

2016 年度 卒業論文

公共入札における非競争性および非対称性

慶應義塾大学 経済学部
石橋孝次研究会 第 17 期生

瀬戸口 美織

はしがき

3年次に競争政策パートで三田論を執筆して以来、卒論は競争政策に関連するテーマを選びたい、と漠然と考えていた。三田論では政策的な分析をおこなうまで分析を進めることができなかつたためである。競争政策に関連するテーマとして思いつくものはいくつかあるが、その中でも公共入札市場を選んだのは、幼少の頃、市場での「せり」を見学したことが1つの理由である。青果のせり売りであったが、何十人もの大人が奇妙なハンドサインをしながら大声で数字を叫んでいて、なんて不思議な空間なのだろうと幼心に感じたことをよく覚えている。経済学部に入り、ミクロ経済学を勉強して、「せり」がオークションの一種であることを学んだ。経済学で説明されるものの中には実態を想像しづらいものも多いが、幼少の頃見た記憶からか、オークション理論は自分の中で見たことのある枠組みとして比較的親しみやすいものであったように思う。そのような理由から、オークション理論を土台とした公共入札の分析を、卒論のテーマとして選ぶこととした。

また、本論文では、沖縄県那覇市における公共入札制度について、非競争性・非対称性という観点から分析をおこなっている。那覇市を選択したのは、離島である分県外参入者を考慮する必要性が低いため、より現実に即したモデルによって分析をおこなうことができるという立地上の利点からであった。本論文が、那覇市に限らず、日本の公共調達市場全体における社会的厚生改善に、多少でも寄与できれば幸いである。

目次

序章	1
第1章 現状分析	2
1.1 公共調達市場とは	2
1.2 最低価格落札方式・予定価格制	3
1.3 公正取引委員会の入札談合への対応	3
1.4 談合防止対策の現状	4
第2章 非競争性についての理論分析	9
2.1 競争状態の入札についての理論分析	9
2.2 談合のパターンと最適行動	11
第3章 誘導型モデルによる非競争性についての実証分析	15
3.1 談合の検知に関する誘導型モデル	15
3.3 分析に用いるデータおよびモデル	18
3.4 推定結果および考察	20
第4章 非対称性についての理論分析	22
4.1 非対称性についての理論分析	22
第5章 構造型モデルによる非対称性についての実証分析	25
5.1 構造型モデル	25
5.2 カーネル法	27
5.3 先行研究	29
5.4 分析に用いるデータおよびモデル	33
5.5 推定結果および考察	34
結論	39
参考文献	40

序章

2020年に迫る東京オリンピックの開催は、スポーツの祭典としてはもちろん、雇用の創出や開催地のインフラ整備への寄与等、公共事業的な性格を持ち、故にその収益性、透明性については議論が交わされることも多い。試算によると全体で19.4兆円もの経済効果を見込まれているそうである。

この東京オリンピック開催から発生する様々な公共事業の多くは、公共調達市場において、入札により事業者が決定される。入札は経済学で言う需給取引の相手の決定するための機能であり、自身にとって好ましい相手を取引の相手とすることができる素晴らしい仕組みであるとされているが、同時に談合が形成されやすい環境を生む、入札の方法に入札結果が依存する場合が存在する、といった構造上の欠点を持つ。

本論文では、上記のような入札がもつ構造上の欠点が発生する過程や、一般的にはオークションメカニズムと呼ばれる入札方式の仕組みが取引の結果に与える影響を、誘導型モデル、構造型モデルという2つの計量モデルを用いて実証的に明らかにすることを目的とする。

本論文の構成は以下に述べるようになっている。まず第1章において、近年の国内入札市場に関する統計データ等を用いた現状分析を行い、続く第2章では非競争性が入札行動に与える影響についての理論分析を行い、第3章において第2章における結論を実証的に検証する。第4章では、入札者の非対称性が入札結果に及ぼす影響について議論し、続く第5章において実証的な分析を行う。最後に、第3章・第5章で行った2つの実証分析に関して、包括的な結論をのべる。

第1章 現状分析

本章では統計調査等を基に、我が国の公共調達市場に固有な特性や、本論文において分析対象としている入札談合に対する、公正取引委員会の対応・防止対策などについて分析する。1.1節で公共調達市場の概要を説明した後、1.2節において現在我が国でとられている一般的な入札方式を紹介し、1.3節では公正取引委員会の摘発談合に対する処置、1.4節では公正取引委員会を中心としてとられている談合の防止対策といった、公共調達市場を取り巻く現状について述べる。

1.1 公共調達市場とは

公共調達市場とは、政府機関や地方政府等公共セクターが購入又はリースによって行う物品及びサービスの調達を指し、OECDの統計調査によると、公共調達市場の規模は先進国一般においてその国のGDPの10~15%程度である。

調達契約は一般的に競争入札方式をとり、具体的には一般競争入札（公開入札）、指名競争入札（選択入札）が挙げられる。一般競争入札が最も広く用いられる方式で、入札公告を行い、通常、競争に参加するために必要な資格を有する者の入札参加を求めて、価格等による競争を行い調達機関にとって最も有利な相手方と契約を結ぶ。指名競争入札は、契約の性質又は目的により一般競争入札に付する必要がない場合等において、競争に参加するために必要な資格を有する者のうちから調達機関が当該契約の履行について能力を有すると認める者を指名し、指名された者のみで価格等による競争を行う方式である。競争入札方式以外にも、調達機関が競争なしに特定の相手と契約を結ぶ随意契約方式という例外的な方式が存在する。

上に述べたように入札に参加するためには資格審査を申請する必要がある、また地方公共団体が調達機関となるようなケースではローカルルールと呼ばれる独自の規制等が存在することも多く、これらを要因として一般的に参入障壁の高い市場であると考えられている。

また、一般的に、需要側である調達機関の価格に対する感応度の低さも市場の特性として挙げられることが多い。参入障壁と併せて、環境的に談合形成がしやすい土壌であると言える。

1.2 最低価格落札方式・予定価格制

続いて供給者（ここでは落札者）の決定方式について述べる。シングルオークション理論における落札者決定方式（プロトコル）は複数存在するが、我が国の公共入札においては一般に1位価格オークションを適用させた最低価格落札方式が用いられている。さらに談合や暗黙の共謀による不当な最低落札価格つり上げを阻止するため、予定価格制を併用している。まとめると、契約担当者が取引の実例価格、需給の状況、履行の難易、数量の多寡、履行期間の長短等に基づいてあらかじめ算定した予定価格を上限として、最低の価格をもって入札した者を自動的に落札者とする方式となる。なお最低価格が予定価格を上回る場合、(1) 入札条件を変更することなく前記入札参加者と個別に交渉し、予定価格以下の価格を提示した者と契約を結ぶか、または(2) 条件を見直し入札公告（公示）をやり直すか、のいずれかの方法がとられる。

1.3 公正取引委員会の入札談合への対応

公正取引委員会は、入札談合を含む、反競争的企業行動を規制する独占禁止法の運用を担う機関である。ここでは独占禁止法に基づく公正取引委員会の入札談合に関する見解、それに伴う摘発件数等の現状を確認する。

独占禁止法によると、入札談合は「不当な取引制限」にあたるとして、第2条において全面的に禁止されている。「不当な取引制限」とは「事業者が、契約、協定その他何らの名義をもってするかを問わず、他の事業者と共同して対価を決定し、維持し、若しくは引き上げ、又は数量、技術、製品、設備若しくは取引の相手方を制限する等相互にその事業活動を拘束し、又は遂行することにより、公共の利益に反して、一定の取引分野における競争を実質的に制限すること」として定義されている。

上記に基づき、公正取引委員会は入札談合に対し、課徴金という罰金を課す。課徴金の算定率は表1-1に示される通りである。

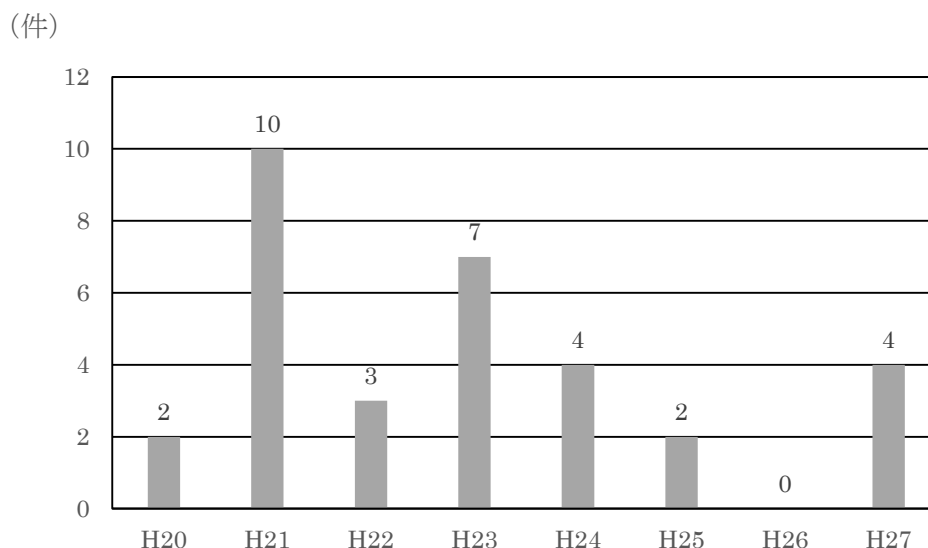
表1-1 課徴金算定率

	製造業	中小製造業	小売	卸売
課徴金算定率	10%	4%	3%	2%

出所：公正取引委員会ホームページより作成

次に、直近8年間の課徴金が適用された入札談合摘発件数を図1-2に示す。

図1-2 入札談合摘発件数



出所：公正取引委員会ホームページより作成

摘発件数は年度によってばらつきが見られることが図1-2よりわかる。公正取引委員会の談合摘発能力は独占禁止法の改正などを経た現在においても問題視されることが多く、後述する課徴金減免制等と併せつつ、自力での摘発件数を増加させることが課題とされている。

1.4 談合防止対策の現状

入札談合に対し公正取引委員会がとっている防止策は事前策と事後策に大別される。事前策として入札制度の改革や、課徴金減免制度等、事後策としては制裁の強化があげられる。以下にその詳細を述べる。

1.4.1 入札制度の改革

一般に、入札改革は国の政府機関よりも地方自治体レベルで進んでいる。自治体の入札改革で多く採用されているのは、予定価格の事前公表や一般競争入札の範囲拡大、電子入札の導入である。予定価格事前公表は需要者側である公共団体と供給者側で

ある入札業者の癒着の阻止を、一般競争入札や電子入札の導入・範囲拡大は参入障壁を取り払うことをそれぞれ目的としている。表 1-3 に挙げられる事例等、自治体や政府関係機関等が実施している入札改革では、一定の効果が認められている。

