

オークションの理論と実際： 金融市場への応用

うえだ こうぞう
上田晃三

要 旨

本稿では、オークションの基本理論を紹介したうえで、その応用例として、金融市場におけるオークションについて概観する。一定の前提のもとでは、オークションの方式は売り手の期待収入に影響を与えないという収入同値定理が成立する。しかしながら、定理成立に必要な前提が満たされない場合には、オークション方式によって売り手の期待収入は変化する。国債発行の望ましいオークション方式に関して、理論・実証双方とも見解の一致はないが、単一価格方式より複数価格方式の方が望ましいという主張は、過去の実績により必ずしも裏付けられるものではない。国債発行時のオークションを設計する際には、市場構造・制度等に留意し、勝者の呪い、共謀、ショート・スクイーズ等の中でどの問題が生じやすい状況にあるかを精査するとともに、社会が目指すべき目的についても考慮していく必要がある。また、中央銀行の公開市場操作でのオークション方式についても、その目的として、収入最大化、効率性、政策スタンスの効果的なシグナリング、安定性の確保のうちどれを重視するのかについて考慮する必要がある。

キーワード：単一価格（ダッチ）方式、複数価格（コンベンショナル）方式、競争入札、国債入札発行、公開市場操作、新規株式公開、不良資産買取り

.....
本稿は、北村行伸教授（一橋大学）、安田洋祐助教授（政策研究大学院大学）、渡辺隆裕教授（首都大学東京）のほか、多くの日本銀行スタッフから有益な助言を頂戴した。ここに記して感謝したい。ただし、本稿に示されている意見は、筆者個人に属し、日本銀行の公式見解を示すものではない。また、ありうべき誤りはすべて筆者個人に属する。

上田晃三 日本銀行金融研究所企画役（E-mail: kouzou.ueda@boj.or.jp）

1. はじめに

オークションの事例は多岐にわたる。築地の魚市場、サザビーズにおける芸術品取引、Yahoo! JAPANにおけるインターネット取引等、多くの市場取引でオークションが実施されている。金融市場においても、政府による国債発行や中央銀行による公開市場操作等、オークションを通じて価格・数量が決定されることが多い。オークションは、財の売り手が財の買い手の情報を完全には知らないという現実的状况のもとで、売り手が財を最も欲しがる者に最も高い価格で売却したり、買い手の入札行動から彼らの情報を抽出したりするために、極めて有用な方法と考えられている。

しかし一言でオークションといっても、さまざまな方式が存在し、オークションをどのように設計するかは、売り手の得る収入、財の効率的な配分等に大きな影響を与える。実際、Klemperer [2004] は、2000年の携帯電話周波数領域の民間への売却に際して、オークションの設計の違いによって、英国では国民1人当たり650ユーロの収入を政府が得た一方で、スイスでは国民1人当たり20ユーロの収入にとどまったと報告している。オークション研究を巡っては、近年、現実世界への応用例が多数みられており、現実から理論へのフィードバックを通して、ゲーム理論、価格の決定メカニズム等、経済理論の発展にもつながっている。

本稿は、オークションの理論と実際について展望したものである。オークションの理論は、1996年にノーベル賞を受賞したヴィックリー (Vickrey [1961]) による先駆的研究をもとに発展し、最近では複数財取引に関する理論的・実証的な研究だけでなく、現実への応用が進んでいる。本稿では、オークションの基本理論を紹介したうえで、その応用例として、金融市場におけるオークションに着目して概観する。具体的には、政府による国債発行、中央銀行による公開市場操作のほか、新規株式公開と不良資産の買取りに関する研究も紹介する。

オークションに関する優れたサーベイとしてはKlemperer [2004]、Milgrom [2004]がある。ほかにも、主に理論の解説書として、Klemperer [2000]、Krishna [2002]、Menezes and Monteiro [2005]、Cramton, Shoham, and Steinberg [2006]がある。日本語では、梶井・松井 [2000]、横尾 [2006]、坂井・藤中・若山 [2008]が挙げられる。これらの文献と比較して、本稿は金融市場におけるオークションに焦点を当てていることに特徴がある。金融市場におけるオークションに関する日本語文献としては、例えば、政府による国債の発行に関しての副島・花尻・嶋谷 [2001]、新規株式公開に関しての忽那 [2008]がある。

本稿の構成と各節の要約は以下のとおりである。2節では、一定の前提のもとでは、オークション方式は、売り手の期待収入に影響を与えないという収入同値定理が成立することを明らかにする。続いて、定理成立に必要な前提が一部満たされない場合には、勝者の呪い、共謀等の問題が生じ、望ましいオークション方式は、どのような前提が満たされないかによって異なることを示す。

3～5節では、オークション理論の応用例として、金融市場におけるオークション

を展望する。3節では、政府による国債の発行を取り上げ、その主要国における運営、理論、実証研究を紹介する。望ましいオークション方式に関して、理論・実証双方とも見解の一致はないが、単一価格方式より複数価格方式の方が望ましいという主張は、過去の実績から必ずしも裏付けられるものではない。オークションを設計する際には、国債の市場構造・流動性・需給・制度等にも留意して、3つの問題点—勝者の呪い、共謀、ショート・スクイーズ—の中でどれが生じやすい状況にあるかを精査する必要がある。

4節では、中央銀行による公開市場操作について概観する。この場合、公開市場操作の目的として、収入最大化、効率性、政策スタンスの効果的なシグナリング、安定性の確保のうちどれを重視するのかについて考慮する必要がある。公開市場操作の目的が収入最大化や効率性の達成に限定されるのであれば、変動価格方式、特に複数価格方式が比較的頑健であると考えられる。一方、公開市場操作の目的が安定性の確保にある場合には、複数価格方式といったオークションでなく、非オークションの固定価格方式の導入が正当化できる可能性がある。

5節では、金融市場におけるその他オークションの応用例として、新規株式公開と不良資産買取りを概観する。6節はまとめである。

2. オークション理論の基礎

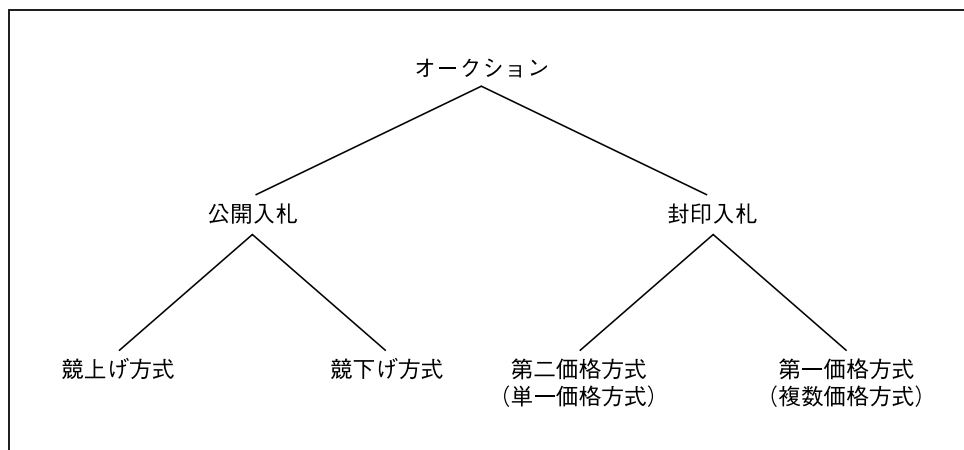
オークションとは一般に、ある売り手（買い手）が供給（需要）する財に対して、複数の買い手（売り手）が提示する入札金額および入札数量をもとに、落札者と支払（受取）金額および落札数量を決定する手続きのことである。日本では、競売または競争入札と呼ばれることもある。議論をわかりやすくするため、本稿では特別な場合を除いて、財の売却を考える。

オークションにはさまざまな方式が存在する（図1、より詳しくは補論1を参照）。オークションは、まず、その過程が公に観察可能かどうかにより、公開入札（open-bid）と封印入札（sealed-bid）とに大別される。さらに、公開入札、封印入札それぞれについて、価格決定方式によって、いくつかの入札方式が存在する。例えば、オークションの過程が公に観察可能な公開入札には、築地の魚市場で行われている競上げ方式や競下げ方式がある。また、オークションの過程が観察不能な封印入札では、最も高い価格をつけた者がその価格を支払う第一価格方式や、最も高い価格をつけた者が2番目に高い価格を支払う第二価格方式がある。国債の発行をはじめ、取引される財が複数の場合には、第一価格方式の代わりに複数価格方式が、第二価格方式の代わりに単一価格方式が用いられる。

財の売り手がオークションによる収入を最大化するためには、どのようなオークション方式が望ましいのであろうか¹。競上げ方式では、落札者は2番目に高い価格

1 オークションの目的として、本稿では主に売り手の収入最大化に注目する。国家を例にとって考えてみる

図1 オークションの方式



をつけた者の入札価格で落札することができるので、競上げ方式と第二価格方式は類似していると考えられる。また、競下げ方式では、落札者は自身のつけた最も高い価格で落札するので、競下げ方式と第一価格方式は類似している。第一価格方式と第二価格方式を比べた場合、一見すると、前者の第一価格方式の方が、売り手に支払う額が2番目に高い価格でなく最も高い価格という点で、売り手の得る収入が高いようにみえる。しかし、第一価格方式の場合には、合理的な入札参加者は、自身の価値を正直に申告せず低めの価格を提示する可能性がある。一方、第二価格方式の場合には、落札しても自身の提示価格を支払うことにはならないため、自身の価値を正直に申告することが最適戦略となる可能性がある。そのため、どのオークション方式が売り手の期待収入を最大化できるかを答えることは、決して簡単な問題ではない。

この点について、オークション理論に関するこれまでの研究では、一定の条件のもとでは、売り手の得る期待収入はオークション方式に依存せず、同一となることが示されている。本節ではまず、このいわゆる収入同値定理 (revenue equivalence theorem) について解説し、簡単な事例を紹介する。最後に、定理の前提条件が崩れた場合について考察を加える。簡単化のため、基本的に単一財取引に絞って議論を進めることとする²。

と、携帯電話の周波数領域を民間に売却する際には、その売却益を最大化することが、国債を発行する際には、発行のコストを最小化することが主たる目的となっていると考えられる。もっとも、他の目的として、携帯電話の周波数領域売却の場合などでは、ある財を最も欲しいと考える人に売り渡すという意味での効率性の達成も重視されている。売り手の収入最大化と効率性は、必ずしも両立不能ではないが、買い手間に非対称性が存在する場合 (Myerson [1981]) や複数財取引においては、トレードオフの問題が発生することが指摘されている。

2 本節の説明は、主に、Das and Sundaram [1997]、梶井・松井 [2000]、Klemperer [2004]、Milgrom [2004] に基づく。“revenue equivalence theorem”の訳語としては、横尾 [2006]、坂井・藤中・若山 [2008] など収入同値定理を使っているケースが多いが、梶井・松井 [2000] などでは収益同値性定理が使われている。

(1) 収入同値定理

収入同値定理は、当初 Vickrey [1961] によって第一価格方式と第二価格方式の同値性が、後に、Myerson [1981] と Riley and Samuelson [1981] によってより一般的なケースにおける同値性が証明された。定理の証明は補論 2 を参照されたい。

収入同値定理

すべての入札参加者は、リスク中立的で、ある共通した狭義増加関数で記述される連続な分布関数から互いに独立した私的価値を得るものとする。このとき、(1) 財が最も高い私的価値をもつ入札参加者に配分され、(2) 最も低い私的価値をつけた入札参加者の得る期待余剰はゼロとなるようなオークションであれば、どんなオークション方式であっても売り手の得る期待収入は同じとなる。

収入同値定理は、一定の仮定のもとでは、売り手の得る期待収入がオークション方式に依存しないことを示している。また、この仮定のもとでは、最も高い私的価値をもつ入札参加者が財を落札するので、最も欲しいと考える人に財が配分されるという意味での効率性が満たされている。

(2) 簡単な例

簡単な例として、1つの財に対してリスク中立的な買い手が2人存在するケースを考えよう。財は分割不可能な私的価値財とし、買い手1、2は、0円から100円の間の一様分布から独立した私的価値 V_1 、 V_2 を受け取るものとする。オークションが第一価格方式、第二価格方式で行われる場合、各買い手はどのような価格 P_1 、 P_2 で入札し、売り手はどの程度の期待収入を得ることができるのだろうか。本例では、第一価格方式と競下げ方式は同値であり、第二価格方式と競上げ方式は同値である。

第二価格方式の場合、自身の私的価値を正直に告白すること、すなわち、 $P_i = V_i$ ($i = 1, 2$) が最適戦略となる。これは、自身の入札価格が自身の利得に影響を与えないからである。数学的に示せば、買い手2の入札価格を P_2 とすると、買い手1が財を落札できる場合（すなわち入札価格 $P_1 > P_2$ の場合）に得られる買い手1の利得 U_1 は、 $V_1 - P_2$ となる。一方、財を落札できない場合の利得はゼロとなる。したがって、買い手1は、 $E(U_1) = \int_0^{P_1} (V_1 - P_2) dP_2$ を最大化するように、入札価格を最適化し、その解は $P_1 = V_1$ と導かれる。このときの売り手の得る期待収入 $E(R)$ は、 $E(R) = 2 \int_0^{100} \left[\int_{V_2}^{100} V_2 dV_1 \right] dV_2 = 100^3/3$ 円と計算される。内側の積分は、買い手2の私的価値（入札価格） V_2 を所与として、買い手1が財を落札する場合（すなわち $V_1 > V_2$ ）に買い手1が支払う価格 V_2 (= 売り手が得る収入) の期待値を表している。

一方、第一価格方式の場合には、自身の入札価格が自身の利得に直接の影響をもたらすので、私的価値からある程度割り引いた価格を入札する。数学的には、買い

手2の入札価格を P_2 とすると、買い手1が財を落札できる場合（すなわち入札価格 $P_1 > P_2$ の場合）に得られる買い手1の利得 U_1 は、 $V_1 - P_1$ となるので、買い手1は、 $E(U_1) = \int_0^{P_1} (V_1 - P_1) dP_2$ を最大化するように、入札価格を最適化する。そしてその解は、 $P_1 = V_1/2$ と導かれる。すなわち、買い手は自身の私的価値の半分の価格を入札で提示する。このことは、第一価格方式では、買い手による入札価格のばらつきが、第二価格方式におけるばらつきよりも小さいことを意味する。売り手の得る期待収入 $E(R)$ は、 $E(R) = 2 \int_0^{100} [\int_{V_2}^{100} V_1/2 dV_1] dV_2 = 100^3/3$ 円となる。内側の積分は、買い手2の私的価値（入札価格） V_2 を所与として、買い手1が財を落札する場合（すなわち $V_1 > V_2$ ）に買い手1が支払う価格 $V_1/2$ (= 売り手が得る収入) の期待値を表している。以上の計算結果は、売り手の得る期待収入が、第一価格方式、第二価格方式において等しいこと、すなわち収入同値定理が成立することを示している。またどちらの方式でも、収入同値とともに効率性も満たされている。

(3) 収入同値定理が成立しない場合

収入同値は非常に強力な定理であるが、現実には、そこで仮定した前提条件が満たされず、オークション方式によって売り手の期待収入に差が生じる場合がある。以下では、いくつかの前提条件を緩めた場合に、期待収入の観点からどのオークション方式が望ましくなるかを考察する。具体的には、私的価値の相関、共通価値財と勝者の呪い、共謀、複数財、非対称性、参入、リスク回避性向、予算制約といった論点について考察する。

