

# アメリカ国債流通市場における価格形成に関する実証分析をサーベイする

福 田 徹

## 要 旨

アメリカ国債流通市場の電子化が進展している。同市場はその機能や参加者の違いによって、投資銀行とその顧客である機関投資家間で実行されるものとインターディーラー・ブローカーを仲介者として行われる投資銀行間等のものに分けられる。後者については、インターディーラー・ブローカーなどが開発した電子取引プラットフォームを利用した取引が拡大しており、国債全体の50~60%、オン・ザ・ラン銘柄に限ると90%程度のシェアになるとされている。

本稿は、インターディーラー・ブローカー市場における国債のオン・ザ・ラン銘柄の流動性に対する様々な実証研究をサーベイすることを目的としている。さらには、電子取引プラットフォーム普及以前と以降の変化の比較も行っている。その結論であるが、ビッド・アスク・スプレッドおよび注文板の厚みという観点から流動性を評価すると、電子取引プラットフォームは国債流通市場のそれを高めているというものになった。これは、インターディーラー・ブローカー市場におけるオン・ザ・ラン銘柄の取引という限られた範囲ではあるが、電子化されたオーダー・ドリブン型の市場の有効性を意味していると解釈されよう。

## 目 次

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| はじめに                                | 1. FICC のデータによるもの                        |
| I. 電子化が進展するアメリカ国債のインターディーラー・ブローカー市場 | 2. ヒアリングによる調査によるもの                       |
| 1. アメリカの国債流通市場の構造                   | III. インターディーラー・ブローカー市場の流動性に関する実証研究       |
| 2. インターディーラー・ブローカーとはなにか             | 1. 実証研究の変遷                               |
| 3. インターディーラー・ブローカーを通じた取引の実際         | 2. GovPX 社のデータを用いたもの                     |
| 4. 具体的な電子取引プラットフォームの機能              | 3. 電子取引プラットフォームのデータを用いたもの                |
| 5. 電子取引プラットフォーム登場への歩み               | 4. GovPX 社のデータを用いたものと電子取引プラットフォームのそれとの比較 |
| II. 電子取引プラットフォームの取引シェアに関する実証研究      | おわりに                                     |

## はじめに

最近の株式流通市場と同様にアメリカの国債流通市場では、取引の電子化が進展している。特にインターディーラー・ブローカー市場においてその傾向が強まっており、電子取引プラットフォームのシェアは、50~60%と推計される<sup>1)</sup>。また、オン・ザ・ラン (on the run) 銘柄<sup>2)</sup>に限ると90%程度ものシェアになるとされる<sup>3)</sup>。つまり、アメリカでの国債のインターディーラー・ブローカー市場における取引の過半数および取引が集中するオン・ザ・ラン銘柄は、電子取引プラットフォームへと移行しているのである。このように電子取引プラットフォームが中心となった場合、最も注目すべきは流動性の供給など十分に市場としての機能を果たしているのかという点となろう。

本稿では、インターディーラー・ブローカー市場の仕組みについて簡単に説明する。続いて、電子取引プラットフォームの取引シェアに関する実証研究やインターディーラー・ブローカー市場の流動性に関する実証研究をサーベイする。特に後者については、電子取引プラットフォーム普及以前と以降のものを網羅しており、それらを比較することができる。つまり、電子取引プラットフォーム導入によって、インターディーラー・ブローカー市場の流動性の変化について評価が可能となるのである。

## I. 電子化が進展するアメリカ国債のインターディーラー・ブローカー市場

### 1. アメリカの国債流通市場の構造

アメリカにおける国債流通市場であるが、福田 [2015] で紹介した通り市場参加者の違いによって2種類に類型化される。その1つは主に大手投資銀行であるプライマリー・ディーラーやそれ以外の投資銀行と機関投資家間での取引を執行するものである。もう1つは、インターディーラー・ブローカー (InterDealer Broker) を仲介者として行われる投資銀行間等の取引である。なお、この市場をインターディーラー・ブローカー市場と呼ぶ。この市場の目的は、主に投資銀行が保有するポジションを調整することである。つまり、投資銀行が機関投資家を相手とした取引によって生じたポジションの偏りをコントロールするために利用する市場なのである。我が国の国債流通市場で例えれば、日本相互証券株式会社の役割を果たしているのである。

なお、国債を扱う主要な投資銀行であるプライマリー・ディーラーに応じた相手毎の取引額を見ると、国債の場合には機関投資家等を表す対その他が1日平均で3,336億ドル、対インターディーラー・ブローカーが同2,331億ドルとなっている。また、後者の全体に占める割合が40.9%となっており、他の債券と比較すると後者の取引が高い割合を占めていることがわかるだろう (図表1)。つまり、インターディーラー・ブローカー市場はアメリカの国債流通市場において不可欠な存在となっているのである。

図表1 プライマリー・ディーラーとの取引金額 (2016年1月20日までの週, 億ドル)

	米国国債	政府機関債	MBS	社債
インターディーラー・ブローカー	2,331 (40.9%)	10 (2.5%)	487 (21.2%)	10 (0.9%)
その他(機関投資家等)	3,336 (59.1%)	391 (97.5%)	1,816 (78.8%)	1,107 (99.1%)
合計	5,667	401	2,303	1,117

〔出所〕 ニューヨーク連邦準備銀行

## 2. インターディーラー・ブローカーとはなにか

前述の通り、インターディーラー・ブローカーとは投資銀行などの市場参加者間の仲介者であり、取引を促進する役目を担っている。インターディーラー・ブローカーを通じて取引される商品としては、債券、金利スワップ、店頭デリバティブなどが挙げられる。いずれも、なんらかの理由から取引所取引が浸透していない商品である。なお、アメリカ国債を仲介するインターディーラー・ブローカーの場合には証券会社として証券取引委員会での登録が必要とされる。また、アメリカ国債を仲介するインターディーラー・ブローカーは複数存在しており、それらの間で競争が行われている。