表 1-3 入札制度改革事例

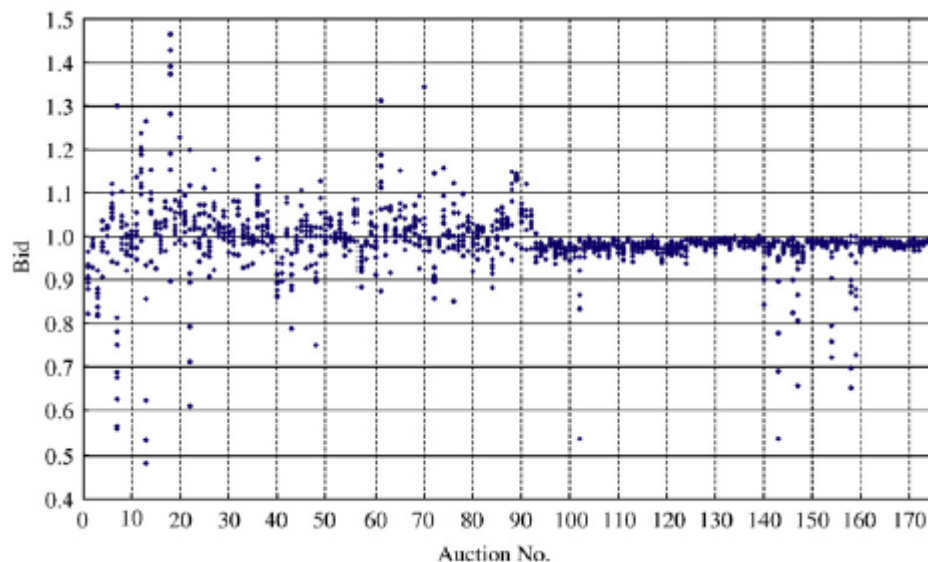
防衛施設 庁	2 億円以上の工事に一般競争入札を導入。	平成 16 年度の平均落札率 93.8%に対し、平成 18 年 3 月の入札結果は 484 件、平均落札率 86.5%となり、130 億円の減額。
高速道路 各社	一般競争入札を導入。	平成 17 年 4～9 月の平均落札率は 92%、同年 10～12 月の平均落札率は 87%(落札率が 85%未満の工事は平成 16 年度に約 6%、平成 17 年 4～9 月 18%、同年 10～12 月 35%) に低下した。
宮城県	入札審査緩和	一般競争入札の落札率が、平成 12 年の 95%から平成 14 年の 79.5%にまで低下した。
長野県	制限付一般入札導入	平均落札率は、平成 13 年の 96.8%から平成 16 年の 72.4%に低下し、200～300 億円の節減になっている。
横須賀市	入札情報公開、電子入札の実施。	平均落札率は、平成 9 年度の 95.7%から平成 13 年度の 84.7%へと低下し、年間 30～40 億円の節減になっている。

出所：国立国会図書館『ISSUE BRIEF 調査と情報』543 号より作成

入札参加者の拡大に関する実証分析として、Ohashi (2009) では三重県が指名競争入札から一般競争入札への入札制度改革を行った前後のデータを用いた分析を行い、制度変更によって落札価格が有意に下落するなど、競争促進効果を認められると結論付けている。

一方、Ishii (2003) においては、2002 年に予定価格公表制を導入した沖縄県那覇市の導入前後のデータを用い、構造変化に関する実証分析を行っている。Ishii (2003) によると、図 1-4 のように、制度導入を境に落札額は予定価格周りにかたまるようになっている。実証分析の結果、談合が形成されていることがその原因であると結論付けられた。Ishii (2003) の事例からもわかるように、予定価格公表制は買い手である国や自治体と入札者側との癒着を阻止する手立てであると同時に、競争性を阻害する可能性も持ち合わせていると言える。本論文の第 3 章においても、予定価格公表制導入の効果についての実証分析を行うこととする。

図 1-4 予定価格に対する落札額の比率

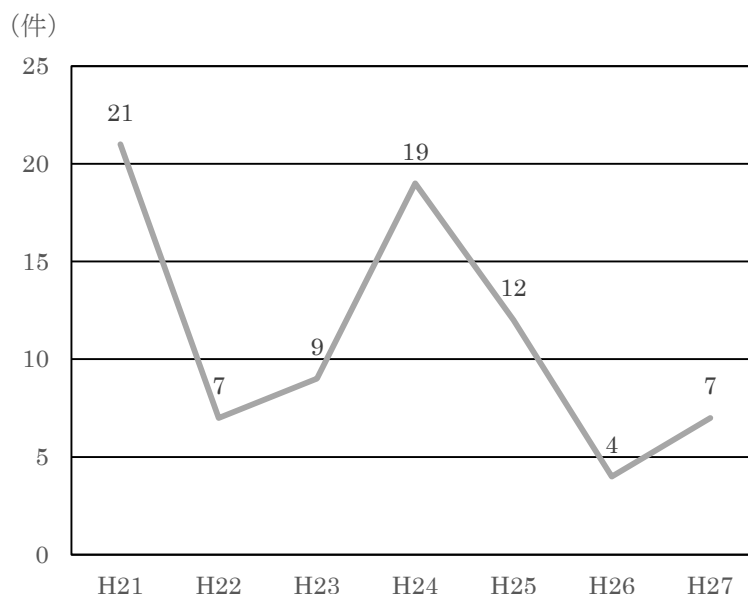


出所 : Ishii (2003)

1.4.2 課徴金減免制度

課徴金減免制度とは、事業者が自ら関与したカルテル・入札談合について、その違反内容を公正取引委員会に自主的に報告した場合、課徴金が減免される制度である。類似の制度として、米国では1978年に、EUでは1996年にリニエンシー制度が導入されている。我が国では1977年の独占禁止法改正の際に導入されたのち、1991年、2009年に改正が行われ、現在に至る。現行の制度では、公正取引委員会が調査を開始する前に他の事業者よりも早期に報告すれば、課徴金の減額率が大きくなる仕組みとなっており、公正取引委員会の調査開始日前と調査開始日以後とで合わせて最大5社（ただし調査開始日以後は最大3社）に適用される。直近7年の適用件数を図1-5に示している。

図 1-5 課徴金減免制度適用件数



出所：公正取引委員会ホームページより作成

課徴金減免制、リニエンシー制に関する理論分析として、Motta and Polo (2003) があげられる。Motta and Polo (2003) は米国リニエンシー制度に関する理論分析を行っており、当時の現行リニエンシー制の効果は認めつつも、談合摘発後の申告が効率性を高めるかどうかの分析を行い、結論としては摘発後の申告に対しても減免を行うべきであるとの政策提言を行っている。国内では三浦 (2003) が Motta and Polo (2003) に続く理論分析としてあげられる。理論分析の結果を鑑みても現在の課徴金減免制度が談合に対して有効な手立てであることは間違いない。国内に限ると大型のカルテル・談合事件の摘発に特に効果が認められている。

しかし現行の課徴金減免制には問題点もいくつか存在すると指摘されている。そのうち最も疑問視されているのは課徴金算定の硬直化である。現行の課徴金減免制では、事務処理の迅速化を理由に公正取引委員会に課徴金算定に関する裁量権が認められていない。しかし課徴金減免制の利用促進という立場から考えると、この非裁量性がかえって業者の申告インセンティブを低めていると言える。また、裁量権は減免制においても認められておらず、その結果として親子企業の申請は別個に受理されてしまうことも問題視されている。これは、親と子で減免制申請を協調して

行うことで、損失額を減少することができてしまうためである。いずれの問題点も、公正取引委員会に、慎重な議論のもと、最適な裁量権を与えることが改善策となりうる。

第2章 非競争性についての理論分析

本章では、第3章における非競争性についての実証分析のために、土台として必要な理論分析を行う。この章では、まず2.1節において、競争状態の入札についての理論について述べ、次に2.2節では、談合についての理論分析を行う。なおどちらの節においても公共入札とは異なる最高価格落札制、いわゆる一般的なオークションを分析対象としているが、オークションメカニズムの対称性から、最終的に得られる定理は公共入札にも対称的に適用することができる。

2.1 競争状態の入札についての理論分析

この節ではまず、今後ベンチマークとして扱うことを目的とし、Maskin and Riley (2003) に基づき、競争状態が保証されている入札における理論分析を行う。本節では以下のような設定を考える。ある一つの財を対象としたオークションで、最も高い非負の入札額 b を入札した入札者が財を獲得する。最高入札価格が複数存在するときは、ランダムに落札者が選ばれることとする。 n 人の可能性入札者（入札する可能性がある者）が存在し、彼らの効用は以下であらわされる。

$$U_i = \begin{cases} 0 & \text{if } i \text{ lose} \\ U_i(b, s_i) & \text{if } i \text{ win} \end{cases} \quad (2.1)$$

ここで、 U_i は2回微分が可能で、 $\frac{\partial U_i}{\partial b} < 0$ かつ $\frac{\partial U_i}{\partial s_i} > 0$ を仮定する。ただし、 s_i は入札者 i にとっての財の真価値（評価値）である。評価値 s_i は値域 $[\underline{s}_i, \bar{s}_i]$ の累積密度関数 $F_i(\cdot)$ に、互いに独立して従う確率変数である。ここでは、 $F_i(\cdot)$ は2回微分が可能で、その導関数は値域 $[\underline{s}_i, \bar{s}_i]$ 上で厳密に正であると仮定する。可能性入札者（入札する可能性がある者） i の勝利確率を Π_i で表す。このとき、可能性入札者の期待効用 E_i は以下であらわされる。

$$E_i = \Pi_i U_i(b, s_i) \quad (2.2)$$

以上に加えて、以下の2つを仮定する。

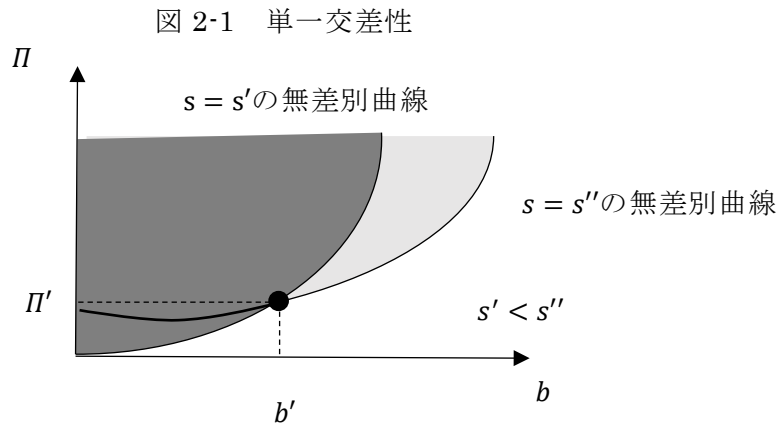
仮定 1.1 可能性入札者 i は、入札額 b を自身の留保価格 s_i 以上に設定することはない。また、留保価格 s_i は非負である。また、 i は純戦略のベイジアンナッシュ均衡に従う。