イ. 私的価値の相関

各入札参加者をもつ私的価値が互いに相関をもつ場合、特に私的価値が正の相関をもつ場合を考える。このとき、高い私的価値をもった参加者は他者も高い私的価値をもつと予想する。したがって、第二価格方式の場合には、予想落札価格は、たとえ自身の入札額が変わらなくても、自身の私的価値が高いほど高くなる。逆に、自身の私的価値が低い場合には、他の参加者の私的価値も低いと予想するため、予想落札価格は低下するが、そうした参加者による落札可能性は低いので、売り手の得る期待収入を低下させる効果は小さい。このため、売り手の得る期待収入は大きくなる。

これを理論的により一般的な形で示したのが Milgrom and Weber [1982] である。彼らによれば、落札者の支払額がその人のもつ情報と高い相関をもつほど、また、入札参加者へ提供される情報が多いほど、売り手の得る期待収入が大きくなる。このため、落札価格が自身の入札価格と一致する第一価格方式と比べて、落札価格が他者の最高入札価格に直に依存する第二価格方式では、売り手の得る期待収入が大きくなる。また、第二価格方式と比べて競上げ方式では、入札の過程が観察可能であるため、入札参加者はより積極的に高い入札価格を提示し、売り手の得る期待収入が大きくなる。

ロ. 共通価値財と勝者の呪い

前述した収入同値定理は、私的価値財についての定理であるが、財の価値がすべての参加者について等しい共通価値財においても、各入札参加者が共通価値に関してある共通した分布関数から互いに独立したシグナルを受け取るのであれば、収入同値定理は同様に成立する（定理において、私的価値をシグナルに置き換えればよい）³。しかし、共通価値財取引では、真の共通価値に関して各入札参加者が受け取るシグナルが互いに正の相関をもつことが一般的であり、収入同値定理は成立しない（Wilson [1969]、Milgrom and Weber [1982]）⁴。

共通価値財取引における含意は、私的価値が正の相関をもつ場合と同様である。すなわち、第二価格方式の方が、第一価格方式よりも、売り手の得る期待収入は大きい。競上げ方式を用いると、共通価値が高い場合、最も高いシグナルを受け取っていない参加者も、オークションの過程で真の共通価値が高いことを学習できるため、落札価格は高くなる。共通価値が低い場合には、オークションの過程で共通価値が低いことが判明するが、財は2番目に高い価格で落札されるので、その影響は共通価値が高い場合を下回る。したがって、オークション過程が観察不能な第二価格方式よりも、売り手の得る期待収入は大きくなる。

また、共通価値財取引では、勝者の呪い（winner's curse）という問題が生じることが指摘されている。勝者の呪いとは、落札者の提示した価格が全員の中の最高価格であるために、落札者が実際の共通価値よりも高い価格を支払う、すなわち損をしてしまうことであり、原油採掘権、オリンピック放映権、野球のフリー・エージェント選手獲得、企業買収等で報告されている（セイラー [1998]）。前述のとおり、売り手の得る期待収入は第二価格方式より第一価格方式の方が小さいが、これは、第一価格方式のもとでは、落札者は自身の入札価格を支払わなければならないため、勝者の呪いのリスクが大きく、入札参加者にとっては低めの価格を提示することが最適行動となっていることを意味している。

ハ. 共謀

入札参加者の間で共謀（collusion）が結ばれると、売り手の得る収入が極端に低下する可能性がある。Robinson [1985] は、第二価格方式の方が第一価格方式よりも共謀にさらされやすいと論じている。第二価格方式の場合、ただ1人が十分に高い価格を提示し、残りの参加者がゼロの価格を提示するような共謀を結ぶと、その1人は無償で財を得ることができる。しかも、ある他の参加者がその財を獲得するには、非常に高い価格を支払わなければならないので、共謀の事実が既知の場合には、どの参加者にとってもその戦略から外れる誘引が存在せず、共謀が起こりやすい。また、第二価格方式では、共謀を1回限りのゲームのナッシュ均衡として実現できる

3 私的価値財、共通価値財については補論1(2)を参照。

4 例えば、確率的に変動する共通価値を V として、買い手 i が $V_i = V + \varepsilon_i$ (ε_i は買い手ごとに異なるショック) で表されるシグナルを受け取ると仮定すると、買い手の得るシグナルは正の相関をもつ。

一方、第一価格方式では、常に裏切りのインセンティブが発生するため、共謀を均衡として達成できないことが指摘されている。

さらに、Klemperer [2004] は、以下で議論する複数財取引の場合において、公開方式、特に競上げ方式を採用すると、入札参加者が互いの情報を交換したり、オークションの過程で共謀と反する行動をした相手を罰したりできるので、共謀の問題が深刻になると論じている⁵。逆に、封印方式、特に第一価格方式を採用すると、共謀者間の情報の交換や懲罰が困難になるほか、共謀者以外の参加者であっても財を落札し利得を得られる可能性が生まれるので、共謀者による新規参入の妨害が困難となる。したがって、第一価格方式は、競上げ方式よりも共謀に対して頑健である。

二. 複数財

取引される財が分割不可能な一財ではなく、財が分割可能であったり、多種類にわたったりする複数財 (multi-unit) 取引の場合には、オークションの方式や入札参加者の行動は複雑になる (Milgrom [2004]、Cramton, Shoham, and Steinberg [2006]、横尾 [2006])。複数財取引では、これまで概観した単一財取引について得られた収入同値定理等の結論が必ずしも妥当せず、勝者の呪い、共謀等さまざまな問題が深刻化するので、それらを克服し、売り手の得る収入を最大化するようなオークションの方式を設計する必要がでてくる。また、財を最も欲している参加者に財が配分されないという非効率性の生じるリスクが深刻化する。

複数財取引に関しては、4 節以降で、金融市場におけるオークションの例を用いて、より詳細に検討する。

ホ. 非対称性

収入同値定理では、入札参加者がある共通した分布から抽出された私的価値を得ることを仮定していたが、ここでは、分布が共通でなく参加者ごとに異なる (非対称な分布をもつ) 場合を考察する (Myerson [1981]、Klemperer [1998]、Maskin and Riley [2000])。以下では、ある参加者が高い私的価値を得る確率が高い (低い) とし、他者よりも強い (弱い) と呼ぶことにする。また、入札参加者は自身が強いか弱いかを知っていると仮定する。

このとき、第一価格方式を採用すると、強い参加者と弱い参加者で、仮に得られる私的価値が等しい場合であっても、強い入札参加者と弱い入札参加者の提示する入札価格は異なってくる。すなわち、強い参加者は、自身の評価よりも低く評価する弱い参加者の存在を知っているため、あえて高い自身の評価を入札価格に反映させる必要がないと考える。逆に、弱い参加者は、自身の評価よりも高く評価する強い参加者の存在を知っているため、落札するために、高い入札価格を提示しようとする。この結果、強い参加者は、低めの入札価格を提示するようになる。強い参加

.....
5 オーストリアの 3G オークションやドイツの DCS-1800 オークションでは、競上げ方式が採用された結果、少数の参入者間で共謀が結ばれ、政府の得た収入は大きく減少した。

者は弱い参加者よりも低い入札価格を提示し、財は弱い参加者の方に高い価格で落札されることになる。これは、第一価格方式の方が第二価格方式よりも、売り手の得る期待収入が大きくなることを意味する。また、買い手にとっての期待利得の観点からみると、強い参加者は第二価格方式を選好し、弱い参加者は第一価格方式を選好することがわかる。

また、ここで取り上げたように、入札参加者の私的価値の評価に非対称性が存在する場合、売り手の収入最大化と効率性の間にトレードオフが発生することが知られている (Myerson [1981])。

ハ. 参入

ここまでは、参入が外生的で入札参加者の数は一定と仮定してきたが、入札参加者がオークションに参入するかしないかという決断 (入札参加者の内生性) は、入札参加者の数、売り手の収入、他の入札参加者の利得に影響を与える (Engelbrecht-Wiggans [1993]、Levin and Smith [1994]、Bulow and Klemperer [1996])。一般に、入札参加者を増やせば増やすほど、他の入札参加者の期待利得を低下させる反面、売り手の得る期待収入を高めることができると考えられる。例えば、Bulow and Klemperer [1996] は、入札参加者の数を固定してオークション方式を工夫するよりは、入札参加者の数を 1 人増やす方が、売り手の期待収入を高められると論じている。

参入の期待収入への影響に関しては、過度に高い留保価格 (reserve または reservation price) の設定は参入を阻害するため望ましくないが、売り手が自身の評価に等しい留保価格を設定すれば、参入が外生的で入札参加者の数が一定の場合と同水準の期待収入がオークション方式に依存せず得られることが知られている (Engelbrecht-Wiggans [1993]、Levin and Smith [1994])。

しかしながら、入札参加者の数を内生的にするとともに、入札参加者の非対称性、または財の共通価値財的性質を許容すると、売り手自身の評価を上回る留保価格の設定が必要となってくる場合や、売り手の得る期待収入がオークション方式によって変わってくる場合が生じる (Levin and Smith [1994]、Bulow and Klemperer [1996]、Gilbert and Klemperer [2000])。例えば、非対称性のもとでは、競上げ方式では、弱い参加者はそもそもオークションに参加しなくなり、売り手の得る収入がゼロになる可能性があるといわれている。売り手の収入を増やすためには、弱い者にもオークションに勝つ機会を与え、入札参加者を増加させるようなオークションの仕組みが必要となる。

ト. リスク回避性向

Riley and Samuelson [1981]、Maskin and Riley [1984] は、入札参加者がリスク中立的でなくリスク回避的である場合について考察している。入札参加者がリスク回避的であるほど、彼らは、低い価格を提示して財を取得できないリスクをより強く

回避しようとする。したがって、第一価格方式の場合には、入札参加者は、リスク中立的な場合よりも高い価格を提示して、支払う価格の上昇を犠牲にしても落札できる確率を高めようとする。一方、第二価格方式の場合には、リスク回避度に関係なく、参加者自身の私的価値を正直に申告することが最適な行動となる。よって、第一価格方式の方が第二価格方式よりも、売り手の得る期待収入が大きくなる。

チ. 予算制約

入札参加者が予算制約に直面している場合、第一価格方式よりも第二価格方式の方が影響は大きくなると考えられる (Che and Gale [1998])。すなわち、第二価格方式のもとでは、入札参加者は、第一価格方式と比べて高い価格を提示しようとする。しかしながら、入札参加者の予算制約は、落札時の期待支払額ではなく、最大支払額に対し制約を課す。このため、第一価格方式よりも第二価格方式の方が、入札価格が予算制約に抵触する可能性が高くなる。結果、予算制約が存在する場合には、第二価格方式の方が売り手の得る期待収入は小さくなる⁶。

(4) 本節の要約と考察

本節では、単一財取引を中心にオークションの基本理論を紹介し、一定の前提のもとでは、オークションの方式は売り手の期待収入に影響を与えないという収入同値定理が成立することを明らかにした。続いて、定理成立に必要な前提が一部満たされない場合、具体的には、私的価値の相関、共通価値財、共謀、複数財、非対称性、参入、リスク回避性向、予算制約を考慮したときに、どのオークション方式が望ましいかを考察した。その結果は、表 1 に要約される。

論点に応じて望ましいオークションの方式は異なり、また、現実にはこれら以外にもオークションに影響を与える要因は多く存在する。このため、いかなる場合でも望ましいオークションの方式を設計することは実質不可能である。Klemperer [2004] は、オークション設計において最も重要な論点は、伝統的な競争政策に関するもの、すなわち、共謀を防ぎ、参入を阻害するような行動を防ぐことであると論じている。そして彼は、競上げ方式や単一価格方式はこれらの問題の影響を受けやすいと論じ、競上げ方式と第一価格方式のハイブリッド型 (Anglo-Dutch auction) を提唱している。本方式は、入札者の数が財の数よりわずかに多くなるまでは競上げ方式を進め、最後に第一価格方式によって落札者と落札価格を決定する方式であり、共謀と参入の問題に強いと論じられている。

6 入札参加者がオークション方式によらず同一の価格を提示する場合であっても、オークション方式の違いによって売り手の得る期待収入は異なりうる。例えば、2人の買い手の私的価値がともに200円、予算額が0円から100円の間の一様分布に従う場合、第一価格方式、第二価格方式どちらであろうと、買い手は、自身の予算額を入札する。しかし、売り手の得る期待収入は、第一価格方式では200/3円、第二価格方式では100/3円と、第一価格方式の方が大きくなる。

表1 オークション方式の売り手の期待収入への影響

論点	売り手の期待収入
—	収入同値定理が成立。オークション方式に依存しない。
私的価値の正の相関・共通価値財	競上げ方式 > 第二価格方式 > 第一価格方式 = 競下げ方式
共謀	第一価格方式 > 第二価格方式、競上げ方式 (しかし複数財の場合、上記関係が成立するとは限らない)
複数財	3節参照
非対称性	第一価格方式 > 第二価格方式、競上げ方式
参入	競下げ方式、第一価格方式、第二価格方式 > 競上げ方式
リスク回避性向	第一価格方式 > 第二価格方式
予算制約	第一価格方式 > 第二価格方式

3. 政府による国債の発行

本節以降では、オークション理論の応用例として、金融市場におけるオークションについて概観する。まず、3節では、政府による国債の発行を取り上げ、その主要国における運営、理論研究、実証研究を俯瞰する。続く4節では、中央銀行による公開市場操作について、5節では、金融市場におけるその他オークションの応用例として、新規株式公開と不良債権買取りについて紹介する。

(1) 主要国における運営

表2は、日本、米国、英国、ドイツ、フランスのG5諸国における国債発行方法をまとめたものである^{7,8}。各国ともほとんどの国債を競争入札によって発行しており、非競争入札の割合は、日本では約1割、米国でも1割以下にとどまっている。日本では、以前はすべてがシ团引受制度に基づく非競争入札であったが、非競争入札の割合は徐々に引き下げられ、2006年3月をもって同制度は廃止された。英国では、1995年に国債管理政策が抜本的に見直され、タップ方式という随時直接売出方式から競争入札方式への移行が進められた。Bartolini and Cottarelli [1994, 1997]は、先進国以外も含めた77カ国における短期国債の発行方式を調べ、うち42カ国が競争入札を実施していると報告している。

入札参加の条件や参加者の数を見ると、以前は、入札参加者を、少数のいわゆるプライマリー・ディーラーに限っていた国が多い。現在でも英国とドイツは、参加者の数が20社前後と少数である。しかしながら、近年では、共謀、買占めのリスク

7 日本を中心とした国際比較については、副島・花尻・嶋谷 [2001]、日本証券経済研究所 [2004, 2005a, b, 2008]、須藤 [2007] が、米国については Garbade and Ingber [2005] が参考になる。

8 国債の入札は、価格または利回り (yield) で行われ、利回りが高い (低い) ほど価格は低い (高い) という関係にある。日本では、物価連動債以外は価格で入札が行われている。

表2 G5諸国の国債発行方法

	日本	米国	英国	ドイツ	フランス
発行方法	ほとんどが競争入札	ほとんどが競争入札	ほとんどが競争入札	ほとんどが競争入札	ほとんどが競争入札
入札参加者	282社	制限なし	マーケットメーカー20社	連邦債発行入札グループ28社	Euroclear Franceに属しフランス銀行に口座を有する機関
方式	ほとんどが複数価格方式。 30年超債、物価連動債は単一価格方式	単一価格方式	ほとんどが複数価格方式。 物価連動債は単一価格方式	複数価格方式	複数価格方式