次にインターディーラー・ブローカーの収益源であるが、市場参加者間の取引が成立した際に彼らから受け取る手数料である。インターディーラー・ブローカーが保有する資金を利用して市場参加者を相手として取引を行うことで収益を獲得するといった自己売買業務は行わない。つまり、インターディーラー・ブローカーはポジションを抱えるリスクを取らないのである。また、なんらかの取引戦略を駆使して自己売買による収益を追求するインセンティブがないため、市場参加者は安心して取引に関わる情

報を提示できるようになる。

## 3. インターディーラー・ブローカーを通じた取引の実際

インターディーラー・ブローカーを通じた具体的な取引の手順として3通り存在するが、最も伝統的なものとしてボイス (Voice) が挙げられる。これは、電話の利用を前提としたものである。まず、市場参加者がインターディーラー・ブローカーへ流動性の状態に対するヒアリングや発注を行うために電話をする。そして、受注したインターディーラー・ブローカーは希望する価格や売買区分など注文の条件を確かめた上で、取引に応じてくれそうな他の市場参加者を探すのである。ただし、発注元が誰であるかについては、必ず秘密にしている。

もう1つの手順がハイブリッド (Hybrid) である。この手順は情報技術が発展する過程で登場したとされる。これは、市場参加者が設置しているディスプレイ上に彼ら自身の匿名性を保持しながら、取引条件を提示することを基本としたものである。なお、提示および取引する場合には、インターディーラー・ブローカーへの電話による連絡および専用端末から入力することが可能になっている。また、インターディーラー・ブローカーが見込みのありそうな市場参加者と交渉するよう委託することもでき

る。

ボイスやハイブリッドの業者として挙げられるのは、ICAP、BGC パートナーズ (BGC Partners)、チュレット・プレボン (Tullet Prebon) などである。これらの業者は、オフ・ザ・ラン (off the run) 銘柄のような流動性の低い銘柄の取引の仲介において未だに幅広く利用されている。

ただし、現時点で一般的になっている取引手順は、インターディーラー・ブローカーによって開発された電子取引プラットフォーム (Electronic trading platform) を利用したものである。これは、同プラットフォームに設けられた注文板に対して市場参加者が電子的に送った注文を集め、定められたルールで取引を成立させるものである。

大手の電子取引プラットフォームの業者としては、ICAP傘下のブローカーテック (BrokerTec)、ナスダック OMX の子会社であるイースピード (eSpeed)、トムソン・ロイターの子会社であるトレードウェブ (Tradeweb) が保有するディーラーウェブ (Dealerweb) が知られている。アメリカ国債のインターディーラー・ブローカー市場全体におけるそれらの取引のシェアはそれぞれ、60%、35%、5%であるとされる<sup>4)</sup>。電子取引プラットフォームは、オン・ザ・ラン銘柄に代表される活発な取引が可能なものに用いられる。

#### 4. 具体的な電子取引プラットフォームの機能

いずれの電子取引プラットフォームもオーダー・ドリブン型の市場を採用しており、市場

参加者からの注文をまとめる注文板を形成している。つまり、市場参加者が取引注文を発注すると注文板上に整理され、定められたルールに従って売り注文と買い注文が付け合わされて取引が成立するのである。

以下では、ブローカーテックが運営する電子取引プラットフォームを例にとり、その仕組みをもう少し詳細に説明したい<sup>5)</sup>。まず、取引注文の内容であるが、価格に関しては成行と指値のいずれかを選択することが可能である。最低注文数量は額面ベースで100万ドルとなっている。また、その注文数量を注文板上に全量表示するかアイスバグ注文<sup>6)</sup>にするかの選択もできる。ただし、アイスバグ注文を選んでも、注文数量を全く表示しないということはいできない。

そのようにして発注された注文は、注文板上で整理された上で条件に従ってスクリーン上に表示される。その内容は、売りおよび買い板それぞれ最良気配値からの5本値と合計数量および最良気配値で指している10注文それぞれの数量となっている。

売り買いそれぞれの注文を付け合せて取引を執行するルールであるが、優先順位は価格、表示の有無、時間の順である。つまり、先に発注されているアイスバグ注文に関して、非表示部分については同一指値でも後から発注のあった表示されている注文が優先されるのである。

#### 5. 電子取引プラットフォーム登場への歩み

アメリカの国債流通市場における最初の電子化の動きとして指摘されるのは、プライマリー・ディーラーの免許を持つ投資銀行全行お

よびインターディーラー・ブローカー 4 社の出資によって1990年に設立された GovPX (The Government Pricing Information System, Inc.) 社である。同社は1991年6月からインターディーラー・ブローカーから収集したアメリカ国債についての様々な取引に関わる情報を取りまとめた上でディスプレイ等を通じて投資銀行などの市場参加者へ公表するというサービスの提供を始めた。なお、具体的に公表されたデータは、最良気配値とそれに伴う注文数量、取引価格およびその数量である。それまで、市場参加者はそれらの情報を得るためにインターディーラー・ブローカー毎に電話で問い合わせるしかなかったため、一気に利便性が向上したといえるだろう。GovPX 社の営む事業はアメリカの国債流通市場の透明性を高めたこととされ、1999年には証券取引委員会の要請等から社債に関する情報も扱われるようになった。ただし、インターディーラー・ブローカーの最大手であるキャンター・フィッツジェラルド (Cantor Fitzgerald, L.P.) が参加しなかったために、GovPX 社がカバーしたのは全体の3分の2程度であったとされる<sup>7)</sup>。