仮定 1.2 $s' < s''$ であるとき、 $s = s'$ を固定した無差別曲線と、 $s = s''$ を固定した無差別曲線が一点で交わる（単一交差性）。

以下に示す限界代替率

$$\frac{db}{d\Pi_{E_i}} = -\frac{\frac{\partial E_i}{\partial \Pi}}{\frac{\partial E_i}{\partial b}} = -\frac{1}{\Pi_i} \frac{U_i}{\frac{\partial U_i}{\partial b}} \quad (2.3)$$

が、 s_i について減少関数であることが、単一交差性を満たすための十分条件である。図 2-1 は単一交差性を満たしている状態を図示したものである。



出所：Maskin and Riley (2003)より作成

この 2 つが仮定されているとき、次の 3 つの定理が成り立つ。¹

定理 2.1 ベイジアンナッシュ均衡が存在する。さらに、各入札者の均衡入札関数は評価値について厳密に単調増加し、かつ連続微分可能である。

定理 2.2 $\underline{s}_1 > \underline{s}_2 \geq \dots \geq \underline{s}_n$ であるとき、最低勝利入札額 b_* は以下の 2 つの条件式を満たす。

$$\underline{s}_2 \leq b_* \leq \underline{s}_1 \quad (2.4)$$

$$b_* = \arg \max_b \Pi_{i \neq 1} F_i(b) U_1(b, \underline{s}_1) \quad (2.5)$$

定理 2.3 均衡は一意的に定まる。

¹ 証明はすべて、Maskin and Riley (2003) を参照のこと。

2.2 談合のパターンと最適行動

次に、談合についての理論分析を行う。McAfee and McMillan (1992) によれば、談合のパターンはまず大きく分けて強い談合 (strong type) と弱い談合 (weak type) の2つに分類される。強い談合とは、談合内での金銭の授受 (サイドペイメント) が可能なものを指す。対して弱い談合とは、金銭の授受を行えない場合を指す。弱いタイプの談合には暗黙の共謀など、頻繁な会合なしでも成立させられるものが存在する一方で、後に示すように強いタイプの談合は談合内オークションを行う必要性があるため、相対的に摘発リスクは高くなる。本節ではまず、2.2.1 項において McAfee and McMillan (1992) で分析にあたって用いられている分析の枠組みを紹介し、2.2.2 項において強いタイプの談合、2.2.3 項において弱いタイプの談合における談合メンバーの最適行動についてそれぞれ述べる。最後に 2.2.4 項において、三浦 (2003) をもとに、談合メカニズムの頑健性についての議論を行うこととする。

2.2.1 分析の枠組み

まず、 n 人の談合メンバーが談合をもくろむオークション (ここでは区別のため本オークションと呼ぶ) は、単一財の封印入札オークションであり、留保価格 r が設定されている。従って全入札者が r 以下の額で入札した場合、オークションは成立しない。 r は全入札者に公開されているものとする。任意の入札者 i は、自身の評価値 v_i を把握している。 i 以外の入札者は、 v_i が累積密度関数 $F_i(\cdot)$ に従うことのみを把握しており、 $F_i(\cdot)$ に紐づく密度関数 $f_i(\cdot)$ の値域は $[0, v_n]$ であるとする。この評価値分布 $F_i(\cdot)$ は対称的であると仮定し、さらに、すべての $j \neq i$ について、 v_i と v_j は無相関、つまり私的価値型オークションを仮定する。最後に、一番高い入札額が複数存在した場合、落札者はランダムに決定され、かつ談合メンバーを含む全入札者がこれを把握しているとする。

2.2.2 強いタイプの談合

先に述べたように、強いタイプの談合は金銭授受を可能とする。2.2.1.項において設定した枠組みのもとでは、強いタイプの談合について、以下の定理が成り立つ。²

定理 2.4 以下のメカニズムが談合形成にとっての最適戦略として選択される。まず本オークションの前に事前評価値申告 (ノックアウトオークション) を行い、そこでも

² 証明は McAfee and McMillan (1992) を参照されたい。

っとも低い評価値を申告したものが入札勝利予定者として決定される。ノックアウトオークションにおいて勝利予定者となった者は本オークションにおいて報告評価値を入札額として入札し、それ以外の者は談合が露見しないような偽装入札 (phantom bid) を行う。

さらに、サイドペイメントおよび談合メカニズムの耐戦略性について以下の定理が成り立つ。³ただし、 $v_{(1)}, v_{(2)}$ は談合メンバー内で1番低い評価値と、2番目に低い評価値を表す。

定理 2.5 定理 2.4 において述べたような談合メカニズムが実行される時、サイドペイメントは以下のように決定される。また、以下のサイドペイメントが保証されるようなメカニズムは耐戦略性を満たす。

$$\pi(0) = \frac{E[v_{(2)} - r | v_{(1)} - r]}{n} \quad (2.6)$$

定理 2.5 は以下のように証明できる。まず、談合メンバー i が、評価値を x と偽装したときの期待利潤を $E_\pi(x; c_i)$ とおくと、 $E_\pi(x; c_i)$ は以下のように表せる。

$$E_\pi(x; c_i) = \left(\frac{(n-k)x + \bar{c}}{n-k+1} - c_i - \frac{t(\bar{c} - x)}{n-k+1} \right) \left(\frac{\bar{c} - x}{\bar{c} - \underline{c}} \right)^{k-1} \left(\frac{n(\bar{c} - B(x))}{(n-1)(\bar{c} - \underline{c})} \right)^{n-k} \quad (2.7)$$

このとき、談合メンバー i にとっての最適報告値 x^* は、利潤最大化条件 $\frac{\partial E_\pi(x; c_i)}{\partial x} = 0$ を満たす。これに従い、式(2.7)を偏微分し、整理すると、最適報告値 x^* は

$$x^* = c_i \quad (2.8)$$

となる。つまり、企業 i にとっては、真のコスト c_i を報告するのが最適となる。以上より、定理 2.5 が成り立つことが証明される。

2.2.3 弱いタイプの談合

次に、サイドペイメントが不可能な弱いタイプの談合について述べる。弱いタイプ

³ 証明は McAfee and McMillan (1992) による。

の談合については、以下の定理が成り立つ。⁴

定理 2.6 $H(v) = [1 - F(v)]/f(v)$ と定義する。 $H'(v) \geq 0$ のとき、談合メンバーにとって競争状態で入札を行う、つまり談合を形成せずに入札を行うのが最適な戦略となる。対して $H'(v) < 0$ のとき、談合メンバーにとっての最適な入札戦略は以下のようになる。

$$B(v_i, v_{-i}) = \begin{cases} 0 & \text{if } v_i < r \\ r & \text{if } v_i \geq r \end{cases} \quad (2.9)$$

定理 2.6 より、弱いタイプの談合においては、談合成立時に、予定価格以下の評価値を持つ談合メンバーの中でランダムに勝利予定者が決定されることとなる。したがって弱いタイプの談合、つまりサイドペイメントが行えない状況下では、談合は効率性を満たすことができない。

2.2.4 談合の安定性

最後に、上記の強いタイプのような談合において、談合メンバー全員が真の費用を報告した後の段階でも、上記の談合メカニズムが頑健性を持ちうるのか、つまり談合逸脱のインセンティブは発生しないのか、について検討する。この項では新たに三浦 (2003) を参照するため、前項までとは異なり、公共入札型のメカニズム（最低価格落札方式）に沿って分析を進めることに留意されたい。すなわち本項における評価値とは、業者等の入札者が、事業権を落札した際、事業施工にかかる全体的なコスト（以降入札コストと称する）を指すと解釈されたい。今、事前のノックアウトオークションにおいて、報告評価値 c_k （ただし $k = 1, 2, \dots, n$ は、談合メンバーをあらわす添え字である）が真であったことを前提とし、談合メンバー内の入札者 i が勝利入札予定者となったとする。また、入札者 j を i 以外の任意の談合メンバーとする。このとき、まず、談合メンバー j が談合メカニズムに従い、虚偽に高い入札額を入札した場合、 j が i から受け取るサイドペイメントの額は以下となる。

$$\frac{\bar{c} - c_i}{(n+1)(n-k+1)} \quad (2.10)$$

一方、企業 i の勝利確率は以下ようになる。

⁴ 証明は McAfee and McMillan (1992) を参照のこと。

$$\left\{ \frac{n(\bar{c} - B(c_i))}{(n-1)(\bar{c} - \underline{c})} \right\}^{n-k} \quad (2.11)$$

よって、企業*j*にとってのサイドペイメントの期待値は、

$$ES(c_j) = \left\{ \frac{n(\bar{c} - B(c_i))}{(n-1)(\bar{c} - \underline{c})} \right\}^{n-k} \frac{\bar{c} - c_i}{(n+1)(n-k+1)} \quad (2.12)$$

となる。

次に、企業*j*が談合を逸脱し、仮に企業*i*よりもごく微小な数 ε だけ低い価格を入札し、余剰を総取りしようとするを仮定する。このとき、企業*j*の期待利潤は以下のようなになる。

$$E\pi(c_j) = \left\{ \frac{n(\bar{c} - B(c_i))}{(n-1)(\bar{c} - \underline{c})} \right\}^{n-k} (B(c_j) - c_j) \quad (2.13)$$

企業*j*が談合逸脱のインセンティブを持つのは $ES(c_j) < E\pi(c_j)$ となるときである。整理すると、以下の不等式がすべての*j*について成立するときとなる。

$$c_j < \frac{((n+1)(n-k)+1)c_i + n\bar{c}}{(n+1)(n-k+1)} \quad (2.14)$$

式(2.14)に注目すると、逸脱インセンティブの有無が両者のコストの差によって決定されることがわかる。すなわち、両者の格差が十分に小さく、技術・施設規模的等に差がない場合、逸脱インセンティブは増加し、談合は破られやすくなる。一方談合メンバー内で明確にコスト差が存在する場合、逸脱インセンティブは弱まり、談合は維持されやすい。

第3章 誘導型モデルによる非競争性についての実証分析

この章では、第2章でおこなった非競争性についての理論分析をふまえ、誘導型モデルを用いて、予定価格公表制の導入が競争性にどのような影響を与えるかについての実証分析を行う。誘導型とは、実態経済をモデル化した構造方程式から先決内生変数と非説明変数以外の内生変数を消去した式のことであり、ゆえに誘導型においては、被説明変数が内生変数、説明変数が外生変数となる。（本章に登場するモデルにおいては、入札額が被説明変数かつ内生変数、入札コスト要因が説明変数かつ外生変数となっている。）本章では、まず3.1節において、先行研究とした実証論文を紹介する。次に3.2節で、次節3.3節での実証分析において使用したデータ・および分析モデルについて述べ、続く3.3節において実証の結果と考察について述べる。