備考：2008年12月時点。

資料：副島・花尻・嶋谷 [2001]、日本証券経済研究所 [2004, 2005a, b, 2008]、須藤 [2007]、各国ホームページ。

を予防するとの観点から、入札参加の条件を緩め、入札参加者の数を増やす傾向がみられる。例えば、米国では、1991年のソロモン・ブラザーズによる国債の不正入札事件を受けて⁹、国債発行の大幅な見直しが検討され、1992年10月に、プライマリー・ディーラー以外にも国債のオークションに参加できることとなった¹⁰。日本、フランスも米国と同様に門戸が広がっている。

ただし日本、米国、フランスにも、依然プライマリー・ディーラー（日本では国債市場特別参加者）は存在し、各国政府とも、プライマリー・ディーラーとの緊密な情報交換を重視している。例えば日本では、国債の安定的な消化の促進、国債市場の流動性、効率性、競争性、透明性、安定性の維持・向上を図ることを目的に、2004年10月より国債市場特別参加者制度を導入しているが、同制度では、国債市場特別参加者（2008年12月時点24社）を指定し、応札責任、落札責任、流動性提供責任等国債市場に関する特別な責任を課している。非価格競争入札においては、国債市場特別参加者に対して、競争入札における加重平均価格で、おのおのの応募限度額の範囲内における各申込みの応募額の割当てが実施される。米国、フランスでは、2008年12月時点、ともに19社のプライマリー・ディーラーが存在する。

オークション方式をみると、米国は単一価格方式を採用しているが、複数価格方式を採用している国の方が多い。G5諸国以外でも、複数価格方式が支配的となって

⁹ 1991年5月、ソロモン・ブラザーズは、オークションでの占有率は最大35%と定められているにもかかわらず、他人名義を用いて不正に米国2年物国債を94%買い占め（corner the market）、流通市場での価格をつり上げ、WI（when-issued）取引でショート・ポジションを抱えたディーラーに損失を与えた（いわゆるショート・スクイーズ、short squeeze）。詳細は、U.S. Treasury Department *et al.* [1992]を参照。

なお、WI取引とは、国債などにおいて、オークションの条件が公表されてからオークション実施までの間に行われる取引のことである。オークションが行われる前に、その財の需要動向に対する市場の見方が取引価格に反映されるため、オークションの不確実性を小さくすることが期待される。この点については、本節(2)イ.で勝者の呪いに対する対応策としての役割として後述。

¹⁰ 非競争入札には、個人投資家も、インターネット経由で参加可能である。

いる。少し古い調査ではあるが、Bartolini and Cottarelli [1994, 1997] は、短期国債発行において、競争入札を導入している 42 カ国のうち、デンマークとナイジェリアの 2 カ国のみが単一価格方式で、39 カ国は複数価格方式を採用していると報告している¹¹。Brenner, Galai, and Sade [2009] による最近の調査では、単一価格方式の採用国も増えているが、依然複数価格方式の採用国が大半である。彼らは、OECD に属する 48 カ国にアンケートを実施し、半数の 24 カ国が複数価格方式を、9 カ国が単一価格方式を、9 カ国がその両方を、そして残り 6 カ国が複数価格方式・単一価格方式以外の方式を採用していると報告している¹²。

こうしたなか、米国では、以前は複数価格方式を採用していたが、1991 年の不正入札事件を契機に、2 年債と 5 年債入札において単一価格方式が実験的に導入され、1998 年 2 月には、すべてのオークションが単一価格方式で行われるようになった。また、日本と英国でも、物価連動債等、一部の国債で単一価格方式が採用されている¹³。

(2) 理論研究

国債発行のオークションに関する理論を整理し、単一価格方式と複数価格方式のどちらが望ましいかについて、勝者の呪い、共謀、ショート・スクイズの 3 つの観点から検討する¹⁴。複数財取引を巡っては、単一価格方式と複数価格方式以外にもさまざまな方式が提案されているが、やや複雑であり実際に採用されている例も見当たらないことからここでは紹介しない¹⁵。

イ. 勝者の呪い

国債は、発行市場だけでなく流通市場が存在するため、共通価値財の性格が強く、勝者の呪いの問題が発生しうる (Milgrom and Weber [1982])。特に、高い価格をつけた落札者が自身の提示した入札価格を支払う複数価格方式では、落札者は勝者の呪いの問題に直面する可能性が高まると考えられる。このため、複数価格方式のもとでは、不確実性が大きいほど、より低い入札価格を提示することが入札者にとっての最適戦略となり、その結果、政府の得る国債の発行収入は小さくなる。

勝者の呪いの問題を緩和し、政府の得る国債の発行収入を増やす対応の 1 つとして、単一価格方式の導入が考えられる (Milgrom and Weber [1982])。落札者は、自

11 ベルギー、フランス、イタリア、ガンビア、メキシコ、タンザニアは、単一価格方式を採用していたが、複数価格方式に移行している。

12 日本は、複数価格方式・単一価格方式を併用しているにもかかわらず、おそらく非競争入札も採用しているために、複数価格方式・単一価格方式以外の方式を採用している国に分類されている。

13 国債市場の流動性の維持・向上を目的として実施されている国債整理基金による国債の買入消却では、物価連動債を含めて、複数価格方式が採用されている。

14 展望論文としては、U.S. Treasury Department *et al.* [1992]、Bikhchandani and Huang [1993]、Das and Sundaram [1997]、Milgrom [2004] 等が参考になる。

15 Ausubel [2004]、Milgrom [2004] を参照。ただし、これら文献の目的は、売り手の収入最大化というよりはむしろ効率性の達成にある。

身の提示した入札価格よりも低い価格を支払うので、勝者の呪いに直面する危険性が小さく、各入札者は自身の評価を正直に申告する誘引が大きい¹⁶。ただし Daripa [2005] は、単一価格方式の問題点として、情報劣位者によるただ乗りを指摘する。これは、情報劣位者は、高めの価格で入札したとしても、情報優位者（例えば、大規模金融機関）等によって提示された最低価格で財を落札できる可能性があるためである。

勝者の呪いの問題を緩和するもう1つの対応としては、情報を増やすことで、入札参加者のもつ共通価値に関する不確実性を低下させることが考えられる。不確実性の低下を重視するのであれば、国債発行で広く採用されている封印入札より、各参加者の入札値ならびにオークションの過程が他の参加者にも観察可能な公開入札の方が望ましいといえる。また、WI (when-issued) 取引は、入札参加者のもつ共通価値に関する不確実性を低減させ、勝者の呪いの影響を弱めるうえで役立つと考えられる。ただし、Milgrom and Weber [1982] 等の理論モデルは、複数財取引ではあっても、各入札参加者が1財のみを需要するという仮定を用いていることには留意を要する。各人が2財以上も需要できること、または財が分割可能であることを許容すると、以下で述べる共謀、ショート・スクイズの問題が顕現化する。

ロ. 共謀

複数財取引においては、入札参加者の間で共謀の問題が深刻になることが指摘されている。共謀が起きると、潜在的な入札参加者の参入が阻害され売り手の得る収入が極端に低下する可能性や、一部の参加者による買占めによって流通市場における価格が操作される可能性がある。

この点について、Wilson [1979] や Back and Zender [1993] らによる理論モデルは、複数価格方式よりも単一価格方式の方が共謀の問題を受けやすいことを示している¹⁷。すなわち、単一価格方式のもとでは、需要量をわずかに増減させることで、落札価格を大きく変動させることができる。このため、一部の入札参加者が共謀して傾きの急な需要関数を提示し、需要量を削減すること (demand reduction) が1つの均衡戦略となる¹⁸。この均衡では、彼らは低い価格で財を落札できるため、売り手の期待収入が低下する。また、封印入札より公開入札の方が、入札参加者が互いの情報を交換したり、オークションの過程で共謀と反する行動をした相手を罰したり

16 この点について、Friedman [1959, 1991] は、議会証言や新聞記事の場で、単一価格方式の導入を主張している。彼は、単一価格方式では自身の評価を正直に申告する誘引を高めるので、発行市場と流通市場のリンケージを高め、勝者の呪いの問題を軽減すると論じている。

17 共謀の問題に対して、先に挙げた Friedman [1959, 1991] では、単一価格方式は、戦略的な簡明さから入札参加者の準備費用を軽減し、参加者を広げるのに役立ち、その結果、一部の入札参加者が共謀して価格操作したり、市場を独占したりするリスクを小さくできると論じている。

18 例えば、額面 1,000 億円 (1 単位 100 円) の国債を単一価格方式 (落札できない者の最高価格が落札価格と仮定) で、入札発行するケースを考える。今、流通市場において 1 単位 95 円で売却が見込まれるとする。このとき、4 社が共謀し、それぞれ、額面 250 億円を 1 単位 97 円で、残りの額 (例えば額面 1,000 億円) を 1 単位 80 円で入札すると、各社は 1 単位 80 円で額面 250 億円の国債を落札できるため、1 単位当たり $95 - 80 = 15$ 円の収益を得ることができる。ここで、このうちの 1 社が共謀から外れて、額面 250 億円

できるので、共謀の問題が深刻になる。

Wilson [1979] や Back and Zender [1993] の指摘する共謀の問題を軽減する方法としては、第 1 に、複数価格方式の採用が提唱されている。しかし、前述の Friedman [1959, 1991] は逆に、共謀の問題を軽減するために、入札参加者数増加の観点から、単一価格方式を提唱している点には留意を要する。第 2 には、Klemperer and Meyer [1989] や Daripa [2001] が論じるように、上記の均衡戦略を存在できなくするために、売り手が供給量（国債の発行額）を不確かかつ弾力的なものとするのが考えられる。第 3 には、Friedman [1959, 1991] が論じるように、入札参加者を増やす仕組みも有効と考えられる。Kremer and Nyborg [2004] は、共謀による落札価格の低下度合いは、入札参加者の数、供給量の大きさに反比例することを示している。入札参加者を増やすには、オークションの門戸を広げるだけでなく、情報劣位者のオークションへの参入意欲を高めるようオークションを設計することも重要であると考えられる。第 4 に、Kremer and Nyborg [2004] は、入札価格の刻み幅と数量の最小単位を細かくすればするほど、共謀による落札価格の低下度合いが小さくなることも示している。

ハ. ショート・スクイーズ

1991 年のソロモン・ブラザーズの例のように、国債発行オークションでは、WI 取引が存在しているため、一部の参加者による買占めによって、ショート・ポジションを抱えたディーラーが踏上げを強いられる（いわゆるショート・スクイーズ、short squeeze）リスクがあることも指摘されている。

ショート・スクイーズのリスクを小さくするには、第 1 に、共謀の場合と同じく、入札参加者を増やす仕組みが有効と考えられる。国債ほどの発行規模がある場合にも、入札参加者が限定的である場合には、ソロモン・ブラザーズのような例が発生しうる。第 2 に、Nyborg and Sundaresan [2004] が示すように、単一価格方式を採用することが考えられる。単一価格方式においてショート・スクイーズのリスクが小さい理由は、単一価格方式では、ショート・ポジションを抱えたディーラーがオークションで高い価格で入札することで、落札しても必ずしも高い価格を支払うことなしに、ショート・ポジションをカバーできるためである。

二. 国債発行オークションを巡る理論的研究のインプリケーション

以上の国債発行オークションを巡る理論的研究を要約すれば、勝者の呪い、共謀、ショート・スクイーズのいずれを重視するかによって、望ましいオークション方式に関する含意が逆転しうることになる。このため、単一価格方式か複数価格方式か

より少し多くの国債を落札しようとして、例えば額面 251 億円を 1 単位 97 円で入札すると、落札できない者の最高価格である落札価格は、当初の 80 円から 97 円へと大きく上昇する。このため、各社は、1 単位当たり $95 - 97 \text{ 円} = -2 \text{ 円}$ の損失を被ることになる。同様に、他の企業が参入しようとしても、この共謀戦略が既知であれば、国債を落札するには 97 円以上を支払わなければならない、流通市場で損を被ることが明らかであるため、新規参入も阻害される。

というオークション方式の選択に加え、入札参加者の範囲や入札額、入札前取引市場など、発行方式全体としての制度設計が重要になってくると考えられる。そこで、次に、各国の過去の事例に関する実証研究を概観する。

(3) 実証研究

以下では国債発行オークションに関する実証研究として、落札価格と流通価格の乖離に関する研究、単一価格方式の方が望ましいとする研究、複数価格方式の方が望ましいとする研究、オークション方式の決定要因に関する研究について概観する¹⁹。

イ. 落札価格と流通価格の乖離に関する研究

まず国債発行オークションにおける落札価格と流通市場における流通価格がどの程度乖離しているかを調べる。発行市場と流通市場で裁定が完全に働けば、落札価格と入札直後の流通価格は一致するはずである。しかし実際には、発行市場と流通市場の裁定は完全でなく、入札参加者はオークションで低い価格で国債を調達する一方、それを流通市場で高い価格で売却することで利益を得ていると指摘されている。Cammack [1991] は、1973～84年のデータから、米国における短期国債の落札価格は流通価格より平均 10 ベーシス・ポイント低く評価されていると報告している²⁰。日本においても、落札価格と直後の流通価格の乖離は存在するが、その乖離は有意とまではいえない (Hamao and Jegadeesh [1998]、副島・花尻・嶋谷 [2001])。

ロ. 単一価格方式の方が望ましいとする研究

次に、各国において、過去、オークション方式が国債発行収入等にどのような影響を与えたかに関する実証研究を概観する。

米国における国債発行では、1991年以前、ほぼ一貫して複数価格方式が採用されていたが、1973～74年の1年強の間、主に長期国債について単一価格方式も導入されていた。1992～98年にかけては、2、5年債については単一価格方式、その他国

19 オークション方式による違いではなく勝者の呪いに注目した実証研究として、Nyborg, Rydqvist, and Sundaresan [2002] は、複数価格方式を採用しているスウェーデンにおける入札参加者の個別データを用いて、共通価値に関する不確実性が大きいほど入札参加者は低い価格を提示する傾向があること、そのような入札参加者の行動は勝者の呪いによって説明可能であることを示している。Keloharju, Nyborg, and Rydqvist [2005] は、単一価格方式が採用されているフィンランドにおける入札参加者の個別行動を分析している。これら以外にも、オーストリア (Elsinger and Zulehner [2007])、ポルトガル (Gordy [1999]) についても、勝者の呪いに関する実証研究が存在する。

また、Hortaçsu and Kastl [2008] は、カナダのデータを用いて、取引対象である国債が共通価値財、私的価値財のどちらであるかを検証し、3ヵ月物の短期国債は私的価値財であることが棄却されない一方、12ヵ月物は私的価値財であることが棄却される (すなわち共通価値財である) と論じている。これは、残存期間が短い債券ほど、満期途中で売却されることが少なくなるので、個々の落札者が入札時に要求した利回りが入札価格に反映されやすくなるためと考えられる。

20 Spindt and Stoltz [1992]、Simon [1994] も同様の結果を見出している。

債については複数価格方式が併用され、財務省を中心に多くの検討がなされた結果、1998年にすべての国債発行入札が単一価格方式に移行した。

財務省では、Malvey, Archibald, and Flynn [1995] や Malvey and Archibald [1998] が、1992年以後の単一価格方式のもとでの2、5年債のオークション結果を、それ以前の2、5年債のオークション結果、同時期の他の年限の国債のオークション結果、およびWI取引結果と比較している。分析の結果、彼らは、単一価格方式のもとでは、入札参加者はより積極的に入札しており、その結果、入札価格の分布が広がり、落札価格は高くなったと論じている²¹。例えば、オークションとWI取引における利回りのスプレッド（オークションにおける利回り－WI取引における利回り）をみると、2年債のスプレッドは複数価格方式のもとで平均0.41 ベーシス・ポイントであったものが、単一価格方式のもとでは平均0.22 ベーシス・ポイントに低下している。5年債についても、平均で0.33 から0.20 ベーシス・ポイントに低下している。そして同期間における3、10年債のスプレッドがむしろ上昇していることは、市場環境の変化等の外生要因をコントロールしても、単一価格方式のもとでは、複数価格方式のもとと比べて政府の得る収入が高くなることを示唆している²²。