最初にアメリカ国債の取引を行うための電子取引プラットフォームとして1999年に運用を開始したのは、キャンター・フィッツジェラルドによって開発されたイースピードである<sup>8)</sup>。なお、イースピードは同年に分社化されて株式公開を実施しており、2013年にナスダック OMX によって買収された。さらには、ゴールドマン・サックスやクレディ・スイスなど欧米系投資銀行の出資によって設立されたベンチャー企業であるブローカー・テック・グローバル (BrokerTec Global LLC) が開発した電子取引プラットフォームであるブローカーテックが

2000年に登場している<sup>9)</sup>。同社は2003年に様々な金融商品の電子取引プラットフォームを運営する ICAP に買収された。

## II. 電子取引プラットフォームの取引シェアに関する実証研究

### 1. FICC のデータによるもの

Barclay et al. [2006] では、2001年1月から2002年11月までの FICC (Fixed Income Clearing Corporation) のデータを利用してアメリカ国債における電子取引プラットフォームの取引シェアを算出している。対象となったのは、2年債、5年債、10年債であるが、それら全体として71.7%のシェアを占めたとしている。これをオン・ザ・ラン銘柄とオフ・ザ・ラン銘柄に分割して集計すると、それぞれ80.7%、11.7%であったとした。オフ・ザ・ラン銘柄になると電子取引プラットフォームの取引シェアが急減することがわかる。

なお、Barclay et al. [2006] の本来の目的は、電子取引プラットフォームとそれ以外のいずれかを選択する理由を探ることである。これを推計する手法としては、プロビット回帰による分析を行っている。具体的には、被説明変数として電子取引プラットフォームを利用した場合に1、それ以外のいずれかの場合を0とする。説明変数としては、その取引が5年債であった場合に1となるダミー変数、10年債であった場合に1となるダミー変数、オン・ザ・ラン銘柄であった場合に1となるダミー変数、その取引による出来高の対数値、取引が行われた日における関与したディーラー (投資銀行) の出来高の対数値、取引が行われた日における

関与したディーラー（投資銀行）の純出来高<sup>10)</sup>の対数値、その取引のオプション価値<sup>11)</sup>、債券価格のボラテリティ<sup>12)</sup>、取引間隔の平均時間<sup>13)</sup>の平方根としている。

このプロビット回帰の結果であるが、その取引による出来高の対数値および取引間隔の平均時間の平方根に対する回帰係数が有意にマイナス、オン・ザ・ラン銘柄であった場合に1となるダミー変数のそれが有意にプラスとなり、小口の注文や取引が活発な銘柄が電子取引プラットフォームで取引される傾向にあるとした。また、関与したディーラーの純出来高の対数値の係数はマイナスであり、ある特定の方向に取引が集中するような場合にはボイスなどの電子取引プラットフォーム以外の利用が重視されるとの見方を示した。一方、関与したディーラーの出来高の対数値に対する回帰係数が有意にプラスになっている点については、ディーラーの多くが最終投資家との取引を通じて手数料を獲得することを本業としており、コストの安い電子取引プラットフォームの利用で収益性を高めているためと推察している。以上から、小口の注文や取引が活発な銘柄等に対しては、電子取引プラットフォームでの低コストの取引が可能になるためにその利用が増加するとした。それ以外の取引形態についても、低流動性銘柄や大規模なポジション調整を行う場合等で有効になっていると考えられ、両者の住み分けが可能であると結論付けている。

## 2. ヒアリングによる調査によるもの

なお、学術論文では無いが、ニューヨークに本拠を置く調査会社タブ・グループ (TABB GROUP) はヒアリング等によって最近の電子取引プラットフォームの取引シェアを試算した

Perrotta [2015] を発表している。それによると、アメリカ国債のインターディーラー・ブローカー市場全体における取引のシェアは、少なくとも50~60%であったと推計される。また、オン・ザ・ラン銘柄に限った場合には、90%程度のシェアになるとしている。

なお、Perrotta [2015] では最終投資家と投資銀行間の注文の電子化にも言及している。この中で債券の出来高の50%、注文数の85から90%が電子的な方法で最終投資家から投資銀行へ注文されていると述べている。なお、それを接続している主な業者としてブルムバーク (Bloomberg) とトレードウェブを挙げている。

## Ⅲ. インターディーラー・ブローカー市場の流動性に関する実証研究

### 1. 実証研究の変遷

インターディーラー・ブローカー市場に関わる実証分析が行われるようになったのは、2000年代に入ってからである。これは、体系だった取引データが GovPX 社を通じて得られるようになって初めて可能になったからであろう。GovPX 社のデータを利用した実証研究としては、Green [2004], Fleming [2003], Boni and Leach [2004] 等がある。なお、最近では電子取引プラットフォームでの取引を対象としたものが中心となっている。Sun et al. [2015], Fleming et al. [2014] などがそれに当たる。さらには、GovPX 社での取引と電子取引プラットフォームでのそれを比較するものもあり、Mizrach and Neely [2006] および Campbell and Hendry [2007] が指摘され