3.1 談合の検知に関する誘導型モデル

まず、先行研究として Porter and Zona (1993) において用いられた誘導型モデルを紹介する。彼らが分析対象として用いたのは1979年から1985年にかけての、アメリカ、ナッソウ・サフォークにおいて、DOT（道路交通局）が主催した116件の公共入札データである。地元紙によると、複数の入札業者が談合形成の疑いで摘発されている。彼らはDOTが公開する入札データのみから、談合を検知するモデルを構築し、実際に談合が形成されていたのかどうかを報道等と整合的に検知することを目的としている。

Porter and Zona (1993) のモデルは、以下のように構成されている。まずオークションは複数回私的価値FPSBである。入札者はリスク中立であり、自分の入札コスト（評価値）は把握しているが、他入札者の入札コストを観察することはできないと仮定されている。したがって、競争状態の入札者は、自身の入札コストのみに基づき、以下のように利潤関数を最大化することを目的とする。

$$\max_b E\Pi(b) = (b - c_{it})\varphi_{it}(b) \quad (3.1)$$

ここで、 b は入札額、 c_{it} は入札者 i が事業 t の施工に関し負う費用額、すなわち入札コスト、 $\varphi_{it}(b)$ は入札者 i の、事業 t に対する入札における勝利確率をそれぞれ表す。(3.1)式の一階の条件から以下が得られる。

$$\varphi_{it}(b) + (b - c_{it}) \frac{\partial \varphi_{it}(b)}{\partial b} = 0 \quad (3.2)$$

(3.2)式を満たすような均衡入札額 b_{it} は、定理 2.3 より一意的に定まり、また以下のよう整理することができる。

$$\log(b_{it}) = \alpha_t + \beta X_{it} + \epsilon_{it} \quad (3.3)$$

ここで α_t は事業 t に関するオークションについて固有な効果、 X_{it} は、入札コスト c_{it} に影響を及ぼすと考えられる要素のベクトルである。 c_{it} という先決内生変数を消去していることに留意されたい。

上述のように、式(3.3)は競争状態において、つまり談合を形成していない状態を前提としている。すなわち、入札額をコスト要因で GLS 回帰した場合、競争状態であればその結果は有意となると予想できる。一方で、談合が形成されている状態では、式(3.3)が成り立つことは保障されない。Porter and Zona (1993) ではこの違いを利用し、談合の形成が見られない入札者の集合を競争グループ、新聞の報道等から談合形成の可能性を持つ入札者の集合を談合グループとして GLS 回帰をおこない、さらに両者の係数に有意な差異が認められるかについてのテストをおこなっている。コスト要因として挙げられている説明変数および GLS 回帰において予想される符号を表 3-1、両グループの回帰結果を表 3-2 にそれぞれまとめた。

表 3-1 説明変数と予想される符号

$backlog_{it}$	t 期に現行している DOT との契約業務の金額換算値	-
cap_i	サンプル期間中の、入札者 i の $backlog$ の最大値	-
$capsq_i$	$capsq_i = (cap)^2$	+
$noback_i$	ダミー変数 (1 if $cap_i = 0$, 0 if $cap_i \neq 0$)	-
$util_{it}$	t 期の稼働率。 $util_{it} = backlog_{it}/cap_i$	-
$utilsq_{it}$	$utilsq_{it} = (util_{it})^2$	+
$islands_i$	ダミー変数。島内の業者なら 1 をとる	-

出所：Porter and Zona (1993) より作成

表 3-2 GLS 回帰結果

	全データ	競争グループ	談合グループ
観測数	476	319	157
Wald 統計量	21.9	494.7	28.4
cap_i	-0.0053**	-0.0973***	.1991*
$capsq_i$.0358	.1720***	-0.1143
$noback_i$	-0.0010	-0.0178*	
$util_{it}$.1666*	-1.2691***	1.8225***
$utilsq_{it}$	-0.4430**	4.8519***	-2.9029***
$islands_i$	-0.0288	-0.0334*	

(注) *:10%有意, **:5%有意, ***:1%有意を表している。

出所：Porter and Zona (1993) より作成

表 2-1、表 2-2 を見ると分かるように、競争グループにおいては式(3.3)が成り立つと仮定された上での予想符号と一致している、つまり入札額はコスト要因に有意に影響を受けている。一方談合グループにおいては、 $noback_i$ および $islands_i$ を除いたすべての変数において、予想符号と一致していない。この段階で、競争状態であるならば入札は理論と整合的に入札コストに関して厳密に増加関数であるにも関わらず、談合グループの入札額は、コスト要因では説明することができないと結論付けることができる。

続いて Porter and Zona (1993) では、Chow テストによって両グループの回帰結果から得られた係数に、有意に差異が認められるかどうかを検定している。結果を表 3-3 に示す。

表 3-3 Chow テストの結果

統計量	9.38 >***
自由度	(76,319)

出所：Porter and Zona (1993) より作成

表 3-3 より、両グループの回帰結果には有意に差異が認められる。つまり競争グループと談合グループの間は、入札戦略に明らかな差がある。従って前述の結果と併せると、談合グループに属する入札者は、明らかに競争状態ではない、つまり談合を形

成している状態で入札に臨み、かつコスト要因以外を入札額決定の要因として考えていると結論付けることができ、談合の検知に成功している。

3.2 分析に用いるデータ及びモデル

次節において分析に使用するデータは、2001年4月から2005年12月にかけて、沖縄県那覇市が公示・契約を行った入札のうち、建築分類に属する入札群である。那覇市は同期間に大規模な再開発事業を行っており、一連の入札群はこの再開発に関連するものである。琉球新聞によれば、2002年4月から2005年度末にかけて、建築分類のオークションのほぼ100%で談合が形成されており、関連業者には課徴金支払い命令が為された。そこで次節では、先行研究で紹介したモデルを参考に、那覇市が公開する入札データを用いて、談合を報道、判決と整合的に検知することを目的として推定を行う。

先行研究では同時期の入札者群を競争グループと談合グループに分類して分析を行っていたのに対し、本論文の分析では2001年4月から2002年3月までの入札データを導入前グループ、それ以降の入札データを導入後グループと分類し、構造変化が認められるかを検定することとする。区分の根拠は前述の公正取引委員会の発表に加え、那覇市では2002年4月に予定価格公表制を導入したことである。第1章においても述べたように、予定価格公表制は競争性を阻害する可能性があるとして指摘されているため、これを根拠とすることとした。なお調達市場における制度変更に関する計量分析として、Ohashi (2003) 等を参考とした。先行研究 Porter and Zona (1993) を参考にし、分析に用いた変数および予想される符号を表3-4に示す。

表 3-4 変数と予想される符号

$lnbid_{it}$	入札者 <i>i</i> の事業 <i>t</i> のオークションに対する入札額の対数値	被説明変数
$backlog_{it}$	<i>t</i> 期に現行している那覇市との契約業務の金額換算値	-
$lncap_i$	サンプル期間中の、企業 <i>i</i> の <i>backlog</i> の最大値の対数値	-
$lncapsq_i$	$lncapsq_i = (lncap)^2$	+
$noback_i$	ダミー変数 (1 if $cap_i = 0$, 0 if $cap_i \neq 0$)	-
$util_{it}$	<i>t</i> 期の稼働率。 $util_{it} = backlog_{it}/cap_i$	-
$utilsq_{it}$	$utilsq_{it} = (util_{it})^2$	+

次に導入前グループ、導入後グループの記述統計量をそれぞれ表 3-5、表 3-6 に示す。

表 3-5 導入前グループ記述統計量

N = 363	中央値	標準偏差	最小値	最大値
lnbid1	16.74304	1.390529	13.99783	19.89887
lnbacklog1	8.012397	1.461748	0	2.78
lncap1	1.369972	2.875124	0	10.3
lncapsq1	4.490909	9.336266	0	29.9
noback1	0.809917	0.3929078	0	1
util1	0.005205	0.070141	0	1
utilsq1	0.004933	0.0668243	0	1

表 3-6 導入後グループ記述統計量

<i>N</i> = 885	中央値	標準偏差	最小値	最大値
<i>lnbid2</i>	17.32715	1.711113	14.7516	20.90058
<i>lnbacklog2</i>	7.402613	5.3000	0	6.140000
<i>lncap2</i>	3.439312	4.086361	0	11.02557
<i>lncapsq2</i>	10.86457	12.63311	0	31.26068
<i>noback2</i>	0.567232	0.495739	0	1
<i>util2</i>	0.026116	0.156883	0	1
<i>utilsq2</i>	0.025267	0.155923	0	1

推定に用いるのは先行研究と同じ GLS 回帰および Chow テストである。次節にて推定結果とその考察を述べる。

3.3 推定結果および考察

まず導入前グループ、導入後グループの、GLS 回帰による推定結果をそれぞれ表 3-7、表 3-8 に示す。

表 3-7 導入前グループ GLS 回帰結果

	推定値	標準誤差
<i>lncap1</i>	-0.49734*	11.24754
<i>lncapsq1</i>	0.7513454*	5.608312
<i>noback1</i>	14.55155*	51.45513
<i>util1</i>	-38.19724**	17.25715
<i>utilsq1</i>	40.09391**	18.14766
	Wald 統計量	227.4

表 3-8 導入後グループ GLS 回帰結果

	推定値	標準誤差
<i>lncap2</i>	269.6705	138.5916
<i>lncapsq2</i>	-134.4171	69.29792
<i>noback2</i>	-1231.21	638.2892
<i>util12</i>	-0.9910779	17.25715
<i>utilsq2</i>	40.09391	3.954065
	Wald 統計量	355.15

2 つの推定結果表を参照するとわかるように、導入前グループは説明変数の係数の符号が理論に基づいた予想と一致し、10%有意水準ではすべての係数が有意となっているのに対し、導入後グループにおける説明変数の係数の符号は理論と一致しない。さらに先行研究にならい、Chow テストを行った。結果を表 3-9 に示す。

表 3-9 Chow テストの結果

統計量	41.724 >***
データ数	(363,885)

表 3-9 からわかる通り、導入前グループと導入後グループの推定結果の間には、有意に際が認められる。以上の推定より、那覇市の再開発オークションについて、以下の結果が得られたといえる。まず、予定価格公表制を導入した 2002 年 4 月以前と以後では、構造変化が起こっている。次に 2002 年 4 月以前の入札額はコスト要因について単調増加するという前章で得た競争状態において成り立つ理論に従う結果であるのに対し、2002 年 4 月以降の入札行動は、コスト要因に基づいていない。したがって、2002 年 4 月の予定価格公表制導入を境に、那覇市公共調達市場は有意に競争度を下げている、つまり談合の形成が検知できる、と結論づけることができる。

