



PRI Discussion Paper Series (No.20A-06)

日本国債入門—ダッチ方式とコンベンショナル方式を中心とした入札（オークション）制度と学術研究の紹介—

財務省財務総合政策研究所客員研究員

石田 良

財務省財務総合政策研究所研究員

服部 孝洋

2020年6月

本論文の内容は全て執筆者の個人的見解であり、財務省あるいは財務総合政策研究所の公式見解を示すものではありません。

財務省財務総合政策研究所総務研究部
〒100-8940 千代田区霞が関3-1-1
TEL 03-3581-4111（内線 5489）

日本国債入門ーダッチ方式とコンベンショナル方式を中心とした

入札（オークション）制度と学術研究の紹介ー¹

石田良[†]
服部孝洋[‡]

要旨

本稿は国債発行に係る入札（オークション）の仕組みについて、特に学術的な側面から紹介することを目的としています。日本における国債発行は、以前は引受が中心でしたが、現在ではオークションが大宗を占めています。本稿では我が国における国債発行の仕組みについて時系列を追って整理した後、主要なオークション方式であるコンベンショナル方式とダッチ方式の解説を行います。その上で、オークション理論の概要を説明し、これらの方式に係る学術的な理論研究を紹介します。最後に、国債のオークションの実証研究の成果を解説します。

JEL 区分：D44、E58、G18

キーワード：日本国債、オークション、コンベンショナル方式、ダッチ方式

¹ 本稿の意見に係る部分は筆者らの個人的見解であり、筆者らの所属する組織の見解を表すものではありません。本稿の記述における誤りは全て筆者らによるものです。また本稿は、本稿で紹介する論文の正確性について何ら保証するものではありません。植田健一准教授、坂井豊貴教授、財務省関係者など、本稿につき、コメントをくださった多くの方々に感謝申し上げます。

[†] 財務省財務総合政策研究所客員研究員

[‡] 財務省財務総合政策研究所研究員

1. はじめに

オークションの歴史は古く、記録に残るだけでも紀元前 500 年のバビロニアまで遡ることができます (Schneider, 2010)。にもかかわらず、オークションの理論的分析が始まったのはウィリアム・ヴィックリー教授の 1961 年の論文 (Vickrey, 1961) からであり、学問分野としては高々 60 年ほどの歴史しかありません。もっとも、その間に当のヴィックリー教授が 1996 年にノーベル経済学賞を受賞した他、オークション理論の発展にも貢献したレオニード・ハーヴィッツ教授、エリック・マスキン教授、ロジャー・マイヤーソン教授が 2007 年にノーベル経済学賞を受賞しており、更には近年のウェブ上でのオークションの発展とも相俟って、工学など他分野との連携も深化させながら、益々注目度が増している分野となっています。

日本では、財政を取り巻く厳しい状況等も反映し、年間の国債発行額がおよそ 150 兆円となっており、この大規模な国債の大宗がオークションによって発行されています。日本ではいわば、最大級ともいえる規模のオークションが毎週のように行われているわけです。では、そもそもなぜ国債を発行するうえでオークションを用いるのでしょうか。歴史的に見れば、国債は必ずしもオークションによって発行されていたわけではありません。現在でも、株式や社債を始め多くの有価証券は引受方式と呼ばれる、オークション以外の方法で発行されています。国債も従来は国債募集引受団引受方式 (シ団引受方式) などを用いて発行されていましたが、シ団引受方式は 2005 年度を以って廃止となり、現在は概ねオークションにより発行されるようになっています。

アメリカのアル・ゴア元副大統領がいうとおり、オークションとは、オークションに掛けられているものを最も高く評価する者を落札者とする仕組みです²。その意味でオークションを用いて国債を発行することは公平かつ簡明な制度を用いているとも評価できます。もっとも、公平かつ簡明とはいっても、実はオークションには様々な方式があり、方式の巧拙により結果も変わってきてしまいます。どのような方式を採用すれば日本政府や市場参加者などにとって最善なのでしょうか。

オークションの理論は経済学の中でも数理的な展開が多いこともあり、国債の入札にかかる学術研究の成果は国債市場における政策担当者や実務家の間でさほど浸透していません。日本国債の場合、オークション理論の用語と実務の用語に乖離が見られることもその一因でしょう。例えば、日本国債のオークションでは基本的にはコンベンショナル方式が用いられており、40 年国債や物価連動国債といった一部の国債についてはダッチ方式が用いられています。しかし、オークション理論やマイクロ経済学の教科書を開いても、必ずしもこれらの用語をみつけることはできないことから、これらの知見を実際の実務に生かすことは容易ではありません。そこで、本稿はできる限り、平易な言葉でオークション理論の研究結果を解説するとともに、実務的な論点との関連付けを行うことを通じて、国債市場の実務家

² 原文”putting licenses into the hands of those who value them most.” (Milgrom, 2004, p.4)

にとってオークション理論を身近にすること、ひいては政策的な議論に資することを目指します。

前述のとおり、日本国債のオークションではコンベンショナル方式とダッチ方式が併用されていますが、どちらも、応札された札について落札合計額が発行目標額に達するまで高い価格から順番に落札します。もっとも、コンベンショナル方式では、落札となった各札の応札価格がそのまま各札の落札価格となる一方、ダッチ方式では、発行目標額に達した最後の札の応札価格、すなわち最も低い落札価格が全ての落札者の落札価格に適用され、全銘柄一律の価格で発行されます。このことに鑑みると、コンベンショナル方式では、高い価格で応札された国債について高い価格で発行できることから、発行体にとってメリットがあるように思われるかも知れません。

オークション理論の面白い点は必ずしもこのような直観的な帰結が得られない可能性がある点です。例えば、入札に参加する市場参加者からみればコンベンショナル方式であると、高値で応札した札がその価格で落札されてしまうため、結果的に割高で掴まされてしまうかもしれません。このような皮肉な帰結を「勝者の呪い」といいます。いわば、オークションの勝者には「敗者」となる呪いがかけられているわけです。したがって、コンベンショナル方式では市場参加者が高値で掴まされることを忌避し消極的に応札することで、却って発行価格が下がり（調達コストが上昇³）、発行体にとってデメリットとなる可能性もあります。一方、ダッチ方式では自分が札を入れた価格ではなく、目標額に達する最低落札価格で購入できますから、多くの投資家が積極的に応札することで結果的に発行価格が上がることを通じ、発行体にメリットがある可能性もあります。この例を見ても、どちらの方式の方が発行体等にとってメリットがあるかどうかは必ずしも定かではありません。

このようにオークションに参加する投資家は互いの行動を予測して行動するため、ゲーム理論の言葉を借りれば戦略的關係にあるといえます。国債のオークションにかかる理論研究ではゲーム理論などを援用しながら理論的にどういう帰結が生まれるかの予測を提示します。詳細は次節以降で議論しますが、残念ながら、望ましいオークションの仕組みは一般的に簡明な結果が得られているわけではなく、投資家の属性や市場の状況などに依るところが少なくありません。もっとも、例えば、買い占めや共謀など、市場の置かれている問題点をはっきりしている条件下では、どのようなオークション方式が良いのかについて一定の理論的帰答は得られています。慶應義塾大学の坂井豊貴先生の言葉を借りれば、「優れたオークション方法は、魔法の杖では決してありませんが、無用なトラブルを抑えてくれる」ものとして機能しているとみることができます⁴。

³ 債券価格と金利（調達コスト）は逆の動きをします。債券（固定利付債）の場合、クーポン（キャッシュフロー）が固定されていますから、価格が上昇すると、その債券のリターン（金利）は低下します。（他の条件を一定にすれば）購入する価格が上がればリターンが低下することは、株式や不動産などすべての資産について共通していえることです。

⁴ 坂井（2013, p. 211）を参照してください。

このことはオークションの実証研究についても当てはまります。本稿では多数の実証研究を紹介しますが、残念ながら実証研究について必ずしも統一的な結果が得られているとは言えません。例えば、本稿で紹介する Hortaçsu and McAdams (2010)は、オークション方式の変更によってさほど大きな差を生まない可能性を指摘しています。すなわち、学術的に高い評価を受けた論文ですら、特定のオークションを支持しているとはいえないのです。図1は諸外国の国債の種類と発行方式をまとめていますが、米国ではダッチ方式を活用している一方、欧州では主にコンベンショナル方式が用いられているなど、先進国の制度においてもオークションの方式に統一性はみられていません。

図1 諸外国の国債の種類と発行方式

	日本	アメリカ	イギリス	ドイツ	フランス
短期債	2ヶ月程度、3ヶ月、6ヶ月、12ヶ月	8週、13週、26週、52週	1ヶ月、3ヶ月、6ヶ月、12ヶ月	6ヶ月、12ヶ月	1年以下
中期債	2年、5年	2年、3年、5年、7年	1～7年	2年、5年	2～8年
長期債	10年	10年	7～15年	10年	8～50年
超長期債	20年、30年、40年	30年	15～55年	30年	(注1)
その他	物価連動債(10年)	物価連動債(5年、10年、30年) 変動利付債(2年)	物価連動債(5～55年)	物価連動債(5年、10年、30年)	物価連動債(2～30年)
発行方式	コンベンショナル方式(40年債・物価連動債はダッチ方式)	ダッチ方式	コンベンショナル方式(物価連動債はダッチ方式)(注2)	コンベンショナル方式(注3)	コンベンショナル方式(注2)

(注1) グリーン国債を含みます。

(注2) 超長期債、物価連動債の一部でシンジケーションを採用。

(注3) 10年物価連動債の初回及び第2回発行時(2006年)と、30年物価連動債の初回発行時(2015年)にシンジケーションを採用。

(出所) 各国債務管理当局HP

(出所) 財務省「債務管理レポート 2019」(p.51)より抜粋

各国の発行当局はその時々で望ましいと考えられる入札方式を選択してきました。かつて米国ではコンベンショナル方式を用いていましたが、ダッチ方式への移行は1960年代に既にノーベル賞受賞者のミルトン・フリードマン教授が提案していました⁵。米国では1991年に起こった米国投資銀行ソロモン・ブラザーズによる国債買い占めのスキャンダル等をうけ、ダッチ方式へ舵を切ります。米国ではこの制度変更に伴い、米国財務省、連邦準備制度理事会(Federal Reserve Board, FRB)、米国証券取引委員会(Securities and Exchange Commission, SEC)はオークション方式を含めた米国債市場に関する包括的な調査⁶を実施

⁵ ハバード・パーシュ(2017)などを参照してください。もっとも、坂井(2013)では「1991年に、経済学者ミルトン・フリードマンとマートン・ミラーが新聞上で、次点価格オークションが耐戦略性を満たすといった内容の発言をし、ビット支払いオークションから次点価格オークションへの変更を勧めて」(p.209-p.210)いたものの、次点価格オークション(ダッチ・オークション)は理論的に耐戦略性(入札者が自分の評価額をそのまま応札することが最適な戦略となる性質)を満たさないことから「おそらく誤解があった」と指摘しています。

⁶ 詳しくは、Department of the Treasury, Securities and Exchange Commission, Board of Governors of the Federal Reserve System(1992) ”Joint Report on the Government Securities Market”を参照してください。

しています。

オークション方式の変更は米国にとどまりません。例えば、フランスではダッチ方式からコンベンショナル方式へ変更がなされており、我が国でも30年国債を2007年にダッチ方式からコンベンショナル方式に変更しています。このように、実際に各国の発行当局が入札方式を変更してきた歴史があることから、今後もその時々状況に鑑み、政府が適切な入札方式を考えていく必要性があるのです。

本稿の構成は以下のとおりです。2章では日本における国債のオークションの実態や歴史の変遷を振り返ります。3章ではオークション理論の観点から、4章ではオークションに係る実証的研究の観点から国債オークションを分析します。5章はまとめです。

2. 日本国債のオークションの概要

2. 1 国債と日本の資本市場

金融の重要な役割の一つは、政府や企業など資金を持っていない主体（赤字主体）と家計など資金を持っている主体（黒字主体）を繋ぐことで経済を効率的に回すことです。赤字主体が株式や債券などを発行し、黒字主体がそれを購入することを通じて資金融通を行うことを直接金融という一方、銀行等を経由して黒字主体と赤字主体を繋ぐことを間接金融といいます。我が国国家計金融資産の半数程度が預金であることから、我が国は間接金融主体の金融システムを有していますが、日本国債については他の先進国と同様、直接金融を通じて資金融通がなされています。具体的には、日本政府が発行した国債を銀行や保険会社などが購入することを通じて、日本政府は資金調達を行っています。

上記のように国債を通じた政府による資金調達は直接金融に基づきますが、国債などの有価証券が取引される市場は、発行市場（プライマリー市場）と流通市場（セカンダリー市場）で構成されます。発行市場とは財務省が新規に債券を発行して資金調達をする市場であり、流通市場とは既に発行された国債を売買する市場です。国債のような債券の流通市場では、証券会社が債券を在庫として保有し、価格を提示することで市場を形成していることが特徴です。日本国債の場合、例えば、10年利付国債を新規に発行するとしても、既に市場では10年利付国債に類似した国債（例えば、3か月前に発行した10年利付国債など）が流通していますから、流通市場で形成された価格は国債の新規発行に大きな影響をもたらします⁷。

本稿では、発行市場における国債発行価格がオークションを通じて決定される点を深掘りしていきますが、実は有価証券の発行において入札という形式が採られているケースは我が国では国債や一部の債券など⁸に限られます。株式や社債などの多くの有価証券では引

⁷ 現在では銘柄統合（リオープン）が拡充されているため、既に発行されている国債と同一の国債が入札で追加発行されるケースも少なくありません。

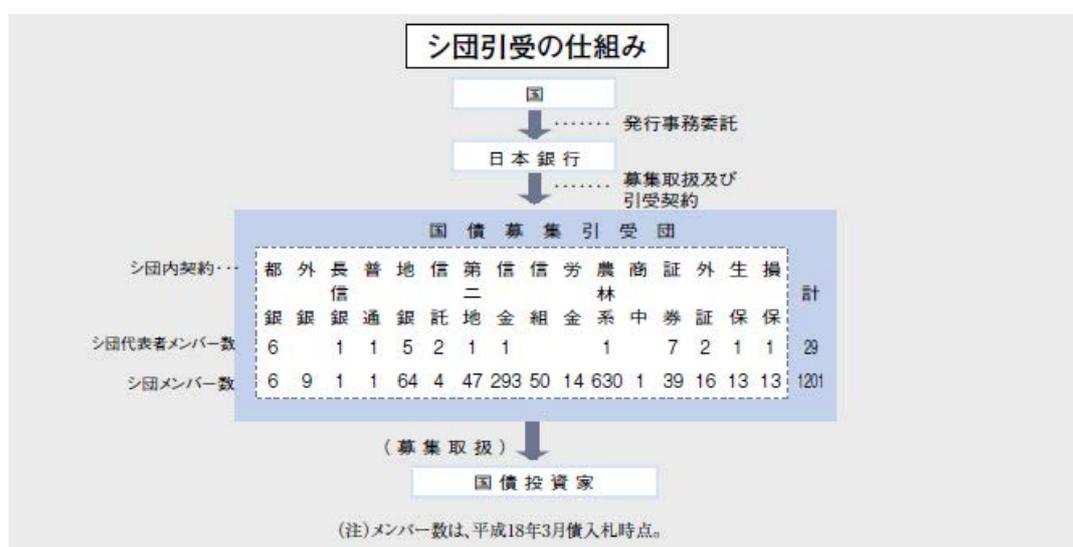
⁸ 例えば、日本高速道路保有・債務返済機構や兵庫県の起債に際し、イールド・ダッチ方式が活用されることがあるなど、国債以外の債券でもオークションが用いられるケースがあります。