図表2 オン・ザ・ラン国債銘柄のビッド・アスク・スプレッド\*に関する実証研究

論文名	実証期間	2年債	3年債	5年債	7年債	10年債	30年債
(GovPX 社の注文データを用いたもの)							
Green [2004]	1991年7月～1995年9月	-	-	1.690bp	-	-	-
Fleming [2003]	1996年6月～2000年3月	0.21/32% (0.656bp**)	-	0.39/32% (1.219bp**)	-	0.78/32% (2.438bp**)	-
Boni and Leach [2004]	1997年10月1日	-	-	1.540bp	-	-	-
Mizrach and Neely [2006]	1999年	0.8344bp	-	1.1572bp	-	2.0986bp	5.4484bp
Campbell and Hendry [2007]	2000年1月～2001年5月	-	-	-	-	3.20bp	-
(ブローカーテックの注文データを用いたもの)							
Campbell and Hendry [2007]	2002年4月～2005年12月	-	-	-	-	2.86bp	-
Sun et al. [2015]	2002年～2005年の4, 6, 8各月	0.8bp	-	0.8～0.9bp	-	1.6～1.7bp	3.3～3.8bp
Fleming et al. [2014]	2010年1月～2011年12月	1.03/128% (0.805bp**)	1.12/128% (0.875bp**)	1.18/128% (0.922bp**)	1.33/64% (2.078bp**)	1.15/64% (1.797bp**)	2.66/64% (4.156bp**)
(イースビードの注文データを用いたもの)							
Sun et al. [2015]	2002年～2005年の4, 6, 8各月	0.8～0.9bp	-	0.9bp	-	1.7～1.8bp	3.0～3.4bp
Mizrach and Neely [2006]	2004年	0.2053bp	-	0.2738bp	-	0.3819bp	1.1862bp

[出所] 各種資料に基づき筆者作成

\*算出方法に若干の差違がある。詳細は本文および注記参照。

\*\*原資料に基づき筆者計算。

る。以下では、それらについて紹介する。

## 2. GovPX 社のデータを用いたもの

Green [2004] では、1991年7月1日から1995年9月29日までのオン・ザ・ラン銘柄の5年債に関するデータを用いてビッド・アスク・スプレッド<sup>14)</sup>を算出している。Green [2004] の目的は重要な経済指標発表前後における流動性の変化を探ることであった。ただし、その比較対象とするために、それらの経済指標の発表が無かった日の8時から9時を対象としたものも提示している。それによると、1.690bpであったとしている(図表2)。また、経済指標発表日においては、発表前の8時から8時30分が1.904bp、発表後の8時30分から8時45分が

1.710bp、8時45分から9時が1.552bpであったとしている。なお、Green [2004] では、取引高の急増を伴いながら価格変動の標準偏差が発表後の8時30分から8時45分に急上昇した後、8時45分から9時に低下するとしている。従って、将来に対する不透明感を懸念しながらも発表前の8時から8時30分にはコンセンサス予想による価格形成がなされており、発表後は経済指標の内容を織り込む動きになっていると推察している。

Fleming [2003] では、1996年6月30日から2000年3月31日までのオン・ザ・ラン銘柄の注文データを利用してインターディーラー・ブローカー市場の流動性に関する様々な実証分析を行っている。流動性を示す具体的な指標とし

図表3 オン・ザ・ラン国債銘柄の注文板の厚み\*に関する実証研究

論文名	実証期間	2年債	3年債	5年債	7年債	10年債	30年債
(GovPX社の注文データを用いたもの)							
Fleming [2003]	1996年6月～2000年3月	0.245億ドル	-	0.107億ドル	-	0.079億ドル	-
(ブローカーテックの注文データを用いたもの)							
Sun et al. [2015]	2002年～2005年の4, 6, 8各月	1.5287～2.3717億ドル／1.3427～2.4072億ドル	-	0.38537～0.57013億ドル／0.39196～0.56870億ドル	-	0.37306～0.50748億ドル／0.37300～0.51968億ドル	0.05156～0.06182億ドル／0.05166～0.06233億ドル
Fleming et al. [2014]	2010年1月～2011年12月	3.08億ドル／3億ドル	0.82億ドル／0.81億ドル	0.31億ドル／0.31億ドル	0.37億ドル／0.36億ドル	0.26億ドル／0.26億ドル	0.03億ドル／0.03億ドル
(イースピードの注文データを用いたもの)							
Sun et al. [2015]	2002年～2005年の4, 6, 8各月	0.91604～1.8196億ドル／0.89267～1.8999億ドル	-	0.29901～0.49305億ドル／0.31597～0.50983億ドル	-	0.30229～0.444億ドル／0.29501～0.45268億ドル	0.04336～0.05442億ドル／0.04417～0.05458億ドル

[出所] 各種資料に基づき筆者作成

\*算出方法に若干の差違がある。詳細は本文および注記参照。

ては、ビッド・アスク・スプレッド<sup>15)</sup>、注文板の厚み<sup>16)</sup>、回帰分析によるマーケット・インパクトの度合い<sup>17)</sup>を利用している。

これによると、ビッド・アスク・スプレッドに関して2年債、5年債、10年債がそれぞれ額面価格に対する0.21/32% (0.656bp)、0.39/32% (1.219bp)、0.78/32% (2.438bp)であったとしている(図表2)。償還までの期間が長くなると、ビッド・アスク・スプレッドが大きくなるのがわかる。注文板の厚みについては、2年債、5年債、10年債がそれぞれ0.245億ドル、0.107億ドル、0.079億ドルとなったとされる(図表3)。償還までの期間が長くなると、注文板の厚みが薄くなっている。回帰分析によるマーケット・インパクトの度合いに関しては、ネットの買い注文回数1回分に対して2年債、5年債、10年債がそれぞれ0.04/32% (0.125bp)、0.10/32% (0.313bp)、0.17/32% (0.531bp)となった。償還までの期間が長くなると、マーケット・インパクトが増大すると

解釈される。

Boni and Leach [2004] では、1997年10月1日における現および前オン・ザ・ラン銘柄等の5年債のデータを用いてビッド・アスク・スプレッド<sup>18)</sup>を算出している。これによると、現、前、前々が1.540bp、3.097bp、2.862bpであったとしている(図表2)。また、1日の売買高も算出しており、それぞれ8.704億ドル、0.070億ドル、0.007億ドルとした。ビッド・アスク・スプレッドは売買高の多いオン・ザ・ラン銘柄のものが低くなっているのがわかる。