またGoldreich [2003] は、単一価格方式のもとでも依然として、落札価格は流通価格より平均0.32 ベーシス・ポイント低く評価されているものの、複数価格方式のもとでの落札価格は流通価格より平均0.59 ベーシス・ポイントと約2倍低く評価されていることを明らかにしている。Nyborg and Sundaresan [1996] は、WI取引が活発に行われるようになってきたことを指摘し、オークション実施前の情報量が増大する結果、入札参加者の直面する不確実性が小さくなり、複数価格方式において生じやすいと考えられる勝者の呪いとショート・スクイーズの問題が軽減されていると論じている。

他国の例をみると、メキシコでは、短期国債のオークション方式が1990～93年の短期間、複数価格方式ではなく単一価格方式が採用されていた。Umlauf [1993] は、1986～91年のデータを分析し、主要入札参加者の間で共謀が発生していたこと、不確実性が大きいほど勝者の呪いをおそれて低い価格を提示する傾向があること、そして、単一価格方式への移行によって入札参加者の得る収入が消滅したこと（政府の得る収入が増大したこと）を確認している。また、国債発行オークションではないが、ザンビアにおける外国為替オークション（米ドルへの換金）が単一価格方式から複数価格方式に移行したことに関し、Tenorio [1993] は、単一価格方式の方が複数価格方式よりも政府に高い収入をもたらしていたこと、それは入札参加者の数が

21 入札価格分布の広がり、入札参加者が勝者の呪いをおそれず、より正直に自身の評価を申告したことを示唆しており、政府の国債発行収入の観点からみて望ましい。また、政策当局としても、市場参加者のもつ幅広い情報を得られるという点で望ましい。しかし、落札価格の変動が大きくなる傾向があるほか、Godbout, Storer, and Zimmermann [2002] は、金融政策分析が困難になる可能性を指摘している。彼らは、カナダの複数価格方式のもとでの短期国債オークションを分析し、落札価格分布が広いほど、金利の期間構造モデルが成立しなくなる傾向があると論じている。

22 もっとも、単一価格方式のもとでは、オークションごとの落札価格の変動が大きくなっていることには留意が必要である。このため、実証分析においても、推計結果が有意でないケースもみられている。

増加したためであることを論じている。

上記の実証研究では、複数価格方式と単一価格方式を比較するために、オークション方式が変更または併用されていた時期について、落札価格を WI 取引価格や流通価格と比較するという方法を採用している。しかしこうした直接的な手法が妥当であるためには、異なる時期、市場、オークション方式にわたって、ファンダメンタルズや入札参加者もつ情報が大きくは変わらないか、大きく変わりうる場合にはそれらを正しくコントロールする必要があるため、推計結果の妥当性に対する批判もある。

そこで最近では、実験経済学や、産業組織論の領域で発展した構造推計アプローチによるシミュレーションも活用され始めている²³。Heller and Lengwiler [2001] は、単一価格方式を採用しているスイスのデータを用いて、仮想的に単一価格方式から複数価格方式に移行した場合のシミュレーションを実施している。シミュレーションの結果は、単一価格方式の方が有意に望ましいことを示している。また、Sade, Schnitzlein, and Zender [2006] は、実験を通じて、複数価格方式は共謀にさらされやすく、単一価格方式の方が売り手の得る収入が有意に大きいことを明らかにしている²⁴。

ハ. 複数価格方式の方が望ましいとする研究

一方、複数価格方式の方が単一価格方式よりも政府の得る国債の発行収入が大きいとする分析結果も存在する。Simon [1994] は、1973～74年の米国で一時的に採用された単一価格方式のもとでのオークション結果を分析し、オークションと WI 取引における利回りのスプレッドは複数価格方式のもとでのスプレッドより 7～8 ペーシス・ポイント高いという、Malvey, Archibald, and Flynn [1995] や Malvey and Archibald [1998] とは逆の結果を得ている。この Simon [1994] の分析に対して、Malvey, Archibald, and Flynn [1995] は、1975年3月以前、一部の例外を除いてオークション前の WI 取引が禁じられていたことを問題点として指摘している。

Hortaçsu [2002] は、トルコにおける入札参加者の個別データを用いて、構造推計アプローチによってモデルを構築・推計し、仮想的に複数価格方式から単一価格方式に移行した場合のシミュレーションを実施している。分析によると、複数価格方式の方が単一価格方式よりも、政府の得る収入が大きい。また Goswami, Noe, and Rebello [1996] は、実験を行うことによって、オークション前の入札参加者間の情報交換を自由にすると、単一価格方式における落札価格は共謀によって低下し、売り手の得る収入は複数価格方式における収入よりも小さくなることを明らかにしている。

23 以下で挙げる文献以外にも、例えば、スポーツカード取引や実験によって、入札参加者が自身の価値を正直に告白するように設計された第二価格方式（ヴィックリ・オークション）と単一価格方式を比較した研究もある（List and Lucking-Reiley [2000]、Kagel and Levin [2001]）。

24 また彼らは、買い手の入札結果をもとに、売り手が内生的に供給量を調節できるとした単一価格方式を用いると、供給量が固定の通常の単一価格方式よりも、有意ではないがより大きな収入が実現できると報告している。

二. オークション方式の決定要因に関する研究

Brenner, Galai, and Sade [2009] は、国債発行におけるオークション方式（単一価格方式と複数価格方式）の決定要因について分析している。彼らは、OECD に属する 48 カ国へのアンケートによって各国の採用しているオークション方式を調査し、金融市場の発展度（GDP に対する資本総額、ビジネスのしやすさに関する指数）が高いほど、複数価格方式よりも単一価格方式を採用する傾向があることを見出している。この推計結果の理由として、彼らは、金融市場が未整備な国ほどディーラーの交渉力が大きく、ディーラーは複数価格方式を要望する傾向が高いためと論じている。ここで、金融市場が未整備な国ほどディーラーの交渉力が大きい理由は、そうした国では、国債の発行主体は少数のディーラーに依存しなければならないためである。ディーラーが複数価格方式を要望するのは、複数価格方式のもとでは、ディーラーが情報劣位の投資家にただ乗りされたり、入札参加者数が増加したりするリスクが小さくなるためと考えられる²⁵。Brenner, Galai, and Sade [2009] は、1991 年米国で、複数価格方式から単一価格方式への移行が議論されたときに、プライマリー・ディーラーが単一価格方式になると誰もオークションに参加しなくなると述べていたという新聞記事を紹介している。また、ディーラーが複数価格方式を要望するという事実は、現在の日本においても確認される。プライマリー・ディーラーに当たる国債市場特別参加者を集めた会合では、単一価格方式よりも複数価格方式を要望する意見が多い（表 3 を参照）。

表 3 オークション方式に関する市場参加者の意見（2003 年 5 月 30 日の国債市場懇談会〈現、国債市場特別参加者会合〉）

- 30 年債の入札については、市場参加者の層も厚くなり、需要が安定してきており、コンベンショナル方式[※]への移行を考えて良い。
- 30 年債の入札方法はダッチ方式[※]からコンベンショナル方式に変更するべき。市場は物の値段を評価する場であり様々な参加者による様々なプロセスを経て値段が決まることにより、流動性が増してくるもの。現在の入札方式では、入札だけ参加してそれ以降は取引に参加しない市場参加者が多い。価格競争入札にすることで価格の透明性が高まり、セカンダリーマーケットを含めた流動性の向上につながると考えられる。
- 30 年債の入札方法は、コンベンショナル方式にすべき。商品の導入当初に、市場実勢がつかみ難い等の理由でダッチ方式を採用した経緯があると思うが、市場が発達してそれなりのプライシングが見えてきた現状では、価格発見を行うべく様々な業者が様々な札を入れるという姿が自然。ダッチ方式では価格に関係なく量を確保したい投資家のオーダーを受けた業者等が極端に高い価格で応札する結果、落札価格のボラティリティが高まり易い。また、落札平均価格でそのまま投資家に販売することは、落札シェアの上昇にはつながるが、収益貢献のチャンスがないため、営業サイドに販売のインセンティブを与えて札を集めるという営業努力を行いにくい。ダッチ方式を採用しているアメリカでも、収益性が乏しくセールスクレジットがないため、国債の入札に積極的に参加するインセンティブがない、という話を聞いたことがある。ある程度市場が育ってきた現段階で、各社の営業努力が収益格差として報われるよう、入札方式をコンベンショナル方式に変えた方が良い。
- 30 年債の入札方式は、利回り上昇時のことを考えると、現状のダッチ方式が望ましい。

備考：※コンベンショナル方式は複数価格方式、ダッチ方式は単一価格方式を意味する。

25 理論研究で紹介した Daripa [2005]、Friedman [1959, 1991] による指摘と整合的。

(4) 本節の要約と考察

国債の発行に関しては、理論研究ばかりか実証研究においても、単一価格方式と複数価格方式のどちらが望ましいかの見解の一致はない。しかし、市場参加者から聞かれることの多い、単一価格方式より複数価格方式の方が望ましいという主張は、過去の実績により必ずしも裏付けられるものではない。

望ましいオークション方式について考察する際には、国債の市場構造・流動性・需給・制度等の国ごとの差異にも留意して、3つの点—勝者の呪い、共謀、ショート・スクイーズ—の中でどの問題が生じやすい状況にあるかを精査する必要がある。例えば、勝者の呪いに関しては、それが、国債の流動性が高く共通価値財の性質が強いほど、また市場における不確実性が大きいほど、深刻になることを考慮する必要がある。一方、共謀やショート・スクイーズの問題は、入札参加者の数が少数に限定された場合や、数は限定されていなくとも、非対称性が大きく立場の劣った入札参加者が入札に参入するインセンティブに乏しい場合に生じやすくなることを考慮する必要がある。またこれら3点以外にも、国債の安定的な消化を助け、国債をはじめとした金融市場を整備するためにはどうしたらよいかなど、本稿では十分検討していない点についても幅広い配慮が必要である²⁶。

4. 中央銀行による公開市場操作

(1) 概観

中央銀行が行う主な金融調節手段の1つである公開市場操作（オペレーション、略してオペ）は、中央銀行が金融機関との間で行う金融資産の売買や資金貸付等の取引であり、金融調節の主たる手段となっている²⁷。そこでの価格（金利）はオークションで決定されることが多い。

日本、米国、英国、ユーロ圏における公開市場操作の手段（2009年7月時点）は、表4のようにになっている²⁸。

公開市場操作手段のうちいくつかについて、ごく簡単に説明する。日本では、共

26 2009年3月、英国では、景気悪化に伴う国債の増発懸念から、国債発行オークションが7年ぶりに未達となった。ドイツでも2009年1~3月の間に2度、国債発行オークションが未達となっている。

27 主な金融調節手段としては、ほかに、準備預金制度、貸付と預金に対するスタンディング・ファシリティ（standing facility）がある。準備預金制度とは、金融機関に対して受け入れている預金等の一定比率以上の金額を中央銀行に預け入れることを義務付ける制度であり、当座預金への需要の安定性・予測可能性を高めることを通じ、金融調節を円滑化する役割を果たしている。スタンディング・ファシリティとは、中央銀行が金融機関からの申込みを受けて、受動的に資金貸付または預入受入を行う制度である。そこでの金利は、オークションで決まるものではなく、中央銀行によってあらかじめ定められた金利である。

28 資料としては、各国中央銀行のホームページのほか、日本銀行企画局 [2006] も参考になる。新興国における金融調節手段については、Van't dack [1999] が参考になる。

表 4 主な公開市場操作手段

(1) 日本

名称	共通担保 資金供給	国債 買現先	米ドル 資金供給	CP 等買現先	企業金融支援 特別オペ	国債買入	資金吸収オペ (手形売出、国 債売現先、短 期国債売却)
対象	銀行、証券、証 金、短資会社 (40社〈本店〉、 159社〈全店〉)	約 50 社	共通担保供 給オペ先で ニューヨーク 連邦準備銀行 に口座を有す る先 (58 社)	約 30 社	銀行、証券、証 金、短資会社 (159 社)	約 50 社	約 50 社
期間	1 年以内 (オー バーナイト～ 3 ヶ月が中心)	1 年以内	3 ヶ月以内	3 ヶ月以内	3 ヶ月以内	—	6 ヶ月以内
方式	複数価格方式	複数価格 方式	複数価格方式 (当初 2 回) 固定価格 (全 額供給) 方式	複数価格方式 (固定価格方 式も可能)	固定価格方式	複数価格 方式	複数価格方式
開始 時期	2006 年 6 月	2002 年 11 月	2008 年 9 月	1989 年 5 月	2009 年 1 月	1967 年 1 月	—
担保	国債、地方債、 社債、CP、ABS、 ABCP 等	国債	共通担保資金 供給と同	CP 等	民間企業債務	—	—

備考：2009 年 7 月時点。ほかに、時限措置として CP 等買入 (2009 年 1 月)、社債買入 (2009 年 2 月) が導入されている。

資料：日本銀行ホームページ

(2) 米国

名称	レポオペ	TSLF (term securities lending facility)	TAF (term auction facility)	国債買入・売却
対象	プライマリー・ ディーラー (18 社)	プライマリー・ ディーラー (18 社)	銀行 (約 7,000 社)	プライマリー・ ディーラー (18 社)
期間	28 日以下 オーバーナイト 中心	28 日	28 日、または 84 日	—
方式	複数価格方式	単一価格方式	単一価格方式	複数価格方式
開始時期	—	2008 年 3 月 (時限措置)	2007 年 12 月 (時限措置)	—
担保	国債、政府機関 債、政府機関 MBS	国債、政府機関債、政府機 関 MBS (schedule 1)、さ らにすべての投資適格債 券 (schedule 2)	国債、政府機関債、外債、地 方債、社債、ABS、政府機関 MBS、民間 MBS、ローン等	—

備考：2009 年 7 月時点。ほかに、政府機関債、政府機関 MBS 買入 (2008 年 11 月発表) や、資
金吸収手段としてのリバース・レポオペも存在する。

資料：連邦準備制度理事会、ニューヨーク連邦準備銀行ホームページ。

表 4 主な公開市場操作手段（続き）

(3) 英国

名称	レポオペ（短期、長期、微調整）	国債買入	国債買入（時限措置）	米ドル資金供給
対象	銀行、住宅金融組合、証券会社	銀行、住宅金融組合、証券会社	金融サービス市場法により認可を受けた先	レポオペまたはスタンディング・ファシリティ参加者
期間	1週間（短期） 3、6、10、12ヵ月（長期） オーバーナイト～3日（微調整）	—	—	1週間～84日
方式	固定価格（固定金額供給）方式（短期微調整） 複数価格方式（長期）	複数価格方式	複数価格方式（レポオペ先、プライマリー・ディーラー向け） 非競争入札（その他の先向け）	複数価格方式 固定価格（全額供給）方式
開始時期	—	2008年1月 (2006年5月決定)	2009年3月(時限措置)	2008年9月 (時限措置)
担保	国債、イングランド銀行発行債券、EEA（European Economic Area）の政府・中央銀行・国際機関によって発行された債務。2007年12月から、3ヵ月のレポオペでは、MBS等も受け入れ。	—	—	国債、イングランド銀行発行債券、EEA債務、MBS等