受方式（アンダーライティング）が採られています。引受方式では証券会社が発行体と投資家との間に立ち、両者が合意できる価格を探ることで有価証券が発行されています（詳細はBOX 1を参照してください。）。もっとも、原理的には株式や社債についてもオークションで発行することは可能です。事実、Googleはオークションで新規株式公開をしましたし⁹、日本の株式市場でもかつては入札方式で発行されていました¹⁰。

2. 2 国債市場における競争入札導入の歴史的経緯

冒頭で記載したとおり、国債についても以前は引受方式に類する方式で発行されていました。具体的には、戦後、国債が発行されてから永らく、シ団引受と資金運用部引受の2方式が採られていました。シ団引受とは、具体的には1,000を超える金融機関により国債引受のための団体（これをシンジケート団（いわゆるシ団）といいます。）を作り、発行された国債をシ団が引き受ける形を指します（図2を参照）。一方、資金運用部引受とは、旧大蔵省（現財務省）における資金運用部資金による国債の引受のことです。戦後国債の発行がなされてから永らく引受方式による発行が主要な役割を果たしていました。

図2 シ団引受の仕組み



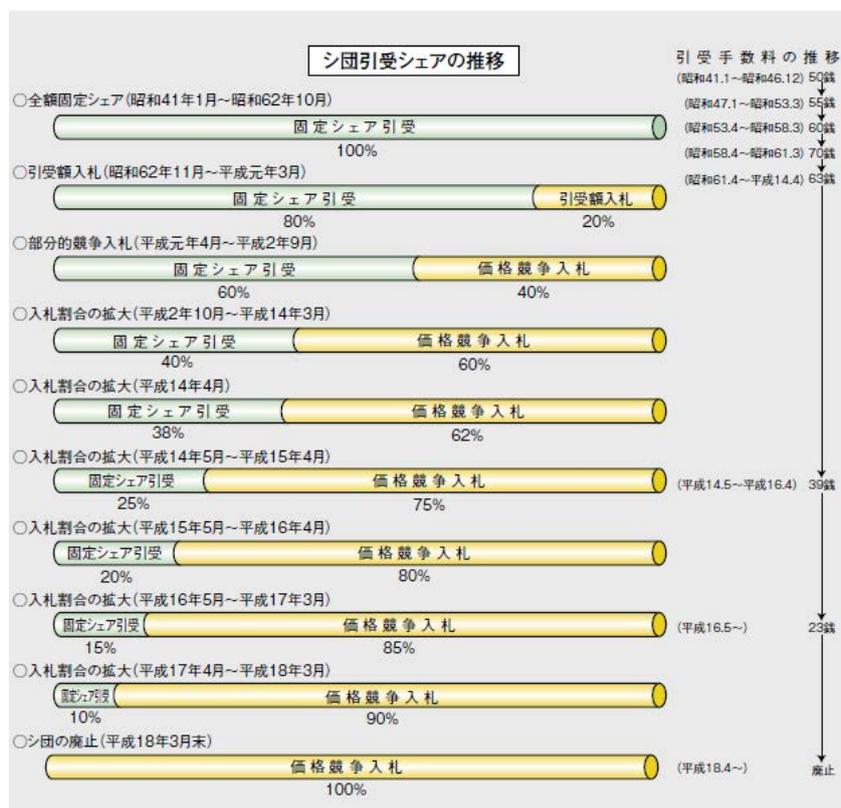
出所：財務省「債務管理レポート 2006」(p.46)より抜粋

⁹ Googleのオークションを用いた上場についてはシュミット（2011）などを参照ください。

¹⁰ 我が国では1997年にブックビルディング方式が導入されて以降、入札方式は活用されていません（池田・金子 2015）。株式の発行に際して、ブックビルディング方式とオークションのどちらが望ましいかについては、Kutsuna and Smith (2004)や池田・金子（2015）などを参照してください。

その後、「債務管理レポート 2006」にもあるとおり、市場参加者の意見なども踏まえ、1978年には公募入札が導入されたほか、1989年にはシ団引受に部分的競争入札が導入されました。同レポートによれば、部分的競争入札については、「①導入後も国債の入札は引き続き順調に行われ、また、流通市場も比較的落ち着いた動きを見せていること、②国の債務管理の在り方に関する懇談会、国債市場特別参加者会合、国債投資家懇談会等において意見を聴取したところ、同制度の国債安定消化機能は導入当初に期待された効果をあげており、シ団を廃止しても問題ないとの見解で概ね一致を見たことから、平成17年度末をもってシ団引受を行わないこととしました」(p.47より抜粋)とあります。図3はシ団引受のシェアの推移を示していますが、徐々に競争入札による発行の割合が増えていくことが確認できます。シ団による発行は2006年3月に完全に廃止されています¹¹。

図3 シ団引受のシェアの推移



出所：財務省「債務管理レポート 2006」(p.47)より抜粋

¹¹ 幸田（2000）は2000年前後の国債入札制度の変遷について小説の形式で記載しています。

BOX 1 引受方式（アンダーライティング）とは

引受方式（アンダーライティング）では、証券会社が発行体と投資家との間に入り、発行価格を調整していきます。例えば、ある会社が新規株式を発行することを決めた場合、引受を行う証券会社は投資家に当該株式を購入しても良いと考える価格と数量をヒアリングします。その内容を証券会社は発行体にフィードバックするという形で価格調整をしていきます。このような方式を特にブックビルディング方式といい、現在、日本における株式や社債など多くの有価証券がこの方法に基づき発行されています。

2. 3 日本国債のオークションの詳細：コンベンショナル方式とダッチ方式

現在の国債市場では償還年限が1年以下の短期国債に加え、2年、5年、10年、20年、30年、40年債及び物価連動国債が発行されていますが、これらの発行条件はオークションによって定められます。一般的に発行側は国債を安定的に消化しつつ高い値段で発行したい（低い金利で調達したい）と考えますが、投資家側は出来る限り安く買いたい（高い金利で運用したい）と考えています。国債の発行価格や金利はその綱引きで決まるのですが、現在用いられている具体的な発行方法は、40年債と物価連動国債を除き、「コンベンショナル方式」と呼ばれる方法が用いられています。一方、40年債と物価連動国債については「ダッチ方式」と呼ばれる方法で発行されています。これらのオークション方式の違いの詳細は後述しますが、一部の国債についてダッチ方式が用いられている要因として、相対的に流動性に懸念があるほか投資家が限定的であることなどが挙げられます¹²。

財務省は市場関係者とも対話をしつつその時々で望ましいオークションの方法を用いています。歴史的には中期債の発行当初（1978~79年）はダッチ方式が採用されましたが、1979年7月にコンベンショナル方式に改められ、10年債や20年債の競争入札でもコンベンショナル方式が採用されました¹³。ダッチ方式については1999年に導入された30年債や2000年に発行が開始された15年変動利付債（現在は発行が停止）の発行¹⁴で再び採用されます。もっとも、30年債の発行については2007年4月からダッチからコンベンショナル

¹² 財務省は40年国債についてダッチ方式が用いられている理由の一因として、国債市場特別参加者会合（第85回、令和2年3月23日開催）において、「40年債の入札方式については、これまで当局としては、投資家層の拡がりに限定的で、他の年限と比較して遜色ない程度の流動性が見られていないなど、マーケットの成熟が確認されていないため、利回りダッチ方式の継続が適当ではないかとしてきたところ」、「価格コンベンショナル方式に移行すべきという御意見も一定程度あったが、国債市場特別参加者の数・落札シェアのいずれでも利回りダッチ方式を維持すべきという御意見が多数」としています。

¹³ ここでの記述は副島・花尻・嶋谷（2001）などを参照しています。

¹⁴ 入札での発行開始は2000年6月（第8回）ですが、発行自体は公募で1983年2月から開始されています。

ル方式に移行しています¹⁵。

国債のオークションに際し、オークションの参加者は価格や金利を提示することで応札するのですが、コンベンショナル方式では、発行体からみてメリットがある札（すなわち、高い価格や低い金利で応札された札）から順番に落札していき、オークションには発行目標額があるため、目標額に達することとなる札までを落札とし、落札最低価格未満の価格や落札最高金利を上回る金利で応札した注文は落札できないという形式を採っています。例えば、3,000 億円の国債を入札で発行する際、1 兆円の応札があったとします。この場合、発行体は高い価格で応札された札から順番に落札していき、ちょうど落札合計額が 3,000 億円に達する価格まで落札することになります。参加者が異なる価格で同じ財を購入する点がコンベンショナル方式の特徴です（数値例については BOX 2 を参照してください）。

一方、ダッチ方式では同じように参加者が応札するのですが、発行体が目標とする発行額に達する価格で全員が購入します。前述のように 3,000 億円の国債の発行に対して、1 兆円の応札があった際、高い価格から順番に落札していき、落札合計額が目標額である 3,000 億円に達することとなる札までを落札としますが、この方式では 3,000 億円にちょうど達することとなった札の価格で皆一律に購入します。すなわち、コンベンショナル方式とは異なり、ダッチ方式では落札できた国債について応札者が全員同じ価格で国債を購入する点が特徴です。

なお、このように国債の発行価格は主にコンベンショナル方式あるいはダッチ方式で決定されますが、非価格競争入札と呼ばれる競争入札に基づかない方式でも一部発行がなされています。非価格競争入札は通常の競争入札と同じタイミングで実施される第 I 非価格競争入札と入札後に実施される第 II 非価格競争入札で構成されますが、両者とも後述するプライマリー・ディーラーのみが参加できます¹⁶。同入札ではプライマリー・ディーラーは非価格競争入札においてオークションで決められた平均価格で国債を購入できる権利を有しますが、これは後述する応札や落札義務など、プライマリー・ディーラーが課された責任の対価と解釈可能です。

¹⁵ 財務省はダッチ方式からコンベンショナル方式へ変更した理由の一因として、国債市場特別参加者会合（第 85 回、令和 2 年 3 月 23 日開催）において「市場の成熟」について指摘しており、「40 年債の流動性は徐々に高まっていると認識しているものの、例えば、P.4 に示したグラフの通り、30 年債の入札方式を価格コンベンショナル方式に移行した頃の業者間出来高を、現在の 40 年債はまだ超えていないことから、当局としては、未だ成熟しているとは言い難い状況であると認識」とコメントしています。

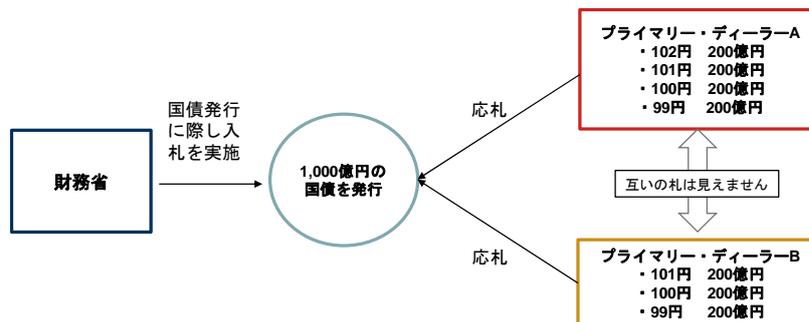
¹⁶ 第 I 非価格競争入札・第 II 非価格競争入札とは、過去の落札実績（第 I）・応札実績（第 II）等に基づき、個社ごとに定められた限度額内で、競争入札の平均落札価格により国債を取得できる入札です。第 I 非価格競争入札は 2005 年 4 月、第 II 非価格競争入札は 2004 年 10 月に導入されています。

BOX 2 コンベンショナル方式とダッチ方式のイメージ

ここではコンベンショナル方式とダッチ方式を理解するために具体的な数値例を用い、両方式がどのような違いをもたらすのかについて考えてみましょう。図 4 に示しているとおり、財務省が 1,000 億円分の国債を入札で発行しようと考えており、プライマリー・ディーラーである A と B が応札するとします。この際、現在のマーケット環境に鑑み、プライマリー・ディーラー A は 200 億円を 102 円、101 円、100 円、99 円で応札する一方、プライマリー・ディーラー B は 200 億円を 101 円、100 円、99 円で応札しているとしましょう。

この場合、1,000 億円に達するまで、財務省は自らにとって利益のある高い価格から落札していきます。この例では 100 円のところでプライマリー・ディーラー A と B の応札額合計が 1,000 億円に達するため、100 円までの札が落札されます。一方、プライマリー・ディーラー A と B は 99 円で 200 億円ずつ応札していますが、この札は発行額である 1,000 億円を超過しているため落札されません。ここまではコンベンショナル方式もダッチ方式も同じです。

図 4 コンベンショナル方式とダッチ方式



<オークションの結果>

1. コンベンショナル方式（応札した価格で落札）

プライマリー・ディーラーA ・ 102円 200億円 ・ 101円 200億円 ・ 100円 200億円	プライマリー・ディーラーB ・ 101円 200億円 ・ 100円 200億円
---	---

2. ダッチ方式（1,000億円に達した入札金額である100円で落札）

プライマリー・ディーラーA ・ 100円 600億円	プライマリー・ディーラーB ・ 100円 400億円
-------------------------------	-------------------------------

注：ここではわかりやすさを重視した図になっています。実際のオークションではプライマリー・ディーラーが3社以上存在する点などは捨象しています。

コンベンショナル方式とダッチ方式の異なる点は購入する価格です。コンベンショナル方式の場合、プライマリー・ディーラーAとBはそれぞれ自分が応札した価格で落札します。すなわち、プライマリー・ディーラーAは102円、101円、100円でそれぞれ200億円ずつ落札し、プライマリー・ディーラーBは101円、100円で200億円ずつ落札します。一方、ダッチ方式では、1,000億円に達する価格、すなわちそれぞれ落札できた金額分（プライマリー・ディーラーAは600億円、プライマリー・ディーラーBは400億円）をすべて一律の価格である100円で落札します。