### 3. 電子取引プラットフォームのデータを用いたもの

Sun et al. [2015] では、電子取引プラットフォームを2分するブローカーテックとイースピードそれぞれについてビッド・アスク・スプレッド<sup>19)</sup>、注文板の厚み<sup>20)</sup>を算出している。ただし、Sun et al. [2015] の目的はブローカーテックとイースピード間の価格形成の関連性を



探ることである。なお、実証分析に供されたデータの期間は、2002年から2005年について4, 6, 8各月である。

ビッド・アスク・スプレッドについては、ブローカーテックでの2年債、5年債、10年債、30年債がそれぞれ0.8bp, 0.8~0.9bp, 1.6~1.7bp, 3.3~3.8bpとなった(図表2)。イースピードでは、0.8~0.9bp, 0.9bp, 1.7~1.8bp, 3.0~3.4bpになっているとした(図表2)。この結果によって、30年債のみイースピードのビッド・アスク・スプレッドが小さいことが示された。

注文板の厚みについては、ブローカーテックの2年債の買い板/売り板が1.5287~2.3717億ドル/1.3427~2.4072億ドル、5年債のそれらが0.38537~0.57013億ドル/0.39196~0.56870億ドル、10年債のそれらが0.37306~0.50748億ドル/0.37300~0.51968億ドル、30年債のそれらが0.05156~0.06182億ドル/0.05166~0.06233億ドルとなった(図表3)。イースピードでは、2年債の買い板/売り板が0.91604~1.8196億ドル/0.89267~1.8999億ドル、5年債のそれらが0.29901~0.49305億ドル/0.31597~0.50983億ドル、10年債のそれらが0.30229~0.444億ドル/0.29501~0.45268億ドル、30年債のそれらが0.04336~0.05442億ドル/0.04417~0.05458億ドルであったとしている(図表3)。これらによると、ブローカーテックの注文板が総じて厚いことがわかる。

さて、ブローカーテックとイースピード間の価格形成の関連性であるが、誤差修正モデル<sup>21)</sup>を用いて以下の結論を導いている。2, 5, 10年債の場合には、ブローカーテックの最良気配値の変化がブローカーテック自身のビッド・アスク・スプレッドおよびイースピードとのそれ

に関する差違に影響されるとした。なお、影響の方向性であるが、ビッド・アスク・スプレッドの水準およびイースピードとの差違が大きければそれを縮小させようとするものである。イースピードの最良気配値の変化も同様である。30年債の場合には、ブローカーテックの最良気配値の変化がイースピードとのビッド・アスク・スプレッドに関する差違に最も影響されるとする一方、イースピードのそれはイースピード自身のビッド・アスク・スプレッドに影響を受けるとした。そこで、30年債の取引においてのみイースピードにより高い価格発見機能が存在するとしている。なお、その理由としては、ブローカーテックがアイスバーグ注文を認めていることを挙げている。つまり、透明性において優位に立つイースピードの取引が価格形成を先導する傾向にあると推察しているのである。ただし、この理由が正しいかについて、統計的な検証を加えている訳では無い。

Fleming et al. [2014] では、ブローカーテックの注文データを用いて電子取引プラットフォームの流動性を計測しようとしている。なお、実証分析に供されたデータの期間は、2010年1月2日から2011年12月31日までとなっている。具体的な流動性の指標としては、ビッド・アスク・スプレッド<sup>22)</sup>、注文板の厚み<sup>23)</sup>、ベクトル自己回帰モデルを用いたマーケット・インパクトの度合いを利用している。

これによると、ビッド・アスク・スプレッドに関して2年債、3年債、5年債、7年債、10年債、30年債はそれぞれ額面価格に対する1.03/128% (0.805bp), 1.12/128% (0.875bp), 1.18/128% (0.922bp), 1.33/64% (2.078bp), 1.15/64% (1.797bp), 2.66/64% (4.156bp)であったとしている(図表2)。基本的に償還

アメリカ国債流通市場における価格形成に関する実証分析をサーベイする

までの期間が長くなると、ビッド・アスク・スプレッドが大きくなる傾向にある。注文板の厚みについては、2年債の買い板/売り板が3.08億ドル/3億ドル、3年債のそれらが0.82億ドル/0.81億ドル、5年債のそれらが0.31億ドル/0.31億ドル、7年債のそれらが0.37億ドル/0.36億ドル、10年債のそれらが0.26億ドル/0.26億ドル、30年債のそれらが0.03億ドル/0.03億ドルとなった(図表3)。こちらでは、基本的に償還までの期間が長くなると、注文板の厚みが薄くなる傾向にある。

マーケット・インパクトの度合いに関しては、様々な観点から推計を行っている。最初に紹介するのは、100万ドル当たりの流動性を消費する注文に対する価格の変動幅<sup>24)</sup>である。これによると、2年債で0.006/256% (0.002bp)、3年債で0.017/256% (0.007bp)、5年債で0.028/256% (0.011bp)、7年債で0.078/256% (0.002bp)、10年債で0.066/256% (0.030bp)、30年債で0.45/256% (0.176bp)の変動があったとしている。なお、買い注文であればその分の上昇、売り注文では下落を意味している。この結果は、基本的に償還までの期間が長くなると、マーケット・インパクトが増大することを意味している。さらに、価格変動幅に対する影響を、流動性を消費する買い注文、売り注文、最良気配値の買い数量の変化、売り数量の変化に分けて推計<sup>25)</sup>している。なお、これらの値は100万ドル当たりのものである。そして、流動性を消費する買い注文および最良気配値の買い数量の増加については価格上昇、流動性を消費する売り注文および最良気配値の売り数量の増加については価格下落を導く傾向があることが確認されている。さらに、償還までの期間が長くなると、マーケット・インパクトが増大する

