

2015年5月5日

経済セミナー2015年7,8月号  
「オークションとマーケットデザイン」第15回

松島 齊  
東京大学経済学研究科教授

証券取引の「フラッシュ」メカニズムデザイン：  
早いもの勝ちから遅刻厳禁へ<sup>1</sup>

神取道宏先生と尾山大輔先生と3人でランチした際のこと。神取さんいわく、「(なにがしの)学会でも世間と相変わらず話題はピケティ、ピケティだが、実は同じくらい熱心に皆が注目している論文がある。」それは、Budish, Cramton, and Shim (2014, 2015)。メカニズムデザインの視点からファイナンスを解き明かす、啓蒙的かつ実践的な研究だ。

昨今の証券取引市場では、HFT (High Frequency Trading : 高頻度取引) によって利ざやを先取りしようと企む「フラッシュボーイ (HFT トレーダー)」が、大手証券会社を格好の餌食にしている、とのことだ。ともすると我々の財産も脅かされよう。ならば、メカニズムデザインによって、今のうちになんとかせねば。

というわけで、今回は、証券取引におけるトレーダーのインセンティブをよく理解して、現行ルールにどのような病巣が潜んでいるか、いかに治療すればよいかを解き明かそうと思う。

---

<sup>1</sup> 執筆にあたって、大橋賢裕先生 (早稲田大学) にいろいろアドバイスをいただいた。ありがとう。

## B 社株の売却

証券取引の仕組みをメカニズムデザインの視点から理解するため、A さんが B 社株（1000 株ひとまとめ）を売却する、簡単なケーススタディーを考えよう。

A さんは、B 社株を長年持ち続けていたが、今売却を検討中だ。A さんは大けがをし、早急に手術しなければならなくなった。結構な額の手術費が必要なので、ついに売却に踏み切ったわけだ。

A さんによれば、B 社株は、ずっと持ち続ければ、100 万円相当の価値がある。しかしそんな贅沢はいってられまい。50 万円以上で売却できればよしとするか。

ではこれから、2つの売却方法を紹介しよう。1つは封印入札による売却、もう1つは、既存の証券取引所で売却だ。

## バッチオークション

A さんは、封印入札の代表格である「一位価格入札」によって、B 社株を売却するとしよう。なお、金融取引において、コールオークション（Call Auction）とか、バッチオークション（Batch Auction）などと呼ばれているルールは、おおよそ、ここでいう封印入札に対応していると考えてよい。

A さんは入札者を募集する。集まった入札者には、指値を紙に書いて封印して提出してもらおう。A さん自身も、指値を書いて封印して提出する。

全員が提出し終えるや、全封筒を一斉に開封する。一番高い指値を書いた入札者に、A さんの B 社株が落札される。落札価格は、落札者自身の指値、つまり「一位価格」に設定される。なお、落札者が A さん自身である場合は取引不成立になる。

数値例をつかってよく確認しよう。参加者は、入札者 1、入札者 2、入札者 3 の 3 名とし、各々 60 万円、110 万円、70 万円を指値する。A さんは、50 万円

未満では売りたいくないので、50万円を指値する。その結果、最高指値をした入札者2にAさんのB社株が落札される。入札者2は、自身の指値である110万円をAさんに支払う。

どうやら、Aさんは、50万円を大きく上回る売却益を得られそうなので、一位価格入札によって上手に売却できると言ってよかろう。

## 連続時間取引

次に、証券取引所でB社株を売却することを考えよう。現行のルールは、「連続時間取引 (Continuous Time Trading)」と呼ばれる方式だ。現時点では、B社株には、買い注文も売り注文も一切出していないとしよう。

仮に、Aさんは、B社株を50万円で売るとする指値注文 (Limit Order) を出すとしよう。ならば、先ほど登場した入札者1, 2, 3 (ここではトレーダー1, 2, 3と呼ぼう) は、皆すみやかに買い注文を出すに違いない。彼らはいずれも50万円以上で購入する意思があるからだ。