なお、この例では応札額がちょうど1,000億円になる事例にしていますが、実際には発行額を超過することがあります。例えば、このケースにおいてプライマリー・ディーラーAが100円で（200億円でなく）300億円を応札していた場合、応札額は101円の累計（600億円）では1,000億円に達しませんが、100円では応札額（累計）が1,100億円となり、発行額である1,000億円を超過します。このようなケースでは超過した分が発行額に収まるようにするため、『「オファー額」と『案分価格帯の一段上までの累計』との差分』を「案分価格帯に応札した金額」で除することによって比率（案分比率*）を作ります。この場合、100円で応札したAの300億円とBの200億円の合計（500億円）が残り400億円に収まるようにするため、「 $400/500=0.8$ 」が案分比率となります。

*案分比率の計算方法：(オファー額－第I非競争－足切り価格の一段上の応札額累計額) ÷ 足切り価格の応札額 × 100

BOX 3 イールド・ダッチ方式

2～30年の利付国債についてはコンベンショナル方式で発行されていますが、これらは入札当日の10時30分に利率（クーポン）が決定され、価格で応札します。一方、現在、40年債は年度で1銘柄発行されていますが、年度最初のオークションの前には利率が定まっておらず、複利利回りで応札するイールド・ダッチ方式が採用されています。これは40年債において、もしクーポンを定めてから価格で応札した場合、デュレーション（金利が変化した際の国債の価格感応度）が大きいため、オークションの結果、単価が100円から大きく乖離する可能性があるからです。例えば、100円以下（以上）の価格で国債が発行された場合、発行当局が当初予定した金額より少なく（多く）調達することになるという問題を有します。その一方、複利で応札してから利率を定めるイールド・ダッチ方式であれば、100円（パー）に近い発行が可能となり、発行体からみれば安定的な調達が可能になります。

BOX 4 市場参加者による入札結果の解釈

財務省は国債の入札結果として「応募額」、「募入決定額」、「募入最低価格」、「募入最低価格における案分比率」、「募入平均価格」を公表しています。市場参加者はその入札の結果を解釈する際、しばしば「テール」や「応募倍率」などを用います。

「テール」とは「平均価格」と「最低価格」の差になります。オークションに際し、投資家が応札した札の分布（横軸に応札価格、縦に応札した金額）がありますが、財務省は分布そのものを公表しないため、市場参加者は「平均価格」と「最低価格」から分布を推測します。もし投資家の意見が似通っていれば、多くの札が分布の中心付近に集まります。この場合、テールは小さく、証券会社及び投資家の意見に相違が少ない入札であると解釈可能です。一方、分布が中心に寄っていない場合、分布の平均から大きく外れた札も落札されることから、テールは大きくなります。この結果は証券会社及び投資家の意見に相違が大きかった入札と解釈できます（しばしば市場参加者はテールが大きい入札を「入札結果が流れた」と表現し、入札結果が不調であった可能性を考える傾向があります。）。

また、「応募倍率」は「応募額」/「募入決定額」で計算し、発行額（募入決定額）に対して、どの程度応募があったかをみるもので、数量の面でどれくらい投資家が積極的にオークションに参加したのかを把握することができます。これ以外にも、例えば、Bloombergなどが証券会社などの予測値を事前に公表しているため、その予測値との乖離を用いて入札の結果を評価するなど、投資家は様々な形でオークションの結果を解釈しています。ちなみに、プライマリー・ディーラーなど各金融機関がいくら落札したかについて財務省は公表していませんが、民間のベンダーが業者に落札額をヒアリングしています（もっとも、すべての金融機関をカバーしているわけではないため、「落札者不明分」が存在します）。

なお、ダッチ方式では本文で記載したとおり、参加者が一律の価格で購入するため、募入平均価格に相当する概念がなく、テールは計算できません。現在の40年債の入札は金利に基づくダッチ方式であり「募入最高利回り」が公表されています。

2. 4 プライマリー・ディーラーの役割

現在の国債発行に際しては、主に証券会社で構成される国債市場特別参加者制度（いわゆるプライマリー・ディーラー制度）が重要な役割を果たしています。プライマリー・ディーラーとは、証券会社などを中心に国によって指定された業者のことで、国債に関する入札や落札の義務を負う一方で、一定の優遇措置を受けます。先ほど言及した非価格競争入札もプライマリー・ディーラーに認められた権利になります。

実際の国債の入札では、プライマリー・ディーラーが多くの投資家から注文を募ることなどを通じて、投資家の需要を集めます。例えば、プライマリー・ディーラーでない金融機関が入札で国債の購入を行おうと考える際、多くの場合、自分が買いたい値段（指値注文）で証券会社に注文することなどにより入札に参加します。プライマリー・ディーラーはその札を集約して応札することになります。

なお、現在の制度ではプライマリー・ディーラー以外にも一定の条件で入札に参加できるようになっています。前述のとおり米国では1991年にソロモン・ブラザーズが他人名義を用いて不正に国債の買い占め（スクイズ）を行ったのですが、米国政府はそのようなスクイズを防ぐことなどを目的に、プライマリー・ディーラー以外にも入札に参加できるように制度を改正しました（米国債の入札の詳細はBOX7を参照してください。また、スクイズの詳細は3節で説明します）。

3. 国債のオークション理論

3. 1 国債のオークションと情報の非対称性

前章では日本国債にかかるオークションの制度を中心に議論を進めましたが、本章ではオークションを実施する意味について考えていきます。国債の発行においてオークションを行う本質的な理由は、日本政府側からみれば国債の買い手が有する情報を十分に把握していない、つまり経済学の言葉でいうと「情報の非対称性」¹⁷があるからです。そもそもオークションとは財やサービスを売る際、買い手側からのアクション等を踏まえて値決めを行う仕組みです。もし売り手が買い手の情報を全て知っていたのであれば、わざわざオークションなどせずとも、最も高い値段で買ってくれるであろう買い手のところに行って、直接財やサービスを売れば良いわけです。あるいは、最も高い値段で買ってくれるであろう買い手を想定し、その買い手がギリギリ買ってくれるであろう値段を付けて売り出すことができるはずですが、それをしないでオークションを行うのは、売り手が買い手の情報を全て知っているわけではなく、むしろオークションという手法を通じて、買い手の有する情報を入札価格という形で自発的に開示してもらい、それを通じて売り手が値決めを行おうと考えているからに他なりません。

売り手よりも買い手の方がその商品の価値を熟知していたとしても全く不思議ではありません。国債の入札に際しては、マーケットの現場にいるプライマリー・ディーラーや投資家のほうが発行体である政府より国債の価値を理解している可能性は高いとみることができます。この状況は前述した情報の非対称性が問題になっている局面といえましょう。そのため政府は投資家が有する情報を自発的に開示してもらうという意味でオークションをうまく設計する必要があるわけです。

大切なのは、オークションによって投資家が自分の情報を自発的に開示してくれるかど

¹⁷ 情報の非対称性とは、買い手と売り手の間に情報の格差があることを示す経済学の専門用語です。

うかはその仕組みの巧拙に大きく依存する点です。極端な例ですが、財務省が国債を発行する際、投資家が1人しかいないことが予め投資家には分かっていたとしましょう。そして、オークションでは単価ベースで1銭から入札できるとします。もし買い手が内心では国債に100円払っても良いと思っていたとしても、この状況下では投資家は最低価格である1銭で入札し、落札することになるでしょう。こうなると、発行体である財務省は本来であれば買い手の評価額付近の価格で発行することにより多くの資金調達をできる可能性があったにもかかわらず、その資金が調達できないことになります。

3. 2 「私的価値」を用いたオークション理論の基礎

上記のような例を考えても、政府にとっては、オークションをうまく設計することで投資家やプライマリー・ディーラーにうまく情報を開示してもらうことが肝要です。ここからは、国債のオークションにおいて投資家がどのように価格を開示していくかを考えるため、オークションの仕組みについて具体的に考えていきます。我々が目にする典型的なオークションは1つの財に対して複数の参加者が入札し、最も高値を入れた者が落札するような仕組みです。このようなオークションを「単一財オークション」といいます。

ここからは単一財オークションについて考えていきますが、まずオークションの参加者個々人が、ある財に対して有するそれぞれの評価額に基づき意思決定すると想定します。このような評価を「私的価値 (private value)」といいます。例えば、オークションでコンサートのチケットを1枚販売するケースにおいて参加者が私的価値に基づき評価しているとしましょう。この場合、このオークションの参加者の中には、チケットを非常に欲している人やあまり欲しいと思わない人など当該チケットに対して異なる評価をする人達がいる（チケットという財に対する評価が分かっている）状況を想定しています。

ここで財務省が10年債1銘柄をオークションにより発行する場合（すなわち、単一財オークションを実施する場合）、市場参加者が私的価値に基づくとなると、どのような結果が得られるかを考えるため、次のような設定を考えます。すなわち、財務省が発行する1銘柄に対して、異なる評価を持つ4社の投資家が入札に参加するケースを取り上げます。この10年債については、A社は101円までなら払って良いと内心考えているとします。同様にB社は100円までなら、C社は99円までなら、D社は98円までなら払って良いと考えているとしましょう。みな、自分が幾らまでなら払って良いかは分かっているのですが、他社の心の内は分かりません。ここでは、他社の評価額が幾らであっても自分の評価額は変わらないことを前提とします。

第一価格入札方式

入札者は各々応札価格を決めて封をして提出し¹⁸、一番高値で応札した投資家が落札し、

¹⁸ このように封をして、他の参加者の札が分からないオークションを「封印型オークション (sealed bid

その応札価格を支払うとしましょう。このような入札方法を「第一価格入札方式」といいますが、A社にとって望ましい応札価格は幾らでしょうか。当然、自分の評価額である101円を上回る価格では入札しないでしょう。そんな価格で落札してしまったら却って損してしまいます。また、101円丁度で入札して落札しても利得は0円ですから、うまみはありません。したがって、A社は101円を下回る価格で入札することが予想されるわけですが、安い価格で落札できた方が得する一方、応札価格が低ければ低いほど落札確率が下がってしまいます。

経済学では、このように意思決定者が不確実性に直面した場合、確率を用いることで意思決定者がどのように行動するかについて分析を行います。例えば、ここでは4社の評価額が97円以上、102円以下の範囲でランダム¹⁹に分布していることが公知であったとしましょう。4社は相手の応札価格を想像しながら自分の応札価格を決めていく必要がありますが、実は一定の想定の下でA社の最適な戦略を呈示することができます。意思決定者がその不確実性を考慮したリターン、すなわち、期待利得（落札確率×利得）が最大になるように応札価格を決めることを想定すると²⁰、最低金額（ここでは97円）に自分の評価額（A社の場合、101円）と最低金額（97円）の差の $\frac{3}{4}$ 倍を加算した価格を入札することが最適な戦略であることを証明できます²¹（証明の詳細はBOX 5を参照してください）。具体的には、A社にとってこのケースでは $97円 + (101円 - 97円) \times \frac{3}{4} = 100円$ で応札することが最適な戦略になります。同様にB~D社についても最適な応札価格を計算できますが、A社の評価額が一番高いことからA社が落札するため、発行体はA社の応札価格である100円で国債を売ることができます²²（図5参照）。

auction)」といます。一方、オークションの価格を参加者が把握可能なオークションを「公開型オークション（open bid auction）」といます。

¹⁹ 専門的にいえば、一様分布であるといえます。

²⁰ もっともリスク回避的であることを仮定する場合など、必ずしも期待利得を最大化するように行動しない投資家を想定することもあります。本稿では簡明な説明のため、期待利得最大化の場合のみを紹介します。

²¹ 専門的にいえば、ベイジアン＝ナッシュ均衡であるといえます。自分以外の皆が最低金額（97円）に自分の評価額と最低金額（97円）の差の $\frac{3}{4}$ 倍を加算した価格を入札するという戦略を採用するのであれば、自分も同じ戦略を採用することにより落札確率×利得を最大化することができます。もっとも、自分以外の者が必ずしもこのような合理的な戦略を採らないのであれば、このような戦略に拘らない方が落札確率×利得を最大化することができるかもしれません。そのため、ここで挙げた最適戦略とは、あくまで自分以外の者も合理的に行動すると仮定した場合の最適戦略といえることができます。

²² 一般的に、このような場合、評価額が一番高い人の評価額の期待値は $97円 + (102円 - 97円) \times \frac{N}{N+1} = 97円 + 5円 \times \frac{4}{5} = 101円$ となるので、発行体の期待収入は $97円 + (101円 - 97円) \times \frac{3}{4} = 100円$ となります。

図5 第一価格入札方式の例

	評価額	入札額	利得
A社	101円	100円	1円
B社	100円	92.5円	0.75円
C社	99円	98.5円	0.5円
D社	98円	97.75円	0.25円

財務省

上記の結果は入札参加者が4人であることに依存しています。一般的に入札参加者が N 人であれば、入札者は最低金額（97円）に自分の評価額（A社の場合、101円）と最低金額（97円）の差の $\frac{N-1}{N}$ 倍を加算した価格で応札することが最適な戦略になることも示すことができます。例えば、入札者が2人であれば、最低金額（97円）に自分の評価額と最低金額（97円）の差の半分を加算した価格が最適な戦略です。

第二価格入札方式

ここまで私的価値に基づく単一財オークションについて、落札者が応札価格と同額を支払う第一価格入札方式を考えてきました。もっとも、最近、インターネットにおけるオークションなどでは「第二価格入札方式」という方式も使われるようになってきています²³。各々応札価格を決めて封をして提出した上で、一番高値で応札した人が落札するところまでは第一価格入札方式と同じです。第二価格入札方式が面白い点はその人の支払額が二番目に高値で応札した人の応札価格に基づく点であり、理論的²⁴に入札者は自分の評価額をそのまま応札することが最適な戦略となる点です²⁵（これを「耐戦略性」といいます。また、この方法が最適な戦略となる直感的な解説についてはBOX 6を参照してください。）。

先ほど挙げた国債の入札において、今度は発行体が第二価格入札方式に基づき実施したとします。各社の最適な行動は素直に自分の評価額を表明することですから、A社は自分の

²³ 例えばインターネットオークションを運営するeBayではこのような方式が用いられています。但し、参加者の付け値が、時間が経つにつれて明らかになるところが、通常の封印型の第二価格入札方式と異なります（キシテイニー, 2018）。

²⁴ 共謀がある場合などはこの理論が破綻することがあります。

²⁵ ここでは、第一価格入札方式の場合とは異なり、自分以外の者がどんな戦略を立ててきても自分は自分の評価額を入札することにより落札確率×利得を最大化することができるので、自分の評価額を入札することが支配戦略ということになります。

評価額である 101 円で応札し、B 社も自分の評価額である 100 円で応札します。結果的に、A 社は落札に成功し、B 社の応札価格である 100 円を払うこととなります²⁶。