ことが示された。

#### 4. GovPX社のデータを用いたものと電子取引プラットフォームのそれとの比較

Mizrach and Neely [2006] では、GovPX社およびイースピードの注文データを用いてインターディーラー・ブローカー市場に関する実証分析を行っている。これは、ハイブリッドによる取引の流動性と電子プラットフォームのそれを比較しようとするものであった。なお、実証分析に供されたデータの期間は、GovPX社のものが1999年中、イースピードのものが2004年中となっている。いずれも両取引の形態の利用が中心であった期間であると位置付けられるだろう。具体的な流動性の指標としては、ビッド・アスク・スプレッド<sup>26)</sup>、ベクトル自己回帰モデルを用いたマーケット・インパクトの度合い<sup>27)</sup>を利用している。

ビッド・アスク・スプレッドに関しては、GovPX社の場合で2年債が0.8344bp、5年債が1.1572bp、10年債が2.0986bp、30年債が5.4484bpとなり、イースピードの場合で2年債が0.2053bp、5年債が0.2738bp、10年債が0.3819bp、30年債が1.1862bpになっていたとしている(図表2)。GovPX社およびイースピードの注文データを用いたものに償還までの期間が長くなると、ビッド・アスク・スプレッドが大きくなる傾向が見られた。また、いずれの償還期間の国債においても、イースピードのものが小さくなっていることがわかった。ただし、他の電子取引プラットフォームに関する実証研究と比較すると、Mizrach and Neely [2006] のイースピードの注文データを用いたビッド・アスク・スプレッドはかなり小さい値となっている。これは、注記にある通りに実際

の最良気配値を用いたものではなく、取引価格の変化額から推計した値である。従って、この推計方法に問題のある可能性について留意する必要があるかもしれない。

マーケット・インパクトの度合いは、取引1回分に対する変化率となっている。この結果によると、GovPX社およびイースピードの注文データを用いたもの共に償還までの期間が長くなると、マーケット・インパクトが増大する傾向にあることが示されている。また、いずれの償還期間の国債においても、イースピードのものが小さい値であった。

以上から、電子取引プラットフォームであるイースピードが、GovPX社を利用したハイブリッド取引と比較した場合に流動性の高いインターディーラー・ブローカー市場を提供していたと結論付けることができると述べている。

Campbell and Hendry [2007] では、GovPX社およびブローカーテックによるオン・ザ・ラン銘柄の10年債の注文データを用いてビッド・アスク・スプレッド<sup>28)</sup>を算出している。なお、算出の対象期間となっているのは、GovPX社が2000年1月から2001年5月まで、ブローカーテックが2002年4月8日から2005年12月31日までとなっている。これによると、GovPX社の注文データを用いたビッド・アスク・スプレッドが3.20bp、ブローカーテックのそれが2.86bpとなっている(図表2)。

さらに、これまでに紹介したFleming [2003] およびFleming et al. [2014] を再確認しながら、Mizrach and Neely [2006] 等から導き出された結論を補強したい。まず、ビッド・アスク・スプレッドを比較する。Fleming [2003] はGovPX社を利用したハイブリッド取引に関するものである。これらによると、いずれもオ

ン・ザ・ラン銘柄である2年債が0.21/32% (0.656bp)、5年債が0.39/32% (1.219bp)、10年債が0.78/32% (2.438bp)となっていた(図表2)。一方、電子取引プラットフォームのブローカーテックのデータを利用したFleming et al. [2014] では、いずれもオン・ザ・ラン銘柄である2年債が1.03/128% (0.805bp)、5年債が1.18/128% (0.922bp)、10年債が1.15/64% (1.797bp)となっていた(図表2)。これらから、ビッド・アスク・スプレッドで評価した場合には、ほぼ電子取引プラットフォームの流動性が高いと判断されよう。

注文板の厚みについては、GovPX社を利用しているFleming [2003] ではオン・ザ・ラン銘柄である2年債、5年債、10年債がそれぞれ0.245億ドル、0.107億ドル、0.079億ドルとなったとしている(図表3)。電子取引プラットフォームによるFleming et al. [2014] では、2年債の買い板/売り板が3.08億ドル/3億ドル、5年債のそれらが0.31億ドル/0.31億ドル、10年債のそれらが0.26億ドル/0.26億ドルとなった(図表3)。いずれの国債においても、電子取引プラットフォームの注文板の数量が大きいことがわかる。注文板の厚みによって評価しても、電子取引プラットフォームの流動性が高いといえる。

## おわりに

本稿でサーベイした様々な実証研究をまとめると、ビッド・アスク・スプレッドおよび注文板の厚みという観点から電子取引プラットフォームはアメリカ国債の流通市場の流動性を高めていると結論付けられよう。これは、電子化されたオーダー・ドリブン型の市場の有効性

を意味するものでもある。

ただし、この結論はインターディーラー・ブローカー市場におけるオン・ザ・ラン銘柄の取引という範囲に限られることも確かである。つまり、投資銀行と最終投資家間やオフ・ザ・ラン銘柄の取引の多くでは、以前としてボイスおよびハイブリッド業者が重用されているのである。これらの取引において、電子化の流れの入り込む余地があるかについて大変興味のあるところである。株式流通市場において拡大しているダークプールの利用可能性等も検討すべきであろう。

また、流通市場の電子化で必ず登場するのが、高頻度取引業者やプリンシパル・トレーディング・ファームである。それらの取引がもたらす効果について検証する必要があるだろう。確かにU.S. Department of the Treasury et al. [2015] ではそれを取り扱っているが、2014年10月15日のアメリカ国債流通市場のフラッシュ・クラッシュ時に限定されたものである。そのような特殊な状況で無く、平常時における流動性に与える影響を知りたいところである。