連続時間取引では、最初に取引所に届いた買い注文と売買を成立させる (約定させる)、つまり「早い者勝ち」で取引が決まる。そして、取引価格は、先に注文を出していたAさんの売り指値、50万円に定められる。

これでは、Aさんは、最低ラインの50万円しか稼げない。どうやらAさんには、もう少しかしこく注文の出し方を工夫する必要があるようだ。

Aさんにとって、いきなり最低ラインの50万円を指値するのは得策でない。連続時間取引では、いつでも注文をキャンセルしたり、変更したりできるようになっている。だから、あわてて低い指値をする必要は全くない。高い指値注文をして、買い手が見つからないとなれば、徐々に値を下げていけばいい。

ならば今度は、かなり高い指値、たとえば200万円の売り注文を出すことからスタートさせよう。買い手が見つかなければ、徐々に190万、180万と指値注文を下げていけばいい。これは、いわゆる「せり下げ」と同じ仕方だ。

Aさんは、連続時間取引を利用することで、フラワーオークションのような公開型入札、つまり「せり下げオークション」を、自ら演出することができるのだ。この連載で繰り返し説明してきたように、せり下げオークションには、一位価格入札と限りなく同じくらい、よいパフォーマンスが期待できる。

というわけで、Aさんが110万円まで指値を下げた時点で、トレーダー2が（トレーダー2のみが）買い注文を出し、トレーダー2と110万円で約定することになる。どうやらAさんは証券取引所でも、封印入札同様、満足のいく売却ができそうだ。

ここまでの説明では、現行の証券取引ルールにはなんら問題などないように思われよう。しかし、連続時間取引が「早い者勝ち」という原理で動いていることに、実は問題の所在があるのだ。

## ピックオフ

Aさんによる「せり下げ」のように、連続時間取引において演出される公開型入札には、以下に示される無視できない欠点がある。

Aさんは、時間を通じて、売り注文を徐々に下げていく。その途中で、想定外の公共情報が舞い込んできたとしよう。それは、B社の企業価値は予想されたより高い、という好材料だ。

例えば、別の証券取引所でB社株が200万円で売れたとか、B社に関連する会社の株が高値で売れたとか、そういったたぐいのニュースが公に流れて、B社株の相場（quote）は思っていたより高い、と知ったとしよう。

そして、この情報が舞い込んできたタイミングは、Aさんが指値を110万円近くまで下げた時点だとしよう。

Aさんは、この情報を聞きつけるや、それならば110万円近くまで下げた指値をいったんキャンセルして、もっと高い指値、例えば150万円の売り注文に差し替えても、今度は買い手がつくに相違ない、と判断するのが筋だ。ところが、時すでに遅し。ぼやぼやしている間に、110万（プラスアルファ）円で売

れてしまったのだ。きっとこの買い手は、すぐ後でもっと高値で売れると見込んで、素早く注文を出したに相違ない。連続時間取引は、「早い者勝ち」が原理原則。「待った」はゆるされない仕組みだから、Aさんはもうあきらめるしかない。

封印入札の場合には、このような後悔は決して起こらない。Aさんは、相も変わらず呑気に、50万円の指値のままだでもなんら問題なしだ。むしろこの公共情報のおかげで、3人の入札者はもっと高い指値で競い合うだろうから、おのずと落札価格の高騰が期待できる、という寸法だ。

## リクイディティアー・プロバイダーとフラッシュボーイ

問題の所在は、このような「早い者勝ちレース」が、昨今の証券取引において、深刻な仕方で横行している点にある。それは、「ピックオフ(牽制アウト)」とか「スナイプ(狙撃)」とか、いろいろに呼ばれている。

これから以降の説明では、売り注文を出しているのは、Aさんでなく、ビジネスをグローバルに展開する大手証券会社、H証券としよう。

H証券は、B社株について、取引所から、「リクイディティアー・プロバイダー(流動性供給者)」に指定されている。リクイディティアー・プロバイダーとは、特定銘柄(ここではB社株)について、売り注文、買い注文、あるいはその両方を、相場に即して随時出し続けている金融機関のことである。他に注文がない状況でも、指値を率先して出している。そうすることで、商いの少ない銘柄でも一般のトレーダーは相場を知ることができる。