収入同値定理

私的価値に基づく単一財オークションについて第一価格入札方式と第二価格入札方式を考えてきましたが、我々が気になる点はこの二つの方式のどちらが発行体にとって優れているかです。驚くべき点は、実は一定の条件²⁷の下、どのようなオークションを行っても発行体が期待できる収入額は一定であることが証明できることです。これを「収入同値定理」(Revenue Equivalence Theorem) といいます (Myerson, 1981; Riley and Samuelson, 1981)。これはオークション理論における金字塔的な定理といえましょう。この定理によれば、発行体は、少なくとも期待できる収入額の点からはオークションの仕組みについて殆ど気にしないで良いことが分かります。実際、上記の例をみれば、どちらの方式でも発行価格が 100 円になっており、売り手の収入は同じになっていることが確認できます。

無論、オークションの仕組みを検討する際には、期待できる収入額以外にも留意すべき点は多々あります。例えば、どのくらいの入札者を見込めるか、或いはどのような不正が起こり得るかなども看過できず、これらはオークションの仕組みによって異なり得ます。しかし、オークションは自分が有する財を売るために実施しているわけですから、期待できる収入額が重要な点であることには変わりありません。国債の場合、発行体からみれば「期待できる収入」とは「調達コストを抑えること」に相当するため、収入同値定理は発行体にとっても重要な定理であるといえます。

3. 3 共通価値 (common value)

これまで個々人が財に対して異なる評価額を有することを前提とする「私的価値」に基づき議論を進めてきましたが、国債のオークションでは、「共通価値 (common value)」に基づいて理論が構築されることもあります²⁸。「共通価値」とは全ての入札者がオークションの対象となる財の価値を同じように評価するという仮定です。例えば、食べ物のように人々

²⁶ 一般的に、このような場合、評価額が二番目に高い人の評価額の期待値は $97 \text{円} + (102 \text{円} - 97 \text{円}) \times \frac{N-1}{N+1} = 97 \text{円} + 5 \text{円} \times \frac{3}{5} = 100 \text{円}$ となるので、発行体の期待収入も 100 円となります。

²⁷ 収入同値定理が成立するためには①全ての入札者はリスク中立的、②共通した分布関数から互いに独立に私的価値を得る、③最も高い私的価値を持つ者が落札し、最も低い私的価値を持つ者の期待利得はゼロである、といった前提条件が置かれています。この中で最も強い前提は「互いに独立に私的価値」の部分であり、したがって、転売などを念頭に置いているオークションの場合は他人の評価額によって自分の評価額も影響を受けざるを得ないため、必ずしも収入同値定理は成立しません。国債を始めとする有価証券のオークションの場合にも、当然に転売も念頭に置かれていると考えられるため、一般的にこの収入同値定理の前提条件が満たされているとは考え難いです。

²⁸ 共通価値についてより詳細を知りたい人は上田 (2010) などを参照してください。

BOX 5 第一価格入札方式における最適な戦略

証明の概略は次のとおりです。入札参加者を N 人とします。自分の評価額を v 、評価額 v の参加者の応札価格を $b(v)$ とし、簡単のため $b(\cdot)$ を狭義単調増加関数と仮定します。 v は一様分布 $U(\underline{v}, \bar{v})$ に従っていると仮定します。自分以外の皆が、評価額 v' に対して $b(v')$ を入札する戦略を採ると仮定します。このとき、評価額 v の参加者が $b(v^*)$ を入札することによる期待勝率は $(F(v^*))^{N-1} = \left(\frac{v^* - \underline{v}}{\bar{v} - \underline{v}}\right)^{N-1}$ 、落札成功時の利得は $v - b(v^*)$ となります。

期待利得 $\left(\frac{v^* - \underline{v}}{\bar{v} - \underline{v}}\right)^{N-1} (v - b(v^*))$ が $v^* = v$ で最大になるため、一階の条件

$$\frac{\partial}{\partial v^*} \left[\left(\frac{v^* - \underline{v}}{\bar{v} - \underline{v}}\right)^{N-1} (v - b(v^*)) \right]_{v^*=v} = 0 \quad (1)$$

を解くことにより、

$$(N-1)(v - \underline{v})^{N-2} (v - b(v)) = (v - \underline{v})^{N-1} b'(v) \quad (2)$$

$$\Leftrightarrow (N-1)(v - b(v)) = (v - \underline{v}) b'(v) \quad (3)$$

が導かれます。

(3)式が任意の v について成立することから

$$b(v) = \underline{v} + \frac{N-1}{N} (v - \underline{v}) \quad (4)$$

が導かれます。

の好みが異なり、かつ、自分で消費してしまうものであれば、「私的価値」のように、個々人が異なる評価を与えていると想定することは自然です。しかし、国債のように将来のキャッシュフローをもたらす有価証券については、人々がその価値を同じように評価するという「共通価値」の要素が強いとみることもできましょう。

「私的価値」に基づく議論では他者の評価額を知ったとしても、自分の評価額は変わらないと想定しましたが、この仮定は国債の入札では必ずしも成立するとは限りません。例えば、国債を転売するプライマリー・ディーラーの立場にたってオークションを考えてみましょう。プライマリー・ディーラーは国債をオークションで取得した後、その国債を転売することにより収益を挙げることを目論んでいるとします。この場合、プライマリー・ディーラー自身が国債の所有を望むのではなく転売目的であるため、「他社の評価が自分の評価に影響を与える」状況であると考えることができます。その意味で、国債のオークションにおいて私的価値の前提が常に成り立つわけではないとも考えられますが、実は共通価値に基づけば、他社の評価が自分の評価に影響を与える状況を描写することができます。

なお、共通価値に基づいて入札の仕組みを考える場合に気を付けるべき点として、収入同値定理は「私的価値」を前提としているため、共通価値の下では一般的に収入同値定理が成立しなくなることです。例えば、Milgrom and Weber (1982) は、共通価値に基づいた場合、第二価格入札方式の方が第一価格入札方式よりも発行体が期待できる収入額が大きいこと

BOX 6 第二価格入札方式における最適な戦略

本文に記載したとおり、第二価格入札方式では、自分の評価額で応札することが最適な戦略になります。仮に入札者が自分の評価額よりも低い価格で入札したとしましょう。その場合、たとえ落札に成功したとしても二番目に高値で入札した人の応札価格を支払うことになるので特段得をすることはありませんし、また、単に落札成功確率が低くなってしまふことを考えると損する戦略ということになります。では、自分の評価額より高い価格で応札したらどうでしょうか。この場合、問題となる点は素直に自分の評価額で入札したら落札できなかったものの、自分の評価額よりも高い額で入札することにより落札に成功するケースです。このようなことが起こるのは、二番目に高値で入札した人の応札価格（＝自分の支払額）が自分の評価額よりも高い場合であり、落札に成功しても却って損をしてしまいます。したがって、第二価格入札方式では、入札者は敢えて自分の評価額よりも低い額や高い額で入札しても得することはなく却って損をする可能性があるので、理論上^{*}は、入札者は自分の評価額をそのまま入札することが最適な戦略（ここでは支配戦略）となります。

* 共謀がある場合などはこの理論が破綻することがあります。

を示しています²⁹。それゆえ、「私的価値」が成立しない場合は、収入同値定理のインプリケーションが国債のオークションに適用できるかどうかを判断するうえで、より発展的な理論や実証研究が必要になる点に注意を要します。

共通価値をモデル化する場合、例えば、個々の入札者は入札前には財の真の価値が分からないため不確かな評価しかできないものの、他社の評価額が分かれば事前により正確に真の価値を見定めることが出来るといった想定を行います。このことを喩えて「コインの詰まった瓶」と呼ぶことがあります。瓶を開けてコインの数を数えれば誰であっても同じ金額と評価するわけですが、瓶を見ただけではコインが幾ら入っているのかは不確かな評価しか出来ません。とはいえ、他者の評価額も分かればコインが幾ら入っているか、ある程度確度の高い推測ができるようになるでしょう³⁰。なお、私的価値の場合は個々人の評価額が予め

²⁹ 専門的にはこのことはリンケージ原理（linkage principle）と呼ばれる定理から導かれます。共通価値に基づく場合、自分の評価額だけしか落札額の決定に関わらない場合よりも他人の評価額も落札額の決定に関わってくる場合の方が、より正確に真の価値が分かるので、勝者の呪いの恐れが減ることから、強気の応札が可能です。第一価格入札方式で落札した場合は落札額の決定に際して自分の評価額しか関わってこないのに対して、第二価格入札方式で落札した場合は落札額の決定に際して自分の評価額だけでなく二番手の応札者の評価額も関わってくるので、後者の方が勝者の呪いの恐れが少ないことから、強気の応札が可能です。したがって後者の方が発行体の期待収入額が高くなります。

³⁰ 共通価値をモデル化する方法は何通りも知られていますが、例えば、真の価格 v があるときに、個々の入札者はその真の価値を知らず、真の価格からある程度乖離した $v + \varepsilon_i$ というシグナルを得るという設定が考えられます（ ε_i は期待値0の確率変数であり、独立同分布を仮定する。）。ここで、入札者 i は自分のシ

確定しているのに対して、共通価値の場合は個々人が不確かな評価しか行うことが出来ない
と想定しているため、技術的な取扱いが難しくなる点に注意が必要です。

共通価値を用いることで初めて、オークションにおける「勝者の呪い」の問題を取り扱う
ことも可能になります。前述のとおり、プライマリー・ディーラーが国債の入札に参加する
際、国債が幾らで転売できるのかを予想した上で入札することになります。しかし、予想価
格をそのまま入札価格にしてしまうと、買い手は国債の落札に成功したにもかかわらず、高
値掴みして却って損をしてしまう可能性があるという皮肉な状況であるがゆえ、経済学で
は「勝者の呪い」と称されます。したがって、勝者の呪いを避けるために、プライマリー・
ディーラーは初めから予想価格よりも低めの価格で入札を行う可能性が生まれます。その
場合、発行体は本来であれば得られたであろう収益を得られなくなる可能性もあります。勝
者の呪いについては、例えばスウェーデンの国債オークションに於いて実際に起こってい
た可能性が Nyborg et al. (2002) により示唆されています。

3. 4 複数財オークション

同質財オークション

これまで第一・第二価格入札について取り上げてきました。これはオークション理論を勉
強する際に最初に目にする入札方式ですが、あくまで単一財を前提としています。前述のと
おり、収入同値定理は入札対象である財が1つである場合を念頭に置いています。実際の
入札ではある財を複数個、販売するようなケースも少なくありません。このようなオークシ
ョンをオークション理論では、「複数財オークション」といいます。

国債のオークションは、複数財オークションではありますが、例えば、一度に10年国債
を複数売るという意味で、同質の財を複数販売していると考えられます。複数財の中でも同
質の財を売るオークションを特に、「同質財オークション」³¹と呼びます。Krishna (2009)や
坂井 (2013) など、オークション理論のテキストでは、複数財オークションの中でもシンプ
ルなケースである同質財オークションから議論を始めます。本稿では国債を対象としてい
ることから、以下では複数財オークションの中でも同質財オークションを前提に議論を進
めます。

同質財オークションとしてみたコンベンショナル方式およびダッチ方式

2章で、国債のオークション方式としてダッチ方式やコンベンショナル方式を説明しま
したが、これらはオークション理論のテキストにおいては、同質財オークションの方法とし
て紹介されます。図6はこれらの関係を比較した表になります(ヴィックリー方式につい

グナルである $v + \varepsilon_i$ しか事前には知らないのですが、他の入札者のシグナル $v + \varepsilon_j$ も知ることが出来れば、
より正確に真の価格 v を推定できるようになります。したがって、他社の評価額を知ることによって自分
の評価額も影響を受けることになります。

³¹ ハバード・パーシュ (2017) では複数単位オークションという表現を用いています。

ては BOX 12 を参照してください)。気を付けてほしい点は、日本国債の実務ではダッチ方式やコンベンショナル方式という用語が用いられるものの、オークション理論では、これらの方式を表す際にそれぞれ uniform price auction と discriminatory price auction という用語が用いられる点です。そして、uniform price auction は「均一価格方式/均一価格オークション/一律価格オークション」、discriminatory price auction は「差別価格方式/ビット支払いオークション」などと訳されることから、日本語でオークション理論についての教科書や論文を読んだ際、コンベンショナルやダッチなどの用語が見られないケースが少なくありません。ちなみに、米国債のオークションの実務ではダッチとコンベンショナルという用語ではなく、オークション理論と同様、uniform price auction と discriminatory price auction という用語が用いられています（米国債のオークションについては BOX 7 を参照してください。また、ダッチ方式についてオークションのテキストでは「競り下げ式オークション」を指すことが少なくありません。この詳細は BOX 8 を参照してください。）。

図 6 単一財オークションと複数（同質）財オークションの比較

	単一財オークション	同質財オークション
落札者は応札価格をそのまま支払う	第一価格入札方式	コンベンショナル方式 (discriminatory)
落札者は応札価格を支払うとは限らない	第二価格入札方式*	ダッチ方式 (uniform price) Vickrey 方式*

* 自分の評価額をそのまま入札するのが支配戦略（耐戦略性）

注：ここでの同質財オークションについては封印型オークションを前提にしています。公開型を含めた分類については Krishna (2009) などを参照してください。

我々が気になる点は、複数の同質財を対象としたコンベンショナル方式とダッチ方式において、単一財の場合と同様に、望ましい性質を有する収入同値定理が成立するかどうかです。まず、オークションの仕組みそのものは、単一財の場合とも一定の類似性を有します。コンベンショナル方式において参加者が落札に成功した場合、自分の応札した価格を支払うことになるため、第一価格入札方式と一定の類似性を見出すことができます。また、ダッチ方式は落札に成功した場合にも必ずしも自分の入札した価格を支払うことになるわけではないことから、二番目の価格を支払う第二価格入札方式と似ていると解釈することもできます。

しかし、3. 2 節で議論した第一価格入札方式と第二価格入札方式の有するインプリケー

ションは、あくまでも私的価値に基づく単一財のオークションから導出された結果です。前述のように、日本国債のオークションの場合、複数財を販売するなど、第一価格入札方式や第二価格入札方式で議論した前提と必ずしも一致していないことから、収入同値定理は日本国債の入札で用いられるコンベンショナル方式とダッチ方式の間で成立しているとはいえません。坂井（2013）でも、「複数財オークションの場合、収益同値定理はきわめて限定的にしか成り立たず、ほとんど意味を持ちません」（p.209）と注意を促しています。

また、前述のとおり、第二価格入札方式は「入札者は自分の評価額をそのまま入札することが最適な戦略になる」という長所（耐戦略性）を持ちますが、国債の入札におけるダッチ方式にはこのような性質はありません（したがって、オークションにおける最適戦略に基づく、国債におけるダッチ方式では、プライマリー・ディーラーなどが、自らが考える評価額を必ずしもそのままオークションで提示しているとは限りません³²）。しかも、ダッチ方式とコンベンショナル方式のどちらが理論的にみて発行体の収入を高めるか、経済的に効率的な配分が可能であるかなども明らかにされているわけではありません。