予定価格公表制の問題点については第 1 章においても Ishii (2003) 等を紹介し述べたが、本実証の結果によっても、予定価格公表制が談合の形成を促したと結論付けることができる。

第4章 非対称性についての理論分析

本章は、第5章において行う非対称的な入札者を仮定した構造型モデルによる実証分析のための理論的枠組みを得ることを目的とする章である。

4.1 非対称性についての理論分析

本節では、Maskin and Riley (2000) に基づき、入札者の評価値 v_i の分布 $F_i(\cdot)$ が非対称的である状況下での分析をおこなう。

4.1.1 分析の枠組み

入札者2人、単一財単一回のFPSBおよびSPSB（2位価格封印入札）について考える。独立私的価値オークション、入札者のリスク中立性、競争状態の3つの仮定は保持されているとする。諸仮定より、ベイジアンナッシュ均衡が一意的に定まる。独立私的価値を仮定しているため、入札者の効用は以下であらわされる。

$$u_i(b, v_i) = v_i - b \quad (4.1)$$

ここで、評価値 v_i は入札者 i 本人にとっては観察できる私的価値であるが、その他の入札者からは観察することができず、累積密度関数 $F_i(\cdot)$ に従う確率変数であることのみ既知であるものとする。 v_i の定義域は $[\beta_i, \alpha_i]$ であるとする。また、簡易化のため累積密度関数 $F_i(\cdot)$ は一様分布であることを仮定する。次に、2人の入札者をS(strong), W(weak)の2つのタイプに分ける。ただし、タイプSの入札者の累積密度関数 $F_S(\cdot)$ は、タイプWの入札者の累積密度関数 $F_W(\cdot)$ に対し一次確率優位であるとする。また、Maskin and Riley (2003) より入札額は評価値についての定義域内で厳密に単調であるとする。

以下、Maskin and Riley (2000) にならい、入札者が非対称的な状況を2つのケースに分けて考える。

4.1.2 定義域が右にシフトしている場合

まず $F_S(\cdot)$ と $F_W(\cdot)$ の定義域幅は同じで、かつ $F_S(\cdot)$ が $F_W(\cdot)$ よりも v 軸上で右にあるような状態を考える。

具体的に、以下のような設定を考える。 $F_W(\cdot)$ の定義域を $[0, 1]$ 、 $F_S(\cdot)$ の定義域を $[2, 3]$

とする。このとき、入札者 S にとっての目的関数は以下ようになる

$$\max_b b(v_S - b) \quad (4.2)$$

これを解き、さらに入札者 W の最適戦略を考慮すると、均衡は一意に定まり、

$$(b_S^*, b_W^*) = (1, v_W) \quad (4.3)$$

となる。

このとき、FPSB におけるオークション主催者側の期待収入は $b_S^* = 1$ となる一方で、SPSB における期待収入は以下ようになる。

$$E\{v_w\} = \frac{1}{2} \quad (4.4)$$

この設定は一般化することができ、従って少なくとも評価値分布の定義域が右にシフトするような場合、収入同値定理は成り立たないことがわかる。

4.1.3 定義域が拡張されている場合

次に、 $F_S(\cdot)$ の定義域が、 $F_W(\cdot)$ の定義域に対して変換により拡張されているような状態を考える。具体的に、 $F_W(\cdot)$ の定義域が $[0, \frac{1}{1+z}]$ 、 $F_S(\cdot)$ の定義域が $[0, \frac{1}{1-z}]$ であるとする。ただし $z > 0$ である。

このとき、均衡入札額は以下を満たすような b となる。⁵

$$(b_S^*, b_W^*) = \left(\frac{2b}{1 - z(2b)^2}, \frac{2b}{1 + z(2b)^2} \right) \quad (4.5)$$

このとき、FPSB における期待収入額は

$$\frac{(1 - z^2)(2b)^2}{1 - z^2(2b)^4} \quad (4.6)$$

となる。

一方で、SPSB における期待収入額は

$$2b - (1 - z)b^2 \quad (4.7)$$

となる。ここで $z > 0$ より、4.1.2 節における結果と同様に、FPSB における期待収入額が SPSB における期待収入額を上回る事となる。

⁵ 証明は Maskin and Riley (2000) を参照されたい。

この設定は一般化することができ、従って、評価値分布が拡張されるような場合においても、収入同値定理は成り立たず、主催者の期待収益という観点においては、FPSB が SPSB よりも好ましいといえる。

第5章 構造型モデルによる非対称性についての実証分析

本章では、第4章での非対称性についての理論分析をふまえ、入札者の非対称性に焦点をあてた実証分析を行う。まず分析に先立ち、5.1節において分析モデルの基本的な枠組みを Guerre, Perrigne and Vuong (2000) に基づいて紹介し、その後5.2節では分析モデル内で必要とされるカーネル法について説明をおこなう。続く5.3節では5.1節で説明する Guerre, Perrigne and Vuong (2000) のモデルを土台とし、入札者の非対称性およびセミパラメトリック手法を取り入れた Athey, Levin and Seira (2004) を先行研究として紹介する。最後に5.4節と5.5節で、それぞれ実証分析において使用したデータについての説明と、実証結果およびその考察を行う。

5.1 構造型モデル

ここでは、Guerre, Perrigne and Vuong (2000) に基づき、入札者の非対称性を考慮した構造型モデルを紹介する。

5.1.1 分析の枠組み

前章で紹介した Maskin and Riley (2000) において用いられた枠組みに加え、Guerre, Perrigne and Vuong (2000) においては予定価格（留保価格） p_0 が設定される。単一財単一回オークションにおいて、最高入札額が予定価格を下回る場合、契約は成立しないものとする。予定価格 p_0 は、慣例的に $[v, \bar{v}]$ の範囲に設定される。Riley and Samuelson (1981) によれば予定価格が存在した上でもベイジアンナッシュ均衡が一意に定まることが証明されており、均衡入札額は予定価格 p_0 を考慮し、以下のように定まる。

$$b_i = s(v_i, F, I, p_0) = v_i - \frac{1}{(F(v_i))^{I-1}} \int_{p_0}^{v_i} (F(u))^{I-1} du \quad (5.1)$$

さらに1階の条件より、入札者の戦略関数 $s(v_i)$ は以下のようにあらわせる。

$$1 = (v_i - s(v_i))(I-1) \frac{f(v_i)}{F(v_i)} \frac{1}{s'(v_i)} \quad (5.2)$$

さらに、戦略関数 $s(v_i)$ の単調性から、逆戦略関数

$$s^{-1}(\cdot, F, I, p_0) \quad (5.3)$$

が存在する。

5.1.2 識別問題

次に識別問題について説明する。識別問題とは、相互依存関係にある複数の経済変数であらわせる構造方程式において、係数が一意に定まらない可能性のことであり、構造型推定においてしばしば発生する。しかし、Guerre, Perrigne and Vuong (2000)によると、前項のような枠組みにおいては、未知の構造型パラメータを1つに絞ることができると述べられている。以下概要を説明する。

均衡入札額 b の累積密度関数を $G(b)$ 、密度関数を $g(b)$ とおく。戦略関数 $s(v_i)$ の単調性から、

$$v = s^{-1}(b) \quad (5.4)$$

と求めることができる。さらに、

$$\frac{g(b)}{G(b)} = \frac{1}{s'(v)} f(v)/F(v) \quad (5.5)$$

とあらわせる。

このとき、式(5.5)を書き換え、

$$v_i = \xi(b_i, G, I) = b_i + \frac{1}{I-1} G(b_i)/g(b_i) \quad (5.6)$$

式(5.6)より、個人の評価値 v_i は、均衡入札額 b_i とその累積密度関数 $G(b_i)$ および密度関数 $g(b_i)$ から一意的に求めることができることがわかる。以上から推定をいくつかの段階に分けることによって、識別問題は解決される。⁶

5.1.3. 推定方法

次に、構造型推定手法について述べる。Guerre, Perrigne and Vuong (2000)では、評価値分布の推定までを3つの段階に分けて行っている。

まず、第一段階では入札額累積密度関数・密度関数の推定をおこなう。前項で述べたように、入札者の評価値 v_i を、均衡入札額 b_i およびその累積密度関数・密度関数から、逆関数的に求めるためである。入札額累積密度関数・密度関数は、データ数や母集団仮定の問題等から、しばしば後述するノンパラメトリックな手法によって推定される。

⁶ 識別問題の詳細な説明は Guerre, Perrigne and Vuong (2000) を参照されたい。

Guerre, Perrigne, and Vuong (2000) においてもカーネル法と呼ばれるノンパラメトリックな手法を用いて、複数回オークションにおける入札額累積密度関数および密度関数を以下のように推定する。

$$\hat{G}(b) = \frac{1}{IL} \sum_{l=1}^L \sum_{p=1}^I I(B_{pl} \leq b) \quad (5.7)$$

$$\hat{g}(b) = \frac{1}{ILh} \sum_{l=1}^L \sum_{p=1}^I K_g\left(\frac{b - B_{pl}}{h_g}\right) \quad (5.8)$$

ただし、 $I = 1, 2, \dots, p, \dots, I$ は可能性入札者、 $L = 1, 2, \dots, l, \dots, L$ はオークションの番号を表す。 B_{pl} はオークション l における入札者 p の入札額であり、Riley and Samuelson (1981) より、観察された入札額は一意的に定まった均衡入札額であるとみなすことができる。

次に、第 2 段階目では、第 1 段階で得られた入札額累積密度関数および密度関数を擬似データとし、個人の評価値 v_i を以下のように推定する。

$$\hat{V}_{pl} = B_{pl} + \frac{1}{I-1} \hat{G}(B_{pl}) / \hat{g}(B_{pl}) \quad (5.9)$$

最後に第 3 段階目では、第 2 段階で得た推定値 \hat{V}_{pl} を擬似データとみなし、再度カーネル法を用いるによって推定留保価格密度関数 $\hat{f}(v)$ を以下のように求める。

$$\hat{f}(v) = \frac{1}{ILh} \sum_{l=1}^L \sum_{p=1}^I K_f\left(\frac{v - \hat{V}_{pl}}{h_f}\right) \quad (5.10)$$

なおカーネル法については次節で詳細に説明をおこなうこととする。

5.2 カーネル法

カーネル法は前述の通り、ノンパラメトリックに確率密度関数を推定する手法のうちの一つである。ここでは Pagan and Ullah (1999) にならい、まずノンパラメトリック推定手法の土台となるヒストグラム法を紹介し、その後ヒストグラム法の改善例として、カーネル法を紹介する。