備考：2009年7月時点。ほかに、2007年9～10月、3ヵ月物資金供給入札（term auction）を実施したが、応札はなかった。2008年4月、時限措置として、高格付けのMBS等を国債と交換するSLS（special liquidity scheme）を導入している。同年10月には、3ヵ月のレポオペの担保範囲が時限的に広げられ、企業や消費者ローンを原資産としたABS等も認められるようになったほか、資金吸収手段としての手形売上の導入も決まっている。2009年1月にはCP等買入、同年3月には社債買入も決まっている。

資料：イングランド銀行ホームページ

(4) ユーロ圏

名称	レポオペ（MRO〈main refinancing operation〉、LTRO〈longer-term refinancing operation〉）	米ドル資金供給
対象	銀行等（約2,000社）	レポオペ対象先
期間	オーバーナイト（FTO） 1週間（MRO） 3ヵ月（LTRO、2008年4月には6ヵ月も追加）（時限措置として2009年6月からは12ヵ月も追加）	オーバーナイト、7、28、84日
方式	複数価格方式（ただし、時限措置として2008年10月から固定価格〈全額供給〉方式を実施）	固定価格（全額供給）方式（オーバーナイト方式は複数価格方式）
開始時期	1999年1月	2007年12月（時限措置）
担保	国債、地方債、CP、社債、ABS、ABCP等	同左

備考：2009年7月時点。ほかに、structural operationと呼ばれる債券買入・売却、欧州中央銀行債の発行もあるが、2009年7月時点までのところ実施されていない。また時限措置として、2008年9月には、STRO（special term refinancing operation）、同年10月にはスイスフランの資金供給が実施された。2009年5月にはカバードボンド買入が決まっている。

資料：欧州中央銀行ホームページ

通担保資金供給オペが主要な公開市場操作手段となっている。共通担保資金供給オペとは、適格担保（国債、地方債、社債、CP、ABS、ABCP等日本銀行が適格と認める金融資産）を根担保として、貸付利率をオークションに付して貸付を行う取引のことである。買現先オペやレポオペは、国債等に代表される信用力の高い債券と資金を、ある一定期間交換する取引のことであり、米国、英国、ユーロ圏等では、通常期において、主な公開市場操作手段として利用されている。

もっとも、米国を起点として2007年夏頃から顕現化した国際金融市場の混乱を受け、各国中央銀行では、危機対応策として、さまざまな金融調節手段の追加・変更を行っている。各国中央銀行は、通常のレポオペに加えてさまざまな金融調節手段を追加したほか、担保範囲を拡大したり、米ドル供給策を導入したりしている。

価格（金利）の決定方式をみると、オークションによって価格を決定する場合（変動価格方式）が多いが、例外として固定価格（金利）方式を採用している場合もある。固定価格方式の中には、固定金額供給方式と全額供給方式がある。固定金額供給方式は、固定金額を固定価格で資金を供給するもので、各金融機関へ配分する資金供給量は需要量に応じて割当て（pro-rating）られる。この方式は、英国における短期微調整（fine-tuning）のレポオペで採用されている。この方式の採用理由として、Bank of England [2008] は、変動価格方式のもとでは、落札金利の政策金利からの乖離から、市場が、政策的なシグナルを間違えて読み取ろうとすることがあり、市場にストレスがかかった状況では、その問題は潜在的に大きいと説明している²⁹。ユーロ圏でも、ユーロ導入当初の1999年1月から2000年6月までは、金融市場への金融政策のシグナリングをより効果的にするために、固定価格・固定金額供給方式を採用していた（Hartmann, Manna, and Manzanares [2001]）。

さらに、最近では、国際金融市場の混乱を受けた危機対応として、固定価格・全額供給方式を時限措置として採用する事例がみられる。日本、英国、ユーロ圏などと米国が協調して実施する米ドル資金供給では、担保の範囲内であれば、固定価格で無制限に資金供給が行われる。ユーロ圏におけるレポオペでも、2008年10月以降、時限措置として、固定価格の1年物までの無制限資金供給が行われている。また、わが国でも、2008年12月に企業金融支援特別オペが導入され、企業向け債務を担保として、固定価格・無制限の資金供給が行われている。これらは、いずれも、金融市場の安定化、企業金融の円滑化を意図したものと考えられる。

変動価格（金利）方式の中には、国債発行オークションと同様に、主に複数価格方式と単一価格方式が存在する。日本では、複数価格方式のみが採用されている。英国でも、長期のレポオペと国債買入では、複数価格方式が採用されている。ユーロ圏も、2000年6月から2008年10月の間、変動価格方式、そのうち複数価格方式でレポオペを実施していた。米国でも、従来から存在するレポオペは複数価格方式を採用している。しかし、最近（2007～08年）になって導入されたTSLF（term

29 一方、潜在的問題として、他の入札参加者の資金需要を所与としても、仮に彼らが過剰な入札量を提示すると考えるなら、自らも、落札できなくなることをおそれて過剰な入札量を提示しなければならなくなるため、結果として、中央銀行による供給金額が不足してしまう可能性が指摘されている。

securities lending facility) と TAF (term auction facility) では単一価格方式が採用されている。

(2) 理論研究

次に中央銀行の公開市場操作におけるオークションに関する研究を概観する³⁰。公開市場操作のオークションは、複数財取引という点をはじめ、前節で説明した国債発行オークションと類似性が高い。そのため、国債発行オークションで使われた理論および実証研究は有用である。

しかし国債発行オークションでの議論に加えて、中央銀行による公開市場操作の目的、取引財の種類が共通価値か否かには留意する必要がある^{31,32}。

イ. 中央銀行による公開市場操作の目的

中央銀行が実施する公開市場操作の目的として、日本銀行法第2条には、「通貨及び金融の調節を行うに当たっては、物価の安定を図ることを通じて国民経済の健全な発展に資することをもって、その理念とする」との記述がある。これは公開市場操作の究極的な目的と考えられるが、実際には以下の具体的な目的が考えられる。

第1には、収入最大化が挙げられる。Daripa [2001] は、中央銀行の収入最大化を通じて、入札価格と市場価格の差を小さくし、政策スタンスのシグナルへのノイズ混入を抑止すること、入札参加者間の競争を促進できることを理由に、収入最大化は中央銀行にとって中心的な目的であると論じている。

第2の目的としては、効率性がある。Morgan [2001] は、財を最も欲する者に配分するという意味での資源配分の効率性に注目する³³。収入最大化と効率性は、必ずしも相反する目的ではないが、特に、複数財取引においては、一方を重視すると他方が犠牲になる可能性がある。効率性の観点からいえば、入札参加者に自身の価値を正直に申告させるようなオークション方式が望ましいと考えられる。しかし、共謀や勝者の呪い等の要因によって、入札参加者が実際より低めの価値を申告するよう

30 *Journal of International Money and Finance* 誌の2001年20号6巻では、Central Bank Operations: Auction Theory and Empirical Evidence と題する欧州中央銀行のレポオペを中心にした特集が組まれている (von Hagen [2001] ほか)。

31 Daripa [2001] は、国債発行との違いとして、上記に加え入札参加者の数も挙げている。Daripa [2001] は、公開市場操作の入札参加者数は、国債発行の入札参加者数よりもかなり多いことを指摘し、共謀が困難になると論じている。もっとも、彼の指摘はユーロ圏については成立するが、他国では成立しない。むしろ米国では、2007年12月導入されたTAFを除いて、公開市場操作の入札参加者数の方が少なくなっている。

32 複数種類ある担保の中でどれを選ぶかに関しては、日本での共通担保資金供給オペのように、適格担保の範囲の決定は中央銀行によって、適格担保の範囲の中の担保の選択は市場参加者によって決められることが多い。これに対し、不良資産の買取オークションの方法を用いれば、中央銀行による適格担保の範囲の決定を緩くする代わりに、オークションによって、複数の担保に対して担保ごとに異なる金利で資金供給することも可能と考えられる。詳細は、5節(2)を参照。

33 Morgan [2001] は、公開市場操作の目的としてほかに、わかりやすさ、政策スタンスのシグナリング手段としての透明性、流動性管理の有効度、公平性を挙げている。

な環境では、最も欲する者が最も高い価格で入札するとは限らず、効率性が必ずしも達成されない。Morgan [2001] は、複数価格方式と単一価格方式について検討し、複数財取引においては、どちらの方式を採っても正直な申告の誘因を作り出すことはできず、効率性を達成できないと論じている³⁴。

第3には、政策スタンスの効果的なシグナリングがある。中央銀行がこれに重点を置くのであれば、変動価格方式（複数価格方式、単一価格方式）よりも固定価格（固定金額供給、全額供給）方式の方が望ましいと考えられる。確かに一見すると、変動価格方式の方が、落札金利の政策金利からの乖離により、市場が、政策金利には表れない政策的なシグナルを読み取ることが可能である分、透明性が高いかもしれない。しかし、Bank of England [2008] が主張するように、こうした市場の予想は間違いを伴う。このため、イングランド銀行は、固定価格・固定金額供給方式を導入している。欧州中央銀行も、設立当初は、効果的なシグナリングを目的として、固定価格・固定金額供給方式を導入していた（Hartmann, Manna, and Manzanares [2001]）。

最後に第4の目的として、安定性の確保が考えられる。近年、2007年からの国際金融市場の混乱を受けて、金融調節の目的として、金融市場・金融システムの安定性、流動性管理の重要性が改めて強調されている。この場合は、変動価格方式よりも固定価格方式、特に、米ドル資金供給オペなどで用いられている固定価格・全額供給方式の方が望ましいかもしれない。むしろ、固定価格方式には、市場の価格発見機能が損なわれ、収入最大化、効率性の達成も阻害されるといった側面があることには留意が必要である。このため、金融市場・金融システムの安定性確保といった目的が達成された後には、こうした固定価格・全額供給方式からの撤退を円滑に進めるよう、制度設計を行っておくことが重要と考えられる。

□. 取引財の種類

公開市場操作における取引財は、共通価値財と私的価値財の両方の特性を有する（Daripa [2001, 2005]、Bindseil, Nyborg, and Strebulaev [2004]、Linzert, Nautz, and Bindseil [2007]）。共通価値財の特性をもつのは、金融市場では公開市場操作以外にも活発で競争的な取引が存在するため、公開市場操作は中央銀行によって設定される政策金利というマクロ的要因の影響を強く受けるためである。他方、私的価値財の特性をもつのは、公開市場操作における取引財に対して、各金融機関が異なる流動性需要をもつためである。また、各金融機関が差し出す担保の量や質も、各金融機関の流動性需要や借入制約に異なる影響を及ぼすと考えられる。公開市場操作における取引財が、仮に、私的価値財の特性が強いのであれば、勝者の呪いの心配は小

34 Morgan [2001] は続けて、効率性の点で、金融市場におけるオークションで通常行われる（単一価格方式、複数価格方式を含む）封印入札方式は、入札過程が観察可能となる公開入札方式にしばしば劣ると論じている。しかし公開入札方式のもとでは共謀が容易になるとの問題を指摘し、競上げ方式と第一価格方式のハイブリッド型（Anglo-Dutch auction）（2節(4)参照）が、共謀等の非効率性の源泉を打ち消す手段として検討されている。

さくなるので、共謀、ショート・スクイーズ等その他の要素に配慮したオークションの設計がより重要となってくる。

また、市場参加者の流動性管理という観点からみれば、公開市場操作で取引される財と、インターバンク市場等で取引される他の財とは、一般的には代替性が高いという点にも留意する必要がある。もっとも、金融危機時には、カウンターパーティ・リスクが高まり、インターバンク市場を通じた流動性配分が円滑に機能しなくなるため、こうした代替性が急速に低下する。この点は、前述した金融危機への対応措置を設計していくうえでも重要と考えられる。

(3) 実証研究

ここでは、特に2つのオークション方式（単一価格方式、複数価格方式のいずれかの変動価格方式）と2つの非オークション方式（固定価格方式のもとでの固定金額供給、あるいは全額供給）方式に関する実証研究を概観する。

イ. 変動価格方式

変動価格方式の中で、単一価格方式と複数価格方式の比較に関しては、国債発行オークションにおける実証研究が多く存在し、そこで得られた結果は有用であるが、中央銀行の公開市場操作における実証研究はあまり見当たらない。これには変動価格方式の中では、複数価格方式が支配的で、単一価格方式はほとんど採用されていないことが影響していると考えられる。2008 年末時点における単一価格方式の例は、主要国では、最近（2007～08 年）米国で導入された TSLF（term securities lending facility）と TAF（term auction facility）程度である。TSLF と TAF の歴史は 1 年程度に過ぎず、今後研究の蓄積が望まれる。

過去においては、ドイツは 1988 年まで単一価格方式を採用していたが、その後複数価格方式に移行している。この理由として、無責任に過度に高い金利を提示しながら、結果として低金利で資金調達が可能になっていた入札者が存在したことが、情報の優位性をもつ大規模金融機関にとって不満であったことが挙げられている（Nautz [1997]、Daripa [2005]）。Nautz [1997] は、ドイツのデータを分析し、単一価格方式のもとでは入札参加者が過度に高い金利を提示する傾向があるため、高いレポ金利の情報価値は小さいこと、逆に複数価格方式のもとでは過度に低い金利を提示する傾向があるため、低いレポ金利の情報価値は小さいことを発見している。

主要国以外をみると、インドにおけるレポオペでは 2001 年 5 月まで単一価格方式を採用していた。しかし同月、複数価格方式に変更している。その理由として、Reserve Bank of India [2001a, b, 2002] は、単一価格方式のもとでは、落札者は最も低い価格しか払わないので、無分別・無責任な行動をとる可能性があることを挙げ、複数価格方式の試験的運用の結果および市場参加者との議論の内容は満足が行くものであったため、複数価格方式に完全移行したとしている。

ロ. 固定価格方式

固定価格・固定金額供給方式は、英国だけでなく、ユーロ圏においても、ユーロ導入当初の1999年1月から2000年6月まで実施されていた。しかしながら、ユーロ圏はその後、複数価格方式に移行している³⁵。この理由について、欧州中央銀行は、固定価格のもと深刻な過剰入札（overbidding）が発生したためと説明している（ECB [2000]）。実際、1999年における平均落札率（入札参加者による全入札額と落札額の比率）は約10%であったが、2000年に入った頃から入札額が急激に増加し、2000年5～6月の落札率は1%を下回っている。

このような過剰入札の原因としては、第1に、市場参加者が将来の利上げを予想したことが指摘されている（ECB [2000]）。2000年前半にかけては、市場に利上げ期待が広がり、市場の短期金利は政策金利を大きく上回っていた。このため市場参加者は、欧州中央銀行から早めに多額の流動性を調達しようとしていた。ただし、欧州中央銀行発足以前に、同じ固定価格方式を採用していたドイツ・ブンデスバンクでは、金利がほとんど一定であった1996～98年にも、過剰入札が生じていたので、前出の理由は必ずしも成立しない（Nautz and Oechssler [2006]）。第2に、欧州中央銀行による資金供給量が過少であった可能性がある。Ayuso and Repullo [2001, 2003]は、スペインの銀行の個別データを用いた推計によって、第1の理由よりもこの第2の理由の方が大きいと論じている。第3に、Ehrhart [2001]、Nautz and Oechssler [2003]は、適恰的学習によって入札量が徐々に増加していったことを説明している。しかしNautz and Oechssler [2006]は、これら3つの説明だけでは過剰入札を説明するのは困難であると論じている。