3. 5 コンベンショナル方式およびダッチ方式に係る理論的な研究の紹介

世界的にみても国債の入札方式はコンベンショナル方式とダッチ方式のいずれか又は組合せであることが殆どです。例えば、図7はBrenner et al. (2009)より抜粋した図表になりますが（同図は2005年時点であることに注意してください）、多くの国はコンベンショナル方式のみを採用しており、ダッチ方式あるいはその両方を併用している国がそれに次ぐ状況です。冒頭でも図1で確認しましたが、現在の先進国でもコンベンショナル方式とダッチ方式が混在しています（この二つ以外のオークション方式についてはBOX9を参照してください）。したがって、国債のオークションの理論研究では、第一価格入札方式や第二価格入札方式というフレームワークではなく、実際のコンベンショナル方式とダッチ方式に即した研究がなされており、具体的には、これらの入札の方法が、どのような環境下で、発行体の利益の増加に繋がるのかなどの観点で分析がなされています。

そこで以下では、コンベンショナル方式とダッチ方式について理論的に指摘されていることに関し、要点をしばって紹介していきます。なお、Brenner et al. (2009)は各国のデータを用いたうえで、英米法に基づく国やマーケット・メカニズムの比重が大きい国はダッチ方式を用いる傾向があり、大陸法に基づく国やマーケット・メカニズムの比重が小さい国はコンベンショナル方式を用いる傾向があることを指摘しています。

³² もっとも Nautz (1995)や Nautz and Wolfstetter (1997)が想定するように、入札者がプライス・テイカーとして行動する場合は、ダッチ方式の下では自らが考える評価額をそのまま応札価格とすると考えられます。入札者が十分に多い場合などはこのような想定が成り立つ可能性もあります。この辺りについても確たる結論が得られているわけではありません。

図7 各国のオークション方式

コンベンショナル方式		ダッチ方式	両方	その他
バングラディッシュ	リトアニア	アルゼンチン	ブラジル	オーストリア
ベルギー	北マケドニア	オーストラリア	カナダ	フィンランド
カンボジア	マルタ	コロンビア	ガーナ	ルクセンブルグ
キプロス	モーリシャス	韓国	イタリア	フィジー
エクアドル	モンゴル	ノルウェイ	メキシコ	アイルランド
フランス	パナマ	シンガポール	ニュージーランド	
ドイツ	ポーランド	スイス	シエラレオネ	
ギリシャ	ポルトガル	トリニダード・ドバゴ	スロベニア	
ハンガリー	ソロモン諸島	アメリカ	イギリス	
イスラエル	スウェーデン			
ジャマイカ	トルコ			
ラトビア	ベネズエラ			

注：詳細な定義は Brenner et al. (2009)をご参照ください。また 2005 年時点のオークションをベースとしている点に注意してください。なお、日本については割愛しています。

出所：Brenner et al. (2009, p.269)より筆者和訳

「勝者の呪い」が顕著なケース

まず、前出の「勝者の呪い」が顕著な場合は、コンベンショナル方式よりもダッチ方式の方が発行体の期待収入が高くなることが知られています (Milgrom and Weber, 1982)。勝者の呪いとは、前述のとおり、高値で応札した参加者が、高値掴みをしてしまったことにより却って損をしてしまう現象を指します。コンベンショナル方式では入札者が自分の応札した価格をそのまま支払うことになるので、例えば不確実性が高いなど一定の条件の下では高値掴みとなる可能性が高くなります。そういった場合、コンベンショナル方式の下ではオークションの参加者は低めの価格で応札する傾向が生まれ、このことが発行体の期待収入を却って低くする可能性を生みます。他方で、ダッチ方式では入札者は自分の応札価格ではなく、落札成功最低入札価格を払えば良いので、自分が高値で入札していたとしても大抵の場合はそれより低い価格を支払えばよいこととなりますから、高値掴みはせずに済む可能性が多いと考えられます。勝者の呪いの実例については、前出のとおり、Nyborg et al. (2002)がスウェーデンの国債オークションで示唆しています。

入札参加者の間での共謀が深刻なケース

入札参加者の間での共謀が深刻であればダッチ方式よりもコンベンショナル方式の方が発行体の期待収入が高くなることが知られています (Wilson, 1979; Back and Zender, 1993)。

BOX 7 米国債のオークション*

日本の入札に慣れ親しんだ者が米国のオークションを見る際、まず注意すべき点は、米国債のオークションでは、日本のようにダッチやコンベンショナルという用語が出てこない点です。米国では、日本でいうダッチ方式を uniform price auction (single price auction) と呼ぶ一方、コンベンショナル方式を discriminatory price auction (pay-as-bid auction) といいます。米国では本文で紹介したとおり、現在、uniform price auction (ダッチ方式) が採られています。前述のとおり、ソロモン・ブラザーズの不正等をうけ、1992年9月から2年債と5年債の発行については uniform price auction が導入され、1998年11月からは全てのオークションについて uniform price auction が採られています。

米国債のオークションでも、入札の結果はウェブサイトを通じて公表されています。利回りについては High Yield、Median Yield、Low Yield が公表されますが、米国ではダッチ方式が採用されているため、入札の参加者はみな（最低落札価格に相当する）High Yield で購入します**。日本と同様、Tendered（応札額）と Accepted（落札額）が公表されますが、「Tendered（応札額）/Accepted（落札額）」で算出される「Bid-to-Cover Ratio（応札倍率）」も公表されます。また、日本と同様、非価格競争入札（Noncompetitive auction）も実施されています。

オークションにおける主なプレイヤーは、Primary dealer、Direct bidders、Indirect bidders で構成されます。Primary dealer は米国政府に公認されたプライマリー・ディーラー（20前後の証券会社）、Direct bidders はプライマリー・ディーラーではないものの、オークションに直接参加できる投資家、Indirect bidder はディーラー経由でオークションに参加する投資家（ニューヨーク連邦準備銀行を経由した Foreign and International Monetary Authority を含む）です。米国債のオークションでは、Primary dealer、Direct bidders、Indirect bidders がどの程度応札し、落札したかに加え、SOMA（System Open Market Account、すなわち、FRB が公開市場操作を通じて取得した債券等を保有する勘定）を通じて購入される金額についても公表されています。

米国のオークションにおいてもプライマリー・ディーラーが重要な役割を果たします。歴史的には元々、プライマリー・ディーラーのみが応札する形で行われていました。しかし、1991年に、ソロモン・ブラザーズが、発行量の35%までしか落札できない中で、顧客の口座を経由することで35%以上の落札を行いました。そこで、米国債のオークションでは、プライマリー・ディーラー以外も参加可能となるように制度改正がなされました。

* ここでの記述は主に、Sundaresan (2009)やFabozzi and Mann (2012)などを参照としています。

** 金利と価格は逆の動きをする点に注意してください。

例えば、計 100 銘柄の国債が発行されるオークションにおいて、入札の参加者は単価ベースで 100 円の価値を持つと考えているとします。そのうえで、入札に参加する投資家が当

初全員で共謀するとします。極端な例ですが、例えば、ダッチ方式の下で、99 銘柄は 200 円の入札し、1 銘柄は 1 銭で入札するという形で共謀すれば、落札価格はすべて 1 銭となります。このように落札最低入札価格付近で応札価格を急減させる戦略は専門的には需要削減 (Demand Reduction) と呼ばれます。

重要な点は、共謀について参加者が事前の約束を破るインセンティブがあるかどうかです。ダッチ方式の場合、共謀に参加している投資家が約束を破ってより多くの国債を得ようとした場合、落札価格が高くなってしまい、全員が却って損をしてしまうことから、裏切るインセンティブはありません。つまり、ダッチ方式では、このような需要削減の戦略が均衡戦略となるわけです。このケースでは 1 銭で共謀するという事例ですが、オークションの参加者が抜け駆けすると却って損をするという条件を満たせば任意の低価格で均衡します³³。

共謀とは端的に言えば入札者らがオークション主催者には内密に予め相談して約束した低い価格で入札することで、皆で廉価での落札を狙うという戦略です。しかしながら自分の応札価格のうち 1 つだけ引き上げても自分の他の入札に係る落札額には影響が及ばないことを考えると、コンベンショナル方式の下では、自分だけ約束していた価格よりも少し高い価格でビットすることで自分だけ当初の約束よりも多くの財を獲得するという抜け駆けのインセンティブが生まれます。このケースでは投資家は 100 円の価値があると考えているため、例えば全投資家が 1 銭で入札するという共謀を計画していたとしても、それよりも高い 2 銭などといった価格で応札することで計 100 銘柄をすべて取得するインセンティブを有するわけです。このことを全員が予期すれば、均衡として実際の価値に近い 100 円で応札することを示すことができます (つまり、コンベンショナルでは、全員が共謀するという均衡は一般的に生じません)。それに対してダッチ方式では自分の応札価格のうち 1 つだけ引き上げると自分の他の入札に係る落札額全体に影響が及ぶ可能性があるため、そのような抜け駆けをするインセンティブが生まれにくく、全員が共謀するという均衡が生じるのです。

共謀の実例については Umlauf (1993) が、メキシコの国債オークションの結果から、大型投資家の間で共謀があった可能性を報告しています。

³³ 例えば投資家 A と投資家 B が共謀し、100 銘柄の国債が発行されるオークションにおいて、投資家 A は 49 銘柄を 200 円、1 銘柄を 1 銭で応札し、投資家 B は 50 銘柄を 200 円で応札することを約束したとします。ダッチ方式の下では落札価格は 1 銭になります。このとき、投資家 A が共謀を破って、更にもう 1 銘柄を購入したいと思い、50 円で応札したとします。すると、99 銘柄については 200 円という高値で応札していることから、ダッチ方式の下では落札価格が 1 銭から 50 円に跳ね上がることになるため、共謀を破らなければ 49 銭の出費で 49 銘柄を購入できたものが、共謀を破ったことで 50 銘柄を購入するために 2500 円を出費することとなります。したがって、共謀を破るインセンティブが生じないこととなります。

スクイーズが深刻なケース

スクイーズが深刻であればコンベンショナル方式よりもダッチ方式の方がオークションの参加者のリスクを軽減できることが知られています (Nyborg and Sundaresan, 2004)。スクイーズとは、国債市場において特定の銘柄を買い占める行為をいいます。証券会社はマーケット・メイクをするうえで空売り (ショート) ポジションを抱えることが少なくありませんが、ここではショート・ポジションを抱えた証券会社 (マーケット・メイカー) はそのショート・ポジションをカバーするために国債のオークションにおいて国債を落札する必要性が高いとしましょう (国債市場では典型的にはレポ取引を用いてショート・ポジションを作りますが、国債のマーケット・メイクとレポ市場の関係については服部 (2020a) を参照してください)³⁴。コンベンショナル方式の下では、必ずショート・ポジションをカバーしなければならない場合、マーケット・メイカーが確実に落札するため高値で入札する必要性が生まれ、結果、高値を掴まされる可能性があります。一方、ダッチ方式の下であれば、必ず落札できるように高値で入札したとしても、支払うべき金額は落札成功最低入札価格となるため、必ずしも自分が入札したような高値を支払うことなくショート・ポジションをカバーすることが可能となります。発行体にとっても、スクイーズが深刻である場合、十分な参入が得られないなどの不都合が生じる可能性があり、スクイーズが少ない状況は望ましいといえます。

国債市場におけるスクイーズについて特に有名な例は、前述のとおり、ソロモン・ブラザーズによる2年国債のスクイーズです。ソロモン・ブラザーズは当時、債券のトレーディングに強い投資銀行でしたが、1991年の国債入札において違法な形で大量落札を行いました。その後、ソロモン・ブラザーズは不正を追及されていきますが、Jegadeesh (1993) や Jordan and Jordan (1996) など学術研究でもスクイーズがもたらした効果の検証がすすめられています³⁵。ソロモン・ブラザーズの不正は、これを境にプライマリー・ディーラー以外も米国債の入札に参加可能となったことに加え、米国がコンベンショナル方式からダッチ方式に変更する一つの契機にもなるなど、国債の入札制度に多大な影響をもたらしました。

入札者の国債に対する評価額に係る異質性

入札者の国債に対する評価額にどのような異質性があるか (つまり、国債の入札に際してどの程度意見の差異が発生しうるか。) によってもどの入札方式が望ましいのかが変わってくる可能性があります。まず、入札者の国債に対する評価額に異質性が少ない³⁶等³⁷の条件

³⁴ ここでは既発銘柄がオークションで発行されるリオープン (銘柄統合) を前提としています。

³⁵ Jegadeesh (1993) はソロモン・ブラザーズが買い占めた2年債が発行後4週間にわたり割高になったことを指摘しています。Jordan and Jordan (1996) ではソロモン・ブラザーズのスクイーズにより約6週間にわたり2年債のオーバー・プライスが続いたとしています。

³⁶ 専門的にいえば、入札者の私的価値が同一の確率分布に従うといえます。

³⁷ リスク中立性や、買占め防止のための応札上限が設定されている等の条件。

が満たされる場合は、発行体の収入はコンベンショナル方式の方が高くなることが知られています (Ausubel et al., 2014)。例えば、国債の入札に際して、参加者の意見の差異が大きい場合、参加者は勝者の呪いを考慮し、コンベンショナル方式の下では相対的に低い価格で応札する傾向が強くなります。一方、意見の相違が小さい場合は相対的に高い価格で応札する傾向があり、このことにより発行体の期待できる収入が増します。

このことは共謀という観点でも評価することができます。具体的には、参加者の差異が小さい場合、ダッチ方式では参加者が共謀することにより前述のような需要削減戦略が採られやすくなるため、やはりコンベンショナル方式のほうが望ましいことが理論的に指摘されます。他方で、異質性が大きいなどの条件が満たされる場合はその逆が成り立ち、ダッチ方式の方が発行体の期待収入が増します。

オークション理論によるインプリケーションと実際の政策の関係

上記では勝者の呪い、共謀、スクイーズなどが深刻なケースについて理論的帰結を述べました。いずれも理論的には興味深い結果ですが、極端なケースを考えているため、現実には当てはめる際には一定の留意が必要です。その一方で、現在のオークションの制度は学術研究からみても、これらの問題に対処するような設計がなされていると解釈することもできます。