5.2.1 ヒストグラム法

連続確率変数 X の確率密度関数を、観測データ $x_i (i = 1, 2, \dots, n)$ から推定する場合を考える。ヒストグラム法では、まず幅 h を設定し、観測データ x_i がある観測点 x を基準として $[-\frac{h}{2} + x, \frac{h}{2} + x]$ の範囲に入っていれば 1 をとるような指示関数を下のように定義する。

$$I\left(-\frac{1}{2} \leq \frac{x_i - x}{h} \leq \frac{1}{2}\right) = \begin{cases} 1 & \text{if} \\ 0 & \text{if} \end{cases} \quad (5.11)$$

ヒストグラム法では、上記の指示関数 I を用いて、密度を全データ数に対する観測点 x 周りでの観測数の割合として、密度関数を以下のように定義する。

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n I\left(-\frac{1}{2} \leq \frac{x_i - x}{h} \leq \frac{1}{2}\right) \quad (5.12)$$

5.2.2 カーネル法

ヒストグラム法は簡易ではあるが、推定密度関数は階段状になってしまい、微分不可であるという問題点を持つ。今回おこなう構造型実証分析においては逆関数の成立が不可欠であるため、密度関数は単調である必要がある。そこで、この問題を解決するためにカーネル法を用いる。カーネル法においては、まず指示関数 I に代わるカーネル関数 K を定義する。カーネル関数 K は、以下の条件を満たす必要がある。

条件 1 観測データ $x_i (i = 1, 2, \dots, n)$ は互いに無相関である

条件 2 カーネル関数 K は軸に対して対称かつ以下を満たす

$$\int K(\psi) d\psi = 1 \quad (5.13)$$

$$\int \psi^2 K(\psi) d\psi = \mu \neq 0 \quad (5.14)$$

$$\int K^2(\psi) d\psi < \infty \quad (5.15)$$

条件 3 カーネル関数 K によって推定された密度関数 f の 2 回微分が連続関数となる

条件 4 幅 h が以下を満たす

$$n \rightarrow \infty \Rightarrow h \rightarrow 0 \quad (5.16)$$

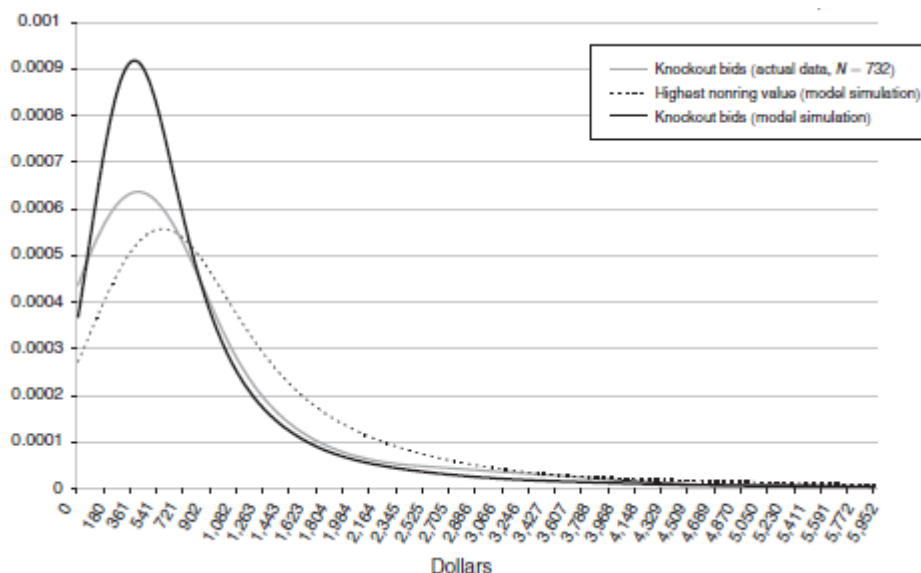
$$n \rightarrow \infty \Rightarrow nh \rightarrow \infty \quad (5.17)$$

カーネル法では、以上の条件を満たすカーネル関数 K を用いて、推定密度関数を以下のように定義する。

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - x_i}{h}\right) \quad (5.18)$$

Asker (2010) では、カーネル法を用いて表 5-1 のようなカルテル内競争入札における入札額の密度関数推定をおこなっている。

表 5-1 カーネル法による推定入札額密度関数



(注) 薄い実線が観測データからカーネル法によって推定した密度関数、
濃い実線が擬似サンプルから推定した密度関数

出所：Asker (2010)

ただし、カーネル法によって推定された密度関数 \hat{f} には、以下のようなバイアスが発生している。

$$\text{Bias}(\hat{f}) = E\hat{f} - f = \int K(\psi)[f(h\psi + x) - f(x)]d\psi \quad (5.19)$$

また、分散は以下のようになる。

$$V(\hat{f}) = \frac{1}{nh} \int K^2(\psi)f(h\psi + x)d\psi - \frac{1}{n} \left[\int K(\psi)f(h\psi + x)d\psi \right]^2 \quad (5.20)$$

5.3 先行研究

本項では、次節以降にておこなう実証分析において、先行研究とした Athey, Levin and Seira (2004) を紹介する。前述の通り Athey, Levin and Seira (2004) は 5.1 節において紹介した Guerre, Periggné and Vuong (2000) の構造型モデルを基にしているが、第 1 段階の推定をノンパラメトリック手法ではなく最尤法推定でおこなっており、さらに入札者の非対称性を分析モデルに組み入れている。本節では、まず 5.3.1 項

において特に Guerre, Periggné and Vuong (2000)との相違点および追加点に焦点をあてつつ分析モデルの枠組みを紹介し、次に5.3.2節において実証の結果を紹介する。

5.3.1 分析の枠組み

Athey, Levin, and Seira (2004) では、複数回木材調達オークションにおいて、入札者を保持施設等のデータによって強いタイプ(Mills)と弱いタイプ(Loggers)の2つのタイプに分類している。両者の評価値について、以下が成り立つと仮定する。

$$\frac{f_M(v)}{F_M(v)} \geq \frac{f_L(v)}{F_L(v)} \quad (5.21)$$

まず、第一段階では $k = L, M$ に対し、Guerre, Perriggné and Vuong (2000)に付け加えて他タイプの参入ダミーなどを加え、以下のように

$$G_k(b|X, u, N, n) = 1 - \exp\left(-u \left(\frac{b}{\lambda_k(X, N, n)}\right)^{p_k(n)}\right) \quad (5.22)$$

として入札額累積密度関数 $G(b)$ を推定している。ここで、 X は入札参加者、観測者両名に観察可能なオークション固有の要素、 u は入札参加者のみに観察可能であり、観測者からは観察できないオークション固有の要素を指す。 N, n はそれぞれ可能性入札者、実測入札者であるが、強いタイプに関しては、

$$N_M = n_M^* \quad (5.23)$$

となることが仮定されている。また、 $\lambda_k(\cdot)$ は

$$\ln \lambda_k = X\beta_X + N\beta_N + n\beta_{n,k} + \beta_{0,k} \quad (5.24)$$

であらわされる関数で、 $p_k(n)$ は

$$\ln p_k(n) = n\gamma_{n,k} + \gamma_{0,k} \quad (5.25)$$

で表される。ただしパラメータ (β, γ, θ) は、尤度関数

$$\begin{aligned} \ln L_t = & (n_{Lt} + n_{Mt}) \ln \theta + \ln \Gamma\left(\frac{1}{\theta} + n_{Lt} + n_{Mt}\right) - \ln \Gamma\left(\frac{1}{\theta}\right) \\ & + \sum \ln \left(p_{it} \lambda_{it} \left(\frac{b_{it}}{\lambda_{it}}\right)^{p_{it}-1} \right) + \left(\frac{1}{\theta} + n_{Lt} + n_{Mt}\right) \ln \left(1 + \theta \sum \left(\frac{b_{it}}{\lambda_{it}}\right)^{p_{it}}\right) \end{aligned} \quad (5.26)$$

によって得られる。以上が第一段階であり、続く第二段階ではまず、上述のように推

定された累積密度関数および密度関数を持ちいて、すべての入札者の評価値を以下のように推定する。

$$v_i = \phi_i(b_i; X, u, N, n) = b_i + \frac{1}{\sum_j \frac{g_j(b_i|X, u, N, n)}{G_j(b_i|X, u, N, n)}} \quad (5.27)$$

次に式(5.27)によって得られた推定評価値を擬似サンプルとし、評価値密度関数を以下のようにおき、ノンパラメトリック手法を用いて推定する。

$$F_k(v|X, u, N) = G_k(\phi_k^{-1}(v; X, u, N)|X, u, N, n) \quad (5.28)$$

5.3.2 実証結果

次に、Athey, Levin and Seira (2004)の実証結果の一部を紹介する。表 5-2 は第一段階に使用されたデータの記述統計量を示している。

表 5-2 記述統計量

変数	中央値	標準偏差
<i>Reserve Price</i>	41.96	38.06
<i>Seilling Value</i>	278.86	85.36
<i>Logging Costs</i>	112.85	40.48
<i>Manufactuaring Costs</i>	127.41	34.47
<i>Species Herfindal</i>	0.54	0.23
<i>Density of Timber</i>	0.10	0.12
<i>Salvage Scale</i>	0.14	0.35
<i>Scale Sale</i>	0.95	0.21
<i>Volume</i>	63.63	45.60
<i>Mill* Mill Entrants</i>	2.98	1.81