ケーススタディーでは、Aさんが注文を出す時点で、B社株には売り注文も買い注文も出ていなかった。H証券は、このような状況でも、100万円で注文を出しておくなどして、積極的に流動性確保に努めるのだ。

しかし、取引円滑化に貢献するリクイディティアー・プロバイダーの、このような指値注文は、高頻度取引業者(HFT)、あるいは「フラッシュボーイ(HFTトレーダー)」と呼ばれる金融業界のスナイパーたちの格好の餌食になっている。

例えば、H証券が100万円の売り注文を出しているとしよう。100万円は、現時点でのB社株の相場である。しかし、突然、好材料の公共情報が入ってきて、相場は100万円から120万円に跳ね上がった。この情報は、H証券のみならず、トレーダー1, 2, 3の耳にも届いている。ならば、H証券は、古い相場(100万円)での売り注文をキャンセルして、新しい相場(120万円)での売り注文に差し替えることを、急いでしなければいけない。

しかし、まばたきしている間に、H証券のB社株は、古い相場100万円でフラッシュボーイに買い取られてしまうのだ。フラッシュボーイは、公共情報はいるや否や、先回りして、H証券の注文キャンセルが取引所に届くより先に、古い相場での指値100万円のままH証券から購入してしまい、それを新しい相場120万円で売却して、20万円の利ざやを稼ぐのだ。

こうして、リクイディティイー・プロバイダーであるH証券は、フラッシュボーイによるピックオフの餌食になるリスクを負うことになる。ピックオフを防げないと、H証券は、相場変更のたびに損失を繰り返すことになる。放っておけば積もり積もって、H証券の顧客に大きな損失をもたらしかねない。

## 早い者勝ちレース

ならば、H証券の注文変更が、フラッシュボーイの買い注文よりも早く取引所に届くようにすればいい。H証券が、他よりも早く反応できるアルゴリズムと通信経路をもてば、このような心配ごとから解放されよう。しかし、脚光を浴びているフラッシュボーイは、高速アルゴリズムと高速通信に活路を見出すトレーダーである。彼らに「早い者勝ちレース」で勝つことは至難の業だ。

フラッシュボーイの人数をNとし、仮に、H証券とフラッシュボーイの通信速度は互角としよう。この場合、H証券が早い者勝ちレースに勝つ確率は $\frac{1}{N+1}$

である。つまり、残りの確率 $\frac{N}{N+1}$ で、利ざや20万円をフラッシュボーイの誰

かに奪われてしまうのだ。

さらに、フラッシュボーイの人数が多ければ、相場変動があるたび、ほぼ確実に利ざやを奪われよう。これではH証券は、リクイディティ・プロバイダーなど、怖くてやってられない。このままでは、証券取引所は、流動性の低い、不活発な市場へ落ちぶれかねない。

## フラッシュウォーズ

昨年、その名も「フラッシュボーイズ」というノンフィクションが、世界中でベストセラーになった (Lewis, 2014)。私がHFTトレーダーをフラッシュボーイと呼ぶのも、この本の受け売りだ。

その冒頭では、ある電話会社が法外な費用をかけて、シカゴとニューヨークを「直線」で結ぶトンネルを秘密裏に貫通させた、というエピソードが紹介されている。このトンネルに光ファイバーケーブルを最短距離で通せば、シカゴとニューヨークの証券取引所を最速で通信できる。これは、一億分の一秒でも早く通信できるようにして、ピックオフの勝者になることを確実にしたいという、トレーダーの欲求に答えるものだ。

例えば、ピックオフの全収益機会を101億円として、ピックオフに参戦するHFTトレーダーが10人いるとしよう。そして、ある電話会社が、99億円を投じて、最高速通信を開拓して、各トレーダーに、10億円払えばこの高速通信の利用を許可する、と契約をもちかけたとしよう。