例えば、2004年からは日本国債の発行に際して WI (When Issued) 取引が実施されています。WI とはオークション前に約定を行い、発行日以降に受渡を行う取引を指しますが、このことはオークション前に参加者が参照できる価格を提供することで、オークションにかかる不確実性が低減し勝者の呪いの恐れを低下させる機能を果たしているとも考えられます。また、我が国では 40 年債や物価連動国債の入札においてダッチ方式が活用されていますが、これらの債券については比較的最近発行が開始されたところ、相対的に流動性が低いことなどを背景に不確実性が大きい入札となっているとみることもできます³⁸。その意味では、これらの債券の入札に際しては勝者の呪いが起こりやすいとも考えられ、その影響を緩和するためにダッチ方式が用いられていると解釈することもできます。

共謀のリスクについては、日本の国債市場では十分な数のプライマリー・ディーラーが存在している他、プライマリー・ディーラー以外も入札に参加できるため、そのリスクは相対的に低いと考えられます。また、財務省は流動性供給入札により追加的に既発の国債を供給しているだけでなく、日銀が日銀補完供給オペにより既発債を貸し出す制度があり、スクイーズを軽減するための措置もあります (なお、国債先物と国債市場の関係でみたスクイーズについては服部 (2020b) を参照してください)。

³⁸ 例えば 2019/3/25 の国債投資家懇談会では、「利回りダッチ方式を支持する意見としては、引き続き、他年限対比では 40 年債の投資家層が限定的であり、このため、流動性が比較的低いという声があったほか、イールドカーブの端で居所が掴みにくいことから、利回りダッチ方式の方が安定消化に資するという意見も聞かれたところ。」との投資家の意見が紹介されています。

同質財以外の複数財オークションについて

ここまで複数財オークションについて議論してきましたが、本稿では国債を対象にしていることから同質財オークションに絞っています。その意味で本稿は比較的シンプルな複数財オークションを対象にしていますが、実際のオークションには同質ではない財を複数販売するようなケースも少なくありません。このようなオークションが複雑である理由は、財の価値の間に相互依存関係があることが一因です。例えば、隣接する自治体Aと自治体Bでの事業免許がそれぞれオークションに掛けられている場合、シナジー効果が働くので、2つとも取得した時の利得がそれぞれを単独に取得した時の利得の和を上回るようなことが考えられます³⁹。このような関係にある財に特化したオークションは「組み合わせオークション」と呼ばれ、その理論や実証研究は活発になされるとともに、どのような仕組みが最適であるのか、経済学や数理工学などの世界から様々な仕組みが提唱されています。

BOX 8 ダッチ方式と競り下げ式オークション

オークション理論の教科書でダッチ型のオークションを学ぶと、国債のオークションのようなコンベンショナル方式との対比ではなく、競り下げ式オークションとして紹介されます。競り下げ式オークションとは、オークションを行う際、十分高い価格からスタートして、主催者が徐々に価格を下げていき、最初に購入の意思を示した者が勝者となり、その価格を支払うというオークションになります。これは17世紀のオランダ（Dutch）で、チューリップの球根の取引に用いられていたことがその由来とされています。もっとも、坂井（2010）でも指摘されているように、ダッチ・オークションという言葉は、その他のオークション方式を指すこともあります（国債におけるダッチ方式はその例に当たります）。ちなみに、価格がゼロからスタートして、そこから入札者がビットを上げていき、新たなビットがなくなったタイミングで終了するオークションを「イングリッシュ・オークション（競り上げ式オークション）」といいます。

³⁹ その他の例としては米国の連邦通信委員会が行う周波数オークションや米国運輸省も検討した空港での発着枠の割当てなどが挙げられます。

BOX 9 コンベンショナル、ダッチ以外で用いられる国債のオークション方式

稀ではありますが、スペインのように、コンベンショナル方式でもダッチ方式でもない折衷式のオークション方式が用いられている国もあります。これは落札成功者のうち、ある一定額以上の応札価格で入札した者に対してはその一定額を支払わせる（ダッチ方式に類似）一方、その一定額未満の応札価格で入札した者に対しては自分の応札価格を支払わせる（コンベンショナル方式に類似）方式です。スペインでは、一定額について募入平均価格が用いられています。なお、慶應義塾大学の坂井豊貴教授は修正版のスペイン方式である「中位上限オークション」を推しています（前述とほぼ同じ方式であるが、前述の一定額について、募入平均価格ではなく募入価格の中央値を用いる）。このようなコンベンショナル方式でもダッチ方式でもないような入札方式について、筆者も記載した「債務管理レポート 2015」のコラム 5「諸外国の債務管理政策」(p.32) の中でまとめられているので、該当部分を紹介します。

図 8 コンベンショナル方式、ダッチ方式以外の国債オークション方式

入札方式	国債発行方式の概要
スペインの入札方式	各落札のうち、募入平均価格以上の入札には募入平均価格が、募入平均価格未満の入札には落札者が自ら入札した価格が、発行条件となる発行方式。スペインが 1987 年に導入。
中位上限オークション	各落札のうち、募入となった入札の中位入札価格以上の入札には中位入札価格が、中位入札価格未満の入札には落札者が自ら入札した価格が、発行条件となる発行方式。坂井（2014）が理論的にありうる入札方式として提唱。
ヴィックリー・オークション (注)	各落札者の支払額は、落札者が自ら入札した価格によって計算されず、他人の落札できなかった入札のうち価格が上位のものから落札額に応じて順に割り当てて計算される金額となる。理論的にあり得る入札方式として Vickrey(1961)が提唱。耐戦略性という理論的長所がある。

(注) 原文では Vickrey オークションと表記されていたものを本稿の表記に合わせて修正。

4. 実証研究の紹介

4. 1 オークション理論と実証研究の関係

前節ではオークションの理論について議論してきました。前節で記載したとおり、コンベンショナル方式とダッチ方式はどちらかが一方的に良いというのではなく、その良さは状況次第のケースバイケースということになります。そのため、(特殊なケースを除き) 残念ながら、理論だけではどちらの方式が良いのかについては確定的に述べることはできま

せん。

このことについて、国債オークション研究の第一人者であり、シカゴ大学の教授であるアリ・ホータクス (Ali Hortaçsu) 氏は“ (前略) Milton Friedman’s question of what type of auction format to use to market government securities. Unfortunately, auction theory does not provide an *a priori* answer to this question (後略) ”⁴⁰ (拙訳: ミルトン・フリードマンは国債入札にどのような入札方式を用いるのが良いのかとの疑問を呈した。残念ながら、オークション理論はいまでもその問いに対して先験的な答えは与えていない。) と述べています⁴¹。慶應義塾大学の坂井豊貴教授も「国債が堅調に売れているときにはどのルールを使っても結果に大差は出ない。」(坂井, 2014, p.85) と指摘しており、通常はコンベンショナル方式とダッチ方式のどちらか一方のパフォーマンスが圧倒的に良いということはないと思われれます。

一方で、上記の議論はあくまで理論的な議論に限定されていますから、実際にデータを用い、どのような仮説が成立しているかについての検証も必要になってきます。経済学の実証研究は大きく分けて誘導系 (reduced-form) と構造系 (structural form) の実証に分類されます。誘導系の実証とは、明示的な経済モデルに基づかず、特に変数の関係性にフォーカスすることで実証分析を行う手法になります。一方、構造系の実証 (構造推定) は明示的に経済モデルを用いて推定を行う方法です。構造推定の概要は後述しますが、現在の経済学の実証研究においては、誘導系と構造系の推定が入り混じっているのが現状です⁴²。国債のオークションの実証についていえば、2000年以前は誘導系の実証が多くなされていましたが、2000年以降は構造系の実証が増えてきています。

4. 2 誘導系実証の紹介

誘導系の実証として特に重要な研究は、米国財務省が公表している論文 (Malvey et al. 1995; Malvey and Archibald 1998) です。前述のとおり、米国は1992年9月に、2年債と5年債についてコンベンショナル方式からダッチ方式へ移行しています。その一つの要因は、

⁴⁰ <http://home.uchicago.edu/hortacsu/Hortacsu%20Research%20Statement.htm> (2020/3/16 閲覧)

⁴¹ アリ・ホータクス教授は、米国財務省におけるプレゼンテーション資料 (<https://home.treasury.gov/system/files/276/2012-workshop-2-Hortacsu-presentation.pdf>, p.4) において、ダッチ方式を推すローレンス・サマーズ教授の発言” Uniform price auctions can allow the Treasury to make improvements in the efficiency of market operations and reduce the costs of financing the federal debt.”とコンベンショナル方式を推すグレイ・デイビス知事 (カリフォルニア州) の発言”… overhaul the crazy bidding process for electricity, which currently guarantees that every generator is paid according to the highest bid, rather than their own bid.”を両方引用し、先験的にはどちらの方式が良いのか決められないことを印象付けています。

⁴² 執筆時点での印象にすぎませんが、労働経済学や開発経済学などでは比較的誘導系実証が活用される一方、マクロ経済学や産業組織論などでは構造推定が用いられるケースが少なくないなど、分野によって濃淡もあります。

ソロモン・ブラザーズが米国債の入札において不正な形で買い占めを行ったことから、ダッチ方式というスクイーズに対して頑健な入札方法が求められたことがあります⁴³。米国財務省の論文が行っている分析は、1992年9月より前と後の期間をわけ、その前後で2年債と5年債のオークションの結果に違いがないかをみるというシンプルなものです。

具体的には、2年債と5年債の金利とWI取引の金利の спреッドを計算し⁴⁴、1992年9月前後でその спреッドに統計的に有意な差がみられないか、ということを検証しています。すなわち、同論文では実際のオークションで形成された金利が、オークションの形式に影響を受けないWIとどの程度違うプライシングがなされているかを検証することを通じてコンベンショナル方式とダッチ方式の検証をしたわけですが（同論文では、国債の金利とWIの金利の спреッドをオークション・ спреッドとして記載しています）。本研究が見出したことは、コンベンショナル方式では спреッドが有意に正、すなわちコンベンショナル方式により決定された金利がWIより高い一方、ダッチ方式ではその спреッドがゼロと統計的に異ならない、すなわちWIとの有意差が生じないというものです。この結果はダッチ方式の方が望ましいオークションである可能性を示唆しています⁴⁵。

入札方式の移行前後で比較した研究は他にもあります。Simon (1994)は米国において1973年から1974年の半ばまではダッチ方式、1974年の半ばから1976年はコンベンショナル方式が用いられていることに着目し、WIとの спреッドがその前後で統計的に有意に異なるかどうかを検証しています。具体的にはダッチ方式の場合、1、コンベンショナル方式の場合、0をとるオークション・ダミー変数を作り、WIとの спреッドを説明する変数として、金利に影響を与えるその他の要因（例えばボラティリティなど）に加え、オークション・ダミー⁴⁶を用いて回帰分析を行っています。この論文が見出したことは、オークション・ダミーの係数はプラスに有意であり、ダッチ方式を採用することにより米国財務省の調達コストがおおよそ7~8 ベーシス増加した可能性を指摘しています。この結果は、コンベンショナル方式の方が望ましいオークションである可能性を示唆しています。

⁴³ 例えば、Bower and Bunn (2001, p.564-565)では「This is surprising given that the switch to uniform-price auctions by the US Treasury was prompted, at least in part, by concerns raised by the 1991 Salomon bond trading scandal.」と指摘されています。

⁴⁴ 同論文では、オークションの結果の利回りと、同時点でのWI市場での利回りを用いています。

⁴⁵ Nyborg and Sundaresan (1996) はWIの取引量のデータを用いた分析をしており、ダッチ方式におけるWIの取引が活発であることから、ダッチ方式では入札前での情報が増加し、スクイーズを減少させている点を指摘しています。もっとも、WIのマークアップの比較については、ダッチ方式とコンベンショナル方式の一方をサポートする結果は出ていません。

⁴⁶ 論文内では auction technique dummy としています。

BOX 10 日本の流動性供給入札の実証

日本では流動性供給入札を実施しています。流動性供給入札とは、構造的に流動性が不足している銘柄や、需要の高まりなどにより一時的に流動性が不足している銘柄を追加発行する制度です。具体的には、残存1年超5年以下・5年超15.5年以下・15.5年超のゾーンごとに国債供給を行っています。

筆者の研究 (Hattori, 2019) では、定量的に流動性供給入札の実証研究を行っています (筆者の実証は誘導系実証です。)。筆者が行った工夫は、日本国債については年末の国債発行計画によりおおむねその発行量が定まる他、事前に発行量やスケジュールがアナウンスされていることを利用する点です。実証研究で因果推論を行う際、変数の外生性の担保が必要ですが、筆者は国債の有する制度面に着目し、流動性効果の識別を行っています。筆者の研究の結果は、流動性供給入札が日本国債の流動性にプラスの寄与をしているというものです。

なお、国債の流動性に関心がある方は服部 (2018)、イールドカーブの決定要因に関心がある方は服部 (2019) をご参照ください。

BOX 11 米国財務省、FRB、米国証券取引委員会(SEC)による連名レポートの概要

1991年にソロモン・ブラザーズの不正な買占めが発覚したことなどを受け、米国財務省、FRB、SECは1992年に米国債市場に関する包括的な調査及び改革提案を行いました。その中には、スクイズ防止のための監視の強化や、リオープン発行 (既発債と同一の銘柄の発行) によるスクイズに伴う弊害の緩和措置などもありますが、本稿に関係する内容としてはコンベンショナル方式からダッチ方式への移行も提案されています。

この改革提案の中では、コンベンショナル方式とダッチ方式のどちらの下で発行体の収入が多くなるのかは定かではないとしながらも、ダッチ方式への移行を推しています。ダッチ方式の下では勝者の呪いの恐れがないこと等から幅広い投資家がPDを経由しなくても応札しやすくなり、PDが国債を転売することにより得ていた収益の一部が国庫に帰属することになるため、ダッチ方式の下では発行体の収入が増える可能性があるという考え方も紹介されています。同レポートでは、ミルトン・フリードマン教授がダッチ方式への移行を提案していたことにも触れています。

4. 3 構造推定

誘導系の実証研究の問題点は、オークション方式の変更の前後で経済環境が変化している可能性があるため、その前後にスプレッドの差があったとしても、それがオークション方式の違いによるものか、その他の要因の変化によるものかが識別できない可能性がある点です。例えば、仮にコンベンショナル方式からダッチ方式に移行した前後比較で統計的に有

意な差異を発見できたとしても、制度変更直後は過渡期であり、ボラティリティも高いなどという、制度移行以外の要因が働いている可能性もあります。

このような問題を踏まえ、2000年以降は構造推定と呼ばれる手法を用いる研究が増えました。前述のとおり、構造推定は経済学の理論を明示的に用いる実証分析を指します。経済学では通常、個人や企業は効用や利得を最大化するように行動していると仮定しますが、国債のオークション理論においても、各投資家は期待される利得を最大化するべく行動していると想定されます。もっとも、個々の投資家は国債に対して異なる需要⁴⁷を持っているでしょう。国債の入札における構造推定では、入札に係る個社レベルのデータを用いることで、入札に参加した投資家やプライマリー・ディーラーの需要そのものをダイレクトに推定します。その上で、入札方式が変わったら、投資家の利得最大化により入札行動がどのように変わるのかを経済理論に基づいて推測します。その結果に基づき、入札方式の変化により政府の収入がどの程度変化するかを推計することが可能になります。