注

- 1) Perrotta [2015] で電子取引プラットフォームが1日平均2500~3000億ドルという記述があり、それを筆者が2015年の1日平均取引額4901億ドルで除して求めた。
- 2) 直近に発行された銘柄のこと。
- 3) Perrotta [2015]。
- 4) Perrotta [2015]。
- 5) Fleming, Michael J. et al. [2014] に基づく。
- 6) 注文数量のうち注文者の指定した特定の数量のみを注文板上に表示させるといった注文条件。
- 7) Fleming, Michael J. et al. [2014]。
- 8) Treasury Borrowing Advisory Committee [2013]。
- 9) Treasury Borrowing Advisory Committee [2013]。
- 10) 購入した出来高から売却したそれを差し引いて絶対値をとったもの。
- 11)  $S[2N(0.5\sigma\sqrt{t}) - 1]$  となる。Sは債券価格、N()は標準正規分布の累積密度関数、 $\sigma$ が債券価格のボラテ

リティ(定義は後述)、tがその日の対象銘柄における取引と取引の間の平均時間(定義は後述)である。つまり、ブラック・ショールズ式で債券価格をアット・ザ・マネーとするオプション価格を計算しているのである。

- 12)  $\exp[\ln(\max(S(t)) - \min(S(t))) - 0.43]$  となる。S(t)は対象銘柄のt日における様々な取引が行われた債券価格の集合である。
- 13) 対象銘柄のその日における取引間隔の平均値。
- 14) 1991年7月1日から1995年9月29日までの平均値。ただし、平均値の算出方法に関する記述は無い。
- 15) 1996年6月30日から2000年3月31日までの日次データの平均値。ただし、日次データの計測方法に関する記述は無い。筆者の推察では、取引時間7時30分~17時で更新される毎に新しいデータとしてそれらを平均していると思われる。
- 16) 1996年6月30日から2000年3月31日までの最良気配値上の売り買い合計数量に関する日次データの平均値。ただし、日次データの計測方法に関する記述は無い。筆者の推察では、取引時間7時30分~17時で更新される毎に新しいデータとしてそれらを平均していると思われる。
- 17) 被説明変数を最良気配値の仲値の5分間における変化幅、説明変数をその5分間におけるネットの買い注文回数として回帰分析を行っている。ネットの買い注文回数とは、流動性を消費する買い注文の回数から流動性を消費する売り注文の回数を減じたものである。マーケット・インパクトの度合いは、説明変数の係数として推計される。なお、利用されるデータの期間は、1996年6月30日から2000年3月31日である。
- 18) 時間加重平均値。
- 19) 平均値。ただし、ビッド・アスク・スプレッドの算出方法および平均値の算出方法に関する記述は無い。また、単位の記載も無いため、筆者が類推している。
- 20) 最良気配値上の平均数量。ただし、平均値の算出方法に関する記述は無い。また、単位の記載も無いため、筆者が類推している。

$$21) \begin{bmatrix} \Delta A_i \\ \Delta B_i \\ \Delta a_i \\ \Delta b_i \end{bmatrix} = \Pi \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_{i-1} \\ B_{i-1} \\ a_{i-1} \\ b_{i-1} \end{bmatrix} + \sum_{i=1}^5 \Gamma_i \begin{bmatrix} \Delta A_{i-1} \\ \Delta B_{i-1} \\ \Delta a_{i-1} \\ \Delta b_{i-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \varepsilon_4 \end{bmatrix}$$

$A_i$ はブローカーテックの最良売り気配値、 $B_i$ はブローカーテックの最良買い気配値、 $a_i$ はイースピードの最良売り気配値、 $b_i$ はイースピードの最良買い気配値。 $\Delta X_i$ は*i*-1から*i*時点のXにおける最良気配値の変化であり、Xは前述のA、B、a、bそれぞれである。Πは4×3の行列、 $\Gamma_i$ は4×4の行列。 $\varepsilon_1$ から $\varepsilon_4$ は残差項となる。なお、*i*-1から*i*までは2、5、10年債の場合が5秒間隔、30年債の場合が30秒間隔であり、5年分のデータを利用してΠおよび $\Gamma_i$ を推計している。

- 22) 2010年1月2日~2011年12月31日までの取引時間7時~17時30分において、5分毎に計測された売り気配値から買い気配値を減じたものの平均値。
- 23) 2010年1月2日~2011年12月31日までの取引時間7時~17時30分において、5分毎に計測された最良気配値上の平均数量。Fleming et al. [2014] では、最良気配値上

のみ、最良気配値から5本値上分、注文板上全ての3通りについて集計している。

$$24) \begin{bmatrix} 1 - \alpha_{1,2} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_t \\ q_t \end{bmatrix} = \sum_{j=1}^5 B_j \begin{bmatrix} r_{t-j} \\ q_{t-j} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_{r,t} \\ u_{q,t} \end{bmatrix}$$

$r_t$  は  $t$  時点における最良気配値の仲値、 $q_t$  は  $t$  時点の取引数量、 $B_j$  は  $2 \times 2$  の行列、 $u_{r,t}$  および  $u_{q,t}$  は残差項となる。なお、 $q_t$  の符号は流動性を消費する買い注文の場合にプラス、売り注文の場合にマイナスの値として入力する。そして、50取引分のデータでSURを用いて  $\alpha_{1,2}$ 、各  $B$  を推計する。 $\alpha_{1,2}$  が100万ドル当たりの変動幅となり、マーケット・インパクトの値とみなされる。

$$25) \begin{bmatrix} 1 - \alpha_{1,2} - \alpha_{1,3} - \alpha_{1,4} - \alpha_{1,5} \\ 0 & 1 & 0 & -\alpha_{2,4} & -\alpha_{2,5} \\ 0 & 0 & 1 & -\alpha_{3,4} & -\alpha_{3,5} \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_t \\ VB_t \\ VS_t \\ lb_t \\ la_t \end{bmatrix} = \sum_{j=1}^5 B_j \begin{bmatrix} r_{t-j} \\ VB_{t-j} \\ VS_{t-j} \\ lb_{t-j} \\ la_{t-j} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_{r,t} \\ u_{VB,t} \\ u_{VS,t} \\ u_{lb,t} \\ u_{la,t} \end{bmatrix}$$