全トレーダーが契約するならば、電話会社は100億円を稼ぐことができ、工事費を差し引いて、1億円の黒字になる。一方、1人でも契約しないとなれば、収入はせいぜい90億円だから、9億円以上の赤字になってしまう。

しかし、この電話会社は、トレーダーのインセンティブを考えれば、彼らは以下のような「フラッシュウォーズ (消耗戦)」にきっと巻き込まれるから、結局全員が必ず契約するはめになる、と予想するのだ。

他のトレーダーが1人でも契約するならば、より遅い自分には、早い者勝ちレースでの勝ち目が一切なくなってしまう。しかし、自分も契約すれば、自

分を凌駕するトレーダーはいなくなるので、少なくとも確率 $\frac{1}{10}$ では勝利できる。

つまり、期待収益は10.1億円以上になるので、これは利用料10億円より高い。まして、他の誰も契約しないのなら、確実に100億円を独り占めできるから、これは大儲けになる。というわけで、各トレーダーにとって、電話会社と契約することは「優位戦略」になっている。

こうして、全員が契約することで、この電話会社は、99億円という法外な設備投資を全額回収できてあまりある、ということになる。フラッシュボーイがくすねとる101億円の大半は、シカゴとニューヨークの直線トンネルのような、全くもって非生産的な設備投資の回収に、どんどんつき込まれていく。

というわけで、我々は今や、こんなばかげたゲームのルールを変えなければいけない局面に立っている、はずなのだ。

## 早いもの勝ちから遅刻厳禁へ

フラッシュウォーズに終止符を打つ手はないのか。それは、実は、いたって簡単だ。「連続時間取引」をやめてしまえばいいのだ。つまり、早い者勝ちで連続的に約定するのをやめて、連続時間を一定間隔で区切って、「断続的」に取引を約定させるルールに代えよう。

断続的な「取引タイム」の合間には、自由に売り注文と買い注文を出し入れしてよい。取引タイムにおいて出されている注文のみが有効である。どの注文がより早かったかどうかは不問である。そして、次の取引タイムが訪れるまで、どんな注文が出されたかは、一切非公開とする。

こうすれば、H証券は、一定時間間隔内に売り注文をキャンセルしさえすれば、フラッシュボーイの餌食にならずに済むことになるので、まずは問題解決だ。ただし、本当にぼやぼやしていてキャンセルするのを忘れてしまったならば、それは自業自得というものだ。「断続時間取引」は、早い者勝ちを徹底排

除する代わりに、徹底した「遅刻厳禁」を課すことによって、約定を極力スムーズに、極力連続に近い仕方で遂行していくルールなのだ。

しかし、このように時間間隔をおいてしまえば、やはり取引のスピードに支障をきたし、市場効率性に悪影響がでるのではなかろうか？ いえいえ、心配ご無用。お望みなら、時間間隔を、100分の一秒（まばたきの速さ）にまで短く設定することもできる。

我々にとって忌み嫌うべきは、高速度や高頻度そのものではない、全くそうでない。悪いのは、排除したいのは、それを使った「早い者勝ちレース」、レースに費やされる無駄な設備投資、ただそれだけだ。

フラッシュボーイの「早いもの勝ちレース」は、1000分の一秒を競う、我々の感覚では手に負えない、別次元のアスリート競技だ。しかし、Budish et al (2014) によるミリ秒単位の取引データによれば、この極端な高速レースは、むしろ人工的に利ざや取りのチャンスを生み出しているという有様のようだ。極端な高速取引は、彼らのレースのせいで、市場効率性に寄与していないのだそうだ。

こうして、連続に近い断続時間取引を採用すれば、高速度高頻度を維持しつつ、早い者勝ちがもたらすデメリットをきれいに駆除できる。

## 高頻度バッチオークション

Budish et al (2014, 2015) は、さらに具体的に踏み込んで、取引タイムにおいては、ケーススタディーで紹介したような「バッチオークション（封印入札）」を導入するべきであると主張する。そして、具体的、実践的な取引ルールとして、「高頻度バッチオークション（Frequent Batch Auction）」を提案した。時間間隔を十分短く設定した上で、取引タイムごとに、その直前までに集まった売り注文と買い注文を各々まとめて、供給曲線と需要曲線を描いて、その交点、つまり需給均衡価格で一律に約定させるやり方だ。