出所：Athey, Levin and Seira (2004) より作成

以上のようなデータをもとに、第一段階の推定を行っている。第一段階の推定結果を表 5-3 にまとめた

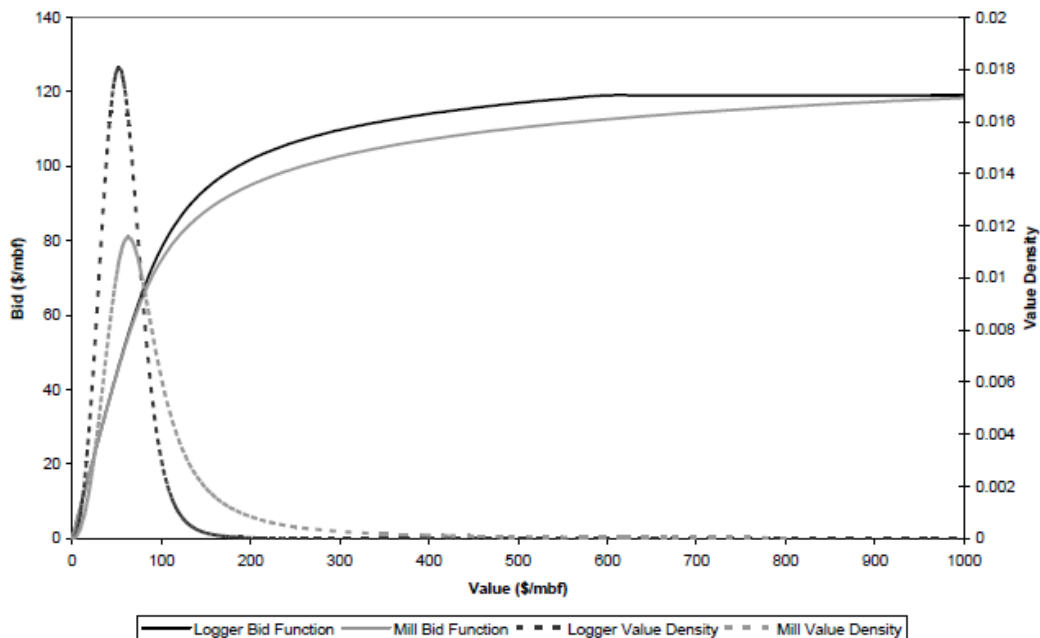
表 5-3 第一段階推定結果

	係数	標準偏差
<i>Ln(Reserve Price)</i>	0.42	0.04
<i>Ln(Seilling Value)</i>	-0.01	0.02
<i>Ln(Manufactuaring Costs)</i>	0.44	0.14
<i>Ln(Logging Costs)</i>	-0.44	0.14
<i>Ln(Road Costs)</i>	0.00	0.02
<i>Species Herfindal</i>	-0.10	0.11
<i>Density of Timber</i>	-0.96	0.31
<i>Salvage Scale</i>	-0.05	0.05
<i>Scale Sale</i>	-0.05	0.05
<i>Ln(Volume)</i>	-0.08	0.03
<i>Kootenai NF</i>	0.14	0.06
<i>Mill</i>	0.27	0.03
<i>Mill* Mill Entrants</i>	-0.06	0.07

出所：Athey, Levin, and Seira (2004) より作成

上記の第一段階の推定結果をもとに、第二段階として、式(5.27)にしたがい入札者の評価値を推定している。最後に第二段階で得た推定評価値を用いて、カーネル法により評価値密度関数を推定している。図 5-4 は、第一段階において得られた推定入札額密度関数と、第三段階によって得られた推定評価値密度関数である。なお左縦軸が入札額、右縦軸が評価値密度をあらわしている。

図 5-4 推定入札額密度関数および推定評価値密度関数



出所：Athey, Levin and Seira (2004)

図 5-4 より、推定された評価値密度関数は、強いタイプ(M)の分布 $f_M(\cdot)$ が、弱いタイプ(L)の分布 $f_L(\cdot)$ に対し、縦に短く、横に長い形になっていることがわかる。

5.4 分析に用いるデータおよびモデル

本節では、次節 5.5 節においておこなう実証分析において使用したデータについて説明する。

使用するデータは 3.4 節、3.5 節と同じく沖縄県那覇市の公示・契約をする建築に関する公共入札に関するデータであるが、こちらは 2008 年～2015 年の間に行われた 2467 件のオークションのうち、予定価格を決定するための事前入札に関するデータが公開されているオークションをデータ対象とする。3.4 節において述べたように、公共入札に一般的な最低価格落札方式をとっている。先行研究である Athey, Levin, and Seira (2004) を参考に変数を作成した。表 5-5、表 5-6 はそれぞれ記述統計量と変数の説明である。なお、強いタイプと弱いタイプの区別は、市が公表する契約事業者データに記載されている事業者規模や、3.3 節および 3.4 節において使用した変数 (*lncap* 等) を考慮して行った。

表 5-5 変数の説明

変数	説明
<i>Reserve price</i>	那覇市が事前に公表する予定価格
<i>Contracts</i>	成立した契約額
<i>Strong costs</i>	強いタイプの入札者の入札コスト要因
<i>Weak costs</i>	弱いタイプの入札者の入札コスト要因
<i>Potential weak</i>	事前入札に参加した弱いタイプの入札者数
<i>Road costs</i>	入札対象事業の施工場所から、各入札者の持つ事業所までの輸送コスト

ただし、両タイプの入札コスト要因は、市が公表する契約事業者データに記載されている従業員規模、昨年度実績、事業所面積等に基づいて算出した。

表 5-6 記述統計量

変数	強いタイプ		弱いタイプ	
	中央値	標準偏差	中央値	標準偏差
$\ln(\text{bid})$	5.334	5.247	4.798	8.976
$\ln(\text{Reserve price})$	4.858	14.178	4.391	7.455
$\ln(\text{Contracts})$	5.290	9.280	4.9813	7.495
$\ln(\text{Strong costs})$	3.754	3.309		
$\ln(\text{Weak costs})$			5.230	11.940
<i>Potential weak</i>	2.720	6.831	3.584	18.661
$\ln(\text{Road costs})$	0.134	5.541	1.762	9.632
	データ数	576	データ数	380

5.5 推定結果および考察

続いて、段階ごとの実証結果およびその考察について説明する。まず 5.5.1 項、5.5.2 項において、Athey, Levin and Seira (2004) における第一段階、第三段階の推定結果についてそれぞれ説明する。最後に 5.5.3 項において、得られた推定評価値密度関数を用いて、現行の最低価格落札方式 (FPSB 型) と SPSB 型オークションメ

カニズムとの比較分析を行う。

5.5.1 第一段階実証結果

本項では、前節に記載したデータを用いて推定を行った第一段階の推定結果について述べる。推定方法は Athey, Levin and Seira (2004) になっている。以下、第一段階の推定結果を表 5-7 に示す。

表 5-7 第一段階推定結果

強いタイプ		弱いタイプ	
変数	係数	変数	係数
Reserve price	1.4544	Reserve price	2.02499
Contracts	0.0202	Contracts	-1.9802
Strong costs	0.4141	Strong costs	-0.22940
Weak costs	-0.6161	Weak costs	0.241598
Potential weak	0.136	Potential weak	2.028
Road costs	1.665	Road costs	0.353
Wald 統計量	38.55	Wald 統計量	425.0

5.5.2 第三段階推定結果

次に、第三段階の実証結果について述べる。ここでは、第一段階で得た推定入札額密度関数 $\hat{G}(\cdot)$ をもとに第二段階で算出した⁷推定評価値 \hat{v}_i を擬似サンプルとし、それをもとに推定留保価格密度関数を計算している。図 5-8、図 5-9 は、それぞれ強いタイプと弱いタイプの推定留保価格密度関数をカーネル法で推定した結果である。

⁷ 第二段階における算出方法は Athey, Levin and Seira (2004) を参照した

図 5-8 強いタイプの推定評価値密度関数

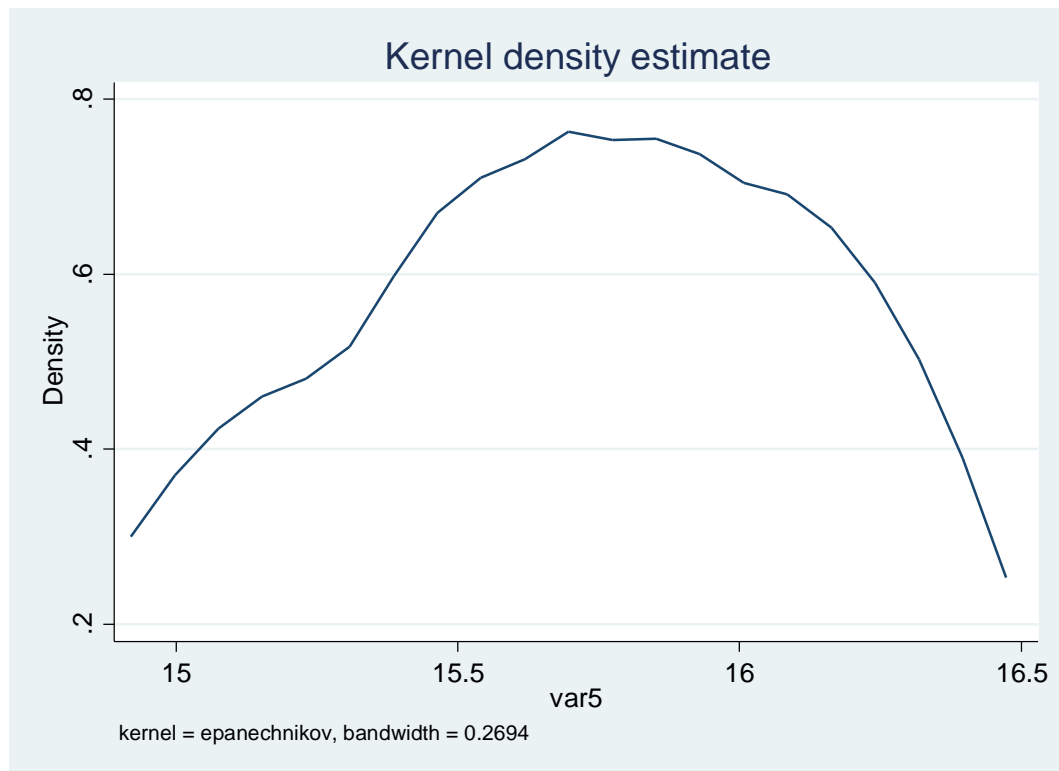


図 5-9 弱いタイプの推定評価値密度関数

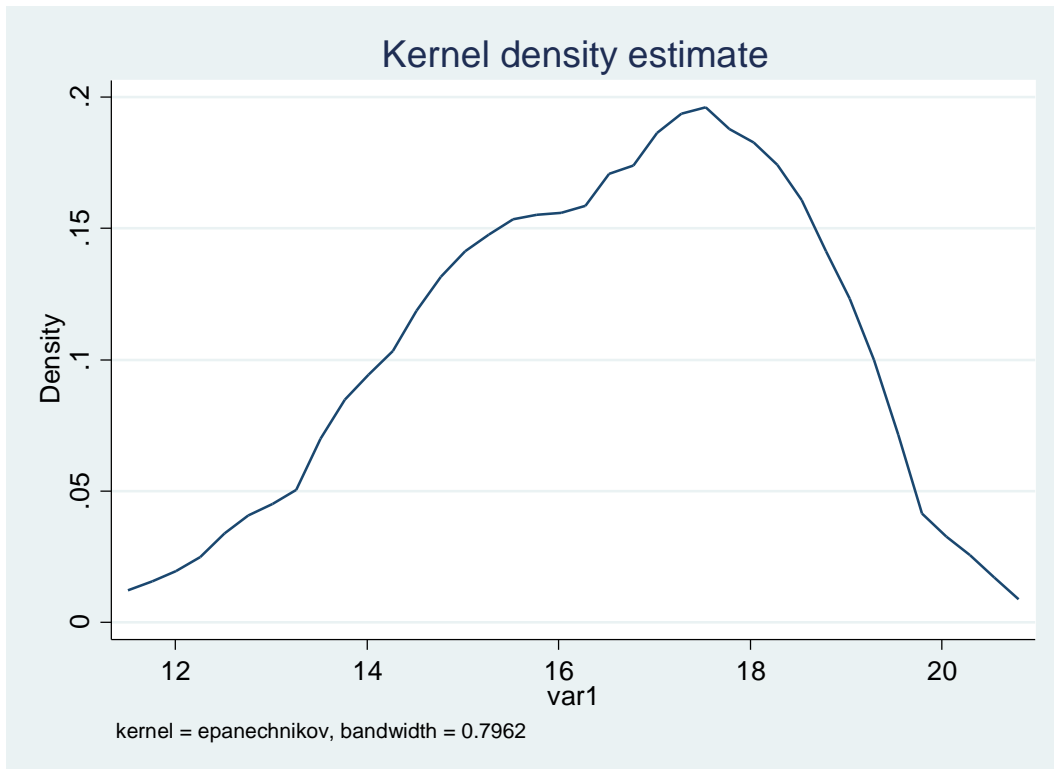


図 5-8、図 5-9 から、強いタイプの推定評価値密度関数は、弱いタイプの推定評価値密度関数に比べて、評価値軸上で左に存在することがわかる。この結果は、強いタイプは弱いタイプに対し、コスト額という観点で優位であるという分類と整合的である。