一方、イングランド銀行は、政策スタンスの効果的なシグナリングを目的に、引き続き固定価格・固定金額供給方式を採用している。欧州中央銀行が直面した過剰入札の問題に対しては、イングランド銀行は、金融調節の手法を工夫することで解決しようとしている。2006年5月、金融調節の枠組みが大幅に見直され、積み期間やオペの実施日・期間を金融政策決定会合（MPC: Monetary Policy Committee）と整合的に設定するような変更が行われた（日本銀行企画局 [2006]）。これは、過剰入札や、逆に入札額が供給額に満たない札割れが生じるリスク軽減を目指した措置であり、このような工夫の積み重ねが、固定価格（固定金額供給）方式による金融調節を円滑に進めるうえで、重要な役割を果たしていると考えられる。

この間、固定価格・全額供給方式は、今次金融危機のもとで、各国中央銀行における米ドル資金供給、欧州中央銀行のレポオペ、日本銀行の企業金融支援特別オペなどで導入されている³⁶。これは、国際的な金融市場の混乱を受けた時限措置として、安定性の確保を目的にして採られたものと考えられる。こうした措置について、現時点での評価は困難であるが、今後、金融市場・金融システムの安定化、流動性管理に果たした役割についての研究が期待される。

35 同時に、オークションにおける最低落札金利を提示したほか、オークションにかかる準備を平易にするため、流動性需要の推計値を公表している。

36 今次金融危機のもとで、主要中央銀行が採ってきた政策運営の詳細は、日本銀行企画局 [2009] を参照。

ハ. その他各論

取引財が共通価値財なのか私的価値財なのかに関して、Bindseil, Nyborg, and Strebulaev [2004] は、ユーロ圏における期間 1 週間のレポオペ (MRO) の結果を分析し、短期市場金利のボラティリティが高くなるほど、高い価格を入札する傾向が高いことを見出している。勝者の呪いを懸念するのであれば、ボラティリティが高くなるほど、入札価格は低くなることが予想されるので、彼らの実証結果は、公開市場操作における財は、私的価値財の性格が強いことを示唆している³⁷。一方、同じユーロ圏ではあるが、期間のより長い 3 ヶ月以上のレポオペ (LTRO) について、Linzert, Nautz, and Bindseil [2007] は、取引財は共通価値財の特性をもち勝者の呪いの問題が生じていることを報告している。これらの結果は、1 ヶ月の準備預金積み期間の範囲では、金融機関は個々の準備預金積立での進捗状況をみながら、積み期間を超える期間では、先行きの政策金利等のマクロの見通しをもとにして、資金の調達・運用を行っていることを示唆している。ただし、Bruno, Ordine, and Scalia [2005] は、入札の参加決定をコントロールした推計を実施し、期間 1 週間の MRO においても勝者の呪いの問題が生じていると報告している。

金融機関の特性が入札行動にどのような影響を与えているのかに関して、Breitung and Nautz [2001] は、大規模金融機関は中小金融機関よりも、先行きの金利について多くの情報を有し、より洗練された入札行動を採っていると報告している。Bindseil, Nyborg, and Strebulaev [2004] は、大規模金融機関は中小金融機関よりも低い価格でオペ資金を調達していることを示し、その理由として、大規模金融機関の方がより賢明な戦略を採っていること、より広範な担保を保有していることを挙げている。Bruno, Ordine, and Scalia [2005] は、大規模金融機関は、担保を効率的に管理しているほか、定期的に入札に参加しその他金融市場においてディーラーとしての役割を果たしているが、ボラティリティが大きくなったときには、入札から手を引き、別の金融市場で資金を調達しようとしていると論じている。

(4) 本節の要約と考察

中央銀行による公開市場操作は、複数財取引という点をはじめ、前節で説明した国債発行オークションと類似性が高い。そのため、国債発行オークションで使われた理論および実証研究は有用である。長期のオペになるほど、資金需給が先行きの政策金利等、金融機関に共通したマクロ要因によって決まるようになるため、共通価値財の性質をもち、勝者の呪いの問題が生じやすくなると考えられる。共謀、ショート・スクイズの問題は、国債発行オークションと同様に、公開市場操作に参加できる金融機関が少数に限定されるほど、生じやすくなると考えられる。

37 短期金融市場におけるボラティリティの高まりが、市場の不安定化、資金流動性リスクの高まりを示唆しているとすれば、金融機関が予備的な動機から流動性需要を高めると考えられる。この結果、中央銀行が供給する流動性についても、私的価値財としての側面が生じると推測される。

しかし、中央銀行による公開市場操作の目的は、国債発行における政府の目的ほど簡単には表されない。収入最大化に加え、効率性、政策スタンスの効果的なシグナリング、金融市場・金融システムの安定性の確保といった複数の目的がある。加えて、中央銀行の採りうる方策は限られているため、金融調節におけるオークションの設計は非常に難しい。

金融調節の目的が収入最大化や効率性の達成に限定されるのであれば、市場の価格発見機能を最大限に引き出すという観点から、固定価格方式よりも変動価格方式の方が望ましいと考えられる。単一価格方式か複数価格方式かという点は、米国連邦準備制度での TAF（単一価格方式）等の一部の例外を除き、日本銀行をはじめ各国の中央銀行では複数価格方式を採用している場合が多く、複数価格方式の頑健性を示唆しているとの解釈も可能である。また、効果的なシグナリングを強く意識するのであれば、イングランド銀行が採用している固定価格・固定金額供給方式が望ましいかもしれないが、欧州中央銀行が直面した過剰入札の問題が生じる可能性がある。金融調節の目的が、安定性の確保、すなわち金融市場・金融システムの安定性維持、流動性管理にあるのであれば、オークションを用いた変動価格方式でなく、非オークションの固定価格方式、特に全額供給方式の導入が正当化できるかもしれない。

5. 金融市場におけるその他研究

オークションの金融市場への応用例として、3、4節ではそれぞれ政府による国債の発行と中央銀行による公開市場操作を取り上げたが、本節では、金融市場のオークションのその他の事例として、新規株式公開と不良資産買取りに関する研究を概観する³⁸。

(1) 新規株式公開

新規株式公開（IPO: initial public offering）とは、証券市場に株式を新規上場するときに、既存の株主が保有する株券を市場に放出（売出し）したり、新たに株券を発行して市場から新規に資金を調達（公募）したりすることである³⁹。新規公開価格

38 金融市場のオークションの研究はほかにもある。第1に、複数の企業による企業の買収競争に関しては、Burkart [1995]、Bulow, Huang, and Klemperer [1999] があり、買収される企業の株式の初期保有 (toeholds) の効果に注目した研究が多い。第2に、倒産とオークションの関係に関して、Strömberg [2000]、Eckbo and Thorburn [2008] は、スウェーデンにおける倒産企業のデータを用いて、企業を再構築する場合と強制的に清算する場合の比較や、清算したときの資産の投売り (fire-sale) について分析している。第3に、社債の発行に関する研究として、Habib and Ziegler [2007]、Matsui [2008] がある。第4に、落札価格が高すぎたことによって、オークション後に倒産することを分析した研究として、Wehrer [1995]、Board [2007] がある。

39 優れた展望論文としては、Ritter and Welch [2002]、忽那 [2008] を参照。日本に関しては、忽那 [2008]

は、オークション方式またはブックビルディング（需要積上げ）方式によって決定される⁴⁰。オークション方式では、単一価格方式が採用されることが多い。ブックビルディング方式のもとでは、引受業者が、市場環境や財務状況等を参考に新規公開予定の会社の想定株価を計算し、投資家に公開価格の価格帯を提示する。そして、投資家からの需要状況の聞き取り調査等をもとに、引受業者が発行業者と協議して公開価格を決定する。公開株式の配分は、引受業者が定めた指針に基づき公正かつ公平に行われることとされているが、オークション方式と比べると引受業者の裁量の余地が大きいとみられる。ブックビルディング方式は、日本では1997年9月から認められている。

新規株式公開においては、オークション方式、ブックビルディング方式のいずれの方式のもとでも、新規公開価格が上場初値を下回る、いわゆる過小値付け（underpricing）が発生していることが知られている。その理由について、Ritter and Welch [2002]によれば、情報の非対称性、発行体の法的責任、株式の配分方法に関するものなど、数多くの仮説が提示されているが、いまだ見解の一致はない⁴¹。情報の非対称性は、投資家・発行体・引受業者間の情報の非対称性に着目したものである。真に企業価値が高い企業は、たとえ新規公開価格が低くなっても、将来、公開後に高い株価で資金調達が可能となる見込みがあるので、企業価値の低い企業とみなされないようにする（逆選択を解決する）ため、あえて低い価格での公開価格を許容する可能性がある。また、投資家が勝者の呪いをおそれて低い価格でしか新規株式を購入しない可能性、ブックビルディング方式のもとでは引受業者が投資家から正直に需要状況を聞き取るためにあえて過小値付けをする可能性等も指摘されている。発行体の法的責任に関する仮説は、上場初値が新規公開価格を下回ると、上回る場合よりも投資家に訴えられる可能性が高くなるため、発行体は過小値付けを許容するというものである。株式の配分方法に関する仮説は、特にブックビルディング方式において、株式の配分が選択的で不公平であるという問題意識に基づくものである。引受業者が株式の配分に裁量権をもつのであれば、引受業者は必ずしも発行体のために行動するわけではないといわれている。

オークション方式とブックビルディング方式を比較すると、世界的な流れとしてオークション方式はほとんど利用されていない（Sherman [2005]）。日本では、オークション方式を採用と、公開価格が高く設定されがちで、株式公開後、流通市場での取引に支障をきたすことや、公開までが迅速でないことなどの問題点が指摘され、1997年9月、ブックビルディング方式が認められた（証券取引審議会総合部会 [1997]）⁴²。1997年9月から2008年までのところ、新規株式公開のすべてでブックビルディン

に加えて、Kaneko and Pettway [2003]、Kerins, Kutsuna, and Smith [2007]、Kutsuna, Smith, and Smith [2009]、亜細亜証券印刷ディスクロージャー実務研究会 [2006] も参考になる。

40 ほかに固定価格方式（類似会社比準方式）もあり、日本では1989年まで採用されていた。現在でも英国、シンガポール、フィンランド等で採用されている。

41 投資家のセンチメントやプロスペクト理論等、行動ファイナンスの説明もなされている（忽那 [2008]）。

42 オークション方式、特に単一価格方式では、少数の投資家による共謀の問題も指摘されている（3節(2)、Biais and Faugeron-Crouzet [2002] 参照）。

グ方式が用いられている。ブックビルディング方式の人気の理由として、Degeorge, Derrien, and Womack [2007] は、同方式はアナリストのカバレッジを高め、公開後もアナリストに強く推奨されやすくなることを挙げている。

しかし、ブックビルディング方式では、株式の配分が選択的という批判が強い (Sherman [2005])。さらに、過小値付けの問題が大きいほか、引受手数料が高く、新規公開後の株価のボラティリティが高いという指摘もある (Derrien and Womack [2003]、Kaneko and Pettway [2003]、忽那 [2008])。例えば、Kaneko and Pettway [2003] は、日本では、1997 年以後のブックビルディング方式のもとで、新規公開価格は上場初値に対して 47.6% の過小値付けであったと報告している。一方、1997 年以前のオークション方式のもとでは、新規公開価格は上場初値に対して 11.4% の過小値付けと、過小値付け幅は小幅にとどまっていた。米国では、ブックビルディング方式が主流であるが、1999 年の WR Hambrecht 社による OpenIPO と呼ばれるオークション方式の導入、2004 年の検索大手 Google による新規株式公開等、オークション方式を用いるケースもみられる⁴³。

新規株式公開をオークションの尺度から考察する際には、株式は共通価値財の性質が強く勝者の呪いが生じること、投資家・引受業者・発行体の間に非対称性が存在し、一部の経済主体による共謀・買占めの問題が生じること、幅広い層の投資家が株式公開に参入するとは限らないことなど、2、3 節での論点を 1 つずつ検討する必要がある。さらに、忽那 [2008] が論じるように、証券市場の違い (ジャスダック、マザーズ、ヘラクレス)、投資家層の違い (個人投資家、機関投資家)、引受業者の役割、銀行の役割等についての検討も不可欠であろう。

(2) 不良資産買取り

最近では、2007 年夏頃からの世界的な金融市場の混乱を受けて、政府による不良資産買取りが議論されている。しかし、適当な買取価格の設定は困難であるといわれている。買取価格が高すぎると納税者の負担が大きくなり、買取価格が低すぎると銀行は不良資産の売却を望まないからである。

このような困難の中で、オークションは 1 つの解決法になりうると考えられており、オークションの分野で著名な経済学者によって、既に、いくつかの具体的な提言がなされている⁴⁴。また米国財務省は、2009 年 3 月、不良債権買取プログラム (LLP: Legacy Loans Program) を発表した⁴⁴が、これはオークションを活用する内容となっている。そこで本節では、経済学者による 2 つの提言、米国財務省が発表した不良債権買取プログラムの内容を紹介する。

43 Google の新規株式公開では、オークション研究で有名なポール・ミルグロムが経営陣にアドバイスしていた (http://www.milgrom.net/business_activities)。

44 これら提言は、中央銀行による公開市場操作にも適用可能と考えられる。実際、以下で紹介する Klemperer [2008] の提言は、もともとは、イングランド銀行による複数の担保を裏付けとした資金供給政策に関するものであった。

Ausubel and Cramton [2008] は、第 1 段階で、比較的多くの者に幅広く保有されている多種類の証券に関する同時競下げ時計方式 (simultaneous descending clock auction) を実施し、第 2 段階では、残りの証券をまとめて競下げ同時方式を実施することを提案している⁴⁵。このオークションの過程では、時間の経過とともに各証券の価格は低下し、過剰供給な証券ほど 1 単位時間当たりの価格の低下幅が大きくなる。また個々の証券の買取量には上限が設定される。

この方式の根拠として、Ausubel and Cramton [2008] は、公開入札は封印入札よりも勝者の呪いを軽減することを挙げる。さらに、同時方式は逐次方式 (sequential auction) と比べて、オークションの過程で、入札参加者が他の種類の証券価格の情報を利用できるのも、売却希望額と照らし合わせながら自身の流動性需要を満たすとともに、残存する複数の証券のポートフォリオ・リスクを管理することができる。第 1 段階で複数の証券をまとめてではなく個々に買い取るのは、劣化した資産のみが売却に出される逆選択の問題を回避するためである。第 2 段階では、流動性が低い証券が集まっているので、それらをまとめて買取りを実施するが、逆選択の問題を回避するため、第 1 段階で判明した価格をもとに参照価格を設定する。

図 2 は、第 1 段階のオークションのシミュレーション結果である。全部で 8 つの証券がある。1 ラウンドからオークションが開始されるが、最初は提示価格が高く、売り手による供給量 (第 4 行、例えば、証券 1 の供給量は 2,300) は、買い手が事前に決めた購入量 (第 2 行、例えば、証券 1 の購入量は 1,000) を上回っている。ラウンド (時間) とともに提示価格は低下し、売り手による供給量が減少していくと、需要と供給が一致する価格が求まる。このシミュレーションでは、5~7 ラウンドの間にすべての証券の価格が決まっていることがわかる。Ausubel and Cramton [2008] の提案する方法はやや複雑であるが、彼らは安全性が確保されたインターネットを使うことで、簡単に実施可能と論じている⁴⁶。

一方 Klemperer [2008] は、オークションの過程が 1 回で終わる封印入札方式を用いるべきと主張している。彼は、Ausubel and Cramton [2008] が提案するような公開入札方式では、市場が時々刻々変化することに対応できず、また他者の情報が随時入手可能でかつ自身の情報で他者に影響を与えることができるので、入札参加者が価格を操作するリスクがあると批判する。そして代わりに方式として、入札参加者は証券ごとの価格と量を封印入札し、政府は、あらかじめ定めた異なる証券間の需要関数 (証券ごとの価格と需要数量の関係式であり、他の証券価格・数量にも依存) に基づいて、証券ごとに異なる価格を単一価格方式で決定する方式を提唱している。