「私的価値」に基づく実証研究

3. 2節では「私的価値」をベースに議論を進めました。そこでは同じ財に対して個々の入札者が異なる評価額を与えていると考えましたが、実証研究でも代表的な研究の多くは私的価値に基づいています⁴⁸。その代表的な例が Hortaçsu and McAdams (2010)です。同研究では1991年から1993年におけるトルコの3か月 T-bill のデータを用いて、もし政府がオークションをコンベンショナル方式からダッチ方式に変更した場合、どの程度収入が異なってくるかについて分析を行っています。

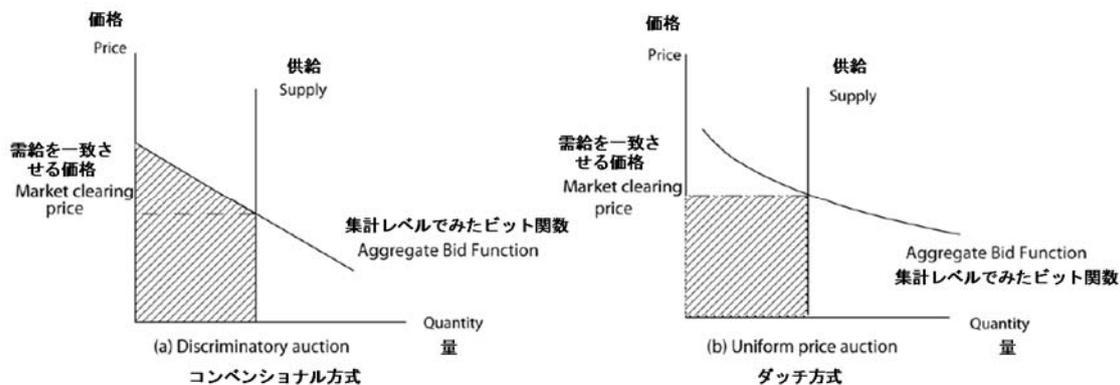
重要な点は、同論文はトルコのオークションに際し、ビットレベル（買い注文レベル）のデータを取得していることです。コンベンショナル方式の下で各社が応じたビットレベルのデータを用いて、一定の理論をベースに需要曲線を推定し、それを例えば、ダッチ方式を用いた場合の需要曲線へ変換します（ここでの理論の概要については BOX 13 を参照してください）。図9は Hortaçsu and McAdams (2010)から抜粋したのですが、このように需要曲線を推定できれば、図9における斜線部分の面積が発行体である政府の収入であるため、どちらのオークションが発行体にとって望ましいかの定量的評価が可能になります。同論文が見出したことは、驚くべきことに、オークションの変更に伴って収入に大きな差は生じないというものです。この結論は、前述した「国債が堅調に売れているときにはどのルールを使っても結果に大差は出ない。」との意見を裏付けています⁴⁹。

⁴⁷ 専門的にいえば需要曲線。

⁴⁸ 専門的にいえば、「私的価値」の仮定の下では、他人の評価額が自分の評価額に影響を与えることがないということまで仮定されています。

⁴⁹ これ以外の実証としては、スイスを対象とした Heller and Lengwiler (2001)、韓国を対象とした Kang and Puller (2008)などが知られています。Heller and Lengwiler (2001)はスイス市場においてはコンベンショナル方式よりも現行のダッチ方式の方が望ましいと結論付けているのに対し、Kang and Puller

図9 コンベンショナル方式とダッチ方式における需要曲線と供給曲線



出所：Hortaçsu and McAdams (2010)の figure 1 (p.835) より抜粋し、和訳を加筆

また、Kastl (2011)もこの分野で代表的な研究の一つです。Kastl (2011)は実際の入札のビットレベルのデータを見ると、需要曲線が滑らかな下方曲線とはなっておらず、階段関数 (step function) 状になっている点を指摘しました。同論文はこのような需要曲線を取り扱うモデルを提案したうえで、チェコの国債のデータを用いて構造推定を行っています。同研究では1999年11月から2000年12月のT-billのデータを用いていますが、当時採用されていたダッチ方式のパフォーマンスが良いことを指摘しています。

国債のオークションに関する「共通価値」と「私的価値」

ここまで「私的価値」を前提に話を進めてきましたが、前章で議論したように、国債のオークションでは対象となる財の価値を同じように評価するという「共通価値」の仮定が尤もらしいケースもあります。国債のオークションに際し、共通価値の仮定を考える上で特に重要な研究はHortaçsu and Kastl (2012)です。同研究では、カナダの国債のデータを用いて、プライマリー・ディーラーが顧客の情報を観察できることに注目し、プライマリー・ディーラーが顧客の情報からファンダメンタルズに関する推論を行っているのか、あるいは、オークションに関する競争環境の厳しさを推論しているのかについて検証を行っています。前者はいわばファンダメンタルズから類推される「共通価値」に相当しますが、プライマリー・ディーラーが競争環境から利益を得ているとすると、プライマリー・ディーラーや投資家が各々異なる評価をしていると解釈可能であり、「私的価値」をサポートする結果になります。彼らの結果は「共通価値」より「私的価値」のほうが国債のオークションにおいて妥当性がある可能性を示唆します⁵⁰。

(2008)は韓国市場においてはコンベンショナル方式の方が望ましいと結論付けています。

⁵⁰ なお、Hortaçsu and Kastl (2012)では共通価値をInterdependent Valuesと呼称しています。上田(2010)が指摘するとおり、共通価値とは狭義には「財の価値がすべての参加者に共通している」

私的価値に基づく研究である Hortaçsu and McAdams (2010)や Kastl (2011)が学術的に高い評価を受けていることに加え、Hortaçsu and Kastl (2012) も同様に学術的に高い価値を有することから、「私的価値」に基づく考え方が優勢という見方もできます。その一方で、「共通価値」に基づいた実証もなされており、その例として、フランスを対象とした Armantier and Sbai (2006) や Fevrier et al. (2004)などが挙げられます⁵¹。共通価値であっても、ビットレベルのデータを基に需要曲線を推定し、そこからオークション方式が変わった際の需要曲線を推定し、それぞれの方式で得られる収入額を定量的に比較するという基本的な推計手法は私的価値の場合と変わりません。もっとも、共通価値を用いた実証研究でも結果は一様ではありません。例えば、Armantier and Sbai (2006)はダッチ方式の方が政府の収入が多くなると推計していますが、Fevrier et al. (2004)はコンベンショナル方式の方が政府の収入が多くなると推計しています⁵²。

BOX 12 コンベンショナル方式、ダッチ方式とヴィックリー方式の比較

BOX 9 では理論的に提唱されているヴィックリー方式と呼ばれるオークション方式を紹介しましたが、その方式をコンベンショナル方式やダッチ方式と比較します。ヴィックリー方式とは、各落札者の支払額は、落札者が自ら入札した価格によって計算されず、他人の落札できなかった入札のうち価格が上位のものから落札額に応じて順に割り当てて計算されるオークションを指します。例えば、ヴィックリー方式では、国債を 2 銘柄落札した投資家は、「他社の応札結果の中で落札できなかった銘柄のうち、価格が上位 2 の応札価格」を支払うというオークションです。ヴィックリー方式の詳細は坂井 (2010, 2013) などを参照してください。

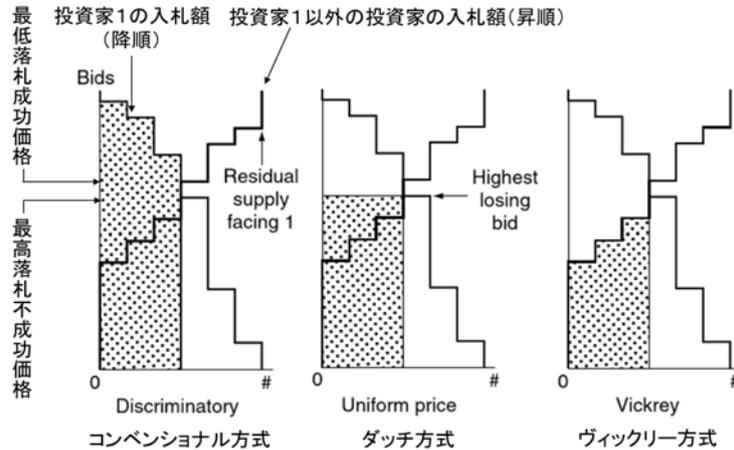
図 10 では投資家 1 が落札後に発行体に支払うことになる金額を 3 方式で比較しています。右肩下りの階段状の折れ線は投資家 1 の応札価格を降順に並べたものです。右肩上がりの階段状の折れ線は投資家 1 以外の投資家の応札価格を昇順に並べたものです。#は 1 回のオークションにおける国債の総発行数であり、2つの折れ線の交わる場所まで投資家 1 は国債を落札することになります。国債総発行数を超過する分の低額の入札はグラフには現れません。

(p.89) ことを指します (純粋共通価値) が、「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」(p.89) があります。

⁵¹また、メキシコを対象とした研究として Castellanos and Oviedo (2008) もあります。

⁵² 但し、私的価値の場合とは異なり、共通価値の場合は、識別の関係で、効用関数などを一定の関数形 (例えば Armantier and Sbai (2006)では絶対的リスク回避度一定効用関数を採用。) に特定化しなければ一般的に推定ができないことが知られています (Athey and Haile, 2002; Laffont and Vuong, 1996)。そのため、私的価値の前提下では多くの場合ノンパラメトリックな推定が行われる一方、共通価値の前提下ではパラメトリックな推定を行うことを余儀なくされます。

図 10 コンベンショナル方式、ダッチ方式、ヴィックリー方式の下で投資家が支払う金額



出所：Krishna (2009) の figure 12.3 (p.169) より抜粋し、和文注釈を加筆

コンベンショナル方式では投資家1は自分の応札価格をそのまま支払うことになるので、図10左図の描画部分の面積が投資家1の支払金額となります。ダッチ方式では投資家1は落札総数×最低落札成功価格*を支払うこととなるので図10中図の描画部分の面積が支払金額となります。一番難しいのはヴィックリー方式ですが、投資家1以外の者が落札できなかった入札のうち価格が上位のものから順に投資家1が落札できた総数だけ足し上げた金額が投資家1の支払金額となるため、図10右図の描画部分の面積が支払金額となります。

なお、図10をみると、投資家の応札価格が変わらない場合は投資家の支払額はコンベンショナル方式>ダッチ方式>ヴィックリー方式の順に高くなるのが分かりますが、Krishna (2009)も著書の中で注意している通り、オークション方式が異なれば投資家の応札価格も異なってくる可能性があると考えられるため、いずれの方式の場合に投資家の支払額が高くなるのかは必ずしも明らかではありません。特にヴィックリー方式の下では投資家は自分の評価額をそのまま入札するのが最適(支配戦略)となるのに対して、BOX13で説明する通り理論的にはコンベンショナル方式やダッチ方式の下では自分の評価額と応札価格が一定(shading factor)程度異なるのが最適(均衡戦略)となることが導かれるため、入札方式が異なる場合には各々の投資家の応札価格も異なってくる可能性があります。

* Krishna (2009)の図では最高落札不成功価格となっていますが、ここでは最低落札成功価格に読み替えてください。

BOX 13 構造推定の概要

本文で記載した構造推定に係る論文の多くは Wilson (1979)の理論に基づいています。以下では、特に私的価値という観点から Wilson (1979)のアイデアを紹介します。

構造推定では、実際に観察されるビットプライスから投資家の有する私的価値を推定し、その価値をベースに異なるオークションでの結果を評価します。このような評価を可能とするため価格と私的価値とを紐づける関係式を投資家の最適化行動から導出します。まず、投資家*i*が既に*q* - 1個の銘柄を落札できる状況であるとし、そのうえで、*q*個目の銘柄を追加的に価格*p*で購入することを考えます。さらに、投資家*i*は*q*個目の銘柄を持つことの追加的な価値を*v_i*と評価しており、価格*p*で*q*個の銘柄を購入できる確率は*H(p, q)*であるとし、このとき、*q*個目の銘柄を購入した時の投資家*i*の期待利得は私的価値と自分が支払う価格の差に確率を掛け合わせたものであるため、 $(v_i - p)H(p, q)$ となります。

投資家はオークションに際してプライスを提示することを考えると、投資家にとって自らを選択できる変数は価格である*p*です。コンベンショナル方式の場合は、これを最大化する条件を導出するため、上記で定義した期待利益を*p*で微分すると、 $\frac{\partial}{\partial p}((v_i - p)H(p, q)) = 0$ が得られます。ここから下記が得られ、これが価格と私的価値を結びつける式になります（ここで

$$H_p = \frac{\partial H(p, q)}{\partial p}$$

$$p = v_i - \frac{H}{H_p} \quad (5)$$

なお、(5)式をみると、 $\frac{H}{H_p}$ は*p*と*v_i*の差額に相当するため、投資家の応札価格*p*が評価額*v_i*からどれくらい低下するのかを示していると解釈できます。ちなみに、これはコンベンショナル方式に基づく「shading factor」と呼ばれます。

次に、ダッチ方式のケースを考えるため、まず*p*が単位量だけ増加することを考えます。これに伴い、落札確率が増すことによる利得の増加分は、コンベンショナル方式で議論したものと同様、私的価値から価格の差分に確率の増加分を掛け合わせたものであり、 $(v_i - p)H_p$ となります。次に、*p*が単位量増加することに伴って落札価格が増加することによる利得の減少分はどうでしょうか。コンベンショナル方式とは異なり、ダッチ方式が難しい点は、その制度の特性から価格の変化は落札額すべてに影響を与える点です。いわば、参加者のコストは自分が価格を上げることにより、落札できたであろう銘柄がすべて失われることですから、価格を単位量だけ動かすことのコストの増加分は落札量すべてである*q*に対して、落札量全体である*q*が変化することの確率の変化分である*H_q*をかけあわせた値、すなわち、 $q|H_q|$ となることが理解できます*（ここで $H_q = \frac{\partial H(p, q)}{\partial q}$ ）。

そのため、利益を最大化する条件は収入の増加分－コストの増加分＝0 から、 $(v_i - p)H_p - q|H_q| = 0$ であり、以下が得られます。

$$p = v_i - q \left| \frac{H_q}{H_p} \right| \quad (6)$$

先ほどと同様、 $q \left| \frac{H_q}{H_p} \right|$ は投資家の応札価格 p が評価額 v_i からどれくらい低下するのを示しているのでダッチ方式に基づく「shading factor」と呼ばれます。