複数の売り手と買い手の需給をすり合わせるこのようなやり方は「ダブルオークション」と呼ばれる。Budish たちが念頭に置いているバッチオークショ

ンは、ダブルオークションの代表例である。この連載においても、いずれダブルオークションを解説する予定だ。しかし、ここでは、一位価格入札や二位価格入札といった、おなじみの封印入札の拡張形、とだけ理解されればよい。

高頻度バッチオークションを導入すれば、Aさんが餌食にされていたケースも排除できることになる。連続取引から断続取引に移行するとはいえ、瞬きする速さの時間間隔であるならば、生身のAさんの後悔の慰めにはならないだろう。しかし、バッチオークションが導入されるのであれば、Aさんは、最初から最低ラインの売り指値を出しておけばいいことになる。封印入札のもつアドバンテージを、Aさんは享受できるようになるわけだ。

結論として、高頻度バッチオークションは、H証券にもAさんにも優しい、庶民の立場に立ったメカニズムデザインとっていいだろう。

## 制度設計の本質

解説した「フラッシュ」メカニズムデザインは、早い者勝ちという「フェイク」競争原理を徹底排除することで、まともに機能する市場を創ることに主眼をおいたものだ。これに関連する分野として、例えば「マッチング・マーケットデザイン」がある。オークションとはことなり、金銭のやり取りを伴わない配分をどうするかを検討する、実践的な人気分野だ。

例えば、これは一昔のアメリカでの話だが、労働市場が不完全なため、研修医候補の医学生をめぐって、複数の病院が「青田買い」競争をする事態が深刻化した。専門分野もまだ定まらないような早いタイミングで、就職内定が加速化していたのだ。これでは、医学生が本当にふさわしい専門を見つけるのに、支障をきたしてしまう。

そこで、アメリカの医師会は、青田買いを全面禁止し、卒業時に合わせて、全卒業生、全病院が一堂に会して、希望を提出させ、定められた専門的なマッチング・アルゴリズム (Differed Acceptance Algorithms (Gale and Shapley, 1962)) にしたがって、一気に決着させる、という規則を制定したのだ。

これは、メカニズムデザインが、早い者勝ちを排除することで、よりよい市場を創った好例といえよう。しかし、証券取引の問題に直面している我々がこの例から本当に学ぶべきことは、メカニズムデザイン（制度設計）することの「本質」的意味についてだ。つまりそれは、青田買いをしたら罰金を課す、とかいった程度の姑息な治療だけでなく、問題の所在を突き止め、その根本原因を取り除く本格的な治療をおこなうことによって、新しい研修医マッチング制度を樹立させたことだ。

我々は、証券取引の今日の問題は、連続時間取引が、隙あらば、トレーダーをおかしな行動にかりたてる、「早い者勝ちレース」をつくりだす仕組みになっていることに、その根本原因がある、ということがわかった。ならば、「高頻度バッチオークション」のような、根本原因そのものを取り除くような抜本的改革について、今後本格的に討議されることが、切に望まれるのだ。

## 参考文献

Budish, E., P. Cramton, and J. Shim (2014): “Implementation Details for Frequent Batch Auctions: Slowing Down Markets to the Blink of an Eye”, *American Economic Review* 104, 418-424.

Budish, E., P. Cramton, and J. Shim (2015): “The High-Frequency Trading Arms Race: Frequent Batch Auctions as a Market Design Response,” mimeo.

Gale, D. and L. Shapley (1962): “College Admissions and the Stability of Marriage,” *American Mathematical Monthly* 69, 9-15.

Lewis, M. (2014): *Flash Boys (A Wall Street Revolt)*, W.W. Norton & Co. Inc. (「フラッシュ・ボーイズ：10億分の1秒の男たち」 渡会圭子・東江一紀翻訳、文芸春秋社、2014年)