45 同時方式、時計方式に関しては、補論 1 の複数財取引における競上げ方式の項を参照。なお不良資産買取りは、通常のオークションとは逆に競売人が買い手となる逆オークション (reverse auction) である。したがって、競下げ方式は、第一価格方式・複数価格方式より第二価格方式・単一価格方式に類似している。

46 本例では、取引される複数の財は代替的 (例えば、りんごとみかん) と考えられる。しかし、財が補完的である場合 (例えば、パソコンとメモリー) には、ある財の需要が他の財の条件付きになり議論が複雑になることが知られている。

図 2 同時競下げ時計方式のシミュレーション

		Security-by-Security Auction quantity in \$25,000 of face value; price in cents on the dollar								Excess supply	Security clears
		Security1	Security2	Security3	Security4	Security5	Security6	Security7	Security8		
	Reference price	94.35	80.22	72.58	92.11	62.14	54.77	56.11	63.17		
Round	Demand	1,000	1,200	2,000	1,500	800	2,500	1,000	1,200		
1	Price	98.00	96.00	87.00	98.00	75.00	66.00	67.00	76.00		
	Supply	2,300	3,120	6,000	6,000	2,800	5,500	1,500	3,000		
2	Price	90.00	88.00	80.00	90.00	69.00	61.00	63.00	70.00		
	Supply	2,000	2,160	5,000	4,500	2,400	5,250	1,500	2,400		
3	Price	83.00	82.00	74.00	83.00	63.00	56.00	60.00	64.00		
	Supply	2,000	1,920	4,400	3,300	1,680	4,000	1,400	1,920		
4	Price	76.00	77.00	68.00	76.00	58.00	53.00	57.00	60.00		
	Supply	1,700	1,560	3,600	2,850	1,280	4,000	1,200	1,560		
5	Price	71.00	74.29	63.00	70.00	55.00	50.00	55.63	57.00		
	Supply	1,400	1,200	2,800	2,250	1,040	3,000	1,000	1,320		
6	Price	67.00		60.00	66.00	53.99	48.38		55.94		
	Supply	1,200		2,600	1,650	800	2,500		1,200		
7	Price	64.38		57.74	63.08						
	Supply	1,000		2,000	1,500						

資料：Ausubel and Cramton [2008] Figure 6

2009年3月、米国財務省が発表した不良債権買取プログラムは、オークションを用いることとなっているが、その主な特徴は、Ausubel and Cramton [2008]、Klemperer [2008] が提唱したような複数財取引を意識した巧妙なオークション方式の設計よりも、政府による民間の活用にある⁴⁷。より具体的には、プログラムの基本方針は、(1)官民との共同出資により、強力な購買力を創出し、納税者の資源を最大限に活用、(2)民間投資家とプログラムの利益・損失を分担、(3)オークションを通じて民間投資家に競争させ、価格発見機能を活用することで、政府が過大に支払うリスクを軽減することとなっている。すなわち、複数の不良債権の売り手が競争する Ausubel and Cramton [2008]、Klemperer [2008] の提唱と異なり、不良債権買取プログラムでは、単一の不良債権の売り手に対して複数の買い手（民間投資家）が競争する仕組みとなっている⁴⁸。

6. まとめ

本稿では、オークションの理論と実際を展望した。一定の前提のもとでは、オークションの方式は売り手の期待収入に影響を与えないという収入同値定理が成立する。しかし、定理成立に必要な前提が満たされない場合には、勝者の呪い、共謀、ショー

47 2009年3月の発表においては、オークション方式についての詳細な記述はない。

48 売り手である金融機関は、希望売却資産（通常は貸出債権の集合）を連邦預金保険公社（FDIC: Federal Deposit Insurance Corporation）に申請する。売却対象資産は、FDICによって定められた基準を満たすものでなければならない。

ト・スクイーズ等の問題が生じ、オークション方式の違いによって、売り手の期待収入などが大きく異なってくる。オークションを設計する際には、市場構造・制度や社会が目指すべき目的等にも配慮し、多様な問題のうちどれが生じやすい状況にあるかを精査することを通じ、頑健なオークション制度を考案していくことが求められる。

オークション研究は、現実世界での応用例が多数みられており、理論、実証、実践の交流が非常に活発な分野である。理論研究面では、操作可能なモデルを扱う限り、特定の問題に集中したセカンド・ベストの議論が精一杯である。したがって、セカンド・ベストの議論の中でどれを重視していくかは、現実問題への適用を考えていくうえで重要なポイントとなる。しかし、今後も直面する問題に応じて新しい議論が起こってくる可能性を秘めた分野であるがゆえに、分野としての貢献は大きい。実証研究面では、伝統的な実証分析に加えて、行動ファイナンスにも着目した実験経済学の活用や、産業組織論の領域で発展した構造推計アプローチによるシミュレーションの活用が期待される。実践面では、政府による国債発行だけでなく、公開市場操作における単一価格方式や固定価格・全額供給方式、そして不良資産買取り等、その重要性と比較して学界での研究が乏しい分野も多く、今後、一層の研究が望まれる。

参考文献

- 亜細亜証券印刷ディスクロージャー実務研究会、『データで読み解く IPO の世界』、
税務経理協会、2006 年
- 梶井厚志・松井彰彦、『ミクロ経済学 戦略的アプローチ』、日本評論社、2000 年
- 忽那憲治、『IPO 市場の価格形成』、中央経済社、2008 年
- 坂井豊貴・藤中裕二・若山琢磨、『メカニズムデザイン 資源配分制度の設計とイン
センティブ』、ミネルヴァ書房、2008 年
- 証券取引審議会総合部会、「信頼できる効率的な取引の枠組み」、市場ワーキング・
パーティー報告書、1997 年 5 月 16 日
- 須藤時仁、『国債管理政策の新展開 日米英の制度比較』、日本経済評論社、2007 年
- セイラー、リチャード、『市場と感情の経済学』、篠原 勝訳、ダイヤモンド社、
1998 年
- 副島 豊・花尻哲郎・嶋谷 毅、「国債流通市場と発行市場のリンケージ強化—主
要 5 ヶ国の制度比較と実証分析—」、日本銀行金融市場局ワーキングペーパー
No. 2001-J-2、日本銀行、2001 年
- 日本銀行企画局、「主要国の中央銀行における金融調節の枠組み」、2006 年
- 、「今次金融経済危機における主要中央銀行の政策運営について」、2009 年
- 日本証券経済研究所、『図説ヨーロッパの証券市場 2004 年版』、2004 年
- 、『図説アメリカの証券市場 2005 年版』、2005 年 a
- 、『図説イギリスの証券市場 2005 年版』、2005 年 b
- 、『図説日本の証券市場 2008 年版』、2008 年
- 横尾 真、『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』、東京電
機大学出版局、2006 年
- Ausubel, Lawrence M., “An Efficient Ascending-Bid Auction for Multiple Objects,”
American Economic Review, 94 (5), 2004, pp. 1452–1475.
- , and Peter Cramton, “A Troubled Asset Reverse Auction,” University of Mary-
land Working Paper, 2008.
- Ayuso, Juan, and Rafael Repullo, “Why Did the Banks Overbid? An Empirical Model
of the Fixed Rate Tenders of the European Central Bank,” *Journal of International
Money and Finance*, 20 (6), 2001, pp. 857–870.
- , and ——, “A Model of the Open Market Operations of the European Central
Bank,” *Economic Journal*, 113 (490), 2003, pp. 883–902.
- Back, Kerry, and Jaime Zender, “Auctions of Divisible Goods,” *Review of Financial
Studies*, 6 (4), 1993, pp. 733–764.
- Bank of England, “The Development of the Bank of England’s Market Operations: A
Consultative Paper by the Bank of England,” October, 2008.
- Bartolini, Leonardo, and Carlo Cottarelli, “Treasury Bill Auctions: Issues and Uses,”
IMF Working Paper No. 94/135, International Monetary Fund, 1994.

- , and ———, “Designing Effective Auctions for Treasury Securities,” *Current Issues in Economics and Finance*, 3 (9), Federal Reserve Bank of New York, 1997, pp. 1–6.
- Biais, Bruno, and Anne Marie Faugeron-Crouzet, “IPO Auctions: English, Dutch, . . . French, and Internet,” *Journal of Financial Intermediation*, 11 (1), 2002, pp. 9–36.
- Bikhchandani, Sushil, and Chi-fu Huang, “The Economics of Treasury Securities Markets,” *Journal of Economic Perspectives*, 7 (3), 1993, pp. 117–134.
- Bindseil, Ulrich, Kjell G. Nyborg, and Ilya Strebulaev, “Bidding and Performance in Repo Auctions: Evidence from ECB Open Market Operations,” CEPR Discussion Paper No. 4367, 2004.
- Board, Simon, “Bidding into the Red: A Model of Post-Auction Bankruptcy,” *Journal of Finance*, 62 (6), 2007, pp. 2695–2723.
- Breitung, Jörg, and Dieter Nautz, “The Empirical Performance of the ECB’s Repo Auctions: Evidence from Aggregated and Individual Bidding Data,” *Journal of International Money and Finance*, 20 (6), 2001, pp. 839–856.
- Brenner, Menachem, Dan Galai, and Orly Sade, “Sovereign Debt Auctions: Uniform or Discriminatory?” *Journal of Monetary Economics*, 56 (2), 2009, pp. 267–274.
- Bruno, Giuseppe, Maurizio Ordine, and Antonio Scalia, “Banks’ Participation in the Eurosystem Auctions and Money Market Integration,” Working Paper No. 562, Bank of Italy, 2005.
- Bulow, Jeremy, and Paul Klemperer, “Auctions versus Negotiations,” *American Economic Review*, 86 (1), 1996, pp. 180–194.
- , Ming Huang, and Paul Klemperer, “Toeholds and Takeovers,” *Journal of Political Economy*, 107 (3), 1999, pp. 427–454.
- Burkart, Mike, “Initial Shareholdings and Overbidding in Takeover Contests,” *Journal of Finance*, 50 (5), 1995, pp. 1491–1515.
- Cammack, Elizabeth B., “Evidence on Bidding Strategies and the Information Contained in Treasury Bill Auction,” *Journal of Political Economy*, 99 (1), 1991, pp. 100–130.
- Che, Yeon-Koo, and Ian Gale, “Standard Auctions with Financially Constrained Bidders,” *Review of Economics Studies*, 65 (1), 1998, pp. 1–21.
- Cramton, Peter, Yoav Shoham, and Richard Steinberg, *Combinatorial Auctions*, Cambridge: MIT Press, 2006.
- Daripa, Arupratan, “A Theory of Treasury Auctions,” *Journal of International Money and Finance*, 20 (6), 2001, pp. 743–767.
- , “How (Not) to Sell Money,” Birkbeck Working Papers in Economics and Finance No. 0520, Birkbeck, University of London, 2005.
- Das, Sanjiv Ranjan, and Rangarajan K. Sundaram, “Auction Theory: A Summary with Applications to Treasury Markets,” NBER Working Paper No. 5873, 1997.

- Degeorge, François, François Derrien, and Kent L. Womack, "Analyst Hype in IPOs: Explaining the Popularity of Bookbuilding," *Review of Financial Studies*, 20 (4), 2007, pp. 1021–1058.
- Derrien, François, and Kent L. Womack, "Auctions vs. Bookbuilding and the Control of Underpricing in Hot IPO Markets," *Review of Financial Studies*, 16 (1), 2003, pp. 31–61.
- Eckbo, B. Espen, and Karin S. Thorburn, "Automatic Bankruptcy Auctions and Fire-Sales," *Journal of Financial Economics*, 89, 2008, pp. 404–422.
- Elsinger, Helmut, and Christine Zulehner, "Bidding Behavior in Austrian Treasury Bond Auctions," *Monetary Policy and the Economy*, Q2/07, Austrian National Bank, 2007, pp. 109–125.
- Ehrhart, Karl-Martin, "European Central Bank Operations: Experimental Investigation of the Fixed Rate Tender," *Journal of International Money and Finance*, 20 (6), 2001, pp. 871–893.
- Engelbrecht-Wiggans, Richard, "Optimal Auctions Revisited," *Games and Economic Behavior*, 5 (2), 1993, pp. 227–239.
- European Central Bank, "The Switch to Variable Rate Tenders in the Main Refinancing Operations," *Monthly Bulletin*, July, 2000.
- Friedman, Milton, Testimony in *Employment, Growth, and Price Levels: Hearings before the Joint Economic Committee*, 86th Congress, October 30, 1959.
- , "How to Sell Government Securities," *Wall Street Journal*, August 28, 1991.
- Garbade, Kenneth D., and Jeffrey F. Ingber, "The Treasury Auction Process: Objectives, Structure, and Recent Adaptations," *Current Issues in Economics and Finances*, 11 (2), Federal Reserve Bank of New York, 2005, pp. 1–11.
- Gilbert, Richard, and Paul Klemperer, "An Equilibrium Theory of Rationing," *The RAND Journal of Economics*, 31 (1), 2000, pp. 1–21.
- Godbout, Lise, Paul Storer, and Christian Zimmermann, "The Canadian Treasury Bill Auction and the Term Structure of Interest Rates," *Journal of Banking and Finance*, 26 (6), 2002, pp. 1165–1179.
- Goeree, Jacob K., Emiel Maasland, Sander Onderstal, and John L. Turner, "How (Not) to Raise Money," *Journal of Political Economy*, 113 (4), 2005, pp. 897–918.
- Goldreich, David, "Underpricing in Discriminatory and Uniform-Price Treasury Auctions," CEPR Discussion Paper No. 4105, 2003.
- Gordy, Michael B., "Hedging Winner's Curse with Multiple Bids: Evidence from the Portuguese Treasury Bill," *Review of Economics and Statistics*, 81 (3), 1999, pp. 448–465.
- Goswami, Gautam, Thomas N. Noe, and Michael J. Rebbello, "Collusion in Uniform-Price Auctions: Experimental Evidence and Implications for Treasury Auctions," *Review of Financial Studies*, 9 (3), 1996, pp. 757–785.