現行の入札方式がコンベンショナル方式の場合は(5)に基づいて現実の入札データから投資家の評価額を逆算します。その上で(6)に基づいて、ダッチ方式であったとした場合に発生したであろう入札データを算出します。現行の入札方式がダッチ方式の場合は(6)に基づいて現実の入札データから投資家の評価額を逆算します。その上で(5)に基づいて、コンベンショナル方式であったとした場合に発生したであろう入札データを算出します。

なお、ここでは私的価値の前提でモデルの説明を行いました。共通価値の前提でも殆ど同じモデルが適用されます。但し、誰もが国債を同じ価値で評価することとなるので、前述のモデルにおいて更に $v_i = v$ があらゆる投資家について成立することとなります。

* ダッチ方式で落札価格が上昇する場合は、 q 銘柄全てについて支払う金額が上昇することに留意する必要があります。 H_q は価格 p で q 個の銘柄を購入できる確率と、価格 p で $q - 1$ 個の銘柄を購入できる確率の差です。前者は後者より小さいので、前者から後者を差し引いた値は、負の値をとるため、絶対値を取っています。

4. 4 実験による検証

最近のオークションの実証では、実験室を使い、被験者に金銭的報酬を与えることによりインセンティブ付けを行った上で、どのような入札行動が行われるのかを実験的に確認する方法も盛んになっています。前述のとおり、理論的にはダッチ方式のほうがコンベンショナル方式より共謀が起りやすいオークションといえますが、このような共謀が起り得るかを実験で検証することができます。例えば、Goswami et al. (1996)のアイデアは、実際に事前のコミュニケーションがあった場合に、ダッチ方式とコンベンショナル方式によってオークションの結果が変わりうるかを、学生を用いた実験によって検証するものです。同論文が見出した結果は、ダッチ方式では、事前のコミュニケーションが有意に価格を低下させ、オークションを実施する者の利益を減らすというものです。一方、コンベンショナル方式であれば、事前のコミュニケーションはほとんど影響をもたらさないことを指摘しました。この結果は理論の予測と整合的なものと解釈できます。

もっとも、この結果と異なる実証結果も報告されています。例えば、Sade et al. (2006)はダッチ方式とコンベンショナル方式について、MBAの学生と金融の実務家を用いた実験を行っていますが、彼らの研究結果はむしろコンベンショナル方式の方が、共謀が起こる可能性が高いという結果を出しており、理論の予測と異なる結果が得られています⁵³。いずれにせよ、実験室で行われる実験は被験者に理解できるよう、入札に掛けられる財の数が制限されていることが通例なので、相当多数の財が同時に入札に掛けられる国債オークションにどこまでの洞察を与えるのかについては一定の留意が必要です。

5. おわりに

本稿では国債入札制度の歴史的変遷について言及するとともに、国債入札についての学術研究の成果を紹介しました。オークション理論では、オークションに掛けられる財が1つであるなど、一定の条件下では、収入同値定理が証明されています。この定理に基づけば、どのようなオークション方式であっても売り手が期待できる収入が一定となります。しかし、例えば、共通価値や多数財オークションのケースなど、前述の条件が満たされない場合、そのような簡明な結論は得られません。よって、オークション方式の巧拙によって売り手が期待できる収入は変わる可能性があります。その意味では、発行当局や実務家にとってオークションの設計は非常に重要といえましょう。

残念ながら、現時点において、一般論としてどのようなオークション方式が望ましいか、確定的な結論が得られているとはいえません。ただし、勝者の呪い、共謀、スクイーズなど、市場の置かれている問題点をはっきりしていれば、理論的回答は得られています。また、近年の構造推定に基づく実証研究では、個社毎の個々の応札価格が時系列で分かるようなデータセットを用いることにより、オークション方式を変更した際の収入額もシミュレートすることができ、いわばオークション方式変更に伴う影響額を机上で実験することも可能です。もっとも、必ずしも実証研究はコンベンショナル方式とダッチ方式のどちらかをサポートしているわけではありません。Hortaçsu and McAdams (2010)のように学会で高い評価を受けた論文であっても、発行体の収入はオークション方式にあまり依存しない可能性を指摘しています。市場の状況次第ではありますが、前述した「優れたオークション方法は、魔法の杖では決してありませんが、無用なトラブルを抑えてくれる。」というあたりに真実はあるのかもしれませんが。

国債入札は多数の財を一度にオークションに掛けるものの、対象である国債は全て同じであるがゆえ、公共入札を始めとする他のオークションに比べると一見シンプルにみえます。しかし、国債は一回当たりの発行額が巨額であり、しかも世界各地で行われていることから、実務上の重要性も高く、オークションの理論研究者・実証研究者により鋭意研究が進

⁵³ スペイン方式 (BOX 9を参照してください)、ダッチ方式、コンベンショナル方式の順に収入が高かったと報告されています。

められています。本稿ではその研究の一部を紹介するに留まっていますが、本稿により少しでもそのような営為に関心を持っていただければ、筆者らとして望外の喜びです。本稿では可能な限り直感的な解説を試みましたが、より進んだ内容について知りたい場合は、例えば上田 (2010)や池邊・坂井 (2014)をお薦めいたします。

参考文献

- [1]. Armantier, Olivier and Erwann Sbai (2006) "Estimation and Comparison of Treasury Auction Format when Bidders are Asymmetric." *Journal of Applied Econometrics* 21(6), 745–779.
- [2]. Athey, Susan and Philip A. Haile (2002) "Identification of Standard Auction Models." *Econometrica* 70(6), 2107–2140.
- [3]. Ausubel, Lawrence M., Peter Cramton, Marek Pycia, Marzena Rostek and Marek Weretka (2014) "Demand Reduction and Inefficiency in Multi-Unit Auctions." *Review of Economic Studies* 81(4), 1366–1400.
- [4]. Back, Kerry and Jaime Zender (1993) "Auctions of Divisible Goods." *Review of Financial Studies* 6(4), 733–764.
- [5]. Bower, John and Derek Bunn (2001) "Experimental analysis of the efficiency of uniform-price versus discriminatory auctions in the England and Wales electricity market." *Journal of Economic Dynamics and Control* 25(3-4), 561–592.
- [6]. Brenner, Menachem, Dan Galai and Orly Sade (2009) "Sovereign debt auctions: Uniform or discriminatory?" *Journal of Monetary Economics* 56(2), 267–274.
- [7]. Castellanos, Sara and Marco Oviedo (2008) "Optimal Bidding in the Mexican Treasury Securities Primary Auctions: Results of a Structural Econometric Approach." *Latin American Journal of Economics*-formerly *Cuadernos de Economía* 45, 3–28.
- [8]. Fabozzi, Frank J. and Steven V. Mann (2012) "The Handbook of Fixed Income Securities, Eighth Edition." McGraw Hill Professional.
- [9]. Fevrier, Philippe, Raphael Preget and Michael Visser (2004) "Econometrics of Share Auctions." Working Paper.
- [10]. Goswami, Gautam, Thomas H. Noe and Michael J. Rebello (1996) "Collusion in uniform-price auctions: experimental evidence and implications for treasury auctions." *Review of Financial Studies* 9(3), 757–785.
- [11]. Hattori, Takahiro (2019) "Do Liquidity Enhancement Auctions improve the Market Liquidity in the JGB market?" *Economics Letters* 183, 108516.
- [12]. Heller, Daniel and Yvan Lengwiler (2001) "Should the Treasury Price-Discriminate? A Procedure for Computing Hypothetical Bid Functions." *Journal of Institutional and Theoretical Economics* 157(3), 413–429.
- [13]. Hortaçsu, Ali and Jakub Kastl (2012) "Valuing Dealers' Informational Advantage: A Study of Canadian Treasury Auctions." *Econometrica* 80(6), 2511–2542.
- [14]. Hortaçsu, Ali and David McAdams (2010) "Mechanism Choice and Strategic Bidding in Divisible Good Auctions: An Empirical Analysis of the Turkish Treasury Auction Market." *Journal of Political Economy* 118(5), 833–865.

- [15]. Jegadeesh, Narasimhan (1993) "Treasury Auction Bids and the Salomon Squeeze." *Journal of Finance* 48(4), 1403–1419.
- [16]. Jordan, Bradford D. and Susan D. Jordan (1996) "Salomon brothers and the May 1991 Treasury auction: Analysis of a market corner." *Journal of Banking & Finance* 20(1), 25–40.
- [17]. Kang, Boo-Sung and Steven L. Puller (2008) "The Effect of Auction Format on Efficiency and Revenue in Divisible Goods Auctions: A Test Using Korean Treasury Auctions." *Journal of Industrial Economics* 56(2), 290–332.
- [18]. Kastl, Jakub (2011) "Discrete Bids and Empirical Inference in Divisible Good Auctions." *Review of Economic Studies* 78(3), 974–1014.
- [19]. Krishna, Vijay (2009) "Auction Theory, Second Edition" Academic Press.
- [20]. Kutsuna, Kenji and Richard Smith (2004) "Why Does Book Building Drive out Auction Methods of IPO Issuance? Evidence from Japan." *Review of Financial Studies* 17(4), 1129–1166.
- [21]. Laffont, Jean-Jacques and Quang Vuong (1996) "Structural Analysis of Auction Data." *American Economic Review* 86(2), 414–420.
- [22]. Malvey, Paul F. and Christine M. Archibald (1998) "Uniform-Price Auctions: Update of the Treasury Experience." U.S. Treasury Department.
- [23]. Malvey, Paul F., Christine M. Archibald and Sean T. Flynn (1995) "Uniform-Price Auctions: Evaluation of the Treasury Experience." U.S. Treasury Department.
- [24]. Milgrom, Paul R. (2004) "Putting Auction Theory to Work." Cambridge University Press.
- [25]. Milgrom, Paul R. and Robert J. Weber (1982) "A Theory of Auctions and Competitive Bidding." *Econometrica* 50(5), 1089–1122.
- [26]. Myerson, Robert B. (1981) "Optimal Auction Design." *Mathematics of Operations Research*, 6(1), 58–73.
- [27]. Nautz, Dieter (1995) "Optimal bidding in multi-unit auctions with many bidders." *Economics Letters* 8(3-4), 301–306.
- [28]. Nautz, Dieter and Elmar Wolfstetter (1997) "Bid shading and risk aversion in multi-unit auctions with many bidders." *Economics Letters* 56(2), 195–200.
- [29]. Nyborg, Kjell G., Kristian Rydqvist and Suresh M. Sundaresan (2002) "Bidder Behavior in Multiunit Auctions: Evidence from Swedish Treasury Auctions." *Journal of Political Economy* 110(2), 394–424.
- [30]. Nyborg, Kjell G., and Suresh M. Sundaresan (1996) "Discriminatory versus uniform treasury auctions: Evidence from when-issued transactions." *Journal of Financial Economics* 42(1), 63–104.

- [31]. Nyborg, Kjell G., and Suresh M. Sundaresan (2004) “Multiple Unit Auctions and Short Squeezes.” *Review of Financial Studies* 17(2), 545–580.
- [32]. Riley, John G. and William F. Samuelson (1981) “Optimal Auctions.” *American Economic Review*, 71(3), 381–392.
- [33]. Sade, Orly., Charles Schnitzlein and Jaime F. Zender (2006) “Competition and Cooperation in Divisible Good Auctions: An Experimental Examination.” *Review of Financial Studies* 19(1), 195–235.
- [34]. Schneider, Gary P. (2010) “Electronic Commerce.” Course Technology Ptr 9th edition.
- [35]. Simon, David P. (1994) “The Treasury’s experiment with single-price auctions in the mid 1970’s: winner’s or taxpayer’s curse?” *Review of Economics and Statistics* 76(4), 754–760.
- [36]. Sundaresan, Suresh (2009) “Fixed Income Markets and Their Derivatives.” Academic Press.
- [37]. Umlauf, Steven R. (1993) “An empirical study of the Mexican Treasury bill auction.” *Journal of Financial Economics* 33(2), 313–340.
- [38]. Vickrey, William (1961) “Counterspeculation, Auctions, and Competitive Sealed Tenders.” *Journal of Finance* 16(1), 8–37.
- [39]. Wilson, Robert B. (1979) “Auctions of Shares.” *Quarterly Journal of Economics* 93(4), 675–689.
- [40]. 池田直史・金子隆 (2015) 「ブックビルディング方式は本当に優れているのか? IPO の価格決定方式に関する比較再検討」 三田商学研究 57(6), 37-59.
- [41]. 池邊暢平・坂井豊貴 (2014) 「国債オークション」, 坂井豊貴編著『メカニズムデザインと意思決定のフロンティア』第3章, 慶應義塾大学出版会
- [42]. 上田晃三 (2010) 「オークションの理論と実際: 金融市場への応用」 金融研究 (2010.1) 日本銀行金融研究所
- [43]. キンティニー, ナイアル, 月沢李歌子 (訳) (2018) 「若い読者のための経済学史」 すばる舎
- [44]. 幸田真音 (2000) 「日本国債 上・下」 講談社
- [45]. 財務省理財局 (2006) 「債務管理レポート 2006」
- [46]. 財務省理財局 (2015) 「債務管理レポート 2015」
- [47]. 財務省理財局 (2019) 「債務管理レポート 2019」
- [48]. 坂井豊貴 (2010) 「マーケットデザイン入門—オークションとマッチングの経済学」 ミネルヴァ書房
- [49]. 坂井豊貴 (2013) 「マーケットデザイン: 最先端の実用的な経済学」 ちくま新書
- [50]. 坂井豊貴 (2014) 「政府や自治体によるオークション理論の活用へ」 財務省財務

総合政策研究所 効率的な政策ツールに関する研究会第3回報告, 67-94.

- [51]. エリック・シュミット (2011)「グーグル：上場しても「らしさ」を失わないーオークション方式による捻破りの株式公開プロセス」DIAMOND ハーバード・ビジネス・レビュー
- [52]. ティモシー・ハバード, ハリー・パーシュ (2017)「入門 オークション:市場をデザインする経済学」NTT 出版
- [53]. 副島豊・花尻哲郎・嶋谷毅 (2001)「国債流通市場と発行市場のリンケージ強化ー主要 5 ヶ国の制度比較と実証分析ー」金融市場局ワーキングペーパーシリーズ 2001-J-2
- [54]. 服部孝洋 (2018)「市場流動性の測定ー日本国債市場を中心に」ファイナンス 2 月号、67-76.
- [55]. 服部孝洋 (2019)「イールドカーブ (金利の期間構造) の決定要因についてー日本国債を中心とした学術論文のサーベイー」ファイナンス 10 月号、41-52.
- [56]. 服部孝洋 (2020a)「日本国債先物入門ー日本国債との裁定 (ベース取引) とレポ市場についてー」ファイナンス 2 月号、70-80.
- [57]. 服部孝洋 (2020b)「日本国債先物入門ー先渡と先物価格の乖離を生む要因ー」ファイナンス 3 月号、37-41.