5.5.3 オークションメカニズム比較についての推定結果

最後に、第三段階において得られた評価値密度関数および観測データを用いておこなった、オークションメカニズムについての比較分析について説明する。ここでは、観測データにおける契約額を FPSB 型メカニズムの(主催者である那覇市にとっての)均衡コスト額とみなす。ここで、主催者コスト額とは、一般的なオークション理論における収入額に対応するものだと留意されたい。一方、SPSB 型メカニズムについては、推定評価値密度関数に基づき、コスト額を

$$2b(\hat{v}_i) - (1 - \varepsilon(v_i, v_j))b^2 \quad (5.29)$$

として算出する。⁸ただし、 $\varepsilon(v_i, v_j)$ は入札ごとの重みづけのための関数である。表 5-10 は、上述の手法で得られた FPSB 型メカニズムにおける均衡コスト額の平均値と SPSB 型メカニズムの推定コスト額の平均値の比較分析である。

表 5-10 比較分析の結果

	SPSB 型（推定値）	FPSB 型（実測値）
平均値	5.2921	5.0112

(注) 平均値をとる際に対数化をおこなった

表 5-10 から分かる通り、コスト額の平均値を期待コスト額の代替として考えると、FPSB 型メカニズムにおける期待コスト額は、SPSB 型メカニズムにおける期待コスト額に比べ、低くなる傾向にある。これは、第 4 章においておこなった理論分析、および公共入札において一般的に FPSB 型メカニズム（最低額落札方式型）がとられていることと整合的な結果と言える。Athey, Levin, and Seira (2004) において分析対象とされた一連の調達オークションでは、州の判断に準じてオークション方式を採択することが許されていた。対して本章の実証分析では、FPSB 型オークションを採択している那覇市単一での分析であったため、FPSB 型の採択についてこれ以上の実証分析を行うことはできない。しかし、第 1 章においても述べたように、国内の公共入札市場において一般的に FPSB 型が採択されていることなどからも、主催者側のコスト額という観点にたつと、FPSB 型が好ましいオークション方式であることは裏付けられうると考えられる。

⁸ 設定に際しては、Maskin and Riley (2000) を参考とした。

結論

本論文は、収入同値定理成立のために必要な諸仮定について分析することをテーマとし、大きくわけて2つの分析を行った。

まず第2章では非競争性についての理論分析を McAfee and McMillan (1992) に基づいておこない、第3章においてそれに関連する実証分析を Porter and Zona (1993) 等に基づいて行った。具体的には沖縄県那覇市が2002年に行った予定価格公表制の導入をめぐる構造変化推定を行い、結果として予定価格公表制導入を境に談合が形成、つまり競争性が損なわれたという結論が得られた。

続いて、第4章・第5章では、入札者それぞれがもつ留保価格が非対称的であるという仮定に基づき、理論分析、実証分析を行った。Maskin and Riley (2000) から、入札者が非対称的であるとき、売り手の収入はオークションタイプに依存するとすでに4章で述べたが、Guerre, Perrige, and Vuong (2000)、Athey, Levin, and Seira (2004) 等を参考に行った5章での実証結果は4章での理論分析と整合的なものとなり、那覇市で現在採択されている最低額落札方式は、買い手である那覇市にとっての契約コスト額という観点においては、(単一財オークションメカニズムの中では)好ましいメカニズムであると結論付けられた。

両実証分析を通し、現在那覇市でとられている最低額落札制・予定価格公表制は、第1章等で述べたように社会厚生上の長所を持ち、さらに主催者側である那覇市にとっては、メカニズムによって契約コストを抑えることに一定の成功が見られる一方、談合の形成を招きやすいといった問題点も存在することを本論文の結論として述べたい。

那覇市は、2005年に2002年度から始まり長期に渡った大規模談合が摘発されて以降、県外入札者の参入障壁を取り除くといった改善案をたててきた。今後もそのような形で、現行の最低額落札制・予定価格公表制を補強するような改善案を実行し、社会厚生的に好ましい環境づくりを目指すことが望ましいと言えるだろう。

参考文献

- Asker, J. (2010), “A study of the International Organization of a Bidding Cartel,” *American Economic Review*, **100**(3), pp.724-762.
- Athey, S., J. Levin, and E. Seira (2004), “Comparing Open and Sealed Bid Auctions: Theory and Evidence from Timber Auctions,” *Working Paper (Stanford University)*.
- Bajari, P. and L. Ye (2003), “Deciding between Competition and Collusion,” *Review of Economics and Statistics*, **85**(4), pp.971–89.
- Berry, S., J. Levinsohn, and A. Pakes (1995), “Automobile Prices in Market Equilibrium,” *Econometrica*, **63**, pp.841-890.
- Guerre, E., I. Perrigne and Q. Vuong (2000), “Optimal Nonparametric Estimation of First-Price Auctions,” *Econometrica* , **68**, pp.525-574.
- Ishii, R. (2009), “Favor Exchange in Collusion: Empirical Study of Repeated Procurement Auctions in Japan,” *International Journal of Industrial Organization*, **27**(2), pp.137-144.
- Klemperer, P. (1999), “Auction Theory: A Guide to the Literature,” *Journal of Economic Surveys*, **13**, pp.227-286.
- Lebrun, B. (1996), “Existence of an Equilibrium in First Price Auctions,” *Economic Theory*, **7**(3), pp.421-443.
- McAfee, R., and J. McMillan (1992), “Bidding Rings.” *American Economic Review*, **82**(3), pp.579-99.
- Maskin, E. and J. Riley. (2000), “Asymmetric Auctions,” *Review of Economic Studies*, **67**(3), pp.413-438.
- Maskin, E. and J. Riley. (2003), “Existence and Uniqueness of Equilibrium in Sealed High Bid Auctions,” *Games and Economic Behavior, Elsevier*, **45**(2), pp.395-409.
- Motta, M. and M. Polo (2003), “Leniency Programs and Cartel Prosecution,” *International Journal of Industrial Organization*, **21**(3), pp.347-379.
- Ohashi, H. (2003), “Effects of Transparency in Procurement Practices on Government Expenditure: A Case Study of Municipal Public Works,” *Review*

- of Industrial Organization*, **34**(3), pp. 267-285.
- Pagan, A. and A. Ullah (1999), *Nonparametric Econometrics*, New York: Cambridge University Press.
- Porter, R. and J. Zona (1993), "Detection of Bid-Rigging in Procurement Auctions," *Journal of Political Economy*, **101**(3), pp.518-538.
- Porter, R. and J. Zona (1997), "Ohio School Milk Markets: An Analysis of Bidding," *RAND Journal of Economics*, **30**(2), pp.263-288.
- Riley, J. and W. Samuelson (1981), "Optimal Auctions," *American Economic Review*, **71**, pp.381-392.
- 中林純 (2012), 『競争政策で使う経済分析ハンドブック－C P R Cハンドブックシリーズ No. 1－』「2章 談合の経済分析」 公正取引委員会競争政策研究センター.
- 三浦功(2003), 「公共契約の経済理論」九州大学出版会.
- 横尾真(2006), 『オークション理論の基礎: ゲーム理論と情報科学の先端領域』 東京: 東京電機大学出版局.
- ポール・ミルグロム (2007) , 川又 邦雄, 奥野 正寛 (監訳) , 計盛 英一郎 , 馬場 弓子 (訳) . 2007.11 『オークション 理論とデザイン』 東洋経済新報社.

おわりに

締め切りぎりぎりにこのページを執筆していると、なぜもっと早くとりかからなかったのか、なぜ直前の体調悪化を想定していなかったのか、なぜ中間提出のあとに帰省して遊んだのか・・・数え上げるときりがないほどの反省事項が出てくる。比較的早めに卒論にとりかかり、データの手に入りやすさ等を考慮して慎重にテーマを選び、プランをたて、参考書で基礎的な部分を勉強し、簡易モデルで仮実証してと、夏合宿の前までは順調に進んでいたように思うが、その後は何回方向を修正したのかももう記憶が曖昧になるほど、悩み悩みなんとかここまでたどり着いたような状態であった。特に密度関数推定は授業やゼミで一度も触れたことのない分野で、未知の分野について新たに学び、自分の中で消化し、それを形にするという作業がいかに大変なものなのかを痛感させられた。

しかし一方で、一つの論文を書き上げることができたことに達成感も大いに感じている。石橋ゼミに2年間所属し、勉強してきたことを活かして書ききることができた。特に（出来はともかく）構造型での実証分析ができたことと、三田論で競争政策パートに所属していたことから、卒論のテーマを公共入札という競争政策寄りのものにつなげられたことには個人的に満足している。

ゼミに入った当初は、それまで見たこともなかった厚さの洋書を持ち帰りながら、これは大変なところに来てしまったぞと思っていた。実際、ゼミでの発表や三田論、卒論が辛いな、もう無理かもしれないなと思うことも何度もあった。そのたびに、周りの人に支えられてここまで来ることができたと思う。幾度となく相談にのってくれた先輩方、コメンテーターをしてくれた後輩、質問に快く応えてくださった先生方、実証データの公開に協力してくださった石井先生、同じくデータの公開にご協力いただいた那覇市役所様、2年間一緒に頑張ってきた同期に、この場を借りて感謝を示したい。ありがとうございました。

そして、何よりも一番親身になってご指導してくださった石橋先生。思えば石橋先生の日吉のミクロ初級を受け、講義の面白さ、丁寧さに惹かれたことがこのゼミを志望するきっかけだった。その印象からなんら変わることなく、三田論、卒論と熱心にご指導いただけたことは、大学生活において本当に貴重な経験となりました。本当にありがとうございました。