$r_t$  は  $t$  時点における最良気配値の仲値、 $VB_t$  は  $t$  時点の流動性を消費する買い注文の取引数量、 $VS_t$  は  $t$  時点の流動性を消費する売り注文の取引数量、 $lb_t$  は  $t-1$  から  $t$  時点の最良気配値における買い数量の変化、 $la_t$  は  $t-1$  から  $t$  時点の最良気配値における売り数量の変化、 $B_j$  は  $5 \times 5$  の行列、 $u_{r,t}$  から  $u_{la,t}$  は残差項となる。そして、50取引分のデータでSURを用いて各  $\alpha$ 、各  $B$  を推計する。 $\alpha$  が様々な注文に対するマーケット・インパクトの100万ドル当たりの値とみなされる。

- 26) GovPX 社のデータについては、 $S_t^b$  をビッド・アスク・スプレッド、 $P_t^a$  を売り気配値、 $P_t^b$  を買い気配値とすると、 $S_t^b = 100 \times (P_t^a - P_t^b) / P_t^a$  として算出している。なお、どの程度の間隔でサンプリングを行って代表値を計算したかについての記述は無い。イースピードのデータについては、気配値が存在しないために以下の方法で推計している。 $S_t^{TW} = \sum_{i=1}^T |p_i - p_{i-1}| / T^+$ 、 $S_t^{TW}$  が  $t$  日のビッド・アスク・スプレッドの推計値、 $p_i$  が  $i$  番目の取引価格 ( $p_i \neq p_{i-1}$  の場合)、 $p_{i-1}$  が  $i-1$  番目の取引価格 ( $p_i \neq p_{i-1}$  の場合)、 $T^+$  が  $t$  日における価格変化のあった取引の回数である。
- 27) ベクトル自己回帰モデル  $r_t = a_{r,0} + \sum_{i=1}^5 a_{r,i} r_{t-i} + \sum_{i=0}^{15} b_{r,i} x_{t-1}^0 + \varepsilon_{r,t}$ 、 $x_t^0 = a_{x,0} + \sum_{i=1}^5 a_{x,i} r_{t-i} + \sum_{i=1}^{15} b_{x,i} x_{t-1}^0 + \varepsilon_{x,t}$  で求められる  $b_{r,0}$  をマーケット・インパクトの度合いとする。なお、 $r_t$  が  $t$  時点における取引価格の変化率、 $x_t^0$  が  $t$  時点における取引の方向性（流動性を消費する買い注文の場合 +1、流動性を消費する買い注文の場合 -1）である。 $t$  から  $t-1$  の間隔は1分間である。
- 28) 売り気配値と買い気配値の差額をそれらの仲値で除したものの平均値。ただし、平均値の算出方法に関する具体的な記述は無い。

## 参 考 文 献

金融市場局金融市場課市場企画グループ [2000],

「国債市場の情報整備—オペア対象先との意見交換会での議論の概要—」, 『マーケット・レビュー』, 日本銀行, 11月。

福田 徹 [2015], 「変貌するアメリカ国債流通市場—市場構造の変化が「フラッシュ・クラッシュ」によって認識される—」, 『証券経済研究』, (公財) 日本証券経済研究所, 12月。

Amihud, Yakov and Haim Mendelson [1991], “Liquidity, Maturity, and the Yields on U.S. Treasury Securities,” *Journal of Finance*, 46.

Barclay, Michael J., Terrence Hendershott, and Kenneth Kotz [2006], “Automation versus Intermediation: Evidence from Treasuries Going Off the Run,” *Journal of Finance*, 61.

Boni, Leslie, and Chris Leach [2004], “Expandable Limit Order Markets,” *Journal of Financial Markets*, 7.

Campbell, Bryan, and Scott Hendry [2007], “Price Discovery in Canadian and U.S. 10-Year Government Bond Markets,” *Bank of Canada Working Paper* 2007-43.

Fleming, Michael J. [2003], “Measuring Treasury Market Liquidity,” *Federal Reserve Bank of New York Economic Policy Review*, 9.

Fleming, Michael J., Bruce Mizrach, and Giang Nguyen [2014], “The Microstructure of a U.S. Treasury ECN: The BrokerTec Platform,” *Federal Reserve Bank of New York Staff Reports* No.381.

Green, T. Clifton [2004], “Economic News and the Impact of Trading on Bond Prices,” *Journal of Finance*, 59.

Mizrach, Bruce, and Christopher J. Neely [2006], “The Transition to Electronic Communication Networks in the Secondary Treasury Market,” *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 88.

Perrotta, Jr., Anthony J. [2015], “Metamorphic Market: Transformation in U.S. Treasury Trading,” TABB GROUP.

Sundaresan, Suresh [2006], *Fixed income markets and their derivatives*, 3rd ed., Academic Press.

SIFMA [2007], "the role interdealer brokers in the fixed income markets," SIFMA's Interdealer Brokers Advisory Committee.

Sun, Zhuowei, Peter G. Dunne, and Youwei Li [2015], "Price Discovery in the Dual-Platform US Treasury Market," *MPRA Paper*, No.61440.

U.S. Department of the Treasury, The Board of Governors of the Federal Reserve System, The

Federal Reserve Bank of New York, The U.S. Securities and Exchange Commission, and The U.S. Commodity Futures Trading Commission [2015], "Joint Staff Report: The U.S. Treasury Market on October 15, 2014," July 13.

Treasury Borrowing Advisory Committee [2013], "Electronic Trading in the Secondary Fixed Income Markets," U.S. Department of the Treasury.

(当研究所主任研究員)