- Habib, Michel A., and Alexandre Ziegler, "Why Government Bonds are Sold by Auction and Corporate Bonds by Posted-Price Selling," *Journal of Financial Intermediation*, 16 (3), 2007, pp. 343–367.
- Hamao, Yasushi, and Narashimhan Jegadeesh, "An Analysis of Bidding in the Japanese Government Bond Auctions," *Journal of Finance*, 53 (2), 1998, pp. 755–772.
- Hartmann, Philipp, Michele Manna, and Andrés Manzanares, "The Microstructure of the Euro Money Market," *Journal of International Money and Finance*, 20 (6), 2001, pp. 895–948.
- Heller, Daniel, and Yvan Lengwiler, "Should the Treasury Price-Discriminate? A Procedure for Computing Hypothetical Bid Functions," *Journal of Institutional Theoretical Economics*, 157 (3), 2001, pp. 413–429.
- Hortaçsu, Ali, "Mechanism Choice and Strategic Bidding in Divisible Good Auctions: An Empirical Analysis of the Turkish Treasury Auction Market," mimeo, 2002.
- , and Jakub Kastl, "Testing for Common Values in Canadian Treasury Bill Auctions," mimeo, 2008.
- Kagel, John H., and Dan Levin, "Behavior in Multi-unit Demand Auctions: Experiments with Uniform Price and Dynamic Vickrey Auctions," *Econometrica*, 69 (2), 2001, pp. 413–454.
- Kaneko, Takashi, and Richard H. Pettway, "Auctions versus Book Building of Japanese IPOs," *Pacific-Basin Finance Journal*, 11 (4), 2003, pp. 439–462.
- Keloharju, Matti, Kjell G. Nyborg, and Kristian Rydqvist, "Strategic Behavior and Underpricing in Uniform Price Auctions: Evidence from Finnish Treasury Auctions," *Journal of Finance*, 60 (4), 2005, pp. 1865–1902.
- Kerins, Frank, Kenji Kutsuna, and Richard Smith, "Why are IPOs Underpriced? Evidence from Japan's Hybrid Auction-Method Offerings," *Journal of Financial Economics*, 85 (3), 2007, pp. 637–666.
- Klemperer, Paul, "Auctions with Almost Common Values: The 'Wallet Game' and its Applications," *European Economic Review*, 42, 1998, pp. 757–769.
- , *The Economic Theory of Auctions*, Cheltenham: Edward Elgar, 2000.
- , *Auctions: Theory and Practice*, Princeton: Princeton University Press, 2004.
- , "A New Auction for Substitutes: Central Bank Liquidity Auctions, the U.S. TARP, and Variable Product-Mix Auctions," mimeo, 2008.
- , and Margaret Meyer, "Supply Function Equilibria in Oligopoly under Uncertainty," *Econometrica*, 57 (6), 1989, pp. 1243–1277.
- Kremer, Ilan, and Kjell G. Nyborg, "Underpricing and Market Power in Uniform Price Auctions," *Review of Financial Studies*, 17 (3), 2004, pp. 849–877.
- Krishna, Vijay, *Auction Theory*, San Diego: Academic Press, 2002.

- Kutsuna, Kenji, Janet K. Smith, and Richard L. Smith, "Public Information, IPO Price Formation, and Long-Run Returns: Japanese Evidence," *Journal of Finance*, 64 (1), 2009, pp. 505–546.
- Levin, Dan, and James L. Smith, "Equilibrium in Auctions with Entry," *American Economic Review*, 84 (3), 1994, pp. 585–599.
- Linzert, Tobias, Dieter Nautz, and Ulrich Bindseil, "Bidding Behavior in the Longer Term Refinancing Operations of the European Central Bank: Evidence from a Panel Sample Selection Model," *Journal of Banking and Finance*, 31 (5), 2007, pp. 1521–1543.
- List, John A., and David Lucking-Reiley, "Demand Reduction in Multiunit Auctions: Evidence from a Sportscard Field Experiment," *American Economic Review*, 90 (4), 2000, pp. 961–972.
- Malvey, Paul F., and Christine M. Archibald, "Uniform-Price Auctions: Update of the Treasury Experience," U.S. Treasury Department, 1998.
- , ———, and Sean T. Flynn, "Uniform-Price Auctions: Evaluation of the Treasury Experience," U.S. Treasury Department, 1995.
- Maskin, Eric, and John Riley, "Optimal Auctions with Risk Averse Buyers," *Econometrica*, 52 (6), 1984, pp. 1473–1518.
- , and ———, "Asymmetric Auctions," *Review of Economics Studies*, 67 (3), 2000, pp. 413–438.
- Matsui, Kenji, "Application of the Auction Theory to the Overpricing Phenomenon in a Corporate Bond Underwriting Market," *Applied Financial Economics Letters*, 4 (6), 2008, pp. 457–460.
- Menezes, Flavio M., and Paulo K. Monteiro, *An Introduction to Auction Theory*, Oxford: Oxford University Press, 2005.
- Milgrom, Paul, *Putting Auction Theory to Work*, Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
- , and Robert J. Weber, "A Theory of Auctions and Competitive Bidding," *Econometrica*, 50 (5), 1982, pp. 1089–1122.
- Morgan, John, "Efficiency in Auctions: Theory and Practice," *Journal of International Money and Finance*, 20 (6), 2001, pp. 809–838.
- Myerson, Robert B., "Optimal Auction Design," *Mathematics of Operations Research*, 6 (1), 1981, pp. 58–73.
- Nautz, Dieter, "How Auctions Reveal Information: A Case Study on German REPO Rates," *Journal of Money, Credit and Banking*, 29 (1), 1997, pp. 17–25.
- , and Jörg Oechssler, "The Repo Auctions of the European Central Bank and the Vanishing Quota Puzzle," *Scandinavian Journal of Economics*, 105 (2), 2003, pp. 207–220.

- , and ———, “Overbidding in Fixed Rate Tenders—An Empirical Assessment of Alternative Explanations,” *European Economic Review*, 50 (3), 2006, pp. 631–646.
- Nyborg, Kjell G., and Suresh M. Sundaresan, “Discriminatory versus Uniform Treasury Auctions: Evidence from When-Issued Transactions,” *Journal of Financial Economics*, 42 (1), 1996, pp. 63–104.
- , and ———, “Multiple Unit Auctions and Short Squeezes,” *Review of Financial Studies*, 17 (2), 2004, pp. 545–580.
- , Kristian Rydqvist, and Suresh M. Sundaresan, “Bidder Behavior in Multi-unit Auctions: Evidence from Swedish Treasury Auctions,” *Journal of Political Economy*, 110 (2), 2002, pp. 394–424.
- Reserve Bank of India, “Monetary and Credit Policy for the Year 2001–2002,” Reserve Bank of India Bulletin, 2001a.
- , “Multiple Price Method for LAF Auctions to Continue,” Press Releases, Aug. 09, 2001b.
- , “Monetary Policy and Credit Policy Operations,” Annual Report, 2002.
- Riley, John G., and William F. Samuelson, “Optimal Auctions,” *American Economic Review*, 71 (3), 1981, pp. 381–392.
- Ritter, Jay R., and Ivo Welch, “A Review of IPO Activity, Pricing, and Allocations,” *Journal of Finance*, 57 (4), 2002, pp. 1795–1828.
- Robinson, Mark S., “Collusion and the Choice of Auction,” *RAND Journal of Economics*, 16 (1), 1985, pp. 141–145.
- Sade, Orly, Charles Schnitzlein, and Jaime Zender, “Competition and Cooperation in Divisible Good Auctions: An Experimental Examination,” *Review of Financial Studies*, 19 (1), 2006, pp. 195–235.
- Sherman, Ann E., “Global Trends in IPO Methods: Book Building versus Auctions with Endogenous Entry,” *Journal of Financial Economics*, 78 (3), 2005, pp. 615–649.
- Simon, David P., “The Treasury’s Experiment with Single-Price Auctions in the Mid-1970s: Winner’s or Taxpayer’s Curse?” *Review of Economics and Statistics*, 76 (4), 1994, pp. 754–760.
- Spindt, Paul A., and Richard W. Stoltz, “Are US Treasury Bills Underpriced in the Primary Market?” *Journal of Banking and Finance*, 16, 1992, pp. 891–908.
- Strömberg, Per, “Conflicts of Interest and Market Illiquidity in Bankruptcy Auctions: Theory and Tests,” *Journal of Finance*, 55 (6), 2000, pp. 2641–2692.
- Tenorio, Rafael, “Revenue Equivalence and Bidding Behavior in a Multi-unit Auction Market: An Empirical Analysis,” *Review of Economics and Statistics*, 75 (2), 1993, pp. 302–314.

- Umlauf, Steven R., "An Empirical Study of the Mexican Treasury Bill Auction," *Journal of Financial Economics*, 33 (3), 1993, pp. 313–340.
- U.S. Treasury Department, Securities and Exchange Commission, and Board of Governors of the Federal Reserve System, "Joint Report on the Government Securities Market," 1992.
- Van't dack, Jozef, "Implementing Monetary Policy in Emerging Market Economies: An Overview of Issues," BIS Policy Papers No. 5, Bank for International Settlements, March, 1999.
- Vickrey, Williams, "Counterspeculation, Auctions and Competitive Sealed Tenders," *Journal of Finance*, 16 (1), 1961, pp. 8–37.
- von Hagen, Jürgen, "Central Bank Operations: Auction Theory and Empirical Evidence," *Journal of International Money and Finance*, 20 (6), 2001, pp. 737–741.
- Weahrer, Keith, "A Model of Auction Contracts with Liquidated Damages," *Journal of Economic Theory*, 67 (2), 1995, pp. 531–555.
- Wilson, Robert B., "Competitive Bidding with Disparate Information," *Management Science*, 15 (7), 1969, pp. 446–448.
- , "Auctions of Shares," *Quarterly Journal of Economics*, 93 (4), 1979, pp. 675–689.

補論 1. 用語の解説

(1) オークションの方式

イ. 公開入札と封印入札

- 公開入札 (open-bid) 方式：オークションの過程が他の参加者にも観察可能。主に、競上げ方式と競下げ方式がある。競売と呼ばれることもある。
- 封印入札 (sealed-bid) 方式：入札参加者が他者にわからないように入札し、競り値が最後まで公開されない方式。主に、第一価格方式と第二価格方式がある。封印入札方式を指して（競争）入札と呼ぶこともある。

ロ. 取引される財が単一の場合⁴⁹

- 競上げ方式 (open ascending-bid auction)：公開入札方式。入札参加者がただ 1 人になるまで提示価格が連続的に引き上げられ、落札者は最終的な価格を支払う。競上げ方式は、築地の魚市場、サザビーズやクリスティーズによる芸術品のオークション等、世界で最も広く行われており、イングリッシュ方式とも呼ばれている。
- 競下げ方式 (open descending-bid auction)：公開入札方式。1 人が手を挙げるまで提示価格が連続的に引き下げられる。オランダで花の卸売のオークションに用いられていたことから、ダッチ方式とも呼ばれている。
- 第一価格方式 (first-price sealed-bid auction)：封印入札方式。最も高い価格をつけて落札した参加者が自分自身の入札値、すなわち最も高い価格を支払う。第一価格方式と競下げ方式は類似。
- 第二価格方式 (second-price sealed-bid auction)：封印入札方式。落札者が落札できなかった者の中で最も高い入札値、すなわち 2 番目に高い価格を支払う。学界では、オークション研究で先駆的な業績を為した経済学者の名にちなんで、ヴィックリ・オークションとも呼ばれている。第二価格方式と競上げ方式は類似。

49 このほかにも、落札できなかった者も含め全員が入札価格を支払う全員負担方式 (all-pay auction) や、入札参加者が 1 人になるまでコストを払い続け、互いに傷つけ合う消耗戦 (war of attrition) 方式等も存在する。Goeree, Maasland, Onderstal, and Turner [2005] は、参入費用と留保価格をつけた全員負担方式を提唱している。

ハ. 取引される財が複数の場合⁵⁰

- 競上げ方式：公開入札方式。提示価格が連続的に引き上げられる。各財の需要と供給が一致した順にオークションが終了する逐次方式（sequential auction）と、すべての財の需要と供給が等しくなった時点でオークションが終了する同時方式（simultaneous auction）が存在。また時計方式（clock auction）では、競売人が裁量的に提示価格を提示するのではなく、提示価格が時間とともに変化する。以下の競下げ方式も同様。
- 競下げ方式：公開入札方式。提示価格が連続的に引き下げられる。
- 複数価格方式（multiple-price auction、差別価格方式 discriminatory auction）：封印入札方式。落札者が自分自身の入札値を支払う。国債の発行オークションにおいて世界で最も広く用いられていることから、欧州や日本では、コンベンショナル方式とも呼ばれている。
- 単一価格方式（uniform-price 〈single-price〉 auction）：封印入札方式。すべての落札者が、財の供給と需要が一致する点で成立する同一の価格（落札できる最低入札価格、もしくは落札できない最高入札価格）を支払う。欧州や日本ではダッチ方式と呼ばれることもあるが、この呼称は、学術論文ではほとんど用いられていない。

(2) 取引される財の種類

- 私的価値（private-value）財：財の価値（value）が、自身のタイプだけに依存する財。財の価値は、他者のタイプに依存しない。最も基本的なモデルでは、各参加者のもつ財の価値は、完全にプライベートな情報である。
- 共通価値（common-value）財：財の価値がすべての参加者に共通している財。これは狭義の定義であり、純粹共通価値（pure common-value）財と呼ばれる。各参加者は私的情報をもとに実際の共通価値について異なる評価を下すが、落札者が損をする勝者の呪いの問題が発生する可能性がある。例としては、原油採掘権がある。国債のように、発行市場だけでなく流通市場が整備されている財は、共通価値財の性格が強いとされている。広義には、私的価値財であっても財の価値が互いに相関している財を共通価値財、ないしは相互依存価値（interdependent value）財と呼ぶこともある。

50 財が異質な場合には、どの財をいくらでどれだけ需要するかに関して、各財の需要関数を個々に提示するパッケージ入札（package bid）と、ある財が購入できる（できない）ことを条件に他の財の需要関数を提示する条件付き入札（contingent bid）がある。これらをまとめて組合せ入札（combinatorial auction）と呼ぶこともある。本稿で挙げた方式以外にも、複数財のオークション方式は多数存在する（例えば、Milgrom [2004]、横尾 [2006] 参照）。

補論 2. 収入同値定理の証明

本稿で取り上げた収入同値定理について、Myerson [1981]、Riley and Samuelson [1981] は、以下のような証明を与えている（解説書としては Klemperer [2004]）。

入札参加者 i ($i = 1, 2, \dots, n$) は、リスク中立的で、ある共通した狭義増加関数で記述されるアトムレス (atomless) な分布関数 $F(v)$ ($v \in [\underline{v}, \bar{v}]$) から互いに独立した私的価値 v_i を得るものとする。また、(1)財が最も高い私的価値をもつ入札参加者に配分され、(2)最も低い私的価値をつけた入札参加者の得る期待余剰はゼロとなるようなオークションを仮定する。

今、入札参加者 i の得る期待余剰を $S_i(v)$ 、落札できる確率を $P_i(v)$ 、私的価値 v をもつ i の支払額を $a_i(v)$ とする。このとき、期待余剰は、 $S_i(v) = vP_i(v) - E(a_i(v))$ と表される。仮に、これが均衡であるならば、入札参加者 i がその均衡から乖離し、自身の私的価値が \tilde{v} であると偽った場合、彼の得る期待余剰は

$$S_i(v) \geq S_i(\tilde{v}) + (v - \tilde{v})P_i(\tilde{v}), \quad (\text{A-1})$$

(A-1) 式の右辺となり、正直に告白した場合を上回ることはない。

そこで、 $\tilde{v} = v + dv$ とすれば、 $S_i(v) \geq S_i(v + dv) - dvP_i(v + dv)$ が成立し、真の私的価値 $v + dv$ をもつ入札参加者が v と偽った場合には、 $S_i(v + dv) \geq S_i(v) + dvP_i(v)$ が成立する。これらを整理すると、 $P_i(v + dv) \geq \{S_i(v + dv) - S_i(v)\}/dv \geq P_i(v)$ となるので、 dv が 0 の極限をとると、 $dS_i(v)/dv = P_i(v)$ が得られる。これを積分すると、

$$S_i(v) = S_i(\underline{v}) + \int_{x=\underline{v}}^v P_i(x) dx, \quad (\text{A-2})$$

と書ける。

ここで、 $S_i(\underline{v})$ と $P_i(v)$ がそれぞれ同じとなる任意の 2 つのオークション方式を考えよう。このとき、(A-2) 式より、 $S_i(v)$ も 2 つのオークション方式の間で同じとなる。さらに、 $S_i(v) = vP_i(v) - E(a_i(v))$ より、入札参加者 i の支払う期待支払額も同じとなる。これはすべての入札参加者についても妥当するので、売り手の得る期待収入は、オークション方式によらず同じとなる。