- 2) 木下誠也:公共調達解体新書, 一般財団法人 経済調査会, 2017.
- 3) 国土交通省土地・建設産業局長:低入札価格調査における基準価格の見直し等について, 2017.
- 4) 国土交通省:国土交通省直轄工事における総合評価落札方式の運用ガイドライン, 2013.3.
- 5) 嵩直人, 小澤一雅:入札結果が応札行動に影響することに着目した WTO 標準型総合評価方式の現状分析, 土木学会論文集 F4(建設マネジメント), Vol.69,No.1,pp.1-11, 2013.
- 6) 島崎敏一:落札率への入札者数と低入札価格調査基準価格の影響, 土木学会論文集 F4(建設マネジメント), Vol.67,No.4,pp.I\_231-I-237, 2011.
- 7) 金子雄一郎, 松村吉晃, 島崎敏一:総合評価落札方式の実態に関する統計分析—入札参加者間の技術評価点及び応札価格の差に着目して—, 土木学会論文集 F4(建設マネジメント), Vol.68,No.4,pp.I\_193-I-199, 2012.
- 8) 東京都:入札契約制度改革研究会 報告書, 2009.10.
- 9) 吉野洋一:公共工事入札における競争の限界と今後の課題, 株式会社日刊建設通信新聞社, 2014.3.
- 10) 二宮仁志, 渡辺法美:地方公共工事における総合評価方式の特性と入札・契約制度改革に関する一考察, 土木学会論文集F4, Vol.67, No.4, I\_93- I\_102, 2011.
- 11) 木下誠也, 佐藤直良, 松本直也, 田中良彰, 丹野弘:公共工事の入札制度の変遷と今後のあり方に関する考察, 土木学会建設マネジメント研究論文集 Vol.15,pp.289-300, 2008.
- 12) 佐藤直良, 松本直也, 木下誠也, 丹野弘, 石鉢盛一郎:公共工事におけるダンピング受注の実態と対策に関する考察, 土木学会建設マネジメント研究論文集 Vol.15,pp.261-272, 2008.
- 13) 松村吉晃, 金子雄一郎, 島崎敏一:公共工事入札の落札率の変動要因に関する分析—一般土木工事及びアスファルト工事を対象として—, 土木学会論文集 F4(建設マネジメント), Vol.67,No.4,pp.I\_285-I-292, 2011.
- 14) 森本恵美, 荒井弘毅:四国地方整備局一般土木工事における入札行動からみた低入札調査基準価格設定の波及の分析, Vol.69,No.4,pp.I\_171-I-180, 2013.
- 15) 松井藤五郎:複利型強化学習, 26 巻 2 号 PS-E, pp.330-334, 2011.
- 16) 三上貞芳, 皆川雅章 共訳:強化学習, 森北出版株式会社
- 17) Ioannou, P.G. and Sou-Sen, Leu.: Average Bid Method - A Competitive Bidding Strategy, Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, Vol. 199, No.1, pp.131-147, 1993.3.
- 18) Tadelis, S.: Public procurement design: Lessons from the private sector, International Journal of Industrial Organization 30, pp.297-302, 2012.

- 19) Trigo, P.:Multi-agent Simulation of Electricity Markets Economically-Motivated decision-making, International Journal of Computer Science and Electronics Engineering, Volume 1 , Issue2, 2013
- 20) 一般財団法人建設物価調査会:平成 30 年度版国土交通省土木工事積算基準, 2018.
- 21) 関東地方整備局入札データ <https://www.ktr.mlit.go.jp/nyuusatu/nyuusatu00003846.html>
- 22) 池田明, 海尻賢二:マルチエージェントシミュレーションによる開発をとまなう政府調達の制度設計に関する一考察, 情報処理学会誌, Vol.49, No.7, pp. 2731-2740, 2008.
- 23) 山影進:人工社会構築指南, (有)書籍工房早山, 2011.2.
- 24) 公益財団法人土木学会:「日本建設企業を対象とした公共工事の入札戦略に関する調査研究」報告書, 2013.

## 謝 辞

本論文は、大阪大学大学院工学研究科環境エネルギー工学専攻の矢吹信喜教授のご指導のもとに実施した研究を取りまとめたものです。

私は、2002年4月に(一財)日本建設情報総合センター(JACIC)にて積算システムの保守・運用関連の業務を担当させて頂きました。その際に、公共工事の入札価格が予定価格より1円でも超過したら失格、また調査基準価格等の最低価格に準ずる価格に満たない場合は詳細な調査による確認が必要となる、等の制度に対する疑問を持ちました。入札者は自らの努力で自信と責任をもって自由に市場に対して入札金額を提示すべきである、ということに対する素朴な疑問でした。関連資料等を調べ、この拘束や制約は、予算管理、品質確保のために必要であることが理解できるようになりました。ただし、総合評価落札方式の下では入札価格に上限を設けなくても評価値が下がるのだから、落札価格はある一定の限度に収まるのではないかと、また、下限値を廃止した場合の品質の低下はどの程度で、それを防ぐための制度は何かあるのではないかと考えるようになりました。

私はこれらの疑問点とその解決策を検討する方法を案としてまとめ、2013年にJACICにて当時、建設情報に係る国際交流・国際貢献事業に関するプロジェクトチームのメンバーであったので、お世話になっている矢吹信喜先生にご指導のお願い致しました。先生からご了解頂きましたのでその後、大阪大学大学院工学研究科の博士後期課程に入学させて頂き、その成果として本論文を作成することができました。矢吹信喜先生には、このような機会を頂き、その後、懇切丁寧なご指導とご鞭撻を賜り、心から深く感謝申し上げます。

本論文の査読にあたっては、大変ご多忙中、大阪大学大学院工学研究科環境エネルギー工学専攻の澤木昌典教授と福田知弘准教授には副査の労をお引受け下さいまして、大変ご丁寧にご指導を賜りました。先生方のご指導に対しまして、ここに厚く御礼申し上げます。

また、JACICにて勤務している際の多くのアドバイス等を頂いた当時の積算システムセンターの方々にも厚くお礼申し上げます。

今後は、この間に学んだ点を活かして公共工事の入札価格についての在り方についての考察と調査を行う所存であります。

最後に、9年の永きに亘り、時には挫折しあきらめようとした私を、いつも明るく支えてくれた妻の理恵には心から感謝の意を表して本論文を結びたいと思います。

令和4年1月  
八 巻 悟